炼油厂油品储运技术与管理

田士良　编

中国石化出版社

登录号 102647
分类号 TE8
种次号 008

炼油厂油品储运技术与管理

田士良 编

0097 9924

中国石油大学图书馆藏书(北京)

中国石化出版社

内 容 提 要

本书全面介绍了在炼油厂从事油品储运工作中广泛接触的有关理论和实践知识，并将在炼油厂储运系统工作30余年积累的生产管理经验和搜集的资料熔合到了各章节之中。全书共分九章，系统介绍了炼油厂油品储运设备、石油产品质量管理、石油计量、油品储运操作、液化石油气与炼厂气、油品损耗及其管理、油品储运自动化、油品储运与安全管理。全书力求通俗易懂，资料广泛、实用性强。

本书可供炼油厂、石油库、石油储运站、加油站等从事油品储运的生产管理人员、工程技术人员、运销业务人员以及操作人员阅读，也可作油品储运人员技术业务培训和储运专业大中专学生学习参考。

DP35/05

炼油厂油品储运技术与管理

田士良　编

*

中国石化出版社出版发行

地址：北京市东城区安定门外小黄庄32号楼

邮编：100013　电话：(010)64241850

海丰印刷厂排版

三河市印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

787×1092毫米　16开本　21 1/8印张　539千字　印4001--8000

1995年7月　北京第1版　1996年9月　北京第2次印刷

定价：28.00元

前　言

从60年代大庆油田开发至今，30多年来随着国民经济发展，特别是改革开放的日渐深入，我国石油和石化工业都有了飞速发展，科学技术水平有了极大提高，许多新建炼油厂和石化企业在祖国各地相继拔地而起，为加快社会主义建设做出了重要贡献。

40年来，从石油院校毕业的石油储运专业人才，作为发展石油和石化企业的一支重要技术力量。在油田的开发、集输、储运，在炼厂的原油接卸、产品调合、输转、计量、储存、装卸，在产品的销售、调运、保管，在油库、管线、油码头的设计与施工等工作中，到处都有他们的身影，为国家建设施展着才华做出了贡献。虽然他们都有在校学习的各种基础理论和专业知识，但在走向工作岗位接触生产实际后，普遍感到原有知识面窄，实践与管理经验不足，尤其是在炼厂工作的油品储运人员，大家都希望有一本适合炼厂油品储运生产与管理人员需要的实用工程技术书籍，供他们增长技术与业务知识，并指导他们工作。

我做为在石油和石化企业工作30多年的石油储运专业毕业生，一直从事油品储运的生产、施工和技术管理工作，深知在炼油厂做为一名油品储运人员应掌握的专业基础知识面，应有的技术、业务素质要求和必须的基层与科室管理才能。为了满足炼油厂广大油品储运人员对实用性知识的迫切需要，用3年多时间，编写了这本《炼油厂油品储运技术与管理》一书。

编写此书是以在炼油厂从事油品储运工作所经常遇到的理论、实践和管理知识需要做出发点，以油品储运系统各生产、管理岗位技术达标要求为依据，广泛参考了有关技术书籍，搜集了中国石化总公司有关最新规范、标准和制度，并将自己在炼厂多年积累的管理和实用方面经验与资料熔合到了书中。此书力求内容丰富，资料翔实，结合实际，既要有理论，又要侧重技术与管理的实用方面，使制度、标准、规范和专业知识结合更加紧密。希望此书的出版能对发展石油储运事业，提高技术人员素质和经营管理水平起积极作用。

由于本人水平有限，书中难免有各种错误或不足之处，敬请众多储运专业专家和广大读者提出批评指正，以便再版时能予以修改。借此机会，向关心本书编写和为编写此书提供资料和各种帮助的有关领导、同事和同学们致以衷心地感谢。

编　者

目　录

第一章　概　述

一、石油的化学组成……1
二、我国原油的分类……2
三、石油产品的储运特性……4
四、炼油厂工艺类型及加工原则流程……7
五、石油及产品的运输……11
六、炼油厂油品储运的基本任务……13

第二章　炼厂油品储运设备

第一节　油罐……15
一、油罐分类……15
二、金属油罐……15
三、非金属油罐……25
四、油罐附件……26
五、油品罐区管理……36
第二节　管线……40
一、管线分类……40
二、管径和壁厚的计算与选择……43
三、管线布置与连接……45
四、管线防腐、保温与伴热……48
五、管线使用与维护管理……49
第三节　机泵……52
一、泵的分类与选择……52
二、炼油厂油品泵房……54
三、油品储运系统常用机泵……56
四、机泵设备润滑……70
五、机泵密封与冷却……73
六、机泵操作与故障排除……74
第四节　阀门……78
一、阀门的分类……78
二、阀门型号及表示方法……78
三、炼油厂常用阀门……82
四、阀门的选择与使用……86
五、阀门常见故障与排除……87

六、阀门及法兰密封件更换……87

第三章　石油产品质量管理

第一节　石油产品质量基本常识……89
一、石油产品的分类……89
二、石油产品的命名、分组及代号……90
三、石油产品质量主要项目含义……93
第二节　石油产品的应用与质量要求……99
一、燃料油类产品……99
二、润滑油类产品……101
三、润滑脂类产品……104
四、固体类产品……106
第三节　石油产品的质量维护……108
一、生产企业对产品质量的保证……108
二、油品储运过程中的质量维护……109
三、油品使用中的质量维护……111
第四节　油品调合用添加剂……111
一、石油添加剂的作用与性能……111
二、石油添加剂的分组、命名和代号……112
三、燃料油添加剂……113
四、润滑油添加剂……116

第四章　油　品　计　量

第一节　概述……119
一、油品计量的重要意义……119
二、油品计量方式及其选择……119
三、计量误差与精度……120
四、炼油厂油品计量人员素质要求……122
第二节　检尺计量（静态计量）……122
一、总则……122
二、计量器具与试剂……124
三、计量操作方法……126
四、油量计算……129
五、检尺计量安全注意事项……132
第三节　流量计计量（体积计量）……132
一、流量计分类与选用……132
二、容积式流量计……134
三、速度式流量计……140
四、加油机……144
五、流量计交接计量有关规定……147

第四节　衡器计量（重量计量）……148
一、衡器概述……148
二、石油计量常用衡器介绍……149
三、衡器的使用与管理……151
第五节　炼油厂油品计量管理……152
一、油品计量管理机构职责……152
二、石油计量器具配备……153
三、静态油品计量器具管理……154
四、油品计量室管理……154

第五章　油品储运操作

第一节　罐区系统操作……155
一、油罐加温……155
二、油罐脱水……161
三、油品调合……162
四、油罐收油、发油……177
五、油罐清洗……178
第二节　运销系统操作……179
一、装油容器清洗……179
二、石油及产品的铁路装卸……183
三、石油及产品的水路装卸……196
四、汽车油罐车与油桶灌装……202
五、厂区汽车加油站……208

第六章　液化石油气与炼厂气

一、概述……209
二、液化石油气的物理特性……212
三、液化石油气的燃烧特性……217
四、液化石油气储运设备……218
五、液化气储运设备附件……233
六、液化石油气灌装……237
七、液化气储运、装卸、使用管理……242
八、炼油厂火炬-炼厂气系统……244

第七章　油品损耗及其管理

一、油品损耗原因及其分类……253
二、油品损耗测算与定额管理……257
三、降低油品损耗措施……264

第八章　油品储运自动化

一、油品储运自动化概述……268
二、油罐液位自动检测仪表……269
三、油罐数据采集与计算机控制管理……276
四、衡器计量微机管理……278
五、油品装车自动化……283
六、泵房自动化……294
七、储运系统自动化维护与管理……295

第九章　油品储运与安全管理

第一节　防止人身中毒……297
一、防毒基本知识……297
二、储运系统常见毒物及特征……299
三、油品储运过程人体中毒途径……301
四、储运系统防毒措施……302
第二节　防止火灾、爆炸……304
一、燃烧、爆炸的基本概念……305
二、爆炸极限及其影响因素……305
三、储运系统火灾、爆炸原因分析……306
四、储运系统防火、防爆措施……308
五、灭火方法及扑救设施……310
第三节　防止雷击与静电……313
一、防止静电……313
二、防雷保护……318
第四节　防止跑、冒、串油……320
一、油品储运中的跑、冒、串油事故……320
二、跑、冒、串油事故原因分析……320
三、储运系统防止跑、冒、串油措施……322
第五节　储运系统其它事故……322
一、厂内铁路交通（行车）事故……322
二、罐区油罐抽瘪事故……323
三、内浮顶油罐浮盘沉没事故……324
附录　中国石化总公司安全生产禁令和规定……325
参考文献……329

第一章 概 述

一、石油的化学组成

石油包括天然石油和人造石油两种。从地下开采出来的石油叫天然石油，从煤和油母页岩中经干馏、高压加氢或合成反应而取得的石油叫人造石油。通常人们把未经加工前的石油称为原油。从广义上讲，石油常常又是原油及其成品油的总称。

1. 元素组成

石油是一种极为复杂的混合物，但其主要组成都是由碳和氢两种元素组成。在石油总含量中，碳、氢两种元素约占96～99%，其中碳含量占83～85%左右，氢含量占11～14%左右。由这两种元素组成的化合物称烃。

石油中除烃外还有非烃类化合物，即含氮、硫、氧等元素的化合物，其元素含量在2%左右。它们不是以单质出现而是和碳、氢形成化合物存于石油中。在石油产品中，这些非烃化合物大部分是以胶状、沥青状物质的形态存在，通常称胶质和沥青质，它们对设备有腐蚀，并使产品质量变坏。

此外，石油中还有其它微量元素，如铁、镍、铜、钒、砷、钾、钠、钙、镁等，它们的含量总和通常只占石油总含量的1%左右。虽然含量不高，但对石油加工过程及其产品质量将会产生不良影响。

2. 烃类组成

石油中有各种不同烃类，按其结构形式可分为烷烃、环烷烃、芳香烃和烯烃等，这些烃类都是以气态、液态或固态的化合物形式存在于石油中。

(1) 烷烃

烷烃是饱和的链状烃，其分子式可用通式C_nH_{2n+2}表示。在常温常压下，C_1～C_4都是气态烷烃，它们是天然气和炼厂气的主要成分。C_5～C_{15}属液态烷烃，主要存在于汽油及煤油中。C_{16}以上的属固态烷烃，常温下多以溶解状态存在于石油中，当温度降低时就有结晶析出，这就是蜡。蜡存在于柴油和润滑油馏分中。油品中的蜡，会影响油品流动性，给使用带来困难，因此生产低凝油品，必须先行脱蜡。

(2) 环烷烃

环烷烃是饱和的环状结构烃，其分子式可用通式C_nH_{2n}表示。它是石油和润滑油的主要成分之一，其性质和烷烃相近，但密度、熔点、沸点较相应的烷烃高。在液体燃料中，含量多时能使油品性能稳定、密度大、凝点低、燃烧性能好，但含量多，也会使油品粘度增大。

(3) 芳香烃

芳香烃是带有苯环的烃类，在石油中含量一般较烷烃和环烷烃少，在常温下多呈液态或固态，有芳香气味，比水轻，有毒性、易浸蚀橡胶，与其他烃相比密度最大。它能提高汽油的辛烷值，抗爆性能高，是汽油的良好组分。在灯油中，它常使灯芯结焦，点燃时易冒黑烟。在润滑油中，它会使润滑油的粘温性能变坏，在高温时易氧化生成胶质。因此，在煤油和润滑油中，芳香烃是有害成分应予除去。

(4) 烯烃

烯烃是不饱和烃，在石油蒸馏时，石油中的烷烃、环烷烃等化合物受热分解时或重质石油加热裂解时，才会产生烯烃。烯烃性质活泼，易于氧化生成胶质和有机酸等有害杂质。所以含烯烃的二次加工产品对机械的正常使用是不利的，二烯烃是有害杂质，应予除去。

3．非烃类组成

石油中的非烃化合物主要是指含硫、含氧、含氮化合物及胶状、沥青状物质。

含氧化合物可分两类，一类是酸性氧化物，主要是环烷酸、脂肪酸和酚类，总称石油酸；另一类是中性氧化物，主要是沥青质和胶质。它们有刺激性气味，有腐蚀性，能使油品颜色变深。通常用碱洗方法能把石油中含量较多的环烷酸除去。

含硫化合物主要有元素硫、硫化氢、硫醇等，其含硫总量一般都小于1%。在石油中，含硫化合物都有难闻的臭味，对金属有强烈腐蚀作用，因此会给石油加工和油品储运带来很大危害。

含氮化合物在石油中含量很少，我国大多数原油含氮量均低于0.5%，而且大多以胶状和沥青状物质存于渣油中。含氮化合物性质不稳定，在空气中易氧化使油品颜色变深，气味变臭，是石油中有害物质，应予除去。

石油中的胶状物质是一些分子量很高，结构十分复杂的的化合物，如中性胶质和沥青质。它们的含量随石油产地不同而不同。轻质石油中含量不超过4～5%，重质石油中含量少则20%，多的可达30～40%。胶状物质都集中在石油残渣中，它的存在会使油品颜色变深，密度加大，热稳定性变差。在设备润滑中，油中炭渣对机械运转也有很大危害，因此胶状物质在石油加工中应予除去。

另外，石油中的盐类，在石油燃烧时因不能燃烧而形成灰分，其含量很低，只有重质石油产品残量中含量才较高。

二、我国原油的分类

原油是黑色或黑褐色，有时也呈暗绿色的粘稠液体，密度一般都小于1000kg/m³，并带有较浓刺激性气味。原油品种很多，组成极其复杂。为了便于了解石油性质、石油加工和使用方法，我国习惯的分类方法有：按原油化学组成，物理性质，和按工业加工三种方法进行分类。

1．按原油的化学组成分类

根据原油的化学组成有按特性因数和关键馏分两种分类方法。

按照特性因数（K值）大小，原油可分为石蜡基、中间基和环烷基（包括沥青基）原油3种。原油中的特性因数K值大小在一定程度上可以反映出石油或石油馏分中的烃类分布情况，一般来说，烷烃K值最高，芳香烃K值最低，环烷烃介于两者之间。

①石蜡基原油　烷烃含量在50%以上，K值大于12.1，其特点是含蜡量高，密度小，凝点高，含硫含胶质低。

②环烷基原油　环烷烃含量在50%以上，K值为10.5～11.5，其特点是密度大，凝点低。

③中间基原油　介于前两种原油性质之间，K值为11.5～12.1。

2．原油的工业分类

原油的工业分类是按原油的含硫量、相对密度和含蜡量来分的。

（1）按含硫量来分

原油可分低硫原油〔含硫量<0.5%（重量）〕、含硫原油〔含硫量在0.5～2.0%（重量）之间〕。和高硫原油〔含硫量>2.0%（重量）〕3种。

(2) 按相对密度大小来分

原油可分为轻质原油（相对密度在0.82～0.87之间）、中质原油（相对密度在0.878～0.884之间）、重质原油(相对密度大于0.884)和特重质原油(相对密度一般都在0.966以上)4种。

(3) 按含蜡量来分

原油可分低蜡原油〔含蜡量在0.5～2.5%（重量）之间〕、含蜡原油〔含蜡量在2.5～10%之间（重量）〕、高蜡原油〔含蜡量大于10%（重量）〕3种。

我国几种主要原油分类，见表1-1。

表 1-1 我国几种主要原油分类

原油名称	硫含量 %(重量)	密度 kg/cm³	特性因数 K值	特性因数分类	关键馏分分类	含硫量分类
大庆混合原油	0.11	861.5	12.5	石蜡基	石蜡基	低硫石蜡基
玉门混合原油	0.18	852	12.3	石蜡基	石蜡基	低硫石蜡基
中原原油	0.45	841	12.2	—	石蜡基	低硫石蜡基
克拉玛依原油	0.01	868.9	12.2～12.3	石蜡基	中间基	低硫中间基
大港混合原油	0.14	889.5	11.8	中间基	环烷-中间基	低硫环烷-中间基
胜利混合原油	0.83	914.4	11.8	中间基	中间基	含硫中间基
孤岛原油	2.03	957.4	11.6	中间基	环烷基	含硫环烷基

3．我国主要原油的一般特点

我国原油产地分布较广，各地原油性质也不一样，除胜利和中原油田含硫较高外，我国主要油田原油的共同特点是密度较大，含蜡较高，轻馏分含量少。表1-2列出了我国主要原油的一般性质。

表 1-2 我国主要原油的一般性质

原油	大庆	胜利	孤岛	辽河	华北	中原	新疆	鲁宁管输原油
取样年份	1979	1975	1983	1986	1979	1983	1982	1988
API度	33.1	24.9	17.0	24.3	27.9	34.8	33.4	26.1
密度，g/mL								
20℃	0.8554	0.9005	0.9495	0.9042	0.8837	0.8466	0.8538	0.8939
50℃	—	0.8823	0.9334	0.8866	0.8654	—	—	—
运动粘度，mm^2/s								
50℃	20.19	83.36	333.7	37.26	57.1	10.32	18.80	37.8
70℃	—	25.35 (80℃)	—	17.76	17.4 (80℃)	—	—	—
凝点，℃	30	28	2	21(倾点)	36	33	12	26
蜡含量，%(重)	26.2	14.6	4.9	9.9	22.8	19.7	7.2	15.3
沥青质，%(重)	0	<1	2.9	0	<0.1	0	10.6	0
胶质，%(重)	8.9	19.0	24.8	13.7	22.0	9.5		16.0
残炭，%(重)	2.9	6.4	7.4	4.8	6.7	3.8	2.6	5.5
灰分，%(重)	0.0027	0.02	0.096	0.01	0.0097	—	0.014	—
特性因数K	12.5	12.1	11.3	—	—	—	11.7～12.2	—
元素组成								
碳，%(重)	85.87	86.26	85.12	86.35	—	—	86.13	—
氢，%(重)	13.73	12.20	11.61	12.90	—	—	13.30	—
硫，%(重)	0.10	0.80	2.09	0.18	0.31	0.52	0.05	0.80
氮，%(重)	0.10	0.41	0.43	0.31	0.38	0.17	0.13	0.29
镍，ppm	3.1	26.0	21.1	32.5	16.0	3.3	5.6	12.3

续表

原　　油	大　庆	胜　利	孤　岛	辽　河	华　北	中　原	新　疆	鲁宁管输原油
钒，ppm	0.04	1.0	2.0	0.6	0.7	2.4	0.07	1.5
馏　程								
初馏点，℃	85	95	—	—	85	—	70	—
馏出率，%(体)								
100℃	2.0	—	—	2.9	—	8.1	2.5	3.2
120℃	4.0	2.0	—	3.9	1.0	10.0	3.5	4.6
140℃	6.0	2.5	2.4	4.9	3.5	12.5	6.0	5.8
160℃	8.5	4.0	3.2	6.3	6.0	14.8	11.0	7.3
180℃	10.0	5.5	4.5	7.8	8.5	17.2	13.5	8.8
200℃	12.5	7.5	6.1	9.4	10.0	19.4	16.0	10.5
220℃	14.0	8.5	7.1	11.4	12.5	22.5	20.3	12.5
240℃	16.0	10.5	8.2	13.4	15.0	26.0	23.5	14.9
260℃	18.5	12.5	9.9	16.0	18.5	28.5	27.0	17.4
280℃	21.0	14.5	12.1	19.1	22.5	31.3	30.5	20.1
300℃	24.0	18.0	14.3	22.1	26.0	35.3	34.5	23.1

三、石油产品的储运特性

1．易燃性

石油及其产品都具有容易燃烧的特性。燃烧的难易和石油产品的闪点、燃点和自燃点三个指标有密切关系。常见石油化工产品闪点和自燃点见表1-3。

表 1-3　常见石油化工产品闪点和自燃点

品　　名	闪点，℃	自燃点，℃	品　　名	闪点，℃	自燃点，℃
原　油	−35	380～530	苯	−11	580～650
天然气		550～750	甲　苯	6	550～600
石油气		356	乙　炔	−17.8	480
汽　油	−50～10	415～513	氢　气		570
石脑油	25.6		硫化氢		260
灯　油	28～48	380～425	丙　烷	97	446
航空煤油	<28	380	戊　烷	−40	300～350
航空汽油	−60～10	480	汽缸油		215～245
轻柴油	45～120	350～380	柴油机油		195～210
专用柴油	90		润滑油	180～210	300～350
重柴油	>120	300～320	变压器油	146	
渣　油	80～130	230～300	机械油		170～180
沥　青	200～230	230～270	二硫化碳	−30	120

石油闪点是鉴定石油产品馏分组成和发生火灾危险程度的重要标准。石油火灾危险性分类标准见表1-4。从表中可知，油品越轻，闪点越低，着火危险性越大。但轻质油自燃点比重质油自燃点高，因此轻质油不会自燃。对重油来说，闪点虽高，但自燃低，着火危险性同样也较大，这就是高温重油泄漏出来比汽油泄漏更易着火的原因。

为了安全生产，在油品储运过程中，所有生产区域要严禁烟火；油品加热温度最高不能超过闪点；高温重油管线做好防腐，严防热油泄漏自燃起火。

表 1-4　石油火灾危险性分类

分　　类	闪点，℃	爆炸极限	产　品　名　称
易燃液体，甲类	<28	<10%的可燃气体	原油、汽油、石脑油、液化石油气、苯类、丙烯腈等
易燃、可燃液体，乙类	28～60	≥10%的可燃气体	灯油、－35号柴油、航煤等
可燃液体、固体，丙类	A	60～120	轻柴油、重柴油、农用柴油等
	B	>120	蜡油、渣油、石蜡、润滑油、沥青等

2．易爆性

石油及其产品受热后都会挥发产生可燃蒸气，这些气体和空气混合达到一定浓度，一遇明火都有发生火灾、爆炸的危险，这个浓度范围称爆炸极限。石油产品爆炸的危险性取决于物质的爆炸浓度范围。常见石油化工产品爆炸极限见表1-5。

表 1-5　常见石油化工产品爆炸极限，%(体)

物质名称	爆炸极限	物质名称	爆炸极限	物质名称	爆炸极限
汽　油	1.4～7.6	戊　烷	1.3～8.0	硫化氢	4.3～45.5
灯　油	5.3～32	丁　烯	1.6～9.4	H_2	4.0～7.5
轻柴油	1.4～6.0	乙　烯	2.35～3.4	氨	15.0～28.0
丙烯腈	2.8～28	正丁烷	1.5～8.5	煤　气	5.3～32
苯	1.2～8.0	异丁烷	1.8～8.4	天然气	4.5～16
甲　苯	1.3～7.0	正戊烷	1.4～7.8	乙　炔	2.5～88
二甲苯	1.1～7.6	异丙苯	0.88～5.9	石油气	1.9～11.0
甲　烷	5.0～15	异丁烯	1.6～8.8	一氧化碳	12.3～74
乙　烷	3.0～15.5	丁二烯	1.1～11.5	石油醚	1.4～5.9
丙　烷	2.1～9.5	甲　醇	5.5～36	苯乙烯	1.1～6.1
丙　烯	2.0～11.7	乙　醇	3.3～19.0		
丁　烷	1.9～8.5	甲　醛	7.0～33.0		

另外，由于可燃液体的蒸气是在一定温度下形成的，故爆炸极限还可用相应的温度来表示，这种与爆炸极限相对应的温度称爆炸温度极限。一般来说，爆炸极限温度范围越宽，则爆炸危险性越大。常见石油化工产品的爆炸温度极限见表1-6。

表 1-6　常见石油化工产品爆炸温度极限

产品名称	爆炸温度极限，℃		产品名称	爆炸温度极限，℃	
	下　限	上　限		下　限	上　限
汽　油	－38	－8	苯	－14	12
灯　油	40	86	甲　苯	1	34
航空煤油	－34	－4	乙　醚	－45	13
柴　油			乙　醇	11	39

为了保证生产安全，在油品储运过程，只要消除泄漏，加强通风，严防明火，容器不超装、不超压，做好降温，确保受压容器一切安全附件灵活好用，爆炸事故是可以避免的。

3．易挥发、易扩散、易流淌性

液体受热后表面发生气化的现象叫蒸发。石油在任何温度下都有蒸发现象，尤其是轻质油品。油品的蒸发特性是通过饱和蒸气压指标来体现的。一般来说，油品越轻，蒸发速度越快，蒸气压值越大。对于汽油来说，1kg汽油大约可产生0.4m³的汽油蒸气。另外，油品的蒸发性还和油品密度、温度、蒸发面积、液面压力、空气流动速度等因素有关。

油品挥发出来的油气可以随风四处扩散，而跑出的液体可顺地势向四周蔓延。特别是石油气体，除甲烷外，都比空气重，一旦发生泄漏，石油气体都沿地面或水面流散并积聚在低洼的管沟、下水道、地下室和室内地面，遇到明火极易引起火灾或爆炸，并向四处迅速蔓延。

油品的挥发性在油品储运过程中，会使油品数量减少，产品质量下降，污染周围环境，甚至使人中毒，更为严重的是增加了火灾爆炸的危险性。因此，减少油品蒸发损耗是石油储运工作者一项重要任务。

4．易产生静电性

石油及其产品本身是绝缘体，当它流经管路，进入容器或车辆运油过程中，都有产生静电的特性。这种特性是由于油品和管壁或容器壁摩擦、冲击以及油流喷射产生的，静电聚集到一定电位就会发生放电，产生火花，遇有油气极易引起着火爆炸。尤其是汽油，在静电电位高于4V时，火花能量为0.25mJ就足够引燃汽油蒸气，引起火灾或爆炸。

在油品储运过程中，静电产生还和空气湿度、油品流速、油料在管道中的压力及油品电导率等因素有关。为了防止静电引起火灾，在油品储运过程中，设备都应装有导电接地设施；装车要控制流速并防止油料喷溅、冲击，尽量减少静电发生。

5．毒害性

石油及其产品、半成品大多具有一定毒性。石油产品的毒性因其化学结构、蒸发快慢不同而异。一般来说，不饱和烃、芳香烃和易挥发的石油产品毒害程度大。

石油产品的毒害性来源于石油产品的液体或蒸发气体或含毒石油气体，通过人的呼吸道、消化道和皮肤3个途径进入人体，使人中毒。中毒程度决定于工作环境的蒸气浓度大小，人体接触毒物时间长短以及人体吸毒、排毒的能力。

油品的毒害性对人体健康的危害必须引起格外注意。只要我们在生产中严守操作规程，穿戴规定劳保护具；环境加强通风；采取隔离措施；消除跑冒滴漏；减少和毒品的接触；注意个人卫生，人身中毒事故是可以避免的。

6．易受热膨胀性

石油产品受热后，温度上升，体积迅速膨胀，若遇到容器内油品充装过满或管道输油后内部未排空而又无泄压设施，很容易因体积膨胀使容器或管件爆破损坏。反之，油温降低，油品体积缩小，容器内出现负压，也会使容器凹陷、抽瘪变形。

为了防止设备因油品受热膨胀而受到损坏，装油容器不准充装过满，一般只准充装全容积的85～95%；油罐和罐车呼吸阀、安全阀必须灵活好用；输油（气）管线上均应装泄压阀。

7．易沸溢性

含水的重质油油罐加热时，高温重质油品装车遇有罐底脱水，或含水油品发生火灾时，油品都会发生沸腾，油面迅速上涨，从容器内急速向外喷溅，以致发生跑油、冒罐，甚至导致火灾。究其原因主要是水被加热而汽化，体积增大，水汽以高压带动油滴迅速向上喷出。为

避免油罐或装车突沸，一定要控制油温，加强脱水，发现油面上升过快，及时采取关阀和降温。

四、炼油厂工艺类型及加工原则流程

从原油中提取各种石油产品的过程叫石油炼制，其炼制方法叫炼油工艺，炼油工艺所使用的装置叫炼油装置。

就炼油过程而言，通常分为两步，即一次加工和二次加工（亦称深度加工）。通常把原油经蒸馏，切割成几个不同沸点范围（即馏分）的加工过程叫一次加工。将一次加工所得馏分，再经进一步加工变成商品的加工过程叫二次加工。

一次加工的生产装置有常压和减压蒸馏，二次加工的生产装置主要有热裂化、催化裂化、加氢裂化、延迟焦化、催化重整、烷基化、重整、加氢精制、电化学精制及生产润滑油的各种装置。

一次加工装置生产的产品和半成品有汽油、煤油、柴油和润滑油原料、统称直馏产品，产品轻油收率可达25～40%，个别轻质原油也可达80%左右。二次加工目的在于提高轻油收率，提高产品质量，增加产品品种，为炼油厂取得更大经剂效益。

由于各地原油性质不同，供给炼油厂的又多是油田混合原油，为确定原油加工方法，使其最大限度得到合理利用，通常都要对油田供给的原油先进行综合评价，以求确定原油最佳加工方案，得到最多产品、最大收率、最好质量和最大经济效益。因此，各个炼油厂都建有不同的生产装置，采用不同的加工过程。

目前，我国的炼油厂按产品结构的不同，一般分为燃料型；燃料-润滑油型；燃料-化工型和燃料-润滑油-化工型4 种类型。

1.燃料型炼油厂

这类炼油厂主要产品是汽油、煤油、喷气燃料、柴油、燃料油、石油焦和沥青等。按装置组成情况可分为简单型和复杂型两种。复杂型炼油厂生产装置多，加工深度大，质量好，轻油总收率高达40～80%。

燃料型炼油厂生产工艺原则流程见图1-1。

2．燃料-润滑型炼油厂

这类炼油厂除生产各种燃料油品外，还生产各种润滑油及石蜡、沥青等。虽然润滑油产量相对来说不算太大，但品种多，质量要求高，工艺复杂。因此，这类炼油厂除建有燃料型炼油厂全部或大部分生产装置外，还建有生产润滑油的各种装置。

燃料-润滑油型炼油厂生产工艺原则流程见图1-2。

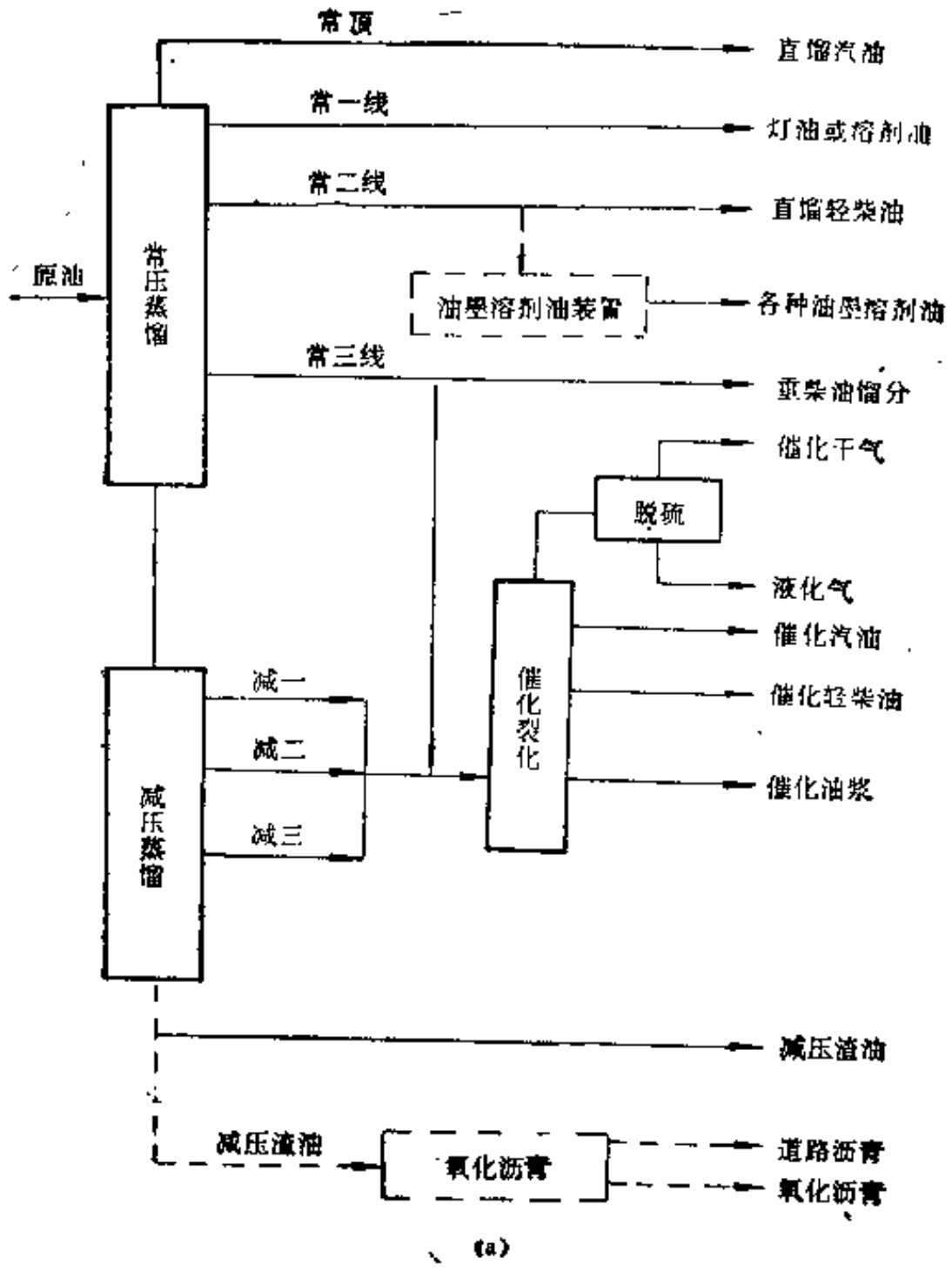
3．燃料-化工型炼油厂

这类炼油厂在生产各种燃料油品同时，还提供各种优质化工原料给各化工装置，以生产化工产品。这类炼油厂一般生产规模较大，加工深度深，生产装置多达20～30多套，所产产品已从单纯生产石油产品转化为综合利用石油资源的石化企业。

燃料-化工型炼油厂生产工艺原则流程见图1-3。

4．燃料-润滑油-化工型炼油厂

这类炼油厂是既生产燃料、润滑油等石油产品，又生产石油化工原料或直接生产石油化工产品的工厂。这类炼油厂，装置类型多，生产规模大，产品品种全，实际上可以说是以炼油为主的石化联合企业。



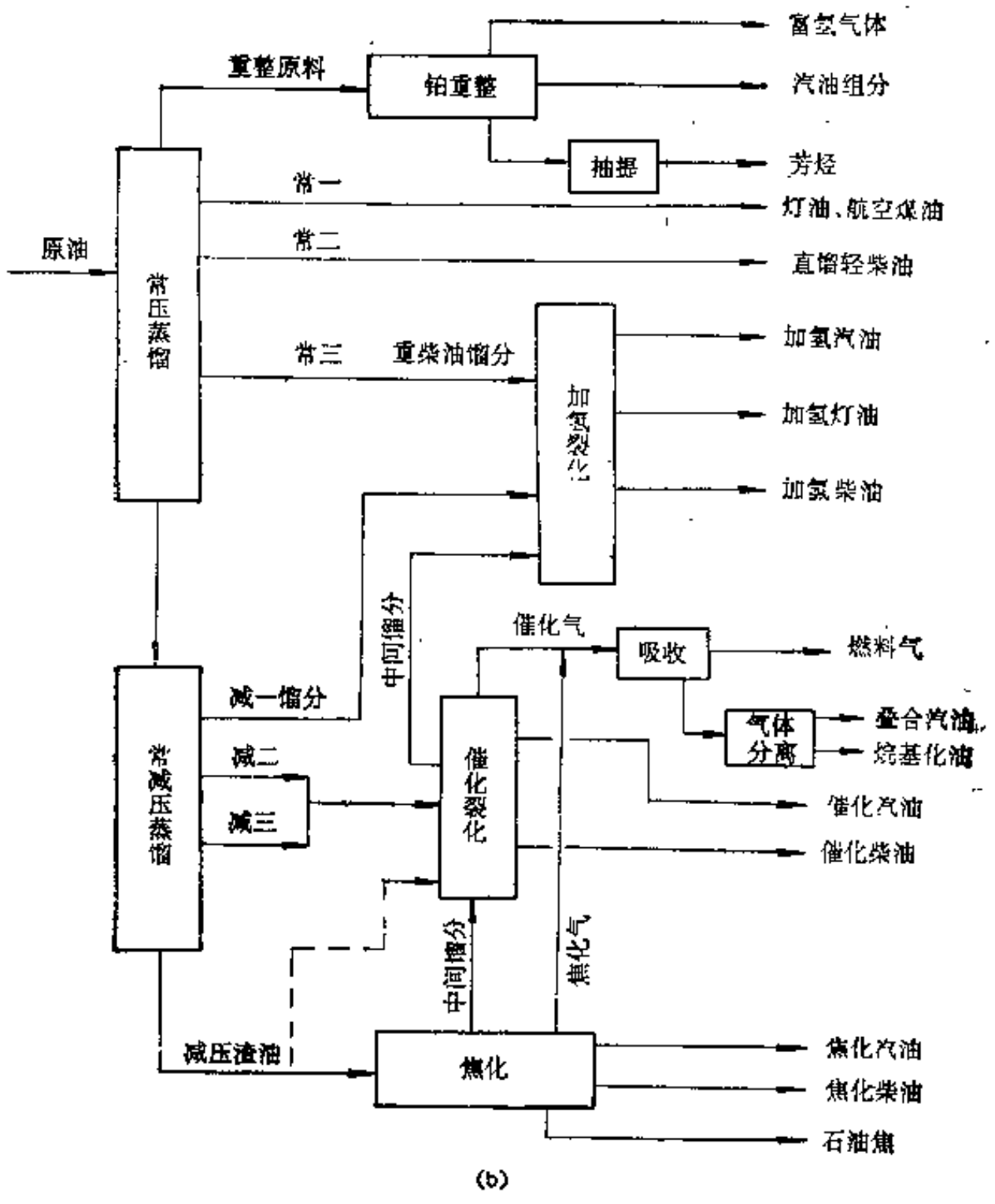


图 1-1 燃料型炼油厂生产工艺原则流程图
(a)—简单型，(b)—复杂型

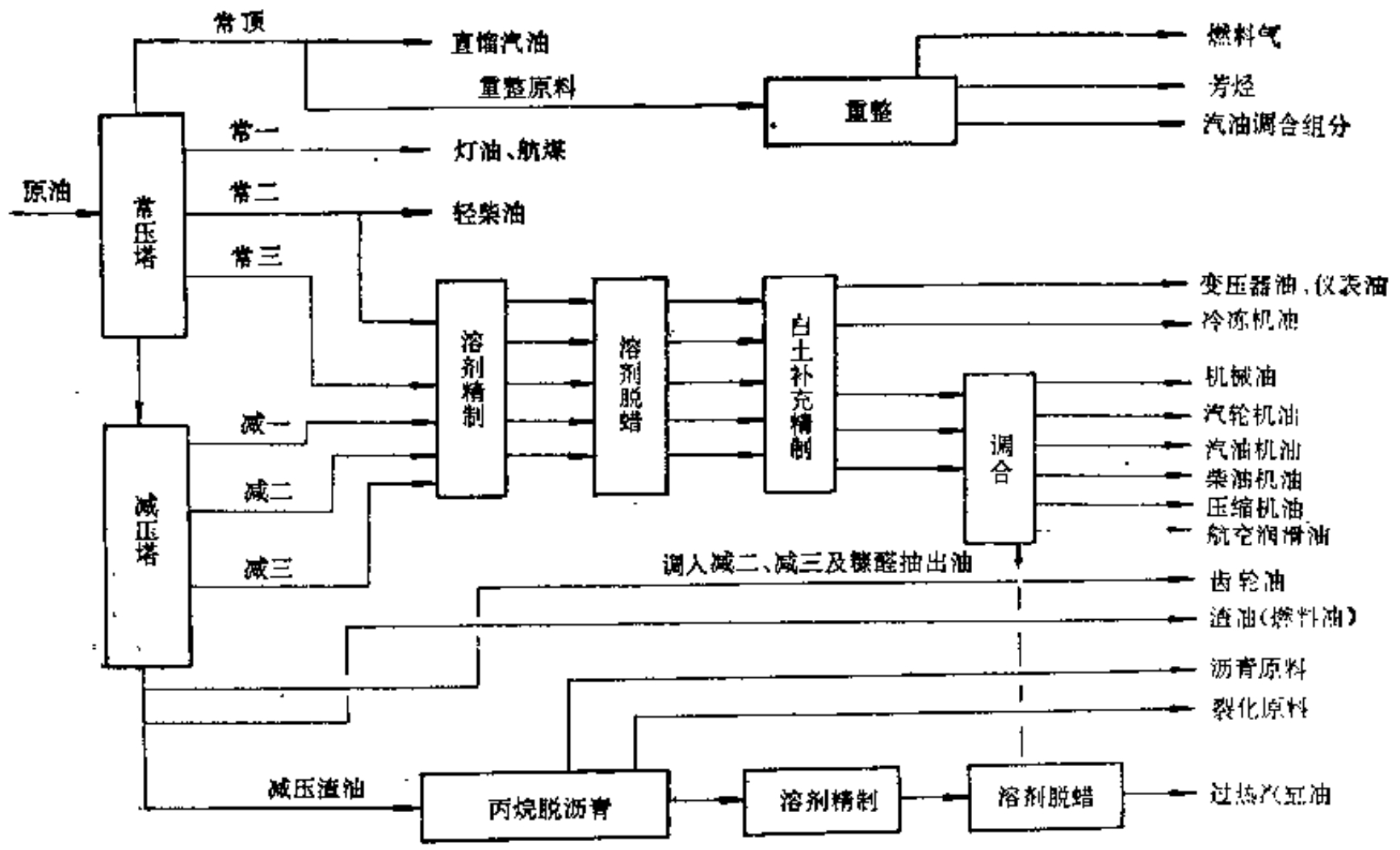


图 1-2　燃料-润滑油型炼油厂生产工艺原则流程图

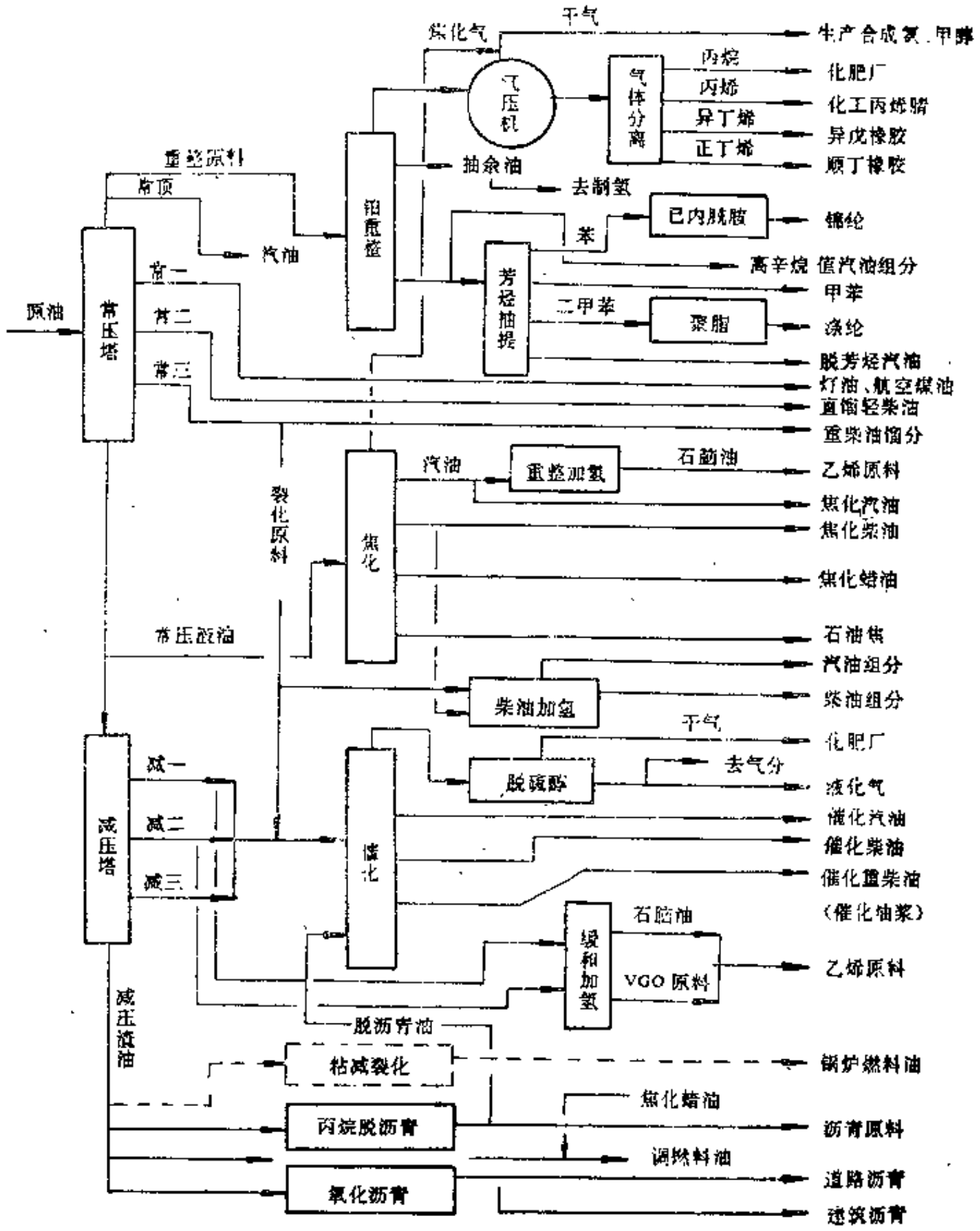


图 1-3　燃料-化工型炼油厂生产工艺原则流程图

102647

燃料-润滑油-化工型炼油厂生产工艺原则流程见图1-4。

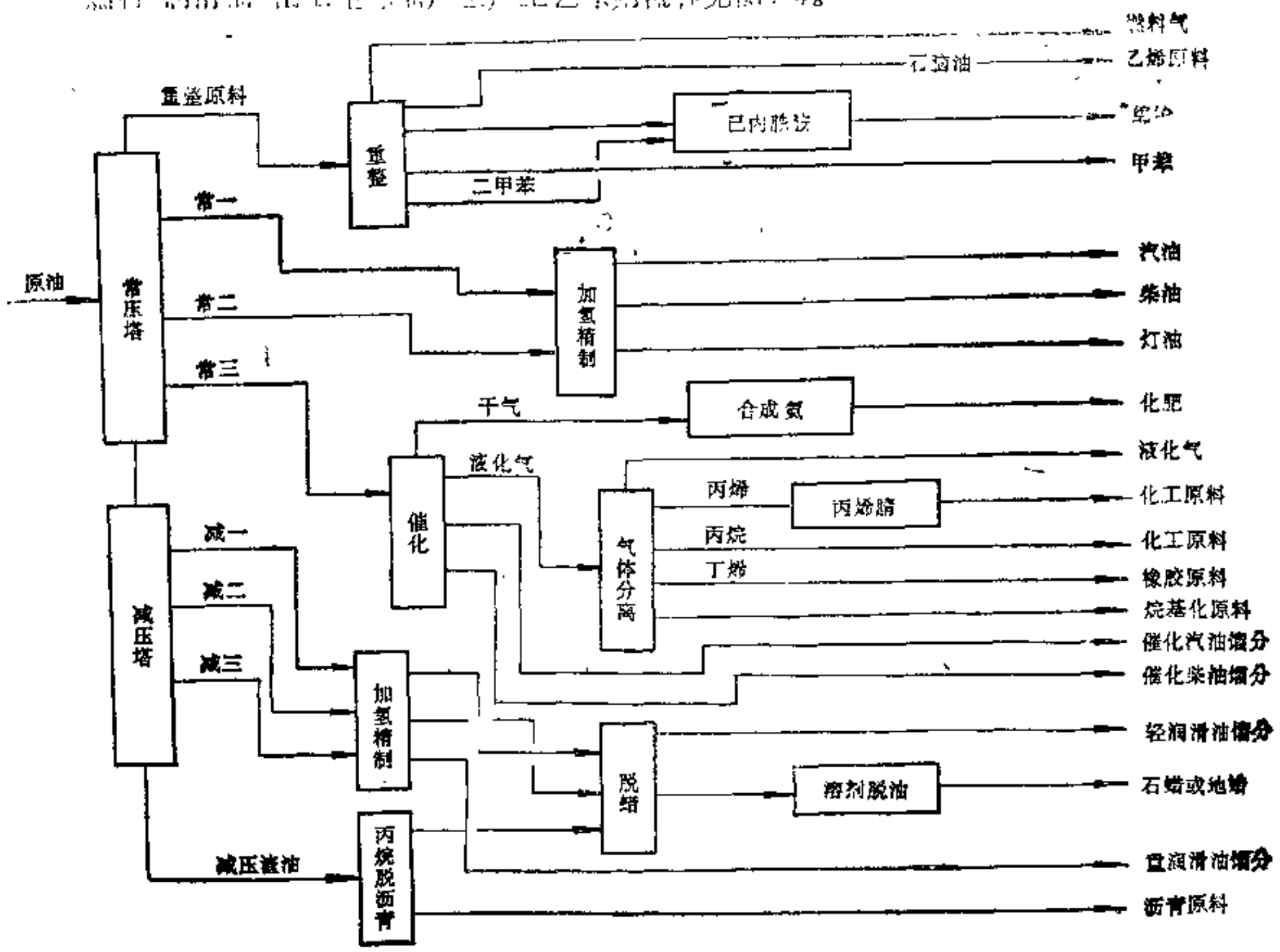


图 1-4　燃料-润滑油-化工型生产工艺原则流程图

各种类型炼油厂生产规模和加工工艺虽然不同，但其生产目的则是共同的，这就是拿出最多产品，产出最好质量，消耗最少能量，取得最大经济效益，以满足国民经济发展需要。

五、石油及产品的运输

原油进厂和石油产品出厂是炼油厂油品储运系统两大重点工作。对炼油厂来说，石油及产品的运输，一般有4种形式，即铁路运输、水路运输、管道运输和公路运输。采取何种形式取决于炼油厂生产规模，距油田远近，产品发运流向和发运方式以及当地交通条件和自然条件等。

1．铁路运输

铁路运输承担着从油田装运原油送入炼油厂，把炼油厂的产品运往各级油库、石油站或油码头的任务。目前，全国70%以上成品油，7.2%以上原油靠铁路运输，因此铁路运输是内陆大型炼油厂主要运输方式。

运送不同的石油及产品采用不同的铁路运输车辆。从共性看，铁路运输有以下一些特点：

①不受季节限制，一年四季均可运输；

②计划性强，作业要求严格，装卸时间要求准点；

③运输量大，适宜“成龙”编组，定向发运，以利返回；

④发运灵活，地点广泛，同向编组可发至不同用户，不同产品；

⑤铁路运输需要车辆编组、装车、卸车等一系列作业环节，因此占用人力多，费用较高，且重车去，空车回，运力浪费一半；

⑥铁路运输要受线路通过能力限制，而且运输不够均衡，因此运输能力有限，不可能大幅度提高。

目前，由于国民经济发展很快，我国铁路车辆十分不足，产品运输结构又不合理，各地接卸能力有限，铁路车辆周转、调运有时不畅，因此铁路运输一直十分紧张，常给炼油厂均衡生产带来很大困难。为此，全国不少大型炼油厂近10年来新建和扩建了一批油罐，添置了各类铁路罐车和高边车，在一定程度上缓解了产销矛盾，保证了生产发展。

2．水路运输

水路运输是利用油轮、油驳通过海洋、江河运输石油及产品的方式。采用这种运输方式的炼油厂都是紧靠江河或海港码头。水路运输有以下特点：

①水路运输费用比较低；

②油品在水面以下船仓储存，不受气温影响，油品损耗少；

③运输能力一般不受航线通过能力限制；

④装载能力大，特别是海洋运输。

但水运有时要受季节限制，如冬季严寒水面结冰或大风恶劣天气要停航。

随着原油和成品油产量不断增长，沿海、沿江工业发展，炼油厂布局和产品流向变化，我国现已有大小专用油码头16座，装运原油和成品油的油轮达百余条，各炼油厂油码头年接卸能力为200～500万吨不等。目前我国水运原油比例已提高到30.5%以上，有力地加快了沿海、沿江经济发展。

3．管道运输

管道运输是利用专门输油管线来输送石油及产品的方式。一般来说，靠近油田的炼油厂或靠近炼油厂的化工厂、热电厂等，都是靠铺设输油专线来获取原料或燃料。例如，1958年全国第一条原油管线从克拉玛依铺向独山子炼油厂，全长147km；从大庆油田至辽宁铁岭的原油管线长667km；全国最早的一条轻油长输管线从青海格尔木到西藏拉萨，全长1080km，管径200mm，采用油品顺序输送新工艺，能够输送汽油、柴油、航空煤油和灯油四个品种；我国第一条海底输气管线，全长48.6km，已在辽东海湾建成，为锦西炼化总厂提供了原料。另外，从炼油厂向附近化工厂、热电厂、化肥厂、液化气库输送原料或燃料的短程管线也有几公里到10几公里，遍布在各石化企业周围，据统计，目前全国长输管线已有37条，总长1万多公里。管道运输有以下一些特点：

①输送数量按合同和计划，输送时间较灵活，既可连续也可间断，且不受气候和季节限制；

②管内油品是密闭、连续输送，油品损耗少，经济效益高。安装在线计量仪表，易于实现自动化计量；

③一条管线采用顺序输送工艺，可输送多种石油产品，管道利用率高，节省投资，只是管理和技术要求比较复杂；

④重质输油管线要加热保温和伴热，不连续输送时要扫线或循环流线，以防冻凝；

⑤管道输送和铁路相比，建设周期短，投资省，占地少，而且无空载返程，省去装车卸车等中间环节，因此也节省人力。建设1公里管线投资只是同长度铁路投资的20%，运输成本通比铁路低50%。

4. 公路运输

公路运输是采用汽车油罐车或桶装货运汽车对近距离无铁路、无水路运输条件的地区运输石油及其产品的方式。

全国有些油田，油井分散，单井产量不高或油质特别，不宜管线集输，往往采取汽车运输直送炼油厂。现在，全国不少炼油厂，由于原油不足，也常采取汽车运输回收落地原油，做为广开进料渠道一种手段。

对于炼油厂来说，大宗石油产品主要靠铁路或水路，但是一些短线、小批产品，如润滑油、润滑脂、石蜡、沥青、石油焦、硫磺、液化气等产品，则多靠油桶、气瓶、编织袋等包装，由汽车销往用户。另外，炼油厂计划外自销产品也是靠汽车拉运。因此，公路运输对搞活企业，保证生产，协调关系，满足市场需要起到了积极作用。公路运输有以下一些特点：

①汽车运输不受石油产品形态限制，不论是液体、气体还是固体都可用汽车运输；

②汽车运输不受气候、线路、时间、地点限制，机动灵活、有利销售，方便客户；

③汽车运输，装车可实现灌装机械化，计量自动化，管理微机化，有利提高运输效率，保证产品及时外运；

④汽车运输距离可长可短。距离短，汽车周转快，效率高，成本低。长距离运输，虽然能解决急需，但耗燃料多，成本高，不经济。

六、炼油厂油品储运的基本任务

炼油厂油品储运系统是炼油厂的重要组成部分，它虽不属生产单位，但和各装置生产密切相关。做为一个生产辅助系统，它由罐区、装卸油栈台、油泵房、油码头、厂内铁路系统、运油车辆及诸多管线等组成。通过这个系统，对内为生产装置提供原料，保证生产正常进行，对外销运各种油品，面向用户服务市场。它的工作好坏将直接影响炼油厂生产任务完成和经济效益的体现，也会给产品质量、安全生产和环境污染带来一定影响，因此，做好油品储运工作，事关炼油厂全局利益。

炼油厂的油品储运工作，尽管各厂生产规模、加工工艺和产品结构不同，但其工作内容归纳起来不外乎包括以下几点：

①组织并接卸原油进厂，按品种分别进行储存、加温、脱水和计量。

②按工艺卡片要求，保质、保量、均衡供应原油或半成品原料给有关生产装置，接收各装置生产的成品油或半成品油以及各种污油进入罐区，并分品种储存。

③按产品品种和质量要求，负责对半成品油调合、加添加剂，以求提高产品质量，增加品种，达到成品油标准出厂。

④负责油品罐区加温、脱水、输转、计量，对固体产品经包装、计量，按品种和级别验收入库。

⑤负责油罐、铁路罐车、油桶等容器清洗。完成石油产品灌装、计量，并组织发运出厂。

⑥在生产装置停工检修与开工期间，负责系统管网吹扫、退油和供油工作，保配装置开汽平稳，安全正点，一次成功。

⑦负责厂内铁路机车调车作业及自备罐车的使用与管理，以及厂内铁路专线、搬道房、道口、通讯、信号及控制设施的管理与维修。

⑧负责火炬-瓦斯回收系统、罐区污水系统的管理，防止对环境污染。

⑨负责罐区、装油台的自动化及机械化设施的使用与管理，以及各种储运设备和机具的维修保养。

另外，负责炼油厂产品运销业务的部门，其工作主要包括：制定产品销售计划，编制铁路运输计划，做好产销综合平衡与油品合理分配。办理油品提货出厂手续，及时向用户结算货款。搞好自销产品及合同管理，做好销售统计报表及运销溢耗处理。保证产品不积压，合同计划兑现，货款及时回收，适应市场需求。

为了做好上述各项工作，从事炼油厂油品储运的一切生产和管理人员，都应熟悉油品的基本特性，石油加工的简要过程，懂得石油产品的质量要求，掌握油品储运和产品质量关系，熟知油品损耗原因及降低损耗应采取的措施，精通石油调合和油品计量与操作，牢记各种技术规范和规章制度，具有安全生产常识和经验。另外，对所使用的设备、机具还应懂其结构、原理、作用和性能，会正确操作，精心维护保养，能排除故障。能够做到上述各点，油品储运安全生产和任务完成也就有了保证。

第二章　炼厂油品储运设备

炼厂油品储运设备主要集中在油品罐区系统和运销系统。一般来说，油品罐区承担着原料油的贮存、半成品油中转、产品调合及成品贮存等项任务。运销系统承担着进厂原料接卸、装油容器清洗、成品油灌装、产品运输出厂等项任务。储运系统所用主要设备包括各种油罐、机泵、罐车、鹤管、吊车、叉车、内燃机车以及大量工艺管线和阀门等。了解它们的分类、结构、性能、作用、故障原因及排除方法等一般知识，对正确使用它们，为生产服好务，具有十分重要意义。

第一节　油　罐

一、油罐分类

油罐是贮存石油及产品的容器，是储运系统的主体设施之一。油罐种类繁多，形态不一，结构较复杂。容量小的几立方米，大的10多万立方米。油罐的分类可按其安装位置、使用材质、结构和盛装油品类型来区分。

按油罐安装位置(或建筑结构)分类，有地上油罐，地下油罐，半地下油罐和山洞油罐4种。

地上油罐　指油罐的底板标高等于或高于周围地面标高的（罐底埋深小于油罐标高的1/3）油罐叫地上油罐。在油田的装油站、炼油厂加油站和石油公司的销售储运站，也常把一些油罐建在高于地面3～8m的支架上，以便自流装车，这类油罐也属地上油罐一种，通常也叫高架油罐。

半地下油罐　指埋入地下深度为油罐高度的一半以上的油罐。

地下油罐　指油罐被周围土壤埋起来，罐内最高液面低于周围土层表面0.2m的油罐。

地上油罐优点是投资少，施工快，便于管理和维修。缺点是占地面积大，油品蒸发损耗大，安全性差。在炼油厂、油田和商业油库应用极为普遍。半地下油罐和地下油罐具有油品加热损失小，油品蒸发损失少，安全性高，有利备战隐蔽特点。其缺点是造价高，施工慢，使用操作不便。这类油罐主要用于军用油库或城市加油站。山洞油罐建于人工开控的山洞或天然洞穴之中。其特点是不占耕地或少占耕地，战备防护能力强，油品蒸发损耗少，着火危险性小。主要缺点是投资大，施工慢，油罐与设备易受腐蚀。这类油罐适用于军用油库或国家储备油库。

常见金属油罐分类见图2-1。

二、金属油罐

金属油罐是用不同厚度钢板，采用不同焊接方法，制成不同形式的油罐。它具有安全可靠，严密耐用，施工方便，应用广泛的特点。

建国40多年来，金属油罐已从平底锥形桁架罐发展到浮顶油罐，容积从几千立方米发展到10万立方米。目前，炼油厂普遍建造的油罐主要是立式或卧式圆筒（柱）形油罐，用于储

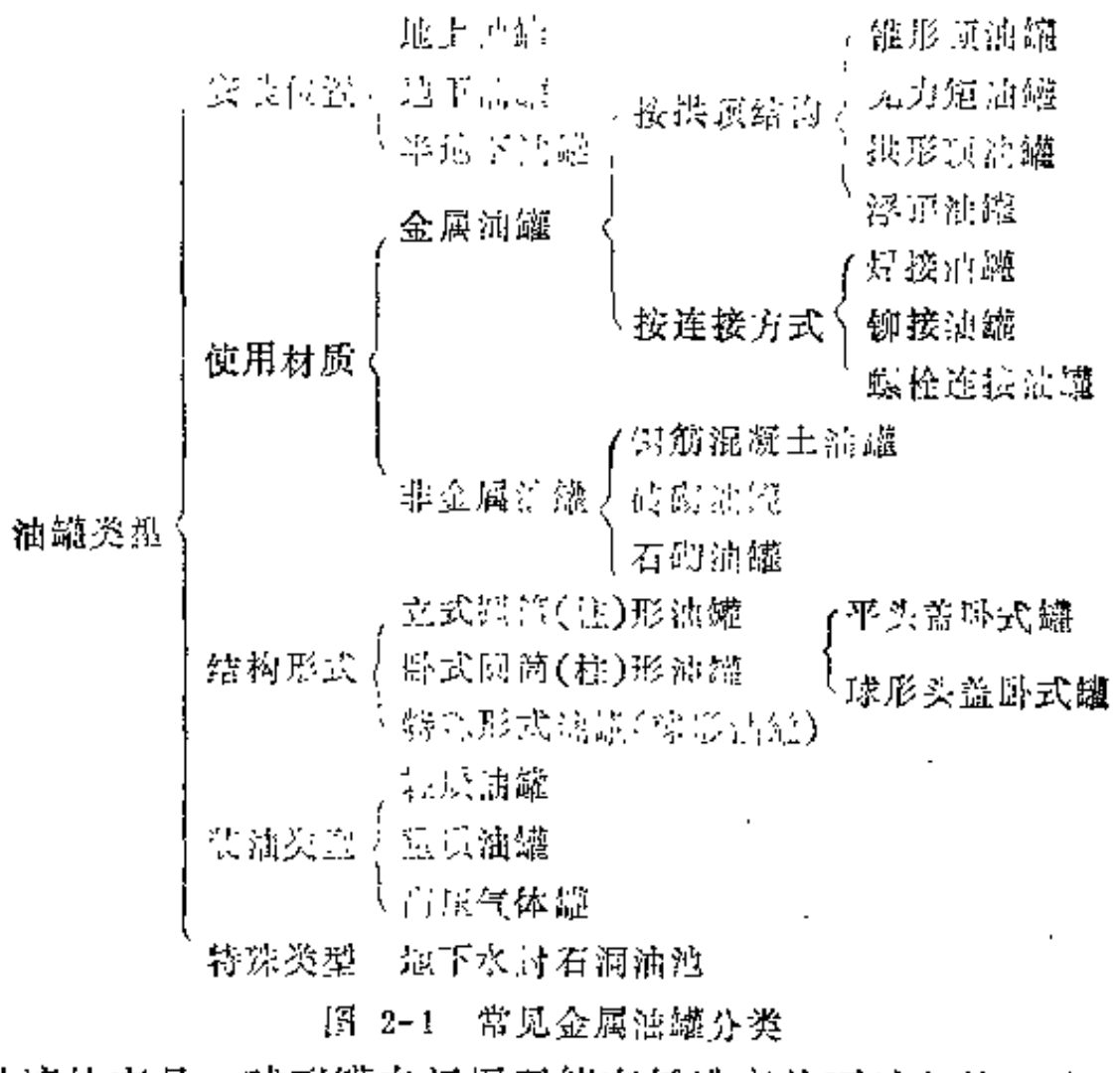


图 2-1 常见金属油罐分类

存原油或各种石油液体产品。球形罐专门用于储存低沸点的石油气体。套顶罐在炼厂气系统专门用于回收、储存低压炼厂气。

各种钢制金属油罐容积系列及具体应用范围见表2-1。

表 2-1 各种金属油罐容积系列及具体应用范围

类型		罐容系列，m^3	结构特点	适宜储存油品	备注
常压储罐	固定顶	100,200,300,400,500,700,1000,2000,3000,5000,10000	拱顶或锥顶	1. 闪点≥60℃的各种馏分油及重油、燃料油 2. 灯用煤油	适用条件：温度≤200℃ 正压1.96kPa(200mmH_2O) 负压0.49kPa(50mmH_2O) 储存加氢、重整原料油时，需配备氮封系统
		20000,30000	网架结构罐顶		
	内浮顶	100,200,300,400,500,700,1000,2000,3000,5000,10000	钢制内浮顶，铝制内浮盘	1. 航空汽油、喷气燃料、芳烃 2. 车用汽油、溶剂油、重整原料油 3. 灯用煤油等	
	浮顶	1000,2000,3000,5000,10000,20000,30000,50000,70000,100000	双盘式浮顶 单盘式浮顶	1. 原油 2. 车用汽油、溶剂油及性质相似的轻质油	
压力储罐	球形	50,120,200,400,650,1000,2000,3000,1000,5000	三带 五带 七带	液化气、丙烷、丁烷、丙烯橡胶原料等	
	卧式	按需要设计，一般不大于120		液化气、液氨、轻质油品、石油气体、化学药剂、回流油等	

1. 立式圆筒（柱）形油罐

立式圆筒（柱）形罐普遍建在地面上，只有军用油库或战备油库才建于山洞之中。这种油罐由底板、壁板、顶板及一些油罐附件组成。油罐主体为圆筒（柱）形，而罐底和罐顶可以制成各种类型。例如：平底-锥形顶油罐，拱形顶油罐，无力矩油罐，浮顶油罐和双底球顶罐等。

立式金属油罐建在地基土壤坚实、土质均匀、高于地下水位的地方。地质条件不同，基础有不同的设计要求。为使油罐脱水方便，油罐基础应高出地面至少40cm。油罐投用前，应先注水做72h沉降试验，允许油罐有均匀下沉，一般情况下，沉降不宜超过50mm。

立式罐的底板本身不受力，油品和油罐的重量直接作用于基础之上。底板内表面常受油中水杂浸蚀，所以底板易腐蚀，且不便检查和维修。因此，底板都选用优质钢材，其厚度随油罐容量增加而增厚，一般多在4～8mm之间。

立式油罐壁是油罐的主要受力构件，罐壁承受的压力随液面高度增加而增大。所以罐壁各层厚度上下不一，上部厚度小，越往下越大。根据油罐容积大小，通常壁板厚度一般多在4～10mm之间。

油罐筒身圈板上下排列方法有：交互式、套筒式、对接式和混合式4种，如图2-2所示。

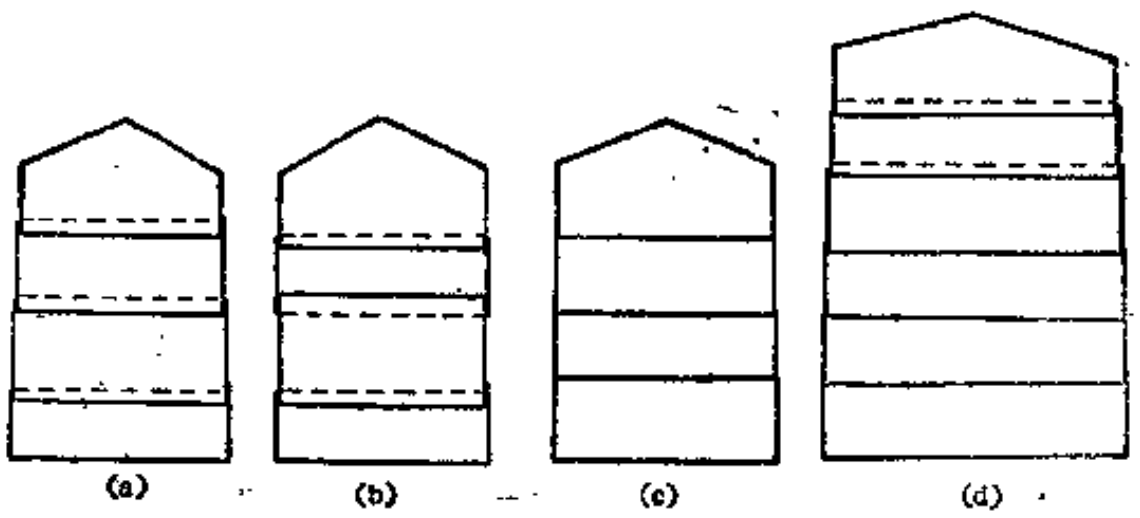


图 2-2 立式罐筒身圈板排列图

(a)—套筒式；(b)—交互式；
(c)—对接式；(d)—混合式

立式圆筒（柱）形油罐，按其罐顶结构又可分为拱顶油罐和内、外浮顶油罐。

（1）拱顶油罐

拱顶油罐在炼油厂和各类油库中采用居多，其结构简单、稳定。它由带弧形的罐顶、圆筒形罐壁以及平罐底3部分组成。由于拱顶部以下气相空间大，油品蒸发损耗会加大，所以拱顶罐不宜装轻质油品和原油，适宜低挥发性及重质油品储存。拱顶油罐示意图见图2-3。

拱顶油罐的罐顶为球缺形，拱顶的半径一般为油罐直径的0.8～1.2倍。拱顶本身是承重结构，它有较大钢性，能承受较高的内压，以利于降低油品蒸发损耗。通常，拱顶油罐可承受正压1.96kPa（200mmH_2O），最大10kPa（0.1kg/cm^2）。拱顶结构简单，它由10多块扇形板材拼制而成，其厚度为4～6mm。当油罐直径大于15m时，拱顶应加设肋板以增强拱顶稳定性。目前，我国拱顶油罐的定型设计最大容积为10000m^3，如果容积过大，则单位容积的钢材耗量反而比其它类型油罐多，而且拱顶空间过大，也会造成油品蒸发损耗增加。因此拱顶罐最大容积以不超过10000m^{3}为好。目前，国外最大的拱顶油罐为5万m^3，直径有50.302m，高23.67m，建在日本，我国最大的拱顶罐为2万m^3。

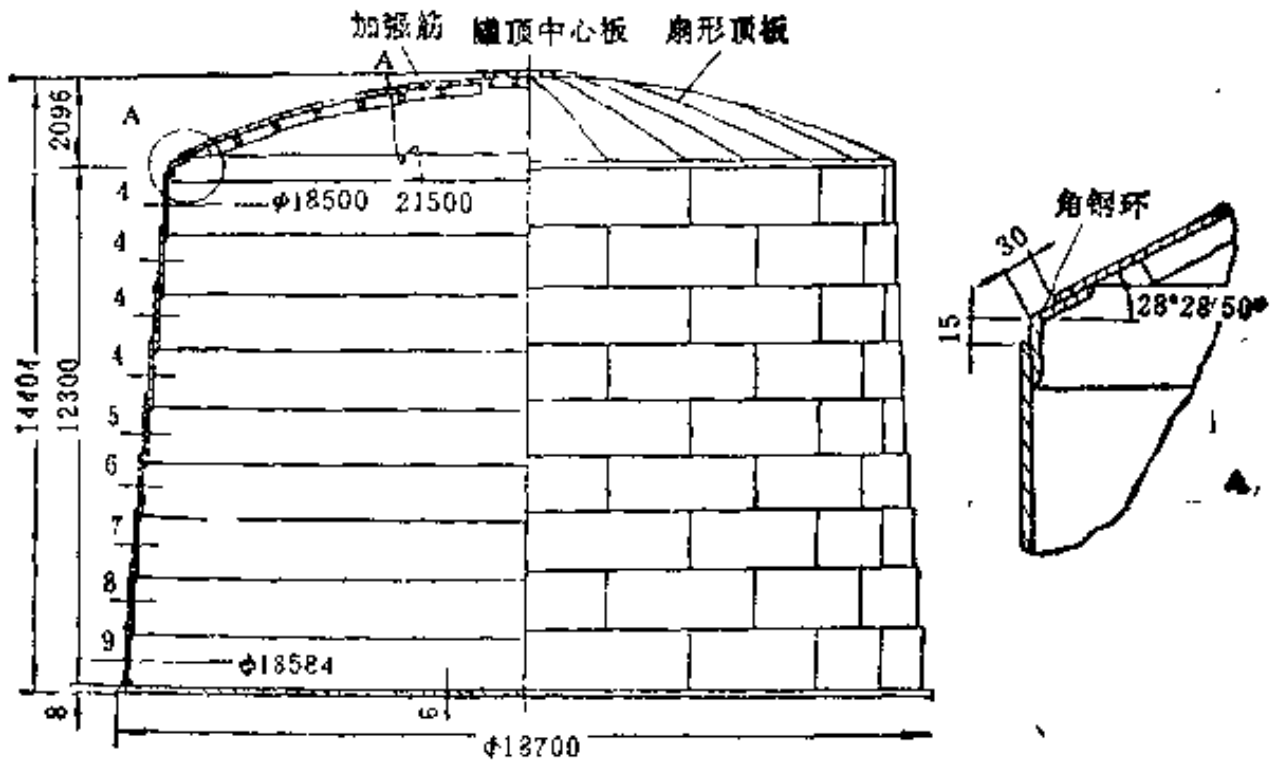


图 2-3 拱顶油罐示意图

拱顶油罐的拱顶有两种结构形式，即球拱顶和准球形拱顶，见图2-4。球拱顶截面呈单圆弧拱，它由罐顶中心板、扇形顶板和加强环组成。罐顶外侧采用弱连接焊接，以利油罐使用安全。另外拱顶与罐壁联接处有加强环（包边角钢），以承受拱脚处的水平推力。这种形式结构简单，施工方便，应用广泛，但装油高度只能到加强环处，拱顶空间不能装油。准球形拱顶与罐壁间用小曲率半径的圆弧过渡连接，拱顶截面积呈三圆弧拱，中间圆弧大，两边为转角形小圆弧。这种形式可减小罐顶与罐壁连接处的径向压力，使拱顶罐受力情况较好，承压能力较高，拱顶部分还可储油，但施工比较困难，因此采用较少。

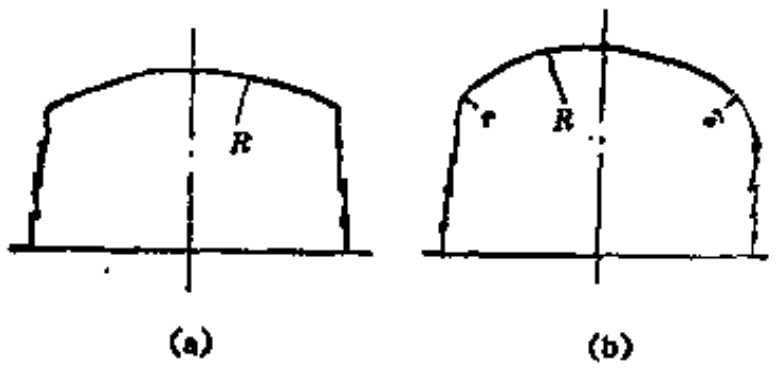


图 2-4 拱顶油罐结构形式图

(a) —球形拱顶；(b) —准球形拱顶

拱顶油罐的设计压力一般为：正压1.96kPa（200mmH_2O），负压0.49kPa（50mmH_2O）。试验压力为：正压2.16kPa（220mmH_2O），负压1.77kPa（180mmH_2O）。

我国设计的拱顶油罐系列各种技术资料，见表2-2。

表 2-2 拱 顶 油 罐 系 列 表

公称容积 m³	计算容积 m³	钢材总用量 kg	壁板厚度，mm(圈)									底板厚度 mm		油罐尺寸，mm			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	边板	中幅	底板内径 D	油罐总高 H	壁板总高 H_1	拱顶高 h
100	110	4233	4	4	4	4	4	—	—	—	—	4	4	5172	5870	5300	566
200	220	6717	4	4	4	4	4	4	—	—	—	4	4	6620	7197	6470	723
300	330	8820	4	4	4	4	4	4	—	—	—	4	4	7750	7920	7070	846
400	440	10590	4	4	4	4	4	4	4	—	—	4	4	8288	9148	8240	904
500	550	13860	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	—	4.5	4.5	8983	9794	8810	979
700	770	17385	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	—	4.5	4.5	10263	10533	9410	1119
1000	1100	25490	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	11580	11847	10580	1262
2000	2200	43880	5	5	5	5	5	5	6	7	8	5	5	15781	13710	11370	1735
3000	3300	61510	5	5	5	5	5	6	7	8	9	6	5	18992	13851	11760	2085
5000	5500	110280	6	6	6	6	7	8	9	12	12	8	6	23780	15143	12530	2605
10000	10700	211450	7	7	7	8	10	12	14	16	18	9	6	31282	17604	14070	3425

(2) 外浮顶油罐

根据油罐壳体是否封顶，浮顶油罐可分敞开式浮顶油罐，亦称外浮顶油罐（简称浮顶油罐）和内浮顶油罐两种形式。

外浮顶油罐是将浮顶装在上部开口的立式金属圆筒形油罐的液面之上的油罐，而内浮顶油罐是将浮顶装在拱顶油罐内液面之上的油罐。尽管安装形态不同，但圆形浮盘都浮于油面之上，它把液面和大气空间隔开，因而大大减少了油品蒸发损耗，降低了油气对大气环境的污染，并减少了火灾危险性。

虽然建造浮顶油罐消耗钢材多，一次性投资大，但它可从降低油品损耗中得到补偿。据有关资料介绍，浮顶油罐比拱顶油罐可减少油品损耗80～90%，投用1～2年即可收回投资。因此，各油田、炼油厂及大型石油库，广泛用来盛装原油、汽油或其它高挥发性油品。

浮顶油罐的容积小的1000m³左右，而5000～10000m³居多，国内单个外浮顶油罐最大容积从50000m³发展到100000m³。国外单罐最大容积已达160000m³。

我国设计的外浮顶油罐系列见表2-3。

表 2-3 外浮顶油罐系列表

公称容积 m³	油罐内径 mm	罐壁高度 mm	罐壁厚度，mm									抗风圈尺寸 mm		油罐总重 kg
			底圈	第二圈	第三圈	第四圈	第五圈	第六圈	第七圈	第八圈	第九圈	第十圈	中幅板	边板	
1000	12000	9520	5	5	5	5	5	6	—	—	—	—	5	5	36947
2000	14500	12690	7	6	5	5	5	5	5	5	—	—	5	6	54940
3000	16500	14270	9	8	7	6	5	5	5	5	5	—	6	6	74390
5000	22000	14270	12	10	9	8	6	6	6	6	6	—	6	8	123597
10000	28500	15850	16	15	13	11	10	8	6	6	6	6	6	8	198850
20000	40500	15850	16	14	12	11	9	8	8	8	8	8	6	8	327785
30000	46000	19350	23	21	18	15	13	11	9	8	8	8	6	10	508765
50000	60000	19350	32	28	23	20	18	14	11	10	10	10	8	12	899500

①罐壁钢板，在黑线以上用A₃F或A₃钢，黑线以下用16Mn钢。

②1000～5000m³浮顶罐用双盘浮顶，10000m³以上浮顶罐用单盘浮顶。

浮顶的结构有单盘和双盘两种型式。容积1000～5000m³的浮顶油罐采用双盘式，容积大于3000m³即在10000～100000m³的则采用单盘式浮顶。我国设计的单盘式浮顶结构，其主要尺寸见表2-4。单盘式浮顶的外圈是双层，浮盘中心部分则是单层钢板。双浮盘顶是由上下两层盖板

表 2-4 单盘式浮顶结构主要尺寸

油罐容积 m³	油罐内径 cm	浮船外径 cm	浮船内径 cm	内边缘板 cm		外边缘板 cm		浮船顶板 cm		浮船底板 cm		单盘板厚度 cm
				宽度b_1	板厚	宽度b_3	板厚	宽度b_2	板厚	宽度b_4	板厚	
10000	2580	2810	2510	75	0.8	80	0.6	150	0.45	150	0.5	0.5
20000	4050	4010	3610	74	0.8	80	0.6	200	0.45	200	0.5	0.5
30000	4600	4560	4060	72	1.0	80	0.8	250	0.45	250	0.5	0.5
50000	6000	5950	5350	71	1.0	80	0.8	300	0.45	300	0.5	0.5
70000	6800	6750	6950	69	—	—	—	350	0.45	350	0.5	0.5
100000	8100	8050	7250	68	—	—	—	400	0.45	400	0.5	0.5

做成圆形浮舱。所有浮舱，不论是单盘或双盘都要用径向隔板分成若干个互不连通的隔舱，以防个别隔舱渗漏，不至于造成浮顶下沉。图2-5为单盘式外浮顶油罐示意图。浮顶下面有许多支

柱，当液面下降到接近罐底一定高度时，支柱即将浮盘支撑住，不使浮盘落到罐底上，以利对浮盘和罐底进行检修。一般支柱高度为1800mm。浮盘中心稍呈凹形，向中心坡度一般不小于15‰。由于有了一定坡度，下雨时浮顶上积聚的雨水便于汇集到浮顶中间，通过浮顶下面的可随浮顶升降和伸缩的排水折管排除罐外。而底板的坡度则是为了使油面上的油气汇集于单盘边沿，以利从透气阀排出。另外，油罐顶部装有抗风圈和加强圈，以增强罐壁强度。油罐上壁的顶端还有供操作人员走向罐顶的活动扶梯，在浮顶升降时，扶梯能沿罐顶上的专门轨道进行滑动。

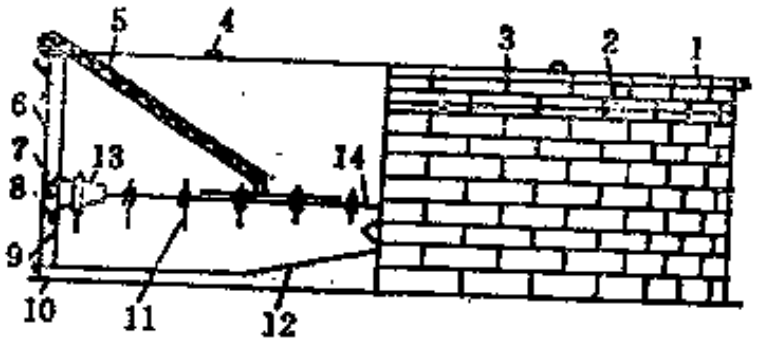


图 2-5　单盘式外浮顶油罐示意图

1—抗风圈；2—加强圈；3—包边角钢；4—泡沫消防挡板；5—转动浮梯；6—罐壁；7—密封装置；8—刮蜡板；9—量油管；10—底板；11—浮顶立柱；12—排水折管；13—浮船；14—单浮盘板

为保证浮顶能随液面升降而上下移动，在浮顶与周围罐壁间应留出200～300mm间隙，在浮顶间隙处，浮顶外缘装有密封装置以防油品蒸气从这个间隙中逸出。浮顶罐在结构上一般差别不是很大，主要区别在密封装置上。而浮顶油罐使用效果好坏，很大程度取决于密封装置的可靠性及其严密性。密封装置种类很多，大致分类见图2-6。

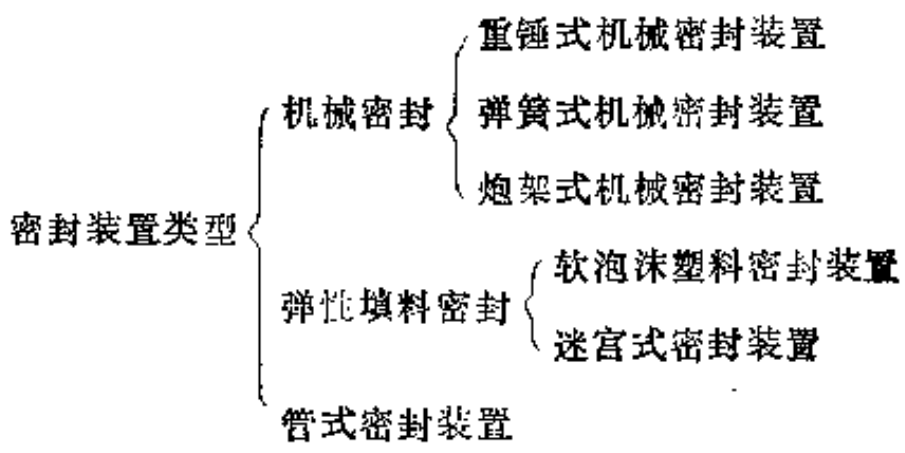


图 2-6　密封装置类型图

常见密封装置有3种型式，即机械密封、弹性材料密封和管式密封。后两种通称软密封。各种密封装置见图2-7、图2-8、图2-9和图2-10、图2-11。为了克服现有密封缺点，我国又设计

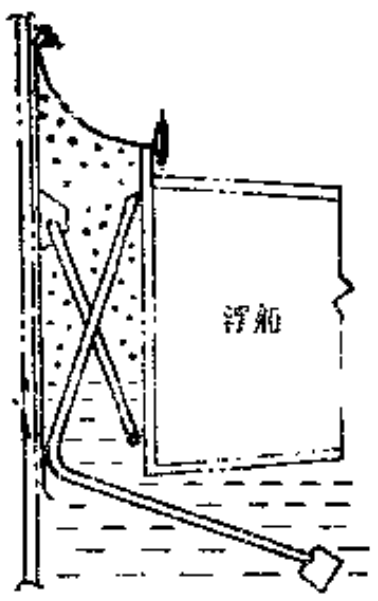


图 2-7　重锤式机械密封装置

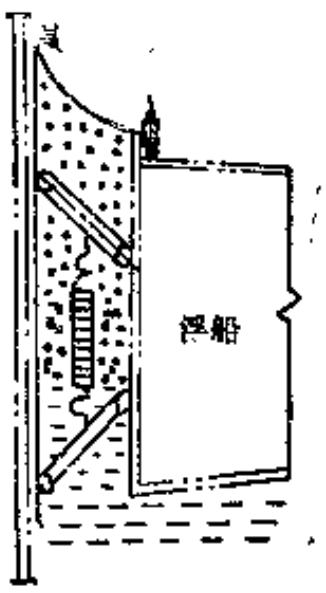


图 2-8　弹簧式机械密封装置

出了带二次密封的机械密封装置，它是采用钢密封板加铝质刮蜡板的弹性密封，它既可装在机械密封金属滑板的上缘，也可装在浮船外缘非机械密封的环板上缘。它是依靠弹簧板的反弹力来压紧罐壁，利用包覆在弹簧板上的软塑料制品来实现二次密封的。这种二次密封装置适用于储装原油的外浮顶油罐上，其特点是密封效果好，寿命长，使用可靠，造价低，施工方便。

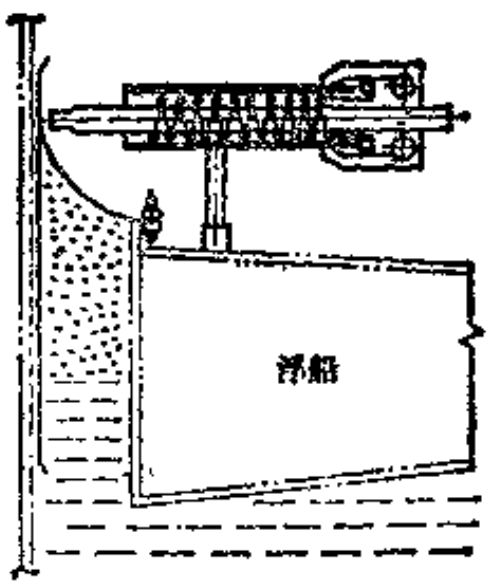


图 2-9　炮架式机械密封装置

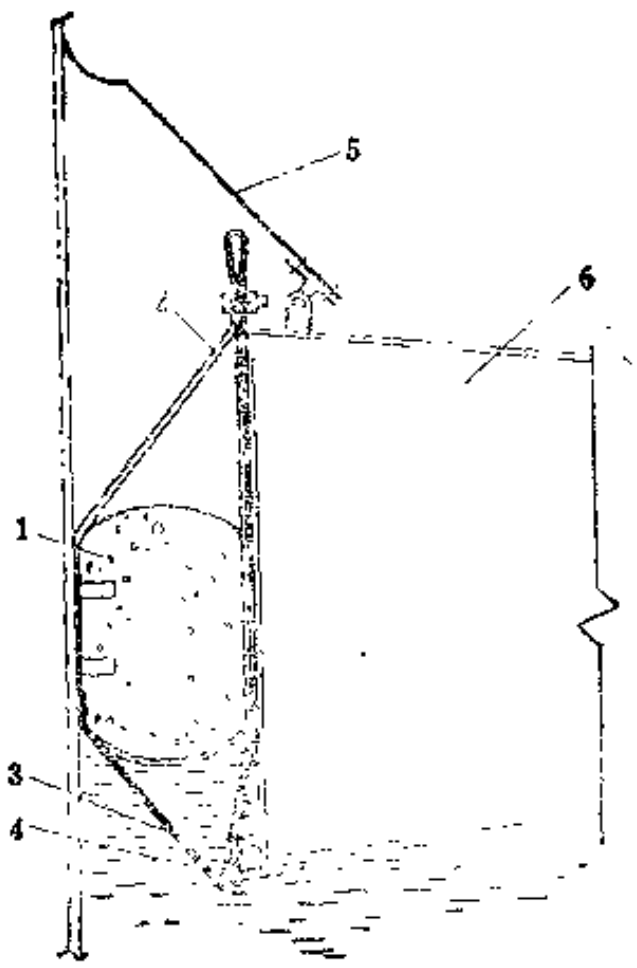


图 2-10　软泡沫塑料密封装置

1—软泡沫塑料；2—密封绑带；3—卡箍带；4—固定环；5—防护板；6—浮船

各种密封装置性能对照表，见表2-5。

密封装置种类虽多，但对它们都有一个共同的质量要求，这就是：

①结构简单，材料容易买到，且成本低，施工和维修方便。

②有良好的耐油性、耐磨性，密封性能好，坚固耐用，寿命长。

③可塑性好，不影响浮顶随液面升降，不会被罐壁卡住。

采用管式密封和弹性密封装置的浮顶，其环形边缘上还安装有用镀锌铁皮制成的防护板（又称防雨档，厚0.75～1.2mm），上部呈圆弧状，和罐壁圆滑连接，可以随浮顶上下移

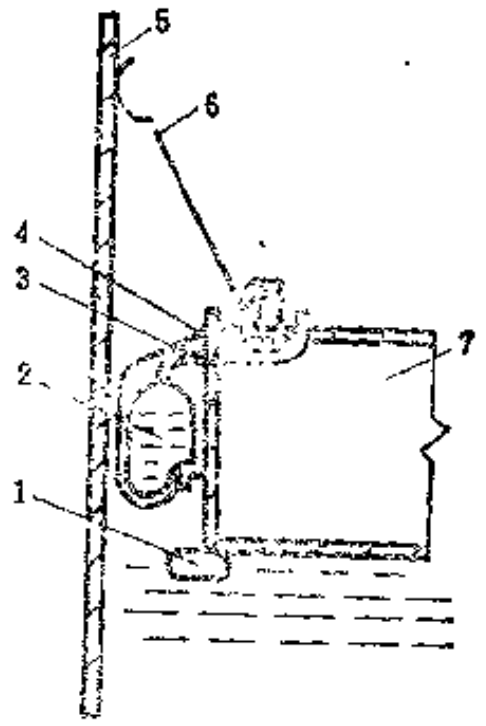


图 2-11　管式密封装置

1—张紧环；2—密封管；3—充溢管；4—绑带；5—油罐壁；6—防护板；7—浮船

表 2-5　各种密封装置性能对照表

密封装置名称	密封材料	密封原理	优点	缺点
机械密封（弹簧式 悬挂式）	橡胶织物复合材料	利用重锤或弹簧的机械作用力，把橡胶织物复合材料贴在罐壁上，并随浮顶而升降	密封性能不易破坏	密封油气下有油气空间；密封件加工安装工作量大；密封件不易和罐壁贴紧，且密封材料易磨损；密封不严有时卡住

续表

密封装置种类		密封材质	密封原理	优点	缺点
弹性填料密封装置	软泡沫密封装置型	用聚氨酯软泡沫塑料装入耐油橡胶布作的橡胶袋，布袋厚约2mm	装有软塑料块的橡胶密封袋固定浮船周围，利用其弹性填塞于浮顶和罐壁环形间隙(250mm)，并浸入油面20～30mm	能较好地适应罐壁变形，浮顶不易卡住，升降灵活，密封性能好	泡沫塑料有时耐磨差，长期受压易变形，容易造成密封不严，增加油气损失
	迷宫式密封装置	由丁腈橡胶制成的橡胶件	橡胶件装在浮顶周围，利用橡胶件内板簧把密封件压向罐壁起密封作用。滑动面的6条凸起褶能防止罐壁和密封之间产生毛细管抽吸现象。在浮顶下降时，还能起到刮落罐壁油滴作用	结构简单，密封性能好，浮船升降平稳	长时间使用易变形、老化而失去弹性
管式密封装置		耐油密封管由尼龙织物裹以耐油橡胶面成，管内充满10号柴油和水作填充液	密封装置由密封管、充液管、吊带和防护板组成。密封管由吊带悬挂于浮顶与罐壁环形空间起到密封作用。密封管受压，管内液体可自由流动，以适应环形空间发生的不规则变化	适用于环形间隙大的大型油罐，密封性好，可降低油品损失60%，结构简单，特别对原油罐，还起到刮蜡作用	耐油橡胶长期使用易老化，使弹性下降

动。它对密封装置起遮阳、防晒、减少雨水、灰尘侵入并有防止橡胶密封袋老化作用，另外对原油罐还起刮蜡作用。为了油罐使用安全，在防护板与浮船之间，还用多根绝缘导线连接，同时在浮梯两侧也装设两根紫铜导线，这样浮顶上积聚的静电将导向罐壁，再经引下线至地下接地极，从而起到安全防护作用。

外浮顶罐目前使用中存在的主要问题是：

①制造要求高，消耗钢材量大。

②不适于建在雨水及风沙大的地区。

③原油罐壁结蜡尚未很好解决。

（3）内浮顶油罐

内浮顶油罐是近10年来发展起来的新型储油容器。开发内浮顶油罐是针对拱顶罐油品蒸发损耗大，既污染大气又不够安全而设计的。采用内浮顶油罐安全可靠，施工方便，成本较低，特别是储存轻质油品比拱顶罐可减少损耗95～97%。因此，它为拱顶罐改造找到了一条比较理想的结构形式。

图2-12为我国建造的一台内浮顶油罐结构示意图。

目前，内浮顶主要用轻型钢材或铝合金极材制成，也有用各种复合材料的。钢浮盘用焊接方法制造，铝制浮盘用螺栓连接而成。浮顶结构有隔舱式、浮船式和浮盘式多种。内浮顶的密封通常采用弹性材料密封，即舌形密封带，用压条和螺栓紧固在浮盘周围的堰板上，接合部位都涂以耐油密封胶，如图2-13所示。

为了导走浮顶上积聚的静电，在浮顶与罐壁之间连接有静电引出导线。为防止油气在内浮顶与罐顶之空间积聚到爆炸极限，在拱顶上特别是罐壁上层圈板四周都开有足够数量的通气孔，使浮顶上部空间能和罐外形成气体对流，借以充分排除罐内积存的油气，从而达到油罐安全使用。

内浮顶油罐兼有拱顶油罐和浮顶油罐两者特点，它不仅使油品蒸发损失大大降低，就连雨雪、风砂和灰尘也不会落入罐内。和外浮顶罐相比，它不需安装排水折管和紧急排水口，罐壁与罐顶间也不加抗风圈和加强环，由于操作人员无需进罐操作，所以浮顶上也不建滑动浮

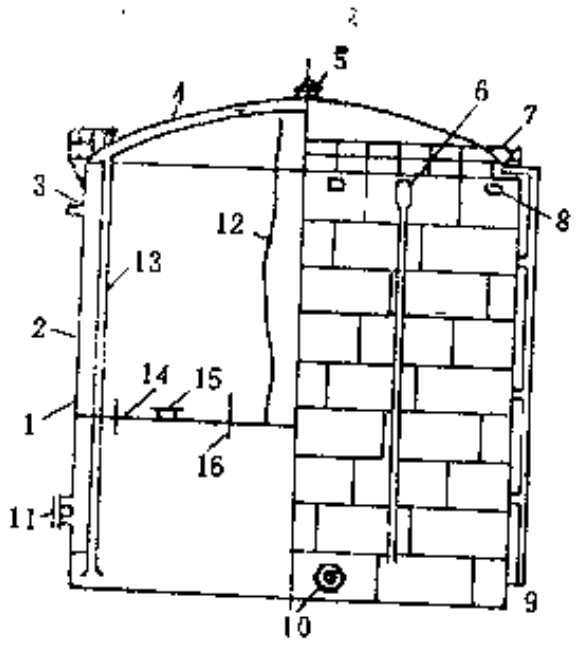


图 2-12　内浮顶油罐结构示意图

1—密封装置；2—罐壁；3—高液位报警装置；4—固定罐顶；5—罐顶通气孔；6—泡沫消防装置；7—罐顶人孔；8—罐壁通气孔；9—液面计；10—罐壁人孔；11—带芯人孔；12—静电导出线；13—量油管；14—浮盘；15—浮盘人孔；16—浮盘立柱

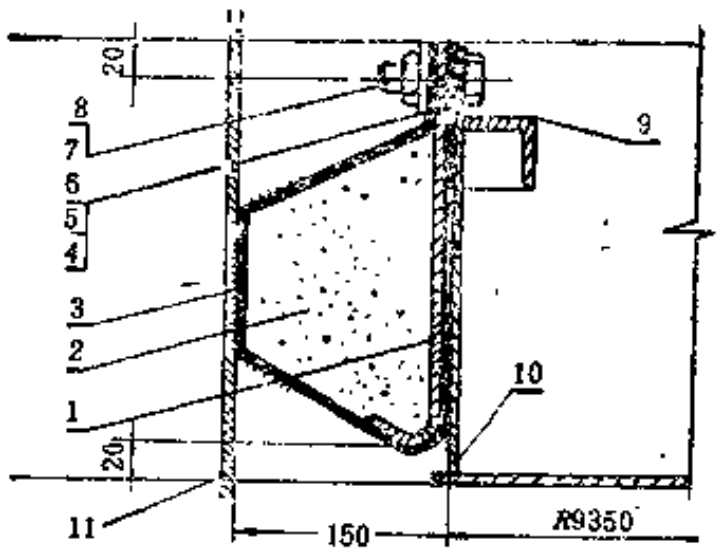


图 2-13　内浮顶油罐填料式密封装置示意图

1—支撑板；2—聚氨脂泡沫塑料；3—丁腈橡胶带；4、5、6—压条；7；8—螺丝与螺母；9—角钢；10—内浮盘；11—罐壁

梯。特别是铝制内浮顶，重量轻，浮力大，抗腐蚀，省钢材，投资少，施工速度快，经济效果又好，因此新建汽油罐或拱顶旧罐改造现都已普遍采用它。据介绍，一台5000m³内浮顶油罐，储存汽油，一年即可减少油品蒸发损失达188t，节约40多万元，不到半年时间即可收回全部投资。

组合式铝合金内浮顶罐近年来推广较快。该罐的浮顶盖板选用复合铝板，厚0.6mm。边缘构件采用铝合金热挤压型材料制造。浮筒直径200～250mm，长5～6m，壁厚1.5mm，用铝合金板卷制而成。在浮顶铺板之间和铺板与边缘搭接处，采用橡胶密封条和涂刷密封胶密封。浮顶和罐壁间的环形间隙，最初采用舌形密封带，用丁腈橡胶制造，虽然弹性、耐油、耐磨性良好，但较重。后来改用夹布橡胶带做包层，用聚氨脂泡沫塑料作填料，这种密封质量轻，耐磨、弹性好，密封性能也好。近些年，国内有些炼油厂还采用了聚四氟乙烯作密封袋，使用性能也较好。

当前，老式拱顶罐经改造成内浮顶罐，确实取得了投资少、见效快、收益大的效果。但老罐改造一个重要前提是油罐不得变形，罐壁径向偏差得在设计规定范围内，否则建成的浮盘不是被变形罐壁卡住，就是密封不好，造成油气泄漏，罐顶积液增多而浮盘下沉。还应指出的是铝制内浮顶罐不适于作为中间罐，用于盛装含碱性大的汽油半成品，国内已有炼油厂，因碱性严重腐蚀浮顶而发生沉船的事例。

2．卧式圆筒（柱）形油罐

卧式圆筒（柱）形油罐应用比较广泛。在中小型油库多用来储存汽、柴油或品种多、数量小的润滑油。在加油站常用它做地下罐或高架计量罐使用。在炼油厂广泛用它来储存液化石油气、丙烯、拔头油等低沸点石油化工气体。另外，在污油回收系统做污油回收罐，洗槽站做真空罐，炼厂气系统作油气分液罐、凝缩油罐和水封罐。化工原料系统用于储存液氨、硫酸、盐酸等。其它常见且用得最多的是运送石油液化气的汽车罐车和铁路油罐车。卧式罐有以下一些特点：

①能承受较高正压或负压。一般来说，承受内压能力从0.98kPa～4MPa（0.01～40kg/cm²），承受负压0.49kPa（50mmH_2O）。有利减少石油产品和化工原料的蒸发损耗。

②单体容积大小范围很广。小的容积2～3m³，大的400m³、直径1.4～4.5m，长度3～

25m，常用的有10～25m³，100～200m³多种，适用于不同的作业场所和作业方式。

③一般容量的卧式罐，适于工厂批量制造，便于搬运和安装，机动灵活。只有大型卧式罐，容积在100m³以上的才在现场就地施工。

卧式油罐的缺点是：单位容积耗用钢材多，一般为40～50kg/m³以上，比立式圆筒形罐高出一倍多。另外，卧式罐单体容积小(30～60m³)，建造数量多时，总占地面积比建立式罐大。

卧式罐与立式罐对比见表2-6。

表 2-6 卧式罐与立式罐对比表

油罐形式	公称容积 m³	承受内压 kPa(kg/cm²)	金属用量 kg	单位容积金属用量 kg/m³	单罐占地面积 m²	单位容积占地面积 m²/m³
卧式圆筒形金属罐	50	98(1)	3670	73.4	26.85	0.54
	100	98(1)	7574	75.71	41.18	0.41
立式圆筒形金属罐	100	1.96(0.02)	4238	42.38	22.05	0.22
	1000	1.96(0.02)	25490	25.49	113.04	0.113

卧式罐由金属筒体和两端的头盖（或称封头）组成。筒体一般用厚度4.5mm的A_3F钢板焊制而成，直径多在1.4m左右。罐的纵向焊缝为对接，环形焊缝采用搭接交互式排列。但罐的圈数均采用单数，以使两端头盖直径相同。头盖的形式有平头盖和碟形头盖两种，见图2-14和图2-15。带有平头盖的卧式罐一般承受内压不超过39.2kPa (0.4kg/cm²)，负压不超过0.98kPa (100mmH_2O)。带有碟形头盖的卧式罐可承受0.196MPa (2kg/cm²)内压。碟形头盖中间是球形，球半径一般等于卧罐直径。在头盖与罐身连接处，头盖以较大曲率的圆弧过渡（曲率半径为球半径的1/7～1/10）。碟形头盖现常用冲压成型、爆破成型制造。卧式罐的壁厚应根据其工作时可能承受的最大压力来计算，并在罐内设置必要的刚性加强环，加强环用角钢煨制而成，在加强环中间有的还焊有三角支撑。对于埋于地下的卧式罐，则不论承受内压大小，为了保持在外压作用下稳定，都应设置加强环。

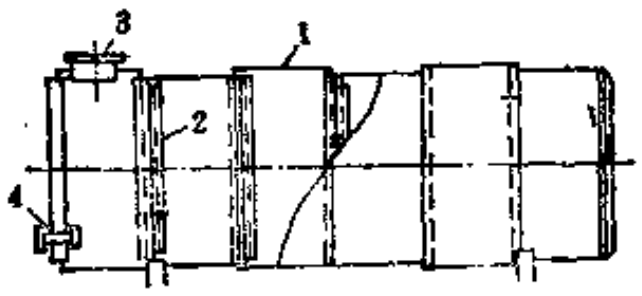


图 2-14 带有平头盖的卧式罐
1—筒体身板；2—加强环；3—人孔；
4—进出油管

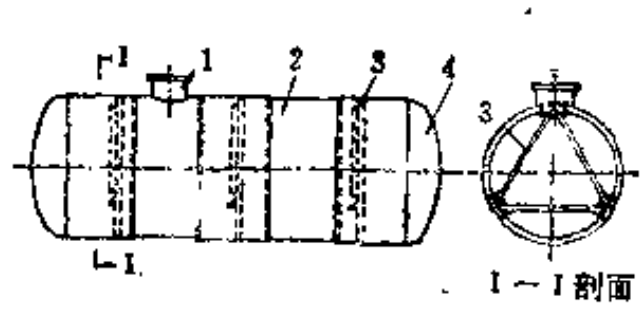


图 2-15 带有碟形头盖的卧式罐
1—人孔；2—身板；3—三角支撑；
4—碟形头盖

建于地上的卧式罐，通常用两个支座来支撑。支座用钢筋混凝土或砖石砌成，上部呈马鞍形，油罐置于鞍座上。安装时，注意不要把油罐的环形焊缝部位落在鞍座上面，而应让带加强环的部位置于鞍座之上。鞍座应做成90～120°包角，支座宽度应比罐直径至少大15%，厚度不少于37cm，以防罐体应力集中。基础高度可从工艺需要和方便维修考虑。为便于排空罐内存油，油罐应以1%的坡度坡向罐出口一端。

建于地面以下的卧式罐有两种方式。一种建在地下坑池内，一种埋入土壤中。我国设计的卧式油罐还不够统一，现列表2-7和表2-8以供参考。

表 2-7　平头盖卧式罐技术数据表

公称容量，m^3	8	15	30	40	50	60
实际容量，m^3	8.5	15.6	31	39	53	60
直　径，m	1.9	2.2	2.2	2.2	2.55	2.55
长　度，m	3.0	4.09	8.19	10.34	10.34	11.77
身板厚度，mm	4	4	4	4	4	4
头盖厚度，mm	4	5	5	5	4.5	4.5
加强环角钢	∠50×5	∠75×6	∠75×6	∠75×6	∠80×8	∠80×8
加强环数	1	3	5	6	6	7
钢材用量，kg	906	1669	2553	3067	3670	4107

表 2-8　碟形头盖卧式油罐技术数据表

直　径	公称容积 m^3	实际容积 m^3	结构尺寸，mm					罐体总重，kg
			头盖半径	头盖深度	罐壁长度	罐总长度	角钢环	
φ1750	10	11.2	1750	345	4130	4820	∠70×45×5	1103
	15	16.08	1750	345	6160	6850		1555
	20	22.54	1750	345	8890	9580		2153
	25	24.92	1750	345	9590	10280		2283
	30	30.92	1750	345	12320	13010		2872
	35	35.82	1750	345	14350	15040		3330
φ2100	10	11.78	2100	210	2802	3614	∠90×56×5.5	1074
	15	16.38	2100	210	4130	4942		1400
	25	25.88	2100	210	6860	7672		2134
	35	35.28	2100	210	9590	10402		2365
	45	44.78	2100	210	12320	13132		3596
	55	54.08	2100	210	15050	15862		4335
φ2540	20	21.05	2530	250	3430	4424	∠100×63×6	1554
	25	24.05	2530	250	4130	5114		1758
	50	52.15	2530	250	9590	10574		3568
	60	62.45	2530	250	11620	12604		4288
	75	76.15	2530	250	14350	15360		5188
	80	79.15	2530	250	15050	16060		5388
φ3200	40	40.56	3200	625	4130	5380	∠125×80×7	3248
	55	56.76	3200	625	6160	7410		4470
	60	62.46	3200	625	6860	8110		4800
	85	84.25	3200	625	9590	10840		6352
	100	102.66	3200	625	11620	12870		7574
	120	122.46	3200	625	14350	15600		9126

3．球罐

有关球罐内容在第六章中有详细介绍。

三、非金属油罐

非金属油罐有土油池、砖砌油罐、石砌油罐、钢筋混凝土油罐和用其它材料制成的油罐，一般统称“土油罐”。这些“土油罐”的优点是不用或少用钢材，油罐壁厚，导热系数小，罐内油品温差变化小，热损失少，油品蒸发损耗较少，因地制宜，就地取材，上马快，适宜储存原油、农用柴油及重质油品。但它的缺点是渗漏问题难于解决，另外非金属材料抗拉性能差，油罐易发生沉陷、裂纹而难于修复，施工困难，工期长，占地面积也大，使用期

同又难于清罐和维修。特别是钢筋混凝土地下原油罐，因施工质量和安全不良等因素，设施已经发生多起雷击、静电引起爆炸着火事故。因此，这类“土油罐”在油田或炼油厂都已淘汰，只有某些地方小型油库，有少数质量好的仍在使用。目前，非金属油罐已不再新建。

四、油 罐 附 件

油罐附件是油罐自身的重要组成部分。它的设置按其作用可分建4种类型。

①保证完成油料收发、储存作业，便于生产、经营管理。

②保证油罐使用安全，防止和消除各类油罐事故。

③有利油罐清洗和维修。

④能降低油品蒸发损耗。

油罐除一些通用附件外，盛装不同性质油品，用于不同结构类型的油罐，还应配置具有专门性能的附件，以满足安全与生产的特殊需要。

1. 油罐一般附件

在各种油罐上，通常都装有下列一般油罐附件。

（1）扶梯和栏杆

扶梯是专供操作人员上罐检尺计量、测温、取样而设置的，它有直梯和旋梯两种。一般来说，小型油罐用直梯；大型油罐用旋梯。旋梯沿罐壁安装，根据工艺和油罐现场布置及工人上罐操作与巡检方便，可顺时针方向安装，也可逆时针方向安装。其踏板长度为650～680mm，踏板宽12～20cm，每层踏步高度不超过25cm，梯子坡度为30～40°，外侧有80～100cm高的护栏作扶手直到罐顶，并和罐顶周围护栏相连。量油孔就设在梯顶跟前的罐顶上。通向呼吸阀和采光孔的部位常铺设防滑踏板，以利工人操作安全。

（2）人孔

人孔是供清洗和维修油罐时，操作人员进出油罐而设置的。人孔如图2-16所示。一般立式油罐，人孔都装在罐壁最下层圈板上，且和罐顶上方采光孔相对。人孔离进出油管相隔不大于90°，人孔直径多为600mm，孔中心距罐底为750mm。通常3000m³以下油罐设人孔1个，3000～5000m³设1～2个人孔，5000m³以上油罐则必须设2个人孔。

（3）透光孔

透光孔又称采光孔，是供油罐清洗或维修时采光和通风所设。透光孔有A、B、C、D4种型号，A、C型用于平顶罐，B、D型用于拱顶罐。它通常设置在进出油管线上方的罐顶上，直径一般为500mm，外缘距罐壁800～1000mm，设置数量与人孔相同。非检修时间一律上紧螺栓，保持严密，以防止油品蒸发损失，如图2-17所示。

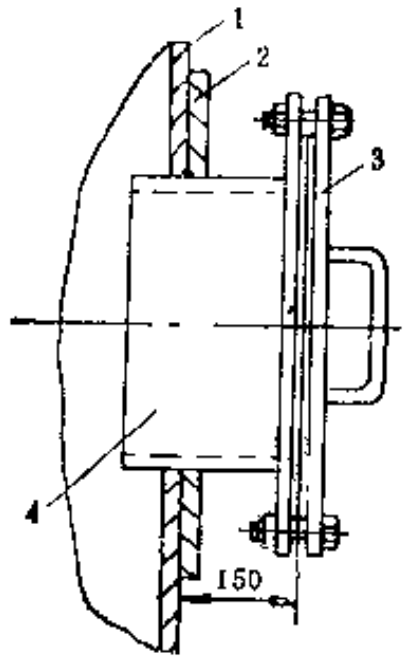


图 2-16 人孔

1—罐壁；2—人孔加强板；3—人孔盖；4—人孔结合管

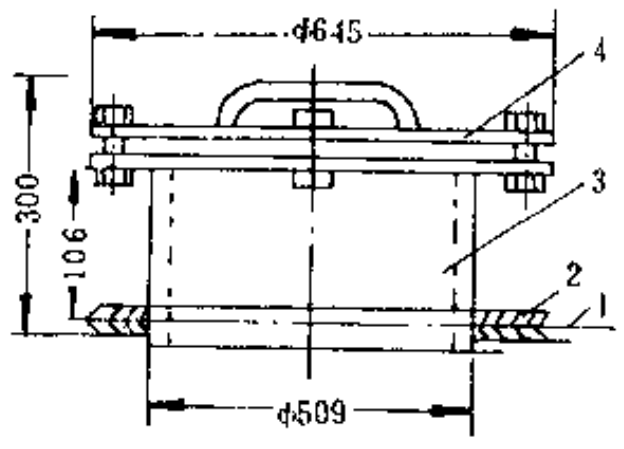


图 2-17 透光孔

1—油罐顶板；2—加强板；3—结合管；4—透光孔盖

(4) 量油孔

量油孔是为检尺、测温、取样所设，安装在罐顶平台附近。每个油罐只装一个量油孔，它的直径为150mm，距罐壁距离多在1m。量油孔有可供掀起的孔盖和紧固螺栓，盖下密封槽嵌有耐油橡胶垫圈或用铅、铝软金属制造的专用垫片，以防关闭孔盖时，因撞击而产生火花。量油孔盖平时都应关闭，计量和取样时轻轻打开，以防油品蒸发损失。量油孔见图2-18。

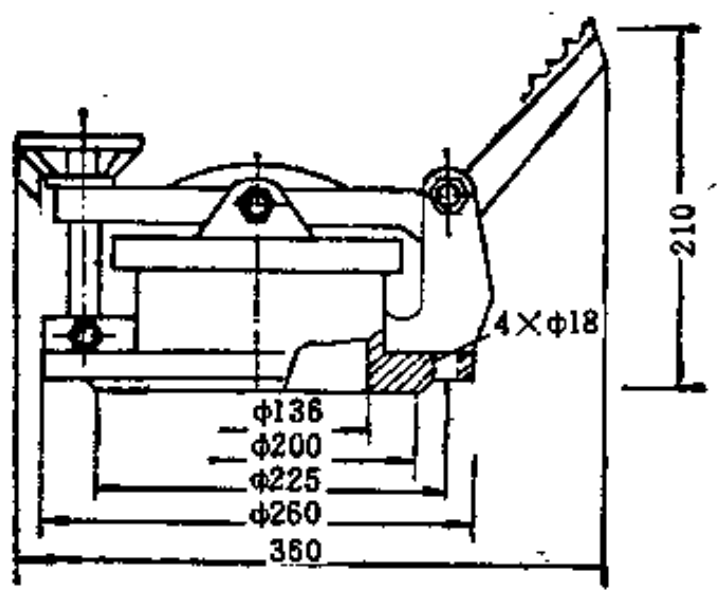


图 2-18 量油孔

(5)膨胀管和进气支管

膨胀管是为防止油品受热体积膨胀损坏设备而设的放压设施。膨胀管直径多为20～25mm，用球心阀控制，主要用于汽油管线上。进气支管直径为25mm，由球心阀控制，是为防止管线发油排空，能及时补进空气而设的。它们都装于油罐进出口总阀门外侧，见图2-19。

在炎热夏天，管内油品受大气温度影响，油温会升高，体积会膨胀，压力急剧增加，此时只要打开膨胀管阀门，使膨胀油品从罐顶进入油罐，由于泄压及时就能防止因压力升高而使管线破裂。平时，油罐收付作业时或泄压后，膨胀管和进气支管阀门都应关闭，以防串油、跑油。由于炼油厂油罐收付作业频繁，所以采用不多。对于气温高的地区，以及输送汽油的管线或汽油储罐，在输转、收付作业不频繁情况下，安装这种设施还是十分必要的。

(6) 放水管

放水管亦称脱水管，它是专门为排除罐内水杂和清除罐底污油残渣而设的。在炼油厂，为保证产品质量合格，所用油罐都设有排水管。排水管的安装位置，见图2-20和图2-21。

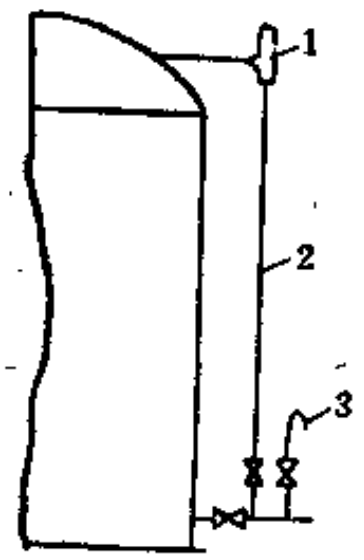


图 2-19 膨胀管和进气支管

1—安全阀；2—膨胀管；3—进气支管

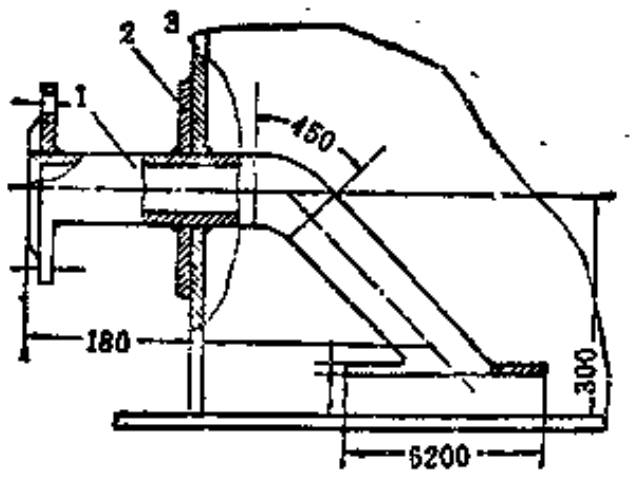


图 2-20 固定式放水管

1—放水管；2—加强板；3—罐壁

常见的放水管有固定式和集污坑式两种。前一种多安装在轻质油罐上，后一种多装在原油、渣油和燃料油罐上。放水管直径根据油罐容积大小而定，直径一般在50～100mm之间。

固定式放水管中心线距罐底为300mm，罐内部分向罐底以45°下弯，吸水口低点距罐底为20～50mm。带集污坑的放水管，装在油罐底部，平时用来脱水，清罐时，罐底污泥经集污坑排出罐外。

放水管在罐外一侧装有阀门，为防止脱水阀门不严或损坏，通常安装两道阀门。冬天还应做好脱水阀门的伴热保温，以防冻凝或阀门冻裂。

(7) 消防泡沫室

消防泡沫室又称泡沫发生器，是固定于油罐上的灭火装置。泡沫发生器一端和泡沫管线相连，一端带有法兰焊在罐壁最上一层圈板上。泡沫发生器有PS型和PC型两种，见图2-22。当油罐着火时，灭火泡沫从防护堤外泡沫管快速接头处高速送入泡沫线，在流经空气吸入口处，吸入大量空气形成泡沫，并冲破隔离玻璃进入罐内(玻璃厚度不大于2mm)，从而达到灭火目的。

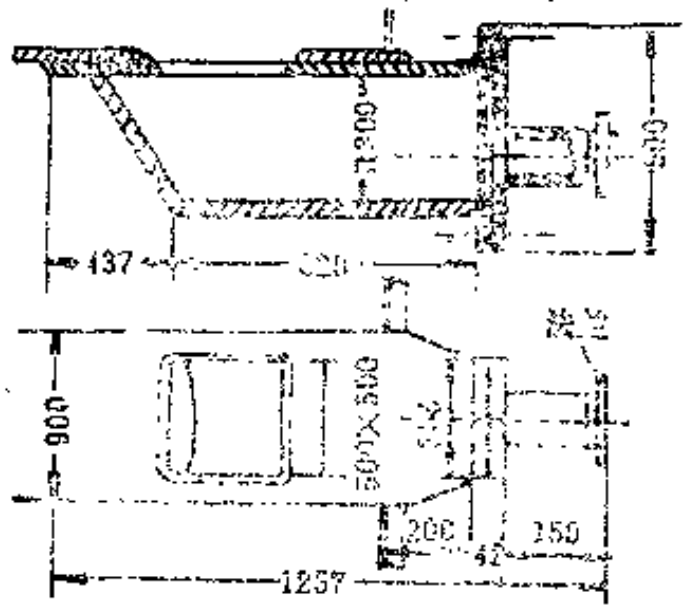


图 2-21 集污坑与排水管

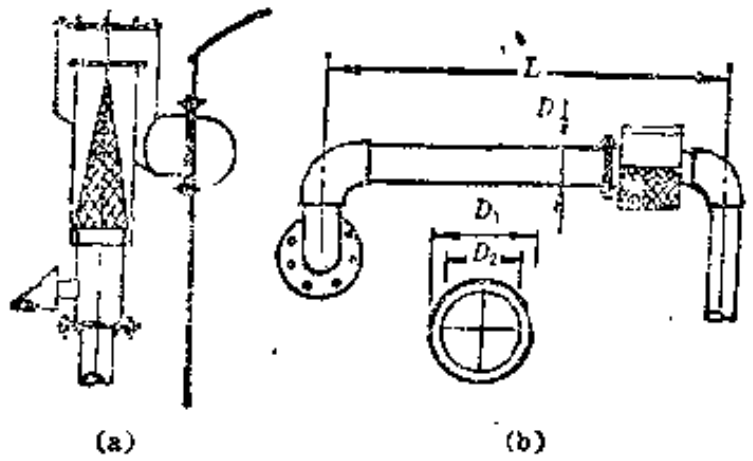


图 2-22 空气泡沫发生器

(a)—PS型空气泡沫发生器；
(b)—PC型空气泡沫发生器

(8) 避雷针及接地线

详见第九章第三节防止雷击、静电部分。

2. 轻油和原油罐专用附件

轻质油（包括汽油、煤油、柴油、苯类等）和原油都属粘度小、质量轻、易挥发的油品，盛装这类油品的油罐，都装有符合它们特性并满足生产和安全需要的各种油罐专用附件。

(1) 油罐呼吸阀

油罐呼吸阀是保证油罐安全使用，减少油品损耗的一种重要设备。按其结构和压力控制方式可分为重力式和弹簧式两种。若按呼吸阀出口结构又可分成双出口式呼吸阀（即呼气口和吸气口分开）和单出口式呼吸阀(即呼气口和吸气口共用一个口)两种。各种结构虽不同，但都能达到使用目的。

一般固定顶油罐设计压力为正压1.96kPa（200mmH_2O），负压0.49kPa（−50mmH_2O）。为油罐安全使用，油罐呼吸阀按使用压力可分为3级：

A级　正压255Pa（36mmH_2O）　　负压295Pa(−30mmH_2O)

B级　正压981Pa(100mmH_2O)　　负压295Pa(−30mmH_2O)

C级　正压1765Pa(180mmH_2O)　　负压295Pa(−30mmH_2O)

按使用条件，呼吸阀又分为普通型和全天候两种。普通型适用温度0～60℃，全天候型适用于−40～60℃环境。

重力式机械呼吸阀，见图2-23。它是利用阀盘的自重和罐内外压差来控制和调节油罐气

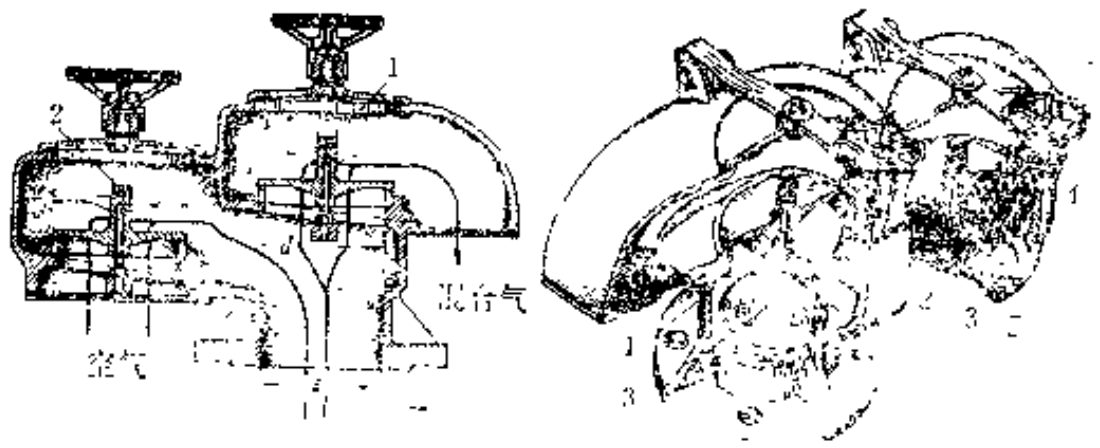


图 2-23 重力式机械呼吸阀

1—压力阀阀盘；2—真空阀盘；3—阀座；4—导向杆；5—金属丝网

体空间油气压力的。重力式机械呼吸阀由压力阀和真空阀两部分组成。当油罐进油或油料受热蒸发，罐内气体空间压力升高达到油罐正压值时，压力阀盘被打开，罐内油气跑向大气。当油罐发油或油温下降时，罐内气体空间油气压力降低，达到负压值时，真空阀被打开，罐外空气被吸入罐内。由于机械呼吸阀的作用，使油罐只能在一定条件下才能吸入空气或排出油气，从而减少了油品蒸发损耗。特别值得指出的是，阀盘的重量是控制和调节罐内压力，保证油罐安全使用的重要部件。因为阀盘重量是和油罐设计的正负压力值相匹配的，如果因加工问题而过重或使用中阀盘生锈，冬天因水气结冰而卡住，都会造成成油罐内油气压力达到允许正压或负压时，阀盘不能正常开启，使罐内油气排不出或罐外大气吸不进来，以致造成油罐超压爆裂或抽瘪变形。如果阀盘过轻或阀盘回不到阀座而留有间隙，也会造成罐内油气压力尚未达到规定正负压值时，阀盘非正常开启或常开不闭，使油气任意排放，空气任意进入，从而加剧油品蒸发损耗。实践证明，这种重力式机械呼吸阀在寒冷地区，极易发生阀盘冻结，有时也发生阀盘回位不严而油气泄漏之事。因此，定期加强对机械呼吸阀维护检修，确保油罐安全使用是非常重要的。

机械呼吸阀多装在油罐顶部中央，安装数量及口径应根据油罐最大进出油量（即泵的排量）来选择。现在通用的型号有仿苏机械型、68-1型和68-1A型3种。机械呼吸阀选择见表2-9。

表 2-9　机械呼吸阀选择表

油罐收发量，m^3/h	呼吸阀个数	呼吸阀口径，mm
<25	1	50
26～100	1	100
101～150	1	150
151～250	1	200
251～300	1	250
>300	2	300

为了克服机械呼吸阀使用中存在的缺点，一种新型全天候机械呼吸阀已经生产，并在一些新建炼油厂得以应用，见图2-24。

全天候机械呼吸阀型号为82-Ⅰ型，该阀采用自重式结构，正、负压阀盘为同轴式排列，正压气体从顶部两侧排出，负压空气从侧面下部吸入，在阀盘与阀座之间采用带空气垫的软接触，因而气密好，不容易结霜、冻结。该阀流通阻力小，超压时能有较大通气能力，低压时又十分严密。

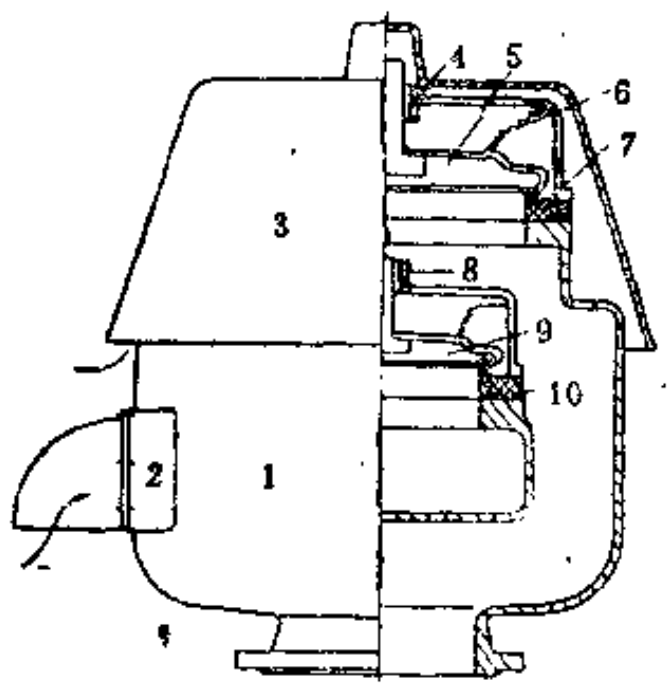


图 2-24　全天候机械呼吸阀

1—阀体；2—空气吸入口；3—阀罩；4—压力阀导架；5—压力阀阀盘；6—接地导线；7—压力阀阀座；8—真空阀导架；9—真空阀阀盘；10—真空阀座

该阀由阀体、阀盘、阀座、导杆、导向套和防滴罩组成。标准全天候机械呼吸阀设计正压为0.36～1.77kPa（36～180mmH_2O），负压为0.29kPa（−30mmH_2O）。与68-1A型机械呼吸阀相比，正压时泄漏量下降1.3倍；负压时下降5.5倍。由于该阀易于维护，使用方便，气密性好，阀盘不变形，通气量大，泄漏少，不宜冻结，因此近几年新建罐区安装较多。但

使用中也发现该阀为铸铁壳体，体积和重量都大，在罐顶因腐蚀变薄时，继续使用很不安全。

近年来又有一种GFQ-Ⅰ型新型全天候呼吸阀问世，该阀阀盘、导杆、阀座采用聚四氟乙烯材料，壳体用铝合金制作，重量很轻，其性能和82-Ⅱ型完全一样，目前已在各地开始应用。

新型全天候机械呼吸阀规格，见表2-10。

表 2-10　新型全天候机械呼吸阀规格表

型　　号	82-Ⅱ型	GFQ-Ⅰ型	HXF-38型
工作条件	抚顺石油厂械厂	葵渓石油机械厂	东海石油机械厂
	温度，℃　-30～60 正压，Pa　335 980 1765 负压，Pa　-294	温度，℃　-30～60 正压，Pa　355 980 1765 负压，Pa　-294	正压：980Pa 负压：-294Pa
材　　质	铸　　铁	铝 合 金	铸　　铁
$Dg50$	41～44kg	5kg	35kg
$Dg80$	—	8kg	—
$Dg100$	46～51kg	9.5kg	60kg
$Dg150$	77～84kg	12.0kg	100kg
$Dg200$	138～149kg	25.0kg	120kg
$Dg250$	160～185kg	35kg	180kg

对盛装轻质油的卧式罐，由于油罐承压能力高，所以通常都要安装直径50mm的弹簧式机械呼吸阀，见图2-25。该阀多装于容积小于100m³的卧式油罐上。这种阀是靠弹簧的变形力与罐内外压差来工作的，该阀压力调节范围为9.8～18kPa(0.1～0.18kg/cm²)，真空调节范围为1.96～3.92kPa(200～400mmH_2O)。该阀结构紧凑，体积小、重量轻，但长期使用弹簧易锈蚀，阀盘易变形，使严密性降低，且冬季易结霜，容易冻住，因此，使用中要注意检查与维护。

(2) 液压安全阀

液压安全阀是为提高油罐更大安全使用性能的又一重要设备，它的工作压力比机械呼吸阀要高出5～10%。正常情况下，它是不动作的，当机械呼吸阀因阀盘锈蚀或卡住而发生故障或油罐收付作业异常而出现罐内超压或真空度过大时，它将起到油罐安全密封和防止油罐损坏作用。液压安全阀如图2-26所示。其规格有直径80、100、150、200、250mm五种。它与机械呼吸阀并列装于罐顶中央同一高度，内部装有密封液，在油罐内出现正压或负压时，阀内密封液将发生升降变化，利用环形空间液面差压，保持油罐有良好的密封状态。液压阀的工作原理如图2-27所示。

当罐内外压力平衡时，阀内外环中液面持平。当罐内气体空间处于正压状态时，气体把内环密封液压入外环，且随压力增加，挤出量增加，外环液面增高，直到内环液面降到与隔板下缘持平时，罐内气体经过隔板下沿锯齿形空隙，冲开外环油封跑入大气。当罐内出现负压时，罐外大气把外环密封液压入内环，罐内真空度越高，压入量越多，直到大气冲开内环密封液进入罐内。

密封液一般采用沸点高、粘度小、挥发性差、凝点低、适宜当地气温条件的柴油或润滑油，如－10号、－20号柴油或20号变压器油。阀内注油高度需经计算(见本章五、油品罐区管理的内容)，平时可通过油标尺或液面指示器观察阀内存油情况。补充密封液时，注意不要灌装超量，使用中也不可长期缺量，否则液压安全阀将失去应有作用。

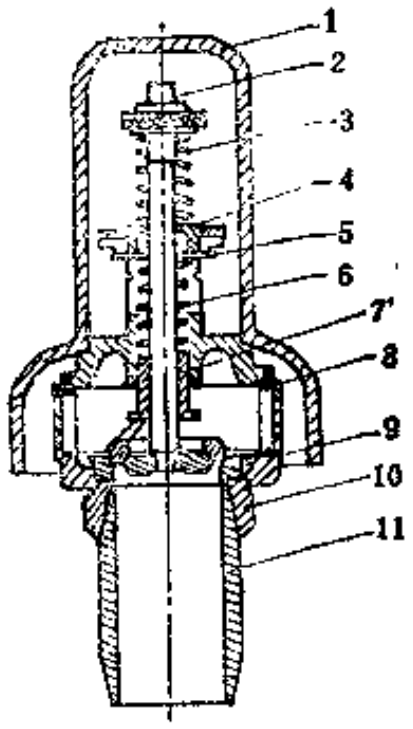


图 2-25 弹簧式机械呼吸阀

1—阀盖；2—真空阀门；3—真空阀弹簧；4—阀身；5—压板；6—压力阀弹簧；7—压力阀门；8—保护阀；9—压力阀座；10—阀底座；11—接管头

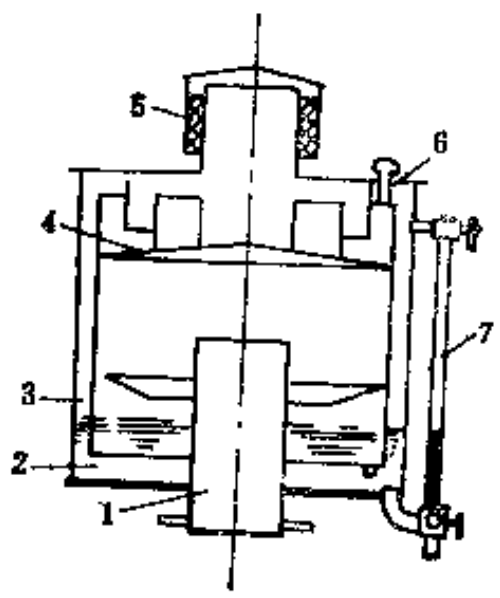


图 2-26 液压安全阀结构图

1—连接短节；2—盛液槽；3—悬式隔板；4—罩盖；5—带铜网的通风短管；6—装液管；7—液面指示器

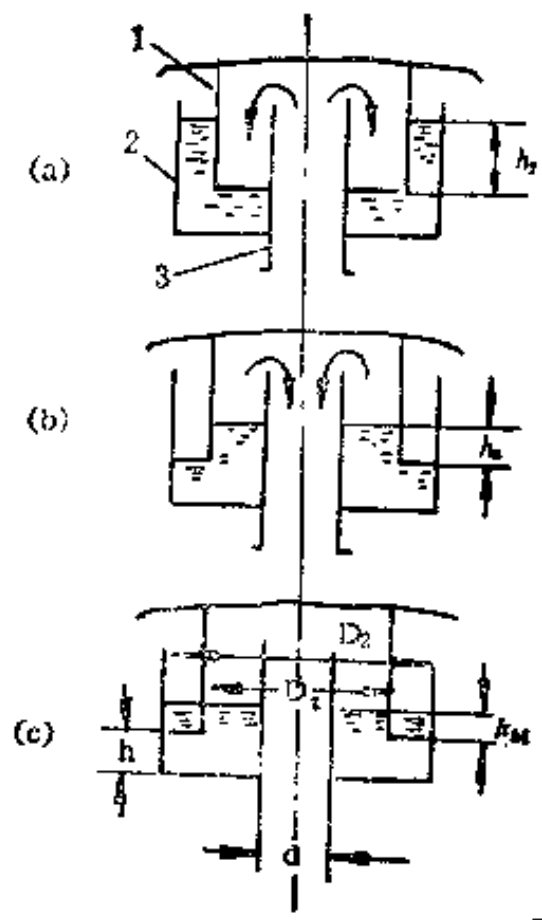


图 2-27 液压安全阀工作原理

(a)—油罐气体空间处于设计压力状态；(b)—油罐气体空间处于设计负压状态；(c)—油罐气体空间压力与大气压力相等

1—悬式隔板；2—盛液槽；3—连接管

（3）防火器

防火器又称油罐阻火器，是油罐的防火安全设施，它装在机械呼吸阀或液压安全阀下面，内部装有许多铜、铝或其它高热容金属制成的丝网或皱纹板。当外来火焰或火星万一通过呼吸阀进入防火器时，金属网或皱纹板能迅速吸收燃烧物质的热量，使火焰或火星熄灭，从而防止油罐着火。防火器口径与呼吸阀口径相同。防火器结构见图2-28。

为了提高阻火性能，一种新型既耐烧，又防尘、防雨、防爆还不易变形的波纹防火器已经问世，并开始应用，型号有ZGB-1型和FZT-1型两种。

另外还有一种防爆震型防火器，适宜安装在易燃易爆混合气管道上或油罐群装有集气系统的气体连通管线上。

（4）呼吸阀挡板

呼吸阀挡板是为减少油品蒸发损耗而设的节能装置，它装在防火器下面并伸入罐内，该设施为圆形挡板，其直径为210～510mm。为便于从罐顶孔取出或装入，它做成合页式。呼吸阀挡板见图2-29。它的作用是改变气流方向，削弱气流对罐内油气浓度的冲击和对流，使罐

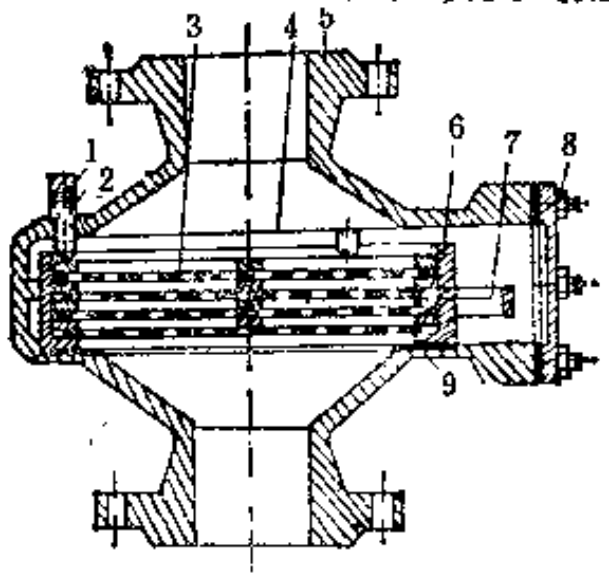


图 2-28 防火器结构

1—密封螺帽；2—小方头紧固螺帽；3—铜丝网；4—铸铝压板；5—壳体；6—铸铝防火芯；7—手柄；8—盖板；9—软垫

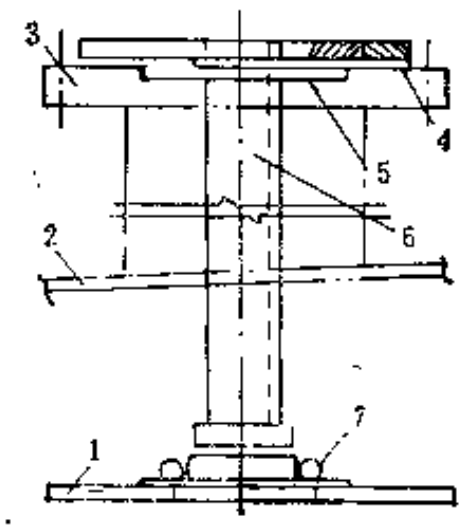


图 2-29 呼吸阀挡板结构示意

1—挡板；2—罐顶；3—短管法兰；4—环板；5—横梁；6—吊杆；7—铰轴

内油气产生分层现象。当新鲜空气被吸入罐内时，挡板可将气流挡住并折向与挡板成水平方向扩散，使空气均匀分布在罐内顶层空间。当罐内油气向外排放时，首先是顶层的低浓度油气向外排放，这样就降低了油品蒸发损失。据资料介绍，地下卧式油罐安装呼吸阀挡板，可降低大呼吸损失20～30%，在金属罐上安装，可减少蒸发损失 25% 左右。

（5）喷淋冷却装置

喷淋冷却装置是为降低罐内油温，减少油罐大小呼吸损失而安装的节能设施。特别是在夏季，储存汽油、航空汽油、重整原料、液化石油气、苯类及石化原料气体的油罐，安装使用十分普遍，降温效果也很好。该装置安装在油罐顶部，一般用直径 50mm 钢管制成环状，上边均匀钻有众多直径2～4mm小孔。冷却水从罐下水线引上罐顶，水流经环状管上小孔均匀射向罐顶四周，然后沿罐壁流下，使罐顶和罐壁几乎全被一层水幕覆盖，既隔开了阳光直射，又带走了罐身温度，从而达到了降低罐内油温作用，防止了因油温升高，油气压力增大带来的油品蒸发损失。使用喷淋冷却装置应注意以下几点：

①正确掌握通水时间，不能时开时停，轻易中断。

②喷淋冷却水耗量大，一台5000m³油罐日耗水量100余吨，因此应尽量回收重复使用。

②油罐防腐漆面易损坏，罐基础因排水不畅而下沉，因此要注意油罐维护，保持下水系统畅通。

④冬天要放净管内存水，断开水源，以防冻凝管线。

（6）调合喷嘴

调合喷嘴是装在罐内进出油接合管上用于油品调合的工艺设施，见第五章图5-8所示。

油品在压力作用下，从调合喷嘴处以一定角度向罐内喷射，由于喷嘴口径比管线直径小，液体通过喷嘴流速增大，同时带动了喷嘴附近油品射向油面，从而起到了边进油边调合作用。喷嘴口直径一般为50～80mm，调合喷嘴仰角根据罐内液面高度及油罐直径，经计算而得。计算公式为：

$$\mathrm{tg}\theta = \frac{S}{\frac{2}{3}D}$$

式中 θ——喷嘴倾角；

S——调合时罐内液面高度，m；

D——油罐上部直径，m。

在炼油厂，油品调合工艺用喷嘴调合与用风搅拌或循环方法相比，具有结构简单、安装方便、调合均匀、质量有保证，而且节省能源等特点，尤其在柴油调合上较为常用。

3．重质油罐专用附件

重质油料是指粘度大、馏分重、不易挥发的油品，如重油、润滑油、液体沥青等。盛装这种油料的储罐，都装有符合它们特性，并满足生产和安全需要的油罐专用附件。

（1）通气短管

通气短管是重质油罐收发作业时进行呼吸的通道。它装于罐顶上，口径有100、150、200、250、300mm五种，选择时一般和进出油管直径相同。通气短管截面上应装有铜丝或其它金属丝网封口，金属网可以制成方眼或斜纹方眼。

（2）升降管

升降管也称起落管，见图2-30。它是保证油罐发油质量的一种工艺设施。升降管一端与油罐进出油短管相连，连接处用转动弯头。一端管口削成30°，以增大油品进管面积。升降

管的提升靠罐外卷扬器，提升角度不超过70°，下落则靠其自重。油罐安装提升管后，罐底水杂就不会随油料带走，从而保证了发油质量。另外，若遇罐外总阀突然破裂时，还可将升降管提到油面之上，从而起到防止油罐跑油作用。因此，安装提升管的油罐，可不必再装油罐保险活门。

提升管除用卷扬器操作外，有的容积小的油罐在提升管上装有浮筒，利用浮筒浮力可使升降管随液面自动升降。这两种方法相比，前者用卷扬器，结构复杂，操作麻烦，但可抽吸任意液面下油品，并能防止油罐跑油。后一种用浮筒，结构较简单，升降自如无需人力操作，但只能抽吸一定液面位置的油品，在罐外总阀破裂时，起不到防止跑油作用。

（3）油罐搅拌器

油罐搅拌器是近些年在炼油厂或油田开始应用的油罐专用附件，主要用于轻罐进行油品调合，重油罐用来防止沉淀物积聚。目前，使用的多为侧向伸入式搅拌器。

侧向伸入式搅拌器是由防爆电机、减速传动装置、吊架、密封装置及搅拌螺旋桨组成，见图2-31。

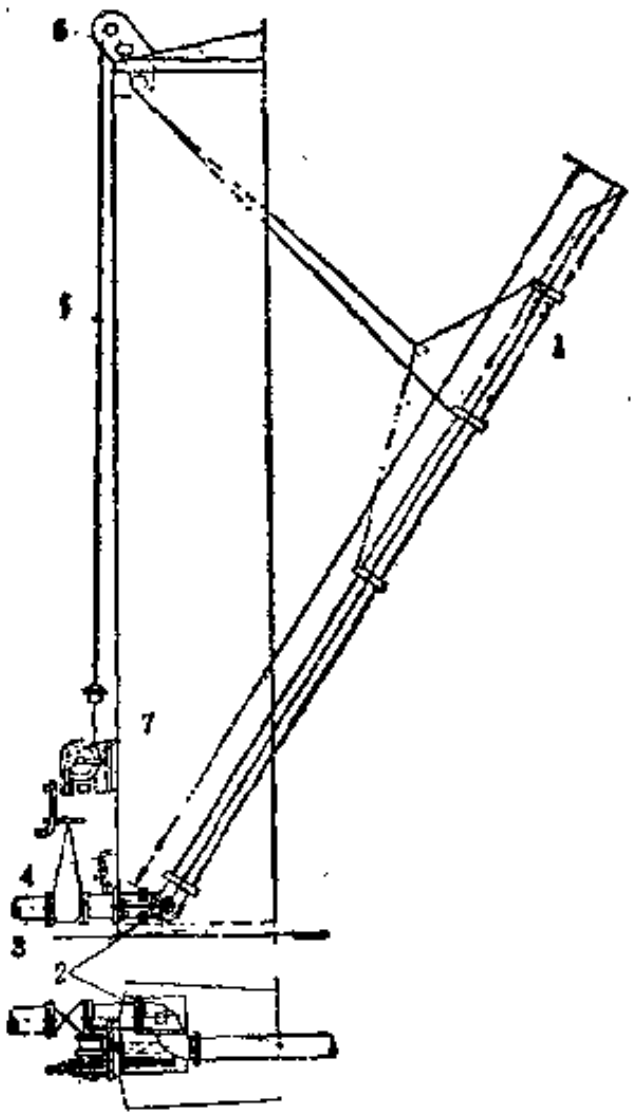


图 2-30　升降管安装示意图

1—升降管；2—转动接头；3—进出油接合管；4—旁通管；5—钢丝绳；6—滑轮；7—卷扬器

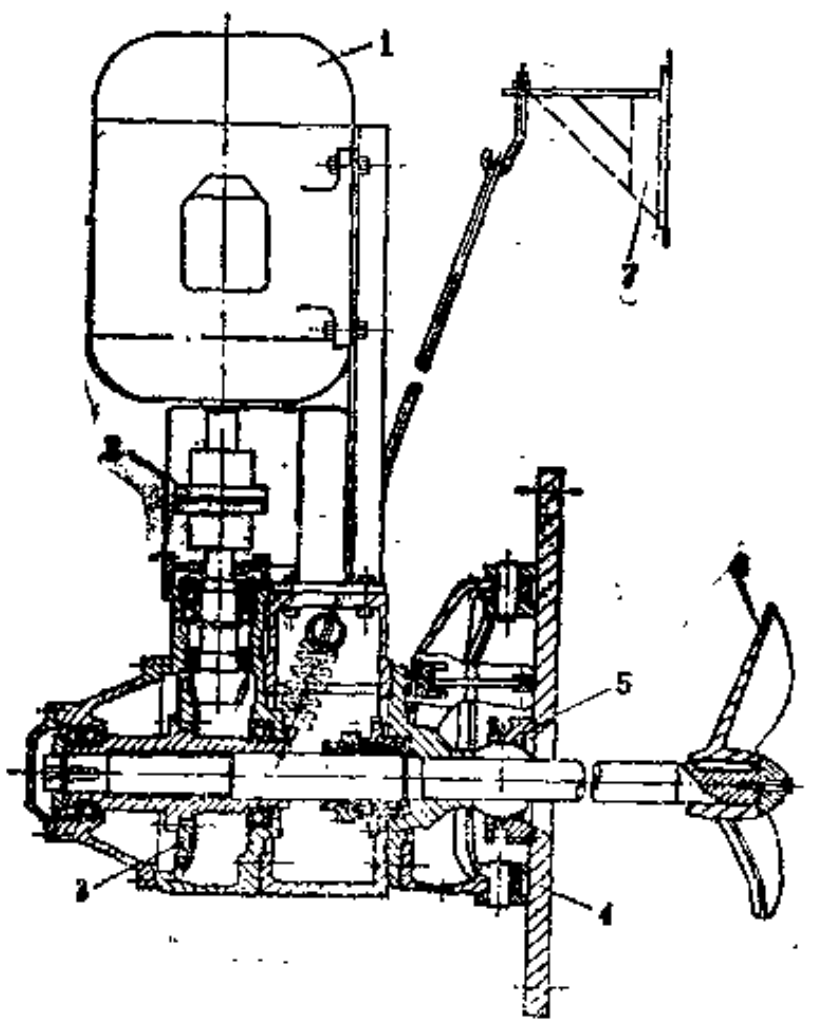


图 2-31　油罐搅拌器结构图

1—防爆电机；2—联轴节；3—齿轮转动装置；4—油罐法兰盖；5—密封装置；6—螺旋桨叶片；7—吊架

油罐搅拌器的作用有以下3点：

①防止罐内水、机械杂质、胶质、沥青质、石蜡等堆积于罐底，能起到清罐作用，并可提高油罐利用率，增加油罐有效容积。尤其在原油、重油、蜡油罐上，使用效果十分明显。

②罐内油品经搅拌，能混合均匀，防止分层，比用风搅拌或泵打循环来调合油品，能耗低，产生静电少，油品不会氧化，操作方便且安全。

③能改善罐内油品热交换条件，使油品升温快，温度分布均匀，节省了蒸汽，很适合在原油或重油罐上使用。

侧向伸入式搅拌器的传动装置有齿轮传动和皮带传动两种。螺旋桨也有两种类型，一种叫固定插入角式，它的搅拌器主轴只转动而不摆动，适用于油品调合；另一种为可调插入角式，它的主轴既可旋转又可左右30°摆动，适用于重质油罐清扫罐底，防止沉积物堆积。

搅拌器在油罐周围的安装位置根据其功能和设计台数确定，若安装一台，且用于重质油罐时，其安装位置应在进出油口相对的罐壁处，距罐底为螺旋桨直径的1.5倍。搅拌器所需功率与油品数量、粘度、密度、罐高与直径比值、计划搅拌时间等因素有关，可查图或经计算而得。

（4）加热器

加热器是用于给高粘度、高凝点油料加热、提高其流动性以利油品输送的设备。炼油厂的各种重质油罐内，普遍都装有加热器。加热器管径多在50～100mm之间，距离罐底一般有20～60mm。加热用的热源，普遍采用蒸汽，蒸汽压力为0.3～1.0MPa(3～10kg/cm²)。详见第五章油品储运操作中第一节有关油罐加温部分。

4．内浮顶油罐专用附件

内浮顶油罐和一般拱顶油罐相比，由于结构不同，并根据其使用性能要求，它装有独特的各种专用附件。

（1）通气孔

内浮顶油罐由于内浮盘盖住了油面，油气空间基本消除，因此蒸发损耗很少，所以罐顶上不设机械呼吸阀和液压安全阀。但在实用中，浮顶环形间隙或其它附件接合部位，仍然难免有油气泄漏之处，为防止油气积聚达到危险程度，在油罐顶和罐壁上都开有通气孔。罐顶通气孔见图2-32。安装在罐顶中部，通气孔径不小于250mm，上有防雨罩，内部有金属丝网。罐壁通气孔见图2-33。它安装在最上一层罐壁四周，距顶边沿700mm处。每个孔口为长方形，各孔口环向间距应不大于10m，每个油罐开孔总数不得少于4个，并应对称开设，总的开孔面积为每米油罐直径在0.06m²以上。通气孔也安装有金属丝网。这样设置就能使罐内外气体充分对流，既稀释了罐内空间油气浓度，又加剧了油气向外扩散。另外，在液面超高或自动报警失灵时，还能起到溢流作用，有利防止浮顶损坏。

（2）气动液位报警器

气动液位报警器是防止液位超高的安全报警装置，见图2-34。它装在通气孔下沿油罐最高安全液位高度线上，靠浮子升降启闭气源，通过气电转换元件发出信号给操作室，操作工见红色信号灯亮，应及时停泵或换罐改流程，以防进油超高。报警器的型号有XYQ—1型等。

（3）量油、导向管

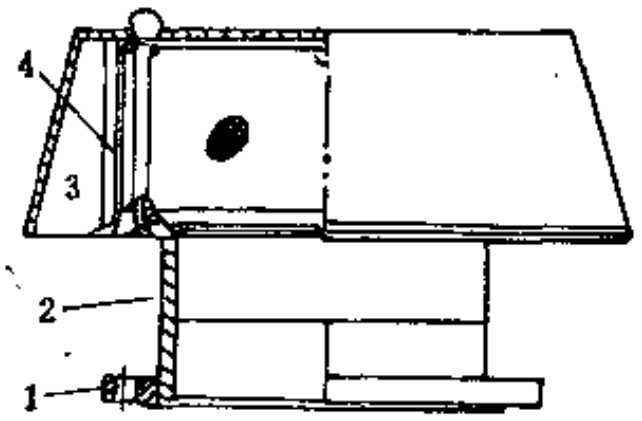


图 2-32 罐顶通气孔

1—平焊法兰；2—接管；
3—罩壳；4—不锈钢丝网

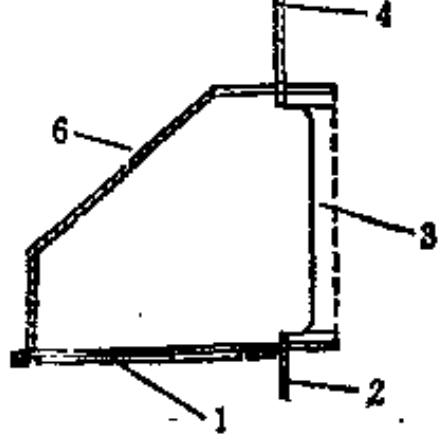


图 2-33 罐壁通气孔

1—不锈钢丝网及压条；
2、4—油罐壁；3—罐壁开孔；
5—罐顶；6—罩板

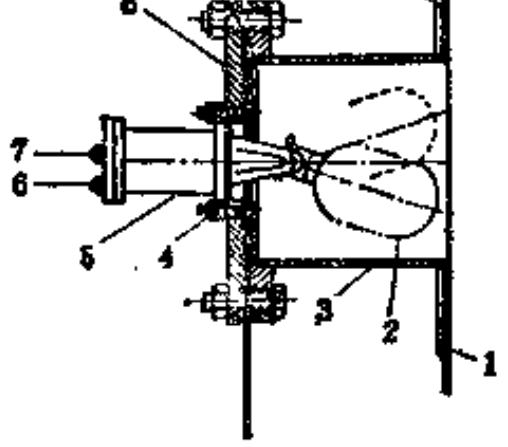


图 2-34 气动液位报警器

1—罐壁；2—浮子；3—接管；4—密封垫圈；
5—气动液位讯号器；6—出气管；
7—进气管；8—法兰盘；9—密封垫圈；
10—补偿圈

量油、导向管是供操作人员检尺、测温、取样而设的，同时也对浮顶起定位导向作用，见图2-35。导向管直径多为159mm，底端落在罐底上，导向管垂直穿过内浮盘，直通罐顶盖

油孔。在浮盘上安装有铜制导向轮，以防浮盘升降时与导向管摩擦产生火花。为防止油品泄漏，在导向轮座与浮盘连接处以及导向管与罐顶连接处都装有填料盒密封。量油口的孔盖结构同普通拱顶油罐的量油孔一样。

（4）静电导出装置

内浮顶油罐在进出油作业过程中，浮盘上积聚了大量静电荷，由于浮盘和罐壁间多用绝缘物作密封材料，所以浮盘上积聚的静电荷不可能通过罐壁导走。为了导走这部分静电荷，在浮盘和罐顶之间安装了静电导出线。一般为 2 根软铜裸绞线，上端和采光孔相连，下端压在浮盘的盖板压条上。

（5）防转钢绳

为防止油罐壁变形，浮盘转动影响平稳升降，在内浮顶罐的罐顶和罐底之间垂直地张紧两条不锈钢缆绳，缆绳通过浮盘上尼龙导向管，缆绳下端还装有伸缩补偿器。两根钢绳在浮顶直径两端对称布置。浮顶在钢绳限制下，只能垂直升降，因而防止了浮盘转动。

（6）带芯人孔

带芯人孔也称隔舱人孔，它不同于普通油罐人孔，它与罐壁结合的筒体没有伸入罐 内一点，而是在人孔盖内加设一层与罐壁弧度相等的芯板，并与罐壁齐平，这样就防止了人孔内壁对内浮顶升降的影响。这种带芯人孔，见图2-36。孔盖通过吊耳悬挂，靠转轴转动启闭，高度距罐底2.4m。检修时，操作人员可通过打开的人孔进入罐内对浮顶各部位进行检查。另一人孔距罐底700mm，做为清罐和检修人员进罐通道。

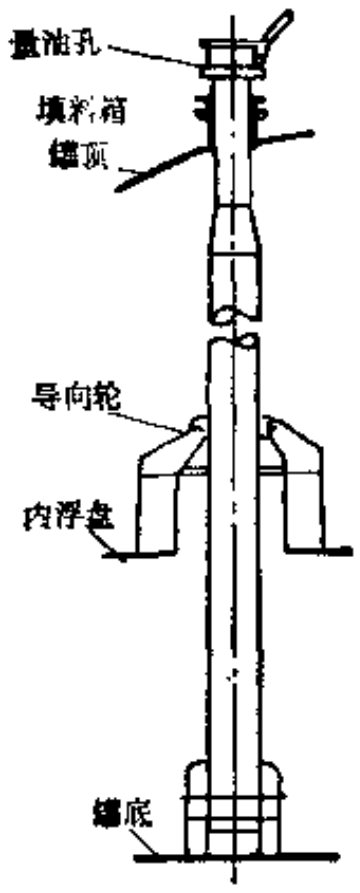


图 2-35　量油、导向管

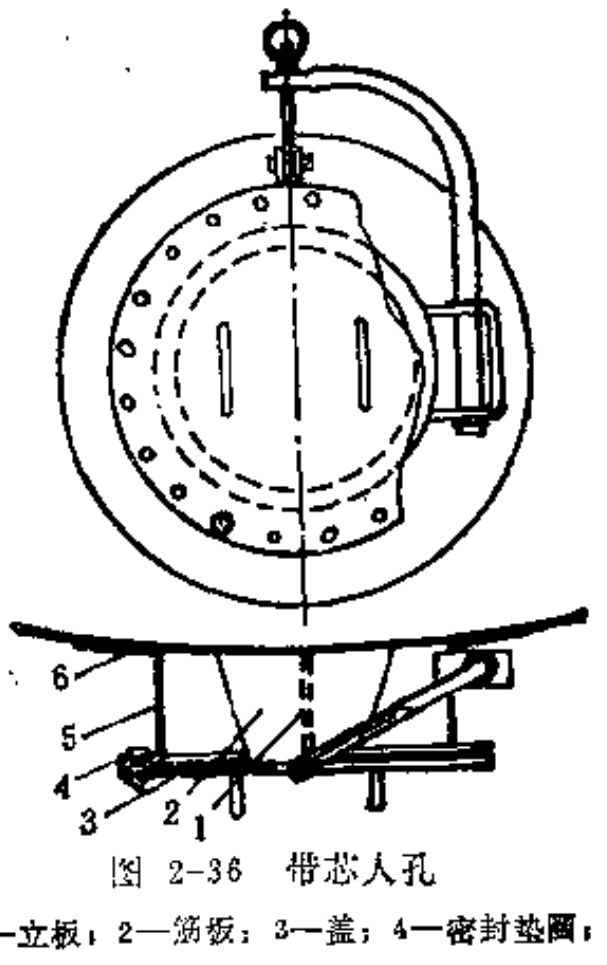


图 2-36　带芯人孔

1—立板；2—筋板；3—盖；4—密封垫圈；5—筒体；6—补强圈

（7）自动通气阀

自动通气阀设在浮盘中部位置，见图2-37。它是为保护浮盘在距罐底500mm处于支撑位置时，油罐进出油料时能正常呼吸，防止浮盘以下部分出现抽空或憋压而设。

自动通气阀由阀体、阀盖和阀杆组成。阀体高370mm，直径300mm，装于浮盘板上，内有两对滚轮用来制导阀杆上下滑动，阀杆由定位管销轴与阀杆连接，阀杆总高1100mm。当浮盘正常升降时，靠阀盖阀杆自重，使阀盖紧贴阀体，这时阀杆有730mm伸在浮盘下油层中，当浮盘下降到距罐底730mm时，阀杆就先于浮盘支柱套筒接触罐底，并随浮盘的继续下降，逐渐把阀盖顶起，直到浮盘支柱套筒全部接触罐底时，阀盖高出阀体口2300mm使浮盘上 下 气

压保持平衡。当浮盘上升时，阀盖随阀杆下降，逐渐关闭阀体，直至全部关闭。内浮顶罐浮盘检修时，可将阀盖阀杆拔出，用此口放水或通风。

（8）浮盘支柱

内浮顶油罐使用一段时间后，浮顶需要检修，油罐需清洗，油罐定期还要重新标定。这时浮顶就需降到距罐底一定高度，由浮盘上若干个支柱来支撑。浮盘下降有两个高度，第一高度为浮盘最低位置，距罐底900mm，第二高度为浮盘检修位置，距罐底1800mm。支撑浮盘达到第一高度的是靠浮盘上的支柱套管，如图2-38所示。它穿过浮盘，以加强圈和筋板与

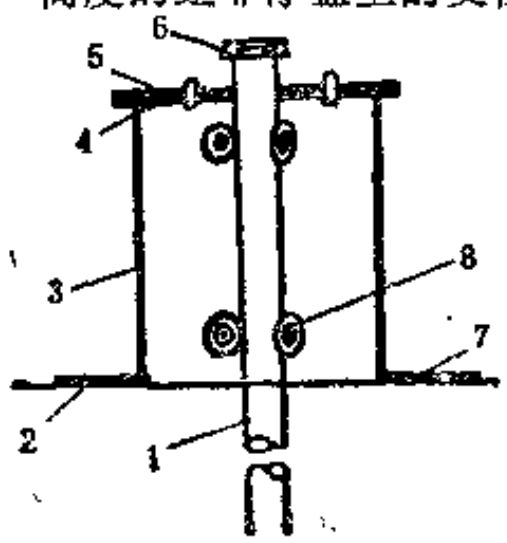


图 2-37　自动通气阀

1—阀杆；2—浮盘板；3—阀体；4—密封圈和压紧圈；5—阀盖；6—定位管销；7—补强圈；8—滑轮

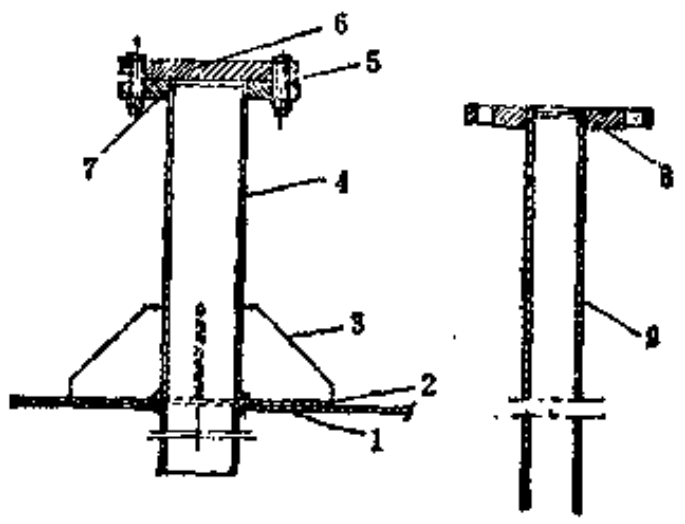


图 2-38　支柱套管和支柱

1—浮盘板；2—补强圈；3—筋板；4—支柱套管；5—密封垫圈；6—盲板；7、8—法兰；9—支柱

浮盘相连，在浮盘周围堰板处的支柱套管高出浮盘900mm，其它部位支柱套管高出浮盘400mm。平时支柱套管口用法兰盲板盖死。支撑浮盘达到第二高度的是由外径小于支柱套管内径用无缝钢管制做的支柱来完成的。支柱长度有2700mm的用于浮盘周围堰板处的套管上，长度2000mm的用于其它部位的套管上。当油罐需检修时，应先向罐内充水，使浮盘升到带芯人孔下沿部位，然后打开人孔进入浮盘，卸下支柱套管上的法兰盲板，然后把备用钢管支柱插入套管，并将两者法兰用螺栓紧固即可。

（9）中央排水管与紧急排水口

中央排水管也称排水折管，是安装于外浮顶油罐上的专用附件。它装于浮顶中央下边，用直径100mm的几段钢管，通过活动接头相连，可随浮顶的升降而伸直和折曲。通过它，可把积存在浮盘上的雨水和融化的积雪，及时排走以防浮顶积水沉没。根据油罐直径大小，每个罐可设1～3根排水折管。目前，生产上也有用直径4″，管长10～12m的带钢丝的橡胶管做中央排水管，使用效果也较好。

如果排水折管失灵，积存于浮顶上的雨水还可通过浮顶上的紧急排水口流入罐内，从而防止浮顶过载而沉没。

除上述附件外，内浮顶上有的还装有采光孔、进人孔和梯子孔，在上层罐壁上还装有泡沫消防挡根等。

五、油品罐区管理

在炼油厂，油品的储运设备要数油罐数量最多，分布面也最广。罐区数量是随加工规模、装置数量、油罐周转天数以及产品品种多少而定，每个炼油厂都有几个到10～20个罐区，油罐单体容量从几千米^{3}到10万米^3，总容量多达上百万米^3。

炼油厂的油品罐区一般分：原油罐区、中间（半成品）罐区、原料罐区、成品罐区、重油罐区、液化气罐区、石油气体罐区、润滑油罐区和化工原料罐区等。除成品罐区外，大多

数罐区和生产装置相对应。

罐区油料性质不同，承担的任务不同，作业方式不同，对它们的管理与要求也就不完全相同。罐区能否安全、持久、高效地为生产服务，对炼油厂生产影响很大，因此要加强油品罐区管理，就要合理使用、正确操作、精心维护好油罐，把罐区安全工作、文明生产做好，这是实现储运系统安全生产的重要保证。

1．合理使用油罐

油罐建造都有设计依据，要使用好油罐，就必须了解油罐结构、特点、性能、熟悉设计要求，然后安排油罐进油投用。如果生产需改装其它品种油料时，首先要考虑油罐承压能力是否合适，油罐附件能否满足生产要求，加热设施是否需要增减等。油罐储油应尽量装满，这样不仅有利于增加油罐储量，而且也可减少油品蒸发损失。因为油罐装不满，不仅使油罐容积利用率低，而且也加大了油罐小呼吸损失，这都是一种浪费。但是油罐也不可装油过满，以防冒罐跑油或损坏设备。这里所说的油罐合理使用，最重要的一条就是油罐既要装满，充分利用，又不要超过安全高度。

油罐安全高度的确定要考虑3条原则：

①油品受热，温度升高体积膨胀时，油品不能从消防泡沫线或通气孔溢出跑油。

②油罐一旦发生火灾，油面上的空间高度应能保证预留有一定泡沫层厚度，以利灭火。

③为便于记忆，安全高度只取到cm数。

立式油罐安全高度计算公式为：

$$H=\frac{\rho_t}{\rho}(H_1-H_2)$$

式中 H——立式罐安全装油高度，cm；

H_1——油罐总高，cm；

H_2——消防泡沫需要高度，查表2-11，当H_2小于消防泡沫口下沿A至顶板下沿距离时，用A点至顶板下沿距离代替H_2；

表 2-11 消防泡沫层厚度

存油闪点	泡沫厚度，cm	
	化学泡沫	空气泡沫
<28℃	45	30
28～45℃	30	30
>45℃	18	30

ρ_t——储油期间最高油温时的油品密度；

ρ——罐内收油时的油品平均密度。

油罐安全高度示意图，见图2-39。

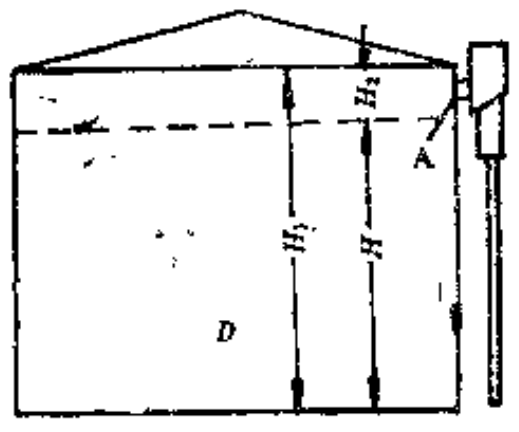


图 2-39 油罐安全高度示意图

油罐安全容量的一般计算公式为：

$$W=\rho_t \cdot V_H$$

式中 W——油罐安全容量，t；

V_H——油罐安全高度所对应的油罐容积，可从油罐容积表查出；

ρ_t——油品某一温度时的密度。

2．正确操作油罐

油罐区的操作包括：收发油、检尺测温计量、油品调合、油罐加温、脱水、输转等。正确操作油罐最重要的就是必须认真遵守操作规程，严格执行各种规章制度。任何工作粗心大意或违章操作都可能造成跑油、窜油、中毒、设备损坏甚至引起火灾、爆炸事故，给人们生命和国家财产带来损失。正确操作油罐主要应做到：

①罐区作业都应认真执行调度作业计划、工艺卡片或主管领导指令。作业操作前应对收付油管线，油罐号、罐内油量、质量、油高、密度、油温、含水等情况，都应了如指掌。

②开关阀门或倒换流程应认真执行“对号挂牌操作法”，防止开错阀门。换罐时应先开后关，防止跑油、憋泵事故发生。

③油罐收、付油前要坚持脱水检查。重油加温，做到不超温，不浪费蒸汽，特别注意检查重油罐底有无明水，防止加温高而突沸。

④收、付油过程要掌握好流速，防止进油速度太快，产生静电大且易增大罐内压力。而进油慢，粘油易冻凝管线。

⑤油罐收、付油作业，应做到收油不超过安全高度，发油时要保持一定罐底量而不抽空。油罐脱水不得离人，脱完水不要忘关阀。

⑥罐区动态罐必须每1～2h检尺一次，静态罐每班检尺一次。检尺取样后，要盖严孔盖，做到油罐严密不漏。

⑦罐区操作人员应按巡检路线、部位、内容，定时、逐点检查，检查中不忘“拨针”或“挂（顶）牌”。发现问题及时处理并做记录。

3．精心维护油罐

任何设备都不可能一劳永逸的长期连续运转，使用一段时间，出现故障也在所难免，油罐也是如此。要使油罐能长期、安稳使用，平时除加强检查、做好日常保养外，还应定期、定项目、定内容进行维护和检修，把可能出现的问题想在前，处理在前，在油品生产过程中，油罐才能发挥应有的作用。

（1）要做好油罐防腐工作

油罐腐蚀是影响油罐使用寿命的大问题。油罐使用久了，罐外壁会受雨、雪、霜、雾、潮湿空气以及大气中化学气体侵蚀。储存含硫油品其罐顶与内壁和油气接触，罐底和水杂接触，都会发生电化学腐蚀或氧化腐蚀，使钢板漆膜脱落，腐蚀变薄，甚至穿孔造成漏油。因此，油罐表面应定期防腐刷漆，罐壁定期测厚。原则上淋水油罐3～4年一次，非淋水罐4～6年一次。发现油罐有腐蚀穿孔和严重泄漏现象，应及时将抽料排空、清罐修补。一般渗漏可采用代压堵漏新技术予以消除。

（2）油罐安全附件定期检查与维护

油罐上装设的机械呼吸阀、液压安全阀、防火器、保险活门、避雷针、接地极、消防泡沫室等属油罐安全设施。要使它们灵活好用，起到应有效果，必须做到日巡回检查，季全面检查，每年拆卸、清洗、校验一次。

机械呼吸阀用久后，阀体、阀盘会生锈，遇水杂或冬天水汽结冰，阀盘又会被卡住；液压安全阀密封油会损失，有时水杂或锈渣也会沉入油中；通风管或呼吸阀的金属丝网又常被风中携带的杂草所堵塞，甚至因鸟筑窝而不透气；有时保险活门填料函漏油，操纵机构转动失灵活门又提不起来，使罐内油品发不出去等。因此，平时就应定期检查，每年强制保养一次。保养内容包括：外壳刷漆，螺栓除锈加油，设备拆卸清洗，清洗护网，阀盘研磨除锈，

正负压力校验，补充密封液，更换与添加填料，转动部位加油等。

机械呼吸阀盘重量计算公式：

$$G_K = \frac{\pi d^2}{4} n \cdot P$$

式中 G_K——阀盘重量，kg；

P——压强，kg/cm^2；

n——常数，一般取0.75，实际n随P增大而增大；

d——阀盘座内径，cm。

液压安全阀密封液加入量计算公式：

$$\text{内隔壁油深度} = \frac{\text{出气压力油柱高度} \times \text{进气压力油柱高度}}{\text{出气压力油柱高度} + \text{进气压力油柱高度}}$$

$$\text{油柱高度} = \frac{\text{水柱高度}}{\text{油的密度}}$$

油罐的其它安全设施检查也不能放松。如油罐避雷针系统做到除锈、防腐、检查接地极和罐体连接是否牢靠，接地电阻每年需在雷雨季之前检测一次，接地电阻一般不得大于10Ω。

除此以外，还应检查油罐消防泡沫系统接口闷盖是否丢失，管内有无异物，罐顶部的泡沫混合室金属网是否腐蚀，液下氟蛋白系统阀门有无渗漏等。只要平时检查维护好，安全设施和系统完整，能真正处于备战状态，一旦着火定能发挥应有作用。

（3）油罐保温有效，完好无损

油罐外壁保温层多用保温砖或岩棉制品，由于热涨冷缩，再加上雨水浸蚀，负重加大，常有部分保温材料从罐壁脱落，加大了油罐热损失，使油罐保温状况不良。油罐加热器由于腐蚀或水击常引起焊口断裂而漏气，凝结水渗出混入油中会使油品变质（如柴油、润滑油）或致使重油罐加温突沸。另外，加热器表面沉积的杂质或油垢又会使传热效率降低，油温加不上去，而加大蒸汽压力和流量又会造成蒸汽浪费，能耗提高。因此，油罐外壁保温设施必须完好无损，加热器不得有损坏与泄漏，发现问题务必及时处理。

（4）油罐应定期清洗

油罐长期使用，罐底总要积存一部分水杂和锈渣等污物，特别是原油罐、油浆罐、蜡油罐、渣油罐等。罐底积存的水、油砂、胶质、沥青质、蜡、催化剂等沉积物很多，如不定期清理，将影响油品质量，减少油罐有效容积，并降低油罐加热效率，造成能源浪费。因此，油罐应定期清洗，炼油厂一般规定，轻质油罐和润滑油罐3年一次，原油罐1年一次，重油罐2年一次，军用油罐1年一次。油罐清洗标准应按有关要求进行。

油罐清洗时一定要注意安全。清洗后的油罐应经质量检查部门检查验收，合格后签字确认，封罐后及时进油。

油罐清洗同时，一般也为油罐重新标定、油罐主要附件拆卸检查、堵漏刷漆创造了条件。

（5）其它

油罐上还有各种阀门、法兰。由于阀门开关操作比较频繁，填料之处常常发生渗漏，阀门内也常有油垢、锈渣积存，有时也会造成阀门打不开或关不严。另外，设备、管线上的法兰螺丝因锈蚀卸不下来，垫片腐蚀或损坏致使法兰漏油，这种情况时有发生。为使阀门开关灵活，严而不漏，就必须做到：螺栓紧固，除锈上油，更换填料，阀门丝杆或油杯加油，阀体防腐刷漆等。除此而外，平时阀门开关不可过度，特别是使用管钳或加力杆时，不

可用力过猛，以防阀芯损坏或脱落。

进入冬季，重质油管线一定要保温、伴热良好，各排汽点疏水器要畅通好用不浪费蒸汽。油罐喷淋水线应放净存水，切断水源防止冰坏管线或阀门。

4．做好罐区安全管理和文明生产

油品罐区是易燃易爆场所，做好安全管理和文明生产，主要应做好以下工作：

①除罐区生产人员外，无关人员或外来人员未经允许不准擅自进入罐区。罐区严禁烟火，进入罐区任何人员不得携带引火物或穿钉子皮鞋，经批准进入罐区的车辆必须带防火帽。

②罐区内防火墙、护堤、排水沟、下水井及一切消防设施均应完好无损。严禁在罐区防火堤内种植树木或农作物。进入冬季，罐区内一切干枯杂草均应割除干净，以防火灾。

③油罐各种附件应灵活好用，不准带压检修设备，检修动火必须办理火票。罐区外明火作业点距罐区不得小于35m。

④罐区地面应干净、平整，不准有任何杂物存放，清罐的油泥、污物应及时清除，严禁向明沟直接排放含油污水，特别是含石油气体的凝缩油，以防污染环境和引起火灾。

⑤罐区防雷接地设施，可燃气报警装置，油罐液面、压力检测仪表等应定期校验、检定，保证灵敏可靠，以利生产安全。

⑥罐区消防道路应平整、畅通，不得随意因施工而挖沟或占用路面。消防水池应储备足够消防水用量，且水质良好、不得受到污染。

第二节　管　　线

管线（也称管道、管路）是油品储运系统的重要组成部分。管线由管子、阀门、管架及其各种连接附件组成。各种介质不论是原油、成品油、石油气体、液体化工原料，还是水、蒸汽、风和氮气等都要经过管线进行输送，各种设备之间也都要由管线来连通才能进行生产。除少数管线埋地或走管沟见不到外，大部分管线都架空走管排，银光闪闪，纵横交错，遍布厂区各地。炼油厂的管线有粗有细，管径小的只有几毫米，大的上千毫米，总长也有几十公里，甚至达几百公里。管线建成投用后，保持管线畅通，消除跑冒滴漏，是保证生产安全、经济运行非常重要的条件。

一、管线分类

1．管线分类与表示方法

炼油厂的介质种类繁多，各种介质性质不同，在管线中的状态、温度、压力也有很大差异。除去人们习惯上按介质名称把管线称作原油管线、汽油管线、柴油管线、渣油管线、液化石油气管线、蒸汽管线和水管线外，管线还可按压力、温度、材质进行分类。

按照设计压力高低，管线可分：真空管线、低压管线、中压管线和高压管线4种。见表2-12。

按输送介质温度的高低可分：高温和低温管线两种。

按照材质可分：碳钢管、铸铁管、合金管、有色金属管和非金属管线4种。

管线输送介质性质不同，压力、温度条件不同，应选用不同规格、不同质量的管子。管线种类、规格很多，通常表示方法有两种。有缝钢管的规格一般用公称直径表示，单位有公制也有英制。无缝钢管的规格习惯上用“外径×壁厚”表示。例：$DN150$、$DN100$、

表 2-12 管 道 分 级 表

级 别 名 称		设计压力，MPa(kg/cm²)
真 空 管 道		设计压力小于标准大气压
低 压 管 道		0(0)<P<1.6(16)
中压管道	1	1.6(16)≤P<4.0(40)
	2	4.0(40)≤P<10.0(100)
高 压 管 道		10.0(100)≤P<35.0(350)

DN108×5。管线的公称压力用PN表示，单位为MPa。公称直径用DN表示，单位为 mm。壁厚用δ表示，单位用mm。

2. 炼厂常用管材

炼厂常用的管材有钢管、铸铁管和橡胶管等。

(1) 钢管

钢管分无缝钢管、有缝钢管和螺旋钢管 3 种。

无缝钢管　适用于输送各种油品、石油气、蒸汽、水、风和浓度98%的硫酸等。从制造上分，有热轧和冷轧两种。无缝钢管可在温度—40～475℃，压力≤16MPa (16 kg/cm²) 条件下使用。国产无缝热轧管规格从32～273mm，冷轧管规格从20～150mm。一般来说，温度低于450℃多选用10号、20号钢；温度高于450℃多选用16Mn钢或Cr_5Mo钢。常用无缝钢管规格，见表2-13。

表 2-13　常用无缝钢管数据表

公称直径 DN, mm	外 径 mm	壁 厚 mm	实际内径 mm	管内净截面积 cm²	每米管长容积 L	每米重量 kg
20	25	3		2.84		
25	32	3.5		4.91		
50	57	3.5	50	19.64	1.96	4.67
80	89	4	81	51.53	5.15	8.34
100	108	4	100	78.54	7.85	10.26
	114	5	104	84.95	8.5	13.44
150	159	4.5	150	176.72	17.67	17.15
	159	6	147	169.72	16.97	22.61
200	219	6	207	336.54	33.65	31.52
		8	203	323.66	32.37	41.63
		10	199	311.03	31.4	51.54
250	273	7	259	526.85	52.69	45.92
		8	257	518.75	51.88	52.28
		10	253	502.73	50.27	64.86
300	325	8～12		749.91	70.6	62.6～92.63
350	377	9～12		1012.23	96	90.5～108
400	426	9～14		1307.41	126	112.58～142.25
450	480	9		1676.39		

有缝钢管　外表镀锌的叫白铁管，不镀锌的叫黑铁管。适用于压力<1.6MPa（16kg/cm²），温度<75℃的水、空气、液碱、润滑油等介质。管径范围一般为6～150mm，常用材质为A_3F。

螺旋钢管　适用于管径>250mm，压力为1.6～4.0MPa（16～40kg/cm²），温度≤300℃的大型输油、输气管线，材质为A_3F、A_3或16Mn等。螺旋钢管规格及重量见表2-14。

目前，我国使用的钢管尺寸规定为以法定计量单位为准，但英制称呼在有的地方或场合还有应用，为避免使用混乱，方便应用，有关公英制管线尺寸的换算见表2-15。

表 2-14　螺旋钢管规格表（A_3F、16Mn）

管径，mm		*PN*1.6		*PN*2.5		*PN*4.0	
公称直径	外　径	壁厚，mm	重量，kg/m	壁厚，mm	重量，kg/m	壁厚，mm	重量，kg/m
200	219					6	31.52
250	273			6	39.51	7	45.92
300	325			6	47.20	8	62.14
350	377	6	54.89	7	63.37		
400	426	6	62.14	7	72.33		
450	478	6	69.84	8	92.72		
500	529	6	77.39				
600	630	7	107.50				
700	720	7	123.90				

表 2-15　管线公英制尺寸对照表（公称直径*DN*）

公称直径，mm	英制，in	公称直径，mm	英制，in	公称直径，mm	英制，in	公称直径，mm	英制，in
8	$\frac{1}{4}$（2分）	40	$1\frac{1}{2}$	150	6	350	14
10	$\frac{3}{8}$（3分）	50	2	175	7	400	16
15	$\frac{1}{2}$（4分）	65	$2\frac{1}{2}$	200	8		
20	$\frac{3}{4}$（6分）	80	3	225	9		
25	1	100	4	250	10		
32	$1\frac{1}{4}$	125	5	300	12		

（2）铸铁管

铸铁管耐腐蚀性好，多用于埋置地下的上下水管，也可用于输送腐蚀性较高的碱液或浓酸。按使用压力可分低压（0.45MPa）、中压（0.75MPa）和高压（1MPa）3种，公称直径从75～1500mm，管长3～4m。

（3）橡胶管

橡胶管有耐油胶管、输水胶管、蒸汽胶管、空气胶管和酸碱胶管等多种，在炼油厂应用十分普遍。

耐油橡胶管多用于装卸油品设施上，作为临时接线或排空甩头。耐油橡胶管按用途可分为：压力、真空和排吸3种，用于不同作业场合。

耐油胶管又有耐油夹布胶管、耐油螺旋胶管和输油钢丝编织胶管3种，它们都是由丁腈橡胶制成。耐油夹布胶管适用于低压供水使用。耐油螺旋胶管多用于压力输送管和泵的吸入管。输油钢丝编制胶管，没有接头可根据需要截断使用，耐压高，可作为油品输送的排吸使用。胶管的承压能力0.1～1MPa，内径范围16～152mm，管长7.5～20m。规格用内径表示。

常用胶管规格见表2-16、表2-17和表2-18。

表 2-16 钢丝编织胶管规格 (Q/XXG09-70)

内径，mm		工作压力 kPa (kg/cm²)	试验压力 kPa (kg/cm²)	爆破压力不小于 kPa (kg/cm²)	重量 kg/m	抽真空试验	最大长度，m	用途
公称尺寸	公差							
25	±1.5	980(10)	1961(20)	3922(40)	0.75	真空度在	10	输送各种油料
38	±1.5	980(10)	1961(0)	3922(40)	1.05	80kPa时，	10	
51	±2.0	980(10)	1961(0)	3922(40)	1.23	胶管直径椭	10	
63	±2.0	980(10)	1961(0)	3922(40)		圆度不大于	10	
76	±2.0	980(10)	1961(0)	3922(40)	2.54	20%	10	

表 2-17 耐油夹布胶管规格表 (HG6-447-66)

产品图号	规格，mm		工作压力 kPa (kg/cm²)	试验压力 kPa (kg/cm²)	爆破压力 kPa (kg/cm²)	最大长度，m	用途
	内径	外径					
ST-16-10	16±0.5	26±1.5	980(10)	1471(15)	2942(30)	10	输送各种油料、水、空气
ST-18-10	18±0.5	28±1.5	980(10)	1471(15)	2942(30)	10	
ST-20-10	20±0.5	30±1.5	980(10)	1471(15)	2942(30)	10	
ST-22-10	22±0.5	32±1.5	980(10)	1471(15)	2942(30)	10	
ST-24-10	24±0.5	34±1.5	980(10)	1471(15)	2942(30)	10	
(ST-25-10)	25±0.5	35±1.5	980(10)	1471(15)	2942(30)	10	

表 2-18 中间及外层带螺旋丝的耐油胶管规格

内径 mm	接头部分，mm			工作压力 kPa (kg/cm²)	最大长度，m	用途
	平头内径	扩头内径	长度			
25	25	31.5	根据需要订货时提出	490(5)	10	输送各种油料
38	38	46		490(5)	10	
51	51	58		490(5)	10	
63	63	74.5		490(5)	10	
76	76	86.5		490(5)	10	
102	102	112		490(5)	10	
127	127	137		196(2)	6	
152	152	162		196(2)	6	

二、管径和壁厚的计算与选择

1. 管径计算与选择

正式设计管线时，一般都应做到既满足工艺要求还要留有余地；既要保证生产还要安全可靠；既要节约材料降低成本也要便于操作和维修。

管径选择应根据流体性质、需要流量、许用速度和允许压力降来选择，可用公式计算，也可在流量、流速、管径关系图表上查出。

常用的管径简易计算公式为：

$$D = 18.8\sqrt{\frac{Q}{V}}$$

式中 D——管子内径，mm；

18.8——计算常数；

Q——介质体积流量，m^3/h；

V——介质流速，m/s。

油品流速选择根据油品粘度不同而有区别，除装卸油鹤管处流速略大外，一般管线流速不超过3m/s。表2-19为推荐油品流速。

表 2-19(A)　推荐油品经济流速表

粘度		经济流速，m/s	
运动粘度，mm^2/s	条件粘度，°E	吸入管路	排出管路
1～2	1～2	<1.5	<2.5
2～28	2～4	<1.3	<2.0
28～72	4～10	<1.2	<1.5
72～146	10～20	<1.1	<1.2
146～438	20～60	<1.0	<1.1
438～977	60～120	<0.8	<1.0

表 2-19(B)　油品在管线中的推荐流速

油品粘度		平均流速，m/s		应用范围
相对粘度，°E	运动粘度，mm^2/s	泵吸入管	泵排出管	
1.0～1.3	1.0～5.0	<1.5	<2.5	液态烃、汽油、煤油
1.3～2.0	5.0～12	<1.2	<2.0	轻柴油、轻润滑油
2.0～4.0	12～28	<1.0	<1.8	原油、中润滑油
4.0～10.0	28～72	<0.9	<1.5	重柴油、重润滑油
10～20	72～140	<0.8	<1.2	燃料油、残渣油
20～60	146～438	0.6	<1.0	沥青等
60～120	438～977	0.4	<0.8	

注：选用上列流速时，应考虑管线实际允许压力降。

按照上述公式计算比较简单，但若管径选得偏小，则压力降大，消耗功率增加。若选的管径偏大，则压力降低，动力消耗虽然少，但耗用钢材会增加。因此，准确选择管径还是根据给定的管线允许压力降计算更好。

2．壁厚计算与选择

钢管壁厚的选择有两种方式，即计算法与查表法。

(1) 计算法求壁厚

$$S=\frac{PD}{200\varphi[\sigma]}+C$$

式中　S——管壁厚度，mm；

D——管子外径，mm；

P——管内介质操作压力，Pa（kg/cm^2）；

φ——管子纵向电焊焊缝系数，无缝管$\varphi=1$；焊接管$\varphi=0.8$；

$[\sigma]$——管材在操作温度下的许用应力，Pa（kg/cm^2）；

C——壁厚附加值，腐蚀裕度通常取1.5mm，双面腐蚀时取3mm。

(2) 查表法选择壁厚

表2-20可供一般选用参考。它是把公式中$200\varphi\cdot[\sigma]$及C做为常数，而壁厚只和操作压力和管径成正比编制而成。

表 2-20　无缝钢管壁厚选择表

公称直径 *DN* mm	管子外径 *D* mm	英制直径 *G* in	管子壁厚，mm				
			*PN*1.6	*PN*2.5	*PN*4.0	*PN*6.4	*PN*10.0
15	18	$\frac{1}{2}$	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0
20	25	$\frac{3}{4}$	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0
25	32	1	2.5	2.5	2.5	3.0	3.5
40	45	$1\frac{1}{4}$	2.5	3.0	3.0	3.5	4.5
50	57	2	2.5	3.0	3.0	3.5	5.0
80	89	3	3.5	4.0	4.0	5.0	6.0
100	108，114	4	4.0	4.0	4.0	6.0	7.0
(123)	133	5	4.0	4.0	4.5	6.0	9.0
150	159	6	4.5	4.5	5.0	7.0	10.0
200	219	8	6.0	6.0	7.0	10.0	—
250	273	10	7.0	7.0	8.0	11.0	—
300	325	12	8.0	8.0	9.0	12.0	—
350	377	14	9.0	9.0	10.0	13.0	—
400	426	16	9.0	10.0	12.0	15.0	—

管线壁厚选择是否得当，对输油能否安全进行有很大影响。通常选择壁厚应考虑以下因素：

①管线工作压力。压力越高，需要管壁愈厚。管线工作压力一般取管子出厂时试验压力的70%。

②管线直径。直径越小，管子内壁所要承受的压力越高，因此，管壁应加厚。

③管材质量。管材质量越好，即屈服极限也愈大，管壁可承受的压力越高，管壁就可相应地减薄。

④焊接质量。管线焊接质量好，管壁承压就高，壁厚也可选择薄些。

3．流量、流速、管径之间关系

流量、流速、管径之间的关系，可用下面公式表示：

$$Q=\frac{1}{4}\pi\cdot D^2\cdot V$$

式中　Q——流量，m^3/h；

D——直径，m；

V——流速，m/s。

从式中可以看出：

①流量与流速成正比，与直径的平方成正比；

②流速与管径的平方成反比。

上述关系式说明：在流速相同情况下，管线直径为200mm时的流量是直径100mm管线流量的4倍而不是2倍，也就是说，一条200mm管线的输油量可以顶4条100mm管线的输油量。

三、管线布置与连接

管线布置、铺设与连接十分重要。布置不妥将会影响生产，不利安全。铺设方式不正确，挠度与坡度不合要求，温度补偿不够等，容易引发事故。连接不紧发生渗漏也会造成漏油，增加油品损失。

1. 管线布置

管线在不同场所有不同布置形式，在油库，作业较单一，主要是收油、发油，因此管线布置较简单，多采用单管或双管系统。炼油厂油品储运系统，设备数量多，联系面广，操作比较频繁，作业内容多，包括：收油、调合、发油、输转、装车、循环、扫线等，有时一个罐区时常几种作业同时进行。因此，油品罐区普遍为多管系统布置，而且多是专油专线，各线有各自生产作用，互不影响。因此，在油罐总出口阀外的集合管上总有许多分支连接通往各处管线，如图2-40所示。这种布置工艺先进，操作方便，互不干扰，能满足生产与经营各种需要。只是流程较复杂，消耗钢材多，投资较大。只有个别罐区因作业单一，品种少，操作又不频繁，为减少投资才采用双管或独立管线系统。

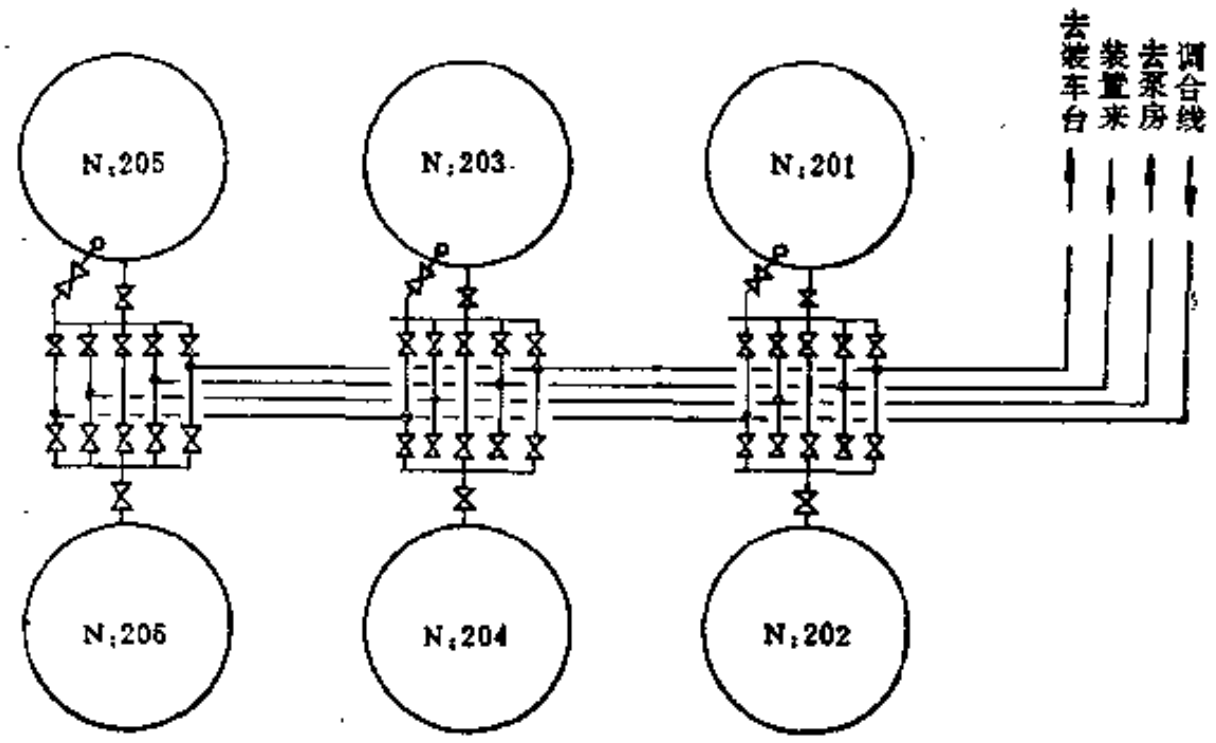


图 2-40　罐区多管布置系统

2. 管线铺设

油品管线铺设通常有地下铺设、地上铺设和水下铺设 3 种。地下铺设一般又有埋地铺设、管沟铺设和套管铺设 3 种形式；地面铺设有管架铺设和管墩铺设两种。随着石化工业的发展和海洋油气田的开发，在江河、海洋水下铺设石油或天然气管线已经取得成功。

(1) 埋地铺设

管线埋地铺设，目前在油（气)田的集输线或长输管线上还广为采用。在炼油厂，过去为了战备需要，系统管网埋地铺设不少，现已不再采用，原有埋地管线，经改造已移到地上。

埋地铺设具有工程造价低、管线不易受外界损伤、热能损失少、施工进度比较快等优点。但最大缺点是管线易受土壤电化学腐蚀，且一旦发生腐蚀穿孔，油气泄漏，容易造成油品损失，污染环境，甚至引起事故，而且泄漏点不易发现，定准地点也难，很不方便。如生产上必须采用埋地铺设时，其埋深应在冻土层以下，一般为0.5～0.8m，距最高地下水位线以上0.5m位置，而且应做好管线防腐工作。对长输管线来说，除根据土壤情况采用加强防腐绝缘外，大多还采用阴极保护等措施，以延长管线使用寿命。埋地管线原则上每两年用检漏仪全面检查一次。

(2) 管线架设

管线架设，在炼油厂应用最为普遍。不论是装置内部，还是全厂系统管网，到处均有管架存在。这种铺设方法便于预制，现场整体吊装施工快、费用低，发生泄漏易于查找且方便维修。其缺点是占地较大，管线介质易受大气温度影响，例如：重油管线保温不好，遇气

候寒冷热损失增大；汽油管线受热，油品易膨胀，压力增高容易憋破管线。

架空管线应因地而异铺设，管线间距应符合规范要求，管线挠度和温度补偿问题设计时要充分考虑。如果设计不合要求，管排支架常会发生倾斜、地基下沉或冻胀破裂等事故。另外架空管线铺设时，低点一般距地面不小于1.6m，分层排列时上下管排间距应不小于1.2m。管架上的管线都有一定坡度，一般来说，轻油为3～5‰，重油5～10‰，且要求坡向一致以利排凝放空。管排上的所有排凝点、伴热线供汽点、废汽放空点应尽量集中在同一管架位置下。如遇管线跨越公路或铁路，其管排或拖架下沿应不小于 4.5m，距轨面不小于 5.5m。管架支柱边缘距铁路不小于3m，距道路路肩不小于2m。若管线与铁路或道路平行铺设时，距铁路不应小于3m。另外，管排下的管托不得离开管座，发现掉落或损坏的应及时调整和修理。

（3）管墩铺设

管墩铺设管线在炼油厂、石油库、油田集油（气）站等场所应用也很普遍，尤其是炼油厂油品罐区、罐区至泵房以及泵房内部管线都以管墩铺设居多。这种铺设方法工程造价比架空铺设低，但它要占有一定地面，在一些地段往往会影响人员通行，管线油漆和保温层易被人为踏坏。

管线通过管墩铺设时，管墩间距应设计合理避免管线下垂，管排距地面距离以设备标高和周围环境等面定，一般管排底沿距地面多为30～50cm，管线间距符合有关设计要求。为方便岗位生产人员或行人通行，在人员经常穿行地段，常常需架设跨越小桥，以保护管线不受人为损坏。

（4）管沟铺设

管沟铺设在炼油厂、石油库或成品油储运站等个别地段也有使用。由于管线走管沟，地面铺有盖板，因此不会影响行人或车辆通行，而且受外界气温影响较小，地面环境也显得干净不乱。但管沟铺设工程量大，造价比其它形式要高，在南方雨水较多地区不宜采用。

管沟铺设时，沟内管线间距应符合设计要求，外管和沟壁间隙以及管底和沟底间应考虑防潮和有利检查与维修，一般最小距离不得低于20cm。相邻管线间要考虑热影响，尽量把蒸汽线和带保温伴热的重质油线相邻，而轻质油、石油气体等易挥发的介质管线，不要靠近蒸汽线或热油线，如必须在同一管沟铺设时应采取管线绝热方法。

另外，管沟铺设还应考虑雨水或介质泄漏的排污去向。在管沟进入油泵房、灌装间和通过防火堤时，要设隔断墙，管线穿越隔断墙处应加套管并填充石棉以防发生火灾事故。要定期检查管沟有无泄漏，防止管沟内集聚油气，遇明火引起火灾或爆炸。

3．管线连接

管线连接有焊接、法兰连接和丝扣（即螺纹）连接 3 种形式，炼油厂用的最多的还是焊接和法兰连接。

管线采用焊接方法，密闭性好，不易泄漏，节省钢材，适合输送任何介质的钢质管线连接。

法兰连接，既适用于管线和设备连接（如机泵、容器等），也适用于管线和其附件（如阀门、过滤器、调压阀、单向阀等），管线和流量计的连接。这种连接方式拆装灵活方便，无需动火。管线、设备及各种附件可定期清洗、检修或更换。在管线铺设一定距离后，中间也用法兰连接，目的是便于对管线冲洗、吹扫，有利生产、处理事故或检修。这种法兰连接多设在管排补偿器或管墩两侧。这种连接需用各种规格法兰、垫片和螺栓，因此，耗用钢材较多，而且因温差、压力变化或腐蚀等原因，有时在法兰之处也会发生泄漏，造成介质损

耗，甚至引起事故。

丝扣连接主要用于生产或生活水暖设施的管线上，在机泵的冷却水线或压力表与控制阀门的引压线连接也广为应用。

管线连接还需各种附件，如活接头、三通、四通、卡箍、丝堵等。这种方式拆装、连接虽然方便，但施工较麻烦，接头也容易发生泄漏。

四、管线防腐、保温与伴热

为了延长管线使用寿命，不论输送何种介质管线，均应采取刷油防腐措施。输送介质不同，铺设方式不同，防腐要求也不尽相同。普通地面架设的管线，如不需保温，只要在管外壁先除锈，再涂刷一层红丹底漆，然后再刷上一遍醇酸磁漆即可。如需保温，则在外表再加一层玻璃布或镀锌铁皮（黑铁皮），铁皮表面刷二遍醇酸磁漆。埋于地下的管线，应根据土层质量、电阻率采取普通级、加强级或特强级3种不同防腐方式。

对于粘度大易凝的石油及其产品，如原油、重质油、润滑油等都需加热输送，为减少输送过程热损失，除需在管线外进行保温外，有时还需逐段对管线预以伴热。表2-21为蒸汽伴热线选用。

表 2-21　蒸汽伴热线选用表

管线公称直径DN，mm	40	50	60	80	100	125	150	200	250	300
蒸汽伴热管公称直径DN，mm	15	15	15	20	25	15	15	20	25	20
伴热管根数	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3

注：DN125以上输油管，为施工和管理方便，也为油品输送顺利和安全，生产上常用DN40或3C钢管作伴热管。

蒸汽伴热线铺设应注意以下几点：

①伴热蒸汽应从供汽主线上方引下，蒸汽压力保持稳定，一般不小于0.5～1.0MPa(5～10kg/cm²)。

②伴热线和被伴热线应捆牢紧贴在一起，外包保温层。

③伴热线尾端应在低点通过疏水器排除冷凝水。

④伴热线用汽尽量不要和油管线蒸汽扫线用汽使用同一汽源，防止因扫线阀不严或忘记关阀，使油品串入伴热线，造成油品冻凝管线（俗称灌肠）。必须合用时，扫线阀与油线之间必须装单向阀。

⑤伴热线与被伴热线之间，由于介质温差存在，伴热线应在适当距离和位置设补偿线。

除加热输送的油管线需保温外，还有一些介质如蒸汽、水、酸、碱、氨、苯、石油液化气、丙烯等也需保温。输送介质不同，保温目的也不一样。蒸汽保温是为防止热损失，水和酸、碱是为防止冻凝，而液氨和石油气体是为了保冷，防止液体受热汽化压力升高不易输送。因此，对它们的保温结构及其使用材质也不尽相同。

管线保温一般由4层组成，由里到外分别是防腐层、保温层、防潮层，最外一层为保护层。

防腐层是在管壁外涂刷一层沥青底漆或两遍红丹漆，以防管线外壁氧化腐蚀。

保温层用导热性能低的材料，如玻璃布、矿渣棉、蛭石、珍珠岩粉、岩棉、硅酸铝纤维、泡沫石棉、微孔硅酸钙以及新型保温材料海泡石复合保温材料等，制成一定形状包于管

子或设备外部，保温层厚度视管径大小和介质温度而定。

防潮层是用沥青玻璃布缠绕于保温层外面，用以防止雨雪浸入保温层破坏保温效果。包扎层数根据设计而定。

保护层用0.5mm厚的镀锌铁皮或黑铁皮包于防潮层表面，也有用玻璃布缠绕或石棉水泥抹面的，用它可以保护保温层不致被人为损坏，以延长保温层寿命。

在保护层表面，凡用镀锌铁皮的，其表面应刷二遍醇酸磁漆。用黑铁皮的，其里外都刷一遍红丹漆，外面再刷二遍醇酸磁漆。用石棉水泥抹面的外包玻璃布，再刷二遍醇酸磁漆做防腐层。

管线保温应格外注意施工质量，主要质量要求有：法兰处应留有卸螺丝间隙；转弯处应留膨胀间隙；直立管线应设托架；保温块应用铁丝捆牢；预制块间隙应用灰浆灌满；铁皮搭接紧密并用螺丝或卡带同牢；玻璃布缠绕应搭接一半；保温层要求密实，外表光滑平整，整体粗细均匀。

为了便于识别与管理，各种管线（包括保温）应按规定涂刷不同颜色油漆。表2-22为炼油厂管线刷漆标准。

表 2-22　炼油厂工艺管线及设备刷漆规定

工艺管线				储运设备	
介质名称	颜色	介质名称	颜色	设备名称	颜色
重油	黑色	空气、氧气	天蓝色	保温油罐	中灰色
轻油	银白色	消防水、消防蒸汽	中红色	不保温油罐	银白色
水	深绿色			机泵	银白色
瓦斯	紫色			压缩机、电机	苹果绿
蒸汽	红色	阀门		吊车	苹果绿
酸、碱	正黄色	阀体	银灰色	火炬	红、白色相间
液氮、氮气	粘黄色	铸钢手轮	桔黄色	安全防护扶手	正黄色
氢气	正蓝色	铸铁手轮	红色	油罐消防线、消防栓	红色

①管线统一刷成银白色后，应在系统管网，泵房或进出界区，机泵出入口等一定部位喷刷红色标志。
②标志一律用弹头式箭头，标出介质流动方向，箭头内标示管线类别（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类标），类别用罗马数字标示。
③在管线上标明的管号应用阿拉伯数字标志，介质名称用仿宋体。
④长距离管线每100m复标一次，在复杂管线交汇点及阀门前或后立管上也应设有标志。

五、管线使用与维护管理

1．管线投用

施工或检修完的管线内，往往留有焊渣、泥土、铁锈、焊条头等杂物，如不及时清除，投用后将会堵塞管线，损坏阀门和设备，甚至污染油品，致使油品变质。因此，管线投用前，必须用水冲洗，然后再用压缩空气（风）吹净管内存水。清洗或吹扫都是从管端给水（风），从终端打开阀门或卸开法兰进行排空，直到清洗吹扫干净为止。管线投用前，在处理管线时要注意以下几点：

①输送不能含水的介质（如航空煤油和润滑油等），在水洗后应用热风吹干管线，热风温度一般应不小于80℃。

②流量表或控制阀带副线的，吹扫时应走副线，无副线时卸下控制阀和流量表，用短管代替。

③管线吹扫时，压力表应关闭，吹扫经过滤器时，吹扫后要打开过滤器，清除滤网上杂

质，防止滤网堵塞，影响流道畅通。

④清洗与吹扫管线不能留有死角，低点之处应逐段排空，直至全线畅通。

2．管线试压

管线试压是对管线强度和严密性进行检验的重要方法，它是新线投用和管线大修、更新改造后必须进行的检验项目。管线试压有水压试验和气压试验两种方法。根据施工和使用单位自身条件，采用那种方法均可。

（1）水压试验

水压试验的介质是清水，管线充满水后，用试压泵加压。强度试验压力为1.5倍工作压力（最低不少于0.2MPa），试压时间保证5min稳定不变。严密性试验压力为工作压力（最低不少于0.2MPa），检查时间不少于1h。在规定时间内，压力降不大于严密试验压力的5%，各焊缝及管路附件不渗漏为合格。

（2）气压试验

采用气压试验事前需有安全措施。介质可用压缩风、蒸汽或本身输送的介质，如天然气。

强度试验取管路工作压力的1.1倍，压力保持稳定5min不变。严密性试验压力为管路工作压力，检查时间不少于30min。用肥皂水检查焊缝和管路附件不漏为合格。气压试验压力最低不少于0.2MPa。试压完毕，应在高点放压排空。用被输送的介质天然气试压时，应采取可靠安全措施，注意防火、防爆。

3．管线使用与维修处理

管线使用有关注意事项如下：

①新投用的管线或经检修与改造的管线，其流程应能满足生产工艺要求：管线上各种附件齐全；管线清洗、吹扫、试压合格，并有记录；管线防腐、保温、伴热完整并符合要求；管线、阀门有编号，刷漆符合要求；油品流向有标志，油品名称有标记。

②管线投用有方案。平时收付油作业按调度指令，执行过程有记录。情况不明，管线有问题未经处理，不准输油。

③管线输油开始，初速控制在1m/s以内，最高流速不超过6m/s，汽、煤、柴等轻油管线流速不宜大于4.5m/s。

④管线使用时，和作业计划无关的流程上其它阀门应关闭，且现场打开的阀门应对号挂牌，并和操作室（或泵房）内工艺流程操作指示图（板）上的挂牌相符，防止开关阀门有误，引起跑油、串油事故发生。

⑤管线输油过程中，操作人员应注意机泵压力、电流和轴承温度，定时检测油罐液面，掌握油罐液面变化动态。每班至少沿管线作业流程巡检一遍。发现异常情况应及时查清原因并处理。

⑥重质油品管线，收付油作业前，应先开伴热线暖线，管线预热后再开泵送油，防止油品凝管。

⑦作业过程中如需改变流程，应本着先开后关或同步进行，而且阀门开启应缓慢不能过快，防止憋压或抽空。

⑧管线输油结束，应立即关闭流程线上的阀门，输送重质油品后，要及时联系扫线。用蒸汽吹扫后，要及时放空管线内积存的冷凝水，防止冻凝管线。下次使用前，必须用油顶线排出积聚的存水，防止进入热油罐，引起突沸冒罐。不能用汽扫线的，应定时开泵打循环。

⑨高标号油品管线改走低标号油品时，管线可不作处理，但是低标号油品管线改走高标

号油品时，管线必须扫线或顶线处理。

⑪管线长期停用或需动火检修，均应扫线处理，扫线推荐的使用介质，见表2-23。油气管线吹扫处理时，还应坚持“五不准”，即：

表 2-23　管线扫线推荐选用介质表

管内介质 \ 扫线介质	蒸　汽	空　气	氮　气	水
原　油	好	不能用	不　用	不　用
汽油、重正液、石脑油、拔头油、抽余油	不　用	不能用	可　用	好
煤油、航煤	不　用	不能用	可　用	不能用
柴　油	好	不　用	不　用	不　用
苯类产品	不　用	不能用	好	可　用
燃料油	好	不　用	不　用	不能用
润滑油	不能用	好	可　用	不能用
蜡　油	好	不　用	不　用	不能用
沥　青	好	不　用	不　用	不能用
液化石油气、橡胶原料、丙烯	不　用	不能用	好	可　用
可燃气体	好	不能用	可　用	可　用
轻污油	不　用	不能用	不　用	好
酸　碱	不　用	好	不　用	不能用

a．闪点低于60℃的油品管线不准用压缩风扫线，以防油气与空气混合，形成爆炸混合物引起着火、爆炸。

b．两端固定，中间又无热补偿的管线不准用蒸汽吹扫，以免管线热胀冷缩，受力变化大损坏管线或设备。

c．有沥青防腐层的地下管线，不准用蒸汽吹扫，以免沥青受热软化，防腐层受到破坏。

d．无论任何介质，都不准直接往合格油罐扫线，以防产品被污染影响质量。

e．用蒸汽扫线时，不准阀门开得过快或过大，以防水击损坏管路和设备。

⑪油气管线检修需要动火时，管线处理应遵守以下原则：

a．用火部位本身经处理，必须已无任何可燃油品或可燃气体存在；

b．用火部位隔离措施必须可靠，确保用火过程中，绝对不能发生有任何油气串入用火部位；

c．用火场地应无残油或其它易燃物品；

d．带油动火作业应使油品与空气隔绝；

e．不能单纯用阀门作隔离油气手段，必须辅以其它措施；

f．管线处理方法应视工艺条件和环境、地点等具体情况，可采取全线处理或局部处理等不同方法，确定最优处理方案。

4．管线检查与维护

管线的维护应按照中国石化总公司“工业管道维修技术管理制度”的规定，建立管道维修技术档案。根据工艺流程、途经区域，使用单位等原则应对系统管网进行明确分工。岗位操作人员或管网巡线专职检查人员应定时、定线、定点巡回检查。

管线的检查分外部检查、重点检查和全面检查。检查周期应根据管线的技术状况和使用

条件而定。管线投用后，日常所做检查与维护主要内容有以下几点：

①管线及其附件检查应做为岗位操作人员巡回检查一项重要内容。储运系统的管网应配专职巡线员负责定时巡回检查。巡检中发现问题，应及时汇报并做记录。

②管线输油开始时和作业过程中，应沿流程仔细检查各阀门开关是否正确，各法兰、接头、焊缝、低点放空及其它附件是否完好，各处有无渗漏或跑油。

③检查管线保温是否完好，油漆是否脱落，管线支撑有无掉离支座或扭曲变形。

④新更换的阀门或装卸油鹤管、胶管必须试压合格，更换的填料、垫片其材质应符合要求，螺栓要上紧，露出的丝扣应不大于2～3扣。

⑤系统管网的Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类管线，特别是输送液化石油气体的，每年至少进行一次全面检查，包括测厚。液化气装车胶管应每2～3年试压一次。

⑥法兰严禁埋在地下，对废弃不用的又与在用的线相连的管线，应及时拆除或断开，防止发生串油或跑油。

⑦含有油品或油气的管线或容器，在经吹扫或氮气置换后，经化验含氧量符合要求方准动火施工或进入容器作业。

⑧管线、容器、设备检修动火时，与其相连部位应关闭阀门或加盲板，所加盲板材质和厚度应符合要求，检修结束及时拆除。

第三节　机　　泵

一、泵的分类与选择

泵是石油储运系统输送石油及其产品的主要机械设备。泵的作用就是给管路中的油品提供动力（机械能），使它们能够克服管路中各种摩擦阻力与位差，完成油品从这一设备输向另一设备。

泵的种类繁多，根据泵的工作原理一般分为叶片泵和容积泵两大类，见图2-41。

- 泵
  - 叶片泵
    - 离心泵（单级、多级）
      - 涡壳泵
      - 涡轮泵
    - 旋涡泵
      - 混流泵
      - 轴流泵
  - 容积泵
    - 往复泵（电动、蒸汽）
      - 活塞泵
      - 柱塞泵
      - 隔膜泵
    - 旋转泵
      - 齿轮泵
      - 螺杆泵
      - 真空泵
  - 其它泵
    - 射流泵
    - 泡沫泵

图 2-41　泵的分类

石油系统用的最多的是离心泵，对于油品工艺和性能特殊的也有用齿轮泵、往复泵或螺杆泵的。

机泵的选用一般应考虑以下几点：

①装卸油泵一般不连续运转，主要要求排量大，扬程不是太高，这样可以缩短装卸作业时间，提高油台和车辆利用率，一般多选离心泵。粘度过大，输送困难的油品多选用往复泵或齿轮泵。

②原油泵是供给炼油厂常压装置原料的关键设备，要求它工作可靠，能长期连续运转，而且压力、流量保持平稳，有利装置长周期、安全、稳定均衡生产，一般多选用离心泵。

③用于输转、调合、倒罐等作业用泵，要求各泵使用灵活，适宜多种工艺需要，泵组之间又可以互为备用，所选机泵流量较大，扬程能满足各种工艺要求，一般也选离心泵。

④其它：添加剂品种多，用量小，粘度较大，多选齿轮泵或往复泵。化学药剂则选耐腐蚀离心泵。

各种类型的机泵都有自己特点，以应用最广的离心泵和往复泵相比：离心泵的优点是结构紧凑，体积小，价格便宜，转速高，运转连续，和电机连接简便，运转平稳，流量、压力量程范围广，并能输送高温热油或含有机械杂质的液体。它的缺点是效率低，而且没有自吸能力。当泵位高于油罐时，需要在泵吸入口灌满液体才能开泵。不适宜输送粘度大的油品；往复泵的优点是自吸能力强，对粘度大、温度高甚至带有气体的液体都可输送。它的缺点是主体笨重，转速低，流量不均匀，与电机相连要有减速装置，操作较离心泵麻烦，不宜用于输送透明轻质石油产品。

各种类型机泵性能特点的比较见表2-24。

表 2-24　各种类型机泵性能、特点对照表

性　能	离　心　泵	往　复　泵	齿　轮　泵	螺　杆　泵
转速	转速高，通常为1500～3000r/min或更高	往复次数低，通常在140次/分以下	一般在1500r/min以下	一般在1500r/mim以下，小型泵可达3000r/min
流量	流量均匀；且流量随扬程变化而变化；流量范围大，通常在10～350m³/h	流量不均匀，流量只和泵的往复次数有关，而与工作压力无关；流量范围较小，通常为10～50m³/h	流量均匀，但比离心泵差些；流量只与转速有关，而与工作压力无关；流量较小，通常在30m³/h以下	流量均匀；流量只与转速有关，而与压力无关；流量范围较大，通常0.52～300m³/h
扬程	扬程与流量有关，在一定流量下，只能供给一定扬程；单级泵扬程一般多在10～80m之间，多级泵扬程可达300m以上	扬程由输送高度和管路阻力决定，只要泵和管路强度足够大，且电机功率也大，扬程也可相应增高；使用工作压力一般在980kPa(10kg/cm²)以下	扬程由输送高度和管路阻力决定，只要泵和管路强度足够大，且电机功率也大，扬程也可相应提高；使用工作压力一般在392kPa(4kg/cm²)以下	扬程特点同往复泵一样，使用工作压力在39.2MPa(400kg/cm²)以下
功率	功率范围大，一般在50kW以内	功率小，一般在20kW以内	功率小，一般只在10kW以内	功率范围大，一般多在500kW以内
效率	效率较高，一般在0.5～0.9；在额定流量下最高，随流量变化，效率也相应变化	效率高，一般可达0.72～0.93之间；在不同工作压力下，效率仍保持较大值	效率一般为0.6～0.9；工作压力高时，效率会降低	效率一般为0.8～0.9
允许吸入真空高度	一般为4.5～7m，最大可达8m	一般可达8m	一般在6.5m以下	一般在4.5～6m

续表

性能	离心泵	往复泵	齿轮泵	螺杆泵
特点	结构简单，体积小，价格便宜；故障少，使用与维护方便，工作可靠；流量均匀并可调节，且流量和扬程可选范围大；短时关闭出口阀或管路堵塞，机泵仍可运转，操作时：开泵先关排出阀，停泵时，未装单向阀时需先关排出阀	能自吸，允许吸入真空度大；能输送粘度大的油品，效率变化不大；开泵时必须先开出口阀，不允许管路堵塞。停泵后才能关闭出口阀；流量可以调节；泵压较高；吸入少量空气，泵仍可工作	能自吸，流量较均匀；结构较简单，体积小，故障少，使用维护方便，工作可靠；适宜输送粘度大的油品；输送泵压较高，流量可调节；开泵前需先开出口阀，不允许管路堵塞，停泵后再关出口阀；泵吸入少量空气仍可工作	能自吸，工作平稳，流量均匀，结构简单；体积小，故障少；使用维护方便，工作可靠；适宜输送粘度大油品； 操作方法同齿轮泵，流量和扬程范围很大，特别适合高扬程，大流量下工作，效率也高
缺点	不能自吸，开泵前需灌泵；不能输送粘度大油品；遇吸入少量空气泵也不能启动，甚至泵中断工作	结构复杂，体积庞大，价格较贵；振动大，设备运转有噪音；往复次数低，流量不均匀；故障多，使用与维护不便，不宜输送轻质油品；流量和扬程范围较小	泵内零件加工精度高，价格较贵；设备运转有噪音；流量和扬程范围较小	泵内零件加工精度高，价格贵；对输送介质要求严，不能有固体颗粒；不宜输送轻质油品
适用范围	原油、汽油、煤油、柴油、轻污油、油浆、清水等	燃料油，润滑油、柴油、液体沥青等	渣油，润滑油，燃料油	燃料油、渣油、润滑油

二、炼油厂油品泵房

炼油厂的泵房类型是根据油品性质、输送方式、建造方式和承担的任务来确定的。用于装置生产各种机泵除大型关键机组外，多为现场集中露天布置，而储运系统的机泵大多建于室内泵房。按其建造方式可分地上式、地下式和半地下式泵房。按油品性质可分原油泵房、轻油泵房、重油泵房、润滑油泵房、液化气泵房等。按照泵房承担任务又可分为原料泵房、装车泵房、卸车泵房、中间输转或调合泵房、污油泵房等。

对油品罐区泵房来说，绝大多数承担着收油、中转、调合、装车等综合性任务。尽管油品泵房名称各不相同，但其基本功能都是输送油品。

1．原油泵房

原油泵房是供给炼油厂生产装置的龙头——常压蒸馏装置原料的重要场所。各厂原油来源不同，接卸方式不同，原油性质也有很大不同。在原油加工普遍不足情况下，各厂广开渠道，多路采购原油，已成为不少炼油厂开放搞活的发展方向。目前大多数炼油厂靠管线输送或铁路运输，对于沿江、沿海炼油厂则以水路运输为主，铁路接卸或管输为辅，个别靠近油田的还可靠汽车运输。因此，各厂原油泵房和原油罐区都有一个分储、分输问题，而机泵数量和型号要根据原油品种、性质及供给装置多少而定。其工艺流程应能满足以下要求。

①泵的入口应保证有足够的压头，防止机泵抽空，影响装置平稳操作。因此，有些原油泵房建于地下。

②要有备用泵，供应急时使用，而且应有同品种两台泵并联流程，以便生产需要时可同时运转，以利提高装置加工能力。

③输送（或接卸）性质不同的两种或多种原油，多台泵可同时工作，也可有的运行，有的停下检修，并有防止窜油互不影响的措施。

④在不影响正常供油情况下，还有可供倒罐、装车、卸车等作业同时进行的流程。

⑤原油接卸和输送作业在同一泵房时，机泵应隔开房间分别布置，作业互不干扰。

2．中间泵房

中间泵房是靠近各生产装置并直接为生产装置服务的泵房。它负责提供生产装置所需原料；接收其生产的成品、半成品以至不合格产品；将组分油输往成品罐区进行调合或供给二次加工装置再加工；检修期间为装置开停工扫线、退油、供油提供服务。这类泵房油品品种多，作业性质复杂，因此机泵规格、型号多，差别大，工艺流程有一定灵活性，因而比较复杂。

3．重油泵房

重油泵房是输送闪点高、挥发性小、粘度大的油品泵房。这类泵房输送的油品是渣油、蜡油、催化油浆、燃料油等。它为二次加工装置提供原料（如为沥青装置输送减底渣油，为催化装置输送减二线原料或渣油）；也可调合燃料油供产品出厂或输往附近电厂、化工厂做燃料油。这类泵房，机泵类型也往往不一，既有离心泵也有往复泵（电动或汽动）或螺杆泵。工艺流程大多具有输送、倒罐、调合、装车等作业要求，还应有防止冻凝采取的活线循环和扫线等措施。

4．装车泵房

装车泵房是专门为油品外销提供动力的泵房，一般都紧邻成品罐区。泵房出口直通铁路装油栈台、油船装油码头或汽车装油台。如果罐区地势高（或油罐满罐），装油场所地势低，也可不启动油泵，利用位差自压装油。这类泵房要求机泵扬程不高，但排量要大，以利装车、装船快，不压车保点出厂。在工艺流程上应考虑两种以上品种同时装车，互不干扰。除特殊油品需专线外，性质相同油品应使机泵互为备用。在车、船装满或发生事故而紧急关阀情况下，机泵应有防止超压自动停机、循环和报警设施，以防憋压损坏机泵。

除去上述一些泵房外，炼油厂油品储运系统还有卸车泵房、润滑油泵房、调合油泵房、液化气泵房等。这些泵房输送介质不同，作业特性也不相同，但其作用不外乎是接卸、输转、倒罐、调合、装车、外供等。设备规格、型号既有相似之处，流程既有专线专用，也有灵活共用。要求设备和工艺既要考虑满足生产要求，还要有保证产品质量和安全生产的措施。

5．油品泵房管理

油品泵房是油品罐区的心脏，是油品储运各种作业的动力源泉。做好油品泵房的安全管理、设备管理、操作管理，为生产需要，为产品出厂服务好是非常重要的，搞好油品泵房管理主要应做好以下一些工作：

①泵房应根据其油品性质、作业要求来布置工艺流程，并选择和设置符合安全规定的机泵、仪表。

②泵房属易燃、易爆场所。泵房内应有良好通风设施，配齐必要的消防器材和防毒用具，设置可靠的静电接地装置。泵房内空气中油气含量不大于300mg/m³，噪声等级不大于90dB。

③泵房内维修工具和润滑用具应配置齐全、摆放整齐，放置地点取用方便。严禁在泵房内堆放杂物或易燃物品。

④泵房照明应防爆，可燃气报警仪灵敏可靠，安全阀定压合理，定期校验。

⑤泵房内管线、阀门、法兰、机泵、仪表等设备应紧固、严密、润滑良好，静密封点泄漏率不超过0.5‰。

⑥泵房内管线、阀门、机泵、仪表等设备，刷漆应符合规定。油品名称、介质流向和编号应标志清楚，书写规范，整齐统一。

⑦泵房内部，窗明地净，管沟见底，无积水、无油垢。外部场地平整，环境清洁，无杂草，无杂物。

⑧泵房应有健全的规章制度，包括岗位责任制、交接班制、设备维护保养制、设备润滑制、安全生产制、定期工作制和设备操作技术规程等。所有制度应格式统一，书写工整，挂在墙上，排列整齐。

⑨泵房应建立完整工作记录，包括交接班记录、设备运转记录、设备维修保养记录等。所有记录应填写及时，内容详实，数据完整，字迹整齐，保管完好。

⑩从事设备操作的人员必须做到：懂设备结构、原理、性能和作用；懂泵房内工艺流程；懂油品的基本性质；懂安全生产常识。会操作、会维护、会排除故障。经考试合格取得设备操作上岗合格证者，方准独立操作。

⑪泵房操作人员上岗必须穿戴规定劳保用具。设备运转中严禁脱岗、串岗、睡岗。

⑫泵房内应挂出生产工艺流程图。设备、管线、阀门和仪表均应编号。启动设备应严格遵守操作规程，按照调度指令和作业要求，实行对号挂牌开闭流程，保证安全、准确、正点、优质完成任务。

三、油品储运系统常用机泵

1．离心泵结构、原理与性能

（1）离心泵概述

①离心泵分类。离心泵应用广泛，种类繁多，通常有4种划分方法：按照泵的转轴位置可分卧式和立式两种。多级泵在10级以上，主轴垂直设置。按照液体吸入方式可分单吸和双吸两种。双吸泵吸入液体是从叶轮两侧进入泵体，这样可消除轴向推力，多用在大排量泵上。按照泵轴上的叶轮数目可分单级和多级两种。多级就是在同一泵轴上，装上几个叶轮，液体在泵内依次通过各个叶轮，相当于多个单级泵串联一起，能产生很高压力。按照输送油品温度高低又可分为冷油泵和热油泵两种。工作温度在20～200℃之间称冷油泵，工作温度在200～450℃之间称热油泵。一般热油泵都需打封油，使用前还需预热，这是和冷油泵的重要区别之一。

②离心泵工作原理。离心泵是通过高速旋转的叶轮所产生的离心力来输送液体的。具体来说，就是机泵运转时，由于叶轮高速旋转，带动液体产生离心力，在叶轮入口造成足够真空度，使泵吸入管内的液体在压力差下连续不断吸入泵内，并经叶轮再以较大压力排出泵体，进入管路。由于叶轮连续均匀转动，所以液体也是连续而均匀地被吸入和排出。而泵的离心力大小则取决于液体质量、叶轮半径和旋转速度，离心力越大，液体获得能量也越大，扬程也愈高。

离心泵工作时，泵内不能有气体存在，因气体密度小，旋转时产生离心力小，因此，它不能在叶轮吸入口产生应有的真空度。通常，离心泵工作不正常，吸不上液体大多是泵内漏入空气所致。因此，离位泵启动前必须灌泵，使吸入管充满液体，从泵体排出气体，这是离心泵工作必须具备的条件。

（2）离心泵的一般结构

离心泵种类繁多，结构上有许多差异，但就一般结构来说，主要由叶轮、泵轴、轴承、联轴器、泵体、密封装置、轴向力平衡装置、进出油短管和托架等部分组成。

（3）离心泵的工作性能

离心泵的性能通常用流量、扬程、转数、功率、效率、允许吸上真空高度和比转数表示，这些指标大多显示在泵的铭牌上。

①流量。在单位时间内排出泵体的液体体积量称泵的流量，用符号Q表示，其单位用m^3/h或L/s表示。

铭牌上标明的流量是指泵效率最高时的额定流量，泵在工作时，实际流量只是接近这个额定值。

②扬程。单位重量液体通过泵所获得的能量，折算成液柱高度叫扬程（亦叫压头，由液体进泵前与出泵后的压力差表示），用符号H表示，其单位用kg·m/kg或m表示。泵的扬程数值就是泵能把液体举升的高度。泵铭牌上的扬程数值是用水作试验取得的。

③转速。泵轴每分钟旋转的转数叫转速，用符号n表示，其单位用r/min表示。

泵的转速是根据泵的机械强度和性能来确定的，国产机泵转速只有1450r/min和2950r/min两种。选择泵的电机一定要和机泵的转速一致，否则在两者之间应用减速箱或皮带传动调整。

④功率和效率。电动机运转时输入给泵轴的功率或泵从电机得到的实际功率叫做轴功率。轴功率大部分用来输送液体。在单位时间内泵对液体所做的功（或液体经泵之后实际得到的能）叫有效功率，用符号N_e表示。泵的有效功率可用公式计算，单位是kW。

$$N_e=\frac{Q\cdot H\cdot \rho}{367}$$

式中 N_e——泵的有效功率，kW；

Q——泵的流量，m^3/h；

H——泵的扬程，m；

ρ——液体密度，g/cm^3。

轴功率还有一部分消耗在泵轴与轴承、填料和液体的摩擦等方面，这部分功率叫做无效功率。因此，轴功率是泵的有效功率和无效功率之和。

轴功率可用下式计算：

$$N_{轴}=\frac{Q\cdot H\cdot \rho}{367\cdot \eta}$$

式中 $N_{轴}$——泵轴功率，kW；

Q——泵的流量，m^3/h；

H——泵的扬程，m；

ρ——液体密度，g/cm^3；

η——泵的效率。

当泵用电机直接带动时，要考虑到电机偶然过载时的备用系数。备用系数选择要适当，选择太小，电机易过载，容易损坏；选择太大，电机常在低负荷下运转，效率低，不经济。电机备用系数选择见表2-25。

通常，泵的铭牌上所示功率是指轴功率乘以备用系数即电机功率。如铭牌上标明的是轴功率，则选电机功率时应该加上备用系数，即按$N=K\cdot N_{轴}$计算。

电机功率的法定单位是kW，非法定单位有hp、kgf·m/s，其换算关系为：

1马力(hp)=75kgf·m/s=0.735kW

表 2-25　电机备用系数选择表

电机功率，kW	备用系数	电机功率，kW	备用系数
<1.0	1.3～1.4	5～50	1.1～1.15
1～2	1.2～1.3	>50	1.05～1.08
2～5	1.15～1.2		

1千瓦(kW)≒102kgf·m/s=1.36hp

泵的效率就是泵的有效功率和轴功率之比值，用η表示，即$\eta=\frac{N_{有}}{N_{轴}}$。

泵的有效功率比轴功率小。离心泵的总效率一般在0.5～0.9之间。

⑤允许吸入真空高度　泵的允许吸入真空高度是指泵的中心线与吸入液面间高差距离的最高界限。液体最大吸上真空高度可按下式计算：

$$H_{允}=\frac{P_{大}-P_{蒸}}{\rho}$$

式中　$P_{大}$——大气压强，mH_2O柱；

$P_{蒸}$——液体饱和蒸汽压，mH_2O柱；

ρ——液体密度，g/cm^3。

泵的允许吸入真空高度用符号$H_{允}$表示，单位用m表示。

离心泵工作时，液体就是在压差下被吸入泵内的，如果泵入口某一局部地点绝对压力低于液体的饱和蒸气压，这时液体便气化生成气泡夹于液体中，液体在泵内高速旋转中，气泡又不断凝聚成液滴，在相互撞击中会产生响声和振动，这就是“气蚀”现象。“气蚀”现象不仅会使泵的流量、扬程、效率降低，而且还会损坏泵内机件，影响泵的寿命。

“气蚀”的产生主要是由于吸入管安装高度过大，大气压力低（高原地区）或液体蒸气压过大等原因造成。其中最重要的是取决于泵的安装高度与泵的允许吸上真空度。

在生产实践中，为了使泵运转不发生汽蚀，应将最大吸入真空高度减去0.3～0.5m即为泵的允许吸入真空高度，但在确定泵的安装高度时，还应减去吸入和排出管系的摩阻和管路损失。

⑥比转数　比转数是表征机泵性能的一个参数。比转数低的反映泵的流量小，扬程高。反之，比转数高的，泵的流量大，扬程低。炼油厂油品罐区多选用比转数高的泵。

在泵的铭牌上，所标示的各种运行参数多是以20℃清水作出的试验值，输送油料时，应按油品性能予以换算。

离心泵的特性曲线　离心泵主要性能参数（Q、H、η）之间存在着一定关系，通过实验测定得出一组曲线称离心泵的特性曲线，一般由制造厂在产品样本或说明书上给出，不同类型的泵所给出的特性曲线是不同的。这组特性曲线包括：流量与扬程（Q-H），流量与轴功率（Q-$N_{轴}$），流量与效率（Q-η）。有了这组曲线，就能更好地了解泵的性能，这对合理选择泵，正确操作，指导生产是十分有利的。

离心泵的特性曲线，见图2-42。

（4）高心泵的串联与并联

①离心泵的串联　两台泵串联，其目的是为了增大扬程，前提是两台泵性能必须相同。在两台泵流量相同情况下，扬程叠加。泵的串联特性曲线，见图2-43。

从图中可以看出，两台泵串联工作点为A，每台泵工作点为A_2，此时$H_A=2H_2$，即串联后泵的总扬程等于每台串联泵工作扬程的2倍。若管路系统特性曲线不变，则单台泵工作时的工作点为A_1，因$H_1>H_2$，而$Q_1<Q_2$，所以，$H_A\fallingdotseq 2H_1$，两台泵串联工作后的扬程要低于任一单台泵操作扬程的两倍。

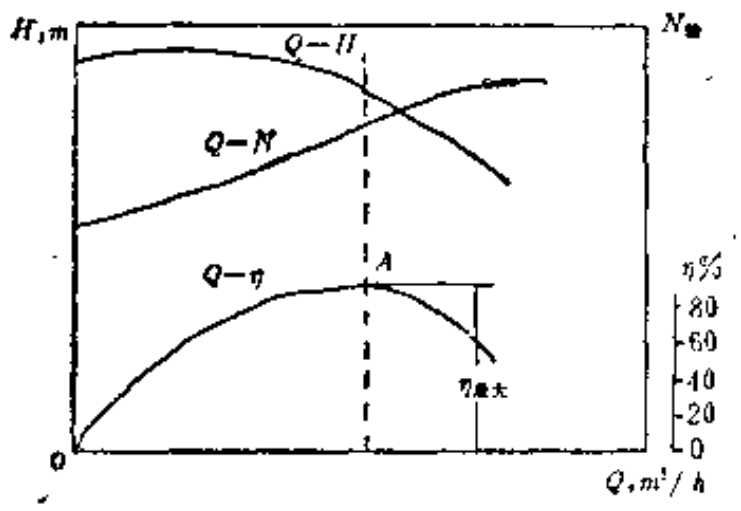


图 2-42　离心泵特性曲线图

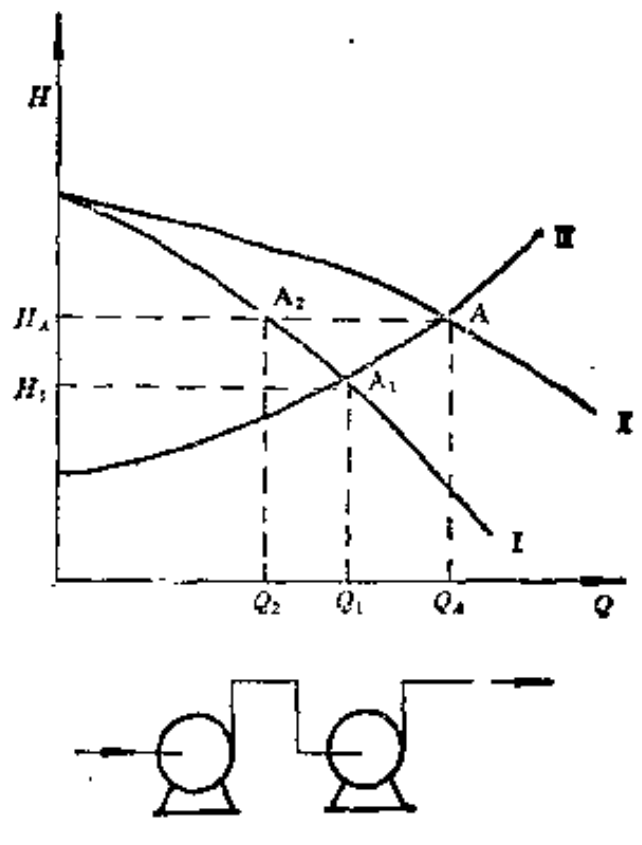


图 2-43　泵的串联特性曲线图

泵的串联在炼油厂很少采用，只有油田长输管线上，过去曾采用过泵到泵的输油工艺，类似于两台泵串联工作，现已为多级泵所代替。确需两台泵串联工作时，应考虑第二台泵的泵体强度和密封性能，并且注意掌握开停操作顺序。

②离心泵并联　两台泵并联，其目的是为了增大流量，前提也是两台泵性能必须相同。在两台泵扬程相同情况下，流量叠加。其泵的并联特性曲线见图2-44。

从图中可以看出，两台泵并联的工作点为A，每台泵工作点为A_2，此时$Q_A=2Q_2$，即并联后泵的总流量等于每台并联泵工作流量的2倍。若管路系统特性曲线不变，则单台泵工作时的工作点为A_1，此时因$Q_1>Q_2$，而$H_1<H_A$，所以$Q_A\fallingdotseq 2Q_1$，两台泵并联工作时总流量要低于任一单台泵操作时的流量的两倍。

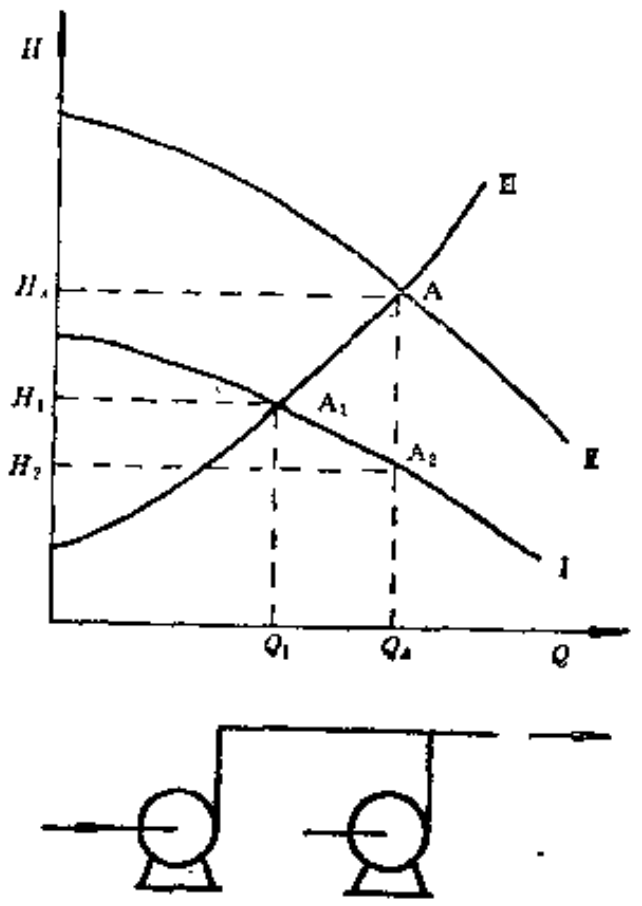


图 2-44　泵的并联特性曲线

在炼油厂，为了提高铁路罐车装车速度，罐区同时开两台泵是常有的。操作时要注意和油台加强联系，在剩最后几台车装油时，要适时先停一台泵，防止最后车少泵排量大，看车不注意造成冒车或车满紧急关阀憋泵。

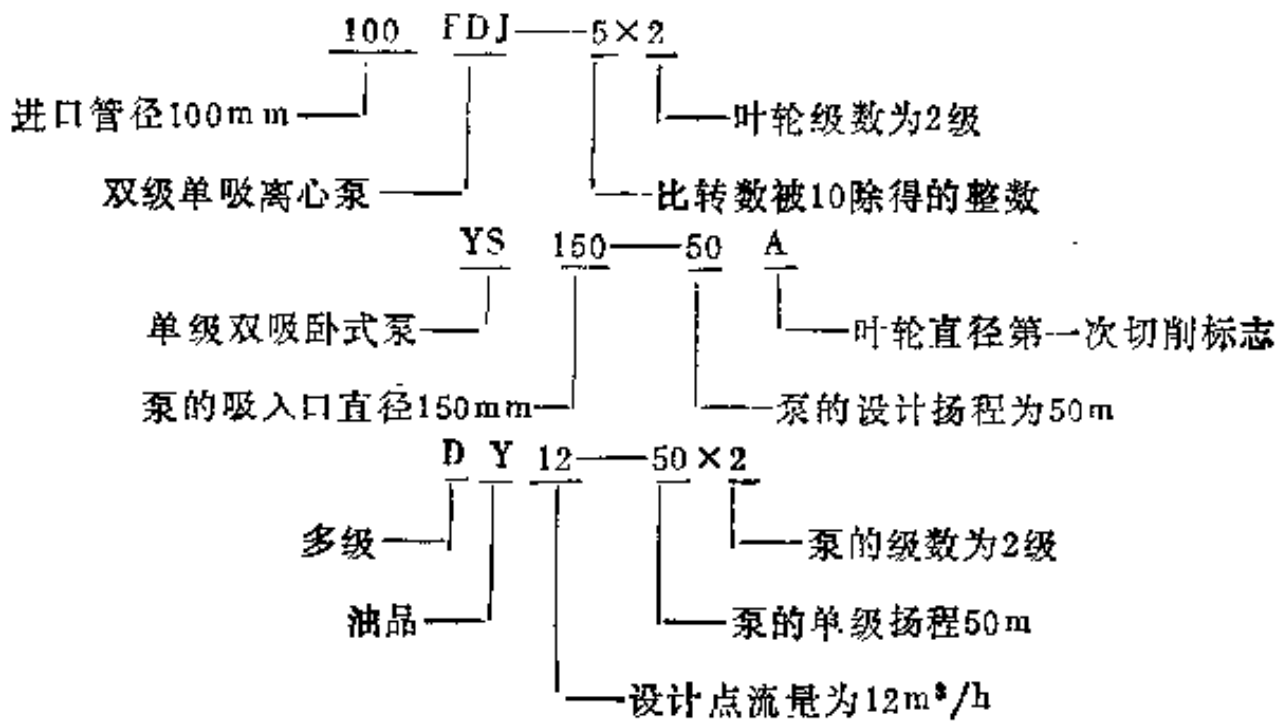
（5）常用离心泵介绍

炼油厂使用的机泵品种多，型号较广，特别是近10年来，随着机械工业发展，一些使用较久的老品种、老型号正在被已定型生产的新型号、新品种所代替。但储运系统使用的机泵目前变化不是很大。

常用的高心式汽油泵型号有DJ型、SJ型、FDJ型、DY型、YS型和Y型泵，另外还有GY型管道泵。这类泵输送介质温度一般都在40～80℃范围，粘度不超过5～6°E（运动粘度45mm²/s），适宜输送汽油、煤油、柴油、轻污油和蜡油等以及不含固体颗粒的其它石油产

品。泵的类型不同，其表示方法也不同。

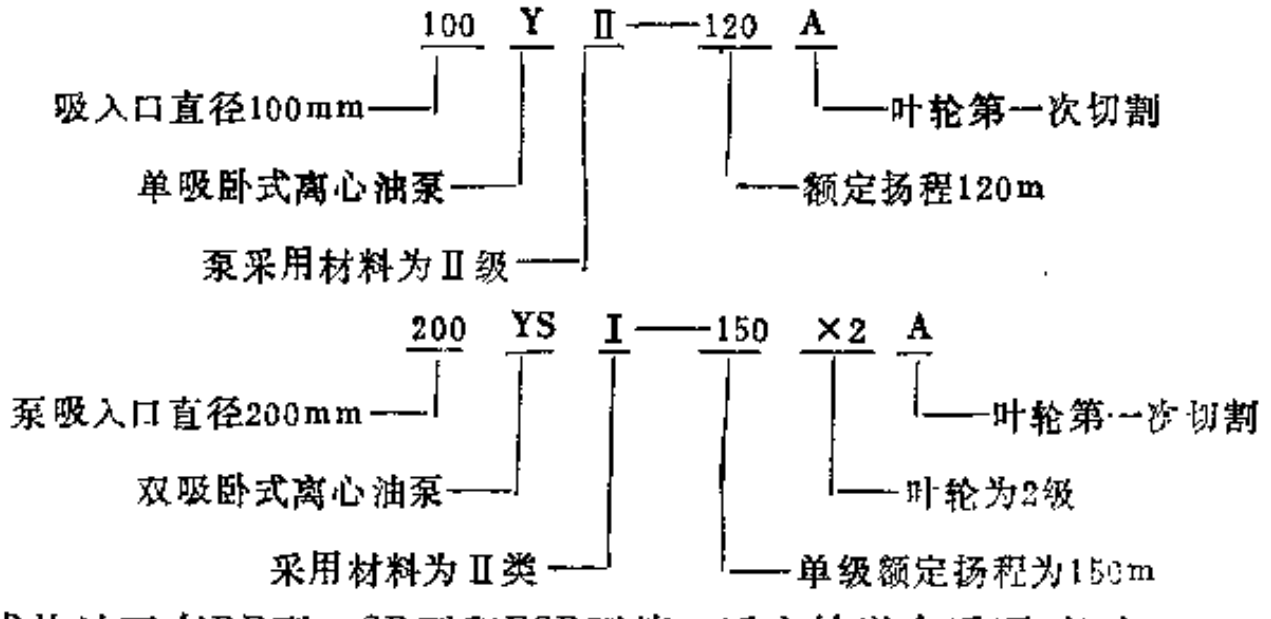
例如：



在离心泵类型中，Y型卧式离心泵应用最广，这种泵是DR、DJ、SR、ST、FDR、FDJ型泵经过改制的新产品，适宜输送不含颗粒的原油及其各种油品，运转参数为：温度为－45～400℃，额定流量0.25～500m³/h，额定扬程60～603m。该泵特点是进口均为单吸、体积大、重量轻、效率高、结构简单、耗用金属也少。

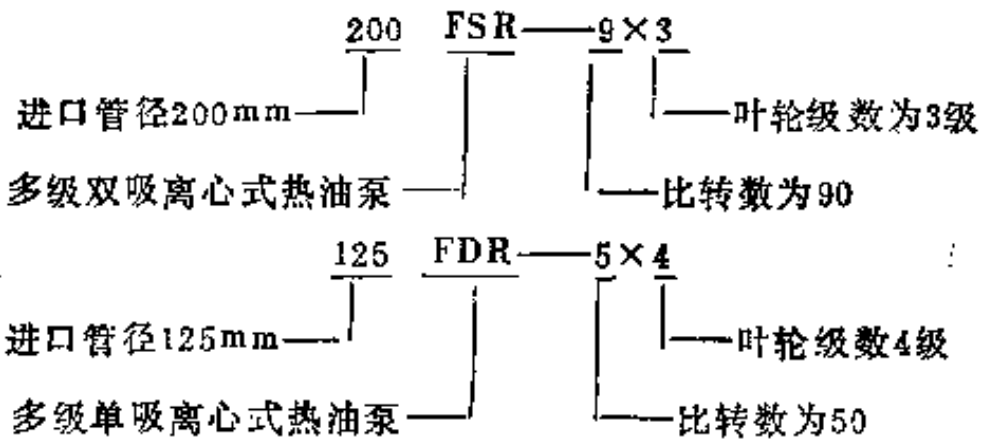
Y型泵进出口都垂直向上，轴承为稀油润滑，油封可采用填料密封或机械密封，油泵用弹性联轴器联接电机，从联轴器一端看，泵为逆时针方向旋转，其型号编排由5部分组成。

例如：



常用离心式热油泵有DR型、SR型和FSR型等。适宜输送介质温度在200～450℃的重质油品，除炼油生产装置使用较广外，在原油泵房，FSR型是输送原油供给常压装置的主力机泵之一。这类油泵型号编排由4部分组成。

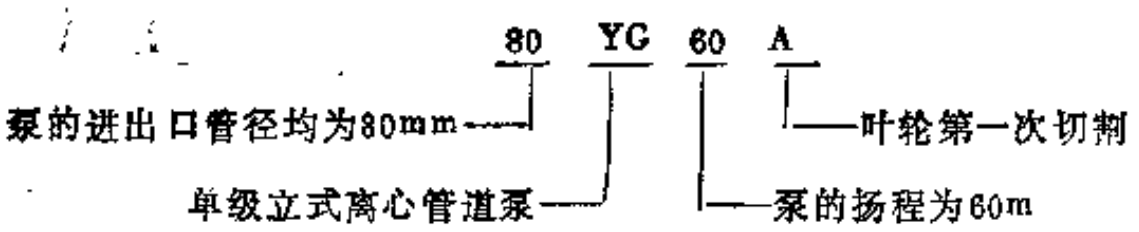
例如：



GY（YG）型立式离心管道泵，适宜输送汽油、柴油等各种油类产品，在油品罐区用来输转、装车、卸车、装桶等作业均有广泛应用。该泵像阀门一样，可直接用法兰连接装于输油管线上，具有结构简单，安全可靠，易于维修和安装方便特点。它可露天设置，无需泵房。该泵运转参数为：介质输送温度－45～250℃，流量为6～500m³/h，扬程20～150m，口

径40～250mm。输送不同密度液体可配不同功率电机，设备材质为不锈钢时，可耐腐蚀，泵进口压力$P \geqslant 1.96$MPa。

例如：



另外，B型、SA型、S型、PWA型离心水泵在油品储运系统用于输送轻质油品或污水等也有一定应用。其中S型为我国目前正在开发的新系列，将逐渐取代原来的SA、Sh两个系列产品。

S型为单级双吸离心泵，泵进出口均装在泵轴线下方，与轴线垂直呈水平方向。该泵运转参数为：口径150～600mm，扬程12～125m，流量144～2020m³/h。适宜输送清水或类似于清水的石油液体。

LBYT型液态烃泵是专门用来输送液化石油气、丙烷、丁烷或凝缩油等易于挥发的石油液体专用机泵。液化石油气等液体密度较低，多在0.55左右（其气体密度在1.55左右），输送温度很低，通常在－45℃左右，而且吸入压力高、常在1.82～3.0MPa左右。因此，要求泵体必须有足够强度，通常采用不锈钢制造，而且要保证低温防脆性能，机械密封严密可靠，并有防漏设施。口环和衬套等材料要求耐磨性好。这种泵流量为0.25m³/min，扬程120m。在操作上和普通泵相比有些特殊要求。

YS型油泵规格性能见表2-26。

表 2-26 YS型油泵规格、性能表

泵型号	流量 Q m³/h	扬程 H m	转数 n r/min	功率，kW		允许吸入真空度 H_s，m	叶轮直径 m	效率 η %
				轴功率 N	电机功率			
YS 150-50 YS 150-50-1	144～216	56～47	2950	28～35	40	6.5～5.5	225	80～84～81
YS 150-50A YS 150-50A-1	108～180	46～28	2950	18.6～24.5	30	7～6	185	76.5～81～79.5
YS 150-50B YS 150-50B-1	108～180	38～28	2950	16～20	22	7～6	170	72.5～70～74
YS 150-97 YS 150-97-1	150～180	102～97	2950	54～59.5	75	6.8～6.4	270	78～80
YS 150-97A YS 150-97A-1	126～180	91～83	2950	43.5～51.5	75	7～6.1	255	72～79
YS 150-97B YS 150-97B-1			2950					
YS 200-63 YS 200-63-1	216～351	69～52	2950	65～67	75	7～5	235	76～81～76
YS 200-63A YS 200-63A-1	198～324	54～41	2950	43～51	75	7.2～5.3	217	73～79～72
YS 200-63B YS 200-63B-1	180～280	48～38	2950	33～40	45或55	7.3～9.0	200	72～78～75

Y型油泵规格性能见表2-27。

SA型水泵规格性能见表2-28。

表 2-27　Y型油泵规格、性能表

泵型号	流量 Q m³/h	扬程 H m	转速 n r/min	功率，kW		效率 η %	叶轮直径 D mm	泵重 kg
				轴功率 N	电机功率			
60Y-60系列	9.9～12.5	38～60	2950	3.0～5.7	10	34～36	184～218	145
65Y-60系列	19.8～25	38～60	2950	4.27～8.2	15～30	48～50	184～230	155
65Y-100系列	21～25	70～100	2950	10.5～17	30	38～40	245～290	185
80Y-60系列	39.5～50	38～60	2950	7.1～13.6	17	58～60	186～225	170
80Y-100系列	39.5～50	70～100	2950	15.1～26.2	40	50～52	252～280	230
100Y-60系列	79～100	38～60	2950	12.6～24.2	30	65～70	184～230	154
100Y-120系列	86～100	90～120	2950	34.6～52.8	75	61～62	270～310	270
150Y-75系列	122～220	86～78	2950	46.1～64.8	75	62～72	260	255
150Y-150系列	150～200	90～150	2950	59.5～126	160	64～65	230～360	580
200Y-200系列	245～280	45～75	2950	41.5～76.5	440	73～75	220～265	410
65Y-100×2系列	19.8～25	125～200	2950	19.3～35	55	35～39	230～290	315
80Y-100×2系列	39.5～50	125～200	2950	28.7～54.5	75	47～50	245～290	370
100Y-100×2系列	79～100	150～240	2950	56.5～111	160	57～59	250～310	540
100Y-150×2系列	120～240	326～260	2950	194～292	320	55～65	360	1250
50Y35×4～12	8.1～15.3	127～456	2950	9.45～34.6	17～40	35.6～46	175	
65Y50×5～12	15～30	230～672	2950	26.6～85.6	40～100	43～53	210	535～745
80Y50×5～12	30～54	220～660	2950	40～129.6	75～160	50～60	219	535～745

表 2-28　SA型泵规格性能表

泵型号	流量 Q m³/h	扬程 H m	转数 n r/min	功率，kW		效率 η %	允许吸上真空度 H_s m	叶轮直径 D mm	泵重 kg
				轴功率 N	电机功率				
6SA-6	150～180	104～97	2950	62.5～67.9	75	68～70	3.3～3.0	280	
8SA-7	250～360	54～56	1450	50.4～60.2	75	73～75	5～4	405	
8SA-9	216～330	80～64	2950	62.0～75.7	100	76～80	5.3～3.0	242	
10SA-6	540～720	94～89	1450	177.2～215.5	260	78～81	4.0～1.4	530	

S型水泵规格性能见表2-29。

YG型管道泵规格性能见表2-30。

表 2-29　S型泵规格、性能表

泵型号	流量 Q m³/h	扬程 H m	转数 n r/min	功率，kW		效率，η %	允许吸上真空度 H_s m	叶轮直径 D mm
				轴功率 N	电机功率			
150S-78	160	78		46	65	74	5	245
150S-50	160	50		27.6	40	79	5	206
200S-95	280	95		96.8	125	75	4.5	282
200S-63	280	63		60.2	75	80	4.5	235
200S-42	280	42		37.8	55	85	3.6	204

表 2-30　YG型管道泵规格、性能表

泵型号	流量 Q m³/h	扬程 H m	转数 n r/min	功率，kW 轴功率 N	功率，kW 电机功率	效率 η %	允许吸上真空度 Hs m	叶轮直径D mm
80YG 38	50	38	2950	7.45	13	68	3.0	
80YG 60	30～60	62～57	2950	9.6～14.1	17	51～68	7.4～6.0	216
80YG 100	50	100	2950	22.7	30	60	3.0	204
80YG 150	50	150	2950	40.0	55	50	3.0	
100YG 38	100	38	2950	13.8	22	75	3.5	
100YG60	60～120	66～56	2950	20～28	30	58～72.8	7.4～5.3	226

2．往复泵结构原理与性能

（1）往复泵的分类及特点

往复泵种类没有离心泵那样多，但在炼油厂也有广泛应用。

往复泵的分类，通常可按工作方式（单作用、双作用和三作用）、传动方式（电动、汽动和手动）和活塞形状（活塞和柱塞）3种形式来分。

往复泵适用于输送粘度大、流量小、扬程高的液体。在炼油厂或石油库多用来输送燃料油、润滑油和污油，另外在石油产品卸车、卸车抽真空、重油装车、刷车清罐抽吸残油等方面使用也很普遍。对于缺乏动力电源的油田，也常采用大型蒸汽泵用来输送原油。

往复泵和离心泵相比有以下特点。它能够自吸不需灌泵，适合输送粘油，流量和泵的扬程无关，效率较高。它的缺点是传动机构复杂，故障多，往复速度低，流量、压力不够均匀，体积和重量较大。

炼油厂常用的往复泵有DS型电动往复泵和QB型、QY型、QS型蒸汽往复泵。

往复泵常用符号函义：

D—电动；Q—蒸汽；S—水；Y—油品；R—热油；L—冷油；B—泵

例如：

2 D S——24/10

- 双缸双作用
- 电力驱动
- 输送清水
- 最大流量为24m³/h
- 最大工作压力1.0MPa(10kg/cm²)

1 Q Y——3.8/64

- 单缸双作用
- 蒸汽
- 输送油品
- 最大流量2.8m³/h
- 最大工作压力6.4MPa(64kg/cm²)

2 Q——5/10

- 双缸
- 蒸汽
- 最大流量5m³/h
- 最大工作压力1.0MPa(10kg/cm²)

常用蒸汽往复泵规格、性能见表2-31。

常用电动往复泵规格、性能见表2-32。

表 2-31 常用蒸汽往复泵规格表

泵型号	流量 m^3/h	排出压力 MPa	允许吸上真空度 m	介质温度 ℃	往复次数 min^{-1}	口径 进/出 mm	蒸汽压力 MPa
2QS-3.5/17	1.5～3.5	1.7		105	50～116	32/25	1.3
2QS-4.8/17	3.0～4.8			105～185	38～57	50/38	1.0
2QS-9/17	5～9	1.7	4.0	105	31～56	50/38	1.2
2QS-22/35	11～22	3.5		60	15～30	100/80	0.85
2QS-56/25	28～56	2.5	4.0	60	16～32	125/100	1.0
2QS-63/17	38～63	1.75		105	24～40	152/112	0.9
1QY-2.8/64	1.2～2.8	6.4	4.0	40	15～32	90/50	1.0
1QY-7.5/40	3.0～7.5	4.0			10～25	90/50	1.2
1QYR25-18/40	12～18	4.0		250	20～30	76/50	1.0
2QY-30/30	15～30	3.0		60	13～70	100/80	0.85
2QY-70/34 3	35～70	3.4		80	15～30	150/125	1.6
QB-5系列 11	3～63	0.17	4.0	60～120	24～70	(50～150)/(31～100)	
2Q-5/17	3.2～5.0	1.75	5.0	105	40～62	50/32	
2Q-9/17	5.0～9.0	1.75	5.0	105	35～64	50/40	

表 2-32 常用电动往复泵规格表

泵型号	流量 m^3/h	排出压力 MPa	允许吸上真空度 m	介质温度 ℃	往复次数 min^{-1}	电机功率 kW	泵重 kg
2DS-4/3	4	0.3	5.5	85	65	1.1	160
2DS-10/3	10	0.3	5.0	85	185	5.5	570
2DS-10/6	10	0.6	4.0	60～110	187～84	4～5.5	500～570
2DS-24/10	24	1.0			140	13	700
2DS-50/6	50	0.6	5.5	60	252	13	717
2DY-10/6	10	0.6	4.0	43	84	5.5	570
2DY-24/10	24	1.0			140	13.0	700
2DY-50/6	50	0.6			95	22.0	1510

（2）往复泵的工作原理

往复泵属容积泵类型，它是利用活塞在泵缸内作往复运动而改变泵缸工作容积来吸入和排出液体的。

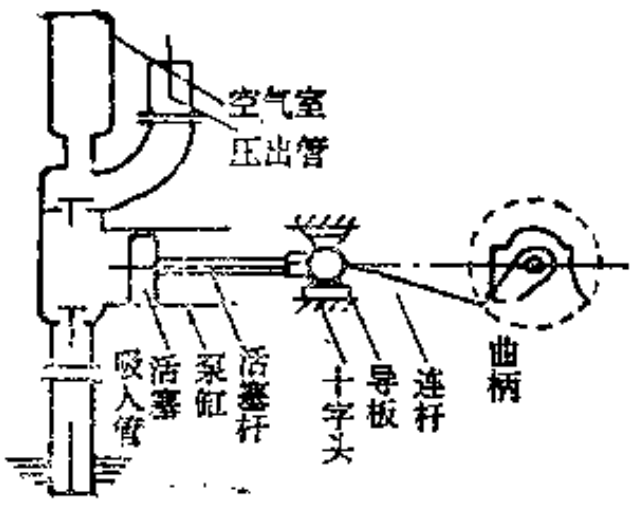


图 2-45 往复泵工作原理图

往复泵工作原理见图2-45。

当活塞杆在曲柄连杆机构带动下，使活塞由泵缸的左端向右移动时，排出阀关闭，吸入阀打开，泵缸工作室容积逐渐增大，压力降低，吸入容器内液体在大气压作用下，沿吸入管进入泵缸内。活塞到达右端死点后，活塞杆又推动活塞由右向左移动，泵室内液体被挤压，压

力升高，吸入阀关闭，排出阀打开，液体沿排出管路进入接收容器，直至活塞移到左端死点，液体全部排净，从而完成一个往复过程。此时，曲柄正好转完一圈。这种活塞每往返一次，泵室吸入和排出各一次，即称做单作用往复泵。还有一种叫双作用往复泵的，其原理和单作用往复泵相同，不同的是它有两个吸入和排出阀，活塞每往返一次，吸入和排出液体各二次，因而增大了单位时间内输送量，提高了设备输送效率。双作用往复泵工作原理见图2-46。

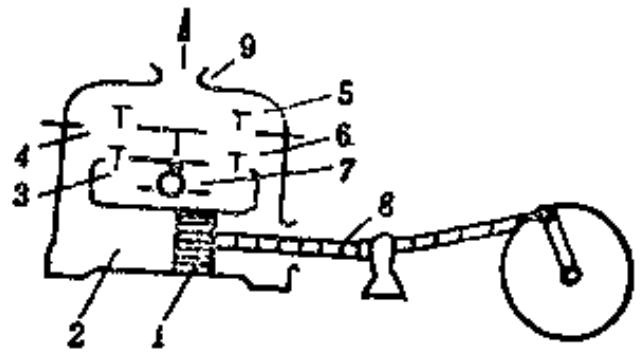


图 2-46　双作用往复泵工作原理图

1—活塞；2—泵缸；3、6—吸入活门；4、5—排出活门；7—吸入口；8—活塞杆；9—排出口

（3）往复泵的工作性能

往复泵的工作性能即运转参数由流量、扬程、允许吸上真空度、效率与功率和转速来表示。

①流量　往复泵的流量是指单位时间内，从泵体排出的液体量，用符号Q表示，单位为m^3/h。流量可用下式计算：

$$Q=60V \cdot n \cdot \eta_V$$

式中　Q——输送温度下泵的体积流量，m^3/h；

V——活塞的排挤容积，m^3；

n——活塞往复次数，r/min；

η_V——容积效率，一般为0.8～0.98。

其中　$V=F \cdot S$，F为活塞面积，m^2。

活塞在泵缸间往复运动时，由于磨损而间隙会增大。因此，泵发生泄漏损失是不可避免的，而且随着间隙增大，粘度越小的介质，排出压力越高，泄漏损失越大。因此泵的实际流量比理论流量要小。容积效率就是实际流量与理论流量的比值，即$\eta_V=\frac{Q_{实}}{Q_{理}}$。对于电动往复泵来说，其排出压力（或扬程）仅取决于泵的强度、密封性能和电动机功率，在输送粘油时，容积效率η_V通常为0.9～0.97。

由于活塞往复运动是由曲柄的圆周运动推动的，所以泵的输出量是不均匀的，因此在泵的输出管路上会造成水击现象。为防止水击发生，一则可通过减小转速（即降低往复次数）来减小流量进行调节，二则是在往复泵出口安装一个空气包（室），来稳定出口管路压力和流量。当流量过大时，空气包内空气被压缩，液面上升，当流量减小时，空气包内气体膨胀，液面下降，液体被排入出口管路，从而降低了泵出口流量的不均匀性。

②扬程　往复泵扬程计算公式同离心泵的计算方法相同。往复泵出口压力取决于液体的输送高度和排出管阻力的大小。如果排除管路堵塞，泵的扬程将无限上升，直到泵、管路、电机受到破坏为止。因此，使用往复泵不准任意提高泵的排出压力，更不准在启动和运转时，关闭泵的出口阀。

③允许吸上真空度　往复泵允许吸上真空度的计算公式同离心泵的计算方法相同。泵的样本或铭牌上所列允许吸上真空度是在一定转速下，大气压力为98kPa（$10mH_2O$），输送温度为20℃清水情况下所取得的数据。如果介质是油品，且输送温度不同，大气压力也不相同，则需进行换算。

④效率与功率　往复泵本身有3种能量损失，即水力损失、容积损失和机械损失。这些

能量损失可分别用各种效率来表示。

a．水利效率$\eta_{水}$：它表示液体在泵内运转时的摩擦损失和局部阻力阻失，即水力损失，一般$\eta_{水}=0.75\sim0.95$。

b．容积效率$\eta_{容}$：由于泵的活塞与缸间不严密而引起的泄漏损失，一般$\eta_{容}=0.90\sim0.97$。

c．机械效率$\eta_{机}$：由于轴承、填料函以及其它摩擦所造成的损失，一般$\eta_{机}=0.85\sim0.95$。

往复泵的效率η约为轴功率的0.65～0.85。

$$\eta=\eta_{水}\cdot\eta_{容}\cdot\eta_{机}$$

往复泵轴功率计算和离心泵轴功率计算相同，即：

$$N_{轴}=\frac{Q\cdot H\cdot\rho}{367\cdot\eta}$$

往复泵选配电机时，除了要考虑传动效率外，还应考虑到安全操作。因此，还要加入一个安全系数，计算方法为：

$$N_{电}=\frac{N_{轴}}{\eta_{传}}(1+n)$$

式中 $N_{电}$——电动机功率，kW；

$N_{轴}$——轴功率，kW；

$\eta_{传}$——传动效率。

用三角皮带传动，$\eta_{传}=0.90\sim0.94$；用减速箱传动，$\eta_{传}=0.95\sim0.98$。

n——安全系数，它与泵的功率有关，可查表2-33。

表 2-33 安全系数(n)表

泵的功率，kW (hp)	安全系数	泵的功率，kW (hp)	安全系数
<0.735 (1)	1	3.68～36.8(5～50)	0.15
<0.735～1.47(1～2)	0.5	>36.8(50)	0.10
1.41～3.68(2～5)	0.2		

⑤转速 往复泵的活塞是随曲轴的转动而往复移动，曲轴旋转一周，活塞往复一次，以r/min（次/分）表示。泵的转速一般都低于电机转速，所以泵都是通过齿轮减速箱和电机相连。因此，对电动往复泵来说，它的转速是不可调的。但是，蒸汽往复泵的转速可以通过调整蒸汽阀门的开启来调节，蒸汽阀门开得大点，往复次数就增加，流量也增大。适当关小蒸汽阀门，往复次数减少，流量也随之减少，但最快也不能超过铭牌上规定的额定值。

3．真空泵的结构原理与性能

（1）水环式真空泵的结构与原理

水环式真空泵是一种旋转叶轮式的容积泵。炼油厂洗槽站多用它来抽取铁路罐车车底残油。石油库用它给离心泵或轻油卸车管路抽真空引油。水环式真空泵是靠泵壳内偏心安装的旋转叶片间的容积变化来完成吸气和排气的，其工作原理见图2-47。

泵壳内偏心装有一个带12个叶片的叶轮，叶轮用键固定在轴上，轴的两端靠轴承支撑。叶片在轮毂上，叶片间互不联通，而且叶轮前后端面与泵盖、泵壳的间隙不能太大，一般保

持在0.1～0.2mm之间。间隙过大，抽真空能力将大为降低，间隙过小，将加速叶轮和泵壳磨损，泵易发热。

泵壳内灌有一定量液体（水），当叶轮旋转时，泵内液体亦随之转动，在离心力作用下，液体被甩入泵壳内壁，形成旋转液环，由于偏心安装的叶轮上每个相邻叶片与液环之间，存在大小不同空间，从吸入口起，沿叶轮旋转方向空间由小变大，在吸入口造成一定真空度，外界气体被吸入，气体膨胀。在向前转动中，空间又逐渐变小，气体受压缩，直到排气口。由于气体离于外界大气压，而排入大气。叶轮每转一周，相邻两叶片与液环之间的空间都经历了由小到大，由大到小的变化，并完成一次吸气和排气过程。叶轮不断旋转，系统内气体不断被吸入、压缩、排出以致在密闭容器内造成一定真空度。

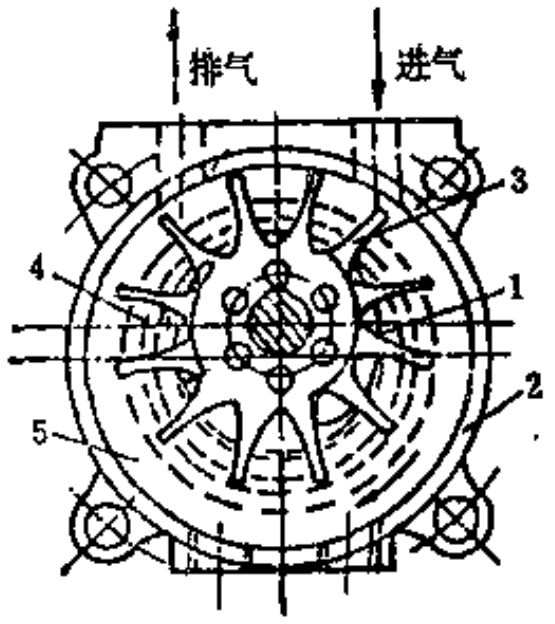


图 2-47　水环式真空泵工作原理图

1—吸入室；2—泵壳；3—叶轮；4—排出室；5—水环

泵在工作时，泵内必须始终保持一定水量流过，以保证水环保持恒定的体积，并带走摩擦所产生的热量。流过泵室内的水量，一般为250～300L/h。水由专线供水，靠水箱补充并循环使用。

（2）水环式真空泵的规格型号

水环式真空泵主要有SZ型和SZB型两种。SZ型用于洗槽站抽车底油，最高真空度可达97%。排气量和真空度有关，真空度越高，排气量越大，抽力也越大，车底存油被抽的就干净。从转动方向看，泵轴为顺时针方向旋转。SZ型水环式真空泵规格性能见表2-34。SZB型用于泵抽真空引油，最高真空度可达85%。从转动方向看，泵轴为反时针方向旋转。SZB型水环式真空泵规格性能见表2-35。

表 2-34　SZ型水环式真空泵规格、性能表

泵型号	抽气量，m^3/min				极限真空度 kPa (mmH_2O)	配带动力 kW	转速 r/min	水耗量 L/min	泵重 kg
	101kPa (760mmH_2O)	61kPa (456mmH_2O)	40.5kPa (304mmH_2O)	20.3kPa (152mmH_2O)					
SZ-1	1.5	0.84	0.4	0.12	16.3 (122)	4	1450	10	140
SZ-2	3.4	1.65	0.95	0.25	13.1 (98)	10	1450	30	150
SZ-3	11.5	6.8	3.6	1.5	8.0 (60)	30	975	70	463
SZ-4	27	17.6	11.0	3.0	7.1 (53)	70	730	100	975

〔例如〕：SZ-3型　　SZB-4型

型号中S-水环式；Z-真空泵；B-悬臂式；3、4-抽气量为3L/s或4L/s。

水环式真空泵系统示意图见图2-48。

水环式真空泵抽真空系统并不复杂，它由水箱、真空罐（卧式）、真空泵、污油回收泵、污油灌和管路阀门等组成。

4．齿轮泵结构原理与性能

表 2-35　SZB型水环式真空泵规格、性能表

泵型号	流量 Q		水银柱高度	转　速	功　率，kW		叶轮直径	保证真空度	真空度为零时保证排气量	泵重
	m^3/h	L/S	mm	r/min	轴功率 N	电机功率	mm	%		kg
SZB-4	19.8	5.5	440	1450	1.1	1.7	180	80	370	38
	14.4	4.0	520		1.2					
	7.2	2.0	600		1.3					
	0	0	650		1.3					
SZB-8	38.2	10.6	440	1450	1.9	1.7	180	80	600	45
	28.8	8.0	520		2.0					
	14.4	4.0	600		2.1					
	0	0	650		2.1					

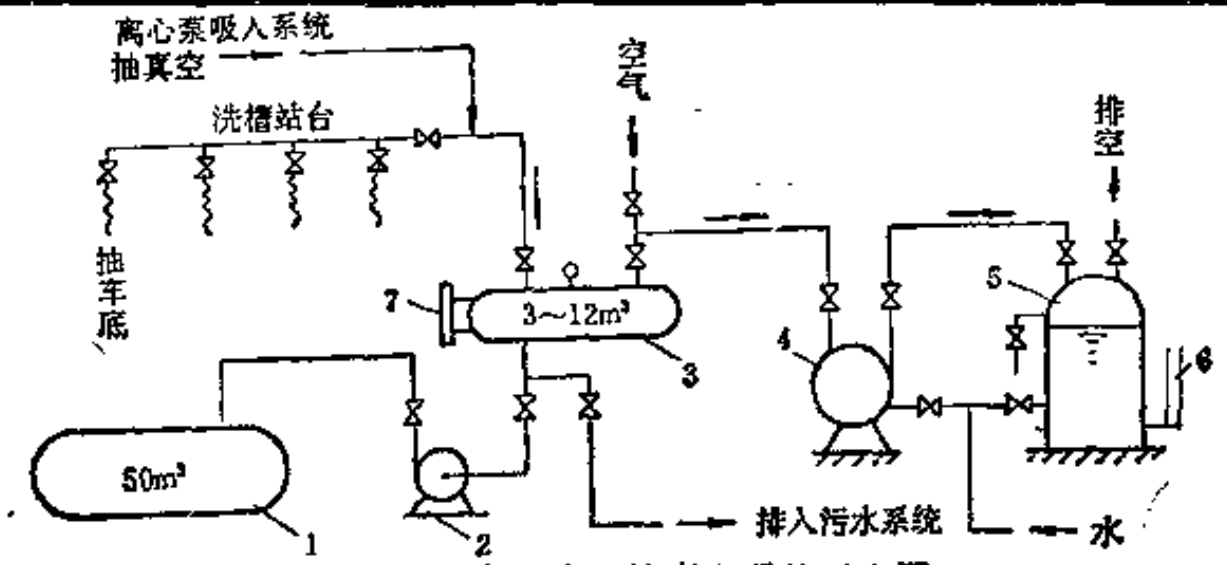


图 2-48　水环式泵抽真空系统示意图

1—污油罐；2—污油泵；3—真空罐；4—真空泵；5—水箱；6、7—液位计

（1）齿轮泵的规格型号

齿轮泵适宜输送无腐蚀，无固体颗粒的各种油类及润滑性液体，其温度一般不超过70℃，有特殊要求的也可达到300℃。常用的齿轮泵有Ch型、CY型和KCB型3种系列。

在齿轮泵中，两根轴呈水平上下设置，主动齿轮在上，从动齿轮在下。两个齿轮都选用45号钢，作为斜齿轮，且模数、齿轮均相同。从传动方向看，泵的主动轴为顺时针方向旋转，从动轴为反时针方向旋转。

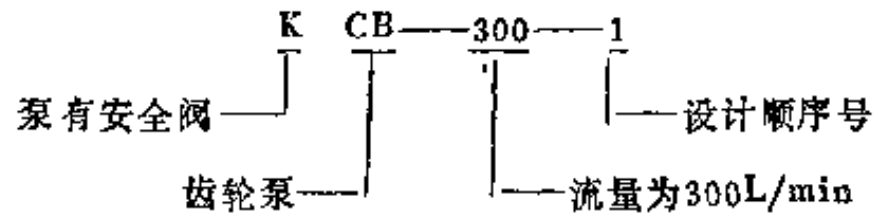
3种系列齿轮泵性能规格，见表2-36。

表 2-36　Ch、2CY、KCB齿轮泵规格、性能表

泵　型　号	流量 Q m^3/h	排出压力P MPa	吸上真空高度 Hs m	功率，kW 轴功率 N	功率，kW 电机功率	效率 η %	转数 n r/min	进出口径 Dg mm	油品粘度 mm^2/s
Ch-4.5	3.3	0.33	3.0	0.8	1.7	38	1450		
Ch-30	18	0.36	6.5	3.2	4.5	66	1000		
2CY-5/3.3-1	5	0.33	3.0		3.0	42	1455	40	162～220
2CY-18/3.6-1	18	0.36	6.5		5.5	53	970	70	740
2CY-29/3.6-1	29	0.36	5.0		7.5		1450	70	162～220
2CY-3/25-1	3.0	2.5	0.5		4.0		1450	25	
2CY-7.5/2.5-1	7.5	2.5	0.5		7.5	73	1450	40	
KCB-7.5	5	3.3	3.0		3.0	55	1430	38	
KCB-283	17	3.3	5.0		4.5		960	70	
KCB-483.3-1	29	3.3	5.0		7.0		1440	70	
KCB-300	17	0.33	5.0		5.5	60	960	70	
KCB-483	29	0.33	5.0		10	56	1430	70	

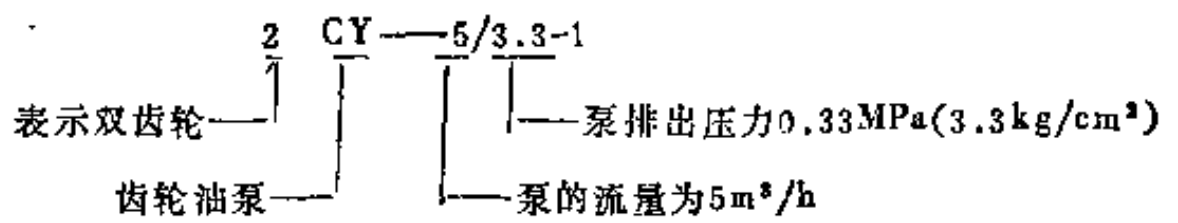
KCB型齿轮油泵结构见图2-49。它适宜输送温度小于60℃，粘度在1400mm²/s以下，无腐蚀性，无固体颗粒的原油、重柴油、润滑油和燃料油等粘性液体。该系列油泵流量为17～29m³/h，扬程0.3～0.4MPa（3～4kg/cm²）。

例如：



CY型齿轮油泵适宜输送油温不高于60℃的润滑油，该系列油泵流量为1.1～38m³/h，扬程为0.28～2.5MPa（2.8～25kg/cm²）。

例如：



（2）齿轮泵工作原理

齿轮泵也是一种容积泵，多用于输送粘度较大的重质油品和润滑油。常用的齿轮泵有直齿轮泵和人字齿轮泵两种。

齿轮泵的工作原理，见图2-50。泵壳内装有互相啮合的主动齿轮和从动齿轮。由于两个齿轮互相啮合，而且齿轮与泵壳，齿轮与泵盖之间的间隙很小（约0.1～0.12mm），啮合的齿轮又将吸入口和排出口隔开。当主动齿轮转动时，从动齿轮随同一起向相反方向旋转，在吸入口处两齿轮逐渐分开，齿槽空了出来，使容积增大，压力降低，造成负压区，油料在压力差作用下被吸入泵内，吸入的油料被齿槽带着沿泵壳旋转到排出口。在排出口由于齿轮逐渐重新啮合，使容积缩小，压力增高，油料被挤出泵外。

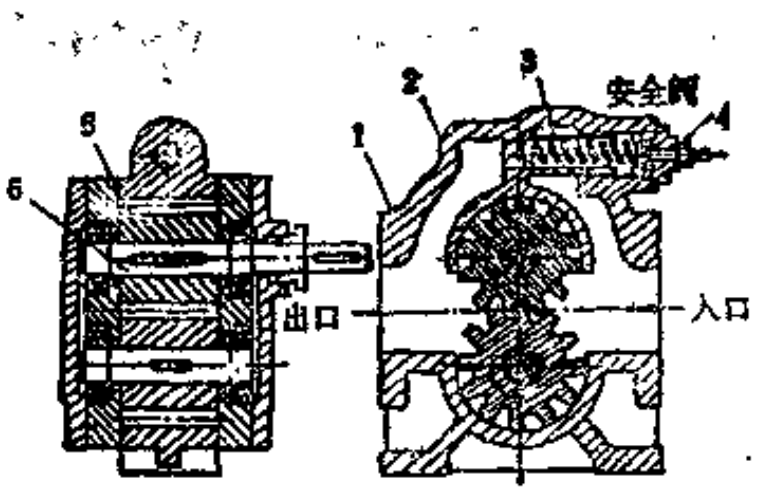


图 2-49　KCB型齿轮泵结构图

1—法兰；2—泵壳；3—弹簧；4—调节螺丝；5—齿轮；6—泵轴

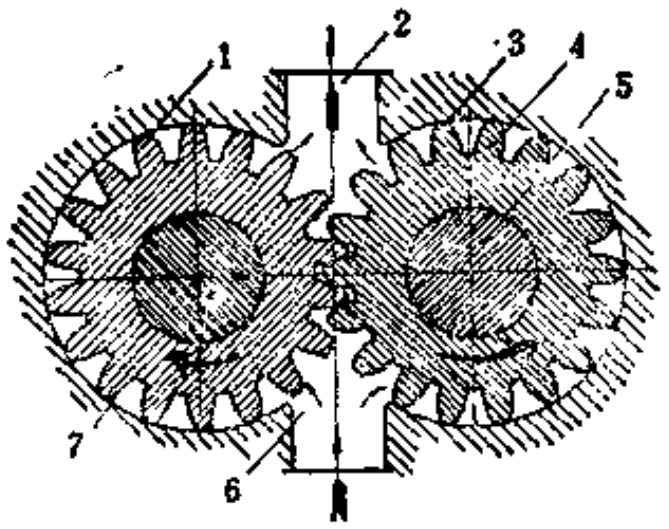


图 2-50　齿轮泵工作原理图

1—主动齿轮；2—排出口；3—泵壳；4—从动齿轮；5—从动轴；6—吸入口；7—主动轴

（3）齿轮泵的工作性能及特点

齿轮泵是靠吸入和排出口的容积变化来吸入和排出液体的，因此齿轮泵扬程大小取决于输送高度和管路的阻力阻失。齿轮泵的理论流量只与泵的转速有关，当转速不变时，其排油量也是不变的，因而它的特性曲线是一条垂直线，即不管外界压力如何变化，它的排量是不变的。但是，由于泵内部各部件间存在一定间隙，因此泄漏损失是不可避免的。泄漏量大小与转速，扬程和泵的构造有关。转速高，扬程大，间隙大，则漏失量也就大。因此，泵的实际流量等于理论流量和漏失量之差。

为保证安全生产，齿轮泵上装有一差动式安全阀，并在进出口管道间连通回油管。当泵内压力超过允许压力时，油料即顶开阀芯，通过回油管返回吸入腔，油料打循环。安全阀压

力根据工艺需要可作调整。

齿轮泵具有工作平稳，结构简单，体积小，重量轻，流量均匀，吸入性能好，可输送粘稠液体。且泵内充满液体后可连续使用不用灌泵。它用电机直接带动。其缺点是零件加工要求高，价格较贵，且不能高速旋转，输送流量和扬程都不是太高。

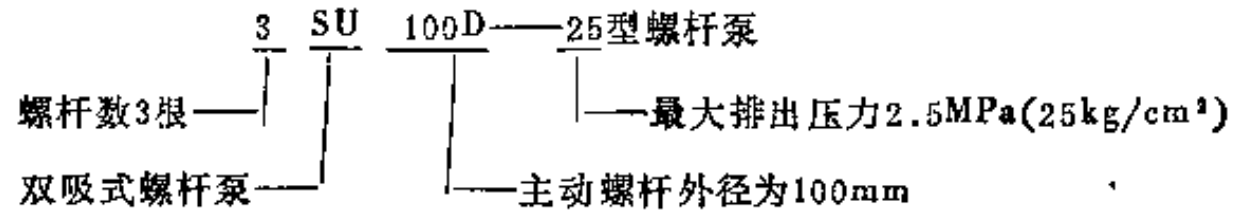
除上述常用的一些机泵外，油品储运系统某些岗位还使用螺杆泵，压缩机等设备。

①螺杆泵，它也是一种容积泵，工作原理类似齿轮泵。它是利用泵体和装在泵内互相啮合的2～3根螺杆构成的一个彼此隔离的空腔，在主动、从动螺杆转动中，油料沿螺旋槽被吸入和挤压，最后被排除泵外。螺杆泵的工作特性和齿轮泵相同。

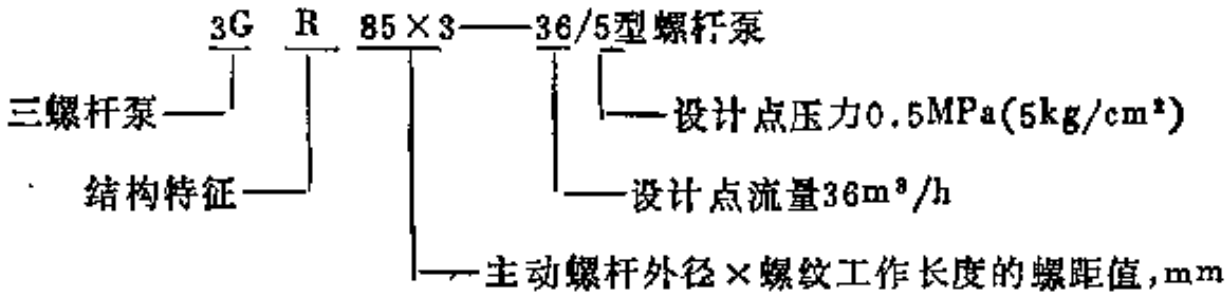
螺杆泵具有运动振动小，噪音低，工作平稳，体积小，自吸能力好，而且具有流量大，扬程高，效率高（效率为70～95%）等特点。其缺点是零件加工要求高，价格贵，对输送介质要求严，适宜输送不含固体颗粒的粘稠液体。

螺杆泵的种类和型号较多。常见的有3U型、3SU型，3LSU型，3G型，3GS型，3GH型等。

例如：



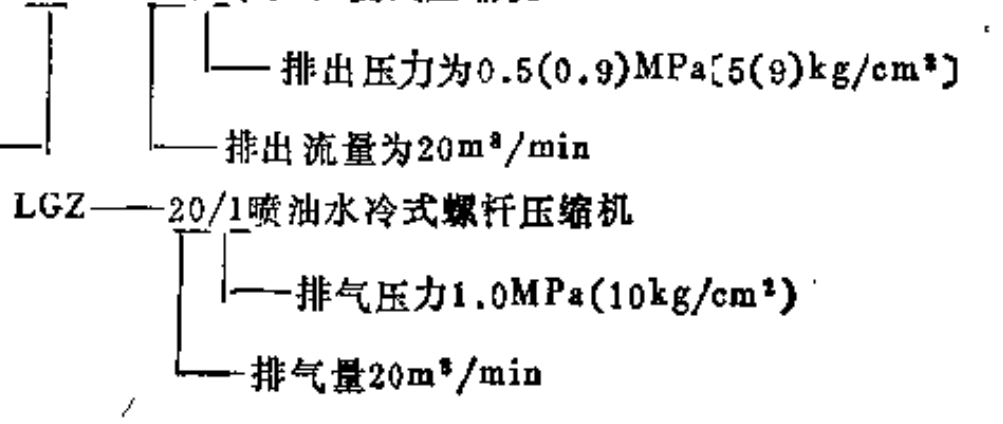
该型泵适宜输送燃料油和润滑油，特别是在油库作业中应用较广。



该型泵用来输送各种不含固体颗粒、无腐蚀性油类，温度不超过80℃，粘度为3～50°E，适用于润滑油、燃料油及原油输送。

②压缩机，是炼油厂瓦斯系统使用的增压设备，多采用往复式压缩机或螺杆压缩机。

例如：



四、机泵设备润滑

设备是生产的物质基础，润滑是设备良好运行的必要条件。润滑搞不好，设备就增加磨损，动力性能就会降低，使用寿命将会缩短，安全运行也就失去保证。因此，加强机泵维护保养，搞好机泵润滑应引起生产和管理人员的高度重视。

1．润滑油的选择原则

润滑的作用主要是：减少摩擦阻力，降低动力消耗，降低机件温度，保持摩擦面清洁，防止金属磨损与腐蚀，延长设备使用寿命，另外，还起到一定密封作用。而要使润滑起到应有作用，正确选用润滑油就显得十分重要。

不同的机械设备（包括型号、性能），运转工作条件不同，运转部位不同，所选取的润滑油也不同。按机械工作条件选择的依据是：设备的负荷、速度、温度、潮湿、磨擦表面精度、润滑部位及润滑方式。一般来说，负荷大的设备，应选用粘度大或油性、极压性好的润滑油，反之负荷小应选用粘度小的润滑油；转速高的设备需选用粘度较小的润滑油或用它制成的润滑脂，反之转速低的应选用粘度大的润滑油及润滑脂；对于工作温度和环境温度高的，应选用粘度较大、闪点较高、油性、氧化安定性好的润滑油或用它和稠化剂制成的滴点较高的润滑脂，反之低温条件下选用粘度较小，凝点低的润滑油及润滑脂。对于循环润滑的地方，一定要选质量高，抗氧化好的油。总之，润滑油的选择多注重粘度、闪点，而润滑脂的选择则是针入度和滴点。

炼油厂储运系统常用的机械设备主要有离心泵（冷油、热油和水等）、往复泵（电动、汽动）、真空泵、齿轮泵、压缩机和风机，除此以外还有内燃机车、蒸汽机车、铲车、电瓶车、龙门吊车、皮带运输机等。所用润滑油最多的品种是机械油、齿轮油、汽缸油、汽油机油、柴油机油、压缩机油以及锂基脂、钠基脂和二硫化钼等。

2．油品储运机泵润滑用油

表2-37炼油厂油品储运系统机泵润滑用油一览表。

表 2-37　机泵润滑用油一览表

设备名称	操作条件	润滑部位	规定用油		代用油品	
			名称	代号	名称	代号
离心泵	转速大于1500r/min	轴承	机械油	N32	机械油	N46
	转速小于1500r/min	轴承	机械油	N46	机械油	N68
	脂润滑油泵	轴承	钠基脂	ZN-2		
	脂润滑水泵	轴承	锂基脂	ZL-2	二硫化钼	MoS_2
			钙基脂	ZG-2/3	二硫化钼	MoS_2
		联轴节	齿轮油	HL-20	锂基脂	ZL-2
蒸汽往复泵	饱和蒸汽	汽缸	饱和汽缸油	HG-29	饱和汽缸油	HG-38
		拉杆	饱和汽缸油	HG-11	饱和汽缸油	HG-24
		其它部位	汽缸油	HG-11	汽缸油	HG-11
比例泵	各种条件	减速机	汽油机油	HQB-10	机械油	N68
		轴承	锂基脂	ZL-2	钙基脂	ZG-2
压缩机	出口风压小于4.0MPa(40kg/cm²)	汽缸	压缩机油	13号	压缩机油	L-DAA-19
	出口风压大于4.0MPa(40kg/cm²)			L-DAA19号	钻机油	20号
	曲轴箱与汽缸为同一润滑或分开润滑	曲轴箱、十字头	压缩机油	13号		
			汽油机油	HQB-10	压缩机油	L-DAA-B
真空泵	水环式	汽缸	机械油	N32		
	往复式	曲轴箱	压缩机油	H_5-13		
减速机	通常情况下	齿轮、轴承	机械油	N46	机械油	N68
		蜗轮、蜗杆、轴承	汽油机油	HQB-10	机械油	N100
电动机	转速大于1500r/min	轴承	机械油	N32	机械油	N46
				N46		N32
	转速小于1500r/min		锂基脂	ZL-2	钙基或锂基脂	ZG-3 ZL-3
铁路与机车		车轴轴承	冬季HZ-23			
			夏季HZ-44			

3. 机泵润滑管理要求

①所用润滑油（脂）应有合格证，且品种、规格对路，不准任意掺合或随意代用。

②设备岗位应配备齐全的润滑用具，包括：油箱或油桶、搪瓷桶、漏斗、油壶、油铲、黄油枪、接油盘（桶）及润滑脂专用桶等。

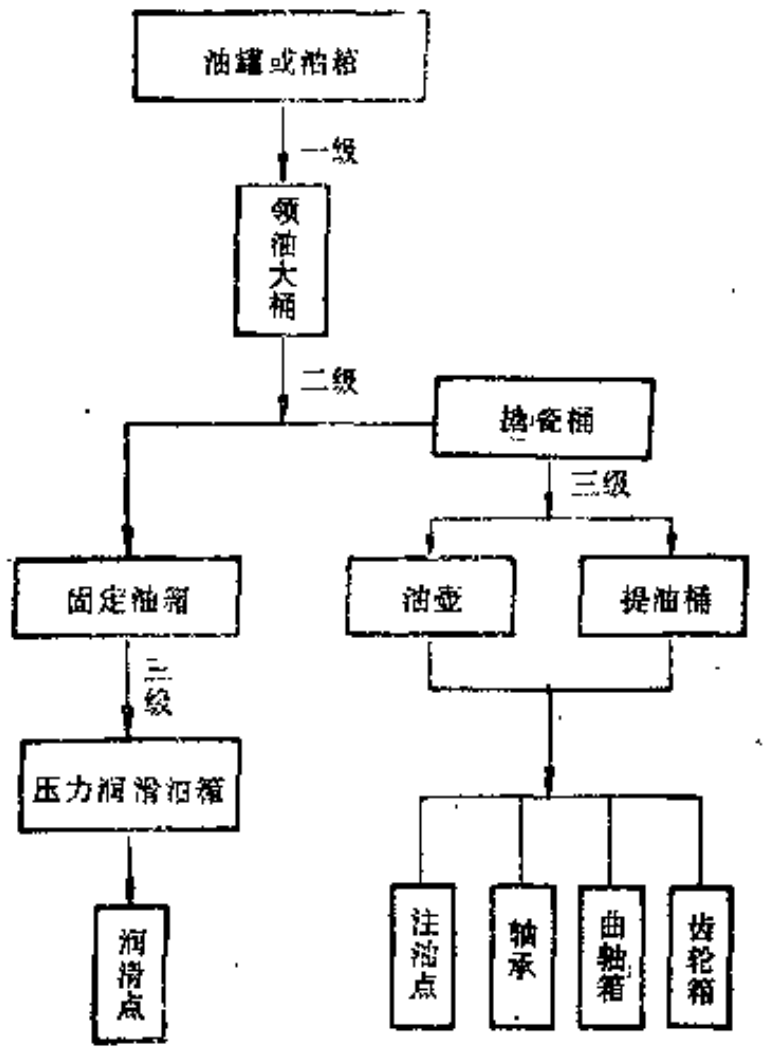


图 2-51 三级过滤图

③各种润滑用具应清洁、摆放整齐，定期清洗，专物专用。领油大桶、搪瓷桶和润滑脂桶上应有明显油品名称和牌号标记，避免领用错乱。设备用油不可久存，超过3个月以上需经化验分析，合格后方可继续使用。

④油品使用前，要经“三级过滤”，严防水或杂质混入油内用到设备上。

“三级过滤”见图2-51。

三级过滤所用滤网应符合下述规定：

a. 汽缸油、齿轮油及粘度相近的油品，应用40～80目滤网。

b. 车用机油、机械油，压缩机油及粘度相近的油品用40～100目滤网。

c. 冷冻机油及粘度相近油品用80～120目滤网。

d. 透平油、液力传动油及粘度相近的油品用100～200目滤网。

⑤设备润滑应坚持执行“五定”要求，即：

定点：即指设备的润滑部位。不同设备有不同数量的润滑点（包括油孔、油杯、油箱、油槽等）。操作工应熟记加油点数和部位，在设备运行中，对这些部位逐一加油。

定质：即不同机型需用不同质量润滑油。因此，加油时必须品种、规格对路，质量合格、禁止乱用。

定量：即对各种不同润滑部位加注不同数量的润滑油，而且各点消耗量也不同。加得太多，不仅会浪费油料，还会造成设备过热。加得太少，润滑不良，将会增加设备磨损。

定期：即对设备润滑用具应定期清洗；存放油品定期化验；对润滑部位定期清洗、换油，以保证油品质量清洁，润滑效果良好。

定时：即对运转设备各部位规定加油时间。设备不同，部位不同，加油时间也不尽相同。不能加油过勤，也不能长期不加，加油时间恰到好处，才能保证润滑良好。

⑥设备润滑加油标准

a. 循环用润滑油箱油面应保持在2/3处；

b. 曲轴箱、减速箱油面应在油标尺上下限之间；

c. 轴承箱液面应在轴承的下部，滚珠中心以上的1/2处；

d. 油杯润滑脂不足时应及时添加。

⑦设备润滑部位定期清洗换油时间

a. 泵大修、中修后应清洗换油；

b. 离心泵运转6个月，压缩机运行3～6个月，减速机运行6～12个月应清洗换油；

c．发现润滑油中进入水或杂质、乳化或颜色变黑必须及时更换，不得继续使用。

⑧润滑用具应每班检查一次，每月清洗一次。

⑨设备加油、清洗检查、换油、领油等工作，均应做记录，以备检查。

五、机泵密封与冷却

1．泵的密封

在泵轴和泵体之间装有密封。泵的密封作用有3点：防止泵内液体漏出泵外；防止泵内负压时，外界空气或冷却水吸入泵内；减少泵内各部间液体窜量。

泵的密封可分为静密封和动密封两种。泵的固定部位如泵盖与泵体、轧兰与填料函处的密封叫静密封。泵的运动部位密封叫动密封，动密封有三处，即：

油封　指活塞杆或旋转轴与填料函之间的密封。

口环密封　指活塞与泵缸或叶轮与泵体等工作件之间的密封。

油封　指轴承与箱体之间密封。

泵的密封形式有3种，即盘根箱密封（即填料密封）、端面密封（即机械密封）和耐油橡胶骨架密封。

（1）填料密封

多用石棉盘根或浸油石墨两种。这种密封制作简单，价格便宜，容易更换，但密封性能差，使用寿命短，容易发生泄漏，一般只使用2～3个月，而且对泵轴磨损大并消耗功率。这种密封适用于低温、低压的油、水介质的机械设备上。

（2）机械密封

机械密封型号很多，多适用于输送高温、高压、腐蚀性的介质。机械密封内装有动环、静环、密封圈（O形或U型）、弹簧、推环和传动件等。它具有密封性能好、泄漏少、使用寿命长（1年以上）、工作条件和使用介质范围广、工作稳定、对轴和轴套磨损小等特点。但结构较复杂，价格贵，装卸要求技术高。

采用机械密封的机泵、在输送有毒、强腐蚀性、含有颗粒的介质时，为防止介质外泄，或密封面被损坏，需要打封油。封油起润滑和冷却作用，由一套辅助设备构成。一般封油压力比密封的介质压力高0.05～0.2MPa，且应清洁，无颗粒，不易蒸发汽化，无腐蚀性。

（3）耐油橡胶骨架密封

这种密封是用丁腈耐油橡胶制成。它具有密封性能好、结构简单，安装技术要求不高、价格便宜等特点。但密封件与轴有摩擦，轴易磨损，并消耗功率较大。它适宜工作温度为－40～100℃的各种介质，使用寿命可达800～2000h。

选用何种密封材料应根据设备说明进行。

2．泵的冷却

当泵输送介质温度大于100℃时，轴承需要冷却，大于150℃时，密封腔也需冷却。

泵的冷却多用新鲜水、循环水作为冷却介质，只有当水的硬度大于2.25×10^{-3}mol/(L·h)4.5mg当量/(L·h)，才能用软化水并循环使用。泵的冷却作用主要有4点，即：

①降低泵轴承温度。

②降低填料函温度，改善机械密封工作条件，延长其使用寿命。

③带走从轴封渗漏出的少量液体，并传导出摩擦热。

④冷却高温热油支座，带走热量，防止泵与电机不同心，发生偏移。

泵的冷却水用量随泵的大小而定，一般为0.3～1.6m³/h左右。冷却水大多就地排放，进入含油污水系统。

六、机泵操作与故障排除

1．离心泵的操作

（1）开泵前检查准备

①检查机泵、阀门及过滤器各部位连接螺丝是否紧固，地脚螺丝有无松动，电机接地线是否连接牢靠。

②检查联轴节螺栓有无松动，用手（或专用工具）盘车3～5圈，检查转动是否灵活。

③检查润滑部位是否有油，有无进水或乳化变质，缺油时应加油到规定位置。

④打开压力表和冷却水阀，打开泵房内与作业有关的流程阀门。

⑤对输送热油的泵应先预热到和输送油温相差40～60℃范围。

⑥对与泵房作业相关的单位（如生产装置、装油栈台、油码头、储运站、装瓶站、其它油品罐区等）做好联系工作，改好流程。

（2）开泵操作

①打开泵进口阀门灌泵引油。不能靠油罐自压灌泵时，可用真空泵引油或人工方法灌泵。灌泵时，先打开泵上放空阀，排净泵内空气直至泵内充满油料为止，然后关闭放空阀。

②按下启动按钮开泵，待泵压升启，压力达到额定（或最大）数值并稳定后，再缓慢打开泵出口阀门，直到调整泵压到规定数值（生产上一般在压力表规定值处画上红线）。开泵时，泵出口阀关闭时，不能连续运转时间太长，一般不超过1～2min。如遇出口阀打开压力迅速下降，说明泵抽空不上量，应及时停泵查找原因。故障排除后，再重新开泵。

（3）运转中检查

①泵运转中应观察泵压和电流波动情况。泵压和电流不得超过规定数值，每1～2h应巡检并做记录一次。

②泵运转中，应采取“听、看、摸、闻”方法定时巡检。即：听听机泵运转声音是否正常；看看机泵密封漏油是否在允许范围内，冷却水量大小是否合适；摸摸或检测各部位温度是否过高；闻闻泵房内有无异常气味存在。规定电机轴承温度不得超过65℃(有的规定70℃)，泵的填料函温度不得超过60℃（或不高于环境温度45℃），遇温度过高应查清原因，原因不明，温度不降，应停泵处理。

③检查机泵填料函漏油情况，规定：轻油不大于20滴/min，重油不大于10滴/min。机械密封泄漏油规定：轻油不超过10滴/min，重油不超过5滴/min。

④调节流量或扬程，应通过泵出口阀门予以控制，不能关小进口阀门。

（4）泵的切换

作业过程需要换泵时，应将备用泵有关准备工作提前做好。先启动备用泵，缓慢打开泵出口阀门，待泵上量后，调整压力达到规定数值时，再逐渐关小原来运转的机泵出口阀，直至关死然后停泵。

换泵操作一定要配合协调，提前和有关单位联系好，特别是给装置送原料，给锅炉送燃料，如果换泵操作不当，极易造成泵抽空，引起压力、流量波动，会危及平稳操作与安全生产。

（5）停泵操作

①停泵时，先关闭泵出口阀，然后再按下停泵按钮，接着关闭泵入口阀。
②关闭冷却水阀和压力表阀，关闭泵房内不再需要常开的阀门，防止串油、跑油发生。
③冬季露天机泵应放净冷却水管存水或水阀小开保持常流水以防冻坏设备。
④重质油料输送后，要及时联系开汽扫线。

2．离心泵故障原因与排除方法

离心泵故障一般不是很多，现将常见的故障现象、原因及排除方法见表2-38。

表 2-38　离心泵故障原因及排除方法

故障现象	可能原因	排除方法
开泵后，压力不上升或没有流量	1.入口管堵，泵阀门未开或过滤器堵死 2.吸入管或泵内引油不满 3.吸入管底阀封不住，灌泵液体跑完 4.填料箱不严，漏入空气 5.叶轮转向不对 6.油罐出口阀未开或进泵前的有关阀门未打开 7.电压低，泵转速不够	1.打开进口阀门，清洗堵塞的管路或过滤器 2.重新灌泵，并排气放空 3.检修或更换底阀 4.重加填料，并适当上紧 5.调换电机接线头 6.检查流程，打开未开阀门 7.调整电压，或提高发动机转速
压力波动，流量不稳，泵抽空	1.过滤器太脏，局部有堵塞 2.罐内液面太低，泵吸入空气 3.进口阀开得过小 4.排出阀开得过快 5.油温过高，蒸汽压过大	1.检查并清洗过滤器 2.换满罐或关小出口阀调节流量并排除泵内空气 3.开大进口阀 4.开泵时，出口阀缓慢打开 5.降低罐内油温
启动后，泵压太高，电流超过额定值	1.出口阀未打开或单向阀发生故障顶不开 2.泵房外有关流程阀门未打开 3.冬季管线冻结，液体流不动 4.油温过低，油黏度大，输送困难 5.机泵轴承损坏，运动部件密摄阻力增大	1.打开出口阀门，检修或更换单向阀 2.打开流程中未开阀门 3.处理冻凝的管线，重新吹扫管线，并打开伴热线 4.提高粘油输送温度 5.检查泵内运转部件，更换损坏的轴承
泵运转中有振动，有杂音（噪声）	1.机泵地脚螺丝松动 2.机和泵不同心，或泵轴弯曲 3.进出口管路固定螺丝松动 4.基础不牢固 5.泵内有空气 6.轴承装配不良 7.平衡管堵塞	1.紧固地脚螺丝 2.机泵重新安装找正，更换或调整泵轴 3.紧固松动的螺栓 4.加固基础，达到稳固要求 5.检查并堵塞漏气不严部位 6.重新安装并调整轴承 7.清洗疏通平衡管
填料箱过热或轴承过热	1.填料箱，填料压得过紧或偏斜 2.轴承安装不良 3.轴承缺油或油变质 4.轴弯曲或机与泵不同心	1.适当放松填料箱，紧固螺栓或重新压填料并纠偏 2.重新安装轴承 3.轴承加油，或更换变质润滑油 4.修理或更换泵轴，机泵重新安装找正
填料箱严重泄漏	1.填料箱螺栓未上紧或压盖偏斜 2.填料或端面密封损坏	1.紧固填料箱螺栓，并调整压盖 2.更换或添加填料，调整端面密封，防止偏斜

3．往复泵的操作

①开泵前应先检查各部位连接与固定螺丝有无松动，电机接地是否良好，填料函是否严密，减速箱是否缺油，蒸汽压大小，并确认泵排出管路上有关流程阀门均已全部打开。

②打开泵的出口阀门，压力表阀门。电动泵启动电机开泵，蒸汽泵应先放净汽缸冷凝水，然后徐徐打开进汽阀门开泵。

③泵运转中，要注意听设备运转声音，观察压力变化情况，检查泵的运转温度是否正常，泵的往复次数是否超标。对设备润滑点要按时加油，保持润滑良好。

④泵不准在空负荷下运转 不准超过额定压力运行，更不准在设备停机前关闭出口阀。

⑤要求排量减小时，可调控进汽阀门开度，适当降低泵的往复冲程数，或打开泵的旁通阀以降低流量，不准用关小进口阀门方法来调整流量。

⑥重油输送完毕，应及时扫线。

4．往复泵故障原因与排除方法

往复泵常见故障现象、原因与排除方法，见表2-39。

表 2-39 往复泵故障原因与排除方法

故障现象	可能原因	排除方法
泵不吸油或流量不足	1.吸入管不严或堵塞 2.填料函漏气或过滤器堵塞 3.旁通阀未关或阀门不严 4.活塞与泵缸间隙过大，不严	1.清理吸入管或阀门内脏物 2.检修或更换填料函部件，清洗过滤器 3.关闭旁通阀，修理或更换不严的阀门 4.更换活塞环及其附件
泵运转中有噪声和振动	1.活塞杆螺帽松动，汽缸衬套松动，螺丝松动 2.弹簧或阀门损坏 3.油中有空气或空气室没空气 4.泵内吸进异物	1.上紧螺帽，紧固松动部件 2.更换损坏零件 3.排净空气，空气室检查调整 4.拆卸泵缸，排除异物
轴承发热	1.润滑油不足，或不清洁 2.润滑油孔堵塞 3.轴承盖松脱 4.轴承过紧	1.加油或更换润滑油 2.疏通润滑油孔 3.上紧螺帽 4.调整并补充垫片
轧兰压板发热	1.压板过紧 2.活塞杆，柱状活塞，与轧兰压板或填料函间隙小	1.调松轧兰 2.增大间隙 1～2mm

5．水环式真空泵操作

（1）开泵前检查与准备

①检查泵的地角螺丝、对轮螺丝有无松动，盘车3～4圈检查转动是否灵活。

②检查润滑油是否充足、干净。

③打开真空泵进出口阀和真空罐上出口抽吸阀，检查真空罐下部排油（污）阀是否关闭。

④打开冷却水阀向气水分离器（水箱）和真空泵灌水，调节到水箱溢水管有水流出，水位保持在液面3/4位置。

（2）启动与维护

①准备工作就绪，开泵运转。先检查气水分离器水位是否正常。水温不可过高，适时补充水。

②泵出口真空度达到设计规定数值后，再打开真空罐上进口抽气阀，即可抽吸离心泵吸入系统的空气或铁路油罐车底残油。

③泵运转中要注意运转声音是否正常，检查泵体和轴承是否过热。规定轴承温度不大于65℃，电机温度不大于70℃。

④检查真空罐内液面，注意不得超过3/4。

（3）停泵

①关闭电机，停泵后关闭真空泵和真空罐上进出口阀门。

②在真空罐内液面达到3/4时，应将罐内污油自压或开泵送入污油回收罐。送油前，先从罐底脱净污水至含油污水系统。

③冬天做好设备防冻保温，长期停用应放净泵和水箱内存水。

④清扫设备卫生，填写设备运行记录。

6．真空泵故障原因与排除方法

真空泵常见故障现象、原因与排除方法见表9-40。

表 2-40　真空泵故障原因与排除方法

故障现象	可能原因	排除方法
泵不抽气	1.泵内无水或水量不够 2.叶轮与泵体，泵盖之间间隙过大	1.向泵内灌水 2.调整间隙或更换叶轮
真空度不够	1.管道密封不严，有漏气之处 2.填料漏气 3.叶轮与泵体，泵盖之间间隙太大 4.水温过高	1.检修管道 2.压紧或更换填料 3.调整间隙 4.增加水量，降低水温
泵在工作中有杂音或振动	1.泵内部件损坏或有固体进入泵内 2.电机轴或轴承磨损 3.泵与电机不同心	1.检查并清除杂物 2.检修或更换轴承 3.机与泵重新找正使其同心
轴功率过大	1.泵内水过多 2.叶轮与泵体或泵盖间隙太小，易发生摩擦	1.调整水位 2.调整间隙
泵发热	1.供水量不足或水温过高 2.填料过紧 3.叶轮与泵体或泵盖间隙过小 4.零部件安装不正确 5.轴弯曲	1.增加水量 2.调整压盖螺丝 3.调整间隙 4.重新安装调配 5.检查与校正

7．齿轮泵的操作

①开泵前应先检查各部螺丝有无松动，电机接地是否良好，核实进出口流程上有关阀门是否打开。

②泵首次使用时，应先打开进口阀门，利用自压引油，用以密封泵的齿轮间隙，使齿轮得到润滑。

③正常开泵应先开出口阀门，压力表阀门。启动电机然后慢慢打开进口阀门。以防止电机启动负荷过大，可在启动前打开旁通回油阀，运转正常后再行关闭。

④泵运转中，应注意泵的运转声音和轴承温度，发现超温或超压应及时停泵查清原因。

⑤泵体上的差压安全阀不能随意调压力。

⑥粘度大不易输送的油品，应先加温达到输送条件，否则粘油不易吸入泵内，会增加泵的齿轮磨损和运转杂音。

⑦停泵时，应先停电机，后关闭进出口阀门和压力表阀门。严禁电机未停，先关出口阀，否则会将泵憋坏或烧坏电机。

8．齿轮泵的故障、原因与排除方法

齿轮泵常见故障现象、原因与排除方法见表2-41。

表 2-41　齿轮油泵常见故障原因与排除方法

故障现象	可能原因	排除方法
泵不吸油	1．吸入管堵塞 2．安全阀卡住 3．泵反转 4．吸入管或填料箱漏气 5．间隙过大	1．清除吸入管异物 2．检修安全阀 3．调换电机接头 4．检修 5．调整间隙
流量不足	1．吸入管或填料箱漏气 2．间隙过大 3．回流阀未关紧 4．泵转速太低	1．检修 2．调整间隙 3．关紧回流阀 4．提高转速
运转中有杂音	1．油中有空气 2．转速太高 3．泵内间隙太小 4．泵与电机不同心	1．排除空气 2．降低转速 3．调整间隙 4．校正轴心线
轴功率过大	1．泵排出管路堵塞或排出阀关闭 2．泵内间隙太小 3．填料筒过紧 4．泵与电机不同心 5．油品粘度过大	1．清理排出管，打开排出阀 2．调整间隙 3．调整 4．校正轴心线 5．油料加温

第四节　阀　　门

阀门是管线的重要附件之一，在石油储运系统中，铺设最长的要属管线，应用数量最多的管线附件要算阀门。阀门种类繁多，应用范围极其广泛。阀门在工艺和设备上的作用主要是：接通或切断管线内介质的流动；调节管线内介质的流量和压力；改变或控制管路中介质流动方向；调节容器内液面高度；排放介质，防止容器、管线超压、保护设备。

一、阀门的分类

阀门分类方法很多，可按应用范围、使用介质、连接方式、阀体材质、操作方法、承压大小以及结构形式和用途来划分。阀门的具体分类见图2-52。

阀门的结构通常由阀体、封闭体、传动件和密封4部分组成。

了解阀门的分类在生产实用上意义很大，因为提出采购计划或去供应领料都必须写明阀门用途与规格型号，否则出现失误会影响生产。

二、阀门型号及表示方法

阀门上多装有标牌，标明阀门型号、公称压力和使用温度。

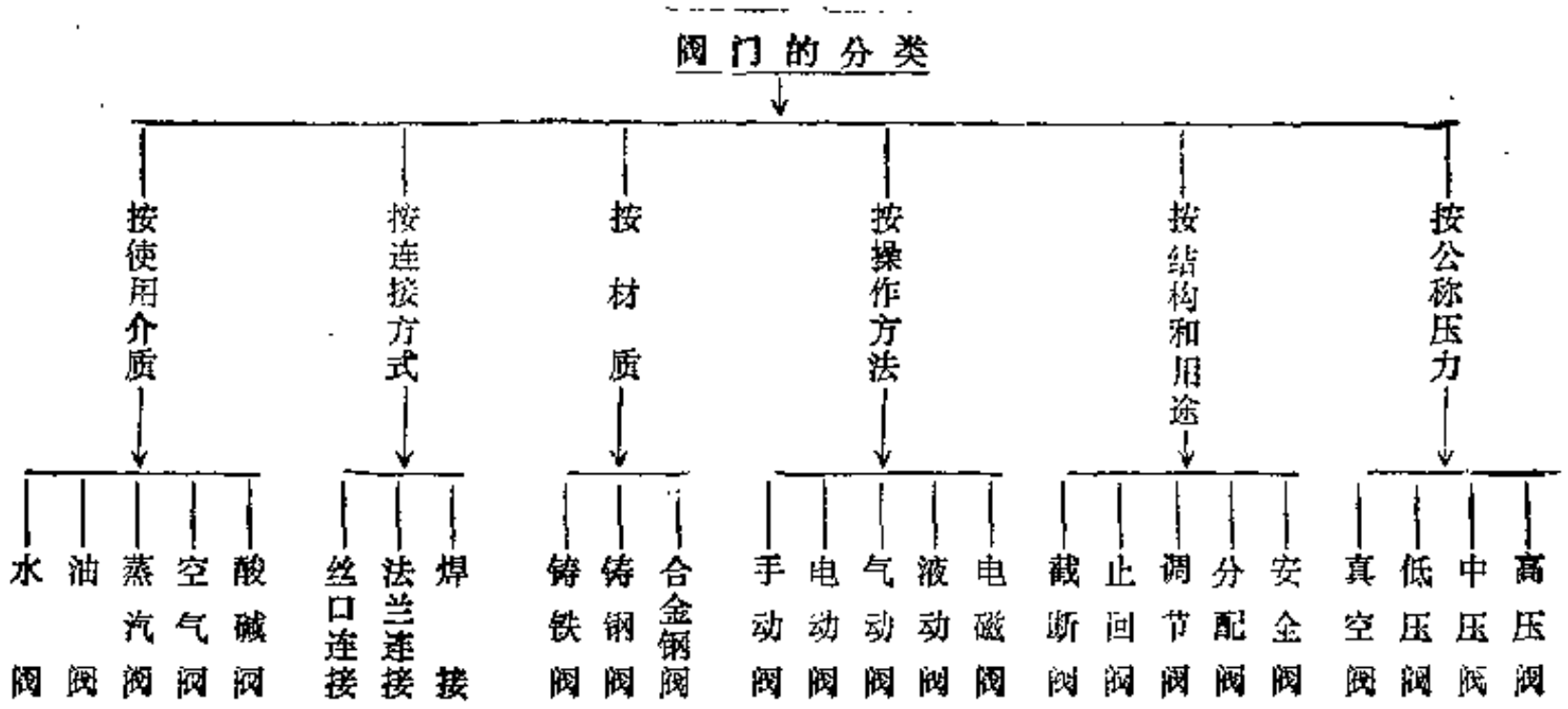
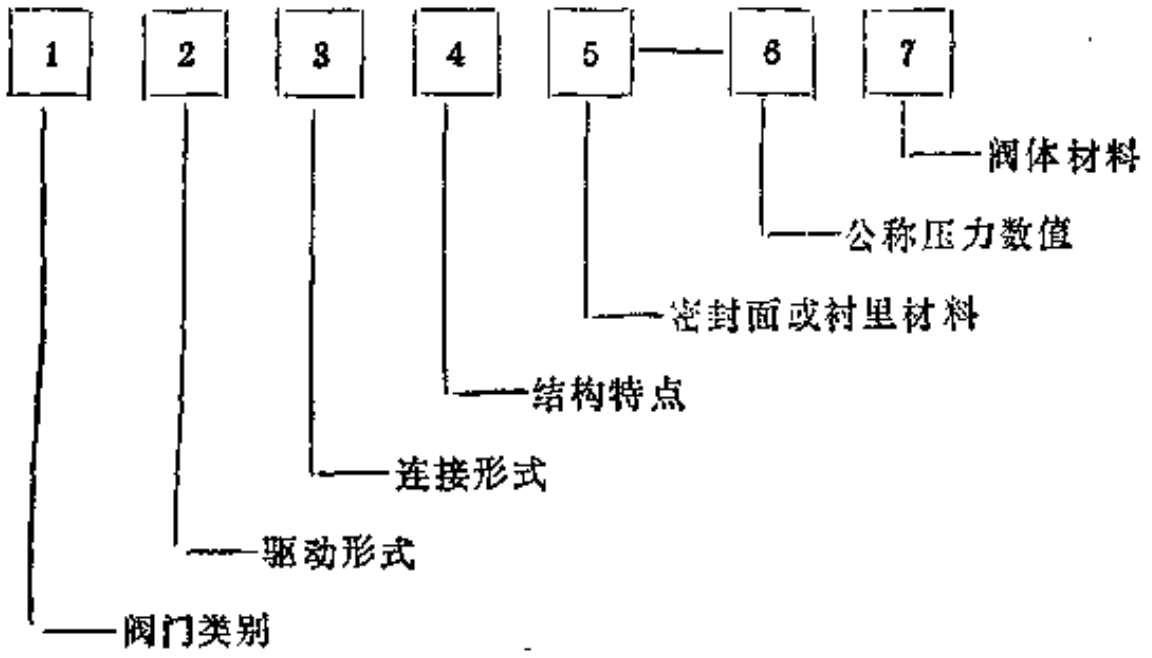


图 2-52 阀门的分类



阀门型号用7个单元表示，各个单元所含意义如下：

在阀门型号中，阀门类别、阀门驱动方式、阀门连接形式、阀门结构特点、密封面及衬里材料、阀体材料，分别见表2-42、表2-43、表2-44、表2-45、表2-46和表2-47。开清阀门

表 2-42 阀 门 类 别

类别	代号	类别	代号	类别	代号
闸阀	Z	球阀	Q	止回阀	H
截止阀	J	蝶阀	D	安全阀	A
旋塞阀	X	隔膜阀	G	减压阀	Y
疏水器	S	调节阀	T	节流阀	L
电磁阀	ZCLP	止回阀	H		

表 2-43 阀门驱动（传动）方式

驱动方式	代号	驱动方式	代号
蜗轮传动	3	液压驱动	7
正齿轮传动	4	气-电磁驱动	8
伞齿轮传动	5	电机驱动	9
气压驱动	6		

① 手轮、手柄和扳手驱动及安全阀，疏水器省略本代号。

② 对于气动或液动：常开式用6K、7K表示；常闭式用6B、7B表示；气动带手动用6S表示；防爆电动用9B表示。

表 2-44 阀门连接形式代号

连接形式	内螺纹连接	外螺纹连接	法兰连接	焊接
代号	1	2	3，4，5（注）	6

注：法兰连接中，代号"3"仅用于双弹簧安全阀；"5"适用于杠杆式安全阀；其它均用代号"4"。

表 2-45 阀门结构特点

（一）闸阀结构代号

结构特点	明杆楔式		明杆平行式		暗杆楔式		暗杆平行式	
	单闸板	双闸板	单闸板	双闸板	单闸板	双闸板	单闸板	双闸板
代号	1	2	3	4	5	6	7	8

（二）截止阀结构代号

结构特点	直通式				直流式	隔膜式	节流式	其它
	铸造		锻造					
代号	1	2	3	4	5	7	8	9

（三）止回阀结构代号

结构特点	直通升降式（铸造）	立式升降式	直通升降式（锻造）	单瓣旋启式	多瓣旋启式	双瓣旋启式
代号	1	2	3	4	5	6

（四）弹簧式安全阀代号

结构特点	封闭式单（双）弹簧				不封闭式单（双）弹簧				脉冲式	带散热片式全启式
	微启式	全启式	带扳手微启式	带扳手全启式	微启式	全启式	带扳手微启式	带扳手全启式		
代号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

（五）杠杆式安全阀代号

结构特点	单杠杆		双杠杆	
	微启式	全启式	微启式	全启式
代号	1	2	3	4

（六）疏水器结构代号

结构特点	浮球式	钟形浮子式	脉冲式	热动力式
代号	1	5	8	9

表 2-45 密封面或衬里材料

密封面或衬里材料	代　号	密封面或衬里材料	代　号
铜（黄铜或青铜）	T	聚四氟乙烯	SA
合金钢（耐酸钢或不锈钢）	H	酚醛塑料	SD
渗氮钢	D	无密封圈	W
巴式合金（轴承合金）	B	硅　铁	G
硬　铅	Q	衬　铅	CQ
硬质合金	Y	衬塑料	CS
橡　胶	X	尼龙塑料	N
衬　胶	CJ	氟塑料	F
塑　料	S	硬橡胶	J

表 2-47 阀 体 衬 料

阀体材料	代　号	阀体材料	代　号	阀体材料	代　号
灰铸铁	Z	碳素铸钢	C	铬镍钛(铌)耐酸钢	P
可锻铸铁	K	高硅铸铁	G	铜及铜合金	T
球墨铸铁	Q	中铬钼合金钢	I		

型号表示方法及代号，在选择阀门规格型号时就得心应手了。

常用各种阀门举例如下：

例如：

Z 4 2 H—16

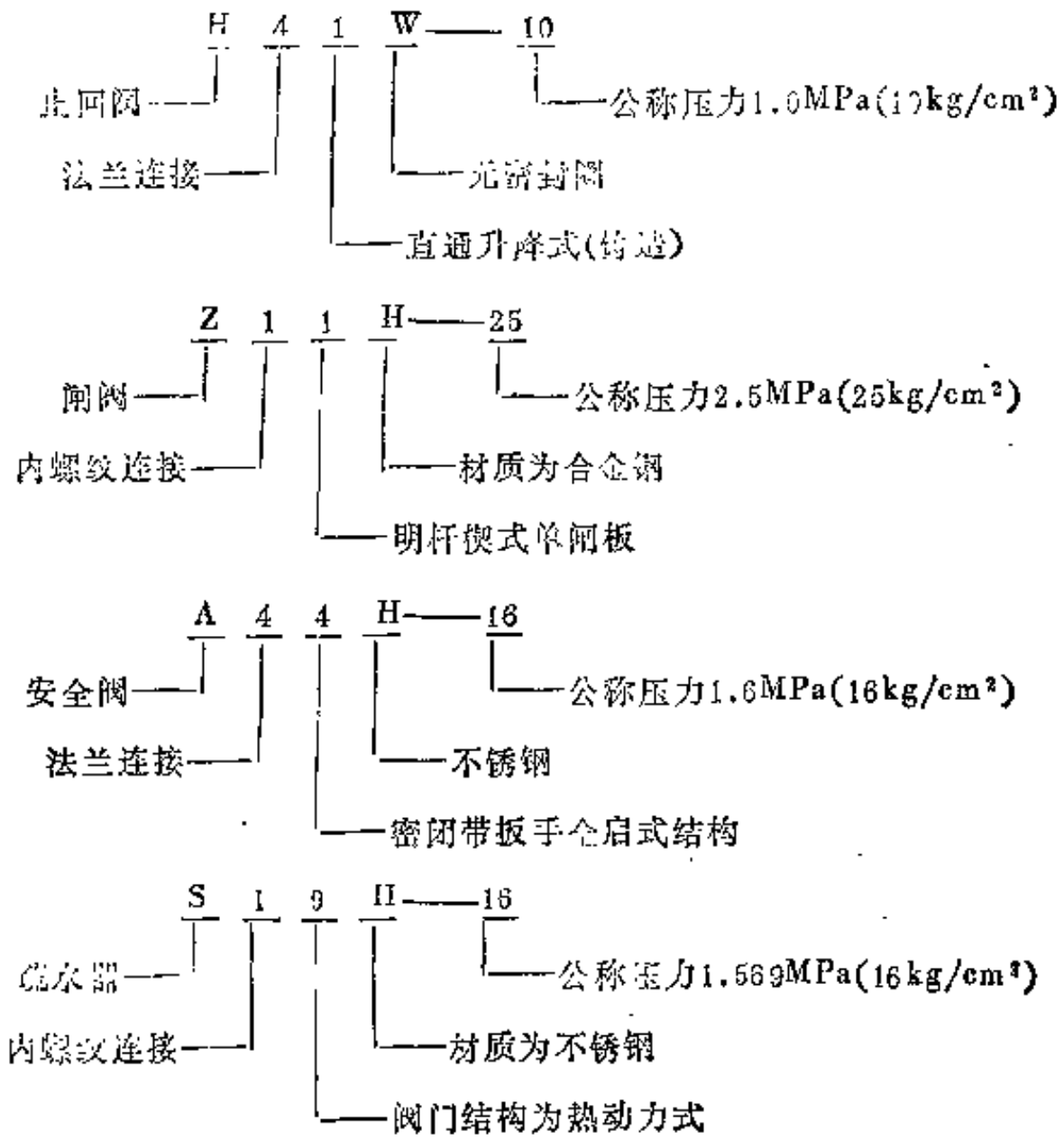
- Z：闸板阀
- 4：法兰连接
- 2：明杆楔式双闸板
- H：密封材料为合金钢
- 16：公称压力1.6MPa(16kg/cm²)

J 1 1 T—16 K

- J：截止阀
- 1：内螺纹连接
- 1：直通式(铸造)
- T：密封材质为铜
- 16：公称压力1.6MPa(16kg/cm²)
- K：可锻铸铁

Z 6 4 1 H—25

- Z：闸板阀
- 6：气动(风动)
- 4：法兰连接
- 1：明杆楔式单闸板阀
- H：密封材料为合金钢
- 25：公称压力2.5MPa(25kg/cm²)



另外，在阀门壳体上常铸有$\frac{Pg\times\times}{\times\times}$→字样，如：$\frac{Pg25}{100}$→，表示阀门公称压力为2.5MPa（25kg/cm²），阀门口径为100mm，箭头表示介质流动方向，安装时提醒不要装反。阀体本身上涂刷的颜色则代表阀体的材质，通常黑色代表可锻铸铁，银色代表球墨铸铁，浅蓝色代表不锈钢，蓝色代表合金钢，灰色代表碳素钢。

三、炼油厂常用阀门

1. 闸板阀（简称闸阀）

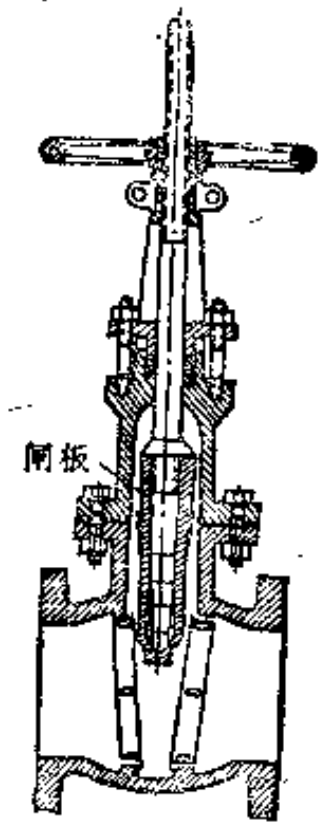


图 2-53 闸板阀

闸板阀在石油储运系统中是应用最广、数量最多的阀门，它是通过手轮转动使阀体内闸门随阀杆垂直升降来启闭管路的。闸板阀构造见图2-53。

闸板阀根据其结构可分为明杆闸阀和暗杆闸阀两种。明杆闸阀开闭状态易于直观看清，且阀杆螺纹易于润滑。暗杆闸阀的总体高度保持不变，阀门开启状态不易直观判断，且阀杆螺纹无法润滑，易受浸蚀损坏。

闸板阀的优点是形体简单，流体阻力小，开启灵活，操作方便，介质流动不受安装方向限制，凭借阀杆升降高度即可判断阀门开启程度，它适宜安装在各种油品、蒸汽等介质管线

上使用。其缺点是安装空间较大，开关慢，密封面易受冲击和磨损，对压力或流量调节能力差。

各种闸阀分类型号与规格见表2-48。

表 2-48 闸阀分类型号与规格

名称		型号	规格(通径) mm	公称压力 MPa (kg/cm²)	使用介质	适用温度 ℃	材质
内螺纹	明杆楔式单闸板闸阀	Z11T-40		4.0(40)	油品	200～450	碳钢
	暗杆楔式闸阀	Z15W-10	15～100	1.0(10)	煤气、石油	≤100	
		Z15T-10	15～100	1.0(10)	水、蒸汽	≤200	
明杆	楔式单闸板闸阀	Z40H-25	50～300	2.5(25)	蒸汽	≤400	铸钢
		Z41T-10	50～450	1.0(10)	水、蒸汽	≤200	灰铸铁
		Z41W-10	50～450	1.0(10)	油品	≤100	灰铸铁
		Z41H-16	50～350	1.6(16)	水、蒸汽、石油	≤425	铸钢
		Z41H-25	50～300	2.5(25)	水、蒸汽、石油	≤300	铸钢
		Z41H-40	15～250	4.0(40)	蒸汽、石油产品	≤450	铸钢
		Z41H-64	50～200	6.4(64)	蒸汽、石油产品	≤450	铸钢
	楔式双闸板闸阀	Z42H-25	50～400	2.5(25)	水、蒸汽	≤300	碳钢
	平行式双闸板闸阀	Z44T-10	50～450	1.0(10)	蒸汽、水	≤225	灰铸铁
		Z44W-10	50～450	1.0(10)	油品	≤200	灰铸铁
暗杆楔式闸阀		Z45W-10	40～100	1.0(10)	油品	≤100	灰铸铁
电动	楔式单闸板闸阀	Z941H-16	100～400	1.0(10)	油品、蒸汽	≤100	灰铸铁
		Z940H-25	200～500	2.5(25)	油品、蒸汽、水	≤400	碳钢
	平行式双闸板闸阀	Z944W-10	100～450	1.0(10)	油品	≤100	碳钢
		Z941W-10	50～500	1.6(16)	油品、蒸汽、水	≤300	铸钢
	暗杆楔式闸阀	Z945W-10	100～800	1.0(10)	油品	≤100	碳钢
气动楔式闸阀		Z641H-16	50～400	1.6(16)	油品、蒸汽	≤400	铸钢

2．截止阀

截止阀（包括球形阀、针形阀）是利用阀瓣（球形或锥形封闭件）在阀杆带动下，沿阀内作升降运动而改变阀座间距，起到截止或调节液流作用的。截止阀结构见图2-54。

截止阀种类很多，按液体流向分，有直角式、直通式和三通式；按制造分，有铸造的或锻造的；按连接方式分，有法兰或丝口连接；按阀瓣形状分，有球形或锥形等。截止阀应用也十分广泛，它适用于蒸汽、水、空气、真空管路、石油或其它液体管线上。液体介质不能含有固体颗粒，否则易堵塞孔道，增加阀座磨损。

截止阀的构造决定它只准许液体单向流动，即低进高出，阀门不能装反（阀体上都铸有箭头流向标记）。否则液体若从上方进入，则阀门不易打开还会损坏。

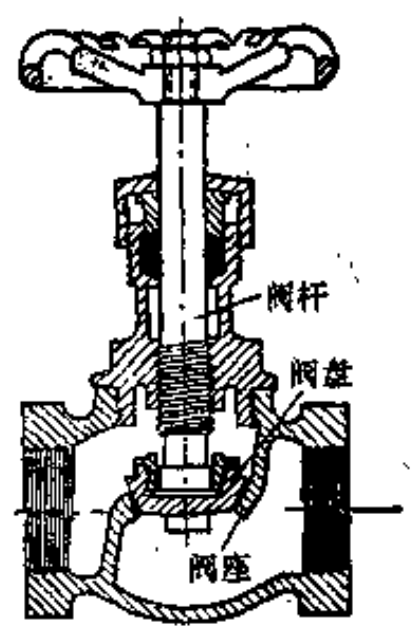


图 2-54 截止阀

截止阀优点是阀门体积小，开启高度不大，流量便于调整，密封面较严密，易于制造与维修，价格较便宜，适用于蒸汽线上，不宜用于放空及真空系统。缺点是液体流向急剧改变，阻力损失较大，一般是同规格闸阀的5～25倍。如用于输送含有杂质的液体，则密封面易受损伤。

截止阀在各种压力下都可采用，选用时压力等级要合适，注意不能将低压阀门装在高压管线上。各种截止阀规格、型号见表2-49。

表 2-49 截止阀规格、型号

型号	规格（通径）mm	公称压力 MPa(kg/cm²)	使用介质	适用温度 ℃	材质
J11X-10	15～65	1.0 (10)	水	≤50	铸铁
J11T-16 H W	15～65	1.6 (16)	水、油品、蒸汽	≤250	铸铁
J41W-10T	25～65	1.0 (10)	水、蒸汽	≤225	铸铁
J41H-16	15～125	1.6 (16)	水、油品、蒸汽	≤200	铸铁
J41T-16	15～200	1.6 (16)	水、蒸汽	≤225	铸铁
J41H-25	10～200	2.5 (25)	水、蒸汽、油品	≤300	铸钢
J41$^{H}_{T}$-25K	32～80	2.5 (25)	水、蒸汽、油品	≤300	碳钢
J41H-40	25～150	4.0 (40)	水、蒸汽、油品	≤400	碳钢

3．单向阀

单向阀（又称止回阀、逆止阀和单流阀）是依靠液体压力、弹簧力或阀瓣自重达到自动开闭通道，并能阻止液体倒流的阀门。通常它装于泵的出口管线上、锅炉给水管线上或其它不许液体或气体倒流的管线上。

单向阀由于结构不同，常用的有两种形式，即升降式和旋启式。升降式单向阀，结构见图2-55。旋启式单向阀结构见图2-56。

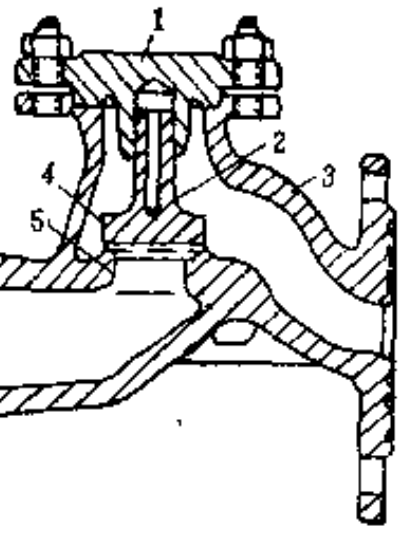


图 2-55 升降式单向阀

1—阀盖；2—阀盘；3—阀体；4—密封圈；5—阀座

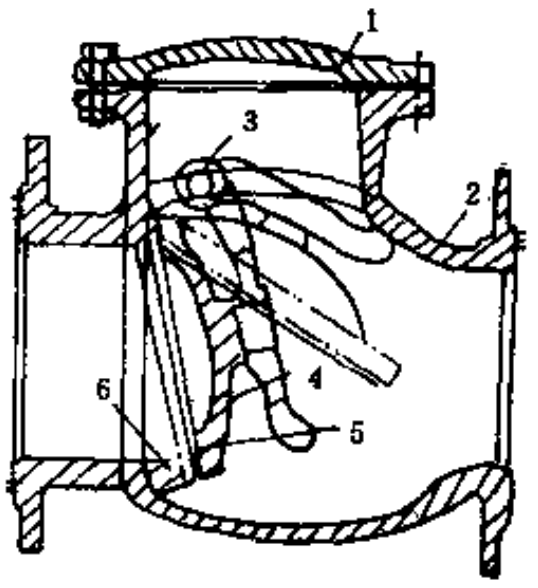


图 2-56 旋启式单向阀

1—阀盖；2—阀体；3—固定轴；4—阀盘；5—密封衬里；6—阀座

单向阀因结构不同，安装要求也不相同。升降式因结构简单，体积小，阀盘失灵可能性小，但因流体流向急剧改变推起阀盘要消耗能量，因此对液体阻力较大，所以升降式单

向阀适宜装在水平或垂直的大口径管道上。旋启式的缺点是摇杆和阀盘连接处的销针容易松脱，使阀门失效。单向阀在安装时，不论是升降式或旋启式，只要注意阀体上的箭头指示流向与液体流向一致即可，切记不能装反，否则液体不能通过。各种单向阀规格、型号见表2-70。

表 2-50 单向阀规格、型号

名称	型号	规格(通径) mm	公称压力 MPa (kg/cm²)	使用介质	适用温度 ℃	材质
旋启式单向阀	H44T-10 (25)	50～200	1.0(10) (2.5)(25)	水、蒸汽	≤225	铸铁
	H44H-25	50～200	2.5(25)	水、蒸汽	≤300	碳钢
	H44H-40 (64)	50～200	4.0(40) (6.4)(64)	水、蒸汽、油品	≤425	碳钢
升降式单向阀	H43H-25	50～200	2.5(25)	水、蒸汽	≤300	碳钢
	H43H-40	50～200	4.0(40)	蒸汽、油品	≤400	碳钢
	H41H-25	32～150	2.5(25)	蒸汽、油品	≤300	碳钢
	H41W-16	32～200	1.6(16)	煤气、蒸汽	≤200	碳钢
	H41T-16	32～200	1.6(16)	水、蒸汽、油品	≤200	碳钢
	H41H-40	50～200	4.0(40)	水、蒸汽、油品	≤400	碳钢

4. 旋塞阀

旋塞阀(又称转心阀或考克)，见图2-57。

旋塞阀特点是操作方便，开关快速，结构简单，零件少，对液体阻力小。适用于压力小于1.0MPa(10kg/cm²)、直径不大于100mm、温度不大于100℃的低温管路或要求快速开关的管路上。如液体石油产品灌桶、液面指示器等作业场所，设备上应用较为广泛。其缺点是密封性能差，压力大时不易转动，流量不易调整，旋塞容易卡住。

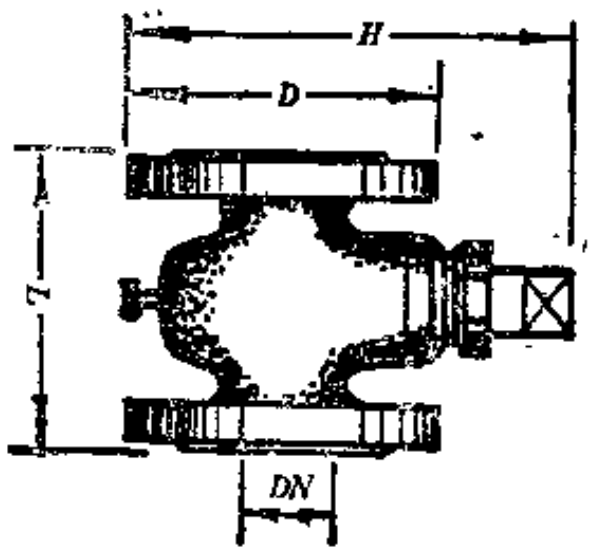


图 2-57 旋塞阀

旋塞阀规格、型号见表2-51。

表 2-51 旋塞阀规格、型号

名称	型号	规格(通径) mm	公称压力 MPa (kg/cm²)	使用介质	适用温度 ℃	材质
填料旋塞阀	X43W-6T	50～100	0.6 (6)	水、蒸汽、油品	≤200	铸铁
	$X43_{T}^{W}$-10	32～100	1.0(10)	水、油品	≤120	铸铁
三通填料旋塞阀	$X44_{T}^{W}$-6	32～100	0.6 (6)	水、石油、煤气	≤120	铸铁
四通填料旋塞阀	X45W-10	50	1.0(10)	水、石油、煤气	≤120	铸铁

5. 球阀

球阀（也称球心阀），见图 2-58。结构与旋塞阀基本相同，只是阀座与带孔旋塞都呈球形。其特点是结构紧凑，操作方便，开关速度快，流体阻力小，适用范围广，价格较贵。球阀口径从15～1b00mm，压力从真空到高压，温度小于150℃。适用于输送水和油品的管道上。在大型油管线上，多采用液压球阀或蜗轮转动球阀，这些阀结构复杂，操作比较麻烦，常安装在总线上做截断流体使用。

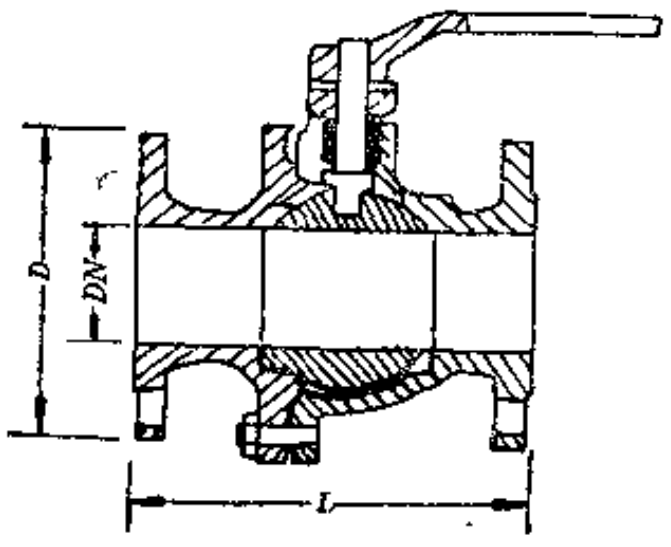


图 2-58　球阀

球阀规格、型号见表2-52。

表 2-52　球阀规格、型号

型　号	规格（通径） mm	公称压力 MPa (kg/cm²)	重　量 kg	使 用 介 质	适用温度 ℃	材　质
Q41F-6C	15～100	0.6(6)	1.5～20	水、油品	≤150	ZG25Ⅱ
Q341F-16C	125～200	1.6(16)	86～227	水、油品	≤150	ZG25Ⅱ
$Q41SA-16-\frac{P}{R}$	32～150	1.6(16)	—	水、蒸汽、油品	≤200	铸　铁
Q41SW-16	50～200	1.6(16)	—	水、蒸汽、油品	≤100	碳　钢
Q941SW-16	150～300	1.6(16)	—	油　品	≤100	铸　铁
Q941SW-25	50～350	2.5(25)	—	油　品	≤200	碳　钢
Q941SN-25	100～300	2.5(25)	—	油　品	≤200	碳　钢

四、阀门的选择与使用

阀门选择和使用是否得当，对生产和安全都有很大影响。通常，选择阀门主要考虑以下条件，即介质性质（有无腐蚀性或颗粒）；介质最高工作压力、工作温度和变化范围；管道直径；工艺上特殊要求（如节流、减压、放空、止回等）以及阀门安装位置（如水平、垂直及空间大小）等。

1. 阀门的选择原则

一般来说，在生产实践中阀门选择原则是：

①在油品和石油气体管线上多选法兰连接阀门，在$DN \leqslant 25$的管线上才选丝口连接阀门。

②油罐出口的总阀门、脱水阀以及温度高于200℃的热油管线上应选用钢阀，液化气管线上应选压力$PN \geqslant 2.5$MPa（25kg/cm²）的钢阀。

③在油品管线上尽量少用$PN \leqslant 1.0$MPa（10kg/cm²）的闸阀或$PN \leqslant 1.6$MPa（16kg/cm²）的截止阀，它们的材料为铸铁，不利安全生产。

④需要调节流量的地方多选截止阀；需要阀门快速开闭的场所应选用球阀或旋塞阀，其它场所尽量用闸阀。

⑤输送的是蒸气或含腐蚀的介质，应选不锈钢密封圈。输送水的则选用铜制密封材料。

2．阀门的使用

为了使阀门使用长久，开关灵活，保证生产与安全，在使用中应注意以下几点：

①新装阀门应有产品合格证，外观无砂眼、气孔或裂纹，填料压盖压得平整，阀门开关灵活。

②使用的阀门压力、温度等级应和管路工作条件相一致，不能将低压阀门装在高压管路上。

③阀门安装时要注意方向，不能装反。

④阀门开完应回半圈，以防误开为关。阀门关闭用手费力时，应用特制扳手，尽量避免使用管钳，不可用力过猛或用工具关得过死。

⑤阀门填料、大盖、法兰、丝口等连接和密封部位不得有渗漏，发现问题应及时紧固或更换填料、垫片。

⑥更换阀门、填料或垫片，不准代压操作，特别是高温，易腐蚀性介质，以防介质喷出伤人。

⑦关键部位阀门应同设备或装置一起在检修时，每年清洗、检查、试压一次。

⑧用于水、蒸汽、重油线上的阀门，冬天要做好防冻、保温，防止阀门冻凝，阀体冻裂。

⑨阀体和手轮应按工艺设备管理要求，做好刷漆防腐。系统管线上阀门应按工艺要求编号，开关阀门应对号挂牌，防止误操作。

五、阀门常见故障与排除

在工艺管线或设备上，安装的阀门由于介质性质、使用环境、操作频繁程度以及产品质量等因素，常发生各种故障，有时不仅影响生产，还会带来灾害，因此，应加强维护，及时排除故障。阀门常见故障与排除方法见表2-53。

表 2-53　阀门常见故障与排除方法

故障现象	故障产生原因	排除方法
密封圈不严	1.阀座与阀体配合不严密 2.关闭阀门使用辅助工具不当，关得过紧	1.修理密封圈 2.关阀用力适当，不要用加力杆开关阀门
密封面上有划痕，凹痕等缺陷	1.阀体内有污垢 2.焊渣，锈蚀杂质进入阀体 3.操作不当，阀打开过量	1.拆下清洗 2.研磨密封面 3.正确操作
阀杆升降不灵活	1.阀杆及衬套材料选择不当 2.润滑不良 3.螺纹磨损，阀杆歪斜	1.更换合乎要求材质，如青铜等 2.加强润滑 3.更换阀杆与衬套
填料处渗漏	1.填料加入不合要求 2.阀杆有伤痕 3.填料选择不当或不干净	1.分段添加填料 2.阀杆研磨光滑 3.更换优质填料
法兰端面密封渗漏	1.垫片损坏 2.法兰密封面有伤痕	1.更换垫片 2.研磨密封面

六、阀门及法兰密封件更换

1．阀门填料更换

阀门填料俗称盘根，它装于填料箱中，其作用是密封阀杆与阀盖的间隙，防止输送的介

质外泄。由于阀杆升降时经常和填料直接磨擦，再加上介质温度、压力变化，介质泄漏的浸蚀，填料会不断磨损或腐烂变质，也会老化失去弹性。因此，阀门使用一个时期，特别是发生渗漏时，填料就需及时添加或更换。

炼油厂常用的填料有石棉填料、铅粉石棉填料、带金属丝的石棉填料和橡胶石棉填料等。选用填料要根据输送介质温度、压力和介质性质而定。要求填料应有良好弹性、耐磨性、耐热性和耐腐蚀性，并有一定强度。更换盘根时，应注意的事项主要有：

①更换盘根应切断介质来源，并放净阀门进出口压力，不准带压更换。

②根据填料间隙，选择盘根规格。对编结式的方形石棉盘根，可参照下式选择：

$$b=0.5d\pm0.3$$

式中 b——方形盘根边长，cm；

d——阀杆直径，cm。

③对填料箱中原已损坏或腐烂的坏盘根，应用工具彻底清除，不要保留。阀杆应光滑无蚀坑才能继续使用。

④每圈盘根剪断切口应呈30度，盘根一圈圈放进填料箱，并逐圈压紧，各圈切口应错开90～120度。

⑤填料加完，最后一圈应保留3mm间隙，上好压盖并均匀压紧，然后适当放松。压盖压入深度不小于5mm。

⑥填料压完应开阀使阀杆升降，检查填料压得松紧程度。遇阀门开闭困难，应调整压盖螺丝。

2．法兰与阀门大盖垫片更换

密封垫俗称垫片，安装在阀门大盖、阀门两端法兰或法兰与设备接触面之间，起密封作用。

由于受介质温速、压力和性质影响，垫片使用久了会失去弹性或腐烂损坏面造成泄漏。特别是在阀门或设备拆下检修时，垫片也常被碰伤而不能使用，因此垫片也需更换。

选用垫片材质也要考虑介质温度、压力和性质。在输送石油及其产品的管线上应选用高压耐油石棉橡胶垫片，输送水、蒸汽、空气的管线上，应选用石棉橡胶垫片。在高温、高压管线上常采用铝板制成的金属垫片，金属缠绕式垫片或紫铜皮、马口铁皮、铅皮包的石棉板垫片。垫片厚度按低压、中压和高压区分，一般为2～7mm。

更换垫片时，应注意的事项主要有：

①更换垫片前，应切断介质来源，放净管线或设备内压力，不准带压拆卸螺丝。

②根据阀门、管线、设备口径，选用材质厚薄，尺寸合适的垫片。垫片内外边缘要整齐、圆滑，不许有缺肉、裂纹、损伤之处。装前，垫片两面可涂抹机油调制的石墨，以使接触面密闭更好。

③拆卸螺丝时，要自下而上，撬开法兰时，人要站在侧面，防止管线或设备内可能残存的余压未净或阀门不严，介质喷出伤人。

④法兰断开取出损坏的垫片后，一定要把法兰的水线（环形槽）清理干净，不留残物，否则垫片更换后，难以保证严密。

⑤放入新垫片，一定要放正。螺丝对角上紧，施力均匀，整个圆周各点间隙大小一样，两法兰外沿要找平，不得错口。

第三章　石油产品质量管理

原油经炼制加工，能够生产出数百种石油化工产品，在送到使用单位前，有一个复杂的产品流通过程，包括油品加工、灌装出厂、产品运输、接卸入库、成品储存、售给用户。每个环节都要求保证产品质量，每一环节可能都对产品质量产生一定影响，任何环节工作疏忽，都可能造成油品污染，使其质量下降，甚至不能使用。因此，维护好产品质量，供给用户合格产品是我们从事石油储运工作者应有的职业道德和崇高义务。为此，我们应有较强的产品质量意识，熟悉产品质量标准、性能和使用要求，特别是要熟悉油品储运与产品质量的关系，做好产品的质量维护，为企业赢得良好信誉。

第一节　石油产品质量基本常识

合理使用油品，正确维护产品质量，首先必须对石油产品分类及理化性能指标有较全面的了解。

一、石油产品的分类

1965年，我国曾发布了石油产品的分类和润滑油分类几个国家标准，在当时对石油产品生产发展和应用及产品系列化起到了促进作用。随着科学技术和国民经济飞速发展，特别是新的石油产品品种不断涌现，原有产品分类已不适应生产和发展需要，为了向国际标准靠拢，参照国际标准ISO/DIS 8681-1985，我国制定了新的国家标准，即GB498-87石油产品及润滑剂的总分类及GB7631-87润滑剂和有关产品（L类）的分类等。

石油产品的分类通常有4种，即按产品用途分类（共有14类）；按特性分类；按状态分类（气体、液体、固体、半固体产品）；按原料和生产方法分类（天然石油产品、合成石油产品、再生石油产品）。

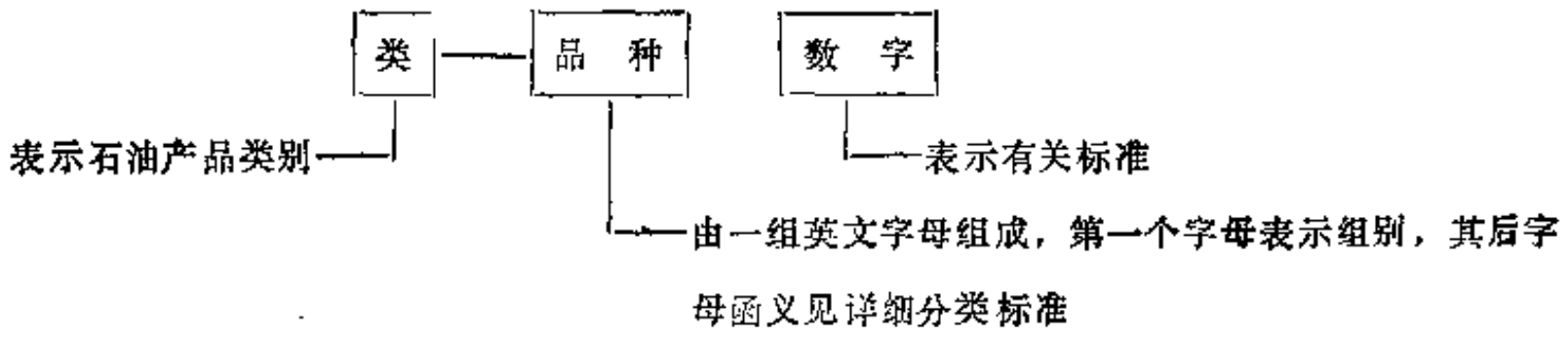
1．石油产品的总分类

目前，我国每年可生产800余种近亿吨各种石油产品，并形成了比较完整的石油产品体系。按其主要性能和用途，现标准 GB498-87（代替GB498-65）分为石油燃料、石油溶剂和化工原料、润滑剂、石油蜡、石油沥青和石油焦六大类。总分类见表3-1。

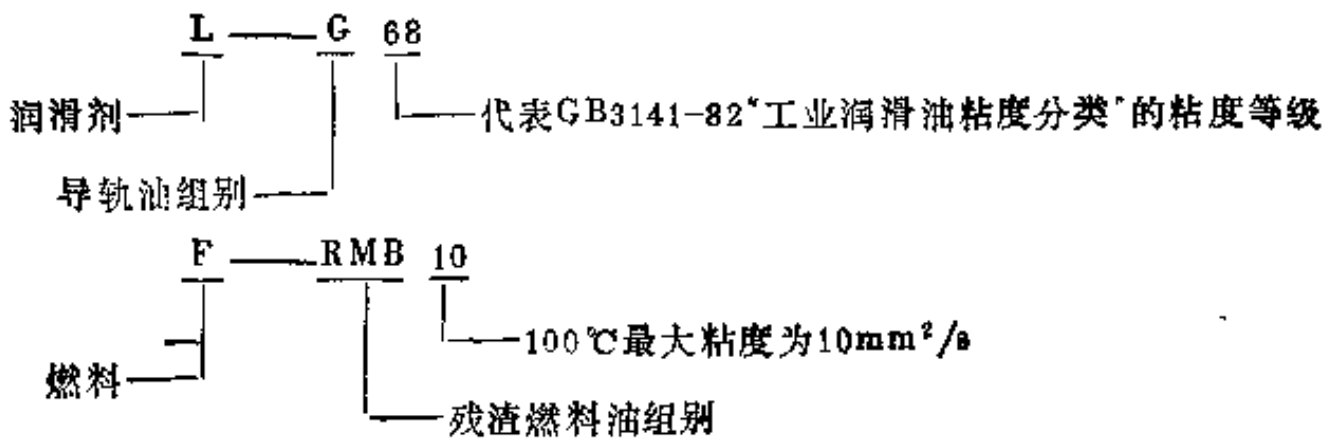
表 3-1　石油产品总分类　GB498-87

类　别	类别含义	类　别	类别含义
F	燃　料	W	蜡
S	溶剂和化工原料	B	沥　青
L	润滑剂和有关产品	C	油　焦

2．产品名称编号的一般形式



例如：



3. 按产品用途通常分类

按照石油产品用途，通常可分 9 类。

（1）石油燃料类：包括汽油、喷气燃料、煤油、柴油和燃料油等。

（2）溶剂油类：包括石油醚、橡胶溶剂油和油漆溶剂油等。

（3）润滑油类：包括内燃机润滑油、齿轮油、车轴油、机械油、仪表油、压缩机油和汽缸油等。

（4）电气用油类：包括变压器油、电容器油和断路器油等。

（5）润滑脂类：包括钙基润滑脂、钠基润滑脂、钙钠基润滑脂、锂基润滑脂和专用润滑脂等。

（6）固体产品类：包括石蜡类、沥青类和石油焦类等。

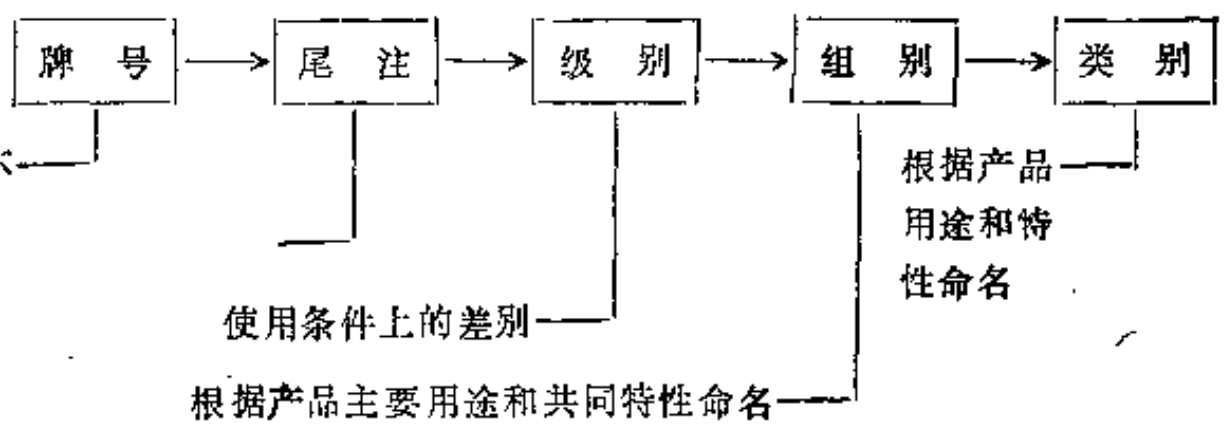
（7）石油气体类：包括石油液化气、丙烷和丙烯等。

（8）石油化工原料类：包括石脑油、重整油、AGO原料、戊烷、抽余油和拔头油等。

（9）石油添加剂类：燃料油添加剂和润滑油添加剂。

二、石油产品的命名、分组及代号

石油产品的全称通常包括：



1. 石油燃料类

石油燃料产品命名顺序为：

牌号 → 尾注 → 级别 → 组别

石油燃料产品代号由 4 部分组成，即：

类别 → 组别 → 级别 → 牌号

石油燃料类别用符号“R”表示。石油燃料的组别见表3-2。石油燃料的牌号用阿拉伯数字表示，编制牌号的根据和意义见表3-3。

表 3-2 石 油 燃 料 组 别

组　　别	符　号	组　　别	符　号
液化石油气	Y	柴　油	C
航空汽油	H	重　油	N
汽　油	Q	渣　油	A
喷气燃料	P	特种燃料	T
煤　油	M		

表 3-3 石 油 燃 料 的 牌 号

组别名称	编列牌号根据和意义	组别名称	编列牌号根据和意义
液化石油气	组成中碳原子数	柴　油	凝　点
航空汽油	辛烷值	重　油	运动粘度
汽　油	辛烷值	特种燃料	顺序号
喷气燃料	顺序号		

2．润滑油类

新的国家标准GB7631·1-87把润滑油产品分成15个组，见表3-4。

表 3-4 润滑油分组及应用场合

组　别	应 用 场 合	组　别	应 用 场 合
A	全损耗系统	N	电气绝缘
C	齿　轮	P	风动工具
D	压缩机（包括冷冻机、真空泵）	R	暂时保护防腐蚀
E	内 燃 机	T	汽 轮 机
F	主轴、轴承和离合器	Y	其它应用场合
G	导　轨	Z	蒸汽气缸
H	液压系统	S	特殊润滑剂应用场合
M	金属加工		

润滑油类产品命名顺序为：

牌号 ⟶ 级别 ⟶ 组别

润滑油产品代号由4部分组成，即：

类别 ⟶ 组别 ⟶ 级别 ⟶ 牌号

润滑油类别符号用“H”表示，组别符号见表3-5。润滑油的牌号用运动粘度(mm^2/s)平均数表示。

3．润滑脂类

表 3-5 润滑油组别名称符号

组别名称	符号	组别名称	符号
喷气润滑油	P	机械油	J
航空润滑油	H	仪表油	Y
汽油机润滑油	Q	车轴油	Z
柴油机润滑油	C	齿轮油	L
压缩机油	S	特种润滑油	T
汽轮机油	U	精密机床用油	M
冷冻机油	D	其它用途润滑油	A
汽缸油	G		

润滑脂类产品命名顺序为：

牌号→尾注→组别名称或级别名称→类别

润滑脂类的代号由5部分组成，即：

类别→组别→级别——牌号→尾注

润滑脂类别符号用“Z”表示。组别名称符号见表3-6。润滑脂的牌号用其锥入度所接近的锥入度系列号表示，见表3-7。

表 3-6 润滑脂的组别名称符号

组别名称	符号	组别名称	符号
钙基润滑脂	G	钙铝基润滑脂	GU
钠基润滑脂	Na	铅钡基润滑脂	QB
锂基润滑脂	L	铝钡基润滑脂	UB
钡基润滑脂	B	复合钙基润滑脂	FG
铅基润滑脂	Q	复合铝基润滑脂	FU
钙钠基润滑脂	GN		

表 3-7 润滑脂的牌号和锥入度系列号

(GB 7631·1-87)

牌号（稠度等级）	锥入度(25℃，150g),1/10mm	牌号（稠度等级）	锥入度(25℃，150g),1/10mm
000	445～475	4	175～205
00	400～430	5	130～160
0	355～385	6	85～115
1	310～340	7	60～80
2	265～295	8	35～55
3	220～250	9	10～30

三、石油产品质量主要项目含义

石油产品的品种很多，反映其物理、化学性质和质量性能的项目很多，了解和熟悉常见质量项目函义，对加强油品质量管理，搞好产品质量维护，正确使用油品具有十分重要意义。现将常见的主要质量项目函义介绍如下。

1．密度和相对密度

密度是指在规定温度下，单位体积内所含物质的质量数。单位以kg/m³、g/cm³或kg/L、g/mL表示。

密度在溶剂油、石脑油、灯油、轻柴油、航空煤油和某些润滑油中，有其质量标准要求。因此，通过检测密度，就可判别油品储运过程中，是否产品混油、变质。在油品交接计量中，油品的标准密度是计算油品质量的主要参数，其数值一般由化验室提供，或根据视密度查表求标准密度。

相对密度（过去曾叫比重）是指某物质的密度（或重量）与4℃水的密度（或同体积4℃水的重量）之比值。相对密度没有单位，任何物质的相对密度和密度数值相等（在同一温度下），只是其物理意义不同。

2．馏程

馏程是指油品在规定条件下，从初馏点到终馏点(即干点)表示其蒸发的温度范围。通常把一定沸点范围内的馏出物叫馏分。馏程是用来判断石油产品中轻重组分组成多少的项目。

初馏点：从馏程测定仪的冷凝器上，流出的第一滴冷凝液时所测得的温度叫初馏点。

10%馏出温度：从馏程测定仪上蒸馏出的容量达到试样的10%的温度。初馏点和10%点是评价汽油在发动机上起动性好坏的指标。该点温度高。汽车不易启动，温度过低，油路易产生气阻，汽车工作会不正常。

50%馏出温度（50%点）：从馏程测定仪上蒸馏出的容量达到试样的50%的温度。该温度表示汽油的平均蒸发性能，是衡量汽油在发动机中加速性能好坏的指标。该点温度低，其蒸发性和加速性好，发动机工作也平稳。

90%馏出温度（90%点）：从馏程测定仪上蒸馏出的容量达到试样的90%的温度。

干点：从馏程测定仪烧瓶底部蒸馏出的最后一滴液体时所测得的温度叫终馏点（即干点）。90%点和干点是表示汽油中不易蒸发和不完全燃烧的重质馏分含量多少的指标。该指标温度低，表示重组分含量少，汽油能完全燃烧，反之温度高，表示重组分含量多，汽油就不能完全蒸发和燃烧。因此，发动机耗油量大，排气有烟，功率下降，并增加机件磨损。在炼油生产中，馏程也能反映分馏塔的分馏效果。

3．辛烷值

辛烷值是表示汽油抗爆性能好坏的项目，也是划分汽油牌号的依据。辛烷值是指在规定条件下，所采试油样的抗爆性和标准燃料抗爆性相同时，标准燃料中异辛烷的体积百分含量数就是试油样的辛烷值。

测定汽油辛烷值的方法有研究法（RON）和马达法（MON）两种，其区别见表3-8。

研究法和马达法测出的辛烷值可以互相换算，换算关系如下：

马达法辛烷值＝研究法辛烷值×0.8＋10

马达法辛烷值和研究法辛烷值的平均值称抗爆指数。马达法辛烷值和研究法辛烷值之差称为汽油的敏感性和灵敏度。

表 3-8　两种辛烷值测定方法对比

测定方法	马达法 (MON)	研究法 (RON)
混合温度	较高，加热到140℃	较低，一般不加热
发动机转数	较高，900r/min	较低，600r/min
评定目的	评定车用汽油在节汽门全开和发动机高速运转时的抗爆性	评定车用汽油在发动机由低速转到中速运行时的抗爆性
测得辛烷值数	低	高

油品的辛烷值与其化学组成有关，通常烃类辛烷值高低排列顺序为：芳香烃＞环烷烃＞异构烷烃＞正构烷烃。

车用汽油辛烷值越高，它的抗爆性能越好，发动机不容易产生爆震。不同压缩比的发动机选用不同牌号汽油。我国汽油牌号正由马达法向研究法过渡。

4．十六烷值

十六烷值是表示柴油的自燃性能的项目。它是在规定条件下，所采油样的十六烷值用与其具有相同燃烧性能的标准燃料中十六烷值的体积百分数表示。

十六烷值越高，柴油的自燃点越低，着火滞后的时间越短，柴油越容易在汽缸中燃烧，不易产生爆震。十六烷值如果过低，着火滞后时间长，将会造成燃烧不完全，出现爆震，因而发动机功率也会降低。但十六烷值也不能太高，否则同样会燃烧不完全，耗油量增加，排气管冒黑烟。一般柴油十六烷值都控制在40～60之间。

油品的十六烷值高低和化学组成有关。烃类十六烷值高低排列顺序是：正构烷烃＞异构烷烃＞环烷烃＞芳香烃。在生产上，为了提高柴油十六烷值，除改进加工方法外，主要是油品调合和加入添加剂。

5．闪点

闪点是表示石油产品蒸发倾向和安全性的项目。闪点是在规定条件下，加热油品所产生的蒸气和空气组成的混合物，遇火即发生瞬间闪火时的最低温度，单位以℃表示。

闪点测定有两种方法，即开口杯法和闭口杯法。开口杯法用来测定重质润滑油的闪点，闭口杯法用来测定燃料油和轻质润滑油的闪点。

油品的危险等级就是根据闪点来划分的。在油品储运过程中，加热的最高温度规定应低于闪点20～30℃。在润滑油使用过程中，如发现闪点降低，就标志着油品质量变坏，应及时换油。在重质油品使用过程中，即使混入少量轻组分油品，闪点也会降低，产品变质影响正常使用。

6．凝点

凝点是评价油品使用环境（低温性能）的项目。凝点是指在规定条件下，油品冷却到失去流动时的最高温度，单位以℃表示。

油品凝点高低与其中蜡含量有直接关系。油中含蜡越高，凝点越高。不同原油基所属的油品其倾点与凝点差值不一样，一般来说，倾点要比凝点高1～5℃。降低油品凝点的方法是脱蜡或加入添加剂。柴油和变压器油的牌号就是以凝点来划分的。

7．倾点

倾点也是表示油品低温流动性的项目。它是在规定条件下，油品进行冷却时，能继续保持其流动性的最低温度，单位以℃表示。对于同一试样来说，一般倾点都高于凝点1～5℃，个别也有相等或稍低的。由于倾点比凝点更能反映油品低温性能，所以我国在一些润滑油产品中已开始采用这一项目。

8．冷滤点

冷滤点是保证柴油输送和过滤性的项目。它是指在规定条件下，20mL柴油试样开始不能通过过滤器时的最高温度，单位以℃表示。

柴油冷滤点高低与蜡含量有直接关系，蜡含量越高，冷滤点越高。冷滤点比凝点更能反映柴油低温实际使用性能，并可判断柴油加流动改进剂后的质量。

9．浊点

浊点是表示油品中水和固体蜡含量多少的指标，也是衡量油品低温流动性的指标。浊点是在规定条件下，试样由于蜡晶体的出现而呈现雾状或浑浊时的最高温度，单位以℃表示。同一试油的浊点，一般比凝点高8℃左右。浊点是灯油的一项控制指标。

10．燃灯试验

燃灯试验是衡量灯用煤油的吸油性和纯洁性的项目。灯油在标准灯中燃烧以评价其燃烧性能的试验叫燃灯试验。灯油点燃后，观察火焰变化，如果灯罩上附着物很少，灯芯不结灯花，说明灯油燃烧性能好。

11．烟点

烟点也称无烟火焰高度。它是判断灯油点燃后对灯罩污染程度的项目。烟点是指在规定条件下，灯油在标准灯中燃烧，在不冒烟情况下所测得的火焰最大高度，单位以mm表示。

12．实际胶质

实际胶质是判断油品安定性的项目。它是在规定条件下，测得燃料的蒸发残留物中的胶质含量，单位以mg/100mL表示。实际胶质的大小取决于燃料的化学组成。一般来说，二次加工产品比直馏产品实际胶质大。

汽油、柴油在使用中，就是用实际胶质来判断其能生成胶质的倾向及能否继续使用与储存的依据。实际胶质较大或储存中数值增大了，应尽早使用，不可继续久存，否则生成的胶质会堵塞油路、油嘴，粘连汽门，并使油品颜色变深，酸度也将增大，在发动机燃料系统中易产生胶状沉积物，从而影响发动机正常工作。

13．诱导期

诱导期是评定汽油长期储存中发生氧化及生胶趋势的项目。诱导期是指汽油在规定条件下，油品未被氧化处于稳定状态所经过的时间，单位以min表示。

汽油的诱导期越长，它的稳定性越好，生胶越慢，储存时间越长。如果油品储存中，质量抽检发现诱导期短，说明油品已变质，安定性变差，生胶如快，已经不宜久储，应抓紧使用。提高汽油诱导期方法是加氢精制（二次加工汽油）和加添加剂。

14．饱和蒸气压

饱和蒸气压是评价汽油蒸发性能、形成气阻的可能性以及储运中损失轻质馏分倾向的重要项目。饱和蒸气压是在规定条件下，油品在试验装置中，气液两相达到平衡时，液面蒸气所显示的最大压力。

汽油的饱和蒸气压越大，它的蒸发性越大，形成气阻的可能性也大，在储运过程中，油品蒸发损失也大。

15. 水分

水分是指油中水的含量，它是以重量百分数表示。油品性质不同，用途不同，对油品中水的含量要求也不同。水分的测定在石油产品分析标准中有几种方法，一般都是以%表示。水分含量小于0.03%称痕迹；特殊油品水分以ppm表示。

油品中的水分多是加工过程带来的，在储运与使用过程中，有时也难免混入水分，为了保证产品质量，在油品储运过程中，应努力防止水分混入。因为，燃料中混入水分，低温时水滴易结冰，堵塞油路影响供油。润滑油中混入水分，会使油膜强度降低，产生泡沫或乳化变质，降低润滑能力，从而加速金属腐蚀。另外，油品混入水分也会乳化、发泡，影响使用性能，加速油品老化变质。除水方法主要是静置、沉降脱水，加温脱水或破乳脱水。

16. 机械杂质

机械杂质是指存在于油中，不溶于规定溶剂的所有杂质。这些杂质是油品在储运、保管和使用过程中混入的，它包括泥沙、灰尘、铁锈和金属粉末等，通常用沉淀或过滤方法即可除去。

在油品应用中，机械杂质是一大危害。如果燃料中混入机械杂质，会堵塞油路或滤清器，引起供油中断，致使设备不能正常运转，同时还会增加油泵、油嘴磨损。润滑油中混入机械杂质，也会增加机件磨损，增大残炭和灰分。变压器油中含有机械杂质，会降低它的绝缘性能。因此，要求各种石油产品中，机械杂质的指标为"无"或者含量只有0.1～0.005%。

17. 水溶性酸碱

水溶性酸碱是指存在于油品中能溶于水的酸性或碱性物质的总称。这些水溶性酸碱多为无机酸或碱以及低分子的有机酸和碱性化合物等。油中的水溶性酸碱是油品加工精制过程中残留的，在油品储运或使用中也能混入或因老化而生成。

石油产品中不允许带有水溶性酸碱，因为它的存在会降低油品氧化安定性，加速油品老化变质，增加对机件腐蚀，使电气性能降低。只是加有清净分散添加剂的柴油机油和汽油机油才允许呈碱性反应。因此，该项目是油品储运中判断油品是否变质的指标。

18. 酸度与酸值

中和100mL石油产品中的酸性物质所需氢氧化钾的毫克数叫酸度，以 mgKOH/100mL 油表示。中和1g石油产品中的酸性物质所需氢氧化钾的毫克数叫酸值，以mgKOH/g油表 。

酸度和酸值分别表示汽、柴油和润滑油中所含酸性物质的多少，它们是控制油品精制深度的重要项目之一，也是油品储运和使用中，判定其是否变质的灵敏指标。

油品中存在的有机酸主要是环烷酸和油品经氧化而生成的酸性产物。这些有机酸对机械都有一定的腐蚀性，特别是油中带有水时，腐蚀性会增大。因此，润滑油使用一段时间，应定期检查这个项目，发现质量超标应及时换油。

19. 腐蚀试验

腐蚀试验是指在规定条件下，评定油品对一种或几种金属腐蚀作用的一种试验，用它来检验燃料中有无活性硫或游离硫以及润滑油脂中有机酸碱对金属的腐蚀情况。各种燃料和润滑油的腐蚀试验一项，均应合格，以保证机件不受腐蚀。

20. 残炭

残炭是指在规定条件下，油品进行蒸发和裂解后所得残留物叫残炭，以重量百分数表示。残炭大小，即可判断燃料和润滑油精制深度，又可大致判断油品在发动机中积炭的倾向。一般来讲，凡是精制深的油品，其残炭值小。

油品中的含氮、硫、氧化物、胶质、沥青质及多环芳香烃较多时，残炭会有所增加，且炭质也较硬。其次，馏分越重，残炭值也越大。加入添加剂量多的油品，残炭可不加控制。

21. 灰分

灰分是表示金属盐类和某些机械杂质含量的一个指标。它是指在规定条件下，油品燃烧后所剩下的残留物，以重量百分数表示。灰分主要是油品中含有的环烷酸盐类。通常油品中的灰分含量都很小，只有润滑油中加入某些高灰分添加剂，灰分含量才会增大。

灰分存在对设备危害很大。如燃料中灰分增加，汽缸将会增加磨损。润滑油中灰分过大，机件上就易生成坚硬的积炭。在润滑油中加入抗氧、抗磨和清净分散等添加剂后，油中灰分虽然增大，但它可防止积炭生成，减少机件磨损，并通过检测灰分来衡量油中添加剂含量多少，判断油品质量等级。降低油品灰分的方法是精制、过滤和沉淀。

22. 硫含量

硫含量是指存在于油品中的硫及其衍生物（硫化氢、硫醇、二氧化硫等）的含量，以重量百分数表示。

油中含硫对使用危害很大。如燃料中含硫较大时，燃烧后生成较多二氧化硫，进而转变成三氧化硫，遇水生成腐蚀性很强的硫酸，会对机件腐蚀很大。汽油中的硫还会使辛烷值降低。灯油中如含硫较多，点燃后会产生刺激性气体，对人及家畜小动物都十分有害。因此，石油产品中硫含量都有严格控制指标。为了去除油中硫化物，通常采用的是脱硫醇或加氢精制方法。

23. 粘度

相对流动的物质内部，其间发生摩擦阻力的量度叫粘度。粘度指标是大多数润滑油划分牌号的依据。

粘度有多种表示方法，常用油品粘度多用动力粘度、运动粘度和恩式粘度表示。有时也把运动粘度和恩式粘度统称为工业粘度。在石油产品中，运动粘度为通用项目。

动力粘度：亦称绝对粘度。它表示液体在一定条件下作相对运动时，由剪切应力所产生的内部阻力的量度，用符号μ表示，其值为所加于流动液体的剪切力和剪切速率之比。法定计量单位为“帕·秒”（Pa·s）。非法定单位为“厘泊（cP）”或“泊（P）”，1P=100cP，$1cP=10^{-3}Pa\cdot s=1mPa\cdot s$。

运动粘度：亦称运动粘度指数。它是液体动力粘度（μ）与同温度下液体密度（ρ）之比，用符号ν表示，即：$\nu=\frac{\mu}{\rho}$。运动粘度法定计量单位为：二次方米每秒（m^2/s），非法定单位为“斯(St)”或“厘斯（cSt）”。$1cSt=\frac{1}{100}St=10^{-6}m^2/s=1mm^2/s$。

恩式粘度：亦称条件粘度或相对粘度。它是指在规定条件下，一定体积的试油在某温度时，从恩格勒粘度计的小孔流出200mL所需时间（s）与同体积水在20℃的温度下流出所需时间（s）的比值，用符号$^{\circ}E$表示。在温度为t℃时，恩式粘度用$^{\circ}E_t$表示，单位为“度”。

24. 粘度指数

石油及产品的粘度都是随温度升高而降低的。粘度指数就是表示油品粘度随温度变化这个特性的一个约定量值，它也是世界各国表示润滑粘温特性的通用质量指标。

粘度指数越高，表示油品的粘度随温度变化越小，油品使用的环境温度范围越宽。粘度指数越低，则油品粘度随温度变化也大，油品使用的环境温度范围就窄。提高润滑油粘度指

数的方法是深度加工和加添加剂。

25．氧化安定性

石油产品抵抗空气（或氧气）的作用而引起其性质发生永久性改变的能力叫油品的抗氧化安定性。

油品的氧化安定性与其化学组成有关，一般来说，石蜡烃和芳香烃高，环烷烃带多枝链的差，烯烃最差。

油品在储运或使用过程中，常常与空气接触而起氧化作用，尤其是温度的升高和金属的催化更会加深油品氧化。油品经过强烈氧化，质量会发生变化，突出表现在酸值增大或沉淀物增多，这就表明油品的氧化安定性差，使用寿命短。对长期循环使用的汽轮机油、内燃机油、变压器油和压缩机油等，必须定期对油品的氧化安定性做定期化验分析，发现油品变质应及时换油。

26．滴点

在固定条件下，固体或半固体石油产品（润滑脂），受热后具有流动性时，从仪器上开始滴落下来的最低温度叫滴点，单位以℃表示。

润滑脂的滴点与其组成有很大关系。选择润滑脂时，应使润滑脂的工作温度低于其滴点20～30℃。常用润滑脂滴点大致范围如下：

烃基脂滴点一般为40～80℃；钙基脂滴点一般为75～95℃；钙钠基脂滴点一般为120～135℃；钠基脂滴点一般为130～200℃；锂基脂滴点一般为170℃以上；复合基脂滴点一般为250℃以上。

27．锥入度和针入度

在规定条件下，一定重量的标准锤，从试油表面垂直穿入试油的深度，用于润滑脂检测的叫锥入度，用于沥青检测的叫针入度，单位都是以1/10mm表示。沥青的试验温度为25℃，标准锤重为100g，润滑脂的试验温度为25℃，标准锤重为150g。

锥入度和针入度分别是衡量润滑脂和沥青软硬程度的项目。锥入度或针入度越大，稠度越小，润滑脂或沥青就越软；反之则润滑脂或沥青越硬，稠度越大。

润滑脂和沥青分别根据锥入度和针入度大小来分号的，我国锥入度（针入度）共分成10个等级。沥青牌号和针入度系列号，见表3-9。

表 3-9　沥青牌号和针入度系列号

品　名	建筑石油沥青	道　路　石　油　沥　青							
牌　号	10号	20号	200号	180号	140号	100号甲	100号乙	60号甲	60号乙
针入度 (25℃,100g, 1/10mm)	10～25	25～40	201～300	161～200	121～160	81～120	85～120	41～80	41～80

28．伸长度

沥青试样在规定的条件和温度下，以一定速度延伸至拉断时的长度叫伸长度。单位以"cm"表示。

29．软化点

沥青试样在测定条件下，受热软化时，钢球下坠25.4mm时的温度叫软化点，单位以℃表示。

第二节　石油产品的应用与质量要求

石油产品的品种和牌号很多，做为油品储运工作人员对石油产品的品种、性能、应用和质量要求有一个清楚的了解是十分重要的。

一、燃料油类产品

我国石油商品总量中，燃料油类约占82%，而发动机燃料则占石油燃料总量的60%，汽油和柴油的用量之比约为1:1.3。

1．汽油类

汽油类产品按用途可分车用汽油、航空汽油和溶剂油3类。

汽油分类
- 车用汽油
  - 70号、85号汽油(马达法辛烷值)
  - 90号、93号、97号汽油(研究法辛烷值)
- 航空汽油：75号、95号、100号航空汽油
- 溶 剂 油：70号、90号、120号、190号、200号、260号溶剂油

(1) 车用汽油

车用汽油是原油经常压蒸馏装置切割出的直馏汽油馏分或催化裂化等二次加工装置生产的汽油，在加入添加剂或高辛烷值轻烷基化油，经调合所生产出各种标号的汽油。

车用汽油是汽化式发动机的动力燃料，主要用于各种型号的汽车、摩托车和以汽油机为动力的各种机械设备。

为了提高车用汽油辛烷值，在汽油中要加入四乙铅或甲基叔丁基醚。详见本章第四节。

车用汽油有旧牌号和新牌号之分。旧牌号是按照马达法（MON）辛烷值划分的，有66号、70号、80号、85号（见GB484-77和GB484-86标准）4个牌号。新牌号是按照研究法（RON）辛烷值划分的，有90号、93号、97号（见GB484-93标准）3个牌号。两者相比，旧66号产品已被淘汰不再生产，旧80号相当于新90号，旧85号相当于新93号，旧70号照常生产质量不变，新97号没有对应的旧标号。

不同牌号的汽油用在不同压缩比的动力设备上，不能认为使用汽油标号越高越好，否则发动机将不能正常工作，而且还会造成能源浪费。正确选用汽油标号是根据汽油发动机的压缩比。一般来说，压缩比在7.0以下的选70号车用汽油，压缩比在7.0～8.0之间的选90号车用汽油，压缩比在8.0以上的选93号或97号车用汽油为好。据报道，中国石油化工总公司和中国汽车工业总公司已确定，从1992年1月1日起，凡引进技术生产的车型、进口车型和新开发定型生产的车型（汽油车），一律使用新90号或90号以上车用汽油。

车用汽油使用的质量要求主要是：

①良好的蒸发性能，使发动机效率高，燃烧完全。

②有足够的抗爆性能，保证发动机工作正常、平稳，不损坏机件。

③化学安定性好，抗氧化能力强，长期存放和使用不变质。

④抗腐蚀性能好，不腐蚀容器或机器部件。

(2) 航空汽油

航空汽油是活塞式航空发动机的燃料，其牌号也是根据辛烷值划分的，有75号、95号、100号3个牌号。航空汽油除含基础油和添加剂外，有时也要加入高辛烷值组分如芳烃、异构烷烃。

航空汽油的使用质量要求主要是：要有良好的抗爆性和蒸发性，发热量高，较低的冰点和良好的安定性，无腐蚀性，且洁净度良好。

（3）溶剂油

溶剂油是在工业中作为一种溶剂使用而命名的液体产品，它是依据98%馏出温度或干点来划分牌号的。

溶剂油也叫工业汽油，按GB1922-80（88）标准，可分70号、90号、120号、190号、200号、260号六种牌号。按照SH0003～5—90标准，还有6号抽提溶剂油、橡胶工业溶剂油和油漆工业用溶剂油。

溶剂油都是直馏产品，不含任何添加剂，毒性小，其质量类似于直馏汽油，总的馏分范围很宽，只有某种牌号有时很窄。它主要用于机械洗涤，配制杀虫剂，制造涂料的稀释剂，溶解橡胶配制胶浆，胶鞋面上光涂料等。

溶剂油使用的质量要求主要是：外观无色透明，不含水杂；馏程范围控制窄，有良好蒸发性和溶解能力；芳烃含量和碘值适当以保护工人健康；安定性好，不易氧化，不腐蚀设备。

汽油类产品在储运过程中，质和量都要发生变化。量的变化是由于自然蒸发引起的，而质的变化则是由于外界水杂的混入、油品氧化变质或添加剂受破坏，轻组分大量蒸发所致。三者中氧化变质是主要原因，特别是长期储存中。防止油品变质方法见本章第三节。

2．灯油类

灯油类产品按用途可分灯用煤油和航空煤油两种。

（1）灯用煤油

灯用煤油按生产方法分有直馏精制煤油（馏分范围约150～320℃）、合成煤油和加氢煤油3个品种。按质量分有优级品、一级品和合格品3个等级。灯用煤油主要用于照明和各种喷灯、汽灯、汽化炉、煤油炉作燃料，也可用于机器零件洗涤，橡胶和制药工业作溶剂，油墨稀释剂，有机化工裂解原料以及金工表面化学处理等工业用油。灯用煤油标准代号为GB253-89。

灯用煤油使用的质量要求主要是：燃烧性能良好，火焰亮，不冒烟；吸油性良好，灯芯不易结焦；安全性好，着火危险性小；含硫少，点燃时无臭味，对人畜无害；长期存储不变质。

（2）航空煤油

航空煤油多是天然原油常压直馏产品，经电精制再加入各种添加剂而得。馏分组成比灯用煤油轻，是喷汽式发动机的重要燃料。

航空煤油的牌号有1号、2号、3号和4号4个品种。各种牌号航煤的馏程、结晶点均不相同，根据其质量分别适用于民航、军用或舰艇上飞机使用。

航空煤油使用的质量要求主要是：外观无色透明，洁净度好；良好的燃烧性能和蒸发性能；含硫低，燃烧完全，不生成有害物质，无腐蚀性；有良好的热安定性、抗氧化安定性及防静电性能，久储不变质，使用安全；较低的冰点；较高的发热量和较大的密度，发出功率大，续航时间长。

3．柴油类

柴油是我国目前使用最多的发动机燃料，主要用于以柴油机作动力的各种农业机械、大中型柴油汽车、铁路内燃机车、船舶舰艇以及各种工程机械等。

从组分范围看，柴油比灯油重。直馏柴油十六烷值较高，胶质少，抗氧化安定性好。而二次加工装置生产的柴油，十六烷值低，抗氧化安定性差，储存中易氧化，颜色变深，胶质增大，因此它们一般不能单独作为成品出厂。柴油产品是由常压直馏柴油经电精制后，再与二次加工装置生产的催化柴油、焦化柴油或加氢柴油等，按照不同组分和不同比例进行调合

或加入添加剂而成。另外从煤焦油或页岩油中也可提炼出柴油。

柴油可分轻柴油和重柴油两类。它们主要区别在于馏分组成不同。按我国质量标准规定，轻柴油150℃馏出量一般不少于90%，农用柴油350℃馏出量不少于80%，而重柴油馏出量未作具体规定。各种柴油都是按照最高凝点来划分牌号的。轻柴油标准代号为GB252-87。

轻柴油按质量可分成优质品、一级品与合格品3个等级。按照凝点又分为10号、0号、－10号、－20号、－35号和－50号6个牌号。

军用柴油也是轻柴油，按凝点分有－10号、－35号和－50号3个牌号，其质量大多和普通轻柴油一样，其标准代号为GB2021-89。

重柴油是以直馏柴油为基本原料，调入一定比例重质馏分而得。按凝点可分为10号、20号和30号3个牌号。

柴油机选择燃料的依据主要是柴油机的转速，即选择十六烷值和发动机转速相适应的柴油。通常，轻柴油(十六烷值为45～50)适用于转速在1000～1500r/min以上的高速柴油机作燃料，如各种型号柴油汽车、内燃机车、舰艇、坦克及柴油发电机等。重柴油（十六烷值15～40）适用于转速在500～1000r/min的中速柴油机和转速在300r/min以下的低速柴油机作燃料，如重型柴油汽车、拖拉机和大型舰船等。柴油的选用除考虑发动机转速外，还应根据季节、气温和地区，分别选用不同牌号产品。如冬天气温低或严寒地区应选用凝点低的轻柴油，夏天或高热地区应选用凝点较高的轻柴油。

轻柴油使用的质量要求主要是：燃烧性能好，燃烧完全，易启动，工作平稳；蒸发性能好；粘度、凝点和混浊点适当，供油畅通阻力小，有利油泵润滑；含硫少，不含机械杂质和水，对设备无腐蚀，不磨损；安定性好，久储不变质，燃烧后产生积炭少。

重柴油使用的质量要求主要是：粘度适当，流动性好，燃烧完全，磨损小；含硫低，水和机械杂质含量不超标，对设备磨损腐蚀小；闪点高，使用安全。

4．重质燃料油类

燃料油（或称商品重油）是由天然原油经常减压蒸馏拔出轻质馏分后所得塔底残余渣油，有时因渣油不符合燃料油质量标准，还要调入一部分焦化蜡油等。按80℃和100℃运动粘度可分20号、60号、100号、200号、250号5个牌号。渣油适用于各种工业锅炉、船舶锅炉、电厂锅炉、炼油加热炉、炼钢炉和烧制陶瓷的炉窑等作燃料。一般中小型喷嘴的燃烧炉选20号、60号重油，大型喷嘴的窑炉选200号、250号重油。

燃料油使用的质量要求主要是：有良好的雾化性能和低的腐蚀性，并含有较少的沥青质或胶质，燃料能充分燃烧，结焦少，炉子使用寿命长，且燃料闪点高，含水极少，使用安全。

二、润滑油类产品

润滑油是石油产品中品种、牌号最多一大类产品，虽然其全部用量只占石油燃料消耗量的2～3%，但品种复杂，应用极其广泛。

1．润滑油的制取与作用

润滑油是以常压渣油（重油）为原料，经减压塔切割出不同的润滑油馏分或以减压渣油为原料，经过一系列润滑油精制工艺制成基础油，然后再按不同比例调合并加入一定量的各种添加剂而得成品润滑油。润滑油除以天然石油为原料生产外，还可用人工合成方法，生产各种合成润滑油。

润滑油是一种专用液体润滑剂，其作用是：能使机械设备降低摩擦，减少磨损，冷却降

温，清洗异物，防腐除锈，密封绝缘和延长设备使用寿命。

2．润滑油的分类

润滑油的品种繁多，牌号也有上百种。润滑油的分类方法很多，即有各国通用的国际标准（ISO），也有各国自定的国家标准和习惯分类。

表3-4为我国GB7631-81润滑剂和有关产品（L）类的分类。

按照习惯和用途，润滑油大致上又可分为：内燃机用润滑油、齿轮用润滑油、液压系统用润滑油、电气绝缘用润滑油和机具、设备专用润滑油5大类。

3．润滑油的选用与质量要求

润滑油有许多品种，它们用在不同机具设备上，有着不同的使用目的，不同的润滑方式。虽然其质量标准不完全一样，但从它们商品共性上看，它们都应具有实用、安全、可靠、耐久和经济特性。

（1）润滑油的选用

设备能否长期安全运转，润滑油的正确选择非常重要。通常，选择润滑油的依据是使用目的。要选择得当，必须具备3个条件。

①要知道设备性能、结构使用说明。对设备的机械种类、运转条件、润滑部位、润滑方式等掌握十分清楚。

②要了解各种润滑油的质量指标区别和使用性能特点。

③要熟悉现有各种润滑油的品种和牌号，确定可选范围。

具体选择时，应先选择油品类别，再选品种，最后选牌号，决不可先后颠倒。

（2）润滑油的质量要求

不同的润滑油有不同的使用质量要求，综合起来主要有以下几点：

①良好的粘温性能。要求粘度适宜，凝点较低，低温流动性好，保证设备起动容易。

②良好的清净分散性。能及时将设备内胶状物质和沉淀物清洗下来，经滤清器排除，保持零部件清洁。

③良好的抗腐蚀性和防锈性。保证设备在复杂条件下能正常润滑，不腐蚀机件。

④有一定精制深度。灰分、残炭、酸值要小，无水杂和水溶性酸碱。

⑤有良好的安定性。不易挥发，损失少，闪点高，不易着火，使用安全。

⑥良好的耐负荷性。要求有好的油性和极压耐磨性。

⑦抗氧化安定性要好。高温高压下，不易老化变质，使用寿命长。抗乳化性能强，不易乳化变质。

⑧有一定的抗泡性。产生泡沫少，清失快，保证动力传递平稳。

润滑油的具体选用，可查阅“新编石油商品知识手册”或“石油化工产品标准”等资料。

4．常用润滑油简介

（1）内燃机油（E组）

内燃机油是应用最为广泛的第一大类润滑油，消耗量约占润滑油总量的50%左右。内燃机油是内燃机用油的总称。按其使用性能包括：汽油机油、柴油机油、铁路内燃机车四代油和二冲程汽油机油4种。除此以外，各企业还生产适销对路的符合企业标准的其它牌号润滑油。

在选择内燃机油时，除去根据汽车品种、类型和发动机性能选用等级和牌号外，还应考虑地区和气温高低。北方寒冷地区或冬天季节应选用凝点低、粘度小的低标号润滑油，夏天或南方热带地区，可选粘度大的高标号润滑油。润滑油粘度选得合适，可降低机油和燃料消

耗，提高发动机功率，减小磨损，以利设备经济合理工作可靠运行。

内燃机油使用的质量要求是：应有较好的粘温性能，粘度受热影响要小；良好的清净分散性，使汽油内胶状沉降物清除及时，保证活塞和环清洁；良好的抗氧化安定性，不含杂质，不腐蚀机件；适当粘度，较低凝点，使发动机磨损少，流动好。

（2）齿轮用油（C组）

齿轮油是应用在条件比较苛刻的齿轮设备上一种润滑油。齿轮油是应用范围最广，品种牌号最多的三大类润滑油之一。

齿轮油粘度范围很宽，按种类、用途和使用条件不同，有许多品种。现在生产的齿轮油多是馏分型，并加有多种添加剂。原来的渣油型不精制产品正在被淘汰。齿轮油最重要的性能是粘度低和耐负荷性好。目前，尚无标准分类方法，习惯上还是按用途和耐负荷程度分。通常可分为车辆齿轮油和工业齿轮油两类。它们适用于各种汽车、拖拉机和工程机械的手动变速箱和后桥传动齿轮等部位的润滑。不同等级齿轮油分别用在不同负荷车辆上。

齿轮油使用的质量要求是：有良好的极压耐磨性，在各种负荷和冲击下都能保证润滑；良好低温流动性，在低温下车辆易起动；热安定性好，在高温高压条件下，不易氧化变质；良好的抗乳化和抗泡性，在搅拌中起泡少，消失快；防腐和防锈性能好，长期使用，不腐蚀机件。

（3）液压系统用油(H组)

液压油是各种液压传动装置系统的润滑油料，其作用是传递压力，保证运动部位润滑和密封，推动机械工作。液压系统用油品种繁多，应用范围广泛，是三大类润滑用油之一。

液压系统用油按使用性能分为普通液压油、通用型机床工业用油、抗磨液压油、低温液压油、专用液压油（包括航空液压油、减震器油、汽车制动液等）液力传动油和牵拉机液压传动两用油等。

液压系统用油适用于各种精密机床的液压和导轨用油，以及对润滑油无特殊要求，环境温度在0℃以上的各种机床的轴承箱、齿轮箱、低压循环系统等部位润滑。液力传动油适用于内燃机车及各种大小型车辆的液力变扭器和液力耦合器用油。

液压油使用的质量要求是：粘度适宜并有良好的粘温特性，在压力、温度变化时，能正常准确传递动力，并起到密封、润滑、冷却作用；抗氧化安定性好，热稳定性好，不易氧化变质，使用寿命长；良好腐蚀性和较高油膜强度，复杂条件下润滑好，磨损少；良好的抗泡性，产生泡沫少，消失快，保证动力传递平稳，变扭效率不会降低；破乳性、防锈性好，不易产生乳化液；对橡胶密封件影响小，不易溶胀，能防止密封失效漏油。

（4）机械用油（A 组）

机械油是一般机械通用润滑油的总称。它的应用范围十分广泛，适用于金属加工、冶金、化工、纺织、造纸、印刷等工业部门的专用机械设备及各种机械、泵轴承的润滑。在炼厂油品泵房，用的最多的润滑油就是机械油。

机械油通常分通用机械油和专用机械油两类。通用机械油包括：高速机械油、普通机械油和轧钢机油。专用机械油包括：导轨油、车轴油、仪表油、缝纫机油和船用机油等。通用机械油内不含任何添加剂，专用机械油往往要加入一些添加剂，以改善润滑油的性能。

机械油适用于各种机床、电机、离心泵、蒸汽泵及农业机械等设备润滑。车轴油是铁路机车及车辆的轴瓦、轴承或机车滑板等部位的专用润滑油。仪表油用于各种仪表、仪器轴承的润滑和防护。

机械用油品种不同，使用质量要求也有所不同，具有共性的要求主要是：适当粘度

和良好低温流动性；良好的润滑特性；具有一定的安定性，不易生成沉淀物，不腐蚀金属等。

（5）其它专用润滑油

在炼油厂使用的专用润滑油品种也很多，常用的有汽轮机油、冷冻机油、压缩机油、变压器油、汽缸油和金属切削用油等。

汽轮机油属中质润滑油，也常称透平油。适用于电站汽轮机、蒸汽涡轮机的轴承、齿轮箱、调速器润滑，并用于其液压控制系统。

冷冻机油属轻-中质润滑油，凝点低是其最大特点，适用于各种冷冻机的活塞、汽缸、轴承、传动部件及油封装置等部位的润滑和密封。

压缩机油属优良重质润滑油，适用于各种类型压缩机的汽缸、活塞、轴承、传动部件和油封等部位润滑和密封。

汽缸油属重质润滑油，适用于蒸汽泵、蒸汽机、蒸汽锤的汽缸润滑，以及各种低转速、重负荷的重型机械润滑。

电器用油因用途不同，各有其专用名称，如变压器油适用于各种变压器、互感器等设备，起绝缘和介质散热作用，另外还有灭弧作用。

金属加工用油适用于各种机床在金属切削、磨削加工中使用，其作用是为了保护刀具，提高切削速度和防止机床部件表面腐蚀。

三、润滑脂类产品

润滑脂是一种半固体（或半流体）状的润滑剂，其产量虽然在我国石油产品中所占比重不是很大，但品种繁多，用途极其广泛，在工农业生产和国民经济各部门是不可缺少的重要材料。

目前，我国已能生产250个品种，总产量已达80～100kt，初步形成了类型比较齐全的系列产品。

1．润滑脂的组成及特点

（1）润滑脂的组成

润滑脂是在基础油中加入一定量的某种稠化剂、胶溶剂和添加剂，得到的半流体状态或粘稠膏状的物质叫润滑脂，俗称黄油或干油。因此，润滑脂的基本组成是润滑油（又称基础油）、稠化剂和添加剂。一般稠化剂含量占5～20%，基础油含量占70～90%，其余5%左右为各种添加剂。

润滑脂的性能主要取决于基础油的种类、精制深度和理化性质。面基础油包括的只有石油润滑油和合成润滑油两类。在所有润滑脂产品中，95%的产量是用石油润滑油作基础油生产的。

为了使润滑脂产品符合质量要求，因此对基础油也有一定要求即：

①要有一定的精制深度。

②合适的粘度和粘度指数，较低的凝点。

③抗氧化安定性和热安定性要好。

④润滑性要好，不能腐蚀机件设备。

⑤不易燃烧，使用安全可靠。

润滑脂的耐温性、耐负荷性、耐水性、附着性等也取决于稠化剂的种类（皂化物和非皂化物）和含量。因此，要求稠化剂要有尽可能高的机械、化学、热安定性，适当的浸油性和抗水性。一般来说，稠化剂含量越多，润滑脂锥入度越小，脂越硬。

润滑脂中加入的添加剂是为了改善和提高润滑脂的某些特殊性能。一般来说，加于润滑油中的有效添加剂也都会加于润滑脂中。

（2）润滑脂的特点

润滑脂的应用，有许多显著特点，如：

①粘附性能强，它能牢固地附着在金属摩擦表面上，不流失，不滑落。正常工作时不会漏失，能保持良好润滑。

②防锈性能较好，能保护金属不受腐蚀，可起保护剂作用。

③密封性好，能防止外界水分、尘土或腐蚀性物质浸入，保护摩擦面清洁。

④缓冲性好，适应性好，对于运动方向、速度或负荷大小不断改变，以及产生的很大冲击振动时，润滑脂能起缓冲作用，消除机械振动。

⑤对滚动轴承润滑来说，注油方便，使用时间长，维护工作量小。

因此，润滑脂应用十分广泛，主要用在各种机械设备的轴承上。应用场合多是低速高温工作的设备；含有潮湿、灰尘、腐蚀气体的场所；经常开停、变速、变向，有冲击负荷和磨擦面粗糙的机器；温度变化范围大，又不便经常换油的地方等。润滑脂所起作用主要是润滑和防护。

但是，润滑脂在使用中也有一定缺点，即：

①散热能力差，无法循环冷却，不适宜高转速轴承使用。

②流动性差，内摩擦阻力大，无法形成动压油膜。因此，不适用于滑动轴承润滑。

③加脂、换脂、清洗比较麻烦。

④储存中易进入水杂而变质，污染后又不便净化。因此，限制了它的使用范围。

润滑脂的生产工艺大致分为皂化、混合、冷却碾压和成品包装等工序。

2．润滑脂的分类及应用

润滑脂的分类方法很多，可以按使用温度、作用和润滑部位分，也可按其特性分。我国润滑脂的标准分类则是按稠化剂类型分的，即皂基脂和非皂基脂两类。

现在，按照润滑脂的使用场合（X类），大致可分成通用润滑脂、高温润滑脂、专用润滑脂和合成润滑脂4类。按照润滑脂的使用性能可分为减摩润滑脂、防护润滑脂、密封润滑脂和增摩润滑脂4类。

润滑脂的品种和牌号很多，应用范围较广，在工业生产上常用的润滑脂有钙基润滑脂、钠基润滑脂、钙钠基润滑脂、通用锂基润滑脂、石墨钙基润滑脂等。

钠基润滑脂外观呈纤维状或海棉状结构，颜色由深黄到暗褐色，其特点是耐热性好，耐高温（t＞120℃），机械安定性比钙基脂好，但钠基脂耐水性能差，遇水易乳化，不能在与潮温空气或水接触条件下使用。适用于各种机械设备的轴承等摩擦部位润滑。

钙基润滑脂是应用最广的一种，外观呈光滑奶油状，颜色呈淡黄至暗褐色。其特点是抗水性强，不溶于水，不乳化，适宜在潮温环境下使用，而且胶体安定性好，缺点是耐温差，一般适用在温度—10～60℃范围转速在3000r/min以下的滚动轴承润滑。

钙钠基脂具有钙基和钠基两者优点，有一定抗水性和耐温性，机械安定性好，适用工作温度为85～100℃，不直接接触水的各种电机、发电机、鼓风机、汽车、拖拉机上滚动轴承润滑。

通用锂基脂外观呈奶状浅黄色油膏，特点是耐温性、耐水性都好，防锈性能也好，在机械高速运转时它不会变稀或流失，耐温范围—20～120℃，是一种长寿、通用、多效能高级润滑脂，适宜各种机械设备的滚动轴承和滑动轴承等部位润滑。

石墨钙基润滑脂，外观为黑色均匀油膏，其特点是抗水性好，对金属表面粘附性也好，

能适应重复荷粗糙摩擦表面的重型机械设备润滑，也能适应与水或潮气接触的设备润滑，如汽车钢板弹簧，吊车、起重机齿轮转盘，起重用钢丝绳、绞车齿轮转盘等。

2．润滑脂的选择与质量要求

润滑脂的选择要从使用目的、机械运行条件和使用性能方面考虑。此外，还应力求做到经济合理，使用可靠，管理方便。选择是否得当，将直接影响到机械效率的高低，设备磨损程度大小，润滑脂耗量多少以及维护检修的频繁程度。

从机械运行条件上考虑，主要是：设备工作温度高低，负荷轻重，转速高低，工作环境、用脂部位及给脂方法。

一般来说，工作温度高的，选耐高温润滑脂，如钠基脂或复合钙基脂；低温工作的设备选锂基脂。通常，润滑脂的使用温度都应低于其滴点10～20℃。重负荷的设备应选锥入度小的、油膜强度和极压性强的润滑脂，如钡基或铅基润滑脂，或含添加剂的二硫化钼润滑脂。中小负荷的需选锥入度适宜的，且不含添加剂的润滑脂。转速高的润滑部位，应选耐热好、中等粘度的钠基脂。工作环境有水或潮气接触的部位应选钙基、复合钙基或锂基脂。在有尘埃、污物的空气中应选石墨脂。在腐蚀性气体或酸性气体环境中应选烃基脂。如机械运转或停用需防锈的应选防锈脂。

润滑脂的品种很多，用在不同设备，不同润滑部位，不同工作条件下，有着不同质量要求。除其特殊性能外，润滑脂的质量要求所具有的共同性有以下几点：

①有一定的耐水性，耐热性好，滴点较高，适合工作范围宽。

②安定性和耐磨性较好，在低、高速、轻、重负荷下都能耐压、耐磨，保持良好润滑。

③防锈性强，使用长久，不腐蚀金属，油皂不分层。

④粘温性好，泵送性也好。

四、固体类产品

固体类石油产品主要有沥青、石油焦、硫磺、石蜡和地蜡等，其产量约占石油产品总量的5%，广泛用于各行各业。

1．石油沥青

石油沥青是一种重要石油产品，其产量约占石油产品总产量的3%，广泛用于道路、建筑、水利、防腐和涂料工业等方面。

原油性质不同，生产出的石油沥青性质、品种也不同。目前，我国已经能生产各种品种、牌号产品40多种，基本形成了比较完整的系列产品。

按照加工方法的不同，可分成直馏沥青、蒸馏沥青、氧化沥青和裂化沥青4种。按其使用性能又可分成道路沥青、建筑沥青、专用沥青和乳化沥青4大类。其中道路沥青和建筑沥青约占我国石油沥青总量的90%以上。

（1）道路沥青

道路沥青是由常减压蒸馏后的残留物（渣油）经浅度氧化而得。产品为黑色固态或半固态粘稠物质，按25℃针入度分为200、180、140、100甲、100乙、60甲、60乙共7个牌号。虽然它们都是用于道路铺设，但应根据不同地区不同气候条件和施工方法来选择。带“甲”字的沥青粘结力强，延伸度大，低温性能好，韧性也好，适宜铺设高级路面。另外，道路沥青也适用于屋面防水及作为油毡纸和绝缘材料用。

使用道路沥青的质量要求是：具有良好的流动性，耐温高，对温度感受性小，热稳定性

好，并有持久的粘附性；低温性能好，抗裂性强，能承受车辆负荷的压力和拉力而不使路面出现破裂及凹坑；使用寿命长，且耐久性好。

（2）建筑石油沥青

建筑石油沥青是由炼制天然原油的减压塔底渣油经氧化和成型而得。它适用于作建筑屋顶和地下油毡防水层的胶结料、管道防腐绝缘涂料、油毡纸用料以及低温、防潮材料的浸渍或涂抹。按25℃针入度可分10号、30号两个牌号。成型后的固体建筑沥青为黑色长条状，每块净重18kg左右。

使用建筑石油沥青的质量要求是：产品软化点、针入度适中，并具有良好的粘结性和不透水性；溶解度良好，易熔化，有光泽和弹性；抗老化性能好，热稳定性好。

（3）专用沥青

专用沥青或称特种沥青，它是根据市场需要，由各炼油企业按照原油性质，选择加工方式，依据行业标准或企业标准生产的具有特殊用途的沥青。例如：胜利炼油厂生产的特种沥青有3号防水沥青，管道防腐沥青，铁道车辆防腐沥青，阳离子乳化沥青，橡胶沥青和绝缘沥青等。其中防水工程沥青用于防水建筑工程，屋面胶结材料及制造油毡纸和涂料；管道防腐沥青用于地下输油管道防腐绝缘；铁道车辆防腐沥青用于铁道车辆热喷涂，作防腐层涂料；阳离子乳化沥青用于各种结构的干线公路冷施工；橡胶沥青用作橡胶的软化剂、填充剂和增强材料剂；绝缘沥青作绝缘油毡原料。其它炼油厂生产的还有油漆沥青、蓄电池沥青、电缆沥青等。

2．石油焦

石油焦是一种黑色或暗灰色的坚硬固体石油产品，带有金属光泽且内部又呈多孔性。其主要成分是碳青质，含碳90～97%，含氢1.5～8.0%，另外还有少量其它元素及重金属。

石油焦是原油经减压蒸馏的残渣油、热裂化残油或减粘装置的残渣油以单独或混合原料，经延迟焦化或釜式焦化装置生产而得。釜式焦一般比延迟焦挥发分少，水分少，粉末少，强度大，一般可直接使用，而延迟焦用前需锻烧，但它易于石墨化。石油焦按用途共分1号、2号、3号三个牌号，其中1号焦适用于冶金工业作普通石墨电极使用；2号焦适用炼铝工业制造铝用炭素；3号焦适用化学工业制造工业碳化物或冶金燃料。除去作工业原料外，石油焦也是一种非常好的燃料，热值高，极易点燃，燃烧后无灰渣，无污染。

使用石油焦的质量要求是：用于制造电极的石油焦，其含硫量严格控制不得超过1%，含水和灰分也不得超标。

3．硫磺

硫磺是由含硫天然气或炼油厂酸性气体经燃烧炉和转化器反应生成硫磺，经冷却、成型、包装制成硫磺产品。按企业标准，硫磺可分为工业硫磺和食品硫磺两种。工业硫磺成品呈黄色或淡黄色，有块状、粉状、粒状或片状多种，其含硫纯度高，按GB2451-81标准，硫含量应大于或等于99.9%，杂质含量很少，砷、铁含量甚微。适用于制作硫酸、橡胶制品，农药杀虫剂，医药用作磺胺药，食品蔗糖、脱色及制造火药等。粉状、片状工业硫磺用塑料编织袋包装，块状或粒状用麻袋包装，每袋净重25kg或50kg。食品硫磺生产方法与工业硫磺相同，只是对酸性气质量有更严格要求。要求硫含量纯度更高，可达99.98%以上，杂质含量也少。在食品工业上用作防腐、杀虫、漂白、熏蒸等，在制取淀粉时，用来软化玉米等原料，是制取焦亚硫酸钠等产品的优质食品添加剂。该产品用聚丙烯编制袋作包装，每袋净重25kg或50kg。

4．石蜡、地蜡

石蜡和地蜡都是由各种不同结构的高分子固体烃所组成。中粘度润滑油馏分含石蜡量最

多，而地蜡则集聚在高沸点馏分和各种不同原油的残渣油中。

（1）石蜡

石蜡是由天然原油或页岩油蒸馏出的馏分（包括柴油馏分或高粘度润滑油馏分）脱出的蜡经脱油和精制而制得，常温下是固体。液体石蜡是从150～320℃直馏馏分分离出来并经脱蜡而得。石蜡晶体是鱼鳞片状结构，熔点较低，为32～75℃，颜色有白色和淡黄色两种。石蜡的品种和牌号很多，按照含油量、精制深度可分成全精炼石蜡、半精炼石蜡、食品用石蜡及粗石蜡4种。按照熔点可分成50、52、54、56、58、60、62、64、66、68、70号共10个品种。石蜡牌号不同，应用范围与场所也不同。它主要用于复写纸、蜡笔、蜡纸、蜡烛和药物包装纸及轻工、化工作原料等。商品石蜡要求呈固体板状，每块净重5kg。液体石蜡可生产合成洗涤剂、增塑剂和农药乳化剂。石蜡使用的质量要求是：熔点、含油量、安定性和无毒性都应严格控制，不得超标。

（2）地蜡

地蜡也称微晶蜡，是由减压渣油提炼润滑油时的脱出蜡，经脱油和精制后而制得。地蜡晶体细小呈针状结构，熔点较高，为55～88℃，颜色有白色、黄色和深褐色，无臭。地蜡有合成地蜡和提纯地蜡两种。合成地蜡是由合成石油副产品经精制而得。提纯地蜡由粗地蜡或高粘度石油润滑油馏分经脱蜡所得。地蜡适用于制造润滑脂、凡士林、鞋油以及食品、化学、造纸工业作原料。地蜡主要质量控制指标是滴点和针入度。

第三节　石油产品的质量维护

物尽其用是节约能源，保证产品质量是关键。企业生产的产品必需合格，流通环节做好质量维护，用户正确使用产品，才能发挥产品应有作用。

一、生产企业对产品脱量的保脱

产品质量是企业的生命，企业生产的最终目标是为了用户需要，坚持“质量第一，用户第一”，为市场提供合格优质产品，做好售后技术服务是炼油企业生产和经营的指导思想。

为保证石油产品质量合乎标准，适销对路，炼油企业普脱推行了全面质量管理，建立健全了质量管理保证体系。实行质量目标管理和质量考核经济责任制，开展质量教育和产品升级创优活动，积极推行标准化和采用国际标准。从抓原料进厂和保证原料、化工材料质量入手，做好生产过程质量管理、化验质量检验管理和产品出厂质量管理工作。在整个产品生产和经营过程中，都有一套完整的、严格的质量管理制度和质量监督检查体系予以保证。例如进厂原油要定期作常规分析，根据原油评价确定加工方案，不同品种原油分别储存。各种石油产品的生产都必须严格按照生产计划和工艺卡片进行，操作条件也不得随意更改。半成品油和成品油都要定时按质量标准分析，半成品按工艺卡片调合成各种成品。进入储运罐区的成品油都是合格的并分别储存。盛装油品的所有油罐、管线、容器都必须清洗合格，符合质量要求。一切产品都是按运销计划灌装、发运出厂。为保证产品质量，在油品流通各个环节中，都积累了不少行之有效的质量管理经验，例如：

（1）在产品工序交接上，要认真执行“产品五不许移动”规定，即：

①罐内停止进油未经分析不许移动；

②分析项目不全不许移动；

③产品质量不合格不许移动；

④容器、管线不符合使用要求不准进油，油罐未切水杂不许移动；

⑤特殊情况未经厂长或总工程师批准不许移动。

（2）油品罐区各种油罐都要执行“三脱水”规定，即：

①收油前脱水。避免罐底留有水杂在收油时因搅动而乳化，影响计量准确；

②收油后沉降脱水。装置流出口常有水分随油带出，罐满后需沉静 1～4h，脱除水分，以利下道工序加工；

③移动前脱水。保证罐内残存底水不带入下道工序加工，并保证产品出厂质量。

（3）铁路罐车刷洗，应认真执行“三不出站”规定，即：

①车刷完未经检查不出站；

②车刷洗不合格不出站；

③特洗车未开合格证，车口没有加盖铅封不出站。

（4）石油产品装车严格执行“三对、三看、一联系、五不装”规定，即：

“三对”：对合格单，对车号，对油品品种。

“三看”：看车口铅封，看容器清洁程度，看油品颜色（装重油时，要看车底有无明水，看油温）。

“一联系”：加强与质量检查科、调度室和油品罐区等单位联系。

“五不装”：特种油没有特洗合格证不装；罐车刷洗质量和装油品种质量不符不装；罐车实际车号和计划单不符不装；特洗车车口未加铅封不装；罐车容器附件不全，不能保证严密不装。

（5）石油产品严格执行“五不许出厂”规定，即：

①产品未经分析或分析项目不全不许出厂；

②品种、规格不符合质量标准要求不许出厂；

③产品没有质量合格证以及军用油合格证上没有厂领导签字不许出厂；

④包装容器不符合规定标准不许出厂；

⑤产品未按规定留样不许出厂。

（6）油罐执行定期清洗、周期清洗规定：轻油罐 3 年；蜡油、重柴油罐 2 年，润滑油罐 3 年，液化气和苯类产品罐 5 年，原油罐 1 年。

（7）石油产品化验分析应做到“三及时”、“三检查”、“五准确”。

“三及时”：采样及时，分析及时，报结果及时。

“三检查”：化验分析结果出来要经自检、互检和班长三级检查，确认无误才能报结果，出合格单。

“五准确”：采样准确，仪器和试剂准确，化检分析准确，计算与记录准确，报出结果准确。

有了这样完整的质量管理制度，有生产操作人员认真贯彻执行，再加上严格的质量监督检查予以保证，因此炼油企业出厂的产品质量才能总是100%的合格，产品适销对路，质量让用户使用放心。

二、油品储运过程中的质量维护

炼厂生产的石油产品绝大多数要经过石油公司销售给用户，这个过程要经运输、检卸、入库、保管、零售等多道环节，每个流通环节管理的好坏，都对产品质量有着重要影响。在产品储运、保管、零售过程中，常常由于轻组分蒸发、油品氧化、混入水杂、容器不清洁或

操作失误等原因造成油品污染，品质变坏，损坏设备，甚至给生产、运输和安全带来影响。因此，销售系统做为炼油企业和用户中间的桥梁，对维护好产品质量有着十分重要的责任。

为了维护好石油产品质量，各个流通环节都要把好“三关”，即进货关，不让不合格油品进库；储存关，不让合格油品污染变质；出库（站）关，不让不合格油品发到用户手中。为此，各环节做好以下几方面工作。

1．努力减少油品蒸发损失，防止油品氧化变质

石油产品都有易于蒸发的特性，尤其是轻质油品。油品蒸发后，不仅会造成数量损失，污染环境及安全，而且还会使产品质量下降。主要表现是：影响油品的汽化性能，降低油品的粘度，另外油品与空气中氧接触，氧化生成胶质，增加四乙铅分解，也会影响油品安定性和抗爆性，并使润滑油酸值增大，引起设备腐蚀。防止油品蒸发损失，延缓油品氧化应采取的措施，见第七章。

2．防止油品混入水分和机械杂质

在石油燃料和润滑油（脂）中，对水和机械杂质的含量都有严格的质量要求。水的含量一般为痕迹，机械杂质含量无或不大于0.01%。但在储运过程中，油品混入水杂是最常见的质量问题。

油品混入水杂，对汽油来说会堵塞油路，使供油中断，并增加机械磨损。润滑油遇水会乳化失去润滑作用。电气用油混入水杂会使绝缘性能变坏，停电危险性增加。为防止油品混入水杂，应采取的措施有：

①要保持装储油容器清洁。即装油前容器要先清洗，检查后符合所装油品质量要求才能灌装；容器要专油专用不能相互混用；容器内壁喷涂防锈漆等。

②油品储存时间越长，氧化产生沉淀物越多，对油品质量影响越大。因此，油罐应定期清洗。清洗和干燥后的油罐与容器应达到无水分，无杂质、无油垢、无纤维、白布擦拭不带污物。

③装卸油品时，遇雨雪风砂天气应停止装油操作。

④加强桶（听）油品保管。入库油品分类堆放；露天放置加盖棚布；放置时应采取卧放或斜放；配齐桶口胶圈，拧紧桶盖；倒油前，清洗桶口、桶面油垢灰尘；严格控制库存油品环境温度等。

⑤定期对库存油品化验分析，油品发放执行先进先出的原则。库存油品执行定期分析，有利掌握油品质量变化情况，发现质量问题应及时处理，以便保证发出油品质量合格。一般规定，桶装油品每六个月复查一次，罐存油品根据周转情况，每半年至一年复检一次，易变质油品可缩短复检周期。

3．防止串油、混油发生

不同性质油品不能相混，否则会使油品质量下降，甚至变质失去使用价值。如汽、柴油相混，汽油机会难于启动，燃烧不好冒黑烟。柴油机使用会增加爆震，损坏设备。灯油混入汽油，点燃时会增加着火危险性，混入柴油会冒黑烟，灯芯结焦，亮度减弱。润滑油混入轻质油会降低闪点和粘度，使润滑性能变坏，增加机件磨损。在油品储运中，防止串油、混油可采取的措施有：

①不同性质的油品应实行专油、专线、专容器，不能混用。

②一条管线、设备、容器必须输送或储存不同质量油品时，应采取置换、顶线、吹扫等方式，经质量检验合格，方准引油。

③两种不同介质的油品其管道连通点应用盲板或切断阀隔开，并定期检查有无渗漏。

④罐区作业时，流程上阀门要防止开错和漏关。重点部位应“对号挂牌，双人操作”，操作后要复查。

4．维护产品质量，认真执行制度是关键

做好产品质量维护，各级石油公司和石油站也都有一套完整的质量管理制度，并积累许多宝贵管理经验，如：

成品油进石油站执行“四不入库”规定，即：无发货方产品合格证不入库；不合质量标准的产品不入库；货单品种规格与到货实际不符的不入库；罐车铅封受到破坏，质量情况不明的不入库。

油品出库执行“四不发货”规定，即：油品变质不发货；没有合格证不发货；调配或再生油品没有品质证明不发货；装完油容器未铅封不发货。

大量实践证明，不论是生产企业还是油品经销部门，凡发生油品质量事故，大多是违犯制度，不遵守操作规程所致。因此，搞好油品质量维护，认真执行制度是关键。通过加强职业道德教育，提高职工责任心和整体技术素质，逐渐变制度管理为自主管理，产品质量维护也就有了可靠保证。

三、油品使用中的质量维护

质量好的油品还必须使用得当，才能发挥应有作用。因此，合理选购，妥善管理，正确使用，厉行节约则是用户自己应负的责任。

各种不同的油品都有不同的特点和使用要求，用户在油品使用中主要应注意以下几点：

①选择油品应和设备性能对应，使用油品应按油品性能或说明进行，不准随意代用。

②盛装油品的自备容器必须清洁，专油专用，不得混装、混用，以免油品污染变质。

③设备应使用合格油品，用前需经沉淀、过滤。过滤器应定期清洗。

④设备应选用合理的换油周期。换油前残油要放净，并清洗油箱、容器和润滑部位，防止好油被污染。

⑤油品不可久存不用。保管中避免日晒、雨淋，做好密闭防止水杂混入。

⑥单位用油应有专人管理，定额供油，厉行节约，旧油回收，更新再用，保证供油质量。

第四节　油品调合用添加剂

为了增加石油产品品种，提高质量，改善使用性能，在油品调合中普遍加有各种添加剂。了解添加剂品种、作用、性能，对进一步掌握油品质量，做好油品储运工作是十分必要的。

一、石油添加剂的作用与性能

石油产品中的汽油、煤油、柴油是当今世界主要能源之一，而各种机械设备运转又都需要各种润滑油。石油产品一方面在数量上要满足工农业发展需要，而另一方面石油产品的质量和性能对能否满足生产要求又产生极大影响。随着国民经济的迅速发展，能源供求日益紧张，而发动机和机械工业发展，对燃料和润滑油使用要求愈来愈高。要取得质量更高、性能更好、应用更加广泛的油品，光靠优化原料，改进工艺，采用深度加工，已不能满足市场需

求，因为这样会使加工更加复杂，设备和操作费用增加，成本上升。目前，最为经济和更加有效的办法，就是在石油产品中加入各种添加剂。

至1989年底，我国自己研制并生产的添加剂有64种，其中润滑油添加剂达56种，燃料油添加剂8种。基本上满足了市场对油品质量、性能要求提高的需要。

石油添加剂是在石油产品中，调入少量某些物质就能显著改善油品原有性能或使其得到它们原来没有的新性能，并取得合格产品来满足各种机械设备的更好需要，这种物质就是添加剂，用符号“T”表示。因此，在油品中加入添加剂，其作用就是提高产品质量，增加品种、降低成本、减少油品消耗量，延长润滑油使用周期，并可满足依靠石油加工无法达到的要求。

每种油品所加添加剂种类和数量与原油性质、生产工艺和精制深度以及加入目的等多种因素有关。即使同一品种，不同炼油厂所加添加剂品种和数量也都不完全一样。

对添加剂的使用要求主要是：添加数量不多而效果要好，副作用要小，油溶性要好，对水不溶解，不乳化，热安定性要好。

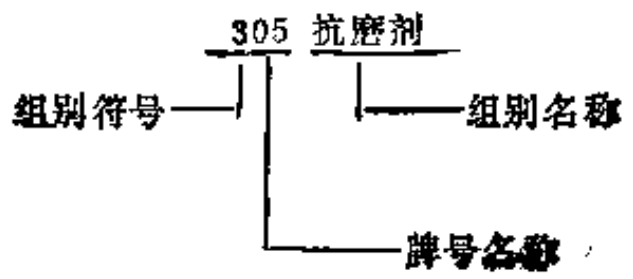
二、石油添加剂的分组、命名和代号

石油添加剂一般为油溶性有机化合物。根据添加的油品种类，一般分为燃料油添加剂、润滑油添加剂和复合添加剂3类。

石油添加剂的命名由3部分组成，即：

组别符号 + 牌号名称 + 组别名称

例如：



石油添加剂的代号，也由3部分组成，即：

T＋组别符号＋牌号名称

我国石油添加剂的标准分组及代号见表3-10。

表 3-10 石油产品添加剂的分组及代号

	组别	代号		组别	代号
润滑油添加剂	清净分散剂	$T_1\times\times$	燃料油添加剂	抗爆剂	$T_{11}\times\times$
	抗氧抗腐剂	$T_2\times\times$		金属钝化剂	$T_{12}\times\times$
	抗磨剂	$T_3\times\times$		防冰剂	$T_{13}\times\times$
	油性剂	$T_4\times\times$		缓蚀剂	$T_{14}\times\times$
	抗氧剂	$T_5\times\times$		抗静电剂	$T_{15}\times\times$
	增粘剂	$T_6\times\times$		抗磨剂	$T_{16}\times\times$
	防锈剂	$T_7\times\times$		抗烧蚀剂	$T_{17}\times\times$
	降凝剂	$T_8\times\times$		流动改进剂	$T_{18}\times\times$
	抗泡沫剂	$T_9\times\times$		防腐蚀剂	$T_{19}\times\times$
				消烟剂	$T_{20}\times\times$
				十六烷值改进剂	$T_{21}\times\times$

三、燃料油添加剂

燃料油添加剂品种比润滑油添加剂多，作用也不同。归纳起来可分成：汽油抗爆剂、十六烷值改进剂、抗氧防胶剂、金属纯化剂、清净分散剂、防冰剂、抗静电剂、抗磨剂、抗烧蚀添加剂、柴油流动性改进剂、消烟剂、缓蚀剂、除臭剂等。

1．汽油抗爆剂

能提高汽油发动机燃料抗爆性能的添加剂叫汽油抗爆剂。汽油抗爆剂有含铅和不含铅两种。

含铅抗爆剂即烷基铅抗爆剂，是一种金属有机化合物，用的最多的是四乙基铅〔$Pb(C_2H_4)_4$〕(代号T1101)，即乙基液抗爆剂(俗称铅水)。它是一种剧毒、无色透明或棕黄色油状液体，有甜味，易挥发。挥发出来的气体或洒漏出来的液体对人畜危害极大。详见第九章。为引起人们注意，防止铅中毒，通常在含铅汽油中加入油性染色剂，使汽油调成红色、黄色或蓝色，以示有毒。汽油中加入乙基液都有严格控制标准，我国规定：航空汽油最高允许加铅量为3.3g/kg，90号汽油不得超过0.35g/kg，93号、97号汽油不大于0.45g/kg。

不含铅抗爆剂叫甲基叔丁基醚（简称MTBE），它是一种无色、透明、有特殊异味的轻质液体，纯度为97.5%，密度0.7394g/cm³，沸点52.5～58.5℃，雷特蒸气压53kPa（396mmHg），研究法辛烷值为117，马达法为101。为生产高标号汽油，在汽油中加入MTBE量一般都较高，才能产生与加入四乙基铅的同样效果，一般加入量为10～15%（体积）。不同的汽油馏分加入量各不相同，提高的辛烷值幅度也不相同，见表3-11。

表 3-11　不同组分的汽油加入MTBE后效果

基础油样		MTBE加入量，%（体）				
		0	5	10	15	20
直馏汽油	MON	56.2	58.7	61.6	64.6	67.9
	RON	56.0	60.0	64.7	68.0	71.3
烷基化汽油	MON	92.4	93.4	94.0	94.9	95.5
	RON	93.4	(94.7)	97.1	98.9	100.9
催化汽油	MON	77.6	79.0	80.0	81.3	82.6
	RON	88.3	(90.8)	91.6	93.3	94.4
宽馏分重整汽油	MON	84.3	85.0	86.0	86.9	87.8
	RON	95.4	(97.5)	98.6	99.6	100.9

2．十六烷值改进剂（亦称柴油抗爆剂）

柴油机比汽油机能耗少，运输成本低，燃料来源广，储运过程中较安全。因此，柴油应用广泛，市场一直供不应求。但柴油因加工方式不同，其十六烷值也不同。而十六烷值太高或太低对使用都非常不利。为了生产出标号合格的柴油，炼油厂大多将十六烷值高低不同的柴油按一定比例进行调合。另外，也可在十六烷值低于40的二次加工柴油中加入少量十六烷值改进剂，亦可达到所需柴油标号。

目前，使用较多的十六烷值改进剂主要有硝酸戊酯、硝酸伯己酯及2,2-二硝基丙烷。添加剂加入效果取决于添加剂种类、加入量及燃料化学组成，一般加入量都在0.5～1.5%（重量）左右。

3．抗氧防胶剂

各种燃料油在储存与使用过程中，难免由于氧化，而使油中一些不安定化合物和氧作用生成酸性氧化物，经进一步聚合变成胶质，从而给设备使用带来危害。为防止汽油氧化而生成胶质，除采取提高加工深度方法外，另一种方法就是在汽油中加入一种抗氧防胶剂。

抗氧防胶剂种类很多，应用最多的是T501（亦称“264”添加剂），它广泛用在各种燃料油和汽轮机油、变压器油、液压油、机械油等润滑油中，也可用作橡胶、塑料、油漆等的防老剂。在汽油脱硫醇装置中，催化汽油加入量为20～50ppm，即能改善其抗氧化性能，使诱导期提高100min。

4．金属钝化剂

燃料油在储运过程中，难免会混入微量金属，这些金属，特别是铜，都有促进油品氧化生胶的作用。为了防止燃料油氧化，除在油品中加入抗氧防胶剂外，有时还要同时加入一种能使金属失去活性，削除金属对油品氧化作用的添加剂，这就是金属钝化剂。

金属钝化剂本身并不起抗氧化作用，只是抑制氧化，延缓油品生胶速度。以延长油品储存期。

金属钝化剂种类很多，常用的是T1201，它适用于汽油、柴油、喷气燃料或润滑油，其用量一般为1～5ppm，生产中，多在汽油（催化裂化汽油）脱硫醇装置中和抗氧防胶剂一并加入油中。

5．抗静电剂

易燃石油产品（如：汽油、煤油、航空煤油）在管输、过滤、混合、灌装过程中，由于摩擦产生静电，极易引起着火爆炸。在燃料油中加入抗静电添加剂目的就是为了提高油品导电率，泄漏电荷，从而起到防止电荷积聚，消除静电避免引起火灾爆炸危险。

常用的国产抗静电剂是T1501抗静电剂，它是一种液体产品，有强的吸附性、离子性和表面活性等。要求加入量极少，导电率即增大很多。在航空汽油中，一般加入量为0.35～0.45ppm。

6．抗烧蚀剂

喷气燃料在燃烧过程中，燃烧产物在高温下会对发动机火焰筒、涡轮和喷管有气相腐蚀作用。在燃料油中加入抗烧蚀剂，就能起到防止烧蚀现象发生。

我国常用的抗烧蚀剂为T1733，亦称33号添加剂，它是一种无色透明液体，密度为$\rho_{20}=1.26\sim1.27g/cm^3$，易挥发，易燃烧，有极难闻的腐烂罗卜味，其蒸气比空气重1.6倍，对人体有刺激性，所以应严密储存，注意防火通风，谨防人体中毒。在航空煤油中添加量一般为0.09～0.15%（质）。

7．抗磨剂

喷气式发动机是靠燃料油本身作泵的润滑剂和冷却剂的，但如果燃料润滑性不好，就会增加燃料泵磨损，降低其使用寿命，并危及飞行安全。而燃料润滑性取决于原油性质、加工工艺及其产品化学组成。一般硫化物对润滑性能有一定影响，硫化物含量多，润滑性能就好，但随着油品加工深度增加，油中酸性物和硫化物被除去，因而燃料的润滑性也会显著降低。为了提高燃料的润滑性能，通常在燃料中加入少量抗磨剂，常用的抗磨剂有T305和T306两种。加入量一般为10～20ppm即可满足要求。

8．防冰剂

防冰剂能降低航空煤油结晶点，是防止航空燃料在低温下结冰、堵塞过滤器；引起供油中断，危及飞行安全而采取的有效措施。

常用的防冰剂有T1301，它是有醇味的无色透明液体，有毒性，密度大于0.95g/cm³，易溶于燃料，具有很强的吸水性能，因此必须密闭储存。一般加入量为0.15～0.30%。

9．消烟剂

消烟剂是一种油溶性金属化合物，能帮助柴油燃烧，减少发动机排出的黑烟，加入量一般为1‰左右。

10．柴油流动性改进剂

柴油流动性改进剂是一种蜡结晶抑制剂，使用它可增加柴油产量，改善柴油低温流动性能，提高炼油生产活性。

我国生产的产品为T1804，该添加剂适用于催化柴油、分子筛脱蜡、尿素脱蜡和临氢降凝柴油，对加氢柴油、直馏柴油感受性差，加入量一般为0.01～0.1%。表3-12为我国各种牌号添加剂名称。

表 3-12　我国石油添加剂命名和代号

添加剂命名	代（牌）号	化学名称
101 清净剂	T101	低碱性石油磺酸钙
102 清净剂	T102	中碱性石油磺酸钙
103 清净剂	T103	高碱性石油磺酸钙
105 清净剂	T105	中碱性合成磺酸钙
108 清净剂	T108	硫代磷酸钡
109 清净剂	T109	烷基水杨酸钙
202 抗氧抗腐剂	T202	二伯烷基二硫代磷酸锌
301 极压抗磨剂	T301	氯化石蜡
302 极压抗磨剂	T302	二硫化钼
304 极压抗磨剂	T304	亚磷酸二正丁酯
305 极压抗磨剂	T305	硫磷酸-甲醛-胺缩合物
306 极压抗磨剂	T306	磷酸三甲酚酯
308 极压抗磨剂	T308	硫化异丁烯
401 油性剂	T401	硫化鲸鱼油
404 油性剂	T404	硫化棉籽油
406 油性剂	T406	苯三唑脂肪酸胺盐
501 抗氧剂	T501	2,6-二叔丁基对甲酚
531 抗氧剂	T531	*N*-苯基-α萘胺
601 增粘剂	T601	聚正丁基乙烯基醚
602 增粘剂	T602	聚甲基丙烯酸酯
603 增粘剂	T603	聚异丁烯
701 防锈剂	T701	石油磺酸钡
702 防锈剂	T702	石油磺酸钠
704 防锈剂	T704	环烷酸锌
706 防锈剂	T706	苯并三氮唑
743 防锈剂	T743	氧化石油脂钡皂
746 防锈剂	T746	烯基丁二酸
801 降凝剂	T801	烷基萘
803 降凝剂	T803	聚α-烯烃
804 降凝剂	T804	乙烯醋酸、乙烯酯共聚物

续表

添加剂命名	代（牌）号	化学名称
901 抗泡沫剂	T901	二甲基硅油
902 抗泡沫剂	T902	丙烯酸酯与醚共聚物
1101 抗爆剂	T1101	四乙基铅
1201 金属钝化剂	T1201	N,N-二亚水杨酸-丙二酸
1301 防冰剂	T1301	乙二醇甲醚
1302 防冰剂	T1302	二乙二醇乙醚
1501 抗静电剂	T1501	脂肪酸铬钙盐
1602 抗磨剂	T1602	环烷酸
1733 抗烧蚀剂	T1733	二硫化碳
1804 流动改进剂	T1804	聚乙烯醋酸乙烯脂

四、润滑油添加剂

润滑油添加剂品种很多，作用各不相同，用量也很大，主要品种有：清净分散剂、抗氧防腐剂、增粘剂、降凝剂、抗泡沫剂、极压抗磨剂、缓蚀剂、防锈剂、防霉剂等。

1．增粘剂（粘度指数改进剂）

润滑油的粘度是保证设备润滑性、密封性、启动性、泵送性等多种性能的主要因素。而粘度又随温度变化而变化，油温高，粘度降低，油温低，粘度增大。对于润滑性能好的油品来说，要求其粘度随温度变化幅度不要太大，即粘温性能要好。

提高润滑油粘温性能的方法除去深度加工外，另外方法就是在润滑油中加入一定量的粘度指数改进剂（亦称增粘剂）。它是一种油溶性链状聚合型有机高分子化合物，高温下一般呈胶状固体状。油中加入它能使润滑油凝固点降低，粘度增加，提高油的粘度指数，并且利用它还可制取使用温度很宽的冬夏通用润滑油。而润滑性能的改善，同时也就节约了油料。目前，从用量看，增粘剂仅次于清净分散剂，属第二大添加剂品种。

常用的品种有T601、T602、T603。在调制稠化汽油机油、液压油、柴油机油等产品时，加入量约在0.5～20%左右。

2．清净分散剂

内燃机在使用中，由于燃料不完全燃烧和润滑油在高温下氧化，常在油路系统或机器内部产生胶质、沥青质、积炭和漆状沉淀物等，这些物质的存在会导致油品质量变坏，磨损增加，腐蚀加重，堵塞油路与滤网，使活塞环粘连，致使机械不能正常工作。为了防止这些物质形成，保证内燃机正常、持久、经济运行，在润滑油中加入一种清净分散剂，它的作用就是用来中和油品氧化后产生的酸性化合物，防止酸化物进一步氧化，并能吸附氧化物颗粒，使之分散于油中，不能结垢和沉积于金属表而上。

现在，随着发动机工业飞速发展，对油品的清净分散和中和性能要求越来越高，消耗量也越来越大。据估算，其用量已占内燃机油添加剂总用量的一半以上。目前，清净分散剂可分灰分型和无灰型两类。前者燃烧后残留一定灰分，后者则不留灰分。

灰分型清净分散剂有许多种类，如T102用于汽油机油和柴油机油，加入量分别为 1.6%

和2.5%。T103用于内燃机油和汽缸油，加入量分别为2～4%和15～20%。T109用于调制各种牌号内燃机油和增压柴油机油，加入量分别为2～3%和4～9%。

无灰型清净分散剂，在我国使用尚不普遍。

3．载荷添加剂

载荷添加剂是改善油品润滑性能、减少机件磨损、节省能量和延长机械使用寿命的良好材料。载荷添加剂包括油性剂、抗磨剂和极压剂3种。它们大多具有很高表面活性，能在金属表面形成吸附膜，防止金属表面间直接接触发生烧结和卡咬，起到提高抗磨性、减小和稳定摩擦系数作用。常用的油性剂有T401、T404和T406。它们适用于导轨油、主轴油，加入量根据所调制的润滑油品种，一般在1～10%左右。

抗磨剂也有多种，如T321适用于配制双曲线齿轮油、液压油、金属加工用油等。T301、T302、T304都是一些应用广泛的极压抗磨剂，加入量一般在5～10%左右。

4．降凝剂

润滑油在温度降到一定程度后，就会失去流动性，进而凝固，这是由于粘度增大和油中蜡结晶所致。润滑油的凝固将会使设备启动困难，润滑性能下降，设备磨损增加。

为了改善油品低温流动性能，降低油品凝点，使发动机在低温下也能正常工作，除采取脱蜡生产工艺外，还可在油品中加入降凝剂，这是一种十分经济有效的方法。降凝剂广泛用于调制各种深色润滑油，如机械油、变压器油、齿轮油、内燃机油、汽轮机油和冷冻机油等。不同的油品对降凝剂加入量要求也不同，加得太多效果也不一定好。通常润滑油中石蜡含量在3%以下时，降凝剂效果最好，石蜡含量增加，则降凝效果下降。而润滑油粘度越低，降凝剂效果也越好。

常用的降凝剂有T803、T801，加入量一般为0.05～1.5%。

例如在0号柴油中加入柴油降凝剂后，可以改变柴油结晶状况，降低柴油凝点和冷滤点，并改善柴油低温流动性能，有利提高运输效率。对生产企业来说，柴油收率由27%也可提高到30%。常用的降凝剂有T804，加入万分之八即可提高柴油标号，生产出－25号和－20号轻柴油。

5．抗氧剂及抗氧抗腐剂

润滑油在储运、保管使用过程中，油中烃类会受热、光、催化剂作用而氧化。润滑油的氧化将导致酸性物增多，腐蚀增加，粘度增大，功率下降。氧化严重时所产生的胶质、油泥、漆膜和沉淀物将含堵塞滤清器，进而增加机械磨损，缩短设备使用寿命。为此，油箱需常换油，机器需检修，部件需清洗，无形中加大了维修工作量。

在润滑油中加入抗氧化剂，就可阻止油品氧化，减少机件腐蚀，延长机器与油品使用寿命。常用的抗氧化剂有T501（亦称“264”）和T531。T501适用燃料油和低温润滑油，加入量一般在0.2～0.8%。T531适用于机械油和内燃机油。

常用的抗氧抗腐剂有T202（亦称“6411”），它是一种抗氧化、抗腐蚀、抗磨损的多效添加剂，外观是硫磺色粘稠液体，油溶性好，常与清净分散剂一起使用，用于内燃机油加入量多在0.2～5%之间。

6．抗泡沫剂

有些润滑油，如内燃机油、液压传动油、液力变送器油和齿轮箱油等，在循环系统中，由于激烈搅拌，空气不可避免会潜入油中，极易使油品产生泡沫，而且比较稳定，不易消失。泡沫的生成和润滑油的品质有关，粘度越小越容易产生泡沫，抗氧化安定性不好，就更能

促使泡沫生成。泡沫的存在危害很大，它会导致油泵效率下降，甚至产生气阻中断供油，因而增加机件磨损和烧蚀加重，另外与空气接触又易氧化生成胶质。泡沫占据油箱有效容积也会给添油带来困难。为防止润滑油起泡，只要在润滑油中加入一种抗泡剂，就可防止气泡形成，降低泡沫强度，破坏泡沫的稳定性，从而达到消泡和抗泡目的。

常用的抗泡剂有T901，它有很好的高温抗氧化性能，低温流动性好，粘度随温度变化小，疏水性好，不易发生化学反应，无毒无味，加入量少，一般用量只有1～700ppm，且价格便宜、适用多种条件下的润滑油调合，且多与清净分散剂和极压油性剂配合使用，效果更好。

另外，还有非硅抗泡剂T902，它特别适用于中、重质粘度较大的润滑油，如双曲线齿轮油、内燃机油、航空润滑油等。且随用量增加，抗泡能力增强。通常，它和其它各类添加剂掺合使用。效果更好，一般加入量0.001～0.07%。

7．抗乳化剂

工业生产中常使用乳化液，这是由润滑油或油脂加水稀释乳化而成，一般用含油2～16%的水包油型（O/W）乳化液作为金属加工用油。如金属切削油、磨削油、压延油、拔丝油等。乳化液的作用是润滑、清洗、冷却、防腐和节能。

但在润滑油中，应尽量避免油品乳化。因为，润滑油乳化会降低润滑性能，生成油泥还会堵塞润滑系统，引起设备故障。另外，原油含水（W/O）需要破乳，工业废水乳液也需破乳，使油水分离。因此，需要在油品中加入一种抗乳化添加剂，用于抵抗乳化并能破坏乳化，达到使油水分离目的。抗乳化剂的品种很多，常用的有季铵盐、硫酸化油和聚氧乙烯等。

第四章 油 品 计 量

第一节 概 述

一、油品计量的重要意义

油品计量是企业管理和计量工作一个重要组成部分，也是石油储运系统一项技术基础工作。石油计量贯穿在石油生产、装卸、储存、运输和经销全过程，在生产和经营活动中起着非常重要的作用。没有计量，就没有数量，生产的发展和企业经营的好坏就难以准确表现，产、运、销间的流通和贸易往来就无法统计和结算，能源消耗与节约也无法考证，一切生产与经营活动就会处于混乱状态。因此，加强油品计量管理，为生产与经营提供齐全、准确数据，对促进石油生产发展，做好计划生产与分配，提高产品质量，保证生产安全，搞活产品流通，开展对内和对外贸易，反映经营成果具有十分重要意义。

油品计量的正确与否，决定于油品的计量方法，使用的工具，职工技术素质以及整个计量管理的水平。加强油品计量管理，最重要的是做好以下几方面工作。

①要培养一大批素质好、技术高、责任心强的油品计量人员和管理人员。

②要有一套科学的、完整的油品计量管理制度，计量操作规程和油品计量工作标准等。

③要配齐油品计量所必须的一切仪器设备，计量器具精度、质量符合要求，并经检定合格。

④随着油品计量技术的发展，要尽量采用油品计量新技术、新设备、新工艺，使油品计量走向自动计量、定量控制、自动巡检、自动打印记录报表等。运用计算机网络实现计量科学管理，以保证计量准确，减轻计量人员工作强度。

⑤实行油品计量目标管理，把提高油品计量管理水平和降低油品损耗工作结合起来。认真执行油品损耗定额管理，努力消除人为计量差错。

二、油品计量方式及其选择

1. 油品计量方式

石油及其产品有液体、气体、固体之分。产品的包装运输、流通环节、经营方式也不相同。有管道运输、油船（驳）运输、铁路罐车运输、公路汽车运输，还有油听、扁桶、大桶、袋装等包装方式。即有整批发运也有零星销售。因此，石油及产品计量方式也就有所不同。

石油及其产品计量方法，按油品所处状态来分，有静态计量和动态计量两种。一般来说，人工检尺和衡器属静态计量，流量计属动态计量。按检测方法和计量单位又可分为体积法（又称容量法）、重量法（又称衡量法）和体积-重量法3种。

(1) 体积法

它是以流量计或容器为计量手段，在美、日、英、中东和西欧以及国际石油贸易中应用。国际上标准是ASTM，美国标准是API。此法计量参数是温度和体积，适用于大宗油品交接并以容积（L）、加仑（gal）和桶（bbl）为计量结算单位场合。

（2）重量法

它是以衡器为计量手段，在我国应用较为广泛，适用于小批量并以重量为计量结算单位场合。

（3）体积-重量法

这是根据石油体积和密度乘积来计算油品重量的方法，即人工检尺方法。此法在我国、前苏联和东欧被广泛采用。前苏联标准是ГOCT，中国石化总公司“成品油计量管理标准是Q/SH039-019-90。计量主要参数是液位、温度和密度，此法适用于大宗油品交接并以kg或t为计量结算单位场合。

结合我国实际情况，目前石油及其产品计量方式有人工检尺计量、衡器计量及流量计计量3种。不论采取哪种计量方式，最后生产统计、运销结算其数量还是以重量计量单位kg或t为准。

2. 油品计量方式的选择

（1）下列情况采用人工检尺计量方法：油罐交接计量、铁路油罐车、油船、油驳的装卸油计量。

（2）下列情况采用流量计计量：原油、液体产品、气体产品的管道输送，汽车罐车装油、生产装置之间原料互供等。

（3）下列情况采用衡器计量。

①瓶装液化气、桶装石油产品或袋装、盒装固体产品等采用衡器逐桶、逐瓶、逐袋过磅计量。

②固体产品（如沥青、油焦、石蜡、硫磺等）的汽车或火车运输均采用地衡或电子轨道衡逐车过磅计量。

③石油气体（如丙烯、液化石油气等）或石油液体（如汽油、煤油、柴油、润滑油、液体沥青或丙烯腈等）产品用汽车罐车或铁路罐车运输时，均采用汽车衡或电子轨道衡逐车过磅计量。

（4）下列情况多采用自动仪表计量。金属油罐、石油气体球罐的液面、温度、压力自动摇测；油罐汽车、铁路罐车的自动定量装车；液体或气体管道输送的自动计量等。

除去衡器和质量流量仪表能直接测得油品重量外，其它如检尺计量、容积流量仪表、液面检测仪表则都需测出液位高度、油品体积，然后通过油温和油品标准密度，运用查表和公式计算才能得到油品重量。

三、计量误差与精度

从事油品计量工作人员常遇到误差、精度这一类名词，因此对其概念应有个基本了解。

在生产实践中，对任何物质测量都会受到检测设备、测量环境、检测方法、人的技术水平、被测物质的不断变化等诸多因素影响，因而要想测出真实值是困难的。也就是说，测量结果都有误差，误差自始至终存在于一切科学实验和生产测量之中。我们虽然不能完全从根本上消除误差，但通过对误差的认识、研究和分析，我们只要采取切实措施，还是可以防止，减少甚至消除某些误差，以提高计量准确性。对油品计量来说。现就经常接触到的有关误差名词的概念做一简单介绍。

1. 绝对误差（误差）

某物质的测量结果与该量真实值大小之间的差异叫误差或称绝对误差。即：

$$\Delta Q = O - Q'$$

式中 ΔQ——误差；

Q——测量值；

Q'——真实值。

在进行误差分析和计算时，常引入一个修正值，所谓修正值就是真值减去测量值，即：修正值＝真值－测量值。也可以说，真实值就是将测量值加上修正值后所得的数值。即：真实值＝测量值＋修正值。

对于衡器来说，由于衡器误差概念和计量学计量误差概念存在原则差异，从使用角度出发规定，当称量读数小于实际重量时，即$\Delta Q>0$，称之正差，则说明“称大”；当称量读数大于实际重量时，即$\Delta Q<0$，称之负差，则说明“称小”。因此，绝对误差有正、负，且带有单位名称。

2. 相对误差

绝对误差与被测量的真实值之比值叫相对误差，即：$e=\frac{\Delta Q}{Q}$

$$\text{相对误差}=\frac{\text{绝对误差}}{\text{真实值}}\approx\frac{\text{绝对误差}}{\text{测量值}}\times 100\%$$

相对误差有正负，但没有单位，通常用百分数表示。它即可评定相同的被测量精度，也可评定不同的被测量的精度。

通常，用相对误差或精度来表征衡器的准确度。在最大称量值，衡器的相对误差叫衡器的精度，一般来说，新制成或大修后的衡器，其精度要求为1/2000，使用中的衡器其精度要求为1/1000。

3. 允许误差

计量器具误差不应超出规范或标准允许的误差界限就叫允许误差，也就是一般所说的允差。

由于计量器具使用频繁，常常发生变形、摩损等，因此使用一段时间后，示值会发生变化，甚至可能超出允差范围，失去原有精度，为保证量值的统一和检测准确，所以，计量器具必须实行周期检定。

4. 系统误差及计量系统精度

在一定条件下，误差数值大小和正负号或者固定不变或者按一定规律变化的误差就叫系统误差。

由组成计量系统各类计量仪表测量误差进行合成确定的误差叫计量系统综合误差或叫计量系统精度，用百分数表示。

5. 精度

在计量器具测量范围内，反映测量数值与真实值接近程度的量值叫精度。精度高的，误差小；精度低的，误差大。精度又可分为：

精密度：反映随机误差大小的程度。

正确度：反映系统误差大小的程度。

准确度（精确度）：反映综合误差大小的程度。

对于测量来说，精密度高的正确度不一定高，正确度高的精密度也不一定高，但准确度高的则精密度与正确度都高。

在测量过程中，凡系统误差和偶然误差都小的，其综合误差也小，其检测准确度就高，

这是我们计量检测的希望结果。

在仪表行业，常用仪表刻度中引用误差最大的百分数分子作为仪表的精度。如0.1级（1%）、0.2级（2%）、0.5级（5%）。根据我国目前情况，仪表的精度等级规定为0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、4.0八种。仪表的精度等级是仪表的综合技术指标，反映了它的复现性，稳定性和寿命性。

在油品计量中，引起计量误差的因素，通常是计量方法不统一、计量器具失准、操作技术水平不高、测量环境太差、人员失误等等。而在油品交接结算中发生的亏损和盈余，既有计量误差问题，也有经营管理等因素。努力消除计量误差，减少原料或成品进出厂亏损，提高企业经济效益，做好计量工作，势在必行。

四、炼油厂油品计量人员素质要求

炼油厂油品计量人员，一般来说是指在生产与经销工作中专门从事油品计量操作、计算和业务管理的人员。

油品计量人员应具有初中以上文化水平，经专门技术培训，并经计量主管部门考试合格，持计量员操作合格证，方准独立从事油品交接计量工作。

在计量操作和业务管理中，油品计量人员应有良好职业道德，作风扎实，一丝不苟，精于工作，能自觉执行计量技术规程和有关制度，为生产和经营提供准确、齐全、可靠数据。

为了胜任计量工作，每个油品计量人员，都应刻苦钻研计量技术，不断提高技术素质，精益求精，以适应生产和经营管理发展要求。为此，油品计量人员应达到“五懂”、“四会”、“三熟悉”要求，即：

“五懂”：

懂油品性能及安全生产常识；

懂油品加工简要过程和产品质量标准；

懂计量技术规程和计量有关规定与制度；

懂油品调合方法和调合指标及其计算；

懂所用计量器具的结构原理与使用性能。

“四会”：

会计量操作；会查油罐容量表、计量换算表等资料；会油量计算；会填写单据、记录报表。

“三熟悉”：

对油罐、罐车、油船等有关计量资料熟悉；对影响计量不准原因及消除误差方法熟悉；对岗位生产流程和油罐生产动态熟悉。

从对工作有利出发，对已经取得计量操作合格证的人员、应保持工作稳定，一般不要随意调动。

第二节　检尺计量（静态计量）

一、总　　则

人工检尺计量，即静态计量是石油交接中为国内外计量交接、贸易结算普遍采用的传统

计量方法。这种计量方式所需计量器具简单，操作不难，只需按计量规程要求测出油面高度、油品温度和密度3个常用计量参数，然后查找有关计量表，经计算就可得到油品重量。因此，这种计量方法也属容积-重量法一类。

根据中国石化总公司有关计量规程、制度和办法汇总，综述如下。

1. 计量精度

按国家和行业标准规程进行油品静态交接计量时，其准确度为：

立式金属罐，对原油、轻质油为±0.35%；立式金属罐，对重质油品为±0.5%；铁路罐车，对轻质油和重质油为±0.7%；汽车罐车，对所装成品油为±0.35%；卧式罐，对所装成品油为±0.7%；油轮、油驳待定。

2. 检尺方法

根据油品性质不同，人工检尺有检实尺和检空尺两种操作方法。方法虽然不同，但油品检尺都必须是在静止状态下检测的。检测目的是为了测得容器内油面高度，通过油罐（油船或罐车）容积计量表查得油的体积。

检实尺方法，就是测量油面到罐底基准点的垂直距离。此法适用于轻质油品计量，如汽油、煤油、柴油、苯类、抽余油、石脑油、重整料、轻污油和轻质润滑油等。

检空尺方法，就是测量量油口基准点至液面的垂直距离。此法适用于粘度较大的重质油品计量，如原油、渣油、蜡油、重污油、油浆、液体沥青、粘稠润滑油等。

3. 油品计量通则

油品计量工作是提供油品数量变化的重要手段，是生产统计、经营管理的可靠依据。各炼油厂在加工规模、生产工艺、产品结构、经营方式等方面会有很大不同，但油品计量范围、内容上则大同小异，特别是计量方法、执行规程、所用计量器具都是统一的，要求是一致的。油品计量工作的通则，一般包括以下几点：

①炼油厂油品计量工作包括原油进厂计量、装置与罐区中间计量、罐区内部输转计量和所有产品出厂计量4个方面。进厂和出厂计量是油品计量工作重点，这两个方面计量准确与否对企业经济效益影响最大。

②油罐在收油、输转、调合、装车（船）、脱水等作业前后都应进行油罐计量。油罐车与油船在接卸前，灌装后也要进行油品计量。

③油罐在收付油期间，应每隔2h或4h检尺一次（视油罐大小，收付油快慢而定），静止储存罐每8h计量一次，月终盘点于月末最后一天6点或8点对所有油罐逐罐检尺一次，做全面生产与库存统计。

④油罐收付油量以收付作业停止、液面经稳定一定时间后，再进行检尺、测温和测密度（油品的标准密度可由化验室提供）。计算收付油量时，应把管线存油量一并考虑进去。

⑤油品移动（包括装置和罐区、罐区之间、罐区对装油台或油品外供等）在完成收付作业后，双方应立即对量，在扣除输转、调合、泵装、泵卸等损耗定额后，如发生较大差量时，双方应分别查找原因进行误差分析。当班不能结账、要移交下一班。对量结果，填入记录或台帐，以备核查。

⑥厂内各装置与油品车间之间油品交接，一般都以罐区油品计量为准。出厂油品则以罐区成品罐或运销出厂计量器具为准。为了收、付油和出厂计量准确，不能有活罐作业。

⑦计算油罐、油罐车或油船油量时，必须扣除罐内底水或油中含水，以纯油量做为交接计量和结算依据。

⑧检尺计量时，检尺读数与记录均应到毫米，重量计算到千克。不准随意四舍五入，人为造成重大差量。

⑨检尺计量记录、报表、台帐应及时填写，并认真执行“三复查”，即岗位自己检查，本班为上一班复查，工段或车间统计员最后复查。发现差错应及时查清原因并予纠正，确保数据准确，统计无误。

⑩一切盛油容器，包括油罐、油罐车或油船都必须编有符合计量要求的容积表，遇容器检修、动改而容积发生变化时，需重新标定另编容积表。正常情况每2～3年标定一次。

⑪油品计量所需器具必须是合格产品，且需定期检定。计量器具配备率、周期检测率与检测合格率都能达到考核标准，油品准确计量就有了保证。

二、计量器具与试剂

1. 容器检定

凡用于盛装石油作静态交接计量的各种油罐和容器，均属强制检定计量器具，应由国家计量主管部门批准的专职大容器检定站负责检定，经检定合格，出具检定合格证书，编出容积计量表方准使用。

立式金属罐容积检定应按JJG168～87“立式金属罐容积检定规程”进行。检定周期：初检为3年，复检为4年。

铁路罐车容积检定应按JJG140-76“铁路罐车容积试行检定规程”进行。检定周期按有关规定进行。

卧式罐容积检定应按JJG266-81“卧式金属罐容积检定规程”进行。检定周期复检不超过8年。

2. 器具检定

凡用于静态石油交接计量的量油尺、温度计、密度计等均属强制检定计量器具范畴，应由县级以上计量部门检定或经授权批准的本企业专职计量检定机构检定。检定合格的，出具检定合格证书，方准使用。其技术条件应分别符合JJG4-80“钢卷尺检定规程”，GB514-83“石油产品试验用液体温度计技术条件”和SH0316-92“石油密度计计量条件”。

3. 计量器具

(1) 量油尺

量油尺应符合JJG398-85规定的技术条件。

量油尺应采用带支架的专用量油尺，有时也用圆盘盒式钢卷尺代替。尺的长度根据容器的大小来选择。用于立式金属罐的量油尺长度分10、15、20、25m四种。用于铁路罐车的量油尺长度为5m。用于装重质油品的铁路罐车、汽车油罐车的量油尺为专用丁字尺，尺长为800mm。各种规格长度的量油尺最小分度值均为1mm，全尺允许误差规定：5m尺，±2.5mm；15m尺，±4mm。

量油尺下边悬挂的尺锤为铜质材料。用于轻油计量的尺锤重有500、700、900g 3种，用于原油或重质油品计量的尺锤重有750、1000、1500g3种。尺锤长度有150、200、250mm3种。

量油尺使用时应完好无损，遇有下列情况之一者，严禁使用，即：

①尺面扭折、弯曲及镶接；

②尺面刻度模糊不清或数字脱落；

③尺锤尖端磨损；

④尺的刻度误差超过允许范围；

⑤没有校正表。

量水尺应采用铜制或铝合金材料制成，尺的长度为300～500mm，刻度为300mm，宽度为30（10）mm，最小分度值为1mm，全长误差在±0.3（0.5）mm以内。要求尺面光洁，刻度清晰，尺身平直。量油尺、量水尺，见图4-1。

（2）温度计

测温用温度计应符合JJG130-84“工业用玻璃液体温度计”有关技术要求。

在罐内采样或利用测温盒（杯盒温度计或充溢盒温度计）测量油温时应使用棒状全浸式水银温度计。这种温度计全长350mm±3mm，最小分度值为0.2℃，直径7mm±1mm，测量范围－30～150℃。

根据GB/T8927-88规定，油罐温度计分1号、2号、3号，其主要技术条件见表4-1。

装在罐壁或输油管道上的温度计可使用热电温度计（电阻温度计、热偶温度计、热敏电阻温度计）或套管温度计等，最小分度值为0.5℃，测量范围50～240℃。

水银温度计与套管温度计使用时应完好无损，遇下列情况之一者，严禁使用，即：

①毛细管内水银柱有断裂现象；

②感温包有裂纹；

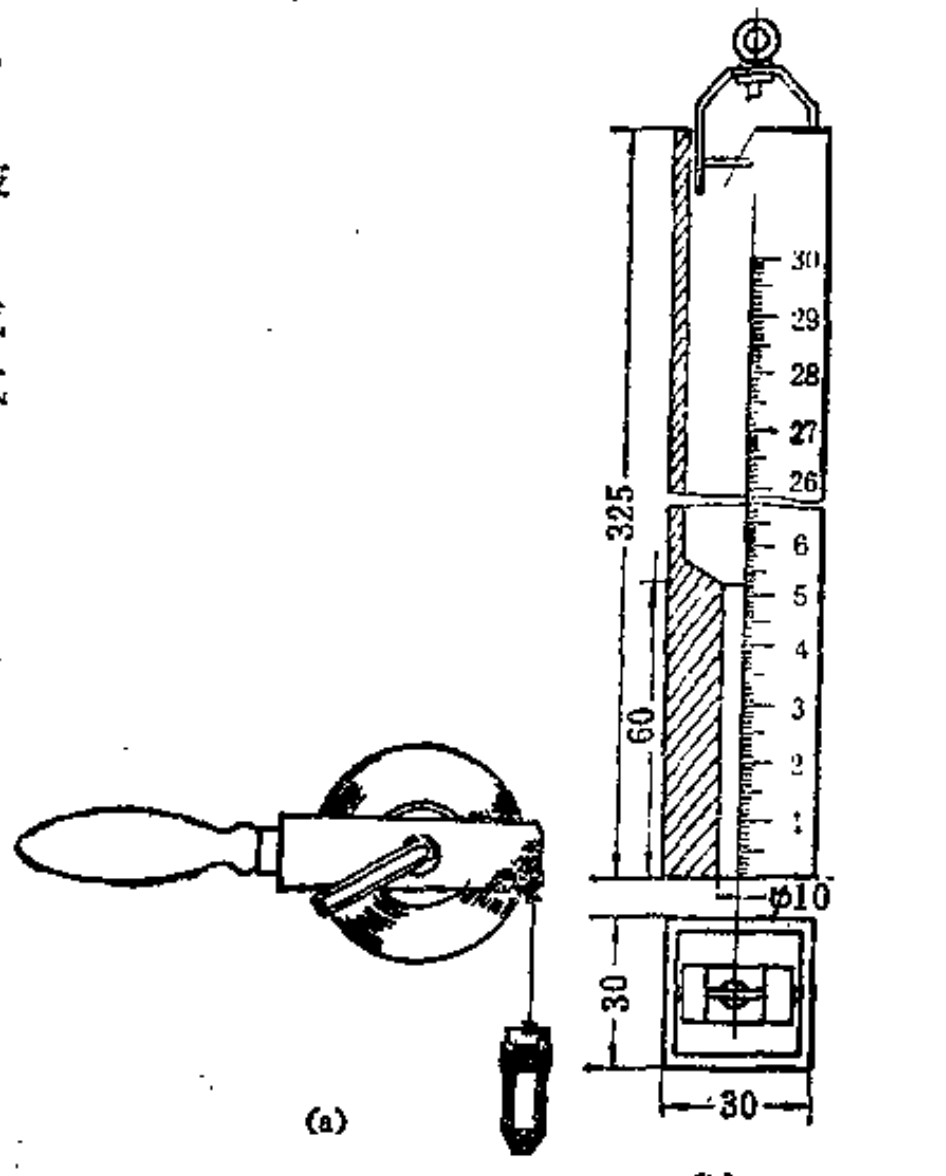


图 4-1 量油尺和量水尺

(a)—量油尺；(b)—量水尺

表 4-1 油罐温度计主要技术条件GB/T8927-88

名　称	测温范围，℃	分度值，℃	准确度，℃	全　长，mm
1号油罐温度计	－34～52	0.5	±0.3	300～305
2号油罐温度计	－16～82	0.5	±0.3	300～305
3号油罐温度计	50～240	1.0	±0.5	300～305

③刻度不清，涂料脱落；

④刻度误差超过允许范围；

⑤没有校正表。

（3）密度计

石油密度计应符合SH0316-92规定的技术条件。

测量油品密度的石油密度计有SY-Ⅰ型和SY-Ⅱ型两种。SY-Ⅰ型最小分度值为0.0005 g/cm³。SY-Ⅱ型最小分度值为0.001g/cm³。油品交接计量要求用SY-Ⅰ型或相当该型精度的石油密度计。Ⅰ型石油密度计全长285±15mm，量程范围有9种规格，即：0.65～0.69，0.69～0.73，0.73～0.77，0.77～0.81，0.81～0.85，0.85～0.89，0.89～0.93，0.93～0.97，0.97～1.01。石油密度计见图4-2。

石油密度计使用时必需完好无损，符合下列条件方准使用。

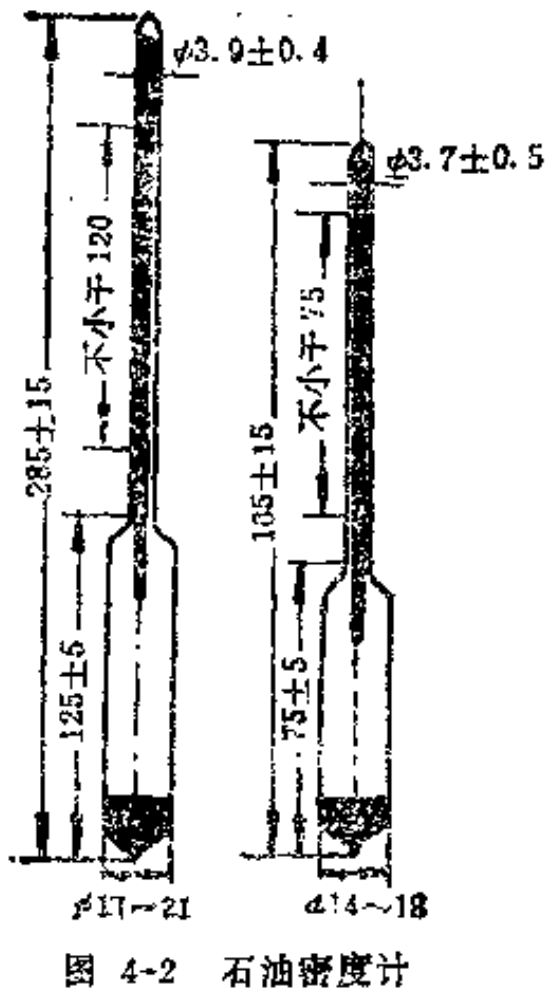


图 4-2 石油密度计

①密度计玻璃必须光洁透明，没有划痕、泡沫和其它妨碍读数的缺陷

②标尺上的数字必须清晰，并位于相应的刻线上。

③标尺刻度线必须均匀并垂直于石油密度计的轴线。

④密度计内标尺刻度纸不得窜动。

⑤有校正表，且误差在允许范围内。

（4）测温盒

测温盒是检测罐（车）内油品温度的专用工具，有杯式保温盒和充溢式保温盒两种。

测温盒应用硬木，铜质或铝合金材料制成。装油容量分别是：杯盒式是100mL；充溢盒式是200mL，所用提拉绳应选用符合防静电要求的材料。

（5）采样器

采样器是为采集容器内油样、用来检测油品质量和密度的专用工具。对采样器的要求主要是：

①材质为铜质或铝合金材料制成。

②采样器的自身重量应是排出液体重量的1.5～2.0倍。

②采样器的总容量为500～1000mL，最大的1200mL。

④采样器底部垫铅（或铝）要牢靠，瓶口塞要严密、光滑，松紧适度。

⑤应配容量为1000mL的量筒2支。

4．计量检测试剂

计量用检测试剂有试水膏和量油膏两种。

试水膏是检测容器内有无明水的有效试剂，它遇水后即会变色。使用时，将试水膏均匀涂在检水尺或量油尺的预测高度尺面上，垂直放入油罐（或罐车、船舱）至底部，停留时间约为10～20s，取出量尺观察尺面试剂颜色变化位置，即可确定容器内含有明水高度。试水膏过去都是按配方自行配制，现市场已有成品出售。

量油膏是用来检测容器内油面高度的有效试剂，遇油也会变色，常用来检测易挥发的轻质油品。使用方法同试水膏一样，下到容器内停留时间约10～30s，提起量尺观察尺面试剂颜色变化位置，即可检测出容器内液面高度。

三、计量操作方法

1．操作顺序

计量操作也有一个顺序问题，如果是先取样和测油温，后检尺，则往往由于取样引起油面波动会导致检尺计量不准。正确计量顺序一般应是：油罐在收付油作业前后均应先检尺测液位，再测油温，最后取样测密度。铁路油罐车可在装油同时，先在车内放入测温盒，装完车再检尺、测温、取样、测密度。油罐交接计量时，应先放完罐底游离水，然后检尺计量。

2．检尺（油高）测量

（1）检尺方法

人工检尺计量有检实尺和检空尺两种方法分别用于不同介质的容器计量上。

检实尺操作是：将量油尺从规定检尺口下到罐底，测量罐（或车、船）内油面至罐底的垂直距离，尺面沾油多少就是罐内油品液面高度，这种方法叫检实尺。

检空尺操作是：将量油尺下到油面以下，测量检尺点至罐内（或车、船）油面空间垂直距离。所求罐内油面高度（H_Y）等于检尺点总高（$H_{总}$）减去下尺高度（$H_{下}$）再加上尺面浸油高度（Δh），这种方法叫检空尺。即：

$$H_Y=(H_{总}-H_{下})+\Delta h \quad 或$$

$$H_Y=H_{总}-(h_{下}-\Delta h)$$

式中 $(h_{下}-\Delta h)$——罐内液面空间高度，见图4-3。

（2）检尺部位

由于容器底部不是很平，对于同一容器来说，如果检尺部位不统一，也会引起多达几到几十毫米误差，因此，各种容器都有一个统一规定的检尺部位。

检尺部位又叫检尺点或基准点。检尺必须在规定的检尺位置和带有标记的检尺点下尺，检尺点一经确定，不得随意改动。通常，立式金属油罐或卧式油罐在罐顶量油孔带有标记线的固定点下尺；铁路油罐车在罐人孔盖的绞链对面，靠近有铅封鼻的部位下尺，此部位如罐内结构有碍检尺，则改在人孔中心部位下尺。汽车油罐车在人孔加铅封处下尺；油轮或油驳在计量口的尺槽或有标记线处下尺。

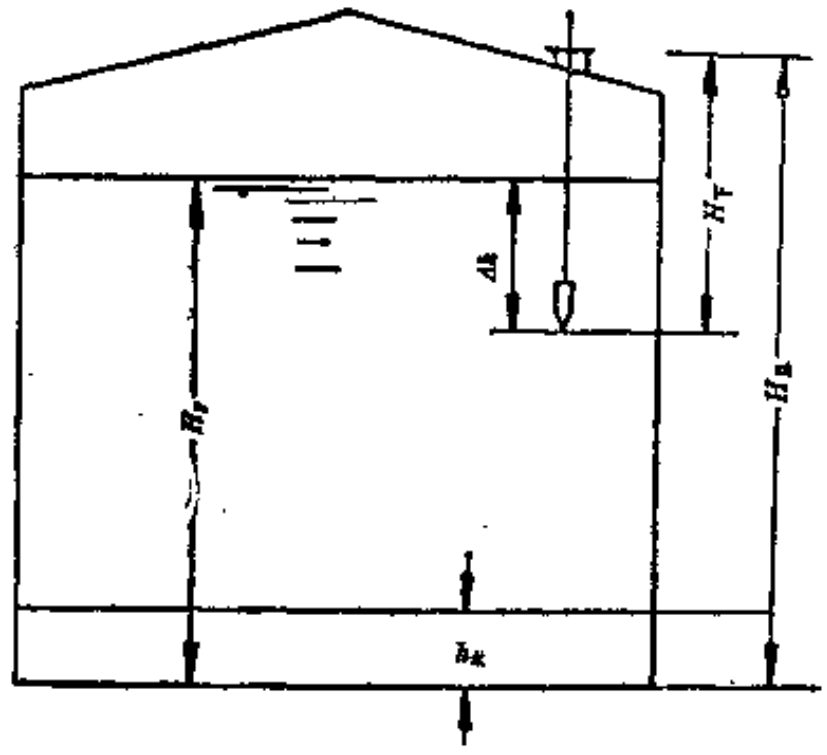


图 4-3 罐内液位高度示意图

（3）液面稳定时间

检尺时，罐内液面必须平稳，泡沫层消失才能保证液面检测准确。因为刚进完油的油罐，油面波动很大，有的还有泡沫层，即使最熟练的计量人员也很难测准液面真实高度。因此，不论何种装油容器，在装（进）完油后不能立即检尺。液面稳定时间长短一般可根据生产实际情况而定。通常，轻油约需15～30min，原油或重油需30min，铁路罐车或汽车罐车约需5～10min。

（4）操作要点

计量准确与否和操作是否正确及熟练程度有很大关系。一般来说，正确操作应掌握以下一些要点。

①检尺应做到下尺要稳，触底要轻。轻油提尺略快，粘度大的油品应等尺带四周凹入液面水平后再提尺。读尺时，两眼平视，先读小数（mm），后读大数（m），读数准到mm并及时记录。

②检尺一般应进行两次，相邻两次检实尺读数相差应不超过±2mm，超过2mm时，应取平均值作为罐内液面高度，若两次相差为1mm，则以第一次检测值为准。检测大于规定数值应予复测。

③检水尺同检油尺一样操作，只是水尺应在罐内停留一段时间，轻油一般10～20s，重油20～30s，如油水界面不清应重测。

④当油水界面预计在尺砣或尺带刻度范围以内时，可用油尺代替水尺检测，如水面位置

很高，可取下尺锤挂上水尺检测。

⑤刚上到罐顶最好不要立即检尺，因为人气喘呼呼走上罐顶，由于体力、心跳、呼吸的影响，也常给检尺计量带来意想不到的影响。

3．油温测量

油温测量是否准确，对计量影响很大，就对油品体积而言，油温每变化1℃，油品体积约变化6/10000～18/10000。油温测量的准确性和测量方法、测温部位、测温时停留时间等因素有关。测温操作应按GB/T8927-88方法进行。正确的操作包括：

①测温方法。测温前应选用量程和油温相当的温度计，置于测温盒内，并从检尺点下到罐（车）内。不同性质的油品应采用不同的测温方法。通常，轻质油品在油罐（车）内检测，原油或重质油品用安装在罐壁上的温度计检测。在装油台，重质油品也常用油台装油管线上的温度计来检测油温代替车内油温。

②测温部位。对立式金属罐和卧式罐（包括固定顶和浮顶罐）来说，油高3 m以下，在油高中部取一点。油高3～5m时，在油面下1m和油品下液面上1m处共测两点取其平均值。油高5m以上应在油面下1m，油品中部和油品下液面上1m共测3点，取其平均值作为油品温度。生产上常把测温盒放于罐内液面高度的1/2处进行油温检测。对于油船、油驳、铁路油罐车和汽车罐车来说，测温盒应放到液面下1/2处。

③测温停留时间。测温盒放置在轻质油(石脑油、汽油、煤油、柴油等)内应不少于5min；原油、润滑油不少于15min；汽缸油、齿轮油、燃料油和重质润滑油不少于30min。

④测温操作要点。测温盒放到规定液面位置达到停留时间后，应迅速提到罐外读数，读数时间不超过10s，先读小数后读大数并及时记录。测温时不要把盒内油品倒出，而且要注意雨雪、大风对温度检测带来的影响。读数精度要求原油和轻质油读准至0.2℃，出厂燃料油读准至0.5℃，液体沥青为1℃。检测重质油品后，应用煤油或轻柴油将温度计擦拭干净，以免温度计外表形成油膜，影响下次检测。检测加热的油罐车时，应在停止加热且油温均匀后再测，需立即检测时，应在上、中、下3点检测取其平均值。油船和油驳装单一油品时，应测量半数以上油舱的温度，取其平均值。

4．油品计量采样

由于容器内各层油品温度、含水、质量会有一定区别，因此要取得罐内有代表性油样，采样就必须按GB/T4756--84规定进行。

对立式金属油罐、卧式油罐（容积大于60m^3）、油轮、油驳，计量取样是从油层高度上、中、下3层位置采取，然后按1:3:1的比例混合均匀，组成该油品的平均试样。

各层油样的选取位置规定为：

①上层油样：在油面下150mm处取。

②中层油样：在油面高度的中间部位选取。

③下层油样：在其深度的5/6处采取。

对铁路油罐车和卧式油罐（容积小于60m^3）的取样应在油面高度的1/2处采取。

对石油取样的份数，由容器的类型和容器数量而定，根据有关规定：

小容器（油桶、油听）		油罐车、油船	
1～3个	取全部	1～2个	取全部
4～64个	4份	3～6个	2份
65～1000个	5～10份	7个以上	3份

油罐取样操作时，应掌握以下要点，即：取样器应保持清洁和干燥，取样前应先将取样器用被取的油品至少冲洗1次。取样器下到容器内规定取样部位，拉开取样器木塞，待进满油后再提至取样口外，将油倒入贴有标签的干净取样瓶内（或量筒内）。采取上中下3层油样时，应按从上至下顺序采取，以避免底层油品被搅动。取样后多余的油品应倒回罐内，注意及时盖好取样口，并注意保持罐顶清洁，不乱洒油品。

5．密度测量

密度测量是否准确，对计量影响也很大。油品密度测定方法应按GB/T1884-83“石油和液体石油产品密度测定法”进行。

检测密度时操作要掌握以下要点，即：计量试样均应对温度和密度同时测定，每个试样应连续测量2次，取其平均值；密度计读准至0.0005g/cm³，温度读准至0.2℃。测密度时，油样要小心倒入量筒，液面表层不得有气泡。要选用符合所测油品密度量程范围的清洁密度计，缓慢放入油品试样中，注意密度计杆管浸入液面不得超过最小分度值，待密度计平稳置于量筒中间后，再读数，读数时双目与弯月面上缘成水平，按弯月面上缘读数，注意不要使密度计和筒壁接触。另外还应注意，测定密度时，测定的温度应当接近容器内实际油温，规定两个温差不应超过±5℃。

6．原油含水测定

为求得纯油重量，必须扣除油中含水量，因此，检测油中含水率是计量的重要内容之一。

原油含水的测定应按GB8929-88“原油水含量测定法”进行。

测定水分的溶剂应使用工业溶剂油或直馏汽油，馏分在85℃以上。不得用普通汽油代替，另外溶剂油使用前还必须做好脱水和过滤。对所采取的试样，都应做二次平行测定，取其算术平均值作为原油含水量值，数据均以重量百分数表示。

四、油量计算

目前，我国大宗石油及其产品的计量均采用体积-重量法，这种方法是以油品在空气中的重量为准。计量用主要检测参数是容器内油高、油温和油品密度，另外还配有容积表。在生产中，由于密度和体积都随温度变化而变化，所以计算油品重量时，一定要使体积和密度都在同一温度条件下。目前，我国采用的标准密度是20℃，因此任意温度下的体积都要换算到标准温度下的体积。

不同类型的装、储油容器，根据其形体、结构经检定编制出不同形式容积表。立式油罐容积表由3部分组成，即立式油罐容积表（主表）、立式油罐小数表（区间表）和静压力容积修正表。

经人工或仪表检测取得的计量参数，按照特定的公式就可计算出容器内油品重量。计算步骤如下。

1．换算标准密度

标准密度的取得可由油品化验室提供，但在油品计量中，通常都是根据实测t℃下的油品视密度（ρ_t），查GB/T1885-83标准中表Ⅰ“石油视密度换算表”，经换算求得油品标准密度（ρ_{20}）。

2．标准体积计算

油品的标准体积（V_{20}）要根据检尺测得容器的表载体积（$V_{表}$）、含水体积（$V_{水}$）并计算出静压力容积增大值（ΔV_p），然后按计算公式求得。

（1）计算油罐静压力容积增大值

$$\Delta V_P = \Delta V_{P水} \cdot d_4^{t_0}$$

式中 ΔV_P——罐内油品静压力容积增大值；$\Delta V_{P水}$——罐内水的静压力容积增大值；$d_4^{t_0}$——罐内油品标准密度和4℃纯水密度之比。

（2）计算油品在实测温度t℃下的体积

当油温与标准温度相差不超过±10℃时，油品体积（V_t）计算公式为：

$$V_t = V_{表} + \Delta V_P - V_{表水}\text{（适用罐内有明水）}$$

$$V_t = V_{表} + \Delta V_P\text{（适用罐内无明水）}$$

当油温与标准温度相差超过±10℃时，油品体积（V_t）计算公式为：

$$V_t = (V_{表} + \Delta V_P - V_{表水}) \cdot [1 + 0.000036(t-20)]$$

式中 $V_{表}$——根据检尺测得油高查油罐容积表所得油罐表载体积，单位为L或m^3；

$V_{表水}$——根据检尺测得水高查油罐容积表所得罐底明水体积，单位为L或m^3；

0.000036——罐体钢板体膨胀系数（1/℃）；

t——罐体钢板温度，可用油温代替。

（3）计算油品标准体积

油品的标准体积（V_{20}）有两种计算方法，分别用K值和f值两种公式计算，因取值不同计算时均应取到小数第五位。如因两种计算结果产生争议，则以K值计算结果为准。

$$V_{20} = K \cdot V_t\text{或}$$

$$V_{20} = V_t \cdot [1 - f(t-20)]$$

式中 K——石油体积系数，其值可以从GB/T1885-83标准表Ⅱ$_A$（表2）“石油体积系数表”中查出；

f——石油体积温度系数(1/℃)，其值可以从GB/T1885-83标准表Ⅱ$_B$（表3）“石油体积温度系数表”中查出；

t——容器内油品温度，℃。

3．油品重量计算

油品重量计算通常有3种方法，即：

（1）以空气浮力修正值进行修正的计算

$$m = (\rho_{20} - 0.0011) \cdot V_{20}\text{（习惯使用且简便）}$$

（2）以空气浮力修正系数进行修正的计算

$$m = \rho_{20} \cdot V_{20} \cdot F\text{（计算有争议时采用）}$$

（3）以石油单位体积重量进行的简便计算

$$m = V_t \cdot G_t$$

式中 m——油品在空气中的重（质）量，kg或t；V_{20}——油品在标准温度20℃时的体积，L或m^3；ρ_{20}——油品的标准密度，g/cm^3或kg/L；由GB/T1885-83标准表Ⅰ中查出。0.0011——油品密度的空气浮力修正值，g/cm^3；F——空气浮力修正系数，其值可根据ρ_{20}从GB/T1885-83标准表Ⅲ$_B$（表5）“石油真空中质量换算到空气中重量换算系数表”中查出；G_t——在t℃下的单位体积重量，kg/L或t/m^3。根据$G_t = K \cdot (\rho_{20} - 0.0011)$公式，中国石化总公司销售公司编制了Q/SH0390102-85“液体石油产品计量速算表”，可从该表中查出其值。

在生产实际中，油品计量常用公式有：

浮顶油罐简易计量公式为：

$$m=(V_t\cdot G_t)-W_{浮}$$

式中 $W_{浮}$——浮顶油罐的浮顶重量，t。

铁路油罐车计量公式为：

$$m=V_t\cdot G_t$$

油罐中纯油量计量公式为：

$$m_o=m\cdot(1-W_{水})$$

式中 m_o——油罐中纯油重量，kg或t；

m——含水混合油品重量，kg或t；

W_o——油品试样中水分重量，%。

在油品交接计量中，为了计量准确，消除人为误差，油量和水量计量结算值都应算到小数点后第3位，即准确到0.001m³或0.001t，不能随意四舍五入。

4. 检尺计量误差分析

目前，人工检尺计量总的精度约为0.5%，造成检尺计量误差的因素很多，归纳起来大约有以下几个方面原因。

（1）工作作风方面：对计量工作不予重视，工作粗枝大叶，马虎凑合，不讲质量，应付了事，差错不断。

（2）技术水平方面：未经专门计量技术培训，技术水平低，基础知识与操作要领掌握差，以致操作与计算不合要求，直至数据错误。

（3）执行规程与制度方面：操作不按规程，不按规定去做，图省事，忆测数据与油量，计量不复核等。

（4）计算差错方面：读数错误、编表错误、查表错误、计算错误、抄写记录错误、计算结果选取位数人为太少等。

（5）计量器具方面：计量器具选用不当，精度不够，质量不合要求，长期使用器具失准或损坏又继续使用，周期检定坚持不好，计量器具管理不善等。

当前，在油品人工检尺计量中，要完全消除这些诸多因素是很不容易的，随着企业经营管理水平的提高，对油品计量工作要求也愈来愈高，为此，必须不断提高计量人员技术素质，做好培训考核，督促他们认真执行计量技术规程和各种规章制度，消除任何人为或过失误差。要加强计量器具使用管理，严格定期检定，计量器具不合要求或失准、损坏决不能继续使用。通过一切不懈努力，减少计量误差，提高计量准确性是会大有成效的。

5. 油量计算专用工具

在计算油品重量时，目前普遍方法都是由人工用一般计算器进行计算。这种方法必须花些时间去查换算表和容积表，但这是保证计量准确度的需要。在计算机已十分普及的今天，专门用于油量计量的器具已经问世，这就是铁路专用计量器和油量专用计算器。

铁路专用计量器　该机由型号为PC-8201A的便携式个人计算机和专用软件组成。主机功能齐全，容量大，可接打印机。主机重1.7kg，交、直流均可使用，且对工作环境要求不严，该机主要功能包括：

①可以用计算“F”值、查GB/T1885“F”值表和从标准密度中扣除0.0011三种方法计算成品油重量，方法由操作者选择；

②输入原油含水率，可计算净油重量；

③计算结果可打印成用途不同的表格形式，份数自定；

④可以计算f、F、ρ_{20}、K及K、F、ρ_{20}的乘积；

⑤可以计算容积（不能打印）。

使用该机应严格按说明书操作，才能避免差错，保证计量准确可靠，使用长久。

油量专用计算器　生产厂家有北京、上海和温州。北京生产的专用计算器有两种，一种在其储存器中有根据表号、油高、水高计算容积和重量的程序，输入有关数据即能计算罐车内油重，另一种是在已知体积情况下进行密度换算和计算油重。上海产的计算器由日本原装Casio fx—3800P袖珍科学计算器改制而成，它既保留了原计算器大部分功能，又增加了油量计算功能，适用于流量计或油罐发货计量。

五、检尺计量安全注意事项

油品计量人员整天在易燃、易爆场所工作，由于工作粗心大意或违章违纪，有时也会引起人身摔伤或着火爆炸事故。因此，在检尺计量中，必须严守操作规程，格外注意安全，以求避免任何事故发生。为此，主要注意事项有：

①上罐检尺计量，必须穿戴规定劳保用品，不准穿化纤衣物，不准穿带钉子皮鞋到罐区或装卸区工作。

②掀、盖量油孔盖或罐车人孔盖要轻，避免碰击产生火花。不准在量油口或罐车口开闭手电，更不准使用打火机照明、读取检测数据。

③计量操作时，提拉量油尺、取样器不可过快、过猛，不准取样瓶外挂有金属网或带有金属标牌。

④对轻质挥发油品或含毒油品容器检尺时，应站在量油口上风方向，避免过多吸入油气。检尺后，应及时关闭量油口盖，防止油气挥发，造成损失和污染环境。

⑤遇大风、雷雨、风砂恶劣天气，应停止上罐计量操作，冬天应及时清除罐顶、梯子上积雪与冰霜，注意防滑，防止摔伤。

⑥对重质油料罐检尺测温时，要掌握油温和罐内含水情况，以及油面有无泡沫，严防检测时油罐突沸伤人。

第三节　流量计计量（体积计量）

一、流量计分类与选用

流量计是体积计量或动态计量的一种，它是油品在流动状态下通过计量仪表来测量油品体积的。

流量计也是油品交接计量的一种重要方式，广泛用于原油及各种成品油或石油气体的管线输送计量。在炼油厂，各生产装置进料加工与产品流出装置普遍使用在线流量仪表做为装置生产数量的统计依据。另外，罐区在线油品管道调合，厂际之间原料或燃料互供，以及各级油库、加油站、储运站的油品装车、装桶也广泛采用流量计做为计量手段。

采用流量计计量，比油罐检尺计量简单，它不受人为因素影响，能够连续计量，效率高，而且温度、密度可以自动补偿，数量直观又可远传，既能显示瞬时流量，也有累积流量，如和计算机联网，更有利于实现油品计量管理自动化。

测量管线流量的计量仪表品种很多，一般可分为3类，即容积式流量计，速度式流量计和质量流量计。流量计分类，见图4-4。

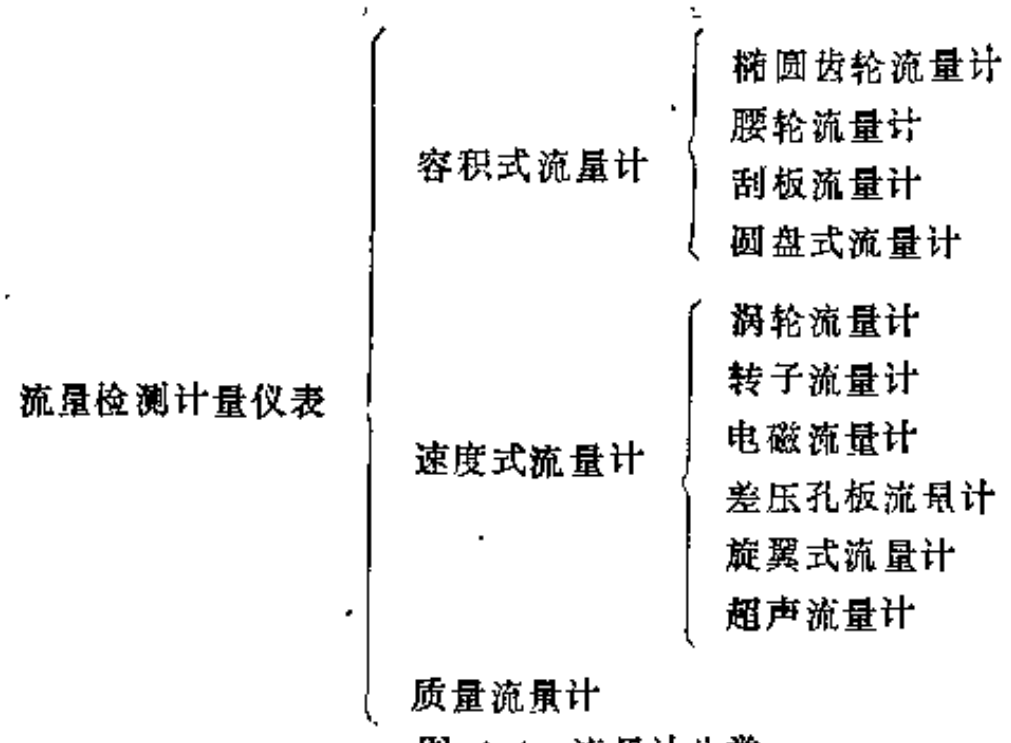


图 4-4 流量计分类

在炼油企业，对于粘度大的重质油品计算，如原油、重油、重柴油，燃料油等多选用容积式流量计，如腰轮流量计或椭圆齿轮流量计。对于粘度和密度较小的轻质油品计量，如汽油、煤油、柴油和苯类产品等多选用速度式流量计，如涡轮流量计，有时也选用椭圆齿轮流量计或腰轮流量计。这些流量计的计量精度都能满足于国内贸易(进出厂)不低于±0.35%，用于国际贸易也可达到±0.2%要求。

由于油品的体积和密度是随其温度和压力变化的，而仪表的检定标准都是在20℃条件下定的，因此用流量计计量时，应选用具有温度自动补偿的仪表或人工换算到标准情况下的数值。另外，对油品粘度影响，也需做精度调整和误差修正。

为了保证流量仪表工作正常，计量准确可靠，在流量计前的工艺管线上均需装有过滤器、消气器和旁通管路，如图4-5所示。

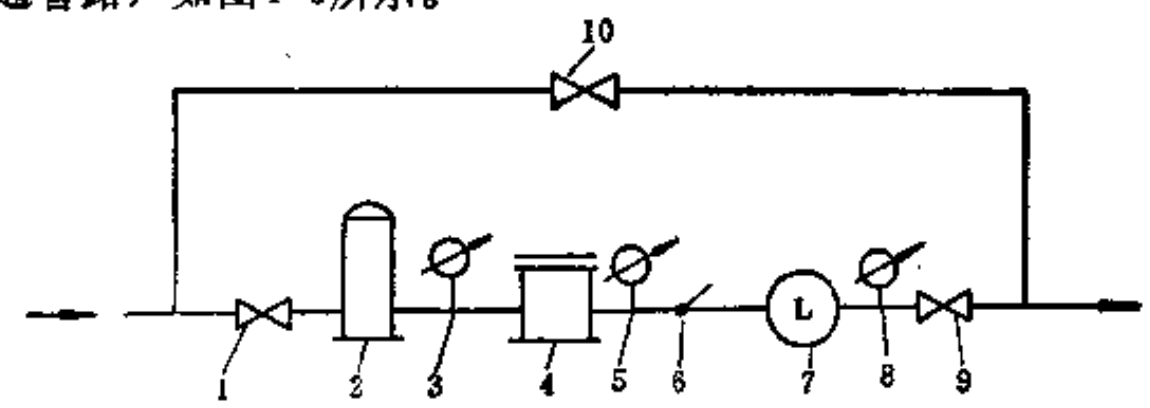


图 4-5 流量计安装工艺简图

1、9、10—阀门；2—消气器；3、5、8—压力表；4—过滤器；6—温度计；7—流量计

过滤器装在紧靠流量计的入口端。它可以阻挡铁锈、焊渣、泥沙等杂质进入流量计，保护仪表测量一次元件不受损坏，以利延长仪表使用寿命，减少维护工作，保证计量精度。

消气器一般装在过滤器前，它可以将石油中的气体从油中除掉，以保证流量计计量精度。消气器有立式和卧式两种。卧式效果好，但占地大。生产上一般多用浮球液面控制立式消气器。

为了保证仪表计量准确、可靠，流量计应定期进行标定。流量计的标定有在线检定法和离线检定法两种。生产上普遍采用后一种方法，即每年装置检修时，都要把经检修的流量计送往仪表计量检定站，经检定合格并给出校正系数和检定合格证书，方准继续使用。未经检定合格的流量计，所测数据不能做为交接计量依据，只供生产与管理参考。

二、容积式流量计

容积式流量计在油品计量中已得到广泛应用。它是以单位时间内所排出液体固定容积V

的数目作为计量依据。若单位时间排出次数为n，则其体积流量为：$Q=n\cdot V$

重量流量为：$G=\rho\cdot n\cdot V$

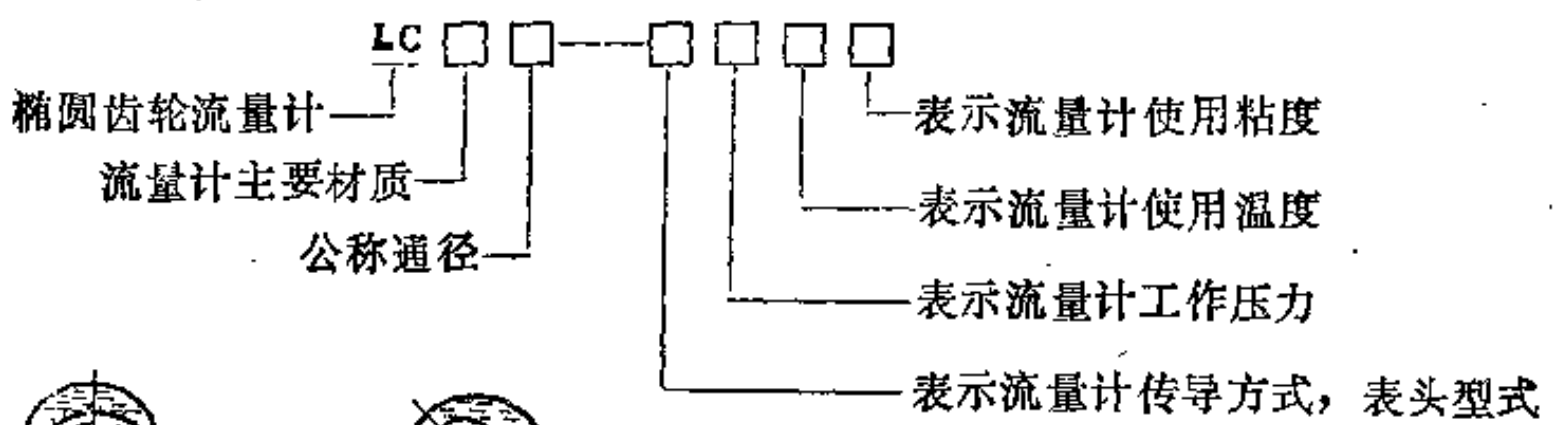
式中 ρ——油品密度。

容积式流量计有就地显示、信号远传和温度自动补偿等功能，测量精度较高，使用较方便，而且被测介质的粘度变化对示值影响小。缺点是压力损失较大，且大口径表体积大，较笨重，结构较复杂，加工要求高。

1. 椭圆齿轮流量计

椭圆齿轮流量计应用很大，发展很快，适宜测量粘度较大（0.2Pa·s以下）的液体。它的流量测量范围很广，从0.2L/h到1000m³/h，直径从10～300mm，精度很高，普通计量用±0.5%，出口计量或用于计量标定的为±0.2%。允许使用压力有1.6（16）、2.5（25）、4.0（40）、6.4（64）MPa(kg/cm²)4个等级，被测介质温度从－20～350℃有5个等级。

椭圆齿轮流量计的型号表示方法如下：



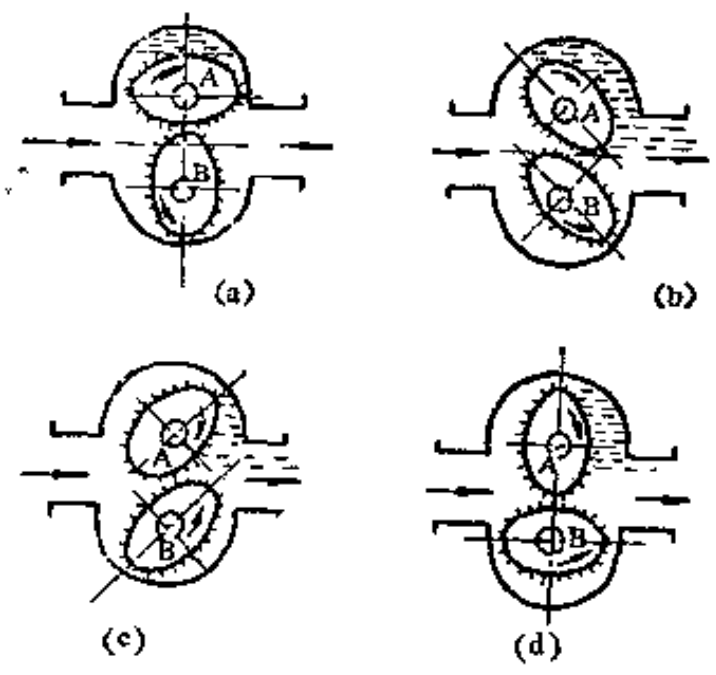


图 4-6 椭圆齿轮流量计工作原理

椭圆齿轮流量计由壳体、一对椭圆齿轮、磁性联轴器、减速机构、表头及发讯装置组成。流量计的测量部分是由两个相互啮合的椭圆形齿轮及外壳组成。其工作原理，见图4-6。

椭圆齿轮靠流量计进出口压力差产生的力矩推动其转动，两个齿轮转动方向始终相反，在每个齿轮旋转360°时，都要排出2个月牙形所代表的容积，即$2V_0$液体。因此，一对椭圆每转一周要排出被测介质为4个半月形容积，即$4V_0$液体。若流量计转速或旋转频率为f，则流量计的体积流量为：

$$Q=4\cdot f\cdot V_0$$

式中 Q——体积流量，L/s；

f——计量表旋转频率，r/s；

V_0——月牙形计量室容积，L（cm³）。

$$V_0=\frac{\pi}{2}(R^2-ab)\cdot L$$

式中 a、b——椭圆齿轮的长半轴和短半轴，cm；L——椭圆齿轮的轴向高度(厚度)，cm。

椭圆齿轮靠液体压差推动旋转，经联轴器（有磁性和机械密封式两种）传给齿轮减速系统，再带动配有各种功能的表头和二次仪表。

椭圆齿轮流量计的一般规格，见表4-2。

表 4-2 椭圆齿轮流量计一般规格

规　格	国　内　生　产	日 本 OVAL
流量范围	8L/h～540m³/h	0.2L/h～1000m³/h
介质温度	－20～200℃(通常≤120℃)	－35～300℃(通常≤120℃)
工作压力	≤6.3MPa	≤9.5MPa
精　度	±0.5%，可供应±0.2%	一般±0.5%，可供应±0.2%
介质粘度	≤2Pa·s	≤2Pa·s
口　径	10～250mm	10～350mm

附表　椭圆齿轮流量计规格

公称直径 mm	流　量　范　围，m³/h				
	0.1～0.6mPa·s	0.6～2.0mPa·s	2.0～8.0mPa·s	8～200mPa·s	200～500mPa·s
10	0.1～0.3	0.1～0.4	0.04～0.4	0.025～0.4	0.015～0.25
15	0.4～1.2	0.38～1.5	0.15～1.5	0.1～1.5	0.06～1.0
20	0.75～2.25	0.75～3.0	0.3～3.0	0.2～3.0	0.12～2.0
25	1.45～4.5	1.5～6.0	0.6～6.0	0.4～6.0	0.24～4.0
40	3～11	3～15	1.5～15	1～15	0.6～10
50	4.8～18	4.8～24	2.4～24	1.6～24	1～16
80	12～45	12～60	6～60	4～60	2.4～40
100	20～75	20～100	10～100	65～100	4～65
150	38～140	38～190	19～190	12.5～190	7.5～120
200	68～250	68～340	34～340	22.5～340	13.5～210
250	106～390	106～503	53～530	35～530	21～320

椭圆齿轮流量计安装使用注意事项如下：

①选择流量计时，要根据被测被体流量大小，对照各型流量计流量范围的30～70%选择其规格。根据液体温度、工作压力、液体粘度及其性质选择型号。对于粘度太小，流量太小会发生泄漏，以致降低计量精度问题要给予注意。

②流量计应安装在灰沙少，腐蚀性气体少、无强烈振动、且距热温较远的地方，环境温度以不高于40℃为好。

③流量计安装一定要使仪表水平放置（表头刻度盘与地面垂直），从而减少内部零件磨损，以利延长使用寿命。如仪表必须安装在垂直立管上时，则应装在旁通管线上为好。

④流量计前应装过滤器，对含有气体的介质还应装消气器。严防任何杂质，特别是沙粒进入齿轮啮合面。否则，一旦损伤就会影响计量精度，严重时还会使齿轮卡死，不能转动。特别是新安装的计量表，管线一定要吹扫干净后，再装表。

⑤在过滤器进出口端，应分别装有精度为0.5级的压力表，在流量计进口端还应装分度为0.2℃的温度计。安装流量计、过滤器时，壳体上箭头方向一定要和流体方向一致，不可装反。为了看表读数方便，表头可拆下转90°或180°。

⑥启动流量计时，不要过快开启仪表前后阀门，防止因介质冲击大而损坏运转部件。正确方向是先开旁通阀，然后慢慢打开仪表进出口阀，待运转正常后，再关闭旁通阀。

⑦过滤器要定期清洗检查，以防滤网堵塞或损坏，引起故障影响仪表正常运行。一般情

况下，过滤器出口压力差超过49～68.6kPa(0.5～0.7kg/cm²)即应拆下检查。

⑧输送粘度大，介质又不需连续输送的，冬天应做好流量计防冻保温，如需处理管线时，严禁蒸汽吹扫时通过流量计。

⑨流量计使用长久，会因磨损而精度降低。误差超过±0.5时，可变换表头部分传动机构，做精度调整，经标定达到计量精度后，方可继续使用。

⑩表头内计数器、变速器等运转部件应定期加注航空润滑油。流量计的定期维护、检修，应严格按产品使用说明书或计量表检修规定办理。

椭圆齿轮流量计的故障及其排除，见表4-3。

表 4-3 椭圆齿轮流量计的故障及排除

现象	原因	处理方法	备注
椭圆齿轮不转	1．管道中有杂物 2．过滤器损坏，杂质进入表内，齿轮卡住	1．清洗流量计及管道 2．修理过滤器	新安装的刚开车时易发生
椭圆齿轮转动，但指针却不动	1．某紧固件松动或损坏 2．磁钢的滑动	1．重新紧固 2．更换磁性减弱的磁钢 3．防止装配不妥产生故障	
指针转动不稳定，时走时停	1．转动部分不灵活或松动 2．齿轮组件卡住 3．磁钢打滑	1．重新紧固，清除不灵活之处 2．排除齿轮卡住故障 3．检查磁钢	
流量计负误差大	1．旁路阀漏或阀门未关严 2．椭圆齿轮和轴承磨损腐蚀 3．流量计使用范围不合适 4．指针转动不正常	1．检查旁路阀门 2．更换轴承，检查齿轮并调整间隙 3．重选流量范围合适的流量计 4．检查指针是否松动，磁钢是否滑动	修理后，重新调整校验
轴承磨损引起卡住	由于流量过大，轴承材料不良引起轴承磨损，引起齿轮碰撞内壁，发生卡住现象	更换轴承，保证间隙符合要求	流量不能太大
流量计误差过大	流量有大的脉动或含有气体	减小脉动或增加气体分离器	
二次表指示值大于一次表	发讯叶片振动	适当调整阻尼片对叶轮的压力	
二次表指示值小于一次表	1．固定螺钉松动 2．发讯器掉步	1．紧固螺钉 2．调整发讯器叶片及间隙	
二次表不指示	1．开路或短路 2．发讯器损坏	1．查线路 2．更换发讯器	

2．腰轮流量计

腰轮流量计又称罗茨流量计，适宜连续或间断测量管道液体流量的计量仪表。在油田、石油库使用很多。它结构较简单，测量元件互不接触，所以摩擦阻力小，使用寿命长。它的测量示值与流体密度、流速分布等因素无关，精度高，累计误差不大于0.5级，适宜大口径、高精度的液体计量。但其结构较复杂，加工精度高，仪表体积较大，介质中不能含有杂质或气体。它的流量测量范围很宽，从4L/h～300m³/h，计量精度±0.2%和±0.5%，直径从15～500mm，被测液体粘度从0.5～500mm²/s，工作压力有1.0(10)、1.6 (16)、2.5 (25)、3.9

(39)、6.3(63)MPa(kg/cm²)5种，工作温度从90～350℃4种。

腰轮流量计型号表示方法为：

LL—□

腰轮流量计　公称通径

腰轮流量计的测量部分由一对表面光洁的“8”字形转子（腰轮）和测量室组成，形状如图4-7所示。腰轮的转动是靠进出口的压力差来推动的，因为$P_1>P_2$，A、B两个腰轮交替互为主动轮而连续转动。当转子、机壳尺寸一定时，排出液体体积大小，只是与转数成正比的函数，转子的转数再通过变送器，转给计数器和发讯器，所以计数器的累计数就是转子所测液体的累计量。

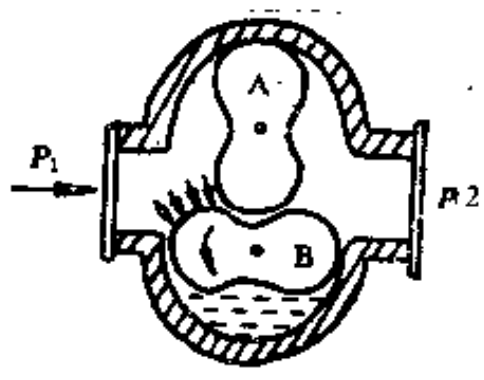


图 4-7　腰轮转子示意图

腰轮流量计的体积流量可按下列公式计算求得：

$$Q=60\cdot K_0\cdot D_0^2\cdot L\cdot n$$

式中　Q——体积流量，m³/h；D_0——腰轮长轴直径，m；L——腰轮转子轴向高度(宽度)，m；K_0——系数，与腰轮形状有关（K_0=0.7965，0.7854）；n——腰轮的转数，r/min。

腰轮由液体推动转动，然后通过输出轴带动联轴器而使表头部分的齿轮转动。表头部分除可现场指示体积量外，还有精度调整器及远传发讯号设施给二次仪表。

腰轮流量计从结构上分有立式和卧式两种，从腰轮组成分有单腰轮和双腰轮两种。普通型单腰轮在粘度大、转速高时，流量表振动很大，一般只适用直径15～40mm的小口径管线计量。双腰轮型则运转平稳，振动很小，适用直径大于50mm的管线计量。

腰轮流量计的一般规格见表4-4。

表 4-4　腰轮流量计一般规格

规　　格	国 内 生 产	日 本 TOKICO
流量范围	0.1～250Cm³/h	0.004～1500m³/h(可供3000m³/h)
介质温度	＜350℃(通常≤120℃)	−30～300℃(通常80～120℃)
工作压力	≤6.3MPa	＜10.49MPa
介质粘度	0.1～500mPa·s	0.1～50000mPa·s
精　　度	一般±0.5%，可供±0.2%	一般±0.5%，可供±0.2%
口　　径	16～500mm	25～400mm

腰轮流量计安装、使用注意事项如下：

①腰轮流量计的选用要根据管线直径、工作压力、流量、温度和液体性质来选择流量计规格和材质。

②腰轮流量计前必须装有过滤器，如介质中含有气体，还应在过滤器前安装消气器，以防杂质进入表内，损伤腰轮接合面（因间隙只有20丝）。为便于检修，流量计应加旁通，有关安装尺寸应符合设计要求。

③腰轮流量计可水平安装，也可垂直安装，但转子必须水平工作，表头计数器可转90°或180°，以利抄表看读数。

附表　腰轮流量计规格

规格		精度等级0.5级				精度等级			
		3.0～150mPa·s		0.6～3.0mPa·s		3.0～150mPa·s		0.6～3.0mPa·s	
		流量							
		最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
公称直径 mm	25	0.6	6.0	1.2	6	1.2	6.0	1.5	5.5
	40	1.6	16	3.2	16	3.2	16	4.0	14.4
	50	2.5	25	5.0	25	5.0	25	6.3	22.5
	80	6.0	60	12	60	12	60	15	54
	100	10	100	20	100	20	100	25	90
	150	25	250	50	250	50	250	63	225
	200	40	400	80	400	80	400	100	360
	250	60	600	120	600	120	600	150	540
	300	100	1000	200	1000	200	1000	250	900

④腰轮流量计和过滤器表壳上的箭头方向一定要和液体流动方向一致。新安装流量计，一定要先将管线吹扫干净再装表，严防焊渣、沙粒等杂质进入表内。

⑤流量计启动时应开旁通阀，开启表的前后阀门要慢慢打开，待运转正常再关闭旁通。为防止介质倒流，表的出口可装单向阀。

⑥过滤器应定期检查清洗，当进出口压力超过6.86kPa (0.07kg/cm²)时，即应拆下检查，以防滤网堵塞或破损，引起仪表故障，使仪表不能正常工作。

⑦仪表停用期间，注意防冻、排凝。处理管线时，严禁蒸汽直接通过流量计。

⑧表头内计数器、减速器等传动部件应定期加注航空润滑油。磁性联轴器拆卸时，严防错极，减弱磁性。

⑨腰轮流量计使用长久，因磨损会精度降低，误差超过±0.5%时，可更换变速器中的齿轮对，调整齿轮对的速比，经重新标定，达到计量精度要求，方准使用。

⑩腰轮流量计的定期维护、检修应严格按产品使用说明书或计量仪表检修规程。

腰轮流量计的故障及排除，见表4-5。

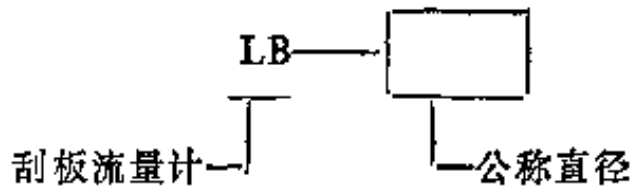
表 4-5　腰轮流量计的故障及排除

故障现象	可能原因	排除措施
转子不转动	1．过滤器堵塞 2．杂质进入流量计内使转子卡死	1．清洗过滤器 2．检查过滤网有无损坏，清洗流量计内部
转子转动正常而计数器不计数	1．变速器齿轮啮合不良 2．各连接部分脱销或销子脱落	1．卸下计数器，检查各级变速器和计数器 2．检查磁性连轴器或机械密封连轴器转动情况（注意：不要使磁性联轴器承受过大扭矩，否则因产生错极而去磁）
机械密封联轴器泄漏	1．压盖过松 2．填料磨损	1．拧紧压盖 2．更换填料密封，加装密封油
误差变负（指示值小于实际值）	1．流量超出规定范围 2．介质粘度偏小 3．转子等转动部分不灵活	1．使流量计在规定范围内运行或更换流量计 2．粘度偏小，可重新标定，更换调整齿轮对进行修正 3．检查转子、轴承、驱动齿轮等，更换磨损零件
误差变正（指示值大于实际值）	1．流量有大的脉动 2．介质内混入气体 3．介质粘度偏大	1．减小管路中流量的脉冲 2．加装除气器 3．重新标定，更换调整齿轮对进行修正

3. 刮板流量计

刮板流量计又称史密斯流量计，适用于含有机械杂质的液体流量计量。从结构上看，它有凸轮式和凹轮式两种形式，其构造都是由流量计室、连接部分和表头组成。

刮板流量计型号表示方法为：



凸轮式刮板流量计由转子、凸轮、凸轮轴、连杆、滚柱及壳体组成。壳体内腔是圆形空筒，转子也是一个可以转动的空心薄壁圆筒，筒壁上开有互成90°的4个槽，刮板可在槽内作伸出或缩进滑动。4个刮板分别由两根连杆连接，互成90°角，在空间交叉互不相碰。刮板和凸轮之间有一滚柱，4个滚柱紧靠一个不动的具有一定形状的凸轮上滚动，从而使4个刮板有规则的从转子内时而伸出，时而缩回（口径大于300mm的为6个刮板）。当刮板在流体压力下转动时，刮板就轮流将其相邻的计量室液体排出。因此，转子每转一周，将排出4个计量室的液体体积。转子的转动传给表头，就可指示、累计和远传。

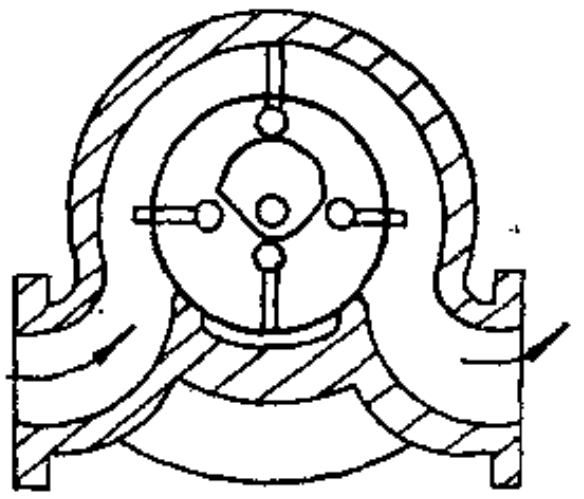


图 4-8 凸轮刮板流量计工作原理

凸轮刮板流量计的工作原理见图4-8。

刮板流量计的体积流量可按下式计算：

$$Q=4n\cdot V_0$$

式中 Q——体积流量，m^3/h；

n——转子转数，r/min；

V_0——计量室体积，L或cm^3。

凸轮刮板流量计的技术数据见表4-6。

表 4-6 凸轮刮板流量计技术规格

口径 mm	流量范围 m^3/h	转数 r/min	线速度 m/s	每转排量 L/r
50	5～40	383	4.5	1.74
80	18～90	353	6.0	4.25
100	27～135	302	5.5	7.46
150	45～225	302	5.7	12.4
200	80～400	254	6.0	26.3
250	110～550	221	6.0	41.5
300	200～1000	187.3	6.08	89

刮板流量计的特点是：运转平稳，不产生涡流，精度高可达±0.2%，甚至到±0.1%。机械摩擦小，因而压力损失小，即使在最大流量时，压力损失也不大于29.4kPa(0.3kg/cm²)。对于不同粘度(0.06～2Pa·s)和带有细小颗粒杂质的液体，它都能适用，而不易发生转子卡

住现象，且振动和噪声也很小。但是，其结构较复杂，制造精度要求高，不宜测量含有固体杂质的流体。

三、速度式流量计

速度式流量计又称涡轮流量计，它是以测量液体在管道内的流速u作为计量依据的。如已知管道截面积A，又能测出液体的流速u，则液体在管道内的体积流量为：$Q=u\cdot A$。

速度式流量计品种也有多种，目前在炼油厂生产装置、装油栈台、储运站、加油站和各石油库，使用极其普遍。因为这种速度式流量计具有精度高（测量用为0.5级，计量用为0.2级），复测性好，测量范围宽，结构简单，运动部件少，体积小，重量轻，易于做到耐压高，大管径，且压力损失少，易于安装维修，输出脉冲信号能和计算机配套使用。缺点是测量精度受被测介质粘度变化影响。

涡轮流量计的内部结构由涡轮、壳体、导流器、轴承、磁电转换器和前置放大器等主要部件组成。

涡轮流量计系统框图见图4-9。

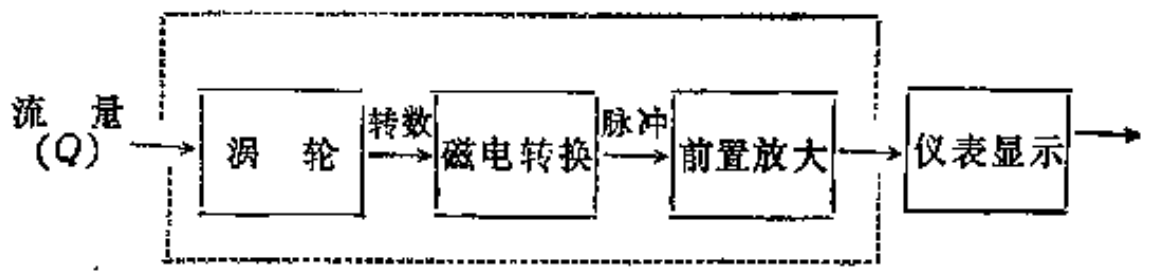


图 4-9 涡轮流量计系统方框图

涡轮流量变送器（一次表）的基本参数，见表4-7。

表 4-7 涡轮流量变送器基本参数

公称通径 DN, mm	正常流量范围 m³/h	扩大流量范围 m³/h	最大工作压力 MPa	工作温度 ℃
40	3～20	2～20	15.69	
50	6～40	4～40		
80	16～100	10～100		
100	25～160	20～200	1.57	−20～120
150	50～300	40～400		
200	100～600	80～800		
250	160～1000	120～1200		
300	250～1600	250～2500	6.3	

国产涡轮流量变送器的结构见图4-10。

涡轮流量变送器和管道之间采用螺纹连接或法兰连接，壳体上装有由永久磁钢和感应线圈组成的磁电转换器，它把涡轮的转数感应出频率与流量成正比的电脉冲信号（信号幅度一般只有20～500mV），再经由晶体管组或的交流放大电路构成的前置放大器，将mV信号放大到1V以上，再传输给显示仪表。

涡轮流量变送器的涡轮是靠沿管道轴线流动的液体冲击涡轮叶片而转动的。据分析，这

种冲击力和流量Q，密度ρ，流速u的乘积成正比。

当涡轮转动时，由于叶片周期性地改变磁电转换器的磁阻值，并在线圈内感应出脉冲电信号，即脉冲数。这个脉冲数就代表流量Q。通常用脉冲数和流量的关系来描述涡轮变送器的特性，规定每流过单位体积的流体所发出的脉冲数作为涡轮变送器的流量系数ξ（或称仪表常数K），ξ的单位为脉冲数/升或脉冲数/米^3，它是衡量流量计精度高低的依据。流量系数是由制造厂用水标定后取其平均值给出的。因此，液体总体积流量V和变送器输出总脉冲数N的关系可写成：

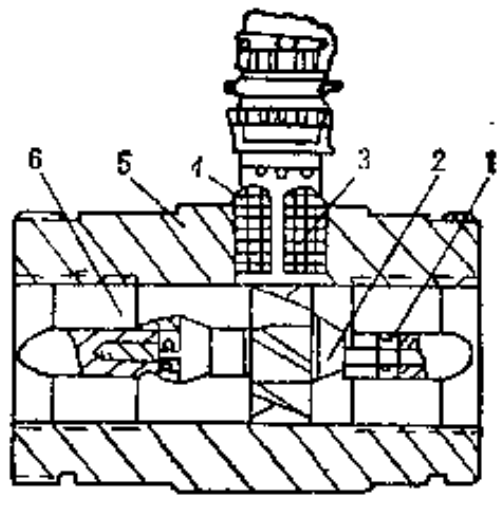


图 4-10 涡轮流量变送器结构图

1—支撑；2—涡轮；3—永久磁钢；4—感应线圈；5—表体；6—导流器

$$V=\frac{N}{\xi} \quad 或 \quad Q=\frac{F}{K}$$

式中 V、Q——体积流量，m^3；

N——脉冲数；

ξ——变送器流量系数；

F——脉冲信号频率；

K——比例常数即仪表常数，脉冲数 米^{3}或脉冲数/升。

涡轮流量计对液体性质（粘度、温度）、流动状态和安装状况是较敏感的。因为仪表是以水为介质标定给出的系数ξ，因此实测介质不同，ξ应修正或重新标定。使用时，一定要在规定的粘度、压力、温度和流量范围内工作，才能保证计量精度，特别是安装中，在流量计前（上游侧）必须安装符合设计要求的直管段（一般$15D$），或安装整流器。流量计后段(下游侧）也要有$4D$以上的直管段，且管径和流量计口径应一致，油品流动方向应和流量计表体上箭头方向一致。为了保证变送器正常工作，提高仪表使用寿命，在流量计前管路上还应装过滤器，在某些特殊场合还要装消气器。需要测温时，测温点应取在变送器下游。变送器还应避开外界振动、热辐射和强电磁场干扰，电缆要正确接地，以保证计量精确可靠。

涡轮流量计安装的示意图见图4-11。

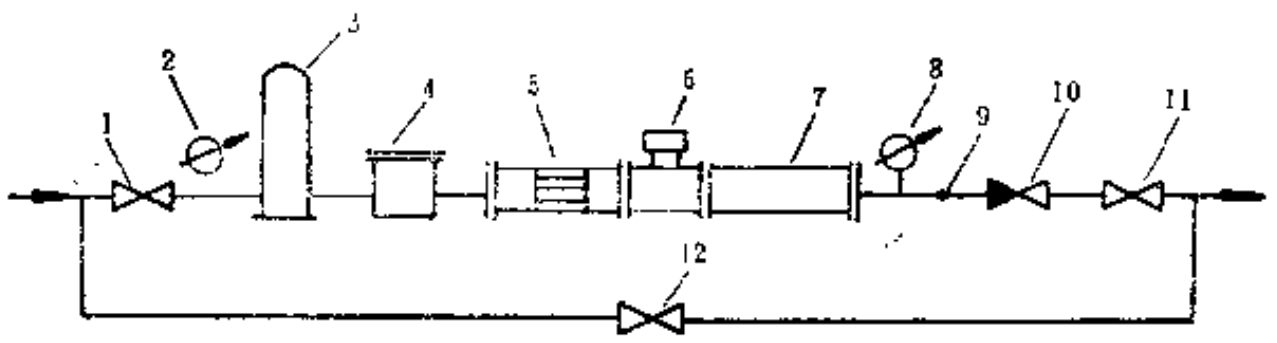


图 4-11 涡轮流量计安装示意图

1、11—截止阀；2、8—压力表；3—消气器；4—过滤器；5—整流器（前直管段）；6—涡轮变送器；7—后直管段；8—温度计；10—单向阀；12—旁通阀

根据涡轮流量计的特性可以看出，它适合测量那些低粘度、不含杂质和腐蚀性不太强的石油液体产品和石油气体产品，而粘度较高的润滑油则不宜选用这种流量计。

四、加 油 机

1．加油机结构与性能

加油机在各石油库、加油站、飞机场及企业内部汽车队等场所，应用十分广泛。它既是供油动力设备，也是发（售）油计量器具。加油机大多用来直接给各种车辆油箱加油，少量的也可用来给大桶装油。

加油机由油泵、过滤器、消气器、流量表、计数器、防爆电机、加油枪等设备组成。

我国目前生产的加油机品种很多，结构大同小异，区别在于：输油泵有叶片泵、齿轮泵和活塞泵3种，采用的流量计有活塞式和腰轮式两种，计数器有机械式、电子数码显式、液晶显示和大屏幕磁翻板显示等多种，使用的油枪有普通型单油枪或双油枪及自封油枪，在加油操作上有手动、自控和电脑全自动3种。

电动计量加油机的工作原理通常是：泵由电机带动，将油罐中的油料吸入泵内，增压后输进油气分离器，油气被排出机外，油料进入流量计，通过转轴带动计数器工作，显示每次累计油量，经计量的油料通过输油胶管和加油枪注入机动车辆油箱或其它盛油容器。

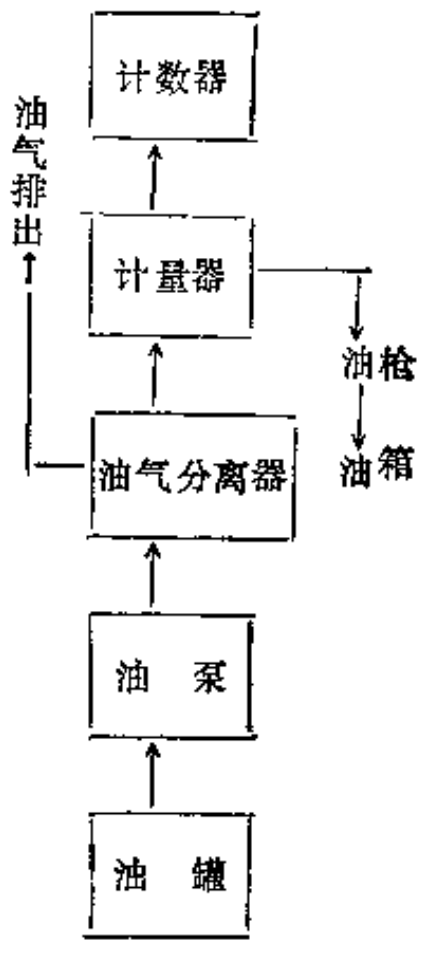


图 4-12 电动计量加油机工作图

电动计量的加油机工作见图4-12。

目前，国内用量较多的电动计量加油机有上海石油设备厂生产的“海狮牌”T71-2系列，北京长空机械厂生产的J60系列，沈阳新阳机械制造厂生产的“太空牌”JY85系列等5个系列，10多个型号。

国产主要电动计量加油机的技术性能见表4-8。

随着国民经济飞速发展，加油站在各地大量兴建，与之配套的各种新型电脑加油机也应运而生。下面对已应用的某些型号做一介绍，以供参考。

例如：PL30D-Ⅱ型电脑计数加油机

该机由烟台蓬莱加油机厂生产。它由主机和副机组成，见图4-13。主机即加油机，由机壳、叶片泵、油气分离器、单向阀、涡轮变送器、防爆电机、输油管和油枪等组成。其作用是吸油和付油。副机为电脑控制器，能接收脉冲信号，进行自动控制和各种积算。电动控制

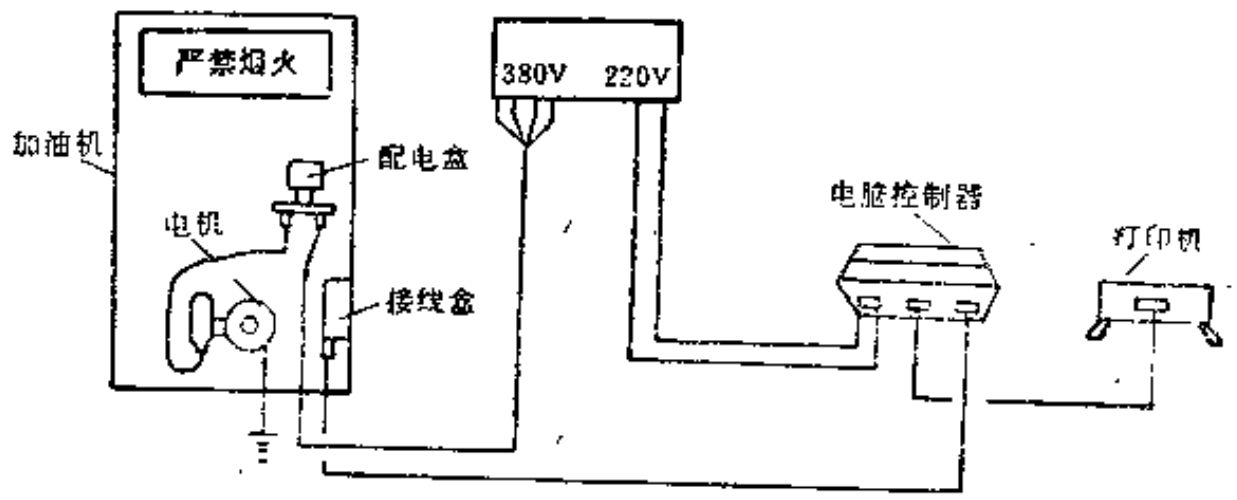


图 4-13 PL30D型电脑加油机系统示意图

表 4-8　国产主要加油机技术性能

技术性能 \ 型号 / 牌号	JY85系列 自动计量加油机	J71-5系列 电动计量加油机	J-60A系列 电动计量加油机	CME-206型 电脑加油机	$CH161-\frac{118}{128}$型 电动计量加油机	$CH161-\frac{238}{138}$型 电脑加油机	$J60\frac{A}{B}$型 自动计量加油机	$H-W\frac{361}{363}$系列 电脑加油机	DJ70型 电动计量加油机	J60Z型 电动计量加油机
	太空牌	海狮牌	长空牌	加油王牌	恒丰牌	恒丰牌	兰鲸牌	恒稳牌		
最大流量，L/min	60	55～65	60	55～65	20～60	20～60	60	60	75	60
允许吸程，m	5	6	4	4	4	4	5	5	4	4
工作压力，kPa	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245
计量精度，%	±0.25	±0.3	±0.15	±0.3	±0.3	±0.3	±0.2	±0.15	±0.15	±0.3
单次计量范围，L	0.1～999.9	0.1～999.9	0.1～999.9	0.1～999.9	0.1～999.9	0.1～999.9	0.1～999.9	0.1～999.9	0.1～999.9	0.1～999.9
累计计数范围，L	0.1～999999.9	0.1～999999.9	0.1～999999.9	0.1～999999.9	0.1～999999.9	0.1～999999.9	0.1～999999.9	0.1～999999.9	0.1～999999.9	0.1～999999.9
显示方法	液　晶	液　晶	液　晶	液　晶	字轮计数	液　晶	液　晶	液　晶		
工作温度，℃						−20～40		−25～60		
复位方式	自　动	自　动	自　动	手动或自动	手动或电动	自　动	自　动	自　动	自　动	自动或手动
供油胶管长，m	4	2.8	3.0						4.5	4.0
供油胶管内径，mm	19	19	19		$1\frac{1}{2}$"				19	19
重　量，kg	210	200	210		200				240	210
整机尺寸，mm	570×455×1300	560×390×1400	570×455×1300		600×430×1320				730×460×1270	700×520×1350
电机功率，kW	1.1kW/380V 0.75kW/220V	1.1kW/380V	0.8kW/380V		0.75kW/380V	0.75kW/380V		0.75kW/380V	0.8kW/380V 0.75kW/220V	0.75kW/380V
生产厂家	沈阳新阳机器制造公司	上海石油设备厂	北京长空机械厂	深圳黄金台电子工业公司	重庆仪表厂	重庆仪表厂	浙江嘉兴石油机械厂	广州恒山机器有限公司	中国人民解放军5408工厂	成都日月加油机厂

其它

DPC、DPBA型双枪电子式电动计量加油机，中意牌，上海中意石油机械公司生产

JD60Ⅱ、SUNNY型单枪电脑加油机，海南日象仪表制造公司生产

SD-5(A、B)型电动微电脑加油机，上海森达石油设备有限公司生产

$FR\frac{701}{704}$型电脑加油机，图特普牌，美国生产

器采用了8039单片机，键盘功能齐全，输出接口配用TP-UP-16A微型打印机。

该机操作、控制、数据显示、打印单据都在加油站操作室进行，既可定量加油也可不定量加油，操作人员或司机只需在现场手握油枪，即可向车内油箱加油。

该机主要技术指标：额定流量60～80L/min；工作压力49～246kPa(0.5～2.5kg/cm²)；计量精度±0.2%；允许吸程4m；工作温度－10～40℃；测量范围单次0.1～999.9L，kg，累计9999.99L，kg；密度预置范围0.0001～0.9999；单价预置范围0.01～9.99元；总价显示范围0.01～9999.99元；打印内容日期、当次发油量（L或kg）、单价或总价。

TDJ-A_1型电脑加油机

该机由吉林省石油总公司通化储运技术开发推广站生产。技术较为先进，在结构上为分离式，即抽油器和显示器分开安装，其系统结构见图4-14。

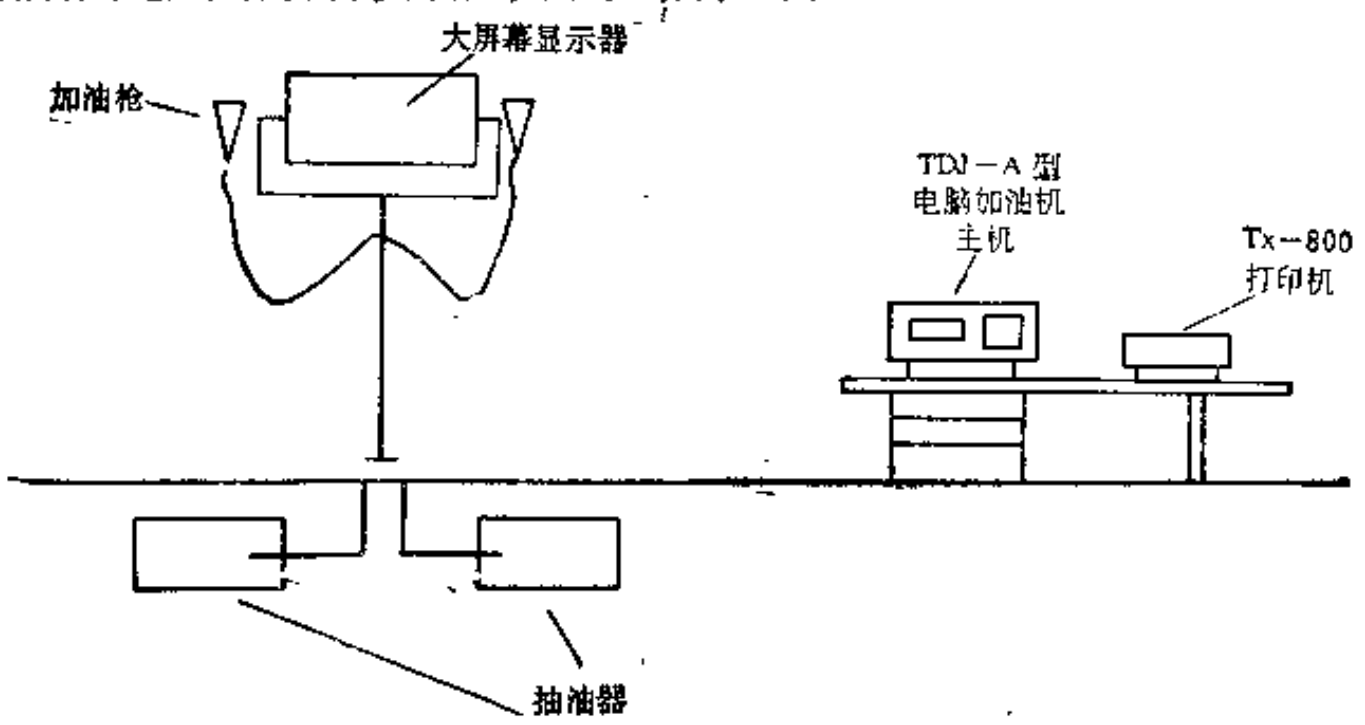


图 4-14 TDJ型电脑加油机系统示意图

抽油器包括油泵、油气分离器、防爆电机和计数器等。计数器采用$DN25$椭圆齿轮流量计，经微机系统补偿，精度由0.5级可提高到0.3级。加油枪上分别装有控制键盘和LED超高亮度数码显示器，可在加油枪上预置和观看数据，操作十分方便。

该机有3套显示装置，即主机显示、大屏幕显示和油枪控制器显示。既可分别也可同步显示，且主机面板和加油枪控制键采用国际先进的轻触薄膜开关，手感很好，并有密封作用。主机采用8031单片机（可同时控制两台加油枪），并配有Tx-800微型打印机，输出接口还可和PC机联网，实行微机管理。

该机主要技术指标和性能：适用环境温度－20～40℃；准确度±0.3%；累计计数范围：0.1～999.9kg。主要功能：室内外加油量预置与控制，计量单位自动换算L或kg，数据显示，加油量累计、合计数等。

目前，该机主机还可与多种机械加油机配套使用。

CMD-1000A电脑加油机

该机是广州恒山机械有限公司新产品。它是以工业控制电脑为基础，采用机械电子一体化的新一代加油设备，适用于为各种机动车添加汽油和轻质柴油。

该机由电动机、油泵、油气分离器、流量计、信号传感器和电脑控制器等主要部件组成。工作原理与机械式加油机一样，只是经流量计的流量带动信号传感器产生计数信号，送入电脑控制器进行计算。

该机拥有主要功能包括：

①能精确计量并显示加油体积（或重量）、单价和金额，数据清晰，一目了然。

②提供定量和非定量两种加油方式，到量或加满能自动停机，经营灵活，使用可靠。

③置入的油品密度和单价由加锁管理，不能随意动改，以免混乱。

④能自动累计加油量和加油次数，且断电后数据能自动保护。

⑤安装容易，操作简便，采用防爆结构，安全可靠。

⑥既可单独使用，也可和CMS-1000加油中心控制系统联网，实现多台加油机集中控制，自动计量、打印与数据处理。

该机主要技术指标和性能：排油量60L/min；扬程4m；准确度±0.3%；环境温度－25℃～50℃，湿度≤95%；单价范围金额0.00～9999.99元，体积0.00～9999.99L，重量0.00～9999.99kg，单价0.00～9.99元/L（元/kg）；累计参数金额、体积、重量～99999.9；外形尺寸：410×670×1605；重量：～150kg。

采用CMS-1000油站中心控制器，可经营4种产品并控制16台加油机同时工作。该中心控制管理系统示意图见图4-15。

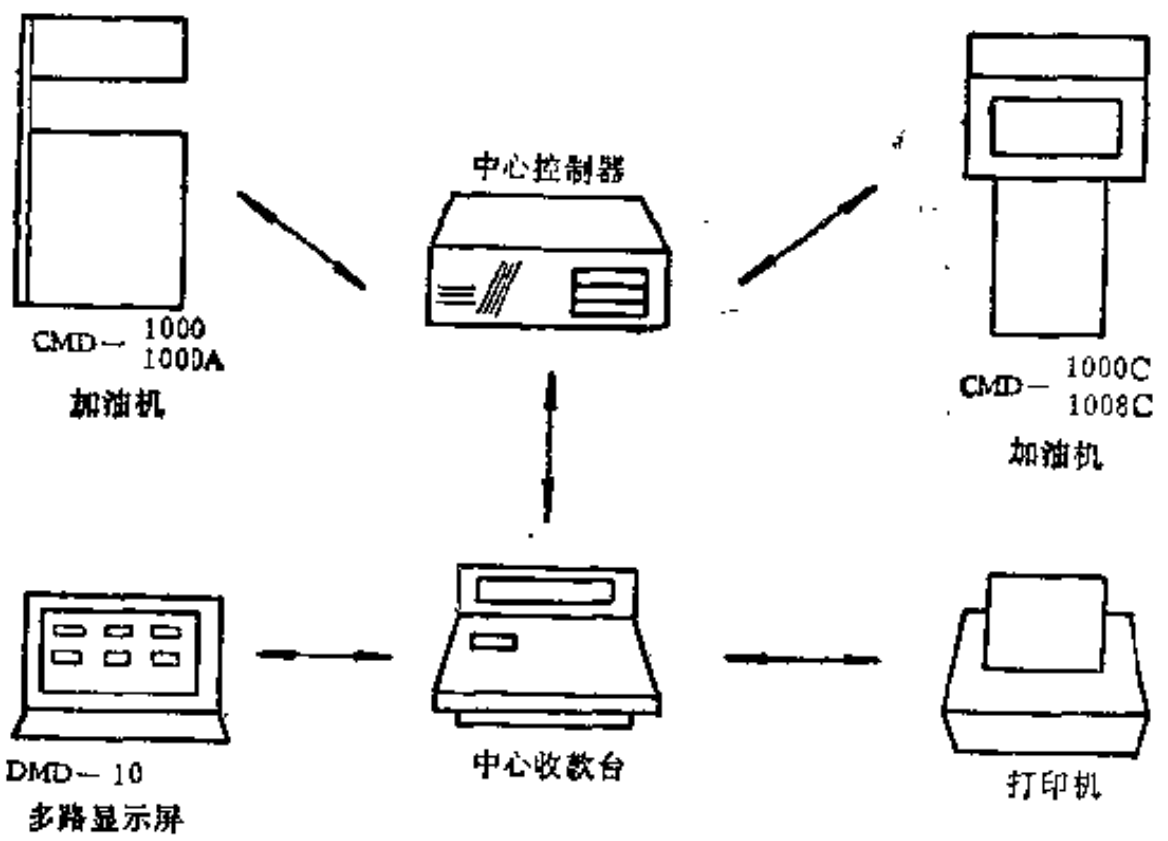


图 4-15　CMS-1000油站中心控制管理系统示意图

2．加油机的维护与故障排除

不同类型加油机使用维护注意事项各不相同，一般来说主要有以下几点：

①加油机内过滤器应定期用汽油清洗，以防堵塞或破损，引起加油机发生故障。

②计数器转动机构及其它外露摩擦部位应定期加油润滑。

③流量计应每月由单位自行标定一次，每年由专职计量机构检定一次。计量严重超差或检定不合格，不得继续使用。

④微电脑带掉电保护的，在电池指示灯亮时，应及时更换电池，并复查置入的各种数据。

⑤加油机检修时，必须切断电源。有关拆卸、检查、维修，应按产品使用说明书或有关规定办理。

不同类型加油机发生的故障也有所不同，从大多数情况看，加油机的常见故障与排除见表4-9。

表 4-9　加油机常见故障与排除

故障现象	原　因	排除方法
整机不排油、吸不上油或出油量显著减少	1．吸油管不严 2．吸入管底阀漏油 3．吸油管太长或安装高度超过规定 4．电机发生故障，电机不能启动 5．电机皮带过松或有油污 6．泵与分离器接合面不严 7．泵内零件脱落或断裂，流量计活塞卡死 8．泵或分离器低压腔漏进大量空气 9．油泵主轴橡胶油封损坏或泵磨损严重，间隙增大，漏进空气 10．单向阀不严或滤网堵塞	1．拧紧各部连接螺丝，更换密封垫 2．研磨底阀或更换 3．降低高度或更换吸油管 4．检查与修理电机 5．调整皮带张紧轮，清洗皮带或轮槽 6．拧紧螺丝或更换密封垫 7．检查泵与流量计并修理 8．检修泵并排除空气 9．轴向间隙用减小垫片厚度来调整，更换密封 10．检修单向阀，清洗毡套或滤网
出油量偏多，调节无效	1．连接块磨损使活塞行程增大 2．流量计内零件磨损，漏油过多	1．更换连接块 2．检修流量计
排气管喷油	1．分离器内滤网堵塞 2．回油浮标卡死 3．大浮子不灵活，漂不起来 4．单向阀弹簧太硬，阀口不能自启回油 5．回气阀关不严	1．清洗滤网 2．校正浮标导杆，清除脏物 3．检修大浮子轴 4．更换与调整弹簧 5．研究阀门
出油含有气泡	1．分离低压腔漏气空气 2．分离器内阻尼缝或小孔堵塞	1．检修有关盖及法兰 2．检修出气阀
取下油枪计数器不回零	1．计数轮内的回零键不灵活 2．复位机构小钩或小铜轮磨损	1．油气再放、取一次 2．修理或更换磨损件
自封加油枪不能自封	1．膜片压紧连接不严漏气 2．密封圈损坏，漏气串油 3．膜片与膜片轴的连接不严，漏气 4．连通管的两端接头松脱或连接管损坏	1．拧紧螺钉或更换垫片 2．更换密封圈 3．拧紧螺母 4．卸下枪管，紧固或更换连通管，或检管附件
自封加油枪漏油	1．主阀关不严，从枪管内漏油 2．密封圈损坏，从连通管小孔漏油 3．顶盖密封圈失效，漏油	1．适当拧紧主阀的压母，或更换垫圈 2．更换垫圈 3．更换密封圈
计数轮整体不回零（计数器）	1．指臂钩板预定位置偏低或偏高，不能拨动控制板离位 2．钩板上的扭簧失效，扭力不足，造成钩板在控制板的轴销上打滑 3．控制板拉簧失效，拉力不足 4．回零机构的传动轴销子剪断或脱落 5．钩板钩子不够深	1．调整钩板接头的偏转角或拉杆距离，使钩板位置预停在控制板的轴销上方，保持约0.5～1mm的间隙 2．更换扭簧 3．更换弹簧 4．配销子 5．用圆锉刀修正
加油机计量误差增大，经调节无效	1．连接块的轴孔磨损，使活塞行程增大 2．活塞连杆两端的压紧螺钉松动，影响活塞行程 3．活塞和缸套磨损，间隙增大 4．计数器发生故障	1．更换连接块 2．拧紧螺钉或更换弹簧垫圈 3．更换缸套 4．检修计数器

五、流量计交接计量有关规定

(1)计量精度　石油及其产品采用流量计进行交接计量，其精度不低于0.2级，用于一般流量检测，精度应不低于0.5级。

按重量计量综合误差：轻油国内交接计量应不低于±0.35%，重油为±0.5%。国际贸易交接计量应不低于±0.2%。

(2)根据交接规模、性质，企业自身技术能力和管理水平，应选择不同类型计量表。

体积-重量计量类型，用流量计测量管道输送的油品体积，再由人工检测油品温度、密度和含水量，然后通过查表并计算输油重量。

质量计量类型，对油品管输的体积、密度、温度、含水全部采用在线仪表连续检测、补偿、显示并自动算出瞬时油量和累计油量。

(3)用于交接计量的流量表必须选择合理，运转可靠，维修方便，检定合格，精度在规定范围内。使用中的在线流量表及配套仪表，原则上应半年至一年检定一次。密度与含水在线仪表，其测量精度应为±0.1%。

(4)流量计系统的阀门、消气器、过滤器、温度计、单向阀、调节阀等配套设施，安装应符合有关设计要求。

(5)输油管线上为计量而装设的采样部位应在流量计出口端的垂直管线或水平管线上(流体湍流区雷诺数$Re>2000$)，取样管口端呈45°斜面应朝向液体流动方向，取样斜面中点应伸入管径1/3处。取样管露出部分应尽量缩短。

(6)取样时间与方法　除长输管线外，一般管输只需在油品流过流量表后10min和输油结束前10min，各取油样一次，中间时间取样一次。然后将所采试样以相等体积混合，作为输油平均计量试样。

取样前，应先放出一点油并将取样器冲洗干净。采集的油样放入干净密闭的取样瓶内。取粘油时，要注意管线防冻保温，取轻油要防止轻馏分挥发损失。

(7)管线上安装的测温计，应装在流量计出口端，迎着流体方向与管线轴线成45°，插入管径1/2处。

除长输管线外，测温一般进行3次。在油料流经流量表后10min和输油结束前10min，及输油中间各测温一次，取其算术平均值，作为油品平均温度。温度计读数应准确到0.2℃。

(8)从输油管线上采取的油样，每次均应同时测定密度和油温，每个试样连测2次，取全部试样测量结果的算术平均值做为油品的平均密度。密度计读数至0.0001g/cm^3。

(9)依靠长输管线输往炼油厂的原油，应做原油含水测定。每2h取样一次并作含水平行测定，用8h内采取试样所测结果取其算术平均值作为8h的原油含水量，数据以重量百分数表示。

(10)油量计算　管道输送油品的计量分体积型和质量型两种。

体积计量类型：

$$m=(\rho_{20}-0.0011)V_{20}\quad 或 m=\rho_{20}\cdot V_{20}\cdot F,$$

$$V_{20}=K\cdot V,$$

式中　m——油品在空气中重量；

V_{20}——在标准温度下的油品体积；

ρ_{20}——油品的标准密度；

F——空气浮力修正系数；

K——石油体积系数；

V_t——在计量温度(t)下，流量表计量的油品累计体积数。

质量计量类型：

采用在线计量仪表实测V_t和ρ_{20}，并经质量积算器运算所得油品在真空中质量M，再换算成在空气中的重量m，其换算公式为：

$$m=M\cdot F$$

(11)原油纯油量计算　原油管输交接计量，均应扣除油中含水量，按纯油量交接，其计算公式为：

$$m_c=m\cdot(1-W)$$

式中　m_c——原油纯油量；

m——含水原油重量；

W——原油中水分含量的重量百分比。

如果管输全部采用计量仪表，包括在线含水分析仪、纯水积算器、密度计及质量积算器配套仪表，则原油纯油量计算公式为：

$$m_c=(M-M_s)\cdot F$$

式中　M_s——由纯水积算器得出的纯水质量；

m_c、M、F——见前边所述。

第四节　衡器计量（重量计量）

一、衡器概述

衡器计量也属静态计量一类，或称称重法计量。

在石化企业，进厂的原油、煤炭、钢材、水泥和化工原料等要用地衡或轨道衡计量，生产所需催化剂、添加剂加入量，原材料发放数量，某些石油产品，如袋装化肥、硫磺、石蜡、瓶装液化气、桶装液体产品等，也都需用磅秤计量。而出厂的大宗石油产品，如沥青、石油焦、液化石油气、丙烯等也要经地衡或轨道衡计量。

随着科技发展，液体动态电子轨道衡和无基坑式电子汽车衡都已得到广泛应用。因此，在石化企业，合理选型、正确使用、精心维护并管好衡器，对推动石化生产发展，搞好油品销售和贸易结算，提高企业经济效益具有非常重要意义。

目前，衡器的品种、规格、精度、使用特点、应用范围等方而都有了飞速发展。衡器已由单杠杆发展到多杠杆；由低精度发展到高精度；由小秤量发展到大称量；由手动秤发展到自动秤；由机械秤发展到电子秤；由静态秤发展到动态秤。自动称重、单据报表打印、数据微机管理等已得到普遍运用。

衡量的方法基本上有：杠杆式、弹簧式、电子式、液压式、摆动式5种。衡器的分类是依据其特征来分的。衡器的基本分类如图4-16所示。

石化企业常用的衡器有案秤、台秤、地衡、轨道衡、电子吊钩秤、电子皮带秤等。衡器称量的规格多在10、20、50、100、200、500、1000kg和10、20、30、50、100t等范围。

衡器称量的单位是吨(t)、千克(kg)、克(g)和毫克(mg)。其换算关系为：

$$1t=1000kg=10^6g\qquad 1g=1000mg$$

$$1kg=1000g$$

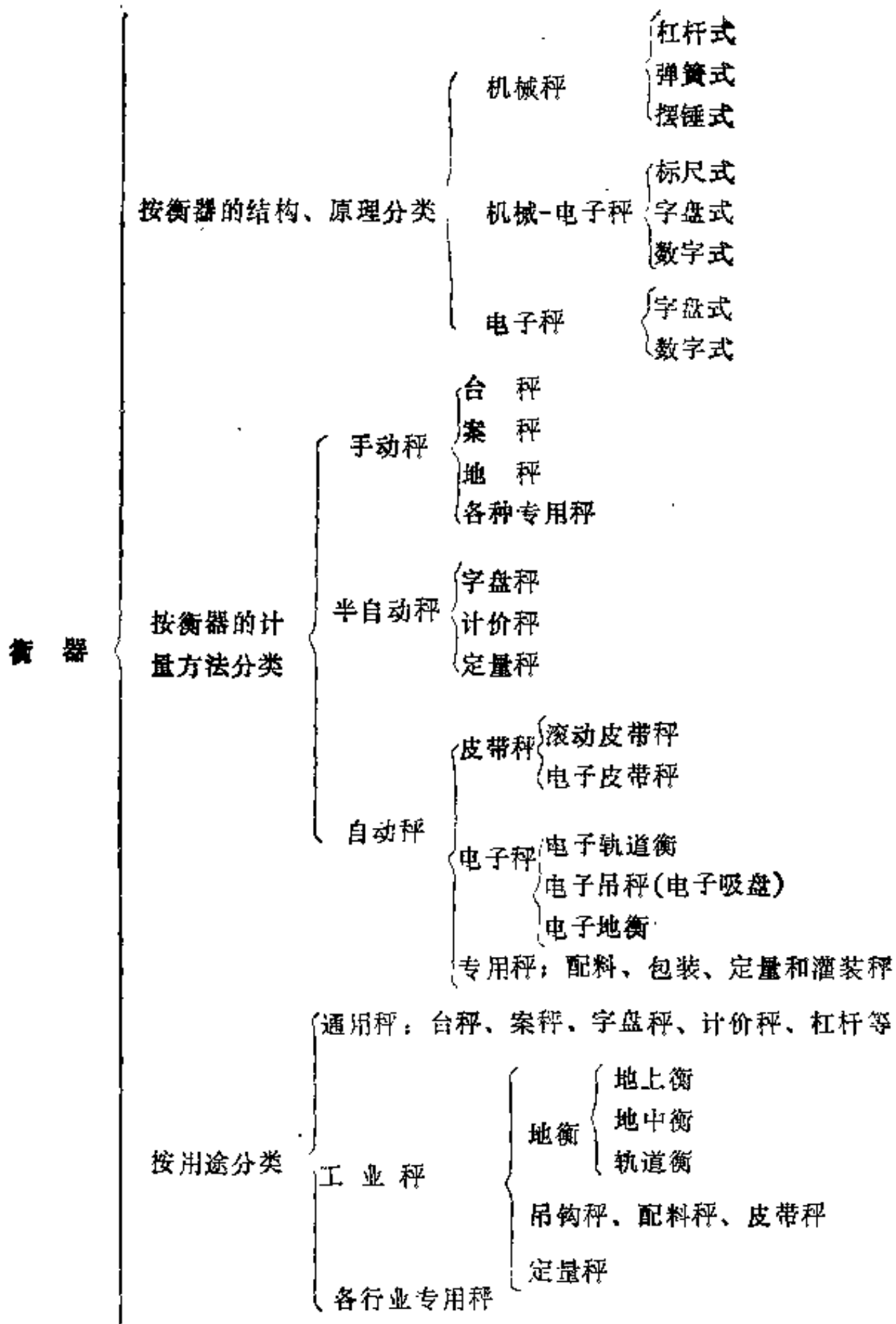


图 4-16 衡器的基本分类

二、石油计量常用衡器介绍

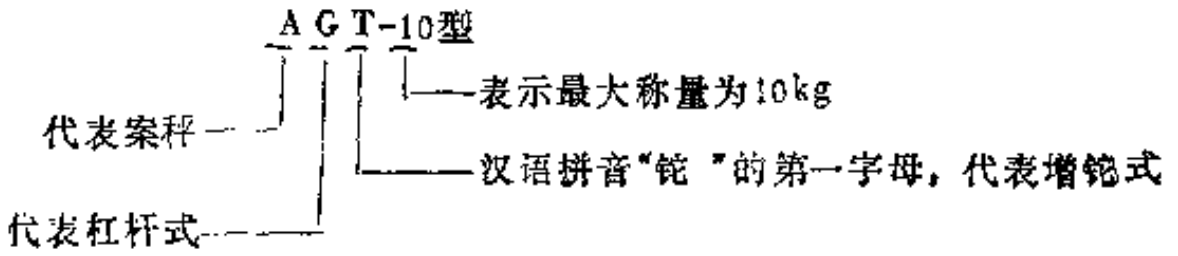
1. 案秤、台秤

案秤和台秤都是用杠杆平衡原理制造的。

案秤是一种轻型衡器，可以放在工作台上使用。一般分杠杆增铊案秤、指针表盘式案秤和弹簧式案秤3种。常用的为杠杆增铊式，制造、使用极为普通，国家标准为GB336-64。

案秤的规格、型号表示方法为：

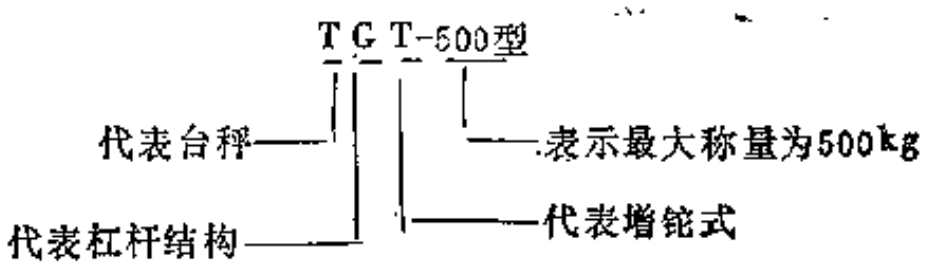
例如：



AGT类案秤有5、10kg两种规格，最大称量允差为0.1%，即5g或10g。案秤在石化企业供应系统主要用于发放小额材料使用，也用于小包装润滑油（脂）的称重计量。

台秤是一种可移动的杠杆秤，应用更为普遍。台秤的规格、型号表示方法为：

例如：



台秤由读数装置、承重装置、杠杆系统和秤体安装装置构成，共有8个部件。

TGT类台秤的规格有50、100、500、1000kg4种。其允差随称量多少而变化，在最大称量1/5至最大称量时，允差为实际称量的0.1%。台秤多用于供应系统发料和储运系统的成品油灌桶、硫磺与石蜡产品袋装的计量。

2．地衡

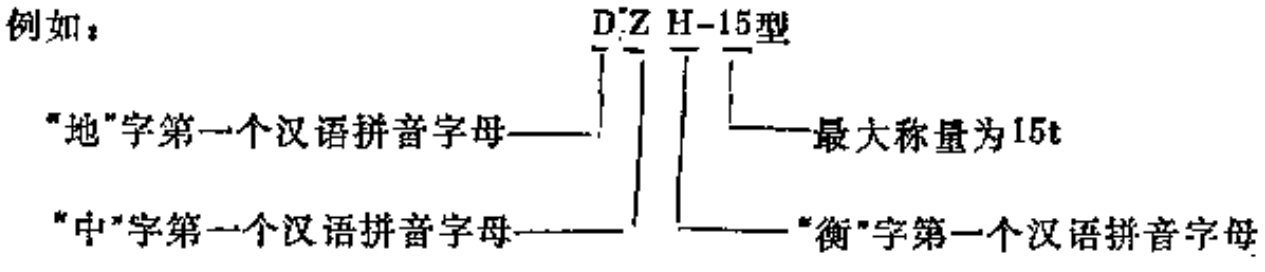
地衡是安装在固定基坑里的一种较大型台秤，也叫地中衡。新一代地衡已经不需要基坑，安装于地上的无基坑式电子汽车衡已经得到广泛应用。

地衡可分为机械杠杆秤、机械杠杆-电子秤和电子秤3种。

机械杠杆秤由计量箱、承重台、杠杆系统和基础4大部分74个部件组成。

机械杠杆地中衡的规格、型号表示方法为，

例如：



DZII类地衡规格有3、5、15、20、30t5种。有效使用范围为称量1/20至最大称量。标尺最小分度为称量的1/3000，最大允差为实际称量的0.1%。

机械杠杆-电子秤是把电子技术、光电技术和机械称重方式结合起来，通过机械杠杆传力，摆锤机构平衡，光电模拟转换，仪表数字显示的一种自动秤。这种形式的地衡，即保留了机械地衡优点，又发挥了现代技术优势。因此，它精度高，性能稳定，计量速度快，读数直观，使用方便，易于和其它仪表配套，实现数据打印累计远传，便于自动化。其代表型号为GSCZ型，使用环境温度为－10～40℃，环境相对湿度80%以下，功耗小于70W，使用电压220V，称量最小显示值为5kg，仪表显示数5位，计量精度为0.1%。

电子式汽车衡是最近10年来发展起来的一代新地衡产品，目前生产厂家和品种也比较多。它可以利用现有机械地中衡位置和基础，很方便的改造成为无基坑式或埋入式电子汽车衡。因此，它的兴起正有逐步取代机械杠杆地衡的趋势。详见第八章油品储运系统自动化。

3．轨道衡

轨道衡是一种设置在铁路专用线上，专门用来检测各种铁路货车装载货物重量的大型计量设备。在厂矿企业用它称重进厂原材料和燃料，计量出厂各种产品，具有非常重要经济意义。不少企业由于安装了轨道衡，进出厂一切物料和产品计量有了保证，准确性有了极大提高，因而给企业带来了可观的经济效益。铁路系统安装轨道衡后，可以有效的监督、控制超装或少装现象，防止因车辆超载而列车发生事故或因欠重浪费机车和线路运输能力。

轨道衡按其结构可分杠杆型机械轨道衡和传感器型电子轨道衡。按其使用要求又可分为静态或动态两种。

静态轨道衡是铁路装载车辆在轨道衡台面上静止状态下的计量（车辆需逐台摘钩单台称重）。这类轨道衡的下部结构采用混合杠杆系统，读数装置多为标尺游铊式。目前，全国的千余台轨道衡中它约占8.5%。这种衡器计量速度慢，功能差，手动操作，对车辆周转、调运有一定影响。但结构简单，精度可高达0.1%，基建投资少，一般只是做为计重设备，有待逐年更新。

动态轨道衡是在不摘钩情况下，列车以一定车速缓慢通过轨道衡台面，实现自动检斤计量。动态轨道衡有两种结构：一种是承重下加承重杠杆，在传递力比后加称重传感器，还有一种是荷重直接由承梁下的称重传感器转换，后者应用最广。

轨道衡中最新产品是动态电子轨道衡，它由称量台面系统（包括称重台面、主梁高度调整器和限位器等）、称重传感器、测量和数据处理显示仪表3部分组成。此外还有引进列车的引轨部分和运输控制系统。详见第八章油品储运系统自动化。

三、衡器的使用与管理

1．台秤与案秤

(1)案秤放在工作台面上，台秤放在坚实、平整地面上，四角切实落地。称重板与四个承重刀均应接触好，承重板保持水平。

(2)使用前，检查游铊是否对准零线，游铊螺丝是否脱落，增铊有无缺少，铅封是否完整。调整空秤平衡后，检查计量杠杆上下摆动幅度是否正常、均匀。发现毛病未调好前，不得使用。

(3)被称物体应在称的范围内。案秤应在最大称量的1/20～最大称量，台秤应在最大称量5%～最大称量。不准称量过小或超重，否则都会计量不准，甚至损坏衡器。

(4)加减重物时，应轻拿轻放，不准摔、扔。正确方法是先关闭杠杆制动器，以免放物过猛而损坏杠杆，产生不应有误差。

(5)秤上游铊、增铊、平衡调整铊等零部件不准随意拆卸。不同臂比的游铊不能互相串用，以免产生错量。

(6)秤经连续多次使用，应检查空秤零点，检查杠杆摆幅是否初始一致。发现有问题及时调整，调好方准使用。

(7)秤应经常保持清洁。用前应清除灰尘与脏物，用后及时擦拭干净。遇标尺生锈发黑可用细纱纸擦光然后打蜡或涂清漆。除平衡调整杆上螺丝可加防锈油外，秤的其它部位不准加油。

(8)秤使用完必须关住杠杆制动器，取下增铊，将游铊移至零位。

2．地衡

(1)每班使用前应先调整秤的零点，检查杠杆上下摆幅是否均匀。如大小游铊回零后，杠杆摆幅不对称，则调整平衡调整游铊位置，达到合格后方准使用。

(2)被称物体重量应在秤的最大称量范围以内，不准超秤，以免损坏秤的机件，但也不能称量过轻货物。使用最佳称量范围是最大称量的1/20～至最大称量。

(3)汽车过磅时，应按指定进车方向驶入。车辆停留于秤面中心位置。进入秤面车辆应缓慢驶入，车速不准超过5km/h，严禁到达台面急刹车。非检斤过磅车辆严禁穿行衡器台面。

(4)车辆停稳后必须熄火。除司机外，搭乘或装卸人员应离开车体和台面，提（运）货人员在指定窗口办理有关手续。

(5)过磅时，先移动大游铊到估量位置，再开启视准器，移动大小游铊达到杠杆平衡，然后关闭视准器，读数时应将大小游铊位置指示数值相加，及时记录填入单据。

(6)运输含水或容易滴洒散落物质的汽车，车箱应严密，严防水、颗粒、粉末杂质或污油滴洒台面，影响计量准确，有碍台面卫生。

(7)连续多次称量后，应抽空检查空秤杠杆平衡情况，检查秤面四周间隙。如空秤杠杆摆幅不平衡或台面有卡住现象，应进行调整，达到正常后再使用。

(8)称量过程中，不准移动影响称量准确性的零部件，如调整轮，连杆索具、重锤等。

(9)每班工作结束，应及时清扫台面及四周清洁卫生。地衡两侧路面应平整，不准有污泥、积水或杂物。衡器不用时，游铊位置回零点并关闭视准器。地衡两侧设障碍栏杆，严防夜晚或公休时，车辆随意通过。

(10)地衡属强制检定器具，平时由单位自行定期检定，每年由县（区）级计量检定部门检定一次。检定合格发给检定合格证书，不合格的不准继续使用。

3．轨道衡

(1)每班使用前，在无负载情况下，应先检查秤的零点，调整平衡到零位，不能调到零位的不能使用。轨道衡不用时，应将游铊移回零位并关闭止动器，电子秤应停电关机。

(2)电子轨道衡操作室严禁闲杂人员进入，非衡器操作人员严禁操作。

(3)车辆过磅不准超过秤的最大检测范围，最少不低于称量的20%。

(4)列车计量通过台面车速在5～7km/h，不准车辆在台面上紧急制动。

(5)每批列车在连续计量后，应在无负荷情况下检查秤的零点是否正常。如空秤平稳状态或零位有变，应及时做调整。对检测过的数据有怀疑时，应重新复测。

(6)称量过程中，不准移动读数装置的调整铊、平衡铊、零点调整钮及其它有碍计量准确的零部件。

(7)严禁非过磅列车通过轨道衡，必须通过时应限速行驶。在轨道衡两侧不准停留车辆装卸货物。

(8)轨道衡台面、地坑和计量仪表操作室应保持清洁卫生，做到窗明、地净，设备清洁。

(9)轨道衡属强制检定计量器具，除平时由单位定期自行检定外，每年由国家轨道衡计量站或其授权的地区铁路局计量站检定一次，检定合格发给检定合格证书，方准继续使用。

第五节　炼油厂油品计量管理

一、油品计量管理机构职责

在石化企业，统管全厂计量管理工作的是厂的专门职能机构，通常叫计量科（处或计量中心），油品计量只是全部计量管理中一个重要组成部分。在油品、运销、技术、仪表等单位都有从事油品计量的技术人员。

油品计量工作的依据是国家颁布的或中国石化总公司制定的有关计量规程、条例和制度，还要认真执行本企业制定的有关油品计量管理办法、制度和规定。

炼油厂油品计量管理机构的基本职责主要是：负责宣传贯彻国家或中国石化总公司制定的有关计量规程、标准和制度；对油品计量工作进行监督、检查，为计量岗位配备计量器具，为生产装置配齐计量仪表；定期对油品计量器具和计量仪表进行抽查并组织检定；负责对油品计量人员进行专业培训和技术考核与发证；对厂内或外销油品计量发生超耗引起争议，组织调查和仲裁处理；提出降低油品损耗措施并组织实施等。

二、石油计量器具配备

凡是表示计量单位和数值的量具和仪器仪表统称为计量器具。油品计量器具是指专门用来检测油品量值的器具。

1．配备范围

凡进厂的石油及化工原料，出厂的各种石油产品，装置、系统、罐区之间及厂际之间成品、半成品、燃料油、燃料气的互供等均应进行计量并配齐相应的计量器具。

2．配备内容

静态计量应根据油品性质、密度、温度检测范围、油罐容量大小，配备相应的量油尺、温度计和密度计等。

称重计量应根据油品性质、出厂量、车辆载重等选择不同类型、不同称重量的台秤、地衡或轨道衡。

容积计量应根据油品性质、温度、粘度、压力、管径和输送量等选择不同类型、不同规格型号的流量仪表。

计量仪表自动化水平，既要根据生产需要适应科技发展，也要考虑企业经济条件和自身技术管理水平，特别是仪表性能和质量，且不可盲目贪大求全、求洋，不适宜的追求计量高度自动化或管理现代化。

3．计量器具精度

使用流量计时：

用于国际贸易，体积计量精度为±0.2%；

用于国内交接，重量计量精度为±0.35%；

企业内部交接计量，精度为1%。

使用衡器时：

静态计量精度为±0.1%；动态计量精度为±0.3%。

静态计量精度见本章第一节。

石油化工大容器：

容积经检定，其计量误差：立式金属罐为±0.2%；卧式金属罐为±0.5%；铁路油罐车为±0.5%。

达不到上述规定要求的，供需双方可另行协商一个都能接受的准确度，按照协议规定进行计量和结算。

另外，根据有关规定，油品计量器具配备率应为100%，油品综合计量检测率应不小于95%，计量器具周期受检率为100%，检测合格率和抽检合格率应不低于95%。这是考核油品计量管理工作的几项重要指标。

三、静态油品计量器具管理

(1)静态油品计量器具是指人工检尺计量用的量油钢卷尺、石油密度计、玻璃棒状水银温度计、测温盒、量水尺、取样器、量筒等。

(2)为有利管理，减少损耗，保持完好，油品计量器具应分班保管，有条件的应专人专用，不能专用的列为交接班一项重要内容。

(3)计量器具应放在专门工具箱内或工具架上，要摆放整齐，对号入座，器具干净见本色。

(4)计量器具应建立工具卡片和档案，对领用和检定日期都要有记录。

(5)检测军用油品或特种油品的计量器具应专用，单独保管，不得混用。

(6)计量检测完毕，应用干布擦拭干净，放回工具箱（架），不要随意到处乱放。

(7)使用中发现计量器具损坏、失准，不能保证计量准确，应停止使用。

(8)按照计量器具强制检定计划，及时送检保证在用计量器具始终性能良好，计量可靠。

四、油品计量室管理

(1)计量室是指专门从事油品计量的室内工作场所和配有计量检测仪表的操作室。

(2)计量室应建立以岗位责任制为中心的各种制度，包括：计量人员专责制，交接班制，计量器具管理制度，计量（仪表）操作规程和计量记录、报表、台帐等。各项制度应书写正规，镜框统一，排列整齐，挂在墙上。

(3)计量室内应配有专门计量器具工作箱（架），符合油品计量器具管理要求。计量所需容积表、速算表及单据、记录、台帐均应分别放在带格的资料架上。

(4)配有计量检测仪表和微机的计量操作室，其温度、湿度和防光应符合有关技术要求，进入计量室人员应换穿拖鞋。

(5)油品计量人员应严格遵守计量规程。计量人员出的数据，填写的记录、报表要经"三级"检查复核，确认无误才能上报，做为交接计量和统计结算依据。

(6)计量室及周围环境应清洁整齐，窗明地净。在厂区范围里，计量室严禁吸烟。

第五章　油品储运操作

第一节　罐区系统操作

一、油罐加温

1．油罐加温目的

原油及其某些液体产品，在用油罐储存中常常需要加温，这是油品罐区操作的基本内容之一。在炼油厂，一般来说经常需要加温的油品有原油、0号柴油、蜡油、油浆、重柴油、渣油、液体沥青、石蜡及润滑油等。这些油品大多粘度大，含蜡高，流动性差，输送较困难。

油罐加温，首先要确定各种油料在油罐中的最高和最低温度。加温过高或过低，对生产、节能及油品自身质量都是不利的。油罐加温目的一般来说有以下4点。

(1)油品加温，粘度会降低，水力摩阻减小，流动性增大，方便油品输送，有利油品加工、输转、装车、运输等作业进行。

(2)含水原油或中间产品，经加温能达到破乳和脱除油中含水和沉降杂质目的，有利装置加工和油品调合，保证了产品质量，同时也能使计量更加准确。

(3)柴油和润滑油某些馏分在调合时进行加温，有利轻重馏分受热对流，油品调合更加均匀，从而保证了油品调合质量。

(4)清罐时，为了清除罐底失去流动性的残油，常常直接通汽进行局部加温，以利油品熔化，增加流动性，便于清扫罐底。

2．油罐加温工艺指标

油罐加热温度高低，一般取决于以下几个因素。

(1)油品性质　主要是考虑粘度、含蜡量、闪点和凝点。

(2)作业性质　是给装置送油还是破乳脱水，是为油品调合或者装车、输转、产品运输等。

(3)地区及气温　北方地区或冬天寒冷时和南方地区或夏天气温高时，油品是否加温、加温高低都不相同。

(4)节约能源　用最少能耗如何取得最佳油罐加温效果。

(5)安全因素　不致因加温操作失误带来油品着火爆炸或油罐突沸危险。

如果单从安全考虑，一般来说，油品加热温度都以低于闪点10℃以下为好，但如果机械地照此办理，则大多数油品储存温度偏高，因而浪费能源很不经济。因此，油罐加温，既要考虑到上述安全原则，也要在保证生产需要前提下，尽可能节约能源。

通常，油品储存温度，对于原油来说，一般应高于它的凝点10～15℃，低于它的初馏点；对于石蜡，应高于其熔点10℃左右；对于沥青或渣油，不要低于120℃，以防冷凝积水，也不要高于200℃以防超温自燃。

油罐加热温度，各地炼油厂情况不同，不可能都执行统一规定。表5-1为各种油料储存温度，表5-2为某炼油厂油品加温控制指标，供参考。

表 5-1　各种油料储存温度

油品名称	储存最高温度，℃	储存最低温度，℃
大庆原油	45	35
胜利原油	60	45
克拉玛依混合原油	30	20
稠　油	85	70
催化裂化原料油	90	50
润滑油原料油	80	50
润滑油基础油	70	50
润滑油成品油	50	
汽油、煤气	常温(40)	
轻柴油	常温(40)	30
重柴油	65	40
燃料油	95	70
沥青(减压渣油)	180	130

表 5-2　某厂油罐加温控制指标

产品名称	加温范围，℃	产品名称	加温范围，℃
胜利原油	38～45	脱蜡原料	55～60
孤岛原油	45～50	60号液体沥青	180～195
渣　油	≥120	100号液体沥青	160～180
蜡　油	80～85	200号液体沥青	170～180
轻柴油	<35	石蜡成型	<90
催化原料	<70	重柴油	55～60
加氢原料	40～50		

3．油罐加温方法

油品加温的热源有蒸汽、热水、热空气、电能和太阳能等。在炼油厂，各生产装置主要是利用加热炉或换热器（热油、热水、烟道气等热介质）给油品加热，而油品储运系统主要是用蒸汽加热和先进的电能加热，个别地方也有用热水加热的。

用热水作为热源，因其含热量低，所以加热效率也低，但比较经济。通常适用于给沸点低但凝点高的油品或化工原料伴热或加温（如苯的沸点80℃，闪点12℃，凝点5.5℃。98%浓硫酸凝点±1℃）。用热水加热或伴热不至引起局部过热，也不会引起油罐突沸。

用热油作为热源。通常是从罐区来的原油，油温大约45℃左右，在进入电脱盐罐前，一般分两路，分别和减一线、减二线或常三线热油交换，温度提高到110℃后，然后再进电脱盐罐。

电加热是先进的加热技术，通常有电阻加热、感应加热和红外线加热3种。采用电加热能耗高，必须设备要安全可靠，供电有保证。不少新建炼油厂在储运系统工艺管线上，过去曾设计并安装过电阻加热管线伴热方法，但由于产品质量和管理等多种因素，都没有得到很好应用而报废，这些经验教训是值得研究和吸取的。

以蒸汽作热源是炼油厂应用最广也是储运系统油罐加热最为普遍的方法。蒸汽热含量高，传热系数大，输送容易，蒸汽管网又遍布全厂，使用极其方便。由炼油厂锅炉或热电站供给的加热蒸汽为饱和蒸汽（过热蒸汽），压力为1.0～1.2MPa（10～12kg/cm²），温度250～260℃。作为一般油线的保温伴热或较小油罐维持不高的温度，也可使用二次蒸汽，压力为0.3MPa（3kg/cm²），温度为140℃～150℃。

4．油罐加热计算

油品罐区加温用是蒸汽，油罐加油器型式及其结构均已设计并安装好。因此，从事生产管理的技术人员对于加热器的结构设计和加热面积、管径选择无需再做工作。但计算油品加热所需热量，核实油罐加热面积够不够以及油罐加温能耗多少，这些技术工作有时也会遇到。

(1)计算油罐加温所需热量

带有加热器的油罐一般罐外保温都十分良好，罐内油品完全凝固而需要加温熔化的情形几乎没有，所以油罐加温多属保持罐内油品维持某一特定温度，只有部分油品如原油需要升温是为了便于输送。因此，通常罐内油品加温所需总热量可用简单计算公式

$$Q=\Sigma F_i K(t_y-t_i)$$

式中 Q——单位时间罐内油品加热所需总热量，W；ΣF_i——油罐的罐顶、罐壁和罐底的总表面之和，m^2，t_y——油品加热过程中的平均温度，℃；t_i——油罐周围介质温度，℃；K——油罐总传热系数，W/(m^2·h·℃)，可查表。

(2)计算油罐加热器面积

油罐管式加热器的加热面积可按下式计算

$$F=\frac{Q}{K_0(t_1-t_y)}$$

式中 Q——单位时间加热油品所需总热量，W；F——油罐加热器面积，m^2；K_0——蒸汽通过加热器对油品的总传热系数，W/(m^2·℃)；t_1——蒸汽进入加热器温度，℃。t_y——罐内油品加温过程中的平均温度，℃，$t_y=\frac{(t_{初}+t_{末})}{2}$。

根据公式求得的加热面积，还应考虑加热器的使用条件，如水处理质量不好或罐内油品杂质多易结垢而影响传热效果等，应将计算所得加热面积再增大10～20%。运用计算所得油罐加热器面积生产上常和已知的罐内加热面积做对比，检查油罐加热面积够不够，也可根据已知F和$K_0(t_1-t_y)$，计算油罐加热所需总热量。

(3)油罐加热器蒸汽能耗计算

用饱和蒸汽作热源，不考虑冷凝水过冷，通过油罐加热器给油品加温，从加热器排出的是饱和冷凝水，则加热器所消耗的蒸汽量可按下式计算：

$$G_z=\frac{Q}{i_z-i_n}$$

式中 Q——单位时间内加热油品消耗的总热量，kW；G_z——加热器消耗的蒸汽总量，kg/h；i_z——进入加热器的饱和蒸汽热焓，kJ/kg；i_n——冷凝水从加热器出口排出时的热焓，kJ/kg，可查表。

5．加热器的结构

用蒸汽加热油品的设备，常用方法有两种，一种是蒸汽直接加热，另一种是蒸汽间接加热。

(1)蒸汽直接加热法

蒸汽直接加热大多用在接卸没有加热器的油罐车、油船（驳）所载的原油、重油或燃料

油。罐区清扫罐底或处理失去流动性的油品，有时也采取局部直接通汽加热方法。给油罐车加热的设施是用一种特别的类似“人”字形的直接加热器，如图5-1所示。蒸汽从带有无数小孔的钢管中直接喷射到油品中。而最简单的方法是将蒸汽胶管直接插到被加热的油品中，蒸汽将热量直接传给油品，使油温上升，温度高的油向上运动，冷油向下流动，形成油品上下对流，达到整个罐内油品加热均匀的目的。

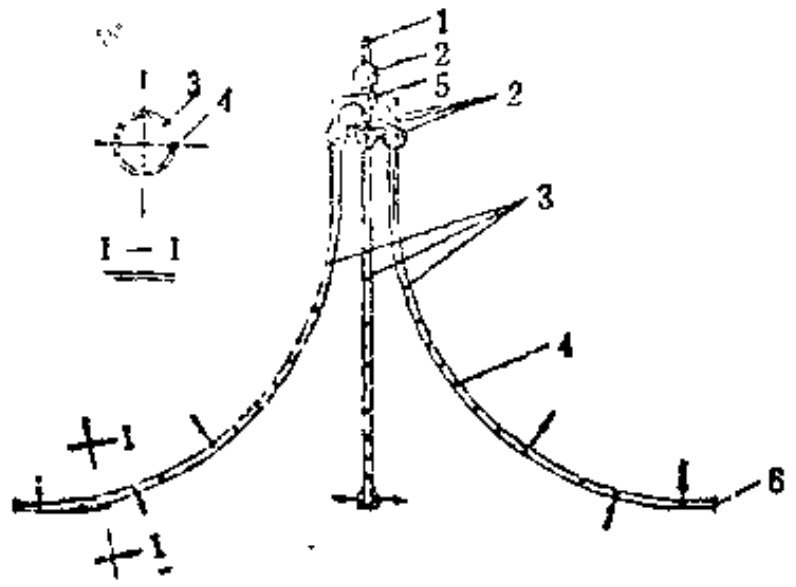


图 5-1　人字形直接加热器示意图

1—蒸汽入口；2—球阀；3—钻有小孔无缝钢管；4—小孔；5—四通；6—堵头

这种直接加热方法，油品升温速度快慢决定蒸汽压力、蒸汽供给量和油品本身的对流强度。一般来说，蒸汽压力高些，如0.3～0.5MPa（3～5kg/cm²），蒸汽量又充足，油品对流速度快，油品升温也快。但蒸汽直接加温的油品，其油温不能超过100℃，否则容器底部积存的水分，受热后极易引起油品突沸，导致油罐跑油。另外，油品质量对含水量有要求的，如润滑油等就不能用这种方法，否则油中增加含水将严重影响油品质量。

(2)蒸汽间接加热方法

蒸汽间接加热法是将蒸汽通过油罐中加热盘管或罐车加热套来使油品加热的方法。这种方法蒸汽和油品不直接接触，在油罐、铁路罐车和油船装卸、储运作业中应用十分普遍。

油罐加热常用的都是管式加热器，按布置形式可分全面加热器和局部加热器两种，按其结构形式又可分为蛇管式和管束式两种。如图5-2和图5-3所示。

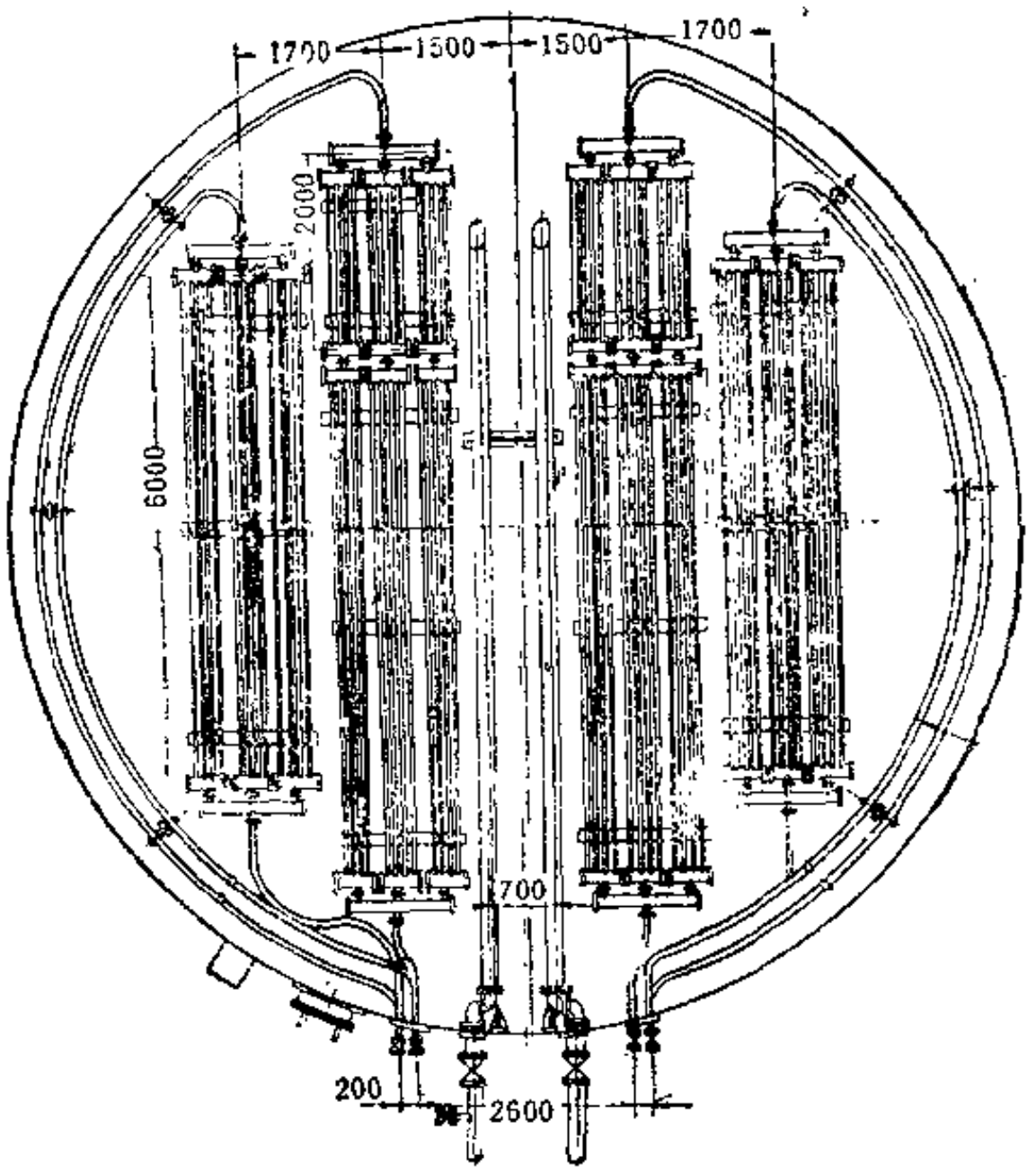


图 5-2　管束式分段油罐加热器

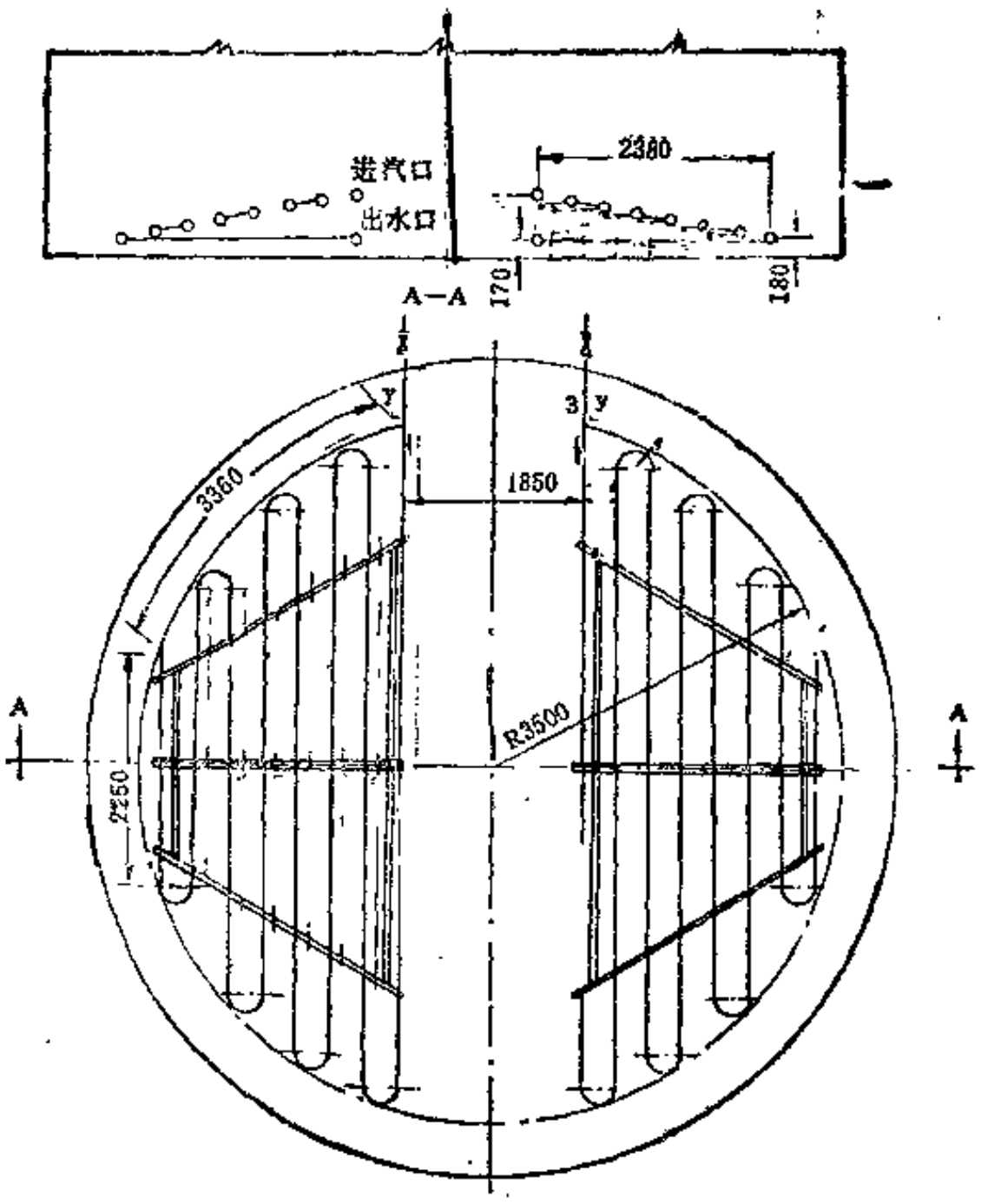


图 5-3　盘管（蛇管式）油罐加热器

管束式分段加热器选用的是直径15～50mm无缝钢管，蒸汽汇总管直径为50～100mm。每组管束由若干根钢管组成，其宽度不超过500mm，以利于安装、检修易于进出油罐人孔。整个加热器在罐内都是焊接，没有法兰连接以防泄漏。一般来说，蒸汽从油罐阀组一侧进入，蒸汽冷凝水从油罐阀组另一侧排出至下水道。加热器以5～20‰坡度坡向冷凝水出口，冷凝水管出口距罐底高度为100～200mm，加热器最低点距罐底不应小于200mm，这样就可尽量减少加热器下面油品“加热死角”体积。这种分段式加热器管子接头多，伸缩不便，接头焊口易坏容易发生渗漏。因此，它适用于不要求严格控制含水量的油品加温，且加热作业又是间断进行的油罐。

盘管（蛇管）式加热器也是选用直径15～50mm无缝钢管，由一根很长的管子弯曲成形，中间各回转弯用90°弯头或以一定半径$R=1.5D$煨成弯管焊接而成。为了安装和维修方便，中间只设数量很少的法兰连接。两根管最大间距不超过50mm。这种方法，加热均匀热效率高，但管线长阻力大。所用蒸汽压力一般为0.1MPa左右。这种形式加热器多用在经常需要长时间加热，且需严格控制含水量的油品，如润滑油罐等。

6．油罐加温操作

油罐加温本身技术并不复杂，但加温操作是否得当，则对升温快慢，蒸汽能量消耗多少，能否达到加温预期目的有很大影响。一般来说，蒸汽热源供应如果有保证，加热设备好用，油品升温快慢则和操作经验有很大关系。油罐加温操作应注意的主要有以下几点：

(1)加温前应掌握罐内油品性质、油温、数量和升温的最后温度，并估算出加温大致所

需时间，要随时检查油品升温速度，防止超温。

(2)加温时先打开加热器排气出口阀，排出冷凝水并检查水中是否带油。冷凝水放净后，再缓慢打开加热器进气阀门，防止给汽过快引起水击损坏加热器。

(3)油罐加热过程中，应定时查看排气口，检查疏水器是否好用，排放冷凝水是否带油。如果疏水器不好用，要控制排气阀开度尽量减少蒸汽排放损失。如发现冷凝水带油，说明加热器已有损坏，应停止加温，安排清罐检修。

(4)罐内油品液面距加热器不足150mm或低于加热盘管，应停止使用加热器加温，以防油面表层加温过高，引起火灾爆炸。通常做法是临时改为明汽直接加温。

(5)油罐加温一般不准超过工艺卡片规定，最高也必须控制低于油品闪点。

(6)重油罐底有明水或油中含水超过0.5%时，油罐加温不得超过100℃，以防突沸，造成油品溢罐跑油。

(7)对于罐内失去流动性油品，不能用加热器加温，防止对流不好，油品局部升温过高，引起火灾。通常先用胶管通入罐内，以明汽加温，待油品化开后再用加热器加温。

(8)罐内油品是否需加温要根据实际情况。如果装置来油本身温度就不低，天气又比较炎热，罐内油品能满足储运作业需要，就可停止通气，或只稍许给汽适当保持住油温不降即可，这也是节能降耗通常做法。

7．铁路粘油罐车加热卸车

运输原油或重质油品的铁路粘油罐车都带有蒸汽加热套(如$G12$、$G14$和$G17$型粘罐车)。这种罐车到达卸油栈台，对位后接上蒸汽胶管，通过罐车加热套给罐车加热，蒸汽压力一般不高于0.3MPa。蒸汽通入后，靠近罐壁的油层开始受热，粘度降低，沿罐壁向下滑动，流向罐车下卸口，经集合总管流入零位油罐。

加热每辆罐车所需蒸汽总量计算公式为：

$$G=\frac{Q_1+Q_2}{(i_z-i_n)\tau}$$

式中 G——加热每辆罐车所需蒸汽总量，kg/s；

i_z——蒸汽的热焓，kJ/kg；

i_n——冷凝水的热焓，kJ/kg；

Q_1——加热罐车中油品所需热量，J；

Q_2——罐车加热过程中向周围散失的热量，J；

τ——罐车加热所需时间，s。

某厂实测原油卸车所耗热量为11.7kJ/t。

采用蒸汽加热套加热卸车，具有卸车速度快、罐内残油留量少优点，但其加热效率不够高，因为还有一部分热量经加热套外壁散失到大气中，现经过长期实践总结，为了节省能源，过去采用的卸车全过程加热方法，现已改为卸车开始和结束前的两头加热方法，实践证明，采用新加热方法可节约蒸汽耗量约40%，而卸车时间并未因此而延长。

由于原油和高粘度油品都是在加热后才装车外运的，经长途运输到站，油温高低常常要受装车时油温、沿途气温、罐车运行时间、运输距离、罐车结构以及从车站调入厂内卸车台快慢等诸多因素影响。因此，罐车接卸油温难以计算很准，生产中多以现场实测为准。不同油品，不同地区，卸车加热温度也不相同，一般来说，含蜡原油为50～60℃，20号农用柴油和重柴油为30～40℃，200号燃料油为70℃，渣油为70～95℃，各种润滑油为10～55℃不等。

二、油 罐 脱 水

1．油罐脱水目的

油罐脱水是罐区操作的一项基本技术。在炼油厂，油罐脱水主要包括原油脱水、半成品和成品脱水。

(1)原油脱水

原油在开采过程中，水分不可避免要随原油被带入油田集输系统，特别是油田开采末期，向地下注水量增加，原油含水也随之增大，有的油田原油含水高达30%，虽然经油田一系列脱水处理，但送到炼油厂的原油含水有时也高达10%左右。尽管双方有原油交接计量协议，但往往因各种因素影响，油田实际供给的原油含水，往往要超过协议标准（大多在5%左右）。因此，炼油厂原油罐区脱水任务大多比较繁重。原油含水过高给生产带来许多危害，其表现主要是：

①降低了管输和车运实际效率，增加了无效费用，还常常因水害造成计量不准，出现虚假盈亏现象。

②增加了输送、储存、炼制的动力和燃料消耗。因为水和油输送都要消耗动力，升温都要吸收热量，而且同等量的油和水，水升温所需热量为原油的2倍。炼油过程中，汽化1t水要消耗0.1t燃料油。因此水分增加能源消耗也增加。

③使常减压装置不易平稳操作，影响处理量和产品质量，并威胁生产安全。因为原油含水大就占据了应有原油加工量，而且由于一定重量的水蒸气体积是同等重量原油的15倍，特别是水在加热炉中随油升温达300℃后，进入换热器、蒸馏塔急剧汽化，体积迅速膨胀，常常使换热器憋漏，发生冲塔事故，不仅影响产品质量，给生产操作带来困难，增加了检修人员维护工作量，严重时还可能引起设备爆裂。因此，做好原油脱水工作是保证装置平稳操作、保证产品质量、保证节能降耗、实现装置达标的一项十分重要工作，生产人员和管理人员都应格外给予重视。

(2)半成品和成品罐脱水

原油经过各个装置加工生产出的半成品或成品，常常带有微量水和水蒸气。一般来说，油品带水有3种可能：

①常顶、常一、二线油经电精制水洗后带出未能脱净的水分。

②用水作热交换介质的换热器发生泄漏，使油带水。

③油品在塔内汽提经侧线流出带出水蒸气。

水和水蒸气随油品进入罐区后，油温逐渐降低，水气逐渐冷凝，水分慢慢下沉，因水重油轻，水分全部积存于罐底。水的存在不仅会影响油品质量，而且还会增加罐底腐蚀。因此，油品在罐区之间流动直至产品出厂前都必须做好油罐脱水工作。

2．油罐脱水方法

原油脱水方法很多，有沉降脱水、化学脱水、过滤脱水和电脱水等。全国各地油田含水情况不同，原油性质不同，开采和集输中所加化学添加剂也不相同，因此脱水方法都有区别。生产装置多采用电脱水或电-化学脱水。

在油品储运系统，目前油罐脱水主要还是人工脱水操作，完全采用仪表自动控制的还不多见。因为仪表质量不过关，管理维护工作跟不上，常因仪表控制失灵而跑油。采用人工脱水操作，方法简单，效果直观，只要责任心强，脱水质量和安全生产是有保证的。其缺点是

脱水操作时，要占用人力，时间长。特别是油品乳化时，脱水要勤，甚至时脱时停，比较麻烦，操作条件差，工作比较辛苦。

人工脱水就是将沉入罐底的明水，经油罐脱水阀，把水排入含油污水回收系统。脱水时，操作人员要站在现场负责监测脱水情况，根据油罐含水量和脱出水质，来控制排水阀门开度，不允许脱水带出油品。但由于有时油品乳化，油水界限难于分清，再加上阀门开度控制不当，有时脱水也会带出少量油品，进入含油污水系统。含油污水经加温、沉降、油水分离后，还可回收部分污油，污水再送入污水处理场。正常情况下，脱水造成的油品损失是不大的。

3．油罐脱水操作

油罐脱水要达到脱净、安全、不跑油目的，精心操作十分重要。正确脱水操作主要应注意以下几点：

(1)油罐坚持“三脱水”规定：

收油前脱水：防止罐底有水杂，进油时被搅动，造成油品乳化，影响油品质量。

收油后沉降脱水：由各装置输送至罐区的油品时常夹带水或水蒸气，经冷凝逐渐沉入罐底，沉降时间一般为：汽油2h，灯油3h，柴油4h。达到上述时间后，即可脱水。

移动前脱水：防止罐底水杂随油品转入其它油罐或装入罐车，影响出厂产品质量。

(2)油品含水率由化验室取样分析测定，罐内水位由计量员检水尺测定。油罐含水量大时，脱水前后均应检尺并计算脱水量，以保证油品计量准确。

(3)油罐脱水时应根据含水量多少，控制阀门开度。一般来说，罐底水量大，阀门开度大一点；含水少，开度小一点。阀门不能全开，以防流速过快，脱水带油，造成油品损失。

(4)脱水时，操作人员不得离开现场。严禁同时打开两个以上油罐脱水阀门，以防观察不到发生跑油。

(5)脱水见油后，应逐渐关小脱水阀直至全部关闭，待油水界面稳定一段时间后，再稍许打开脱水阀，慢慢脱水，如此反复操作，直至不见明水为止。

(6)脱水时，操作人员应站在上风方向，防止脱水时间过长，某些含毒油品油气致人中毒。

(7)遇罐底油品乳化严重，长时沉淀也难以脱出明水，可以将乳化油水脱出送入污水回收系统，继续加温、沉淀或加化学药剂予以处理。

(8)油罐脱水完毕，应立即关严脱水阀，防止工作粗心发生跑油。特别是交接班一定要在现场面交和检查。

三、油 品 调 合

油品调合是炼油厂石油产品生产工序之一，是油品储运专业一项技术基础工作。油品调合工作要求严，技术性强，它涉及对油品性质认识和理论计算知识，它需要有质量意识，还要有丰富实践经验。能够用最少优质原料，以较短时间，调出完全合乎质量要求的成品，而且尽可能实现调合一次成功，这是做好油品调合工作的崇高目标，也是为企业创造经济效益的最大贡献。

1．油品调合目的

石油经过蒸馏、精制和其它二次加工装置生产出各种石油组分、半成品或成品，除少数产品可直接作为商品出厂外，对绝大多数产品来说尚需进行调合以生产出各种牌号的合格产品。

所谓油品调合，就是将性质相近的两种或两种以上的石油组分按规定的比例，通过一定

的方法，达到混合均匀，有时还需加入某种添加剂以改善油品某种性能。这种油品均匀混合而生成一种新产品的过程就叫做油品调合。

油品调合的作用与目的一般有3点：

(1)使油品达到使用要求所应具有的性质并保证质量合格和稳定.

(2)改善油品性能，提高产品质量等级，增加企业和社会效益；

(3)充分利用原料，合理使用组分，增加产品品种和数量，满足市场需求。

随着现代工业飞速发展和科技水平的提高，对石油产品质量和品种都有了更高要求，因而也有力地推动了油品调合技术的发展。目前，需要进行油品调合的主要是液体石油燃料和润滑油两大类。

2．油品调合步骤

石油产品都有互溶的性能，因此根据需要可以将其按不同比例进行调合。调合后的成品油其性质只与各组分油性质及它们之间的调合比例有关，而与调合顺序无关。通常，要调合出一种新产品，大多经过以下步骤：

(1)根据欲调合出的成品油性质，选取合适的油品组分油，并计算出调合组分油相互比例和用量。

(2)在化验室（或研究室）先进行调合小样试验，不断改变调合配比和用量，直至产品的各项质量指标合格为止。

(3)根据质量和数量，选定调合方法，制定调合方案，准备调合组分油，掌握好组分油的质量分析结果。

(4)按照小试确定的调合比例，先在生产上进行小批量调合，不断摸索经验，通过化验分析，掌握调合油质量变化情况，并达到产品质量完全合格。

(5)根据积累的小批量调合成功经验，制定油品调合工艺卡片，作为技术规范正式用于生产新产品。

3．最佳调合条件选择

70年代，在油品管道调合方式上已开始用电子计算机、高精度质量流量计和在线质量分析仪表，最终实现油品最佳调合控制。

所谓最佳调合控制，就是使整个油品调合过程控制在最佳操作条件下进行，以使调合达到所期望的最好目标。在生产上，要调合一种或两种以上产品，往往有几种组分油可供选择，可以采用不同比例的调合方案，但所需成本及其效益是很不一样的，而其中必有一种最佳方案，既能满足新产品质量和不同标号要求，又能使生产物料得以平衡。在劣质组分油充分利用情况下，优质组分油用量既不多用，调出的产品质量指标还不过剩，从而取得最佳经济效益，这种调合方法称最优化调合，各组分油量称为最佳调合量，各组分油的调合比称最佳调合比。

寻找最佳调合条件是实现最佳调合控制的基本问题，目前主要采用数学模型法，而比较成熟的方法是线性规划。有关油品调合的理论和实践目前仍在进一步探讨，这里不再阐述。

4．油品调合方法

油品调合方法可分为两大类，即油罐调合和管道调合。油罐调合又可分为压缩空气调合，机械搅拌调合和泵循环调合3种。

(1)压缩空气调合法

压缩空气调合是将两种不同的组分油，按事先计算好的调合比例，先后送入罐内，然后用压缩空气搅拌使之混合均匀。通风搅拌时间大约0.5～2.0h。经取样化验，基础油合格

后再加添加剂继续搅拌0.5～2.0h，然后做全分析，合格后作为成品油出厂。

压缩空气调合示意图，见图5-4。压缩空气管线可从罐顶引入罐内，也可从油罐最下层圈板接入罐内。罐内安有圆环形或十字形调合管，一般距罐底700mm左右。环形管上开许

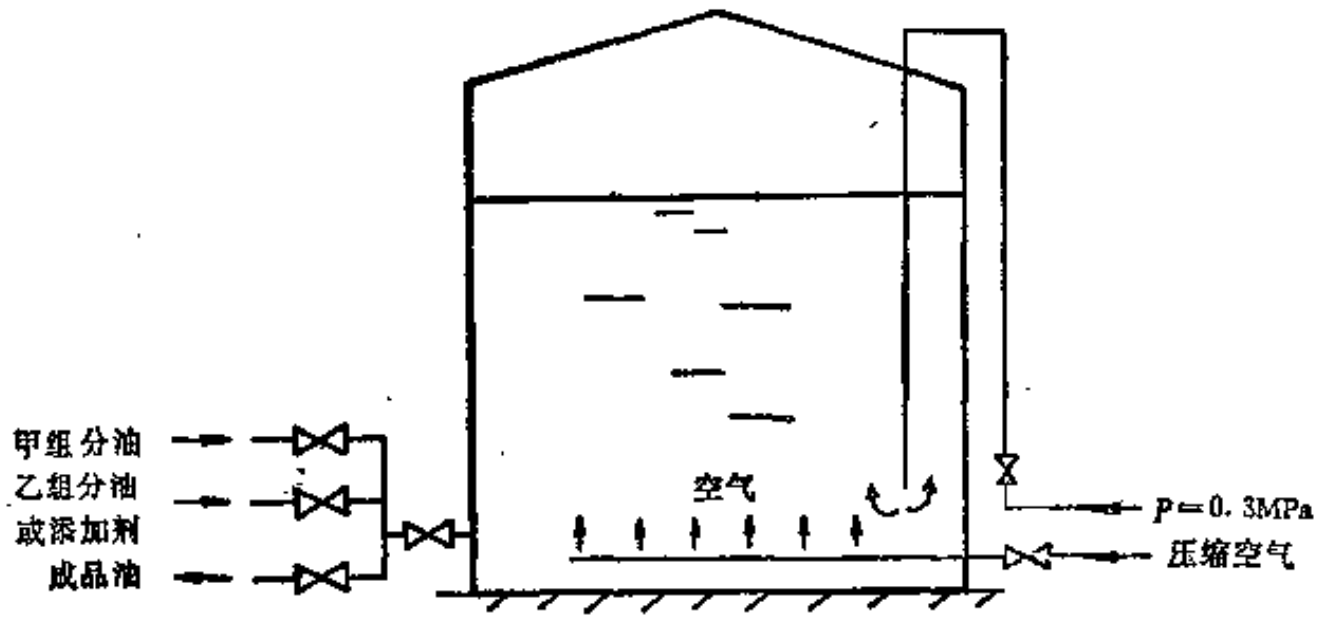


图 5-4　压缩空气调合示意图

多直径3mm的小孔，环形管直径可根据油罐大小来决定，一般多在40～100mm范围。压缩空气为净化风，不含水杂，压力一般为0.2～0.7MPa(2～7kg/cm²)。压缩空气消耗量见表5-3。

表 5-3　压缩空气消耗量

油罐容积，m³	100	300	500	700	1000	2000	3000	5000	10000
调合管直径，mm	40	40	50	50	50	80	80	80	100
空气干管直径，mm	25	25	40	40	40	50	50	50	80
空气耗量，m³/h	40	60	70	90	110	150	200	240	320

压缩空气调合法的特点是方法简单易行，混合比较均匀，适用于调合数量大，但质量要求一般的产品。如低标号柴油或普通润滑油等。它不适用于闪点低、易氧化的油品，也不适用于易产生气泡的油品。因为用风搅拌，油气和空气混合极易达到爆炸极限，而且还会使油品产生大量静电，这对安全生产十分不利。有些油品经风搅拌也会产生泡沫或乳化，并使油中某些不饱和烃类加速氧化生成胶质，使油品变质下降。另外，风搅拌也会加大油品蒸发损失。基于上述缺点，这种方法应用有限，而且将会逐渐被淘汰。

(2) 机械搅拌调合法

在油罐内安装机械搅拌器，用于油品调合能够使油品防止分层，混合更加均匀，有助于提高油品质量。和用风搅拌相比，它产生静电少，安全性好，经济效益提高。此法适用于某些质量要求高，调合量较少的成品油或润滑油。

机械搅拌器的安装方式有侧壁伸入式和罐顶中央伸入式两种。

罐侧壁伸入式搅拌器。由罐侧壁深入罐内，每个罐可装1个，最多可装4个，不论安装几台，都应集中布置在罐壁圆周1/4范围内。搅拌器的叶轮是船用螺旋桨推进型，且都是固定角度式。叶轮转动时，使油品上下左右翻腾，达到混合均匀目的。

搅拌器的功率和下列因素有关：

①罐的容积与高径比（H/D）。罐的容积愈大，所需总功率愈大，H/D比值越大，静压头越大，所需总功率也越大。

②介质粘度。粘度愈高，流动阻力越大，所需搅拌功率也大。

③搅拌时间。连续搅拌时间长，所需搅拌功率较小，要求短时间达到调合目的，就需要大功率搅拌器。

④搅拌运行方式

不同搅拌运行方式需要不同的搅拌功率，图5-5为油罐调合搅拌总功率图。

实测表明，两组分同时进罐，边进边搅，装满后再继续搅拌2h，所需动力最小。

另外，搅拌器和进出油管口位置间的关系，决定于调合方法。如边进边搅，则搅拌器位置离进出口管应成30°夹角。搅拌器轴心线离罐底距离，取桨叶直径的1.5倍。

罐顶伸入式搅拌器。只适用于容积20m³以下的小型立式金属调合罐，调制批量少，质量、配比要求严的特种润滑油。

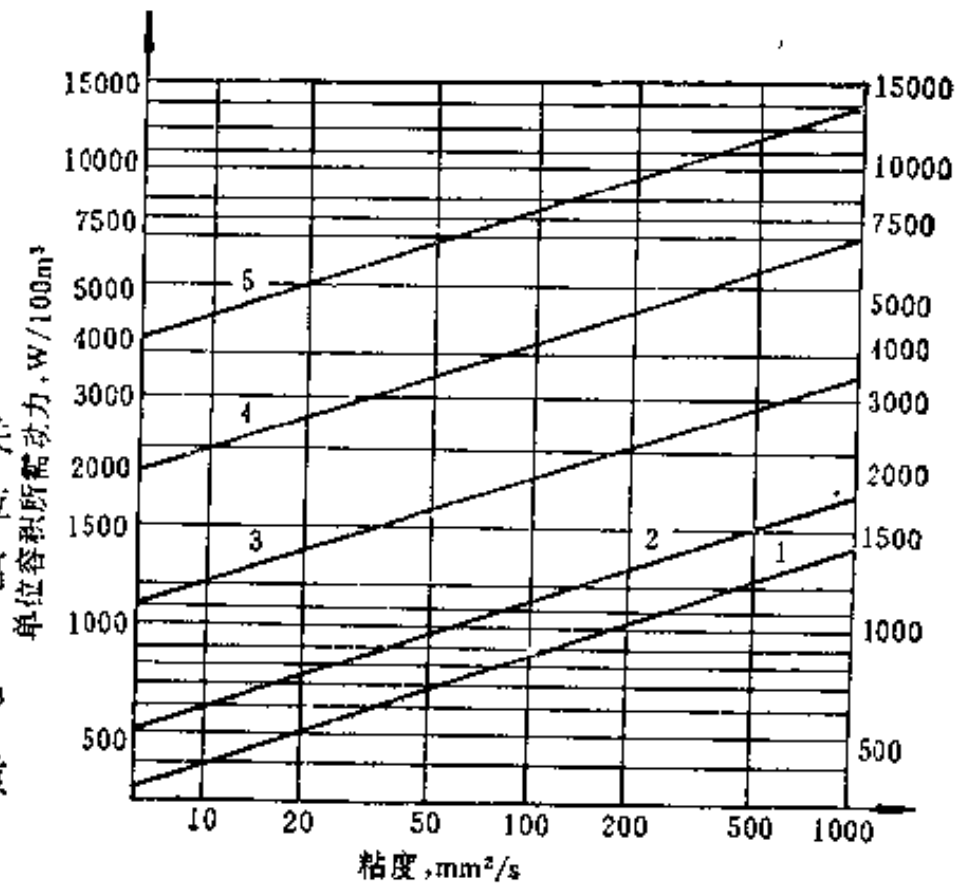


图 5-5 油罐调合搅拌总功率图

1—两组分同时进罐，边进边搅拌，装满后再继续搅拌2h；2—组分A先进罐，组分B开始进罐时启动搅拌，装满后再继续搅拌2h；3、4、5—两组分全部进罐后启动搅拌分别于8h、2h、1h内达到均匀

（3）泵循环调合法

泵循环调合适用调合比例变化范围大，批量较大，质量要求较高的中低粘度的油品调合以及不宜用风搅拌的燃料油调合。

泵循环调合有两种方法，一种是用泵从罐底把油抽出，再从罐上部打进罐内进行循环，还有一种是用泵从罐底把油抽出，再经罐内喷嘴送入进行循环。

泵的循环系统大多由组分罐，调合罐和调合泵组成。有些炼油厂由于生产工艺系统特定，也可不设组分罐。泵的循环调合系统，如图5-6和图5-7。

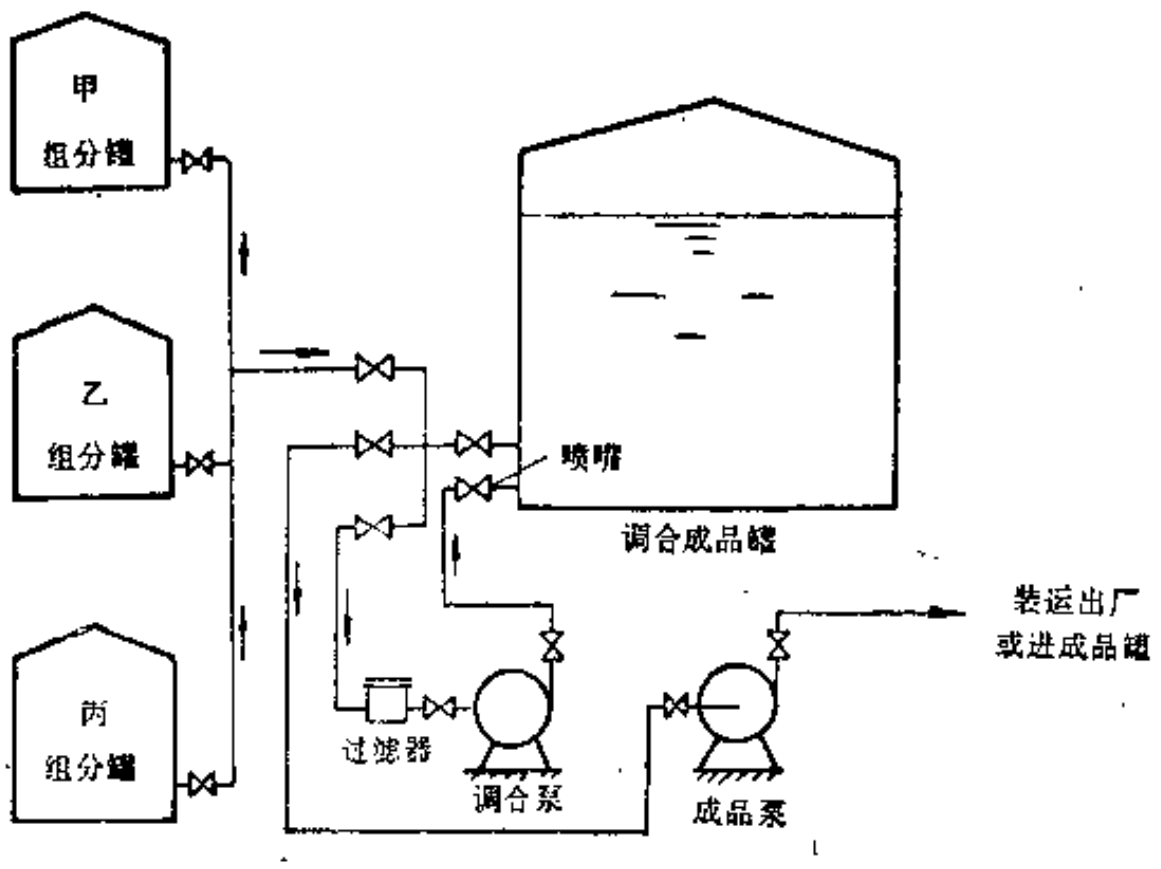


图 5-6 有组分罐调合流程图

泵的循环喷嘴调合过程是将各组分油按事先测算好的比例，由组分罐依照先重（组分密

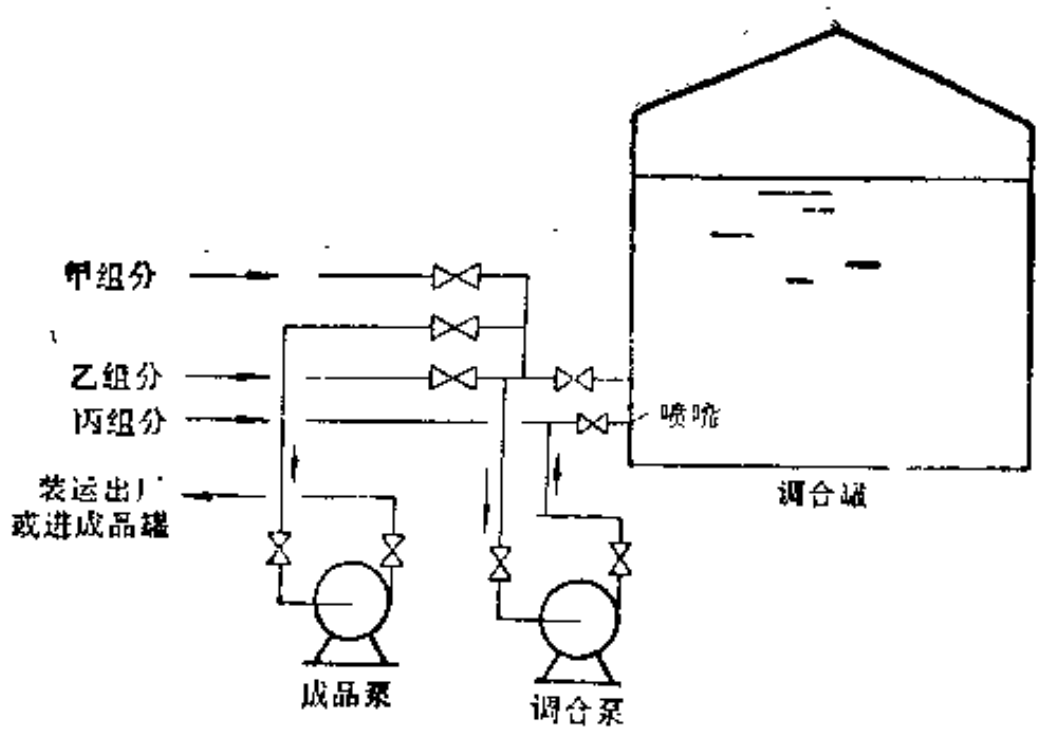


图 5-7　无组分罐调合流程图

度大)后轻(组分密度小)的顺序，分别打入调合罐，然后用调合泵把调合罐内油品抽出，经安装在油罐内的喷嘴返回调合罐内。在这一循环过程中，调合罐内各种组分油品达到了混合均匀。对于没有组分罐的来自各装置的组分油，可分别直接进入调合罐，但也应遵守按一定比例先重后轻原则，最后的轻组分通过喷嘴进入调合罐。这种调合，一般比用泵循环时间可短些。

油品调合时间，各厂因油而异。一般来说，没有调合喷嘴时，循环时间较长，约4～12h，有调合喷嘴时，循环时间较短些，一般为2～4h。循环调合后，往往需再沉降脱水2～3h，然后取样分析，合格后产品方可装运出厂或转入成品罐区储存。

泵循环调合按其循环量多少又可分为全量循环和半量循环两种。调合罐内的油品数量只有1/2(或1/3～1/4) 经泵循环时叫半量循环。总量全部经泵循环的叫全量循环。一般来说，有调合喷嘴的多为半量循环，没有调合喷嘴的采用全量循环。

喷嘴有单喷嘴和多喷嘴两种。单喷嘴是一个流线形锥形体，安装在罐内靠近罐底的罐壁上，倾斜向上。多喷嘴一般由5～7个喷嘴组合而成，整套喷嘴安装在罐底中心，并垂直向上，四周喷嘴围绕中心喷嘴略呈向外倾斜。见图5-8调合喷嘴示意图。

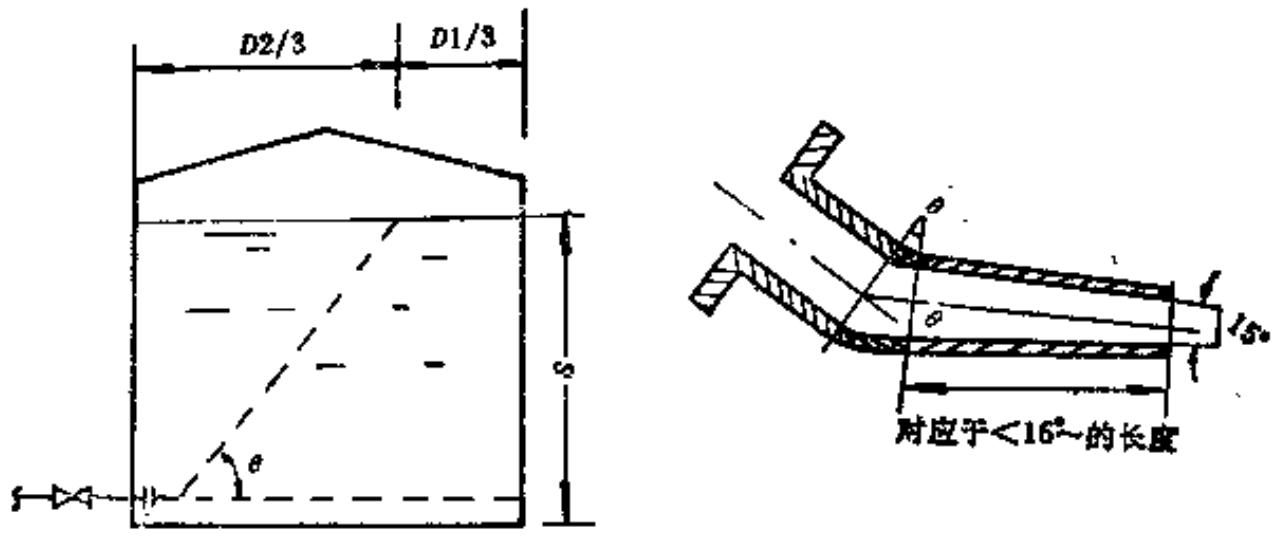


图 5-8　调合喷嘴示意图

喷嘴各项参数计算如下：

喷嘴倾角θ，度　　$$\mathrm{tg}\theta=\frac{S}{\frac{2}{3}D}$$

喷嘴出口直径d，m　　$$d=1.16\sqrt{\frac{Q}{u}}$$

喷射速度u，m/s　　$$u=\sqrt{2gS}\ \mathrm{cosec}\theta$$

喷射所需压头h，

$$h=\frac{u^2}{2g}=S\cdot\mathrm{cosec}^2\theta$$

式中 S——喷嘴至液面高度，m；

g——重力加速度，9.81m/s²；

$\mathrm{cosec}\theta$之值随调合喷嘴的角度大小而定，一般容量的调合喷嘴，此值不超过1.5。

泵循环喷嘴调合方法，设备简单，效率提高，调合比例易于控制，油品混合均匀，质量有可靠保证。但随着循环时间拖长。能耗将增多。油品经搅动，呼吸损耗也会增大。

(4) 管道调合

管道调合又分为简单管道调合和自动管道调合两种。

管道调合就是将两种或两种以上组分油或添加剂，按规定比例同时送入总管和管道混合器，达到混合均匀的调合方法。经管道调合后的油品一般先进入成品罐，经化验分析合格后装运出厂。在调合过程中，各组分的比例和质量标准完全由自动化仪表和计算机检测、控制和自动操作的称管道自动调合。用常规控制仪表，人工操作掌握调合比例的，直接经一条管线混合均匀进入成品罐的属半自动调合或称简易管道调合。

管道调合是油品调合的发展方向，尤其是管道自动调合。和罐式调合相比。管道调合有以下一些优点。

①调合连续进行，可取消调合罐，减少组分油储罐。

②调合比精确，组分合理利用，避免浪费优质原料，质量“过头”。

③调合时间短，动力消耗少，调合一次合格率高，质量达标有可靠保证。

④减少油品周转次数，节省人力，减少中间分析，调油速度提高。

⑤全部调合密闭操作，防止了油品氧化，降低了油品损耗。

因此，管道调合特别适合大批量产品生产。但是，管道调合要求有质量可靠的自动化控制仪表为前提，一次性投资较大，技术复杂，维修管理要求严格。目前，我国只有少数技术先进、自动化管理水平高的炼油厂，在某些产品上实行了管道自动调合。

由于我国在线质量检测仪表品种少，分析精度和可靠性尚不够稳定，因此管道自动调合还不够普及。即使有些炼油厂已采用管道调合，但至今仍保留成品罐，以供人工采样做成品化验分析，确保产品出厂质量。

图5-9至图5-11介绍了某些炼油厂管道调合流程示意图。

表5-4为某炼油厂油品调合工艺卡片供参考。

5．油品调合指标及调合比计算

涉及油品质量指标的项目有几十个，而生产上实际需要调合的油品质量项目常见的主要是辛烷值、蒸气压、十六烷值、粘度、闪点、凝点和馏程等。

在这些质量项目中，有些项目在调合过程中是呈加成关系的叫加成性参数。如：胶质、残炭、酸值、含硫、灰分、馏程（初馏点、干点除外）、密度等。有些项目不呈加成关系叫不可加性参数。如：粘度、闪点、辛烷值、十六烷值、初馏点、干点、凝点、饱和蒸气压等。前者计算较简单，后者计算较复杂。实际生产中，计算是必要的，但油品调合工作做得熟练了，往往经验就占了主导地位。

(1) 辛烷值计算

调合汽油辛烷值可按下式计算：

$$N=\frac{V_1(CN_1)+V_2N_2}{100}$$

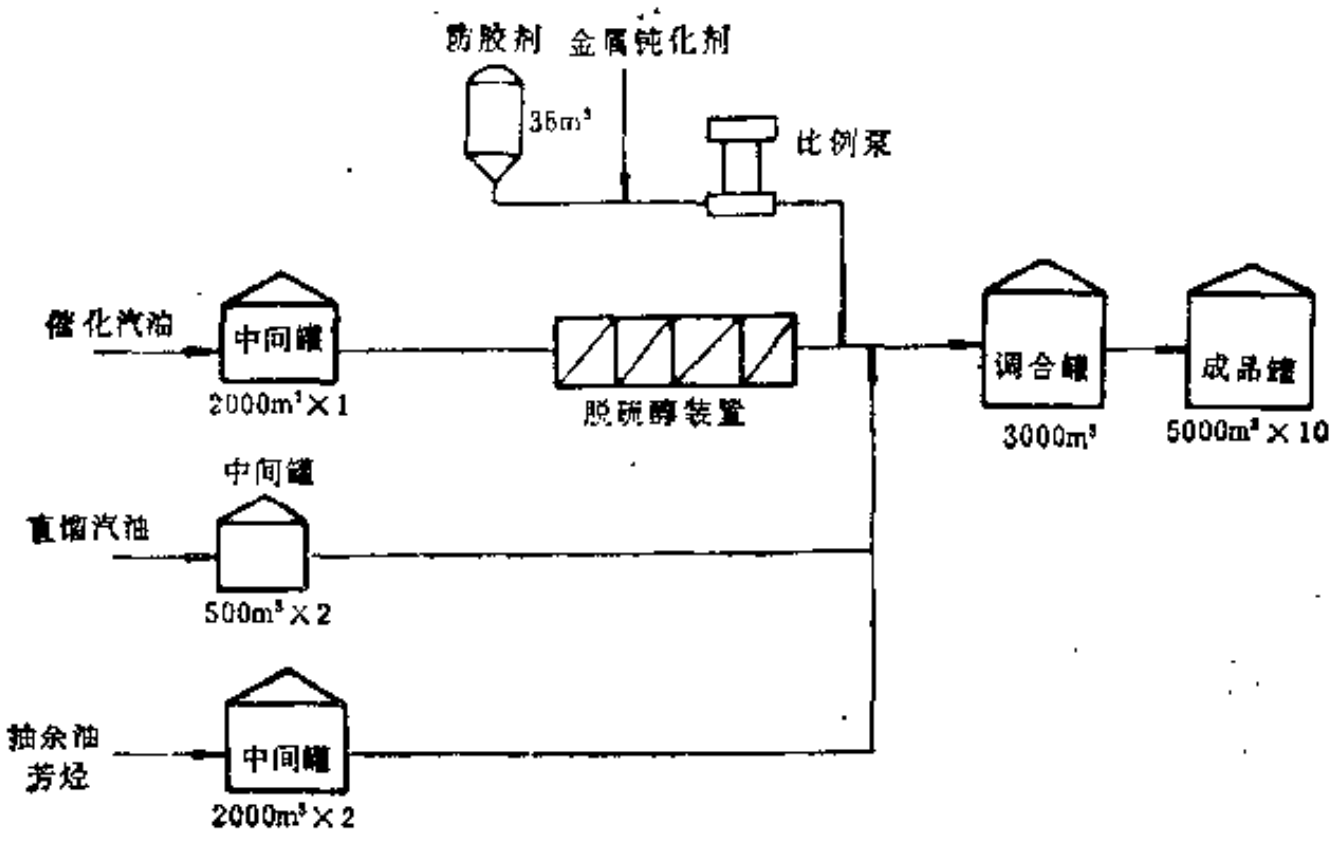


图 5-9　70号汽油简单管道调合流程示意图

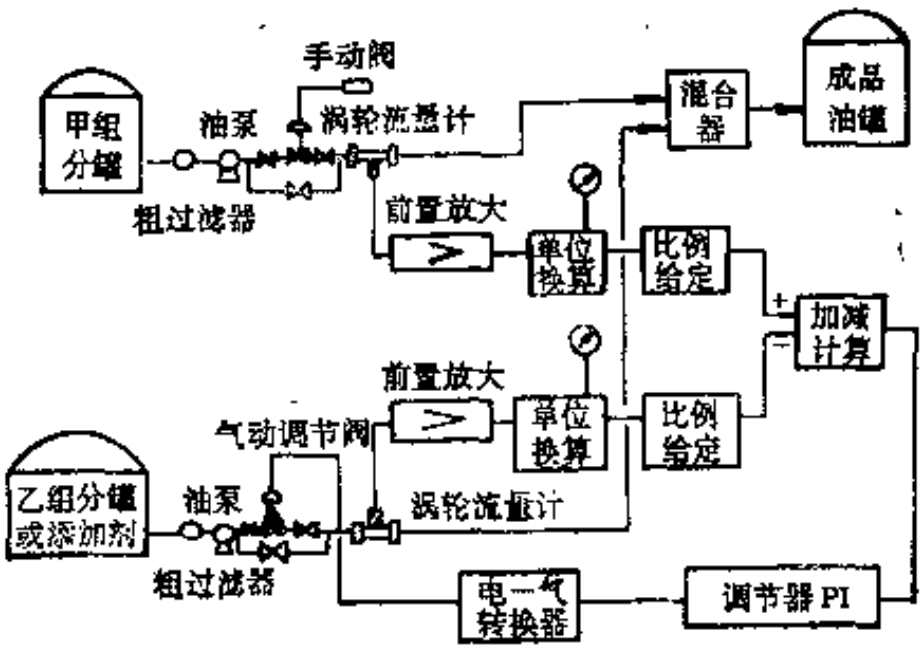


图 5-10　管道自动调合流程示意图

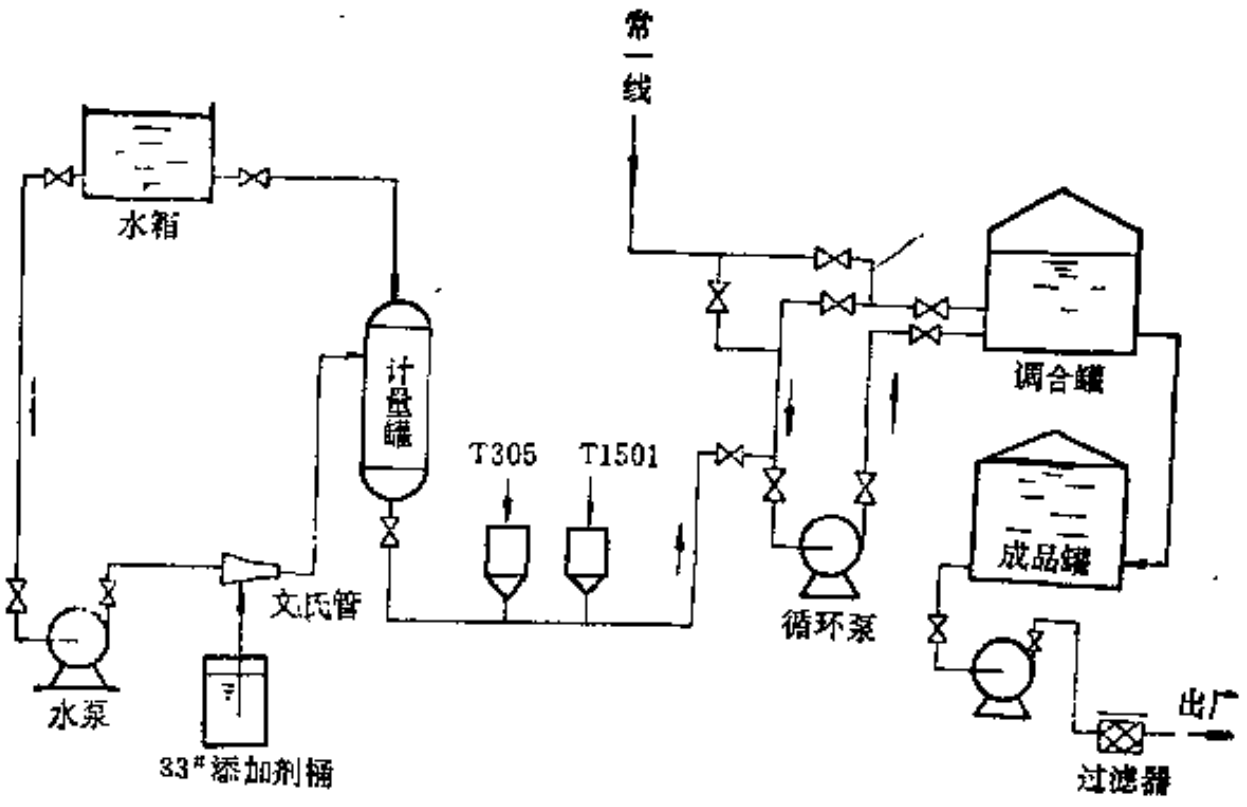


图 5-11　航煤与添加剂管道调合系统流程示意图

式中　N ——调合油的辛烷值；

N_1——高辛烷值组分油的辛烷值；

N_2——低辛烷值组分油的辛烷值；

表 5-4 某炼油厂油品调合工艺卡片

品名	组别	组分油	组分油主要质量指标 10%馏出温度 ℃	辛烷值 MON/RON ℃	干点(95%) ℃	酸度 ℃	蒸气压 kPa ℃	调合比 %(重量)
70号(MON)汽油	1组	二催化汽油	70	78/90	204	2.5	催化汽油	55～65
		二常顶、常一线		64/	204	2.5	67	45～35
	2组	一催化汽油	70	77/86	204	2.5	催化汽油	60～70
		二常顶、常一线		64/	204	2.5	67	40～30
	3组	一催化汽油	70	77/86	204	2.5	催化汽油	75～80
		非芳烃	75	56/	180		67	25～20
	4组	一催化汽油	70	77/86	204	2.5	催化汽油	70～75
		一常顶		65/	204	2.5	67	25～17
		石脑油						5～8
		加氢汽油	75	43/	180			
	5组	一催化汽油	70	77/86	204	2.5	催化汽油	60～65
		一常顶汽油		65/		2.5	67	40～35
	6组	一催化汽油	70	77/86	204	2.5	催化汽油	85～80
		石脑油		43/	210		67	15～20
		加氢汽油						
	7组	一催化汽油	70	77/86	204	2.5	催化汽油	60～70
		乙烯非芳烃		64/		2.5	67	40～30
85号(MON)93号(RON)汽油	1组	二催化汽油	69	78/90	204	2.5	催化汽油	28～32
		轻烷油	77	90/94	190		67	72～68
	2组	一催化汽油	69	77/86	204	2.5	催化汽油	25～32
		轻烷油	77	90/94	190		67	75～68
90号(RON)汽油	1组	一催化汽油	69	77/86	204	2.5	催化汽油	80～85
		混合芳烃		100/100			67	20～15
	2组	一催化汽油	69	77/86	204	2.5	催化汽油	70～75
		轻烷油	77	90/94			67	10～15
		混合芳烃		100/100				20～10
	3组	一催化汽油	69	77/86	204	2.5	催化汽油	75
		轻烷油	77	90/94			67	25
	4组	一催化油	69	77/86	204	2.5	催化汽油	87
		轻烷油	77	90/94			67	5.4
		MTBE		105/105				7.6
	5组	二催化汽油	69	78/90	204	2.5	催化汽油	86～88
		MTBE		100/105			67	14～12
1号航空煤油		南常一线	163		248 (98%)	浊点 −16℃		100
		33号添加剂						0.096～0.12
		T305						12～20 ppm
		T1501						150～350 ppm
铺路重油		一常减压渣油						30～25
		二常减压渣油						70～75

续表

产品名称	组分油别	组分油	组分油主要质量指标					调合比%（重量）
			10%馏出温度 ≯	辛烷值 MON/RON ≮	干点(95%) ≯	酸度 ≯	蒸气压 kPa ≯	
一10号柴油	1组	一常二线	−11～−18	225～320		63	0.20	35～40
		一催化轻柴	−1～7	170～350		34	0.50	65～60
	2组	一常二线	−11～−18	225～320		63	0.20	35～40
		加氢催、焦柴	−3～−8	170～350		43	0.15	65～60
	3组	二常二线	<−20	200～310		41	0.45	40～50
		加氢催、焦柴	−3～−6	170～350		45	0.15	60～50
0号柴油	1组	一催化轻柴	−1～−7	170～350		34		90～100
		一常三线	18～23	350℃：≮70%		73	0.30	9～0
	2组	一常二线	−10～−18	225～320		63		75～85
		一常三线	18～23	350℃：≮70%		73		25～15
	3组	二常二线	<−20	200～310		41		70～80
		一常三线	18～23	250℃，≮70%		73		30～20
	4组	加氢催、焦柴	−2～−8	170～350		45	0.15	85～88
		二常三线	18～23	350℃，≮70%		73	0.70	15～12
20号重柴	1组	二常减一线	11～16	350℃馏出量：				50～40
		一常三线	18～23					50～60
	2组	二常三线	−2～8	≮68%				50～40
		一常三线	18～23					50～60
燃料油	1组	胜利渣油	≯45					85～90
		焦化蜡油	≯40					15～10
	2组	孤岛渣油	≯42					75～80
		焦化蜡油	≯40					25～20

V_1——高辛烷值组分油的体积百分数；

V_2——低辛烷值组分油的体积百分数；

C——高辛烷值组分油的调合因素，可从表5-5查出。

表 5-5 高辛烷值组分油调合因素(参数)C

组分油名称	高辛烷值组分%（体）	调合因素 C	组分油名称	高辛烷值组分%（体）	调合因素 C
催化裂化汽油	15	1.23	焦化汽油	20	1.21
	30	1.12		40	1.10
	45	1.07		50	1.08
叠合汽油或热裂化汽油	10	1.18	非芳香烃	5	1.18
	20	1.10		10	1.10
	40	1.02		20	1.02

调合油的辛烷值也可用加成法估算。一般来说，辛烷值较低的汽油馏分感铅性好，因此大多加入四乙基铅，以提高其辛烷值。催化汽油、叠合汽油等组分辛烷值高，可分别调入其它汽油中，且只需加入少量组分即可得到高标号（辛烷值）汽油。

(2) 粘度计算

调合润滑油粘度可按下式计算：

$$v^{1/3}=V_1v_1^{1/3}+V_2v_2^{1/3}$$

式中 v——调合油的粘度，mm^2/s；

v_1、v_2——甲、乙两组分油的粘度，mm^2/s；

V_1、V_2——甲、乙两组分油的体积百分数。

根据公式，只要知道甲、乙两种油调合比及其粘度值，即可求出调合油的粘度。如果已知调合油和组分油粘度也可用试算法求调合比。

除用计算法外，也可用“油品调合粘度图”查出粘度或调合比。见图5-12。

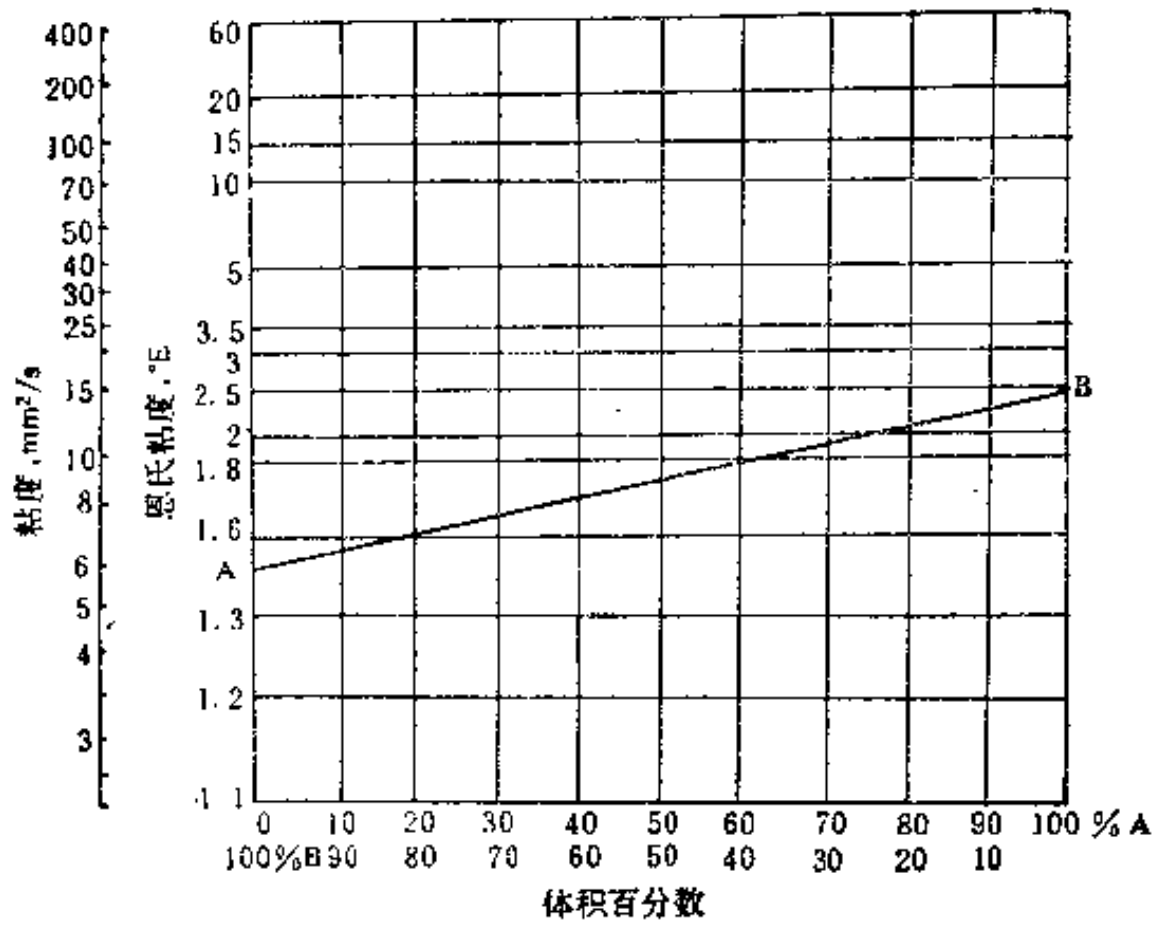


图 5-12 油品调合粘度图

(3) 闪点计算

调合不同性质的油品其闪点计算方法有所不同。有重量法、查图法和调合指数法 3 种。

柴油闪点的调合，当两组分的馏程接近时，其闪点可用重量法公式近似计算：

$$t_{混}=\frac{At_a+Bt_b-f(t_a-t_b)}{100}$$

式中 $t_{混}$——调合油的闪点，℃；

A、B——混合油中a、b两组分的体积百分数；

t_a、t_b——混合油中a、b两组分油的闪点，且$t_a>t_b$，℃；

f——系数，由表5-6查出。

当组分油闪点在30～150℃范围时，两组分的调合也可采用闪点调合计算图求取混合油闪点，见图5-13。具体作法是在图上找出甲、乙两组分油的闪点位置，然后连接两点直线，即可求出该两组分混合油的闪点。

对于多组分油的调合，其闪点可用下式计算：

$$0.929^t=0.929^{t_1}V_1+0.929^{t_2}V_2+\cdots\cdots+0.929^{t_n}V_n$$

式中 t——调合油的闪点，℃；

t_1、t_2……t_n——组分油1、2……n的闪点，℃；

V_1、V_2……V_n——组分油1、2……n的体积百分数。

表 5-6　柴油闪点调合系数(f)表

A 组分 %（体）	B 组分 %(体)	f	A组分 %（体）	B 组分 %(体)	f	A组分 %（体）	B 组分 %(体)	f
5	95	3.3	40	60	21.7	75	25	30.4
10	90	6.5	45	55	23.9	80	20	29.2
15	85	9.2	50	50	25.9	85	15	26.0
20	80	11.9	55	45	27.6	90	10	21.0
25	75	14.5	60	40	29.2	95	5	12.0
30	70	17.0	65	35	30.0			
35	65	19.4	70	30	30.3			

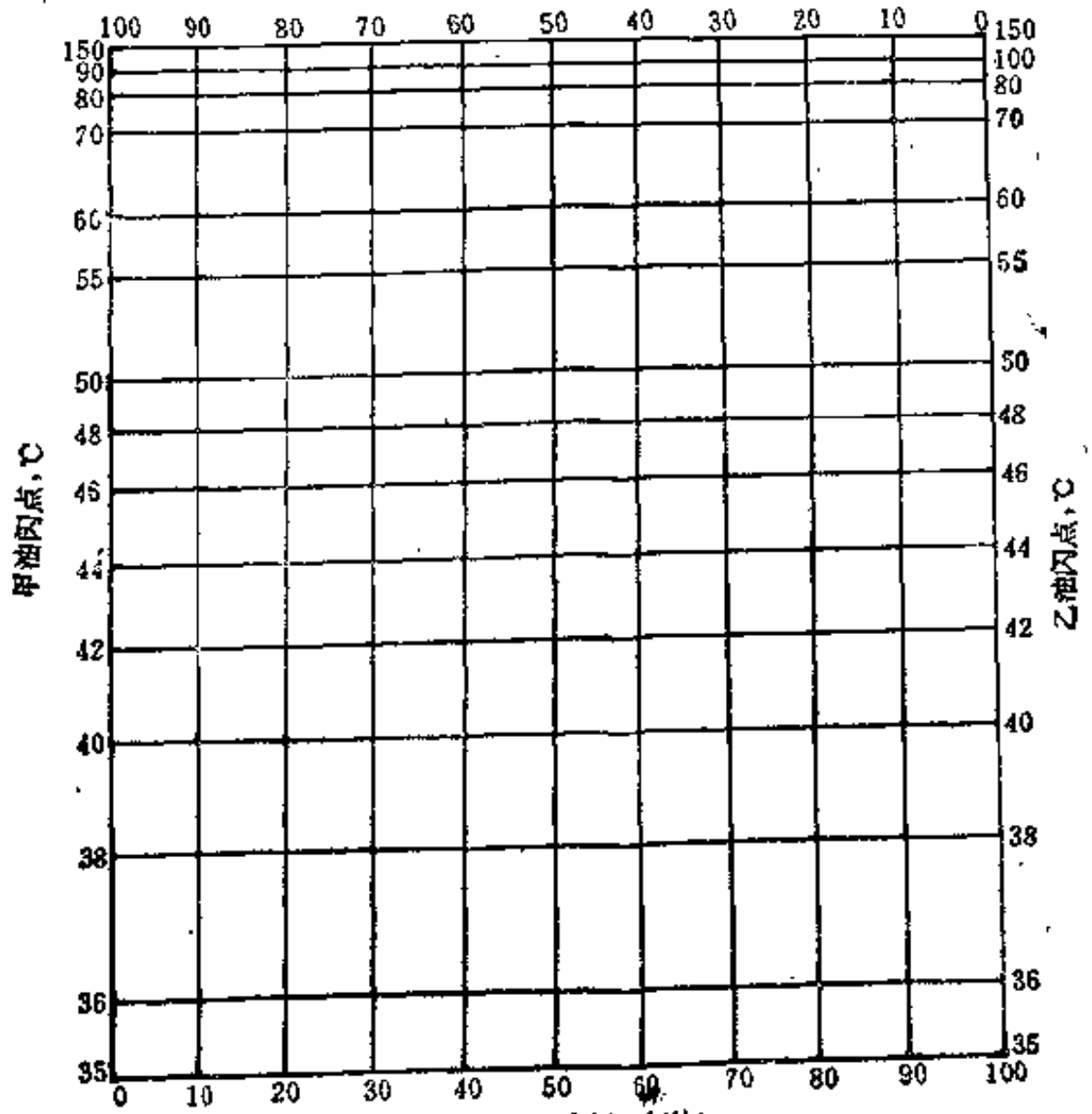


图 5-13　闪点调合计算图

上述公式适用于闪点在30～150℃范围的柴油和各种润滑油的开口闪点和闭口闪点计算。计算结果与实测值绝对误差不超过2℃。

双组分润滑油的闪点调合，其混合油闪点，可由润滑油闪点调合图求出，见图5-14。

多组分调合可按某厂提出的闪点指数计算法进行计算，然后查表求取混合油闪点，计算公式为：

$$I_{混}=I_1V_1+I_2V_2+\cdots\cdots I_nV_n$$

式中　$I_{混}$——混合油的闪点指数；

I_1、I_2……I_n——各组分的闪点指数；

V_1、V_2……V_n——各组分的体积百分数。

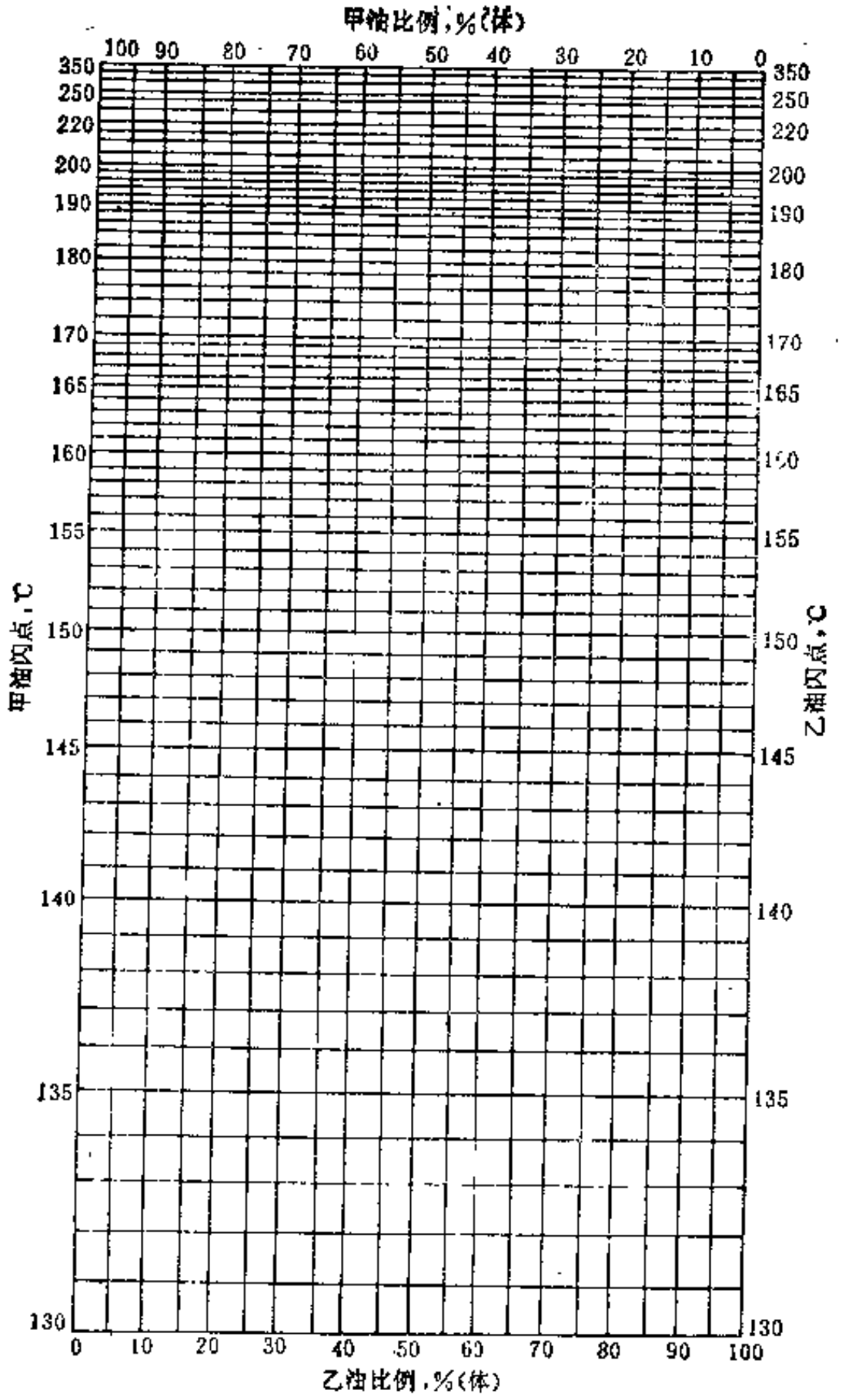


图 5-14 润滑油闪点调合图

闪点指数见表5-7。

表 5-7 闪 点 指 数 表

闪 点 ℃	闪点指数	闪 点 ℃	闪点指数	闪 点 ℃	闪点指数	闪 点 ℃	闪点指数
50	305.91	59	165.27	68	92.64	77	53.728
51	285.10	60	154.67	69	87.054	78	50.664
52	266.56	61	144.88	70	81.846	79	47.808
53	248.08	62	135.70	71	76.984	80	45.123
54	231.64	63	127.25	72	72.427	81	42.599
55	216.27	64	119.29	73	68.171	82	40.235
56	202.02	65	112.52	74	64.194	83	38.009
57	188.89	66	105.51	75	60.479	84	35.993
58	176.28	67	98.628	76	56.990	85	33.978

续表

闪 点 ℃	闪点指数	闪 点 ℃	闪点指数	闪 点 ℃	闪点指数	闪 点 ℃	闪点指数
86	32.1365	117	6.7127	148	1.8115	179	0.59612
87	30.409	118	6.4121	149	1.7426	180	0.5769
88	29.195	119	6.1249	150	1.6773	181	0.55821
89	27.752	120	5.8533	151	1.6140	182	0.5415
90	25.8.34	121	5.5821	152	1.5535	183	0.5228
91	24.4367	122	5.3506	153	1.4959	184	0.5065
02	23.183	123	5.1156	154	1.4408	185	0.49012
93	21.9783	124	4.8944	155	1.3877	186	0.47456
94	20.859	125	4.6828	156	1.3372	187	0.45968
95	19.779	126	4.5867	157	1.2880	188	0.44524
93	18.772	127	4.2904	158	1.2413	189	0.43147
97	17.824	128	4.1191	159	1.1968	190	0.41802
98	16.924	129	3.9355	160	1.1570	191	0.40436
99	16.0767	130	3.7713	161	1.1125	192	0.39205
100	15.276	131	3.6132	162	1.0732	193	0.37898
101	14.86	132	3.4626	163	1.0352	194	0.36992
102	13.891	133	3.3166	164	0.99885	195	0.35876
103	13.134	134	3.1805	165	0.96405	196	0.34741
104	12.494	135	3.0507	166	0.93025	197	0.33884
105	11.889	136	2.9275	167	0.89805	198	0.32803
106	11.321	137	2.8087	168	0.86716	199	0.31892
107	10.776	138	2.6959	169	0.83734	200	0.30757
108	10.2775	139	2.5906	170	0.80872	205	0.26516
109	9.561	140	2.4866	171	0.78707	210	0.22943
110	9.326	141	2.3889	172	0.75492	215	0.19936
111	8.890	142	2.2951	173	0.72937	220	0.17339
112	8.480	143	2.2060	174	0.70502	225	0.15117
113	8.0854	144	2.1192	175	0.68171	230	0.13271
114	7.734	145	2.0366	176	0.65750	235	0.119
115	7.362	146	1.9611	177	0.63723	240	0.10264
116	7.0291	147	1.8841	178	0.61646	250	0.080

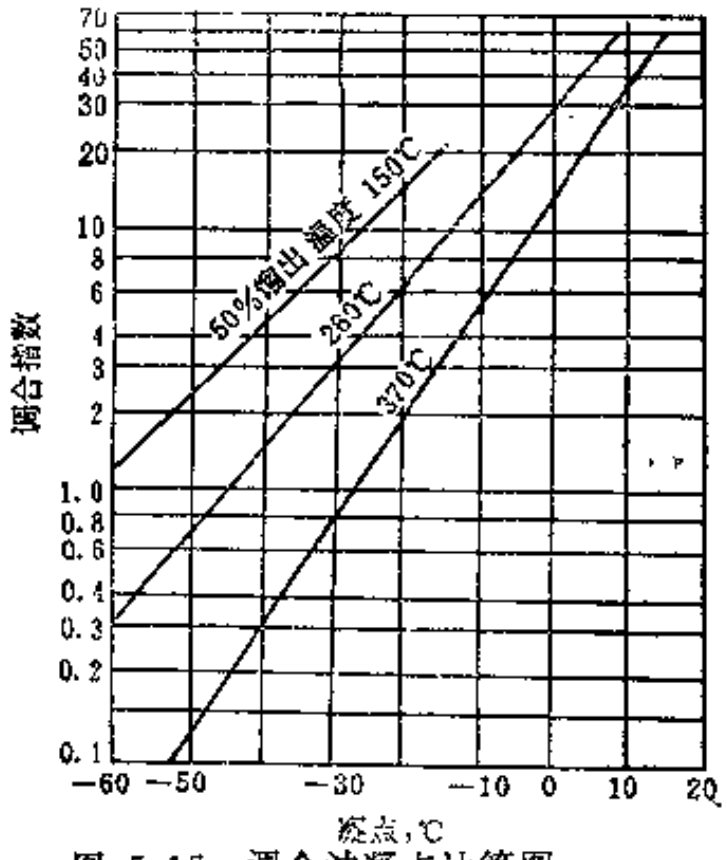


图 5-15 调合油凝点计算图

(4) 凝点计算

石油产品的凝点、倾点与含蜡量有密切关系，调合油的凝点、倾点比按加成法计算结果高。当两个调合组分油的凝点和倾点相差不大时，可按加成法估算，相差大时，可按计算图求得，见图5-15。

已知条件：各组分油的调合比(重量)、凝点和50%馏出温度。欲求：调合油凝点。

计算步骤：

①根据各调合组分油的凝点和馏程的50%馏出温度，查图5-15求出各组分油的凝点调合指数。

②将各组分油调合指数乘以各组分油调合百分比（重量），然后将各乘积相加，即得到调合油的调合指数。

③将各组分油的调合百分比(重量)乘以各组分油的50%馏出温度，然后将各乘积相加，即得调合油50%馏出温度。

④根据调合油的调合指数和50%馏出温度，查图5-15即可求得调合油凝点。

由于凝点和倾点相差不多，近似计算时，两者计算方法和图表可以互相通用。

(5) 其它质量指标计算

调合油的其它质量指标，如胶质、含硫、残炭、酸度(值)、密度、灰分、馏程等质量指标的调合呈加成关系，可按下列通式计算。

$$A=\frac{A_1V_1+A_2V_2}{100}$$

式中 A——调合油的质量指标；A_1、A_2——各组分油的质量指标；V_1、V_2——各组分油的体积或重量百分数。对于含硫、酸值、残炭、灰分应为重量，对于馏程、密度、胶质、酸度应为体积。

可加性指标的调合，还可用简单的十字交叉法计算，主要用于两组分调合，用于多组分调合时，可分步计算。计算方法见图5-16。十字交叉方框图。

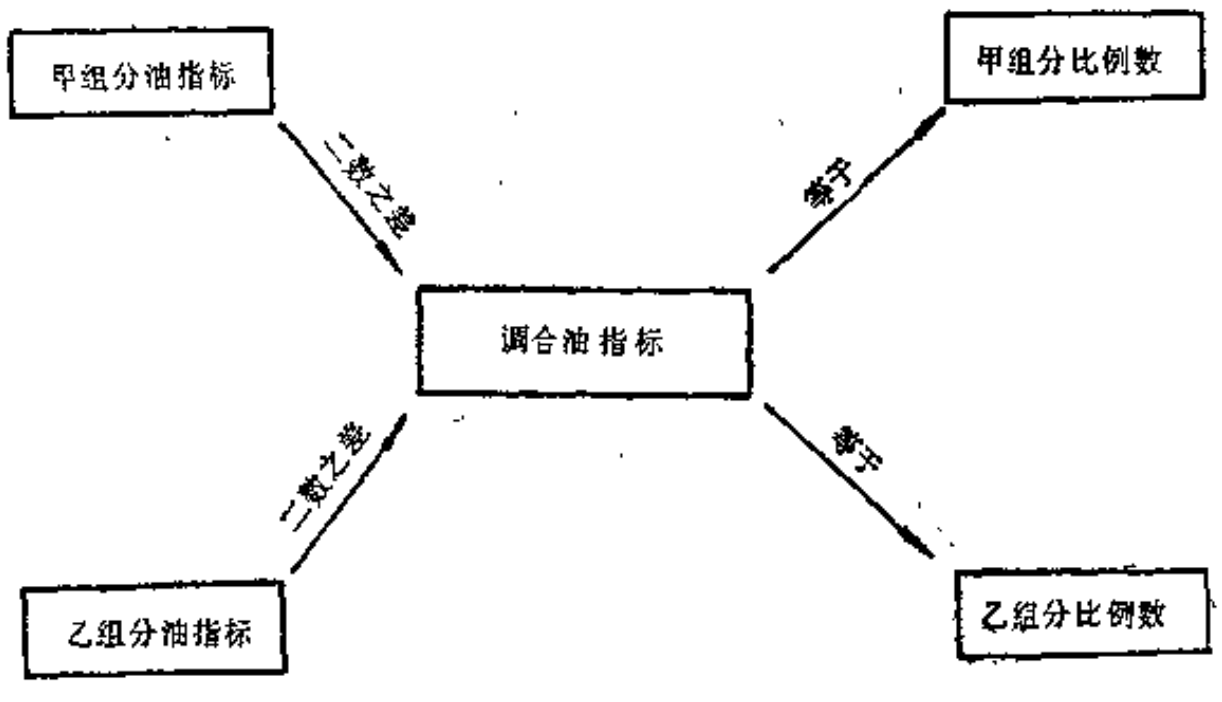


图 5-16 十字交叉计算方框图

6. 油品调合操作

炼油厂油品调合主要包括：轻质油调合、重质油调合和润滑油调合。要想调合产品质量好、速度快、能耗少、效益高，掌握正确操作十分重要。

(1) 总则

①油品调合作业应严格执行厂定油品调合工艺卡片（或称调合方案）。因原料性质改变，生产方案变更，致使调合组分油控制指标与工艺卡片不相符时，如需改变调合方案，必须经厂质量管理机构和有关科室同意。必要时先做调合小试，产品合格后再进行正式调油生产。

②新产品试制，应由研究部门、质量管理部门和有关单位共同商定，制定调合工艺和调合方案，标明组分油质量、控制标准、调合比例、调合方法、产品标准和调合注意事项。

③油品调合指令（亦称调合作业计划），由调度指挥系统向油品罐区下达。罐区各岗位操作人员，包括油槽员、计量员、司泵员，应严格执行、分头准备、联合作业。调合各组分用油量、添加剂加入量，不准超过规定误差量，以保证调合质量和调合一次成功。

④油品调合时，原则先进重组分油，后进轻组分油，以利混合均匀。各组分油或添加剂

质量必须符合控制指标要求。

⑤调油前，应按调合比例，事前计算好各组分进油量，检好油罐前尺，记好在线流量表累计数，以保证按调合比例控制进油量。

⑥油品调合后，经沉降脱水，取样化验，产品合格后转入成品罐或直接装车出厂。如调合主项质量不合格，应根据情况重新补量，直至调油合格。

⑦油品调合作业完应按岗位分别写好设备运转记录、计量检尺记录、调合记录以及产品质量分析记录。资料应齐全准确，保持完好整洁。

（2）轻质燃料油调合

①汽油调合以调辛烷值、10%馏出温度和诱导期为主。如果靠各组分油经调合能达到汽油产品标号，则可不必加入添加剂。生产航空汽油或低辛烷值汽油，除用各组分油调合外，还应加入乙基液以提高其品度值和辛烷值，加入T1501抗氧剂以提高其诱导期值。

②柴油调合以调凝点、十六烷值和350℃馏出量为主。组分油的酸度，腐蚀等项目不合格不准调合。

③汽柴油多用管道调合或喷嘴——罐式循环调合。航空煤油为单组分油，进入调合罐后，在用泵循环过程中，按比例加入（或经喷嘴带入）0.08～0.15%（重）的33号抗烧蚀添加剂，12～20ppm的T305抗磨剂和0.35～0.45ppm的T1501防静电剂，以改善产品性能。

④航空汽油和车用汽油四乙铅加入量，随产品标号不同而有不同加入量要求。70号或85号汽油规定不大于1g/kg，93号或97号汽油规定不大于0.45g/kg，95号航空汽油规定不大于3.3g/kg，100号航空汽油规定不大于2.7g/kg。

⑤二次加工生产的汽油，如催化汽油，经脱硫醇后在装置流出口线上，用比例泵应连续加入0.5ppm的T501抗氧防胶剂和5ppm的T120金属钝化剂。如产品能达到高标号汽油，可直接进入成品罐，达不到时再用其它轻组分油或无铅添加剂MTBE调90号或93号汽油。MTBE（甲基叔丁基醚）加入量，一般在10%左右（重量比）。

（3）重质油品调合

①重质油品的调合主要是燃料油和铺路重油等的调合，以调粘度、凝点为主。

重质油多用喷嘴-罐式调合，一般情况下不再经泵循环，也有的炼油厂根据油品性质也可采用压缩空气搅拌调合。

②燃料油多以减底渣油为基础油，调入其它重质油品，如蜡油等。铺路用重油不准调入蜡油。

③减底渣油进罐温度一般不得超过120℃，调合燃料油所用蜡油含水必须在0.5%以下。

④为防止调油突沸，调油罐底不得有沉积水，否则必须先加温脱水，采样分析含水在0.5%以下方可调油。

调油中如发现冷凝水带油，说明加热器漏汽，应停止油罐使用，清罐后修理。

⑤调油后的重质油管线如用蒸汽吹扫过，下次调油时应放净管内存水或用管线容量3~5倍的合格油品置换管线，将冷凝水顶入扫线罐或污油罐。严防冷凝水进入调合罐遇高温引起油罐突沸。

（4）润滑油调合

①润滑油以调凝点、粘度、闪点为主并加入多种添加剂，以改善并提高油品的润滑性能，增加润滑油品种。

②一般来说，普通润滑油可用压缩空气调合，质量要求高的及特种润滑油多用泵循环调

合或喷嘴-罐式调合。

③润滑油调合应设置调合罐，专用添加剂稀释罐和污油罐。对于特种油品或小批量的调合常选择容量小的锥底调合罐，并配有小型过滤机，以保油品调合质量。

④润滑油调合实行专罐、专泵、专线、一般不能互用。尤其是军用油、特种油、变压器油、透平油、航空润滑油等。但某些理化性质相近的组分油可以分类，同类油品则设备可以互用。

分类应考虑以下因素：

a．组分油可分轻组分和重组分两大类。

b．不加添加剂而粘度、凝点相似的油品可算为同类油品。

c．添加剂相同而粘度、凝点相似的油品也可算为同类油品。

⑤同类油品互用油罐或管线时，由较重油品改装较轻油品时，油罐应清洗，管线要扫线；由较轻油品换装较重油品时，一般可不做处理。

⑥润滑油品种和规格都很多，而各厂所用原油性质不一样，加工工艺不同，切割出的润滑油馏分范围、组分油性质也不同，所以各厂在生产自己的润滑油品种和规格时，都按自己厂情选择调合组分，确定不同的调合配比以及添加剂品种和用量。因此，润滑油调合方案只能因厂而异，而难有统一调合标准。

四、油罐收油、发油

油罐收发油作业是炼油厂油品罐区最基本、最繁忙的操作，操作人员整天要和油罐、阀门、机泵及自控仪表打交道。制度执行好，操作得正确，产品质量，生产安全就有保证，否则工作稍有疏忽，轻的影响工作功率，严重的会发生跑油、串油、甚至着火、爆炸、使人中毒等事故。因此，对油罐收、付油操作，切不可粗心大意。

1．收油操作

①在执行收油调度指令时，要先熟悉油品来源、罐号、管线号、产品名称、质量情况、油温、收油量，并估算出收油需要时间，一切做到心中有数。

②收油前，计量员先对收油罐检前尺，计算罐底量。油槽员按流程对号挂牌，核实罐号、阀门号，确认无误打开油罐收油阀门。轻油罐收油前还应做脱水检查。

③收油作业流程全部开通后，通知付油单位或罐区送油，确认油罐已经收油后，应再检查流程沿线各部位有无跑油、漏油发生。

④收油过程中，每1～2h检尺一次，及时掌握进油速度和收量，注意呼吸阀或通风管排气情况、油品温度是否超高，发现异常，及时汇报并妥善处理。

⑤油罐收油结束，应及时关闭油罐及流程线上有关阀门，收回现场和流程图板上号牌，放回指定地点。待油面稳定到规定时间，再检尺、测温、算量、对量、填写记录，并通知化验室取样做质量分析，化验报来分析结果，及时填写油品质量台帐。

⑥重质油罐收油结束，应及时联系扫线，做好油罐加温。冬天要注意管线伴热保温，低点排凝。

⑦新罐首次使用，开始收油流速应控制在1m/s以下，待油面高于入口管线200mm以上时，再提高前油速度。

2．发油操作

①根据调度计划，及时将发油罐号、管线号、油品品种、数量、质量、油温、含水等情

况通知有关单位（如生产装置、其它罐区、装油台、油码头或外供厂矿，油库），以便做好接油准备。

②发出的油品质量、油温、含水应符合有关规定，不合格的油品未经批准不准移动。

③发油前，计量员应先脱水、检尺、测温、计算罐量。油槽员按流程要求，对号挂牌，核对罐号、阀门号、确认无误再开启付油罐及流程上有关阀门。在接到收油一方要求送油时，司泵员应及时开泵。

④输送重油时，应先通汽或用油顶线，在打通流程后再开泵送油，同时要开伴热线，防止线路不畅，发油中冻凝管线，特别是在冬季。

⑤发油过程应每隔1～2h检尺一次。掌握好发油速度和油量，并注意油罐呼吸阀吸气情况，检查沿线有无跑油、漏油现象。

⑥发油接近结束时，罐区各岗位之间要互相配合，防止泵抽空。油罐应按规定保留一定罐底，一般约1m左右。

⑦油罐发油完毕，关闭付油罐和流程上有关阀门，然后收回现场和流程图上的号牌，放回指定地点。计量员检尺、测温、算量、对量，填写记录和台帐。

⑧重油罐发油结束，要及时和对方联系扫线，待管线油扫净见汽为止，防止冬季冻凝管线，并做好低点排凝和暖线工作。

3．换罐操作

①换罐前。一要和有关单位取得联系，二要掌握新换油罐内油量、油温、含水及质量情况，三要核实换罐号、阀门号，对号挂牌，确认无误再开阀。

②换罐时，罐区内应有二人操作，互相监护，协调行动，防止误操作。司泵员在泵房注意泵压变化，防止抽空。

③付油过程换罐时，应先打开待付满罐出口阀，听到有走油响声后，再逐渐关闭原付油罐出口阀。如新付油罐开阀后，无油流动响声应视管线已冻凝或流程尚未打通，应及时检查，并汇报调查抓紧协调处理。

④收油过程换罐时，应先打开待收油空罐进口阀，听到油品进罐流动响声或摸到油管温度有变化时，逐渐关闭原收油罐进口阀门。冬季换罐时，严防换罐操作不当，协调配合不好，使生产装置憋压或断流，影响生产。

五、油罐清洗

1．油罐清洗目的与方法

油品罐区的油罐清洗有两种情况，一种是定期清洗，一种是非定期清洗。

定期清洗是为了保证产品质量，定期检查与维护油罐内部设施，同时也为复测油罐重新编制容积计量表创造条件。非定期清洗则是为了油罐更新，改造或必须动火的应急抢修处理。

油罐清洗步骤和方法通常是：

①抽净罐底残油；

②进出油罐管线阀门关死或加盲板；

③打开罐顶采光孔，明汽加温蒸罐；

④用冷水或热水，冲洗罐身、罐底、清除残油；

⑤罐底粘稠残渣，人工进罐清除；

⑥罐底和罐壁用抹布或拖布擦拭干净。

2. 油罐定期清洗时间

油罐定期清洗时间多根据油品性质、油罐容积大小和油罐周转利用情况而定。各厂因厂情不同，难以统一。某炼厂油罐清洗周期为：重整原料、汽油、灯油、普通柴油、航空煤油、军用柴油的半成品、成品罐及航空煤油添加剂设施每年1次；蜡油、重油罐每2年1次；苯类产品罐每5年1次；石油液化气罐每5年1次；润滑油罐每3年1次；原油罐每1年1次。

3. 清罐操作注意事项

①油罐清洗按年或月度检修计划进行，特殊情况由车间提出报告，主管单位单独安排。

②被清洗油罐，罐底余油由罐底专线抽净。没有抽罐底专线的可通过油罐底层人孔，采取临时措施抽取。

③被清洗的油罐进出口阀门及油罐加热器阀门应关死，并用铁丝将手轮捆住。如阀门不严应加盲板，以防漏油、漏汽进入罐内，危害清罐人员。

④对罐底少量沉积物难于抽净较粘罐底油，可用热水冲洗至下水系统。对于重质油罐（如原油、渣油、蜡油、油浆等）的罐底固态沉积物可用高压热水刷洗和人工挖掘。使用锹、镐等工具一般不准用铁质工具，必须使用时，操作注意避免碰击产生火花。

⑤通汽蒸罐时，蒸汽从油罐下层人孔或其它部位临时接汽，但人孔应用海草席等物堵塞严密。通气时，油罐顶部采光孔应予打开。

⑥用蒸汽加温蒸罐时间，原则规定为：汽油、重整料、原油罐为48h；苯类产品罐为48～52h；航空煤油、煤油、柴油罐为24～36h；重油罐为24h；润滑油罐为24～36h。

⑦进入罐内清洗，擦拭等作业，应在蒸罐之后，并经安全员检查，确认罐内油气浓度已低于规定标准，对人体无害时方可进入。

⑧清洗后的油罐，应由质量管理部门检查验收，合格后应及时封罐。

⑨清洗合格的油罐，应及时拆除手轮上捆扎的铁丝，阀门盲板，接好临时断开的管线，盖好采光孔，关闭脱水阀，做好进油准备。封罐后暂时不用的油罐，应将部分合格油品先压入罐内，以防油罐再次生锈。

⑩罐内清除的杂物、铁锈、油泥应及时运往安全地点或埋入地下，做好罐区地坪原貌恢复，保持罐区清洁、整齐。

第二节　运销系统操作

一、装油容器清洗

1. 容器清洗目的

承担液体石油产品运输的包装容器是铁路油罐车、汽车油罐车、油船、油驳和油桶。尽管炼油厂生产的石油产品质量是合格的，甚至是优质获奖产品，但用户购买的产品是否合格还要经受许多环节影响，而其中首要一条是盛装石油产品的容器是否清洁，是否符合规定要求，这是非常重要的。虽然来炼油厂拉运油品的车辆或容器绝大多数是装过油的，但由于长期使用，再加上运输、保管等诸多原因，容器内难免积存有水、锈渣、砂粒和罐底残油。有时装过某种油品的容器需换装另一种性质差异较大，质量要求更高的产品时，如果容器未做处理继续使用，就会造成油品污染，质量变坏。即便用从未装过油的包装新容器，其内部也会有铁锈、焊渣、灰尘。因此，为了保证石油产品质量，首要一点是装油前，必须对装油罐车、船舶、油

桶等容器先进行检查，并按规定标准进行清洗（亦称刷洗）。

在炼油厂，承担铁路罐车清洗任务的大多叫洗槽站，承担油桶清洗的叫洗桶间。

2．洗槽站与洗桶间

（1）洗槽站

洗槽站是清洗铁路油罐车的场所。大多数炼油厂都建有普洗台和特洗台。普洗台承担着盛装一般石油产品的罐车刷洗，如溶剂油、汽油、煤油、轻柴油、农用柴油、苯类和普通润滑油等。特洗台承担着航空煤油、航空汽油、军用柴油、特种润滑油及出口高级石油产品的罐车刷洗。

普洗台较长，一般为80～150m，栈台高3.3～3.6m，宽1.5～2.0m，多为两般道双侧车位，两股铁道中心间距6.0～6.5m。每侧有车位6～12个，一次可同时容纳12～24台车刷洗。一个龙组（48台车）一般可一次刷完。普洗台过去多为露天作业。日晒、雨雪、冰冻致使工作条件很差，有时因气候影响还不能连续作业。近年来，为保证生产和改善刷车工人操作条件，现多经改造已装设遮阳、防雨顶棚。

特洗台长度略短，一般只有48～75m，栈台高3.4m左右，多为两股道双侧车位，每侧有车位4～6个，一次可同时容纳8～12台罐车进行刷洗。为保证特洗刷车质量，特洗台都设在防雨棚下，有的还建在全封闭的厂房内。

目前，铁路罐车的刷洗普遍还是靠人工，机械洗罐器常用在需特洗的罐车上。洗槽站的主要设备是真空泵、鼓风机、空气加热器、水泵、真空罐、热水罐、回收油罐、洗罐器和胶管等。特洗用介质是水、蒸汽和7501洗净剂。

送入洗槽站的罐车，事前都在厂前铁路编组站，按装油品种、到站、发运方向编好组，由调度编制货运计划，下达调车作业单，交厂自备铁路运输系统去车站取车并送往洗槽站。如果炼油厂没有自备铁路运输系统的，则罐车的取送、编组、调运全由铁路车站负责。

（2）洗桶间

凡是生产润滑油的炼油厂，润滑油大宗产品批量出厂，主要是靠铁路专用润滑油罐车，而品种少、质量高、数量小的产品，则要用油桶灌装发运。过去用的最多的是200L铁制大桶，目前正向小型化多样化方向发展，如长城高级润滑油公司使用的润滑油小包装容器有1L、4L、5L、20L等多种，其它石化厂使用的还有1.0、2.0、2.5、3.0、5.0、8.0、10.0、16、18、20kg塑桶或印铁桶包装。包装的小型化为用户提供了适用方便的容器，为企业扩大了销路，增加了经济效益。

在炼油厂或商品油库的油品桶装系统与之配套的洗桶间，它承担着新桶、回收油桶和重复灌装油桶的刷洗和维修工作。

单纯用大桶灌装汽油、煤油、柴油和润滑油的多是各级石油站，一般每月桶装灌发量超过500t的油库，都应考虑设置油桶整修和洗桶设备。而对炼油厂来说，用油桶来装运汽油，煤油、柴油的多为零星客户，容器由用户自备，装油前只需做些一般检查，不需专门刷洗即可灌装。

洗桶间按照洗桶工序，配有试漏、蒸桶、除锈、冲洗、烘干、修焊、整形、刷漆等专用设施。不同级别的油桶或重复使用的油桶，按其灌装洗刷要求，通过不同洗刷工序。

洗桶间配置的设备主要有空气压缩机、链条除锈机、油桶整形机、轧边机、气焊设备、鼓风机，冲洗喷头等。清洗合格的油桶经烘干和喷漆后即可装油。

3．铁路罐车刷洗操作

①接调度来车入站通知后，应先对刷车台及两侧铁道路轨检查有无障碍物，妨碍机车作业。

②由班长组织刷车人员接车对位，在机车摘钩后，由第一车位人员发出准予上车信号。

③上车前，必须放好梯子。掀起车盖并将车口处螺栓翻上一个，防止车盖意外落下将人闷在车内。

④先判明车底残油品种、数量，根据欲装油品品种，确定刷洗方法。

⑤进入车内作业前，必须穿好规定劳保护具，尤其是防毒面具和导气管，必须严密不漏

⑥特洗车要抽净残油，用拖布擦拭干净。汽油车底进行吹风处理，柴油车底要用蒸汽加热。

吹风时间：夏季20～30min、冬季40～50min；加热时间：夏季40min，冬季60min。

⑦罐车吹风或加热后，进行药剂刷洗、水洗、擦干和热风干燥，最后人工清扫。

⑧使用洗罐器时，将洗罐器用电葫芦吊到车内1/2高度处，将其安装牢固，并使洗罐器定位，标向罐车的轴向方向。

⑨放入抽水软管，打开水抽子阀门，洗罐器进水阀门，启动动力水泵和抽水泵，使洗罐器喷水旋转。水泵工作压力不小于1.66MPa（17kg/cm²），水温不小于75℃。洗罐器采取轮换作业，每车1～2次，每次10min。

⑩罐车刷完，应将洗罐器、风筒、蒸汽管、水管、真空管取出，梯子复位，经质量检查验收合格后，通知调度调车出站。

4．容器刷洗质量与检查验收

（1）铁路罐车刷洗

炼油厂对铁路罐车刷洗有3种情况，即特洗、普洗和不需刷洗。特洗是指盛装航空汽油，航空煤油、军用柴油、芳烃或一类润滑油的容器。普洗是指盛装一般油料的容路。不需刷洗是指车内无明显积水和杂质，允许保留残存底油或只需抽净残油即可装油的容器。

容器清洗质量要求应符合SH0164-92有关规定。表5-8为油罐、油轮、油桶、油罐车重复灌装刷洗要求。

各炼油厂参照有关规定，结合本厂产品质量要求，对罐车刷洗都有具体规定，例如某炼油厂对铁路罐车的刷洗就分普洗和特洗二种情况，现分述如下供参考。

普洗刷车要求：

①车底原存的残油种类、牌号与要装的油品相同，又无水杂，可不刷洗直接装油。

②装80号汽油，遇车底残油是煤油或柴油必须抽净，是苯类油底，残油宽度不超过1m又无水杂可以装油。

③装煤油，遇车底残油是汽油或柴油必须抽净，是航空煤油车底，残油宽度不超过300mm，又无水杂可以装车。

④装0号、－10号柴油，遇车底残油是煤油或航空煤油，残油宽度不超过300mm，无水杂可以装车，但残存汽油必须抽净。

⑤装10号军用柴油、85号或90号汽油，车底残存油都要抽净、清扫并用拖布擦拭干净。

⑥装农用柴油、车底残存汽油必须抽净。是煤油、航空煤油、柴油时，残油宽度不超过500mm，又无水杂，可以装车。

特洗刷车要求：

①装航空煤油，罐车刷洗质量标准是“四无一试”。

“四无”：无油垢、无纤维、无铁锈、无水杂。

“一试”：目试或用白布擦拭，不呈现锈皮、锈渣及黑色，可呈淡黄色。

表 5-8　油罐、油罐车、油船、油桶重复使用刷洗要求(SH0164-92)

残存油类 / 刷洗要求 / 待装油类	航空汽油	喷气燃料	汽油	溶剂油	煤油	轻柴油	重柴油	重油	一类润滑油	二类润滑油	三类润滑油
航空汽油	3①	3	3	3	3	3	0	0			
喷气燃料	3	3①	3	3	3	3	0	0			
汽油	1	2	1	1	2	2	0	0			
溶剂油	3②	2	3	1	2	2	0	0			
煤油	2	1	2	2	1	2	0	0			
轻柴油	2	1	2	2	1	1	0	0			
重柴油	0	0	0	0	0	0	1	1			
重油	0	0	0	0	0	0	1	1			
一类润滑油									2	3	3
二类润滑油									1	1	2
三类润滑油									1	1	1

注：①当残存油与要装入油的种类、牌号相同，并认为合乎要求时可按 1 进行。

②食用油脂抽提用溶剂油不包括在本项中，应用专门容器储运。

符号说明：

0-不宜装入。但遇特殊情况，可按3的要求，特别刷洗装入。

1-不需刷洗。但要求不得有杂物、油泥等。车底残存油宽度不宜超过300mm，油船、油罐残存油深不宜超过30mm（判明同号油品者不限）。

2-普通特洗。清除残存油，进行一般刷洗。要求达到无明水油底、油泥及其它杂质。

3-特别刷洗。用适宜的洗刷剂刷净或溶剂喷刷（刷后需除净溶剂），必要时用蒸汽吹刷，要求达到无杂质、水及油垢和纤维，并无明显铁锈。目视或用抹布擦拭检查不呈现锈皮，锈渣和黑色。

润滑油类别说明：

一类润滑油：仪表油、变压器油、汽轮机油、冷冻机油、真空泵油、航空润滑油、电缆油、白色油、优质机械油、高速机油、液压油等。

二类润滑油：机械油、汽油机润滑油、柴油机润滑油、压缩机油等。

三类润滑油：汽缸油、车轴油、齿轮油、重机油等。

装运抽提溶剂油、医药用溶剂油、白油或凡士林等须用专门清洁容器。

装运出口石油产品所用容器应按外贸有关部门规定办理。

重油、原油采用粘油罐车，不需刷洗。

苯类产品尽量使用专罐和重复使用，允许装过苯类产品的铁路罐车可以不经刷洗，直接装运汽油。

②装苯类，罐车刷洗质量标准：普洗时与装10号军用柴油刷洗标准相同，特洗时与装航空煤油刷洗标准相同。

③特洗后，经检查合格的罐车，要盖好车盖，上紧螺栓并加铅封。遇雨天，拉出洗槽站的车应加盖塑料布。

④航空煤油龙组回空车，循环使用不超过 5 次，每循环 5 次刷洗一遍。回空车应有回空单，铅封完好，来源明确，车号无误。回空车只做一般清理车底，即可装油。

罐车刷洗前，必须先搞清装油品种，判明车底残油性质，底部残油宽度，以便按刷洗标准确定刷洗方法和步骤。刷洗后的罐车，一般要经过“三级检查”，即自检、班长检查和专职质检员检查。普洗车大多由兼职质量检查员检查合格即可，特洗车还要经厂质检部门派人专门验收，合格后开具容器合格证，随车带往装油台。为了保证罐车刷洗质量，出站罐车执行

"三不出站"规定，即未经检查的车不出站，刷洗不合格的不出站，特洗车未开合格证，车盖不加铅封不出站。

装运固体石油产品，如石油焦、沥青、硫磺、石蜡等的高边车，在装车前，必须清扫车底残物，并检查车底、车四边有无破损。经兼职质量检查员检查确认：车身完好不漏，车底无煤渣、沙粒、石灰、化肥或垃圾等杂物，方可装车。遇产品发往国外，还应由厂质检部门派专人检查，并做登记。

（2）油桶刷洗

油桶装油前，一般都要经"三步检查"，即外观检查、内部检查和渗漏检查。

外观检查。目测检查桶形是否完好，桶身有无摔瘪和较大变形，桶底和桶身有无裂纹或小孔，桶盖及垫片是否齐全，桶口丝口是否损坏，桶身油漆是否脱落。

内部检查。用防爆手电或12V安全灯，检查桶内是否有浮锈和水杂，判断桶底残油品种，以便根据规定确定刷洗方法和步骤。

渗漏检查。凡目测油桶有渗漏痕迹的，腐蚀严重的，以及桶身摔伤、变形较重，但不能判明有无裂纹的，均应用压缩空气试漏，以寻找渗漏部位。

对于盛装液体石油产品的油桶，其质量标准应是：桶身完好无损，桶盖垫圈齐全，内部清洁，无油垢、无水杂、无铁锈、不渗不漏。经装油前检查，不合要求的，均按油桶重复灌装刷洗要求和存在问题予以刷洗和整修。

油桶清洗方法和要求如下：

①桶内残存底油和要装的油品相同，可以不必刷洗，直接灌装。

②桶内残油性质不清或和要装的油品性能不同，并有水杂、浮锈，应抽净残油，并用抹布擦干油桶内壁和桶底。

③桶内有轻度浮锈或油垢不多的汽油、煤油、柴油桶，用洁净清水冲洗干净，并用抹布擦干即可装油。

④油桶锈蚀较重或内壁有重质油料粘附，可用煤油或轻柴油冲洗。

⑤桶内积油垢严重，应用蒸汽和高温热水或碱液冲洗，最后用清水冲洗，擦干后装油。

⑥锈蚀严重的油桶，应用除锈机除锈，然后再用煤油或轻柴油冲洗。

二、石油及产品的铁路装卸

1．炼厂油品装卸方式

原油进厂接卸与石油产品装车出厂是炼油厂运销系统一项主要任务。按照运载工具不同，油品性质不同，有不同灌装方式及与之配套的装油设施。

铁路车辆装运油品为铁路运输方式，它是通过铁路装油栈台上的大、小装油鹤管来装油的。汽车罐车是公路运输方式，它是靠装油站（亦称储运站）台上的汽车装油鹤管或高架罐来装油的。油船或油驳是海运或河运装运方式，它是靠海港或江河的专用码头使用输油臂或输油管装油的。油桶装油采用汽车运送也是公路运输一种方式，它是通过装桶间的自动装油灌嘴，加油机的加油枪或高架罐的装油软管装油的。

上述装油方式虽然不同，但就其油品输送与灌装所需动力而言，则有两种方法。一种是以泵为动力进行泵送，还有一种是利用地势高差或高架油罐进行自压（亦称自流）。自压和泵送相比，它不受电力影响，节省投资，节约能源，安全可靠，只是装车速度较慢，在车船没有严格装车时间要求情况下，应尽可能采用自压装车方式。

2. 炼油厂铁路装卸油系统

我国大多数炼油厂建于内地，遍布全国，炼油厂的原油进厂和产品出厂，除沿海和沿江一些炼油厂靠水（海）运外，绝大多数采用铁路装运。根据油品性质，炼油厂的铁路装卸系统可分原油卸车系统、轻油装卸系统和粘油（包括重油或润滑油）装车系统。另外厂内还有化工原料（如硫酸、液碱和液氨等）专用装卸系统。

铁路运输方式是以铁路油罐车、敞车、棚车运送油品的方式。它是通过铁路装油栈台上的大、小装油鹤管、桥式吊车、皮带运输机等专用设施进行气体、液体或固体产品装卸作业的。就油品装卸作业而言，可分上装、上卸和下卸3种方法。

(1) 原油或粘油卸车系统

进厂原油或个别装置某些专用原料要经原油或粘油卸车系统。该系统主要设施包括：卸油栈台、集油总管、导油管、地下罐(零位罐)及输油泵房等。装运原油的铁路罐车都是成列运行，因此卸车栈台车位与列车车辆数相同，油台有单面和双面两种布置形式。

原油或粘油卸车过去有上卸方法，现在普遍改为下卸方法，见图5-17和图5-18。下卸鹤管安装见图5-19。

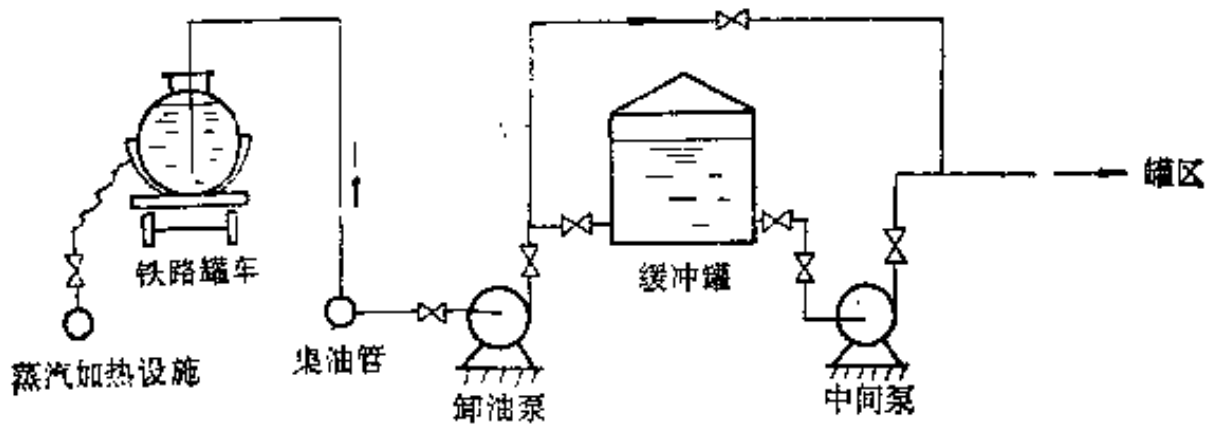


图 5-17　上部卸油系统

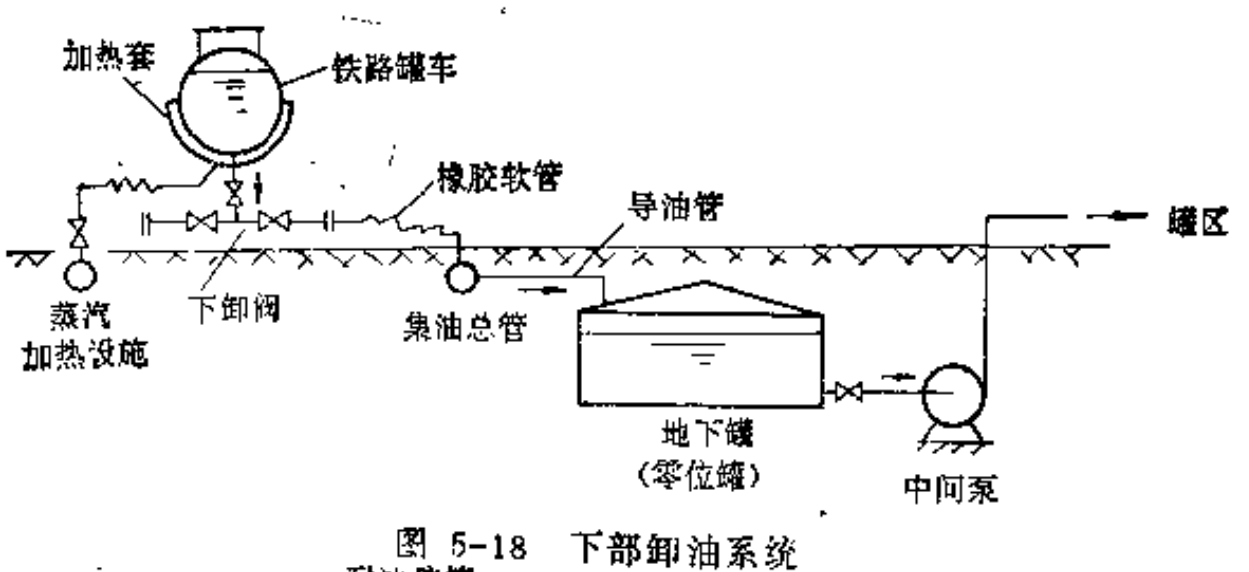


图 5-18　下部卸油系统

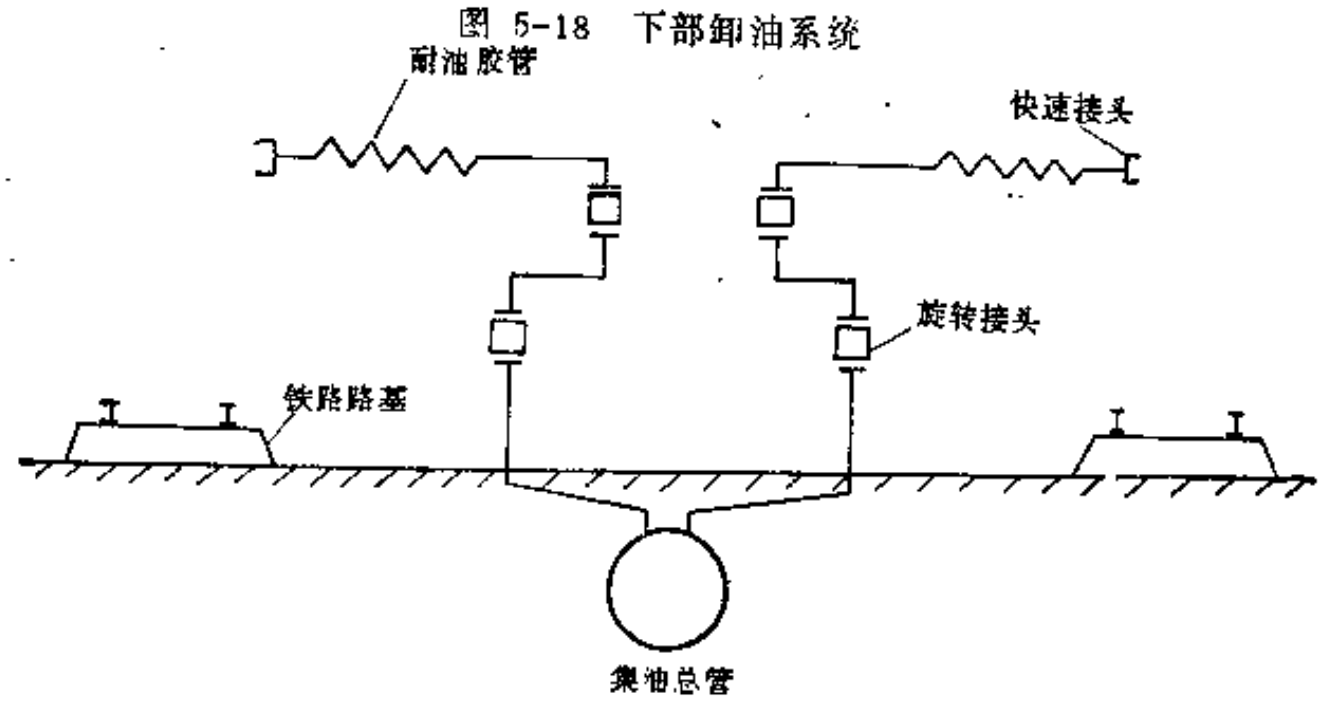


图 5-19　下卸鹤管安装示意图

自流卸车流程为：油罐车→卸车鹤管(或软管)→集油总管→导油管→零位罐→转油泵→原油罐区。

原油卸车时，需用蒸汽压力一般为0.3MPa（3kg/cm²），蒸汽耗量与原油性质、地区、气候和蒸汽压力有关，一般来说，大庆地区均为800kg/(时·辆)，东北约为500kg/（时·辆），南方约为300～400kg/(时·辆)。原油卸车时间取决于原油性质，辅助作业快慢(包括：对位、接管、开阀加温等)，并受地区、气候等诸多因素影响，一般来说，夏天2h/列车，冬天4～6h/列车。

(2) 轻油卸车系统

炼油厂主要是出厂石油产品，只是建有化工装置的石化厂在原料不足或开工特殊情况下才有部分化工轻油原料进厂需要卸车。轻油上部卸车系统见图5-20。该系统包括卸油鹤管、集油管、输油管、输油泵、真空泵、真空罐、真空管和零位油罐等组成。上部卸油时，将鹤管顶部的橡胶软管或可拆卸的铝管从油罐车口插入车内，先利用真空泵抽取管线内空气，然后利用虹吸或油泵将车内油品卸入缓冲罐或中间罐，罐满后用中间泵送往罐区。

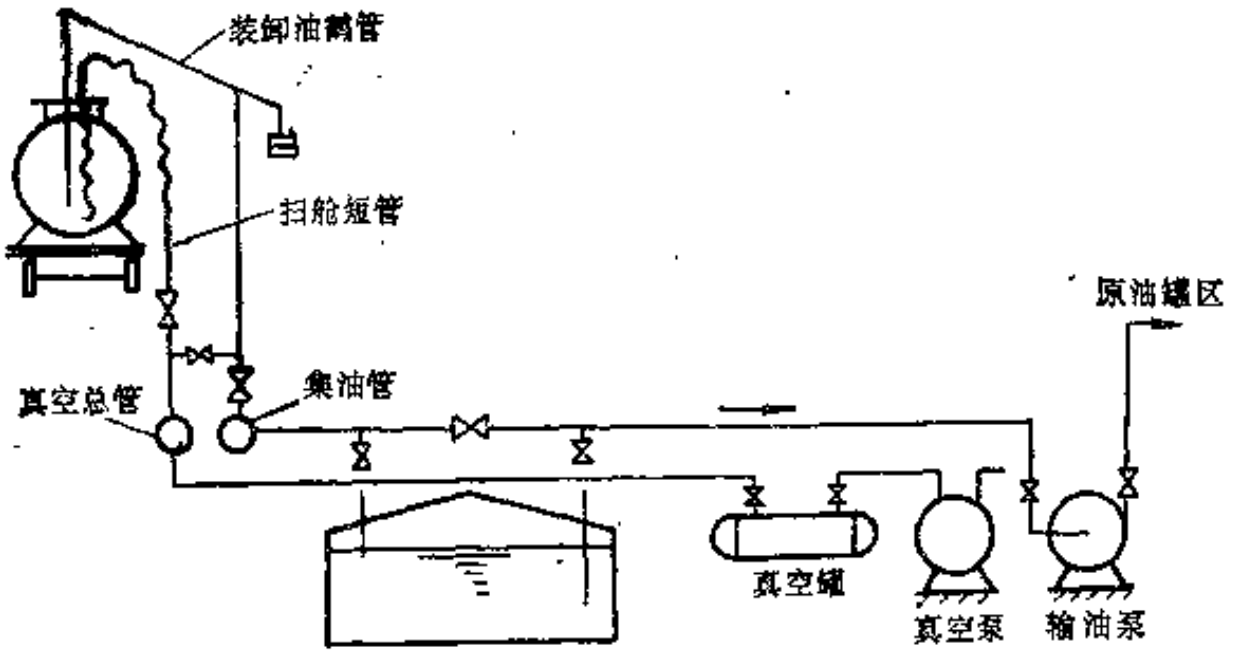


图 5-20 轻油上部卸车系统

(3) 自压或泵送装车系统

炼油厂出厂的产品广泛采用的是泵送装车出厂，只有个别炼油厂或罐区地势大大高于装油区时，才能自压(流)装车。装油采用的机泵根据油品性质，作业方式、装油速度而定，普遍采用的是离心泵、往复泵和齿轮泵。一般来说，装油用泵都是大排量，低扬程泵，作输转的中间泵多采用排量适中的高扬程泵。

目前，各炼油厂液体石油产品的灌装大多采用的还是敞口式装车，石油气体则采用密闭式带压装车。为了减少油品装车损耗，改善工人操作条件，消除有毒气体对环境和人体影响，近年来，大、小装油鹤管密闭装车新技术已在一些炼油厂得到广泛应用。

3．铁路装油栈台与装油作业

(1) 铁路装油栈台

炼油厂的铁路装油栈台，一般来说可分轻油台、重油台、润滑油台、化工产品台、液体沥青台和石油气体台等。按照产品性能、品种、出厂量多少，每座栈台可装1～2种产品，也可装3～4种产品，还有的只能装专用（特种）油品，如图5-21所示。

对于同一个鹤（车）位来说，鹤管和台下集油管有3种连接形式，即：

①单鹤管专用式，即每个鹤管只和一根集油管相连，只限装一种产品；

②单鹤管双用（或多用）式，即每个鹤管和两根或两根以上集油管相连，可以灌装两种或多种产品，这种形式适用装出厂量大，质量相近的同一品种不同标号的产品，如0号或10

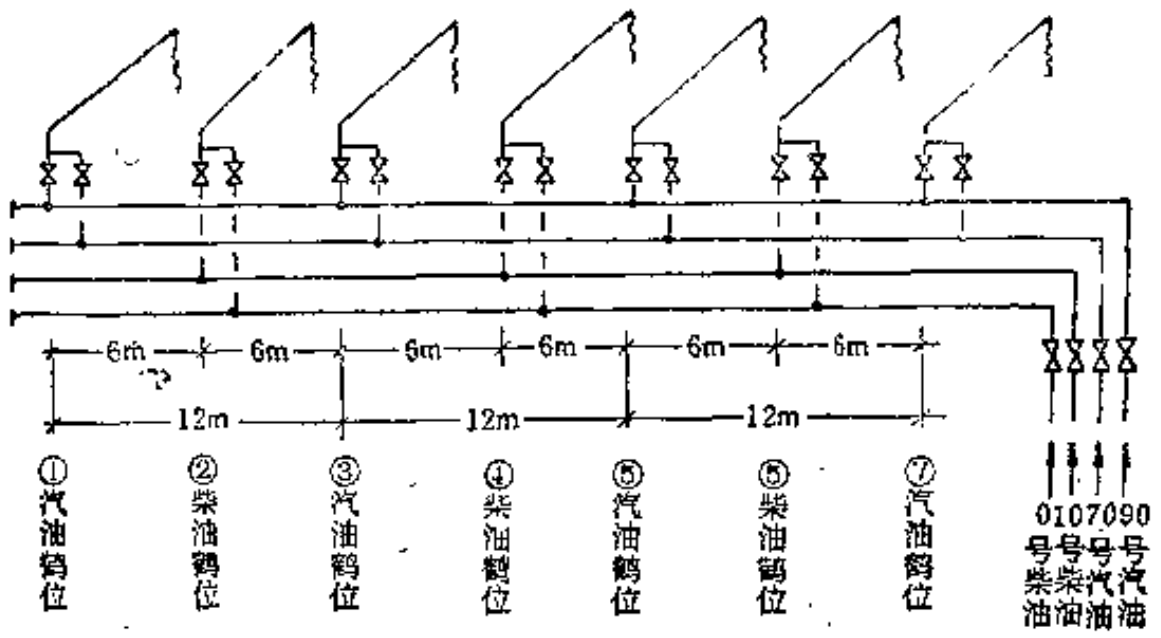


图 5-21　铁路装油栈台流程示意图

号柴油，90号或93号汽油等。

③单鹤位双鹤管式，即每个鹤位有两套鹤管，分别和两根集油管相连，装两种不同产品。这种形式适用品种多，出厂量小的油品。

根据铁路运输要求，罐车尽量成列编组，流向一致，到站集中。每列龙组一般不超过50辆。因此，大宗产品的装油栈台，鹤位多为双侧式，栈台两侧有两股铁道，两侧有车位12个，配12组小鹤管，两股道作业可一次性装同类产品24台车，每列龙组可分两批装完。这类双侧式栈台，鹤位间距12m或12.5m，相邻不同品种间距为6m或6.25m，栈台全长150m。对于品种多，出入量少的装油栈台，有单侧式（铁路有1股道）或双侧式两种。每侧有装油鹤位4～6个不等，每批可一次性装车4～12个。这类栈台由于品种多，同类鹤位间距为12m或12.5m，相邻不同品种间距可为4m或6m，栈台全长约40～75m。对于一个列车龙组来说，单侧式和双侧式相比，可使铁路减少一副道岔，调车次数减少一次，但栈台长，占地多。单侧式多在来车数量小的油库使用。

铁路装油栈台为钢结构或钢筋混凝土结构，台面高度一般在铁路轨顶以上3.3～3.6m，台面宽度为1.5～2.0m(单侧可宽些)，台面上任何凸出部位不得伸入到铁路限界中去。台面以下铺设输油管线及水、电、蒸汽、风、氮气等专线。台面两侧设有安全栏杆。每个鹤位配有万向活动小鹤管，上下罐车通过活动梯子，其倾角不大于20°。装车鹤位的回油系统建在栈台下面或栈台一侧。栈台两端建有斜梯，台面两端或中间每隔60m左右建有装车工人值班休息室。为了保证产品出厂和改善工人操作条件，现在的装油台大多建有大型防雨棚，只有润滑油装车栈台建在密闭的厂房内。

现在，一些炼油厂，如北京燕山石化公司炼油厂、山东齐鲁石化公司胜利炼油厂、南京炼油厂、石家庄炼油厂、荆门炼油厂等都先后建立了大鹤管装油台，装油品种多为汽油，柴油或重油，装油已完全按程序控制实现了装油自动化。

（2）铁路罐车装油作业

液体石油产品向铁路罐车装油目前有3种方式，即：敞口高位喷溅式装车；敞口低位浸没式液下装车；密闭低位液下装车。这3种装油方式在大鹤管和小鹤管上都有应用。

装油方式不同是由鹤管插入车内深浅程度而定的。鹤管口伸入罐车内，只停于罐内上部即不到罐径高度的1/2～1/3，油出口不被液面浸没的叫敞口高位喷溅式装车。鹤管伸入车底，鹤管出口一般距车底100～125mm，出口在装油过程中被油面所浸没的叫敞口低位浸没式液下装车。鹤管插入罐车底部，罐车人孔由专门密封盖封闭的叫密闭式低位液下装车。如图5-22所示。

敞口高位喷溅式装车方式使用较早，这和装油鹤管结构有关，这类鹤管有的带1节有的带

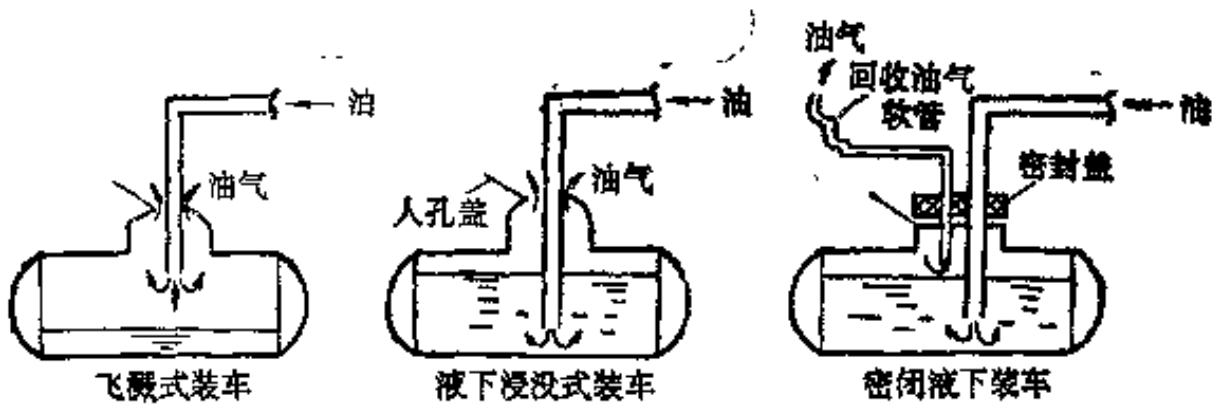


图 5-22　小鹤管装车不同形式示意图

2～3节铝套筒，全部放下也只能伸入车内不到1/2处，如果操作工人贪图省事，铝套筒不全部放开，鹤管口刚刚进入罐车人孔底沿下部。这种高位喷溅式装车，由于油品喷射、冲击、搅动而挥发损失很大，产生静电电位高，油气污染环境，又易引起着火爆炸。

据资料介绍，这种装油方式，汽油平均损耗率为0.21～0.26%，单车损耗量143～194kg/车。套管式小鹤管平均损耗率为0.44～0.49%，万向式小鹤管平均损耗率为0.18～0.20%，飞溅式大鹤管平均损耗率为0.21～0.23%。随着小鹤管结构的改进，新的装油技术推广应用，这种装油方式除重质油品装车还有应用外，轻油装车已不再采用。

敞口低位浸没式装车是1981年以来研究的装车新技术，特别是在轻油大鹤管装车中已得到普遍应用。详见第八章油品储运自动化。

密闭低位液下装车是最近几年研究的装车新技术。其中大鹤管密闭喷溅式装重油最早在原北京东方红炼油厂。新型大鹤管密闭液下定量装车设施，已于1989年在原石油一厂试用并鉴定成功。小鹤管轻油密闭液下定量装车首先由湖南长岭炼油厂等单位联合研制和试用，现已在全国许多炼油厂得以推广。采用这种装车方法，装车自动化程度高，改善了工人操作条件，降低了对环境污染，挥发的油气密闭回收，又基本杜绝了油品蒸发损失，是储运系统装车自动化的发展方向，详见第八章。

一般来说，小鹤管管径为100mm，单车装油平均时间25～30min/车。大鹤管管径为200mm，单车装油平均时间6～8min/车。装车流速约3.5～4.2m/s。

不同类型的铁路罐车装油高度不同，一般都装至人孔颈部下沿50mm左右，装满系数为0.9～0.95。各种车型铁路罐车大致装载高度见表5-9。

不同装车方式油品损耗对比见表5-10。

不同装车方式最大油面电位见表5-11。

表 5-9　各型铁路罐装载高度及最大装量

吨位 / 车型 / 型号 / 项目	30t	50t						60t	
	G3 G4	G6 G9	G12 G50	G15	G14	G12 G50 G13	G12 G16 G50	G17 G60 G60A G17A	G18 G19
	500	4	600	601	602	604	605	662	
一般装载高度，m	2.00～2.15	2.55～2.60	2.55～2.65	2.55～2.65		2.55～2.60	2.35～2.40	2.55～2.60	2.70～2.80

续表

项目 \ 车型 \ 吨位	30t	50t						60t	
	G3 G4	G6 G9	G12 G50	G15	G14	G12 G50 G13	G12 G16 G50	G17 G60 G60A G17A	G1 G1
	500	4	600	601	602	604	605	662	
最大装油参考重量，t(未考虑温差变化影响)									
汽　油	22	35.5	37	36	35.5	38	37	44	42.5
120号溶剂油	20.5	34.5	36	35	34.5	36.5	36	42.5	41.5
200号溶剂油	23	38.5	40	39	38.5	40.5	40	47	46
灯用煤油	23.5	39.5	40.5	40	39.5	41.5	41	48	46.5
轻柴油	24.0	41.0	42.5	41.5	41	43	42.5	50	49
农用柴油	/	/	/	/	44.28	45.32	44.35	52.28	/
重　油	/	/	/	/	46.8	47.93	46.90	55.29	/
润滑油	26.5	44	45	44.5	44	46	45	54.5	52.5

表 5-10　不同装车方式损耗对比表

装油鹤管形式	平均损耗率	按汽油出厂量100万吨/年	
		损耗量，t	价值，万元
套筒式小鹤管	0.406‰	4060	1076
万向式小鹤管	0.18‰ (75.06kg/车)	1800	477
喷溅式大鹤管	0.21‰ (87.57kg/车)	2100	537
喷溅式大鹤管	0.406‰ (174kg/车)	4060	1076
浸没式大鹤管	0.049‰ (21.3kg/车)	490	130
浸没式大鹤管	0.044‰ (18.34kg/车)	440	117

表 5-11　不同装车方式最大油面电位

炼油厂名称	DN100喷溅式小鹤管	DN200喷溅式大鹤管	ND200浸没式大鹤管
胜利炼油厂	−4.6kV	/	−4.5kV
荆门炼油厂	−0.6kV	3.8kV	0.45kV

4．铁路装油鹤管

鹤管是铁路油罐车上部装卸油的专用设备。铁路装油鹤管目前有两大类。一类是小鹤管，一类是大鹤管。按照“标准轨距铁路接近限界”规定，鹤管的水平伸长不得小于2.6m，鹤管装油口伸入铁路限界其最低点距轨顶高度不小于5.5m。

生产上对装油鹤管的一般要求是：操作方便，转动灵活，对位范围大，不易泄漏，维修容易，使用安全可靠。现在随着科学技术发展，装油鹤管结构近10年来也在不断改进，机械操作，自动程序控制，仪表监测，定量装车等新技术已经得到应用，各种新型鹤管应运而生。下面将常用铁路装卸油小鹤管做一介绍。

(1) *DN*100倒链式耳型装油鹤管

*DN*100耳型鹤管(原重机-108)结构见图5-23。该型产品由抚顺石油机械厂生产。

鹤管的主要结构由活动支撑环套、支撑杆旋转接头、弯管、短管、卷扬机、铝套筒、静电接地线组成。

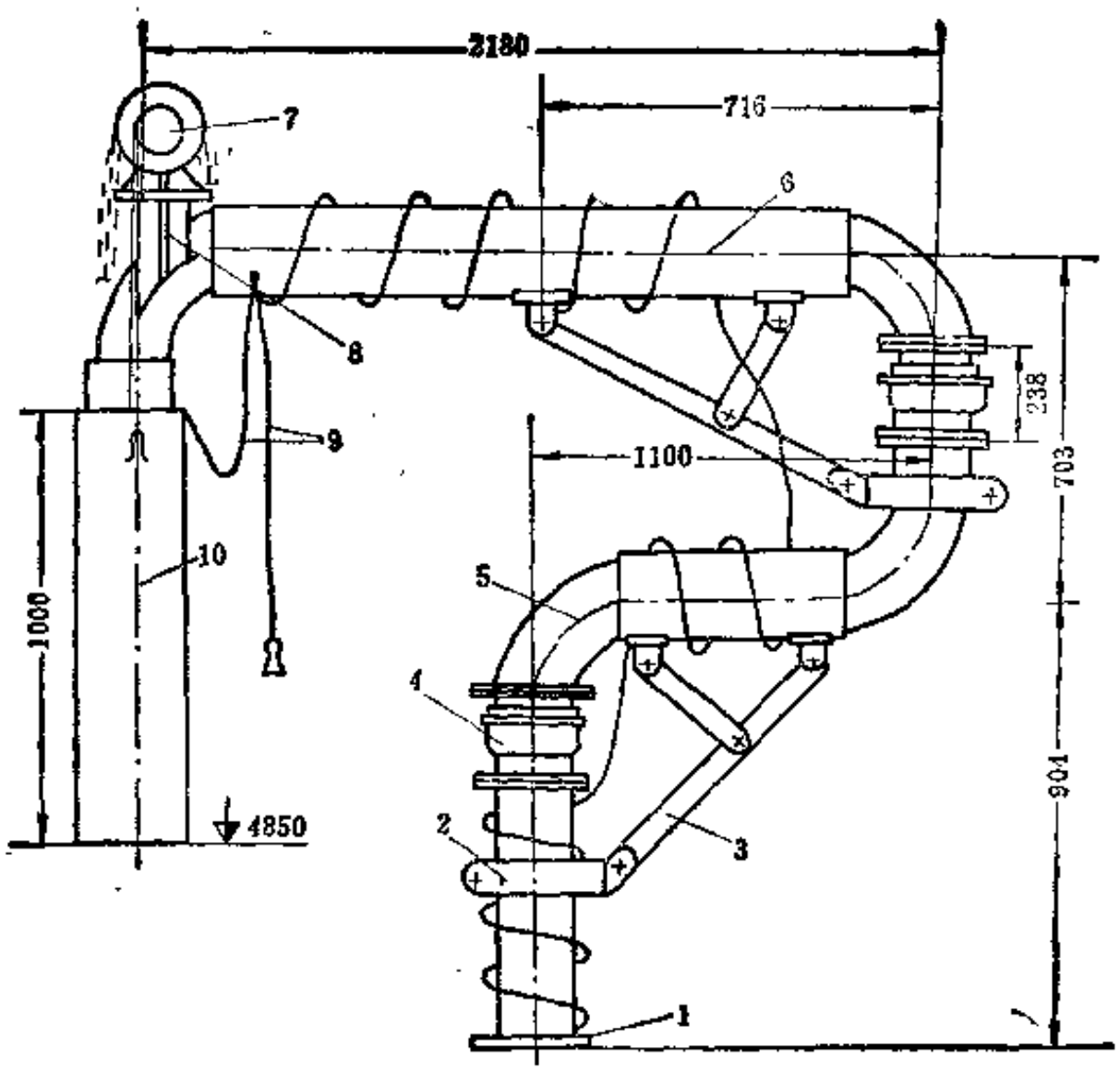


图 5-23　耳型装油鹤管结构图

1—法兰；2—活动支撑环套；3—支撑杆；4—*DN*100直通旋转接头；5—弯管；6—短管；7—手拉倒链式双筒卷扬机；8—带支架弯管；9—静电接地线；10—铝套筒

耳型鹤管技术性能如下：

适用介质：汽油、煤油、柴油和重油；鹤管直径：100mm；鹤管固定点至铁路中心距离：2050mm或2000mm；延伸范围：3000mm或3300mm；最大回转角度：360度；鹤管对车范围：4800mm或2590mm；旋转弯头严密性试压：0.6MPa（6kg/cm²）；强度试压：0.9MPa（9kg/cm²）；铝套筒：1节；总重：～185kg。

耳型鹤管对车活动范围，见图5-24。这种鹤管型式应用较早，且应用较广，转动灵活，对车范围大，操作较方便。缺点是使用长久，鹤管前端易前倾下斜，活动弯头易渗漏，维修时需设吊杆较麻烦。该鹤管装油方式属敞口喷溅式高位装车，目前重质油品装车还有使用。

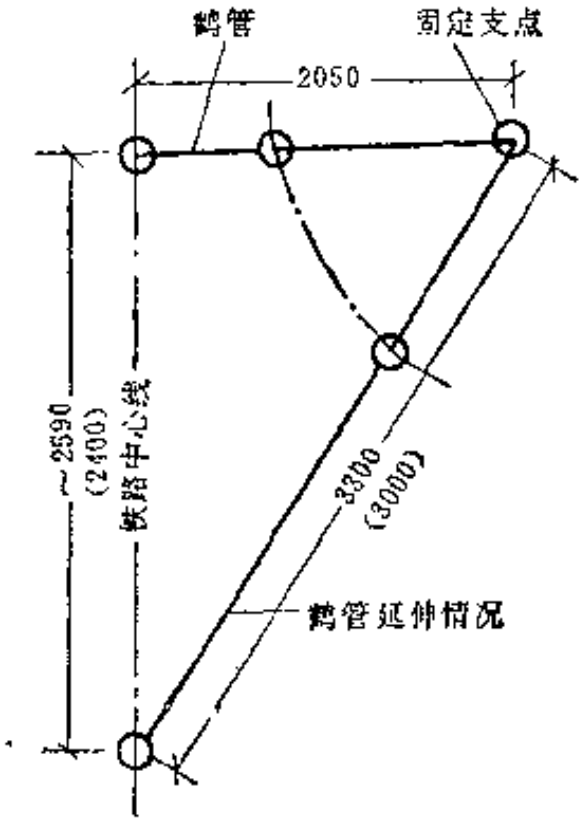


图 5-24　耳型鹤管对位范围示意图

(2) *DN*100 摆动伸缩式鹤管

*DN*100摆动伸缩式 鹤管（XYF-227）结构，见图5-25。

鹤管的主要结构由摆动机构、升降机构和伸缩机构组成。

摆动机构包括鹤管吊架、轴承座、可调拉杆。升降机构包括升降管、链轮、链条、护罩棘轮、摩擦片、轴、齿轮、卷筒、机架等。伸缩机构包括机架、拖轮、轴、齿条、拖架、链轮、摩擦片、棘轮、链条等。

鹤管对车活动范围见图5-26。

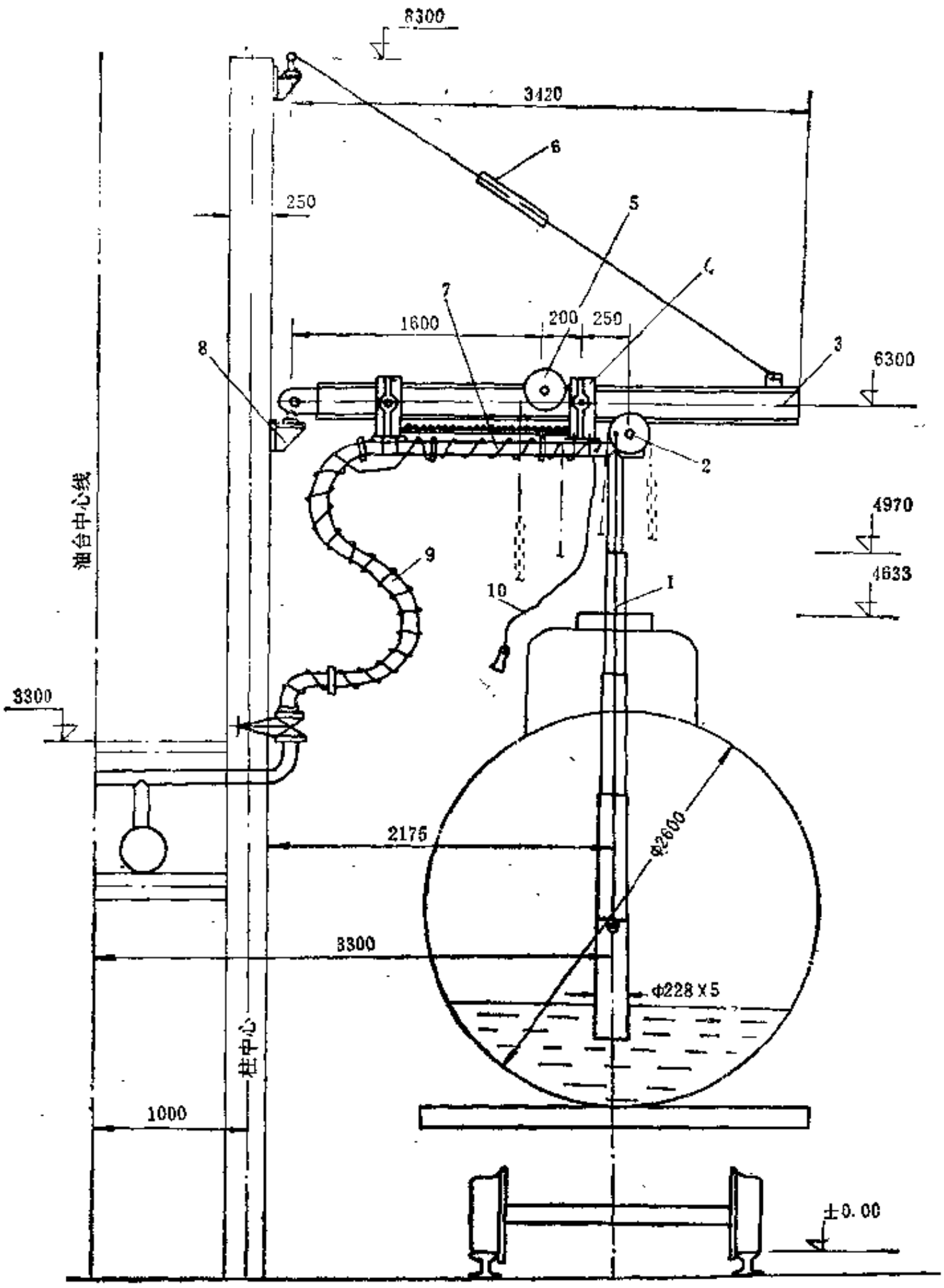


图 5-25　摆动伸缩式鹤管结构图
1—升降管；2-手动升降机构；3—鹤管吊梁；4—拖架；5—伸缩机构；
6—可调拉杆；7—钢管；8—轴承座；9—耐油胶管；
10—静电接地线

摆动伸缩式鹤管技术性能如下：

适用介质：汽油、柴油；鹤管直径：100mm；鹤管固定支架距铁路中心距离：2050或2150mm；鹤管延伸长度：800mm；最大摆动角度：180度；对车范围：4000mm；铝套筒：5节；总重：～570kg。

该鹤管适用轻油装车，转动灵活，对车范围大，维修工作量小。但操作比较麻烦（装车时，先用牵引绳拉鹤管转动粗对位，后用手动倒链使鹤管延伸精对位至车口，接着再手拉倒链使鹤管铝套筒下到车内）。该鹤管属敞口低位喷溅式装车方式。但是，如果操作工图省

事，鹤管铝套筒没有全部放到车内，则属高位喷溅式装车方式。

（3）DN100固定式万向鹤管

DN100固定万向鹤管结构见图5-27。

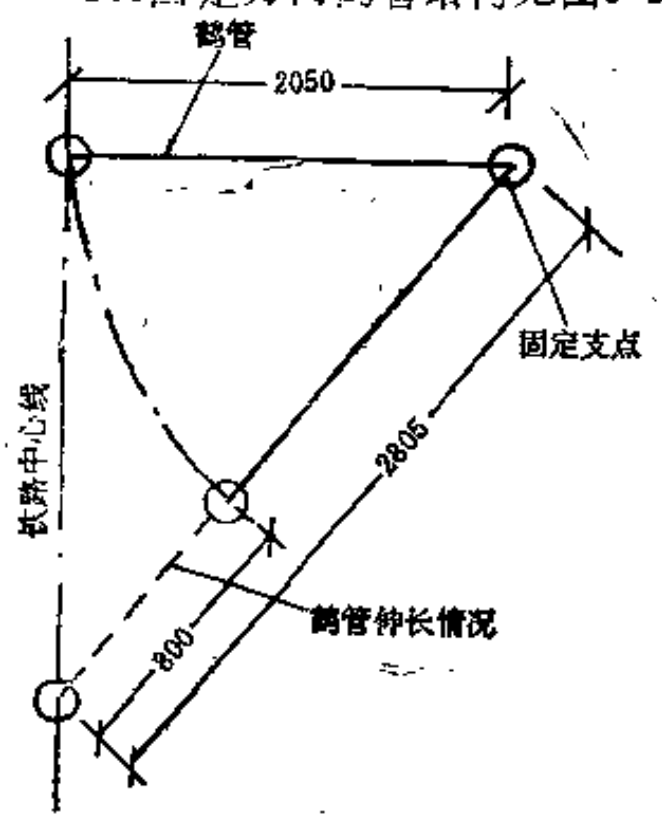


图 5-26　摆动伸缩式鹤管对位范围示意图

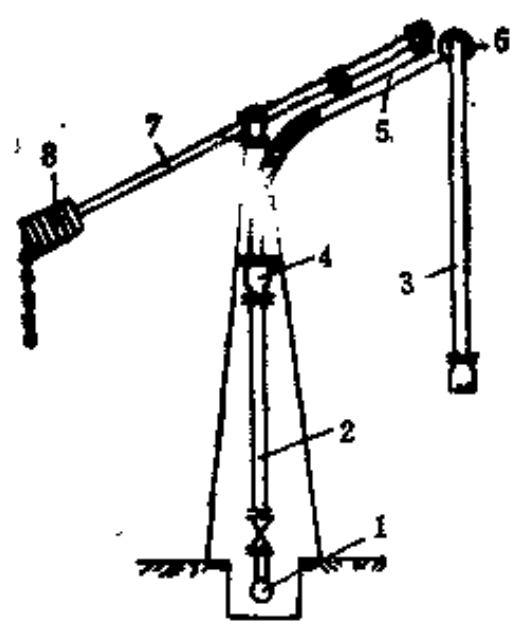


图 5-27　固定式万向鹤管结构图
1—集油管；2—立管；3—短管；4—旋转接头；5—横管；6—法兰；7—活动杠杆；8—平衡重

鹤管的结构主要由钢制立管、横管、铝制短管、旋转接头、平衡重锤等组成。

这种鹤管在其立管上装有旋转接头，能使鹤管在水平方向旋转。横管固定在可以旋转的活动杠杆上并利用橡胶软管与立管相连，当横管上下起落时，短管即可插入或从车内取出。为减轻操作人员劳动强度，在活动杠杆的另一端装有平衡重，在松动法兰螺栓后，短管靠自身重力即可保持垂直。短管用铝材制成，不仅重量轻，即使和车口碰击也不会产生火花。

固定万向式鹤管具有结构简单、重量较轻、操作方便、转动灵活等特点，该型属低位液下装车方式，在作业量不大的小型石油库应用较多。

（4）气动装油鹤管

气动装油鹤管结构见图5-28。

鹤管的结构主要由气缸、活动臂、斜吊杆、延伸滚轮、软管等组成。

该型鹤管是以压缩风为动力来驱动鹤管升降的。向气缸通入压缩风，气缸活塞向下移动，并使与活塞杆铰接的活动臂围绕旋转轴转动，从而带鹤管升起。装油时，只需放出汽缸里空气，鹤管靠自身重力垂直下到罐内，即可装油。鹤管的前后位移由延伸滚轮调节。这种鹤管操作方便，劳动强度小，适用于装油作业量大的油田或炼油厂。该鹤管属敞口低位喷溅式装车方式。

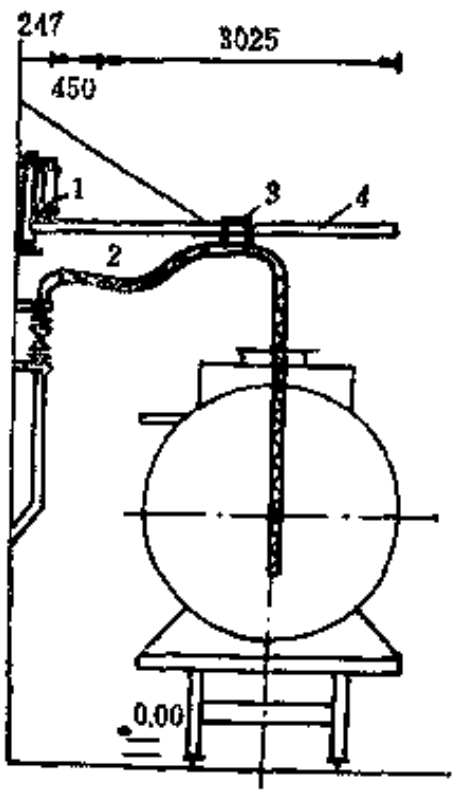


图 5-28　气动装油鹤管结构图
1—气缸；2—软管；3—延伸滚轮；4—活动臂

（5）100LAV型火车横车顶装鹤管

100LAV型火车槽车顶装鹤管适用于原油、重油、各类成品油及无腐蚀性液态化工产品的火车槽车灌装。

该型鹤管由连接法兰、水平回转器、水平短臂、耳片、摆动回转器、摆动臂、端部回转器和垂直管组成。它与其它鹤管结构不同之处是用压簧平衡式代替现在采用的扭簧平衡式。因此，鹤管的安全性、平衡性和调节性更好。

该型鹤管主要技术性能如下：

公称通径：DN100；公称压力：PN1.6MPa；最大工作半径：3800mm，5000mm；最小工作半径：3000mm，2200mm；水平回转范围：0～360°；垂直摆动范围：－15°～60°；垂直管长度：2000mm，3700mm；密封材料：耐油丁腈橡胶，氟橡胶。

该型鹤管由株洲百通技贸有限公司生产。

（6）84型升降式装卸油鹤管

该型鹤管主要结构由立管、活动弯头、升降平衡系统、升降器、竖直立管等组成。

鹤管主要技术性能如下：

适用介质：各种液体油料，公称口径：100mm；工作尺寸：完全展开时6025mm，完全收拢时为3100mm；升降平衡系统：采用箱式组合压力弹簧平衡器，升降灵活，无惯性；转动角度：360度，可供栈桥两侧装卸油料，对车位无死角；升降器：呈S形，俯视角为0～75度；操作耗力：旋转时，拉力不大于5kg，升降时拉力不大于10kg；适宜铁路双轨中心为5.7～6.5m；试验压力：0.2MPa无渗漏。

该鹤管具有结构紧凑、转动升降灵活，操作方便，对位范围广的特点，属敞口低位液下装车方式。生产厂家为中国石化总公司销售公司株洲制桶厂。

（7）FZX-1型轻油装卸鹤管

FZX-1型轻油装卸鹤管结构见图5-29。

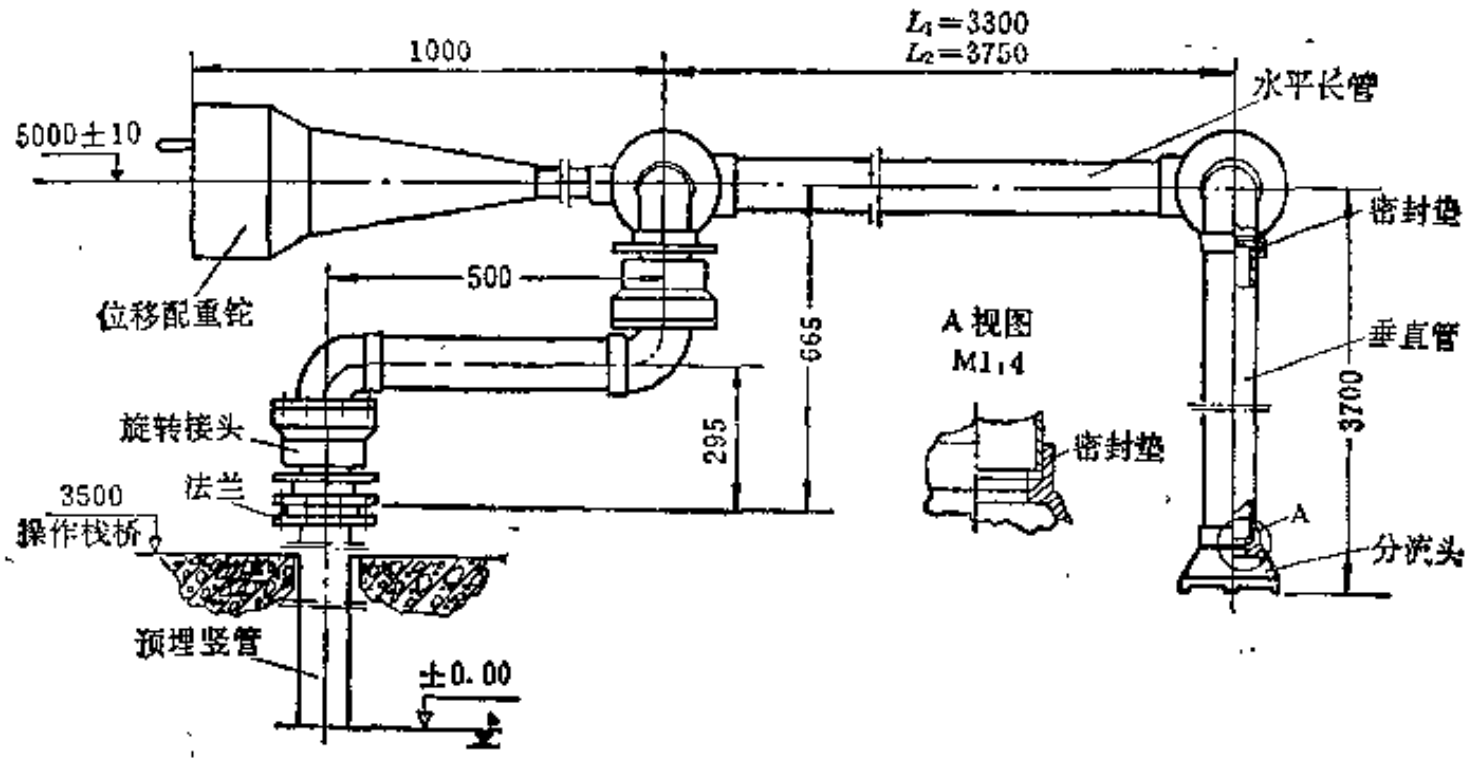


图 5-29 FZX型轻油装卸鹤管

该型鹤管的结构主要由分流头、吸油管（垂直管）、半径管、位移配重、活动弯头和加长管等组成。通过操作“位移配重”和3个活动弯头旋转配合，鹤管可上下移动并能做360度旋转。因此，适合栈台双面作业，对位灵活方便，很适合储备油库装卸油料使用。该产品由浙江乐清仪表三厂生产。

（8）公路／铁路罐车装卸臂

公路／铁路罐车装卸臂是连云港石化机械总厂与德国康乃士公司技术合作生产的新型装卸油设备。

该产品有顶部装载臂和底部装载臂两类。顶部装载臂型号有：MODEL-7401～7403和

7501～7506共9种。底部装载臂型号有：MODEL-8501～8505，8601～8605，8513～8517和8613～8617共18种。

顶部装载臂结构见图5-30。

该型鹤管结构由带基座立柱、入口法兰、旋转接头、内臂、平衡块、外臂和鹤管组成。型号的不同主要在于旋转接头的数量(可设4～6个)和结构的形式，由装卸油现场情况和需要而定。

该新型鹤管特点主要有：

①适用汽车或铁路罐车灌装液体或气体产品。

②能用于罐车顶部或底部，敞口或密闭装车均可。

③操作既可手动也可气动。

④鹤管平衡可通过配重或弹簧缸来实现。

⑤油管直径从50～150mm，回气管直径从25～50mm。

⑥工作温度-196～250℃

⑦设计压力可达1～4MPa（10～40kg/cm²）。

(9) 卸油臂

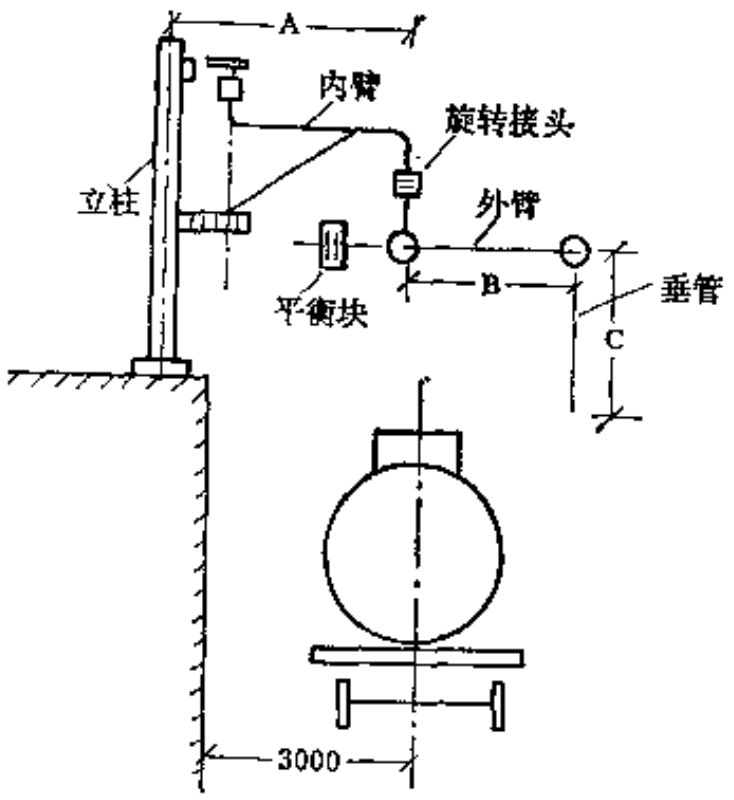


图 5-30　顶部装载臂示意图

卸油臂是接卸铁路粘油罐车下卸油品的专用设备，其作用与上部装卸鹤管相同。

卸油臂底部和集油管相连，上部通过带快速接头的软管和罐车下卸口相连。卸油臂主要由快速接头、托架、耐油胶管、胶管接头、旋转接头和钢管组成。结构见图5-31。

这种卸油鹤管的优点是对车位调节幅度大，有4m范围，减少了车辆摘钩次数，能适应各种不同车型罐车编组卸油。

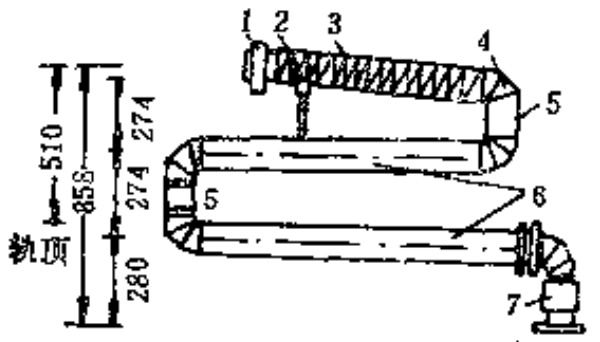


图 5-31　卸油臂结构外形图

1—快速接头；2—支撑托架；3—耐油胶管；4—胶管接头；5、7—旋转接头；6—钢管

5．铁路油罐车

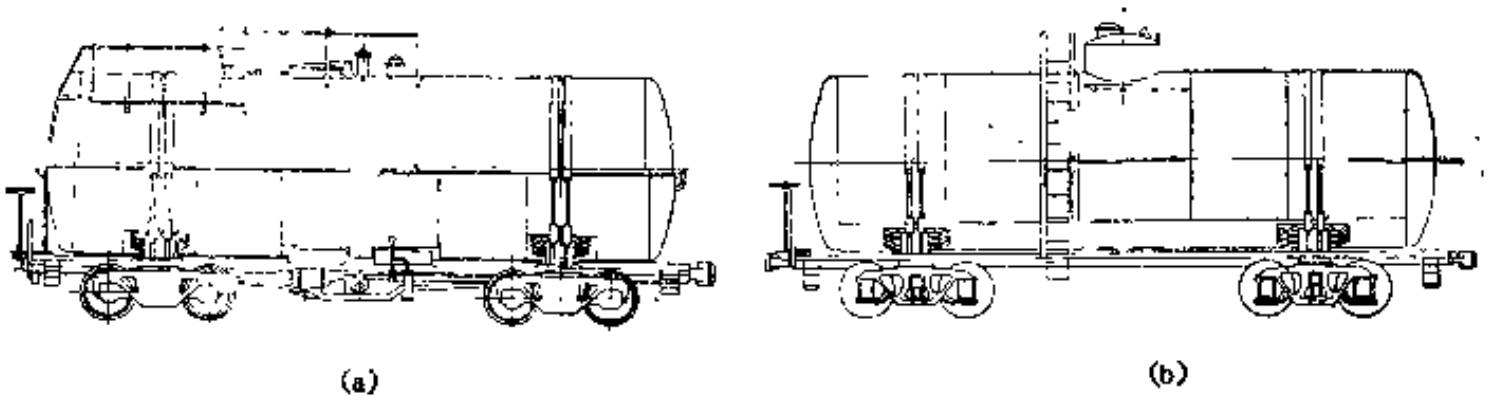
铁路罐车是运送液体、气体和粉末状货物的特种车辆，而铁路油罐车是专为装运石油及液体石油产品、石油气体及石油化工产品的运载工具。

铁路油罐车按其用途可分为：轻油罐车、粘油罐车和石油气体罐车。按其结构特点又可分为：有空气包和无空气包罐车，有底架和无底架罐车，上卸式和下卸式罐车。按载重量又可分为25、50、52、60、62、65t等6种罐车。

目前，我国铁路油罐车车型和罐体型号很多，但其基本结构是相同的，见图5-32。

铁路轻油罐车的车型有G2、G6、G9、G15、G16、G18、G19、G50、G60、G60A型等，有效容积有30、50、60、80m³等。粘油罐车的车型有G4、G12、G14、G17、G17A、GL等，有效容积有30、50、60m³等。

罐车的主要结构包括：罐体、空气包、卡带、工作台及栏杆、外梯、底架（牵引梁和枕梁）、转向架、缓冲器、制动盒、过台板及护栏等。空气包上设有人孔及呈半球形状的孔



(a)　　(b)

图 5-32　铁路油罐车外形结构图
(a)—轻油罐车；(b)—粘油罐车

盖、安全装置和下卸控制手柄。空气包有圆形或椭圆形两种，其容积为油罐容积的2～3%，通常有1.5、2.0、2.5m³3种。无空气包的人孔直径有396、562、570mm3 种，人孔座高150mm或300mm。轻油罐车上设置的安全装置有安全阀、进气阀或呼吸式安全阀，用以减少运输途中呼吸损耗。安全阀工作压力为0.15MPa(1.5kg/cm²)进气阀真空度为－19.6kPa(－0.2kg/cm²)。呼吸式安全阀取代了安全阀和进气阀，定压相同，规格有90/75mm和60/20mm两种。

轻油罐和粘油罐的结构不同之处，主要在粘罐的罐体外部有加温套和下卸装置。上卸式罐车罐体顶部有进风管，抽油管，罐体内底部中央设集油窝。粘油罐车的加温设施有加温套加热和内部蒸汽管加热两种。采用最多的是敞开式暖气加温装置，加温套为夹层式，呈半圆筒形，装于罐体下半部，加层间距为35mm或40mm。加温套两端设有排气口，总加热面积为37.5m²，加温用蒸汽压力一般为0.5MPa (5kg/cm²) 左右。实践证明，采用带加温套加热比内部蒸汽加热管加热效果快4～6倍，卸车时间短，蒸汽损耗量少，而且蒸汽不和油品直接接触，还保证了油品质量。因此，在粘油罐车已得到了广泛运用。

粘油罐车的下卸装置主要包括中心排油阀、三通管、侧阀和端盖。下卸装置都有加温套，以利开关灵活，快速卸车，冬天防凝。中心排油阀有4种结构：装在G500 型上为中心排油阀；G12型上为双作用中心排油阀，它们的开关手柄都装于罐顶空气包上；装在 G17、G12A型上为活塞式中心排油阀；G17 型上为球形中心排油阀，它们的开关手柄都装在罐体两侧的专门开闭机构上，双作用排油阀结构复杂，通路小，卸油速度慢。球形排油阀结构简单，重量轻，通道大，卸油快，操作也简便。做为下卸的第二道保险阀门，其侧阀有闸板阀和球阀两种。有的阀门还有开闭档和铅封孔。端盖（又称侧盖）是做为车辆运行中，一旦阀门不严能防止漏油的措施。端盖有两种结构形式，一种是外部带有M140×5或M130×3的螺纹端盖，另一种是带快速接头的端盖。下卸口的高度：G12型为68mm，G17型为51mm。

装载不同介质的铁路油罐车，外壁涂刷不同颜色防腐漆。装载轻油的（如汽油、煤油柴油、苯类产品等）罐体为银白色，装载粘油的（如原油、渣油、蜡油、沥青等）罐体为黑色，装载润滑油或硫酸、液碱的罐体为黄色。另外，在罐体两侧还分别用漆喷写相同而又明显标记，包括品名、车型、车号、载重、自重、容积、容积表号、换长。凡属厂矿自备的，都在罐体中部刷有黄色（或红色）宽200mm的环形带，在断开部位标明罐车所属单位。而装运石油气体的罐车，在罐体中部刷有红色环形带，宽200mm，以示装载危险品，严禁烟火。

铁路油罐车技术资料及特征见表5-12。

6．铁路罐车装油操作

向铁路罐车装油是在铁路装油栈台通过鹤管装油设备，由油区开泵或自压来完成的。装

表 5-12　铁路油罐车主要技术资料及特征表

序号	罐车型式			重量参数，t		总容积	有效容积	罐车尺寸，mm					制造厂	主要特征
	车型	型号	用途	自重	标重	m^3	m^3	罐总长	宽	高	罐内径	转向架中心距		
1	G3	500	轻油	16～17	25	29～30.5		8980			2050			有底架、中梁，无侧梁，空气包圆形，有吸油窝
2	G6、G9	4	轻油	24	50	50 52.5		9600		3100～3200	2600		前苏联	有中梁和侧梁，空气包圆形较矮，梯子在罐体中部
3	G15	601	轻油	23.5	50	49.7 52.0		9600			2600		罗马尼亚	有中梁和侧梁，空气包为椭圆形，两侧有三道横杠
4	G13	605	轻油	19.1	50	52.5	50	10160	2882	4428	2600	7500		无空气包，无底架，外梯在车体一位端，成车体中部
5	G17	604	轻油	24 24.5	50 55	61.5 60	60	10000 9980	3130	4650	2800		罗马尼亚	有中梁，无侧梁，椭圆形空气包，两侧有二道横杠
6	G19		轻油	20.7	63	80 80.36	77	12960	3080	4617	2800	9620	大　连	无底架，无空气包，带下卸阀，有2个呼吸式安全阀
7	G50	604	轻油	21.5	52	52.5	50	10026	3020	4612	2600	6800	江　南	有中梁，无侧梁，罐体对接，空气包为圆形，2m^3
8	G50	600	轻油	23.5	50	52	50	10000	3020	4638	2600	7820	西　安	有中梁和侧梁，罐体搭接，空气包为圆形，2m^3
9	G50	605	轻油	22～24	50	52.5	5	10160 10140	2892	4528	2600	6800	西　安	有中梁，无侧梁，无空气包，外梯在车体一位端
10	G30	660	轻油	21.7	60	60.0 60.79	58.4	9810	3220	4755	2800	6800	西　安	无底架，椭圆形空气包，容积2.4m^3，上卸式，ϕ4"抽油管
11	G60	662	轻油	22.4 23.0	50	62 62.9	60	10410	3100	4747	2800	7300	大　连	有中梁，无侧梁，无空气包，上卸式，ϕ3"抽油管
12	G30A	662	粘油	18.53	52	62 62.09	60	10401	2930	4442	2800	7300	西　安 大　连	无底架，无空气包，上卸式，ϕ3" 抽油管
13	G4	501 522 525	粘油			30.35 38.5		10940 11068			2040 2140		山海关	有中梁，无侧梁，有排油阀，无加温套，两侧有直梯
14	G12	604	粘油	20～25	50 50.5	52.5	50	10026	2892	4442	2600	6800	大连、沈阳 江　南	有中梁，无侧梁，大多有圆形空气包容积1.5m^3，有加温套
15	G12	605	粘油	22～24	50	52.5		10160			2600		西　安	有中梁，无侧梁，无空气包，有加温套
16	G13	604 606	粘油	19 23	50	50 52		10026 9100	2910		2600			有中梁，无侧梁，圆形空气包，罐内有温管
17	G14	602	粘油	16	50	51		10070			2582		德　国	有中梁，无侧梁，椭圆形空气包，有加温套
18	G17	661	粘油	23.5	52	62.09	60	10410	3100	4747	2800	7300	大　连 西　安	无空气包，有加温侧和下卸阀，外梯在中部两侧
19	G17A	662	粘油	20.2～21.7	52	62 62.09	66	10410	2930	4442	2800	7300	大　连 西　安	无空气包，无底架，有下卸阀，外梯在车体一位端

油操作及管理要求集中表现在以下几点：

①接调度进车通知后，岗位人员应提前上台，检查油台梯子、鹤管是否复位，两侧铁路线上有无障碍物，并做好鹤位分工。

②按装油品种，提前打开油台下有关主线阀门，并通知罐区，来车台数，需装油品品种、牌号，同时向罐区了解油罐号，流程管线号、油品温度、含水及质量情况。

③罐车进入油台，由台长引导并组织接车对位，台首和台尾前后信号联系明确（白天用手信号，夜晚用手电灯光），必要时由台中部人员传递信号，避免车未停稳或对位不正盲目上车出现事故。

④全部对位准确，由首车操作人员通知调车人员摘钩，机车开走或移至台外，再发出上车信号。

⑤放梯子掀车盖要轻，铝套筒应全部放到车内。装轻油，鹤管口离罐底不大于200mm。装重油，鹤管口插入车内深度不小于500mm。鹤管定位后，应用绳子与油台栏杆拴牢，以免装油时，因流速快压力高鹤管跳动和车口发生碰撞。

⑥装轻油时，应先把静电接地线铜卡和车口接好。对有下卸的罐车应检查下卸阀门是否关闭，阀盖是否拧紧、并加铅封，防止灌装过程或运输途中跑油。开阀装油前，还要格外注意，轻油鹤位回油阀一定要先关闭，以防跑油。

⑦油品装车，一般来说应执行“三对、三看、一联系、五不装”规定。见第三章第三节。

⑧装油过程中，操作人员应站在罐车口的上风方向，避免油气熏人。夜晚不准在车口直接开闭手电。油装完盖车盖要轻，紧固螺丝不准用扳手敲打，以防产生火花。

⑨上下罐车要走梯子或跳板，不准盲目跳车或跨越栏杆，冬季要有防滑措施。

⑩装车中要注意油面上升速度，特别是重油，严防高温热油遇底水面突沸。根据车型按装车标准装油，做到不超装、不短量，适时关阀，严防跑油冒车。

⑪装重油时，时常发生油面有大量泡沫，遇有突沸现象应离开车口及时关阀，待液面下落稳定后再开阀装车。

⑫做为最后停泵鹤位，鹤管一定用绳拴牢，液面接近装车标准前，提前控制阀门开度，并和罐区泵房要通电话，适时停泵，防止压力高鹤管跳动跑油，或突然关阀使罐区憋压损坏机泵。

⑬车装完油，经检尺计量后盖好车盖，拧紧螺丝，打上铅封，取下静电接地铜卡、掀回梯子并把鹤管拉回油台拴好。

⑭轻油装完，关闭鹤位阀门后及时打开回油阀，排净鹤管内存油。重油装完，关阀后要及时打开扫线阀，把鹤管内存油扫入车内。油台批量装车间隔时间长，应关闭台下油线总阀，冬天为防止管线冻凝，在装车完后应及时扫线或定时开泵循环。

三、石油及产品的水路装卸

我国有相当一批炼油厂建在沿海或沿江，加工的原油除国内（大庆和胜利）原油外，还有进口原油。这些炼油厂的原油进厂和90%左右的成品出厂。主要靠油轮或油驳装运。

采用油船运输油品，成本低，经济性好，而且成本是随油船吨位增大而降低，见表5-13。

目前，我国原油装船码头主要有大连、秦皇岛和黄岛，进口原油码头有仪征、福州（湄州湾）、宁波、镇海（算山码头）、舟山（舟山基地）、天津、茂名石化码头等。

由于一些炼油厂建在长江内地，进口油轮要受长江口航道、水深和南京、武汉两大桥净

表 5-13 油船运输成本与载重关系

载重量，10^4t	1.6	1.9	3.0	4.5	7.0	8.5	10.0	20.0
运输成本，%	100	90	63	51	43	40	38	25

限制，因此海进江原油只能卸到南京过驳锚地，然后通过船用油泵打入油驳，过载油驳经编组组成船队，由拖轮送往长江上游6个石化企业。承担原油海进江的有上海海运局油轮公司，南京长江油运公司和广州海运局等单位。当前，随着石化工业和国际间贸易飞速发展，沿海、沿江各炼厂，普遍存在着加工能力大，出厂运量大而运力严重不足，运量与运能矛盾日益突出。另外，生产与运输还要受各种自然因素(如：大风、雨雾、航道、水位、风浪等)影响，给企业生产和经济效益提高带来许多困难。为此，各沿江沿海炼油厂，为缓解运输紧张局面，扩大原料来源，努力降低运输成本，广开市场，发展外向型经济，正在大力增加原油和成品油储备能力，扩建装卸油码头设施，组建自己的专业运输船队，开通江海运输新渠道。

1．油轮与油驳

油船是油轮和油驳的统称，是海运与河运原油及其成品的装载工具。

根据油船有无自航能力，油船可分为油轮和油驳两类。

油轮　油轮自带动力设备，除能航运外，还有依靠自身动力进行油品装卸作业的功能。油轮按其使用可分海运和内河油轮两种。海运油轮多在万吨以上，大的几十万吨，主要用于原油海上运输。目前，国内海运油轮有5.0、2.8、2.4、1.4、1.0、0.5、0.4万吨等，国外油轮常见的有15、10、9.0、8.5、8.0、7.7、7.0、6.8、6.0、4.5、3.5、3.0万吨等。成品油的海上和内河运输油轮多在3000～5000吨。根据油轮装载油品的闪点、粘度和密度等不同，油轮上配备有装卸油系统、扫舱系统、洗舱系统、蒸汽加热系统、透气管网系统、冷却降温系统、消防及惰性气体系统。由于油轮装载的是散装液体油品，因此其货油舱不同于其货舱，从安全考虑，油轮的货油舱与其它部分隔舱相隔离而形成一个整体。油轮上的其它隔舱还有：机舱、锅炉舱、货油泵舱、专用压载水舱、隔离空舱和干货舱。

油轮的主要技术指标有：

①排水量　油船满载时排开水的重量，它等于油船自重和载重量之和，单位为吨。

②载重量　承运的油品重量与油船本身自带的消耗物品（如：燃料、用水、生活储备用品等）重量之和，单位为吨。

③载货量　承运的油品重量，单位为吨。

④吃水深度　满载时船体浸入水中深度，单位为米。

⑤航速　满载时船的行驶速度，单位为km/h。

载重与排水量之比称为排水量的利用系数，它表示油轮构造的完善程度。利用系数一般在0.68～0.80之间。

油轮的技术规格见表5-14。

油驳　油驳是指不带动力设备，不能自航的油船。它的航行须靠拖船牵引或顶推，船上油品要依靠油库或码头上的加热设备和油泵来装卸。油驳按使用来分也有海上和内河两类。我国油驳多在内河航行，载重量有50、100、300、350、400、500、600、900、1000、1500、3000、3500、5000t等多种。油驳上有6～15个油舱，并有一套可以相互连通或隔离的管组。

表 5-14 油轮技术规格

油船吨级	满载排水量,t	长，m	宽，m	高，m	载重量，t	载重吃水深度，m
1000t级	1710	67.42	10.0	4.5	1000	3.9
2400t级	3220/3070	100.35	13.8	4.8	2000/2450	3.2/3.6
3000t级	4911	101.0	12.8	6.5	3029	5.5
15000t级	21020	163.4	20.6	11.15	14234	8.8
24000t级	32319	178.6	25.0	12.6	22512	9.5

因此，可装载一种油品，有时也可装载两种以上油品。油驳受载后都要编成船队，一般由4艘油驳组成，最多可拖7～8艘。沿长江往上游顶进时，大多使用1250、1500、2400、2600或3200马力的拖轮。正常水位行驶速度为7km/h，洪水季节船队则改为由3艘以下油驳组成。船队下行牵引速度为20km/h。江河采用油驳装运油品，不受航道和吃水深度限制，能适应水位变化，一般可常年满载航行，因而运费低，经济性好。

油驳技术规格，见表5-15。

表 5-15 内河驳船技术规格

船别吨级	定额载重量 t	主要尺寸，m			吃水深度，m			
		长	宽	深	空船		满载	
					前	后	前	后
400t级柴油驳	390	45.89	7.34	2.46	0.54	0.54	2.11	2.11
400t级汽油驳	400	40.00	8.00	2.70	0.30	0.58	2.30	2.36
600t级柴油驳	640	50.60	8.53	2.90	0.69	0.69	2.50	2.50
600t级汽油驳	600	56.00	10.00	2.00	0.50	0.50	1.60	1.60
900t级柴油驳	900	56.34	10.19	3.05	0.50	0.50	2.64	2.64
1000t级汽油驳	1000	62.00	11.00	3.50	0.40	0.60	2.76	2.76
1500t级柴油驳	1500	75.00	13.00	3.50			2.60	2.60

2、装卸油码头

油码头是油船停泊和装卸油品的场所。有的油码头是由港务部门营建和管理的，而大多数炼油厂的油码头都是企业自行建设并管理的，也有的属石油销售公司专门营运的油码头。

建造油码头的海湾或河湾，应该具备以下基本条件：

①地质条件好，地层坚实，不易堆积泥沙。

②水域面积宽阔，可供油船停泊、装卸油品和自由调度。

③有足够的吃水深度，能停靠符合生产要求的大吨位油船。

④周围地形好，能遮挡狂风，不受大波浪冲击。

⑤和周围货运码头及厂房有足够防火安全距离，不受外来火灾危害，也不危及周围其它单位或建筑安全。

油码头有近岸式固定码头、浮码头，栈桥式固定码头和外海油轮系泊码头3种。

(1)近岸式码头

近岸式码头多利用天然海湾、河湾或建防护设施而成。常见的有固定码头和浮码头两种。

固定码头　一般是利用海岸或河岸天然地形建筑。这种码头适用建在坚实的岩石或硬质土壤上，其优点是施工简单，结构紧固，整体性好。主要缺点是港内波浪大时，遇岸壁波浪反射将使港湾水面难于平稳，不利油船停靠作业。它不适用建于水位落差较大而且作业量大的内河港码头，新建海湾油港已不在采用。

浮码头　对于水位经常变动的港口，适宜建设浮码头（亦称趸船）。这种码头由趸船、趸船锚系和支撑设施、引桥、护岸设施、浮动泵站及输油管系统组成。浮码头的特点是能随水位涨落而升降。常用趸船有钢质、钢筋混凝土和钢丝网水泥趸船3种。活动引桥多为钢结构，宽度不小于2m，在低水位时桥的坡度不大于1:3。这种码头停靠油船吨位都在3000t左右，在沿海或内河的各级油库应用较广。

浮码头见图5-33。



图 5-33　浮码头

(2)栈桥式固定码头

随着我国经济贸易发展，载重万吨级以上大型油船相继投入海运和进江，因此在沿海已有炼厂修建了栈桥式固定码头。这种码头借助于引桥将泊位引向深水处，它能停靠油船数量多，吨位等级大小不一，可接卸原油进厂，也可同时保证产品装船出厂。该码头由引堤引桥、工作平台和靠船墩等部分组成。引堤是由陆地向引桥的过渡设施，引桥供人行和敷设管道使用。工作平台是油品装卸时工人进行操作的场所。靠船墩则为靠船和系船之用。栈桥式固定油码头见图5-34。有的在主码头两侧可同时停靠不同吨位的油船，操作互不干扰。

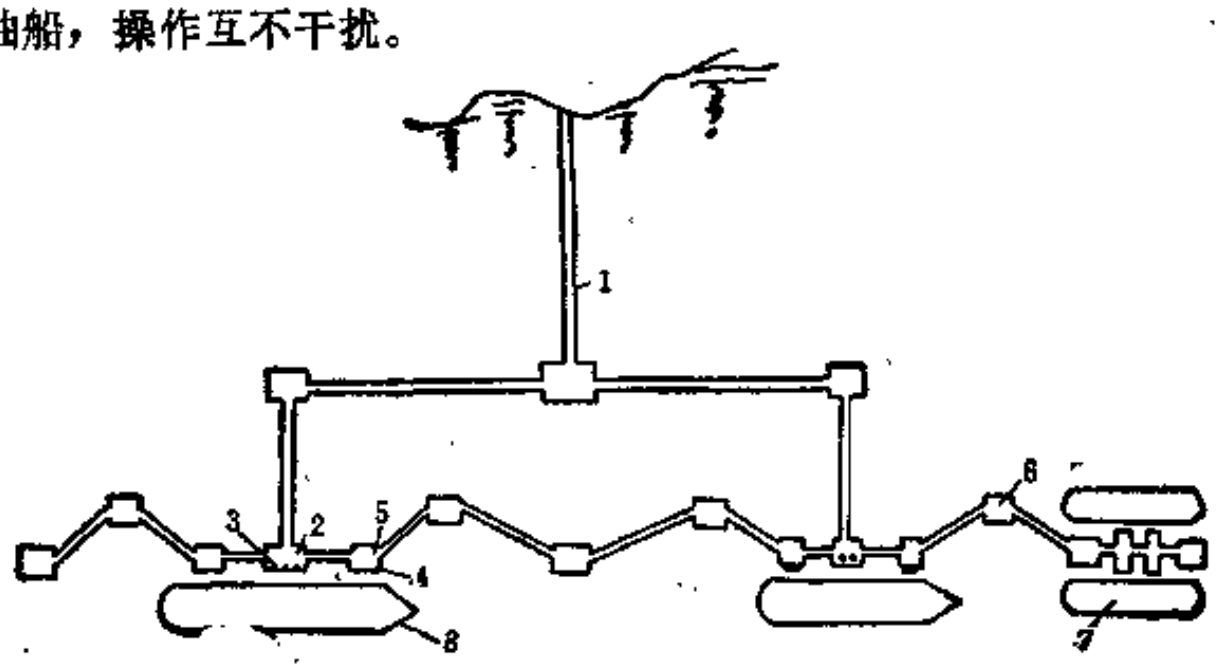


图 5-34　栈桥式固定油码头

1—栈桥；2—工作平台；3—卸油臂；4—护木；5—靠船墩；
6—系船墩；7—工作船；8—油船

例如我国1992年7月投用的全国第二大专用油码头福建炼厂湄洲湾码头，全长436m，钢结构引桥长824m。该码头建有10万吨级原油码头（兼靠5000吨级成品油码头）和3000吨级成品油码头。该码头为重力墩式深水码头，年吞吐能力为6210万吨。1994年12月4日，我国最大原油泊位浙江镇海炼厂算山码头1号泊位成功地接卸了一艘25万t级外国油轮，这标志着该泊位由15万t级改建成25万t级，年吞吐能力由原来的1260多万t增加至1500多万t，平均每小时可接卸原油1.6万t，一艘25万t级油轮不到20h就可全部卸完，它的建成为该厂向外向型经济发展创造了有利条件。

(3)外海油轮系泊码头

石油与海运事业的发展，使油轮的吨位已从几万吨发展到10～30万吨级，目前50万吨级巨型油轮也已下海投用。由于大型油轮尺寸大，载量大，吃水相应加深，已不能驶入近海油

码头或进入长江口。因此，油码头开始向外海发展。目前，外海油轮系泊码头主要有浮筒式单点系泊设施，见图5-35，多点系泊设施，见图5-36和岛式系泊设施，见图5-37，3种类型。这些类型油码头都是大型或超级油轮都是远停海港外海，通过海底输油管道和浮筒或外海工

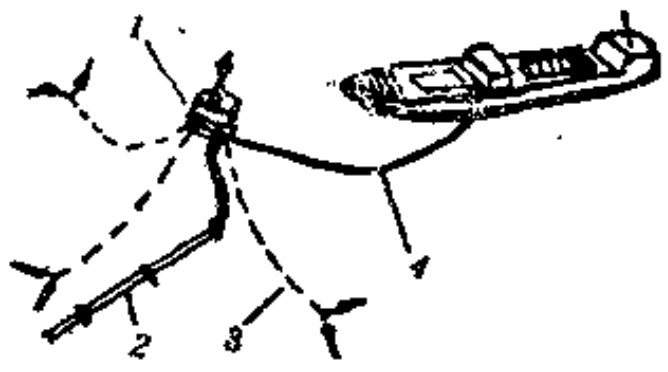


图 5-35　浮筒式单点系泊设施
1—浮筒；2—海底油管；3—锚系设备；4—油管

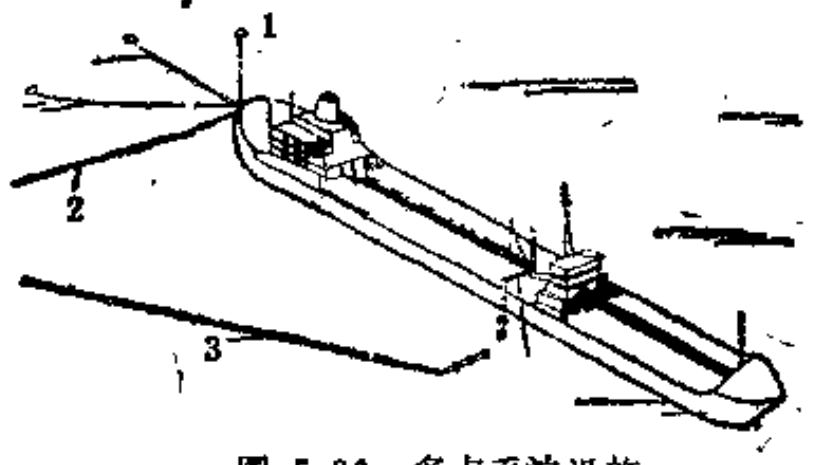


图 5-36　多点系泊设施
1—系泊浮筒；2—系缆绳；3—海底油管

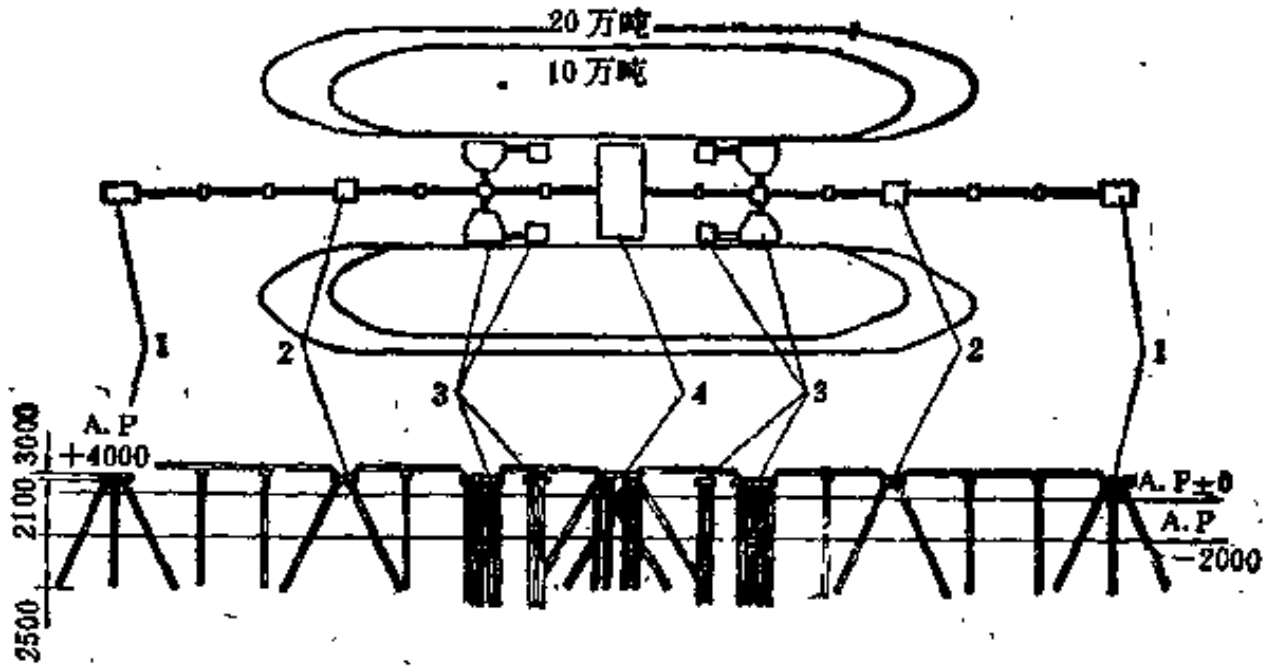


图 5-37　岛式系泊码头
1—外型系泊桩台；2—内侧系泊桩台；3—靠船栈台；4—工作平台

作平台与油轮输油管线对接，进行油品装卸作业，把原油输送到岸上库区。

目前，我国第一套25万t级单点系泊海上原油接卸系统工程已于1994 年12月24日 正式投用。该工程建于广东电白水东湾外海域，它由25万t级单点浮筒、100万m^3岸上库区和 63km 大口径输油管线 3 部分组成。其中单点系泊系统的浮筒直径11.5m，高 3.65m。在它上面有两条270m长，直径500mm的漂浮软管，浮筒下面有两条30m长、直径 500mm 的水下软管。油轮上的原油经海上浮筒由一条直径 864mm、长15.3km的海底管线输往岸上海库。这种原油接卸方式具有接卸能力大，投资省，工期短优点。它的建成结束了我国无单浮式海上原油接卸的历史，成为我国南方进口原油的集散基地，并为广州、茂名各炼厂走向世界创造了条件。

3．水路装卸油设施

向油船装油或卸油的方式主要取决于储油区与码头的距离和两者高差。若两地距离不长、高差不大，从船上卸油时可用油船上的泵直接卸油输往罐区。装油时，也可利用两地高差自流向油船装油。如果储油区与码头相距太远，两地高差相差太大，则在岸上应建缓冲罐，利用船上泵先将油品输入缓冲罐，然后再用地下中间泵将油输往储油区。装油时，则应由岸上输油泵房向油船装油。

油码头（或趸船）上，一般建有装卸油泵房。装卸油管路，按油品品种多少可单独设置也可各有分支的多管设置，分支管路数量、直径由油船的尺寸、载重量和装卸速度等条件决定。在实际配置时，几支不同油品品种的分支装卸短管都设置在同一操作间或平台上。

油船装卸油设施不同于铁路装油栈台或汽车装油台，因为油船要受海（河）浪冲击，而且随着油船载荷的变化，吃水深度也在变化。因此，油船上输油管和码头上输油管的连接应能适应油船的起伏变化。目前，国内装卸油导管有橡胶软管和输油臂两种形式。采用橡胶软管，其适应油船起伏性虽好，但装卸效率低，易泄漏，工人操作劳动强度大，使用寿命不长。而油臂是国内外油码头广泛使用的一种装卸油专用金属导管之一。拉索式金属输油臂结构见图5-38。

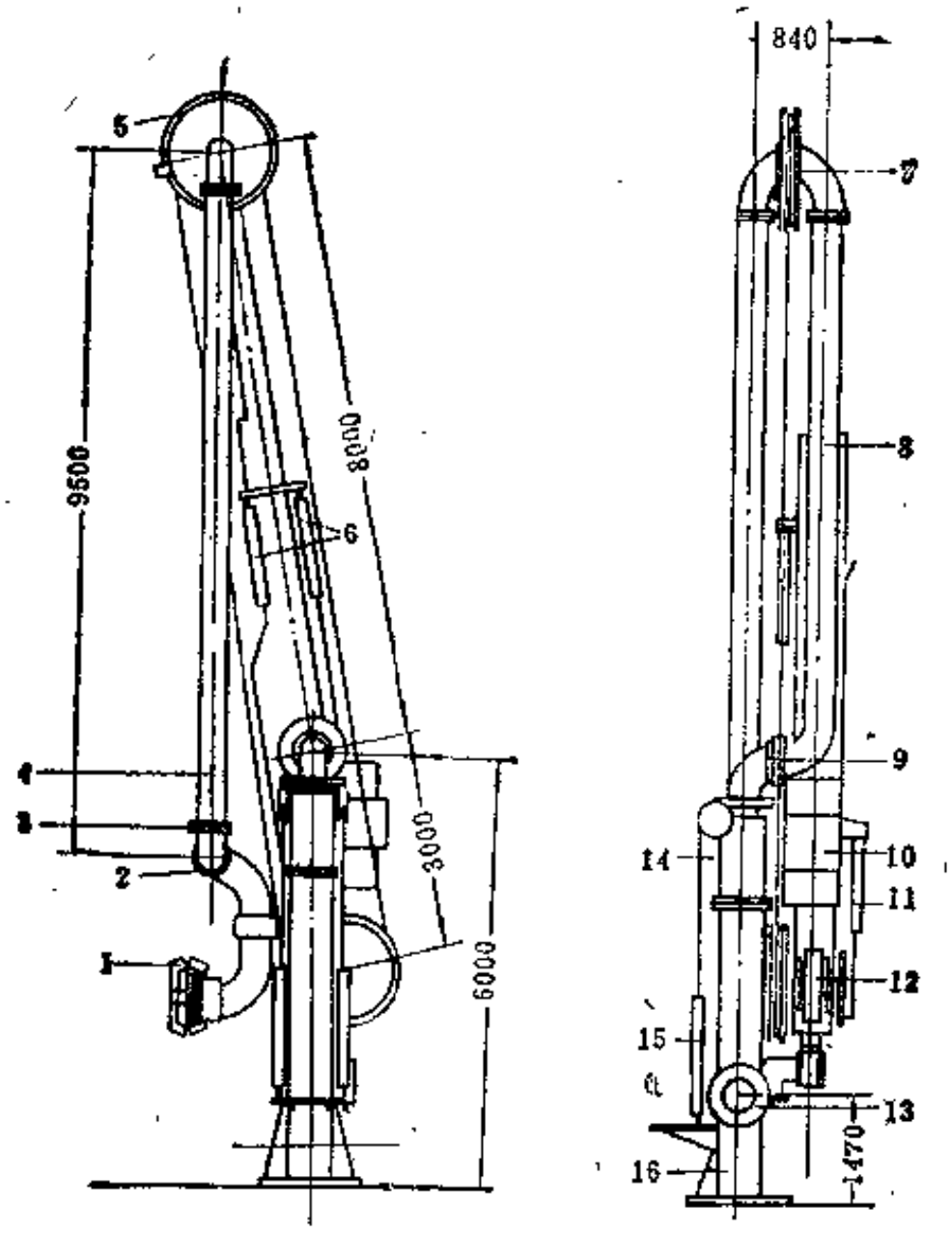


图 5-38　拉索式输油臂结构图

1—快速连接管；2—三向回转接头；3—静电绝缘法兰；4—外臂；5—头部大绳轮；6—内臂驱动油缸；7—头部回转接头；8—内臂；9—中间回转弯头；10—旋转配重；11—外臂驱动油缸；12—固定配重；13—输油臂连接法兰；14—竖向回转接头；15—旋转驱动油缸；16—立柱

输油臂一般由立柱、内臂、外臂、回转接头以及与油船接油口连接的接管器等组成。在液压缸作用下，各连接部位的回转接头可作水平或垂直方向转动，在油船紧靠码头停稳系锚后，输油臂靠液压系统驱动内外臂迅速达到需要位置，由码头上的接管器（快速接头或法兰螺栓）和油船上输油管接口相连，然后进行装卸油作业。油码头上的输油臂数量主要取决于吞吐能力和装卸油速度、时间要求等，一般有2～6台，口径为200、400或600mm。

目前，我国生产的油船输油臂有株洲石油储存研究所生产的GLS型(适用于固定码头)，FLS型（适用于活动码头）和BS型（适用于油驳）3个系列产品。另外还有连云港石油化工机械总厂引进德国CONNEX公司技术生产的海用型和陆用型装卸输油臂，型号有6-730型、6-520型和6-318型等。这些输油臂操作灵活，与油船对接方便，抗强风和波浪能力大。

在油码头上，除去建有装卸油设施外，还有向油船供应燃料和供水的泵房、消防泡沫泵房，压舱水管路以及清仓、扫线、加热用介质，如蒸汽、热水、海水、压缩空气等专用管路。另外，码头上还建有照明、通风、变电及操作室，大型油码头上还配有交通艇和消拖两用轮。

4. 水路装卸油操作与管理

油码头或趸船是石油及其产品装卸作业的场所，该场所属易燃、易爆危险区域，一般都建在油库区域或围墙外的海港或河湾处。为保证海岸、航道、港湾水域的船舶及其周围设施的安全，加强油码头或趸船管理，严守各种规章制度，以利油品装卸作业安全和环境得以保护，在油船装卸过程中，从操作和管理上应做好以下一些工作。

①油码头或趸船50m内不得有明火，不得停泊其它船只，在一定范围内应设置明显警戒标志。

②未经许可，禁止非岗位生产操作人员进入油码头或趸船参观或联系业务工作。

③在油码头或趸船上除留有生产用物品外，不准堆放任何易燃或助燃物资。码头上配置的消防器材应放置妥当，状态完好，设专人检查与保管，不准乱用。

④进入泊位油船必须听从现场管理人员指挥，船要停靠稳、准，抛锚定位后，装卸人员才准上船从事装卸油操作。

⑤油船停妥，在岸船之间连接管线时，使用胶管要保持2m以上伸缩长度，且在胶管平放的地面上应加软垫，以防胶管振动、磨损。用法兰连接时，螺栓要上全，把紧，使用快速接头要找正、旋紧，不得有泄漏。

⑥装卸轻质油品（如汽油）时，要在胶管法兰和油船间接好静电接地线。接地导线螺栓必须拧紧，导电良好，接地电阻符合规定要求。

⑦油船装油前，应有专人检查油舱是否清洁并符合装油质量要求。卸油时检查各油舱铅封是否完好，并做好取样、检尺计量工作。

⑧油船装卸作业前，应接流程作业要求，打开有关阀门经复查确认无误后，通知油船或码头泵房开泵。开泵后，船上和码头有关人员要加强联系，见油后泵压再逐渐提高，但不准超过管路允许最大工作压力。

⑨两种以上油品同时进行装卸作业时，要做好岗位分工，对流程和阀门要认真复查和巡检，防止混油或跑油发生。

⑩装油时，要根据最后油舱油位高度，适时先行停泵，用自压继续装油，做到不跑油，不超装，不少装，装完待液面比较稳定时，及时检尺计量，并在舱口加铅封。卸完油，要逐舱检查是否卸净，凡有真空泵的应用泵吸净舱底余油。

⑪油品装卸作业完毕，应及时放净冲舱时舱底积水，轻油做好管线吹扫，原油或重质油，冬天做好管线排空和保温伴热。

四、汽车油罐车与油桶灌装

1. 汽车罐车装油

汽车油罐车是公路运输原油及液体石油产品的专用车辆。对于大型炼油厂来说，汽车运油只是一种辅助形式。目前，炼油厂计划外原油或产品自销大多也是靠汽车油罐车运输，在铁路、水路运输不畅，产品堵库时，及时组织汽车拉运也是一种应急临时办法。

汽车油罐车有两种形式，一种是用国产车或进口车做底盘，由正式汽车改装厂生产的标准油罐汽车，另一种是在货运汽车箱内吊装一台与汽车标定载重量相当的油罐，还有的带有拖挂。标准汽车油罐车的车型有国产解放、东风、黄河等，进口车型有五十铃、斯太尔、罗曼、日野等。油罐容积有4800、6500、7000、9000、9600、10000、20000、23000L等多种。

标准汽车油罐车的主要结构，包括卧式油罐（有圆形或椭圆形两种）、油罐顶部前端有

表 5-16　国产主要运油车、加油车技术性能

车　　型	额定容量 (L)	最大容量 (L)	底盘型号	外形尺寸 长×宽×高 (mm)	功　能	最大流量 L/min	全扬程 m	吸　程 m	盛装油品	生产厂家
JG141RY运油车	6400	7100	CA 141	7070×2434×2550					汽、柴油	济南汽车改装厂
JG140RYB运油车	7000	8300	EQ 140/47	8078×2410×2785					汽、柴油	
JZ5150GRY运油车		10000	JN 150-03	7600×2480×2900					汽、柴油	济南重型专用汽车厂
IZ5140GRY运油车		10000	CA 150-4	8775×2360×2534					汽、煤、柴	
SC4464YY运油车	6500		东风 140 解放 141-2	6825×2400×2675					汽、柴，机	四川汽车专用制造厂
SC4561YY运油车	9000		东风 EQ144	8335×2400×2635					重　油	
SC9480YY运油车	11000		东风 EQ140 解放 141C	10135×2400×2650					汽、煤、柴	
CA141系列运油车	6500		CA 141	7000×2400×2580					各种油品	北京重型电厂机
EQ140系列运油车	6500		EQ 140	6825×2400×2658					各种油品	
EQ144系列运油车	10000		EQ 144	8200×2480×2700					各种油品	
解放系列加油车	6500		CA 141		自吸、倒油、自卸	450	24	5	各种油品	北京重型电机厂生产
黄河加，运油车	12000		JN 162	8155×2490×2800	自吸、倒油、自卸	450	24	5		
东风系列加油车	6500			6825×2400×2658	自吸、倒油、自卸	350	15	3.5		
加油车	6400		EQ 140	6835×2440×2665		500	24	7		
保温加油车	10000		FQ 144			450	24	5		
东风加油车	9600	11000	东风 EQ144	8089×2452×2873		800	25	7		济南汽车改装厂生产
罗曼加油车	20000	22000	罗曼R19.215DF	10028×2500×3200		800	25	7		
黄河加油车	11400	12700	JN 162	8053×2500×3118		800	25	7		
斯太尔加油车	22800	24000		9196×2458×3020		800	25	7		
红岩系列加油车	23000					1007	42	2		南京产
加油车	6300					800	24	6		湖北汽车改装厂
加油车	9500					800	24	6		

量油孔，罐顶中部设有装油口（人孔）和安全阀，罐车底部有排油阀、脱水阀、接地链条。随车还配有手摇泵、灭火器、工具箱及吸油、卸油橡胶管等。

目前，全国有10多个厂家生产各种型号的加油车、运油车，其主要技术性能见表5-16。汽车油罐车外形结构见图5-39。

汽车罐车装油一般都是在炼油厂的装油站，通过站台上的汽车装油小鹤管来完成的。装油站的油罐有立式或卧式两种，立式罐容积有50、100、200m³多种，卧式罐有10、15、20、30m³。按其安装位置，较大立式罐都单独设置于地上储油罐区，而卧式罐可建于地下、地上或高空架设。

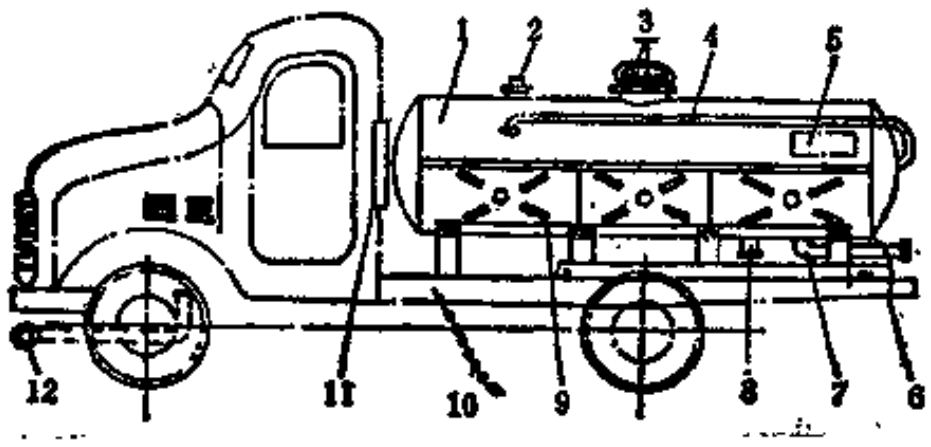


图 5-39　汽车油罐车外形结构图

1—罐体；2—量油孔；3—装油口；4—扶手；5—手摇泵位置；6—梯子；7—排油阀；8—排水阀；9—工具箱；10—接地铁链；11—灭火机；12—排气管

高架油罐支座由砖石或钢筋混凝土砌筑而成。高架罐以1%坡度向出油口倾斜，以利装车和油罐排空。油罐出油口高度应不少于3.5m，地下油罐距汽车装油位置应不小于10m。

向汽车罐车装油有两种方法，一种是由泵送输油装车，见图5-40。另一种是自流装车，见图5-41。这两种装油方法适用于装车量少，品种单一的小型炼油厂或油库。

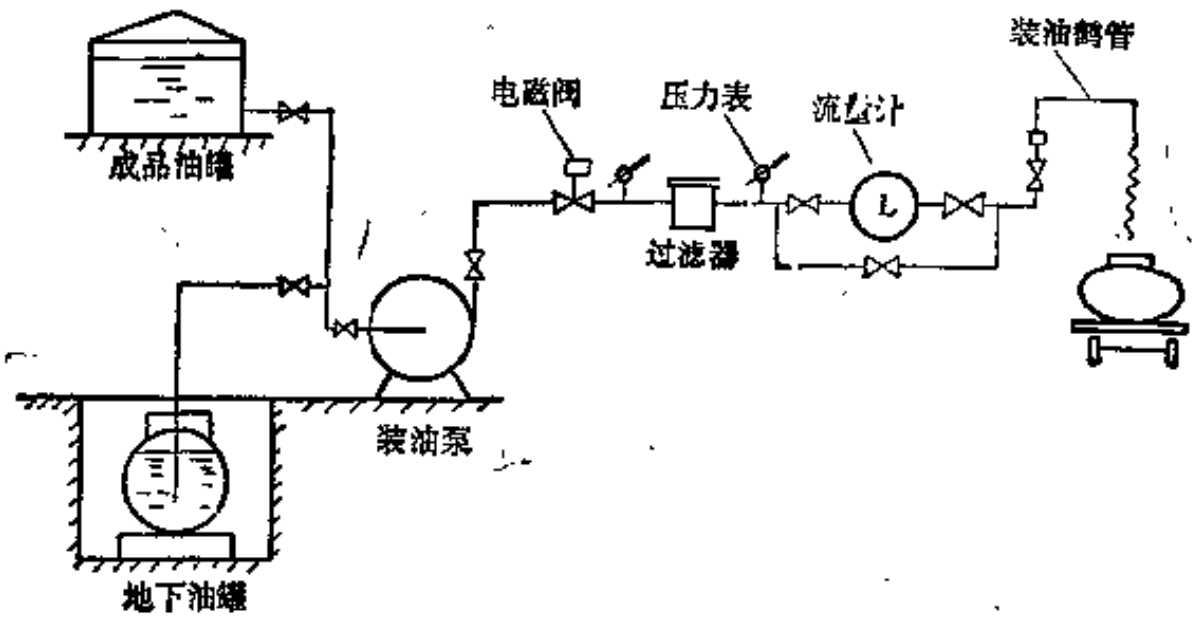


图 5-40　泵装汽车流程示意图

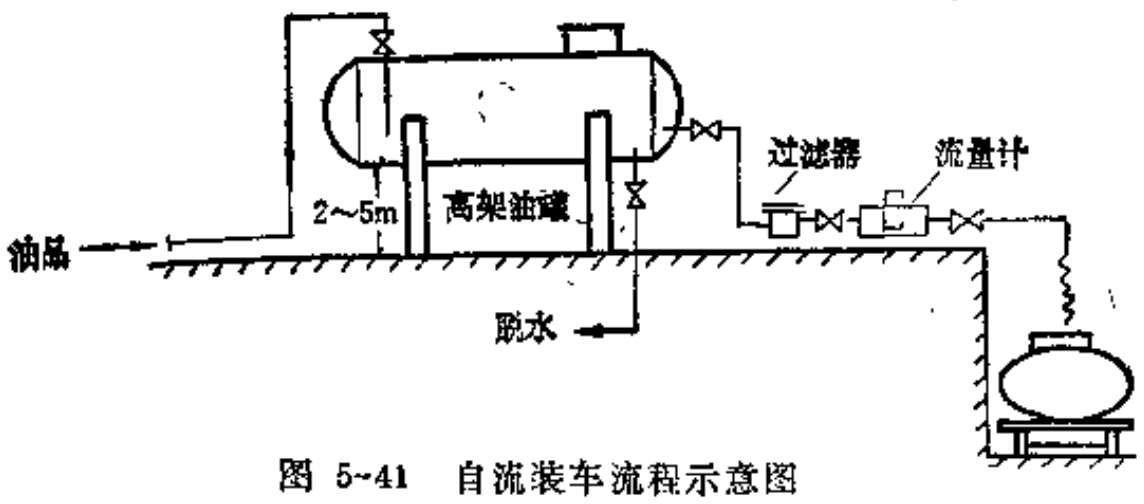


图 5-41　自流装车流程示意图

对于产品出厂量大的装油站，一般都有2个以上站台，每个站台两侧都安装有鹤管，鹤位数量根据装油品种和装车数量来配置。大型装油站有5座站台共10个车位，一线排开，可同时灌装3个以上品种，10台罐车同时或交错装油，既可装桶也可装罐车，进出车方便，互不干扰、且装油作业可连续进行。这种多车位装油台为棚下通道式，站台上装油鹤管有固定式和万向式两种。由于汽车罐车车型、载重不同，鹤管下到车内深度也不完全一样。因此，有的属高位飞溅式装车，有的属低位液下装车。目前，液下密闭汽车装油技术尚未普遍推

广，所以汽车罐车这种敞口高位装车方法，油品损失是比较大的。

油罐汽车装油数量的计量有两种方法，一种是用流量计，实行定量（体积或重量）装车，一种是用汽车衡，按实际称重算量。现在比较现代化的汽车装油站，大多采用鹤管自动对位，定量装油，微机控制与管理，因而大大提高了装油工作效率，减轻了工人劳动强度，计量精度可达0.3%。详见第八章油品储运自动化。

由于汽车装油站进出车辆十分繁忙，为了装油站安全生产，必须加强现场管理，正确操作设备，防止事故发生。因此，在装油操作及现场管理上应遵守以下有关规定：

①装油站的油罐区、装油区和办公管理区应分别用围墙隔开，不设围墙的应有明显禁行或警告标志牌。

②装油车辆要服从现场管理人员指挥，在指定公路地段或停车场，依次排队停车，按先后顺序和指定线路进站装油，不准抢行。

③进入装油区的车辆要先验证件，凭操油单进站。进站人员只限司机和提货（押运）人员进入装油车位，无关人员一律离车在站外等候。

④装油站内严禁烟火。进入装油区人员不准携带任何火种。进站车辆必须带好防火帽。车上不准附带任何易燃、易爆危险物品。

⑤进入装油区任何人员不准穿带钉子皮鞋或拖鞋上油台或罐车。对好车位的汽车必须熄火，拉紧手刹车，罐体接好静电接地线后，才允许放下鹤管。

⑥装油前，应先检查容器是否清洁，罐车接地是否良好，油罐车排油阀。放水阀是否关严，鹤管铝套筒应全部放入车内。

⑦装油中，操作人员应站在车顶上风方向，注意罐内液面上升情况，根据车型、罐型控制装油液面高度，适时通知停泵关阀。

⑧装油时，司机不准离车，也不准在现场修车。一车在装汽油，相对车位不准发动车辆。车一经装完，应立即驶离现场。

⑨装油区应配备专用灭火工具，瓦斯报警仪，消防用水和蒸汽带。在现场应设有醒目的各种安全标志牌，货位品种指示牌、行车路线牌等。

⑩装油区场地必须保持清洁整齐，地面无油污。设备管线横平竖直，油料不滴不漏，鹤管复位整齐划一。

2．油桶灌装

用油桶、油听做容器盛装的油品有汽油、煤油、柴油、润滑油、液体沥青和石油化工产品等。通常把以桶、听小型容器盛装油料的叫整装油料。常见的通用型容器都是定型产品，在炼油厂，标准200L圆形大桶用得最多，而30L扁桶，19L方听以及盛装润滑油的5L、10L等方形、圆形、扁形专用小听多在石油公司商业油库使用。油桶规格见表5-17。

表 5-17 油 桶 规 格 表

名 称	理论容积 L	空桶皮重 kg	主要尺寸，mm			
			直 径	长	宽	高
200L大桶	213±2		560±2			900±3
30L扁桶	30.2±1			416±1	206±1	439±1
10L方听	19			238	238	340

桶装作业就是把大型容器的成品油料向油桶、油听灌装、运输和储存直至供给用户所进行的一系列作业。向油桶装油的方法也有泵装和自流两种。自流灌装操作简便，十分安全，不易跑油，只是有时位差低压力小时，装油速度慢。一般来说，凡是批量大，质量要求高的产品，多在装桶间进行。而一些油温高，毒性大，化工产品、苯类、环烷酸、液体沥青等多在露天灌装。

油桶灌装，目前大多数炼油厂还是靠人工逐桶灌装，劳动强度大，工作条件差，效率也不高。自动化定量灌桶技术有待逐步推广。

桶装油品工艺流程及装油设施比较简单。灌桶间或露天装油场地集油总管应高于地面2m，每隔1.5m左右设灌装阀门1个，装油阀位高1.0～1.5m，阀门采用转心考克或闸阀。从桶装集油管上引出的装桶分管一般都采用直径25mm的耐油橡胶软管，胶管口有专用装油考克或钢制装油管嘴，这种灌装设施，连接方便，操作灵活，开关迅速，不会产生火花，也很安全。

室外桶装作业流程见图5-42。

高架油罐桶装见图5-43。

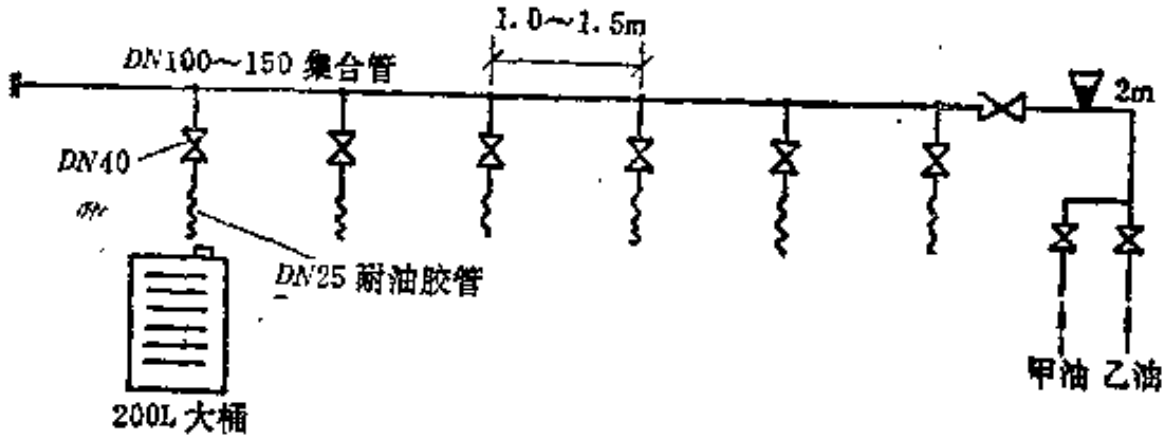


图 5-42 室外桶装作业流程示意图

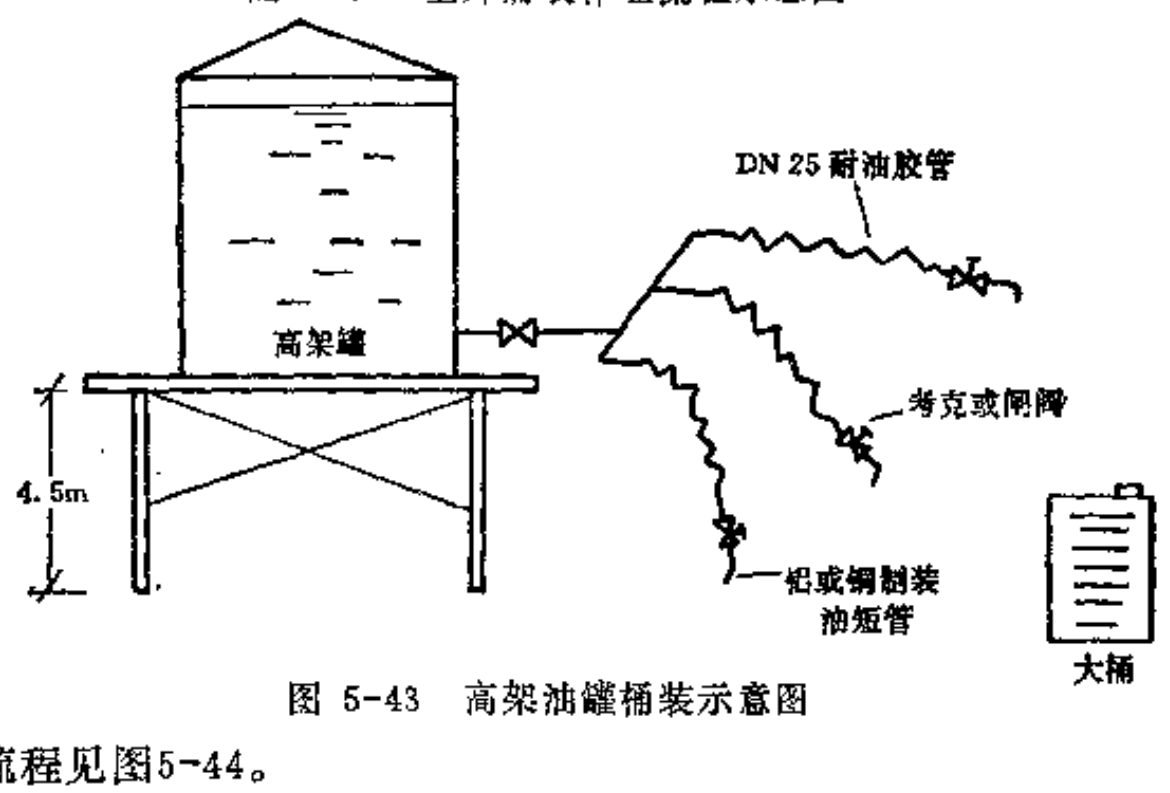


图 5-43 高架油罐桶装示意图

灌桶间桶装流程见图5-44。

桶装油料的计量通常有称重法、容积法。称重法是采用台秤计量。此法需逐桶进行，比较麻烦，但计量准确。如果油桶是装在汽车车箱内，可利用地衡在装油前后分别称量，然后用两次称量相减，即是全部油桶净装油量。有时为了简化，先测出几桶净装纯油量，取其平均值，做为该批单桶净重量，然后用装桶总数和单桶平均装油量相乘积，做为该批装油总量。此法虽简单，但计量误差较大。容积法是利用流量表发油计量的体积数和油罐当日实际密度（或在线仪表实测的密度）相乘积，做为油桶实际装油量。即$G=V_t \cdot \rho_t$。如提油数量G(kg)已定，则根据$V_t=\frac{G}{\rho_t}$即可算出应付油的体积数V_t(m³)，然后通过流量表累计数控

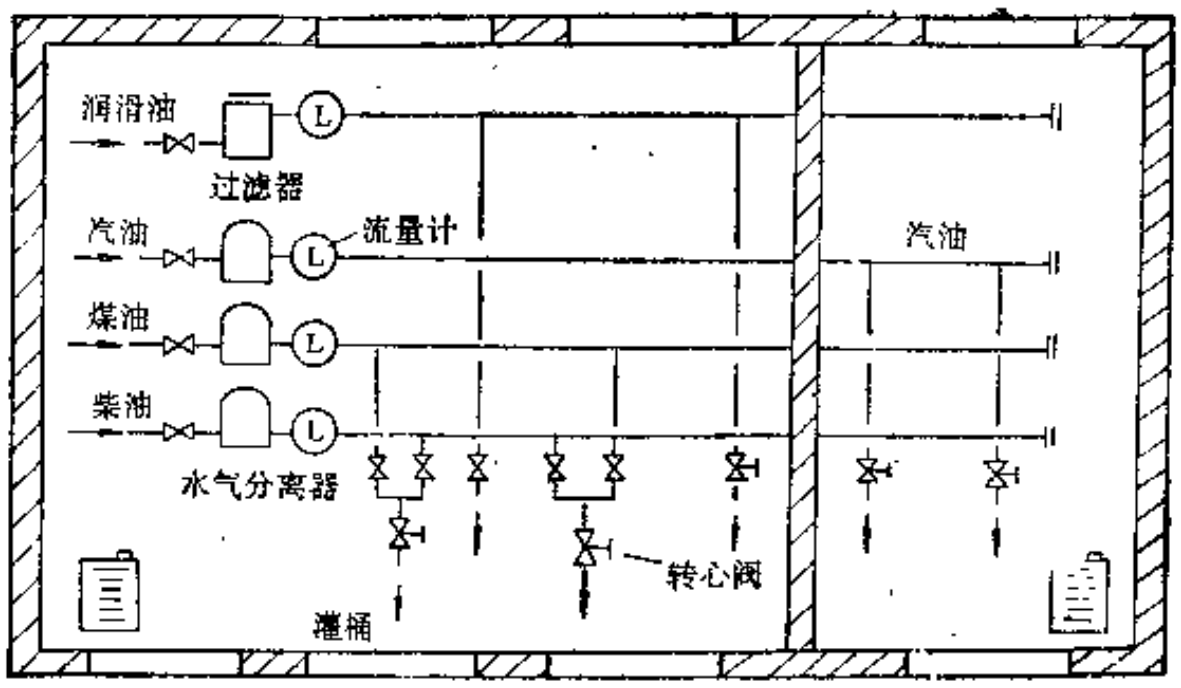


图 5-44　灌桶间桶装流程示意图

制装油量。这种方法比较简单，计量也准确。目前，生产上应用的计量方式大多是定量装桶，即事前按产品品种、常规密度、装油容积编出计量表，作为桶装油品计量标准。如：200L大桶，装汽油为140～150kg/桶，装10号柴油为165～170kg/桶，解放牌标准罐车装汽油为3600kg/车，装柴油为4350kg/车。这种方法计量和办手续都很简单，但计量不够准确。原因之一是油品密度是随油温变化的；二是装油时液面难以控制准确到位，时常可多可少；三是容器（特别是罐车）有时也可能卸不净。因此，此法只能做为少量发油或计量设施发生故障时，临时采用。

装桶作业的操作及其现场管理应遵守以下有关规定：

①装桶区域严禁烟火。装油车辆应配带防火帽，按指定线路进入装桶区。装桶时汽车熄火，不准边装油边在现场修车。

②凭灌装提货单装油。装油前由岗位操作人员，检查核实油桶数量，容器清洁程度。数量不符，容器不合要求的不准灌装。

③装油容器由用户自备的，应清洁、整齐、桶形完好，不渗漏，桶盖胶圈齐全，质量符合重复灌装要求。装油中，其它桶盖应事先打开，以防单支油枪换装桶位不及时，发生憋压或跑油。

④装桶不可过满，特别是汽油，要考虑由于气候或地区温差变化引起的油品膨胀。一般应留1～2cm空间。对200L大铁桶来说，各种油品通常灌装定量见表5-18。

表 5-18　200L大桶通常装油定量表

油品名称	冬春季 kg	夏秋季 kg	油品名称	冬春季 kg	夏秋季 kg
车用汽油	140	135	液体沥青	198	198
工业汽油	140	135	机械油	160～170	
120号溶剂油	135	130	齿轮油、汽缸油	170～175	
200号溶剂油	140	135	内燃机油	170	
轻柴油	160	155	变压器油	165	
煤油	160	160	润滑脂	180	
重柴油	165	165			

⑤禁止向塑料油桶灌装汽油或航煤，以防静电引起火灾。灌装轻质油或高温热油，要站在装油口上风方向，集中精力操作。因为桶装速度快，稍有不慎，油料即会喷出，容易引起烫伤或灼伤。

⑥装油过程若发现油桶渗漏，应立即停装，把车开离站台，对漏桶进行倒桶或补漏，不准在现场处理。洒在地上油料，应及时用清水冲洗干净，拖布擦净，以消除火灾隐患。

⑦装完的油桶，应及时上严桶盖。油温超过90℃的要防止突沸，而且装完不能立即上盖，以防油温下降，桶内形成负压而变形。通常作法是上一班装桶，下一班上桶盖。

⑧桶盖拆卸或上紧，严禁用工具敲打，尤其是灌装汽油。灌桶间应通风良好，并配有专用灭火机和消防蒸汽带。

⑨灌装作业完毕，应关闭现场总阀。重质油料应用蒸汽扫线，做好防冻防凝工作。

五、厂区汽车加油站

石化企业内部普遍建有汽车加油站，专供企业内部各种自有车辆加油，大多分属运销和供应系统管理。

加油站一般建在厂区外，交通方便或车队停车场附近。加油站内建有立式或卧式油罐，立式罐容积多为50～100m³，卧式罐容积多用4.5、10、15、20、25、35、50m³。灌装品种主要是汽油、柴油，有的还可添加润滑油。

油品一般从罐区成品罐自压或开泵送来，然后经高架罐或加油机给汽车加油。

加油机设在距操作室门前5m处的防雨棚下，通常汽、柴油各有加油机1台，备用机1台，可同时为2台汽车加油。有关加油机的规格型号、结构和特点，见第四章。

加油站的操作、管理与前边装车、装桶所述相同，这里不再重复介绍。

第六章　液化石油气与炼厂气

一、概　　述

1．液化石油气来源

液化石油气是石油化工生产的基本原料，也是一种新型气体燃料。一般来说，能够在加压、常温条件下液化成液体的石油气体通常都可称为液化石油气（简称液化气）。

液化气的提取常有3条途径。一是把来自天然气或油田伴生气中的丙烷、丁烷等组分经分离、吸收、液化而成液化气；二是从炼油厂催化裂化、热裂化、加氢裂化、延迟焦化和催化重整等二次石油加工装置所得副产品，经脱硫工艺制成液化气；三是从一些石油化工厂回收剩余的副产品如丙烷、丁烷等石油气体制取液化气，这些石油气体较单纯。

我们通常所说的液化气主要是指来自炼油厂的石油尾气。炼油厂的石油气是石油炼制过程中生产的各种易燃气体总称。由于各厂原油性质与成分不同，加工方式与生产方案不同，因此，各炼厂液化气产量与收率也不同。炼油厂的液化气总量，对燃料-润滑油型炼油厂，其产量为原油加工量的4～5%；对燃料型炼油厂，则产气量为原油加工量的6～9%。在所有二次加工装置中，催化裂化装置的液化气产率最高，可达8～15%。表6-1为国内炼油厂液化气产率及组成。

表 6-1　国内炼油厂液化气产率及组成

产率及组成	常减压	催化裂化			热裂化	加氢裂化	催化重整
		原料油			大庆馏分油	胜利馏分油	
		大庆馏分油	大庆常压渣油	胜利馏分油			
产率，%(质)	0.3～0.8	11.15	11.22	10.29	6.7	3.2	5～11
组成，%(体)							
乙　烷	3.0				7.7	0.98	16.8
丙　烷	30	9.0	10.95	16.7	33.6	20.13	26.1
丙　烯	0	30.9	31.8	35.2	16.5		
丁　烷		25.9	24.22	25.8	23.0		
丁　烯		30.7	32.55	21.9	16.8		
正丁烷	33.6					26.19	19.6
异丁烷	11.0					46.22	12.2
正丁烯							
戊　烷	21.6	2.5	0.68	0.4	2.4	6.1	
硫化氢	0.3						

现在各个油田或气田也在从石油伴生气和天然气中广泛制取液化气。石油伴生气中含有60～90%甲烷和乙烷，10～40%丙烷、丁烷和戊烷。天然气中含有甲烷85～87%，C_3～C_5约占2～3%。它们通过压缩、吸附、分离等加工方法，可将丙烷、丁烷分离出来，制成液化气。这种液化气质量高，基本不含不饱和烃，也不含硫化物，使用后残液极少。

2．液化石油气的组成

液化气是由多种烃类气体组成的混合物，成分比较复杂。主要包括乙烷、乙烯、丙烷、丙烯、乙烷、丁烯及少量其它物质。它们在常温常压下以气体状态存在，但降到一定温度和增加一定压力后就会变成液体。这些未经分离的石油气体，通常叫混合液化石油气。经过气体分离装置提取的或经化工厂回收的丙烷—丙烯或丁烷-丁烯则称为商品液化气，这种液化气组分单纯，纯度高，可供化学工业作原料或工业作燃料。我国城镇居民普遍使用的民用液化气是一种以丙烷和丁烷等为主要成分的混合液化石油气。

另外，液化气中还有少量重质碳氢化合物和微量非烃化合物。其中的硫化氢和水是有害杂质，易腐蚀设备、管道、气瓶和炉具。重烃类组分戊烷、己烷等，它们的沸点为27～36℃，在常温、常压下不易气化而成液体，因此气瓶用到最后留下的就是这些重质“残液”。

3．液化石油气的一般性质及质量标准

液化气无色透明，有特殊刺激气味。由于其主要成分是丙烷、丙烯，沸点很低。因此，在常温、常压下能迅速气化呈气体状态，其气体比空气重1.5～2.0倍，容易在地面及低洼处积存。液化气的饱和蒸气压随温度升高而急剧增加，其膨胀系数也较大，一般为水的10倍以上，气化后体积膨胀250～300倍左右，即1L液体液化气能变成250～300L液化气。液化气的闪点、沸点很低，均在0℃以下。它们的爆炸范围较宽，一般在1.5～11.7%（体）。

液化气的理化常数见表6-2。

表 6-2　液化石油气理化常数

项　目	丙　烷	丙　烯	正丁烷	异丁烷	丁　烯	异丁烯	戊　烷
分子式	C_3H_8	C_3H_6	C_4H_{10}	C_4H_{10}	C_4H_8	C_4H_8	C_5H_{12}
气体容重，kg/Nm³	2.0102	1.9136	2.7030	2.6912	2.5030	2.5030	72.146
液体容重，kg/L	0.528	0.5454	0.6011	0.5820	0.620	0.619	
气体相对密度 101.33kPa	1.5537	1.4802	2.0859	2.0859	2.0056	2.0056	
液体相对密度 (15℃)	0.4963 0.509	0.5139 0.522	0.5788 0.585	0.5570	0.5951 0.600	0.5942	
分子量	44.049	42.081	58.124	58.124	56.08	56.108	72.146
沸点，℃	−42.07	−47.7	−0.5	−10.2	−6.3	−6.9	36.07
闪点，℃	−104	−108	−60	−82.78	−80	−77	
自燃点，℃	493 510	458 455	490	490	445	445	290
爆炸极限，%	2.37～9.5	2.0～11.7	1.5～8.5	1.8～8.4	1.6～10.0	1.8～9.0	1.4～7.8
燃烧热值，MJ/mol (kJ/mol)	2.22 (530.57)	2.05 (490.20)	1.19 (284.13)	2.86 (683.40)	2.54 (607.37)	2.71 (647.20)	
气化潜热，kJ/kg (kcal/kg)	427 (102)	438 (104.6)	386 (92.2)	367 (87.8)	403 (96.3)	394 (94.15)	357 (85.38)
临界温度，℃	96.81	91.9	152.01	135	146.4	144.7	196.62
临界压力，MPa (atm)	4.26 (42.01)	4.60 (45.4)	3.80 (37.41)	3.04 (30)	3.99 (39.4)	4.00 (39.46)	3.38 (33.31)
临界密度，kg/m³	226	232	225	221	234	235	
最小引燃能量，mJ	0.76	0.282	0.25				
产气量，Nm³/kg液	0.51	0.53	0.39	0.39	0.40	0.40	0.314

目前，我国液化气的主要质量指标(执行GB11174-89)规定：

①C_1+C_2应尽量没有，以利安全；

②C_5以上含量≯3%（体）；

③蒸气压（37.8℃）≯1.380MPa；

④总硫含量≯343mg/m³；

⑤无游离水。

4．液化石油气的危险性

液化气极易着火爆炸，受热膨胀，易使人中毒或冻伤，还易产生静电，使用危险性大。

①火灾爆炸危险性　由于液化气闪点低，都在0℃以下，液体又极易蒸发，气化后体积要扩散300倍，而气体密度比空气重1.5～2.0倍，容易停留地面低洼处及地沟、管沟、下水道等处，不易被风吹散，与空气混合易形成爆炸性物质。它的引燃能量小，最小引燃能量仅为0.2～0.3MJ，爆炸范围宽且爆炸下限低，在1.8%左右。因此，液化石油气遇火源极易着火爆炸，其爆炸速度为2000～3000m/s，火焰温度可高达2100℃。1m³液化气完全燃烧后可产生24MJ热量，1L液化气能形成12.5m³的爆炸混合物。

②热膨胀危险性　液化气受热体积膨胀极大，而且容器内压力随温度升高成比例迅速上升。资料表明，温度上升45℃，气体容积增加20%。丙烷达到60℃，其压力将会使安全阀开始喷气。钢瓶过量充装，温度升高1℃，压力可增加1.01～2.03MPa。因此，尽管设计时，对最高容许压力和温度都从安全上做了考虑，但如果管理不善，使用不当，充装过满或擅自给容器加热，都容易引起气体体积膨胀，压力增高而使容器发生爆裂，引起火灾。

③冻伤危险性　液化气沸点范围较低，且蒸发潜热较高，气化时需吸收大量热量。平时都是带压以液体形式储存于密闭容器中，一旦设备、管线、容器发生泄漏，液体喷出，因急剧变为气体就要从周围环境所遇到的物体上吸收热量造成低温结霜，如果喷溅到人体上，因急剧吸热，很容易造成人体冻伤。

④中毒危险性　液化气发生泄漏时，在空气中的毒性类似于汽油蒸气或甲烷（沼气）。浓度较小时（如1%左右），人能嗅到气味，停留时间短对人危害不大，如浓度过高时，空气中含量10%左右，即使停留几分钟，也会使人恶心、呕吐甚至昏迷。因此，液化气系统应保证严密不漏，室内通风良好。

⑤静电危险性　液化气在输送、运输、灌装中都会产生静电，尤其是发生泄漏带压高速喷射出来，产生高静电位，极易闪火引起着火爆炸。

5．液化石油气用途

当前，液化气做为一种新型燃料和工业原料已进入人民生活和工业生产各个领域，其开发利用的经济价值及其优越性，愈来愈为人们广泛重视。它的最大用途是作为化工生产原料，而人民生活和工业方面作燃料也占有相当大比例。

作为原料，石油气经石油裂解可以生产乙烯、丙烯、丁烯、丁二烯以及苯、甲苯、二甲苯等产品。这些产品又都是生产合成塑料、合成橡胶、合成纤维的主要原料。另外，医药、炸药、染料等多种产品的生产也离不开它们。

作为燃料，不论是民用还是工业用，液化气给大家生活带来了极大方便。和其它燃料相比，它有许多优点。

①和管道煤气相比，基建耗用钢材较低，投资少。因液化气由气体转变成液体，体积要缩小250～300倍，因此能在单位容积中储存较多液化气，这样就减少了运输和储存设备容积。因而，建设液化气设施用钢材仅为煤气管道供应设施的40%。

②沸点低、热值高，使用方便。液化气的发热量，低值为45.2～46.0MJ/kg（10.8～11.0Mcal/kg），高值达87.9～121.4MJ/m³（21.0～29.0Mcal/m³），是城市焦炉煤气热值15.07～18.42MJ/m³（3.60～4.40Mcal/m³）的6倍，是天然气热值35.59～46.06MJ/m³

(8.50～11.6Mcal/m³)的3倍，是烟煤的2倍。而且它的压力稳定，点火即燃，为家庭使用提供了极大方便。

③无烟尘、无灰渣，有利保护环境。液化气能够充分燃烧，而且不会产生烟尘与灰渣，十分干净。用它代替千家万户烧煤，免除了对大气污染，保护了环境，减轻了家务劳动量。

④和城市煤气相比，对人体危害小。城市煤气燃烧不好会产生CO，使人体中毒，危害人的生命。而液化气一般燃烧都很充分，即使有少量泄漏，只会使人麻醉，但不致引起中毒。

另外，液化气燃烧时，所需空气比城市煤气大得多，用其作燃料时，空气供应必须充分并通风良好保证燃烧完全。

现在，液化气已进入千百万户家庭，在气源供应充分的城市，用气率已达50～70%，一般城市也有10～25%左右，只有石化企业本身用气普及率可达100%。另外，在社会服务化方面，如宾馆、饭店、集体食堂等应用也较普遍。至于在工农业生产上，液化气也常用于干燥、切割、热处理、玻璃制品、温室养殖、冷冻、溶剂等方面。随着城镇液化气使用广为普及，一个民用和工业争夺原料问题日益显得突出。对于民用和工业用液化气应有怎样的比例是一个需要研究和妥善解决的实际问题。

二、液化石油气的物理特性

表示液化石油气物理特性的项目有沸点、熔点、临界参数、密度、比容、相对密度、蒸气压、露点、蒸发潜热、粘度、溶解度等，现对部分项目做一介绍。

1．沸点

液体沸腾时的温度称为沸点。沸点和蒸发虽同属于气化现象，但蒸发只是在液体表面上进行，且在任何温度下都有蒸发现象，只不过是蒸发有快慢而已，而沸腾则是在液体内部和表面都同时发生，但必须达到一定条件才会发生，这个条件就是液体内的饱和蒸气压和外界压力相等时，才会发生液体沸腾现象。

液化气的沸点与外界压力有关，外界压力增大，沸点升高，压力减小，沸点降低。我们通常所说的沸点是规定在101.33kPa (1atm)下的液体沸腾的温度。例如：丙烯在101.33kPa下沸点为－42.05℃，压力增大到0.8MPa时，沸点会上升到20℃。为了液化气储运安全，使其沸点控制到常温以下，所以液化气工作压力多定为0.7MPa。

液化石油气各组分在101.33kPa下的沸点参数见表6-3。

表 6-3　液化石油气各组分在101.33kPa下的沸点参数

名　称	沸点，℃	名　称	沸点，℃	名　称	沸点，℃
甲　烷	－161.495	异丁烷	－11.72	丙　烯	－47.72
乙　烷	－88.60	正戊烷	36.064	1-丁烯	－6.25
丙　烷	－42.045	异戊烷	27.853	顺2-丁烯	3.718
正丁烷	－0.5	乙　烯	－103.68	异丁烯	－6.896

2．气体、液体密度

密度是指单位体积的物质所具有的质量，用ρ表示，单位为kg/m³。

气体密度是随温度和压力的不同而有很大变化。因此，表示气体密度时，必须规定温度和压力条件。通常以压力为101.33kPa、温度为0℃时的数值，做为标准状态下密度值。液化

气主要成分气体密度见表6-4。

表 6-4 液化石油气的气体密度，kg/m³

名　称	分子式	标准状态下的密度 0℃，101.33kPa(1atm)	参考状态，kg/m³ 15.6℃，101.33kPa(1atm)
甲　烷	CH_4	0.7168	0.677
乙　烷	C_2H_6	1.3562	1.269
乙　烯	C_2H_4	1.26036	1.184
丙　烯	C_3H_6	1.9149	1.776
1-丁烯	C_4H_8	2.503	2.369
顺2-丁烯	C_4H_8	2.503	
反2-丁烯	C_4H_8	2.501	
异丁烯	C_4H_8		2.369
丙　烷	C_3H_8	2.020	1.861
正丁烷	C_4H_{10}	2.5985	2.452
异丁烷	C_4H_{10}	2.6726	2.452
异戊烷	C_5H_{12}		3.044
空　气		1.2928	1.224

液体的密度受温度影响较大，温度升高时，体积膨胀，密度减小。但密度受压力影响却很小，可以不予考虑。表6-5列出了丙烷的密度与温度的关系，由表6-5可知液体丙烷受温度影响使其密度和体积变化情况。如在15℃时，丙烷体积为100%，当温度升高30℃时，体积膨胀到105%，即比原来增加了5%。

表 6-5 丙烷的密度与温度的关系

温　度，℃		−20	0	10	15	20	30	40	50	60
液　体	密　度	0.560	0.530	0.517	0.509	0.500	0.486	0.470	0.450	0.430
丙　烷	%(体)	91.4	96.02	98.7	100	101.0	104.9	109.1	113.8	119.3

3．气体、液体相对密度

物质的密度与某一标准物质的密度之比称为该物质的相对密度，相对密度没有单位。

气体的相对密度是指在标准状态下，气体的密度与空气密度的比值，用S表示，即：

$$S=\frac{\rho}{\rho_{空}}$$

式中　S——某气体的相对密度；

ρ——标准状态下某气体的密度，kg/m³；

$\rho_{空}$——标准状态下空气的密度，其值为1.293kg/m³。

另一种简单方法，是用液化石油气分子量与空气量之比求得，即：

$$S=\frac{M}{M_{空}}$$

式中　M——液化石油气的分子量；

$M_{空}$——空气分子量，其值为29。

液体的相对密度是液体的密度与同体积4℃纯水的密度之比，用d表示，没有单位。即，

$$d=\frac{\rho}{\rho_{水}}$$

式中 d——某液体相对密度；

ρ——某液体的密度，g/cm^3；

$\rho_{水}$——在101.33kPa和4℃下，纯水的密度，其值为$1g/cm^3$。

液态液化石油气的相对密度是以0℃的数值作为标准的，但操作和实用中都是在常温下进行的。表6-6列出了液态液化气相对密度和标准状态下气态液化气相对密度。由表可知，液态液化气相对密度在0.5～0.6之间，即比水轻得多。气态液化气相对密度在1.5～2.0之间，比空气重。

表 6-6 液化石油气主要成分液态、气态相对密度

名　称	丙　烷	正丁烷	异丁烷	丙　烯	1-丁烯	顺2-丁烯	反2-丁烯	异丁烯
液态相对密度d_4^{20}	0.4963	0.5788	0.5572	0.5139	0.5951	0.6213	0.6042	0.5942
气态相对密度	1.554	2.090	2.081	1.479	2.008	1.94	1.94	1.94

4．比容

气体的比容是指单位质量气体所占有的体积，用符号r表示，单位为m^3/kg。即：

$$r=\frac{V}{G}$$

式中 r——气体比容，m^3/kg；

V——气体所占有的体积，m^3；

G——气体的质量，kg。

由于比容随压力和温度的不同而发生变化。因此，表示气体比容时，必须规定压力和温度条件。液化石油气的气体比容，见表6-7。

表 6-7 液化石油气主要成分气体比容

气　体	比容，m^3/kg (15.6℃，101.33kPa)	气　体	比容，m^3/kg (15.6℃，101.33kPa)
甲　烷	1.478	异丁烷	0.408
乙　烷	0.787	1-丁烯	0.421
乙　烯	0.825	异丁烯	0.353
丙　烷	0.538	正戊烷	0.329
丙　烯	0.505	异戊烷	0.329
正丁烷	0.408	1-戊烯	0.329

比容与密度互为倒数关系，即：$r=\frac{1}{\rho}$。

5．蒸气压

密闭容器内储存液体，在储存温度下，液体不断气化，直到气液两相达到平衡共存时，这时测得的蒸气压力称为某温度下的饱和蒸气压。

液化石油气组分的蒸气压是随温度变化的，温度升高，蒸气压增大。各组分混合物的蒸气压除温度压力外还和组分的比例有关。液化石油气各组分在不同温度下的蒸气压，见表6-8。

表 6-8　液化石油气各组分在不同温度下的蒸气压

温　度	饱和蒸气压，kPa(绝)								
℃	丙　烷	正丁烷	异丁烷	丙　烯	1-丁烯	顺2-丁烯	反2-丁烯	异丁烯	戊　烷
−40	110			150					
−30	180	28	44	200				38	
−20	270	45	60	300				62	
−10	370	68	102	410	90	60	70	90	
0	430	96	160	580	130	90	100	140	25
10	640	150	230	760	180	130	140	190	38
20	850	210	320	1030	250	180	200	270	64
30	1100	290	420	1330	340	250	270	350	91
40	1430	390	550	1700	460	330	360	470	119
50	1800	510	710	2100	590	440	480	620	157
60	2200	620	970	2600	790	570	610	800	220

6．露点

在一定压力下，气体降低到某一温度时就会凝结成液体（或霜），此时的温度称露点。石油气体的露点与其组分有关，如果低沸点组分多，则露点降低；低沸点组分少，则露点升高。此外，露点也和压力有关，压力升高，露点也会升高。石油气体露点与压力关系见表6-9。

表 6-9　石油气体露点与压力关系

石油气体	露　　点，℃				
	101.33kPa(1atm)	202.66kPa(2atm)	303.99kPa(3atm)	405.32kPa(4atm)	506.65kPa(5atm)
丙　烷	−42	−25	−14	−6	+2
正丁烷	−0.5	+15	+32	+42	
异丁烷	−11.7	+6.1	+20	+29.5	+36

7．蒸发潜热

物质由液态变为气态时，需要吸收热量，气体变液态时，又将放出热量。这些热量只是用来改变物质的状态，而并不改变物质的温度，因此称为潜热。蒸发潜热就是在某一温度下，一定数量的液体变为同温度的气体所吸收的热量。

液化石油气的蒸发潜热，随引起蒸发的温度而变，温度升高，蒸发潜热减小。达到临界温度时，蒸发潜热等于零。液化石油气的蒸发潜热见表6-10。

表 6-10　液化石油气各组分蒸发潜热(101.33kPa)

项　　目	丙　烷	正丁烷	丙　烯	1-丁烯	顺2-丁烯	反2-丁烯	异丁烯
蒸发潜热，J/kg	423	384	440	367	416	406	394

8．比热容

比热容一般是指1kg某物质（气体或液体）温度升高（或降低）1K(1℃）时所吸收（或放出）的热量。

比热容有两种表示方法，即恒压比热容(用C_p表示)和恒容比热容(用C_v表示)。对同一

气体来说，恒压比热容要比恒容比热容大，对液体来说，则两者差别不大。某些石油气体的比热见表6-11。

表 6-11　某些石油气体比热容

比热容 \ 气体名称 / 温度	丙　烷	正 丁 烷	异 丁 烷
	25℃	25℃	25℃
恒压比热容C_p，kJ/(kg·K)[kcal/(kg·℃)]	1.691(0.404)	1.704(0.407)	(11.69.404)
恒容比热容C_v，kJ/(kg·K)[kcal/(kg·℃)]	1.503(0.359)	1.562(0.373)	(1.550 .372)

9．膨胀与压缩

液态液化石油气也有热胀冷缩的性能，即在一定条件下，温度（或压力）变化时，其体积也会发生变化。液化石油气的膨胀系数见表6-12。

表 6-12　液化石油气的体积膨胀系数

液体名称	体积膨胀系数 K			15℃时的体积膨胀系数的相对值
	在15℃时	在下列温度范围内K的平均值		
		−20℃～+10℃	+10℃～+40℃	
水	0.00019			1.0
丁 烯	0.00203	0.00194	0.00210	10.6
丁 烷	0.00212	0.00209	0.00220	11.1
丙 烯	0.00294	0.00280	0.00368	15.5
丙 烷	0.00306	0.00200	0.00372	16.1

一般来说，水的膨胀系数与压缩系数之比较小，如装满水的储罐在温度变化1℃时，压力会从1MPa增加至1.392MPa，而液化石油气的膨胀系数比水大得多。以丙烷为例，在16℃时，丙烷的体积膨胀系数要比水大16倍。因此，贮罐内液化气的液面随周围气温变化而升降，如装得过满不留膨胀余地就会发生危险。

液化石油气的灌装与储运必须严格控制环境工作温度（多在10～20℃之间），严禁超温、超装，一般允许充装量为储罐容积的85%。表6-13列出了液态丙烷容积随温度变化的百分数。

表 6-13　液态丙烷容积随温度变化的关系

温　度，℃		−20	0	10	15	20	30	40	50	60
液体丙烷	相对密度	0.560	0.530	0.517	0.509	0.500	0.486	0.470	0.450	0.430
	%(体)	91.4	96.02	98.7	100	101.1	104.9	109.1	113.8	119.3

10．溶解度

在一定温度下，溶剂能够溶解物质的数量称为溶解度。在液化石油气中，常溶解有少量的水，其溶解的水量随温度升高而增大。表6-14为液态丙烷中水的溶解量与温度间的关系。

如果液化石油气的水分超过一定含量，在一定温度和压力条件下，水能与液化气的组成成分生成结晶水合物，它会缩小管道截面，堵塞管路或阀件，增大机泵输送压力。

表 6-14 丙烷中水的溶解量与温度关系

液态丙烷温度，℃	0	5	10	15	20	25	35	40
水的溶解量，%(重)	0.06	0.09	0.11	0.151	0.21	0.27	0.41	0.52

生产中，通常采用沉淀脱水方法，以减小液化气储存与运输中水的含量。

三、液化石油气的燃烧特性

液化石油气做为一种新能源，都是以气态形式作为燃料，靠燃烧发出的热量用于生产和生活。下面对燃烧的一般特性做些介绍。

1．热值

热值是衡量液化石油气燃烧时放出热量多少的指标。热值大的，燃烧放出的热量就多。另外，热值也是决定燃烧温度（火焰温度）的主要因素。

热值是指1标准立方米（或1kg）燃料完全燃烧时所放出的热量，单位为J/m^3或J/kg。

物质的热值有高热值和低热值之分。高热值包括燃烧生成的水蒸气全部冷凝成水所放出的热量，低热值则不包括这部分热量。生产与工程上多用低热值，科研上采用高热值。燃料不同，其热值也不同，对于液化石油气来说，由于各地液化气成分有所不同，因此其热值也会不同。一般来说，液化石油气低热值多在87.923MJ/(Nm^3)左右，天然气低热值在35.588～46.545MJ/（Nm^3）左右，焦炉煤气在16.747～18.424MJ/（Nm^3）左右。液化石油气主要成分的热值见表6-15。

表 6-15 液化石油气主要成分热值

项　　目	丙　烷	正丁烷	异丁烷	丙　烯	1-丁烯	顺2-丁烯	反2-丁烯	异丁烯
高热值，MJ/(Nm^3)	90.812	117.691	117.358	84.197	111.160	110.866	110.699	
低热值，MJ/(Nm^3)	83.610	108.689	108.354	78.796	103.960	103.665	103.498	107.098

2．过剩空气系数

燃料燃烧需要氧气，燃烧是否完全，主要取决于空气量的供给。使$1m^3$液化气燃烧达到完全燃烧所需空气量，即称为燃烧理论空气量。一般来说，只供给理论空气量还不能达到完全燃烧，必须供有一部分过剩空气，这是因为：

①空气中除含有21%的氧气外，还含有大量的氮气，而氮气对燃烧是不利的。

②燃烧时，只有大量空气供给才能保证液化气和氧气充分接触。

在计算中，把实际供给的空气量与理论空气量之比，称为过剩空气系数。此系数取值过大过小都不好，过大会使过多空气带走燃烧时产生的热量，使火焰温度降低，热效率下降；过小又使石油气燃烧不完全，浪费能源，烟气会污染环境。另外，燃烧方法和所使用燃烧设备不同，所取过剩空气系数也有所差别。一般来说，工业设备取1.05～1.20，民用炉具取1.3～1.8。资料表明，燃烧同体积的液化气、焦炉煤气、或天然气，液化气所需空气量是天然气的3倍，是焦炉煤气的6倍。

3．火焰传播速度

液化石油气与空气混合后燃烧时，其燃烧区域和燃烧面是不断扩大的，且燃烧速度也是快的。燃烧的传播与火焰的移动快慢称火焰传播和燃烧速度。

石油气体的燃烧速度因其中的成分不同而有差异。某些石油气体的最大火焰传播速度见表6-16。

表 6-16 某些石油气体在空气中的火焰传播速度

气体名称	最大火焰传播速度，m/s	浓度，%
甲烷	0.69	9.8
乙烷	0.85	6.5
丙烷	0.82	4.6
丁烷	0.82	3.6
乙烯	1.42	7.1
氢	4.83	38.5
煤气	0.73～3.1	17～48.5

火焰传播的方式有正常层层传播、爆炸和爆震波3种。层层传播属正常燃烧，其传播和燃烧不快，速度一般小于10m/s。爆炸和爆震波都是在石油气和空气混合达到一定浓度，遇火源，急剧燃烧，压力扩散所造成。其火焰传播速度极快，爆炸压力和冲击波对设备破坏性很大。

因此，在液化气储运过程中，一定要防止液化气达到爆炸混合气浓度，控制好火源，并配齐防火器材与设备防爆装置。

四、液化石油气储运设备

用于液化气储存、灌装、运输、使用的设备有球形罐、卧式圆筒形罐、铁路液化气罐车、汽车液化气罐车、液化气运输船和液化气钢瓶。

1. 液化石油气储罐

液化气的储存容器有球形罐、卧式圆筒形罐两种。

(1) 球形储罐

球形罐属二类中、低压容器，广泛用来储存液化气或低沸点、剧毒的石油化工原料，在城市大中型液化气库和煤气库建造的也很多。

储存液化气的球形罐为常温压力罐，常见规格有120、200、400、1000m³等多种，用得最多的为400m³，承压能力通常为1.6、1.8MPa（16、18kg/cm²）。球形罐技术数据，见表6-17。球形罐和圆筒形油罐相比有以下一些优点：

表 6-17 球形罐新系列技术数据(JB1117-80)

序号	公称容积 m³	几何容积 m³	球体内径 mm	球壳赤道至支柱底高 mm	支座型式	支柱规格	支柱根数	分带数
1	50	45(50)	4600	3700	赤道正切柱式支座	φ133×6	4	3
2	120	119	6100	4224		φ159×6	6	5
3	200	188	7100	5026		φ219×9	8	5
4	400	408	9200	6024		φ325×6	8	5
5	650	640	10700				8	5
6	1000	975	12300	7695		φ630×8	10	5
7	2000	2025	15700	9375		φ529×8	12	7
8	3000	3054	18000				15	7
9	4000	4189	20000				15	7
10	5000	4989	21200				15	7

①承受压力高，最高可达2.2MPa（22kg/cm²）。介质完全密闭储存，因而蒸发损耗少。

②金属材料消耗量少，只有同容积圆筒形油罐的一半。

③有超压密闭放空系统，因而着火爆炸危险性减小。

④在相同容积下，球罐表面积最小，占地面积小，基础工程量也小。

球形罐的使用与维护也有它的局限性，主要缺点是制造安装技术要求高，焊接工程量大，特别是对大型球罐来说，基础设施与制造技术要求更严，投资也大。如果施工质量不能保证，将会极大影响其安全性能和使用寿命，这一点国内外已有事例证明。至于造价高，则可通过减少油气损失来弥补。图6-1为球形油罐外观图。

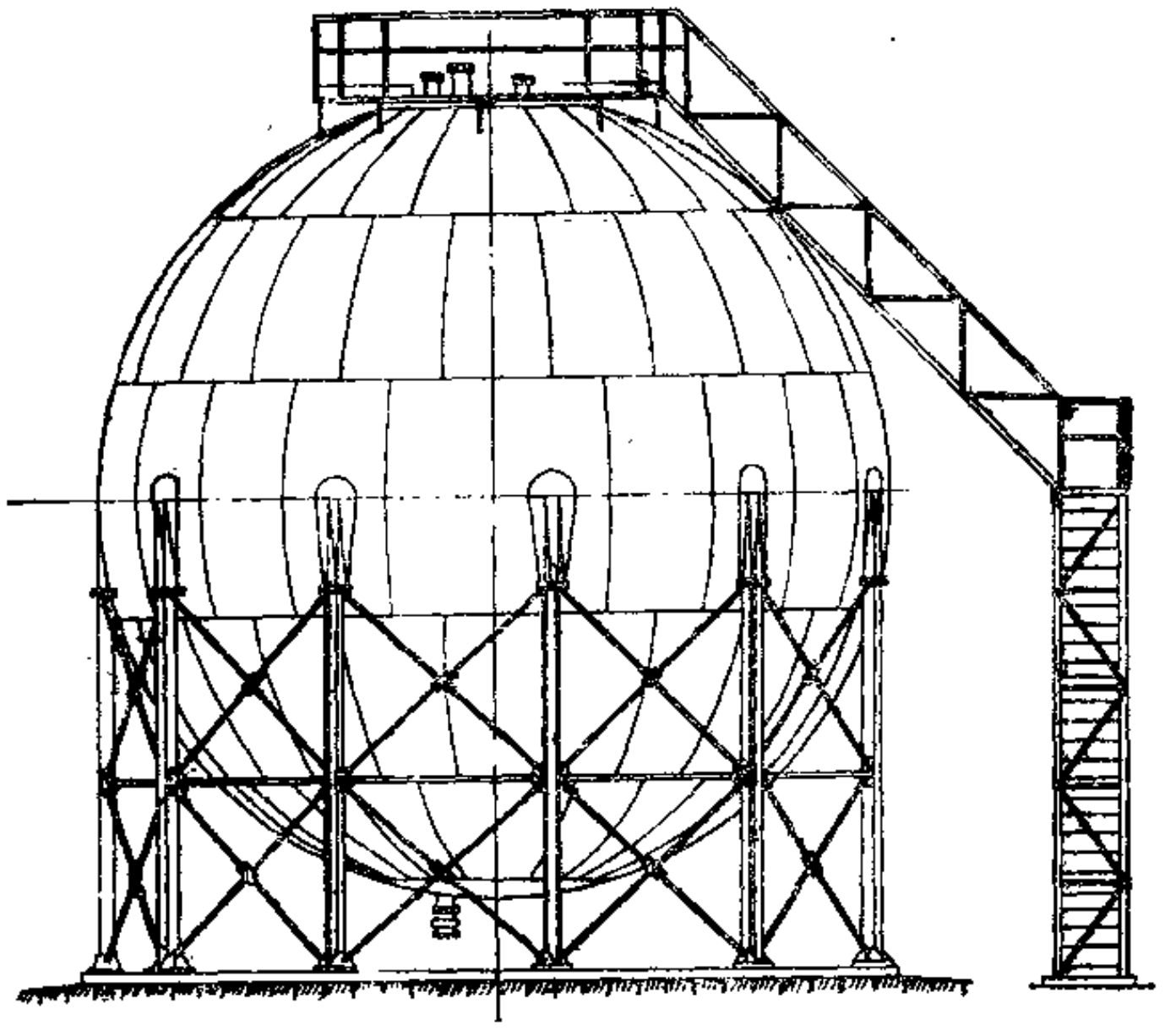


图 6-1　球形油罐外观图

球罐的设计压力和温度取决于储罐物料的特性。据资料介绍，目前球罐设计压力已从0.45MPa（4.5atm）到3.0MPa（30atm），使用温度从－20℃到50℃，直径从4.5m到21m。国外使用的球罐容积已达 $11.7\times10^4m^3$，直径有60m，重量达3000t。

目前，我国球形罐系列，按公称容积可分50、120、200、400、500、1000、2000、3000、4000、5000$m^3$10种，按公称压力可分0.5、0.6、0.8、1.0、1.6、2.1、2.5、3.0MPa(0.45、6、8、10、16、22、25、30kg/cm²）11个等级。球形罐新系列技术数据见表6-17。

对于盛装不同介质的球罐，都有不同的允许工作压力，储存液化气的工作压力定为1.80MPa(18kg/cm²)，安全阀定压1.6MPa(16kg/cm²)，贮存丙烯的工作压力为2.2MPa（22kg/cm²），安全定压为2.0MPa（20kg/cm²）。

现在，球形罐所用板材大多都是 A_3F 钢板或低合金钢板16MnR、15MnVR 及20g 锅炉钢板。

球形罐由球罐壳体、支座、拉杆、顶部操作平台及球罐附件等组成。球罐壳体分段由工厂事先压制成一定弧形瓜瓣，运到现场就地焊接组装。球罐各圈板自上而下分别用北极圈极、北温带圈板、赤道圈板、南温带圈板和南极圈板命名，见图6-2。

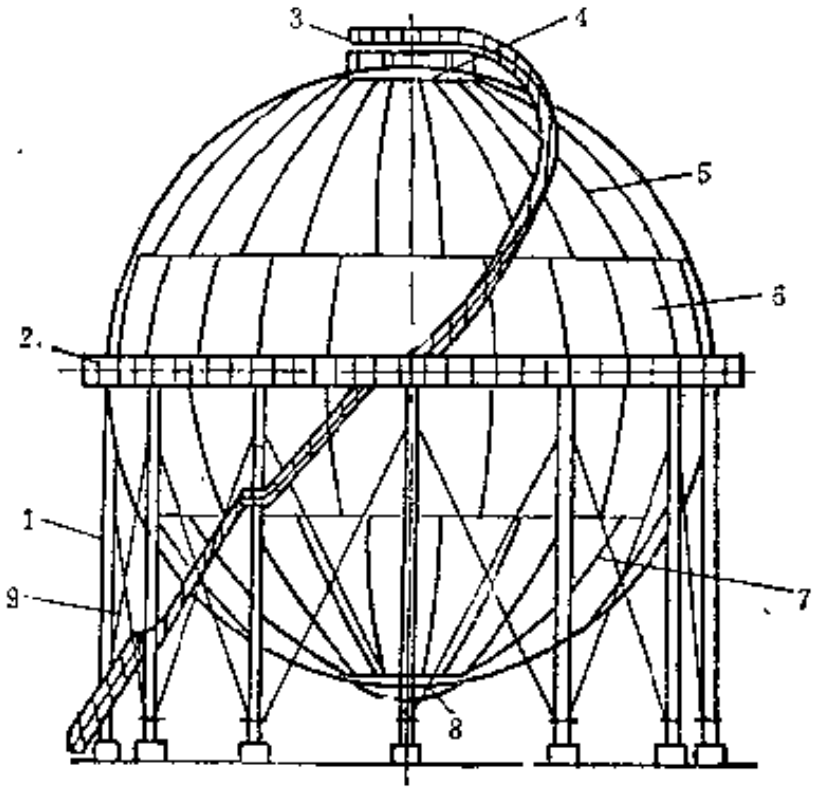


图 6-2　球形罐罐圈命名图

1—支柱；2—中部平台；3—顶部操作平台；4—北极板；5—北温带圈板；6—赤道带圈板；7—南温带圈板；8—南极板；9—拉杆

球罐支座常见的有赤道正切和裙式两种。赤道正切式支座是沿罐壳赤道线均匀焊接6～8根钢管支柱，每个支柱有独立的钢筋混凝土基础。为加强支柱的钢性，支柱之间还要用可调节松紧的拉杆座接。这种支柱适用于大型球罐。裙式支座多用于小型球罐，支座低，球体重心稳定，钢材消耗少，但操作检修不便。

球罐上的附件有：罐顶上有操作平台和防护栏杆，其上装有安全阀、放空阀、压力表及液位自动检测引出装置，喷淋水降温设施装于罐顶呈环状布置，罐顶一侧分长装有玻璃板液位计。罐底有人孔、脱水阀、进出油气管线和阀门。液位仪一次表装于球罐下方。操作人员沿扶梯（盘梯或斜梯）上罐操作。

（2）卧式圆筒形罐

卧式罐由两个圆形头盖（亦称封头）和筒身组成，规格有100、120、150、200m³多种。卧式罐内容详见第二章第一节。

由于液化气易燃易爆，加之储罐区容量大，一旦发生火灾、爆炸，后果极其严重。因此，液化气罐区建设与管理必须符合有关安全要求，重点有以下内容：

①液化气罐区必须布置在通风良好、远离明火的地方，而且不应与其它易燃或可燃油罐同组布置。

②成组油罐布置时，组内储罐不应超过两排，每组总容量不超过4000m³。卧式储罐距地面一般不小于3.5m，储罐坡向排污管一侧，坡度为0.01～0.02。

③罐上安装的生产和安全设施必须齐全、灵活好用，质量符合要求，严密不漏。罐的安全阀及放空管应接入高压炼厂气管网到火炬，安全阀下的截止阀应常开并加铅封。

④储气罐应设静电接地和防雷设施，定期检测接地电阻。防静电接地电阻值应不大于100Ω，防雷接地电阻应不大于10Ω。储气罐还应装设超压报警装置，液面检测自动化仪表及现场瓦斯报警设施。罐区内电气设备及照明均应防爆。

⑤液化气储罐应定期密闭排污。严禁排污带凝缩油进入明沟系统。

⑥压力表、安全阀、气液相阀门应定期检定，液面计定期清洗，严禁使用玻璃管液面计。

2．铁路液化气罐车

炼油厂除建在沿江靠海地区外，大多远离城镇处于比较偏僻地带，因此液化气的出厂，近距离可以靠管道输送或汽车罐车拉运，而远距离则主要是依靠铁路液化气罐车。

铁路液化气罐车是专门供长途运输液化气的车辆。其特点是运输量大，运费较低，对于有铁路专线和卸车能力的大中型液化气库或化工厂来说，灵活方便，生产有保证。常见的液化气铁路罐车车型有：DLH9、HG100/20、HG60（G60）、G17、HG60-2、HYG_2型等，罐

体总容积有110、100、74、60、57、50、36.5、25m³多种。罐车主体用16Mn钢板，板厚18～24mm，15MnVN钢板，板厚16～18mm。

老型罐车罐体外壁多设隔热层，新型罐车在罐顶部装有遮阳罩，以避免阳光辐射热直接对罐体照射，从而防止罐内液化气升温。遮阳罩包角为120°或170°，罩与罐间距为60mm，空气从其间流过，可带走罐体热量和辐射热。

采用上装上卸的罐车，在罐顶人孔盖上设有液相阀、气相阀、放空阀、压力表和液面计，外有护罩加以保护。工作台和护栏、外梯建在罐的两侧或车体一位端。液化气铁路罐车附件布置，见图6-3。采取下装下卸的，罐体两侧下部各装一个阀箱，内有液相、气相阀，压力表及其控制阀，罐顶设液位计、安全阀、工作平台及护栏，外梯设在罐体中部两侧，罐体人孔设在二位端板中央。液相直管径50mm，气相阀直径40或50mm，阀门承受压力为2.5MPa（25kg/cm²），液相、气相阀门均为球形阀。

新的HG60-2型液化气铁路罐车是在HG60型基础上改进的一种新型车。该车在罐车顶部中央还设有紧急切断装置，以备装卸过程中因管道破坏而严重漏气时，能紧急切断气源而设。该装置由紧急切断阀及液压控制系统组成，见图6-4。为了测量罐内液面高度，在顶部人孔盖上，还装有滑管液位计，检测液面时，将滑管拔出至气液分液面上，通过排液或排气，即可测出罐车内液面高度。另外，在人孔盖上还装有最高液位控制阀（灌装量为罐车容积的90%）和排净检查阀（滑管距罐底30mm），用以检查最大罐装量和卸车残余量。

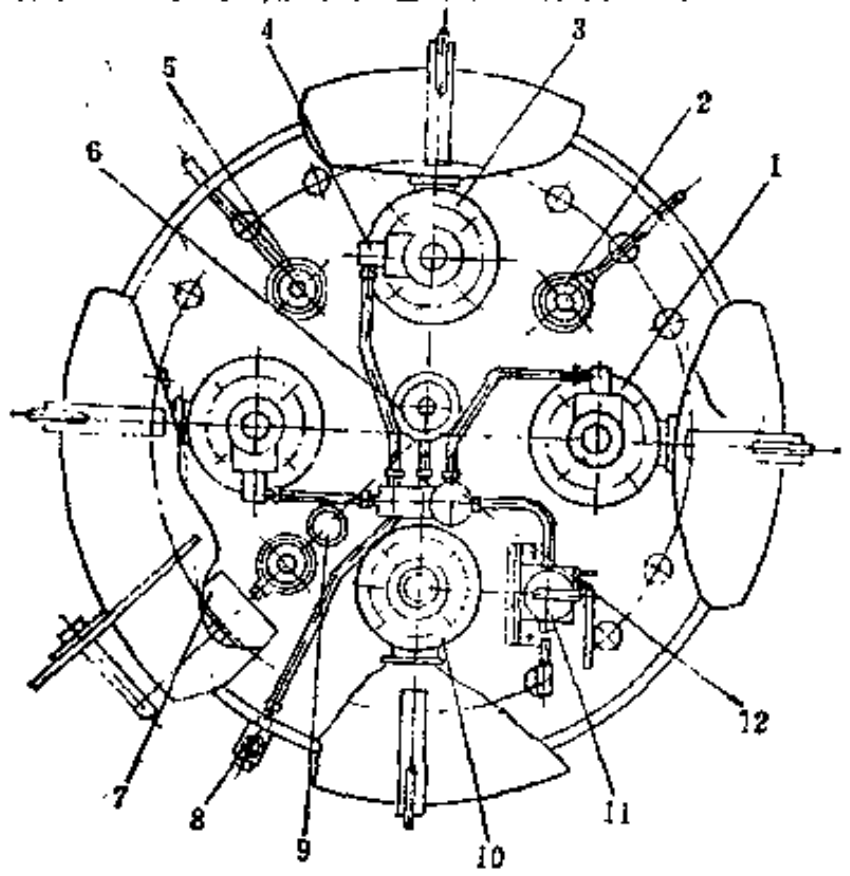


图 6-3　液化气铁路罐车附件布置图

1—液相阀；2—排净检查阀；3—气相阀；4—工作油缸；5—最高液面阀；6—皮囊蓄能器；7—压力表；8—拉阀；9—温度计；10—滑管液面计；11—手摇泵；12—控制阀

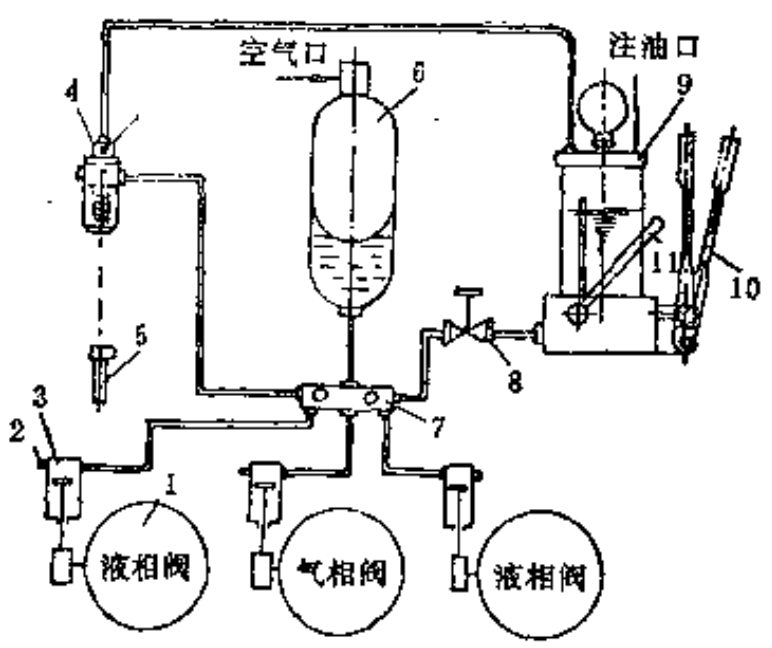


图 6-4　液化气铁路罐车紧急切断装置

1—液相阀；2—易熔塞；3—工作油缸；4—拉阀；5—拉阀手柄；6—皮囊蓄能器；7—分配缸；8—阀门；9—手摇泵；10—加压手柄；11—卸压手柄

液化气铁路罐车的设计压力由其装载气体性质而定，一般来说，丙烯为2.2MPa（22kg/cm²）；丙烷为1.8MPa（18kg/cm²）；丙烯-丙烷或丙烷-C_4混合物为2.2MPa(22kg/cm²)；正丁烷、异丁烷、丁烯、异丁烯、丁二烯等为0.8MPa(8kg/cm²)，工作温度为－40～50℃。

液化气铁路罐车外壁涂刷银灰色漆，在罐体中部水平一圈，用红漆涂有色带，色带宽度为300mm，在中间断开一处，有用红漆喷写的“液化石油气”字样。

由于受铁路专用线和货源供给限制，目前铁路液化气罐车数量还不够多，现主要集中在一些大中城市液化气公司，另外还有若干化工厂拥有自己的自备罐车。

液化气铁路罐车技术资料见表6-18。

表 6-18 铁路液化气罐车技术资料

技术项目		车型							
		DLH9	HG-100/20	HG-50/20	G60	G17	HG-57/20	HG60-2型	HYG2型
重量参数 t	自重	35.3	35.1	33	35.5		45	33.7	40
	载重	50	50(62)	52	27.4	25	37	50	
总容积，m^3		110	100	51.6(50)	51	51.5	57	61.8	74
最大尺寸 mm	内径	2800～3100	2600～3000	2600			2800	2800	2800
	罐长	16225	16632	10608			10000	10552	
	高	4704	4350	4762				4610	4715
	宽	3136	3200	2892				3120	3240
适用温度，℃		−40～50	≤50	≤50				−40～50	−40～50
设计压力 MPa(kg/cm^2)	$P_{设}$	1.96(20)	20	20	14	14	20	22.0	18
	$P_{安}$	2.0(21)	21	21	14	14	21	23.5	16
	$P_{水}$	2.94(30)		30	20	30	30		
	$P_{气}$	1.96(20)		20					
	$t_{设}$			50℃			50℃		
材质		16MnVR δ=18	15MnVR δ=16	16MnR δ=24	16Mn δ=20	16Mn δ=24	20号 δ=38	16MnR δ=24	16MnR
附件分布状况		在车顶中部	在车顶中部，人孔设在一位端头盖中央	车顶中部人孔上	均匀分部车顶中部	集中车顶中部人孔上	在车顶一侧人孔上	罐体中间顶部	
遮阳罩		包角128°有	有	有	无	有		有	有
保温层		无	无	无	全保温	无	全保温	无	无
底架		无	无	工字形					
梯子形式		车体一位端	车体中部两侧	车体中部两侧	车体一位端	车体中部两侧		车体中部两侧	车体中部两侧
头盖		略平	半球形	尖头	略平	尖头			
罐形		鱼腹形	鱼腹形						
罐车附件	气相阀	DN40/1个	DN50/2个	DN40/1个	DN40/1个	DN40/1个	DN50/2个	DN50/1个	DN50/2个
	液相阀	DN50/2个	DN50/2个	DN50/2个	DN50/1个	DN50/1个	DN50/2个	DN50/1个	DN50/2个
	压力表	1	1	1	1	1	1	1	1
	液面计	滑管液面计	磁性液面计	1	2	2	2		
	安全阀	DN50/2个	DN50/2个	DN50/2个	DN50/2个	DN50/2个	DN50/2个	DN50/2个	DN50/2个
	人孔	1	1	1	1	1	1	1	1
制造厂家		大连	锦西	宝鸡	锦西	锦西	锦西	锦西	哈尔滨

各型液化气铁路罐车结构见图6-5、图6-6和图6-7。

3．汽车液化气罐车

汽车液化气罐车是中短途运送液化气的专用车辆。近年来民用液化气的运输量大约有60%以上是汽车运输的。汽车运输液化气装卸方便，机动灵活，周转快，很适合各级液化气公司气库或企、事业单位自用液化气站与气源之间进行短距离运输使用。但汽车罐车运输能力小，运费较高，对大中城市液化气库来说，在铁路和管路运输不能保证时，也不失为一种有

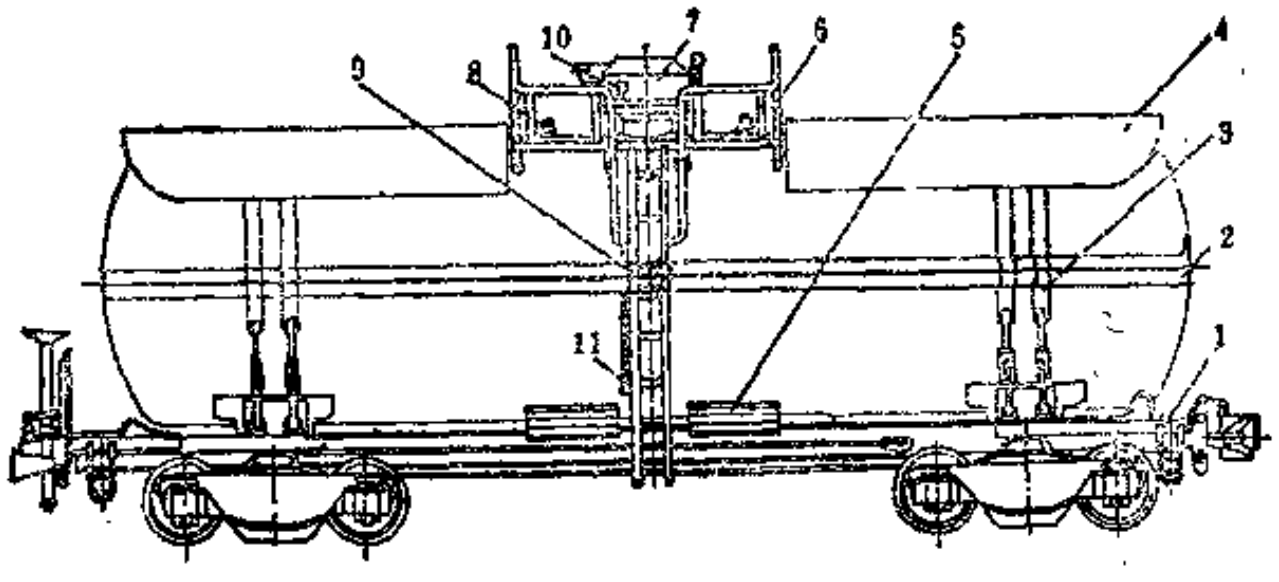


图 6-5　HG60-2型液化气铁路罐车

1—底架；2—罐体；3—拉紧带；4—遮阳罩；5—中间托板；6—操作台；
7—阀门箱；8—安全阀；9—外梯；10—拉阀；11—拉阀手柄

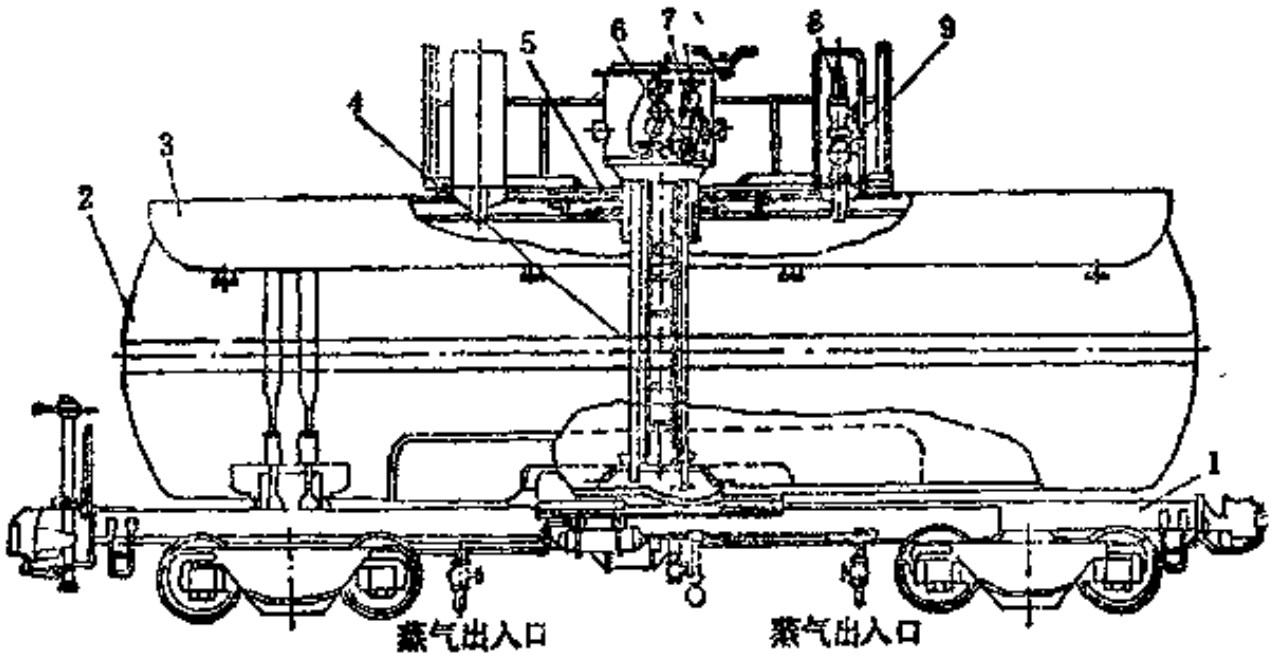


图 6-6　HG50/20型液化气铁路罐车

1—底架；2—罐体；3—遮阳罩；4—外梯；5—操作台；6—压力表；
7—阀门；8—安全阀；9—阀门

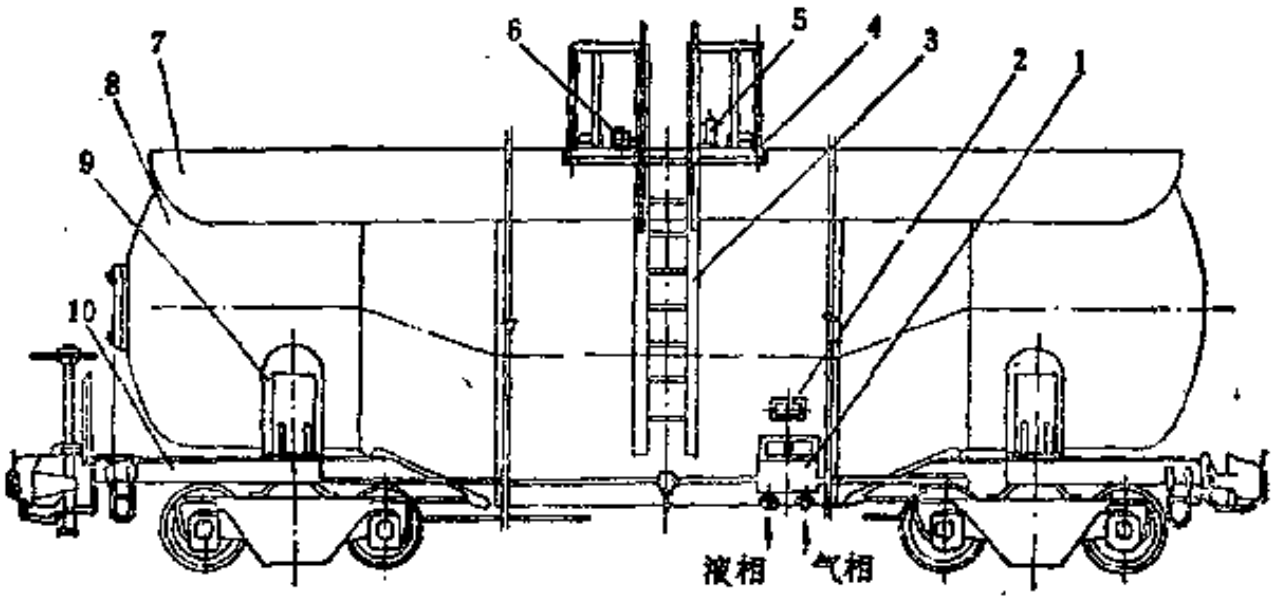


图 6-7　HG100/20型液化气铁路罐车

1—阀门箱；2—铭牌；3—外梯；4—操作台；5—液位计；6—安全阀；
7—遮阳罩；8—罐体；9—鞍座；10—底架

效辅助运输工具。

汽车罐车运输的液态石油气体，包括丙烷、丙烯、丁烷、丁烯、丁二烯、戊烷以及它们的混合物。目前，我国国内使用的液化气罐车有 3 种型式、即单车固定式罐车、半拖挂式罐车和活动式罐车。

（1）单车固定式罐车

这类罐车是将储液罐整体永久牢固地装在载重汽车底盘上，再安装装卸系统和安全附件，构成一辆运输液化气的专用车。这种改装车保持了原车型主要技术性能，罐体安装牢固，附件选择与安排合理，操作灵活，外表美观，运行安全可靠。

（2）半拖挂式罐车

这类罐车由牵引汽车拖动装有储液罐的挂车，挂车后部有一组轮胎，前部通过转盘与牵引汽车后轴的支点相连接，构成一辆半拖挂式专用液化气罐车。这种罐车充分利用了汽车的承载和牵引性能，提高了单车装载能力，稳定性好，吨公里燃料消耗低，运输成本显著下降，提高了运输经济效益。但由于该车车身较长，因此整体灵活性较差，对道路通过性能要求高。尽管如此，在液化气产、销、用量日益增加情况下，对大吨位的半拖挂汽车罐车需求量还是不断增大的。

（3）活动式罐车

这类罐车是把储液罐体，用可拆卸的紧固装置安装在载重汽车的车箱内，并装上必要的装卸及安全设施，构成一台活动式液化气汽车罐车。活动式罐车需用时，可将罐吊装固定于车箱内，运输完成也可把罐体拆下安装于地面支座上，作地面储罐使用。这类罐车是60年代初期运输液化气的，目前对于液化气需用量小，技术、资金、场地不具备条件的单位，现在仍有使用。虽然这种车机动灵活，投资少，一车多用，但该车由于临时性安装，因此拆装麻烦，抗震性差，重心高，行驶稳定性差，运载能力低，随着各型专用液化气罐车不断发展，今后几年这类罐车将会逐渐被淘汰。

目前，汽车液化气罐车车型很多，容积和载重也在逐渐增大。全国能够改装并生产液化气罐车的厂家已有10多个定点厂。大多数情况下各型罐车载重/容积是：2t/4.7m³；2.4t/5.7m³；2.5t/5m³；3t/7.2m³；4.5t/11.7m³；5t/11.9m³；5.5t/13.2m³；6t/14.2m³；8.5t/19.05m³；9t/22m³；9.5t/22.4m³；10t/24m³等。

各型液化气罐车容积、载重最大充装量见表6-19。各型液化气罐车技术性能见表6-20。各型液化气罐车外形图，见图6-8。

表 6-19　各型液化气罐车容积、载重对比表

车　型	载重量，t	罐容积，m³	车　型	载重量，t	罐容积，m³
解　放	2.4	5.7	延安，卡玛兹	8.0	19.05
东　风	3.0	7.2	拉巴，斯太尔，日野	9.0	22.10
尼　桑	3.5		拉巴，日野	9.5	22.4
黄　河	4.6	11.7	罗　曼	9.5	
黄河、东风	5.0	11.9	罗曼，上海	10.0	23.8～24.0
五十铃	5.5	13.45	望江，红岩	10.0	23.8～24.0
黄　河	6.0	14.28	东　风	15.0	
黄　河	8.5				

汽车液化气罐车由车辆（或底盘）、罐体、装卸设施和安全附件四部分组成。

汽车底盘是罐车的行驶和承载部分，是结构的主体。目前，我国尚无生产液化气罐车的专用汽车底盘，所以国内罐车都是从现有通用载重汽车底盘中选择，所选汽车底盘类型其技术性能一般都考虑到能满足改装液化气的各种技术要求，以保证罐车其安全性和经济性。

罐体是一个承受一定内压和温度的圆筒形焊接压力容器，它由筒身和两个封头组成，材质采用16MnR或锅炉钢板，壁厚10～14mm，罐体外表不加保温套，罐体内设置防浪隔板，

表 6-20　汽车液化气罐车技术性能表

序号	厂牌型号	制造厂	底盘型号	整车长度 mm	总宽 mm	总高 mm	总容积 m^3	最大充装量 kg	满载重量 kg	设计压力 MPa (kg/cm^2)	使用温度，℃
1	SD450 Y型	淄博客车厂	黄河 JN150型	7600	2400	3040	11.7	4600	15060	1.77(18)	−40～+50
2	SD451 Y型	淄博客车厂	黄河 JN151型	7730	2470	3074	11.91	5000	15700	1.77(18)	≤50
3	SD452 Y型	淄博客车厂	东风 FQ144型	8216	2430	2830	11.91	5000	12995	1.77(18)	≤50
4	SD440 Y型	淄博客车厂	解放 CA10B	6820	2300	2560	5.72	2400	7944	1.77(18)	≤50
5	SD460 Y型	淄博客车厂	日本五十铃 CVR146型	9380	2500	2960	13.45	5500	15800	1.77(18)	−20～+50
6	SD461 Y型	淄博客车厂	延安 SX161型	10060	2513	3250	19.05	8000	2200	1.77(18)	≤50
7	SD470 Y型	淄博客车厂	罗曼 R19.2150F	11025	2500	3296	24.01	10000	24884	1.77(18)	≤50
8	SD471 Y型	淄博客车厂	望江	10110	2500	3255	23.81	10000	26240	1.77(18)	≤50
9	BJ431 Y型	北京金属结构厂	解放 CA10B型	6883	2400	2450	5.70	2500	8025	1.77(18)	−40～+50
10	BJ451 Y型	北京金属结构厂	黄河 JN150型	7800	2400	3040	11.9	5000	15060	1.77(18)	−40～+50
11	BJ470 Y型	北京金属结构厂	黄河 JN162型	8438	2480	3044	14.285	6000	16500	1.77(18)	≤50
12	BJ490 Y型	北京金属结构厂	上海 SH161-4C	11230	2570	3262	24.0	10000	27039	1.77(18)	≤50

续表

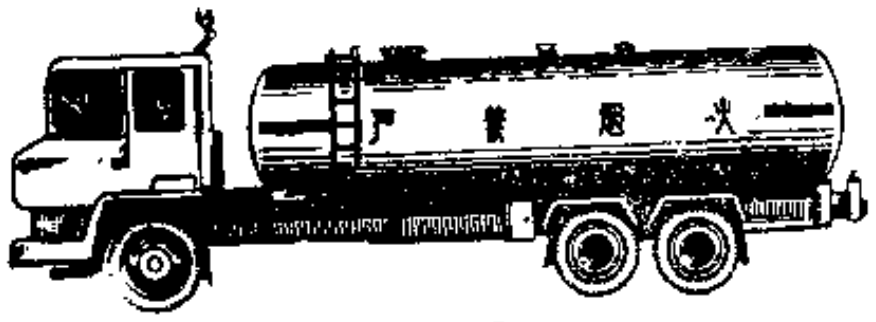
序号	厂牌型号	制造厂	底盘型号	罐体参数，mm			材质	安全阀开启压力，MPa (kg/cm²)	液面计型式	紧急切断系统	备注
				直径	长度	壁厚					
1	SD450 Y型	淄博客车厂	黄河 JN150型	1800	4829	12～14	16MnR	1.85(18.9)	旋转式	油压式	液相阀$Dg50\times1$，气相阀$Dg25\times1$ 安全阀为内装式
2	SD451 Y型	淄博客车厂	黄河 JN151型	1800	5008	12～14	16MnR	1.85(18.9)	旋转式	油压式	液相阀$Dg50\times1$，气相阀$Dg50\times1$ 安全阀为内装式
3	SD452 Y型	淄博客车厂	东风 FQ144型	1800	5008	12～14	16MnR	1.85(18.9)	旋转式	油压式	液相阀$Dg50\times1$，气相阀$Dg50\times1$ 安全阀为内装式
4	SD440 Y型	淄博客车厂	解放 CA10B	1500	3510	10～12	16MnR	1.85(18.9)	旋转式	油压式	液相阀$Dg50\times1$，气相阀$Dg50\times1$ 安全阀为内装式
5	SD460 Y型	淄博客车厂	日本五十铃 CYR146型	1700	6231	12	16MnR	1.85(18.9)	旋转式	油压式	液相阀$Dg50\times1$，气相阀$Dg50\times1$ 安全阀为内装式
6	SD461 Y型	淄博客车厂	延安 SX161型	1900	7064	12～14	16MnR	1.85(18.9)	旋转式	油压式	液相阀$Dg50\times1$，气相阀$Dg50\times1$ 安全阀为内装式
7	SD470 Y型	淄博客车厂	罗曼 R19、2150F	2000	8010	14	16MnR	1.85(18.9)	旋转式	油压式	液相阀$Dg50\times1$，气相阀$Dg50\times1$ 安全阀为内装式
8	SD471 Y型	淄博客车厂	望江	2000	7936	14	16MnR	1.85(18.9)	旋转式	油压式	液相阀$Dg50\times1$，气相阀$Dg50\times1$ 安全阀为内装式
9	BJ431 Y型	北京金属结构厂	解放 CA10B型	1500	3732	10	16MnR	1.65(16.8)	浮筒式	机械式	液相阀$Dg50\times1$，气相阀$Dg50\times1$ 安全阀为内装式
10	BJ451 Y型	北京金属结构厂	黄河 JN150型	1800	5100	12	16MnR	1.65(16.8)	浮筒式	机械式	液相阀$Dg50\times1$，气相阀$Dg50\times1$ 安全阀为内装式
11	BJ470 Y型	北京金属结构厂	黄河 JN162型	1800	6018		16MnR				耗油量：26.5L/100km； 充装系数：0.42kg/L；介质：液化气，丙烷
12	BJ490 Y型	北京金属结构厂	上海 SH161-4C	1900		12	16MnR				耗油量：45L/100km，充装系数：0.42

续表

序号	厂牌型号	制造厂	底盘型号	整车长度 mm	总宽 mm	总高 mm	总容积 m^3	最大充装量 kg	满载重量 kg	设计压力 MPa (kg/cm²)	使用温度，℃
13	BJ452 Y型	北京金属结构厂	黄河 JN—151 152	7800	2470	3040	11.974	5000	14800	1.77(18)	≤50
14	YDCH5.0-18型	大连五二三厂	黄河 JN—150 151	7670	2470	3010	11.996	5000	14991	1.77(18)	≤50
15	HGQ $\frac{5}{18}$ 型	锦西化工机械厂	解放 CA—10B	6954	2400	2400	5.75	2400	8000	1.77(18)	≤50
16	HGQ $\frac{12}{13}$ 型	锦西化工机械厂	黄河 JN—150 151				11.9	5000	14585		≤50
17	HGQ $\frac{24}{18}$ 型	锦西化工机械厂	罗曼 R19、215DF				24.00	10080	24960		≤50
18	HGQ $\frac{10}{22}$ 型	锦西化工机械厂	黄河 JN—150 151				9.00	4680	14680	2.15(22.0)	≤50
19	JC28型	金州重型机械厂	东风 EQ140型	6915	2355	2741	7.200	3000	9290	1.77(18)	≤50
20	进口车	日本	日野	10700 10610	2490	3200 3250	22.40 22.41	9500		1.77(18)	
21	进口车	日本	尼桑	7600	2240	2850	8.90	3500		1.77(18)	
22	解放半拖挂式	上海液化气管理所	解放	10000	2640	2800～3200	9.44	4000		1.96(20.0)	＜55
23	东风半拖挂式	金州重型机械厂	东风 EQ140K型	12205	2355	2490	14.43	6000	16403	0.78(8.0)	−40～+50
24	解放牌活动罐车	天津石油化工设备厂	解放 CA10B	6670	2250	3024	4.17	1750	7820	1.77(18.0)	−40～+50
25	黄河牌活动罐车	天津石油化工设备厂	黄河 JN150,151	7600	2350	3278	9.28	3900	14000	1.77(18.0)	−40～+50

续表

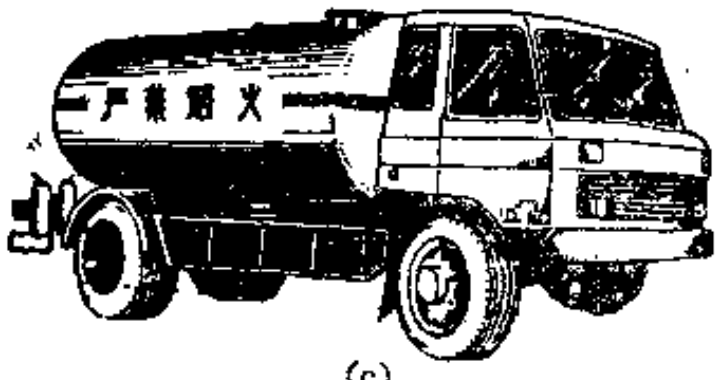
序号	厂牌型号	制造厂	底盘型号	罐体参数，mm			材质	安全阀开启压力 MPa(kg/cm²)	液面计型式	紧急切断系统	备注
				直径	长度	壁厚					
13	BJ452 Y型	北京金属结构厂	黄河 JN—151 152	1800	5100		16MnR				
14	YDCH5.0-18型	大连五二三厂	黄河 JN—150 151	1800	5027	12～14	16MnR	1.77(18)	浮球式	手动液压式	球阀：Q415A-25Q型，液泵型号：SB-30型；液相$Dg50$，气相$Dg25$
15	HGQ$\frac{5}{18}$型	锦西化工机械厂	解放 CA—10B	1500	3533	10	16MnR	1.86(19)	旋转式	油压式	液相：$Dg50\times1$，气相：$Dg25\times1$
16	HGQ$\frac{12}{18}$型	锦西化工机械厂	黄河 JN—150 151	1700				A412F-25 -2型	ZGY$\frac{17}{25}$ -2型	C41F-25 -2型	液相：$Dg50\times1$，气相$Dg20\times1$
17	HGQ$\frac{24}{18}$型	锦西化工机械厂	罗曼 R19,215DF					A412F-25 -2型	ZGY$\frac{24}{25}$ -2型	C41F-25 -2型	液相：$Dg50\times1$，气相$Dg20\times1$
18	HGQ$\frac{10}{22}$型	锦西化工机械厂	黄河 JN—150 151	1632	4800	14			旋转式		适宜装：液氨、丙烯、液化气
19	JC28型	金州重型机械厂	东风 EQ140型	1600	3870	12	16MnR	1.8～1.98 (18～19.8)	旋转式	液压式	球阀：CQA-25P型 液相：$Dg25$ 气相：$Dg20$
20	进口车	日本	日野	1900 2000	8250 7500	9～10		2.35(24)	滑管式 旋转式	油压式	球阀：CQA-25P，接头型式：CFKJ-25T，液相$Dg25$，气相$Dg20$
21	进口车	日本	尼桑								
22	解放半拖挂式	上海液化气管理所	解放	1400	6400	12～14	16MnR	1.8～1.98 (18～19.8)	玻璃板式		液、气相，$Dg50$
23	东风半拖挂式	金州重型机械厂	东风 EQ140K型	1500	8300	12	16MnR		滑管式	JYS-25型	球阀，CQA-25P型，接头型式：CNJ-25，液相$Dg50$，气相$Dg25$
24	解放牌活动罐车	天津石油化工设备厂	解放 CA10B	1300	3530	12	16MnR	1.77(18.0)	旋转式	—	安全阀$Dg32\times2$，液相$Dg50$，气相$Dg25$
25	黄河牌活动罐车	天津石油化工设备厂	黄河 JN150,151	1600	5040	14	16MnR	1.77(18)	旋转式	—	安全阀$Dg32\times2$，液相$Dg50$，气相$Dg25$



(a)



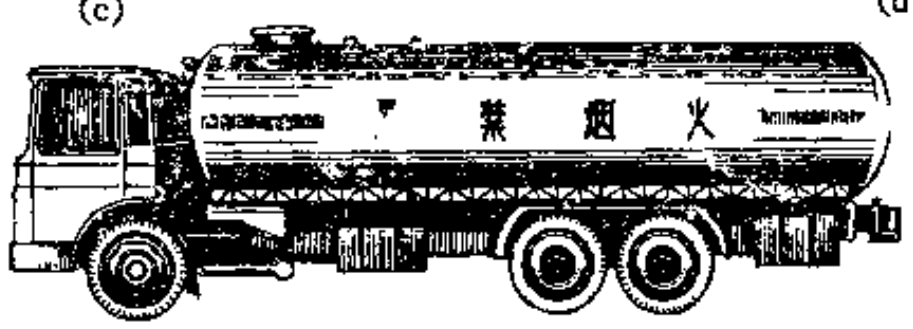
(b)



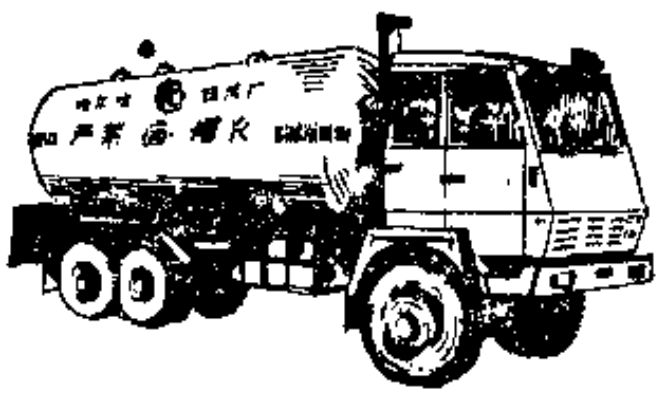
(c)



(d)



(e)



(f)



(g)

图 6-8 各型液化气罐车外形图

(a)—日野9.5t液化气槽车；(b)—WH450A（东风）5t液化气槽车；(c)—153型（东风）15t液化气槽车；(d)—黄河6.5t液化气槽车；(e)—红岩·斯太尔10t液化气槽车；(f)—斯太尔槽车；(g)—拉巴槽车

以减轻车辆行驶中由液体晃动引起的冲击，增加车辆行驶的稳定性。罐体设计压力为：丙烯2.2MPa（22kg/cm²），丙烷或混合液化气为1.8MPa（18kg/cm²），丁烯为0.8MPa（8kg/cm²），设计温度为－40～50℃或50℃。图6-9为汽车液化气罐车罐体结构示意图。

罐车上的装卸设施和安全装置均装在罐体一侧的阀门箱内，见图6-10。阀门箱内配置的

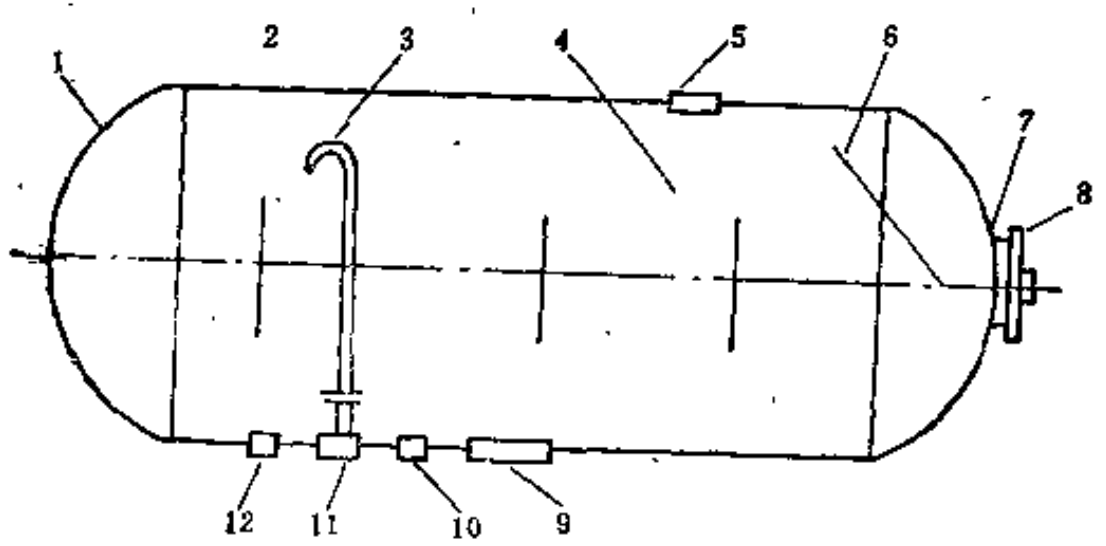


图 6-9 汽车液化气罐车罐体结构示意图

1—封头；2—筒体；3—气相管；4—防波板；5—安全阀凸缘；6—液面计；7—人孔实缘；8—人孔盖；9—液相凸缘；10—压力表凸缘；11—气相凸缘；12—温度计凸缘

图 6-10　汽车液化气罐车阀门箱设备配置图

1—手摇油泵；2—压力表；3—温度计；4—气相管；5—DN25紧急切断阀；6—DN25球阀；7—放空阀；8—DN25快速接头；9—液相管；10—DN50紧急切断阀；11—DN50球阀；12—放空阀；13—DN50快速接头；14—车尾泄压阀；15—液面计；16—罐体；17—安全阀

设施包括：气相阀、液相阀、紧急切断阀、放空阀、压力表、温度表和液压油泵。另外，在罐体上还装有安全阀、液面计、人孔、梯子、平台及消除静电装置。耐油装卸胶管固定在罐体两侧车架上。罐体外壁涂刷银灰色漆，沿罐体水平中心线四周涂刷一道宽度不小于150mm的红漆色带，在罐体两侧中央部位，色带应断开用红漆喷写“严禁烟火”字样，字高不小于200mm。罐车铭牌固定在罐体上，在罐体一侧后端部下方应喷写“罐体下次检验日期×年×月”字样，字高100mm，以利验车检查。

4．液化气运输船

液化气的水路运输是通过特殊构造的液化气运输槽船来完成的，这种运输方式运量大，运费低，十分经济，但造船技术难度大，建造费用昂贵，它适用于紧靠内河或海港，具备水路运输和灌装条件的炼油厂发运液化气。

液化气槽船上装有一组或多组储罐，并配有机泵、压缩机和制冷等设施，供液化气装卸使用。液化石油气槽船一般分为常温压力式槽船和低温常压式槽船两种。

（1）常温压力式槽船

船上装有常温压力储罐一般多采用卧式圆筒罐形式，其容积、壁厚、承压能力是按最高温度下的介质饱和蒸气压和运输操作的附加压力来设计，由于罐体壁较厚，自重大，所以运载能力较小。为了运输安全，通常在槽船上装有安全设施，包括：

①罐体上装有喷淋冷却设施；

②装卸管道上安有紧急切断装置；

③罐体上设有安全阀、压力表、温度计、液面计等；

④在船内设有可燃气体自动显示和报警装置，干粉灭火设施，通风装置；

⑤槽船甲板上有消火栓，防静电接地装置。

常温压力式槽船见图6-11。

（2）低温常压式槽船

船上装有制冷装置可以使储罐在低温常压下运行。这种槽船船体为双壳结构，中间可以

注水。在船体壳内与罐体之间还填充绝热材料。罐体选用耐低温钢板制造。这种槽船除设有常温压力式槽船上相同的安全设施外，还必须有可靠的制冷装置，以保证槽船安全正常运行。该船装载能力较大，多用于远洋运输。低温常压式槽船见图6-12。

我国由江南造船厂设计制造的第一艘大型全压式3000m³液化石油气海洋运输船已于91年3月建成投用，满载抚顺石化公司生产的液化气驶往广东，开创了国内液化气装船海运的先例。为德国建造的第一艘半冷半压式4200m³乙烯液化气运输船也在92年4月交付使用。

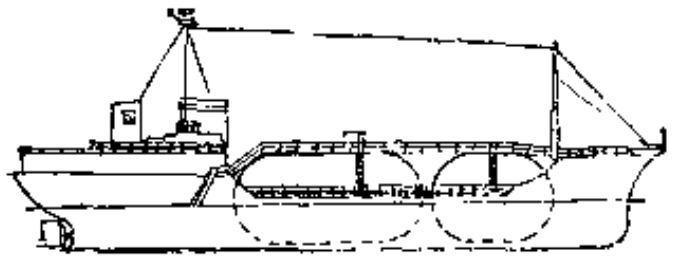


图 6-11 常温压力式槽船示意图

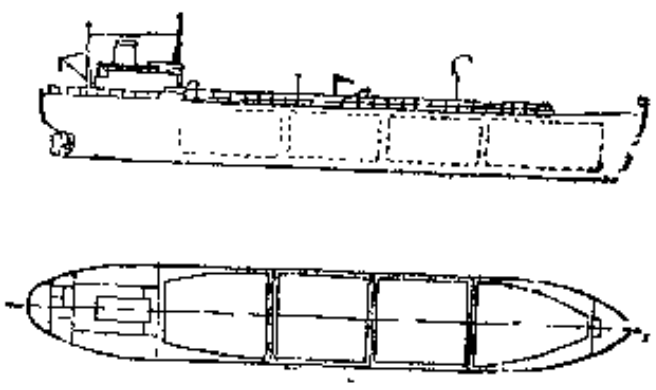


图 6-12 低温常压式槽船示意图

5. 液化气钢瓶

液化气钢瓶（简称钢瓶）是供用户盛装液化气的专用压力容器。钢瓶具有灌装简便，供应面广，流动性大，使用方便特点。由于液化气具有易燃、易爆危险性，而钢瓶装运过程中又难免发生碰撞，因此其结构应力求坚固、安全、可靠、轻便、便于搬运，符合“液化石油气钢瓶标准”（CJ3-1-80）。

目前钢瓶有3种型号，即YSP-10，YSP-15，YSP-50。其充装量分别为10、15和50kg。钢瓶型号与技术性能见表6-21。液化气钢瓶结构，见图6-13。

表 6-21 液化气钢瓶技术性能表

	YSP-10	YSP-15	YSP-50
筒体内径，mm	314	314	400
几何容积，L	23.5	35.5	118
底座外径，mm	240	240	400
护罩外径，mm	190	190	
高度，mm	534	680	1215
设计压力，MPa(kg/cm²)	1.56(16)	1.56(16)	1.56(16)
允许充装量，kg	10±0.15	15±0.20	50±0.50
自重，kg	9.65(12.1)	13.1(15.7)	54

注：自重一栏中，括号数字是采用20号钢材时的重量。

钢瓶由瓶嘴、瓶体、护罩（或瓶帽）、衬圈和底座组成。钢瓶用16Mn或20号钢板制成。瓶体由上下封头对接焊成，只有一道水平方向焊缝。瓶体厚度为2.5或3.0mm。钢瓶的设计压力为1.6MPa（16kg/cm²），水压试验2.4MPa（24kg/cm²），实际使用压力不超过1.0MPa（10kg/cm²），使用温度为－40～60℃。钢瓶外观涂成灰白色漆，为了管理方便，瓶身上用红漆标明：液化石油气、单位名称、瓶号、使用日期和皮重。在钢瓶护罩上装有生产厂家铭牌。

钢瓶上主要附件有角阀、减压阀和胶圈，以及和炉具联接的耐油输气胶管。

（1）减压阀

减压阀又称调压阀，装在气瓶角阀的出口上。它能将瓶中19.6～980kPa（0.2～10kg/

cm^2)的液化气降压到2.45～3.37kPa（250～350mmH_2O），不管用气量和气瓶压力如何变化，它都能保持出口压力稳定。出口额定流量有0.3、0.6、1.2、2.0m^3/h等多种，可供调节以保证使用需要和燃烧稳定。

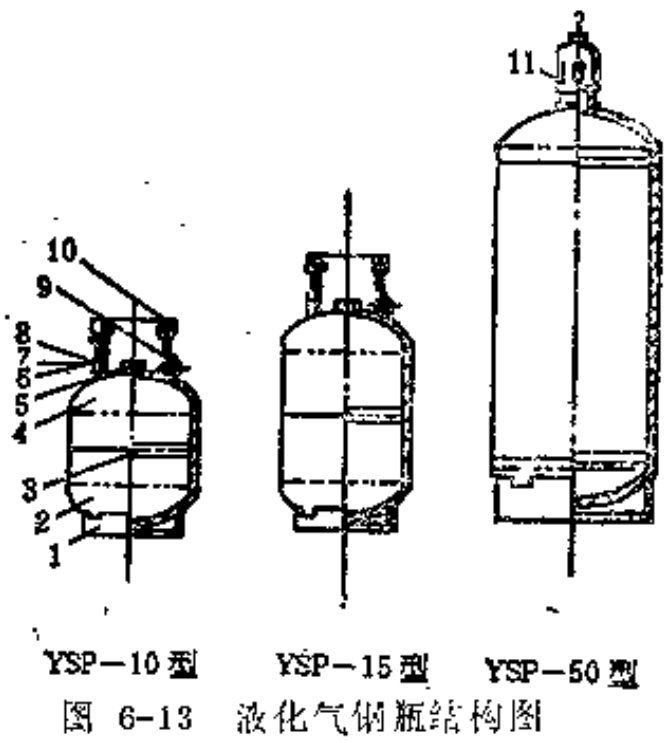


图 6-13 液化气钢瓶结构图

1—底座；2—下封头；3—衬圈；4—上封头；5—瓶嘴；6—螺栓；7—螺母；8—垫圈；9—耳片；10—护罩；11—瓶帽

减压阀由调节螺母，弹簧膜片、减压室和杠杆机构等组成。减压阀的结构见图6-14。

减压阀的工作原理：当进气压力升高时，进入减压室的液化气增多，压力随之升高，从而使橡胶薄膜片上凸，从而带动杠杆机构向上移动，使阀垫下移，进气口流通面积减小，进气量随之减少，压力也将降低。当进气压力降低或用气量增大时，减压室压力随之降低，橡胶薄膜片下凹，从而带动杠杆机构下移，使阀垫上移，进气喷嘴处截面变大，进气量随之增加，压力也随之提高。因此，不论进气压力高低，经减压阀调整后的出气压力总是恒定不变的。

使用减压阀时应格外注意：它和角阀连接是反丝扣。每次换瓶后，要检查进气管端橡胶密封是否完好，如有损坏应予更换。安装减压阀时，其手轮应拧得松紧适度，太松容易漏气，太紧容易损坏。平时要注意上阀盖的呼吸孔不能堵塞，遇有油垢堵住，应用细针轻轻穿通以保证减压阀能正常调压。遇气瓶气量不足时，不能将气瓶倒置，严防瓶中残液进入减压阀，否则容易损坏并破坏其正常工作。

（2）角阀

角阀起气瓶总开关和连接减压阀作用，装于气瓶出口上。角阀结构紧凑，体积小，强度高。目前全国生产角阀的厂家很多，其型号有YSF-1型和YSF-2型两种，公称通径为1/2″。

角阀由阀体、阀杆、阀芯、密封件、压紧螺母、手轮等组成。角阀的结构见图6-15。两种角阀结构上的区别是YSF-2型角阀的压紧螺母采用内压母式，并且增加了一道密封圈。为防止角阀漏气引起火灾，要求角阀必须气密性好、经久耐用，安全可靠。平时使用中，要常在密封面处涂抹肥皂水以检查是否漏气，发现角阀不严或有漏气之处，应送维修点检修，用

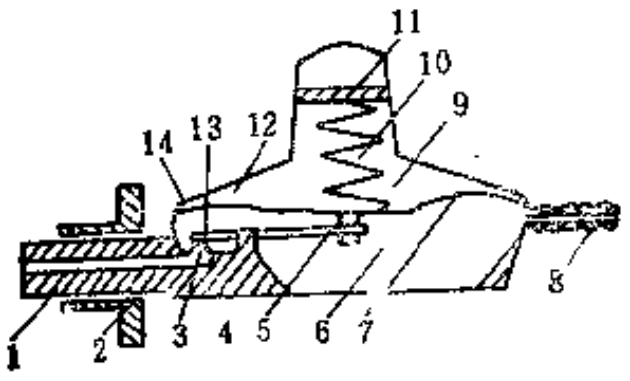


图 6-14 减压阀结构

1—进气管；2—手轮；3—进气喷嘴；4—下阀盖；5—杠杆；6—减压室；7—橡胶薄膜；8—出气管；9—上气室；10—弹簧；11—调节螺丝；12—上阀盖；13—阀垫；14—呼吸孔

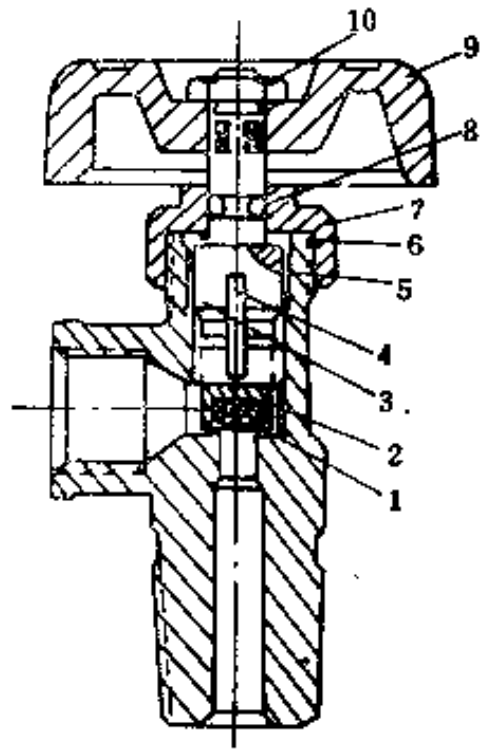


图 6-15 YSF-1型角阀结构

1—阀垫；2—活门；3—阀杆；4—连接片；5—阀体；6—密封垫；7—压紧螺母；8—O型密封圈；9—手轮；0—螺帽

户且不可私自拆卸处理。

（3）橡胶软管

橡胶软管是用来连接气瓶减压阀出口和炉具之间的输气管线，该软管应具有耐油、耐软化、耐寒、耐热和防老化性能，在－20～50℃和耐压应达到0.3MPa（3kg/cm²）条件下使用。胶管直径为10mm，材质为丁腈胶管，家庭使用胶管长度以1.2～2.0m为宜。

五、液化气储运设备附件

液化气储运设备上都配有灌装、运输、储存液化气所必须的生产操作附件和保证安全使用的装置。有了它们就可以监控设备内液面、压力和温度，如遇发生泄漏或火灾也可操纵其安全装置及时采取措施予以控制或消除。因此，熟悉并配齐、用好、维护好附件，这对液化气的安全生产、运输和使用具有十分重要意义。

液化气储运设备上的附件有安全阀、液面计、液相阀、气相阀、紧急放空装置、压力表、温度计、消除静电装置、放空阀、排污阀、调压阀等，下面分别予以介绍。

1．安全阀

安全阀是在储运设备超压时，能自动开启及时排放罐内气体，降低压力以防设备发生爆炸的最重要的安全装置。安全阀通常都装在设备顶部气相空间处。

安全阀按其种类可分弹簧式和杠杆式两种。弹簧式安全阀按其阀芯开启高度不同又可分为微启式和全启式两种。目前，在储罐上安装的为外装封闭全启式弹簧安全阀，罐车上安装的为内装不封闭全启式弹簧安全阀。

安全阀的主要性能是应有足够的排放面积和可靠的排放性能。在发生压力超高或发生火灾时，能开启快，排放迅速，回座性能好。安全阀应根据设备的最大排气量和设计压力来选用。储罐上选用的型号有A42Y-16C；A44Y-16C；A42F-16C；A42H-$\frac{16}{10}$等，阀的直径为80～100mm。罐车上选用型号有NA42SA-$\frac{16}{25}$或A42F-25-2型。设计压力为1.8～2.5MPa（18～25kg/cm²），开启压力为1.8～1.9MPa（18～19kg/cm²），公称直径为40mm。

安全阀的开启压力一般为储罐或罐车设计压力的1.0～1.1倍，但实用中，多和储罐的工作压力一致，以利于更加安全。安全阀阀体一般都涂成红色。

目前，国产液化气罐车采用的内装全启式安全阀，有上导向式和下导向式两种类型，型式虽不同，但其基本部件都是由阀体、阀瓣、导向杆、弹簧、锁紧装置和阀帽等组成。内装全启式安全阀，见图6-16和图6-17。

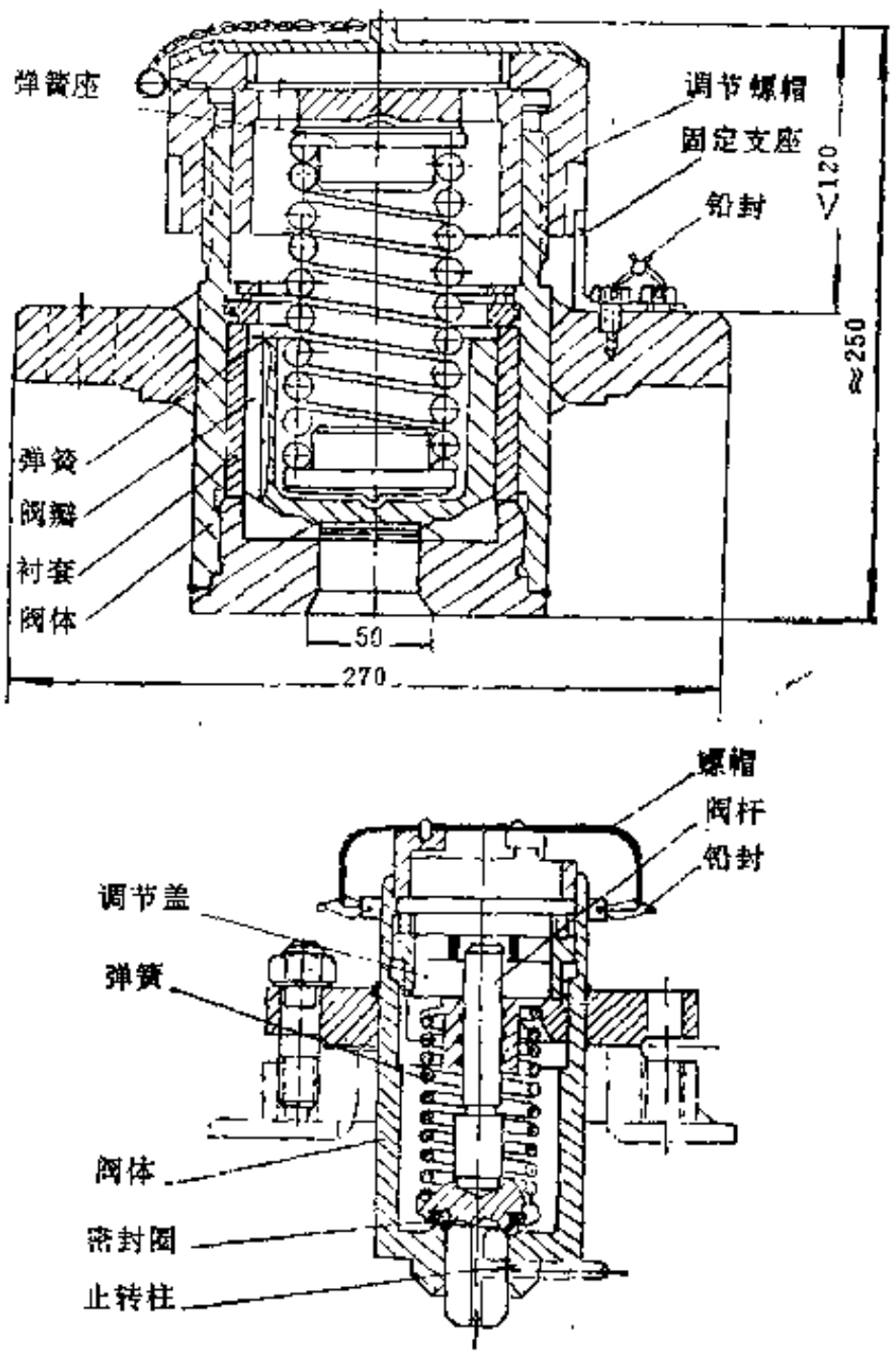


图 6-16　上导向式内装全启式安全阀

安全阀至少每年检验一次，检验定压后要加铅封。运行中发生起跳或不严应及时处理。

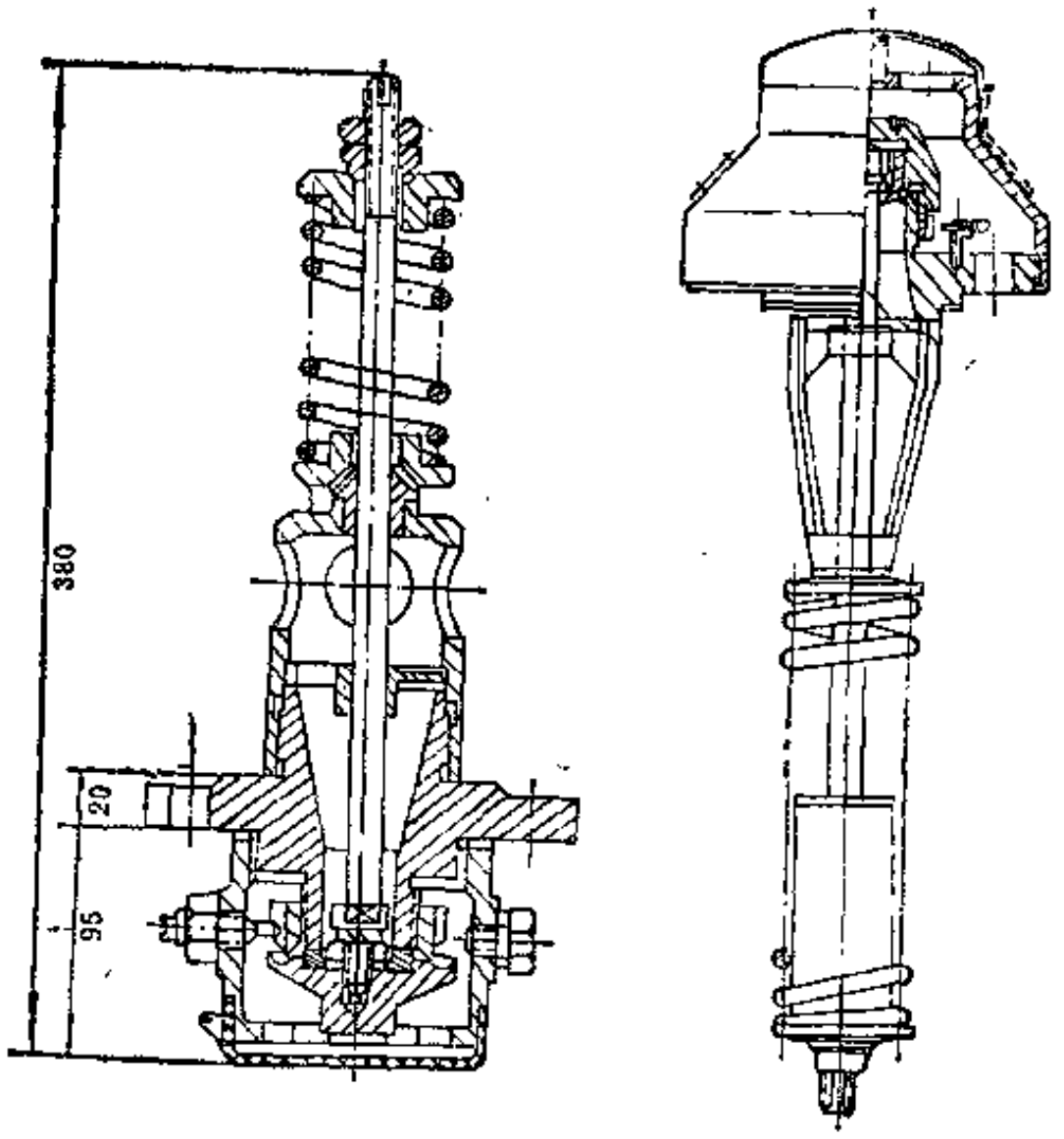


图 6-17　下导向式内装全启式安全阀

2．液面计

液化气都是密闭储存于受压容器内，液化气罐车的充装量（容积或液面高度）规定不超过容器体积的80～85%。容器内液面位置的高低就是靠液面计来显示的。有了它可以对灌装量进行监护，并可通过液面高度粗略计算罐内储量，以防超装或少装。因此，液面计即是计量设备附件，也是一种重要安全装置。

储罐上安装的多是玻璃板式液面计，其结构见图6-18。它是利用连通器原理装在储罐一侧，靠玻璃板内液面高度来反映罐内液面高度。其特点是结构简单，液面直观，安全可靠性好。在大型储罐上都是由若干个玻璃板式液面计作阶梯式串联后不间断地指示罐内整体液面。玻璃液面计使用前应连同角阀一起试压，气密性试验压力为1.6MPa（16kg/cm²），水压试验压力为2.4MPa（24kg/cm²）　液面计应无渗漏、无堵塞、液面显示清晰、准确。

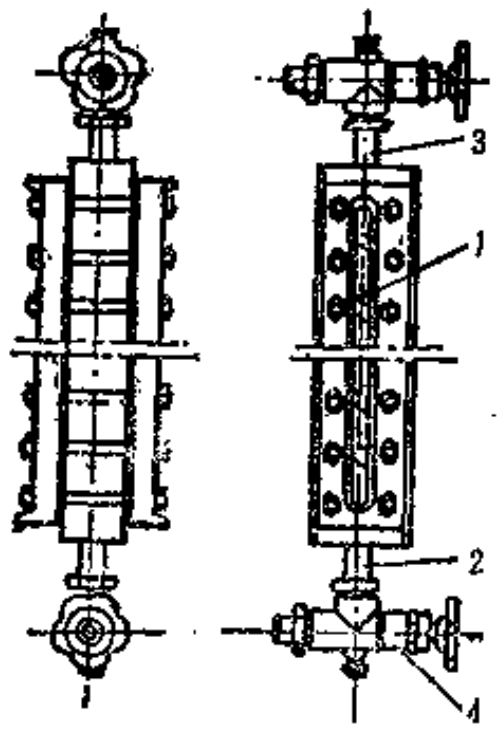


图 6-18　玻璃板式液面计结构图

1—玻璃板；2—下金属连管；3—上金属连管；4—角阀

玻璃液面计使用中的主要缺点是容易堵塞、易污染，有时造成假液面。因此，应定期清洗玻璃板并放液，排放凝油液体不准直放地面或明沟，应排放至含油污水系统。发现液面计泄漏或堵塞，应降压后清洗和检修。注意观察液面不使其超过安全最高液面所画红线部位。以防发生事故。

现在卧式液化气储罐上，有的也采用了一种磁性翻板式液位计，使用效果也较好。其主

要技术指标为：压力0.6～16MPa，工作温度—40～+200℃，测量范围35～1000cm，指示误差±10mm。

对于汽车液化气罐车来说，罐车外部不宜装设玻璃板液面计，因为一旦发生车祸，极易损坏断裂，发生液化气泄漏，容易引起着火爆炸。现在汽车罐车上常用的液面计有：磁力浮筒式（型号：XG025型或BJ[illegible]Y型），旋转管式（型号：XYS-15、XYJ-18型、YGQ-28型），滑管式（型号：BGY-25型）和浮球式（型号：UQZ-2-003型）等多种。液面计的设计压力为1.8MPa（18kg/cm²），指示精度小于2.5级，液面指示高度有0～1500，0～1800，10～1590，50～1400，50～1900mm等多种。要求该装置必须灵敏、可靠，有足够精度，牢固结构，密封性好，其突出罐外部分应加保护。

旋转管式液面计刻度值与装载液化气容积和重量关系，见表6-22。

表 6-22 旋转管式液面计刻度值与装载液化石油气容积和重量关系

旋转度 ℃	容积，m³	密度，kg/m³					
		500	540	550	560	570	580
		重量 G，kg					
0	0.037	19	20	20	21	21	22
30	0.047	204	220	224	228	232	244
50	1.430	715	772	787	801	815	858
60	2.330	1165	1258	1282	1305	1328	1396
70	3.373	1687	1821	1855	1889	1923	2024
75	3.424	1712	1849	1883	1917	1952	2054
80	4.497	2248	2426	2473	2518	2563	2698
85	5.180	2590	2797	2849	2901	2953	3108
90	5.855	2927	3178	3220	3297	3337	3517
95	6.464	3232	3490	3555	3620	3684	3878
100	7.070	3503	3816	3869	3959	4030	4242
105	7.690	3845	4153	4219	4306	4383	4614
110	8.279	4135	4466	4549	4631	4714	4962
120	9.330	4665	5038	5131	5225	5318	5598
130	10.130	5150	5470	5571	5673	5774	6078
150	11.266	5633	6084	6196	6309	6422	6760
180	11.650	5825	6291	6408	6524	6641	6990
装载4600kg时表盘刻度		118°	112°	111°	118°	108°	105°

铁路液化气罐车上装的有双管式滑管液面计，其中长滑管测量离罐底40mm的液位高度，短滑管测量离罐底210～310cm的液位高度。

3．液相阀、气相阀

液化气储罐与罐车上都装有液相阀、气相阀。液相阀是液体进出容器的必经之路，气相阀是石油气体进出容器的必经之路。它们是液化气装卸过程中用来连通或切断介质通道的生产重要附件。

储罐上安装的气相、液相阀门多采用截止阀或球形阀，其特点是结构简单，密闭性好。型号有：J41H-$\frac{25}{40}$，J41N-40三种，公称直径为50～80mm。

汽车罐车上安装的气相、液相阀门多采用钢制球阀，其特点是结构简单，开关快速灵活，密封性和抗震性好，安全可靠，使用寿命长。常用型号有：CQA-25P，Q41SA-25等。液相阀直径50mm，气相阀直径40或25mm。阀门承压能力一般多选用2.5MPa（25kg/cm²）。

另外，在气、液相阀门前短管上还分别配有直径25和50mm的卡式快速接头，其型号有CFKJ-25T，CKJ-25T等。液相阀、气相阀都安装在罐车底部阀门箱内，通过管路和罐体相连。气相管从罐身底部伸入罐内，进气口在罐内顶部空间，高于最大充装量液面高度，以保证液相液体不能进入气相管路。液相管伸入罐内、进液口距罐底30～50mm，这样可以防止罐车中铁锈污物在卸车时进入管道或转入气罐。一般来说，气相管涂成红色，液相管刷成银灰色，两种阀门均涂成银灰色。

铁路罐车上安装有两个液相阀，一个气相阀门。阀门采用钢制球阀或直角截止阀。阀门的水压强度试验压力为罐车设计压力的1.5倍，气密性试验压力为罐车设计压力的1.05倍。阀门的直径为50mm，涂色规定：液相阀体为黄色（或银灰色），安全阀为红色，其它阀体为银灰色。

4．紧急切断装置

在汽车罐车的液相、气相管的接口处，各装设一套内置式紧急切断装置，这套装置包括紧急切断阀、遥控操作系统和易熔金属自动切断装置3个部分。紧急切断阀按其结构和功能的不同可分：过流关闭功能和无过流关闭功能紧急切断阀两种。按操作系统牵引方式不同又可分：机械牵引式、油压操纵式、气压式和电动式4种。目前，国产液化气罐车应用最多的还是油压式紧急切断阀，该阀结构紧凑，操作方便，动作稳定可靠，使用寿命长。紧急切断阀的型号有：CJQF-25、JYS-25、JQ-41SA-$\frac{16}{25}$、C41F-25-2型等，公称压力2.5MPa（25kg/cm²）。紧急切断阀的功能是：它能在管道破裂发生泄漏时，阀门失控或装卸中出现火情时，能通过手摇泵在10s内紧急关阀中止泄漏。不能用手摇泵泄压关阀时，还有装在油路上的低熔点易熔塞保护，当周围温度超过70±5℃时，易熔塞因火焰烘烤而熔化，也可自动关闭紧急切断阀而制止泄漏。如果管道或阀门因车轮严重损坏，大量液化气外流，人为无法控制时，紧急切断装置内的过流切断装置也会因液流高速作用而自动关闭通路，而中止泄漏，防止事故扩大。紧急切断装置的手摇泵工作压力可达0.2～0.3MPa（2～3kg/cm²）。

油压操作装卸设施结构布置示意图见图6-19。

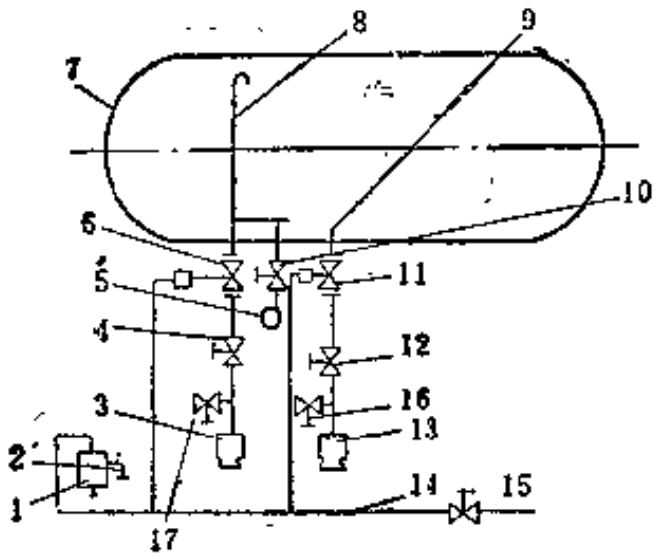


图 6-19　油压操作装卸设施结构布置示意图

1—手摇油泵；2—手摇油泵泄压阀；3—快速接头；4—球阀；5—压力表；6—切断阀；7—罐体；8—气相管；9—液相管；10—截止阀；11—切断阀；12—球阀；13—快速接头；14—油路；15—车尾泄压阀；16、17—放散阀

5．温度计

温度计是用来检测液化气液相温度的，它装在汽车罐车下的阀门箱内。罐车用温度计有表盘式压力指示温度计和双金属温度计两种。表盘式温度计型号有：WTQ-280型和WTQE8D型等，测量范围－40～60℃，精度2.5级，插入罐内深度350mm。为提醒装卸押运人员注意，在表盘上40℃和50℃处涂以红色警示标记。温度计应定期送交计量部门校验并加铅封，如指示失灵或损坏应及时检修和更换。

6．压力表

液化气储罐或罐车上均装有压力表，用来检测容器内压力。有了它就可以监测和控制罐内压力不超过允许值，以保证设备使用安全。压力表安装部位应在罐体顶部气相空间引出的管子上或气相管路上。常用压力表型号为：Y-100T（氨用），测量范围0～4.0MPa（0～40kg/cm²），精度1.5级。为提醒装卸、押

运操作人员注意，在表盘上设备最大允许压力指示值处应涂以红色警示标记。

7. 静电接地线

静电接地线装在汽车罐车尾部，一端和罐体或车底架相连，一端自由触地。接地线为金属链条或专用接地线。在装卸液化气或运输途中，接地线拖于地面之上以导除静电，进入装卸区内，接地线应提起，以防触地摩擦时产生火花。

8. 装卸胶管

装卸胶管是液化气装卸栈台与液化气罐车相连的输气管线，一般都用可拆卸的耐油橡胶软管，这种胶管应具有耐压、耐油和不渗漏特性。其型号有SX202-31，Y-25-20等，公称直径50mm，其耐压强度不低于6MPa（60kg/cm²），气压试验压力为2.7MPa（27kg/cm²）。

液化气罐车使用的胶管多选用二层钢丝编织的高压胶管，型号为HG_4-406-66，其性能见表6-23。

表 6-23 汽车罐车装卸用高压胶管性能

直径，mm				耐压，MPa(kgf/cm²)		
公称	公差	公称	公差	工作压力	试验压力	爆破压力
25	±0.7	40	±1.2	7.84(80)	13.24(135)	32.36(320)
51	±0.7	60	±1.2	7.84(80)	7.35(75)	17.65(180)

9. 放空阀

液化气储罐和罐车上部都装有放空阀，其作用是容器首次使用时，用氮气置换，排净空气，容器超压时紧急放空，保证设备使用安全。储罐上的放空阀排出的气体有的就地现场排入大气，但排放高度不得低于5m。炼油厂液化气罐区，所有储罐放空阀都用管线连通，通过放空管网进入炼厂气——火炬系统。

汽车罐车上的放空阀（也称放散阀），分别装在气相、液相两个球阀出口端，当装卸液化气结束，首先打开放空阀，排净气、液相管路中残存的石油气体，然后关闭放空阀再拆下橡胶软管。放空阀公称直径为15mm。

10. 手摇油泵

手摇油泵装在汽车罐车的阀门箱内，它是紧急切断阀开启或关闭的动力。装卸作业时，在连接胶管接通后，摇动油泵手柄，向油压系统注油升压，紧急切断阀即开启，液相、气相管路畅通，然后打开气相、液相球阀，即可装卸作业。装卸完毕或发生泄漏出现火灾时，摇动手柄，通过车尾泄压阀卸压，紧急切断阀关闭，从而切断通路，防止漏气。

六、液化石油气灌装

1. 灌装前安全检查

为了保证液化气装卸作业中人身、设备和场所的安全，防止泄漏和火灾爆炸事故发生，液化气灌装前都必须由专职安全员对罐车和气瓶进行严格安全检查。所有装运液化气的容器均应符合有关规定。

(1) 气瓶装前检查

液化气瓶应按以下要求进行检查：

①气瓶喷漆完好，符合规定。瓶体上介质名称、单位名称、瓶号、自重、使用日期及其字样齐全、清晰，易识别。

②气瓶实际自重与标记相符，且瓶体无裂纹、凹陷、鼓包和其它外伤缺陷。

③瓶内应保留一定余气（压），角阀应关严，无漏气。

④气瓶底座、提手、护圈应完整，不得歪斜或缺螺丝和松动。

⑤气瓶使用未超过检验周期。检验周期一般为2年。

⑥新瓶首次使用前应提供出厂合格证书，并进行抽真空，含氧量不大于1%。

检查出问题，应先行处理。不能处理或不合规定要求的严禁充装，也不能以空瓶换重瓶。

(2) 罐车装前检查 ①装运液化气的罐车，要携带“四证”即：液化气罐车使用证、化学危险物品运输证、液化气罐车驾驶员证和液化气罐车押运员证。凭证到有关运销部门进行验证和检车。无有效证件或证件不全的不准办理装气提货手续。

②验证合格后，由专职安全检查人员对罐车进行现场检查，检查合格后发给“液化气准装证”，凭证办理提货手续。

检查中发现有下列情况之一者，必须妥善处理，否则不予发证，严禁充装。

①罐车防火灭火装置及设备附件不全、损坏、丢失或不合规定的；

②罐车内没有余压，又不能判断罐内曾装过何种介质的（车内余压不低于0.05MPa）；

③罐车超过检验周期未作重新检验的（汽车罐车年度检验1年1次，全面检验5年1次，铁路罐车段大修计划检验，4年1次）；

④罐车外观检查腐蚀严重或有明显损坏、变形，附件有跑、冒、滴、漏现象，不能保证安全装卸作业的；

⑤罐车的颜色、字样、标记和所载介质不符或脱落、损坏不易识别的；

⑥罐车号码、车辆号牌和有关证件与实际不符的；

⑦新罐首次使用未经氮气置换或抽真空的；虽经处理但没有化验分析合格证明的（新罐投用，车内含氧量不大于3%或真空度不小于650mm）；

⑧浮动式汽车罐体与车箱之间紧固装置不牢或有损坏的。

2. 液化气装罐车

液化气装车通常有泵装法、压缩机加压法和蒸汽加压法等多种。炼油厂一般多采用泵装方法灌装。常用离心泵有50Y-60、60Y-60、80Y-100×2、65YⅡ-100×2等多种。

铁路液化气罐车是在专门的液化气栈台上装车。栈台结构、尺寸和普通装油台基本一致，长度和台位取决于每天出厂量，即最大装车数。对于大中型炼油厂来说，液化气栈台长度约40～80m，栈台一般可停放3～6台罐车，台上装有万向鹤管或耐油橡胶软管。液化气装车栈台一般不和其它油品同台混装。目前，铁路装车都是上装上卸。

汽车液化气罐车在汽车装车台装车，站台有单车位和多车位两种。单车位每次只能装车一台，双侧车位或多车位每次可装2台以上罐车。根据气源储量和机泵能力可同时装车，也可交替装车。

罐车进入站台对位后，台上的液相、气相管路通过橡胶软管分别和车上的液相、气相接头，用法兰或快速接头相连。液化气从液相进入车内，气体从气相管排入低压炼厂气管网，直至火炬系统。液化气装车压力一般为1.6MPa (16kg/cm²)，预计充装量由液面计监测，装完按汽车衡或轨道衡计量为准。液化气装车流程示意图见图6-20。

液化气罐车最大充装量也可按下式计算：

$$W = \varphi \cdot V$$

式中 W——罐车允许最大充装重量，kg；

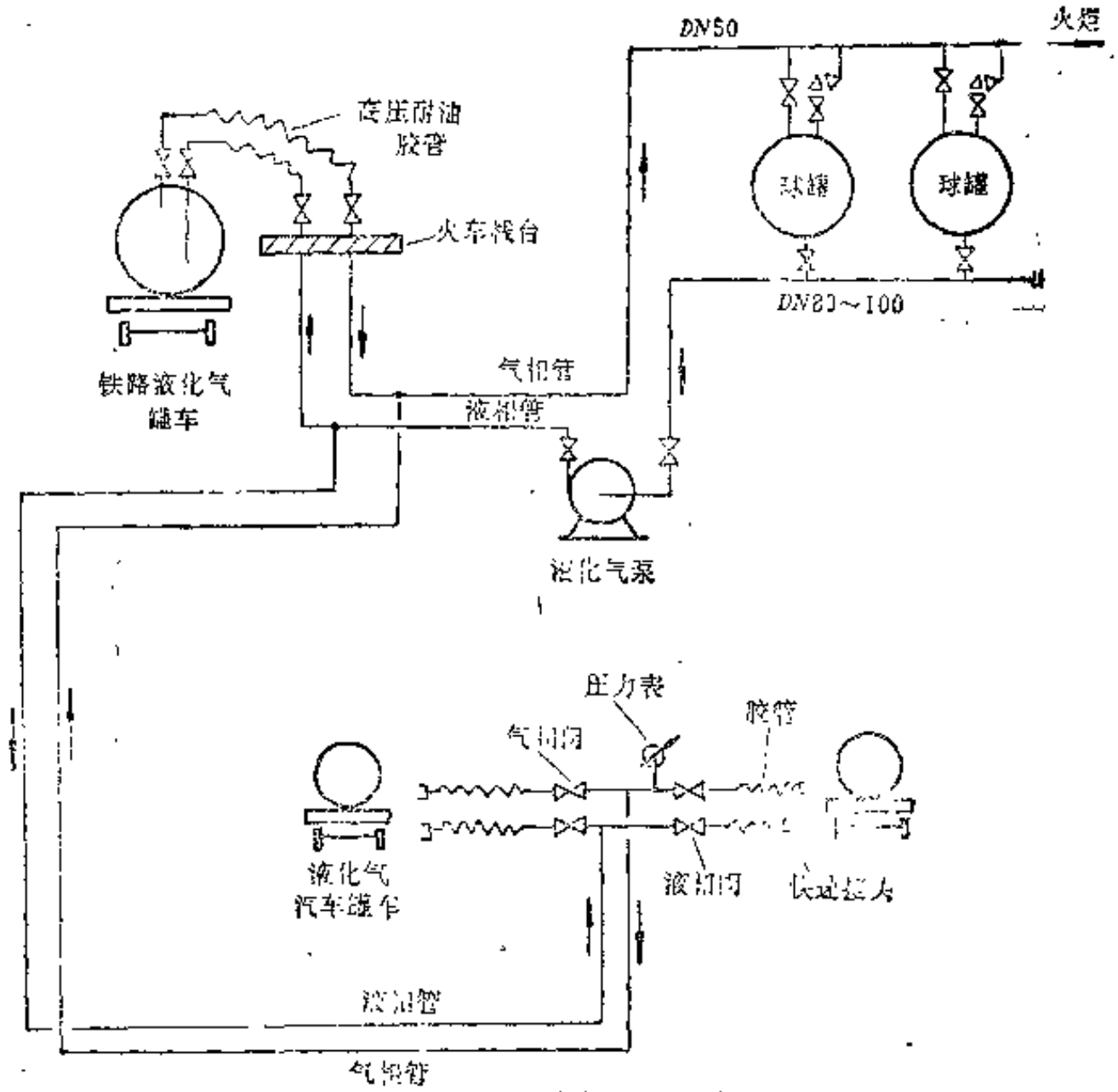


图 6-20 液化气装车流程示意图

V——罐车实际容积，l；

φ——重量充装系数，见表6-24。

表 6-24 液化气罐车重量充装系数

序 号	充装介质	重量充装系数，kg/L	序 号	充装介质	重量充装系数，kg/L
1	丙 烷	≯0.42	5	异丁烷	≯0.49
2	丙 烯	≯0.43	6	丁 烯	≯0.53
3	混合液化气	≯0.42	7	丁二烯	≯0.55
4	正丁烷	≯0.51			

由于各炼油厂和油田所产液化气成分不同，其蒸气压也不同，因此罐车设计装载什么介质就限装什么介质，通常只有按丙烯设计的罐车，设计压力为2.2MPa（22kg/cm²）可以充装各类液化石油气体，而按丙烷（设计压力1.8MPa）或C_4（设计压力0.8MPa）设计的罐车只限充装丙烷或C_3及其以下介质，不能装丙烯。

在液化气灌装、运输、卸车过程中，虽然原则上规定充装量不超过罐体容积的85%，但有个条件，就是从充装到卸车过程中，车内液体温度差变化不得超过30℃，这样才能保证罐内仍有5%的气相空间，表6-25列出了温差为30℃时的液相石油气体积百分数。通常，液化气罐车安全装载重量不会超过原车型允许的满载重量。

3、液化气灌瓶

炼油厂液化气装瓶站不同于城市液化气站，城市液化气站供气对象是居民用气、机关团

表 6-25　温差为30℃液相石油气体积百分数

项　　目	丙　烷	丙　烯	丁　烷	异丁烷	丁　烯
充装量，%(体)	85				
温度30℃ 后，%(体)	95	96	91	92	92

体和社会服务行业网点，供应面广量大，一般都是连续灌装作业，机械化、自动化程度很高。而炼油厂液化气站不直接面向市场，只限供气体给本企业职工以及少量附近单位用气，因此面窄量较小，不需连续生产，灌装主要是手工操作。

液化气装瓶站流程示意图见图6-21。

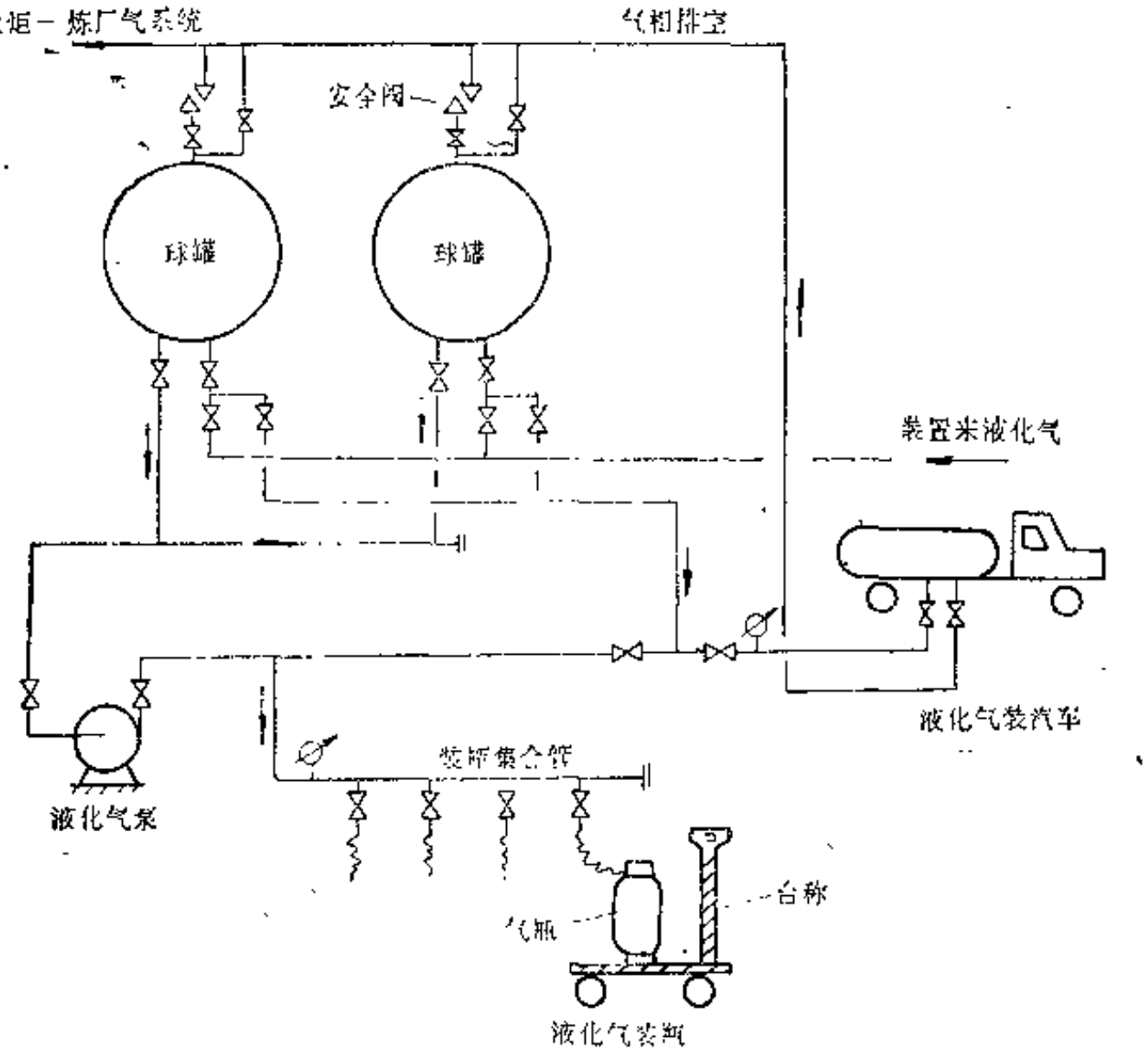


图 6-21　液化气装瓶站流程示意图

装瓶站主要设备有液化气泵、缓冲罐、真空泵或压缩机、残液收集罐、链条传送带、台秤、液化气灌装嘴等。液化气灌瓶有自压和泵装两种，操作方式有手工灌瓶、半机械化自动化灌瓶和全部机械化自动化3种方法。人工灌瓶虽然手工操作，单人单称，独立作业，劳动强度大，生产效率低，但操作简单，设备故障少，装瓶速度一般为1.5～2.0min/瓶，日灌量也可达1000瓶左右。机械化自动化程度高，效率高，但操作复杂，维护管理要与之配套。

人工灌瓶时，空瓶和重瓶用链条传送带或专用手推车运送。充装量由人工用普通台秤称重或自动定量控制，灌装压力一般为1.0～1.3MPa（10～13kg/cm²）。灌装嘴接头有3种形式，即螺扣连接旋转式、机械锁紧式和气动控制式。

液化气装瓶允许充装量是根据其容积与重量充装系数定的，即：$W=V\cdot\varphi$，液化气瓶重量充装系数见表6-26。

表 6-26　液化气瓶重量充装系数 φ

序　号	充装介质	充装系数，kg/L	序　号	充装介质	充装系数，kg/L
1	丙　烷	≯0.41	5	异丁烯	≯0.53
2	丙　烯	≯0.42	6	2-丁烯	≯0.53
3	正丁烷	≯0.51	7	丁二烯	≯0.55
4	异丁烷	≯0.49			

液化气灌装前，大多都要先抽取瓶内残液，尤其是冬季或液化气质量不好时。因各地液化气成分不同，瓶内不易气化的残液（大多是C_5以上成分），其数量多少不一，一般多在1～3 kg左右。这类残液日积月累将会占有瓶内有效容积，缩短用户使用周期，不到额定使用天数就需换瓶，给用户造成了经济损失。

目前，残液倒空回收通常有3种方法，即抽真空法、给气瓶加压法和自流法。回收残液可供炉、窑作燃料，也可经裂解作化工原料。图6-22为抽真空法回收残液，图6-23为气瓶加压法回收残液。

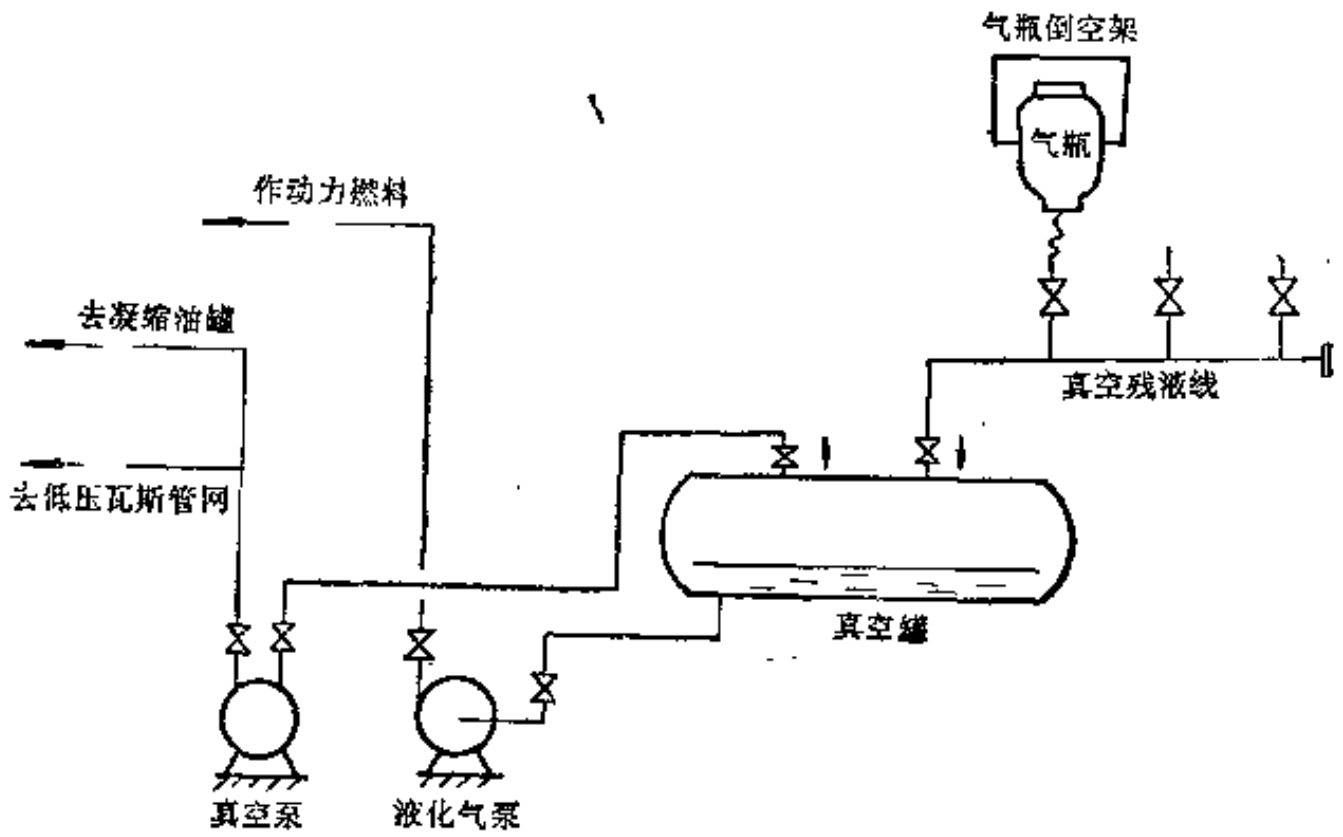


图 6-22　抽真空法回收残液

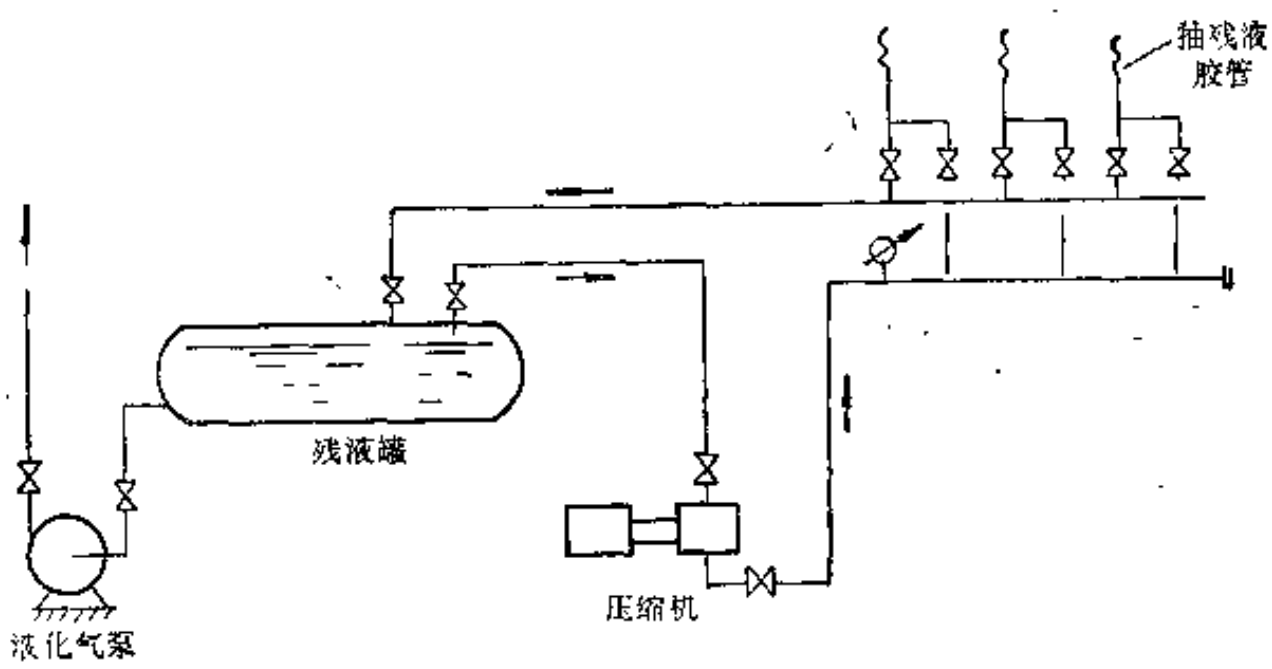


图 6-23　给气瓶加压法回收残液

七、液化气储运、装卸、使用管理

液化气易燃、易爆，危险性极大，从生产产品到用户使用要经过很多环节，哪一环节违反制度，不注意安全都可能引起着火、爆炸，给人民生命财产带来莫大损失。因此，加强液化气在灌装、储运、装卸、使用中的管理是十分必要的。

1．液化气罐区与装卸区管理

①液化气区域属甲类危险区域，该区域严禁烟火。不准使用易产生火花的工具和用品。

②进入液化气区域的一切人员严禁携带火柴和打火机，不准穿带钉子皮鞋进入现场。

③进入灌瓶站、装卸区的车辆，排气管必须带好防火帽，液化气罐车接地链条应提起。车对位后，车头朝向出口方向，非押运人员严禁进入作业区域。

④车辆对位后必须熄火，刹好车，司机不准离开现场。严禁在灌装现场修车。一车正在灌装，同台位的另一台车不准打火发动车。待装车辆应在装卸区门外或距装车点不少于20m处排队等候。

⑤液化气区域设备应接地可靠，照明防爆，灌装间通风良好。地面间应铺设耐油导电橡胶板。

⑥液化气区域应配齐必要的防火、灭火器材，包括灭火机、蒸汽带和水带等。

⑦罐区和装卸区域应有一套完整的切实可行的生产管理制度。生产操作人员应经技术培训，达到“四懂、三会、二熟悉”，经考试合格，取得上岗合格证。“四懂、三会、二熟悉”内容是：

“四懂”：懂液化气基本性质；懂液化气的危险性；懂液化气储运设备结构、性能和原理；懂液化气设备与管线安全要求。

“三会”：会设备操作与维护；会正确处理泄漏、着火、中毒事故；会判断与排除设备故障。

“二熟悉”：熟悉液化气系统工艺流程；熟记液化气设备、灌装、工艺有关技术操作参数。

⑧对液化气区域的设备与管线操作，必须严格执行操作规程，绝对不许超温、超压、超装。

⑨液化气储罐和罐车，在装卸温差不超过30℃时，最大充装量为总容积的85%。混合液化气罐车重量充装系数不超过0.42。环境温度高于30℃时，应采取喷水降温或加装遮阳顶棚。

⑩液化气灌区应每隔1～2h检尺（看液面）、测温、记录压力一次。巡检中发现液面异常，设备泄漏或罐内压力接近安全阀定压值时，应立即汇报并由班长组织妥善处理。

⑪灌瓶站的残液罐应定期脱水排污，脱水时不得离人，排污应进入含油污水系统。不准敞口就地排放明沟。

⑫液化气系统岗位对内对外要加强联系，密切配合，及时开、停泵，做到不超压不憋泵，提高装卸工作效率，防止事故发生。

⑬灌瓶区或装卸区发生大量液化气泄漏，应关闭有关阀门，切断火源，阻拦车辆，设立警戒区，疏散人员，做好着火、爆炸应急扑救措施。

2．液化气灌装管理

①液化气罐车或气瓶，灌装前必须经专职安全员验证方准（可）上车，手续齐备，容器合乎

安全要求才予发证灌装。

②灌装操作人员凭“提货单”和“准装证”灌装，没有手续不准灌装。

③灌瓶前，应校前校准衡器零点，并检查其灵敏性。根据气瓶规格、皮重定准充装重量、充装净重(kg)＝毛重（装液后瓶重)－皮重。

④从衡器上放置或取下气瓶应轻拿轻放。灌装接头要和角阀对正并上满扣，严禁接头漏气状态下灌装。

⑤罐车对位后，气相、液相胶管应和罐车连接牢靠，静电接地线铜卡夹在罐体上，液面计放空管少许打开，开泵后注意罐内压力和液面变化情况。

⑥液化气装瓶压力一般不超过1.3MPa（13kg/cm²），装罐车压力不超过1.6MPa（16kg/cm²）。

⑦气瓶充装量应力求准确，对装10kg或15kg气瓶，允许充装量最大误差±0.5kg。50kg气瓶允许充装量最大误差±1.0kg。

⑧灌瓶间出口处应对气瓶逐瓶复验充装量，发现超量和漏气必须妥善处理，未经处理不准装车出站。出站的50kg气瓶必须带上瓶帽。

⑨罐车一般按容积的85%控制装车量，实际充装量由汽车衡或轨道衡过磅计量。

⑩严禁以罐车储存液化气，不准由罐车直接向气瓶灌气。

⑪灌装过程中，遇雷击、近处发生火灾或容器出现泄漏、液面变化异常等，应停止充装。

⑫灌装结束，应填写充装记录，包括灌装单位、车型、车号、瓶号、充装日期、充装数量、充装压力、灌装人等，以备核查。

3．液化气运输管理

①液化气罐车驾驶员和押运员应熟知液化气的基本性质，了解罐车或气瓶的技术性能，会装卸操作，发生泄漏或火灾能正确、迅速处理。

②驾驶员和押运员应经有关部门培训和考核，合格发给“液化气罐车驾驶证”和“液化气汽车押运员证”，方准驾车和押运。

③液化气空瓶和重瓶不论人工推车还是机械搬运，应轻装轻卸，不准滚动，严禁抛摔，以防相互碰撞损伤或打出火花。

④气瓶装入车内，一般应单层直立，摆放整齐。如果双层堆放，车箱栏板应加高，而且两层之间应加隔离措施，顶层应加防护网，以防运输途中碰撞、滑动或丢失。

⑤液化气罐车应按公安、交通部门指定的线路、时间和车速行驶。瓶装液化气货车一般不准长途拉运。

⑥运输液化气的车辆不准驶入城市繁华地段或居民生活区，不准停在禁止停车地点。通过涵洞、隧道或上空有障碍物的公路时，应注意标高，并降速行驶。

⑦行车时间力求避开中午炎热天气，停车休息时，不准罐（瓶）体在烈日下直晒。遇罐内温度达到40℃时，应采取有效降温措施，以防压力升高，确保运输安全。

⑧中途停车，驾驶员和押运员不准同时离开车辆。停车地点宜道路宽广，视线良好，远离明火点不少于10m，以防意外碰撞或外部明火危胁车辆安全。

⑨装运液化气的车辆不准拖带挂车，不得捎带其它易燃易爆危险物品。车上禁止吸烟或随意载人。

⑩装运液化气的车辆，应随车配带干粉灭火机或1211灭火机。运输途中发生泄漏、火灾或交通碰撞事故，应及时采取紧急切断措施，并报告公安、交通部门组织抢救。

4．液化气保管与使用管理

①液化气的空瓶和重瓶应分开摆放、并设有明显标志。气瓶只准单层立放，不准横放、摆放或倒放。

②液化气卸车，禁止用蒸汽注入罐内升压或对罐体直接加热。卸液后，车内应保持0.05～0.1MPa（0.5～1.0kg/cm²）余压，不得完全卸净。

③气瓶的减压阀、胶管应和角阀、炉具连好，接头严密不漏。放置位置不得靠近热源（如暖气或炉火）。厨房内气瓶离炉具距离应不小于1m。

④液化气炉具使用时，应先点火后开气。使用中要防止开小火被风吹灭，防止水烧开或锅内食品溢出扑灭炉火，造成液化气扩散，再遇明火引起爆燃。使用液化气热水器，注意室内通风，防止缺氧窒息身亡。

⑤液化气胶管用久了易老化、裂纹，平时应常检查是否漏气。不用时最好关闭角阀，以利安全。

⑥遇减压阀或胶管结霜，说明瓶内充液过量，蒸发空间不够，液体被气体夹带而出，吸收周围热量而成。可用热毛巾敷在减压阀或胶管处帮助气化，防止其因冷冻而老化。

⑦气瓶内气体不得用尽，应保留不少于0.5～1.0%的剩余量（一般可根据炉具火苗强弱或摇动气瓶判断）。遇有不易气化的残液，不准给气瓶加热、火烤、倾倒，不准用满瓶气直接向空瓶倒气。不准私自乱倒残液。

⑧炉具使用中，发生火灾应立即关闭角阀，用灭火器或沾水湿被覆盖着火炉具或气瓶以达窒息灭火目的。

八、炼油厂火炬-炼厂气系统

1．概述

火炬-炼厂气系统是炼厂储运系统一个重要组成部分，它既是保证装置生产的安全措施，也是回收炼厂气作燃料的节能措施，同时也是减少大气污染，改善周围环境的环保措施。

火炬系统在正常生产情况下，火炬应该是不点燃的或只点常明灯。只是在开停工阶段，装置出现事故状态，生产不稳定或者炼厂气系统供需难以平衡时，才会点燃并着的很大。但是现在有些炼油厂平时火炬就着的很大，其结果不仅浪费了大量炼厂气燃料，而且还会污染大气，危害周围居民身体健康，这是一种不正常现象。如何消灭火炬，化害为利，一直是炼油行业一项重要攻关课题。

所谓“消灭”火炬，实际上只是相对而言。因为完全消灭火炬是不可能的，其正确理解应是：全部燃料气都要回收和充分利用；正常生产时不点火炬，事故放空时能及时点燃。这种概念，事实上在炼厂气-火炬气系统设计时就已有措施予以体现，但是现在之所以做不到“消灭”火炬，究其原因主要是：炼厂气系统管理不善，存在乱排放现象；放空阀或调压阀等关不严，泄漏严重；回收炼厂气措施不落实，炼厂气系统综合平衡搞得不好，生产不稳定，操作调整不及时；炼厂气系统自动化监测、控制失灵以及炼厂气回收系统设备因腐蚀经常出现故障等。

因此，要“消灭”火炬最主要的还是加强炼厂气系统管理，杜绝或减少不合理的炼厂气排放，调动一切手段，使回收炼厂气全部利用，做好炼厂气系统综合平衡，对现有炼厂气回收系统进行技术改造，提高自控监测水平，使其真正发挥应有作用。

2．炼厂气系统组成

由于炼油厂装置组成不同，炼厂气来源和控制压力不同，根据生产需要，通常分高压、中压、低压炼厂气系统，另外还有酸性气也通向火炬系统。

高压炼厂气系统是以催化、焦化等装置的石油气为主要来源，通过气压机增压后送至稳定吸收和气体脱硫装置，脱去C_2、C_5、H_2S和SO_2等，净化后的干气进入高压管网。另外，进入高压管网的气体还有重整、加氢和制氢装置的剩余H_2气以及其它装置排放的石油气体。高压管网压力一般控制在0.35～0.7MPa（3.5～7kg/cm²），有时为保持压力稳定，时常还要补充液化气。补充方法有：由液化气罐区补充或由气柜炼厂气经增压后补充。当高压炼厂气系统压力过高时，可通过调节阀放入中压或低压系统。

高压管网炼厂气作为燃料可供厂内装置加热炉或附近化工厂使用，在火炬系统，用它点燃常明灯或供凝缩油罐、集液罐压油使用。

低压炼厂气系统是生产装置开停工时，调整操作或事故状态下紧急放压排放的炼厂气。进入低压管网的炼厂气有催化、焦化、常压、气体分离、重整、加氢和制氢等装置排放的气体。正常生产时，各装置不应有炼厂气排放，但由于塔、容器、管线上的截止阀、控制阀、安全阀因腐蚀或杂质卡住关不严，常常造成炼厂气大量泄漏，有时装置内系统压力过高，工人调整操作不当，也常随意向低压管网排放，以至火炬时大时小，很不稳定。一般来说，炼厂气量少的时候，只有400～700m³左右，排放量大时可达千余立方米。因此，低压管网压力波动很大，通常在2.94～6.80kPa（300～400mmH_2O）左右。为了回收这部分炼厂气并加以充分利用，以利节省能源增加效益，各厂都建有气柜，用于回收和储存炼厂气。

酸性气系统是各装置排放的含硫气体，包括气体脱硫、液态烃脱硫、循环氢脱硫、汽油脱硫醇、双塔气提等装置，这些含有H_2S和CO_2的酸性气进入酸性气系统管网，供硫磺装置作原料生产硫磺。酸性气系统管网也直通火炬，当硫磺装置停产或生产不正常时，也可在火炬塔中烧掉。

由于低压炼厂气中常含有液滴，当管线中瓦斯流速降低时，液滴会积聚在管线低点，积少成多而堵塞管线，使系统压力升高。因此，汇集凝缩油的集液罐应定期压油至轻污油罐进行回收。

由于各炼油厂装置不同，生产工艺和操作条件不同，所以炼厂气组成成分也不同，表6-27为某炼厂高低压炼厂气成分组成。

表 6-27　某炼油厂高低压炼厂气系统成分组成(%)

项　目	低压炼厂气管网			高压炼厂气管网
氢　气	36.2	49.0	39.0	17.6
空　气	6.4	10.8	7.0	19.6
甲　烷	13.8	6.1	17.0	2.0
乙　烷	8.9	4.8	9.4	1.6
乙　烯	5.9	1.1	4.2	0.4
丙　烷	5.7	6.4	6.3	12.5
丙　烯	9.7	4.4	5.7	0.7
异丁烷	3.7	3.5	2.4	9.5
正丁烷	1.8	3.8	2.6	25.5
1-丁烯	1.5	1.8	1.3	
异丁烯				
反2-丁烯	0.6	0.8	0.6	

续表

项　目	低压炼厂气管网			高压炼厂气管网
顺2-丁烯	0.5	0.5	0.3	
异戊烷	1.5	2.6	1.5	6.9
正戊烷	0.9	1.6	1.1	3.7
异戊烯	1.3	1.5	0.1	
硫化氢	0.5	0.9	0.2	
二氧化碳	0.2	0.4	0.2	
一氧化碳	0.7		0.6	
$C_2+C_4+C_5$	26.9	26.9	21.9	58.8

3．火炬-炼厂气系统工艺流程

炼油厂火炬-炼厂气系统原则流程见图6-24。

从各装置泄漏、放压排放的低压炼厂气进入低压管网干线，管径一般400～1600mm，压力在2.94～7.84kPa（300～800mmH_2O）左右。低压炼厂气经若干气液分离罐，分离出炼厂气和凝缩油，不带油的干净炼厂气进入水封罐，当低压管网压力升高超过水封罐水封压力时，炼厂气冲破水封经防火器进入火炬，火炬被点燃。各级气液分离罐分出的凝缩油汇集到凝油专线，经凝油泵打回轻污油罐返送装置回炼。经多级分液罐分出的干净炼厂气进入水封罐前，在未冲破水封点燃火炬前，先进气柜予以回收并储存，达到一定的储量时，炼厂气经气柜水封出口可直接供生产或生活作燃料，也可由增压机加压打入高压炼厂气管网或送气体装置回收。

气柜的升降，气压机的开停以及火炬点燃均系自动控制，联锁反应。正常情况下，低压炼厂气管网来量和消耗量处于基本平稳时，火炬点燃很小，气柜也不会升得太高。当管网压力大到某一数值时，超过气柜水封压力，进气蝶阀自动打开，炼厂气进入气柜储存，并随压力增加，各塔逐级升起。当气柜钟罩达到某一高度即安全高度时，气柜出口蝶阀自动打开，增压机自动开机，低压炼厂气增压后，送入高压炼厂气系统。当气柜钟罩降低到某一低点时，气柜出口蝶阀关闭，增压机自动停机。如果增压机开机后，管网压力仍然居高不下，气柜应立即提高进口水封高度，必要时还应关闭进口蝶阀。此时，炼厂气也会冲开火炬水封罐水封，使火炬点燃。

在生产实践中，炼厂气-火炬系统常出现的问题，一是火炬冒黑烟现象，二是落火雨现象。火炬冒黑烟主要原因是生产装置排放的炼厂气量太大，空气供应不充分，因而，炼厂气燃烧不完全。这样就会导致大量粉尘落于地面，既污染了环境，又危害人体健康。而火炬落火雨现象，危险性更大。因为从火炬顶上喷射出来未燃烧尽的凝缩油液滴，像下雨一样，随风到处漂落，很容易引起地面工艺设备、附近建筑物或地面干草起火，甚至造成到处都是黑色片状斑点。火炬下火雨主要原因是装置排放的炼厂气带出液体成分太多，或炼厂气系统沿线气液分离罐内凝缩油没有及时压走，以致气液分离效果不好，液体随气体被带入火炬系统。

解决上述问题主要措施有以下几点：

①加强炼厂气系统管理，减少炼厂气大量排放，特别是不准带出凝缩油。

②炼厂气系统增加气液分离罐，提高气液分离效果。

③加强对气液分离罐、集液罐液面检查，液面到达规定高度及时排走，做好凝油回收。

④注意火炬燃烧情况，发现燃烧不好冒黑烟，应及时开大蒸气用量，调整操作，加强联系。

⑤火炬系统范围内，不准堆有易燃建筑物，地面干草应清除干净。

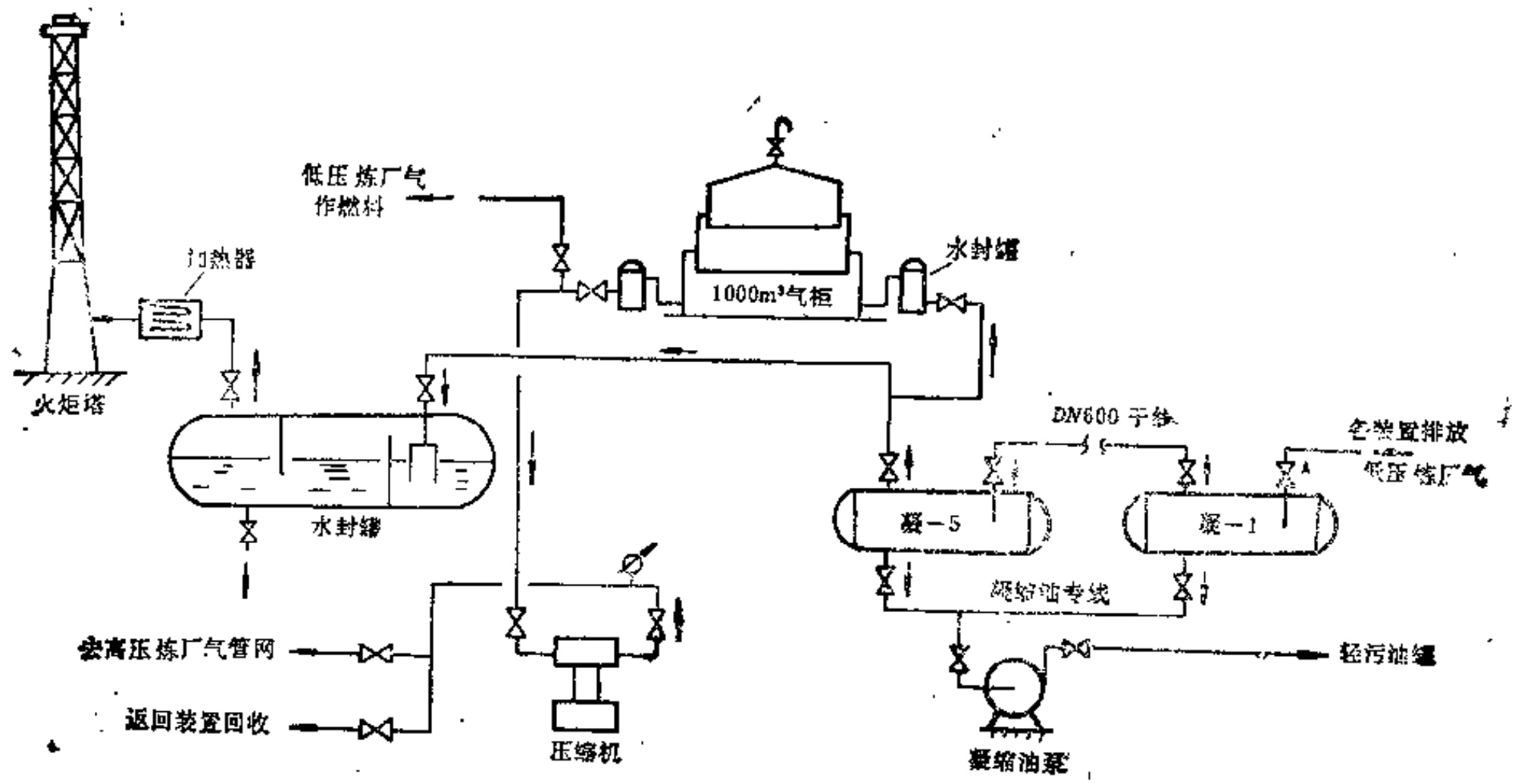


图 6-24　火炬-炼厂气系统原则流程图

资料表明，炼油厂炼厂气-火炬系统，管理好的单位，不仅火炬着得很小，见不到冒黑烟和落火雨现象，而且回收大量炼厂气充分利用，每年可节约燃料油几千吨，经济效益可增加千百万元，技术改造花费的投资，1年左右即可全部回收。

4．火炬-炼厂气系统主要组成

炼油厂火炬-炼厂气系统由炼厂气系统管网、气液分离罐、集液罐、气柜系统、压缩机系统、水封罐、电点火系统、火炬系统、蒸汽助燃设施及凝缩油系统等设备组成。

（1）气液分离罐、集液罐

气液分离罐，亦称凝缩油罐，是对炼厂气中气体、液滴进行分离和积存的设备。它安装于低压炼厂气管网不同地段，一般多设在管线低点处，从炼厂气出装置至火炬前，可设若干个，其数量根据炼厂气中重组分液滴含量和管线长度而定。

气液分离罐都是金属卧罐，大多建于地面基础之上，容积有5、10、15、20m^3等多种。进口管线从炼厂气干线引出从罐顶直接插入罐内且距罐底100mm左右，气体出口从罐顶上部引出再和炼厂气干线相连。罐内经气液分离后的凝缩油存于罐底，到达一定液面从罐底排凝线排入凝缩油专线。有的厂是先排至集液罐（容积为5m^3左右），通过玻璃板液面计测量液面，罐内凝缩油达到一定高度，再用高压炼厂气或氮气将凝缩油压入凝缩油专线，最后汇集一个大的集油罐内，由凝缩油泵送入轻污油罐回炼。

（2）气柜

气柜是回收、储存炼厂气和调节管网压力的重要设备，象蓄水池一样，在炼厂气系统平衡中起着重要调节作用。

目前，气柜有干式和湿式两种，湿式气柜又分垂直升降式和螺旋升降式两种。容积小于5000m^3的多选垂直升降式，容积10000m^3的普遍采用湿式多节螺旋升降式气柜。

以某炼厂10000m^3气柜为例，该气柜水槽直径26.4m，各塔升起总高约31m。气柜由钟罩（上塔）、中塔、下塔和水槽组成。3个塔的水封压力各不相同，一塔定2.16kPa(220mm H_2O)，二塔定3.24kPa (330mmH_2O)，三塔定4.31kPa (440mmH_2O)。气柜投用时，水槽大约可储水4500m^3。钟罩为拱顶，下部沿整个圆周有外翻的挂钩，中塔及下塔的上下部也均有挂钩，上部挂钩内翻，下部挂钩外翻。塔的下端挂钩在气柜上升时，将起两塔连接作用，钩中存水又起水封作用。每层塔的外部装有不同数量螺旋导轨（8～12个），导轨两侧有导轮。上塔顶部有通气管和安全阀等，有阶梯通至水槽平台和上塔。气柜上还装有高、低液位自动报警和防雷接地设施。水槽有供水管线，顶部沿圆周均匀分布4个溢水口。气柜进出口还有摇控自动蝶阀和水封罐。气柜运行中，各塔连接处有足够水封，保证气柜严密不漏。另外塔的外壁还分段标有容积数值，以显示气柜任何时刻的储气量。

（3）水封罐

水封罐的作用是通过调节水封高度来控制低压炼厂气管网压力，调节气柜贮量，保持炼厂气供需平衡的设备，同时也是防止火炬回火的安全密封设施。

水封罐为卧式金属罐，设计压力1MPa (10kg/cm^2)，试验压力1.2MPa(12.5kg/cm^2)，通常建于火炬区域地面基础上，容积有30、35、40m^3等多种。水封罐示意图见图6-25。低压瓦斯从罐顶上部进入罐内直接插入水下，出口端离罐底200mm，并装有防震罩帽，罩帽上有许多间隙均匀、大小一样的小孔，在炼厂气进入水中时能起到减少水的震动、保持水面稳定作用。罐内有两块挡板，罐侧有3个不同高度的溢流水口，可分别上水封400、600、1000mm（由罐的大小和溢流口位置确定）高度。炼厂气气体从罐顶气相空间接出去火炬。

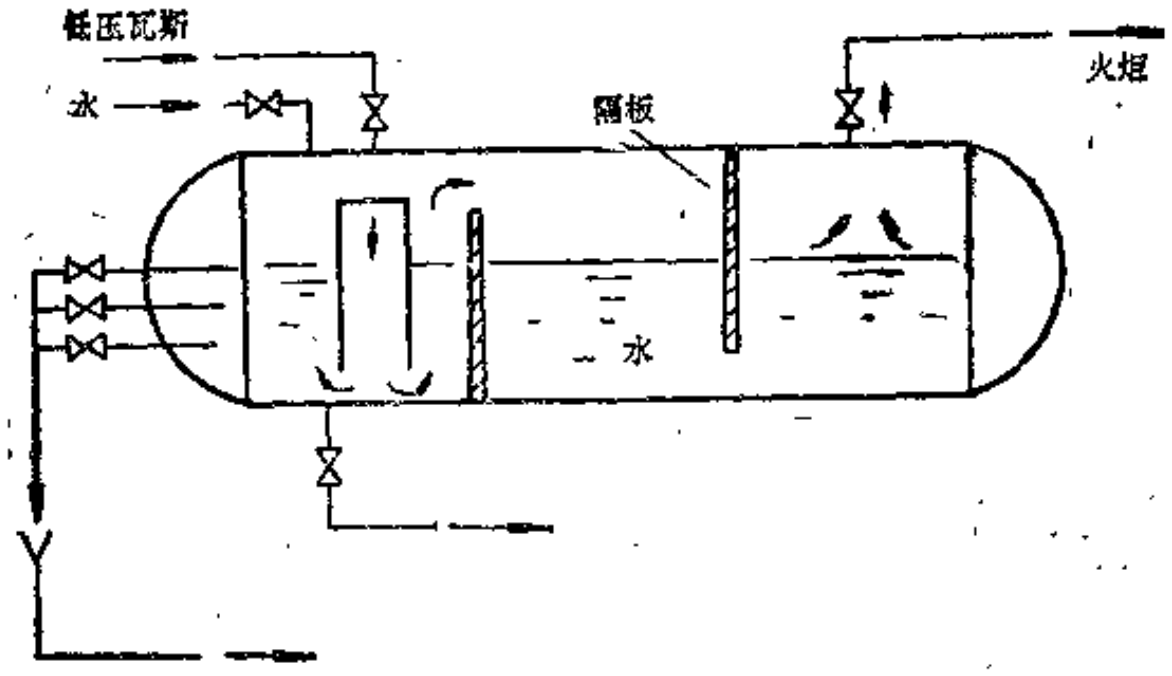


图 6-25　水封罐示意图

(4) 阻火器

阻火器安装于高低压管网至火炬前的管线上，其作用是防止火炬火焰回火，避免炼厂气线发生意外爆炸事故。阻火器型号为GFII型，直径有50、80、100、150、200、250mm6种。

(5) 电点火系统

火炬点燃有自动点火、电点火和安全灯3种方法。电点火装置就是将净化空气与高压炼厂气按一定比例混合，经电点火器打火，引燃炼厂气，点燃长明灯。电点火系统示意图见图6-26。

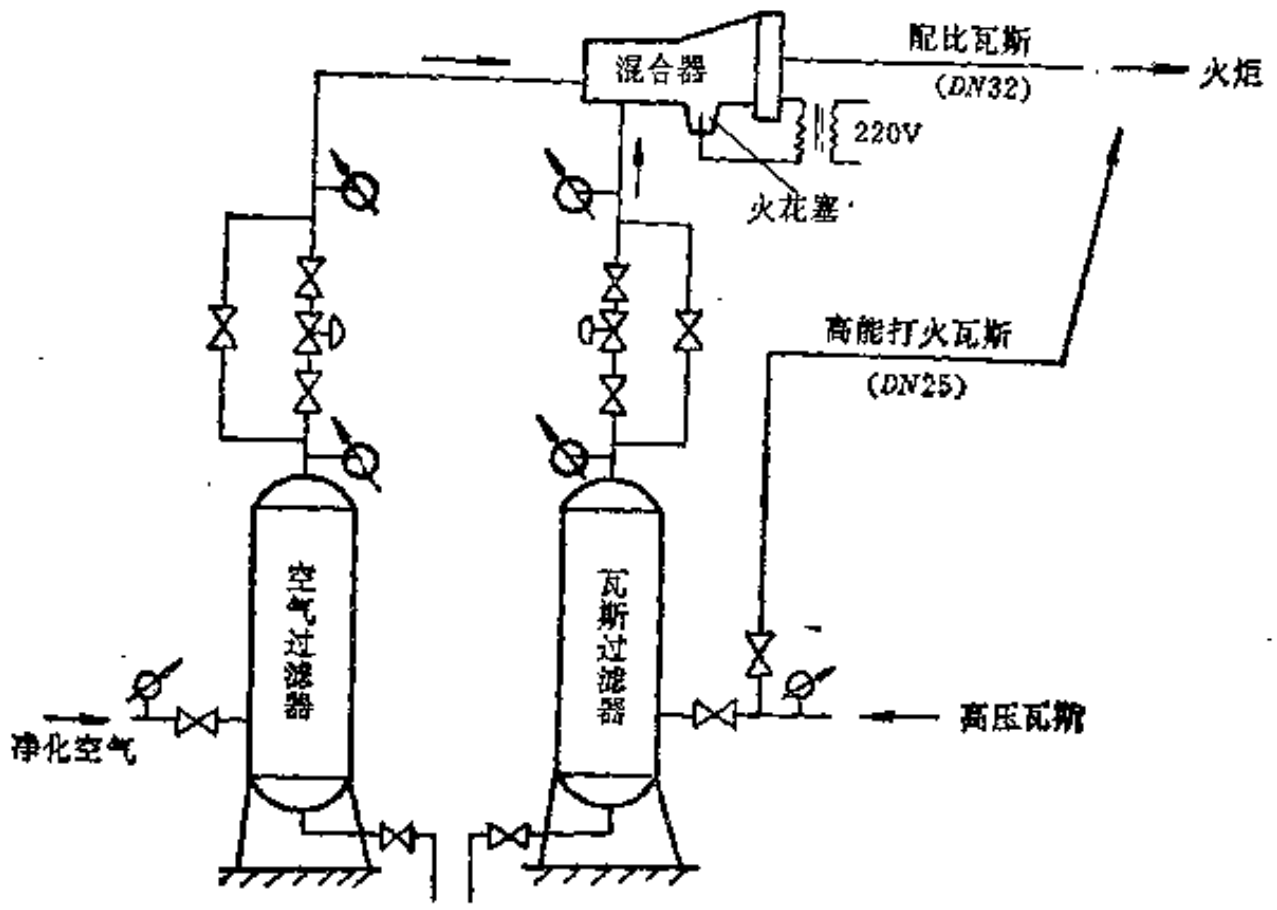


图 6-26　电点火系统流程示意图

电点火系统主要有炼厂气过滤器，电点火器和空气过滤器等设施。过滤器内装有粗毛及瓷环，能将炼厂气或空气中杂质过滤，以保证炼厂气和空气纯洁。

电点火系统炼厂气压力一般不低于0.25MPa，压缩空气压力一般不低于0.35MPa。点火前，先打开炼厂气过滤器通向点火室的针形阀，控制净化炼厂气压力0.08～0.2MPa，然后再打开空气过滤器通向点火室的针形阀，控制压缩空气压力小于或等于炼厂气压力，使两者混合后顺管线送至火炬顶部，约3～5min，按动电钮，打火即可引燃长明灯。

(6) 火炬系统

火炬是用于消除易燃、可燃气体扩散的特殊燃烧器。目前，使用最为广泛的是高架火炬类型。

火炬塔（筒）是高架火炬的主体，它为整体钢架结构，火炬筒体直径一般有600～1000mm，高度有40、60、80、100、130m等多种。火炬的筒体直径是按不正常生产时炼厂气最大排放量计算的，筒体高度是根据国家环保标准规定，排放污染物质（SO_2或漂尘）落地浓度不超过0.15mg/m³设计的。

火炬顶端装有不锈钢火炬头，上边有保证炼厂气充分燃烧的消烟设施（梅花喷嘴），防止下火雨设施（分子密封器）、消音器以及蒸汽助燃设施。另外，火炬筒体外还接有高压炼厂气管线，供导火管点燃火炬用，筒体底部有脱水设施，以防形成二次水封。

为了使火炬燃烧完全，火炬头顶上四周有33个喷嘴，火炬头内有4个梅花喷嘴，中心还有一个拔高蒸汽管线。这些设施使蒸汽喷入均匀，炼厂气和蒸汽喷射带入的空气和炼厂气混合更加充分，因而炼厂气燃烧完全，火炬头得到了保护。

火炬消音器的作用是利用消音孔板及吸附材料来吸附噪声，减小呼啸声强度，从而起到消音作用。

消音器装在火炬头底部锥体部位（外径1500mm，内径1400mm，高610mm），内壁及底部贴有吸附材料，吸附材料用消音孔板和外壳固定。吸附材料用矿渣棉或其它材料制作，消音孔板用普通钢板，厚0.8mm，孔间距5mm，孔径1mm。消音器底部还接有两个直径60mm的套筒，可将积存的雨水或杂物漏下。

5．火炬-炼厂气系统操作

火炬-炼厂气系统易燃、易爆、易中毒，危险性很大，因此操作应格外细心，执行技术规程要一丝不苟，管理工作要十分严格。

（1）炼厂气系统操作

①检修投用

a．炼厂气系统投用前，应先用蒸汽吹扫打通全线流程，然后用氮气将其工艺管线、容器和设备中的冷凝水、空气排净并置换。原则是先主线后支线，由近至远逐段推进，直至各段（点）取样分析，含氧量不大于1%为合格。

b．关闭各点放空阀，将气板和火炬按规定上好水封待用。水封高度根据生产工艺需要而定，一般来说，火炬水封可定3.9～13.7kPa（400～1400mmH_2O），气板水封可定1.96～9.8kPa（200～1000mmH_2O）。

c．检查与试验气柜高、低液位报警是否灵敏、可靠，各装置紧急放空设施是否好用，自动报警与显示是否灵敏。

d．按照工艺流程要求，对阀门、压力表、液面计、放空阀、控制阀、各种容器及压缩机等设备做一次全面检查，确认各处盲板已拆除，阀门开关正确，流程已经打通，然后按程序引炼厂气进管网。

e．装置开工起步阶段，炼厂气先放火炬。生产正常后，气柜入口撤掉水封，打开入口阀门，使气柜投用。气柜各塔升到一定高度、开启压缩机，抽气柜炼厂气进高压管网或打回装置重新回收。

f．一般规定，炼厂气系统H_2S含量应不大于20mg/(Nm³)，总硫含量不大于400mg/(Nm³)。

②日常维护管理

a. 正常生产期间，操作人员应对炼厂气系统按巡检线路每2h检查一次。检查内容包括看液面、记压力、脱水排污、压油、查漏等。发现问题应及时汇报并抓紧处理。

b. 各气液分离罐、集液罐液面最高不得超过罐高的2/3，液面到达规定高度及时用高压炼厂气或氮气压至凝缩油专线，以免形成液封，有碍炼厂气系统畅通。通常，低点凝缩油总集液罐，罐满后用泵送往轻污油罐回收。酸性气液体用氮气或泵送往污水处理场处理。

c. 炼厂气系统的各类容器，脱水排污时，操作人员不得离开现场，严防跑炼厂气或带出凝缩油。对于设置在地下室的容器，脱水排污或处理泄漏时，应有2人在场，相互配合与监护，防止人身中毒。

d. 注意管网炼厂气压力变化，按时记录。发现管网超压或自控系统失灵，应及时按规定程序，通知气压机、气柜和火炬岗位调整操作。

e. 炼厂气系统的各类容器应每年打开清洗检查一次。清洗前，应抽净残液，排净污水，进出口阀门加盲板。先用汽加热蒸罐，然后用氮气置换，直至取样分析含氧量不大于1%为合格，方准打开人孔进罐作业。

f. 冬天做好各类容器和工艺管线的防冻保温，加强脱水、排凝次数，防止冻坏阀门或管线。

（2）10000m³气柜投用与管理

由于各厂炼厂气系统工艺不同，气柜类型、结构不同，在气柜投用、操作与管理上会有很大差异，这里对某炼厂10000m³气柜投用与管理做一介绍供参考。

①气柜投用

a. 气柜经检修，验收合格，内部清洗干净，杂物排除，封好人孔，拆除盲板。

b. 打开气柜顶部$Dg300$放空阀，然后开上水阀向气柜水槽注水，注满后关闭水阀，总上水量约4500m³。

c. 打开气柜顶上安全罩与柜顶相通阀门，自气柜入口线上引入氮气，置换钟罩内空气，从气柜顶放空口采样分析，含氧量不大于1%为合格。关闭氮气阀门和柜顶放空阀。置换耗用氮气约500～700m³。

d. 用气柜内氮气向压缩机系统，气液分离罐、集液罐进行置换空气，取样分析合格后，关闭阀门待投用。

e. 炼厂气管网引进瓦斯，待管网压力达到一定数值〔3.92kPa(400mmH_2O)〕，气柜进口蝶阀自动打开，炼厂气进入气柜。气柜各塔升起，容量达6000～7000m³，气柜出口蝶阀开启，并启动气压机，炼厂气增压后，打入高压管网；供各用户做燃料。

f. 当管网压力低于气柜压力时，气柜炼厂气也可向低压管网补气，但管网压力接近零时，气柜关阀，停止补气。

g. 气柜上塔升至16.34m，容量达8500m³时，发出高位报警，如气压机运转中，气柜仍然上升，应立即将气柜入口水封高度提高至5.9～9.8kPa（600～1000mmH_2O），以阻挡炼厂气进入气柜，防止发生事故。

h. 气柜下落，容量只剩2500m³时，应关闭气压机。下落至2.66m，容量为1500m³时，发出低位报警，气柜出口蝶阀自动关闭，停止往外供气。

②日常维护管理

a. 每2h按巡检线路到气柜各部位巡检一次。检查水封是否缺水，气柜升降是否灵活，水槽溢流水情况，各塔周围间隙是否一致，塔身有无偏移。

b. 每季对气柜滑道导向轮加黄油一次，每周对气柜进口水封罐排污一次。

c. 注意气柜升降速度，按时记录升降高度、容积和压力。

d. 定期校验气柜高低液位报警和阀门自控设施，保证灵敏可靠。

③停用检修

a. 气柜内炼厂气全部抽净，注意防止抽空。关闭进出口阀门。

b. 打开气柜顶部放空阀，先用蒸汽吹扫排空炼厂气，后用氮气置换气柜内空气。

c. 置换合格，将气柜进口水封罐上水封9.8kPa（1000mmH_2O），出口上水封3.92kPa（400mmH_2O），并且在气柜进出口阀后加盲板。

d. 打开气柜顶部采光孔，排出气柜内水封表面的凝缩油至专罐。打开气柜底部排水阀，放掉水槽内存水。清水放明沟，含硫污水放入含油污水系统。

e. 经蒸塔、置换、通风、排污后，由有关人员检查合格，方准进入气柜清洗。如需动火，尚需办理火票，方准检修施工。

（3）火炬系统操作

①检查火炬前气液分离罐、集液罐、水封罐上所有阀门、压力表、液面计等附件是否齐全，法兰是否上紧，盲板是否拆除，排空阀是否关闭，各连接部位有无泄漏之处。

②给水封罐上水，使水封罐保持一定水封压力〔一般在3.92～13.73kPa（400～1400mmH_2O）不等，由调度或车间根据生产需要而定〕，调整水阀开度，控制溢流水适中，避免浪费，注意防冻。

③检查电点火系统的空气、炼厂气过滤器所有阀门，活接头、压力表是否齐全，有无泄漏，电气仪表是否校验合格。要求炼厂气压力保持0.2～0.3MPa，净化风压力0.35～0.4MPa。

④检查火花塞是否损坏、受潮或存有积炭，各极间隙放电是否正常。打开通火炬的高压炼厂气阀门，通过控制与调整空气与炼厂气配比（配比随瓦斯成分的变化而相应调整），启动电点火，点燃火炬长明灯。

⑤当管网压力，超过水封罐压力时，炼厂气冲开水封进入火炬筒，火炬被点燃后，要及时打开蒸汽助燃系统，立即送上消烟、雾化、冷却蒸汽，调整到火炬燃烧正常，不冒黑烟、噪音最小为止。

⑥火炬点燃期间，应每2h按巡检线路逐站检查一次。注意观察容器液面和压力，各处阀门或接头有无泄漏。发现问题，应及时处理。

⑦通往火炬系统的蒸汽线及各类容器的排水、排凝阀，应定期放水、排污、压油。脱水、排凝时，操作人员不得离岗，防止跑瓦斯引起火灾。

⑧火炬点燃后，要观测火炬头温度，注意火炬燃烧变化情况，控制火炬头温度不得超过900℃。发现超温或燃烧冒黑烟，要及时调节雾化蒸汽，既要避免火炬头烧坏，又要注意节约蒸汽。

⑨水封罐每2年检修一次。主要工作是清洗、除锈、测厚、堵漏和清除堵塞污物等。冬季做好防冻防凝，定期脱水、排污。

第七章　油品损耗及其管理

石油从油田开采出来经加工成各种产品，直到用户手中，始终存在着油品损耗问题。石油及产品的损耗多少，是衡量企业油品管理水平好坏的重要标志。油品损耗其累计数量是惊人的，据有关资料介绍，在美国，原油从油井采出经炼制加工到成品销售全过程中，油品损耗量约占原油产量的3%。1980年，我国对11个主要油田的原油集输测试其矿场油品损耗量约占采油量的2%。对炼油厂来说，原油加工损失为1.2～1.6%左右，而成品从装置加工到装车外运过程中损耗约为0.5%。销售部门的经营损失大约为2.0～3.0%。按我国目前原油和成品油的产量和损耗推算，若以总损耗率4%左右估算，一年将损失油品300～450万吨，相当于一个中型油田年产量。这还不包括各种责任事故或自然灾害所造成的损失。

油品的损耗不仅在数量上造成宝贵能源的浪费，而且还会降低石油产品质量，污染环境，增加火灾爆炸危险性。当前，在我国能源供应一直十分紧张的情况下，加强石油及其产品管理，努力采取各种措施，节约能源，降低油品损耗就显得更加重要。做好这项工作是石油各个流通环节中，从事油品生产、运销和管理的石油储运工作者最重要的职责。

一、油品损耗原因及其分类

油品在开采、炼制、储运与经营过程中，由于自然蒸发损耗，各个流通环节的跑、冒、滴、漏、混和设备、容器的粘附、浸润所造成的数量减少统称为石油产品的损耗。

一般来说，油品损耗可分为自然损耗和事故损耗两类。油品蒸发损耗属自然损耗，其损失一般难以回收且不可避免，因此，在一定数量范围内有其合理性，可以通过各种油品蒸发损耗定额予以确认和管理。目前，自然损耗仍然是理论与实践研究的重要课题。而事故损耗主要是跑、冒、滴、漏、混油发生的损耗，这种损耗多属人为的责任心不强，操作失误，技术不过关，生产管理不善，设备检修不及时，施工质量不好等原因造成，易为人们所重视，只要采取措施是可以避免的。这种损耗是生产、设备、安全与管理等方面研究与解决的课题。

有关资料表明：炼油厂油品储运系统损耗量约占原油加工量的0.3～0.5%，其损耗分布大致可归纳为4个方面。即各种储罐蒸发损耗约50～80%；装车作业损耗15～25%；油罐清洗损耗10～15%；油罐脱水及其它损耗10～15%。

在炼油厂，油品储运发生的损耗主要包括有：蒸发损耗、脱水损耗、输转损耗、调合损耗、装车损耗、洒漏损耗、粘附损耗和清罐损耗等，见图7-1。

油品损耗简单归类划分如下：

1、蒸发损耗

蒸发损耗是油品损耗中最大一种，在整个油品储运损耗中约占70～80%。因为油品都有挥发性，不论在什么温度和压力条件下，油品的蒸发时刻都在发生着，只不过温度越高，蒸发越快，油品损失越大；压力越高，蒸发慢，损失越小而已。油品的蒸发损耗造成了惊人的能源浪费和对大气的污染，即破坏了生态环境，也损害了人体健康。

油品的蒸发损耗和油品的性质、密度、储存条件（液面面积、油面压力、油品温度、气

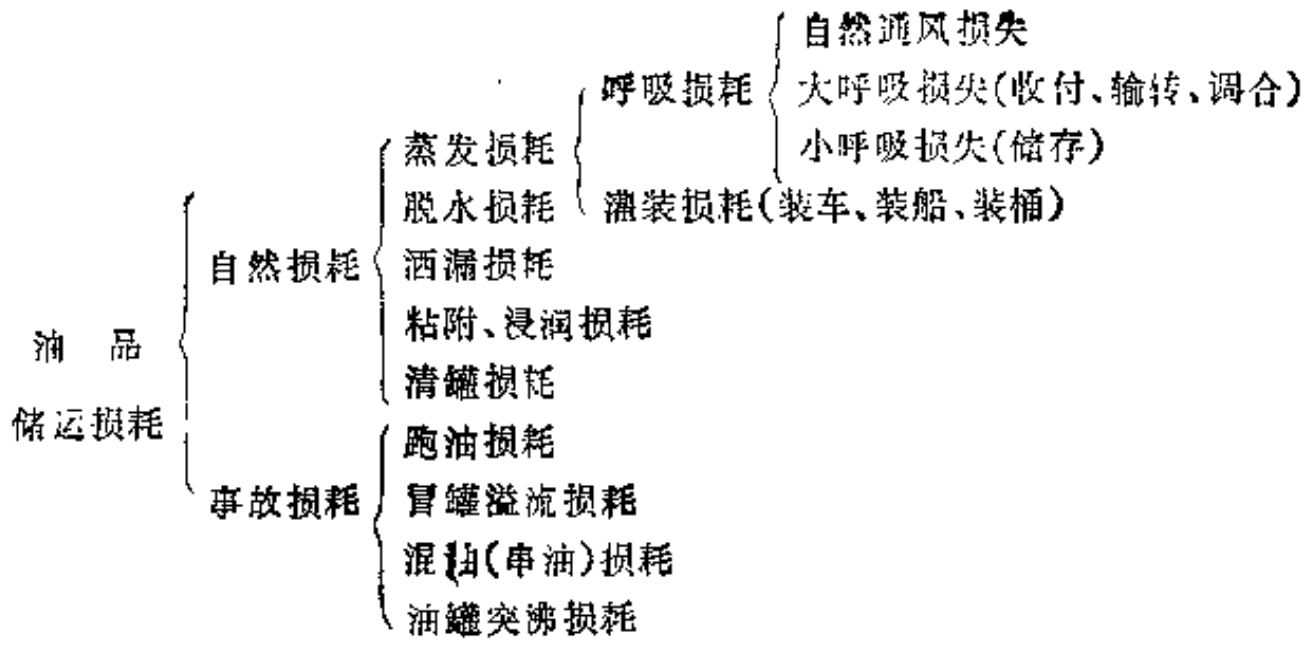


图 7-1　油品储运损耗简单归类

体空间大小和大气温度）、作业环境、地区位置及生产经营管理水平等因素有关。

油品的蒸发损失大体上可分：自然通风损失、“小呼吸”损失、“大呼吸”损失3种。油品灌装中，也会有大量油气挥发出来造成损失。因此，灌装损失也可做为蒸发损耗的一种。一般来说，在蒸发损耗中，“小呼吸”损失约占10%，“大呼吸”损失约占85～90%。

（1）自然通风损失

自然通风损失是由于罐顶有孔眼不严密或在两个孔眼间存在着高差情况下，由于混合气密度比空气密度大，致使罐内混合气从低处孔眼排入大气，外界空气从高处孔眼流入罐内，这种由于孔眼位差和气体密度的不同，引起气体自然对流所造成的损失叫自然通风损失。

自然通风损失多发生在罐顶、罐身腐蚀穿孔或焊缝有砂眼，消防系统泡沫室玻璃损坏，呼吸阀阀盘未盖严，液压阀未装油或油封不足，量油孔、透光孔未盖好等情况下。据测算，罐顶上如果在上下相距0.5m位置有2个孔洞，其面积为1cm^2，油罐内装汽油，罐内气体空间油气体积浓度为5%，这时两个孔洞间发生自然对流，引起自然通风损失每昼夜可达16kg，1个月损失约500kg。如果有大风，则对流更快，损失更大。有关资料表明，一台5000m^{3}油罐储存汽油由于严重通风，一个月即损失汽油53t，损耗率为1.5%左右。由于自然通风损失原因既有设备问题，也有管理问题，因此只要加强管理及时维修好设备，通风损失还是可以避免的。

（2）“小呼吸”损失

罐内油品在没有收付作业静止储存情况下，随着外界气温、压力在一天内的升降周期变化，罐内气体空间温度、油品蒸发速度、油气浓度和蒸气压力也随之变化，这种排出石油蒸气和吸入空气的过程所造成的油品损失叫“小呼吸”损失。生产上也叫油罐静止储存损耗。

造成油罐“小呼吸”损失的主要原因是大气温度变化。当气温从黎明起随着太阳照射增加而升高，到日落前后4～5点许，达到最大值时，罐内油品温度也随之变化，引起蒸发速度加快，蒸气压力提高。当压力超过呼吸阀正压额定值时，罐内油气混合气通过呼吸阀排入大气，这就是油罐的“呼气”过程。而当下午5点前后，太阳日照逐渐减弱时，罐内油品温度也随之降低，蒸发速度逐渐减慢，罐内压力也随之降低。当罐内压力低于呼吸阀规定的负压额定值时，外界空气通过开启的真空阀被吸入罐内，这就是油罐的“吸气”过程。因此，油罐的“呼气”和“吸气”过程，每天都在有规律的周期变化着。一般来说，每天的“呼气”持续时间比“吸气”的持续时间要长。有关资料表明：一台5000m^{3}拱顶罐，一昼夜“小呼吸”损失可达350kg。一台10000m^{3}的地上金属罐，储存汽油一年，“小呼吸”损失可达

117t，损耗率为1.7%。我国南方某地区一台1000m³的金属罐，夏天储存汽油，一天的“小呼吸”损失就达0.5～1.0t。

影响“小呼吸”损失的因素很多，主要有以下几点：

①与昼夜温差变化大小有关。昼夜温差变化愈大，“小呼吸”损失愈大。反之，昼夜温差变化小，损失也小。

②与油罐所处地区的日照系数有关。日照系数越大，“小呼吸”损失越多，反之则损失越少。

③与储罐大小有关。储罐越大，截面积越大，蒸发面积也越大，“小呼吸”损失也越大。反之，储罐小，蒸发面积小，“小呼吸”损失也小。

④与大气有关。大气压越低，“小呼吸”损失越大，反之则损失减少。

⑤与油罐装满程度有关。油罐装满，气体空间容积小，“小呼吸”损失就少。空间容积大，损失也大。

除此以外，“小呼吸”损失也和油品性质如沸点、蒸气压、组分含量及油品管理水平等因素有关。因此，利用公式计算“小呼吸”损耗有很大局限性，通常还是以计量实测数据做为油罐静止储存损耗量较为准确。

（3）“大呼吸”损失

油罐在进行收付作业（包括输转、调合、装车等）时，由于油面的升降变化引起油罐内气体空间变化，进而带来气体压力的升降变化，使混合油气排出或外界空气吸入，这个过程所造成的油品损失叫油罐“大呼吸”损失。生产上有时也叫油罐动态损耗。

当油罐收油时，罐内油面上升，气体空间体积缩小，油气被压缩，压力逐渐升高。当罐内混合气压力超过呼吸阀额定正压值时，呼吸阀盘自动开启，混合油气排除罐外。而当油罐发油时，罐内油面逐渐降低，气体空间随之增大，油气压力减小，油气浓度降低，油品不断蒸发以保持一定平衡。当罐内气体空间压力低于呼吸阀额定负压时，真空阀盘自动打开，外界空气被吸入罐内。

如果油品是在两个油罐间输转，则发油甲罐液面不断下降，罐空增加，负压值不断增大直至吸入空气，而收油乙罐液面不断上升，罐空减少，压力增大直至油气排出。因此，在油品输转、调合时，“大呼吸”损失在两个罐间是同时发生的，通常也可用输转损耗来表示。

影响“大呼吸”损失的因素也很多，最主要的有以下几点：

①与油品性质有关。油品密度小，轻质馏分越多，损耗越大；蒸汽压越高损失越小；沸点越低损失越大。

②与收发油快慢有关。进油、出油速度越快，损耗越大。反之，损耗越小。

③与罐内压力等级有关。常压敞口罐“大呼吸”损失最大。油罐耐压越高，呼吸损失越小。当油罐耐压达到5kPa(500mmH_2O)时，则降耗率为25.1%，若耐压提到26kPa (2600mmH_2O)时，则可基本消除了汽油的“小呼吸”损失，并在一定程度上降低了“大呼吸”损失。

④与油罐周转次数有关。油罐周转次数越多，则“大呼吸”损失越大。

除此以外，“大呼吸”损失还和油罐所处地理位置、大气温度、风向、风力、湿度及油品管理水平等诸多因素有关。因此，利用公式计算油罐“大呼吸”损失也有很大局限性。在生产管理和科研实验中，多以计量实测数据为准。按照其作业性质，生产上把这类损耗叫做收油损耗或输转损耗。

某厂资料表明，在收发汽油时，油罐“大呼吸”损失为1.08～1.65kg/(t·次)，最大为

2.4kg/(t·次)。1981年该厂原油和轻质油“大呼吸”损失经匡算其量可达4717t，其中原油损耗率约0.54‰，汽油2.4‰，柴油0.02‰，重整料1.31‰。

2．灌装损耗

油品由罐区经栈台（或油码头）装油鹤管装入罐车（或油船），经装油管嘴灌入油桶，由于流速高，压力大，油品发生剧裂冲击，喷溅、搅动，都会有大量油气逸出而损失，这种损失也属蒸发损耗一种。按作业性质分，这种损耗通常分为装车（船）损耗和灌桶损耗两种。

影响油品灌装损失的因素主要是油品性质和油温、装油压力大小和装油流速、装油方式及气候条件。一般来说，轻质油灌装损失大，重质油损失小；油温高，压力大、流速快油品损失大；高位喷溅灌装损失大，低位液下灌装损失少。据有关资料介绍，汽油喷溅高位装车单耗最大为3kg/t，低位液下装车损失为0.4～0.8kg/t，灯油损失0.21～0.24kg/t，柴油为0.03～0.06kg/t。

3．脱水损耗

在油品罐区，油罐脱水是罐区一项重要操作。原油要脱水，石油半成品和成品也要脱水，这是保证生产装置平稳操作，保证产品质量的重要措施。由于油中含水，乳化或油水界面难于分清，脱水时污水常带走油品造成脱水损耗。尽管经污水处理装置可以回收一部分油品，但脱水损耗还是不可避免的，有时数量也是可观的。某厂资料表明，原油罐区脱水带油，经隔油池回收，年回收原油在15000t左右。

油品脱水损耗可按下式进行计算：

$$G=\alpha \cdot g$$

式中 G——油品年脱水损耗量，t/a；

α——脱除水中的含油率，%，按正常脱水时采样分析的平均含水率计算；

g——为油品年脱水量，按装置流出口所带出的全部水量计算，t；

$$g=G' \cdot \alpha'$$

式中 G——装置中某种油品流出口产量，t；

α'——装置中某种油品平均含水量，ppm或%。

4．洒漏损耗

油品在生产与经营中，由于设备原因，洒漏损失是经常存在的，尤其是油品生产与经营管理较差单位。

洒漏损耗产生的原因主要有以下几点：

①油罐阀门不严，泄漏不断。

②机泵、管线、人孔连接部位螺栓松动，丝口不严而发生滴漏。

③设备运转部位填料压得不紧，偏斜或磨损引起的泄漏。

④油罐、油桶或管线焊口开裂，腐蚀穿孔引起的泄漏。

⑤油品灌装完，取出鹤管（皮管或装油管嘴），管内残存油品的滴洒。

洒漏损耗看起来似乎数量不大，但积少成多，累计起来也是十分可观的。例如，一个泄漏点每秒钟滴油1滴，每月就可损失130L油。如果一个单位有这样的泄漏点30处，则一个月就可损失汽油2.8t之多，一年就损失达33.6t。如果是时断时续的小油流，则累计损失将更大。对于一个泄漏严重的泵房，若一天接油1桶约18kg，则一个月损失540kg，全年将损失6.4t。某厂储运系统有机泵150余台，即便设备滴漏都符合规定标准，即轻油泵滴漏10滴

min，重油泵滴漏5滴/min，则全年机泵累计滴漏损失也可达20余吨。因此，消除洒漏损失，杜绝油料浪费决不可忽视。

5．粘附、浸润损耗

在储存、输转、销售粘度较大的油料或油脂过程中，由于装卸条件差，油温低，粘度大，粘附力强，油品常粘附于车、船与桶的内壁或浸润于容器及工具上，余油不能卸净，容器不能清理干净，这种损失叫粘附、浸润损耗。

6．跑、冒、串油事故损耗

在油品储运过程中，由于工作责任心不强，操作失误，麻痹大意及违章违纪等原因，常常发生跑油、冒罐、突沸、混油事故，这些损失少则千元，多则数万元。一般来说，损失数量只能在事故后测算出，因此不能用“损耗定额”加以控制。减少这种损失办法，只有提高油品管理水平，做好安全生产工作才能得以避免。这种事故损耗原因与防止措施见第九章。

二、油品损耗测算与定额管理

1．油品蒸发损耗计算

油品蒸发损耗影响因素很多，计算油品蒸发损耗的公式也很多，要把诸多因素都包括进去的计算公式是没有的，现有的各种计算公式大致分两类，一类是半理论、半经验公式，另一类是纯经验公式，归纳起来大约有6种。这些公式多为理论研究所用，计算比较麻烦，生产上多采用简化和估算办法，在一定程度上也能进行数据分析并说明一些问题。

油品蒸发损耗的计算公式为：

$$G=\left[V_1(1-C_1)\frac{P_1}{T_1}-V_2(1-C_2)\frac{P_2}{T_2}\right]\frac{C}{1-C}\cdot\frac{M}{R}$$

式中 G——油罐每进行一次“小呼吸”所损耗的油品重量，kg；

V_1、V_2——油罐“呼吸”开始和结束时，油罐的气体空间体积，m^3；

C_1、C_2——油罐“呼吸”开始和结束时，混合气中油品蒸气的饱和浓度，%；

P_1、P_2——油罐“呼吸”开始和结束时，油品混合气总压力，kg/cm^2；

T_1、T_2——油罐“呼吸”开始和结束时，气体空间的绝对温度，K；

C——油罐呼出混合气平均油气浓度，近似的取 $C=\frac{C_1+C_2}{2}$；

M——油品蒸气的分子量；

R——通用气体常数，$R=848kg\cdot m/(mol\cdot K)$。

（1）油品“小呼吸”损耗计算

由于油品发生“小呼吸”损失时，油罐气体空间体积不变，即$V_1=V_2=V$，而且气体空间和大气相通，两者压力相差不大，所以$P_1=P_2=P$，在昼夜温差变化不大时，油罐“小呼吸”损失计算公式可以简化为：

无呼吸阀常压罐计算公式

$$G_X\cong\rho\cdot C\cdot V\frac{(T_2-T_1)}{T}$$

式中 G_X——油罐“小呼吸”一次损耗量，kg；

ρ——油气密度，汽油$\rho=3kg/m^3$；

C——罐中油品日平均温度下的油气饱和浓度；

V——罐气体油间空体积，m^3；

(T_1-T_2)——罐内气体空间昼夜变化前后绝对温度差，K；

T——绝对温度273K。

装有呼吸阀的油罐计算公式

$$\Delta G=\frac{V_1\gamma_1+V_2\gamma_2}{2}C\cdot\rho$$

式中 V_1——罐内油品体积，m^3；

V_2——罐内空容量体积，m^3；

γ_1、γ_2——为液体、气体膨胀系数；

C——油蒸气浓度，$C=\frac{P_1}{P}$。其中：P_1——罐内油蒸气压，P——相对大气压。

ρ——石油蒸气密度，汽油$\rho=3kg/m^3$。

（2）油品“大呼吸”损耗计算

油罐发生“大呼吸”损耗时，仅仅是气体空间体积由发（收）油前V_1变成发（收）油后体积V_2，其它因素如压力（P）、温度（T）和油气浓度（C）可以认为没有较大变化，因此，“大呼吸”损耗计算公式可以简化为：

$$G_D=(V_1-V_2)\cdot\rho\cdot C$$

式中 G_D——油罐一次“大呼吸”损耗量，kg；

(V_1-V_2)——发油前后气体空间体积变化，m^3；

ρ——油气密度，汽油$\rho=3kg/m^3$.

C——油蒸气浓度。

（3）浮顶油罐蒸发损耗

浮顶油罐最大优点是油品蒸发损耗大为减少。在油品静止贮存期间，造成油品蒸发损耗的主要因素是外界环境中风的作用，使油罐周围密封圈空间产生强制对流，而罐内温度和浓度变化引起的呼吸损耗居次要地位，甚至可以不计。

2．油品蒸发损耗的测量

为了衡量企业油品储运系统管理水平，鉴定降低油品损耗措施取得的经济效益，检查油气排放对周围环境污染和影响程度，企业和有关研究部门有时要对油品蒸发损耗的数量进行检测。

油品蒸发损耗的测量方法，常用的有以下几种。

（1）检尺计量法（量油法）

油品储存期间，通过对油罐储油前后的油高、油温和油品密度进行检测，并利用油罐容积表计算出油罐静止储存前后油量的差值，即是储存期间油品静止储存蒸发损耗量。

储存期间月损耗量=〔(储存初期罐内存油量－储存末期罐内存油量)÷储存天数〕×30

储存期月损耗率=(月储存损耗量÷储存初期罐内存油量)×100%

此法检测虽简单，但由于检尺、测温和测密度等都有操作和测量误差（误差可达0.35～0.5%），因此计量不够精确，它不适于科学研究中的损耗精确计算，但对油品生产与经营中的损耗量统计尚有一定实用意义。

（2）量（测）气法

用气体流量计或其它仪器测出油罐呼出的气体体积V（或呼气量Q），再用奥式气体分析仪测出气体中含油量（r），然后计算出蒸发损耗量。

测气法油品损耗计算公式为：

$$\Delta M=(V_n-V_k)\rho_y$$

式中 ΔM——油罐蒸发损耗量，kg；

V_n——油罐排出的混合气体体积，m^3；

V_k——油罐吸入的空气体积，m^3；

ρ_y——油蒸气平均密度，kg/m^3。

这种方法测量损耗精度高，操作简单，测试周期短，相对误差为0.0092%，既能用于现场损耗测定，也可用于损耗理论研究。因此，油品储存、输转、装车、装船损耗均可用此法测量。

（3）体积-浓度法

采用气体流量计和奥式气体分析仪来测试油罐的蒸发损耗量，其计算公式如下：

$$\Delta M=V_n\cdot C_y\cdot\rho_y$$

式中 ΔM——油罐的蒸发损耗量，kg；

V_n——排出罐外的混合气体体积，m^3；

ρ_y——油蒸气的平均密度，kg/m^3；

C_y——呼出的混合油蒸气的平均油气浓度。

这种测量方法，其精度比量气法稍差，但仍高于量油法，一般为0.0104%。此法适用于各种类型损耗测量，应用较为广泛。

（4）物性法

物性法是根据油品储存前后油品蒸气压、密度、馏程、温度等物性参数变化以及这种变化与损耗率之间的定量关系来测量油品蒸发损耗的。这种方法包括比样法和蒸气压法两种。

蒸气压法是利用油罐储存前后蒸气压变化和蒸发损耗关系来检测油品蒸发损耗率的。

目前，油品蒸发损耗的理论研究在国内外一直进行着，但完整的理论及其精确计算尚未形成系统，从生产实用出发，降低油品蒸发损耗的理论与实践尚需进一步探讨和发展。

3．产销过程油品损耗定额

石油及其产品在生产与经营过程中，每个流通环节都会发生损耗。而损耗多少和生产经营管理水平、流通环节多少有着非常密切的关系。为了加强企业生产经营管理，努力降低油品损耗，提高企业经济效益，我国在1989年公布了“散装液态石油产品损耗标准”，即GB11085-89标准。这个标准的公布，有助于提高企业管理水平和操作技术水平，是油品生产、销售、储运系统推行经济责任制，实行目标管理，考核油品生产经营管理水平的重要依据，也是油品流通各个环节损耗的最高限额，对石油产品流通领域交接过程中经常发生的数量差异引起计量争端，规定了“法令”范围，无疑对合理解决计量纠纷，公正处理索赔提供了依据。

油品损耗定额是指油品在储运过程中，由于油品特性、储运技术水平和正常设备技术状态下所造成的油品数量损失的极限。它不包括任何事故所造成的损失。

在生产实践中，由于损耗数量都是以作业前后油品计量结果的差值来计算的，而计量本身又有多种因素引起误差，因此，实测出的油品损耗值，含有计量误差因素，真正损耗数量，损耗率要经长期、多次数据累计、摸索，才能取得实际数值。

油品损耗原则上可分运输、保管、零售3大类。如果按流通环节细分，则应执行GB11085-89标准。

（1）保管损耗

保管损耗是指油品从入库到出库，整个保管过程所发生的损耗。其中包括：储存、调

合、输转、装（卸）车（船）、装桶和清罐等作业。

在销售系统，保管损耗又分散装保管损耗（即以油罐为储存容器的损耗）和整装保管损耗（即以桶、听储存油品发生的损耗）两类。

（2）储存损耗

储存损耗是指油品在储存期间内因蒸发而产生的数量损失。不同类型油罐，不同季节，不同油品，不同地区都有不同的损耗率。对炼油厂来说，由于油罐周转快，产品没有长期储存问题，所以计算短期储存损耗没有实际意义。在储备油库或成品周转较慢的石油站油库一般都计算储存损耗。

储存损耗量等于前次油罐计量数和本次油罐计量数之差。储存损耗计算公式为：

$$\text{散装储存损耗率\%(月)}=\frac{\text{静态储存期内月累计储存损耗量}}{\text{月平均储存油品量}}\times 100$$

注：①月累计储存损耗量是该月内日储存损耗量的代数和；②月平均储存量是该月内每天油品储存量的累计数除以该月的实际储存天数；③储存期内某罐如有收、付作业时，该罐收付作业期间发生的损耗，不属储存损耗，应按输转损耗计算；④卧式罐储存损耗可以忽略不计。散装储存损耗率，见表7-1。

表 7-1 散装储存损耗率(GB11085-89)

地区分类	损耗率，%			
	立式金属罐			隐蔽罐，浮顶罐
	汽油		其它油品不分季节	不分油品和季节
	冬春	夏秋		
A 类	0.11	0.21	0.01	0.01
B 类	0.05	0.12		
C 类	0.03	0.09		

（3）输转损耗

石油产品在两个油罐之间，通过密闭管线转移时，因油罐大呼吸所发生的损失叫输转损耗。输转损耗量等于甲罐输出量和乙罐收入量之差。输转损耗率计算公式为：

$$\text{输转损耗率\%}=\frac{\text{输转损耗量}}{\text{油罐输出量}}\times 100$$

输转损耗率见表7-2。

表 7-2 输转损耗率(GB11085-89)

地区分类	损耗率，%				
	汽油				其它油品
	冬春		夏秋		不分季节或罐型
	浮顶罐	其它罐	浮顶罐	其它罐	
A 类	0.01	0.15	0.01	0.22	0.01
B 类		0.12		0.18	
C 类		0.06		0.12	

（4）装车（船）损耗

石油产品在装入车船过程中，因油罐大呼吸和装入车船时油气的挥发所发生的数量损

失叫装车（船）损耗。

装车(船)损耗量等于油罐发出量和罐车(油船)接收量之差。装车(船)损耗率计算公式为：

$$装车（船）损耗率\% = \frac{装车(船)损耗量}{油罐输出量} \times 100$$

装车（船）损耗率，见表7-3。

表 7-3 装车(船)损耗率(GB11085-89)

地区分类	损耗率，%			
	汽油			其它油
	铁路罐车	汽车罐车	油仓、油驳	不分容器
A 类	0.17	0.10	0.07	0.01
B 类	0.13	0.08		
C 类	0.08	0.05		

(5) 卸车（船）损耗

石油产品从车（船）卸下送入油罐过程中，因油罐“大呼吸”和车（船）内油品挥发和粘附所造成的损失叫卸车（船）损耗。卸车损耗量等于车（船）计量数与接收油罐（或容器）接收量之差。卸车（船）损耗率计算公式为：

$$卸车（船）损耗率\% = \frac{卸车(船)损耗量}{车(船)计量数量} \times 100$$

卸车（船）损耗率，见表7-4。

表 7-4 卸车(船)损耗率(GB11085-89)

地区分类	损耗率，%			
	汽油		煤油、柴油	润滑油
	浮顶罐	其它罐	不分罐型	
A 类	0.01	0.23	0.05	0.04
B 类		0.20		
C 类		0.13		

注：其它罐包括立式金属罐和卧式罐。

(6) 灌桶（倒桶）损耗

从油罐向油桶灌注油料或将油桶油料倒入油罐所发生的油品数量损失叫灌桶（倒桶）损耗。灌桶（倒桶）损耗量等于油罐发出量（或逐桶过磅净油量）和油桶灌装量（或油罐接收量）之差。灌桶（倒桶）损耗率计算公式为：

$$灌桶损耗率\% = \frac{灌桶损耗量}{油罐发出量} \times 100$$

$$倒桶损耗率\% = \frac{倒桶损耗量}{逐桶过磅净重总量} \times 100$$

灌桶损耗率，见表7-5。

倒桶损耗率，见表7-6。

(7) 运输损耗

石油产品从发油单位通过车、船运输送到接收单位栈（站）台或码头过程中，所发生

的数量减少叫散装运输损耗。散装运输损耗量等于起运前和到达后车、船装载量之差。

表 7-5 灌桶损耗率(GB11085-89)

	汽　　油	其 它 油 品
损耗率，%	0.18	0.01

表 7-6 倒桶损耗率(中国石化总公司标准)

	汽　油	灯油轻柴油	重柴油	润滑油		润滑脂
				薄	厚	
损耗率，%	0.22	0.21	0.20	0.37	0.45	0.67

使用铁路油罐车和汽车油罐车运输油料的，双方均以计量检测数据和罐车容量表为依据进行收、发油量计算和对量，并计算途中损耗。没有罐车容量表的，又不能过磅计量的则以油罐发出量减去装车定额损耗量作为实际发运数量。接收单位以罐计量的实收数量加上卸车定额损耗量做为实际卸收数量。散装运输损耗计算公式为：

$$\text{散装运输损耗率\%}=\frac{\text{运输损耗量}}{\text{起运前发运数量}}\times 100$$

以铁路罐车、汽车罐车发运油料时，

运输损耗量＝发货方起运前计量数－(卸方接卸前计量数＋运输定额损耗量)

以油罐接卸时：

运输损耗量＝发运数量－(收方油罐实收量＋卸车定额损耗量)

用泵或自压以油桶接卸时：

运输损耗量＝发运数量－(现场过磅净油量＋卸车定额损耗量＋灌桶定额损耗量)

对于桶装（大桶、扁桶、方听等）油料，利用车、船运输过程中所发生的数量减少叫整装运输损耗。整装运输损耗量等于发货和收货过磅数量之差。如果整装油品到站发生渗漏严重，桶装渗漏超过5%，听装渗漏超过10%，应按运输事故处理，不计运输损耗率。

散装运输损耗率，见表7-7。

表 7-7 散装运输损耗率(GB11085-89)

油品名称	里　　程，km							
	水　运			铁 路 运 输			公路运输	
	500以下	501～1500	1501以上	500以下	501～1500	1501以上	50以下	50以上
汽　油	0.24	0.28	0.36	0.16	0.24	0.30	0.01	每增加50km，增加0.01，不足时按50km计
其它油品	0.15			0.12				

整装运输损耗率，见表7-8。

(8) 零售损耗

石油零售单位如石油站、加油站、石油商店等，从油品购进入库至产品售出中间所发生的数量减少叫零售损耗。企业内加油站的油品损耗也可参照执行。

零售损耗量＝（月初库存量＋本月进货量）－（本月销售量＋月末库存量）。即盘点时本期库存商品减少量与本期零售总量之差。

表 7-8 整装运输损耗率(中国石化总公司标准)

油品名称	里程，km							
	铁路运输			汽车及其它运输工具				水运
	300以下	301～1001	1001以下	10以下	11～200	201～500	501以上	不分里程
汽油	0.2	0.3	0.4	0.1	0.22	0.25	0.31	0.17
煤油	0.1	0.15	0.2	0.07	0.14	0.17	0.20	0.12
轻柴	0.1	0.12	0.16	0.06	0.12	0.14	0.18	0.10
重柴、润滑油	0.05	0.06	0.07	0.04	0.07	0.08	0.09	0.06
润滑脂	0.03	0.03	0.03	0.20	0.03	0.03	0.03	0.03

零售损耗率计算公式为：

$$零售损耗率\% = \frac{本期零售损耗量}{本期零售总量} \times 100$$

零售损耗率，见表7-9。

表 7-9 零 售 损 耗 率

损耗率，%	加油机付油			提付油	称重付油
	汽油	煤油	柴油	煤油	润滑油
	0.29	0.12	0.08	0.16	0.47

(9) 清罐损耗

油罐定期清洗或因油罐动改、改换品种、油罐标定而需清罐处理所发生的损耗叫清罐损耗。清罐损耗量等于打开人孔前罐底残存油量与罐内清出的实际油量之差。清罐损耗率计算公式为：

$$清罐损耗率\% = \frac{清罐损耗量}{清罐前罐内残油量} \times 100$$

清罐损耗率，见表7-10。

表 7-10 清 罐 损 耗 率

损耗率，%	汽油	煤油、柴油	重柴油	润滑油
	2.8	2.1	1.4	1.4

4. 运销损耗处理

炼油厂发往用户的石油产品出厂前都经严格计量，一般来说，不会发生油品超损问题。因为炼油厂的计量手段是齐全的，用于进、出厂的计量器具均属国家强制检定项目，都是经检定合格的，且计量管理水平一般也是高的。但是，油品接卸单位因超损、短量甚至收空车等而要求索赔的情况也还是时有发生的。究其原因主要是：炼油厂衡器偶然发生失准；检尺、测温操作发生较大误差；计算出现差错；调车失误或装车计量失职。收货一方计量手段不全；计量人员技术素质低或计量方法不对；运输过程中产品部分被盗，特别是固体石油产品；液体石油产品途中洒漏；另外，还有某些固体石油产品在扣除含水量时，双方有不同标准等。

为减少油品运输损耗，妥善处理偶然发生的超耗和索赔问题，炼油厂运销部门应做好如下工作：

①装运出厂的一切油品应不超装、不少装，坚持逐车（桶）检尺计量或过磅计量。装完的罐车人孔和下卸口要加铅封，袋装固体产品要密封好，防止路途洒漏、丢失。

②随车发出的货票、到站运单、计量单据、产品质量合格证书等，都应齐全以备收方核查，及时结算。

③定额以内的实际损耗由收货方负担，运输途中的责任损失由承运单位负担，发生油品溢余由发货方承担，超过定额部分，查清原因，确定责任。处理溢耗与退赔，一般所遵循的规定主要有：

a. 发生运输超耗，收货单位应及时电告炼厂运销部门，并在同批油品全部到达十天内（以邮戳为准），提出索赔资料，主要包括收油凭证，油品运输超耗（溢余）通知书，罐车验收及复检记录或油罐验收计量记录，以及铁路站、场证明，寄往炼厂以备核查，逾期未提出的由收货方负担。收货方收到索赔资料后，应在一个季度内妥善处理。

b. 运输损耗按批计算，同批同品种发运的油品损耗和盈余可以相抵，但单车超耗500kg以上时，应单对核算，不得相抵。

c. 运输损耗在扣除定额损耗后，超耗溢余的互不找补幅度为：油轮、油驳为发货量的0.3%，铁路罐车、汽车罐车为发货量的0.2%。

d. 超过定额损耗，并超过互不找补幅度时，所超耗（溢）量，从1kg起算，作为索赔（退款）数量。

e. 经核查确属超耗，且手续齐全，数据资料可信、确系炼油厂责任的，由计量部门复审确认后签字，由运输部门按结算程序，办理红票予以冲量和退款。

f. 遇索赔资料不全或资料不可信的，发货单位可不作处理。对超耗量大，又多次反映计算问题的单位，应由运输、计量部门联合组织去收货方实地跟车调查，做好对用户服务工作。

g. 凡属车、船铅封卸车前已被破坏，车体技术状况不好而发生途中损失的，或收货方计量人员、计量器具、计量方法不符合中国石化总公司有关计量规定的，其超耗部分发货方不予承担。

④处理油品运输损耗与盈余，产、销双方均应本着实事求是，有依据，有凭证，讲信誉，讲团结，本着公平、合理原则，按规定予以办理。收货方不得因超耗而拖延或拒付货款，也不能发生盈余而隐瞒不报。

⑤运输损耗(散装运输或整装运输)计算方法及定额，见本章3产销过程油品损耗定额。

三、降低油品损耗措施

油品的易于蒸发是石油及其产品的主要特征，从装、储容器等设备排出的混合气体是油品损耗的非常重要部分。其损耗多少，通常则取决于混合气中油蒸气浓度C，排出的气体体积V，以及油气的密度ρ。油品蒸发损耗量G的简单计算可用下式表示：

$$G=C\cdot V\cdot\rho$$

由于油气密度由油品内在组成而定，人们无法改变，因此只要设法使油气浓度和排出的气体体积尽量减少，则油品损耗就一定会降低。

长期以来，如何更加有效的降低油品损耗，节约能源，减少因损耗对环境的污染，一直是石油储运专业人员需要研究和解决的重要课题，现在已经有了许多成熟经验和可靠措施正

在生产上付诸实施，这包括技术上、工艺上采取一定措施，油品管理上得到加强，操作技术不断提高，设备上得到改进等。

在生产实践中，降低油品损耗是大家共同的目的，但由于分析方法和考虑角度不同，因此编写方法上有所差异，但归纳起来不外乎包括以下几个方面：

1。健全规章制度是加强油品储运管理的基础

降低油品损耗必须从提高油品经营管理水平入手，而建立一套行之有效的，符合现代科学管理要求的规章制度，则是做好油品储运管理工作的基础。通常，炼油厂油品储运系统建立的基本规章制度有：岗位责任制度，交接班制度；巡回检查制度，油品质量管理制度，设备维护保养制度，安全生产制度，文明生产管理制度，油品运销管理制度等。还有设备操作、检修规程，铁路机车运行管理规程，油品计量规程，罐区操作规程，油品装卸区操作规程，火炬-炼厂气系统操作规程，防冻、防凝操作规程，开停工操作规程以及油品调合工艺卡片等。

2．加强设备维护保养，认真执行技术操作规程，是减少油品损耗的重要保证

①所有油罐、机泵、管线、阀门、鹤管、装油管嘴等连接部位，运转部位和静密封点部位都应连接牢固，做到严密、不渗、不漏、不跑气。

②油罐上所有附件都应灵活好用，严密不漏。量油孔、人孔用后及时盖严。呼吸阀定压合理，做到定期检查、清洗、校验。液压安全阀密封油高度合适，不足添油，脏了及时更换。

③所有盛装油品的容器，包括油罐、油船、铁路罐车、油罐汽车、油桶等，设备技术状态应当完好，没有渗漏。发现问题应及时倒装处理。

④接卸油品，必须卸净、刮净、倒净，尽量避免容器内油品粘附或残存油过多。

⑤油品灌装，要做到不超高、不超量、不超压、不跑油、不溢罐。

⑥遵章守纪，防止并杜绝一切人为责任事故发生。

3．改善管理，控制工艺及安装呼吸阀挡板

①合理安排油罐使用，油罐尽量装满，以减少气体空间体积；尽量减少倒罐（输转）次数，也可大大减少油罐呼吸损耗。资料表明，油罐装满率为90%，蒸发损失为0.3%左右，油罐装满率为70%，则蒸发损失可达1～1.5%。

②控制装车油温和流速也能起到降低油气挥发减少损耗作用。因为油温高，易挥发，流速快、压力高，油品喷溅，搅动就大，造成损耗也大。

③油罐安装呼吸阀挡板，使油罐内部空间油气分层，呼出的气体主要是上层浓度较低的油气，从而减少了蒸发损失。资料表明，安装有呼吸阀挡板的油罐，油品蒸发损耗可减少20～30%。

4．减少热影响，淋水降油温，降低罐内温差变化

①油罐表面涂刷强反光银色漆料，不仅具有防腐作用，还可减少油罐接受阳光热量，降低罐内油温变化，从而减少油罐“小呼吸”蒸发损失。资料表明，涂刷银白色涂料对降低油品蒸发损耗效果最好，铝粉漆次之，和黑色涂料相比，白色涂料吸收热幅射可以减少40%，罐内油温仅为涂刷黑色油罐的1/2～1/3，蒸发损耗也比黑色油罐减少60%。

②轻质油罐，淋水降温，降低“小呼吸”损耗十分明显。因为地面油罐，阳光辐射热80%是通过罐顶传给油品的，夏天从罐顶给轻油罐淋水，冷水沿罐壁流下，使罐顶和罐壁全被流动冷水幕膜所覆盖，热量将被带走，罐内气体空间温度就会降低，罐内油品昼夜温差变化也会大为缩小，油罐“小呼吸”损耗因而得以降低。据资料介绍，上海地区一台5000m³

油罐，装车用汽油，装满度为75%，淋水降温和不淋水油罐相比，“小呼吸”损耗可减少80%，仅经3个月试验，即减少汽油损耗达11t。

为使罐顶全部被水覆盖，并形成均匀水膜，淋水耗量可按下式计算：

$$Q=2\pi R\cdot \Delta$$

式中 Q——油罐淋水用量，m^3/h；

R——油罐半径，m；

Δ——淋水密度，$m^3/(m\cdot h)$。淋水密度是指罐顶边缘每米长度上每小时流经的水量，一般$\Delta=0.5\sim1.0 m^3/(h\cdot m)$。

油罐喷淋虽然能取得较好的降耗效果，但需增加一定投资，且耗水量较大（一台5000m^3汽油罐，日耗水约100t），另外罐体油漆易受破坏，油罐腐蚀也会加剧，如果下水排卸不畅，油罐基础也会受到影响。为避免淋水带来的不利因素和水的浪费，应当考虑上水的重复利用措施。

淋水降温效果虽好，但不能时断时续，否则罐内气体空间温差变化更大，不仅不能降耗，反而会增大“小呼吸”损耗。另外，还要掌握好给水时间，一般来说，日出后即开始淋水。给水太晚，降耗效果将会受到影响。

③在距罐顶80～90mm处加装20～30mm厚隔热层或反射隔热板，可降低油品蒸发损耗达35～50%。在气体储罐上应用，也可降低储罐内压力变化，对安全生产也是有利的，目前应用较为广泛。

④建筑地下水封洞库、山洞油库、覆土隐蔽油库，设法保持罐内恒温，都可避免油罐“小呼吸”损失，同时对“大呼吸”损耗也会有一定降低。

5．采用液下密闭装车新技术，降低装车损耗

油品装车时，鹤管伸入车内深浅和油品挥发损耗关系很大。深入车内越浅，油料对液面冲击大，油气蒸发快，损耗最大。资料表明，采用小鹤管高位喷溅式装车，单车损失汽油85～174kg，汽油损耗率为0.23～0.40%，采用高位大鹤管装车，单车损失汽油95.5kg，汽油损耗率为0.23%。采用浸没式内液压大鹤管装车新技术，单车损耗只有16.68kg，损耗率为0.044%，比高位大鹤管装车降低损耗75～89%。最近几年，小鹤管液下密闭定量装车新技术已在一些石化企业得到普遍应用，大鹤管液下密闭定量装车技术已鉴定成功。液下密闭装车技术能将挥发的油气用柴油吸收予以回收，资料表明，油气回收率可达80～90%，因而油品装车损耗能大幅度降低。详见第九章油品储运自动化有关油品装车自动化部分。

目前，在装油小鹤管尚未完全改造前，使用老式鹤管装车，要格外注意，不要图省事，鹤管套筒没有全部放至车内，而人为造成高位装车，需知，鹤管放到罐车底部，比停留在罐内上部可减少油品损耗50～68%。

6．建造浮顶油罐，消除液面上气体空间

浮顶油罐的液面全部为浮顶所覆盖，没有气体空间，油品温差变化小。因此，油品大小呼吸损耗能大幅度减少。资料表明，内浮顶油罐和拱顶油罐相比，可减少油品蒸发损失90～95%左右，见参考资料表7-11，而且拱顶罐改建内浮顶罐，投资回收期短，大多在6～12个月即可回收全部投资。目前，新建汽油罐，原油罐已普遍采用浮顶油罐，老式拱顶油罐也在逐步改造成装配式铝合金内浮顶罐。

7．采用集气法，建造集气罐

为防止油气挥发进入大气，把储存同类油品的油罐气体空间，从罐顶用管线连通，并和

表 7-11　油罐蒸发损失标定对比表

对比项目	北方地区炼油厂		南方地区炼油厂	
	内浮顶油罐	拱顶罐	内浮顶油罐	拱顶罐
	储存石脑油		储存汽油	
油气平均浓度，g/m³	3.66	215.3	15.0	1254.4
进油量，t	3507	3434	3275.3	3297.4
进油体积，m³	4369	4512.3	4549	4535
油品损失量，kg/次	16	977.7	68.92	8083.8
油品损失率，%	0.00046	0.0281	0.0021	0.2
小呼吸损失量，t/a	1.164	29.1	3.84	76.9
大呼吸损失量，t/a	0.8	48.9	3.45	404.2
总损失量，t/a	1.964	78.0	7.29	48.1
总损失降低率，%	97.5	97.5	98.5	98.5

集气罐相连。当油罐有收、发作业时，各罐油气可以相互交换，集气罐可根据系统的压力自行调整其容积，为油罐排气、吸气起到调节平衡作用。因此，这种油罐就不会吸入空气，排出油气，从而起到防止油品蒸发损耗。一般来说，集气法可降低损耗85～90%左右。

集气罐可以采用螺旋升降的湿式集气罐或活塞式集气罐。集气管的口径及集气管网投资取决于油罐的最大呼吸气流量，而与集气罐容积无关。而集气罐容积取决于油罐群一天之内的最大呼气量或最大吸气量。

采用集气法需要注意的是在油罐之间的连通线上和每个油罐相连时，都应安装一个防火器，以防某罐一旦失火，不会危及其它油罐。

油罐集气系统，虽然其降耗效果很好，投资回收期短，但它只适合在大型储备油库上应用，而炼油厂主要降耗方向还是拱顶罐改内浮顶罐。

8、建立油罐脱水污油处理和回收系统

对于同种油品的罐区，可将油罐脱水系统密闭连网，含油污水经隔油池，回收的污油进污油罐，经沉降脱水、破乳脱水等处理，回收的重污油再予以回炼，轻污油可作“三废”处理，即减少了油品损失，又增加了企业经济效益。如某厂原油罐区有储罐14台，容量20万m³，原油脱水经污油罐回收，年回收纯原油可达15万吨左右，经回炼可占全年加工量的2%左右，显然其经济效益是十分可观的。

除去上述一些措施外，从理论上讲，建设承压能力更高的扁球形顶底立式圆柱形油罐，或滴状油罐，建立罐区油气回收系统等，虽然对减小油品蒸发损耗效果也很显著，但其结构复杂，施工困难，操作不便，造价也高，因此在生产实用上一直难以推广。

总之，降低油品损耗不是朝夕之事，是油品储运系统和油品经营管理的一项长期、艰难攻关工作。这方面即有许多损耗理论需要研究、探讨，又需在生产实践中多做扎实具体工作。即要采取切实、可行、有效的措施，还必须加强油品储运与经营的科学管理，两个方面都不忽视，油品损耗就一定会降下来。

第八章　油品储运自动化

一、油品储运自动化概述

油品储运系统在炼油厂是最为分散的单位。它点多、面广、线长，工作环境差，操作强度大，而设备和装置相比有其落后的一面。

60年代后期，油品储运自动化某些项目在个别炼油厂已开始应用，70年代末才正式提上日程，但由于诸多原因，发展一直比较缓慢。进入80年代，随着石化企业迅速发展，科技水平的提高，油品储运自动化才随之有了较快发展，如油品罐区“三遥”已实现计算机管理；油品装车已实现大、小鹤管密闭定量装车；油品调合已采用管道自动监控、配比、计算、质量在线分析；油品称重计量应用电子化和微机管理等。

多年的实践证明，油品储运自动化应逐步实现，不能贪大求全。要上项目，一定要经过调查研究，作可行性论证，要根据油品储运系统工作特点和存在问题，有针对性的搞些实用意义大的项目。最好先试验，成熟后再推广。技术条件不成熟的，产品质量不过关的不要急于面上全面铺开，否则会浪费人力，物力，财力。虽然机械化、自动化全部代替人工操作会有可能，但并不都是必需的和现实的。因此，搞油品储运自动化应有一个明确目的，一般说来，油品储运自动化的目的主要包括以下几点：

（1）能改善工人操作条件，减轻劳动强度，节省人力，提高工作效率。

（2）能降低油品损耗和能耗。能优化调合，改善油品性能，提高油品质量，增加优质产品产量，提高企业经济效益。

（3）能提高计量准确性，有利加强进、出厂之间计量，减少亏损或增加经济效益。

（4）对油品储运生产过程进行监测、遥控、报警，能及时发现事故隐患，减少或防止事故发生，以利安全生产。

（5）能及对提供储运系统生产数据，反映油罐或各单元动态，为安排计划，调度指挥生产和优化操作提供了便利条件。

（6）采用新工艺、新技术、新设备，能改变储运系统落后面貌。

油品储运自动化内容，目前尚无十分完整含义，从生产实用出发考虑，一般来说大致包括以下几个方面：

（1）油品罐区液位、温度、压力实现遥测、遥讯，自动巡检，数据计算，打印报表，流程动态显示，数据处理与信息往来等由计算机管理。

（2）罐区与泵房阀门开关的遥控、遥讯，机泵压力、电流等数据遥测，设备开、停动态显示等实行集中控制与管理。

（3）油品装车实行密闭、定量、自动灌装，油气自动回收与利用。

（4）采用在线仪表对流量、温度、密度、含水自动检测，自动按比例调合，自动计量，实现管道优化自动调合。

（5）原料进厂和产品出厂使用电子衡器自动过磅计量，数据微机处理，自动打印单据报表，与上位机联网实现计量集中统管。

（6）固体产品、桶装产品实行灌装、包装自动化，运输、装车机械化。

（7）管线加热与保温实行电气自动控制，温度遥测。油罐脱水与油样采取实现自动控制。

（8）在线计量仪表实行流量自动检测，温度自动补偿，数据微机处理，以提高计量精度。

（9）油品储运系统各种数据、信息、动态能和生产调度系统微机联网，实行计算机监控、指挥与集中管理。

（10）容器液面和压力及现场炼厂气或有毒气体浓度超过规定值，能自动监控，达到声光报警。

油品储运系统实现自动化是一切从事油品储运的人员所追求的目标和奋斗的方向，这也是油品储运技术人员的崇高职责。为此，上项目要积极主动申报，审查设计要认真负责，施工中需协调配合，投用时精心组织，正确使用认真维护，使其在生产中真正发挥应有的作用。

现在，提高油品储运自动化水平已势在必行。因此，我们应学习并掌握一些有关储运自动化仪表和设备的结构、原理、性能以及使用方法基本知识，这对发展油品储运事业，进一步提高油品储运管理水平，改变储运系统落后面貌，显然是十分必要的。

二、油罐液位自动检测仪表

1．概述

油品储运系统主要设备就是油罐，油罐液位是油品罐区生产、统计和计量的最主要参数，也是罐区能否安全运行的重要条件。长期以来，油罐液位及温度检测一直是由人工上罐检尺和测温，做为计算油品重量的数据来源。随着高科技的迅速发展，微电子、光纤、超声波、传感器和计算机等新技术、新仪表已经步入油罐计量领域，并进而朝向“多功能、全方位、高精度”方向发展。

目前，油罐液位的测量有3种方法，即：液位法、静压法和称重法。

液位法是利用液位计测量罐内油面高度，再通过测量油温和密度，查油罐容积表来计算油品质量。这种方法主要仪表是各种类型浮子式钢带液位计，其精度一般在 ± 3～5mm。到80年代中期，光导、光纤和伺服式液位计相继问世。采用这种新技术消除了机械摩擦引起的误差，因而仪表精度、灵敏度更高，复现性更好，测量精度可达±1mm。近年来，国外还有一种非接触式液位测量仪表（雷达液面计），这类液面计利用激光、声波、射线等能量，制成特殊装置，即不和介质接触，也不受介质影响，精度可达±1mm，而且可在各种不同介质、不同场合下使用。

静压法是利用压力传感器先测量罐内静压力，然后根据油罐几何参数，经计算机来计算罐内油品质量。这种类型国外始于70年代，目前有3种类型压力传感器，即压阻式、电容式和谐振式，主要产品是由美国、英国、日本和德国生产，其中美国HTG系统已为国际标准化组织和美国石油学会所承认，做为静态计量标准，其精度可达±0.1%。

称重法是利用称重传感器和称重装置直接或间接来“称重”罐内油品质量。此法只需测量一个参数，不需换算，因此精度最高（比一般压力传感器高一个数量级）。目前，这类计量装置所用传感器以电阻应变式为主。由于受其承受力限制，现只限于在小型立式罐和卧式罐上使用，计量系统精度为±0.1%。

我国从70年代中期研制出储罐液体称重仪到现在，随着科学技术发展，一些新型精度

高、技术先进、性能可靠、使用方便并能和计算机联网的各种油罐液面检测仪相继问世，并在不少炼油厂得以推广应用，为罐区液面自动检测、罐区自动化和计量统管打下了基础。下面对目前使用较广的几种油罐液面检测仪表做一介绍，供从事油品储运的有关人员有个一般了解。

2．储罐液体称重仪

储罐液体称重仪也叫称重式油罐计量仪，是检测罐内各种液体重量的最早自动检测仪表。该表是70年代中期由上海自动化仪表厂研制并生产的产品。它能将罐内液体重量的变化转换成相应的压力信号，再以编码方式送信号给显示仪表，用以计量储罐内存贮的液体重量。该仪表具有以下特点：

（1）测量简单，计算方便　该表所测得读数是单位面积所承受的重量（kg/m^2），只需乘以储罐截面积或查表即可求得储罐液体重量，而无需检测油温和密度，也不需密度修正或其它换算。

（2）量程范围广，精度高　该表适合5～20m高的油罐液面测量，油罐基本误差为±0.1%。

（3）安装简便，使用安全　该表利用“钟罩引压”可将罐底液柱的静压力换成气体压力直接引至一次表测量端，用风作信号传递，罐区不用电，保证了罐区使用安全。

另外，该表维修也较方便并可用一台二次表集中显示，对多台一次表巡检测量，如和计算机连接也可实现数据集中管理。

这类表缺点是需向罐内吹气，油品易氧化，并增加油品损耗，易产生静电，而且气线一旦发生堵塞或泄漏，都会影响检测效果。目前该表虽不算先进，但使用好的炼油厂现在有的还在继续使用。

储罐液体称重仪由检测部分、杠杆系统、平衡检测系统、阻尼器、编码发讯系统共五部分组成。

储罐液体称重仪的检测系统是根据力矩平衡原理设计的，工作原理见示意图8-1。

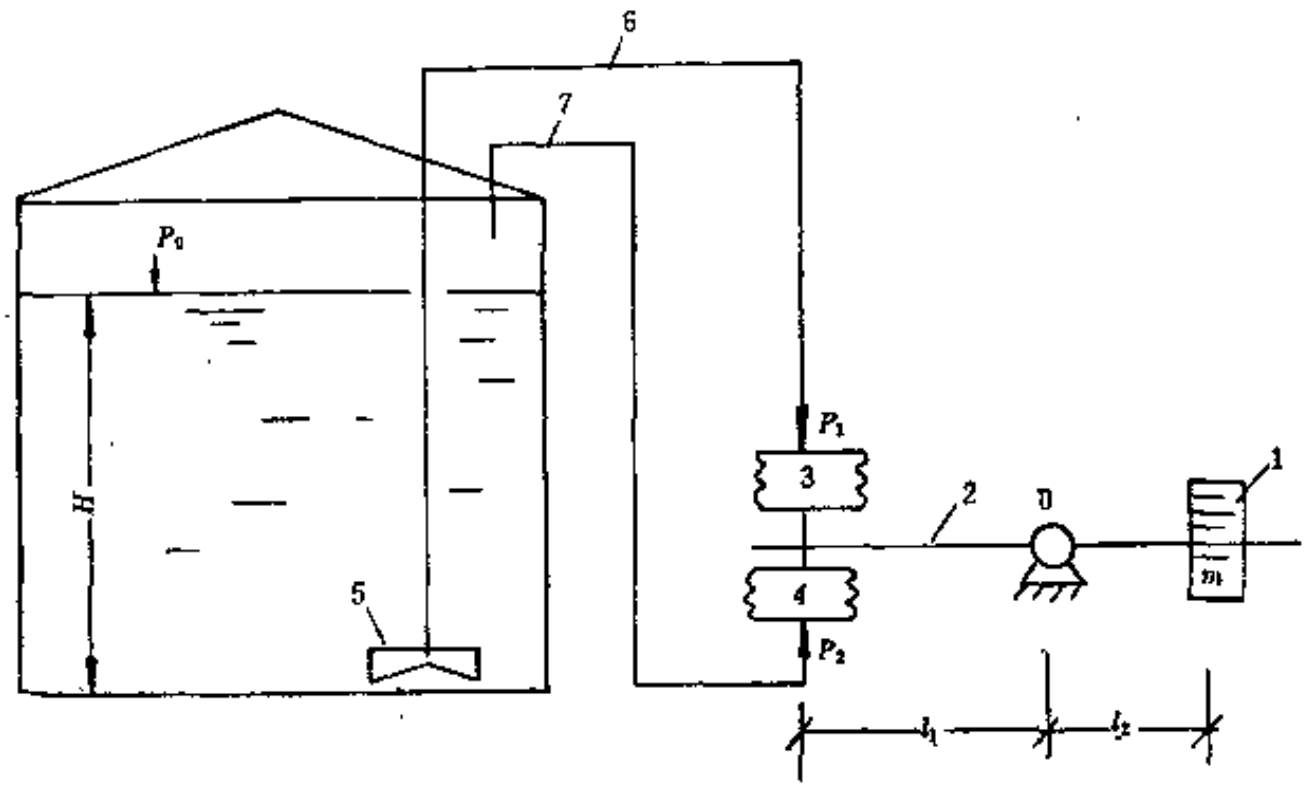


图 8-1　储罐液体称重仪工作原理示意图

1—砝码；2—杠杆系统；3—测量波纹管；4—补偿波纹管；5—钟罩；6、7—引线

储罐液体重量计算公式为：

$$M=H\cdot S\cdot\rho$$

式中 M——罐内液体重量，kg或t；

H——罐内液面高度，m；

S——储罐截面积，m^2；

ρ——罐内液体密度，kg/m^3。

若取$R=\frac{m}{Al_1}-l_2$相当于仪表读数，则根据仪表读数，即可求得罐内液面高度H。

上式中 A——波纹管有效面积；

m——砝码质量。

H计算公式为

$$H=\frac{R}{(\rho-\rho_0)}$$

式中 ρ_0——空气密度，一般为1.2kg/m³。

在生产上用称重仪进行油量的计算公式为：

$$W=R\cdot S+T$$

式中 W——罐内储油重量，kg或t；

R——仪表读数（仪表显示数）；

S——面积常数，kg或t；

T——罐底常数，kg或t。

储罐液体称重仪的型号是GGY-01型，显示仪表型号为GGY-01X或 YJE-01型（油罐计量仪）。该仪表主要技术性能包括：

①测量范围：0～20000kg/m²；

②基本误差：满量程的±0.1%；

③灵敏度：不劣于基本误差绝对值的1/2；

④测量时间：全量程行程时间不大于2min；

⑤使用条件：环境温度－5～＋50℃；相对湿度＜85%，无严重机械振动；

⑥远传距离：一次表至储罐，风线长度为500mm，管径ϕ8×1；一次表至二次表电信号传输距离为10km；

⑦仪表尺寸和重量：600×260×240，重量为35kg。

3．浮子钢带液位计

浮子式钢带液位计是80年代初期由大连仪表厂开发的产品。目前，该型仪表有UHZ和UZG两个系列。

浮子钢带液位计是根据力平衡原理设计的，它由浮子式钢带液位计、液位变送器和显示仪表三部分组成，适用于各种油品、各类油罐液面现场测量和远测计量。

UHZ钢带液位计结构原理，见图8-2。

液位计的工作原理：当浮子在液体中处于某一平衡位置时，浮子的重力W，在液体中它所受浮力F，钢带（盘簧）拽浮子的拉力T，整个系统的摩擦力f，此时各力之间处于平衡状态，即：$W=F-T-f=0$如果罐内液面发生变化，则浮子随其液位变化，钢带上下移动，仪表指示值也随之变化。当液位上升时，浮力增大，浮子在钢带拉力作用下，沿导向钢丝上浮，在盘簧拉力作用下，把钢带平稳地缠绕在钢带轮上，测量钢带的孔与链轮相啮合，带动

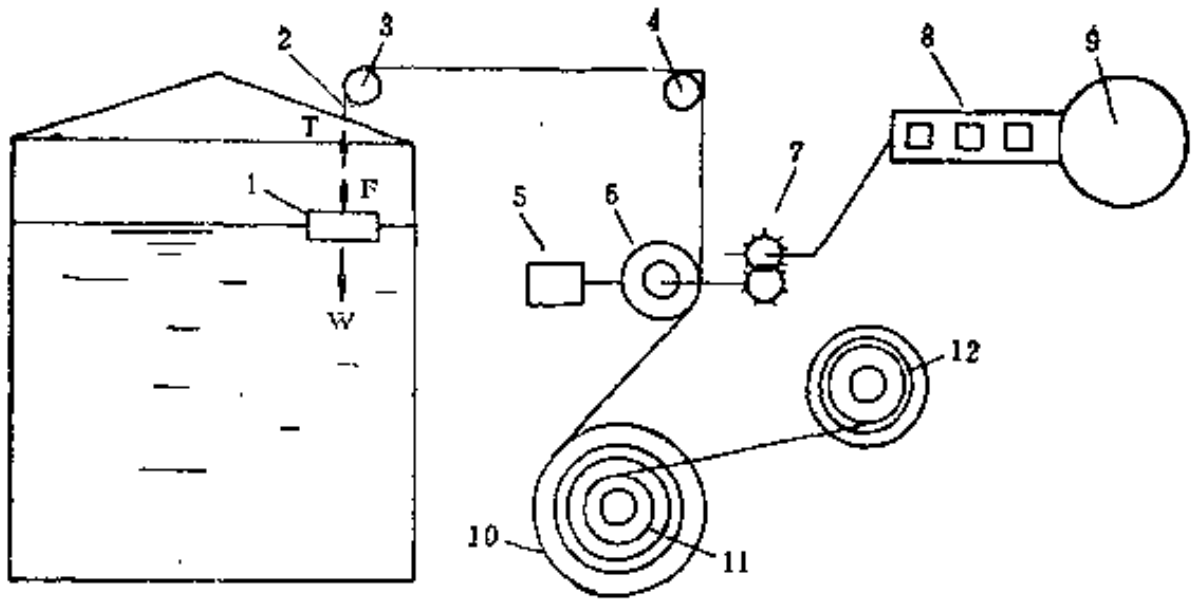


图 8-2 UHZ钢带液位计结构原理图

1—浮子；2—钢带；3、4—导向滑轮；5—变送器；6—链轮；
T—齿轮机构；8—计数部分；9—显示部分；10—钢带轮；
11—恒力弹簧；12—盘簧轮

链轮转动，将浮子跟随液位变化传到显示部分，用数值来体现。同理，当液位下降时，仪表又指示出下降后的液位数值。

UHZ系列浮子式钢带液位计有两种型号，见表8-1。钢带表（一次表）由表体、导轮组件、浮子、导向钢丝，弹簧拉紧装置和测量钢带六部分组成。

表 8-1 UHZ浮子钢带液位计规格表

项　　目	UHZ-111型	UHZ-112型
应用场所	原油、汽油、煤油 柴油、重油	液烃、液氢等爆炸场所
测量范围，m	2.5，5.0，10.0、16.0、30	2.5、5.0、10.0、16
工作压力，MPa	0.002	1.6、2.5
介质相对密度	0.5～1.5	0.5～1.2
灵敏度，mm	1	2
精　　度，mm	±4	±5
介质温度，℃	<100	−40～+85
环境温度，℃	−20～+70	−20～+70
相对湿度，%	≤95	≤95
仪表重量，kg	13	83

目前，UHZ 系列钢带表的变送器和显示仪已经多次换型，现在与一次表配套的有 UHZ-D型液位变送器和XCZ—ⅢA型数字显示仪。

数字显示仪工作原理，见图8-3。

UHZ系列钢带表可用于罐区液位远传、显示和报警，属新型智能化仪表。如与IMC系列计算机配接通讯接口，还可实现储运罐区集中监控与管理，很适合厂内油品交接计量。

UZG型（2500型）系列是80年代中期从美国VAERC公司引进制造技术生产的产品，适用于石油、化工等工业部门各种低压油罐的液位自动检测、配用不同的变送器可以实现远传、巡检型自动检测。

UZG系列钢带液位计主要技术性能如下：

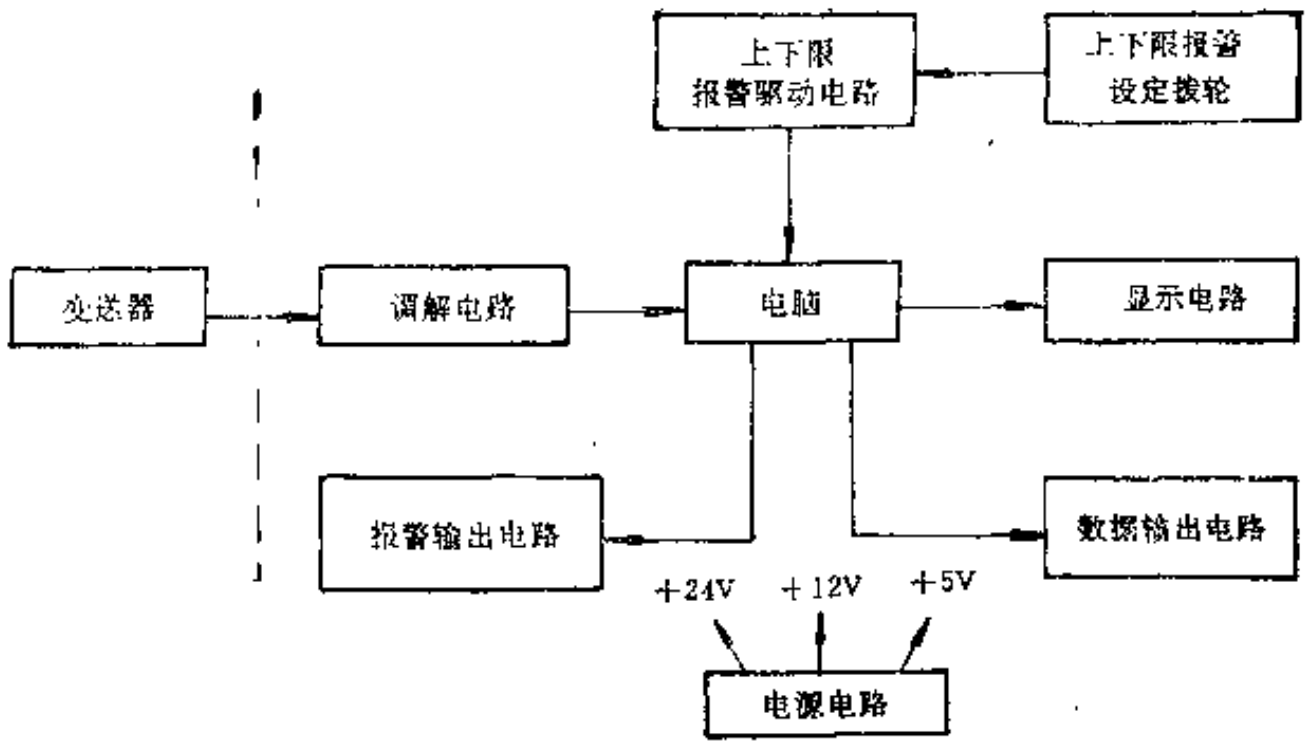


图 8-3 数字显示仪工作原理图

①测量范围：0～10、0～15，0～18，0～20m；

②测量精度：±5mm；

③灵敏度：±1.5mm；

④介质相对密度：>0.5；

⑤工作压力：≤1.5kPa；

⑥介质温度：≤190℃；

⑦读数显示：五位数；

⑧环境温度：－40～85℃；

⑨变送器至接收器传输距离：3km；

⑩重量：20kg。

该型液位计配套选用的变送器型号是UBDW-100变送器（美国1900系列）。选用该系列仪表组成的罐区自动巡检系统方框图，见图8-4。

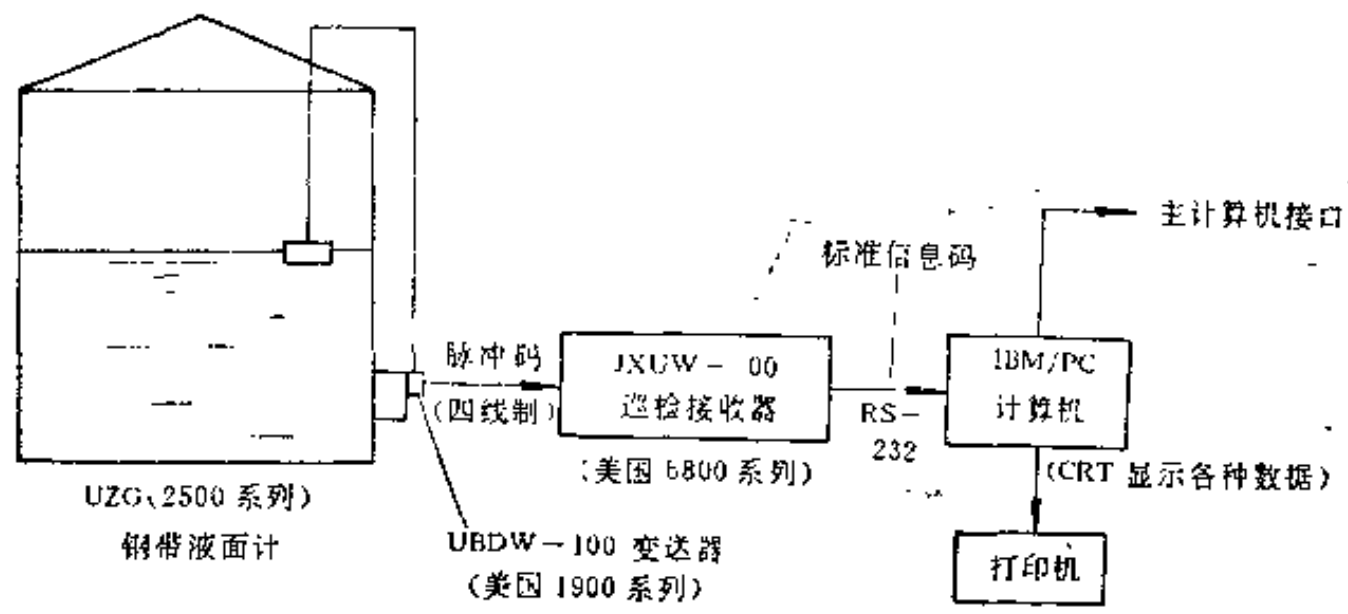


图 8-4 UZG钢带表罐区自动巡检系统方框图

UHZ系列是大连第五仪表厂产品，UZG系列是北京自动化仪表四厂产品。目前，这两个系列产品，在一些炼油厂都有应用。

4．光导电子液位仪

UBG-I型光导电子液位仪是80年代后期研制并开发的新产品。它是根据力平衡原理和

红外光导电子新技术制成的新型油罐液面检测仪表。

这种仪表是利用模似人的眼睛，用光导技术从液位的直线变化中采样，将液位参数转换成格雷码光电信号，再分别供给与本机相配套的数字显示仪和报警控制仪并可和计算机联网组成计算机管理体系，以实现油罐液位遥测，数据显示与处理。这种仪表无齿轮传动，电路转换全部采用无触点形式。防爆级别高，仪表稳定性好，精度也高，整机结构简单，体积小重量轻、安装、维护均较方便。

UBG-I型光导电子液位仪工作原理示意方框图见图8-5。

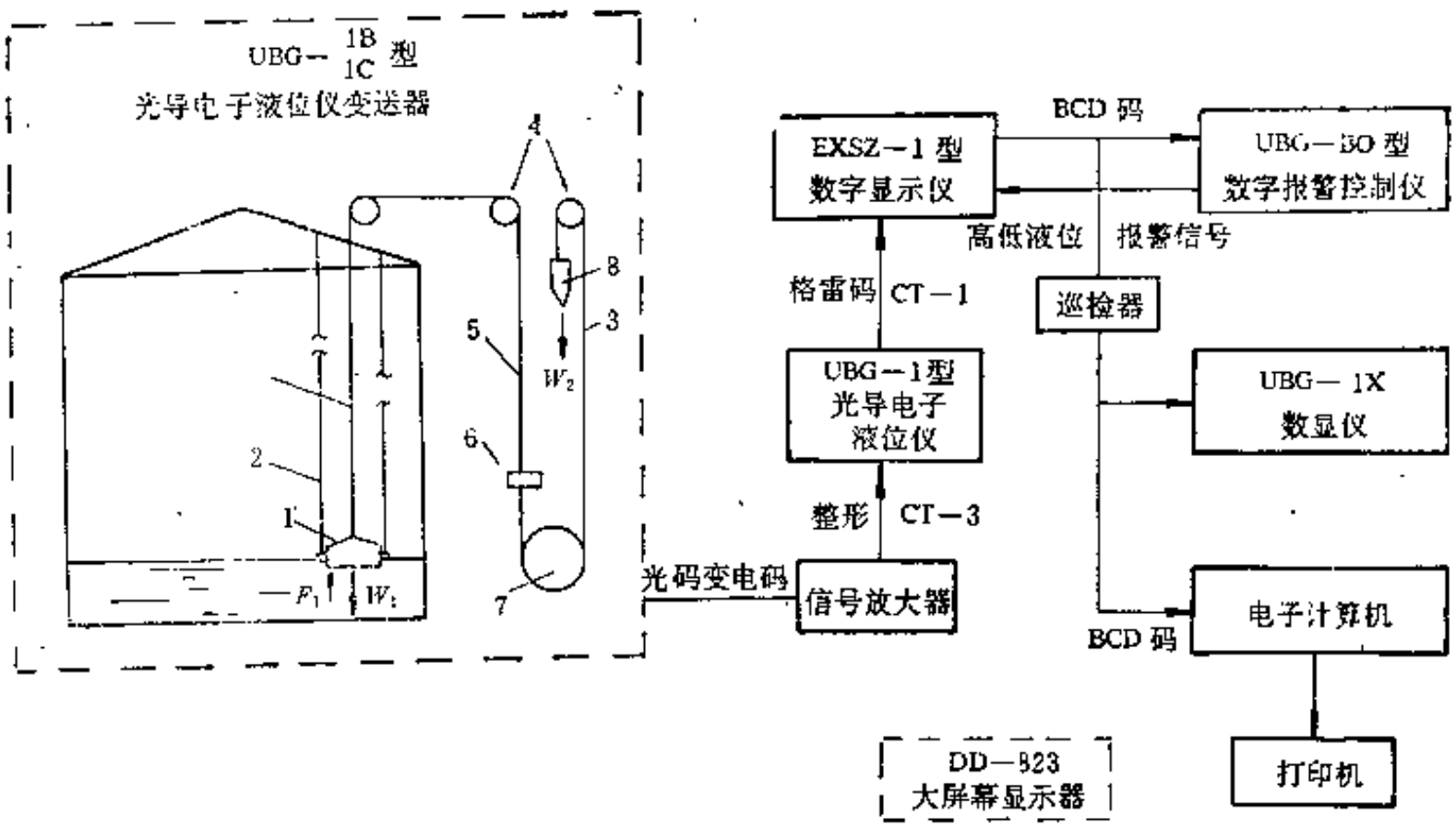


图 8-5 光导电子液位仪结构与工作原理方框图

1—浮标；2—导向钢丝；3—连接钢带；4—导向轮；5—信号码带；6—取样器；7—信息码带导向轮；8—平衡重锤

该型液位仪的工作原理是当罐内液位处于某一位置时，浮标重量W_1，重锤重量W_2和液位浮力三者处于平衡状态，即：$W_1-F=W_2$。在液位上升时，由于信号码带和连接钢带吊着浮标沿着导向钢丝被浮起，液体浮力增大，三个力间失去平衡。在重锤作用下，使信号码带随液位同步升降，这时取样器将信号码带上的光码读出来，并变成电码信号送至信号放大器，放大器将信号整形放大后，送给仪表控制室内的光导液位仪二次表，由其发出对应液位的格雷码信号给数字显示仪，显示仪再将格雷码翻译成十进制码（BCD码）并用数码管（LED）在表盘上显示出液位高度。数显仪输出BCD码再送给数字报警控制仪，然后该码与事先人为设定的高、低液位和实际液位进行比较，即可发出高、低液位报警信号返送回数显仪，由数显仪发出高、低液位声、光报警信号，同时数显仪发出BCD码以并联形式输给与之配套的计算机进行数据处理。同理，如果液位下降，浮力减少，钢码带也会随液位同步下降，仪表同样能随液位下降而进行连续指示和检测。

UBG-I型光导液位仪系统由一次表光导电子液位变送器（包括导向钢丝、浮标、连接钢带、导向滑轮、信号码带、平衡重锤、取样器和信号放大器），二次表（包括光导电子液位仪、数字显示仪、数字报警控制仪）和计算机三部分组成。

UBG-I型光导液位仪主要技术性能包括：

①测量范围：0～16m任意罐高，各种常压储罐；

②系统误差：全量程≤2mm；

③最大量程计量精度：≤0.125%；

④介质相对密度：0.6～1.2；

⑤介质温度：－40～300℃；

⑥容器压力：常压或1960Pa（200mmH_2O）；

⑦工作温度与湿度：一次表－30～75℃，湿度≤90%，二次表0～40℃，湿度≤85%；

⑧工作电压及功耗：AC220V±5%，50Hz；一次表功耗≤0.5W；二次表功耗≤10VA；

⑨巡检能力：64个罐；

⑩防爆标志：ia Ⅱ CT_6本质安全；

⑪仪表重量：一次表1.9kg；二次表2.5kg。

液位变送器型号有UBG-IB和UBG-IC两种，做为一次表每台只对一台油罐进行检测。

数字显示仪型号为EXSZ-I型，与UBG-I型光导液位仪以同等数量共同装于仪表盘上，它可以检测一座油罐，也可通过转换开关检测多座油罐。为使液位数字显示更为清晰，该表又新配用一台大屏幕数码显示器，能在15m距离对所显示的油罐液位、温度、压力数值，看得十分清楚，其型号为UBG-IX型。

数字报警控制仪型号为UBG-BO型，其数量和UBG-I型液位仪相同，但它不装于表盘正面，而是装于表盘后支架上。

转换开关型号为UBG-I-Q-H，它与一台二次表配合可同时对10台油罐进行切换轮流检测。

新开发的UBG-Ⅱ型、Ⅲ型表除保留了I型表的优点外，又发展了液位、温度双参数测量。液位量程为0～32m，温度量程－50～200℃，巡检能力30台，传输距离24km，能在显示仪上显示罐号、液位、温度和体积，并对高低液位，通讯失灵和仪表故障发出声光报警，通过RS-232C或RS-422接口可与计算机实行双向通讯，大屏幕显示，并有很强自我诊断能力。

UBG型光导液位仪是航空航天部智控所研制并生产的产品，目前已在不少炼油厂和油库得以应用。

5．内存码多功能液位仪

ZD-B10型内存码多功能液位仪是80年代末期新开发的油罐液面检测仪表。该表虽然也采用的是浮子钢带机械传动装置，但有独特的信息编码方式，能将液位的升降变化转换成电信号，然后通过传输电缆再把信号送给二次表。

ZD-B10型液位仪具有以下一些特点：

（1）功能全（由高性能八位微处理机控制），体积小，性能稳定。

（2）一次表采用模块结构，二次表可操作部位最少。因此，该表结构简单，表体小，维护工作量很小。

（3）全电脑化键盘系统，使用极其简单。标准电平的RS-232C串行通讯接口，可与任何计算机系统联网通讯。

（4）拥有智能化测量系统，可判断出检测值错误，并有十点液位高低限超位自动声光报警。

（5）信号传输线少，仪表防爆达到ia Ⅱ CT6要求。且掉电时仪表记忆功能能维持计量检测正常进行，遥测距离较远。

ZD-B10型内存码多功能液位仪由信号变送器（一次表）、液位仪（二次表）、机械传动装置和信号传输电缆4部分组成。在计量控制室内的二次表上有LED七位数码显示屏和操

作键盘，可供计量操作人员使用。

数码显示屏作用图见图8-6。

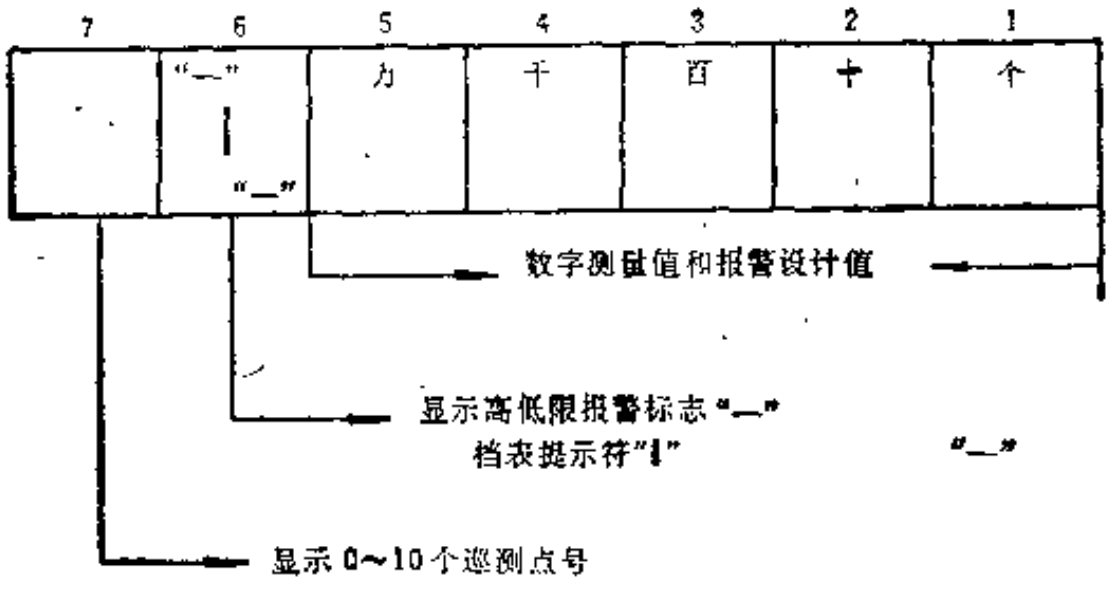


图 8-6 LED数码显示屏作用图

键盘符号功能：

“A”步进键　　“V”步退键

“SCAN”巡测键　“SET”置数键

“NEXT”顺序键　“RST”清音/取消键

ZD-B10内存码多功能液位仪的主要技术性能包括：

①量程：0～32m（任意）；

②示值精度：1mm；

③介质相对密度：0.6～1.2；

④遥测距离：500m；

⑤巡测点数：10点；

⑥工作环境条件：一次表　温度－20～60℃　湿度<95%；二次表　温度0～40℃　湿度<85%；

⑦工作电源：一次表　DC/6V；二次表　AC 220V；

⑧功耗：一次表　0.06W；二次表5.5W；

⑨重量：一次表　150g；二次表　2.5kg。

使用该表如遇停电，液位仪的显示屏、键盘、报警装置及串行通讯接口将自动暂停工作。维持时间：普通型为2h，低功耗型为10h。停电超过维持时间，可按仪表使用规程，在来电时重新启动运行。

ZD-B10型内存码多功能液位仪由中国人民解放军总后建筑设计院和温州达达仪表厂联合生产，现在一些炼油厂已有应用。

三、油罐数据采集与计算机控制管理

炼油厂油品储运系统应用计算机对过程控制、数据采集及其管理，在80年代后期才有较快发展。走在前列的并取得较好成效的如大庆、长岭、金山、金陵等炼油厂，已实现对罐区数据（液面、温度、流量）的自动采集、在线油品管道调合、生产过程监控、自动报警、罐区阀位自动控制、油品装车过程自动化等。所用计算机大多是国产IPM PC机，IPM PC/XT机和长城0520等，另外还有少量进口计算机。计算机类型虽然不同，性能虽有差异，但都会有一个共同特性，就是数据采集处理功能、显示功能、控制功能、自动声光报警功能和打印

报表等功能，并做为一个系统可纳入企厂生产调度指挥系统。

油罐数据采集是实现罐区自动化管理的前提，目前各个炼厂都在积极采用技术先进、功能更加齐全、质量和工作可靠的各种自动化检测仪表，并和有关科研、技术部门共同开发罐区数据采集自动化系统，但已经定型并为各厂普遍采用的现还不多见。

HE油罐数据管理系统（亦称YG油罐数据自动采集系统）是中国石化总公司在1989年要求推广的罐区巡检自动化项目。经鉴定，认为该产品可取代美国VAREC产品，对企业推广MIS系统，实现储运及生产调度系统计算机管理是一个很大促进。

“HE”系统，技术先进，功能完善，操作简便，运行可靠。目前有些炼油厂已在应用，经试用或受其启发，又有许多新的改进或创新。

油品罐区数据采集与管理系统工作原理示意框图见图8-7。

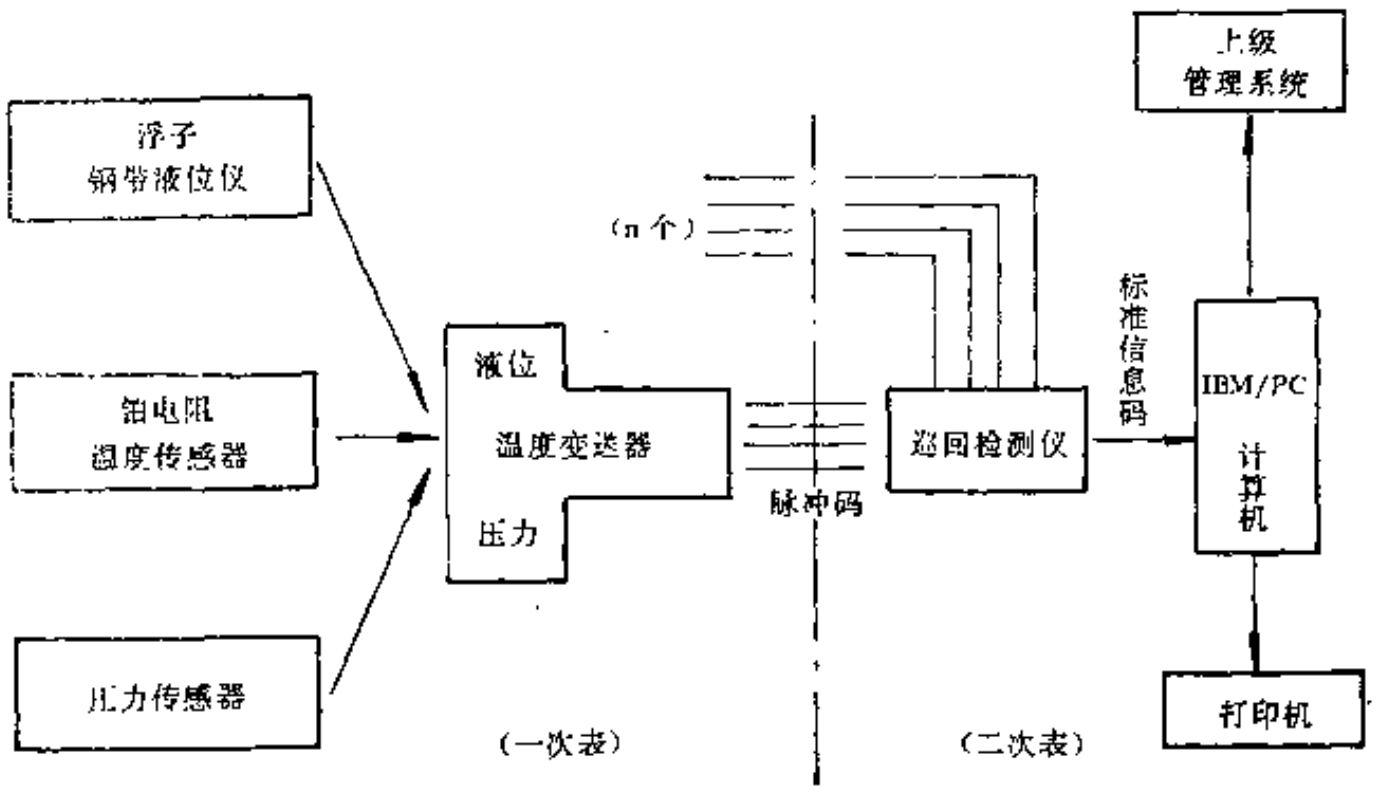


图 8-7 罐区数据采集与管理系统工作原理示意框图

1. “HE”系统主要功能

（1）定时自动检测各罐油位、温度、压力。

（2）根据系统预置的罐表参数，计算各罐任意时刻油量。

（3）监测油罐进油、付油，图形显示各种工作动态，超限自动声光报警，并记录时间和罐号。

（4）可以单罐或多罐定时进行自动巡检。系统巡检时间，巡检方式，测量方式均由软件设置，用户可随时自行修改。

（5）检测数据和预置数据存入带有后备电源的数据存贮区内，在停电时，检测数据能受到保护不会丢失。

（6）设有时钟，油罐数据能定时记录并可打印报表。

（7）通过巡检仪标准接口，可和IPM/PC机等通讯联网，实现计算机管理。

2. “HE”系统可供选择的仪表

（1）浮子钢带液位计 2500系列，UZG系列，UHZ系列。

（2）液位、温度、压力变送器 HE-1600型，YG1600-Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ型。

（3）液位温度巡检仪 JC-24型，HEX-4型，JXVW-200型，JXUW-100型，巡检时间6.5s，巡检能力15～128个罐。

（4）铂电阻温度计（温度传感器） 测量范围－50～120℃，测量误差±0.2℃，测量

通道4个。

（5）压力测量（压力传感器） 测量范围0～120mV，测量误差±0.7%，介质相对密度＞0.7。

四、衡器计量微机管理

1．电子汽车衡

电子汽车衡是近10年来发展起来的新一代地衡产品，这种地衡设有机械杠杆传力机构，特别是全电子无基坑汽车衡，施工简单，安装方便，操作易学，计量速度快，灵敏度和精度高，称量指示器具有多种功能，采用微机后即可实现计量管理自动化。

全国生产电子汽车衡厂家很多，型号与名称不同，但结构、原理和微机应用则大同小异。目前规格有5、10、15、20、30、50、100t等多种，计量精度为0.1%，称量感度0.01%。

地衡在石化企业的供应和运销系统应用最广，在企业加强计量工作中，旧地衡改造和新建地衡已大多采用全电子无基坑式汽车衡，它已成为企业原料进厂和发放，各种产品出厂非常重要的计量检测设备。

全电子汽车衡由承重台、称重传感器和显示器或微机控制称重系统等部件组成。

全电子汽车衡是利用应变电测原理来称重的，当汽车开到称重台面上，承重台将其所受的力作用在称重传感器上，当传感器受力时，粘贴在弹性体上的电阻应变片发生阻值变化，由应变电桥输出电信号，进行线性放大，A/D转换成脉冲数，经与主机通讯、数据处理、储存、控制，然后由数码管显示称重数，打印机打出单据报表。

一般来说，显示器可显示单重、总重、次数累计、车号、单价、总价、日期等，打印机可打印日期、货名、毛重、皮重、净重、累计、编号并制表，打印汉字标题等。称重方式有二种，一次称重方式是将皮重事先存贮或用键盘输入，二次称重方式是空车和重车分别称重，数值自动储存并计算。

带微机的称重管理系统的工作原理框图见图8-8。

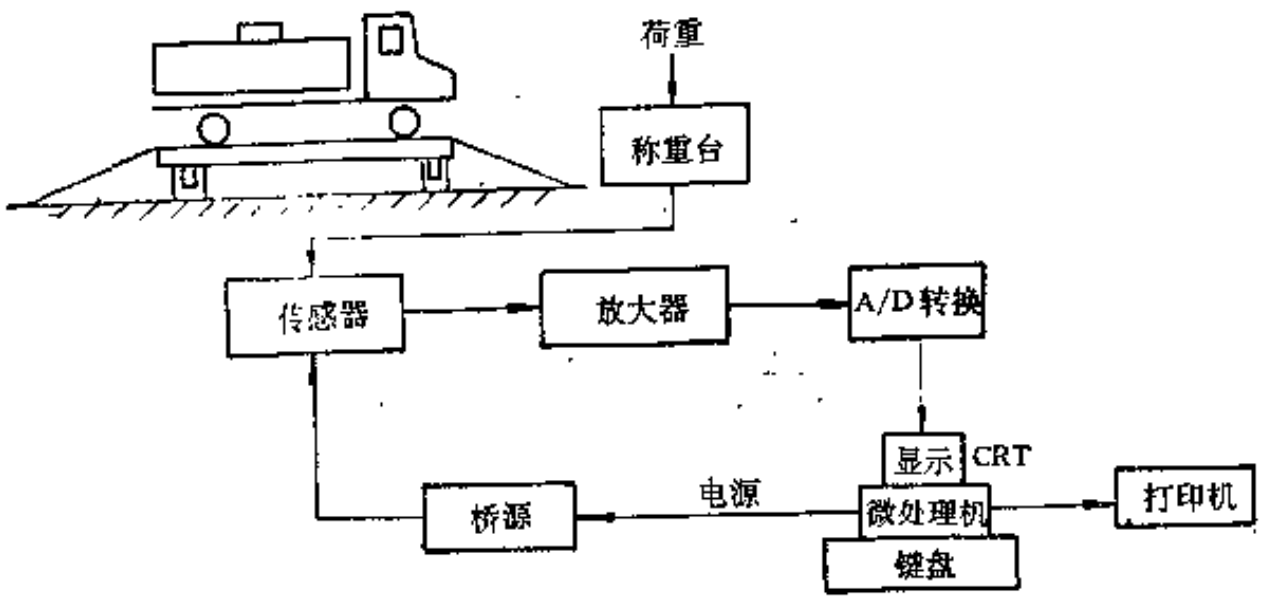


图 8-8 全电子汽车衡工作原理框图

微机称重控制管理系统采用的是高精度电阻应变式传感器，IBM/PC机或其它兼容机，和无基坑超薄型台面。下面以SCS型全电子无基坑汽车衡为例，做些简单介绍。

（1）SCS型微机称重管理系统主要特点：

①优良的人机对话功能 通过键盘操作能实现数据贮存，随机检索和自动打印。

②快速的存贮检索功能 数据存取、管理的软件全部采用汇编程序设计，存贮实时数据存贮量大，可长期保存和快速随机检索。

③图象显示格式清晰　采用CRT屏幕以表格形式显示的内容，排列有序，一目了然，完全能满足供销计量要求。

④输出、输入接口功能齐全，并行输出接口可直接连接打印机，R-232C串行通讯接口可与计算机联网通讯。

⑤数据设定灵活方便，断电后能长期保存设定值。机内备有时钟，称重同时可记时便于资料查询。

⑥另外还有零点自动跟综，超载报警，操作错误判断等功能。

（2）SCS型系统主要技术性能：

①称量规格：5～100t；

②称量精度：1/3000；

③仪表与秤台距离：≯30m；

④传感器电源：12VDC或6VDC；

⑤传感器与计算机连线：六线制；

⑥显示方式：CRT屏幕显示；

⑦采用紫金-ⅡA或IBM/PC机，0530或0540机等均可，容量由用户选配。

SCS系列电子汽车衡的主要技术参数见表8-2。

表 8-2　SCS系列电子汽车衡主要技术参数

项　　目	SCS-15	SCS-20	SCS-30	SCS-50	SCS-100
秤台尺寸，m	2.8×6.0	3×7	3×18.5	3×14	3.5×18
台面高度，m		0.23	0.33	0.22	2.42
传感器容量，t		10×4	20×4	20×6	30×6
最大称量，t	15	20	30	50	100
最小称量，kg	250	300	500	1000	1000
分度值，kg	5	10	10	20	50
精度等级	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
仪表电源	AC 220V $^{+10\%}_{-15\%}$，50Hz±2%				
消耗功率，W	23（25）				
使用温度，℃	称重部分－20～＋60，显示部分0～40				
相对湿度，%	＜85				
响应时间，s	5				

为延长电子地衡使用寿命，操作除应严格按说明书进行外，仪表应放置平稳不受震动，并避免阳光直晒；称量时严禁超量；下班必须停机并拔下插头；盖好防尘罩；清扫卫生并注意仪表防水；仪表发生故障应由专门维修人员处理，且勿随意拆卸；衡器检定周期为一年。

2．电子轨道衡

电子轨道衡是一种用于铁路线上，专门检测铁路车辆重量的自动计量设备。从结构上看，它有一套称重机械台面，而从力-电转换、数据处理与显示等方面看，又具有电子仪表的特点。电子轨道衡由于使用要求不同，可分为静态电子轨道衡和动态电子轨道衡两类。

静态电子轨道衡有两种使用情况。一种是建在铁路线上，具有称重台面和自动称重设

施，需要车辆静止不动，逐台自动（联挂或不联挂）进行的称量。还有一种是建在装有灌装物料容器下边的铁路基台下，在物料灌装完毕，能静止、逐车、非连续地进行自动灌装物料称重的，这种检测装置都叫静态电子轨道衡。

动态电子轨道衡是在列车低速运行又不摘钩情况下，能连续快速称出货（罐）车重量的称重装置，叫做动态电子轨道衡。

两种类型轨道衡基本原理和结构是一样的，它们都是由称重台面、力传感器和测量系统3部分组成。

电子轨道衡系统框图见图8-9。

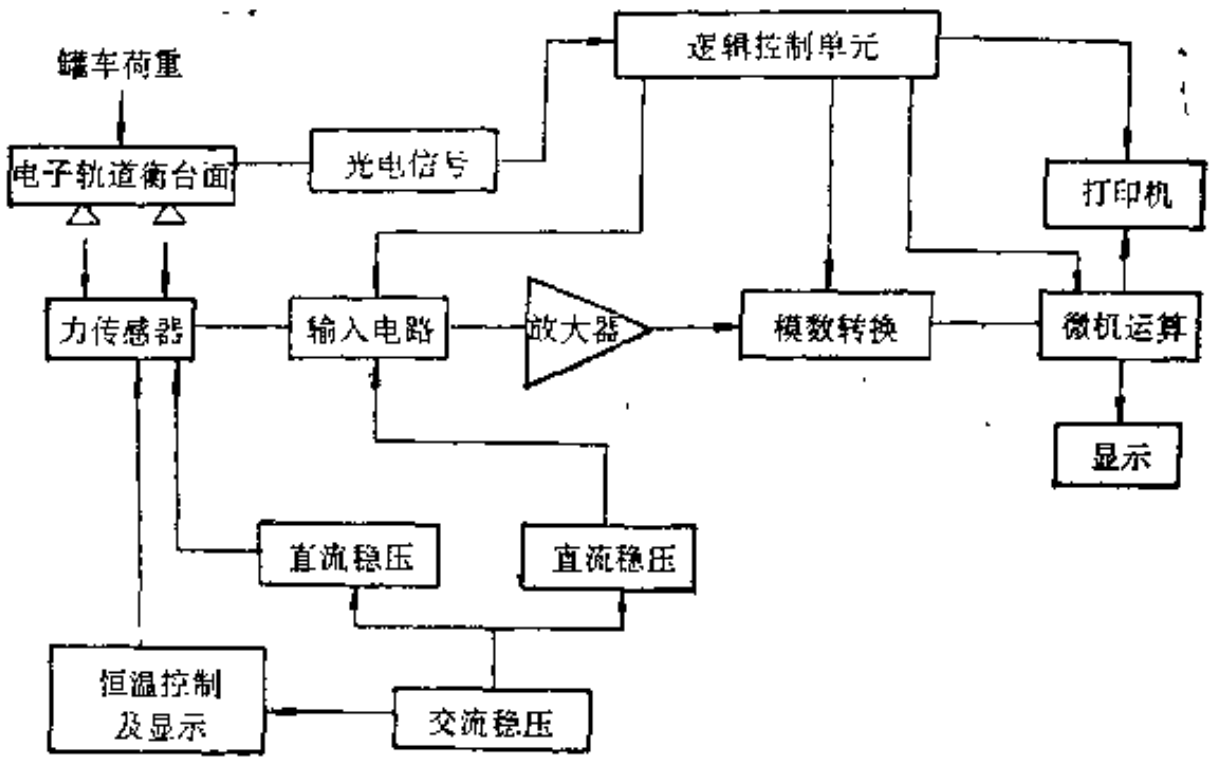


图 8-9　电子轨道衡系统框图

电子轨道衡的工作原理是，称量台面上铺有钢轨（俗称台面轨），它和铁路相连。在台面下四角有4个传感器支撑（支撑式台面）或悬挂（悬挂式台面）于地坑基础上。列车通过台面时，车辆重量通过单轴轮对或转向架加到秤梁上，由台面轨主梁传递给传感器，传感器将其感受的压力信号按比例转换成电压信号，4个传感器总输出信号送至测量电路系统，经前置放大、滤波以及A/D模数转换成数字信号，再经并行接口送入计算机系统，按事先编好的程序（软件）进行数据采集和处理，最后以十进制数码通过显示屏显示称重值并打印出称重结果。为判断机车和车辆类型以利计算，在台面上大多装有轮开关（有机械的、电磁的或光电的），能将开关量信号经整形、转换后送入计算机。

电子轨道衡系统组成如下：

（1）机械秤台面

机械秤台面为钢结构台面，基础有深基坑(约2m)、浅基坑（约1m）和无基坑3种，由用户自行选定，其中无基坑施工最为简单。

机械秤台面主要由框架、秤梁、高度调整系统、纵向横向限位系统、弹性过渡器和防雨盖板组成。

（2）称重传感器

传感器装于秤梁下的四角，是力(重量)→电转换的重要部件，它既起支撑台面作用，又是重量信号的信号源，其性能与质量对整套称重计量设备的精度和稳定性有着非常重要影响。

传感器有不同结构，且种类也很多。目前应用较多的是额定负荷为20～90t的电阻应变式。按照安装使用方式又分支撑式和吊挂式两种。在无基坑动态电子轨道衡中，我国生产的

传感器产品有 HCH-1 型和TCH型等，但现在使用进口部件比较多，如德国菲利浦公司生产的PR6021电阻应变片式传感器。

（3）微机控制仪表系统

通过接线电缆接收并处理来自传感器电信号的测量设备称二次表。过去使用的多为逻辑控制运算电路和数字电压表构成的二次表，现已淘汰。而采用微机具有多功能的智能化二次仪表现已得到普遍应用，该仪表系统由主机、键盘、显示器和打印机组成。

主机采用IBM-PC机或其它兼容机（如：BD286、GW286或386机等），整个系统安装在铝材制成的操作台上。

采用微机控制系统的轨道衡，都有以下特点。

①计量准确度提高0.1%左右，在良好线路条件下，微机衡首检准确度可达0.2～0.3%。

②用微机和大规模电路代替分离元件、数字电压表，构成动态控制和运算电路，减少了故障率，提高了稳定性。

③把称量数值送入计算机中贮存和处理，提高了企业计量和自动化管理水平。

④功能更加广泛，能满足生产、供销、计量各种需要。其功能普遍包括信号处理、速度监测、超速报警、车辆判别、自动称量、数值累计、自动零点跟踪、自动去皮、打印报表等。

现在，动态电子轨道衡发展很快，到1988年全国已建有100台，其中30台带有微机。目前，动态电子轨道衡计量方式有 3 种类型。

轴计量　将一台车的4个轮对先后通过轨道衡台面（长面长1.4m），一个轴一个轴的分别称出其重量，然后累加 4 次称重结果，得到整台车辆重量。这种类型始于70年代，由于多次称量引起误差大，调整困难，准确度低，技术也落后，现已被淘汰。

转向架计量　将一辆车的两个转向架先后通过轨道衡台面，分别称出重量，然后累计两次称重结果，得到整车重量。这种类型台面长3.6～4.1m，整体结构比较简单，准确度较高，能满足计量要求，适合固态散装物料称重使用，如用于称重煤炭、石油焦、沥青、石蜡、硫磺等产品，使用较为广泛。

双台面整车计量　这种类型是整个货车进入两个台面一次称出全车重量。对于特殊车辆也可以自动换成单台面转向架计量方式。该类型既可静态称重也可动态称重。

由于转向架计量与轴计量均属分解计量方式，因此容易产生多次偶然误差，对固体货物计量尚可（静态计量$\delta=0.05\%W$），但检测液体油品将会产生较大变动误差。目前，在石化企业计量液体原料进厂和液体石油产品出厂的多已采用双台面动态电子轨道衡。

动态电子轨道衡具有以下特点：

①称重过程快，可缩短车辆在厂停留时间，有利加快车辆周转。

②称量准确，计量精度高。静态称重为0.2级，动态称重为0.3～0.5级。

③故障少，稳定性好，寿命长，无易损部件。

④操作简单，使用微机功能多，因面大大减轻了计量人员劳动强度，提高了工作效率。

⑤和工厂计算机中心联网，可实现计量和供销管理自动化。

⑥无基坑式工程量少，施工期短，投资少，特别适合老秤改造。

下面对GGG型电子轨道衡技术性能做一介绍。

①称量范围：荷重100t或150t的标准轨距四轴铁路货车或铁路罐车；

②工作方式：双向动态联挂，可用于转向架计量（单台面）和整车计量（双台面）；

③称重列车速度：5～15km/h；

④称量台面感量：加减20kg砝码有大于10kg的变化；

⑤计量精度：符合JJG234-90“动态轨道衡检定规程”的各项规定；

准确度等级：0.2级，分度值为50kg；

0.5级，分度值为100kg；

⑥功率消耗：≯500W；

⑦工作环境要求：

a. 称重台面两端各有50m（80m）水平直线段，坡度小于0.2%，台面两端各有20m（25m）的整体道床，坡度应小于0.1%。

b. 操作室要求密封、防尘，室温应在20±5℃，相对湿度不大于70%。仪表与设备应避免腐蚀性气体浸蚀和强电场干扰。

c：电源应稳定，不易停电，电压220V±10%，50Hz。

d. 系统专用接地电阻小于2～4Ω。

⑧系统软件：各生产衡器工厂都有为自己产品开发和研制的独立软件，采用不同的语言编制成采样程序、数据处理程序和系统调整程序等。各种软件的共同目的都是力求采样速度快，实时性强，调用数据与编写方便，根据汉字提示进行操作以显示其多种功能。

电子轨道衡做为一套计量检测装置，对企业经济效益有很大影响。要保证其长期安全运行和获得称量准确，就必需严格按说明书正确使用和精心维护。

目前，全国生产微机动态轨道衡的厂家很多，有苏州仪表元件厂GGG-100A、100B、100D型，天水红山机械厂GGG-35型，承德自动化仪器厂GGG-22A、22B型，武汉衡器厂GCV-180型等。各种型号轨道衡既可单台面转向架计量，也可双台面整车计量，精度一般都是0.5级，且普遍采用PC微机，功能基本相同。

3. 双台面液体动态电子轨道衡

液体产品不同于一般固体产品计量，因为罐车运行中，液体在罐车内始终处于不稳定状态。因此，液体在车内分布变化将引起重量在四根轴上的分布也随之变化，这样必然为分解计量方式带来一定误差。

解决这个问题的方法是采用双台面整车计量方式，即采用一套控制检测仪表和具有一定间隔的两个称重台面，同时对两个转向架计量，经数据处理即可取得整车称重数据。

为了使各类罐车都能通过轨衡实现整车计量，两个称重台面长度及其间距设计数值十分重要。目前，在全国5万多台各类罐车中，转向架中心距6.8～7.82m范围的占罐车总数的96%，在考虑各类罐车转向架和轴间距有关尺寸后，经计算罐车两转向架间平均距离为7275mm。在考虑到双向计量需要，各部尺寸应留有一定余地，并保留500mm的取样区间后，双台面间距一般应取7275mm，每个台面长度为3600mm。如果进出企业的罐车类型较少，则可按实际情况计算双台面间距和长度。

液体动态电子轨道衡由两个称重台面、八个力传感器和一套微机控制系统组成。为了原料进厂和产品出厂都能得以计量，一般都建于厂外铁路编组站和厂内装油台之间铁路干线上，这样空车进厂和重车出厂即可实施双向计量。

为保证计量准确，要求轨道衡两侧铁路需各设50m直管段，直线上无道叉、无坡度且用长轨铺设。轨道衡安装地点距油台应不少于一列车长度（约600m）。秤台前后两侧各25m范围应为水泥整体道床，另设副线供调车作业或轨道衡维修时，列车仍能通行。

液体动态电子轨道衡，计量油品精度为：称量范围为20～80%时，双台面计量为0.3%

（当量精度）；单台面计量为0.45%（当量精度），感量10kg。

4．无基坑曲线微机动态轨道衡

这种轨道衡可以安装在铁路曲线地段，能满足某些厂矿企业因铁路线位置、长度、周围环境限制，不能长期封锁线路，为其安装轨道衡提供了方便条件。

这种轨道衡结构、原理、性能都与GGG型基本一致，只是要求台面轨道与两端50m轨道应在同一半径圆滑曲线上，且在此范围内不应有坡度。对于外轨应按不同速度和半径设置超高，台面轨按平面曲线半径弯曲。

该机工作原理总框图见图8-10。

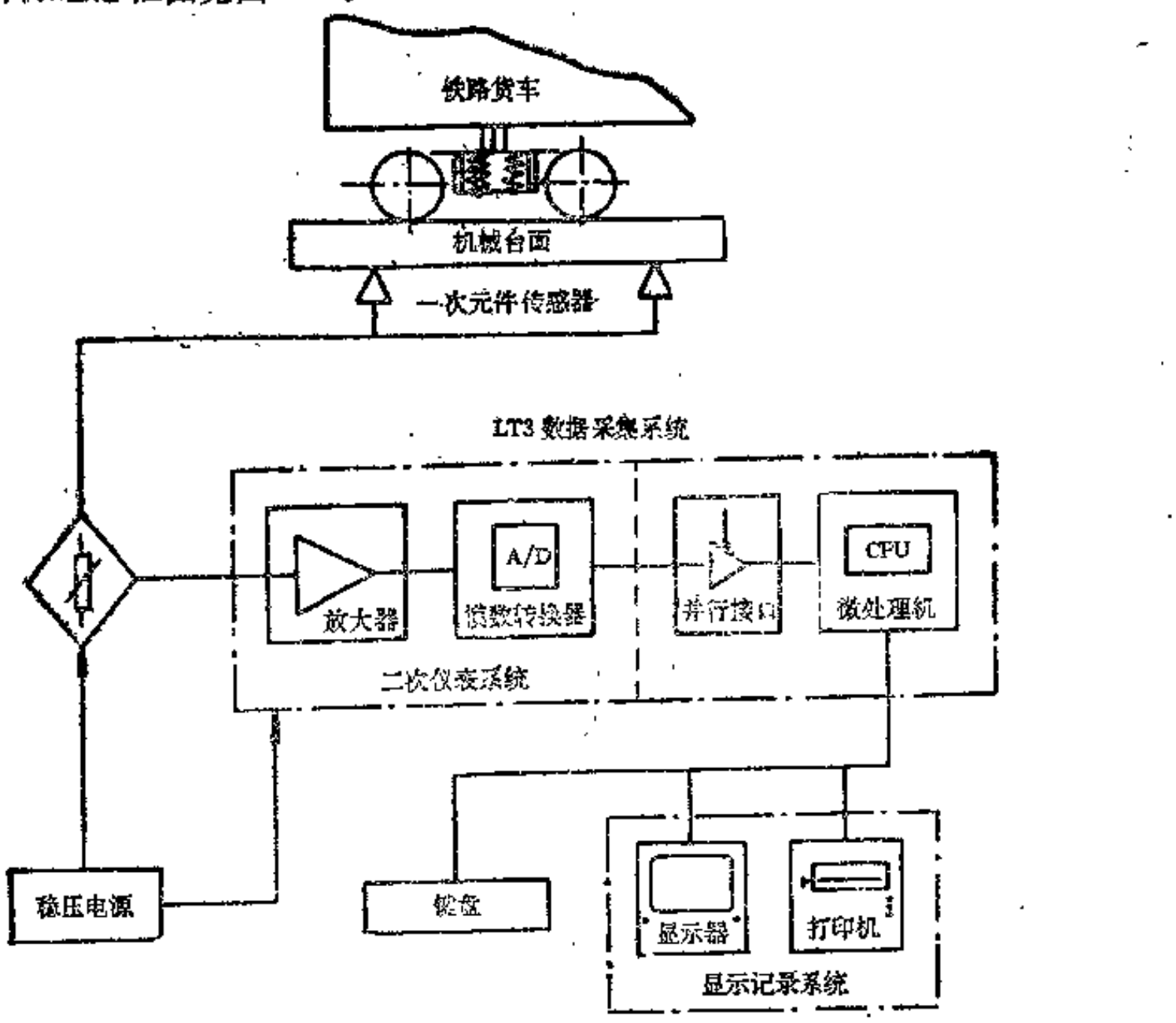


图 8-10　无基坑曲线微机动态轨道衡工作原理总框图

该机型号为GCV-100型，是铁道科学研究院铁建所与北京海淀路通铁路新技术联合开发公司共同研制并生产的。

五、油品装车自动化

炼油厂液体石油产品装车，过去多采用小鹤管高位喷溅式装车，人工操作劳动强度大，工作条件差，油品损耗多，静电电位高，生产不安全，且对周围环境还有严重污染。

现在油品装车在自动化方面已有了很大发展，从70年代末期开始，由单一的小鹤管装车开始转向用大鹤管装车，由高位喷溅式改为浸没式液下装车。80年代末期，又由敞口浸没式装车发展成密闭液下定量装车，并对装车挥发出来的油气进行回收。在操作上已由人工操作和控制转向气缸液压操作、程序控制、联锁控制，运行监视和定量装车。

油品装车自动化的实施，在提高生产效率，改善工人操作条件，减轻劳动强度，减少油品损耗，改善环境污染，增加企业经济效益等方面已取得了明显效果。

1．小鹤管液下密闭定量装车系统

小鹤管密闭装车是80年代初期由长岭炼厂、乐清仪表三厂和上海石化总厂共同研制和开发的装车新工艺，经过10多年发展和提高，密闭定量装车及其配套的油气回收装置，已在许多炼油厂得到广泛应用，并取得了较好成效。该装车新工艺对于挥发性、毒性大的石化液体产品尤为适用。

小鹤管密闭定量装车系统由密闭装车台、密闭定量装车装置和油气回收装置三部分组成。

（1）小鹤管密闭定量装车装置

小鹤管密闭定量装车装置，是由乐清仪表厂生产的、其型号为FD-101B型封闭式定量装车装置。

该装置主要部分建在油台两侧铁路线上方的水泥顶棚钢架上，现场控制、仪表显示和工艺阀门操作则建在油台上。既可现场分散操作与控制，也可在远离油台的仪表操作室集中管理。

这套定量装车装置由横向对位机构、升降气缸总成、密封器、液位控制器、进油金属软管，排气金属软管、活动缸管、气动带手动式闸阀和操作台等组成。

小鹤管液下密闭定量装车装置系统图见图8-11。

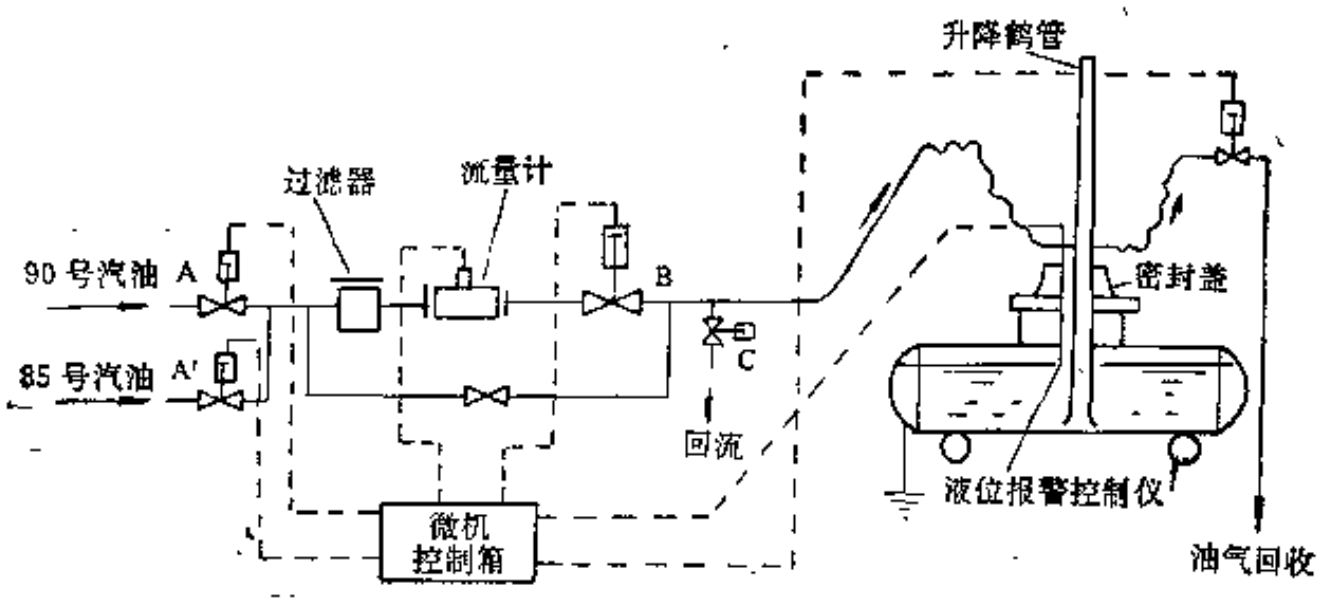


图 8-11　小鹤管液下密闭定量装车装置系统图

小鹤管系统的主要部件及其功能：

①横向对位机构　由移位气缸总成、支架、齿条、滚轮、锁位轮和微调链轮等组成。鹤管的位移由三位四通气阀控制，靠移位气缸的活塞杆动作带动齿条，齿条使滚轮在支架下的导轨面上移动，以达到鹤管口对准车口目的，然后通过手操作微调链轮，使对位更加准确。

②升降气缸总成　由4个不同缸径组成的多节伸缩气缸，由气动按钮操作，鹤管外、中、内各缸依次伸出或缩回。鹤管下降时，其上边的密封盖，在气缸压力下封住罐车口，达到密而不漏。活动油管伸入车内底部，内缸设有紧锁机构，可保证鹤管上升至死点时能自锁，以防鹤管自行降落。

③密封器和输油气箱　密封器由密封盖、密封垫和输油气箱组成。密封器并以球形结构和输油气箱联成一体，对各种类型罐车均可密封。输油、输气弯管分别固定在箱体两侧，通过法兰和两端金属输油（气）软管相连，软管另一端和油台管线相接。

④活动缸管　由五节不同口径的金属管装成多层次伸缩的活动输油管。外层上端与输油气箱作固定连接，里层下端与导流底板的联杆与升降气缸的活塞连接，由于组合缸和活塞杆的运动，带动活动输油管伸缩至罐车底部，实现液下装车。

⑤液位报警器　使用QYK-01型气动液位报警器，能对罐车内液位高低实行二次报警，

两次相差100mm，可防止超装冒车。

⑥气动控制阀　鹤管采用Z6S41系列气动带手动闸阀（双缸缓冲型），QFKP-L6快速排气阀和Q641F-16C气动球阀，并配FKX-1防爆控制箱，GLX-1M防爆阀位回讯器。

⑦流量表　流量表可选0.2级的LW系列涡轮流量计，LL系列罗茨流量计或LC 系列椭圆齿轮流量计，其中LW系列应用较为广泛。流量范围25～160m^3/h。

⑧操作台　现场可采用分散操作使用的气动定位仪(单机)操作台，操作台 上 配有DQC-1 型装车定量控制仪。

每套小鹤管都可实现单独自动对位，阀门自动开关、液位自动监测及报警，定量装车、接地联锁、油气排向回收装置或集中放空。

小鹤管的主要技术参数：

a．公称通径：100mm；

b．装油介质：轻质油品及化工液体；

c．水平对位行程：≮3800mm；

d．密封盖升降行程：2400mm；

e．活动鹤管伸入罐车内深度：3200mm；

f．密封盖压力：0.015～0.02MPa；

g．操作压力：≮0.4～0.5MPa；

h．工作环境温度：－30～120℃；

j．安装标高：最高点8050mm，最低点为5500mm；

k．鹤管主体重量：410kg。

（2）DQC-1型装车定量控制仪

DQC-1型装车定量控制仪是以MCS-51系 列单片微 控制器为核心的新型智能仪表，它和流量计、温度计、气动阀、液位开关、接地开关等仪表配套使用，成为密闭定量装车现场操作控制的核心。它的全部器件均采用CMOS集 成 电路，因而具有多种自动化功能，且功耗特小（机耗仅0.5W），性能稳定，抗干扰能力强，显示直观，使用方便，既可现场单机运行，也可加上通讯口与计算机联网。该机具体功能简述如下：

①系 数设定　该机可设定流量计的流量系数K(单位为脉冲/升)和液体的体膨胀系数γ。设定范围为0.0001～9999。

②定量设定　根据罐车定量装车的体积量，设定定量范 围 是 0.0001～99999L。通 常，各种车型铁路罐车体积设定数，见表8-3。

表 8-3　各种车型铁路罐车体积数设定表

车　　型	4 型	601型	604型 605型	600型	G_{18}型	662型	G_{19}型
体积，L	48000	49000	50000	51000	58000	59000	76000～78000

装车时，流经流量计的累计量达到定值时，仪表即发出关阀信号，实现定量装车。

③体积、流量、温度补偿　采用AD590温度敏感元件，采集到管路中介质温度 后，仪表可及时把管路中的体积流量Q_t换算成20℃标准体积流量Q_{20}，换算关系为：

$$Q_{20}=Q_t[1-\gamma(t-20)]$$

式中　γ——仪表设定的介质体膨胀系数。

①防溢联锁　装在储罐上的液位控制仪有“高限”和“超高”两个报警点，两点相差100mm，有了这两道保险措施，超超装即可紧急关阀防止跑油。

②接地联锁　为防止装油产生静电引起火灾，装油时接地设施必须和罐车相连，如果罐车未经接地或接地不良，仪表就不发开阀信号而拒绝装车。

定量控制仪的操作均通过键盘（16个）进行，3个阀门开关状态通过LED灯显示，程序通过微控制器80C31随时检测键盘的操作状态，根据对键的操作，即可完成不同功能。

DQC-1装车定量控制仪主要技术指标：

a．工作电压：DC 9～15V；

b．功耗：0.5W；

c．输入信号；

流量信号：0～3kHz的正弦方波；

温度信号：AD590信号；

d．输出信号　阀位控制信号：无触点开关，容量24V，50mA；

e．显示：五位液晶显示器；

f．运行方式：连续运行；

g．计量精度：0.2或0.5级；

h．温度补偿精度：<0.01%。

（3）密闭装车油气回收装置

油气回收装置是小鹤管轻油密闭装车系统的配套工艺设施，目的是保护环境，减少油品损耗。油气回收的方法很多，有吸附，吸收、压缩和冷凝法等。吸收法又分低温汽油吸收，常温煤油或轻柴油吸收等。目前长岭、胜利等炼厂采用的是常温轻柴油来吸收油气，富油返送催化回炼方案，这种方法流程简单，操作容易，效果较好。

油气回收装置工艺的原则流程见图8-12。

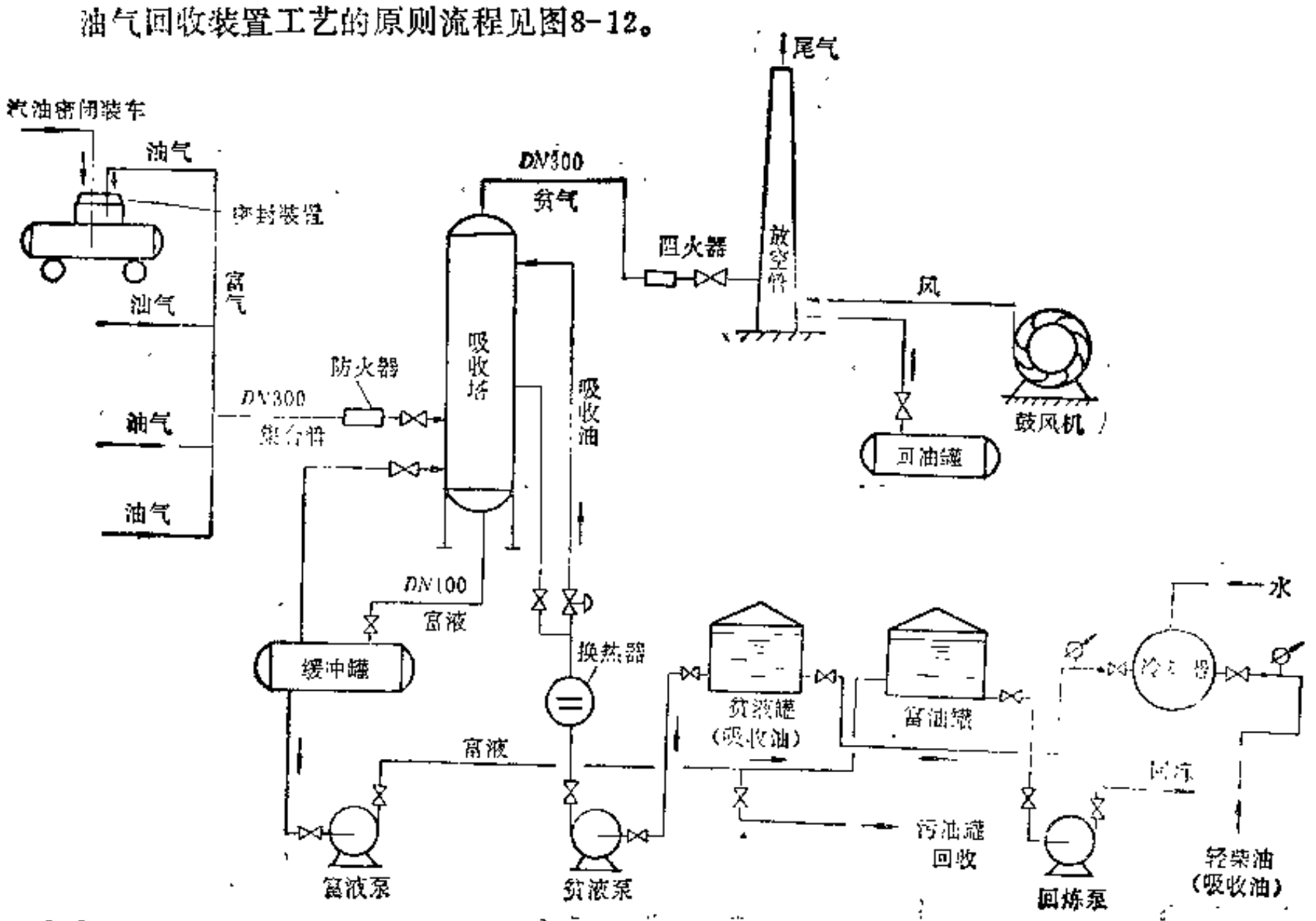


图 8-12　油气回收装置工艺原则流程图

油气回收装置的主要设备包括立式吸收塔、放散管（或称放空管）、冷却塔、凝油分液罐、缓冲罐、贫油罐、富油罐、贫油泵、富油泵、鼓风机和阻火器。主要仪表是温度、压力、流量、液面测量仪表及气动单元组合仪表。设备与仪表规格由回收装置处理能力决定。

油气回收的工艺过程是从罐车内挥发出的汽油油气，通过金属软管，油气排至集气总管，先经凝油分液罐油气分离后，纯油气（亦称富气）再进入吸收塔，吸收剂（轻柴油亦称贫液）从塔上部侧线进入。由喷嘴喷下的轻柴油将上升的油气吸收，吸收了油气的柴油（亦称富油）从塔底流入缓冲罐，进行气、液分离，富油经富油泵打入富油罐，然后经泵送入油品罐区或直接送往催化装置回炼。从吸收塔顶排放出来的未被吸收的少量油气（亦称贫气）进入放空塔和来自鼓风机的不断吹风混合，稀释后的气体（亦称尾气）排入大气。作为吸收剂的轻柴油，具有能溶解汽油气体的能力，且溶解度随柴油温度变化而异，柴油温度低时，油气被吸收效果更好。因此，遇夏季温度较高时，吸收剂柴油应先经冷却器，使油温降至37℃以下，再送入吸收塔以提高吸收效果。

采用这套油气回收装置，油气回收效果良好，油台环境污染状况大有改观。资料表明，轻烃回收率不低于85%（体），排放大气中烃浓度含量为1.63%（体），低于环保规定排放标准；单车（60m³）回收油气平均为57.22kg/车。整个装置投资回收年限为两年。

（4）小鹤管密闭装车设施的使用操作

①铁路罐车推进栈台对好鹤位后，放下梯子，掀起罐车盖，接上静电接地开关线。

②操作横向移位开关按钮，使鹤管左右移动，对准罐车，旋转锁位三口路开关，打开锁位。

③根据车型，调节液位管至规定装车液面高度，并固定。

④打开升降气缸手控阀，使活动输油鹤管下降，并使用微调链轮使鹤管伸入车内，密封盖对正车口并封闭严密。注意不要使鹤管碰到车内梯子。

⑤根据车型向微机定值控制仪输入待装体积数值，然后按下“待装”按钮，按顺序开启A阀、B阀和C阀，并检查回油阀是否关死。

⑥上述操作检查无误，所有车位鹤管对好，然后通知罐区开泵装油。

⑦车装满时自动关阀，待液面稳定3min，静电消除后，再操作升降气缸手柄，使鹤管上升复位，再旋转锁位开关。

⑧如流量表计量精度不够，装车定量值不能做为交接计量依据时，则应上车重新人工检尺，然后盖车盖，上螺丝，打铅封。

⑨装车过程不得关闭（或中断）风源，风压必须达到要求，接地开关不得脱落，否则因有自动保护设施而装车不能进行。

2．程控与微机浸没式内液压大鹤管装车系统

炼油厂采用大鹤管装车始于1967年，应用最早的是山东胜利炼油厂和北京东方红炼油厂。20年来，随着科学技术进步和自动化水平提高，大鹤管在许多方面都有了很大改进。现在，鹤管位置已由地面移向油台顶部铁路线上方，装车方式由高位喷溅式改为浸没式液下装车，由敞口装车进而发展为密闭装车，装车流量也由不变流量改为变流量装车，操作由程序控制改为微机控制与计算机管理。

经过改进的新型大鹤管YH200-JN程控浸没式内液压大鹤管于1982年11月重新在胜利炼油厂投用，密闭式外液压大鹤管于1987年9月在南京炼油厂投用。目前全国各炼厂已建有装车大鹤管20余台。

采用大鹤管装车，鹤管能自动对位，浸没式装油，阀门自动开关，变流速装车，液面自动监测，程序控制与安全联锁等，是实现油品装车自动化比较理想装置。

（1）程控浸没式内液压大鹤管

大鹤管装车系统由装油台、大鹤管、工艺管线组成。

装车台是整个装车系统的主体结构。它由水泥预制体构成前工作台、操作台和后工作台3个台面。油台总长45m，宽4.5m，高3.2m。油台一般由一对大鹤管组成，可灌装1～2个品种，有的炼油厂根据产品品种和出厂量在同一装油台建有两对4组大鹤管，可以集中灌装多种产品，以利减少占地，提高油台利用率，节省投资。油台操作室和电源箱建于中间一层平台，液压系统、工艺管线和控制阀门建于中间二层平台上，牵引系统建在台下铁路线两侧。铁路油罐车分别停于油台两侧，一般每侧可停放车辆12台，由铁路中间的牵引小车推动罐车前移对位。

大鹤管是自动化装车系统的关键设备，它由升降机构、行走小车、延伸机构、液压站、牵引设备和程序控制装置组成。大鹤管总体结构示意图，见图8-13。

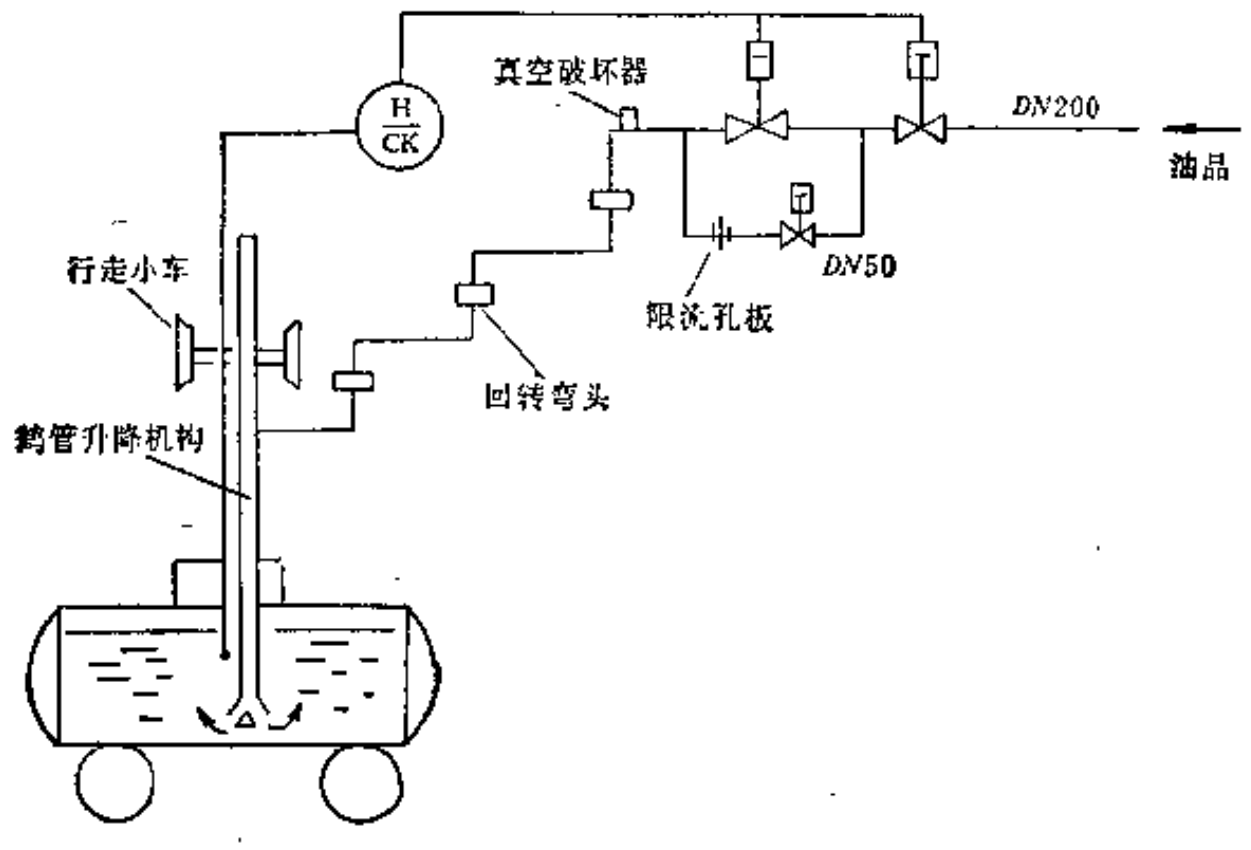


图 8-13　大鹤管总体结构示意图

大鹤管的升降机构由升降管、液压驱动装置和升降油缸等组成。作用是使鹤管自动升降，下降时伸入罐车底部装油，提升起来后保证罐车从其下顺利通行。

延伸机构由活动支撑、支腿、真空破坏器、三通法兰、延伸管、回转弯头、导向轮、水平油缸和行走小车组成。作用是使鹤管能自由沿轨道中心线横向位移，保证鹤管灵活对位，对正车口装油。

牵引设备由传动装置、小爬车、主动链轮、支撑链轮、滑轮和链条等组成。作用是推动铁路罐车前移对位。

控制系统由程序控制（继电器）线路、射流液面控制仪、可燃气体报警器、稳压电源、操作台和仪表箱等组成。它与液压系统中的电磁换向阀、气行程开关、气缸阀上的电行程开关共同构成一个完整的控制系统，以实现罐车自动对位，鹤管升降、反弹，安全联锁，阀门自动开关，变流速装车等各项程控操作。

浸没式内液压大鹤管装车工艺及控制原理流程图见图8-14。

YH200-JN型浸没式内液压大鹤管主要技术规格：

①适用介质：汽油、煤油、柴油；

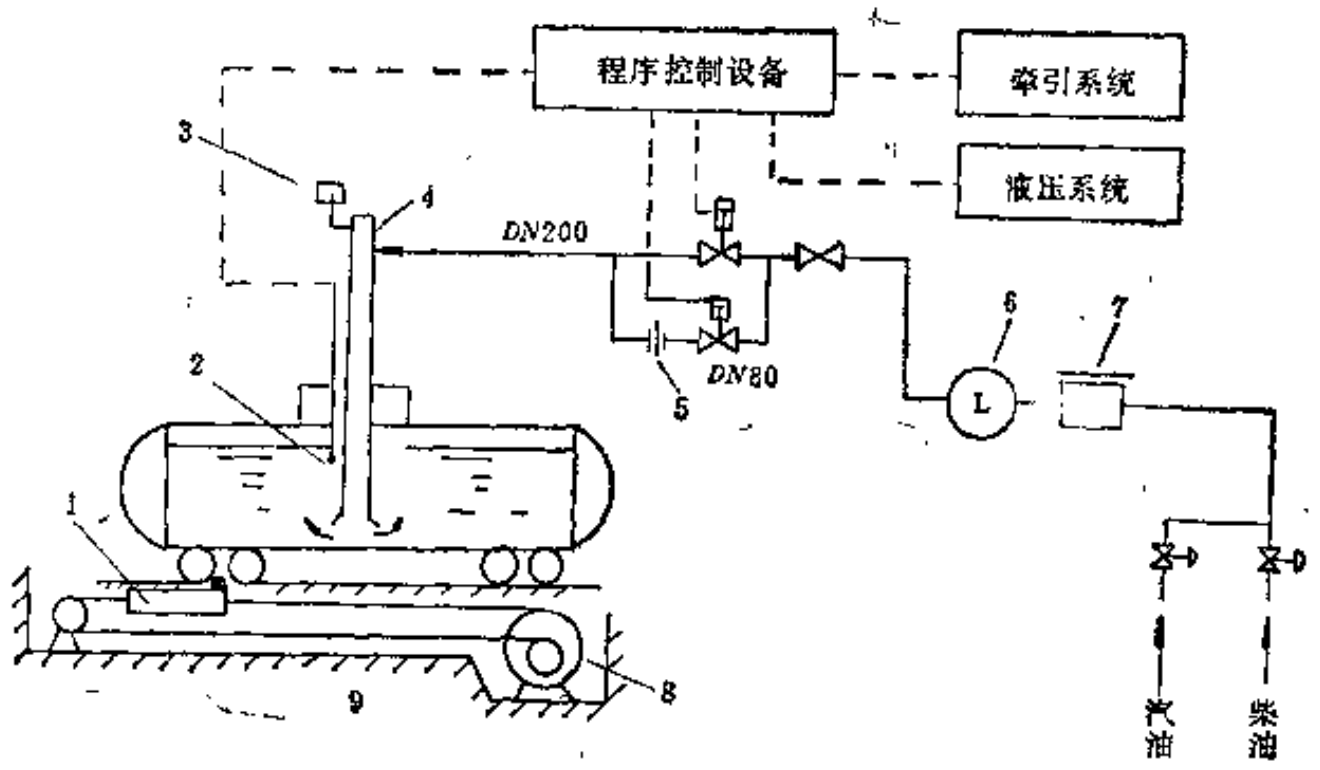


图 8-14　浸没式内液压大鹤管装车工艺及控制原理流程图

1—牵引小车；2—液位发讯管；3—真空破坏器；
4—浸没式内液压大鹤管；5—限流孔板；6—流量计；
7—过滤器；8—牵引电机；9—钢丝绳

②鹤管横向对位范围：2000mm；

③鹤管升降行程：4470mm；

④叶片油泵：型号YB-40　流量40L/min，压力6.17MPa；

⑤接油斗动作油缸行程：305mm；

⑥液压泵电机功率：5.5kW；

⑦牵引电机功率：30kW转速735r/min；

⑧小爬车最大牵引力：16t；最大行程：16.4m；工作速度：9.19m/min；工作行程：15m；

⑨程控装置：程控周期：4～15min可调；程控电源：直流24V；最大电流2.5A；射流液面控制器：可调5种液面高度，精度为±5mm；

⑩装车时间：8～9min/台；

⑪鹤管总重：9t；

⑫罐车位移间隔：1′40″。

（2）微机控制浸没式内液压大鹤管

大鹤管装车由程序控制改为微机控制是近年来发展的自动化装车新技术，由上海自际程序控制公司研制开发的微机控制浸没式柴油大鹤管于1991年2月在山东胜利炼油厂投用。

该微机控制的装车技术选用的可编程序控制器，简称PC机，是直接用于生产过程控制的自动化控制工具。这种微机控制装置在一个机架中安装了两套完全独立的、性能原理完全一样的系统。程控装置Ⅰ、Ⅱ分别对两台大鹤管进行控制，其控制对象是油品品种选择，小爬车进退，液压电机开、停，接油斗提起与放下，鹤管水平与垂直方向位移，变流量及阀门开与关控制等。装车液面由一台流控式液位控制仪监视，另外，在软件上还设许多系统联锁，如选油阀联锁，牵引车联锁，鹤管水平移动联锁，接油斗联锁和鹤管垂直移动联锁，以确保执行机构不致因误动作而损坏设备，确保装车安全。

该微机程控装置有手动和自动两部分。手动操作的有选油阀门开/关，液压电机开/关，

牵引车和鹤管的水平移动。自动操作的包括接油斗提起/放下，鹤管垂直升降，小流量→大流量→小流量变流装车阀门按顺序自动开/关，另外还有声、光报警装置，可反映“液位”信号和执行机构有无故障。整个控制操作集中于操作台的面板上，上面有总电源开关，接通信号灯和分系统电源开关以及各种操作控制按钮。

由微机控制的装车操作过程是：排列于油台后端铁路线上的铁路油罐车，由牵引设备中的小爬车推着罐车前移至油台鹤位下边，先进行粗对位，再经鹤管小车左右水平移动，使鹤管准确对正罐车口，人工掀开车盖后，操作按钮使鹤管下降，接油斗油缸，接着动作提起接油斗，鹤管下到罐车底部后反弹回50～80mm，然后$Dg50$小阀自动打开，限流速≤1m/s，小流量装车，当液面淹没分流头后，$Dg200$主流阀自动打开，$Dg50$小阀自动关闭，油品以4～6m/s流速开始大流量装车，当车内液面升到罐车控制液位高度后，液面控制器发出讯号，主流阀关闭，旁通小阀自动打开，再次变为小流量装车，当液面达到规定装油高度，小阀自动关闭，装油停止。操作按钮使鹤管上升，当分流头离开液面，鹤管停10～15s，靠真空破坏器作用，控净鹤管内全部存油，然后鹤管继续上升至死点，同时油斗封闭出油口并接油，此时牵引设备与鹤管联锁解除，由牵引设备中的小爬车推动装完油的罐车前移，后边空车对好位后，前移停稳的重车由人工上车检尺计量，然后盖车盖把紧螺丝和打铅封。至此，一台罐车装油结束。

实践表明，不论是程序控制还是微机控制，浸没式大鹤管都能显著降低油品损耗，一般单车损耗仅有17.8～25.4kg，平均装车损耗率为0.044%，和小鹤管装车比可减少损失75～89%，且最高静电电位只是飞溅式大鹤管的1/8。

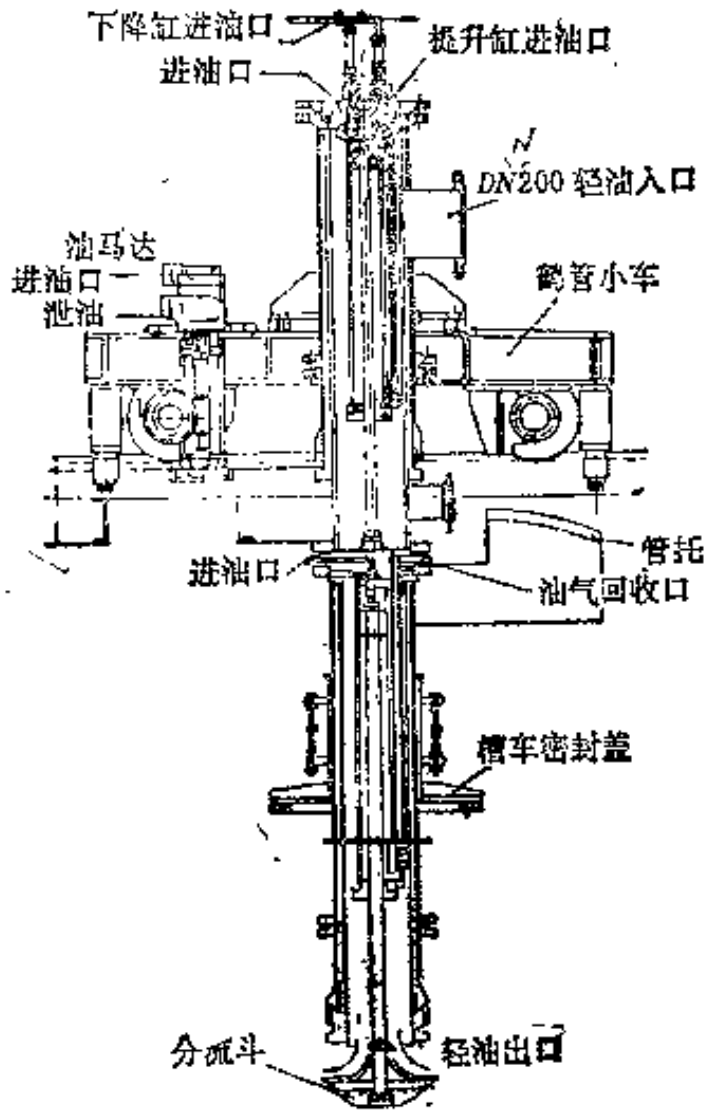


图 8-15　密闭装车大鹤管总体结构图

3．大鹤管液下密闭定量装车系统

大鹤管液下密闭定量装车是油品装车自动化新开发的项目，和大鹤管液下装车相比，装车密闭，油气又可回收，不仅油品损耗最少，且静电电位低，减少了环境污染，有利安全生产，是今后油品装车自动化的发展方向。

大鹤管液下密闭定量装车于1987年12月首先在抚顺石油一厂开始试用，1989年11月由中国石化总公司组织鉴定。

该装车系统采用的是FD-201内液压密闭装车大鹤管，鹤管的结构由大鹤管、液压站、牵引设备和程序控制设备组成。鹤管的总体结构，见图8-15。

密闭装车大鹤管主要结构如下：

①大鹤管　大鹤管由鹤管本体（包括升降油缸、伸缩油缸、密封盖、分流头及鹤管筒体），鹤管小车（包括车架、主动车轮组、从动车轮组、行车传动机构及平衡轮组），双液面传动机构以及装油金属软管（$Dg200$）和排气金属软管（$Dg100$）组成。

②液压站　液压站由箱体、油泵、电动机、集成块、电磁换向阀、通风罩及部分工艺管线组成。

③牵引设备　牵引设备由传动装置、牵引车、传动链、钢丝绳、张紧装置和托辊等组成。

④程序控制设备　由可编程序控制器、气缸阀、液位控制阀、防爆电接点压力表，安全栅、可燃气体报警器、直流电源、按钮、指示灯及操作台等组成。它与液压站的电磁换向阀、电机启动器共同构成一套完整的大鹤管程控系统，完成罐车对位、安全联锁、程控装油、按液位关阀等程控作业。

大鹤管密闭定量装车的工艺流程见图8-16。

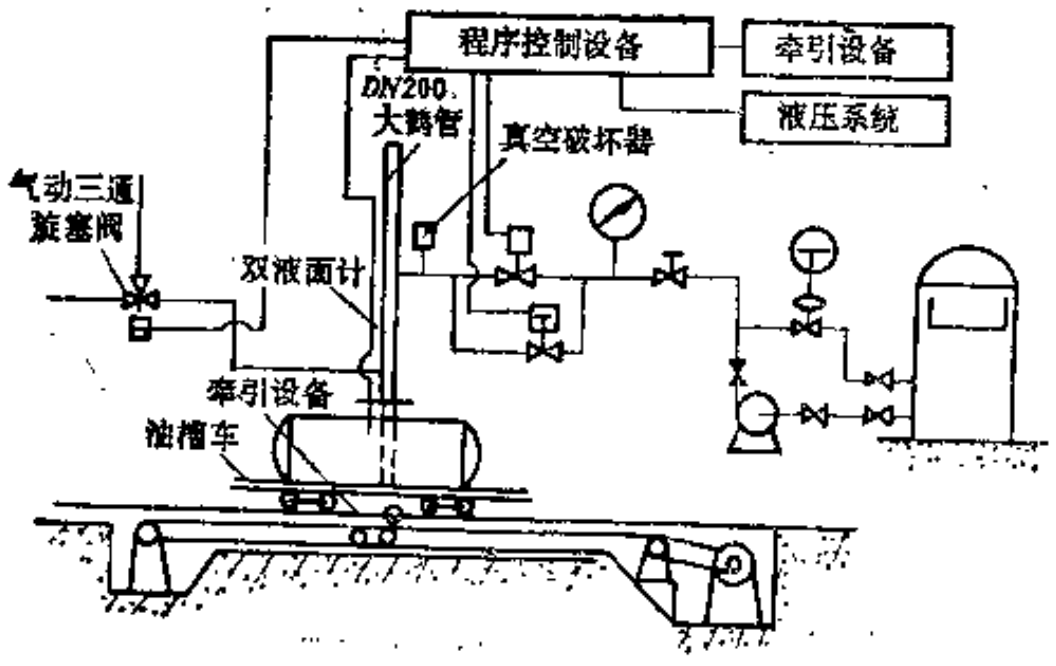


图 8-16　大鹤管密闭定量装车工艺流程

该系统装车过程与前述液下大鹤管装车技术基本相同，只是鹤管伸缩油缸下降时，装于鹤管上的密封盖能将车口全盖死，装车时排出的油气经气动三通旋塞阀送入油气回收装置或经高空排放管排入大气，全部装油过程均由微机程控自动进行。

FD--201密闭装车大鹤管主要技术规格：

a．规格：$Dg200$；

b．设计压力：装车1.56MPa；油气系统0.24MPa；

c．操作压力：装车0.58MPa；油气系统14.17kPa；

d．环境温度：—40～40℃

e．鹤管油缸：升降行程3250mm；伸缩行程1950mm；

f．可燃气体报警器：型号RQB-3；

g．可编程序控制器：型号TI164-1112，输入、输出电压 $V_{DC}24$，功能有逻辑运算和控制、计时、移位、自行诊断、故障保护、运行监视和打印记录等。

大鹤管密闭装车系统有以下一些特点：

ⓐ更能降低轻油装车损耗和降低油品静电电位，特别适用挥发性特大并含有毒性的石油化工产品装车。

资料表明，密闭装车油品损耗平均为0.325%，比浸没式大鹤管装车损耗降低0.115%，油品静电只是浸没式大鹤管装车的最高静电位的1/5。

ⓑ密闭盖采用球铰支撑，在水平方向上可作±5°的自由转动，能保持罐车口严密，使车内保持0.1～0.15kPa正压，以利降低油品静电位和减少油品损耗。

ⓒ油气引出系统设气动三通旋塞阀，通过程控设备对其指挥自动打开或关闭，保证油气

回收或向高空排放能自动切换。

ⓓ牵引设备推车机构做了改进，使向前后推车均推装满油的重车车轮，并把原来向后推待装空车车轮缘改为推车轮工作面，而且又提高了牵引力，这些改变避免了车辆掉轨危险，也克服了推不动12节重车的缺点。

ⓔ鹤管升降油缸行程能适用罐车装油口表面标高4.6～3.7m 的各种车型铁路罐车进行液下密闭条件装车。

ⓕ液位控制器选用航天部新安仪器厂制造的QYK-01型液位传感器，可根据车 型 插入车内深度任意调整，静态测量误差±0.5mm，动态测量精度＜±5mm，并有二次报警和关闭阀门指令。

ⓖ密闭装车现场，大气中有害气体含量比敞口装车成百倍降低，因面保护了装车现场环境，减少了污染，有利于操作人员身体健康和生产安全。

因此，大鹤管密闭装车系统今后经过进一步改进和提高，必将成为油品储运自动化的发展方向，具有很大的发展前途。

4．汽车装油微机控制系统

在石油库（站）或炼油厂大型轻油装车站，采用计算机控制与管理的多路鹤管发油系统，在我国是80年代中期开始研制和开发的自动化装车新工艺。它的应用改善了工人劳动强度，简化了装油手续，提高了发油效率，保证了作业安全，为客户提供了方便。

目前，我国不少院校、自动化研究所与石化系统有关单位共同研制的油库微机控制多路发油系统品种很多，如湖南石油公司研制开发的 CMC-80 系统，哈尔滨石油储存技术开发中心研制的 MOCS-$\frac{A}{B}$系统，南京电子仪器厂研制的 WK-05 型，合肥高达自动化研究所生产的DK-4型智能流量控制系统，上海第二电表厂生产的 PZK-μP_2 型微机定值数控仪，上海自动化仪表研究所生产的 TDLD-200 型油品计量控制系统等各种类型微机发油控制技术。现正在全国大中城市石油库、加油站和炼油厂储运装油站广泛应用。

采用微机控制多路发油系统，在国外有二种型式。一种是集中控制式计算机发油系统，即一台计算机控制多路发油，该系统在每个鹤位上都设有 5 种（流量脉冲、温度信号、接地联锁、防溢联锁、控制阀开关）信息数据，然后通过各自电缆送入同一台计算机。还有一种是分散控制式发油系统，即由一台专用微机控制一条发油管路的发油系统，该系统各鹤位的信息数据就地处理，只通过一条三芯电缆和主计算机联网。

采用分散微机控制式发油系统，能适应连续控制和分批按顺序发油需要，在我国应用较广。该系统主机一般采用微型计算机，子机由单片机组成，它包括发油控制仪和油泵运转检测装置。子机为主机提供现场各种数据信息，主机控制和管理子机的现场装油操作，并显示子机所提供的信息，经数据处理、统计、储存、报警和打印，完成各种功能。

汽车自动化装油系统主要由检测仪表、执行元件、控制装置和装油鹤管 4 部分组成。

检测仪表使用的有精度高的容积式流量计或涡轮流量计两类。

执行元件有电磁控制阀和被动阀（压差活塞阀）等。

控制元件是自动化装油系统的指挥中心，也叫定量机构。它的任务是接收测量仪表发来的信号，按操作者给的指令和数据，向执行机构发出控制信号，完成自动化装油作业。目前定量机构有机械式（直接计数）和电子式（间接计数）两种。采用微机控制的定量机构，即可实现数控发油，屏幕显示数据和单据打印等。

汽车装油鹤管型号也很多，有株洲产的ZZ87型和QH-80型，乐清产FQZ-1型，天津产SY-

85型，淄博产80-1型，独山子炼油厂研制的Q-YX型等。

采用智能仪表或微机控制的发油系统，不同的生产厂家品种、类型各有不同的特点，现对部分已应用的产品做一简要介绍，供参考。

（1）DK-4型智能流量控制系统

该系统采用美国普洛公司的 STDBVS 标准和从国外进口的集成器件设计制造而成的专用微机（STD-BVS模块计算机），适宜汽、煤、柴等轻质油品灌装汽车和油桶的收、发油计量。它能同时对八个车位整个发油过程同时进行自动控制，操作非常容易。该机还可与IPM-PC机进行串行通讯，实现信息和油品运销的集中管理。

该系统既可控制发油，也可计量、统计、打印报表、单据、显示发油量及汇总量等。整个发油过程实行程序控制。

DK-4型智能流量控制系统主要技术指标和功能如下：

①显示器：有 7 种画面（包括命令选择功能、修改时间、修改参数、累计量报表、准备灌装和操作提示），可显示各种汉字报表和参数；

②标准键盘：53键或62键；

③打印机：EP-120或CP-135 80行针；

④温度补偿范围：－20～80℃/－50～150℃；

⑤整机系统误差：＜3‰；

⑥车装设定量：0.01～999999.99kg；

⑦桶装设定量：0.01～9999.99kg；

⑧标准密度设定：0.60～1.0999；

⑨提前关阀（泵）设定量：0～99.99kg。

该机工作原理的方框图见图8-17。

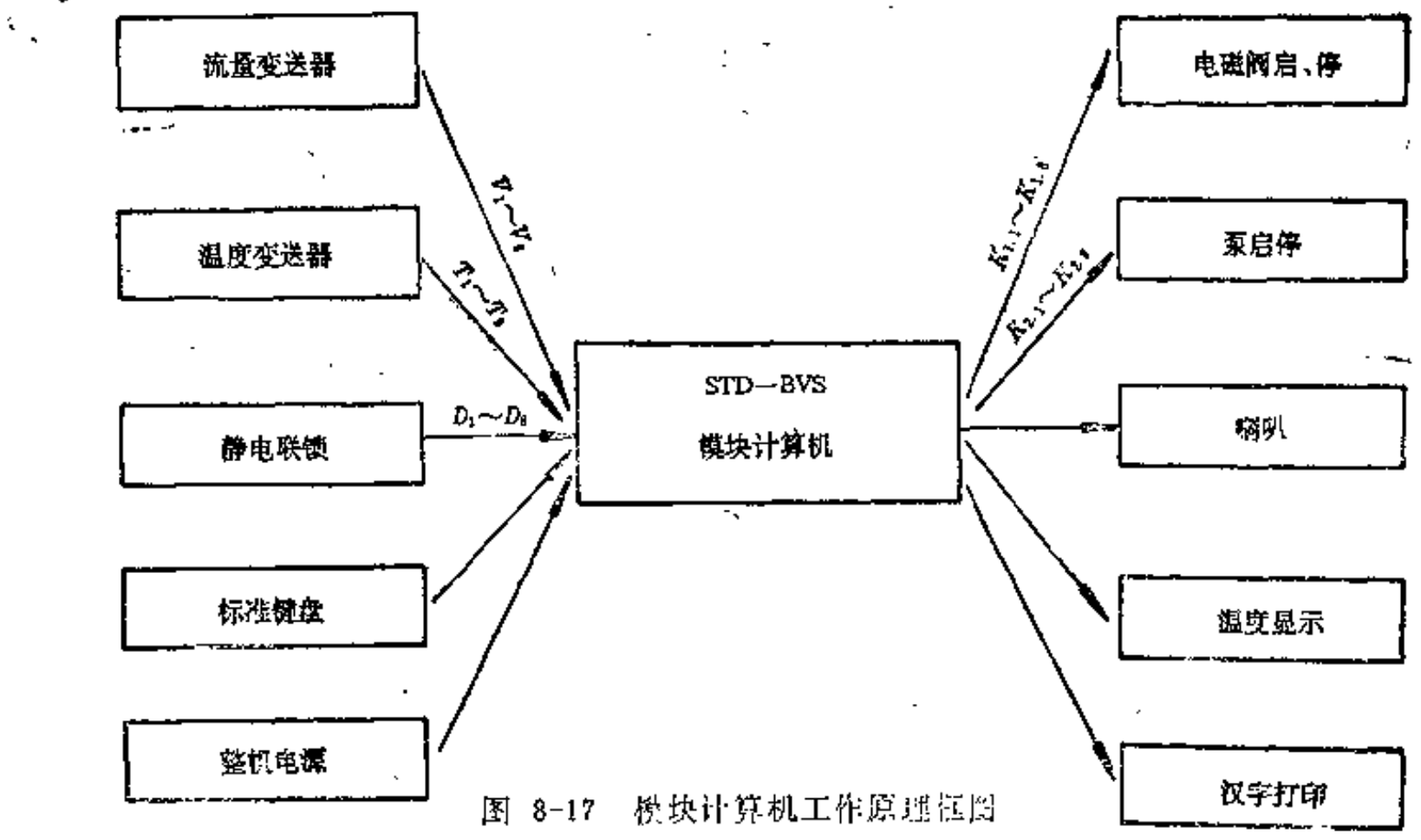


图 8-17　模块计算机工作原理框图

（2）PZK-μP2型微机定值数控仪

这种微机型定值数控仪是一种智能化数字仪表，可用于汽、煤、柴油自动装车、装桶定量控制。该表采用Intel 公司MCS-51系列 8 位单片微机和低功耗集成电路，具有锁定关键常数，自诊断硬件故障，断电数据保护，连续运行时钟，通讯接口，系数修正，功能，且功耗

低抗干扰能力强。工作方式有容积和重量两种设置。该机不需预热可连续工作，输入的波形为正弦波或基本对称方波，设置的参数有时间、日期、系数、密度、系数修正值……等。在装车中能显示瞬时量、累计量和自动打印数据等。

定值数控仪工作原理的框图见图8-18。

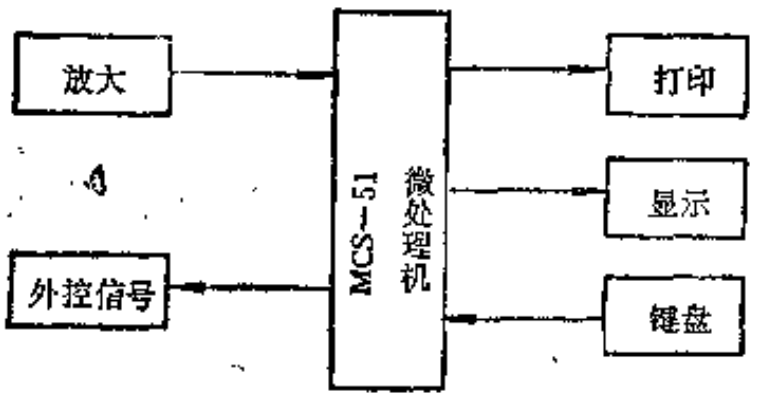


图 8-18　定值数控仪工作原理框图

（3）TDLD-200型油品计量控制系统

这套装油控制系统设置上位机时可构成分散控制集中管理二级系统，不设置上位机时，构成分散控制系统，各路可独立操作和单据打印。

该机具有安全防爆、静电接地联锁、溢油自动关阀，阀门开关安全监视，定量控制，发货计量、画面动态显示，打印与编制各类报表等功能，并有自动、机房远程控制和现场手动三套操作方式。计量精度：脉冲计数误差为±1个脉冲。温度补偿与质量运算精度为0.01%。

（4）MOCS-C微机发油控制管理系统

这套控制系统由MOCS-C型分布式微电脑发油机和管理微机联网组成。微电脑发油机采用MCS单片机，每台构成一个独立的发油控制系统，具有流量信号采集和处理，温度-体积修正与质量计量，并有外定量和内定量两种计量方式，质量计量精度为0.3%。该系统既可独立操作也可和微机进行联网操作。管理微机通过CRT来显示各装车鹤位的发油量、累计量、瞬时密度以及阀门、流量、接地等各种动态参数，并通过打印机打印单据报表，保存装油各种数据。

综合各种专用发油微机性能来看，其主要特点大多是：

①仪表大多装于现场，数据就地显示。

②本身带有数字显示和控制按键，操作方便。

③现场预置发油量，开泵→温度、密度计算→装油与计量→停泵都可按程序自动进行。

④具有自我故障诊断功能。还有连续运行时钟，断电数据自行保护。

⑤计量准确，且与数控阀配合能防止超装。

配用的计算机功能主要是：

①储存客户提油计划（品种、数量和单价），提供已提取和结存数量。

②核实提油单据，对发油现场进行监护。

③监测接地电阻、流量、流速及泵工作情况，发现异常报警或停装。

④按品种、日期报出发油累计量。

⑤打印报表、结帐单据和记录并提供帐目数据等。

六、泵房自动化

机泵是油品储运系统的重要设备之一，与罐区配套为罐区生产服务的机泵大多建于室内，形成具有一定功能的泵房，其作用包括为装置输送原料，以及油品输转、调合和装车等。每台泵一般都有特定作用，有的也可互为备用，工作时流量和压力一般不需调节，机泵的操作都是与油罐操作同步进行，互相配合保证生产正常进行。

泵房机泵的操作主要是泵房内阀门的开关，起停机泵，检测泵压和电流，检查轴承温度和机泵冷却水等。工作特点是操作较频繁，劳动强度较大，噪音高，振动大，还有油气污

染。泵房实现自动化以后，就会提高工作效率，减轻工人劳动强度，改善操作条件，这是设备操作人员所殷切盼望的。

泵房自动化是储运系统自动化的重要组成部分，其内容一般包括：泵和阀门开关的遥控，机泵运行参数（压力、电流、流量、泵轴承温度等）的监控，机泵压力遥测与调节，阀位状态显示和信号报警等。

机泵遥控操作，特别是启动，必须有一套压力、流量调节设备。通常有二种，一种是在泵出口设气缸阀，由压力继电器和电接点压力表控制和调整，还有一种是装自力式调压单向阀，它把泵出口单向阀和压力调节阀合为一体，既能防止介质倒流，机泵倒转，又能自动调节泵压与流量，它不需外界能源和附加控制系统。为了防止压力讯号失灵或阀门开关不畅，另外还有一套自控保护系统。

机泵能否正常运行，运行状况如何，全靠对机泵运行状态的监测。机泵运行中泵的压力，电机电流和轴承温度等应随时反映到操作室内，当出现运行不良、超限或故障时，就会自动发出声、光报警，提请操作人员立即采取措施，直至自动停机。在机泵运行监测中，泵压的运转是靠电动单元组合式压力变送器，输送4～20mA信号经电缆传输给二次表。另外，还有一种更为经济和简单方法是采用输出信号为电压(0～30mV)的变送器。电流的监测和运转是靠电流变送器（电量变送器）来完成的。轴承温度的监测是靠装在轴承表面的热电阻、温度继电器或热熔金属等方式来实现的。

目前，泵房完全实现自动化的还不多见，大多数炼厂的油品泵房，只是阀门的开关采用风动操作与控制。因此泵房自动化还有待极大发展和提高。

七、储运系统自动化维护与管理

储运系统自动化已越来越受到人们的重视，现在全国不少新建炼厂的油品储运系统，一开始就采用了不少新技术，安装了各种自动化和计量检测仪表，许多老厂也通过技术改造，把罐区或装油台的一些老式设备或仪用更新换代产品淘汰下来。新型自动化仪表正在广为应用，对改变油品储运系统面貌，提高自动化水平，实现计算机管理，取得了可喜进展。但是，如何用好、管好这些储运自动化仪表，使其发挥应有作用，取得良好效果，还是需要引起重视和值得研究的问题。

要搞好储运系统自动化，一般来说应加强以下管理工作。

（1）正确合理选型，把好设计关

随着仪表自动化发展，各种油品储运新技术和新型仪表相继问世，选什么型号，选哪家产品则事关重要。因此不论是老厂改造还是新厂上项目，一开始就应把好设计关。由设计选择的自动化仪表一定要选质量优良，性能稳定，精度高，技术先进，安全可靠，使用方便，易于维护，配件保证，价格合理，售后服务良好的产品。另外，光有设计正确选型还不够，供应人员必须采购符合设计要求的正式产品，严防购入伪劣产品危害生产。

（2）施工质量是仪表使用成败的关键

仪表选型合理是前提，供货是保证，而施工安装质量则很关键。因为现代仪表都是采用最新科学技术，精度高，要求严。施工时一定要严格按图或按说明书去做，最好应由仪表专业队伍施工，并做好竣工质量验收。经验教训表明，非专业施工队伍特别是“二包”施工队伍干的活，质量是难以保证的。不少新型自动化仪表就常因安装质量不好不能按时投用或报废，有的即使勉强投用也会故障不断，难以发挥应有作用，这种事例是屡见不鲜的

（3）精心使用是延长仪表寿命的所在

仪表技术性能的体现全靠操作人员精心使用，才能使其在生产上发挥应有作用。仪表是操作人员的眼睛，是替代操作人员解除繁重劳动的重要手段。如果仪表使用不当，它不能平稳、准确、安全运转，提供的是假数据、假信号，调整操作迟缓不灵敏，则受害的首先是操作人员，受损失的是生产。因此，要使其发挥应有性能和作用，就必须严格遵守技术规程，正确、精心使用。仪表检测发生异常应及时通知维修人员处理，非仪表人员不得乱拆乱调，这是保证仪表延长使用寿命的所在。

而对操作人员来说，用好仪表就要懂得仪表有关结构、原理、性能和故障的一般知识，这对工作是十分有益的。在技术和管理可行情况下，生产操作人员既是仪表的操作使用者，也是仪表的维护人员，“二者合一”应是今后油品储运系统自动化管理的发展方向。

（4）仪表维护管理跟得上，是用好仪表的保证

仪表作用发挥不好，除选型、仪表质量和施工质量，使用不当等因素外，维护管理跟不上也是十分重要因素。特别是现在一些新型仪表、技术先进、复杂，对使用要求特别严，生产和维护人员常因技术水平跟不上，掌握不好就会故障不断，危害生产安全。因此维护管理一定要跟上。目前，仪表自动化维护有的隶属仪表车间或自动化车间，有的由储运系统维修班自行管理，两种不同管理体制各有不同特点和效果，但不管谁来维护，只要体制顺，管理能加强，仪表“三率”能达标，用好仪表就有了保证。至于如何加强仪表自动化管理，普遍做法是：

①维护人员要配齐，技术素质要高。

②要有一套完整的仪表维护管理制度。

③坚持对仪表定期、定时巡检，发现故障及时处理，保证不影响使用。

④做好仪表定期校验、清洗、注油、紧固和调整。

⑤仪表配件供应渠道畅通，有保证，有贮备，坏了能随时更换。

只有这样，自动化仪表才能长期、稳定、可靠运转。对油品储运系统工作来说，减轻工人劳动强度，改善工作环境，提高工作效率，保证安全生产，稳定产品质量，保证计量准确，就落到了实处，储运系统自动化和现代化管理也就有了最好体现，整个面貌也就有了极大改观。

第九章　油品储运与安全管理

高温、高压、易燃，易爆，有毒、有害是石化企业的生产特点。在油品储运过程中，由于设备不良、思想麻痺、纪律松懈、违章作业、操作失误、管理不当、技术水平有限和雷击、静电等原因，常常发生跑油、串油、冒罐、着火、爆炸、人身中毒、伤亡、铁路撞车等事故。据统计，储运系统事故事例占总数的25%。这些事故危害了职工生命和健康，影响了企业生产和效益，而且还给国家财产带来了重大损失，严重的还影响了国家的声誉。

为此，一切从事油品储运的生产、管理人员都应加强工作责任心、熟悉油品性能，懂得引起事故原因，认清可能造成的危害及其应采取的积极有效措施，严格遵守操作规程，精心搞好设备维护保养，认真执行有关规章制度，及时总结和吸取事故教训，坚决贯彻“安全生产，预防为主”的生产方针，最大限度地消除可能引起的中毒、火灾、爆炸、跑、冒、串油等各种事故因素，保质、保量、安全、正点完成产、销、储、运各项任务，为市场和用户服务好。

第一节　防止人身中毒

一、防毒基本知识

1．毒物与职业中毒

一般来说，在一定条件下，凡作用于人体能产生有害作用，引起机体功能或器质性病理变化的物质叫做毒物。

在工业生产中，所使用的原料或生产的产品，半成品或副产物，凡具有毒性的物质叫工业毒物。人们在劳动生产过程中，和工业毒物接触，对人体健康产生损害的叫毒物危害，或称职业中毒。

2．工业毒物分类（炼油企业）

工业毒物大致可分成3种类型：

（1）按毒物化学结构可分有机和无机两类。

无机毒物　如硫化氢、二氧化硫、一氧化碳、氰化物等。

有机毒物　如烷烃、烯烃、丙烯腈、酚、醛、苯类等。

（2）按毒物的形态可分气体、液体和固体3类，也可分为粉尘、烟尘、雾、蒸气和气体。

气体毒物。如硫化氢、二氧化硫、一氧化碳、汽油蒸气、苯蒸气和沥青等。

液体毒物。如四乙基铅、苯类、丙烯腈、硫酸等。

固体毒物。如石油焦或硫磺粉尘等。

（3）按毒物的致毒作用可分刺激性、窒息性、麻醉性、烧伤性、腐蚀性、溶血性、致癌性、血液性、过敏性毒物等。

刺激性毒物　能直接刺激粘膜组织或皮肤发炎，这类毒物有酸、氨和二氧化硫等。

窒息性毒物　能直接阻止氧气进入肺中，破坏血红素和氧结合，使人窒息，这类毒物有氮气、一氧化碳、二氧化碳、硫化氢、氰化物等。

麻醉性毒物　能破坏造血功能，阻止血液循环，引起血液中毒，而发生麻醉，这类毒物有苯类、甲醇、乙醚等。

烧伤性、冻伤性毒物　能烧伤或冻伤人体皮肤，这类毒物有酸、汽油、液氨、液化石油气等。

3．工业毒物的分级

各种工业毒物，毒性大小不一，一般多使用致死剂量或浓度来作为互相比较的指标。按照毒物的半数致死剂量，可将毒物毒性分成6级，见表9-1。

表 9-1　工 业 毒 物 分 级

毒性分级	剧　毒	高　度	中等毒	低　毒	微　毒	无　毒
对人体致死剂量，g	0.06	4	30	250	1200	≥1200

4．中毒对人体的危害

人们在有毒环境下工作不一定都必然发生中毒，即使中毒，其危害程度也和作业场所的毒物浓度、毒性大小、接触部位、防护措施、人体健康状况、人的抗毒排毒能力有关。

人体都有解毒排毒能力。解毒是由人的肝脏、肾脏、血液、酶的活动，促使毒物产生化学变化，以减弱和消除其毒性。排毒是由肾脏、呼吸、唾液、大便、汗腺等来排除体外。

关于空气中有毒物质最高允许浓度，国家都有明确标准，其代号为MAC，详见表9-2。

表 9-2　车间空气中常见有害物质最高允许浓度

序号	物质名称	最高允许浓度，mg/m^3	序号	物质名称	最高允许浓度，mg/m^3
1	一氧化碳	30	13	甲　醛	3
2	硫化氢	10	14	金属汞	0.3
3	二硫化碳	10	15	环氧氯丙烷	1
4	二氧化硫	15	16	苯	40
5	氨	30	17	苛性碱	0.5
6	甲　醇	50	18	铅　烟	0.03
7	甲　苯	100	19	四乙基铅	0.005
8	二甲苯	100	20	酚	5
9	丁　烯	100	21	氯	1
10	己内酰胺	10	22	四氯化碳	25
11	丙烯腈	2	23	溶剂汽油	350
12	丙烯醛	0.3	24	氯乙烯	30

所谓最高允许浓度是指在目前医疗水平上，认为对人体不会发生作用的限量浓度。为了保证工人身体健康，作业场所的毒物浓度不应超过这个数值。

作业场所即工作地点，系指在生产过程中工人从事生产操作和管理而经常或定时停留的地点。如果生产操作在车间内许多不同地点进行，则整个车间均算为工作地点。

最高允许浓度有两种表示方法，即重量浓度，单位为mg/m^3。体积浓度，单位为体积百分数（%）或体积百万数（ppm）。

两种浓度相互换算关系如下：

$$ppm=\frac{mg/m^3\times 22.4}{M},\quad mg/m^3=\frac{ppm\times M}{22.4}$$

式中 M——有毒气体分子量。

中毒对人体器官和生理系统的危害主要表现在以下3个方面。

（1）破坏中枢神经系统　破坏神经中枢系统，会引起脑中毒。中毒早期症状多表现为神经衰弱，如全身无力、易疲劳、头昏、头疼、失眠、恶心、记忆减退、心悸、多汗等。有的肢体麻木，动作笨拙和迟缓，步态不稳，意识模糊，甚至出现呼吸抑制而死亡。四乙基铅和二硫化碳还使人表现兴奋、狂躁、语无伦次。

（2）损伤呼吸系统　呼吸系统损伤后，中毒症状是咳嗽，喀痰憋气，痰中带血丝，声门水肿，严重时会转变成肺气肿、哮喘、气管炎、鼻炎或肺炎。

（3）侵犯消化系统　人体肝脏虽然是解毒器官，当人体中毒后，它能起到分解、转化、自救作用。但是，某些毒物，如丙烯腈、四氯化碳、铅等也会损伤肝脏，引起急性消化系统病变。中毒症状是肝大、脾大、肝功能异常，逐渐转变为急、慢性肝炎。

除以上所述外，人体中毒还会引起职业性皮肤损害（如皮炎、烫伤、灼伤等）以及致畸致癌的危险性。

二、储运系统常见毒物及特征

1．硫化氢（H_2S）

硫化氢是一种具有恶臭气味的极其有害的气体，大气中含有10ppm即可察觉到。

炼油厂的催化、焦化、叠合、气脱、重整、硫磺和脱硫醇等装置都会产生硫化氢气体。在酸性气及高、低压炼厂气进入气柜——火炬系统过程中，操作人员也常会闻到含有硫化氢味道的气体。空气中硫化氢含量在1mg/L以上时，就会使人中毒，有时操作不慎，只要吸入一口硫化氢气，就能立即中毒。因此，规定车间空气中硫化氢气体最高允许浓度为$10mg/m^3$。

硫化氢慢性中毒者会头疼，眼球酸痛，肿胀怕光，并引起气管炎。急性中毒者会头昏、痉挛、失去知觉而死亡。

2．四乙基铅〔$Pb(C_2H_5)_4$〕

四乙基铅是一种有机化合物，为无色有水果样甜味的油状液体，不溶于水，能溶解于汽油、煤油、苯等有机溶剂中，易挥发，其蒸气比空气重10.2倍。四乙基铅遇光后能分解成三乙基氧化铅和二氧化铅，形成灰白色物质，沉淀于汽油罐底，毒性仍然很大。四乙基铅属剧毒液体，因此需要密闭储存。

四乙基铅是一种极好的抗爆添加剂，加入汽油中可提高汽油的辛烷值，消除发动机爆震现象。在汽油调合、储存、灌装、运输、使用过程中，以及设备、管线、容器清洗维修时，人们都有广泛和其接触的机会。

四乙基铅是一种很强的破坏神经系统的毒物，其气体多由呼吸道侵入人体。如操作不慎，发生跑油、冒车、溢罐时，也会从皮肤浸入人体。

四乙基铅使人中毒后，会损伤人脑，刺激肺部，使内脏充血出血。早期症状是：头疼、头晕、恶心、疲乏、易怒、失眠、作恶梦，胃口不好，甚至神经错乱。自觉症状是：味觉

差，体重减轻，上腹疼，全身无力，心跳气喘，记忆力及性机能减退。情节严重时，体温低，血压低，脉搏低，多出汗，神经失常，极端兴奋语无伦次，走路不稳，直至死亡。由于四乙基铅的危害性最为严重，因此规定车间空气中四乙基铅的最高允许浓度为0.005mg/m³。

3．苯类（苯、甲苯、二甲苯）

苯类是重整和裂解装置生产的液体产品，是重要化工原料。

苯是一种无色液体，熔点5.5℃，沸点80℃，具有特殊芳香气味，不溶于水，可溶于醇、或醚中，容易燃烧。在储运过程中，操作人员常把其蒸气吸入人体，只有个别情况，液体才会通过皮肤接触进入人体。

苯类具有亲脂性，能溶解脂肪，破坏神经细胞，引起神经衰弱和植物神经紊乱，并破坏红细胞，抑制造血功能。特别是孕妇和哺乳妇女，对苯中毒敏感性很强。

苯中毒后，轻度表现为：头疼、耳鸣、流泪、咳嗽、疲乏、无力、步态蹒跚。中度表现为：恶心、呕吐、嗜睡、脸色苍白，进而神态不清。刺激眼睛粘膜后，会引起结膜炎，流泪、怕光、视力模糊。严重者，神志惚忽，长期昏迷、脉弱、血压下降、瞳孔放大、反射迟钝、呼吸加快。

由于苯类危害严重，因此规定车间空气中苯的最高允许浓度为40mg/m³，甲苯、二甲苯为100mg/m³。

4．丙烯腈、氢氰酸

丙烯腈和氰氢酸是生产丙烯腈的副产品，它们是三大合成工业的重要原料。

丙烯腈无色透明，有苦杏仁味，易燃易爆，毒性较大。人在其含量为1000mg/m³环境下工作1～2h，就有致死危险。

丙烯腈经过呼吸道、消化道和皮肤浸入人体，在体内分解释放出氰根，损害人体细胞，停止新陈代谢，引起人体中毒。特别是氢氰酸，短时间只要吸入几口就可立即使人昏迷，严重的呼吸很快停止，直至死亡。慢性中毒的症状是：全身无力、头疼、头昏、胸闷、恶心等。由于它们毒性极强，因此规定车间空气中氰化物最高允许浓度为0.3mg/m³，丙烯腈为2mg/m³。

5．二硫化碳（CS_2）

二硫化碳是一种无机溶剂。它是一种无色透明液体，有较强腐蚀性，有令人不愉快的气味，其蒸汽比空气重1.6倍，易燃易烯，需要密闭储存。

在油品调合中，二硫化碳常称为33号添加剂，（或T1733），加入航空煤油中，能起到防止烧蚀作用。在操作环境中，空气中的二硫化碳蒸气浓度大于1000mg/m³时，即便工作短暂，也会使人急性中毒。长期接触低浓度的二硫化碳也会引起慢性中毒。

二硫化碳中毒能导致神经系统各部分严重器质性病患，轻度中毒症状是类似酒醉、头疼、眩晕、行路不稳，精神不正常。重者引起脑血栓，动脉硬化或意志丧失，瞳孔放大直至死亡。液体二硫化碳接触人的皮肤还会导致烧灼、麻木甚至出现水泡。因此，规定车间空气中二硫化碳的最高允许浓度为10mg/m³。

6．汽油

汽油为无色或淡黄色液体，易燃、易爆、易挥发，有特殊气味，不溶于水，易溶于脂肪。

汽油作为石油产品，在油品储运系统中和操作人员接触最为广泛，在工业生产和交通运输中又都离不开它。虽然它属低毒物质，但在储运、维修、使用过程中，由于思想麻痹，操

作不慎，使用不当或长期在油品泄漏、油气浓度大的环境下工作，也会使人慢性中毒。

汽油对人体的危害是麻醉神经系统。主要是通过呼吸道吸入和皮肤吸收，经口腔而入的多为汽车司机。人体对汽油有排毒能力，吸入的油气大部经肺部由鼻孔排出，其余油气在肝内被氧化，然后经肾脏排出。

汽油的毒性是随空气中浓度增加、芳烃含量及硫化物含量增加而增大。人体中毒后早期为抑制功能失常，后期多发生麻痹作用。中毒一般症状是头昏、嗯心、乏力、嗜睡、麻木等。严重的意识丧失、昏迷、抽搐、瞳孔放大，脉弱，血压下降，甚至兴奋不安，精神错乱，直至死亡。如果皮肤接触，则可引起皮肤干燥、皲裂、甚至灼伤，有时常转成慢性皮炎或湿疹。因此，规定车间空气中，溶剂汽油最高允许浓度为350mg/m³，汽油为0.6mg/m³。

7．沥青

沥青是一种烃类混合物，相对密度0.95～1.1，沸点小于470℃，闪点240℃，燃点480℃，属可燃物质。通常呈黑色液体，半固体或固体。沥青做为一种石油产品，在储存、产品成型、灌装、装卸、使用过程中，多和操作人员有接触。

沥青虽属低毒物质，但长期接触沥青或吸入沥青烟气也会使人慢慢中毒。沥青的毒性作用主要表现在对皮肤粘膜的损害。一般症状是：皮肤出现红斑、粗糙、浮肿、感觉灼疼，瘙痒。沥青烟气在空气中浓度为5～10mg/m³时，人们尚能忍耐几小时，达到750mg/m³时，停留15min就会出现流眼泪，刺激鼻腔，咽部不适。长期接触还会引起视力模糊，畏光、灼痛、咽部发炎等。慢性中毒的则经常头昏、头疼、乏力、咳嗽、胸闷，甚至不思饮食。

除上述几种毒物外，在石化企业生产中，还有酸、碱、氨、一氧化碳、甲醇、甲醛、酚类、乙醚、汞等，也都有不同程度毒害作用。

另外，氮（N_2）气本身虽非有毒物质，但它能使人因供氧不足而窒息身亡，这样事例在储运系统已发生多起。因为在油品储运中，容器、管线维修时，常用氮气吹扫、置换炼厂气气体，如果未经气体分析，盲目进入含有氮气的容器内，常因缺氧，使人窒息。因此，使用氮气时，也不可麻痹大意。

三、油品储运过程人体中毒途径

在油品储运操作过程中，毒物侵入人体的途径一般来说有三种，即通过呼吸道、皮肤和消化道，其中通过呼吸道引起中毒的现象最为普遍。

1．呼吸道吸入

石油产品都易挥发，有毒液体的蒸发和含毒石油气体的扩散，使它们常以气体、蒸气、烟气、粉尘等形式混在空气中，人们在这种环境下操作，毒气通过呼吸时，经口、鼻、气管、肺进入血液，引起人体中毒。由于毒物被呼吸道粘膜和肺泡所吸收，不经肝脏解毒、排毒，直接进入血液循环，而分布全身。因而，中毒危害大，发病快。

2．皮肤进入

含毒物质，特别是含毒液体物质通过和人体裸露的皮肤相接触，直接穿过表皮进入毛囊和皮脂腺，并被吸收。由于这种吸收也不经肝脏而直接进入血液循环，分布全身，因此其危害性也很大。

3．消化道吸入

毒物单纯经消化道吸入引起中毒的情况比较少见，除误食外，多数属于违章和麻痹，在有毒场所吸烟、饮食或接触毒物后不讲卫生，饭前不洗手所致。毒物进入人体后，少量被小

肠吸收，大部进入肝脏，经解毒排出，只有少量未经转化进入血液。

在油品储运过程中，发生中毒的事例已有多起，比较典型的有：

〔例一〕 凝缩油罐脱水，炼厂气熏人致死

某炼油厂油品车间液化气罐区一名炼厂气巡线工，于17点45分正常巡检到低压管网2#凝缩油罐地下泵房时，在检查液面进行放空时，被排出含有硫化氢的炼厂气气体熏倒。由于单人操作，当时无人查觉，后被接班人巡检时发现，人已中毒身亡。

〔例二〕 盲目进车内，窒息命险亡

某炼油厂运销科机车检修班，用氮气对一台槽车进行气密试验时，发现人孔法兰处泄漏，在打开人孔加垫片时，意外发现车内有一跳板。一名工人盲目下到车内去取跳板，因车内充满氮气，严重缺氧，致使这名工人窒息倒入车内。另一名工人见状企图下去抢救，但下到车内，自觉头晕，急忙呼救，幸未摔倒才被救出。后经向车内通入氧气并配带氧气呼吸器，车内工人被救出经抢救才脱离危险。

〔例三〕 清罐违章拆人孔，处理不当汽油熏死人

某炼油厂油品车间管理组负责对313#汽油罐进行清罐，由于日晒，罐内残存汽油大量蒸发。管理组人员为清罐做准备，盲目打开下部油罐人孔，致使大量油气向外泄出。为防止油气扩散引起火灾，一名调度员在把紧人孔盖过程中，因周围油气太浓，严重缺氧，在现场停留时间长，返回围堤上即中毒晕倒，抢救无效死亡。

引起中毒的原因很多，归纳起来看，通常多发生在下述一些情况：

①油罐清洗、槽车刷洗时，含毒介质未被彻底清除，含毒气体浓度超过规定，盲目进入操作，引起中毒。

②进入含毒气体场所，不带防毒面具停留时间长，或者所带防毒面具规格型号不符，因漏气失效以致中毒。

③油品泵房、装桶间、液化气装瓶站等场所，设备泄漏严重，通风不好，长期在此环境下工作，会引起慢性中毒。

④在油品灌装、检尺、取样时，不站在上风方向，经常吸入含有毒物的油蒸气，如苯类、含铅汽油、丙烯腈、MTBE等，而引起中毒。

⑤含毒液体、气体的设备、管线、容器发生泄漏、冻凝或出现事故时，在处理过程中，由于吹扫不彻底，措施不得力或带压操作，也常发生中毒。

⑥发生跑油、冒罐，致使含毒油品或气体到处扩散、蔓延而被人体吸入，除引起中毒外，汽油还会烧伤皮肤，液氨或液化石油气也会引起冻伤。

⑦对凝缩油罐，低压炼厂气管网脱水时，或者检查液面放空时，因违章违纪而跑出炼厂气或硫化氢气，常使人中毒。

⑧盲目进入用氮气吹扫、置换、试压的容器，常因供氧不足，使人窒息死亡。

⑨思想麻痺，不注意个人卫生，饭前不洗手，不换工作服，在含毒工作场所吸烟、吃饭，而引起中毒。

四、储运系统防毒措施

1．防毒一般措施

①加强对工人防毒知识、防毒器材使用和中毒急救处理教育。含毒岗位操作人员，需经考试合格，未经特殊安全教育的人员，不准独立在有毒岗位操作。

②建立健全有关防毒管理制度和操作规程，定期对含毒设备进行维修、检定。定期检测有毒物质的生产岗位和场所含有毒有害物质浓度，使之符合有关规定要求。

③用含毒添加剂进行油品调合，应采用管道调合工艺。含毒石油产品装车，应采用液下密闭装油设备。

④含毒添加剂或石油产品，其油罐液面、压力、油温应采取自动检测与计量。桶装油品应实现机械化、自动化灌装与拔卸。

⑤含毒工作场所（如泵房、设备、容器、装油台、地沟等）应采取隔离操作或强制通风等措施，确保氧含量必须达到20%以上，毒害物质浓度符合国家规定。

⑥一切含毒设备、容器、管线使用前，必须试压合格，不渗不漏，有安全可靠保护设施。平时应加强维护保养，努力消除跑、冒、滴、漏。

⑦对有毒和有窒息危险的岗位，要配齐相应的防护器材，包括防毒面具、可燃气报警器、冲洗药水和淋浴设施等。做到配备齐全，性能可靠，定期检查，确保其时刻处于可用状态。

⑧对含毒容器清洗或进入缺氧有毒气体设备内作业时，必须按操作规程吹扫、置换，不准带压拆卸、维修。对与之相关设备、管线应隔绝加盲板，防止有毒气体串入。容器经取样化验，有毒气体浓度低于规定标准时，方准进入容器内部作业。

⑨严禁含毒污水、废渣、废气随意排放。含有硫化氢的气体一般不准放入火炬。做好炼厂气回收利用，减少对大气污染。

⑩装有含毒油品和添加剂的容器应有专人管理，设有明显“小心有毒”标志。装运含毒油品、气体的汽车及铁路罐车，必须严密可靠，并设特殊规定标志。

⑪加强个人防护。凡进入含毒区域工作的生产、维修人员必须穿戴规定防护用品，临时抢修或紧急处理设备故障时，必须带好防毒面具。操作要有专人监护，严禁一人单独进入含毒危险区域操作。

⑫讲究卫生，注意消毒。从事含毒油品工作的人员，操作后要洗手、淋浴，衣服要勤换。不准把工作服带出车间，不准把食品带进含毒区域或岗位。

⑬对长期在含毒场所工作的人员，至少应每两年体检一次。定期组织保健疗养，对不适合继续工作的要及时调换岗位。

2．常用防毒用具简介

防毒器材是保护职工健康，免受毒物伤害的专门用具，一般都是专防专用，不能挪用。如果选用不妥，使用不当，不仅起不到防护作用，还会给使用者生命带来危害。因此，熟悉防毒器材有关知识十分必要。

防毒器材，一般分为过滤式和隔离式两大类。过滤式面具有简单防毒口罩。橡胶防毒口罩及带滤毒罐的防毒面具。隔离式防毒面具有氧气呼吸器和长管式防毒面具。

选用防毒器材要根据空气中氧含量大小、毒物性质和浓度大小而定。

（1）简易防毒口罩

它由10层纱布制成滤垫，浸入药液2h然后烘干，再装入普通纱布口罩中间。适用于空气中氧含量大于18%，有毒气体浓度小于200mg/m³的环境。这种口罩只限个人使用，若戴上它仍能闻到有毒气味即告失效。

（2）橡胶防毒口罩

它由橡胶主体、呼吸阀、滤毒罐和系带4部分组成。适用于苯类、汽油、二硫化碳等低浓度蒸气环境，不适用于一氧化碳等无臭味气体或空气中氧含量低于18%的环境。

（3）过滤式防毒面具　整套面具由橡胶面罩、导气管、滤毒罐和背包4部分组成。适用于空气中氧含量大于18%，有毒气体浓度小于2%的环境。它可以过滤空气中的有毒蒸气、烟雾和放射性尘埃等，保护呼吸器官、眼睛和脸部受到伤害。

（4）2h氧气呼吸器

整套防护器具由橡胶面罩、呼吸软管、压力表、氧气瓶、减压阀、气囊、清净罐等11个部件组成。它是利用压缩氧气(气瓶容积为1L,工作压力为20MPa(200kg/cm²)为供氧源的防毒面具。适用于缺氧、有毒气体成分不明或浓度较高环境。在氧气满瓶时，有效使用时间2h，一般情况下每分钟可提供氧气1.1～1.3L。

（5）自吸式长管防毒面具

该面具由面罩、10～20m长蛇形橡胶气管和腰带3部分组成。适用于缺氧、有毒气体成分不明和浓度较高的环境，特别适用于清罐、刷车作业时佩戴。

为了使防毒用具“平时备用，应急见效”，必须对其妥善保管，为此应做到：

①放置地点要取用方便，不受日光照射，热源烘烤，烟尘污染。

②各种用具应排放整齐或置放专门柜橱内，定期检查，平时不得乱用。

③氧气呼吸器气瓶压力要足，严禁接触油脂等可燃物质。滤毒罐失效后要及时更换。

④导气橡胶软管要完好无损，不漏气。

3．中毒紧急救护

生产操作中，一旦发生中毒现象，应全力以赴，争分夺秒，及时抢救，且勿惊慌误事，忙中出错。

中毒急救的一般原则：

①救离现场，清除身上污染物是抢救成败第一步。

②迅速向厂调度室、医院急救室或厂安全部门报告：发生中毒单位、地点、人数、中毒性质等，以便立即组织抢救。

③在医护人员和厂生产指挥有关人员未赶到现场前应及时采取如下措施：

如属吸入中毒，应将中毒者移到空气新鲜地方，松开领口、腰带，保持呼吸道畅通，同时，注意保暖、静卧。

如属皮肤接触中毒，应迅速脱下受污染衣服鞋袜，并用清水擦洗、除污，更换洁净衣服。

如属毒物进入眼内，一般应先用清水冲洗。遇酸性物进入眼内，用3～5%小苏打溶液中和，遇碱性物进入眼内，用弱酸溶液（硼酸）中和，但中和时间不宜过长，要及时用清水冲洗干净。

一般来说，只要中毒发现及时，脱离现场迅速，汇报快，转运及时，就为医院抢救夺得了宝贵时间。

第二节　防止火灾、爆炸

火灾、爆炸是石化生产和人身安全最大危害事故，据资料统计，油品储运系统发生的着火、爆炸事故约占储运事故的22%。

对于从事石油储运生产和管理的人员来说，必须吸取教训，把做好“安全生产，防火防爆”当成一件首要工作来抓。

一、燃烧、燃炸的基本概念

1．燃烧

燃烧是一种放热发光的化学反应，也是化学能转变热能的过程。

在燃烧过程中，除去放热、发光外，还会生成新的物质，这是燃烧的3个特征。

物质的燃烧不是在任何情况下都会发生的一般来说它必须同时具备3个条件，即：

（1）本身是可燃物。凡能与空气中的氧或氧化剂起燃烧反应的物质均称作可燃物。例如除去石油及各种石化产品外，还有木材、煤炭等。

（2）有助燃物存在。凡能帮助和支持燃烧的物质均称助燃物。常见的有空气和氧气，另外还有氯、高锰酸钾等。

（3）有引燃火源。凡能引起可燃物质发生燃烧的热能源均称作着火源。常见的有明火、电火花和摩擦、碰撞所产生的火花，其它还有自燃发热、化学能和光照射等。

然而，完全具备上述3个条件，不一定就会发生燃烧。因为它们各自都存在着一个极限值，并且能相互发生作用才成。例如：漏油严重的泵房，虽然有油气或可燃气（易燃物），也有空气（助燃物），并有照明（火源），但不一定立即着火、爆炸。只有当泵房内油气达到一定浓度，着火源具备一定能量（如防爆灯破碎）才会引起燃烧。

因此，物质燃烧时，可燃物与氧气要有一定的比例，并且有足够的助燃物，着火源还要有一定浓度和足够的能量，它们之间还要相互作用，否则燃烧就不能发生。

一般来说，可燃物在空气中的氧含量低于14%时，物质就不会燃烧。

反映油品燃烧性能的理化指标，有闪点、燃点、自燃点。所谓闪点是指在一定试验条件下，可燃液体被加热到它所产生的蒸气与空气混合，遇火源在其表面发生闪火的最低温度。所谓燃点是指可燃液体在一定条件下，被加热遇火源能继续燃烧时的最低温度。所谓自燃点是当油品被加热或由于自身温度升高，在没有火源接近时，可燃物与空气接触就自行燃烧的最低温度。

2．爆炸

物质由一种状态迅速转变成另一种状态，并在瞬间放出大量能量同时产生巨大声响的现象称为爆炸。

爆炸有两种类型，即物理性爆炸与化学性爆炸。

（1）物理性爆炸

物质因状态或压力发生突变而形成的爆炸现象称为物理性爆炸。爆炸前后物质的性质及化学成分并未发生改变。

储运系统中的这类爆炸主要是指受压容器，如液化气球罐、液化气罐车、液化气船舶、液化气钢瓶等因温度升高或充量过满，在受热后，气体体积迅速膨胀，压力增大，超过设备容许设计压力而爆炸。

（2）化学爆炸

物质在发生迅速的化学反应过程中，形成高温、高压和新的反应产物而引起的爆炸称化学爆炸。化学爆炸前后，物质的性质和成分均发生了根本性改变。

储运系统中发生的这类爆炸主要是指液化石油气或石油蒸气与空气混合达到一定浓度遇到明火产生燃烧后所发生的爆炸。

二、爆炸极限及其影响因素

1．爆炸极限

可燃气体和空气混合并不是在任何混合比例下都能发生燃烧或爆炸的。

石油气体爆炸的危险性要看物质的爆炸浓度范围，通常用可燃气体在空气中所占体积百分数来表示，见表1-5。

爆炸极限有个范围，即爆炸上限和爆炸下限。可燃气体或蒸气在空气中刚刚达到足以使火焰蔓延的最低浓度称为该气体或蒸气的爆炸下限。同样，达到足以使火焰蔓延的最高浓度称为该气体或蒸气的爆炸上限。上限和下限之间的浓度范围称爆炸范围。

一般来说，物质的爆炸下限越低或爆炸范围越宽，其爆炸危险性越大，反之则危险性越小。浓度超过上限的混合气遇火不会爆炸只能燃烧，浓度低于下限的不会燃烧也不会爆炸。由于油品受热或燃烧时，蒸气浓度是在不变化的，所以从不燃烧到燃烧或爆炸3者之间是相互转换的，可能先燃后爆，也可能是先爆后燃。因此，在油品储运过程中，燃烧和爆炸是会相继出现的。

2．影响爆炸极限因素

爆炸极限也不是一个固定值，它还受其它各种因素影响，如原始温度、原始压力、容器尺寸、能源及惰性介质等因素影响。

一般来说，容器或管子直径越小，则爆炸范围缩小。混合物含有惰性气体量增加，爆炸范围也会缩小。当惰性气体浓度提高到某一数值时，混合物就不会爆炸。因此，在储运系统中，用氮气吹扫或置换容器和管线中的油气是十分安全的。另外，燃烧或爆炸也需要一定的点火能量。火源的能量、性质对爆炸极限也有很大影响。如果能源强度高，热表面积大、火源与爆炸混合物接触时间长，就会使爆炸的界限扩大，因而爆炸危险性也就增加。

每种爆炸混合物都有一个最低的引爆能量，低于这一能量，混合物在任何比例下都不会爆炸，见表9-3。

表 9-3　可燃气体混合物最小引爆能量

物质名称	浓度，%	在空气中最低引爆能量，mJ	物质名称	浓度，%	在空气中最低引爆能量，mJ
二硫化碳	6.32	0.015	苯	2.71	0.55
氢	29.2	0.019	甲　苯	2.27	2.50
乙　炔	7.73	0.02	乙　烯	6.52	0.016
甲　烷	8.5	0.28	甲　醇	12.24	0.096
丙　烯	4.44	0.282	乙　烷		0.25
丙　烷	4.02	0.31			

三、储运系统火灾、爆炸原因分析

石油储运系统发生的火灾、爆炸，主要包括油罐火灾、装油（气）车辆（船）火灾、以及装油栈台、油码头、油品管线等其它部位火灾。引起火灾、爆炸的原因，归纳起来大致有以下几点：

（1）明火　主要原因是吸烟；检修时设备、管线未处理或措施不当；防火措施不落实；违章动用明火等。

（2）静电　主要原因是高位喷溅式装车；进油管线从罐顶进入；设备接地不良；罐内有金属漂浮物（废浮标）；穿戴化纤衣物上岗；检尺取样摩擦起电等。

（3）雷击　油罐防雷设施设计不合要求；罐顶不严密，油气泄漏严重；地下非金属罐接地不良，混凝土内钢筋联网不好等。

（4）电气打火　油气系统采用电气或仪表防爆性能差或安装有不防爆电气仪表，运行中产生火花引起火灾。另外，操作不慎金属用具碰击产生火花也会引起火灾。

（5）高温自燃　油罐加温失控超过油品自燃点；进罐油品温度过高；焦炭堆积量大日久内部发热自燃；沾有油污的破布长期堆集或清罐倒出的硫化铁残渣处理不当也会自燃起火。

综合上述，违章违纪、管理不善、制度不严、设备缺陷、技术水平低等是引起火灾、爆炸的根本原因。

油品储运系统发生的火灾、爆炸事故很多，现将比较典型的事例简介如下。

〔例一〕　装油冒车，装液化气放空，发动汽车引火成灾

某炼油厂汽油装油台，一台解放拖挂车装汽油时，发生装油冒车，汽油洒满油台地面，在现场未经任何清理情况下，司机擅自打火发动汽车，因该车燃烧不好，喷出火星遇地面油气引起爆燃，烧毁装油台、操作室及两部汽车。

〔例二〕　取样碰击火花，引起油罐着火

某炼厂一化验员去汽油罐采样，因提拉样瓶过快，用力过猛，致使采样瓶上用铁丝拴挂的铁牌和罐孔碰击产生火花，引起油罐爆燃起火，经盖死人孔，消防扑救才未造成更大事故。

〔例三〕　重油进罐油温高，油品自燃，油罐爆炸。

某炼油厂原油罐区21#蜡油罐（5000m³），由于进罐蜡油温度高达160℃，轻质油大量挥发，罐内压力增加，致使本来施工质量较差的油罐罐底开裂，大量热油喷出，遇到240℃主蒸汽伴热线，引起油品自燃并株连附近油罐。烧掉原油、蜡油、污油5036t，烧毁油罐5座。

〔例四〕　油罐违章动火，着火爆炸

某炼油厂润滑油车间21#罐（300m³）收完轻柴油，在更换3#罐至21#罐间3个套管胀力时，由于21#罐上部入口阀未关，也没加盲板，在用火焊接新胀力时，引起管线内可燃气燃烧，顺管道传至21#罐顶，引起油罐罐顶爆裂着火。经数十台消防车奋战5h才将大火扑灭。

〔例五〕　用打火机照明，引起油罐着火

某石油化工厂油品车间，一名计量员去201#汽油罐检尺，测温，读数时发现手电筒不亮，他把测温筒提到透光孔外，用打火机点火照明，在准备读数时，使沾有汽油的手和测温筒立即起火，并使绳子点燃烧至透光孔，引起油罐着火，经当班人奋力扑救，才避免火势扩大。

〔例六〕　球罐液面计失灵，可燃气遇明火引起大火

某炼油厂，一台400m³液化气球罐，液面计失灵未能及时修复，致使操作工判断罐内液面不准，可燃气从放空线串入残液罐，气罐压力升高，冲破水封，油气排出至地面迅速扩散，遇附近电焊火花，立即引燃一场大火，造成11人烧伤。

〔例七〕　管线憋压弯头爆裂，喷油着火路人亡

某炼油厂油品车间汽油南北连通线的管径为ϕ273×8，在联合装置外跨厂内公路边上，管排下部管线弯头突然爆裂，喷出汽油遇20m外催化加油炉明火，引起一场大火，烧死过路上班女工1人。事故原因主要是管子焊接质量低劣，管线停用两端阀门关死，当时气温高达35℃左右，管子表面温度45℃，管内油气压力升高，据推算可达4.9MPa（正常操作压力仅0.68MPa）。由于当时发现不及时，又没有采取放空措施，致使管线严重超压，导致弯头焊缝隐患处突然爆裂。

四、储运系统防火、防爆措施

油品储运中，火灾、爆炸好似一对孪生姐妹，有时先着火后爆炸，也有时先爆炸后着火。但其结果都会造成人员伤亡和物质财产损失。防火防爆措施很多，归纳起来主要是：控制与消除火源，严格工艺纪律，配齐安全设施，正确及时扑救。

1．控制与消除火源

油品储运系统可能遇到的火源主要是吸烟、维修用火、电器火灾、静电打火、撞击火星和自燃发热等，这是引起易燃易爆物质着火爆炸的重要原因，控制与消除这些火源，对于防火防爆至关重要。为此，生产与管理中应遵守下述一些规定：

①在油品储运系统所有生产作业区内，如油品（气）罐区、装卸油台、油码头、油品泵房、装桶间，液化气装瓶站、洗槽站、加油站等地严禁吸烟。禁止携带火种（包括打火机，火柴等），穿带钉子皮鞋进入易燃易爆区域。

②进入油品储运生产区域的机动车辆必须配戴防火罩，按指定线路行驶。装卸油过程中，汽车必须熄火，罐体接地，不准现场修车。电瓶车严禁驶入易燃易爆场所。

③油罐、管线及设备等如需维修动火，必须用氮气吹扫、置换、并经化验分析爆炸气合格，办理火票后方准动火。

④储运系统局部设备检修时，应和非检修设备、容器、管线断开或加盲板，盲板应挂牌和登记，防止串油，串气引发事故。

⑤在易燃、易爆区域使用的工具应用青铜或镀铜，采用钢制工具时，严禁敲打，撞击或抛掷，所使用手电应防爆，进入罐内使用的照明应用安全电压和防爆灯。

⑥装油台、油罐和管线均应接地良好、可靠。尤其是装油台或油码头，在装卸油（气）过程中，车（船）必须进行接地，并控制装油流速，防止静电引起事故。

⑦油抹布、油棉纱、储焦场及清罐出的硫化铁锈都是易于自燃引起火灾的物质，不能堆积过多，且应远离热源，及时清除，放置安全地点。

⑧上罐检尺，取样或测温时，操作器具应平稳，不可过快、过猛、防止碰击产生火花。

2．严格工艺纪律

在油品储运过程中，不超温、不超压、不超量，严守工艺纪律，努力消除跑、冒、滴、漏是防止火灾爆炸又一重要措施。

①严格控制油罐加热温度，注意检查加热器是否损坏。这样即能防止加温过高引起油品突沸或自燃，又能减少油品蒸发损耗，避免能源浪费。

②石油气体储罐，铁路罐车或油船，在装储过程中，要做到不超压，防止容器受热爆炸，介质泄漏引起火灾。

③石油和石油气体任何容器的灌装，要严格掌握灌装标准，不得超量充装，防止超载、溢罐或温度升离，压力增大而爆炸。

④油品和油气跑、冒、滴、漏、会到处蔓延和扩散，低处积聚是安全生产一大隐患。确保安全生产，必须坚持巡回检查，加强设备维护保养，提高设备完好率，降低设备静密点泄漏率，努力消除一切跑、冒、滴、漏隐患。

3.配齐安全设施

油品储运工艺和设备上安装的防火防爆安全装置包括：阻火设备和防爆泄压设备两类。

阻火设备包括：安全液封、水封井、阻火器和单向阀等，其作用是防止外部火焰窜入有

燃烧爆炸危险的设备、管道、容器，或阻止火焰在容器和管道间扩散。

防爆泄压设备包括：安全阀、防爆片、放空管和火炬等。它是在容器、管线、设备超压时，能自动或手动泄压防止爆炸的装置。

(1) 安全液封

安全液封一般多装在压力低于0.02MPa的易燃、易爆气体管网和生产设备之间，尤其是石化企业的炼厂气-火炬系统的气柜进出口或火炬前都装有安全液封，常用的安全液封有敞开式和封闭式两种，炼厂气系统常用的封闭式水封，见图6-25。

(2) 水封井

水封井多建在罐区、泵房可燃或易燃含油污水的下水系统上，可防止外界燃烧,爆炸串入污水管网，以避免事故扩大。水封井水封液柱高度不得小于2.45kPa(250mmH_2O)。水封井见图9-1。

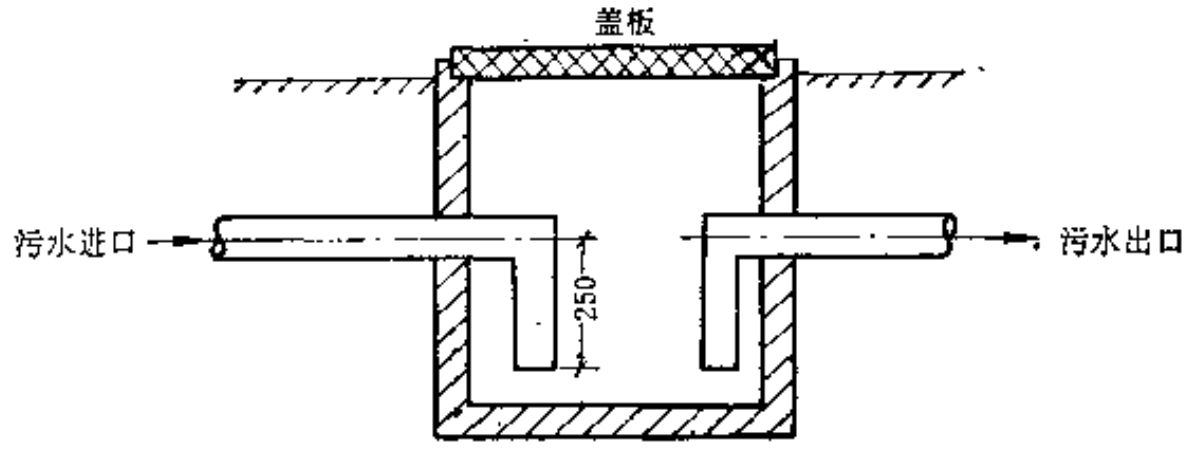


图 9-1 水封井

(3) 阻火器

阻火器多装在易燃液体,可燃气体的油罐、管线和设备的排气管上，用以阻火,防止着火保护设备。

油罐上装的阻火器又称防火器，见第二章油罐专用附件。

汽车油罐车，液化气罐车排气管道上装的阻火器俗称防火帽，又叫火星熄灭器。防火帽种类很多,结构各异,其内部装的多层金属网常用直径0.4mm的铜丝或钢丝制成。当含有火星的烟气经过防火帽时，由于容积增大，压力降低，流动方向改变，可以使火星颗粒沉降或熄灭，从而防止因汽车燃烧不完全，喷出火星引起周围易燃物或油气混合气着火爆炸。

阻火器的内径大小和外壳长度是根据安装阻火器的管道直径来决定的。阻火器内径一般取安装阻火器的管道直径的4倍，阻火器的规格选择见表9-4。

表 9-4 阻火器规格选择表

管道直径		阻火器直径		阻火器外壳长度，mm	
毫米	英寸	毫米	英寸	波纹金属片	砾石式
12	$\frac{1}{2}$	50	2	100	200
20	$\frac{3}{4}$	80	3	130	230
25	1	100	4	150	250
38	$1\frac{1}{2}$	150	6	200	300
50	2	200	8	250	350
63	$2\frac{1}{2}$	230	10	300	400
75	3	300	12	350	450
100	4	400	16	450	500

另外，在储运系统设备上装有安全阀、单向阀、放空管和火炬设施，在其它章节已有叙述，这里不再重复。

五、灭火方法及扑救设施

1．灭火基本方法

根据物质燃烧的原理可知，要想扑灭火灾，只要破坏燃烧必须具备的基本条件和燃烧的反应过程即可，因此灭火的基本方法包括：冷却法、隔离法、窒息法和抑制法4种。

(1) 冷却法

冷却灭火是根据物质燃烧必须达到一定温度这个条件，用冷却剂直接喷洒到燃烧物体表面上，使燃烧物质的温度降到燃点以下，从而使燃烧中止。常用的灭火冷却剂是水和二氧化碳。用水即可直接灭火，也可冷却周围未燃的物质。面从二氧化碳灭火机喷出的—78℃的雪花状固态二氧化碳，能迅速吸取燃烧时的大量热量面汽化，达到降低燃烧区温度，使燃烧中止的目的°

(2) 隔离法

隔离灭火是根据发生燃烧必须具备可燃物质这个条件，将燃烧物体与附近可燃物体隔离或疏散开，使烧燃中止。这种方法适用于扑救各种固体、液体和气体火灾。具体作法是：将着火地区的可燃、易燃、易爆和助燃物质，迅速拆除或转移；关闭通往着火点的阀门，阻止易燃、可燃介质继续流入；堆积土墙阻挡燃烧的液体向外扩散等。

(3) 窒息法

窒息灭火是根据可燃物质燃烧需要足够空气(氧)这个条件，用阻止空气进入或送入惰性气体至燃烧区域，达到降低氧含量，使燃烧物因缺氧而熄灭。这种方法适用于扑救封闭的厂房和生产设备火灾。窒息法常用的材料有石棉布、海草席、工业毛毡、湿棉被、水蒸气、二氧化碳和氮气等。

(4) 抑制法

抑制灭火就是使用灭火剂参与燃烧的连锁反应，使燃烧过程产生的游离基消失，从而使燃烧反应停止。常用的灭火剂有干粉和"1211"等。采用这种方法灭火必须有足够数量的灭火剂，并准确地喷射到燃烧区内，同时还应采取必要的冷却降温设施，否则就难于达到灭火目的。

上述各种方法虽然都能灭火，但在火灾现场都不可能单独使用。尤其是石化系统的火灾，一旦着起来，火势迅猛，扩展快。因此，实施灭火应根据燃烧物质性质，燃烧特点，着火规模，危害后果及消防装备手段等综合考虑而确定灭火方案。只要指挥正确，扑救及时，采用方法得当，协调配合密切，任何火灾都能迅速有效地扑灭。

2．常用灭火材料和用具

常用灭火材料有水、泡沫，二氧化碳、干粉和卤代烷等。由于它们各有不同性能，不同的灭火原理，因此它们都有各自的应用范围，为了迅速有效的扑灭火灾，现对它们做一简单介绍。

水，即可扑救一般建筑物和可燃物火灾，也可用于冷却降温，防止火势蔓延。但它不适宜扑救易燃液体火灾和未切断电源的电气设备及化工材料（电石或硫酸等）火灾。

泡沫，有空气泡沫和化学泡沫两种，它们都适宜扑救不溶于水的可燃和易燃液体及木材、纤维火灾。现在，许多大型储罐上都装有氟蛋白泡沫灭火设施，它从罐内液面下喷入，灭火效率高，疏油能力强，久储不变质和干粉相容性也好。

二氧化碳，由于不燃烧也不助燃，不导电且比空气重，用它即可冷却燃烧物质也可冲淡燃烧区含氧量，它适宜扑救电气设备，精密仪器或图书档案火灾。

干粉，是碳酸氢钠和少量添加剂制成的一种粉末状物质，它效率高、不导电、不腐蚀，毒性低，适宜扑救小面积易燃或可燃气体，电气设备火灾，效果非常好。

蒸汽，是热含量较高的惰性气体，即可用来处理管线和设备，也可用来扑救石油设备火灾。在火灾现场，大量施放蒸汽，能降低燃烧区域氧含量，使燃烧物因缺氧而熄灭。在油品储运系统任何场所都有蒸汽灭火胶带，在室内设置的消防蒸汽线，距地面200～300mm，配管上有3～5mm的排汽孔径，孔距为30～80mm。

利用上述灭火材料制成的各种中小型灭火器，广泛配备于石油储运系统各生产作业场所和运送石油产品的机动车辆上。这些中小型灭火器材扑救初起小型火灾十分有效。

常见的灭火器有：手提式和推车式泡沫灭火器；鸭嘴式和手轮式二氧化碳灭火器；手提式和推车式干粉灭火器及“1211”灭火器。

各种灭火器的规格、型号、性能，见表9-5～9-10。

表 9-5　手提式泡沫灭火器技术性能

射程，m		喷射时间	发泡量	发泡倍数	泡沫持久性
最远	集中点	s	L		
10	6～8	60～70	70	8	30min内泡沫消失量不超过50%

表 9-6　推车式泡沫灭火器技术性能

型号	容量 L	喷射时间 s	射程，m		内药液，kg		外药液，kg		重量，kg	
			集中点	最远	药粉	温水	药粉	清水	未装液	装药液
MP65	65	170	15	17	6.3	7.0	4.55	42	73	133
MPT100	100	175	16	18	9.0	10.0	6.5	60	85	170.5

表 9-7　二氧化碳灭火器技术性能

型号 / 项目 规格	二氧化碳重量 kg	喷射时间 s	射程（20℃） m	钢瓶容量 L	安全片爆破压力 MPa（kg/cm²）
MT2	2kg手轮式	2～0.15	<20	1.2～1.4	2.8±0.15	17.7～22.1(180～225)
MT3	3kg手轮式	3～0.15	<30	1.8～2.0	4.2±0.15	17.7～22.1(180～225)
MTZ5	5kg鸭嘴式	5～0.2	<45	2.0～2.2	7.0±0.2	17.7～22.1(180～225)
MTZ7	7kg鸭嘴式	7～0.2	<55	2.2～2.5	10±0.4	17.7～22.1(180～225)

表 9-8　手提式干粉灭火器技术性能

项目 \ 型号	MF5	MF8
装粉量，kg	5	8
喷射时间，s(常温)	15	≤20
喷射距离，m	3～5	4～5
适用温度范围，℃	－10～45	－10～45
CO_2充装量，g	155	250左右

表 9-9 推车式干粉灭火器技术性能

项目 \ 型号	MF35	MF50
装粉量，kg	35	50
工作压力，MPa	0.17～1.18 C8～12	
CO_2充装量，g	700	
喷射强度，kg/s	2～2.5	
射　程，m	10～13	
喷射时间，s	17～20	
适应温度，℃	−10～42	
总重量，kg	90	

表 9-10 手提式1211灭火器技术性能

型　号	灭火剂装量，kg	储N_2压力，MPa	射程，m	喷射时间，s	总　重，kg	使用温度，℃
MY_1	1	1.47	6～8	2～4	2.45	−40～50
MY_2	2	1.47	2～4	≤20	3.7～4.1	−40～50
MY_3	4	4	4～5	14～16	6.5	−40～50

各种灭火机的技术性能对照见表9-11。

表 9-11 各种灭火机性能比较表

项目	泡沫灭火机	二氧化碳灭火机	四氯化碳灭火机	干粉灭火机	"1211"灭火机
规格	10L 65～130L	2kg以下 2～3kg 5～7kg	2kg以下 2～3kg 5～8kg	8kg 50kg	1，2，3kg
用途	扑救固体物质或其它易燃液体火灾。不能扑救忌水和带电设备火灾	扑救电气和精密仪器；油类、酸类火灾。不能扑救钠、钾、镁类火灾	扑救电气设备火灾。不能扑救钾、钠、镁、乙炔、二硫化碳等物质火灾	扑救石油，石油液化气、石油产品有机溶剂、天然气设备的火灾	扑救油类，电气设备，化工化纤原料初起火灾
药剂	桶内装有碳酸氢钠，发泡剂和硫酸铝溶液	瓶内装有压缩成液体的二氧化碳	瓶内装有一定压力的四氯化碳液体	钢筒内装有钾盐或钠盐干粉及装有高压气体的小钢瓶	钢瓶内装有二氟一氯一溴甲烷，并充压缩N_2气
使用	倒过来摇动然后打开阀门开关，药剂即喷出	打开开关喇叭口对准火源，即可喷出	打开开关液体即喷出	提起圈环，干粉即刻喷出	摘下铅封或拔下簧锁，用力压下压把即可喷出
效能	10L喷射时间60s，射程8m；65L喷射时间170s，射程13.5m	接近火源地，保持3m	3kg喷射时间30s，射程7m	8kg喷射时间14～18s，射程4.5m	1kg喷射时间6～8s，射程2～3m

3．防火、灭火设施管理

油品储运系统配置的灭火设施，除油罐上装有专用消防泡沫管外，一般生产区内都配有消防蒸汽带、水带、海草席、牛毛毡、水桶、砂子、铁锹和各种灭火机。加强消防器材管

理，做到配齐并维护好，常备不懈，一遇火情，就能立即投入并发挥应有的灭火作用。为此，应做好以下几点管理工作。

①油罐上的固定消防泡沫管，应定期检查，防腐刷漆。管口网盖齐全，管内畅通不堵。

②油罐安装的液下氟蛋白消防线，其连接阀门应接在防火堤外，且单向阀和球阀要灵活好用，严密不漏。

③罐区消防水池应保持规定的储水容量，水质干净且不受油品污染。消防水泵应处于完好备用状态。

④各生产岗位应配齐必须的消防器材，妥善保管，定期检查，并做为交接班一项内容。

⑤各种灭火机均应挂牌，标明配属岗位，配置时间，检定时间，负责人等。

⑥各种灭火机瓶嘴要保持疏通。防止日晒、雨淋、冰冻、防止腐蚀物质伤害，并要远离热源。放置地点要通风，取用方便。

⑦每年应对二氧化碳和“1211”灭火器钢瓶总重进行称重检查，如重量减少十分之一，应补充药液。

⑧使用过或失效的灭火器要及时补充或更换。检修现场动火时，临时拿来作防火备用的，施工完应及时拿走，送回配用岗位。

第三节　防止雷击与静电

在油品储运系统，因雷击、静电引起火灾、爆炸事故已经发生多起。雷击事故多发生在钢筋混凝土地下原油罐，静电事故多发生在油台装车或油罐收油过程。

雷击、静电产生的电火花都会引起油罐、罐车着火或爆炸，其危险和损失往往也是很大的。因此，熟悉雷击、静电有关知识，认清其产生原因和对储运生产与经营的危害，吸取教训，采取积极有效措施，切实做好防止雷击、静电工作，以消除火灾和爆炸的各种因素。

一、防　止　静　电

1．静电

两种不同性质的物体相互摩擦，紧密接触或迅速剥离都会产生电荷，其中一个物体失去电子带有正电荷，另一物体得到电子而带负电荷。如果该物体与大地绝缘，则电荷无法泄漏，停留在物体的内部或表面而呈相对静止状态，这种电荷就称静电。

在油品储运过程中，静电的产生和空气湿度、油品流速、油料在容器与管路中压力、油品电导率及油中混有水杂等因素有关。

2．油品储运中的静电现象

油品储运中，不论是接卸、调合、贮存，还是输转、泵装、运输，哪一个过程的油品都始终处于流动、摩擦中。因此，静电在每个中间环节都是客观存在的，有时条件具备，一个静电火花就会使一座油罐，一个装油台，一辆油罐车或一条油轮，瞬间发生着火爆炸。认清静电其中规律，正确操作，防患于未然，对安全生产十分有利。

①油品输转过程管线会产生静电　油品在管线输转过程中，因摩擦会有大量静电产生。静电大小随流速增加而增大，而且和管道内壁粗糙度，管路中阀件，弯头多少有关。实践证明，当流量增加时，管线内静电电流增加值远远超过泵内静电电流增加值。

②油品流经过滤器时会产生静电　为保证产品质量，有些油品如航煤，在进成品罐和出厂

过程中，都要流经过滤器，这时都要产生很高静电，有时会增加10～100倍，而且不同材质的过滤芯产生静电大小也不相同，如表9-12所示。

表 9-12　不同材质的过滤芯产生的静电值

滤芯类别	测量点最高电位，V			备注
	过滤器前	过滤器后	油面电位	
四对毡绸滤芯	/	/	22500	一级滤芯
四对纸质滤芯	350	8100	18000	一级滤芯
七对纸质滤芯	140	15000	28000	一级滤芯
四对玻璃钢滤芯	130	10000	24000	二级滤芯

③油品灌装过程产生静电危害性最大　成品油经泵在向铁路油罐车、油罐汽车或油轮中装油时，都会产生静电。静电大小和装油流速，鹤管口位置高低、鹤管口形状、鹤管材质等有关。装油流速太快，如用大鹤管，其流速大于5m/s，就会产生万伏静电电位。高位式喷溅装车，因喷溅，摩擦也会产生很高静电，而低位液下装车则产生较小静电。用帆布或塑料材料制作的鹤管也会产生高静电。

实践表明，由于油品装车产生静电引起爆炸着火的事例最为突出。

④油罐收油及调合过程会产生静电

油罐收油时，特别是罐底有水杂，油品由于搅动，摩擦会产生静电，而且随着进油时间增长直到油罐快满时，油面静电电位值才达到最大值。另外，油品在经喷嘴或风搅情况下，也会使油品产生很高静电。当油罐接地不好，罐内有异物时，极易静电打火引起油罐着火爆炸。

⑤运送油品的车船运输过程也会产生静电　油品装入铁路油罐车、汽车油罐车或油轮、油驳后，在运输过程中，由于油料在罐体或舱内剧烈摇晃、冲击、摩擦、也会产生很高静电。加油车（或加油机）在给汽车、飞机、坦克加油时，也会因油料经泵、过滤器、输油软管摩擦而使油料带有静电。当电荷聚集到一定程度发生放电时，也很容易引起油气闪爆，造成车船烧毁，这种事例也履见不鲜。

⑥易燃石油气体进罐及灌装时产生静电危害更大。

易燃石油气体压力高，流速快，在进罐或装车、装船、装瓶过程中，由于和罐壁、胶管或油舱剧烈摩擦会产生很高静电。在设备接地不良情况下，因静电火花也极易引爆瓦斯，使设备、容器爆炸着火，所造成危害及后果十分严重。

3．静电危害及其引起事故原因

静电危害通常有3点：静电火花导致着火爆炸；妨碍生产，影响产品质量；危及人身安全。在油品储运过程中，静电最大危害还是导致可燃气体着火爆炸。

静电发生导致着火爆炸，通常必须具备3个条件：

①积聚起来的静电荷，所形成的静电场均应有足够大静电强度。

②静电放电时，火花能量应达到或大于周围可燃物最小着火（引燃）能量，且有合适的火花间隙。

③在放电间隙及其周围存在着爆炸混合物，其浓度或含量已在爆炸范围之内。

在炼油厂，因静电引起着火爆炸事故已发生数十起，比较典型的事例有：

〔例一〕　大鹤管装油流速快，静电引起爆炸起火。

某炼油厂4号大鹤管装油台，在给24台铁路油罐车装66*汽油时，一台罐车快要装满时，因装车流速快（约5.1m/s），大鹤管本身又没有单独接地，鹤管上的大量静电荷与接地较好的罐车口接触，放电产生火花引起罐车爆响，顿起大火。由于操作工惊慌忘记关闭油品总阀，致使油流不断，大火吞没多台罐车和油台，造成死1人，伤5人，油台和2台罐车烧毁。

〔例二〕 罐内废浮标，进油起静电，油罐着火爆炸。

某炼油厂125*汽油罐（330m³）在收油结束并计量检尺测温后，突然爆炸，从油罐采光孔和量油孔突起大火。事后查明，是罐内一支废浮标在收油时，集聚的静电荷随油面浮动，与罐壁碰撞放电打火，引起油罐爆炸。

〔例三〕 汽油车底装柴油，静电引起罐车烧毁。

某炼油厂装油台，在给一台东风140型油罐车装0*柴油，由于原车底是汽油，车内空间充满油气混合气，而站在车上装油的司机，内外衣服穿的全是化纤织物，装车中因静电罐车突然爆炸起火（油品混装或化纤衣物引起），司机被掀起摔到地上，烧伤脸部和双手，汽车和油罐烧毁报废。

〔例四〕 测温采样起静电，油罐爆炸起火。

某炼油厂油品车间，计量员到159*甲苯罐（2000m³拱顶罐）去检尺测温，当检完尺用手去提拉由镀锌铁皮制作的测温盒，准备看油温时，由于快速提拉产生静电，引起油罐先爆炸，接着从量油孔立即起火，罐顶外沿炸开，火焰喷出。由于计量员及时盖上量油口，并经消防人员迅速扑救，才避免了一起重大事故发生。

〔例五〕 尼龙头巾产生静电，引起可燃气爆炸。

某炼油厂液化气装瓶站在灌装气瓶过程中，一名女工用手推移头上带的尼龙纱巾，产生静电火花，引起室内可燃气爆炸（该车间当时没有通风设备，液化石油气体早已充满房间并形成爆炸混合气）。

类似情况还有：卸车工人用汽油搓洗自己的尼龙衫，还没搓几下也因静电引起盆中汽油着火。

从大量典型事故分析来看，事故发生的原因归纳起来大致有以下几点。

①在易燃易爆危险区域穿戴化纤衣物操作或用汽油擦洗化纤衣物，因摩擦而产生静电，遇油气混合气，放电打火而引起爆炸起火。

②大鹤管装汽油，装油流速过快（超过5m/s），汽油与鹤管壁或油罐车冲击、摩擦、喷溅而产生静电，大多数在车快装满时，静电放电引起罐车爆炸起火。

③汽油车底改装轻柴油，车内可燃气浓度高，在装油开始，因摩擦、冲击产生大量静电，放电打火引起罐车闪爆着火，据国外资料介绍，汽油车底装柴油引起爆炸着火约占静电火灾的60%。

④油罐内有未拆除的铁制废浮球（标）或固定导向不好，接地不良的浮标，在接收汽油、航煤等轻质油进罐，因油流的剧烈冲击、摩擦产生静电，在浮子碰撞罐壁产生放电火花，引起罐内瓦斯气体爆炸。

⑤汽油罐内，计量用塑料管被引入罐内，因大风吹动产生静电；用塑料桶灌装汽油或盛装汽油油样；用帆布作装油口套管等都会产生静电，而引起油罐、罐车或油桶着火。国外资料介绍，塑料管表面带电5kV为危险界限值，管径7mm，引燃率达65%。

⑥油罐刚进完油（特别是汽油、煤油、苯类，轻污油等）在测温、取样、检尺时，因测温筒或取样器感应带电或快速提拉摩擦生电，都会放电打火，引燃罐内可燃气体，导致油罐

爆炸开裂并燃起大火。

⑦液化气灌瓶，装车（船）时，压力高，流速快，如果灌装枪或装车设备接地不良，瓶口丝口或软管接头因漏气不严，在灌装枪上或装车设备上产生静电积聚并放电，也会引起气瓶或罐车爆炸着火。

4．防止静电危害措施

防止静电危害基本措施主要有两条。一是防止并控制静电产生，二是静电产生后予以中和或导走，限制其积聚。根据这一基本概念，在油品储运系统通常可采取以下具体措施。

（1）防止人体产生静电

油品储运系统大多都是易燃易爆危险作业区域，因此严禁穿用由化纤材料制成的衣服、围巾和手套到危险区域操作，而且禁止在危险区场所脱掉衣服。禁止用化纤抹布擦试机泵，液化气钢瓶或油罐容器。在装油台、装瓶站、瓦斯系统和上罐操作的人员应穿防静电工作服，防静电鞋。

（2）石油产品中加入防静电添加剂

在石油产品中加入防静电添加剂，可增加油品的导电性能和增强吸湿性能，加速静电泄漏，减少静电聚集，消除静电危害。试验资料表明，汽油中加入0.29ppm抗静电添加剂，油面最高电位为3500V，（不加时为20000V），加入1ppm时，油面最高电位可降至520V。常用的防静电添加剂，型号为T1501，加入量一般为百万分之一（重量）。

（3）做好设备接地，消除导体上的静电

设备可靠接地是消除静电危害最简单最常用的方法。油品储运系统的油罐、管线、机泵、油罐车、过滤器、装油枪、装油鹤管、灌瓶计量用磅称等均应有可靠接地；油罐车、油轮（油驳）在装卸油时，要先连好接地线，后接油管装油；装卸完毕要先拆除油管后拆除接地连线。要求静电接地电阻不大于30Ω，管线法兰接地不大于10Ω。

另外，防静电接地不得同防雷设施接地极共用，两种接地线地下距离应不小于3m。

（4）安装静电消除器

静电消除器又叫静电中和器，它是消除或减少带电体电荷的装置。

静电消除器能将气体分子进行电离，产生消除静电所必须的离子(一般为正、负离子)。根据用途不同，有4种类型。用于油品储运系统的为感应式静电消除器，它具有结构简单，使用方便，消除静电效率高等优点。

感应式静电消除器由接地钢管及法兰、内部绝缘管、放电针及镶针螺栓3部分组成。其结构见图9-2。

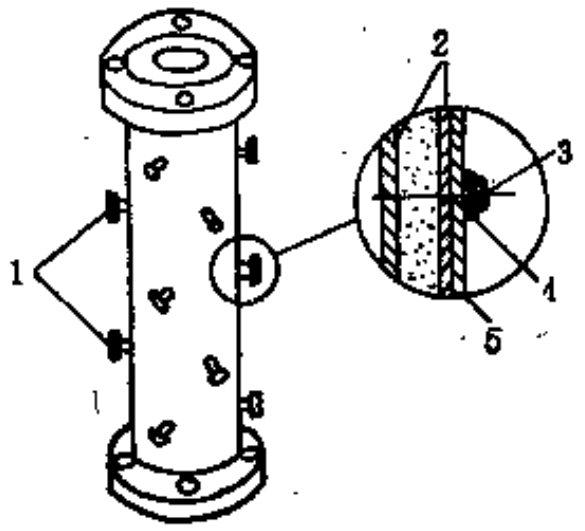


图 9-2　感应式静电消除器

1—放电针；2—绝缘套管；3—螺栓；4—密封胶皮垫片；5—钢管

消除器的工作原理：它所产生的与带电物体极性相反的电子和离子，可向周围带电物体移动，并与带电物体的电荷进行中和，从而达到消除静电目的。

静电消除器规格有3种，见表9-13。

在流量相同情况下，油品经过消除器后，流出口电荷密度比不装消除器的可减少约90%。

（5）改进油品调合方式，控制装车流速，都是限制并消除静电产生的有效方式。

油品调合中用风搅拌调合虽然工艺简单，

但由于搅拌、喷射、飞溅油品会产生很高静电，尤其是油中含水或不同油品相混，再通入

表 9-13 静电消除器样品规格

钢管直径，mm	管长，mm	电介质厚度，mm	管线直径，mm	通过流量，L/min
194	1000	41	102	>2000
184	800	36	102	>2000
159	1000	25	102	>2000

压缩风搅拌，产生静电量很大。实践证明，油中含水5%，会使起电效应增大10～15倍。因此，轻质油品应该用泵循环，机械搅拌及管道调合来代替风搅拌调合。

油品在装车、灌瓶、收油、放油、排空中，由于压力高、流速快，会产生很高静电。资料表明，油品在管道中流动所产生的流动电流或电荷密度的饱和值与油品流速的二次方成正比。我国对油罐车装油试验表明：平均流速为2.6m/s时，测得罐内油面电位为2300V，当平均流速降为1.7m/s时，则油面电位为580V。因此，控制流速是减少静电电荷产生的有效方法。一般来说，在管径为100mm时，初始装油速度为1m/s以下，当入口管被油浸没后，流速也不要超过4.5m/s。

可燃液体在管道中的安全流速可按下式计算：

$$V=0.8\cdot\sqrt{\frac{1}{d}}$$

式中 V——平均流速，m/s；

d——管道直径，m。

不同管径允许最大流速见表9-14。

表 9-14 不同管径允许最大流速

管径，mm	最大流速，m/s	管径，mm	最大流速，m/s
10	8.0	200	1.8
25	5.1	400	1.3
50	3.6	600	1.0
100	2.5		

(6) 采用浸没式装车，推广内浮顶油罐。

浸没式装车与内浮顶油罐是油品装车、储存中，降低油品损耗，减少静电产生的行之有效的新技术措施。

采用浸没式装车，鹤管伸到车底，有的还装有分流头，使油流不直接冲击罐车车底，油品大部分从液面下流出，保持液面平稳上升，避免了液体喷射、飞溅、冲击，使液面上部油气少，油品静电电位低。资料表明，油品表面静电可降至10kV以下，从而起到了安全作用。

采用内浮顶油罐，浮船四周密封，基本没有油气泄漏于油罐空间。浮船上有二根铜导线和罐顶相连，当收油时，油品表面产生的静电导向浮船，再经导线引入地下，从而避免了静电打火危险性。

目前，全国不少炼油厂已普遍在大、小装油鹤管上采用了液下浸没式装车新技术，在原油罐、汽油罐、石脑油罐、重整液罐上广泛采用了内浮顶油罐，对保证油品储运安全生产起到

了有力作用。

（7）根据事故教训，在管理和操作上还有如下一些规定：

①禁止油罐使用上部进油方式，因为油罐上部进油产生静电量是底部进油产生静电量的2倍，且油面电荷较为集中，极易放电引起着火爆炸，尤其是闪点小于60℃的油品及化工原料，应改为油罐底部（液下）进油方式。

②收油、装卸油后，液面必须静止一段时间才能检尺、采样、测温或取下接地线，待液面静电得以消除或泄漏，从而消除静电放电条件。油品静止时间，视油品性质而定，一般为5～30min不等。

③拆除油罐内废弃的或断了线的浮标（球），防止收油时，静电电荷聚集浮标上，和罐体碰击而放电产生火花，引起油罐闪爆。

④检尺、取样、测温、提拉操作不要过猛、过快，防止碰击。提拉绳材料不准用尼龙绳，应用导电材料制成的专用绳。取样器外部不准悬挂金属标牌或用铁丝包扎。

⑤不准用压缩空气对闪点小于60℃的油品或石油气体（如原油、汽油、苯类、轻污油，可燃气和带油碱渣等）进行调合、搅拌和扫线，以防形成混合爆炸气体，吹扫置换应用N_2气。

⑥使用称重计量仪表的油罐，不准将塑料或尼龙风管伸入罐内。不准用塑料桶装闪点低于60℃以下的油品（如汽油、灯油或溶剂油）或作为采样容器。

⑦装过汽油、灯油和易产生静电的液体的容器，换装其它油品时，必须先清洗容器后装油，防止容器内混合油气遇静电打火，发生闪爆引起容器着火。

二、防　雷　保　护

1．雷电常识

雷电是大自然中的静电放电现象，雷云是构成雷电的基本条件，而雷云是水蒸气和强烈气流在一定条件下形成的，当雷云层接近大地时，地面感应出相反电荷，当电荷积聚到一定程度，且在云和云之间以及云和大地间发生强烈放电并发出强烈闪光和爆炸轰鸣声的现象，这就是闪点和雷鸣。放电时温度可达20000℃。

雷电形成与大气温度、湿度及地形等因素有关。目前，人们尚无有效方法控制，也不能阻止。特别是在雷雨季节，温度高湿度也大时，往往雷电频繁，极易造成自然灾害。

根据雷电的不同形状，雷大致可分为片状、线状和球状3种形式。从危害角度考虑，雷电可分为直击雷、感应雷（包括静电感应和电磁感应）和球形雷。

雷电的危害是多方面的，可分为直接雷电、间接雷电和雷电波浸入3种。对石化企业来说，最主要的是直接雷击引起爆炸起火，其次是雷击毁坏建筑物或雷击伤人。其破坏因素和作用主要是电性质、热性质和机械性破坏3种。

2．储运设备发生雷击事故原因

储运系统因雷击引起爆炸着火的事例已发生多起，主要事例有：

〔例一〕　防雷措施有缺陷，万吨水泥罐被雷击

某炼油厂原油罐区一台15000m^3钢筋混凝土地下原油罐，在雷雨中遭雷击爆炸起火。罐顶全部烧毁，支撑倒塌，内壁外露钢筋。事后查其原因为：①罐内存油少空间大，油气浓度大，有引爆内因；②油罐壁、顶及支撑各部钢筋互不相连，雷击时感应电不能迅速排除；③罐体不严密，外漏有油气。

〔例二〕　避雷设施损坏，雷击油罐起火

某石油公司111#罐（15000m³）和116#罐（5000m³）都是地下钢筋混凝土原油罐。由于未设避雷针，呼吸阀未接地，阻火器又腐蚀，在雷雨中雷电直击116#罐呼吸阀，火花进入罐内引起油罐爆炸。111#罐因量油孔敞开，周围可燃气浓度大，雷电放电火花又引起该罐着火，火灾烧掉原油2995t。

上述事例都是直击雷和感应雷所致。造成雷击事故的原因，归纳起来大致有以下几点。

①设计有缺陷或施工不合要求。非金属罐的水泥罐壁、罐顶的内撑各部钢筋互不连接，接地设施不好。

②地下罐顶部复土厚度不足50mm。呼吸阀、量油孔、透光孔接地不好。

③避雷针设计不合要求，高度不够，接地不良。

④罐内存油不多，罐内空间可燃气浓度大，罐顶设施敞口不严，油气泄漏到处扩散。

⑤避雷设施因腐蚀、生锈损坏而失效。

⑥油罐呼吸阀不好用，阻火器因腐蚀失效。

3．可燃、易燃罐区防雷设施

防雷装置是利用高出被保护物的突出位置，把雷引向自身，然后通过引下线和接地装置把雷电泄入大地，以保护人身或建（构）筑物免受雷击。

常见的防雷装置有避雷针、避雷线、避雷网、避雷带和避雷器。一套完整的防雷装置一般由接闪器（又称受雷器），引下线和接地体 3 部分组成。根据保护对象不同，接闪器可选用避雷针、避雷线、避雷网或避雷带。

对可燃，易燃流体储罐的防雷设施应符合“石油库设计规范”有关要求，主要包括：

①当罐顶钢板厚度大于或等于4mm，且装有呼吸阀和阻火器时，可不设防雷装置。但油罐应有良好接地，接地点不少于 2 处，间距不大于30m，其接地装置的冲击接地电阻不大于30Ω。

②当罐顶钢板厚度小于4mm时，虽装有呼吸阀和阻火器，也应在罐顶装设避雷针，且避雷针与呼吸阀的水平距离不应小于3m，保护范围高出呼吸阀不应小于2m。

③浮顶油罐（包括内浮顶油罐），由于密封严密，可不设避雷装置，但浮顶与罐体间应采用两根截面积不小于25mm²的软铜绞线进行可靠的电气连接。

④非金属易燃液体储罐，应采取独立的避雷针以防直接雷击。同时还应有防雷电感应措施。避雷针冲击接地电阻不大于30Ω。

⑤复土厚度大于0.5m的地下油罐，可不考虑防雷措施。但呼吸阀、量油孔、透光孔应作良好接地，接地点不少于 2 处，冲击接地电阻不大于10Ω。

⑥易燃液体的敞开式储罐，应设独立的避雷针，其冲击接地电阻不大于5Ω。

⑦储存可燃油品的油罐，都可不装防雷装置。

各种容积油罐常用避雷针和接地体的数量见表9-15。

表 9-15 常见油罐避雷针及接地体数量

名　　称	油　罐　容　积		
	100～700m³	1000～3000m³	5000m³
避雷针	1	3	4
接地体	2	3	4

4. 防雷装置的检查

要使防雷装置起到应有保护效果，除正确设计，按图施工外，还应认真检查，定期维护保养。

①每年雷雨季节到来之前，应对罐区防雷设施做一全面检查，发现问题及时处理，并做好记录。

②检查各部导体和接地极有无因锈蚀、施工损伤或油罐地基下沉而断裂、开焊。

③检查接闪器有无因遭受雷击面发生熔化和折断，避雷器瓷套有无裂纹、损伤。

④检查接地装置周围土壤有无沉陷现象。

⑤测量接地电阻是否符合要求，并做记录。发现和规定数值差异很大，应及时处理防患未然。

第四节　防止跑、冒、串油

一、油品储运中的跑、冒、串油事故

油品储运中。常常发生跑油、冒罐和串油事故，这类事故约占全部储运事故的48%。

从事故一般情况来看，跑油大致可分为装车跑油、油罐切水跑油和设备、管线、阀件损坏跑油3种情况。冒罐跑油大致可分为油罐溢流和油罐突沸两种情况。跑油、冒罐两者约占跑、冒、串事故的90%，串油事故相对来说比较少。

跑油、冒罐只能使油品数量减少，污染环境，易发生火灾事故，而串油将会使油品变质，质量降低，严重的还会失去使用价值，而需重新回炼。油品的跑损有时还会污染农田、江河和大气，甚至造成不良影响。

二、跑、冒、串油事故原因分析

炼油厂储运系统发生的跑、冒、串油事故，比较典型的事例列举如下：

〔例一〕 进罐油温高，突沸冒罐履见不鲜

某炼油厂一台5000m³渣油罐，罐底存有含水冷渣油，遇进罐油温高达137℃的热渣油，造成突沸，油罐破裂，跑渣油达2200t，烫伤5人。另一炼油厂一台5000m³渣油调合罐，由于装置处理量大，大部分渣油未经冷却走副线，进罐油温高达180℃，遇罐底存有含水柴油馏分，造成突沸，跑渣油830t。

〔例二〕 盘管泄漏，加热超温，油罐突沸

某炼油厂一台盛装20#航空润滑油的5#油罐，因油品凝点高，在用蒸汽盘管加温时，由于加热超温达到100℃（规定为85℃），造成罐内积水汽化而蒸发，油面上涨，罐顶开裂跑油22t。

〔例三〕 脱水跑油，层出不穷

某炼油厂储运车间203#轻柴油罐，一名徒工在脱水时，分不清是水还是油，造成脱水带出柴油39t。

类似情况还有：某厂油品车间6#原油罐脱水时，操作员忘关脱水阀，造成跑原油93t。

〔例四〕 计量失误，溢罐跑油

某炼油厂油品车间由149#罐向150#罐压送变压器油，由于计量员量错收油罐，班长又错

误预测满罐时间，造成150*收油罐溢罐跑油38t。同样情况，还有某厂油品车间由两个罐向319*汽油罐（5000m³）倒汽油，由于倒油前不检尺，接班后凭估计量又不检尺，造成溢流冒罐跑汽油153t。

〔例五〕 上班违纪，装车跑油

某炼油厂储运车间在向两台铁路油罐车装航空煤油时，装车工人睡觉，惊醒后发现已冒车跑油，共跑损航煤27.5t。

〔例六〕 违章操作，造成串油

某炼油厂油品车间在维修－10号柴油与农柴跨线阀门后，由于培训学员开错阀门，误将－10号柴油阀门当农柴阀门打开，计量员未检查，后来又去打开农柴阀门，使－10号柴油串入农柴罐并冒罐，造成1000余吨柴油不合格。

〔例七〕 责任心不强，换错油罐跑油

某石油化工厂油品车间原油罐区，接班时交待005*罐接收原油罐满应换至空罐003*罐，但操作工接班不认真，误将已装满油的004*罐入口阀打开，进油前又不检尺，造成004*罐满罐而冒顶，跑原油210t。

跑、冒、串油事故的发生就其根本原因来看，主要是责任心不强，纪律松懈，思想麻痺，技术素质低，有章不循，违章作业，管理不善以及设计或设备缺陷所致。

1．灌装跑油常见原因

①油罐车下卸口阀门未关，关不严或未进行检查。

②装车时违章违纪，擅离岗位或在岗睡觉。

③装油时，看液面精力不集中，思想麻痹大意。

④液面自控仪表失灵，阀门失控，阀门关不及时或关不上。

⑤装油压力高，流速快，鹤管没放到车内深处，致使鹤管要龙从车口跳出。

⑥油罐车下卸口两头封盖未上紧或受热解冻后掉了下来。

2．脱水跑油常见原因

脱水跑油约占油罐跑油事故的一半，常见原因有以下几点：

①油水乳化，油分界面难以分清。

②脱水时，违章擅离岗位。

③操作马虎，脱水后忘记关阀或没关严。

④脱水阀冻凝，壳体冻裂或被异物卡住而关不严。

⑤清罐时脱水阀用完未关，进油前又未仔细检查。

⑥脱水中途换人，情况不明，交接班不细，又不去现场检查。

3．油罐常见突沸原因

油罐突沸在冒罐跑油典型事例中约占30%，突沸不仅造成油品大量损失，同时常使罐顶炸裂，着火烫人。油罐突沸多发生在渣油、蜡油、油浆和重污油等罐，常见原因有以下几点：

①进罐油温过高，超过工艺指标，遇罐底有水而突沸。

②渣油带水或管道扫线存水进入油罐，遇高温热油而突沸。

③油罐加温时不检测，不控制，不检查，加温超标引起突沸。

④冷油罐底，进高温热渣油而突沸。

⑤调合燃料油时，调合组分油（如重污油等），含水多，遇高温热渣油而突沸。

⑥油罐汽阀不严或加热盘管破裂，引起油罐加热超温，冷凝水汽化，油罐突沸。

4．溢流冒罐跑油常见原因

溢流冒罐在油储运生典型事例中约占一半以上，其大多数原因是工作粗心大意，思想麻痹，违章违纪所致，主要原因有以下几点：

①忘关阀门，开（关）错阀门或少开阀门。

②思想不集中，换错进油罐，满罐又进油。

③不按时检尺计量，错误估量。

④油罐进油中违纪脱岗、睡岗、串岗。

⑤错量油罐或检尺及计算错误。

⑥报表记录写错，交接班检查不细，又不去现场巡检。

三、储运系统防止跑、冒、串油措施

①提高工作责任心，事业心，克服思想麻痹，工作马虎，粗枝大叶作风。

②严格遵守劳动纪律，上班不脱岗，不睡岗，不串岗，不干私活。

③一切生产操作，严格按规程、制度办事，做到有章必依，一丝不苟。

④油罐操作改流程实行“对号挂牌”，重点部位应双人去现场，一人操作，一人监护。

⑤按时检尺、巡检，计量不主观臆测办事。

⑥不断提高职工技术素质，使人人具有分析、判断和处理事故能力。

⑦检尺、记录、报表实行“三级检查”，现场交接，认真复查，严细认真。

⑧罐区应实行现代科学管理，不断提高检测、控制、操作的自动化水平。

第五节　储运系统其它事故

一、厂内铁路支道（行车）事故

全国绝大多数石化企业或炼油厂都有自己一套完整的铁路运输系统，隶属运销部门管理。它承担着全厂原油、燃料、化工原料接运入厂，铁路油罐车和敞车调入，罐车送洗，出厂车辆编组，调运出厂送交铁路车站等作业。整个系统包括有：机车、自备车、列检、信号、铁路养护、车辆维修、搬道房、调车等。在机车运行或调车作业中，常常发生各种铁路行车事故，比较典型的事故举例如下：

〔例一〕 追车、跳车不稳，机车轧死调车员

某炼油厂一机车调车员，在领车进厂作业时，发现欲进线路道岔未搬，在给停车信号同时跳车，由于思想与动作不协调，两脚蹬空掉入道轨上被机车轧死。

〔例二〕 司机中断瞭望，造成车辆相撞

某炼油厂运销科机车执行第二次调车作业令，将23辆铁路罐车向车站2股道推进时，头钩连接员发现前方有第一次作业送去的23辆高边车还未拉出站，立即发出减速信号，但司机低头中断瞭望，连接员跳车后，再举红灯给停车信号，司机才发现，但只是把制动手柄推到常用位置而未采取紧急制动措施，在制动尚未见效情况下，造成严重撞车事故，撞坏铁路车辆13台，线路部分损坏。

〔例三〕 开车违纪，撞车脱轨

某炼油厂储运分厂内燃机车司机在调车作业中，没有叫副司机随车作业，一人操作牵引31辆空轻油罐车返回厂内，路过出站信号机后，司机睡着了，前方发出停车信号后，列车仍以20km/h车速向货场驶去，与货场一台敞车相撞，造成机车车辆脱轨，损坏严重。

〔例四〕 搬道员违章，车辆挤坏道岔

某炼油厂油品车间，3014*机车牵引34辆空罐车由3股道运行，经道岔驶入1股道出厂。搬道员违章未搬道岔就发出通过信号，致使机车强行挤开道岔进入1股道，造成道岔损坏。15分钟后，搬道员又接到该机车进厂通知后，仍不去检查，误认为车刚出去，仍返回3股道没问题。当机车从厂外推进32辆罐车沿道岔进入3股道后，在第12节车过道岔时，突然道岔反向，使后边罐车进入1股道，造成后面4辆罐车脱轨，翻车损坏，跑原油60t。

〔例五〕 信号员错排机车进路，造成空车与重车相撞

某炼油厂调车作业中，信号员由于精力分散，错误操作，将应排8股对位误排进5股，信号值班员又未按职责认真确认监护，没有执行“呼唤应答”规定，调车员见道岔信号开通后，即用报话机指挥机车推进12台空罐车向6股油台推进，当发现信号员错进股道后，为时已晚，车辆驶过道岔和道岔前35m处5股道先期停放的装满柴油的12台罐车正面相撞，造成3台空罐车严重脱轨，主要结构件损坏，机车头部和部分其它车辆轻微损坏。

从上述一系列厂内铁路交通（行车）典型事故可以看出，事故主要有人身伤亡、车辆撞毁和铁路线路设施损坏3个方面，造成事故的常见原因归纳起来大致有以下几点：

①调车作业中，连接员、调车员上车未抓牢，腿蹬空，跳车落地不稳或遇障碍物被绊倒，导致摔伤、挤伤和轧死。

②搬道员忘搬、错搬道岔，道岔未复位或提前搬道岔，造成挤坏道岔或翻车，掉道。

③信号员执行计划错排机车进路，值班确认监护失职，使机车误进股道撞车。

④前方线路情况不明；开快车；臆测行车；不见信号；强行进车。

⑤司机酒后开车；开车睡觉；思想麻痹，行车中断瞭望；发现信号采取错误不利。

⑥列车牵挂车辆多，前后信号联系不及时，遇弯道信号联系中间衔接中断。

⑦刹车时车箱无砂；风管未接；刹车失灵，制动不起作用。

⑧罐车对位后开始装油，但机车未摘钩，中间又要调车和对位，因联系不周而拉坏鹤管。

铁路系统发生事故，常常是车毁人亡，中断铁路运输，甚至影响产品出厂，给国家财产和企业经济效益带来极大损失。为了防止铁路事故发生，最主要的还是提高责任心，克服思想麻痹，严格执行劳动纪律，杜绝一切违章作业。

二、罐区油罐抽瘪事故

油罐抽瘪事故是油品罐区常见事故之一。在储运系统设备事故一类中，它占绝大多数。比较典型的事故举例如下：

〔例一〕 蒸罐遭雨袭，油罐被抽瘪

某炼油厂，油品车间一台5000m³油罐由装灯油改装蜡油，罐壁无保温。在通蒸汽蒸罐过程中，突遇大雨袭击，罐内蒸汽剧冷，罐温由99℃突降到63℃，因透光孔未打开，呼吸阀又失灵，造成外界空气来不及补入，罐内形成负压，油罐上部多处被抽瘪，焊口开裂。

类似情况还有某炼油厂油品车间，一台3000m³蜡油罐检修通蒸汽烫罐，由于透光孔、人孔全部盖死，呼吸阀又被蜡膏粘住，停汽后夜间气温下降，罐内形成负压，油罐被抽瘪。

〔例二〕 当班违纪睡大觉，气柜被抽瘪

某炼油厂油品车间八罐区气柜岗位班长值班期间睡觉，当气柜发出低位报警时，操作工只是消除了报警音响，但未去现场检查和采取停机措施，致使气柜被罗茨风机抽瘪。

〔例三〕 呼吸阀冻住，油罐被抽瘪

某炼油厂油品车间一台5000m³原油罐，用泵向外抽油过程中，由于气温降低又下雪，真空阀被冻住，钢网又被雪封死，液压安全阀内又结冰，造成油罐抽油过程中形成负压，油罐被严重抽瘪。

上述几个典型事例表明，油罐抽瘪是由于油罐形成负压所致，究其原因归纳起来主要有以下几点：

①呼吸阀挂霜，结冰或铜滤网被雪堵住，使呼吸阀失灵。

②重质油罐通气孔堵塞或检修时加盲板，油罐投用后不检查，盲板未拆除。

③油罐因检修或更换品种而通汽蒸罐，压力大温度高，突遇大雨，天气降温或昼夜温差变化大，蒸汽冷凝，造成罐内形成负压。

④呼吸阀失灵，抽油速度过快。

⑤上班睡岗、脱岗。

⑥气柜自控仪表失灵或操作调整不及时。

为了防止油罐抽瘪，油罐呼吸阀、安全阀、通风孔必须坚持定期检修，尤其是进入冬季。油罐通气孔不能加盲板，即使检修需要，事后要及时拆除。要保持呼吸阀钢过滤网畅通，发现堵塞物要清除，特别注意大雪天气。在蒸罐停汽后应及时打开上部人孔和量油孔，尤其是遇大雨或天气降温，不可粗心大意。做好上述各点，一般来说，油罐抽瘪事故是可以避免的。

油罐使用不当除发生抽瘪事故外，有时清罐因用蒸汽蒸罐，进汽压力高，开得量又过大和过快，由于罐内压力急剧增大，蒸汽冷凝不下来，也会造成崩罐，致使罐顶开裂，罐身和油罐附件损坏。为此，我们在油罐清洗时，应注意蒸汽压力，掌握好开汽量，罐顶不要完全封死，以避免崩罐事故发生。

三、内浮顶油罐浮盘沉没事故

内浮顶油罐在炼油厂和各级成品油库应用十分广泛，对减小轻质油品蒸发损耗，增加油罐储油安全性和保护环境等方面起到了明显作用。但是，在生产使用中，一些炼厂也发生过浮盘沉没事故，给生产带来了影响，增加了检修维护费用。现在，内浮顶油罐的浮盘沉没事故，已成为油品储存中需引起注意和值得研究的新问题。

根据事故调查和分析，浮盘沉没的原因主要有以下几点：

①浮盘施工质量差，有缺陷。如罐体直径，垂直度，表面凹凸度不合要求，浮盘变形、歪斜，导向柱有间隙，周围密封不好，易使油气、油液上升，形成“泛液”，使浮盘沉没。

②浮盘立柱销轴安装不当或开口销没有反脚，在浮盘升降中若销轴脱落，浮盘立柱掉到罐底，在浮盘处于低位工作时，由于失去个别立柱支撑，致使浮盘受力不均匀而变形，浮盘可能因歪斜或卡住导致沉没。

③进罐汽油温度过高，尤其是夏天，有时高达38～42℃，油气浓度大（催化汽油中含气量达22.6～28.3%），蒸气压高（0.2MPa），油气携带大量油滴冲破周边密封窜至浮顶上部，液滴集聚罐顶形成“泛液”，使浮盘沉没。

④油罐进油超过安全高度或浮盘被卡住，油液上浮，直至浮盘重量大于浮力，浮盘沉没。

⑤罐内油品液面太低时，进行收油、倒油或调合作业时，由于液面低于浮盘最低起浮高度800（或900）mm，致使进罐油品由于压力和流量较大，油品喷射、搅动冲破液面，油与气从开启状态的呼吸阀口喷到浮盘上部，形成“油雨”，日久天长浮盘上形成大量“泛液”，致使浮盘超重而沉没。

⑥催化汽油经电精制碱洗和脱硫醇后，少量碱液被油气带入罐内，在油温高，含气量大情况下，碱液不易沉降而随油气喷到浮盘上，和铝接触生成偏铝酸盐，对浮筒、支柱、浮顶严重腐蚀致部分或大部腐烂，造成液面上浮，浮盘沉没。

综合上述可知，致使浮盘沉没事故的原因归纳起来，主要是施工质量不良、工艺条件不佳，操作不当或维护没搞好。为用好内浮顶油罐，保证生产安全，避免沉盘事故发生，主要应采取以下防范措施：

①内浮顶油罐施工质量必须附合设计要求，新罐投用前质量验收要认真严格把关，做好油罐充水浮盘升降试运，要求浮盘升降平稳，密封良好，附件好用。

②提高装置汽油加工深度，减少油中油气含量，降低进罐油温（汽油不高于35℃），做好油罐喷淋冷却降温，力求保持罐内油蒸气压力38℃时不超过80kPa。

③内浮顶油罐，付油时注意不得低于允许最低液位，即保留一定罐底量，表9-16为油罐付油时最低液位，供参考。

表 9-16　内浮顶油罐付油时最低液位

油罐容量，m^3	最低液位高度，mm
5000	1200
3000	1300
2000	1500
1000	1500

④加强工作责任心，认真检尺计量，坚持巡回检查，严防收油时超过安全高度。

⑤控制油品进罐前流速不大于4m/s，或进油管在罐内增设扩散管，使进油分散流速降低（最大流速≤1m/s），以减小油品对浮盘的冲击，改善浮盘受力情况，使浮盘升降平稳，以求避免“油雨”下落，“泛液”形成。

⑥催化汽油中间罐区不宜采用铝制内浮盘，最好改用钢制浮盘，以防浮顶及附件受到腐蚀。

附录　中国石化总公司安全生产禁令和规定

一、人身安全十大禁令

1. 安全教育和岗位技术考核不合格者，严禁独立顶岗操作。
2. 不按规定着装或班前饮酒者，严禁进入生产岗位或施工现场。
3. 不戴好安全帽者，严禁进入检修、施工现场或交叉作业现场。

4．未办理安全作业票及不系安全带者，严禁高处作业。

5．未办理安全作业票，严禁进入塔、容器、罐、油舱、反应器、下水井、电缆沟等有毒、有害、缺氧场所作业。

6．未办理维修工作票，严禁拆卸停用的与系统联通的管道、机泵等设备。

7．未办理电气作业“三票”，严禁电气施工作业。

8．未办理施工破土工作票，严禁破土施工。

9．机动设备或受压容器的安全附件、防护装置不齐全好用，严禁启动使用。

10．机动设备的转动部件，在运转中严禁擦洗或拆卸。

二、防火、防爆十大禁令

1．严禁在厂内吸烟及携带火种和易燃易爆、有毒、易腐蚀物品入厂。

2．严禁未按规定办理用火手续，在厂内进行施工用火或生活用火。

3．严禁穿易产生静电的服装进入油气区工作。

4．严禁穿带铁钉的鞋进入油气区及易燃易爆装置。

5．严禁用汽油、易挥发溶剂擦洗设备、衣物、工具及地面等。

6．严禁未经批准的各种机动车辆进入生产装置、罐区及易燃易爆区。

7．严禁就地排放易燃、易爆物料及化学危险品。

8．严禁在油气区内用黑色金属或易产生火花的工具敲打、撞击和作业。

9．严禁堵塞消防通道及随意挪用或损坏消防设施。

10．严禁损坏厂内各类防爆设施。

三、车辆安全十大禁令

1．严禁超速行驶、酒后驾车。

2．严禁无证开车或学习、实习司机单独驾驶。

3．严禁空档放坡或采用直流供油。

4．严禁人货混载、超限装载或驾驶室超员。

5．严禁违反规定装运危险物品。

6．严禁迫使、纵容驾驶员违章开车。

7．严禁车辆带病行驶或私自开车。

8．严禁非机动车辆或行人在机动车临近时，突然横穿马路。

9．严禁吊车、叉车、电瓶车、翻斗车等工程车辆违章载人行驶或作业。

10．严禁撑伞、撒把、带人及超速骑自行车。

四、防止贮罐跑油（料）十条规定

1．按时检尺，定点检查，认真记录。

2．油品脱水，不得离人，避免跑油。

3．油品收付，核定流程，防止冒串。

4．切换油罐，先开后关，防止憋压。

5．清罐以后，认真检查，才能投用。

6．现场交接，严格认真，逐条签证。

7．呼吸阀门，定期检查，防止抽瘪。

8．重油加温，不得超标，防止突沸。

9．管线用完，及时处理，防止冻凝。

10．新罐投用，验收签证，方可进油（料）。

五、防止中毒窒息十条规定

1．对从事有毒作业，有窒息危险作业人员，必须进行防毒急救安全知识教育。

2．工作环境（设备、容器、井下、地沟等）氧含量必须达到20%以上，毒害物质浓度符合国家规定时，方能进行工作。

3．在有毒场所作业时，必须佩带防护用具，必须有人监护。

4．进入缺氧或有毒气体设备内作业时，应将与其相通的管道加盲板隔绝。

5．在有毒或有窒息危险的岗位，要制订防救措施和设置相应的防护用（器）具。

6．对有毒有害场所的浓度情况，要定期检测，使之符合国家标准。

7．对各类有毒物品和防毒器具必须有专人管理，并定期检查。

8．涉及和监测毒害物质的设备、仪器要定期检查，保持完好。

9．发生人员中毒、窒息时，处理及救护要及时正确。

10．健全有毒有害物质管理制度，并严格执行。长期达不到规定卫生标准的作业场所，应停止作业。

六、防止静电危害十条规定

1．严格按规定的流速输送易燃易爆介质，不准用压缩空气调合、搅拌。

2．易燃易爆流体在输送停止后，须按规定静置一定时间，方可进行检尺、测温、采样等作业。

3．对易燃、易爆流体贮罐进行测温、采样，不准使用两种或两种以上材质的器具。

4．不准从罐上部收油，油槽车应采用鹤管液下装车，严禁在装置或罐区灌装油品。

5．严禁穿易产生静电的服装进入易燃、易爆区，尤其不得在该区穿、脱衣服或用化纤织物擦试设备。

6．容易产生化纤和粉体静电的环境，其湿度必须控制在规定界限以内。

7．易燃易爆区、易产生化纤和粉体静电的装置，必须做好设备防静电接地；混凝土地面、橡胶地板等导电性要符合规定。

8．化纤和粉体物料的输送和包装，必须采取消除静电或泄出静电措施：易产生静电的装置设备必须设静电消除器。

9．防静电措施和设备，要指定专人定期进行检查并建卡登记存档。

10．新产品、设备、工艺和原材料的投用，必须对静电情况做出评价，并采取相应的消除静电措施。

七、防止硫化氢中毒管理十条规定

为加强企业的职业安全卫生管理工作，切实保障职工的安全和健康，特制订本规定。

1．生产、操作、检修及有关作业人员上岗前要接受安全教育和培训，经考试合格后，方准上岗作业。教育培训内容包括：

①预防硫化氢中毒及救护的工业卫生知识教育，并掌握中毒自救及互救的基本技能；

②熟练掌握安全操作规程及有关管理规定；

③熟练掌握有关特殊防护用品使用、维护及保管要求；

④掌握本装置、本岗位硫化氢的分布情况。

2．新建、改建、扩建工程安全卫生设施要与主体工程“同时设计、同时施工、同时验收投产”，使作业环境硫化氢含量符合国家卫生标准。

3．各炼油厂要根据所炼原油的品种和其比例进行全厂总硫分布的研究，摸清硫化氢在厂区的分布情况，作出平面分布图，并在危险作业点设置警示牌。

4．从事硫化氢作业的人员要按规定定期进行体检。

5．要根据生产岗位和工作环境的不同特点，配备完善适用的硫化氢防护用品，确保其有效好用，切实加强管理，并落实到岗位责任制中。

6．大力推进技术进步，加快工艺技术的革新改造，实现密闭化生产，使装置区或生产作业环境硫化氢浓度达到国家卫生标准，实现本质安全。

7．对生产过程中的介质和作业环境中的硫化氢含量须定期组织测定和评价，对因物料改变、装置改造或操作条件发生变化致使硫化氢浓度超过常规含量时，主管部门要采取相应有效的防护措施，并及时通知有关车间班组或岗位，防止发生中毒事故。

8．有可能泄漏硫化氢构成中毒危险的装置或区域要安装自动检测报警器。

9．作业规定

①甲、乙类油罐在进油、出油、调合时，禁止进行采样、检尺、测温（罐壁固定测温除外）、更换或拆检安全附件等罐顶作业。罐内液面静置30分钟后，方可进行上述作业。

②从事下列作业，应根据不同工作场所硫化氢含量的实际情况，选用适用的防毒面具，并有两人同时到现场，站在上风向，一人作业，一人监护。

a．粗汽油罐、轻质污油罐的采样、检尺及脱水作业，酸性气、瓦斯、液态烃等有毒物质的采样及其系统管线或容器等设备的脱水排凝；

b．对含有酸性气、瓦斯、液态烃系统管线、容器、机泵等的堵漏、检修作业；

c．汽油罐、轻质污油罐等油罐拆检及更换安全附件等罐作业；

d．在含油、含酸、含碱污水井、工业废水井等井口上作业。

③凡进入含有硫化氢的设备容器内作业，必须按有关安全规定，切断一切物料，彻底冲洗、吹扫、置换、加好盲板，经采样分析合格，落实安全措施，在有人监督的情况下并办理安全作业票后方准进入作业。

④原则上禁止进入下水道（井）、密闭容器内等危险场所作业。必须进入时，生产单位和施工单位制订切实可行的安全措施，并办理安全作业票，报主管领导或总工程师批准后，方可作业。

⑤佩戴特殊防护用品在硫化氢污染区作业，在未脱离危险区域前，严禁脱下防护用品，以防中毒。

10．各公司、总厂、厂要建立或逐步建立、健全气体防护急救站，并认真执行总公司“气体防护急救管理规定”（试行），确保对急性中毒患者的急救。

八、液化石油气及瓦斯安全规定

1．液化气及瓦斯的设备及管线必须严格按照操作规程进行操作，绝对不允许超温、超

压、超装、超负荷运行。

2．液化气槽车和钢瓶、贮罐的充装系数不得超过其容积的80%（引进球罐按设计值充装）。进贮罐的液化气温度界限应保证其蒸气压不超过贮罐的允许操作压力。当环境温度高于30℃时，对无保温的露天贮罐要采用喷淋水降温。

3．要随天气的变化而搞好液化气及瓦斯设备的操作。在冬季气温下降时，要减少瓦斯与液化气系统带水带液，并及时脱水排凝，防止冻凝或冻坏设备与管线；在大风天要加强巡回检查，谨防炉子灭火与火柜回火。

4．各种充装液化气槽车，充装完毕后，管线与接头必须彻底断开，并经岗位操作人员安全检查后，方能开车。汽车槽车进入现场，必须安设阻火器。

5．新装置投产，要对液化气及瓦斯装备部分详细检查验收，要有经主管部门批准的开工方案、安全措施、操作规程，并严格贯彻执行。

6．要搞好液化气及瓦斯的设备与管线的密封工作，做到不渗不漏。一旦发生泄漏，必须立即采取措施。在不能制止泄漏时，必须紧急切断一切火源和进料，断绝车辆来往，以防止事故的发生与蔓延。所有监测报警设备，必须定期检查试验，确保灵敏好用。

7．通过道路或繁华区的液化气及瓦斯管线，要采取管网固定、管架加强、架桥加牢等措施；液化气及瓦斯管线跨越主马路，要设置明显的标志和安全警告牌。

8．液化气及瓦斯不准随便放空，要通过火炬排放燃烧，火炬的点火与引火装备要定期检查，定期试验，保证灵敏好用。燃用液化气或瓦斯的加热炉或锅炉，在点炉前要采取措施，保证炉膛内不积有瓦斯，以免发生爆炸。

9．加强民用液化气站充气、居民炉灶（包括住宅区的液化气管网）和集体食堂等使用液化气的安全管理，做到定期检查，液化气钢瓶不准超期使用。教育职工、家属正确使用液化气，防止发生着火、爆炸、伤人事故。

10．认真贯彻执行液化气及瓦斯管理制度、标准与规范，充实设备检验人员的数量和提高检验人员的素质，并配备必要的检验设备和仪器。

11．要认真做好从事液化气及瓦斯工作人员的安全教育和培训，定期模拟事故演习。凡是调入易燃易爆岗位的操作人员，要进行专门技术培训，并要建立安全考核档案，考核不合格者不准顶岗。

12．液化气槽车及充装站台，必须设有符合规定的静电接地措施，并设置气液回收装置或密闭返回管线，禁止向大气排放；液化气罐区要设置围墙或围栏与大门，非岗位人员禁止入内。

13．液化气及瓦斯管线的低点与胀力点要安装排凝阀和引线，定期排凝或自动排凝，排凝要采取密闭方式。

14．进系统管网的液化气及瓦斯的硫化氢含量不大于20毫克/标立方米，总硫量不大于400mg/(Nm^3)。为保证硫含量指标达到上述要求，要尽快建设脱硫装置；未建脱硫装置的，要开好碱洗设备，以防腐蚀设备与管线。

参考文献

〔1〕李佩琛编《炼厂油品储运》烃加工出版社，1989。

〔2〕中国石化销售公司编《石油库管理手册》烃加工出版社，1990。

〔3〕侯祥麟主编《中国炼油技术》中国石化出版社，1991。

102647

〔4〕刘玉亭编《石油产品使用与管理》天津科学技术出版社，1986。
〔5〕中国石化销售公司编《新编石油商品知识手册》烃加工出版社，1990。
〔6〕《石油计量标准汇编》中国标准出版社，1991。
〔7〕《石油炼制基本知识》烃加工出版社，1986。
〔8〕孙振芳等编《液化石油气使用与管理》山东科学技术出版社，1983。
〔9〕童慎邦等编《液化石油气汽车槽车》明天出版社，1989。
〔10〕王德文主编《加油站管理指南》东南大学出版社，1991。
〔11〕交通部四方车辆研究所编《铁路油罐车构造概要》人民铁道出版社，1975。
〔12〕庄兴稼等编《油品储运系统自动化》烃加工出版社，1989。
〔13〕中国石化总公司编《石油化工安全技术》（初、中、高），石油工业出版社，1987。

0097 9924