Solar® Turbines

A Caterpillar Company

Solar Package Basic Knowledge Training

Liu Dong
CNOOC Fleet Manager

Solar Turbines
A Caterpillar Company

About Solar

- 索拉是设计，生产工业用燃气轮机，离心式压缩机的国际公司，属于卡特彼勒,总部美国圣迭戈，96个国家13400台（套）设备。1927年成立，1981年被卡特收购。

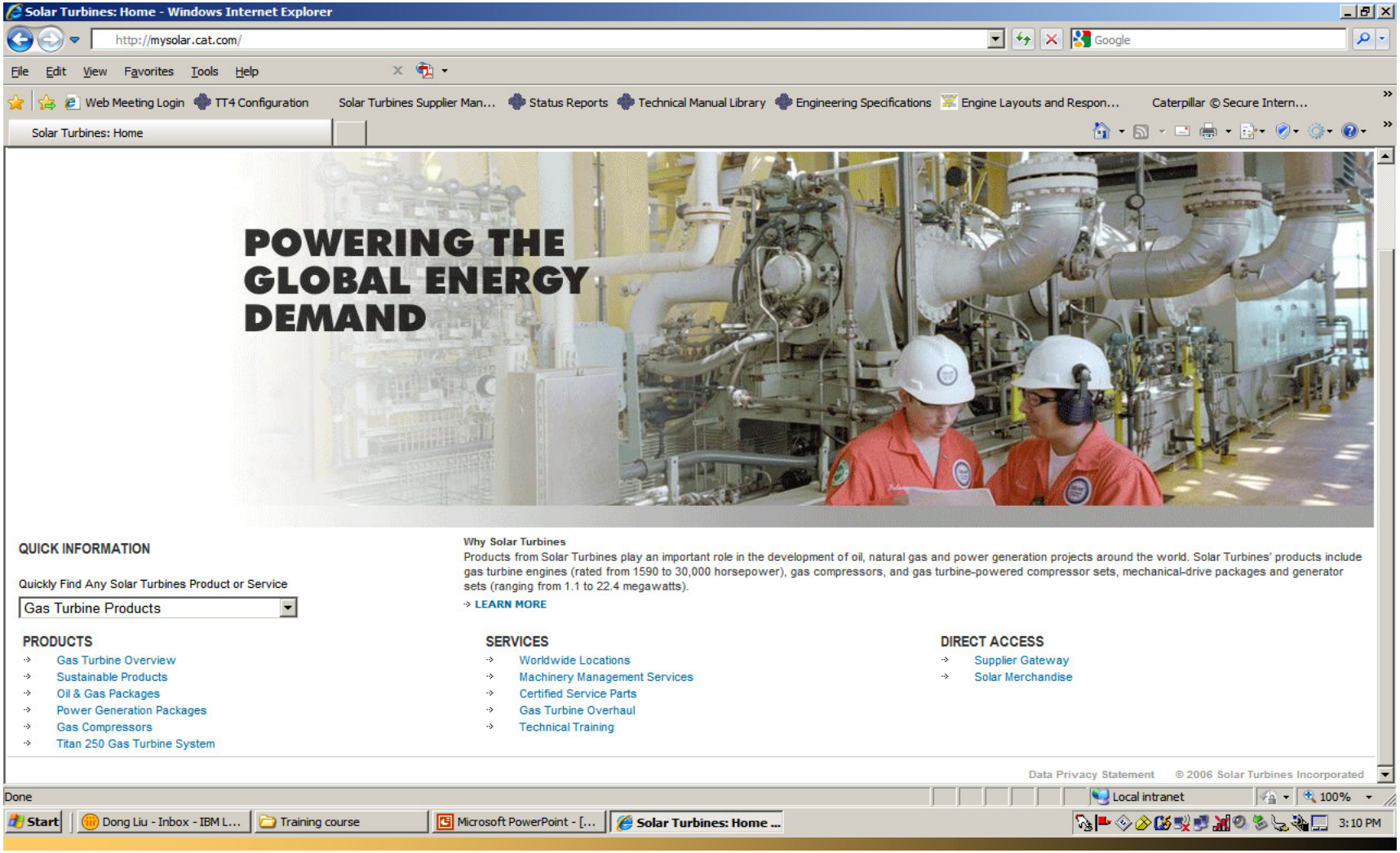
索拉机组的现场应用

- 天然气输送
- 油气田电站
- 油气田注水
- 海上船舶动力系统
- 焦炉煤气行业发电
- 其它
  - **访问www.solarturbines.com,可以找到更多信息**

Solar® Turbines

A Caterpillar Company

Solar Website



Caterpillar:Confidential Green

Solar® Turbines

A Caterpillar Company

Solar Product (HP)

Compressor Sets							
Power Range, hp (Thousands)	Shaft	1	5	10	15	20	30
Saturn 20	Two						
Centaur 40	Two						
Centaur 50	Two						
Taurus 60	Two						
Taurus 70	Two						
Mars 90	Two						
Mars 100	Two						
Titan 130	Two						
Titan 250	Two						

- 1960年生产
- 1968年生产
- 1985年生产
- 1990年生产
- 1993年生产
- 1977年生产
- 1997年生产

Caterpillar:Confidential Green

Solar® Turbines

A Caterpillar Company

Solar product (MW)



Caterpillar:Confidential Green

Solar Turbines
A Caterpillar Company

Solar Package In CNOOC

- 索拉设备首次在海总使用，是 1987在渤海友谊号上两台C40发电机（继电器控制）
- 经过23年发展，目前海总（中国大陆区）有93台索拉设备
- 除了M50 ，T60 双轴，T65机型，索拉目前在产设备在海总均有使用
- 索拉设备统计 

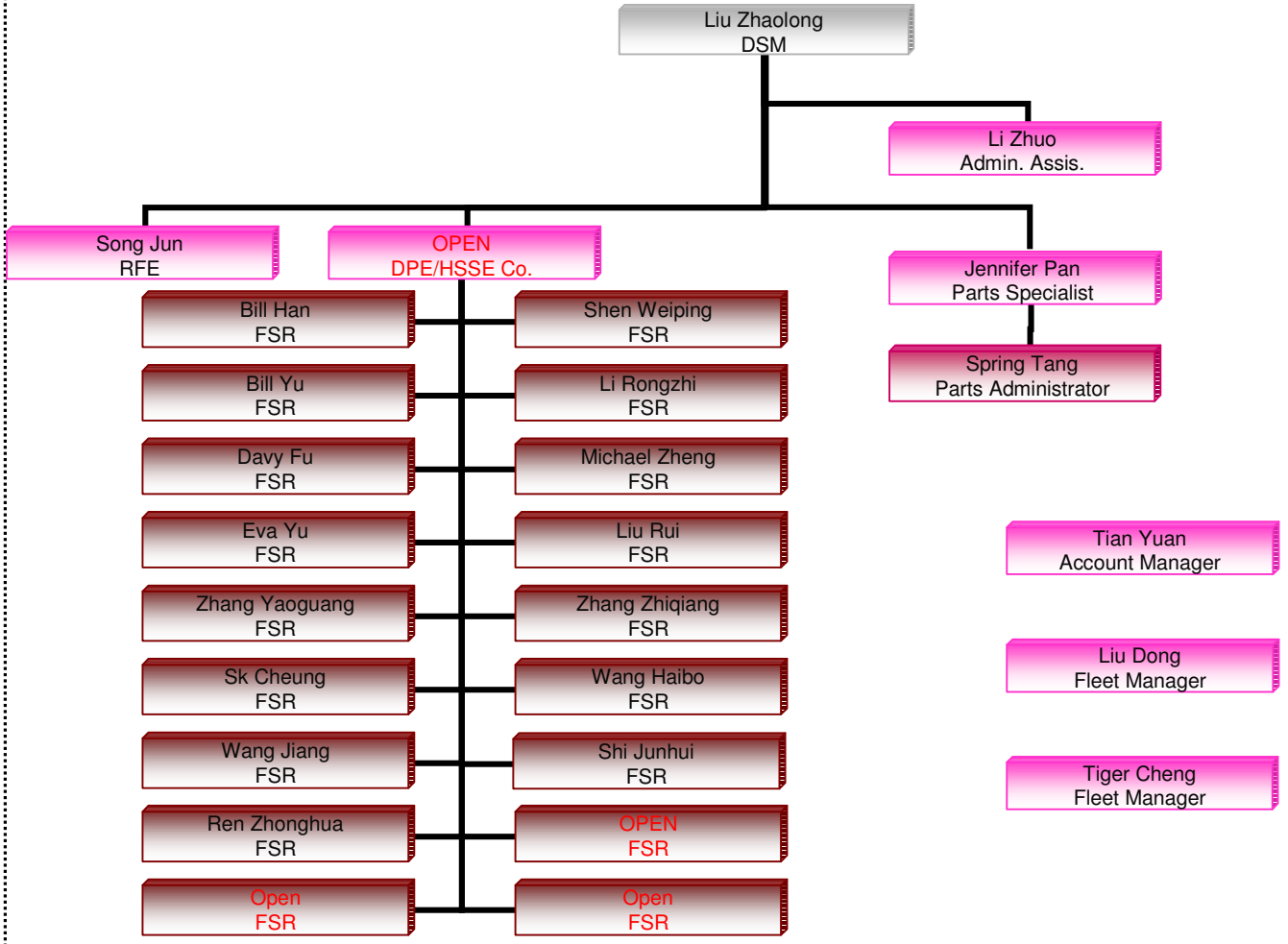
Solar Turbines
A Caterpillar Company

索拉中国区

- 2007年独立成为服务区，办公室在北京朝阳门
- 目前现场服务代表15人
- 支持团队北京7人
- 中国区经理刘兆龙 liu_zhaolong@solarturbines.com
- 售后销售经理田源tian_yuan@solarturbines.com
- 中国区总工程师宋军song_jun@solarturbines.com
- 备件主管潘建萍pan_jianping@solarturbines.com
- 中海油设备运行维护经理刘东 liu_dong@solarturbines.com

Solar Turbines
A Caterpillar Company

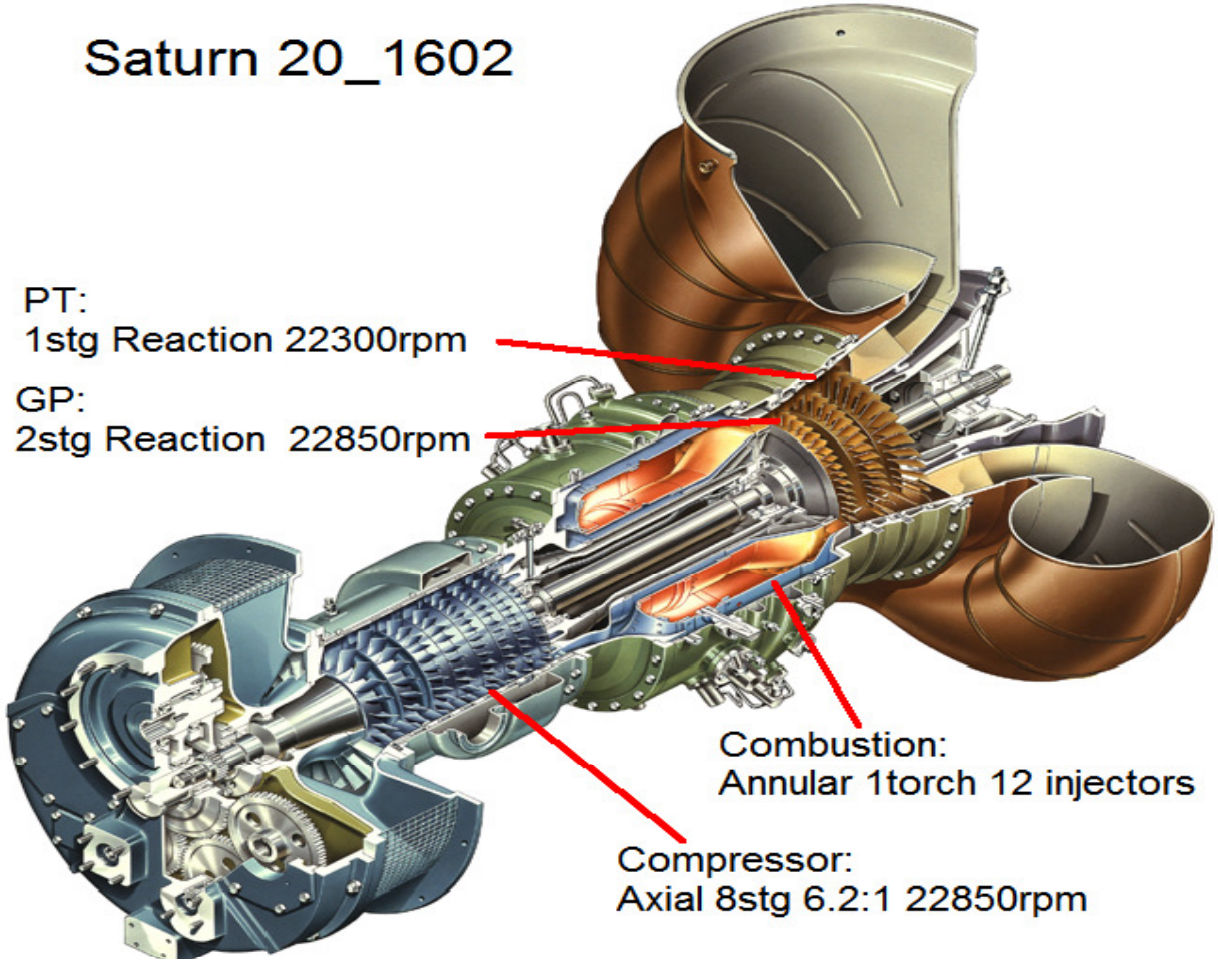
中国区组织结构



Caterpillar:Confidential Green

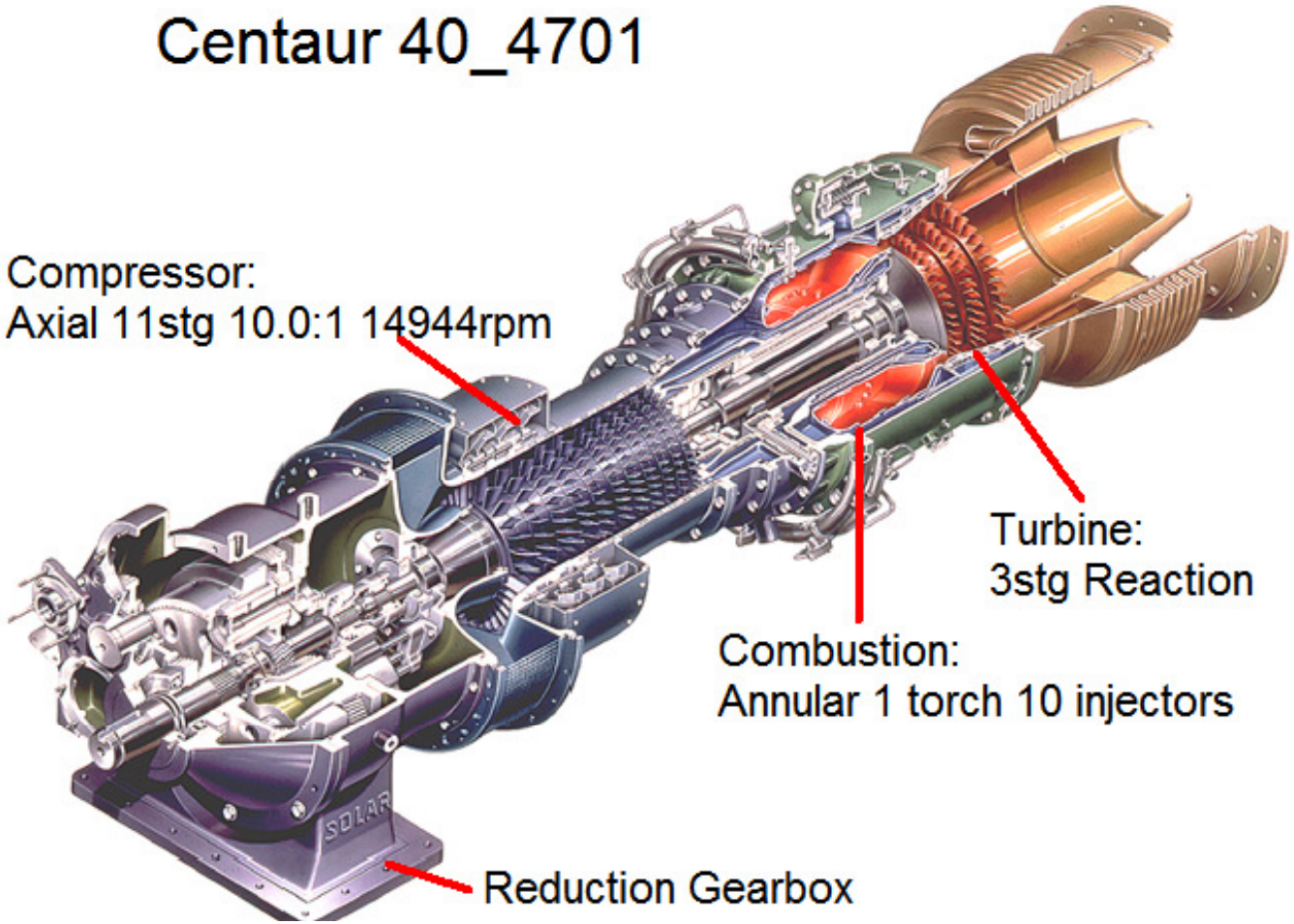
Solar Turbines
A Caterpillar Company

Saturn 20_Two-shaft Engine



Solar Turbines
A Caterpillar Company

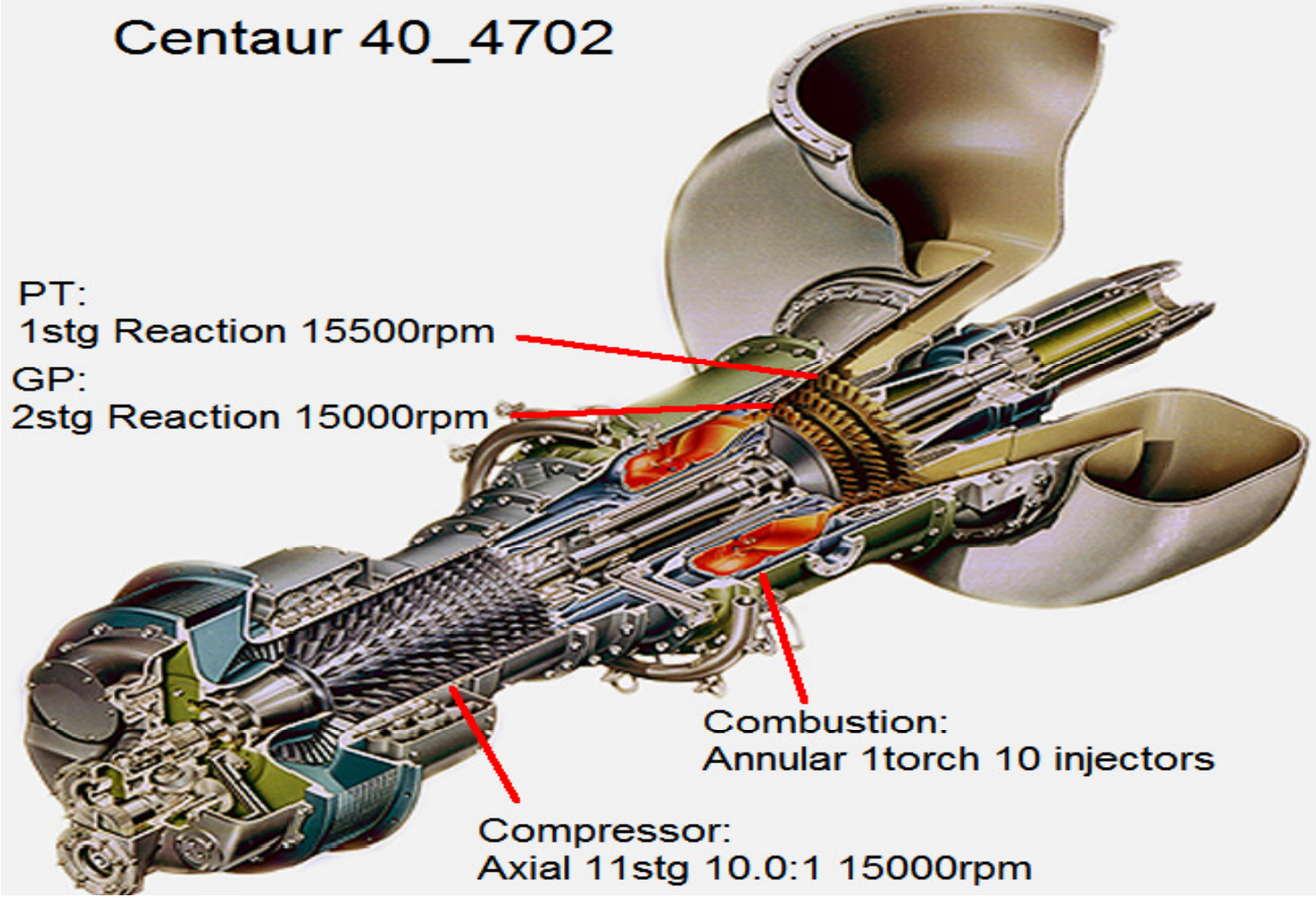
Centaur40 Single-shaft Engine



Caterpillar:Confidential Green

Solar Turbines
A Caterpillar Company

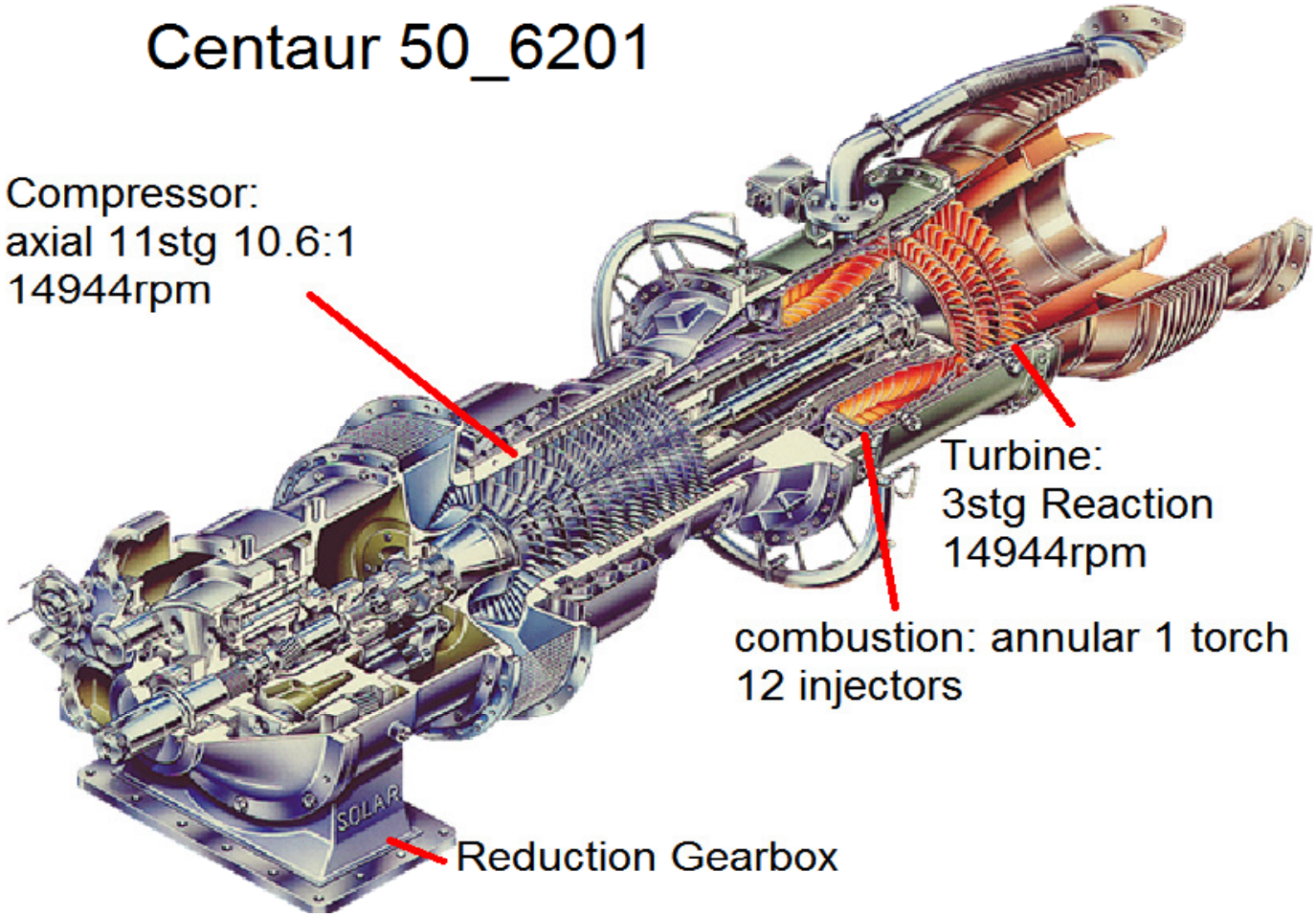
Centaur40 Two-shaft Engine



Caterpillar:Confidential Green

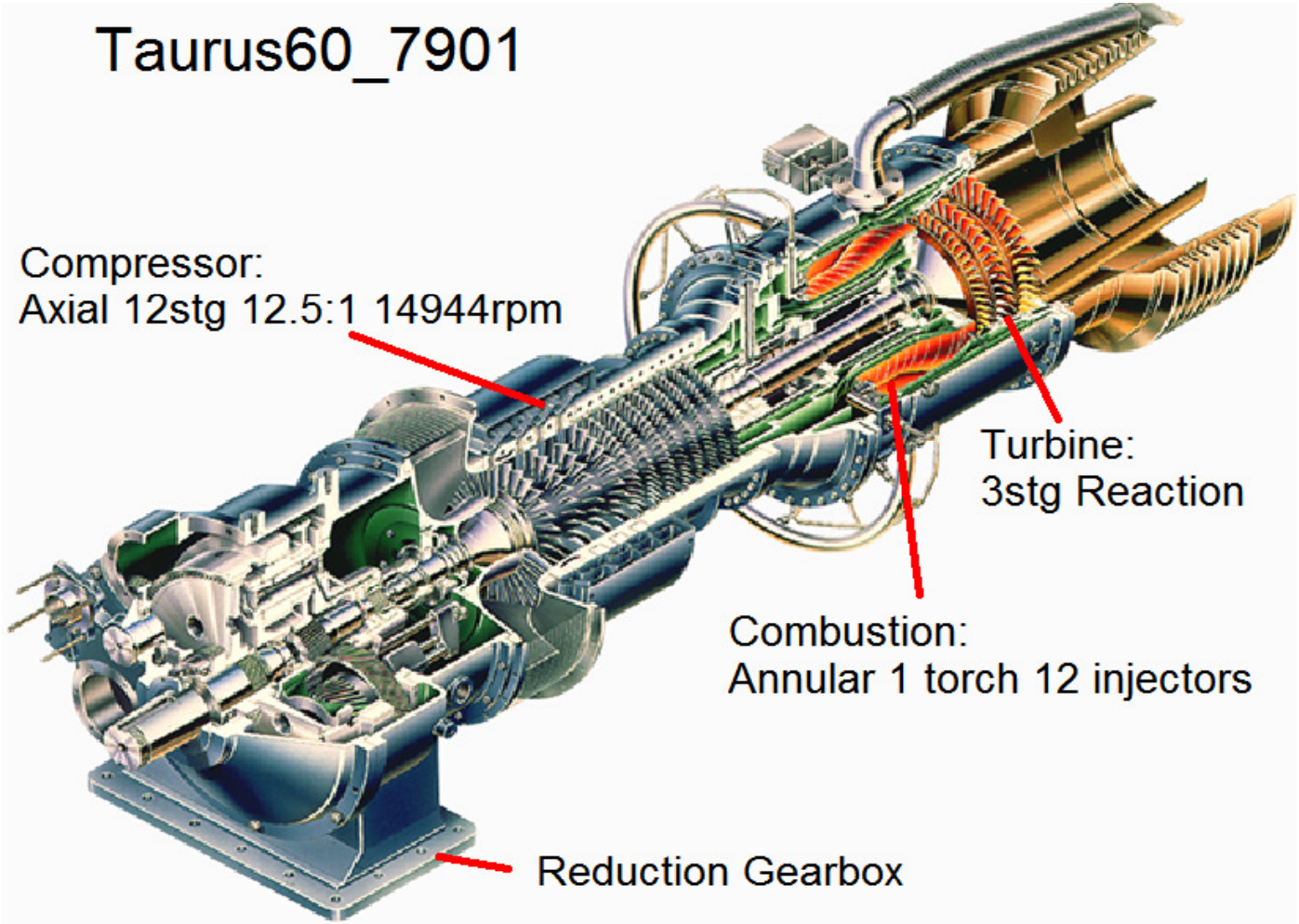
Solar Turbines
A Caterpillar Company

Centaur 50 Engine



Solar Turbines
A Caterpillar Company

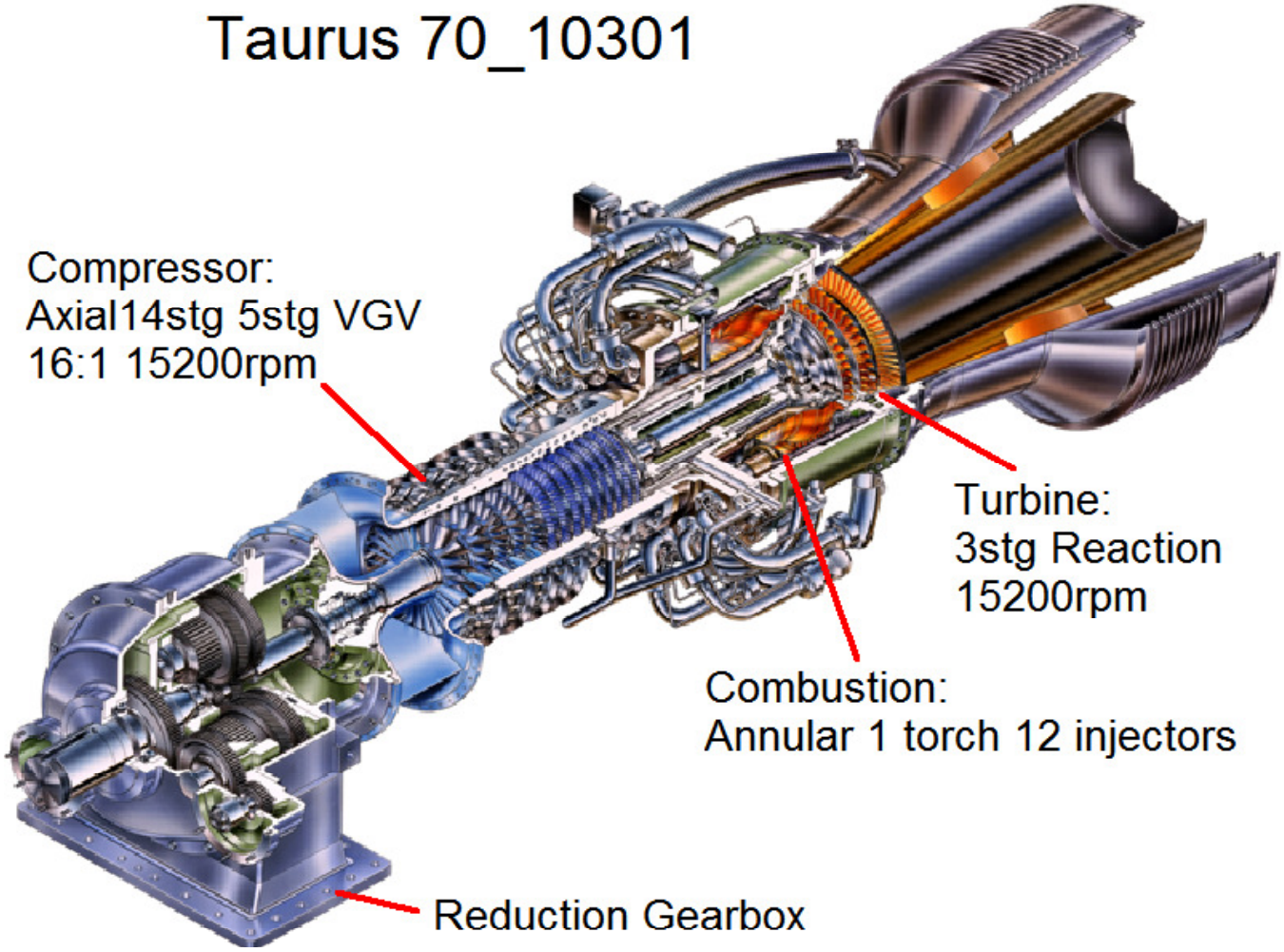
Taurus 60 Single-shaft Engine



Caterpillar:Confidential Green

Solar Turbines
A Caterpillar Company

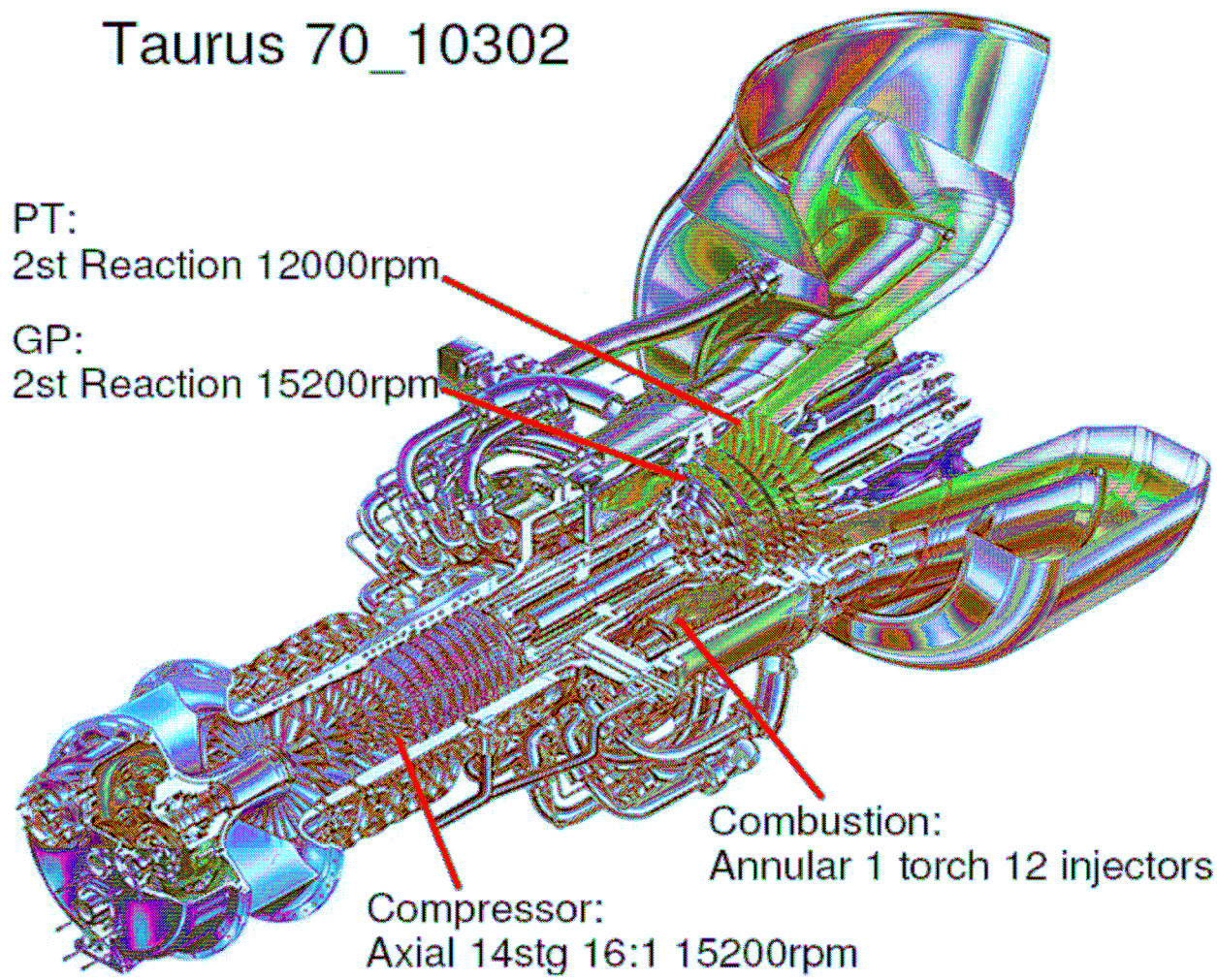
Taurus 70 Single-shaft Engine



Solar® Turbines

A Caterpillar Company

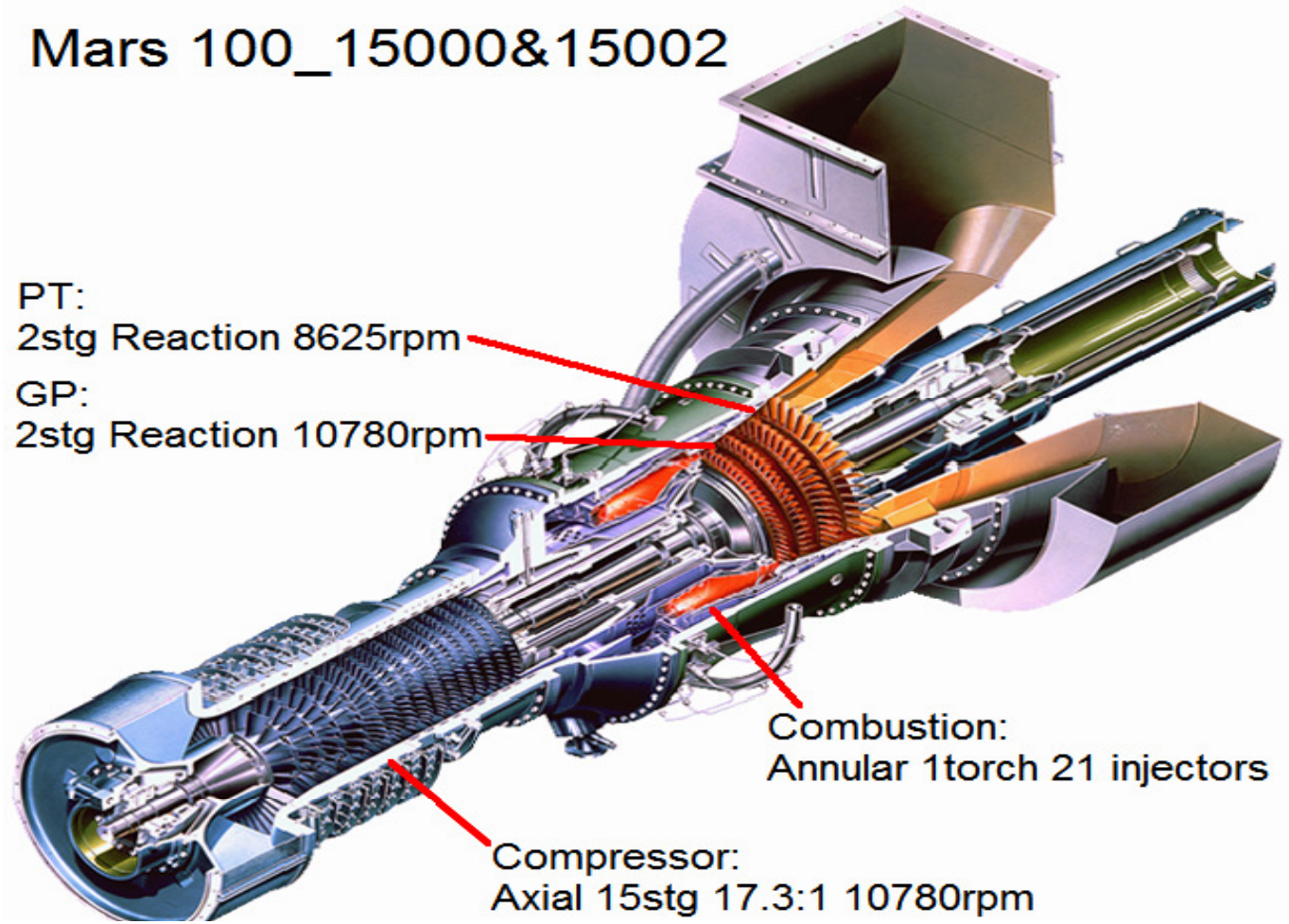
Taurus 70 Two-shaft Engine



Caterpillar:Confidential Green

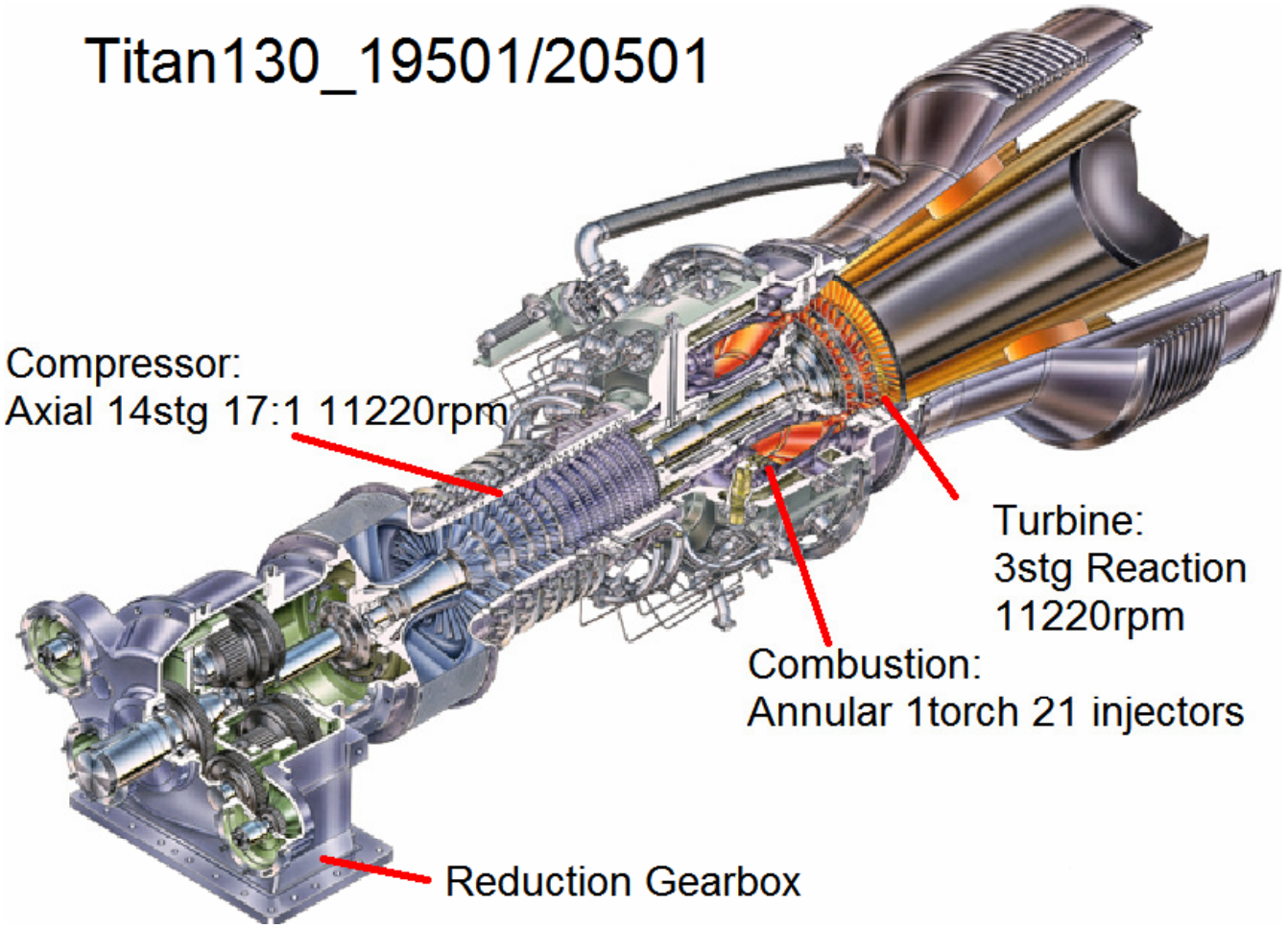
Solar Turbines
A Caterpillar Company

Mars 100 Two-shaft Engine



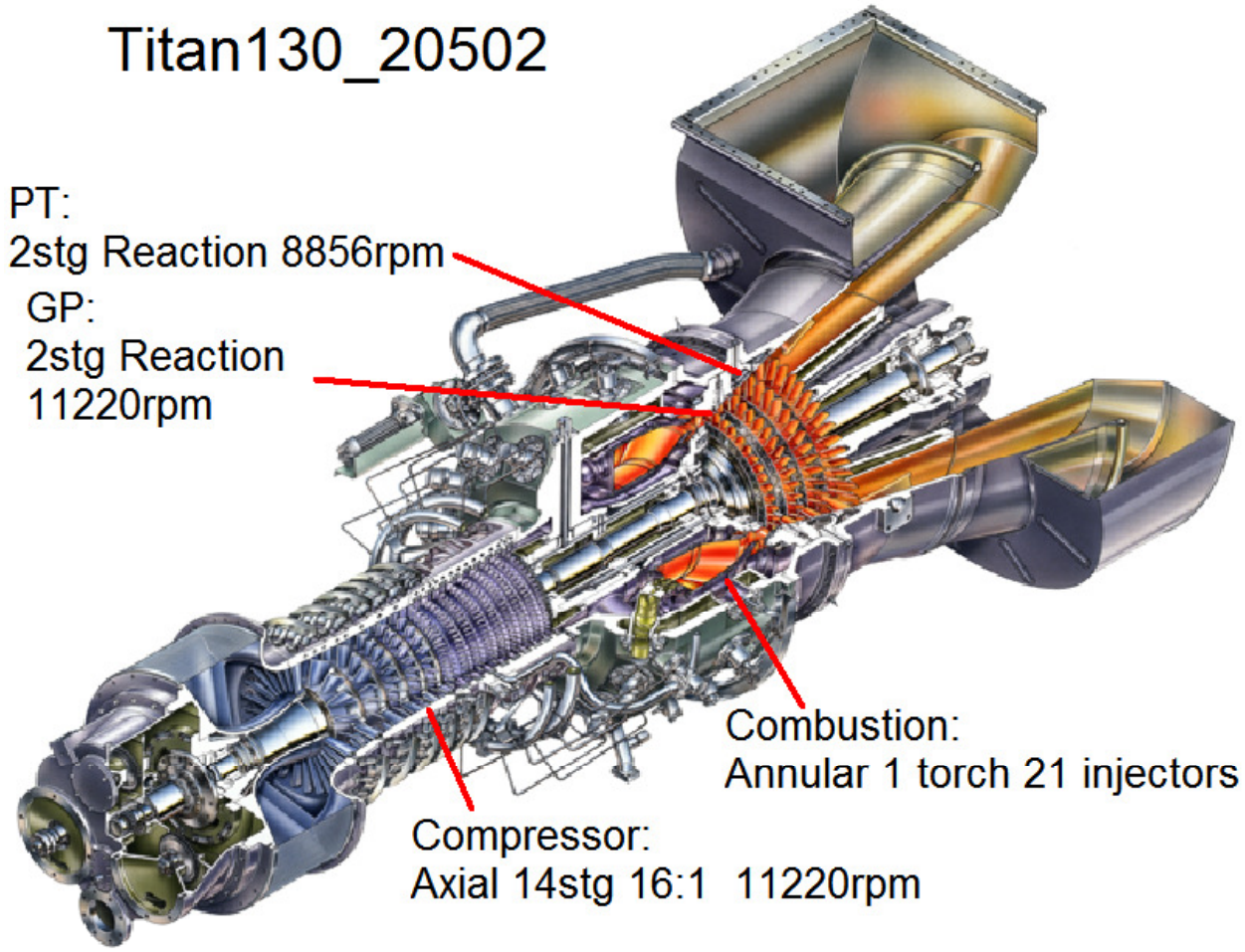
Solar Turbines
A Caterpillar Company

Titan 130 Single-shaft Engine



Solar Turbines
A Caterpillar Company

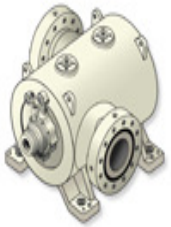
Titan 130 Two-shaft Engine



Solar® Turbines

A Caterpillar Company

Solar Gas Compressor

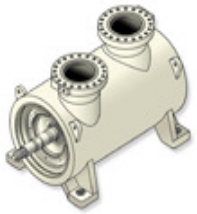
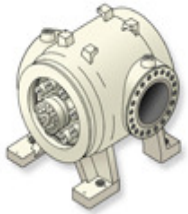
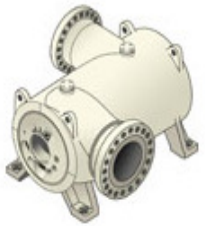
Model		Stages	Pressure Rating - kPag	Max Flow - m3/min	Max Head - kJ/kg
C16		1-10	24 130	62	209
C33		1-12	18 620	269	257
C40		C40M: 1-6	C40M: 17 235	C40M: 269	C40M: 239
		C40P: 1-2	C40P: 11 030	C40P: 311	C40P: 108

Caterpillar:Confidential Green

Solar® Turbines

A Caterpillar Company

Solar Gas Compressor

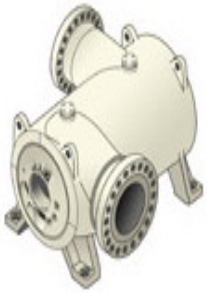
C41		1-10	15 515 & 25 855	510	269
C45		1-2	11 030	481	108
C50		1-5	10 350	566	239
C51		C51: 1-10	C51: 20 685	C51: 708	C51: 269
		C51D: 1-10	C51D: 20 685	C51D: 623	C51D: 269

Caterpillar:Confidential Green

Solar® Turbines

A Caterpillar Company

Solar Gas Compressor

C61		1-10	20 685	991	269
C65		1-2	11 030	680	108
C85		1-2	11 030	1274	108

Caterpillar:Confidential Green

Solar Turbines
A Caterpillar Company

Package Components

- 燃气轮机

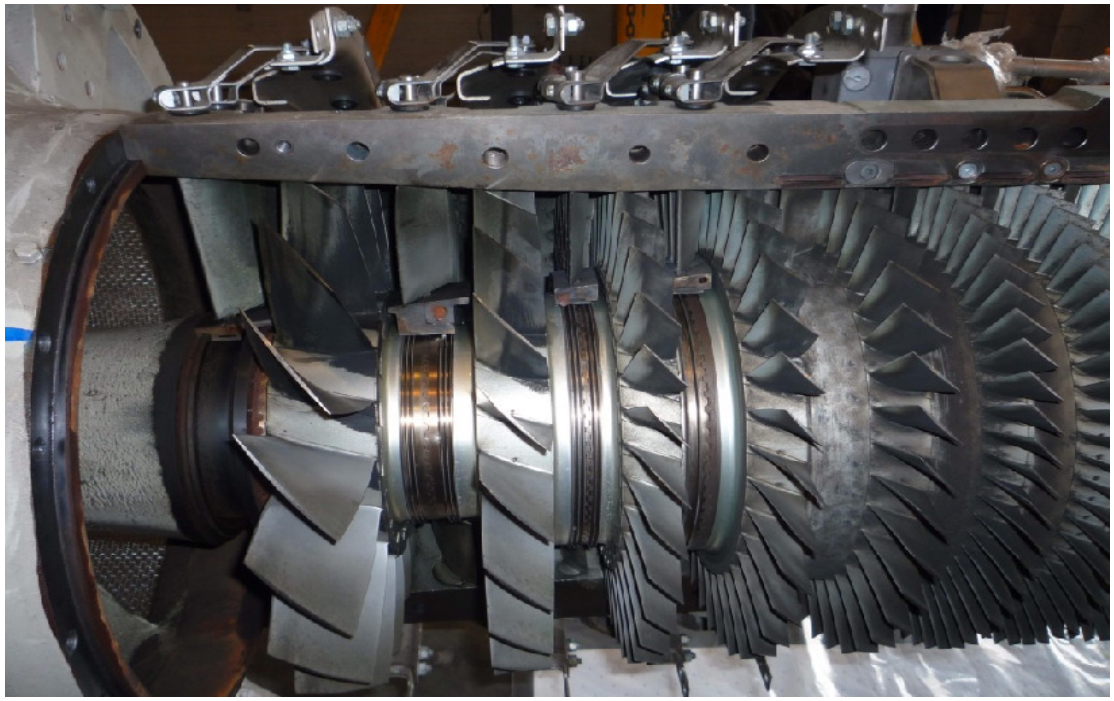
1. 压气机
2. 燃烧室
3. 动力涡轮

- 减速齿轮箱（发电机组）
- 驱动设备（发电机，压缩机，泵，螺旋桨）
- 辅助系统（通风，配电，燃料，润滑，排放，控制，起动，消防，振动监测）

Solar Turbines
A Caterpillar Company

Compressor Section

- 索拉燃机均采用轴流式压气机
- IGV= Inlet Guide Vane 进气导叶
- VGV= Variable Guide Vane 可转导叶

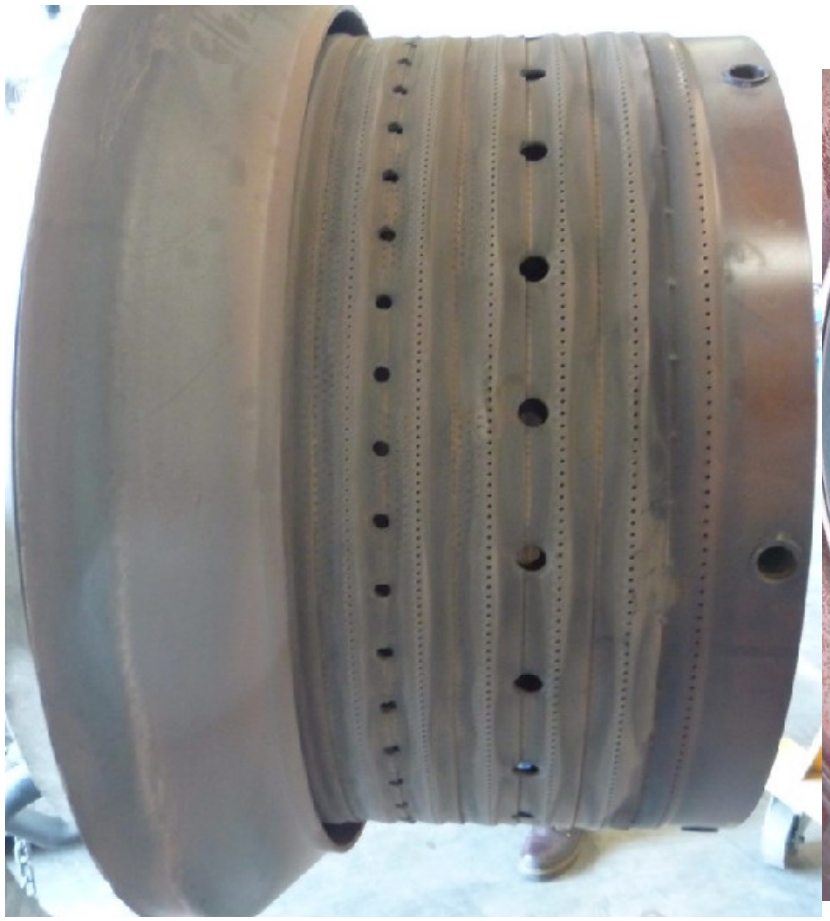


- 可转导叶，即导叶可以转动一定角度，从而达到控制气流的目的。
- 起机时，导叶处于“关闭”状态，限制压气机进气量。导叶随转速上升而开启，直至最大开启角度。
- 停机时，导叶及时关闭，减小进气量。

Caterpillar:Confidential Green

Solar® Turbines
A Caterpillar Company

Combustion Chamber





- 索拉燃气轮机均采用环形燃烧室

Solar Turbines
A Caterpillar Company

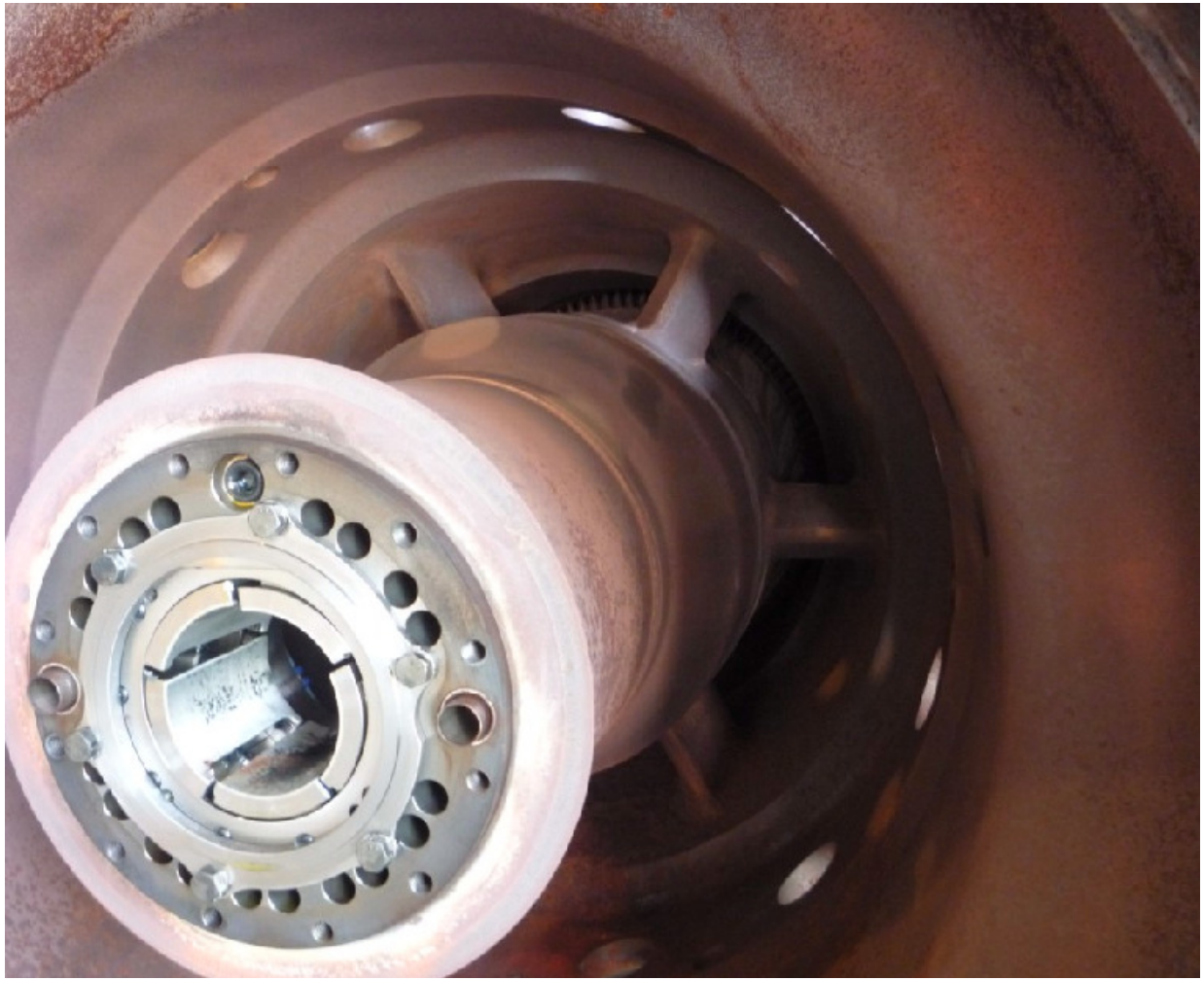
Combustion chamber



- 环形燃烧室整体情况
- 燃烧过程中，燃烧室内压力不变

Solar Turbines
A Caterpillar Company

Combustion chamber Housing



- 环形燃烧室拆除后的情况
- 压气机出口静叶
- 喷嘴安装口
- 环形支撑和润滑油流道
- #3轴承室

Caterpillar:Confidential Green

- 对于索拉单轴燃气轮机，涡轮由3级组成
- 对于索拉双轴燃气轮机，燃气涡轮由2级，动力涡轮1级或两级

•GP的组成

1.驱动系统
2.进气系统
3.压气机部分
4.扩音器部分
5.燃烧室部分
6.燃气涡轮

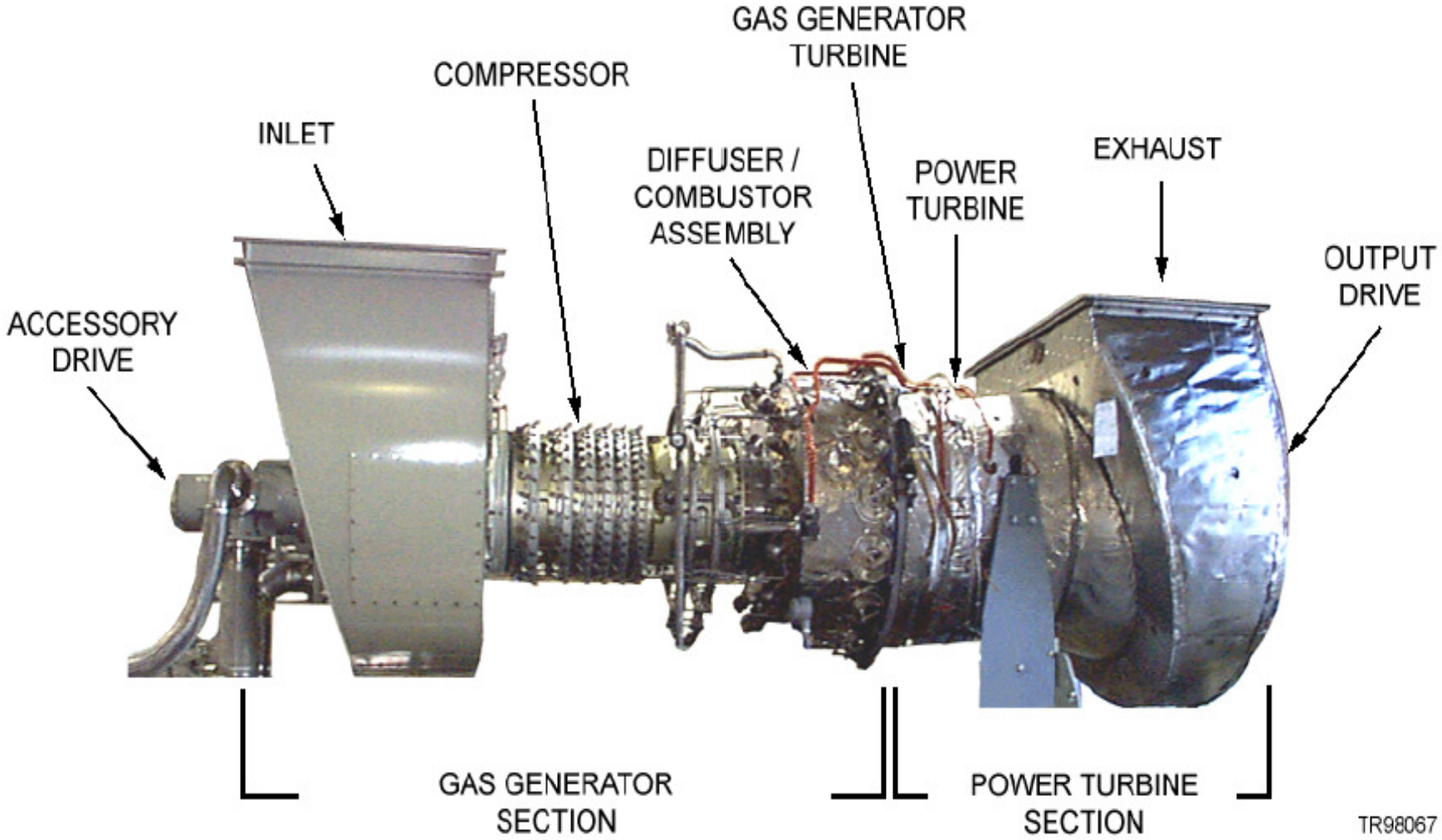
•PT 的组成

1.动力涡轮
2.排气涡壳
3.动力输出轴

Solar® Turbines

A Caterpillar Company

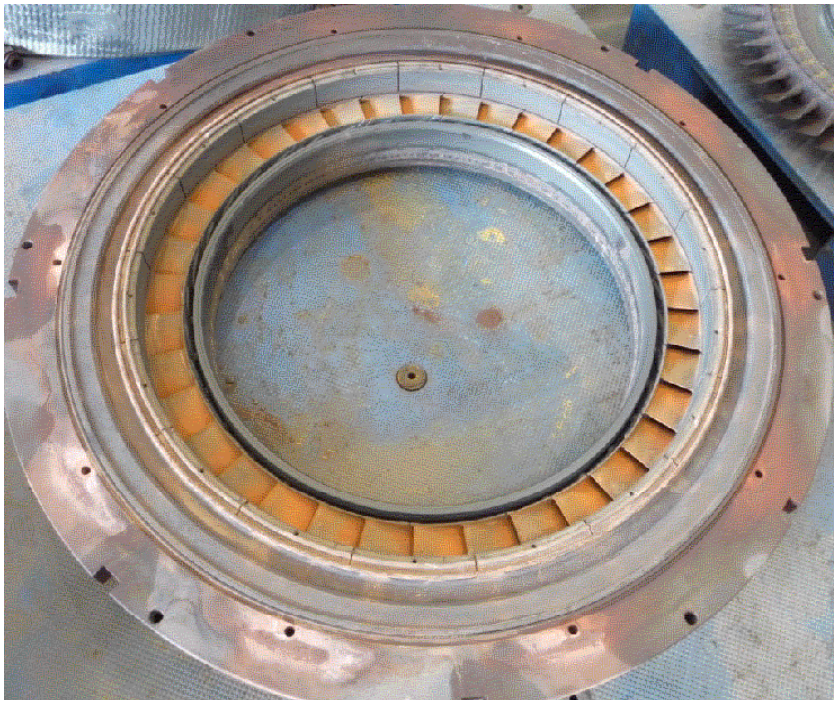
GP and PT Section



Caterpillar:Confidential Green

Solar Turbines
A Caterpillar Company

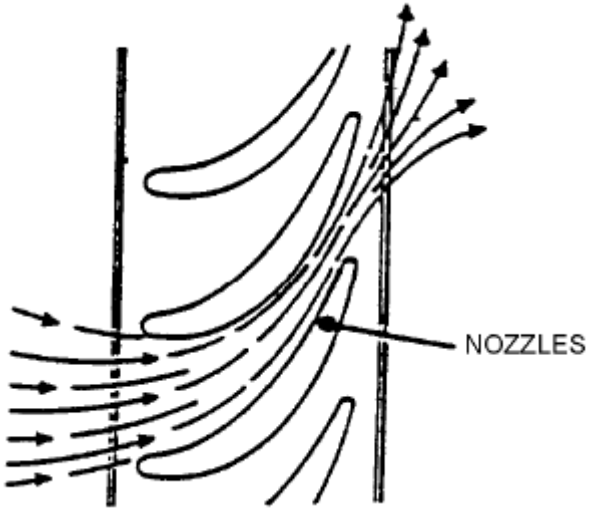
Turbine Nozzle



- 涡轮喷嘴

高温燃气从燃烧室出来，经过涡轮喷嘴被加速并冲击涡轮叶片

一般第一级涡轮喷嘴是空心的，被PCD冷却。



Solar Turbines
A Caterpillar Company

Turbine Blade

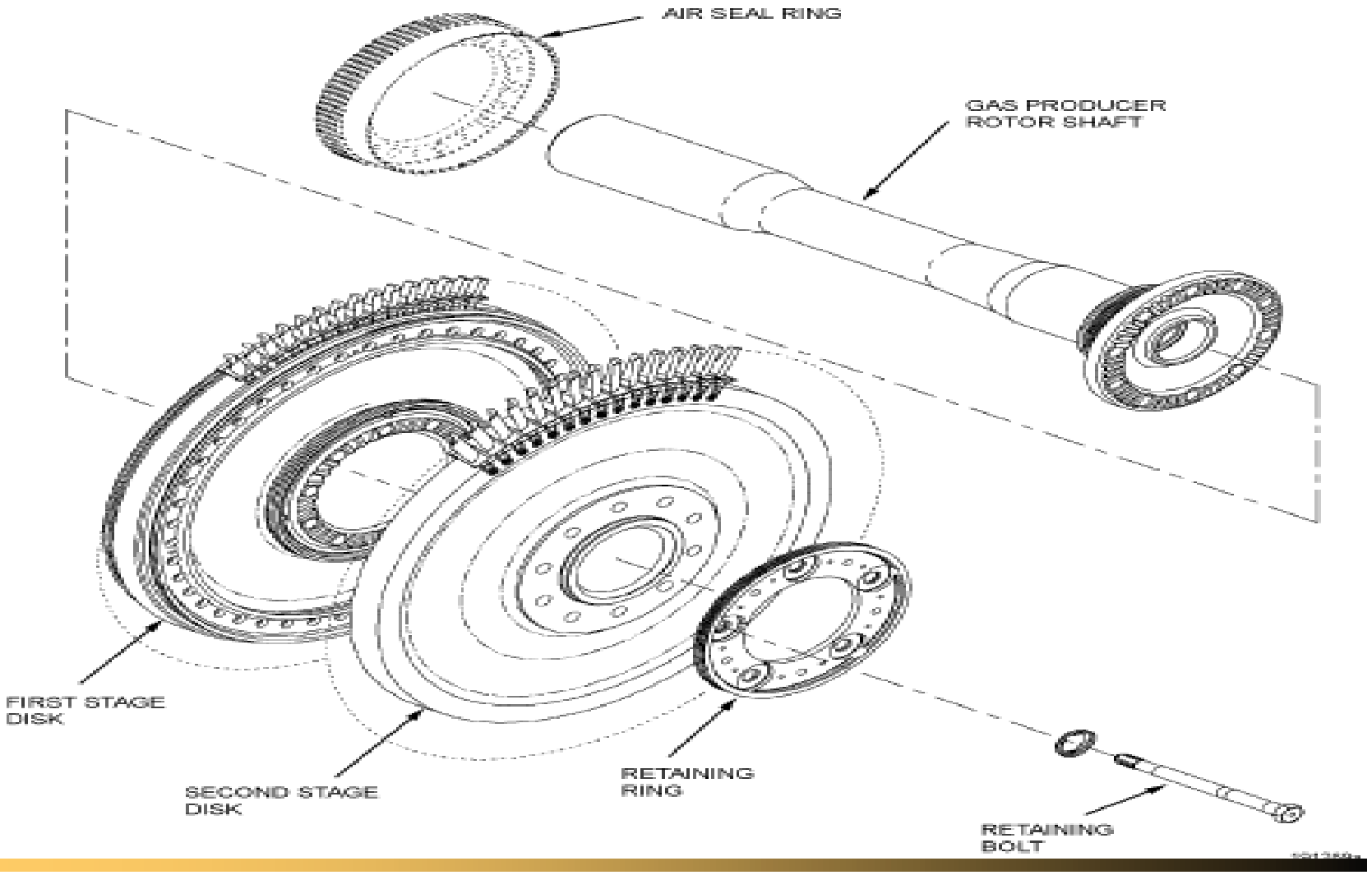


- 涡轮叶片是将高温高速燃气的热能、动能转化为机械能的部分
- 为了增加效率，索拉采用反作用叶片
- 在大功率机组上，由于燃烧室出口温度提高，因此第一级涡轮叶片做成中空（内部流通PCD)
- 对于单轴多级涡轮，转子盘被固定在一根轴上

Solar® Turbines

A Caterpillar Company

Rotor Assembly



Caterpillar:Confidential Green

Solar Turbines
A Caterpillar Company

PCD_AIR

- PCD (压气机出口压力）
- 在开式循环燃气轮机中，PCD压力最高
- 该压力测点在压气机出口的扩压段上

- **PCD功能：**

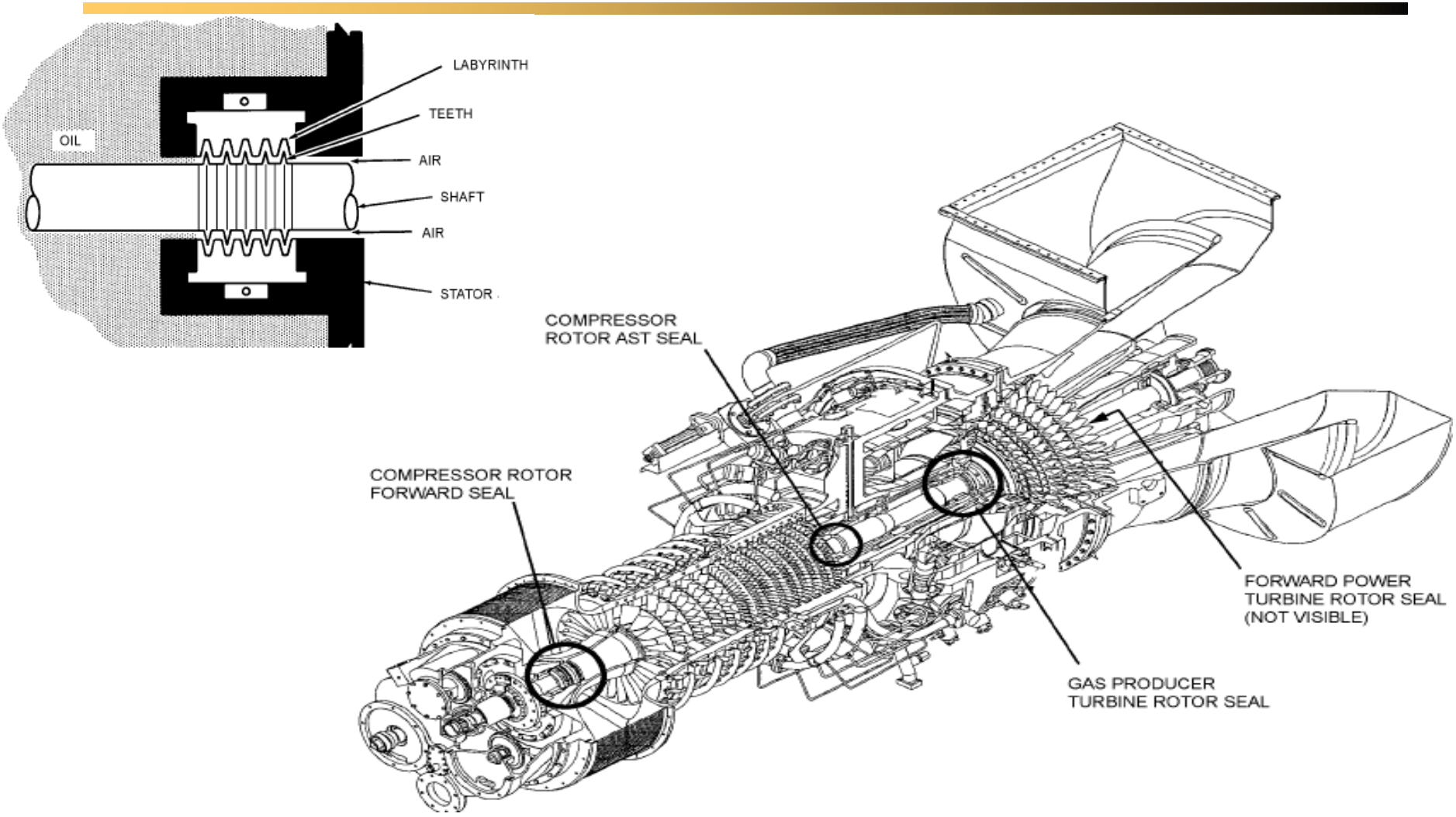
1. 参与燃烧
2. 冷却
3. 密封
4. 防喘振
5. 燃料控制
6. 机组性能计算

Caterpillar:Confidential Green

Solar® Turbines

A Caterpillar Company

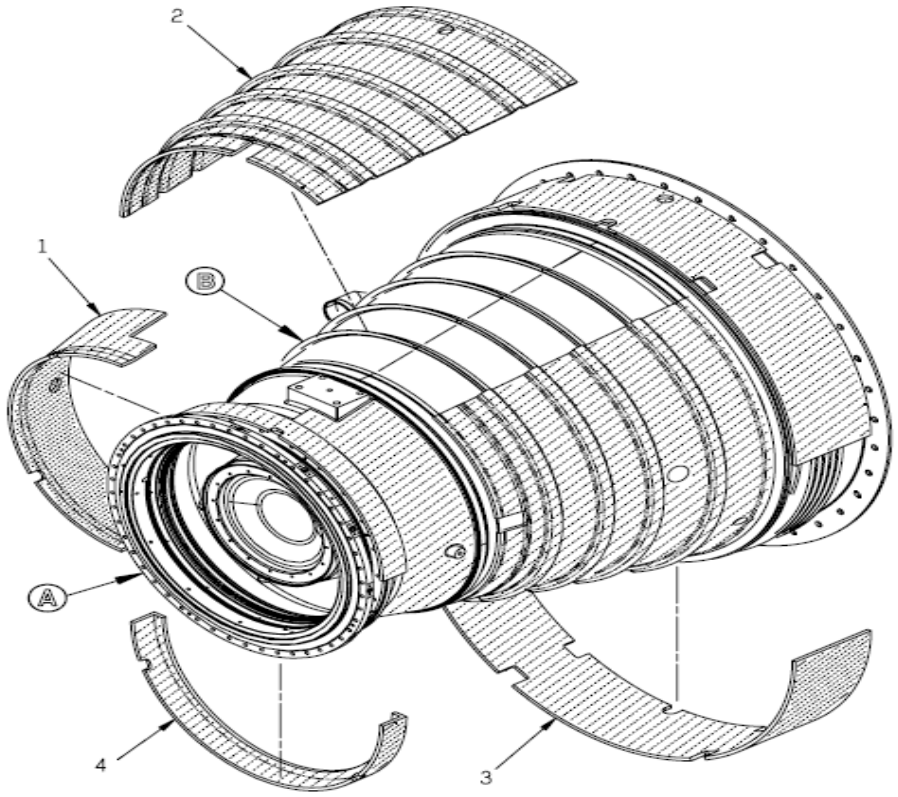
PCD_Air Seal



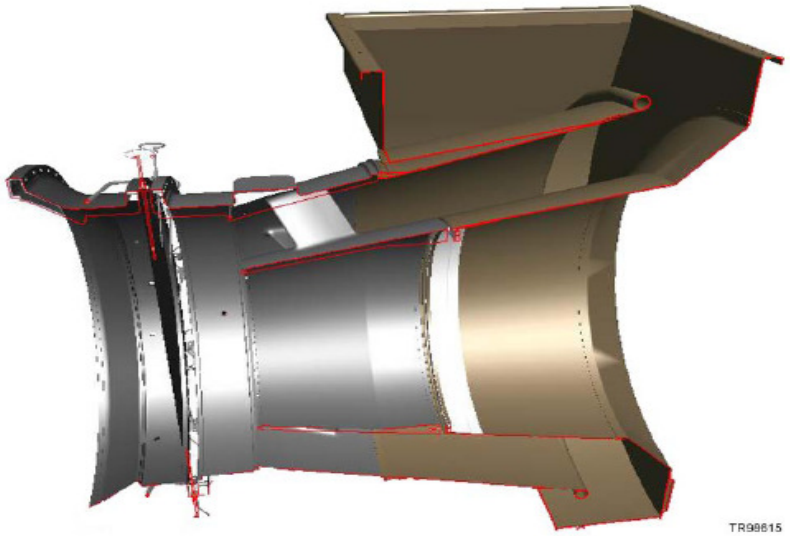
Caterpillar:Confidential Green

Solar Turbines
A Caterpillar Company

Exhaust Collector

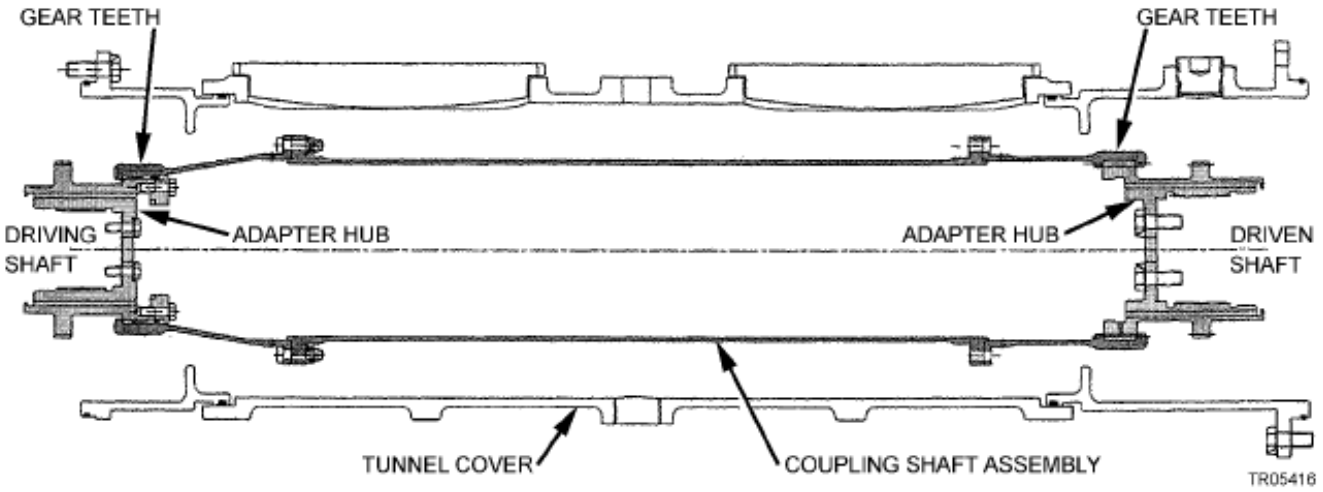


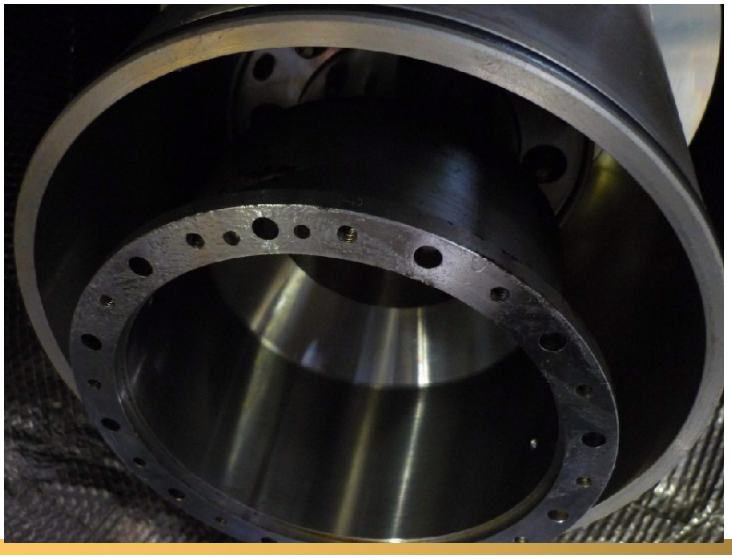
- 排气涡壳是一个扩压段（容积增大）
- 将高速高温燃气降压降温
- 对于双轴机组，将燃气轴向流动改为径向流动



Solar Turbines
A Caterpillar Company

Wet Coupling





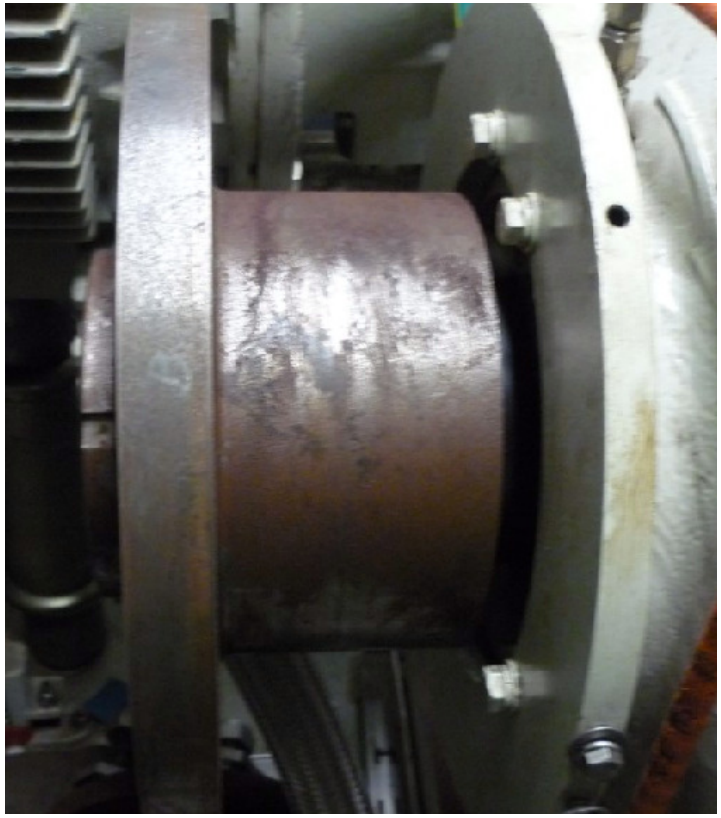
- 湿式用在双轴机组上

Solar® Turbines
A Caterpillar Company

Dry Coupling



- 干式用在单轴发动机上



Solar Turbines
A Caterpillar Company

Package Application

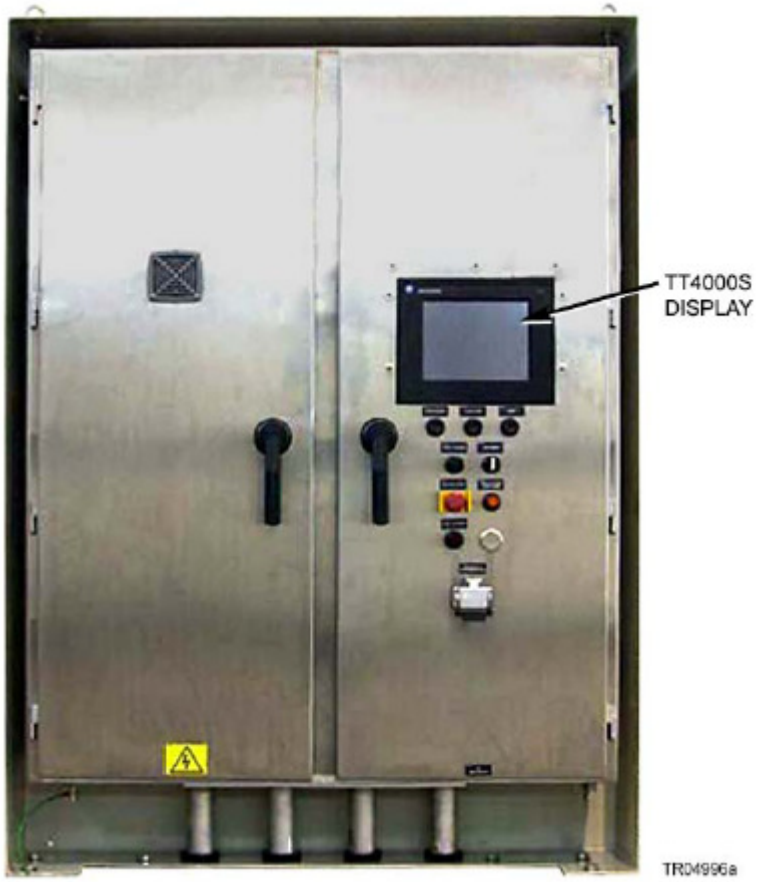
- 索拉标准机组使用温度限制

	Lower Limit		Upper Limit	
	°F	°C	°F	°C
Packages with Offskid Control Systems	– 20	– 29	120	50
Packages with Onskid Control Systems	32	0	120	50
Offskid Control Console	32	0	120	50

Solar Turbines
A Caterpillar Company

On-skid Control System

- PLC控制模块和人机界面等安装在一个或几个和橇体连接的控制箱内
  - 优点
  1. 集成程度高
  2. 不用铺设其它线路
  3. 就近控制，了解机组状况
  - 缺点
  1. 防护等级要求高
  2. 阴雨天不能开箱检修
  3. 振动，温度问题



Solar Turbines
A Caterpillar Company

Off-skid Control System

- PLC控制模块和人机界面等安装在一个双开门的控制柜内，这个控制柜应该放在安全区

  •优点

  1.防护要求低

  2.开门检查方便

  3.无振动，噪音影响

  •缺点

  1.和橇体分散

  2.需要铺设很多线路

  3.有距离要求（通讯）



Caterpillar:Confidential Green

Solar Turbines
A Caterpillar Company

Definition

- T1 压气机入口温度
- T2 压气机出口温度
- T3 燃烧室出口温度
- T5 动力涡轮叶片进口温度
- T7 发动机排气温度
- Ngp 燃气发生器转速
- Npt 动力涡轮转速

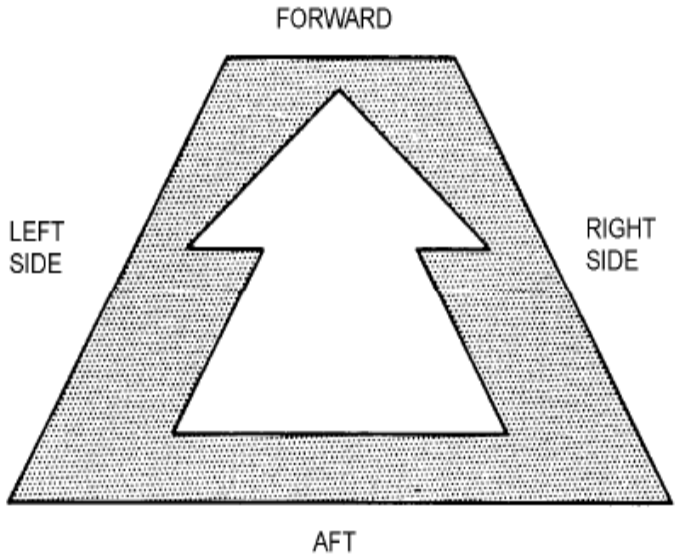
Caterpillar:Confidential Green

Solar Turbines
A Caterpillar Company

Package Orientation

- 机组方位确定

以排气端为基准，面朝进气端，前/后/左/右.



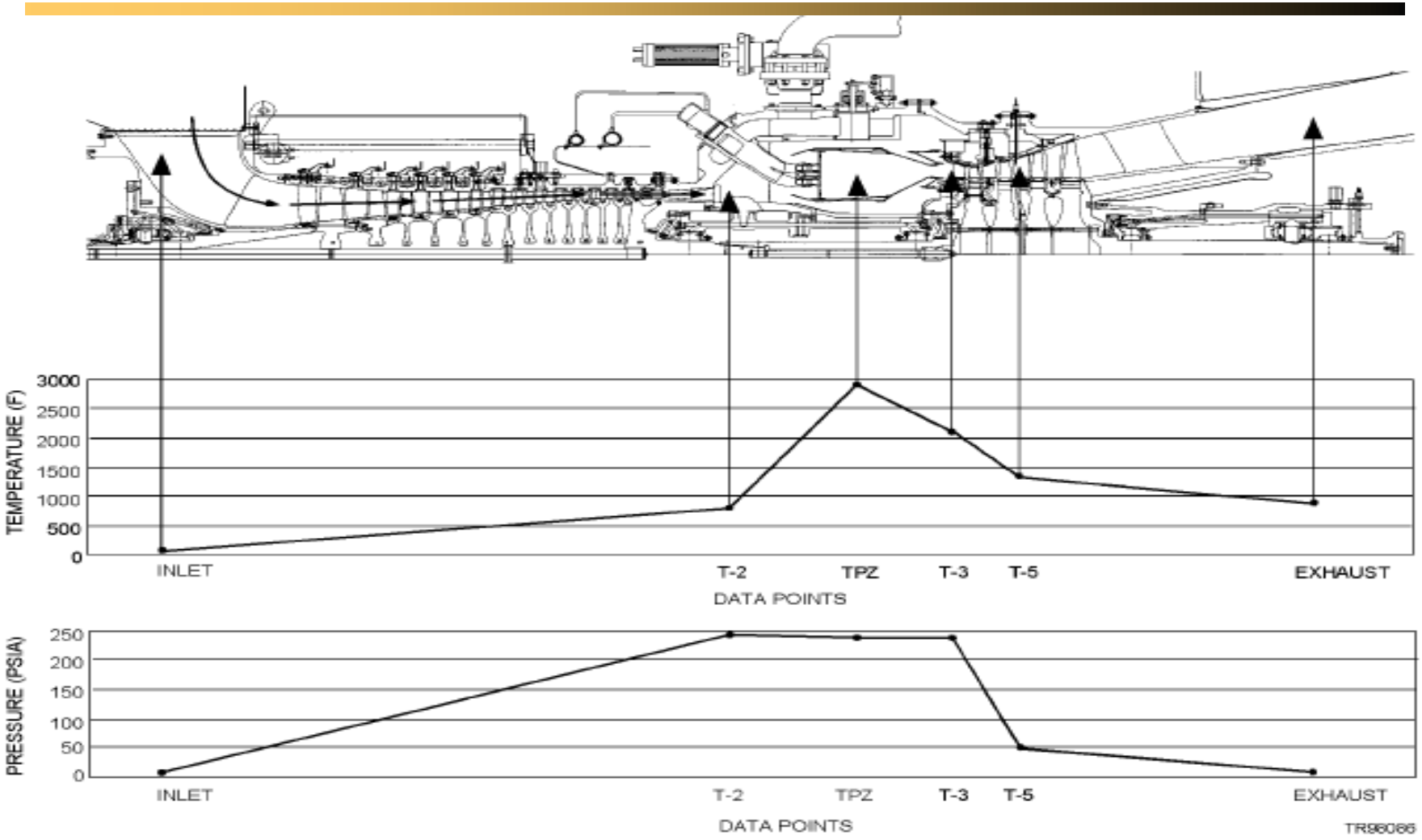
- 部件顺序规定

根据机组方位，沿顺时针从顶部开始

Solar® Turbines

A Caterpillar Company

Temperature& Pressure



Caterpillar:Confidential Green

Solar Turbines
A Caterpillar Company

Subsystem-Fire

- 消防系统

1. 火焰探头
2. 可燃气探头
3. 热探头
4. 氢气探头（非标）
5. 防火风闸
6. 灭火介质(CO2&水）
7. 独立控制逻辑 
8. 执行机构 （电磁阀，气动阀）

Caterpillar:Confidential Green

Solar Turbines
A Caterpillar Company

Subsystem-Ventilation

- 通风系统（正、负压通风）
- 滤芯
- 流量开关

1. 安装位置及工作原理
2. 作用

- 风量调节（发电机机组）
- 机箱压力监测

1. 功能简介
2. 工作条件

Caterpillar:Confidential Green

Solar Turbines
A Caterpillar Company

Subsystem-Lubrication

索拉机组润滑功能介绍

- 润滑， 建立油膜，降低摩擦
- 冷却， 将热量吸收并带走
- 清洁， 将产生的污物，颗粒带走
- 防腐， 形成防腐层，隔离腐蚀介质
- 机组状态反映， 通过温度流量压力颜色等反映状态
- 动力源（部分机组）， IGV, BV, Starter,Fuel valve

Solar® Turbines
A Caterpillar Company

Subsystem-Lubrication

- 索拉机组的润滑系统
- 预先/后置润滑系统

-交流润滑油泵供应润滑油到各润滑点

- 主润滑系统

-机械驱动泵供应润滑油到各润滑点

- 备用润滑系统

-一般由蓄电池提供持续电源供给直流泵或交流泵

Solar Turbines
A Caterpillar Company

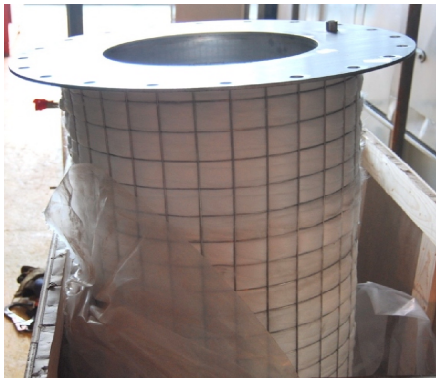
Subsystem-Lubrication

部件组成

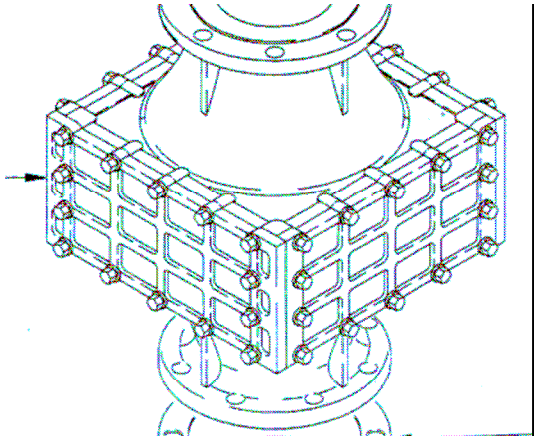
- 电机+泵 （卧式，立式）
- 控制阀
- 滤器
- 冷却器

1. 风冷
2. 水冷

- 油气分离器
- 阻火器







Subsystem-Lubrication

- 控制过程描述

1. 预润滑油泵检查

目的： 确认泵能提供足够润滑油，保证润滑

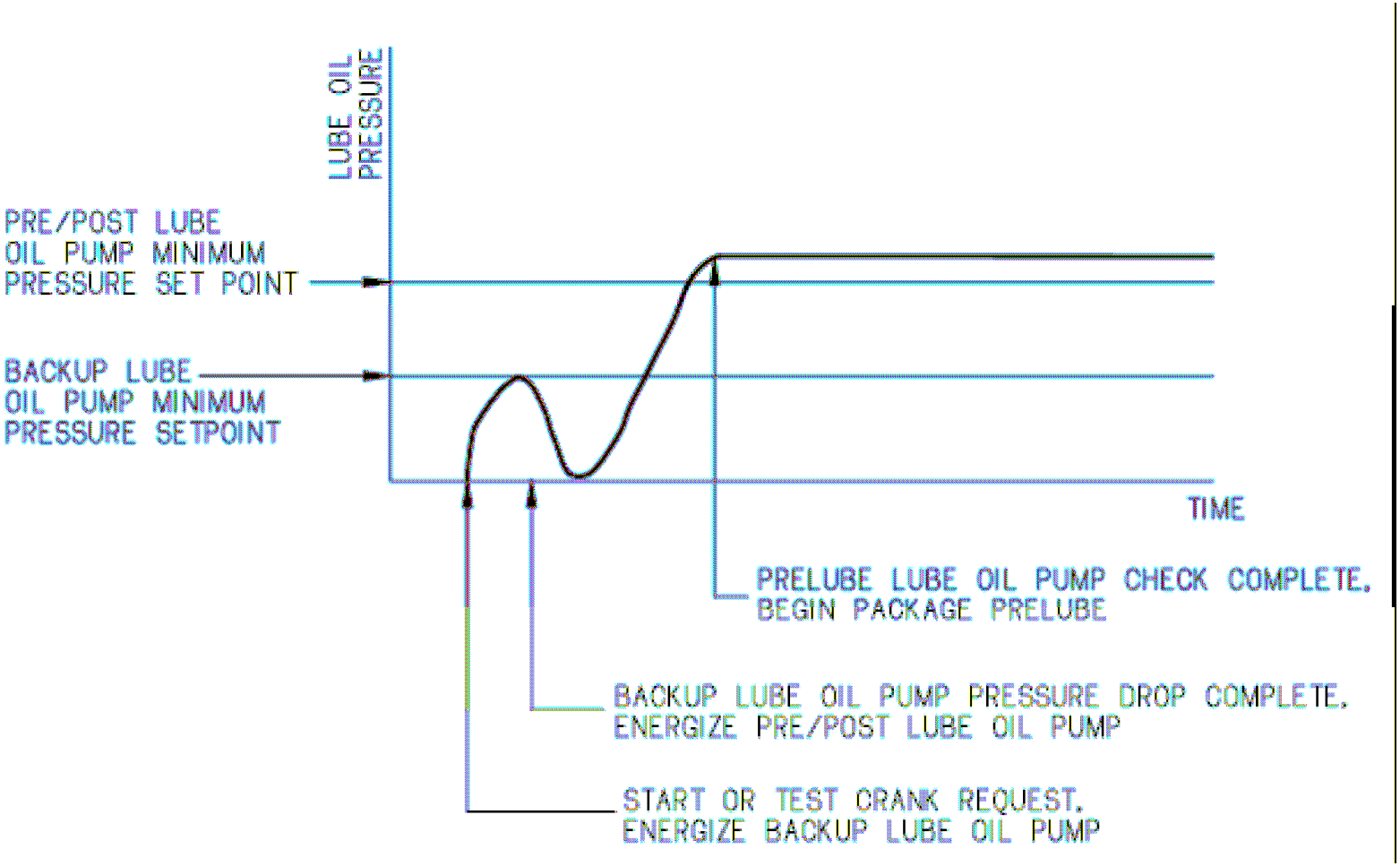
判断依据：压力设定

注意：如果预后油泵由于机组正在停机/正在后润滑/驱动设备要求已经运行的时候需要盘车或起机，此时程序旁通预后泵检。对所有重新起机，都要执行备用泵检查，哪怕预后泵在运行。

Solar® Turbines

A Caterpillar Company

Subsystem-Lubrication



Subsystem-Lubrication

2. 预润滑

一定时间内润滑油母管压力稳定地高于某个设定值，才会允许盘车

3. 机组运行润滑

机组NGP转速高于某设定值时，预后泵停止，机带泵供油；如果机带泵供油压力不满足要求，预后泵起动；如果压力持续降低，停机。

4. 机组停机润滑

停机过程中， 润滑油压力低于某设定值时，预后泵起动；

燃料切断后，后润滑计时器开始计时；

转速低于X%, 停转（rundown)计时开始；

Subsystem-Lubrication

5. 后润滑

正常的后润滑，预后泵运转一定时间（预后泵故障备用泵运转）；

火灾导致停机时，预后泵只保证rundown的连续运转供油，停机20分钟后再控制预后泵断续供油；

后润滑过程中发生火灾，后润滑会终止一段时间再运行，并发出报警

6. 备用润滑油泵检查

- 每天中午12：00自动起动检查或控制屏手动起动检查
- 检查以压力为依据

Solar Turbines
A Caterpillar Company

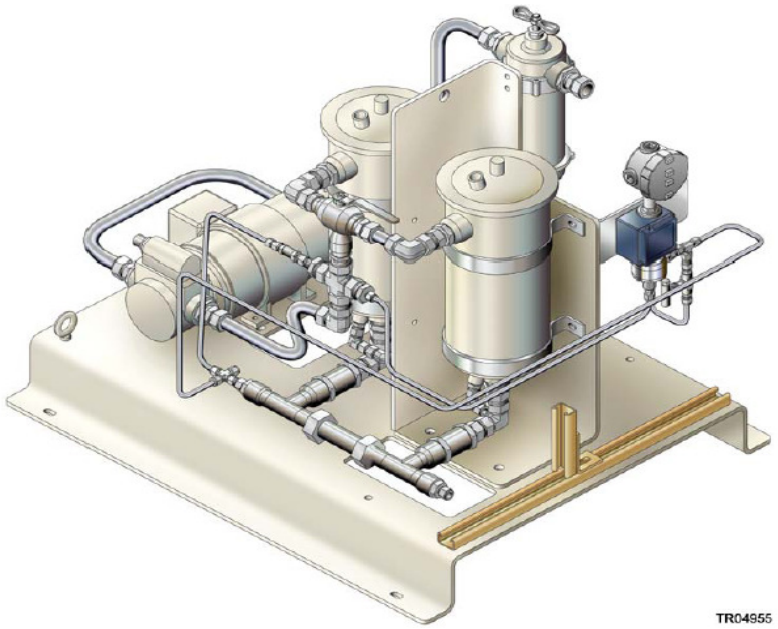
Subsystem-Fuel

- 燃料系统简介

1. 过滤器
2. 增压泵（机）
3. 控制阀门

- 控制逻辑

1. 燃料气阀检
2. 燃料吹扫
3. 点火
4. 加速
5. 双燃料切换（>90%NGP）



Solar Turbines
A Caterpillar Company

Subsystem-Fuel

- 燃料要求

  ES9-98

- 燃料运行注意事项

1. 燃料气温度变化

2. 燃料气压力变化

3. 柴油压力变化

4. 柴油起动问题

5. 柴油运行问题

安全第一；柴油起动机组，应一人在机组旁监视；注意柴油运行的噪音问题；
室外温度变化可能造成橇外滤芯压差上升快

Solar Turbines
A Caterpillar Company

Subsystem-Air&drain

- 功能及组成

1. 雾化空气
2. 控制气源

- 要求

1. 干燥
2. 过滤
3. 压力/流量

Solar Turbines
A Caterpillar Company

Subsystem-Start

- 起动方式

1. 电起动
2. 电液起动
3. 气起动

- 起动注意事项

Solar Turbines
A Caterpillar Company

Subsystem-Control

- 数据采集（温度，压力，流量，压差，转速，振动，电压，电流等）

1. 模拟信号仪表
2. 离散信号仪表

- 逻辑计算

1. 预设计算公式
2. 简单数学比较

Solar® Turbines
A Caterpillar Company

Subsystem-Control

- 动作执行

1. 模拟信号输出
2. 离散信号输出

- 发电机控制

1. 励磁电压
2. 励磁电流

- 压缩机控制

1. 转速
2. 防喘阀门

Solar® Turbines
A Caterpillar Company

Starting

- 机组起动的程序

1. 润滑检查
2. 通风检查
3. 燃气阀检查
4. 放空检查
5. 吹扫检查（废热锅炉，压缩机流程）

Solar® Turbines
A Caterpillar Company

Performance

- 影响机组性能的因素
  - 环境
  - 燃料质量
  - 过滤空气质量
  - 维护水平/效果