

发电机组用发动机的基本知识

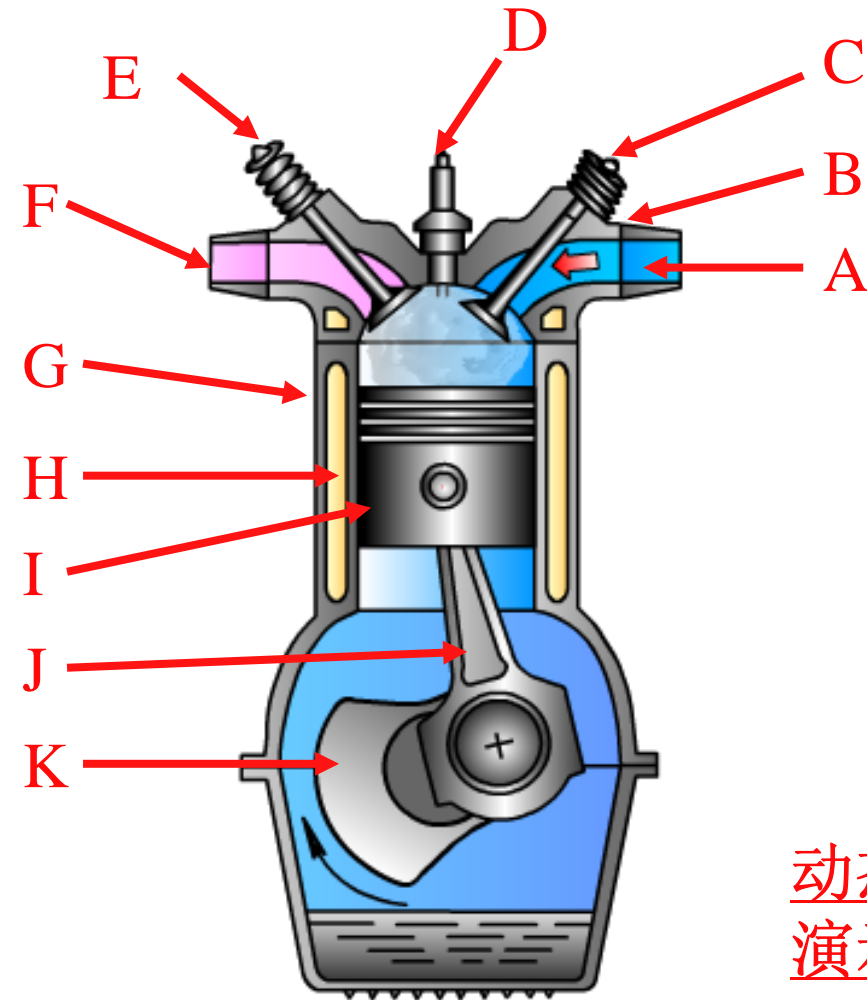
Cummins EA PGBU
2006 June



**Power
Generation**

柴油发动机的主要部件

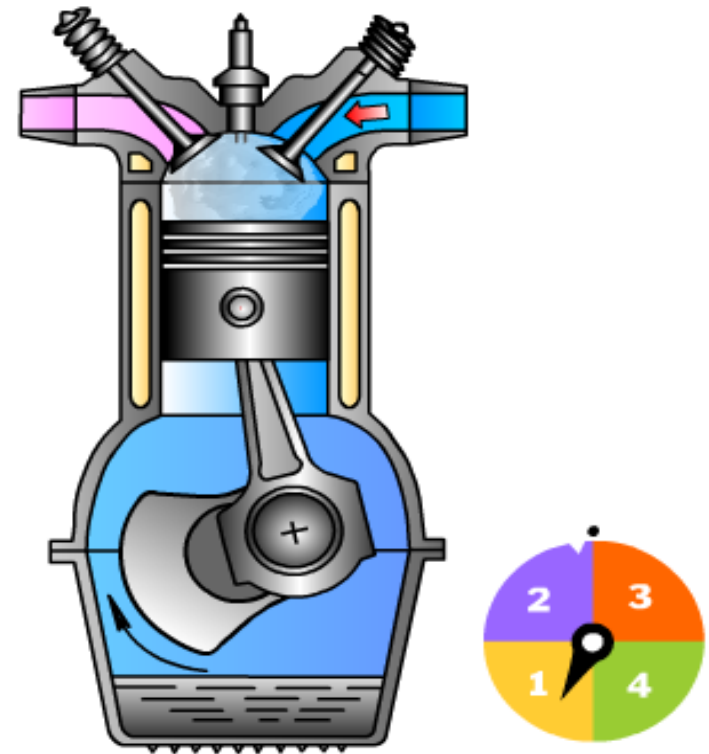
- A: 进气道;
- B: 汽缸盖;
- C: 进气门;
- D: 喷油器;
- E: 排气门;
- F: 排气道;
- G: 缸体;
- H: 汽缸套;
- I: 活塞;
- J: 连杆;
- K: 曲轴;



动态
演示

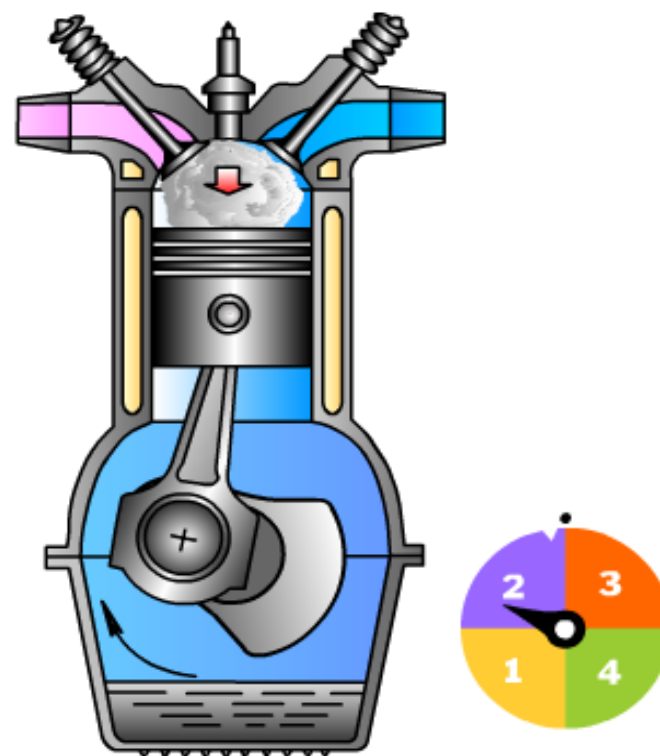
柴油发动机工作原理—进气冲程

- 曲轴转动带动活塞向下运动；
- 在活塞顶部形成负压；
- 空气通过开启的通道涌入汽缸；
- 空气充满活塞上部空间；



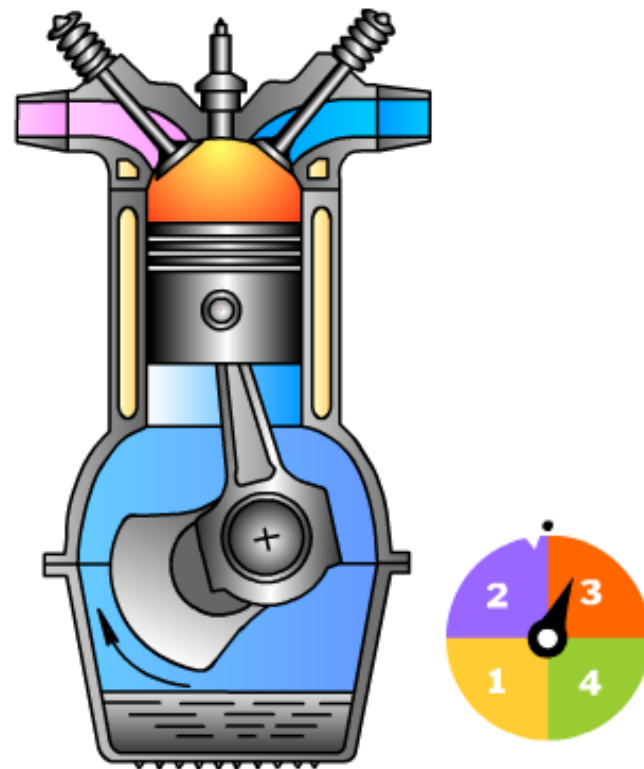
柴油发动机工作原理—压缩冲程

- 活塞向上运动；
- 汽缸里的空气被压缩；
- 直到空气压缩到原来的1/16左右；
- 空气压缩后温度大大升高；
- 为燃烧作准备。



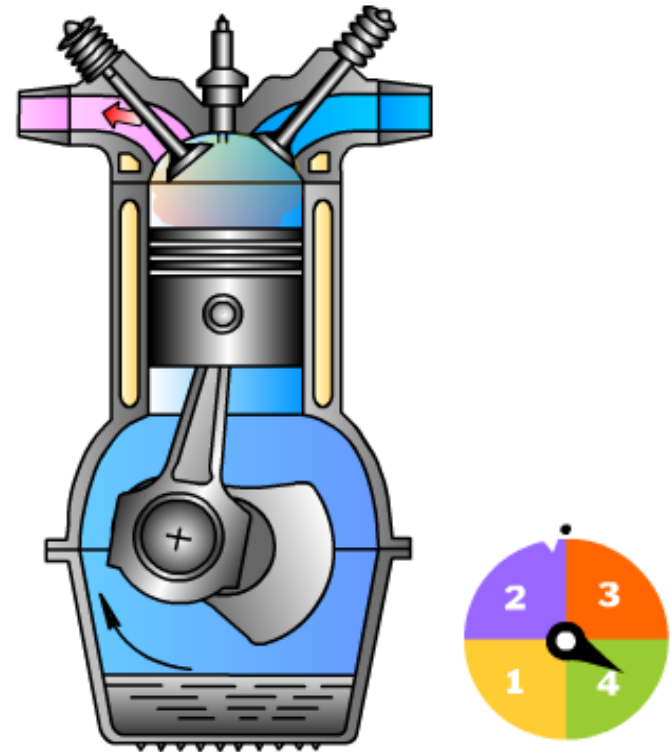
柴油发动机工作原理—做功冲程

- 活塞上升接近上止点之前；
- 燃油喷入高温的压缩空气中；
- 燃油燃烧；
- 燃油继续喷入；
- 直到活塞达到上止点或经过上止点；
- 在这里喷油是由发动机的结构、速度和负载来决定的；
- 汽缸压力在这一点达到最大；
- 空气和燃油的混合物产生的压力推动活塞高速运动。



柴油发动机工作原理—排气冲程

- 当活塞向下运行到3/4时，排气门打开；
- 汽缸内压力逐渐接近大气压力；
- 活塞经过下止点后开始向上运动；



柴油发动机工作四冲程

吸气冲程

空气或燃料混合气

压缩冲程

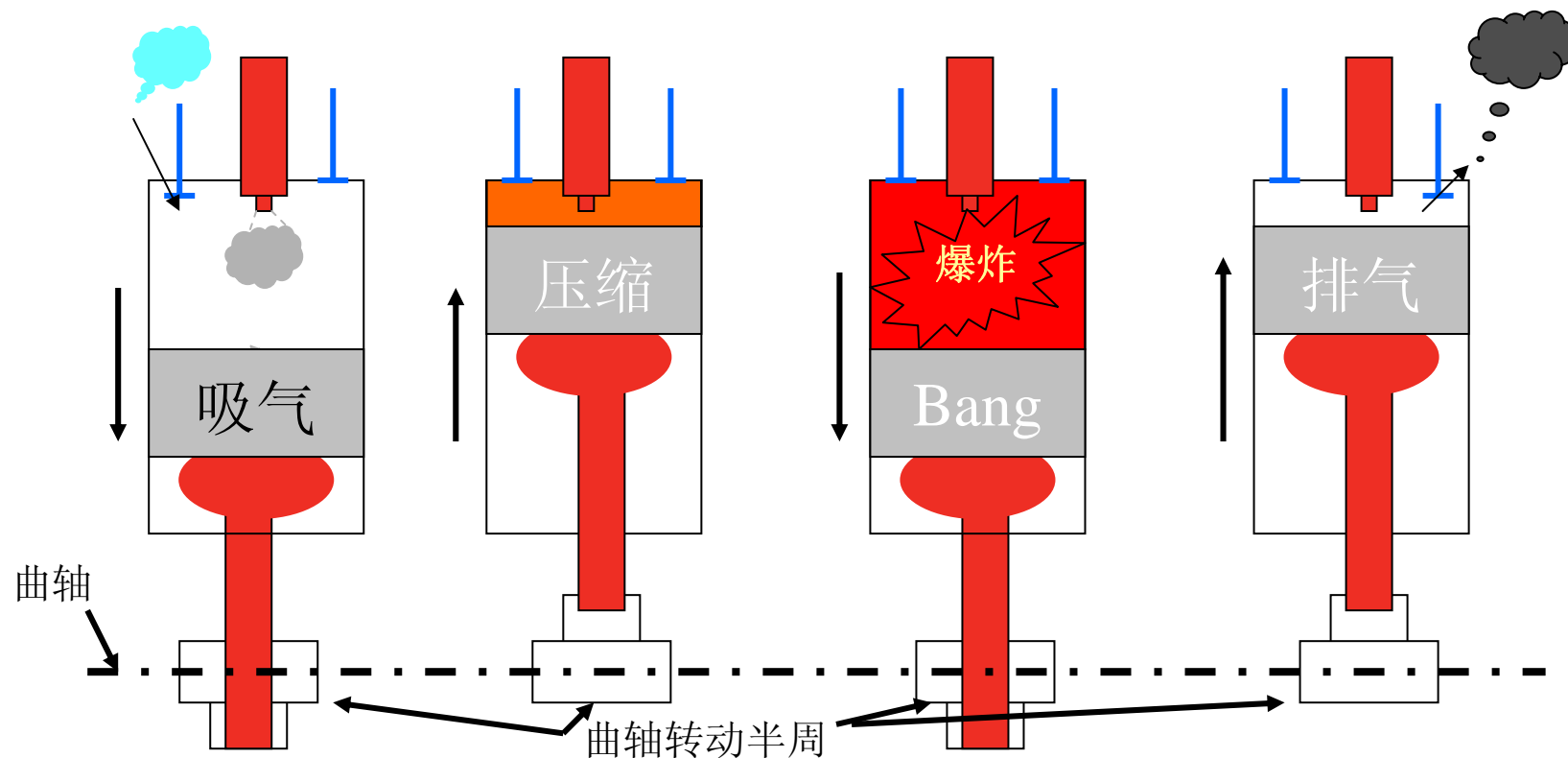
压缩

做功冲程

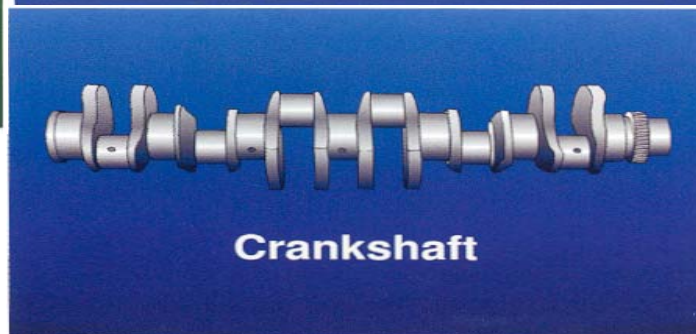
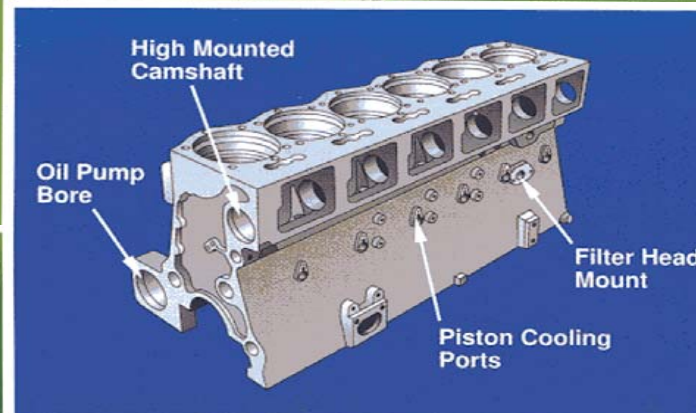
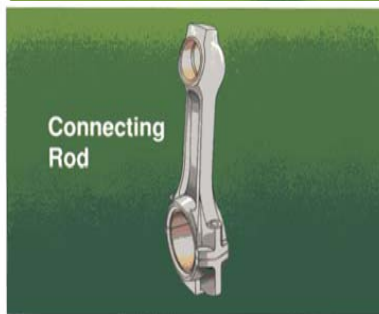
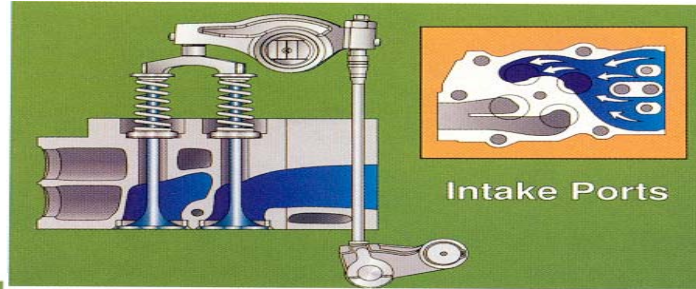
点火爆炸

排气冲程

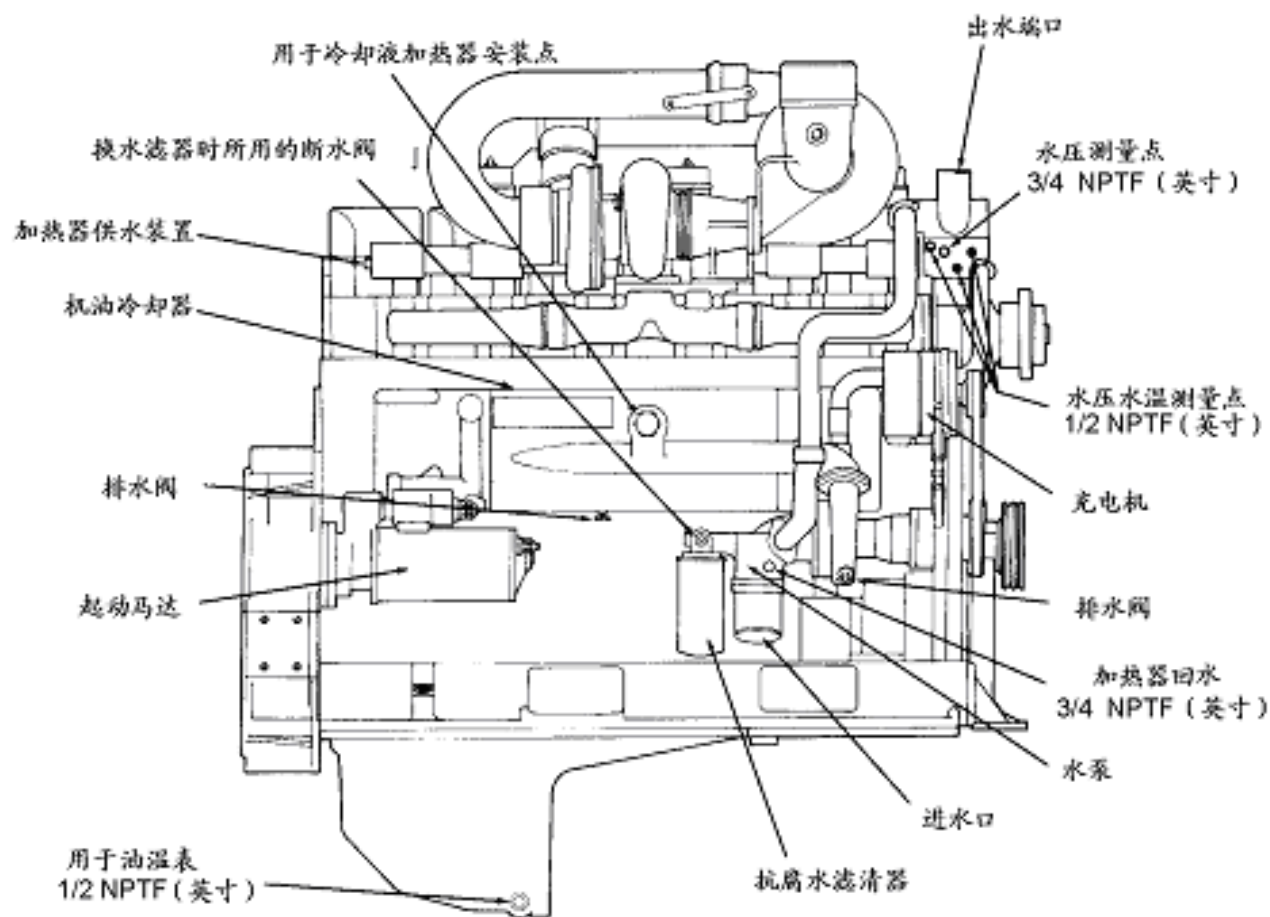
排除尾气



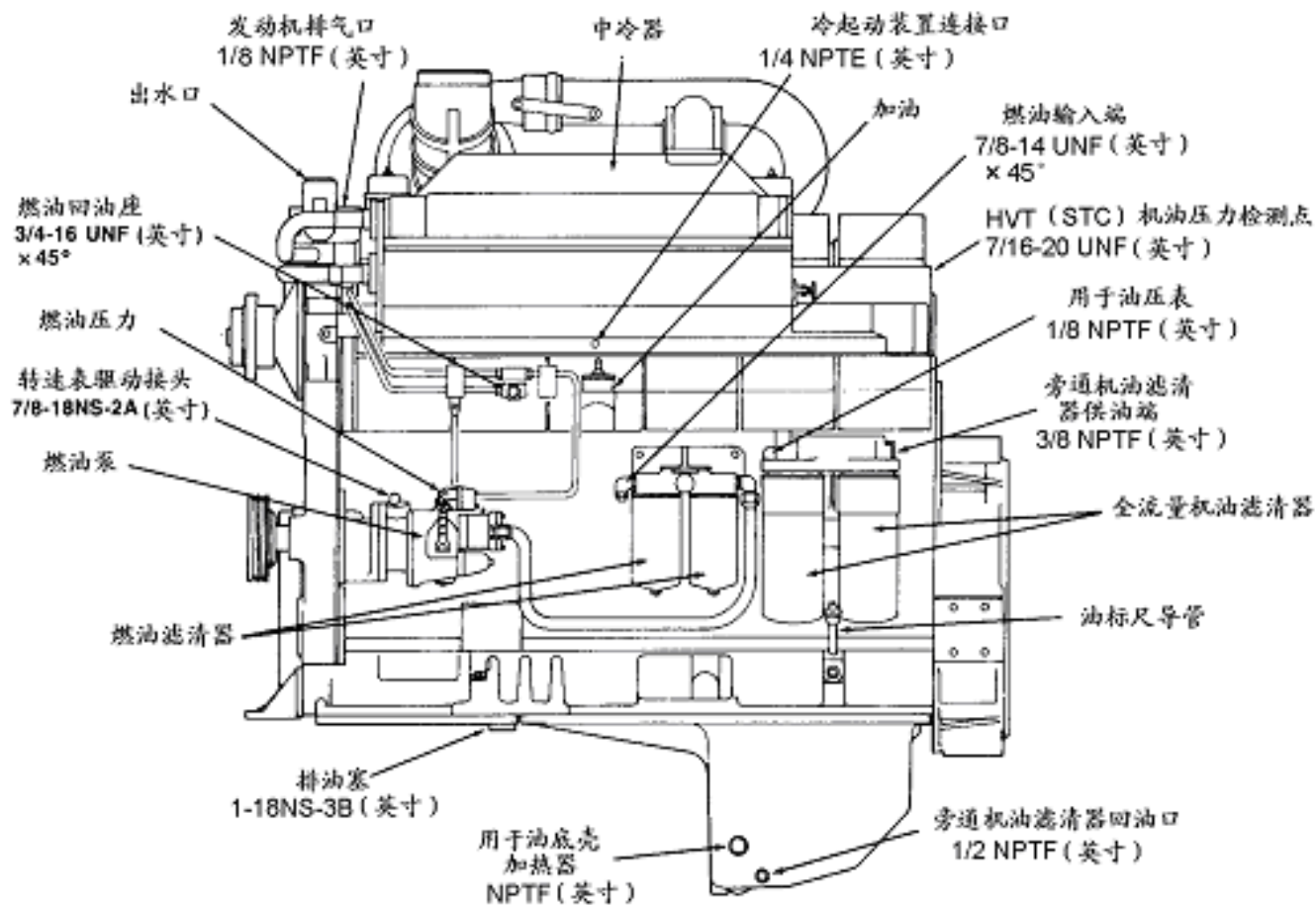
发动机的几大件



发动机的外部结构 一

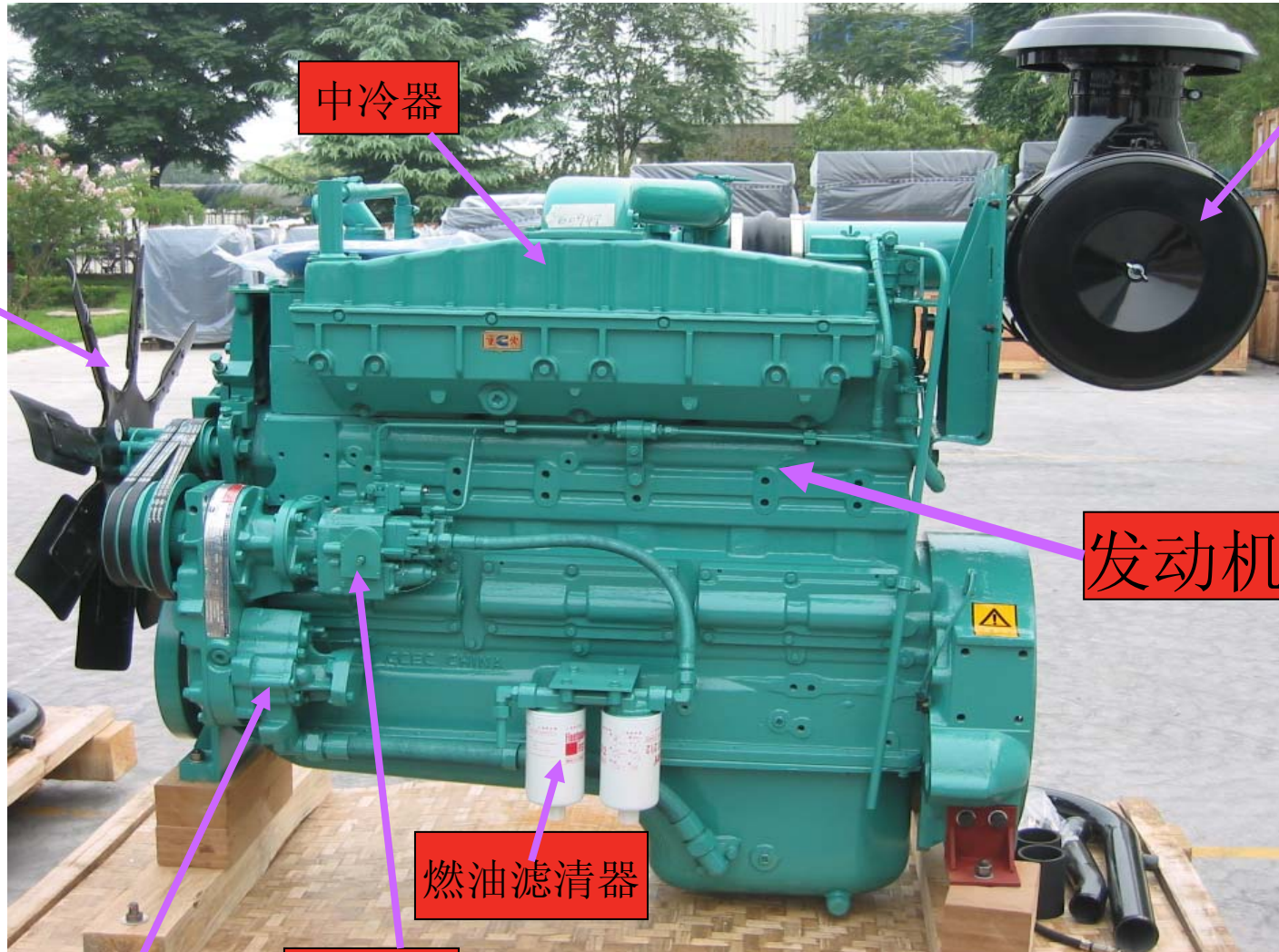


发动机的外部结构 二





Power
Generation



中冷器

空气滤清器

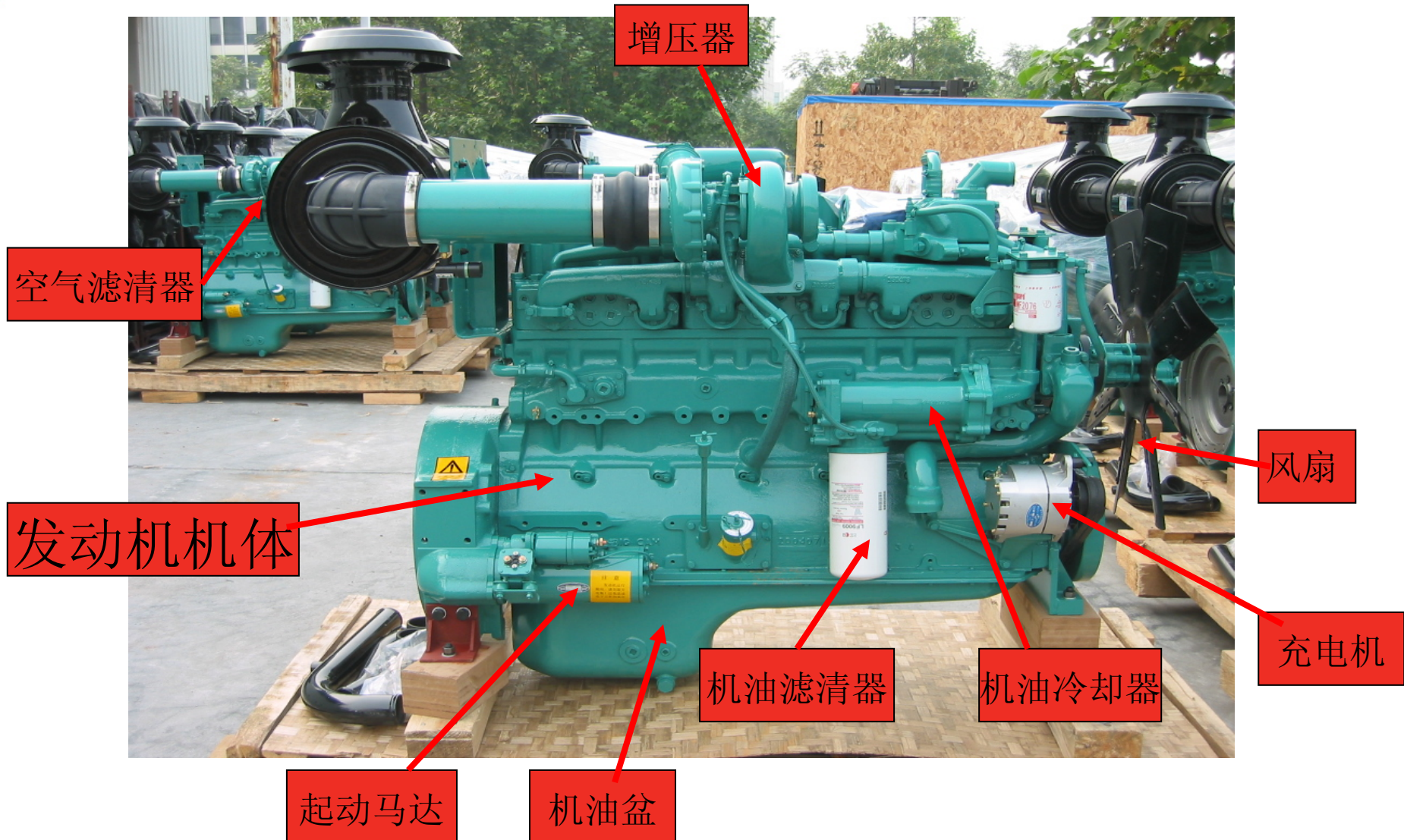
风扇

发动机

燃油滤清器

机油泵

燃油泵



喷油器与气缸套



活塞与连杆



水箱与机油滤清器



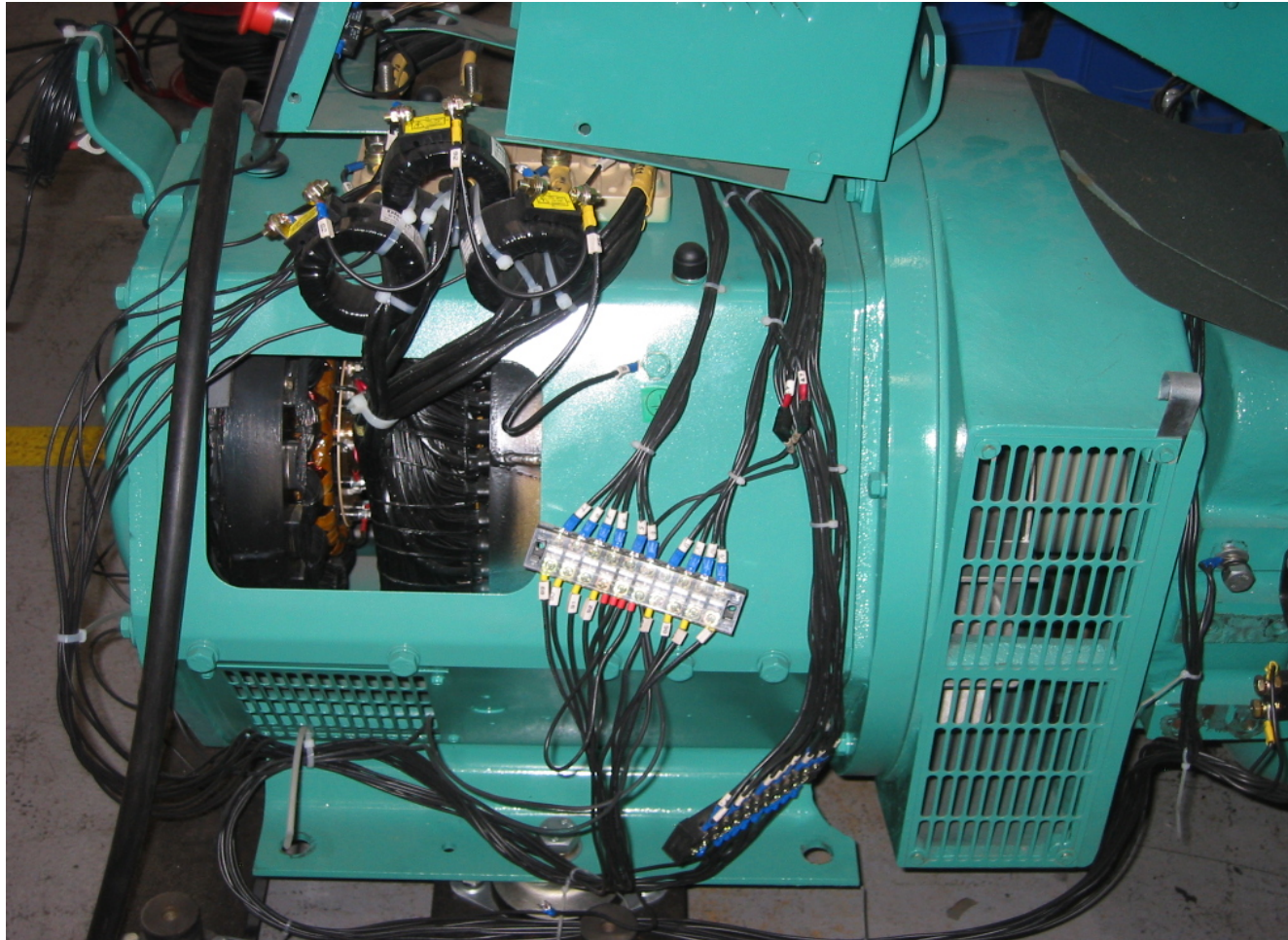
充电机与起动马达



蓄电池与电力开关



发电机



发动机做功四大系统

■ 进排气系统

– 供应氧气使燃油燃烧，同时带走燃烧产生的废气。

■ 燃油系统

– 为发动机提供燃油

■ 润滑系统

– 为发动机提供润滑及冷却等

■ 冷却系统

– 将额外的热量从发动机转移到大气中

发电机组用发动机必要系统

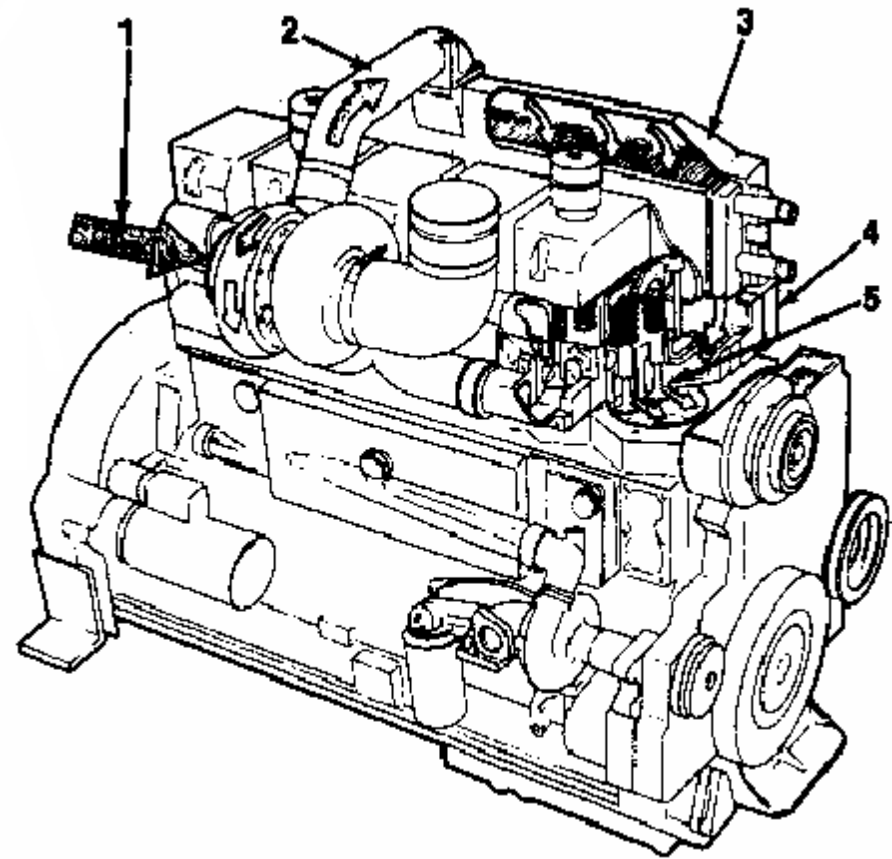
- 启动系统;
- 调速系统;
- 监控和保护系统;

柴油发动机工作原理

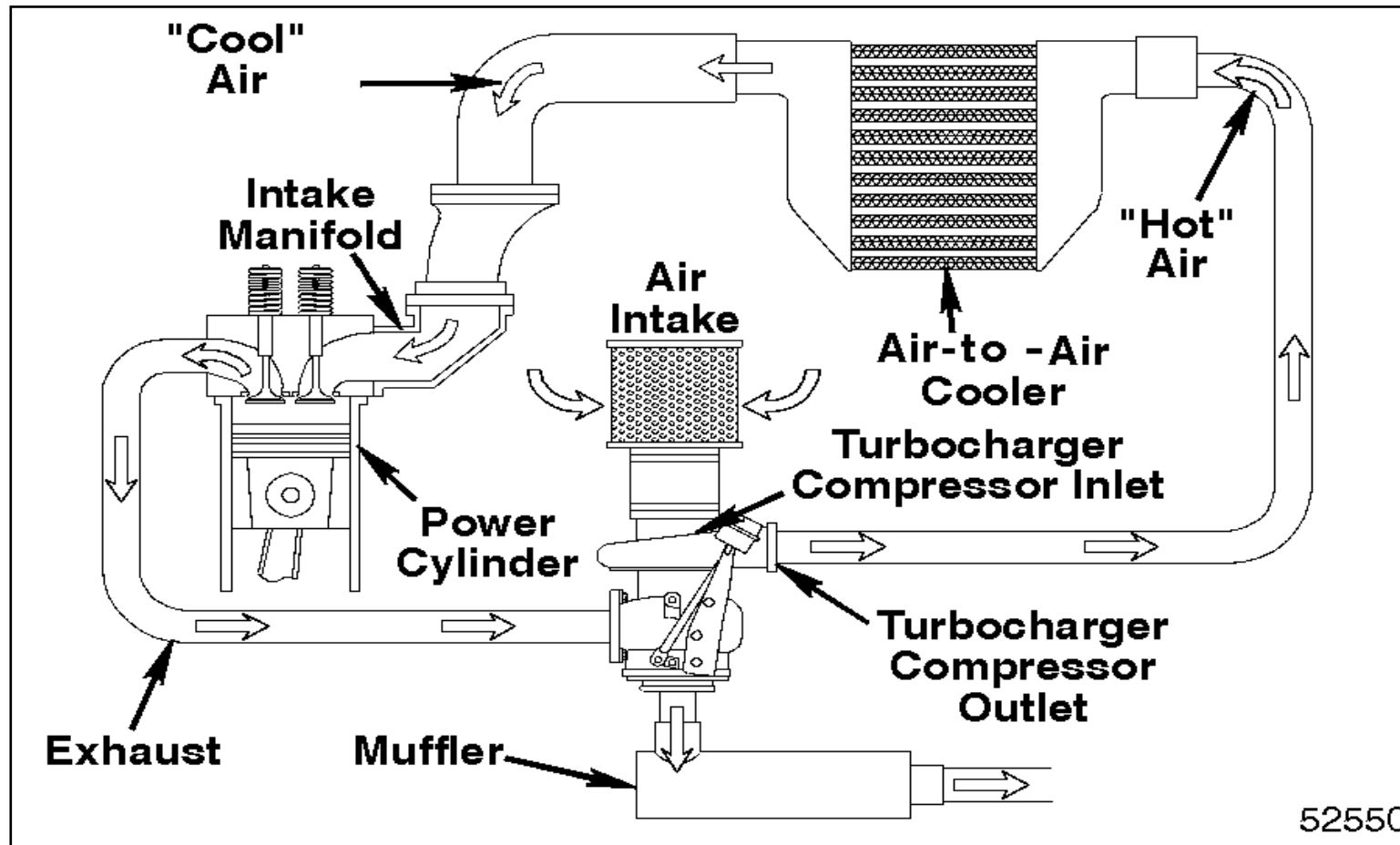
- 在做功冲程中，如果没有足够的空气与燃油混合，仅增加燃油歧管压力或燃油量来喷入更多的燃油不会产生更大的动力。空气量不足会导致动力下降、冒烟、排气温度过高以及降低发动机寿命；
- 影响进气的因素包括：进气通道的平滑度、弯道的角度、个数及进风口尺寸等；
- 空气经过虑清器进入进气管，气流受到阻力会降低汽缸进气量。因此当发动机在含尘量比较高的环境中工作时，需要对空气虑清器进行频繁的定期保养；

发动机进气系统

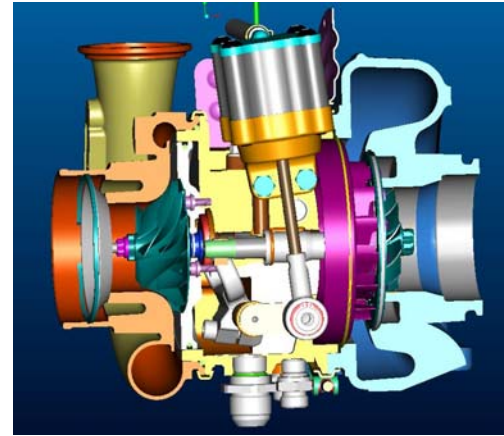
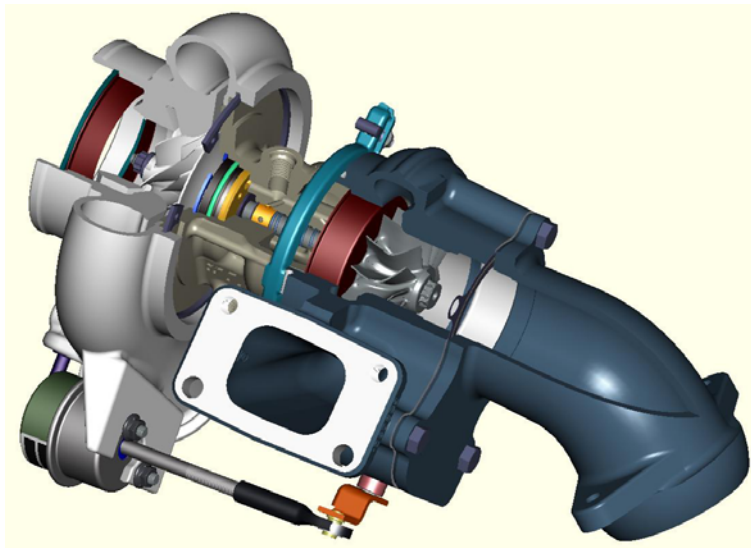
- 1.涡轮增压器的进口
- 2.从涡轮增压器流向中冷器的空气
- 3.中冷器
- 4.进气歧管
- 5.进气阀门



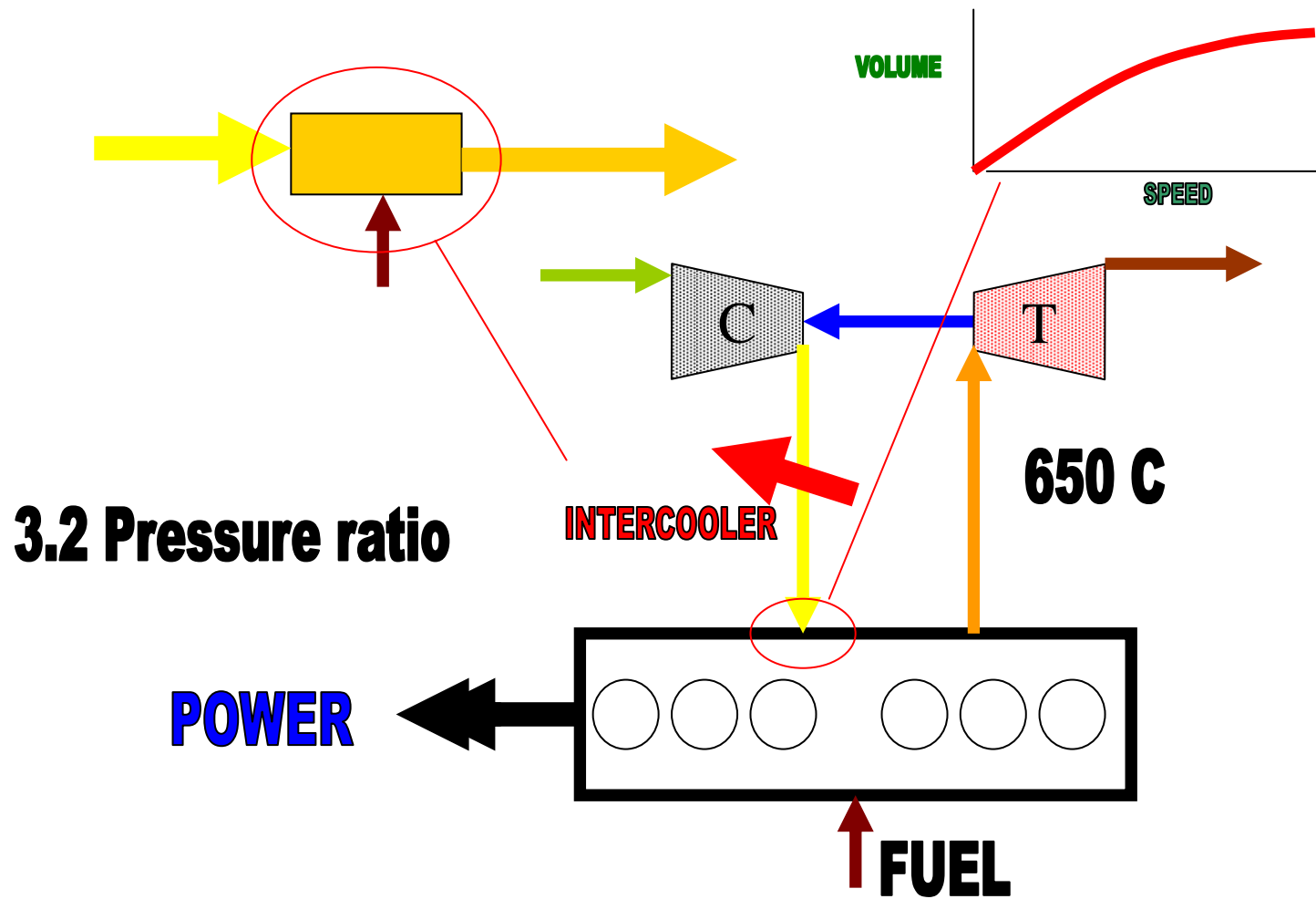
进排气系统



涡轮增压器



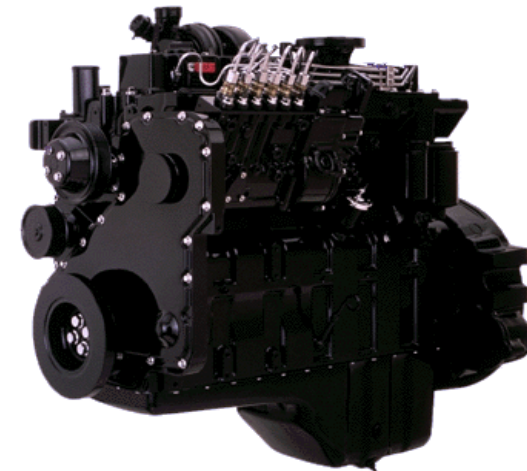
涡轮增压器的原理



3.2 Pressure ratio

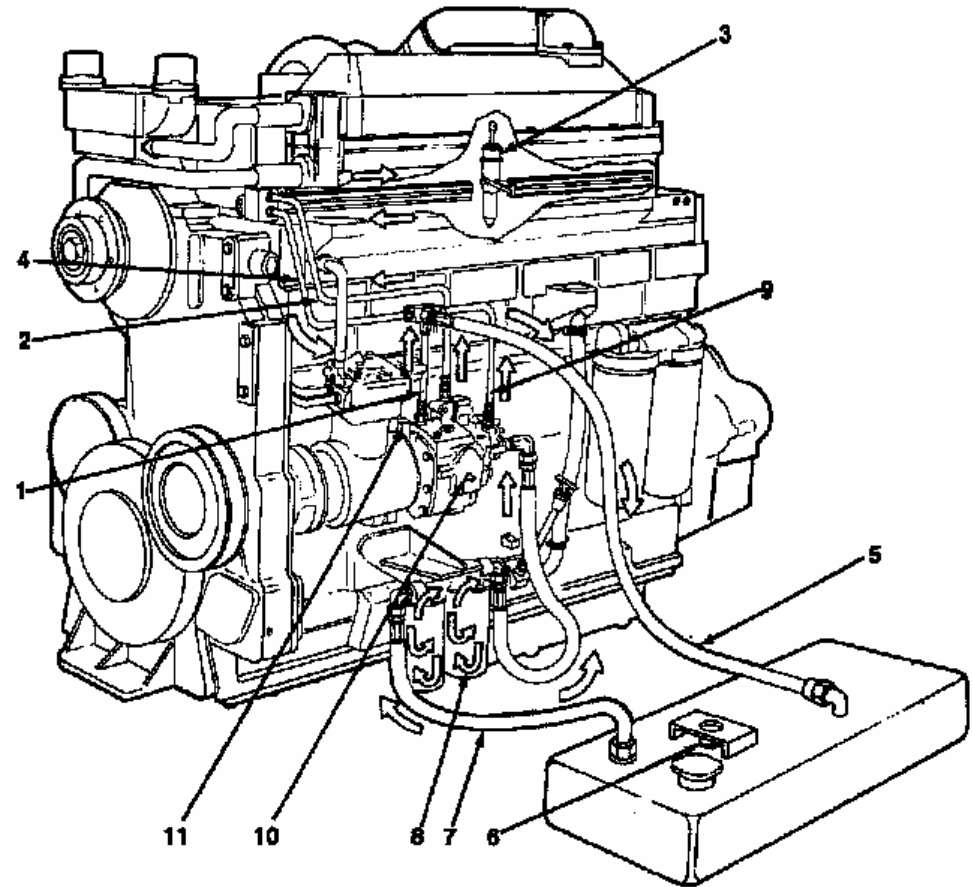
高压燃油系统

- Bosch Inline Pump – 博世直列泵；
- Bosch Distributor Pump – 博世转子泵；
- Lucas (CAV) DPA, DPS；

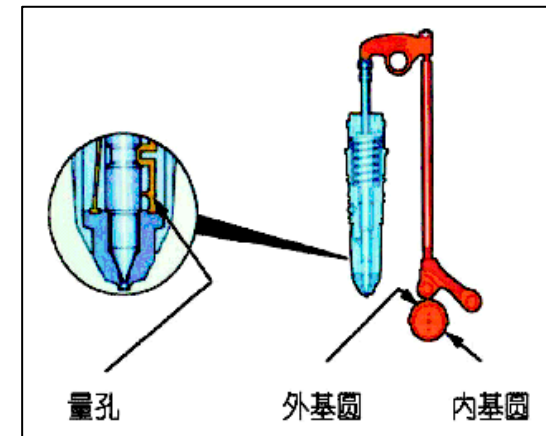
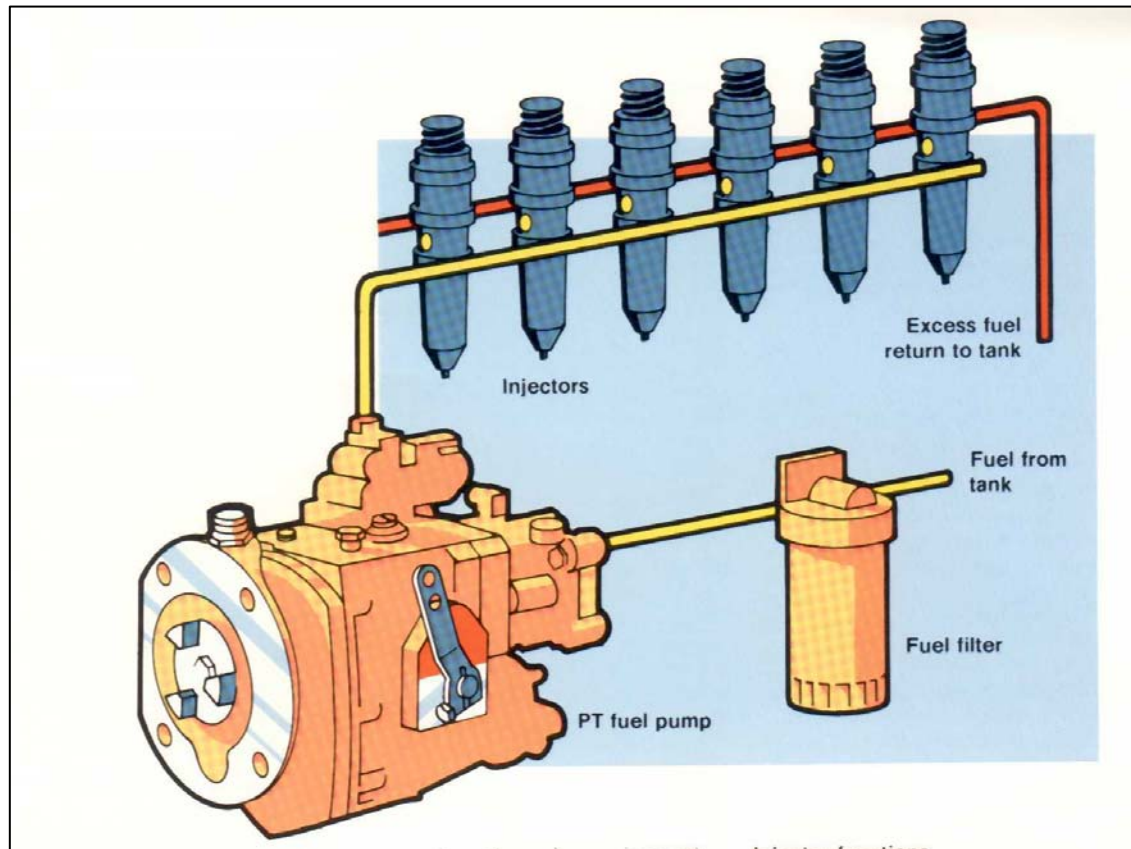


PT 燃油系统发动机

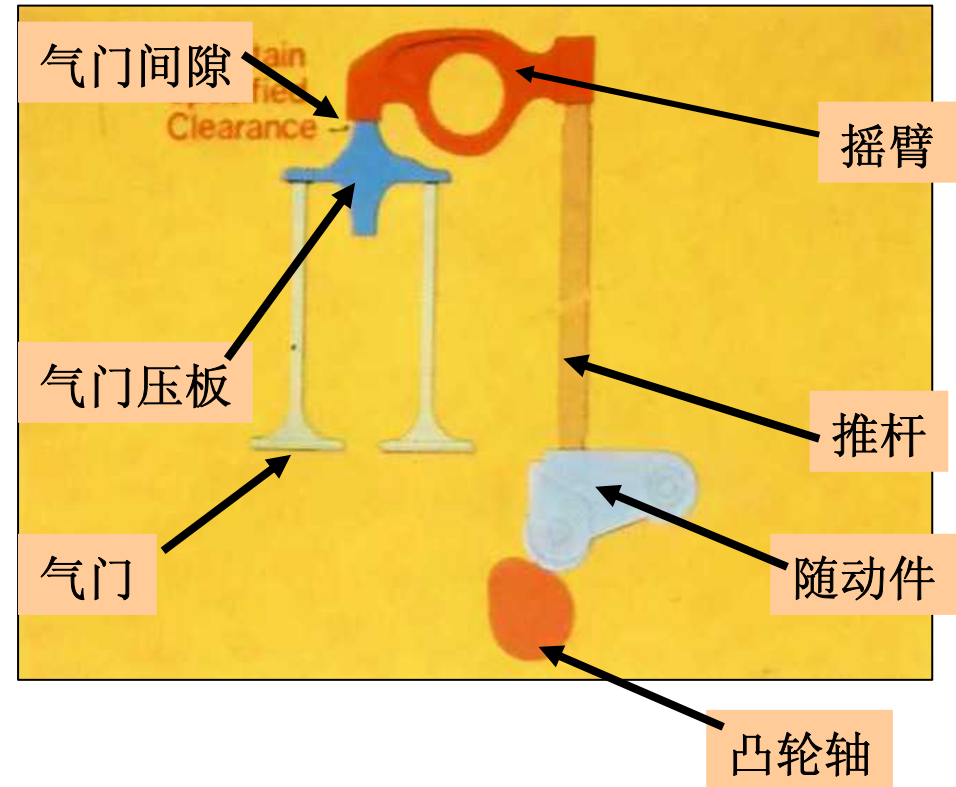
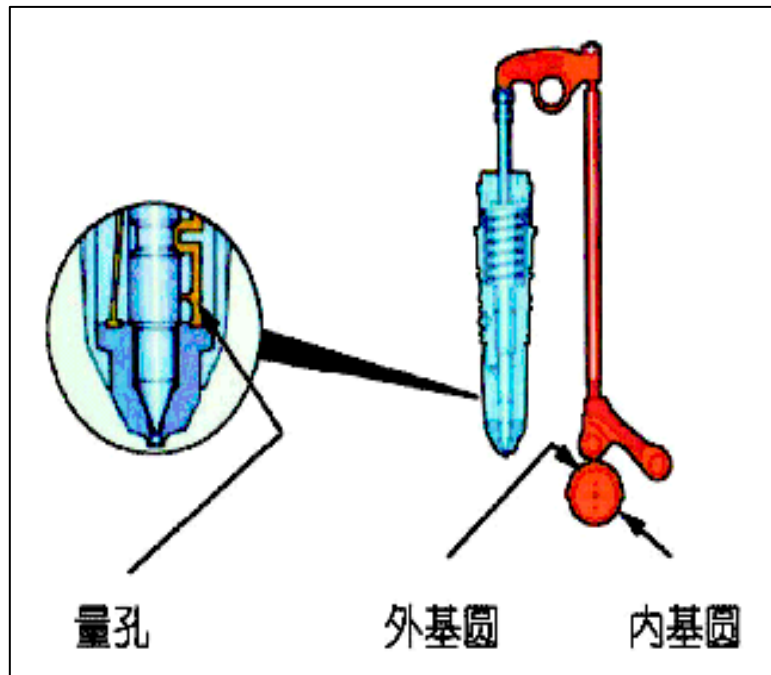
- 1.AFC腔体回油;
- 2.燃油泵出油管;
- 3.喷油器;
- 4.燃油回油管;
- 5.回流油箱的燃油;
- 6.燃油呼吸口;
- 7.输油管;
- 8.燃油滤清器;
- 9.齿轮泵冷却油出口;
- 10.燃油泵
- 11.转速表驱动装置



PT 燃油系统发动机



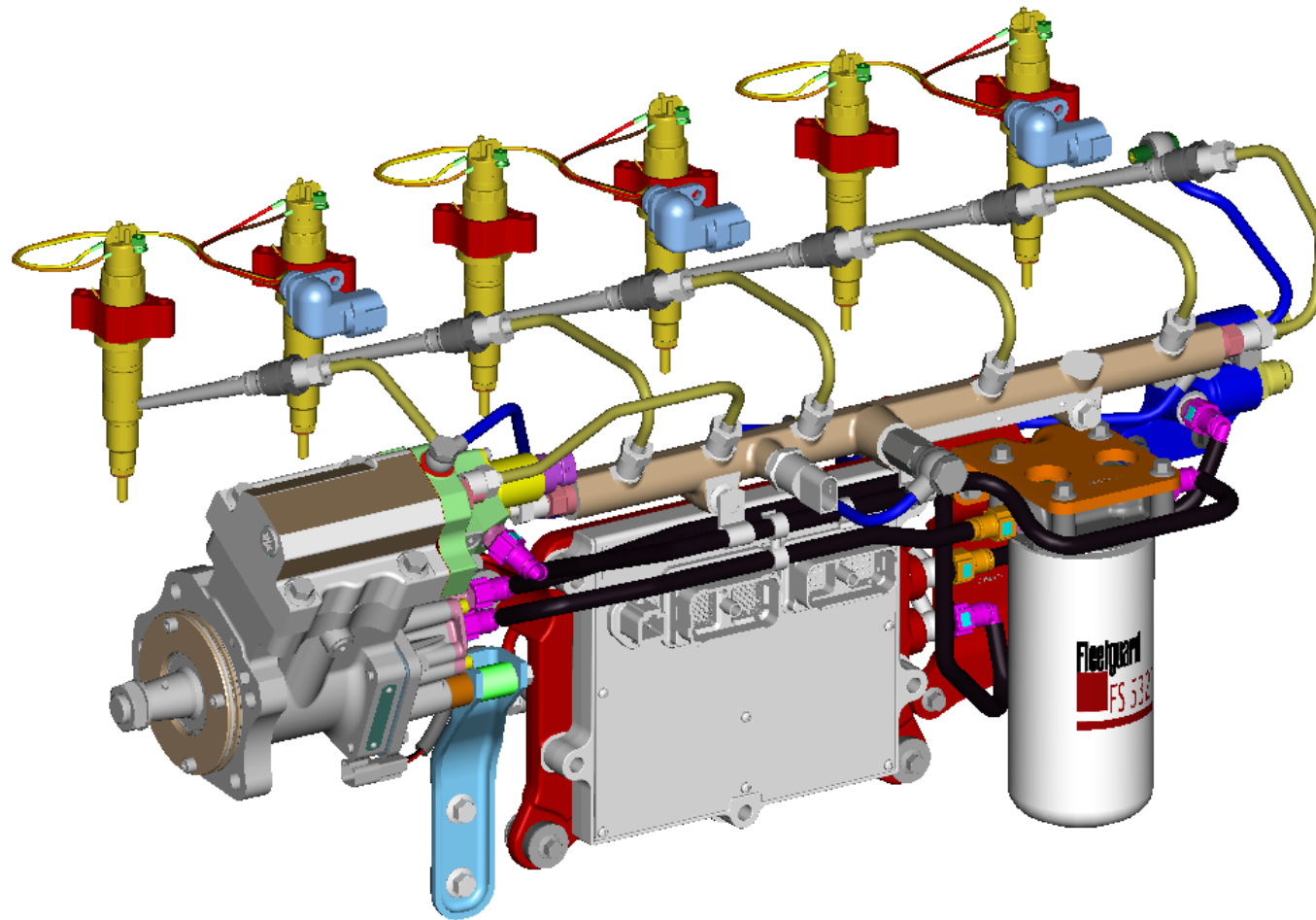
喷油提前角&气门间隙



PT 燃油系统的特点

1. PT燃油泵输出的燃油压力最大不超过300PSI(21kg/cm²) ;
2. 所有的喷油器都共用一根供油管;
3. 即使有些空气进入燃油系统也不会使发动机“失速”;
4. 有80%左右的燃油用于冷却喷油器后回到油箱，喷油器得到很好的冷却;
5. 喷射压力范围高达10000PSI--20000PSI (703--1406kg/cm²),这样保证良好的雾化;
6. 油管连接处少量漏油对整个发动机输出功率无影响;
7. 油量受油泵和油嘴控制;
8. 发动机的停车是切断燃油的流动
9. 通用性好，相同的基础泵和喷油器作一些调整就可以实用于不同型号的发动机在大范围内的功率和转速的变化;

高压共轨燃油系统



柴油燃料发挥的作用

- 向发动机提供所有能量；
- 对发动机燃油泵和喷油器的精密部件起到润滑和冷却作用；
- 不同发动机使用不同种类燃油，但所选择的燃油应该产生更高的性能、效率、可靠性和最低的维修费用；

推荐使用的柴油燃料的性能

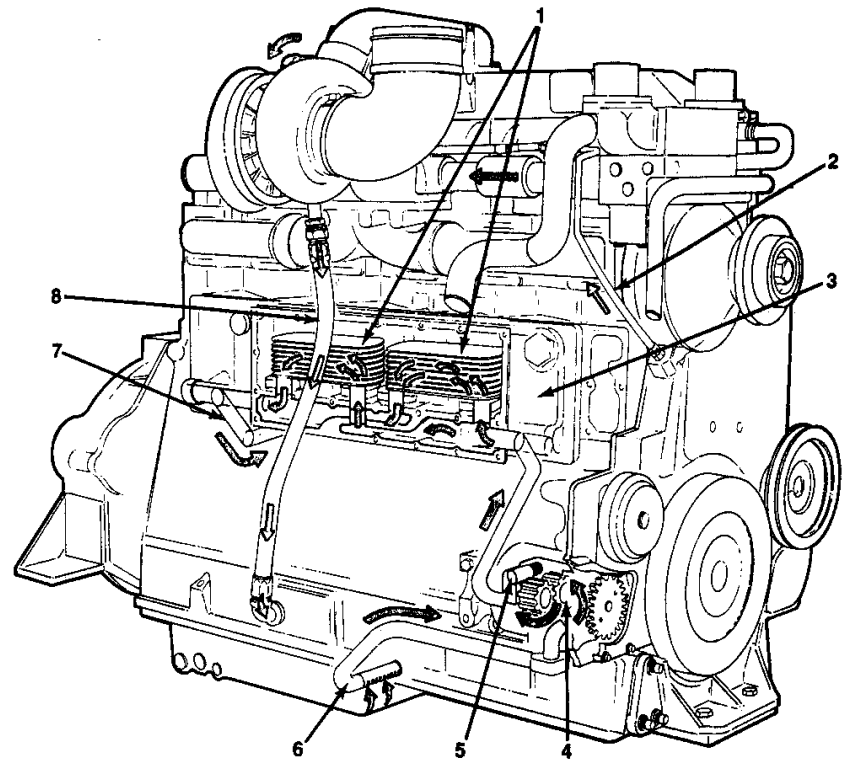
- 等同采用CEC基准燃料标准RF-03-A-84;
- **十六烷值**: 用以衡量燃油的起动和温升特性。在寒冷气候或长时间低负荷条件下, 最好使用较高十六烷值的燃油;
 - 最小-40; 最大-53;
 - 0°C以上不低于40; 0°C以下最低45;
- 燃油黏度, 适当的黏度能使喷油系统有效的工作:
 - 在环境温度40 °C 时, 黏度为1.3-5.8厘沱 (mm/秒);
- 水和沉积物:
 - 水和沉积物不得超过0.05体积百分比;

推荐使用的柴油燃料

- 柴油的选择要根据当地的温度环境：
 - 夏季：选择0号柴油
 - 冬季：
 - +15-0°C，选择-10号
 - 15-0°C，选择-20号
 - 低于-15°C，选择-35号

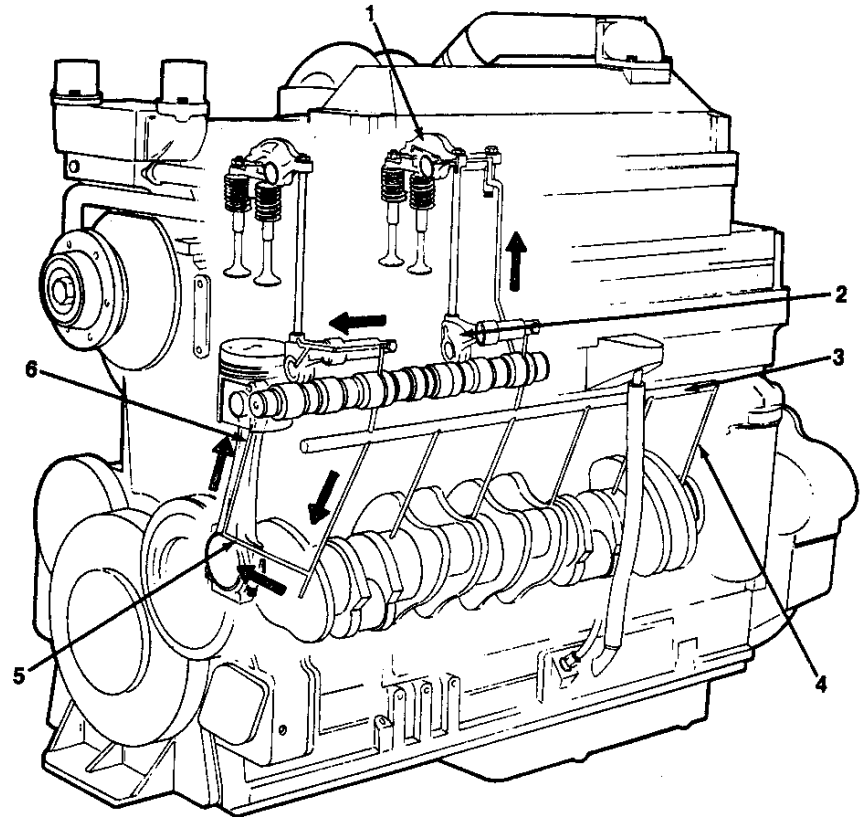
发动机润滑（机油）系统

- 1. 机油冷却器芯
- 2. 涡轮增压器供油管
- 3. 机油冷却器壳体
- 4. 机油泵
- 5. 机油泵压力调节阀
- 6. 吸油管
- 7. 至滤清器座的机油
- 8. 涡轮增压器回油



发动机润滑（机油）系统

- 1.摇臂
- 2.凸轮随动件
- 3.主油道
- 4.通向主轴承供油道
- 5. 通向连杆的供油道
- 6. 通向活塞销衬套的供油道

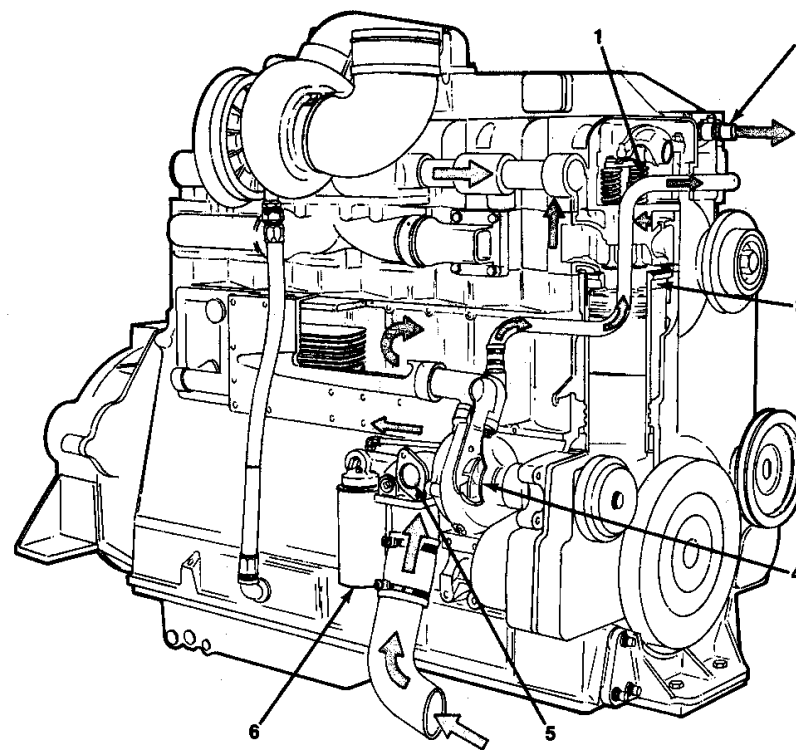


润滑油的功能

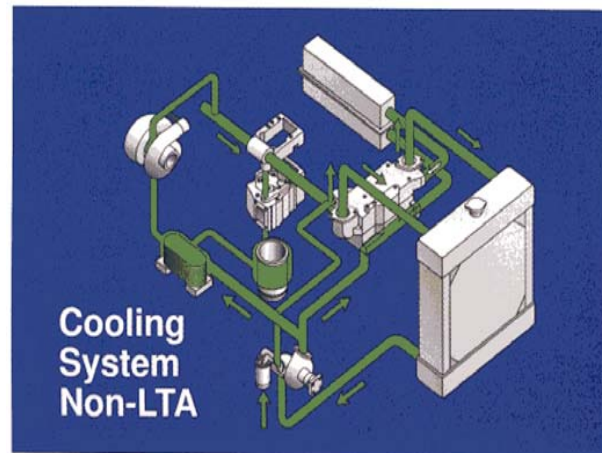
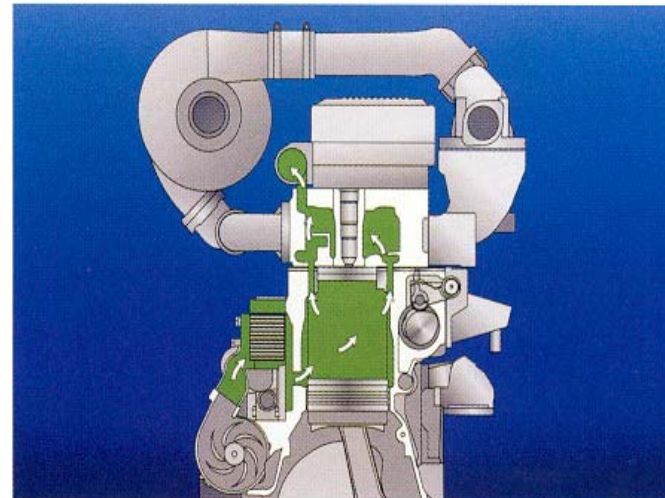
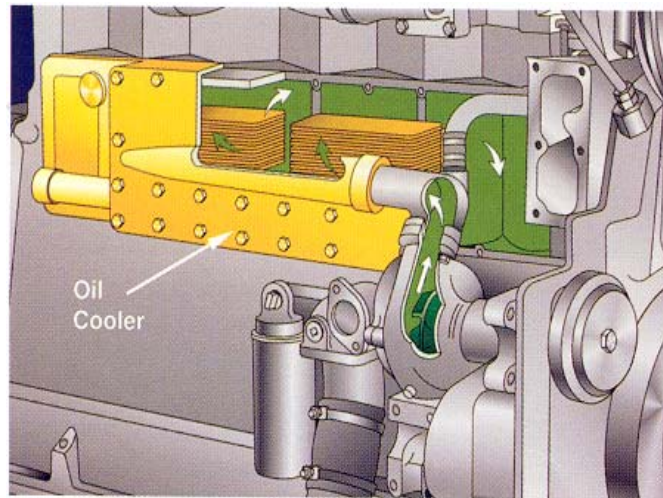
- 润滑作用;
- 清洁作用;
- 保护作用;
- 冷却作用;
- 密封作用;
- 减震作用;
- 液力传递作用;

发动机冷却系统

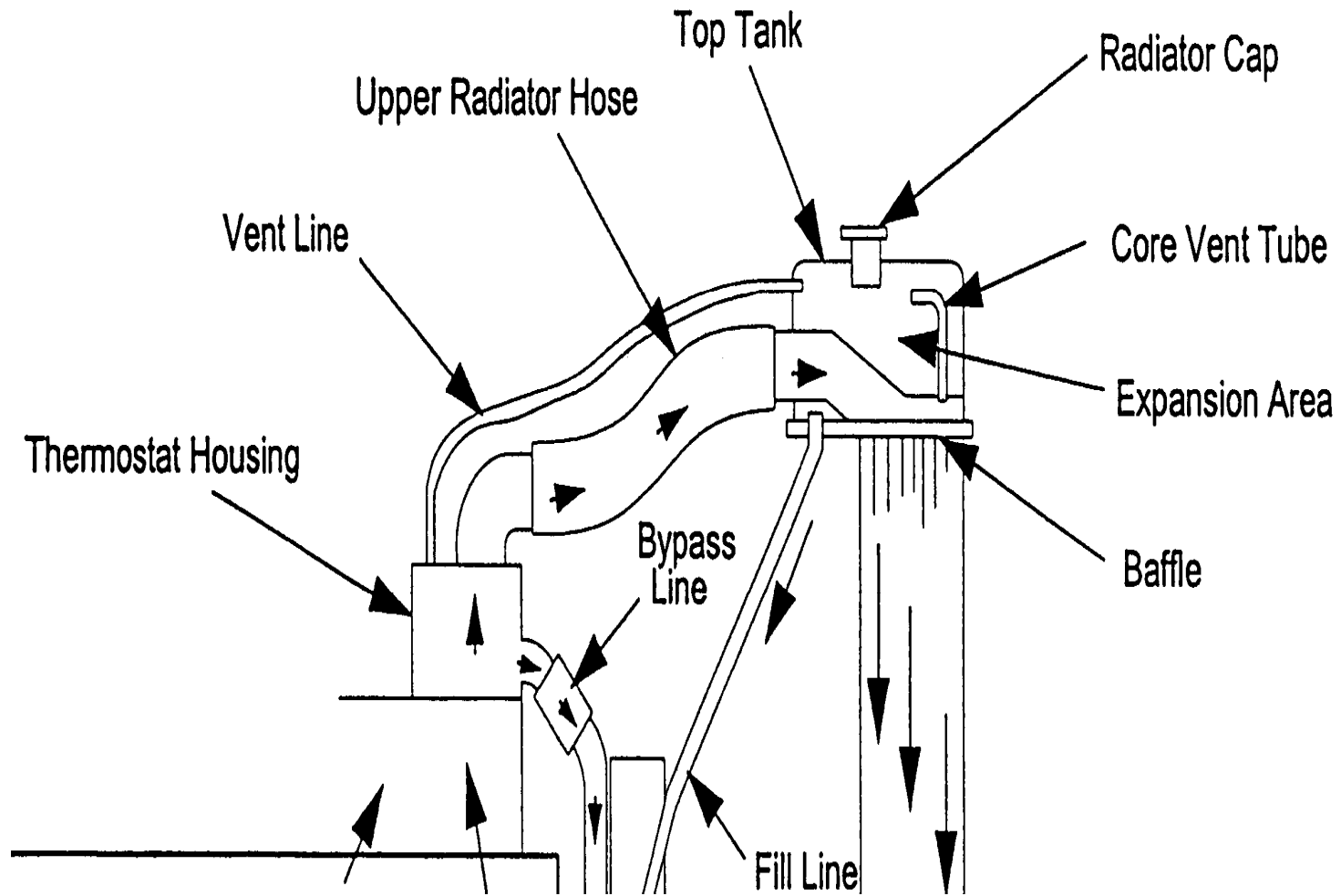
- 1.流入中冷器的冷却液
- 2.流出中冷器的冷却液
- 3.缸套
- 4.水泵
- 5.散热器的旁通冷却液
- 6.水过滤器



发动机冷却系统



联机散热器



推荐使用的冷却液

- **50%软化水：50%防冻液**

防冻液： 乙烯乙二醇或丙烯乙二醇

防冻液浓度： 40%~68%

- **DCA4**

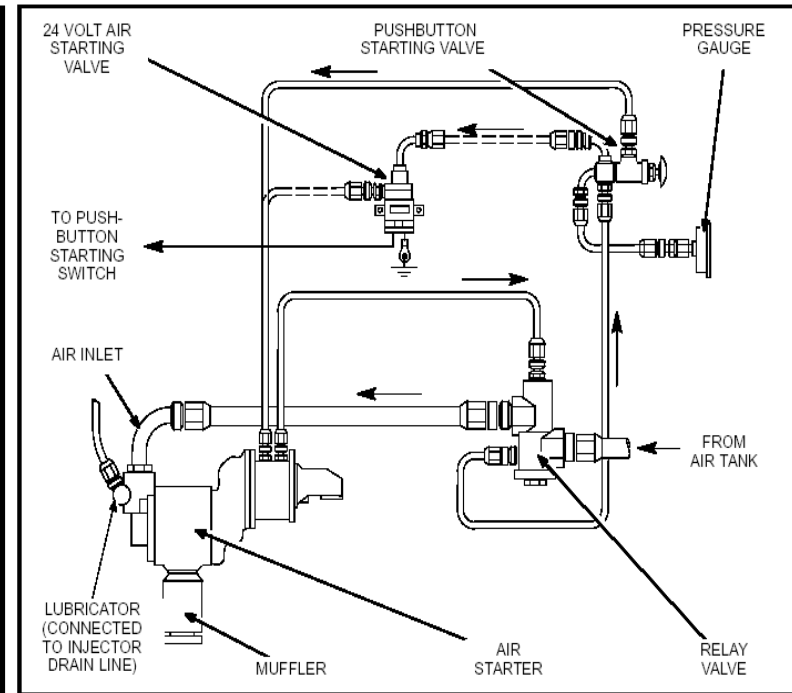
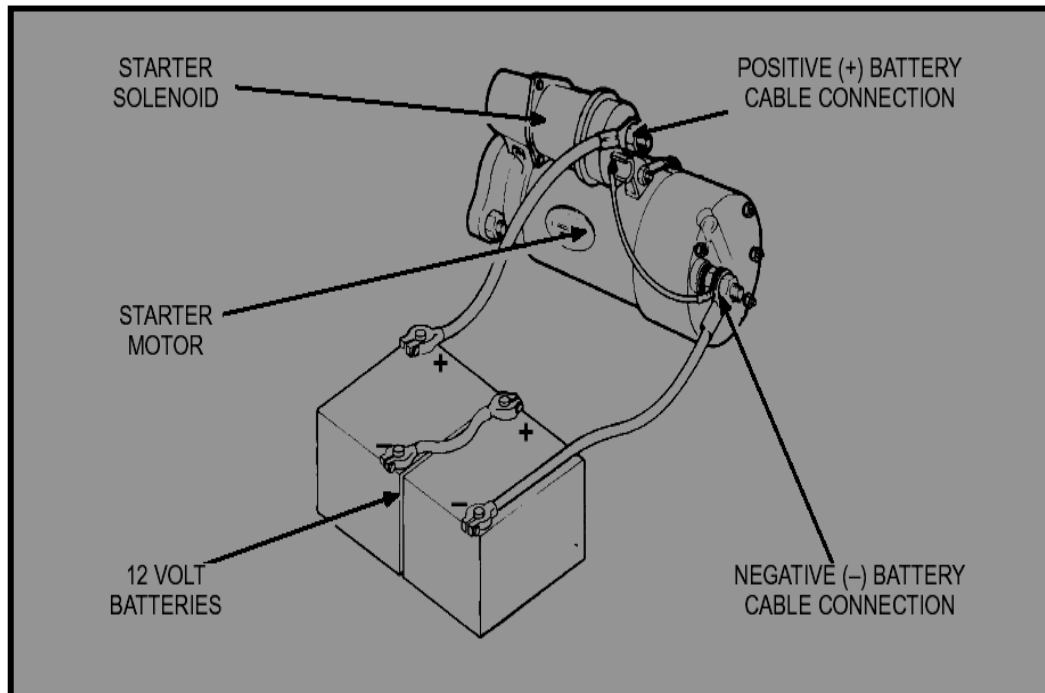
浓度： 每U.S.加仑冷却液中 1~2 个单元

或每升冷却液中0.13~0.5 个单元

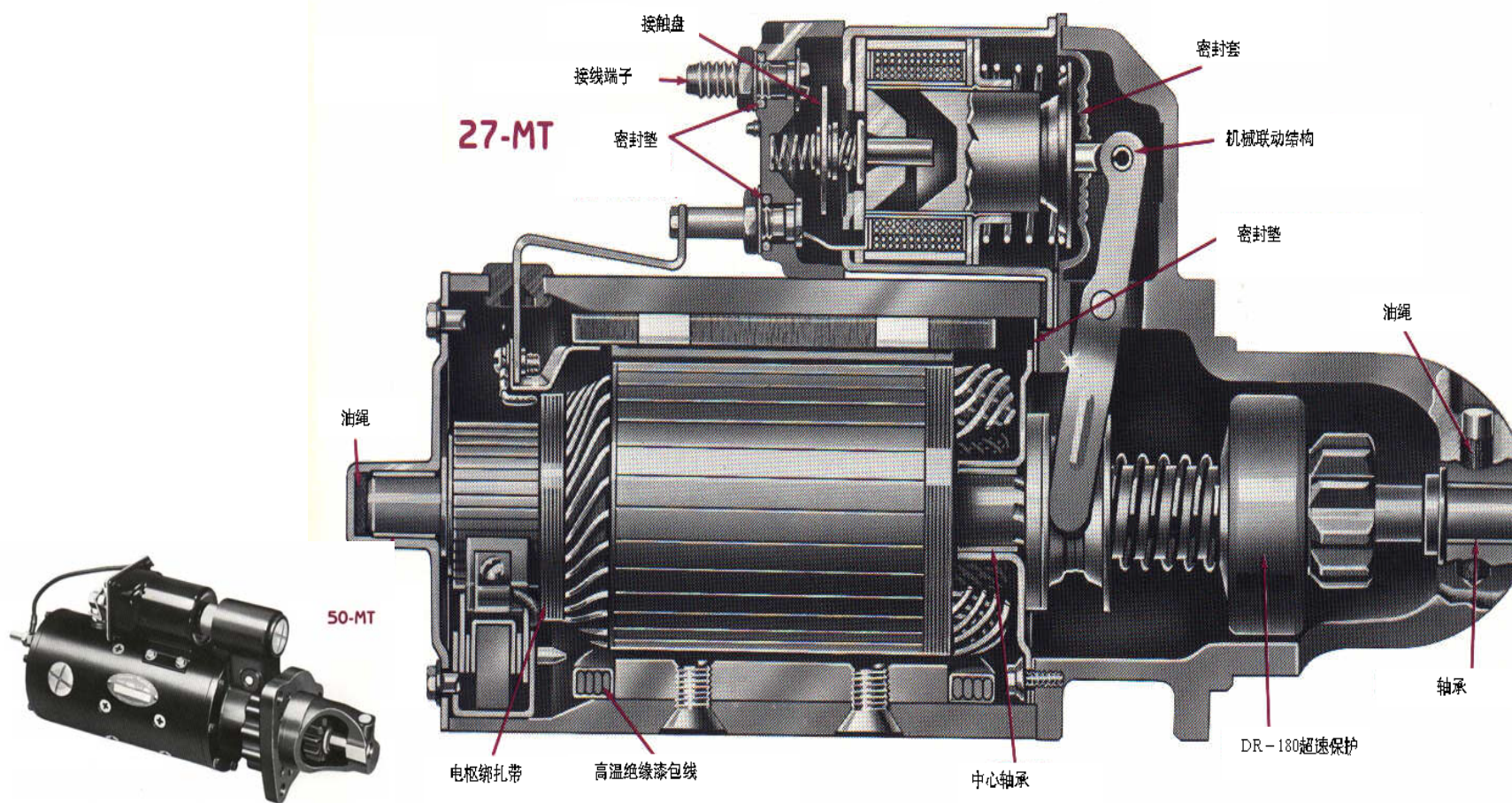
发电机组用发动机启动系统

- 柴油机起动方式分空气起动和电起动两种；
- 电起动的柴油机由起动蓄电池供电，使设在飞轮附近的起动电机带动柴油机旋转起动；
- 正常运转时，曲轴带动充电发电机给蓄电池充电；

启动系统



电启动马达的结构



启动蓄电池的相关背景

- 电瓶类型：
 - 铅酸蓄电池；
 - 阀控密封铅酸蓄电池；
 - 铬镍蓄电池；
- 电瓶容量：
 - 电瓶放电能力要在对应环境温度下满足机组冷启动电流；
 - 连续三次，每次盘车10秒钟的放电容量；
- 电瓶与环境温度的关系：
 - 环境温度下降，电瓶内阻增大，影响机组启动，甚至无法启动。
- 电瓶电缆的型号与长度应严格按照厂家标准；

铅酸蓄电池

- 蓄电池是一个电化学装置，由两种不同特性的金属材料在电解液中发生化学变化，在放电时将化学能转换为电能；而在充电时将电能转换为化学能。
- 蓄电池的主要功能：
 - 发动机启动时给启动马达和点火系统提供动力电源；
 - 当充电系统不能给负载提供足够电力时，提供电源；
 - 承担电气系统的稳压作用，平滑电压输出，吸收系统中瞬间过电压。

蓄电池选择基本概念

- 电压选择

 - B, C系列: 12V或24V直流。

 - L10以上系列: 24V直流。

- 额定冷起动电流 (CCA)

 - 全新蓄电池完全充电, 其芯核温度为 -18°C 或 -32°C 时, 持续放电30秒, 并且每个元件端电压不下降1.2V时的放电电流;

- 起动性能

 - 全新蓄电池完全充电, 其芯核温度为 -0°C 时, 持续放电30秒, 并且每个元件端电压不下降1.2V时的放电电流;

蓄电池选择基本概念...

■ 储备能力

- 全新蓄电池完全充电，其芯核温度为 -27°C 时，持续以**25**安培放电，并且每个元件端电压不下降**1.75V**时的放电时间。

■ 额定容量

- 完全充足电的蓄电池在规定的時間（小时）按照额定电流（安培）放电的能力（安时）；
- 串联电池的起动电流等于一个电池的起动电流；
- 并联电池的起动电流等于并联的电池数量的电流之和；

最小电池冷起动电流

康明斯发 动机型号	-18°C 12V	-18°C 24V	-32°C 12V	-32°C 24V
4B	800	400	625	312
6B	950	475	660	330
6C	1250	625	975	490
L10/M11	1800	900	1280	640
N855/N14	1800	900	1280	640
K19/Q19		900		640
V28		1800		1280
Q30		1800		1280
K38		1800		1280
K50		1800		1280

电缆线的选择

- 选择电缆线在起动系统应用中是非常重要的。
- 电缆线的大小取决于载流量、导线长度和系统容许的电压降。

启动电缆容许的电阻		
	12V	24V
B系列	0.0012Ω	0.004Ω
C-K50系列	0.00075Ω	0.002Ω

启动电路容许的最大电压降		
	12V	24V
B系列	0.5V	1V
C-K50系列	不适用	1V

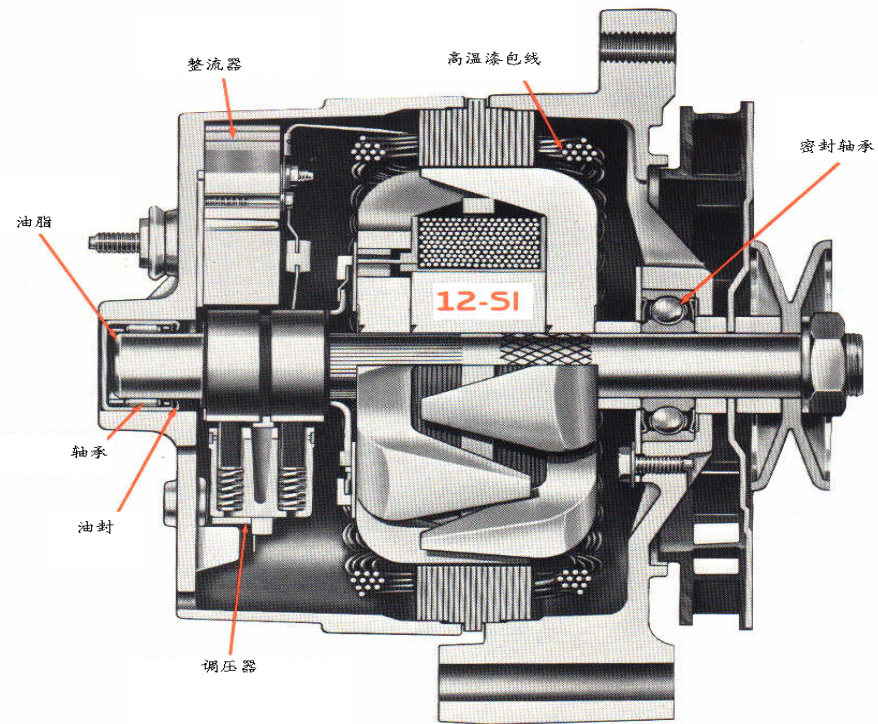
电缆线的选择

发动机型号	电压	$25mm^2$	$35mm^2$	$50mm^2$	$70mm^2$
B	24	300mm	400mm	500mm	700mm

发动机型号	电压	$70mm^2$	$95mm^2$	$120mm^2$	$2 \times 70mm^2$
B	12	300mm	400mm	500mm	700mm
C-K50	12	150mm	250mm	300mm	350mm
C-K50	24	550mm	650mm	850mm	1150mm

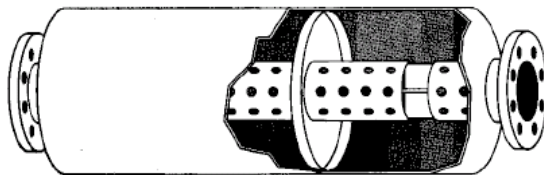
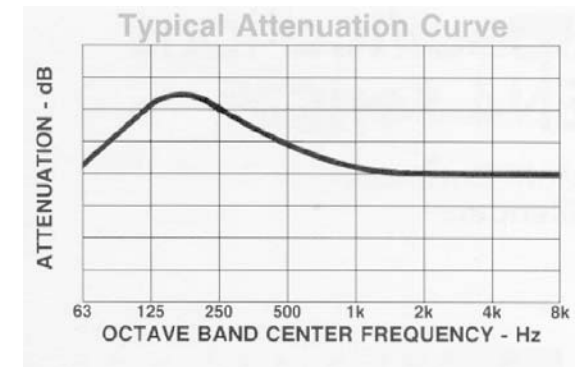
充电发电机

- 补充起动蓄电池消耗的能量
- 输出信号可以作为切断起动马达信号使用

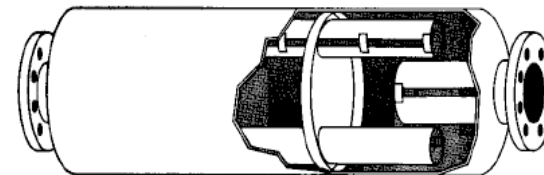


发动机消声器—抗式

- **Reactive silencers (抗式)** use tuned chambers to cancel the noise passing through them. The number of chambers can vary from one to as many as four or more, and they can be of a labyrinth or straight-through design.
 - As a general rule, higher acoustic efficiency comes at a price in the way of higher pressure losses through the silencer.
 - The reactive engine silencers built by Universal tend to specifically target the lower frequencies, **which is desirable** due to the engine fundamental tones.



Straight-through Reactive Silencer



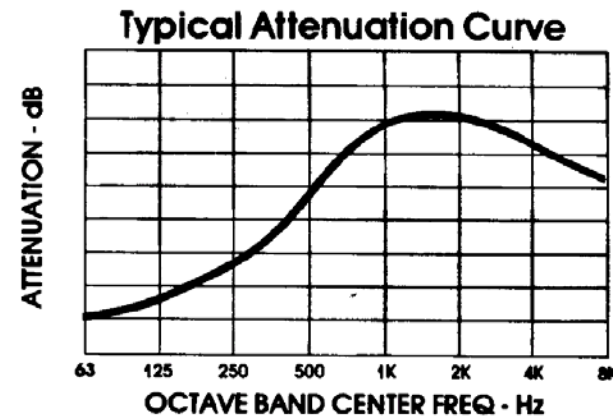
Labyrinth-type Reactive Silencer

发动机消声器—阻式

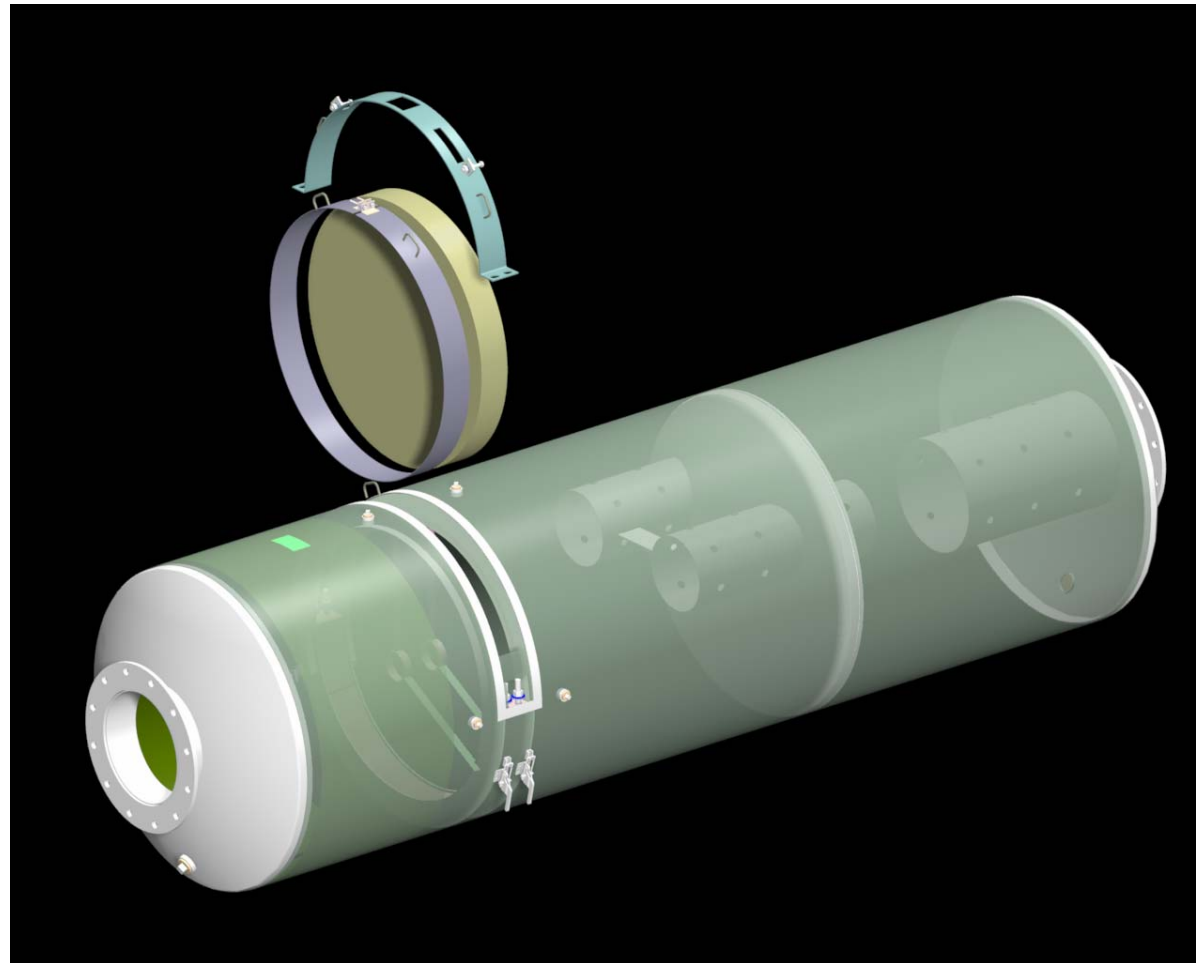
- **Absorptive silencers(阻式)** use acoustically absorptive materials to dissipate the sound energy passing through them.
 - They can simply be composed of a lined perforated pipe surrounded by acoustic filler, or also include a perforated and acoustically filled “bullet” in the gas path for increased efficiency.
 - Although absorptive silencers offer lower pressure losses, they do not match the acoustic efficiencies of **reactive silencers at lower frequencies associated with engine firing frequencies.**



Absorptive Silencer with Bullet



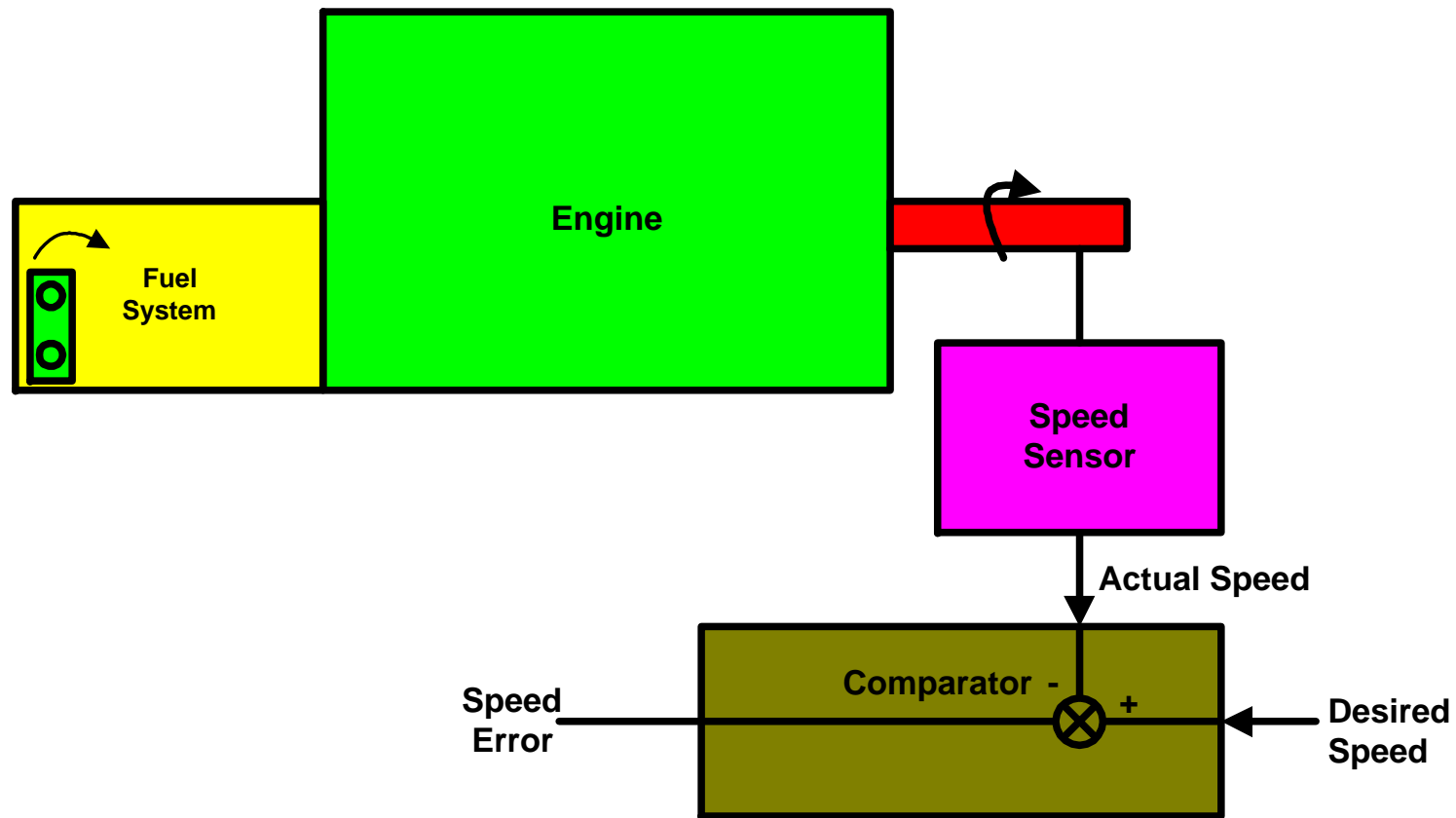
排放处理消声器



发电机组用发动机调速系统

- 调速装置是柴油机的重要部件，柴油机所带负荷在实际运行时是不断变化的。
 - 负荷变化时，尤其负荷突变时，必须保持柴油机转速稳定，
 - 这意味着保持发电机频率，不得出现飞车或停车事故；
 - 调速系统就是要求柴油机转速自动恒定在同步转速的装置。
- 调速器有机械离心式调速器，液压调速器和电子调速器三种。
- 电子调速器接收转速信号，通过电子线路分析和比较输出调节信号来控制供油量。电子调速器的调速精度和灵敏度都比较高。

发动机速度设定、调整

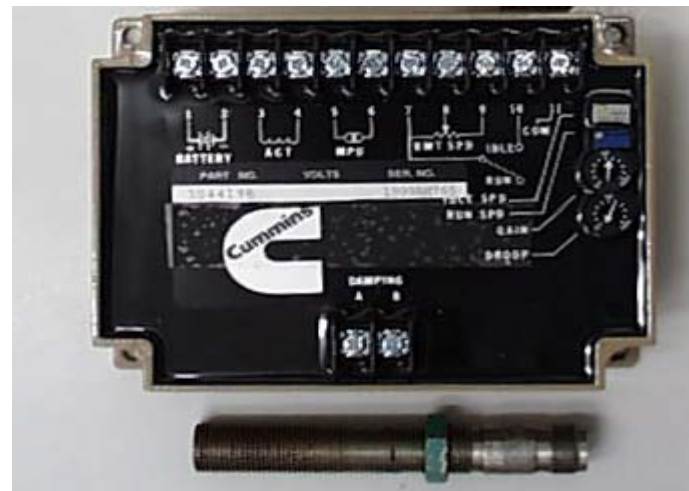


高压泵发动机调速系统

电子执行器



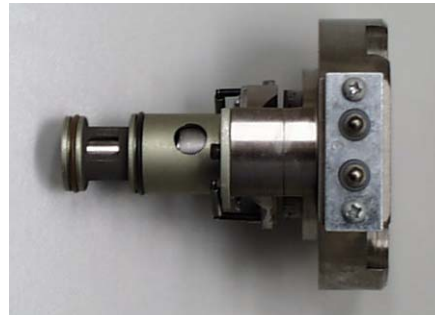
电子调速器



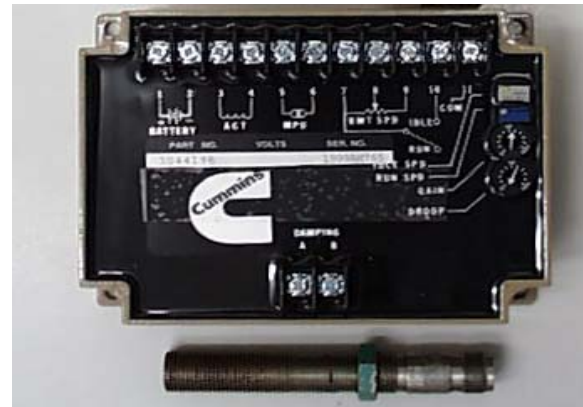
测速传感器

康明斯PT泵调速系统

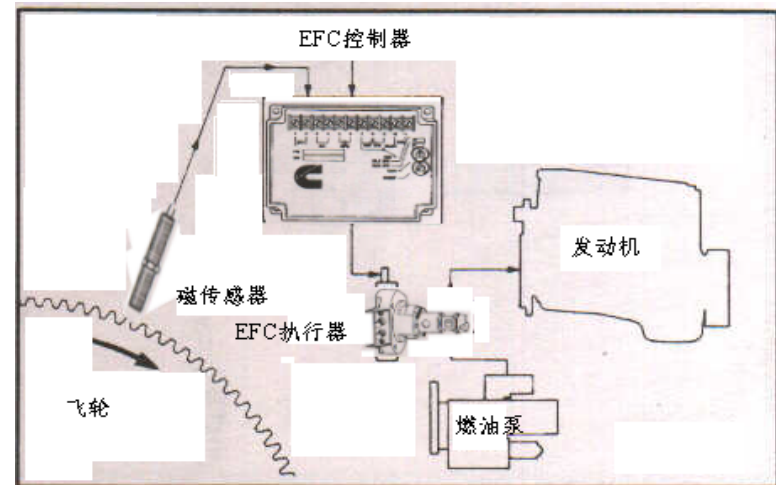
电子执行器



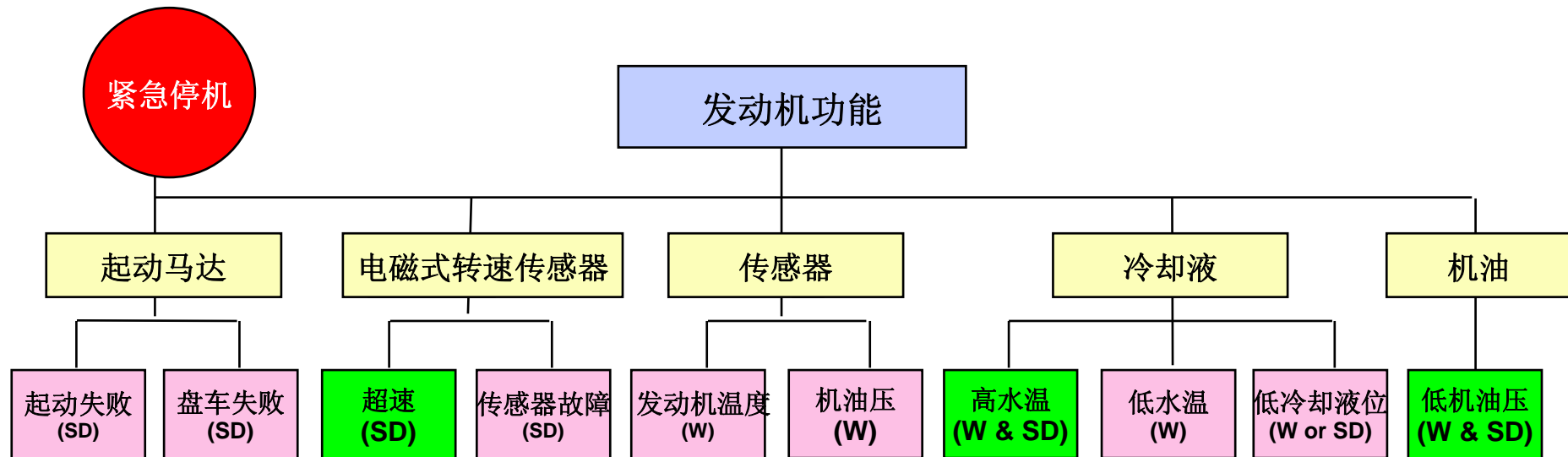
电子调速器



测速传感器



发动机的监控和保护系统



- V-型发动机为双侧温度；
- 可选排气（双）温度传感器；