



江苏航运职业技术学院
Jiangsu Shipping College

课件一理想气体循环



轮机工程学院

陈培红主讲

18理想气体循环

- 工质

- 理想气体

- 理论循环

- 混合加热理论循环

- 定容加热理论循环(奥托循环)

- 定压加热理论循环(狄塞尔循环)

- 热机的典型热力过程一定容过程

- 热机的典型热力过程一定压过程

- 热机的典型热力过程-定温过程

- 热机的典型热力过程-绝热过程

- 热机的典型热力过程-多变过程

- 热机实际循环与理论循环之间的差异

一、工质

1.定义

把热能转变成机械能的媒介物称为工质。

注：能量的转换**只能**通过**工质的膨胀或压缩**来实现。

2.常见工质

- 蒸汽动力装置的工质——蒸汽
- 制冷空调装置的工质——制冷剂
- 燃气轮机与往复式内燃机的工质——燃烧气体及空气



二、理想气体

1. 定义

分子为不占体积的弹性质点
除碰撞外分子间无作用力
(无吸力和斥力)



理想气体

2. 实例

理想气体是实际气体在**低压高温**时的抽象

以空气为主的燃气、空调中的湿空气



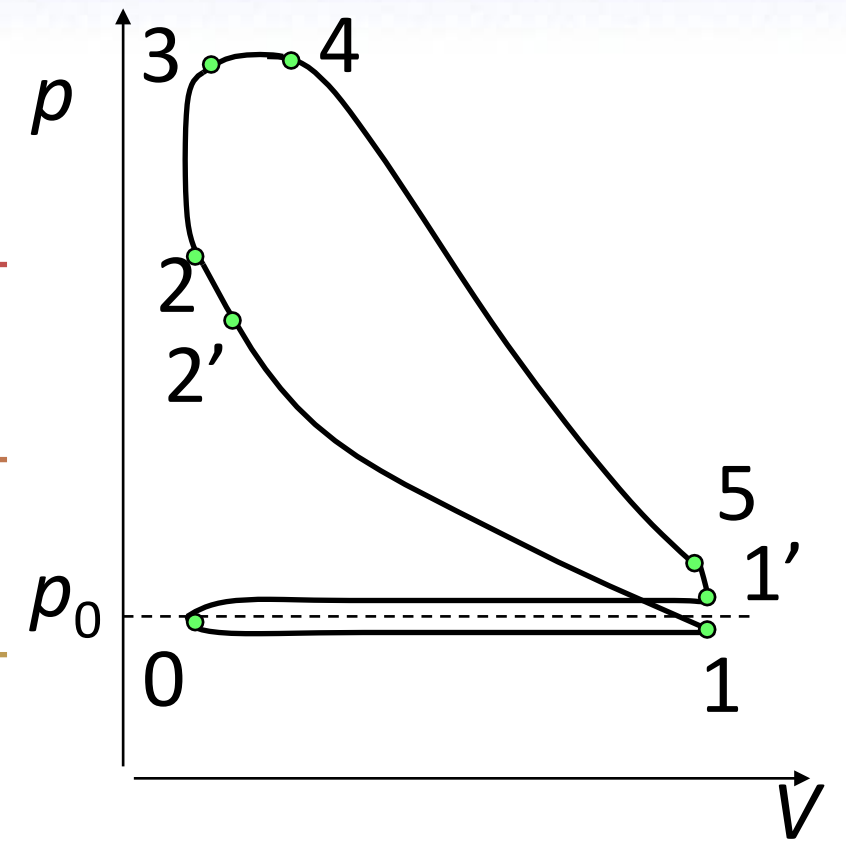
三、理论循环

1. 定义

把实际循环加以抽象化和简化，将其概括成由几个基本热力过程所组成的循环。

2. 假设

- (1) 工质是理想气体，其比热视为定值，工质与外界无质量交换，不考虑燃油的喷入；
- (2) 不计进、排气过程及其流动损失；
- (3) 工质的压缩和膨胀过程均为绝热过程，不计缸壁传热、漏气等热损失；
- (4) 燃烧过程为外界高温热源以定容过程、定压过程向工质加热，排气过程用定容放热过程代替；
- (5) 构成循环的各个过程均是可逆的。



十一、实际循环和理论循环之间的差异

1. 工质的影响

实际工质：空气→柴油喷入→可燃混合气→燃气→废气
→化学成分变化，比热变化。

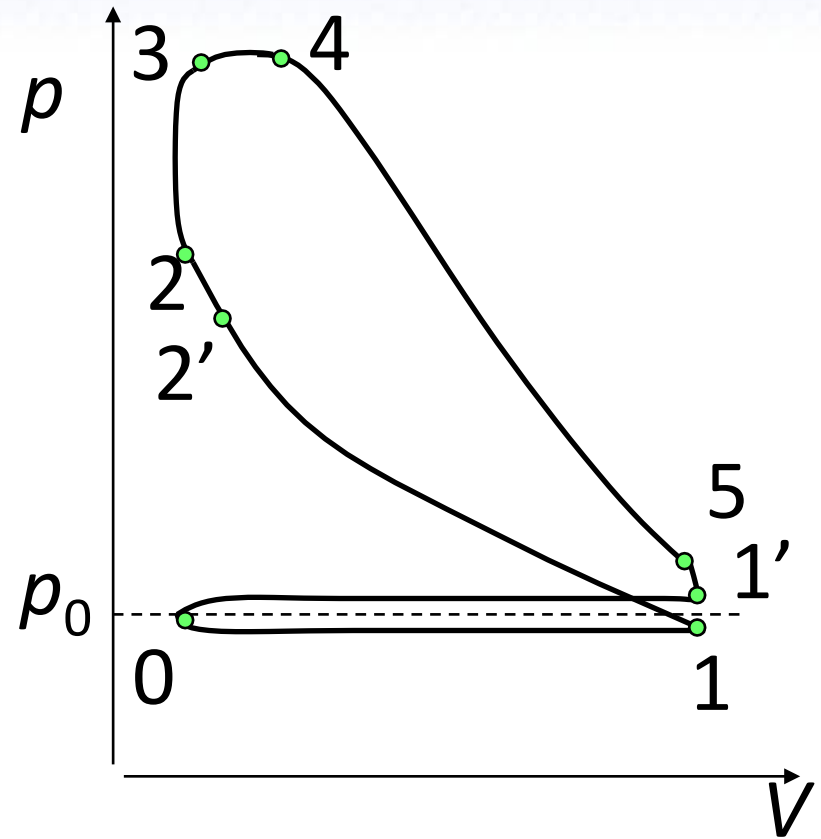
理想工质：工质数量质量不变，比热不变。

2. 传热损失

热机的工质与热机缸壁之间存在热量交换，并非绝热过程。

在压缩过程初期，气缸内工质被缸壁加热；

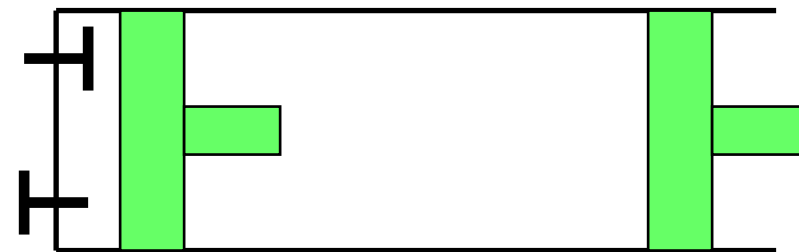
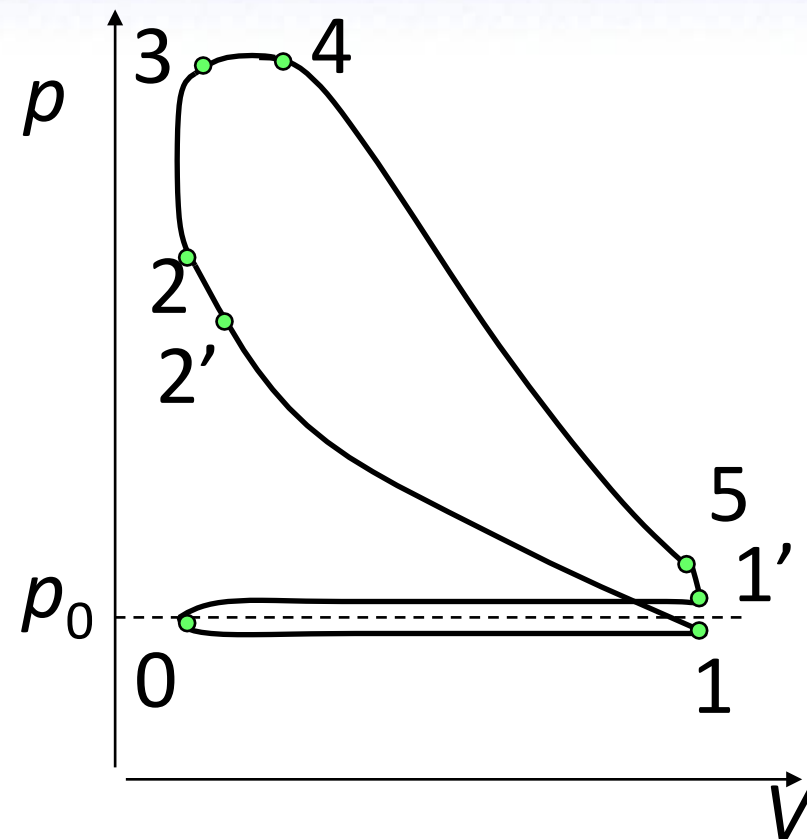
在后期，由于工质被压缩后温度升高，超过了缸壁的温度，工质通过机体向外传递热量，实际压缩过程的总趋势是工质向外放热，因此实际压缩终点压力低于理论循环的绝热压缩终点压力。



十一、实际循环和理论循环之间的差异

2. 传热损失

在膨胀初期，由于后燃现象以及原在高温时已分解的燃烧产物的重新复合反应，缸内工质为加热膨胀；
在膨胀后期，由于后燃结束及复合反应的减弱，缸内工质为散热膨胀。综合而言，膨胀过程是一个工质被加热的多变过程，膨胀终点缸内压力高于绝热膨胀压力。



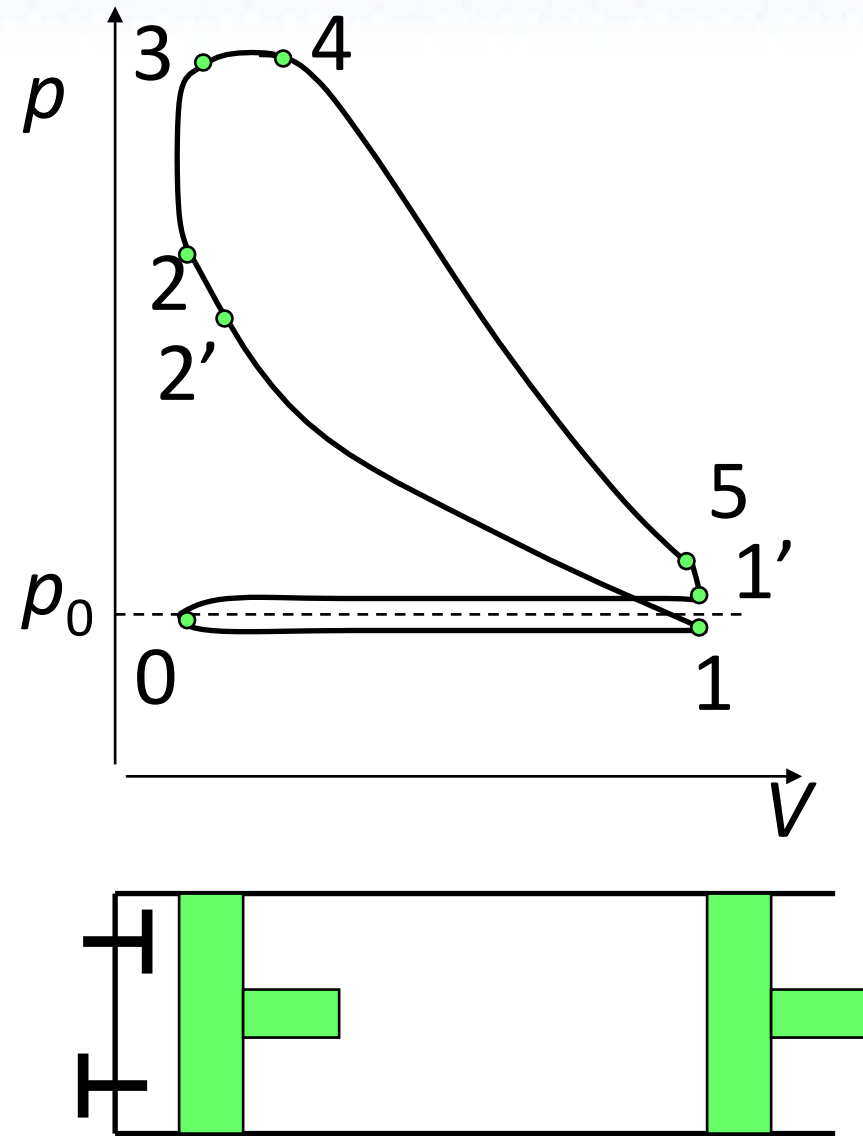
十一、实际循环和理论循环之间的差异

3. 燃烧损失

燃烧损失是指后燃和不完全燃烧所引起的损失。

理论循环:全部热量来自高温热源吸收的热量 Q_1 ，无燃烧过程；

实际循环:全部热量是由燃油的燃烧得到的，必然存在部分燃油在膨胀中仍然继续燃烧的后燃现象。另外，由于空气不足，或混合物形成不良造成的不完全燃烧，燃料的热值未充分利用，促使燃烧膨胀线的位置下移，产生不完全燃烧损失。



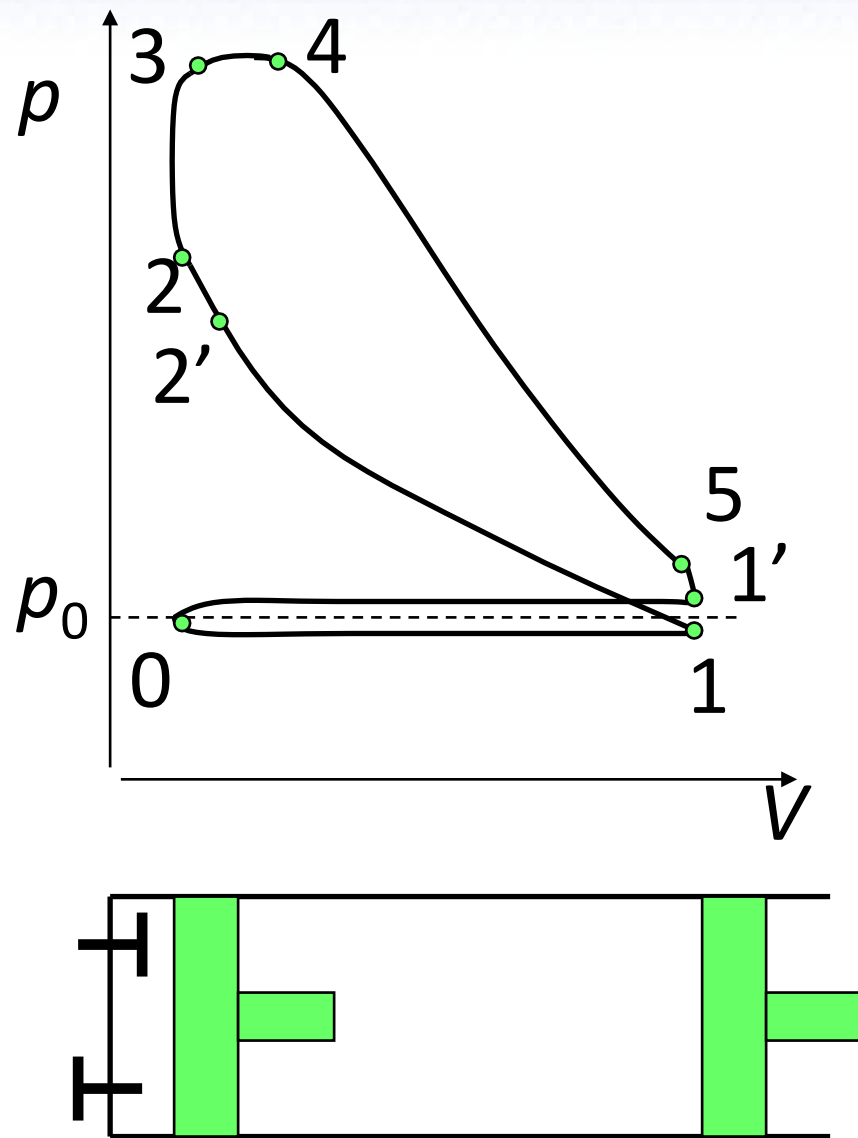
十一、实际循环和理论循环之间的差异

4. 换气损失

理论循环是一个闭口循环，混合加热和定容放热，无须进行工质的替换，而实际循环必须排出废气和吸入新鲜空气。

在排气过程中，为了减少排气消耗的功，其排气阀总是提前开启，让废气在下止点前某点就开始排出，由此减少了一部分有用功，称为膨胀损失功。非增压四冲程柴油机实际循环的进气过程与排气过程均消耗轴功，称为泵气功。

膨胀损失功与泵气功之和即为实际循环的换气损失。。



十一、实际循环和理论循环之间的差异

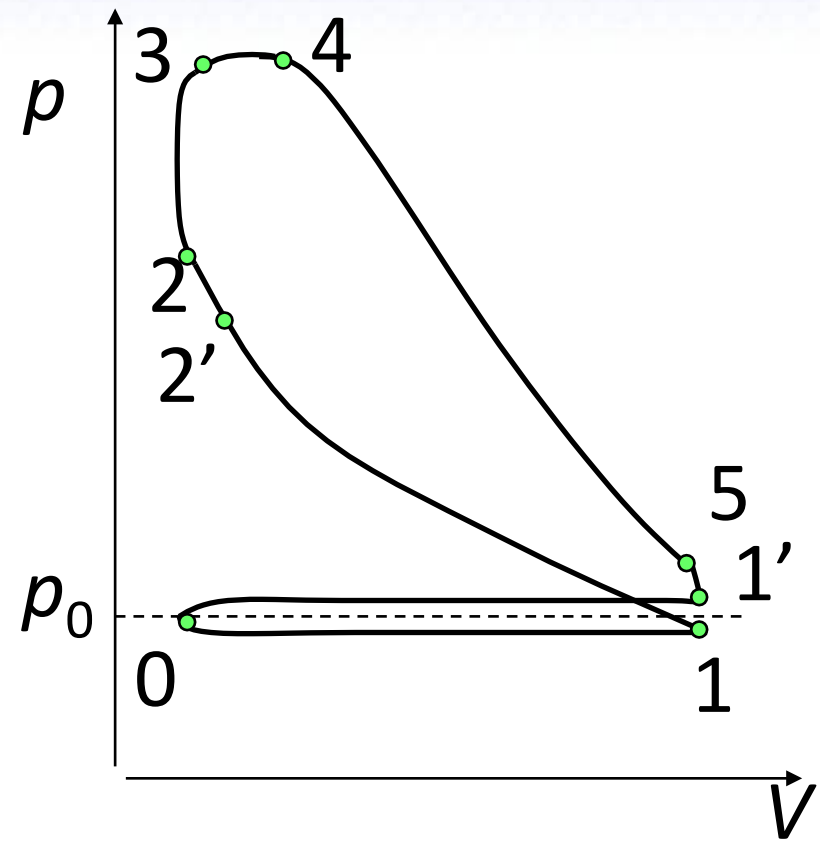
5. 泄漏损失

气阀处的泄漏可以完全防止，但活塞环处的泄漏无法避免。不过在良好的磨合状态下，其泄漏量约为气缸内工质总重的0.2%。

6. 其他损失

其他损失包括工质的涡动以及活塞运动速度与燃烧速度不相配合而偏离定容、定压加热过程的时间损失等。

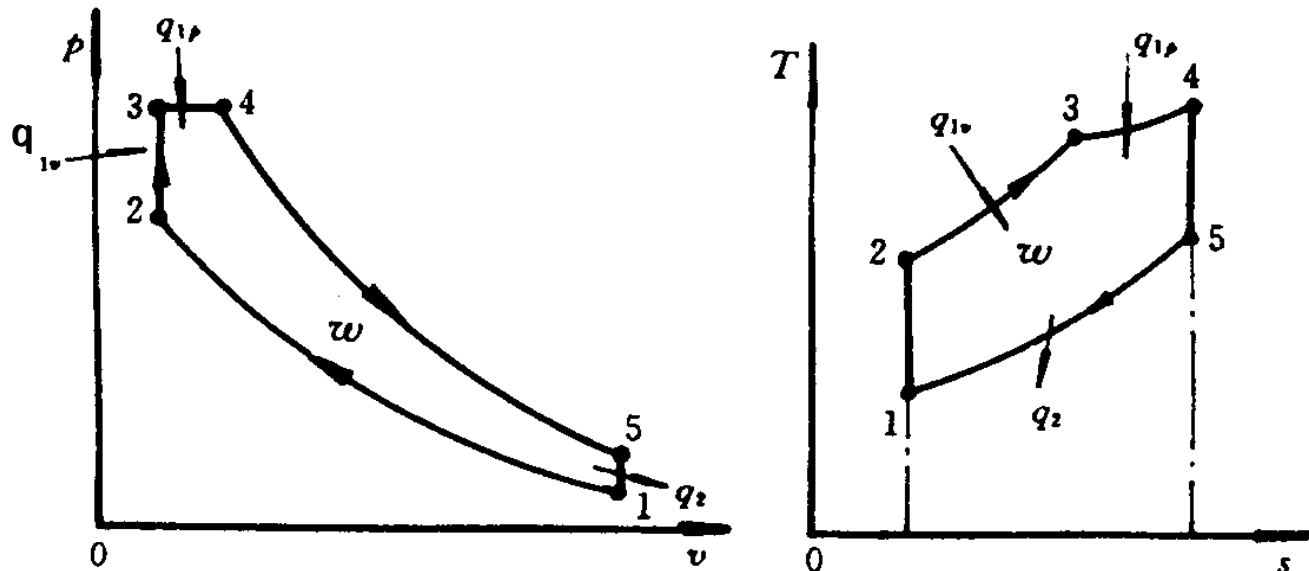
由于上述各项损失的存在，实际循环的热效率明显下降。



四、混合加热理论循环 = 空气循环

1. 组成

- 1-2: **可逆**绝热压缩
- 2-3: **可逆**定容吸热
- 3-4: **可逆**定压吸热
- 4-5: **可逆**绝热膨胀
- 5-1: **可逆**定容放热



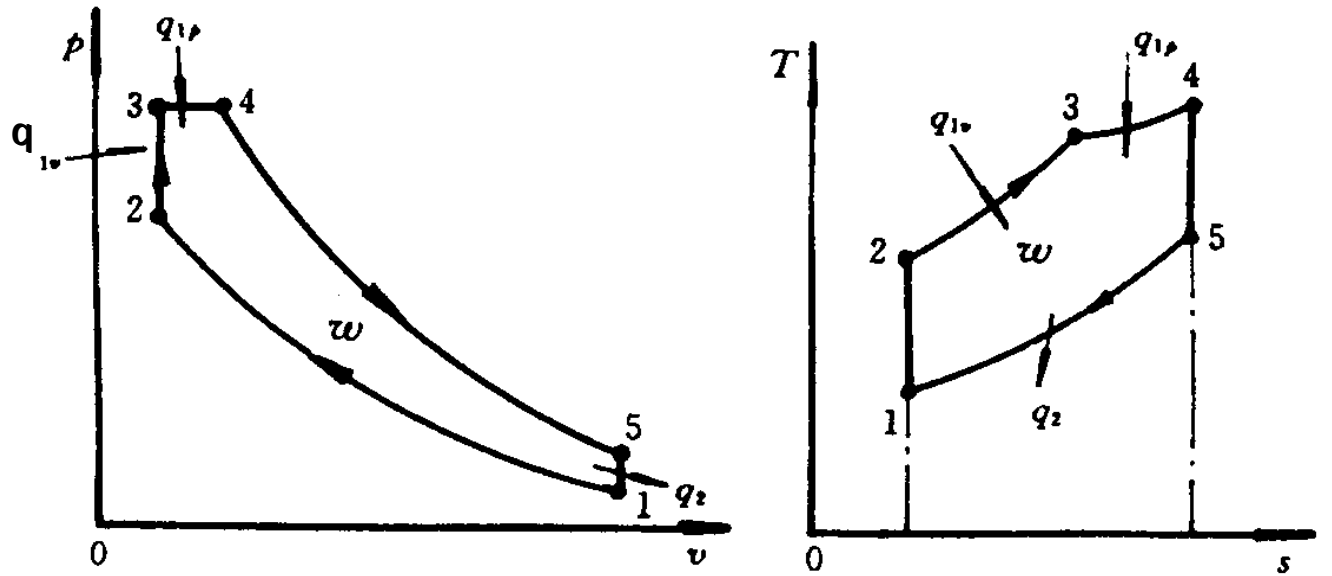
2. 定义

该循环由于兼有定容和定压加热过程，所以称为“混合加热理想循环”

- 当代大多数往复内燃机所遵循的理想循环。

四、混合加热理论循环 = 空气循环

3. 热效率

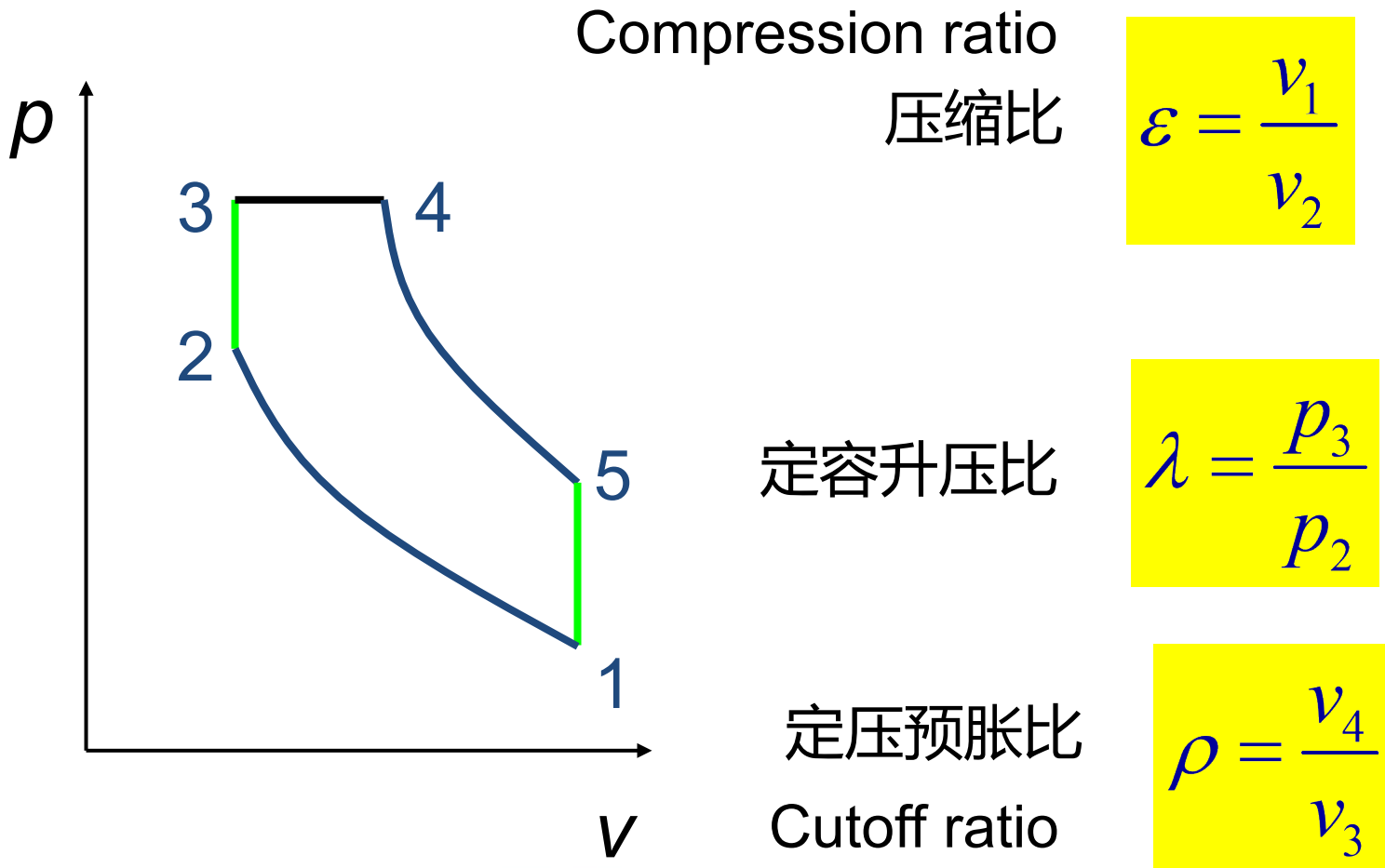


$$\eta_t = \frac{w}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{\lambda \rho^k - 1}{\varepsilon^{k-1} [\lambda - 1 + k\lambda(\rho - 1)]}$$

结论：热效率随着压缩比的提高，定容升压比的提高，定压预胀比的减少而增加。

四、混合加热理论循环 = 空气循环

4. 柴油机的特性参数



压缩过程中反映空气被压缩程度，与结构有关

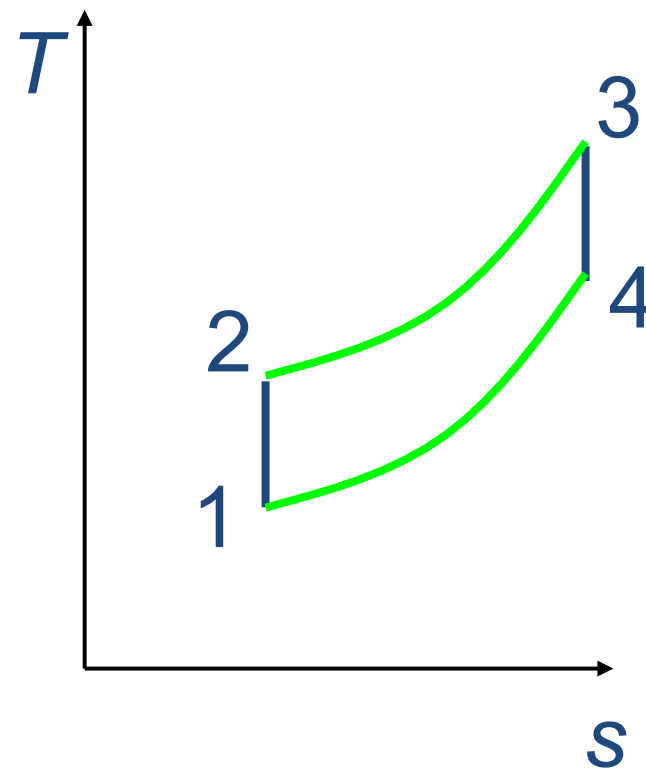
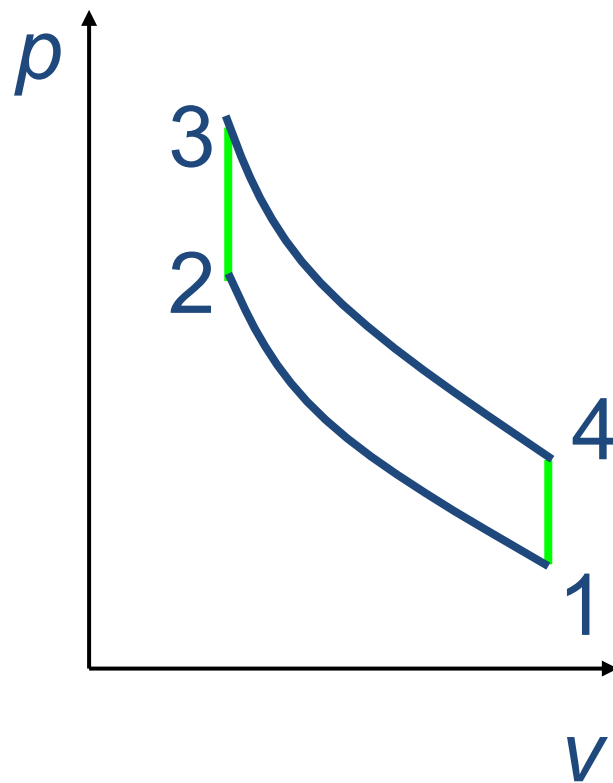
燃烧过程中反映供油规律，

$\lambda \uparrow$ 定容加热量 \uparrow
 $\rho \uparrow$ 定压加热量 \uparrow

五、定容加热循环（奥托循环）

1.组成

- 1-2: **可逆**绝热压缩
- 2-3: **可逆**定容吸热
- 3-4: **可逆**绝热膨胀
- 4-1: **可逆**定容放热



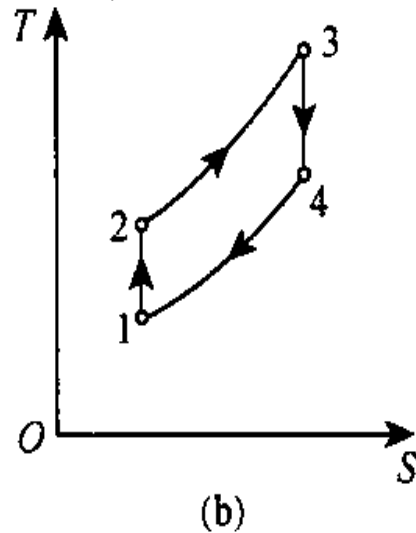
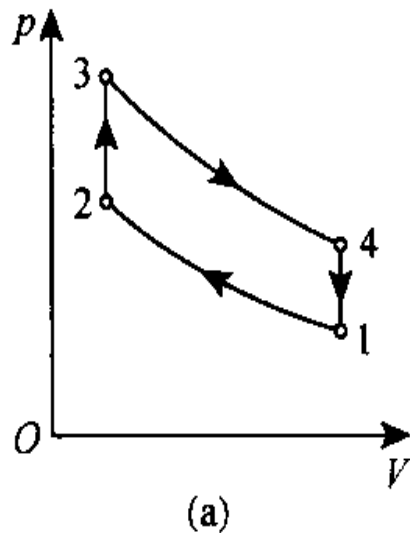
2.定义

汽油机由火花塞点火引燃，使气缸内由易挥发的汽油形成的可燃混合气迅速燃烧，燃烧时活塞位移极小，因此汽油机理论循环为奥托循环

五、定容加热循环（奥托循环）

3. 热效率

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$$



- 奥托循环是将加热量全部分配到定容加热过程的混合加热理论循环的一个特例，即混合加热理论循环的定压预胀比 $\rho=1$ 时就是定容加热理论循环。

结论：定容加热理论循环的热效率随压缩比 ε 增加而提高。
定容加热理论循环的热效率与定容升压比无关。



练一练

定容加热理想循环的热效率只与_____有关，并随其提高而提高。

- A. 压缩比 B. 压强升高比 C. 预胀比 D. 质量

【参考答案】 **A**

【解析】

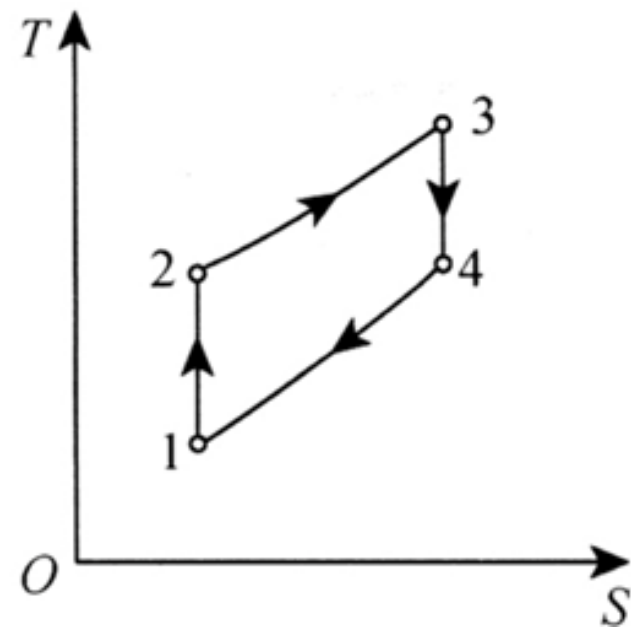
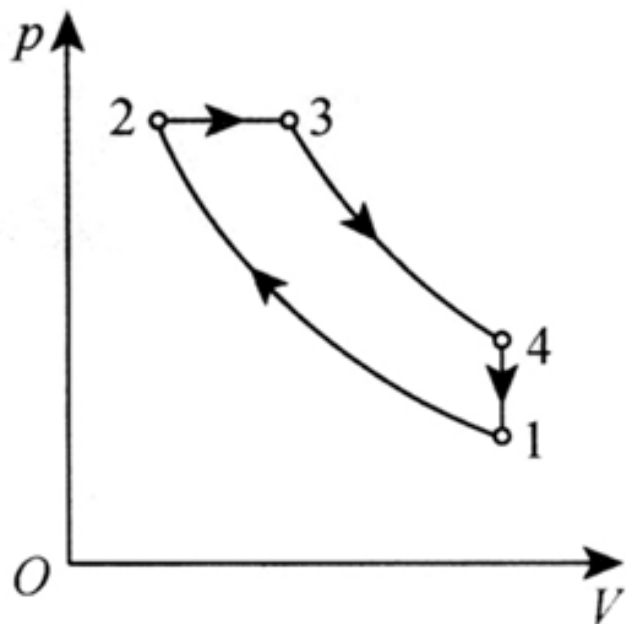
$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$$



六、定压加热循环（狄塞尔循环）

1.组成

- 1-2: **可逆**绝热压缩
- 2-3: **可逆**定压吸热
- 3-4: **可逆**绝热膨胀
- 4-1: **可逆**定容放热



2.定义

早期的低速柴油机的工作循环可理想化为定压加热理论循环。近年来，有些增压柴油机的燃烧过程一边边燃烧，一边进行膨胀，在整个燃烧过程中气缸内压力几乎不变，也可理想化成定压加热循环。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/677002113113006135>