

第一章 基本概念及定义

1.热力系的定义与分类:

def.热力系统：根据研究的问题，人为划定的一定范围内的研究对象。热力系与外界的交界面称为边界。（注：边界可以是真实的，也可以是假象的；可以是固定的，也可以是移动的）

def.闭口系统：系统与外界有能量、无物质交换。

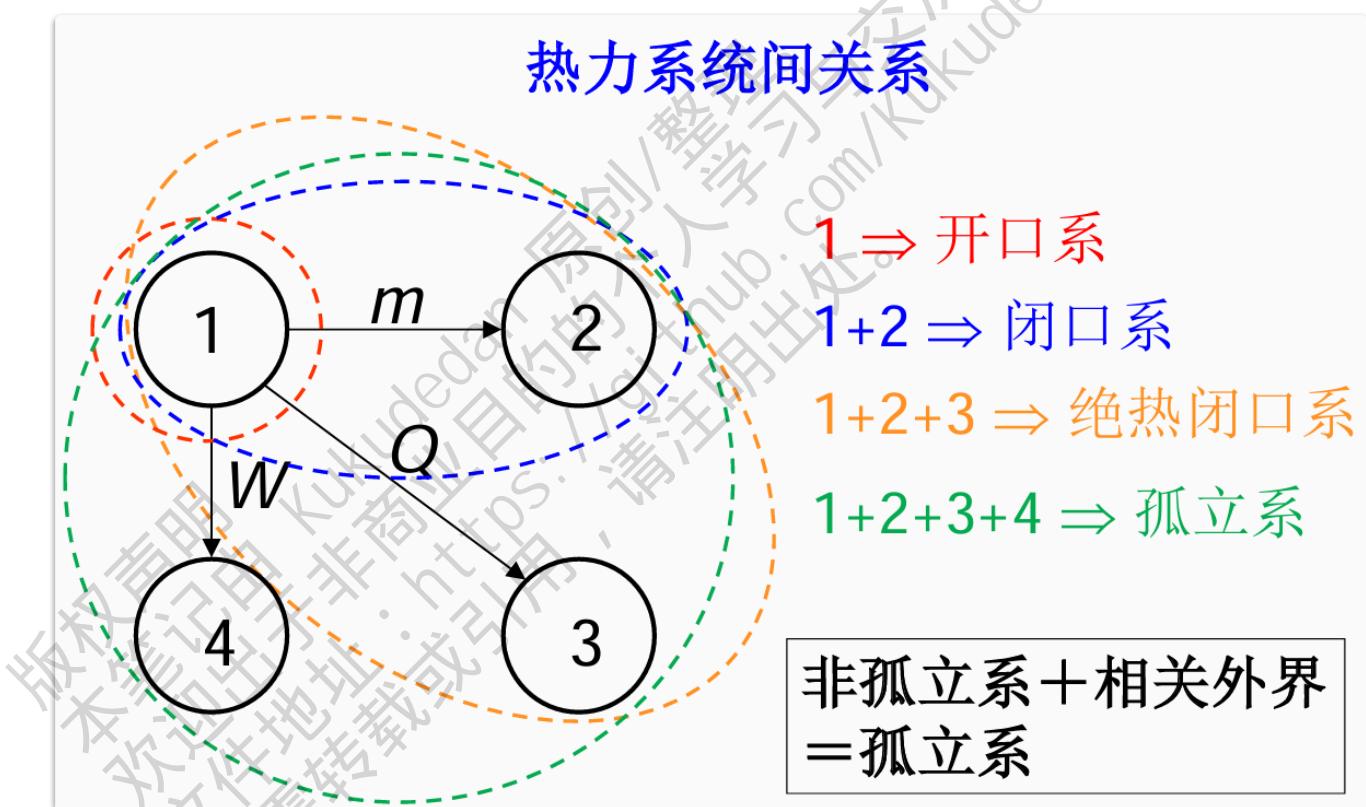
def.开口系统：系统与外界有能量、有物质交换。

(闭口系统、开口系统的区别为有无质量越过了边界)

def.绝热系统：系统与外界无热量交换。

def.孤立系统：系统与外界无物质、无能量交换。

(孤立系一定是绝热系，绝热系不一定为孤立系)



def.简单可压缩系：与外界可逆功交换只有体积功（常用）。

2.工质的概念：

def.工质：用来实现热能和机械能相互转换的媒介物质称为工质。

常见工质：锅炉、汽轮机 → 水蒸气，燃气轮机 → 燃气，冰箱、空调 → 制冷剂

3.状态参数：

常用状态参数有6个，压力 (Pa)、温度 (T)、比体积 (v)、热力学能 (U)、焓 (H)、熵 (S)

其中前三个为强度量参数，可直接测量的基本状态参数；后三个为广延量参数，不可直接测量，由基本参数计算得到

广延参数大写，比参数小写

特点：

- 1、单值性：状态确定，则状态参数也确定，反之亦然
- 2、积分特征：状参变化量与路径无关，只与初终态有关
- 3、微分特征：全微分

4. 温度、压力的定义、单位及表示方法：

温度的定义、单位及表示方法：

def.温标：温标是温度的数量表示法。

def.经验温标：任选一种测量物质的某种物理性质，采用任意一种温度标定规则所得到的温标。

def.热力学温标：根据热力学第二定律的基本原理制定的，和测温物质的特性无关，可以作为度量温度的标准。（注：热力学温标规定水的三相点为基准点）

任何经验温标都不能作为度量温度的标准

压力的定义、单位及表示方法：

def.压力：单位面积上所受的垂直作用力。

def.绝对压力 P ：以绝对真空作为零点压力标准。

def.表压力 P_e ：以大气压作为零点压力标准。

def.真空度 P_v ：低于大气压的压力。

def.大气压力：

$$\begin{aligned} p &= p_b + p_e \quad (p > p_b) \\ p &= p_b - p_v \quad (p < p_b) \end{aligned}$$

5. 平衡状态与稳定状态：

def.平衡状态：一个热力系统，如果在不受外界影响的条件下(重力场除外)，系统的状态参数不随时间变化（状态能够始终保持不变），则系统的这种状态称为平衡状态。

平衡的本质：不存在不平衡势

def.稳定状态：只要系统的状态参数不随时间的变化而变化，即认为系统处于稳定状态。

稳定不一定平衡，平衡一定稳定

平衡不一定均匀，单相平衡态则一定是均匀的

6. 状态公理与状态方程式：

def. 状态公理：对组元一定的闭口系，独立状态参数个数 $N = n + 1$ (n : 相数)。对简单可压缩系，两个独立的状态参数即可确立系统的一个状态。(知2求4)

def. 状态方程：基本状态参数 (p, v, T) 之间的关系。

$$T = T(p, v) \quad p = p(T, v) \quad v = v(T, p)$$

$$pv = nRT \quad pV = mR_gT$$

7. 准平衡过程：

def. 准平衡过程：在无限小势差的推动下，由一系列平衡态组成的热力过程。

准平衡过程的实现条件：破坏平衡态存在的不平衡势差应为无限小。

容积变化功（膨胀功）： $W_{1-2} = \int_1^2 pdV$

系统对外界做工为正，外界对系统做工为负

8. 可逆过程：

def. 可逆过程：当系统完成某一热力过程后，如果有可能使系统再沿相同的路径逆行而回复到原来状态，并使相互中所涉及到的外界亦回复到原来状态，而不留下任何变化，则这一过程称为可逆过程。不满足上述条件的过程为不可逆过程。

准静态过程+无耗散效应=可逆过程

可逆过程必然是准平衡过程，而准平衡过程只是可逆过程的必要条件

9. 过程功与热量：

def. 功：是热力系统通过边界面而传递的能量。

$$W_{1-2} = \int_1^2 Fdx$$

功和热量都是能量传递的度量，都是过程量

功转变成热量是无条件的，而热转变成功是有条件的

可逆过程功

膨胀功和压缩功都是通过工质体积的变化而与外界交换的功，因此统称为体积变化功

$$W_{1-2} = \int_1^2 pdV$$

闭口系工质在膨胀过程中做的功并不能全部用来输出作为有用功。

$$W_u = W - W_r - W_l$$

其中 W_u 为有用功， W_r 排斥大气功， W_l 摩擦耗功

如果为可逆过程，由于不包含任何耗散效应：

$$W_{u,re} = \int_1^2 pdV - p_0(V_2 - V_1)$$

过程热量

def. 过程热量：热力系和外界之间仅仅由于温度不同而通过边界传递的能量。

系统在可逆过程中与外界交换的热量：

$$\delta q = Tds \rightarrow q_{1-2} = \int_1^2 Tds$$

体系吸热，热量为正；体系放热，热量为负

10. 热力循环：

def. 可逆循环：全部由可逆过程组成的循环称为可逆循环。

def. 不可逆循环：循环中有部分过程是不可逆的，则该循环就是不可逆循环。

正向循环（热动力循环）： $\eta_t = \frac{W_{net}}{q_1}$

逆向循环（制冷和热泵循环）：

制冷系数： $\epsilon = \frac{q_2}{W_{net}}$ ，越大越好

供热系数： $\epsilon = \frac{q_1}{W_{net}}$ ，越大越好