第1章 基本概念

1-1 处理工程热力学问题的一般方法

工程热力学的问题主要是围绕热能与功之间转换的问题。充分理解和掌握热力学的基本概念、基本定律以及工质性质与过程特点等是求解工程热力学问题的基础。求解工程热力学问题的一般方法和步骤如下。

1. **明确题意** 仔细审题，弄清题意。有些问题（特别是热力学第二定律的问题）可画出示意框图，这样可使热力关系变得直观清晰，便于分析。例如习题 4-3 等。

2. **巧选系统** 系统的选择具有随意性，同一问题，可以选择不同的系统，如开口系统或闭口系统及孤立系统等。选定系统后沿边界找出系统与外界传递的质量、功及热量。系统选得巧，则便于分析和解决问题。

3. **明确工质、用对处理方法** 针对不同的工质，如理想气体、理想气体混合物、湿空气、过热蒸气、湿蒸气、饱和蒸气及液体，采用相应的处理方法，例如理想气体状态方程或查图表及用软件等。

另外，一般理想气体的比热容取为常数；过冷液的焓值可视为同温下饱和液的焓值。

4. **画热力过程图** 根据需要，将理想气体的热力过程画在 p-v 图、T-s 图上，蒸汽动力循环画在 p-v 图、T-s 图及 h-s 图上，制冷或热泵循环画在 T-s 图、$\ln p$-h 图上，湿空气过程画在 h-d 图上。并注意可逆及准静态过程用实线表示。用好过程特征及过程方程。

5. **质量守恒定律** 有时需要。

6. **用对热力学第一定律表达式** 针对选定的系统，如开口系统、闭口系统及稳定流动系统等，使用相应的热力学第一定律表达式。

另外，工程热力学对某些过程的常规处理方法列举如下：

① 快速进行的过程，可视为绝热过程；

② 透热缓慢进行的过程，可认为系统的温度始终与外界相同；

③ 绝热刚性容器放气，容器内的理想气体满足 $pv^k=$常数。

7. **巧用热力学第二定律表达式** 热力学第二定律的表达式有多个，其中孤立系熵增公式和绝热稳定流动系统熵增公式应用最广；但卡诺循环及卡诺逆循环的热与功及冷热源温度的关系式用于处理可逆循环问题更简单而方便，例如习题 4-16、习题 4-18 等；而熵变与传热量关系式有时更便于处理涉及熵变与传热量的问题。

另外，系统能做最大功、达到最高压力或消耗最小功，则一定是可逆过程。

8．最后要强调的是，解题时尽量推导到**最终的最简表达式**，之后再进行数值计算。这样不仅可以减少计算量、避免计算错误和误差，更重要的是由最简表达式可直观明确各参数间的因果关系，有助于对物理过程及概念的理解。

1-2　本章主要要求

理解和掌握热力学基本概念：热力系、平衡态、准静态过程、可逆过程、状态参数、状态量、过程量、功量、热量、熵、p-v 图和 T-s 图、循环及其评价指标。

1-3　本章内容精要

1-3-1　热力系统

热力学系统（系统、热力系或体系）：人为地划定一个或多个任意几何面所围成空间内的物质，作为热力学研究的对象。

外界：系统之外的一切物质的统称。

边界：系统与外界的边界面。真实的或想象的，固定的或移动的界面都可作边界面。系统与外界通过边界进行能量及物质的传递。

闭口系统：与外界没有物质交换的系统，又叫作控制质量系统。

开口系统：与外界有物质交换的系统，又称为控制容积系统。

稳定流动系统：如果开口系统内工质的质量与参数均不随时间变化，则称为稳定流动系统，否则为不稳定流动开口系统。

简单压缩系统：与外界之间只交换热量及一种准静态容积变化功的系统。工程热力学中讨论的大部分系统都是简单可压缩系统。

孤立系统：与外界之间既无物质交换又无能量交换的系统。绝对的孤立系统不存在，但是可以认为任何非孤立系统＋相关的外界＝孤立系统。

1-3-2　状态和状态参数

状态参数：用以描述系统内工质所处状态的一些宏观物理量。工质状态参数的变化量只取决于给定的初状与终态，而与变化过程中的状态或路径无关。

状态参数的积分特性：当系统由初态 1 变化到终态 2 时，状态参数 z 的变化量与初态和终态相关，而与路径（例如，路径 a 或路径 b）无关，即

$$\Delta z = \int_{(1,a)}^{(2)} \mathrm{d}z = \int_{(1,b)}^{(2)} \mathrm{d}z = z_2 - z_1 \tag{1-1}$$

当系统经历一系列状态变化而又恢复到初态时，其状态参数的变化为零，即它的循环积分为零，

$$\oint \mathrm{d}z = 0 \tag{1-2}$$

状态参数的微分特性：状态参数的微分是全微分。设状态参数 z 是另外两个变量 x 和

y 的函数，则

$$dz=\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_y dx+\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)_x dy \tag{1-3}$$

在数学上的充要条件为

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x\partial y}=\frac{\partial^2 z}{\partial y\partial x} \tag{1-4}$$

如果某物理量具有上述数学特征，则该物理量一定是状态参数。

强度参数：与系统内所含物质的数量无关的状态参数，例如压力、温度、密度等。

广延参数：与系统内所含物质的数量有关的状态参数，例如容积、内能、焓等。

比参数：单位物理量的广延参数。比参数具有强度参数的性质，例如比容、比内能、比焓等，比参数用相应的小写字母表示，但是，在文字表达上经常将“比”字省略（比容除外）。

1-3-3　基本状态参数

基本状态参数：压力、比容和温度是三个可以测量而且又常用的状态参数。其他的状态参数可依据这些基本状态参数之间的关系（详见第 10 章）间接地导出。

（1）**压力（又称压强）**：流体单位面积上所作用力的法向分量。

绝对压力 $\boldsymbol{p}$：工质真实的压力。

表压力 $\boldsymbol{p_g}$：绝对压力高于环境压力（$p>p_b$）时，压力计指示的数值。

真空度 $\boldsymbol{p_v}$：绝对压力低于环境压力（$p<p_b$）时，压力计指示的读数。

三者的关系：

$$p=p_g+p_b \tag{1-5}$$

$$p=p_b-p_v \tag{1-6}$$

关于压力注意以下两点：

① 只有工质绝对压力是状态参数；

② 压力与流体高度及密度的关系，$p=\rho gh$。

（2）**温度**：描述处于同一热平衡状态各系统的宏观特性的状态参数。

热力学第零定律：与第三个系统处于热平衡的两个系统，彼此也处于热平衡。

热力学温度 T 与摄氏温度 t 的关系：$t/℃=T/K-273.15$。

（3）**比容 $\boldsymbol{v}$**：单位质量工质所占的容积，单位是 m^3/kg。

密度：单位容积内所包含的工质的质量。是比容的倒数。

1-3-4　平衡状态及状态参数坐标图

平衡状态：在不受外界影响（重力场除外）的条件下，状态参数不随时间变化的状态。平衡状态下系统的状态可用确定的状态参数来描述。

实现平衡的充要条件 $\begin{cases}\text{热平衡，系统内无温差；}\\ \text{力学平衡，系统内无压力差。}\end{cases}$

对于有相变及化学反应的情况，将存在化学势差，当这种势差消失时达到相应的相平衡

或化学平衡。

状态公理：描述热力系统状态的独立参数数目

$$
\begin{aligned}
N &= \text{不平衡势差数}\\
&= \text{能量转换方式的数目}\\
&= \text{各种功的方式} + \text{热量} = n + 1
\end{aligned}
$$

简单可压缩系统的独立状态参数只有两个。

状态方程：基本状态参数 p,v,T 之间的关系为

$$v = f(p,T) \quad 或 \quad f(p,v,T) = 0$$

状态方程的具体形式取决于工质的性质。理想气体的状态方程 $pv = RT$ 最为简单。其他工质的状态方程将在第 10 章介绍。

状态参数坐标图：简单可压缩系统的独立状态参数只有两个，可以表示在平面坐标图上。常用的坐标图有 p-v 图，如图 1-1 所示，纵轴表示状态参数 p，横轴表示状态参数 v。

1-3-5　准静态过程与可逆过程

准静态过程：使系统状态改变的不平衡势差无限小，以致该系统在任意时刻均无限接近于某个平衡态的过程。在 p-v 图上就可以在 1、2 点之间用实线表示，如图 1-1 所示，而非准静态过程要用虚线表示。大多数实际工程的过程都可看作准静态过程。建立准静态过程概念的意义：既可以进行热功转换，又可以用确定的状态参数描述过程。

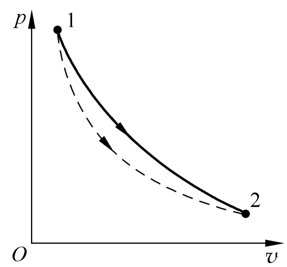

图 1-1　准静态与非准静态过程

耗散效应：通过摩擦、电阻、磁阻等使功变热的效应。耗散效应并不影响准静态过程的实现。

可逆过程：系统经历一个过程后，如令过程逆行而能使系统与外界同时恢复到初始状态而不留下任何痕迹的过程。无耗散的准静态过程就是可逆过程。

1-3-6　功

功：系统与外界交换能量的一种方式，其唯一效果可归结为外界举起了一个重物。

准静态过程的容积变化功（准静态功）

$$W = \int_{(1)}^{(2)} p\,\mathrm{d}V \tag{1-7}$$

如图 1-2 所示，在 p-V 图中是过程曲线与横坐标围成的面积，因此 p-V 图或 p-v 图又称为**示功图**。

若过程不同，则容积变化功不相同，所以功是过程量。

气体膨胀，功量为正，气体对外做功。

气体被压缩，功量为负，外界对气体做功。

式(1-7)同样适用于可逆过程，但不能用于非准静态过程。

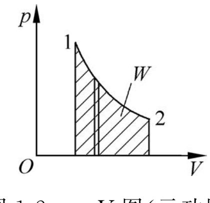

图 1-2　p-V 图(示功图)

单位质量气体准静态或可逆过程中的比容积变化功

$$\delta w=\frac{1}{m}p\,\mathrm{d}V=p\,\mathrm{d}v \tag{1-8}$$

$$w=\int_{(1)}^{(2)}p\,\mathrm{d}v \tag{1-9}$$

1-3-7　热量与熵

热量：系统与外界之间依靠温差传递的能量。这是与功不同的另一种能量传递方式。规定系统吸热时热量取正值，放热时取负值。

熵的定义：系统在微元可逆过程中与外界交换的热量 δQ_{rev} 除以传热时系统的热力学温度 T 所得的商，即为系统熵的微小增量

$$\mathrm{d}S=\frac{\delta Q_{\mathrm{rev}}}{T} \tag{1-10}$$

可逆过程传热量的计算式为

$$Q_{\mathrm{rev}}=\int T\,\mathrm{d}S \tag{1-11}$$

比熵（也常简称为熵）

$$\mathrm{d}s=\frac{\delta q_{\mathrm{rev}}}{T} \tag{1-12}$$

熵是广延参数，具有可加性，均匀系统 m（单位为 kg）工质的熵为 $S=ms$。

熵的单位为 J/K，比熵的单位为 J/(kg·K)。

***T*-*S* 图**：由于 $\delta Q_{\mathrm{rev}}=T\mathrm{d}S$，如图 1-3 所示，1—2 可逆过程中系统与外界交换的热量 Q_{rev} 可以用过程线 1—2 下的面积代表。T-S 或 T-s 图又称**示热图**。

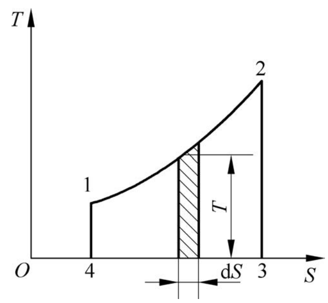

图 1-3　T-S 图（示热图）

1-3-8　热力循环

热力循环（循环）：工质从初始状态经历某些过程之后又恢复到初始状态的过程。

可逆循环：全部由可逆过程组成的循环。在 p-v 图或 T-s 图上，用闭合实线表示。

不可逆循环：含有不可逆过程的循环，在 p-v 图或 T-s 图上，不可逆过程用虚线表示。

正循环（动力循环，热机循环）：工质吸热，对外做出功量，如图 1-4 所示。

逆循环（制冷循环，热泵循环）：消耗功量，工质放热，如图 1-5 所示。

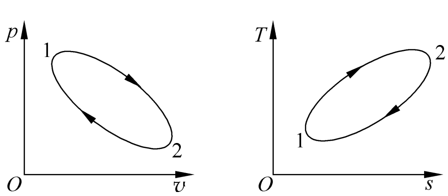

图 1-4　正循环吸热，对外做功

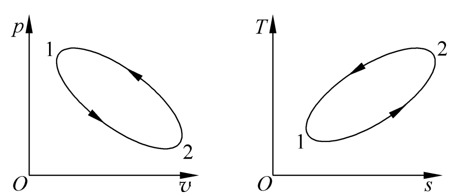

图 1-5　逆循环耗功，放热

三类循环的经济性指标：

热机循环的热效率 $\boldsymbol{\eta}_{t}$

$$\eta_{t}=\frac{W_{net}}{Q_{1}} \tag{1-13}$$

式中，Q_1 是从高温热源吸收的热量，W_{net} 是循环对外做的净功。

制冷循环的制冷系数 $\boldsymbol{\varepsilon}$

$$\varepsilon=\frac{Q_{2}}{W_{net}} \tag{1-14}$$

式中，W_{net} 是耗费的功量，Q_2 是从低温热源(冷库)取出的热量。

热泵循环的供热系数 $\boldsymbol{\varepsilon}'$

$$\varepsilon'=\frac{Q_{1}}{W_{net}} \tag{1-15}$$

式中，W_{net} 是耗费的功量，Q_1 是向高温热源(供暖的房间)提供的热量。

1-4 思考题及解答

1-1 进行任何热力分析是否都要选取热力系统？

答：是。热力分析首先应明确研究对象，即根据所研究的问题人为地划定一个或多个任意几何面所围成的空间内的物质。

1-2 引入热力平衡态解决了热力分析中的什么问题？

答：解决了系统状态的描述问题。即若系统处于热力平衡状态，则该系统就可以用一组具有确定数值的状态参数来描述其状态。

1-3 平衡态与稳定态的联系与差别是什么？不受外界影响的系统稳定态是不是平衡态？

答：平衡态和稳定态的共同点在于系统状态不随时间变化；两者的差别在于平衡态的本质是不平衡势差为零，而稳定态允许不平衡势差的存在，如稳定导热。可见，平衡必稳定；反之，稳定未必平衡。

根据平衡态的定义，不受外界影响的稳定态就是平衡态。

在不受外界影响(重力场除外)的条件下，如果系统的状态参数不随时间变化，则该系统所处的状态称为平衡状态。

1-4 表压力或真空度为什么不能当作工质的压力？工质的压力不变化，测量它的压力表或真空表的读数是否会变化？

答：因为表压力和真空度都是相对压力，而只有绝对压力才是工质的真实压力。表压力 p_g 及真空度 p_v 与绝对压力 p 的关系为

$$p=p_{b}+p_{g}$$
$$p=p_{b}-p_{v}$$

式中，p_b 为压力表所处环境的压力。

由上面两个关系式可见，虽然工质的绝对压力不变化，但如果环境压力变化，测量它的压力表或真空表的读数也会变化。

1-5 准静态过程如何处理“平衡状态”又有“状态变化”的矛盾？

答：准静态过程是不平衡势差无限小条件下的状态变化过程。即系统既有状态变化，

同时在任意时刻又均无限接近于某个平衡态。

1-6　准静态过程的概念为什么不能完全表达可逆过程的概念？

答：可逆过程的充分必要条件为：(1)该过程为准静态过程；(2)过程中不存在耗散效应，即"无耗散"的准静态过程才是可逆过程，因此准静态过程的概念不能完全表达可逆过程的概念。

1-7　有人说，不可逆过程是无法恢复到起始状态的过程。这种说法对吗？

答：不对。系统经历不可逆过程后是可以恢复到起始状态的，只是系统恢复到起始状态后，外界却无法同时恢复到起始状态，即外界的状态发生了变化。

1-8　$w=\int p\,\mathrm{d}v$，$q=\int T\mathrm{d}s$ 可以用于不可逆过程吗？为什么？

答：$w=\int p\,\mathrm{d}v$ 是准静态过程容积变化功的计算式，当然也适用于准静态但不可逆的过程。$q=\int T\mathrm{d}s$ 不能用于不可逆过程，因为熵的定义式：$\mathrm{d}s=\dfrac{\delta q_{\mathrm{rev}}}{T}$，只针对可逆过程。

1-5　习题详解及简要提示

1-1　试将 1 物理大气压(1 atm)表示为下列液体的液柱高(mm)：(1) 水；(2) 酒精；(3) 液态钠。已知它们的密度分别为 1 000 kg/m^3，789 kg/m^3 和 860 kg/m^3。

解法一：利用压力 p 与液柱高度 h 的关系：$p=\rho gh$。

因为

$$1\ \mathrm{atm}=760\ \mathrm{mmHg}=760\times 133.3\ \mathrm{Pa}$$

故有

$$h=\frac{p}{\rho g}=\frac{760\times 133.3\ \mathrm{Pa}}{\rho g}$$

对于水：

$$h_{\mathrm{H_2O}}=\frac{760\times 133.3}{10^3\times 9.81}\ \mathrm{m}=10.327\ \mathrm{m}$$

对于酒精：

$$h_{酒精}=\frac{760\times 133.3}{789\times 9.81}\ \mathrm{m}=13.089\ \mathrm{m}$$

对于液态钠：

$$h_{液态钠}=\frac{760\times 133.3}{860\times 9.81}\ \mathrm{m}=12.008\ \mathrm{m}$$

解法二：由 $\rho_{\mathrm{Hg}}gh_{\mathrm{Hg}}=\rho_{水}gh_{水}$，则

$$h_{水}=\frac{\rho_{\mathrm{Hg}}}{\rho_{水}}h_{\mathrm{Hg}}=\frac{13.6\times 10^3}{10^3}\times 760\ \mathrm{mm}=10\,336\ \mathrm{mm}=10.336\ \mathrm{m}$$

同理

$$h_{酒精}=\frac{13.6\times 10^3}{789}\times 760\ \mathrm{mm}=13\,100\ \mathrm{mm}=13.100\ \mathrm{m}$$

$$h_{液态钠}=\frac{13.6\times 10^3}{860}\times 760\ \mathrm{mm}=12\,019\ \mathrm{mm}=12.019\ \mathrm{m}$$

1-2　如图 1-6 所示，管内充满密度 $\rho_1=900$ kg/m^3 的流体，用 U 形管压力计去测量该流体的压力，U 形管中是密度为 1 005 kg/m^3 的水。已知 $h_1=15$ cm，$h_{\mathrm{m}}=54$ cm，大气压是 1.01×10^5 Pa。试求在管内 E 处流体的压力为多少(mmHg)？已知水银的密度是 13 600 kg/m^3。

解：依题意，有 $p_E+\rho_1 gh_1=p_0+\rho_{\mathrm{m}}gh_{\mathrm{m}}$

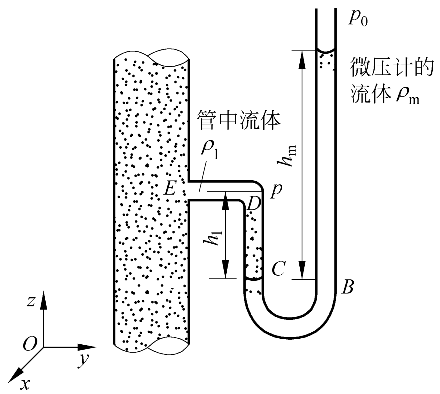

图 1-6　习题 1-2 图

$$\begin{aligned}p_E &= p_b + \rho_m g h_m - \rho_1 g h_1\\ &= (1.01\times10^5 + 1\,005\times9.81\times0.54 - 900\times9.81\times0.15)\ \text{Pa}\\ &= 1.049\,9\times10^5\ \text{Pa} = \frac{1.049\,9\times10^5}{133.3}\ \text{mmHg} = 787.6\ \text{mmHg}\end{aligned}$$

1-3　用如图 1-7 所示的水银斜管微压计去测量管中水的压力。斜管与水平方向的夹角为 15°,斜管中水银柱长度为 77 mm,而垂直管中水银柱为 8 mm 且水银柱上面的水柱为 60 cm。试求管中水的压力。大气压为 763 mmHg。

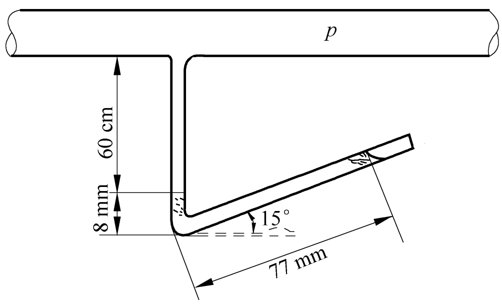

图 1-7　习题 1-3 图

解:依题意,有

$$\begin{aligned}p &= p_b + 77\text{mmHg}\times\sin15° - 8\text{mmHg} - 600\text{mmHg}\times\frac{\rho_{水}}{\rho_{水银}}\\ &= \left(763 + 77\times0.258\,8 - 8 - 600\times\frac{1\,000}{13\,600}\right)\ \text{mmHg}\\ &= 730.8\ \text{mmHg}\end{aligned}$$

1-4　假定大气环境的空气压力和密度之间的关系是 $p=c\rho^{1.4}$,c 为常量。在海平面上空气的压力和密度分别为 1.013×10^5 Pa 和 1.177 kg/m³,如果在某山顶上测得大气压为 5×10^4 Pa,试求山的高度。已知重力加速度为常量,即 $g=9.81\ \text{m/s}^2$。

解:利用已知的海平面的压力和密度求 c,即

$$c = \frac{p_0}{\rho_0^{1.4}} = \frac{1.013\times10^5\ \text{Pa}}{(1.177\ \text{kg/m}^3)^{1.4}} = 8.06\times10^4\ \text{m}^{3.2}/(\text{kg}^{0.4}\cdot\text{s}^2)$$

则山顶密度 $\rho_H = \sqrt[1.4]{\dfrac{p_H}{c}} = \sqrt[1.4]{\dfrac{5\times 10^4}{8.06\times 10^4}}\ \mathrm{kg/m^3} = 0.711\ \mathrm{kg/m^3}$

如图 1-8 所示，取海平面为基准，对海平面上 H(m)处 $\mathrm{d}H$ 厚的空气薄层进行受力分析：

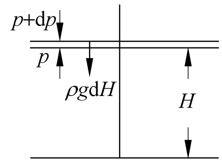

图　1-8

$$(p+\mathrm{d}p)+\rho g\,\mathrm{d}H = p$$

可得

$$\mathrm{d}p = -\rho g\,\mathrm{d}H$$

将题中所给 p 和 ρ 的关系式 $p = c\rho^{1.4}$ 代入上式可得

$$1.4c\rho^{0.4}\mathrm{d}\rho = -\rho g\,\mathrm{d}H$$

对上式整理积分可得

$$H = \frac{-1.4c}{g}\int_{\rho_0}^{\rho_H}\rho^{-0.6}\mathrm{d}\rho = \frac{1.4c}{0.4g}(\rho_0^{0.4}-\rho_H^{0.4})$$

$$= \frac{1.4\times 8.06\times 10^4}{0.4\times 9.81}(1.177^{0.4}-0.711^{0.4})\ \mathrm{m}$$

$$= 5\,607\ \mathrm{m}$$

提示：注意在高度相差较大的情况下，不能认为密度 ρ 是一个常数，而需要利用

$$\mathrm{d}p = -\rho g\,\mathrm{d}H$$

积分进行计算。

1-5　某冷凝器上的真空表读数为 750 mmHg，而大气压力计的读数为 761 mmHg，试问冷凝器的压力为多少(帕)？

解：依题意，$p = p_b - p_v = (761-750)\times 133.3\ \mathrm{Pa} = 1\,466.3\ \mathrm{Pa}$。

1-6　在山上的一个地方测得大气压力为 742 mmHg，连接在该地一汽车发动机进气口的真空表的读数为 510 mmHg，试问该发动机进气口的绝对压力是多少毫米汞柱？多少帕？

解：$p = p_b - p_v = (742-510)\ \mathrm{mmHg} = 232\ \mathrm{mmHg} = 30.9\ \mathrm{kPa}$

1-7　如图 1-9 所示的一圆筒容器，表 A 的读数为 360 kPa；表 B 的读数为 170 kPa，表示Ⅰ室压力高于Ⅱ室的压力。大气压力为 760 mmHg。试求：(1)真空室以及Ⅰ室和Ⅱ室的绝对压力；(2)表 C 的读数；(3)圆筒顶面所受的作用力。

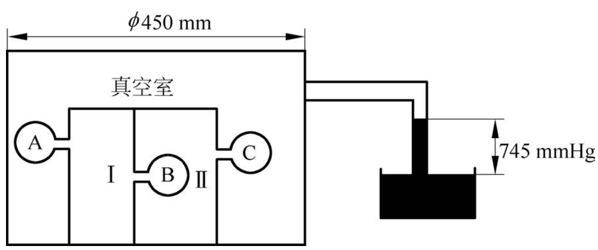

图 1-9　习题 1-7 图

解：p_v 表示真空室压力，p_b 表示大气压力，p_σ 表示水银柱压力。

(1)　$p_v = p_b - p_\sigma = (760-745)\ \mathrm{mmHg} = 15\ \mathrm{mmHg} = 1.999\ \mathrm{kPa}$

$p_Ⅰ = p_A + p_v = (360+1.999)\ \mathrm{kPa} = 362\ \mathrm{kPa}$

$$p_{\text{Ⅱ}} = p_{\text{Ⅰ}} - p_{\text{B}} = (362 - 170)\ \text{kPa} = 192\ \text{kPa}$$

(2)
$$p_{\text{C}} = p_{\text{Ⅱ}} - p_{\text{v}} = (192 - 1.999)\ \text{kPa} = 190\ \text{kPa}$$

(3) 圆筒顶面所受的作用力

$$F = (p_{\text{b}} - p_{\text{v}}) \cdot S = (1.013 \times 10^5 - 2 \times 10^3) \times \pi \times \left(\frac{0.450}{2}\right)^2\ \text{N} = 1.58 \times 10^4\ \text{N}$$

1-8 若某温标的冰点为20°m,沸点为75°m,试导出这种温标与摄氏温标的关系。设它们为线性关系。

解:该温标为°m,摄氏温标为℃。

由题意,该温标与摄氏温标为线性关系,即

$$t_{\text{m}}/°\text{m} = k \cdot t/℃ + b$$

由已知条件有

$$75 = 100k + b$$

$$20 = 0k + b$$

可解得
$$k = 0.55, b = 20$$

故
$$t_{\text{m}}/°\text{m} = 0.55t/℃ + 20$$

1-9 一种新的温标,其冰点为100°N,沸点为400°N。试建立这种温标与摄氏温标的关系。如果氧气处于600°N,试求它为多少开?

解:设新温标°N与摄氏温标℃呈线性关系,即

$$t_{\text{N}}/°\text{N} = a \cdot t/℃ + b$$

由已知条件有
$$100 = b$$

$$400 = 100a + b$$

可解得
$$a = 3, b = 100$$

故
$$t_{\text{N}}/°\text{N} = 3t/℃ + 100$$

氧气处于600°N时

$$t/℃ = \frac{600 - 100}{3} = 166.67$$

$$T/\text{K} = t/℃ + 273.15 = 439.82$$

1-10 若用摄氏温度计和华氏温度计测量同一个物体的温度。有人认为这两种温度计的读数不可能出现数值相同的情况,对吗?若可能,读数相同的温度应是多少?

解:按关系式
$$t/℃ = \frac{5}{9}(t_{\text{F}}/°\text{F} - 32)$$

设
$$t/℃ = t_{\text{F}}/°\text{F} = t_{\text{c}}$$

则
$$t_{\text{c}}\left(1 - \frac{5}{9}\right) = -\frac{5}{9} \times 32$$

解上式有
$$t_{\text{c}} = -\frac{5}{4} \times 32 = -40$$

即可出现相同数值的情况,此时温度为−40℃和−40℉。

1-11 有人定义温度作为某热力学性质z的对数函数关系,即

$$t^* = a\ln z + b$$

已知$t_i^* = 0$时,$z = 6$;$t_S^* = 100$时,$z = 36$。试分别求当$t^* = 10$和$t^* = 90$时的z值。