

第一套

管路 第一章

例 10 原有一长输油管路，直径 $d_1=1\text{m}$ ，流量为 q_{V1} ，现为了增加输油量的 50%，在原来的长管旁并接一根直径为 d_2 的长管。已知油在原管道中为层流。求 $d_2=?$

传热 课本

*33. 由 A、B 两台换热器组成的换热系统中，冷与热流体的流向及流量等均如图所示。

已知：A、B 两台换热器的传热面积，传热系数均相等。冷流体流量等量分配。且

$$T_1=150^\circ\text{C}, \quad T_2=40^\circ\text{C};$$

$$t_1=30^\circ\text{C}, \quad t_2=90^\circ\text{C}。$$

试求：温度 T 、 t_a 、 t_b 的值分别为多少？

精馏 课本

5. 某二元混合液 100kmol ，其中含易挥发组分 0.40。在总压 101.3kPa 下作简单精馏。最终所得的液相产物中，易挥发物为 0.30（均为摩尔分率）。试求：

(1) 所得汽相产物的数量和平均组成；

(2) 如改为平衡蒸馏，所得汽相产物的数量和组成。

已知物系的相对挥发度为 $\alpha=3.0$ 。

吸收 课本

17. 含 H_2S 2.5×10^{-5} (摩尔分率，下同) 的水与空气逆流接触以使水中的 H_2S 脱除，操作在 101.3kPa 、 25°C 下进行，物系的平衡关系为 $y=545x$ ，水的流率为 $5000\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

试求：(1) 为使水中的 H_2S 降至 $x=0.1 \times 10^{-5}$ 所需的最少空气用量。

(2) 当空气用量为 $G=0.40\text{kmol}/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ ，设计时塔高不受限制，可以规定解吸塔的水中含 H_2S 最低浓度是多少？示意画出该种情况下的解吸操作线。

过滤

例 5 某叶滤机恒压操作，在 10 分钟内获得滤液 4 升，在第二个 10 分钟内获得滤液 2 升。

①再过滤 10 分钟，可获得多少滤液？

②共滤了 30min 后，用 $V_w=0.2V_{\text{总}}$ 的洗涤液量洗涤， $\Delta P_{\text{洗}}=\Delta P_{\text{滤}}$ ， $\mu_{\text{洗液}}=\mu_{\text{滤液}}$ ，则 $\tau_w=?$

③每次过滤洗涤后，所需装卸时间 τ_D 为 20min，求：生产能力 $Q=\frac{V}{\Sigma\tau}=?$

沉降 课本

3. 直径为 0.12mm ，密度为 $2300\text{kg}/\text{m}^3$ 的球形颗粒在 20°C 水中自由沉降，试计算颗粒由静止状态开始至速度达到 99% 沉降速度所需的时间和沉降的距离。

干燥

例 3 $p=100\text{kPa}$ ， $t=100^\circ\text{C}$ ， $t_w=35^\circ\text{C}$ ，($r_w=2413\text{kJ}/\text{kg}$ ， $p_w=5.62\text{kPa}$) 的空气，

以 $5\text{m}/\text{s}$ 流速平行流过物料表面，物料进入间隙干燥器时，含水量 0.125kg 水/ kg 干料，终

态含水量要求 0.025kg 水/ kg 干料，临界自由含水量 $X_C=0.07\text{kg}$ 水/ kg 干料，平衡含水量

$X^*=0.005\text{kg}$ 水/ kg 干料， $G_C=10\text{kg}$ 干料，干燥面积 $A=1\text{m}^2$ 。

求：干燥所需时间？

第二套

管路 第一章

例 11 用转子流量计计量乙醇流量，已知： $\rho_f = 3000 \text{ kg/m}^3$ ， $\rho_{\text{乙醇}} = 800 \text{ kg/m}^3$ ，测量范围

内 C_R 为常数，现读数为 $5 \text{ m}^3/\text{h}$ ，实际流量为多少？

传热 课本

35. 如图所示的浸沉式蛇管换热器中，蛇管内流的是水，用以冷却槽中的液体。已知槽中盛放 6000 kg 的某种液体，其比热为 $4.6 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ，从 100°C 开始冷却。冷却水的最初温度为 20°C ，用水量为 1500 kg/h 。换热面积为 6 m^2 。设传热系数为 $230 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 不变，且不考虑液体向空气的散热量，槽内液体温度均一。

试求该液体冷却至 60°C 所需的时间。

精馏 课本

*21. 某精馏塔共有 3 块理论板，原料中易挥发组分的摩尔分率为 0.002 ，预热至饱和蒸汽连续送入精馏塔的塔釜。操作时的回流比为 $R=4.0$ ，物系的平衡关系为 $y=6.4x$ 。

求塔顶、塔底产物中的易挥发组分含量。

吸收 课本

*11. 低浓度气体逆流吸收，试证：

$$N_{OG} = \frac{1}{1 - \frac{mG}{L}} \ln \frac{\Delta y_1}{\Delta y_2}$$

式中， $\Delta y_1 = y_1 - y_{1e}$ 为塔底的吸收推动力，

$\Delta y_2 = y_2 - y_{2e}$ 为塔顶的吸收推动力。

过滤 课本

*10. 某板框压滤机有 10 个滤框，框的尺寸为 $635 \times 635 \times 25 \text{ mm}$ 。料浆为 13.9% （质量）的 CaCO_3 悬浮液，滤饼含水 50% （质量），纯 CaCO_3 固体的密度为 2710 kg/m^3 。操作在 20°C 、恒压条件下进行，此时过滤常数 $K=1.57 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ ， $q_e=0.00378 \text{ m}^3/\text{m}^2$ 。试求：

- (1) 该板框压滤机每次过滤（滤饼充满滤框）所需的时间；
- (2) 在同样操作条件下用清水洗涤滤饼，洗涤水用量为滤液量的 $1/10$ 求洗涤时间。

沉降 课本

7. 试证 $\zeta \cdot \text{Re}_p^2$ 为与沉降速度无关的无因次数据，且当 $\zeta \cdot \text{Re}_p^2$ 小于何值时则沉降是在斯托克斯定律区的范围以内？

干燥 课本

8. 某厢式干燥器内有盛物浅盘 50 只，盘的底面积为 $70 \times 70 \text{ cm}$ ，每盘内堆放厚 20 mm 的湿物料。湿物料的堆积密度为 1600 kg/m^3 ，含水量由 0.5 kg 水/kg 干料 干燥到 0.005 kg 水/kg 干料 。器内空气平行流过物料表面，空气的平均温度为 77°C ，相对湿度为 10% ，风速 2 m/s 。物料的临界自由含水量为 0.3 kg 水/kg 干料 ，平衡含水量为零。设降速阶段的干燥速率与物料的含水量成正比。求每批物料的干燥时间。

第三套

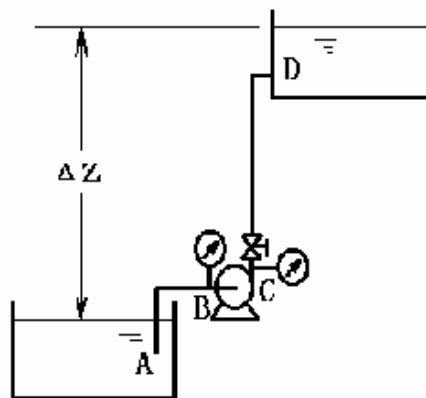
管路 第二章

例 2 图 2.10 所示输水管路，用离心泵将水池中的水输送到常压高位槽。已知吸入管长 $l_{AB}=15\text{m}$ ，压出管长 $l_{CD}=85\text{m}$ ，管长均包括局部阻力的当量长度，管径均为 $\phi 60 \times 3\text{mm}$ ，摩擦系数 λ 均为 0.023， $\Delta z=15\text{m}$ ，离心泵特性曲线为 $H_e = 32 - 6 \times 10^5 q_V^2$ ，式中 $H_e - \text{m}$ ，

$q_V - \text{m}^3/\text{s}$ 。试求：

(1) 管路流量为多少 m^3/h ；

(2) 泵的吸入口与水池液面垂直距离为 2m，试求真空表读数？



传热

例 7 如图 6.10a 所示为一换热器，原为单管程用蒸汽加热有机液体。饱和蒸汽温度 $T=130^\circ\text{C}$ ，压力 167kPa(表)。有机液体进出口温度为 $t_1=80^\circ\text{C}$ ， $t_2=100^\circ\text{C}$ 。

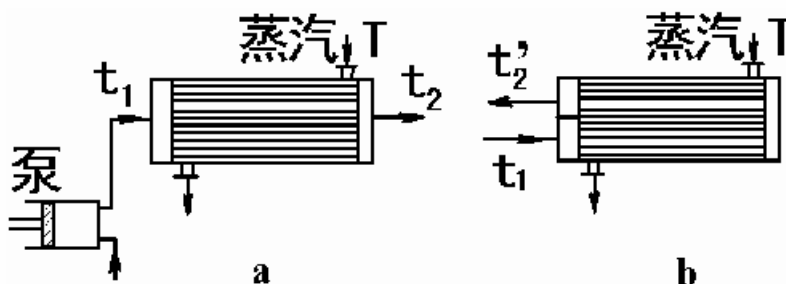


图 6.10 例 7 附图

管内流动为湍流。现为了提高 t_2 采取下列办法，试求：

①改为双管程，如图 b 所示， $t_2' = ?$

②不改双管程，要达到同样 t_2' ，提高 T 至多少？

精馏 课本

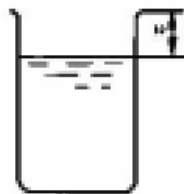
*23. 某两组分混合液用精馏分离，其进料浓度为 50% (摩尔%)，泡点进料，系统的相对挥发度为 2，塔顶出料量是进料量的 60% (摩尔%)。如果所采用的精馏塔的理论板数为无穷多块，试计算：

(1) $R=0.8$ 时，塔顶与塔底的组成各为多少？

(2) $R=1.5$ 时，试绘出表示精馏段和提馏段操作线的示意图。

吸收 课本

*7. 某水杯中初始水面离杯上缘 1cm，水温 30°C ，水汽藉扩散进入大气。杯上缘处的空气中水汽分压可设为零，总压 101.3KPa。求水面下降 4cm 需要多少天？



沉降

例 1 确定斯托克斯区加速段的数学表达式

蒸发 课本

4. 浓度为 2.0%(质量)的盐溶液, 在 28℃下连续进入一单效蒸发器中被浓缩至 3.0%。蒸发器的传热面为 69.7m^2 , 加热蒸汽为 110℃饱和水蒸汽。加料量为 4500kg/h , 料液的比热 $C_F=4100\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 。因是稀溶液, 沸点升高可以忽略, 操作在 1atm 下进行。

(1) 计算蒸发的水量及蒸发器的传热系数;

(2) 在上述蒸发器中, 将加料量提高至 6800kg/h , 其它操作条件(加热蒸汽及进料温度、进料浓度、操作压强)不变时, 可将溶液浓缩至多少浓度?

干燥

例 4 湿物料量 1.75kg/s , 由含水量 $w_1=20\%$ 干燥至 $w_2=1\%$, 室外空气温度为 20°C , 湿球温度为 16°C , 经预热后进入干燥器, 出口废气达到指定温度后排出, 现采用两种方案:

1. 气体一次预热至 120°C , 增湿至 43°C 后排出;
2. 设置中间加热, 即预热至 120°C , 气体进入干燥器, 增湿至中间达 43°C 时, 再被加热至 100°C , 继续增湿至 50°C 排出。

设为理想干燥器, 总压 100kPa 。求: 两种情况下的 V, η 。

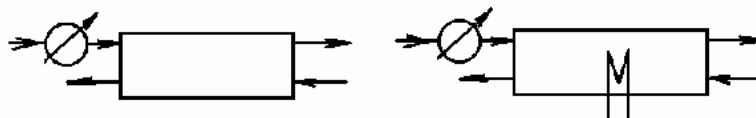


图 13.15 例 4 附图

解: 1. 查 16°C 下, $p_w = 1.82\text{kPa}$, $r_w = 2463\text{kJ/kg}$

第四套

课本 第二章

*9. 要将某减压精馏塔釜中的液体产品用离心泵输送至高位槽，釜中真空度为 67kPa (其中液体处于沸腾状态，即其饱和蒸汽压等于釜中绝对压强)。泵位于地面上，吸入管总阻力为 0.87J/N，液体的密度为 986kg/m^3 ，已知该泵的必需汽蚀余量 (NPSH)，为 3.7m，试问该泵的安装位置是否适宜？如不适宜应如何重新安排？

传热

例 8 一逆流套管换热器，热空气走管内，冷水走环隙，热空气一侧传热阻力控制，冷、热流体进出口温度为 $t_1=30^\circ\text{C}$ ， $t_2=45^\circ\text{C}$ ， $T_1=110^\circ\text{C}$ ， $T_2=80^\circ\text{C}$ 。

求：当热空气流量 q_{m1} 加倍时， T'_2 ， t'_2 为？

精馏

例 2 一连续精馏操作的常压精馏塔用于分离双组分混合物。已知原料液中含易挥发组分 $x_f = 0.40$ (摩尔分率，下同) 进料状况为汽液混合物，其摩尔比为汽/液=3/2，所达分离结

果为塔顶产品 $x_D = 0.97$ ，塔釜残液 $x_W = 0.02$ ，若该物系的相对挥发度 $\alpha = 2$ ，操作时采

用的回流比 $R = 1.6R_{\min}$ ，试计算：

(1) 易挥发组分的回收率；

(2) 最小回流比 $R_{\min}$ ；

(3) 提馏段操作线的数值方程；

(4) 若在饱和液相组成 $x_0 = 0.72$ 的塔板处抽侧线，其量又和有侧线时获得的塔顶产品量相等，

减少采出率，回流比不变， $N_T = \infty$ ， $x_{D\max} = ?$

吸收

例 3 一逆流操作吸收塔，相平衡 $y = 2x$ ， $y_1 = 0.10$ ， $x_2 = 0.003$ 得回收率 $\eta = 0.80$ 。

试求：(1) 因解吸不良， $x'_2 = 0.0075$ ， $\eta' = ?$

(2) 若 $\frac{L}{G} = 2$ ，则 x_1 和 x'_1 各为多少？

沉降

例 3 用降尘室除去含尘气体中的球形尘粒，尘粒密度 $\rho_p = 4000\text{kg/m}^3$ ，降尘室长 3m，宽

2m，高 1m。含尘气体 $\mu = 2 \times 10^{-5}\text{Pa}\cdot\text{s}$ ，密度 $\rho = 1.2\text{kg/m}^3$ ，流量为 3000kg/m^3 。

试求：①可被 100%除下的最小粒径；

②可被 50%除下的粒径。

萃取 课本

6. 使用纯溶剂对 A、B 混合物作萃取分离。已知溶剂 S 与稀释剂 B 极少互溶，在操作范围内溶质 A 在萃取相和萃余相中的平衡浓度可用 $Y=1.3X$ 表示 (Y、X 均为比质量分数)。要求最终萃余相中萃余百分数均为 $\phi=3\%$ (质量)，试比较单级和三级错流萃取 (每级所用溶剂量相等) 中，每 kg 的稀释剂 B 中溶剂 S 的消耗量(kg)。

干燥

例 5 实际干燥器的焓衡算

如图 13.17 所示, 已知湿物料初态为 $X_1 = 0.2 \text{ kg 水/kg 干料}$, $\theta_1 = 18^\circ\text{C}$, 终态为 $X_2 = 0.01 \text{ kg 水/kg 干料}$, $\theta_2 = 30^\circ\text{C}$, 干物料比热 $c_{ps} = 2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$, 物料量 $G_C = 1.2 \text{ kg 干料/s}$, $H_0 = 0.001 \text{ kg 水/kg 干气}$, $t_0 = 16^\circ\text{C}$ 的空气经加热器, 进入干燥器, 干空气流量为 $V = 4 \text{ kg 干气/s}$, 气体出口状态为 $t_4 = 60^\circ\text{C}$ 。

求: $Q + Q_{\text{中}}$ 为多少?

