

武警学院统编教材

化工技术基础

董希琳 主编



中国人民武装警察部队学院

说 明

遵照邓小平同志“教育要面向现代化,面向世界,面向未来”的指示和国家教委关于抓好教材建设,提高教材质量的精神,根据我院各专业教学的需要,我们组织各系(部)教员逐步编写了具有自己特色的系列教材。《化工技术基础》是其中的一部。

这套统编教材是以马列主义、毛泽东思想和邓小平理论为指导,以公安保卫工作的路线、方针、政策和解放军、武警部队的有关条令、条例为依据,按照教学大纲的要求,理论联系实际,总结工作经验,汲取现代科学技术和学术理论研究的新成果编写而成的。在内容上,力求正确地阐述各门学科的基础理论、基础知识和基本技能,并注意到内容的科学性、系统性和相对稳定性。

本教材由董希琳副教授任主编。参加编写的人员有董希琳(绪论、第一、四、六、七、八、九章);岳庚吉(第五章);郭艳丽(第二、三章)。附录部分由上述三人共同编写。

由于时间仓促,编者水平有限,缺点错误在所难免,恳请读者批评指正,以便再版时修改。

这套统编教材在编写过程中,得到了上级主管部门和许多兄弟院校及有关部门的大力支持和帮助,谨在此深表谢意。

武警学院教材建设委员会

1999年7月

前 言

《化工技术基础》是根据消防工程专业技术基础课“化工技术基础”教学计划和教学大纲编写的,比地方教材多了化工工艺流程图和反应工程的基本内容,主要供消防工程专业使用,也可供化工安全专业、化工消防建筑审核技术人员参考。

本教材是在消防工程专业调整后,总结了四期“化工技术基础”课程的教学经验,参考该学科近期出版的优秀教材,汲取其中精华,依据消防工程专业的教学需要和化工建审的要求编写的。教材系统介绍化工生产过程中单元操作的基本原理和设备构造、操作、计算、选型、生产安全及实验研究方法;化学反应工程中的均相反应器原理;增补了化工工艺识图等内容。本书强调工程观点,力求理论与实际相结合,对于了解化工生产过程,解决化工安全问题都有一定的帮助。

在本书编写过程中,同行们提出了许多宝贵的意见和积极的建议,在此表示衷心的感谢。书中难免存在问题和缺点,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

1999年7月

目 录

绪 论	(1)
第一章 流体输送机械	(10)
第一节 概述	(10)
第二节 离心泵	(11)
第三节 往复泵	(35)
第四节 其它类型的化工用泵	(39)
第五节 通风机、鼓风机、压缩机、真空泵	(42)
习 题	(52)
第二章 沉降与过滤	(55)
第一节 重力沉降	(56)
第二节 离心沉降	(65)
第三节 过滤	(69)
习 题	(81)
第三章 传热	(83)
第一节 热量传递的基本方式	(83)
第二节 换热器	(92)
第三节 传热过程的强化	(102)
习 题	(105)
第四章 吸收	(107)
第一节 概述	(107)
第二节 气液相平衡	(111)
第三节 吸收过程的速率	(117)
第四节 吸收塔的计算	(133)

第五节 填料塔.....	(153)
习 题.....	(161)
第五章 蒸馏	(165)
第一节 概述.....	(165)
第二节 双组分溶液的汽液相平衡.....	(166)
第三节 蒸馏与精馏原理.....	(171)
第四节 双组分连续精馏塔的计算.....	(179)
第五节 间歇蒸馏.....	(204)
第六节 恒沸精馏与萃取精馏.....	(209)
第七节 板式塔.....	(213)
第八节 精馏装置的热量衡算.....	(228)
习 题.....	(232)
第六章 干燥	(236)
第一节 概述.....	(236)
第二节 湿空气的性质及湿度图.....	(239)
第三节 干燥速率和干燥时间.....	(254)
第四节 干燥设备.....	(262)
习 题.....	(270)
第七章 均相反应动力学	(272)
第一节 均相简单反应的速率方程.....	(272)
第二节 复合反应动力学及选择率.....	(279)
习 题.....	(288)
第八章 理想流动反应器中的均相反应过程	(291)
第一节 概述.....	(291)
第二节 反应器的分类与流动状态的理想化.....	(293)
第三节 间歇反应器.....	(297)
第四节 平推流反应器.....	(300)
第五节 全混流反应器.....	(303)

第六节 反应器的组合操作.....	(307)
第七节 选择反应器型式与操作方法的一般原则.....	(310)
第八节 全混釜中进行化学反应时的热稳定性.....	(321)
习 题.....	(325)
第九章 化工识图基础——化工工艺图	(327)
第一节 工艺流程图.....	(328)
第二节 设备布置图和管路布置图.....	(330)
习 题.....	(336)
主要参考文献	(337)
附 录	(338)
1. 某些气体的重要物理性质	
2. 某些液体的物理性质	
3. 水的重要物理性质	
4. 干空气的重要物理性质	
5. 饱和水蒸气表(按温度排列)	
6. 离心泵规格	
7. 离心通风机规格	
8. 几种气体的平衡溶解度	
9. 一些气体在不同温度时的亨利系数	
10. 气体在空气中的扩散系数	
11. 管路及配件的常用画法	

绪 论

一、化工过程、单元操作和反应工程

化学工业是将各种物质,经过化学和物理方法处理,制成所必须的产品。从原料制成化工产品的生产过程中往往需要多个加工过程,既有物理加工过程,也有化学反应过程。

化工工业产品种类繁多。各种产品的生产过程中,使用着各种各样的物理加工过程。例如,乙醇、乙烯及石油等生产过程中,都采用蒸馏操作分离液体混合物,所以蒸馏为一基本操作过程。又如合成氨、硝酸及硫酸等生产过程中,都采用吸收操作分离气体混合物,所以吸收也是一个基本操作过程。又如尿素、聚氯乙烯及染料等生产过程中,都采用干燥操作以除去固体中的水分,所以干燥也是一个基本操作过程。根据生产过程的原理,可以归纳为应用较广的几个基本操作过程,如流体输送、搅拌、沉降、过滤、热交换、蒸发、结晶、吸收、蒸馏、萃取、吸附以及干燥等,这些基本操作过程称为单元操作。单元操作解决基本操作过程的共性问题。任何一种化工产品的生产过程,都是由若干单元操作及化学反应过程组合而成的。每个单元操作,都是在一定的设备中进行的。例如,吸收操作是在吸收塔内进行的;干燥操作是在干燥器内进行的。单元操作不仅在化工生产中占有重要地位,而且在石油、轻工、制药及原子能等工业中也广泛应用。

原料前处理和产品后处理中利用了大量的单元操作,但是,获得化工产品的核心是化学反应。不同的化工产品或使用不同的原料获得同一产品,所用的反应器差异很大,化学反应本身也有着质

的区别。反应工程研究具体反应器中不同化学反应的共性规律。

二、化工技术基础课程的内容、性质及任务

《化工技术基础》融合了《化工原理》和《化学反应工程》的基本知识,主要研究化工单元操作、化工反应器原理和操作等内容。

单元操作的理论基础由三大部分组成:

(1)流体流动过程,包括流体输送、搅拌、沉降、过滤等。

(2)传热过程,包括热交换、蒸发和干燥等。

(3)传质过程,包括吸收、蒸馏、萃取、吸附、干燥等。

流体流动过程也称为动量传递过程,不仅是流体输送、搅拌、沉降、过滤操作的理论基础,而且是传热与传质过程中单元操作的理论基础。有些单元操作中,传热、传质和动量传递结合在一起,如干燥操作。因此,动量传递、传热及传质的基本原理是各单元操作的理论基础。

化学反应工程的理论基础是宏观动力学和均相反应器原理。

化工技术基础课程的主要任务是介绍流体流动、传热、传质的基本原理及主要单元操作的典型设备构造、操作原理、生产安全、计算、选型及实验研究方法,介绍宏观动力学和均相反应器原理和设计;培养学生运用基础理论分析和解决化工单元操作、反应器操作中的各种工程实际问题的能力。为了便于消防工程专业学员和有关工程技术人员审阅化工图纸,在此还将介绍化工识图方面的部分内容。

三、单位与单位换算

(一)单位制

国际单位制:由于科学技术的迅速发展和国际学术交流的日益频繁,以及理科和工科的关系进一步密切,国际计量会议制定了一种国际上统一的国际单位制,即 SI 单位制。国际单位制中的单位由基本单位、辅助单位和具有专门名称的导出单位构成。SI 基本单位共有 7 个,即长度,米(m);质量,千克(kg);时间,秒(s);电

流, 安培(A); 热力学温度, 开尔文(K); 物质质量, 摩尔(mol); 发光强度, 坎德拉(cd)。SI 辅助单位有平面角(弧度, rad)和立体角(球面度, sr)。SI 中具有专门名称的常用导出单位有 6 个, 即频率, 赫兹(Hz); 力或重力, 牛顿(N); 压力、压强或应力, 帕斯卡(Pa); 能量, 功和热, 焦耳(J); 功率或辐射通量, 瓦特(W); 摄氏温度($^{\circ}\text{C}$)。

物理制单位和工程制单位: 目前常用的物理、化学数据、工程常用数表和列线图多数来源于实验室测定值, 采用了物理制单位和工程制单位。物理制单位, 即 CGS 单位制。长度单位, 厘米(cm); 质量单位, 克(g); 时间单位, 秒(s)。工程单位制中以“力”为基本量, 用符号 kgf 表示, 而质量为导出单位。

法定计量单位: 我国已开始实行法定计量单位。我国的法定计量单位是以国际单位制的单位为基础, 根据实际情况, 适当增加了一些其他单位构成的。目前国家选定的非国际单位制单位常见的有: 时间单位, 分、时、日, 分别以单位符号 min、h、d 表示; 平面角单位, 秒、分、度, 分别以单位符号'、''、 $^{\circ}$ 表示; 旋转角速度单位, 转每分, 以符号 $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 表示; 质量单位, 吨或原子质量单位, 分别以 t 或 u 表示; 体积单位, 升, 以 L(l) 表示。

(二) 因次

法定计量单位中基本量的长度、质量、时间、温度可分别用符号 L、M、T、 θ 表示, 则导出量可由这些基本量的符号组合而成。例如速度可用 $[\text{LT}^{-1}]$ 、加速度用 $[\text{LT}^{-2}]$ 、力用 $[\text{MLT}^{-2}]$ 表示。若干物理量以 $[\text{M}^a \text{L}^b \text{T}^c \theta^d]$ 表示, 则称它为该物理量的因次或量纲(严格地说, 指数 a、b、c、d 称为因次, $[\text{M}^a \text{L}^b \text{T}^c \theta^d]$ 称为该物理量的因次式或量纲式)。它表示该物理量的单位与基本量的单位之间的关系。当 $a=b=c=d=0$ 时, 时 $[\text{M}^a \text{L}^b \text{T}^c \theta^d] = [1]$, 称为无因次。例如, 液体的相对密度为该液体的密度与 4°C 时纯水的密度之比值, 其因次为 $[\text{ML}^{-3}/\text{ML}^{-3}] = [\text{M}^0 \text{L}^0] = [1]$, 为无因次。

(三) 单位换算

同一物理量若用不同单位度量时,其数值需相应地改变。这种换算称为单位换算。法定计量单位实行不久,由过去的 CGS 和工程单位制过渡到全部使用法定单位,还需要一段时间。因此必须掌握这些单位间的换算关系。单位换算时,需要换算因数。要特别注意工程单位制中的“力”的单位 kgf 与国际单位制中“力”的单位 N 之间的换算关系。

若物体受地心引力作用产生 $g = 9.80665\text{m/s}^2$ 的重力加速度(国际标准重力加速度,即在北纬 45° 海面上的重力加速度),则作用于质量为 1kg 的物体上的重力为 $F = mg = 1 \times 9.80665\text{N}$ 。

物体在重力场所受的重力,就是该物体的重量。因此,工程单位制中是把 SI 中的 9.80665N 重量,作为其 1kgf 重量,故有 $1\text{kgf} = 9.80665\text{N}$ 。由于质量为 1kg 物体的重量为 1kgf ,所以工程单位制中的重量与 SI 中的质量数值相等。

例 1 在英制绝对单位制中,粘度的单位为 $\text{lb}/(\text{ft} \cdot \text{s})$,在法定计量单位中粘度的单位为 $\text{Pa} \cdot \text{s}$ 。试求两者间的关系。

解:粘度单位为导出单位,其法定计量单位由以下基本单位组成:

$$\text{Pa} \cdot \text{s} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{s} = \frac{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$$

粘度在两种不同单位制中的基本量之间的关系为:

$$1\text{lb} = 0.4536\text{kg}; \quad 1\text{ft} = 0.3048\text{m}$$

上面两个关系可以改写为:

$$\frac{0.4536\text{kg}}{\text{lb}} = 1 \quad (\text{a}) \quad \frac{1\text{ft}}{0.3048\text{m}} = 1 \quad (\text{b})$$

将式(a)及式(b)等号左侧与英制的粘度单位联乘,实际上等于联乘两个 1,但乘了以后可以消去原单位中 lb 及 ft,而引入新单位 kg 及 m,这样就可以获得粘度在不同单位间的数值关系。

$$1\left[\frac{\text{lb}}{\text{ft}\cdot\text{s}}\right] = 1\left[\frac{\text{lb}}{\text{ft}\cdot\text{s}}\right] \cdot \left[\frac{0.4536\text{kg}}{\text{lb}}\right] \cdot \left[\frac{1\text{ft}}{0.3048\text{m}}\right] = 1.4881\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}\cdot\text{s}}\right) \quad (\text{c})$$

此结果即为粘度值在英制单位与法定计量单位之间的关系。不管多么复杂导出单位的换算,只要遵循这种方法,即可换算成所需的单位。

在通常的运算中,不必写出象式(a)和式(b)那样的关系式,只要确定原单位与要换算的单位之间的数值关系,直接写出式(c),消去原单位而引入新单位,如本题中 lb 是要消去的单位,kg 是要引入的单位,故应乘以 0.4536kg/lb。

$$1\left[\frac{\text{lb}}{\text{ft}\cdot\text{s}}\right] = \left[\frac{0.4536\text{kg}}{0.3048\text{m}\cdot\text{s}}\right] = 1.4881\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}\cdot\text{s}}\right)$$

应指出,有些导出单位间的换算可以不必进行上述的运算,可直接从相应的换算表中查得。本题可直接从有关单位换算的参考书中查得 $1\text{lb}/(\text{ft}\cdot\text{s}) = 1.4881\text{Pa}\cdot\text{s}$,与换算结果一致。

例2 在气体状态方程 $pV = nRT$ 中,气体通用常数 $R = 82.06\text{atm}\cdot\text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 。试求在下列不同单位制中 R 的数值与单位。1) 压强 p 的单位为 Pa、体积 V 的单位为 m^3 、物质质量 n 的单位为 kmol、绝对温度 T 的单位为 K。2) 压强 p 的单位为 kgf/m^2 、体积 V 的单位为 m^3 、物质质量 n 的单位为 kmol、绝对温度 T 的单位为 K。

解:

$$\begin{aligned} 1. \quad R &= 82.06 \frac{\text{atm}\cdot\text{cm}^3}{\text{mol}\cdot\text{K}} = 82.06 \left[\frac{1.01325 \times 10^5 \text{Pa} \cdot (0.01\text{m})^3}{0.001\text{kmol}\cdot\text{K}} \right] \\ &= 8315 \frac{\text{Pa}\cdot\text{m}^3}{\text{kmol}\cdot\text{K}} = 8.315 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol}\cdot\text{K}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \quad R &= 82.06 \frac{\text{atm}\cdot\text{cm}^3}{\text{mol}\cdot\text{K}} = 82.06 \left[\frac{10332\text{kgf}/\text{m}^2 \cdot (0.01\text{m})^3}{0.001\text{kmol}\cdot\text{K}} \right] \\ &= 848 \frac{\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot \text{m}^3}{\text{kmol}\cdot\text{K}} = 848 \frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{kmol}\cdot\text{K}} \end{aligned}$$

例3 用某矩鞍型填料塔蒸馏碳氢化合物时,整理出分离能力相当于一层理论塔板的填料层高度(简称等板高度) H_c 的经验计算式为:

$$H_c = 4.605 \times 10^4 G^{-0.45} D^{1.11} Z^{1/3} \frac{\alpha \mu_L}{\rho_L}$$

式中: H_c ——等板高度, ft;

D ——填料塔直径, ft;

α ——相对挥发度, 无因次;

ρ_L ——液体密度, lb/ft³;

G ——气相空塔质量速度, lb/(ft²·h);

Z ——填料塔高度, ft;

μ_L ——液体粘度, g/(cm·s)。

试将上面经验式加以换算, 使 H_c 以 m、 G 以 kg/(m²·h)、 D 以 m、 Z 以 m、 μ_L 以 mPa·s 及 ρ_L 以 kg/m³ 为单位。

解: 题给的是经验公式, 所谓经验公式是指单纯根据试验数据整理出的公式, 它不是单位一致性公式, 各物理量有其专用的单位, 从表面上看经验公式, 似乎等号两侧的单位也不一致, 实际上经验公式的数字是有单位的, 它的单位起到使等号两侧的单位一致起来的作用, 所以若改变经验公式中物理量的单位, 最终公式的形式不变, 而是式中数字值改变了。

直接或间接查出以下关系:

$$1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m}; \quad 1 \text{ lb}/(\text{ft}^2 \cdot \text{h}) = 4.883 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$$

$$1 \text{ g}/(\text{cm} \cdot \text{s}) = 100 \text{ mPa} \cdot \text{s} \quad 1 \text{ lb}/\text{ft}^3 = 16.019 \text{ kg}/\text{m}^3$$

H_c' 、 G' 、 D' 、 Z' 、 μ_L' 及 ρ_L' 分别代表变换为指定了新单位的相应物理量, 则两种不同单位制中各物理量相互间的关系为

$$H_c = H_c' / 0.3048 \quad \text{ft} \quad (\text{a})$$

$$G = G' / 4.883 \quad \text{lb}/(\text{ft}^2 \cdot \text{h}) \quad (\text{b})$$

$$D = D' / 0.3048 \quad \text{ft} \quad (\text{c})$$

$$Z = Z'/0.3048 \quad \text{ft} \quad (\text{d})$$

$$\mu_L = \mu_L'/100 \quad \text{g}/(\text{cm} \cdot \text{s}) \quad (\text{e})$$

$$\rho_L = \rho_L'/16.019 \quad \text{lb}/\text{ft}^3 \quad (\text{f})$$

将式(a)至(f)的关系式代入经验公式中,得:

$$\frac{H_c'}{0.3048} = 4.605 \times 10^4 \left[\frac{G'}{4.883} \right]^{-0.45} \left[\frac{D'}{0.3048} \right]^{1.11} \left[\frac{Z'}{0.3048} \right]^{1/3} \left[\frac{\alpha(\mu_L'/100)}{\rho_L'/16.019} \right]$$

略去式中物理量上标,并整理得到题目指定单位的经验公式:

$$H_c = 2.55 \times 10^4 G^{-0.45} D^{1.11} Z^{1/3} \frac{\alpha \mu_L}{\rho_L}$$

四、单元操作中常用的基本概念

在研究化工单元操作时,经常用到五个基本概念,即物料衡算、能量衡算、物系的平衡关系、传递速率及经济核算等。这五个基本概念贯穿于本课程的始终,在这里仅作简要说明,详细内容见各章。

(一)物料衡算

依据质量守恒定律,进入与离开某一化工过程的物料质量之差,等于该过程中积累的物料质量,即

$$\text{输入量} - \text{输出量} = \text{积累量}$$

对于连续操作的过程,若各物理量不随时间改变,即处于稳定操作状态时,过程中不应有物料的积累。则物料衡算关系为

$$\text{输入量} = \text{输出量}$$

利用物料衡算式,可由过程的已知量求出未知量。物料衡算可按下列步骤进行:(1)首先根据题意画出各物流的流程示意图,物料的流向用箭头表示,并标上已知数据与待求量。(2)在写衡算式之前,要选定计算基准,一般选用单位进料量或排料量、时间及设备的单位体积等作为计算的基准。在较复杂的流程示意图上应

圈出衡算的范围, 列出衡算式, 求解未知量。

例 4 用连续操作的蒸发器把含盐浓度为 x_F (质量分率) 的稀盐水溶液蒸发到浓度为 x_w 的浓盐水溶液, 每小时稀盐水溶液的进料量为 $F \text{ kg}$ 。试求每小时所得浓盐水溶液量 W 及水分蒸发量 V 各为多少 kg 。

解: 流程图如附图所示, 计算基准取 1 h , 由于是连续稳定操作, 总物料衡算式为

$$F = V + W$$

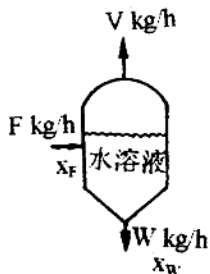
溶质衡算式为

$$Fx_F = Wx_w$$

由此两式解得

$$W = Fx_F / x_w$$

$$V = F(1 - x_F / x_w)$$



例 4 物料流程附图

(二) 能量衡算

本教材中所用到的能量主要有

机械能和热能。能量衡算的依据是能量守恒定律。机械能衡算在流体力学中已有阐述; 热量衡算将在传热、蒸馏、干燥等章中结合具体单元操作详细论述。热量衡算的步骤与物料衡算的基本相同, 但需要注意各参数单位的一致性。

(三) 物系的平衡关系

平衡状态是自然界中广泛存在的现象。例如, 在一定温度下, 不饱和的食盐溶液与固体食盐接触时, 食盐向溶液中溶解, 直到溶液为食盐所饱和, 食盐就停止溶解, 此时固体食盐表面已与溶解成动平衡状态。反之, 若溶液中食盐浓度大于饱和浓度, 则溶液中的食盐会析出, 使溶液中的固体食盐结晶长大, 最终达到动平衡状态。一定温度下食盐的饱和浓度, 就是这个物系的平衡浓度。当溶液中食盐浓度低于饱和浓度, 则固体食盐将向溶液中溶解。当

溶液中食盐的浓度大于饱和浓度,则溶液中溶解的食盐会析出,最终都会达到平衡状态。从这个例子可以看出,平衡关系可以用来判断过程能否进行,以及过程进行的方向和能达到的限度。

(四)传递速率

仍以食盐溶解为例说明。食盐溶液中食盐浓度低时,溶解速率(单位时间内溶解的食盐质量)大;食盐浓度高时溶解速率小。当溶液达到饱和浓度(即平衡状态)时,不再溶解,即溶解速率为零。由此可知,溶液浓度越是远离平衡浓度,其溶解速率就越大;溶液浓度越是接近平衡浓度,其溶解速率就越小。溶液浓度与平衡浓度之差值,可以看作是溶解过程的推动力。另外,由试验得知,把一个大食盐块破碎成许多小块,能使固体食盐与溶液的接触面积增大;由不搅拌改为搅拌,能使溶液质点对流。其结果能减小溶解过程的阻力。因此,过程的传递速率与推动力成正比,与阻力成反比,即

$$\text{传递速率} = \frac{\text{推动力}}{\text{阻力}}$$

这个关系类似于电学中的欧姆定律。过程的传递速率是决定化工设备的重要因素,传递速率大时,设备尺寸可以减小。

(五)经济核算

为生产定量的某种产品所需要的设备,根据设备的型式和材料的不同,可以有若干设计方案。对同一台设备,所选用的操作参数不同,会影响到设备费与操作费。因此,要用经济核算确定最经济的设计方案。

第一章 流体输送机械

第一节 概 述

在化工生产中,根据生产要求,往往需要将流体按照生产程序从一个设备输送到另一个设备,或从低处输送到高处,或从低压容器输送至高压容器,或沿管道送至较远的地方。为此,必需对流体加入外功,以克服流体阻力及补充输送流体时所需的能量。为流体提供能量的机械称为流体输送机械。

在化工生产中,需要输送的流体种类很多。流体的温度、压力等操作条件,流体的性质、流量以及所需要提供的能量等方面有很大的差别。为了适应不同情况下的流体输送要求,需要不同结构和特性的流体输送机械。根据流体输送机械的工作原理,通常将其分为四类,即离心式、往复式、旋转式及流体动力作用式。气体与液体不同,气体具有可压缩性。因此,气体输送机械与液体输送机械也不相同。用于输送液体的机械称为泵,用于输送气体的机械称为风机及压缩机。流体输送机械是通用机械。

本章将结合化工生产的特点,着重讨论流体输送机械的工作原理、基本构造、主要性能及有关计算,以达到正确选择类型、型号,合理安装和安全使用的目的。

第二节 离 心 泵

由于离心泵具有结构简单、流量大而且均匀、操作方便等优点,在化工生产中得到了广泛的应用,约占化工用泵的 80~90%。

一、离心泵的构造和工作原理

离心泵的种类很多,但工作原理大同小异,其主要工作部件是旋转叶轮和固定的泵壳。

最简单的离心泵的构造和工作原理如图 1-1 所示。

叶轮是离心泵直接对液体做功的部件,其上有 4~12 片稍微向后弯曲的叶片(即叶片弯曲方向与旋转方向相反)。离心泵在工作时,叶轮由电机驱动作高速旋转运动(1000~3000r/min),迫使叶片间的液体作近似于等角速度的旋转运动,同时因离心力的作用,使液体由叶轮中心向外缘作径向运动。液体在流经叶轮的

运动过程中获得能量,并以高速离开叶轮外缘进入蜗形泵壳。在蜗壳中,由于流道的逐渐扩大而减速,将大部分动能转化为静压能(势能),最后沿切向流入压出管道。在液体受迫由叶轮中心流向外缘的同时,在叶轮中心形成低压。液体在吸液口和叶轮中心的势能差作用下源源不断地吸入叶

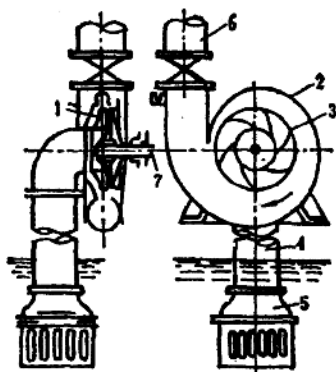


图 1-1 离心泵的构造和工作原理

1. 叶轮; 2. 泵壳; 3. 叶片; 4. 吸入管
5. 滤网和止逆阀; 6. 压出管; 7. 泵轴