

国家示范性 高职院校建设规划教材

流体输送 与传热技术

李 薇 主编

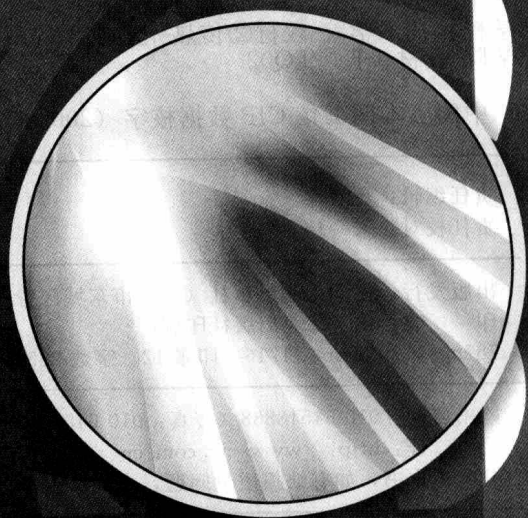


化学工业出版社

国家示范性 高职院校建设规划教材

流体输送 与传热技术

李 薇 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书重点介绍了化工流体输送与传热过程的基本理论、基本原理、基本计算方法,典型设备的构造,工作原理、开停车操作方法、典型事故调控方法、设备选型等有关工程实践知识。全书分为流体输送技术、传热技术两大部分。

在本书编写过程中,力求体现现代高职、高专教育特点,体现工学结合、项目化教学等现代教育教学改革方向,本着理论必需、够用为度,强化应用能力培养的编写原则,将操作型问题分析、解决的能力训练渗透到整个教学过程。每部分以生产实际开篇,将仿真操作、设备操作与理论内容相互联系重构为若干个课题,针对重点知识点利用“复习与思考”和“自测练习”进行强化训练。

本书可作为化工及相关专业的高职、高专、成教教材,也可供相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

流体输送与传热技术/李薇主编. —北京:化学工业出版社, 2009.5
国家示范性高职院校建设规划教材
ISBN 978-7-122-05020-5

I. 流… II. 李… III. ①流体输送-化工过程-高等学校:技术学院-教材②传热-化工过程-高等学校:技术学院-教材 IV. TQ02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 032632 号

责任编辑: 窦 臻
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 丁建华
装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 化学工业出版社印刷厂
787mm×1092mm 1/16 印张 12 字数 289 千字 2009 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 21.00 元

版权所有 违者必究

前 言

根据国家示范性院校建设任务的要求,为了落实石油化工高技能人才培养目标,我们联合校内外专家及化工技术专业指导委员会,分析石油化工职业岗位基本能力与技能要求,对石油化工生产技术专业课程体系进一步进行整合,构建了基于化工生产过程的课程体系。根据新课程体系要求,编写适合的教材,对确保人才培养质量至关重要。《流体输送与传热技术》教材是重点建设的核心教材之一,其内容紧紧围绕高技能人才培养特色,将化工原理、化工单元操作、化工单元仿真、化工设备使用与维修、化工仪表及自动化等课程中相关知识点按照生产岗位职业技能要求进行整合。教材编写为了充分体现“工学结合”,“项目化”教学过程,调动学生学习的能动性,促进学生实践操作能力的培养,将知识点尽可能与实践操作相互融合,形成若干个课题来讨论学习,突出教材的实用性、技术性、创新性。

本教材共分为流体输送技术和传热技术两部分,主要介绍了化工流体输送与传热过程的基本理论、基本原理、基本计算方法,典型设备的构造,工作原理、操作调控方法、设备选型等有关工程实践知识,侧重工程应用能力的培养。完成本教材教学一般需要120学时,可根据具体情况选择教学课题进行。教学过程为理论学习与仿真操作、现场设备操作练习穿插进行,“学”和“做”一体化,能结合现场设备教学的内容尽量放在现场教学。针对高职教育的特色,课后复习与思考、练习题避免了难、繁的计算,以基本知识点的填空、选择、问答为主,侧重联系生产实际的操作型讨论、分析与练习,重在学生化工职业岗位基本素质与技能的训练。

本教材由兰州石化职业技术学院李薇主编。其中流体输送技术部分的课题一、二、六、八、十一、十二由辽宁石化职业技术学院的尤景红编写;传热技术部分的课题一、二、五由抚顺职业技术学院的陈娆编写;其余课题由李薇编写并统稿。

本教材在编写过程中得到了化学工业出版社、北京东方仿真软件技术有限公司、兰州石化职业技术学院、辽宁石化职业技术学院、抚顺职业技术学院等单位 and 专家的大力支持与协助,在此表示衷心的感谢。

高等职业教育的课程体系改革和课程改革是一个不断探索的课题,由于编者水平有限,时间仓促,疏漏与不妥之处还望各位同仁批评指正。

编 者
2009年1月

目 录

第一部分 流体输送技术

课题一 认识流体输送过程	1
一、化工生产过程与单元操作	1
二、流体输送在化工生产中的应用	3
三、化工流体输送过程的主要设备	3
课题二 流体流动的基本理论	10
一、流体的基本性质	10
二、流体静力学	14
三、流体动力学	19
课题三 能量转换实验	27
一、训练目标	27
二、设备示意	27
三、训练要领	28
课题四 雷诺实验	28
一、训练目标	28
二、设备示意	28
三、训练要领	28
四、流体的流动型态	29
五、流体在圆管内的速度分布	30
课题五 流动阻力测量与计算	30
一、流动阻力测定实验	30
二、流体管内流动阻力计算	31
课题六 流量测量	39
一、测速管	39
二、孔板流量计	40
三、文氏流量计	42
四、转子流量计	42
课题七 管路拆装	43
一、管路拆装实训	43
二、管路的布置与安装原则	44
课题八 认识离心泵	46
一、离心泵的结构和工作原理	46
二、离心泵的主要性能参数及特性曲线	49
三、离心泵的类型和选用	53

四、离心泵的安装	55
课题九 离心泵操作	57
一、离心泵性能实验	57
二、离心泵的操作要点	58
三、离心泵的流量调节	59
四、离心泵的串、并联操作	61
课题十 离心泵单元仿真	62
一、训练目标	62
二、工艺流程	62
三、实训要领	63
课题十一 其他类型泵	63
一、往复泵	63
二、齿轮泵	68
三、螺杆泵	68
四、旋涡泵	69
课题十二 气体输送机械	70
一、通风机（轴流式、离心式）	70
二、鼓风机（离心式、罗茨）	73
三、压缩机（往复式、离心式）	73
四、真空泵	78
课题十三 离心压缩机仿真单元	80
一、训练目标	80
二、工艺流程	80
三、训练要领	80
小结	81
复习与思考	82
自测练习	82
主要符号说明	87
参考文献	88

第二部分 传热技术

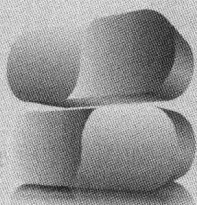
课题一 认识化工传热过程	89
一、传热在化工生产中的应用	89
二、工业上常见的换热方式	90
三、化工传热设备结构	90
课题二 热量传递的基本理论	98
一、热量传递的基本方式	98
二、热传导	99
三、对流传热	104
四、热辐射	116

课题三 换热器仿真操作	120
一、训练目标	120
二、工艺流程	120
三、训练要领	121
课题四 管式加热炉仿真操作	121
一、训练目标	121
二、工艺流程	121
三、训练要领	122
课题五 间壁式传热过程计算	122
一、间壁式传热过程	122
二、传热基本方程	122
三、热负荷确定	123
四、平均温度差	124
五、总传热系数 K	131
六、强化传热	134
课题六 换热器操作	135
一、换热器操作实验	135
二、换热器的操作与保养	136
课题七 列管换热器选用设计	138
一、训练目标	138
二、训练要领	138
三、列管换热器的工艺设计与选用	138
课题八 蒸发操作	144
一、蒸发操作	144
二、蒸发设备	146
三、单效蒸发的工艺计算	151
四、节能与多效蒸发	155
小结	157
复习与思考	158
自测练习	159
主要符号说明	163
参考文献	164

附录

一、法定计量单位与其他单位的换算	165
二、某些液体的重要物理性质	167
三、某些固体材料的物理性质（密度、热导率和比热容）	169
四、干空气的重要物理性质（101.3kPa）	170
五、水的重要物理性质	170
六、饱和水蒸气表（按温度排列）	171

七、饱和水蒸气表（按压力排列）	172
八、管子规格	173
九、常用离心泵规格（摘录）	174
十、4-72-11 型离心式通风机的规格	179
十一、列管换热器规格（摘录）	180



第一部分 流体输送技术



课题一 认识流体输送过程

一、化工生产过程与单元操作

1. 化工生产过程

化学工业是指以工业规模对原料进行加工处理,使其发生物理和化学变化而成为生产资料或生活资料的加工业。化学工业及其产品不仅是工业、农业和国防部门的重要生产资料,同时也是人们日常生产和生活中的重要生活资料。特别是近年来,传统化学工业已经向石油化工、精细化工、生物化工、环境、医药、冶金等领域或工业部门延伸、结合。不容置疑,它们已成为国民经济中十分重要的部分。

化工生产过程是指化学工业的一个个具体的生产过程,或者简单地说,就是一个产品的加工过程。显然,化工生产过程的核心是化学变化。

化工产品种类繁多,生产过程十分复杂,每种产品的生产过程也不尽相同。但总体上可归纳为由原料预处理过程、反应过程和反应产物后处理过程几个基本环节组成。为使化学反应过程得以经济有效地进行,反应器内必须保持某些适宜的或是较佳的条件,如适当的温度、压强及物料的组成等。因此,原料必须经过一系列的预处理或称为原料的制备以达到必要的纯度、粒度、温度和压强,这些过程统称为前处理。反应产物同样需要经过分离、精制等各种后处理过程,以获得符合质量标准的最终产品(或中间产品)。

例如,聚氯乙烯塑料的生产是以乙炔和氯化氢为原料进行合成反应以制取氯乙烯单体,然后在 $8.104 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 55°C 左右进行聚合反应获得聚氯乙烯。在进行加成反应前,必须将乙炔和氯化氢中所含各种有害物除去,以免反应器中催化剂中毒失效。反应生成物(氯乙烯单体)中含有未反应的氯化氢及其他副反应物,未反应的氯化氢必须首先除去,以免对管道、设备造成腐蚀,然后将反应后的气体压缩、冷凝并除去其他杂质,达到聚合反应所需的纯度和聚集状态。聚合所得的塑料颗粒和水的悬浮液经脱水、干燥后为产品。这一生产过程可简要地如图 1-1 所示。

此生产过程中除单体合成、聚合属化学反应过程即反应过程外,原料和反应后产物的提纯、精制等前、后处理过程,多数为纯的物理过程,但都是化工生产所不可缺少的单元操作过程,它在不同程度上影响化工生产的结果。

从此例可推广至任何一种化工产品的生产过程,都是由若干物理加工过程(即单元操



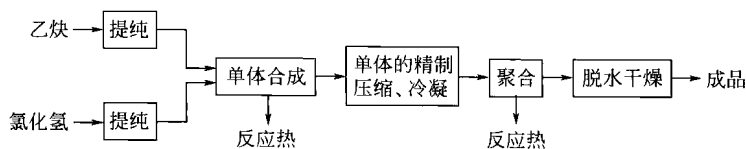


图 1-1 聚氯乙烯塑料的生产过程

作) 和化学反应过程 (即反应过程) 组合而成, 称为化工生产的基本过程, 如图 1-2 所示。

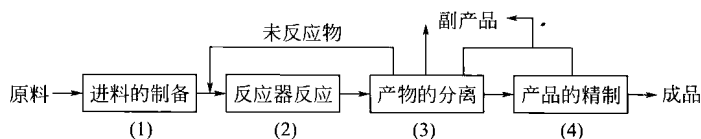


图 1-2 化工生产的基本过程

图中, (1)、(3)、(4) 为物理加工过程, (2) 为化学反应过程。(3) 中分离出来的未反应物, 循环回反应器继续反应, 使原料得到充分利用; 副产品可能也是一种产品, 而“三废”指的是分离出来的“废气”、“废渣”、“废水”, 可进一步处理或利用。(4) 是根据对产品的质量要求进一步提纯精制, 若 (3) 中分离后即可达到质量标准的话, 此步可省去。

2. 单元操作

一种产品从原料到成品的生产过程中, 往往需要几个、十几个甚至几十个加工过程。其中除了化学反应过程外, 还有大量的物理加工过程。物理加工过程虽然形态各异, 但根据它们的工作原理, 可以归纳为若干个基本单元操作过程。如流体的输送、搅拌、沉降、过滤、热交换、蒸发、结晶、干燥、吸收、蒸馏、萃取等。例如, 合成氨、硝酸和硫酸的生产过程中, 都是采用吸收操作分离气体混合物, 而且都遵循亨利定律及相平衡原理, 所以吸收是一个基本单元操作过程, 且都是在吸收塔内进行的。又如尿素、聚氯乙烯的生产过程中, 都采用干燥操作除去固体中的水分, 所以干燥也是一个基本单元操作过程, 且均是在干燥器内进行的。再如乙醇、乙烯及石油加工等生产过程中, 都采用蒸馏操作分离液体混合物, 达到提纯产品的目的, 所以蒸馏也为一基本单元操作过程, 其原理都遵循相平衡和两相扩散传质规律, 且都是在蒸馏设备中进行。

这些包含在不同化工产品生产过程的, 发生同样的物理变化, 遵循共同的规律, 使用相似设备, 具有相同作用的基本物理操作, 称为单元操作。由于各单元操作均遵循自身的规律和原理, 并在相应的设备中进行, 因此, 单元操作技术包括过程原理和设备两部分内容。

根据各单元操作遵循的基本规律, 可把它们归纳为如下几类:

- ① 流体流动过程的操作, 如流体输送、搅拌、沉降、过滤等;
- ② 传热过程的操作, 如热交换、蒸发和冷凝等;
- ③ 传质过程的操作, 如蒸馏、吸收、干燥、膜分离、萃取、结晶等;
- ④ 热力过程的操作, 如冷冻等;
- ⑤ 机械过程的操作, 如粉碎等。

实际生产中, 在一个现代化的、设备林立的大型化工厂中, 反应器为数并不多, 绝大多数的设备中都进行着各种前、后处理操作。化学反应是整个化工生产过程的核心, 起着主导作用, 它的要求和结果决定着原料预处理的程度和产物分离的任务, 直接影响到其它两部分的设备投资和操作费用。也就是说, 现代化学工业中前、后处理工序占有着企业大部分的设



备投资和操作费用。

二、流体输送在化工生产中的应用

流体是气体与液体的总称。化工生产中所处理的物料，大多数是流体。为满足生产工艺的要求，常需要将流体物料从一个工序输送至另一工序。例如硫酸工业生产中，从沸腾焙烧炉出来的炉气进入气体净化工序，再送入催化氧化工序，然后到吸收成酸工序，设备与设备、工序与工序之间的联接都是采用管道，无一不涉及流体的流动与输送。

此外，化工生产中的传热、传质以及化学反应等大多是在流体流动状态下进行的，这些过程的速率与流体流动的状况密切相关，所以研究流体流动问题也是研究其他化工单元操作的基础。所以流体的流动和输送在化工生产中占有非常重要的地位，是必不可少的单元操作之一。

研究流体的流动和输送主要是解决以下问题。

1. 流体的输送

在化工生产中为了满足工艺的要求，通常常见的流体输送方式有：高位槽送料、真空抽料、压缩空气送料和流体输送机械送料等。如何完成生产要求的流体输送任务，并做到科学、合理、有效，是流体输送的主要研究问题。

2. 压力和流量的测量

为了了解和控制生产过程，需要对设备和管道内的压力及流量等一系列参数进行测定，以便合理地选用和安装测量仪表。

3. 为提高设备生产强度选择适宜的操作条件

研究流体的流动形态，为强化设备和操作提供理论依据。流体的流动形态直接影响流体的流动和输送，并对传热、传质和化学反应等有着显著的影响。研究流体流动的规律对寻找设备的强化途径具有重要意义。

4. 流体输送设备的操作

研究流体输送设备的工作原理和操作性能，正确地选择和使用流体输送设备，掌握流体输送设备最基本的操作技能。

三、化工流体输送过程的主要设备

管路是化工生产中所涉及的各种管路形式的总称。随着化工生产日益朝着大型化、连续化和自动化方向发展，管路在整个工厂投资中的比重日趋增多。据统计，目前一个现代化工厂中的管路费用约占工厂总投资的 1/3 左右。管路的设计和施工水平对确保生产正常进行、降低基建费用和操作费用，都具有十分重要的意义。而保证流体沿管路系统从一个设备输送到另一个设备，或者从一个车间输送到另一个车间，常采用输送机械。人们也常常把流体输送机械比喻为使化工生产正常进行的“心脏”，流体输送机械用量既多，又要依靠各种能源（如电能、高压水蒸气等）来进行驱动，它是化工生产中动力消耗的大户，有的价格也比较昂贵。因此，了解管路的构成、输送机械的作用，学会合理布置和安装管路，选用合理的输送机械是非常重要的。

（一）管路的基本构成

1. 管路的分类

化工生产过程中的管路通常按是否分出支管来分类。凡无分支的管路称简单管路。简单管路又根据管路系统中的管径有无变化可分为单一管路与串联管路。单一管路是指直径不



变、无分支的管路，如图 1-3(a) 所示；对于虽无分支但管径多变的管路，可视为由若干单一管路串联而成，故又称为串联管路，如图 1-3(b) 所示。

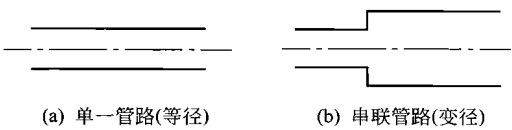


图 1-3 简单管路

有分支的管路称为复杂管路。复杂管路实际上是由若干简单管路按一定方式连接而成的，根据其连接方式不同，可分为分支管路和并联管路两种。分支管路中，分支与总管之间不闭合形如树杈，故其管路系统又称为树状管网，如图 1-4(a) 所示；并联管路（又称环状管网）中，分支与总管之间呈闭合态势，如同电工学上的并联电路，如图 1-4(b) 所示。

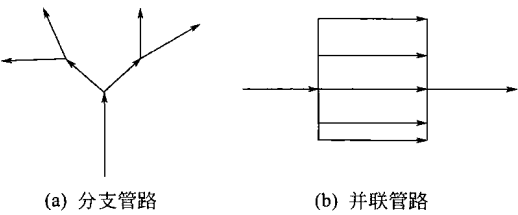


图 1-4 复杂管路

对于重要管路系统，如全厂或大型车间的动力管线（包括蒸汽、煤气、上水及其他循环管道等），一般均应按并联管路铺设，以有利于提高能量的综合利用、减少因局部故障所造成的影响。

2. 化工管路的基本构成

管路是由管子、管件和阀门等按一定的排列方式构成，也包括一些附属于管路的管架、管卡、管撑等辅件。由于生产中输送的流体是各种各样的，输送条件与输送量也各不相同，因此，管路也必然是各不相同的。工程上为了避免混乱，方便制造与使用，实现了管路的标准化。

管子是管路的主体，由于生产系统中的物料和所处工艺条件各不相同，所以用于连接设备和输送物料的管子除需满足强度和通过能力的要求外，还必须满足耐温（高温或低温）、耐压（高压或真空）、耐腐蚀（酸、碱等）以及导热等性能的要求。根据所输送物料的性质（如腐蚀性、易燃性、易爆性等）和操作条件（如温度、压力等）来选择合适的管材，是化工生产中经常遇到的问题之一。

(1) 化工管材

管材通常按制造管子所使用的材料来进行分类。在化工生产上使用的管子按管材不同可分为金属管、非金属管和复合管，其中以金属管占绝大部分。复合管指的是金属与非金属两种材料复合得到的管子，最常见的形式是衬里。

1) 钢管 钢管根据其材质的不同分为普通钢管、合金钢管、耐酸钢（不锈钢）管等。按制造方法不同可分为无缝钢管和有缝钢管两种。

① 有缝钢管 有缝钢管是用低碳钢焊接而成的钢管，又称为焊接管。有缝钢管主要有水管和煤气管。这类钢管的主要特点是易于加工制造、价格低，但因为焊缝而不适宜在 0.8MPa(表压) 以上的压力条件下使用。水、煤气管分镀锌管和黑铁管（不镀锌管）两种，

目前主要用于输送水、蒸汽、煤气、腐蚀性低的液体和压缩空气等。

② 无缝钢管 无缝钢管是用棒料钢材经穿孔热轧或冷拔制成的，它没有接缝。用于制造无缝钢管的材料主要有普通碳钢、优质碳钢、低合金钢、不锈钢和耐热铬钢等。无缝钢管的特点是质地均匀、强度高、管壁薄，少数特殊用途的无缝钢管的壁也可以很厚。工业生产中，无缝钢管能用于在各种压力和温度下输送流体，广泛用于输送高压、有毒、易燃易爆和强腐蚀性流体等。

无缝钢管的规格通常用“ ϕ 外径 $\times$ 壁厚”来表示，如 $\phi 38\text{mm} \times 2.5\text{mm}$ 。水煤气管的规格目前仍多为英寸表示。但无论无缝钢管还是水煤气管，其规格往往还用公称直径表示。公称直径既不代表外径、也不代表内径，而是与其相近的某个整数。如公称直径为 50mm 的水煤气管，其外径为 60mm，内径为 53mm。管子的长度主要有 3m、4m 和 6m，有些可达 9m、12m，但以 6m 长的管子最为普遍。

2) 铸铁管 铸铁管一般作为埋在地下的给水总管、煤气管及污水管等，也可以用来输送碱液及浓硫酸等。铸铁管价廉而耐腐蚀，但强度低，气密性也差，不能用于输送有压力的蒸汽、爆炸性及有毒性气体等。铸铁管主要有普通铸铁管和硅铸铁管。

3) 有色金属管 有色金属管是有色金属制造的管子总称，主要有铜管、黄铜管、铅管和铝管。在工业生产上，有色金属管主要用于一些特殊用途场合。

① 铜管与黄铜管 由紫铜或黄铜制成。由于铜的导热性好，适用于制造换热器的管子；由于铜的延展性好，易于弯曲成型，故常用于油压系统、润滑系统来输送有压力的液体；铜管还适用于低温管路，黄铜管在海水管路中也广泛使用。

② 铅管 铅管因抗腐蚀性好，能抗硫酸及 10% 以下的盐酸，故工业生产上主要用于硫酸及稀盐酸的输送，但不适用于浓盐酸、硝酸和乙酸的输送。其最高工作温度是 413K。由于铅管机械强度差、性软而笨重、导热能力小，目前正被合金管及塑料管所取代。

③ 铝管 铝管也有较好的耐酸性，其耐酸性主要由其纯度决定，但耐碱性差。工业生产上，铝管广泛用于输送浓硫酸、浓硝酸、甲酸和醋酸等。小直径铝管可以代替铜管来输送有压流体，但当温度超过 433K 时，不宜在较高的压力下使用。

4) 非金属管 非金属管是用各种非金属材料制作而成的管子的总称，主要有陶瓷管、塑料管、水泥管、玻璃管和橡胶管等。

① 陶瓷管 陶瓷管的特点是耐腐蚀，除氢氟酸外，对其他物料均是耐腐蚀的，但性脆、机械强度低，不耐压及不耐温度剧变。因此，工业生产上主要用于输送压力小于 0.2MPa，温度低于 423K 的腐蚀性流体。

② 塑料管 是以树脂为原料经加工制成的管子，主要有聚乙烯管、聚氯乙烯管、酚醛塑料管、ABS 塑料管和聚四氟乙烯管等。塑料管的共同特点是抗腐蚀性强、质量轻、易于加工，有的塑料管还能任意弯曲和加工成各种形状。但都有强度低、不耐压和耐热性差的缺点。塑料管的用途越来越广，很多原来用金属管的场合逐渐被塑料管所代替，如下水管等。

③ 水泥管 水泥管主要用作下水道的排污水管，一般作无压流体输送。

④ 玻璃管 用于工业生产中的玻璃管主要是由硼玻璃和石英玻璃制成的。玻璃管具有透明、耐腐蚀、易清洗、阻力小和价格低的优点。缺点是性脆、热稳定性差和不耐压，但玻璃管对氢氟酸、热浓磷酸和热碱以外的绝大多数物料均具有良好的耐腐蚀性。

(2) 常用管件



管件是用来连接管子以达到延长管路、改变管路方向或直径、分支、合流或封闭管路的管路附件的总称。最基本的管件如图 1-5 所示，其用途有如下几种。

- ① 用以改变流向：90°弯头、45°弯头、180°回弯头等。
- ② 用以堵截管路：管帽、丝堵（堵头）、盲板等。
- ③ 用以连接支管：三通、四通，有时三通也用来改变流向，多余的一个通道接头用管帽或盲板封上，在需要时打开再连接一条分支管。

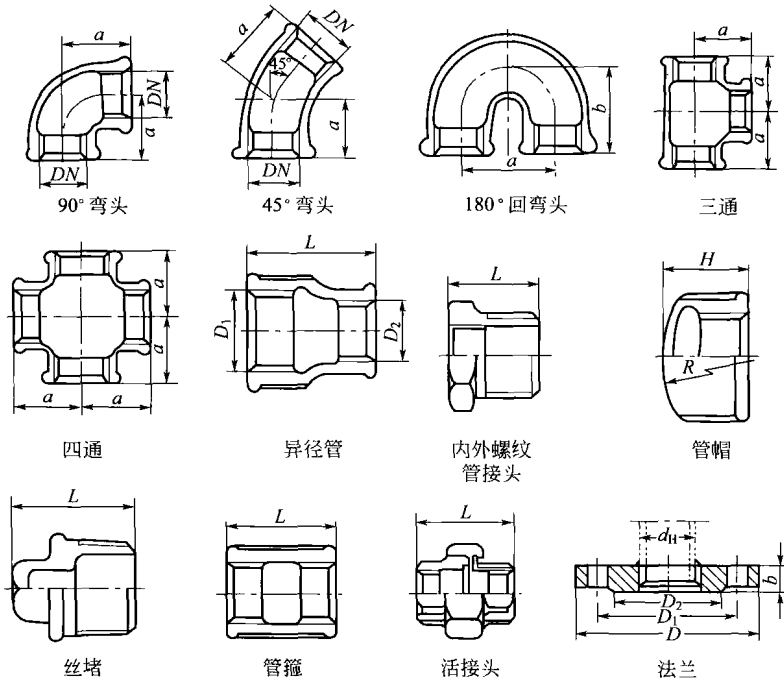


图 1-5 常用管件

- ④ 用以改变管径：异径管、内外螺纹管接头（补芯）等。
- ⑤ 用以延长管路：管箍（束节）、螺纹短节、活接头、法兰等。法兰多用于焊接连接管路，而活接头多用于螺纹连接管路。在闭合管路上必须设置活接头或法兰，尤其是在需要经常维修或更换的设备、阀门附近必须设置，因为它们可以就地拆开，就地连接。

(3) 常用阀门

阀门是用来启闭和调节流量及控制安全的部件。通过阀门可以调节流量、系统压力及流动方向，从而确保工艺条件的实现与安全生产。化工生产中阀门种类繁多，常用的有以下几种。

1) 闸阀 主要部件为一闸板，通过闸板的升降以启闭管路。这种阀门全开时流体阻力小，全闭时较严密，多用于大直径管路上作启闭阀，在小直径管路中也有用作调节阀的。这种阀门不宜用于含有固体颗粒或物料易于沉积的流体，以免引起密封面的磨损和影响闸板的闭合。如图 1-6 所示。

2) 截止阀 主要部件为阀盘与阀座，流体自下而上通过阀座，其构造比较复杂，流体阻力较大，但密闭性与调节性能较好，不宜用于黏度大且含有易沉淀颗粒的介质。如图 1-7 所示。

如果将阀座孔径缩小配以长锥形或针状阀芯插入阀座，则在阀芯上下运动时，阀座与阀芯间的流体通道变化比较缓慢而均匀，即构成调节阀或节流阀，后者可用于高压气体管路的流量和压强调节。

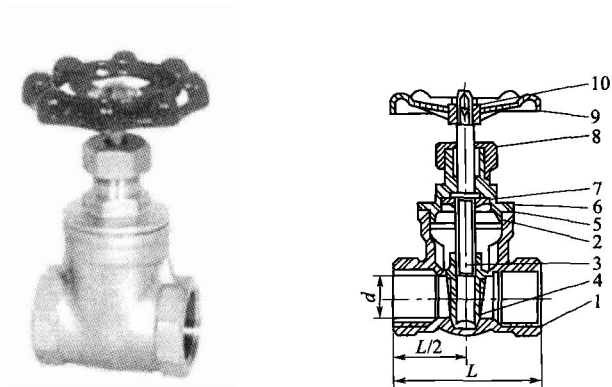


图 1-6 闸阀

1—阀体；2—阀盖；3—中轴；4—中塞；5—密封圈；6—厚垫片；
7—弹簧片；8—六角帽；9—手轮；10—手轮螺帽

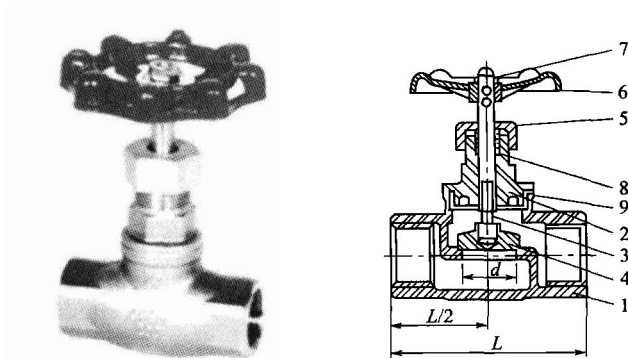


图 1-7 截止阀

1—阀体；2—阀盖；3—中轴；4—中塞；5—六角帽；
6—手轮；7—中轴螺帽；8—垫圈；9—密封圈

3) 止回阀 止回阀是一种根据阀前、后的压力差自动启闭的阀门，其作用是使介质只做一定方向的流动，它分为升降式和旋启式两种。升降式止回阀密封性较好，但流动阻力大，旋启式止回阀用摇板来启闭。止回阀一般适用于清洁介质，安装时应注意介质的流向与安装方向。如图 1-8 所示。

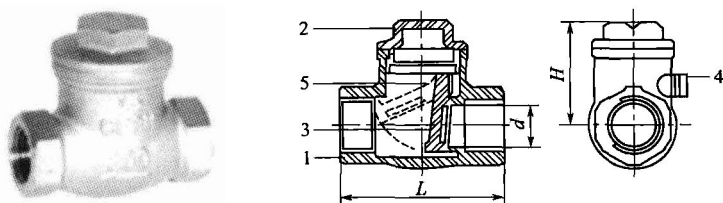


图 1-8 止回阀

1—阀体；2—阀盖；3—中塞；4—螺栓；5—插销

4) 球阀 阀芯呈球状，中间为一与管内径相近的连通孔，结构比闸阀和截止阀简单，启闭迅速，操作方便，体积小，重量轻，零部件少，流体阻力也小。适用于低温、高压及黏度大的介质，但不宜用于调节流量。如图 1-9 所示。

5) 旋塞阀 其主要部分为一可转动的圆锥形旋塞，中间有孔，当旋塞旋转至 90° 时，

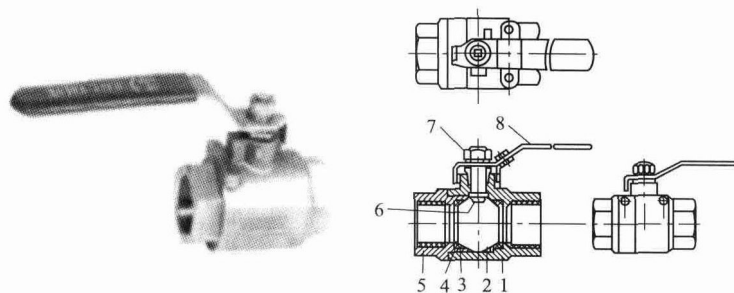


图 1-9 球阀

1—阀体；2—球体；3—密封圈；4—填料；5—阀盖；6—阀杆；7—阀杆螺母；8—手柄

流动通道即全部封闭。这种阀门的主要优点与球阀类似，但由于阀芯与阀体的接触面比球阀大，需要较大的转动力矩；温度变化大时容易卡死，也不能用于高压。如图 1-10 所示。

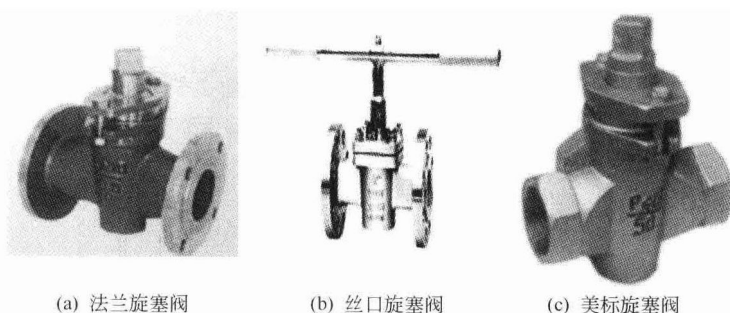


图 1-10 旋塞阀

6) 隔膜阀 阀的启闭件是一块橡胶隔膜，位于阀体和阀盖之间，隔膜中间突出部分固定在阀杆上，阀体内衬有橡胶，由于介质不进入阀盖内腔，因此不需要填料箱。这种阀结构简单，密封性能好，便于维修，流体阻力小，可用于温度小于 200°C 、压力小于 10MPa 的各种与橡胶膜无相互作用的介质和含悬浮物的介质。

7) 安全阀 是为了管道设备的安全保险而设置的截断装置，它能根据工作压力而自动启闭，从而将管道设备的压力控制在某一数值以下，从而保证其安全。主要用在蒸汽锅炉及高压设备上。如图 1-11 所示。

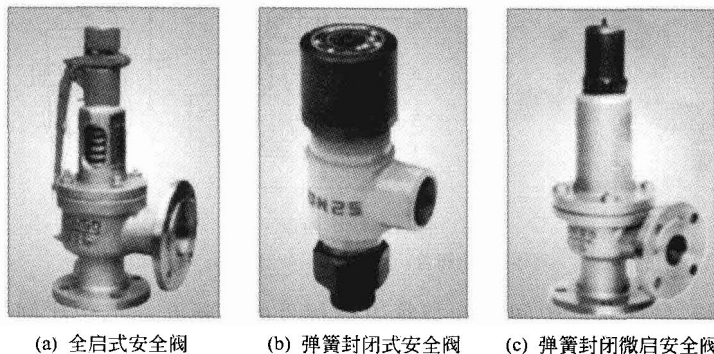


图 1-11 安全阀

除此以外，还有减压阀、蝶阀、疏水阀等，它们都各有自己的特殊构造与作用。

(二) 流体输送设备简介

在化工生产中,为了满足工艺条件的要求,常需把流体从一处送到另一处,这就需采用为流体提供能量的输送设备。这类输送设备统称为流体输送设备。流体输送设备是对流体做功,以增加其机械能的机械装置。在化工生产过程中的作用主要有两个方面:一是为流体提供动力,以满足输送要求;二是为工艺过程提供必要的压力条件。流体输送机械按输送的流体不同可分为液体输送机械(泵)和气体输送机械,如图 1-12 所示。按照工作原理不同可分为离心式、往复式、旋转式和流体作用式。

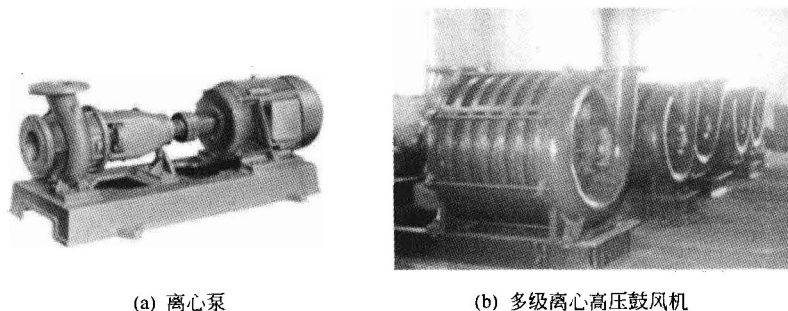


图 1-12 流体输送机械

对于同一工作原理的气体输送机械与液体输送机械,它们的基本结构与主要特性都相似,但由于气体易于压缩,而液体难以压缩,因此,在设计与制造中,两种机械还是有一定差异性的,在以后的内容中常将两者分开讨论。

(三) 流量计

在化工和炼油生产过程中,为了有效地进行生产操作和自动调节,都需要对工艺生产中各种参数进行测量。其中流体的流量是化工生产过程中的重要参数之一,为了控制生产过程稳定进行,就必须经常测定流体的流量,并加以调节和控制。进行科学实验时,也往往需要准确测定流体的流量。工业生产中使用的流量测量方法很多,测量流量的仪表也是多种多样的,如图 1-13 所示为玻璃转子流量计和椭圆齿轮流量计(普通式)。以后将介绍利用流体流经节流装置时产生的压力差来实现流量测量的孔板流量计、文氏流量计;利用节流面积的变化来测量流量的大小的转子流量计等几种根据流体流动时各种机械能相互转换关系而设计的流速计与流量计。

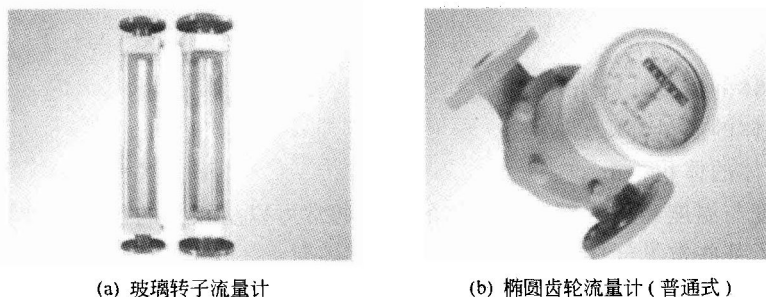


图 1-13 流量计

(四) 压力表

在化工生产中,总是希望某一设备或某一系统中维持恒定的压力,以控制工艺过程。所