

中等职业学校规划教材·化工中级技工教材

# 化工管阀与维修

纪念 马骏 编



化学工业出版社

中等职业学校规划教材·化工中级技工教材

# 化工管阀与维修

纪念 马骏 编



化学工业出版社

· 北京 ·

本教材是依据 2007 年 2 月全国化工技校教育与教学指导委员会制定的《全国化工中级技工学校教学计划》和本课程的教学大纲而编写的。

本教材是化工机械维修专业的化工管阀与维修部分的专业课程用书。全书分四大课题，分别介绍化工管路标准化、阀门及其修理、管路施工、管路维护与检修。

本教材适用于技工学校教学，也可作为职业技术培训教材及相关专业技术人员的参考用书。

#### 图书在版编目 (CIP) 数据

化工管阀与维修/纪念, 马骏编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 2

中等职业学校规划教材·化工中级技工教材

ISBN 978-7-122-02037-6

I. 化… II. ①纪…②马… III. 化工设备-管道-阀门-维修-技工学校-教材 IV. TQ055. 807

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 011882 号

---

责任编辑: 高 钰

文字编辑: 李 娜

责任校对: 宋 夏

装帧设计: 王晓宇

---

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 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 7 字数 170 千字 2008 年 3 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: 13.00 元

版权所有 违者必究

# 中等职业学校规划教材

## 全国化工中级技工教材编审委员会

主任 毛民海

副主任(按姓氏笔画排序)

王黎明	刘雄	苏靖林	张文兵
张秋生	律国辉	曾繁京	

委员(按姓氏笔画排序)

马武飏	王宁	王跃武	王黎明
毛民海	刘雄	米俊峰	苏靖林
李文原	李晓阳	何迎建	宋易骏
张荣	张文兵	张秋生	陈建军
林远昌	周仕安	郑骏	胡仲胜
律国辉	郭养安	董吉川	韩谦
韩立君	程家树	曾繁京	雷俊

# 前 言

本教材是根据全国化工技校教育与教学指导委员会制定的《全国化工中级技工学校教学计划》组织编写的化工中级技工学校教材，也可作为化工企业工人培训教材使用。

本书主要介绍化工管路的标准化、管路的安装、维护与检修的基本知识和技能，阀门的基本知识与维修技能。

为了体现中级技工的培训特点，本教材内容力求通俗易懂、涉及面宽，突出实际技能训练。本书尽可能涵盖《国家职业标准》和《职业技能鉴定规范》中化工检修钳工初、中级工的有关要求。力求在理论与实习操作统一的基础上，使知识系统化、科学化，便于自学和实际应用指导。

本书在处理量和单位时执行国家标准（GB 3100-3102-93），统一使用我国法定计量单位。书中相关标准引用了现行国家标准。

本书由纪念、马骏编，王晓宇主审。全书共四个课题，绪论、课题三、课题四由纪念编写，课题一、课题二由马骏编写，王水等参加审议。

本教材在编写过程中得到中国化工教育协会、全国化工高级技工教育教学指导委员会及相关学校领导和同行们的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，不妥之处在所难免，敬请读者和同行们批评指正。

编者

2008年1月

# 目 录

绪论 .....	1
课题一 化工管路标准化 .....	2
分课题一 化工管路材料 .....	2
分课题二 化工管路的标准化 .....	8
复习题 .....	14
课题二 阀门及修理 .....	15
分课题一 化工生产中常用阀门 .....	15
分课题二 阀门的修理 .....	34
分课题三 阀门的压力调定 .....	43
实习课题 .....	46
综合训练一、截止阀的修理 .....	46
综合训练二、安全阀试验台压力调节 .....	47
复习题 .....	48
课题三 管路施工 .....	50
分课题一 管路热变形与热补偿 .....	50
分课题二 管路预制构件 .....	55
分课题三 管路连接 .....	69
分课题四 管路敷设 .....	77
分课题五 化工管路的保温与涂色 .....	90
实习课题 .....	92
综合训练一、焊接弯头、三通制作 .....	92
综合训练二、管路连接 .....	92
综合训练三、回折管式补偿器制作 .....	93
复习题 .....	93
课题四 管路维护与检修 .....	95
分课题一 管路故障处理准备 .....	95
分课题二 常见故障处理 .....	96
分课题三 管路验收 .....	98
实习课题 .....	103
综合训练 管路安装 .....	103
复习题 .....	104
参考文献 .....	106

# 绪 论

流体的流动与输送是化工生产过程中最基本和最常用的单元操作。化工管阀与维修是专门研究流体输送设备的专业技术课程，是化工管路维修人员的必备知识。

## 一、化工管路

### 1. 化工管路定义、作用与地位

流体通道既可以是某个设备，也可以是一段管路。从广义上来说，可以把它们统称为管路（也称为管道、管线）。管路是用来输送流体介质的一种设备，由输送、控制流体流动的管子、管件、阀门等组成。狭义地讲，化工生产中所使用的各种管路统称为化工管路。

化工管路的作用是把各个化工设备和机器连接起来，构成一个完整的、可控的流动系统。

在化工生产中管路的使用量非常庞大，仅管路的费用约占化工装置总投资的 1/3 左右。有人把化工生产企业比作为管路的世界；还有人把管路比作人体内的血管，粗细不同、纵横交错。管路把机器、设备连接成为一个连续、可控的整体装置，其地位就如同人体内的血管一样重要。

### 2. 化工管路安装与检修的特点及基本要求

一般化工生产有“高温高压、低温低压（真空）；易燃易爆；有毒有害；强腐蚀性；生产的连续性”的特点。此外，化工管路还有安装和检修工作量大、技术复杂、精度较高等特点。

化工管路安装与检修的基本要求：在化工装置建设与管路改造中，确保工艺流程的实现，管路布局合理，装置区与巡检区分离，管路能耗低，安装、检修便利；保证管路设备、人员及环境的安全。

这些管路的基本要求往往相互制约，要确保实现这些要求，需要在优化设计、安装和检修中不断地完善改造管路。

因此，掌握化工管路安装与维修技术，熟练地进行化工管路安装与检修，对保证化工生产的正常进行，具有非常重要的意义。

## 二、课程内容及学习方法

### 1. 课程主要内容

课程主要介绍化工管路标准化，管件和阀门的种类，管子和预制件的加工，管路的连接形式，管路的安装，管路热补偿问题，阀门的维护与检修及管路常见故障的类型、产生原因和消除方法等。教材以化工管路安装与检修两条主线穿插地介绍以上内容。

### 2. 课程学习方法

本课程实践性较强，实习训练过程中，应注意理论联系实际。把理论学习、现场实物和生产实习系统地联系起来。通过理论学习指导实习操作，通过实习操作去深化理解理论知识，通过实习训练课题及生产实习，增强分析问题、解决实际问题的能力。

# 课题一 化工管路标准化

## 分课题一 化工管路材料

化工管路中所使用的管子种类繁多，根据公称直径的大小可分为 51 个级别；根据管子可承受介质的压力可分为低压管 $[(2.5\sim 16)\times 10^5\text{ Pa}]$ 、中压管 $[(25\sim 64)\times 10^5\text{ Pa}]$ 、高压管 $[(100\sim 1000)\times 10^5\text{ Pa}]$ 和超高压管（ $1000\times 10^5\text{ Pa}$  以上）四种；根据管材又可分为金属管、非金属管和衬里管三大类。

### 一、金属管

常用的金属管可分为钢管、铸铁管和有色金属管。

#### （一）钢管

钢管按材质分为碳素钢管、低合金管、不锈钢管。钢管按加工方法有无焊缝分为有缝钢管、无缝钢管。

#### 1. 按材质分

（1）碳素钢管 碳素钢管的材料主要是低碳钢。制造中、低压管道的材料主要有普通碳素钢 Q215、Q235、Q255 和优质碳素钢 08、10、15、20 等牌号。

① 碳素钢管材的性能。碳素钢在大气中的腐蚀与大气的湿度、温度和成分有关。当大气中含有二氧化硫、二氧化碳、硫化氢、氨等气体时，能加快对它的腐蚀。在水中的腐蚀与水的含氧量有关，腐蚀速度随水中含氧量的增加而加快。在海水中的腐蚀速度比在淡水中快。

碳素钢在硫酸中的腐蚀与硫酸的浓度有关。当硫酸浓度较小时，腐蚀速度随硫酸浓度的增加而加快。硫酸浓度在 47%~50% 时，腐蚀速度最大。硫酸浓度继续增大时，铁发生钝化，腐蚀速度随硫酸浓度的增加而降低。

碳素钢在硝酸中的腐蚀与硝酸的浓度和温度有关。常温下，硝酸浓度超过 50% 时，碳素钢发生钝化，腐蚀速度减慢。如硝酸浓度增加到 90%，腐蚀速度加快。温度升高时，钝化易被破坏，腐蚀速度加快。

碳素钢在盐酸中的腐蚀速度随盐酸浓度的增加而加快，并且还与钢中的含碳量有关。

碳素钢在有机酸中的腐蚀速度随溶液的含氧浓度和温度的升高而加快。但腐蚀作用比同等浓度的无机酸弱得多。

碳素钢在碱溶液中相对稳定。在高温熔融碱中，会发生强烈的腐蚀。

碳素钢在无水的甲醇、乙醇等有机溶剂中腐蚀不大。

② 适宜输送的介质。碳素钢管材广泛用于石油、化工、机械、冶金、食品等各种工业中。碳素钢管能承受较高的压力，能耐较高的温度，可用来输送蒸汽、煤气、天然气、氢气、氧气、乙炔、氨、液氨、水、油类等介质。



(2) 低合金钢管 低合金钢管主要特点是高强耐热, 并具有一定的耐腐蚀性。下面介绍几种常用的低合金钢材料。

① 16Mn (16 锰)。具有良好的力学性能和加工性能, 使用温度为 $-40\sim 475^{\circ}\text{C}$ , 耐腐蚀性比 20 号钢高。它主要用于制造中、高压管道和容器。

② 12CrMo 和 15CrMo (12 铬钼和 15 铬钼)。具有足够的蠕变强度和抗氧化能力, 因此耐热性能好, 并有一定的抗氢抗硫作用。12CrMo 钢使用温度为 $350\sim 450^{\circ}\text{C}$ 以下, 15CrMo 钢使用温度为 $350\sim 560^{\circ}\text{C}$ 以下。它们的冷加工性能良好, 可冷弯和热弯, 焊接性能好, 主要用于输送高温高压水汽介质和中温中压含氢介质 (如半水煤气、氢氮合成气等) 以及高温油品油气。

③ 12Cr1MoV (12 铬 1 钼钒)。耐热性能高于 12CrMo 和 15CrMo, 其使用温度为 $350\sim 580^{\circ}\text{C}$ 。

④ 12Cr2MoWVB 和 12Cr3MoVSiTiB (12 铬 2 钼钨钒硼和 12 铬 3 钼钒硅钛硼)。12Cr3MoVSiTiB 钢的最高使用温度为 $650^{\circ}\text{C}$ , 耐热性能较高, 主要用于高参数的水汽介质管道和高压化肥管道。

⑤ Cr2Mo 和 Cr5Mo (铬 2 钼和铬 5 钼)。对含硫氧化气和高温石油产品有很好的耐热性和耐腐蚀性。主要用于输送石油化学工业中的高温油品油气及氢氮腐蚀性介质。

(3) 不锈钢管 常用的不锈钢耐酸钢管有以下几种。

① 1Cr13 (1 铬 13)。具有较高的韧性和冷变形性能, 在 $700^{\circ}\text{C}$ 以下具有足够高的强度和热稳定性。在腐蚀性不太高的介质中, 某些浓度不高的有机酸, 温度不超过 $30^{\circ}\text{C}$ 的条件下有良好的耐腐蚀性。对淡水、海水、氨水溶液、湿空气和热的石油产品也有足够的耐腐蚀能力。可用于输送清洁度较高而又要求防止污染的介质和腐蚀性不高的有机酸、碱等。

② 1Cr18Ni9Ti (1 铬 18 镍 9 钛)。它是一种应用很广的奥氏体不锈钢耐热钢, 简称 18-8Ti 钢。有良好的耐腐蚀性。由于其强度高、耐腐蚀性好、可焊性好, 因而广泛用于硝酸、合成氨、制碱、甲醇、医药、轻工等工业生产中, 它是不锈钢耐酸钢中应用最广的一个钢号。使用温度为 $-196\sim 700^{\circ}\text{C}$ , 最高不超过 $800^{\circ}\text{C}$ 。

③ Cr25Ti (铬 25 钛)。对起氧化作用的酸类, 特别是对一定浓度和温度的硝酸, 具有良好的耐腐蚀性能。此外, 也耐碱性溶液、无氯盐水、油脂、苯等介质的腐蚀。适用硝酸厂、硝酸厂以及腐蚀性不强、又要防污染的设备和管道, 用以代替 1Cr18Ni9Ti 钢。主要用于薄壁常压高温设备和管道。

Cr25Ti 钢的韧性较差, 不宜在 $0.294\text{MPa}$ 以上的压力下使用。耐高温性能较好, 可在 $1000\sim 1100^{\circ}\text{C}$ 以下使用, 但不宜用于 $0^{\circ}\text{C}$ 以下的低温。

④ 0Cr18Ni12Mo2Ti 和 0Cr18Ni13Mo2Ti (铬 18 镍 12 钼 2 钛和铬 18 镍 13 钼 2 钛)。简称 Mo2Ti, 是用途较广的奥氏体耐酸钢。在硫酸、盐酸和某些有机酸中的耐腐蚀性大大提高。

## 2. 钢管按加工方法分为有缝和无缝钢管

(1) 有缝钢管 有缝碳素钢管最常见的是有水、煤气钢管和电焊钢管两种。

① 水、煤气钢管。水、煤气钢管是用扁钢经过卷制成管形并把对缝焊接而成的管子。其外表面有镀锌 (白管) 和不镀锌 (黑管) 的 (镀锌管比不镀锌管重 $3\%\sim 6\%$ ); 管壁厚度有普通和加厚的; 管端有带螺纹和不带螺纹的。

水、煤气钢管的耐压强度低, 一般使用在压力不高的管路上, 能承受的最大工作压力:

普通壁厚的钢管不大于  $6 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，加厚的钢管不大于  $100 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。工作温度不宜超过  $175^\circ\text{C}$ 。水、煤气钢管一般用于输送水、煤气、压缩空气等介质；也常用作采暖系统的管路。水、煤气钢管的规格和质量见表 1-1。

表 1-1 水、煤气钢管的规格和质量 (GB 3091—2001)

公称口径 /mm	公称外径 /mm	普通管		加厚管	
		公称壁厚/mm	理论质量/(kg/m)	公称壁厚/mm	理论质量/(kg/m)
6	10.2	2.0	0.40	2.5	0.47
8	13.5	2.5	0.68	2.8	0.74
10	17.2	2.5	0.91	2.8	0.99
15	21.3	2.8	1.28	3.5	1.54
20	26.9	2.8	1.66	3.5	2.02
25	33.7	3.2	2.41	4.0	2.93
32	42.4	3.25	3.36	4.0	3.79
40	48.3	3.5	3.87	4.5	4.86
50	60.3	3.5	5.29	4.5	6.19
65	76.1	3.75	7.11	4.5	7.95
80	88.9	4.0	8.38	5.0	10.35
100	114.3	4.0	10.88	5.0	13.48
125	139.7	4.5	13.39	5.5	18.20
150	168.3	4.5	18.18	6.0	24.02

注：1. 表中的公称口径系近似内径的名义尺寸，不表示公称外径减去两个公称壁厚所得的内径。

2. 根据需方要求，经供需双方协议，并在合同中注明，可供表中规定以外尺寸的钢管。

② 电焊钢管。电焊钢管是用软钢板条，采用直卷法或螺旋法制成管形后经过电焊而成的，一般用于承受压力较低或无严格要求的管路上。其规格用外径×壁厚表示。

(2) 无缝钢管 无缝钢管是由圆钢坯加热后，经穿管机热轧制而成的，或者再经过冷拔成为直径较小的管子，因为它没有接缝，所以称它无缝管，前者为热轧无缝钢管，后者为冷拔无缝钢管。无缝钢管的强度比有缝钢管的强度高，可作为高压、易燃、易爆、有毒介质的输送管路。当需输送强腐蚀介质时，一般采用不锈钢或耐酸钢的无缝管。无缝管的规格用外径×壁厚表示。

## (二) 铸铁管

铸铁管分为普通铸铁管、球墨铸铁管和硅铁管。铸铁管比普通碳钢管耐腐蚀，故常用于埋地的给水和煤气等压力流体的输送管道。

① 普通铸铁管。普通铸铁管用优质灰铸铁铸造。由于铸铁管对泥土、酸碱的耐蚀性好，所以常被埋入地下作为上水总管、煤气总管或污水管等。但是，普通铸铁管由于强度低、材质结构疏松、容易脆裂，所以不能用做蒸汽或在较高压力下输送易燃、易爆及有毒介质的管路。普通铸铁管的管端头有承插式和法兰式两种，其结构如图 1-1 (a)、(b) 所示。

② 球墨铸铁管。球墨铸铁管强度比普通铸铁管高，也具有对泥土、酸碱的耐蚀性好的特性。根据出厂前水压实验、压力和抗拉强度实验，可适用于输送工作压力  $\leq 1.5 \text{ MPa}$  的介质，具有壁厚薄和承压高等特点。

③ 硅铁管。含碳  $0.5\% \sim 1.2\%$ ，含硅  $10\% \sim 17\%$  的铁硅合金。当含硅量为  $14.5\%$  时，它具有很高的耐腐蚀性。因为管材表面与腐蚀性介质作用后，会生成坚固的氧化硅保护膜，以保护金属内部不受腐蚀。随含硅量的增加，耐腐蚀性能也增加。当含硅量大于  $17\%$  时，抗腐蚀能力增加极微，而机械强度却急剧下降。硅铁管能承受多种强酸的腐蚀，是化工生产

中很好的耐腐蚀管材。但是它的硬度很高，脆性较大，当受到敲击、碰撞、局部受热或局部急剧冷却时都容易产生破裂，所以在使用时应特别注意，在维修工作中需要修磨时，必须使用金刚砂轮。硅铁管结构如图 1-2 所示。

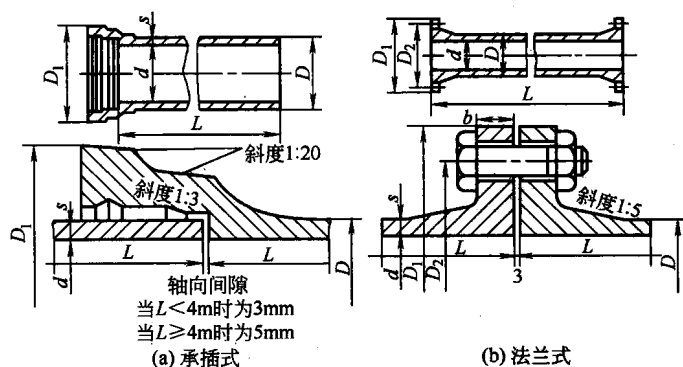


图 1-1 普通铸铁管

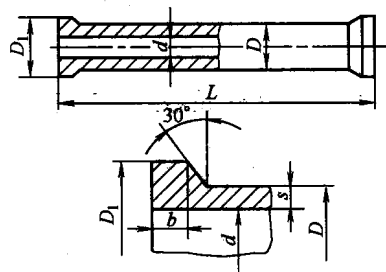


图 1-2 硅铁管

### (三) 有色金属管

化工生产中常用的有色金属管有铜管、铝管和铅管三种。

(1) 铜管 常用的铜管有紫铜管和黄铜管两种。其规格用外径×壁厚表示。

① 紫铜管。紫铜管是用纯铜经拉制或压制出来的无缝管，在低温的情况下具有良好的机械性能，所以通常被用于空分及制氧设备的低温管路，也常用作输油管路。当铜管的工作温度升高时其机械性能会降低，所以不能在高温下使用。

② 黄铜管。黄铜管是以铜锌合金为材质，经拉制或压制出来的无缝管。其机械强度高于紫铜管，通常用作中小型列管式换热器中的管束。

(2) 铝及铝合金管 铝及铝合金管是通过拉制而成的无缝管。用于输送脂肪酸、硫化氢、二氧化碳等介质；也可用于输送硝酸、醋酸等化学介质。但不可用于碱液、盐酸，特别是含氯离子的液体输送。由于铝在低温的情况下能保持较好的机械性能，故在空气分离及冷冻系统中也得到广泛的应用。当温度升高时，铝管的机械性能会明显地下降，所以其使用的工作温度不宜超过 160℃。其规格用外径×壁厚表示。

(3) 铅管及铅合金管 铅管及铅合金管是经铸造而成的。用于输送浓度小于 70% 的硫酸、浓度小于 60% 的醋酸或氟氯酸，其最高使用温度为 200℃。铅管及铅合金管具有重量大、熔点低、导热性差、机械强度差以及有毒性等缺点，所以在不少场合已被塑料管代替。铅管及铅合金管的规格用外径×壁厚表示。

(4) 钛管 钛管具有相对密度小、强度高、耐腐蚀性能好等优点。广泛应用于航空、航天、海洋、医药、仪表等各个领域。

## 二、非金属管

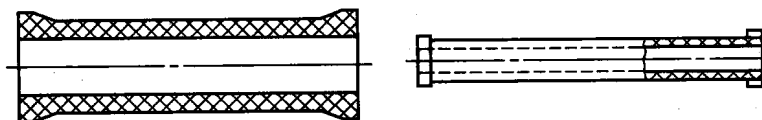
由于非金属管具有质轻、价廉、耐腐蚀的特点，且随着科学技术的发展，强度更高、性能更好的非金属材料的不断研制和采用，在化工生产中的使用范围也越来越广。常用的非金属管如下。

### 1. 塑料管

塑料管能承受稀酸、碱液等介质腐蚀，机械加工性能好，质量轻所以在化工生产中应用

极为广泛。但是，塑料管不能承受浓酸的氧化和碳氢化合物的作用。常用的塑料管如下。

(1) 酚醛塑料管 酚醛塑料（即苯酚甲醛塑料）是热固性材料，其特点是经过热成型制管后，不能再进行任何变形加工，但其强度要比硬聚氯乙烯塑料管高，“老化”也比硬聚氯乙烯塑料管来的慢。酚醛塑料管可分为两种：一种是用酚醛树脂和石棉作主要原料制成的塑料管；另一种是用浸渍过酚醛树脂的棉布，经卷压而成的夹布酚醛塑料管。如图 1-3 (a)、(b) 所示。



(a) 石棉酚醛塑料管

(b) 夹布酚醛塑料管

图 1-3 酚醛塑料管

(2) 硬聚氯乙烯塑料管 硬聚氯乙烯塑料管为热塑材料制成，安装和维修时易于加工，通常只需稍微加热，即可进行弯制。除强氧化剂外它能承受多种酸、碱介质的腐蚀，并由于其导热性差、热容量较小，故其使用时一般不需设置保温层。但是，输送热介质时，温度不宜超过  $60^{\circ}\text{C}$ ，并且管路遇热后的膨胀量大，需加设补偿器进行热补偿。同时，管路易受气温和阳光的影响，随着时间的增长会“老化”变质。

(3) 聚氯乙烯软管 聚氯乙烯软管是由聚氯乙烯树脂、增塑剂、稳定剂等经挤压而成，用于输送液体。

(4) 聚乙烯管 聚乙烯管由高、低压聚乙烯粒状树脂经挤压而成，它具有良好的耐腐蚀性、耐溶剂性能，介电性好、吸水性小、无毒、质轻，可供输送腐蚀性液体。

(5) 聚四氟乙烯管 聚四氟乙烯管是由聚四氟乙烯分散聚合树脂在常温下以有机溶剂为助挤剂，用推压法成型的。可输送  $-180\sim 250^{\circ}\text{C}$  的腐蚀性流体和作高频绝缘导线等。

(6) ABS 工程塑料管 性能：使用介质温度为  $-40\sim 80^{\circ}\text{C}$ ，使用介质压力不大于  $1.0\text{MPa}$ 。ABS 管是由丙烯腈-丁二烯-苯乙烯三元共聚体经注射加工而成型的，用于稀盐酸、稀硫酸、稀硝酸和生活水管等。

## 2. 尼龙1010 管

尼龙 1010 管对大多数化学物质具有良好的稳定性，但不宜与强酸类、强碱类、酚类等介质直接接触。

## 3. 石英玻璃管

石英玻璃管可分为透明石英玻璃管和不透明石英玻璃管两种。它是二氧化硅的熔融物，耐腐蚀性特别强，除氢氟酸外，即使在高温下对硫酸、硝酸、王水也具有很高的抵抗能力。

(1) 透明石英玻璃管 透明石英玻璃管具有化学稳定性高、透明、光滑、价廉等优点。一般常作实验室用管路。透明石英玻璃管在管路中有松套法兰、承插和套筒式等几种连接形式。

(2) 不透明石英玻璃管 不透明石英玻璃管适用于耐高温、耐强酸、耐电压以及对热稳定性有一定要求的管路。

## 4. 玻璃钢管

玻璃钢管又叫玻璃纤维增强塑料管。它具有质量轻、强度高、耐高温、耐腐蚀、绝缘、

隔音、隔热等优点。随着化学工业的发展玻璃钢管的应用日益广泛。

### 5. 耐酸陶瓷管

耐酸陶瓷管是用耐酸陶瓷经高温烧结而成的。它具有很好的耐腐蚀性，因此，可作为输送具有腐蚀性介质的管路。耐酸陶瓷管的结构如图 1-4 所示。

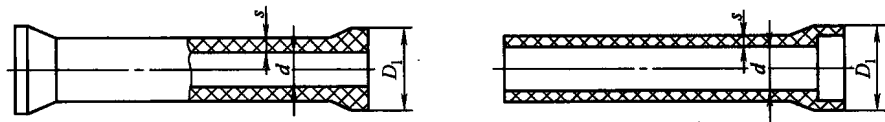


图 1-4 耐酸陶瓷管

### 6. 橡胶管

橡胶管按用途不同，可分为抽吸管、压力管、蒸汽管等几种，按结构不同又可分为纯橡胶的小直径管、橡胶帆布挠性管、橡胶螺旋钢丝挠性管等几种。橡胶管能耐多种介质的腐蚀。但在化工管路中使用较少，一般只作临时性管路或作为某些管路的连接件。

### 7. 不透性石墨管

不透性石墨是惟一的一种既耐腐蚀又有高的导热、导电性能的非金属材料。不透性石墨常用于制造各种石油化工用换热设备、氯化氢合成炉、机泵和管子、管件等。

不透性石墨管可分为压型不透性石墨管和浸渍类不透性石墨管。一般适用于制造  $DN \leq 80$  的管子，使用温度小于  $170^\circ\text{C}$ 、使用压力小于  $0.3\text{MPa}$  的液体和使用压力小于  $0.2\text{MPa}$  的气体。

## 三、衬里管

衬里管又称为复合管。这种管材的管壁由两种不同的材料组成，管壁外层是强度较高的金属材料，管壁内层是耐腐蚀材料，经过特殊工艺，紧密地结合在一起，成为复合管。衬里材料很多，属于金属的有铅、铝及不锈钢等；属于非金属材料的有搪瓷、玻璃、普通塑料、无毒塑料及橡胶等。衬里管可用于输送各种不同的腐蚀性介质，无毒材料衬里管可以用于输送生活饮水及室内供气和供热管道。衬里管的应用可大大节省贵金属，降低工程费用，所以已获得广泛应用。其结构如图 1-5 所示。它具有强度高、耐蚀性好的优点。

(1) 衬橡胶管 衬橡胶管的基体一般为碳钢、铸铁。衬层有硬橡胶、半硬橡胶、软橡胶等。将衬层用黏合剂黏合在钢管的内壁上，再加以硫化，即成为衬橡胶管。衬橡胶管没有统一标准，一般按图样要求制造。

(2) 衬玻璃管 衬玻璃管不仅具有优良的耐腐蚀性、耐磨性、光洁性，而且克服了玻璃的脆性，提高了机械强度和耐温急变性能，同时制造简单，使用方便，成本较低，有着广泛的发展前途。

(3) 衬搪瓷管 由于搪瓷层对金属的保护，搪瓷具有优良的耐腐蚀性能和力学性能，并能防止某些介质与金属离子起作用而引起的污染，所以在石油、化工生产中，尤其是在医药、农药、合成纤维生产中得到广泛的应用。

(4) 渗铝钢管 在低碳钢管表面渗铝或热浸镀铝后，便成渗铝钢管，这样可大大提高

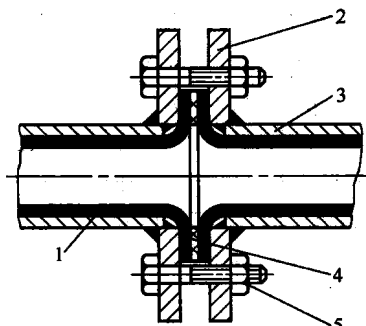


图 1-5 衬里管的结构

1—衬胶层；2—管法兰；3—管体；  
4—软橡胶垫片；5—螺栓

钢材的耐热抗氧化性能和对某些介质的耐腐蚀性能，所以在化工生产中得到了广泛的应用。

(5) 衬铅钢管 衬铅管主要应用于硫酸、磷酸、磷肥、化纤等工业。

(6) 衬塑铝管 衬塑铝管又称为塑铝复合管，这是一种新型的高科技产品。塑铝复合管的管材及管件外层为高强度、耐腐蚀的铝合金材料，内衬为符合食品卫生标准的无毒塑料，这种管材内衬塑料，管内壁光滑不易结垢，对流体不污染；外层为铝合金，不生锈，能避免阳光对塑料的直接照射，防止塑料老化，同时具有金属管强度高的特点，外表美观。塑铝复合管的特点是强度高、耐腐蚀、无毒、耐温、阻燃，连接严密、质量轻，成为饮水、给水管的首选管材，也可作为室内供气、供热的管材，对于工作压力不大于 1.6MPa、工作温度在 -20~95℃ 范围内的低压流体的输送都适用。塑铝复合管有专用连接管件，与管材相匹配。这种管材目前尚无统一标准。

## 分课题二 化工管路的标准化

化工管路的标准化规定了管子、管件及管路附件的公称直径、连接尺寸、结构尺寸以及压力的标准。其中直径和压力标准是其他标准的依据，据此就可以确定所选管子和所有管路附件的种类和规格等，为化工管路的设计、安装和维修提供了方便。

### 一、管路的直径标准

(1) 公称直径 化工管路的公称直径又称公称通径，是各种管子和管路附件即管路元件的通用直径。是为设计、制造、安装、维修方便而规定的一种标准直径。同一公称直径的管子和管路附件均能相互连接在一起，具有互换性。有的制品的公称直径等于实际内径。例如，阀门和铸铁管等。无缝钢管的公称直径是指其外径。

但大多数制品的公称直径既不是实际内径也不是实际外径，而是和内径相接近的一个整数，是经过圆整了的一个参考数值，和实际尺寸相近，但不相等。

公称直径国际上约定用  $DN$  表示，后面的数字表示管子公称直径的数值，单位是 mm。例如， $DN200$ ，表示制品的公称直径是 200mm。

现行的管路元件  $DN$  (公称尺寸) 优先选用的数值，见表 1-2。公称直径在 1~4000mm 范围内由 51 个级别组成，其中 15、20、32、40、50、65、80、100、125、150、200、250、300、350、400、500、600、800、1000 等 20 个级别是化工管路常用的通径。

表 1-2 管路元件  $DN$  (公称尺寸) (GB/T 1047—2005)

公 称 直 径/mm							公 称 直 径/mm						
6	20	50	125	300	500	900	1400	2000	2800	3600			
8	25	65	150	350	600	1000	1500	2200	3000	3800			
10	32	80	200	400	700	1100	1600	2400	3200	4000			
15	40	100	250	450	800	1200	1800	2600	3400				

(2) 公称直径的表示法 公称直径有公制和英制两种表示法。公制的表示法如上所述，英制的以英寸为单位，公英制换算关系为

$$1\text{in(英寸)} = 25.4\text{mm}$$

对于螺纹连接的管子，公称直径习惯上通用英制管螺纹尺寸表示，见表 1-3。

表 1-3 公称尺寸相当的管螺纹尺寸

mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
8	1/4	20	3/4	40	3/2	80	3	150	6
10	3/8	25	1	50	2	100	4	200	8
15	1/2	32	5/4	65	5/2	125	5	250	10

## 二、管路的压力标准

压力的单位采用国际单位制，用 Pa 表示；常用单位有  $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  ( $1 \times 10^5 \text{ Pa} \approx 1 \text{ kg/cm}^2$ ) 和 MPa (兆帕)， $1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$ 。管路压力可分为公称压力、试验压力和工作压力。

(1) 公称压力 公称压力是为设计、制造、安装和维修的方便而规定的一种标准压力。公称压力用 PN 表示，后面附加压力数值。例如，PN100 表示公称压力为  $100 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。

(2) 试验压力 试验压力是对管路进行水压强度试验和密封试验而规定的一种压力，用  $p_s$  表示，后面附加压力数值。

例如： $p_s 120$  表示管路的试验压力是  $120 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。

(3) 工作压力 亦称操作压力，是为保证管路工作时的安全而规定的一种最大压力。因管路制作材料的机械强度随温度的升高而降低，故管路所能承受的最大工作压力也随介质温度的升高而降低。工作压力用  $p$  表示，由于工作压力是指在给定温度下的操作压力，所以有时在工作压力的符号  $p$  下注缩小 10 倍后的工作温度。例如：在  $400^\circ\text{C}$  下的工作压力为  $100 \times 10^5 \text{ Pa}$  时，计作  $p_{40} 100$ 。

## 三、管子及选用

### 1. 化工工艺配管的基本要求

选用何种管材和何种尺寸的管子，是配管设计的基本问题。选定管道的材质时，应选用与管内介质相适应的材料。选用时，要考虑介质的温度和压力的波动情况，还要考虑介质不是纯净的，含有多种不纯成分会带来化学的、机械的复合侵蚀作用。此外，还要考虑外界环境中的种种化学成分和湿度的腐蚀影响。选用管道的直径和壁厚尺寸时，同样要考虑多方面的条件，以选定最适当的直径和壁厚尺寸。还要考虑经济性、市场性、维护检修、施工性甚至造型美观等。

(1) 管材的选用 选用管材的时候要考虑以下情况：对介质的耐化学腐蚀性；对周围环境的耐化学腐蚀性；电解腐蚀性；耐高温、低温性能；应力腐蚀性；氢脆；可加工性；是否符合规范和标准；还要考虑市场性和经济性。

(2) 管子类型及连接的选用 管子类型的选用主要是根据生产设计以及介质性质和压力的需要选择合适的管子。管道连接是根据设计图纸和有关规范的要求，选用合适的连接方式，常用的连接有螺纹连接、焊接连接、法兰连接、承插连接、胀管连接等多种方法。在管路的施工安装中，可根据管子的材质、壁厚、管径设计与工艺要求以及现场的具体条件等不同情况，选用不同的连接方法，各种连接方法的特点将在后面的课题中具体介绍。

### 2. 化工管路中管子的基本确定

(1) 管径的基本确定 在工业生产中，当输送流体的能力一定时，管径的大小直接影响经济效果。管径小，介质流速大，管道压力增大，从而增加了流体输送设备（压缩机或泵）的动力载荷，使操作费用升高。反之，增大管径，虽动力费用减小，但管道建造费用却增

高。因此，设计上必须合理地选择管径。确定管径的主要方法有两种：公式法和查图（表）法。

(2) 管子壁厚的确定 管子壁厚不仅与介质的工作压力有关，还要考虑温度应力、重力载荷等所造成的应力作用，同时还要考虑介质对管壁的腐蚀以及制造管子时壁厚的负公差等因素。管子壁厚计算公式比较多，这里不予以介绍。在满足压力和管径的要求下，应当选用最小壁厚才经济。

(3) 管子的选用 根据上述内容，先根据介质性质选定管材，再选定管子的管径和壁厚，综合考虑经济性、市场性、维护检修、施工性甚至造型美观等选定管子。











#### 四、管件及选用

##### 1. 常用管件

管件是管路的连接件。它的作用是连接管子、改变管路方向、接出支路、变更管子的公称直径、调节流量、沟通或封闭管路等，是管道中不可缺少的配件。管件一般是采用锻造、铸造或模压的方法制造的，有些管件可在安装修理现场加工而成。大多数管件均已标准化，有专门厂家生产。

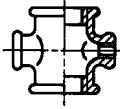

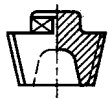

(1) 水、煤气钢管的管件 水、煤气钢管的管件已标准化，通常由可锻铸铁制造，适用于公称压力小于 1.6MPa，温度低于 175℃ 的水、煤气管的连接件。当要求较高时也可用钢制管件。常用管件的规格和种类如表 1-4 所示。

表 1-4 水、煤气钢管管件的种类和用途

种类	用途	种类	用途
 内螺纹管接头	俗称“内牙管、管箍、束节、管接头、死接头”等，用于连接两段公称直径相同的管子	 等径弯头	俗称“弯头、肘管”等，用于改变管路方向和连接两段公称直径相同的管子，它可分 45° 和 90° 两种
 外螺纹管接头	俗称“外牙管、外螺纹短接、外丝扣、外接头、双头丝对管”等，用于连接两个公称直径相同的具有内螺纹的管件	 异径弯头	俗称“大小弯头”用于改变管路方向和连接两段公称直径不相同的管子
 活管接	俗称“活接头、由壬”等，用于连接两段公称直径相同的管子	 等径三通	俗称“T 形管”，用于由主管中接出支管、改变管路方向和连接三段公称直径相同的管子
 异径管	俗称“大小头”，用于连接两段公称直径不相同的管子	 异径三通	俗称“中小天”，用于由主管中接出支管、改变管路方向和连接三段具有两种公称直径的管子
 内外螺纹管接头	俗称“内外牙管、补心”等，用于连接一个公称直径较大的具有内螺纹的管件和一段公称直径较小的管子	 等径四通	俗称“十字架”，用于连接四段公称直径相同的管子



续表

种类	用途	种类	用途
 异径四通	俗称“大小十字管”，用于连接四段具有两种公称直径的管子	 管帽	俗称“闷头”，用于封闭管路
 外方堵头	俗称“管塞、丝堵、堵头”等，用于封闭管路	 锁紧螺母	俗称“背帽、根母”等，它与内牙管联用，可以得到可拆的接头

(2) 钢制管件 这类管件已部分标准化，如冲压弯头、异径管、三通等，可选用优质碳素钢或者不锈钢经特制模具压制而成，或者可锻铸铁或软钢铸造成型。也可采用管子在安装修理现场加工而成。这些管件和管子的连接有法兰和焊接等方法，常见电焊钢管管件的制作形式如图 1-6 所示。

(3) 铸铁管件 铸铁管件已标准化。其可分为普通铸铁管件和硅铸铁管件两种；按用途分为给水铸铁管件和排水铸铁管件。

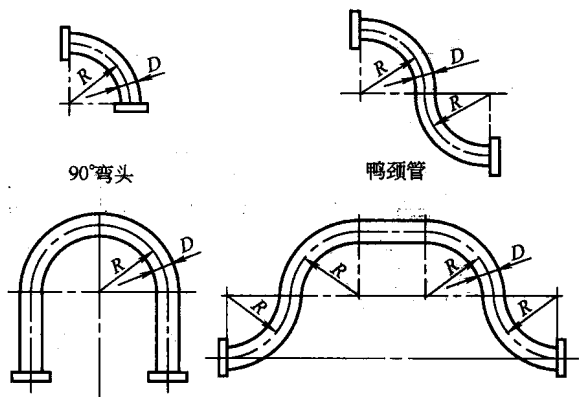


图 1-6 现场弯制的管件的常见形状

① 普通铸铁管的管件。普通铸铁管的管件有弯头（有 90°、60°、45°、30°和 10°等几种）、三通、四通、异径管等几种，如图 1-7 和图 1-8 所示。管件在管路中的连接有承插连接、法兰连接和混合连接等几种形式。

② 硅铁管的管件。硅铸铁管的管件有弯头、三通、四通、异径管、管帽、嵌环等几种，如图 1-9 所示。管件的端部铸有凸肩的可用松套对开法兰连接。

③ 耐酸陶瓷管的管件。耐酸陶瓷管的管件有弯头（有 90°和 45°两种）、三通、四通、异径管等几种，其形状和铸铁管的管件相似，也已标准化。与管路的连接方法有承插连接和松套法兰连接两种。

④ 塑料管的管件。硬聚氯乙烯塑料管的管件可在现场就地制作，制作时应将被弯制的部位加热至 150℃左右，公称直径较大的管子为防止弯曲时被弯曲处变形过大，可先在管子内进行充砂，加热后再进行弯制；对于公称直径较小的管子在弯制时则不需充砂。它与管路可采用焊接连接。

输送热液体（80~90℃）的硬聚氯乙烯塑料管件，必须进行装铠加固，以便减少硬聚氯乙烯塑料管所承受的张力，如图 1-10 所示为采用钢管装铠的硬聚氯乙烯塑料管的弯头和斜三通。与管路采用法兰连接。

酚甲醛塑料管的管件也已标准化，石棉酚甲醛塑料管的管件如图 1-11 所示。管件端部有凸肩时可采用对开式松套法兰连接。