



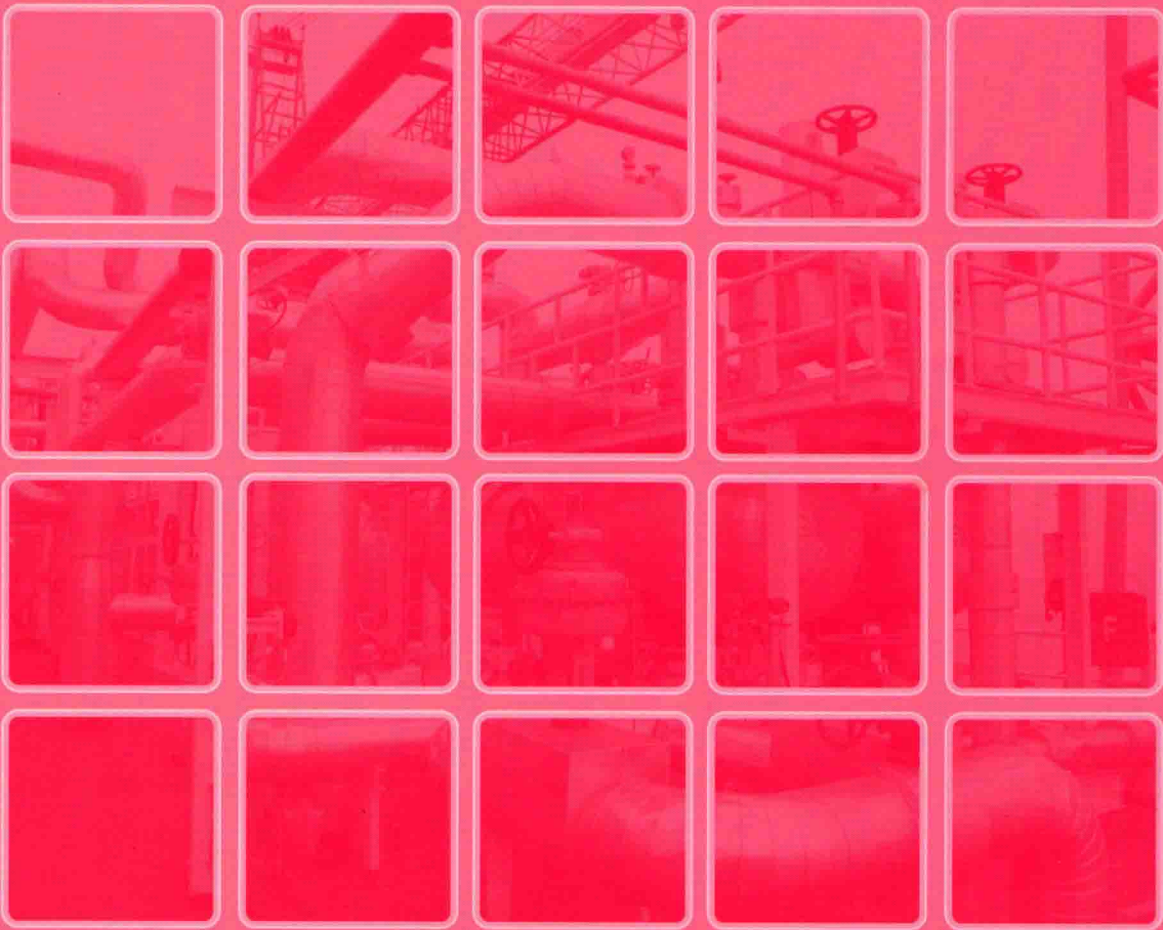
普通高等教育“十二五”部委级规划教材（高职高专）

化工管路

HUAGONG GUANLU
YU YIBIAO

与仪表

◎ 王显方 主编 李秉昌 副主编 刘荣杰 主审



中国纺织出版社



普通高等教育“十二五”部委级规划教材（高职高专）

化工管路与仪表

王显方 主编

李秉昌 副主编

刘荣杰 主审

 中国纺织出版社

内 容 提 要

本教材按照化工技术类专业人才培养目标和专业特点,结合化工厂管路维修工人应该掌握的基本知识编写。重点阐述了管子和管件的种类,化工管路的加工工具,管路的试压、防腐、保温、涂色及管道常见故障及处理方法;阀门的基本知识、阀门的分类、常见阀门的拆装、阀门常见故障与预防;水泵的基本知识,水泵拆装的方法;化工检验仪表的分类、原理、检验方法等。

本书可作为高职学校及化工专业培训教材或参考书,也可供化工企业从事管路安装与维修的技术人员和管理人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

化工管路与仪表/王显方主编. —北京:中国纺织出版社, 2015.3

普通高等教育“十二五”部委级规划教材. 高职高专
ISBN 978-7-5180-1278-7

I. ①化… II. ①王… III. ①化工设备—管道设备—
高等职业教育—教材②化工仪表—高等职业教育—教材
IV. ①TQ055.8②TQ056

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第289198号

策划编辑: 范雨昕 责任校对: 楼旭红
责任设计: 何 建 责任印制: 何 建

中国纺织出版社出版发行
地址: 北京市朝阳区百子湾东里A407号楼 邮政编码: 100124
销售电话: 010—67004422 传真: 010—87155801
http: //www.c-textilep.com
E-mail: faxing@c-textilep.com
中国纺织出版社天猫旗舰店
官方微博http: //weibo.com/2119887771
北京云浩印刷有限公司印刷 各地新华书店经销
2015年3月第1版第1次印刷
开本: 787×1092 1/16 印张: 9.5
字数: 172千字 定价: 39.00元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社图书营销中心调换

出版者的话

《国家中长期教育改革和发展规划纲要》（简称《纲要》）中提出“要大力发展职业教育”。职业教育要“把提高质量作为要点。以服务为宗旨，以就业为导向，推进教育教学改革。实行工学结合、校企合作、顶岗实习的人才培养模式”。为全面贯彻落实《纲要》，中国纺织服装教育学会协同中国纺织出版社，认真组织制订“十二五”部委级教材规划，组织专家对各院校上报的“十二五”规划教材选题进行认真评选，力求使教材出版与教学改革和课程建设发展相适应，并对项目式教学模式的配套教材进行了探索，充分体现职业技能培养的特点。在教材的编写上重视实践和实训环节内容，使教材内容具有以下三个特点：

（1）围绕一个核心——育人目标。根据教育规律和课程设置特点，从培养学生学习兴趣和提高职业技能入手，教材内容围绕生产实际和教学需要展开，形式上力求突出重点，强调实践。附有课程设置指导，并于章首介绍本章知识点、重点、难点及专业技能，章后附形式多样的思考题等，提高教材的可读性，增加学生学习兴趣和自学能力。

（2）突出一个环节——实践环节。教材出版突出高职教育和应用性学科的特点，注重理论与生产实践的结合，有针对性地设置教材内容，增加实践、实验内容，并通过多媒体等形式，直观反映生产实践的最新成果。

（3）实现一个立体——开发立体化教材体系。充分利用现代教育技术手段，构建数字教育资源平台，开发教学课件、音像制品、素材库、试题库等多种立体化的配套教材，以直观的形式和丰富的表达充分展现教学内容。

教材出版是教育发展中的重要组成部分，为出版高质量的教材，出版社严格甄选作者，组织专家评审，并对出版全过程进行跟踪，及时了解教材编写进度、编写质量，力求做到作者权威、编辑专业、审读严格、精品出版。我们愿与院校一起，共同探讨、完善教材出版，不断推出精品教材，以适应我国职业教育的发展要求。

中国纺织出版社
教材出版中心

前言

化工管路在化工生产中就相当于人体的血管，作用非常重要。管路是由管子、管件、阀门、水泵及仪表等按一定的连接方式构成，管路的安装和检修具有工作量大、技术复杂、精度较高等特点，因此掌握化工管路维修技术，熟练地进行化工管路的安装检修工作，对保证化工生产的正常进行具有非常重要的意义。

本教材实践性强，学习过程中应注重理论联系实际，把理论学习和生产实习紧密结合起来。通过理论学习去指导生产实习，通过生产实习去理解深化理论知识，立足生产实际，扩大视野，增强分析和解决实际问题的能力，为从事化工管路的安装维修工作打下牢固的基础。

本教材由陕西工业职业技术学院的王显方主编，陕西能源职业技术学院李秉昌副主编，刘荣杰担任主审，全书共分四章，王显方编写第一、第二章，李秉昌编写第三章，陕西工业职业技术学院罗晋朝编写第四章，全书由王显方负责拟定编写提纲，并做最后的统稿和定稿。

在编写过程中由于编者水平有限，时间仓促，书中难免存在不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2015年1月

课程设置指导

课程名称：化工管路与仪表

适用专业：化工技术、工业分析与检验、化工设备维修等专业

总学时：60

课程性质：本课程是化工类专业一门重要的实训课程。化工管路与仪表是从事化工设计、制造、安装、维修和管理的人员必备的技能，也是人才培养、岗位职业所需技能。通过本课程的学习，可使学生掌握化工生产的管道与仪表维修操作知识，培养分析问题和解决实际问题的能力，为学习后续课程及从事专业技术工作打好必要的基础。

课程目的

1. 认识化工管路材料及标准化知识，识别化工管路及钢管管件、阀门型号及规格。
2. 能识别常用化工管路拆装工具的特征、结构，并正确选用常用拆装工具。
3. 能掌握常用机械设备的结构及其工作原理，并正确操作常用机械设备完成管路拆装。
4. 能正确识读工艺流程图、管道布置图、施工图。掌握管道的防腐与涂色处理方法。
5. 正确进行管道验收及试运行。
6. 掌握管路巡回检查、管路日常维护保养。
7. 掌握常用水泵、阀门的结构、作用原理及日常维护、维修的方法。
8. 了解化工仪表的基本知识，掌握常见化工仪表的分类、特点和结构组成。

课程教学基本要求

教学环节包括教学、作业和考试。通过各教学环节，重点培养学生对理论知识的认识，进行实验技能的训练，提高学生分析问题、解决问题的能力。

1. 理论教学：在讲授基本概念的基础上，采用启发、引导的方式

进行教学，能熟练运用专业书籍、期刊和网络资源；能够收集管子、管件识别和选取的相关知识并进行合理的分类和归纳，能识别各种管子和管件并正确选取；了解阀门的分类，阀门、水泵的型号编制方法，掌握典型阀门、水泵的分类及其作用；化工仪表的分类、作用原理及结构组成。

2. 课外作业：每章给出若干思考题，尽量系统反映该章的知识点，布置适量书面作业。

3. 考核：采用课堂练习、阶段测验进行阶段考核，以考试作为全面考核。考核形式根据情况采用开卷、闭卷笔试方式，题型一般包括填空题、名词解释、判断题、论述题。

教学环节学时分配表

章 数	讲 授 内 容	学时分配
第一章	化工管路	20
第二章	阀门	14
第三章	化工泵	12
第四章	化工仪表	12
考试		2
合 计		60

目录

第一章 化工管路	001
第一节 化工管道的标准化	001
一、公称直径	001
二、公称压力	002
第二节 化工管子分类	002
一、金属管	003
二、非金属管材	007
三、衬里管	012
第三节 管件及管路附件	012
一、管件	012
二、管路附件	016
第四节 管路加工工具	018
一、管钳	018
二、管子台虎钳	019
三、管子割刀	019
四、管子铰板	020
五、套筒扳手和梅花扳手	021
六、螺纹板牙和螺纹丝锥	022
七、常用的电动工具	023
八、常用工具的使用与维护	024
第五节 化工管路的安装及日常维护	025
一、化工管路的连接方式	025
二、管路拆装的基本操作	027
三、管路的吹洗	028
四、管道的试压	028
五、管线杂质的清理	030
六、化工管路的防腐	031
七、化工管路的保温与涂色	036
第六节 管道的常见故障及处理方法	040

思考题	041
第二章 阀门	042
第一节 概述	042
一、阀门的基本知识	042
二、阀门的基本参数	043
三、阀门的编号	044
四、阀门的分类	049
第二节 常用阀门的拆装	050
一、闸阀	050
二、截止阀	053
三、旋塞式调节阀（旋塞阀）	055
四、球阀（法兰球阀）	057
五、蝶阀	059
六、隔膜阀	061
七、弹簧式安全阀	063
八、止回阀	064
第三节 阀门的维护与操作	064
一、阀门的维护	064
二、阀门的操作	066
第四节 阀门常见故障及预防	066
一、一般阀门	066
二、自动阀门	069
三、阀门维护保养经验	070
四、阀门常见其他故障及排除	072
思考题	075
第三章 化工泵	076
第一节 概述	076
一、化工生产对泵的特殊要求	076
二、化工泵的分类	077
第二节 离心泵	078
一、离心泵的工作原理	078
二、离心泵的型号	078
三、离心泵主要部件的结构与作用	079

四、离心泵的特性	091
五、离心泵的维护	092
六、离心泵的拆装	094
第三节 其他形式的化工泵	095
一、往复泵	095
二、喷射泵	096
三、螺杆泵	097
四、齿轮泵	098
五、旋涡泵	098
六、真空泵	099
七、隔膜泵	099
八、磁力泵	099
第四节 化工泵的检修与维护	101
一、常用化工泵零部件的检修	102
二、化工泵常见故障及排除	105
思考题	108

第四章 化工仪表	109
第一节 检测仪表的基本知识	109
一、测量过程与测量误差	109
二、测量仪表的基本性能指标	110
三、检测仪表与测量方法的分类	114
四、测量仪表组成及表示方法	114
第二节 压力检测仪表	115
一、基本概念	115
二、单位换算	115
三、压力测量仪表的分类	116
四、压力表的选型	119
五、压力表的安装	120
第三节 温度测量仪表	121
一、温度及温标	121
二、温度检测仪表的分类	121
第四节 流量检测仪表	129
一、孔板流量计	129
二、转子流量计	130

三、涡轮流量计	131
四、涡街流量计	132
五、电磁流量计	133
第五节 物位测量及仪表	134
一、差压式液位计	134
二、浮力式液位计	135
三、电容式液位计	137
四、声波式物位仪表	138
五、核辐射物位计	138
思考题	138
参考文献	140

第一章 化工管路

知识目标:

1. 掌握公称直径、公称压力的含义;
2. 了解管子和管件的种类;
3. 熟悉常用管子和管件的性能及使用场合;
4. 掌握管路拆装的基本方法。

能力目标:

1. 能识别各类管子和管件;
2. 能选取相应的拆装工具并正确使用;
3. 能够熟练对管路进行拆装和维护;
4. 能够排除管路的日常故障。

第一节 化工管道的标准化

化工管道标准化是为了简化管子、管件与阀门的品种规格,便于成批生产,使得同一直径的管子与管件、阀门均能实现相互连接,具有互通性,互换性,以满足设计、安装、维护、检修工作的需要。化工管道标准化的主要内容是统一管子、管件与阀门的主要参数与结构尺寸,其中最重要的内容是直径和压力的标准化、系列化,即所谓公称直径系列和公称压力系列。

一、公称直径

根据生产实践的需要,按照一定的科学规律人为地规定一系列标准直径,称为公称直径。公称直径以前也称为公称通径或名义直径,以符号 DN 表示,其后附加公称直径的尺寸,单位为 mm 。例如, $DN100$,即表示公称直径为 $100mm$ 的管子及其管件、阀门等。优先选用的 DN 数值可查 $GB/T 1047-2005$ 。

由于管子的规格大多以外径为标准,而管子的内径随管壁的厚度不同而略有差异,如外径为 $57mm$,壁厚度为 $3.5mm$ 和外径为 $57mm$,壁厚为 $5mm$ 的无缝钢管,都称它们为公称直径为 $50mm$ 的钢管,但它们的内径分别为 $50mm$ 和 $47mm$ 。而对于管道的各种附件和阀门的公称直径,一般都等于它们的实际内径。

管子的规格用外径 $\times$ 壁厚表示。各种管子的规格、型号、适用范围可查相关数据手册,钢管的公称直径与钢管的外径、壁厚对照如表 1-1 所示。

表1-1 钢管的公称直径与钢管的外径、壁厚对照（GB/T 3091—2008）

公称直径（mm）	外径（mm）	壁厚（mm）	
		普通钢管	加厚钢管
6	10.2	2.0	2.5
8	13.5	2.5	2.8
10	17.2	2.5	2.8
15	21.3	2.8	3.5
20	26.5	2.8	3.5
25	33.7	3.2	4.0
32	42.4	3.5	4.0
40	48.3	3.5	4.5
50	60.3	3.8	4.5
65	76.1	4.0	4.5
80	88.9	4.0	5.0
100	114.3	4.0	5.0
125	139.7	4.0	5.5
150	168.5	4.5	6.0

注 表中的公称直径是近似内径的名义尺寸，不等于外径减去两个壁厚所得的内径。

二、公称压力

与公称直径一样，根据生产实践的需要，按照一定的科学规律人为地规定一系列标准压力，称为公称压力，以符号 *PN* 表示，其后附加公称压力的数值，单位为 MPa。例如，*PN0.4*，即表示公称压力为 4.0MPa 的管子及其附件。

公称压力的数值，一般是指管内工作介质的温度 0~120℃ 范围内的最高允许工作压力。管道的最大工作压力应等于或小于公称压力。由于管材的机械强度因温度的升高而下降，所以最大工作压力亦随介质温度升高而减小。

根据公称直径及公称压力可以确定管子、阀门、管件、法兰、垫片的结构尺寸和连接尺寸。另外，根据公称压力还可以按有关标准来确定管道的连接结构、形式和选择合适的密封材料等。

第二节 化工管子分类

化工厂中所用管子的种类繁多，根据公称直径的大小可以分为如前所述的级别；根据公称压力可以分为低压管、中压管、高压管和超高压管；根据管材可以分为金属管、非金属管和衬里管。

一、金属管

常用的金属管有以下几种：

（一）钢管

钢管可以分为有缝钢管和无缝钢管两大类：

1. 有缝钢管

有缝钢管也称为焊接钢管，可分为低压流体输送钢管及电焊钢管两大类。

（1）低压流体输送钢管。是由扁钢管坯卷成管形并沿缝焊接而成的，因为它常用来输送水和煤气，故俗称为水煤气管。水煤气管可分为镀锌的和不镀锌两种，镀锌管比不镀锌管重 3%~6%；管壁厚度有普通的和加厚的两种；管段有带螺纹的和不带螺纹的两种。水、煤气钢管的耐压强度较低，所以广泛应用在小直径的低压管路上，如给水、煤气、暖气、压缩空气、蒸汽、凝结水、废气、真空及某些物料管路。普通钢管正常工作压力不大于 0.6MPa（表压），加厚钢管正常工作压力不大于 1MPa（表压）。正常工作温度不宜超过 175℃。家用镀锌煤气管如图 1-1 所示，表面不镀锌的水煤气管如图 1-2 所示。

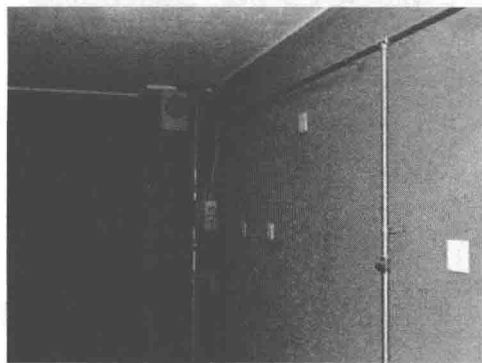


图 1-1 家用镀锌煤气管

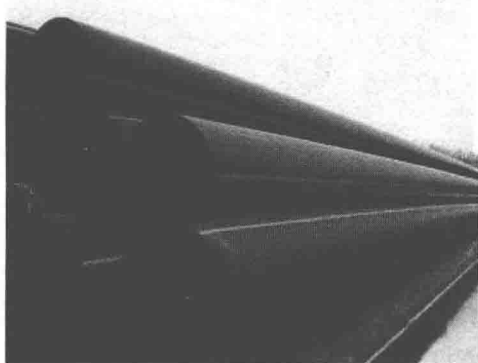


图 1-2 表面不镀锌的水煤气管

（2）电焊钢管。电焊钢管分为螺旋缝电焊钢管和直缝电焊钢管两种。电焊钢管一般用于压力不高或无严格要求的管路上。电焊钢管的正常工作温度不宜超过 200℃。螺旋缝钢管外径为 108~720mm，而直缝钢管又分为小直径电焊钢管和大直径电焊钢管两类，小直径电焊钢管外径为 5~152mm，大直径电焊钢管又称为钢板卷管，其外径为 150~450mm。螺旋缝钢管如图 1-3 所示，直缝钢管如图 1-4 所示。

2. 无缝钢管

无缝钢管按照制造方法的不同，又分为热轧无缝钢管和冷拔无缝钢管两类。是由圆钢坯加热后，经过穿管机穿孔热轧制而成的，或者再经过冷拔成为直径较小的管子。因为它没有接缝，所以称它为无缝钢管。热轧无缝钢管如图 1-5 所示，冷拔无缝钢管如图 1-6 所示。

无缝钢管强度高，可用在重要管路上，如高压蒸汽和过热蒸汽的管路，高压水和过热水管路，高压气体和液体管路以及输送燃烧性、爆炸性和有毒害性的物料管路等。各种热交换器的管子大都采用无缝钢管。中、低压管路无缝钢管的最高工作温度：碳钢为 250℃；优质

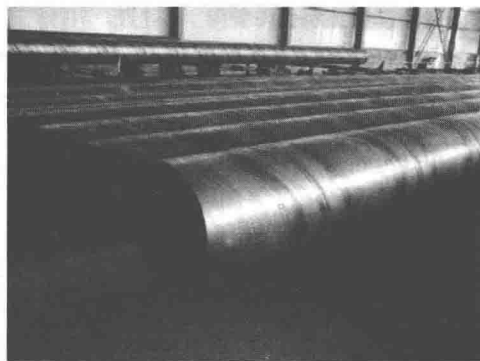


图 1-3 螺旋缝钢管

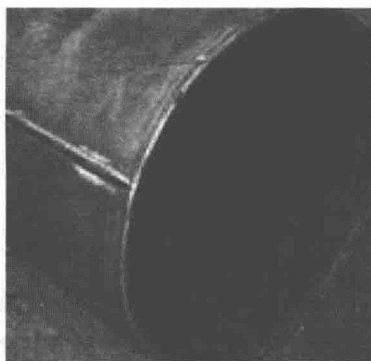


图 1-4 直缝钢管



图 1-5 热轧无缝钢管

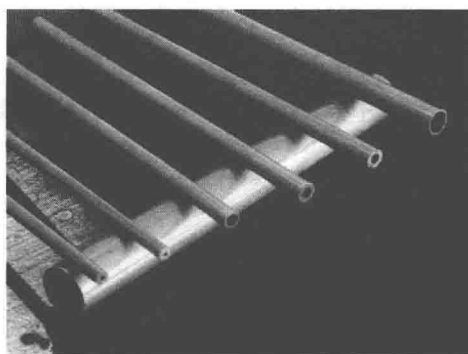


图 1-6 冷拔无缝钢管

碳钢（如 10 钢）为 450°C 。高压管路均用优质碳钢（20 钢）制成的无缝钢管，最高工作温度为 200°C 。

输送强腐蚀性或高温介质时，采用不锈钢、耐酸钢或耐热钢制的无缝钢管。这种无缝钢管也可热轧而成，或再冷拔成尺寸较小的管子。热轧管的规格：外径为 $6\sim 89\text{mm}$ ，壁厚为 $1\sim 7\text{mm}$ ，长度为 $1.5\sim 7\text{m}$ 。耐热钢管最高工作温度为 850°C 。

输送高压水时，可以采用厚壁无缝钢管，它的外径为 $12\sim 219\text{mm}$ ，壁厚为 $3.5\sim 4.0\text{mm}$ ，长度为 $3\sim 4\text{m}$ ，最高工作温度为 375°C 。

（二）铸铁管

铸铁管可分为普通铸铁管和硅铁管两种类型。

1. 普通铸铁管

普通铸铁管一般用灰铸铁铸造，按材质不同可分为灰口铸铁管和球墨铸铁管。具有耐腐蚀性好，但质脆，不抗冲击的特性。常用于埋地给水管道、煤气管道和室内排水管道。铸铁管件如图 1-7 所示，球墨铸铁如图 1-8 所示。

2. 硅铁管

硅铁管可分为高硅铸铁管和抗氯硅铸铁管两种。前者指含硅 14% 以上的合金硅铁管，具有抗硫酸、硝酸、盐酸等强酸腐蚀的优点。后者指含有硅和钼的铸铁管，具有抗各种浓度和



图 1-7 铸铁管



图 1-8 球墨铸铁

高温盐酸腐蚀的特点。两种管子的硬度很高，只能用金刚砂轮磨修或用硬质合金刀具来加工；性脆，在敲击、剧冷或剧热的条件下，极易破裂；机械强度低于铸铁，只能在 0.25MPa 下使用。高硅铸铁管如图 1-9 所示，抗氯硅铸铁管如图 1-10 所示。



图 1-9 高硅铸铁管

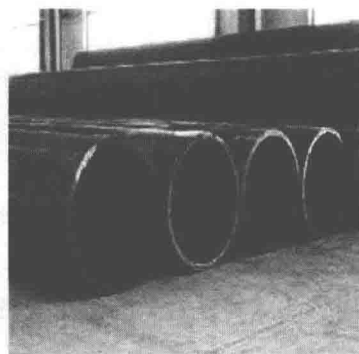


图 1-10 抗氯硅铸铁管

（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

铜管现有纯铜管和黄铜管两种。

（1）纯铜管。纯铜管是用纯铜经拉制或压制而成的无缝管。纯铜管在低温条件下具有良好的力学性能，所以通常被用于制氧设备的低温管路，也常用作输油管路。当工作温度升高时，其力学性能会降低，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，经拉制或压制而成的无缝管。其机械强度高于纯铜管，通常用作中小型列管式换热器中的管束。黄铜管需要弯曲加工时，应先进行退火处理，以提高其韧性，其操作方法是将管子加热到 $600\sim 650^{\circ}\text{C}$ ，在空气中冷却后再进行弯制。铜管连接时可在管口进行翻边，然后用松套法兰连接，也可用钎焊或活管接的方法进行连接。

2. 铝管

铝及铝合金管是通过拉制而成的无缝管。用于输送脂肪酸、硫化氢和二氧化碳等介质，也可用于输送硝酸、醋酸及甲酸等化学介质，但不可用于碱液、盐酸，特别是含氯离子化合物的输送。由于铝在低温的情况下能保持较好的力学性能，故在空气分离及冷冻系统中也得到了广泛的应用。当温度升高时，铝管的力学性能会明显下降，所以其使用的工作温度不宜超过 160℃。对铝管进行弯曲加工时，软铝管可以直接进行冷弯，硬质铝管弯曲前则应进行退火处理，其操作方法是将管子加热至 200~300℃，然后放入水中冷却，使其软化后再进行弯曲。铝管的管口可先进行翻边，然后用松套法兰连接，也可以焊接连接。

3. 铅管

铅管对硫酸具有良好的耐蚀性，因此广泛应用于硫酸工业中，大直径的铅管很容易用铝板焊制而成，也可以在铅中加入 8%~10%（质量分数）的锑，而形成铅锑合金，此合金通常称为硬铅，它可用于铸造铅管。由于铅易于碾压、锻制和焊接，所以铅管的连接可采用焊接连接和法兰连接。由于铅管有强度低、密度大、抗热性能差等缺点，工作温度高于 140℃时，则不宜选用铅管。故近来已逐渐被各种耐酸合金管与塑料管所代替。

4. 钛管

钛管具有相对密度小、强度高、耐腐蚀性能良好的优点。钛管已广泛用于航空、航天、海洋、医药、仪表等各个领域。

5. 不锈钢管

不锈钢管具有良好的耐腐蚀性能，广泛用于化学工业、化肥工业、石油工业、医药工业等领域。

金属管（除铸铁管）的常用规格及制作材料如表 1-2 所示。

表1-2 金属管（除铸铁管）的常用规格及制作材料

管子名称		常用规格（mm×mm）	材料
无 缝 钢 管	中低压无缝钢管	8×1.5，10×1.5，14×2，14×3，18×3，22×3， 5×3，32×3，32×3.5，38×3，38×3.5，45×3.5， 57×3.5，6×4，76×5，89×5，108×4，108×6， 133×4，133×6， 159×4.5，159×6，219×6，273×8，325×8，377×9	20，10，16Mn
	低温无缝钢管		09Mn2V， 06AlNBCuN， 20Mn23Al
高压无缝钢管		15×4，21×5，25×5.5，35×6.5，42×7，57×9， 70×10，89×13，108×14，133×17，159×20， 194×24，219×27，237×34，（14×4，24×6， 35×6，35×9，43×7，43×10，49×10，57×9， 68×10，68×13，83×11，83×15，102×14，102×17， 127×17，127×21，159×20，159×28，180×22， 180×30，219×35）	20，15MnV， 12MnMoV， 10MoVNBtTi， 10MoWVNb， Cr18Ni13Mo2Ti