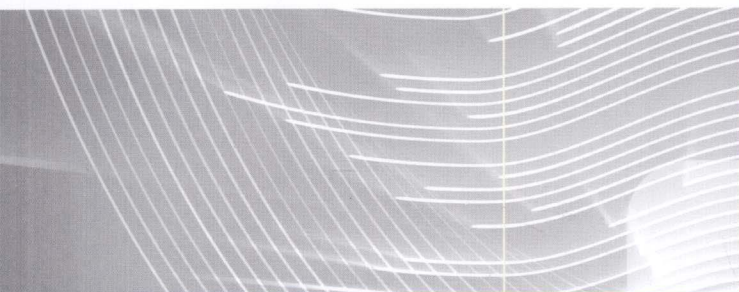


普通高等教育“十二五”规划教材

制冷空调施工技术

余克志 主编



普通高等教育“十二五”规划教材

制冷空调施工技术

主 编 余克志

副主编 万金庆 胡海涛

参 编 方恒和 刘立平 姜未汀 陈 曦

主 审 陈天及

机械工业出版社

本书系统地介绍了制冷空调工程施工安装的原理、技术和方法,其中包括供热、通风空调、制冷、锅炉、太阳能、热泵等设备和管道的安装;介绍了施工安装中常用材料和管子的加工、连接方法,以及管道和设备的防腐、保温技术和方法等。

本书的特点之一是注重运用新标准、新规范,并将一些新技术纳入其中,特别是近年来日益受到重视的太阳能和热泵系统的施工安装工艺,使得本书内容丰富、翔实,实用性强。另外,本书有关制冷空调施工图识图方面的内容,可为学生毕业后更好更快地适应工作岗位打下基础。

本书可以作为能源与动力工程专业(制冷方向)和建筑环境与能源应用工程专业(暖通方向)的理论教学和专业实习教材,也可作为相关专业工程技术人员设计、施工、运行管理时的技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

制冷空调施工技术/余克志主编. —北京:机械工业出版社, 2013. 4
ISBN 978-7-111-41975-4

I. ①制… II. ①余… III. ①制冷装置—空气调节器—设备安装—工程施工
IV. ①TB657. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 062415 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:蔡开颖 责任编辑:蔡开颖 孙 阳

版式设计:霍永明 责任校对:陈 越

封面设计:张 静 责任印制:乔 宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2013 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·17.75 印张·1 插页·400 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-41975-4

定价:36.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

近年来,我国制冷空调施工安装行业发生了巨大的变化,具体体现为:新材料、新施工设备的投入使用,新的施工方法、施工工艺日渐成熟以及新的施工规范、施工操作规程和施工验收标准相继出台。为了使读者能系统地掌握更多的较先进的制冷空调安装工程施工技术,编者根据多年的教学经验,编写了本书。

本书主要介绍制冷空调工程施工过程中常用的工程材料,管道的加工和连接方法,各种制冷空调设备和系统管道的施工安装工艺、方法及技术要求。对近年来出现的新材料、新工艺以及新的设计施工安装要求,结合新的设计及施工验收规范、标准作了重点阐述。

本书由余克志任主编,万金庆、胡海涛任副主编。第1章由上海理工大学陈曦编写,第2章、第9章由上海海洋大学余克志编写,第3章由上海交通大学胡海涛编写,第4章、第7章由上海海洋大学刘立平编写,第5章由上海海洋大学万金庆编写,第6章由上海海洋大学方恒和编写,第8章由上海电力学院姜未汀编写。

本书由上海海洋大学陈天及教授主审,陈教授对本书内容提出了许多宝贵意见,在此深表感谢。

本书在编写过程中也得到了许多资深设计、施工单位的专业技术人员的指导,同时引用了许多文献资料(数据、图表等),谨向上述有关人员及文献的作者表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在疏漏和不足之处,恳请读者予以指正。

编 者

目 录

前言

第1章 制冷空调施工常用管材和

管子附件 1

1.1 钢管 1

1.1.1 钢管及其附件的通用标准 1

1.1.2 钢管的类型 4

1.1.3 管子配件 5

1.1.4 不锈钢管及其管件 7

1.2 铸铁管及其管件 8

1.2.1 给水铸铁管及其管件 8

1.2.2 排水铸铁管及其管件 10

1.3 铜、铜合金管材及其管件 11

1.3.1 铜管 11

1.3.2 铜管管件 14

1.4 常用非金属管 14

1.4.1 塑料管 14

1.4.2 复合管材 15

1.5 板材和型钢 19

1.5.1 金属薄板 19

1.5.2 型钢 21

1.6 常用紧固件 22

1.6.1 螺母 23

1.6.2 螺栓 24

1.6.3 垫圈 25

1.6.4 膨胀螺栓 26

1.6.5 射钉 27

1.6.6 铆钉 28

1.6.7 花篮螺钉 30

1.7 阀门与仪表 31

1.7.1 常用阀门的种类与安装 31

1.7.2 常用仪表的安装 36

第2章 管道加工及连接 42

2.1 钢管的加工 42

2.1.1 钢管的切断 42

2.1.2 钢管的调直 44

2.1.3 弯管加工 45

2.1.4 三通及变径管加工 48

2.2 钢管的连接 49

2.2.1 螺纹连接 49

2.2.2 法兰连接 51

2.2.3 焊接连接 53

2.3 铸铁管的加工及连接 56

2.3.1 铸铁管的切断 56

2.3.2 铸铁管的连接 57

2.4 铜及铜合金管的连接 59

2.5 常用非金属管的加工及连接 60

2.5.1 塑料管的加工及连接 60

2.5.2 复合管的连接 62

第3章 制冷设备及管道安装 64

3.1 概述 64

3.1.1 制冷系统设备分类 64

3.1.2 制冷系统设备安装的特殊性 65

3.2 压缩机的安装 65

3.2.1 活塞式制冷压缩机的安装 65

3.2.2 离心式制冷压缩机的安装 68

3.2.3 溴化锂吸收式制冷机组的安装 69

3.2.4 螺杆式压缩机的安装 73

3.3 冷凝器的安装 74

3.3.1 立式冷凝器的安装 74

3.3.2 卧式冷凝器的安装 75

3.3.3 蒸发式冷凝器的安装 75

3.4 蒸发器的安装 76

3.4.1 立式蒸发器的安装 76

3.4.2 卧式蒸发器的安装 77

3.4.3 排管的制作及安装 77

3.4.4 冷风机的安装 79

3.5 其他辅助设备的安装 80

3.5.1 盐水池的安装 80

3.5.2 贮液器的安装 82

3.5.3 油分离器的安装 82

3.5.4 空气分离器的安装 83

3.5.5 氨液分离器的安装 85

3.5.6 低压循环贮液桶的安装 86

3.5.7 集油器及紧急泄氨器的安装 87

3.5.8 冷却塔的安装	87	5.10 锅炉安装的竣工和验收	159
3.5.9 泵类的安装	89	5.10.1 烘炉	159
3.5.10 洁净室净化设备的安装	92	5.10.2 煮炉	161
3.5.11 生物洁净室内设备的安装	93	5.10.3 锅炉系统的试运行	161
3.6 管道及管道上设备的安装	93	5.10.4 锅炉交工及验收	162
3.6.1 管材的选用及常用管子规格	93	第6章 通风空调设备及管道安装	163
3.6.2 管道除污	95	6.1 通风空调工程的常用材料及板材	
3.6.3 管道连接	95	连接	163
3.6.4 管道敷设	103	6.1.1 通风空调系统常用材料	163
3.6.5 阀门安装	104	6.1.2 薄钢板及塑料板连接	164
3.7 制冷系统试运行	105	6.2 风管及其配件的制作	164
3.7.1 吹污	105	6.2.1 矩形及圆形金属风管的制作	164
3.7.2 气密性试验	105	6.2.2 螺旋缝钢板圆形风管的制作	168
3.7.3 负压试验	106	6.2.3 硬聚氯乙烯风管的制作	169
3.7.4 制冷机组负荷试运转	107	6.2.4 TB 系列复合玻璃纤维板风管	
第4章 供热设备及管道安装	110	的制作	170
4.1 室内采暖系统的安装	110	6.2.5 铝箔复合酚醛板风管的制作	171
4.1.1 室内采暖管道的安装	110	6.2.6 HY—PIR 空调保温风管的	
4.1.2 散热器及附属设备的安装	122	制作	172
4.1.3 热水地板辐射采暖系统的安装	128	6.2.7 整体风管系统的制作	172
4.1.4 采暖系统试压、清洗与试运行	132	6.2.8 风管制作的规定	174
4.2 室外热力管道的安装	133	6.2.9 风管部件的制作	178
4.2.1 室外地下敷设管道的安装	133	6.2.10 风管部件安装的规定	181
4.2.2 室外架空管道的安装	137	6.3 风管系统安装	182
4.2.3 热力管道支架及补偿器的安装	139	6.3.1 风管的安装、固定	182
4.2.4 检查室或操作平台的安装	142	6.3.2 风管系统安装的规定	183
4.2.5 热力管道的试压与验收	143	6.4 通风空调设备安装	184
第5章 工业锅炉的安装	144	6.4.1 风机盘管的安装	184
5.1 锅炉安装工具和设备	144	6.4.2 通风机的安装	186
5.2 锅炉基础验收、划线	146	6.4.3 组合式空调机组的安装	188
5.3 锅炉钢架和平台的安装	147	6.4.4 减振器的安装	193
5.4 锅筒和集箱的安装	148	6.4.5 空气洁净系统的制作与安装	193
5.5 锅炉受热面的安装	150	6.5 通风空调系统调试及试运转	194
5.5.1 水冷壁和对流管束的安装	150	6.5.1 系统调试及试运转的规定	194
5.5.2 蒸汽过热器的安装	150	6.5.2 通风空调调试中常用的仪表	
5.5.3 省煤器的安装	151	和仪器	194
5.5.4 空气预热器的安装	152	6.5.3 风压、风速、风量的测定	196
5.6 锅炉燃烧设备的安装	153	6.5.4 风管系统漏风量测试	197
5.6.1 炉排的安装	153	6.6 通风空调系统竣工验收	197
5.6.2 燃烧器的安装	153	第7章 太阳能及热泵系统的安装	199
5.7 锅炉整体水压试验	154	7.1 太阳能热水系统的安装	199
5.8 锅炉炉墙施工	155	7.1.1 太阳能热水系统的分类	199
5.9 整体式锅炉的安装	157	7.1.2 太阳能热水系统的安装与施工	200

7.1.3	太阳能热水系统的调试和运行	207
7.2	空气源热泵系统的安装	210
7.2.1	空气源热泵系统介绍	210
7.2.2	空气源热泵的安装	212
7.2.3	空气源热泵的调试	214
7.3	地源热泵系统的安装	214
7.3.1	地源热泵原理	214
7.3.2	地源热泵系统分类	215
7.3.3	地埋管换热器系统的施工与安装	217
7.3.4	地下水换热器系统的施工与安装	219
7.3.5	地表水换热器系统的施工与安装	220
第8章	管道及设备的防腐与保温	221
8.1	管道及设备的防腐	221
8.1.1	腐蚀与防腐	221
8.1.2	管道及设备表面的除污	221
8.1.3	管道及设备刷油	223
8.1.4	埋地管道的防腐层结构及施工	224
8.1.5	管道防腐措施	226
8.1.6	管道涂色	227
8.2	管道及设备的保温	227

8.2.1	对保温材料的要求及保温材料的选用	227
8.2.2	保温结构施工	228
8.2.3	防潮层施工	231
8.2.4	保护层施工	232
8.2.5	保温施工的一般要求	233
第9章	制冷空调施工图识图	234
9.1	制冷空调施工图的基本知识	234
9.1.1	施工图制图标准	234
9.1.2	剖面图和剖视图	248
9.1.3	轴测图	249
9.2	制冷系统施工图的识图	252
9.2.1	制冷系统施工图的构成	252
9.2.2	制冷系统施工图的特点	253
9.2.3	制冷系统施工图的识图方法	253
9.2.4	制冷系统识图举例	255
9.3	空调系统施工图的识图	256
9.3.1	空调系统分类	256
9.3.2	空调系统施工图的构成	261
9.3.3	空调系统施工图的特点	265
9.3.4	空调系统施工图的识图方法	265
9.3.5	空调系统施工图识图举例	268
参考文献		275

第 1 章 制冷空调施工常用管材和管子附件

管道是指用管子、管子连接件和阀门等连接成的用于输送气体、液体或带固体颗粒的流体的装置。通常情况下，流体经鼓风机、压缩机、泵和锅炉等增压后，从管道的高压处流向低压处，也可利用流体自身的重力输送。管道的用途很广泛，主要用于给排水、通风、空调、供热、供煤气、制冷设备、农业灌溉、水利工程和各种工业装置。制冷空调设备中的管道主要包括中央空调输送空气的管道、冷热水机组的水管道、连接制冷系统四大部件（压缩机、蒸发器、冷凝器、节流设备）的制冷剂管道等。制冷空调设备中常用管道的类型主要包括以下几种：

（1）钢管 钢管是横截面为圆形、沿长度方向上为条状、空心、无封闭端的产品，钢管与同样截面积的其他钢材相比具有较高的抗弯和抗扭能力，并且具有重量轻、材料利用率高特点，因而被广泛应用。在氨制冷系统中，钢管被大量使用。

（2）铸铁管 铸铁管的优点是耐腐蚀，经久耐用；缺点是质脆，焊接、套丝、煨弯困难，承压能力低，不能承受较大动荷载，多用于腐蚀性介质和给水排水工程中。制冷空调安装工程中常用的铸铁管采用灰铸铁铸造而成，分为给水铸铁管和排水铸铁管。

（3）铜管 铜管是一种比较传统但价格比较昂贵的管道材质，耐用而且施工较为方便，导热性好，因此在制冷空调设备中，铜管一直都是首位之选。然而价格是影响其使用量的最主要原因。目前除了氨压缩制冷系统以及氨吸收式制冷系统以外，大多数压缩节流制冷系统主要使用铜管作为气液制冷剂的流动管道。铜管作为制冷剂管道及换热器的主要优点在于其流动阻力小、导热性能好、与常规制冷剂不发生反应、弯曲和焊接工艺简单可靠。其缺点在于价格贵，因此不少制冷厂商在进行“铝代铜”技术的研发。

（4）复合管 复合管由于其质轻、耐用而且施工方便，是目前较为流行的一种管材，其可弯曲性更适合在家装中使用。复合管的主要缺点是作为热水管使用时，由于长期的热胀冷缩会造成管壁错位而造成渗漏。

（5）塑料管 塑料是以合成树脂为主要成分，加入适量的添加剂，在一定温度和压力下塑制成型的有机高分子材料。具有质轻、良好的耐蚀性、易加工成型、优异的电绝缘性能等优点，各种用塑料制成的管材在管道工程中应用广泛。工程中目前常用以下塑料管材：硬聚氯乙烯（PVC-U）管材、聚丙烯（PP）管材、聚乙烯（PE）管材等。塑料管按合成树脂的性质可分为热塑性和热固性两类，管道工程中常使用的 PVC-U 管、PP 管、PE 管均为工厂进行热加工的热塑性塑料管。目前家庭中央空调水系统多用 PP-R 水管作为空调水管，其抗压耐温能力较好、不影响水质；注意空调水管需要用 PP-R 热水管，其在冬季使用时抗变形能力及耐温性更好。

1.1 钢管

1.1.1 钢管及其附件的通用标准

管道工程中的各类管道系统主要由管子和管子附件组成。管子附件是指疏水器、减压

器、除污器、蒸汽喷射器、伸缩器、阀门、压力表、温度计、管道支架等。由于管子及管子附件的种类繁多,生产厂家也很多,为了便于生产、设计、施工和维修,国家有关部门对管子和管子附件的生产和安装制造制定了统一的技术标准,使之标准化、规范化和系列化,便于管子和管子附件在使用中实现互换和通用。我国使用的管子及管子附件的统一技术标准有:GB/T 1047—2005《管道元件 DN(公称尺寸)的定义和选用》和GB/T 1048—2005《管道元件 PN(公称压力)的定义和选用》。

1. 公称尺寸标准

为了使管子和管子附件及设备的进、出口能够相互连接,在连接处的口径应保持一致,这种能相互连接的口径就称为公称尺寸。同一公称尺寸的管子和管子附件均能相互连接,且具有互换性和通用性。公称尺寸的国际通用代号为DN,符号后面的数字为公称尺寸的数值,如公称尺寸为100mm的管材,表示为DN100。我国现行管子及其附件的公称尺寸标准见表1-1。

表 1-1 管子和管子附件的公称尺寸 (GB/T 1047—2005)

	公称尺寸系列							
	6	32	125	400	900	1600	2800	4000
DN	8	40	150	450	1000	1800	3000	
	10	50	200	500	1100	2000	3200	
	15	65	250	600	1200	2200	3400	
	20	80	300	700	1400	2400	3600	
	25	100	350	800	1500	2600	3800	

管子的公称尺寸既不等于其实际内径,也不等于其实际外径,只是个名义直径。但无论管子的实际内径和外径的数值是多少,只要其公称尺寸相同,就可用相同的管件相连接。

2. 公称压力、试验压力、工作压力

1) 公称压力是管子和管子附件在介质温度(200℃)下所能承受的压力允许值,是强度方面的标准。公称压力用符号PN表示。

2) 试验压力是指在常温状态下检验管子或管子附件机械强度和严密性的压力标准。试验压力一般情况下取1.5~2倍公称压力值,公称压力大时取下限,公称压力小时取上限。试验压力用符号Ps表示。

3) 工作压力是指管子内有流体介质时实际可承受的压力。因为管子的机械强度会随着温度的提高而降低,所以当管子内介质的温度不同时,管子所能承受的压力也不同。工作压力用符号Pt表示,“t”为介质设定温度值1/10的整数值。例如,P25表示管子在介质温度为250℃时的允许工作压力。

公称压力是管子及附件在标准状态下的强度标准,在选用管子时可直接作为比较的依据。大多数情况下,制品在标准状态下的耐压强度接近于常温下的耐压强度,公称压力十分接近常温下材料的耐压强度。一般情况下,可根据系统输送的介质参数按公称压力直接选择管子及附件,无需再进行强度计算。当介质工作温度超过200℃时,管子及附件内的温度会升高并引起其强度降低,故选用时应考虑管子及附件必须满足系统正常运行和试验压力的要求。碳素钢管和附件的公称压力、试验压力与工作压力之间的关系见表1-2。

表 1-2 碳素钢管和附件的公称压力、试验压力与工作压力之间的关系

公称压力 PN	试验压力 (用低于 100℃的水) P _s	介质工作温度/℃						
		≤200	250	300	350	400	420	450
		最大工作压力 p/MPa						
		P20	P25	P30	P35	P40	P42	P45
0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.07	0.06	0.06	0.5
0.25	0.4	0.25	0.23	0.2	0.18	0.16	0.14	0.11
0.4	0.6	0.4	0.37	0.33	0.29	0.26	0.23	0.18
0.6	0.9	0.6	0.55	0.5	0.44	0.38	0.35	0.27
1.0	1.5	1.0	0.92	0.82	0.73	0.64	0.58	0.45
1.6	2.4	1.6	1.5	1.3	1.2	1.0	0.9	0.7
2.5	3.8	2.5	2.3	2.0	1.8	1.6	1.4	1.1
4.0	6.0	4.0	3.7	3.3	3.0	2.8	2.3	1.8
6.4	9.6	6.4	5.9	5.2	4.3	4.1	3.7	2.9
10.0	15.0	10.0	9.2	8.2	7.3	6.4	5.8	4.5

3. 管螺纹标准

为了便于通用附件的应用，对螺纹连接的管子及管子附件以及其他采用螺纹连接的机器设备接头的螺纹规定了统一标准，即螺纹的牙型及尺寸标准。

管螺纹的牙型规定如图 1-1 所示，尺寸标准见表 1-3。这种螺纹的牙型及尺寸对 55°密封管螺纹与 55°非密封管螺纹都适用。在一般情况下，钢管采用 55°密封管螺纹（外螺纹），管子的附件和配件的管接口采用 55°非密封管螺纹（内螺纹）。

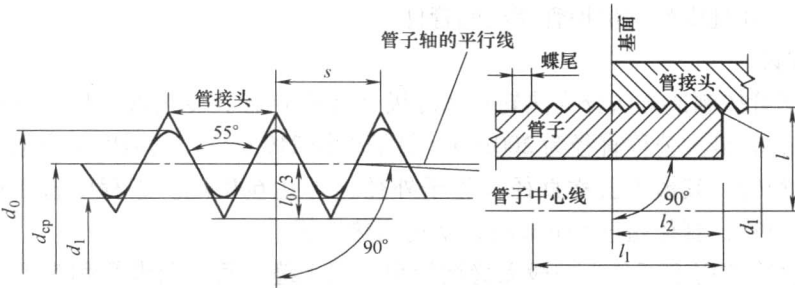


图 1-1 管螺纹的牙型规定

表 1-3 管螺纹牙型尺寸

牙 型 参 数	单 位 称 号	尺 寸 数 值
螺纹理论高度	l_0	$0.960491s$
螺纹工作高度	l_1	$0.640331s$
圆弧半径	r	$0.137331s$
倾斜角	φ	$1^\circ47'24''$
斜度	$2\tan\varphi$	$1:16$

1.1.2 钢管的类型

钢管按加工方法分为无缝钢管（包括热轧管和冷拔管）和焊接钢管（包括直缝焊管和螺旋缝焊管）两大类。

常用钢管是用普通碳素钢 Q235、Q235F 及优质碳素结构钢中的 10 或 20 钢制造的，其力学性能稳定，具有足够的塑性和韧性，可加工性良好，可用任何方法进行冷加工和热加工；具有良好的焊接性，在常温下可直接进行电焊、气焊和气割，一般不需要采取预热和热处理措施。Q235 和 Q235F 钢适用温度为 $-20 \sim 300^{\circ}\text{C}$ ，适用于公称压力不超过 1.6MPa 的低压流体管道，手工电焊采用 E4303、E4315、E4316 焊条，气焊采用 H08 焊丝。10 和 20 钢适用温度为 $-40 \sim 475^{\circ}\text{C}$ ，在介质温度 450°C 以下的中、低压流体管道工程中应用广泛；手工电焊采用 E4303、E4315、E4316 焊条，气焊采用 H08A 焊丝。碳素钢管的耐蚀性和耐热性不高，一般用来输送常温或中温弱腐蚀性介质。

1. 低压流体输送焊接钢管

1) 低压流体输送焊接钢管俗称水煤气管或焊接钢管，由普通碳素钢板用电阻焊（ERW）的方法制造。常用普通型焊接钢管，其公称压力为 1.6MPa，主要用来输送压力小于或等于 1.0MPa 的循环水和消防用水、煤气以及压力小于或等于 0.2MPa 的蒸汽等介质。

2) 不镀锌处理的焊接钢管俗称黑铁管，镀锌处理的焊接钢管俗称白铁管，均遵循 GB/T 3091—2008《低压流体输送用焊接钢管》，可用手动工具或机械在管端加工螺纹。

3) 低压流体输送焊接钢管的公称尺寸用 DN 表示，一般长度为 4~12m。按管端形式分为带螺纹和不带螺纹两种，按壁厚分为普通钢管和加厚钢管两种。带螺纹钢管在出厂时，管端带有管螺纹，并且应带有保护管螺纹的管件。

2. 无缝钢管

1) 无缝钢管按制造方法分为热轧管和冷拔（冷轧）管。冷拔管受加工条件限制，不宜制造大直径管，其最大公称直径为 200mm（管子外径 219mm），其强度虽高但不稳定；热轧管可制造大直径管，其最大公称直径（管子外径）可达 600mm。工程中管径在 57mm 以内时，常选用冷拔管，管径超过 57mm 时，常选用热轧管。

2) 无缝钢管按用途可分为一般无缝钢管和专用无缝钢管。前者简称为无缝钢管，后者主要有锅炉用无缝钢管、锅炉用高压无缝钢管、化肥用高压无缝钢管、石油裂化钢管、不锈钢无缝钢管及耐酸钢无缝钢管等。冷库常用的无缝钢管规格见表 1-4。

表 1-4 冷库常用的无缝钢管规格

(外径/mm) × (壁厚/mm)	内径/mm	理论重量 /(kg/m)	净断面积 /m ²	1m 长容量 /m ⁻¹	外圆周长/mm	1m 长的外表 面积/(m ² /m)	1m ² 的长度 /(m/m ²)
10 × 2.0	6	0.395	0.00003	0.0283	31.41	0.031	31.84
14 × 2.0	10	0.592	0.00008	0.0785	43.96	0.044	22.74
18 × 2.0	14	0.789	0.00015	0.1538	56.62	0.057	17.69
22 × 2.0	18	0.986	0.00025	0.2543	69.08	0.069	14.47
25 × 2.0	21	1.13	0.00034	0.3456	78.54	0.078	12.82
32 × 2.5	27.6	1.62	0.00059	0.5935	100.48	0.100	9.95

(续)

(外径/mm) × (壁厚/mm)	内径/mm	理论重量 /(kg/m)	净断面积 /m ²	1m 长容量 /m ⁻¹	外圆周长/mm	1m 长的外表 面积/(m ² /m)	1m ² 的长度 /(m/m ²)
38 × 2.5	33.6	1.94	0.00088	0.8809	119.32	0.119	8.38
45 × 2.2	40.6	2.32	0.00129	1.2876	141.30	0.141	7.07
32 × 2.5	27	1.76	0.00057	0.5723	100.48	0.100	9.95
38 × 2.5	33	2.19	0.00085	0.8549	119.32	0.119	8.38
45 × 2.5	40	2.62	0.00126	1.2560	141.30	0.141	7.07
57 × 3.5	50	4.62	0.0020	1.9625	178.98	0.179	5.58
70 × 3.5	63	5.74	0.0031	3.1172	219.91	0.220	4.55
76 × 3.5	69	6.26	0.0038	3.7373	238.64	0.239	4.19
89 × 3.5	82	7.38	0.0053	5.2783	279.46	0.279	3.57
108 × 4	100	10.26	0.0079	7.8540	339.12	0.339	2.94
133 × 4	125	12.73	0.0123	12.2656	417.62	0.418	2.39

3. 电焊钢管

直缝卷焊钢管是用 Q215A、Q215B、Q235A、Q235B 级钢板分块卷制、焊接制成，又称钢板卷管。其壁厚 4 ~ 16mm，可依需要制成 2000mm 以内的不同直径管道，适用于公称压力不超过 1.6MPa 的大直径低压流体管道。

4. 螺旋缝钢管

螺旋缝钢管是用 Q235、Q235F、Q345 等普通碳素钢或低合金钢制造而成的，将钢板制成钢带或裁成条状，按一定螺旋线角度（称为成形角）卷成管坯，其焊接方法有自动埋弧焊和高频搭接焊，焊缝在管外表面呈螺旋状。

螺旋缝钢管公称直径为 260 ~ 1420mm，规格表示方法为：外径 × 壁厚。每管长度为 6 ~ 12m。

1.1.3 管子配件

钢管配件用于各种钢管的连接，是以优质碳素钢或不锈钢经特制模具压制成形。

金属螺纹连接管对配件的材质要求密实、坚固并有韧性，便于机械切削加工。

管子配件的内螺纹应端正、整齐、无断丝，壁厚均匀一致、无砂眼，外形规整。金属螺纹连接管件主要由可锻铸铁、黄铜或软钢制造而成。

螺纹连接件管件分为（图 1-2）：

- ① 管路延长连接用配件：管箍、外螺纹（内接头）。
- ② 管路分支连接用配件：三通（丁字管）、四通（十字管）。
- ③ 管路转弯用配件：90°弯头、45°弯头。
- ④ 节点碰头连接用配件：根母（六方内丝）、活接头（由壬）、带螺纹法兰盘。
- ⑤ 管子变径用配件：补心（内、外丝）、异径管箍（大、小头）。
- ⑥ 管子堵口用配件：螺塞、管堵头。

螺纹连接管子配件的规格和所对应的管子是一致的，都以公称通径标称，同种配件有同

径和异径之分,例如三通管分为同径和异径两种。同径管件规格的标志可以用一个数值或三个数值表示,如规格为 25 的同径三通可以写为 $\perp 25$ 或 $\perp 25 \times 25 \times 25$ 。异径管件的规格通常要用两个管径数值表示,前一个数表示大管径,后一个数表示小管径。螺纹连接管子的规格组合见表 1-5。

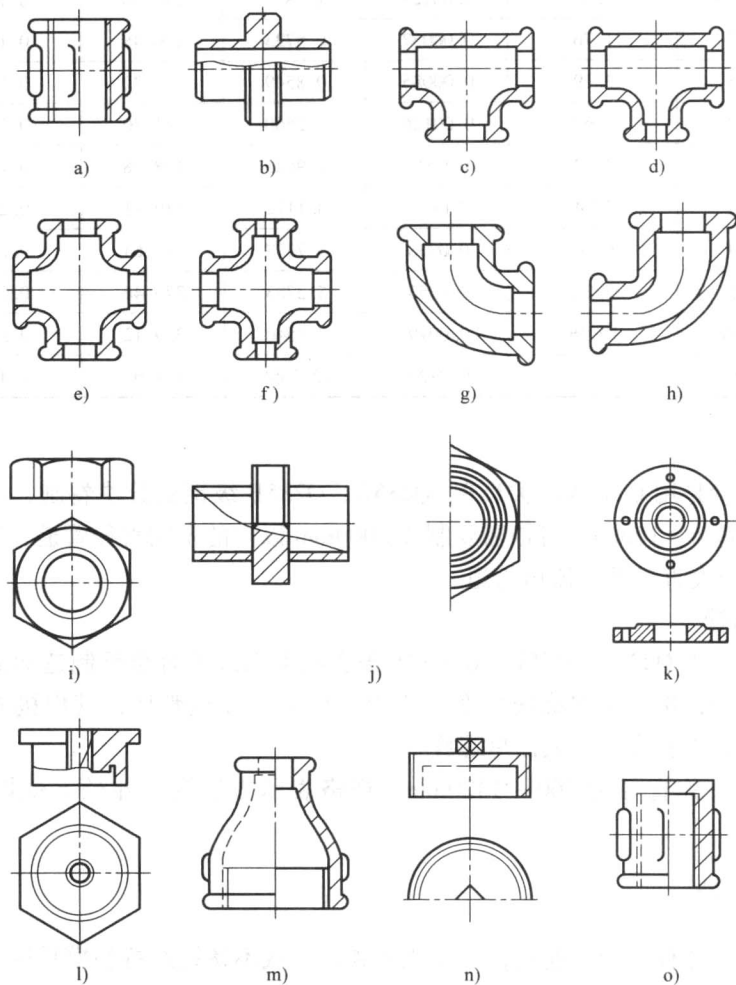


图 1-2 常用螺纹连接管件

- a) 管箍 b) 外螺纹接头 c) 同径三通 d) 异径三通 e) 同径四通 f) 异径四通 g) 同径弯头
h) 异径弯头 i) 根母 j) 活接头 k) 法兰盘 l) 补心 m) 大、小头 n) 螺塞 o) 管堵头

表 1-5 螺纹连接管子的规格组合

(单位: mm)

异 径 管 件	同 径 管 件							
15 × 15								
20 × 20	20 × 15							
25 × 25	25 × 15	25 × 20						
32 × 32	32 × 15	2 × 20	32 × 25					
40 × 40	50 × 15	10 × 20	10 × 21	10 × 32				

(续)

异径管件	同径管件							
50×50	50×15	50×20	50×25	50×32	50×40			
65×65	65×15	60×20	65×25	65×32	60×40	65×50		
80×80	80×15	80×20	80×25	80×32	80×40	80×50	80×65	
100×100	100×15	100×20	100×25	100×32	100×40	100×50	100×65	100×80

1.1.4 不锈钢管及其管件

合金钢管是在碳素钢中加入锰（Mn）、硅（Si）、钒（V）、钙（Ca）、钛（Ti）、铌（Nb）等元素制成的钢管，加入这些元素能加强钢材的强度或耐热性。合金元素的质量分数小于5%为低合金钢，合金元素的质量分数为5%~10%时为中合金钢，合金元素质量分数大于10%为高合金钢。合金钢管多用于加热炉、锅炉耐热管和过热器等，其连接方式可采用电焊和气焊，焊后要对坡口进行热处理。合金钢管一般为无缝钢管，规格同碳素无缝钢管。

不锈钢是在碳素钢中加入铬（Cr）、镍（Ni）、锰（Mn）、硅（Si）、钼（Mo）、铌（Nb）、钛（Ti）等元素制成的一种合金钢，加入这些元素能够增强钢材的耐蚀性。根据含铬量不同，不锈钢分为铁素体不锈钢、马氏体不锈钢和奥氏体不锈钢，铁素体不锈钢难以焊接，马氏体不锈钢几乎不能焊接，奥氏体不锈钢具有良好的焊接性。不锈钢管多用于石油、化工、医药、食品等工业。不锈钢管按制造方法分为不锈钢焊接钢管和不锈钢无缝钢管，流体输送常选用不锈钢无缝钢管。

不锈钢管包括铬镍不锈钢无缝管和用不锈钢板制成外径为150~820mm的直缝卷制电焊管。这里主要介绍用于流体输送的不锈钢无缝钢管，按其加工工艺不同分为热轧（挤、扩）和冷拔（轧）两种，其规格用外径×壁厚表示。

热轧（挤、扩）的钢管外径从68~426mm共28个规格，壁厚从4.5~18mm共15个规格，每一种规格的管材都有7种以上的壁厚，一般长度为2~12m。冷拔（轧）的钢管外径从6~159mm共61个规格，壁厚从0.5~15mm共32个规格，每一种规格的管材都有9种以上的壁厚，一般长度为2~8m。详细情况可查阅GB/T 14976—2002《流体输送用不锈钢无缝钢管》。无缝不锈钢冷拔（轧）钢管常用规格见表1-6。

表1-6 无缝不锈钢冷拔（轧）钢管常用规格 (单位: mm)

壁厚 外径	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.5	1.6	2.0	2.2	2.5	2.8	3.0	3.2	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
15	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•							
16	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•						
17	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•						
18	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					
19	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					
20	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•					

(续)

壁厚 外径	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.5	1.6	2.0	2.2	2.5	2.8	3.0	3.2	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
21	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				
22	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				
23	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				
24	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			
25	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
27	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
28	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
30	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
32	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

注：“•”表示常用规格。

不锈钢管路上的管件和阀门一般都由不锈钢材料制成。但有时为了降低造价，在不影响使用要求的条件下，允许使用其他材料，包括压制弯或热推弯成品弯头。

此外还有不锈钢金属软管（图 1-3）。不锈钢金属软管是由不锈钢波纹管外编一层或多层钢丝或钢带网套，两端配以接头或法兰头，用于输送各种介质的柔性元件。其特点在于：耐腐蚀、耐高温、耐低温（-196~420℃），重量轻、体积小、柔软性好。故而广泛用于航空、航天、石油、化工、冶金、电力、造纸、木材、纺织、建筑、医药、食品、烟草、交通等行业。

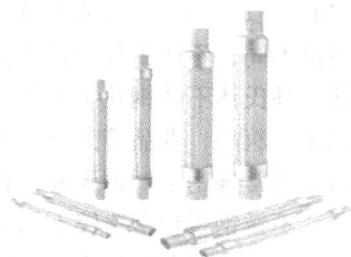


图 1-3 不锈钢金属软管

不锈钢金属软管作为一种柔性耐压管件安装于液体输送系统中，用以补偿管道或机器、设备连接端的相互位移，吸收振动能量，能够起到减振、消音等作用，并且具有柔性好、质量轻、耐腐蚀、抗疲劳、耐高低温等多项优点。不锈钢金属软管一般由进口 SUS304（0Cr18Ni9）SUS316（0Cr17Ni12Mo2）以及 SUS316L（00Cr17Ni14Mo2）材料制造。在大中型压缩制冷系统中，不锈钢金属软管常用于压缩机吸、排气口的连接处，具有减振作用。

1.2 铸铁管及其管件

1.2.1 给水铸铁管及其管件

给水铸铁管的材质为灰铸铁和球墨铸铁，适用于输送水和燃气。其规格用公称尺寸表示，如 DN100。

1. 砂型离心铸铁管

砂型离心铸铁管的材质为灰铸铁，适用于给水和煤气输送管道，其连接方式为承插连接。砂型离心铸铁管按壁厚的不同，压力级别分为 P 级和 G 级，公称尺寸的范围为 DN200 ~

高速离心铸造而成的。它克服了灰铸铁脆性的缺点，具有灰铸铁耐腐蚀的优点，还有很高的抗拉强度、抗压强度，其冲击韧度为灰铸铁的 10 倍以上，使用寿命为钢管的 2~3 倍。球墨铸铁管的直径为 100~1200mm，管道定长尺寸度为 4m、5m、5.5m 和 6m；采用柔性接口，按接口形式分为机械式和滑入式两类。机械式接口又分为 N1 型、X 型和 S 型三种，滑入式接口为 T 型。球墨铸铁管的标准壁厚分别为 K8 级、K9 级、K10 级和 K12 级。

5. 给水铸铁管管件

给水铸铁管管件的材质为灰铸铁，出厂试验压力为：管径小于或等于 300mm 的为 2.5MPa、管径大于或等于 350mm 的为 2.0MPa。其主要用于输送给水，如果用于输送煤气等压力气体时，管道需作气密性试验。给水铸铁管的接口形式分为承插式和法兰式。管件有弯头、三通管、四通管和异径管等，如图 1-6 所示。

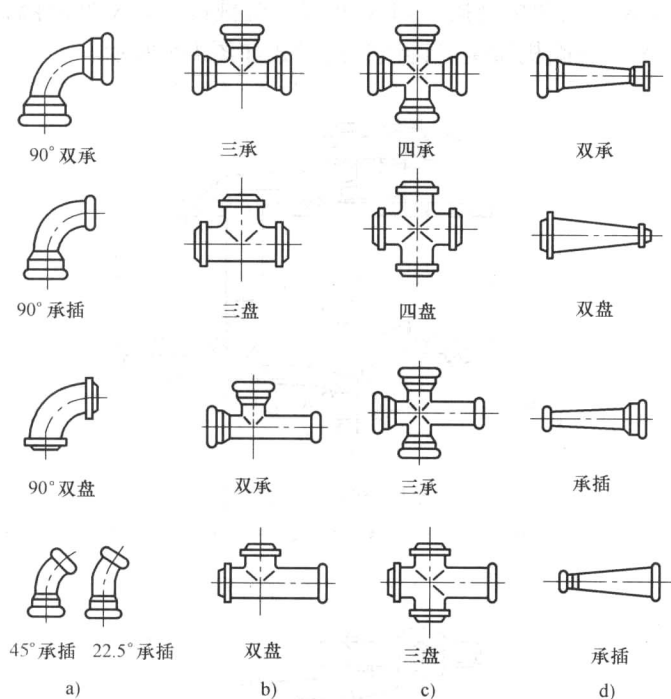


图 1-6 给水铸铁管管件

a) 弯头 b) 三通 c) 四通 d) 异径管

1.2.2 排水铸铁管及其管件

1. 排水铸铁管

排水铸铁管通常由灰铸铁铸造而成。其化学成分中磷的质量分数不大于 0.30%，硫的质量分数不大于 0.10%；抗拉强度不小于 140MPa；水压试验压力为 1.4MPa，可用于输送雨水、污废水；适用于城镇、工业企业排水。其管壁较薄，承口较小。管径为 50~200mm，壁厚为 4.5~6mm，管长可依需要做成 500mm、1000mm、1500mm、2000mm 四种，采用承插式连接，按管承口部位的形状可分为 A 型和 B 型。