



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
21世纪高等教育建筑环境与设备工程系列规划教材

施工安装技术

邵宗义◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

免费电子课件

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
21世纪高等教育建筑环境与设备工程系列规划教材

施工安装技术

主 编 邵宗义
副主编 杨志昂
参 编 李志新 吕金全 谢 慧 张 叶
主 审 宋 波 李德英

机械工业出版社

序

建筑环境与设备工程专业是1998年教育部颁布的全国普通高等学校本科专业目录中，将原“供热通风与空调工程”专业和“城市燃气供应”专业进行调整、拓宽而组建的新专业。专业的调整不是简单的名称的变化，而是学科科研与技术发展，以及随着经济的发展和人民生活水平的提高，赋予了这个专业新的内涵和新的元素，创造健康、舒适、安全、方便的人居环境是21世纪本专业的重要任务。同时，节约能源、保护环境是这个专业及相关产业可持续发展的基本条件，因而它们和建筑环境与设备工程专业的学科科研与技术发展总是密切相关，不可忽视。

作为一个新专业的组建及其内涵的定位，它首先是由社会需求所决定的，也是和社会经济状况及科学技术的发展水平相关的。我国的经济持续高速发展和大规模建设需要大批高素质的本专业人才，专业的发展和重新定位必然导致培养目标的调整和整个课程体系的改革。培养“厚基础、宽口径、富有创新能力”，符合注册公用设备工程师执业资格，并能与国际接轨的多规格的专业人才以满足需要，是本专业教学改革的目的。

机械工业出版社本着为教学服务，为国家建设事业培养专业技术人才，特别是为培养工程应用型和技术管理型人才作贡献的愿望，积极探索本专业调整和过渡期的教材建设，组织有关院校具有丰富教学经验的教授、副教授主编了这套建筑环境与设备工程专业系列教材。

这套系列教材的编写以“概念准确、基础扎实、突出应用、淡化过程”为基本原则，突出特点是既照顾学科体系的完整，保证学生有坚实的数理科学基础，又重视工程教育，加强工程实践的训练环节，培养学生正确判断和解决工程实际问题的能力，同时注重加强学生综合能力和素质的培养，以满足21世纪我国建设事业对专业人才的要求。

我深信，这套系列教材的出版，将对我国建筑环境与设备工程专业人才的培养产生积极的作用，会为我国建设事业做出一定的贡献。

陈在康

前 言

“施工安装技术”是建筑环境与设备工程专业具有较强工程实践背景的一门专业课程，也是学生巩固所学专业知识和完成理论学习与工程应用技术对接的重要课程。通过该课程的学习，学生可以掌握安装工程的材料知识、生产工艺流程、工程做法以及施工质量验收等知识，并将多科专业知识有机地结合在一起，形成新的知识模块，有效地缩短了从学生到工程技术人员转化过程的时间。

本书参照建筑环境与设备工程专业教学指导委员会制订的教学基本要求，结合国家现行的政策，以及工程设计规范、施工及质量验收规范、产品技术规程、工程技术措施，并考虑学习对象的实际情况和工程应用技术的特点，按照建筑设备工程施工分工方式和其之间的联系将专业知识进行划分和组合，突出了重点。书中保留了未被禁止使用的设备、施工工艺知识，补充了当前国家推广使用的新技术、新设备和新工艺，并将国家规范、强制执行标准等内容集中体现在相关专业内容上，重点讲述了设备系统的整体形式、安装方法、安装要求以及新技术、新设备和新工艺。本书集众多安装技术规范、技术规程、技术措施以及技术要求于一体，使用了较多的图表、图示和图片，将设备安装工程中常用的材料、设备、安装方法以及数据，以图文并茂的方式表现出来，深入浅出，通俗易懂，适合作为高等学校相关专业“施工安装技术”课程教材和各类施工安装技术人员培训教材，也可供工程设计、监理、施工、运行管理及概预算等部门的工程技术人员学习建筑设备安装工程技术知识使用，还可作为建筑设备施工安装技术手册。

本书由北京建筑工程学院、湖南大学、沈阳建筑大学、山东建筑大学、北京科技大学、新疆大学共同编著，北京建筑工程学院邵宗义任主编，湖南大学杨志昂任副主编，沈阳建筑大学李志新、山东建筑大学吕金全、北京科技大学谢慧、新疆大学张叶等参加编写。本书聘请多部建筑设备及相关专业施工质量验收规范以及施工规范主编、中国建筑科学研究院教授级高级工程师宋波和建筑环境与设备工程专业教学指导委员会委员李德英教授主审。

本书在编写过程中得到了许多施工、设计、科研和产品生产单位资深专业技术人员的精心指导，在此，对专家和同行们给予的大力支持表示衷心的感谢！

本书在编写过程中，引用了许多文献资料（数据、图表、图片和产品样本等），谨向有关文献的作者和单位表示衷心的感谢。

由于编者的学术水平和工程经验有限，加上材料、设备、施工工艺等技术的迅猛发展以及相关施工质量验收规范的不断完善和更新，书中疏漏之处和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。同时恳请读者在使用过程中，将发现的问题及时反馈给作者，以便使本书得到不断的改进和完善。编者将十分感谢！

本课程与实际工程联系紧密，所讲述的知识点将被直接应用到工程领域中，因此，要求教师具有一定的工程实践经验，但教材因受篇幅所限，无法编写得过细，为此，编者特设立答疑和交流电子邮箱，与广大的教材使用者进行交流和沟通，邮箱为 sgazjs@126.com（《施工安装技术》的第一个字母）。

主编联系方式：北京西城区展览馆路1号，北京建筑工程学院，邮编100044。

编者

目 录

序	
前言	
第一章 安装工程常用管材	1
第一节 钢管及管件	1
第二节 铸铁管及管件	13
第三节 有色金属管	18
第四节 常用非金属管	19
思考题	34
第二章 板材与型钢	35
第一节 板材	35
第二节 型钢	37
思考题	39
第三章 阀门与仪表	40
第一节 常用阀门的种类及安装	40
第二节 常用仪表的安装	54
思考题	65
第四章 管道的加工与连接	66
第一节 钢管的加工与附件制作	66
第二节 管道的连接	81
思考题	106
第五章 室内采暖系统的安装	108
第一节 非住宅建筑采暖系统的安装	108
第二节 实施供热计量的室内采暖系统 安装	128
第三节 室内采暖系统的试压、清洗与 试运行	138
思考题	140
第六章 热源设备的安装	141
第一节 锅炉本体的安装	141
第二节 燃油（气）锅炉、直燃机及 电锅炉的安装	165
第三节 锅炉仪表和安全附件的安装	173
第四节 水压试验、烘炉、煮炉与试 运行	177
第五节 热交换站	182
思考题	187
第七章 室外供热管道及设备的安装 ...	188
第一节 室外热力管道的敷设方式和工艺 要求	188
第二节 管道支座（架）及补偿器的 安装	196
第三节 检修平台与小室	205
第四节 热力管道的试压和验收	207
思考题	208
第八章 建筑给水排水系统的安装	209
第一节 室内生活给水系统	209
第二节 室内给水系统的安装	210
第三节 室内排水系统的安装	243
第四节 卫生器具的安装	255
第五节 室外（庭院）给水排水管道及 设备的安装	271
第六节 给水排水管道的试压与验收	280
思考题	286
第九章 通风空调系统及设备的安装 ...	287
第一节 风管及配件的加工	287
第二节 风管及部件的安装	323
第三节 通风空调系统部件的安装	338
第四节 通风与空调设备的安装	346
第五节 通风空调系统的检测与试验	373
第六节 通风空调系统的试运行与 调试	380
思考题	385
第十章 空调冷热源设备的安装	386
第一节 制冷机组的安装	386
第二节 制冷管道的安装	403
第三节 制冷系统试运行	406
第四节 热泵工程技术	408
思考题	419
第十一章 燃气管道与设备的安装	420
第一节 燃气的分类与特性	420
第二节 室外燃气管道的安装	421
第三节 室内燃气管道及设备的安装	438
思考题	446

第十二章 管道与设备的防腐与绝热 ...	447	第五节 楼宇设备监控系统的安装	516
第一节 管道与设备的防腐	447	思考题	525
第二节 管道与设备的保温绝热	458	第十四章 施工组织与管理	526
思考题	476	第一节 建设工程管理概论	526
第十三章 建筑电气工程的施工安装 ...	477	第二节 施工组织设计	535
第一节 建筑电气工程施工概论	477	第三节 工程技术管理	566
第二节 电气线路工程施工	482	思考题	571
第三节 常用电气设备的安装	494	参考文献	572
第四节 安全防护与消防系统的安装	509		

第一章

安装工程常用管材

设备安装是建筑工程的重要组成部分，其中的管道安装约占整个安装工程总量的2/3。本章主要介绍设备安装工程中常用的管材、管件、阀门、型材以及常用的工具和仪表等。

管材和管件在设备安装工程中使用量较大，只有对常用的管材、管件、型材有充分的了解，才能使设备安装工程既能满足功能上的需要，又能达到经济上合理的目标。

设备安装工程中常用的管材按照材料不同可分为金属管、非金属管和复合管等，还可以进一步细分为普通焊接钢管、镀锌钢管、不锈钢管、铸铁管、有色金属管、各种非金属管、各种材料的复合管等；也可以根据用途不同进一步划分。

第一节 钢管及管件

钢管是安装工程中最常用的材料之一，有多种类型和规格。不同类型和规格的钢管可以满足不同的使用要求。

一、钢管及管件的通用标准

管道通常被称为通用材料，应符合国家的统一标准。管道及其附件的通用标准主要是指公称尺寸（ DN ）、公称压力（ PN ）、试验压力、工作压力以及管螺纹的标准等。

1. 管道公称尺寸

公称尺寸原来称为公称直径或通径，是管道和管道附件的尺寸规格标准。同一型号规格的管道外径相等，由于壁厚不同，内径并不相同。按照 GB/T 1047—2005《管道元件 DN （公称尺寸）的定义和选用》有关规定，用于管道和元件的尺寸标识，由字母 DN 和后跟无量纲整数数字组成，后面不能加注尺寸单位。这个数字与端部连接件的孔径或外径等特征尺寸（用 mm 表示）直接相关，但不表示管径的具体数值，如果用于计算时，必须给出外径（ OD ）、内径（ ID ）的具体尺寸值，也可给出 DN/OD 或 DN/ID 的关系。例如， $DN150$ 只表示公称尺寸为 150 的管道或管件，而“管道外径 $OD159mm$ ”、“管道内径 $ID150mm$ ”则表示具体尺寸。

无缝钢管除采用公称尺寸表述外，通常用“外径×壁厚”表示，外径通常用字母 D 、 ϕ 等表示，例如 $\phi 133 \times 4.5$ 表示外径为 133mm、壁厚为 4.5mm 的无缝钢管。

管道及元件的公称尺寸规格见表 1-1。

所有管道、管件和各种设备上的管道接口，都应按照公称尺寸进行生产制造或加工，以保证其通用性。

表 1-1 管道及元件的公称尺寸规格 (GB/T 1047—2005)

DN6	DN40	DN175	DN450	DN1100	DN2000	DN3600
DN8	DN50	DN200	DN500	DN1200	DN2200	DN3800
DN10	DN70	DN225	DN600	DN1300	DN2400	DN4000
DN15	DN80	DN250	DN700	DN1400	DN2600	
DN20	DN100	DN300	DN800	DN1500	DN2800	
DN25	DN125	DN350	DN900	DN1600	DN3000	
DN32	DN150	DN400	DN1000	DN1800	DN3400	

2. 管道元件的公称压力 PN 、试验压力 p_s 和工作压力 p_t

(1) 公称压力 PN 公称压力是指在各自材料的基准温度下, 设备、管道及其附件的耐压强度, 是标称值, 用 PN 加无量纲数字组成。 PN 原是生产管道和附件强度方面的标准, 通常表示在 I 级基准温度 (200°C) 下的工作压力, 后面数字表示压力数值的 $1/10$ (MPa)。按照 GB/T 1048—2005《管道元件 PN (公称压力) 的定义和选用》中有关规定: 除与相关的管道元件标准有关联外, 术语 PN 不具有意义; PN 后跟的数字不代表测量值, 不应用于计算目的, 除非在有关标准中另有规定。因此, PN 标识只作为与管件的力学性能和尺寸特性相关, 用于参考的字母和数字组合的标识。

(2) 试验压力 p_s 试验压力是指在常温下检验管道和附件的机械强度及严密性能的压力标准, 通常采用水压试验标准, 以 p_s 表示。管道和管道附件的试压, 多数在产品生产厂家进行, 与安装工程上进行的系统试压有所区别。产品的强度试验压力 p_s 通常为公称压力 PN 的 $1.5 \sim 2$ 倍, 公称压力 PN 较大时, 倍数选小值; 反之, 取大值; 当公称压力达到 $20 \sim 100\text{MPa}$ 时, 可取 PN 的 $1.25 \sim 1.4$ 倍。严密性试验一般可取公称压力 PN 。

(3) 工作压力 p_t 工作压力是指管道在正常工作时管内流动介质的压力, 用 p_t 表示, “ t ”表示介质最高温度 $1/10$ 的整数值, 例如 $p_t = p_{30}$ 时, 表示介质最高温度为 300°C 。输送热水、过热水和蒸汽的热管道和附件, 由于温度升高而产生热应力, 会使金属材料机械强度降低, 因而承压能力随着温度升高而降低, 所以热力管道的工作压力随着工作温度提高应减小其最大允许值。

例如 $PN \leq 1.6$ 的青铜制造的阀门, 按产品技术标准, 应对阀门做 2.4MPa 的水压试验, 但装配到管路上以后, 只能用 1.6MPa 的水压试验来检验其密封性。当这个阀门用在输送 $t \leq 200^{\circ}\text{C}$ 的介质时, 其允许最大工作压力可为 1.6MPa ; 如果用在输送 $250^{\circ}\text{C} < t \leq 300^{\circ}\text{C}$ 的介质时, 允许最大工作压力仅为 1.3MPa ; 当用在输送温度为 350°C 的介质时, 其允许最大工作压力只能是 1.2MPa 。

由于 PN 表示管道和附件的一般强度标准, 因此可以根据所输送介质的参数直接选择管道及管道附件, 而不必再进行强度计算。工程中可从以下系列中选择: $PN2.5$ 、 $PN6$ 、 $PN10$ 、 $PN16$ 、 $PN25$ 、 $PN40$ 、 $PN63$ 、 $PN100$ (德国标准系列 DIN), 或 $PN20$ 、 $PN50$ 、 $PN110$ 、 $PN150$ 、 $PN260$ 、 $PN420$ (美国标准系列 ANSI)。必要时允许选用其他 PN 数值。各种钢管的 PN 、试验压力 p_s 和工作压力 p_t 分别参见表 1-2 ~ 表 1-4。同一种材料在不同的工作温度下, 最大允许承受压力也有所不同。通常将 $0 \sim 450^{\circ}\text{C}$ 的工作温度分为若干等级, 每一级的管道 PN 、试验压力 p_s 和工作压力 p_t 均不相同。如果温度和压力与表中不符时, 可以用插入法进行计算。

表 1-2 碳素钢制管道和附件 PN 、试验压力 p_s 与工作压力 p_t 的关系

公称压力 PN	试验压力 p_s /MPa	介质工作温度/°C						
		Ⅱ级温度 20~200	Ⅲ级温度 200~250	Ⅳ级温度 250~300	Ⅴ级温度 300~350	Ⅵ级温度 350~400	Ⅶ级温度 400~425	Ⅷ级温度 425~450
		最大工作压力 p_t /MPa						
		p_{20}	p_{25}	p_{30}	p_{35}	p_{40}	p_{42}	p_{45}
0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.07	0.06	0.06	0.05
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

注：1. 表中略去了 16、20、25、32、40、50 等 6 级公称压力及与其对应的 p_s 、 p_t 。
2. 表中试验压力是指采用温度小于或等于 100°C 的水进行试验时的压力。

表 1-3 含钼不少于 0.4% 的钼钢及铬钢制品的压力关系

公称压力 PN	试验压力 p_s /MPa	介质工作温度/°C								
		350	400	425	450	475	500	510	520	530
		最大工作压力 p_t /MPa								
		p_{35}	p_{40}	p_{42}	p_{45}	p_{47}	p_{50}	p_{51}	p_{52}	p_{53}
0.1	0.2	0.1	0.09	0.09	0.08	0.06	0.04	0.05	0.04	0.04
0.25	0.4	0.25	0.23	0.21	0.20	0.14	0.11	0.12	0.11	0.09
0.4	0.6	0.4	0.36	0.34	0.32	0.22	0.17	0.20	0.17	0.14
0.6	0.9	0.6	0.55	0.51	0.48	0.33	0.26	0.30	0.26	0.22
1.0	1.5	1.0	0.91	0.86	0.81	0.55	0.43	0.50	0.43	0.36
1.6	2.4	1.6	1.5	1.4	1.3	0.9	0.7	0.8	0.7	0.6
2.5	3.8	2.5	2.3	2.1	2.0	1.4	1.1	1.2	1.1	0.9
4.0	6	4.0	3.6	3.4	3.2	2.2	1.7	2.0	1.7	1.4
6.4	9.6	6.4	5.8	5.5	5.2	3.5	2.8	3.2	2.8	2.3
10	15	10.0	9.1	8.6	8.1	5.5	4.3	5	4.3	3.6

注：本表略去了 16~100 的 9 级公称压力及与其对应的 p_s 、 p_t 。

3. 管螺纹标准

螺纹连接是管道连接的重要方式之一，为了保证管道和附件的通用性，必须对螺纹连接的管道及管道附件、配件的螺纹制定统一标准，即螺纹的齿形及尺寸标准。YB/T 822—1957《圆锥状管螺纹》已经废止，目前执行的是 GB/T 7306.1—2000《55°密封管螺纹 第

表 1-4 灰铸铁及可锻铸铁制品的压力关系

公称压力 PN	试验压力 (用温度低于 100℃ 的水) p_t/MPa	介质工作温度/℃			
		120	200	250	300
		最大工作压力 p_1/MPa			
		p_{12}	p_{20}	p_{25}	p_{30}
0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
0.25	0.4	0.25	0.25	0.2	0.2
0.4	0.6	0.4	0.38	0.36	0.32
0.6	0.9	0.6	0.55	0.5	0.5
1.0	1.5	1.0	0.9	0.8	0.8
1.6	2.4	1.6	1.5	1.4	1.3
2.5	3.8	2.5	2.3	2.1	2.0
4.0	6.0	4.0	3.6	3.4	3.2

一部分：圆柱内螺纹与圆锥外螺纹》和 GB/T 7306.2—2000《55°密封螺纹 第 2 部分：圆锥内螺纹与圆锥外螺纹》。

钢管螺纹的基本参数有螺距、牙型角、螺纹大径、螺纹小径、螺纹深度等。管螺纹又分为圆柱管螺纹和圆锥管螺纹，圆柱管螺纹的牙型代号为 G，圆锥管螺纹的牙型代号为 ZG，牙型角均为 55°。圆锥管螺纹和圆柱管螺纹每英寸的牙数、螺距、螺纹高度等螺纹规格相同，只是圆锥管螺纹具有 1:16 的锥度。圆柱内螺纹牙型如图 1-1 所示，圆锥管螺纹及外螺纹牙型如图 1-2 所示。

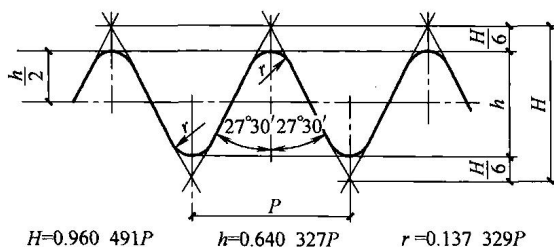


图 1-1 圆柱内螺纹牙型示意图

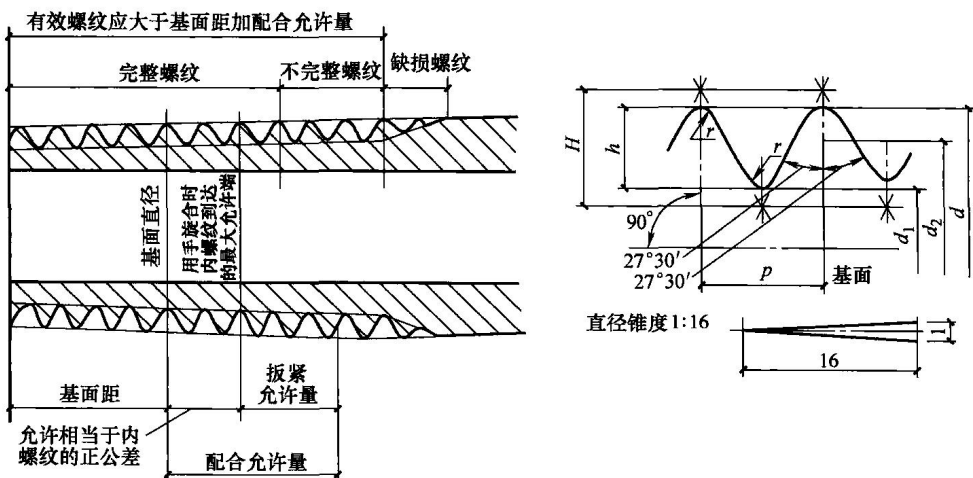


图 1-2 圆锥管螺纹及外螺纹牙型

管螺纹的齿形执行标准可参见表 1-5，螺纹的尺寸及公差见表 1-6。

表 1-5 管螺纹的齿形执行标准

类别	标准名称	标准号
普通螺纹	普通螺纹 基本牙型	GB/T 192—2003
	普通螺纹 直径与螺距系列	GB/T 193—2003
	普通螺纹 基本尺寸	GB/T 196—2003
	普通螺纹 公差	GB/T 197—2003
	普通螺纹 极限偏差	GB/T 2516—2003
	普通螺纹 优选系列	GB/T 9144—2003
	普通螺纹 中等精度、优选系列的极限尺寸	GB/T 9145—2003
管螺纹	55°密封管螺纹 第1部分:圆柱内螺纹与圆锥外螺纹	GB/T 7306.1—2000
	55°密封管螺纹 第2部分:圆锥内螺纹与圆锥外螺纹	GB/T 7306.2—2000
	55°非密封管螺纹	GB/T 7307—2001
	60°密封管螺纹	GB/T 12716—2002
	米制密封螺纹	GB/T 1415—2008
	普通螺纹 管路系列	GB/T 1414—2003
	气瓶专用螺纹	GB 8335—1998
通用基准	螺纹术语	GB/T 14791—1993

表 1-6 圆柱螺纹的基本尺寸及公差

尺寸代号	每25.4mm内所包含的牙数 n	螺距 P /mm	牙高 h /mm	基准平面内的基本直径			基准距离				装配余量		外螺纹的有效螺纹不小于			圆柱内螺纹直径的极限偏差 \pm		
				大径 (基准直径) $d = D$ /mm	中径 $d_2 = D_2$ /mm	小径 $d_1 = D_1$ /mm	基本 /mm	极限偏差 $\pm T_1/2$		最大 /mm			最小 /mm	基准距离分别为				
								mm	圈数		基本 /mm	最大 /mm		最小 /mm	径向 /mm	轴向圈数 $T_2/2$		
				mm	圈数	mm	mm	mm	圈数	mm	圈数	mm	mm	mm	mm	mm		
1/16	28	0.907	0.581	7.723	7.142	6.561	4	0.9	1	4.9	3.1	2.5	2 3/4	6.5	7.4	5.6	0.071	1 1/4
1/8	28	0.907	0.581	9.728	9.147	8.566	4	0.9	1	4.9	3.1	2.5	2 3/4	6.5	7.4	5.6	0.071	1 1/4
1/4	19	1.337	0.856	13.157	12.301	11.445	6	1.3	1	7.3	4.7	3.7	2 3/4	9.7	11	8.4	0.104	1 1/4
3/8	19	1.337	0.856	16.662	15.806	14.950	6.4	1.3	1	7.7	5.1	3.7	2 3/4	10.1	11.4	8.8	0.104	1 1/4
1/2	14	1.814	1.162	20.955	19.793	18.631	8.2	1.8	1	10.0	6.4	5.0	2 3/4	13.2	15	11.4	0.142	1 1/4
3/4	14	1.814	1.162	26.441	25.279	24.117	9.5	1.8	1	11.3	7.7	5.0	2 3/4	14.5	16.3	12.7	0.142	1 1/4
1	11	2.309	1.479	33.249	31.770	30.291	10.4	2.3	1	12.7	8.1	6.4	2 3/4	16.8	19.1	14.5	0.180	1 1/4
1 1/4	11	2.309	1.479	41.910	40.431	38.952	12.7	2.3	1	15.0	10.4	6.4	2 3/4	19.1	21.4	16.8	0.180	1 1/4
1 1/2	11	2.309	1.479	47.803	46.324	44.845	12.7	2.3	1	15.0	10.4	6.4	2 3/4	19.1	21.4	16.8	0.180	1 1/4
2	11	2.309	1.479	59.614	58.135	56.656	15.9	2.3	1	18.2	13.6	7.5	3 1/4	23.4	25.7	21.1	0.180	1 1/4
2 1/2	11	2.309	1.479	75.184	73.705	72.226	17.5	3.5	1 1/2	21.0	14.0	9.2	4	26.7	30.2	23.2	0.216	1 1/2
3	11	2.309	1.479	87.884	86.405	84.926	20.6	3.5	1 1/2	24.1	17.1	9.2	4	29.8	33.3	26.3	0.216	1 1/2
4	11	2.309	1.479	113.030	111.551	110.072	25.4	3.5	1 1/2	28.9	21.9	10.4	4 1/2	35.8	39.3	32.3	0.216	1 1/2
5	11	2.309	1.479	138.430	136.951	135.472	28.6	3.5	1 1/2	32.1	25.1	11.5	5	40.1	43.6	36.6	0.216	1 1/2
6	11	2.309	1.479	163.830	162.351	160.872	28.6	3.5	1 1/2	32.1	25.1	11.5	5	40.1	43.6	36.6	0.216	1 1/2

二、钢管的分类和常用规格

钢管具有一定的机械强度和刚度，其热稳定性好，具有可塑性，易于煨弯、焊接及切削加工。工程中使用的成品管道要求管壁厚薄均匀、材质密实、管道内外表面平整光滑。

钢管按照制造方法可分为无缝钢管和焊接钢管两类，通常有无缝钢管、有缝钢管、螺旋

焊接钢管、普通焊接钢管、镀锌钢管以及不锈钢管等。

1. 无缝钢管

无缝钢管用优质碳素钢或合金钢制成，多由 10 号、20 号、Q295、Q345 等牌号钢制造。按照生产工艺可分为热轧管、热挤压管、热扩管、冷轧管、冷拔管等。

冷拔（轧）是在再结晶温度以下进行的轧制，热轧是在再结晶温度以上进行的轧制。热轧无缝钢管分为一般钢管，低、中压锅炉钢管，高压锅炉钢管，合金钢管，不锈钢管，石油裂化管，地质钢管和其他钢管等；冷轧（拔）无缝钢管除热轧的钢管品种外，还包括碳素薄壁钢管、合金薄壁钢管、不锈薄壁钢管、异型钢管。

安装工程多使用一般无缝钢管，低、中压锅炉用无缝钢管和结构用无缝钢管。中、低压冷拔管的外径为 5~200mm，长度为 1.5~10.50m。热轧无缝钢管的外径为 32~530mm，长度一般为 4~12.5m，无缝钢管的壁厚为 0.5~12mm，其中以壁厚小于 6mm 者最为常用。无缝钢管的力学性能应符合表 1-7 所示的规定。其所能承受的水压试验压力值可按照式 (1-1) 确定，但最大压力不超过 40MPa。

$$P_s = \frac{200SR}{D} \quad (1-1)$$

式中 S ——最小壁厚 (mm)；

R ——允许应力 (MPa)；对用碳素钢制作的钢管 R 值采用抗拉强度的 35%；

D ——钢管的内径 (mm)。

表 1-7 钢管的力学性能

钢 号	低碳钢(软钢)管		低硬钢管		硬 钢 管	
	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ_{10} (%)	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ_{10} (%)	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ_{10} (%)
08 和 10	320	20	380	12	400	5
15	360	18	410	10	450	4
20	400	17	450	8	500	3
Q215	340	20	360	12	—	—
Q235	380	18	400	10	—	—
Q255	420	17	440	8	—	—

常用热轧管的规格尺寸及质量如表 1-8 所示，常用冷拔管的规格尺寸及质量如表 1-9 所示。

表 1-8 部分热轧无缝钢管尺寸及质量表

外直径 D_H /mm	壁厚/mm										
	3.5	4	4.5	5	5.5	6	7	8	9	10	11
	每米长的理论质量/kg(设钢的密度为 7.85g/cm ³)										
57	4.62	5.23	5.83	6.41	6.99	7.55	8.63	9.67	10.65	11.59	12.48
61.5	4.83	5.52	6.16	6.78	7.39	7.99		10.26	11.32	12.33	13.29
63.5	5.18	5.87	6.55	7.21	7.87	8.51	9.75	10.95	12.10	13.19	14.24
68	5.57	6.31	7.05	7.77	8.48	9.17	10.53	11.84	13.10	14.30	15.46

(续)

外直径 D_H /mm	壁厚/mm										
	3.5	4	4.5	5	5.5	6	7	8	9	10	11
	每米长的理论质量/kg(设钢的密度为 7.85g/cm^3)										
70	5.74	6.51	7.27	8.01	8.75	9.47	10.88	12.23	13.54	14.80	16.01
73	6.00	6.81	7.60	8.38	9.16	9.91	11.39	12.82	14.21	15.54	16.82
76	6.26	7.10	7.93	8.75	9.56	10.36	11.91	13.42	14.87	16.28	17.63
83	6.86	7.79	8.71	9.62	10.51	11.39	13.21	14.80	16.42	18.00	19.53
89	7.38	8.38	9.38	10.36	11.33	12.28	14.16	15.98	17.76	19.48	21.16
95	7.90	8.98	10.04	11.10	12.14	13.17	15.19	17.16	19.09	20.96	22.79
102	8.50	9.67	10.82	11.96	13.09	14.21	16.40	18.55	20.64	22.69	24.69
108	—	10.26	11.49	12.70	14.72	15.09	17.44	19.73	21.97	24.17	26.31
114	—	10.85	12.15	13.44	15.67	15.98	18.47	20.91	23.31	25.65	27.94
121	—	11.54	12.93	14.30	16.48	17.02	19.68	22.29	24.86	27.37	29.84
127	—	12.13	13.59	15.04	17.29	17.90	20.72	23.48	26.19	28.85	31.47
133	—	12.73	14.26	15.78	18.24	18.79	21.75	24.66	27.52	30.33	33.10
140	—	—	15.04	16.65	19.06	19.83	22.96	26.04	29.08	32.06	34.99
146	—	—	15.70	17.39	19.87	20.72	24.00	27.23	30.41	33.54	26.62
152	—	—	16.37	18.13	20.82	21.66	25.03	28.41	31.75	35.02	38.25
159	—	—	17.15	18.99	22.04	22.64	26.24	29.79	33.29	36.75	40.15
168	—	—	—	20.10	—	23.97	27.79	31.57	35.29	38.99	42.59
180	—	—	—	—	—	25.75	29.87	33.93	37.95	41.92	45.85
194	—	—	—	23.31	—	27.82	32.28	36.70	41.06	45.38	49.64
219	—	—	—	—	—	31.52	36.60	41.93	46.61	51.54	56.43
245	—	—	—	—	—	—	41.09	46.76	52.38	57.95	63.48
273	—	—	—	—	—	—	45.92	52.28	58.60	64.86	71.07
299	—	—	—	—	—	—	—	57.41	64.37	71.27	78.13
325	—	—	—	—	—	—	—	62.54	70.14	77.86	85.18
351	—	—	—	—	—	—	—	67.67	75.91	84.10	92.23
377	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90.51	99.29
426	—	—	—	—	—	—	—	—	92.55	—	112.58

表 1-9 部分规格冷拔无缝钢管尺寸及质量表

外直径 D_H /mm	壁厚/mm										
	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	0.80	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0
	每米长的理论质量/kg(设钢的密度为 7.85g/cm^3)										
5	0.0292	0.0348	0.0454	0.055	0.065	0.083	0.099	0.112	0.124	0.129	0.134
7	0.0416	0.0496	0.065	0.080	0.095	0.122	0.148	0.172	0.193	0.213	0.247
9	0.054	0.064	0.085	0.105	0.125	0.162	0.197	0.231	0.262	0.292	0.345
11	0.066	0.079	0.115	0.129	0.154	0.201	0.247	0.290	0.311	0.371	0.444
16	0.097	0.116	0.154	0.191	0.228	0.300	0.370	0.438	0.503	0.568	0.691

(续)

外直径 D_H /mm	壁厚/mm										
	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	0.80	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0
	每米长的理论质量/kg(设钢的密度为 7.85g/cm^3)										
20	0.122	0.146	0.193	0.240	0.288	0.379	0.469	0.556	0.642	0.726	0.888
22			0.212	0.265	0.318	0.419	0.518	0.616	0.710	0.806	0.986
25			0.242	0.302	0.363	0.478	0.592	0.7023	0.813	0.925	1.13
28			0.272	0.340	0.406	0.536	0.666	0.792	0.916	1.040	1.280
30			0.292	0.364	0.436	0.576	0.715	0.851	0.986	1.120	1.380
32			0.311	0.389	0.466	0.615	0.765	0.910	1.050	1.200	1.480
34			0.331	0.413	0.496	0.665	0.814	0.968	1.120	1.280	1.580
36			0.350	0.438	0.525	0.695	0.863	1.030	1.190	1.360	1.830
38			0.370	0.464	0.555	0.734	0.912	1.090	1.260	1.440	1.780
40			0.390	0.494	0.585	0.774	0.962	1.150	1.330	1.520	1.870
外直径 D_H /mm	壁厚/mm										
	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.8	3.0	3.2
	每米长的理论质量/kg(设钢的密度为 7.85g/cm^3)										
42	1.010	1.210	1.410	1.650	1.790	2.160	2.440	2.700	2.890	3.070	
45	1.090	1.300	1.51	1.710	1.910	2.120	2.320	2.620	2.910	3.110	3.310
48	1.090	1.380	1.610	1.830	2.050	2.480	2.480	2.810	3.110	3.330	3.540
50	1.160	1.440	1.680	1.910	2.140	2.370	2.590	2.930	3.250	3.480	3.700
53	1.280	1.530	1.780	2.030	2.270	2.520	2.760	3.110	3.460	3.700	3.940
56	1.360	1.620	1.890	2.150	2.400	2.260	2.920	3.300	3.660	3.920	4.170
60	1.460	1.740	2.020	2.310	2.580	2.86	3.130	3.550	3.940	4.220	4.490
63	1.530	1.830	2.130	2.420	2.710	3.010	3.300	3.720	4.150	4.440	4.730
65	1.580	1.890	2.200	2.500	2.800	3.110	3.400	3.850	4.290	4.590	4.890
70	1.700	2.030	2.370	2.700	3.020	3.350	3.680	4.160	4.630	4.960	5.280
75	1.820	2.180	2.540	2.900	3.240	3.600	3.950	4.460	4.970	5.320	5.680
80			2.710	3.090	3.470	3.840	4.220	4.770	5.320	5.890	6.280
85			2.88	3.290	3.690	4.090	4.480	5.080	5.660	6.060	6.50
外直径 D_H /mm	壁厚/mm										
	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
	每米长的理论质量/kg(设钢的密度为 7.85g/cm^3)										
100	8.320	9.460	10.59	11.71	13.87	16.03	18.09	20.15	22.19	24.14	26.04
120	8.660	10.06	11.44	14.30	16.89	19.50	22.10	24.70	27.20	29.57	31.96
130	11.80	12.43	13.92	15.48	16.88	21.20	24.10	26.90	29.70	32.27	34.92
150	12.65	14.39	16.11	17.85	21.25	24.68	28.01	31.29	34.52	37.71	40.84
170	14.31	16.31	18.35	20.30	24.27	28.14	31.96	37.73	39.46	43.13	46.76
200		19.67	21.65	24.00	28.70	33.32	37.88	42.39	46.85	51.27	55.63

无缝钢管具有强度高、内表面光滑、水力条件好等优点,适用于高压供热系统和高层建筑的热、冷水管。一般压力在 0.6MPa 以上的管路都应采用无缝钢管。无缝钢管由于管壁较薄,通常不宜采用螺纹连接而采用焊接或法兰连接。

GB/T 8162—2008《结构用无缝钢管》规定的钢管是用于一般结构和机械结构的无缝钢管;GB/T 8163—2008《输送流体用无缝钢管》规定的钢管是用于输送水、油、气等流体的一般无缝钢管;GB 3087—2008《低中压锅炉用无缝钢管》规定的钢管是用于制造各种结构的低、中压锅炉过热蒸汽管、沸水管及机车锅炉用过热蒸汽管、大烟管、小烟管和拱砖管用的优质碳素结构钢热轧和冷拔(轧)无缝钢管;GB 5310—2008《高压锅炉用无缝钢管》规定的钢管是用于制造高压及其以上压力的水管锅炉受热面用的优质碳素钢、合金钢和不锈钢耐热钢无缝钢管;GB/T 14975—2002《结构用不锈钢无缝钢管》规定的钢管是广泛用于化工、石油、轻纺、医疗、食品、机械等工业的耐腐蚀管道和结构件及零件的不锈钢制成的热轧(挤、扩)和冷拔(轧)无缝钢管;GB/T 14976—2002《流体输送用不锈钢无缝钢管》规定的钢管是用于输送流体的不锈钢制成的热轧(挤、扩)和冷拔(轧)无缝钢管;GB/T 3639—2009《冷拔或冷轧精密无缝钢管》规定的钢管是用于机械结构、液压设备的尺寸精度高和表面光洁度好的冷拔或冷轧精密无缝钢管。

安装工程中所选用的无缝钢管,应具有出厂合格证,对无质量合格证的产品,需进行质量检查试验。检查必须根据 GB/T 228—2002《金属材料 室温拉伸试验方法》、GB/T 247—2008《钢板和钢带包装、标志及质量证明书的一般规定》、GB/T 241—2007《金属管 液压试验方法》、GB/T 242—2007《金属管 扩口试验方法》等进行。外观上不得有裂纹、凹坑、鼓包及壁厚不均等缺陷。

2. 有缝钢管

有缝钢管又称焊接钢管,材质主要有 Q215A、Q215B、Q235A、Q235B、Q295A、Q345A、Q345B 等碳素钢。焊接钢管是由卷成管形的钢板以对焊、叠边焊或螺旋缝焊接而成,可用于公称压力 $PN \leq 1.6\text{MPa}$ 的输水管道、煤气管道、消火栓系统和暖气空调管道等系统。焊接钢管所能承受的水压试验压力一般管和轻型管为 2MPa,加厚管为 2.5MPa。

普通焊接钢管镀锌后,称为镀锌管或白铁管,根据镀锌工艺不同,镀锌管可分为冷镀锌管和热镀锌管,镀锌管多被用在生活饮用水系统、生活冷热水供应系统和消防喷淋系统中。由于其耐腐蚀性不够好,会出现黄水、红水等现象,造成水源二次污染。原建设部等四部委《关于在住宅建设中淘汰落后产品的通知》[1999] 295 号文规定:自 2000 年 6 月 1 日起,在城镇新建住宅中,禁止将冷镀锌钢管用于室内给水管道,并根据当地实际情况逐步限时禁止使用热镀锌钢管。

有缝钢管质量检验标准与无缝钢管的检验标准相同。按壁厚可分为普通钢管和加厚钢管,具体规格如表 1-10 所示。

有缝钢管内外表面的焊缝应光滑平直,不得有开裂现象,强度应符合标准,镀锌管的锌层应完整和均匀。带有圆锥状管螺纹的普通钢管和镀锌钢管的长度一般为 4~9m,并带一个管接头(管箍)。无螺纹的普通钢管和镀锌钢管长度一般为 4~12m。

有缝普通钢管和镀锌钢管以公称通径标称,壁厚 3~12mm,其公称尺寸规格为 DN10~DN1200。当 $DN \leq 30$ 时,单管长度为 2~6m;当 DN 为 30~70 时,单管长度为 2~8m;当 $DN > 70$ 时,单管长度为 2~10m。多用在室外气、水和废气的管道上。有缝卷制的钢管规格见表 1-11。

表 1-10 低压流体输送用焊接管规格 (摘自 GB/T 3091—2008)

公称尺寸 DN		外径 D_w mm	钢 管			
公制	英制		普通钢管		加厚钢管	
		壁厚/mm	理论质量/(kg/m)	壁厚/mm	理论质量/(kg/m)	
6	1/8	10.2	2.0	0.40	2.5	0.47
8	1/4	13.5	2.5	0.68	2.8	0.74
10	3/8	17.2	2.5	0.91	2.8	0.99
15	1/2	21.3	2.8	1.28	3.5	1.54
20	3/4	26.9	2.8	1.66	3.5	2.02
25	1	33.7	3.2	2.41	4.0	2.93
32	1 ^{1/4}	42.4	3.5	3.36	4.0	3.79
40	1 ^{1/2}	48.3	3.5	3.87	4.5	4.86
50	2	60.3	3.8	5.29	4.5	6.9
70	2 ^{1/2}	76.1	4.0	7.11	4.5	7.95
80	3	88.9	4.0	8.38	5.0	10.35
100	4	114.3	4	10.88	5.0	13.48
125	5	139.7	4.0	13.39	5.5	18.20
150	6	168.3	4.5	18.18	5.5	21.63

表 1-11 有缝卷制焊接钢管规格

外径/mm	壁厚/mm				
	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
	理论质量/(kg/m)				
57	4.00	4.62			
76	5.40	6.26	7.10	7.93	
89	6.36	7.38	8.38	9.38	
108	7.97	9.02	10.26		
114	8.21	9.54	10.85	12.15	13.44
133		11.18	12.73	14.61	15.78
140		11.78	13.42	15.04	16.65

DN > 250 的大口径钢管可以采用螺旋缝埋弧焊钢管 (又称卷焊钢管)。卷焊钢管的焊接方式分为自动埋弧焊和高频焊两种。按照承压高低分为甲类管和乙类管。螺旋缝埋弧焊钢管的管径从 DN200 ~ DN2200, 长度一般为 8 ~ 12.5m, 壁厚为 $\delta = 6 \sim 16\text{mm}$ 。采用螺旋缝埋弧焊的钢管规格见表 1-12。

采暖、空调、低压煤气管路、非饮用水输送管路的工作压力一般不超过 0.4MPa, 通常采用普通焊接钢管最为经济合理。城市供热网及煤气管网的较粗管道, 一般应采用螺旋焊钢管。螺旋焊钢管管径及可承受试验压力可参见表 1-13。

3. 不锈钢管

不锈钢管由于污染少, 使用寿命长, 被称为 21 世纪绿色材料。它广泛应用在建筑的冷热水系统和直饮水系统以及食品、医药、化工等领域。不锈钢管道的型号和执行标准参见表 1-14, 不锈钢管的安装可参照 04S407—2 《建筑给水金属管道安装 (薄壁不锈钢管)》执行, 或按照 CECS 153—2003 《建筑给水薄壁不锈钢管管道工程技术规程》执行。