

市政工程施工速学丛书

管道工程 施工速学手册

巩玉发 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

市政工程施工速学丛书

管道工程 施工速学手册

主 编 巩玉发
副主编 洪 岩



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

本书强调全面性、系统性,突出各章节的独立性。全书共十四章,内容包括市政常用管道材料、给水管道系统基础知识、排水管道系统基础知识、供热管道系统基础知识、燃气管道系统基础知识、土方工程、地下管道的敷设、管道接口、给排水管道施工、供热管道施工、燃气管道施工、市政管道穿越障碍物的施工、市政渠道施工、城市地下管线的交叉施工。

本书适用于从事管道工程施工的新入职人员使用,也可作为相关企业岗位的培训教材,同时还可供相关专业大中专院校的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

管道工程施工速学手册/巩玉发主编. —北京:中国电力出版社,2009
(市政工程施工速学丛书)

ISBN 978-7-5083-9050-5

I. 管… II. 巩… III. 管道施工-技术手册 IV. TU81-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第107690号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>

责任编辑:关童 责任印制:陈焊彬 责任校对:李楠

北京同江印刷厂印刷·各地新华书店经售

2010年1月第1版·第1次印刷

700mm×1000mm 1/16·18.5印张·361千字

定价:38.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话(010-88386685)

参加编写人员名单

丛书主编 张 彬 张向东

本书主编 巩玉发

本书副主编 洪 岩

本书参编 卜玉坤 王笑冰 史海波 白雅君

刘向辉 朱忆鲁 许艳秋 张 军

张立国 张宝成 罗利华 郑大为

郝凤山 戴元成 马文颖 于 涛

李 林 苏 莹 李艳红

前言

随着经济的发展和社会的进步，市政工程的施工规模越来越大，技术难度越来越高。本书将管道施工的理论及实践相结合，参照国家现行标准及规范编写，使读者了解市政管道常用的材料、基础知识、施工技术。本书各章节单独分页，其内容既前后呼应、相互联系，又自成体系、相对独立；既可供读者全面、系统、有条理地进行学习，又便于读者有针对性地查阅与选学。

本书运用简单、直接的“模块式”手法进行编写，便于读者自学，使读者抓住本章节重点、难点，理清知识脉络。

全书共分为十四章，内容包括市政常用管道材料、给水管道系统基础知识、排水管道系统基础知识、供热管道系统基础知识、燃气管道系统基础知识、土方工程、地下管道的敷设、管道接口、给排水管道施工、供热管道施工、燃气管道施工、市政管道穿越障碍物的施工、市政渠道施工、城市地下管线的交叉施工。

本书适用于从事管道工程施工的新入职人员使用，也可作为相关企业岗位的培训教材，同时还可供相关专业大中专院校的师生参考。

本书编写过程中，参考了相关的规范标准、政策文件和文献资料，在此一并致谢。由于时间仓促以及编者水平有限，虽经反复推敲核实，可能仍存在许多不足之处，编者深感集思广益的必要，恳请广大读者提出宝贵意见，我们将认真听取，并及时改正和完善。

编者

目 录

前 言

第一章 市政常用管道材料	(1)
一、市政管道的分类	(1)
二、管材的标准	(2)
三、各类管材的要求	(5)
四、钢管	(9)
五、铸铁管	(14)
六、混凝土管和钢筋混凝土管	(18)
七、塑料管	(21)
八、其他管材	(26)
第二章 给水管道系统基础知识	(30)
一、给水管道系统的组成	(30)
二、给、配水管网的布置	(34)
三、给水管附件	(36)
四、给水管道的构造	(42)
五、给水管网附属构筑物的构造	(44)
六、给水管道工程施工图的识读	(50)
第三章 排水管道系统基础知识	(53)
一、排水种类	(53)
二、排水管道系统的组成	(54)
三、排水管道系统的布置	(56)
四、排水管道的构造	(59)
五、排水管网附属构筑物的构造	(61)
六、排水管道工程施工图的识读	(63)
第四章 供热管道系统基础知识	(66)
一、供热系统的组成及分类	(66)
二、供热管道系统的布置	(67)
三、供热管材、管件及附件	(69)
四、供热管道的结构	(72)
五、供热管道附属构筑物的构造	(75)

六、供热管道施工图的识读	(78)
第五章 燃气管道系统基础知识	(82)
一、燃气管道系统的组成、分类及构造	(82)
二、燃气管道的布置	(85)
三、燃气管材、管件及附属设备	(88)
第六章 土方工程	(91)
一、沟槽开挖	(91)
二、沟槽支撑	(96)
三、沟槽回填	(101)
四、施工排水	(104)
五、轻型井点降水	(107)
六、管井井点降水	(111)
七、其他人工降低地下水位方法	(112)
八、边坡塌方和流沙的处理	(117)
九、地基处理	(119)
第七章 地下管道的敷设	(122)
一、准备工作	(122)
二、下管	(124)
三、稳管	(130)
四、安管的方法	(131)
五、管道的安装	(134)
第八章 管道接口	(139)
一、铸铁管接口方法	(139)
二、钢管接口方法	(142)
三、塑料管接口方法	(145)
四、钢筋混凝土管道接口方法	(148)
第九章 给排水管道施工	(153)
一、铸铁管的施工	(153)
二、钢管的施工	(159)
三、钢筋混凝土管的施工	(160)
四、其他类型管道施工	(162)
五、附属设备与附属构筑物的施工	(164)
第十章 供热管道施工	(174)
一、热力管道的特点	(174)
二、热力管道的安装要求	(179)

三、热力管道地沟敷设	(183)
四、热力管道地下直埋敷设	(187)
五、热力管道架空敷设	(190)
六、管道的支座与支吊架的安装	(195)
七、其他附属器具的安装	(206)
第十一章 燃气管道施工	(210)
一、燃气管道的敷设	(210)
二、燃气管道的安装	(215)
三、附属设备的安装	(218)
第十二章 市政管道穿越障碍物的施工	(224)
一、手工掘进顶管法施工	(224)
二、机械掘进顶管法施工	(229)
三、长距离顶管技术	(233)
四、直接顶进法施工	(234)
五、盾构法施工	(239)
六、其他不开槽施工法	(245)
七、围堰法施工	(250)
八、管道河面跨越施工	(255)
第十三章 市政渠道施工	(260)
一、渠道现场开挖	(260)
二、砌筑渠道施工	(265)
三、现浇钢筋混凝土渠道施工	(270)
四、装配式钢筋混凝土渠道施工	(274)
第十四章 城市地下管线的交叉施工	(277)
一、管道与管道交叉施工	(277)
二、管道与构筑物交叉施工	(281)
三、两种管道交叉并同时施工	(283)
参考文献	(288)

第一章 市政常用管道材料

一、市政管道的分类

【要点】

市政管道工程是市政工程的重要组成部分，是城市基础设施的重要组成部分。市政管道是城市地下管线重要的组成部分，被称为城市的“血管”和“神经”，担负着传送信息和输送能量的任务，是发挥城市功能、确保城市经济和社会健康、协调发展的物质基础。市政管道按其功能主要分为：给水管道、排水管道、燃气管道、热力管道、电力电缆和电信电缆。

【解释】

◆ 给水管道

给水管道分为输水管道和配水管网两大部分。给水管道主要为城市输送供应生活用水、生产用水、消防用水和市政绿化及喷洒道路用水。给水厂将符合国家现行生活饮用水卫生标准的成品水经输水管道输送到配水管网，然后再经过配水干管、连接管、配水支管、分配管分配到各用水点上，供用户使用。

◆ 排水管道

排水管道分为污水管道、雨水管道及合流管道，主要是用来及时收集城市中的生活污水、工业废水和雨水，并将生活污水及工业废水输送到污水处理厂进行适当处理后再排放。通常情况雨水既不处理也不利用，而是就近排放，以确保城市的环境卫生和生命财产的安全。

◆ 燃气管道

通常将燃气管道分为分配管道和用户引入管，主要是将燃气分配站中的燃气输送分配到各用户，供用户使用。

我国城市燃气管道根据输气压力的不同一般分为五类（表 1-1）。

表 1-1

我国城市燃气管道根据输气压力分类

燃气管分类	P 值	适 用 对 象
低压燃气管道	$P \leq 0.005 \text{ MPa}$	经用户专用调压站调压后, 才能经低压或中压分配管道向用户供气, 供用户使用
中压 B 燃气管道	$0.005 \text{ MPa} < P \leq 0.2 \text{ MPa}$	
中压 A 燃气管道	$0.2 \text{ MPa} < P \leq 0.4 \text{ MPa}$	
高压 B 燃气管道	$0.4 \text{ MPa} < P \leq 0.8 \text{ MPa}$	构成大城市输配管网系统的外环网, 是城市供气的主动脉
高压 A 燃气管道	$0.8 \text{ MPa} < P \leq 1.6 \text{ MPa}$	城市间的长距离输送管线, 有时也构成大城市输配管网系统的外环网

◆ 热力管道

热力管道分为热水管道及蒸汽管道, 是将热源中产生的热水或蒸汽输送分配到各用户, 供用户取暖使用。

◆ 电力电缆

电力电缆主要为城市输送电能, 电力电缆按照电压的高低可分为低压电缆、高压电缆和超高压电缆三种。按其功能可分为动力电缆、照明电缆和电车电缆。

◆ 电信电缆

电信电缆主要为城市传送信息, 通常将其分为市话电缆、长话电缆、光纤电缆、广播电缆、电视电缆、军队及铁路专用通信电缆等。

【相关知识】

◆ 压力管道

压力管道主要是指输送的液体、气体等介质在加压的状态下运行的管道, 例如给水管道、热力管道和燃气管道等。

◆ 无压管道

无压管道主要是指输送的液体在其自身重力作用下运行的管道, 且其管内液体的最高运行液面不超过管道截面内顶, 如排水管道等。

二、管 材 的 标 准

【要点】

管材标准是根据当前的科学技术基础, 结合生产实践经验, 由有关方面协调一致, 经过主管部门批准, 以特定形式发布, 作为相关行业共同遵守的技术

文件的总称。我国管材的规格由《管道元件 DN （公称尺寸）的定义和选用》（GB/T 1047—2005）规定。管材标准化的主要内容是统一管材、管件的主要参数和结构尺寸，其中最主要的就是直径和压力的标准化和系列化。

【解释】

◆ 公称直径

1. 概念

公称直径是指为了使管道、管件和阀门之间具有互换性而规定的一种通用直径，用符号 DN 表示，单位是 mm。在我国，公称直径曾经用 D_g 表示，国际上用通用符号 DN 表示，符号后面用数字注明公称直径的数值。例如，公称直径为 300mm 的管材表示为 $DN300$ 。

2. 级别

公称直径是控制管材设计及制造规格的一种标准直径，与管内径相接近。公称直径从 1~4000mm 共分 65 个级别，其工程上常用的通径规格包括：6mm、10mm、15mm、20mm、25mm、40mm、50mm、80mm、100mm、150mm、200mm、250mm、300mm、350mm、400mm、450mm、500mm、600mm、700mm、800mm、900mm、1000mm、1100mm、1200mm、1300mm、1400mm、1500mm、1600mm 28 个规格。

3. 实际生产制造规格

管材及管件的 actual 生产制造规格包括 3 种类别（表 1-2）。

表 1-2 管材及管件的 actual 生产制造规格

管材及管件	制 造 规 格
阀门等附件	公称直径等于其实际内径
内螺纹管件	公称直径等于其内径
各种管材	公称直径只是个名义直径。不等于其实际内径及实际外径，但只要其公称直径相同，无论管材的实际内径及外径的数值是多少，就可以用相同公称直径的管件相连接，具有通用性及互换性

◆ 公称压力

1. 公称压力的概念

公称压力是指为了设计、制造及使用的方便而规定的一种标准压力，在数值上等于一级温度（0~20℃）下，介质的最大工作压力，用符号 PN 来表示，符号后面附加压力数值。

2. 公称压力的级别

公称压力由 0.05~250MPa，共分 26 个级别（表 1-3）。其中工程上常用的

通径规格包括：0.25、0.4、0.6、1、1.6、2.5、4、6.4、10、16、20、32 共 12 个级别。

表 1-3 管子和管件的公称压力

公 称 压 力	公 称 压 力	公 称 压 力
0.05	6.4	50
0.1	8	64
0.25	10	80
0.4	13	100
0.6	16	125
1.0	20	160
1.6	25	200
2.5	32	250
4	40	—

◆ 试验压力

1. 试验压力的概念

试验压力是指管材出厂前，为检验其力学性能和严密性能，一般以压力试验来确定，用来进行压力试验的压力标准。试验压力用符号 p_s 表示。

2. 压力试验的分类

通常将压力试验分为水压试验及气压试验，一般情况下试验压力是公称压力的 1.5~2 倍，这是在常温条件下制定的检验管材力学性能和严密性的标准。通常按照国家标准规定的数值检验，也可以根据式（1-1）计算取值：

$$p_s = \frac{200SR}{D_w - 2S} \tag{1-1}$$

式中 p_s ——试验压力，单位为 MPa；

S ——管材壁厚，单位为 mm；

R ——允许应力，单位为 MPa；

D_w ——管材允许应力，单位为 mm。

水压试验： $p_s = \text{设计工作压力} \times \text{试验的安全系数}$ （安装规范为 1.5）；

气压试验： $p_s = \text{设计工作压力} \times \text{试验的安全系数}$ （安装规范为 1.25）。

◆ 工作压力

1. 工作压力的概念

工作压力是指由于管材不但承受介质的压力作用，同时还要承受介质的温度作用。材料在不同温度条件下具有不同的力学性能，因此其允许承受的介质工作压力是随介质温度不同而不同。按照介质温度确定管材所承受压力的强度

标准而定。用符号 p_t 表示, t 用介质温度数值的 1/10 整数, 例如 p_{20} 、 p_{30} … 分别表示管材在介质温度为 200℃, 300℃ 允许的工作压力。

2. 工作压力的级别

在工程上将碳素钢管材的工作温度应用范围 0 ~ 450℃ 分成 8 个级别, 每级的公称压力与工作压力的换算对应关系见表 1-4:

表 1-4 换算关系表

级 别	温 度 范 围/℃	换 算 关 系
I 级	0 ~ 20	工作压力 = 1.20 × 公称压力
II 级	20 ~ 200	工作压力 = 1.00 × 公称压力
III 级	200 ~ 250	工作压力 = 0.92 × 公称压力
IV 级	250 ~ 300	工作压力 = 0.82 × 公称压力
V 级	350 ~ 350	工作压力 = 0.73 × 公称压力
VI 级	350 ~ 400	工作压力 = 0.64 × 公称压力
VII 级	400 ~ 425	工作压力 = 0.58 × 公称压力
VIII 级	425 ~ 450	工作压力 = 0.45 × 公称压力

【相关知识】

◆ 管材标准

管材标准按照主管部门或适用范围不同将其分成: 国家标准 (GB)、部颁标准、企业标准及国际标准 (ISO), 其中对国家标准和部颁标准的执行具有强制性。每个标准都有规定的代号和编号。代号用汉语拼音字母表示。编号由两组数字组成, 第一组数字为该标准的顺序, 第二组数字为该批准年份的缩写。例如 “GB 126—1974”, 表示 1974 年批准实行的第 126 号国家标准。

三、各类管材的要求

【要点】

本节包括对给水管道、排水管道、热力管道、燃气管道的管材要求。例如在给水中常用的管材主要有铸铁管、球墨铸铁管、钢管和塑料管等, 排水

管材有混凝土管、钢筋混凝土管、塑料管、玻璃钢夹砂管等，供热管材有钢管，燃气管道通常使用钢管、铸铁管及塑料管等。

【解释】

◆ 给水管材

在给水管中常用的管材包括铸铁管、球墨铸铁管、钢管、塑料管等。给水管材还包括有铜管和石棉水泥管，但是由于铜管的造价偏高，只在高级建筑室内给水中偶尔使用；石棉水泥管由于管身极易损坏，如果在有地震发生的地区，其破损率极大，石棉水泥管也可能会有致癌影响，因此，石棉水泥管属于即将淘汰的品种，现在许多国家已经不再生产。

由于给水管道是压力流，在选用给水管材时要符合下述条件：

(1) 要有足够的强度和刚度，可以承受内压，以便承受在运输、施工和正常输水过程中所产生的各种荷载。

(2) 具备一定的抗外荷载能力。

(3) 长期输水后，内壁光滑，减小水头损失，能保持相当好的输水能力。

(4) 与水接触不产生有毒物质，安装方便，维修简单。

(5) 寿命长、价格低廉、且有较强的抗腐蚀能力。

(6) 可以就地取材，造价低。

总之，除上述六个方面以外，还要因地制宜，根据不同地区及供应运输条件进行综合比较。

◆ 排水管材

我国常用的排水管材包括混凝土管、钢筋混凝土管、塑料管、玻璃钢夹砂管等。

排水管材的要求：

(1) 应当具有抵抗污水中杂质的冲刷磨损和抗腐蚀的能力。当排除生活污水及中性或者弱碱性的工作废水时，各种管材都适用；当排除碱性的工业废水时可采用铸铁管或砖渠，也可在钢筋混凝土渠内做塑料衬砌；当排除弱酸性的工业废水可用陶土管或砖渠；当排除强酸性的工业废水时可用耐酸陶土管及耐酸水泥砌筑的砖渠或用塑料衬砌的钢筋混凝土渠。

(2) 排水管渠必须密闭不透水，以防止污水渗出或地下水渗入。污水从管渠渗出至土壤，将污染地下水或邻近水体，或者破坏管道及附近房屋的基础。地下水渗入管渠，不但降低管渠的排水能力，而且将增大污水泵站及处理构筑物的负荷。

(3) 排水管渠的内壁应整齐光滑，尽可能的减小水流阻力。

(4) 排水管渠要就地取材，并要考虑预制管件及快速施工的可能，以便尽

量降低管渠的运输及施工的费用。

总之,对排水管材的要求不但满足排水工程的使用,还要合理地进行选择管渠材料,合理地进行选择管渠材料对降低排水系统的造价影响很大。所以,选择排水管渠材料时应综合考虑技术性、抗破坏性、耐腐蚀性、抗渗性、光滑性、经济性及其他方面的因素。

◆ 热力管材

1. 热力管材分类

按照输送的介质将热力管道分为热水管道及蒸汽管道两类;按照管道敷设的区域将其分为室外热力管道及室内热力管道两类;按照介质的工作压力将其分为高、中、低压三类。

2. 常用热力管材

(1) 钢管。供热管道通常使用钢管。钢管的最大特点就是可以承受很大的内压力和动载荷,管道连接简便,但是钢管的内部和外部易于腐蚀。

室内供暖管道通常使用水煤气输送钢管,室外供热管道常采用无缝钢管。对 $\phi 219$ 以上的管道,目前多采用螺旋焊缝钢管。

(2) 其他管材。铝及铝合金管道常用作热交换设备的盘管。铜管常用来制作热交换设备、氟利昂制冷设备以及对介质清洁度要求较高的管道。

◆ 燃气管材

燃气管道通常使用钢管、铸铁管和塑料管等。燃气高压、中压管道通常使用钢管,管径较大时选用螺纹钢管,低压采用钢管或铸铁管。塑料管多用于工作压力不大于 0.4MPa 的室外地下管道。阀件大多使用铁壳铁芯,若输送介质为脱硫煤气,可以采用铜质密封圈的阀门。

1. 燃气管材的要求

(1) 燃气管道要具有足够的力学性能(抗拉强度、屈服强度、伸长率、冲击韧性),焊接性好,而且要有不透气性。

(2) 燃气管线用钢管除了必须满足强度要求(力学性能)和焊接性能外,还需要根据环境温度、管径大小、输送压力及输送介质的腐蚀性等条件,考虑钢材的冲击韧性、韧脆转变温度及耐腐蚀性能。

(3) 燃气管道用的钢管要具备出厂质量证明书,各种技术指标必须符合现行有关标准的规定。要对燃气管道进行外观检查,管道表面要光滑,无裂纹、夹渣、重皮、锈蚀、凹陷等现象,钢管外径的偏差不能超过允许值。焊缝钢管的焊缝质量必须保证。

2. 聚乙烯管

燃气管道的塑料管主要采用聚乙烯管,其性能稳定,脆化温度低(-80°C),具有质轻、耐腐蚀及良好的抗冲击性能,材质伸长率大,可弯曲使

用,内壁光滑、管道长、接口少,运输施工方便、劳动强度低。

目前我国聚乙烯燃气管分为 SDR11 和 SDR17.6 两个系列。SDR11 系列宜用于输送人工煤气、天然气、液化石油气(气态);SDR17.6 系列宜用于输送天然气。输送不同种类燃气的聚乙烯管最大允许工作压力应符合表 1-5 规定。聚乙烯燃气管道最大允许工作压力,除应符合表 1-5 规定外,在不同温度下的允许工作压力还应符合表 1-6 的规定。

聚乙烯燃气管道在输送其他成分组成的燃气时,需要经过充分论证,并在安全性能得到保证后,参考相似气种确定其允许的工作压力。聚乙烯燃气管道输送不含冷凝液的人工煤气时,工作压力可以适当提高,但要不大于 0.2MPa,在输送不含冷凝液的气态液化石油气时,工作压力可适当提高,但要不大于 0.3MPa。

表 1-5 不同燃气的聚乙烯管最大允许工作的压力

燃气种类	天然气	液化石油气	人工煤气
最大允许工作压力/MPa SDR11	0.400	0.100	0.005
最大允许工作压力/MPa SDR17.6	0.200	—	—

表 1-6 不同温度下的允许工作压力

工作温度/℃	$-20 < t \leq 0$	$0 < t \leq 20$	$20 < t \leq 30$	$30 < t \leq 40$
允许工作压力/MPa SDR11	0.1	0.4	0.2	0.1
允许工作压力/MPa SDR17.6	0.007 5	0.2	0.1	0.007 5

【相关知识】

◆ 管路附件的选用要求

弯头、异径管、法兰、三通、盲板、补偿器、紧固件等的选用要以设计图为依据。若设计无明确规定一般要根据管材进行选用。无缝钢管通常用在承压管道,法兰连接管路附件应选用焊接;对于压力较低的水煤气管道,为维护检修方便应选用螺栓连接管件和管路附件。

四、钢 管

【要点】

通常钢管用于压力管道上,如给水管道、热力管道及燃气管道等。钢管的优点有很多,例如自重轻、强度高、抗应变能力比铸铁管和钢筋混凝土压力管好、接口操作方便、承受管内水压力较高、管内水流水力条件好等。但是,钢管的耐腐蚀性差,使用前应进行防腐处理。由于钢管多采用焊接连接,相应的接头管件较少,通常由施工企业在管道加工厂或施工现场加工制作。

【解释】

◆ 钢管的种类

钢管种类繁多,有水煤气输送钢管、无缝钢管、螺旋缝焊接钢管和直缝卷制焊接钢管等。水煤气输送钢管常用在建筑给水和燃气管道上;无缝钢管大多用在工业的高压管道上;螺旋缝焊接钢管和直缝卷制焊接钢管,虽耐压强度不高,但其管径可做大,较适用于输送天然气、自来水及其他低压流体(气体和液体的总称),是市政常用的压力管材之一。

1. 水煤气输送钢管

(1) 行业标准。水煤气输送钢管是按《低压流体输送用焊接钢管》(GB/T 3091—2008)标准制造,因有焊接缝,又称其为有缝钢管。

(2) 适用对象。水煤气输送钢管,通常用于室内给水、采暖和煤气管道工程中。此种管材多采用螺纹连接,为便于螺纹加工,管材多用碳素结构钢制造,也称其为熟铁管。

(3) 管材分类。

1) 根据管材是否镀锌,又分为镀锌钢管(俗称白铁管)和不镀锌钢管(俗称黑铁管)。

2) 按其壁厚分两种规格:普通管,适用于公称压力 $PN \leq 1.0 \text{ MPa}$;加厚管,适用于公称压力 $PN \leq 1.6 \text{ MPa}$ 。管材规格以公称直径 DN 表示,如 $DN25$ 。出厂时有管端带螺纹和不带螺纹两种。

3) 有缝钢管也称为焊接钢管,其管径用公称直径表示,分为低压流体输送钢管与卷焊钢管(表 1-7)。