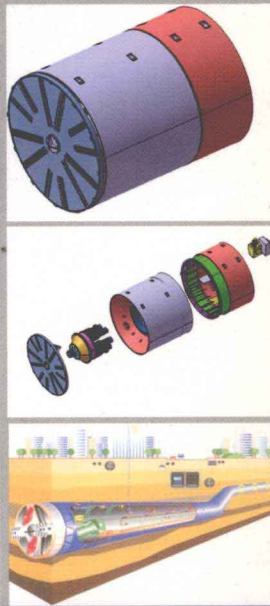
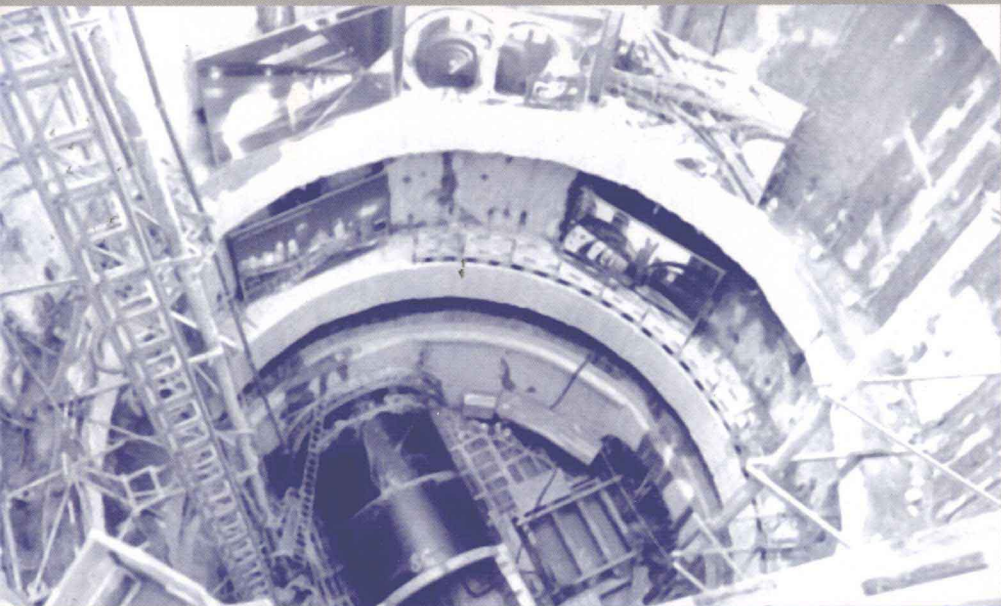




普通高等教育“十一五”国家级规划教材



J I P A I S H U I G U A N D A O G O N G C H E N G

给排水管道工程

蒋柱武 黄天寅 主编
丁堂堂 主审

 同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

给排水管道工程

蒋柱武 黄天寅 主编

丁堂堂 主审



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。全书分七章,各章相互独立,自成体系,既注重内容的系统性,让读者学习和掌握给水排水管道的基础理论和设计方法,又强调工程技术应用能力的培养,使读者通过学习了解并掌握给水排水管道的建设、施工和维护方法。本书涵盖例题、课程设计、工程案例和习题,使理论与工程实践紧密结合,并注重工程训练。教材力求采用最新的规范和技术规程,强调实际应用和专业最新成果及发展方向。

本书适用于技术应用型本科和职业技术教育给水排水和相关专业教学,也可供从事给水排水专业的设计、管理、施工和养护技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

给排水管道工程 / 蒋柱武, 黄天寅主编. -- 上海: 同济大学出版社, 2011. 3

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-5608-4516-6

I. ①给… II. ①蒋… ②黄… III. ①给水管道—管道工程—高等学校—教材 ②排水管道—管道工程—高等学校—教材 IV. ①TU991.36 ②TU992.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 025750 号

给排水管道工程

主 编 蒋柱武 黄天寅 副主编 程和美 王雪峰 陈礼洪 毕东苏
责任编辑 赵泽毓 责任校对 徐春莲 封面设计 潘向葵

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)
经 销 全国各地新华书店
印 刷 同济大学印刷厂
开 本 787 mm×960 mm 1/16
印 张 23
印 数 1—3 100
字 数 460 000
版 次 2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5608-4516-6

定 价 38.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

序 言

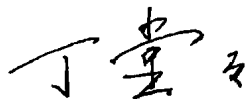
水是循环的维系生命的物质,可以区分为自然循环和社会循环两种过程。由于人类社会的发展尤其是给水排水工程技术不断拓展,使得水的社会循环体系浩大而复杂。给水排水管道恰是连接水的社会循环领域各工程环节的通道和纽带,是实现给排水工程设施功能的关键一环。在城镇化建设突飞猛进的今天,工程质量的问题尤其突出。给排水管道工程的质量取决于勘察设计、建设施工、材料质量和维护管理的各个环节。对于工程技术人才和一线技术人员,需要掌握设计、施工、选材和运行维护的综合知识,而不能偏重于某一方面。难能可贵的是本书编者均来自高等院校、设计院所、给排水管网运营和管理单位的一线人员,他们的工作以教学、工程设计和维护管理为重,他们各自结合实际工作经验,将给排水管道工程的设计、施工和养护技术领域的知识融为一体,通过例题、设计题目、工程案例和课后习题,将理论与工程实际紧密结合,注重课程的工程训练。本书引用了大量最新的设计、施工和验收规范,突出实际应用价值。本书模块化的组织结构、理论与应用并重的编排体系,也是进行教材改革的很好尝试。

给水排水管道工程建设和运行维护正不断融入高新技术,它有利于实现机械化生产,提高工程建设速度,降低造价,降低劳动强度,减少人为干预,最终提高水环境质量。为适应这一变化,专业人才的培养应该注重引入在专业领域应用的新技术、新工艺和新的工程设备等内容。结合给水排水工程专业的发展方向,各专业技术应以水的社会循环为研究对象,在水的输送、分配和水质水量调节方面,既保持专业传统,又强调与其他工程类别如水利、道路、建筑设备、地下工程等的相互协调,全面提高给排水专业的科学性和应用性。

现在有一种倾向,就是忽视给排水专业的工程技术学科本性,在本、专科教育阶段就大量压缩工程训练教育,长此以往将严重影响毕业生的工程素养,培养的人才满足不了工程建设领域的需要,这最终将影响给排水工程的建设质量。

给排水专业改革发展,千头万绪,还是人的因素第一。给水排水专业人才培养需要大量创新性的教材和专业技术工具书,供读者系统全面掌握必备的专业知识。应该鼓励扎扎实实在一线工作的教学科研和技术人员参与人才的培养,满足国家建设之需,并在工程建设各个领域多做贡献。

《中国给水排水》主编

A handwritten signature in black ink, appearing to read '丁强' (Ding Qiang), with a small mark to the right.

2011年1月

前 言

给排水管道工程是城镇得以正常运转的重要保障,是人们生产生活不可缺少的重要组成部分。在我国城镇化快速发展的今天,基本建设突飞猛进。质量是工程设施的生命,给排水管道工程的质量不仅影响城镇功能的充分发挥,而且对人居健康、道路交通、水环境保护和城市安全都有直接的影响。给排水管道工程的质量取决于勘察设计、建设施工、材料质量和维护管理的全过程。近20年来,给水排水管网系统的设计方法、管道材料、施工和维护管理技术得到了长足发展。给水排水管道是连接给排水领域各工程环节和对象的通道和纽带,与城市道路和其他地下工程设施关系紧密。由于给排水管道大都埋地敷设,属于隐蔽工程,建设施工和养护作业对地面影响很大,工程质量尤其关键。对于技术应用型人才和技术人员,急需全面掌握设计、施工、选材和维护管理的综合知识。

为培养给排水行业市场需求的专业技术应用型人才的需要,编者率先以模块形式将给排水管网设计、施工和维护管理编成一本书。本书共分七章,各章相互独立,自成体系。本书既注重内容的系统性,让读者学习和掌握给排水管道的基础理论和设计方法,包括给排水管网的规划与布置、给水量和排水量的计算、管网的水力计算和设计理论与方法;又强调工程技术应用能力,参照最新设计、施工、验收规范,使读者懂得给排水管道的建设、施工和维护方法,包括给排水管道的各种施工技术、施工工艺、新型管道材料及其应用、给水管网的运行管理及养护、排水管网的维护与管道非开挖修复技术等。本书可作为技术应用型本科和高职专科给排水和相关专业教材及工程技术人员参考用书。

本书由同济大学蒋柱武和苏州科技学院黄天寅任主编,上海市城市建设工程学校程和美、上海浦东威立雅自来水有限公司王雪峰、福建工程学院陈礼洪、上海应用技术学院毕东苏任副主编。其中第一、五章由王雪峰和上海浦东威立雅自来水有限公司樊敏敏编写,第二章由黄天寅编写,第三章第一节由

蒋柱武编写,其余由上海城市建设工程学校顾仁政编写,第四章由程和美和汪瑞峰合写,第六章由蒋柱武编写,第七章由陈礼洪和程和美合写,全书由蒋柱武统稿,陈礼洪、毕东苏修改。在编写过程中,上海市排水管理处张煜伟、郑忆宁和同济大学李田、陆志波、邬友东提供了大量资料和帮助。全书由《中国给水排水》主编丁堂堂主审。

本书参考了大量书目、文献和一些施工单位提供的先进施工技术及实践资料,主要参考书目附于书后,在此编者对这些著作的作者表示诚挚的感谢。

由于给水排水管道工程涉及的内容和知识领域广泛,加之编者水平所限,不足之处在所难免。恳请本书的使用者和广大读者批评指正。

编者

2010年12月

目 录

序

前言

1 城镇给水管网系统的设计方法	1
1.1 给水管网系统的组成	1
1.1.1 给水要求	1
1.1.2 管网组成	2
1.1.3 系统类型	3
1.2 给水管网系统的管道设施	4
1.2.1 给水管道	4
1.2.2 给水管道附件	7
1.2.3 给水管道附属设施	8
1.3 给水管网系统的规划设计	9
1.3.1 给水管网布置	9
1.3.2 给水管道定线	10
1.3.3 设计用水量	13
1.3.4 用水量变化	15
1.3.5 设计用水量预测计算	16
1.3.6 给水系统的流量和水压关系	20
1.4 给水管网系统的水力计算	25
1.4.1 给水管网水力计算	25
1.4.2 输水管设计	45
1.5 给水管网系统的水力模型	48
1.5.1 给水管网的模型化	48
1.5.2 管网模型的水力特性	53
1.5.3 管网模型的矩阵表示	55
1.5.4 给水管网模型软件	57
1.5.5 给水管网水力模型的建立与应用	57

2 城镇排水管道系统及其设计	63
2.1 城镇排水的来源和排水系统.....	63
2.1.1 排水的分类	63
2.1.2 排水系统及其任务	64
2.1.3 城市污水	64
2.2 城镇各排水系统的组成部分及其体制.....	65
2.2.1 城市污水排水系统的主要组成部分.....	65
2.2.2 工业污水排水系统的组成部分	66
2.2.3 雨水排水系统的主要组成部分	67
2.2.4 排水系统的体制	67
2.2.5 排水系统体制的选择	71
2.3 城镇排水系统的规划设计总论.....	72
2.3.1 排水工程规划设计原则	73
2.3.2 设计资料的调查	73
2.3.3 设计方案的确定	74
2.3.4 城市排水系统总平面布置	74
2.4 城镇污水管道系统设计.....	76
2.4.1 污水量计算	77
2.4.2 污水管道水力计算与设计	82
2.5 城镇雨水管渠系统及防洪工程的规划设计.....	98
2.5.1 雨水管渠系统设计概述	98
2.5.2 雨水管渠设计流量的确定	99
2.5.3 雨水管渠系统的设计和计算	104
2.6 合流制管渠系统的规划设计	113
2.6.1 合流制管渠系统的布置特点	113
2.6.2 合流制排水系统的设计流量	113
2.6.3 合流制排水管渠的水力计算	114
2.7 常用排水管材及其附属构筑物	119
2.7.1 常用排水管材及制品	119
2.7.2 排水管渠系统上的附属构筑物	121
3 给排水新型管材及其连接技术	126
3.1 概述	126
3.1.1 管材的分类	126

3.1.2	各种塑料管简介	128
3.1.3	管道管径、压力表示方法	130
3.1.4	新型给排水管道的性能	131
3.1.5	埋地排水塑料管的受力性能分析	137
3.1.6	室外给水排水管材的选择	139
3.2	球墨铸铁管及其连接技术	140
3.2.1	球墨铸铁管性能	140
3.2.2	球墨铸铁管的规格	142
3.2.3	球墨铸铁管的连接技术	145
3.3	高密度聚乙烯管及其连接技术	150
3.3.1	高密度聚乙烯(HDPE)管的性能	150
3.3.2	高密度聚乙烯(HDPE)管材的规格	153
3.3.3	高密度聚乙烯管的连接技术	158
3.4	玻璃钢夹砂管及其连接技术	164
3.4.1	玻璃钢夹砂管的性能	164
3.4.2	玻璃钢夹砂管(FRPM)的规格	166
3.4.3	玻璃钢夹砂(FRPM)管的连接	167
4	城镇给排水管道施工技术	169
4.1	管道开槽施工	169
4.1.1	测量放线	169
4.1.2	沟槽开挖与地基处理	170
4.1.3	管道基础	184
4.1.4	下管和稳管	186
4.1.5	给水球墨铸铁管安装	188
4.1.6	给水钢管安装	191
4.1.7	给水附属构筑物的施工	194
4.1.8	给水管道严密性试验(水压试验)	196
4.1.9	(钢筋)混凝土排水管道安装(铺设)	199
4.1.10	排水管道严密性试验(闭水试验)	201
4.1.11	沟槽回填	204
4.2	管道顶管施工	206
4.2.1	顶管的基本概论	206
4.2.2	顶管的工艺组成	208

4.2.3	顶管工作井的基本知识	216
4.2.4	顶管施工	216
4.3	其他施工方法简介	222
4.3.1	盾构法施工	222
4.3.2	水平定向钻	225
4.3.3	气动矛	229
4.3.4	夯管锤	230
5	城镇给水管网运行管理及养护	233
5.1	给水管道工程的竣工验收	233
5.1.1	给排水管道工程验收	233
5.1.2	给水管道工程质量检查	234
5.1.3	管道冲洗和消毒	238
5.2	给水管网系统的资料管理	241
5.2.1	给水管网技术资料管理	241
5.2.2	给水管网地理信息系统	243
5.3	给水管网系统的监测检漏	246
5.3.1	给水管网水压和流量测定	246
5.3.2	给水管网检漏	248
5.4	给水管网系统的养护更新	253
5.4.1	给水管道防腐	253
5.4.2	给水管道清垢和涂料	256
5.4.3	阀门的管理	260
5.5	给水管网系统的运行调度	261
5.5.1	城市供水调度的目标与任务	261
5.5.2	我国城市供水调度现状及发展方向	262
5.5.3	城市供水调度系统组成	263
5.5.4	城市供水调度 SCADA 系统	265
5.5.5	城市供水优化调度数学方法	269
5.5.6	城市供水运行调度管理	270
5.5.7	城市供水调度系统实例	272
5.6	给水管网系统的水质管理	274
5.6.1	管网水质污染的原因	274

5.6.2	二次供水引起的水质问题	276
5.6.3	管网水质维持措施	279
6	排水管网维护与管道非开挖修复技术	281
6.1	排水管网维护与运行管理	281
6.1.1	排水管网维护和管理现状	281
6.1.2	排水管网维护工作	282
6.1.3	排水管理和管网地理信息系统	295
6.1.4	排水管网地理信息系统数据库的建立	297
6.2	管道状况评估	298
6.2.1	管道缺陷等级分类	299
6.2.2	管道结构性状况评估	301
6.2.3	管道功能性状况评估	303
6.3	管道非开挖修复技术发展与分类	304
6.4	管道非开挖修复主要施工工艺	307
6.4.1	CIPP 翻转内衬法修复技术	307
6.4.2	HDPE 穿插牵引修复技术	310
6.4.3	螺旋缠绕制管法	313
6.5	排水管道维护案例	316
6.5.1	检查井、雨水口人工清掏	316
6.5.2	管道疏通	317
6.5.3	管道堵塞冒溢处理	318
6.5.4	井盖缺失应急处置	319
6.6	翻转内衬工艺施工案例	320
6.6.1	工程概况	320
6.6.2	主要工作量	320
6.6.3	主要施工工艺及流程	320
6.6.4	主要施工工艺描述	323
6.6.5	质量验收标准	324
6.6.6	主要材料	325
7	给排水管道工程制图与识图	326
7.1	给水排水制图规范	326
7.1.1	一般规定	326

7.1.2 图样画法	330
7.2 给排水管道工程识图	333
7.2.1 给水排水工程图图例	333
7.2.2 给水管线施工图识读	339
7.2.3 排水管道施工图识读	342
7.3 给水排水管道施工图的识读训练	350
7.3.1 给水管道施工图识读训练	350
7.3.2 排水管道施工图识读训练	353
参考文献	355

1 城镇给水管网系统的设计方法

1.1 给水管网系统的组成

1.1.1 给水要求

给水管网的基本任务是安全可靠、经济合理地供应城乡人民生活、工业生产、保安防火、交通运输、建筑工程、公共设施、军事建设等各项用水,满足用户对水量、水质和水压的要求。

城镇给水按其用途主要分为:

(1) 生活用水

生活用水包括居住建筑、公共建筑、生活福利设施等生活饮用、洗涤、烹饪、清洁卫生以及工业和企业内部职工的生活用水及淋浴用水等。

生活用水量随当地的气候、生活习惯、生活水平、供水压力、收费方法等的不同而有所不同。生活用水水质关系到人们的身体健康,生活饮用水的水质必须达到《生活饮用水卫生标准》规定的要求。城镇给水系统供水压力,要满足城镇内大多数建筑供水点的压力要求。

(2) 生产用水

生产用水是指工业企业生产过程中的工艺用水,如食品、酿造、饮料工业的原料用水;冶炼、化工、电力等工业的冷却用水;锅炉蒸汽用水;纺织、造纸工业的洗涤、空调、印染用水等。

工业企业部门很多,生产工艺多种多样,生产用水的水量、水质和水压的要求也有很大的差异。生产用水必须由生产工艺设计部门提供水量、水质和所需压力的要求。

(3) 消防用水

消防用水是扑灭火灾的用水,只有在发生火灾时才由给水管网供给。消防用水对水质没有特殊要求。一般城镇给水均采用低压制消防系统,即当发生火灾时,由消防车自管网中取水加压进行灭火。工业企业和民用建筑小区内也有采用高压消防制的,即当发生火灾时,提高整个管网的水压,以保证必需的灭火水柱高度。有关火灾次数、消防水量以及相应管网压力,应按消防规范确定。

除以上三种主要用水外,城镇给水还需考虑景观用水、浇洒道路及绿地用水等。

1.1.2 管网组成

给水管网系统一般由输水管(渠)、配水管网、水压调节设施(泵站、减压阀)及水量调节设施(清水池、水塔、高地水池)等构成。

图 1-1-1 为一个典型的给水管网系统示意图。

(1) 输水管(渠)

输水管(渠)是指在较长距离内输送水量的管道或渠道,如从水源到水厂的管道或渠道、从水厂将清水输送至供水区域的管道(渠道)、从供水管网向某些大用户供水的专用管道、区域给水系统中连接各区域管网的管道等。输水管道采用的材料有铸铁管、钢管、钢筋混凝土管、upvc 管等;输水渠道一般由砖、砂、石、混凝土等材料砌筑。

(2) 配水管网

配水管网是指分布在供水区域内的配水管道网络,其功能是将来自于输水管渠末端或储水设施的水量分配输送到整个供水区域,使用户能从近处接管用水。

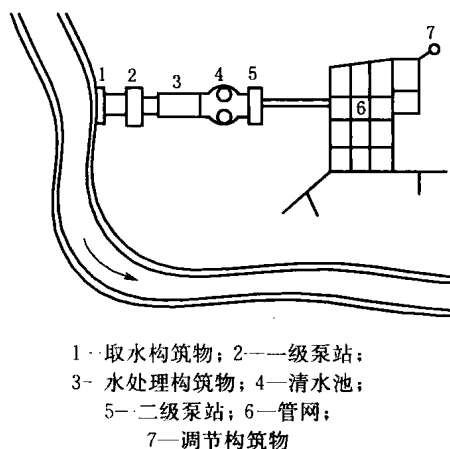
配水管网由主干管、干管、支管、连接管、分配管等构成。配水管网中还需要安装消火栓、阀门(闸阀、排气阀、泄水阀等)和检测仪表(压力、流量、水质检测等)等附属设置,以保证消防供水和满足生产调度、故障处理、维护保养等管理需要。

(3) 泵站

泵站是输配水系统中的加压设施,一般由多台水泵并联组成。给水管网中的泵站有提升原水的一级取水泵站、供水泵站和加压泵站。供水泵站一般位于水厂内部,将水厂清水池中的水加压后送入输水管或配水管网,又称为二级泵站;加压泵站则对远离水厂的供水区域或地形较高的区域进行加压,以满足用水水压要求,又称为三级泵站。

(4) 水量调节设施

水量调节设施包括清水池、水塔和高地水池等,其中清水池位于水厂内,水塔和高地水池位于给水管网中。水量调节设施的主要作用是调节供水和用水的流量差以及储存备用水量,以保证消防、检修、停电和事故等情况下的用水,提高给水系



1—取水构筑物; 2—一级泵站;
3—水处理构筑物; 4—清水池;
5—二级泵站; 6—管网;
7—调节构筑物

图 1-1-1 地面水源的给水管网系统示意图

统的供水安全可靠。

1.1.3 系统类型

根据城镇规划的布局、地形等自然条件,水源情况,用户对水量、水质和水压的要求等,给水系统有多种类型。

(1) 统一给水系统

统一给水系统即用同一管网供给生活、生产和消防等用水到用户的给水系统。该系统的水源可以是一个,也可以是多个,如图 1-1-2 所示。统一给水系统简单,管理方便,适用于中小城镇、工业区、开发区等用水比较集中、地形比较平坦、建筑物层数较低以及给水要求差异不大的情况。

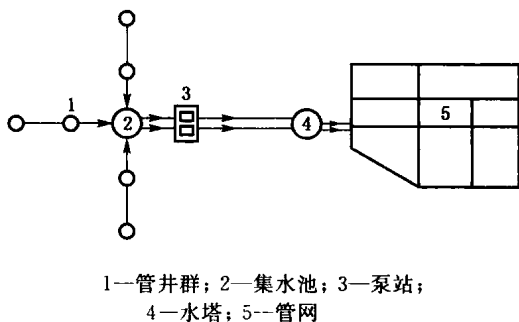


图 1-1-2 地下水源的给水系统

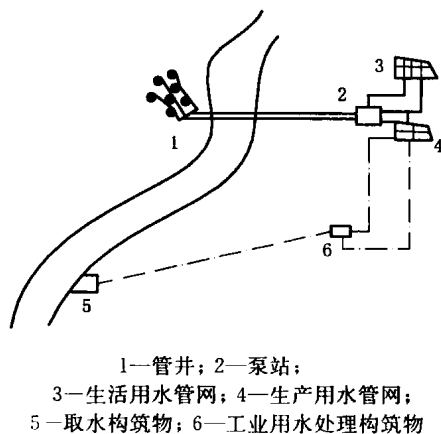


图 1-1-3 分质给水系统

(2) 分质给水系统

取水构筑物从同一水源或不同水源取水,经过不同程度的处理过程,用不同的管道系统,分别将不同水质的水供给用户的给水系统称为分质给水系统。当用户对水质有不同要求,同时水量又较大时,可考虑采用分质给水系统(图 1-1-3)。

在城市中工业比较集中的区域,对工业用水和生活用水,可采用分质给水系统,如图 1-1-3 所示;还可在城市一定范围内对饮用水和其他生活杂用水进行分质给水。分质给水可以提高饮用水水质、节省水处理费用、合理利用水资源。

(3) 分压给水系统

城市地形高差较大或用户对水压要求不同时,可采用不同供水压力的分压给水系统(或局部加压系统)。

(4) 分区给水系统

分区给水系统将整个给水范围分成不同的区域,每区有泵站和管网等,各区之

间有适当的联系,以保证供水可靠和调度灵活。对于地形起伏较大的城市,高、低区域由同一水厂分压给水的系统,称为并联分区系统;当采用增压泵站从某一区取水,向另一区供水的系统,称为串联分区系统。当城市用水区域比较分散,或受自然条件限制采用统一给水系统不经济时,也可采用几个互相独立系统分区供水。

(5) 区域给水系统

由于水源等因素,需同时考虑向几个城镇或工业区供水的大范围的给水系统,称为区域给水系统。该系统对水源缺乏地区,尤其是城市化密集地区的城镇较适用,可以发挥规模效应,降低供水成本。

(6) 工业给水系统

一般情况下工业用水常由城镇给水管网供给。由于工业企业种类繁多,对水质、水量和水压有不同的要求,工业给水系统比较复杂。

根据工业企业内水的重复利用情况,工业给水系统可分为循环给水系统和复用给水系统。循环给水系统是指将使用过的水经适当处理后再行回用,并连续循环的给水系统,在循环过程中会损耗一些水量,包括蒸发、渗漏及排污等,需从水源取水加以补充。复用给水系统是指按用水点对水质的不同要求,将水按顺序重复利用,使水得到最大限度的利用,供水更为经济。车间之间、工厂与工厂之间,均可考虑采用复用给水系统。

工业用水的重复利用率是节约用水的重要指标。重复利用率是指重复用水量在总用水量中所占的百分数。工业企业用水系统的选择,应从全局出发考虑水资源的节约利用和水体的保护,并应采用复用或循环系统。

1.2 给水管网系统的管道设施

1.2.1 给水管道

给水管道系统是给水系统中造价最高并且是极为重要的组成部分。给水管道由众多水管与各种管件连接而成。水管为工厂现成产品,运到施工工地后进行埋管和接口。

水管可分金属管和非金属管。管材的选择,取决于承受的水压、外部荷载、埋管条件、供应情况等。

按照水管工作条件,水管性能应满足下列要求:

① 有足够的强度,可以承受各种内外荷载。

② 水密性好。水密性是保证管网有效而经济地工作的重要条件。如因管线的水密性差以至经常漏水,无疑会增加管理费用和导致经济上的损失;同时,管网