

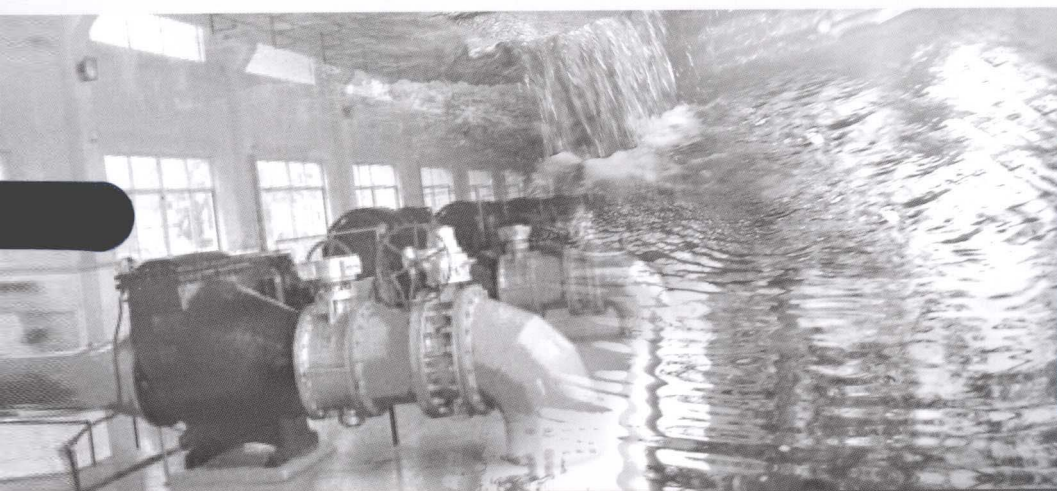
高等学校“十二五”规划教材

给排水科学与工程专业应用与实践丛书

给水排水管网

杨开明 周书葵 ■ 主编

刘 强 ■ 副主编



化学工业出版社

高等学校“十二五”规划教材

给排水科学与工程专业应用与实践丛书

给水排水管网

杨开明 周书葵 ■ 主编

刘 强 ■ 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

丛书编委会名单

主 任：蒋展鹏

副 主 任：彭永臻 章北平

编委会成员（按姓氏汉语拼音排列）：

崔玉川 蓝 梅 李 军 刘俊良 唐朝春 王 宏
王亚军 徐得潜 杨开明 张林军 张 伟 赵 远

内 容 提 要

本书全面介绍了给水排水管网的基本知识和基本理论，并对给水排水管网的设计计算进行了详尽的叙述与介绍。全书共分8章，内容包括给水排水管网规划与布置，给水排水管网水力学基础，给水管网设计计算，污水管网设计计算，雨水管渠设计计算，给水排水管道材料、附件与附属构筑物，给水排水管网管理与维护等。

本书整合了给水管网和排水管网两大系统的知识体系，融入了给水排水管网工程的新规范和新标准的要求，增添了给水排水管网工程的新技术、新材料、新设备和新经验，适合作为高等院校给水排水工程、环境工程、环境科学、水利等相关专业的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

给水排水管网/杨开明，周书葵主编. —北京：化学工业出版社，2013.3
高等学校“十二五”规划教材
(给排水科学与工程专业应用与实践丛书)
ISBN 978-7-122-16505-3

I. ①给… II. ①杨… ②周… III. ①给水管道-管网
②排水管道-管网 IV. ①TU991.33②TU992.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 027748 号

责任编辑：徐 娟
责任校对：王素芹

装帧设计：关 飞

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）

印 刷：北京市振南印刷有限责任公司

装 订：三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张10 $\frac{1}{4}$ 字数268千字 2013年6月北京第1版第1次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：29.80 元

版权所有 违者必究

丛书序

在国家现代化建设的进程中，生态文明建设与经济建设、政治建设、文化建设和社会建设相并列，形成五位一体的全面建设发展道路。建设生态文明是关系人民福祉，关乎民族未来的长远大计。而在生态文明建设的诸多专业任务中，给排水工程是一个不可缺少的重要组成部分。培养给排水工程专业的各类优秀人才也就成为当前一项刻不容缓的重要任务。

21世纪我国的工程教育改革趋势是“回归工程”，工程教育将更加重视工程思维训练，强调工程实践能力。针对工科院校给排水工程专业的特点和发展趋势，为了培养和提高学生综合运用各门课程基本理论、基本知识来分析解决实际工程问题的能力，总结近年来给排水工程发展的实践经验，我非常高兴化学工业出版社能组织编写全国几十所高校的一线教师编写这套丛书。

本套丛书突出“回归工程”的指导思想，为适应培养高等技术应用型人才的需要，立足教学和工程实际，在讲解基本理论、基础知识的前提下，重点介绍近年来出现的新工艺、新技术与新方法。丛书中编入了更多的工程实际案例或例题、习题，内容更简明易懂，实用性更强，使学生能更好地应对未来的工作。

本套丛书于“十二五”期间出版，对各高校给排水科学与工程专业和市政工程专业、环境工程专业的师生而言，会是非常实用的系列教学用书。



2013年2月

前 言

给水排水管网工程在给水排水工程中占有相当重要的作用，它是输送和承接用户用水和排水的唯一通道，可以称其为给水排水工程的命脉，其中任何部分发生故障都会影响给水排水系统的功能发挥，影响人们的正常生产和生活。同时给水排水管网工程也是给水排水工程中工程量最大、投资最多的组成部分，一般约占给水排水工程总投资的50%~80%，该系统设计质量的优劣将直接影响到给水排水系统的总体投资和正常运作。因此，科学合理地进行给水排水管网工程的规划、设计、施工和运行管理，是保障给水排水系统安全高效运作、充分发挥其功能、满足人们生产生活所需的必要条件。

本书是依据高等学校给水排水专业教学指导委员会对给水排水工程专业的课程设置要求和该课程教学基本要求进行编写的。本书整合了给水管网和排水管网两大系统的知识体系，融入了给水排水管网工程的新规范和新标准的要求，增添了给水排水管网工程的新技术、新材料、新设备和新经验。

本书主要包括给水排水管网概论、给水排水管网规划与布置、给水排水管网水力学基础、给水管网设计、污水管网设计、雨水管渠设计、给水排水管道材料、附件与附属构筑物、给水排水管网管理与维护等内容，在重要章节后面配备了相应的习题。在内容编排上，结合了课程教学大纲的要求，以培养应用型人才为目标，力求用语准确简练，内容充实，注重实用；重点突出了给水排水管网工程的设计计算等实用技术，如采用管网平差软件而不是复杂不实用的手算法进行给水管网平差，采用图表法而不是公式法计算排水管网等，弱化了一些烦琐的理论推导，有助于读者理解、掌握和应用给水排水管网工程的理论和技术。因此，本书不仅可作为给水排水工程、环境工程及相关专业的教学用书，也可作为给水排水工程研究生及相关技术人员的参考用书。

本书由西华大学杨开明、南华大学周书葵任主编，刘强任副主编。其中第1章由周书葵编写，第2章由宁海燕编写，第3章由张伟编写，第4章由杨开明编写，第5章由陈垚编写，第6章由刘强编写，第7章由于景洋编写，第8章由肖化政编写。全书由杨开明进行统稿。

在本书的编写过程中，参考了很多经典的教材和文献资料，在此对参考文献的作者们表示诚挚的感谢。

由于编者水平所限，书中疏漏和不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者
2013年2月

目 录

第 1 章 给水排水管网概论	1	2.3.5 废水综合治理和区域排水系统	28
1.1 给水排水管网的功能与组成	1	第 3 章 给水排水管网水力学基础	30
1.1.1 给水排水管网的功能	1	3.1 给水排水管网水流特征	30
1.1.2 给水管网系统的组成	1	3.1.1 管网中的流态分析	30
1.1.3 排水管网系统的组成	3	3.1.2 恒定流与非恒定流	30
1.2 城市用水量及其变化	5	3.1.3 均匀流与非均匀流	30
1.2.1 用水量分类与定额	5	3.1.4 压力流与重力流	30
1.2.2 用水量及其变化系数	6	3.1.5 水流的水头与水头损失	31
1.3 给水排水管网类型与体制	7	3.2 管渠水头损失计算	31
1.3.1 给水管网的类型	7	3.2.1 沿程水头损失计算	31
1.3.2 排水管网系统的体制	9	3.2.2 局部水头损失计算	33
1.4 给水排水管网模型	11	3.3 非满流管渠水力计算	34
1.4.1 给水排水管网的简化	11	3.3.1 非满流管道水力计算公式	34
1.4.2 给水排水管网模型元素	11	3.3.2 非满流管渠水力计算方法	34
1.4.3 管网模型的标识	13	第 4 章 给水管网设计	36
第 2 章 给水排水管网规划与布置	15	4.1 设计用水量计算	36
2.1 给水排水工程规划原则和工作程序	15	4.1.1 最高日设计用水量	36
2.1.1 给水排水工程规划原则	15	4.1.2 设计用水量变化及其调节计算	39
2.1.2 给水排水管网规划工作程序	16	4.2 流量分配与管径设计	41
2.2 给水管网系统规划与布置	17	4.2.1 沿线流量和节点流量	41
2.2.1 给水管网布置原则与形式	17	4.2.2 管段设计流量	43
2.2.2 输水管渠定线	18	4.2.3 管段直径设计	44
2.2.3 配水管网定线	19	4.3 管网计算方法分类	47
2.3 排水管渠系统规划布置	21	4.4 树状网计算	47
2.3.1 排水管渠布置原则与形式	21	4.5 环状网计算	50
2.3.2 污水管网布置	23	4.5.1 环状网计算原理	50
2.3.3 雨水管渠布置	26	4.5.2 管网平差软件的应用	51
2.3.4 工业企业排水管网与城市排水管网的关系	28	4.6 管网设计校核	53

4.7	输水管渠计算	55	6.2.6	特殊情况下雨水设计流量 的确定	84
4.7.1	重力供水时的压力输水管	55	6.3	雨水管渠设计与计算	85
4.7.2	水泵供水时的压力输水管	56	6.3.1	雨水管渠平面布置特点	85
4.8	给水管网分区设计	58	6.3.2	雨水管渠设计参数	86
4.8.1	分区给水系统	58	6.3.3	雨水管渠水力计算方法	86
4.8.2	分区给水的能量分析	59	6.3.4	雨水管渠系统设计步骤	87
第5章	污水管网设计	65	6.3.5	设计计算例题	87
5.1	污水设计流量计算	65	6.3.6	立体交叉道路排水	90
5.1.1	设计污水量定额	65	6.4	雨水径流调节	91
5.1.2	污水量的变化	65	6.4.1	雨水径流调节方法	91
5.1.3	污水设计流量计算	66	6.4.2	雨水调节池常用设置形式	91
5.2	污水管道设计参数	67	6.4.3	调节池容积的计算	92
5.2.1	设计充满度	67	6.4.4	调节池的放空时间	92
5.2.2	设计流速	68	6.5	截流式合流制排水管网设计与 计算	92
5.2.3	最小管径	68	6.5.1	截流式合流制排水管网的 适用条件和布置特点	92
5.2.4	最小设计坡度	69	6.5.2	合流制排水管网设计水量	93
5.2.5	污水管道埋设深度	69	6.5.3	合流制排水管网的水力计 算要点	94
5.2.6	污水管道的衔接	70	6.5.4	旧合流制排水管网改造	94
5.3	管段设计流量计算	71	6.6	排洪沟设计与计算	96
5.3.1	污水管网的节点与管段	71	6.6.1	防洪设计标准	96
5.3.2	节点设计流量计算	72	6.6.2	洪水设计流量计算	97
5.3.3	管段设计流量计算	72	6.6.3	排洪沟设计要点	98
5.4	污水管网水力计算	73	6.6.4	排洪沟水力计算	99
5.4.1	不计算管段的确定	73	6.6.5	排洪沟设计计算举例	100
5.4.2	控制点的确定和泵站的 设置地点	73	第7章	给水排水管道材料、 附件与附属构筑物	103
5.4.3	较大坡度地区管段设计	73	7.1	给水排水管道的断面及 材料	103
5.4.4	平坦或反坡地区管段设计	74	7.1.1	给水排水管渠的断面 形式	103
5.4.5	管段衔接设计	75	7.1.2	给水管道材料	104
5.4.6	污水管网设计计算举例	75	7.1.3	排水管道材料	105
5.5	管道平面图和纵剖面图绘制	79	7.2	给水管网附件	105
第6章	雨水管渠设计	81	7.2.1	阀门	105
6.1	雨量分析与雨量公式	81	7.2.2	消火栓	109
6.1.1	雨量分析	81	7.3	管网附属构筑物	110
6.1.2	暴雨强度公式	82	7.3.1	阀门井	110
6.2	雨水管渠设计流量计算	82	7.3.2	支墩	110
6.2.1	雨水管渠设计流量计算	82			
6.2.2	地面径流与径流系数	83			
6.2.3	设计重现期的确定	83			
6.2.4	断面集水时间与折减系数	84			
6.2.5	汇水面积	84			

7.3.3	给水管道穿越障碍物	110
7.3.4	调节构筑物	112
7.4	排水管道的接口和基础	113
7.4.1	排水管道的接口	113
7.4.2	排水管道的基础	114
7.5	排水管路系统上的构筑物	115
7.5.1	雨水口、连接暗井、溢流井	116
7.5.2	检查井、跌水井、水封井、换气井	117
7.5.3	倒虹管	120
7.5.4	冲洗井、防潮门	121
7.5.5	出水口	121

第8章 给水排水管网管理与维护

8.1	给水排水管网档案管理	123
8.1.1	管网技术资料管理	123
8.1.2	给水排水地理信息系统	125
8.2	给水管网监测与检漏	126

8.2.1	管网水压和流量测定	126
8.2.2	管网检漏	128
8.3	管道防腐蚀和修复	129
8.3.1	管道防腐蚀	129
8.3.2	管道清垢和涂料	131
8.4	管网水质维持与调度管理	133
8.4.1	管网水质维持	133
8.4.2	调度管理	135
8.5	排水管道养护	136
8.5.1	排水管渠疏通	136
8.5.2	排水管渠修复	137
8.5.3	排水管道渗漏检测	138

附录

附录1	我国若干城市暴雨强度公式	140
附录2	水力计算图	143

参考文献

156

1.1 给水排水管网的功能与组成

1.1.1 给水排水管网的功能

给水排水系统可分为给水和排水两个组成部分，亦分别被称为给水系统和排水系统。

给水按照用途通常分为生活给水、生产给水和消防给水三大类。生活给水是人们在各类生活活动中直接使用的水，主要包括居民生活用水和公共建筑用水。居民生活用水是指居民家庭生活中饮用、烹饪、洗浴、洗涤等用水。公共建筑用水是指机关、学校、医院、宾馆、车站、公共浴场等公共建筑和场所的用水供应。工业企业生活用水是工业企业区域内从事生产和管理工作的人员在工作时间内的饮用、烹饪、洗浴、洗涤等生活用水。工业生产用水是指工业生产过程中为满足生产工艺和产品质量要求的用水，又可以分为产品用水（水成为产品或产品的一部分）、工艺用水（水作为溶剂、载体等）和辅助用水（冷却、清洗等）等。消防给水是指城镇或工业企业区域内的道路清洗、绿化浇灌、公共清洁卫生和消防的用水。

排水按照来源可分为生活污水、工业废水和降水三种类型。生活污水主要是指居民生活用水所造成的污水和工业企业内中所产生的生活污水。工业废水按照污染程度的不同，又可分为生产废水和生产污水。生产废水是指在使用过程中受到轻度污染或水温变化，经过简单处理后，重复使用或直接排放水体；生产污水是指在使用过程中受到较严重污染的水。降水指雨水和冰雪溶化水。

给水排水管网是为人们的生活、生产和消防提供用水和排除废水的设施总称。它是现代化城市最重要的基础设施之一，也是衡量城市社会和经济发发展现代化水平的一个重要标志。给水排水管网的功能如下。

(1) 水量输送。即向人们指定的用水地点及时可靠地提供满足用户需求的用水量；将用户排出的废水（包括生活污水和生产废水）和雨水及时可靠地收集并输送到指定地点。

(2) 水量调节。指通过一些贮水设备解决供水、用水与排水的水量不均衡问题。

(3) 水压保障。给水排水管网可以为用户的用水提供符合标准的用水压力，同时使排水系统具有足够的高程和压力，使之能够顺利排入接纳体。在地形高差较大的地方，应充分利用地形高差所形成的重力提供供水的压力和排水的输送能量；在地形平坦的地区，给水压力一般采用水泵加压，必要时还需要通过阀门或减压设施降低水压，以保证用水设施安全 and 用水舒适。排水一般采用重力输送，必要时用水泵提升高程，或者通过跌水消能设施降低高程，以保证排水系统的通畅和稳定。

1.1.2 给水管网系统的组成

城市给水管网是由大大小小的给水管道组成的，遍布于整个城市的地下。根据给水管网

在整个给水系统中的作用，可将它分为输水管（渠）、配水管网、水压调节设施（增压设备、减压设备）及水量调节设施（清水池、贮水池）四部分。典型的给水管网系统组成如图 1-1 所示。

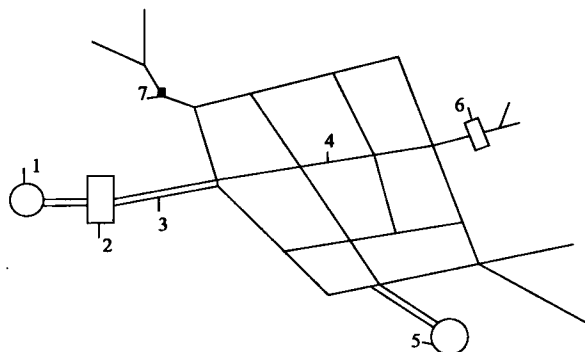


图 1-1 典型的给水管网系统组成

1—清水池；2—供水泵站；3—输水管；4—配水管网；5—水塔（高位水池）；
6—加压泵站；7—减压设备

(1) 输水管（渠）。指从水源到水厂及从水厂到配水管网的管线或渠道。

输水管的流量一般都较大，输送距离远，工程量巨大，施工条件差，安全可靠性要求高。因此较长距离输水管一般敷设成两条并行管线，并在中间的一些适当地点分段连通和安装切换的阀门，当其中一条管道局部发生故障时，由另一条并行管段替代。

(2) 配水管网。指将输水管线送来的水，配给城市中各用户的管道系统。在配水管网中，各管线所起的作用不相同，因而其管径也就各异，由此可将管线分为配水干管、配水支管、接户管三类。

配水干管的主要作用是输水至城市各用水地区，直径一般在 100mm 以上，在大城市为 200mm 以上。城市给水管网的布置和计算，通常只限于干管。

配水支管是把干管输送来的水量送入小区的管道。配水支管的管径确定需要考虑消防流量。为了满足安装消火栓所要求的管径，通常配水管最小管径设置原则为大城市采用 150~200mm，中等城市采用 100~150mm，小城市采用 75~100mm。

接户管又称进户管，是连接配水管与用户的管道。

(3) 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。给水泵站如图 1-2 所示，当水不能靠重力流动时，必须使用水泵对水流增加压力，使水流有足够的能量克服管道内壁的摩擦阻力、用水地点的高差及用户的管道系统与设备的水流阻力，以满足用户对水压的要求。主要有四种泵站。

① 一级泵站。将原水从水源输送到自来水厂，当原水无需处理时，直接送入给水管网、蓄水池或水塔。一级泵站可和取水构筑物合建或分建。泵站的输水能力等于处理厂供水能力加水厂用水量，一般全日均匀供水。

② 二级泵站。将自来水厂清水池中的水输送到给水管网，以供应用户需要。二级泵站的供水能力必须满足最高时的用水要求，同时也要适应用水量降低时的情况。为使水泵在高效条件下运行，一般设多台水泵，由水泵的不同组合以及设置水塔或水池来适应供水量的变化。有的采用调速水泵机组，以适应供水量和水压的变化。

③ 增压泵站。提高给水管网中水压不足地区的压力。在扩建或新建管网时都可采用，特别是在地形狭长或高差较大的城市或对个别水压不足的建筑物，设置增压泵站一般较为经济合理。

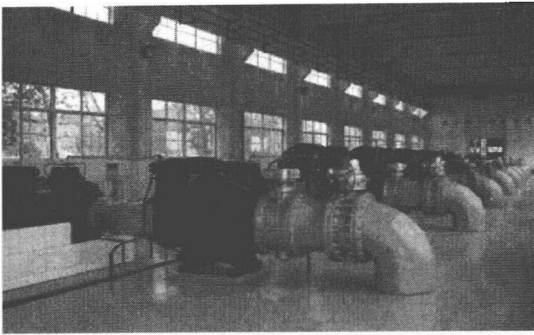


图 1-2 给水泵站



图 1-3 清水池

④ 循环泵站。将生产过程排除的废水经处理后，再送回生产中使用的泵站，如冷却水的循环泵站。

(4) 水量调节设施。主要作用是调节供水与用水的流量差，也称调节构筑物。有清水池、水塔和高位水池（或高地水池）等形式。

① 清水池是为贮存水厂中净化后的清水，以调节水厂制水量与供水量之间的差额，并为满足加氯接触时间而设置的水池，如图 1-3 所示。

② 水塔是用于贮水和配水的高耸结构，用来保持和调节给水管网中的水量和水压，如图 1-4 所示。水塔主要由水柜、基础和连接两者的支筒或支架组成。在工业与民用建筑中，水塔是一种比较常见而又特殊的建筑物。

③ 高位水池（或高地水池）是利用地形在适当的高地上建筑的储水构筑物，其作用与水塔相同。

(5) 减压设施。减压设施可以降低和稳定输配水系统局部的水压，以避免水压过高造成管道或其他设施漏水、爆裂、水锤破坏，或避免用水的不舒适感。常见的减压设施包括减压阀、减压孔板和节流塞。

减压阀是一种很好的减压装置，可分为比例式和直接动作型。前者是根据面积的比值来确定减压的比例，后者可以根据事先设定的压力减压，当用水端停止用水时，也可以控制住被减压的管内水压不升高，既能实现动减压，也能实现静减压。

减压孔板相对于减压阀来说，系统比较简单，投资较少，管理方便。实践表明，节水效果相当明显，通常在水质较好和供水压力较稳定时采用。但减压孔板只能减动压，不能减静压，且下游的压力随上游压力和流量而变，不够稳定，另外减压孔板容易堵塞。

节流塞的作用及优缺点与减压孔板基本相同，适合在小管径及其配件中安装使用。

1.1.3 排水管网系统的组成

排水管网系统一般由废水收集设施、排水管网、水量调节池、提升泵站、废水输水管（渠）和排放口等构成。典型的排水管网系统组成如图 1-5 所示。

(1) 废水收集设施。指住宅及公共建筑内的各种卫生设备。生活污水经水封管、支管、立管和出户管等建筑排水管道系统流入室外居住小区管道系统。在每个出户管与室外居住小区管道相接的连接点设检查井，供检查和疏通管道之用。通常情况下，居住小区内以及公共建筑的庭院内要设置化粪池，建筑内的污水经过化粪池后排入市政污水管道，如图 1-6 所示。雨水的收集是通过设在屋面或地面的雨水口将雨水收集到雨水排水支管，如图 1-7 所示。

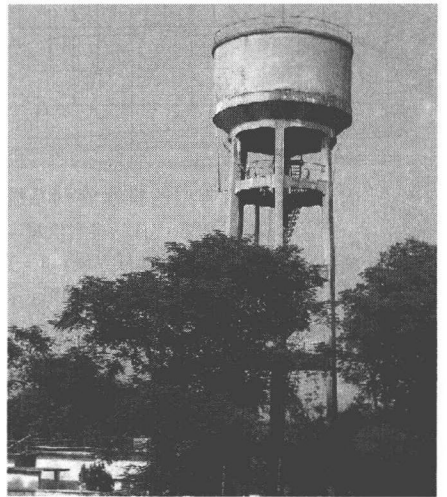


图 1-4 水塔

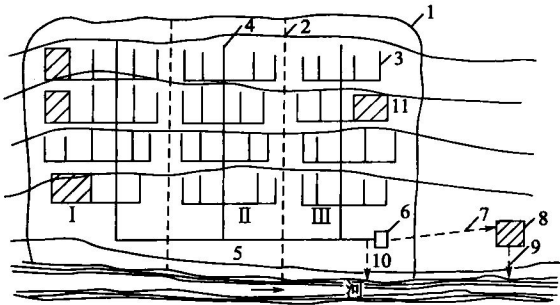


图 1-5 典型的排水管网系统组成

I, II, III—排水流域

1—城市边界；2—排水流域分界线；3—支管；4—干管；
5—主干管；6—总泵站；7—压力管道；8—城市污水厂；
9—出水口；10—事故排放口；11—工厂

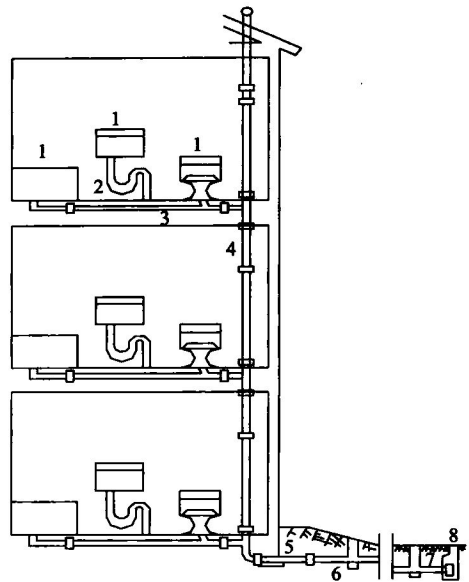


图 1-6 生活污水收集管道系统

1—卫生设备和厨房设备；2—存水弯（水封）；
3—支管；4—竖管；5—房屋出流管；
6—庭院沟管；7—连接支管；8—检查井

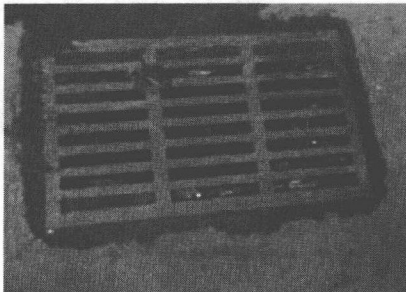


图 1-7 道路路面雨水排水口

(2) 排水管网。主要依靠重力流输送污水至泵站、污水厂或水体的管道。排水管道由排水支管、排水干管、排水主干管等组成。在排水区界内，常按地面高程决定的分水岭把排水区域划分成几个排水流域。在各排水流域内，支管是承受居住小区干管流来的污水或集中流量排出的污水。干管是汇集输送由支管流来的污水，也常称为流域干管。主干管是汇集输送由两个或两个以上干管流来的污水管道。市郊干管从主干管把污水输送至总泵站、污水处理厂或通至水体出水口的管道。

排水管网一般沿地面高程由高向低布置成树状网络。排水管网中设置雨水口、检查井、跌水井、溢流井、水封井、换气井等附属构筑物及流量检测设施，便于系统的运行与维护管理。由于污水中含有大量的漂浮物和气体，所以污水管道一般采用非满流。雨水管网的管道一般采用满流。工业废水的输送管道采用满流还是非满流，应根据水质的特性决定。

(3) 排水调节池。指具有一定容积的污水、废水或雨水贮存设施。通过排水调节池可以降低其下游高峰排水流量，从而减小输水管渠或排水处理设施的设计规模，降低工程造价。排水调节池还可在系统出现事故时贮存短时间排水量，以降低造成环境污染的危险。

排水调节池也能起到均和水质的作用，特别是工业废水，不同工厂或不同车间排水水质

不同, 不同时段排水的水质也会变化, 不利于净化处理, 调节池可以中和酸碱, 均化水质。

(4) 提升泵站。指通过水泵提升排水的高程或使排水加压输送。排水在重力输送过程中, 高程不断降低, 当地面较平坦时, 输送一定距离后, 管道的埋深会很大(例如当达到5m以上时), 建设费用很高, 通过水泵提升可以降低管道埋深, 以降低工程费用。另外为了使排水能够进入处理构筑物或达到排放的高程, 也需要进行提升或加压。

根据需要, 在较大规模的管网或需要长距离输送时, 可能需要设置多座泵站。

(5) 废水输水管。指长距离输送废水的压力管道或渠道。为了保护环境, 排水处理设施往往建在离城市较远的地区, 排放口也选在远离城市的水体下游, 都需要长距离输送。

(6) 废水排放口。为了保证排放口的稳定, 或者使废水能够比较均匀地与接纳水体混合, 需要合理设置排放口。排放口的位置一般分为岸边集中排放口、江心集中排放口或分散排放口。根据其与水体的相对高程分为非淹没式或淹没式排放口。其中淹没式江心分散排放口的环境效果最好。排放口的位置和形式应根据环境规划和城市规划要求, 征得当地建设、卫生、水利、航运、环境、渔业等部门的同意。要求排放口不致阻塞河道, 保持与取水构筑物、游泳区、居民区、家畜饮用水区、渔业区有一定距离, 不影响航运和水利建设。通常还要求排放口设在常水位以上(雨水排放口应设在洪水位以上)。污水排放口有时则要求设在水体水面以下(如排放高泡沫、高色度污水)。对排放口处附近要求采取河底、岸边加固措施, 防止对其撞击、冲刷、倒灌和防冻。对于向海水排放污水的排放口, 还需要考虑风浪和海流等方面的影响。岸边排放口构造简单, 可直接将污水排入水体。

1.2 城市用水量及其变化

1.2.1 用水量分类与定额

给水系统设计用水量由下列各项组成: (1) 综合生活用水(包括居民生活用水和公共建筑用水); (2) 工业企业用水; (3) 浇洒道路和绿地用水; (4) 管网漏损水量; (5) 未预见用水; (6) 消防用水。

不同类别的用水量可以采用有关设计规范规定的用水量指标进行计算。《室外给水设计规范》(GB 50013—2006)中规定了按照供水人口计算的居民生活用水定额和综合生活用水定额, 见表1-1和表1-2。工业企业的用水量可根据国民经济发展规划, 结合现有工业企业用水资料和产业用水量定额分析确定。

表 1-1 居民生活用水定额

单位: L/(人·d)

城市规模	特大城市		大城市		中、小城市	
	最高日	平均日	最高日	平均日	最高日	平均日
一	180~270	140~210	160~250	120~190	140~230	100~170
二	140~200	110~160	120~180	90~140	100~160	70~120
三	140~180	110~150	120~160	90~130	100~140	70~110

注: 1. 特大城市指市区和近郊区非农业人口100万及以上的城市;
大城市指市区和近郊区非农业人口50万及以上, 不满100万的城市;
中、小城市指市区和近郊区非农业人口不满50万的城市。

2. 一区包括: 湖北、湖南、江西、浙江、福建、广东、广西、海南、上海、江苏、安徽、重庆。

二区包括: 四川、贵州、云南、黑龙江、吉林、辽宁、北京、天津、河北、山西、河南、山东、宁夏、陕西、内蒙古河套以东和甘肃黄河以东的地区。

三区包括: 新疆、青海、西藏、内蒙古河套以西和甘肃黄河以西的地区。

3. 经济开发区和特区城市, 根据用水实际情况, 用水定额可酌情增加。

4. 当采用海水或污水再生水等作为冲厕用水时, 用水定额相应减少。

表 1-2 综合生活用水定额

单位: L/(人·d)

城市规模	特大城市		大城市		中、小城市	
	最高日	平均日	最高日	平均日	最高日	平均日
一	260~410	210~340	240~390	190~310	220~370	170~280
二	190~280	150~240	170~260	130~210	150~240	110~180
三	170~270	140~230	150~250	120~200	130~230	100~170

工程设计人员应根据城市的地理位置、用水人口、水资源状况、城市性质和规模、产业结构、国民经济发展和居民生活水平、工业回用水率等因素计算确定城市用水量。

1.2.2 用水量及其变化系数

1.2.2.1 用水量的表达

由于用户用水量是时刻变化的,设计用水量只能按一定时间范围内的平均值进行计算,通常用以下方式表达。

(1) 平均日用水量。规划年限内,用水量最多的年总用水量除以用水天数为平均日用水量。该值一般作为水资源规划和确定城市设计污水量的依据。

(2) 最高日用水量。用水量最多的一年内,用水量最多的一天的总用水量为最高日用水量。该值一般作为取水工程和水处理工程规划和设计的依据。

(3) 最高日平均时用水量。最高日用水量除以 24h,可得到最高日平均时用水量。

(4) 最高日最高时用水量。用水量最高日的 24h 中,用水量最大的 1h 用水量即为最高日最高时用水量。该值一般作为给水管网工程规划与设计的依据。

1.2.2.2 用水量变化系数

各种用水量都是经常变化的,但变化幅度和规律却有所不同。生活用水量随着生活习惯、气候和人们生活节奏等变化。从用水统计情况可知,城镇人口越少,工业规模越小,用水量越低,用水量变化幅度越大。工业企业生产用水量的变化一般比生活用水量的变化小,少数情况下变化可能很大。用水量变化可用变化系数和变化曲线来表示。

(1) 在一年中,每天用水量的变化可以用日变化系数 K_d 表示,即最高日用水量与平均日用水量的比值。

$$K_d = 365 \frac{Q_d}{Q_y} \quad (1-1)$$

式中, Q_d 为最高日用水量, m^3/d ; Q_y 为全年用水量, m^3/a 。

在一天内,每小时用水量的变化可以用时变化系数 K_h 表示,即最高时用水量与平均时用水量的比值。

$$K_h = 24 \frac{Q_h}{Q_d} \quad (1-2)$$

式中, Q_h 为最高时用水量, m^3/h 。

根据最高日用水量和时变化系数,可以计算最高时用水量。

$$Q_h = K_h \frac{Q_d}{24} \quad (1-3)$$

(2) 用水量变化曲线。用水量变化系数只能表示一段时间内最高用水量与平均用水量的比值,要表示更详细的用水量变化情况,就要用到用水量变化曲线,即以时间 t 为横坐标和与该时间对应的用水量 $q(t)$ 为纵坐标数据绘制的曲线。根据不同的目的和要求,可以绘制年用水量变化曲线、月用水量变化曲线、日用水量变化曲线、小时用水量变化曲线和瞬时用

水量变化曲线。在供水系统运行管理中，安装自动记录和数字远传水表或流量计，能够连续地实时记录一个区域或用户的用水量，提高供水系统管理的科学水平和经济效益。

给水管网工程设计中，要求管网供水量时刻满足用户用水量，适应任何一天中 24h 的变化情况，经常需要绘制小时用水量变化曲线，特别是最高日用水量变化曲线。绘制 24h 用水量变化曲线时，用横坐标表示时间，纵坐标也可以采用每小时用水量占全日用水量的百分数。采用这种相对表示方法，有助于供水能力不等的城镇或系统之间相互比较和参考。如图 1-8 所示为某城市的用水量变化曲线。从图中看出，最高时是上午 8~9 点，最高时用水量比例为 5.92%。由于一天中的小时平均用水量比例为 $100\%/24=4.17\%$ ，可以得出，时变化系数为 $K_h=1.42$ 。

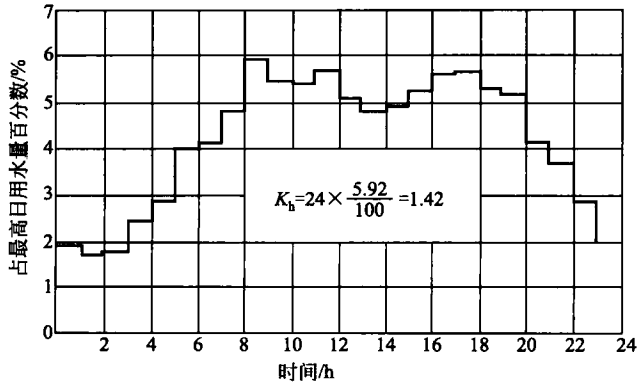


图 1-8 用水量变化曲线

用水量变化曲线一般根据用水量历史数据统计求得，在无历史数据时，可以参考附近城市的实际资料确定。《城市给水工程规划规范》(GB 50282—98) 给出了各类城市用水量的日变化系数的范围，见表 1-3，应结合给水排水工程的规模、地理位置、气候、生活习惯、室内给水排水设施和工业生产情况等取值。当有本市或相似城市用水量历史资料时，可以进行统计分析，更准确地拟定日变化系数。

表 1-3 各类城市用水量的日变化系数

特大城市	大城市	中等城市	小城市
1.1~1.3	1.2~1.4	1.3~1.5	1.4~1.8

1.3 给水排水管网类型与体制

1.3.1 给水管网的类型

给水管网系统主要有统一给水管网系统、分系统给水管网系统和不同输水方式的给水管网系统三种类型。

1.3.1.1 统一给水管网系统

根据向管网供水的水源数目，统一给水管网系统分为单水源给水管网系统和多水源给水管网系统两种形式。

(1) 单水源给水管网系统。即只有一个水源地，处理过的清水经过泵站加压后进入输水管和管网，所有用户的用水来源于一个水厂清水池，较小的给水管网系统，如企事业单位或

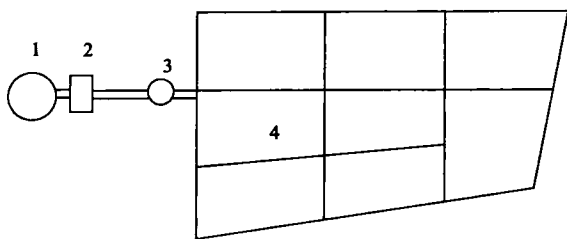


图 1-9 单水源给水管网系统

1—清水池；2—泵站；3—水塔；4—管网

小城镇给水管网系统，多为单水源给水管网系统，系统简单，管理方便。单水源给水管网系统如图 1-9 所示。

(2) 多水源给水管网系统。指有多个水厂的清水池作为水源的给水管网系统，清水从不同的地点经输水管进入管网，用户的用水可以来源于不同的水厂。较大的给水管网系统，如中大城市甚至跨城镇的给水管网系统，一般是多水源给水管网系统。多水源给水管网系统的特点是调度灵活、供水安全可靠，就近给水，动力消耗较小；管网内水压较均匀，便于分期发展。但随着水源的增多，管理的复杂程度也相应提高。多水源给水管网系统如图 1-10 所示。

管网系统的特点是调度灵活、供水安全可靠，就近给水，动力消耗较小；管网内水压较均匀，便于分期发展。但随着水源的增多，管理的复杂程度也相应提高。多水源给水管网系统如图 1-10 所示。

1.3.1.2 分系统给水管网系统

分系统给水管网系统和统一给水管网系统一样，也可采用单水源或多水源供水。根据具体情况，分系统给水管网系统又可分为分区给水管网系统、分压给水管网系统和分质给水管网系统。

(1) 分区给水管网系统。管网分区的方法有两种。一种是城镇地形较平坦，功能分区较明显或自然分隔而分区。另一种是因地形高差较大或输水距离较长而分区，又有串联分区和并联分区两类：采用串联分区，从某一区取水，设泵站加压（或减压）向另一区供水，如图 1-11 所示；采用并联分区，采用不同泵站（或泵站中不同水泵）向压力要求不同的区域供水，如图 1-12 所示。大型管网系统可能既有串联分区又有并联分区，以便更加节约能量。

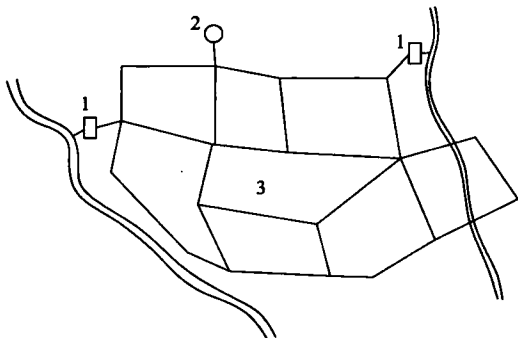


图 1-10 多水源给水管网系统

1—水厂；2—水塔；3—管网

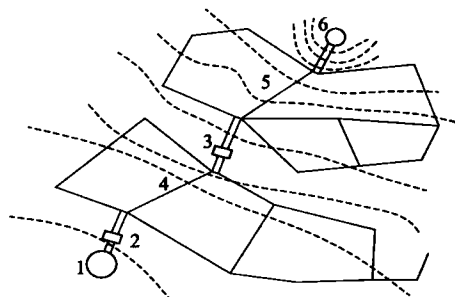


图 1-11 串联分区给水管网系统

1—清水池；2—供水泵站；3—加压泵站；4—低压管网；5—高压管网；6—水塔

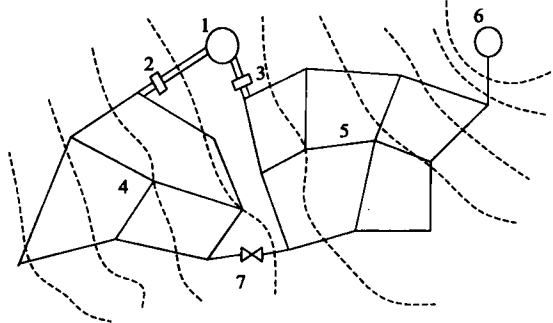


图 1-12 并联分区给水管网系统

1—清水池；2—高压泵站；3—低压泵站；4—高压管网；5—低压管网；6—水塔；7—连通阀门

(2) 分压给水管网系统。由于用户对水压的要求不同而分成两个或两个以上的系统给水。符合用户水质要求的水,由同一泵站内不同扬程的水泵分别通过高压、低压输水管网送往不同用户,如图 1-13 所示。

(3) 分质给水管网系统。因用户对水质的要求不同而分成两个或两个以上系统,分别供给各类用户,如图 1-14 所示。

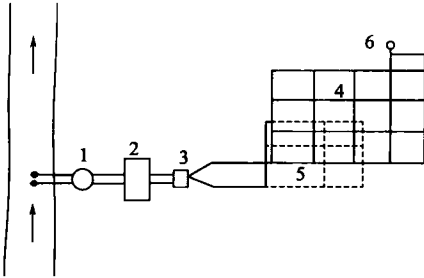


图 1-13 分压给水管网系统

1—取水构筑物; 2—水处理构筑物; 3—泵站;
4—高压管网; 5—低压管网; 6—水塔

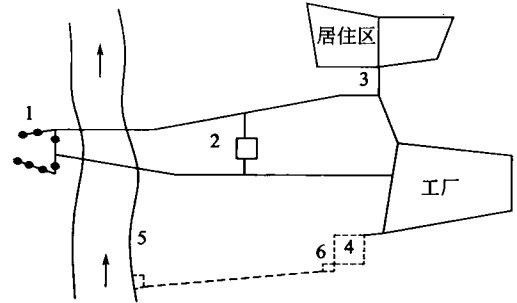


图 1-14 分质给水管网系统

1—管井群; 2—泵站; 3—生活用水管网; 4—生产用水管网;
5—取水构筑物; 6—用水处理构筑物

1.3.1.3 不同输水方式的管网系统

根据水源和供水区域地势的实际情况,可采用不同的输水方式向用户供水。

(1) 重力输水管网系统。指水源处地势较高,清水池中的水依靠自身重力,经重力输水管进入管网并供用户使用。重力输水管网系统无动力消耗,是一类运行经济的输水管网系统,如图 1-15 所示。

(2) 水泵加压输水管网系统。指清水池的水由泵站加压送出,经输水管进入管网供用户使用,甚至要通过多级加压将水送至更远或更高处用户使用。压力给水管网系统需要消耗动力,如图 1-1~图 1-14 所示。

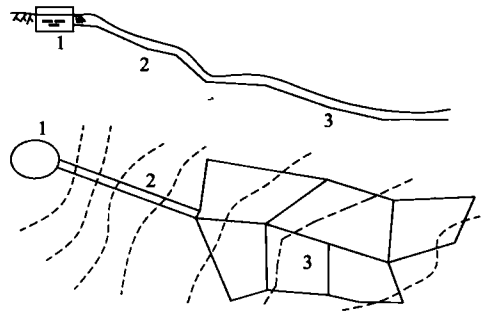


图 1-15 重力输水管网系统

1—高地水池; 2—输水管渠; 3—管网

1.3.2 排水管网系统的体制

排水体制是指排水系统对生活污水、生产废水和降水所采取的不同收集、输送和处置的系统方式,一般分为合流制和分流制两种类型。

(1) 合流制排水系统。是指将生活污水、工业废水和雨水排入同一套排水管内排除的排水系统,又可分为直排式合流制排水系统和截流式合流制排水系统。直排式合流制排水系统是最早出现的合流制排水系统,是将欲排除的混合污水不经处理就近直接排入天然水体,如图 1-16 (a) 所示。因污水未经无害化处理而直接排放,会使接纳水体遭受严重污染,现在一般不再采用。截流式合流制排水系统是在邻近河岸的街坊高程较低侧建造一条沿河岸的截流总干管,所有排水主干管的混合污水都将接入截流总干管中,合流污水由截流总干管输送至下游的排水口集中排出或进入污水处理厂,如图 1-16 (b) 所示。

由于雨水流量的瞬时值可能很大,合流制截流总干管的管径通常只考虑截流早流量一定倍数的雨水量,而不是把所有雨水量都截流在截流总干管中。为此,在合流干管与截流总干管相交前或相交处需设置溢流井。溢流井的作用是当进入管道的城市污水和雨水的总量超过管道的设计流量时,多余的雨污水量就会经溢流井排出,而不能向截流总干管的下游转输。截流总干管的下游通常是城市污水处理厂。由于雨天初期降雨的汇集量较小,一般都在截流