

普通高等教育规划教材

JISHUI PAISHUI GUANWANG
GONGCHENG

给水排水管网工程

The Second Edition

第二版

汪 翔 主编

周虎成 主审



化学工业出版社

普通高等教育规划教材

给水排水管网工程

第二版

汪 翔 主 编

周虎成 主 审



化学工业出版社

· 北京 ·

本教材按给水和排水分为两篇。第1篇为给水管网系统, 主要内容包括: 给水管网系统工程规划与设计; 给水管网系统的水力计算; 给水管网技术经济计算; 分区给水的能量分析和设计; 水量调节设施及给水管网材料、附属设施; 管道的施工及管网维护管理概述; 给水管网运行调度及水质控制。第2篇为排水管网系统, 主要内容包括: 排水管网系统工程规划与设计; 污水管道系统设计与计算; 雨水管渠的设计与计算; 合流制排水管网设计与计算; 排水管道材料、接口、基础及管渠系统构筑物; 排水管渠的管理和养护。书末附录给出了给水、排水管网课程设计例题。

本教材为高等学校给水排水工程、环境工程等专业的教材, 也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

给水排水管网工程/汪翔主编. —2版. —北京: 化学工业出版社, 2013.2
普通高等教育规划教材
ISBN 978-7-122-16035-5

I. ①给… II. ①汪… III. ①给水管道-管网-高等学校-教材②排水管道-管网-高等学校-教材 IV. ①TU991.33
②TU992.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 300691 号

责任编辑: 王文峡
责任校对: 陶燕华

装帧设计: 王晓宇

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 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 18 $\frac{3}{4}$ 字数 465 千字 2013 年 3 月北京第 2 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: 39.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着城市的高速发展，给水排水管网工程与人们生活和生产息息相关的功能和作用日益凸显。合理进行给水排水管网工程规划、设计、施工和运行管理，是人们身体健康、生命安全和稳定、经济持续增长的重要保障。

本书第一版自2006年1月出版以来，由于国家对涉及给水排水管网工程的相关设计规范进行了修订，其中《室外给水设计规范》(GB 50013—2006)于2006年进行了一次全面修订，《室外排水设计规范》(GB 50014—2006)分别于2006年和2011年进行了两次修订。本次修订主要对给水管网部分的规划和设计程序、用水量计算、水头损失计算、给水管材和附件以及管道施工和维护管理；排水管网部分的雨水径流调节等内容进行了重新编写。

全书修订工作由河海大学、扬州大学和东南大学共同完成。其中：第1章给水章节由汪翔、孙敏修订；排水章节由何成达修订；第2、6章由汪翔、孙敏修订；第3章由孙敏修订；第4章由从海兵修订；第5、8章由黄正华修订；第7章由汪翔、薛朝霞、孙敏修订；第9、12、14章由何成达、薛朝霞、杨金虎修订；第10、13章由杨金虎修订；第11章、排水管网课程设计由薛朝霞修订；给水管网课程设计实例由林涛修订。全书由孙敏统稿。

修订本书是汪翔老师生前的心愿，谨以此书献给她。

感谢读者对本书修订工作的支持。

编者
2012年10月

第一版前言

给水排水管网工程是给水排水工程中很重要的组成部分，所需（建设）投资也很大，一般约占给水排水工程总投资的50%~80%。同时管网工程系统直接服务于民众，与人们生活和生产活动息息相关，其中任一部分发生故障，都可能对人们生活、生产及保安消防等产生极大影响。因此，合理地进行给水排水管道工程规划、设计、施工和运行管理，保证其系统安全经济地正常运行，满足生活和生产的需要，无疑是非常重要的。

本书根据“高等学校给水排水专业教学指导委员会”对给水排水专业课程设置的要求，将原来分别置于《给水工程》中的给水管道工程部分和置于《排水工程》中的排水管道工程部分整合在一起，作为给水排水专业本科教学中“给水排水管道工程”这门课程的教材。本教材以要求学生学会给水排水管网工程设计为编写基调，同时增添了区域供水、区域达标尾水的排放、管线综合布置、给水排水管道工程的施工概述等内容，在附录中还分别收集整理了水管网和排水管网课程设计实例。教学时可以根据课程及学时安排对内容进行取舍。教学对象是大学本科学生，目的是要求学生掌握给水排水工程规划、设计的主要步骤，掌握给水排水管道工程的设计理论和设计方法，了解给水排水管道工程的维护管理和施工组织、施工方法及注意事项。

全书由河海大学、扬州大学、东南大学组织编写，汪翔主编、何成达副主编，南京工业大学周虎成主审。其中第1章给水章节由河海大学汪翔编写，排水章节由扬州大学何成达编写；第2、6、7章由河海大学汪翔编写；第3章由河海大学孙敏编写；第4章由扬州大学丛海兵编写；第5、8章由东南大学黄正华编写；第9、12、14章由扬州大学何成达编写；第10、13章由河海大学杨金虎编写；第11章由河海大学薛朝霞编写；水管网课程设计实例由河海大学顾丽、黄玮编写；排水管网课程设计由扬州大学陈广元、河海大学薛朝霞编写。

由于编者水平所限，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2005年7月

目 录

1 给水排水系统概述	1
1.1 给水排水系统的组成和工作原理	2
1.1.1 给水排水系统的任务	2
1.1.2 给水排水系统的组成及功能	3
1.1.3 给水排水系统各组成部分的流量、水质和压力的相互关系	4
1.2 给水管网系统的组成与类型	7
1.2.1 给水管网系统的组成	7
1.2.2 给水管网系统的类型	8
1.2.3 工业给水系统	11
1.3 排水管网系统的体制、组成及布置形式	13
1.3.1 排水管网系统的体制	13
1.3.2 排水管网系统的主要组成部分	16
1.3.3 排水系统的布置形式	18
1.4 管线综合规划	20

第 1 篇 给水管网系统

2 给水管网系统工程规划与设计	24
2.1 给水工程规划与建设程序	24
2.1.1 给水工程规划工作程序	24
2.1.2 给水工程建设程序	25
2.1.3 给水工程规划与工程设计关系	26
2.2 管网布置	26
2.2.1 管网系统布置原则	26
2.2.2 输水管布置	26
2.2.3 配水管网布置	27
2.3 区域供水概述	31
2.3.1 区域供水的特点	31
2.3.2 区域供水规划步骤	33
2.4 城市用水量计算与给水系统水压关系	34
2.4.1 给水系统设计用水量依据	34
2.4.2 规划期内用水量预测	35
2.4.3 工程设计中最高日用水量计算	36
2.4.4 设计用水量变化及其调节	36
计算	39
2.4.5 给水管网系统的水压关系	42
3 给水管网系统的水力计算	47
3.1 管网图形及简化	47
3.1.1 管网图形	47
3.1.2 树状网和环状网的关系	47
3.1.3 管网图形简化	48
3.2 管网水力计算的基础方程	50
3.2.1 节点方程 (连续性方程)	50
3.2.2 压降方程	50
3.2.3 能量方程	50
3.3 管网水力计算的流量	51
3.3.1 比流量	51
3.3.2 沿线流量	52
3.3.3 节点流量	52
3.3.4 管网设计流量分配和管段设计流量	54
3.4 管径设计	58
3.5 水头损失计算	60
3.5.1 管 (渠) 到沿程水头损失	60

3.5.2	管(渠)道局部水头损失	61	分析	110	
3.5.3	沿程水头损失公式的指数形式	62	5.1.3	分区给水的能量分析	110
3.6	树状网水力计算	62	5.1.4	管网的供水能量分析	113
3.7	环状网水力计算	65	5.2	分区给水系统的设计	114
3.7.1	环状网计算方法	65	6	水量调节设施及给水管网材料、附属设施	116
3.7.2	环状网计算	73	6.1	水量调节设施	116
3.8	多水源管网水力计算	77	6.1.1	清水池	116
3.9	管网校核	80	6.1.2	水塔及高位水池	117
3.9.1	消防时的流量和水压核算	80	6.1.3	调节(水池)泵站	118
3.9.2	最大转输时的流量和水压核算	80	6.2	常用给水管道材料及配件	118
3.9.3	最不利管段发生故障时的事故用水量和水压核算	80	6.2.1	管材	118
3.10	输水管渠计算	81	6.2.2	给水管配件	121
3.10.1	输水系统的基本形式	81	6.3	管网附属设施	121
3.10.2	重力供水的输水管渠	84	6.3.1	阀门及阀门井	121
3.10.3	压力输水管道	86	6.3.2	排气阀及排气阀井	123
3.11	应用计算机解管网问题	87	6.3.3	泄水阀、泄水管及排水井	123
4	给水管网技术经济计算	91	6.3.4	消火栓	124
4.1	管网费用函数	91	6.3.5	倒虹吸和管桥	125
4.1.1	管网费用函数的组成	91	7	管道的施工及管网维护管理概述	128
4.1.2	管网费用计算	91	7.1	给水管道的施工概述	128
4.2	管网优化设计目标函数	94	7.1.1	管道运输	128
4.2.1	目标函数及约束条件	94	7.1.2	沟槽施工	128
4.2.2	目标函数的求解讨论	95	7.1.3	管道施工	130
4.3	输水管的技术经济计算	96	7.1.4	管道质量检查与验收	136
4.3.1	压力输水管的技术经济计算	96	7.2	给水管网的维护管理概述	138
4.3.2	重力输水管的技术经济计算	98	7.2.1	管网技术档案管理	139
4.4	环状管网技术经济计算	99	7.2.2	给水管网水质监测	141
4.4.1	管段设计流量的近似优化分配	99	7.2.3	给水管网水压与流量的测定	142
4.4.2	起点水压未给的管网	101	7.2.4	管道检漏	143
4.4.3	起点水压已给的管网	105	7.2.5	管道的维修与养护	144
4.5	近似优化计算	106	8	给水管网运行调度及水质控制	153
5	分区给水的能量分析和设计	109	8.1	给水管网的运行调度任务与系统组成	153
5.1	分区给水的技术与能量分析	109	8.1.1	给水管网的运行调度任务	153
5.1.1	分区给水系统概述	109	8.1.2	给水管网调度系统组成	153
5.1.2	技术上要求分区给水的		8.2	给水管网调度系统	154

8.2.1 给水管网调度系统结构	155	8.3 用水量预测、水质安全控制	157
8.2.2 实时网络数据库	156	8.3.1 用水量预测	157
8.2.3 模型分析	156	8.3.2 管网水质安全和水质安全 控制	159
8.2.4 供水管网调度系统特色	156		

第2篇 排水管网系统

9 排水管网工程规划与设计	162	10.4.2 设计流速	177
9.1 排水工程规划内容、原则和 方法	162	10.4.3 最小管径	178
9.1.1 城市排水工程规划内容	162	10.4.4 最小设计坡度	178
9.1.2 城市排水工程规划原则	162	10.4.5 污水管道的埋设深度	178
9.1.3 城市排水工程规划方法	163	10.4.6 污水管道的衔接	179
9.1.4 城市排水工程规划与城市 总体规划的关系	164	10.5 污水管道系统水力计算	180
9.2 排水工程建设程序和设计 阶段	164	10.5.1 污水管道中的水流分析	180
9.2.1 排水工程建设程序	165	10.5.2 水力计算基本公式	181
9.2.2 排水工程设计阶段	165	10.5.3 设计管段的划分和管段 设计流量的确定	181
9.3 排水管网系统布置	166	10.5.4 污水管道水力计算的 方法	185
9.3.1 排水管网布置原则与 形式	166	10.5.5 污水管道系统水力计算 实例	186
9.3.2 污水管网布置	166	10.6 污水管道平面图和纵剖面图 的绘制	189
9.3.3 雨水管渠布置	167	11 雨水管渠的设计与计算	193
9.4 区域排水系统	167	11.1 降雨和径流	193
10 污水管道系统设计与计算	169	11.1.1 水文循环	193
10.1 设计资料及设计方案的确定	169	11.1.2 雨量分析要素	194
10.1.1 设计资料	169	11.1.3 径流	196
10.1.2 设计方案的确定	170	11.2 雨水管渠系统的设计	196
10.2 污水管道系统设计流量	170	11.2.1 雨水管渠系统的设计 步骤	196
10.2.1 生活污水设计流量	171	11.2.2 雨水管渠系统的设计 流量	197
10.2.2 工业废水设计流量	173	11.2.3 雨水管渠系统的水力 计算	204
10.2.3 地下水渗入量	174	11.2.4 雨水管渠设计计算举例	205
10.2.4 城市污水设计总流量	174	11.3 立交道路排水	211
10.3 污水管道系统的布置	175	11.4 排洪沟的设计与计算	212
10.3.1 确定排水区界, 划分 排水区域	175	11.4.1 设计洪峰流量	212
10.3.2 污水管道的定线	175	11.4.2 设计防洪标准	213
10.3.3 控制点和泵站设置地点 的确定	176	11.4.3 排洪沟的设计要点	214
10.4 污水管道系统设计参数	177	11.4.4 排洪沟的水力计算	216
10.4.1 设计充满度	177		

常由水资源与取水工程、水处理工程和给水排水管道工程等部分组成（参见图 1-1）。给水排水工程的目的和任务就是保证以安全适用、经济合理的工艺与工程技术，合理开发和利用水资源，向城镇和工业供应各项合格用水，汇集、输送、处理和再生利用污水，使水的人工循环正常运行，以提供方便、舒适、卫生、安全的生活和生产环境，保障人民健康与正常生活，促进生产发展，保护和改善水环境质量。

此外，大气降水（雨水和冰雪融水）的及时排除，也是给水排水工程的重要任务之一。

给水排水工程按服务范围可分为区域给水排水工程、城镇给水排水工程、建筑给水排水工程和工业给水排水工程等；按系统可分为给水工程（系统）和排水工程（系统）两大类。污水处理回用工程（即中水工程）实质上应属于给水工程的范畴。

1.1 给水排水系统的组成和工作原理

1.1.1 给水排水系统的任务

城市水系统为城市社会、经济、环境三个系统提供服务，并受以上三个系统的制约。城市水系统为社会系统提供生活用水，主要问题是居民饮用水、卫生设施用水；为经济系统提供生产用水，其用水指标和总量受经济结构的影响；为环境系统提供生态用水，它受地面硬化比例、水体污染和乔灌木在绿化面积中的比例影响，同时，城市环境系统也影响着城市水源地的水量与水质。

循环再生性是水区别于其他资源的基本自然属性，地表水和地下水被开发利用后，可以得到大气降水的补给，但是每年的补给水量是有限的，循环过程的无限性和补给水量的有限性决定了水资源只有在多年平均用水量不超过多年平均补给量的限度之内才是用之不竭的。天然水循环的过程及分配方式为：降水降落到地面以后，有 10% 左右形成地表径流，有 40% 左右消耗于陆地面蒸发和填洼，大约 50% 通过入渗蓄存在地下水位以上的土壤包气带中，或通过重力形式补给地下水。而在城市化地区，由于建筑物和地面衬砌的影响，不透水面积增加，即“城市地表硬化”，截断了水分入渗及补给地下水的通道，导致地表径流增大，土壤含水量和地下水补给量减少。另外，社会系统和经济系统使用天然水资源后，加剧了天然水体的污染。城市水资源系统较自然水资源系统的这一改变，产生了一系列的问题，而给水排水系统是解决这些问题的工程手段。

给水排水系统是为人们的生活、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，它的完善程度是城市社会文明、经济发展和现代化水平的重要标志。给水排水系统的任务是向各种不同类别的用户供应满足需求的水质、水量和水压，同时承担用户排出的废水的收集、输送和处理，达到消除废水中污染物质对于人体健康的危害和保护环境的目的是。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。

给水系统的用途分为生活用水、工业生产用水和市政消防用水三大类，它要满足各类用水对水量、水质、水压的要求。①生活用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、公共设施用水和工业企业生活用水。居民生活用水是指居民家庭生活中饮用、烹饪、洗浴、冲洗等用水。公共设施用水是指机关、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，其特点是用水量大，用水地点集中，该类用水的水质要求基本上与居民生活用水相同。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、冲洗等生活用水，该类用水的水质与居民生活用水相同，用水量则取决于工业企业的生产工艺、生产条件、工作人员数量、工作时间安排等因素。②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（成为产品或产品的一部分）、工艺用水（作为溶剂、载体等）和辅助用水（用于冷却、清洗等）等，工业企业门类多，系统、工艺复杂，对水量、水质、水压的要求差异很大。③市政和消防用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用水。

为了满足城市和工业企业的各类用水需求，城市给水系统需要具备充足的水资源、取水设施、水质处理设施和输水及配水管道系统。

上述各种用水在被用户使用以后，水质受到了不同程度的污染，成为污水。这些污水带着不同来源的污染物质，会对人体健康、生活环境和自然生态环境带来严重危害，需要及时地收集和处理，然后才可排放到自然水体或者重复利用。为此而建设的废水收集、处理和排放工程设施，称为排水工程系统。另外，城市化地区的降水会造成地面积水，甚至造成洪涝灾害，需要建设雨水排水系统及时排除。因此，根据排水系统所接纳的污水的来源，污水可以分为生活污水、工业废水和雨水三种类型。污水则主要是指居民生活用水所造成的废水和工业企业中的生活污水，其中含有大量有机污染物，受污染程度比较严重，通常称为生活污水，是废水处理的重点对象。大量的工业用水在工业生产中被用作冷却和洗涤的用途，其排水受到较轻微的水质污染或水温变化，称为生产废水，这类废水往往经过简单处理后重复使用；另一类工业废水在生产过程中受到严重污染，称为生产污水，例如许多化工生产污水，含有很高浓度的污染物质，甚至含有大量有毒有害物质，必须进行严格的处理。雨水排水系统的主要目标是排除降水（系指雨水和冰雪融化水），防止地面积水和洪涝灾害。在水资源缺乏的地区，降水应尽可能被收集和利用。因此，只有建立合理、经济和可靠的排水系统，才能达到保护环境、保护水资源、促进生产和保障人们生活 and 生产活动安全的目的。

1.1.2 给水排水系统的组成及功能

1.1.2.1 水源取水系统

包括水源（如江河、湖泊、水库、海洋等地表水源，潜水、承压水和泉水等地下水源，复用水源）、取水设施、提升设备和输水管渠等。该系统要满足用户在规划期内的取水水量要求；作为城镇给水水源，其水质必须符合国家生活饮用水水源水质标准或满足相应于用户供水要求的、符合国家有关规定的水源水质要求。对水源地必须加强监测、管理与保护，使原水水质始终能够达到和保持国家标准要求。

1.1.2.2 给水处理系统

包括各种采用物理、化学、生物等方法的水质处理设备和构筑物。生活饮用水常规处理一般采用反应、絮凝、沉淀、过滤和消毒处理工艺和设施；由于污水处理设施建设的长期欠缺，加上工程投资大、运行管理费用高，因而我国的污水处理率在短时期内难以得到明显提高，工业、农业及生活污水未经适当处理而排入水体，使许多城镇饮用水水源受到污染，饮用水水源的污染，致使饮用水水质恶化，对城市居民身体健康构成严重威胁，制约经济进一步发展和影响社会稳定；其中，化学污染物会导致人类基因突变，严重地影响人口的整体素质。水源水质污染的另一个重要方面是氮、磷营养物大量排入水体所导致的水体富营养化，

水体中藻类的过量繁殖已经严重影响自来水管厂的净化效果。我国水土流失严重，水中天然有机物浓度较高，也增加了饮用水的处理难度。所以，在今后相当长时期内，对于微污染水（含有微量污染物的水）的净化处理将是一个重要的研究课题，目前对微污染水在常规处理流程前常采用各种生物预处理工艺，而在其后则多采用臭氧活性炭、膜技术等深化处理工艺，在消毒剂的选用上也更加谨慎；工业用水一般有冷却、软化、淡化、除盐等工艺和设施。

该系统的工艺流程选择要满足用户对水质的要求：供应城镇用户使用的水，必须达到国家生活饮用水水质卫生规范要求，工业用水和其他用水必须达到有关行业水质标准或用户特定的水质要求。

1.1.2.3 给水管网系统

包括输水管渠、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、水塔等）等，简称输配水系统。该系统要满足用户对水量、水质、水压的要求。为用户的用水提供符合标准的用水压力，使用户在任何时间都能取得充足的水量，我国规定民宅的服务水头应满足一层楼 $10\text{mH}_2\text{O}$ ($1\text{mH}_2\text{O}=9806.65\text{Pa}$ ，下同)、两层 $12\text{mH}_2\text{O}$ 、以后每加一层增加 $4\text{mH}_2\text{O}$ ；我国城镇消防栓系统一般为低压网，则任一消防栓处的服务水头不得低于 $10\text{mH}_2\text{O}$ 。对地形高差较大的区域，应充分利用地形高差所形成的重力，提供供水的压力；对地形平坦的地区，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。并且，要通过设计和运行管理中的物理和化学等手段控制储水和输配水过程中的水质变化，防止水质的二次污染。

1.1.2.4 排水管网系统

包括污水和废水收集与输送管渠、水量调节池、提升泵站及附属构筑物（如检查井、跌水井、水封井、雨水口等）等。该系统要具有足够的高程和压力，保证将规划要求的、一定处理率的污水顺利地输送至污水处理厂或排入接纳体。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、保证排水管网的施工安全。

1.1.2.5 污水和废水处理系统

包括各种采用物理、化学、生物等方法的水质净化设备和构筑物。由于污水和废水的水质差异大，采用的处理工艺和使用方法的组合各不相同。该系统要根据尾水接纳水体的功能区划，将污水和废水处理到国家规定的达标水质，或者根据用户要求达到回用水质要求。

1.1.2.6 排放和重复利用系统

包括废水接纳体（如水体、土壤等）和最终处置设施，如排放口、稀释扩散设施、隔离设施和废水回用设施等。一般城镇给水排水系统如图 1-2 所示。

给水排水系统的功能关系如图 1-3 所示。

1.1.3 给水排水系统各组成部分的流量、水质和压力的相互关系

正确了解给水排水系统各组成部分在水量、水质和水压上的相互关系，才能对系统进行有效的控制和运行调度管理，才能满足用户对给水排水的水量、水质和水压的需要，达到水资源优化利用、满足生产要求、保证产品质量、方便人们生活、保护环境、防止灾害等目的。

1.1.3.1 给水排水系统的流量关系

给水排水系统各子系统及其组成部分具有流量连续关系，原水流量从给水水源进入系统

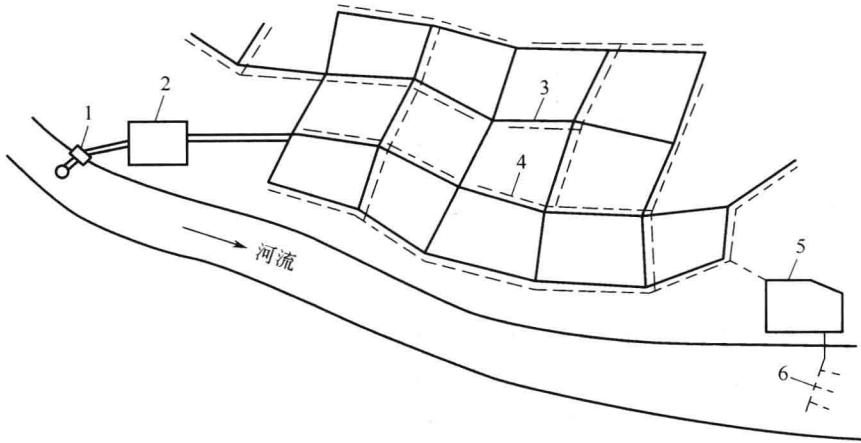


图 1-2 城镇给水排水系统

1—取水系统；2—给水处理系统；3—给水管网系统；4—排水管网系统；5—废水处理系统；6—排放系统

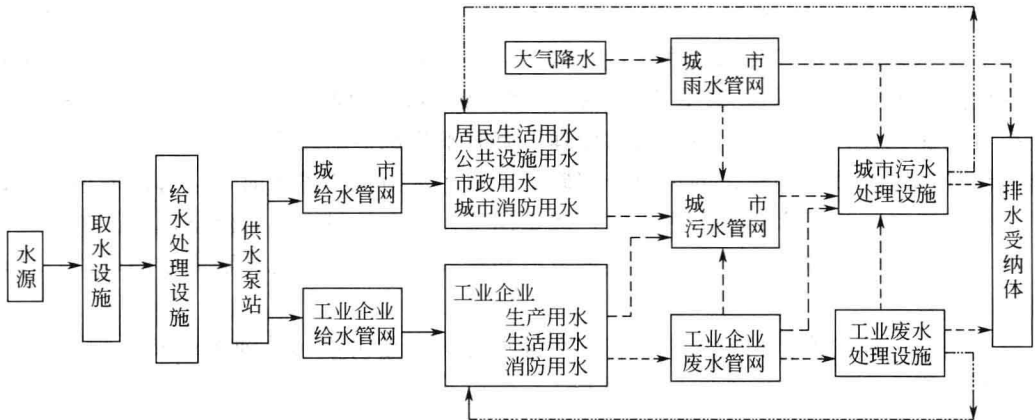


图 1-3 给水排水系统功能关系

后顺序通过取水系统、给水处理系统、给水管网系统、用户、排水管网系统、排水处理系统，最后排放或复用，由于系统内有流量调节构筑物，各子系统的设计流量并不相等，又由于用水和排水的随机性，各子系统的流量随时都有变化。

给水排水系统流量关系如图 1-4 所示。其中： q_1 为给水处理系统自用水； q_2 为给水管网系统漏失水量； q_3 为给水管网系统水量调节，其流向根据水塔（或高位水池）进水或出水而变； q_4 为用户使用后未进入排水系统的水量，该水量的大小与下列因素有关：转化为污水时的损失（人体吸收、进入产品、蒸发等），约为用水量 Q_4 的 10%~20%、该排水管网系统的污水收集率以及管网的漏失率； q_5 为进入排水管网系统的降水或渗入的地下水； q_6 为排水管网水量调节，其流向根据调节池进水或出水而变化； q_7 为排水处理系统自耗水。

清水池用于调节给水处理水量与管网中的用水量之差。由于用户用水量在一天中变化较大，为保证供水安全，管网是按最高日最高时流量设计的，但是，为了减小取水和处理设施的规模，节约建设投资和方便运行管理，给水系统中的取水与给水处理设施是按较均匀流量（最高日平均时流量）设计和运行的，于是，采用清水池对处理流量和管网用水量之差进行调节。实际运行时，取水量就是根据清水池水位控制的，只要保证清水池存有足够量的

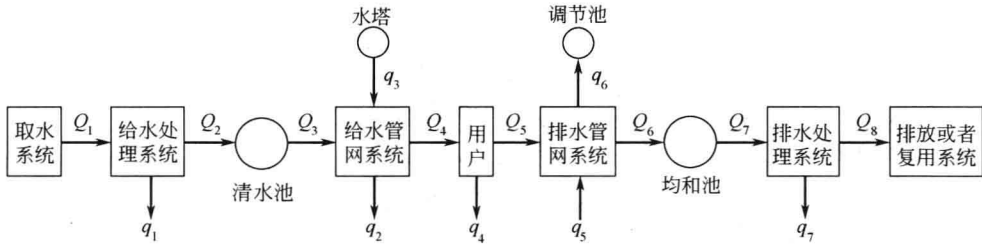


图 1-4 给水排水系统流量关系

水，就能保证供水管网中用户的用水。水塔（或高位水池）则用于调节二级泵站供水量与管网中的用水量之差，它的存在使得二级泵站可以按两级（顶多三级）供水，也即将二级泵站的泵型控制在 2~3 种，使水泵总处在高效区运行（此时，水厂清水池的作用是调节处理水量与二级泵站供水水量之间的差额）。不过水塔容积一般较小，调节能力有限，所以大型给水系统一般不建水塔。有些给水管网系统中，如有合适地形，可建清水池（储水池）和提升（加压）泵站，同样也起到水量调节作用。

因为排水量在一日中的变化同样也是很大的，当污水处理厂设有调节池和均和池时（其用于调节排水管网流量和排水处理流量之差，同时具有均和水质的作用，以降低因污染物随时间变化造成的处理难度），为节约建设投资和方便运行管理，此时，排水处理和排放设施一般按日均流量设计和运行。城市污水处理厂有时不建调节池或均和池，此时，污水处理构筑物的设计流量应按分期建设的情况分别确定：当污水为自流进入时，按每期的最高日最高时设计流量确定；当污水为提升进入时，按每期工作水泵的最大组合流量确定。若流程中采用了曝气池，则曝气池的设计流量常根据池型和曝气时间综合考虑，曝气时间较长，设计流量可以酌情减小。

由于雨水排除的流量相当集中，有时在排水管网中建雨水调节池可以减小排水管（渠）尺寸，节约投资。

1.1.3.2 给水排水系统的水质变化

给水排水系统的水质变化过程如下。

(1) 给水处理 将原水水质经采用物理、化学、生化等方法，使其达到给水水质要求的处理过程。

(2) 用户用水 用户用水后改变了水质，水质受到不同程度污染，成为污水或废水的过程。

(3) 废水处理 对污水或废水进行处理，去除污染物质，使其达到排放水质标准的过程。

除了这三个水质变化过程外，由于管道材料的溶解、析出、结垢和微生物滋生以及施工安装疏忽等原因，给水管网的水质也会产生二次污染，这个问题已引起专业技术人员的高度重视并成为研究方向之一。

1.1.3.3 给水排水系统的水压关系

水压不但是用户用水所要求的，也是给水和排水输送的能量来源。给水排水系统的水压关系实际上就是指水头关系，即包含了高程因素的水压关系。

在给水系统中，从水源开始，水流到达用户前一般要经过多次提升，特殊情况下也可以依靠重力直接输送给用户。水在输送中的压力方式有全重力给水、一级加压给水、二级加压

给水和多级加压给水。

排水系统首先是间接承接给水系统的压力，也就是说，用户用水所处位置越高，排水源头的水头（位能）越大。排水系统往往利用地形重力输水，只有当管渠埋深太大、施工有困难时，才采用排水泵站进行提升。

排水输送到处理厂后，在处理和排放（或复用）过程中往往还要进行一到两级提升。当处理厂所处地势较低时，排水可以靠重力自流进入处理设施，处理完后再提升排放或复用；当处理厂所处地势较高时，排水经提升后进入处理设施，处理完后靠重力自流排放或复用；有时因为排水受纳体的高程因素，排水需要经提升后进入处理设施，处理完后再次提升排放或复用。

给水排水管网系统是给水排水系统的重要组成部分，可分为给水管网系统和排水管网系统两大类。

1.2 给水管网系统的组成与类型

1.2.1 给水管网系统的组成

给水管网系统是论述水的提升、输送、储存、调节和分配的技术科学。其基本任务是保证将水源的原料水（原水）送至水处理构筑物及符合用户用水水质标准的水（成品水）输送和分配到用户，这一任务是通过水泵站、输水管、配水管网及调节构筑物（水池、水塔）等设施的共同工作来实现的，它们组成了给水管网工程。其工程设计和管理的基本要求是以最少的建造费用和管理费用，保证用户所需的水量和水压，保持水质安全，降低漏损，并达到规定的供水可靠性。

1.2.1.1 泵站

用以将所需水量提升到要求的高度和供水压力，可分抽取原水的一级泵站、输送清水的二级泵站和设于管网中的增压泵站等。

1.2.1.2 输水管渠和配水管网

输水管渠分浑水输水管渠和清水输水管。浑水输水管渠是将原水送到水处理厂的管渠；清水输水管则是将水厂清水池中的成品水送往管网、或管网送往某大用户、或在区域供水连接各区域管网的压力输水管。输水管渠一般不沿线供水。配水管网则是将成品水送到各个给水区的全部管道，它由主干管、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）等附属设施，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。

1.2.1.3 调节构筑物

它包括各种类型的储水构筑物，例如高地水池、水塔、清水池（库）等，用以储存和调节水量。高地水池和水塔兼有保证水压的作用。大城市通常不用水塔。中小城镇及工业企业为了储备水量和保证水压，常设置水塔。为了减小水塔高度，降低造价，水塔常设在城市地形最高处，其设在管网起端、中间或末端将分别构成网前水塔、网中水塔和对置水塔的给水系统。

1.2.1.4 减压设施

为了避免水压过高造成管道或其他设施的漏水、爆裂、水锤破坏，常采用减压阀和节流孔板等降低和稳定输配水系统局部的水压。

泵站、输水管渠、配水管网和调节构筑物等总称为输配水系统，从给水系统整体来说，它是投资最大的子系统。给水管网系统的组成见图 1-5。

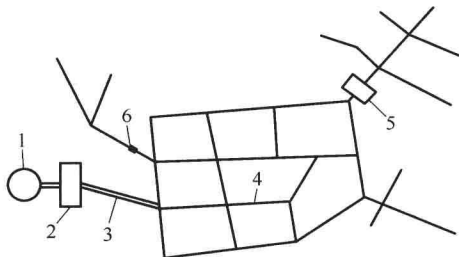


图 1-5 给水管网系统

1—取水口；2—净水处理厂；3—输水管渠；
4—城市配水管网；5—加压泵站；6—减压阀

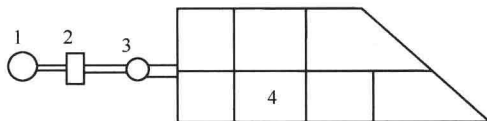


图 1-6 单水源给水管网系统

1—地下水集水池；2—泵站；3—水塔；4—管网

1.2.2 给水管网系统的类型

1.2.2.1 按水源的数目分类

(1) 单水源给水管网系统 即所有用户的用水来源于一个水厂清水池（清水库），清水经过泵站加压后进入输水管和管网。较小的给水管网系统（如企事业单位或小城镇给水管网系统）多为这种单水源给水管网系统，如图 1-6 所示。

(2) 多水源给水管网系统 用户的用水可以来源于多个水厂的清水池（清水库），清水从不同的地点经输水管进入管网。较大的给水管网系统（如大中城市）一般是多水源给水管网系统，如图 1-7 所示。

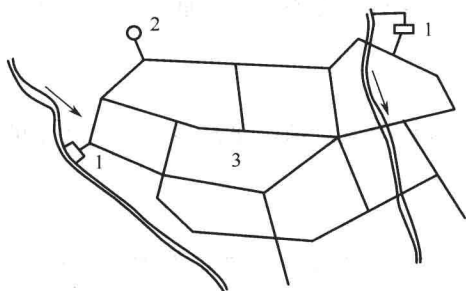


图 1-7 多水源给水管网系统

1—水厂；2—水塔；3—管网

当总供水量一定、给水管网系统的水源数目增多时，各水源供水量与平均输水距离减小，因而可以降低系统造价与供水能耗，同时，多水源管网的供水安全性较高。但多水源给水管网系统的管理较复杂。

1.2.2.2 按系统构成方式分类

(1) 统一给水管网系统 系统中只有一个管网，统一供应生产、生活和消防等各类用水，其供水具有统一的水质和水压。

(2) 分区给水管网系统 将给水管网系统划分为多个区域，各区域管网具有独立的供水泵站，供水具有不同的水压。分区给水管网系统可以降低平均供水压力，避免局部水压过高的现象，减少爆管的概率和泵站能量的浪费。

管网分区的方法有两种：一种是并联分区，不同压力要求的区域由不同泵站（或泵站中不同水泵）供水（见图 1-8）；另一种采用串联分区，设多级泵站加压（见图 1-9）。大型管网系统可能既有串联分区又有并联分区。

(3) 分质给水管网系统 根据用户对水质要求的不同，从储存不同制水标准的清水池分别向不同的管网供水，可以来自不同水源的水厂清水池，也可以来自同一水厂水质不同的清水池，系统中有两个以上的管网（见图 1-10）。此类管网在工业区较常采用，例如将生产用水、生活用水、消防用水分别自成给水管网系统。