



高等学校土建类专业“十二五”规划教材

给水排水管网系统

马立艳 主编

JISHUI

PAISHUI
GUANWANG
XITONG



化学工业出版社

高等学校土建类专业“十二五”规划教材

给水排水管网系统

马立艳 主编



化学工业出版社

·北京·

前 言

给水排水管网系统是给水排水工程中的重要组成部分，与人们的生产和生活息息相关。给水排水管网系统的建设投资占给水排水工程建设总投资的50%~80%左右，一直以来都受到给水排水工程建设、管理和运营部门的高度重视。本书针对给水排水管网系统，讲授给水的输送和分配以及废水的收集和输送管道系统网络的理论、工程设计与管网的管理、维护和运行调度的基本理论和技术。根据我国最新颁布的相关规范，力求全面系统地阐述给水排水管道系统的基础理论、工程规划与设计、运行与管理的基本知识与基本技能。结合工科教学特点，注重于理论联系实际，力求简明扼要、深入浅出，更多的介绍工程实际应用中不断涌现出的新方法、新技术、新材料等，注重实用性、通用性，在适应工科院校培养应用型人才的教學特点的同时，尽可能满足各类理工科院校不同专业的教学需求。

本书主要内容包括给水排水管道系统概论、给水排水管道工程规划与布置、水力学基础知识、给水管网系统的设计计算及优化设计、排水管网系统的设计计算、给水排水管道材料与附件及给水排水管网系统的运行管理和维护等。本书可作为高等学校给水排水工程、环境工程、市政工程、城市规划等专业教材，也可作为相关专业的工程技术人员、科研人员等的自学参考书。

本书由福建工程学院、扬州环境资源职业技术学院、河南城建学院、江苏科技大学编写。全书由福建工程学院马立艳主编，长安大学关卫省教授主审。其中第1、4、5、8、9章及第10章第4节内容由福建工程学院马立艳编写，第2章由河南城建学院谭水成编写，第3章由河南城建学院尹玉先编写，第6、7章由扬州环境资源职业技术学院程小娟编写，第10、11章由江苏科技大学王新刚编写，全书由马立艳统稿和定稿。本书参考了大量书目和文献资料，书后列出了部分参考文献供读者选读，并对这些著作的作者表示诚挚的谢意。在教材编写过程中，得到了给排水教研室各位同仁的关心、帮助与支持，在此一并表示衷心的感谢！

由于编者时间所限，缺点和疏漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者
2011年6月

目 录

第 1 章 给水排水管网系统概论	1	习题	74
1.1 给水排水系统的组成	1	第 6 章 给水管网系统设计计算	76
1.2 给水排水管网系统的功能特点与工作 原理	3	6.1 概述	76
1.3 给水排水管网系统的组成	6	6.2 管段设计用水量计算	77
1.4 给水排水管网系统的类型与体制	11	6.3 管径计算	82
思考题	15	6.4 树状管网水力计算	84
第 2 章 给水排水管道工程规划与 布置	17	6.5 环状管网水力计算	89
2.1 给水排水管道工程规划原则与建设 程序	17	6.6 输水管水力计算	104
2.2 城市用水量预测与计算	19	6.7 分区给水系统设计	109
2.3 设计用水量计算	24	6.8 应用计算机解管网问题	115
2.4 给水排水管道工程技术经济分析 方法	29	思考题	116
2.5 给水管网系统规划布置	31	习题	116
2.6 排水管网系统规划布置	34	第 7 章 给水管网优化设计	118
思考题	42	7.1 给水管网工程技术经济分析	118
第 3 章 给水排水管道系统水力计算 基础	43	7.2 给水管网工程费用函数	120
3.1 基本概念	43	7.3 输水管的优化设计	122
3.2 管渠水头损失计算	45	7.4 树状管网优化设计	123
3.3 无压圆管的水力计算	48	7.5 环状管网优化设计	125
3.4 非满流管渠水力计算	51	7.6 给水管网优化设计模型的求解方法	127
3.5 管道的水力等效简化	52	7.7 给水管网系统可靠性分析	130
思考题	55	思考题	131
习题	55	第 8 章 污水管网系统设计计算	132
第 4 章 给水排水管网模型与管网水力学 基本方程组	56	8.1 污水设计流量计算	132
4.1 给水排水管网模型与特性	56	8.2 管段设计流量计算	137
4.2 管网水力学基本方程组	61	8.3 污水管道设计参数	141
思考题	64	8.4 污水管网水力计算	145
习题	64	8.5 污水管道平面图和纵剖面图	149
第 5 章 给水系统的工作工况	65	思考题	150
5.1 给水系统的流量关系	65	习题	150
5.2 清水池和水塔	68	第 9 章 雨水管渠系统设计计算	152
5.3 给水系统的水压关系	71	9.1 雨量分析与暴雨强度公式	152
思考题	74	9.2 雨水管渠设计流量计算	156
		9.3 雨水管渠设计与计算	161
		9.4 雨水径流调节	168
		9.5 城市防洪设计	170
		9.6 合流制排水管渠的设计计算	174
		思考题	181
		习题	181

第 10 章 给水排水管道材料与附件	183	11.2 给水管网水压与流量的测定	209
10.1 给水排水管道材料	183	11.3 给水管网检漏和修复	212
10.2 给水管网附件	189	11.4 管道防腐	216
10.3 给水管网附属构筑物	191	11.5 管网水质管理和供水调度	220
10.4 排水管网附属构筑物	194	11.6 排水管渠系统的维护管理	224
思考题	208	思考题	228
第 11 章 给水排水管网系统运行管理		附录	229
与维护	209	参考文献	247
11.1 给水管网系统的技术管理	209		

第 1 章 给水排水管网系统概论

1.1 给水排水系统的组成

给水排水系统是为人们的生活、生产和消防提供用水和废水排除设施的总称，是人类文明进步和城市化聚集居住的产物，是现代化城市最重要的基础设施之一，是城市社会文明、经济发展和现代化水平的重要标志。

给水排水系统是向各种不同类别的用户供应满足不同需求的水质和水量，同时承担用户排出废水的收集、输送和处理，达到消除废水中污染物质对人体健康的危害和保护环境的目的。给水排水系统可分为给水系统和排水系统两个组成部分。

给水的用途通常分为生活用水、工业生产用水和市政消防用水三大类。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、洗涤等用水，是保障居民身体健康、家庭清洁卫生和生活舒适的重要条件。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、洗涤等生活用水，该类用水的水质与居民生活用水相同，用水量则根据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而变化。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，工业企业门类多，系统庞大复杂，对水量、水质、水压的要求差异很大。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的用水。

为了满足城市和工业企业的各类用水需求，城市供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网络系统。

上述各种用水在被用户使用过以后，水质受到了不同程度的污染，成为废水。这些废水携带着不同来源和不同种类的污染物质，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废水的来源，废水可以分为生活污水、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废水和工业企业中的生活污水，其中含有大量有机污染物，如蛋白质、动植物脂肪、碳水化合物、氮、磷、病原微生物等，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，须经过处理后才能排入水体、灌溉农田或再利用等。

工业废水是指在工业生产过程中排出的废水。由于各种工业企业生产类别、工艺过程、

原材料及用水要求不同,使工业废水的水质差别很大。工业废水按照污染程度不同,可分为生产废水和生产污水两类。大量的工业用水在工业生产过程中被用作冷却和洗涤的用途,受到较轻微的水质污染或水温变化,这类废水往往经过简单处理后重复使用,称为生产废水;另一类工业废水在生产过程中受到严重污染,例如许多化工生产废水,含有很高浓度的污染物质,甚至含有大量有毒有害物质,必须给予严格的处理,称为生产污水。

降水指雨水和冰雪融化水。这类水径流量大而急,若不及时排除往往会造成洪涝灾害,淹没房屋、阻断交通、造成生命和财产损失,尤其是山洪水危害更大。雨水排水系统的主要目的是排除降水,防止地面积水和洪涝灾害。雨水较清洁,但初期降水却挟带大量的污染物质,特别是流经制革厂、炼油厂和化工厂等地区的雨水,可能会含有这些企业排出的污染物质;另外,由于大气污染,在某些地区和城市出现酸雨,初降雨时雨水 pH 值较低,因此一些国家已经对初期降水进行了处理。在水资源缺乏的地区,降水应尽可能被收集和利用。

总之,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。给水排水系统的功能和组成如图 1.1 所示。

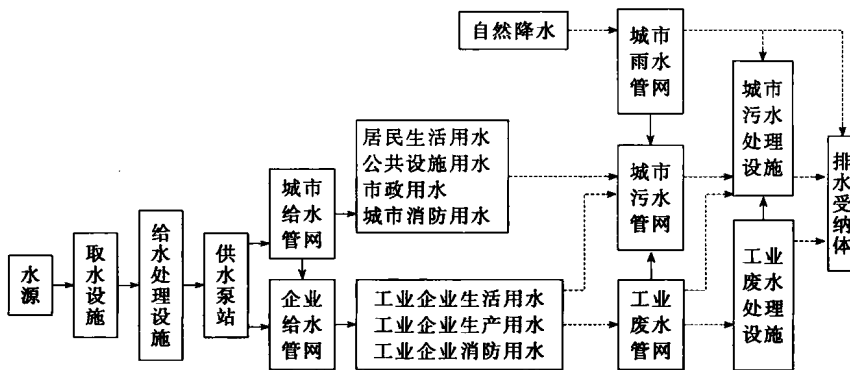


图 1.1 给水排水系统功能关系示意图

给水排水系统应具有以下三项主要功能。

(1) 水量保障

向人们指定的用水地点和用户及时可靠地供给满足用户需求的用水量,并将用户排出的废水(包括生活污水和生产废水)和雨水及时可靠地收集并运输到指定的地点。

(2) 水质保障

向指定用水地点和用户供给符合质量要求的水,使用后的水按照有关废水排放标准排入收纳水体。水质保障的措施主要包括三方面:采用合理的给水处理措施,供水(包括水的循环利用)水质达到或超过人们用水所要求的质量;通过设计和运行管理中的物理和化学等控制手段贮水和输配水过程中的水质变化;采用合适的废水处理措施使废水水质达到排放的要求,保护环境不受污染。

(3) 水压保障

为用户的用水提供符合标准的用水压力,使用户在任何时间有充足的水量使用;同时,使排水系统具有足够的高程和压力,使之能够顺利排入收纳水体。在地形高差较大的地区,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,给水压力一般采取水泵加压,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和用水舒适。排水一般采用重力流输送,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。

给水排水系统由一系列构筑物 and 给水排水管道组成，可划分为以下系统：

① 水源取水系统。包括水资源（如江河、湖泊、水库、海洋等地表水资源，潜水、承压水和泉水等地下水资源，复用水资源）、取水设施、提升设备和输水管渠等。

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。生活饮用水一般采用反应、絮凝、沉淀、过滤和消毒处理工艺和设施，工业用水一般有冷却、软化、淡化、除盐等工艺和设施。

③ 给水管网系统。是将处理后符合水质标准的水输送给用户，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，又称为输水与配水系统，简称输配水系统。

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、跃水井、水封井、雨水口等）等。

⑤ 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。由于废水的水质差异大，采用的废水处理工艺各不相同。常用物理处理工艺有格栅、沉淀、曝气、过滤等；常用化学处理工艺有中和、氧化等；常用生物处理工艺有活性污泥处理、生物滤池、氧化沟、稳定塘等。

⑥ 废水排放系统。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、隔离设施等。

⑦ 废水重复利用系统。包括城市污水、工业废水和建筑小区的废水回用设施等（如中水系统）。一般城镇给水排水系统如图 1.2 所示。

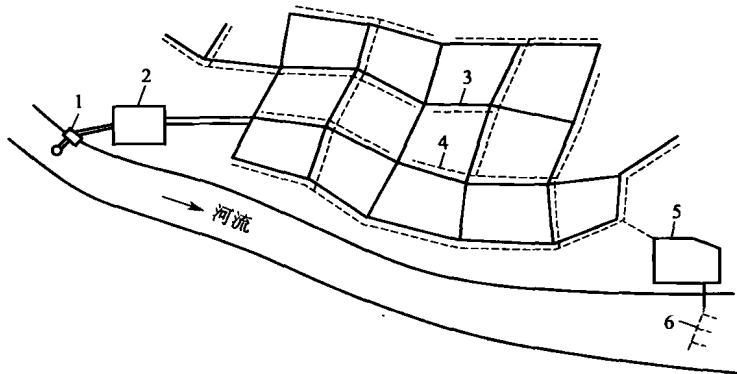


图 1.2 城镇给水排水系统示意图

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

1.2 给水排水管网系统的功能特点与工作原理

1.2.1 给水排水管网系统的功能特点

给水排水管网系统是给水排水工程设施的重要组成部分，是由不同材料的管道和附属设施构成的输水网络。根据其功能可以分为给水管网系统和排水管网系统。给水管网系统承担供水的输送、分配、压力调节（加压、减压）和水量调节任务，起到保障用户用水的作用；

排水管网系统承担污、废水收集、输送、高程或压力调节和水量调节任务，起到防止环境污染和防治洪涝灾害的作用。

给水管网系统和排水管网系统均应具有以下功能：

- ① 水量输送，即实现一定水量的位置迁移，满足用水与排水的地点要求；
- ② 水量调节，即采用贮水措施解决供水、用水与排水的水量不平均问题；
- ③ 水压调节，即采用加压和减压措施调节水的压力，满足水输送、使用和排放的能量要求。

给水排水管网系统具有一般网络系统的特点，即分散性（覆盖整个用水区域）、连通性（各部分之间的水量、水压和水质紧密关联且相互作用）、传输性（水量输送、能量传递）、扩展性（可以向内部或外部扩展，一般分多次建成）等。同时给水排水管网系统又具有与一般网络系统不同的特点，如隐蔽性强、外部干扰因素多、容易发生事故、基建投资费用大、扩建改建频繁、运行管理复杂等。

1.2.2 给水排水管网系统工作原理

给水排水系统中的各组成部分在水量、水质和水压（能量）上有着紧密的联系，必须正确认识和理解它们之间的相互关系并有效地进行控制和运行调度管理，才能满足用户给水排水的水量、水质和水压需要，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、防止灾害等目标。

(1) 给水排水系统的流量关系

给水排水系统中各系统及其组成部分具有流量连续关系。原水从给水水源地进入系统后，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，称为给水排水系统流程。其中，用户是给水排水系统的服务对象。在系统设计期限内，用户的最大日用水量和排水量是系统规划设计的重要依据。满足系统压力和水质要求的最大日供水量和排水量分别称为该系统的最大日供水能力和最大日排水能力。由于系统内有流量调节构筑物，用水和排水的随机性，各子系统的流量在同一时间内并不相等，随时都会发生变化。

给水排水系统流程如图 1.3 所示，用 $Q_1 \sim Q_8$ 和 $q_1 \sim q_7$ 依次表示该系统流程中的流量变化。其中，给水处理系统需要供出最大日供水量 Q_2 ，其自用水量 q_1 ，一般可采用设计水量 Q_2 的 5%~10%。而且，处理系统一般应该稳定运行，因此，每小时处理水量即为 Q_2 和 q_1 之和的小时平均流量；取水系统的流量 Q_1 则等于上述处理系统的流量，即 $Q_1 = Q_2 + q_1$ 或 $Q_1 = (1.05 \sim 1.10)Q_2$ ；给水管网系统向用户供给用水量 Q_4 ，且必须时刻满足用户的用水量，因此， Q_4 为用户的最大日最大时用水量； q_2 为给水管网系统漏失水量；在管网泵站小时供水流量为 Q_3 的条件下， q_3 为给水管网系统调节流量，其流向根据水塔（或高位水池）进水或出水而变化，使管网总进水量等于总出水量，即 $Q_3 + q_3 = Q_4 + q_2$ ；清水池用于调节其进水量 Q_2 和出水量 Q_3 的差值； q_4 为用户使用后未进入排水系统的水量； Q_5 为用户使用后进入排水系统的水量，其日流量为 $Q_5 = Q_2 - q_4$ ； q_5 为进入排水管网系统的降水或渗入的地下水； q_6 为排水管网调节流量，其流向根据调节池进水或出水而变化，因此，进入废水均和池的流量 $Q_6 = Q_5 + q_5 - q_6$ ；排水处理系统一般需要稳定运行，其每小时进水量 $Q_7 = Q_6/24$ ； q_7 为排水处理系统自耗水，所以，系统排水流量 $Q_8 = Q_7 - q_7$ 。

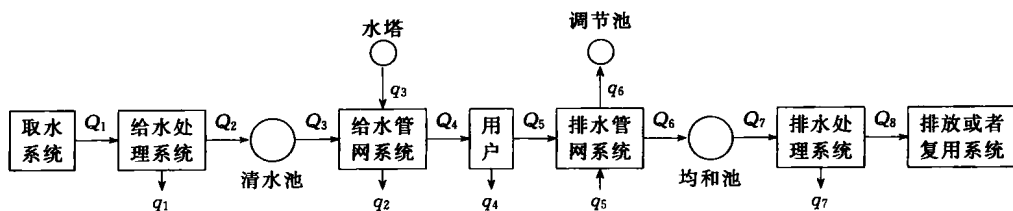


图 1.3 给水排水系统流程简图

清水池用于调节给水处理水量与管网中的用水量之差，因为用户用水量在一天中往往变化较大，而取水与给水处理系统则应按较均匀的流量（接近日平均流量）设计和运行，以节约建设投资和方便运行管理，两者流量之差主要通过清水池进行调节。实际上，取水系统运行时，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水，就能保证供水管网中用户的用水。水塔（或高位水池）也具有水量调节作用，不过其容积一般较小，调节能力有限，所以大型系统一般不建水塔。有些给水管网系统中也建有清水池（贮水池）和提升（加压）泵站，同样也起到水量调节作用。

因为排水量在一天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，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。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）的管径，节约投资。

（2）给水排水系统的水质关系

给水排水系统的水质主要表现为三个水质标准和三个变化过程。三个水质标准是：

① 原水水质标准 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，并加强监测、管理与保护，使原水水质能够达到和保持国家标准要求。

② 给水水质标准 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。

③ 排放水质标准 即废水经过处理后要达到的水质要求，应按照国家废水排放水质标准要求及废水排放接纳水体的承受能力确定。

三个水质变化过程是：

① 给水处理 即将原水水质净化或加入有益物质，使之达到给水水质要求的处理过程。

② 用户用水 即用户用水改变水质，使之成为污水或废水的过程，水质受到不同程度的污染。

③ 废水处理 即对污水或废水进行处理，去除污染物质，使之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、结垢和微生物滋生等原因，给水管网的水质也会发生变化。在供水水质标准不断提高的今天，管网水质变化与控制问题也已逐步受到重视并成为专业技术人员研究的对象。

（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。水的机械能有位能、压能和动能三种形式，位能与压能之和称为测压管水头，工程上又称压力水头，或简称水

头。这里论述给水排水系统的水压关系实际上就是包含了高程因素的水压关系，广义地讲就是能量关系。

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。

排水输送到污水处理厂后往往先贮存到均和池中，在处理 and 排放过程中还要进行一级或两级提升。当处理厂所处地势较低时，排水可以依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；更多的情况下，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。

1.3 给水排水管网系统的组成

1.3.1 给水管网系统的组成

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、高位水池）等构成。图 1.4 为一个典型的给水管网系统示意图。

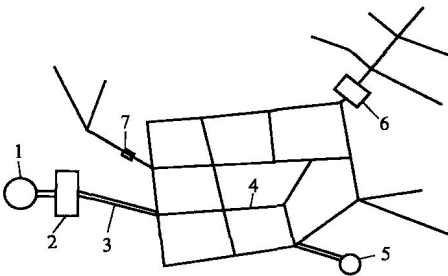


图 1.4 给水管网系统示意图

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



图 1.5 钢筋混凝土输水管

(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，输水管（渠）一般不沿线向外供水。如从水厂将清水输送至供水区域的管道（渠道）、从供水管网向某大用户供水的专线管道、区域给水系统中连接各区域管网的管道等。输水管道的常用材料有铸铁管、钢管、钢筋混凝土管、U-PVC 管等，输水渠道一般由砖、砂、石、混凝土等材料砌筑。

由于输水管发生事故将对供水产生较大影响，所以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阀门，以便其中一条管道局部发生故障时另一条并行管段替代，参见图 1.5。采用重力输水方案时，许多地方采用渡槽输水，可以就地取材，降低造价，如图 1.6 所示。



图 1.6 原水输水渡槽

输水管的流量一般都较大，输送距离远，施工条件差，工程量巨大，甚至要穿越山岭或河流。输水管的安全可靠性要求严格，特别是在现代化城市建设和发展中，远距离输水工程越来越普遍，对输水管道工程的规划和设计必须给予高度重视。

(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。其功能是将来自于较集中点（如输水管渠的末端或贮水设施等）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。

(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（图 1.7）。当水不能靠重力流动时，必须使用水泵对水流增加压力，以使水流具有足够的能量克服管道内壁的摩擦阻力，在输配水系统中还要求水被输送到用户接水地点后有符合用水压力要求的水压，以克服用水地点的高差及用户管道系统与设备的水流阻力。

给水管网系统中的泵站有供水泵站（又称二级泵站）和加压泵站（又可称三级泵站）两种形式。供水泵站一般位于水厂内部，将清水池中的水加压后送入输水管或配水管网。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，即实现多级加压。泵站一般从贮水设施中吸水，也有部分加压泵站直接从管道中吸水，前一类属于间接加压泵站（亦称为水库泵站），后一类属于直接加压泵站。

泵站内部以水泵机组为主体，由内部管道将其并联或串联起来，管道上设置阀门，以控制多台水泵灵活地组合运行，并便于水泵机组的拆装和检修。泵站内还应设有水流止回阀（逆止阀），必要时安装水锤消除器、多功能阀（具有截止阀、止回阀和水锤消除作用）等，以保证水泵机组安全运行。

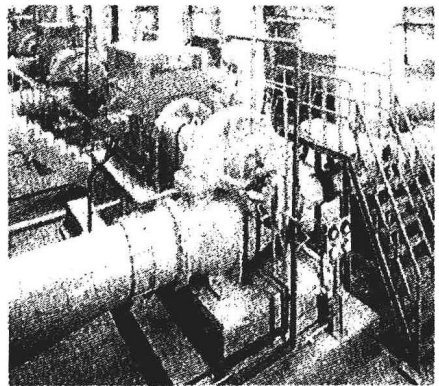


图 1.7 给水泵站

(4) 水量调节设施

水量调节设施有清水池（又称清水库）（图 1.8）、水塔（图 1.9）和高位水池（或水塔）等形式。其主要作用是调节供水与用水的流量差，也称调节构筑物。水量调节设施也可用于贮存备用水，以保证消防、检修、停电和事故等情况下的用水，提高系统供水的安全性。

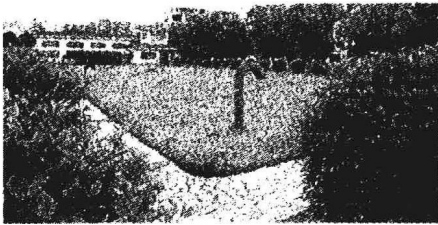


图 1.8 清水池



图 1.9 水塔

设在水厂内的清水池（清水库）是水处理系统与管网系统的衔接点，既作为处理好的清水贮存设施，也是管网系统中输配水的水源点。

(5) 减压设施

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，以避免水压过高造成管道或其他设施的漏水、爆裂、水锤破坏，或避免用水的不舒适感。

1.3.2 排水管网系统的组成

排水管网系统承担污、废水的收集、输送或压力调节和水量调节任务，起到防治环境污染和防治洪涝灾害的作用。排水管网系统一般由废水收集设施、排水管道、水量调节池、提升泵站、废水输水管（渠）和排放口等构成。图 1.10 为典型的排水管网系统示意图。

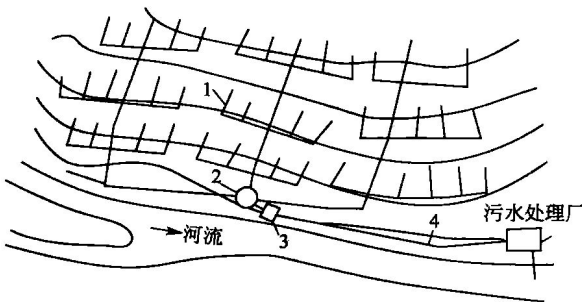


图 1.10 排水管网系统示意图

- 1—集水管网；2—水量调节池；
3—提升泵站；4—输水管（渠）

(1) 废水收集设施

废水收集设施是排水系统的起始点。用户排出的废水一般直接排到用户的室外窨井，通过连接窨井的排水支管将废水收集到排水管道系统中，如图 1.11 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 1.12 所示。

(2) 排水管网

排水管网指分布于排水区域内的排水管道（渠道）网络，其功能是将收集到的污水、废水和雨水等输送到处理地点或排放口，以便集中处理或排放。

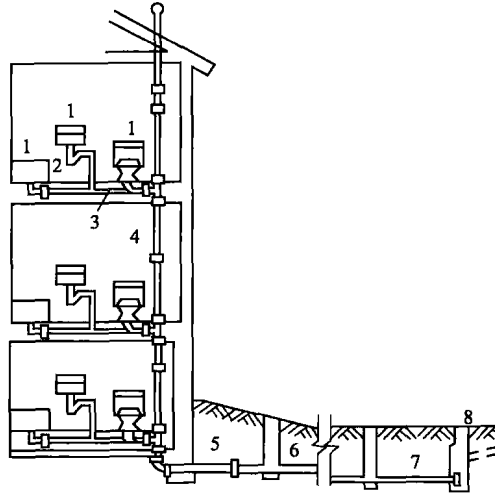


图 1.11 生活污水收集管道系统

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

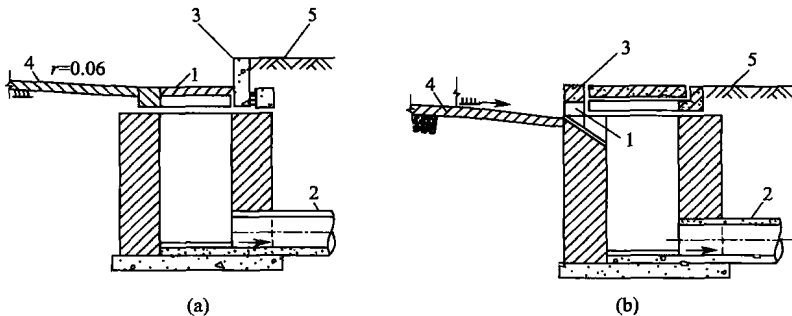


图 1.12 道路路面雨水排水口

1—雨水进口；2—连接管；3—侧石；4—道路；5—人行道

排水管网由支管、干管、主干管等构成，一般顺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、跃水井、溢流井、水封井、换气井等附属构筑物及流量等检测设施，便于系统的运行与维护管理。由于污水含有大量的漂浮物和气体，所以污水管网的管道一般采用非满管流，以保留漂浮物和气体的流动空间。雨水管网的管道一般采用满管流。工业废水的输送管道是采用满管流或者非满管流，则应根据水质的特性决定。

(3) 排水调节池

排水调节池指具有一定容积的污水、废水或雨水贮存设施。用于调节排水管网流量与输水量或处理水量的差值。通过水量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。

水量调节池还可在系统事故时贮存短时间排水量，以降低造成环境污染的危险。水量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

提升泵站可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。某排水提升泵站如图 1.13 所示。

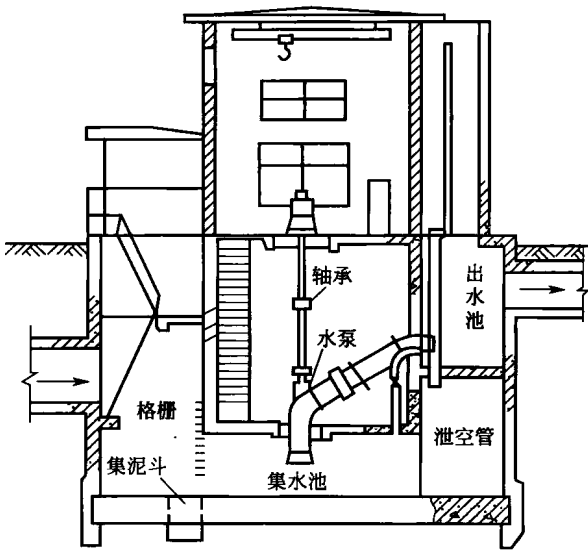


图 1.13 排水提升泵站

1.13 所示。

提升泵站根据需要设置，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（渠）

废水输水管（渠）是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

排水管道的末端是废水排放口，其与接纳废水的水体连接。为了保证排放口部的稳定，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。排放口有多种形式，图 1.14 所示为常用的两种，(a) 为岸边式排放口，具有较好的防止冲刷能力；(b) 为分散式排放口，可使废水与接纳水体均匀混合。

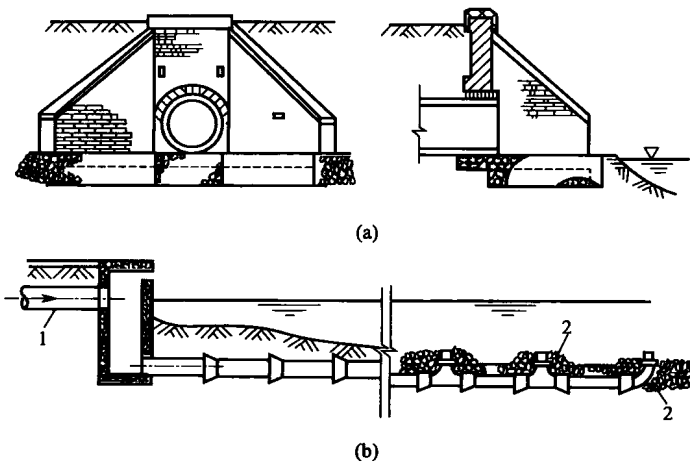


图 1.14 废水排放口

(a) 岸边式排放口；(b) 分散式排放口

1—排水管；2—水下扩散排水口

1.4 给水排水管网系统的类型与体制

1.4.1 给水管网系统类型

(1) 按水源的数目分类

① 单水源给水管网系统 即只有一个清水池（清水库），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（清水库）。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，多为单水源给水管网系统，如图 1.15 所示。

② 多水源给水管网系统 有多个水厂的清水池（清水库）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，如大中城市或跨城镇的给水管网系统，一般是多水源给水管网系统，如图 1.16 所示。

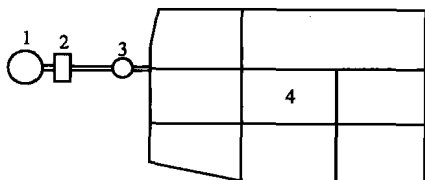


图 1.15 单水源给水管网系统示意图

1—清水池；2—泵站；3—水塔；4—管网

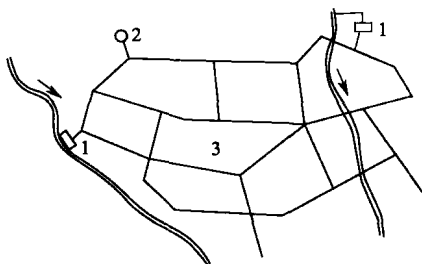


图 1.16 多水源给水管网系统

1—水厂；2—水塔；3—管网

对于一定的总供水量，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，管道输水流量也比较分散，因而可以降低系统造价与供水能耗，但多水源给水管网系统的管理复杂程度提高。

(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，即管网不分区，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：一种是采用串联分区，设多级泵站加压；另一种是并联分区，不同压力要求的区域由不同泵站（或泵站中不同水泵）供水。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 1.17 所示为并联分区给水管网系统，图 1.18 所示为串联分区给水管网系统。

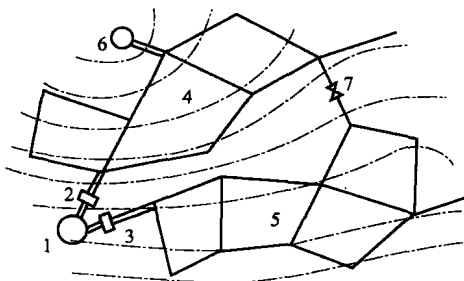


图 1.17 并联分区给水管网系统

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

(3) 按输水方式分类

① 重力输水管网系统 指水源处地势较高，清水池（清水库）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。图 1.19 所示为重力输水管网系统。

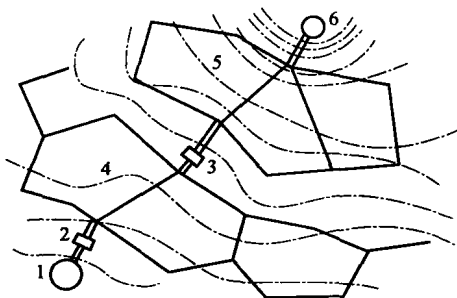


图 1.18 串联分区给水管网系统

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

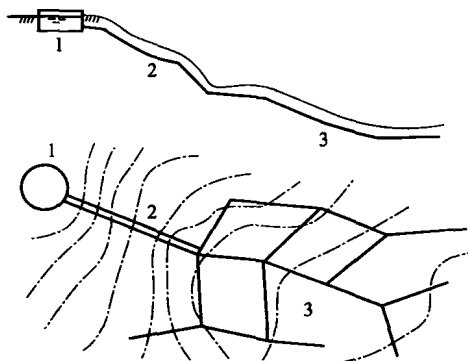


图 1.19 重力输水管网系统

1—清水池；2—输水管；
3—配水管网

② 压力输水管网系统 指清水池（清水库）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 1.17 和图 1.18 所示均为压力输水管网系统。

1.4.2 排水管网系统的体制

废水分为生活污水、工业废水和雨水三种类型，它们可采用同一个排水管网系统来排除，也可采用各自独立的分质排水管网系统来排除。不同排除方式所形成的排水系统，称为排水体制。

排水系统主要有合流制和分流制两种。

(1) 合流制排水系统

将生活污水、工业废水和雨水混合在同一管道（渠）系统内排放的排水系统称为合流制排水系统。根据污水汇集后的处理方式不同，又可将合流制分为下列三种情况。

① 直排式合流制 管道系统的布置就近坡向水体，将收集的混合污水不经处理直接排入水体，如图 1.20 所示，我国许多老城市的旧城区大多采用这种排水体制。这是因为以往工业尚不发达，城市人口不多，生活污水和工业废水量不大，直接排入水体，环境卫生和水体污染问题还不是很明显。但是，随着现代化城镇和工业企业建设和发展，人们生活水平不断提高，污水量不断增多，水质日趋复杂，由于污水未经处理就排放，使受纳水体遭受的污染越来越严重。因此，这种直排式合流制排水系统目前不宜采用。

② 截流式合流制 为了改善老城市或旧城区直排式合流制排水系统污染水体的状况，需对旧城区的排水系统进行改造，目前常采用的是截流式合流制排水系统。这种系统是沿河岸边铺设一条截流干管，同时在合流干管与截流干管相交前或相交处设置溢流井，并在截流干管下游设置污水厂，如图 1.21 所示。晴天和降雨初期时，所有污水都输送至污水处理厂进行处理，经处理达标后排入水体或再利用。随着降雨量的增加，雨水径流量增大，当混合污水的流量超过截流干管的输水能力后，以雨水占主要比例的混合污水经溢流井溢出，直接排入水体。截流式合流制排水系统虽比直排式有了较大改进，但在雨天时，仍有部分混合污水未经处理直接排放，使水体遭受污染。然而，由于截流式合流制排水系统在旧城市的排水