



世纪高等教育给排水科学与工程系列规划教材

给排水管道系统

冯萃敏 张炯◎主 编
王建龙 王俊岭 李英◎副主编



数字课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

21 世纪高等教育给排水科学与工程系列规划教材

给排水管道系统

主 编 冯萃敏 张炯
副主编 王建龙 王俊岭 李 英
参 编 王 新 赵 旭 梁建雄 李 军 关 旭
 王晓燕 温晓莹 刘 晶 宫达伟 钱宏亮
 陈雪如 罗 丁 杨 举 李 莹 蔡紫鹏
 尹晓星 郭宏策
主 审 高乃云



机械工业出版社

本书由高校与企业联合编写。

本书结合卓越工程技术人才培养需求,整合了给排水工程管道系统相关内容,按照给水与排水管道统一规划建设、统一协调管理的思路,突出给排水管道系统的工程特点。书中以《室外给水设计规范》《室外排水设计规范》等为依据,以系统设计、水力计算为重点,涵盖给排水管道系统规划、设计、维护与管理,综合管廊、管线综合设计等内容,并附有管线综合设计、综合管廊设计的工程案例,为读者提供给排水管道系统工程设计与维护管理的全方位指导。

本书可作为高等院校给排水科学与工程、环境工程等专业教材,也可供市政工程技术人员参考。

本书配有 ppt 电子课件,免费提供给选用本书作为教材的授课教师。需要者请登录机械工业出版社教育服务网 (www.cmpedu.com) 注册下载,或根据书末“信息反馈表”索取。

图书在版编目 (CIP) 数据

给排水管道系统/冯萃敏,张炯主编.—北京:机械工业出版社,2016.8

21 世纪高等教育给排水科学与工程系列规划教材

ISBN 978-7-111-54475-3

I. ①给… II. ①冯… ②张… 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 (2016) 第 181192 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:刘涛 责任编辑:刘涛 郭克学

版式设计:霍永明 责任校对:陈越

封面设计:陈沛 责任印制:常天培

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2016 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 15 印张 · 6 插页 · 384 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-54475-3

定价:33.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88379833 机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649 机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前 言

“给排水管道系统”是高等学校给排水科学与工程专业的主干课程，是培养给排水科学与工程专业人员的必修课程。该课程主要讲授城市和工业企业给排水管道的规划、设计、管理及雨洪控制、地下空间利用等与城市可持续发展相关的理论和方法，培养学生具备初步的应用能力。

给排水科学与工程专业早在20年前就开始进行专业课程的整合，并不断探索教材编写与更新。近年来，在高等教育大众化背景下，校企协同育人已成为提高教学质量的必要模式，工程实例编入教材成为教材建设的重要特征。本书结合卓越工程技术人才培养需求，整合了给水工程与排水工程中管道系统的相关内容，按照给水与排水管道统一规划建设、统一协调管理的思路，突出给排水管道系统的工程特点，并纳入综合管廊、管线综合设计等内容，使本书更加完整和系统。

本书编写单位有北京建筑大学、北京市市政工程设计研究总院、北京自来水集团、北京城市排水集团有限责任公司、中国城市规划设计研究院、同济大学、沈阳建筑大学、北京北咨工程管理有限公司、北方-汉沙杨建筑工程设计有限公司、北京房修一建筑工程有限公司等。

本书由北京建筑大学冯萃敏、北京市市政工程设计研究总院张炯任主编。编写人员分工如下：第1章由冯萃敏、王建龙、王俊岭编写；第2章由冯萃敏、李英、王建龙编写；第3章由张炯、王晓燕、温晓莹、刘晶、李英编写；第4章由冯萃敏、李英、李军、尹晓星编写；第5章由王建龙、冯萃敏、杨举、李莹、蔡紫鹏编写；第6章由张炯、宫达伟、钱宏亮、陈雪如、罗丁、冯萃敏编写；第7章由王俊岭、赵旭、关旭、王新、郭宏策编写；第8章由王俊岭、王新、赵旭、关旭、梁建雄编写。

同济大学高乃云教授任主审。高乃云教授对本书进行了全面审核，并提出了宝贵的意见和建议，编者在此表示衷心的感谢！

感谢北京建筑大学师生在教材编写与试用过程中给予的帮助与支持，他们是：金纪玥、吴文熙、张欣蕊、谢寒、王晓彤、杨童童、郭栋、蔡志文、吴新楷、葛俊男、郭子玉、赵梦圆、张诗睿、李君博、常祺、郝泽明、黄瑞星、徐庆龙、王嗣禹、覃紫琪、王逸飞、成宇、杨浩等。

本书在编写过程中参考了相关教材与资料，在此对参考文献作者表示衷心的感谢！

限于编者的经验，书中难免存在不足与不妥之处，恳请广大读者批评指正，编者邮箱 feng-cuimin@sohu.com。

编 者

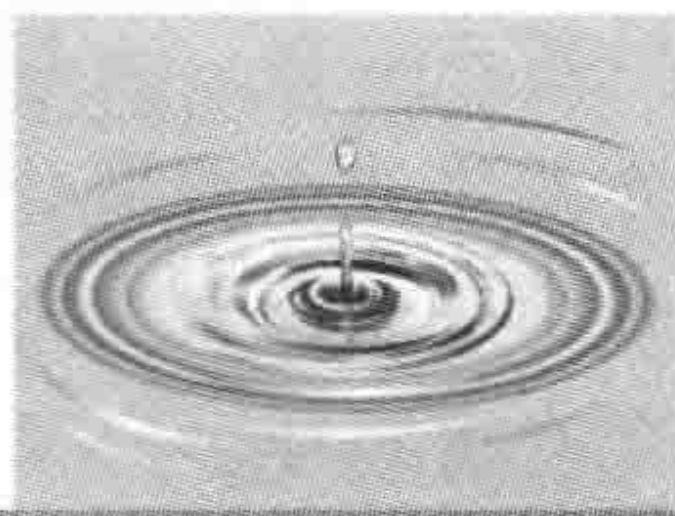
目 录

前 言

第1章 绪论	1
1.1 给排水系统概述	1
1.2 给水系统组成与分类	3
1.3 排水体制及系统组成	7
思考题	12
第2章 城镇给排水系统水量	13
2.1 给水系统设计流量	13
2.2 污水设计流量	27
2.3 雨量分析要素	31
思考题	33
习题	33
第3章 城镇给排水系统规划	35
3.1 给水系统规划	35
3.2 污废水系统规划	38
3.3 雨水管渠系统规划	42
思考题	45
第4章 城镇给水管道系统设计	46
4.1 给水管道系统及输水管(渠)布置	46
4.2 给水管网水力计算	51
4.3 输水管渠水力计算	76
思考题	80
习题	80
第5章 城镇排水管道系统设计	83
5.1 排水管道系统布置	83
5.2 污水管道系统水力计算	93
5.3 雨水管道系统水力计算	111
5.4 截流式合流制排水管渠设计	134
5.5 合流制溢流污染控制策略	144
思考题	145
习题	145
第6章 综合管廊与管线综合设计	148
6.1 综合管廊设计	148
6.2 管线综合设计	160
思考题	166



第7章 给排水系统常用管材及其附属构筑物	167
7.1 常用管材及配件	167
7.2 附件及附属构筑物	175
思考题	186
第8章 给排水管道系统的管理与维护	187
8.1 给排水管道技术信息管理系统	187
8.2 给水管道系统维护与管理	191
8.3 排水管渠系统维护	204
8.4 给排水管道非开挖修复技术的发展与分类	207
思考题	209
附录	210
附录 A 用水定额	210
附录 B 经济因素 f	212
附录 C 水力计算图	215
附录 D 排水管道与其他管线（构筑物）的最小净距	228
附录 E 综合管廊设计案例	228
附录 F 管线综合设计案例	231
参考文献	232



1.1 给排水系统概述

给排水系统是为人类生活、生产和消防提供用水和排除废水的设施总称。它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，是城市社会经济发展水平的重要标志。给排水系统的功能是向各种不同类别的用户供应满足需求的水，同时承担用户排出的废水的收集、输送和处理工作，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是。给排水系统可分为给水系统和排水系统。

1. 给水系统

保证用水能满足用户使用要求（水量、水质和水压）的工程设施，其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职工生活用水。居民生活用水是指居民家庭生活中饮用、烹调、洗浴、洗涤等用水，是保障居民日常生活、身体健康、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，其特点是水量大、用水地点集中，该类用水的水质要求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、烹调、洗浴、洗涤等生活用水及下班后的淋浴用水，该类水的水质与居民生活用水水质相同，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，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。市政消防用水是指城镇或工业企业区域内的道路浇洒、绿化浇灌、公共清洁和消防用水。为了满足城市和工业企业的各类用水需求，城市给水系统需要建设适当的取水设施、水质处理设施和输配水管道系统等。

2. 排水系统

生活用水、工业生产用水在被用户使用以后，水质受到了不同程度的污染，变成废水。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危害，应及时进行收集、处理，而后才可以排放到天然水体或者重复利用。为此而建设的废水收集、处理和排放的工程设施，称为排水系统，即保证污水能安全可靠排放的工程设施。将废水或达到排放标准的污水进一步处理，使其满足不同使用要求而回用的工程设施则称为回用水（再生水）处理系统。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，可将废



水分生活污水、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，其中含有大量的有机污染物，受污染程度比较严重，是废水处理的重点对象。大量的工业用水在工业生产过程中被用作冷却或洗涤等用途，仅受到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即可重复使用；另一类工业废水在生产过程中受到严重污染，例如，许多化工行业生产废水中含有高浓度污染物质，甚至含有大量有毒有害物质，必须予以严格处理。降水是指雨水和冰雪融化水，雨水排水系统的主要目标是排除降水，防止地面积水和洪涝灾害。在水资源缺乏的地区，降水应尽可能收集和利用。只有建设合理、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和生产活动安全的目的。

给排水系统应满足以下三项主要要求：

(1) 水量要求 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) 水质要求 向指定用水地点和用户供给符合水质要求的水，并按有关水质标准将废水排入受纳水体。水质保障的措施主要包括三个方面：①采用合理的给水处理措施，使供水水质达到用水要求；②设计和运行管理过程中，通过物理和化学手段控制贮水和输配水过程中的水质变化；③采用废水处理措施使废水水质达到排放标准要求，保护环境不受污染。

(3) 水压要求 为用户提供一定的用水压力，使用户在任何时间都能取得充足的水量；同时，排水系统需具有足够的高程和压力，保证能够顺利将排水排入受纳体。在地形高差较大的地方，给水应充分利用地形高差，采用重力输送；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和用水舒适。排水一般采用重力流输送，必要时用水泵提升，有时也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。

3. 给排水系统的组成

给排水系统可划分为六个子系统，如图 1-1 所示。

(1) 原水取水系统 原水取水系统包括水源地（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）、取水头部、取水泵站和原水输水管（渠）等。

(2) 给水处理系统 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絮凝、沉淀、过滤和消毒等处理工艺和设施进行处理；工业用水一般由冷却、软化、除盐等工艺和设施进行处理。

(3) 给水管网系统 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，又称为输水与配水系统，简称输配水系统。

(4) 排水管网系统 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



图 1-1 城镇给排水系统

- 1—原水取水系统 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—排放和重复利用系统



升泵站及附属构筑物（如检查井、跌水井、水封井、雨水口等）等。

(5) 废水处理系统 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。常用的物理处理工艺有格栅、沉淀、过滤等；常用的化学处理工艺有中和、氧化等；常用的生物处理工艺有活性污泥处理、生物滤池、氧化沟等。

(6) 排放和重复利用系统 排放和重复利用系统包括废水受纳体（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。

1.2 给水系统组成与分类

1.2.1 给水系统的组成

给水系统由相互联系的一系列构筑物和输配水管网组成。它的任务是从水源取水，按照用户对水质的要求进行处理，然后将水输送到用水区，并向用户配水。

为了完成上述任务，给水系统常由下列工程设施组成：

(1) 取水构筑物 取水构筑物用以从选定的水源（包括地表水和地下水）取水。

(2) 水处理构筑物 水处理构筑物是将取水构筑物的来水进行处理，以期符合用户对水质的要求。这些构筑物常集中布置在水厂内。

(3) 泵站 泵站用以将所需水量提升到要求的高度，可分为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。

(4) 输水管渠和管网 输水管渠是将原水送到水厂或将清水送到给水区的管（渠），管网则是将给水区的水送到各个用户的全部管道。

(5) 调节构筑物 它包括各种类型的贮水构筑物，如高地水池、水塔、清水池等，用以贮存和调节水量。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，中小城市或企业为了贮备水量和保证水压，常设置水塔。根据城市地形特点，水塔可设在管网的起端、中间或末端。

图 1-2 所示是一个典型的以地表水为水源的给水系统。

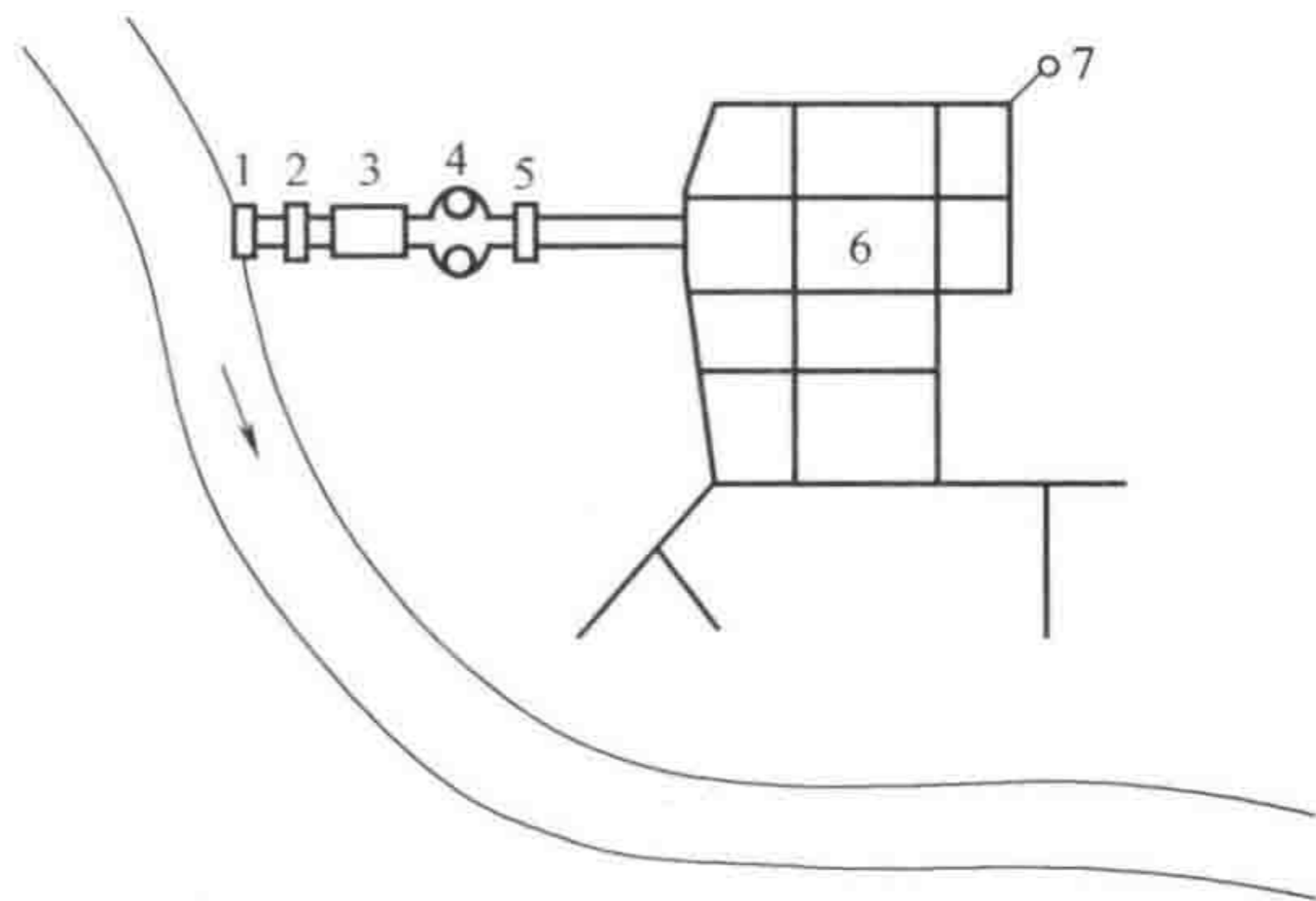


图 1-2 以地表水为水源的给水系统

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

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（图 1-3），一般不沿线向外供水。如从水源输水到水厂的管道（渠道）、从水厂将清水输送至供水区域的管道、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。输水管按材料有铸铁管、钢管、钢筋混凝土管、U-PVC 管等，输水渠道一般由砖、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的管线，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，可由另一条并行管线供水。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 1-4 所示。



图 1-3 输水管



图 1-4 全封闭输水渡槽

输水管的流量一般都比较大大，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。其功能是将来自于较集中点（如输水管的末端或调节构筑物等）的水量分配到整个供水区域，使用户能够从近处接管用水。

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、维护保养等管理需求。

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。当不能靠重力输水时，需要通过水泵加压，使水具有足够的能量。在输配水系统中还要求水被输送到用户接水点后仍具有符合用水要求的压力，以满足用水点的位置高度和克服管道系统水流阻力。

给水系统中的泵站有取水泵站（又称一级泵站）、供水泵站（又称二级泵站、配水泵站或送水泵站）和加压泵站（又称三级泵站）三种形式。取水泵站一般靠近水源建设，将原水提升后送至水厂。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和配水管网。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。泵站一般从调节设施中吸水，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（又称水库泵站），后一类属于直接加压泵站。

4. 水量调节构筑物

水量调节构筑物有清水池（又称清水库，如图 1-5 所示）、水塔（图 1-6）和高地水池（图 1-7）



图 1-5 清水池



等。其主要作用是调节流量差，又称调节构筑物。水量调节构筑物也可用于贮存备用水，以保证消防、检修、事故等情况下的用水，提高系统的供水安全可靠。



图 1-6 水塔

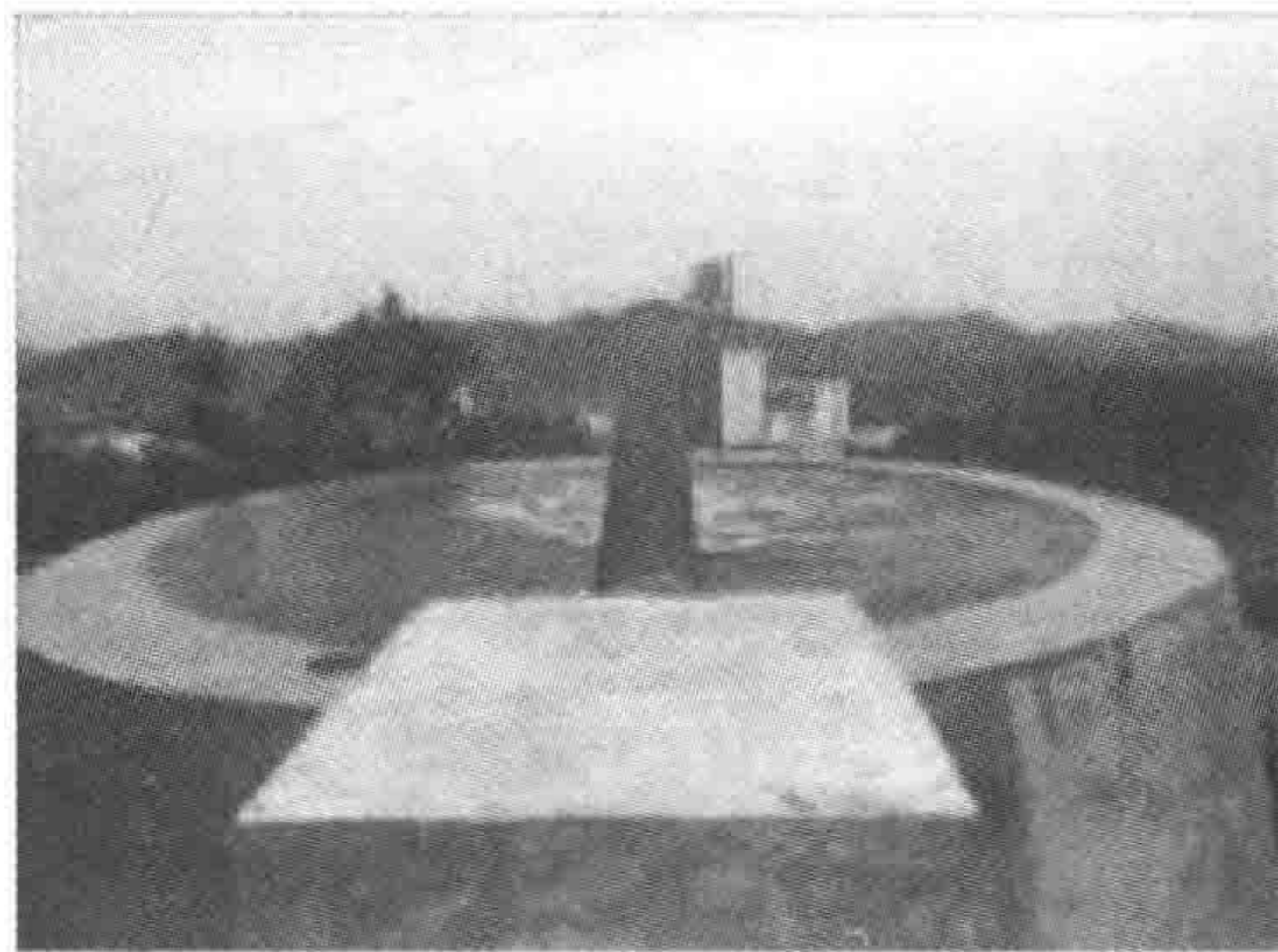


图 1-7 高地水池

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的贮存设施，又是管网系统中输配水的水源点。

1.2.2 给水系统分类

1. 按使用目的分类

(1) 生活给水系统 生活给水系统是指供给居民生活中饮用、烹调、洗涤、清洁卫生等用水的系统。其水质须符合国家《生活饮用水卫生标准》的要求。

(2) 生产给水系统 生产给水系统是指供给各类企业的产品生产过程中所需用水的系统，包括冷却用水、产品和原料洗涤等用水，其水质、水压、水量因产品种类、生产工艺不同而不同。

(3) 消防给水系统 消防给水系统是指为满足消防需求而设的给水系统，对水质要求不高，但必须满足《建筑设计防火规范》对水量和水压的要求，一般不单独设置。

2. 按输水方式分类

(1) 重力给水系统 重力给水系统无动力消耗，运行经济，如水源处地势较高，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，即为重力给水系统。

(2) 压力输水管网系统 压力输水管网系统是指清水池（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。

3. 按水源分类

(1) 地表水给水系统 图 1-2 所示以地表水为水源的给水系统。其相应的工程设施和工艺流程为：取水构筑物 1 从江河取水，经一级泵站 2 送往水处理构筑物 3，处理后的清水贮存在清水池 4 中；二级泵站 5 从清水池取水，经管网 6 供应用户。有时，为了调节水量和保持管网的水压，可根据需要建造水库泵站、高地水池或水塔。

(2) 地下水给水系统 地下水给水系统是指以地下水为水源的给水系统，常凿井取水。因地下水水质良好，一般可省去水处理构筑物，只需加氯消毒，使给水系统大为简化，如图 1-8 所示。图中水塔并非必需，视城市规模大小而定。



此外，给水系统也可根据水源数量分为单水源给水系统与多水源给水系统。所有用户的用水来源于一个水厂的清水池（清水库），即为单水源给水系统。企事业单位或小城镇给水管网系统一般为单水源给水系统。有多个水厂的清水池（清水库）作为水源的给水系统，清水从不同的水源经输水管进入管网，用户的用水可以来源于不同的水厂，即为多水源给水系统。大城市甚至跨城镇的给水系统，一般为多水源给水系统，如图 1-9 所示。

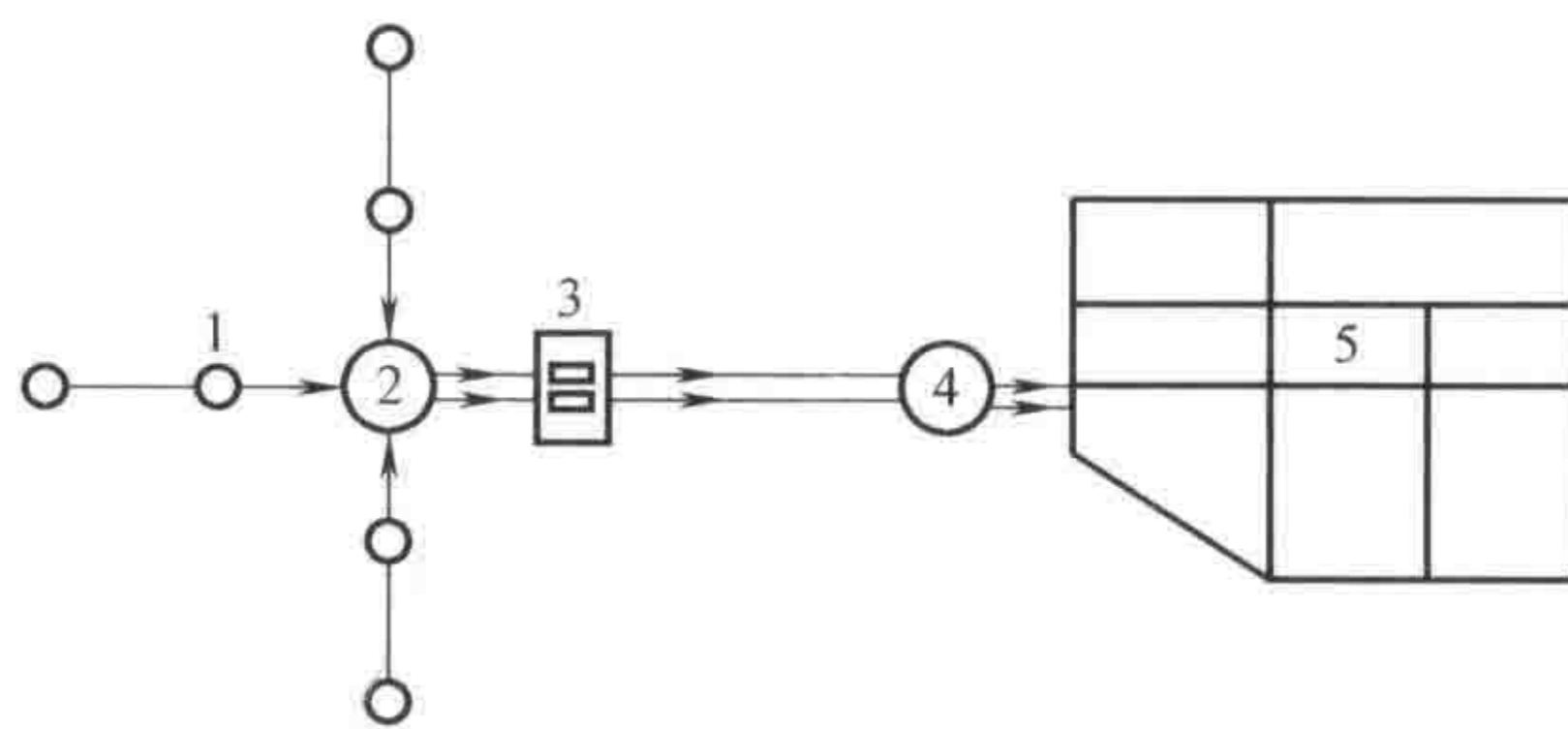


图 1-8 以地下水为水源的给水系统
1—管井群 2—集水池 3—泵站 4—水塔 5—管网

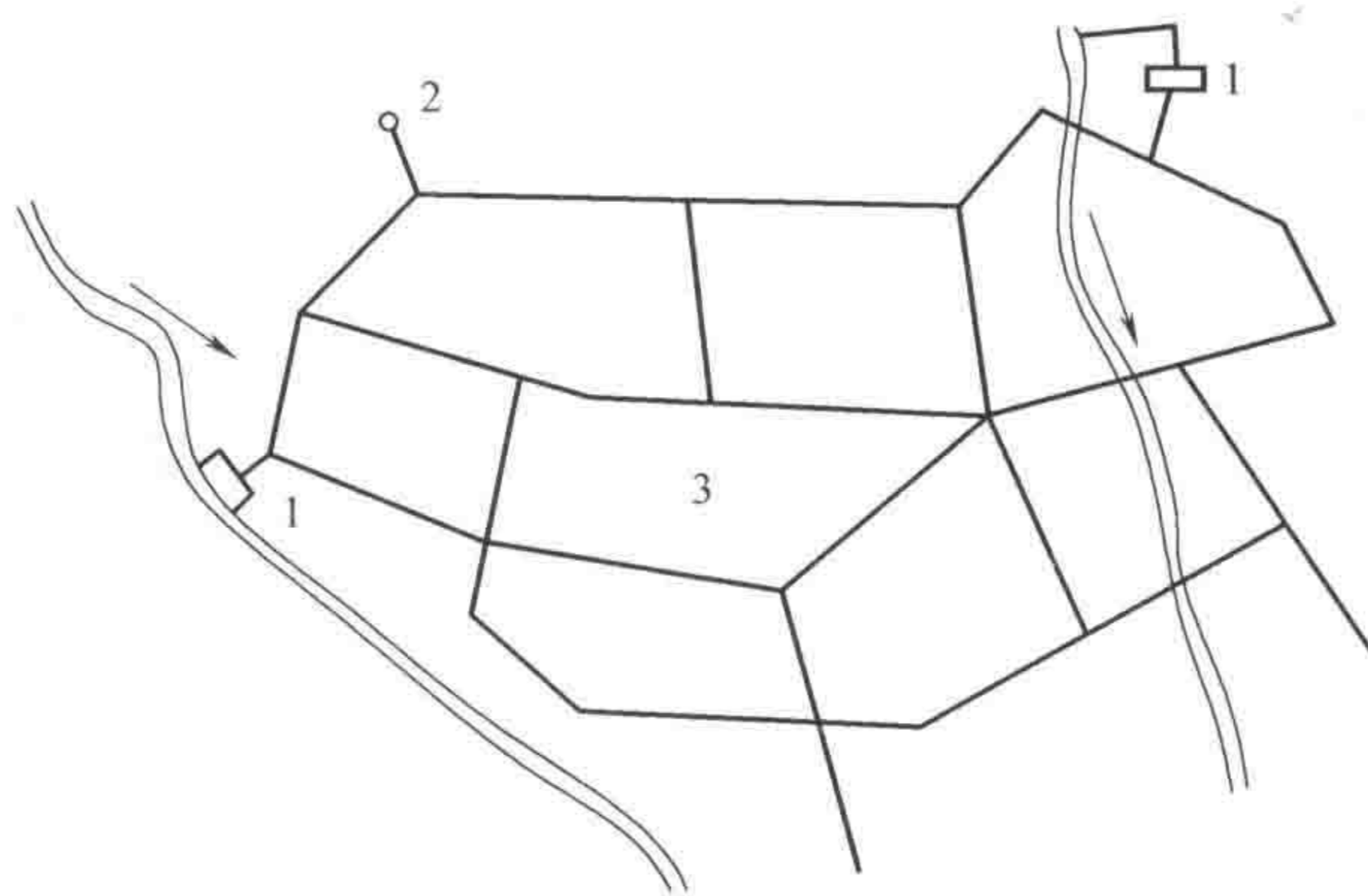


图 1-9 多水源给水系统
1—水厂 2—水塔 3—管网

4. 给水系统布置形式

按照城市规划、水源条件、地形、用户对水量、水质、水压的要求等方面的具体情况，给水系统可选择多种布置方式。

(1) 统一给水系统 根据生活饮用水卫生标准，以统一的水质和水压，用统一的管道系统供给居民生活用水、工业生产和消防用水的系统，称为统一给水系统。该系统的水源可以是一个，也可以是多个。统一给水系统多用在新建中小城市、工业区、开发区，以及各类用户较为集中，各用户对水质、水压要求相差不大，地形比较平坦，建筑物层数差异不大的地区。该系统结构简单，便于管理，一般的城市给水系统均属于统一给水系统。

(2) 分质给水系统 取水构筑物从同一水源或不同水源取水，经过不同程度的净化处理，以不同的压力，用不同的管道，分别将不同水质的水供给用户的系统，称为分质给水系统。在城市中工业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，另外也有将城市自来水经过进一步深度净化后制成直接饮用水，然后用直接饮用水管道系统供给用户，从而形成一般自来水和直接饮用水两套管道的分质供水系统，上海和深圳少数住宅小区即采用这种分质供水方式。

(3) 分压给水系统 因水压要求不同而分系统（分压）给水时，由同一泵站内的不同水泵分别供水到水压要求高的高压管网和水压要求低的低压管网，以节约能量消耗。分压供



水的不同系统，其水质可以相同。

(4) 分区给水系统 将给水管道系统划分为多个区域，每区管网具有独立的供水泵，供水具有不同的水压，各区之间有适当的联系以保证供水可靠和调度灵活。分区给水可以使管网水压不超过水管所能承受的压力，减少漏水量和减少能量的浪费，但将增加管网造价且管理比较分散。

供水管道系统的分区方式有两种：一种是采用并联分区（图 1-10），由同一泵站内的高压泵和低压泵分别向高区和低区供水，其特点是供水安全可靠，管理方便，给水系统的工作情况简单；但增加了高压输水管的长度和造价。另一种是采用串联分区（图 1-11），其高、低两区用水均由低区泵站供给，加压泵站只提升高区用水。另外，大中型城市的管网为了减少因管线太长引起的压力损失过大，在管网中间设加压泵站或由水库泵站加压，这种方法也是串联分区的一种形式。串联分区的输水管长度较短，可用扬程较低的水泵和低压管道，但将增加泵站的造价和管理费用。

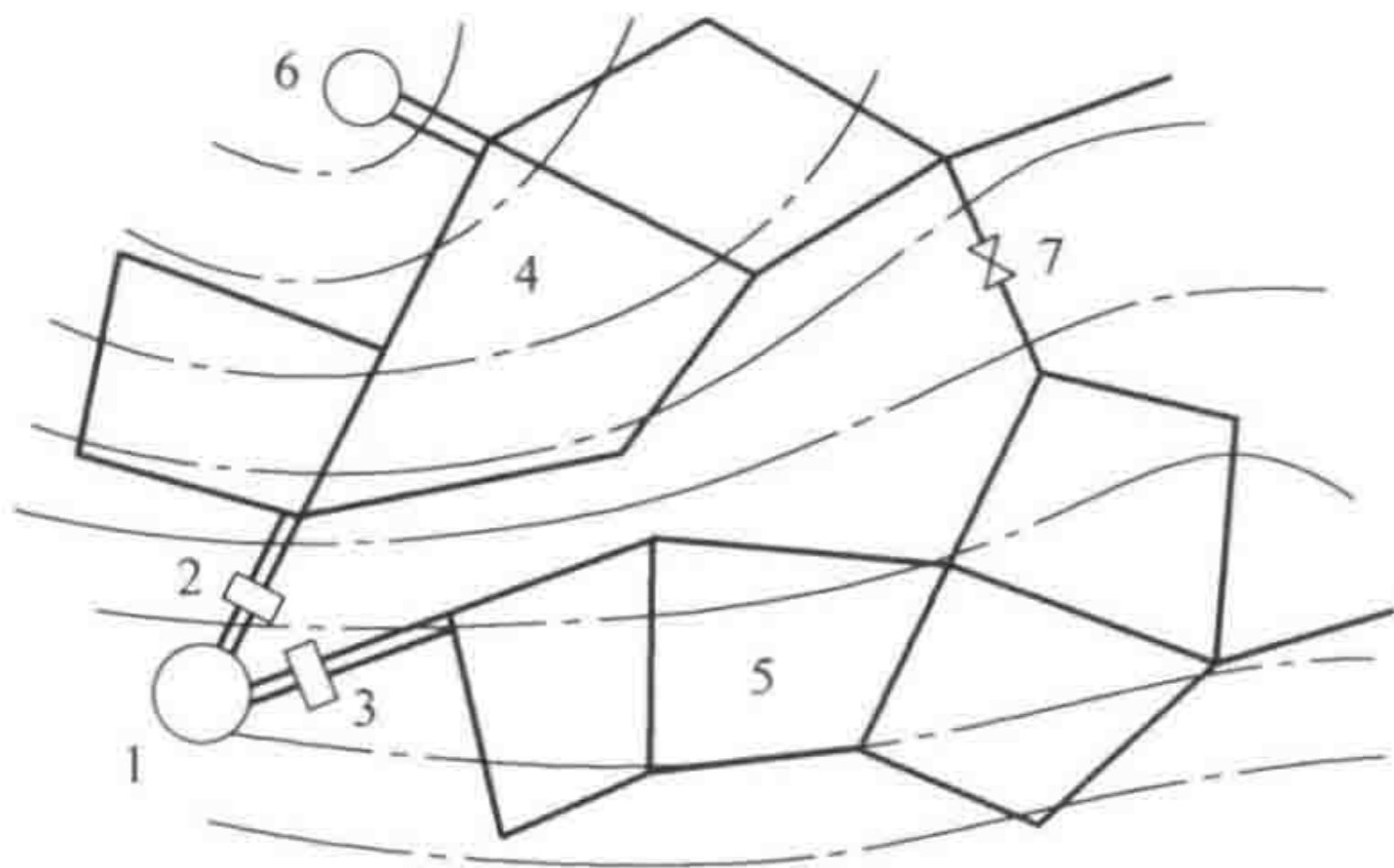


图 1-10 并联分区给水系统

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

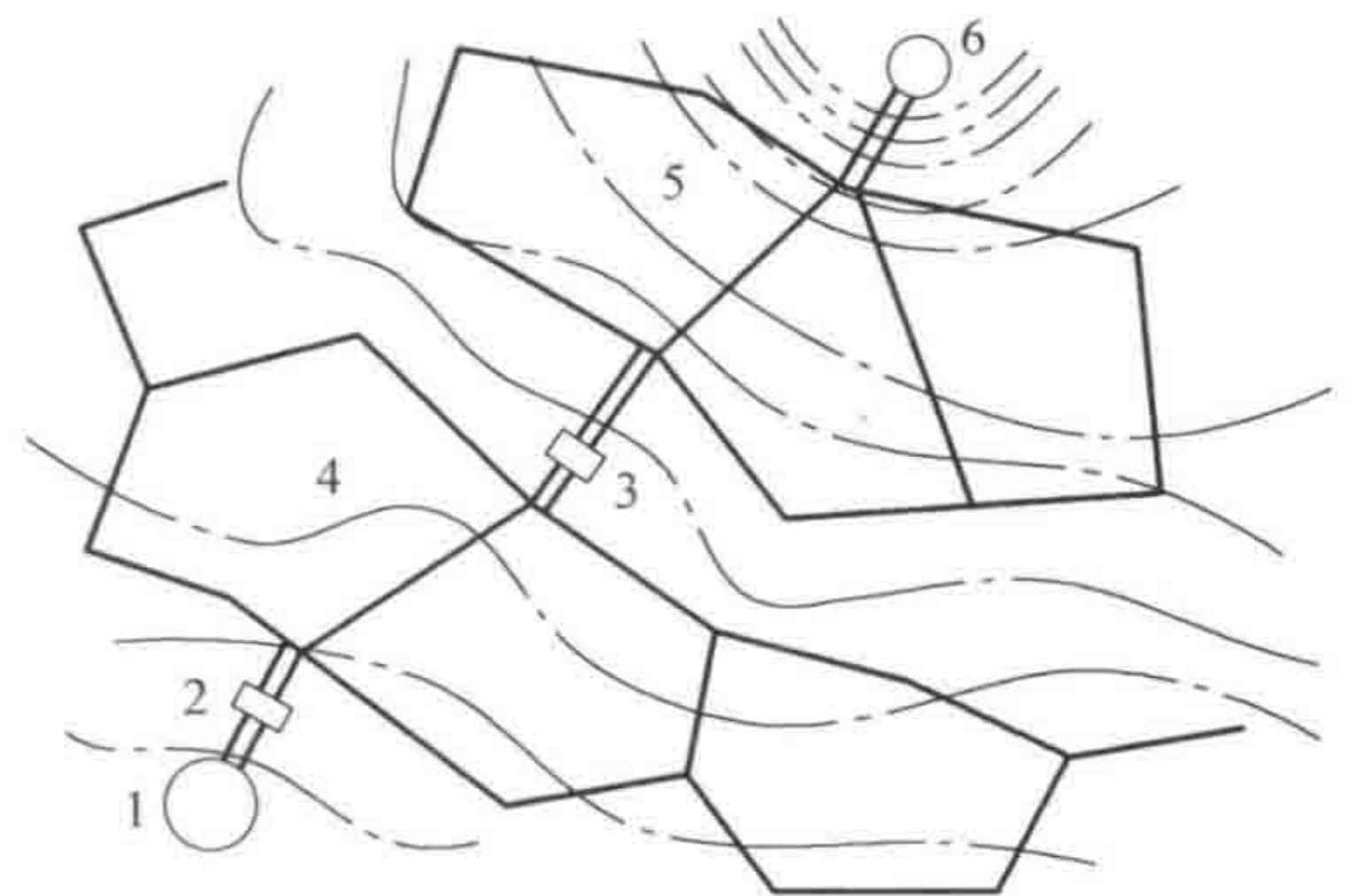


图 1-11 串联分区给水系统

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

(5) 区域供水系统 随着经济的发展和农村城市化进程的加快，许多小城镇相继形成并不断扩大，或者以某一城市为中心，带动了周围城市的发展。这样，城市之间距离缩短，两个以上城市采用统一给水系统，或者若干原先独立的管道系统连成一片，或者以中心城市管道系统为核心向周边城市扩展的供水系统称为区域供水系统。区域供水系统不是按一个城市进行规划的，而是按一个区域进行规划的。其特点是：可以统一规划、合理利用水资源；另外，分散的、小规模独立供水系统联成一体后，通过统一管理、统一调度，可以提高供水系统技术管理水平、经济效益和供水安全可靠。区域供水对水资源缺乏的地区，尤其是城市化密集地区的城镇较为适用，并能发挥规模效应，降低成本。

1.3 排水体制及系统组成

1.3.1 排水管道系统组成

排水管道系统承担污废水收集、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。排水管道系统一般由废水收集设施、排水管道、水量调节池、提升泵



站、废水出水口等构成，图 1-12 所示为一个典型的排水管道系统。

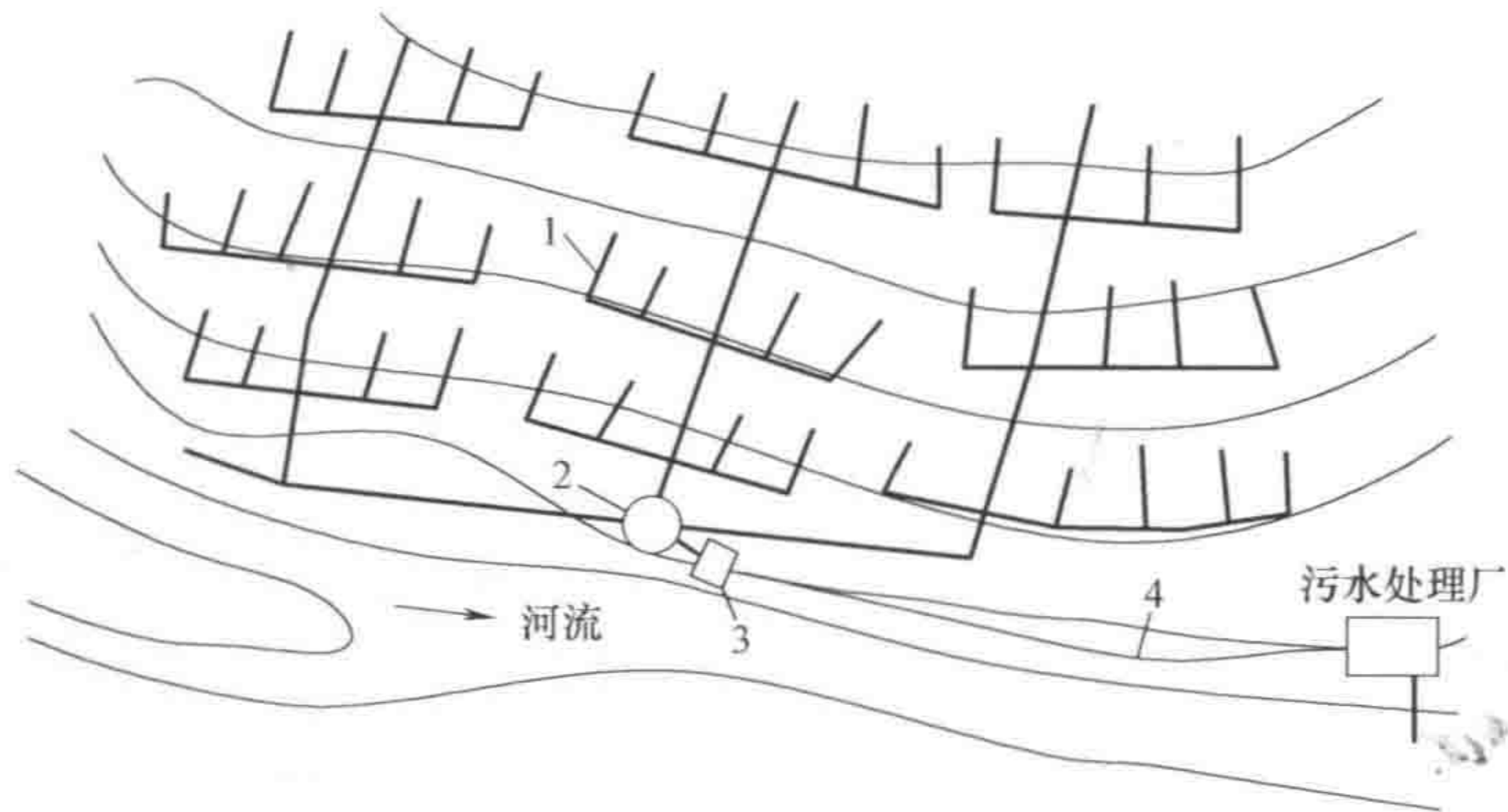


图 1-12 排水管道系统

1—排水管网 2—水量调节池 3—提升泵站 4—废水输水管（渠）

1. 废水收集设施

废水收集设施是排水系统的起始点。废水一般直接排到用户的室外窨井，并通过连接窨井的排水支管收集到排水管道系统中。雨水的收集是通过设在地面的雨水口（图 1-13）将雨水收集到雨水排水支管。

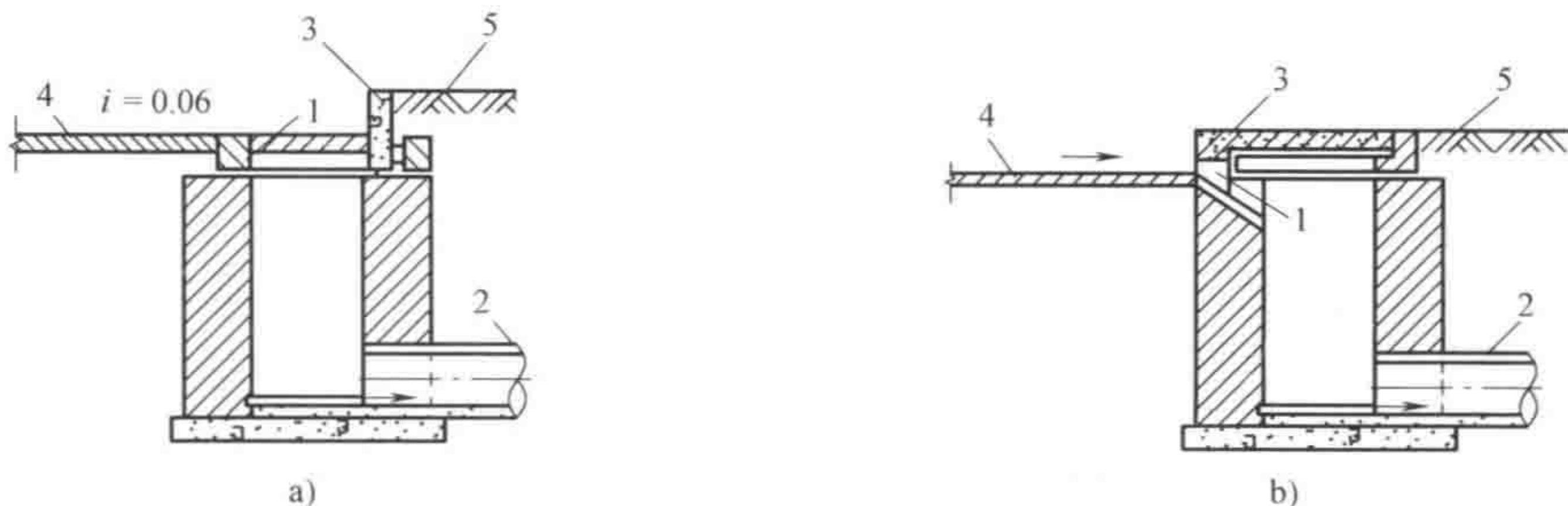


图 1-13 道路路面雨水口

a) 边沟雨水口 b) 侧石雨水口

1—雨水进口 2—连接管 3—侧石 4—平石 5—人行道

2. 排水管网

排水管网是指分布于排水区域内的排水管道（渠道），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。

排水管网由支管、干管、主干管等构成，一般沿地面高程由高向低布置成树状网络。排水管网中设置检查井、跌水井、溢流井、水封井、换气井等附属构筑物，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，所以污水管网的管道一般采用非满流，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流。工业废水的输送管道采用满流或者非满流，则应根据水质的特性决定。

3. 排水调节池

排水调节池是指具有一定容积的污水、废水或雨水调蓄设施，用以调节排水管网流量与水体输水量或与处理厂处理水量的差值。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事故时贮存短时间排水量，以降低造成环境污染的风险。同时，排水调节池也能起到均和水质的作用，特别是对于工业废水，不同工厂、不同车间、不同时段排水的水质会有变化，这种变化不利于水质处理工艺运行，而调节池可以中和酸碱、优化水质。

4. 提升泵站

提升泵站可提升排水的高程或实现排水的加压输送。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（如达到5m以上），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高程，也需要进行提升或加压。

提升泵站的设置依需要确定，较大规模的管网或需要长距离输送的排水，可能需要设置多座泵站。

5. 出水口（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。为了保证排放口的稳定，或者使废水能够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，如岸边式排放口、分散式排放口等。

1.3.2 排水体制

废水分为生活污水、工业废水和雨水三种类型，它们可以采用同一个排水管网系统来排除，也可以采用各自独立的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。

排水体制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（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，又可将合流制分为以下三种情况。

(1) 直排式合流制 直排式合流制是指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（图1-14）。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的建设和发展，人们的生活水平不断提高，污水量不断增多，水质日趋复杂，由于污水未经处理就排放，接纳水体遭受到的污染越来越严重。因此，这种直排式合流制排水系统目前不宜使用。

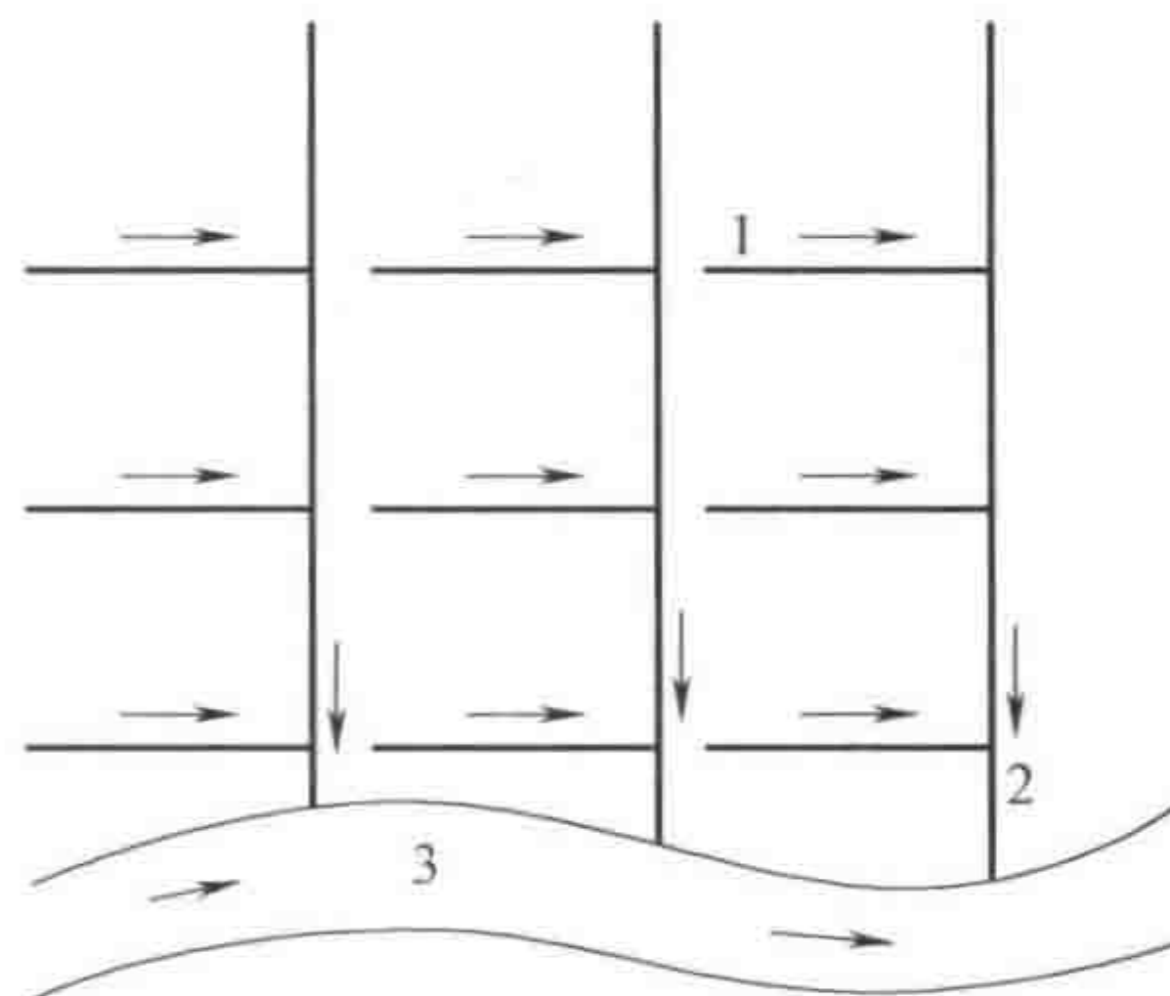


图1-14 直排式合流制排水系统
1—合流支管 2—合流干管 3—河流

(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（图1-15）。这种系统是沿河岸边敷设一条截流干管，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处理厂，晴天和降雨初期

时，所有的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城市的排水系统改造中比较简单易行，节省投资，并能大量降低污染物质的排放，因此，在国内外旧排水系统改造时经常采用。

(3) 完全合流制 完全合流制是指将生活污水、工业废水和雨水集中于一套管渠排出，并全部送往污水处理厂进行处理。显然，这种排水体制卫生条件好，对保护城市水环境非常有利，但工程量较大，初期投资大，污水处理厂的运行管理不方便，因此，目前国内采用不多。

2. 分流制排水系统

将生活污水、工业废水和雨水分别在两套或两套以上管（渠）系统内排放的排水系统称为分流制排水系统。

排除生活污水、城市污水（主要包括生活污水和工业废水）或工业废水的管网系统称为污水管网系统；排除雨水的管网系统称为雨水管网系统。

根据排除雨水方式的不同，分流制排水系统又分为完全分流制和不完全分流制两种排水系统。

(1) 完全分流制 完全分流制是指在同一排水区域内，既有污水管道系统，又有雨水管道系统，(图 1-16)，生活污水和工业废水通过污水管道系统输送至污水处理厂，经过处理后再排入水体，雨水通过雨水管道系统直接排入水体。这种排水系统比较符合环境保护的要求，但城市排水管渠的一次性投资大。

(2) 不完全分流制 在城市中，完全分流制排水系统包括污水排水系统和雨水排水系统。而不完全分流制排水系统(图 1-17)只有污水排水系统，未建雨水排水系统，雨水沿天然地面、街道边沟、水渠或小河等排入水体，或者为了补充原有渠道系统输水能力的不足而修建部分雨水管道，待城市进一步发展后再修建雨水排水系统，使之成为完全分流制排水系统。这样可以节省投资，有利于城镇的逐步发展。

还有一种情况称为半分流制排水系统，这种排

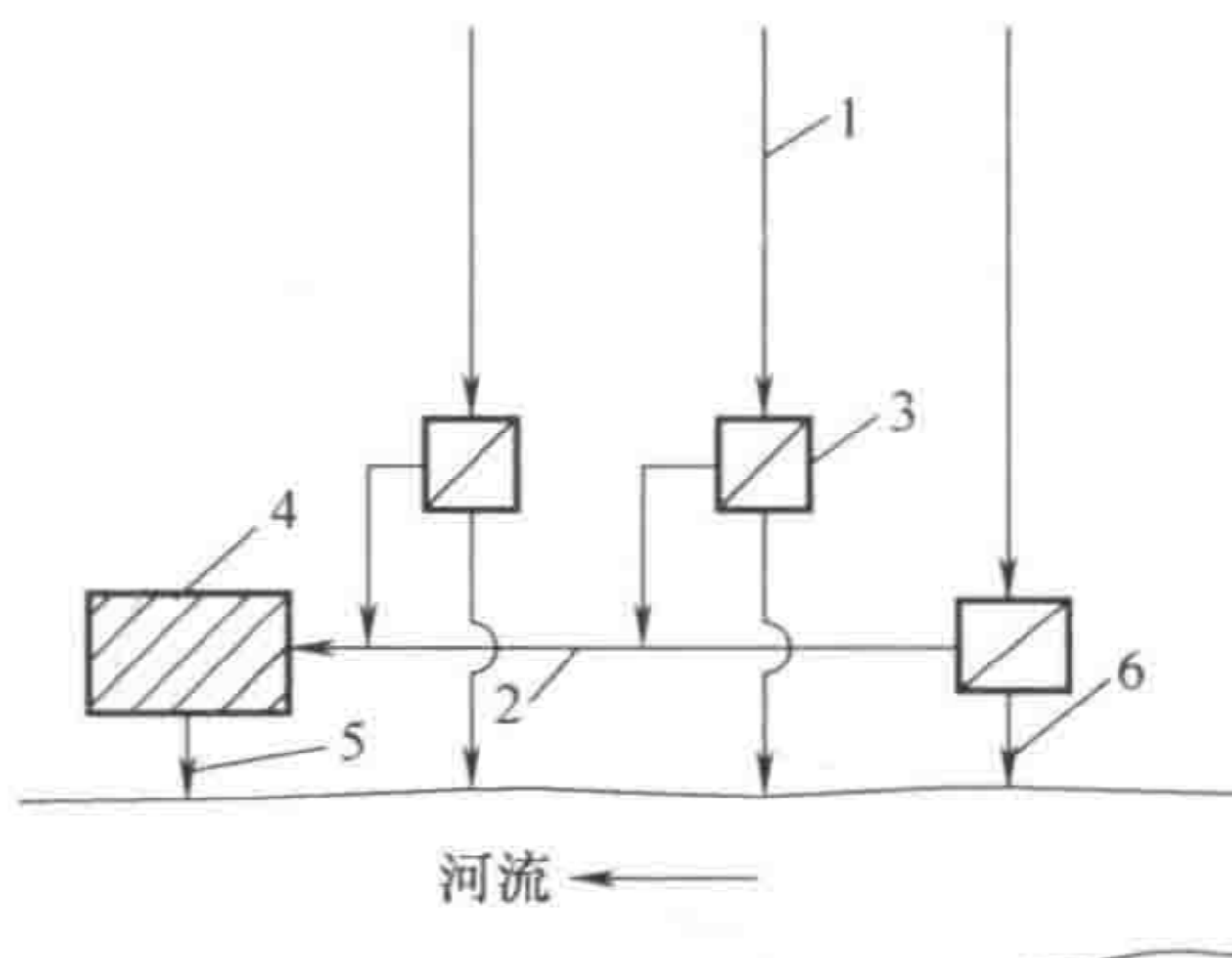


图 1-15 截流式合流制排水系统

1—合流干管 2—截流主干管 3—溢流井
4—污水处理厂 5—出水口 6—溢流出水口

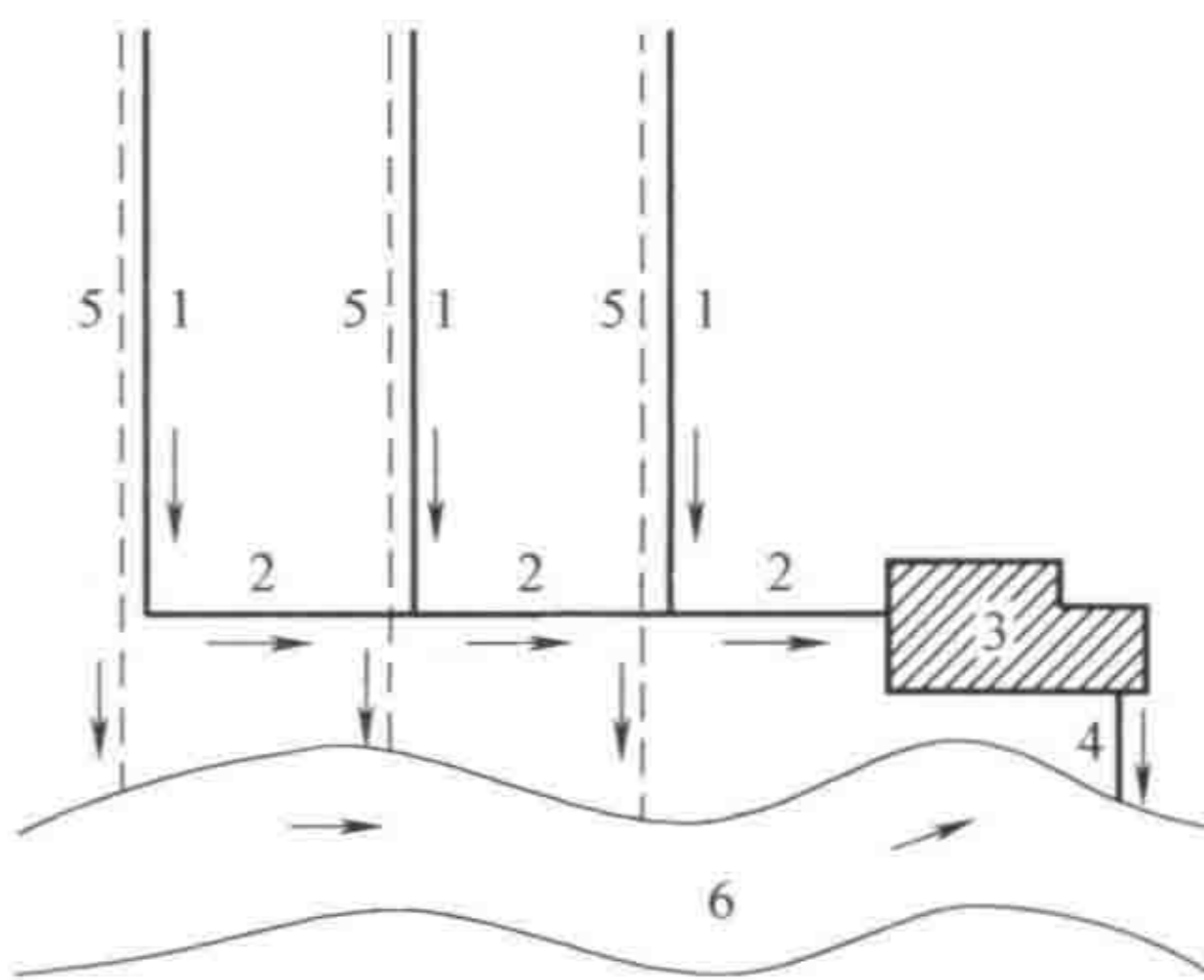


图 1-16 完全分流制排水系统

1—污水干管 2—污水主干管 3—污水处理厂
4—排水口 5—雨水干管 6—河流

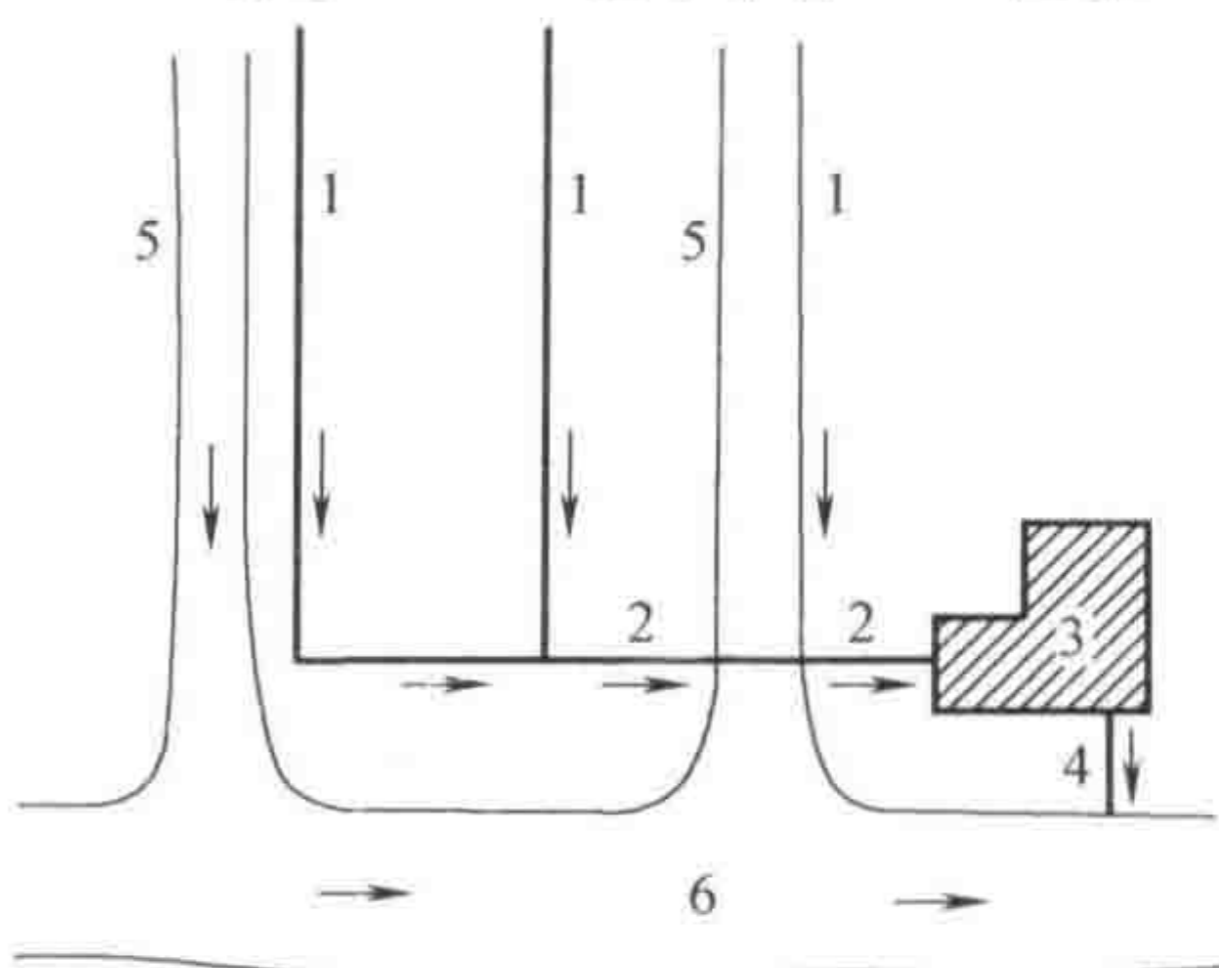


图 1-17 不完全分流制排水系统

1—污水干管 2—污水主干管 3—污水处理厂
4—排水口 5—明渠或小河 6—河流



于初期雨水污染较严重，需进行处理后才能排放，因此在雨水截流干管上设置雨水截流井，将初期雨水引入污水管道送至污水处理厂处理。这种排水系统可以更好地保护水环境，但其工程费用较高。

在工业企业中，一般采用分流制排水系统。由于工业废水的成分和性质很复杂，不但不宜与生活污水混合，而且不同工业废水之间也不宜混合，否则将造成污水和污泥处理复杂化，以及给废水重复利用和回收有用物质造成很大困难。所以，在多数情况下，采用分质分流管道系统分别排除，即生活污水、生产废水、雨水分别设置独立的管道系统。如果产生废水的成分和性质同生活污水类似，可将生活污水和生产废水用同一管道系统来排放。水质较清洁的生产废水可直接排入雨水管道，或重复利用。含有特殊污染物质的有害生产污水，不允许与生活或生产废水直接混合排放，应在车间附近设置局部处理设施。冷却废水宜经冷却后在生产中循环使用。在条件许可的情况下，工业企业的生活污水和生产废水应直接排入城市污水管道。

在一座城市中，有时既有分流制又有合流制，这种排水系统可称为混合制。该体制一般是在具有合流制的城镇需要扩建排水系统时出现的。在大城市中，因各区域的自然条件以及城市发展可能相差较大，因地制宜地在各区域采用不同的排水体制也是合理的。如美国纽约及我国的上海等城市就是这样的混合排水体制。

合理地选择排水体制，是城市和工业企业排水系统规划和设计的重要问题。它不仅从根本上影响排水系统的设计、施工、维护管理，而且对城市和工业企业的规划和环境保护影响深远，同时也影响排水系统的建设投资费用和运行管理费用。通常，排水体制的选择必须符合城镇建设规划，在满足环境保护的前提下，根据当地具体条件，通过技术经济比较确定。

从城镇规划方面看，合流制仅有一套管渠系统，地下设施相互间的矛盾小，占地少，施工方便，但不利于城镇的分期发展。分流制管线多，地下设施的竖向规划矛盾较大，占地多，施工复杂，是便于城镇的分期发展。

从环境保护方面看，直排式合流制不符合卫生要求，在新建的城镇和小区中已不再采用。完全合流制排水系统卫生条件好，有利于环境保护，但工程量大，初期投资大，污水处理厂的运行管理复杂，暂不能广泛采用。在旧城区的改造中，常采用截流式合流制，充分利用原有的排水设施，与直排式相比，它减小了环境污染，但仍有部分混合污水通过溢流井直接排入水体，环境污染问题依然存在。分流制排水系统管线多，但卫生条件好，虽然初期雨水对水体污染较严重，但该体制比较灵活，容易适应社会发展需要，一般又能符合城镇卫生的要求，所以在国内外得到推荐应用，而且也是城镇排水体制发展的方向。不完全分流制排水系统的初期投资少，有利于城镇建设的分期发展，在新建城镇和小区中可考虑采用这种体制。半分流制卫生条件较好，但管渠数量较多，建造费用高，一般用在面源污染较严重的区域（如某些工业区）。

从投资方面看，排水管道工程占整个排水工程总投资的比例大，一般约占60%~80%，所以排水体制的选择对基建投资影响很大，必须慎重考虑。据国内外经验，合流制排水管道的造价比完全分流制一般要低20%~40%，但是合流制的泵站和污水处理厂却比分流制的造价高。如果是新建的城镇和小区，初期投资受到限制时，可考虑采用不完全分流制，先建污水管道系统，再建雨水管道系统，以节省初期投资，此外，又可缩短施工期，较快发挥工程效益。因为合流制和完全分流制的初期投资均比不完全分流制要大，所以我国过去很多新