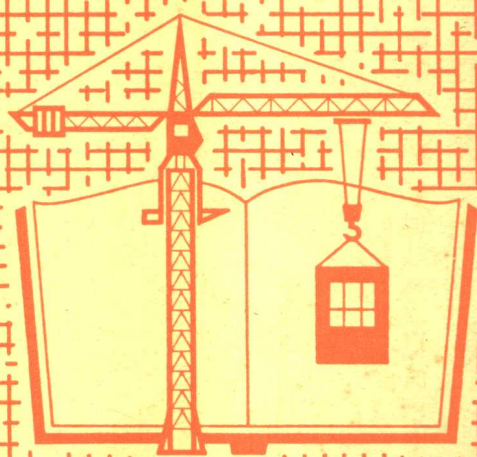


排水工程

上册

重庆建筑工程学院 主编



高等学校试用教材

中国建筑工业出版社

992
97

高等学校试用教材

排水工程

上册

重庆建筑工程学院 主编



中国建筑工业出版社

298818

本书以城市污水为主干，对排水管道系统概论和污水、雨水与合流排水管渠系统的规划和养护管理作了比较全面的阐述，并配有例题和习题。

本书可作为土建类高等工科院校给水排水工程专业《排水工程》课程的试用教材，亦可供给给排水和环境工程专业有关工程技术人员参考。

高等学校试用教材

排水工程

上册

重庆建筑工程学院 主编

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：9 字数：219 千字

1981年7月第一版 1981年7月第一次印刷

印数：1—16,840册 定价：0.96元

统一书号：15040·3962

前 言

《排水工程》是根据有关高等院校和设计院等十五个单位参加的“教材编写大纲”会议上制定的大纲编写的。共两篇，分上、下两册出版。上册包括绪论及第一篇排水系统。下册为第二篇污水处理，全书体现以城市污水为主干的特点。

本书为《排水工程》上册，主要内容有排水系统概论和污水、雨水与合流排水管渠系统的规划设计及养护管理等。有关气象资料的收集和整理、小流域暴雨洪峰流量的计算以及无自记雨量计地区雨量公式的推求等，已在《水文学》课程中讲述，故在本书雨水管渠系统一章中，对雨量公式及设计洪峰流量的计算未作推求，侧重于应用。有关排水泵站以及排水管渠施工等，已分别在《水泵与水泵站》和《给水排水施工》课程中讲述，本课程未作介绍。

本书可作为土建类高等工科院校给水排水工程专业《排水工程》课程的试用教材，亦可供给水排水专业有关工程技术人员参考。

参加本书编写的有重庆建筑工程学院孙慧修、郝以琼、龙腾锐（绪论、第一、二、四、五、六、七章）及西安冶金建筑学院夏秀清（第三章）。由孙慧修主编。

本书由清华大学陶葆楷教授、顾夏声教授和黄铭荣副教授、钱易副教授主审。

在本书编写过程中，曾得到有关兄弟院校、工厂和北京市市政工程设计院排水室等有关单位的帮助和支持，并提供了许多宝贵意见和资料，谨此表示感谢。

限于编者水平，书中不妥之处，请读者批评指正。

编 者

1979.8

目 录

前言

绪论 1

第一篇 排水系统

第一章 排水系统概论 6

第一节 概述 6

第二节 排水系统的体制及其选择 8

第三节 排水系统的主要组成部分 11

一、城市污水排水系统的主要组成部分 11

二、工业废水排水系统的主要组成部分 12

三、雨水排水系统的主要组成部分 12

第四节 排水系统的布置形式 13

第五节 区域排水系统 15

第六节 工业企业排水系统和城市排水系统的关系 16

第七节 排水系统的设计任务和原则 17

第二章 污水管道系统的设计 19

第一节 设计资料的调查及设计方案的考虑 19

第二节 污水设计流量的确定 21

一、生活污水设计流量 21

二、工业废水设计流量 23

第三节 污水管道系统的平面布置 27

第四节 污水管道的水力计算公式 29

一、水力计算的基本公式 29

二、污水管道水力计算的设计数据 30

三、管渠的断面形式 32

四、污水管道的埋设深度 33

五、污水管道的衔接 35

第五节 污水管道的水力计算方法 36

一、设计管段及设计流量的确定 36

二、污水管道水力计算的方法 37

第六节 污水干管水力计算示例 39

第七节 污水管道在街道上的位置 43

第八节 管道平面图和纵剖面图的绘制 44

第三章 雨水管渠系统的设计 48

第一节 雨量分析 48

一、雨量分析的几个要素 48

二、暴雨强度曲线 51

三、暴雨强度公式 51

第二节 雨水设计流量的确定 53

一、雨水设计流量公式 54

二、径流系数 ψ 的求定 56

三、设计暴雨强度 Q 的确定 57

四、几种特殊情况雨水设计流量的确定 61

五、雨水径流量的调节 63

第三节 雨水管渠系统的设计和计算 68

一、雨水管渠系统平面布置的特点 68

二、雨水管渠水力计算的设计数据 71

三、设计步骤 74

四、雨水管渠水力计算示例 75

第四节 排洪沟的设计与计算 78

一、排洪沟洪峰流量的计算 78

二、排洪沟的设计要点 80

三、排洪沟的设计示例 82

第四章 合流制管渠系统的设计 88

第一节 合流制管渠系统的使用条件和布置特点 88

第二节 合流制排水管渠的设计流量 89

一、第一个溢流井上游管渠的设计流量 89

二、溢流井下游管渠的设计流量 89

第三节 合流制排水管渠的水力计算要点 90

第四节 合流制排水管渠的水力计算示例 93

第五节 城市旧合流制排水管渠系统的改造 95

第五章 排水管渠的材料、接口及基础 99

第一节 排水管渠的材料 99

一、对管渠材料的要求 99

二、常用排水管道的材料及制品 99

三、管渠材料的选择 102

第二节 排水管道的接口	103	第二节 排水管渠的疏通	116
第三节 排水管道的基础	105	一、水力疏通	116
第六章 排水管渠系统上的构筑物	107	二、机械疏通	119
第一节 雨水口、连接暗井、溢流井	107	第三节 排水管渠的修理	120
第二节 检查井、跌水井、水封井	109	附录一 居住区生活污水量标准(平均日)	121
一、检查井	109	附录二 水力计算图	122
二、跌水井	111	一、钢筋混凝土圆管(不满流 $n=0.014$)	
三、水封井	112	计算图	122
第三节 倒虹管	112	二、钢筋混凝土圆管(满流 $n=0.013$)	
第四节 冲洗井、防潮门、换气井	113	计算图	134
一、冲洗井	113	附录三 排水管道与其它管线(构筑物)	
二、防潮门	113	的最小净距	135
三、换气井	114	附录四 我国若干城市暴雨强度公式	135
第五节 出水口	114	一、各地区暴雨强度公式	135
第七章 排水管渠系统的管理和		二、没有自动雨量记录地区的暴雨强度公式	
养护	116	参数表	139
第一节 管理和养护的任务	116	主要参考书	140

绪 论

(一)

在城镇,从住宅、工厂和各种公共建筑中不断地排出各种各样的污水和废弃物,需要及时妥善地排除、处理或利用。

在人们的日常生活中,盥洗、淋浴和洗涤等都要使用水,用后便成为污水。现代城镇的住宅,不仅利用卫生设备排除污水,而且随污水排走粪便和废弃物,特别是有机废弃物。生活污水含有大量腐败性的有机物以及各种细菌、病毒等致病性的微生物,也含有为植物生长所需要的氮、磷、钾等肥分,应当予以适当处理和利用。

在工业企业中,几乎没有一种工业不用水。在总用水量中,工业用水量占有相当的比例。水经生产过程使用后,绝大部分形成废水。工业废水有的被热所污染,有的则挟带着大量的污染杂质,如酚、氰、砷、有机农药、各种重金属盐类、放射性元素和某些相当稳定生物难于降解的有机合成化学物质,甚至还可能含有某些致癌物质等。这些物质多数既是有害和有毒的,但也是有用的,必须妥善处理或回收利用。

城市雨水和冰雪融水也需要及时排除,否则将积水为害,妨碍交通,甚至危及人们的生产和日常生活。

在人们生产和生活中产生的大量污水,如不加控制,任意直接排入水体(江、河、湖、海、地下水)或土壤,使水体或土壤受到污染,将破坏原有的自然环境,以致引起环境问题,甚至造成公害。因为污水中总是或多或少地含有某些有毒或有机物质,毒物过多将毒死水中或土壤中原有的生物,破坏原有的生态系统,甚至使水体成为“死水”,使土壤成为“不毛之地”。而生态系统一旦遭到破坏,就会影响自然界生物与生物、生物与环境之间的物质循环和能量转化,给自然界带来长期的、严重的危害。例如,1850年英国泰晤士河因河水水质污染造成水生生物绝迹后,曾采用了多种措施予以治理,但一直到1969年才使河水开始恢复了清洁状态,重新出现了鱼群。其间竟经历了119年之久!污水中的有机物则在水中或土壤中,由于微生物的作用而进行好氧分解,消耗其中的氧气。如果有有机物过多,氧的消耗速度将超过其补充速度,使水体或土壤中氧的含量逐渐降低,直至达到无氧状态。这不仅同样危害水体或土壤中原有生物的生长,而且此时有机物将在无氧状态下进行另一种性质的分解——厌氧分解,从而产生一些有毒和恶臭的气体,毒化周围环境。为保护环境避免发生上述情况,现代城市就需要建设一整套的工程设施来收集、输送、处理和利用污水,此工程设施就称之为排水工程。

因此,排水工程的基本任务是保护环境免受污染,以促进工农业生产的发展和保障人民的健康与正常生活。其主要内容包括:(1)收集各种污水并及时地将其输送至适当地点;(2)妥善处理后排放或再利用。

(二)

排水工程在我国社会主义建设中有着十分重要的作用。

从环境保护方面讲,排水工程有保护和改善环境,消除污水危害的作用。而消除污染,保护环境,是进行经济建设必不可少的条件,是保障人民健康和造福子孙后代的大事。随着现代工业的迅速发展和城市人口的集中,污水量日益增加,成分也日趋复杂。在某些工业发达国家,因污水而引起的环境污染问题陆续出现,六十年代以来,曾发生过多起轰动世界的公害事件,例如日本的“水俣病”、“骨痛病”等等。引起了舆论界的关注和广大群众的强烈反对,迫使一些国家组织和成立相应的环境保护机构,来研究和解决这一问题。目前,我国有些地方环境污染也十分严重,随着现代化建设的发展,必将更加突出起来。因此,必须随时注意经济发展过程中造成的环境污染问题,在现代化建设中,应充分发挥社会主义计划经济的优越性,注意研究和解决好污水的治理问题,以确保环境不受污染,这是排水工作者的重要任务。

从卫生上讲,排水工程的兴建对保障人民的健康具有深远的意义。通常,污水污染对人类健康的危害有两种形式:一种是污染后,水中含有致病微生物而引起传染病的蔓延。例如霍乱病,在历史上曾夺去千百万人的生命,而现在虽已基本绝迹,但如果排水工程设施不完善,水质受到污染,就会有传染的危险,1970年苏联伏尔加河口重镇阿斯特拉罕爆发的霍乱病,其主要原因就是伏尔加河水质受到污染引起的。另一种是被污染的水中含有毒物质,从而引起人们急性或慢性中毒,甚至引起癌症或其它各种“公害病”。某些引起慢性中毒的毒物对人类的危害甚大,因为它们常常通过食物链而逐渐在人体内富集,开始只是在人体内形成潜在危害,不易发现,一旦爆发,不仅危及一代人,而且影响子孙后代。兴建完善的排水工程,将污水进行妥善处理,对于预防和控制各种传染病、癌症或“公害病”有着重要的作用。

从经济上讲,排水工程 also 具有重要意义。首先,水是非常宝贵的自然资源,它在国民经济的各部门中都是不可缺少的。虽然地球表面的百分之七十以上被水所覆盖,但其中可供人们利用的淡水量却不到其总量的万分之一。许多河川的水都不同程度地被其上下游城市重复使用着。如果水体受到污染,势必降低淡水水源的使用价值。目前,一些国家和地区已出现因水源污染不能使用而引起的“水荒”,被迫不惜付出高昂的代价进行海水淡化,以取得足够数量的淡水。现代排水工程正是保护水体,防治公共水体水质污染,以充分发挥其经济效益的基本手段之一。同时,污水经过处理可以循环使用或循序使用,是节约用水的一种重要手段。不言而喻,这必将产生巨大的经济效益。其次,污水的妥善处置,以及雨雪水的及时排除,是保证工农业生产正常运行的必要条件之一。在某些工业发达国家,曾由于工业废水未能妥善处理,造成周围环境或水域的污染,使农作物大幅度减产甚至枯死和工厂被迫停产甚至倒闭的事例。同时,废水能否妥善处置,对工业生产新工艺的发展也有重要的影响,例如原子能工业,只有在含放射性物质的废水治理技术达到一定的生产水平之后,才能大规模地投入生产,充分发挥它的经济效用。此外,污水利用本身也有很大的经济价值,例如有控制地利用污水灌溉农田,会提高产量,节约水肥,促进农业生产;工业废水中有价值原料的回收,不仅消除了污染,而且为国家创造了财富,降

低产品成本；将含有有机物的污泥发酵，不仅能更好地利用污泥做农肥，而且可得到有机化工的基本原料——甲烷，进而可制造各类化工产品，等等。

总之，在实现四个现代化的过程中，排水工程作为国民经济的一个组成部分，对保护环境、促进工农业生产和保障人民的健康，具有巨大的现实意义和深远的影响。作为从事排水工作的工程技术人员，应当充分发挥排水工程在社会主义建设中的积极作用。

(三)

排水工程的建设在我国已有悠久历史，早在战国时代就有用陶土管排除污水的工程设施。我国古代一些富丽堂皇的皇城，已建有比较完整的明渠与暗渠相结合的渠道系统。例如，北京内城至今还保留有明清两代建造得很好的矩形砖渠。但是，由于长期的封建统治，我国比较完善的现代化排水系统，直到二十世纪初才在个别城市开始建设，而且规模较小。在国外，据历史记载和考古发掘证实，早在公元前2500年，埃及就已建有污水沟渠，古希腊的城市也建有石砌或砖砌等各种形式的管渠系统，古罗马在公元前六世纪建筑了著名的“大沟渠”。十九世纪中叶以后，随着产业革命后工业的发展和人口的集中，一些资本主义国家的城市开始建造现代化排水系统。

我国解放以后，随着城市和工业建设的发展，城市排水工程的建设有了很大的发展。为了改善人民居住区的卫生环境，解放初期，除对原有的排水管渠进行疏浚外，曾先后修建了北京龙须沟、上海肇家浜、南京秦淮河等十几处管渠工程。在其它许多城市也有计划地新建或扩建了一些排水工程。在修建排水管渠的同时，还开展了污水、污泥的处理和综合利用的科学研究工作，修建了一些城市污水厂。在一些地区，发展了城市污水灌溉农田，修建了长达60公里的沈（阳）抚（顺）污水灌渠。有控制地进行污水灌溉不仅能提高农作物产量，而且也是利用土地处理污水的有效方法之一。近年来，又修建了黄浦江大型水底过江管道；大力开展了工业废水的治理工作，许多工业企业修建了独立的废水处理站；对官厅水系、渤海湾、鸭儿湖、白洋淀、蓟运河、淄博工业区等环境污染较为严重的河、湖、海湾和城市进行了重点治理，取得了一定的成效。

1973年，在全国第一次环境保护工作会议上，制定了“全面规划、合理布局、综合利用、化害为利、依靠群众、大家动手、保护环境、造福人民”的环境保护基本方针，为排水工程的发展和建设指明了方向。为了保护环境，国家还制订了一系列的条例和标准，与排水工程有关的有《工业“三废”排放试行标准》GBJ4—73（以下简称“三废”排放标准）、《室外排水设计规范（试行）》TJ14—74（以下简称室外排水规范）和环境保护法等。同时，明确规定了对新建、改建、扩建工程和采取技术措施增加生产能力的工程项目，实行防治污染设施与主体设施的工程同时设计、同时施工、同时投产（以下简称“三同时”）的政策。在党和国家的关怀下，从事排水工程的技术队伍日益壮大，许多高等和中等技术学校设置了给水排水工程专业或环境保护工程专业。全国很多城市和工业部门也都成立了给水排水设计和研究机构、环境保护机构以及环境科学学会等。所有这些，为排水工程事业的发展创造了极为有利的条件。

建国以来，我国排水工程事业虽然有了相当的发展，在环境保护和污水治理方面也取得了一定的经验，但仍满足不了社会主义建设事业的需要，与世界工业发达国家相比，差

距也很大。我国的几大河系都遭受了污染，有些江段还比较严重。为在排水工程领域内赶超世界先进水平，以适应四个现代化的需要，摆在排水工作者面前的任务很多，任务是艰巨而又光荣的。

1. 应加紧进行城市排水系统的建设。我国城市排水设施的普及率相当低，据估计，目前城市污水量每日近4000万吨，而处理量每日还不到100万吨。城市排水管渠的总长度和污水厂的座数也很有限。如果按现有城市人口每20万人建一座污水厂计，则需建造上千座，随之还需建造大量管渠工程，加上工业废水的处理，其基建投资和工作量都是很可观的。此外，我国目前城市排水管渠多数为合流制，污水厂也多数为一级处理，而且规模较小。为了保护水体，必须有计划地逐步将合流制改建为分流制，将一级处理扩建为二级处理。因此，城市排水系统的新建和现有排水系统的改建与扩建，以及污水厂的建设任务等，都是极其繁重的。

2. 应尽快探索符合我国国情的、多快好省的城市污水处理新工艺，首先应探索效率高、耗电低、用地省和污泥少的生物处理新工艺。利用城市污水灌溉农田，在我国已有不少实践经验，但应加强污水灌溉对作物生长、地下水污染、土壤污染、环境卫生以及污物在作物中残留等问题的科学研究工作。对处理后的城市污水作工业用水或杂用水（如，厕所冲洗水、洗车水、洒水、消防用水、空调用水等）的问题，应有针对性地进行试验研究，以化害为利，在解决水污染的同时解决某些缺水地区水源不足的问题。

对城市污水处理所产生的污泥，必须加强综合利用的研究，以解决污泥的最终处置和出路问题。

3. 应大力加强水质监测新技术、操作管理自动化和施工机械化的研究，努力提高水质监测、操作管理和施工机械化水平。国外在环境监测中已开始采用中子活化、激光、声雷达等新技术，进行自动监测。英国威灵汉污水厂的运转采用了计算机程序控制，可在二十四小时内随时提供完整的全厂运转记录。目前，我国在污水处理方面基本上还是人工操作，某些专用的机械、装置、设备、仪表、药剂等，也还没有系列化和标准化。因此，在这一方面赶超世界先进水平还需要做大量的工作。

4. 无害无废水工艺、闭合循环和综合利用是六十年代控制工业污染的新技术，应积极开展研究和加以推广。近年来，我国一些工业企业努力改革工艺，采用闭合循环流程，做到少排甚至不排废水，对必须排放的废水开展综合利用等方面已取得了一些成果，既控制了污染又为国家创造了财富。但有的在生产中还处于试用阶段，有待进一步推广。对其它许多工业企业废水的经济有效的综合利用途径，还有待于研究和探索。

5. 应着手进行区域排水系统的研究工作。七十年代以来，某些国家为保护和改善环境，已从局部治理发展为区域治理，从单项治理发展为综合治理，即对区域规划、资源利用、能源改造和有害物质净化处理等多种因素进行综合考虑，以求得整体上的最优治理方案。区域排水系统是对区域河流水质进行综合治理的重要组成部分，它运用现代控制理论和电子计算技术，从整个河流的范围出发，将区域规划、水资源的有效利用和污水治理等诸因素进行综合的系统分析，建立各种模拟试验和数学模式，以寻求水污染控制的设计和管理的最优化方案。这是当前应予以重视的研究方向。

应当强调指出，在发展经济的时候，必须注意环境保护。否则，酿成公害后再来抓环境保护，不仅人民遭受损失，而且要花费更多的财力、物力，这是一些工业发达国家已经

产生过的教训。同时也应看到，只要注意并采取强有力的措施，控制和解决环境污染问题是不难实现的。例如，日本的环境保护走了十五年的弯路。开始十年，即1955~1965年只追求工业发展，忽视环境保护；后五年，即1966~1970年继续高速度发展经济，终于造成了全国性的难以控制的“爆炸性”公害。在群众和社会舆论的压力下，日本政府决心解决环境污染问题，从1970年起，用了5~7年的时间，使公害问题基本得到治理和控制，环境状况有了显著改善，99.95%的水域已达到了保护人民健康的水质标准^①。

(四)

排水工程涉及面很广，它既是土木建筑工程的一个部门，又是环境工程的组成部分。因此，排水工作者需要的知识面很广。不仅要有基础科学，如数学、物理学、化学、微生物学等方面的知识，而且要有工程力学、水力学、工程结构、工程制图、测量学、水文学、电工学等方面的知识。在专业方面，必须具备一定的城乡建设工程特别是城乡规划与地下管线综合布置和化学工程、农田灌溉等方面的知识；排水工程与给水工程、室内给水排水工程的关系更为密切，它们之间的许多内容在理论上是是一致的，在技术上是相互影响和相互参证的。同时，排水工程技术人员作为环境保护工作者的一员，应具有初步的环境科学，如生态学、环境医学以及系统工程等方面的知识。此外，排水工作者至少应熟练地掌握一门外文。

总之，学习和研究排水工程，必须具有较广泛的基础知识和较丰富的专业知识，尤其应当牢固掌握排水工程所必须的某些基本理论、基本知识和基本技能。

① 1979年1月4日《人民日报》。

第一篇 排水系统

第一章 排水系统概论

第一节 概 述

在人类的生活和生产中，使用着大量的水。水在使用过程中受到不同程度的污染，改变了原有的化学成分和物理性质，这些水称做污水或废水。污水也包括雨水及冰雪融化水。

按照来源的不同，污水可分为生活污水、工业废水和降水三类。

1. 生活污水 是指人们日常生活中用过的水，包括从厕所、浴室、盥洗室、厨房、食堂和洗衣房等处排出的水。它来自住宅、公共场所、机关、学校、医院、商店以及工厂中的生活间部分。

生活污水是属于污染的废水，含有较多的有机物，如蛋白质、动植物脂肪、碳水化合物、尿素和氨氮等，还含有肥皂和合成洗涤剂等，以及常在粪便中出现的病原微生物，如寄生虫卵和肠系传染病菌等。这类污水需要经过处理后才能排入水体、灌溉农田、或再利用。

2. 工业废水 是指在工业生产中所排出的废水，来自车间或矿场。由于各种工厂的生产类别、工艺过程、使用的原材料以及用水成分的不同，使工业废水的水质变化很大。

工业废水按照污染程度的不同，可分为：生产废水和生产污水两类。

生产废水是指在使用过程中受到轻度沾污或水温增高的水。如机器冷却水便属于这一类，通常经某些处理后即可在生产中重复使用，或直接排入水体。

生产污水是指在使用过程中受到较严重污染的水。这类水多半具有危害性。例如，有的含大量有机物，有的含氰化物、铬、汞、铅、镉等有害和有毒物质，有的含多氯联苯、合成洗涤剂等合成有机化学物质，有的含放射性物质，有的物理性状十分恶劣，等等。这类污水大都需经适当处理后才能排放，或在生产中使用。废水中的有害或有毒物质往往是宝贵的工业原料，对这种废水应尽量回收利用，为国家创造财富，同时也减轻了污水的污染。

工业废水按照所含的成分，可分为下列三类：

- (1) 主要含无机物的，包括冶金、建筑材料等工业所排出的废水。
- (2) 主要含有机物的，包括食品工业、炼油和石油化工工业等废水。
- (3) 同时含大量有机物和大量无机物的废水，包括焦化厂、化学工业中的氮肥厂、轻工业中的洗毛厂等废水。

3. 降水 是指在地面上流泄的雨水和冰雪融化水。降水常叫雨水。这类水比较清洁，

但径流量大, 若不及时排泄能使居住区、工厂、仓库等遭受淹没, 交通受阻, 积水为害, 尤其山区的山洪水为害更甚。通常, 暴雨水为害最严重, 是排水的主要对象之一。冲洗街道和消防用水等, 由于其性质和雨水相似, 也并入雨水。通常, 雨水不需处理, 可直接就近排入水体。

雨水虽然比较清洁, 但初降雨时雨水却挟带着大量地面和屋面上的各种污染物质, 使其受到污染。尤其流经制革厂、炼油厂以及化工厂等地区的雨水, 可能含有这些生产部门的污染物质, 污染程度较严重, 因此, 流经这些地区的雨水应经过处理后, 才能排入水体。

城市污水, 是指排入城镇排水管道的生活污水和工业废水, 实际上是一种混合污水。城市污水的性质变化很大, 随各种污水的混合比例和工业废水中污染物质的特性不同而异。在某些情况下可能是生活污水占多数, 而在另一些情况下又可能是工业废水占多数。这类污水需经过处理后才能排入水体、灌溉农田, 或再利用。

污水量是以升或立方米计量的。单位时间(秒、时、日)的污水量称污水流量。污水中的污染物质浓度, 是指单位体积污水中所含污染物质的数量, 通常以毫克/升或克/米³计, 用以表示污水的污染程度。生活污水量和用水量相近, 而且所含污染物质的数量和成分也比较稳定。工业废水的水量和污染物质浓度差别很大, 取决于工业生产性质和工艺过程。

在城市和工业企业中, 应当有组织地、及时地排除上述废水和雨水, 否则可能污染和破坏环境, 甚至形成公害, 影响生活和生产, 以及威胁人民健康。为了系统地排除废水而建设的一整套工程设施称做排水系统。排水系统通常由管道系统(或称排水管网)和污水处理系统(即污水处理厂)组成。管道系统是收集和输送废水的设施, 把废水从产生处输送至污水厂或出水口, 它包括排水设备、检查井、管渠、水泵站等工程设施。污水处理系统是处理和利用废水的设施, 它包括城市及工业企业污水厂(站)中的各种处理构筑物及除害设施等。

污水的最终处置或者是返回到自然水体、土壤、大气; 或者是经过人工处理, 使其再生成为一种资源回到生产过程; 或者采取隔离措施。其中关于返回到自然界的处理, 因自然环境具有容纳污染物质的能力, 但具有一定界限, 不能超过这种界限, 否则就会造成污染。环境的这种容纳界限称环境容量。图 1-1 为污水处理与处置系统的一种图式。若所排

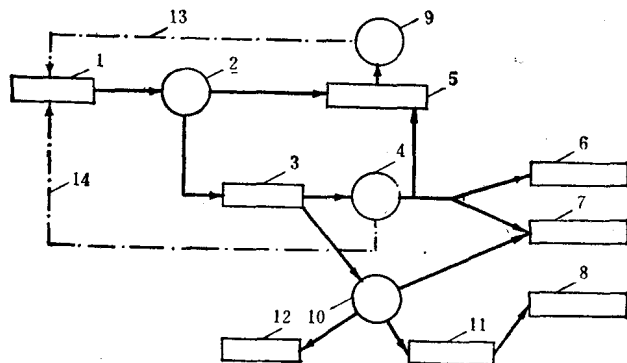


图 1-1 污水处理与处置系统

1—污水发生源; 2—污水; 3—污水厂; 4—处理水; 5—河流环境容量; 6—海洋环境容量; 7—土壤环境容量;
8—大气环境容量; 9—水资源; 10—污泥; 11—焚烧; 12—隔离(有害物质); 13—用水供应; 14—再利用

出的污水不超过河流的环境容量时，可不经处理直接排放，否则应处理后再排放。处理后的水也可以再利用。在本系统中污泥处置采用焚烧法。焚烧需要利用大气的环境容量。

第二节 排水系统的体制及其选择

如前所述，在城市和工业企业中通常有生活污水、工业废水和雨水。这些污水是采用一个管渠系统来排除，或是采用两个或两个以上各自独立的管渠系统来排除，污水的这种不同排除方式所形成的排水系统，称做排水系统的体制（简称排水体制）。排水系统的体制，一般分为合流制和分流制两种类型。

1. 合流制排水系统 是将生活污水、工业废水和雨水混合在同一个管渠内排除的系统。最早出现的合流制排水系统，是将排除的混合污水不经处理直接就近排入水体，国内外很多老城市以往几乎都是采用这种合流制排水系统。但由于污水未经无害化处理就排放，使水体遭受严重污染。现在常采用的是截流式合流制排水系统（图 1-2）。这种系统是在临河岸边建造一条截流主干管，同时在截流主干管处设置溢流井，并设置污水厂。晴天和初降雨时所有污水都排送至污水厂，经处理后排入水体，随着降雨量的增加，雨水径流也增加，当混合污水的流量超过截流主干管的输水能力后，就有部分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较前一种方式前进了一大步，但仍有部分混合污水未经处理直接排放，成为水体的污染源而使水体遭受污染，这是它的严重缺点。国内外在改造老城市的合流制排水系统时，通常采用这种方式。

2. 分流制排水系统 是将生活污水、工业废水和雨水分别在两个或两个以上各自独立的管渠内排除的系统（图 1-3）。排除生活污水、城市污水或工业废水的系统称污水排水系统；排除雨水的系统称雨水排水系统。

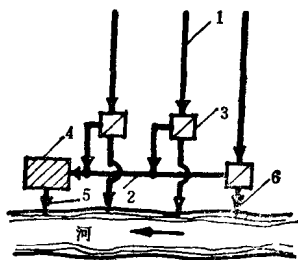


图 1-2 截流式合流制排水系统

1—合流干管；2—截流主干管；3—溢流井；4—污水厂；5—出水口；6—溢流出水口

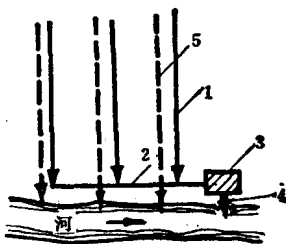


图 1-3 分流制排水系统

1—污水干管；2—污水主干管；3—污水厂；4—出水口；5—雨水干管

由于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（图 1-4）。在城市中，完全分流制排水系统具有污水排水系统和雨水排水系统。而不完全分流制只具有污水排水系统，未建雨水排水系统，雨水沿天然地面、街道边沟、水渠等原有渠道系统排泄，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道，待城市进一步发展再修建雨水排水系统转变成完全分流制排水系统。

在工业企业中，一般采用分流制排水系统。然而，往往由于工业废水的成分和性质很

复杂,不但与生活污水不宜混合,而且彼此之间也不宜混合,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、清污分流的几种管道系统来分别排除。但如生产污水的成分和性质同生活污水类似时,可将生活污水和生产污水用同一管道系统来排除。生产废水可直接排入雨水道,或循环使用重复利用。图1-5为具有循环给水系统和局部处理设施的分流制排水系统。生活污水、生产污水、雨水分别设置独立的管道系统。含有特殊污染物质的有害生产污水,不容许与生活或生产污水直接混合排除,应在车间附近设置局部处理设施。冷却废水经冷却后在生产中循环利用。如条件容许,工业企业的生活污水和生产污水应直接排入城市污水管道,而不作单独处理如图中12所示。

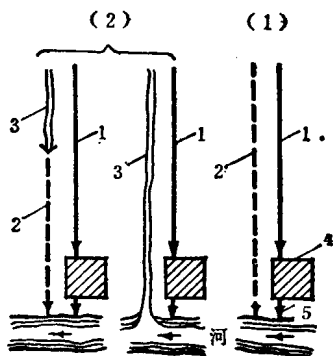


图 1-4 完全分流制及不完全分流制

(1) 完全分流制; (2) 不完全分流制

1—污水管道; 2—雨水管渠; 3—原有渠道;
4—污水厂; 5—出水口

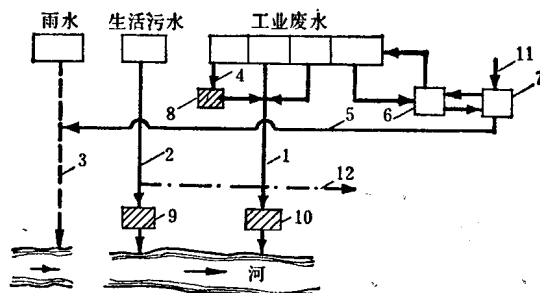


图 1-5 工业企业分流制排水系统

1—生产污水管道系统; 2—生活污水管道系统; 3—雨水管渠系统; 4—特殊污染生产污水管道系统; 5—溢流管道; 6—泵站; 7—冷却构筑物; 8—局部处理构筑物; 9—生活污水厂; 10—生产污水厂; 11—补充清洁水; 12—排入城市污水管道

近年来,为了解决可用水资源的减少和水质的迅速恶化,以及污染物排放标准的提高,出现了以城市污水的处理水作为工业用水或杂用水新水源的再利用系统。杂用水的范围很广,包括公共、公用和高层建筑中的厕所冲洗水、洗车水、洒水、消防用水、空调用水,等等。这种系统对解决水源不足、有效利用水资源、减少污水排放量、控制河流水质污染、改善和保护环境具有很大作用。图 1-6 为城市污水的处理水作工业用水和杂用水再利用系统的一种方式。这种方式在工厂给水排水工程中用得也越来越多,是节约用水、控制污染的好方法。

在一个城市中,有时是混合制排水系统,即既有分流制也有合流制的排水系统。混合制排水系统一般是在具有合流制的城市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修建情况可能相差较大,因地制宜地在各区域采用不同的排水体制也是合理的。如美国的纽约以及我国的上海等城市便是这样形成的混合制排水系统。

合理地选择排水系统的体制,是城市和工业企业排水系统规划和设计的重要问题。它

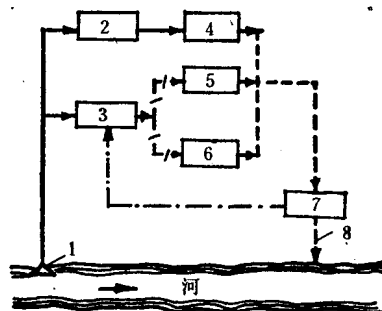


图 1-6 城市污水再利用系统

1—取水; 2—给水厂; 3—再利用水厂;
4—生活用水; 5—杂用水; 6—工业用水;
7—污水厂; 8—出水口

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工程的投资和初期投资费用以及维护管理费用。通常,排水系统体制的选择应满足环境保护的需要,根据当地条件,通过技术经济比较确定。而环境保护应是选择排水体制时所考虑的主要问题。下面从不同角度来进一步分析各种体制的使用情况。

从环境保护方面来看,如果采用合流制将城市生活污水、工业废水和雨水全部截流送往污水厂进行处理,然后再排放,从控制和防止水体的污染来看,是较好的,但这时截流主干管尺寸很大,污水厂容量也增加很多,建设费用也相应地增高。采用截流式合流制时,雨天有部分混合污水通过溢流井直接排入水体。实践证明,采用截流式合流制的城市,随着建设的发展,河流的污染日益严重,甚至达到不能容忍的程度。为了改善截流式合流制这一严重缺点,今后探讨的方向是应将雨天时溢流出的混合污水予以贮存,待晴天时再将贮存的混合污水全部送至污水厂进行处理,或者改成分流制排水系统,等等。雨水污水贮存池可设在溢流出水口附近,或者设在污水厂附近。分流制是将城市污水全部送至污水厂进行处理。但初降雨水径流未加处理直接排入水体,这是它的缺点。近年来,国外对雨水径流的水质调查发现,雨水径流特别是初降雨水径流对水体的污染相当严重。分流制虽然具有这一缺点,但它比较灵活,比较容易适应社会发展的需要,一般又能符合城市卫生的要求,所以在国内外获得广泛采用,而且也是城市排水系统体制发展的方向。

从造价方面来看,据国外有的经验认为合流制排水管道的造价比完全分流制一般要低20~40%,可是合流制的泵站和污水厂却比分流制的造价要高。从总造价来看完全分流制比合流制可能要高。从初期投资来看,不完全分流制因初期只建污水排水系统,因而可节省初期投资费用,此外,又可缩短施工期,发挥工程效益也快。而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,我国过去很多新建的工业基地和居住区均采用不完全分流制排水系统。

从维护管理方面来看,晴天时污水在合流制管道中只是部分流,雨天时才接近满管流,因而晴天时合流制管内流速较低,易于产生沉淀。但据经验,管中的沉淀物易被暴雨水流冲走,这样,合流管道的维护管理费用可以降低。但是,晴天和雨天时流入污水厂的水量变化很大,增加了合流制排水系统污水厂运行管理中的复杂性。而分流制系统可以保持管内的流速,不致发生沉淀,同时,流入污水厂的水量 and 水质比合流制变化小得多,污水厂的运行易于控制。

混合制排水系统的优缺点,是介于合流制和分流制排水系统二者之间。

总之,排水系统体制的选择是一项很复杂很重要的工作。应根据城镇及工业企业的规划、环境保护的要求、污水利用情况、原有排水设施、水质、水量、地形、气候和水体等条件,从全局出发,在满足环境保护的前提下,通过技术经济比较,综合考虑确定。由于截流式合流制对水体污染严重,危害环境,所以新建的排水系统一般应采用分流制。但在附近有水量充沛的河流或近海,发展又受到限制的小城镇地区;在街道较窄地下设施较多,修建污水和雨水两条管线有困难的地区;或在雨水稀少,废水全部处理的地区等,采用合流制排水系统有时可能是有利和合理的。

第三节 排水系统的主要组成部分

如前所述,收集、输送、处理、利用废水并将废水排入水体的全部工程设施称做排水系统。下面就城市污水、工业废水、雨水各排水系统的主要组成部分分别加以介绍。

一、城市污水排水系统的主要组成部分

城市污水包括排入城镇污水管道的生活污水和工业废水。将工业废水排入城市生活污水排水系统,就组成城市污水排水系统。

城市生活污水排水系统由下列几个主要部分组成:(1)室内污水管道系统和设备;(2)室外污水管道系统;(3)污水泵站及压力管道;(4)污水处理与利用构筑物;(5)排入水体的出水口。

1.室内污水管道系统及设备,其作用是收集生活污水,并将其排出至室外庭院或街坊污水管道中去。

在住宅及公共建筑内,各种卫生设备既是人们用水的容器,也是承受污水的容器。它们又是生活污水排水系统的起端设备。生活污水从这里经水封管、支管、竖管和出户管等室内管道系统流入室外庭院或街坊管道系统。在每一出户管与室外庭院或街坊管道相接的连接点设置检查井,供检查和清通管道之用。

2.室外污水管道系统,分布在地面下的依靠重力流输送污水至泵站、污水厂或水体的管道系统称室外污水管道系统。它又分为庭院或街坊管道系统以及街道管道系统。

(1)庭院或街坊管道系统:敷设在一个庭院内,并连接(各)房屋出户管的管道系统称庭院管道系统。敷设在一个街坊内,并连接一群房屋出户管或整个街坊内房屋出户管的管道系统称街坊管道系统(图1-7)。

生活污水从室内管道系统流入庭院或街坊管道系统,然后再流入街道管道系统。为了控制庭院或街坊污水管道并使其良好地工作,在该系统的终点设置检查井,称控制井。控制井通常设在庭院内或房屋建筑界线内便于检查的地点。

(2)街道污水管道系统,敷设在街道下,用以排除庭院或街坊管道流来的污水。在一个市区内它由支管、干管、主干管等组成(图1-8)。

支管是承受由庭院或街坊污水管道流来的污水。在排水区界内,常按分水线划分成几个排水流域。在各排水流域内,干管是汇集输送由支管流来的污水的,也常称流域干管。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。市郊干管是从主干管把污水输送至总泵站、污水厂或通至水体出水口的管道,一般在污水管道系统设置区范围之外。

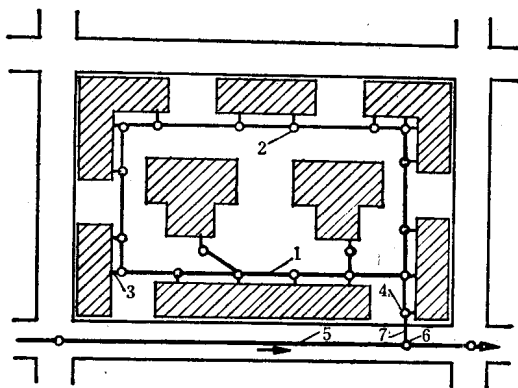


图 1-7 街坊污水管道系统布置图

1—污水管道; 2—检查井; 3—出户管; 4—控制井; 5—街道管; 6—街道检查井; 7—连接管