

城市排水管网数字化管理 理论与应用

Digital Management of Urban Drainage Network:
Theory and Applications

陈吉宁 赵冬泉 等著

中国建筑工业出版社

城市排水管网数字化管理理论与应用

Digital Management of Urban Drainage Network: Theory and Applications

陈吉宁 赵冬泉 等著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城市排水管网数字化管理理论与应用/陈吉宁;赵冬泉等著. —北京:
中国建筑工业出版社, 2010. 8

ISBN 978-7-112-12300-1

I. ①城… II. ①陈… ②赵… III. ①数字技术-应用-市政工程-排水
系统-管理 IV. ①TU992.03-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 143442 号

排水管网系统是城市的重要基础设施之一, 对其进行管理和维护已经成为城市管理者 and 决策者面临的一项紧迫任务。然而, 对于同时具有复杂性和隐蔽性的排水管网系统, 如何建立科学有效的管理方法, 分析并解决管网运行中各种错综复杂的问题, 依靠传统的纸图与简单推理分析的方法显然已经苍白无力。随着计算机技术的飞速发展, 数字化技术为城市排水管网提供了科学有效的管理手段。本书全面翔实地论述了城市排水管网数字化管理的理论与应用, 介绍了排水管网系统综合管理、规划设计、模拟分析等方面的最新理论与知识, 深入探讨了数学模型、数据库、GIS 和在线监控等技术在排水管网系统管理中的应用方法, 详细介绍了排水管网管理中一系列实际问题的流程化操作方法与应用分析模式。

本书可作为相关工程设计人员和管理人员的工作参考书, 也可供给排水、环境工程等相关专业的高年级本科生和研究生作为教材或教学参考书使用。

* * *

责任编辑: 姚荣华 于 莉

责任设计: 李志立

责任校对: 陈晶晶

城市排水管网数字化管理理论与应用

Digital Management of Urban Drainage Network: Theory and Applications

陈吉宁 赵冬泉 等著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京蓝海印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18 字数: 450 千字

2010 年 9 月第一版 2010 年 9 月第一次印刷

定价: 66.00 元 (含光盘)

ISBN 978-7-112-12300-1
(19554)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

城市排水管网系统具有收集输送污水和快速排除雨水的双重功能。随着城市外延区域的扩展和规模的扩大,城市排水管网已演变成为一个复杂庞大的网络系统。在我国城市基础设施建设快速推进的过程中,排水管线的长度、类型和投资使用状况都发生了显著的变化,如何科学有效地进行排水设施的资产管理和运行维护已经成为各个城市和地区面临的一项紧迫任务。但长期以来,我国缺乏全面和系统的排水管网数字化管理的技术规范,也缺乏科学有效的排水管网结构分析与状态评估工具,使得我们对复杂排水管网系统的认识、分析、管理和决策还停留在主观判断和简单推理的水平。本书从城市排水管网系统的相关理论与基础知识出发,结合 GIS 技术、数据库技术、模型模拟技术、专业软件开发技术与相关硬件技术的发展,系统全面地介绍了排水管网数字化管理的软硬件技术和工程应用案例。

本书分为 3 篇,共 9 章。第 1 篇介绍了城市排水管网系统的基础理论知识。其中,第 1 章对城市排水管网系统进行了概述,第 2 章介绍了排水管网数字化管理涉及的排水管网模型及其计算原理。第 2 篇全面介绍了排水管网数字化管理的相关技术。通过本篇的阅读,读者不仅可以全面了解排水管网数字化管理所涉及的各类软硬件技术,也可以学习建立排水管网数字化管理平台的相关经验。其中第 3 章综述了排水管网数字化管理的基本内容和发展现状,第 4 章通过操作实例全面介绍了 GIS 技术在排水管网管理中的应用,第 5 章介绍了城市排水管网综合数据库的设计原则、数据处理与入库的相关技术,第 6 章介绍了如何进行排水管网模型的构建、参数识别和模拟情景设定,第 7 章与第 8 章分别介绍了在“数字排水”模式下,软件系统和硬件支撑平台的设计原则、建设内容和关键技术环节。第 3 篇为排水系统数字化管理的应用与案例介绍。本篇第 9 章首先介绍了数字排水平台(DigitalWater DS)的软件开发背景和专业应用功能,然后针对排水管网日常管理中常见的分析需求,通过八个典型应用案例的工作流程,全面详细地论述了数字化管理技术的应用流程与分析方法。

本书是在笔者参与和主持的大量相关项目的研究成果基础上总结而成,特别感谢国家重点基础研究发展计划(973)项目(2006CB403407)和国家水体污染控制与治理科技重大专项(2008ZX07313)的支持。本书其他作者包括王浩正、盛政、邢薇、佟庆远和董欣。本书在写作过程中引用了多位作者的研究成果,在此表示衷心感谢。

本书重点介绍了排水管网运行管理的数字化相关技术,同时涉及管网规划设计的模拟分析方法,可供城市和地区排水管理部门、排水管网公司、规划设计院、咨询公司的工程设计人员和管理人员参考,也可作为给水排水和环境工程等相关专业的高年级本科生和研究生的教材或教学参考书。

目 录

第 1 篇 城市排水管网系统及模型

第 1 章 城市排水管网系统概述	3
1.1 城市排水体制	3
1.1.1 合流制排水体制	3
1.1.2 分流制排水体制	5
1.1.3 城市排水体制的选择	7
1.2 城市排水系统的组成	10
1.2.1 城市污水排除系统的组成	10
1.2.2 工业废水排除系统的组成	10
1.2.3 城市雨水排除系统的组成	11
1.2.4 城市排水管道附属构筑物	11
1.3 城市排水管网系统的规划方法	12
1.3.1 城市污水管网系统的规划方法	12
1.3.2 城市雨水管网系统的规划方法	17
1.3.3 合流制排水管网系统的规划方法	22
1.3.4 基于数学模型的动态规划方法	23
第 2 章 城市排水管网模型及原理	26
2.1 排水管网模型概述	26
2.1.1 排水管网模型的发展	26
2.1.2 排水管网模型简介	27
2.1.3 排水管网模拟软件简介	28
2.2 排水管网模型的计算原理	29
2.2.1 地表径流过程的模拟原理	29
2.2.2 管网传输过程的模拟原理	33
2.2.3 降雨径流污染的模拟原理	37
2.2.4 城市地表径流污染的控制	43

第 2 篇 排水管网数字化管理技术

第 3 章 排水管网数字化管理总论	51
3.1 我国排水管网管理现状及存在问题	51
3.2 排水管网管理部门的数字化需求	52
3.3 排水管网数字化建设的内容	55
3.3.1 综合数据库建设	55
3.3.2 排水管网模型构建	55
3.3.3 业务软件系统开发	56
3.3.4 硬件支撑平台搭建	57
第 4 章 GIS 技术在排水管网管理中的应用	58
4.1 GIS 技术概述	58
4.1.1 图形绘制与存储	58
4.1.2 空间查询与分析	59
4.1.3 数据的输出与表达	59
4.1.4 GIS 在城市排水系统管理中的应用	60
4.2 GIS 支持下的排水管网电子地图	61
4.2.1 数据集操作	61
4.2.2 地图视图切换	63
4.2.3 地图选择	63
4.2.4 地图量算	63
4.2.5 地图书签	64
4.2.6 地图对比	65
4.2.7 地图制图打印	67
4.3 排水管网数据编辑与处理	67
4.3.1 排水管网空间数据编辑	69
4.3.2 排水管网属性数据编辑	75
4.3.3 排水管网数据编辑保障机制	79
4.3.4 排水管网历史数据管理	82
4.3.5 排水管网数据的导入与导出	83
4.4 排水管网查询分析与三维显示	88
4.4.1 排水管网设施查询	88
4.4.2 排水管网纵断面与横截面分析	93
4.4.3 排水管网网络查询与分析	94
4.4.4 排水管网三维显示与查询	96
4.5 排水管网模拟结果分析	101
4.5.1 模拟结果图表显示	101
4.5.2 模拟结果平面专题图显示	103

4.5.3	模拟结果纵断面图显示	103
4.5.4	模拟结果三维显示	103
4.5.5	模拟结果统计分析	105
4.5.6	模拟结果报表	106
第 5 章	排水管网综合数据库的设计与建设	107
5.1	排水管网综合数据库设计	107
5.1.1	数据库总体设计	107
5.1.2	空间数据库设计	113
5.1.3	属性数据库设计	116
5.2	数据加工、处理与入库的方法	121
5.2.1	普查数据处理流程	122
5.2.2	纸质图纸处理流程	123
5.2.3	其他格式数据处理流程	123
5.3	管网拓扑关系检查和处理	123
5.3.1	排水管网系统的主要拓扑规则	124
5.3.2	导致拓扑错误的典型数据问题	124
5.3.3	拓扑检查及修正工作流程	129
第 6 章	基于 GIS 支持的排水管网模型构建	132
6.1	排水管网模型的构建和应用流程	132
6.2	排水管网模型初步构建	133
6.2.1	汇水区（或服务区）划分与关联	134
6.2.2	管网属性数据设置	137
6.3	监测方案的制定与实施	139
6.3.1	监测内容	139
6.3.2	监测方案的制定原则	139
6.3.3	监测实施的工作流程	140
6.4	排水管网模型的参数识别	141
6.4.1	排水管网模型的不确定性	142
6.4.2	模型参数的灵敏度分析	143
6.4.3	模型不确定性分析	146
6.4.4	排水管网模型的自动率定和验证	152
6.5	排水管网模型的集成应用	155
6.5.1	排水管网模拟情景条件设定	156
6.5.2	规划设计与运行管理的模型特点及区别	163
6.5.3	排水管网模型的集成开发与应用	164
6.6	实际工程中排水管网建模的难点与关键问题	164
6.6.1	实际工程中排水管网建模的难点	164
6.6.2	排水管网模型应用于实际决策中的关键问题	165

第 7 章 排水管网数字化管理软件的系统设计	166
7.1 排水管网数字化管理软件总体设计	166
7.1.1 软件系统总体架构	166
7.1.2 软件系统体系结构	168
7.2 排水管网管理系统的基础平台设计	170
7.3 排水管网基础数据管理系统设计	171
7.4 排水管网综合业务管理系统设计	174
7.4.1 排水管网综合信息发布子系统	174
7.4.2 排水管网巡查子系统	178
7.4.3 排水管网养护管理子系统	180
7.4.4 排水管网应急管理子系统	185
7.5 基于在线监测和模型模拟的排水管网管理系统设计	188
7.5.1 排水管网在线运行监控与预警子系统	188
7.5.2 排水管网辅助规划子系统	192
7.5.3 户线接入设计与评估子系统	196
7.5.4 基于在线监测和模型的联合应用模式	197
第 8 章 排水管网系统硬件支撑平台设计	199
8.1 管网在线监测平台总体设计	199
8.1.1 在线监测平台设计要求	199
8.1.2 在线监测平台总体结构	200
8.1.3 在线监测设备	201
8.1.4 在线数据采集模块	206
8.2 网络平台总体设计	206
8.2.1 网络平台设计原则	206
8.2.2 网络平台总体结构	207
8.2.3 通信方式	209
8.2.4 网络安全	209
8.3 服务器、存储及展示平台的总体设计	210
8.3.1 服务器与存储平台	210
8.3.2 大屏幕展示平台	212
8.4 管道检测技术及其发展	213
8.4.1 管道检测技术	213
8.4.2 管道检测技术的发展与展望	217

第 3 篇 排水管网数字化管理应用与案例

第 9 章 排水管网数字化管理软件介绍与应用案例	221
9.1 数字排水平台介绍	221
9.1.1 数字排水平台的关键技术	221

9.1.2 数字排水平台的主要功能	223
9.2 应用 1: 污水管网结构分析与现状评估	224
9.2.1 污水管网结构分析	225
9.2.2 污水管网现状评估	226
9.2.3 应用小结与工作流程	229
9.3 应用 2: 管网升级改造方案设计与评估	229
9.3.1 管网现状评估和缺陷分析	230
9.3.2 管网改造方案设计	231
9.3.3 管网改造方案评估	232
9.3.4 应用小结与工作流程	233
9.4 应用 3: 管网养护中的管道清淤分析	234
9.4.1 管道淤积风险分析	234
9.4.2 管道清淤效果分析	235
9.4.3 应用小结和工作流程	237
9.5 应用 4: 管网养护中的事故应急分析	238
9.5.1 管道破裂风险分析	239
9.5.2 管道破裂影响分析	239
9.5.3 与管道内检测技术的结合	241
9.5.4 应用小结与工作流程	242
9.6 应用 5: 管网规划方案制定与模拟优化分析	242
9.6.1 排水管网规划方案制定	243
9.6.2 排水规划方案评估	245
9.6.3 排水规划方案优化	246
9.6.4 应用小结与工作流程	247
9.7 应用 6: 污水管网户线接入方案设计与评估	248
9.7.1 户线接入方案设计	248
9.7.2 户线接入方案评估	250
9.7.3 应用小结与工作流程	251
9.8 应用 7: 雨水管网溢流分析与管理	252
9.8.1 城市雨水排除系统的模型构建	253
9.8.2 降雨情景生成	254
9.8.3 模拟结果分析	254
9.8.4 应用小结与工作流程	256
9.9 应用 8: 雨洪利用工程方案设计与评估	256
9.9.1 城市洪水风险分析	257
9.9.2 雨洪利用工程方案设计	258
9.9.3 雨洪利用工程方案评估	259
9.9.4 应用小结与工作流程	259
9.10 数字化管理模式应用于实际工作的关键问题	260
参考文献	263

第 1 篇

城市排水管网系统及模型

第 1 章 城市排水管网系统概述

排水管网是城市的重要基础设施之一，具有收集城市生活污水与各类工业生产废水和及时排除城区雨水的的功能，它是保障城市公共卫生安全、控制水体污染和排洪防涝的基础工程，是保证城市正常运转的重要生命线。城市排水管网系统的合理规划建设和科学有效管理，是提高城市水系统的建设和运行效益、降低运行风险的重要内容。

1.1 城市排水体制

城市排水体制，也称为城市排水制度，是指在城市区域内对生活污水、工业废水和降雨径流所采取的排除方式。对于不同的城市排水体制，排水系统的设计、施工、运行、维护和管理迥然不同，排水体制的选择是城市排水系统规划所需要解决的首要问题。根据城市污水（包括生活污水和生产废水）与降雨径流是否使用同一输运管道系统，传统的城市排水体制分为合流制和分流制两种基本类型。

1.1.1 合流制排水体制

合流制排水体制是指使用同一个管道系统对城市污水与降雨径流进行收集和排除的方式。按照对降雨径流和污水收集程度的不同，合流制排水系统又可分为直排式合流制、截流式合流制和完全处理式合流制三种类型。

城市污水与降雨径流经管道收集后，不经过任何处理直接排入附近水体的合流制系统称为直排式合流制（图1-1）。这种排水体制起源于 19 世纪的欧洲，其主要功能是为了改善城市的公共卫生条件，设计中通常包括多个排水口，以便将雨污水就近排向水体。这种排水系统具有造价低、施工简单的特点，在早期城市建设中曾大规模使用。国内外老城区的合流制排水系统大都属于此类。

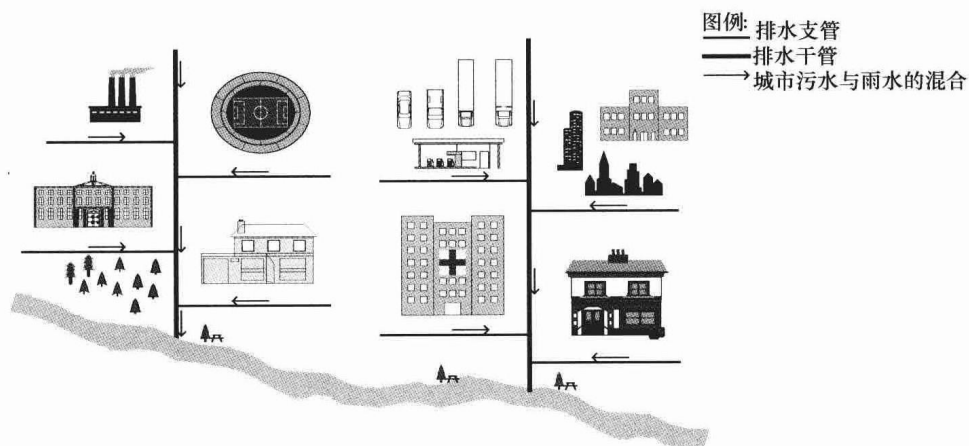


图 1-1 直排式合流制城市排水系统

随着城市污水排放对周边水环境的污染越来越严重,对城市污水进行适当处理已势在必行,由此产生了截流式合流制。截流式合流制是在直排式合流制的基础上,沿河修建截流干管,在合流干管和截流干管相交前或相交处设置溢流井,并在截流干管的末端修建污水处理厂(图1-2)。在旱季,污水全部进入污水处理厂,经处理后排放;在雨季,截流式合流制排水系统可以汇集部分降雨径流(尤其是污染物浓度较高的初期降雨径流)至污水处理厂,当雨污混合水量超过截流干管输水能力后,其超出部分通过溢流井等截流设施直接排入水体。这种排水体制在对污水进行处理的同时,还处理了部分含有较多污染物的初期降雨径流,因此可以更好地保护城市周边的水体。但另一方面,如果雨量过大,雨污混合水量将会超过截流管的设计流量,超出的部分将溢流到城市河道,从而对水体造成局部和短期污染;同时,由于雨季里进入污水处理厂的污水中混有大量雨水,其水质和水量均会出现明显的波动,从而对污水处理厂各处理单元的运行带来较大的冲击,并有可能影响到污水处理厂的稳定运行,这种短时负荷冲击对污水处理厂的自动化、智能化控制水平提出了更高的要求。

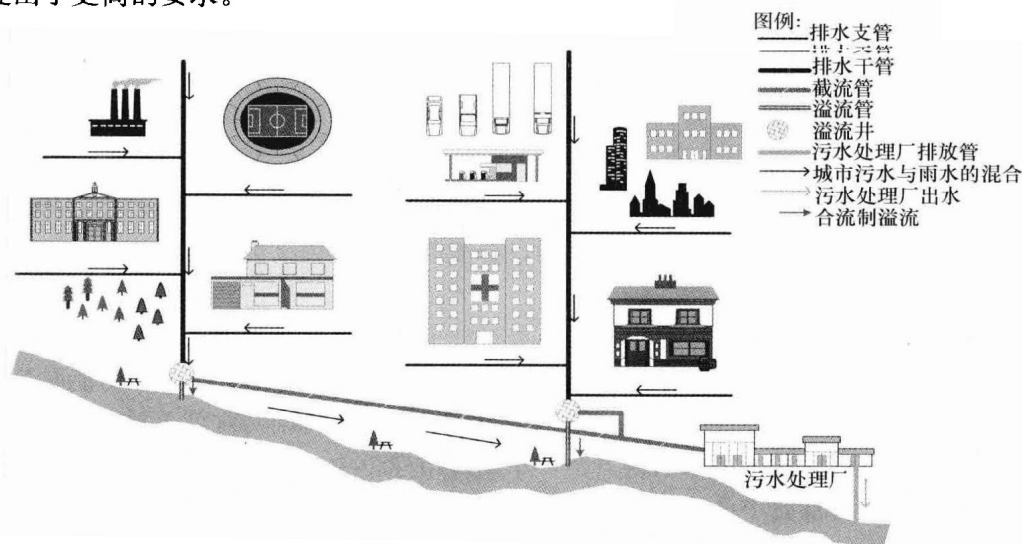


图 1-2 截流式合流制城市排水系统

截流式排水体制是城市的主要排水体制之一,特别被应用于老城区直排式合流制排水管网系统的改造。目前城市排水管网系统研究领域所定义的合流制通常即指截流式合流制。自20世纪80年代以来,有关合流制管网溢流(Combined Sewer Overflow,简称CSO)控制的研究得到了广泛的关注,这些研究提高了人们对截流式排水体制管网运行机理的认识,推动了截流式排水管网及其与污水处理设施的联合控制,也对城市排水系统的运行控制提出了新的要求。

完全处理式合流制是对直排式合流制系统的根本改造,它将生活污水、工业废水和降雨径流全部送到污水处理厂处理后再排入受纳水体中(图1-3)。这种排水系统通常应用在降雨量较小且对水体水质要求较高的地区。

由于完全处理式合流制对城市污水和降雨径流均进行了收集和处理,其对周边水体的污染负荷排放量最小,因此最有利于受纳水体的水质保护。但是,从投资建设的角度来

看,为了保证雨季排水系统的正常运行,这种排水体制必然需要铺设大管径的截流管,建设大规模的污水处理厂和大流量的泵站,从而导致工程建设投资和运行维护成本大幅度的增加。从系统运行的角度来看,由于污水处理厂和泵站在雨季的进水水量和浓度比旱季有显著的波动,这种排水体制中的污水处理厂和泵站的运行控制往往面临着更高的技术挑战,需要应用智能化的排水泵站,及其与污水处理厂联合调度的控制手段来合理、动态的调配排水管网的流量和负荷,也需要依赖智能化的自动控制系统来提高污水处理厂对进水量、水质负荷冲击的适应能力,才能充分发挥这种排水体制的收集和处理优势。

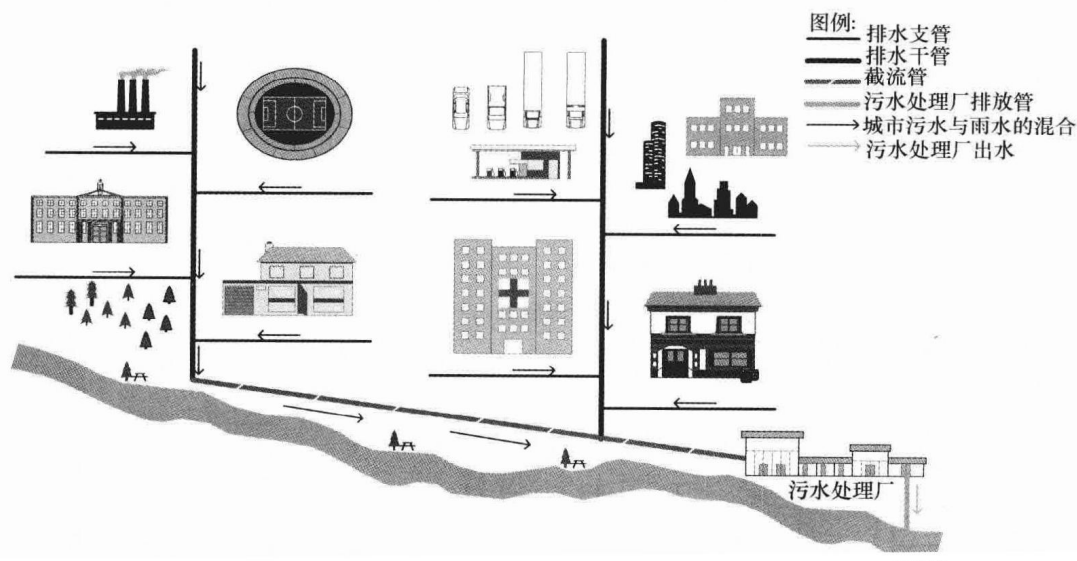


图 1-3 完全处理式合流制城市排水系统

1.1.2 分流制排水体制

分流制排水体制是指使用两个或两个以上相互独立的排水系统分别对生活污水、工业废水和降雨径流进行收集和排除的方式,其中排除生活污水、工业废水的系统称为污水排除系统;排除降雨径流的系统称为雨水排除系统。根据雨水排除方式的不同,又分为完全分流制、不完全分流制和截流式分流制三种排水体制。

完全分流制排水体制分别建设污水和雨水两套管网系统,前者收集生活污水和工业废水,送至污水处理厂,经处理后排入受纳水体或进行再生利用。后者汇集城市内的降雨径流,就近排入水体(图 1-4)。

完全分流制排水体制避免了将城市污水直接排入城市受纳水体,并且在理论上可以将所收集到的污水处理到任何所期望的水平,这在较大程度上保证了城市周边水体的环境质量和卫生条件。因此,世界上许多城市倾向于采用这种完全分流制的排水体制,特别是在新城区的建设中,这种排水体制往往成为首选排水方式;即使在老城区,这种排水体制也成为直排式合流制排水系统的改造方案之一。

不完全分流制排水体制是指只建有污水管网,而没有雨水管网。城市污水由污水管网收集并送至污水处理厂,经处理后排入受纳水体;降雨径流沿天然地面、街道边沟、水渠等明渠系统排入受纳水体(图 1-5)。

显然,不完全分流制排水体制在投资上具有明显的优势,但这一体制主要用于地形条

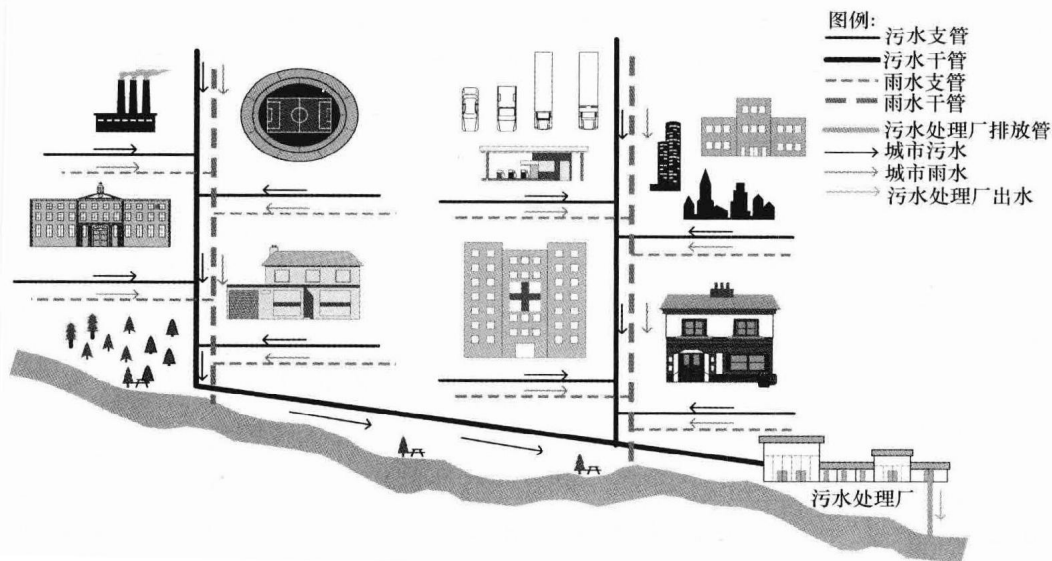


图 1-4 完全分流制城市排水系统

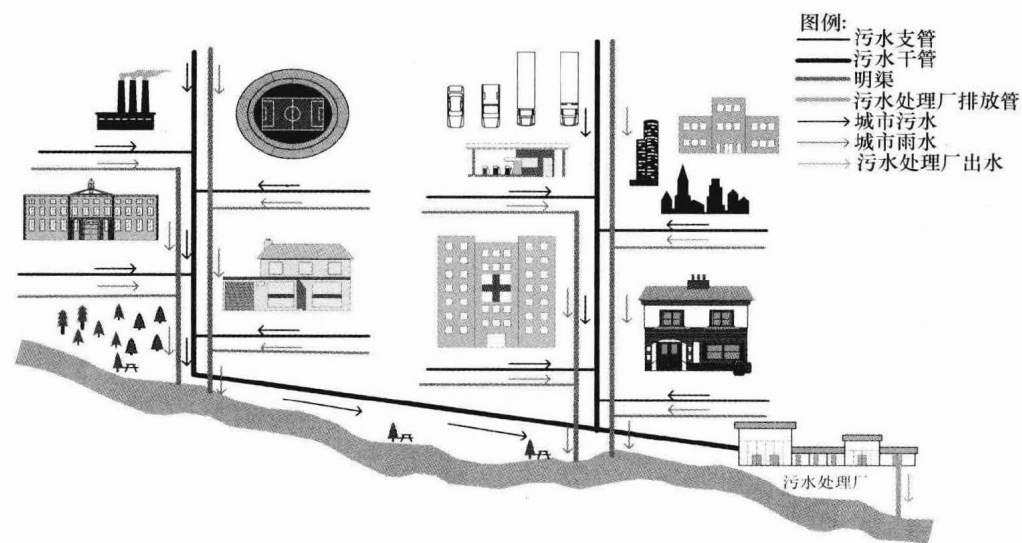


图 1-5 不完全分流制城市排水系统

件适宜，且有比较健全的明渠排水系统的地方，以方便降雨径流的排除。对于新建城市或发展中的地区，为了节省投资，可以先采用明渠排除降雨径流，待有条件后，再修建雨水管网，将不完全分流制排水体制转变成完全分流制排水体制。不完全分流制排水系统由于没有完整的雨水管网，在雨季容易造成径流污染和洪涝灾害。

近年来，国内外众多研究者对城市降雨径流水质进行了广泛监测与调查，发现城市降雨径流中污染物浓度水平并不低，特别是初期降雨径流中的污染物浓度通常很高，有时甚至高于生活污水中的相应污染物浓度，城市降雨径流已成为影响城市周边水体水质的不可忽视的

因素。鉴于此,对降雨径流进行严格控制的截流式分流制排水体制被提出(图1-6)。在截流式分流制的排水体制中,污水经污水管网送至污水处理厂,经处理后排入受纳水体;初期降雨径流通过截流系统也送入污水处理厂进行处理;中后期污染程度较轻的降雨径流则通过截流系统的溢流管直接排入受纳水体。与完全分流制排水体制有所不同,在截流式分流制排水体制的雨水排除系统中,增加了能够将初期降雨径流引入排水管道的设施,即雨水截流井,初期降雨径流经过截流管与污水一同排入污水处理厂进行处理,超过截流井截流能力的降雨径流则跨越截流管直接排入受纳水体。可见,截流式分流制系统的关键是如何建设和运行雨水截流井,它既要保证污染物浓度较高的初期降雨径流进入截流管,较清洁的中后期降雨径流直接排入水体,同时又要保证截流井不发生溢流,截流井上下游的管道节点也不发生溢流。显然,要解决实际降雨过程中的降雨径流分质收集和处理问题,仅通过选择截流系数和简单推理计算的传统方法很难设计合理的雨水截流井,而依靠数字化的管理手段对城市降雨过程进行有效的监控与模拟,借助在线的水量水质监测数据或者现场人工监测数据,对各类不同降雨情景下的降雨径流水量水质变化规律进行全面的模拟分析,才能确定截流井的合理设计参数与后期运行和操作策略,从而在管网的实际运行过程中真正做到降雨径流的分质收集和最终实现这一排水体制的设计与建设目标。

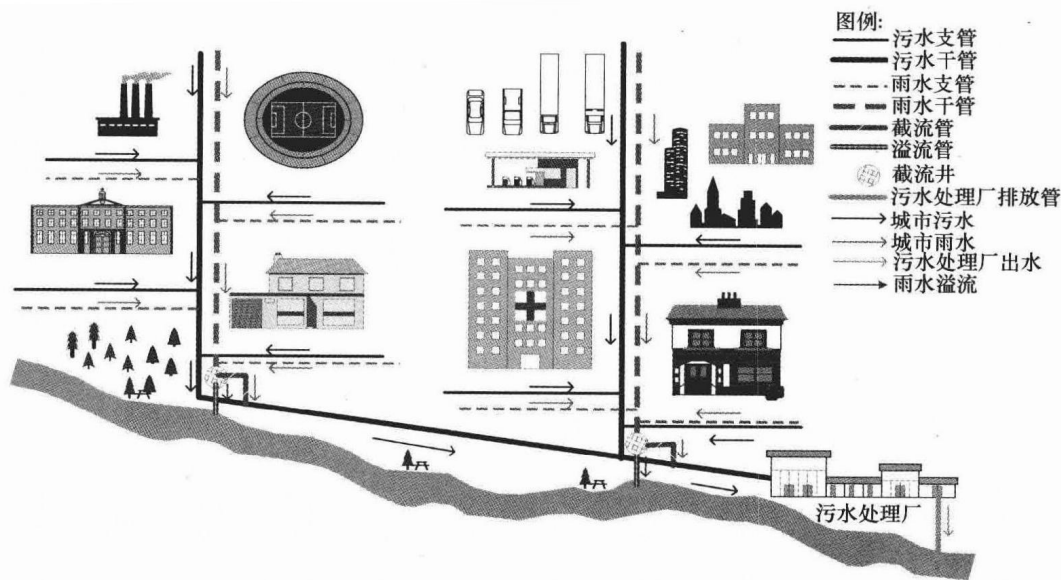


图 1-6 截流式分流制城市排水系统

在截流式分流制排水体制中,污水和初期降雨径流均得到处理,这不仅有助于保护城市水环境质量,而且污水处理厂只接纳污水和初期雨水,其进水水量和水质相对稳定,污水处理厂及污水泵站的运行难度和管理成本也相应降低。但截流式分流制体制的投资较高,建设难度也较大,我国的《城市排水工程规划规范》GB 50318—2000 规定:“在有条件的城市可采用截流初期雨水的分流制排水系统”。

1.1.3 城市排水体制的选择

排水体制的选择是城市排水系统规划的核心问题,它不仅关系到整个城市排水系统的可用性,制约着能否满足水环境保护的目标,而且也影响到城市排水系统的投资规模和运

营管理成本,以及运行维护的复杂性。无论在城市排水系统的研究领域还是在实际的排水工程规划领域,目前“合流制”常指截流式合流制,“分流制”常指完全分流制。因此,本书中下文所提及的合流制和分流制均特指上述两种排水体制。

早期的城市大多采用合流制排水体制。据 Butler 的统计研究,英国大约 70% 的排水系统是合流制系统。美国环保署 (United States Environmental Protection Agency, 简称 USEPA) 2004 年提交给国会的报告中表明,在美国开发较早的东北部、五大湖地区和太平洋西北部地区,近 772 座城市采用合流制排水体制。Brombach 的统计表明,德国近 2/3 的人口使用合流制排水系统。从 20 世纪中后期开始,由于 CSO 的污染和雨季中污水处理厂工艺运行稳定性控制的困难,分流制排水体制开始替代合流制排水体制。美国的清洁水法中明确推荐城市宜使用分流制排水体制,我国《城市排水工程规划规范》GB 50318—2000 明确规定:“新建城市、扩建新区、新开发区或旧城改造地区的排水系统应采用分流制”。但是,近年来,Fenz、Paoletti 和 Sanfilippo、Brombach 等的研究表明分流制排水体制并不总占优势。下面我们从水环境保护、建设运行和工程投资 3 个方面对两种排水体制进行比较。

(1) 水环境保护

在旱季,合流制排水系统将全部城市污水输送到污水处理厂进行处理;在雨季,合流制排水系统对初期降雨径流截流,并与城市污水一同送到污水处理厂进行处理。从污染排放方面来看,虽然合流制排水系统可以处理部分降雨径流,通常可以减少入河污染负荷总量,但由于这一系统只能在截流倍数内对降雨径流进行控制,一旦排水量超过系统的截流能力,大量的混合雨污水将发生溢流,直接排入并污染受纳水体。越来越多的研究表明,由于混合溢流中含有城市污水和管网中的沉积物,溢流已经成为水体短期污染事故的重要原因之一。

分流制排水系统将雨污水分别收集排放,避免了合流制排水系统中的混合污水溢流现象。但是由于分流制排水系统在雨季将降雨径流直接排入受纳水体,当降雨径流中污染物浓度较高时,也会给受纳水体带来较强的瞬间负荷冲击,从而对水体的水质和生态系统产生严重影响。另一方面,在分流制排水系统的实际建设和运行过程中,由于不可避免地会出现雨污管的错接现象,这将使部分城市污水不经任何处理直接从雨水管道排入受纳水体,从而给城市水环境质量的控制带来新的压力。

显然,我们很难简单地类比合流制和分流制排水系统对受纳水体影响的强与弱,这与排水系统所在城市的自然地理条件、城市管理水平以及生活习惯等诸多因素密切相关。近年来,也有许多学者对这两种系统进行了更深入的比较研究。Brombach 等人 (2005 年) 利用负荷平衡的方法对合流制和分流制排水系统进行了比较,结果发现,两种系统各有优势和不足,分流制排水系统排放的有机物和营养物负荷较低,而合流制排水系统排放的颗粒物和重金属负荷较低;如果同时考虑系统的建设投资成本,研究认为分流制排水系统并不能显示出绝对的优势;研究还表明,为了进一步改善水体质量,必须对分流制初期降雨径流和合流制溢流进行处理。Toffol 等人 (2007 年) 对不同区域面积、不同人口密度、不同雨污水污染物浓度和不同降雨条件下的两种排水系统进行了模拟,通过比较两者对受纳水体的水力条件、急性毒性、累积性污染、溶解氧含量以及富营养化程度的影响,结果