

图书在版编目 (CIP) 数据

城市污水管网的建设与管理/卜秋平主编. —北京: 化学工业出版社, 2005. 12

ISBN 7-5025-8112-X

I. 城… II. 卜… III. 城市污水-污水处理-管网 IV. X703.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 156694 号

城市污水管网的建设与管理

许昌市污水净化公司 卜秋平 主编

责任编辑: 王文峡

文字编辑: 李 焯

责任校对: 宋 玮

封面设计: 尹琳琳

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
化学工业出版社印刷厂印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 6½ 字数 171 千字

2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8112-X

定 价: 19.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序

由许昌市污水净化公司卜秋平负责编著的《城市污水管网的建设与管理》一书，将要出版了。该书从国内外城市污水管网发展的历史到目前发展现状，从当前国内外先进的设计、施工、管理技术到资金筹措，经济、社会效益分析，都做了详细、系统的介绍。

就城市污水管网建设方面，《城市污水管网的建设与管理》这本书更具有实用性，作为此行业的教课书、参考书、工具书，对推进城市污水管网建设与管理将起到很好的促进作用。

在加快城镇化进程中，坚持科学发展观，建设环境友好型社会，加快城市污水管网和污水处理厂建设是势在必行，“十一五”规划要求，大城市污水收集处理率要达到80%以上；中、小城市污水收集处理率要达到60%~70%。由此可见，该书在这个时候出版，更具现实性、使用性、指导性。

参加该书编写的还有其他几位同志，在此我对他们的辛勤劳动表示感谢！对该书的正式出版发行表示祝贺！

河南省市政公用业协会理事长

邓留献

2005年12月

前 言

自改革开放以来，随着我国经济的高速发展及工业化、城市化进程的不断加快，加剧了对水环境的污染，使地表水、地下水水质恶化，严重危害了人们的身体健康。为此，“十一五”规划把大力发展循环经济、建设资源节约型和环境友好型社会列为基本方略。在水环境治理方面，近几年，国家加大投资力度，相继建成六百余座污水处理厂。目前，还有相当数量的污水厂因污水管网不配套而不能满负荷运行，造成投资效益低下。“十一五”规划要求，城市污水集中处理率要达到60%以上，还有很多城市，甚至重点乡镇都要建设污水处理厂，因此，配套建设污水管网问题已成为水环境治理的关键性问题。

本书针对目前污水处理厂面临污水管网收水量不足的现状，编者根据多年从事污水管网建设和管理过程中的经验而编写此书。本书按照针对和实用的原则，主要对污水管网工程的设计、施工及运行管理进行了阐述。详细介绍了污水管网施工的管理、新技术和新工艺（如管道的不开槽施工）。本书可供筹建城市污水处理工程项目的管理人员和城市污水厂工作人员使用，也可作为从事城市污水处理工程设计、施工、监理工作的工程技术人员的参考用书。

参加本书编写的人员有卜秋平（第一章和第七章）、李杉（第二章）、石志红（第五章和第六章）、杜建辉（第三章）、刘军彪和李自勋（第四章）。参加本书编写的还有胥俊霞、芦国友、杨永占、王宝良、李延晖、毋飞、邱迎军、李永、王亮。全书由卜秋平任主编，李杉、石志红任副主编。

本书由何争光教授主审，对本书提出了宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于编者的水平有限，书中难免存在不足和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者
2005 年 9 月

目 录

第一章 概论	1
第一节 城市污水管网的建设与发展	1
一、理顺城市污水管网的管理体制	3
二、拓宽投资渠道, 解决建设及运行管理资金	3
三、加大污水管网建设和管理的力度	4
第二节 城市污水及水质指标	5
一、城市污水	5
二、污水的水质指标	7
第三节 城市污水排水体制	13
一、合流制污水排水系统	14
二、分流制污水排水系统	14
三、混合制污水排水系统	16
第四节 城市污水系统的组成	16
一、城市污水排水系统的组成	16
二、工业废水排水系统的组成	18
第五节 城市污水管网接纳工业废水的条件	19
第二章 污水管网设计	21
第一节 设计准备工作	21
一、制定设计原则	21
二、明确设计任务	22
三、设计资料的调查与收集	23
第二节 确定设计方案	24
一、城市污水管网系统的主要组成	24
二、设计方案的比较	25
三、方案技术经济比较的方法	32
第三节 工程设计及设计说明书的编制	36

一、排水管网系统设计	36
二、排水管网工程设计说明书的编制	57
第三章 污水管网工程的施工管理	61
第一节 施工准备	61
一、开工	61
二、认真学习设计文件	61
三、施工现场的调查	61
四、施工组织设计的编制	62
五、施工测量精度与测量标志的核实	62
第二节 沟槽开挖与回填	63
一、施工排水	63
二、沟槽开挖	67
三、沟槽支撑	71
四、沟槽的回填	74
第三节 管道的安装与铺设	77
一、一般规定	77
二、管道的安装	79
第四节 顶管施工技术概述	83
一、顶管施工技术的发展与原理	83
二、顶管施工工艺的分类与各种顶管机头的工作特征	84
第五节 顶管施工过程	86
一、勘察	86
二、制订施工设计	87
三、顶管施工顶力的计算	89
四、工作坑、后背墙的设计与施工	90
五、顶管施工接口的形式	91
六、顶进	93
七、纠偏	96
八、顶管施工的质量标准	98
第四章 老城区污水管网改造	99
第一节 老城区污水管网的特点	99
一、污水管网设计管径偏小	99

二、污水管网施工质量差	100
三、污水管网疏于管理,能利用的不多	100
四、污水管网不健全,大部分为合流制污水管网	100
五、污水管网利用率不高	101
第二节 污水管网改造	102
一、污水管网改造的思路	102
二、改造要点	102
第三节 新型雨污分流装置	106
一、常用分流井	106
二、雨污分流装置的选择	109
第五章 城市污水管网工程竣工验收及质量评定	113
第一节 污水管网工程验收依据、标准及程序	113
一、竣工验收依据	113
二、竣工验收标准	114
三、竣工验收程序	114
第二节 工程资料验收	115
一、工程的综合资料	115
二、工程技术资料	116
三、竣工图	116
第三节 污水管网工程的中间验收和竣工验收	117
一、中间验收	117
二、竣工验收	118
三、闭水试验	119
第四节 工程移交	121
一、技术资料的移交	121
二、合同清算和工程价款的竣工结算	122
三、做好工程移交	122
第五节 排水工程质量检验评定	122
一、排水工程质量检验评定依据	122
二、排水工程质量检验评定等级和条件	123
三、工程质量评定程序及组织	124
第六章 污水管网的管理与维护	125

第一节 排水体制及排水许可证制度	125
一、城市排水系统的排水体制	125
二、排水许可证制度	128
第二节 污水管网管理内容及养护任务	129
一、污水管网管理内容	129
二、污水管网的养护任务	130
三、落实污水管网管理责任制	130
四、污水管网的运行管理	131
第三节 污水管网的维护管理	132
一、污水管网的疏通	132
二、污水管道的维修	140
三、排水管网系统上构筑物的维护及管理	141
第四节 污水泵站的管理与维护	150
一、格栅间格栅除污机的运行维护	150
二、污水提升泵房的运行管理	151
三、安全用电	153
四、安全生产制度	155
第五节 污水管网管理与污水处理厂运行管理的配合	156
一、运行管理的总体要求	156
二、运行记录和报表制度是污水处理厂和管网系统运行良好的前提	157
三、掌握污染源第一手资料，保证向污水处理厂供应合格污水	158
第七章 城市污水管网的资金筹措和效益分析	161
第一节 城市污水管网的资金筹措	161
一、财政投资	161
二、争取银行贷款	162
三、采取合资或 BOT 形式建设	163
第二节 城市污水管网的效益分析	163
一、城市污水管网工程项目效益的特点	163
二、城市污水管网工程项目的效益分析	164
三、城市污水管网工程项目的费用	166
第三节 城市污水管网工程项目的投资收益	167

一、投资与资产的含义	167
二、投资构成与资产价值	167
三、折旧、摊销和投资收益	168
附录一 污水排入城市下水道水质标准—————	171
附录二 《室外排水设计规范》(GBJ 14—87)规定—————	178
附录三 城市排水管理办法—————	179
附录四 上海市排水管理条例—————	183
附录五 河南省排污费征收使用管理办法—————	193
参考文献—————	197

第一章 概 论

第一节 城市污水管网的建设与发展

城市污水管网是现代化城市不可缺少的重要基础设施，是对城市经济发展具有全局性、先导性影响的基础产业，是城市水污染防治的骨干工程。城市污水处理系统包括：接纳、输送的污水管网、泵站和污水处理厂。城市污水处理设施是衡量现代化城市水平的重要标志，是改善城市人居环境的重要环节。

污水管网的建设在我国已有悠久历史，早在春秋战国时代就有用陶土管排污的设施。我国古代的皇城，有的已建有比较完善的排水系统。例如，北京早在元大都时期，地下就已经有了排水设施；明朝城内形成了以护城河和通惠河为主的排污泄洪总干道，到了乾隆年间，京城已有明渠和暗沟 429km。在国外，据考古发掘证实，早在公元前 2500 年，埃及就建有污水沟渠，古罗马在公元前 6 世纪建筑了著名的“大沟渠”。19 世纪中叶以后，随着工业革命的发展和人口的集中，一些西方国家的城市开始建造比较完善的排水系统。例如，1850 年英国泰晤士河因河水水质污染造成水生物绝迹后，采用了修建污水管网截污、集中处理等措施予以治理，直到 1969 年河水才开始恢复清洁状态。

新中国成立前，我国城市排水设施很差，各大城市都没有完善的排水系统，仅有局部雨污合流制管道，质量差，管径小，大都直

接就近排入水体。新中国成立以后，城市排水工程建设得到了发展，20世纪50年代初期全国有十几个大城市开始建设污水处理厂及配套污水管网。如西安邓家村、太原西郊、兰州七里河等污水处理厂。随着社会的发展，人民生活水平的提高，人们的环保意识逐渐加强，特别是改革开放以来，城市污水处理得到了长足发展。

“八五”期间，随着城市化进程的加快，城市环境综合治理的深化，以及各流域水污染治理的力度加大，加快了城市污水处理事业的迅速发展。截至1995年，我国城市系统的污水年排放量为352.72亿立方米，污水管道长度达110062km，按服务面积计算，城市污水管网普及率为64.8%，城市污水年处理量81.602亿立方米，污水处理率为19.6%。

1991年制定的《城市排水当前产业政策实施办法》，规定城市排水的发展要“以国家当前产业政策为导向，加快城市公共排水设施建设的速度，逐步建立起与城市发展相协调的城市排水体系”、“城市排水应统一规划，纳入国家和各级人民政府的建设规划，与城市建设协调发展”的基本原则及排污单位应执行“节水、减污、净化、再用”的技术政策，同时对发展序列、保障政策和实施措施等也做了明确规定。为确保排水设施的安全正常运行，进一步控制超标污废水进入污水管网，避免损坏污水处理设施，制定了相应运行管理标准，如《城市排水许可管理办法》、《城市污水水质检验方法标准》、《城市排水监测管理规定》，同时为加大对污废水的监测力度，建立了《国家城市排水监测网》，并对监测网的成员单位，进行了国家城市排水监测计量认证。

应该看到，尽管我国城市污水处理事业发展较快，但与城市社会经济的发展速度相比还是缓慢的。究其原因，主要是资金严重不足，资金渠道单一，多渠道、多层次、多元化筹措资金还有一定困难。长期以来，对城市污水处理设施实行无偿使用，城市污水处理厂建得越多，政府包袱越重。城市生活污水正以年均5%的速度增长，已连续5年越过工业污水排放量。目前国内61.5%的城市还没有污水处理厂，到2003年底，全国建成的516座污水处理厂，

普遍存在进水不足的问题，还有许多建成的污水处理厂在“晒太阳”。究其原因，主要是污水管网不完善，城市污水管网管理体制不顺等。

2010年将是实现社会主义现代化建设第三步战略目标的关键时期。作为城市基础设施的污水管网的建设与发展，直接影响着城市的环境质量。国家环境保护计划明确要求，2005年，城市生活污水集中处理率要达到45%，50万人口以上的城市要达到60%，直辖市、省会城市、计划单列市和风景旅游城市的污水处理率不得低于70%。可见城市污水管网的建设与管理已纳入重要的议事日程。在建设污水处理厂的同时，优先考虑城市污水管网的建设，使建成的污水处理厂能够发挥更好的效益。因此，当前污水处理工作的任务是艰巨的，应加紧做好以下几方面的工作。

一、理顺城市污水管网的管理体制

现在全国大多数城市污水管网建设是政府出资建设，市政部门管理。由于市政部门缺少融资能力，加上财政乏力，所以城市污水管网的改造建设与城市污水处理发展的速度不协调。同时，市政部门管理的污水管网只负责收集污水而不管污水处理，所以对收水质量把关不严，给城市污水集中处理带来很多困难。污水处理厂有收费职能，污水处理费中含有污水管网建设与管理的费用，具有较强的融资能力。加上污水处理厂的水质化验设施齐全，污水收集、处理具有明显优势，所以城市污水管网与城市污水处理应统一管理，这样便于理顺体制，使污水处理设施能够发挥更好的效益。

二、拓宽投资渠道，解决建设及运行管理资金

我国污水处理设施滞后于社会经济发展和人民生活水平对环境的需求，除认识和经济政策原因外，资金不足是主要的制约因素。污水处理设施的建设资金要改变由国家单一投资的局面，应按照

“污染者付费，利用者补偿，破坏者恢复”的原则，理顺收费渠道，使城市污水处理设施的建设资金、运行及养护维修费有固定的资金渠道。根据《水污染防治法》规定的政策收费制度，凡向城市排水设施排放污、废水的企事业单位、个体经营者及居民都应该交纳污水处理费；超过排入污水管网水质标准的废水，应征收超标排污费；直接向水体排放的污废水，由环保部门征收排污费和超标排污费，并主要用于城市污水集中处理设施的建设。为解决城市排水设施运行及养护维修和设施建设的固定资金，依据《水污染防治法》和污染者付费的原则，国家计委、建设部、国家环保总局于1999年联合发出了《关于加大污水处理费的征收力度，建立城市排水和集中处理良性运行机制的通知》。通知中规定按照污水处理成本，加大污水处理费征收力度，是城市排水逐步走向良性循环的一项极为有力的措施。目前，城市污水处理费的征收标准与污水处理成本还有很大差距，需要有关部门加大管理力度，争取早日达到按处理成本收费。排入城市污水管网的水质是否达标是保证污水处理厂正常运行的关键，对排入污水管网的污废水要有严格的要求和规定，实行排水许可管理制度。改革污水处理行业的经营管理体制，作为产业经营，加强成本核算实施有偿服务，逐步实行自主经营、自负盈亏、自我发展、自我完善的企业经营机制。

三、加大污水管网建设和管理的力度

污水管网的建设从一个侧面反映一个城市的建设、管理和发展水平。加强污水管网的建设，首先要规划好，要学习和借鉴国内外好的经验，结合本地情况，对可能产生的问题，包括自然灾害都要有科学的预见；其次要抓好建设质量。特别是污水主干管，一定要严格按标准建设，经得住时间的考验。各支管网和居民小区的管网建设也要由具备一定资质的专业队伍进行施工。另外，对城市污水管网的管理要尽快立法，以规范排污单位和管理单位的责任。

污水管网单位的经济效益往往因其间接性和隐蔽性而不易被重

视。其实，如果从系统工程的角度认识它在城市建设中的地位，它的社会效益和环境效益是十分明显的。据测算，污水管网的建设费与效益之比为 1:3 以上，另外还有潜在效益。世界上多数国家污水管网建设都采取适度超前的办法，以降低污染程度，防患于未然，尽量减少损失。我国的城市都是发展中的城市，今后若干年的市政建设任务很重，对污水管网的建设要充分考虑到城市发展，综合规划，尽早完善，将利国利民。

第二节 城市污水及水质指标

在人类的生活和生产活动中，每天都使用大量的水。而水在使用过程中受到不同程度的污染，改变了其原有的化学成分和物理性质，这些水称做污水或废水。

一、城市污水

城市污水是指排入城市排水系统的生活污水和工业废水。

1. 生活污水

生活污水是指人们日常生活中用过的水，包括从厕所、浴池、厨房、食堂和盥洗室等排出的水。它来自居民住宅、宾馆酒店、机关、学校、商场、医院以及工厂。生活污水，含有较多的有机质，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。

2. 工业废水

工业废水是指在工业生产中所排出的废水。来自车间和矿场等。由于各工厂的生产性质、工艺流程、使用的原材料以及用水的成分不同，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污染或水温稍有增高的水。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：有的含有大量的有机物；有的含氰化物、铬、汞、铝、镉等有害和有毒物质；有的含多氯联苯、合成洗涤剂 etc 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达到国家行业标准才能进入城市污水管网。废水中的有害或有毒物质往往是宝贵的工业原料，各企业应尽量回收利用，既创造社会财富，又减轻了污染。

工业废水按所含主要污染物的化学性质，又可分为以下三类。

(1) 主要含无机物的，如冶金、建筑材料等工业所排出的废水。

(2) 主要含有机物的，如食品工业、炼油和石油化工工业等废水。

(3) 同时含大量有机物和无机物的废水，如焦化厂、氮肥厂、洗毛厂等排放的废水。

工业废水按其所含污染物的主要成分又分为：酸性废水、碱性废水、含氰废水、含铬废水、含镉废水、含汞废水、含醛废水、含油废水、含有机磷废水和放射性废水等。这种分类法明确地指出了废水中主要污染物的化学成分。

实际上一种工业可以排出几种不同性质的废水，而一种废水又含有不同的污染物和不同的污染效应。即便是一套生产装置排出的废水也可能同时含有几种污染物。在不同的工业企业，虽然产品、原料和加工过程截然不同，也可能排出性质类似的废水。

在城市排水系统中分流制雨水不需处理，可直接就近排入水体。在合流制排水系统中，包括生活污水、生产废水和截流的雨水。城市污水实际上是一种混合污水，其性质变化很大，随着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。

在城市和企业中，应当有组织、及时地排除和处理上述污水废水，否则可能污染和破坏环境，造成灾害，甚至威胁人民健康。污水废水的收集、输送和处理等设施的组合，称为污水处理系统。污水处理系统通常由污水管网、提升泵站和污水处理厂三部分组成。

污水量是以 L 或 m^3 计量的。单位时间 (s、h、d) 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 mg/L 或 g/m^3 表示，以表示污水的污染程度。

二、污水的水质指标

水质是指水与水中杂质共同表现的综合特征。水中杂质具体衡量的尺度称为水质指标。水质指标可分为物理指标、化学指标和生物指标。水质指标是对水体进行监测、评价、利用以及污染治理的主要依据。污水水质指标有生化需氧量、化学需氧量、总需氧量、悬浮物、总有机碳、有机氮、pH 值、有毒物质、细菌总数、大肠菌群数、溶解氧等。

(一) 化学需氧量 (COD)

所谓化学需氧量 (COD)，是在一定的条件下，采用一定的强氧化剂处理水样时，所消耗的氧化剂量。它是表示水中还原性物质多少的一个指标。水中的还原性物质有各种有机物、亚硝酸盐、硫化物、亚铁盐等。但主要的是有机物。因此，化学需氧量 (COD) 又往往作为衡量水中有机物质含量多少的指标。化学需氧量越大，说明水体受有机物的污染越严重。

化学需氧量 (COD) 的测定。随测定水样中还原性物质以及测定方法的不同，其测定值也有不同。目前应用最普遍的是酸性高锰酸钾氧化法与重铬酸钾氧化法。高锰酸钾 ($KMnO_4$) 法氧化率

较低，但比较简便，在测定水样中有机物含量的相对比较少可以采用。重铬酸钾（ $K_2Cr_2O_7$ ）法氧化率高，再现性好，适用于测定水样中有机物的总量。

（二）生化需氧量（BOD）

所谓生化需氧量（BOD），是在有氧的条件下，由于微生物的作用，水中能分解的有机物质完全氧化分解时所消耗的量称为生化需氧量。必须指出，生化需氧的过程很长，且具有明显的阶段性。在第一阶段，首先把不含氮有机物转化为 CO_2 和 H_2O ，把含氮有机物转化为氨，这个过程称为氨化或无机化。参与分解的是异样型微生物。在第二阶段，氨依次被转化为亚硝酸盐和硝酸盐，这个过程称为硝化，参与转化的是化能自养型微生物（硝化菌）。生活污水在标准控制温度为 $20^\circ C$ 时的氨化过程历时 10 多天到 20 天。氨化的结果表明，有机物已基本上无机化了。有机物在 20 天内消耗的溶解氧量，叫做 20 天生化需氧量，用 BOD_{20} 表示。显然，这个测定时间太长了，难于指导生产实践。一般均采用 5 天（ $20^\circ C$ ）的测定时间，在此期间所消耗的溶解氧量叫做 5 天生化需氧量，以 BOD_5 表示。就一种废水而言，两者有一个稳定的比值。例如生活污水 $BOD_5 : BOD_{20} \approx 0.7$ 如果污水中的有机物的数量和组成相对稳定，则 BOD 和 COD 可能有一定的比例关系，可以互相推算求定。生活污水的 BOD 与 COD 的比值大致为 $0.4 \sim 0.8$ 。对于一定的污水而言，一般来说， $COD > BOD_{20} > BOD_5 >$ 高锰酸盐指数值。

BOD_5 和 COD 的比值是衡量废水可生化（即可进行生化处理）的一项重要指标，比值愈高。可生化性愈好，一般认为，该值大于 0.3 即宜进行生化处理。

（三）总需氧量（TOD）

总需氧量（英文缩写 TOD）。有机物中含 C、H、N、S 等元素，当有机物全都被氧化时，这些元素分别被氧化为 CO_2 、 H_2O 、

NO_2 和 SO_2 ，此时的需氧量称为总需氧量（TOD）。

在 900°C 的高温下，以铂钢为催化剂，使水样气化燃烧，然后测定气体载体中氧的减少量，作为有机物完全氧化时所需的氧量，称为总需氧量。

此指标的测定，与 BOD、COD 的测定相比，更为快速简便，其结果也比 COD 更接近于理论需氧量，但仪器比较昂贵。

（四） 悬浮物（SS）

悬浮物指水中不能通过过滤器（滤纸或滤膜）的固体物质。污水中的固体物质包括悬浮固体和溶解固体两类。悬浮固体指悬浮于水中的固体物质。悬浮固体也称悬浮物质或悬浮物，通常用 SS 表示。悬浮物透光性差，使水质浑浊，影响水生生物的生长，大量的悬浮物还会造成河道阻塞。

（五） 总有机碳（TOC）

总有机碳（英文缩写 TOC）。表示水中所有有机污染物的总含碳量，是评价水中有机污染物的一个综合参数。它是用燃烧法测定水样中总有机碳元素量来反映水中有机物总量的一种综合测定指标。其测定结果以 C 含量表示，单位为 mg/L 。

它的测定原理与过程是：将水样加酸，通过压缩空气吹脱水中的无机碳酸盐，以排除干扰，然后将水样注入以铂钢为触媒的烧管中，在氧的含量充分而且一定的气流中，以 900°C 的高温加以燃烧，在燃烧过程中产生二氧化碳，经红外气体分析仪测定，以自动记录器加以记录，然后，再折算其中的碳量。

（六） 有机氮

有机氮是反映水中蛋白质、氨基酸、尿素等含氮有机化合物总量的一个水质指标。

若使有机氮在有氧的条件下进行生物氧化，可逐步分解为 NH_3 、 NH_4^+ 、 NO_2^- 、 NO_3^- 等形态， NH_3 和 NH_4^+ 中的 N 称为氨

氮， NO_2^- 中的 N 称为亚硝酸氮， NO_3^- 中的 N 称为硝酸盐氮，这几种形态的含量均可作为水质指标，分别代表有机氮转化为无机物的各个不同阶段。

总氮（TN）则是一个包括从有机氮到硝酸盐氮等全部在内的氮的总量。

（七） pH 值

pH 值是指示水酸碱性的重要指标，在数值上等于氢离子浓度的负对数。

pH 值的测定通常根据电化学原理采用玻璃电极法，也可用比色法。

pH 值能表示水的最基本性质，对水质的变化、水处理效果等均有影响，对 pH 值的测定和控制，有利于维护污水处理设施的正常运行、防止对污水处理及输送设备的腐蚀、对保护水生物的生长和水体自净功能都有重要的实际意义。

污水的 pH 值如过高或过低，都会影响生化处理，因为适宜于生物生存的 pH 值范围往往是狭小的，并且也是很敏感的。一般要求处理后污水的 pH 值为 6~9，当 pH 值偏离这个范围时，就能使一般的鱼类死亡。

（八） 有毒物质

有毒物质是指在污水中达到一定的浓度后，能够危害人体健康、危害水体中的水生生物，或者影响污水的生物处理的物质。

由于这类物质的危害较大，因此，有毒物质含量是污水排放、水体监测和污水处理中的重要水质指标，有毒物质是人们最关注的污染物类别。废水中的毒物可分为三大类：无机化学毒物、有机化学毒物、放射性物质。

1. 无机化学毒物

无机化学毒物分为金属和非金属两类。金属毒物主要为重金属（相对密度大于 4）。废水中的重金属主要是汞、铬、镉、铅、锌、

铜、锰等，特别是前几种危害更大。在轻金属中，铍是一种重要的毒物。

重要非金属毒物有砷、硒、氰、氟、硫 (S^{2-})、亚硝酸根离子 (NO_2^-) 等。

必须指出的是，许多毒物元素往往是生物机体所必需的微量元素，只是在超过水质标准时，才会致毒。

2. 有机化学毒物

这类毒物种类繁多，在水质标准中规定的有机化学毒物有：挥发酚、苯并 [*a*] 芘、DDT、六六六等。

酚有蓄积作用，对人和鱼类危害很大，它使细胞蛋白质变性和沉淀，刺激中枢神经系统，降低血压和体温，麻痹呼吸中枢。苯并 [*a*] 芘是众所周知的致癌物。多氯联苯能引起面部肉瘤、骨节肿胀、全身性皮疹、肝损伤等，并有致癌作用。有机农药（杀虫剂、除草剂、选种剂等）分有机氯、有机磷和有机汞三大类。有机氯（DDT、六六六、艾氏剂、狄氏剂等）的毒性大，稳定性高。DDT能蓄积于鱼体中，可高达 12500 倍，使卵不能孵化。

3. 放射性物质

放射性是指原子裂变而释放射线的物质属性。对人体有危害的电离辐射有 X 射线、 α 射线、 β 射线、 γ 射线及质子束等，射线通过物质时会产生离子。废水中的放射性物质一般浓度较低，主要引起慢性辐射和后期效应，如诱发癌症（白血病），对孕妇和胎儿产生损伤，缩短寿命，引起遗传性伤害等。放射性物质的危害强度与剂量、性质和身体状况有关。半衰期短的，其作用在短期内衰退消失；半衰期长的，长期接触有蓄积作用，危害甚大。

（九） 细菌总数

细菌总数是指 1mL 水中所含有各种细菌的总数。反映水所受细菌污染程度的指标。

在水质分析中，是把一定量水接种于琼脂培养基中，在 37℃

条件下培养 24h 后，数出生长的细菌菌落数，然后计算出每毫升水中所含的细菌数。

（十） 大肠菌数

大肠菌数是指 1L 水中所含大肠菌个数。大肠菌本身虽非致病菌，但由于大肠菌在外部环境中的生存条件与肠道传染病的细菌、寄生虫卵相似，而且大肠菌的数量多，比较容易检验，所以把大肠菌数作为生物污染指标。比较常见的病原微生物有伤寒、肝炎病毒、腺病毒等，同时也存在某些寄生虫。

（十一） 溶解氧 (DO)

溶解氧是指溶解在水中的游离氧（用 DO 表示），单位以 mg/L 表示。

在水生物的生存中，溶解氧 (DO) 是不可缺少的，在自然净化中作用很大，是有机污染的重要指标。污水污染越严重，污水中溶解氧 (DO) 越少。

(1) 地下水：因为不接触大气，故地下水中 DO 含量很少。

(2) 地表水：在溪流中，从大气溶解来的 DO 含量很少。

(3) 贫营养湖：一年时间 DO 可以达到接近全层饱和相状态。

(4) 富营养湖：在停滞期表水层 DO 达到饱和或过饱和，而深水层 DO 则缺乏。

(5) 海水：表水层 DO 接近饱和，因为盐类浓度高，故 DO 溶解度比淡水低。

（十二） 温度

水温是常用的物理指标之一。由于水温对污水的物理处理、化学处理和生物处理具有很大影响，因此必须加以测定。

生活污水水温年变化一般在 10~25℃ 之间。而工业废水的温度同生产过程有关、变化较大。大量高温废水直接排入水体，将会影响水生生物的正常生活；如果高温污水进入污水处理厂，也将会

对污水的生物处理不利。

(十三) 色度

污水中由于含有各种不同杂质，常显现出各种不同的颜色。

有色污水排入水体后，会减弱水体的透光性，影响水生生物的生长。

色度是一种通过感官来观察污水颜色的深浅程度，洁净水应是无色透明的，若被污染了的水则其色泽加深，人们一般从污水的色度可以粗略地判断水质的好坏，如二类污水色度（稀释倍数）一级标准在 50~80，二级标准在 80~100。

(十四) 浊度

水中含有泥土、粉砂、微细有机物、无机物、浮游生物等悬浮物和胶体物都可以使水体变得浑浊而呈现一定浊度。在水质分析中规定，1L 水中含有 1mg SiO_2 所构成的浊度为一个标准浊度单位，简称 1 度。

(十五) 电导率

电导是电阻的倒数，单位距离上的电导称为电导率。电导率表示水中电离性物质的总数。间接表示了水中溶解盐的含量。电导率的大小同溶于水中的物质浓度、活度和温度有关。电导率用 κ 表示，单位为 S/cm 或 $1/(\Omega \cdot \text{cm})$ 。

第三节 城市污水排水体制

在城市中通常有生活污水、工业废水和雨水。这些污水采用一个管道系统排除或采用两个或两个以上各自独立的管道系统排除，污水这种不同排放方式所形成的排水系统，称为污水排水体制。污水排水体制一般分为合流制和分流制两种。

一、合流制污水排水系统

它是将生活污水、工业废水和雨水混合在同一个管道里排放的系统。最早的城市污水合流制排放系统的污水不经处理就近直接排

入水体，使水体遭受严重的污染，危害了生态环境和人民健康。

现在多采用截流式合流制城市污水排放系统（图 1-1）。

这种系统是在临河边建造一个通向污水厂的截流干管，在与合流干道交叉处设置溢流井，在溢流井内建设或安装一套装置，晴天或初降雨时将所有污水截送至污水厂，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装置设计值后，大部分污水进入污水处理厂，部分雨污混合水排入水体。目前许昌市在改造老城区的合流制污水排放系统时就采用了这种办法。

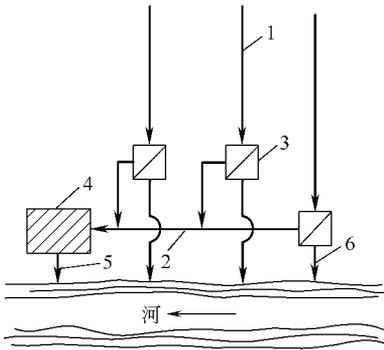


图 1-1 截流式合流制污水排水系统

- 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

从环境保护的角度来看，采用合流制将城市生活污水、工业废水和雨水全部送往污水厂进行处理然后排放较好。但是截流干管尺寸增大，污水厂容量增加也是非常不经济的。采用截流式合流制，在中国北方少雨城市既适用又经济，值得推广，但在多雨的南方城市就不太适用。

二、分流制污水排水系统

它是将生活污水、工业废水和雨水分别在两个或两个以上各自

独立的管道内排放的系统（图 1-2）。

排放生活污水、城市污水或工业废水的系统称为污水排水系统；排放雨水的系统称雨水排水系统。由于排除雨水的方式不同，分流制污水排放系统又分为完全分流制和不完全分流制两种（图 1-3）。

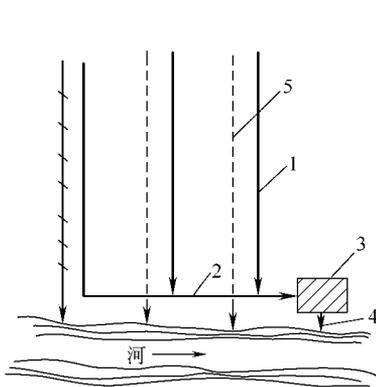


图 1-2 分流制污水排水系统
1—污水干管；2—污水主干管；
3—污水处理厂；4—出水口；
5—雨水干管

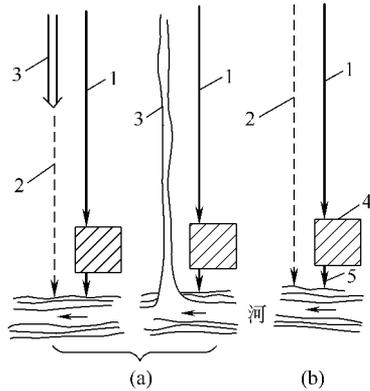


图 1-3 完全分流制及不完全分流制污水排水系统
(a) 不完全分流制；(b) 完全分流制
1—污水管道；2—雨水管渠；3—原有渠道；4—污水处理厂；5—出水口

完全分流制系统是在城市中既有污水排水系统又有雨水排水系统。而不完全分流制只具有污水排水系统，没有雨水排水系统。雨水经天然地面或街道边沟排泄。

分流制是将城市污水全部送到污水厂进行处理，符合国家环保的要求，又适合社会的发展，所以目前在城市新建污水管网中大都采用这种方式。

在企业中，应采用分流制排水系统。因为工业废水的成分和性质复杂，不宜与生活污水混合，所以应采用分质分流、清污分流等几种管道系统来排放。

三、混合制污水排水系统

在一座城市中往往既有分流制也有合流制。混合制污水排放系统一般是在具有合流制的城市需要扩建污水处理系统时出现的。近 20 年我国的城市发展很快，大多数都是混合制污水排水系统。

总之，城市污水排水体制的选择是一项非常重要的工作，应该根据各个城市的总体规划、环境保护要求、中水利用、原有污水设施、水质、水量、地形、气候和水体等情况，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。

第四节 城市污水系统的组成

一、城市污水排水系统的组成

城市污水包括排入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，就组成了城市污水排水系统。

城市生活污水排水系统由以下几个部分组成。

（一）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送至室外居住小区污水管道中去。在住宅、学校、机关和宾馆内，各种承受污水的容器是生活污水排水系统的起端设备。生活污水从这里经支管、竖管和出户管等室内管道系统流入室外居住小区管道系统。

（二）室外污水管道系统

分布地面下的依靠重力输送污水至泵站、污水处理厂的管道系统称室外污水管道系统。它又分为居住小区污水管道系统和街道污

水管道系统。

(1) 居住小区污水管道系统 设在居住小区内，连接建筑物出户管的污水管道系统，称居住小区污水管道系统。它分为接户管、小区支管和小区干管。接户管是指布置在建筑物周围接纳建筑物各污水出户管的污水管道。小区污水支管是指布置在居住小区内与接户管连接的污水管道，一般布置在小区的道路上。小区污水干管是指在居住小区内，接纳各居住组团内小区支管流来的污水排入污水管道，一般布置在小区道路或市政道路下。居住小区污水排入城市污水排水系统时，其水质必须符合《污水排入城市下水道水质标准》(见附录一)。居住小区污水排出口的数量和位置，必须经城市污水管网管理部门的同意。

(2) 街道污水管网系统 铺设在街道下的城市污水管网由城市支管、干管和主干管组成。(图 1-4)。

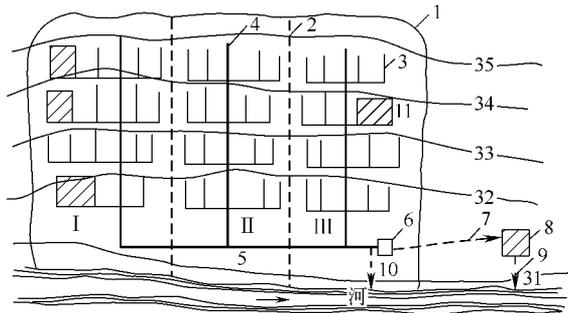


图 1-4 城市污水排水系统总平面示意图

I, II, III—排水流域

- 1—城市边界；2—排水流域分界线；3—支管；4—干管；
5—主干管；6—总泵站；7—压力管道；8—城市污水厂；
9—出水口；10—事故排出口；11—工厂

支管承受居住小区干管流来的污水。在排水区界内，常划分成几个排水流域。在各个排水流域内干管是收集输送由支管流来的污水，常称流域干管。主干管是收集输送两个或两个以上干管流来的污水管道。各主干管汇集由总干管把污水输送至总泵站到达污水处

理厂。

(3) 城市污水管网系统上的附属构筑物，有检查井、跌水井、溢流井、倒虹吸管等等。

(三) 城市污水泵站及压力管道

污水一般以重力流排除，但是由于受地形条件的限制需要设置泵站。泵站分为局部泵站、中途泵站和总泵站。压送从泵站出来的污水于高地自流管道或至污水处理厂的承压管道，称为压力管道。

(四) 事故排出口

事故排出口是指在污水排水系统的中途，在某些易发生故障的组成部分面前，例如在总泵站面前，新设置的辅助性管道，一旦发生故障，污水就通过事故排出口直接排入水体。

(五) 城市污水处理厂

处理城市污水、污泥的一系列构筑物及其附属构筑物的综合体称污水处理厂。城市污水处理一般设计在城市河流的下游地段，并与居民或公共建筑保持一定卫生防护距离。采用区域污水排水系统的城市或城镇、大中城市需要设置多座污水厂，小城镇不需要单独设置污水厂，将污水送至区域污水厂进行处理。

二、工业废水排水系统的组成

在工业企业中，用管道将厂内各车间及其他排水对象排出的不同性质的废水收集起来，送至废水处理站或回用。经处理的废水可再利用或排入水体，或排入城市污水排水系统。有些工业废水不经处理允许直接排入城市污水管道的，不需要建设废水处理站，可直接排入厂外的城市污水管道中，工业废水排水系统由下列几个部分组成。

(1) 车间内部管道系统和设备。主要收集各生产设备排出的工

业废水，将其排送至车间外的厂区管道系统中。

(2) 厂区管道系统。铺设在工厂内，收集并输送各车间排出的工业废水的管道系统。厂内工业废水管道系统，可根据具体情况设置成若干个独立管道系统。

(3) 污水泵站及压力管道。

(4) 废水处理站，是回收和处理废水与污泥的场所。

在工业废水管道系统上也要设置检查井，在接入城市污水管道前应设置闸阀和检测设施。

第五节 城市污水管网接纳 工业废水的条件

城市工业废水是造成水体污染的一个重要污染源。为使水体污染得到很好控制，不少人认为把它排入城市污水管网流入污水处理厂处理就能解决问题。这种想法是不全面的，工业废水能否直接排入城市污水管网排水系统与城市生活污水一并处理是有条件的。

当工业企业位于城市内，应尽量考虑将工业废水直接排入城市污水排水系统统一处理，是比较经济的。但并不是所有工业废水都能直接排入城市污水管网系统，因为有些工业废水含有害和有毒物质，可能破坏污水管道，影响污水处理的质量，甚至使运行管理发生困难等。

工业废水排入城市污水管网的水质，应不影响城市污水管道和污水处理厂等的正常运行，不对养护管理人员造成危害，不影响污水处理厂出水水质和污泥的排放和利用为原则。建设部颁布的《污水排入城市下水道水质标准》规定：严禁排入腐蚀下水道设施的污水；严禁向城市下水道倾倒垃圾、积雪、粪便、工业废渣和排放易于凝集的堵塞下水道的物质；严禁向下水道排放剧毒物质（氰化钠、氰化钾等）、易燃、易爆物质（汽油、煤油、重油、润滑油、煤焦油、苯系物、醚类及其他有机溶剂等）和有害物质；医疗卫生、生物制品、科学研究、肉类加工等含有病原体的污水必须经过

严格消毒；放射性污水向城市下水道排放，除遵守本标准外，还必须按《放射防护规定》执行；水质超过本标准的污水，不得用稀释法降低其浓度排入城市下水道。城市污水管网接纳工业废水的水质，其最高容许浓度必须符合《污水排入城市下水道水质标准》（见附录一）。建设部颁布的这一标准适用于向城市下水道排放污水的所有单位（含各工商户）的污水水质控制。《室外排水设计规定》中规定：当城市污水厂采用生物处理时，对抑制生物处理的有害物质浓度，不能超过“生物处理构筑物进水中有害物质容许浓度”中的规定标准（见附录二）。

当工业企业排出的工业废水，不能满足上述要求时，应在厂区内建设废水处理站，以满足排入城市污水管网所要求的条件，然后再排入城市污水管网。一般食品厂及肉类加工厂等废水水质与生活污水相似，可考虑将这类废水直接排入城市污水管网。

在规划工业企业排水系统时，对工业废水的治理首先要从改革生产工艺和技术单列入手，力求把有害物质消除在生产过程中，做到不排或少排废水。对于必须排出的废水，还应采取以下措施。

（1）采用循环利用和重复利用系统，尽量减少废水排放量。

（2）根据不同水质分别回收利用废水中的有用物质，创造财富。比如造纸厂废水中的碱回收。

（3）利用本厂和厂际的废水、废气、废渣以废治废。无废水产生、无害生产工艺，闭合循环重复利用以及不排或少排废水，是控制污染的有效途径。

第二章 污水管网设计

污水管网工程的设计对象主要是需要新建、改建或扩建排水工程的城市和工业区，它的主要任务是对各种污水的一整套收集、输送设施和构筑物，即排水管道系统进行规划与设计。

污水管网设计的类型有以下几种。

按其服务对象分为城市排水管网工程、工业排水管网工程和居住小区排水管网工程。

按其地形特征分为山地城镇（丘陵城镇）、沿江城镇、环湖城镇和平原城镇等排水管网类型。

第一节 设计准备工作

一、制定设计原则

城市排水管网系统的规划设计原则如下。

(1) 排水管网工程设计规划应符合国家环境保护的有关方针、政策、法律、法规，满足防治水污染，改善和保护环境，提高人民健康水平的要求。同时要坚持经济建设、城乡建设、环境建设同步规划、同步实施、同步发展的方针以及开展以城市为中心的环境综合整治，以实现经济效益、社会效益和环境效益的统一。

(2) 排水管网工程的规划应符合区域规划和城市总体规划，并于其他专业规划协调；如总体规划中的人口规模、设计期限、功能分区布局等都是排水管网工程规划设计的依据；城市污水规划、道路规划、环境保护规划、防洪规划、地下设施规划等专业规划对城市排水管网工程规划设计都有重要影响。必须处理好城市排水系统和区域排水系统的关系这一问题。

(3) 排水管网工程设计应全部统一规划，近远期结合，合理分期建设。并应根据使用要求和技术经济的合理性等因素，对工程做出分期建设的安排。由于排水管网工程系统复杂，投资大，建设周期长。分期建设可以更好地节省初期投资，并能更快地发挥工程建设的作用。

(4) 对于城市和工业企业的排水管网工程在进行新建、改建和扩建时，应结合当地的地形及其他条件，合理确定排水体制，新建管网应采用分流制，同一城市不同地区可采用不同的排水体制。适当改造、利用原有排水管道、污水处理等设施，使其逐步达到完善和合理化。

二、明确设计任务

排水管网设计是根据确定的设计方案，在适当比例的总体布置图上，划分排水流域，布置管道系统；根据设计人口数、污水量标准，计算污水设计流量；进行污水管道水利计算，确定管道断面尺寸、设计坡度、埋设深度；确定污水管网在道路横断面上的位置；绘制管道平面图和纵剖面图等。

排水管网的设计任务主要包括以下几部分。

(一) 排水管网系统设计方案的经济技术比较

- (1) 排水系统体制的比较和选择。
- (2) 污水厂位置不同时，排水管网系统的比较和选择。
- (3) 确定排水管网的走向及位置、布置的污水管、雨水管（或

雨污合流管)。

- (4) 排水系统投资及运行费用估算。
- (5) 排水系统方案综合比较。

(二) 排水管网工程系统的设计计算

(三) 工程设计图纸的绘制

- (1) 排水管网工程总平面布置图。
- (2) 污水主干管、雨水管渠、纵断面图。

三、设计资料的调查与收集

排水管网系统的规划必须以可靠的资料为依据。设计人员接受设计任务后，需做一系列的准备工作。排水管网系统设计所需的资料范围比较广泛，其中有些资料虽然可由建设单位提供，但往往不够完整，个别地方不够标准。应先了解研究设计任务书或批准文件的内容，弄清楚工程设计的范围和要求，然后进行现场查勘，收集有关的基础资料。必要时还应该到提供原始资料的气象、水文、勘测等部门查询。将收集到的资料进行整理分析、核实、补充以至修改。

进行排水管网系统设计时，通常需要有以下几方面的基础资料。

(一) 与工程设计任务相关的规划及工程资料

进行排水工程设计，一般需要了解与本工程有关的城镇或工业企业的总体规划以及道路交通、给水排水、电力电讯、防洪、燃气、园林绿化等各项专业工程的规划。以进一步明确工程的设计范围、设计期限、设计人口数，拟用的排水体制，接纳水体的位置等要求；并了解主要公共建筑和其他污水量大的排水口的位置、高程、排放特点，各类污水量标准及其主要水质指标，道路等级、宽

度、纵坡，与给水、电力电讯、防洪等其他工程设施可能的交叉等以及工程投资情况。

(二) 自然条件

(1) 地形图 进行大型排水工程设计时，在初步设计阶段要求有设计地区和周围 25~30km 范围的总地形图，比例尺为 (1:10000)~(1:25000)，等高线间距 1~2m。中小型设计，要求有设计地区总体布置图，城镇可采用比例尺 (1:5000)~(1:10000)，等高线间距 1~2m；工厂可采用比例尺 (1:500)~(1:2000)，等高线间距 0.5~1m；设置排水管线的道路平面图，比例尺 (1:200)~(1:1000)；拟建排水泵站和污水厂处，以及穿越河流、铁路等障碍物处的地形图要求更加详细，比例尺通常采用 (1:100)~(1:500)，等高线间距 0.5~1m。

(2) 气象资料 设计地区的气温（平均气温、极端最高气温和最低气温）；风向和风速；降雨量资料或当地的雨量公式；日照情况。

(3) 地质资料 设计地区的地表组成物质的类别及其承载力；地下水的分布，水量、水质和水位；地震等级等。

第二节 确定设计方案

一、城市污水管网系统的主要组成

城市污水管渠系统由下列几个主要部分组成。

(1) 污水主干管，支干管，支管。

(2) 污水提升泵站和配套管道。污水提升泵站分为三种类型：局部提升泵站、中途提升泵站和总泵站。

(3) 污水排入水体的出水口。污水排放口包括污水排入水体的渠道和出口，事故时的辅助出水渠和污水向水体中排放时的分散排

放管。

二、设计方案的比较

设计人员在掌握了较为完整可靠的设计基础资料后，根据工程的要求和特点，对工程中一些原则性的、涉及面较广的问题提出不同的解决办法，这样就构成了不同的设计方案。这些方案除满足相同的工程要求外，在技术经济上是相互补充、互相对立的，因此必须对各设计方案深入分析其利弊和产生的各种影响。分析时，对一些方针政策性的问题，必须从社会及国民经济发展的总体利益出发考虑。比如，城镇的生活污水与工业废水是分开处理还是合并处理问题；城市排水管网建设与改造排水体制的选择问题；设计应从社会的总体经济效益、环境效益、社会效益综合考虑。此外，还应从各方案内部与外部的各种自然的、技术的、经济的和社会方面的联系与影响出发，综合考虑它们的利害关系。

（一） 方案比较与评价的步骤

（1） 方案的技术经济数学模型的建立 建立主要技术经济指标与各种技术经济参数、各种参变数之间的函数关系，即通常所说的目标函数及相应的约束条件方程。目前，由于排水工程技术问题的复杂性，基础技术经济资料相对缺乏等原因，在多数情况下建立技术经济数学模型较为困难。同时在实际工作中对已建立的数学模型也存在应用上的适用性与局限性。因此，在缺少合适的数学模型的情况下，可以凭经验选择合适的参数。

（2） 技术经济数学模型的求解 这一过程是优化计算的过程。从技术经济角度，必须选择主要的、有代表意义的技术经济指标作为评价目标，另外要正确选择适宜的技术经济参数，以便在最佳的技术经济情况下进行优选。由于实际工程的复杂性，有时并不一定完全依靠科学优化方法来求解技术经济数学模型，而是采用各种近似计算方法，如图解法、列表法等。

(3) 方案的技术经济评价 依据技术经济评价原则和方法,在同等要求下计算出各比较方案的工程量、投资以及其他技术经济指标,然后再进行各方案的技术经济评价。

(4) 方案的综合评价与决策 在上述分析评价的基础之上,对各设计方案的技术经济、方针政策、社会效益、环境效益等作出总的评价与决策,以确定最佳方案。综合评价的项目或指标,应根据工程项目的具体情况确定。

上面所介绍的进行方案比较与评价的步骤是技术经济分析的一般过程。但是在实际应用过程中,以上各个步骤之间有时是相互联系的,根据问题的性质或者受条件限制时,不一定按照以上步骤逐次进行,而是可适当省略或者是采取其他办法。例如,可以视情况根据经验选择适宜的参数,而省略建立数学模型与优化计算步骤。

通过综合比较以后确定的最佳方案作为最终的设计方案。

(二) 排水管网系统方案及比较的指标体系

城市排水系统是城市重要的基础设施之一,它对保护城市环境、控制污染,保障人民身心健康,使城市、社会、经济、环境相互协调,持续发展具有重要作用。但是城市排水系统组成复杂,涉及范围广,影响因素多,投资大,是一项庞大的系统工程,由于城市排水系统建设的阶段目标不同,地形差异,可提出许多各具特色的排水系统方案,如何科学合理评价、选择一个实施方案,是一个十分复杂而又困难的过程。其中城市排水系统的构成及评价指标的确定是该过程的基础和关键。

1. 城市排水管网系统建设的目标

(1) 水质目标 近期:以保护饮用水水源水质为重点。远期:改善城市水环境质量,保护城市生态环境。

(2) 经济目标 总建设费用(包括污水输水管线、污水中途提升泵站及附属设施等建设费用)较少。总运行费用较少。土地的机会成本较少。

(3) 技术目标 由于城市区域地形地质条件的限制,因此在进

行排水管网系统规划时，应充分考虑和利用地形特征，提出经济合理的排水管网系统方案。一是应充分利用地形特征，尽可能多收集和输送污水，以降低污水收集和输送的成本。二是尽量利用现有的排水管理设施。

2. 城市排水管网系统方案构成的影响因素

城市排水管网系统实施方案的构成主要考虑以下几方面的因素：排水体制；系统的集中与分散；与给水的关系；排放的要求；分期实施等。

(1) 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。

(2) 系统的集中与分散 系统的大小关系到污水中途提升泵站的数量，污水输入管道的长短等因素，排水系统可以根据城市排水服务区域的大小、地形、河流等情况划分为若干自然排水流域，可以分区域设立相对独立的排水系统或设置跨流域的排水系统，或者采用上述两者结合的排水系统。

(3) 排水系统与给水的关系 目前，国内许多城市取水口与污水排放口的布置很不合理。大量未经处理的污水直接排入水体，造成城市饮用水水源水环境污染。为了保证饮用水水质，应采取以下措施：进行给水系统的改造，将取水口向上游移动，以改善饮用水水源水质；取水口不变，改革净水工艺，强化对微污染物的净化功能，保证饮用水水质，但这种方式不能根本改变水环境污染的状况；改变污水的排放状况，即取水口不变，污水排放口向下游移动或采取沿途收集，集中下移；排放口、取水口均不改变，就近建设污水处理厂，污水处理达标后再排放，但不可避免存在事故风险，而且可能由于规模偏小，致使单位污水量的投资和运行费用增加。

3. 城市排水管网系统方案评价的指标体系

(1) 确定评价指标体系的指导思想 城市排水系统评价指标体系的确定，应建立在城市排水管网系统所在区域的社会、经济、生

态环境建设及可持续发展的思路，借鉴国内外成功的经验，建立科学性强、使用性广、可操作性强的城市排水系统评价指标体系。

(2) 选择评价指标的原则

① 评价指标体系应充分反映城市排水管网系统建设的目标及要求，以经济效益、环境效益和社会效益相统一为标准，评价城市排水管网系统建设的必要性、可能性和可行性。

② 评价指标应该是容易获取和容易量化的，并应具有很强的可操作性和适用性，尽量减少或少选用人为主因素影响大，内涵、外延模糊的指标，但是，可以通过选取其他量化指标，来间接反映这方面的特征。

③ 指标应可反映系统建设的静态状况，也应反映系统建设的动态趋势，如总建设费用、运行成本（计折旧）。

④ 评价体系中的指标和评价方法，应尽量与国内外现有的分类、分级和评价方法相衔接，如土地的机会成本是国际上评价方案的一个重要的指标。

⑤ 应该把人的因素放在一个重要位置，坚持以人为本的原则，如饮用水水质对人体的健康影响，项目对社会的安定影响，移民动迁安置方面的影响等。

(3) 评价指标体系 为了对各方案进行科学、客观的评价，应建立多元化、多层次的指标体系。根据咨询专家的意见及项目特点，可将土地、环境、经济、实事、动迁和管理等列为一级评价指标，每个一级可分若干二级指标。

(4) 评价指标选择的说明

① 土地占用方面 第一，总占地数量。我国人多地少，人均耕地仅为世界人均的 $1/3$ ，该指标在我国有特别意义，它包括污水厂、中途提升泵站、污水主干管及其附属设施用地，占地总数量以少为好。第二，满足需求土地的可能性。地形地址对土地使用的限制有以下几种情况：其一是用地面积的大小；其二，虽然用地大小可满足需要，但平整土地工程却很大；其三，现有管道走廊的限制；最后，土地的级别优劣，如是良田还是坡地。第三，卫生防护

带。通过环境评价确定其卫生防护距离。

② 环境影响方面 第一，对饮用水水源水质的影响，保护饮用水水源是首要的目标，应考虑对饮用水水源水质的直接不利影响，间接不利影响，正常运行时影响，还有事故的风险影响及其对供水事业发展的影响。应与供水规划结合起来，对给排水系统统一规划。第二，对水环境的影响，也就是对城市下游水体的影响。既要考虑目前的水体状况、水文特征，也要考虑形成水库后的潜在影响。第三，对周围环境的影响，特别是对居民的影响。主要应考虑噪声、嗅觉和其他方面的影响。

③ 社会经济方面 第一，总建设费用。总建设费用是重要的经济指标之一，它不仅包括静态投资，而且也包含动态投资。第二，运行费用（计折旧）。资金渠道不畅通和运行费用过高是排水管网工程建设滞后于经济建设很重要的一个原因，很难保障排水管网工程的正常运行。因此，该指标应是综合经济指标。第三，机会成本。用该指标对项目进行评价在国内还不多，但在国外大型工程项目建设中起应用也是十分普遍的。机会成本即某块地若为商业用地，其地价是很高的，但若成为排水管网工程设施用地后，其本身的地价降低，而且其周围的用地用途亦受到限制，导致其地价亦会降低，两种不同用途所导致的土地价值的差即为该土地块的机会成本。

④ 实施可行性 方案实施可行性包括两方面的情况：首先，工程本身实施难易的情况如工程量、施工的难易程度；其次，实施的条件，这又包含两方面的内容。其一，工程本身对相关设施的影响；其二，其他设施对本项目的约束和影响。

实施可行性包括以下几个方面的内容。

第一，总工程量师。总工程量的大小，本身是工程费用重要的影响因素之一，也是影响工程建设周期，工程施工方式的因素之一。

第二，实施的难易程度。包括两方面内容：其一，工程本身的难易程度，在复杂的地形、地质条件下，施工显然较难；其二，项

目本身技术的复杂程度。

第三，实施条件。其一，工程本身对相关设施的影响，如江安县、航道；其二，相关设施对项目的约束和影响，如航道要求污水排放日的顶部以上应有足够的水深，保证安全航行，在一定的宽度范围内不能有妨碍船舶航行的设施。

第四，分期实施。由于城市排水系统工程十分庞大，因而需要考虑分期实施的可行性，也要考虑与分期目标即费用相协调，即工程近远期的衔接及总费用最小等要求。

第五，排水管渠的维护管理方面。一个是排水管渠本身的维护，排水管渠长度越长，结构形式类型越多，其维护的工作量也越大。另一个是污水中途提升泵站管理。城市范围大，可能设置若干污水中途泵站，泵站数目越多，管理工作越大。

第六，工程动迁安置方面。首先是动迁移民的数量。受项目影响需要动迁的单位和居民的数量，这不仅是一个经济问题，也是一个社会问题、法律问题。其次是动迁安置移民的难易程度。动迁移民的组成及移民居住位置对移民动迁难度的影响很大，中心区的动迁安置较困难，郊区较易。个体动迁安置容易，集体搬迁困难；动迁安置移民中个案差异较大。

（三） 方案评价指标的计算

1. 评价指标计算的基本概念

（1）贴现率 把未来时间发生的金额折算到现在时间的价值，称“贴现值”（discount prent value），俗称“折扣”。

（2）计算基准年 主体工程基本完成且基本上开始发挥效益的年份，即工程开始使用的年份。

（3）资金的时间价值 是资金在周转使用中由于时间因素而形成的差额价值。

2. 费用效益分析法

按一定的贴现率将总效益和总成本折算到基准年后的现值所得的比值，即

$$\text{效益成本比率} = \text{总效益现值} / \text{总成本现值} \quad (2-1)$$

如果效益成本比率大于 1，方案可取；小于 1 则方案不可取。

$$\text{按现值计算的效益为} \quad P_B = \sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^n} \quad (2-2)$$

$$\text{按现值计算的费用为} \quad P_C = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^n} \quad (2-3)$$

式中， B_i 、 C_i 为在周期里的效益和费用； r 为贴现率； n 为规划年限。

3. 城市排水管网的效益

(1) 城市排水管网的效益特点

① 间接性 排水管网投资所带来的效益往往是其他部门生产效率的提高，损失的减少，但无投资的直接收益。

② 隐蔽性 排水管网投资的主要目的是防止水污染，减少或消除水污染损失，因此，其所得是人们不容易察觉到的无形补偿，往往被人们忽略，不像生产部门所产生的有形产品那样引人注目。

③ 分散性 水污染的危害涉及到社会方方面面，包括生活、生产、景观、人体健康、农业、渔业等。因此，排水投资效益具有很大的分散性。

(2) 排水投资的间接经济效果，主要通过减少污水对社会造成的经济损失而表现出来，主要包括以下几个方面。

① 工业损失 包括水污染给工业生产、工业设备、工业资源带来的危害；

② 农、牧、渔业损失 包括由于水污染造成的减产、变质损失；

③ 人体健康损失 包括由于水污染导致的发病率上升，死亡率提高，导致劳动力损失和医疗费用开支的增加；

④ 地价损失 包括水污染导致地价下跌或土地丧失使用价值所带来的损失；

⑤ 水资源损失 是指污染天然水资源而造成水资源品质上的巨额损失；

⑥ 雨水、雨渍损失 即雨水浸渍造成物质损失。

根据有关统计，我国排水管网投资效益是 1.65~3.2，比一般项目效益更好。在国外，国民经济成就中，约有 1/3~1/2 信赖非直接投资取得。

三、方案技术经济比较的方法

(一) 方案的逐项对比法

技术经济指标中的项目投资 (K) 和年经营费 (S) 两项指标，对经济指标效果评价和方案选择具有决定的意义，它们以货币的形式表明了工程建设投产前后的经济效果，所以在方案比较时可以进行逐项比较。这种比较方法叫逐项对比法。而占用土地，主要材料及主要动力设备的直接技术经济比较则不是以货币形式表现的，它是从不同的角度补充说明经济效果的。但是在某些特殊情况下，这些方面也往往起到决定性的作用，因而其内容可根据具体情况和需要进行选择。

在设计方案技术经济比较过程中，项目投资 K 和所经营费 S 都是主要技术经济指标，彼此之间又有内在联系，两者综合起来可以反映总的经济效果和劳动消耗，存在着 $K > S$ 或 $S > K$ 的情况，所以不能只采用简单的逐项对比法，而应采用综合比较法，才能衡量出比较合理的高等方案。

(二) 方案的综合比较法

一次投资建设设计方案的比较方法如下。

总费用比较公式

$$K + T_0 S = \text{最小} \quad (2-4)$$

式中， T_0 为定额投资偿还年限，年； K 为项目投资； S 为年经营费用。

该公式计算方便，适用于同时比较两个以上的设计方案。

定额投资偿还年限 T_0 ，就是指国民经济通过积累来回收基建投资的标准年限。其倒数 $1/T_0$ 即为定额投资效果系数 E ，定额投资偿还年限 T_0 是比较不同方案的投资和经营费用的一种技术手段，其计算公式为

$$T_0 = \text{投资额/年积累数(年盈利数)}, E = 1/T_0 \quad (2-5)$$

根据国内资料的分析，城市排水管网工程的定额的投资偿还期 T_0 可采用 20 年，其定额投资效果系数 E 为 0.05。

两个设计方案的经济比较方法如下。

$$T = (K_2 - K_1) / (S_2 - S_1) \quad (2-6)$$

式中， K_1 为第一方案项目总投资； K_2 为第二方案项目总投资； S_1 为第一方案的年经营费； S_2 为第二方案的年经营费； T 为增加投资的偿还年限。

如果 $T > T_0$ ，则即增加投资是不合理的，第一方案合理；

如果 $T < T_0$ ，则即增加投资是合理的，第二方案合理；

如果 $T = T_0$ ，则可衡量其他指标及问题，综合评价，予以取舍。

(三) 方案的综合评分法

某一建设项目的经济效益，一般包括经济的和非经济的两个方面。经济方面是通过定量的费用和数量计算出经济的效益，叫直接效益（又称内部效益）。而某些建设项目，其主要的效益是无法用经济的尺度来计量的，排水管网工程建成投入使用后，很少甚至没有直接的经济收入，但是由于该项目的建成，改善了环境质量，保障了人民的身体健康，提高了工作效率，创造了更多的财富等，一系列的效益就很难计算，尤其是社会和政治上造成的影响是无法用经济尺度来计算的。因此，对于此类非经济性的，不能计量的间接效益（或外部效益），可采用定性的办法进行评价，这种定量与定性相结合的评价方法，就是综合分析法。其评价步骤如下。

(1) 根据已确定的标准投资计算效益，建设期限和有效使用期，计算出各方案的项目总投资和年经营费的净现值，然后再进行

比较，求出各方案的相对百分数。

(2) 根据工程的特点，再确定若干基评价指标根据其重要性的程度进行级差量化处理（加权）。可分为极重要、很重要、重要、应考虑、意义不大五个等级。假设意义不大为一级，依权按 2^{n-1} 进级，则“应考虑”为 $2(2^{2-1})$ ，“很重要”为 $2^3(2^{4-1})$ ，“极重要”为 $2^4(2^{5-1})$ 。

(3) 按照上述确定的评价指标及权重，对各方案分别进行逐项评分，得出评价值，然后将保项指标的评价值分别与相应权重相乘，就计算出各项指标的得分，各项指标的得分加起来，就是该方案的总得分。

(4) 将各方案的总得分进行比较，得分最多的方案即为最佳方案。

在对工程的技术方案进行技术经济比较时，可通过建立技术方案的技术经济数学模型，求解数学模型而较准确地获得经济最优技术方案。然而，这对于排水管网工程来说是不够的。由于排水管网工程的特殊性，它与社会、环境有着密切的联系，必须从社会效益、环境效益等方面进行全面分析、综合评价，才能获得综合效益的最优方案，其综合评价的办法之一就是评分法有算术平均法和加权平均法，但是算术平均法没有反映出各评价指标的重要程度，不能准确地反映技术方案的优劣。加权平均法能较好地解决这一问题。但是它的权重不易确定，容易出现人为偏差。而采用两两对比的方法来确定各项指标的权重，这在较大程度上克服了不易确定权重和人为的念头的缺点。

(四) 两两对比加权平均综合评价过程及其计算方法

(1) 列出方案的评价技术经济指标 各种排水管网工程项目，综合效益评价的内容不尽相同，应根据具体工程项目的特点，全面分析，不要漏项，也不要过多地罗列评价指标，尽可能地使评价指标能全面反映工程实际情况。

(2) 用两两对比评价指标的权重 W_i 各评价指标在不同的排

水管网工程技术方案中,所占的重要程度有所不同,因此应根据评价对象的具体情况。分别将各评价指标与其余评价指标一次一项的逐级对比评分,每一次为两次评价指标对比,根据各自在技术方案中的重要程度,评出各自的得分,如每对指标的分数和为 1.0,则按其和技术方案中的相对重要程度可计为:(0.9,0.1);(0.8,0.2);(0.7,0.3);(0.6,0.4);(0.5,0.5)。各项指标的得分也可计到小数点后两位,根据技术方案而定,但对比的两个指标的得分之和始终为 1.0。经过这样对比计分,如技术方案中一共有 n 项综合评价指标,则每项指标共有 $n-1$ 次为得分,各项指标总分记为 P_i ,即

$$P_i = \sum_{k=1}^{n-1} F_{ik} \quad (2-7)$$

式中, P_i 为第 i 项指标总分 ($i=1,2,\dots,n$); F_{ik} 为第 i 项指标,第 k 次对比得分 ($k=1,2,\dots,n-1$)。

以每项指标总分与全部指标总分的比值表示各项指标的权重 W_i 。设两两对比的总组数为 N ,则 N 是从 n 个元素中每次取 2 个元素的组合,即

$$N = C_n^2 = \frac{n}{2}(n-1) \quad (2-8)$$

全部指标分数为

$$P = mN = \frac{1}{2}mn(n-1) \quad (2-9)$$

式中, P 为全部指标分数之和; m 为每组对比指标的分数之和。

各项指标的权重 W_i 为

$$W_i = P_i/P \quad (2-10)$$

(3) 各个技术方案的各项评价指标得分 一般按 100 分制分五个等级,即优、良、中、差、最差五个等级,各级得分值列于表 2-1。

表 2-1 分级标准

等级	优	良	中	差	最差
得分 P_n	100~90	89~70	69~50	49~30	<30

(4) 各个技术方案的总分 F_i 各个技术方案的各项评价指标的加权平均之和, 即为各技术方案的总评分数, 即

$$F_i = \sum_{i=1}^n WP \quad (2-11)$$

(5) 确定综合效益最优技术方案 由式 (2-11) 计算的各方案的总评分 F_i , 进行比较分析, 高分值为最优, 从而得到综合效益最优技术方案。

第三节 工程设计及设计说明书的编制

一、排水管网系统设计

(一) 排水管网系统布置

城市排水管网系统是城市一项重要基础设施, 是城市建设的重要组成部分, 同时也是控制水污染、改善和保护水环境的重要工程。在进行城镇排水管网系统的规划和布置时, 排水管网系统的布置通常应遵循以下原则。

(1) 排水管网系统的规划应符合城市总体规划, 并应与其他单项工程密切配合, 相互协调。经济合理地确定管网密度, 排水路线尽量短捷。

(2) 截流干管尽可能布置在河岸或水体附近较低处, 以便于干管接入。城镇污水管渠应考虑城市工业废水的接入, 满足排入城市市政污水管道水质标准的工业废水可直接排入市政污水管道, 不满足标准的在厂内进行预处理后排入市政污水管道。

(3) 排水管网应尽量避免穿越不易通过的地带和构筑物; 也不宜穿越有待规划和发展的地大片空地, 以避免影响整块地的功能和价值。

(4) 排水管网系统应与地形地势变化相适应，顺坡排水，尽量使污水重力排除，不设或少设中途提升泵站。

(5) 合理比较和选择整个排水系统的控制点标高，以使整个管网系统埋深与投资合理。

在条件允许的情况下，分流制排水系统的雨水，特别是初期雨水，可考虑初步处理后排入水体，合流制排水系统可修建溢流水调节池，以尽量减少对受纳水体的影响。

污水管道网布置一般按以下步骤进行。

(1) 排水区域与排水流域的划分 在排水区界（即排水系统规划的界限）内应根据地形和城市的总体规划，划分排水流域。

流域边界一般应与分水线相一致。在地形起伏较大及丘陵地区，流域分界线与分水线基本一致。在地形平坦无显著分水线的地区，应使干管在最大埋深的情况下，让绝大部分污水自流排出。如有河流或铁路等障碍物贯穿，应根据地形情况，周围水体情况及倒虹吸管的设置情况等，通过方案比较，决定是否划分排水流域。

每一个排水流域应有一根或一根以上的干管，根据流域高程情况，来确定干管水流方向和需要进行污水提升的地区。

(2) 污水干管的布置与定线 通过干管布置，将各排水流域的污水收集并输送到污水处理厂或排放口。污水干管应布置成树状网络，根据地形条件，可采用平行式或正交式布置形式。

在进行定线时，要在充分掌握资料的前提下综合考虑各种因素，使拟定的路线能因地制宜地利用有利条件而避免不利条件。通常影响污水管平面布置的主要因素有：地形和水文地质条件；城市总体规划、竖向规划和分期建设情况；排水体制、线路数目；污水处理利用情况、处理厂和排放口位置；排水量大的工业企业情况；道路和交通情况；地下管线和构筑物的分布情况。

污水干管的布置与定线主要应注意以下几方面。

① 定线时应充分利用地形，在整个排水区域；较低的地方，

如集水线或河岸低处敷设主干管及干管，便于支管的污水自流接入。地形较复杂时，宜布置成几个独立的排水系统，如由于地表中间隆起而布置成两个排水系统。若地势起伏较大，宜布置成高低区排水系统，高区不宜随便跌水，利用重力排入污水厂，并减少管道埋深；个别低洼地区应局部提升。

② 污水干管的走向与数目取决于污水厂和出水口的位置与数目。如大城市或地形平坦的城市，可能要建几个污水厂分别处理与利用污水，就需要高几个主干管。小城市或地形倾向一方的城市，通常只设一个污水厂，则需敷设一条主干管。若几个城镇合建污水厂，则需建造相应的区域污水管道系统。

③ 污水干管一般沿城市道路布置。不宜设在交通繁忙的快车道下和狭窄的街道下，也不宜设在无道路的空地上，而通常设在污水量较大或地下管线较少一侧的人行道、绿化带或慢车道下。道路宽度超过 40m 时，可考虑在道路两侧各设一条污水管，以减少连接支管的数目及与其他管道的交叉，并便于施工、检修和维护管量。污水干管最好以排放大量工业废水的工厂（或污水量大的公共建筑）为起端，除了能较快发挥效用外，还能保证良好的水力条件。

(3) 污水支管的布置与定线 污水支管的平面布置取决于地形及街区建筑物特征，并应便于用户接管排水。主要有以下几种情况。

① 当街区面积不太大，街区污水管网可采用集中出水方式时，街道支管敷设在服务街区较低的街道下，如图 2-1(a) 所示，这种布置方式称低边式布置。

② 当街区面积较大且地形平坦时，宜在街区四周的街道敷设污水支管，如图 2-1(b) 所示，建筑物的污水排出管可与街道支管连接，这种布置方式称周边式。

③ 街区已按规定确定，街区内污水管网按各建筑的需要设计，组成一个系统，再穿过其他街区并与所穿过街区的污水管网相连，如图 2-1(c) 所示，这种布置方式称为穿坊式布置。

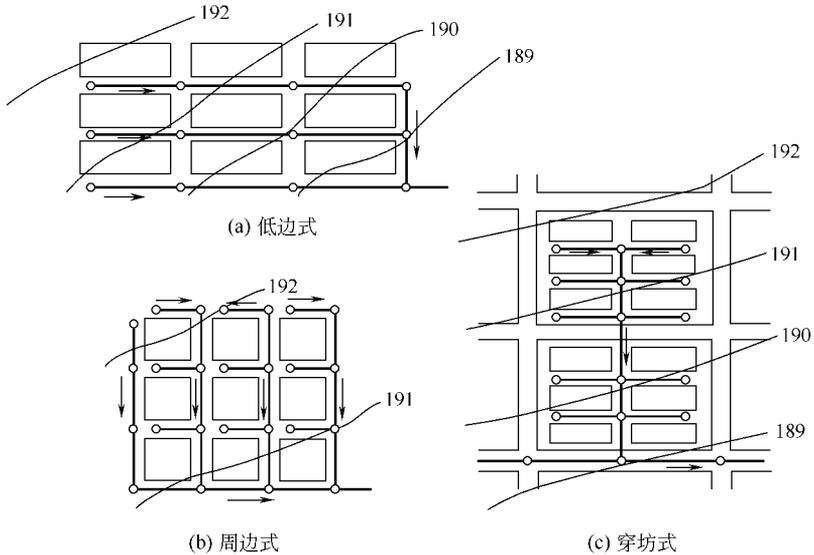


图 2-1 污水支管的布置方式

(二) 城市污水厂厂址选择

城市污水处理厂的厂址应根据城市总体规划，结合污水厂规模和城市地形等因素进行综合考虑。在地形条件允许的情况下，应尽可能将污水集中，减少污水厂个数。在选择污水厂厂址的时候，一般应注意以下几方面。

(1) 污水厂厂址应处于城市夏季主导风向的下风向，并与居住区之间保持一定间距。厂区周围要有充分的绿化空间，以保护周边环境。

(2) 污水厂厂址应选择城市较低处，以利于通过重力输送污水，避免在排水管网中过多设置中途提升泵站。

(3) 污水厂通常按远期规模征地，因此厂址区应具有足够的土地面积，考虑污水厂的远期扩大处理能力以及污水的深度处理及再生回用。

(4) 厂址区要有适合建设污水处理厂的地质条件。

(5) 厂址区易于做到三通一平，便于施工建设。

(6) 处理出水量最好能通过重力流排入收纳水体，收纳水体具有足够的环境容量。在条件允许时，应尽可能考虑污水的资源化利用。

(三) 排水管网系统设计步骤

在排水管网系统的规划设计中，分流制系统包括污水管渠和雨水管渠系统的设计；合流制排水系统包括合流干管和截流干管的设计。下面分别叙述其设计步骤。

(1) 污水管网系统的设计

① 管道定线 根据管道规划设计原则、地形地质条件和污水厂位置，依次确定主干管、干管和支干管的走向和位置。

② 划分干管和支管的服务面积，进行编号并计算服务面积的大小。

③ 确定干管和支管的检查井位置和编号，并计算设计管段长度和管渠总长度。

④ 计算各设计管段的设计流量 每一个设计管段的污水设计流量由三部分组成，本段流量 q_1 、传输流量 q_2 和集中流量 q_3 。其中本段流量 q_1 通过比流量 q_0 计算，而比流量 q_0 又从污水量标准和人口密度求得；传输流量 q_2 是从上游管段和旁侧管段流来的污水量；集中流量 q_3 则是指工业企业或大污水量的公共建筑流入管网的污水量。要注意的是，每一个设计管段的总变化系数 k_z 应根据该管段的本段流量 q_1 和传输流量 q_2 的合计平均值确定，计算出该设计管段的生活污水设计流量后再加上集中流量，即为该设计管段的设计流量。

国家和行业为用水量或废水量定额一般给出了一定取值范围，在选用前，应首先对实际情况进行调查研究，考虑当地的节水政策和行业节水状况，要注意用水设备的改进、用水计量与价格的变化、工业用水重复利用率的提高、原材料品质的变化、生产工艺改进、管理水平及工人素质提高等对生产、生活废水量定额的影响。

在污水量的设计计算时，污水管网按照最高日最高时污水排放流量进行设计，在选用污水量定额和确定变化系数时，应能计算出最高日最高时污水流量。根据我国设计规范规定，污水设计流量计算与给水设计用水量计算方法的主要差别是：在计算居民生活用水量或综合生活用水量时，采用最高日用水量定额和相应的时变化系数；在计算居民生活污水量或综合生活污水量时，采用平均日污水量定额和相应的总变化系数。

a. 污水量变化系数的确定 与给水系统用水量一样，污水的排放量也在发生变化，同样有逐日变化和逐时变化的规律。污水量的变化同样可以用变化系数和变化曲线来描述。

为了确定污水管网的设计流量，必须确定污水量的变化系数：

污水量日变化系数 k_d 指设计年限内，最高日污水量与平均日污水量的比值；

污水量时变化系数 k_h 指设计年限内，最高日最高时污水量与该日平均时污水量的比值；

污水量总变化系数 k_z 指设计年限内，最高日最高时污水量与平均日平均时污水量的比值。

根据上述定义有以下变化系数。

i. 居民生活污水量变化系数 影响生活污水量变化的因素很多。如有历史资料，可通过统计计算出总变化系数。在工程设计阶段，一般难以获得足够的数据来确定生活污水量变化系数。国内设计单位分析了一些城市的污水量实测数据，总变化系数 k_z 的数值主要与排水系统中接纳的污水总量的大小有关。当管道所服务的用户增多或用户的用水量标准增大，污水流量也随即增大。这样，排水流量在时间分布上趋于均匀，使总变化系数减小。由《室外排水设计规范》推荐使用的生活污水总变化系数经验数值，如表 2-2 所示。

表 2-2 生活污水总变化系数

污水平均日流量/(L/s)	5	15	40	70	100	200	500	>1000
总变化系数 k_z	2.3	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3

在表 2-2 中变化系数 k_z 取值范围为 1.3~2.3，也可以按照下式来计算。

$$k_z = \frac{2.7}{Q^{0.11}} \quad (2-12)$$

式中， Q 为平均日平均时污水流量，L/s。

ii. 工业废水量变化系数 工业废水量变化规律与产品种类和生产工艺有密切联系，往往需要通过实地调查研究和分析求得。

一般情况下，大部分工业产品的生产工艺本身与气候、温度关系不大，因此生产废水量比较均匀，日变化系数较小，多数情况下，日变化系数 k_d 可近似取值为 1。

iii. 工业企业生活污水和淋浴污水量变化系数 工业企业生活污水量一般按每个工作班污水量定额计算，相应的变化系数按班内污水量变化给出，且与工业企业生活用水量变化系数基本相同，即一般车间采用 3.0，高温车间采用 2.5。工业企业淋浴污水量也是按每个工作班污水量定额计算，每班考虑在 1h 之内使用，且不考虑 1h 之内的流量变化，即近似地认为均匀用水和排水。

b. 污水设计流量的计算

i. 居民生活污水设计流量 影响居民生活污水设计流量的主要因素有生活设施条件、设计人口和污水流量变化。在计算生活污水设计流量时，设计人口指的是排水系统在设计使用年限终期所服务的人口数量。如果排水工程系统是准备分期实施的，则还应明确各个分期时段内的服务人口数，用于计算各个分期时段内的污水量。

同一城市中可能存在着多个排水服务区域，其污水量标准不同，计算是要对每个区分别按照其规划目标，取用适当的污水量定额，按各区实际服务人口计算该区的生活污水设计流量。

居民生活污水设计流量用式 (2-13) 计算。

$$Q_1 = \frac{nNk_z}{24 \times 3600} \quad (2-13)$$

式中， Q_1 为居民生活污水设计流量； n 为各排水区域平均日居民

生活污水量标准, $L/(\text{人} \cdot \text{d})$; N 为各排水区域在设计使用年限终期所服务的人口数, 人; k_z 为生活污水量的总变化系数, 可由表 2-2 查得或采用式 (2-12) 计算确定。

由于 k_z 是基于平均日污水量的, 所以必须采用平均日污水量定额, 按照设计规范, 按平均日人均用水量定额的 80% ~ 90% 确定。

在地下水位较高的地区, 在计算管道和污水处理设施的流量时, 应适当考虑地下水渗入管道的水量。

ii. 工业废水设计流量 工业废水的设计流量 Q_2 用下式计算。

$$Q_2 = \frac{mMk_z}{3600T} \quad (2-14)$$

式中, Q_2 为工业废水设计流量, L/s ; m 为单位产品的废水量标准, $L/\text{单位产值}$ 、 $L/\text{单位数量产品}$ 或 $L/\text{单位生产设备}$; M 为各工矿企业最高日生产产值 (如万元)、生产产品数量 (如件、台、吨等) 或生产设备数量 (如台、套等); T 为各工矿企业最高的日生产小时数, h ; k_z 为各工矿企业废水量总变化系数。

对于产品种类繁多、工序复杂的综合企业, 应分别以各类产品或设备的废水定额计算汇总。

iii. 工业企业生活污水量和淋浴污水设计流量 工业企业生活污水和淋浴污水的设计流量 Q_3 用式 (2-15) 计算。

$$Q_3 = \frac{A_1 B_1 K_1 + A_2 B_2 K_2}{3600T} + \frac{C_1 D_1 + C_2 D_2}{3600} \quad (2-15)$$

式中, Q_3 为工业企业生活污水量和淋浴污水设计流量, L/s ; A_1 为各工矿企业一般年间最高日职工生活用水人数, 人; A_2 为各工矿企业高温车间最高日职工生活用水人数, 人; B_1 为各工矿企业一般车间职工生活污水量定额, 采用 $25L/(\text{人} \cdot \text{班})$; B_2 为各工矿企业高温车间职工生活污水量定额, 采用 $35L/(\text{人} \cdot \text{班})$; T 为各工矿企业车间最高日每版工作小时数, h ; k_1 为各工矿企业一般车间最高日职工生活污水量班内变化系数, 采用 3.0; k_2 为各工矿企业高温车间最高日职工生活污水量班内变化系数, 采用 2.5; C_1

为各工矿企业一般车间最高日职工淋浴用水人数，人； C_2 为各工矿企业高温车间最高日职工淋浴用水人数，人； D_1 为各工矿企业一般车间职工淋浴污水量定额，采用 $40\text{L}/(\text{人}\cdot\text{班})$ ； D_2 为各工矿企业高温车间职工淋浴污水量定额，采用 $60\text{L}/(\text{人}\cdot\text{班})$ 。

iv. 公共建筑污水设计流量 公共建筑污水设计流量 Q_4 可与居民生活污水量和并计算，此时应选用综合生活污水量定额，也可以单独计算。公共建筑排放的污水量比较集中，例如公共浴室、旅馆、医院、学校住宿区、洗衣房、餐饮娱乐中心等。若有条件获得充分的调查资料，则可以分别计算这些公共建筑各自排出的生活污水量。其污水量定额可参照《建筑给排水设计规范》中有关公共建筑的用水量标准采用。

v. 城市污水设计总流量 一般采用直接求和的方法来计算城市污水设计总流量 Q ，即直接将上述各项污水设计流量计算结果相加，作为排水管网设计的依据，城市污水设计总流量可用式(2-16)计算。

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3+Q_4 \quad (2-16)$$

式中符号意义同前。

实际上，由于各项污水设计流量均为最大值，它们是不太可能出现在同一时间出现的，即直接将设计流量相加是不合理的。然而，合理地计算城市污水设计总流量需要逐项分析污水量的变化规律，在这实际工程设计中很难办到，只能采用简化计算的方法。采用直接求和法所计算的城市污水设计总流量往往超过实际值，由于设计出的污水管网是偏安全的。

c. 计算各管段的设计流量 污水管网水力计算一般从上游起始端节点开始向下游节点进行，依次对各管段进行设计计算，直到末端节点。为了确定各管段的管径、埋深、坡度和充满度等，必须先计算出各管段的设计流量。

一般不必像给水管网一样写出节点流量连续性方程，但是污水管网中节点和管段的流量应满足连续性条件，这是计算管段设计流量的基础。然而，污水管网的设计流量并不满足流量连续条件，因

为设计流量为最大时流量，它们一般不会同时出现，连续性条件只能对同一时间内的流量应用。因此，在计算和分配居民生活污水流量时，只能对其日平均流量运用连续性条件，当它们最后分配到每条管段后，再乘以总变化系数得到设计流量。另外，正如在计算城市污水总设计流量所假设的一样，为了降低设计的复杂性，总是假定居民生活污水、工业废水、工业企业生活与淋浴污水、公共建筑污水四大类污水的最高小时流量同时出现，也就是说它们的设计流量可以直接累加。

由上所述，可以得到污水管网管段设计流量 $q(\text{L/s})$ 的计算公式为

$$q = (q_1 + q_2 + q_3 + q_4)k_z \quad (2-17)$$

式中， q_1 为各管段输送的居民生活污水平均日流量， L/s ，它们在管网中满足连续性条件； q_2 为各管段输送的工业废水设计流量， L/s ，它们在管网中满足连续性条件； q_3 为各管段输送的工业企业生活与淋浴污水设计流量， L/s ，它们在管网中满足连续性条件； q_4 为各管段输送的公共建筑生活污水设计流量， L/s ，它们在管网中满足连续性条件； k_z 为各管段输送的居民生活污水量总变化系数，数据可查表 2-2 或用式 (2-12) 计算。

⑤ 进行水力计算 根据计算出的设计管段的设计流量，进行管渠的水力计算。

a. 确定设计流速 设计流速指与设计流量、设计充满度相对应的水流平均速度。为了防止管道中产生淤积或冲刷，设计流速应限制在最大和最小设计流速范围之内，即应采用不冲不淤流速。最小设计流速是保证管道内不产生淤积的流速。这一最低设计流速的限值与污水中所含悬浮物的成分和粒度有关，与管道的水力半径和管壁的粗糙系数有关。引起污水中悬浮物沉淀的另一重要因素是水深。根据国内污水管道实际运行情况的观测数据并参考国外经验，《室外排水设计规范》规定污水管渠在设计充满度下最小设计流速为 0.6m/s ，含有金属、矿物固体或重油杂质的生产污水管道，其最小设计流速应该适当加大；明渠的最小设计流速为 0.4m/s 。

由于防止淤积的管段最小设计流速与废水中夹带的悬浮物颗粒的大小和密度有关，所以，对各种工业废水采用的最小设计流速要通过实验或调查研究决定。

在地形平坦地区，如果最小设计流速取值过大，就会增大管道的坡度，从而增加管道的埋深和管道造价，甚至需要增设中途泵站。因此，在平坦地区，要结合当地具体情况，可以对规范规定的最小流速做合理的调整，并制订科学的运行管理规程，保证管理系统的正常运行。

最大设计流速是指保证管道不被冲刷损坏的流速。该值与管道材料有关，一般地，金属管道的最大设计流速为 10m/s，非金属管道的最大设计流速为 5m/s。

b. 确定最小管径 在污水管网的上游部分，污水管道的设计流量一般很小，若根据设计流量计算管径，则管径会很小，即易堵塞。根据污水管道的养护记录统计，直径为 150mm 的支管的堵塞次数，可能达到直径为 200mm 的支管的堵塞次数的两倍，使管道养护费用增加。然而，在同样埋深条件下，直径为 200mm 与 150mm 的管道造价相差不多。此外，因采用较大的管径，可选用较小管道坡度，使管道埋深减小。因此，为了养护工作的方便，通常规定一个允许的最小管径。在街区和厂区合理地确定管道埋设深度可以有效地降低管道建设投资。

各管段的埋设深度分为起点埋深、终点埋深和管段平均埋深，管段平均埋深是起点埋深和终点埋深的平均值。

为了保证污水管道不受外界压力和冰冻的影响和破坏，管道的覆土厚度不应小于一定的最小限值，这一最小限值称为最小覆土厚度。污水管道的最小覆土厚度一般应满足以下几方面的要求。

j. 防止管道内污水冰冻和因土壤冰冻膨胀而损坏管道 我国北方的部分地区气候比较寒冷，属于季节性冻土区。土壤冰冻深度主要受气温和冻结期长短的影响。同一城市中因地面覆盖的土壤种类、阳光照射时间不同和市区与郊区的差别等因素，冰冻深度也有很大差异。冰冻层内污水管道埋设深度或覆土深度，应根据流量、

水温、水流情况和铺设位置等因素确定。一般情况下，污水水温较高，即使在冬季，污水温度也不会低于 4°C 。此外，管内经常保持一定的流量而不断地流动，在管道内是不易冰冻的。由于污水水温的辐射作用，管道周围的泥土也不易冰冻。因此，没有必要把整个污水管道都埋在土壤冰冻线以下。但如果将管道全部埋在冰冻线以上，则会因土壤冰冻膨胀而损坏管道基础，从而损坏管道。《室外排水设计规范》规定：无保温措施的生活污水管道或水温与生活污水接近的工业废水管道，管底可埋设在冰冻线以上 0.15m 。有保温措施或水温较高的管道，管底在冰冻线以上的距离可以加大，其数值应根据该地区或条件相似地区的经验确定。

ii. 防止地面荷载破坏管道 埋设在地面下的污水管道承受着管顶覆土静荷载和地面上车辆运行生产的动荷载。要防止管道因外部荷载影响而损坏，除了要保证管材的质量，另外还必须保证管道有一定的覆土厚度。因为车辆运行对管道产生的动荷载，其垂直压力随着深度增加而向管道两侧传递，最后只有一部分压力传递到地下管道上。从这一因素考虑并结合实际经验，车行道下污水管最小覆土厚度不宜小于 0.7m 。非车行道下的污水管道若能满足管道衔接的要求，而且无动荷载的影响，其最小覆土厚度值可适当减小。

iii. 满足街区污水连接管衔接的要求 为了使住宅和公共建筑内生产的污水畅通地排入污水管网，就必须保证污水干管起点的埋深大于或等于街区内污水支管终点的埋深，而污水支管起点的埋深又必须大于或等于建筑物污水出户连接管的埋深。这对于确定在气候温暖又地势平坦地区管网起点的最小埋深或覆土厚度是很重要的因素。从安装技术方面考虑，要使建筑物首层卫生设备的污水能顺利排出，污水出户连接管的最小埋深一般采用 $0.5\sim 0.7\text{m}$ ，所以污水支管起点最小埋深也应有 $0.6\sim 0.7\text{m}$ 。

考虑上述三个不同的影响因素，每一个具体设计管段可以得到三个不同的管底埋深或管顶覆土厚度值，选取这三个数值中的最大一个值作为这一管道的允许最小覆土厚度或最小埋设深度。

排水管网管段设计流量确定之后，即可由上游管段开始，进行

各管段的水力计算，在符合设计规范要求的条件下，确定管段直径和铺设坡度，使管道能够顺利通过设计流量。

确定管段直径和坡度是排水管网设计的主要内容，也是决定污水管网技术合理性和经济性的关键步骤。管道坡度的确定应参考地面坡度和保证自净流速的最小坡度，一方面要使管道坡度尽可能与地面坡度平行，以减少管渠埋深，同时也必须保证合理的设计流速，使管渠不发生淤积和冲刷。在保证合理流速和充满度的前提下，选择不同的管径，则要求不同的坡度，也就是形成不同的本管段造价（包括管材费用和铺设施工费用），同时对下游管段的造价影响也不同。因此，有必要在选择管径及确定相应的坡度时考虑经济性问题。

c. 不计算管段的确定 在排水管网的设计计算中，应首先考虑“不计算管段”。按规范规定，在街区和厂区内最小管径为200mm，在街道下的最小管径为300mm，通过水力分析表明，当设计污水流量小于一定值时，已经没有管径选择的余地，可以不通过计算直接采用最小管径，在平坦地区还可以直接采用相应的最小设计坡度。

通过计算可知，当管道粗糙系数为 $n=0.014$ 时，对于街区和厂区内最小管径200mm，最小设计坡度为0.004。对街道下的最小管径300mm，最小设计坡度为0.003。

d. 坡度较大地面的管道设计 当管段铺设地点有一定的地形坡度可以利用时，管道可以沿着地面坡度铺设。其特点是，管段一般会具有比较大的流速，满足规范要求的最小流速一般不成问题，在选择管段直径时主要考虑满足最大充满度要求的问题，也就是说要选用满足最大充满度要求的最小直径；另一方面，在同样满足最大充满度要求的情况下，选择较大的管径是没有经济意义的，因为它只会增加本管段的造价，而不会改变下游管段的造价。

综上所述，在有较大坡度的地区，管段直径由技术条件确定，计算方法如下。

i. 根据地形和管段两端节点处的埋深条件，计算期望坡度。

ii. 在管径未确定前, 先假定采用某管径最大充满度, 然后根据设计流量、期望坡度和最大充满度进行水利计算, 得出计算管径, 并选取略大于计算管径的标准管径。如果其最大充满度与计算的不符, 则应重新计算。

另一种确定管径的方法是采用污水管道直径选用图, 在该图中有已知的设计流量和坡度(分别作为横坐标和纵坐标)可以确定一个点, 根据该地区所处区域即可选定一个合适的管径。

iii. 依据设计流量、坡度和管径计算出管内实际的充满度和流速。

e. 地形平坦或由反坡地区的管段设计 当管道铺设地点地形比较平坦甚至是反坡时, 管径选择的问题要复杂一些。因为对于给定设计流量的某一管段而言, 若选择较小的管径则本段造价较低, 但需要较大的铺设坡度, 因而使下游管段埋深增加, 造价提高; 若选择较大的管径则本段造价较高, 铺设坡度可以降低, 因而减小下游管段埋深, 可以降低它们的造价。

所以, 平坦或反坡地区管段设计不但要考虑规范规定的最小流速、最大充满度等技术要求, 同时还要认真考虑经济性问题。而实际工程中, 多数情况为平坦或反坡地区管段设计问题。

平坦或反坡地区管段设计也有一定的规律可循。首先, 可以由技术条件确定一个最大可用管径, 根据水力分析可知, 在一定的设计流量下, 采用较大的管径可以降低坡度要求, 但当管径大到一定值时, 管内流速将小于规范要求的最小流速, 管径再加大时, 为满足最小流速要求必须加大水力坡度, 显然是不经济的。通过计算可以列出不同设计流量范围内的最大管径供设计参考。

另外, 工程统计资料表明, 对污水管道的造价影响最大的是埋深因素, 相比之下管径增加造成的管材费用增加较小, 特别是对控制下游管段埋深的管网前端管段以及管径较小的管段, 它们管径加大所增加的材料费用对总造价影响很小, 而它们的坡度变化对本管段和下游管段造价的影响是显著的。因此, 这类管段一般应采用最大管径。

最后，对于管网末端管段或设计流量较大的管段，可以采用最大管径和比它们小的标准管径，但一般也只需要考虑小 1~3 级的标准管径，因为当管径小太多时，坡度会显著增加，显然是不经济的。此时，管径设计必须进行一定的方案技术经济比较，或采用优化设计手段。

上述平坦或反坡地区管段设计的特点，可以结合污水管道直径选用图进行考虑。根据设计流量在该图中确定一个横坐标，该坐标处垂直线首先与较小坡度处与某管径最小流速线相交，该管径即为最大可用管径，随着坡度增加，该垂直线将逐一与较小管径的最大充满度线相交，这些管径从技术上都是可用的，但当管径太小时，坡度显著增加是不经济的。

通过上述方法确定管径后，坡度也随之确定了。最后，还要根据流量、管径和坡度计算管内充满度和流速，计算方法同前。

f. 管段衔接设计 排水管网设计除了确定每个管段的直径和铺设坡度外，还有一项重要内容就是处理好各管段之间的衔接。衔接设计是由上游管段向下游管段进行的，首先是根据上节所述方法确定管段起点埋深，对于非起点管段，应确定它与上游管段的衔接关系，即根据具体情况选用衔接方法（水面平接和管顶平接，见图 2-2），以确定本管段的起点埋深；然后用本管段设计确定的管径、坡度、充满度等以及管段长度，推求本管段的终端埋深，作为下游管段的衔接条件。

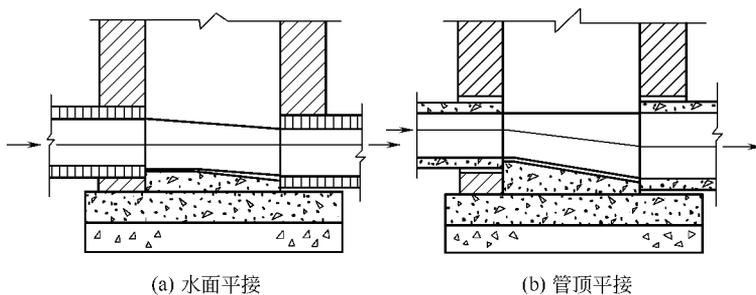


图 2-2 污水管的衔接方式

g. 水力计算时应注意的问题 首先要仔细研究管道系统的控制点位置，以便确定管网系统的埋深。这些控制点常位于本区的最远或最低处，它们的埋深控制该地区污水管道的最小埋深。各条管道的起点、低洼地方的个别街坊和污水出口较深的工业企业或公共建筑都是研究控制点的对象。

水力计算由上游逐段向下游顺序进行。一般情况下，随着设计流量逐段增加，设计流速也应相应增大。只有当坡度大的管道接到坡度小的管道时，下游管段的流速已大于 1m/s （陶土管）或 1.2m/s （混凝土、钢筋混凝土管道）的情况下，设计流速才允许减小。设计流量逐段增加，设计管径也应逐段增大，但当坡度小的管道接到坡度大的管道时，管径可以减小，但缩小的范围不得超过 $50\sim 100\text{mm}$ 。

⑥ 工程设计图纸的绘制 根据管道定线的结果，绘制污水管渠系统平面污水管道的纵剖面图反映管道沿线的高程位置，它是和平面图相对应的，图上用单线条表示原地面高程线 and 设计地面高程线，用双竖线表示检查井，图中还应标出沿线支管接入处的位置、管径、高程；与其他地下管线、构筑物或障碍物交叉点的位置和高程；沿线地质钻孔位置和地质情况等。在剖面图的下方有一表格，表格中列有检查井号、管道长度、管径、坡度、地面高程、管内底高程、埋深、管道材料、接口形式和基础类型等。有时也将流量、流速、充满度等数据标明。采用比例尺，一般横向 $(1:500)\sim(1:9000)$ ，纵向 $(1:50)\sim(1:200)$ ，对工程量较小，地形、地物较简单的污水管网，亦可不绘制纵剖面图，只需要将管道的直径、坡度、长度、检查井的高程以及交叉点等注明在平面图上即可。

(2) 合流制管渠系统的设计 合流制管渠的设计步骤从定线到检查井编号基本同污水管渠的设计，只是在计算流量时分两种情况。

① 第一个溢流井上游管渠的设计流量为

$$Q = Q_5 + Q_g + Q_y \quad (2-18)$$

式中， Q_5 为设计生活污水量； Q_g 为设计工业废水量； Q_y 为设计雨

水量。

② 溢流井下游管渠的设计流量为

$$Q = (n+1)Q_h + Q_1 + Q_2 \quad (2-19)$$

式中， n 为截流倍数； Q_h 为旱季流量，即 $Q_h = Q_s + Q_g$ ； Q_1 为溢流井下游排水面积上的雨水设计流量； Q_2 为溢流井下游排水面积上的旱流量。

各合流管段的设计流量计算完成后，即可进行水力计算和图纸绘制，过程同雨水管渠设计。

(四) 排水管网系统的水力计算

(1) 污水管渠的水力计算 污水管渠的水力计算采用公式为

$$Q = Av \quad (2-20)$$

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad (2-21)$$

式中， Q 为设计流量； A 为水流的有效断面面积； v 为流速； n 为粗糙系数； R 为水力半径； i 为水力坡降。

(2) 污水管渠按排满流设计

① 最小管径与最小坡度 街道污水管最小管径为 300mm，相应的最小坡度为 0.003；街坊内污水管最小管径为 200mm，相应的最小坡度为 0.004。

② 最大流速与最小流速 金属管最大流速为 10m/s，非金属管为 5m/s；在设计充满度下的最小流速为 0.6m/s。

③ 最大设计充满度 如表 2-3 所示。

表 2-3 污水管渠最大设计充满度

管径或渠高/mm	最大设计充满度	管径或渠高/mm	最大设计充满度
200~300	0.55	500~900	0.70
350~450	0.65	≥1000	0.75

④ 覆土 在车行道上最小覆土为 0.7m，最大一般不宜大于 6m，在满足连接等各方面要求的前提下，较理想的覆土深度为 1~

2m。有冰冻时，管内底可埋设在冰冻线以上 0.15m。

⑤ 连接 管道在检查井内连接，一般采用管顶平接，不同管径之间也可采用设计水面平接。不管采用什么连接方式，在任何情况下，下游管内标高不得高于上游管内底标高。

⑥ 非计算管段 流量很小又较平坦的上游支管，可采用非计算管段，即最小管径并按最小坡度控制。

计算步骤如下。

① 从管道平面布置图上量出每一设计管段的长度。

② 将各设计管段的设计流量列入水力计算表中。

③ 计算各设计管段的地面坡度。

④ 根据设计流量和一般规定，查水力计算图表，求得各管段的管径、坡度、流速和充满度。

⑤ 计算各管段的降落量和管内水深。

⑥ 根据确定的管渠起点埋深，计算第一条管渠的上下游管内底标高及埋深。

⑦ 根据管渠在检查井内的连接方式，计算各下游管段的管内底标高和埋深。

(3) 合流管渠的水力计算 合流管渠的水力计算基本同雨水管渠系统，只是在计算设计流量时应加上旱流量，一般认为，旱流量可以取平均日生活污水量和最大生产班内的平均日工业废水量之和，当旱流量不足雨水量的 5% 时可以忽略不计；但在要求较高的地区，旱流量也可以取最大时生活污水量和最大生产班内的最大时工业废水量之和。

① 一般规定合流管渠按满流设计 最小管径与最小坡度、最小流速、最大流速、覆土、连接等规定同雨水管渠。

② 计算步骤

a. 从管道平面布置图上量出每一设计管段的长度。

b. 计算各设计管段的汇水面积并列入水力计算表中。

c. 计算第一个溢流井以前各管段的设计流量。

d. 计算各设计管段的地面坡度，将管段上下游地面标高列入

水力计算表。

e. 根据设计流量和一般规定，查水力计算图表，求得各管段的管径、坡度、流速和管道的输水能力。

f. 计算各管段的降落量。

g. 根据确定的管渠起点埋深，计算第一个溢流井以前各管渠的上下游管内底标高及埋深。确定系统的截流倍数 $1\sim 5$ ，计算第一个溢流井后各管渠的设计流量，由此再开始下游管段的水力计算。

h. 旱流校核：应使旱流时的流速满足管渠最小流速的要求，当不满足这一要求时，可考虑修改管径和坡度，或改变管渠截面形式，或增设冲洗设施。

(4) 管材、附属构筑物

① 混凝土管和钢筋混凝土管 这是最常用的排水管道，可在工厂预制，也可在现场浇制。管口通常分承插式、企口式和平口式。混凝土管的管径一般小于 400mm ，长度多为 1m ；管径大于 400mm 时通常加配钢筋，制成钢筋混凝土管。

② 陶土管 陶土管通常在工厂预制，可分为无釉、单面釉和双面釉的陶土管，管口有承插式和平口式两种。管径一般小于 600mm ，长度 $400\sim 800\text{mm}$ 。特别适用于排除酸碱性废水，或管外有侵蚀性地下水的排水管道。

③ 金属管 金属管在排水系统中应用较少，只有在泵房出水管、倒虹管，或地震烈度大于 8 度、地下水位高、流沙严重以及对渗漏要求特别高的地区才采用铸铁管或钢管。

④ 石棉水泥管 石棉水泥管分高压管和低压管两种，高压管用于压力管道，低压管用于自流管道。管口为平口式，用套管连接。管径在 $50\sim 600\text{mm}$ 之间，长度在 $2.5\sim 4\text{m}$ 之间，在排水管网工程中尚未大量采用。

⑤ 排水渠道 当排水管道直径大于 $1.5\sim 2\text{m}$ 时，通常在现场建造大型排水渠道。常用的建筑材料有砖、石、混凝土块、钢筋混凝土块和钢筋混凝土等。

⑥ 附属构筑物 排水管网上的附属构筑物包括检查井、跌水井、倒虹管、雨水口、溢流井、排出口等。

a. 检查井 排水系统中设置检查井，主要用于连接管渠和定期检查疏通。检查井通常设在管渠交汇、转弯、尺寸或坡度改变、跌水以及相隔一定距离的直线管渠上。

检查井一般采用圆形，由井底、井深和井盖三部分组成，建筑材料主要有混凝土、砖、石或钢筋混凝土，检查井的主要类型见图 2-3。

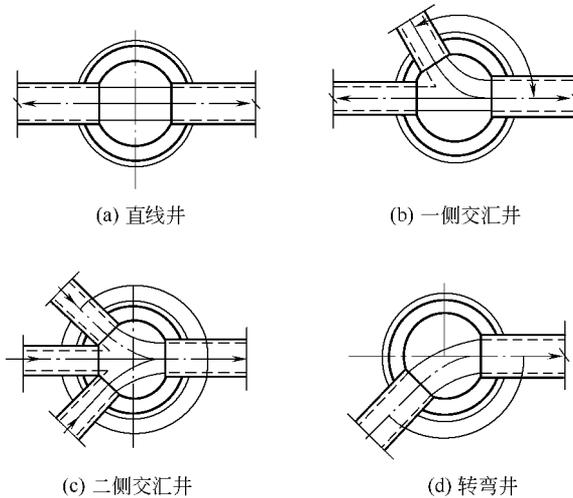


图 2-3 检查井的主要类型

b. 跌水井 跌水井是设有消能设施的检查井，一般当上下游管渠的底标高跌落差大于 1m 时设置。跌水井通常有两种形式：竖管式的（见图 2-4）和溢流堰式。前者适用于管径小于或等于 400mm 的管道，一般落差不宜大于 4m。后者适用于 400mm 以上的管道，跌水方式与主要尺寸应通过水力计算求得。

c. 倒虹管 当排水管网遇到河流、洼地或地下构筑物等障碍物时，不能按原有的坡度埋设时，必须设置倒虹吸管。倒虹吸管由进水井、下行管、平行管、上行管和出水井组成。倒虹吸管应尽量

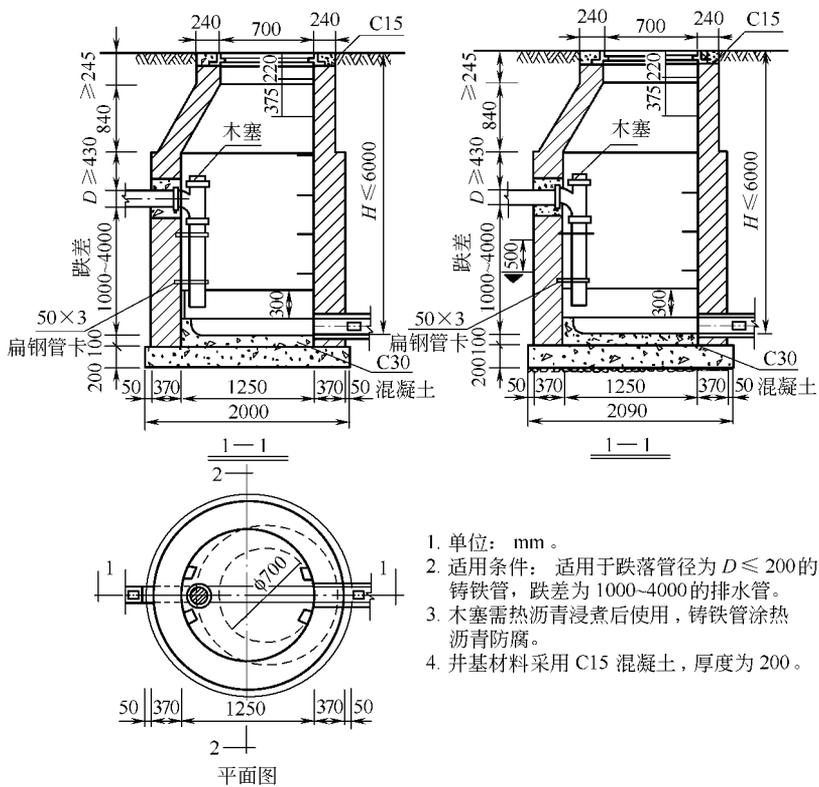


图 2-4 竖管式跌水井

与障碍物正交, 并设在地质条件较好处。

倒虹管工作管线一般不少于两条, 当流量较小时, 其中一条可作为备用。为防止堵塞, 倒虹管内流速一般采用 $1.2 \sim 1.5 \text{ m/s}$, 最小不宜低于 0.9 m/s , 否则应增加冲洗设施。倒虹管应采用金属管, 最小管径 200 mm , 上下游水位高差除克服水头损失外, 需有 $0.1 \sim 0.2 \text{ m}$ 的安全水位差。

d. 溢流井 溢流井是合流管渠系统中十分重要的构筑物, 主要用来溢流没有被转输至下游的混合污水 (含污水和雨水)。在没有设溢流污水调节池的系统中, 通过溢流井溢出的混合污水直接排

入水体，因此在设置溢流井时必须充分考虑溢流污水的污染程度，溢流口位置的选择必须经环保部门同意。

溢流井分截流槽式、溢流堰式和跳越堰式三种，通常用砖或钢筋混凝土制成，溢流井的结构和大小应通过水力计算确定。

e. 出水口 排水管网的出水口位置和形式，应根据污水水质、下游用水情况、接纳水体水位、水流方向以及地形地质状况等因素确定。出水口与水体岸边连接处应采取防冲和加固措施，并应征得有关部门的同意。

污水管渠的出水口一般采用淹没式，以便污水与水体较好地混合，必要时污水出水口可以长距离分散伸入水体，以便混合更充分，但必须同时征得航运部门的同意。雨水出水口可以采用淹没式，其底标高最好在水体最高水位以上，一般在常水位以上，以避免水体倒灌。图 2-5 为一字淹没式出水口。

二、排水管网工程设计说明书的编制

说明书编制内容如下。

（一）概述

（1）设计依据 说明设计任务书的内容，设计的主要要求。简要说明厂内主要辅助建筑物（如化验室、药剂仓库、办公室、值班室、辅助车间及福利设施等）的建筑面积及其使用功能，厂内给水、排水、道路、绿化等设计。

（2）主要设计资料 资料名称、来源、编制单位、日期。

（3）城市概况（或区域概况）及自然条件 建设现状、总体规划分期修建计划及其有关情况。概述地形、工程地质、水文地质、气象、水文等有关情况。

（4）现有排水工程概况 现有污水、雨水管（渠）、泵站、处理厂的水量、位置、处理方法、设施的利用情况，工业废水处理程度，环境污染情况，积水情况以及存在的问题。

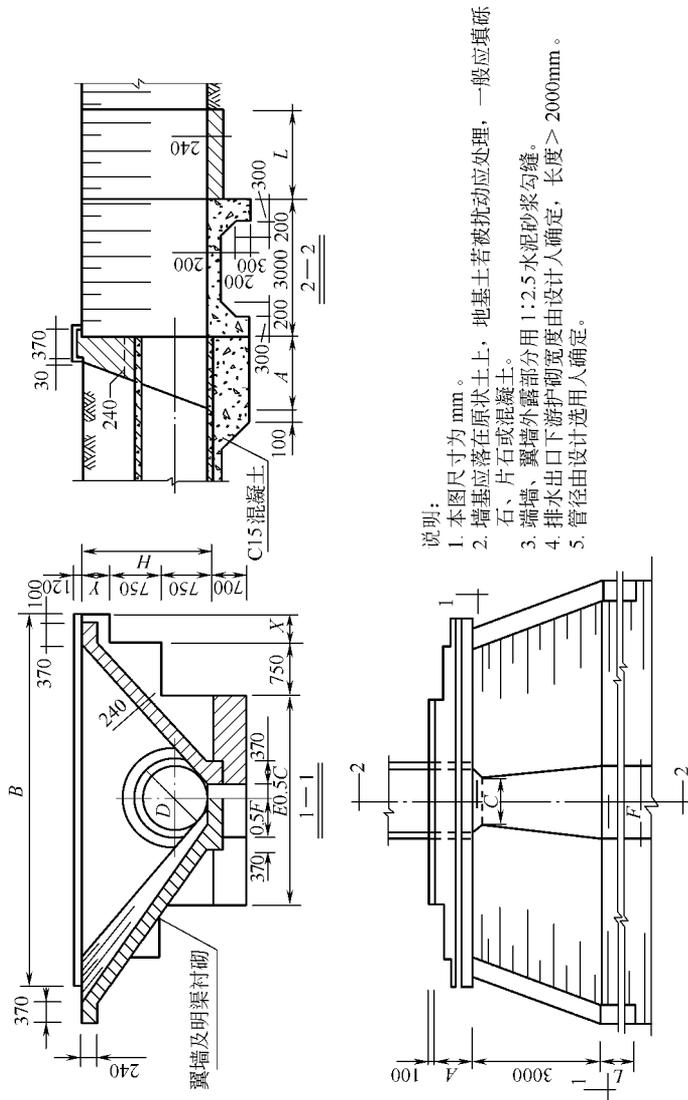


图 2-5 一字淹没式出水口

（二） 工程设计

（1） 汇总与说明 汇总各工业企业内部生产污水、生产假定净水和生活污水的水量、水质，说明住宅区的生活污水量和确定生活污水量定额和变化系数的理由。并综合说明近、远期总排水量及工程分期建设的确定。说明雨水设计采用的雨量公式、集水时间、重现期、径流系数等设计参数的依据。

（2） 天然水体 说明排水区域内天然水体的名称、卫生情况、水文情况（包括代表性的流量、流速、水位和河床性质等）、现在使用情况及当地环境保护部门对水体的排放要求。

（3） 排水系统选择 根据总体规划、分期建设、当地天然水体、雨水量、污水量、水质等资料，结合城市排水现状，提出几个可能的排水系统方案，进行技术经济比较，论证方案的合理性和先进性，择优推荐方案，列出方案的系统示意图。

（4） 雨水管（渠）设计 说明雨水管（渠）系统布置原则及其采用材料、干管（渠）走向、长度、主要尺寸、基础处理、接口形式和最小流速，并说明管（渠）的特殊构筑物设计，如倒虹吸管的管材、直径、长度、布置等，明渠跌水处理，泵站站址选择、排水能力、水泵电机的选型、配置、尺寸及结构形式等。

（5） 污水管（渠）设计 说明布置原则；走向、长度、直径（断面）、埋设深度、管（渠）材料，基础处理、接口形式及最小流速；特殊附属构筑物设计；中途泵站站址的选择，紧急排出口等问题布置，排水能力，水泵电机的选型和配置、尺寸及结构形式等。

（三） 人员编制及经营管理

- （1） 提出需要的运行、管理机构及其职工编制的建议。
- （2） 提出年总成本费用，并计算每立方米污水处理成本。
- （3） 提出安全措施。

(四) 下阶段设计要求

- (1) 提出设计存在的问题和解决办法的建议。
- (2) 提出施工图设计阶段需要的资料和勘测要求。

(五) 说明书内容组织

根据水力计算的最终结果，即管段的埋深、纵坡、高程等，绘制管段的纵断面图。纵断面图的绘制可根据设计的要求绘制。

第三章 污水管网工程的 施工管理

第一节 施工准备

城市排污管道的施工要针对不同的周边环境、不同的地区、不同的地质条件和不同的季节，采用与实际情况相适应的施工方案，才能保证低成本、高效率、高质量地完成任务。施工准备，指工程项目和前期准备工作已经落实，在开工前进行的筹划和技术准备工作。

一、开工手续

开工前应向地方主管部门办理施工前的申报与审批手续。

二、认真学习设计文件

施工单位在认真学习、阅读设计文件的基础上，开工前应由设计单位进行设计交底。当施工单位发现施工图有错误时，应及时向设计单位提出修改变更设计的要求。

三、施工现场的调查

排水管道施工前应根据施工需要进行调查研究，充分掌握管道

沿线部门的有关资料。

(1) 现场地形、地貌、建筑物，各种管线和其他设施的情况，包括基础位置、高程、地基状况、基础结构等。

(2) 工程地质和水文地质资料，包括土的分类，物理学性能，地下水流向，静水位及季节变化，不同土层厚度及其渗透系数，抽水影响半径等。在地表水水体或岸边施工时还应掌握河湖的季节水位、流速、流量、浪高等资料。

(3) 气象资料，包括施工前的最高气温、最低气温、日温差、气温的季节变化，最大风力及其出现的季节等。

(4) 工程用地，交通运输及排水条件，包括设计范围内的工程建设用地和施工临时用地的拆迁情况和使用条件；交通条件指陆上、水上交通情况及修筑道路、桥梁的条件。排水条件指地面坡度、径流方向、雨水、地下水的排泄地点等条件。

(5) 施工供水、供电条件；水源、电源引接点位置。

(6) 工程材料、施工机械供应条件。要掌握主要材料的供应时间与数量，施工机械则应了解主要施工机械的性能及其供应条件。

(7) 结合工程特点和现场条件的其他情况和资料。

四、施工组织设计的编制

排水管道工程施工前应编制施工组织设计。施工组织设计的内容主要包括：工程概况、施工部署、施工方法、材料、主要机械设备的供应，保证质量、安全、工期、降低成本和提高经济效益的技术组织措施、施工计划，施工总平面图以及周围环境的保护措施等，对主要施工方法应分别编制施工设计。

五、施工测量精度与测量标志的核实

由于地面沉降、地震或以往竣工资料的精确度不够等，往往造成原始测量数据的变动，因此施工测量应符合下列规定。

- (1) 施工前，建设单位应组织有关单位进行现场交桩。
- (2) 临时水准点，管道轴线控制桩，高程桩，应经过校核方可使用，并应经常校核。
- (3) 临时水准点和管道轴线控制桩的设置应便于观测且必须牢固，并应采取保护措施。开槽铺设管道的沿线临时水准点每 200m 不宜少于 1 个。
- (4) 已建管道、构筑物等与本工程衔接的平面位置和高程，开工前应校测。
- (5) 施工测量的允许偏差，应符合表 3-1 规定。

表 3-1 施工测量的允许偏差

项 目		允许偏差
水准测量高程闭合差	平地	$\pm 20 \sqrt{L}(\text{mm})$
	山地	$\pm 6 \sqrt{n}(\text{mm})$
导线测量方位角闭合差		$\pm 40 \sqrt{n}(\prime)$
导线测量相对闭合差		1/3000
直接丈量测距两次校差		1/5000

注：L 为水准测量闭合路线的长度，km；n 为水准或导线测量的测站数。

第二节 沟槽开挖与回填

一、施工排水

施工排水的目的：一是防止沟槽开挖过程中地面水流入沟槽内，造成槽壁塌方、漂管事故；二是开挖沟槽前使地下水水位降低至沟槽槽底地基基面以下不小于 0.5m，以保证槽底始终处于疏干状态，地基不被扰动。为此，施工前需进行地面排水及沟槽排水的设计。

地面排水：利用开挖的土在槽边建成土堤，并根据地形开挖排水沟，将水引入河道或排水管道内。

沟槽排水：可采用明沟排水或人工降低地下水水位法排水。

（一）明沟排水

应保证沟槽边坡的稳定和地基不被扰动，一般用于挖深较浅，地下水水量不大，土质较好的沟槽。其排水体系由排水沟、排水井、水泵构成。

1. 水井的构造

采取明沟排水施工时，排水井宜布置在沟槽范围以外，其间距不宜大于 150m，排水井的井壁宜加支护，当土层稳定，井深不大于 1.2m 时可不加支护；当排水井处于细砂、粉砂或轻亚黏土等土层时，应采取过滤或封闭措施，封底后的井底高程应低于沟槽槽底，且不宜小于 1.2m，排水井的井壁，一般采用木板支荆笆或混凝土板等材料支护，井的直径或宽度不宜小于 0.8m，槽底铺以 10~15cm 厚的荆笆封底压卵石过滤层。

2. 排水沟的构造

排水沟的深度不宜小于 0.3m，坡度不应小于 3%，沟槽开挖至设计高程后，宜采用盲沟排水，当盲沟排水不能满足排水量要求时，宜在排水沟内埋设管径为 150~200mm 的排水管，排水管接口处应留缝，排水管两侧和上部宜用卵石或碎石回填。

3. 明沟排水体系的建造

开挖地下水水位以下的土方前，应先建排水井，配合沟槽的开挖，排水沟应及时开挖及降低深度，排水沟的深度不宜小于 0.3m，施工排水系统排出的水，应输送至抽水影响半径范围以外，不得影响交通。

4. 明沟排水体系的维护

应保持排水沟流水断面畅通、稳定，进水口处应随时加固，防

止塌槽，应有备用设备与电源，抽水不得停断，保证地下水水位始终在地基基面以下不小于 0.5m，排水管、盲沟及排水井的结构布置及排水情况应做施工记录。

（二）井点降水法

根据土质、涌水量来降低水位深度，可选用单层轻型井点、多层轻型井点、喷射井点、电渗井点、管井井点、深井井点等，各类井点的适用范围如表 3-2。

表 3-2 各类井点的适用范围

井点类别	土层渗透系数/(m/24h)	降低水位深度/m
单层轻型井点	0.1~50	3~6
多层轻型井点	0.1~50	2~6(由井点层数而定)
喷射井点	0.1~2	8~12
电渗井点	<0.1	根据选用的井点确定
管井井点	20~200	3~5
深井井点	10~250	>15

注：本表引自《地基与基础工程施工及验收规范》(GBJ 202—83) 第 2.1.1 条。

1. 轻型井点施工与试运行

（1）准备

- ① 按施工总体布置平面图清理场地，修建临时道路。
- ② 组装井点管，将井点管的井壁管、滤管、冲头、封堵组装。
- ③ 放线，挖冲孔排水槽，排水槽比井点管管顶设计高程低 20cm，槽宽 0.6~0.8m。

（2）冲孔 井点孔施工可用冲沉法、钻孔法、套管法或振动水冲法施工。

① 冲沉法 将冲水管对准点位，垂直插入井点孔，边冲边抽拔，边旋转并保持冲水管垂直，调整水压和沉入速度，保证冲孔直径达到设计要求，冲水压力可先从 0.2MPa 开始，然后逐渐升压，待冲沉至滤管底部达到设计高程以下 50cm 时，冲水管停止下沉，当冲水管固定后再冲洗片刻，将底部泥浆随水冲出，切断水源后，迅速垂直拔出冲水管，随即将井点管对准井孔中心垂直插入，当井

点管到达设计高程后，将井点管固定，并将井点管管顶临时封堵，此刻在井点管四周均匀分层填灌滤料（粗砂、砂砾、豆石等按土层需要配制），其厚度为 10~15cm 处，不同滤料的填灌高度、数量随时与计算填料数量核对，允许误差为±5%，当滤料填至原地下水水位以上 0.5m 处，改填普通土，至地表以下 1.0m 时改填黏土捣实封固，黏土的封填高度不得小于 0.8m。

② 钻孔法、套管法、振动水冲法 钻孔法是先钻孔，孔径为 30~40cm，成孔深度比设计井点管底高程低 50~100cm，成孔后下井点管，然后填滤料，封堵。

套管法是在水冲或钻孔时，下套管，其直径应能满足规范要求，然后在套管中下沉井点管，填滤料后拔套管，封填黏土，该法优点是可防止坍孔，滤料厚度填灌均匀，井点管定位准确。

振动水冲法，可降低冲水压力，对坚硬土质更具优势。

(3) 检测 当井点管用黏土封堵完成后，将管顶临时封堵打开，向井点管灌水，当清水灌入后迅速下渗，证明井点成孔成功，填滤料时，管中泥水上溢，即显示滤网有效。

(4) 接透明软管 检测完成后将透明弯管端接到井管上，另一端甩向集水干管连接管的接口方向，并临时封堵。

(5) 组装集水干管和机组 集水干管可按 1‰~2‰ 的纵坡铺设，为充分发挥井点机组的降水效率，集水干管的高程应尽量降低，且就位于水泵进水口的最高点，水泵机组安装于一组井点的中部。

(6) 整组井点运行 完成一组井点施工后，将透明软管与集水井管的接口及闸门接好，经单井试抽合格后，进行整组井点试运行。

(7) 轻型井点施工质量要求

① 井点孔的直径应为井点管外径加 2 倍管外滤层厚度，滤层厚度宜为 10~15cm，井点孔应垂直，其深度应大于井点管所需深度，超控部分应用滤料回填。

② 井点管安装应居中，并保持垂直，填滤料时，应对井点管口临时封堵，滤料应沿井点管四周均匀灌入，灌填高度不应高出地下水静水位。

③ 轻型井点的集水总管底面及水泵基座的高程宜尽量降低，滤管的顶部高程，宜为井管处设计动水位以下不小于 0.5m。

④ 井壁管长度的允许偏差为 $\pm 100\text{mm}$ ，井点管安装高程的允许偏差为 $\pm 100\text{mm}$ 。

2. 井点降水系统的管理与维护

(1) 井点系统的管路连接严密，无渗水漏气现象。

(2) 施工排水系统排出的水，应输送至抽水影响半径范围以外，不得影响交通且不得破坏道路、农田、河岸及其他构筑物。

(3) 在施工排水过程中不得间断排水，并应对排水系统经常检查和维护，当管道未具备抗浮条件时，严禁停止排水。

(4) 施工排水终止抽水后，排水井及拔除井点管所留的孔洞应立即用砂、石等材料填实，地下水静水位以上部分，可用黏土填实。

(5) 冬季施工时，排水系统的管路应采取防冻措施，停止抽水后应立即将泵体及进出水管内的存水放空。

二、沟槽开挖

(一) 开挖前的准备

(1) 由于地面沉降、地震或竣工资料精确度差，仅靠档案资料确定测量基点或已建地下建筑物的位置，往往造成完工后不能衔接的质量事故，故开挖前应根据规划、勘探部门提供的资料，进行现场调查以查明如下情况。

① 施工期间地下水水位、土质情况。

② 地上、地下构筑物分布状况，并与有关部门洽谈处理方案。

③ 与已建管道、构筑物的衔接位置与高程。

(2) 制订土方开挖、调运方案及沟槽降水，支撑等安全措施。

(3) 根据设计图纸已查明的地下建筑、构筑物分布状况，在地面上划出开挖轮廓线，并对地下建筑、构筑物做出标记，开挖时应请有关的管理单位现场监视。

(二) 土方开挖

1. 沟槽底宽的确定

管道沟槽底部的开挖宽度，宜按下式计算。

$$B = D_1 + 2(b_1 + b_2 + b_3)$$

式中 B ——管道沟槽底部的开挖宽度，mm；

D_1 ——管道结构的外缘宽度，mm；

b_1 ——管道一侧的工作面宽度（见表 3-3），mm；

b_2 ——管道一侧的支撑厚度，一般可取 150~200mm；

b_3 ——现场浇筑混凝土或钢筋混凝土管渠一侧模板的厚度，mm。

表 3-3 管道一侧的工作面宽度/mm

管道结构的外缘宽度 D_1	管道一侧的工作面宽度 b_1	
	非金属管道	金属管道
$D_1 \leq 500$	400	300
$500 < D_1 \leq 1000$	500	400
$1000 < D_1 \leq 1500$	600	600
$1500 < D_1 \leq 3000$	800	800

2. 沟槽断面的确定

沟槽开挖断面依土质、挖深、地下水位、管道结构、挖掘方法及季节选定。当土质条件良好，土质均匀，地下水位低于沟槽底面高程，且开挖深度在 5m 以内边坡不用支撑时，边坡最陡坡度应按表 3-4 规定。

表 3-4 在 5m 以内的沟槽边坡的最陡坡度

土的类别	边坡坡度(高:宽)		
	坡顶无荷载	坡顶有荷载	坡顶有动载
中密的砂土	1:1.00	1:1.25	1:1.50
中密的碎石类土(填充物为砂土)	1:0.75	1:1.00	1:1.25
硬塑的轻亚黏土	1:0.67	1:0.75	1:1.00
中密的碎石类土(填充物为黏性土)	1:0.50	1:0.67	1:0.75
硬塑的亚黏土、黏土	1:0.33	1:0.50	1:0.67
老黄土	1:0.10	1:0.25	1:0.33
软土(经井点降水后)	1:1.00	—	—

3. 沟槽开挖的有关规定

(1) 人工开挖沟槽的槽深超过 3m 时, 应分层开挖, 每层的深度不宜超过 2m。

(2) 人工开挖层沟槽的层间留台宽度: 放坡开槽时不应小于 0.8m, 直槽时不应小于 0.5m, 安装井点设备时不应小于 1.5m。

(3) 采用机械挖槽, 沟槽分层的深度应按机械性能确定。

(4) 沟槽每侧临时堆土或施加其他荷载时, 应符合下列规定。

① 不得影响建筑物, 各种管线和其他设施安全。

② 不得掩埋消火栓、管道闸阀、雨水口、测量标志及各种地下管道的井盖, 且不得妨碍其正常使用。

③ 人工挖槽时, 堆土高度不宜超过 1.5m, 且距槽口边缘不宜小于 0.8m。

(5) 机械挖槽开挖时, 应在设计槽底高程以上保留一定余量, 避免超挖, 余量由人工清挖。

(6) 距电线 1.0m 处严禁机械开挖。

(7) 在街道、厂区、居民区开挖, 应在沟槽两端设立警告标志, 沟槽侧边也设护栏, 悬挂红灯(间距 30m/对)。

(8) 当下步工序与本工序不连续施工时, 槽底应预留保护层不挖, 待下步工序开工时再挖。

(9) 挖土机在架空高压线附近作业时应符合表 3-5 规定。

表 3-5 挖土机与架空输电导线的安全距离

输电导线电压/kV	允许沿输电导线垂直方向最近距离/m	允许沿输电线水平方向最近距离/m
<1	1.5	1.0
1~15	3.0	1.5
20~40	4.0	2.0
60~110	5.0	4.0
220	6.0	6.0

4. 雨、冬季开挖沟槽

(1) 冬季施工应制订开挖方案与防冻措施，防止槽底及沟槽内暴露出的通水管道受冻。

(2) 雨季施工，应事先做出雨水排除措施，防止泡槽。

(三) 沟槽开挖质量标准

(1) 不扰动天然地基或地基处理符合设计要求。

(2) 槽壁平整，边坡坡度符合施工设计规定。

(3) 沟槽中心线每侧的净宽，不应小于管道沟槽底部开挖宽度的一半。

(4) 槽底高程的允许偏差：开挖土方时为 $\pm 20\text{mm}$ ，开挖石方时为 $+20\text{mm}$ ， -200mm 。

(四) 槽底地基局部超挖与扰动的处理措施

(1) 干槽超挖 15cm 以内，可用原土回填压实，压实度不低于原天然地基。

(2) 干槽超挖大于 15cm、小于 100cm 可用石灰土分层压实，其相对密度不应低于 95%。

(3) 槽底有地下水或地基含水量大，扰动深度小于 80cm 时，可满槽挤入大块石，块石间用级配砂砾填严，块石挤入深度不应小于扰动深度的 80%。

(4) 槽底无地下水的松软地基，局部回填的坑、穴、井或挖掉的局部坚硬地基，可先将其挖除，然后用天然级配砂砾、白灰土或可压实的黏砂、砂黏类土分层压实回填，压实度不应小于 95%，处理深度不宜大于 100cm。

(5) 沟槽开挖局部遇有粉砂、细砂、亚砂及薄层砂质黏土，由于排水不利，发生地基扰动，深度在 80~200cm 时，可采用群桩处理，群桩可由砂桩、木桩、钢筋混凝土桩构成，桩长应比扰动深度长 80~100cm。当地基扰动深度大于 200cm，可采用桩处理，桩可用木桩、混凝土灌注桩或钢筋混凝土预制桩等构成承台基础处理。

三、沟槽支撑

开挖直槽（边坡坡度一般为 20:1）应及时支撑，支撑工程是事关施工安全的一项重要工程，支撑工程包括支撑、支护的设计施工、维护和拆除，对这些内容应精心设计，精心施工，以免槽壁失稳出现坍方，影响施工，甚至造成人身安全事故。

（一）支撑、支护

支撑、支护的设计，应根据沟槽的土质、地下水位、开挖深度以及管道沿线建筑物、构筑物现状进行设计。给排水管道沟槽，绝大多数采用撑板支撑，在土质条件差，地下水位高的地段有时采用钢板桩支撑，有的工程沟槽过宽或采用机械施工，施工机械难以运营时，采用灌注桩或土层锚杆支护，支撑的受力计算在此就不再详细说明了，可参考给排水设计手册。

1. 撑板支撑的构造要求

- (1) 撑板厚度不宜小于 50mm，长度不宜大于 4m。
- (2) 横梁或纵梁宜为方木，其断面不宜小于 150mm×150mm。
- (3) 横撑宜为圆木，其梢径不宜小于 100mm。
- (4) 每根横梁或纵梁不得少于 2 根横撑。

(5) 横撑的水平间距宜为 1.5~2.0m。

(6) 横撑的垂直间距不宜大于 1.5m。

2. 钢板桩的构造要求

(1) 钢板桩一般采用槽钢或拉森板桩，钢板桩的埋入深度应根据沟槽开挖深度、土质性质、施工周期、施工荷载、地面荷载及支撑布置等因素确定，埋入深度除保证板桩自身稳定外，还应确保沟槽不出现隆起或管涌现象。

(2) 钢板桩埋入深度除进行必要的验算外，尚应符合下式规定。

$$T = ah$$

式中， T 为入土深度； h 为沟槽深度； a 为经验系数。

钢板桩埋入深度经验系数如表 3-6 所示。

表 3-6 钢板桩埋入深度经验系数

沟槽深度 h/m	埋入深度经验系数 a	沟槽深度 h/m	埋入深度经验系数 a
<5	0.35	5~7	0.65

(3) 钢板桩排列有平行排列、间隔排列、口交口排列、密交口排列等，应根据土质、沟槽深度等选用。

(4) 钢板桩支撑侧水平间距：管节长度小于 2m 时，当采用平口管时不应大于 2.5m，采用钢筋混凝土承插口管时不应大于 3m。支撑侧垂直间距不应大于 2m。

(二) 支撑侧安装

(1) 撑板支撑应随挖土侧加深及时安装，在软土或其他不稳定土层中采用撑板支撑时，开始支撑侧沟槽开挖深度不得超过 1.0m，以后开挖与支撑交替进行，每次交替侧深度宜 0.4~0.8m，根据土质的不同，一般开始支撑的深度为：

密实、中密的砂土和碎石类土（填充物为黏性土）为 1.5m，坚硬的黏土为 2.0m。

(2) 沟槽支撑除根据土质、开挖深度等因素外，遇下列情况时

应当加强。

① 当沟槽挖深与建筑物地下管线或其他设施的水平距离较近时。

② 施工便桥的桥台部位。

③ 地下水排除措施不能疏干槽底土层时。

④ 雨季施工。

(3) 撑板安装应与沟槽壁紧贴,当有空隙时应填实,横排撑板应水平,立排撑板应垂直,密排撑板的对接应严密。

(4) 横梁纵深和横撑的安装应符合下列规定。

① 横梁应水平,纵深应垂直,且必须与撑板密贴连接牢固。

② 横撑应水平,并与横梁或纵深垂直且应支紧,连接牢固。

(5) 采用横排撑板支撑,当遇有地下钢管道或铸铁管道横穿沟槽时,管道下面的撑板上缘应紧贴管道安装,管道上面的撑板下缘距管道顶面不宜小于 100mm。

(6) 采用钢板桩支撑应符合下列规定。

① 钢板桩支撑可采用槽钢、工字钢或定型钢板桩。

② 钢板桩支撑按具体条件,可设计为悬臂、单锚或多层横撑的钢板桩支撑,并应通过计算确定钢板桩的入土深度和横撑的位置与断面。

③ 钢板桩支撑采用槽钢作横梁时,横梁与钢板桩之间的孔隙应采用木板垫实,并应将横梁和横撑与钢板桩联结牢固。

④ 支撑应经常检查,当发现支撑构件有弯曲、松动、移位或壁裂等迹象时,应及时处理,雨季及冬、春季冰冻时期应加强检查。

(三) 支撑的拆除

(1) 拆除支撑前应对沟槽两侧的建筑物、构筑物和槽壁进行安全检查,并应制定拆除支撑的实施细则和安全措施,拆除支撑时应符合下列规定。

① 采用排水沟与回填土的填筑高度配合进行,且在拆除后及

时回填。

② 采用排水沟的沟槽应从两座相邻排水井的分水岭向两端延伸拆除。

③ 多层支撑的沟槽应待下层回填完成后再拆除其上层槽的支撑。

④ 拆除单层密排撑板支撑时，应先回填至下层横撑底面，再拆除下层横撑；待回填至半槽以上再拆除上层横撑；一次拆除有危险时，宜采取替换拆撑法拆除支撑。

(2) 拆除钢板桩支撑时，应符合下列规定。

① 在回填达到规定要求后，方可拔除钢板桩。

② 钢板桩拔除后，应及时回填桩孔。

③ 回填桩孔时应采取措施填实，当用砂灌时，可冲水助泥，当控制地面沉降有要求时，宜采取边拔桩边注浆的措施。

四、沟槽的回填

(一) 沟槽回填前应具备的条件

给水排水管道施工完毕并经检验合格后，沟槽应及时回填，回填前应符合下列规定。

(1) 预制管铺设管道的现场浇筑混凝土基础强度接口抹带或预制构件现场装配的接缝水泥砂浆强度不小于 $5\text{N}/\text{mm}^2$ 。

(2) 现场浇筑混凝土管渠的强度应达到设计规定。混合结构的矩形管渠或拱形管渠，其砖石砌体水泥砂浆强度应达到设计规定，当管渠顶板为预制盖板时，并应装好盖板。

(3) 现场浇筑或预制构件现场装配的钢筋混凝土拱形管渠或其他拱形管渠应采取措施，防止回填时发生位移损伤。

(二) 沟槽回填材料的要求

(1) 槽底至管顶以上 50cm 范围内，不得含有机物，冻土以及

大于 50mm 的砖、石等硬块，在抹带接口处，防腐绝缘层或电缆周围，应采用细粒土回填。

(2) 冬季回填时管顶以上 50cm 范围以外可均匀掺入冻土，其数量不得超过填土总重的 15%，且冻块尺寸不得超过 100mm。采用石灰土、砂、砂砾等材料回填时，其质量要求按施工设计规定执行。

(三) 回填土的最佳含水量

回填土的含水量，宜按土类和采用的压实工具控制在最佳含水量附近。土的最佳含水量与相应的最大干密度，应采用标准击实的方法测定，当无试验资料时，可按表 3-7 选用。

表 3-7 各种土的最佳含水量和最大干密度参考值

土的种类	最佳含水量/(质量分数)	最大干密度/(g/cm ³)
砂土	8~12	1.8~1.88
亚砂土	9~15	1.85~2.08
粉砂	16~22	1.61~1.80
亚黏土	12~75	1.85~1.95
重亚黏土	16~20	1.67~1.79
粉质亚黏土	18~21	1.65~1.74
黏土	19~23	1.58~1.70

(四) 回填土每层的虚铺厚度和压实遍数

(1) 回填土的每层虚铺厚度，应按采用的压实工具和要求的压实度确定，对一般压实工具，铺土厚度可按表 3-8 选用。

表 3-8 回填土每层虚铺厚度

压实工具	虚铺厚度/cm	压实工具	虚铺厚度/cm
木夯、铁夯	≤20	压路机	20~30
蛙式夯、火力夯	20~25	振动压路机	≤40

(2) 回填土层的压实遍数，应按要求的压实度，压实工具虚铺厚度和含水量，经现场试验确定。

(五) 回填土压实施工的几项规定

(1) 沟槽回填时,应符合下列规定。

① 砖、石、木块等杂物应清除干净。

② 采用明沟排水时,应保持排水沟畅通,沟槽内不得有积水。

③ 采用井点降低地下水位时,其动水位应保持在槽底以下不小于 0.5m。

(2) 回填土或其他回填材料运入槽内时不得损伤管节及其接口,并应符合下列规定。

① 根据一层虚铺厚度的用量,将回填材料运至槽内,且不得在影响压实的范围内堆料。

② 管道两侧和管顶以上 50cm 范围内的回填材料应由沟槽两侧对称运入槽内,不得直接扔在管道上,回填其他部位时应均匀运入槽内,不得集中推入。

③ 需要拌和的回填材料,应在运入槽内拌和均匀,不得在槽内拌和。

(3) 沟槽回填土或其他材料的压实,应符合下列规定。

① 回填压实应逐层进行,且不得损伤管道。

② 管道两侧和管顶以上 50cm 范围内应采用轻夯压实,管道两侧压实面的高差不应超过 30cm。

③ 管道基础为土弧基础时,管道与基础之间的三角区应填实压实,管道两侧应对称进行,且不得使管位偏移或损伤。

④ 同一沟槽中有双排或多排管道的基础底面位于同一高程时,管道之间的回填压实应与管道与槽壁之间的回填压实对称进行。

⑤ 同一沟槽中有双排或多排管道但基础底面的高程不同时,应先回填基础较低的沟槽,当回填至较高基础底面高程后,再按前款规定回填。

⑥ 分段回填压实时,相邻段的连接应呈阶梯形,并不得漏夯。

⑦ 采用木夯、蛙式夯等压实工具时,应夯夯相连,采用压路机时,碾压的重叠宽度不得小于 20cm。

⑧ 采用压路机、振动压路机等机械压实时，其行驶速度不得超过 2km/h。

第三节 管道的安装与铺设

一、一般规定

(一) 管材的运输及保存

混凝土与钢筋混凝土管装卸运输中应加倍防止接口部位损伤，规定如下。

(1) 管及管件应采用兜身吊带或专用工具起吊，装卸时应轻装轻放，运输时应垫稳绑牢，不得相互撞击，接头应采取保护措施。

(2) 管节堆放宜选择使用方便、平整、坚实的场地，堆放时必须垫稳。

(二) 排管

管节、管件入沟前，应先按设计图纸标明的位置，按管道的走向摆放，摆放的位置应根据施工现场的交通条件，在施工中做出规划。

(三) 下管

1. 人工下管

(1) 贯绳法下管 适用于管径小于 300mm 的管材。

(2) 压绳法下管 适用于中小管径下管。

(3) 马道法下管。

2. 机械下管

采用汽车或履带式起重机，沿沟槽移动，将管节分别下入沟槽内，机械下管应注意以下几点。

(1) 起重机的行走道路应畅通、平坦。

(2) 起重持力架的支点应加木垫，使持力架支点所承担的力均匀传递到地面上，为维持沟槽的稳定，持力架支点距槽边的最小距离不少于 1m。

(3) 起重机与架空输电线路的距离应符合当地电业管理部门的规定。

(4) 管节下入沟槽时，不得与槽壁支撑及槽下的管道相互碰撞；沟内运管不得扰动天然地基。

(四) 管道安装与铺设应遵守的一般原则

(1) 新建管道与已建管道连接时，必须先核查已建管道接口高程及平面位置后，方可开挖。

(2) 管道应在沟槽地基、管道质量检验合格后安装，安装时宜自下游开始，承接口朝向施工前进的方向。

(3) 合槽施工时，应先安装埋设较深的管道，当回填土高程与邻近管道基础高程相同时，再安装相邻的管道。

(4) 管道安装时应将管节的中心及高程逐节调整正确，安装后的管节应进行复测，合格后方可进行下一工序的施工。

(5) 管道安装时，应随时清扫管道中的杂物。

(6) 当地面坡度大于 18% 采用机械法施工时，施工机械应采取稳定措施。

(7) 安装柔性接口的管道纵坡大于 10% 或刚性接口管道，纵坡大于 36% 时，应采用防止管道下滑的措施。

(五) 雨期施工

雨期施工事先应做出雨水疏导方案，否则雨水极易流入沟槽内，轻则泥土流入管内，重则造成漂管事故，具体措施如下。

(1) 合理缩短开槽长度，及时砌筑检查井，暂时中断安装的管道及与河道相连通的管口应临时封堵，已安装的管道验收后应及时回填土。

(2) 做好槽边雨水径流疏导路线的设计，槽内排水及防止漂管

事故的应急措施。

(3) 雨天不宜进行接口施工。

(六) 冬季施工

(1) 非永冻土地区管道不得安放在冻结的地基上，管道安装过程中，应防止地基冻胀，可覆盖草帘等保温材料，或地基表面覆盖松土。

(2) 冬季施工管口表面温度低于 -3°C 时，进行木棉水泥及水泥砂浆接口施工时，应采取以下措施。

① 刷洗管口时宜掺盐水。

② 砂及水加热后拌和砂浆，其温度应符合表 3-9 规定。

③ 有防冻要求的素水泥砂浆接口，应掺食盐，掺量应按表 3-10 规定。

表 3-9 材料加热温度/ $^{\circ}\text{C}$

接口材料	加热材料	
	水	砂
水泥砂浆	≤ 80	≤ 40
石棉	≤ 50	—

表 3-10 食盐掺量

接口材料	(占水的质量%)		
	日最低温度/ $^{\circ}\text{C}$		
	$-5\sim 0$	$-10\sim -6$	$-15\sim -10$
水泥砂浆	3	5	8

④ 接口材料填充打实，抹平口，应及时覆盖保温养护。

二、管道的安装

(一) 稳管

(1) 管座分层清筑时，管座平基混凝土抗压强度应大于 $5.0\text{N}/\text{mm}^2$ ，方可进行安管。管节安装前应将管内外清洗干净，安装时应使管节内底高程符合设计规定，调整管节中心及高程时，必须垫稳，两侧应设撑杠，不得发生滚动。

(2) 采用管麻混凝土基础时，管节中心、高程复验合格后应及

时浇筑管麻混凝土。

(3) 管道暂时不接支线的预留孔应封堵。

(4) 陶管混凝土及钢筋混凝土管沿直线安装时，管口间纵向间隙应按表 3-11 规定。

表 3-11 管口间纵向间隙/mm

管 材 种 类	接口类型	管 径	纵 向 间 隙
混 凝 土 及 钢 筋 混 凝 土 管	平口、企口	<600	1.0~5.0
		≥700	7.0~15
	承插式甲型口	500~600	3.0~5.0
	承插式乙型口	300~1500	5.0~15
陶管	承插式接口	<300	3.0~5.0
		400~500	5.0~7.0

(5) 预应力、自应力混凝土管安装应平直，无隆起、突弯现象，沿曲线安装时，管口间的纵向间隙最小不得大于 5mm，接口转角不得大于表 3-12 规定。

表 3-12 沿曲线安装接口允许转角

管 材 种 类	管 径/mm	转 角/(°)
预 应 力 混 凝 土 管	400~700	1.5
	800~1400	1.0
自 应 力 混 凝 土 管	1600~3000	0.5
	100~800	1.5

(二) 混凝土管座、砂及砂石基础施工的规定

(1) 混凝土管座的横板，可一次或两次支设，每次支设高度宜略高于混凝土的浇筑高度。

(2) 清除模板中的尘渣、异物，核实模板尺寸。

(3) 管座分层浇筑时，应先将管座平基凿毛冲净，并将管座平基与管材相接触的三角部位，用同强度等级混凝土砂浆填满，捣实

后，再浇混凝土。

(4) 采用垫块法一次浇筑管座时，必须先从一侧灌注混凝土，当对侧的混凝土与灌注一侧混凝土高度相同时，两侧再同时浇筑，并保持两侧混凝土高度一致。

(5) 管座基础留变形缝时，缝的位置应与形接口相一致。

(6) 浇筑混凝土管座时，应留混凝土抗压强度试块。

(7) 砂及砂石基础材料应震实，应与管身和承口外壁均匀接触。

(三) 水泥砂浆抹带、填缝、勾缝接口施工规定

(1) 当采用水泥砂浆填缝及抹带接口时，落入管道内的接口材料应清除，管径大于或等于 700mm 时，应采用水泥砂浆将管道内接口纵向间隙部位抹平，压光，当管径小于 700mm 时，填缝后应立即抹平。

(2) 钢丝网水泥砂浆及水泥砂浆抹带接口前应将管口的外壁凿毛，洗净，当管径小于或等于 400mm 时，水泥砂浆抹带可一次抹成，当管径大于 400mm 时，应分两层抹成。

(3) 钢丝网端头应在浇筑混凝土管座时插入混凝土内在混凝土初凝前，分层抹压钢丝网水泥砂浆抹带。

(4) 抹带完成后，应立即用平软材料覆盖 3~4h 后洒水养护。

(5) 承插式甲型接口采用水泥砂浆填缝时，安装前应将接口部位清洗干净，插口进入承口后，应将管节接口环向间隙调整均匀，再用水泥砂浆填满，捣实，表面抹平。

(6) 水泥砂浆抹带及接口填缝时，水泥砂浆配合比应符合设计规定。设计无规定时，水泥砂浆配合比宜按表 3-13 规定。

表 3-13 水泥砂浆配合比

使用范围	质量配合比			使用范围	质量配合比		
	水泥	砂	水灰比		水泥	砂	水灰比
接口填缝	1	2.0	≤0.5	抹带	1	2.5	≤0.5

(四) 管道安装与铺设的质量标准

(1) 承插式口，套环口、企口应平直，环向间隙均匀，填料密实，饱满，表面平整，不得有裂缝现象。

(2) 钢丝网水泥砂浆抹带接口应平整，不得有裂缝、空鼓等现象，抹带宽度、厚度的允许偏差为 (0 ± 5) mm。

(3) 预应力混凝土管及钢筋混凝土管接口，对口间隙应符合规定。

(4) 管道基础及安装的允许偏差见表 3-14。

表 3-14 管道基础及安装的允许偏差

项 目			允 许 偏 差		
			无压力管道	压力管道	
垫层			中线每侧宽度	不小于设计规定	
			高程	0 -15mm	
管道基础	混凝土	管座平基	中线每侧宽度	0 +10mm	
			高程	0 -15mm	
			厚度	不小于设计规定	
管道基础	混凝土	管座	肩宽	+10 -5mm	
			肩高	±20mm	
			抗压强度	不小于设计规定	
			蜂窝麻面面积	两井间每侧≤1.0%	
			厚度	不小于设计规定	
			支撑角侧边高程	不小于设计规定	
轴线位置			15	30	
管道安装	管道内底高程		$D \leq 1000$	±10	±≥20
			$D > 1000$	±15	±≥30
	刚性接口相邻管节内底错口		$D \leq 1000$	3	3
			$D > 1000$	5	5

第四节 顶管施工技术概述

一、顶管施工技术的发展与原理

我国采用顶管施工技术，始于 1953 年 12 月，当时在北京西郊行政区污水管网工程采用顶管法施工，顶进管径 900mm 的铸铁管，穿越白云观西墙外的铁路路基，至今已有 40 多年的历史，由于这种施工工艺不仅对穿越铁路、公路、河流等障碍物有特殊的实用意义，而且对埋设较深处于城市闹市区的地下管道施工具有显著的经济效益和社会效益，从而被广泛应用于整条管道的施工上，从 20 世纪 50 年代初采用人工挖掘顶进 900mm 管径的铸铁管到 80 年代末期，我国顶管施工技术取得了长足进展。

1985 年上海采用顶管施工法，修建穿越黄浦江的取水工程，钢管管径为 3000mm，顶距达 1128m，目前顶管施工已在全国各地广泛采用，不仅可以顶进铸铁管、钢筋混凝土管、钢管，还可以顶进大型的方涵。

顶管施工的基本程序是：首先在顶进管段的两端各建立一个工作坑（竖井），在工作坑中安装有后背墙、千斤顶导轨等设施。然后将带有工具管的首节管，缓缓吊入工作坑底部的导轨上，当管道高程、中心位置调整准确后，开启千斤顶使工具管的刃脚切入土层。此时，工人可进入工作面挖掘刃脚切入土层的泥土，并随时将弃土通过运土设备从顶进坑吊运至地面。当完成这一开挖过程后，再次开启千斤顶，则被顶进管道即可缓缓前进。随着顶进管段的加长，所需顶力也逐渐加大，为了减小顶力，在管道的外围可注入滑润剂或在管道中间设置中断间，以使顶力始终控制在顶进单元长度所需的顶力范围内。

顶管施工技术的进展与近年来顶管施工机械的研制、触变泥浆减阻、新型管材等技术的开发与应用是分不开的，其中尤与新型顶管机头的技术进步密切相关。

由于我国幅员辽阔，土质差别较大，各地针对地区土质特点，研制了适合本地区使用的顶管机头。上海市根据南方土质松软，含水量高的特点，先后研制了开放式挤压机头，封闭式水力切削机头，机械切削气压平衡、土压平衡及泥水平衡机头。北京根据土质较硬、含水量低的特点，研制了开放式径向切削和轴向切削机头，也研制了掏心挤压机头和封闭式的水力切削机头，还曾引进过日本小口径螺旋钻式顶管机械。各种施工工艺都配有相应的机头、出土工具，形成各具特色的成套顶管施工技术。

二、顶管施工工艺的分类与各种顶管机头的工作特征

（一）敞开式施工工艺

1. 手掘式工具管

工人可以直接进入工作面挖掘，施工人员要随时观察土层与工作面的稳定状态，遇有障碍物，易于采取应变措施及时处理偏差，造价低廉，便于掌握。缺点是效率低，必须将地下水水位降至管基以下 0.5m 方可施工。在土层比较稳定的情况下，首节管不带前面的管帽，直接由首节管作为工具管进行顶管施工，也是常用的一种顶管施工方法。

2. 挤压式工具管

将工作面用胸板隔开，而胸板上留有一喇叭形的锥筒，当顶进时将主体挤入喇叭口内，土体被压缩后从锥筒口吐出条形土柱，待条形土柱达到一定长度后，用钢丝将其割断，由运土工具吊运至地面，该法适用于大中口径的管道，对潮湿可压缩的黏性土、砂性土比较适宜，设备简单、安全，避免了挖装土的工序，比人工挖掘提高效率 1~2 倍。

3. 机械式开挖工具管

在工具管的前方安装钻进式的刀盘，由电动机驱动，刀盘径向转动的叫径向切削机头，纵向转动的叫纵向切削机头，被挖下来的土体由皮带运输运出。这种机头适用于无地下水干扰、土质稳定的黏性或砂性土层。

4. 挤密土层式工具管

工具管分为锥形和管帽形，工具管安装在被顶管道的前方，顶进时借助千斤顶的顶力，将管子直接挤入土层内，顶进时管周围的土层被挤实。这种顶管方法引起地面变形较大，仅适用于潮湿的黏土、砂土、砂黏性土，顶距较短的小口径钢管、铸铁管，且对地面变形要求不甚严格的地段。

(二) 封闭式施工工艺

1. 水力切削式机头

机头由三段组成。首段位于机头的侧前方，该段设有一密封舱，舱内装有高压水枪、刃脚、格栅、泥浆吸口、输泥管等。前段与中段之间设一对水平铰，通过上下纠偏油缸的伸缩，可使工具管上、下转动，中段与后段之间设一垂直铰，通过左右油缸的伸缩，可使工具管左右转动，因此该工具管使用时，上下纠偏与左右纠偏是分开的，彼此互不干扰，且纠偏明确。坐落在首段上的铰链可以拆卸，以更换不同类型的首段，以适应不同土层顶管的要求。

2. 土压平衡式机头

在工具管前方设有密封舱，舱内装有刀盘、压力传感器、螺旋输送机、观测孔等装置，工作人员在密封舱外，借助观测孔、压力传感器和仪表，操作电控开关控制刀盘切削和顶进速度。所谓土压平衡就是将刀盘切削下来的土、砂注入流动性和不透水性的“作泥材料”，然后在刀盘强制转动搅拌下，使切削下来的土变成流动性的，不透水的特殊土体使之充满密封舱，并保持一定压力来平衡开

挖面的土压力以便始终处于平衡状态。较先进的设备是靠压力传感器提供的电信号自控完成的。该机头适用于含水量较高的黏性、砂性土以及地面隆陷值要求控制较严格的地区。

3. 加泥式平衡或泥水平衡式机头

这种机头和土压平衡式机头一样，在机头的前方设有密封舱、刀盘、压力传感器、螺旋输送器等设备。所不同的是加泥平衡式机头在胸板前侧密封舱内混有黏土浆的塑性土来平衡开挖面的土压力；而泥水平衡式机头是在密封舱内，采用护壁泥浆（以膨润土6%加CMC1%制备的泥浆适用于砂砾石的土层，以黏土或淤泥制备的天然泥浆适用于淤泥土及硬的洪积层砂质土）来平衡开挖面的土压力。二者都是采用压力平衡自控装置实施顶进作业，加泥式平衡机头适用于控制地面变形小于5cm，工作面位于地下水位以下，水压力小于200kPa，渗透系数大于 10^{-1} cm/s的黏性土、砂性土、粉砂质土的作业条件。

第五节 顶管施工过程

一、勘察

顶管施工前应对管道沿线进行调查，以便决定适宜的顶管施工工艺。进行后背墙的结构设计和顶力估计；制订地下水的防范措施，改善土质；选择工具管以及进行环境影响的估计。勘察包括如下内容。

（一）土质调查

- （1）土的固有特征 颗粒组成、液限、塑限、不均匀系数。
- （2）土的状态特征 含水量、饱和度、孔隙比、渗透系数、天然重力密度。

(3) 土的力学特征 内聚力、内摩擦角、标准贯入度、压缩系数、压缩模量、无侧限抗压强度、不排水抗剪强度等。

(二) 沿线地上、地下建筑物、构筑物的分布状态

二、制订施工设计

(一) 施工工艺的选择

根据土质和施工环境的评估选择开放式或封闭式施工工艺。

(二) 机头的选择

管道顶进方法的选择应根据管道所处土层性质、管径、地下水位，附近地上与地下建筑物、构筑物和各种设施等因素，经技术经济比较后确定，并符合下列规定。

(1) 在黏性土或砂性土层，且无地下水影响时，宜采用手掘式或机械挖掘式顶管法。当土质为砂砾土时，可采用具有支撑的工具管或注浆加固土层的措施。

(2) 在土层无障碍物的条件下，管顶以上土层较厚时，宜采用挤压式或网格式顶管法。

(3) 在黏性土层中必须控制地面降陷时，宜采用土压平衡顶管法。

(4) 在粉砂土层中且需要控制地面降陷时，宜采用加泥式土压平衡或泥水平衡顶管法。

(5) 在顶进长度较短、管径小的金属管宜采用一次顶进的挤密土层顶管法。

(三) 工作坑的设计

工作坑是顶管施工的临时设施，其内部设有后背、导轨排水坑、密封门等设备。在顶进过程中是管节、土方运输的出入

口，长距顶管时工作坑可作为转向井，顶管竣工后工作坑经过改建还可作为管道工程的检查井等附属构筑物的坑位。因此，工作坑的选位对顶进长度、使用功能、安全等显得十分重要。在规范中对工作坑的位置选择、使用功能、安全措施有详细规定。

1. 尺寸设计

应能容纳安装在坑内的顶管设备和满足下管出土的要求。

矩形工作坑的底部宜符合下列公式要求。

$$B = D_1 + S, \quad L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5$$

式中 B ——矩形工作坑的底部宽度，m；

D_1 ——管道外径，m；

S ——操作宽度，可取 2.4~3.2，m；

L ——矩形工作坑的底部长度，m；

L_1 ——工具管长度，m，当采用管道第一节作为工具管时，钢筋混凝土不宜小于 0.3m，钢管不宜小于 0.6m；

L_2 ——管节长度，m；

L_3 ——运土工作间长度，m；

L_4 ——千斤顶长度，m；

L_5 ——后背墙的厚度，m。

工作坑深度应符合下列公式要求。

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3, \quad H_2 = h_1 + h_3$$

式中 H_1 ——顶进坑地面至坑底的深度，m；

H_2 ——接受坑地面至坑底的深度，m；

h_1 ——地面至管道底部外缘的深度，m；

h_2 ——管道外缘底部至导轨底面的深度，m；

h_3 ——基础及其垫层的厚度，m，但不应小于该处井室的基础及垫层厚度。

2. 结构设计

工作坑的结构应具备足够的安全度，工作坑的支撑宜形成封闭式框架，矩形工作坑的四角应加斜撑。当采用沉井、地下连续壁构

筑的工作坑时，其结构应坚固牢靠，能全方位地抵抗土压力、地下水压力及顶进时的顶力。

3. 顶管段单元长度的确定

“顶管段单元长度”是指不采用中断间时所能顶进的管段长度，此长度由管径、管道所处土层性质、千斤顶的配备、后背墙允许抗力、管道端部所能承受的允许顶力等因素确定。

顶管段长度一般指相邻两顶管工作坑之间的距离，如果设计的工作坑间距超过了顶管段单元长度，可采用润滑措施或中断间等措施，通过技术经济比较确定顶管段的长度。显然，当采用中断间时，顶管段的单元长度则是顶管段中管道端部至第一个中断间与相邻中断间之间顶进阻力较大的那一段长度。

三、顶管施工顶力的计算

$$P = frD_1 [2H + (2H + D_1) \tan^2(45^\circ - Q/2) + W/rD_1] L + P_F$$

式中 P ——计算的总顶力，kN；

r ——管道所处土层的重力密度，kN/m³；

D_1 ——管道的外径，m；

H ——管道顶部以上覆盖土层的厚度，m；

Q ——管道所处土层的内摩擦角，(°)；

W ——管道单位长度的自重，kN/m；

L ——管道的计算顶进长度，m；

f ——顶进时，管道表面与其周围土层之间的摩擦系数可按表 3-15 所列数据选用；

P_F ——顶进时，工具管的迎面阻力 (kN)，其取值宜按不同顶进方法由表 3-16 所列公式计算。

表 3-15 顶进时，管道表面与其周围土层之间的摩擦系数

土类	湿类	干类	土类	湿类	干类
黏土、亚黏土	0.2~0.3	0.4~0.5	砂土、亚砂土	0.3~0.4	0.5~0.6

表 3-16 顶进时，工具管迎面阻力 (P_F) 的计算公式

顶进方法		顶进时,工具管迎面阻力(P_F)的计算公式
手工掘进	工具管部及两侧允许超控	0
	工具管顶部及两侧不允许超控	$\pi \cdot D_{av} \cdot t \cdot R$
挤压法		$\pi \cdot D_{av} \cdot t \cdot R$
网格挤压法		$\alpha \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot R$

注： D_{av} ——工具管刃脚或挤压喇叭口的平均直径，m；
 t ——工具管刃脚厚度或挤压喇叭口的平均宽度，m；
 R ——手工掘地顶管法的工具管迎面阻力，或挤压、网格挤压顶管法的挤压阻力，前者可采用 500kN/m^2 ，后者可按工具管前端中心处的被动土压力计算， kN/m^2 ；
 D ——网格截面参数，可取 $0.6 \sim 1.0$ 。

顶管顶力计算是确定顶管单元长度的基本数据，规范给出的公式是理论公式，也是目前国内通用的公式，其基本理论是：顶管的顶力应大于工具管侧迎面阻力，管道周围土压力对管道产生的阻力以及管道自重与周围土层产生阻力之和。即

$$P \geq (P_1 + P_2)L + P_F$$

式中 P ——计算的总顶力；
 P_1 ——顶进时，管道单位长度上周围土压力对管道产生的阻力；
 P_2 ——顶进时，管道单位长度的自重与其周围土层之间产生的阻力；
 L ——管道的计算顶进长度；
 P_F ——顶进时，工具管的迎面阻力。

四、工作坑、后背墙的设计与施工

(1) 采用装配式后背墙时应符合下列规定。

① 装配式后背墙宜采用方木，型钢或钢板等组装，组装后的后背墙应有足够的强度和刚度。

- ② 后背土体壁面应平整，并与管道顶进方向垂直。
- ③ 装配式后背墙的底端宜在工作坑底以下，不宜小于 50cm。
- ④ 后背土体壁面应与后背墙贴紧，有孔隙时应采用砂石料填塞密实。
- ⑤ 组装后，背墙的构件在同层内的规格应一致，各层之间的接触应紧贴，并层层固定。

(2) 顶管工作坑及装配式后背墙的墙面应与管道轴线垂直，其施工允许偏差应符合表 3-17 规定。

表 3-17 工作坑有装配式后背墙的施工允许偏差/mm

项 目		允 许 偏 差
工作坑每侧	宽 度	不小于施工设计规定
	长 度	
装配式后背墙	垂直度	0.1%H
	水平扭转度	0.1%L

注：H 为装配式后背墙的高度，mm；L 为装配式后背墙的长度，mm。

(3) 利用已顶进完毕的管道作后背时，应符合下列规定。

- ① 待顶管道的顶力应小于已顶管道的顶力；
- ② 后背钢板与管口之间应衬垫缓冲材料；
- ③ 采取措施保护已顶入管道的接口不受损伤。

在未保留原土的情况下，利用已修好的管做后背时，可以修筑跨在管道上的块石挡土墙作为人工后背墙，后背墙的强度和刚度应满足传递最大顶力的需要。当土质条件差、顶距长、管径大时，可采用地下连续墙式后背墙、沉井式后背墙和钢板桩式后背墙。

五、顶管施工接口的形式

(一) 钢管焊接接口

(二) 钢筋混凝土管接口

钢筋混凝土接口分为刚性连接与柔性连接，其类型如下。

(1) 钢涨圈连接 常用于平口钢筋混凝土管，管节稳好后，在管内侧两管节对口处用钢涨圈连接起来，形成刚性口以避免顶进过程中产生错口，钢涨圈是用 6~8mm 的钢板卷焊成圆环，宽度为 300~400mm，环的外径小于管内径 30~40mm 连接时将钢涨圈放在两管节端部接触的中间，然后打入木楔，使钢涨圈下方的外径与管内壁直接接触，待管道顶进就位后，将钢涨圈拆除，管口处用油麻、石棉水泥填打密实。

(2) 企口刚性连接 企口刚性连接如图 3-1 所示。

(3) T 形钢套环柔性连接 由宽 300mm T 形钢套环，两端设有橡胶密封圈，钢套环厚度为 4.5~9.0mm，外涂沥青防腐层。

(4) 柔性企口连接 用于 $\phi 1350\sim 2400\text{mm}$ 管道连接，如图 3-2 所示。

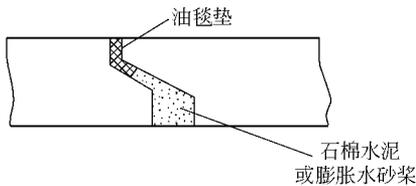


图 3-1 企口刚性连接

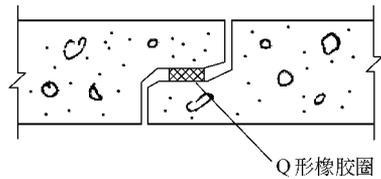


图 3-2 柔性企口连接

(三) 顶管接口施工的规定

(1) 顶进钢管采用钢丝网水泥砂浆和保护层时，焊接后应补做焊口处的外防腐层。

(2) 采用钢筋混凝土管时，其接口处理应符合下列规定。

① 管节未进入土层前，接口外侧应垫以麻丝，油毡软木垫板，管口内侧应留有 10~20mm 的空隙，顶紧后两管间的孔隙宜为 10~15mm。

② 管节入土后，管节相邻接口处安装内胀圈时，应使管节接口位于内胀圈中部，并将内胀圈与管道之间的缝隙用木楔塞紧。

(3) 采用 T 形钢套橡胶圈防水接口时，应符合下列规定。

① 混凝土管节表面应光洁、平整、无砂眼、气泡，接口尺寸符合规定。

② 橡胶圈的外观和断面组织应细密、均匀，无裂缝、孔隙或凹痕等缺陷。安装前应保持清洁，无油污，且不得在阳光下直晒。

③ 钢套环接口无疵点，焊接接缝平整，肋部与钢板平面垂直，且应按设计规定进行防腐处理。

④ 木衬垫的厚度应与设计顶力相适应。

(4) 采用橡胶圈密封的企口或防水接口时，应符合下列规定。

① 黏结木衬垫时，凹凸口应对中，环向间隙应均匀。

② 插入前，滑动面可涂润滑剂，插入时，外力应均匀。

③ 安装后，发现橡胶圈出现位移，扭转或露出管外应拔出重插。

(5) 顶管结束后，管节接口的内侧间隙应按设计规定处理，设计无规定时，可采用石棉水泥、弹性密封膏或水泥砂浆密封，填塞物应抹平，不得凸入管内。

六、顶进

管道顶进的过程包括挖土、顶进、测量、纠偏等工序，从管节位于导轨上开始顶进起至完成这一顶管段止，始终控制这些工序，就可保证管道的轴线和高程的施工质量。关于顶进作业的操作要点做如下规定。

(一) 开始顶进应具备的条件和工具管初期顶进的允许偏差

(1) 开始顶进前应检查下列内容，确认条件具备时，方可开始顶进。

① 全部设备经过检查并经过试运转；

② 工具管在导轨上的中心线、坡度和高程应符合规定；

③ 防止流动性土或地下水由洞口进入工作坑的措施；

④ 开启封门的措施。

(2) 拆除封门时应符合下列规定

① 采用钢板桩支撑时，可拔起或切割钢板桩露出洞口，并采取措施防止洞口上方的钢板桩下落。

② 采用沉井时，应先拆除内侧的临时封门，再拆除井壁外侧的封板或其他封填措施。

③ 在不稳定土层中顶管时，封门拆除后应将工具管立即顶入土层。

(3) 工具管开始顶进 5~10m 的范围内，允许偏差为：轴线位置 3mm，高程 0+3mm。当超过时，应采取措施纠正。在软土层中顶进混凝土管时，为防止管节飘移，可将前 3~5 节管与工具管连成一体。

(二) 工具管进入土层后管端的处理

工具管进入土层后的管端处理应符合下列规定。

(1) 进入接收坑的工具管和管端下部应设枕垫。

(2) 管道两端露在工作坑中的长度不得小于 0.5m，且不得有接口。

(3) 钢筋混凝土管道端部应及时浇筑混凝土基础。

(三) 顶进与开挖实施要点

(1) 工具管接触或切入土层后，应自上而下分层开挖，工具管迎面的超挖量应根据土质条件确定。

(2) 在允许超挖的稳定土层中正常顶进时，管下部 135°范围内不得超挖，管顶以上超挖量大于 1.5cm，管前超挖应根据具体情况确定，并制定安全保护措施。

(3) 在对顶管施工中，当两管端接近时，可在两端中心，先掏小洞通视调整偏差量。

手工掘进顶管法是顶管施工中最简单的一种方法，也是广泛采用的方法，选用这种方法的土层和地下水条件，以上已作了规定。

从安全和控制沉降出发，对挖土顺序和超挖量规定如下。

(1) 挖土顺序的规定 开挖工具管迎面的土体时，不论是砂类土或黏性土，都应自上而下分层开挖。有时为了方便而先挖下层土，尤其是管道内径超过手工所及的高度时，先挖中下层土很可能给操作人员带来危险。因此，本条特规定自上而下分层开挖。

(2) 超挖的规定 采用手工挖土时如允许超挖，可减小顶力，为了纠偏也常需要超挖，但管侧及管顶超挖过多则可能引起土体坍塌范围扩大，增大地面沉降及增大顶力，由于超挖不可避免，故应对超挖部位及超挖量做出规定。

对工具管前方的允许超挖量，不同地区有不同规定，例如北京市市政工程局规定一般顶管地段，如土质良好，可超出管端 30~50cm；上海市第二市政工程公司规定不得大于 60cm；西安市市政工程规定一般为 50cm；所以规定管前超挖量应视具体情况确定。

管顶以上的允许超挖量不得超过 1.5cm 的规定，使此超挖量既可满足纠偏要求，又不致引起土体较大坍塌的危险。管道下部 135°范围内在正常顶进情况下不得超挖，主要是为了控制管道的高程。这两项都是在土层比较稳定的条件下的规定，需要注意的是，是否允许超挖应按设计和施工单位的规定执行，这里只是规定允许超挖时可以超挖的界限，而不是规定应该超挖。有的规定在软土地层中和其他有特殊要求的条件下不得超挖就有明显的例子。

在顶管过程中如果中途停顿，则再开始顶进时，所需的顶力必然大于停顶时的顶力，且停顿的时间越长，增加的顶力愈大，出现这种情况的原因主要是作用于管道上的土压力增大。

管道在土层中挖土前进时，必然使管道周围土体的应力状态发生变化，除挖出的土洞自身可保持稳定以外，首先是管顶以上的土体部分坍落，这就是作用于管道上的土压力，随着时间的增长，坍落土体的范围逐渐扩大，并逐渐趋近其最大值。在不同的土层中，坍落土体的范围不同，发展速度也不同，黏性土的坍落范围小、速度慢；砂类土的坍落范围相对较大，速度也较快。因此，顶管作业不应中断。当必须暂停顶进时也应尽量缩短停歇时间，以免加大增

加的土压力。

(四) 穿越铁路、公路的规定

顶管穿过铁路的情况很多，不少给水排水施工单位具有相当经验，有的已纳入施工规程。制定规范时考虑到铁路部门对顶管有规定，因此要求符合其规定，既可避免重复又可适应不同情况的具体要求。

顶管穿越公路，过去规定相对较少，近年来，高速公路逐渐增多，顶管穿越高速公路路基的要求尚有待实践与总结，故规范中规定与穿越铁路相同，并应符合铁路或公路有关技术安全规定。

七、纠偏

(一) 出现偏差的原因及纠偏的原则

管道在顶进的过程中，由于工具管迎面阻力分布不均，管壁周围摩擦力不均和千斤顶顶力的微小偏心等都可能使工具管前进的方向偏移或旋转。为了保证管道的施工质量，必须及时纠正，才能避免施工偏差超过允许值。顶进的管道不仅在顶管的两端应符合允许偏差标准，在全段都应掌握这个标准，避免在两端之间出现大的偏差。为此，有些单位要求“勤顶、勤纠”或“勤顶、勤挖、勤测、勤纠”，提法虽然不同，其中心都贯彻一个“勤”字，这是顶进过程中的一条共同经验。

工具管前进方向和旋转产生偏差的原因已如上述，针对产生的原因再采取纠正措施，才是比较有效的。例如采用手工挖土顶进时，工具管两侧超挖掌握不均易产生左右偏差；管底挖土高程掌握不准，则易产生上下偏差，这就需要在挖土时纠正。

根据经验，工具管前进方向出现偏差往往有一定的“惰性”。如开始向左偏，则随着顶进继续向左偏，且愈偏愈大，向右向上、向下都有这种倾向。但是，由于手工掘进的纠偏必然影响顶进的速

度，因而不必也没有必要每次顶进都纠偏，而是应该利用产生偏差的“惰性”，分析偏差发展的趋势，控制偏差可能发生的量，掌握纠偏的时机进行纠偏。

纠偏时，首先应掌握条件。无论纠正工具管顶进的方向或旋转，都应在顶进中进行，不能在停顿时纠偏。这是因为纠偏时必须对工具管施加力矩使工具管产生转角，从而改变工具管前进的方向或旋转，达到纠偏的目的。若在停止顶进时纠正，施加的力矩必使工具管压缩相邻土体，原地形成一定的压缩量才能达到使工具管轴线产生转角的目的，但相邻土体的反作用力相当于对工具管施加压力，从而增加顶进的阻力，且纠偏的角度愈大，增加的阻力愈大。而在顶进中纠偏，则相当于将纠正某一偏差的角度分为几次纠正，增加顶进的阻力就可减小，且每次纠偏的角度愈小，增加的顶力也就愈小，这一规定是很重要的，即在偏差发展到允许值以前及时纠偏，故规定在纠偏时要在顶进中小角度逐渐纠偏，这对保证顶管质量和防止顶力陡增都很重要。

纠正工具管旋转偏差的方法，除采用调整挖土方法以改变外力条件外，还规定了改变切削刀的转动方向和在工具管内配重，用以调整旋转方向的方法，这三种不同的方法，可按具体情况个别采用或联合使用。

（二）常用的纠偏方法

（1）挖土校正法 这是采用在不同部位增减挖土量的办法，以达到校正的目的。校正误差范围一般不要大于 10~20mm，该法多用于黏土或地下水位以上的砂土中。

（2）强制校正法 当偏差大于 20mm 时，用挖土法已不易校正，要用圆木或方木顶在管子偏离中心的一侧管壁上，另一端装在垫有钢板或木板的管前土壤上，支架稳固后，利用千斤顶给管子施力，使管子得到校正。

（3）衬垫校正法 对淤泥、流砂地段的管子，因其地基承载力弱，常出现管子低头现象，这时在管底或管子一侧加木楔，使管道

沿着正确的方向顶进。正确的方法是将木楔做成光面或包一层铁皮，稍有些斜坡，使之慢慢恢复原状，使管道由下方向上方前进。

八、顶管施工的质量标准

顶进管道的施工质量应符合下列规定。

- (1) 管内清洁，管节无破损。
- (2) 允许偏差应符合表 3-18 规定。

表 3-18 顶进管道允许偏差/mm

项 目		允 许 偏 差
轴线位置		50
管道内底高程	$D < 1500$	+30, -40
	$D \geq 1500$	+40, -50
相邻管间错口	钢管道	2
	钢筋混凝土管道	15%壁厚且不大于 20
对顶时两端错口		50

注：D 为管道内径，mm。

- (1) 有严密性要求的管道，应按有关规定进行检验。
- (2) 钢筋混凝土管道的接口，填料应满、密实，且与管节接口内侧表面齐平，接口套环对正管缝、贴紧，不脱落。
- (3) 顶管时地面沉降或隆起的允许量，应符合施工设计规定。

第四章 老城区污水管网改造

第一节 老城区污水管网的特点

如今，在中国经济日新月异的情况下，中国的许多城市、乡镇，都面临着旧城改造的问题，特别是一些落后的地区，更应该注意这方面的问题。旧城的改造牵涉到许多问题，如规划、拆迁等，本章只讨论老城区污水管网改造问题。老城区的污水管网，主要有以下几方面的特征。

一、污水管网设计管径偏小

在过去的年代，特别是 20 世纪 60 年代前后，大部分城市都存在污水管网设计管径偏小的问题，其主要原因是资金困难，有的贫穷城镇，则根本不建污水管网，利用合流制管网输送污水。城镇公用设施建设也没有规划，存在长官意志，甚至设计部门设计好的污水管网，也因为资金问题，领导一句话，管径改小或者根本不建。另外，许多设计者设计经验不足，没有经验可以参考。过去人们强调的是“艰苦奋斗、自力更生”，国外的东西进不来，国内的东西也不相互交流。因此，许多人经验不足，设计水平不高。

现在，随着人们生活水平的提高和工业技术的发展，用水量也产生了显著变化。首先是人均用水量提高，进而排水量也提高；其

次是工业生产万元总产值用水量降低，使排水量也降低。因此，在改造、设计老城区污水管网时，要综合考虑，并结合发达地区的设计经验。

二、污水管网施工质量差

过去，人们对污水管网的施工，可以说基本上设计没技术保证。由于当时条件所限，国外的许多施工技术和经验进不来，即使在大城市，施工质量也没什么保障，人们只知道干，而不知道怎么干，更别说小城市了。有的施工技术员可以说就没接触过，只能按照普通的雨水管道施工，质量怎么有保证呢？

再说，国家在这方面相应的技术规范还不太完善，更别说下面了。因此，普遍存在着施工质量不高、质量没保障的现象。

三、污水管网疏于管理，能利用的不多

过去，由于人们思想观念沉闷，认为污水管网的疏挖是下人们干的工作，所以没人干，也没人管，使许多污水管网基本上处于瘫痪状态。

另外，由于污水管网不健全，大部分是合流制管道，所以污水管网利用率普遍不高。据作者所知，有的城镇在修路时虽然建了污水管网，但由于以下几个原因，导致污水管网埋在地下十几年，甚至几十年没有得到充分利用，有的甚至报废。其一是当时的污水管网施工质量没保障；其二是所设计的污水管网，管径偏小；其三是随着规划的变更，致使污水管网不能利用；其四是下游污水管网没有修建，导致污水管网没充分利用。

四、污水管网不健全，大部分为合流制污水管网

这个问题有多方面的原因，其中最主要的原因还是经济实力不

强，特别在一些中小城市这种现象更为突出。

中国经济腾飞基本是在 20 世纪 80 年代，因此，在 80 年代以前，许多城市根本不重视城市规划，污水管网建设就更不用说了，更别提建分流制污水管网了，特别在中小城市，能建合流制污水管道已经不错了，而且所建的合流制管道管径还偏小。下面举例加以说明。

中原地区某城市，在 20 世纪 80 年代以前，城市主干道仅有两条路修了污水管网，而且下游没有修建污水管道，也就没有利用；其余所有道路，根本就没有修建污水管网。直到 1985 年，才开始意识到要修建污水管网，开始在道路施工时设计污水管网，而且设计管网本来就不大，但经有关领导批阅后，为了节省资金，又人为地缩小了管网。这样一来，导致污水管网也没有总体规划，还是凭经验和长官意志，领导说了算，并且所建管网只是开始重视，有的当时建了污水管网，由于下游没有建污水管网，导致污水管网不能启用，这样的管网基本是污水管网的一半。总之，虽说建了污水管网，由于没有充分利用，导致了资金浪费。直到 1990 年以后，这个城市的污水管网设计，才逐步走向规范化，设计、规划才有了明确目标。

但是，由于以前城市建设的局限，在许多城市，还普遍存在着所建城市居民区，甚至现在正在施工的住宅小区，在设计阶段就根本没有按照雨、污分流来建设，导致居住区仍为合流制污水管道，为以后的分流制污水管网建设带来更大的困难。

五、污水管网利用率不高

这个问题普遍存在，在上文中也提到了。其中很明显的就是污水管网施工完以后，由于下游污水管网没有设计、施工，导致污水管网不能启用，附近污水仍排入雨水管网。这样，导致了一批污水管网虽然建成而未投入使用，有的长达十几年，问题很突出。

第二节 污水管网改造

一、污水管网改造的思路

污水管网改造，要本着总体规划的要求，先下后上，先易后难。

先下后上，就是在改造过程中，要先从下游改造开始，逐步向上游推进，这样，使改造的污水管网立即能投入使用，最大限度地发挥经济效益。

先易后难，就是在相同的条件下，要先改造容易的、施工难度小、拆迁又少的污水管网，这样，更能充分体现经济效益，以求达到经济效益、社会效益、环境效益的统一。

在改造污水管网的过程中，一定要有一个统一的规划，在统一规划指导下改造。如果不按统一规划去做，将会造成更大的经济浪费。笔者就曾遇到过这个问题，当时是道路改造，由于没有统一的污水管网规划，下游的污水管网是 20 世纪 80 年代建设的，本来就偏小，可在这次道路改造过程中，由于没有统一规划，设计部门就提出，下游污水管网那么小，这次改造设计管径不能超过下游，就设计了比较小的污水管网，导致管网管径偏小，为以后的使用埋下了隐患。当时设计部门如果有统一的规划，再有计划地逐步改造下游管网，就不会出现上述的问题。当年设计部门设计的管网，设计管径偏小，污水管网处于满流状态，现在根据新的规划，必须重新施工，而这条管线从建成到现在使用才不过 6 年时间，这一经验教训值得吸取。

二、改造要点

我国大多数城市的排水管渠系统，在修建当时，国内没有自己的排水管渠计算公式，基本沿用外国的规范，由于在气候、生活习

惯等方面的差异，并不符合我国实际，设计过水断面普遍偏小，雨季时街面溢水、积水现象严重；在管渠材料及施工技术方面，由于受到城市发展水平的制约，也存在众多缺陷，如管材质量差、管道坡度控制不严格、接口不密实、渗水严重等；同时由于缺少城市统一规划，排水管渠的布置杂乱无章。以上诸多原因，给城市旧合流制排水管渠系统的改造增加了很大难度。

旧合流制排水管渠系统的改造是一项非常复杂的工程，改造措施应根据城市的具体情况，因地制宜，综合考虑污水水质水量、水文、气象条件、水体卫生条件、资金条件、现场施工条件等因素，结合城市排水规划，在确保水体尽可能减少污染的同时，充分利用原有管渠，实现保护环境和节约投资的双重目标。

现阶段，对旧合流制排水管渠系统改造的方式主要有四种，分述如下。

（一）改旧合流制为分流制

将旧合流制改为分流制，是一种彻底的改造方法。由于实施雨、污分流，可以将污水全部引至污水处理厂进行处理，杜绝了污水直接排放对水体的污染。同时，由于雨水不进入污水处理厂，处理水的水质水量可维持较小的变化范围，保证出水水质的相对稳定，容易做到达标外排。

要实施分流制，对于现状条件的要求较高，不论是住宅区还是工业企业，其内部的管道系统必须健全，要求有独立的污水管道系统和雨水管道系统，便于接入相应的城市污水、雨水管网；同时要求城市街道的横断面有足够的位置，允许新增管道的铺设。一般城市由于建设年代久远，地下管线基本成型，地面建筑拥挤，路面狭窄，如若将合流制改为分流制，存在投资大、施工困难等诸多现实问题，很难短期内做到。

（二）保留部分合流管，实行截流式合流制

大部分城市，如果水体环境有足够的自净能力，基本上采取截

流式合流制排水系统，保留老城区部分合流管，沿城区周围水体铺设截流干管，对合流污水实施截流，并视城市的发展状况，逐步完善管网，改为分流制。这种过渡方式，由于工程量相对较小、节约投资、易于施工、见效快，已得到广泛应用，并取得良好效果。作者所在城市现在正在建设污水处理厂外配套管网工程，其中老城区的雨污合流管道建成多年，地面建筑及地下设施已经成型，不宜大规模实施分流制改造，而城区内有护城河、运粮河、清溪河等丰富的水体可利用，根据城市的实际情况，在老城区内即采用了截流式合流制排水系统。

旱季时，截流式合流制排水系统可将污水全部送入污水处理厂。雨季时，通过截流设施，只能将部分合流污水输送至污水厂处理，超出截流水量的污水排入附近水体，不可避免会对水体造成局部和短期污染，而进入处理厂的污水，由于混有大量雨水，使原水水质、水量波动较大，势必对污水厂各处理单元产生冲击，这就对污水厂处理工艺提出了更高的要求。另外，这也存在着一定的隐患，就是如果在夏季暴雨季节，大部分雨水和污水由于合流体制的问题，将会使部分污水不经过处理，直接经过雨水管道排入下游，直接污染下游的河道，可能会对下游的城市或者村庄形成严重的污染。所以这样建设也只是权宜之计。但是在短时间内可以充分发挥效益。

（三）在截流式合流制的基础上，设置合流污水调蓄构筑物

有些城市，周围水体稀疏，环境容量有限，自净能力较差，不允许合流污水直接排入，这种情况下，可在截流干管适当位置设置合流污水调蓄构筑物，将超过截流干管转输能力及污水厂处理能力的合流污水引入调蓄构筑物暂时储存，待暴雨后再通过污水泵提升至截流干管，最终入污水厂进行处理，基本上保证水体不受或少受污染。

需要指出的是，这种调蓄构筑物往往占地面积很大，并且

雨水量不是一个定值，合理确定合流污水调蓄构筑物容积有较大难度；再者，调蓄合流污水量最终再通过污水泵提升至截流干管（极少数有高差利用的城市除外），造成日常运行、维护、管理的不便，同时也增加了污水处理厂的负荷及运行费用，所以不提倡采用，只有充分论证无实施分流制的可能性后才予以考虑。

（四）在截流式合流制的基础上，对溢流混合污水进行处理

同上一种情况类似，如果城市周围水体自净能力有限，水体环境相对脆弱，采用截流式合流制排水管渠系统，在溢流合流污水排入水体前，必须进行处理。针对合流污水水量大、浓度低的特点，可采用一级处理，选择筛滤、混凝沉淀、投氯消毒的处理工艺。合流污水经处理后，污染物浓度可显著降低，从而大大减轻对水体的污染。

同样，该措施由于考虑雨水的处理，与前种情况存在类似的不足：日常运行费用高，且分散处理设施远离城市集中污水处理厂，在运行、维护、管理等方面均存在诸多不便。

根据我国城市水污染控制技术政策要求，应加强城市市政水管网的改造、调整和建设，做到雨水、污水分流，为城市污水集中处理创造条件。因此，对于城市旧合流制排水管渠系统的改造措施，应优先考虑分流制，在实施难度较大的情况下，可考虑采用截流式合流制排水管渠系统。第三、第四种情况，是在截流式合流制的基础上加以改进，针对环境有较高要求而提出的，具有一定的特殊性。事实上，我国大部分城市，其旧城区建设一般处在合流制盛行的年代，很难在短期内改变现状，因此现阶段，我国对老城区旧合流制的改造，截流式合流制排水体系是最常用的方式。

如前面所述，采用截流式合流制排水系统，在雨季进入处理厂的污水，由于混有大量雨水，使原水水质、水量波动较大，会对污

水厂各处理单元尤其是二级生化处理部分，产生较大冲击。假若老城区旱季污水量占总城区的 $1/4$ ，那么在雨季，如截流倍数 n_0 取 2，则污水厂的最大处理能力应达到正常时的 1.5 倍，并且老城区污水量占的比例越大，造成污水厂处理水量变化越大，所以在确定污水厂规模时，应用雨季水量进行校核。我们还应注意，实施截流式合流制排水系统是一项复杂的工程，往往历时较长，有可能与城市污水处理厂的建设在时间上不一致，一般要滞后于污水处理厂的建成，这就可能导致城市污水厂建成后一段时期内，其处理水量达不到设计规模，而在截流管道完成后，往往因截流倍数或截流措施选用不当造成污水厂处理能力不足，这一点应引起足够重视，尽量保证两者在建设上的同步。

同时，由于水量剧烈变化，会引起二级生化处理部分微生物大量流失，导致出水水质恶化，这就要求选择的污水厂处理工艺，具有较强的抗冲击能力，如氧化沟、SBR 等生化工艺。

基于我国城市排水现状，合流制在一定时期内还会存在，加之我国大多城市市政基础设施较薄弱，受资金的制约，在目前旧合流制排水管渠系统改造中一味强调分流制不是很现实，而截流式合流制排水系统，具有工程量小、节约投资（约比分流制减少 40%）、易于施工、见效快、可操作性强等优点，在现阶段采用，比较符合中国国情。当务之急是，如何在工程设计中弥补其不足，完善设计，使其具有更高的使用价值。

第三节 新型雨污分流装置

一、常用分流井

现行排水体制主要是截流式合流制和分流制两种类型。一般来讲，合流制排水系统由于只需一套管沟系统，施工较简单，造价比

分流制排水系统低 20%~40%，管沟维护管理简单、费用低；而分流制排水体制流入污水处理厂的水量、水质变化较小，利于污水处理厂的运转管理，降低运行费用。

从环保角度来看，截流式合流制排水系统同时汇集了生活污水、工业废水和部分雨水送到污水处理厂，减轻了较脏的初期雨水对水体的冲击；但暴雨时通过截流井将部分生活污水、工业废水泄入水体，给水体带来一定程度的污染。分流制排水系统将城市污水送到污水厂处理，但初期雨水径流未经处理直接排入水体，对环境保护也是不利的。

为克服现行排水体制的不足，可采用一种称为截流式分流制的排水系统（见图 4-1）。

污水经污水干管和截流管输送至污水处理厂处理后排放，初期雨水亦进入截流管送至污水处理厂，而降雨中期污染较小的雨水则直接排入水体。截流式分流制可较好地保护水体不受污染，由于仅接纳污水和初期雨水，截流管的断面也小于截流式合流制，进入截流管内的流量和水质相对稳定，亦减少了污水处理厂及污水泵站的运行管理费用，是一种经济且环保质量较高的新型排水体制。

截流式分流制的关键是初期雨水截流井。要保证初期雨水进入截流管，中期雨水直接排入水体，同时截流井中的污水不能溢入水体。《给水排水设计手册》及有关资料介绍的溢流井形式主要有三种，即截流槽式、溢流堰式和跳跃堰式（见图 4-2）。这三种形式的溢流井在使用中都受限制，必须满足溢流排水管内底标高（或溢流堰堰顶标高）高于排入水体的水位标高，否则需在排出口设置间板或防潮门，以防水体水倒灌入管网，造成泵站淹没。换句话说，如果水体水位标高高于溢流堰堰顶标高时，溢流井将不能工作。

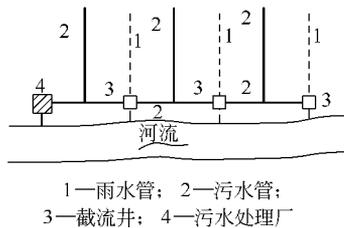


图 4-1 截流式分流制排水系统

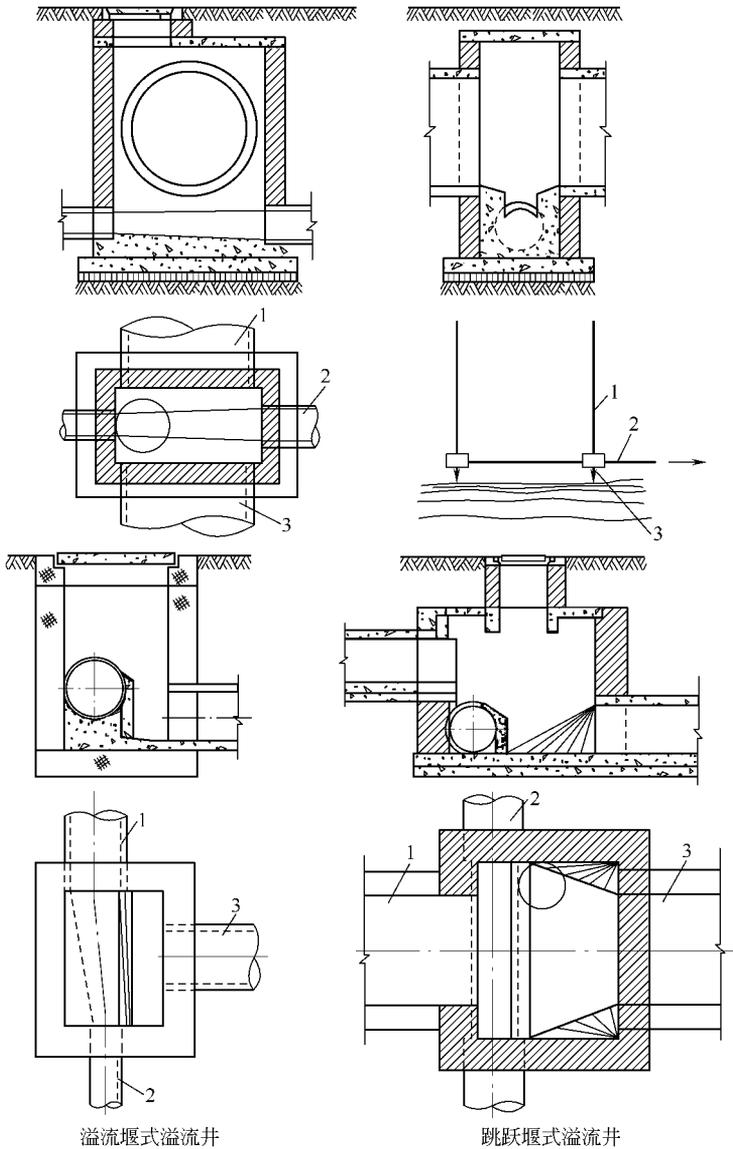


图 4-2 溢流井的三种形式示意

1—合流管渠；2—截流干管；3—排出管渠

目前,大多数城市由于受原合流管限制,最终截流管管内底标高一般低于城市水体洪水位标高,这给溢流井的设计带来一定难度。对于这种情况,通常有三种解决方法:一是设置闸板,在水体处于洪水位时溢流井将停止工作,显然不尽合理;二是用水位传感器代替溢流堰,通过水泵将溢流水量抽至城市水体,由于溢流井较分散,在运行、维修、管理方面存在诸多不便,同时还增加了设备投资和运行费用;三是将溢流堰设于水体洪水位以上,通过抬高管网水位排除溢流水量,由于堰口固定,即使在环城河水位较低时,溢流量也必须抬高至洪水位才能排出,造成只要是雨季,合流管就长期处于压力流状态。以上三种方法均存在不足。

截流式合流制截流井的关键在于截流量的合理确定。截流量的确定与当地城市地面环境的污染程度有关,可实地测试当地初期雨水的污染程度确定,也可按污水量的 $0.8\sim 2$ 倍确定。实践证明,这样做环境和经济效益均较好。

二、雨污分流装置的选择

雨污分流装置的使用应根据城市的工业结构进行选择。笔者所在城市,假发制造、造纸、印染业、烟草加工、轻工机械、机电产品、陶瓷工业、纺织、发制品、化工等工业都已颇具规模。除了车间的工艺污水采取处理措施外,其他雨水、生活污水、循环水系统排污水以及冲洗水在老城区都是采取合流制系统,以排水管为主直接排放。随着国家对环境问题越来越重视,环保要求越来越高,雨污合流水的收集处理就显得日益重要。其处置方法主要有以下三种。

(一) 手动控制

在刚下雨时,手动开启污水管线阀门,把初期雨水切换到污水管线(或初期污染雨水收集池)内,同时手动关闭雨水管线阀门,一段时间(一般 $10\sim 15\text{min}$)后手动开启雨水阀同时手动关闭污水

阀，使后期清净雨水切换到雨水管线内排放。

手动控制、切换雨水排放的特点是关闭及时、可靠，不会出现其他意外情况。但在管理跟不上的情况下，会出现污水处理车间处理负荷加大或者初期污染雨水全部直接排放的后果，导致处理费用加大或环境污染，而且时间长了会出现阀门由于污染锈蚀打不开的现象。

（二）自动切换

在从装置围堰内接出的雨水管线上增设两套电动阀，然后设定程序控制，即在降水初期打开污水阀门，将初期污染雨水切换到生产污水管线内或初期污染雨水收集池，一段时间后（一般 10~15min）关闭污水阀，开启清水阀，将后期清净雨水切换到雨水管线内或直排系统，实现自动切换。但也有以下一些缺点。

- （1）费用高，一般仅电动阀和程序控制约需要 15 万元左右；
- （2）由于各种原因，这种自控系统易出现故障，一旦阀门失灵，雨水自动切换就成了一句空话；
- （3）难以操作，由于利用时间控制，大雨和小雨水量差别较大，使用时会遇到很多麻烦。

（三）自然分流

根据当地的暴雨强度公式、设计重现期、围堰区的面积计算出 10~15min 的污染雨水量，作为初期污染雨水收集调节池的有效容积。根据厂区雨水管线的布置，计算出雨水管线到初期污染雨水收集调节池的水力坡降，确定初期污染雨水收集调节池的最高水位。以初期污染雨水收集调节池的最高水面标高为依据，设计初期污染雨水收集调节池。在最高水面处设溢流管，作为清净雨水排水管。调节池设排污泵，根据污水处理车间的调度，用泵将地面冲洗水及初期污染雨水排至污水处理厂。

根据城市的实际情况，我们对雨污合流管道接入污水管道的雨污分流并做了较多的研究和试验，并取得了一定的成果。最初采用

一种如图 4-3 所示的翻板式分流装置，在理论计算和清水试验中都已通过，但经过论证此方案在污水排水中存在有易挂纤维、破布等杂物的缺点，使其直接失灵，故予以抛弃，另寻找新的方案。

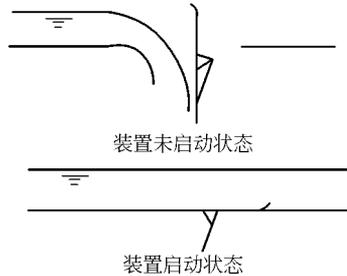


图 4-3 翻板式分流装置

图 4-4 中的两个方案是将合流污水管道上加上浮球，当雨天水量增大时，浮球上升，使其关闭下泄水口，使水排入水体。

这种装置在实验过程中，存在着易挂丝状破布等杂物，会逐渐失去功能，所以也未能采用。

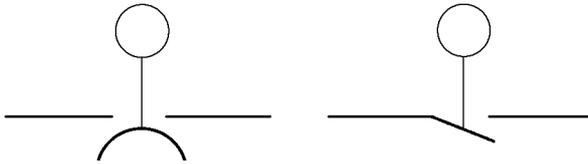


图 4-4 浮球式分流装置

图 4-5 是在管道的下部开口，开口的大小正好可以将平时最大水量排放掉，雨量小时，就直接排入水体。

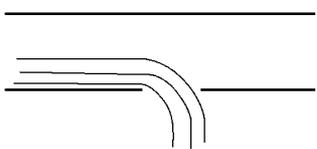


图 4-5 下部开口的管道

也比较实用，并且在部分城市已有应用。但是此种方案对高差要求较高，不能被广泛应用。

图 4-6 是跳跃堰式分流井，是一种较为经典的分流井，在工程中已有很多的应用，但其对高差要求较高，

亦不能被广泛应用。

后经多方改进试验与论证，确定浮球杠杆式分流装置（见图 4-7）为最佳选择。此装置的优点主要是受污水中杂物影响小，简单易行，可操作性强，投资少，运行管理方便，对随机雨水的适应性等。其工作原理是：晴天时污水由进水口 A 进入装置，经由

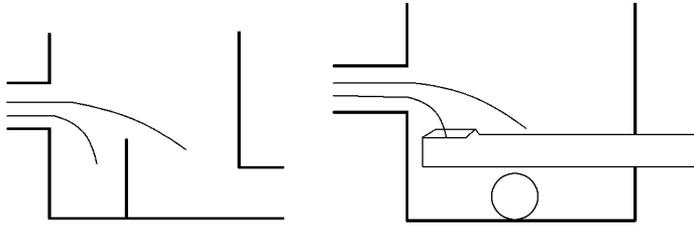


图 4-6 跳跃堰式分流井

闸门口 C、出水口 D 进入污水管道。雨天时，雨污合流水由进水口 A 进入装置，由于水量较大，无法从闸门口 C 全部过流，水位上升，浮球上升，由于杠杆作用，闸门关小，多余的合流污水由溢流口 F 泄入水体。

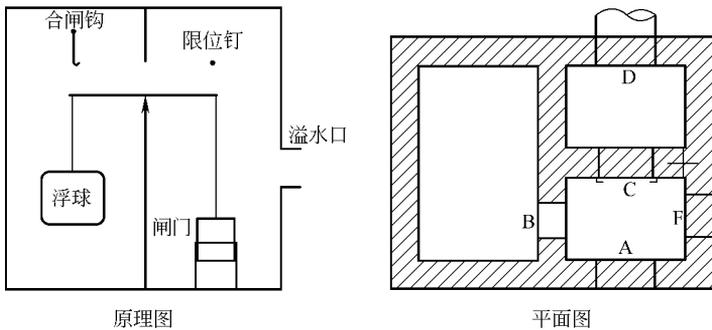


图 4-7 浮球杠杆式分流装置

雨污分流装置在截流式合流制中的应用，对传统的截流式合流制和完全分流制作了改进，避免了分流制初期雨水和截流式合流制混合污水对水体的污染，又比截流式合流制的截流管断面小，从而节省了管道投资。因减少了进入污水泵站和污水处理厂的流量，从而节省了污水泵站和污水处理厂的投资及运行管理费用，具有较好的环境和经济效益。

第五章 城市污水管网工程竣工验收及质量评定

管网工程大都是地下工程，必须严格执行工程验收程序。由于它属于隐蔽工程，还须经过中间验收合格后方可进行下一工序施工。如发现质量不符合规定时应立即整改处理，以免影响以后的使用效果。

第一节 污水管网工程验收依据、标准及程序

一、竣工验收依据

验收依据一般包括设计任务书、扩初设计、环境影响报告书、设计报告、施工图纸、技术方案、设计变更单、国家现行标准及规范等。

设计任务书是竣工验收的总依据。竣工验收应按设计任务书的内容和达到的目标去进行。

扩初设计是在设计任务书基础上的具体量化。在竣工验收工作中，扩初设计是实际与计划对比和评价的基础，是竣工验收工作的评价尺码。

另外，设计报告、环境影响报告书、施工图纸、各级工程建设

标准规范及设计变更、项目报批手续等，也都是竣工验收的依据。

污水管网工程竣工有它的特殊性。它可以根据城市规划、现状、特点，本着先下游后上游的原则，采取分段发包、分段验收的形式，只要该段工程竣工验收就可投入使用。

二、竣工验收标准

对于污水管网来讲，要执行有关标准。如《室外排水设计规范》GBJ 14—87(1997年版)、《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268—97、《给水排水构筑物施工及验收规范》GBJ 141—92、《泵站设计规范》GB/T 50265—97等。

三、竣工验收程序

工程项目竣工验收程序主要是自检自验、提交正式验收申请、正式验收三个阶段。

(一) 自检自验

由施工单位负责人组织本单位有关人员，对拟报工程，根据施工图纸、设计变更、合同条款，对照验收标准、规范进行检查验收。

(二) 提交正式验收申请

施工单位自检自验后，对发现的问题进行整改，认为符合竣工验收要求，即可向业主单位提出正式验收申请。同时提供自检自验报告，竣工图纸及技术资料。

(三) 正式验收

由业主（或总监理工程师）进行审查工程有关资料。隐蔽工程手续、资料和工程实物等，符合验收条件，组织工程验收组验收。验收组一般由建设单位、设计、质检部门、施工单位共同参加，现

场预验收后可正式验收。

在验收过程中要做好以下工作。

(1) 对各单体工程进行预检，查看有无漏项，是否符合设计要求。

(2) 竣工验收资料要核实，进行必要的复检和实物处理检查，隐蔽工程中间验收要把好关。

(3) 对管道工程施工位置、质量进行鉴定，并填写竣工验收鉴定书。

(4) 办理验收和交接手续。

(5) 有关竣工验收文件汇总后应全部归档。

第二节 工程资料验收

工程资料是工程项目竣工验收的主要内容之一，它包括工程的综合资料、工程技术资料和竣工图等。

一、工程的综合资料

(1) 项目建设书及批件；

(2) 可行性研究报告及环境影响报告书；

(3) 设计任务书；

(4) 排水泵站涉及到土地征用申报与批复文件、红线、拆迁补偿协议书；

(5) 工程的招投标文件、合同；

(6) 规划许可证、施工许可证；

(7) 工程质量评估报告；

(8) 工程质量保修书；

(9) 竣工验收通知单；

(10) 工程规划放线、验线资料；

- (11) 工程预算造价及工程决算造价；
- (12) 竣工决算资料。

二、工程技术资料

- (1) 工程项目开工报告；
- (2) 工程竣工报告；
- (3) 主要材料和制品的合格证或试验记录；
- (4) 管道的位置及高程测量记录；
- (5) 图纸会审和设计交底记录；
- (6) 施工图、设计变更文件；
- (7) 混凝土、砂浆、防腐、防水及焊接检验记录；
- (8) 管道的水压试验及闭水试验记录；
- (9) 中间验收记录及有关资料；
- (10) 回填土压实度检验记录；
- (11) 工程质量检验评定记录；
- (12) 工程质量事故处理记录；
- (13) 工程实物外观检查记录。

三、竣工图

工程项目竣工图是真实记录各种地下、地上工程等详细情况的技术文件，是工程竣工验收、维护、扩建、改建的依据，也是使用单位长期保存的技术资料。绘制好的竣工图应完整、图面清晰、字迹清楚、利于保存，但应注意以下几点。

(1) 如施工完全是按设计图纸进行没有变更，可由施工单位在原施工图上加盖“竣工图”字样后作为竣工图归档。

(2) 如施工中有极少数一般性设计变更，施工单位可不必重新绘制，只在施工图上注明修改补充部分，并附补充说明及设计变更通知单，加盖“竣工图”字样后作为竣工图使用并

归档。

(3) 如施工中变动较大，如平面布置改变，高程变化或出现其他重大改变，不能在原施工图上修改补充的，应重新绘制改变后的竣工图，并附补充说明和有关变更通知、记录等，作为竣工图的依据。

第三节 污水管网工程的中间验收和竣工验收

一、中间验收

排水管道工程施工应经过竣工验收合格后，方可投入使用，隐蔽工程应经过中间验收合格后，方可进行下一工序施工。

中间验收主要包括对管径、管接口、排管、土方回填、节点组合、井室砌筑等的外观验收和严密性验收。隐蔽工程验收时应填写中间验收记录表，中间验收记录表格式如表 3-1 所示。

表 3-1 中间验收记录表格式

工程名称				工程项目	
建设单位				施工单位	
验收日期	年 月 日				
验收内容					
质量情况及验收意见					
参加单位及人员	监理单位	建设单位	设计单位	施工单位	

中间验收的内容如下。

(1) 管道及附属构筑物的地基和基础；

- (2) 管道的位置及高程；
- (3) 管道的结构和断面尺寸；
- (4) 管道的接口、变形缝及防腐层；
- (5) 地下管道的交叉处理；
- (6) 管道及附属构筑物防水层。

二、竣工验收

竣工验收是全面检查排水管道工程是否符合工程标准，检查时要做出工程质量结论和意见，如果存在质量问题还需要找出产生质量问题的原因，并加以修整，直至达到工程质量标准。确定存在严重质量问题的要坚决返工。竣工验收时，应核实竣工验收资料，并进行必要的复检和外观检查，做出鉴定，并填写竣工验收鉴定书，竣工验收鉴定书格式如表 3-2 所示。

表 3-2 竣工验收鉴定书格式

工程名称			工程项目		
建设单位			施工单位		
开工日期	年 月 日		竣工日期	年 月 日	
验收日期	年 月 日				
验收内容					
复检质量情况					
鉴定结果及验收意见					
参加单位及人员	监理单位	建设单位	设计单位	施工单位	管理或使用单位

验收项目如下。

- (1) 管道的位置及高程；
- (2) 管道及附属构筑物的断面尺寸；

- (3) 管道配件安装位置和数量；
- (4) 管道的严密性试验及结果；
- (5) 土方回填质量；
- (6) 外观。

三、闭水试验

对污水、雨污水合流及湿陷土、膨胀土地区的雨水管道，由于是无压力管道，回填土前一般采用闭水法进行严密性试验。

(一) 闭水法试验程序

(1) 试验管段灌满水后浸泡时间应不少于 24h。

(2) 试验水头应符合下列规定。

① 当试验段上游设计水头不超过管顶内壁时，试验水头应以试验段上游管顶内壁加 2m 计；

② 当试验段上游设计水头超过管顶内壁时，试验水头应以试验段上游设计水头加 2m 计；

③ 当计算出的试验水头小于 10m 时，但已超过上游检查井井口时，试验水头应以上游检查井井口高度为准。

(3) 当试验水头达到规定水头时开始计时，观测管道渗水量，直至观测结束时，应不断地向试验管段内补水，保持试验水头恒定，渗水量的观测时间不得小于 30min。

(4) 实测渗水量应按下式计算。

$$q = \frac{W}{TL}$$

式中 q ——实测渗水量，L/(min·m)；

W ——补水量，L；

T ——实测渗水量观测时间，min；

L ——试验管段的长度，m。

(5) 详细填写管道闭水试验记录表，管道闭水试验记录表格式

式中 Q ——允许渗水量， $\text{m}^3/(24\text{h}\cdot\text{km})$ ；

D ——管道内径（见表 5-4）， mm 。

表 5-4 管道内径

管 材	管道内径	允许渗水量	管 材	管道内径	允许渗水量
	/mm	/[$\text{m}^3/(24\text{h}\cdot\text{km})$]		/mm	/[$\text{m}^3/(24\text{h}\cdot\text{km})$]
混凝土、钢筋 混凝土、陶管及 管渠	200	17.60	混凝土、钢筋 混凝土、陶管及 管渠	1000	39.52
	300	21.62		1200	43.30
	400	25.00		1400	46.70
	500	27.95		1500	48.40
	600	30.60		1600	50.00
	700	33.00		1800	53.00
	800	35.35		2000	55.90
	900	37.50			

有关排水泵站的验收可参阅污水处理工程竣工验收有关规范标准进行，这里不再介绍。

第四节 工程移交

工程项目竣工验收后，还需要进一步查看有无漏项、外观清洁、质量等。施工单位要有计划地实施，确实具备移交条件方可办理工程移交手续。工程移交手续办理前现场设备、工具器具等必须清理干净，管道通水流畅，井室清除干净，井盖完好无损等。

一、技术资料的移交

污水管网工程是一个系统工程。每个单体标段竣工验收后最终要进行全面验收。工程技术档案是工程移交的主要技术资料，它需要每一家施工单位都必须提供隐蔽工程和竣工验收的必要的技术资

料，最终由业主和监理工程师共同把关，分类装订，整理归档。

这些技术资料是使用单位改扩建、维护维修最重要的依据，严格按照竣工验收备案制度落实。技术资料归档后及时送档案馆、各有关部门等，业主和监理单位、施工单位也应组织存档，以便备查。

涉及到工程项目的各类文件说明、附件等资料也应同时归档移交。

二、合同清算和工程价款的竣工结算

随着工程移交结束，双方所签合同价款需要认真结算，施工单位要认真编写竣工结算书，变更或调整费用需经当地审计部门审计，最终以审定价为准。合同中尚未兑现落实的条款，要核定落实。核算无误后作为最终拨付工程价款的依据。

三、做好工程移交

技术资料清晰、完备，工程实物完工并验收合格，工程价款清算完毕，这样工程移交就完全具备了。

第五节 排水工程质量检验评定

给排水工程质量的检验评定，是严格遵守《建筑安装工程质量检验评定统一标准》(GBJ 302—88)的有关规定，开展这一工作的目的是为了对工程进行全面正确的评价。

一、排水工程质量检验评定依据

(1)《建筑安装工程质量检验评定统一标准》(GBJ 302—88)，按分项和单位工程划分进行检验评定；

(2) 给排水工程施工及验收规范、上级主管部门的技术规范、工艺标准及其他规定；

(3) 详细的施工图、设计变更文件、设计指导书等有关技术资料；

(4) 中间验收的主要资料（隐蔽工程、闭水实验、外观、实物及技术资料）；

(5) 建设工程施工合同和协议要求；

(6) 竣工验收报告。

二、排水工程质量检验评定等级和条件

给排水工程属于安装工程中的分项工程。分项工程的质量评定是建筑工程质量评定的基础，也是施工过程中进行质量控制的有效措施，必须按标准进行评定。

按国家现行质量检验评定标准的规定，排水工程分为两个等级即合格和优良。

（一）合格

(1) 保证项目必须符合相应质量检验评定标准之规定。

(2) 基本项目抽检处（件）应符合相应质量检验评定标准的合格规定。

(3) 允许偏差项目抽检的点数中，给排水工程 80% 及其以上的实测值，应在相应质量检验评定标准的允许偏差范围内。

（二）优良

(1) 保证项目必须符合相应质量检验评定标准的规定。

(2) 基本项目每项抽检处（件）应符合相应质量检验评定标准的合格规定。50% 及其以上的处（件）符合优良规定即可评定为优良。

(3) 偏差项目抽检的点数中给排水工程有 90% 及其以上的实

测值应在相应质量检验评定标准的允许偏差范围内。

（三）工程质量不合格处理

进行给排水工程质量检验评定时，没有不合格工程，最低也必须达到合格。若不能达到评定标准合格的规定，必须及时处理，绝不允许不合格工程投入使用。

工程质量不合格处理原则如下。

（1）需要返工重做时，可按给排水工程相应质量检验评定标准的规定重新评定其质量等级。

（2）需要修补加固但最终经法定检测单位鉴定能满足设计要求，只能评定为合格。

（3）经鉴定后不能达到设计要求，但经设计单位认可能够满足使用功能和安全结构性能，有一定缺陷但可使用，可定为合格工程。

三、工程质量评定程序及组织

给排水工程质量评定，应由单位工程负责人组织施工、监理、工程技术负责人进行评定，由工程质检部门专职质量检验员对其评定结果进行核定，最终做出核定结果，认定为“合格”或“优良”。

第六章 污水管网的管理 与维护

第一节 排水体制及排水许可证制度

一、城市排水系统的排水体制

排水体制的选择，应根据城市、工业企业规划区域范围、居民生活区、当地连年降雨情况、地形、景观水体、污水排放标准，原有雨、污合流制的排水现状以及建设污水处理厂后排放利用情况等综合考虑。按排水体制可分为合流制、分流制和截流制三大类。实质上无论合流、分流还是截流都是针对污水和雨水而言的。

（一）合流制排水系统

合流制排水系统，顾名思义就是用一条排水管道同时把雨水、污水，包括经工业点源治理后的工业污水进行收集。它有一个最大的特点就是排水管理简单化，排水管道只有一根，只要排水户将排水接口接入即可。尤其是降雨量较少的干旱地区，城区居住人口较分散，汇集水面积较小的村镇等最为适用。它的不足是合流管平时的污水量和雨季时的合流雨污水量悬殊较大，易产生沉积物。关键是如何解决污水输送过程中的沉积问题。要采用定期对沉淀井进行清淤，同时应增加清淤频次，保证输送污水管道畅通。

合流制排水系统细分为直流式、截流式、完全合流式三种形式。

(1) 直流式合流制排水系统 直流式合流制就是雨水、生活污水、工业废水同时收集于一条排水管中，不作任何处理直接排入水体中。在过去城市未建污水处理厂时经常采用这种方法，一般情况是就近排入水体。虽然施工造价降低，但给以后的管理造成了较大的难度，对水体的污染非常严重，随着城市规模扩大和社会经济的发展，这种直流式合流制已经不适用。

(2) 截流式合流制排水系统 这种截流式合流制实质上是在原直流或合流制的基础上的改进。

(3) 完全式合流制排水系统 它是污水和雨水完全合流于一条排水管中，工程造价比较低，不受建筑物的影响，沿主干道路和街道建设排水管网，它的缺点是运行管理不便，现在城市建设中一般不用这种方式。

(二) 分流制排水系统

分流制是用污水管道和雨水管道分别收集污水和雨水，也可以说是生活污水、工业废水、雨水分别以不同的管道收集和输送。这种方式为系统末端的水质处理提供比较好的条件，同时还便于对工业废水实施监控，及时准确地掌握工业污染源。工业企业排放的废水必须经专门管道排出。若按照排水系统类型划分又分为两大类：雨水排水管道和污水排水管道。

按照分流制排水系统的设置有以下三种类型。

(1) 完全分流制排水系统 雨水和污水彻底进行分开，雨水经管道输送直接进入景观水体，污水收集后进入集中区，经污水处理厂处理后再排放，这是最理想的排水系统。

(2) 不完全分流制排水系统 这种方式在城市建设中较为普遍，建设污水管网，以解决污水的输送和处理问题。对于城市背街小巷不宜分流处理好，局部采取雨污合流管道。随着城市规模扩大、经济发展，要建设完善的雨水排水系统，以达到完全分流

制的效果。

(3) 平流制排水系统 这种方式既有污水排水管道，又有雨水排水管道，还设有雨水跳越井。这样被大气污染和冲洗街道的雨水也排入污水排水系统，至城市污水处理厂。小雨时，雨水经初期雨水截流干管与污水一起进入污水处理厂；大雨时，雨水跳越截流干管经雨水支流干管进入水体。比如化工厂、炼油厂地面污染严重，可利用这种平流制排水系统。另外，对城市要求高、环境卫生好、经济发达地区均可采用这种方式。

(三) 截流制排水系统

这种方式与截流式合流制排水系统相似，又与分流制排水系统有共同点，它是在直流式合流制排水系统的基础上，临河岸边建造一条截流干管，用来收集分流制或合流制雨污水，同时截流干管处设分流井。分流井内安装雨污分流装置，无雨时，所有污水截流后排送到污水处理厂，污水经处理后进入水体。雨季时降水量增多，混合污水的流量非常大，就不再进入截流干管，而是仍然沿着原排入水体的拱沟直接排入水体。比如许昌市清漯河两岸就是采用这种方式沿河岸铺设一条截流管，不再使污水再排入河道，大部分污水经截流管输送进入污水处理厂。这种方式对旧城改建非常适用，投资少，又可解决污水的排放问题，但也有一定的缺点，雨天时，仍有部分混合污水不经处理直接进入水体，造成污染。

应注意的是，无论采用截流式合流制，还是分流制都应该加大排水管理的力度，既要避免排水不畅的问题，又要真正解决污水的合理排放问题，具体应注意以下几个方面。

(1) 污水管线和雨水管线应尽量不在同一规划线上，这样便于区分。污水、雨水按规范要有井盖的不同标志，以“雨”和“污”两个字加以区分，施工人员不得随意调换，以避免造成错接、漏接现象，污水必须收集到污水管，雨水入雨水管。

(2) 隐蔽工程要有详细的竣工资料。老城区没有原始资料的，

市政主管部门要进行排查，澄清底子，加以完善。

(3) 排水户支管连接进入市政排水系统，必须经市政主管部门审查批准，方可接入，且连接要到位，不得出现错接，最好由市政主管部门指定专门机构实施，这样会更容易保证质量。

二、排水许可证制度

城市排水许可管理，是为适应当前改革开放形势下的社会主义市场经济，加强城市排水行业管理的重要措施之一，是对接通城市排水设施的单位和个体经营者及其他部门排放的水质、水量进行动态监督和管理的必要手段；对于加快城市污水集中处理，推进城市排水设施有偿使用，节约用水，控制水污染都具有十分重要的意义。

1991 年国家建设部《城市排水当前产业政策实施办法》的出台，就明确规定向城市排水设施（含由城建管理整治的，接纳城市排水的江、河、湖、塘等水体）排放污水的机关、团体、部队、企事业单位以及个体工商户，必须按有关规定向市政设施管理部门申办《排水许可证》或《排水增容许可证》，同时交纳经物价部门核定的工本费外，排水单位还应交纳城市排水设施有偿使用费。上海市人民政府早于 1989 年 4 月 12 日就发布了第 3 号令《上海市城市排水设施管理办法》，显然城市排水设施管理在城市发展中是非常重要的。在做好城市供水的同时，水污染防治工作迫在眉睫。2000 年 11 月 7 日国务院国发 [2000] 36 号文件《国务院关于加强城市供水节水和水污染防治工作的通知》中，就提出了水资源可持续利用是我国经济社会发展的战略问题，并明确提出这既是我国当前经济社会发展的一项紧迫任务，也是关系现代化建设长期发展的重大问题。大力提倡城市污水等非环境水资源的处理回收和开发利用，并纳入水资源的统一管理和调配，对强化取水许可制度和排污许可制度都提出了要求，要严格执行环境影响评价制度，实行污染物排放总量控制和严格执行排

污许可制度。

1994年5月20日建设部印发的《城市排水许可管理办法》，针对以往摸索的经验和教训，对城市排水行业进行了规范管理，由国务院建设行政主管部门制定的这一《办法》，明确了城市排水设施的内容、范围，明确规定排水户排水水质要符合《污水排入城市下水道水质标准》（GJ 18—86）和《污水综合排放标准》（GB 8978—88）以及地方有关标准规定。

通过近几年的探索，城市排水管理办法在全国各地市都相继出台，上海、深圳、杭州、南京、重庆、沈阳、青岛、徐州等城市早就执行城市排水管理办法。河南省起步相对较晚，要做到管理规范、合理，也要加快实施进度。

2004年6月21日河南省安阳市政府正式颁布实施了《安阳市城市排水管理办法》，这是市级人民政府颁布的第一部城市排水管理行业法规性文件，这一举措，为实现国务院规定的2000年12月31日所有工业企业污水达标排放目标奠定了良好的基础。为了认真贯彻落实建设部《城市排水管理办法》，又做了进一步细化，共有“总则”、“规划与建设”、“排水管理”、“排水设施养护管理”、“法律责任”和“附则”六部分组成。颁布实施以来，取得了良好的社会效益和环境效益，使城市的排水管理工作逐步走上法制化、科学化和规范化的轨道。

第二节 污水管网管理内容及养护任务

一、污水管网管理内容

污水管网建成后，为保证其通水运行正常，管理工作显得尤其重要。管理内容主要包括：保证管网通水流畅；管线上的检查井、连接井、溢流井、沉淀井、雨水口、出水井、跌水井、倒虹管等构

筑物无过多沉积物；管网无破损、渗漏现象；检查井、雨水口等无井盖丢失现象以及运行管理无安全隐患等。

二、污水管网的养护任务

管网常见的故障有：污物淤积和堵塞管道；外来负荷对管道的毁坏；出现地基不均匀沉降，使管道连接处裂缝；污水对管道的侵蚀造成管道损坏；检查井渗漏等。

那么养护的任务就是加强巡视。对排水管网全面验收；对排水管道使用规则的执行实施监督，对管道进行经常性检查、冲洗和疏通；对污水管道和构筑物加强维修，使之始终处于完好状态，预防意外事故的发生等。

特别对水力条件差，易于堵塞的管段，如：附近商户、市场较多易排出污染物的地带应加大维护力度，重点养护。

三、落实污水管网管理责任制

污水管网的维护管理是市政设施中的一部分，维护管理工作一般由城市建设主管单位直接领导，下设市政管理部门具体管理。随着大部分城市污水处理厂的建成，一般污水处理厂的建设均含污水管网部分，由污水处理厂（污水管理处）直接负责管网的维护管理，目前也相当多。

不论哪种方式，都是集中管理。在划分区域的原则下设维护管理公司，再分若干个工程处，强化责任，任务分解。做到职责明确责任到人。各工业企业内部和居民小区排水系统自行组织维护管理。

为了保证这项任务扎实有效完成，每年要签订工作目标责任书，责任落实到班组、个人，并与个人工资效益挂钩，实行奖罚和定期考核制度，充分调动大家的工作热情和积极性，做到管理维护到位，不留死角。

四、污水管网的运行管理

城市污水处理厂作为城市发展的重点基础设施，在国内中等城市，甚至一些发达地区小城镇都已经出现，而且近年来由国家、地方政府投资建设的污水处理厂更多，所以城市污水处理厂的运行管理就显得非常重要。

要想使污水处理厂运行好，污水管网的运行非常关键。只有足量合格的污水经过管道收集才能保证污水处理厂的良好运行。污水管道按材料可分为混凝土管道、铸铁管道、金属管道、塑料管道、陶瓷管道等，有些地区为了节约造价也有用砖砌渠道方法来解决的。

为了抵抗外压，直径大于 400mm 的管道一般都加有钢筋结构层，这种管道称为钢筋混凝土管。钢筋混凝土管一般长 2m，特殊条件下做成 4m。且有三个形式：承插式、企口式及开口式。

为做好污水管网系统的运行管理，要求管理及巡视人员必须掌握一定的业务知识，要做到“四懂四会”，即懂污水处理基本知识，懂管网沿线构筑物的作用和管理方法，懂城市污水管网和雨水管网分布、连接和使用方法，懂有关进出水经济技术指标与计量方法及其含义；会区分入网水质状况，会判断进水水量大小，会判断管线是否堵塞，会排除运行中的故障。

必要时，可根据运行管理人员的实际状况及特点，分阶段进行职业技能培训，使运行管理人员的业务知识和能力进一步提高。

要做好污水管网运行管理必须做好以下几个方面的工作。

(1) 加强岗位责任制 目标分解到人，制订专门的职责范围、巡视操作规程、奖罚条例。

① 做好当班记录。找出重点监视管段，若发现异常或隐患应及时上报。

② 确保污水管网系统通水流畅，正常运行。

③ 沿线管网路段要制定巡视频次，保证工作环境优良、卫生

整洁、井盖出气孔畅通、井盖上方文字标识明显。

(2) 要经常检查污水井盖的牢固情况，并打开通风换气，禁止在检查口处使用明火、吸烟等。井盖如有丢失、破损应尽早更换。

(3) 要定期检查雨污合流制管段的连接井、跌水井、沉淀井、倒虹吸出水口的污物淤积情况，做到定期清理，除此要有必要的通风措施。

(4) 做到新增管段及管网线上附属物的检查，一旦投运，必须能够良好运行，做好记录，并注意阶段性观察。

(5) 做好污染源调查。明确污染源排污种类、污染危害程度、排污规律。确定主要污染源，超过城市污水处理厂进水标准的坚决不让排入管网，更不能排入景观水体。

(6) 监测站工作人员对重点污染源和混合污水进行现场监测，掌握其污水排放量和污水水质。

(7) 确实需要工作人员下井检查维修时，要确保安全。水抽干后要保证通风顺畅，最好与电工结合，手提行灯必须采用 36V 以下的电压。由于管道中潮湿，一般不得超过 12V，临时线必须限期拆除，不能私自乱接。工作人员要具备基本的安全用电常识和一些急救知识。

(8) 城市下水道易产生甲烷（沼气）、石油气、煤气等易燃易爆气体和硫化氢、氰化氢、一氧化碳等窒息性有毒气体，应重点加以防范。必要时配戴防毒面具。

第三节 污水管网的维护管理

一、污水管网的疏通

污水管网的疏通工作是污水管网运行过程中一项长期工作，需要投入一定的人力、物力，如果管网不畅通，对污水处理厂进水的

水质、水量都造成大的影响，每年大量的工作就是疏通污水管道。在污水管道中，往往由于排水量不足，坡度又小，污水中所含污染物较多，再加上施工质量存在问题等原因，而出现沉淀、淤积，排水管道中杂物过多将影响管道的通水能力，特别严重者会使管道造成堵塞，所以，必须定期对管道进行疏通。疏通的方法主要有水力疏通、机械疏通和专用设备疏通三种方法。

（一）水力疏通

水力疏通的方法是利用管道中污水、相邻河、湖水或城市使用的自来水对污水管道进行冲洗。用污水冲洗时，利用管道本身有一定的流量把管内的淤泥冲洗带走，应用于淤泥不太多的场合（一般在 20% 左右）。

利用河湖水作为水源对管道实行冲洗时，需要安装抽水泵，利用水龙带取水输送到排水管道。利用自来水冲洗，往往利用街道两侧给水井三通或消防栓取水，确实没有水源，可利用水车取水，正常情况下背街小巷、街道支管的清淤，冲洗一次用水量 2500kg 左右。

具体操作方法为：用带有钢丝绳的充气球体堵住检查井下游管段的进口，钢丝绳用固定支架与绞车相连（如图 6-1）。检查井上游管段充水，当井内水位升高并上升到 1m 左右时，突然放去球体内空气，这样球体就会逐渐缩小并浮至水面，由于水流的作用，充入的水在上游水头作用下，以较大的流速从球体下穿过，长期在管底沉积的淤泥由于水流作用会进入下游检查井中，这样淤泥可用吸污车抽走。由于污泥含水率较高，大部分主要还是水。为节约水资源，不造成浪费，同时也减少运输污泥容量，一般采用具有泥水能够实现分离的吸污车。吸污车分离出来的水可用于下一污水管段的冲洗。当前，经常使用的泥水分离吸污车的储泥罐容量为 1.8m^3 左右，过滤面积为 0.4m^2 。可以实现自动控制。

我国城市排水管清淤，用水力疏通方法比较普遍。它的优点就是操作简便、安全可靠、工作效率高、工人工作条件较好。管道内污泥清除比较彻底，甚至一些沉积在管道中的碎砖瓦、石块也全部

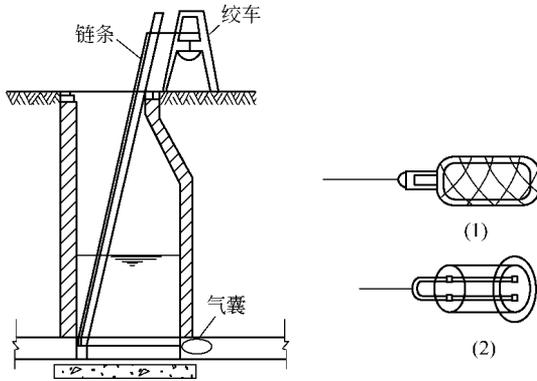


图 6-1 水力清通工作图

会被冲刷到下游检查井中，最后用吸泥车吸走。

(二) 机械清通

当管道沉积物严重，特别是长年不清理，淤泥粘连密实，用水力清通效果较差时，一般要采用机械清通方式。机械清通方法也很简单，在需清通的管段上、下游检查井处分别设绞车（用连接支架安装），可用竹片作为清通工具，竹片两端分别用钢丝绳相连，用绞车反复拉动竹片做水平运动，将管内沉积物刮到检查井内。绞车可手动、机动（如图 6-2）。

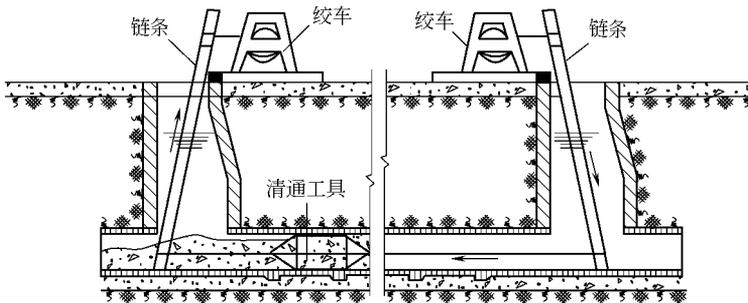


图 6-2 机械清通工作图

清除沉积物所用工具非常多，有骨架式松泥器、有特别用于清除树根破布的弹簧刀式疏通工具、有用于刮泥的铁簸箕、钢丝刷、圆柱式铁牛等，还有锚式疏通工具等（如图 6-3）。

近些年来，开始使用气动式通沟机疏通污水管、渠。利用压缩空气经检查井送至污水管道另一检查井，利用绞车和钢丝绳原理拉动清泥工具，使翼片张干，把管内沉积物送至检查井处。还有一种是钻杆通沟机，钻头带动钻杆一起转动，并向前运动，从而达到清除管内杂物的目的。杂

物最后用吸泥车运走。若沉积物块状较多，可用抓泥专用工具挖出，必要时可由人工下检查井挖出。

污水管道管径较大，不易被堵塞，若有大块沉积物影响水流时，可在保证安全的前提下用人工清理。

（三）专用设备疏通

专用设备疏通就是利用车辆完成疏通、清除下水道中的污物，也是利用水力疏通的一种方法。目前国内生产厂家较少，一般需要两台车来完成。

一种是高压清洗车。如 BGJ5110GQX、BGJ5060GQX 车型，由北京市市政工程管理处机械厂改造实现。它是由 GQ1118G6 DJ16 底盘改装而成的中型专用车辆，适用于城镇下水道维修保养、疏通堵塞等作业。卷管器可旋转 180°，操作方便，配有喷枪及各种喷头，可进行多种清洗作业。

它的工作原理是以汽车发动机为动力，采用传动轴取力方式，直接带动三柱塞高压水泵。高压水通过喷头喷出，在喷口产生的反

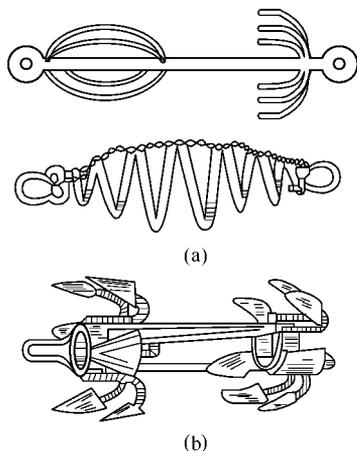


图 6-3 疏通工具

作用力使胶管及喷头在管道中前进并冲洗其污物，胶管在卷管器拉力作用下强制后移，此时高压水冲洗管壁，并将污物带至管外，以达到清洗管道的目的。

高压水喷枪可用于市政设施建筑物及机械设备的清洗作业。为了增加使用功能，该车还附加洒水装置，利用液压马达带动洒水水泵，进行洒水作业。

清洗车主要由卷管器总成、水路总成、油路总成、罐体总成、工具箱总成、传动总成、底盘总成、洒水总成、气路总成等部分组成（如图 6-4 所示）。

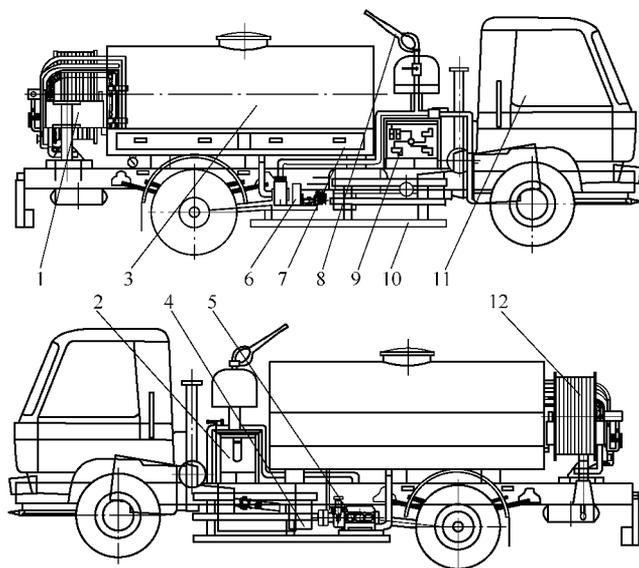


图 6-4 BGJ5110GQX 型清洗车结构图

- 1—卷管器；2—油箱；3—罐体；4—取力箱；5—高压水泵；
6—洒水水泵；7—工具箱；8—喷枪；9—气路总成；
10—护网；11—汽车底盘；12—高压胶管

传动系统主要有传动轴、取力箱、联轴器、高压水泵等组成。通过操纵开关使汽车变速箱输出接盘最终带动水泵运转。卷管器主

要由卷筒、大小链轮、旋转接头、高压胶管、导向杆、洗管器、锁紧装置、主梁等组成。特别注意的是锁紧装置用于汽车行驶时锁紧卷管器，使其不能自由旋转，以免发生不安全事故。水路和油路系统很关键，水路系统特别是滤水器要经常检查、清洗，要经常检查各个操作阀门是否可靠有效，要经常检查高压胶管是否有破损处，管路接头处是否有泄漏。油路系统中油泵安装在汽车变速箱的侧取力箱上，溢流阀用于调定油路系统压力，调定值为 14MPa，使用时不要随意调整。调速阀用于调节卷管器旋转速度，调定值最大为 20m/min 左右。油箱进油口处均装有过滤器，使用时每季度应清洗一次，发现问题及时更换、修理。

主要技术参数（以 GBJ5110GQX 型清洗车为例）为：

- (1) 最大功率 118kW；
- (2) 罐体有效容积 4.4m³；
- (3) 高压水泵 压力 19MPa，流量 213L/min；
- (4) 洒水水泵 流量 660L/min，扬程 32m，最大洒水宽度 9.3m；
- (5) 卷管器旋转角度 180°；
- (6) 高压水胶管长度 70m；
- (7) 高压水胶管道径 25mm；
- (8) 液压系统调定压力 14MPa。

操作时要严格遵守操作规程，并应特别注意以下安全注意事项。

(1) 当将喷头放入管线中时，由于喷头在加压后可能回头、跳出管线及检查井，造成临近人员伤害，严禁将高压水胶管放在路面上试喷头，以防造成人员伤害。

(2) 射流作业时，如需暂停作业，不要立即打开回水阀门，应先减小油门，再打开回水阀门。

(3) 高压胶管不能有外部损伤，接头无松动、破损现象。

(4) 不要强行将喷头及管子塞入管线，而应靠自身喷射水流反推力进入管内。

(5) 车辆行走前，必须检查卷管器锁紧装置是否安全、可靠。
另一种是吸污车。目前国内生产厂家较少。

以 5092GXWFA 风机吸污车为例（如图 6-5 所示）。该车采用解放底盘，是城市下水道养护专用车辆。它的作用是利用风力清理下水道和沉积井中的污泥、石砂、板结块状物体等污物。工作原理为利用汽车本身动力，通过传动装置带动离心式高压风机旋转，使吸污管口处产生高压高速气流，污物在其作用下被送入储泥罐内，所以吸污能力特别强。机体储泥罐倾翻和吊杆升降均为液压操作，使用方便，排污彻底。



图 6-5 5092GXWFA 风机吸污车

5092GXWFA 风机吸污车的主要技术参数如下。

- (1) 有效容积 2.8m^3 ；
- (2) 吸污管直径 150mm ；
- (3) 吸污高度 $\geq 7\text{m}$ ；
- (4) 罐体举升角 $\geq 48^\circ$ ；
- (5) 汽车底盘规格 CA142 二类底盘。

国外生产的下水道清污机，除污清洗一并完成。如 VACTOR

(伐可多) 2100 系列喷射杆式下水道清污机，由美国比百敌美业工厂制造 (如图 6-6 所示)，是专为城镇污水及雨水管道系统清洁工作而设计的多用途清污机，本身附有一切清洗下水道所必需的设备，包括专利的单活塞喷射杆式水泵、离心式压缩机、真空系统、双引擎动力系统和污水回用系统。



VACTOR (伐可多) 2100 系列清污机的技术性能如下。

(1) 往复柱塞式高压水泵 流量大于 $220\text{L}/\text{min}$ ，扬程大于 $140\text{kg}/\text{cm}^2$ ，带冲锤作用，全液压驱动，电子控制开关前置，低转速，可无水操作。

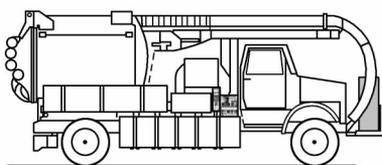


图 6-6 VACTOR (伐可多) 2100 系列喷射杆式下水道清污机

(2) 离心式鼓风机 $\phi 965\text{mm}$ 铝合金离心式压缩机，排风量大于 $220\text{m}^3/\text{min}$ ，可独立操作，叶片为强化防锈蚀轻质铝合金材料，外壳为不锈钢结构。

(3) 水箱 容积大于 3700L ，数量 4 个，采用强化防锈蚀轻质铝合金材料。

(4) 双引擎系统 操作员能同时控制冲水及鼓风系统，主机 210 马力 ($1\text{ 马力}=745.7\text{W}$)，主机驱动液压系统推动高压水泵工作，副发动机功率大于 100 马力，驱动鼓风机工作。

(5) 污泥斗 自卸式，采用耐磨耐蚀的高碳特殊钢板，容积大于 7.5m^3 ，全开式后门，配备全液压后门开关及后门门锁开关。

(6) 污水回用系统 污物箱内配备全自动过滤装置，过滤吸进的污物及污水，系统无需额外维修或停机时间，过滤后污水能绕过

清水水箱直接送至喷射杆式水泵内。

(7) 冲水系统 全液压控制高压冲水管盘至少 180m，可 270° 旋转摆动，前后伸缩，并在任意一点锁紧。冲水高压管长度大于 120m，配有 2 个以上喷嘴，工作压力大于 45bar (1bar=10⁵Pa)。

(8) 吸污系统 吸管为全液压控制，长度大于 15m，可上下左右动作，左右摆动幅度为 180°，带有遥控按钮，另配有伸缩吸管。

VACTOR 清污机清洗流程简便，只要将机上喷嘴导管和真空管放入污水或雨水管道检查井的入口内，强力的高压水泵就可直接用高压水力来驱动喷嘴沿管道往前推进。水泵提供的“水压式冲击”的独特作用，可击碎下水道内的污物，由真空管将污物吸进机上的污物桶内。喷嘴旋转式的不断冲击，除将污物击碎外，也同时把下水管道的墙壁清洗干净，使全部清洁时间减到最少。

它的最大好处是清污机完全在地面上操作，清洁工人无需进入下水道内，可避免因下水道内积累的有毒气体危害工人的生命安全，另外清污机操作员的位置在该机前方，可避免交通意外事故发生。

该车事实上还可作为其他用途。可用做污水处理厂的维护，如污水处理厂的集水井、沉砂池（包括格栅）、污泥消化池及污泥场等，均可采用清污机定期清洗；公路的排水涵洞可用清污机有效清洗。

二、污水管道的维修

全面系统地排查管道的损坏情况，有步骤、有计划地对管道维修，是养护工作最重要的内容。往往采用管网巡视和市民反映，一旦发现管道有损坏现象，出现渗水、漏水或由于淤积出现井口冒水，要组织维修队快速抢修，防止破损处扩大造成事故。

按每个城市的经济条件来划分，管道维修可分成大修和小修。

修理的主要内容包括局部管道段损坏后修补；检查井、雨水口顶部井盖等修理和更换；检查井内爬梯更换、砖块脱落后的修

理；排水户排水量的增加需要新建检查井和管道，实现排水户入网环通改造。合流制管网入污水管网或者管道破损，淤积严重，无法疏通，甚至有些已达到使用寿命极限的管道需要全身开挖维修等。

排水管道特别是污水管道一般采用非金属管道安装，用钢筋混凝土管道，抹带接口，还有用承插或套箍接口等，个别也有用铸铁管作为污水管道。

需要对检查井改建、新建或整段管道翻修时，应断绝污水的流通，在最短时间内完成。并采取相应措施，安装时水泵将污水从上游检查井抽送到下游检查井或者引污水入雨水管道中。夜间作业最佳，需要时间较长时，应主动与交通、城管部门联系，设置必要的路障，并在夜间挂红灯。

三、排水管网系统上构筑物的维护及管理

（一）排水管网系统上的构筑物

为了完成输送污水的工作，除设置污水管道外，还需要在管网系统上设置一些构筑物。这些构筑物包括检查井、雨水口、冲洗井、溢流井、跌水井、水封井、倒虹吸管及出水口等。这些构筑物相对较多的就是检查井，污水管道为了便于检查和清除杂物，根据通水流量及管径大小，一般 40~50m 设置一个，还有些根据地形特点需要设倒虹吸管，但造价偏高。所以排水管网系统上构筑物采用哪种形式，既经济合理又能最大限度地发挥作用，是在设计施工中需要重点研究的课题之一。

排水提升泵站是排水系统上非常重要的建筑物，在此重点介绍。

1. 检查井

为便于对管道系统作定期检查和疏通，必须设置检查井。检查井通常设在管道交汇、转弯、变径或改变坡度以及相隔一定距离的

直线段上。检查井在直线管道上的最大间距参见表 6-1。

表 6-1 检查井在直线管道上的最大间距

管径/mm	最大间距/m	
	污水管道	雨水管及合流管道
300~500	35	45
500~700	50	65
800~1500	75	100
1650~2000	100	130
>2000	可适当增大	

检查井一般采用圆形，由基础、底部、工作室、渐缩部、井筒井盖等部分组成（如图 6-7 所示）。

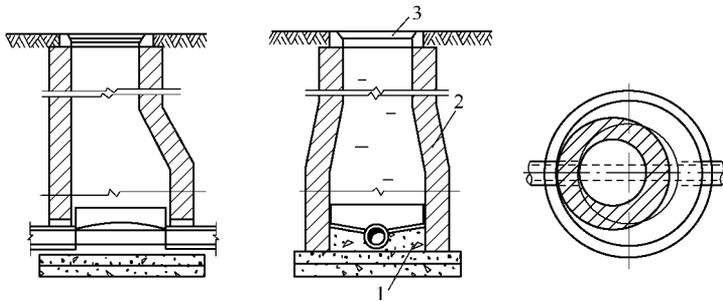


图 6-7 检查井

1—井底；2—井身；3—井盖

检查井基础用碎石、碎砖夯实、卵石或低标号混凝土，底部一般采用低标号混凝土。为了水流通过检查井时阻力小，井底应设半圆形弧形流槽。流槽直壁向上伸展，污水管道的检查井流槽顶与上、下游管道的管顶相平。流槽两侧至检查井壁间的底板应有不小于 200mm 的宽度，便于养护人员下井时立足，还应有 0.02~0.03 坡度坡向流槽，以防检查井淤积。在管道转弯或交汇处，为使水流顺畅，流槽中心线弯曲半径应按抹角大小和管径大小确定，但

不得小于较大的管径，拐弯的角度不小于 90° 。检查井各种流槽的平面形式如图 6-8 所示。

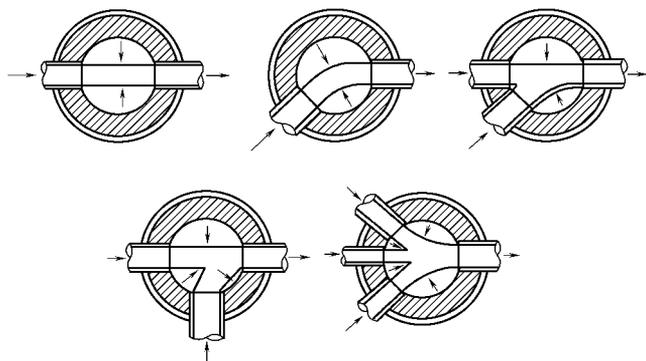


图 6-8 检查井流槽平面图

检查井身（或井体）可采用砖、石、混凝土、钢筋混凝土。为了降低成本，国内多采用砖砌结构，水泥砂浆抹面形式。井身一般为圆形，但在大直径管道转向交汇（或几种管径相交）处以方形、矩形为主，也可采取其他不同形状，如扇形检查井平面如图 6-9 所示。井身内部设有工作室，工作室是养护人员下井养护时的临时场所，要有一定的空间，直径不能小于 1m，埋深许可一般采用 1.8m，经过渐缩部向上到井角部位，为了工人抢修出入安全方便，其直径不应小于 0.7m，渐缩部高度一般为 0.6~0.8m。一些大管径检查井的连接，底部工作室空间相对较大。为节省检查井造价，上面预制钢筋混凝土盖板梁或采取支模现浇，井筒则砌在盖板梁上。为便于上下，井筒在偏向进水管道的一边应保持井壁直立，井壁上应设置爬梯。爬梯一般用铸铁制作的最多，也有

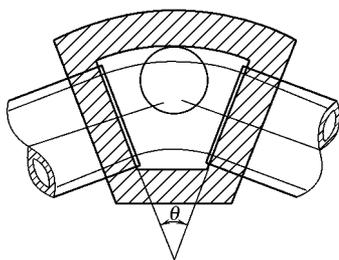


图 6-9 扇形检查井平面图

用钢材拼焊、钢筋折弯等形式，为避免腐蚀，铸铁爬梯最好。

检查井井盖和井座一般采用铸铁或钢筋混凝土，在车行道上一一般采用铸铁。为了防止丢失，可进行改进，采用防盗型铸造井盖，井盖和井座用铰链结构形式，井盖上部设有透气孔，防止井室内气压过大。为防止雨水流入井室，井盖应略高于地面。

2. 跌水井

当上下游管道的管底标高相差很大时，为消减水流能量，防止冲刷，可设跌水井。常用的跌水井有两种形式。竖管式适用于直径等于或小于 400mm 的管道，溢流堰式适用于 400mm 以上的管道。当上下游管底标高落差小于 1m 时，一般要将检查井底部做成斜坡，不采取专门跌水。

竖管式跌水井的构造如图 6-10 所示。这种跌水井一般不作水力计算，凭经验制作。当管径不大于 200mm 时，一次落差不宜超过 6m；当管径为 300~400mm 时，一次落差不宜超过 4m。

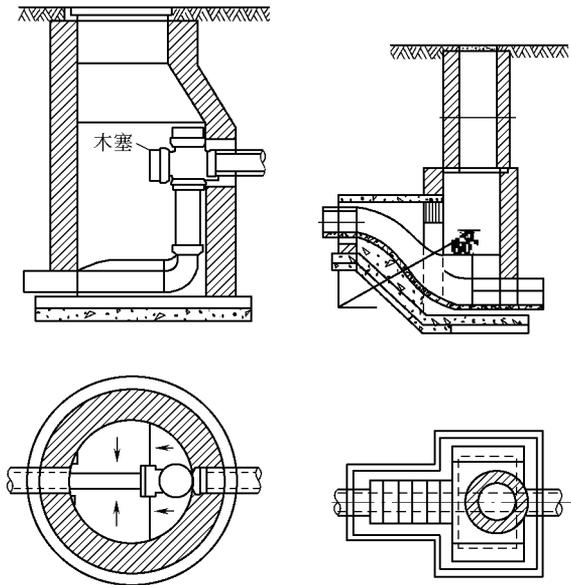


图 6-10 竖管式跌水井的构造图

溢流堰式跌水井需要做水力计算，这种跌水井也可用阶梯形跌水方式代替，阶梯式跌水井见图 6-11 所示。

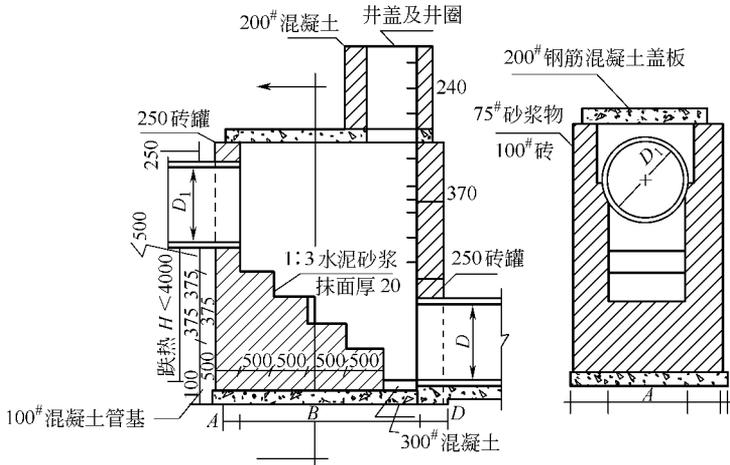


图 6-11 阶梯式跌水井

3. 溢流井

截流式合流制管道应用最为广泛，最简单的溢流井是在井中设溢流堰，也可并排砌两个井。当水位超过一定高度时，水会溢流到另一排水管中。目前在旧城改造中最常使用。最常见的是跳跃式溢流井。枯水期，雨水直接进入污水管道；遇到大雨时，雨水经雨水管道排至水体，不再进行处理。这种结构应用非常普遍。目前采取钢制焊接结构的也非常多，称为雨污分流装置。这种装置可大大降低工程建设投资，特别适用于城市人口密度大、道路狭窄、雨污水管线不好分开，或干旱地区污水量很小的街道，没有必要分开的场合。

4. 雨水口

雨水口是在雨水管或合流管道上收集雨水的构筑物。一般应设置在路侧边沟与交叉路口一定距离处和设有道路边石的低洼地带，这样可以保证有效地收集地面雨水，防止雨水浸过道牙造成路面及低洼地带积水对交通造成影响。街道路面上的雨水应首先经雨水口

通过接收管进入排水管道。

雨水口的形式有平算式、双算联合式。一般一个平算雨水口可排泄 15~20L/s 的地面径流量，道路上雨水口的间距正常范围值在 25~50m，低洼地带和易造成积水地段，根据道路实际情况可适当增加雨水口的数量。

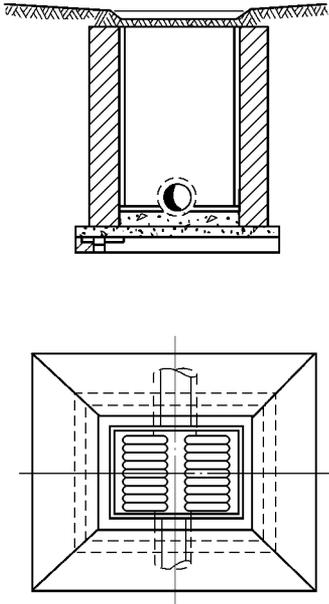


图 6-12 雨水口结构图

雨水口主要由进算、井筒、连接管三部分组成，如图 6-12 所示。进水管可用铸铁或钢筋混凝土孔板制作。进水管采用钢筋混凝土可节约钢材，降低成本，但进水能力比较差。为了提高进水能力，往往把雨水口的边沟沟底下降几厘米，这样进水效果好，但给交通造成不便，甚至可能引起交通事故。采用铸铁进水管，通水能力比较强，又有一定强度、耐腐蚀，缺点成本偏高。随着城市的发展和人们生活水平的提高，大多城市均采用这种铸铁井算。另外进水管的方向也是影响进水能力很主要的因素，算条

与水流方向平行，进水效果就好，所以应特别引起注意。

为了适应排水路面的雨水从不同方向流入雨水口，一个进水管井算上的算条可以做成长向、横向两个方向。

雨水口按进水管在路面上的设置位置一般有三种形式。

- (1) 边沟雨水口，进水管设置稍低于边沟底水平位置。
- (2) 道牙雨水口，进水管嵌入道牙位置与路面垂直放置。
- (3) 联合式雨水口，进水管安装在边沟和道牙侧面，联合式雨水口如图 6-13 所示。

井筒用砖砌或钢筋混凝土预制。雨水口深度一般 $\leq 1\text{m}$ ，在冻

道或庭院竖管排入大气中。

6. 倒虹吸管

当排水管道通过河流、山涧、地下构筑物或其他障碍物时，不能按原有的坡度铺设，需要从障碍物下穿过，采取倒虹吸管如图 6-15 所示。倒虹吸管应选择在河床和河岸较稳定不易被水冲刷的地段及埋深较小的部位埋设。倒虹吸管由进水管、中间管段、出水井等三部分组成。中间管段设于河道底部或障碍物的下面，两侧倾斜管段设在斜坡上，管线倾角不应大于 45° 。

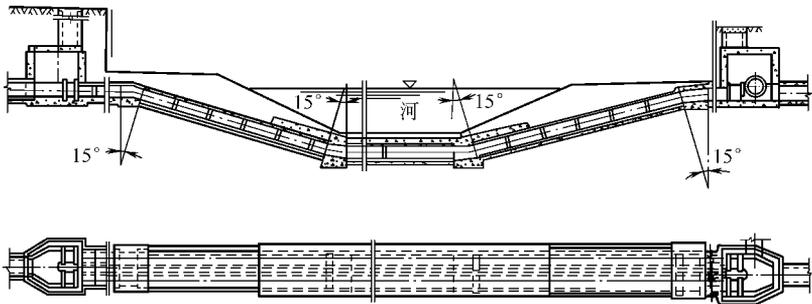


图 6-15 倒虹吸管图

穿过河道的倒虹吸管道管顶与河床的垂直距离一般不小于 0.5m ，其工作管线一般不少于两条。当排水量不大，不能达到设计流量时，其中一条可作为备用。有时可用一条代替，通过构筑物时，应考虑两侧障碍物的具体情况而定。

7. 出水口

排水管道排入水体的出水口位置和形式，根据污水性质、水体的水位变化、水流方向、地形变迁和主要风向等因素确定。一般应用的出水口，有一字式和八字式（如图 6-16 所示）。

出水口应尽量淹没在水中，使污水与水体充分混合，这样感观效果较好，为了能看到清澈见底的水面，往往底面铺一层白色瓷砖，水会显得透亮。若出水口需要向水体延长，应设置浮标标定位置，并争取水利主管部门同意。属于大的河流、湖泊应与航运管理

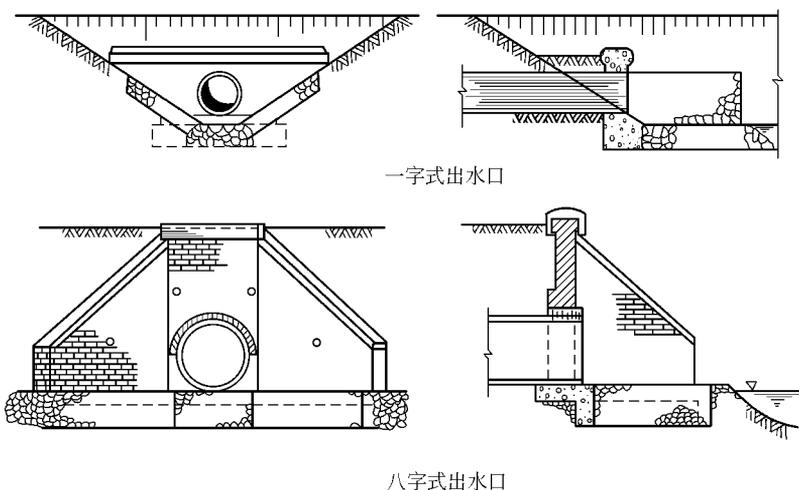


图 6-16 出水口形式

部门联系，并办理必要的审批手续。雨水管道出水口一般不需要淹没，应露出水面，一般在常水位以上，以免水体水倒灌，影响排水效果。当出口标高比水体水面高出太多时，应考虑采取跌水措施。

（二）排水管网系统上构筑物的维护和管理

城市污水处理厂是城市建设的重要组成部分，是城市生产和人民生活不可缺少的公共设施。城市污水处理厂要想运行良好，厂外配套管网系统也是非常重要的。过去污水处理厂一直是事业单位，随着城镇化进程和产业化的加快，逐渐转化为按企业模式进行管理。今后，越来越多的采用政府招标方式委托运营公司，以特许经营权方式进行管理。厂外管网系统是污水处理厂运行管理的一部分，近年来新建污水处理厂都设置有管网配套系统，所以排水管网系统的管理将会越来越重要。构筑物的维护管理就变得被人们逐渐重视起来。

下面以检查井为例进行说明。

检查井是排水管网系统上最多的构筑物。检查井顾名思义就是

做到及时检查和维护。为了做好检查井的运行管理，应注意以下几点。

(1) 责任到人，分工明确。为了搞好管网系统上构筑物的巡查，按行政区域和收水范围大小人员采取分片包干形式，为鼓励和调动员工的生产积极性，可设先进个人奖、先进路段奖、模范标兵等。出现井盖丢失应及时给予更换。

(2) 做好检查井的定期检查及日常巡视维护，每半年组织一次清淤。一般城市雨污完全分流的极少，遇到降雨量多的年份应增加清淤频次。严禁周围有明火出现。对于特殊的检查井如跌水井、雨污合流的进水井、倒虹吸管以及个别雨水口，在管网系统图上应做出特别标志，每次检查、清淤应着重安排。

(3) 及时对检查井与路面接合部做好维护。检查井周围应干净整洁，井盖上方文字标识明显清楚，井盖上面出气孔畅通。还应有专人看管，经常打开井盖通风换气。

(4) 其他常规性维护管理参看污水管网运行管理内容。

第四节 污水泵站的管理与维护

污水泵站是城市排水管网系统上最重要的构筑物，它担负着向城市污水处理厂和水体输送污水的职能。一般包括格栅间、污水泵房和配电间。由于污水泵站运行的特殊性，24h 不间断运转，一般采用双回路电源。关于格栅间格栅除污机的运行维护这里只作简要介绍，重点对污水泵房的运行管理加以说明。

一、格栅间格栅除污机的运行维护

每天什么时候清污，主要是利用栅前液位差来进行控制，必要时利用手动时开时停方式来控制。无论采用哪种方式，值班人员都应经常现场巡视。运行管理人员应摸索一套经验，开启频次，要做

到心中有数。另外，要加强巡查及时发现格栅除污机的故障，避免出现“卡死”现象。

(1) 设备安装时，应注意调整固定架和移动件（如导轨与滑块）间隙，保证除污耙的上下动作顺利。调整好各行程开关及撞块的位置，确定时间继电器的时间间隔，使设备能按设计规定的程序完成整套循环动作。

(2) 调整正常后，应空载试运转数小时，无故障后才能投入运行。

(3) 电动机、减速器及轴承等各加油部位应按规定加换润滑油脂，如三索式格栅使用普通钢丝绳还应定期抹润滑油。

(4) 定期检查电动机、减速器等运转情况，及时更换磨损件，钢丝绳断股超过规定允许范围时应随时更换，同时应确定大、中修周期，并按时保养。

(5) 经常检查、拨动支架组件是否灵活，及时排除被卡异物，检查各部件螺丝是否松动。

配备压榨机、输送机的还应做好压榨机、输送机的维护保养。保持格栅间通气换气，及时清运栅渣。

二、污水提升泵房的运行管理

(一) 泵组的运行调度和集水池的维护

泵组的运行调度应注意以下几点。

(1) 尽量利用大小泵的组合来满足水量，而不是靠阀门来调节，以减少管路水头损失，节能降耗。

(2) 尽可能保持集水池高水位，可降低提升扬程。

(3) 水泵的启、停不可过于频繁。使用软启动器开启的，软启动器有一定寿命。

(4) 应均匀调配，使每台泵的投运次数、运行时间应基本一致。

(5) 要有备用泵位置。

在运行过程中，还应注意各种仪表指针的变化，如真空表、电流表、轴承温度表、油位针的变化以及报警信号灯情况。若指针发生偏位或跳动，信号灯闪烁或熄灭、变亮应认真查明原因，及时给予解决。

集水池维护时应注意以下问题。

因为污水流速慢，泥砂可能沉积到集水池底部。定期清洗时，应注意人身安全。清理池前，应首先强制排风，达到安全部门规定的要求后，工人才可下池作业，下池后仍应保持一定的通风量。每个操作人员在池下工作时间不可超过 30min。

(二) 污水泵的运行管理

1. 干式污水泵的运行管理

以干式安装的立式或卧式离心污水泵为代表，离心污水泵运行过程中需注意以下问题。

(1) 水泵及电动机各轴承的温度不得超过允许的最高温度，一般轴承温升不超过环境温度 35℃，总和温度最高不超过 95℃。

(2) 新机组使用时应注意在较短时间内更换润滑脂（或油）。

(3) 定期检查联轴器和机组上各底脚螺栓，如发现有偏移或松动，应及时纠正或紧固。

(4) 应检查水泵填料压盖处是否发热，滴水是否正常。

(5) 水泵机组在运行过程中，应观察电机的电流表指数、水泵的振动与噪声，发现有不正常情况应及时检查纠正。

(6) 泵的压力表、真空表每年应专门校对一次，并检查管路与连接配件是否有损坏。

2. 潜污泵的运行维护

潜污泵是污水泵房目前最常用的一种。使用潜污泵应注意以下几个方面。

(1) 启动前检查叶轮是否转动灵活，油室是否有油。通电后旋转方向应正确。

(2) 检查电缆有无破损、折断，接线盒电缆线的入口密封是否完好，发现有问题的地方及时妥善处理。

(3) 严禁将泵的电缆当做吊线使用，以免发生危险。

(4) 定期检查电动机相间和相对地间绝缘电阻，不得低于允许值，否则应拆开检修，同时检查电机接地是否牢固可靠。

(5) 电泵长期不用时应从水中取出，不要长期浸泡在水中，以减少电机定子绕组受潮的机会。当气温较低时，还应防止电泵冻结。

(6) 运行半年后应经常检查泵的油室密封状况，如油室中油呈乳化状态或有水沉淀出来，应及时更换 10-30# 机油和机械密封。

(7) 叶轮和泵体之间的密封不应受到磨损，间隙不得超过允许值，否则应更换密封环。

(8) 不得随便拆卸电泵零部件，需拆卸时不要猛敲、猛打，以免损坏密封件。正常情况下，运行一年后应进行一次大修，更换已磨损的易损件和机械密封件，并检查紧固件的状态。

(9) 潜污泵停止使用后应放入清水中运转数分钟，防止泵内留下沉积物，保证泵的清洁，存放时不宜放置潮湿地方，以免生锈。

运行人员要确保泵房机电设备保持良好状态。工作人员应做好泵站的清洁卫生，各种工具器具要摆放整齐，对叶轮、闸阀、管道易堵塞部位做到及时清理。泵房的集水池应每年至少清洗一次，配有搅拌装置也应及时检修。

还应至少半年检查、调整、更换水泵进出水闸填料一次，并定期检修集水池标尺或液位计及其转换装置。备用泵应每月至少进行一次试运转。环境温度低于 0℃ 时，必须放掉泵壳内的积水。

三、安全用电

污水泵站虽然设备不太多，但都与电有直接的联系。因此，掌握安全用电知识是泵站工作人员所必须具备的。

运行管理人员必须有基本的安全用电常识，并应注意以下

几点。

- (1) 非电工（没有电工证的人员）不能拆装电气设备；
- (2) 损坏的电气设备应请电工及时修复；
- (3) 电气设备金属外壳应有合格的接地线；
- (4) 移动配电柜或配电用具要用三眼（或四眼）插座，用三芯（或四芯）坚韧橡皮线或塑料护套线，应尽量安装在安全电箱内；
- (5) 手提行灯必须采用 36V 以下安全电压，特别潮湿（如坑道内、检查井、管道中）不得超过 12V；
- (6) 临时用线拉线应规范，不得私自乱拉乱接。用后应限期拆除；
- (7) 电器设备要有适当的防护装置或警告牌；
- (8) 要经常开展安全教育活动，学习安全用电知识，做到警钟长鸣。

对电气设备要做到安全检查。检查内容主要包括：电气设备绝缘处有无破损；绝缘电阻是否合格；保护接零线是否正确、可靠；保护装置是否符合要求；电气连接部位是否坚固、完好；安全用具和电器灭火器材是否安全；照明灯电压是否安全等。

当运行中发生气体继电器保护跳闸，电容器或电力电缆的断路器跳闸时，未查明原因前不得重新合闸。进行倒闸操作时，应严格遵守“倒闸操作工作票”制度，严格按程序操作。变压器、电容器等变、配电装置在运行中，若发生异常情况不能马上排除时，应立即停止运行。电容器在重新合闸前，必须断开断路器，使电容器放电。隔离开关过热，应断开断路器，切断电源。这一点应特别注意，如果不注意，会造成爆炸，酿成火灾事故。

若运行过程中出现故障后无法全部断电，应迅速降低负荷，加强监视，工作负责人应向工作人员说明线路有电，加强监护，并设置明显警示标牌。

同时，工作人员还要具备一定的触电急救知识和电器灭火知识。发生此类现象往往是设备出现故障或违章操作造成，当发生电器火灾时，不要惊慌，首先应切断电源，用不导电的灭火器灭火。

如果有人触电应根据具体情况对触电人对症救治，同时拨打 120 向医务部门呼救。

四、安全生产制度

（一）安全生产责任制

主要是根据“管生产必须管安全”的原则，对各级领导和各专业人员明确规定在生产活动中应负的安全责任。各级领导、各职能部门、安全监督管理部门及工作人员都有明确的安全生产职责，做到各司其职、各负其责。

（二）安全生产教育制

主要是规定对新进职工进行三级安全教育，即入厂教育、岗位技能教育和部门、班组教育相结合。对于内部调整人员到新岗位前，应对新工种、新设备进行再次安全教育。特殊工种如电器、焊接、压力容器、行车、机械维修等，还必须通过安全技术培训，考试合格由行业主管部门发放“上岗操作证”才能实施独立操作。

（三）安全生产检查制

明确规定工作人员每天上岗首先必须对使用的机器设备和工具进行检查，并养成良好的交接班习惯，严格遵守交接班制度。生产班组必须定期对管辖内设备及工作器具进行安全检查；公司由领导组织人员定期进行安全生产检查，抓好整改，抓好落实。节假日放假前，应做到全面检查。

（四）伤亡事故报告处理制

就是认真贯彻执行国务院发布的《工人职员伤亡事故报告规程》，严格执行“三不放过原则”，即事故原因分析不清不放过，事故责任大和群众没有受到教育不放过，防范措施不落实不放

过。重大人身伤亡事故发生后，要立即抢救，保护现场，按规定期限逐级报告，对事故责任人根据责任轻重、损失大小、认识态度提出处理意见。对重大事故或事故苗子要及时召开现场办公分析会。

（五） 防火防爆制度

主要是规定消防器材和设施的设置问题。

除此以外，还必须订立各工种安全操作规程。如泵站运行工、污水池管理工、下井下池工、化验工、鼓风机管理工等，一般通用工种如电工、钳工、电气焊工、修理工、汽车驾驶员等除有安全操作规程，另外，还应严格执行特殊行业安全规章制度。关于交通方面，2005年国家又出台了《中华人民共和国交通安全法》，更加规范了汽车驾驶员的行为。为了抓好安全生产制度的贯彻落实，企业专设安全管理部门，确定专职或兼职的安全技术人员或安全员。

每年季节气候条件对安全生产有一定影响。梅雨季节前要进行安全用电大检查；雨季来临要注意防涝防潮工作；每年盛夏，做好防暑降温；每年冬季，做好防冻保暖工作。工作人员在下集水池作业时，要进行防毒。对职工必须进行防 H_2S 中毒安全教育，采取通风措施，有条件的要进行硫化氢浓度监测。

第五节 污水管网管理与污水处理厂运行管理的配合

一、运行管理的总体要求

污水管网和污水处理厂是一个有机的整体。近几年来，国家和各级地方政府投资建设了一大批污水处理厂，由于城市污水管网滞后，对污水处理厂的运行造成了很大难度。主要原因如下。

(1) 历史形成污水经原雨污合流管道直接排入水体，由于没有配套的污水管网，污水处理能力不足，存在“吃不饱”现象，污水处理厂大马拉小车，增加处理成本；

(2) 工业发展不平衡，重污染企业污染负荷偏重；

(3) 企业点源治理不规范，不到位；

(4) 雨污合流管道偏多。

这样给污水处理厂调试运行增加了很大难度，进水水质不稳定，重污染负荷瞬间出现对生物菌种影响非常大，这样，污水管网管理与污水处理厂运行管理的配合就显得尤为重要。这就要求工作人员做好厂内、厂外的配合，需要一大批具有高度责任感和事业心，具有较高专业技能，肯于钻研的技术人员、操作人员和管理人员共同努力，节能降耗，在实践中摸索经验，确保污水处理厂和污水管网系统良性运行。

对运行管理的要求有如下几点。

(1) 要做好量的保证 充分发挥污水管网的效能，最大限度地收集污水，满足污水处理厂运行的基本要求。

(2) 要做好质的保证 以最低的成本处理好污水，严格控制源头，重点调查或监测主要污染源情况、排放口或纳污口水质，掌握污染源污水排放周期并监测不同时段的污水水质，最终做到“达标”排放。

(3) 要有科学管理保证 运行管理要科学化、制度化，工作人员要不断学习新业务、新知识，提高自己的业务水平，不断改革创新，实施“科技兴厂”战略，搞好文明生产，安全生产。

二、运行记录和报表制度是污水处理厂和管网系统运行良好的前提

一个城市污水处理厂每日处理多少污水，处理效果如何，管网系统铺设区域、进水水质情况、出水水质情况，处理过程中节能降耗结果如何，有什么异常现象发生，如何解决，全凭运行记录和报

表来反映。原始记录报表是一项重要的记录文字内容，管理人员可以通过这些数据进行工艺计算、数据调整，对设备运行状况进行判断、分析，对经营情况进行评价，可提出设施、设备的维修保养计划，对下一步的运行起指导作用。

原始记录主要有值班记录、工作日志和设备保养记录、设备维修记录等，主要包括各类仪表的显示数据、设备的运行状况等。报表是在原始记录基础上经过整理汇编而成的，可分为年统计、季统计、月统计。月统计报表就是每月报送一次，然后主管科室或部门每季度或每年再汇总后上报一次；岗位操作人员每日或每周、每旬向工段、班组报一次统计报表。

通过原始记录和统计报表可以真实地反映厂内、厂外的实际运行状况，向领导提供全面、可靠的工艺调整依据，以便做出正确的决策。

对于近阶段新建的污水处理厂，起点都比较高，工艺运行实行自动化控制，一般都成立有内部局域网，条件好的泵站与污水处理厂通过互联网，随时均可看到最新的记录数据。鉴于有些数据具有保密性和不可操作性，往往加以限制。如设备运行必须是指挥中心部门专业技术操作人员才有此权利。

做好原始记录和报表，快速反馈信息，这样才能做到有机配合，保证污水处理厂运行效果好，出水稳定。

三、掌握污染源第一手资料，保证向污水处理厂供应合格污水

城市污水一般包括生活污水、工业废水和市政污水。工业废水又分为生产污水和生产废水。一般情况下生活污水、生产废水（未被生产工艺过程直接污染的水）、市政污水水质比较稳定，处理起来也比较容易。在这里重点讲生产污水，它随生产品种、生产工艺、生产运行状况的变化，即使一种产品同一种工艺排出的污水水质也有较大变化。污染源实质上就是查主要污染企业的排污

状况。

(一) 污染源调查的目的

(1) 污染源排污类型、污染危害程度、排污规律，确定主要污染源。

(2) 对重点污染源和混合污水进行现场监测，掌握其污水排水量和污水水质。

(3) 了解需处理污水的水质水量，确定需处理污水的污染源组成。

(二) 污染源调查的内容

污染源调查一般包括水质调查和水量调查。

1. 水质调查

(1) 物理指标 温度、漂浮物、悬浮物、色度、气味、泡沫度等；

(2) 化学指标 pH 值、氮和磷、油类、重金属离子、有毒有机物等；

(3) 可生化降解有机物指标 BOD、COD_{Cr} 等；

(4) 生物指标 各种病原菌、细菌指标；

(5) 特殊指标 如放射性指标。

2. 水量调查

(1) 各排污点 污水的来源及组成，一个生产周期内排水周期，一个排水周期内排污总量、最大流量、平均流量。

(2) 企业总排污口 应在企业总排放口监测污水的日最大流量、平均流量、最大时最大流量、最大时平均流量，掌握总排放口污水水量变化规律。

(三) 对工业污染源的监督管理措施

(1) 采用对排水户通用的城市排水许可管理办法，下发《排水许可证》，该管理办法已经建设部出台并实施。

(2) 加大监管力度，对重点污染源实行 24h 监控，并安装 COD 在线监测仪，实现达标排放，实施重点执法。

(3) 对一些擅自不达标排放，污染严重的企业坚决给予关停、取缔。

(4) 严把新项目审批关。

第七章 城市污水管网的资金筹措和效益分析

第一节 城市污水管网的资金筹措

近几年来，随着我国社会主义市场经济的不断完善，城市污水管网项目呈现出投资渠道多元化和筹措资金多样化的趋势。下面介绍几种主要的资金筹措方式。

一、财政投资

财政投资分中央财政投资和地方财政投资。

(一) 中央财政投资

自 1998 年以来，中央采取积极的财政政策，对城市污水管网（大多与城市污水厂合并为一个项目）进入部分投资，但需地方政府给予配套资金，中央财政投资的性质分两种。

(1) 国家补助资金 即为给该项目的政策性补助资金，该项资金项目单位不用偿还。

(2) 地方转贷资金 该资金属于贷款性质。通过地方财政转贷给项目单位，但必须按期还本付息。

这两项资金的争取程序一样。城市污水管网项目的立项、可研、环评和初设批复手续符合建设程度；地方配套资金的文件（含

拨付的财政手续)，经省、市发改委报国家发改委，发改委根据国务院要求，项目核实研究后发文给国家财政部，由财政部把该两项资金分级拨付给项目所在市财政局。由该市财政局拨付给项目建设单位，并监督使用。

（二） 地方财政投资

城市污水管网是改善城市水环境的主要公用基础设施项目。当地市政府应归纳入市级财政预算，配套完善城市污水管网，把市区污水送至城市污水厂处理达标后排放。

近几年来，地方财政投资主要是把城市维护费、土地出让金、排污费、污水处理费等部分收入通过当年财政预算用于城市污水管网建设。

项目单位必须按建设程序把污水管网项目做好，应提前半年或一年通过建设主管部门向市政府报告，经市政府研究后，列入下年财政预算。

地方省级财政为鼓励污水截流处理，达标排放，对污水管网项目也有倾斜资金的投入。

二、 争取银行贷款

（一） 国内银行贷款

近几年来，由于国家对污水处理行业的重视，国内银行对污水管网建设的支持力度逐年增强，尤其是国家开发银行、中国建设银行、中国工商银行、农发行等较为主动，但银行一般都要求以财政或污水处理费收费权作担保，具体的操作程序与其他项目程序一样。

（二） 国外银行贷款

为了支持我国的环保事业，对城市污水管网建设项目贷款的主要国外金融组织有：世界银行、亚洲开发银行、日本协力银行等，它们一般都通过区域性的项目打捆，通过国家政府间的贷款的形式

融资。例如许昌市城市污水管网配套项目利用的日本协力银行贷款。

利用国外银行贷款的优点是贷款期限长，一般为 20~40 年，利率低。其缺点是：程序繁多，争取周期长，一般只负责材料、设备部分的款项。

三、采取合资或 BOT 形式建设

(1) 合资经营（股权式经营） 合资经营是由外来公司、企业经当地市政府批准，同该市污水处理公司联办合营企业。合资企业由合营各方出资认股组成，各方出资多少，由双方协商确定。按规定，合资各方的出资比例决定了分配利润的份额和承担风险及亏损的责任，也关系到对企业管理的控制权。

(2) BOT 形式 BOT 即 Build（建造）、Operate（运营）、Transfer（移交）的缩写，它的含义为：承建者（投资方）从委托人（一般为政府）手中获取特许经营权，然后从事项目的融资、建设和运营，并在特许期内拥有该项目的所有权和经营权。特许期结束后，将项目无偿地转交给委托人。在特许期内，项目公司通过对污水管网项目的经营，获取利润，用于回收投资成本，并取得合理的利润收入。

这两种投资形式，近年来随着国家开放公用事业市场，污水处理厂的建设不少地方已经实施，但城市污水管网建设明显滞后，这可能还与国家政策有关，如城市供排水管网不允许外资独资或控股。据资料介绍台湾省的高雄市 2004 年的污水管网已采用 BOT 的形式开始建设。

第二节 城市污水管网的效益分析

一、城市污水管网工程项目效益的特点

城市污水管网工程为城市基础设施，其效益的评价与一般工业

项目相比困难得多，这是由于其本身的特点所决定的。

(1) 间接性 城市污水管网工程项目所产生的效益，除部分经济效益（如污水处理费）可以定量计算外，大部分难以用货币量化。如改善城市水环境，提高人民健康水平，减少国家和个人医疗费用支出，促进地方招商引资，提高其他部门的生产效益，减少损失等等。

(2) 隐蔽性 城市污水管网全部建在基础设施的最下面，主要是保证城市的生产、方便生活和防止水污染，减少或消除水污染方面的损失，往往不被人们所察觉。它是以服务于社会为主要目的，项目的受益者不一定是费用的负担者。

(3) 广泛性 一个城市，若没有或不配套城市污水管网，其影响和危害将涉及社会、经济各个方面，包括生产、生活、景观、人体健康和吸引外资等，这说明城市污水管网工程项目的投资收益是广泛的。

(4) 不确定性 城市污水管网项目投资所带来的效益，如疾病的减少，旅游事业的发展 and 地价的增值等都有很大的不确定性，很难预测和估算。

(5) 长远性 城市污水管网项目投资所带来的效益，往往需要较长时间才全部显现出来，污水管网使用周期长，所以其大部分效益往往具有长远性。

(6) 复杂性 城市污水管网建设在最下边，因地质的复杂性，过河、过构筑物、过公路、过铁路等，给投资回收也带来复杂性。

二、城市污水管网工程项目的效益分析

城市污水管网工程项目的效益，应根据工程的具体目标、内容等情况，通过对比或调整进行估算。一般可采用“有它对比法”，即接它项目时对城市环境和河流污染所引起的损失与有项目时还可能继续发生的损失之差来估算项目的效益。

(1) 污水处理费中的管网使用费 主要城市污水管网项目的直接收益,在国家规定的污水处理收费中含有管网使用费这一项,通常通过自来水和自备水收费一并收取。我国大部分城市开征了污水处理费,但很多污水处理厂难以保本微利运行。其中的管网使用费更是不被人们重视。城市污水管网使用费可按下式计算。

$$B_1 = QM$$

式中 B_1 ——城市污水管网年使用费,万元;

Q ——污水管网年设计能力, $\text{m}^3/\text{年}$;

M ——管网使用费标准, $\text{元}/\text{m}^3$ 。

(2) 水污染对工业产品产量、质量造成的损失 据《蚌埠日报》报道,蚌埠市因水资源严重污染,自来水一度不能饮用,依靠自来水供水的工厂被迫停产,据统计,全市因工厂停产造成的经济损失达 1000 多万元/年,占蚌埠市当年市区工业总产值的 0.6%。此项损失按下式计算。

$$B_2 = fGP$$

式中 B_2 ——水污染对工业产品产量、质量千万的年损失,万元;

f ——影响系数,即水污染对工业产品产量、质量造成的损失占工业总产值的百分数;

GP ——城市工业总产值, $\text{元}/\text{m}^3$ 。

(3) 水污染给人体健康造成的损失 最近十多年来,水污染事故每年都要发生百余起,中毒、死亡事件年年都有发生,水污染引起的各种疾病如肝肿大、肠道传染病、传染性肝炎等病的发病率增高,从而导致医疗保健费用增加,劳动生产率下降。水污染对人体健康损害的经济评价比较困难,国外的许多研究如人头法、生命价值法等很难应用于实际。下面介绍一下前苏联《确定环保费用经济效益指引办法》中的计算公式。

$$B_3 = VE(T_2 - T_1)$$

式中 B_3 ——发病率下降的年经济效益,万元;

V ——一个劳动者日平均净产值，元/日；

E ——由于水污染引起患病的劳动者人数，万人；

T_1, T_2 ——污染治理前后每个劳动者的年平均工作日数，日。

(4) 水污染造成的地价损失 水污染对城市土地损害的特点是累积效益和远期影响，是对基础使用条件的破坏，是由量变到质变的过程。其具体表现是土地使用维护和构筑物维护费用增加，因维修而给工业停业的时间增长。相应地，地价随之而下跌，更严重的整土块因水污染而无法使用被放弃。直接计算地价损失是比较困难的，但如果采用土地影响价格，并列入反映土地价值衰减的衰减率，则由水污染造成的地价损失可较易计算得到。计算公式为

$$B_4 = P\epsilon S$$

$$P = K/i$$

式中 B_4 ——水污染造成的年地价损失，万元；

P ——土地影响价格，万元/hm²；

K ——每年土地纯收入，万元/hm²；

i ——银行利率；

ϵ ——土地价值衰减率；

S ——城市河流、湖、海污水面积，hm²。

(5) 城市污水管网没有时的其他损失 其他损失包括：水污染造成城市给水净化费用的增加；环境污染所带来的旅游损失；管网不配套造成已建污水处理设施的损失等。

三、城市污水管网工程项目的费用

(1) 投资费用 主要包括工程费用和拆迁费用两部分。

(2) 生产经营费用 主要包括泵站的动力费用、污水管网泵站的维护和维修费用等。

(3) 财务费用 主要包括银行贷款利息、引资回报等。

第三节 城市污水管网工程项目的投资收益

一、投资与资产的含义

投资是人们在社会经济活动中为实现某种预定的生产、经营目标而预先垫付的资金。

城市污水管网投资由固定资产投资和建设期借款利息组成。该项目建设投资最终形成相应的固定资产、无形资产和递延资产。

(1) 固定资产 指使用期限较长(一般一年以上),单位价值在规定标准以上,在生产过程中为多个生产周期服务,在使用过程中保持原有物质形态的资产。城市污水管网项目的固定资产主要包括以下内容。

- ① 污水管道和检查井;
- ② 泵站房屋和构筑物;
- ③ 机械设备,如格栅、水泵等;
- ④ 电气设备,如高低线路及变配电设备;
- ⑤ 检修和各种运输设备。

(2) 无形资产 是指企业长期使用,能为企业提供权利或利益,但不具有实物形态的资产,如专利权、特许经营权、土地使用权等。

(3) 递延资产 是指集中发生但在会计核算中不能全部记作当年开支,而应当在以后年度内分期摊销的费用。

二、投资构成与资产价值

城市污水管网项目建设投资由下列几部分费用组成。

(1) 工程费用 也称为第一部分费用,包括建筑工程费用、设

备购置费用、安装工程费用和生产用具购置费。

(2) 工程建设其他费用 也称为第二部分费用,指除建筑、安装工程费用和设备、生产用具购置费以外的一些费用。包括土地征用费、搬迁补偿、青苗补助和建设单位管理费等。

(3) 预备费 指在初步设计概算中难以预料的工程费用,分为基本预备费和价差预备费。基本预备费包括建设项目在建设过程中在批准的建设投资范围内,修改设计所增加的费用;由于一般自然灾害所造成的损失和预防自然灾害所采取的措施费用。价差预备费是指由于材料、设备价格浮动而增加的费用。

(4) 建设期利息 是指建设项目在借贷资金(固定资产投资借款)在建设期内发生的利息。

污水管网项目建成后,建设投资转化为固定资产、无形资产和长期待摊费用。在会计核算中,建造与购置固定资产的实际支出(包括建设期借款利息、外币借款汇总差额及固定资产投资方向调节税)称为固定资产原值。同样,获取无形资产的实际支出称为无形资产的原值。在项目筹建期内实际发生的各种费用,除应计入固定资产和无形资产价值者外,均应计入长期待摊费用。

三、折旧、摊销和投资收益

污水管网项目总成本中含有固定资产折旧费与无形资产、长期待摊费用摊销费,总成本加合理盈利为投资收益,下面分别说明其计算方法。

(1) 折旧 常用的计算、提取折旧的方法有直线折旧法和加速折旧法等。

① 按照直线折旧法,固定资产每年折旧额的计算公式为

$$\text{年折旧额} = (\text{固定资产原值} - \text{固定资产净残值}) \div \text{折旧年限}$$

固定资产净残值是预计的折旧年限终了时的固定资产残值减去清理费用后的余额。固定资产净残值与固定资产原值之比称为净产值率。各类固定资产的折旧年限由国家财政部统一规定。

实际工作中常用计算固定资产折旧额，年折旧率的计算公式为

$$\begin{aligned} \text{年折旧率} &= (\text{年折旧额} \div \text{固定资产原值}) \times 100\% \\ &= (1 - \text{预计净残值率} \div \text{折旧年限}) \times 100\% \end{aligned}$$

② 加速折旧法有多种，使用较多的有年数总和法和双倍余额递减法。

a. 采用年数总和法计算折旧，折旧率是逐年递减的，各年折旧率的计算公式为

$$\text{年折旧率} = \{(\text{折旧年限} - \text{固定资产已使用年限}) \div [\text{折旧年限} \times (\text{预计使用年限} + 1) \div 2]\} \times 100\%$$

按照年数总和法，各年固定资产折旧额的计算公式为

$$\text{年折旧额} = (\text{固定资产原值} - \text{固定资产净残值}) \times \text{当年折旧率}$$

b. 按双倍余额递减法计算公式为

$$\text{年折旧率} = (2 \div \text{折旧年限}) \times 100\%$$

$$\text{年折旧额} = \text{固定资产净值} \times \text{年折旧率}$$

折旧年限到期前的最后两年，年折旧额的计算公式为

$$\text{年折旧率} = (\text{固定资产净值} - \text{固定资产残值}) \div 2$$

c. 我国以前对折旧费的计算方法采用综合折旧法。1986年8月建设部和财政部联合颁发的《城市公用事业企业固定资产管理制度》中规定，折旧基金分为两个部分：一是基本折旧，用于重新购置和建造固定资产；二是大修提成基金。同时规定固定资产报废时的净残值（残值—清理费用）都按4%计算，基本折旧率与大修理基金提成率的计算公式为

$$\text{基本折旧率} = (1 - 4\%) \div \text{固定资产折旧年限}$$

$$\begin{aligned} \text{大修理基金提成率} &= \text{预计大修理费用总额} \div \\ &(\text{固定资产原值} \times \text{预计使用年限}) \end{aligned}$$

式中，固定资产折旧年限按国务院及建设部的分类规定。大修理基金提成率计算式中的预计使用年限，目前尚无统一规定，由企业主管部门商得财政部门同意后确定。

排水工程，由于污水对构筑物及设备均易腐蚀，其折旧年限应比给水工程短。其基本折旧率，污水工程可按5.3%计算，雨水工

程可按 4.1% 计算；大修理基金提成率，污水与雨水均可按 2.4% 计算。但根据国务院 1985 年的有关规定，下列固定资产不计提取折旧。

- ① 土地不得提取折旧；
- ② 通过局部轮番大修实现整体更新的固定资产不得提取折旧；
- ③ 未使用和不需要的设备，不得提取折旧；
- ④ 账面已经提足折旧的固定资产，不再提取折旧；
- ⑤ 按规定提取管网基金的污水管网，不得提取折旧。

(2) 摊销 无形资产从开始使用之日起，应按照有关协议、合同在受益期内分期平均摊销，没有规定受益期的按不少于 10 年的期限分期平均摊销。

(3) 投资收益 城市污水管网收益的主要来源为污水处理费中的管网使用费或政府财政补贴，收益算账的方法可按上述的介绍计算总成本加上合理盈利。目前，全国大多城市污水管网还是由政府建设与管理，无法计算其收益。随着公用事业改革的进程，社会资本等多种经济成分的投入，城市污水管网的投资收益会是可观的。根据笔者的实践，要投资经营城市污水处理厂，连带城市污水管网更能把握城市污水管网出进水质量、数量级，保证污水处理厂的良性运转。据资料介绍，目前台湾省几个城市用 BOT 形式投资城市污水管网已经达到高潮，投资收益已经吸引了大量的投资者。

附录一 污水排入城市下 水道水质标准

CJ 3082—1999

一、范围

本标准规定了排入城市下水道污水中 35 种有害物质的最高允许浓度。

本标准适用于向城市下水道排放污水的排水户。

二、引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 5084—1992 农田灌溉水质标准

GB/T 6920—1986 水质 pH 值的测定 玻璃电极法

GB/T 7466—1987 水质 总铬的测定

GB/T 7467—1987 水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法

GB/T 7468—1987 水质 总汞的测定 冷原子吸收分光光度法

GB/T 7469—1987 水质 总汞的测定 高锰酸钾-过硫酸钾消解法 双硫脲分光光度法

- GB/T 7470—1987 水质 铅的测定 双硫脲分光光度法
- GB/T 7471—1987 水质 镉的测定 双硫脲分光光度法
- GB/T 7472—1987 水质 锌的测定 双硫脲分光光度法
- GB/T 7474—1987 水质 铜的测定 二乙基二硫代氨基甲酸
钠分光光度法
- GB/T 7475—1987 水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收
分光光度法
- GB/T 7478—1987 水质 铵的测定 蒸馏和滴定法
- GB/T 7479—1987 水质 铵的测定 纳氏试剂比色法
- GB/T 7484—1987 水质 氰化物的测定 离子选择电极法
- GB/T 7485—1987 水质 总砷的测定 二乙基二硫代氨基甲
酸银分光光度法
- GB/T 7487—1987 水质 氰化物的测定 第二部分：氰化物
的测定
- GB/T 7488—1987 水质 五日生化需氧量（BOD₅）稀释与接
种法的测定
- GB/T 7490—1987 水质 挥发酚的测定 蒸馏后 4-氨基安替
比林分光光度法
- GB/T 7491—1987 水质 挥发酚的测定 蒸馏后溴化容量法
- GB/T 7494—1987 水质 阴离子表面活性剂的测定 亚甲蓝
分光光度法
- GB 8703—1988 辐射防护规定
- GB 8978—1996 污水综合排放标准
- GB/T 11889—1989 水质 苯胺类化合物的测定 N-(1-萘基)
乙二胺偶氮分光光度法
- GB/T 11890—1989 水质 苯系物的测定 气相色谱法
- GB/T 11893—1989 水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法中
华人民共和国建设部 1999—01—26 批准 1999—08—01 实施
- GB/T 11899—1989 水质 硫酸盐的测定 重量法
- GB/T 11901—1989 水质 悬浮物的测定 重量法

GB/T 11902—1989	水质	硒的测定	2,3-二氨基萘荧光法
GB/T 11903—1989	水质	色度的测定	
GB/T 11906—1989	水质	锰的测定	高碘酸钾分光光度法
GB/T 11910—1989	水质	镍的测定	丁二酮肟分光光度法
GB/T 11911—1989	水质	铁、锰的测定	火焰原子吸收分光光度法
GB/T 11912—1989	水质	镍的测定	火焰原子吸收分光光度法
GB/T 11914—1989	水质	化学需氧量的测定	重铬酸盐法
GB/T 13192—1991	水质	有机磷农药的测定	气相色谱法
GB/T 13194—1991	水质	硝基苯、硝基甲苯、硝基氯苯、二硝基甲苯的测定	气相色谱法
GB/T 13195—1991	水质	水温的测定	温度计或颠倒温度计测定法
GB/T 13196—1991	水质	硫酸盐的测定	火焰原子吸收分光光度法
GB/T 13199—1991	水质	阴离子洗涤剂的测定	电位滴定法
GB/T 15505—1995	水质	硒的测定	石墨炉原子吸收分光光度法
GB/T 16488—1996	水质	石油类和动植物油的测定	红外光度法
GB/T 16489—1996	水质	硫化物的测定	亚甲基蓝分光光度法
CJ 26.3—1991	城市污水	易沉固体的测定	体积法
CJ 26.7—1991	城市污水	油的测定	重量法
CJ 26.10—1991	城市污水	硫化物的测定	
CJ 26.25—1991	城市污水	氨氮的测定	
CJ 3025—1993	城市污水处理厂污水	污泥排放标准	

三、定义

3.1 污水：受一定污染的来自生活和生产的排出水。

3.2 城市下水道：指输送污水的管道和沟道。它包含排污渠道、沟渠等。

3.3 排水户：指向城市下水道排放污水的单位或个人。

四、技术内容

4.1 一般规定

4.1.1 严禁排入腐蚀城市下水道设施的污水。

4.1.2 严禁向城市下水道倾倒垃圾、积雪、粪便、工业废渣和排入易于凝集，造成下水道堵塞的物质。

4.1.3 严禁向城市下水道排放剧毒物质、易燃、易爆物质和有害气体。

4.1.4 医疗卫生、生物制品、科学研究、肉类加工等含有病原体的污水必须经过严格消毒处理，除遵守本标准外，还必须按有关专业标准执行。

4.1.5 放射性污水向城市下水道排放，除遵守本标准外，还必须按 GB 8703 执行。

4.1.6 水质超过本标准的污水，按有关规定和要求进行预处理。不得用稀释法降低其浓度，排入城市下水道。

4.2 水质标准

排入城市下水道的污水水质，其最高允许浓度必须符合表 1 的规定。

表 1 排入城市下水道污水的最高允许浓度

序号	项目名称	单位	最高允许浓度	序号	项目名称	单位	最高允许浓度
1	pH 值	mg/L	6.0~9.0	9	挥发性酚	mg/L	1
2	悬浮物	mg/L·15min	150(400)	10	温度	℃	35
3	易沉固体	mg/L	10	11	生化需氧量 (BOD ₅)	mg/L	100(300)
4	油脂	mg/L	100	12	化学需氧量 (COD _{Cr})	mg/L	150(500)
5	矿物油类	mg/L	20	13	溶解性固体	mg/L	2000
6	苯系物	mg/L	2.5	14	有机磷	mg/L	0.5
7	氰化物	mg/L	0.5	15	苯胺	mg/L	5
8	硫化物	mg/L	1				

续表

序号	项目名称	单位	最高允许浓度	序号	项目名称	单位	最高允许浓度
16	氟化物	mg/L	20	27	总铬	mg/L	1.5
17	总汞	mg/L	0.05	28	总硒	mg/L	2
18	总镉	mg/L	0.1	29	总砷	mg/L	0.5
19	总铅	mg/L	1	30	硫酸盐	mg/L	600
20	总铜	mg/L	2	31	硝基苯类	mg/L	5
21	总锌	mg/L	5	32	阴离子表面活性剂(LAS)	mg/L	10.0(20.0)
22	总镍	mg/L	1	33	氨氮	mg/L	25.0(35.0)
23	总锰	mg/L	2.0(5.0)	34	磷酸盐(以P计)	mg/L	1.0(8.0)
24	总铁	mg/L	10	35	色度	倍	80
25	总锑	mg/L	1				
26	六价铬	mg/L	0.5				

注：括号内数值适用于有城市污水处理厂的下水道系统。

五、水质监测

5.1 总汞、总镉、六价铬、总砷、总铅，以车间或处理设备排水口抽检浓度为准。其他控制项目，以排水户排水口的抽检浓度为准。

5.2 所有排水单位的排水口应设有检测井，以便于采样，并在井内设置污水水量计量装置。

5.3 水质数据，以城市排水监测部门的检验数据为准。

5.4 水质检验方法见表2。

表2 水质检验方法

序号	项目名称	检验方法	方法来源
1	pH值	玻璃电极法	GB/T 6920
2	悬浮物	重量法	GB/T 11901
3	易沉固体	体积法	CJ 26.3

续表

序号	项目名称	检验方法	方法来源
4	油脂	重量法红外光度法	CJ 26.7 GB/T 16488
5	矿物油类	红外光度法	GB/T 16488
6	氟化物	氟化物的测定	GB/T 748
7	硫化物	亚甲基蓝分光光度法硫化物的测定	GB/T 16489 CJ 26.10
8	挥发性酚	蒸馏后 4-氨基安替比林分光光度法 蒸馏后溴化容量法	GB/T 7490 GB/T 7491
9	温度	温度计或颠倒温度计测定法	GB/T 13195
10	生化需氧量(BOD ₅)	稀释与接种法	GB/T 7488
11	化学需氧量(COD _{Cr})	重铬酸钾法	GB/T 11914
12	溶解性固体	重量法	附录 A (标准的附录)
13	有机磷	气相色谱法	GB/T 13192
14	苯胺	N-(1-萘基)乙二胺偶氮分光光度法	GB/T 11889
15	氟化物	离子选择电极法	GB/T 7484
16	总汞	冷原子吸收分光光度法 高锰酸钾-过硫酸钾消解法 双硫踪分光光度法	GB/T 7468 GB/T 7469
17	总镉	原子吸收分光光度法 双硫踪分光光度法	GB/T 7475 GB/T 7471
18	总铅	原子吸收分光光度法 双硫踪分光光度法	GB/T 7475 GB/T 7470
19	总铜	原子吸收分光光度法 二乙基二硫代氨基甲酸钠分光光度法	GB/T 7475 GB/T 7474
20	总锌	原子吸收分光光度法 双硫踪分光光度法	GB/T 7475 GB/T 7472
21	总镍	丁二酮肟分光光度法 火焰原子吸收分光光度法	GB/T 11910 GB/T 11912
22	总锰	火焰原子吸收分光光度法	GB/T 11911
23	总铁	火焰原子吸收分光光度法	GB/T 11911
24	总锑	5-Br-PADAP 光度法	附录 B (标准的附录)

附录一 污水排入城市下水道水质标准

续表

序号	项目名称	检验方法	方法来源
24	总锑	火焰原子吸收分光光度法	附录 B (标准的附录)
25	六价铬	二苯碳酰二肼分光光度法	GB/T 7467
26	总铬	总铬的测定	GB/T 7466
27	总硒	2,3-二氨基萘荧光法 石墨炉原子吸收分光光度法	GB/T 11902 GB/T 15505
28	总砷	二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法	GB/T 7485
29	硫酸盐	重量法 火焰原子吸收分光光度法	GB/T11899 GB 13196
30	氨氮	蒸馏和滴定法 纳氏试剂比色法氨氮的测定	GB/T 7478 GB/T 7479 CJ 26.25
31	阴离子表面活性剂(LAS)	亚甲基蓝分光光度法 电位滴定法	GB/T 7479 GB 13199
32	硝基苯类	气相色谱法	GB/T 13194
33	磷酸盐(以 P 计)	钼酸铵分光光度法	GB/T 11893
34	色度	色度的测定	GB/T 11903

附录二 《室外排水设计规范》 (GBJ 14—87) 规定

生物处理构筑物进水中有害物质容许浓度

序 号	有害物质名称	容许浓度/(mg/L)
1	三价铬	3
2	六价铬	0.5
3	铜	1
4	锌	5
5	镍	2
6	铅	0.5
7	镉	0.1
8	铁	10
9	镉	0.2
10	汞	0.01
11	砷	0.2
12	石油类	50
13	烷基苯磺酸盐	15
14	拉开粉	100
15	硫化物(以 S ²⁻ 计)	20
16	氯化钠	4000

注：表列浓度为持续性浓度，一般可按日平均浓度计。

附录三 城市排水管理办法

第一条 为加强城市排水管理，保障城市排水设施安全、正常运行和养护工人的人身安全与健康，实行城市排水设施有偿使用管理，促进城市排水事业发展，控制城市水污染，制定本办法。

第二条 凡直接或间接向城市排水设施排水的单位、个体经营者（以下简称排水户），应当遵守本办法。

第三条 本办法所称城市排水设施，是指接纳、输送城市污、废水和雨水的管网、沟（河）渠、泵站，起调蓄功能的湖塘以及污水处理厂，污水和污泥处置及其相关设施。

第四条 国务院建设行政主管部门主管全国城市许可管理工作。县级以上地方人民政府城市建设（市政工程）行政主管部门负责本行政区域内的城市排水许可管理工作。

第五条 排水户在实施排水前，应当如实填报“排水许可申请表”，并持有有关排水资料和图纸，到当地城市建设（市政工程）行政主管部门或其授权单位，办理城市排水许可手续。

第六条 排水户排水水质必须符合《污水排入城市下水道水质标准》（CJ 18—86）、《污水综合排放标准》（GB 8978—88），以及地方有关标准规定。

第七条 城市建设（市政工程）行政主管部门或者其授权单位在接到排水许可申请表时起一个月内予以办理或答复。

第八条 对符合规定标准的排水户，经城市建设行政主管部门

或其授权单位审查合格后，颁发《排水许可证》。《排水许可证》的有效期为五年。

对不符合第六标准规定，超标不严重，又不致对城市排水设施安全正常运行构成严重影响的排水户，可颁发《临时排水许可证》。《临时排水许可证》的有效期为两年。排水户必须在两年内进行治理。对不符合第六条规定标准，对城市排水设施构成严重危害的排水户，不予发证。限期治理后再重新申请。

第九条 排水户在许可证有效期内，需要变更排水条件的，必须提前十五天向城市建设（市政工程）行政主管部门或者其授权单位申请办理排水变更登记手续，经批准后方可实施；因紧急原因需要临时变更排水条件排放污水的，应当立即向城市建设（市政工程）行政主管部门报告，并做好相应的防范措施。

第十条 本办法实施前已使用城市排水设施的排水户，应在本办法实施之日起六个月内办理排水登记手续，申领《排水许可证》或《临时排水许可证》。

第十一条 新建、扩建、改建工程需要接通城市排水设施或变更排水条件的，应先办理排水许可申报手续，经审查批准后，方可进行有关接管工程的设计和施工。工程竣工后，经城市建设（市政工程）行政主管部门验收合格并颁发《排水许可证》或《临时排水许可证》后，排水户方可排水。

第十二条 因工程施工或其他原因需要向城市排水设施临时排水的，可按规定申领《临时排水许可证》。因施工排水而发放的《临时排水许可证》的有效期限，不得超过施工期限。

第十三条 排水户必须严格按照《排水许可证》或《临时排水许可证》的规定排水，并按有关规定缴纳城市排水设施使用费。禁止无证将污、废水和雨水接入城市排水设施，违者处以罚款。

第十四条 需要接通城市排水设施的排水户，应承担接通管道设施所需费用。收费标准，各地根据情况自行确定。

第十五条 排水户应服从城市排水（经营）管理单位对城市排

水设施的统一管理和监测。

第十六条 排水量大并且水质经常发生变化的排水户应定期按规定向城市建设（市政工程）行政主管部门或城市排水（经营）管理单位报送有关排水水质和水量数据资料。

第十七条 排水户应按照城市建设（市政工程）行政主管部门的要求，在与城市排水设施连接处设置采样、检测流量、排水控制装置等有关标志。

第十八条 城市排水（经营）管理单位要做好城市排水设施运行和日常维护工作，确保安全正常运行。

第十九条 排水户违反规定，擅自增加排水量，改变排水性质的，城市建设（市政工程）行政主管部门有权视其情节及影响程度，可责令其限期整改，处以罚款、收缴、吊销《排水许可证》或《临时排水许可证》，停止其向城市排水设施排水等处罚。

被收缴排水许可证的排水户，经治理达到规定要求后，由颁证部门核实并重新办理许可证后方可排水。

第二十条 《排水许可证》在有效期满前三个月，排水户应向城市建设（市政工程）行政主管部门或者其授权单位提出换证申请；持有《临时排水许可证》的排水户在规定期限内完成整治的，可向城市建设（市政工程）行政主管部门或者其授权单位申领《排水许可证》；施工排水户需要延长排水期限的，应在《临时排水许可证》有效期满前一个月重新申领《临时排水许可证》。

第二十一条 城市建设（市政工程）行政主管部门或者其授权单位在规定期限内不予办理排水许可手续又未予答复，或者有关人员利用职权违章发证的，应对责任人进行行政处罚，并追究有关领导责任，同时吊销违章发放的许可证。

第二十二条 排水许可申请表、《排水许可证》、《临时排水许可证》建设部制定统一格式，县级以上地方人民政府建设（市政工程）行政主管部门组织印制。

第二十三条 各省、自治区、直辖市人民政府城市建设行政主

管部门可根据本办法制订实施细则。其他使用单位自建排水设施排水的，设施产权单位可参照本办法执行。

第二十四条 本办法由建设部负责解释。

第二十五条 本办法自发布之日起实施。

附录四 上海市排水管理条例

(1996年12月19日上海市第十届人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过，1996年12月25日公布自1997年5月1日起施行)

第一章 总 则

第一条 为了加强本市排水管理，确保排水设施完好和正常运行，防治洪涝灾害，改善水环境，保障人民生命财产安全，促进经济和社会发展，根据有关法律、法规，结合本市实际情况，制定本条例。

第二条 本条例所称排水，是指对产业废水、生活污水（以下统称污水）和大气降水的接纳、输送、处理、排放的行为。

第三条 本条例适用于本市行政区域内的排水及其相关的管理活动，但农业、畜牧业生产排水和水利排灌除外。

第四条 本市实行排水许可和排水设施使用收费制度。

第五条 上海市市政工程管理局（以下简称市市政局）是本市排水行政主管部门。上海市排水管理处（以下简称市排水处）负责全市排水行业管理和市属排水系统的管理工作。

县和浦东新区、宝山区、嘉定区、闵行区排水行政主管部门〔以下简称县（区）排水行政主管部门〕负责县（区）属排水系统

管理工作，业务上受市市政局的领导。

本市有关行政管理部门应当按照各自的职责，协同实施本条例。

第六条 市属公共排水系统由上海市城市排水有限公司（以下简称市排水公司）负责经营；县（区）属公共排水系统由所在县（区）的排水经营单位负责经营。

第二章 规划与建设管理

第七条 排水设施建设应当遵循统一规划、配套建设和分散处理与集中处理相结合的原则。

第八条 本市排水系统规划由市市政局会同有关行政管理部门根据国民经济和社会发展规划组织编制，经市城市规划部门综合平衡后，纳入全市总体规划。

县（区）属排水系统规划由县（区）排水行政主管部门组织编制，经市市政局审核后，纳入县（区）域规划。

第九条 编制排水系统规划应当按照地形、地质、降雨量、污水量和水环境等要求进行；新建地区应当实行雨水、污水分流。

第十条 市市政局和县（区）排水行政主管部门应当按照排水系统规划，分期安排公共排水设施的建设计划，并且组织实施。

第十一条 自建排水设施的建设计划，应当符合所在地详细规划和排水系统规划。其中开发区、工业区等自建排水设施建设计划，应当纳入其综合开发计划；住宅区自建排水设施建设计划，应当纳入本市或者县（区）住宅配套建设计划。

接入市属公共排水系统和中心城区内的自建排水设施建设计划，报市市政局审核批准后实施。

接入县（区）属公共排水系统和县（区）内的自建排水设施建设计划，报县（区）排水行政主管部门审核批准后实施。

第十二条 城市规划部门在审批新建、扩建、改建项目时，涉

及市属或者县（区）属公共排水系统的，应当征得市市政局或者县（区）排水行政主管部门同意。

第十三条 排水设施的建设资金，采取政府投资、贷款、受益者集资、单位自筹等多种方式筹措。

第十四条 现有的和经规划确定的排水设施用地未经法定程序调整规划，不得改变用途。

第十五条 排水设施的建设应当遵守国家和本市规定的技术标准，并且符合保护周围建筑物、构筑物等相关设施的技术要求。

在实行雨水、污水分流制的地区，雨水和污水管道不得混接。

因施工确需临时封堵排水管道的，建设单位应当向市市政局或者县（区）排水行政主管部门提出申请，经批准后方可实施。施工期间，应当采取临时排水措施。施工结束后，应当按照要求予以恢复。

第十六条 排水设施建设项目的设计、施工，应当委托持有相应资质证书的单位承担。禁止无证或者超越资质证书规定的经营范围承担排水设施建设项目设计、施工。

第十七条 接通排水设施排放污水的单位和个体经营者（以下统称排水户），应当按照规定建设相应的污水处理设施，并且在排放口设置具有格栅和闸门等设施的专用检测井。

第十八条 排水设施建设项目竣工后，建设单位应当按照国家规定组织验收。

未经验收或者验收不合格的排水设施建设项目，不得交付使用。

建设单位应当建立完整的排水设施建设项目竣工档案，并且在竣工验收后六个月内送交市城市建设档案馆或者县（区）城市建设档案机构。

第三章 运行管理

第十九条 排水户排放的污水水质，应当符合国家和本市规定

的污水排入排水设施水质标准（以下简称排水标准）。

第二十条 排水户应当向市排水处或者县（区）排水行政主管部门提出排水许可申请。

排水户提出申请时，应当提交下列资料：

- （一）本单位平面布置图；
- （二）生产产品种类和用水量；
- （三）排放污水的水质、水量；
- （四）污水的处理工艺；
- （五）依法应当提供的其他资料。

市排水处或者县（区）排水行政主管部门受理后，应当征求本条例第三十三条所称养护维修责任单位意见，并且在二十日内给予排水户书面答复；同意的，核发初审批准文件。

市排水处或者县（区）排水行政主管部门对排水户提供的有关资料，应当按照保密要求严格管理。

第二十一条 排水户应当持市排水处或者县（区）排水行政主管部门核发的初审批准文件，向市排水公司或者县（区）排水经营单位办理接通手续后，方可进行有关工程的施工。

第二十二条 市排水处或者县（区）排水行政主管部门应当自排水户提出排水之日起十日内进行试排水监测。

市市政局或者县（区）排水行政主管部门对符合排水标准的，核发《排水许可证》；不符合排水标准的，不予发放《排水许可证》，其中对排水设施不致造成严重损害，经治理可以符合排水标准的，核发《临时排水许可证》，并且限期治理。

第二十三条 因建设工程施工需要向排水设施临时排水的，应当取得市市政局或者县（区）排水行政主管部门核发的《临时排水许可证（施工）》。

各类施工作业临时排水中有沉淀物，足以造成排水设施堵塞或者损坏的，应当由排水户先行沉淀，达到排水标准后，方可排放。

第二十四条 《排水许可证》有效期为五年。排水户应当在

《排水许可证》期满三个月前，申请续期。

《临时排水许可证》有效期一般为六个月，最长不得超过规定的治理期限。

《临时排水许可证（施工）》有效期不得超过该项工程的施工工期。

第二十五条 排水户应当按照《排水许可证》或者《临时排水许可证》规定的排水总量、排放口数量和排放的主要污染物及其浓度，排放污水。

第二十六条 排水户需要变更排水主体或者排水许可内容的，必须提前十五日向市排水处或者县（区）排水行政主管部门申请排水许可变更登记，经原发证机关批准后方可排放。

第二十七条 在合流污水输送干线的截流范围内和污水管网覆盖地区，排水户应当将污水纳入输送干线和管网，不得任意排放。

第二十八条 在污水排放量超过排水设施受纳量的区域或者在汛期，市排水公司或者县（区）排水经营单位应当采取控制排水量和调整排水时间的调度措施。

排水户应当服从调度，不得强行排水。

第二十九条 市排水公司实施合流污水输送干线中段放泄的，应当报市市政局批准；使用紧急排放口排水的，应当报市人民政府批准。

第三十条 市排水处或者县（区）排水行政主管部门应当对排水户排入排水设施的污水进行监测，并且建立排水监测档案。

排水户应当接受排水监测，并且如实提供有关资料。

第三十一条 电力、通讯、交通等有关部门应当对排水设施的安全运行给予保障。在汛期应当优先满足防汛的特殊要求。

第三十二条 排水设施使用费的征收、使用和管理办法，由市人民政府规定。

排水设施使用费应当用于排水设施的建设、运行和管理，不得挪作他用。

第四章 设施养护管理

第三十三条 排水设施养护维修责任按照下列规定划分：

（一）市属公共排水系统内的设施，由市排水公司负责；

（二）市属公共排水系统内交给区的排水管道，由区市政工程养护维修单位负责；

（三）县（区）属公共排水系统内的设施，由县（区）排水经营单位负责；

（四）道路规划红线外街坊里弄内的排水设施，由房屋管理部门或者物业管理单位负责；

（五）自建排水设施，由产权单位或者被委托单位负责。

养护维修责任单位应当加强对排水设施的养护维修，并且接受市市政局或者县（区）排水行政主管部门的监督检查。

第三十四条 养护维修责任单位应当按照国家和本市有关污水处理厂、泵站和排水管道等养护维修技术标准，对排水设施进行养护维修，保证排水设施完好和正常运行。

汛期之前，养护维修责任单位应当对排水设施进行全面检查维修，确保汛期安全运行。

第三十五条 养护维修责任单位应当在发现污水冒溢或者接到报告后两小时内赶到现场，及时进行维修、疏通或者采取其他措施，使其尽快恢复正常运行。

第三十六条 排水设施发生事故，养护维修责任单位应当立即组织抢修，采取有效的安全防护措施，并且及时向市市政局或者县（区）排水行政主管部门报告。

排水设施抢修时，有关单位和个人应当支持、配合，不得阻挠。

第三十七条 抢修排水设施或者特殊维护作业时，养护维修责任单位应当向沿线排水户通告暂停排水时间，并且尽快恢复正常排

水。对生产、生活环境可能造成严重影响的大范围暂停排水，应当报经市人民政府或者所在地县（区）人民政府批准，并且发布通告。

沿线排水户应当按照通告要求暂停排水。

第三十八条 对有可能影响排水设施安全的，有关单位或者个人应当按照下列规定提出保护方案，并且征得养护维修责任单位的同意：

（一）在污水输送干线管道、直径八百毫米以上的排水管道或者雨水、污水泵站外侧二十米内进行打桩施工的，应当事先提供桩基设计、打桩工艺及控制打桩土体位移措施的有关方案；

（二）在污水输送干线管道、直径八百毫米以上的排水管道或者雨水、污水泵站外侧实施基坑工程，基坑边缘与管道外侧或者泵站边缘的距离小于基坑开挖深度四倍的，应当事先提供基坑设计方案；

（三）在污水输送干线管道、直径八百毫米以上的排水管道或者雨水、污水泵站外侧十米以内建造建筑物、构筑物或者堆载物品，使地面荷载大于或者等于每平方米两吨的，应当事先提供作业方案。

第三十九条 排水设施应当设置安全保护区。安全保护区的范围、识别标志和管理办法，由市人民政府规定。

第四十条 禁止下列损害排水设施的行为：

- （一）堵塞排水管道；
- （二）擅自占压、拆卸、移动排水设施；
- （三）向排水管道倾倒垃圾、粪便；
- （四）向排水管道倾倒渣土、施工泥浆、污水处理后的污泥等废弃物；
- （五）擅自向排水设施排放污水；
- （六）向排水管道排放有毒有害、易燃易爆等物质；
- （七）擅自在安全保护区范围内爆破、打桩、修建建筑物、构筑物；
- （八）损害排水设施的其他行为。

第五章 法律责任

第四十一条 违反本条例第十五条第二款、第十七条、第二十四条、第二十五条、第二十六条、第二十八条第二款、第三十条第二款、第三十六条第二款、第三十七条第二款规定，或者有第四十条第（一）、（二）、（三）项行为的，市排水处或者县（区）排水行政主管部门责令其限期改正，并可予以警告或者对单位处以五千元以上五万元以下，对直接责任人处以五百元以上五千元以下的罚款。

第四十二条 违反本条例第十五条第三款、第十九条、第二十一条、第二十七条、第三十八条规定，或者有第四十条第（四）、（五）、（六）、（七）、（八）项行为的，市排水处或者县（区）排水行政主管部门责令其限期改正，并可予以警告或者对单位处以一万元以上十万元以下，对直接责任人处以一千元以上一万元以下的罚款。

第四十三条 违反本条例第十七条、第二十三条第二款、第二十五条、第三十条第二款规定，情节严重并且拒不改正的，市市政局或者县（区）排水行政主管部门吊销其《排水许可证》或者《临时排水许可证》。

第四十四条 违反本条例规定，有下列行为之一的，由市市政局或者县（区）排水行政主管部门责令其限期改正，并予以处罚：

（一）擅自实施中段放泄或者使用紧急排放口排水的，处以一万元以上十万元以下的罚款；

（二）擅自大范围暂停排水的，处以五千元以上五万元以下的罚款；

（三）未按规定的技术标准养护维修排水设施的，处以一千元以上一万元以下的罚款；

（四）污水冒溢，未及时赶到现场或者未采取措施的，给予警

告或者处以一百元以上一千元以下的罚款。

第四十五条 违反本条例第二十一条、第二十七条、第二十八条第二款、第三十七条第二款规定或者有第四十条第（五）、（六）项行为，情节严重并且拒不改正的，市市政局或者县（区）排水行政主管部门应当封堵其排放口，但必须提前书面通知排水户。

第四十六条 违反本条例规定，属其他部门管理职权的，由相关部门依法予以处罚。

第四十七条 违反本条例规定，造成排水设施损坏或者堵塞的，应当依法承担疏通、维修责任以及相应的赔偿责任。

因养护维修责任单位过错造成他人损失的，应当依法承担相应的赔偿责任。

第四十八条 妨碍行政管理人员执行公务，违反《中华人民共和国治安管理处罚条例》的，由公安部门依法处罚；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第四十九条 排水管理部门未履行本条例规定的职责、违法审批或者作出其他错误决定的，由上级行政机关责令其纠正，或者予以撤销；造成直接经济损失的，依法赔偿。

第五十条 排水执法人员玩忽职守、滥用职权、徇私舞弊，未构成犯罪的，给予行政处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第五十一条 市市政局、市排水处或者县（区）排水行政主管部门对当事人作出行政处罚，应当按照《中华人民共和国行政处罚法》的规定执行。

第五十二条 当事人对市市政局、市排水处或者县（区）排水行政主管部门的具体行政行为不服的，可以按照《行政复议条例》和《中华人民共和国行政诉讼法》的规定，申请行政复议或者提起行政诉讼。

当事人对具体行政行为在法定期限内不申请复议，不提起诉讼，又不履行的，作出具体行政行为的部门可以依据《中华人民共和国行政诉讼法》的规定，申请人民法院强制执行。

第六章 附 则

第五十三条 本条例有关用语的含义：

（一）排水设施，是指公共排水设施和自建排水设施，包括排水管道、泵站、污水处理厂及其附属设施和具有排水功能的河道、湖泊、沟渠等；

（二）自建排水设施，是指产权单位自行投资建设用于本区域排放污水的排水管道、泵站、污水处理厂及其附属设施；

（三）市属公共排水系统，是指本市中心城区范围内的公共排水设施网络以及浦东新区、宝山区、嘉定区、闵行区区域内，接入中心城区公共排水设施网络的部分排水设施；

（四）县（区）属公共排水系统，是指各县以及浦东新区、宝山区、嘉定区、闵行区区域内自成体系并独立发挥排水功能的公共排水设施网络。

第五十四条 具有排水功能的河道、湖泊、沟渠的规划、建设、养护和管理，按照国家和本市有关法律、法规执行。

第五十五条 本条例的具体应用问题，由市市政局负责解释。

第五十六条 本条例自 1997 年 5 月 1 日起施行。

附录五 河南省排污费征收 使用管理办法

（河南省人民政府第 78 号令，自 2003 年 10 月 18 日起公布施行）

第一条 为了加强和规范排污费征收、使用的管理，根据国务院《排污费征收使用管理条例》（以下简称《条例》）及国家有关规定。结合本省实际，制定本办法。

第二条 在本省行政区域内直接向环境排放污染物的单位和个人工商户（以下简称排污者），应当依照《条例》和本办法的规定缴纳排污费。

排污者向城市污水集中处理设施排放污水、缴纳污水处理费用的，不再缴纳污水排污费。对不进入城市污水集中处理设施、直接排入环境的污水，排污者不缴纳污水处理费，但应当按照国家规定缴纳排污费。

第三条 县级以上环境保护行政主管部门、财政部门、价格主管部门应当按照各自的职责，加强对排污费的征收、使用工作的指导、管理和监督。环境保护行政主管部门所属的环境监察机构具体负责排污费征收管理工作。

第四条 排污费的征收、使用必须严格实行“收支两条线”，征收的排污费一律上缴财政，环境保护执法所需经费列入本部门预算，由本级财政予以保障。排污费应当全部专项用于环境污染防治，任何单位和个人不得截留、挤占或者挪作他用。

第五条 排污者应当按照国务院环境保护行政主管部门的规

定，向县级以上环境保护行政主管部门申报排放污染物的种类、数量，并提供有关资料。

第六条 环境保护行政主管部门应当对排污者排放污染物的种类、数量按月进行核定。

对餐饮、娱乐等服务行业的小型排污者以及其他无组织排放的排污者，按照省环境保护行政主管部门制度并向社会公开的抽样测算办法核定排污量。

对拒报、谎报污染物排放种类、数量的排污者，环境保护行政主管部门应当责令限期如实申报；逾期不如实申报的，可以依据国家和省规定的测算办法直接核定其排放污染物种类、数量。

第七条 省环境保护行政主管部门负责装机容量 30 万千瓦以上电力企业的二氧化硫排污费的核定和征收。

省辖市环境保护行政主管部门负责本市区范围内排污费的核定和征收。

县（市）环境保护行政主管部门负责本行政区域范围内排污费的核定和征收。

中原油田、河南油田的排污费由油田所在地省辖市环境保护行政主管部门核定和征收。

核定和征收排污费应当予以公告并书面通知排污者。

第八条 县级以上环境保护行政主管部门应当加强排污费征收工作的稽查。对应当征收而未征收或者少征收排污费的，上级环境保护行政主管部门应当责令当地环境保护行政主管部门限期足额征收；逾期仍不足额征收的，上级环境保护行政主管部门可以直接核定和征收。

第九条 排污者因不可抗力遭受重大经济损失需要申请减缴、免缴排污费，或者因有特殊困难不能按期缴纳排污费需要申请缓缴排污费的，按照《条例》和国务院财政部门、价格主管部门、环境保护行政主管部门的规定执行。

第十条 省辖市、县（市）国库部门应当将所收缴排污费总额 10 : 10 : 80 的比例分别缴入中央、省和本级国库，作为环境保护

专项资金管理。

环境保护专项资金具体使用管理，按照国家和省财政部门、环境保护行政主管部门的规定执行。

第十一条 省财政部门、环境保护行政主管部门每年应当根据国家环境保护宏观政策和污染防治工作重点，按照“量入为出”的原则，编制下一年度全省环境保护专项资金申请指南，指导环境保护资金的申报和使用。

省辖市、县（市）财政部门、环境保护行政主管部门可以参照国家和省财政部门、环境保护主管部门编制的环境保护专项资金申请指南，制定本行政区域内环境保护专项资金申请指南，指导环境保护资金的申报和使用。

第十二条 排污者需要使用环境保护专项资金的，应当在每年12月15日前，向县级以上财政部门 and 环境保护行政主管部门提出申请，财政部门 and 环境保护行政主管部门应当按照国家和省财政部门、环境保护行政主管部门的规定办理。

第十三条 县级以上财政部门、环境保护行政主管部门应当按照国家和省财政部门、环境保护行政主管部门的规定，将排污费征收情况及环境保护专项资金使用情况报告上一级财政部门、环境保护行政主管部门。

第十四条 违反本办法规定，国家已有处理规定的，按照国家规定执行。

第十五条 排污者未按照规定缴纳排污费的，由县级以上环境保护行政主管部门依据职权责令限期缴纳；逾期拒不缴纳的，处应缴纳排污费数额1倍以上3倍以下的罚款，并报经有批准权的人民政府批准，责令停产停业整顿。

第十六条 违反本办法第六条第三款规定，排污者逾期不如实申报污染物排放种类、数量的，负责征收排污费的环境保护行政主管部门可以处1000元以上10000元以下罚款。

第十七条 县级以上环境保护行政主管部门、财政部门、价格部门的工作人员有下列行为之一，构成犯罪的，依法追究刑事责

任；尚不构成犯罪的，依法给予行政处分：

（一）违反《条例》和本办法规定批准减缴、免缴排污费的；

（二）截留、挤占环境保护专项资金或者将环境保护专项资金挪作他用的；

（三）不按照《条例》和本办法规定履行规定、征收、监督管理职责，对违法行为不予查处，或查处不力造成严重后果的。

第十八条 本办法自公布之日起施行。

参 考 文 献

- 1 许其昌. 给水排水管道工程施工及验收规范实施手册. 中国建筑工业出版社, 1999
- 2 于尔捷等. 给水排水工程快速设计手册. 中国建筑工业出版社, 1999
- 3 孙慧修. 排水工程 (上). 北京: 中国建筑工业出版社, 1996
- 4 张自杰等. 排水工程 (下). 北京: 中国建筑工业出版社, 1996
- 5 曾科等. 污水处理厂设计与运行. 北京: 化学工业出版社, 2001
- 6 卜秋平等. 城市污水处理厂的建设与管理. 北京: 化学工业出版社, 2002
- 7 全国勘察设计注册公用设备专业工程师给水排水专业管理委员会编. 全国勘察设计注册公用设备专业工程师给水排水专业考试标准规范汇编. 北京: 中国计划出版社, 2004
- 8 张自杰等. 环境工程手册 (水污染防治卷). 北京: 高等教育出版社, 1998
- 9 王洪臣主编. 城市污水处理厂运行控制与维护管理. 北京: 科学出版社, 1997
- 10 冯生华编著. 城市中小型污水处理厂的建设与管理. 北京: 化学工业出版社, 2001
- 11 编写组. 室外排水设计规范. 北京: 中国建筑工业出版社, 1996
- 12 李金根. 给水排水工程快速设计手册 (4). 北京: 中国建筑工业出版社, 1996
- 13 孙连溪主编. 实用给水排水工程施工手册. 北京: 中国建筑工业出版社, 1998
- 14 徐鼎文, 常志续编. 给水排水工程施工. 北京: 中国建筑工业出版社, 1996
- 15 张月娴, 田以堂编. 建设项目业主管理手册. 北京: 中国水利水电出版社, 1998