

小城镇污水处理工程规划与设计

周鑫根 主编



化学工业出版社
环境·能源出版中心

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

小城镇污水处理工程规划与设计/周鑫根主编. —北京: 化学工业出版社, 2005. 4
ISBN 7-5025-6837-9

I. 小… II. 周… III. ①城镇-城市污水-污水处理-规划②城镇-城市污水-污水处理-设计 IV. X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 023395 号

小城镇污水处理工程规划与设计

周鑫根 主编

责任编辑: 董琳

文字编辑: 荣世芳

责任校对: 顾淑云 边涛

封面设计: 关飞

*

化学工业出版社 出版发行
环境·能源出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销
北京云浩印刷有限责任公司印刷
三河市东柳装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 24 插页 1 字数 598 千字

2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6837-9/X·617

定 价: 60.00 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

前 言

随着我国城镇化水平的不断提高，全国小城镇从 1978 年的 2178 个增加到迄今为止的近 48000 个。与此同时，小城镇的水环境受到了前所未有的严峻挑战，我国绝大多数的小城镇污水处理工程缺乏科学的规划和系统的设计，现在的小城镇污水处理系统通常比较简陋，不少小城镇由于污水处理设施建设严重滞后，已经成为制约当地社会经济发展的“瓶颈”。为了尽可能避免再走国内外大城市走过的“先污染、后治理”的老路，尽早做好小城镇污水治理工作，促进我国小城镇社会经济与生态环境协调发展是明智之举。实践证明，科学合理地进行小城镇污水处理工程的规划与设计是做好小城镇污水处理工程建设的关键。

本书主要是为从事给排水专业和环境工程专业的规划设计人员、运行管理人员编写的。全书紧紧围绕小城镇污水处理规划与设计的内容和特点，按规划、设计、运行调试的不同层面，从处理工艺、管网系统、建筑结构、环境评价、经济分析等不同专业角度进行阐述与总结，并且较为完整地提供了小城镇污水处理工程的典型实例。本书第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 11 章由周鑫根编写；第 6 章由卢贤飞编写；第 7 章由郎庆善、许梁编写；第 8 章由尹建平编写；第 9 章由戴逸琼编写；第 10 章由贾敏编写；第 12 章由励德祥、严冰、卢贤飞、周胜昔、宋亮编写。

本书所列的参考文献为编写本书提供了大量有益的资料和数据，在此向这些文献的作者们表示深切的敬意和诚挚的感谢。

由于作者水平有限，书中难免疏漏和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

周鑫根

2005 年 1 月

目 录

第 1 章 小城镇污水处理现状与发展趋势	1
1.1 小城镇污水处理现状	1
1.2 小城镇污水处理面临的主要问题	1
1.3 小城镇污水处理发展战略	2
1.4 小城镇污水处理工艺评述	2
第 2 章 小城镇污水处理工程规划	6
2.1 规划原则	6
2.2 规划主要内容与深度	6
2.3 规划基础资料收集	6
2.4 排水体制的选择	7
2.5 小城镇污水量预测和计算	8
2.6 污水处理和排放系统规划	9
第 3 章 小城镇污水处理工程设计	13
3.1 小城镇污水处理设计概论	13
3.2 设计步骤	21
3.3 设计基础资料收集	21
3.4 各阶段设计深度要求	22
3.5 污水处理厂平面与高程设计	31
第 4 章 小城镇污水处理工艺设计	37
4.1 污水处理工艺选择原则	37
4.2 污水生物处理的基本原理	37
4.3 活性污泥法处理工艺设计计算	58
第 5 章 小城镇污水回用及污泥的资源化	72
5.1 污水回用目的与意义	72
5.2 污水回用标准	72
5.3 污水回用处理实例	78
5.4 污泥的处理与资源化	94
第 6 章 小城镇污水管网设计	103
6.1 排水体制确定	103
6.2 污水管网布局要点	104
6.3 污水泵站设计	112
6.4 污水排放设计	118
第 7 章 小城镇污水处理工程建筑结构设计	121
7.1 总平面设计	121

7.2	主要构筑物设计	123
7.3	附属建筑物设计	136
第 8 章	小城镇污水处理工程电气与自控设计	141
8.1	小城镇污水处理工程供配电系统设计	141
8.2	小城镇污水处理工程变配电所布置	146
8.3	负荷计算及无功功率补偿	151
8.4	短路电流计算规定、电气设备选择、继电保护	158
8.5	常用机械设备起动和控制	164
8.6	电力电缆的选择及敷设	168
8.7	污水处理构筑物电气布置	173
8.8	防雷与接地设计	175
8.9	照明设计	186
8.10	过程检测及控制仪表	191
8.11	计算机测控系统	194
8.12	自控设计实例	199
第 9 章	小城镇污水处理工程环境影响评价	201
9.1	环境影响评价概述	201
9.2	小城镇污水处理工程环境影响评价案例	210
第 10 章	小城镇污水处理工程投资估算和经济分析	254
10.1	投资估算	254
10.2	资金筹措 (项目的融资)	261
10.3	财务评价	262
10.4	不确定性分析	278
10.5	国民经济评价	280
10.6	综合评价	282
第 11 章	小城镇污水处理的调试	284
11.1	小城镇污水处理工艺调试方法简述	284
11.2	SBR 工艺污水处理工程调试方案实例	286
11.3	管理人员培训	300
11.4	质量和安全保证措施	301
11.5	化验和监控机制	302
11.6	调试进度计划	307
11.7	附表	310
第 12 章	小城镇污水处理工程规划与设计典型案例	324
12.1	SBR 工艺处理城镇污水工程实例	324
12.2	CAST 工艺处理城镇污水工程实例	329
12.3	DE 型氧化沟处理城镇污水工程实例	338
12.4	三沟式氧化沟处理城镇污水扩建工程实例	347
12.5	SBR 工艺 (LIPP 罐) 处理城镇污水工程实例	354
附录	361

附录 1	城市污水处理厂污水污泥排放标准	361
附录 2	城镇污水处理厂污染物排放标准	362
附录 3	污水排入城市下水道水质标准	369
参考文献	374

第 1 章 小城镇污水处理现状与发展趋势

1.1 小城镇污水处理现状

“九五”以来，国家实施积极的财政政策，对城市污水处理设施建设给予重点支持；各地政策尤其是重点流域城市政府，进一步明确责任目标，不断加大以污水处理为重点的环境基础设施的投入，建设进度加快；城市污水处理收费制度从无到有，征收率不断提高，有些城市已经达到保本微利水平；不少城市积极推行污水处理特许经营，产业化、市场化得到快速发展。

对全国 660 个城市的有关数据分析表明，2003 年底，我国城市污水排放总量为 349.2 亿吨，比 2000 年城市污水排放总量增加 5.2%。2000 年全国有污水处理厂 427 个，2003 年增加到 612 个，城市污水处理厂个数增加了 43%。总规模增长了 97%，其中二级生化处理厂的规模增长 114%。污水处理厂处理能力也由 2000 年的 $2158 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 增加到 2003 年的 $4253 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ，污水处理能力大约翻了一番。据初步估算，近 3 年我国城市污水处理厂规模的增长相当于新中国成立 50 多年以来的建设总量。

随着城镇化进程的不断加快，小城镇水污染已越来越受到社会的关注，与大城市相比，小城镇污水处理基础设施普遍缺乏科学的规划和系统的设计，已经不同程度地制约了小城镇社会经济的可持续发展。

1.2 小城镇污水处理面临的主要问题

(1) 小城镇缺乏污水处理专项规划 我国小城镇虽然已建成了不少污水处理厂，但是大部分小城镇还没有专项污水治理的系统规划，有的城镇也只是在总体规划上，简单地进行描述或在总体规划图上有个污水处理厂位置的选择，但一般都没有污水收集系统的规划。

(2) 小城镇污水处理缺乏资金来源 小城镇污水处理工程建设往往使当地主管部门“望而生畏”，因为小城镇污水处理工程建设缺乏资金来源。

(3) 小城镇污水处理工艺设计标准、规范不配套 我国现有建设标准最小规模，即第 V 类，在 $(1 \sim 5) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ，而小城镇污水处理规模最常见的是 $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 以下，通常是在 $2000 \sim 5000 \text{ m}^3/\text{d}$ ，所以现有设计规范标准不配套。

(4) 小城镇污水处理受工业污水的冲击大 部分工业企业以已缴纳污水处理费为由，超标、超总量排污，而小城镇污水处理厂难以接纳。据全国城市污水处理厂运行调查 COD 浓度超标的占 40%，总磷、总氮超标占 60%，已成为主要污染因素。

(5) 小城镇污水处理厂的运营缺乏有效约束机制，环境监管难到位 已建成的小城镇污水处理厂 95% 以上仍由政府包办，半数以上污水处理厂未按规定安装在线监测装置。

(6) 污水收集管网建设滞后，雨污不分，生活与工业污水不分，使污水处理厂系统的整

体效率低下。据调查已投运的污水处理厂的处理能力不到设计能力的 66%，其中因污水收集管网不配套而难以运行的占 36% 之多。

(7) 污水处理厂污泥处理问题严重 小城镇污水处理厂的污泥最终处置往往不落实，一些污水处理厂随意堆放污泥，无害化处理能力不足，使污水处理厂本身成为污染区。

(8) 现有小城镇污水处理工艺难以达到新的污水处理标准 现在小城镇污水处理选择往往“一阵风”，脱离实际现象严重，往往未考虑或落实除磷、脱氮、消毒及污水回用等相关设计，难以达到新标准要求。

1.3 小城镇污水处理发展战略

跨入 21 世纪，我国城镇未来发展面临可持续发展、知识经济、经济全球化和信息化等人类普遍关注的问题。

1987 年，联合国环境与发展委员公开发表了《我们共同的未来》，全面地阐述了可持续发展的理念。根据《我们共同的未来》，可持续发展是既满足当代人需要，又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展。具体而言，可持续发展的内涵包括经济、社会和环境之间的协调发展。经济与环境的可持续发展，强调经济增长的方式必须具有环境的可持续性，即最少地消耗不可再生的自然资源和环境影响绝对不可危及生态体系的承载极限。

1992 年联合国环境发展大会达成的《全球 21 世纪议程》，标志着可持续发展开始成为人类的共同行动纲领。

1994 年我国政府正式公布了《中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书》。可持续发展之路是中国未来发展的自身需要和必然选择。

小城镇污水处理工程是水环境保护和污染治理工作的重要组成部分，污水处理工程的规划和设计是工程建设的重要环节。因此，小城镇污水处理工程的规划和设计必须适合我国国情，污水处理工艺要做到经济适用、运行稳定可靠，能耗低和处理效果好、操作维护简单。

随着可持续发展战略的实施与水处理技术的进步，污水处理发展呈现以下特点：①从传统的物化和生物处理工艺向先进的生物除磷、脱氮、微滤、膜生物反应器等新工艺转化；②从单一处理向综合环境改善和资源综合利用方向发展。

总之，要加强小城镇污水处理技术的开发研究，按照城乡统筹的要求，指导并推进小城镇环境保护基础设施的建设，努力找到适合小城镇并与当地的特点和自然条件相结合的不同的处理工艺，达到高效、节能、节地、便于二次利用的目的；要加大污水再生利用技术开发力度，促进污水资源化的发展，建立小城镇水的良性循环体系；要高度重视污泥的无害化处置，大力发展污泥综合利用技术；要支持污水和污泥处理设备的科研开发，积极推广国产设备的应用。

1.4 小城镇污水处理工艺评述

污水生物处理是利用自然界生物的生命活动来清除污水中有机污染物质的一种方法，它可分为好氧生物处理与厌氧生物处理两大类。但近百年来厌氧生物处理技术进展不大，其原因就是污水在处理过程中停留时间过长，构筑物庞大，一次建设投资太高，而好氧生物处理技术发展较快，主要方法有活性污泥法、生物接触氧化法、生物滤池、氧化塘、生物转盘

等。特别是活性污泥法由于具有处理效果好、出水水质稳定、运转经验丰富的优点，已成为我国城市污水处理技术的主流。因此本书将着重对活性污泥法技术及其开发的主要工艺进行探讨与评述。

1.4.1 活性污泥法的适用范围

在讨论活性污泥法的主要设计运行参数之前，有必要根据现代的技术水平，对活性污泥法的适用范围和处理限度等问题作明确的阐述。

① 当城市污水中含一定量的有毒有害物质或 pH 值偏高或偏低时都需要进行预处理，方可进入活性污泥法处理系统。

② 微生物对有机物的降解功能完全是依靠酶的作用。因此，在很多情况下，某些由人工合成的化学物质难以降解或根本不能降解。

③ 活性污泥法处理技术原则上对形成色度的成分是不能分解的，也不能去除污水中的溶解性无机盐类。

1.4.2 活性污泥法的主要设计运行参数

(1) 回流污泥量 由于活性污泥处理过程就是各种微生物摄取污水中有机物的过程，所以与净化有关的微生物浓度成为最重要的设计运行参数（尽管目前采用 MLSS 或 MLVSS 测定微生物浓度存在着明显的缺陷），在一般城市污水处理中，经常使 MLSS 保持在 1500~2500mg/L，有时使 MLSS 保持在 3000~5000mg/L。调整回流污泥量是一项很重要的措施。一般认为回流污泥的浓度与活性污泥 30min 沉降污泥的浓度大致相同，但回流污泥浓度往往很低。因此，需要经常对回流污泥和混合液的浓度进行测定，以确定回流污泥量。

(2) BOD 负荷 在活性污泥中，活性污泥和废水中的有机物质的比值是很重要的。通常以容积负荷和污泥负荷表示。如果使 BOD 负荷在 0.1~0.2kg/(kgMLSS·d) 条件下运行，则可确保良好的效果，但在低温时，应尽可能降低 BOD 负荷。在运行中必须使曝气池的污泥负荷保持在一定的水平。

(3) 需氧量 活性污泥所消耗的氧，是通过扩散方式或机械搅拌方式提供的。一般认为能限制微生物呼吸速度的氧的极限浓度是 0.5mg/L 左右，不过通常应保持在 1.0~4.0mg/L 之间，防止供氧不足而成为去除 BOD 的限制因素。当处理城市污水采用表面曝气器时，去除每 1kg BOD₅ 的供氧量（按标准工况计）可采用 1.2~2.0kg O₂，当采用空气扩散曝气时，去除每 1kg BOD₅ 生化需氧量的供气量可采用 40~80m³。

(4) 营养物质 活性污泥的生物合成，取决于作为微生物能源物质的性质、浓度、氮和磷等的平衡，而且少量的钾、钠、硫、钙、镁、铁，以及痕量的铜、钴、钼等都是必要的。然而，在一般城市污水中，这些成分含量对微生物代谢过程来说是足够的。关于污水中的 BOD、氮和磷的平衡问题已经有了许多报道，一般认为 BOD : N : P 的比例为 100 : 5 : 1 是适宜的。但这些营养物质，特别是对于磷，即使是达不到的 BOD 的 1/100，污水往往也能得到安全处理。

(5) pH 值和温度 一般认为在活性污泥处理中适宜温度是 20~30℃，10℃ 以下和 30℃ 以上都会使处理水水质恶化。pH 值介于 6.0~8.0 的范围内时，活性污泥的活性最高。

1.4.3 活性污泥主要工艺评述

自 1917 年在英国的曼彻斯特和美国的休斯敦分别建造了处理能力为 946m³/d 和 378m³/d 的活性污泥法处理厂并开始投入运行以来，随着微生物和细胞学在污水生化处理

上的应用，人们开发了不少新工艺，主要有普通活性污泥法工艺、厌氧-好氧活性污泥法工艺、间歇式活性污泥法工艺、AB法工艺和氧化沟工艺，下面作简要评述。

(1) 普通活性污泥法工艺 该工艺技术成熟、运行经验丰富（欧美国家在 20 世纪 80 年代前建造的城市污水处理厂基本上都采用普通活性污泥法工艺）。但该工艺构筑物及设备相对较多，污泥消化工程投资较大；活性污泥易产生膨胀，耐冲击差，不具备脱氧和除磷功能。

(2) 厌氧-好氧活性污泥法工艺 (A/O 或 A²/O) 该工艺最主要的变革是将厌氧状况组合到活性污泥法中（简称为 A/O 或 A²/O），该工艺特点是在去除 BOD 的同时能有效地去除氧、磷营养物质，但是，其一次性投资大，运行控制难度高。

(3) 间歇式活性污泥法工艺 (SBR) 该工艺最主要的是变革是将连续运行的活性污泥法改变为间歇运行。如果说连续式推流曝气池是空间上的推流，那么间歇式活性污泥法则是时间上的推流。该工艺特点是处理构筑物简单，不需要设置沉淀池、回流污泥泵等装置，也不易产生污泥膨胀，同时可以实现单池内生物脱氧、除磷的目的。但是存在着机械设备较多、曝气易堵塞的弊端。

(4) 吸附生物降解工艺 (AB 法) 该工艺最主要的变革是在传统两段活性污泥法 (Z-A 法) 和高负荷活性污泥法的基础上突破的。该工艺与单级活性污泥法系统相比，微生物群体处在完全隔开的两个系统内，使处理效果更佳和更稳定；对于一个连续的工作 A 段，从外界连续不断地接种具有很强繁殖能力和适应环境变化能力的短世代原核微生物，大大提高了处理工艺的稳定性。因此其特点是 A 段负荷高，抗冲击负荷能力很强，但 A 段的污泥产量较高，给污泥处理增加难度。

(5) 氧化沟工艺 该工艺最主要的变革是处理流程简单，为连续形的曝气池，可不设初沉淀（对于 T 型氧化沟还可同时省去终沉淀），其特点是操作灵活，管理方便，基建费用低，出水水质好。但氧化沟能耗较大，除磷效果不明显。

活性污泥法主要工艺特点比较见表 1-1。

表 1-1 活性污泥法主要工艺特点比较

处 理 工 艺	普通活性 污泥法工艺	厌氧-好氧活 性污泥法工艺 (A/O、A ² /O)	间歇式活性 污泥法工艺 (SBR)	吸附生物 降解工艺 (AB 法)	氧化沟 工艺	参 考 指 标
污水处理厂工程投资	高	高	中	中	中	1000~1300 元/(m ³ ·d)
单位经营成本	高	高	低	中	低	0.3~0.5 元/(m ³ ·d)
有机物去除率	中	好	好	好	好	80%~95%
氨氮去除率	中	好	好	中	中	30%~80%
磷去除率	无	好	好	中	中	10%~50%
单位电耗	高	中	低	低	高	0.2~0.3kW·h/m ³
运行管理难度	易	难	中	中	易	—
自动化水平	中	中	高	中	高	—
污泥产量	中	低	低	高	低	0.12~0.25kgDS/(m ³ ·d)
占地面积	中	大	中	小	中	0.9~1.2m ² /(m ³ ·d)

注：数据来自浙江省最近建造的 (4~10)×10⁴m³/d 规模的城市污水处理厂实例。

1.4.4 城镇污水活性污泥处理技术展望

① 由于环境和能源这两大问题促使人们去寻找低能耗、高效率的工艺。厌氧处理与好氧处理相比，在一定条件下，它具有更多的优越性。厌氧工艺不需耗能或耗能很低，并回收

部分清洁能源——沼气。从生物处理的发展来看，厌氧处理工艺是生化处理中一种重要的、有发展潜力的污水处理方法。

② 从活性污泥法的适用范围认识到，仅用单一的处理流程完全净化含有复杂和难降解物质的污水是十分困难的，有时甚至是不合理的。因此，活性污泥法的适用范围究竟能够扩大到什么程度，的确是一项重要的研究课题。最普通而且卓有成效的措施是将不同的处理单元，如物理处理、化学处理、生物处理等加以合理的组合，弥补各自的不足。

③ 无论采用何种污泥法工艺处理城市污水，使出水中磷长期保持在 1.0mg/L 以下几乎是不可能的。但是，即便如此，在建和扩建较大规模的污水处理厂时，根据受纳水体的功能要求，仍应考虑生物除磷的可行性，必要时可采取包括化学法在内的适当的强化措施。

第2章 小城镇污水处理工程规划

2.1 规划原则

小城镇污水处理工程规划必须在符合城镇总体规划的前提下进行，小城镇污水处理工程规划期限应与城镇总体规划期限一致。在城镇污水处理工程规划中应重视近期建设规划，且应考虑城镇远景发展的需要，小城镇污水处理工程规划原则为以下几点。

① 应贯彻“全面规划、合理布局、综合利用、保护环境、造福人民”的方针。应把城镇集中饮用水源地的保护放在首要位置。

② 必须遵守国家有关的法律法规，要节约土地、节省能源。应考虑污水及污泥资源化。

③ 应与给水工程、环境保护、道路交通、水系、防洪等专项规划相协调。

④ 要根据小城镇的特点建立合理、完善的城镇排水系统，应妥善、科学地进行城镇污水收集、排放流域的划分。有计划地兴建城镇污水处理厂。要及时、快速、安全地收集和排放暴雨径流量与大量积雪，有效地收集、输送、处理、排入污水，确保城镇正常的生产和生活秩序。

2.2 规划主要内容与深度

小城镇污水处理工程规划的主要内容应包括划定城镇污水收集范围、预测城镇污水量、确定排水体制、进行污水系统布局，原则上确定处理后污水污泥出路和处理深度；确定污水处理厂的位置、建设规模和用地。

小城镇污水处理工程规划深度要求包括进行规划范围内城镇污水总量的计算，确定污水管网布局，进行污水管道水力计算，确定污水管道断面尺寸、主要控制点的标高，设计坡度、埋设深度，选择泵站和污水处理厂的规模、地址、排放口位置、污水处理工艺、污水回用措施，绘制城镇污水管道平面图和纵剖面图，绘制城镇污水泵站和城镇污水处理工艺平面图和工艺流程图。

2.3 规划基础资料收集

在小城镇污水处理工程规划前，必须明确任务，进行充分的调查研究，以使规划建立在完整、可靠资料的基础上。应收集的规划阶段基础资料如下。

(1) 城镇污水处理工程现状资料 目前城镇污水排放情况、城镇污水污染所造成的危害情况、排水管道系统现状分布情况及污水处理工程的规划范围；工业废水和生活污水的水量、水质及其变化情况，污水回用、污泥处理、综合利用领域方面的资料。

(2) 有关自然条件的资料 有关气象资料，包括城镇气象特征数据、气象资料、雨量资料、土壤冰冻资料和风向玫瑰图等；有关水文资料，包括城镇接纳水体的水位（最高水位、

平均水位、最低水位等)、水体功能、水质变化趋势及环境容量等;有关水文地质资料,包括城镇地下水位及地表水和地下水相互补给情况;有关地形资料,包括污水处理规划工程所在地段的地形图(通常为1:500~1:1000的地形图)及污水收集系统图和污水排放口位置图。

2.4 排水体制的选择

2.4.1 小城镇污水定义

通常所言的小城镇污水是指排入小城镇污水管道的生活污水和工业废水的总和。

2.4.2 小城镇排水体制的分类

针对生活污水、工业废水和降水采用的不同的排除方式所形成的排水系统,称为排水体制,又称排水制度。可分为合流制和分流制两类。

(1) 合流制排水系统 城镇污水和雨水混合在一个管渠内排除的系统。

① 直排式合流制。管渠系统的布置就近坡向水体设若干个排水口,混合的污水不经处理和利用直接就近排入水体。这种排水系统对水体污染严重,但管渠造价低,又不进污水处理厂,所以节省投资。这种体制多在城镇建设早期使用,不少老城区都采用这种方式。因其所造成的污染危害很大,目前一般不宜采用。

② 截流式合流制。在早期直排式合流制排水系统的基础上,临河岸边建造一条截流干管,同时,在截流干管处设溢流井,并在下流设污水处理厂。晴天和初雨时,所有污水都排送至污水厂,经处理后排入水体。当雨量增加,混合污水的流量超过截流干管的输水能力后,将有部分混合污水经溢流井溢出直接排入水体。这种排水系统比直排式有了较大改进。但在雨天,仍有部分混合污水不经处理直接排入水体,对水体污染较严重。为了进一步改善和解决污水厂晴、雨天水量变化较大引起的管理问题,可在溢流井后设贮水库,待雨停之后,把积蓄的混合污水送污水厂进行处理,但投资很大,截流式合流制多用于老城改建。

(2) 分流制排水系统 将生活污水、工业废水和雨水分别在两个或两个以上各自独立的管渠内排除的系统。

① 完全分流制。分设污水和雨水两个管渠系统,前者汇集生活污水、工业废水,送至处理厂,经处理后排入和利用;后者汇集雨水和部分工业废水(较洁净),就近排入水体。该体制卫生条件较好,但仍有初期雨水污染问题,投资较大。新建的城镇和重要工矿企业,一般应采用该形式。工厂的排水系统,一般采用完全分流制,甚至要清浊分流,分质分流。有时,需几种系统来分别排除不同种类的工业废水。

② 不完全分流制。只有污水管道系统而没有完整的雨水管渠排水系统。污水经由污水管道系统流至污水厂,经过处理利用后,排入水体;雨水通过地面漫流进入系统的明沟或小河,然后进入较大的水体。该种体制投资省,主要用于有合适的地形、有比较健全的明渠水系的地方,以便顺利排泄雨水。对于新建城镇或发展中地区,为了节省投资,常先采用明渠排除雨水,待有条件后,再改建雨水暗管系统,变成完全分流制系统。对于地势平坦,多雨易造成积水地区,不宜采用不完全分流制。

2.4.3 小城镇排水体制的选择

城镇排水体制的确定,不仅影响排水系统的设计施工、投资运行,而且对城镇布局 and 环境保护也影响深远。一般应根据城镇总体规划、环境保护的要求、污水利用处理情况、原有

排水设施、水环境容量、地形、气候等条件，从全局出发，通过技术经济比较，综合考虑确定。下面从不同角度来进一步分析各种体制的使用情况。

(1) 环境保护方面比较 截流式合流制同时汇集了部分雨水输送到污水处理厂，有利于减少初期雨水的污染。但截流式合流制主干管尺寸较大，污水厂容量也增加很多，投资费用增多。同时截流式合流制在暴雨时，把一部分混合污水通过溢流井泄入水体，易造成污染。分流制把城镇污水全部送至污水厂进行处理，但初期雨水径流未加处理直接排入水体，对水体有一定程度的污染。由于分流制比较灵活，能够适应发展，又比较符合城镇卫生要求，因此是城镇排水系统体制发展的方向。

(2) 工程投资方面比较 合流制泵站和污水处理厂的造价比分流制高，但管渠总长度短，所以合流制的总造价要较分流制低。从初期投资看，不完全分流制初期只建污水排除系统而缓建雨水排除系统，便于分期建设，能节省初期投资，缩短施工期限，较快发挥效益，以后随着城镇的发展，再建雨水管渠。

(3) 近远期关系方面比较 排水体制的选择要处理好近远期建设的关系，在规划设计时应做好分期工程的协调与衔接，使前期工程在后期工程中得到全面应用，特别对于含有新旧城区的城镇规划而言，更需注意。在城镇发展的新区，可以分期建设，先建污水管，容纳污染严重的污水，后建雨水管或用明渠过渡；在城镇发展进度很快、地形平坦、综合开发的新区，雨水系统宜于一次建成。而在地形平坦、下游有一定较充沛的水流、污水浓度较大、街道狭窄的地区，可采用合流制。由于旧城区多为合流制，则只需要在合流管出口处设截流管，即可初步改善环境质量，与分流制相比，工程量少，易于上马，而且工时短。旧城区的合流制过渡到分流制涉及到许多问题，需因地制宜，综合考虑，进行技术经济比较。

(4) 施工管理方面比较 合流制管线单一，减少与其他地下管线、构筑物的交叉，管渠施工较简单。另外，合流制管渠中流量变化较大，对水质也有一定影响，不利于泵站和污水厂的稳定运行，造成管理维护复杂，运行费用增加。而分流制水量水质变化较小，有利于污水处理和运行管理。

总之，排水体制的选择应因地制宜，一般新建的排水系统宜采用分流制。但在附近有水量充沛的河流或近海、发展又受到限制的小城镇地区，在街道狭窄、地下设施较多、修建污水和雨水两条管线有困难的地区，或在雨水稀少、废水全部处理的地区等，采用合流制有时是有利的。

2.5 小城镇污水量预测和计算

2.5.1 小城镇污水量预测和计算

小城镇污水量包括城镇生活污水量和部分工业废水量，与城镇性质、发展规模、经济生活、规划年限等有关。生活污水量的大小直接取决于生活用水量，通常生活污水量约占生活用水量的 70%~90%。

污水量与用水量密切相关，通常以用水量乘以污水排放系数即可得污水量。根据规划所预测的用水量，通常可选用城镇污水排水系数、城镇综合生活污水排放系数和城镇工业废水排放系数来计算城镇污水量，其值见表 2-1。

另外，地下水位较高的地方应适当考虑地下水的渗入量。

表 2-1 城镇各类污水排放系数

城镇污水分类	污水排放系数
城镇污水	0.70~0.80
城镇综合生活污水	0.80~0.90
城镇工业废水	0.70~0.90

注：1. 城镇综合生活污水量是指居民生活污水与公共设施污水两部分之和。

2. 排水系统完善的地区取大值，一般地区取小值。

2.5.2 变化系数

在进行污水系统的工程设计时，常用到变化系数的概念，从而考虑污水处理厂和污水泵站的设计规模和管径。

一日之中，白天和夜晚的污水量不一样；各小时的污水量也有很大变化，即使在 1h 内污水量也是变化的。但是，在小城镇污水管道规划设计中，通常都假定在 1h 内污水量是均匀的。

污水量的变化情况常用变化系数表示。变化系数有日变化系数、时变化系数和总变化系数。

$$\text{日变化系数}(K_d) = \frac{\text{最高日污水量}}{\text{平均日污水量}}$$

$$\text{时变化系数}(K_h) = \frac{\text{最高日最高时污水量}}{\text{平均日平均时污水量}}$$

$$\text{总变化系数}(K_z) = K_d K_h$$

生活污水量总变化系数一般按表 2-2 采用。

表 2-2 生活污水量总变化系数

污水平均日流量/(L/s)	5	15	40	70	100	200	500	1000	≥1500
K_z	2.3	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2

注：1. 污水量变化系数随污水流量的大小而不同。污水流量愈大，其变化幅度愈小，变化系数较小；反之则变化系数较大。

2. 当污水平均日流量为表中所列平均日流量中间值时，变化系数可用内插法求得。

2.6 污水处理和排放系统规划

城镇污水系统主要包括污水处理系统（污水处理厂）和污水排放系统（污水管道系统）两个部分。

2.6.1 污水处理系统规划

污水处理系统规划包括污水处理方案的选择、污水厂选址、平面布置、污水利用方式等。

(1) 污水处理方案的选择 污水处理方案的选择的目的在于最经济合理地解决城镇污水处理、管理和利用的问题，在考虑污水处理方案时，首先要确定污水处理应达到的处理程度，一般分为三级（表 2-3）。

污水处理流程的选择一般根据实际情况，利用经济技术经济综合比较后确定，主要因素有原污水水质、排水体制、污水出路、接纳水体的功能、城镇建设发展情况、经济投资、自然条件、建设分期等。

表 2-3 污水处理的分级

处理级别	污 染 物 质	处 理 方 式
一级处理	悬浮或胶态固体、悬浮油类、酸、碱	格栅、沉淀、混凝、浮选、中和
二级处理	溶解性可降解有机物	生物处理
三级处理	不可降解有机物	活性炭吸附
	溶解性无机物	离子交换、电渗析、超滤、反渗透、化学法、臭氧化法

(2) 污水处理厂选址 城镇污水处理厂是处理和利用城镇污水和污泥的一系列构筑物及附属构筑的综合体，它是城镇排水工程的重要组成部分，恰当地选择污水处理厂位置对于城镇规划的总体布局、城镇环境保护、污水的利用和出路、污水管网系统的布局、污水处理厂的投资和运行管理等都有重要影响。因此污水厂选址时应考虑以下几点。

① 污水处理厂应设在地势较低处，便于城镇污水自流入厂内，厂址选择应与排水管道系统布置统一考虑，充分考虑城镇地形的影响。

② 污水厂宜设在水体附近，便于处理后的污水就近排入水体，尽量无提升，合理布置出入口。排入的水体应有足够环境容量，减少处理水对水域的影响。

③ 厂址应设在集中给水水源和城镇的下游，位于最小风频的上风向。厂址与城镇、工厂和生活区应有 300m 以上距离，并设卫生防护带。

④ 厂址尽可能少占或不占农田，但宜在地质条件较好的地段，便于施工，降低造价。充分利用地形，选择有适当坡度的地段，以满足污水在处理流程上的自流要求。

⑤ 结合污水的出路，考虑污水回用于工业、城镇和农业的可能，厂址应尽可能与回用处理后污水的主要用户靠近。

⑥ 厂址不宜设在雨季易水淹的低洼处。靠近水体的污水处理厂要考虑不受洪水的威胁。

⑦ 污水处理厂选址应考虑污泥的运输和处置，宜靠近公路和河流。厂址处要有良好的水电供应，最好是双电源。

⑧ 选址应考虑城镇近、远期发展问题，近期合适位置与远期合适位置往往不一致，应结合城镇总体规划一并考虑，厂址用地应有扩建的可能。

(3) 污水处理厂平面布置 城镇污水处理厂规划用地指标宜根据规划期建设规模和处理级别，按表 2-4 的规定确定。

表 2-4 城镇污水处理厂规划用地指标

单位： $\text{m}^2/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$

建设规模/ (m^3/d)	处理级别		
	5 万~10 万	2 万~5 万	1 万~2 万
一级处理	0.5~0.8	0.6~1.0	0.6~1.4
二级处理	0.8~1.2	1.0~1.5	1.0~2.0

注：1. 用地指标是按生产必需的土地面积计算。

2. 本指标未包括厂区周围绿化带用地。

3. 本用地指标不包括进厂污水浓度较高及深度处理的用地，需要时可视情况增加。

(4) 污水利用方式 进行城镇污水处理系统规划时，首先应选择污水的出路，即污水处理利用方式，然后才能进行污水管网和污水处理设施的规划。污水的最终出路通常有三种：直接排入水体或土壤；处理后排放；处理后回用作水源。第一种方式在我国城镇几乎无法接受；第二种方式是目前规划中最常采用的手段；第三种方式对于缺水地区是最有价值和应用前景的一条出路。这种将城镇污水或生活污水经过处理后用作城镇杂用或工业用的污水回用

系统称作中水系统，是相对于给水（上水）和排水（下水）系统而言的。国内外实践证明，中水系统对节约用水、减少水环境污染具有明显效益。

2.6.2 污水管道系统规划

污水管道系统包括生活污水管道系统和工业废水管道系统。生活污水管道系统的任务是收集居住区和公共建筑的污水送到污水厂，经处理后排放或再利用。包括室内污水管道系统和设备、室外污水管道系统、污水泵站、污水处理厂和出水口。工业废水管道系统是将车间及其他排水对象所排出的不同性质的废水收集起来，送至回收利用和处理构筑物或排放。包括车间内部管道系统和设备、厂区管道系统、废水泵站和压力管道、废水处理站和出水口（泵）。

(1) 污水管道系统规划的主要内容 污水管道系统规划中最主要的是污水管道的规划，污水管道规划的主要内容有：确定排水区界，划分排水流域；选择污水厂和出水口的位置；拟定污水干管及主干管的路线；确定需要抽升的排水区和设置泵站的位置等。

划分排水区界是管道平面布置的起始工作，排水区界是排水系统敷设的界限。在排水区界内应根据地形和城镇的竖向规划，划分排水流域。每个排水流域往往有一个或一个以上的干管，根据流域就能查明水流方向和污水要抽升的地区。

污水管道平面布置也称定线。城镇污水管道平面布置一般按先确定主干管，再定次干管，最后定支管的顺序进行。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；城镇总体规划、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；排水量的工业企业和公建情况；道路和交通情况；地下管线和构筑物的分布情况。

(2) 污水管道系统布置的原则

① 尽可能在管线较短和埋深较小的情况下，让最大区域内的污水自流排出。

② 地形是影响管道定线的主要因素。定线时应充分利用地形，在整个排水区域较低的地方，如集水线或河岸线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，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；个别低洼地应局部提升。

③ 污水主干管的走向与数量取决于污水厂和出水口的位置与数量。小城镇通常只设一个污水厂，则只需敷设一条主干管。

④ 污水管道尽量采用重力流形式，避免提升。由于污水在管道中靠重力流动，因此，管道必须有坡度。在地形平坦地区，管线虽不长，埋深亦会增加很快，当埋深超过最大埋深时，需设中途泵站提升污水。这样会增加基建投资和常年运行管理费用，但不建泵站，使管道埋深过深，会使施工困难大且造价增高。所以需作方案比较，选择最适当的定线位置，尽量节省埋深，又可少建泵站。

⑤ 管道定线尽量减少与河道、山谷、铁路及各种地下构筑物交叉，并充分考虑地质条件的影响。污水管特别是主干管，应尽量布置在坚硬密实的土壤中。如通过劣质土壤（松软土、回填土、土质不均匀等）或地下水位高的地段时，污水管道可考虑绕道或采用建泵站及其他施工措施的办法加以解决。

⑥ 污水干管一般沿城镇道路布置。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