

BEIJINGSHI JIAOQU CHENGZHEN SHUIHUANJING ZHILI GONGCHENG
SHIYONG JISHU ZHIDAO SHOUC

北京市郊区城镇水环境治理工程 实用技术指导手册

廖日红 申颖洁 许志兰 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

北京市郊区城镇水环境治理工程 实用技术指导手册

廖日红 申颖洁 许志兰 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本手册是针对目前北京市各郊区城镇的水环境现状,结合城镇管理者和基层水务人员在日常工作中遇到的实际问题,以及他们在知识普及、更新方面的需求编写而成的。全书共分9章,包括总论、郊区城镇污水处理规划、郊区城镇污水管网设计、郊区城镇污水处理工艺设计、郊区城镇污水处理工程设计、郊区城镇污水回用与污泥的资源化、郊区城镇污水处理工程投资估算和经济分析、郊区城镇污水处理工艺调试与运行管理、郊区城镇污水处理工程实例等。

本手册适合从事水环境治理的水务工作者,也可供相关研究人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

北京市郊区城镇水环境治理工程实用技术指导手册 / 廖日红, 申颖洁, 许志兰编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2010.4

ISBN 978-7-5084-7452-6

I. ①北… II. ①廖… ②申… ③许… III. ①郊区—水环境—综合治理—北京市—技术手册 IV. ①X143-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第074637号

书 名 作 者 出 版 发 行	北京市郊区城镇水环境治理工程实用技术指导手册 廖日红 申颖洁 许志兰 编 中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版 刷 格 次 印 数 定 价	中国水利水电出版社微机排版中心 北京市地矿印刷厂 145mm×210mm 32开本 6.375印张 190千字 2010年4月第1版 2010年4月第1次印刷 0001—2000册 18.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

随着小城镇人口数量的增加，生活污水的排放量大幅增长，受经济条件限制，多数郊区城镇没有污水收集管网和污水处理厂（站），大量生活污水直接渗入地下或未经任何处理直接排入地表水体，造成地下水和地表水的严重污染。相对于城市工业而言，城镇的工业企业多数为低技术层次、单位产品物耗能耗较高的企业，由于该类企业科技水平低、企业规模小、运营成本高，因此对自身污染难以进行有效治理，加之各城镇工业空间布局过于分散，加剧了污染源的扩散，也进一步加大了污染治理的难度。

面对严峻的水环境污染形势，如何科学有效地规划、设计、建设与管理郊区城镇的水环境治理工程，已成为郊区城镇管理和基层水务技术人员迫切需要解决的问题。相对于大规模市政排水工程而言，郊区城镇排水具有水量小、污染源分散、变化系数大等特点，我国用于指导城市室外排水工程规划、设计的标准、规范无法直接适用于城镇小型排水工程。同时，由于郊区城镇存在经济发展水平偏低、可供选择的经济适用技术少和运营管理经验缺乏等方面的问题，使得郊区城镇水环境治理成为我国水污染控制的重点和难点之一。

本手册针对目前各郊区城镇的水环境现状、城镇管理者和基层水务人员在日常工作中遇到的实际问题以及他们在知识普及、更新方面的需求，对郊区城镇污水处理规划、污水

管网设计、污水处理工艺设计、污水处理工程设计、污水回用与污泥的资源化、污水处理工程投资估算和经济分析、污水处理工艺调试与运行管理进行了系统地阐述，并列举了郊区城镇污水处理工程实例。

本手册第1章和第2章由廖日红（北京市水利科学研究所）、申颖洁（北京市水利科学研究所）编写；第3章由申颖洁、许志兰（北京市水利科学研究所）、顾永钢（北京市水利科学研究所）编写；第4章、第5章、第6章由廖日红、申颖洁、许志兰编写；第8章由申颖洁、许志兰编写；第9章由楼春华（北京市水利科学研究所）、刘操（北京市水利科学研究所）编写；附图及附表由申颖洁编写。

本手册在编写过程中得到北京市水务科教处孙凤华、廖平安和北京市水利科学研究所李其军、高振宇、孟庆义等领导 and 专家的支持和帮助。同时编者还参考了有关文献和资料，吸收了其中的技术成就和实践经验，在此谨致感谢。

由于编者水平及时间有限，书中欠妥或谬误之处敬请读者批评指正。

编 者

2010年2月

相关术语及符号对照

❁ 水环境 (water environment)

主要是由地表水环境和地下水环境两部分组成。地表水环境包括河流、湖泊、水库、海洋、沼泽、冰川等，地下水环境包括泉水、浅层地下水、深层地下水等。水环境是构成环境的基本要素之一，是人类社会赖以生存和发展的最重要场所，也是受人类影响和破坏最严重的地域。

❁ 水污染 (water pollution)

进入水体的污染物含量超过水体本地值和自净能力，使水质受到损害，破坏了水体原有的性质和用途。

❁ 郊区城镇 (suburban colony)

经济较为发达、规模适度、具有较强辐射能力的郊区中心城镇，与省会或中心城市功能相适应的小城镇。

❁ 城镇居民 (town's Residential)

在城市中有固定居住地、非经常流动、相对稳定地在某地居住的自然人。

❁ 城镇居民生活用水 (water for town's residential use)

使用公共供水设施或自建供水设施供水的，城市居民家庭日常生活的用水。

❁ 日用水量 (water quantity of per day, per person)

每个居民每日平均生活用水量的标准值。

❁ 水环境容量 (water environmental capacity)

满足水环境质量标准要求的最大允许污染负荷量或纳污能力。一般是以环境目标和水体稀释自净规律为依据的。

❁ 生活污水 (domestic wastewater)

人们日常生活中洗涤、冲厕、洗澡等产生的污水。

- ⊗ 工业废水 (industrial wastewater)
工业生产过程中排出的废水。
- ⊗ 养殖废水 (cultivation wastewater)
牲畜禽养殖场排放的尿液、残余的粪便、饲料残渣和农副产品加工过程中排放的生产废水。
- ⊗ 排水体制 (sewer system)
在一个地区内收集和输送废水的方式，分合流制和分流制两种基本方式。
- ⊗ 合流制 (combined system)
用同一种管渠分别收集和输送废水和雨水的排水的方式。
- ⊗ 分流制 (separate system)
用不同管渠分别收集和输送各种污水、雨水和生产废水的排水的方式。
- ⊗ 污水处理 (sewage treatment , wastewater treatment)
为使污水达到排水某一水体或再次使用的水质要求，对其进行净化的过程。
- ⊗ 一级处理 (primary treatment)
去除污水中的漂浮物和悬浮物的净化过程，主要为沉淀。
- ⊗ 二级处理 (secondary treatment)
污水经一级处理后，用生物处理方法继续除去污水中胶体和溶解性有机物的净化过程。
- ⊗ 污泥处理 (sludge treatment)
对污泥进行的最终安排。一般将污泥作农肥、制作建筑材料、填埋和投弃等。
- ⊗ 集中处理 (centralized treatment)
通过管道收集、运输至指定地点进行集中处理的方式。
- ⊗ 分散处理 (decentralized treatment)
以分散的、就地的处理方式，不需要大范围的管网收集系统。

❁ 活性污泥法 (activated sludge process)

污水生物处理的一种方法。该法是在曝气池中进行人工曝气，为微生物（活性污泥）供氧和使活性污泥处于悬浮状态，通过微生物代谢，利用水中的污染物，并在二沉池中通过生物凝聚、沉淀进行固液分离。部分污泥再回流到曝气池，剩余污泥则排出活性污泥系统。活性污泥法曝气池可分为完全混合、推流和半推流等方式。

❁ 间歇式活性污泥法 (sequencing batch reactor, SBR)

污水放流到单一反应池中，按时间通过程序控制各过程。在反应池的一个工作周期内，运行程序依次为进水、反应、沉淀、出水和待机等过程。

❁ 生物膜法 (biomembrance process)

污水生物处理的一种方法。该法采用各种不同载体，通过污水与载体的不断接触，在载体上繁殖生物膜，利用膜的生物吸附和氧化作用，以降解去除污水中的有机污染物，脱落下来的生物膜与水进行分离。

❁ 生物接触氧化 (bio-contact oxidation)

由浸没在污水中的填料和人工曝气系统构成的生物处理工艺。在有氧的条件下，污水与填料表面的生物膜反复接触，使污水获得净化。

❁ 生物滤池 (biofilter)

滤池内设固定填料，污水流过与滤料相接触，微生物在滤料表面形成生物膜，净化污水。

❁ 厌氧滤池 (anaerobic purification tank)

里面放有填料的一种污水厌氧处理构筑物。

❁ 人工湿地 (artificial wetland)

人工构筑模拟自然湿地净化污水的处理方法，湿地植物通常选择芦苇等维管束植物或根系发达的水生沼泽生植物。人工湿地可分为表面流、垂直渗流和水平渗流湿地等方式。

● 中水 (reclaimed water)

各种排水经处理后，规定的水质标准，可在一定范围内重复使用的非饮用水。

● 中水原水 (raw - water of reclaimed water)

作为中水水源而未经处理的水，建筑中水水源可取自建筑的生活排水和其他可以利用的水源。

● 杂排水 (gray water)

民用建筑中除粪便污水外的各种排水，如冷却排水、泳池排水、沐浴排水、盥洗排水、洗衣排水、厨房排水等。

● 优质杂排水 (superior drainage)

其污染程度较低的排水。如冷却排水、泳池排水、沐浴排水、盥洗排水、洗衣排水等。

● 符号对照

符 号	名 称	符 号	名 称	符 号	名 称
N	氮	TP	总磷	$\text{NH}_3 - \text{N}$	氨氮
TN	总氮	SS	悬浮物	$\text{NO}_3^- - \text{N}$	硝氮
P	磷	COD	化学需氧量	BOD_5	5d 生化需氧量

目 录

前言

相关术语及符号对照

第 1 章 总论	1
1.1 郊区城镇污水及水质分析	1
1.2 各种水体和质量标准	4
1.3 郊区城镇污水排放和处理程度划分	5
第 2 章 郊区城镇污水处理规划	8
2.1 规划总论	8
2.2 郊区城镇排水量预测	16
2.3 郊区城镇污水处理系统规划	21
2.4 投资估算及实施计划	27
2.5 目标可达性分析	27
2.6 运行管理和保障措施	27
2.7 效益分析	28
第 3 章 郊区城镇污水管网设计	29
3.1 排水体制的比较及确定	29
3.2 污水管道系统设计	32
3.3 泵站设计	52
第 4 章 郊区城镇污水处理工艺设计	58
4.1 污水处理工艺选择原则	58
4.2 废水处理方法分类	59
4.3 郊区城镇污水处理工艺模式	60
4.4 郊区城镇污水处理工艺设计计算	87

第 5 章 郊区城镇污水处理工程设计	99
5.1 设计基础资料收集	99
5.2 设计步骤	100
5.3 各阶段设计深度要求	108
5.4 污水处理平面与高程设计	110
第 6 章 郊区城镇污水回用与污泥的资源化	114
6.1 污水回用标准	114
6.2 污水回用工艺设计	117
6.3 污泥处理与资源化	124
第 7 章 郊区城镇污水处理工程投资估算和经济分析	131
7.1 投资估算	131
7.2 经济分析	135
第 8 章 郊区城镇污水处理工艺调试与运行管理	137
8.1 郊区城镇污水处理工艺调试概述	137
8.2 污水处理厂运行管理	151
8.3 污水处理厂各处理单元的运行管理	152
8.4 水质分析与管理	154
8.5 污泥出泥管理	155
8.6 设备、管道、阀门的运行管理与维护	155
8.7 污水处理厂的运行管理制度	156
8.8 人员培训与安全保证	157
第 9 章 郊区城镇污水处理工程实例	158
9.1 昌平区小汤山镇污水处理示范工程	158
9.2 密云县太师屯镇污水处理示范工程	168
附录	175
参考文献	189

第 1 章 总 论

1.1 郊区城镇污水及水质分析

1.1.1 郊区城镇污水组成

经由城镇下水道系统集中起来的污水，称为城镇污水。一般城镇下水道系统不仅有住宅、医院、公共场所等处的生活污水排入，而且还有工业的污水排入。郊区城镇污水主要为生活污水和以有机废水为主的工业废水的混合污水，其水量较小，一般不超过 5 万 m^3/d ，但是水质和水量波动较大，因此必须结合当地污水的水量、水质以及温度、经济等实际情况选择适宜的高效果处理工艺。污水水源主要划分为以下几种。

1. 生活污水（建筑或建筑群污水水源）

（1）公共建筑或建筑群的生活污废水主要包括以下几种。

- 1) 沐浴排水。指卫生间、公共浴室中淋浴和浴盆排放的废水。
- 2) 盥洗排水。指洗脸盆、洗手盆和盥洗槽排放的废水。
- 3) 空调循环冷却系统排水。指空调循环冷却系统的排污水。
- 4) 冷凝冷却水。指空调等制冷系统中冷凝器的冷却水。
- 5) 游泳池排水。指游泳池的排污水、溢流水、过滤设备的冲洗水等。

6) 洗衣排水。指宾馆洗衣房排放的废水。

7) 厨房排水。指住宅、食堂和餐厅等建筑内厨房排放的污水。

8) 粪便污水。指大便器和小便器排放的污水，又称黑水。

此外，还包括建筑屋面雨水、锅炉房废水（以开水为主，有时混入部分食物残汤）、洗车废水等。

（2）家庭污水主要包括以下几种。

- 1) 粪便污水，也称黑水

2) 杂用污水,也称灰水(包括洗浴、洗涤、厨用等污水)。

(3) 医院污水(经消毒预处理)。

2. 工业废水

(1) 生产污水。主要包括工艺外排水、设备洗涤水、地坪冲洗水(包括跑、冒、滴、漏)。

(2) 厂区生活污水(厂区生活污水指厂区中淋浴间、洗衣房、厨房、厕所等污水)。

(3) 露天设备厂区初期雨水。

(4) 洁净废水(即间接冷却水)。

3. 养殖废水

如果城镇存在养殖场,养殖废水也应计入污水总量,其排放量和变化系数应根据养殖种类和相关定额确定。

1.1.2 城镇污水水质

郊区城镇污水水质主要具有生活污水的特征,但在不同下水道系统中,由于不同规模和性质的工业排污,又受工业污水水质影响。典型生活污水水质,大体有一定变化范围(见表1.1)。

表 1.1 典型生活污水水质

序号	指 标	浓 度		
		高	中	低
1	总固体 TS (mg/L)	1200	720	350
2	溶解性总固体 DTS (mg/L)	850	500	250
3	悬浮物 SS (mg/L)	350	200	100
4	可沉降物 (mg/L)	20	10	5
5	生化需氧量 BOD ₅ (mg/L)	400	220	110
6	总有机碳 TOC (mg/L)	290	160	80
7	化学需氧量 COD _{Cr} (mg/L)	1000	400	250
8	可生物降解部分 (mg/L)	750	300	200
9	总氮 TN (mg/L)	85	40	20
10	有机氮 (mg/L)	35	15	8
11	游离氮 (mg/L)	50	25	12

续表

序号	指 标	浓 度		
		高	中	低
12	亚硝酸盐 (mg/L)	0	0	0
13	硝酸盐 (mg/L)	0	0	0
14	总磷 TP (mg/L)	15	8	4
15	有机磷 (mg/L)	5	3	1
16	无机磷 (mg/L)	10	5	3
17	氯化物 Cl^- (mg/L)	200	100	60
18	硫酸盐 SO_4^{2-} (mg/L)	50	30	20
19	碱度 CaCO_3 (mg/L)	200	100	50
20	油脂 (mg/L)	150	100	50
21	总大肠菌 (个/100mL)	108~109	107~108	106~107
22	挥发性有机化合物 VOC_5 ($\mu\text{g/L}$)	>400	100~400	<100

郊区城镇污水的设计水质,可根据现行排水设计规范有关规定进行计算。生活污水中的 BOD_5 及 SS 值,可根据实际情况分析,分别在 $20\sim 35\text{g}/(\text{人}\cdot\text{d})$ 和 $35\sim 50\text{g}/(\text{人}\cdot\text{d})$ 的范围内采用。工业污水的设计水质可参照已有同类型工业的相关数据采用,其 BOD_5 及 SS 值可折合人口当量进行计算。

当已知每人每日的某项污染物克数 a_s 及每人每日排水升数 Q_s 时,该项污染物的浓度 C_s 可按式 (1.1) 进行计算

$$C_s = 1000a_s/Q_s \text{ (mg/L)} \quad (1.1)$$

1.1.3 下水道排放标准对城镇污水水质的限制作用

为保护下水道设施,并尽量减轻工业污染对城镇污水水质的干扰,我国制定有相关下水道排放标准。《污水排入城市下水道水质标准》(CJ 3082—1999) 规定,严禁向下水道腐蚀性污水、垃圾、积雪、粪便、工业废渣以及易凝、易燃、易爆、剧毒等物质和有害气体;要求医疗卫生、卫生制品、科学研究、肉类加工等含病原体的污水,必须经过严格的消毒处理;以上污水以及放射性污水,除执行该标准外,还必须按有关专业标准执行。该标准提出了污水排入城市下水道的水质标准(附表 1),要求凡超过该标准的污水,应按有关规

定和要求进行预处理，不得用稀释法排放。

1.2 各种水体和质量标准

1.2.1 地表水的水质标准

《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中，按地表水水域使用目的和保护将其划分为以下五类。

I类水域：主要适用于源头水，国家自然保护区。

II类水域：主要适用于集中式生活饮用水水源地一级保护区、鱼类保护区。

III类水域：主要适用于集中式生活饮用水水源地二级保护区、一般鱼类保护区及游泳区。

IV类水域：主要适用于一般工业用水区及人体非直接接触的娱乐用水区。

V类水域：主要适用于农业用水区及一般景观要求水域。

具体可参考地表水质量标准基本项目标准值(附表2)。

1.2.2 地下水的水质标准

在《地下水质量标准》(GB/T 14848—93)中，依据我国地下水水质现状、人体健康基准值及地下水质量保护目标，并参照生活饮用水、工业、农业用水水质要求，将地下水质量划分为以下五类(见附表3)。

I类：主要反映地下水化学组分的天然低背景含量，适用于各种用途。

II类：主要反映地下水化学组分的天然背景含量，适用于各种用途。

III类：以人体健康基准值为依据，主要适用于集中式生活饮用水源及工业和农业用水。

IV类：以农业和工业用水要求为依据，除适用于农业和部分工业用水外，适当处理后可作生活饮用水。

V类：不宜饮用，其他用水可根据使用目的选用。

1.2.3 渔业水质标准

在《渔业水质标准》(GB 11607—89)中规定,任何企、事业单位和个体经营者在排放工业废水、生活污水和有害废弃物时,必须采取有效措施,保证最近渔业水域的水质符合标准。未经处理的工业废水、生活污水和有害废弃物严禁直接排入鱼、虾类的产卵场、索饵场、越冬场和鱼、虾、贝、藻类的养殖场及珍贵水生动物保护区。严禁向渔业水域排放含病原体的污水,如需排放此类污水,必须经过处理和严格消毒,具体指标见附表4。

1.2.4 农田灌溉水质标准

在《农田灌溉水质标准》(GB 5084—2005)中,根据农作物的需求状况,将灌溉水质按灌溉作物分为三类(见附表5)。

一类:水作,如水稻,灌水量为 $800\text{m}^3/(\text{亩}\cdot\text{a})$ 。

二类:旱作,如小麦、玉米、棉花等,灌水量为 $300\text{m}^3/(\text{亩}\cdot\text{a})$ 。

三类:蔬菜,如大白菜、韭菜、洋葱、卷心菜等。蔬菜品种不同,灌水量差异很大,一般为 $200\sim 500\text{m}^3/(\text{亩}\cdot\text{a})$ 。

1.3 郊区城镇污水排放和处理程度划分

1.3.1 污水排放标准

郊区城镇污水处理厂的出水水质应达到《城镇污水处理厂污水排放标准》(GB 18918—2002),而北京郊区城镇污水处理厂出水要求不仅要满足上述标准,还应符合《北京市水污染物排放标准》(DB 11/307—2005)。一般来说,后者的水质要求比前者严,因此应该根据污水处理后所排放水域的水体功能要求,参考《北京市水污染物排放标准》来确定北京郊区城镇的污水处理厂出水应达到的水质要求。

其中,第一类水体主要包括:潮白河向阳闸以上,永定河三家店拦河闸以上,京密引水渠,永定河引水渠,南旱河,拒马河;第二类水体主要包括:潮白河向阳闸以下,永定河三家店拦河闸以下,长河、温榆河、清河、坝河、护城河、淘河、错河、大石河马各庄桥以上,市区其他风景观赏水体;第三类水体主要包括:凉水河大红门闸

以下,凤港碱河、港沟河、北运河、大石河马各庄桥以下,小清河、天堂河、龙河。

在第一类水体及其汇水范围内,向《北京市密云水库、怀柔水库和京密引水渠水源保护管理暂行办法》和《官厅水系水源保护管理办法》规定的一级保护区和二级保护区内水体排放的水污染物执行一级标准;向一级、二级保护区外的其他第一类水体及其汇水范围排放的水污染物执行二级标准。向第二类水体及其汇水范围和向通惠河、莲花河、凉水河排放的水污染物执行二级标准。向第三类水体及其汇水范围排放的水污染物执行三级标准。具体限值见附表6。

1.3.2 城镇污水的处理程度

(1) 郊区城镇污水必须处理。城镇污水(包括生活污水和工业污水)中各种污染物的浓度,与各种水体和用水的要求相比,一般都至少高出一个数量级,因此在排入水体或使用前,必须进行适当程度的处理。

(2) 城镇污水的处理程度一般应为二级。根据各种水体及用水的水质要求,以及《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)的有关规定,城镇污水处理厂一般应为二级,这也是我国与国际接轨的必然趋势。

(3) 我国的水资源非常紧缺,因此城镇污水的回收利用也已经提上日程。

通过20多年的探索、试验,城镇污水作为一种稳定可靠的水资源,已经被开发出来。目前,国内很多城镇二级污水处理厂不但本厂用上了中水,而且还向城镇和工业提供了相当数量的回收污水。

北京是水资源严重短缺的大都市,寻求新水源,改善水环境,解决北京极度紧缺的水资源现状已迫在眉睫。把污水变成新的水源是解决北京水资源问题根本性和战略性的措施,把污水收集起来,经处理再生后回用到对水质要求较低的用户上,换出等量的自来水,即回用 1m^3 中水相当于节约了 1m^3 自来水和减少了 1m^3 污水,既缓和了小城镇水的供需矛盾,又减轻了排水系统的负担,因而中水作为城市的第二水源具有开源节流和环境保护的综合效益。城市污水就近可得,便于收集,再生处理比海水淡化成本低廉,技术比较成熟,建设投资比远距离引水经济得多,西方国家的经验也证明污水资源化的中水回用工程在技术上是可行的,经济上是适宜的。