

Design Manual for Reclaimed and
Reuse of Municipal Wastewater in Beijing

北京市

城市污水再生利用工程
设计指南

杭世珩 编著
龙腾锐 主审

中国建筑工业出版社

北京市城市污水 再生利用工程设计指南

Design Manual for Reclaimed and Reuse
of Municipal Wastewater in Beijing

杭世珩 编著

龙腾锐 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

北京市城市污水再生利用工程设计指南/杭世珩编著. —北京: 中国工业出版社, 2006

ISBN 7-112-08342-7

I. 北… II. 杭… III. 城市污水-废水综合利用-北京市-指南
IV. X703-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 044787 号

北京市城市污水再生利用工程设计指南

Design Manual for Reclaimed and Reuse
of Municipal Wastewater in Beijing

杭世珩 编著

龙腾锐 主审

*

中国工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京天成排版公司制版

北京建筑工业出版社印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 4¼ 字数: 80 千字

2006 年 8 月第一版 2006 年 8 月第一次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 19.00 元

ISBN 7-112-08342-7

(15006)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书全面系统总结了北京市城市污水再生利用工程技术。全书共分为7部分,包括:概述、污水再生利用专业术语、污水再生利用的基本要点、污水再生利用工程设计规模、污水再生利用技术、再生水输配水、再生水系统维护管理。

本书内容虽然只涉及到北京市的污水再生利用工程技术,但这些工程技术具有广泛的适用性和示范性,对大城市、中等城市甚至一些小城市的污水处理再生利用都有很好的参考作用。

本书可为给排水工程设计人员提供实用的技术指导,也可供大专院校相关专业师生参考、学习。

* * *

责任编辑:田启铭 石枫华

责任设计:董建平

责任校对:张景秋 王雪竹

北京市城市污水 再生利用工程设计指南

主要编写人员：

杭世珺 方先金 龙安平

参与编写人员：

张 韵 邵辉煌 武 红 张雅玲 俞惠文

张荣辉

校稿：

武 红

序

本书内容涉及的问题十分重要。污水处理再生利用，既是节约水资源的需要，又是保护环境的需要。

污水再生利用需要先进适用技术。在科学技术快速发展的今天，解决同一个问题可以有多种技术措施。选择适宜的技术，形成合理的工艺流程，既可以提高污水处理效率，又可以降低成本，节省费用。本书正是出于为工程设计人员提供技术选择的目的编写的。

本书的名称虽然是《北京市城市污水再生利用工程设计指南》，但是书的内容却有广泛的适用性——对大城市、中等城市，甚至一些小城市的污水处理回用都有参考作用。

本书的作者大都有比较深厚的理论知识和丰富的工程经验，本书的编写又是基于课题的研究，理论知识与工程经验在研究过程中相互完善，得到融合与升华，产生成果，构成了本书的内容。因此，可以相信，本书的出版对污水处理再生利用工程设计一定会有很好的技术指导作用。

污水再生利用，就是治污为净、变废为宝。中国地域辽阔、人口众多、分布广泛、凡有生产生活活动的地方都要用

水，也都产生污水。水资源的有限是相对于用水需求而言的，生产规模的扩大，生活水平的提高，加剧了水资源的缺乏。推行污水再生利用，是缓解水资源紧张，支撑生产生活持续发展的有效方法。

对于污水处理再生利用技术发展和工程应用，我们一直很关注。在“九五”和“十五”国家科技计划中都安排了相应的研究课题，结合示范工程，从技术、设备、运行管理以及技术政策等方面进行了研究，取得了很有价值的成果。这些研究成果有的已经在工程中应用、有的编入了标准规范、有的写入了技术政策，它们为污水再生利用的发展奠定了很好的基础。本书的有些作者参加了这些工作，并且做出了贡献，这本书的出版是他们取得的新成果。

现在，我们正在积极推动污水处理再生利用，扩大再生水使用范围，这是因为在这方面我们还很欠缺。在工业、农业、城市建设以及生活杂用等用水中，再生水的比例很低，远没有达到应有的比例，现状距我们要达到的目标还很远。其实，即使我们很好地做到污水处理再生利用了，也要大力实行节约用水，提高用水效率，减少污水产生量，以源头节水为前提推行污水处理再生利用，是我们要达到的目标。

建设部科学技术司

2006年4月6日

目 录

序

1 概述	1
1.1 污水再生利用意义	1
1.2 编制目的	2
1.3 本书适用范围	3
1.4 城市污水再生利用规划	3
1.5 北京市城市污水再生利用基本原则	4
1.6 污水再生利用政策	5
2 污水再生利用专业术语	7
3 污水再生利用的基本要点	11
3.1 再生水水源	11
3.1.1 一般要求	11
3.1.2 水源量	12
3.1.3 水源水质	14
3.2 污水再生利用对象分类及主要约束条件	15
3.2.1 对象分类	15
3.2.2 主要约束条件	16
3.3 再生水水质	18
3.3.1 水质指标	18

3.3.2	农业用水	19
3.3.3	工业用水	22
3.3.4	景观环境用水	24
3.3.5	城市杂用水	26
3.3.6	补充地下水	28
3.3.7	饮用水	29
3.3.8	水质标准的制定和修改	30
4	污水再生利用工程设计规模	31
4.1	再生水需水量的调查和分析	31
4.1.1	调查对象	31
4.1.2	调查方式	32
4.1.3	调查内容	32
4.1.4	调查结果分析	33
4.1.5	再生水需水量调查表	34
4.2	再生水需水量的确定	38
4.2.1	冲洗道路和浇洒绿地	38
4.2.2	住宅和公共建筑冲厕	39
4.2.3	景观环境水体	41
4.2.4	农业用水	41
4.2.5	工业用水	42
4.3	设计规模的确定	43
5	污水再生利用技术	44
5.1	概述	44
5.2	处理工艺的选择	45
5.3	单元技术	45
5.3.1	主要单元技术	45
5.3.2	生物接触氧化法	47

5.3.3	混凝沉淀法	48
5.3.4	石灰混凝再碳酸化(BS)法	50
5.3.5	曝气生物过滤法	51
5.3.6	快滤法	53
5.3.7	微絮凝-过滤法	54
5.3.8	活性砂过滤器及活性砂除氮过滤器	56
5.3.9	超高速过滤器	57
5.3.10	活性炭吸附法	58
5.3.11	微滤法	60
5.3.12	超滤法	61
5.3.13	反渗透法和纳滤法	63
5.3.14	氯消毒	64
5.3.15	臭氧氧化法和臭氧消毒	65
5.3.16	紫外线消毒	67
5.4	污水再生利用主要组合工艺	68
5.4.1	再生水用于工业	68
5.4.2	再生水用于城市杂用	70
5.4.3	再生水用于景观环境水体	71
5.4.4	再生水用于农业	71
5.4.5	再生水用于地下回灌补充水源水	72
5.5	回用工程设计实例	73
6	再生水输配水	78
6.1	再生水管线设计	78
6.1.1	输配水方式	78
6.1.2	输配水管的布置	79
6.1.3	再生水输配水管的水力计算	81
6.1.4	输配水管调节设施的设计	83

6.2	管材	85
6.2.1	管材的选择	85
6.2.2	钢管	86
6.2.3	球墨铸铁管	88
6.2.4	高密度聚乙烯(HDPE)管	88
6.2.5	硬聚氯乙烯塑料(PVC-U)管	90
6.2.6	玻璃纤维增强热固性树脂夹砂(RPMP)管	91
6.2.7	其他管材	92
6.3	防止再生水管误接的措施	93
6.3.1	再生水管的标志	93
6.3.2	再生水系统阀门井的标志	94
6.3.3	再生水管道与建筑物、构筑物或其他管道的交叉	94
7	再生水系统维护管理	95
7.1	运行管理	95
7.1.1	输配水管线的运行管理	96
7.1.2	再生水厂的运行管理	97
7.2	水质管理	112
7.2.1	主要内容	112
7.2.2	水源水质管理	113
7.2.3	供水的水质管理	114
7.2.4	水质测定	115
7.3	安全管理	120
7.4	维护管理资料保存	122
	参考文献	124
	致谢	125

1 概 述

1.1 污水再生利用意义

北京市地处华北平原北端，属于半干旱季风气候，天然水资源有限，年降雨量 600mm 左右，且年际、年内变化大，区域差异显著。随着城市规模不断扩大，人民生活水平逐年提高，城镇需水量也不断增长。然而，北京市人均占有水资源量仅 300m^3 左右，为全国的 $1/8$ ，世界的 $1/30$ ，北京市已成为严重缺水的城市；与此同时，由于上游水环境污染、水土流失、来水量减少，使得水资源形势更加严峻。为了实现北京的可持续发展，必须采取有效措施，广泛地开源、节流，挖掘水资源潜力，实现北京市水资源的供需平衡。

由于长期过度开发水资源，北京市水资源处于亏损状态，地表水体干涸并受到不同程度的污染，地下水水位持续下降、水质衰退，导致北京地区呈现明显的干旱化趋势，严重威胁生态系统的良性循环。

污水再生利用不仅减少污染物排放总量，而且节约大量的新鲜水源，有利于改善北京市严重衰退的水环境。

随着北京市污水管网普及率和污水二级处理率的提高，污水处理量不断增加，以再生利用的污水为水源的水量、水质稳定，不受气候变化和季节影响，可替代部分城市用水，是可靠的第二水源。

污水再生利用立足于自有水源满足用水需求增长，是实现水资源可持续利用的有效途径。发展污水处理和污水再生利用，提高城市供水安全性和可靠性，降低对外部水源的依赖程度，是增强资源自立和自主的重要战略措施。

1.2 编制目的

城市污水再生利用工程与城市供水和排水工程相比，具有其特殊性：需考虑独立设置输配水系统，需分析市场营销的可行性和再生水应用的安全性等。在城市污水再利用方面，我国至今还没有相关的设计手册或指导用书。本书在总结北京市及全国城市污水再生利用的经验及参考国外相关设计手册的基础上，结合北京市城市污水再生利用的对象及水质、水量的要求，提出了一

套经济合理、技术先进、具有可操作性的城市污水再生利用工程设计指南用书，用以指导北京市污水再生利用工程的规划、设计、建设和运行管理，并为我国其他城市和地区污水再生利用工程的建设提供参考。

1.3 本书适用范围

污水再生利用有直接利用和间接利用两种方式。直接再生利用是指城市污水经处理达到相应标准后，直接用管渠输送给用户；间接再生利用是指城市污水经处理达到相应标准后，排入自然环境，用户再从自然环境取水。间接再生利用主要是指地表水源增扩和地下水源增扩。

本书侧重于污水直接再生利用，即以城市污水二级处理出水为水源，包括工业利用、农业利用、城市杂用和景观环境用水等。

本书适用于城市污水再生利用工程规划、设计、建设和运营管理，指导选择再生水用途和城市污水再生处理工艺等相关技术。

本书不包含雨洪利用。

1.4 城市污水再生利用规划

城市总体规划应包含城市污水再生利用规划，该规

划应与城市水环境规划、水资源综合利用规划、城市给水规划以及城市排水规划相协调。

城市污水再生利用规划应符合客观需要和具有实施的可行性；应近期和远期相结合，按照远期规划确定最终规模。

城市污水再生利用规划应以水源的水量水质和用户需求水量水质为主要依据，综合考虑城市污水再生利用和建筑中水利用，合理确定城市污水再生利用系统及设施的规模和布局。

1.5 北京市城市污水再生利用基本原则

(1) 城市污水再生利用的设计应符合：1)城市总体规划和污水再生利用规划；2)城市水环境规划；3)水资源综合利用规划；4)城市给水工程规划；5)城市排水工程规划；6)城市水景水利工程规划。

(2) 就近利用、积极稳妥：以污水处理厂为核心，优先满足再生水厂附近的利用对象。

(3) 优水优用、分质供水。

(4) 安全用水：应确保公众、操作人员的健康安全以及周边的环境安全，尤其需有效地控制病原菌的污染和传播。

(5) 满足再生水水质标准和规范。

(6) 选择合理的污水再生利用处理工艺：城市污水再生利用处理工艺应根据处理规模、水质特性、利用对象、安全性及经济技术比较后优选确定。

(7) 根据北京市具体情况，逐步扩大再生水用户和用水量。城市污水再生利用应优先用于农业、工业循环冷却、河湖补水、道路浇洒和绿化。

(8) 集中再生利用与分散再生利用相结合，以集中利用为主。

(9) 北京市现有污水处理厂以生物方法为主，在规划建设再生水厂时，应首先考虑原污水处理厂的改扩建，增设脱氮除磷等深度处理工艺。

1.6 污水再生利用政策

污水再生利用是一项复杂的系统工程，涉及社会、经济生活的许多方面，尤其我国污水再生利用尚处于起步阶段，需要政府的宏观指导、推动和规范。

1. 理顺管理体制

明确城市污水再生利用的管理部门，成立再生水业主公司，负责城市污水再生利用工程的建设、资金运转、经营再生水供水管网和再生水厂，按“保本微利”

的原则为再生水用户提供服务。

2. 引进市场机制

在污水处理和再生利用方面，引进市场机制，建立多元化的投资渠道，通过竞争提高效率、降低成本，为工程建设创造条件。

3. 建立合理的价格体系

体现优水优用，实行“按(水)质定价”，适当拉大自来水与再生水之间的价格差，引导用水单位积极使用再生水，促进水资源的合理开发，使水资源的利用趋向合理。

4. 逐步完善法规、标准和规范

高度重视污水再生利用法规、标准和规范的制订，并在实践中验证，不断修订和改进，逐步完善。

5. 鼓励城市污水再生回用的科学技术研究

鼓励积极开发新工艺、新流程、新技术、新材料、新设备，引进和推广应用各种先进适用技术，提高再生水领域的技术进步。