



城市污水土地处理系统研究

国家“七五”科技攻关环境保护项目
成果简介

国家环境保护局 编

科学出版社

972215

X703

6314K4

X703

6314K4

国家“七五”科技攻关环境保护项目成果

城市污水土地处理系统研究

国家环境保护局 编

科学出版社

1992

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书是《国家“七五”科技攻关环境保护项目成果简介》之一，所涉课题研究了适用于我国不同地区的各种工艺类型的城市污水土地处理系统和氧化塘两项技术，提出了适用条件和技术方案。研究和实践表明：这两项技术效益显著，具有投资省、能耗低、建设周期短、运行管理简易等优点。为合理利用自然生态系统的净化功能，发展经济实用的城市污水天然净化系统提供了成套技术，应用前景广阔。

本书适用于环保、地理、水利方面的科研人员参考，并可作为厂矿企业及政府管理人员参阅书籍。

“七五”科技攻关环境保护项目成果简介

城市污水土地处理系统研究

国家环境保护局编

责任编辑 杨发二

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100707

北京市怀柔县黄坎印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1992年4月第一版 开本：850×1168 1/32

1992年4月第一次印刷 印张：6 1/8

印数：1—2300 字数：154000

ISBN 7-03-002996-8/P·589

定价：8.00元

国家“七五”科技攻关环境保护项目 研究成果编辑委员会

顾问 陶葆楷 陶诗言

主 编 全鉴明

副主编 鲍 强 井文涌 刘鸿亮 幸 中

常务编委 周思毅 张忠祥 盛祖貽 章永智 孟 伟
钱 谊 陈利秋

编辑委员 (以姓氏笔画为序)

于锡忱	王大生	王文兴	王能勤	井文涌
甘海章	史 提	白宪宏	刘秀茹	刘鸿亮
刘培哲	庄亚辉	庄德安	安鼎年	孙昌仁
戎玲玲	许鸥泳	任阵海	乔寿锁	肖佩林
吴燕玉	余之祥	李安邦	李宪法	李献文
陈利秋	陈静生	汪凯民	张永良	张忠祥
张 珂	张贻儒	张绪祎	张家锡	张翼强
全鉴明	周思毅	孟 伟	赵英民	赵殿五
胡荣梅	郭 方	徐正中	徐邦宜	高延民
唐孝炎	唐鸿德	秦文娟	钱 易	钱 谊
夏增禄	黄钟成	章 申	阎兴中	盛祖貽
晁庆生	彭志良	傅立勋	傅国伟	章永智
鲍 强	臧玉祥	缪天成	魏复盛	

编辑工作人员 (以姓氏笔画为序)

刘幼兰	刘普君	向 锋	杨景辉	陈 彦
张忠祥	钱 谊	盛祖貽		

前 言

随着我国国民经济和四个现代化建设的发展，城市污水和工业废水的排放量逐年增多，而我国城市污水的处理率较低，大部分污水未经处理直接排入水体，使得水环境状况日趋恶化，并且水环境的污染又加重了北方干旱地区水资源的短缺。防治水污染，除加强管理，严格执行环境保护的法规和标准外，开发适宜的城市污水和工业废水治理技术也是十分重要的。国外发达国家大多采用普及二级污水处理厂的办法，使城市污水经处理后排放。我国在近期内大量投资和普遍建设城市二级污水处理厂尚有较大困难，因此，迫切需要寻求适合我国国情的城市污水处理技术，特别是研究开发与充分利用大自然净化能力的稳定塘、土地处理、深海排放等技术和能实现污水回用的深度净化技术，逐步形成具有我国特色的城市污水处理与回用的系列技术，以提高城市污水处理率和保护我国水环境。

我国工业废水的处理率并不低，但 80 年代中期对工业废水处理设施运行状况的调查表明，正常运行的仅占 30%。在造成处理设施报废、停运、运行效率低的各种问题中，技术问题是首位的。各行各业中，水处理设施的设计和技术问题更为严重，因此，针对工业废水中的重点污染源，开发高效、节能、适用的工业废水系列成套技术便成为迫切的重要课题。

国家“七五”重点科技项目（攻关）计划第 59 项“水污染防治及城市污水资源化技术研究”是从我国城市污水基本未经处理、水环境污染相当严重、某些工业废水已成为水体的重要污染源、北方城市又严重缺水的现状出发，设置了“工业污染源治理技术及排放总量控制技术研究”（75-59-01）、“城市污水土地处理系统研究”（75-59-02）、“城市污水资源化的研究”（75-59-03）及

“太湖水系水质保护研究”(75-59-04)等四个课题,以期开发低投资、低能耗、低成本的城市污水土地处理、氧化塘技术、缺水城市的污水再利用技术,量大面广而长期未能克服的造纸、印染高浓度有机废水的有效治理技术,以及对制定流域水质保护规划,提出原则及方法。该项目是以开发适用的先进技术为主,其“先进、适用”体现在既能高效地控制污染,又能与我国经济技术比较薄弱的国情相适应。为了能有效地推动污染源的治理和区域环境污染综合防治工作,要求在开展研究的同时,建立相应的示范工程和装置。

国家“七五”重点科技项目(攻关)“水污染防治及城市污水资源化技术研究”共包括上述4个课题及39个专题,由国家环境保护局主持,中国科学院和国家教委参加主持。参加攻关的单位有206个,参加攻关的人数为1786人,其中具有中级以上技术职称的人员占81%。参加攻关的主要有环保系统、中国科学院、国家教委、建设部、轻工业部、纺织工业部等系统和部门以及北京市、天津市、江苏省等地方环保科研单位。五年来,在国家计委、国家科委的领导下,在主持部门和参加主持部门的共同努力下,经过广大科技人员和管理人员的刻苦攻关、奋力拼搏,已全面完成了攻关任务和考核目标。所属的4个课题均已通过国家验收,39个专题已分别通过鉴定和验收。4个课题共取得重大成果157项。在39个专题科技成果中,达到国际先进水平的有36个;其中的54个专项技术成果达到国际领先水平(或国际首创);共建立中试装置和中试基地43个,生产性试验装置6套,示范工程10个。在国内首次建立了环境保护菌种库和城市污水资源化试验基地;首次编著出版了稳定塘、土地处理设计手册,建立了7个水污染控制数据库。

参加该项目攻关的主要单位有:清华大学环境工程系、北京市环境保护科学研究所、中国科学院沈阳应用生态研究所、中国环境科学研究院、天津大学环境工程研究所、天津纪庄子污水处理厂、天津市环境保护科学研究所、南京大学环境科学系、中国

科学院南京地理与湖泊研究所、江苏省环境科学研究所、北京轻工学院、纺织工业部设计院、中国科学院武汉病毒研究所、沈阳环境保护科学研究所、北京农业大学土壤农化系、哈尔滨建筑工程学院、呼和浩特市城建环保局、武汉市环境保护科学研究所、中国市政工程西南设计院、中国科学院武汉水生生物研究所、北京建筑工程学院、天津市政工程勘察设计院、中国市政工程华北设计院、中国市政工程东北设计院、同济大学环境工程系、苏州城建环保学院、国家环境保护局南京环境科学研究所、中国科学院南京土壤研究所、河海大学环境水利研究所等。担任该项目各课题技术组组长的专家有：井文涌教授、张珂教授、汪凯民高级工程师、高拯民研究员、李宪法研究员、李献文教授、于锡忱教授级高工、安鼎年教授、唐鸿德教授级高工、胡荣梅研究员、余之祥研究员、许鸥泳教授等。清华大学环境工程系、北京市环境保护科学研究所、中国环境科学研究院、天津市环境保护局、江苏省环境保护局分别为各课题的主持、管理部门。

本书简要介绍“城市污水土地处理系统研究”课题的成果。该课题研究了适用于我国不同地区的各种工艺类型的城市污水土地处理系统和氧化塘技术，提出了适用条件和技术方案。已建成土地处理系统试验示范工程点 5 个，田间扩大试验点 5 个，生产性工程 1 个，氧化塘中试基地 9 个。在各个中试基地进行了 1—3 年连续运行，取得了大量的工程运行实验数据。研究了全国几大地区（包括东北、内蒙古、华北、华东、华中、华南、西南和西北）氧化塘和土地处理系统的设计、运行参数及设计方法、模式。在综合研究成果的基础上，在我国首次编写出版了《城市污水稳定塘设计手册》和《城市污水土地处理利用设计手册》。

该项研究在理论上、技术上有以下突破：（1）研究了不同条件下应用的相关环节（场地、预处理、植物选择、处理目标等），选择合理的参数组合，发展了污水快速渗滤、慢速渗滤、地表漫流、人工湿地、人工土快渗和复合系统等六种工艺，提出了完整的工艺性能与设计参数；（2）初步解决了污水土地处理的冬季运

行和水量平衡两大难点；(3) 提出了以生物活性为主要设计参数的水面湿地工艺设计模型；(4) 建立了以污水土地漫流为中心的生态工程系统；(5) 稳定塘流程优化；(6) 氧化塘中碳、氮、磷转移规律模型；(7) 复合氧化塘系统数学模型；(8) 氧化塘环境模拟技术；(9) 氧化塘 CAD 软件包开发。该课题各项专题成果均达国际先进水平。

研究结果表明，氧化塘、土地处理技术效益显著，投资为常规二级处理的 $1/3-1/2$ ，能耗为常规方法的 $1/5-1/3$ ，出水水质与二级处理相当，有的可达三级处理标准，并且有建设周期短、运行管理简易等优点。该课题为合理利用自然生态系统的净化功能，发展低造价、低能耗的城市污水天然净化系统提供了成套技术。该项成果已在工程中被采用。新疆阿图什、库尔勒污水土地处理示范工程，处理水量为 3.3 万吨/天，节约基建费 1400 万元，每年节约运行费 143 万元，节电 165 万千瓦小时，回用水量 620 万吨；建成了黑龙江齐齐哈尔、安达，内蒙古满洲里，山西浑源，山东胶州，广东中山等氧化塘工程约 20 座，日处理城市污水和工业废水共约 43 万吨/日，较常规二级处理节约投资 2.4 亿元，每年节约运行费约 1600 万元。全国有不少地区积极要求采用该两项技术，如云南昆明、楚雄等五城市，山东莱阳、平度、莱西、潍坊等，河北邢台，辽宁大连，东深引水工程等，都在积极准备建设氧化塘工程。该两项技术拟在“八五”期间结合依托工程进行工程应用研究，如国家在政策上和管理上给予支持和倾斜，前景是十分乐观的。

最后，关于本书的编排体例说明如后。本书收集的“七五”国家科技攻关环境保护项目成果简介依课题、专题和子专题三个层次编序排列。不列序号的（课题概况）项为课题一级的成果简介；以一级序号编序的项为专题级的成果简介；以二级序号列序的项为子专题级的成果简介。

目 录

前 言	(vii)
城市污水土地处理系统的研究 (土地处理部分) 概况	(1)
一、沈阳西部城市污水慢速渗滤土地处理系统研究	(4)
§ 1. 沈阳西部城市污水冬季快速渗滤土地处理系统研究	(6)
§ 2. 沈阳西部城市污水慢速渗滤土地处理系统对地下水影响研究	(7)
二、天津城市污水土地处理与利用系统研究	(10)
§ 1. 天津市城市污水土地处理与利用系统场地信息的研究	(14)
§ 2. 天津市污水土地处理系统进水水质及预处理程度的研究	(16)
§ 3. 城市污水人工苇床处理系统及净化机理的研究	(19)
§ 4. 自由水面湿地系统处理城市污水研究	(21)
§ 5. 天津市渗滤湿地和天然湿地系统污水处理研究	(22)
§ 6. 天津市城市污水土地处理与利用系统生物性污染卫生学研究	(24)
§ 7. 渗滤湿地处理系统工程技术研究	(26)
§ 8. 天津市城市污水土地处理系统难降解有机污染物净化效果的研究	(28)
§ 9. 天津城市污水土地处理冬季运行及替代方案研究	(29)
§ 10. 天津城市污水土地处理系统对地下水影响的研究	(29)

究	(32)
三、北京市郊区污水土地漫流处理系统的研究	(35)
§ 1. 高浓度有机废水土地漫流处理田间扩大试验研究	(35)
§ 2. 北京市郊区污水土地漫流处理系统示范工程的研究	(40)
§ 3. 北京市郊区污水土地漫流处理生态结构的研究	(42)
§ 4. 北京市郊区污水土地漫流处理系统回用水利用的研究	(44)
四、北京市城镇小区城市污水快速渗滤土地处理系统的研究	(47)
§ 1. 城市污水土柱快速渗滤的研究	(49)
§ 2. 北京市城镇小区城市污水快速渗滤处理系统示范工程的研究	(51)
五、城市污水人工土快滤处理系统	(51)
§ 1. 城市污水人工土快滤处理系统的工艺结构、处理功能与运行管理	(55)
§ 2. 城市污水土地处理系统技术经济、能耗、效益分析	(57)
六、城市污水土地处理系统应用条件与工艺设计的研究	(61)
§ 1. 新疆维吾尔自治区库尔勒市城市污水土地渗滤处理系统研究	(63)
§ 2. 昆明市城市污水土地处理系统研究	(67)
§ 3. 新疆维吾尔自治区阿图什市城市污水土地处理工程	(68)
城市污水土地处理系统的研究(氧化塘部分)概况	(74)
七、东北地区污水氧化塘的研究	(80)
§ 1. 安达污水氧化塘的研究	(82)
§ 2. 齐齐哈尔污水氧化塘的研究	(85)

§ 3. 温度对氧化塘净化功能的影响	(88)
八、华北地区氧化塘的研究	(91)
§ 1. 华北地区兼性塘的研究	(92)
§ 2. 华北地区强化塘的研究	(93)
§ 3. 华北地区稳定塘中试研究	(100)
§ 4. 氧化塘预处理及出水综合利用的研究	(102)
§ 5. 华北地区好氧塘的研究	(104)
九、内蒙古地区氧化塘的研究	(106)
十、武汉市墨水湖地区复合氧化塘的研究	(109)
§ 1. 墨水湖中试氧化塘净化效率的研究	(113)
§ 2. 氧化塘不同流程、负荷、温度条件下城市污水处理试验的研究	(114)
§ 3. 氧化塘藻菌共生系统净化墨水湖地区有机污水的研究	(119)
§ 4. 氧化塘出水养鱼资源化研究	(121)
§ 5. 污泥在氧化塘中沉积规律及污泥处置研究	(123)
§ 6. 氧化塘人工机械强化优化组合的研究	(125)
§ 7. 武汉市墨水湖地区复合氧化塘生物净化效率的研究	(127)
十一、西南地区氧化塘研究	(132)
§ 1. 稳定塘水力学及悬浮物去除研究	(134)
§ 2. 西南地区稳定塘生物生态系统研究	(136)
§ 3. 西南地区稳定塘工艺流程及设计参数研究	(138)
§ 4. 稳定塘系统设计和计算方法综合研究	(141)
§ 5. 贵州稳定塘的调查研究	(143)
十二、氧化塘内物质转移规律的研究	(147)
§ 1. 氧化塘内碳、氮、磷转移规律的研究	(149)
§ 2. 有机毒物在氧化塘中净化的可能性和降解机理的研究	(152)
§ 3. 氧化塘中有机毒物厌氧转移规律的研究	(153)

十三、氧化塘水力特性、优化组合及综合研究	(157)
§ 1. 氧化塘的综合研究	(160)
§ 2. 复合氧化塘的最优组合研究	(161)
§ 3. 氧化塘的水力特性研究	(162)
§ 4. 华南地区氧化塘设计参数的研究	(163)
§ 5. 华东地区氧化塘工艺参数的研究	(164)
§ 6. 常德市污水净化与资源化环境生态工程 系统的 研究	(166)
十四、氧化塘室内外试验技术开发	(171)
十五、综合生物塘技术及黄州城区污水综合生物塘处理研 究	(174)
十六、氧化塘计算机辅助设计的研究	(177)
十七、中小城镇污水水解池-氧化塘处理工艺的研究	(179)
水解池-氧化塘系统净化病原微生物效果的研究	(180)

城市污水土地处理系统的研究

(土地处理部分)概况

通过合理利用自然生态系统的净化功能,发展低成本、低能耗的城市污水处理技术,为在我国不同地区(尤其是在我国北方干旱和半干旱地区)采用各种类型的城市污水土地处理系统提供适用条件和技术方案,是本课题的主要研究目的。

在攻关研究中,发展和完善了污水土地处理的四项成套技术。根据物理、化学和生物学的基本原理,采用传统方法与新技术相结合、试验室模拟试验、现场试验和半工程性应用相结合,自主研究与技术引进相结合等方法,深入研究了多种污染物在土壤中的迁移、转化、归宿和影响,提出了净化机理、反应动力学模型。通过利用环境和自然条件,强化人工调控措施,不仅可以取得满意的污水处理效果,而且可以充分回收再用水和营养物质资源,大幅度地降低投资、运行费用和能耗。

根据污水土地处理的条件与污水处理与利用的不同要求,恰当地进行场地、预处理和植物的选择,配以提升、计量、布水、贮存和地下水影响监测等设施,发展了5种污水土地处理利用工艺系统。

1. 污水慢速渗滤土地处理系统

污水经一级处理后进行慢速渗滤土地处理,出水主要水质指标接近或达到三级处理水平。进行了优先监测污染物在植物-土壤系统中迁移、转化、归宿与地下水污染预测、防治对策的研究。通过合理采用多种种植结构调节系统和冬季运行措施,解决了终年水量平衡问题。慢速渗滤土地处理系统的基建投资为常规二级处理的 $1/2-1/3$,处理费用和能耗为 $1/3-1/5$ 。

2. 污水快速渗滤土地处理系统

研究发展了(污水经一级处理进行)快速渗滤的处理系统,系统出水水质显著优于二级处理出水,氮、磷等达到三级处理水平,管理方便,运行可靠,解决了冬季运行的技术关键。示范工程的BOD₅负荷为美国EPA推荐值的4.8倍。遵循氨氮去除机理,通过氨吸附、硝化和反硝化等过程,测定氨的等温吸附曲线或土柱氨氮穿透曲线、硝化和反硝化速率,并结合场地条件等,可对最大限度去除污水中氮的优化水力负荷周期进行定量设计。快速渗滤土地处理系统的基建投资为常规二级处理的1/2—1/3以下,处理成本和能耗为1/2—1/5以下。

3. 污水地表漫流土地处理系统

研究发展了预处理简单、处理出水优于常规二级处理;对地下水影响最小的地表漫流处理示范工程,同时可以收获优质、高产、耐水肥的牧草。牧草用来喂牛、羊等,处理出水作为工业回用水、鱼塘补给水和浇灌蔬菜,水面养鸭,构成了一个污水地表漫流土地处理利用良性生态循环系统。深入研究了污染物去除过程中的多种限制因素,提出了反映污水与催化床真正接触机会的有效停留时间的概念,建立了污水中主要污染物沿地表坡面的三段式反应动力学模型。污水地表漫流和基建投资为常规二级处理的1/4,运行费和能耗为1/3以下。

4. 污水人工湿地处理系统

研究发展了预处理简单、处理效果可靠、可终年运行的人工湿地处理系统。提出了污水净化机理、工艺设计、工程设计方法的成套技术。首先发现了降解二氯苯优势菌株巨大芽孢杆菌。在芦苇渗滤湿地新工艺、以生物活性为主要设计参数的水面湿地工艺设计模型以及分子连续性指数法预测场地寿命等方面的研究有创新。人工湿地处理系统的基建投资为常规二级处理的1/3,运

行费和能耗为 1/3—1/5。

5. 其它类型污水土地处理系统

研究发展了人工土层快速渗滤、地下渗滤等新工艺和快速渗滤-慢速渗滤、地表漫流-快速渗滤、地表漫流-人工湿地等组合型处理系统。进一步改善了工艺条件和处理效果,提高了再生水的利用价值。

该课题所发展的多种类型污水土地处理工艺拓宽了应用范围,具有理论意义和很高的实用价值,在防治水污染和污水资源化方面有较好的推广应用前景,具有显著的环境、社会和经济效益。我国目前建成一些土地处理系统具有明显的特色,能应用生态学理论指导污水土地处理系统的建设,把控制水污染与水回用,建立良性生态循环结合起来。在综合攻关研究成果和借鉴国内外经验基础上编写的《城市污水土地处理利用手册》,资料翔实,工程实用性好,总结了国内外污水土地处理利用的最近研究技术成果,提供了试验和生产性实例,是促进该项技术的推广应用和发展的重要工具书。开发的专家系统指导场地选择与设计,具有简便可靠的优点,采用系列设计求得系统各项技术经济及能耗指标,有利于工程设计的规范化和标准化。

课题研究成果总体上达到了国际同类研究 80 年代末先进水平,在研究的系统性、综合性以及专题中的 20 项技术成果方面居国际领先水平。

完成单位: 北京市环境保护科学研究所 中国科学院沈阳应用生态研究所 天津市环境保护科学研究所 北京农业大学 云南省环境科学研究所 新疆自治区环保监测中心 新疆巴州环保监测站 新疆自治区城乡规划设计院 吉林省环境保护科学研究所等

执笔人: 王绍堂等

一、沈阳西部城市污水慢速渗滤

土地处理系统研究

本研究是在充分考虑我国传统的有机农业施肥制度，总结我国多年的污水灌田正反两方面经验的基础上，把国外土地处理的先进技术和经验，加以引进、吸收和发展，使之成为具有我国特色的处理与利用相结合的污水处理工程技术。在充分掌握水质与场地信息基础上，设计并建成了以一级沉淀池加稳定塘为前处理，以水稻作物为主系统，垂柳和能源高粱等为生态调节系统的慢速渗滤土地处理中试实验工程（600 米²/天）。采用快渗土地处理系统为配套工程，解决了冬季条件下污水处理的技术难点，保证系统终年运行。这项技术既有效地处理了污水，又利用了污水资源，具有明显的经济效益和社会效益。

本项研究成果于 1990 年 12 月通过国家环境保护局和中国科学院组织的联合鉴定，其成果水平为，在总体上已达到国际同类研究先进水平，在污水水质复杂、处理难度大的条件下，研究重点为有机污染物的生态效应，综合运用多项指标研究净化功能，建立对地下水影响水质模型以及预测地下水污染的综合模型等方面，属世界领先地位。

处理系统四年连续运行结果表明，系统对城市污水具有很高的去除效果，其出水水质： BOD_5 ：≤2.5 毫克/升， COD ：18—26 毫克/升， SS ：20 毫克/升，优于合同规定的技术指标。总氮为 4.2—7.5 毫克/升，总磷为 0.06—0.13 毫克/升，均优于二级生化处理出水水质（在 21 项监测指标中有 11 项基本达到 I 级，4 项达到 II 级，3 项基本达到 III 级地面水水质标准），接近或达到三级深度处理水平，并且达到美国马斯基根县 LTS 水平。

通过技术经济论证和比较，证明本系统的具体实施在技术上

是可行的，以处理能力 $10\,000\text{ m}^3/\text{天}$ 为例，其处理成本为 $0.052\text{ 元}/(\text{m}^3 \cdot \text{天})$ （包括折旧费），约为同等规模的二级处理的 $1/5$ ，其运转费为 $1/3-1/5$ 。

系统中的主作物为水稻，其产值约为 $350\text{ 元}/\text{亩}^*$ 。试验中建立了生态调节系统，其中垂柳及紫穗槐在去除人工、水田等费用后的净增产值，平均为 $400-500\text{ 元}/\text{亩}$ 。能源高粱是本地区制取酒精的高产经济作物，其籽实获经济效益 $120\text{ 元}/\text{亩}$ ；茎秆 $4\,000\text{ 公斤}/\text{亩}$ ，出汁率为 50% ，制取酒精获纯利润为 370 元 ，二者计算可得利润约为 $490\text{ 元}/\text{亩}$ 。必须指出，整节系统也建立在较为瘠薄的砂土地上，这样可不占良田，同时也不失其调节功能。

社会和环境效益：(1) 本系统污水再生回收率 40% ，其水质完全适用于工业回用，对于缓解水资源短缺将发挥重要作用；(2) 系统不仅能去除 BOD_5 、SS，而且对常规二级处理难以去除的氮、磷有较好的去除效果，并能充分利用污水中的氮、磷资源；(3) 减轻城市污水对地面水及地下水污染程度；(4) 减轻地下水超采的压力；(5) 本系统较之传统的污灌，在内容深度和广度上都有新的进展，为传统污灌的改造提供了经验。

本研究在“六五”工作的基础上，“七五”期间在沈阳西部地区水质极为复杂的条件下，进行了中试规模的验证。分为 10 个子专题，围绕着“污水资源化及无害化”的总目标进行研究。其研究成果可在本地区以及我国中小城镇推广应用。

本研究为栽种水稻的慢渗土地处理系统研究，在技术原理上兼容了湿地与慢渗土地处理两种技术特点。为我国 $2\,300$ 万亩污灌区逐步改造为科学的处理系统，提供了技术保证。

根据“沈阳西部城市污水慢速渗滤土地处理系统研究”的成果，借鉴国外的经验，参加编写了适合我国的《城市污水土地处理利用设计手册》，为进一步推行与发展污水土地处理技术提供了保证。

完成单位：中国科学院沈阳应用生态研究所 清华大学

* $1\text{ 亩}=666.6\text{ m}^2$ 。余同。