

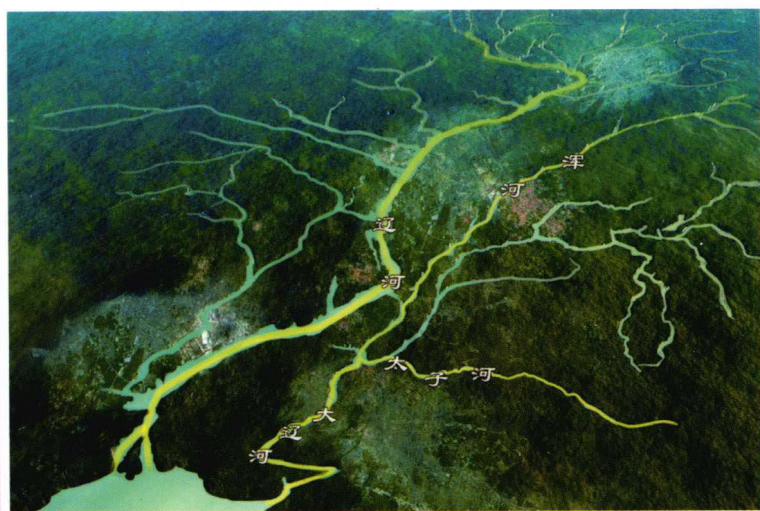


辽河流域水污染综合治理系列丛书

辽河 源头区面源 污染治理的 理论与实践

陈明辉 梁冬梅 马继力 吕 川 编著

The theory and Practice of the control of
non-point source pollution in Source Area of Liaohe River



中国环境出版社



辽河流域水污染综合治理系列丛书

辽河源头区面源污染治理的 理论与实践

陈明辉 梁冬梅 马继力 吕 川 编著



中国环境出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

辽河源头区面源污染治理的理论与实践/陈明辉等编著. —北京: 中国环境出版社, 2016.8

(辽河流域水污染综合治理系列丛书)

ISBN 978-7-5111-2831-7

I. ①辽… II. ①陈… III. ①辽河流域—面源污染—水污染防治—研究 IV. ①X522.06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 117146 号

出版人 王新程
责任编辑 葛莉
责任校对 尹芳
封面设计 彭杉

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67113412 (教材图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2017 年 4 月第 1 版
印 次 2017 年 4 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 8.75
字 数 180 千字
定 价 43.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”成果系列丛书

指导委员会成员名单

主 任：周生贤

副主任：仇保兴 吴晓青

成 员：（按姓氏笔画排序）

王伟中 王衍亮 王善成 田保国 旭日干 刘 昆

刘志全 阮宝君 阴和俊 苏荣辉 杜占元 吴宏伟

张 悦 张桃林 陈宜明 赵英民 胡四一 柯 凤

雷朝滋 解振华

水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”成果系列丛书

编著委员会成员名单

主 编：周生贤

副主编：吴晓青

成 员：（按姓氏笔画排序）

马 中	王子健	王业耀	王明良	王凯军	王金南
王 桥	王 毅	孔海南	孔繁翔	毕 军	朱昌雄
朱 琳	任 勇	刘永定	刘志全	许振成	苏 明
李安定	杨汝均	张世秋	张永春	金相灿	周怀东
周 维	郑 正	孟 伟	赵英民	胡洪营	柯 兵
柏仇勇	俞汉青	姜 琦	徐 成	梅旭荣	彭文启

本书编著委员会

主 编：陈明辉 马继力 吕 川

编 委：（按姓氏笔画排列）

王淑花 王 媛 任建锋 刘德敏

刘 颖 刘 特 朱显梅 李 平

齐 琳 徐国梅 梁冬梅 路红军

总 序

我国作为一个发展中的人口大国，资源环境问题是长期制约经济社会可持续发展的重大问题。在经济快速增长、资源能源消耗大幅度增加的情况下，我国污染排放强度大、负荷高，主要污染物排放量超过受纳水体的环境容量。同时，我国人均拥有水资源量远低于国际平均水平，水资源短缺导致水污染加重，水污染又进一步加剧水资源供需矛盾。长期严重的水污染问题影响着水资源利用和水生态系统的完整性，影响着人民群众身体健康，已经成为制约我国经济社会可持续发展的重大瓶颈。

“水体污染控制与治理”科技重大专项（以下简称“水专项”）是《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》确定的16个重大专项之一，旨在集中攻克一批节能减排迫切需要解决的水污染防治关键技术、构建我国流域水污染治理技术体系和水环境管理技术体系，为重点流域污染物减排、水质改善和饮用水安全保障提供强有力的科技支撑，是新中国成立以来投资最大的水污染治理科技项目。

“十一五”期间，在国务院的统一领导下，在科技部、国家发展改革委和财政部的精心指导下，在领导小组各成员单位、各有关地方政府的积极支持和有力配合下，水专项领导小组围绕主题主线新要求，动员和组织全国数百家科研单位、上万名科技工作者，启动了34个项目、241个课题，按照“一河一策”“一湖一策”的战略部署，在重点流域开展大攻关、大示范，突破1000余项关键技术，完成229项技术标准规范，申请1733项专利，初步构建了水污染治理和管理技术体系，基本实现了“控源减排”阶段目标，取得了阶段性成果。

一是突破了化工、轻工、冶金、纺织印染、制药等重点行业“控源减排”关键技术200余项，有力地支撑了主要污染物减排任务的完成；突破

了城市污水处理厂提标改造和深度脱氮除磷关键技术，为城市水环境质量改善提供了支撑；研发了受污染原水净化处理、管网安全输配等 40 多项饮用水安全保障关键技术，为城市实现从源头到龙头的供水安全保障奠定了科技基础。

二是紧密结合重点流域污染防治规划的实施，选择太湖、辽河、松花江等重点流域开展大兵团联合攻关，综合集成示范多项流域水质改善和生态修复关键技术，为重点流域水质改善提供了技术支持，环境监测结果显示，辽河、淮河干流化学需氧量消除劣 V 类；松花江流域水生态逐步恢复，重现大马哈鱼；太湖富营养状态由中度变为轻度，劣 V 类入湖河流由 8 条减少为 1 条；洱海水质连续稳定并保持良好状态，2012 年有 7 个月维持在 II 类水质。

三是针对水污染治理设备及装备国产化率低等问题，研发了 60 余类关键设备和成套装备，扶持一批环保企业成功上市，建立一批号召力和公信力强的水专项产业技术创新战略联盟，培育环保产业产值近百亿元，带动节能环保战略性新兴产业加快发展，其中杭州聚光研发的重金属在线监测产品被评为 2012 年度国家战略产品。

四是逐步形成了集国家重点实验室、工程中心—流域地方重点实验室和工程中心—流域野外观测台站—企业试验基地平台等于一体的水专项创新平台与基地系统，逐步构建了以科研为龙头、以野外观测为手段、以综合管理为最终目标的公共共享平台。目前，通过水专项的技术支持，我国第一个大型河流保护机构——辽河保护区管理局已正式成立。

五是加强队伍建设，培养了一大批科技攻关团队和领军人才，采用地方推荐、部门筛选、公开择优等多种方式遴选出近 300 个水专项科技攻关团队，引进多名海外高层次人才，培养上百名学科带头人、中青年科技骨干和 5 000 多名博士、硕士，建立人才凝聚、使用、培养的良性机制，形成大联合、大攻关、大创新的良好格局。

在 2011 年“十一五”国家重大科技成就展、“十一五”环保成就展、全国科技成果巡回展等一系列展览中以及 2012 年全国科技工作会议和 2013 年年初的国务院重大专项实施推进会上，党和国家领导人对水专项取

得的积极进展都给予了充分肯定。这些成果为重点流域水质改善、地方治污规划、水环境管理等提供了技术和决策支持。

在看到成绩的同时，我们也清醒地看到存在的突出问题和矛盾。水专项离国务院的要求和广大人民群众期待还有较大差距，仍存在一些不足和薄弱环节。2011年专项审计中指出水专项“十一五”在课题立项、成果转化和资金使用等方面不够规范。“十二五”我们需要进一步完善立项机制，提高立项质量；进一步提高项目管理水平，确保专项实施进度；进一步严格成果和经费管理，发挥专项最大效益；在调结构、转方式、惠民生、促发展中发挥更大的科技支撑和引领作用。

我们也要科学认识解决我国水环境问题的复杂性、艰巨性和长期性，水专项亦是如此。刘延东副总理指出，水专项因素特别复杂、实施难度很大、周期很长、反复也比较多，要探索符合中国特色的水污染治理成套技术和科学管理模式。水专项不是包打天下，解决所有的水环境问题，不可能一天出现一个一鸣惊人的大成果。与其他重大专项相比，水专项也不会通过单一关键技术的重大突破，实现整体的技术水平提升。在水专项实施过程中，妥善处理好当前与长远、手段与目标、中央与地方等各个方面的关系，既要通过技术研发实现核心关键技术的突破，探索出符合国情、成本低、效果好、易推广的整装成套技术，又要综合运用法律、经济、技术和必要的行政手段来实现水环境质量的改善，积极探索符合代价小、效益好、排放低、可持续的中国水污染治理新路。

党的十八大报告强调，要实施国家科技重大专项，大力推进生态文明建设，努力建设美丽中国，实现中华民族永续发展。水专项作为一项重大的科技工程和民生工程，具有很强的社会公益性，将水专项的研究成果及时推广并为社会经济发展服务是贯彻创新驱动发展战略的具体表现，是推进生态文明建设的有力措施。为广泛共享水专项“十一五”取得的研究成果，水专项管理办公室组织出版水专项“十一五”成果系列丛书。该丛书汇集了一批专项研究的代表性成果，具有较强的学术性和实用性，可以说是水环境领域不可多得资料文献。丛书的组织出版，有利于坚定水专项科技工作者专项攻关的信心和决心；有利于增强社会各界对水专项的了解

和认同；有利于促进环保公众参与，树立水专项的良好社会形象；有利于促进专项成果的转化与应用，为探索中国水污染治理新路提供有力的科技支撑。

最后，我坚信在国务院的正确领导和有关部门的大力支持下，水专项一定能够百尺竿头，更进一步。我们一定要以党的十八大精神为指导，高擎生态文明建设的大旗，团结协作、协同创新、强化管理，扎实推进水专项，务求取得更大的成效，把建设美丽中国的伟大事业持续推向前进，努力走向社会主义生态文明新时代！

周贤

2013年7月25日

前言

辽河是我国的七大河流之一，既是流域居民的主要饮用水水源地，又是沿河城市的纳污水体；既承担着为区域经济社会发展提供水资源的作用，又消纳着工业、生活及农业排放的大量污染物。资料显示，辽河已成为我国污染最重的河流之一。

辽河流经吉林、内蒙古和辽宁三省区。在吉林省境内辽河的主要干、支流包括东辽河、招苏台河、条子河和西辽河。在辽河全流域的尺度上，吉林省境内的大部分支流均处于源头位置。由于西辽河常年断流，根据辽河控制单元的划分，把发源于吉林省境内的各干、支流，以及吉林省境内的东辽河流域、招苏台河流域和条子河流域统称为辽河源头区。

课题组结合“国家水体污染控制与治理科技重大专项”河流主题“辽河流域水体污染综合治理技术集成与工程示范项目”的总体目标开展了“辽河源头区水质改善与生态修复技术及示范研究”，以工业点源控制为重点，开展了重污染行业水污染物削减和废水资源化利用技术的研究并进行示范；开展了农业面源污染控制技术研究及示范，与源头区水源涵养和生态修复技术研究相结合，突破污染负荷削减和源头区生态修复关键技术，构建水质改善技术体系和北方重度污染跨界河流综合管理技术体系。

为了总结“十一五”三年的科研成果，吉林省环境科学研究院编制了《辽河源头区面源污染治理的理论与实践》这本书。此书共分三篇八个章节，参加各章节编写的主要人员有：第1章吕川、陈明辉；第2章吕川、刘特；第3章吕川、刘德敏；第4章、第5章吕川、齐琳；第6章吕川、梁冬梅；第7章任建锋、马继力、陈明辉、徐国梅、刘颖、路红军；第8章马继力、

梁冬梅、任建锋、朱显梅、李平、王媛。全书制图由齐琳完成，由陈明辉、梁冬梅审定。

本书作者虽然多年从事环境保护科学研究工作，但自知自主创新不足。由于受到知识及能力限制，本书的许多研究内容及观点可能存在的问题和缺陷，敬请读者批评指正。

目 录

第一篇 重污染流域面源污染特征

第 1 章 重污染流域环境综合调查与分析	3
1.1 自然概况调查	3
1.2 社会经济调查	4
1.3 水环境调查分析	5
1.4 面源污染调查	8
第 2 章 重污染流域面源污染负荷估算	16
2.1 辽河源头区面源污染排放量和入河量估算	16
2.2 不同面源污染物分源特征及趋势分析	23
2.3 面源污染负荷空间分布特征分析	28
2.4 辽河源头区流域面源污染综合评价	34

第二篇 典型小流域面源污染特征与控制技术研究

第 3 章 典型小流域地表径流污染物流失特征分析	41
3.1 小流域概况	41
3.2 试验设计与方法	43
3.3 面源污染物随地表径流的流失特征	45
第 4 章 典型小流域面源模拟——关键源区识别	49
4.1 国内外研究现状	49
4.2 模型原理	52
4.3 AnnAGNPS 模型构建	55
4.4 AnnAGNPS 模型检验	64
4.5 模拟结果总结分析	66
4.6 关键源区识别	69

第三篇 重污染流域面源污染控制技术研究及应用示范

第 5 章 辽河源头区流域农业面源污染风险评价与关键源区识别 75

5.1 指标体系的建立 75

5.2 面源风险评价影响因子的获取 76

5.3 面源污染风险综合模型的建立 81

5.4 面源污染风险评价结果 82

5.5 面源污染关键源区划分 83

第 6 章 面源污染控制方案 85

6.1 国内外研究现状 85

6.2 农村生活污染控制措施 86

6.3 种植业污染控制措施 89

6.4 畜禽养殖业污染控制措施 90

6.5 水产养殖业污染控制措施 92

第 7 章 农业面源污染控制关键技术 94

7.1 面源污染控制技术研究进展 94

7.2 坡耕地面源污染控制关键技术 96

7.3 河流生态修复关键技术 105

第 8 章 小流域面源污染控制与重要支流生态修复综合示范工程 112

8.1 小流域面源污染控制及支流生态修复示范布设原则 112

8.2 示范工程地理位置 112

8.3 示范工程内容 112

8.4 示范工程设计 113

8.5 实施效果 116

参考文献 120

第一篇

重污染流域面源污染特征

重污染流域环境综合调查与分析

1.1 自然概况调查

1.1.1 地理位置

辽河源头区流域位于吉林省西南部，地处东经 123°42′~125°31′，北纬 42°34′~44°08′，流域总面积 15 746 km²，占全省总土地面积的 8.42%，主要河流有东辽河、西辽河、招苏台河（图 1-1）。

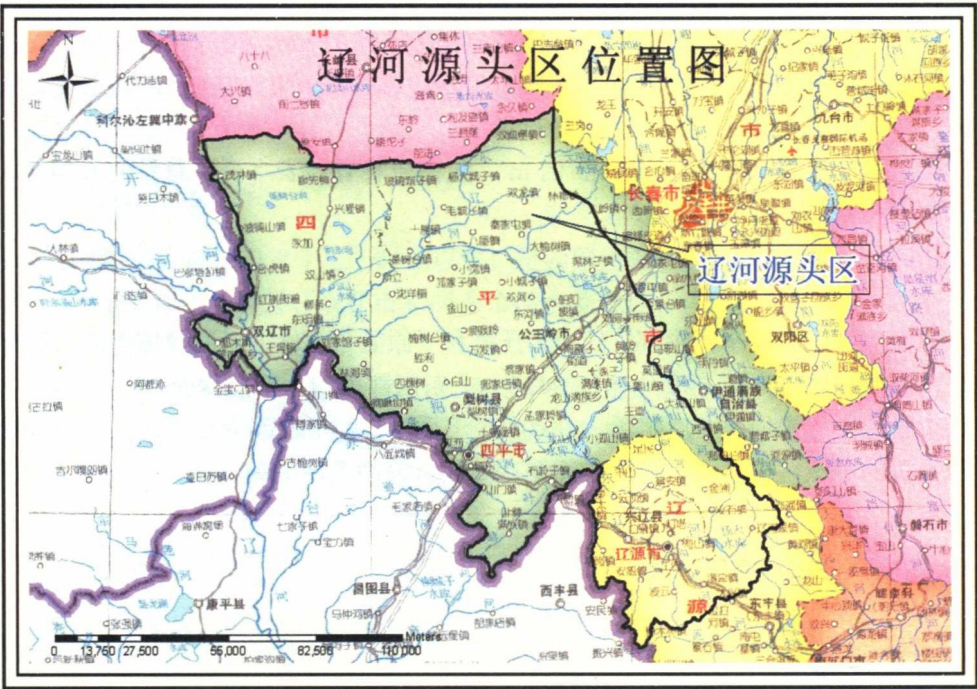


图 1-1 辽河源头区位置图