



国家水体污染控制与治理科技重大专项
流域水污染防治监控预警技术与综合示范主题
辽河流域水环境管理技术综合示范项目（2012ZX07505）系列丛书

辽河流域

LIAOHE LIUYU
SHUIHUAJING GUANLI SHISHI XIAOGUO PINGGU
YU LIUYU JISHU JICHENG

水环境管理实施效果评估 与流域技术集成

主 编 李艳红
联合主编 周 刚 夏广锋 王道涵
副 主 编 刘 畅 惠婷婷 邵姗姗



辽河流域水环境管理实施 效果评估与流域技术集成

李艳红 等 主编

中国环境出版集团·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

辽河流域水环境管理实施效果评估与流域技术集成/李艳红 等主编.

—北京: 中国环境出版集团, 2019. 12

ISBN 978-7-5111-4140-8

I. ①辽… II. ①李… III. ①辽河流域—水环境—环境管理

IV. ①X143

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 231754 号

出版人 武德凯

责任编辑 田 怡

责任校对 任 丽

封面设计 彭 杉

封面摄影 于 震

出版发行 中国环境出版集团

(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)

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 2019 年 12 月第 1 版

印 次 2019 年 12 月第 1 次印刷

开 本 787×1092 1/16

印 张 18.75

字 数 376 千字

定 价 120.00 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, 请寄回本集团更换。

中国环境出版集团郑重承诺:

中国环境出版集团合作的印刷单位、材料单位均具有中国环境标志产品认证;
中国环境出版集团所有图书“禁塑”。

编委会



主 编：李艳红

联合主编：周 刚 夏广锋 王道涵

副 主 编：刘 畅 惠婷婷 邵姗姗

编写人员：李艳红 周 刚 夏广锋 王道涵

刘 畅 惠婷婷 邵姗姗 苑芷茜

黄婷婷 赵璐璐 刘 枢 邢树威

郑培生 姜秋俚 金福杰 李 博

潘洪波 谷 丰 吴 萱 王 莹

李 梅 秦思达 韩雪梅 母艳梅

张睿琳 陈振宇 张海勤 邹晶晶

姜 冲 纪红军 于 群 潘赫宇

孟 晔 何宇姝 李晓旭 王永刚



流域水环境管理是目前中国环境管理面临的难题之一，也是制约社会经济与环境协调发展的重要因素之一。为此，国家设立“水体污染控制与治理科技重大专项”（以下简称“水专项”），旨在集中攻克一批水污染防治关键技术，为重点流域污染减排、水质改善和饮用水安全保障、流域生态文明建设提供强有力的科技支撑，其核心是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。许多发达国家针对本国水污染状况相继开展了水环境管理技术研究与实践，水环境质量得到了明显改善，如美国的 TMDL 技术体系、欧盟莱茵河总量控制管理以及日本东京湾等流域的总量控制计划等，因此在借鉴国外水环境管理先进理念和方法的基础上，探索建立一套适合我国国情、科学合理的水质目标管理技术体系并在重点流域进行推广实施，这对水环境质量根本改善、建设生态文明、实现科学发展具有重大的战略意义。

辽河流域是水专项实施的 10 个重点流域之一，“十一五”“十二五”期间，围绕“控源减排、减负修复”阶段目标，在水环境治理与管理技术上取得了重大突破，为流域水质改善和提高流域水环境管理水平提供了有力的技术支撑。“十一五”以来，在辽河先后实施的“干流三年消除劣 V 类”“辽河保护区建设”“重污染流域摘帽”“辽河治理三大战役”等重大治理行动中，水专项紧密结合辽河流域重大治理行动，发挥了重要科技支撑作用；“十二五”期间，辽河流域污染明显减轻，“摘帽”成果得到巩固，辽河水生态环境得到显著恢复。

“十一五”期间，监控预警主题突破了水生态功能分区、水环境基准标准、容量总量控制、排污许可证管理、流域水环境风险预警、水污染物控制等关键技术，并在辽河流域、太湖流域进行了关键技术示范应用，推广实施了生态管理、容量总量控制、排污许可证、风险预警和污染控制最佳适用技术等管理技术，为流域污染控制提供了管

理技术支撑,取得了积极进展。但水环境管理技术的实施效果评估尚未开展,现代水环境管理技术体系仍未完全建立,流域水质目标管理技术尚未进行系统的综合集成。

《辽河流域水环境管理实施效果评估与流域技术集成》一书完成了辽河示范流域水环境管理技术体系实施效果的评估,填补了国内空白,为流域水质目标管理技术体系的进一步完善提供技术支持;研究形成的辽河流域水环境管理技术体系为实现辽河流域水生态系统健康发展目标奠定了坚实的基础,不仅能够满足辽河流域水环境管理工作的实际技术需求,还可以指导和推动其他流域水环境管理工作的开展,为北方重污染河流治理提供系统的技术和经验,也必将极大地推进辽宁省辽河流域水污染防治工作,为东北老工业基地的全面振兴创造新的竞争优势;研究形成的河流型流域水环境管理技术体系为实现我国水环境管理从水质达标管理向水生态健康管理、目标总量控制向容量总量控制、行政区管理向流域管理、被动应急管理向主动风险管理的理念转变提供了强有力的科技支撑,同时为实现水专项第三阶段“综合调控,形成系列化、标准化、规范化的技术体系”的战略目标提供了有力的技术支撑;研究形成的水环境管理技术实施管理体制机制创新与变革建议为辽河流域乃至我国水环境管理工作提供了具有前瞻性的思路借鉴,促进了水环境管理的理念创新、技术创新和管理创新;重点流域水环境管理技术推广战略为水专项下一阶段围绕水环境管理的技术研究及推广实施提供了积极的借鉴经验。

关于水环境管理技术体系的研究与技术集成虽然取得了阶段性成果,但是本书涉及的研究成果无论是在理论上还是在应用上,仍需不断地改进与完善,同时,成果的推广与实施以及水环境管理理念的转变仍是一项长期而艰巨的任务,不可能一蹴而就,需要各个学术领域、各级政府以及社会各方力量的共同努力。“十三五”是全面建成小康社会的决胜阶段,是补齐生态环境“短板”、实现环境质量总体改善的攻坚期,相信本书的内容对我国水环境管理体制与机制的创新和水环境质量的根本好转将起到有力的推动作用。

朱京海
2019年5月



辽河流域是“国家水体污染控制与治理科技重大专项”（以下简称“水专项”）实施的十个重点流域之一，近十年来水专项在辽河流域开展了多项污染治理与管理技术研究和示范，取得了多项技术突破，支撑了辽河流域水质改善。但尚未开展水环境管理的实施效果评估，尚未针对辽河流域水环境特点、河流型流域特性开展水环境管理技术的系统性集成。

本书是基于“十二五”水专项“监控预警”主题“辽河流域水环境管理技术综合示范”项目“辽河流域水环境管理实施效果评估与流域技术集成”课题（课题编号：2012ZX07505-005）的研究成果，紧密围绕构建流域水环境管理技术体系的现实需求，在“十一五”“十二五”相关项目、课题研究成果的基础上，依据“分区、分类、分级、分期”的流域水环境管理思路，开展了辽河流域水环境管理技术体系实施效果的全过程评估分析，并从辽河流域、河流型流域两个层面开展了水环境管理技术体系集成研究，提出水专项成果在辽河流域的推广建议及重点流域的行动方案，为全国重点流域水环境管理技术全面推广和运行提供支撑，为国家层面的流域水环境管理模式和管理体制战略转变提供实施建议。

本书优选并改进了逻辑框架评估方法，全面评估示范区水环境管理技术实施对环境管理能力提高、污染减排贡献、水生态环境质量提高、区域经济与产业结构优化的促进作用；搭建了辽河流域水环境管理技术链，实现辽河流域水环境管理技术集成，在此基础上，按照“成套技术框架—基础理论创新—关键技术突破—技术示范应用—技术推广应用”链条，对“十一五”“十二五”水专项 56 个课题的研究成果系统进行梳理，提出了“流域水生态功能分区及其管理、流域水环境基准制定校验、控制单元水质目标和排污许可管理、流域水环境风险评估预警与管理、重点行业水污染防治最佳可行技术评估、流

域水环境监测质控”6个成套技术；建成辽河流域水环境管理综合信息平台与模式化系统及国内首家“互联网+环境云技术服务平台”——流域水环境管理技术综合信息平台（www.wemtech.cn）；提出水专项技术成果在辽河流域示范与推广建议、河流型流域水环境管理体制机制创新与变革建议及重点流域水环境管理技术推广战略。

本书得到了水体污染控制与治理科技重大专项“辽河流域水环境管理技术综合示范”项目“辽河流域水环境管理实施效果评估与流域技术集成”课题的资助，在研究和撰写过程中，辽宁省生态环境厅副厅长李德民等领导给予了高度重视，国家水办徐成处长，省水办崔海兰处长、韩德军副处长，铁岭市环保局钱建平副局长，辽河示范项目杨小南、刘岚昕、张峥、时宏四位课题负责人给予了大力支持，辽宁省生态环境厅、沈阳市生态环境局、铁岭市生态环境保护局、沈阳市环境监测中心站、铁岭市环境监测中心站等多个业务处室和有关领导、同志给予了配合和帮助，水专项有关课题负责人在流域水环境管理技术集成方面给予了大力支持，与太湖项目共性课题课题组在共性技术研究方面开展了深入交流，谨此向他们及关心本书编制的所有人员表示由衷的感谢！

本书由辽宁省环境监测实验中心牵头，中国环境科学研究院、辽宁省环境科学研究院、辽宁工程技术大学等单位协作完成。全书共分6章，参加各章节编写的主要人员有：第1章：李艳红、刘畅、惠婷婷、邵姗姗、苑芷茜、黄婷婷、刘枢、邢树威、郑培生、赵璐璐、谷丰；第2章：李艳红、惠婷婷、邵姗姗、刘畅、苑芷茜、黄婷婷、金福杰、潘洪波、李博、邹晶晶、谷丰、孟晔、何宇姝、李晓旭、王永刚；第3章：李艳红、刘畅、惠婷婷、黄婷婷、周刚、夏广锋、吴萱、王莹、李梅、秦思达、韩雪梅、母艳梅、张睿琳、陈振宇；第4章：夏广锋；第5章：周刚、韩雪梅、母艳梅、张睿琳、陈振宇、姜冲、纪红军、于群、潘赫宇；第6章：李艳红、惠婷婷、刘畅、苑芷茜、周刚、夏广锋、韩雪梅、母艳梅。全书由刘畅、惠婷婷统稿，李艳红审定。

由于编者水平所限，书中难免存在错误和疏漏之处，我们殷切希望同行和广大读者给予批评指正。

作者

2019年2月

目 录



第1章 绪 论	1
1.1 辽河流域概况	1
1.1.1 辽河流域背景	1
1.1.2 辽河流域水环境质量状况	1
1.1.3 辽河流域水污染特征	3
1.2 水环境管理技术发展现状	4
1.2.1 国外水环境管理技术发展现状	4
1.2.2 流域水质目标管理技术研究进展	5
1.2.3 辽河流域水环境管理技术发展现状	7
1.3 水环境管理实施效果评估方法研究现状	9
1.3.1 水环境管理能力提高效果评估方法研究现状	9
1.3.2 污染减排贡献评估方法研究现状	10
1.3.3 水生态环境改善效果评估方法研究现状	10
1.3.4 区域经济与产业结构优化评估方法研究现状	13
1.4 河流水环境管理信息系统国内外研究现状	14
1.4.1 国外研究进展	14
1.4.2 国内研究动态	15
1.4.3 GIS 在环保领域的应用	16
第2章 辽河流域水环境管理技术实施效果评估	20
2.1 水环境管理技术实施效果评估模型	20
2.1.1 逻辑框架法	20
2.1.2 评估方法的适用性研究	22
2.2 辽河流域水环境管理实施效果评估模型构建	23



2.2.1	逻辑框架法的改进	23
2.2.2	改进的逻辑框架法评估过程研究	24
2.2.3	评估模型构建	29
2.3	辽河流域水环境管理技术实施效果评估方法	43
2.3.1	指标筛选方法	43
2.3.2	指标数据标准化方法	46
2.3.3	指标赋权方法	47
2.3.4	评估方法	51
2.4	辽河流域水环境管理技术实施效果评估应用示范	53
2.4.1	流域水环境管理能力提高效果评估	53
2.4.2	流域污染减排的支撑效果评估	59
2.4.3	流域水生态环境改善效果评估	63
2.4.4	区域经济与产业结构优化的促进效果评估	73
2.4.5	评估结论	77
第3章	辽河流域及河流型流域水环境管理技术体系	79
3.1	辽河流域水环境管理技术体系集成	79
3.1.1	辽河流域水环境技术筛选方法研究	79
3.1.2	技术筛选结果及衔接关系分析	82
3.1.3	水专项技术实施对辽河流域治理效果贡献分析	85
3.2	河流型流域水环境管理技术体系集成	91
3.2.1	河流型流域水环境管理技术体系内涵	91
3.2.2	技术体系集成思路及各成套技术衔接关系分析	91
3.2.3	河流型流域水质目标管理技术体系构成	92
第4章	辽河流域水环境管理综合信息平台与模式化系统	142
4.1	技术库、政策库与知识规则库构建	142
4.1.1	辽河流域水环境管理数据库结构	142
4.1.2	水环境管理技术库构建	143
4.1.3	水环境管理政策库构建	150
4.1.4	水环境管理知识规则库构建	152
4.2	辽河流域水环境管理综合信息平台与模式化系统构建	157

4.2.1	系统建设目标	157
4.2.2	系统需求分析	158
4.2.3	系统数据库设计	162
4.2.4	系统详细设计	166
4.2.5	系统实现	178
4.2.6	系统应用案例	179

第5章 流域水环境管理技术综合信息平台 188

5.1	平台建设目标	188
5.2	平台需求分析	188
5.2.1	科技需求	188
5.2.2	功能需求	190
5.2.3	数据需求	190
5.2.4	用户需求	190
5.2.5	安全需求	191
5.3	平台数据库设计	191
5.3.1	数据库设计	191
5.3.2	水环境模型库	192
5.3.3	水环境平台库	194
5.4	平台详细设计	197
5.4.1	技术框架	197
5.4.2	业务设计	197
5.4.3	功能设计	198
5.5	功能实现	201
5.5.1	前台页面显示	201
5.5.2	后台功能显示	208

第6章 河流型流域水环境管理体制机制创新与变革建议及

重点流域水环境管理技术推广战略 209

6.1	水专项技术成果在辽河流域示范与推广建议	209
6.1.1	水专项在辽河流域已取得的研究成果	209
6.1.2	水专项技术实施存在的问题	212

6.1.3	“十三五”期间水专项技术成果在辽河流域实施可行性分析	214
6.1.4	水专项技术成果在辽河流域推广建议	221
6.1.5	保障措施	226
6.2	河流型流域水环境技术实施的管理体制机制创新与变革建议	227
6.2.1	流域水环境管理体制机制现状分析	227
6.2.2	水质目标管理技术与现行体制机制的衔接关系分析	236
6.2.3	水质目标管理技术与国家流域管理体制机制的衔接关系分析	237
6.2.4	水环境管理技术实施的管理机制体制创新与变革建议	237
6.3	重点流域水环境管理技术推广战略	250
6.3.1	重点流域水环境问题诊断	250
6.3.2	重点流域水环境管理问题分析	258
6.3.3	重点流域水质目标管理实施现状	262
6.3.4	水质目标管理技术推广实施的主要障碍和问题分析	269
6.3.5	水环境管理技术推广战略	274
附录 参考课题清单		279
参考文献		281

绪 论

1.1 辽河流域概况

1.1.1 辽河流域背景

辽河流域是我国七大流域之一，地跨河北、内蒙古、吉林和辽宁四省（自治区），包括辽河水系和大辽河水系。辽河全长 1 390 km，流域面积 21.9 万 km²，由西辽河、东辽河以及发源于吉林、内蒙古的招苏台河、条子河等支流在辽宁省境内汇合而成，于盘锦市入海，主要河流干流在辽宁省境内；大辽河（全长 97 km）由发源于抚顺的浑河（全长 415 km）、本溪的太子河（全长 413 km）汇合而成，于营口市入海。辽河流域覆盖铁岭、沈阳、鞍山等 8 个省辖市和锦州市黑山县等 4 个县（市）。

1.1.2 辽河流域水环境质量状况

经过“九五”“十五”和“十一五”的不懈努力，辽河流域水污染得到有效控制，水质明显改善，辽河流域总体由重度污染改善为中度污染。2011 年，辽河流域水质达到 1995 年以来最好水平。辽河流域干流断面化学需氧量（COD）和氨氮浓度呈逐年下降趋势，分别比 2006 年下降了 62.1% 和 56.5%。干流断面 COD 年均浓度首次全部符合Ⅳ类水质标准；氨氮污染同比减轻，氨氮超Ⅴ类标准断面比例由 57.7% 下降至 26.9%。辽河流域支流断面水质总体改善，COD 和氨氮超Ⅴ类标准断面比例分别由 23.8% 和 59.5% 下降至 7.0% 和 44.2%。

2011 年，辽河干流属轻度污染，8 个断面为Ⅳ～Ⅴ类水质，主要污染指标为五

日生化需氧量 (BOD_5)、石油类和总磷 (TP)。辽河监测的 19 条支流中, 6 条为Ⅳ类水质标准, 8 条为Ⅴ类水质, 5 条为劣Ⅴ类水质, 主要污染指标为石油类、 BOD_5 、COD 等 7 项。辽河干流 COD 和氨氮浓度继续保持逐年下降趋势, 多年来首次符合Ⅲ类水质标准。2011 年辽河支流主要污染指标年均浓度同比有所下降, COD、高锰酸钾指数和 BOD_5 浓度首次全部符合Ⅴ类水质标准。

2011 年, 浑河干流水质属重度污染。7 个断面中, 仅 1 个断面符合Ⅲ类水质标准, Ⅳ类水质断面 2 个, Ⅴ类 1 个, 劣Ⅴ类 3 个, 主要污染指标为 BOD_5 、石油类和氨氮。浑河监测的 14 条支流中, 3 条为Ⅱ类水质, 1 条为Ⅳ类水质, 2 条为Ⅴ类水质, 8 条为劣Ⅴ类水质, 主要污染指标为氨氮、TP、 BOD_5 和 COD 等。浑河干流 COD 浓度继续下降, 自 2008 年以来持续符合Ⅲ类水质标准; 浑河支流 COD 污染明显减轻, 氨氮污染依然较重。

2011 年, 太子河干流属中度污染。8 个断面中, 仅 1 个断面符合Ⅲ类水质标准, Ⅳ类水质断面 3 个, Ⅴ类水质断面 1 个, 劣Ⅴ类水质断面 3 个, 主要污染指标为氨氮、总磷 (TP) 和石油类。太子河监测的 9 条支流中, 仅辽阳汤河为Ⅳ类水质, 其他支流均为劣Ⅴ类水质, 占 88.9%, 主要污染指标为氨氮、总磷 (TP) 和 BOD_5 等。太子河干流 COD 浓度呈显著下降趋势, 2008 年以来持续符合Ⅲ类水质标准; 氨氮浓度自 2007 年开始逐年下降, 2010 年首次符合Ⅴ类水质标准, 2011 年下降至最低。太子河支流自 2008 年以来 COD 浓度总体呈下降趋势; 氨氮总体有所下降, 但污染依然较重。

2011 年, 大辽河 3 个干流断面分别为劣Ⅴ类、Ⅴ类和Ⅳ类水质标准, 主要污染指标为氨氮、高锰酸钾指数和 BOD_5 。大辽河监测的支流 1 条, 为Ⅴ类水质标准, 主要污染指标为 COD、高锰酸钾指数、 BOD_5 和石油类。大辽河污染有所减轻, 氨氮浓度呈显著下降趋势, 2011 年首次符合Ⅴ类水质标准。

2011 年, 辽河流域断面共检出着生藻类 128 种, 分别隶属于硅藻门、绿藻门、蓝藻门、隐藻门、裸藻门和黄藻门 6 门 8 纲 16 目 24 科 49 属, 以硅藻门种类居多, 占检出种类的 60.9%。多样性指数评价结果: 在 23 个监测断面中, 清洁断面占 47.83%, 轻污染占 26.09%, 中度污染占 26.09%。2011 年, 辽河流域断面共检出底栖动物 50 种, 分别隶属于节肢动物门、环节动物门和软体动物门 3 门 6 纲 15 目 25 科 37 属, 以节肢动物门种类居多, 占检出种类的 54.0%。BI 指数评价结果: 在 19 个监测断面中, 最清洁、清洁、轻污染、中污染和重污染的断面所占比例分别为 10.53%、10.53%、36.84%、10.53% 和 31.58%。2011 年, 辽河流域监测的 26 个断面中, 根据粪大肠菌落监测情况, 达到Ⅰ类水质标准的断面占 23.08%, 达到Ⅱ类水质标准的断面占 26.92%, 达到Ⅲ类水质标准的断面占 30.77%, 达到劣Ⅴ类水质标准的断面占 19.23%。

2011 年辽宁省生态环境质量总体状况为良, EI 值为 57.3, 其中生物丰度指数为 63.1, 植被覆盖指数为 62.8, 土地退化指数为 86.9, 水网密度指数为 25.9, 环境质量指数为 42.8。EI 值由 2010 年的 58.9 变为 2011 年的 57.3, 生态环境质量总体变化幅度为 -1.6, 变化幅度等级略有变化, 总体表现出生态环境质量小幅降低。

其中生物丰度指数比2010年降低了0.2, 植被覆盖指数比2010年降低了0.1, 水网密度指数比上年降低了5.8, 土地退化指数没有更新, 环境质量指数比2010年下降了2.5。引起生态环境质量变化的主要原因是水网密度指数和环境质量指数的变化。

辽河流域流经的沈阳、鞍山、抚顺、本溪、营口、辽阳、盘锦、铁岭8个城市EI值介于55.1~81.9, 生态环境质量等级为优和良, 其中优级城市2个, 良级城市6个。辽河流域共流经23个县(市), EI值分布在49.2~77.6, 生态环境质量等级为优、良和一般, 其中优级县(市)1个, 良级县(市)12个, 一般级县(市)10个。与2010年相比, 2011年各县(市)EI值变化幅为-7.6~1.1, 辽河流域各县(市)均有变化, 但变化程度各不相同, 无明显变化的县(市)有12个, 略有变化的有10个, 明显变化的有1个。部分县(市)生态环境质量在朝好的方向发展, 生态环境质量逐步变好, 也有部分县(市)由于降水量减少, 导致生态环境质量变差。

1.1.3 辽河流域水污染特征

1.1.3.1 污染物排放总量大, 超过流域水环境容量

辽宁省废水及污染物排放总量超过地表水环境容量, 是河流水质污染严重的主要原因。2006年辽河流域COD入河总量39万t, 而通过水质模型计算的环境容量只有16.9万t, 排放量是容量的2.3倍, 氨氮排入河量是容量的4倍。

1.1.3.2 流域工业城市密集, 城市河段污染突出

辽河流域内工业城市分布密集, 河流流经城市后, 接纳了大量工业废水和生活污水, 城市段污染十分严重。仅境内辽河流域400 km²区域内, 就分布了沈阳、鞍山、抚顺、本溪、辽阳、营口、盘锦和铁岭8个大型或特大型城市。这些城市人口合计占全省的61.5%, 总产值占全省的74.3%, 主要污染物COD、氨氮排放总量分别占全省的66.8%、57.2%。浑河流经抚顺、沈阳两市后, 水质由Ⅱ类恶化为劣Ⅴ类。

1.1.3.3 河流高度受控, 流量季节变化明显

辽河流域各河流多属受控河流, 干流上建有水库和堤坝, 用于城市用水和农业灌溉用水, 河流水量高度受控。此外, 辽宁省地表径流季节、地区分布不均, 春季占年径流量的3%~4%, 夏季汛期占年径流量的70%~80%。

1.1.3.4 水资源开发程度高, 水生态环境失衡

辽宁省水资源总量为341.79亿m³, 水资源开发供应量为137.55亿m³, 占水资源总量的40%。水资源开发程度超过20%就会对水生态环境产生影响, 而辽宁省浑河、太子河流域水资源开发率高达92%。水资源过度开发, 水质污染十分严重, 影响了水生态环境状况。

1.2 水环境管理技术发展现状

1.2.1 国外水环境管理技术发展现状

在流域水质管理技术中,许多国家在过去的几十年里已经进行了率先的探索与实践。欧盟水质管理从20世纪70年代开始,相继出台了一系列的水政策,以缓解、消除人类活动对水体的影响。2000年10月,欧洲议会和理事会在整合现有法律法规的基础上颁布了《欧盟水框架指令》(Water Framework Directive, WFD)。WFD的总体目标是所有水体到2015年实现良好的水生态状况。此外,WFD还明确规定,如果存在经济技术不可行或洪水等不可抗力的自然因素影响,那么成员国可以对水环境保护目标的期限要求进行适当调整,但不能影响相邻水体保护目标的实现,而且调整内容及其原因都要在流域管理计划中列出并适时进行评估^[1-2]。

欧盟莱茵河流域总量控制管理是欧盟流域水管理史上的典范,其成功的经验被许多国家借鉴^[3]。莱茵河是西欧第一大河,流经德国、瑞士、法国、荷兰、卢森堡5个国家,第二次世界大战以后,由于工业快速发展和沿岸居民不断增多,水生环境极为恶劣。为了恢复莱茵河的水质状况,沿岸国家于1950年成立了防污染国际委员会,并于1987年制订《莱茵河行动计划》,提出了莱茵河治理目标,经过十多年的共同努力,莱茵河水环境基本恢复。莱茵河沿岸国家采用水污染物排放总量控制管理方法后,使60%以上排入莱茵河的工业废水和生活污水得到处理,莱茵河水质有了明显好转。莱茵河流域管理的特殊之处就是解决了不同行政区域的水环境纠纷,促进其相互协作与信赖。

日本早在1958年就开始实施《水质保护法》等一系列法案,主要以浓度控制为核心,但收效甚微^[4]。从20世纪70年代开始,日本对水质总量控制计划进行研究并提出污染物总量控制,其目的是改善水环境质量。20世纪70年代末,日本内阁确定了有关水污染物排放总量控制的基本方法、方针及目标年度削减量等。1987年,制定了国家水资源综合管理规划,强调日本未来的水环境管理方针是以流域作为基本的管理单位,后来颁布实施了《濑户内海环境保护特别措施法》,在东京湾、伊势湾、濑户内海等流域实施了总量控制计划。1989年,综合考虑污水治理技术水平、产业动向、下水道管网整備等条件,进行了第二次总量控制,2002年又将氨氮和磷纳入总量控制指标中。在此之后,日本污染控制及生态环境保护效果非常显著,环境质量明显好转。到2009年,日本工业COD排放明显减少,在东京湾地区和濑户内海地区实现了总量减半的目标。

美国TMDL(Total Maximum Daily Load)计划属于国际上水质管理较先进的管理措施。早在1972年,《清洁水法》中就有条款规定了最大日负荷总量,即对排入各水体中的污染物设定一个最高界限。TMDL是指在满足水质标准的条件下,水体

能够接受的某种污染物的最大日负荷量,包括点源和面源,还考虑到了安全临界值(可允许污染负荷的不确定性)和季节性差异,从而采取适当的污染控制措施来保证目标水体达到相应的水质标准。该计划由美国国家环境保护局(U. S. Environmental Protection Agency, US EPA)提出,是确保水质达标的关键技术手段^[5]。

TMDL计划在流域水环境管理方面开展了水生态功能分区、水环境基准、容量总量控制等措施,以水生态系统的完整性保护为目标,实施日最大负荷分配,对不同的流域实施区域性管理^[6]。在水污染治理方面,严格实行水污染物排放限值与削减技术,如最佳实用控制技术(BPT)、最佳常规污染物控制技术(BCT)、最佳实用技术(BAT)以及面源污染的最佳管理措施(BMPs)等,极大地推动了治理技术的创新,形成了水污染治理技术体系,保障了流域的水质保持和改善。

在上述国外水污染控制技术体系中,TMDL是最先进、最有效的水环境管理技术,充分体现了恢复和维持水体的物理、化学及生物完整性,注重对水生态系统健康保护的目标要求,是国际水环境管理技术的发展趋势。

1.2.2 流域水质目标管理技术研究进展

“十一五”期间,水专项监控预警主题针对流域水质目标管理技术开展了一系列的研究与示范,目前初步形成了我国流域水质目标管理技术体系,“十一五”期间,主要相关技术成果研究如下:

1.2.2.1 流域水生态功能分区与水质目标管理技术研究

按照“分区、分类、分级、分期”管理模式,构建了流域水生态功能分区体系、原则和指标,以流域水生态系统的结构与功能评价为基础,开展了辽河流域水生态的功能区划工作,在进行辽河流域水生生物、水环境质量等野外现场调查研究的基础上,完成重点流域的水生态功能一级和二级分区,以及辽河示范流域的三级水生态功能分区,完成了1:10万精度的水生态功能分区图集;完成了水生态承载力指标、容量计算、控制单元水质目标管理技术等关键技术的研发,形成相应的技术规范、软件,初步构建了流域水环境质量目标管理技术体系;完成了辽河流域30%控制单元的水质目标管理技术示范,构建了水质目标管理技术平台框架。

其中“辽河流域水生态功能分区示范”课题完成了以下任务成果:①辽河流域水生态系统调查与特征分析。完成了辽河流域自然—社会经济状况调查、辽河流域水生态系统调查、辽河流域水生态系统健康评价,建立辽河流域水生态系统信息数据库。②辽河流域水生态功能分区与控制单元划分。应用共性技术研究成果,完善了辽河流域一级、二级水生态功能分区;建立了辽河流域三级水生态功能分区指标体系,完成了辽河流域三级水生态功能分区;综合水生态功能三级区划、主要污染影响区范围、水文单元完整性、行政单元完整性以及流域污染控制可操作性等因