



2011—2012

*Report on Advances in
Environmental Science and Technology*

中国科学技术协会 主编
中国环境科学学会 编著

环境科学技术 学科发展报告

中国科学技术出版社





2011-2012

环境科学技术 学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY

中国科学技术协会 主编

中国环境科学学会 编著



中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

2011—2012 环境科学技术学科发展报告/中国科学技术协会主编;
中国环境科学学会编著. —北京:中国科学技术出版社,2012.4
(中国科协学科发展研究系列报告)
ISBN 978-7-5046-6043-5

I. ①2… II. ①中… ②中… III. ①环境科学-学科发展-研究报告-
中国-2011—2012 IV. ①X-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 042615 号

选题策划 许 英
责任编辑 吕秀齐 郭秋霞
封面设计 中文天地
责任校对 王勤杰
责任印制 王 沛

出 版 中国科学技术出版社
发 行 科学普及出版社发行部
地 址 北京市海淀区中关村南大街 16 号
邮 编 100081
发行电话 010-62173865
传 真 010-62179148
网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开 本 787mm×1092mm 1/16
字 数 348 千字
印 张 14.5
印 数 1—2500 册
版 次 2012 年 4 月第 1 版
印 次 2012 年 4 月第 1 次印刷
印 刷 北京凯鑫彩色印刷有限公司

书 号 ISBN 978-7-5046-6043-5/X·111
定 价 45.00 元

(凡购买本社图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换)
本社图书贴有防伪标志,未贴为盗版

2011—2012 环境科学技术学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY

主 任	任官平				
科学顾问	王文兴	郝吉明	孟 伟	曲久辉	
副 主 任	易 斌	张远航	胡洪营	金相灿	柴发合
	周 琪				
常务编委	刘 平	全 浩	田 静	吴舜泽	李广贺
	乔寿锁	鲍 强	罗元锋		
编 委	(按姓氏笔画排序)				
	万 军	王人洁	王 伟	王体健	王 坤
	王 韬	王 睿	孔繁翔	卢少勇	叶兴南
	叶 春	吕亚东	吕锡武	朱利中	朱 彤
	庄炳亮	刘文君	刘 永	刘 越	杨 军
	杨林章	李孝宽	李秀金	李金惠	李润东
	李 晶	李 新	吴吉春	吴忠标	汪群慧
	宋立荣	张永生	张庆竹	张建辉	张俊丽
	张彭义	张 斌	张毅敏	陈义珍	陈英旭
	陈建民	陈雄波	邵春岩	武雪芳	周连碧
	郑春苗	郑 蕾	赵以军	赵由才	赵好希
	胡华龙	钟流举	姜艳萍	姜 霞	骆永明
	秦伯强	徐 欣	高 翔	郭新彪	黄民生
	蒋建国	辜小安	焦风雷	翟国庆	

序

科学技术作为人类智慧的结晶,不仅推动经济社会发展,而且不断丰富和发展科学文化,形成了以科学精神为精髓的人类社会的共同信念、价值标准和行为规范。学科的构建、调整和发展,也与其内在的学科文化的形成、整合、体制化过程密切相关。优秀的学科文化是学科成熟的标志,影响着学科发展的趋势和学科前沿的演进,是学科核心竞争力的重要内容。中国科协自 2006 年以来,坚持持续推进学科建设,力求在总结学科发展成果、研究学科发展规律、预测学科发展趋势的基础上,探究学科发展的文化特征,以此强化推动新兴学科萌芽、促进优势学科发展的内在动力,推进学科交叉、融合与渗透,培育学科新的生长点,提升原始创新能力。

截至 2010 年,有 87 个全国学会参与了学科发展系列研究,编写出版了学科发展系列报告 131 卷,并且每年定期发布。各相关学科的研究成果、趋势分析及其中蕴涵的鲜明学术风格、学科文化,越来越显现出重要的社会影响力和学术价值,受到科技界、学术团体和政府部门的高度重视以及国外主要学术机构和团体的关注,并成为科技政策和规划制定学术研究课题立项、技术创新与应用以及跨学科研究的重要参考资料和国内外知名图书馆的馆藏资料。

2011 年,中国科协继续组织中国空间科学学会等 23 个全国学会分别对空间科学、地理学(人文-经济地理学)、昆虫学、生态学、环境科学技术、资源科学、仪器科学与技术、标准化科学技术、计算机科学与技术、测绘科学与技术、有色金属冶金工程技术、材料腐蚀、水产学、园艺学、作物学、中医药学、生物医学工程、针灸学、公共卫生与预防医学、技术经济学、图书馆学、色彩学、国土经济学等学科进行学科发展研究,完成 23 卷学科发展系列报告以及 1 卷学科发展综合报告,共计近 800 万字。

参与本次研究发布的,既有历史长久的基础学科,也有新兴的交叉学科和紧密结合经济社会建设的应用技术学科。学科发展系列报告的内容既有学术理论探索创新的最新总结,也有产学研结合的突出成果;既有基础领域的研究进展,也有应用领域的开发进展,内容丰富,分析透彻,研究深入,成果显著。

参与本次学科发展研究和报告编写的诸多专家学者,在完成繁重的科研项目、教学任务的同时,投入大量精力,汇集资料,潜心研究,群策群力,精雕细琢,体现出高度的使命感、责任感和无私奉献的精神。在本次学科发展报告付梓之际,我衷心地感谢所有为学科发展研究和报告编写奉献智慧的专家学者及工作人员,正是你们辛勤的工作才有呈现给读者的丰硕研究成果。同时我也期待,随着时间的久远,这些研究成果愈来愈能够显露出时代的价值,成为我国科技发展和学科建设中的重要参考依据。

A stylized handwritten signature in black ink, likely belonging to Chen Yong, positioned above the date.

2012年3月

前 言

近年来,在科学发展观的引领下,我国环境科技面向经济发展和环境保护的主战场,为适应环境保护历史性转变的科技发展要求,开拓创新,深入贯彻落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》的任务部署,大力实施《国家环境保护“十一五”科技发展规划》规定的目标和任务,取得了较大成绩。2007年,全国化学需氧量(COD)与二氧化硫排放量首次出现“双下降”;“十一五”也较以往排污总量大幅下降,减排目标超额实现,这集中反映出五年来我国环保工作取得新的积极进展,而作为引领与支撑我国环境保护事业发展的环境科技也在基础和应用基础研究、技术研发以及能力建设、人才培养等方面取得了丰硕成果,为各项环保目标的实现奠定了坚实的基础。

值“十二五”开局之年,举全学会之力,调动各方资源,进一步梳理学科知识体系,总结近年来的学科进展,展望“十二五”发展趋势,恰逢时机。本报告以回顾、总结近年来的环境学科领域取得的主要研究进展为重点,选取水、气、固、噪声、土壤等环境要素和环境规划学进行了重点研究。报告包括1个综合报告和6个专题报告。综合报告主要是综述“十一五”期间整个环境学科的重点研究进展,在科学客观评价主要专业领域发展现状、水平、取得的突破性成果的基础上,结合环境保护事业发展的重大需求,提出环境学科未来5~10年的研究开发重点与方向。专题报告主要回顾和评述近几年国内在该学科(或领域)中的研究进展,涵盖该学科(或领域)每个研究方向(包括基础领域研究进展、应用领域研究进展、工程技术开发进展等),并进行国内外比较分析,指出战略需求、发展趋势及发展策略等。报告文献来源于实施年度范围内公开发表的国内外该学科(或领域)的重点学术期刊的文章,该学科(或领域)的重要国际、国内学术会议文章及专利,引用基本遵循了“严格引证”的原则。

为保证本报告在同行中的认可程度,我会成立了编委会和编制办公室,建立了1个综合报告专家组和多个依托于分支机构的专题组,确定了首席专家组全面指导、专题分支机构主任委员责任制相结合的责任制度,共计有150位

专家、学者组成的专家组参加了综合报告和专题报告的研究和撰写,学会秘书处在整个编制过程中发挥了牵头作用。在此,我会诚挚地向参与本报告研究工作的专家、学者表示深深的谢意!同时,也向为本书出版付出辛勤劳动的工作人员表示感谢!

由于时间有限,疏漏与不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

中国环境科学学会

2012年1月

目 录

序	韩启德
前言	中国环境科学学会

综合报告

环境科学技术学科发展研究	(3)
一、引言	(3)
二、环境科学基础理论研究主要进展	(4)
三、环境科学与技术研究主要进展	(7)
四、环境科学技术的重大应用成果	(40)
五、能力建设	(45)
六、趋势与展望	(47)
参考文献	(51)

专题报告

水环境科学技术发展研究	(57)
大气环境科学技术发展研究	(90)
固体废物处理处置技术发展研究	(134)
噪声污染控制发展研究	(156)
土壤和地下水污染防治控制研究	(172)
环境规划学发展研究	(189)

ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report

Report on Advances in Environmental Science and Technology	(211)
--	-------

Reports on Special Topics

Advances in Water Environmental Science and Technology	(213)
Advances in Atmospheric Environmental Science and Technology	(213)
Advances in Solid Waste Treatment	(215)
Advances in Noise Pollution Control	(215)
Advances in Soil and Groundwater Pollution Control	(216)
Advances in Environmental Planning	(217)

综合报告

环境科学技术学科发展研究

一、引言

环境类学科(下称环境学科,本报告使用这个名称)是在人类社会认识和解决环境问题的过程中孕育并逐渐发展起来的一门综合性交叉学科,主要研究人类社会经济系统与环境系统之间的相互作用规律,调控二者之间的物质、能量与信息的交换过程,进而寻求解决环境问题的途径和方法,以实现经济社会与环境的协调和持续发展。

我国的环境学科发轫于 20 世纪 70 年代中后期,在传统学科致力于解决环境问题的过程中产生了环境化学、环境地学、环境生物学、环境监测、环境规划与管理、环境经济学与环境法学等多个学科专业与研究方向,初步形成了环境学科的基本框架。环境学科在 20 世纪 80、90 年代得到快速发展,人类解决环境问题的社会实践不断丰富环境学科的内容,不断深化学科的内涵,并给环境学科不断注入新的活力,1998 年“环境科学与工程”作为环境学科的核心已成长为独立的一级学科(下设环境科学和环境工程两个二级学科)。至今,环境学科进入到平稳和深化发展阶段,环境学科被定义为研究人与环境相互作用及其调控的学科,明确提出了问题导向型、综合交叉型和社会应用型等三大学科特征,形成了相对完整的学科体系、知识体系和人才培养体系,并在学科基本理论和方法学体系的构建中取得了积极进展。

改革开放 30 多年来,随着我国进入工业化、城镇化快速发展阶段,发达国家两三百年来经历的环境问题在我国已集中显现,凸显了我国环境问题的复杂性和解决环境问题的艰巨性。在此形势下,环境学科面临支撑我国实现全面建设小康社会的巨大挑战,同时,认识和解决中国环境问题的任何突破都将是对人类社会的重大贡献,环境学科的发展也面临极佳的战略机遇期。“十一五”期间,在科学发展观的引领下,我国环境学科面向经济发展和环境保护的主战场,积极探索中国环保新道路,深入落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)》,大力实施《国家环境保护“十一五”科技发展规划》,在基础和应用基础研究、技术研发以及能力建设、人才培养等方面取得了丰硕成果,支撑了国家超额完成全国化学需氧量与二氧化硫排放量减排的约束性指标,部分成果产生了良好的国际声誉,为 21 世纪环境学科的蓬勃发展奠定了基础。

本报告按照中国科协编制学科发展报告的规范,从环境基础学科、环境介质及技术要素(水、大气、固废、声、土壤)、决策支持(环境规划)等角度对近年来环境科学与技术的研究进展进行梳理和评述,力求反映这一时期环境科技的总体进展和重大成果。

二、环境科学基础理论研究主要进展

(一)环境化学

环境化学既是环境科学的重要分支,也是环境科学的核心组成部分,环境化学的理论和方法是环境科学研究与发展不可或缺的基石和工具。与国际环境化学学科历经第二次世界大战以后至20世纪60年代初的孕育阶段、20世纪70年代和20世纪80年代以后的发展完善阶段相仿,我国的环境化学学科也是在解决环境问题过程中同步发展的。早期的环境化学根植于化学这一传统学科理论基础之上,然而随着新型环境污染类型不断涌现,新的环境行为和污染物致毒模式不断发现,环境问题日趋复杂,单纯的传统学科理论移植与方法借鉴已不能完全满足环境化学学科发展的需要。在此挑战之下,环境化学顺应时代与学科发展的需要,逐步建立与发展自身的理论体系。继1988年基金委化学部设立“环境化学学科组”,1992年分析化学学科更名为分析化学与环境化学学科之后,1996年国家自然科学基金委员会出版了我国第一个环境化学学科发展战略研究报告《自然科学学科发展战略调研报告:环境化学》,其中提出环境分析化学、各圈层环境化学、环境生态化学与污染控制化学(环境工程化学)是我国环境化学的基本分支学科。

近20年来,伴随着研究对象的扩展和学科内涵的进一步丰富,环境化学理论体系进一步得以完善。在环境分析化学方面,各种现代手段快速渗透到环境分析中来,分析速度和自动化程度及灵敏度均获得了空前提高,环境分析的角色从被动提供数据转向全面主动参与环境问题的解决。而污染物微界面吸附理论的提出与同步辐射等方法的应用使得各圈层环境化学研究也随之由单一圈层向多介质微界面深化,在分子水平上亚稳平衡态吸附理论颠覆了传统吸附热力学观念,在区域尺度乃至全球层面上,污染物长距离传输机制研究亦获得重要突破。在环境生态化学研究中,环境化学与环境生物学、环境医学的交叉渐趋深化,污染物低剂量长时间暴露所致的复合效应愈加得以重视,而环境污染的健康危害及相关风险削减与阻断研究成为新的学科领域。污染控制化学在研究理念上由以前的被动治理向以风险预防为主的清洁生产、绿色化学、生态工业的思路转变,在污染环境修复技术的化学原理与方法、相关环境材料的制备与应用等方面取得了进展。此外,环境化学自身理论研究得以萌芽。随着计算化学、材料物理、生物信息学乃至非线性系统数值模拟等的发展,理论环境化学的研究内容从早期的有机污染物定量构效关系和稳态系统多介质模型向污染物环境过程化学机制模拟和污染物非稳态体系时空分布模型拓展,目标亦由环境行为预测向微观机理探索过渡,已在污染物环境过程的理论模拟和毒性效应分子机制研究方面形成了一个极具活力的学科生长点。2002年环境化学成为基金委化学部的独立学科。2004年和2011年国家自然科学基金委员会的报告确定将1996年提出的环境分析化学、各圈层环境化学、环境生态化学与污染控制化学(环境工程化学)等环境化学分支学科增设为环境分析化学、环境污染化学、污染生态化学、污染控制化学和理论环境化学^[1]。

“十一五”期间,环境化学研究取得了巨大进步,我国环境化学学科基础理论体系渐趋

完善。然而,我国环境化学各分支学科的发展态势并不均衡,污染生态化学方向发展略显迟缓,而环境污染过程和理论环境化学领域相对薄弱,亟须在未来学科布局中重视相关学科交叉并加大支持力度。

(二)环境生物学

近5年环境生物学研究进展主要涉及环境微生物多样性、污染控制、废物资源化与能源、环境监测等领域。

在环境生物多样性及资源开发方面,近5年,以高通量测序(焦磷酸测序^[2]、illumina测序^[3]等)和芯片(Geochip技术^[4]等)为代表的基因组学技术、宏转录组学及蛋白质组学技术,同位素技术等在各种环境的应用中不断发展。单细胞基因组技术、单分子测序技术正在带来新的飞跃。氮循环微生物学(尤其是厌氧氨氧化和古菌氨氧化)、极端环境微生物等方面研究取得丰硕成果^[5]。环境微生物地理学^[6,7]、生物种间关系^[8-10]及调控代谢网络^[11]、微生态与气候变化^[12,13]等研究也十分活跃。

在污染控制与环境修复生物学方面,节能与资源化成为污染控制的主要诉求^[14]。厌氧氨氧化、好氧颗粒污泥^[15]、好氧或厌氧膜生物反应器^[16,17]、人工湿地^[18]等相关生物学研究不断推动着这些高效低耗技术的发展。场地修复生物学研究,借助组学、同位素、化学鉴定技术的发展,在微生物及其构成解析、功能基因及代谢流分析等多方面取得新进展。溢油事件中海洋污染生态学研究积累了重要成果。纳米材料、全氟化合物、有害转化产物、抗生素及抗性基因等相关生物学研究都有重要进展^[19-21]。

在废物资源化方面,近年来基因组学的变革,使得利用微生物系统生产工业相关化合物的技术取得了重大进展。微生物发酵产氢、乙醇和甲烷^[22,23]、微生物电解池、微生物电池、生物合成聚羟基烷酸酯(PHAs)、生物农药^[24]、蛋白饲料^[25]等方面都取得了很大进展,对其中的微生物、代谢调控和关键酶系等方面的本质性认识等都取得重要进展。

在生物监测技术方面,目前研究较多的主要有聚合酶式反应技术(PCR技术)、生物芯片技术、生物传感器、酶联免疫监测等。多重实时定量PCR技术、生物芯片的应用提高了环境微生物检测技术的局限性及检测速度,和基因芯片相比,高通量测序可以对转录组直接测序,得出目标基因的详细信息,因此,可能会代替基因芯片技术^[26]。生物传感技术的感应原件主要有蛋白质抗体、核苷酸适配子、糖类和抗菌肽等,而无机感应原件和纳米技术会在感应器中应用已经逐步显露其优势^[27],监测灵敏度和种类都有很大提高。

未来5年,以超高通量组学技术为代表的新方法将广泛应用,传统环境生物理论不断得以验证或摒弃的同时,将催生新理论和新学科分支。与氮循环、极端环境、高效资源化治污技术、场地生物修复、新兴污染物生物转化相关研究仍是重要领域,环境生物网络、全球气候变化与环境生物关系等领域将明显发展。生物监测应该发展更快、更简单和更可靠并能够实现实时、在线的、同时监测数种指标的生物监测系统,新污染物的生物监测方法。随着科技的发展和成本的降低,更多的原料可以用来做生物发酵的底物,包括生物质和垃圾,从而生产出合适的经济的生物能源。

(三)环境地学

地球科学是人类认识地球的一门基础科学。它以地球系统及其组成部分为研究对

象,探究发生在其中的各种现象、过程及过程之间的相互作用,以提高对地球的认识水平,并利用获取的知识为解决人类生存与可持续发展中的资源供给、环境保护、减轻灾害等重大问题提供科学依据与技术支撑。人类对地球奥秘的探索精神,社会经济发展对资源利用以及生活质量的提高对环境保护和自然灾害防治的日益增长的巨大需求,始终是地球科学发展的驱动力。

环境地学是环境科学最早与自然科学发生交叉的三大分支环境地学、环境化学和环境生物学之一,是环境科学可持续发展理论体系和创新方法的重要基础和实用工具,且与国际上环境科学发展阶段基本同步。按照环境地学空间划分原则,不同空间尺度的环境问题主要有:全球环境变化、区域/流域尺度环境问题和人口密集区城市/乡村环境问题。环境地学主要研究内容包括^[28]:人类活动和地理环境的相互关系;大尺度下化学物质的迁移转化规律及其与环境质量和生态系统健康的关系等;气候、环境与人类活动的相互关系以及环境的改善与调控等。环境地学具有整体性、时空性和自然-社会双重性等特点。

20 世纪 60 年代,环境问题日益突出,地理学家、物理学家和化学家等对环境问题共同进行调查,有别于传统地学以学科分化研究为主线,当代环境地学的宏观发展趋势更强调系统论思想和学科交叉研究,研究内容特别强调人类活动对地球环境与气候的影响和反馈,以及人地关系的协调,环境地学在整体化研究的过程中,逐渐发展成为一个独立的环境科学分支。20 世纪 70 年代起中国第一代具有地理学背景的环境地理学家,如刘培桐先生等为环境地学的发展做出了卓越的贡献。

进入 21 世纪以来,人类社会面临着生存、环境和发展的严峻挑战,中国更是面临全球环境变化、国家可持续发展战略和区域环境问题复杂程度高三大挑战。2006—2010 年期间,环境地理学资助力度始终为地学部资助的重点领域,2012 年度国家自然科学基金委员会地学部项目指南明确指出,环境地理学是地理学中的重要分支,侧重重大工程建设的生态环境效应;温室气体排放及污染物在地表环境中迁移、转化、分异研究,关注风险评估与公共安全的环境影响。此外,区域可持续发展等研究方向也是地球科学办理资助的重要方向。运用地球系统科学的思想开展研究是科学解释陆地表层复杂系统的关键。陆地表层系统研究尺度向微观和宏观两个方向扩展,借鉴和使用相邻学科的数据采集、数据分析方法和技术成为发展的潮流。针对宏观尺度下复合环境问题,全球环境变化、流域环境风险及城市生态系统模拟成为学科前沿和研究热点,并取得了很大进展。

黑河流域生态-水文过程集成研究成为 2012 年度国家自然科学基金项目指南中 8 个重大研究项目之列。该重大研究计划以我国黑河流域为典型研究区,从系统思路出发,通过建立我国内陆河流域科学观测-试验、数据-模拟研究平台,认识内陆河流域生态系统与水文系统相互作用的过程和机理,建立流域尺度自然资源与环境管理模型。

近年来我国环境地学已取得了面向学科发展和国家需求两个方面有积极意义的系列创新成果。但还应该看到,对于全球气候变化和经济一体化大背景下,与可持续发展战略和国家环保“十二五”规划的实现还有一定的差距,宏观尺度复合生态环境问题和绿色能源战略相关的复杂系统问题还有巨大的发展空间。中国人口和经济高速发展,对环境产生冲击和压力加剧,不仅出现了新的复合环境问题,而且还与自然环境的生态过程如生物多样性减少等相耦合,同时环境社会学也将成为一个新的发展趋势,这就要求环境地

学不断开拓创新,在参加这些综合性和大尺度环境项目中,进一步发挥环境地学学科特点,提供科学与技术支撑。环境地学还需要加强与自然科学、社会科学、工程学和其他环境科学分支学科的融合与交叉,以探索解决环境问题的有效途径。

三、环境科学与技术研究主要进展

(一)水环境科学与技术

与过去相比,水环境问题表现出显著的复合性、流域性、复杂性特征,严重危及水环境安全、水生态健康以及饮用水安全,成为我国经济社会可持续发展的巨大障碍。

近年来国家加大了水污染治理力度,增加了水污染治理研究与技术开发经费投入,以国家水专项、“863”、“973”计划项目等科研项目为科技支撑,以河流湖库控源减排、水质改善与饮水安全保障、水生态系统修复、水质监控预警为水污染防治关键技术为重点,在全国范围内开展了大规模的水环境保护与污染治理的科学研究及技术开发,取得了可喜的成果并呈现出战略思想及污染控制技术重点的转变。

1. 流域水环境管理及技术

(1)流域水环境管理研究

近年来,在构建流域水污染防治技术体系、探讨适合我国国情的流域水环境综合管理制度及长效机制方面取得重要进展。在流域管理上,引进生态区化理论,开发了流域水生态功能分区与水环境质量目标管理技术,从以行政区域为主的水环境管理模式向“分区、分类、分级、分期”多维水环境管理模式发展。初步建立了我国流域水生态功能分区理论体系与区划技术方法,在全国完成了一级水生态功能区划,在重点流域“三河三湖一江一库”完成了二级水生态功能区划,在太湖和辽河流域完成了水生态功能三级区划和控制单元划分。

在流域水环境系统模拟与生态承载力计算方面,建立了流域水环境系统演变驱动过程解析与多要素耦合的流域水环境演化过程仿真模型、流域水生态承载力评价指标体系以及基于3类数学方法的流域水生态承载力计算方法,对太湖典型研究区水生态承载力进行了计算和评价;建立了以水生态承载力指数为基础的水生态系统安全状态判别标准,提出太湖流域水生态承载力理论体系和评价技术体系^[29]。

在水污染控制上,开始出现由总量控制向容量总量控制方向转变,建立污染控制与水质目标的对应关系,将宏观目标总量控制与基于控制单元水质目标的容量总量控制相结合,研究人员结合美国TMDL计划的污染物分配思路和方法,对南水北调山东段沿线城市、武汉市东湖水体的污染物总量进行分配,促进了水环境治理工作顺利展开。

在调水引流技术方面,更加注重整个水生态系统的功能平衡与资源保护,新研发了调水引流线路优化与水力调控技术、输水河道水质保障关键技术、大型水库防控支流水华的三峡水库多目标调度技术等。其中,在三峡水库初步建立了不同水量调度条件下的水流水质观测信息平台,开发了一套复杂条件下水质水量联合优化调度的方法体系,建立了复杂条件下三峡水库多目标优化调度决策系统,开展了调度技术综合数据库系统、决策支持

及仿真系统的研究。

(2) 水质监测、预警与应急技术研究

在水质监测、预警技术研究方面,在重点完善现有国家水环境监测技术体系的基础上,研发集成生化、光电、传感器、网络和空间信息技术,建立集卫星遥感、近地面高光谱监测、地基激光雷达与水质在线监测为一体的立体监控平台,实时监测分析相关指标,结合湖泊水动力学模型、藻类生长、输移和扩散模型,对蓝藻水华的发生、暴发进行科学监测和预警。同时,初步建立了不同类型流域水环境风险评估与预警技术方法,控制阈值方法与应急控制技术体系,流域饮用水源、城市景观水体、河口水环境预警指标体系、预警阈值和预警模型,在太湖流域、辽河流域和三峡水库环境管理决策中得以应用,对示范流域的重大水环境风险问题提出风险评估预警报告。

水专项提出了工业、城镇生活污染负荷核算与总量核定的技术框架;拟定了典型调查、监测方案与模拟试验的技术方案,构建了水污染源风险评估指标体系,建立了沉积物、水生生物质量评价技术框架,形成基于 4~5 种生物毒性测试的废水/污水综合毒性分级评价技术;针对事故型环境风险,建立了应急评估技术方法,构建了水环境风险预警技术框架,并开发了一、二、三维水动力学水质模型以及嵌套模型的预警模型;制定了流域水环境风险评估与预警平台构建共性技术标准体系框架、流域水环境数据信息资源共享管理办法。

在重大环境污染事件应急技术研究方面,开展了重大环境污染事件的特征污染物实验室检测与快速处理技术研究,尤其针对典型液态有机污染物的爆炸或泄漏方式及其污染阶段,研发高效阻断、快速削减和安全处理关键技术,构建技术集成系统和信息库,形成了多级处理处置应急技术系统,并在重大污染事件处理与处置中成功应用,得到了地方政府和环保部的高度评价。

(3) 水环境管理信息平台构建

对 10 大流域、51 个二级流域、600 多个水系、5737 条河流、980 个湖库进行了水环境功能区划分,将水环境现状、管理目标以及地表水环境质量标准对应到近 1.3 万个水环境功能区,形成了以地理信息系统(GIS)为工具、以 1:25 万标准电子地图为平台,省市两级、数据表和数据图两种表现形式的工作成果。初步构成了数字水环境管理工程数据支撑,形成了数字化的全国水环境功能区划系统的基本框架。2009 年,建成了《全国湖泊(水库)水环境调查数据管理平台》,实现了对湖泊(水库)水环境调查数据和城市集中式饮用水水源地环境调查数据的数据查询、文档管理、数据上报、统计汇总等管理功能,为进一步利用相关数据进行水源地管理提供了信息化支撑。

2. 河流、湖泊水环境污染控制及技术

在江河、湖泊水环境综合整治与污染控制研究方面,初步提出了解决我国河流、湖泊水污染和富营养化治理的基本理论体系框架,攻克了一批具有全局性、带动性的水污染防治与富营养化控制关键技术;形成了河流、湖泊水污染和富营养化控制的总体战略途径。为我国今后不同类型河流、湖泊富营养化治理提供了成套技术与管理思路。

(1) 河流水环境综合整治研究及技术

近年来,针对我国河流水污染严峻的现状,选择不同地域、类型、污染成因和经济发展