

# 辽河流域水污染治理和水环境管理技术体系构建

## ——国家重大水专项在辽河流域的探索与实践

孟 伟

(中国环境科学研究院环境基准与风险评估国家重点实验室,北京 100012)

**[摘要]** 水体污染控制与治理科技重大专项是国家中长期科技发展规划的16个重大专项之一,辽河流域是国家水污染治理的重点流域。在总结辽河流域水环境问题的基础上,阐述了水专项在辽河流域构建水污染治理和水环境管理两大技术体系的目标、思路、框架和内容。通过“十一五”的实施,水专项已经在辽河流域成功实施了流域水生态功能分区、水质基准制定、流域水生态承载力、控制单元水质目标管理、重点工业行业水污染治理以及水环境风险预警与风险管理等关键技术示范。两大技术体系的构建与实施对辽河流域的水质改善和生态恢复发挥了积极明显的作用。辽河流域已经初步形成流域统筹、“分区、分类、分级、分期”的水环境管理新模式,为流域水质目标管理在全国的推广起到了很好的示范作用。

**[关键词]** 水污染治理;水环境管理;技术体系;水专项;辽河流域

**[中图分类号]** X323 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2013)03-0004-07

### 1 前 言

流域水污染控制是一项长期、复杂和艰巨的系统工程,需要通过水污染治理和水环境管理两个技术手段共同完成。建立先进的水污染治理技术和科学的水环境管理体系,对建设生态文明、实现科学发展具有重大的战略意义。多年来世界上许多国家和地区通过水污染治理和管理技术的创新和突破,成功地解决发展中曾经面临的水污染问题,取得了很好的效果。美国根据1972年颁布实施的《清洁水法》,在流域水环境管理方面开展水生态分区、水环境基准、容量总量控制等措施<sup>[1,2]</sup>,以水生态系统完整性保护为目标,实施流域日最大负荷分配(TMDL),对不同流域进行区域性管理;在水污染治理方面,实行了严格的水污染物排放限值与削减技术,如最佳实际控制技术(BPT)、最佳常规污染物控制技术(BCT)、最佳经济可行技术(BAT)以及农业面源污染的最佳管理措施(BMPs)等<sup>[3]</sup>,极大地推动

治理技术创新,形成了水污染治理技术体系,保障了流域的水质保持或改善。欧盟在2000年颁布了《欧盟水政策管理框架》,提出要以水生态系统健康保护为基础的流域综合管理模式,要求根据水体类型确定水体的参考条件,根据参考条件评价水体生态状况,确定生态保护和恢复目标,实施淡水生态系统综合管理<sup>[4,5]</sup>。我国流域污染控制已经历了30多年的发展历史,虽然取得了一些成果,但仍未建立起现代的水环境管理技术体系,行业缺乏污染控制的最佳技术,难以满足我国未来工业化、城镇化和农业现代化发展的管理需求。因此,我国急需建立一套完整的技术体系,用以解决中国的流域水污染治理和管理问题,而建立水污染治理技术和水环境管理技术两个体系则是关键。

为此,《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》明确提出了要实施“水体污染控制与治理科技重大专项”(简称水专项),选择10个重点流域,开展水体污染控制与治理的研究与示

**[收稿日期]** 2013-01-18

**[基金项目]** 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2008ZX07526,2008ZX07208)

**[作者简介]** 孟 伟(1956—),男,山东青岛市人,中国工程院院士,主要从事流域水污染控制与管理研究;E-mail:mengwei@craes.org.cn

范,通过理念创新、技术创新和管理创新,构建两个技术体系,力求解决水污染治理技术的关键问题,为我国流域生态文明建设提供技术支撑。辽河流域是水专项实施的10个重点流域之一,本文以辽河流域为例,系统介绍了水专项在辽河流域的两个技术体系构建与示范进展,以及该技术示范为实现辽河退出“三河三湖”水污染重点防治行列、恢复辽河流域生态系统健康和实施生态文明流域建设方面所提供的有力技术支撑。

## 2 辽河流域水生态环境问题

辽河流域位于我国东北地区西南部,地跨河北、内蒙古、吉林和辽宁四省区,是重要的钢铁、机械、建材、石油、化工、粮食和畜牧业基地。社会经济的发展对水环境造成持续压力,辽河流域水污染严重,主要污染物排放量远远超过受纳水体环境容量。2007年,辽河流域主要河流化学需氧量(COD)、氨氮( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ )的实际排放量分别为 $4.07 \times 10^5 \text{t}$ 和 $4.2 \times 10^4 \text{t}$ ,分别超过水环境容量1.0倍和3.7倍<sup>[6]</sup>;2008年两项指标分别超过水环境容量0.5倍和3.3倍<sup>[7]</sup>。截至2011年,辽河水系37个国控断面中,IV-V类和劣V类水质断面比例达到59.5%<sup>[8]</sup>,城市河段污染尤为严重。检出新型的有毒有害、难降解、特征污染物,辽河流域特征污染物共7类60种,其中多环芳烃、取代苯类、酚类和有机氯农药为主要特征污染物。而农业面源在整个流域污染物中所占比重愈来愈大。

长期以来,水污染严重破坏了辽河流域水生态系统健康。对比20世纪70年代数据资料,东辽河与辽河干流鱼类物种丰度锐减,由资料记录的99种下降至2010年调查发现的29种<sup>[9]</sup>。其中,鱼类群落结构简单化、渔业资源小型化现象严重,而养殖导致的外来物种入侵比例明显增加。 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、COD等污染指标对水生生物群落组成产生限制作用,敏感物种分布范围狭窄,而耐污型藻类、大型底栖动物等水生生物分布广泛。辽河流域70%以上河段处于亚健康状态,水生态系统健康状况总体较差。

## 3 辽河流域治理与管理的科技需求

### 3.1 构建以水生态系统健康为目标的流域分区管理模式

目前,辽河流域的水环境管理主要是以行政区为单元的水质目标管理模式,人为地割裂了污染物

从源到汇的传输过程,增加了上下游行政区的环境管理难度,未能从流域层面对河流进行统筹管理;水质管理的目标是单一的水体污染物,对生态系统的保护尚未重视。从20世纪80年代开始,基于水生态系统安全的环境管理日益成为国际水环境管理的主流,强调从生态系统健康角度进行管理<sup>[10]</sup>。在此理念下,国际的水环境管理已经从污染控制向生态管理的方向发展,追求生态系统的完整性,评价指标也已经从化学指标向生物指标的方向发展,并根据水生态系统的差异性进行分区管理<sup>[11]</sup>。因此,需要在辽河流域开展以水生态系统健康为目标的流域水生态功能分区,以此为基础制定水生态保护目标、水质基准、总量控制、污染治理方案以及适合当地经济发展与环境保护的策略。

### 3.2 健全流域的水环境质量基准和标准体系

我国现行的水质标准是参照发达国家的水质基准和标准限值建立的,在过去几十年的环境管理中发挥了重要的作用,但随着水环境管理水平的不断提升,其弊端逐渐显现出来<sup>[12]</sup>。首先,水质基准研究基础薄弱。一些水质指标具有显著的区域差异性,同时因为生物种群、生活方式的不同,其毒理效应也表现不同,因此只有制定本国的水质基准才能够为水质标准制定奠定基础。其次,水质标准指标体系不完全。我国的水质标准主要包括化学和物理指标,缺乏水生生物、营养物、生态学等类型的指标,不能对水环境质量进行客观的评价,也不能反映各类水生态功能对不同水质指标的具体要求,难以满足水环境管理的需求。再次,没有分区执行水质标准。全国各流域水生态系统差异显著,而全国执行统一的水质标准显然不符合环境保护的国情。因此,急需在辽河流域水生态功能分区的基础上,构建一套完整的水环境基准和标准方法体系,为我国面向水生态安全保护的水污染控制战略的实施提供决策支持。

### 3.3 建立基于水环境容量的污染物总量控制技术

我国的水污染控制从“九五”开始实施目标总量控制技术,即根据管理上能达到的允许限额,来确定允许排放的污染物总量<sup>[13]</sup>。目标总量控制以行政区为单位,采用了“一刀切”的模式,减少了污染物排放量,一定程度上遏制了流域水质恶化的趋势。但是,总量控制目标没有考虑水环境容量和水生态承载力,往往使污染物削减与水质改善相脱节,水质改善效果不够明显。这一问题在辽河流域

尤为突出,污染物负荷远超过流域生态承载力和环境容量,严重制约了流域经济社会可持续发展。因此,有必要在辽河流域开展容量总量控制技术研究,借鉴TMDL等先进的总量控制模式<sup>[14]</sup>,找出污染物排放与水质标准之间的相关关系,建立新的污染物排放分配模式,为控制单元排污许可证实施提供有力支持。

### 3.4 突破流域主要污染源的污染治理关键技术

辽河流域是我国的重工业基地,冶金、化工、轻工、制药、印染等行业污染突出,污染负荷占流域工业污染负荷的70%以上,呈现出明显的重化工业为主的结构性污染特征。随着国家沈阳经济区战略的实施,工农业污染和城镇化造成的环境压力继续增大。自辽河流域列入国家重点治理的“三河”以来,重化工业行业污染治理一直是污染治理的重点,然而传统的治污以末端治理为主,缺乏流域和行业统筹。应综合考虑清洁生产源头减污、过程控制和末端治理全过程,建立污染控制与资源化结合的经济技术可行的技术体系<sup>[15]</sup>。为了有效控制辽河流域以重化工业污染为主的行业污染,急需依靠科技创新突破全过程污染控制核心技术,建立最佳可行技术评估方法,进行传统和创新技术的筛选、评价和集成;在注重点源污染控制的同时,研发面源污染控制、河流水环境和水生态修复技术,形成覆盖重点行业、生活点源、农业和农村面源以及水环境的辽河流域水污染治理技术体系,支撑流域污染治理技术的产业化发展和水污染控制的管理。

### 3.5 形成完善的流域水环境预警与风险管理体系

突发性环境污染事故是威胁人类健康、破坏生态环境的重要因素。辽河流域化工企业众多,且集中在沈阳、鞍山等人口密集区,有毒有机污染风险对人体健康造成巨大安全隐患;辽河干支流上修建有大中小型水库700余座,切断了河流纵向连通性,阻碍溯河产卵与降河产卵鱼类洄游,不可避免地在水生态系统带来了潜在风险。目前,我国尚未建立以流域为单元的水污染事故有效应急机制,缺乏水污染事故“预防、预警、应急”三位一体的管理体系和流域水污染应急监测管理体系<sup>[16]</sup>。辽河流域的水环境风险评估、风险管理及预警能力建设也十分薄弱,因此,开展流域水环境质量风险评估体系及预警技术研究,构建先进实用的风险评估及预警平台,为辽河流域乃至全国水环境质量管理提供必要的技术支撑是水环境管理的迫切需求。

## 4 辽河流域水污染治理和水环境管理技术体系构建思路

### 4.1 理念转变

在辽河流域建立水污染治理技术和水环境管理技术体系,首先要从理念上完成四个转变,即水质达标管理向水生态健康管理转变;目标总量控制向容量总量控制转变;行政区管理向流域管理转变;被动式应急管理向主动风险管理转变。以流域水质保障与水生态安全为目标,创新流域水环境管理技术模式,形成流域水质目标管理整装成套技术。

### 4.2 总体目标

水专项力图通过理念创新、技术创新和管理创新,构建辽河流域水污染控制与治理技术体系和水环境管理技术体系,开展典型河段和重点地区的综合示范,提升流域水环境管理水平、污染综合防治能力、经济社会的可持续发展能力,为流域水环境综合整治和饮用水安全保障提供技术与经济可行的技术支撑。

水专项在辽河流域综合示范将分三个阶段实施:第一阶段是“十一五”期间,主要任务实现关键技术突破与技术示范,关键技术示范区的水环境质量明显改善;第二阶段是“十二五”期间,主要任务是完成技术集成与流域管理示范,形成整装成套技术体系并实现业务化运行,综合示范区水环境质量明显改善;第三阶段是“十三五”期间,实现关键技术的规范化、规模化和产业化运行,产生明显的经济社会和环境效益,支撑流域生态建设,综合示范区生态系统健康基本恢复。

### 4.3 两大技术体系基本内容

两大技术体系的构建是水专项实施流域目标的核心手段,其内涵是以“分区、分级、分类、分期”理念为指导,以水生态安全和人体健康为目标,以容量总量控制和污染控制技术为主线的一套流域管理和治理的综合技术体系<sup>[17]</sup>。

辽河流域两大技术体系主要内容包括质量控制、总量控制和风险控制三大技术措施。质量控制技术措施是通过划定水生态功能区,识别不同的生态功能区保护物种和生态系统功能,制定具有区域差异的水环境质量基准,开展流域生态承载力评估与调控,实施流域生态修复。质量控制技术涵盖了水生态功能区、水环境质量基准标准、水生态承载

力等技术环节。总量控制技术措施是根据水环境质量标准,针对不同控制单元,实施污染物排放容量总量控制,确定各类污染源允许排放负荷,实施最佳污染治理技术评估,建立排污许可证管理体系。总量控制技术包含了控制单元、容量总量控制、最佳污染治理技术评估、排污权许可证等技术环节。风险控制技术措施是建立完善水环境监测技术,构建水环境风险评估与预警体系,形成突发性和累积型风险预警和应急能力。风险控制技术

由水环境监测、水环境风险评估、水环境风险预警与应急决策等技术环节构成。

## 5 “十一五”的任务设置与研究进展

### 5.1 任务设置

“十一五”期间,水专项以两大技术体系为核心,围绕三大技术措施,按照5个技术导向,具体在辽河流域开展了2个主题、4个项目、17个课题的技术研究与示范(见表1)。

表1 “十一五”水专项在辽河流域的任务布局

Table 1 The task layout in Liaohe River basin during the “11th Five-year” plan

主题	项目名称	课题数量
河流水环境综合整治技术与综合示范	辽河流域水污染综合治理技术集成与工程示范	10
	流域水生态功能分区与水质目标管理技术与示范	5
流域水污染防治监控预警技术与综合示范	流域水环境风险评估与预警技术与示范	1
	流域水污染控制与治理技术评估体系研究与示范	1
合计		17

### 5.2 关键技术突破与实施进展

1)流域水生态健康评估与功能分区技术。水生态功能分区的目的是以“分区、分级、分类、分期”流域水环境管理思想,推进从水质达标管理到水生态健康管理的转变,为水生态保护目标制定提供支撑。水专项在辽河流域进行了大规模多频次的全流域水生态调查,调查点440个,共采到浮游藻类143种,着生藻类229种,大型底栖动物161种,鱼类1万多尾,共计36种,分属于7目11科。在此基础上,开展了水生态健康评估、水生态功能评价、水生态功能分区原则、分区体系和量化分区方法等研究。建立了基于物理完整性、化学完整性和生物完整性的水生态系统健康综合评价技术,完成了辽河流域水生态功能一、二、三级分区,共划分为4个一级区、18个二级区、79个三级区,并依据流域水生态功能分区成果,划定了辽河干流保护范围,提出了辽河干流鱼类保护物种名录(30种)。健康评估和功能分区的成果,为辽河流域以水生生物保护为导向的水环境基准的制定提供支持,对全国水生态保护修复和污染控制分区管理策略的实施有很好的指导性。

2)流域水质基准与水环境标准制定技术。为建立以水生生物保护和水生态系统健康为目标的新的流域水质基准标准,水专项在辽河流域开展了

水环境质量演变特征与基准指标筛选、水生生物毒理学基准指标与基准阈值、水环境生态学基准与标准阈值及方法、水环境沉积物基准技术方法、特征污染物风险评估方法与水质标准转化技术等方面的研究。通过“十一五”的实施,水专项结合辽河流域水环境质量管理目标,建立了具有水生态功能区差异性的水质基准制定技术体系,提出了3项基准及标准相关技术导则规范,并针对辽河特征污染物,初步提出三大类12种特征污染物的水环境质量基准建议阈值,强有力地支撑辽河流域两大技术体系的构建,探索出了适合我国国情的水环境质量基准和标准体系制定技术。

3)流域污染容量总量控制技术。为建立流域污染容量总量控制技术,水专项在辽河流域开展了流域水环境系统分析与模拟研究,评估了流域水生态承载力,研究了多目标条件下的流域污染物总量分配技术,完成了辽河流域数字水环境系统集成,并在辽河流域筛选5~8类典型控制单元,建立了控制单元水环境问题诊断、污染物控制指标筛选技术、污染源排放总量核算方法,建立污染源负荷与水质目标之间的输入响应关系,制定了控制单元污染物削减方案。

随着项目的实施,在辽河流域提出了基于水生态承载力的产业结构调整方案,在水生态功能分区

的基础上,结合行政管理需求,在辽宁省辽河流域共划分了94个污染控制单元,选择铁岭、抚顺、盘锦、四平4个行政区内27个控制单元,开展了水质目标管理技术示范。流域污染容量总量控制技术从流域整体层面建立了总量控制管理方案,形成了相对完善的流域容量总量计算和分配技术体系,弥补了我国流域污染控制与水质达标之间相关性低的不足,有效地推动了水环境管理由目标总量控制向容量总量管理的转变。

4)流域水污染治理关键技术。开展重化工业污染控制、农村面源治理、水环境修复技术研发与集成。突破了冶金焦化废水“陶瓷膜过滤-强化硝化反硝化-臭氧催化湿式氧化”技术,解决了挥发酚等物质降解技术难题,实现焦化废水COD由传统A<sub>2</sub>O工艺出水150~200 mg/L降低到20~50 mg/L,达到了国家污水综合排放标准一级要求。研发的石化综合废水“厌氧/好氧-超滤-反渗透”回用技术,解决了高浓度石化废水资源化回用难题,实现大型联合化工企业年削减COD 7 800 t,年节水6×10<sup>6</sup> t,年节约水资源成本1 500万元。突破制药磷霉素钠废水“水解酸化-接触氧化生物共代谢”技术,高生物毒性的磷霉素钠高达20 mg/L时处理出水达到国家污水综合排放标准二级要求;突破制药黄连素含铜废水的“Fe/C微电解-活性炭吸附回收铜”集成技术,可实现吨水(铜离子浓度为2×10<sup>4</sup> mg/L)回收单质铜18 kg,实现废水达标排放与有价成分资源化回收的有机结合。研发的寒冷地区村镇污水“厌氧/好氧-潜流人工湿地”处理技术,解决了冬季污水稳定达标技术问题,降低污水处理成本40%,应用于8个村镇污水处理工程实现COD年削减9 655 t。水专项研发的工业点源污染控制、面源治理、河流修复等关键技术40余项,建设大型示范工程30余项,实现年减排COD 6 000 t。开展了典型行业水污染控制技术和治理技术评估,形成辽河流域水污染控制技术集成体系、最佳可行技术指南和工程技术规范。初步形成了辽河流域水污染治理技术体系,为流域实现“十一五”控源减排目标提供了技术支撑。

5)流域监控预警与风险管理技术。在综合辽河流域水环境特征与水资源利用差异的基础上,针对城市河段、饮用水源地和入海口等不同类型区域开展了水环境风险源识别。围绕中部8个城市工业污染和生活污水造成的常规污染超标、大伙房饮用

水源地受农业及尾矿废水污染、大辽河河口受海区养殖污染等问题,筛选出360个重点风险源。通过污水去向、企业所属行业的特征污染物、常规污染物等指标评估,发现其中23家为特大风险源,72家为重要风险源。分别构建了不同类型水环境污染负荷水质响应模型,搭建了风险预警技术与综合信息管理平台,实现了针对城市水环境风险源超标排放预警、城市水环境质量评价预警、饮用水源地的监控预警的信息化及业务化,对辽河流域水环境日常监控、风险管理与决策分析提供了有效支持作用。

### 5.3 辽河流域水环境管理模式的建立

两大技术体系在辽河流域初步建立,在水污染防治工作中发挥了重要作用,为辽河水环境管理模式的转变提供支持。2010年1月,辽宁省在水生态功能分区的基础上,设立了辽河保护区,开创了我国大江大河全干流建立保护区的先河,建立了流域综合管理的新体制。为了保障保护区建设的顺利实施,辽宁省建立完善了综合治理新机制,颁布了《辽宁省辽河保护区条例》等地方性法规,以法律的形成明确了水污染防治行动;成立了辽河保护区管理局,水利、环保、国土、交通、农林等部门的相关职能均划归管理局,实施统筹规划、集中治理、全面保护。辽宁省政府实施产业结构调整,关闭主要污染企业;制定严格的地方性地表水污染物排放综合标准;制定生态补偿机制,严格控制保护区内的土地利用,退田还水,封育植被。辽河治理的体制机制创新,在全国开拓了河流管理与保护的新模式,发挥了良好的示范作用。

### 5.4 “十一五”水专项对辽河流域水环境改善的支撑作用

“十一五”期间,两个技术体系在辽河流域的全面实施,取得了很好的环境与生态效益。从2008年到2011年,辽宁省GDP实现了由1万亿元到2.2万亿元的跨越,而同期辽河干流COD却下降了67%。2012年底,按国家21项水质指标考核,辽河流域辽河、浑河、太子河、大辽河等河流的36个断面达到或优于Ⅳ类水质标准,全部达到辽河流域治理预期目标;54条监测支流,全部达到或优于Ⅴ类水质标准,摘掉了背负了16年的辽河流域重度污染的帽子。辽河保护区生态环境已进入初级正向演替阶段,植物、鸟类、鱼类、大型底栖动物各类不断增加,辽河入海口斑海豹种群扩大,河刀鱼回游,已开

始带动渤海环境不断改善。

## 6 “十二五”辽河流域水专项任务设置与展望

辽河流域“十二五”发展计划提出了更高的经济目标,新的发展压力给流域生态环境带来更大的挑战,辽河流域水污染防治“十二五”规划目标提出:辽河水系干流COD达到Ⅳ类水平,支流水质明显改善;辽河保护区水生态进一步恢复,实现“河河有鱼”,河流湿地生态系统显著恢复,湿地鱼类及鸟类生物多样性显著提高;辽河水系和浑太水系干流水功能区水质达标率达到30%以上;流域内吉林控制区COD削减8.9%、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 削减10.8%,辽宁控制区COD削减12.4%、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 削减13.7%。

面对新的挑战和压力,为了顺利实现“十二五”目标,水专项将在“十一五”研究成果的基础上,继续完善辽河流域的水污染控制治理技术和水环境管理两大技术体系,共设置3个项目16个课题的研究与示范。在继续开展流域水生态保护目标制定技术、流域优控污染物水环境质量基准研究的基础上,重点解决重污染行业污水达标排放的整装成套技术、支流水环境改善的集成技术、河口湿地复合生态体系恢复与构建技术集成;大力开展石化、制药、冶金、化工及印染5大行业污染负荷削减、河段整治及湿地构建、面源污染控制等示范工程;实现全流域水环境监控预警业务化运行,确保流域污染物排放总量得到有效削减、水环境质量得到明显改善、饮用水安全得到有效保障、水生态环境水平提升,促进流域社会经济可持续发展。

## 7 结 语

全面建立流域水污染治理和水环境管理两大技术体系,任重道远。必须突破传统的单一的水质管理模式,加强流域整体统筹管理,强化以水生态系统健康为目标,力求环境管理的体制、机制与科技创新,建立和推行水污染控制技术评估系统和

评估技术平台,支撑流域水环境管理和决策,真正为辽河流域环境与经济、社会的协调可持续发展保驾护航。

### 参考文献

- [1] Bailey R G. Ecoregions of the United States. Map (scale 1:7 500 000) [M]. U.S.: Intermountain Region Press, 1976.
- [2] Omernik J M. Ecoregions of the conterminous United States (map supplement) [J]. *Annals of the Association of American Geographers*, 1987, 77(1): 118-125.
- [3] United States Environmental Protection Agency. Federal water pollution control act [Z]. Washington D. C.: United States Environmental Protection Agency, 2002.
- [4] European Union Commission. The EU Water Framework Directive—integrated river basin management for Europe [OL]. 2008-12-14. [http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html).
- [5] Moog O, Schmidt-Kloiber A, Ofenbock T, et al. Does the ecoregion approach support the typological demands of the EU ‘Water Frame Directive’? [J]. *Hydrobiologia*, 2004, 516: 21-33.
- [6] 辽宁省环境保护局. 2007年辽宁省环境状况公报[R]. 2008.
- [7] 辽宁省环境保护局. 2008年辽宁省环境状况公报[R]. 2009.
- [8] 中华人民共和国环境保护部. 2011年中国环境状况公报[R]. 2012.
- [9] 解玉浩. 东北地区淡水鱼类[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2007.
- [10] 黄 艺, 蔡佳亮, 郑维爽, 等. 流域水生态功能分区以及区划方法的研究进展[J]. *生态学杂志*, 2009, 28(3): 542-548.
- [11] 孟 伟, 张 远, 郑丙辉. 辽河流域水生态分区研究[J]. *环境科学学报*, 2007, 27(6): 911-918.
- [12] 孟 伟, 张 远, 郑丙辉. 水环境质量基准、标准与流域水污染物总量控制策略[J]. *环境科学研究*, 2006, 19(3): 1-6.
- [13] 夏 青. 流域水污染物总量控制[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1996.
- [14] 孟 伟, 张 楠, 张 远, 等. 流域水质目标管理技术研究(Ⅰ)—控制单元的总量控制技术[J]. *环境科学研究*, 2007, 20(4): 1-8.
- [15] 钱 易, 唐孝炎. 环境保护与可持续发展(第二版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2010.
- [16] 孟 伟, 秦延文, 郑丙辉, 等. 流域水质目标管理技术研究(Ⅲ)—水环境流域监控技术研究[J]. *环境科学研究*, 2008, 21(1): 9-16.
- [17] 孟 伟, 张 远, 张 楠, 等. 流域水生态功能分区与质量目标管理技术研究的若干问题[J]. *环境科学学报*, 2011, 31(7): 1345-1351.

# Construction of technology system for watershed water pollution treatment and management ——exploration and practice of the major water program in Liaohe River basin

Meng Wei

(State Key Laboratory of Environmental Criteria and Risk Assessment, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China)

**[Abstract]** The “Major Science and Technology Program for Water Pollution Control and Treatment” is one of 16 major projects of the national medium and longterm science and technology development plan. The Liaohe River basin is one of key basins for state water pollution control. Based on the summary and analysis of water environmental problems, this paper introduces two technology systems including thought, target, framework, and content for watershed water pollution control and treatment and management in Liaohe River basin. During the “11th Five-year” plan, some research and demonstration projects have been carried out successfully covering aquatic ecological function zoning, water quality benchmarking technology, aquatic ecological carrying capacity, water quality management in the control unit, water pollution control in key industries, and early warning and risk management of water environment. The two technology systems have played a positive significant role in the water quality improvement and ecological restoration of Liaohe River basin. A new water environmental management mode—“zoning, classification, grading, staging” mode— has been established in the whole basin, which will promote the spread of the watershed water quality target management.

**[Key words]** water pollution control and treatment; water environmental management; technical system; major science and technology program; Liaohe River basin