

控制单元水质目标管理技术及应用案例研究

雷坤¹, 孟伟¹, 乔飞¹, 富国¹, 苏保林²

(1. 中国环境科学研究院环境保护河口与海岸带环境重点实验室, 北京 100012;

2. 北京师范大学水科学研究院, 水沙科学教育部重点实验室, 北京 100875)

[摘要] 在研究国内外流域水环境管理技术的基础上, 提出了控制单元水质目标管理技术方法, 剖析了其内涵、特征, 并全面阐述了控制单元划分、控制单元水质目标核定、控制单元水环境问题诊断、控制单元水质响应特征分析、控制单元允许纳污量计算与总量分配、控制单元污染物减排方案制订、控制单元污染物总量监控与评估7项核心技术环节。在此基础上, 将控制单元水质目标管理技术方法在辽河流域南沙河控制单元进行技术示范, 形成完整的技术方案, 为流域水环境管理提供技术支撑。

[关键词] 控制单元; 水质目标管理; 总量分配; 南沙河

[中图分类号] X-65 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2013)03-0062-08

1 前言

从20世纪70年代开始, 我国相继开展了大量关于水环境容量、水功能区划、水质模型、流域水污染防治综合规划以及排污许可证管理制度等方面的研究, 同时将总量控制技术与水污染防治规划相结合, 逐步形成了以污染物目标总量控制技术为主, 容量总量控制和行业总量控制为辅的水质管理技术体系, 初步建立了我国水环境管理基本制度^[1-3]。“九五”、“十五”期间, 随着污染物排放总量控制的理论及应用技术不断得到深化与拓展, 我国污染控制由浓度控制进入了总量控制阶段^[4]。“十五”以来, 我国采用了目标总量控制体系, 根据污染物现状排放情况按照一定比例确定总量控制目标, 在管理上具有较强的可操作性, 容易实施, 在一定发展阶段对我国的污染防治工作具有积极的作用^[5]。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, 由于污染物总量削减目标的确定过程中没有考虑污染物排放量和受纳水体水质之间的响应关系, 污染物削减与水质改善相脱节,

水质改善效果不够明显^[5]。

随着水环境管理技术研究的不断发展, 发达国家提出很多先进的总量控制模式, 如日本的流域总量控制计划、美国最大日负荷总量(TMDL)、欧盟的水框架指令等^[6]。这些管理模式对总量控制过程中纳污水体问题诊断、水质指标确定、污染控制措施的制定、实施和评估等每个技术细节都有详细、具体的规定, 保证了水环境管理效率^[6]。相较而言, 我国现行的目标总量控制技术在方法科学性和总量合理性方面与国际先进水平之间还存在一定差距, 无法满足当前和未来水环境管理发展的需求, 需要构建新的水环境管理技术方法^[6-12]。

控制单元水质目标管理是在“分区、分类、分级、分期”的水环境管理理念的指导下, 在“流域-区域-控制单元-污染源”水环境管理层次体系中, 以流域总量控制为基础、立足于控制单元、面向污染源的水质管理方法^[12]。控制单元水质目标管理, 可以兼顾行政区划和流域的特点, 克服单一区域水质管理的局限性, 为污染治理提供具体的、具有可操作性的建议方案, 并且可以根据需要对水环境管理目标对象逐级细化, 有利于考察水质目标的实现情况和污染源

[收稿日期] 2012-12-14

[基金项目] 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2009ZX07526-005, 2013ZX07501-005)

[作者简介] 雷坤(1973—), 女, 研究员, 博士, 主要从事流域水环境管理相关领域的研究; E-mail: leikun@cares.org.cn

的治理效果,是一种方便而直接的水环境管理技术,也是我国水环境管理发展的方向^[13]。

2 控制单元水质目标管理技术的内涵与特征

2.1 控制单元水质目标管理技术的内涵

控制单元水质目标管理是以实现人体健康和流域水生态系统健康为最终目的,以水质目标为基础的水环境容量总量控制技术。控制单元水质目标管理强调在“分区、分级、分类、分期”水环境管理模式指导下,以先进的、规范的技术方法体系为支撑,建立一个“流域-控制区-控制单元-污染源”的多层次体系^[6-12]。

2.2 控制单元水质目标管理技术的基本特征

控制单元水质目标管理以保障控制单元生态系统健康、维护水生态功能、降低水生态风险为最终目的。基于污染物环境基准研究、确定保证流域水生态系统健康的污染物浓度阈值,从而将水生态保护目标转化为水质目标,将控制单元污染负荷削减和流域水质与水生态安全结合起来。

控制单元水质目标管理在流域总量控制的基础上,着眼于全局,以流域的综合水质达标为最终目标,克服单一区域水质管理的局限性。

控制单元水质目标管理兼顾行政区划和流域的特点,将水环境管理目标对象逐级细化,并落实于行政单元上,有利于考察水质目标的实现情况和污染源的治理效果,有利于考察控制单元主体的责任落实情况。

基于水环境问题和流域水质目标管理的复杂性和其内在的层次性,控制单元将错综复杂的流域水环境系统按照某种特征(水污染特征、接纳水体类型、污染源的类型、行政区域)分解为各具特色的子系统,逐一实现水质目标管理。

3 控制单元水质目标管理技术

控制单元水质目标管理主要包括以下关键技术:控制单元划分;控制单元水质目标核定;控制单元水环境问题诊断;控制单元水质响应特征分析;控制单元允许纳污量计算与总量分配;控制单元污染物减排方案制订;控制单元污染物总量监控与评估。

3.1 控制单元划分

划分控制单元的目的在于将一个复杂的流域划分为数个既相互独立、又相互联系的单元,从而便于进行系统管理,落实流域水质目标管理的战略意

图。通过控制单元划分,可以深化和落实流域水质目标管理的控制要求,分解控制指标,体现了流域水质目标管理的分层控制,层层落实、层层衔接,最终将流域水质目标管理落实于单元控制。

控制单元划分步骤:a.依据数字高程模型(DEM)进行流域地表水文分析,实现流域边界识别与子流域划分。b.分析干流各河段及子流域的水生态功能区划(或水功能区),以及相应水质目标、敏感生态保护目标,确定流域水质目标。c.对流域污染源的类型、分布、排放去向进行分析,建立起流域点源、非点源分布及其与入河排污口、纳污河流之间的拓扑关系。d.按照汇水区完整性的原则,沿着干流进行河段划分,将干流河段及其汇水区域划分成为控制区。如果干流中存在水质要求较高的高功能水体,可遵循优先保护高功能水体的原则,将高功能水体的上、下端界面作为划分干流河段的控制断面。同时,划分过程中应注意保持不同干流河段的界面水质目标的协调,从而保证两个控制单元之间跨界断面水质目标的协调性,使得两个控制单元可独立进行污染控制规划。

3.2 控制单元水质目标核定

控制单元水环境目标的主要构成因素及水环境规划约束体系包括:a.地理约束:水环境功能区划等区划,形成空间约束;b.功能约束:功能区水质目标,形成控制级别的约束;c.排污口约束:允许混合区限制,形成对排放量、排放浓度和排放位置的限制。

各类约束形成一个多约束关系系统,其中各方面最严格约束的组合作为对流域及区域最大允许纳污量的限制。水质目标确定方法如下所示。

1)全部指标达标。当某一功能区的功能很多,应执行功能区的最高功能。一般情况相当于全部指标均需满足水质标准。当某一功能区的目前功能单一且较低,但水质良好,为保持其潜在功能,现有水质的各浓度指标不得降低。

2)部分指标达标。当某一功能区的功能单一,其中某类指标超标不影响本功能区的功能及下游功能区的功能时,不作为硬性的限制指标(如农业灌溉用水区对氨氮的限制较低)。

3.3 控制单元水环境问题诊断

控制单元水环境问题诊断主要包括水环境特征分析和污染源结构分析。

3.3.1 水环境特征分析

水环境特征分析包括四部分内容:水质现状评价及变化趋势分析、水生生物评价、物理生境评价、

综合评价。

1)水质现状评价及变化趋势分析:根据断面水质监测成果进行水质现状评价;针对重点断面进行水质空间变化趋势分析;针对特征污染物进行污染类型变化趋势分析。

2)水生生物评价:对浮游植物、浮游动物、底栖动物分别进行多样性指数、均匀性指数、丰富度分析,进行生物完整性评价。

3)物理生境评价:利用河流稳态流量和含沙量等指标进行水生生物个体、种群或者群落生存栖息环境评价。

4)综合评价:将水质、水生生物、物理生境评价结果标准化,并根据研究区域的特点,对每项指标赋权重,最后进行加权求和,得到控制单元水环境综合评价结果。

3.3.2 污染源结构分析

控制单元污染负荷估算是控制单元水质目标管理中的重要环节。点源排放负荷可以通过多种成熟的方法进行定量化估算^[14-16],比如通过对排污企业的污水量和浓度监测、企业生产工艺的物料衡算等方法来进行定量化。控制单元非点源污染负荷估算相对比较复杂^[17-23],考虑到不同类型下垫面非点源污染产生机制和特征存在差异,不同下垫面类型非点源负荷估算方法也存在较大差异。本文针对山区丘陵、平原河网、平原圩区、城市区域以及感潮河流/河口下垫面类型,分别提出非点源污染负荷估算方法。

1)混合类型:改进的输出系数法,适用于各类控制单元,时间精度相对较低。

2)山区和丘陵:过程模拟模型与类型源试验法相结合,适用于具有明确产汇流关系的控制单元。

3)平原河网:输出系数法与类型源试验相结合,适用于汇水关系复杂的控制单元。

4)平原圩区:改进的SWAT(soil and water assessment tool)模型,适用于人类活动对排水过程影响较大的控制单元。

5)城市区域:SWMM(storm water management model)模型与城市径流试验相结合,适用于排水管网复杂的城市控制单元。

3.4 污染负荷与水质响应特征分析

一般通过水质模型模拟的手段建立污染负荷

同水质之间的响应关系^[24-26],针对控制单元,水质模型选择和应用可遵循以下步骤。

1)确定水质模型类别。根据模型计算需求,确定水质模型类别。a.流域模型:城市、农村、森林、农业;b.水体模型:河流、湖泊、水库、近岸海域。

2)确定水质模型空间尺度。根据模拟水域的空间分布特征和水质分布特征,确定模型空间尺度。a.流域模型:集总式模型、分布式模型;b.水体模型:零维、一维模型、二维模型、三维模型。

3)确定水质模拟的时间尺度。根据水环境问题确定模型时间尺度。a.流域模型:过程模拟(小时、日、月、年)、统计分析;b.水体模型:稳态、动态、准动态。

4)确定水质模拟功能。根据实际需要,确定水质模拟指标和组份。a.流域模型:径流、泥沙、好氧有机物、营养物、有毒物质、重金属、生化需氧量(BOD)、细菌;b.水体模型:水动力模拟、好氧有机物、沉积物、营养物、有毒物质、重金属、BOD、溶解氧、细菌。

5)确定水质模型求解方法。根据实际需要,确定水体水质模型求解方法。a.河流水质模型:解析模型、数值模型;b.湖库水质模型:解析模型、数值模型。

6)水质模型应用。选择适用的水质模型,进行模型率定、验证和应用,进行水质响应特征分析。

3.5 控制单元允许纳污量计算与总量分配

控制单元允许纳污量计算与污染物总量分配是控制单元水质目标管理的核心所在^[27-29]。如何科学、合理地实现点源和面源之间的分配、各个排污单位或者污染源之间允许排放量的分配,直接关系到总量控制制度的落实,也是水环境管理中的一个难点。控制单元允许纳污量计算与分配通过两个步骤完成:排污口总量分配、污染源总量分配。

1)排污口总量分配。按照控制断面水质目标要求,排污口位置等条件,选择合适的规划模型,将控制单元纳污总量分配到各入河排污口,得到各入河排污口的允许纳污量。

2)污染源总量分配。根据排污口的允许纳污量,结合各排污区的污染源结构、不同污染源的入河系数,对排污区内不同污染源进行允许排放量分配。

3.6 控制单元污染物减排方案制订

针对控制单元的污染源结构特征,通过结构减

排、工程减排、管理减排手段,实现污染负荷削减。

3.7 控制单元污染物总量监控与评估

污染物总量监控主要包括控制断面污染物通量监控、污染源排污口排放量监控和污染源排放总量监控3个方面^[30],其中河流控制断面污染物通量监控、污染源排污口排放量监控均属通量监控的内容。

1) 污染物通量监控。国际上常用的非感潮河物流通量估算方法有5种^[31-33],可以根据流域水文、污染负荷的具体情况选用适用的估算方法。

2) 工业污染源监控。污染源是总量分配的最后一个层次,是污染物削减的实施主体,对其有效监控是评价总量控制实施情况的基础。污染源的总量监控方案包括污染源监控对象的筛选、监控指标和监控频率的确定等方面。

4 辽河流域南沙河控制单元水质目标管理技术应用案例

4.1 控制单元基本概念

南沙河属于辽河水系,是大辽河一级支流太子河的主要支流,每年的6—10月为汛期,11月至次年5月为非汛期。河流呈东南—西北走向,发源于千山风景区仙人台,流域面积458 km²,河长67 km,上游共6条支流,河宽一般为80~100 m。南沙河多年平均降水量为703.7 mm,降水量自东南向西北逐渐减少。

南沙河主要流经鞍山市,流域内主要包含铁东、铁西、立山、千山4个城区。区域内人口约350.2万人,年度地区国内生产总值1344亿元,工业增加值533亿元,工业增加值占地区生产总值的比例达51.6%,成为国民经济发展的支柱产业。鞍山市工业产业结构不尽合理,高耗能产业比重大,形成了重工业偏重,轻工业偏轻的态势。农业以谷物、玉米、蔬菜、瓜果类种植和鱼类、虾蟹类养殖为主。

4.2 控制单元水环境问题诊断

4.2.1 水环境特征

南沙河现状水质较差,均为劣V类,主要污染物为氨氮、化学需氧量(COD)、BOD、高锰酸盐指数等,为点源占优型污染,枯水期污染物浓度高,丰水期污染物浓度较低。由于南沙河水体严重污染,使河流生态系统受损严重,生物多样性显著降低,生态修复难度较大。

4.2.2 污染源结构

南沙河有3条支流,按照分水岭隔离和行政区

隔离的原则,将控制单元划分为4个控制区,大孤山镇为西支控制区,千山镇为中支控制区,齐大山镇为东支控制区,下游鞍山市区为干流控制区,南沙河控制区空间分布见图1。



图1 控制区划分示意图

Fig.1 The map of pollution control zones in Nansha River

按照控制区对南沙河控制单元主要污染物进行调查和统计。COD的排放总量为17 287.55 t,其中干流控制区对排放量的贡献最大,占到总量的66.55%;其次为中支控制区,占到总量的17.84%。氨氮的排放总量为1 775.80 t,其中干流控制区对排放量的贡献最大,占到总量的78.12%;其次为中支控制区,占到总量的12.10%。干流控制区是南沙河控制单元污染防治的重点。

按照污染源类型对南沙河控制单元主要污染物进行调查和统计。城镇生活污染源对污染物排放总量贡献较大,其COD和氨氮的排放量分别占到总量的79.75%和96.03%;工业污染源的COD和氨氮的排放量分别占到总量的1.38%和1.66%;农业污染源COD和氨氮的排放量分别占到总量的13.44%和2.10%;畜禽养殖污染源的COD和氨氮的排放量较低,分别占到总量的5.43%和0.21%。城镇生活污染是南沙河控制单元最主要的污染来源,这与南沙河枯水期水质较差的结论是一致的。

4.3 控制单元水质目标核定

从控制单元水环境问题诊断结果可以看出,南沙河主要污染因子是氨氮、COD等常规污染物。按照风险控制要求,其允许平均期为30天。参照《鞍山市地表水功能区划》水功能区设置情况(见图2),确定水功能区水质要求为控制断面水质目标。



图2 南沙河水功能区划图

Fig.2 The map of water function zones in Nansha River

4.4 控制单元水质响应特征分析

4.4.1 模型选择及参数确定

1)模型选择。南沙河位于中国北方地区,流域面积较小,非汛期水体流动较稳定。沿岸污染物排放随时间变化较小,水体中的污染物浓度空间分布较为稳定。同时,南沙河具有流量小、河道窄、水浅、单向流的特点,污染物入河后在短时间内就可以混合均匀。综合考虑,选用一维稳态河流水质模型,采用解析方法求解。

2)设计水文条件选择。南沙河水环境的主要问题是耗氧有机物污染导致的生物损害,最主要的控制因子是COD和氨氮,按照水文条件设计的要求,明确允许平均期和重现期,选择稳态水文条件为30B3和30Q10。

3)水力学参数确定。根据3个水文站所在位置计算相应河道断面的一些参数,确定水位-流量,起点距-高程的对应关系,利用河流水力学方程,计算主要控制断面的水力学参数。利用河道水力关系

和设计水文条件计算河道设计流速,千山水文站为2.31 m/s,立山水文站为0.07 m/s,温泉水文站为0.37 m/s。

4)水质参数确定。根据排污口位置和水功能区分布,与稳态计算相结合,将南沙河划分为5个污染源,9个控制断面,最上游为千山水文站控制断面,最下游为城昂堡控制断面,见图3。根据南沙河区间污染物排放和断面水质情况确定COD和氨氮的降解系数(1/d),COD降解系数从上游到下游分别为:0.2、0.2、0.15、0.15、0.18、0.18、0.1、0.1、0.1;氨氮降解系数为:0.18、0.18、0.1、0.1、0.15、0.15、0.05、0.05、0.05。

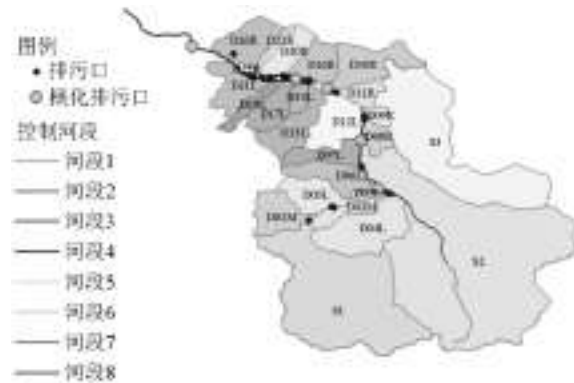


图3 南沙河控制断面分布图

Fig.3 The map of control sections in Nansha River

4.4.2 响应系数计算

将降解系数带入一维稳态模型,计算设计水文条件下9个断面水质对5个污染源COD和氨氮负荷的响应系数矩阵,控制断面和污染源位置见图3,9个断面响应系数矩阵见表1。

表1 控制断面响应系数矩阵

Table 1 The response coefficient matrix of the control sections

断面	断面间距/m	COD					氨氮				
		污染源1	污染源2	污染源3	污染源4	污染源5	污染源1	污染源2	污染源3	污染源4	污染源5
1	0										
2	6 680	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	6 124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3 118	4.57	0	0	0	0	4.57	0	0	0	0
5	4 655	0.66	0.67	0	0	0	0.66	0.67	0	0	0
6	1 663	0.62	0.64	0	0	0	0.63	0.65	0	0	0
7	1 358	0.57	0.58	0.62	0	0	0.58	0.59	0.62	0	0
8	2 390	0.48	0.50	0.53	0.56	0	0.51	0.52	0.54	0.56	0
9	10 744	0.30	0.30	0.33	0.34	0.41	0.34	0.34	0.36	0.37	0.41

4.5 控制单元总量分配方案

4.5.1 最大允许纳污量

针对南沙河控制单元主要污染物(COD和氨氮)进行总量分配,将南沙河沿岸排污口汇总为5个排放口进行总量分配(见图3)。利用响应系数矩阵,考虑背景浓度,以纳污量最大化为目标函数,断面水质目标为约束方程,建立线性规划模型。求解得到COD的最大纳污量为2 634.20 t/a,氨氮的最大纳污量为134.97 t/a。现状南沙河控制单元COD的排放总量为17 287.55 t/a,氨氮的排放总量为1 775.80 t/a,如果不考虑入河系数作用,南沙河控制单元COD与氨氮的排放量远远超出了最大纳污量,超标倍数分别为6.5倍和13.1倍,处于严重超载状态,需要进行污染物总量控制。

4.5.2 总量分配方案

1)排污口总量分配。根据南沙河控制单元实际情况,选取容量利用率、人口、耕地、GDP以及现状负荷作为总量分配评价指标。通过专家打分法,得到南沙河控制单元COD总量分配指标权重系数分别为:环境容量利用率0.1,人口0.3,耕地0.2,GDP0.3,现状负荷0.1,以此为依据对南沙河控制单元COD进行总量分配;氨氮的分配方法与COD相同,氨氮总量分配指标权重系数为:环境容量利用率0.1,人口0.3,耕地0.3,GDP0.2,现状负荷0.1。

控制单元设置3种方案进行总量分配比选。方案1:仅考虑简单打分的权重系数参与总量分配;方案2:考虑到南沙河流域以点源污染为主,而城镇居民生活污染是最主要的点源污染,所以方案2在与方案1和现状排放比较的基础上,进一步对人口最

多的源4进行削减;方案3:在方案2的基础上,考虑源1、源2由于流量小,下游水环境对这两个污染源变化引起的反应非常敏感,所以对源1和源2进行进一步削减。从3种分配方案对比来看,方案3考虑因素最多,TCRI(合理性指数)最大($TCRI_{\text{cod}}=0.79$ 、 $TCRI_{\text{氨氮}}=0.90$),环境容量利用率也最高(COD为94.8%,氨氮为83.8%),得到COD纳污量为2 497 t/a,氨氮纳污量为112.9 t/a,总量分配结果见表2。

2)点源污染源入河系数。2010年,在2月、4月、6月、8月、9月对鞍山市25个排污口进行水量、水质监测,得到各排污口的COD入河量。同时,根据各排污口以上区域COD、氨氮排放的普查数据,得到排污口以上区域COD、氨氮排放量,对两者进行比较,得到各个排污口以上点源COD入河系数为0.49、0.74、0.74、0.88、0.49,氨氮的入河系数为0.65、0.66、0.66、0.91、0.48。

3)点源污染源总量分配。根据排污口COD、氨氮允许纳污量,结合各排污口入河系数,计算得到不同区域点源污染排放量。在此基础上,按照现状工业污染在点源污染负荷中的比例,计算工业COD、氨氮允许排放量,确定排污口以上区域企业和生活COD、氨氮排放量。考虑到南沙河各排污区域面积不大,各区域内企业分布较均匀,排放方式基本一致,每个排污区域内污染源采用相同的入河系数,各污染源按照现状排放量进行等比例分配,得到控制单元内工业COD、氨氮污染物允许排放量为202 t/a和9.7 t/a,生活COD、氨氮污染物允许排放量为740.3 t/a和215.3 t/a。详见表3。

表2 南沙河排污口污染物分配方案
Table 2 The pollutant allocation result for sewage outfall in Nansha River

排污口		1	2	3	4	5	t/a
COD	分配负荷	49.8	149.8	974.5	449.7	874.5	2 498.6
氨氮	分配负荷	6.9	18.0	20.5	23.7	44.2	112.9

表3 点源污染物允许排放量
Table 3 The pollutant allocation result for point sources in Nansha River

排污口	COD				氨氮			
	排污口纳污量	点源排放量	工业排放量	生活排放量	排污口纳污量	点源排放量	工业排放量	生活排放量
1	108.67	221.78	5.10	216.68	6.94	10.68	0.25	10.43
2	180.11	243.39	0.46	242.93	17.98	27.24	0.05	27.19
3	1 103.18	1 490.78	55.16	1 435.62	55.19	83.62	3.09	80.53
4	247.97	281.78	1.07	280.71	11.67	12.82	0.05	12.77
5	994.69	2 029.98	140.27	1 889.71	43.52	90.67	6.27	84.4
合计	2 634.62	746.95	202.06	740.32	135.3	225.03	9.71	215.32

4.6 控制单元污染减排方案

南沙河控制单元重点控制点源,点源中以控制生活污染为重点。实施大孤山、宁远、东台、汤南、汤北、高西等10座污水处理厂建设;配合新区建设规划实施牛庄镇1座污水处理厂建设;提标改造海城市城市污水处理厂及感王污水处理厂;加强中水回用,重点推进达道湾、台安县污水处理厂和鞍钢中水回用等5项工程;保障城市污水处理厂正常运行,实施判甲炉、宁远、东台、西部第二污水处理厂截流干管工程及市区老旧管网改造工程;对重点工业水污染源实施限期治理,重点实施辽宁仁泰公司等11家企业污水处理工程建设或升级改造。

实施各项工程后COD减排能力提高到35 950 t/a,氨氮减排能力提高到3 280 t/a,能够满足污染物削减需求。

4.7 控制单元总量监控方案

我国目前每月1次常规采样的流量和水质数据来估计通量误差存在着较大的误差,约为40%左右。为提高南沙河控制单元污染物通量监控的精度,可考虑将千山水文断面水质采样的频率提高到每月2次,这样污染物入库通量监测的误差可提高到20%左右。另外,由于该控制断面以上区域以面源污染为主,也可考虑在汛期(6—10月份)加大水质监测频率,如汛期每月采样增加为3~4次,而非汛期可考虑仍然采用每月2次的监测频率。

5 结语

控制单元水质目标管理技术是流域水质目标管理技术体系中的一个重要组成部分,也是实现基于流域水生态功能分区的水质目标管理的关键环节。本文在“流域-区域-控制单元-污染源”的体系下,遵循“分区、分类、分级、分期”的流域水环境管理思路,提出了面向控制单元的污染物总量控制技术体系。

通过控制单元划分、控制单元水质目标核定、控制单元水环境问题诊断、控制单元水质响应特征分析、控制单元允许纳污量计算与总量分配、控制单元污染物减排方案制订,以及控制单元污染物总量监控与评估7个关键技术环节将控制单元水质管理目标逐级细分至具体的控制对象,使得管理措施的针对性、科学性、操作性更强。

南沙河控制单元技术示范研究结果表明,控制单元水质目标管理技术方法可以满足我国当前的

管理需求,在现有技术水平上具有较强的操作性,能够服务于流域水生态目标管理工作。

参考文献

- [1] 环境保护部污染物体放总量控制司. “十二五”主要污染物总量减排目标责任书[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2012.
- [2] 梁博, 王晓燕. 我国水环境污染物总量控制研究的现状与展望[J]. 首都师范大学学报:自然科学版, 2005, 26(1): 93-98.
- [3] 郑英铭, 周晶璧, 袁国兵. 控制排污总量的水质管理—实例介绍[J]. 水资源保护, 1993(2): 13-18.
- [4] 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.
- [5] 杨文杰. 水污染物总量控制方案研究[D]. 北京:北京化工大学, 2011.
- [6] 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, 2007, 20(4): 1-8.
- [7] 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.
- [8] 孟伟, 张远, 王西琴, 等. 流域水质目标管理技术研究: V. 水污染防治的环境经济政策[J]. 环境科学研究, 2008, 21(4): 1-9.
- [9] 孟伟, 王海燕, 王业耀. 流域水质目标管理技术研究(IV)—控制单元的水污染物排放限值与削减技术评估[J]. 环境科学研究, 2008, 21(2): 1-9.
- [10] 孟伟, 刘征涛, 张楠, 等. 流域水质目标管理技术研究(II)—水环境基准、标准与总量控制[J]. 环境科学研究, 2008, 21(1): 1-8.
- [11] 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.
- [12] 孟伟. 流域水污染物总量控制技术与示范[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2008.
- [13] 谭斌, 陈武权, 谭广宇, 等. 基于GIS的流域水质目标管理TMYL构架研究——以赣江流域为例[J]. 环境保护科学, 2011, 37(6): 52-54.
- [14] Walling D E, Webb B W. Estimating the discharge of contaminants to coastal waters by rivers: Some cautionary comments[J]. Mar Pollut Bull, 1985, 16(12): 488-492.
- [15] 蔡明, 李怀恩, 庄咏涛, 等. 改进的输出系数法在流域非点源污染负荷估算中的应用[J]. 水利学报, 2004(7): 1-8.
- [16] 彭里, 王定勇. 重庆市畜禽粪便年排放量的估算研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(1): 288-292.
- [17] Thomas R B. Estimating total suspended sediment yield with probability sampling[J]. Water Resour Res, 1985, 21(9): 1381-1388.
- [18] Chi-Feng Chen, Hwong-wen Ma, Kenneth H Reckhow. Assessment of water quality management with a systematic qualitative uncertainty analysis[J]. Science of the Total Environment, 2007, 374: 13-25.
- [19] 李怀恩, 沈晋. 非点源污染负荷计算的单位线法[J]. 西北水资源与水工程, 1991, 2(4): 19-27.
- [20] 李怀恩. 估算非点源污染负荷的平均浓度法及其应用[J]. 环境科学学报, 2000, 20(4): 397-340.
- [21] 李强坤, 李怀恩, 胡亚伟, 等. 黄河干流潼关断面非点源污染负荷估算[J]. 水科学进展, 2008, 19(4): 460-466.
- [22] 高秋霞, 李田. 国外城市非点源径流水质模型简介[J]. 安全与环境工程, 2003, 10(4): 9-12.
- [23] 蔡明, 李怀恩, 庄咏涛. 估算流域非点源污染负荷的降雨量

- 差值法[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2005, 33(4): 102-106.
- [24] 任华堂, 陶亚, 夏建新. 深圳湾水环境特性及其突发污染负荷响应研究[J]. 应用基础与工程科学学报, 2011, 19(1): 52-63.
- [25] 程声通. 河流环境容量与允许排放量[J]. 水资源保护, 2003, 19(2): 8-10.
- [26] Li Xi, Wang Yigang, Zhang Suxiang. Numerical simulation of water quality in Yangtze Estuary[J]. Water Science and Engineering, 2009, 2(4): 40-51.
- [27] 郭宏飞. 基于宏观经济优化模型的区域污染负荷分配[J]. 应用基础与工程科学学报, 2003, 11(2): 133-142.
- [28] 同园园, 马宏瑞. 我国水污染负荷总量分配模型研究进展及分析[J]. 实用技术, 2010, 11(15): 41-43.
- [29] Lei Zhao, Xiaoling Zhang, Yong Liu, et al. Three-dimensional hydrodynamic and water quality model for TMDL development of Lake Fuxian, China[J]. Journal of Environmental Sciences, 2012, 24(8): 1355-1363.
- [30] Florentina Moatar, Gwenaelle Person, Meybeck M, et al. The influence of contrasting suspended particulate matter transport regimes on the bias and precision of flux estimates[J]. Science of The Total Environment, 2006, 370(2-3): 515-531.
- [31] 富国. 河流污染物通量估算方法分析(I)——时段通量估算方法比较分析[J]. 环境科学研究, 2003, 16(1): 1-4.
- [32] 富国, 雷坤. 河流污染物通量估算方法分析(II)——时段通量估算方法比较分析[J]. 环境科学学报, 2003, 16(1): 5-9.
- [33] 郝晨林, 邓义祥, 汪永辉, 等. 河流污染物通量估算方法筛选及误差分析[J]. 环境科学学报, 2012, 32(7): 1670-1676.

Study and application of the technology on water quality target management for control unit

Lei Kun¹, Meng Wei¹, Qiao Fei¹,
Fu Guo¹, Su Baolin²

(1.State Environmental Protection Key Laboratory of Estuary and Coastal Environment, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China; 2.Key Laboratory for Water and Sediment Sciences of Ministry of Education, College of Water Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

[Abstract] Based on the domestic and overseas research of watershed environment management techniques, the technology system of water quality target management for the control units was presented and the connotations and characteristics were discussed in this paper. Meanwhile, seven key techniques of the system, including the division of control units, environmental problem diagnosis, identifying of water quality objectives, construction of water quality models which is used to establish the response relationship between water quality and pollutant input, pollutant load allocation, pollutant emission reduction program, and pollutant load monitoring and evaluation are introduced. As a case study, the technology system of water quality target management for the control units was applied in Nansha River in Liaohe River basin successfully, and the total load allocation program was given, which can be used to provide technical support for the local water environment management.

[Key words] control unit; water quality target management; pollutants allocation; Nansha River