

水环境质量底线编制实践与思考^{*}

——以南宁市为例

张培培¹ 秦昌波¹ 秦莹² 李新^{1#}

(1.生态环境部环境规划院,北京 100012;2.南宁市环境保护科学研究所,广西 南宁 530022)

摘要 水环境质量底线是“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单”(简称“三线一单”)的重要内容。针对目前水环境质量底线制定过程中的重点和难点,细化了“三线一单”水环境质量底线制定的技术流程。以南方丰水城市南宁市为例,划定148个水环境控制单元,制定了2020年、2025年和2035年南宁市的水环境质量目标和允许排放量,并划定水环境管控分区,其中水源保护管控区和水源涵养管控区面积占比分别为6.6%、12.2%,工业生活管控区和农业面源管控区面积占比分别为49.1%、32.2%。最后,讨论了水环境质量底线的编制难点和应用重点,并建议进一步开展南宁市清水通道分区分类研究,研究结果对类似城市的水环境质量底线制定具有一定的参考意义。

关键词 “三线一单” 水环境质量底线 允许排放量 分区

DOI:10.15985/j.cnki.1001-3865.2020.12.018

Practice and thinking of the bottom line of water environment quality compiling; taking Nanning as an example ZHANG Peipei¹, QIN Changbo¹, QIN Ying², LI Xin¹. (1.Chinese Academy of Environmental Planning, Beijing 100012; 2.Nanning Environmental Science Research Academy, Nanning Guangxi 530022)

Abstract: The bottom line of water environment quality (BLWEQ) is a key element of ecological protection redline, bottom line of environment quality, resource utilization ceiling and environment access list (called “three lines and one list” for short). In view of the key points and difficulties in the process of establishing the BLWEQ, this study refined the technical process of the BLWEQ of “three lines and one list”. Taking Nanning as an example, 148 water environment control units were delineated, and the water environment quality objectives and allowable emissions of Nanning in 2020, 2025 and 2035 were formulated. The water environment zones were delineated. The area of drink water sources control zone and water conservation control zone accounted for 6.6% and 12.2%, respectively. The critical source area of industry-domestic pollution and agricultural non-point source pollution accounted for 49.1% and 32.2%, respectively. Finally, the difficulties in compiling the BLWEQ and the key points in its application were discussed. It was suggested that further study could be focused on the classification of clear water passages in Nanning. This study could provide some reference for the establishment of the BLWEQ in similar cities.

Keywords: “three lines and one list”; bottom line of water environment quality; allowable emissions; zoning

目前,我国生态环境保护与管理面临3大不足:(1)管理体制、机制和政策碎片化;(2)管理方式粗放,缺乏科学精准的抓手;(3)管理手段以指标和任务管理为主,缺乏空间管控手段^[1]。为了破解这3大难题,强化源头防控体系建设,提升环境管理的系统化、信息化水平,生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单(以下简称“三线一单”)制度应运而生。“三线一单”是党中央国务院作出的一项重大战略部署,旨在从空间和源头上加快

推动污染防治攻坚战进程。原环境保护部在4个试点城市的实践基础上,于2017年印发了《“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”编制技术指南(试行)》等系列文件,指导各省(区、市)加快推动全国的“三线一单”编制进程,力争在2020年底前全面完成。

“三线一单”是对现有环境管理制度重要补充和完善^[2],众多学者开展了“三线一单”实践探索和应用研究。以第1批试点城市中的济南市为例,熊

第一作者:张培培,女,1988年生,硕士,助理研究员,研究方向为城乡水环境规划与管理。#通讯作者。

^{*}生态环境部“生态环保‘生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单’试点和实施”项目(No.22110107004);生态环境部“环境经济形势分析”项目(No.22110105019)。

善高等^[3]对“三线一单”中环境管控单元的划分方法进行了探讨;张南南等^[4]对“三线一单”大气环境质量底线体系构建过程中的技术难点进行了剖析;张培培等^[5]对水环境质量底线编制的关键技术进行了讨论,但济南市属于北方水质改善压力较大的缺水型城市,对南方城市参考意义有限。从应用出口上看,蔚东升等^[6]研究了“三线一单”在规划环评中的作用;成润禾等^[7]构建了基于“三线一单”的城市发展战略环境评价技术体系,目前多聚焦于研究“三线一单”与其他政策制度的关系,“三线一单”自身成果如何应用还有待探讨。

“三线一单”在水环境要素上充分借鉴了美国的水生态空间管控理论、浙江“五水共治”的成功经验等,旨在通过水环境质量底线、水资源利用上线和水环境准入清单的逻辑链条关系,统筹水资源、水环境和水生态的管理,构建水环境空间管控体系。其中,水环境质量底线是核心和关键所在,也是关乎“三线一单”环境管控单元最终划定格局的最重要一环。水环境质量底线是按照“只能变好不能变坏”的原则,落实规划和区划等现行管理要求,解析自然规律,识别水环境质量改善潜力,平衡开发与保护需求,确定分区域分阶段水环境质量目标及相应的空间布局约束、污染物排放控制等要求。考虑到目前关于水环境质量底线的应用研究较为匮乏^[8],尤其是针对南方丰水城市“三线一单”的实践研究,本研究以南宁市为例,探索“三线一单”中的水环境质量底线的构建,研讨水环境质量底线编制和应用的关键点。

1 资料与方法

1.1 研究区概况

南宁市地处亚热带,地形以平原和丘陵为主,属于湿润的亚热带季风气候,气候温润,降雨丰沛,多年平均降水量 1 304.2 mm,平均气温 21.6℃,主要河流均属于珠江流域西江水系,城市河网密布、水资源充足,地表水资源量 148 亿 m³,人均水资源量 2 114 m³,流域集水面积在 200 km² 以上的河流有郁江、左江、右江、香山河等 39 条。南宁市水环境质量较好,但是近年来随着社会经济的高速发展,部分区域水质有恶化趋势,尤其是城市内河黑臭问题依然棘手,民歌湖等湖泊存在超标和富营养化问题,地下水水源超标风险较大且监管能力尚未实现全覆盖。饮用水水源保护区与工业园区、污水处理厂、规模化畜禽养殖场、工业企业源等存在较多重叠,布局性风

险突出。龙头农产品甘蔗所需肥料较多,加上雨水充沛,由此引发的农业面源污染管理难度大。

1.2 研究技术路线

(1) 细化控制单元

基于《重点流域水污染防治“十三五”规划》划定的 1 784 个《水污染防治行动计划》(以下简称“水十条”)控制单元,对控制单元进一步细化,划定技术路径沿用了“水系概化—控制断面选取—陆域范围确定—控制单元命名”4 步走的策略,具体方法详见《重点流域水污染防治“十三五”规划编制技术大纲》附件 5。

(2) 确定中长期水环境质量目标

对 2020 年、2025 年、2035 年的断面和控制单元的水质目标进行预测、分析和制定,结合水质达标现状分析、未来的发展压力分析、水环境质量改善潜力分析、水功能目标要求等,统筹制定中长期水环境质量目标。2020 年目标与“十三五”规划、水污染防治目标责任书和“水十条”等制定的目标保持一致;2035 年展望目标原则上所有的断面均应达到水环境功能目标要求,确实无法达标的适度放宽要求;2025 年预期目标的制定总体上属于倒排工期的过程,需要综合考虑减排潜力、发展压力和管理需求。

(3) 核算允许排放量

水环境容量核算的系列技术方法参考原环境保护部环境规划院编制的《全国水环境容量核定技术指南》,在此基础上,结合水利部门的水环境纳污能力核算结果进行完善。污染物的全口径统计分析应基于环保系统的环境统计数据库,进而补充入河排污口、污染普查和排查、农村综合整治等相关数据。允许排放量的核算不只是环境容量和污染物统计分析结果的简单计算,还需要结合污染物削减的潜力、环境安全余量的预留、水质达标的压力等的统筹分析;核算对象为不达标环境管控单元,原则上应覆盖“十三五”重点流域污染防治规划中划定的水质改善型控制单元;核算指标为特征性污染物,一般为 COD、氨氮和 TP。

(4) 实施水环境分区管控

系统梳理总结现有的需要优先保护的水域,提升各类保护区信息化水平,按照保护优先的原则,将饮用水水源保护区、湿地保护区、源头水、珍稀濒危水生生物及重要水产种质资源的产卵场/索饵场/越冬场/洄游通道、河湖及其生态缓冲带等所属的控制单元划定为水环境优先保护区。水环境重点控制区则充分借鉴“非点源污染关键源区”的概念,即将

表1 南宁市水环境质量底线的数据来源
Table 1 Data source of the bottom line of water environment quality in Nanning

序号	资料	备注	来源
1	数字高程模型(DEM)数据	30 m 分辨率	地理国情监测云平台
2	第二次全国土地调查数据	全市域	原南宁市国土资源局
3	水系图、水功能区划图	全市域	南宁市水利局
4	畜禽养殖源、工业污染源、集中基础设施源	2017年,每个乡镇	环境统计数据
5	生活污水直排	2017年,每个乡镇	逐一乡镇调研
6	流量、水资源量	多年平均值	南宁市水利局
7	污染防治目标责任书、“水十条”实施方案	“十三五”期间	原南宁市环境保护局
8	水环境质量监测数据	“十三五”期间	原南宁市环境保护局
9	“水十条”控制单元、饮用水源地保护区、湿地保护区等	市级及以上	原南宁市环境保护局
10	水资源保护规划、邕江综合整治和开发利用控制规划(修编)、海绵城市总体规划等		南宁市水利局

有限的资源投入到对水体危害可能性最大而范围相对较小的地段进行重点治理,大大降低治理难度和提高治理成效^[9]。结合全口径的污染源分析结论,空间叠图分析工业源、直排生活源、农业面源等重点污染源的集聚区,划定各类重点管控区。除了优先保护区外,识别出工业园区和工业集聚区作为工业源重点管控区,其他超标区域划定为农业面源、城镇生活源等重点管控区,其他均应为一般管控区^[10-11]。

在南宁市的探索实践中,结合国家要求进行了一些本土化的创新改动。一是对水环境优先保护区进一步细分,与“水十条”、水源地保护区、产业发展规划等相关空间规划成果衔接,将水源地一级保护区、二级保护区和准保护区等相关法定保护区所在控制单元纳入水源保护管控区;将水源地集中区域的上游汇水区等无法律依据但是功能较为重要的区域所在控制单元纳入水源涵养管控区。二是南宁市大江大河达标状况总体较好,多数属于不超标区域,考虑到南宁市的“绿城”和“水城”定位,不应仅局限于全国均等化的要求,应进一步提高要求,将优先保护区之外的区域全部纳入重点管控区,根据不同主导污染源分为不同类型的污染源管控区,以期全面提升南宁市水环境质量,维护优质生态环境的优势。三是考虑到南宁市工业居住混合问题突出,将工业源重点管控区和生活源重点管控区合并为工业生活管控区。

1.3 数据来源

南宁市水环境质量底线的相关数据资料汇总见表1。总体上,“三线一单”中的水环境精细化管控研究需要的数据主要分为3类,首先是基础地理信息类数据,包括DEM、土地利用、水系图,即表1中第1~3项数据,其中水系数据结合土地利用和水利局的水系图进行补充完善,这些数据主要用于细化

水环境控制单元,识别不同的土地利用类型,核算源污染等步骤。其次是建源清单必须的污染源数据(表1第4~6项)及水文水质数据(表1第6~8项),这是最为关键的基础数据,也是贯穿整个研究过程都需要结合分析的数据。最后是各类保护区和规划区域的空间信息,即表1第9~10项数据,主要为充分衔接现有的各类分区的要求,是划定水环境管控分区的重要依据。

2 结果分析

2.1 全口径污染源清单的构建

梳理南宁市391家工业源、13家污水处理厂源、290家畜禽养殖源,逐一矢量化统计落实到各个控制单元,模拟核算148个控制单元的直排生活源和农业面源,建立全口径的污染源排放清单,统计COD、氨氮、TP的污染物入河量。由图1可知,南宁水环境COD的污染源贡献比例排序为工业源>农业面源>污水处理厂源>直排生活源>畜禽养殖源;氨氮的污染源贡献比例排序为农业面源>直排生活源>工业源>污水处理厂源>畜禽养殖源;TP的污染源贡献比例排序为畜禽养殖源>农业面源>直排生活源>工业源>污水处理厂源。以COD为

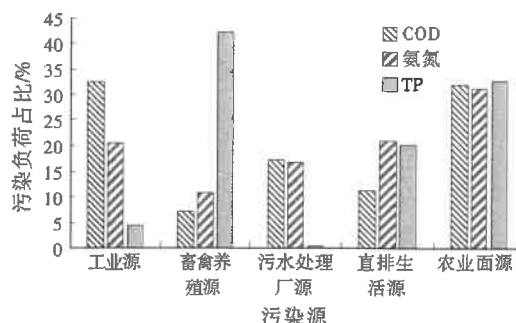


图1 南宁市各污染源的主要污染物贡献比例
Fig.1 Contribution proportion of major pollutants from different pollution sources in Nanning

例,南宁市 COD 排放集中在青秀区、江南区、宾阳县、横县和武鸣区(见图 2)。结合现状分析和实地调研,发现各类污染源的控制潜力排序为工业源>污水处理厂源>畜禽养殖源>直排生活源>农业面源。

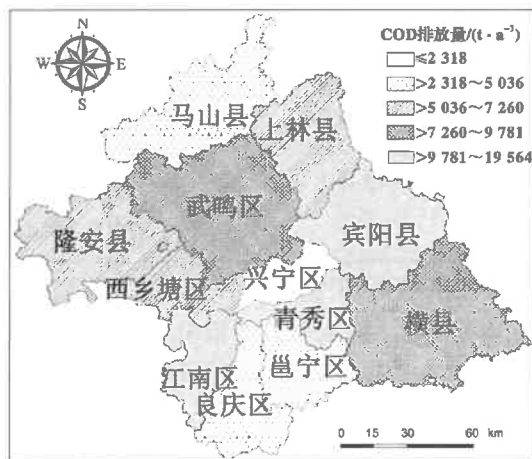


图 2 南宁市各区县水环境 COD 排放量分布
Fig.2 Spatial distribution of water environment COD discharge in different districts of Nanning

2.2 环境质量目标的制定

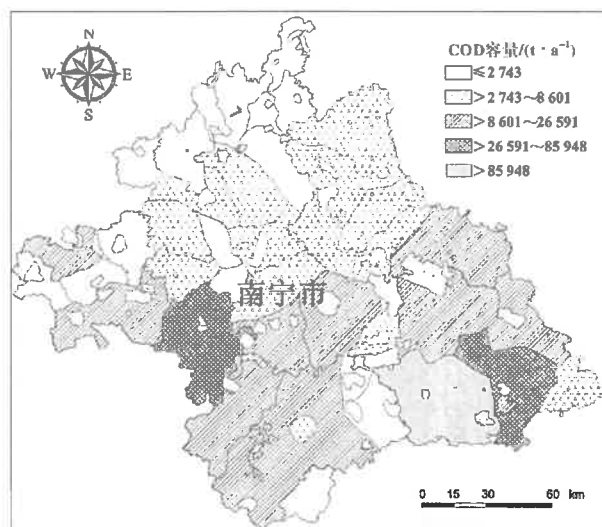
结合县控及以上地表水(河流、湖库)、地下水共计 100 个断面的现状水质,及“水十条”实施方案制定目标、环境功能区划目标,制定 2020 年、2025 年和 2035 年的环境质量底线目标。2020 年污染严重水体大幅减少,饮用水安全保障水平持续提升,主要湖库生态环境稳中趋好,区域水生态环境状况持续好转。到 2025 年,基本消除不达标水体,区域水生态环境状况良好。到 2035 年,区域受损水生态系统功能总体恢复,全面达到水功能区划目标。

2.3 水环境容量的核算

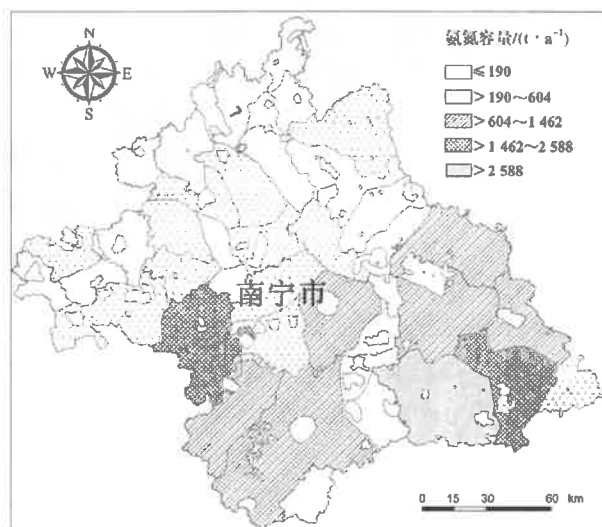
采用一维水质模型核算《南宁市水功能区划》中河流水功能区划涉及的 227 个水功能区的水环境容量。核算污染物指标为 COD、氨氮、TP。南宁市各控制单元的水环境容量见图 3。根据核算结果,在 75% 的水文保证率下,南宁市 COD、氨氮、TP 的水环境容量分别为 74.3 万、2.7 万、0.40 万 t/a。除了管理上禁止排污的保护区,或者现有排污项目需要逐步退出的单元外,其他水环境控制单元的核算结果均为理想水环境容量,未考虑现有的排污情况。与当前南宁市水功能区的纳污能力核算结果相比,由于水质管理目标和设定水文保证率不同,且现状的污染源统计口径不同,本研究核算的水环境容量与其存在一定差异。

2.4 允许排放量的核算

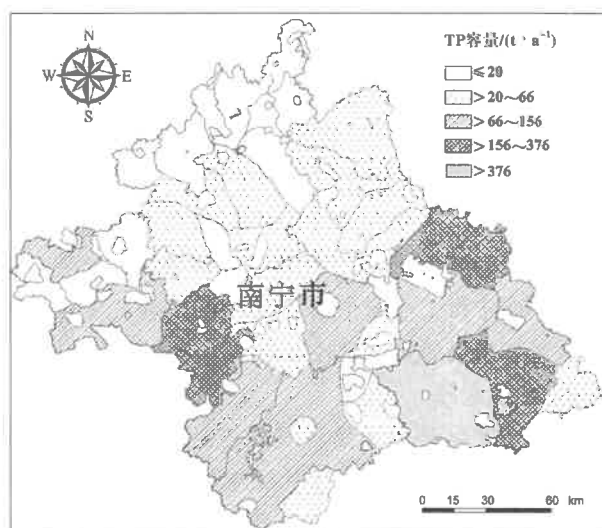
结合水环境的达标状况分析、污染压力分析、减



(a) COD



(b) 氨氮



(c) TP

图 3 南宁市水环境 COD、氨氮和 TP 容量
Fig.3 Water environment capacity of COD, ammonia nitrogen and TP in Nanning

排潜力分析和需求,综合确定南宁市不同阶段允许排放量的核算原则。以2020年允许排放量为例,核算原则为:水环境承载率在100%~120%的乡镇,允许排放量为现有排放量削减10%;水环境承载率在120%~150%的乡镇,允许排放量为现有排放量削减20%;水环境承载率在150%以上的乡镇为严重超载区,允许排放量为现有排放量按照2020年最大限度的削减潜力削减后的排放量。2025年按照除当前的黑臭河段外的其他河段均应达标的要求核算水环境允许排放量。结果表明,2020年COD、氨氮和TP的允许排放量分别为68.3万、2.5万、0.40万t/a。2025年COD、氨氮和TP的允许排放量分别为61.5万、2.2万、0.37万t/a。2035年全面稳定达标,不再核算允许排放量。

2.5 水环境管控分区

南宁市水环境管控分区结果见表2和图4。水源保护管控区包括13个市级、17个县级、79个乡镇集中式饮用水水源地所在区域的105个控制单元,涉及金钗河、姑娘江、仙湖水库、左江、右江、邕江等河湖。2020年前应保持在《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)Ⅲ类及以上标准,2035年前应提升至GB 3838—2002的Ⅱ类及以上标准。水源保护管控区要禁止新建、改建、扩建法律法规明令禁止的项目;搬迁或关闭电镀、化工、石化、造纸、印染、化学品、铅蓄电池等企业;禁止河道挖沙取土;禁止影响水源地供水安全的重大项目准入和建设活动;健全乡镇和农村水源地监测监管体系,完善水源地风险应急预案;建设水源地生态隔离带,保护已有水源地生态隔离带。

表2 南宁市水环境管控分区结果
Table 2 The water environment zoning results of Nanning

分类	面积 /km ²	控制单元 /个	面积占比 /%
水源保护管控区	1 454.9	105	6.6
水源涵养管控区	2 705.1	9	12.2
工业生活管控区	10 875.1	15	49.1
农业面源管控区	7 131.0	19	32.2

水源涵养管控区包括水源地上游汇水区所在的9个控制单元,涉及布泉河、右江、付林河、马头河、金钗河、南河、云表江等河湖。2020年前应保持在GB 3838—2002的Ⅳ类及以上标准,2035年前应提升至Ⅲ类及以上标准。参照饮用水水源地准保护区相关管理规定,水源涵养管控区应合理控制畜禽养殖规模和水产养殖规模;严格控制地下水开采,禁止

大规模河道挖沙取土,禁止填沟填渠;保持河口和滩涂湿地自然属性,保护生物多样性;加强植树造林,治理水土流失,提高森林覆盖率。

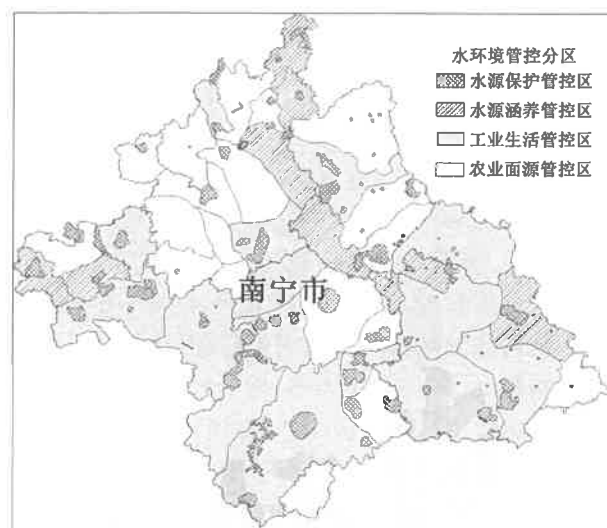


图4 南宁市水环境管控分区

Fig.4 The spatial distribution of water environment zoning in Nanning

工业生活管控区包括人口密集区和21个工业园区所在区域的15个控制单元,涉及杨湾河、清坡河、府城河、大龙洞河、朝阳河、狮螺河、新桥河等河湖。工业生活管控区要在2020年前全面消除丧失使用功能(劣Ⅴ类)的水体;城镇建成区和工业园区建立完善的雨污分流管网和污水处理设施体系;提高工业用水重复利用率,提升工业清洁化水平;采用生态修复方式逐步恢复城区黑臭河道生态功能。

农业面源管控区包括农村生产生活区域所在的19个控制单元,涉及杨湾河、俭学河、培联河、锣圩河、派兰河、刘龙河等河湖。农业面源管控区的水环境质量2020年前应保持在GB 3838—2002的Ⅴ类及以上标准,2035年前应全部提升至Ⅳ类及以上标准;加强农村改厕与生活污水治理有机结合,推进尾水资源化利用;完善城乡生活垃圾一体化处理体系,推进农业废弃物资源化利用、无害化处置;畜禽养殖项目应符合禁养区、限养区和适养区管控要求;加强村庄驻地绿化和农田林网建设。

3 讨论

水环境质量底线的编制难点在于允许排放量的核算。首先,允许排放量的核算离不开环境容量的核算,目前有关水环境容量的研究众多,水环境容量的分配更是当前的一个研究热点^[12-13]。学术界通常将水环境容量定义为:在一定水域、水文条件、一

定排污方式及水质背景下,单位时间内此水域最大容许的纳污量^[14]。这就决定了水环境容量本身的复杂性,加上水量、水质、流量、流速等水文水质条件在年际年内的变化、不同河段的本底状况变化、人为扰动变化等因素影响,水环境容量值很难核算得绝对准确,尤其是在当前的管理水平下。因此,“三线一单”追求的是相对的准确,关注的是空间和时间的差异性,以指导实施精准分区控污。

其次,允许排放量更多地是结合现状的排放量、达标状况、承载状况的一种满足管理精细化需求的分阶段污染物控制要求。随着管理水平的提升,全口径的污染源清单将会越来越精准,容量、允许排放量的核算也将会越来越准确,时间上的精细程度也会逐步转向丰、平、枯水期,进而细化到逐月逐日,污染物排放控制的科学化水平也会随之提升。目前需要做的是不断地积累,并基于前人工作基础扎实推进。

水环境质量底线的核心在于水环境管控分区,既要借助环境承载和自然规律解析的支撑提升科学性,也要加强对接满足管理需求,划定边界尽可能与行政边界重合,以明确责任主体。水环境质量底线设计的重点在于识别尚未纳入管控的优良水体或者具有重要水源涵养功能的水体,并将各类污染源的关键分布区域区分开来,提升水环境保护和治理工作的精细化水平。对于南方丰水城市而言,后续可进一步探索构建清水通道网络体系,分段分类制定精细化的管控要求,尤其是南宁市主要内河及内湖水水质较差,连通盘活城市河湖和邕江水系,可使全水系循环流动,有效提升水环境质量。

水环境质量底线的应用落实在生态环境准入清单上,聚焦超标区域和高功能区域,以目标和问题为导向,侧重空间布局约束和污染结构调整。基于水环境控制单元的管控清单,应至少包括以下3个尺度的要求:首先是宏观尺度的管控要求,包括各类分区、流域、区域的管控要求;其次是中尺度的管控要求,包括各个管控单元的环境质量目标和允许排放量;最后是微观尺度的具体任务清单,将在空间上存在违法违规、重点风险的企业项目清单叠图分析,给出优化调整的建议等,这个维度更加需要因城施策、因地制宜,注重可操作性。以上3个尺度的管控要求制定之后,既延续了以往的以环境质量为核心的流域环境管理思路,又聚焦布局和结构问题,通过污染源(规模)控制、产业结构和布局调整、利用效率提升多维发力,推进环境质量的改善,大大提升水环境质量底线的实用性。

4 结 论

(1) 建立了一套详细的“三线一单”水环境质量底线制定的技术框架,并针对南方丰水型、水质优良城市的特点,在探索实践中进行了创新改动。

(2) 以南宁市为例,编制了2020年、2025年和2035年的水环境质量目标,基于环境质量目标和全口径的污染源清单的构建,核算出2020年COD、氨氮和TP的允许排放量分别为68.3万、2.5万、0.40万t/a;2025年COD、氨氮和TP的允许排放量分别为61.5万、2.2万、0.37万t/a。构建了南宁市水环境空间管控体系,将南宁市划分为水源保护管控区、水源涵养管控区、工业生活管控区和农业面源管控区,面积占比分别为6.6%、12.2%、49.1%和32.2%。

(3) 探讨了“三线一单”水环境质量底线的编制难点,即允许排放量的核算,提出水环境管控分区的关注重点和探索建议,并从宏观、中观、微观3个尺度,讨论了准入清单的制定重点。

参考文献:

- [1] 万军,秦昌波,于雷,等.关于加快建立“三线一单”的构想与建议[J].环境保护,2017,20:11-13.
- [2] 吕红迪,万军,秦昌波,等.“三线一单”划定的基本思路与建议[J].环境影响评价,2018,40(3):1-4.
- [3] 熊善高,万军,吕红迪,等.“三线一单”环境管控单元划定研究——以济南市为例[J].环境污染与防治,2019,41(6):731-736.
- [4] 张南南,秦昌波,王倩,等.“三线一单”大气环境质量底线体系与划分方法[J].中国环境管理,2018,10(5):24-28.
- [5] 张培培,吕红迪,秦昌波,等.水环境质量底线划定关键技术与济南实践[J].环境影响评价,2018,40(3):19-22.
- [6] 蔚东升,逯飞,赵志勇.“三线一单”理论在规划环评中的实践[J].环境与发展,2018,30(1):34-35.
- [7] 成润禾,李巍,李天威,等.“三线一单”纳入城市发展战略环评技术体系研究[J].中国环境科学,2018,38(12):4772-4779.
- [8] 牛韧,王倩,秦昌波,等.“两山论”理念下环境质量良好地区的水环境质量底线确定方法探索——以衡州市为例[J].环境保护科学,2018,44(1):1-6.
- [9] STRAUSS P, LEONE A, RIPA M N, et al. Using critical source areas for targeting cost-effective best management practices to mitigate phosphorus and sediment transfer at the watershed scale [J]. Soil Use and Management, 2007, 23 (Suppl.1):144-153.
- [10] 环境保护部.“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”编制技术指南(试行)[R].北京:环境保护部,2017.
- [11] 生态环境部.“三线一单”编制技术要求(试行)[R].北京:生态环境部,2018.
- [12] 张秀梅.河流水环境容量估算和分配的研究[J].环境与发展,2019,31(5):195-197.
- [13] 荆海晓,李小宝,房怀阳,等.基于线性规划模型的河流水环境容量分配研究[J].水资源与水工程学报,2018,29(3):34-38.
- [14] 陈金毅,李念,李宛怡,等.水环境容量核算在城市发展模式优选中的应用[J].环境科学与技术,2011,34(8):147-149.

编辑:丁 怀 (收稿日期:2019-11-20)