

DOI:10.3880/j.issn.1004-6933.2020.06.014

基于分区分类功能的江苏省河湖空间管控框架

尹鑫^{1,2}, 沙海飞³, 张海滨¹, 耿雷华¹, 刘寒^{1,2}, 欧建锋⁴, 马剑波⁵

(1. 南京水利科学研究院水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210029;

2. 武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室, 湖北 武汉 430072;

3. 南京水利科学研究院研究生院, 江苏 南京 210029; 4. 江苏省水利工程规划办公室, 江苏 南京 210029;

5. 江苏省秦淮河水利工程管理处, 江苏 南京 210022)

摘要:为解决当前我国河湖在生态、功能以及空间上存在的问题,提出了一种基于分区分类功能的河湖空间管控框架。以江苏省为研究对象,以省内四大河流水系为基础,结合省内的自然地理、水资源、生态等条件进行自然地理、水资源、行政水系、防洪除涝、水土保持以及水资源保护分区,并基于协同理论对分区进行空间融合,得到最终分区方案,进而对分区内河湖的主次功能进行分析归总,并依据现有范围规定和管控红线需求对各分区进行管控范围划定。

关键词:河湖功能;水功能分区;水资源;空间融合;协同理论;江苏省

中图分类号:TV213.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2020)06-0086-07

Spatial control framework of rivers and lakes in Jiangsu Province based on function of zoning and classification//
YIN Xin^{1,2}, SHA Haifei³, ZHANG Haibin¹, GENG Leihua¹, LIU Han^{1,2}, OU Jianfeng⁴, MA Jianbo⁵ (1. State Key Laboratory of Hydrology, Water Resources and Hydraulic Engineering, Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China; 2. State Key Laboratory of Water Resources and Hydropower Engineering Science, Wuhan University, Wuhan 430072, China; 3. Graduate School of Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China; 4. Jiangsu Water Conservancy Engineering Planning Office, Nanjing 210029, China; 5. Qinhuai River Water Conservancy Project Management Office of Jiangsu Province, Nanjing 210022, China)

Abstract: In order to solve the ecological, functional and spatial problems of rivers and lakes in China, a spatial management and control framework of rivers and lakes based on zoning and classification function is proposed. Taking Jiangsu Province as the research object, based on the four river water systems in the province, combined with the natural geography, water resources, ecological conditions and other conditions of the province, the natural geography, water resources, administrative water system, flood control and waterlogging control, soil and water conservation and water resources protection are divided. Based on the synergetic theory, the spatial fusion of the divisions is carried out, and the final zoning scheme is obtained. Then the primary and secondary functions of rivers and lakes in the division are analyzed and summarized, and the control scope of each division is delimited according to the existing scope regulations and red line requirements.

Key words: river and lake function; water function division; water resources; spatial fusion; synergetic theory; Jiangsu Province

生态文明建设是事关中华民族永续发展的根本大计,党的十八大以来把生态文明建设纳入中国特色社会主义事业“五位一体”总体布局,党的十九大进一步明确建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计,提出要加快生态文明体制改革,建设美丽中国^[1-3]。水是生态与环境的控制性要素,作为水资源的载体,河湖的生态功能保护与空间管控是生态文

明建设的基础内容^[4-5]。我国河湖众多,水网密布,水系发达,但随着工业化、城镇化进程的快速推进,河湖在生态、功能、空间上问题逐渐凸显。随着人类对江河湖泊的不断开发利用,河流功能逐渐被认知,在不同发展阶段,被认知的河流功能也有所不同。河湖功能增多,功能定位变化显著,现有河湖管控方式难以满足需求。从河湖生态治理与保护要求出

基金项目:“十三五”国家重点研发计划(2018YFC0406505);南京水利科学研究院基金(Y517010)

作者简介:尹鑫(1991—),男,博士研究生,主要从事水资源研究。E-mail: xiny@smail.nju.edu.cn

通信作者:张海滨,教授。E-mail: 4705584@qq.com

发,强化河湖功能恢复与保护,落实河湖空间协同管控,对于贯彻落实中央关于生态文明建设的战略部署,解决我国水资源短缺、水环境污染、水生态损害等复杂水问题,具有迫切的现实需求和重大意义。李胜华等^[6]以我国当前水生态空间管控已有的研究为背景,重点分析了珠江口生态空间管控的必要性及国内外的相关进展,根据目前的发展趋势对珠江口水生态空间管控的前景进行了展望;王晓红等^[7]以南明河为研究对象,基于当地空间规划试点工作要求系统地分析了流域水生态空间存在的问题及相关需求,同时应用了自然生态空间用途管制方法,从水质保护、水生态空间修复、管控能力建设及水量保障 4 方面入手,提出了管控指标和管控对策,有力地支撑了省级空间规划工作的进行;陆志华等^[8]针对福建光泽县在水生态空间管控上存在的问题提出将水生态空间划分为 3 类管控区,并提出了县域内的河湖空间管控布局,为类似地区的河湖空间管控提供了参考;杨晴等^[9]在对水生态空间与管控的内涵进行梳理的前提下提出了水生态空间管控规划的思路,水生态空间管控规划的主要内容得以明确,并依据目前相关工作开展情况提出了建议;王乙震等^[10]认为河湖健康包括了生态系统自身完整性和社会服务价值两个方面,在分析了河湖健康与水功能区划的关系后,提出了基于水功能区划的河湖健康评估原则,以期由此确定不同自然属性和社会服务属性的水功能区划评估重点,为河湖生态的空间管控提供向导。这些研究对于水生态空间管控均提出了较好的思路,推进了该项研究的发展,但还缺乏相对细分的研究,难以为相应的地区治理提供可借鉴的版本。本文以开放性与协调性、系统性与科学性、约束性与引导性、创新性与激励性为原则,提出了一套基于分区分类功能的江苏省河湖空间管控框架,可为全国其他地区实现河湖综合管控工作提供参考。

1 研究区域概况

江苏省位于中国大陆东部沿海中心和长江三角洲地带,介于东经 $116^{\circ}18' \sim 121^{\circ}57'$ 、北纬 $30^{\circ}45' \sim 35^{\circ}20'$ 之间,东濒黄海,北接山东,西连安徽,东南与上海和浙江毗邻。长江横穿东西 425 km,京杭大运河纵贯南北 718 km。省内分布长江、太湖、淮河和沂沭泗四大水系。全省乡级以上河道 2 万余条,其中列入省骨干河道名录的 723 条。全省面积在 0.5 km^2 以上的城区内湖泊和作为饮用水源地的湖泊(湖荡)共 137 个,湖泊面积达 $6\,260 \text{ km}^2$,湖泊率为 6%,居全国之首。江苏省跨江滨海,水网密布,

湖泊众多,各大水系河湖特点和功能也各不相同,因此对其研究具有典型意义。

2 研究方法

2.1 协同理论

协同学是由德国科学家 Hermann Haken 创立的新兴综合性学科,也称为协理学^[11-12]。“协同”狭义上可理解为与竞争相对立的合作、互助和同步等行为;广义上指的是在复杂大系统内,为了实现系统的总体演进目标,各子系统或组成部分之间相互配合与支持的条件下形成一种良性循环状态^[13-14],在该状态下,各子系统的协同行为能够产生出超越各要素自身的单独作用,从而能够形成整个系统的统一作用和整体性。协同学主要包含 3 个方面:协同效应、伺服原理和自组织原理^[15-16]。协同发展是系统不断协调、各要素共同优化的演进过程,是一个开放性体系,在外界控制参量的作用下,各子系统之间的既竞争又合作。当控制参量达到一定阈值时,合作型竞争关系使子系统间将自动产生一种合作型竞争关系,使其结合在一起自行演化为更具竞争力及良性循环态势的、具有关联性的系统,并在空间、时间和功能上呈现出更有序的结构。横向上是各子系统间的比例关系及良性发展状态;纵向上是一个由量变到质变的、具有阶段性、层次性的动态自然历史过程。协同论已逐步成为软科学研究的重要工具和方法。

2.2 基于协同理论的河湖功能分区分类方法

水资源系统、经济社会系统和生态环境系统及其复合系统是大气圈、地层圈、生物圈和水圈的核心组成部分,是人类赖以生存和发展的家园及环境。水资源-经济社会-生态环境复合系统的特性符合一般系统协同演进的基本特征,即具有开放性、非线性,处于远离平衡状态,具有涨落变化和有序演进的特征,因此能够通过借助其内在规律和外部条件实现系统整体及其内部的协同发展^[17]。水资源-经济社会-生态环境系统协同发展的实质是协调水资源系统、经济社会系统和生态环境系统之间的关系,保持各系统之间的良性平衡和动态演进,使复合系统达到一种整体、协调、良性的组合与发展,复合系统的整体熵值减小、整体功能增大。依据协同理论思想,实现江苏省各类分区协调统一,确定分区方案包括以下两个步骤:

步骤 1:综合考虑河湖所处地区的地形条件、水资源分区、行政分区、防洪除涝分区、水土保持分区以及水资源保护分区等,选取合适比例尺的电子水系图,收集所需的各类指标数据资料,绘制单项分

区图。

步骤 2:以不同的分区目标为无序子系统,依据子系统联合作用及自组织原理进行不同目标下的空间融合,以获取不同分区内主要功能定位,为实现基于河湖功能的空间管控奠定基础。

3 基于分区分类功能的河湖空间管控框架

3.1 河湖功能分区分类方案

3.1.1 分区方案

根据江苏省的自然地理、水资源、生态等条件,按照自然地理、水资源、行政水系、防洪除涝、水土保持以及水资源保护等进行分区,结果如图 1~6 所示。其中图 1 为江苏省地形地貌分布,全省地形以平原为主,陆地面积为 10.32 万 km²,其中平原面积占比 86.89%,达 8.97 万 km²,丘陵面积 1.19 万 km²,山地面积 0.16 万 km²;图 2 为水资源分区,江苏横跨长江区及淮河区,共包含 5 个二级区,14 个三级区,22 个四级区,本研究以四级区为基础,作为空间管控技术划定的基础之一;图 3 为行政水系分区,江

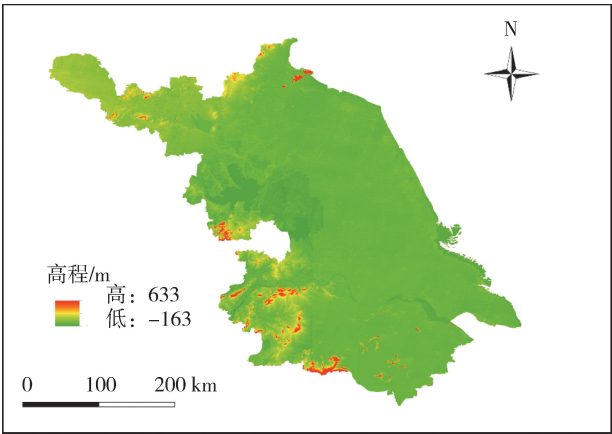


图 1 江苏省地形
Fig.1 Topography of Jiangsu Province

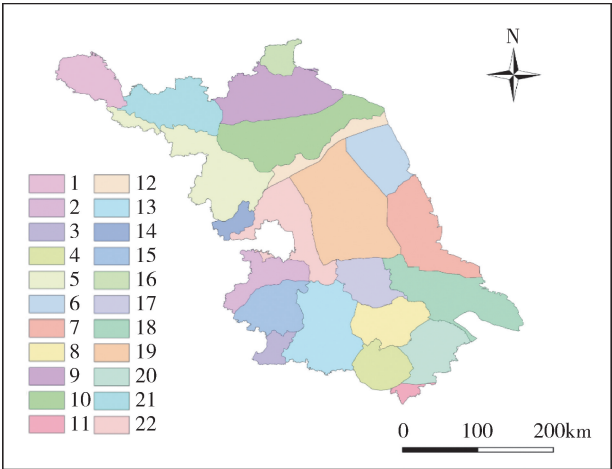


图 2 江苏省水资源分区
Fig.2 Water resources zoning of Jiangsu Province

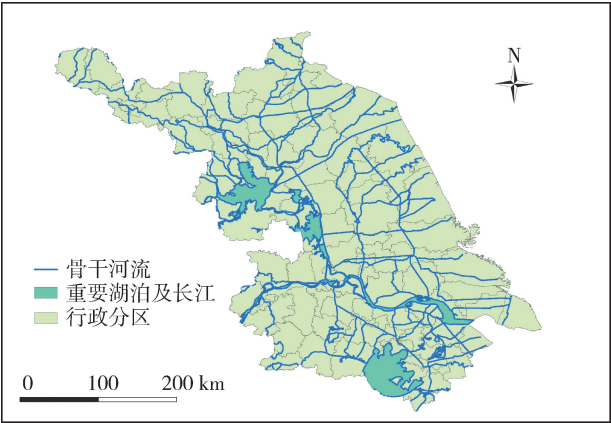


图 3 江苏省行政水系分区
Fig.3 Administrative water system zoning of Jiangsu Province

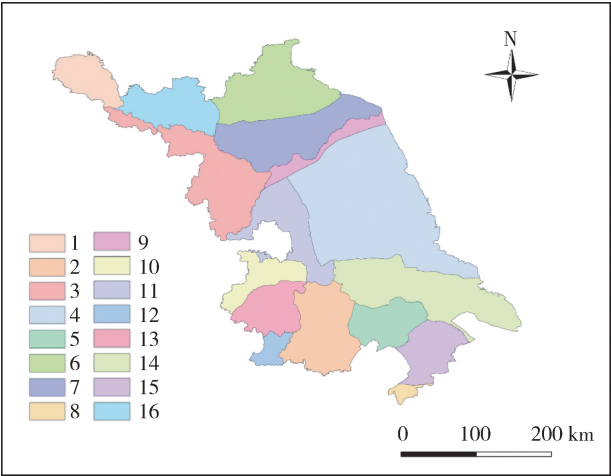


图 4 江苏省防洪除涝分区
Fig.4 Flood control and waterlogging zoning of Jiangsu Province

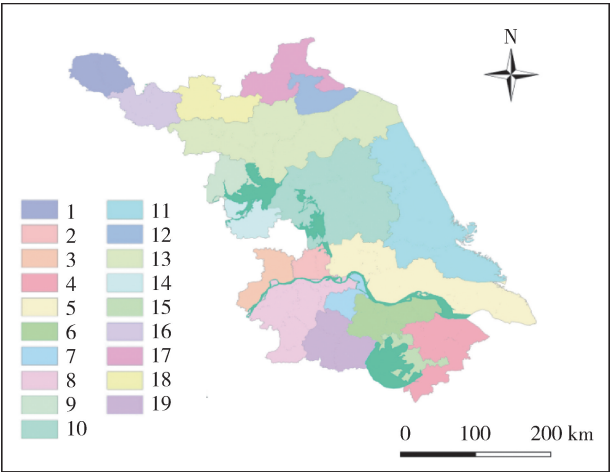


图 5 江苏省水土保持分区
Fig.5 Soil and water conservation zoning of Jiangsu Province

苏全省共辖 13 个地级市,22 个县级市、19 个县,地处江、淮、沂沭泗流域下游和南北气候过渡带,河湖

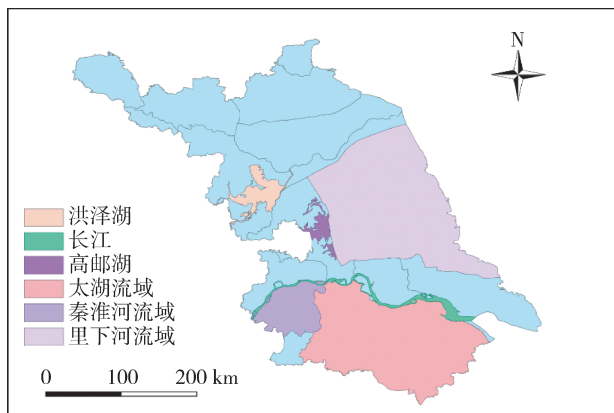


图6 江苏省水资源保护分区

Fig. 6 Water resources protection zoning of Jiangsu Province

众多,水系复杂;图4为防洪除涝分区,以省内四大河流域为基础,其中沂沭泗水系4个分区,淮河水系4个分区,长江水系4个分区,太湖水系4个分区,共16个;图5和图6分别为水土保持分区和水资源保护分区,其中水土保持分区按土地类型及保护目标共分为19个区,水资源保护分区以流域为主,兼顾重点区域,共6个部分。

依据上述6种分区在省内的分布情况,采用空间叠加技术并进行综合分析,可初步分北部、中部、西南、东南、南部5个分区,如图7所示。北部分区主要囊括徐州、宿迁、连云港以及淮安和盐城北部地区,位于淮河下游及沂沭泗流域,地势自西向东稳步降低,河湖水系渠化及闸控较多;北部分区包括6个防洪除涝区、7个水土保持区和2个重点水资源保护区,其中水土保持区主要目标是平原及低山丘陵农田土壤及水质保护,水资源保护区主要目标是河湖水源保护。中部分区囊括了淮安东部、扬州东部、泰州北部、南通北部以及盐城大部分地区;中部分区位于里下河流域,地势平缓,人工河流较多;中部分区包括1个防洪除涝区、3个水土保持区和

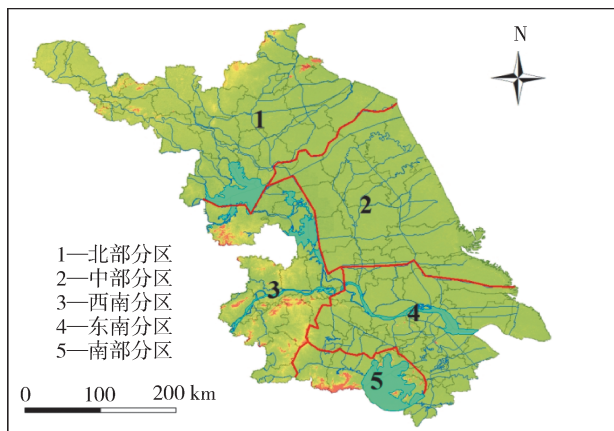


图7 河湖分区

Fig. 7 Zoning of rivers and lakes

1个重点水资源保护区,水土保持区的主要目标是平原农田土壤及水质保护,水资源保护区的主要目标是河道水资源及湖泊湖荡保护。西南分区包括淮安南部、扬州东部、南京、镇江以及常州北部;西南分区位于长江流域,横跨宁镇山脉地山丘陵区,地势起伏不定,河流水系纵横交错;西南分区包括4个防洪除涝区、4个水土保持区和3个重点水资源保护区,水土保持区旨在对丘陵岗地农田、土壤及人居环境的保护;水资源保护的主要目标是河湖水源保护与应急备用水源地建设、山区小流域治理以及城市河道整治。东南分区为包含泰州南部、常州东北部、南通南部、无锡东北部以及苏州东部的区域;东南分区位于长江、太湖流域,地势平缓,河网密布;东南分区包括5个防洪除涝区、3个水土保持区和2个重点水资源保护区,其中水土保持区旨在对平原水网土壤、水质及人居环境进行保护;水资源保护主要目标是河湖水源保护与应急备用水源地建设以及太湖入湖河道整治。南部分区范围设计范围相对较小,为常州南部、无锡南部以及苏州西部,主要位于太湖流域,地形以低山丘陵及湖滨丘陵为主;南部分区包括3个防洪除涝区、2个水土保持区和1个重点水资源保护区,水土保持区的主要目标是丘陵土壤、水源涵养及人居环境保护,水资源保护区旨在太湖水质的改善。

3.1.2 分类方案

河流功能可归纳为三大类:社会服务功能、河道演变功能和生态服务功能;湖泊功能分为两大类:社会服务功能和生态服务功能,见图8。

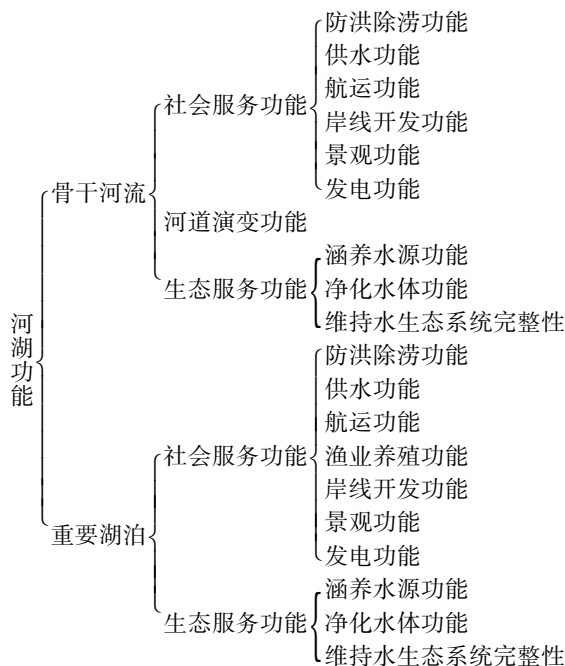


图8 河湖功能分类

Fig. 8 Classification of river and lake function

3.1.3 江苏省河湖功能分区分类

各分区内河湖功能的范围广泛,应优先考虑的其主要作用,因此对5大分区内河湖主要功能进行分析归纳:

a. 北部分区是江水(南水)北调工程的省内受水区,区内河湖作为主要承接载体,均具备供水功能,分区内河湖管控以供水功能为主。按照生态优先的原则,河湖的社会服务功能中除去人类生活必要的需求外,区内最主要的需求是水源涵养、净化水体等生态服务功能,分区内除必要的生产生活需求外,基于河湖功能的空间管控应重点关注其生态功能,分别保证以洪泽湖为首江水(南水)北调沿线的水源地保护及以连云港地区为重点的水生态环境修复。此外,分区内包含众多骨干航道,是沟通外省的重要运输通道,对经济社会发展具有较高的重要性,因此航运功能是空间管控的次一级重点内容。分区位于淮河下游及沂沭泗流域,水文情势丰枯变化剧烈,因此区内渠化及闸控河流较多,其防洪除涝功能是本区应关注的另一个重要内容。综上所述,北部区内河湖空间管控应以供水功能、生态功能、航运功能以及防洪除涝功能作为重点。

b. 中部分区地势平缓,河流形态规整,人工河道较多,主要以航运为主要功能,如江苏省干线航道网“两纵”之一的连申线苏北段、盐宝线、兴东线等。此外,区内工况企业多而分散,河道水质状况堪忧,并且受地形因素影响,区内湖荡分布较为广泛,故水生态环境保护应是中部分区河湖主要功能之一。区内洼地众多,由于人类长期开发而形成水网,水网水位全年或汛期超出耕地地面,因此必须筑圩防御,防洪除涝功能应作为本区的管控依据之一。综上所述,中部分区内河湖空间管控应以航运功能、生态功能以及防洪除涝功能作为重点。

c. 西南分区内以岗地丘陵为主,地势起伏变化较大,且涵盖长江干流及江水(南水)北调供水主干,涉及沿江种质资源及湿地保护,因此,区内河湖以供水功能及生态功能为主导。同时,长江以及山区河流等造成周边地区洪涝灾害的风险也普遍较高,因此区内河流防洪除涝功能也是重点管控要素之一。此外,西南分区是全省为数不多具备水力发电条件的地区,水力发电功能理应作为河流管控的要素之一。综上,西南分区内河湖空间管控应以供水功能、生态功能、防洪除涝功能以及水力发电功能作为重点。

d. 东南分区为平原河网地区,是全省经济最发达的区域,所需关注的河湖功能类型同样也更加繁杂,包括长江干流及太湖周边地区生态功能需求、区

域供水功能及防洪功能需求、航运功能需求等。故东南分区内河湖空间管控应以防洪除涝功能、供水功能、生态功能以及航运功能作为重点。

e. 南部分区相较其他分区相对特殊,属于环太湖山区丘陵及滨湖丘陵地区,其空间管控主要目的在于控制入太湖河流水质,同时保证山区水源涵养,改善太湖水生态环境,因此,南部分区河湖功能以生态功能为主,景观功能为次,其他功能为辅。

3.2 基于河湖功能的空间划定

开展河湖空间管控实际工作时,应根据河湖功能对空间的不同需求及地方政府或主管部门所提出的管控红线要求,视情况做出最优决策。同时,结合不同河湖功能中的现有范围规定,以不同功能的空间需求为“旧结构”,通过功能的主次关系,依据协同理论对旧结构进行融合得出“新结构”的稳定状态。换言之,融合出一个综合性的结果,该结果体现了多个功能的协同而避免了原始的空间划分矛盾。此外,借助城市规划中“七线”以及“三区三线”思想,促进河湖各项功能保护目标融合,实现多规合一。在3.1节划定分区的基础上,对每个分区进行河湖管控空间划分,包括核心区、限制区及预留区的划分。

3.2.1 河湖空间管控核心区划定

河湖空间管控核心区范围属于禁止工业化、城镇化、农业开发的区域,实行严格管控,除涉及国防安全设施建设和交通、通信等国家重大重点项目建设及活动,禁止其他与河湖功能保护目标不一致的开发建设活动。现有不符合河湖功能保护和规划要求的建设应逐步有序退出。

a. 有堤防河道及湖泊的核心区范围按照GB 50286—2013《堤防工程设计规范》及《江苏省水利管理条例》确定,1级堤防为20~30 m,2、3级堤防为10~20 m,4、5级堤防为5~10 m。《江苏省水利管理条例》中已做出规定的重要河湖作为其核心区范围。地方政府或水行政主管部门对堤防护堤地宽度有特殊规定的,可按已颁布的堤防管理办法或条例执行。

b. 无堤防河道及湖泊的核心区范围为满足该河道防洪标准的设计洪水位(或历史最高洪水位),或岸边交线之间的水域、沙洲、滩地(包括可耕地)、行洪区等水域范围两侧5~10 m,二者取大值作为核心区范围。

c. 大中型水库库区的核心区范围按《江苏省水利管理条例》规定确定,为设计最高洪水位线以下的库区及大坝背水坡坝脚外100~200 m。水库工程区的核心区范围按照SL 106—2017《水库工程

管理设计规范》确定。

d. 根据《长江岸线保护和开发利用总体规划》《淮河流域河道岸线利用管理规划报告》《太湖流域重要河湖岸线利用管理规划》《淀山湖岸线利用管理规划》中江苏省内的重要河湖岸线规定,将岸线保护区作为核心区范围。其他河流划定核心区范围时应首先按要求进行岸线功能分区划分,再将岸线保护区作为其核心区范围。

e. 根据《饮用水水源保护区污染防治管理规定》,将一级保护区作为核心区范围,按《饮用水水源保护区划分技术规范》确定。

f. 根据《江苏省生态红线区域保护规划》《江苏省国家级生态保护红线规划》,将湿地公园一级管控区、重要水源涵养区一级管控区、重要渔业水域一级管控区、重要湿地一级管控区、清水通道维护区一级管控区、湿地公园的湿地保育区和恢复重建区、水产种质资源保护区的核心区以及重要湖泊湿地的核心保护区作为核心区空间。

3.2.2 河湖空间管控限制区划定

河湖空间管控限制区范围属于生态环境比较脆弱或者是生态功能非常重要,资源环境的承载能力也较低,不具备大规模、高强度的工业化和城镇化开发的条件,也不宜进行这类开发活动,以便为全省提供可持续的生态产品的区域。因此,限制区范围内允许一定程度的开发利用活动,但需要严格管控开发方式,控制已有开发行为,确保区内河湖功能的稳定性,禁止开展对保护范围内河湖功能具有破坏性的活动。

a. 在核心区范围之外,可根据河流水域岸线保护需要和周边开发利用现状,结合城镇滨水岸线景观建设、岸线绿化、面源污染防控等需要和可能,向陆域延伸一定距离,按照 GB 50286—2013《堤防工程设计规范》规定确定,1 级堤防工程保护范围为 200 ~ 300 m,2、3 级堤防为 100 ~ 200 m,4、5 级堤防为 50 ~ 100 m。

b. 在核心区范围之外,可根据湖泊水域岸线保护需要和周边开发利用现状,将对湖泊保护有重要作用的区域划为湖泊限制区范围,一般为 50 ~ 300 m。

c. 水库库区限制区范围为坝址以上,库区两岸(包括干、支流)土地征用线以上至第一道分水岭脊线之间的陆地区域。

d. 根据《长江岸线保护和开发利用总体规划》《淮河流域河道岸线利用管理规划报告》《太湖流域重要河湖岸线利用管理规划》《淀山湖岸线利用管理规划》中江苏省内的重要河湖岸线规定,将岸线

控制利用区作为限制区范围。

e. 根据《江苏省生态红线区域保护规划》及《江苏省国家级生态保护红线规划》,将湿地公园二级管控区、洪水调蓄区二级管控区、重要水源涵养区二级管控区、重要渔业水域二级管控区、重要湿地二级管控区、清水通道维护区二级管控区及太湖重要保护区作为限制区空间。

f. 根据《全国水土保持规划(2015—2030 年)》《江苏省水土保持规划》,将水土流失重点防治区作为限制区范围。

3.2.3 河湖空间管控预留区划定

河湖空间管控预留区范围属于资源环境储备充足,生态环境良好,且还有开发利用空间,具备为未来发展预留资源能力的区域。该空间对社会经济可持续发展具有重大的意义。

a. 根据《长江岸线保护和开发利用总体规划》《淮河流域河道岸线利用管理规划报告》《太湖流域重要河湖岸线利用管理规划》《淀山湖岸线利用管理规划》中江苏省内的重要河湖岸线规定,将岸线保留区作为预留区范围。

b. 根据《饮用水水源保护区污染防治管理规定》,将二级保护区与准保护区作为预留区范围,按《饮用水水源保护区划分技术规范》确定。

4 结 语

河湖作为水资源的载体,其生态功能保护与空间管控对于生态文明建设有着不可替代的作用。但随着工业化与城镇化进程的快速推进,当前我国河湖现状不容乐观,各类问题层出不穷,亟待采取措施进行生态调控与空间管控。本研究基于协同理论对江苏省内河湖进行分类分区,并依据分区内不同河湖功能的轻重缓急情况对河湖的管控重点进行排序,最后依托已出台的相关条例、规范和法规,对各分区内河湖功能进行管控范围划定,提出了基于分区分类功能的河湖空间管控框架,其中涉及特定规范、条例等可视实际情况合理替换。

参考文献:

- [1] 陈伟. 新时代中国推进生态文明建设的战略选择[J]. 中国软科学, 2019, 339(3): 6-17. (CHEN Wei. The strategic choice for China to promote the eco-civilization construction in new era[J]. China Soft Science, 2019, 339(3): 6-17. (in Chinese))
- [2] 王爱国, 张志. 环境审计服务生态文明建设的理论探讨[J]. 审计研究, 2019(2): 43-47. (WANG Aiguo, ZHANG Zhi. Theoretical discussion on the construction of ecological civilization of environmental auditing service

- [J]. Audit Research, 2019(2): 43-47. (in Chinese))
- [3] 张高丽. 大力推进生态文明努力建设美丽中国[J]. 环境保护, 2014, 42(2): 10-16. (ZHANG Gaoli. Promote ecological civilization and strive to build beautiful China [J]. Environmental Protection, 2014, 42(2): 10-16. (in Chinese))
- [4] 刘七军, 李昭楠. 农民用水者协会-水资源社会化管理的成功范式: 来自黑河中游的典型调查[J]. 中国农村水利水电, 2011(8): 73-76. (LIU Qijun, LI Zhaonan. Farmers' water-using association, a successful water resources management pattern of socialized management; a typical example from the middle reach of the Heihe River [J]. China's Rural Water Conservancy and Hydropower, 2011(8): 73-76. (in Chinese))
- [5] 赵钟楠, 张越, 黄火键, 等. 基于问题导向的水生态文明概念与内涵[J]. 水资源保护, 2019, 35(3): 84-88. (ZHAO Zhongnan, ZHANG Yue, HUANG Huojian, et al. Concept and connotation of aquatic ecological civilization based on problem orientation [J]. Water Resources Protection, 2019, 35(3): 84-88. (in Chinese))
- [6] 李胜华, 罗欢, 吴琼, 等. 珠江河口水生态空间管控研究意义及研究进展[J]. 华北水利水电大学学报(自然科学版), 2018(4): 56-60. (LI Shenghua, LUO Fang, WU Qiong, et al., Research significance and progress of pearl river estuary water ecological space management and control [J]. Journal of North China University of Water Resources and Hydropower (Natural Science Edition), 2018(4): 56-60. (in Chinese))
- [7] 王晓红, 孙翀, 李宗礼. 贵阳市南明河流域水生态空间管控对策研究[J]. 水利规划与设计, 2017(11): 72-74. (WANG Xiaohong, SUN Chong, LI Zongli. Study on the countermeasures for water ecological space control in Nanming River Basin of Guiyang City [J]. Water Resources Planning and Design, 2017(11): 72-74. (in Chinese))
- [8] 陆志华, 钱旭, 马农乐, 等. 生态文明理念下的水生态空间管控要求: 以福建省光泽县为例[J]. 水利经济, 2018, 36(4): 63-67 (LU Zhihua, QIAN Xu, MA Nongle, et al. Management and control requirements of water ecological space under idea of ecological civilization; case of Guangze County of Fujian Province [J]. Journal of Economics of Water Resources, 2018, 36(4): 63-67. (in Chinese))
- [9] 杨晴, 王晓红, 张建永, 等. 水生态空间管控规划的探索[J]. 中国水利, 2017(3): 6-9. (YANG Qing, WANG Xiaohong, ZHANG Yongjiang et al., Exploration of water ecological space management and control planning [J]. China Water Resources, 2017(3): 6-9. (in Chinese))
- [10] 王乙震, 郭书英, 崔文彦. 基于水功能区划的河湖健康内涵与评估原则[J]. 水资源保护, 2016, 32(6): 136-141 (WANG Yizhen, GUO Shuying, CUI Wenyan. Connotations of river and lake health and assessment principles based on water function regionalization [J]. Water Resources Protection, 2016, 32(6): 136-141. (in Chinese))
- [11] 朱志刚. 协同理论简介[J]. 系统工程, 1990(3): 72. (ZHU Zhigang. A brief introduction to synergetic theory [J]. System engineering, 1990(3): 72. (in Chinese))
- [12] 李忱, 王春和. 可持续发展的协同机制研究[J]. 中国软科学, 2004(3): 152-157. (LI Chen, WANG Chunhe. Research on the synergetic mechanism of sustainable development [J]. China Soft Science, 2004(3): 152-157. (in Chinese))
- [13] 陈雅兰, 李必强, 胡继灵. 原始性创新的协同理论观[J]. 科学学与科学技术管理, 2005, 26(1): 59-62. (CHEN Yalan, LI Biqiang, HU Jiling. The theory of synergetic theory of primitive innovation [J]. Science of Science and Management of S. & T., 2005, 26(1): 59-62. (in Chinese))
- [14] BI Kexin, SUN Dehua, ZHENG Renfeng, et al. The construction of synergetic development system of product innovation and process innovation in manufacturing enterprises [C]//International Conference on Management Science & Engineering. Harbin: Harbin Institute Technology Publishers, 2006: 628-636.
- [15] 白列湖, 潘开灵. 协同论与管理协同理论[J]. 甘肃社会科学, 2007(5): 228-230. (BAI Liehu, PAN Kailing. Synergetic Theory and Management Synergy Theory [J]. Social Sciences in Gansu, 2007(5): 228-230. (in Chinese))
- [16] 潘开灵, 白列湖. 管理协同机制研究[J]. 系统科学学报, 2006, 14(1): 45-48. (PAN Kailing, BAI Liehu. Research on management cooperation mechanism [J]. Journal of System Sciences, 2006, 14(1): 45-48. (in Chinese))
- [17] 李爱花, 李原园, 郦建强. 水资源与经济社会及生态环境系统协同发展初探[J]. 人民长江, 2011(18): 117-121. (LI Aihua, LI Yaunyuan, LI Jianqiang. Preliminary study on the coordinated development of water resources and economic, social and ecological environment systems [J]. Yangtze River, 2011(18): 117-121. (in Chinese))

(收稿日期: 2019-10-10 编辑: 王 芳)

