

岸线资源评估、空间管控分区的理论与方法 ——以长江岸线资源为例

段学军^{1,2}, 邹辉^{1,2}, 陈维肖^{1,3}, 闵敏^{1,3}

(1. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008; 2. 中国科学院流域地理学重点实验室, 南京 210008;
3. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 岸线资源由于其所处水陆交互带的特殊地理位置, 成为国土空间和国土资源的重要组成部分, 逐步引起各界的重视和关注。而依托于长江黄金水道长江岸线资源发挥着重要的经济价值, 随着长江大保护战略实施其生态价值愈加凸显。从岸线资源的概念内涵和特征分类出发, 构建岸线资源价值评估的理论框架和指标体系, 以长江岸线为例开展岸线资源经济功能价值和生态功能价值评价, 并探索岸线资源分区管控方案, 提出空间管控分区对策建议, 以期丰富和拓展自然资源理论体系及研究范例, 为长江经济带及全国其他地区岸线资源调查评估及管控分区提供参考借鉴。

关键词: 岸线资源; 价值评估; 管控分区; 理论方法; 长江岸线

岸线资源是港口、产业及城镇布局的重要载体, 具有港口、供水、交通通道、旅游等经济功能, 同时在生态环境保护方面具有重要地位。岸线的不合理开发利用会影响与其毗邻河流湖泊海洋的水质、生物, 破坏河势和运输航道, 加剧滨岸带灾害的发生等。党中央《生态文明体制改革总体方案》重点提出要“开展水域、岸线等水生态空间确权试点”; 十八届五中全会明确提出要“构建科学合理的自然岸线格局”。长期以来, 由于缺乏对岸线的系统研究, 岸线开发与管理无序, 在岸线开发与保护方面出现了一系列突出问题: 大中城市岸段开发强度过大、港口—工业占用不合理、排污与取水口布局混乱、局部岸段污染严重、生态安全受到威胁、游憩和自然保护岸段遭侵占严重等。自1980年代以来, 地理学家开始认识到岸线在经济轴带发展中的重要支撑作用, 围绕长江经济带的建设, 开展岸线利用状况和开发条件调查评价^[1-2]; 此后又陆续把岸线作为资源纳入区域规划, 持续开展了苏、皖、赣、湘等省沿江岸线开发利用情况调查与评估, 为有关省市长江开发提供了科学依据^[3-5]。针对已有工作对岸线资源生态功能价值和岸线开发的生态环境影响等研究不够深入的局限, 学术界对岸线资源生态功能、环境功能以及休憩旅游功能也有所关注^[6-8], 并初步探讨了采用高分遥感、地理信息系统、数学模型等开展岸线资源调查的方法^[9-14]。综合集成岸线资源自然本底调查、岸线利用生态影响评估、岸线功能分区, 客观评价岸线保护—开发的生态效益、经济效益和社会效益, 深入揭示上下游、左右岸之间的区域关联, 是该领域研究的前沿和热点^[15]。岸线作为一种空间载体, 同时具有资源的价值属性, 本文试图从自然资源的概念和价值出发, 探讨岸线资源的概念和分类, 并从岸线资源的经济价值和生态价值两个方面开展理论和评估方法

收稿日期: 2019-03-30; 修订日期: 2019-06-28

基金项目: 中国科学院科技服务网络计划 (STS) 重点项目 (KFJ-STS-ZDTP-011)

作者简介: 段学军 (1970-), 男, 内蒙古赤峰人, 研究员, 研究方向为区域开发与可持续发展。

E-mail: xjduan@niglas.ac.cn

的探讨;以长江经济带战略和长江大保护战略最为关切的长江岸线为案例区,开展岸线资源的价值评估和空间功能分区研究,以期为自然资源保护、国土空间规划、长江大保护的国家战略和任务提供理论借鉴和实践参考。

1 岸线资源概念

1.1 概念辨析

自然资源是能够为人类提供生存、发展和享受的物质与空间。物质和空间是否属于资源具有两大必备条件,一是人类对其有需求,即物质和空间具有开发利用价值;二是此种物质或空间是有限的,如水资源、土地资源、矿产资源等。自然资源的价值随人类需求的变化而发生变化。单纯从水文地貌学的意义上来看,江河湖海的岸线是指一定水位下水域与陆域的交界线,也有研究认为岸线是指枯水到洪水的水位线变化的范围^[16-17]。随着滨岸带开发活动的增多,尤其是港口航运对岸线开发需求的增大,人们对岸线的认识逐步突破了水文地貌学的概念,而认识到岸线也是一种资源^[1-3,18-20]。一方面它在数量上是有限的,不可能无限使用;另一方面它有开发价值,开发价值大小取决于区位、港口、城镇和过江通道建设条件以及旅游潜力等。岸线资源是土地资源概念的拓展,是在土地资源基础上叠加岸线在港口航运、城市生活、生态系统保护方面的独特属性,融合土地资源、水资源以及生态等内涵的新型资源。岸线资源的概念为江河两侧与湖泊海洋周边一定水域和陆域空间范围内一切可被人类开发和利用的空间以及物质、能量和信息的总和,具体范围多大与利用方式和上下游以及不同区段后方陆域地貌条件有关。岸线资源既具有行洪、调节水流和维护水生生态系统健康等自然与生态环境功能属性,同时又在一定条件下具有可以开发利用的土地资源属性,是一种可满足多种开发利用方式的空间资源。江河两侧、湖泊海洋周边广布宝贵的岸线资源,涉及水、陆、港、产、城和生物、湿地、环境等多方面,既是港口、产业及城镇布局的重要载体,也是江河湖海的生态屏障和污染物进入江河湖海的最后防线。作为江河湖海生态环境的重要组成和核心环节,岸线资源发挥着无可替代的重要生产、生活和生态环境功能。

1.2 岸线资源的特征和分类

岸线资源既包括自然范畴,即岸线的自然属性,也包括经济范畴,即岸线的社会属性,是人类的生产资料和劳动对象。岸线资源由于其独特的自然和人文社会经济条件,而呈现出脆弱性、变动性、多宜性和综合性特征。岸线的脆弱性:岸线资源位于水、陆和人文环境综合耦合的空间内,兼具水、陆两大自然系统特征,又是水陆交互作用影响强烈地带;同时,该地带内的水域、湿地等通常是重要水生动物和候鸟栖息地或生物多样性保护区,生态系统较为敏感,因此该地带在承载人类活动干扰方面,呈现出明显的脆弱性特征。变动性:受地球内外动力、气候变化、地质灾害、地震及洪水等自然因素的影响,岸线本身稳定性差,叠加人类活动导致水沙条件改变和开发强度增加等因素,使岸线资源在质量和时空分布格局上呈现出较大的变动性,如原来建港条件优良的深水岸线变为不适宜建港的浅水淤积岸线;同时,区位、交通条件的改变以及开发保护要求的变化,也会使岸线资源价值呈现一定的变动性。多宜性:由于岸线资源特殊的空间区位、多样的生态功能以及丰富的物质能量储备,使其不但具备港口运输、工业生产、水工设施建设、城镇生活、农业生产等多种开发可能,还具有水质缓冲区、生物栖息地、

水源地等生态系统保护的重要性，在利用和保护方面表现出多宜性的特征。综合性：岸线资源不但具有开发方面的价值，还有保护的价值，同时兼具空间、水、土以及生态等多种资源特点，具有明显的综合性特征，因此，岸线资源禀赋要从多要素的角度，从多个方面去评价，在岸线资源管理上要考虑多要素功能的发挥，并兼顾开发与保护两个方面不同的需求。

传统上岸线分类通常根据自然属性进行划分，如根据岸线所处的水域类型划分为海岸线、湖岸线、江河岸线，根据岸线的地质岩性可以划分为基岩岸线、砾质岸线、沙质岸线、粉沙淤泥质岸线，根据岸线的稳定性可以划分为稳定岸线、冲刷岸线、淤积岸线，根据岸前水深条件划分为深水岸线、中深水岸线、浅水岸线等。随着人类生产生活在岸线利用的增多，不同政府部门根据管理需要也对岸线类型进行了一些简单的划分，有的把岸线划分为生产岸线、生活岸线、交通运输及仓储岸线、特殊岸线，有的划分为港口岸线、仓储岸线、工业岸线、生活占用岸线、过江通道岸线，有的划分为电力岸线、港口岸线、过江电缆岸线、取排水口岸线、人渡岸线、桥梁岸线等。综合考虑岸线自然特征和资源经济属性，本研究把岸线划分为自然岸线和人工岸线两大类型，自然岸线又划分为自然交互岸线、硬质交互岸线和小幅干扰岸线；人工岸线划分为港口码头岸线、工业生产岸线、城镇生活岸线和其他人工岸线（表1）。

表1 岸线资源分类

Table 1 Classification of waterfront resources

一级类	二级类	定义
自然岸线	自然交互岸线	岸线及后方陆域1 km范围内无港口码头、工业生产、大规模住宅开发建设，水陆交互处于相对自然状态，表现为洲滩湿地、基岩山体等形态，涉及内陆滩涂、沿海滩涂、林地、草地等用地类型
	硬质交互岸线	岸线及后方陆域1 km范围内无港口码头、工业生产、大规模住宅开发建设，堤防硬化明显、水陆交互处为硬质护坡护岸工程，表现水陆交互界面为人工硬化质地
	小幅干扰岸线	岸线及后方陆域1 km范围内无港口码头、工业生产，存在农村住宅开发、乡村聚落分布；堤内水产养殖、大规模大棚农业种植等
人工岸线	港口码头岸线	岸线及后方陆域1 km范围内存在用于人工修建的客运、货运、捕捞及工程、工作船舶停靠的场所及其附属建筑物、物流仓储场所及设施的岸线开发类型，涉及港口码头、仓储等用地类型
	工业生产岸线	岸线及后方陆域1 km范围内存在工业生产、产品加工制造、机械和设备修理及直接为工业生产等服务的附属设施的岸线开发类型，涉及工业用地类型
	城镇生活岸线	城镇建成区范围内，岸线及后方陆域1 km范围内存在住宅开发、公共服务设施开发、公园建设等岸线开发活动类型，涉及城镇住宅、公共管理与公共服务等用地类型
	其他人工岸线	人工围滩岸线，近年来围垦滩涂而未开展大规模开发建设；过江通道岸线，水工设施岸线等

1.3 岸线资源与流域经济带国土空间规划

岸线资源是支撑流域经济带发展的重要战略资源，是流域经济带国土空间规划的核心内容。与沿路等其他经济带不同，流域经济带通常以航运和水资源为发展的核心驱动，并在沿江河、环湖或沿海区位条件优越的区域形成经济带的增长极，同时由于岸线的脆弱性而使这一区域的开发与保护矛盾非常突出。从莱茵河等国际大河流域的发展和保护经验来看，岸线资源的开发可以带动流域经济带的快速发展，形成城市和产业带，

但同时岸线资源的占用导致的生态环境问题往往也非常大。因此,在流域经济带的国土空间规划中,要把岸线资源作为空间管控的重要内容,处理好岸线资源的开发利用与区域发展、防洪安全、供水以及水生态水环境保护的关系,以空间规划统领水资源利用、水污染防治、岸线使用、航运发展等方面空间利用任务,协调水利、交通、国土、环保、农业等多部门之间的开发与保护要求。通过岸线资源的空间管控,促进沿岸区域发展格局、城镇空间布局、产业结构与岸线资源环境承载能力相适应。在国土空间规划中要根据岸线的生态和经济属性,结合经济和社会发展的需求,科学谋划岸线资源空间开发保护格局,建立健全岸线空间管控机制,编制能兼顾各部门、各行业、各地方、上下游、左右岸、反映经济社会发展和相关管理要求的岸线保护和开发利用总体规划,指导岸线保护、开发利用及管理工作,使岸线资源的开发利用成为推动区域建设的重要引擎,以空间规划为统领有效完成水资源利用、水污染防治、岸线使用、航运发展等方面空间利用规划任务。

2 岸线资源价值评估与空间管控分区

2.1 自然资源价值及评估

随着自然资源开发利用程度的不断加快,资源的稀缺性会日益凸显,人类越来越关注资源保护与合理开发,因而,自然资源价值评估和有偿利用在自然资源管理中显得尤为重要。岸线作为一种与人类密切相关的重要自然资源,在人口、资源、环境和经济发展互动关系中居于其他资源无法替代的核心地位,但由于其功能的多样性,人们对岸线资源的研究并不如对其他自然资源(如土地资源、水资源、矿产资源)研究那么成熟和丰富。目前,国内外系统且全面地关于岸线价值评估的研究并不多见,岸线资源价值评估理论及方法尚欠缺且不成熟。因此,借鉴当前已有的自然资源价值评估理论,建立并发展岸线价值评估理论与方法,对岸线资源的科学管理具有重要意义。

自然资源的价值是社会经济发展的必然产物,并不是与生俱来的。人们对自然资源价值的认识,经历了漫长的传统无价值阶段和现代有价值阶段,其过程大体归纳为两类五种观点:第一类是自然资源无价值论。包括两种观点,一是自然资源无价值但有价格,其价格是地租的资本化^[21];二是自然资源在没有人类劳动前就没有价值,自然资源价值是人类劳动的体现^[22]。第二类是自然资源有价值论,但价值的表现不同。包括三种观点,一是认为对自然资源的定价,应兼顾自然再生产过程和社会再生产过程两个方面,考虑资源本身价值与社会对自然资源进行的人力、财力、物力的投入,即按完全生产价格等于地租加成本再加利润的原则来确定^[23];二是认为自然资源的价值体现就是地租,而且提出代际均衡理论,即当代人积累的地租能够补偿将来发生的使用者成本^[24]。三是认为自然资源具有社会价值、经济价值和环境价值,即多价值理论或“综合价值论”^[25],同时自然资源核算也促进了对自然资源价值的认识和评估的必要性^[26-27]。

2.2 岸线资源价值及评估

随着人才、资金、技术、市场等先进生产要素向沿岸集聚,人类各种活动的趋岸性不断增强,对岸线资源需求的总量与类型不断增加。聚集效应和资源的稀缺性,导致供需关系的变化,使得毗邻岸线的房产、土地、水域等生产要素和资产的价格也随之上升,人们逐渐认识到岸线价值属性的存在。在经历了漫长的发展周期后,人们开始对岸

线资源价值的认识有了转变,其价值不再局限于依赖资源本身获得的实物价值,而是兼具经济利用价值、生态保护价值、伦理价值、文化价值、社会价值等多方面的综合价值。本文认为,岸线价值的内涵是指人类与岸线相互影响的关系中,对于人类和岸线这个统一整体的共生、共存、共发展具有的积极意义、作用和效果,其价值主要体现为内在价值和外在价值两个方面。

岸线内在价值更强调岸线在气候调节、旅游观光、纳污净化等方面的生态价值,即岸线生态功能价值。岸线作为陆地和水域的分界线,受水文、地质及动力条件等影响,本身具有生态系统服务价值,即使没有经过开发、使用、加工等劳动活动,自然岸线所构成的沿岸优美的景观、适宜的气候环境、临水亲水的空间便利及丰富的岸带生态系统,均具有一定的生态、科学、美学、历史和文化价值,可为人们提供生活、居住及娱乐等方面的服务。岸线外在价值更强调岸线固有及开发活动所产生的纯收益(利润),即岸线经济功能价值,与岸线的开发利用条件密切相关。岸线具有“满足需求的功能”,岸线资源的有限性(稀缺性)和功能特殊性决定了岸线的使用能够带来收益。随着沿岸城市步入经济快速发展的机遇期,对于岸线的需求急剧增长,而岸线资源的有限性决定了人均占有量的固定性,而改变这种固定性的代价较大,如通过人工围填形成新的岸线,需付出一定的经济成本。功能特殊性是指岸线资源具有特定不可替代的用途。岸线是一些产业发展必须依赖的生产资料,具有不可替代性,如交通运输、港口工程、船舶工业及一些大型的专业装备制造都需要具备沿岸的区位优势,并紧邻深水岸线。总之,从岸线资源的内涵来看,岸线资源的价值不应仅是单一的实物经济价值量,而是更具整体性的综合价值。

2.3 岸线资源评估指标体系及管控分区

岸线资源生态功能价值评估不仅考虑水域自然保护、水产保护、陆域防洪蓄洪等,同时加入了自然滩地保护要素,重视岸线资源的水生动物、水产资源栖息地和繁育场的生态功能价值,综合考虑岸线资源在生态保护、饮水安全、防洪安全等方面的生态功能,具体指标选取自然保护区、水产种质资源保护区、重要饮用水水源地、蓄滞洪区、自然滩地、洲滩岸线等,克服了岸线资源保护的水陆协调瓶颈,凸显岸线资源的水域陆域交界带的特征。生态功能价值根据其重要程度划分为五个等级。岸线的经济功能价值根据建港条件进行评价,主要考虑岸前水深、岸线稳定性、集疏运条件、城市依托以及陆域宽度等因素,经济功能价值划分为三个等级。结合岸线资源本底和利用现状调查技术,融合GIS空间分析与统计分类方法^[26-29],建立岸线资源价值评估及管控分区技术体系(图1)。

依据岸线空间管控方式,将岸线资源划定为禁止开发岸线、优化开发岸线和限制开发岸线(表2)。禁止开发岸线包含自然保护区、水产种质资源保护区、重要饮用水水源地、蓄滞洪区、自然滩地、洲滩岸线等具有重要生态功能和保护价值的岸线;优化开发岸线包含不涉及重要生态敏感岸段的已开发利用岸线和开发利用适宜性较好可适度开发的岸线;限制开发岸线为禁止开发和优化开发岸线之外的岸线,应在严格开展生态环境影响评估、开发利用适宜性评价基础上,按照相关规划,进行适度开发利用,严格控制开发利用强度,鼓励绿色、安全、集约化开发方式。

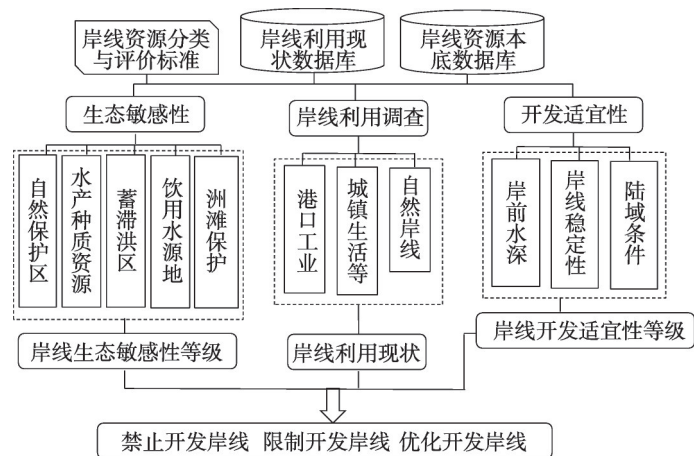


图1 岸线资源综合评价及分区技术

Fig. 1 Comprehensive evaluation and zoning technology of waterfront resources

表2 岸线资源管控分区方法

Table 2 Management and control method of waterfront resources

功能划定	经济功能价值等级	生态功能价值等级	现状类型	解释
禁止开发岸线	不限	高于一定等级	不限	生态功能价值二级以上岸段划定为禁止开发岸线，包含国家级自然保护区、省级自然保护区核心区和缓冲区涉及岸段、国家水产种质资源保护区核心区涉及岸段、重要蓄滞洪区涉及岸段、饮用水水源地涉及岸段、自然滩地和洲滩湿地岸段及其他生态敏感目标空间重叠岸段，旨在有针对性、全面地保护具有重要生态价值的岸线资源
优化开发岸线	不限	低于一定等级	人工岸线	已开发利用岸线（人工岸线）中生态功能价值低于二级的岸段划定为优化开发岸线，旨在充分保障生态价值岸线的基础上促进岸线资源存量优化
	优于一定等级	低于一定等级	自然岸线	未开发利用岸线（自然岸线）中不涉及生态环境敏感目标（生态功能价值低于一级）、开发适宜条件较好的岸段（经济功能价值优于或等于二级）划定为优化开发岸段，旨在充分挖掘岸线资源利用潜力和效率
限制开发岸线	不限	不限	不限	其余生态功能价值和生态功能价值皆不突出的岸线划定为限制开发岸线，严格限制开发强度和方式

3 长江岸线资源评估与空间管控分区

长江干流（宜宾三江口以下）通航里程达2800多km，10000 t船舶可直达南京，5000 t船舶可抵武汉，1500 t船舶可到重庆，是名副其实的“黄金水道”，具有极大的经济开发价值；同时，长江丰富的地理、气候和水系条件孕育了多样性的生物栖息地和独特的生物，包括中华鲟、江豚等珍稀濒危鱼类和四大家鱼等，生态环境又非常敏感。长江干流两岸岸线总长近7900 km，人工岸线比例达36.7%，岸线开发与保护的矛盾非常突出。开展长江岸线开发与保护价值评估和管控规划，对于确保长江岸线在满足沿江地区经济发展需求的同时生态环境得到有效保护具有重要意义，在江河湖海岸线资源开发与保护研究中具有明显的典型性。

3.1 长江岸线资源经济功能价值评价

在长江岸线资源的经济功能价值评价方面，采用的岸前水深 h 分级标准为：大于10 m

划定为深水岸线、5~10 m划定为中深水岸线、小于5 m划定为浅水岸线；离岸距离L南京新济洲以下划定为300 m，南京新济洲至葛洲坝下划定为200 m，葛洲坝以上离岸距离划定为100 m（表3）。岸前水深评价采用获取水下地形图/航道图/水深数据。本文长江水深数据来源于长江航道局，逐段量测离岸距离L处水深条件，水深大于 h_2 判定为深水岸线、水深大于 h_1 小于 h_2 判定为中深水岸线、水深小于 h_1 判定为浅水岸线。

陆域纵深分级标准为：长江干流葛洲坝以上主要以山地地貌为主，划定1 km以上陆域纵深为陆域条件好（I级），0.5~1 km陆域纵深为陆域条件较好（II级），0.5 km以下陆域纵深为陆域条件差（III级）；葛洲坝以下主要以平原地貌为主，划定2 km以上陆域纵深为陆域条件好（I级），0.5~2 km陆域纵深为陆域条件较好（II级），0.5 km以下陆域纵深为陆域条件差（III级）。后方陆域条件评价采取获取岸线后方陆域5 km范围地形图/高清遥感影像数据。本文采用SRTM 30 m分辨率DEM数据和资源3号2 m分辨率遥感影像数据（数据来源于中国科学院资源环境数据中心）。建立岸线缓冲区（缓冲距离LL1、LL2，长江干流LL1=0.5 km、LL2=1 km或2 km），逐段量测判断陆域纵深条件，陆域纵深大于LL2判定为陆域条件好（I级）、陆域纵深大于LL1小于LL2判定为陆域条件较好（II级）、陆域纵深小于LL1判定为陆域条件较差（III级）。

岸线稳定性分级标准为：葛洲坝以上岸线稳定性以山地地质灾害为主，划定地质灾害隐患点1 km缓冲区范围涉及岸段为岸线稳定性差（II级），划定不涉及地质灾害隐患点1 km缓冲区的岸段为岸线稳定性好（I级）；葛洲坝以下岸线稳定性以冲刷剧烈、崩岸风险为主，划定岸线摆动较大、冲刷较剧烈岸段为岸线稳定性差（II级），划定其他岸段为岸线稳定性好（I级）。岸线稳定性评价技术方法为上游/山地获取岸线1 km范围内地质灾害隐患点数据。本文地质灾害隐患点数据来源于四川省自然资源局和重庆市自然资源局。建立隐患风险缓冲区（1 km缓冲区），开展岸线与灾害隐患风险缓冲区空间叠置分析，提取地质灾害风险影响岸段，地质灾害风险区内岸段划定为岸线稳定性差（II级）、地质灾害风险区外岸段划定为岸线稳定性好（I级）；下游/平原获取多期遥感影像数据，遥感影像数据采用SPOT卫星影像数据，开展多期遥感影像解译与对比分析，判别提取岸线冲淤剧烈岸段，冲淤剧烈岸段划定为岸线稳定性差（II级）、岸线变化不明显岸段划定为岸线稳定性好（I级）。

表3 岸线经济功能价值评估准则

Table 3 Standard for assessing the value of waterfront economic function

岸段	离岸 距离/m	岸前 水深/m	岸线稳定性	后方陆域 纵深/km	岸线经济 功能价值	分级
合江门—葛洲坝	100	>10	稳定	>1	价值高	I级
	100	5~10	稳定	0.5~1	价值较高	II级
	100	<5	不稳定	<0.5	价值低	II级
葛洲坝—南京新济洲	200	>10	稳定	>2	价值高	I级
	200	5~10	稳定	0.5~2	价值较高	II级
	200	<5	不稳定	<0.5	价值低	II级
南京新济洲—长江口	300	>10	稳定	>2	价值高	I级
	300	5~10	稳定	0.5~2	价值较高	II级
	300	<5	不稳定	<0.5	价值低	II级

3.2 长江岸线资源生态功能价值评价

岸线生态功能价值评价主要从自然保护、水产种质资源保护、重要饮用水水源地保护、防洪蓄洪、自然滩地和洲滩保护等方面开展生态服务目标识别。数据来源于生态环境部、农业部、水利部相关保护地目录、地图集以及沿江省市的调研成果。(1) 水生动物及鸟类保护价值岸段：长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区、长江天鹅洲白鳍豚国家级自然保护区、湖北监利何王庙长江江豚省级自然保护区、长江新螺段白鳍豚国家级自然保护区、铜陵淡水豚国家级自然保护区、长江口中华鲟省级自然保护区、崇明东滩鸟类国家级自然保护区、九段沙鸟类国家级自然保护区等国家级自然保护区以及长江湖北宜昌中华鲟省级自然保护区、镇江长江豚类省级自然保护区等省级自然保护区。(2) 水产种质保护价值岸段：长江重庆段、监利段、黄石段、安庆段、扬州段四大家鱼水产种质资源保护区、长江八里江段长吻鮠鮡水产种质资源保护区、长江安庆段长吻鮠大口鲶鳊鱼水产种质资源保护区、长江大胜关长吻鮠铜鱼水产种质资源保护区、长江扬中段暗纹鮰刀鲚水产种质资源保护区、长江靖江段中华绒螯蟹鳊鱼水产种质资源保护区、长江如皋刀鲚水产种质资源保护区、长江刀鲚水产种质资源保护区等。(3) 饮用水水源保护价值岸段：长江干流重要饮用水水源地 150 余处。(4) 防洪蓄洪价值岸段：长江干流蓄滞洪区主要包括淠市扩大区、荆江分洪区、虎西预备区、人民大垸、建新、君山、洪湖、江南陆城、杜家台、西凉湖、东西湖、武湖、涨渡湖、白潭湖、华阳河等蓄滞洪片区。(5) 维护岸线自然生态功能价值岸段：自然滩地作为自然岸线最重要的组成部分，具有重要的生态环境功能；洲滩岸线同主江岸线一样是长江岸线的重要组成部分，同时洲滩岸线除中下游有开发利用活动以外，中上游大部分洲滩岸线亦发挥着重要的生态功能。评估岸线生态敏感性过程中对自然滩地的选择主要考虑滩地的集中连片和规模、不考虑是否已开发利用，以期充分评估已有开发利用活动对滩地的侵占影响，这种自然滩地岸线长度为 457 km。洲滩岸线为长江除崇明岛和扬中岛以外的其他洲岛岸线，共计洲岛/洲滩个数达 70 余个，岸线长度达 1200 km。

在岸线生态服务目标识别的基础上，结合广泛调研与专家访谈，对岸线生态功能价值因子进行权重赋值，国家级自然保护区核心区、缓冲区和实验区分别赋值 5、4 和 3；省级自然保护区核心区、缓冲区和实验区分别赋值 3、2 和 1；水产种质资源保护核心区和实验区分别赋值 3 和 1；重要饮用水水源地保护区赋值 2；重要蓄滞洪区和一般蓄滞洪区分别赋值 2 和 1；自然滩地和洲滩岸线分别赋值 3 和 2。对生态功能价值不同分值岸段进行等级划分（表 4），将分值大于等于 8 的岸段划分为生态价值极重要（五级），分值为 6~7 的岸段划分为生态价值重要（四级），分值为 4~5 的岸段划分为生态价值极度较重要（三级），分值为 2~3 的岸段划分为生态价值一般重要（二级），分值为 0~1 的岸段划分为生态价值不重要（一级）。

表 4 岸线生态功能价值等级划定标准
Table 4 Standard for defining the value level of waterfront ecological function

分级	一级	二级	三级	四级	五级
分值	≤1	2~3	4~5	6~7	≥8

3.3 长江岸线资源价值评估结果分析

长江干流岸线经济功能价值评价结果表明，长江干流岸线资源经济功能价值较好的

岸段约占23%。其中Ⅰ级岸线998 km, 占比12.6%; Ⅱ级岸线784 km, 占比10.0%; Ⅲ级岸线6116 km, 占比77.4%。上中下游空间差异巨大, 价值优良岸线主要分布在江苏、湖北、安徽等省市, 其中江苏省优良岸线(Ⅰ级和Ⅱ级)占比达47%, 而重庆、四川优良岸线占比不到10%, 可见长江干流中上游优良岸线资源紧缺。

长江干流岸线具备明显生态功能价值岸段占比近50%, 长度达3943.2 km。其中二级岸段长度为2321.7 km, 占比29.4%; 三级岸段长度为1263.2 km, 占比为16.0%; 四级岸段长度为316.6 km, 占比为4.0%, 主要分布在荆州、泸州、宜宾、咸宁; 五级岸段一般为国家级自然保护区核心区和缓冲区中的自然滩地岸线、水产种质资源保护区核心区中的饮用水水源地及自然滩地岸线, 长度为41.7 km, 占比为0.5%, 主要分布在荆州、芜湖、咸宁和南京。生态功能价值岸段较长的城市有重庆、荆州、宜昌、上海等城市。

长江干流岸线资源开发条件较好的岸段超过40%涉及生态敏感空间, 特别是四川、重庆开发与保护矛盾更为突出, 仅有的、宝贵的优良岸线资源空间分布与生态空间重叠, 导致部分港口码头、临江工业布局与生态空间冲突。从岸段长度来看, 湖北、安徽保护—开发条件空间不匹配岸段超过100 km, 而这些岸段正是地方政府冒着破坏生态的风险进行岸线资源开发的关键所在。综合评估分析来看, 由于近一半的优良岸线位于生态敏感区段, 导致原本珍稀岸线资源开发保护空间协调难度较大。

3.4 长江岸线资源空间管控分区

长江干流岸线禁止开发岸线、优化开发岸线、限制开发岸线划分长度分别为5533 km、1859 km和516 km, 占比分别为70.0%、23.5%和6.5%。沿江各省(市)拥有禁止开发岸线长度分别为四川省468 km、重庆市1623 km、湖北省1460 km、湖南省128 km、江西省169 km、安徽省823 km、江苏省619 km和上海市243 km, 禁止开发岸线占各省(市)岸线总长度比例分别为94.0%、79.5%、67.4%、81.9%、68.6%、73.7%、52.3%和48.8% (图2)。禁止开发岸线中判别重点生态价值保护岸段, 包括刀鲚等水产种质资源重点保护岸段、防洪蓄洪重点保护岸段、水源地重点保护岸段、长江干流江心洲重点保护岸段、长江干流四大家鱼重点保护岸段、长江干流洲滩湿地重点保护岸段、长江口湿地重点保护岸段等 (表5)。

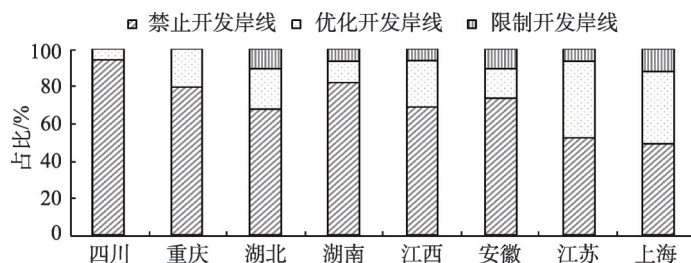


图2 沿江各省市岸线管控分区类型比例

Fig. 2 Proportion of types of waterfront management and control zones in the provinces along the Yangtze River

4 长江岸线空间管控政策建议

4.1 实行岸线资源空间管控

结合地区主体功能定位, 根据划定的禁止开发岸线、优化开发岸线、限制开发岸线

表5 长江岸线资源重点生态价值保护岸段

Table 5 The key ecological value protection section of Yangtze river waterfront Resources

岸段名称	生态价值表现和保护重点	长度/km
刀鲚等水产种质资源重点保护岸段	重要水产种质资源的主要生长繁育区域	609
防洪蓄洪重点保护岸段	防洪安全	112
水源地重点保护岸段	饮用水安全	155
长江干流江心洲重点保护岸段	江心洲湿地及水生动物密集活动区域	698
长江干流四大家鱼重点保护岸段	四大家鱼主要生长繁育区域	537
长江干流洲滩湿地重点保护岸段	洲滩湿地水生动物栖息地及自然水陆交互带	622
长江口湿地重点保护岸段	长江口重要湿地	103
长江上游消落带重点保护岸段	消落带自然水陆交互及临水山地生态	1238
长江上游珍稀特有鱼类重点保护岸段	珍稀特有鱼类栖息地	706
长江豚类重点保护岸段	豚类栖息地及密集分布岸段	688
中华鲟重点保护岸段	中华鲟洄游繁殖栖息地	65

三类岸线空间管控区（图3），实行差别化的管控措施，推动形成既尊重自然规律、保护生态环境、保障防洪安全及供水安全，又能支撑社会经济发展、促进绿色高效集约利用的岸线管控格局。对于生态红线、各类保护区、河势敏感区、风景名胜区内，重要枢纽上下游、饮用水源地和取水口上游，以及具有重要生态功能和保护价值的自然岸线等禁止开发岸线，除涉及国家安全、防洪安全的点状建设外，严格禁止一切开发利用。优化开发岸线应严格按照相关规划，制定岸线资源利用负面清单，明确空间准入和环境准入的清单，提出沿岸限制开发和禁止开发的岸线、河段、区域、产业以及相关管理措施，依照岸线分区管理和用途管制进行岸线开发。限制开发岸线应在建立健全岸线利用评估机制基础上，按照相关规划，进行适度开发利用，严格限制在生态脆弱敏感地区进行岸线开发，严禁影响区域防洪安全、有重大污染风险隐患、破坏岸线生态环境等的项目开发。严格控制开发利用强度，鼓励绿色、安全、集约化开发方式，切实做好工程防护和生态管护。

4.2 推进岸线资源集约利用

加强港口岸线审批管理，防止港口重复建设和岸线资源浪费。整合港口岸线资源，协调不同港区的运输功能，一方面实现货类发展的特色化、多元化，推进错位发展；另一方面鼓励多功能处理码头的建设，积极推进规模化公用港区建设，鼓励大型港口和物流企业跨地区投资。优化各港区功能布局，形成大中小港口相结合、大中小泊位相配套的港口体系，建设规模化、大型化、集装箱化、科技化和信息化程度高的港口群。通过严控沿江工业开发用地总量、提升现有工业产业绿色发展、提高沿江岸线土地利用效率三个方面来实现岸线腹地产业土地集约利用。整合现有小微企业用地，引导贴岸企业向工业园区转移，推动工业岸线置换，从而减少对临水岸线资源的占用，释放优良岸线。取缔和关闭污染重、能耗高、附加值低的生产工艺、技术装备和产品，化解过剩产能。引导企业集中使用公用码头，促进码头围绕产业园区向规模化、集约化方向发展。减少重要湖泊及沿海湿地周边粗放型、分散型工矿建设，促进城市空间紧凑发展，构建滨岸缓冲带，促进岸线利用效率、开发效益与集约水平提升。

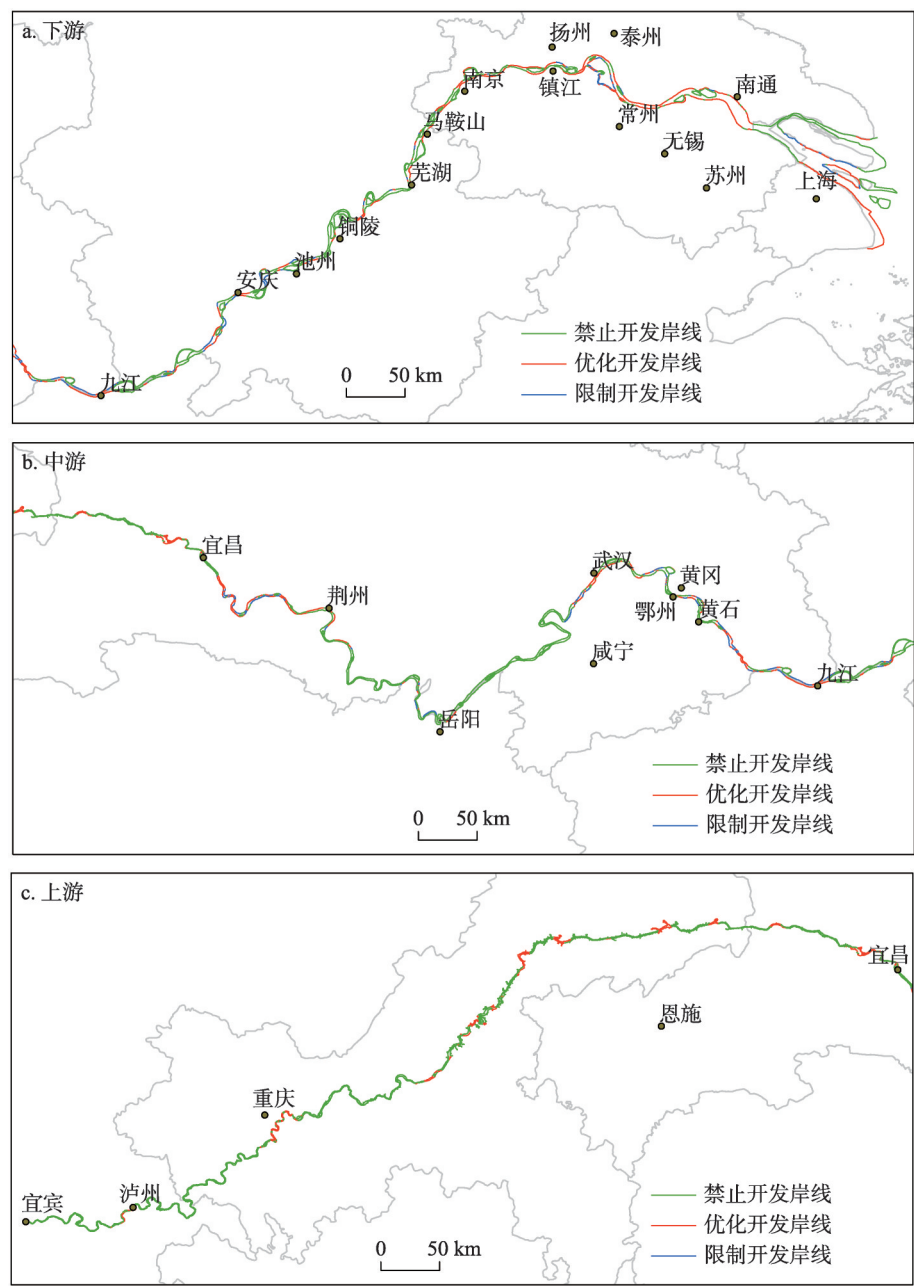


图3 长江岸线管控分区

Fig. 3 Planning of types of waterfront management and control along the Yangtze River

4.3 加强岸线资源修复治理

对沿岸自然保护区、饮用水源地、重点湿地、种质资源保护区等重点生态敏感区进行详细调研，强制非法占有主体退出，对不符合发展政策和安全环保要求的相关主体实施限期整改或关停。坚持“因地制宜、分类施策、自然恢复与人工修复相结合”，通过岸线近自然形态设计、自然生境重建、生态系统结构优化等措施，对清退岸线、污染岸线等进行生态修复，并将入江河口（湖口）、江心洲开展生态环境整治与修复纳入生态修复

的重要任务,以修复岸线自然属性,逐步恢复岸线生态系统功能。在保障防洪安全的前提下,尽量减少隔绝水陆自然交互的人工护坡护岸措施,积极采用生物技术护岸护坡,加强长江生态护岸工程设计,防止过度硬化、白化、渠化。推进城乡岸线绿色化建设,提升岸线生活服务功能。加大自然灾害综合治理力度,保护岸线周边居民生产生活安全。

4.4 实现岸线资源统筹管理

建立统一管理机构,理顺各部门管理职责,形成多部门协助机制,出台岸线资源使用管理办法,统筹水陆、上下游、左右岸,促进岸线资源的保护和集约利用。稳定洲滩湿地等具有重要生态功能岸线比例,提高休闲休憩等生活功能岸线比例,增加城乡居民亲水空间,提升岸线服务生活品质;降低工业、港口码头等生产功能岸线比例,推动功能整合与布局优化,提高岸线利用效率,促进形成生态水陆自然、生活亲和优美、生产集约高效的岸线资源保护利用空间格局。建议岸线资源作为独立/特殊的资源进行管理。

5 结论

岸线资源是沿江河沿湖沿海经济带发展的支撑资源,是具有重要战略意义的国土资源,是江河湖海发挥生产、生活和生态环境功能的重要载体,是修复和建设沿江沿湖沿海生态廊道的关键所在。从空间来看,岸线是包括一定范围水域和陆域空间的国土资源,是水土结合的特殊资源,分为海岸线资源、内河岸线资源和湖泊岸线资源等。岸线资源的价值由其作为港口、工业、城市等开发的经济功能和其作为生物多样性维护、生态产品及人居环境保护等的生态功能共同决定。岸线资源具有脆弱性、变动性、多宜性和综合性特征,因此在新一轮国土空间规划中,要改变原有以开发为主导的岸线资源调查、评价及规划的传统思路,基于绿色发展理念和高质量发展要求,采用保护与开发并重、保护优先的全新视角审视岸线资源,规划中在注重岸线资源经济价值的同时更加注重其生态价值,确保岸线开发过程中维持岸线的生态功能,有效维护生态安全和防范灾害风险,同时优化开发方式和格局,最大程度地发挥岸线资源的综合价值。

参考文献(References):

- [1] 虞孝感. 长江产业带的建设与发展研究. 北京: 科学出版社, 1997. [YU X G. Research on the Construction and Development of the Yangtze River Industrial Belt. Beijing: Science Press, 1997.]
- [2] 杨桂山, 施少华, 王传胜, 等. 长江江苏段岸线利用与港口布局. 长江流域资源与环境, 1999, 8(1): 17-22. [YANG G S, SHI S H, WANG C S, et al. Problems in the riverbank use and harbor layout along Jiangsu reaches of the Changjiang River and countermeasures for their solution. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 1999, 8(1): 17-22.]
- [3] 段学军, 陈雯, 朱红云, 等. 长江岸线资源利用功能区划方法研究: 以南通市域长江岸线为例. 长江流域资源与环境, 2006, 15(5): 621-626. [DUAN X J, CHEN W, ZHU H Y, et al. Method to make function division of waterfront resources along the Yangtze River: A sample on the waterfront for Nantong city. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2006, 15(5): 621-626.]
- [4] 段学军, 陈雯. 省域空间开发功能区划方法探讨. 长江流域资源与环境, 2005, 14(5): 540-545. [DUAN X J, CHEN W. Primary study on the methods of spatial development function regionalization in province scale. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2005, 14(5): 540-545.]
- [5] CHU Z, YANG X, FENG X, et al. Temporal and spatial changes in coastline movement of the Yangtze Delta during 1974-2010. Journal of Asian Earth Sciences 2013, (66): 166-174.
- [6] 曹玉红, 曹言红. 生态—生产—生活功能协调的长江岸线资源开发与管理. 环境科学与管理, 2011, 36(10): 176-179. [CAO Y H, CAO Y H. Coordinated resources development and management of ecology, production and life along the

- waterfront of Yangtze River. *Environmental Science and Management*, 2011, 36(10): 176-179.]
- [7] 朱红云, 杨桂山, 万荣荣, 等. 港口布局中的岸线资源评价与生态敏感性分析: 以长江干流南京段为例. *自然资源学报*, 2005, 20(6): 851-858. [ZHU H Y, YANG G S, WAN R R, et al. Waterfront resources evaluation and eco-sensitivity analysis in distributing ports along the Yangtze River mainstream in Nanjing. *Journal of Natural Resources*, 2005, 20(6): 851-858.]
- [8] 陈诚, 甄云鹏. 江苏省长江岸线资源利用变化及合理性分析. *自然资源学报*, 2014, 29(4): 633-642. [CHEN C, ZHEN Y P. Analysis on the waterfront resources utilization change and reasonableness along the Yangtze River in Jiangsu province. *Journal of Natural Resources*, 2014, 29(4): 633-642.]
- [9] BLODGET H, TAYLOR P, ROARK J. Shoreline changes along the Rosetta-Nile Promontory: Monitoring with satellite observations. *Marine Geology*, 1991, 99: 67-77.
- [10] 王传胜. 长江中下游岸线资源的特征及其开发利用. *地理学报*, 2002, 57(6): 639-700. [WANG C S. The characteristics of the waterfront resources in the middle and lower reaches of Yangtze River and their exploitation and utilization. *Acta Geographica Sinica*, 2002, 57(6): 639-700.]
- [11] 马荣华, 杨桂山, 陈雯, 等. 长江江苏段岸线资源评价因子的定量分析与综合评价. *自然资源学报*, 2004, 19(2): 176-183. [MA R H, YANG G S, CHEN W, et al. Assessment and quantitative acquirement of factors for evaluating bank resources of the Yangtze River in Jiangsu province. *Journal of Natural Resources*, 2004, 19(2): 176-183.]
- [12] 陈武争, 张婧卿, 童志华, 等. 港口岸线集约利用评价指标研究. *水运工程*, 2019, (4): 33-40. [CHEN W Z, ZHANG J Q, TONG Z H, et al. Research on evaluation index of port shoreline intensive utilization. *Port & Waterway Engineering*, 2019, (4): 33-40.]
- [13] 张云, 宋德瑞, 张建丽, 等. 近25年来我国海岸线开发强度变化研究. *海洋环境科学*, 2019, 38(2): 251-257. [ZHANG Y, SONG D R, ZHANG J L, et al. Analysis on the changes of coastline development intensity in China recent 25 years. *Marine Environmental Science*, 2019, 38(2): 251-257.]
- [14] 林静柔, 唐丹玲, 高杨, 等. 珠海市海岸线分类及开发利用的遥感分析. *海洋开发与管理*, 2019, (3): 69-75. [LIN J R, TANG D L, GAO Y, et al. Remote sensing of the classification, development and utilization of coastline in Zhuhai city. *Ocean Development and Management*, 2019, (3): 69-75.]
- [15] 段学军, 邹辉. 长江岸线的空间功能、开发问题及管理对策. *地理科学*, 2016, 36(12): 1822-1833. [DUAN X J, ZOU H. Space functions, development problems and management countermeasures of waterfront resources along the Changjiang River. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(12): 1822-1833.]
- [16] 郑弘毅. 江苏连云港市海洋开发基地建设. *经济地理*, 1991, 11(4): 50-54. [ZHENG H Y. Construction of marine development base in Lianyungang city of Jiangsu province. *Economic Geography*, 1991, 11(4): 50-54.]
- [17] 张谦益. 海港城市岸线利用规划若干问题探讨. *城市规划*, 1998, (2): 50-52. [ZHANG Q Y. Discussion on several problems of waterfront utilization planning of seaport city. *City Planning Review*, 1998, (2): 50-52.]
- [18] 王传胜. 长江中下游岸线资源的保护与利用. *资源科学*, 1999, 21(6): 66-69. [WANG C S. Protection and exploitation of water-front resources along lower and middle reaches of the trunk stream. *Resources Science*, 1999, 21(6): 66-69.]
- [19] 潘坤友, 曹有挥, 梁双波. 行政区划调整背景下芜湖市岸线资源的时空演变与优化. *长江流域资源与环境*, 2013, 22(4): 418-425. [PAN K Y, CAO Y H, LAING S B. Space-time evolution and optimization of Wuhu coastline resources in the background of administrative division adjustment. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2013, 22(4): 418-425.]
- [20] 陈欢, 陈雯, 曹有挥, 等. 江苏苏中3市的沿江岸线资源开发利用变化及驱动因素. *长江流域资源与环境*, 2015, 24(5): 711-718. [CHEN H, CHEN W, CAO Y H, et al. Changes of exploitation of riverbank resources along middle Jiangsu reaches of the Yangtze River and its driving mechanism. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2015, 24(5): 711-718.]
- [21] SWALLOW S K. Renewable and nonrenewable resource theory applied to coastal agriculture, forest, wetland, and fishery linkages. *Marine Resource Economics*, 1994, 9(4): 291-310.
- [22] SWALLOW S K, WEAR D N. Spatial interactions in multiple-use forestry and substitution and wealth effects for the single stand. *Journal of Environmental Economics & Management*, 1993, 25(2): 103-120.
- [23] DAVID P. Auditing the Earth: The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Environment Science &*

Policy for Sustainable Development, 1998, 40(2): 23-28.

- [24] VINCENT J R, BINKLEY C S. Efficient multiple-use forestry may require land-use specialization. *Land Economics*, 1993, 69(4): 370-376.
- [25] 姜文来. 资源资产论. 北京: 科学出版社, 2003. [JIANG W L. Resource Asset Theory. Beijing: Science Press, 2003.]
- [26] 张卫民, 李辰颖. 森林资源资产负债表核算系统研究. *自然资源学报*, 2019, 34(6): 1245-1258. [ZHANG W M, LI C Y. Study on the accounting system of forest resources balance sheet. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(6): 1245-1258.]
- [27] 沈镭, 钟帅, 何利, 等. 复式记账下的自然资源核算与资产负债表编制框架研究. *自然资源学报*, 2018, 33(10): 1675-1685. [SHEN L, ZHONG S, HE L, et al. Research on accounting and balance sheet of natural resources with double-entry bookkeeping. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(10): 1675-1685.]

The concept, assessment and control zoning theory and method of waterfront resources:

Taking the resources along the Yangtze River as an example

DUAN Xue-jun^{1,2}, ZOU Hui^{1,2}, CHEN Wei-xiao^{1,3}, MIN Min^{1,3}

(1. Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China;

2. Key Laboratory of Watershed Geographic Sciences, Nanjing Institute of Geography and

Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China; 3. University of

Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: As an important part of national spaces and resources, the waterfront resource due to its special location at land-water interface is gradually drawing the attention from the society. Because of the importance of Yangtze golden waterway, the waterfront resources along the Yangtze River has the great economic value, and its ecological value is becoming more and more prominent with the implementation of the Yangtze River conservation strategy. Starting from the concept and characteristic of waterfront resources, this paper builds the theoretical framework and indicator system which could evaluate the value of waterfront resources. Then the economic and ecological functional values of waterfront resources along the Yangtze River are assessed, with the exploration about the zoning control strategies and planning suggestions for waterfront resources. Aiming to enrich the natural resources theoretical systems, finally, this study provides assessment and planning references for the Yangtze Economic Belt and other parts of the country.

Keywords: waterfront resources along the Yangtze River; value assessment; control division; theoretical method; Yangtze River shoreline