

河道采砂管理问题及其研究进展

丁继勇^{1,2,3}, 林欣^{1,2}, 卢晓丹⁴, 丁雷杰^{1,2}, 杨志勇^{1,2}

(1. 河海大学工程管理研究所, 江苏 南京 211100; 2. 河海大学商学院, 江苏 南京 211100;
3. 江苏省“世界水谷”与水生态文明协同创新中心, 江苏 南京 211100;
4. 南京交通职业技术学院建筑工程学院, 江苏 南京 211188)

摘要:从河砂权属界定、采砂规划编制与许可选择、采砂交易方式探索、非法采砂行为应对,以及采砂管理信息化建设等方面对采砂管理研究进行梳理和综述。综合分析表明:所有权行使主体代表的不明确使得采砂管理责任主体缺位;采砂影响与采砂规划编制间内在作用机理的缺失制约着采砂规划方案决策的科学性;现有研究对不同采砂交易方式适用条件的认识不足;同时,新一代信息技术在采砂管理中具备较大应用潜力。基于此,未来可尝试开展对机构改革后河道采砂管理体制、采砂规划方案综合评估与决策、采砂交易方式创新设计、面向全过程的采砂管理数智化平台构建等问题的研究。

关键词:河道砂石;采砂管理;非法采砂;研究进展

中图分类号:TV213.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-7647(2021)04-0081-08

Problems and research progress of river sand mining management//DING Jiyong^{1,2,3}, LIN Xin^{1,2}, LU Xiaodan⁴, DING Leijie^{1,2}, YANG Zhiyong^{1,2} (1. *Institute of Engineering Management, Hohai University, Nanjing 211100, China*; 2. *Business School, Hohai University, Nanjing 211100, China*; 3. *Jiangsu Provincial Collaborative Innovation Center of World Water Valley and Water Ecological Civilization, Nanjing 211100, China*; 4. *Construction Engineering Department, Nanjing Vocational Institute of Transport Technology, Nanjing 211188, China*)

Abstract: Associated research involving river sand mining management was sorted out and reviewed from the perspectives of river sand ownership definition, sand mining planning and permit selection, sand mining trading methods exploration, solutions to illegal sand mining behavior and informational sand mining management construction. Comprehensive analysis indicates that unclear representation of ownership subject exercises the absence of sand mining management responsible body. The lack of internal mechanism between sand mining impacts and sand mining planning restricts the scientific decision-making of sand mining planning schemes. Understanding about applicable conditions of different sand mining trading methods in existing research is deficient. At the same time, new generation of information technology owns great potential for use in sand mining management. Based on above, the following problems can be tried to be studied in the future, including sand mining management system after institutional reform, comprehensive evaluation and decision-making of sand mining planning schemes, innovative design of sand mining trading methods, and construction of a whole process oriented digital intelligent platform for sand mining management.

Key words: river sand; sand mining management; illegal sand mining; research progress

河道砂石(简称河砂)是在河道中形成和堆积的天然砂石,具备自然资源属性和工程属性,前者表现为流动性、多用性、非完全可再生性、稀缺性及高价值等特性;后者表现为治理河道、维持河道正常运行等功能^[1]。河砂的双重属性使其成为一种兼具经济、社会和生态价值的自然资源。人们从事河道砂石开采(即采砂)活动起初是为谋求盈利性效益,若采砂活动科学适度,则在获取经济效益的同时通

常还可产生公益性效益,如缓解砂石淤积、扩大行洪能力、整治航道、稳定河势及加固堤岸等^[2-3]。因此,采砂活动在一定程度上推动了经济社会发展和生态环境保护。随着经济社会发展速度加快,对砂石的需求量也越来越大。然而,河砂具有非完全可再生性,并非取之不尽用之不竭,即当采砂速度超过新生河砂速度时,河砂供给量(输沙量)呈现递减趋势,易形成供需失衡的局面。我国长江、淮河、珠江等河

道输沙量均受到采砂的影响^[4]。供需失衡又会推动砂价上涨,诱使更多人产生非法采砂行为,包括未获许可进行开采的行为或已获许可但未按照规定要求进行合理开采的行为。据统计,约有 70 个国家或地区存在大规模的偷采盗采、过度采砂等非法采砂行为^[5]。非法采砂不仅不能获取公益性效益,反而会对生态环境保护造成极大威胁,如加剧耕地盐碱化,加大边坡不稳定性,影响水位变化,破坏水生和河岸栖息地等^[6-8]。可见,采砂既有积极作用的一面,也有消极作用的一面。如何将消极作用转化为积极作用,需要科学有效的采砂管理。

2007 年以来,采砂管理问题引起了国内外相关领域学者的关注,如刘丹等^[9]根据长江流域河道采砂管理特点,建立了采砂管理健康评价指标体系;Sreebha 等^[10]认为科学评估采砂影响是制定采砂管理策略的先决条件;Nguyen 等^[11]运用描述法、比较分析法和能力分析法解读采砂管理实践数据,发现法律框架不完善、利益相关者责任不清及协调不足、管理资源有限等问题阻碍着采砂管理的发展。Gavriletea 等^[12]在综述采砂对生态环境影响的基础上,提议通过采用砂石替代品、使用清洁采砂技术、提高采砂税收及设立法规条文等手段缓解采砂负面影响。

上述研究肯定了采砂管理的重要性,但缺少对采砂管理问题的深入分析,未能形成对采砂管理的系统性认识。从主体、内容和过程等角度看,采砂管理涉及多方面问题,主要包括权属界定、规划编制与许可选择、交易方式探索、非法采砂行为应对,以及管理信息化建设等,如图 1 所示。因此,本文将基于上述主要方面对已有相关文献进行回顾和评述,总结现有研究成果存在的不足,并指出未来研究方向,以期为推动河道采砂管理水平的提升提供参考。

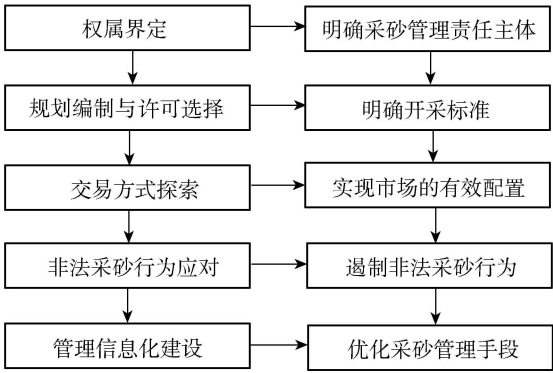


图 1 河道采砂管理相关研究问题

1 河砂权属界定

河砂所有权是描述河砂归谁所有、由谁负责的法律制度。河砂所有权权利主体是国家,但国家是

一个抽象概念,所有权行使主体实际上是国家代表,即由国家代表作为责任主体,负责采砂管理。关于由何种部门负责采砂管理存在争论,原因是河砂既属河道组成部分,又属矿产资源。学者对此主要持 3 种态度。第一种支持由水利部和国土资源部(现已被整合到新组建的自然资源部)共同负责。孟祺^[13]基于法律法规分析,指出采砂管理包括利用管理和影响管理,前者由国土资源部负责,后者由水利部负责;李晓妹^[14]通过借鉴国外采砂管理模式,指出采砂应同时执行矿产资源和水法的规定,相应地应由国土资源部和水利部共同负责采砂管理。第二种支持由水利部独立负责。王瑞等^[15-16]通过学习“长江模式”的成功经验,发现“水利一家主管、相关部门配合”的管理模式既符合实际又益于理顺采砂管理体制;王卓甫等^[1,17]则从资源属性入手,认为河砂首先是河床组成部分,其次才是可开采利用资源,故水利部理当优先于国土资源部担当责任主体;刘丽华等^[18]比较了水利部和其他部门在采砂管理上发挥的作用,发现水利部在便利性、效率性以及维护公众利益等方面都具备优势。第三种支持由国土资源部负责采砂管理。孙立峰^[19]强调国土资源部的职责正是对矿产资源的规划、管理、保护与合理利用,而河砂作为矿产资源范围内的非金属矿产,国土资源部理当拥有对其的监督管理权限和法定监督管理职责,是有权对河道采砂权进行处置的唯一法定主体。

2018 年 3 月,第十三届全国人民代表大会批准成立自然资源部,将国土资源部职责及水利部的水资源调查和确权登记管理职责纳入自然资源部职责范围内。如此一来,按照自然资源部取代国土资源部的认识,上述学者关于采砂管理责任主体的争论对象即转变为水利部和自然资源部。显然,自然资源部与国土资源部绝非完全相同的两个部门,前者拥有后者所不具备的职能特性,故学者们有必要在重新比较水利部和自然资源部职能特性的基础上结合采砂管理需求选择较为合适担当责任主体的部门。另外,自然资源部、财政部、生态环境部、水利部及国家林业和草原局于 2019 年 7 月 11 日发布《自然资源统一确权登记暂行办法》,该办法指出:对水流、森林、山岭、草原、荒地、滩涂、海域、无居民海岛以及探明储量的矿产资源等自然资源的所有权和所有自然生态空间统一进行确权登记;同步印发的《自然资源统一确权登记工作方案》明确:从 2019 年起,利用 5 年时间基本完成全国重点区域自然资源统一确权登记。可见,关于采砂管理责任主体的选择和确定是重要且迫切的,权属清晰是实现科学

2 采砂规划编制与采砂许可选择

2.1 采砂规划的编制

规划编制目的是指导人们科学适度采砂。研究观点认为采砂规划存在较强限制性;毛野等^[20]考虑到河道运行安全,对采砂时间、地点、年开采量、开采强度及开采方式提出一系列限制条件;原野^[21]认为以河道整治规划指导采砂规划编制,既能避免一些安全隐患,也能有效采砂;安催花等^[22]认为规划对象是在动态变化的,规划内容理当具备时效性;李峻等^[23]强调有必要通过控制采砂船舶数量以避免航运事故的发生。可见,采砂规划限制主要表现在河道规划、时间及采砂影响三方面。

规划编制内容主要包括禁采区、可采区和保留区(3区)的划分及采砂量的确定。禁采区指禁止采砂的地区,但在高价河砂的诱使下,部分人铤而走险偷采砂石,禁采的存在反使偷采者获利更多,因此禁采区并未实现真正的禁采^[24]。可采区指允许采砂的地区。基于采砂规划限制,Asabonga等^[25]认为应选择敏感环境之外的位置作为可采区,同时为降低环境风险,应当维护可采区并重视开采后的修复工作;Haghnazar等^[26]通过试验探究了砂坑位置和砂坑间距的设置对缓解采砂负面作用的影响,发现砂坑在距流动深度(flow depth)14倍的位置时,河堤会正面作用于下游砂坑的填砂率,砂坑间距的增大可降低沉积率和下游砂坑的迁移率。保留区指介于禁采区和可采区之间的过渡区,在一定条件下,保留区可转化成禁采区或可采区。针对采砂量的确定,邹紫伟^[27]提议依据地勘资料和控制开采高程计算开采量,此开采量除以规划期便得出年度采砂控制总量;吴彦等^[28]认为应将采砂量分为静态量和动态量,前者代表砂石历史储量,由开采区面积、河床实测高程均值、河床开采高程计算得出,后者代表砂石迁移量,由沉积量、溯源冲刷量计算得出,年度采砂控制总量由采砂量和砂石需求量共同决定;Zhai等^[29]从可持续性的角度研究了河道健康安全下砂石资源的优化利用问题,基于采砂控制总量和砂石供求关系的考虑,构建了年度采砂量优化利用模型和规划期内采砂量优化利用模型。

综上所述,在编制采砂规划时,需重视河道规划、时间及采砂影响三方面的限制,河道规划限制强调应在河道规划的指导下编制采砂规划;时间限制强调规划内容需及时更新;采砂影响限制强调采砂活动不应河道及生态环境发展产生负效应。只有基于采砂规划限制合理划分禁采区、可采区、保留区

和确定采砂量,才可编制出科学有效的采砂规划。然而,现有研究存在以下不足:规划编制中往往涉及大量数理模型和推论演绎,其数据来源是否客观难以保证;关于采砂影响的研究鲜有揭示采砂影响与规划编制间内在作用机理的;针对禁采区未能实现真正的禁采,缺少发挥禁采区效用的策略研究。

2.2 采砂许可方式及其选择

采砂许可是河砂所有权行使主体代表赋予相对人使用权的行政行为^[30]。获得采砂许可是采砂的基本前提。王金生^[17]认为许可应设置专业门槛,如提出专业资质和业绩要求;杨高升等^[31]考虑到许可数量会影响市场河砂价格,为稳定砂价,提议适度许可。采砂许可方式主要包括拍卖、招投标和直接许可3种。在选择许可方式时,梁荆江^[32]强调管理者应坚持公益性效益优先、减少功利追求、统筹考虑实际状况,并以公开、公平、公正和综合指标优胜的原则对待许可申请;周建春^[33-34]认为须在把握许可性质和特点的基础上做出选择,对于可盈利的采砂活动,有必要引入市场机制,尊重经济规律并减少人为影响。关于选择何种许可方式,邓涌涌等^[35]认为拍卖、招投标利于公平竞争、防止腐败和淘汰剩余采砂能力;王金生^[36]结合典型案例分析,指出拍卖从形式上看的确体现公开、公平、公正,但其实践效果并不理想;黄章羽等^[37]考虑到采砂市场不完全开放的特性,对比拍卖和招投标,认为招投标能兼顾利益和管理,是优先采用的方式。杨高升等^[38]则指出3种许可方式皆有优缺点,都存在一定应用空间,故引入粗糙集和三角模糊数理论,运用粗糙熵决策方法构建了针对拍卖、招投标和直接许可3种方式的优选模型。

可见,为科学有效地选择采砂许可方式,一方面需理解许可特性,明确采砂许可标准;另一方面需针对具体采砂许可活动选择合适的许可方式。

3 采砂交易方式探索

获得采砂许可后,采砂者便可在约定条件下采砂,并进行采砂交易。采砂交易的目的是利用市场机制,实现河砂开采的有效配置。目前,实践中出现了采砂权交易和采砂作业交易两种交易方式。采砂权交易是将河砂开采作业和砂石销售作为交易整体,以拍卖或招投标方式出让给竞标人的交易^[39]。丁继勇等^[40]基于采砂权交易实践发现交易过程中常常会因参与方的信息不完全而出现河砂“天价”现象,故建议采用采砂作业交易方式,即实行采售分离的交易方式。针对“采售分离”方式,杨玲等^[41]认为其有助于控制采砂总量、保障采砂管理有

序;王金生等^[17,42]认为采砂企业与管理者间博弈的“囚徒困境”局面可被彻底消除,从而能够有效遏制超采滥挖现象发生。

可见,相较于采砂权交易,采砂作业交易可以压制采砂作业承包人超采河砂的动机,但这并不表示采砂权交易方式就没有存在的必要,采砂权交易和采砂作业交易在实践中均有应用,挖掘出二者的适用范围以及是否有必要结合具体采砂交易活动创新交易方式是未来研究的努力方向之一。

4 非法采砂行为应对

针对非法采砂行为,常见应对方式是行政处罚,例如,《中华人民共和国长江保护法》第八章第九十一条规定了在长江流域非法采砂活动的行政处罚方法。行政处罚属行政执法范畴。纪超^[43]结合 J 市采砂管理研究,指出行政执法管理具有交叉重叠管理、多重成本、执法魄力薄弱以及办案不规范等不足;刘丽华等^[18,44]认为行政执法下的违法收益相对违法成本仍可观,建议加强法治建设;李玉松等^[45]通过对比一般行政执法与长江河道采砂管理执法,发现后者在时间、空间以及非法采砂行为者的特性上都具备一定特殊性,同时暴力抗法危害性更突出,必须给予严厉惩处。可见,学者普遍认为仅靠行政处罚难以有效遏制非法采砂行为,必须运用刑事司法手段。

在推进非法采砂行为入刑方面,康纪田^[46]提出应以整体性和综合性的视角评价犯罪形态;万军^[47]强调定罪量刑须完全符合犯罪构成要件,并分清各行为人在共同犯罪中所担责任。关于非法采砂行为如何入刑,刘丽华等^[18,46,48]认为河砂属矿产资源,非法采矿罪足以判定非法采砂行为。但也有学者提出质疑,王金生^[49]通过对比非法采砂涉嫌犯罪与非法采矿罪构成要件,发现以非法采矿罪追究非法采砂行为在犯罪主客体和主客观方面都存在问题;于文轩等^[50]指出非法采砂与非法采矿等相似罪行间的区分界限不清晰,导致执法部门的自由裁量权较大。由此,罗斯华等^[51-52]提议单列非法采砂罪。需要明确的是,不管是以非法采矿罪还是增设非法采砂罪来推进非法采砂行为入刑,都不可忽视行政执法。非法采砂的内涵和外延需要依托行政法律规范确定,行政违法评价规范是刑事违法评价的前提和基础^[53]。

另一方面,寻找河砂替代品也是化解非法采砂行为应对难题的途径之一,如考虑以疏浚砂石土、机制砂及废料替代河砂。疏浚砂石土是疏浚过程中产生的副产品。朱建奎等^[54-55]指出将采砂与疏浚相

联系,既利于发挥采砂对河势的积极影响,又可解决疏浚砂石土的堆放问题;丁继勇等^[56]通过对比疏浚砂石与河砂,发现二者具有相同自然资源属性,表明疏浚砂石替代河砂是可能的。机制砂即人工砂,是由机械破碎、筛分制成的细骨料。Monica 等^[57]发现以机制砂替代河砂制备混凝土,前者在颗粒形状、表面纹理、耐用性、零杂质等方面均具备优势;范小伟等^[58]认为机制砂的生产环境影响相较河砂可控可治。废料即废弃的材料。Rahmathulla 等^[59]在系统研究 I-砂机械、化学和物理性质的基础上,探讨了其替代河砂制备混凝土的可能性,结果表明使用 I-砂是可能的,且经济上可行;Muttashar 等^[60]以废石榴石替代砂石制备自密实聚合混凝土(SCGPC),并通过耐久性、可加工性、弯曲性、压缩性等多项测试评估 SCGPC 的性能,发现随着废石榴石含量的增加,SCGPC 性能变好;此外,铜渣、粉煤灰、炉渣、铸造砂及建筑拆除废物皆可成为有益于生态且具有成本效益的河砂替代品^[57,61]。

5 采砂管理信息化建设

目前,我们处在一个信息化时代,信息技术的迅猛发展为各行各业提供了诸多便利。采砂管理作为一项复杂的系统性管理工作,同样有必要借助信息化手段提高工作效率,达到优化采砂管理手段的目的。为提高采砂作业透明度,赵军华等^[62-63]基于定位功能和 GPRS 技术提出一款船载监控系统,该系统可对采砂活动实现定点、定时、定功率的监控,有助于判断采砂船采砂作业是否合法;陈诚等^[64]运用高分辨率彩色图像识别技术和无人机技术,提出船模轨迹跟踪系统和多船舶轨迹同步可视化跟踪方法,提升了采砂船监管的科学性。Duan 等^[65]考虑到部分采砂船会采取夜间作业的形式逃避监控,故使用 VIIRS/DNB 夜间灯光数据监测采砂船的夜间运行状况,发现 VIIRS/DNB 夜间灯光数据由于频率高可以更准确地反映采砂船时空分布特征。为深化采砂执法力度,张伟民^[66]提出利用物联网、高分遥感、移动互联和大数据、云计算等先进技术实现水政执法信息化;肖文等^[67]则提议一方面通过 GPS、智能感知设备和图像识别技术搭建前端监控系统,另一方面面向省、市、县 3 级水政执法主体构建后端河道执法信息系统,从而使执法过程可追溯、可核查和可评价。

不难发现,学者们主要是围绕“监控”进行采砂管理的信息化建设,通过现代信息技术提升监控能力,不断明晰采砂现场情况,抓住现场症结所在并采用相匹配的管理手段,从而提高采砂管理效率。

6 结论与研究展望

6.1 结 论

a. 河砂属国家所有毋庸置疑,但河砂所有权行使主体代表的不明确使得河道采砂管理缺乏统一的责任管理主体,学者们先前关于责任管理主体的争论集中在水利部和国土资源部之间,但目前国土资源部已被整合到新组建的自然资源部,理当对采砂管理责任主体的选择和确定做进一步的研究。

b. 在对河砂进行规划许可时,须基于河道规划、时间及采砂影响三方面的限制合理划分禁采区、可采区、保留区和确定采砂量,并择优选择采砂许可方式。现有关于采砂影响的研究颇为丰富,但其中有关采砂影响与采砂规划编制之间内在作用机理的研究成果较少,关于如何发挥禁采区效用的研究也较为缺乏。

c. 取得采砂许可后,通过采砂交易可有效配置砂石开采,目前常见的交易方式主要包括采砂权交易和采砂作业交易,二者皆有存在的意义,但现有研究缺少对二者使用界限和适用范围的认识。

d. 为有效应对非法采砂行为,可考虑采用行政处罚、刑事司法,以及寻找河砂替代品等手段。其中,行政处罚是刑事司法的基础;刑事司法围绕行政处罚展开,是行政处罚强有力的法律保障;寻找河砂替代品则是将河砂从用砂者、采砂者的目光中解放出来,从源头上规避非法采砂行为。

e. 为提高工作效率并优化采砂管理工作,有必要推进采砂管理的信息化建设,现有相关研究集中在利用信息化手段加强对现场的监控。如何更有效地利用新一代信息化技术进行采砂管理,提高管理效率,仍有待进一步开展研究工作。

6.2 研究展望

a. 机构改革后河道采砂管理体制研究。在自然资源部组建并整合国土资源部,以及《自然资源统一确权登记暂行办法》等新政策新制度出台后,须进一步为河砂界定清晰的权属,确定统一的责任主体对采砂活动进行系统管理。具体而言,有必要在进一步揭示河砂基本属性的基础上,明晰采砂管理需求及主要环节任务,比较有关部门职能分工及关联关系,进而提出更为适合担当责任主体的部门,明确采砂许可权限和管理权限,理顺采砂管理权、责、利关系。

b. 采砂规划方案综合评估与决策研究。在确保数据来源客观的前提下,分析河道规划限制、时间限制和采砂影响限制,特别关注采砂影响限制下规划方案的多样性,据此提出采砂规划多方案,尝试运

用现代决策方法、地理信息系统及虚拟现实技术,对多方案进行仿真模拟和综合评估,提出择优选择规划方案的方法。

c. 采砂交易方式创新设计研究。可借鉴工程交易方式创新设计思路,结合采砂交易特性,分析采砂交易方式设计的关键影响因素,进而构建采砂交易方式选择的数学模型,选择合适的求解算法,并结合采砂交易实例检验模型的有效性。

d. 面向全过程的采砂管理数智化平台构建研究。基于河湖长制优势平台,如何利用数据挖掘、人工智能、区块链技术等信息化手段,构建一套既可全面监控采砂现场又可提供即时性管理指令的采砂管理数智化平台,是数字化、智能化时代需要开展研究的重要课题。

参考文献:

[1] 贡力,王婧,靳春玲,等. 基于和谐论的黄河兰州段河道采砂影响评价[J]. 水资源保护,2020,36(4):34-39. (GONG Li, WANG Jing, JIN Chunling, et al. Impact assessment of river sand mining in Lanzhou reach of Yellow River based on harmony theory [J]. Water Resources Protection, 2020, 36 (4): 34-39. (in Chinese))

[2] 李钦智. 河道采砂的影响及其对策措施分析:以新疆玛纳斯河为例[J]. 水利规划与设计,2016(9):14-15. (LI Qinzhi. Analysis of the influence of river sand mining and its countermeasures: taking the Manas River in Xinjiang as an example [J]. Water Resources Planning and Design, 2016(9):14-159. (in Chinese))

[3] 行红磊,侯晓蕊,行鑫鑫,等. 浅谈黄河泥沙的开采和有效利用[J]. 中国水土保持,2015(6):39-40. (XING Honglei, HOU Xiaorui, XING Xinxin, et al. Talking about the mining and effective utilization of the sediment of the Yellow River [J]. Soil and Water Conservation in China, 2015(6):39-40. (in Chinese))

[4] 刘成,何耘,刘桢. 河流输沙量变化的主要驱动因素[J]. 水利水电科技进展,2017,37(1):1-7. (LIU Cheng, HE Tan, LIU An. Key drivers of changes in sediment loads of rivers [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2017, 37(1):1-7. (in Chinese))

[5] BENDIXEN M, BEST J, HACKNEY C, et al. Time is running out for sand[J]. Natural,2019,571(7763):29-31.

[6] WANG Z F, DING J Y, YANG G S. Risk analysis of slope instability of levees under river sand mining conditions[J]. Water Science and Engineering, 2012, 5 (3): 340-349.

[7] ANTHONY E J, BRUNIER G, BESSET M, et al.

- Linking rapid erosion of the Mekong River delta to human activities[J]. Scientific Reports,2015(5): 1-12.
- [8] 唐立模,叶志恒,杨家启,等. 赣江南昌河段水位降低现状 & 影响因素[J]. 水利水电科技进展,2018,38(6): 13-18. (TANG Limo, YE Zhiheng, YANG Jiaqi, et al. Status analysis and influence factors of water level dropping in Nanchang reach of Ganjiang River [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2018,38(6): 13-18. (in Chinese))
- [9] 刘丹,程卫帅. 长江河道采砂管理健康评价指标体系研究[J]. 长江科学院院报,2007,24(6): 49-52. (LIU Dan, CHENG Weishuai. Indicator system of health assessment on management of sand-excavating in Yangtze River Channel [J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute,2007,24(6): 49-52. (in Chinese))
- [10] SREEBHA S, PADMALAL D. Environmental impact assessment of sand mining from the small catchment rivers in the southwestern coast of india: a case study [J]. Environmental Management,2011,47(1): 130-140.
- [11] NGUYEN M D, LE N P. An analysis of river sand mining management in Cau River of Vietnam [J]. Asian Journal of Research in Business Economics and Management, 2015,5(1): 19-32.
- [12] GAVRILETEA M D. Environmental impacts of sand exploitation: analysis of sand market [J]. Sustainability, 2017,9(7): 111.
- [13] 孟祺. 河道非法采砂入刑的理性思考 [J]. 当代经济, 2015(25): 90-91. (MENG Qi. Rational thinking on illegal sand mining in river courses [J]. Contemporary Economics,2015(25): 90-91. (in Chinese))
- [14] 李晓妹. 国内外河道采砂管理体制对比研究 [J]. 中国矿业,2010,19(9): 50-52. (LI Xiaomei. Comparative research on regimes of riverine gravel mining at home and abroad [J]. China Mining Magazine,2010,19(9): 50-52. (in Chinese))
- [15] 王瑞,杨玲. 关于河道采砂管理体制的思考 [J]. 水利建设与管理,2010(3): 56-58. (WANG Rui, YANG Ling. Thinking about the management system of sand mining in river [J]. Water Conservancy Construction and Management,2010(3): 56-58. (in Chinese))
- [16] 侯良泽. 河道采砂管理工作存在的问题及对策 [J]. 中国水利,2011(10): 27. (HOU Liangze. Problems and countermeasures in the management of sand drainage in river courses [J]. China Water Resources,2011(10): 27. (in Chinese))
- [17] 王金生. 关于河道采砂管理制度设计的思考: 长江河道采砂管理实践的启示 [J]. 水利发展研究,2013,13(4): 30-33. (WANG Jinsheng. Thoughts on the design of river sand mining management system: enlightenment from the practice of sand mining management in the Yangtze River [J]. Water Resources Development Research,2013,13(4): 30-33. (in Chinese))
- [18] 刘丽华,王小农. 加大刑事打击非法河道采砂的路径分析 [J]. 水利发展研究,2014,14(12): 15-19. (LIU Lihua, WANG Xiaonong. Analysis on the path of increasing criminal exploitation of illegal river sand mining [J]. Water Resources Development Research,2014,14(12): 15-19. (in Chinese))
- [19] 孙立峰. 谁是拍卖河道采砂权的法定主体? [J]. 国土资源,2007(6): 49-50. (SUN Lifeng. Who is the legal entity to auction the right of sand mining? [J]. Land & Resources,2007(6): 49-50. (in Chinese))
- [20] 毛野,张志军. 初析长江河道采砂的利弊得失 [J]. 河海大学学报(自然科学版),2001,29(6): 68-72. (MAO Ye, ZHANG Zhijun. A study on pros and cons due to sand-gravel extraction in the Yangtze River Channel [J]. Journal of Hohai University (Natural Sciences),2001,29(6): 68-72. (in Chinese))
- [21] 原野. 谈谈采砂对河道的影响及治理措施 [J]. 化工管理,2013(10): 29. (YUAN Ye. Talking about the impact of sand mining on the river course and its treatment measures [J]. Chemical Enterprise Management,2013(10): 29. (in Chinese))
- [22] 安催花,张志红,周丽艳. 黄河流域重要河道采砂管理规划综述 [J]. 人民黄河,2016,38(7): 27-30. (AN Cuihua, ZHANG Zhihong, ZHOU Liyan. Summary of sand mining management planning for important rivers in the Yellow River Basin [J]. Yellow River,2016,38(7): 27-30. (in Chinese))
- [23] 李峻,吴志广. 江砂的控制开采与合理利用 [J]. 中国水利,2003(19): 59-62. (LI Jun, WU Zhiguang. Controlled mining and rational utilization of river sand [J]. China Water Resources,2003(19): 59-62. (in Chinese))
- [24] MARIANTHI V, PODIMATA, PANAYOTIS C, et al. A conceptual approach to model sand-gravel extraction from rivers based on a game theory perspective [J]. Journal of Environmental Planning and Management,2016,59(1): 120-141.
- [25] ASABONGA M, CECILIA B, MPUNDU M C, et al. The physical and environmental impacts of sand mining [J]. Transactions of the Royal Society of South Africa,2017,72(1): 1-5.
- [26] HAGHNAZAR H, SANEIE M. Impacts of pit distance and location on river sand mining management [J]. Modeling Earth Systems and Environment,2019,5(4): 1463-1472.
- [27] 邹紫伟. 河道采砂可采区六大核心要素的控制与管理 [J]. 中国水利,2010(21): 36-38. (ZOU Ziwei. Control and management of six core elements of river sand mining and recoverable area [J]. China Water Resources,2010(21): 36-38. (in Chinese))

- [28] 吴彦,周哲宇,姜宇. 浅谈编制河道采砂管理规划时砂石可开采量的计算方法[J]. 人民珠江,2015,36(5): 36-38. (WU Yan, ZHOU Zheyu. JIANG Yu. Discussion on calculation method of exploitable sand and gravel volume for preparing the river sand mining management plan [J]. Pearl River, 2015, 36(5): 36-38. (in Chinese))
- [29] ZHAI W J, DING J Y, AN X W, et al. An optimization model of sand and gravel mining quantity considering healthy ecosystem in Yangtze River, China[J]. Journal of Cleaner Production,2020,242: 118385.
- [30] 欧阳君君. 自然资源特许使用的理论建构与制度规范[D]. 苏州: 苏州大学,2015.
- [31] 杨高升,陈朵. 卖方市场条件下河道砂石资源的量价分析[J]. 中国水运,2013,13(1): 57-58. (YANG Gaosheng, CHEN Duo. Analysis of the quantity and price of river sandstone resources under the market conditions of sellers[J]. China Water Transport,2013,13(1): 57-58. (in Chinese))
- [32] 梁荆江. 对长江河道可采区采砂经营权许可方式的思考[J]. 人民长江,2006,(10): 33-35. (LIANG Jinjiang. Thoughts on the permit mode of sand mining management right in the mining area of the Yangtze River [J]. Yangtze River,2006(10): 33-35. (in Chinese))
- [33] 周建春. 长江河道采砂许可性质和方式选择[J]. 人民长江,2008(12): 87-89. (ZHOU Jianchun. Selection of nature and mode of sand mining permit in the Yangtze River [J]. Yangtze River, 2008(12): 87-89. (in Chinese))
- [34] 周建春. 长江鹅眉洲采砂经营权有偿出让分析[J]. 人民长江,2008(1): 102-104. (ZHOU Jianchun. Analysis on the paid transfer of the management right of sand mining in Emeizhou, Yangtze River[J]. Yangtze River, 2008(1): 102-104. (in Chinese))
- [35] 邓涌涌,江莹. 浅析以竞争方式实施河道采砂许可[J]. 人民长江,2006(10): 36-38. (DENG Yongyong, JIANG Ying. Analysis of the implementation of river sand mining permit in a competitive manner[J]. Yangtze River,2006(10): 36-38. (in Chinese))
- [36] 王金生. 黄泥滩可采区采砂经营权出让浅析[J]. 人民长江,2006(10): 41-43. (WANG Jinsheng. Analysis on the transfer of sand mining management right in the mining area of Huangnitan [J]. Yangtze River,2006(10): 41-43. (in Chinese))
- [37] 黄章羽,沈建良,文立军. 长江河道采砂管理几个问题的思考[J]. 人民长江,2006(10): 20-22. (HUANG Zhangyu, SHEN Jianliang, WEN Lijun. Thoughts on several problems of sand mining management in the Yangtze River [J]. Yangtze River, 2006(10): 20-22. (in Chinese))
- [38] 杨高升,徐新,梁钰翎,等. 基于粗糙熵模糊决策的河道采砂交易模式选择研究:以鄂赣边界可采区为例[J]. 水利与建筑工程学报,2012,10(1): 12-17. (YANG Gaosheng, XU Xin, LIANG Yuling, et al. Study on selection of river sand mining modes based on rough entropy fuzzy decision model:taking workable sector of E and Gan for example[J]. Journal of Water Resources and Architectural Engineering, 2012, 10(1): 12-17. (in Chinese))
- [39] 王卓甫,杨高升,周建春. 河道采砂管理理论与实务[M]. 北京: 中国水利水电出版社,2012.
- [40] 丁继勇,王卓甫,安晓伟,等. 基于多案例的长江河道砂石资源优化利用策略研究[J]. 水力发电,2018,44(12): 90-94. (DING Jiyong, WANG Zhuofu, AN Xiaowei, et al. Study on optimization strategy of sand resources utilization based on multiple cases in Yangtze River[J]. Water Power, 2018, 44(12): 90-94. (in Chinese))
- [41] 杨玲,王瑞. 河道砂石资源经营机制探讨[J]. 中国水利,2012(10): 39-41. (YANG Ling, WANG Rui. Operation system of sand-rock resources on river courses [J]. China Water Resources, 2012(10): 39-41. (in Chinese))
- [42] 孙晓伟. 我国河道采砂管理研究[D]. 大连: 大连海事大学,2016.
- [43] 纪超. 江西省水行政执法能力建设研究[D]. 南昌: 南昌大学,2017.
- [44] 王治. 关于破解河道采砂管理难题的思考[J]. 中国水利,2014(12): 36-38. (WANG Zhi. Thoughts on solving the problem of sand mining management in rivers [J]. China Water Resources, 2014(12): 36-38. (in Chinese))
- [45] 李玉松,沈建良,文立军,等. 长江河道采砂管理暴力抗法现象法律适用问题初探[J]. 中国水利,2012(10): 36-38. (LI Yusong, SHEN Jianliang, WEN Lijun, et al. Preliminary study on the law application of violent and anti-law phenomenon in sand mining management in the Yangtze River[J]. China Water Resources, 2012(10): 36-38. (in Chinese))
- [46] 康纪田. 非法采砂的犯罪形态及其适用[J]. 水利发展研究,2013,13(11): 62-67. (KANG Jitian. The criminal form of illegal sand mining and its application [J]. Water Resources Development Research, 2013, 13(11): 62-67. (in Chinese))
- [47] 万军. 长江河道非法采砂刑事处罚的难题及解决[J]. 河南警察学院学报,2014,23(1): 86-89. (WAN Jun. Problems and solutions for criminal punishment of illegal sand mining in Yangtze River [J]. Journal of Henan Police College, 2014, 23(1): 86-89. (in Chinese))
- [48] 王治,王晓娟,陈金木,等. 关于推动严重水事违法行为入刑的思考[J]. 水利发展研究,2015,15(1): 19-23. (WANG Zhi, WANG Xiaojuan, CHEN Jinmu, et al.

- Thoughts on promoting the entry of punishment of serious water affairs [J]. Water Resources Development Research, 2015, 15(1): 19-23. (in Chinese))
- [49] 王金生. 浅论以非法采矿罪追究长江河道非法采砂刑事责任[J]. 水利发展研究, 2013, 13(9): 42-44. (WANG Jinsheng. On the criminal responsibility of illegal sand mining in the Yangtze River by the crime of illegal mining [J]. Water Resources Development Research, 2013, 13(9): 42-44. (in Chinese))
- [50] 于文轩, 曾娅平, 唐忠辉. 论非法采砂行为的“入刑”问题[J]. 水利发展研究, 2016, 16(6): 5-9. (YU Wenxuan, ZENG Yaping, TANG Zhonghui. On the entry penalty problem of illegal sand mining [J]. Water Resources Development Research, 2016, 16(6): 5-9. (in Chinese))
- [51] 罗斯华. 对河道非法采砂入刑的思考与建议[D]. 南昌: 南昌大学, 2015.
- [52] 刘学亮. 非法采砂行为的刑法规制研究[D]. 沈阳: 辽宁大学, 2015.
- [53] 路军. 论江河流域非法采砂行为违法判断根据[J]. 刑法论丛, 2016, 45(1): 83-109. (LU Jun. On the basis of illegality judgment of illegal sand mining in the river basin [J]. Criminal Law Review, 2016, 45(1): 83-109. (in Chinese))
- [54] 朱建奎. 沁河下游采砂与河道治理相结合的措施研究[J]. 人民黄河, 2014, 36(11): 39-41. (ZHU Jiankui. Study on measures combining sand excavation and river training in lower Qinhe River [J]. Yellow River, 2014, 36(11): 39-41. (in Chinese))
- [55] 曹慧群, 周建军. 我国水利清淤疏浚的发展与展望[J]. 泥沙研究, 2011(5): 67-72. (CAO Huiqun, ZHOU Jianjun. Development and prospect of dredging at water conservancy works in China [J]. Journal of Sediment Research, 2011(5): 67-72. (in Chinese))
- [56] 丁继勇, 王卓甫, 安晓伟, 等. 长江河道疏浚砂石权属、交易与利用管理模式[J]. 水利经济, 2018, 36(5): 64-69. (DING Jiyong, WANG Zhuofu, AN Xiaowei, et al. Ownership, transaction system and utilization management mode of dredged sand in Yangtze River [J]. Water Resources Economy, 2018, 36(5): 64-69. (in Chinese))
- [57] MONICA U, MURTH Y, ABISHE K. Sand mining: curbing the evil to the environment through sustainable substitution and legislative action[J]. OIDA International Journal of Sustainable Development, 2014, 7(3): 17-26.
- [58] 范小伟, 刘颖. 对河道采砂管理供给侧改革的思考[J]. 中国水利, 2018(8): 4-6. (FAN Xiaowei, LIU Ying. Thoughts on the reform of supply side management of river sand mining management [J]. China Water Resources, 2018(8): 4-6. (in Chinese))
- [59] RAHMATHULLA N E, UNNIKRISHNAN M. I-sand: an environment friendly alternative to river sand in reinforced cement concrete constructions [J]. Construction and Building Materials, 2016, 125: 1152-1157.
- [60] MUTTASHAR H L, ARIFFIN M A M, HUSSEIN M N, et al. Self-compacting geopolymer concrete with spend garnet as sand replacement [J]. Journal of Building Engineering, 2018, 15: 85-94.
- [61] BOEHME L, DEPOORTERE A. Alternative sands as substitute for natural sand for the construction [J]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019, 290: 2-4.
- [62] 赵军华, 周武, 宁晶, 等. 河道采砂管理船载监控终端研发[J]. 长江科学院院报, 2012, 29(6): 83-86. (ZHAO Junhua, ZHOU Wu, NING Jing, et al. Research and development of a shipborne monitoring terminal for sand excavation management [J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2012, 29(6): 83-86. (in Chinese))
- [63] 鲍凯, 潘洪军, 元常松. 基于GPRS的采砂船舶监控系统设计[J]. 人民长江, 2017, 48(18): 20-22. (BAO Kai, PAN Hongjun, YUAN Changsong. Design of monitoring system for sand mining vessel based on GPRS [J]. Yangtze River, 2017, 48(18): 20-22. (in Chinese))
- [64] 陈诚, 李寿千, 王新, 等. 河道安全巡检中的船舶可视化监测方法[J]. 水利水电科技进展, 2020, 40(6): 66-70. (CHEN Cheng, LI Shouqian, WANG Xin, et al. Visual monitoring method for ships in safety inspection of rivers [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2020, 40(6): 66-70. (in Chinese))
- [65] DUAN H T, CAO Z G, SHEN M, et al. Detection of illicit sand mining and the associated environmental effects in China's fourth largest freshwater lake using daytime and nighttime satellite images [J]. Science of the Total Environment, 2019, 647: 606-618.
- [66] 张伟民. 河道采砂管理存在问题及对策初探[J]. 中国水利, 2017(12): 22-24. (ZHANG Weimin. Problems and countermeasures of sand excavation management [J]. China Water Resources, 2017(12): 22-24. (in Chinese))
- [67] 肖文, 陈群山, 林皓, 等. 河道执法信息系统研发[J]. 水利水电快报, 2018, 39(12): 53-57. (XIAO Wen, CHEN Qunshan, LIN Hao, et al. River law enforcement information system research and development [J]. Express Water Resources & Hydropower Information, 2018, 39(12): 53-57. (in Chinese))

(收稿日期: 2020-10-28 编辑: 郑孝宇)