



中国重点海域海砂资源调查和潜力评价进展

赵京涛, 阚 靖, 胡邦琦, 宋维宇, 黄 龙, 丁 雪, 邹 亮, 李攀峰, 孔祥淮, 刘京鹏, 林文荣, 李 霞

Progress in investigation and potential evaluation of sea sand resources in key seas of China

ZHAO Jingtao, KAN Jing, HU Bangqi, SONG Weiyu, HUANG Long, DING Xue, ZOU Liang, LI Panfeng, KONG Xianghuai, LIU Jingpeng, LIN Wenrong, and LI Xia

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.16562/j.cnki.0256-1492.2023102601>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

中国海域油气资源潜力分析与黄东海海域油气资源调查进展

Regional evaluation of oil and gas resources in offshore China and exploration of marine Paleo-Mesozoic oil and gas in the Yellow Sea and East China Sea

海洋地质与第四纪地质. 2019, 39(6): 1–29

东海陆架盆地南部深部地层格架与油气资源潜力

Deep stratigraphic framework and hydrocarbon resource potential in the Southern East China Sea Shelf Basin

海洋地质与第四纪地质. 2022, 42(5): 158–171

海洋天然气水合物储层特性及其资源量评价方法

Characteristics of marine gas hydrate reservoir and its resource evaluation methods

海洋地质与第四纪地质. 2021, 41(5): 44–57

世界大洋金属矿产资源勘查开发现状及问题

Current status and problems of exploration and development of world ocean metal mineral resources

海洋地质与第四纪地质. 2020, 40(3): 160–170

南极半岛西侧别林斯高晋海陆缘含水合物系统及资源潜力

Gas hydrate system and resource potential of the continental margin of the Bellingshausen Sea to the west coast of the Antarctic Peninsula

海洋地质与第四纪地质. 2019, 39(4): 136–147

科学计量：中国海洋地质40年发展历程与研究热点分析

Forty years development of marine geology in China: Evidence from scientometrics

海洋地质与第四纪地质. 2021, 41(6): 1–14



关注微信公众号，获得更多资讯信息

赵京涛, 阚靖, 胡邦琦, 等. 中国重点海域海砂资源调查和潜力评价进展 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 2024, 44(3): 90-97.

ZHAO Jingtao, KAN Jing, HU Bangqi, et al. Progress in investigation and potential evaluation of sea sand resources in key seas of China[J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 2024, 44(3): 90-97.

中国重点海域海砂资源调查和潜力评价进展

赵京涛^{1,2}, 阚靖^{1,2}, 胡邦琦^{1,2}, 宋维宇¹, 黄龙¹, 丁雪¹, 邹亮¹, 李攀峰¹, 孔祥淮¹, 刘京鹏¹, 林文荣¹, 李霞¹

1. 中国地质调查局青岛海洋地质研究所, 青岛 266237

2. 青岛海洋科技中心矿产资源评价与探测技术功能实验室, 青岛 266237

摘要:总结了 20 世纪 60 年代到近年来中国海砂资源开发利用的发展历程, 梳理了青岛海洋地质研究所已有的调查研究资料和数据。重点结合 2005 年至 2016 年中国地质调查局开展的“中国近海海砂及相关资源潜力调查”工作成果, 评价了中国重点海域海砂资源潜力, 归纳了海砂资源调查、评价以及开发现状, 总结了海砂资源开采过程中的环境效应, 分析了当前海砂资源调查研究和开发利用中的主要问题并提出了后续产业规划部署建议。

关键词:海砂资源; 资源调查; 可持续发展; 潜力评价; 中国近海

中图分类号: P744.2

文献标识码: A

DOI: 10.16562/j.cnki.0256-1492.2023102601

Progress in investigation and potential evaluation of sea sand resources in key seas of China

ZHAO Jingtao^{1,2}, KAN Jing^{1,2}, HU Bangqi^{1,2}, SONG Weiyu¹, HUANG Long¹, DING Xue¹, ZOU Liang¹, LI Panfeng¹, KONG Xianghuai¹, LIU Jingpeng¹, LIN Wenrong¹, LI Xia¹

1. Qingdao Institute of Marine Geology, China Geological Survey, Qingdao 266237, China

2. Laboratory for Marine Mineral Resources, Qingdao Marine Science and Technology Center, Qingdao 266237, China

Abstract: This article summarizes the development process of sea sand resource development and utilization in China from the 1960s to recent years, and sorts out existing survey and research materials and data. Focusing on the results of the "Potential Survey of China's Offshore Sea Sand and Related Resources" conducted by the China Geological Survey from 2005 to 2016, this paper evaluates the potential of sea sand resources in key sea areas in China, summarizes the investigation, evaluation, and development status of sea sand resources, summarizes the environmental effects during the mining process of sea sand resources, analyzes the main problems in the current investigation, research, and development of sea sand resources, and proposes suggestions for subsequent industrial planning and deployment.

Key words: sea sand resources; exploration and evaluation; sustainable development; resource potential; offshore China

广义上来说, 海砂是海中的砂石, 是在近海特定地形地貌和水动力等条件下, 堆积形成的具有工业价值的重矿物富集和可用于建设和回填的砂砾石堆集^[1], 包括海洋砂矿和海洋集料。根据相关标准, 狭义海砂(建筑用砂)矿产特指赋存于海底能用于建筑与回填的砂、砾质堆积物^[2]。达到工业品位的海砂矿可以用作工业原料或型砂。海洋砂砾石既可以用作海洋工程的填料, 也可以在达到脱盐标准后作为建筑材料使用。近海海砂资源是海洋矿产资源的重要组成部分, 仅次于陆架石油和天然

气, 是居于第二位的海洋矿产资源, 特别是陆架地区分布广泛的建筑用砂矿资源潜力巨大, 具有资源利用的现实可能性。

在全球范围内, 由于城市扩张、基础设施建设和为应对气候变化而加强的环境保护, 导致砂石的需求量以指数级上升^[3-4]。特别是欧美、日本、韩国等经济发达国家和地区, 海砂的开采利用已经形成产业, 需求量逐年上升, 其经济价值已成为继海洋油气之后的第二大海洋矿产品。全世界每年大约会使用 320 亿至 500 亿 t 砂, 主要用来填海造地, 制

资助项目: 海洋地质调查项目 (DD20230647); 山东省自然科学基金“基于多物源指标的全新世以来南黄海中部泥质区源汇过程研究” (ZR2021MD074)

作者简介: 赵京涛 (1980—), 男, 博士, 正高级工程师, 主要从事海洋沉积与古环境研究工作, E-mail: zhaojingtao113@163.com

通讯作者: 阚靖 (1988—), 男, 博士, 工程师, 主要从事矿产勘查研究工作, E-mail: 15046281908@163.com

收稿日期: 2023-10-26; 改回日期: 2024-02-22. 张现荣编辑

造水泥、玻璃和电子产品。

目前中国陆域砂石资源日益减少,河砂资源开采由于其自身对环境的破坏而受到限制,而中国近岸和陆架浅水区广泛分布着蕴藏量巨大的海砂资源,在此背景下,就使得“向海要砂”成为解决砂石资源短缺的必然选择。在新一轮找矿突破战略行动中开展海砂资源调查和潜力评价是进一步摸清中国海砂资源家底的基础性和战略性工作,也是公益性地质调查服务于国家海洋经济发展和自然资源矿政管理的本职工作,对实现海砂资源开发利用与环境保护协调发展,进一步提升矿政科学管理水平都将发挥重要作用。

1 中国海砂资源调查评价发展历程与现状

中国建筑用海砂资源调查工作始于20世纪80年代初,调查工作水平非常低。到80年代后期,随着经济发展,建筑用砂需求迅速扩大,人们逐渐将目标转向海砂资源的开发,海砂资源的勘探开发日益受到重视。地质矿产勘查部门在这一阶段开始系统地对部分海砂矿床进行调查勘探,这标志着中国正式的海砂资源勘查开发工作已经拉开了序幕^[5]。

到20世纪90年代中期,由于盲目无序开采,引发了一系列严重的环境问题,各地政府部门高度重视,制定出台了禁止开采的法规,导致绝大部分的滨岸海砂的开采一度被禁止^[5]。

20世纪90年代后期以来,在国内大型工程建设和国际贸易对海砂需求迅猛发展的大好形势下,中国近海海域掀起了一股由南向北的海砂资源勘查开发热,其带动了大量有益的地质调查工作,因此海砂资源勘查开发进入了一个新的发展时期^[6],此间陆续探明了几十处矿床,提交海砂资源约20亿m³。

2005—2016年,中国地质调查局青岛海洋地质研究所组织实施了中国近海海砂及相关资源潜力专项调查,先后完成了南海珠江口区、东海舟山区、黄海成山头区、渤海辽东湾区、台湾海峡西岸区、海南岛周边海域等6个区块的海砂资源潜力调查与评价^[7](图1),首次系统摸底中国近海海砂、砂矿资源,评价了海砂等资源开采的生态环境效应,形成了浅海砂矿资源勘查技术方法体系,分析了中国重点海域海砂成因机制;发布了中国近海海砂资源调查技术规范和海砂(建筑用砂)地质勘查规范,编制了海砂资源勘查开发利用规划,建设了海砂资

源数据库及信息管理系统;调查成果直接服务于沿海省市矿政管理,支撑国家重大工程建设。

2020—2021年中国地质调查局广州海洋地质调查局继续组织实施了海南、福建等近海重点区矿产资源调查^[8],为国家重大战略规划区重大工程建设和海砂矿政管理提供科学依据与支撑。

2 中国重点海域海砂资源潜力

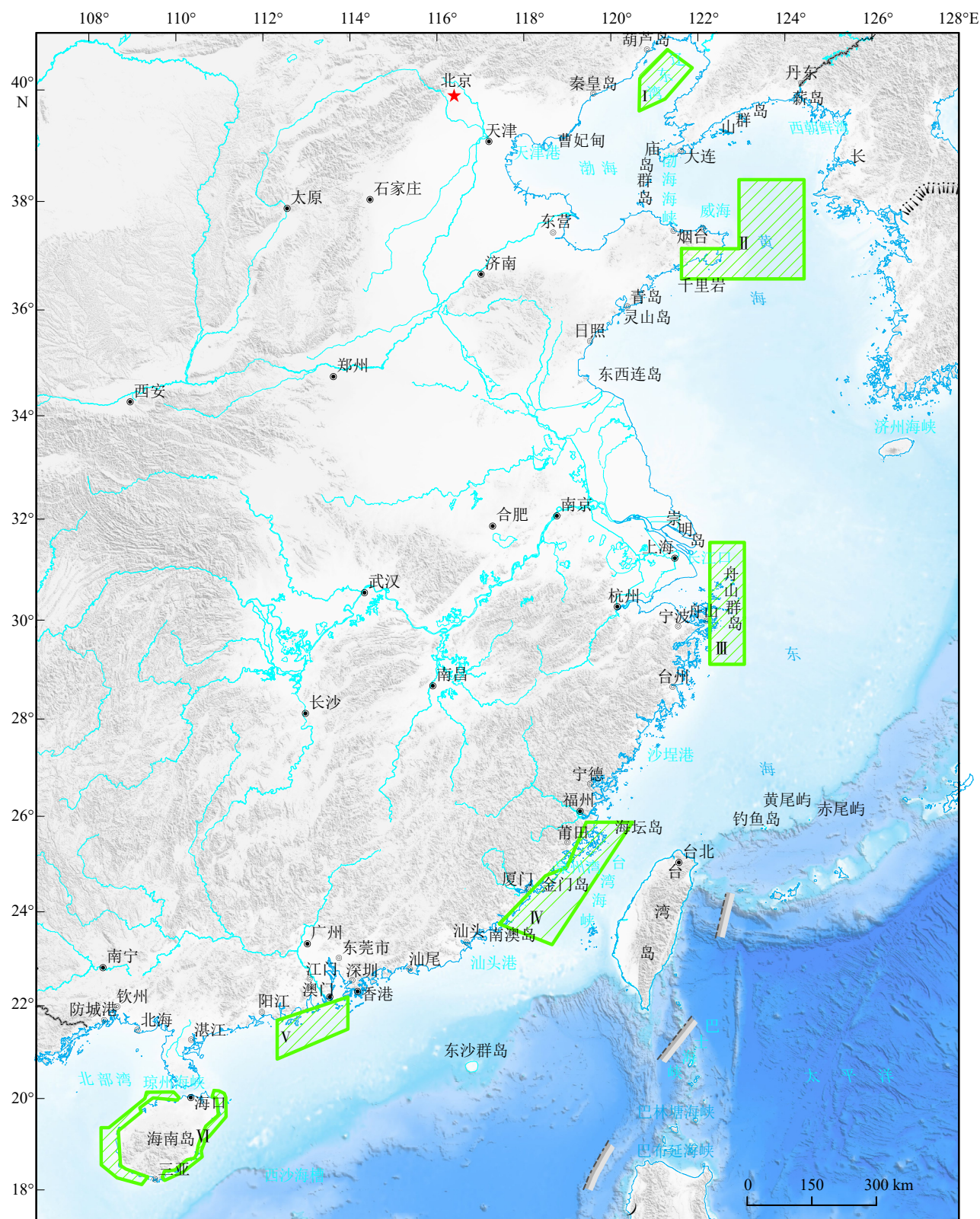
中国砂质海岸约占总海岸线的1/4,尤其是辽宁、河北、山东、福建、广东、广西等沿海省份海砂资源丰富。据不完全统计,目前已探明建筑用砂矿床35个,初步资源量约100亿m³^[9],但滨海海砂相较于近海区域而言调查成果较多,资源评估结果较为可靠,近海区域由于专项调查较少,海砂资源潜力得不到有效评估。2005—2016年中国首次系统性对其近海海砂及相关资源潜力进行了专项调查,以下按工作海域对其海砂资源潜力进行介绍。

2.1 渤海辽东湾

根据《辽东湾近海海砂及相关资源潜力调查成果报告》(2015)^[10],辽东湾近海海砂矿类型主要有古河道型(I型)、沙波型(II型)和沙席、沙脊型(III型)。其中I型分布于辽东湾西部六股河口东南部海域,距岸14~27 km,呈面状分布,表层以极细砂和细砂型为主,部分层位含有砾石。地质浅钻控制的矿层面积达280 km²,厚度约8.4 m,主要为填筑级用砂及以上;II型分布于辽东湾西岸六股河口附近及以南海域,距岸3.5~40 km,呈不规则面状分布,面积约为430 km²。由沙波区典型柱状样砂含量特征可以看出,该区上部3 m沉积物砂含量较高,为40%~100%,该区是潜在的砂矿资源区;III型分布于辽东湾南部海域,又称渤中浅滩,潮流沙席和沙脊二者相连,无明显界线。沙席区水深15~30 m,厚8~15 m。沙脊区水深约10~30 m,宽2~9 km,脊部区最厚可达22 m,沙脊、沙席区总面积达1 750 km²。沙席区典型柱状样砂含量特征表明该区上部3 m沉积物砂含量较高,为20%~80%,该区是潜在的砂矿资源区。I型砂矿潜在资源体积为23.52×10⁸ m³,潜在资源量为33.40×10⁸ t;预测II型和III型砂矿潜在资源体积为217.2×10⁸ m³,潜在资源量为308.42×10⁸ t。

2.2 黄海成山头

根据海洋地质调查实测资料,黄海成山头区位



I-渤海辽东湾区, II-黄海成山头区, III-东海舟山区, IV-台湾海峡西岸区, V-南海珠江口区, VI-海南岛周边

图1 2005—2016年“中国近海海砂及相关资源潜力调查”工作区域图

Fig.1 Regional map of the Project "Investigation of the Potential of China's Offshore Sand and Related Resources" from 2005 to 2016

于山东省荣成成山头以东的黄海海域,资源潜力区域分为4个部分共10个远景勘查区,共有潜在资源总量为 $926.7 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。其一为山东荣成附近近海区域,岸距小于10 km,砂矿类型以中粗砂和砾砂为主,多分布在水深5~20 m,面积较小,潜在资源量约 $25.7 \times 10^8 \text{ m}^3$;其二为荣成东北海域,岸距65~147 km,砂矿类型以细沙到砾砂不等,分布水深较大,多大于50 m,面积较大,潜在资源量 $555.8 \times 10^8 \text{ m}^3$;其三为沿两条古海岸线(年龄约12 kaBP和36 kaBP)分布的砂矿带,潜在资源量约 $73.2 \times 10^8 \text{ m}^3$;其四为荣成以东海域岸距95~155 km分布的带状古河道型砂矿带,分布水深多大于30 m,潜在资源量约 $272.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

2.3 东海舟山

根据海洋地质调查实测资料,东海舟山区海砂资源主要分布在舟山岛-朱家尖岛-桃花岛-六横岛之间的海湾内,本区海砂划分为5个区块,分布水深一般25~50 m,厚度从6.2 m到12.4 m不等,分布岸距均小于20 km。海砂主要赋存类型为古潮流沙脊型、古河道型和潮沟型,潜在资源体积为 $11.24 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。区内的海砂矿部分为埋藏海砂,其上覆盖有一定厚度的全新世的浅海相泥质沉积,部分砂矿直接暴露于海底。矿层可分为两层,上部矿体为晚更新世的以冲积成因为主的砂质沉积,下部矿体中更新世的河流相沉积。矿区的砂以含砾的中粗砂为主,含砾的细中砂次之,含泥量低,质量好,较为松散,易于开采。矿石以石英、长石和岩石碎屑组成为主,未发育重矿物富集现象,为质量较好的填筑用海砂。经实际勘查,宁波北仑区海砂查明资源量为 $0.36 \times 10^8 \text{ m}^3$,折合 $0.62 \times 10^8 \text{ t}$;整个调查区潜在资源量为 $3.8 \times 10^8 \text{ m}^3$,折合 $6.6 \times 10^8 \text{ t}$,为大型海砂矿床。

2.4 台湾海峡西岸

根据《台湾海峡西岸近海海砂及相关资源潜力调查报告》(2015)^[11],台湾海峡西岸海砂矿类型主要有2种,为残留砂型(I型)和古河道型(或古潮沟型)(II型)。其中I型处于浅地层剖面T1层之上,即现在的海底,在调查区南部台湾浅滩海域广泛发育,其规模很大。调查区南部的钻孔揭示,该层沉积物以中粗砂为主,分选性好,厚度平均16~20 m,沙脊部位的厚度可达40 m以上。该层直接出露于海底,水深20~30 m,便于开采;II型处于浅地层剖面的T2界面之上,T1—T2之下的地层是一套切割充填沉积,为古河道或古潮沟沉积,剖面

上局部可见多期沟谷的叠加。在调查区北部或近岸区埋深较浅,多小于20 m,在调查区南部或远岸区埋深较深,多大于20 m。穿过该沟谷充填沉积层的钻孔显示,该矿层主要由粗砂和砾石组成,分选性较好,磨圆度很好,基本呈混圆状,含泥量低。该矿层呈线状大致垂直于岸线向海延伸。经推断I型砂矿潜在资源体积为 $2128.82 \times 10^8 \text{ m}^3$,潜在资源量为 $3214.52 \times 10^8 \text{ t}$,II型砂矿潜在资源体积为 $2046.27 \times 10^8 \text{ m}^3$,潜在资源量为 $3089.87 \times 10^8 \text{ t}$ 。

2.5 南海珠江口

根据《南海珠江口近海海砂调查评价与勘查规划报告》(2006)^[12],南海珠江口区海砂资源主要分布在川山群岛-高栏群岛-万山群岛以南的广阔海域,分布水深一般25~50 m,分布岸距均大于20 km,最大岸距100 km。可分为古残留砂型、古潮流沙脊型、古河道型(古潮沟型)、现代潮流沙脊型。其中,古残留砂型分布于调查区的东南部,呈面状分布,以中粗砂型为主,在调查区内直接暴露。由钻孔揭露的此型矿层的厚度可达3.2 m,底质柱状样也揭露本矿层,根据底质柱状取样和地质浅钻控制的本矿层面积达1800 km²。古潮流沙脊型处于I类矿层覆盖之下,分布范围较大,主要由中粗砂和砾砂组成,质量较好,矿层埋深8.8~15.2 m,在浅地层剖面上呈明显的波状反射特征,为较典型的古潮流沙脊;古河道型(或古潮沟型)处于浅地层剖面的T5界面之上,为典型的古河道沉积,埋深较大,钻孔揭露的厚度达4.8 m,埋深为36 m左右。矿层主要由粗砂和砾石组成,分选性较好,磨圆度很好,基本呈混圆状,基本不含泥;现代潮流沙脊型规模较大,但沉积物特征不详,可作为潜在海砂矿层。

根据调查资料推断的海砂潜在资源体积为 $52.8 \times 10^8 \text{ m}^3$,潜在资源量为 $88.18 \times 10^8 \text{ t}$;并且该区经勘查发现了白沥岛以北海域和外伶仃岛以东海域两处大型海砂矿床。该区域海砂资源调查成果为包括港珠澳大桥在内的重大工程建设提供海砂资源近 $3.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

2.6 海南岛周边

根据《海南岛浅海砂矿资源潜力调查与评价成果报告》(2018)与相关研究^[13-14],海南岛周边万宁东澳南后海-田头港-东方感城-乐东莺歌海、文昌铺前湾-景心角-临高马袅-东英等4个浅海区域海砂资源潜力较好。该区大部分为港湾砂质海岸,水深小于50 m,海底表层沉积以砂为主,目前该区仅进

行了重矿物资源潜力评价。

3 现行海砂资源勘查开发体系概况

3.1 勘查规范与勘查程度分类

海砂资源勘查与评价是指利用地质-地球物理、沉积动力与生态环境、工程地质调查等手段,系统查明海洋砂矿的区域地质特征、成矿地质条件、矿床地质特征、资源/储量、评价开采技术条件、经济条件和生态环境效应等。

根据海砂资源勘查开发现状,借鉴国外海砂资源勘查开发经验,在历史发布的有关固体矿产资源调查评价的标准与规定基础上,我国形成了一套海砂资源勘查与评价技术体系。现行规范以国标《固体矿产地质勘查规范总则(GB/T 13908-2020)》和《固体矿产资源储量分类(GB/T 17766-2020)》等固体矿产勘查规范为总纲,按照找矿矿种分别执行行标《矿产地质勘查规范 金属砂矿类(DZ/T 0208-2020)》和中国地质调查局局标《海砂(建筑用砂)地质勘查规范(DD2012-10)》两例规范。目前海砂资源地质勘查工作分为普查、详查和勘探3个阶段。

3.2 海砂资源勘查技术方法

目前海砂资源勘查技术手段主要包括单波束水深测量、多波束水深测量、浅地层剖面测量、单道地震测量、沉积动力和生态环境调查、底质取样和地质浅钻等。通过这些地质与地球物理相结合的方法,能够获取海砂矿床的地貌特征,查明松散沉(堆)积物的层序、岩性、厚度、空间分布及水动力条件,查明主要砂矿层的空间分布、砂矿质量及其富集和变化规律。

针对表层海砂,可以通过地形地貌和底质取样获取表层海砂赋存范围,再通过地质浅钻查明矿体厚度。对于埋藏海砂,从勘查成本角度考虑,一般先采用地球物理手段初步锁定矿体,再进行地质浅钻取样进行验证。目前浅地层剖面与单道地震结合的方法可以显著提升埋藏海砂的找砂成功率。浅地层剖面信号频率较单道地震高,在泥层中衰减较弱,穿透性强,可以有效排除泥层,再结合单道地震直接识别砂层,并经钻孔验证,最终形成一套埋藏海砂的识别方法^[8]。

3.3 海砂开采环境效应评价

海砂资源的开发利用是一把“双刃剑”,海砂的

合理开发利用可以使其为经济建设服务,促进海洋经济的发展,但海砂的过度无序开采也会造成一系列的环境地质问题,导致资源枯竭,破坏海洋生态环境特别是海洋底栖环境,甚至影响到整个海洋资源的可持续利用^[15-16]。因此,在开发海砂资源的同时,需注意海洋资源的可持续利用与海洋经济的可持续发展,加强海砂开采环境效应评价。

海砂开采环境影响可分为污染影响和非污染影响。污染影响主要是高压射流采砂过程中对海底砂和淤泥的扰动,以及海上初步分选海砂时溢流作业产生的悬浮泥沙。非污染影响主要是采砂后采砂区的海床塌陷对海底地形地貌和海床边坡稳定的影响、海床变化对水动力环境的影响、潮流场改变对附近海域冲淤环境的影响、采砂作业对海洋生态环境的影响、采砂作业对周边环境敏感区和主要环境保护目标的影响以及采砂作业对通航环境的影响等。海砂开采环境影响评价则主要针对上述内容进行评价,主要包括海砂开采海洋环境现状调查和预测评估。

根据对采砂作业环境影响的分析,采砂对环境的影响因素主要是抽砂环节产生的悬浮物,其次是船舶污水和溢油等影响,从而最大限度地降低采砂对海洋生态环境造成的恶劣影响。可采取包括采砂作业防污和采砂船舶防污两大类防治对策。前者可采取包括作业中合理安排作业船舶设备以尽量减少抽砂作业流失的悬浮物、通过溢流管进行水底排放有利于悬浮物沉降、选择在大潮和中潮期采矿以利用潮流动力扩散悬浮物、避开生物产卵和快速生长期作业、加强采砂区及其周边海域水质检测等方式,后者可采取包括严格管理作业船只行船、污水和垃圾储存回收、装仓、运砂、运转、维修、清洗等各个环节产生的“三废”、漏油漏砂等措施。

3.4 海砂开采工艺

目前国内沿海省份中,广东率先响应开展海砂开采项目^[17]并且技术较为成熟,福建沿海也有海砂开采活动^[18],海南海砂开采规模较小^[19]。现有海砂开采工艺流程为挖砂、运砂、抛填、吹填,开采工艺可分为4大类:挖吹工艺、抛运吹工艺、挖运抛工艺、挖运抛吹工艺^[20],以及直接海下吸砂、洗砂工艺^[17]。各种不同的开采工艺与船机设备结合具有不同的适用性与优缺点^[20]。

考虑经济因素与对环境影响,目前主流采砂方法为射流式抽砂船吸取海砂后,通过装驳皮带装于砂驳中,运往目的地后采用砂驳自带皮带输送机输送砂

土到卸载区^[21, 22], 或在采砂船进行筛分—分级选矿后利用运砂船将砂运抵码头或目标填海区^[17]。但该方法对于杂质多、密实度高、分布不均匀的砂层采取效率低, 并且不适应复杂工况^[22], 因此, 部分区域也采用耙吸挖泥船或绞吸船开采海砂^[23-25]。

4 资源需求与矿政管理

由于需求的强大推动, 国内对海砂的需求量也必将不断增长。据相关资料统计, 2018 年中国海砂行业消费量约为 2.16 亿 t, 至 2022 年, 已经稳步增长为 2.63 亿 t。在河砂短缺的情况下, 海砂作为一种补位已经快速在沿海省市市场流通并占比较大。根据归纳统计中国“十四五”海砂资源潜在需求结果表明, “十四五”期间中国沿海主要经济区带的建筑用砂需求量巨大, 已明确的建筑用砂需求量已超 22 亿 t, 预测全部沿海地区需求量将超 30 亿 t。尽管目前对海砂市场既无规范的管理体系, 也没有政府指导的价格体系, 各地区差别很大(表 1), 但随着政府监管和规范的力度加大, 海砂的价格必将随

着市场的不断成熟而趋于稳定。

但一段时间内, 由于砂石高价短缺加之“两权”出让制度对海砂开采的市场化配置效率的制约, 从而诱发的非法开采海砂现象时有发生, 造成海砂资源大量流失和一系列的生态、环境和管理上的问题。在总结地方经验的基础上, 2019 年自然资源部印发了《自然资源部关于实施海砂采矿权和海域使用权“两权合一”招拍挂出让的通知》^[26], 旨在切实解决海砂采矿权和海域使用权“两权”出让中不衔接、不便民的问题, 充分发挥市场在自然资源配置中的决定性作用, 精简、优化海砂采矿权和海域使

表 1 2022 年不同地区港口海砂到岸价格行情
Table 1 The CIF price of sea sand at ports in different regions in 2022

海砂类型	元/t				
	上海	舟山	宁波	杭州	广州
细砂	45	40	40	40	50
中砂	65	58	70	73	76
粗砂	91	75	85	88	100

注: 资料来源于网络

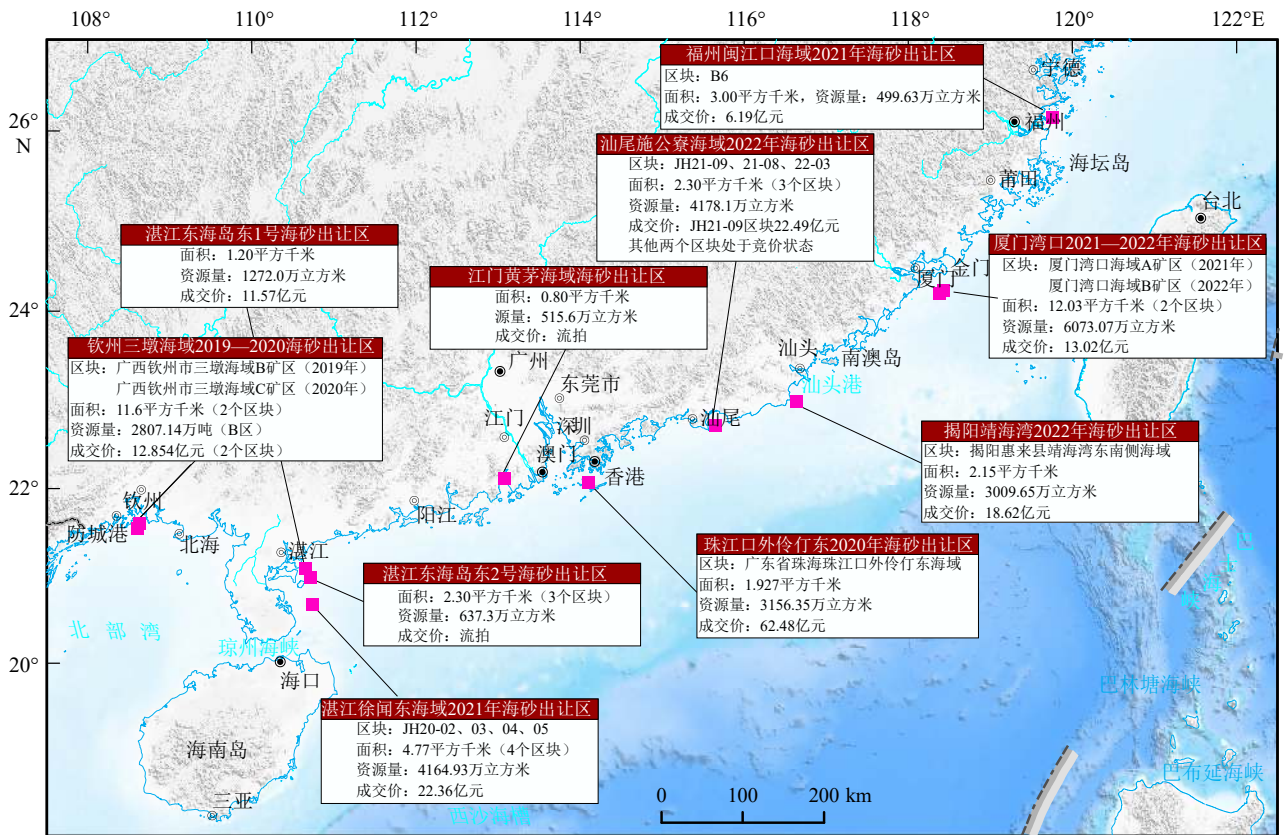


图 2 中国沿海省市海砂资源“两权合一”出让概览
统计时间截至 2022 年底。
Fig.2 Overview of the "Two Rights in One" transfer of sea sand resources in coastal provinces and cities of China
The data is up to the end of 2022.

用权出让环节和办事流程。之后,一些沿海省市依据需求,开展了海砂采矿权和海域使用权“两权合一”出让工作,目前已挂牌19个区块,完成15个区块出让,出让资源量超2.5亿 m^3 ,成交价超200亿(图2)。这标志着中国海砂资源勘查与开发相关产业的又一次重要机遇期。

5 问题与建议

综上所述,我国海砂资源调查与评价方面存在以下两点问题。

(1) 海砂资源实际调查程度仍较低

本文第2章节中介绍的6个已经调查的区块仅为中国具有较大成矿潜力的几个重点海域,还有更多的海域需要进行调查评价。对于这些选定的区块,限于调查工作量,仅选取了部分靶区进行了较为系统的调查与潜力评价,并且随着时间推移,海砂的赋存状况可能会发生变化,因此我国海砂资源实际调查程度仍较低,缺乏适应已经变化了的资源背景系统化的海砂资源潜力评价,尤其是具有可再生性的陆架浅海区海砂资源,是今后海砂资源调查评价的重点区。

(2) 缺少系统规范的海砂资源评价体系

目前,基于《海砂(建筑用砂)地质勘查规范(DD2012-10)》与先进的海洋地质调查方法,海砂地质与资源量估算方面已经初步形成体系,但海砂矿床的开采技术条件,尤其是工程条件和环境影响评价方面,以及后续开发利用可行性评价方面仍然未成体系,这可能导致地质勘查探得的海砂或因工程地质条件太差而不可采,或因环境影响太恶劣而被禁止开采,或由于后续开采、淡化等费用过高而经济不可行。这也是制约我国涉及海砂资源矿政管理与市场发展的重要因素。

为科学支撑和促进砂石行业健康有序发展,合理开采海砂资源,支撑政府职能,服务海砂资源合理开发利用与保障海洋环境质量安全协调发展,进一步提升海砂资源矿政科学管理水平和发展海洋经济,本文提出后续海砂资源调查与评价规划部署建议如下。

(1) 加紧部署实施海砂重点赋存区资源调查与评价体系建设

以保护海洋生态环境和海洋设施为前提,开展浅海陆架海砂重点赋存区资源勘查和生态环境本底调查,利用地质和地球物理相结合的调查方法,配合水动力调查、海底摄像和生物拖网等手段,查

明重点区海砂资源分布,估算资源量,加强不同类型海砂资源的分布状况和成因机制研究,掌握生态环境本底状况等,在此基础上科学设置海砂开发区块;开展海砂开采环境影响评价和数值模拟,建立海砂资源和生态环境监测体系,为海砂开发规划和生态修复提供科学依据;制定更加详细的海砂分类标准和严格的海砂脱盐技术指标,大力发展海砂净化技术,为海砂利用质量安全提供保障,引导和组建规模化开采企业的商业化跟进,提高采砂效率和海砂资源化利用水平。

(2) 编制海砂资源勘查开发规划,规范海砂市场

系统梳理海洋区域地质调查、海岸带综合地质调查、海砂资源调查和沿海城市(地区)开展的砂源地调查资料,编制海砂资源勘查规划;在应急调查的基础上,加快推进重点区资源详查和开采环境影响评价;按照区域市场就近供应的原则,编制海砂资源开发规划,支撑地方政府海砂矿权招拍挂,保障海砂供给,稳定海砂市场环境。

(3) 推动海砂产业可持续发展

加强对海砂资源开发利用的战略性、政策性研究,推动建立实现海砂开采、销售、使用全链条监管的长效工作机制,矿政科学化管理水平进一步提升;加强对海砂产业发展规划的指导和引导,明确鼓励、限制和逐步淘汰采砂、洗砂工艺和船舶装备,优化采砂工艺,提高采砂效率,减少环境污染,引导海砂开发重点区域由近海向外海转移,发展可持续的海砂产业。

参考文献 (References)

- [1] 曹雪晴, 谭启新, 张勇, 等. 中国近海建筑砂矿床特征 [J]. 岩石矿物学杂志, 2007, 26(2): 164-170. [CAO Xueqing, TAN Qixin, ZHANG Yong, et al. Characteristics of construction marine sand deposits in off-shore area of China[J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 2007, 26(2): 164-170.]
- [2] DD2012-10 海砂(建筑用砂)地质勘查规范 [S]. 北京: 中国地质调查局, 2012. [DD-2012-10 Geological exploration specification for sea sand (construction sand)[S]. Beijing: China Geological Survey, 2012.]
- [3] Torres A, Brandt J, Lear K, et al. A looming tragedy of the sand commons[J]. Science, 2017, 357(6355): 970-971.
- [4] Bendixen M, Overeem I, Rosing M T, et al. Promises and perils of sand exploitation in greenland[J]. Nature Sustainability, 2019, 2(2): 98-104.
- [5] 赵铁虎. 海底高分辨率声学探测及其应用 [D]. 中国海洋大学博士学位论文, 2011. [ZHAO Tiehu. Submarine high-resolution acoustic detection and the application[D]. Doctoral Dissertation of Ocean University of China, 2011.]
- [6] 白凤龙, 何拥军, 李军. 中国海砂资源勘查、开采与可持续发展 [J].

- 矿床地质, 2010, 29(S1): 771-772. [BAI Fenglong, HE Yongjun, LI Jun. Exploration, exploitation, and sustainable development of China's sea sand resources[J]. Mineral Deposits, 2010, 29(S1): 771-772.]
- [7] 赵京涛. 青岛海洋地质研究所在辽东湾圈定了海砂矿重点赋存区[EB/OL]. (2015-12-22)[2023-10-9]. http://www.qimg.cgs.gov.cn/research/201603/t20160309_269413.html. [ZHAO Jingtao. Qingdao Institute of Marine Geology has delineated the key occurrence area of sea sand deposits in Liaodong Bay[EB/OL]. (2015-12-22)[2023-10-9]. http://www.qimg.cgs.gov.cn/research/201603/t20160309_269413.html.]
- [8] 倪玉根, 习龙, 夏真, 等. 浅地层剖面 and 单道地震测量在海砂勘查中的联合应用[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2021, 41(4): 207-214. [NI Yugen, XI Long, XIA Zhen, et al. Combined application of sub-bottom and single-channel seismic profiles to marine sand and gravel resource prospecting[J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 2021, 41(4): 207-214.]
- [9] 王圣洁, 刘锡清, 戴勤奋, 等. 中国海砂资源分布特征及找矿方向[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2003, 23(3): 83-89. [WANG Shengjie, LIU Xiqing, DAI Qinfen, et al. Distribution characteristics of marine aggregate resources and potential prospect in China[J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 2003, 23(3): 83-89.]
- [10] 赵京涛, 李军, 白凤龙, 等. 辽东湾近海海砂及相关资源潜力调查成果报告[R]. 青岛: 青岛海洋地质研究所, 2015. [ZHAO Jingtao, LI Jun, BAI Fenglong, et al. Report on the investigation results of the potential of sea sands and related resources in the offshore area of Liaodong Bay[R]. Qingdao: Qingdao Institute of Marine Geology, 2015.]
- [11] 陈正新, 白凤龙, 丁雪, 等. 台湾海峡西岸近海海砂及相关资源潜力调查成果报告[R]. 青岛: 青岛海洋地质研究所, 2015. [CHEN Zhengxin, BAI Fenglong, DING Xue, et al. Report on the investigation results of the potential of sea sands and related resources in the West Coast of the Taiwan Strait[R]. Qingdao: Qingdao Institute of Marine Geology, 2015.]
- [12] 姜玉池, 曹雪晴, 张勇, 等. 南海珠江口近海海砂调查评价与勘查规划报告[R]. 青岛: 青岛海洋地质研究所, 2006. [JIANG Yuchi, CAO Xueqing, ZHANG Yong, et al. Report on investigation, evaluation and exploration planning of seasand in the the Pearl River Estuary of the South China Sea[R]. Qingdao: Qingdao Institute of Marine Geology, 2006.]
- [13] 崔汝勇, 胡邦琦, 宋维宇, 等. 海南岛浅海砂矿资源潜力调查与评价成果报告[R]. 青岛: 青岛海洋地质研究所, 2018. [CUI Ruyong, HU Bangqi, SONG Weiyu, et al. Report on the investigation and evaluation of the potential of shallow sea sand mineral resources in Hainan Island[R]. Qingdao: Qingdao Institute of Marine Geology, 2018.]
- [14] 潘燕俊, 崔汝勇, 林明坤, 等. 海南岛周边浅海砂矿资源潜力浅析[J]. 海洋通报, 2017, 36(4): 458-467. [PAN Yanjun, CUI Ruyong, LIN Mingkun, et al. Preliminary analysis of placer resources potential in Hainan Island offshore area[J]. Marine Science Bulletin, 2017, 36(4): 458-467.]
- [15] 一丁. 海砂、海砂开采、海砂开采管理[J]. 江苏科技信息, 2000(1): 38-39. [YI Ding. Sea sand, sea sand mining, and sea sand mining management[J]. Jiangsu Science and Technology Information, 2000(1): 38-39.]
- [16] 李婵娟. 海砂开采工程的环境影响分析[J]. 中国资源综合利用, 2022, 40(12): 73-75. [LI Chanjuan. Analysis on environmental impact of sea sand mining project[J]. China Resources Comprehensive Utilization, 2022, 40(12): 73-75.]
- [17] 郑楠, 孙春辉, 张基斌, 等. 广东汕尾海砂开采施工工艺研究[J]. 中国新技术新产品, 2022(24): 93-96. [ZHENG Lin, SUN Chunhui, ZHANG Jibin, et al. Research on the construction technology of sea sand mining in Shanwei, Guangdong[J]. New Technology & New Products of China, 2022(24): 93-96.]
- [18] 彭钰琳, 马超, 陈云英, 等. 福建海砂开采现状与建议[J]. 海洋环境科学, 2014, 33(6): 954-957. [DENG Yulin, MA Chao, CHEN Yunying, et al. Current situation and suggestions on exploiting sea sand of Fujian province[J]. Marine Environmental Science, 2014, 33(6): 954-957.]
- [19] 陆峰. 海南地区的海砂开采与技术应用[J]. 建筑施工, 2021, 43(10): 2121-2123. [LU Feng. Sea sand mining and technical application in Hainan Region[J]. Building Construction, 2021, 43(10): 2121-2123.]
- [20] 赵东远. 厦门翔安新机场填海造地工程海砂开采工艺研究[J]. 江西建材, 2015(19): 75-76. [ZHAO Dongyuan. Research on sea sand mining technology for Xiamen Xiang'an new airport land reclamation project[J]. Jiangxi Building Materials, 2015(19): 75-76.]
- [21] 徐云标. 射流式吸砂工程船原理及应用[J]. 船舶工业技术经济信息, 2003(6): 29-30. [XU Yunbiao. The principle and application of jet sand suction engineering ship[J]. Technical and Economic Information of Shipbuilding Industry, 2003(6): 29-30.]
- [22] 刘斌, 赵海丰. 基于绞吸挖泥船的硬底质海砂开采施工技术[J]. 港口技术, 2022, 59(4): 86-89. [LIU Bin, ZHAO Haifeng. Mining technology of hard bottom sea sand based on cutter suction dredger[J]. Port Engineering Technology, 2022, 59(4): 86-89.]
- [23] 何云斌, 刘书敏, 林璇, 等. 河道底泥环保疏浚技术与处理措施[J]. 化工设计通讯, 2022, 48(3): 174-176. [HE Yunbin, LIU Shumin, LIN Xuan, et al. Environmental protection dredging technology and treatment measures of river sediment[J]. Chemical Engineering Design Communications, 2022, 48(3): 174-176.]
- [24] 乐砾, 吴遵奇, 陶然. 强浪条件下深水板桩码头成套施工技术[J]. 水运工程, 2017(12): 240-244. [YUE Li, WU Zunqi, TAO Ran. Systematic construction technology of deepwater sheet pile wharf under strong wave condition[J]. Port & Waterway Engineering, 2017(12): 240-244.]
- [25] 段向明. 复杂航道绞吸船开挖施工工艺探讨[J]. 工程建设与设计, 2020(17): 174-176, 179. [DUAN Xiangming. Discussion on excavation construction technology of cutter suction dredger in complex waterway[J]. Construction & Design for Project, 2020(17): 174-176, 179.]
- [26] 自然资源部. 自然资源部关于实施海砂采矿权和海域使用权“两权合一”招拍挂出让的通知(自然资规(2019)5号)[EB/OL]. (2019-12-17)[2023-10-9]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-01/16/content_5469798.htm. [Ministry of Natural Resources. Notice of the ministry of natural resources on implementing the "Two Rights in One" bidding, auction, and listing of sea sand mining rights and sea area use rights (Natural Resources Regulations[2019] No. 5)[EB/OL]. (2019-12-17)[2023-10-9]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-01/16/content_5469798.htm.]