王玉莲, 韩忠, 李浩, 等. 威海市东部滨海新城海域海砂资源分布及特征[J]. 海洋地质前沿, 2024, 40(5): 19-26. WANG Yulian, HAN Zhong, LI Hao, et al. Distribution and characteristics of sea sand resources in Binhai Xincheng Area, Weihai City[J]. Marine Geology Frontiers, 2024, 40(5): 19-26.

威海市东部滨海新城海域海砂资源分布及特征

王玉莲,韩忠^{*},李浩,李恒猛,陈丽洁 (山东省地质矿产勘查开发局第六地质大队,威海 264209)

摘 要:对威海东部滨海新城海域海底底质样品、浅地层剖面、地质钻探、多波束测量等资料 进行了分析,探讨了该区海砂资源的类型、分布特征及沉积环境。结果表明:研究区海砂资源 主要分布于鸡鸣岛和苍家岛潮沟附近,均为埋藏砂矿,以粉砂和细砂为主,含泥量较高,可用 作回填用砂。研究区埋藏砂矿主要形成于晚更新世末期,成因类型主要有古冲积、残留和海 积等类型。

关键词:威海市;海砂分布;埋藏海砂;海砂矿成因

中图分类号:P744.2;P736 文献标识码:A **DOI**:10.16028/j.1009-2722.2023.112

0 引言

海砂资源主要是在海洋水动力等因素的作用 下,具有工业价值的组分在有利于富集的海底地貌 部位形成的一种固体矿产资源^[1],其主要成分为石 英和长石,结构松散,是良好的硅质材料,在铸造、 耐火、水泥、玻璃、陶瓷等领域用途广泛^[2],发达国 家如英国、美国、加拿大、日本等早已大量开采海 砂资源^[3]。

海砂作为一种重要的矿产资源,目前其产值仅次于海底石油,已成为第2大海洋矿产开采业^[4]。 中国的浅海海砂资源非常丰富,主要集中在台湾浅 滩、琼州海峡东口、珠江口外,以中粗砂为主^[1],海 砂质量佳。威海市周边海域海砂资源主要分布于 河口和近海,以中砂和粗砂为主,包括部分细砂和 砾石的砂质堆积^[5],可分为滨海海砂和浅海海砂。 砂矿的分布与基岩性质、海岸带类型、地貌、水系、 水动力条件、海底底质等密切相关^[6]。

收稿日期: 2023-05-02

资助项目:山东省自然资源厅 2020 年省级地质勘查项目"山东省威海市 东部滨海新城北部海域海砂资源调查评价"(鲁勘字(2020)56 号) 第一作者:王玉莲(1983—),女,高级工程师,主要从事水工环地质及海 洋地质方面的研究工作.E-mail:alane1983@163.com

* 通讯作者:韩忠(1989—),男,硕士,高级工程师,主要从事水工环地质 及海洋地质方面的研究工作. E-mail: hanzhonggl@163.com 海砂根据其赋存状态可分为表层海砂和埋 藏海砂。埋藏海砂作为重要的海砂资源赋存类 型,因其开发对环境的影响相对较小,越来越受 到重视,但找砂难度相对较大^[7]。威海周边海域 海砂资源调查研究工作大都集中在滨海地区,且 研究尺度较大,关于浅海砂矿的研究较少,关于 埋藏海砂的研究更为少见。本文利用威海市东 部滨海新城海域的综合地质调查资料,对研究区 海砂资源的类型、分布特征及其成因进行分析, 研究结果对进一步查清近海埋藏海砂资源状况 有一定借鉴意义。

1 研究区环境特征

研究区位于威海市东部滨海新城北部,北黄海 西南部近岸海域(图 1)。海底整体比较平缓,水深 变化范围在 52 m 以内,大部分海底水深在 20~35 m, 最深处位于鸡鸣岛的东北方向,水深达到 52 m;潮 汐类型主要以不正规半日潮为主,仅在成山角东北 海域出现小范围的全日潮区域;受潮汐影响显著, 海流表现为较强的往复性流动^[8],海流主流向均为 偏 NW—SE 向,其中涨潮流向以 NW 向为主,落潮 流向以 SE 向为主;按照 Folk 沉积物分类方法^[9],研 究区表层沉积物可分为砂质粉砂、粉砂、含砾泥、 砂质砾、砂 5 类,其中,砂质粉砂是研究区分布最广 泛的沉积物类型。



图 1 研究区测线和取样站位示意图

Fig.1 The survey deployment lines and drill sampling stations in the research area

2 数据与方法

2.1 数据及资料处理

山东省地质矿产勘查开发局第六地质大队于 2022年在研究区进行了浅地层剖面测量,测线长 181.9 km,海底表层样采集 38个站位,海底柱状样 采集 15个站位,多波束水深测量 436 km,海域地质 钻探 219.6 m(图 1)。海底表层样和钻孔岩芯样品 的粒度测试由自然资源部海洋地质实验测试中心 完成,设备采用英国 Malvern 公司生产的 Mastersizer 2000型激光粒度分析仪,测量范围为 0.02~2 000 µm, 重复测量误差<2%。

(1) 钻孔岩芯资料分析方法根据岩芯样品粒度 测试数据将岩芯分段,并结合岩芯样品的微体古生 物鉴定结果,利用微体古生物种属组合特征大致推 断地层形成的地质时期及沉积相,遵循层序地层学 的原理划分地层层序,对其中的含砂层段予以特别 关注。

(2)浅地层剖面解译方法 首先选择研究区内通 过钻孔 ZK14 的浅地层剖面 P11-2 作为典型剖面, 将其与钻孔 ZK14 岩芯资料进行对比分析,在浅地 层剖面中确定相对应的界面,然后在其他剖面上追 踪解译,进行对比分层,使全区测线上的所有界面 闭合。浅地层剖面解译过程中重点关注海进面与 含砂层的位置关系。

2.2 砂矿圈定方法

海砂通常以水下沙坝、潮流砂脊或潮流三角洲 等砂体形态存在^[10]。海底表层砂矿利用多波束测 量解译结果识别海砂分布范围,多波束能够获取海 底全覆盖的高精度水深数据^[11-12],其图像显示的沙 脊、沙波等都有可能为表层海砂矿体,可利用海底 表层取样分析进行验证。

埋藏海砂矿体主要依据高分辨率浅地层地震

剖面的解释成果圈定,以海域地质钻探加以验证。 埋藏海砂矿体的圈定主要从以下几个方面考虑: ①首先根据浅剖解释确定海进面(或海侵面), 由此可以厘定浅部层序地层的序列结构。在海 进面之上可能存在海侵时期的潮流沙脊、沙席 或沙坝等海积型海砂矿体,而在此界面之下可 能存在陆相沉积的古冲洪积砂体、古河谷砂体 或残留砂体(图2)。②在浅地层剖面上,基岩面是 比较容易识别的界面,在近岸海域埋藏较浅的基岩 面上往往存在风化壳,古流水作用将侵蚀碎屑搬运 到低洼处堆积,可能形成古冲(洪)积型砂体或残留 砂体。





3 结果与讨论

3.1 海砂资源分布及其赋存特征

综合多波束测量和表层样粒度测试结果分析, 研究区没有发现规模较大、有开采价值的海底表层 海砂矿。研究区圈定的海砂资源潜力区均为埋藏 海砂矿体,共有 5 处,位于鸡鸣岛和苍家岛潮沟附 近,分别命名为 A、B、C、D 和 E 区(图 3)。

(1) A 区海砂资源特征

海砂 A 区位于鸡鸣岛附近潮沟的西南部(图 3)。 根据地质钻孔 ZK13 揭示,矿体为灰黄色砂,以云母、 石英和长石为主,含有碎石块。钻孔揭露的砂体厚 度为 8.5 m,类型为粉砂和细砂。盖层厚度约 4 m。 利用 ZK13 岩芯分析资料标定浅地层剖面的各个层 位,然后向周围追踪解释。根据浅剖解释结果推测 矿体产状和分布状况,并根据相关规范按浅剖测线 基本间距四分之一外推,从而确定矿体的分布范围。 A 区海砂矿体近 EW 向展布,横剖面近似为三角形, 东宽西窄(图 3),砂体顶板埋深变化介于 4~9 m (本文埋深起算面为海底),底板埋深介于 7~15 m, 砂体厚度变化范围为 1~10 m。砂体底部为基岩风 化壳,上覆地层为泥质沉积层。砂体由基岩凸起处 向 NW 向倾斜,倾角约 5°~10°,向北至冲刷沟谷处 尖灭(图 4b),向西延伸的砂体逐渐增厚,剖面中未

见边界(图 4a)。

(2) B 区海砂资源特征

海砂 B 区位于鸡鸣岛附近潮沟东南部,呈 NW— SE 向展布(图 3)。根据地质钻孔 ZK12 揭示,矿体 上部覆盖着淤泥质土层,厚度为 2.52 m;其下砂层 以粉砂为主,厚度为 14.04 m,中间夹有若干薄层细 砂;下部靠近基岩面有风化壳和部分粉砂质黏土、 黏土质粉砂层。由浅剖解释结果可知,该砂体在海 进面 T3 之上,产状为平缓丘状,顶板埋深变化介于 2~20 m,底板埋深介于 2~24 m,砂体厚度变化范 围为 1~11 m。砂体向北至冲蚀沟槽处尖灭,向南 逐渐变薄但未尖灭(图 5),其南部边界依据浅剖测 线基本间距四分之一外推确定。

(3) C 区海砂资源特征

海砂 C 区位于鸡鸣岛附近潮沟东北部,分布区 近似菱形,呈 NNW—SSE 向展布(图 3)。根据钻 孔 ZK10 揭示,矿体上部被淤泥质粉质黏土和含砂 黏土层覆盖,盖层厚度接近 11 m。砂体的厚度为 2.2 m,类型为粉砂和中砂。根据浅剖解释结果,该 砂体在海进面 T3 之上,产状为平缓席状,顶板埋深 介于 9~25 m,底板埋深介于 12~30 m,砂体厚度 变化范围为 1.6~5.4 m。砂体向南至冲蚀沟槽处尖 灭,向北延伸未见尖灭(图 6),其北部边界依据浅剖 测线基本间距四分之一外推确定。

(4) D 区海砂资源特征

海砂 D 区位于苍家岛近岸潮沟西北侧,南宽北



图 5 B 区砂体赋存结构







度较大。

根据浅剖解释结果(图 7),中上部的较厚砂层 位于 T2 和 T3 之间,为海相沉积地层的内部夹层, 近似席状,向西自然尖灭,向东延伸未见尖灭,顶板





窄,近似不规则的梯形(图 3)。根据钻孔 ZK14 揭露,岩芯中含有多个砂层,厚度较大的有 2 层,分别位于岩芯下部和中上部(图 7)。中上部砂体顶板埋深为 4.2 m,砂层厚度为 6.2 m,以粉砂为主,中间夹有约 0.9 m 的细砂层;下部砂体的厚度为 5.8 m,以细砂和粉砂为主,该砂层顶板埋深>15 m,开采难



图 7 D 区砂体赋存结构图

Fig.7 Structure of sand body occurrence in Area D

埋深介于 2~26 m,底板埋深介于 4~28 m,砂体厚 度变化范围为 0.2~3.0 m。下部的较厚砂层在海进 面 T3 之下,底部与基岩风化壳相连,为透镜体状, 中部厚,周围变薄,顶板埋深介于 4~34 m,底板埋 深介于 6~34 m,砂体厚度变化范围为 0.2~3.8 m, 向西自然尖灭,向东延伸未见尖灭,其东部边界依 据浅剖测线基本间距四分之一外推确定。

(5) E 区海砂资源特征 海砂 E 区位于苍家岛北部离岸较远的潮沟西 南侧,分布为平行四边形(图 3)。根据钻孔 ZK15 揭露,含砂层位于岩芯下部,盖层厚度>30 m,砂体 厚度为 3 m,矿物成分以云母、石英、长石为主,上 部为粗砂,厚度为 0.55 m,下部为砾石层和粉砂。 根据浅剖解释结果,砂层位于海进面 T3 之下,底 部与基岩风化壳相连,呈透镜体状,向北、向南自然 尖灭(图 8),为残留型砂体。砂体顶板埋深介于 6~42 m,底板埋深介于 8~44 m,砂体厚度变化范 围为 0.6~5.4 m。潮沟处盖层较薄,开采难度较小。





综上所述, A 区和 D 区均有 2 个砂层, A 区成 因不同的上、下 2 个砂层连为一体, D 区上、下 2 个 砂层被夹石层隔开, A、D 区砂矿下部砂层均为古冲 洪积成因,上部砂层均为海积成因。B和C区为潮 流作用形成的沙坝或者沙席,成因上属于海积类型, 主要为细砂,埋深较浅,易于开采。E区为残留砂, 砂层直接覆盖于下部的风化壳之上,在冲蚀沟槽处 埋深较浅,便于开采。

3.2 海砂矿成因探讨

海砂的形成反映了物质来源、地形地貌、海平 面变化和水动力等因素的变化^[13]。海底底质类型 一般与地形地貌相对应,潮流砂脊区主要为砂质沉 积,沉积平原区则以泥质沉积为主^[14]。研究区海底 地形整体比较平缓,水深变化不大,海底地貌主要 为平滑海底,大部分为泥质分布区。南部沿海一带 的水下浅滩呈带状绕岸分布,其外缘与10m水深 线基本一致,靠近岸边海底底质以中细砂为主。潮 流、波浪是泥沙运动的主要动力^[15],研究区的粗颗 粒沉积主要受控于潮流作用,涨潮流大于落潮流, 以至河流带来的碎屑物多被潮流搬运到岸边并沉 积下来,只有少数细粒物质才能到达远离岸边的海域。因此,研究区海底表层海砂主要集中在近岸区域,但是由于砂层厚度较小,大部分区域厚度<1m, 而且考虑海岸带生态环境保护要求,因此,未在研究区圈定表层海砂矿。

研究区圈定的海砂矿主要是埋藏砂矿,根据其 赋存状态又分为不同类型,也各有其特有的成矿机 制。A和D区的埋藏砂矿均被T3界面分割为上 下2层(图9),根据浅剖解释结果,T3被解释为全 新世初期的海进面,该界面之下的砂体形成于晚更 新世末期(末次冰盛期),当时陆架出露地表遭受侵 蚀,岩石风化形成风化壳,碎屑物质在地表径流作 用下搬运到低洼区域形成冲(洪)积扇,这种砂体颗 粒一般较粗,分选较差。全新世海侵之后,这些砂 体被新的海相沉积碎屑掩埋,成为埋藏砂体。







T3之上为海相沉积,A区附近有基岩出露,周 围海底坡度较大,海侵时期潮流和波浪作用形成滨 岸砂直接覆盖于斜坡之上,与下部砂层连成一体。 D区地势平缓,海侵时期先被细颗粒碎屑掩埋,然 后又被全新世中后期形成的潮流沙席覆盖,形成上 下有间隔的2个砂层。

B和C区埋藏砂矿均在T3界面之上,为海侵初期形成的海积型砂矿。从浅地层剖面上看,B和C区

应属于同一砂层,是后来的冲蚀槽(T2 为冲蚀槽底 界)将其切断,后被填埋(图 10)。B 区离岸更近一些, 形成了滨岸沙坝,为障壁型海岸相。这种沙坝大部 分为后滨、前滨和近滨与浅海陆架的过渡带,局部 发育障壁岛亚相,具体表现为潮流运输在靠岸一侧 堆积形成水下沿岸沙坝或泥坝。由潮流携带、搬运 的沉积物,较粗部分在此区滞留,黏土质、粉砂等细 碎屑物质不断被带走。滨海沙坝的碎屑物质主要有



剖面位置见图 3
 图 10 B、C 区海砂矿成因分析
 Fig.10 Genetic analysis of the marine placer deposits in Area B and C

2个来源:①现代陆地、岛屿的碎屑被河流等搬运 作用携带入海;②浅海陆架的古沉积物在潮汐和波 浪的作用下搬运至近岸地段堆积。C区为沙坝外侧 的潮流沙席,位于近岸沙坝和浅海平原之间,涨潮 流和落潮流较平缓,沉积物主要为细砂、极细砂。其 地形和沉积物均受潮流控制,与潮流沙脊的主要区 别是地形整体隆起,呈席状,无明显脊槽相间地形^[16]。 E 区砂矿位于海进面 T3 之下,底部与风化壳 相连,应为残留沙丘型砂体(图 11)。晚更新世末低 海面时期,在地表径流作用下,古地表或基岩风化 壳遭受侵蚀、搬运、再沉积作用,使地表碎屑颗粒的 分布重新分配,有些区域碎屑汇聚,形成新的沙丘 或者沙席,而后在海侵时被淹没,上部又覆盖了多 层沉积物,成为埋藏的残留沙丘。



剖面位置见图 3 图 11 E 区海砂矿成因分析 Fig.11 Genetic analysis of marine placer deposits in Area E

4 结论

(1)研究区的海砂资源主要分布于鸡鸣岛和 苍家岛潮沟附近。其中,A区和D区均有2个砂 层,下部砂层均为古冲洪积成因,上部砂层均为海 积成因,D区上、下2个砂层被夹石层隔开;B区 为潮流作用形成的滨岸沙坝,成因上属于海积类 型;C区为潮流作用形成的沙席,成因上属于海积 类型;E区砂层直接覆盖于下部的风化壳之上,为 残留砂。

(2)研究区海砂矿主要为粉砂和细砂,含泥量高,可作为回填用砂。

(3)研究区内圈定的海砂矿均为埋藏砂矿,按 形成时代来说,主要是晚更新世末期;按成因来说 主要有古冲积、残留和海积等类型。

参考文献:

- [1] 全长亮,陈飞,张匡华.海南岛东北部海域海砂资源分布特征
 及开发前景分析 [J].中国矿业, 2019, 28(1): 58-65.
- [2] 邵厥年, 陶维屏. 矿产资源工业要求手册 [M]. 北京: 地质出版

社,2010.

- [3] 罗文强,张尚坤,张义江,等.山东省海砂砾石资源潜力及开 发利用前景 [J].海洋地质动态,2008,24(12):23-28.
- [4] 苏东甫,王桂全. 我国海砂资源开发现状与管理对策探讨 [J]. 海洋开发与管理, 2010, 27(4): 64-67.
- [5] 全长亮,宋家伟,邓开章,等.海南岛周边海砂资源勘查进展 及选区建议[J].海洋学研究,2022,40(3):33-48.
- [6] 迟洪纪, 李秀章, 郑作平. 山东省滨海砂矿成矿规律及远景区划 [J]. 山东地质, 2001, 17(5): 24-31.
- [7] 倪玉根, 习龙, 夏真, 等. 浅地层剖面和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.
- [8] 刘明, 龚艳君, 席小惠, 等. 海岸带开发对葫芦山湾水交换能 力的影响 [J]. 科技资讯, 2012, 36; 137-138, 140.
- [9] FOLK R L, ANDREWS P B, LEWIS D W. Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zealand[J]. New Zealand Journal of Geology and Geophysics, 1970, 13(4): 937-968.
- [10] 王鹏,吴建政,胡日军,等. 渤海海砂资源分布特征及物源分析 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 2014, 34(1): 145-152.
- [11] 朱小辰, 刘雁春, 肖付民, 等. 多波束测深全覆盖测量分辨率 研究 [J]. 测绘科学, 2010, 35(1): 22-24.
- [12] 王朝, 王帅. 多波束和侧扫声呐系统在海洋管道建设中的应用 [J]. 港工技术, 2020, 57(6): 109-112.

26	Marine Geology From	tiers 海	F洋地质前沿	2024年5月
[13]	今长亭 宋家伟 邓开音 笔 海南岛周边海砂资源期查进展	[15]	田振环 王琳 曹艳玲 筶 庙岛南	可部海城海砂开采对海底地
[15]	及选区建议 [J]. 海洋学研究, 2022, 40(3): 33-48.	[15]	形的影响 [J]. 海洋地质前沿, 2015	5, 31(1): 7.52-58.
[14]	曹雪晴.荷兰海砂资源的开发与管理 [J].海洋地质动态,2007,	[16]	徐晓达,曹志敏,张志珣,等.渤海	地貌类型及分布特征 [J]. 海
	23(12): 21-25.		洋地质与第四纪地质, 2014, 34(6)): 171-179.

Distribution and characteristics of sea sand resources in Binhai Xincheng Area, Weihai City

WANG Yulian, HAN Zhong^{*}, LI Hao, LI Hengmeng, CHEN Lijie

(No.6 Geological Team of Shandong Provincial Bureau of Geology and Mineral Resources, Weihai 264209, China)

Abstract: Data from submarine sediment samples, shallow seismic profiles, geological drilling, and multi-beam survey in Binhai Xincheng Area in the east of Weihai City were analyzed, from which the type, distribution and sedimentary environment of sea sand resources were clarified. Results show that: the sea sand resources in the study area are distributed in mainly the vicinity of Jiming Island and Cangjia Island. They are all buried placer deposits, dominated by silty sand and fine sand with high content of mud, so they can be used for backfill. The buried placer deposits were formed since the end of the late Pleistocene, and the main genetic types are paleo-alluvial, residual, and marine sediments.

Key words: Weihai City; distribution of sea sand; buried placer deposit; genesis of sea sand deposit