

阚靖, 赵京涛, 武复宇, 等. 黄海丁字湾外海域滨浅海砂矿调查新进展[J]. 海洋地质前沿, 2025, 41(1): 102-104.

KAN Jing, ZHAO Jingtao, WU Fuyu, et al. New progress in the investigation of placer deposits off the Dingzi Bay, the Yellow Sea[J]. Marine Geology Frontiers, 2025, 41(1): 102-104.

DOI: 10.16028/j.1009-2722.2024.286

黄海丁字湾外海域滨浅海砂矿调查新进展

阚靖^{1,2}, 赵京涛^{1,2*}, 武复宇^{1,2}, 宋维宇^{1,2}, 黄龙^{1,2}, 李攀峰^{1,2}, 侯方辉^{1,2}, 田浩^{1,2}, 张勇^{1,2}

(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)

0 引言

中国滨浅海区域蕴藏着丰富的砂矿资源, 具有资源远景的重矿物砂矿主要有锆石、金、钛铁矿、金红石、独居石、锡矿、磷钇矿、铌钽矿等, 其中富含 Zr、Hf、Ti、Nb、Ta 和稀土等紧缺战略性矿产。历史上粗犷的滨海砂矿勘查和开发模式与当下绿色发展理念不相匹配, 同时也充分反映目前矿床理论发展与勘查技术水平的滨浅海砂矿资源评价体系尚未形成, 其焦点性问题主要表现为: ①缺少客观、可靠手段确定砂矿地质品位; ②缺少圈定砂矿地球化学找矿异常的综合指标; ③勘查工作部署、开采技术条件评价和资源量估算均没有纳入现行固体矿产勘查规范体系管理; ④细粒级砂矿的加工选冶技术性能与可利用性未知。本文通过评估黄海丁字湾外海域表层锆石等砂矿资源, 对该区地球化学异常区进行了圈定, 并对成矿地质条件进行了基本判断; 在圈定重点调查区的基础上, 进行加密工程控制并圈定锆石矿化体, 对矿化体特征、矿石特征、可选性、开采技术条件与矿床成因进行探索性评价与研究, 以期对包括锆石砂矿在内的金属重砂类相关矿产资源找矿、评价与开发利用提供借鉴。

1 调查概况

本次调查工作在黄海丁字湾外海域进行, 行政

收稿日期: 2024-12-16

资助项目: 中国地质调查局地质调查项目(DD20243114, DD20240089)

第一作者: 阚靖(1988—), 男, 博士, 工程师, 主要从事矿产普查与勘探方面的研究工作。E-mail: 15046281908@163.com

* 通讯作者: 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方面的研究工作。E-mail: zhaojingtao113@163.com

区划上大部分位于烟台市海阳市。在基本查明调查海域海底地形地貌、沉积物类型、地层结构、地质构造和环境地质条件的前提下, 利用 2024 年在调查区获取的表层沉积物化学分析数据 92 个、自然重砂分析数据 46 个、柱状样化学分析数据 210 个(作综合研究)和自然重砂分析数据 41 个, 定点海流观测 2 站位、温盐深测量 8 站位, 矿石可选性试验 1 次, 以及其他相关分析测试数据, 综合开展矿产资源评价工作。

2 丁字湾外海域砂矿地质特征

2.1 地球化学异常

由于传统重砂鉴定方法对所鉴定的沉积物粒度范围有要求, 因此, 用该方法鉴定出的矿物含量作地球化学等值线图来圈定找矿异常代表性并不足。前期研究证明 Zr 或 Hf 元素均可用于圈定锆石异常; TiO₂ 与 Fe₂O₃ 共同异常可以指示钛铁矿异常, 单独 TiO₂ 异常可能指示金红石和白钛石异常; La+Ce+Y+Th 元素异常可圈定独居石矿物异常。

利用以上标志, 以“平均值+1 倍标准差”作为异常下限, 圈定了研究区元素-矿物地球化学异常区(图 1)。图中圈定锆石异常区 2 个、钛铁矿异常区 4 个、独居石异常区 1 个、铌铁矿异常区 5 个、钽铁矿异常区 4 个、稀土元素异常区 1 个。其中, 东南部众多异常可组成“钛铁矿-独居石-稀土-铌钽铁矿”组合异常, 西北部主要为锆石异常。

2.2 矿区地质与矿化体特征

在充分研究地质情况、化探异常、成矿潜力、施工条件等因素的基础上, 在调查区选取 1 处锆石资源重点调查区, 布置了 3 条勘查线, 并进行加密

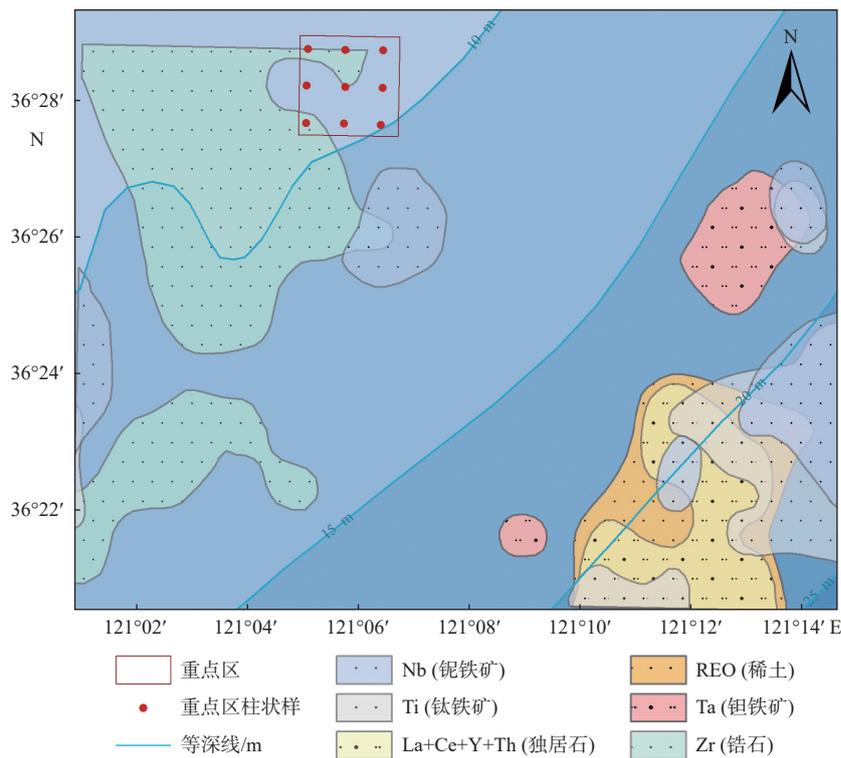


图 1 丁字湾外海域重砂异常和锆石矿化重点调查区

Fig.1 Heavy mineral anomalies and key investigation areas for zircon off Dingzi Bay

的柱状样控制,其位置与工程部署如图 1 所示,根据工程控制结果圈定了锆石矿化体。

矿区主要出露第四系松散沉积物。据统计,表层沉积物粒度区间为 $3.75\Phi\sim 6.87\Phi$,均值为 5.6Φ ,以砂质粉砂和粉砂为主,成因上属前三角洲沉积。浅表层矿化体由柱状样工程控制,为滨海砂矿型矿体。形状呈略带分支的薄层状、平板状,以 Z06 为中心向四周平展,并且随海底地形倾斜产生约 2° 的倾角。矿化体由于海底地形平整,没有遭受后期破坏,厚度比较稳定。据统计,矿化体平均厚度为 1.42 m,最小厚度为 1.0 m,最大厚度为 1.6 m, ZrO_2 品位也比较稳定,品位区间为 0.041 5%~0.052 6%,平均品位为 0.045 9%,为品位、厚度变化均匀型矿体。矿石类型为砂矿,主要由石英、钠长石、钾长石、云母、闪石、绿泥石、方解石和其他矿物(包括重矿物)组成。主要有用矿物为含 Zr、Ti 矿物,但未达到最低工业品位,仅锆石达到边界品位。矿石嵌布粒度较细, $<0.045\text{ mm}$ 粒级产率为 59.00%, Zr 金属分布率为 79.35%, Ti 金属分布率为 73.71%; Ti 主要以钛铁矿和金红石的形式存在,钛铁矿中 TiO_2 占总钛的 41.77%;金红石中 TiO_2 占总钛的 51.81%。同时还有少量 Nb、Ta、Hf、稀土等伴生元素,虽然含量不高,但具有一定的铌钽铁矿、伴生铈和独居石等综合利用可能性。

2.3 资源量估算

按照金属类砂矿床勘查 I 类型,由工程间距为 $1\ 000\text{ m}\times 1\ 000\text{ m}$ 的 9 个柱状样控制重点调查区浅表层矿化体,并估算推断的资源量。工业指标采用《矿产地质勘查规范 金属砂矿类》(DZ/T0208-2020)附录 G.1 中推荐的锆石砂矿边界品位 0.8 kg/m^3 。采用本文推荐的元素含量折算矿物品位的方法与公式^[1],将 Zr 元素含量换算成锆石矿物品位,与边界品位对比确定矿化体圈算边界。采用水平投影地质块段法估算资源量,基本分析品位采用连续采取的柱状样的化学分析结果,以 Zr 元素含量评价全粒级锆矿。经逐步估算,本次重点调查区查明 ZrO_2 推断的内蕴经济的资源量为 6 499 t, ZrO_2 品位为 0.045 9%,折算锆石矿物品位为 0.98 kg/m^3 。

2.4 加工选冶技术性能评价

选取粒度较细的选矿试验样品进行矿石可选性探索性试验,试验由中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所完成。粗选段采用分选细粒物料的摇床、卧式离心机、尼尔森离心选矿机、毛毯机等重选设备,初步得到回收率指标以及粗精矿品位。以本次试验中针对细粒级锆矿选矿效果较好的摇

床粗选试验结果为例, ZrO_2 回收率为 33.62%, 粗精矿品位为 1.09%, 本次重点调查区查明 ZrO_2 推断的内蕴经济的资源量为 6 499 t, ZrO_2 品位为 0.045 9%。经粗选技术计算后可得, 本次重点调查区理论上可生产品位为 1.09% 的锆粗精矿 20 万 t, 富集 24 倍, 含 ZrO_2 2 185 t。该精矿可以用于后续精选流程, 以生产合格的锆精矿, 具有一定的潜在经济价值。随着调查程度提高, 选矿方法设备不断改进, 有望实现矿物原料回收价值与所付出费用平衡, 甚至盈利, 具有相当可观的开发前景。

3 展望

目前, 滨海金属重砂类矿床尚无可指导找矿与

矿床评价的有效标准规范, 本研究依托丁字湾区调项目, 利用已有工作量, 仅对矿区表层矿产资源潜力作探索性评价, 无法对找矿进行专门工作量布置, 尽管部分工作较为简化, 但可为后续相关找矿工作提供重要借鉴。

参考文献:

- [1] 阚靖, 赵京涛, 宋维宇, 等. 金属砂矿勘查中基本分析项目与地质品位的确定: 讨论及建议 [J]. 矿产与地质, 2024, 38(5): 939-948.
- KAN J, ZHAO J T, SONG W Y, et al. Determination of basic analysis items and geological grade in the exploration of metal placers: discussions and suggestions[J]. Mineral Resources and Geology, 2024, 38(5): 939-948.