

深海稀土沉积资源调查规范

1 范围

本文件规定了深海沉积物稀土资源调查目的任务、调查内容、海上调查、测试分析、资料整理与处理、可行性评价、资源量估算、成果编制和质量控制等要求。

本文件适用于深海沉积物稀土资源调查工作，也可以用于深海沉积物的调查工作。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 12763.4 海洋调查规范 第4部分：海水化学要素调查
- GB/T 12763.8 海洋调查规范 第8部分：海洋地质地球物理调查
- GB/T 12763.10 海洋调查规范 第10部分：海底地形地貌调查
- GB/T 12763.11 海洋调查规范 第11部分：海洋工程地质调查
- GB/T 17229 大洋多金属结核矿产勘查规程
- GB/T 17378.4 海洋监测规范 第4部分：海水分析
- GB/T 17766 固体矿产资源/储量分类
- GB/T 20260 海底沉积物化学分析方法
- GB/T 50123 土工试验方法标准
- DZ/T 0130.3 地质矿产实验室测试质量管理规范
- DZ/T 0247 1：1000000海洋区域地质调查规范
- DZ/T 0273 地质资料汇交规范
- DZ/T 0292 海洋多波束水深测量规程
- DZ/T 0356 海洋重力测量技术规范
- DZ/T 0357 海洋磁力测量技术规范
- DZ/T 0358.1 海洋地震测量技术规范 第1部分：二维地震测量
- DZ/T 0360 海洋地质调查导航定位规程
- DZ/T 0425 地质勘查活动质量管理规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

深海沉积物 deep-sea sediments

水深大于2000米的海底底部的沉积物。

[注：来源：GB/T 18190，3.2.5]

3.2

深海稀土 deep-sea rare earth elements

为深海沉积物稀土的简称，表示深海沉积物中所含的稀土资源，可以不同形式存在。

3.3

稀土总量 total rare earth elements and yttrium

镧系元素和钇元素在沉积物中的含量，通常为重量百分比。镧系元素包括镧（La）、铈（Ce）、镨（Pr）、钕（Nd）、钐（Sm）、铕（Eu）、钆（Gd）、铽（Dy）、镱（Tb）、铥（Ho）、铒（Er）、镱（Yb）、镱（Lu）十四元素。

3.5

含矿区 Ore-bearing area

在深海海底浅表层圈定出含稀土资源的沉积物分布区域。

3.6

远景区 potential prospecting area

根据区域成矿因素分析确定，在构造、地形地貌、沉积和地球化学等方面都适合于深海沉积物稀土成矿的区域，确定值得进一步勘查的找矿有利地区。

4 总则

4.1 目的任务

运用当今海洋调查高新技术手段，系统总结深海沉积物稀土资源的技术方法和手段，初步查明调查区深海沉积物稀土资源分布特征、成矿地质条件和控矿因素，揭示深海沉积物稀土资源成矿规律，评价区域资源潜力，预测找矿前景，圈定远景区。

4.2 基本要求

总结目前深海沉积物稀土资源的高新技术手段和方法，提出深海沉积物稀土资源调查的技术要求，为深海沉积物稀土资源调查提供技术指导，有力支撑深海沉积物稀土资源的理论研究。

4.3 调查范围

国家专属经济区及管辖海域之外的国际海域。

4.4 调查内容

调查内容包括：

- a) 地形地貌调查：初步查明海底地形变化特征、地貌类型及其展布规律；
- b) 海底底质调查：了解海底沉积物的物质成分、类型、结构构造、物理力学特征、分布规律及其物质来源、地质时代及其沉积环境特征；
- c) 海底浅层沉积物调查：识别浅层地层的沉积物类型、地层厚度、沉积环境、沉积时代以及分布特征；
- d) 矿产地质调查：查明深海沉积物稀土资源的性质、有用金属元素分布和变化规律以及成矿地质环境；探讨深海沉积物稀土资源矿床分布规律和控矿因素；

e) 远景区圈定：利用收集和实测的地形数据、深海沉积物类型、稀土品位数据、矿体厚度以及成矿地质环境等，估算深海沉积物稀土资源量，圈定远景区。

4.5 调查程序

一般应遵循如下调查程序：技术设计、设计审查、海上调查、海上资料验收、数据资料处理及测试分析、资料解释整理、成果报告及图件编制、成果审查以及资料汇交。

4.6 调查原则

深海沉积物稀土资源调查以地质采样调查为主，地球物理勘查为辅；地质采样以重力（活塞）柱状取样为主，箱式取样为辅；环境基线调查主要为测站海水采样和表层沉积物取样。

4.7 调查方法

4.7.1 地质取样

采用重力（活塞）柱状取样和箱式取样。

4.7.2 地球物理测量

采用多波束水深测量、浅地层剖面测量、二维地震测量；视情况可以开展重力测量和磁力测量。

4.7.3 海洋环境基线调查

采用重力（活塞）柱状取样、箱式取样和温盐深测量仪（CTD）采水实行定点和走航测量。

5 设计编审

5.1 设计前的准备工作

设计编写前开展调查区的水文、气象、地形地貌、地质和地球物理资料的调查和研究，综合分析深海沉积物稀土资源形成条件；确定调查范围，制定调查方案，合理部署工作。

5.2 设计编写

设计是根据项目任务书和主管部门的编制要求，并结合调查区的具体情况而制定的总体设计方案，编写设计书；设计编写应做到任务目的明确，工作部署得当，调查方法具体，技术要求符合规范、规程，经费预算合理，安全与保障措施完善。设计编写参见附录A。设计书编写提纲按照附录A执行。

5.3 设计审批

设计书由项目承担单位提交上一级主管部门组织有关专家审查，审查通过后报任务下达的主管部门批复。设计未经审批不宜全面开展工作。设计一经批复不得随意修改，如在执行设计过程中因不可抗拒的因素需要修改设计时，应及时提出修改意见，报请原审批部门批准，经原审批单位同意可对设计进行修改。

6 海上调查

6.1 导航定位

6.1.1 定位要求

6.1.1.1 作业使用2000国家大地坐标系，也可以使用WGS-84坐标系，成图使用2000国家大地坐标系。

6.1.1.2 作业的时间标准为格林威治时间(GMT)及儒略历。

6.1.1.3 全球卫星定位系统(GPS)基准台平面位置精度应符合GPS的E级网站要求。

6.1.1.4 定位信号和误差校正信号的作业距离应覆盖整个作业区域。

6.1.1.5 单点定位的准确度优于5m，与设计点位的偏差不大于30 m；走航式调查的导航定位准确度应优于10 m。

6.1.1.6 导航定位系统在出航前对使用的GPS接收机进行至少24小时稳定性试验，确定主、备用接收机能够正常接收差分信号，性能稳定，接收机定位内符合、外符合精度达到设备技术指标；出航前按使用规程对罗经进行校准，经校准后的罗经精度优于0.5°。

6.1.2 海上作业要求

6.1.2.1 定点作业需启动船舶动力定位系统，设备入水、触底、出水时均应记录定位数据，取样器触底时的定位数据为测站站位位置。

6.1.2.2 测线作业时，确定定位系统参考点，各调查系统根据各自的要求归算定位点。

6.1.2.3 测站原始数据记录的方法：测站原始数据记录一个区（或海山）一个文件，并同步备份文件，每个测站的记录至少应包括日期、时间、测站名、经度、纬度、偏距、艏向、速度等内容。

6.1.2.4 测线原始数据记录的方法：每5秒钟完整记录一组原始数据。

6.1.2.5 对定位数据的卫星几何图形强度因子、参与定位的卫星数量和卫星的仰角提出如下要求：95% 以上的定位数据的卫星几何图形强度因子HDOP值应小于3；卫星数应大于或等于4个；卫星仰角应大于或等于10°。

6.1.3 导航定位资料

提交以下的导航定位资料：

- a) 导航定位数据光盘或磁带；
- b) 记录班报；
- c) 导航定位技术总结；
- d) 站位图或航迹图。

6.2 多波束水深测量

6.2.1 技术要求

6.2.1.1 作业使用2000国家大地坐标系，也可以使用WGS-84坐标系，成图使用2000国家大地坐标系。

6.2.1.2 作业的时间标准为格林威治时间(GMT)及儒略历。

6.2.1.3 深度基准采用 理论最低潮面，深度基准面的高度从当地平均海平面起算，一般情况下，它应与国家高程基准进行联测。

- 6.2.1.4 定位信号和误差校正信号的作业距离应覆盖整个作业区域。
- 6.2.1.5 多波束测量水深准确度应高于水深的1%。
- 6.2.1.6 定位系统采用差分定位接收机。
- 6.2.1.7 作业前多波束系统进行系统参数测试，确保水深测量精度达到现场成图要求；多波束测量时，采用CTD测量结果作为声速剖面值。
- 6.2.1.8 作业过程中，应记录多波束回波强度。

6.2.2 测线布设

应符合如下要求：

- a) 沿地形走向布设，检查线与主侧线的夹角（锐角）应大于 70° ，且应与测区内80%的主测线相交；
- b) 测线间距应能保证条幅（Swath）有10%的相互重叠；
- c) 测区内检查测线总长度应不少于全部测线长度的2%。

6.2.3 海上测量

应符合如下要求：

- a) 在进行测量之前4h开启电罗经或光纤罗经，以保证其正常的工作状态；
- b) 测量船应在预定的测线方向上保持匀速直线航行，船速以得到良好资料效果为准，最大不超过16 kn；
- c) 进行测量时，应确保每个发射脉冲接收到的波束大于总波束的85%；
- d) 调查船偏离测线应不超过测幅宽度的10%；相邻条幅的重叠小于10%时，应及时修正和调整测线间距；波束接收状况较差时（小于85%），要降低船速或提高测线之间的重叠覆盖率；
- e) 每条测线结束后，应维持原航向航行500 m，然后再转向；
- f) 实时监测条幅剖面是否有弯曲现象，以确定是否采集声速剖面；声速剖面在同一调查采集2-3个；出现测量空白区或不符合规定要求时，要及时补测或重测；
- g) 在作业过程中，调查船不得大转向，转向时修正航向速率不得超过 $0.5^{\circ}/s$ 。

6.2.4 多波束测量资料

提交以下的多波束测量资料：

- a) 多波束测量原始数据记录光盘，内容包括原始数据、声速剖面文件；
- b) 记录班报；
- c) 生产技术总结报告。

6.3 浅地层剖面测量

6.3.1 技术指标

主要技术指标应达到如下要求：

- a) 探测深度应不小于海底以下40 m；
- b) 探测记录垂直分辨率优于0.5 m；
- c) 剖面记录的地质反射信号应连贯清晰；测线连续漏测长度超过250 m应补测，累计漏测超过6%时应重测。

6.3.2 测线布设

主测线方向应与区域地质构造走向垂直，联络测线方向与主测线垂直。

6.3.3 海上测量

6.3.3.1 航行要求

调查船作业时船速应在 8kn 以下，应匀速和直线持续航行。更换测线时，船只应大弧度转弯，保证船只和船尾水下拖曳设备在进入测线前对准测线。

6.3.3.2 探测记录

正式测量前，应在调查区特定海区进行激发、接收方式与参数试验，选择合适的激发接收参数、采集参数、施工方式，使探测剖面获得最佳穿透深度和分辨率；剖面记录纸带上应注记测线号、测线探测起止时间、时标、水深及特殊情况简述等。

6.3.4 浅地层剖面测量资料

提交以下的浅地层剖面测量资料：

- a) 浅地层剖面原始数据记录光盘；
- b) 记录班报；
- c) 生产技术总结报告。

6.4 多道地震测量

6.4.1 技术指标

主要技术指标如下：

- a) 噪音应小于 0.5Pa (5 μ bar)，定深器所在道噪声应小于 1.0Pa (10 μ bar)。
- b) 电缆前后部弹性段至少各放置一个深度控制器，电缆工作段深度控制器放置间隔 300 m，特殊情况下两个正常工作的深度控制器之间的距离 \leq 600 m，各个定深器翼角应小于 5°；
- c) 电缆羽角应小于 13°，其中 80%应小于 10°；
- d) 工作中不正常道应小于总道数的 2%，且不应分布在近炮点道，连续不正常道不得大于两道。
- e) 震源工作时工作压力不低于额定压力的 95%；
- f) 震源工作时气枪同步误差不超过 \pm 0.5ms；
- g) 震源工作时气枪阵列沉放深度与设计沉放深度差值 $<$ 1.0m。

6.4.2 测线布设

6.4.2.1 应根据地质任务,选择合适的比例尺和测线密度，在兼顾历史资料的基础上进行测线布设。测线布设应采用最新版本海图，注意避让岛礁等障碍物。

6.4.2.2 对于前期有可参考资料工区，主测线应垂直地质构造线走向布设，联络测线垂直主测线布设。测线长度应控制构造形态及边缘的接触关系。

6.4.2.3 对于没有前期参考资料可参照的海域，可按实际需要或沿经、纬度走向进行测线布设。

6.4.2.4 当野外工作量大或已经具备历史资料时，出现分阶段实施作业，此时测网、测线应统一布设，包括主测线和联络测线的编号。

6.4.2.5 分阶段实施地球物理调查的工区，后续阶段调查测线与前阶段应有一定重复，应保障能够对比、拼接，满足满覆盖半个排列加半个偏移距要求。

6.4.3 海上测量

遵照 GB/T 12763.8—2007 中 11.3 规定。

6.4.4 多道地震测量资料

提交以下的多道地震测量资料：

- a) 多道地震原始数据记录光盘；
- b) 记录班报；
- c) 生产技术总结报告。

6.5 重力测量

6.5.1 技术指标

主要技术指标包括：

- a) 重力仪必须在仪器零点漂移保持线性，月漂移量不超过 $3.0 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ ；
- b) 测量范围不小于 $5000 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ ，重力仪常数（或格值）稳定；
- c) 仪器动态范围应不小于 $150 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ ；
- d) 仪器观测允差应满足测量精度，平台可承受的最大摇摆角应不小于 20° 。

6.5.2 测线布设

主测线(剖面)垂直区域地质主要构造线方向，联络测线垂直于主测线；前后航次或不同仪器测量的结合部要有检查测线或重复测线。

6.5.3 海上测量

遵照 GB/T 12763.8—2007 中 9.3 规定。

6.5.4 重力测量资料

提交以下的重力测量资料：

- a) 重力测量原始数据记录光盘；
- b) 记录班报；
- c) 生产技术总结报告。

6.6 磁力测量

6.6.1 技术指标

主要技术指标如下：

- a) 磁力仪灵敏度不低于 0.01nT ；
- b) 仪器观测允差应满足测量精度要求，按照 GB/T 12763.8 中 10.1 相关规定执行。

6.6.2 测线布设

主测线垂直于区域地质构造走向，联络测线垂直于主测线，大洋磁性海山测量时，可选排海山顶为中心做放射状测线测量。

6.6.3 海上测量

遵照 GB/T 12763.8—2007 中 10.3 规定。

6.6.4 磁力测量资料

提交以下的多道地震测量资料：

- a) 磁力测量原始数据记录光盘；
- b) 记录班报；
- c) 生产技术总结报告。

6.7 重力（活塞）柱状采样

6.7.1 取样测站应充分结合地球物理和地球化学异常进行布设，取样长度应不小于3m，不带活塞柱状取样长度应不小于1m。

6.7.2 取样测站各要素如实录入班报。

6.7.3 采样的塑料套管应编号并标出定向标志。

6.8 箱式采样

6.8.1 选矿需要布设箱式采样测站，须选取稀土品位较高区域，样品量至少100kg；需要确定保留插管样品数量，不少于两管，可视箱式取样可根据实时视频信号选择取样着底时机。

6.8.2 环境基线调查需要布设箱式采样，可以根据现场情况布设测站，测站数量至少1个；需要确定保留插管样品数量，但不少于两管，可视箱式取样可根据实时视频信号选择取样着底时机。

6.8.2 取样测站各要素如实进行班报记录。

6.9 温盐深测量（CTD）调查

温盐深测量调查每个工区布设不少于2个测站，应符合GB/T 12763.2中5.2.1的要求。

6.10 样品现场描述与处理

6.10.1 样品在取样现场应立即进行描述。

6.10.2 样品现场描述项目和内容应简单明了并表格化。

6.10.3 处理样品时，应注意沉积物的成分、结构和构造，所有样品应认真登记。

6.10.4 样品现场描述内容为：颜色、气味、稠度、粘度、粒度、分选性、圆度、构造和层面接触关系；典型和有意义的地质现象要进行素描、照相、揭片或X光拍片。

6.11 样品保存

6.11.1 样品应密封保存于样品库，样品袋号及样品箱号记入现场描写记录表内。

6.11.2 岩芯管的顶、底进行标识，不可颠倒，其编号与岩芯管上的记录保持一致。

6.12 沉积物现场测试分析

执行GB/T 17229中5.3的规定。

7 沉积物测试分析

7.1 分析项目

分析项目包括：

- a) 沉积物粒度分析；
- b) 沉积物碎屑矿物鉴定；
- c) 沉积物粘土矿物鉴定；
- d) 沉积物微体古生物鉴定；
- e) 沉积物化学成分分析；
- f) 沉积物物理力学性质测试；
- g) 古地磁测试。

7.2 沉积物粒度分析

粒度分析的粒级分级标准按DZ/T 0208-2002的附录H执行，粒度分析通常用筛析法、沉析法（吸管法）、激光粒度仪法或综合法，具体分析方法和要求执行GB/T 12763.8—2007中6.3.2.1至6.3.2.3。

7.3 沉积物碎屑矿物鉴定

对所有矿物都应进行定名，对矿物的物理性质及形态进行描述，对某些有特殊地质意义矿物的标型特征应进行电镜扫描鉴定，具体分析方法和要求执行GB/T 12763.8-2007中的6.4.2.2。

7.4 沉积物粘土矿物鉴定

鉴定内容包括粘土矿物种类、名称，并鉴定非粘土矿物组分。半定量计算粘土矿物含量，计算方法执行GF12763.8中6.4.3。

7.5 沉积物微体古生物鉴定

鉴定方法和内容执行GB/T 12763.8中6.6和GB/T 17229中27。

7.6 沉积物化学成分分析

7.6.1 分析项目

根据调查报告和样品组成特点确定分析项目，重点对沉积物的稀土元素组分进行分析测试，也包括对沉积物的主量元素（常量元素）和微量元素进行分析测试，具体的化学分析项目如下：

- a) 稀土元素：La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Dy、Tb、Ho、Er、Dy、Yb、Lu、Y；
- b) 主量元素：SiO₂、Al₂O₃、CaO、MgO、Fe₂O₃、FeO、TiO₂、K₂O、Na₂O、P₂O₅、MnO、烧失量和有机碳；
- c) 微量元素：As、Ba、B、Cu、Pb、Zn、Co、Ni、S、Sc、Cd、V、Li、Cs、Hf、U、Mo、Hg、Sb、Be、Cr、Nb、Ta、Se、Ga、Rb、Sr、Th、Zr等元素。

7.6.2 技术要求

7.6.2.1 分析样品应具有代表性，样品采集地应在送样单上准确填写。

7.6.2.2 样品不得污染。

7.6.2.3 样品测试应选择通过国家计量认证并具有实验资质的单位。

7.6.2.4 常量元素分析方法执行GB/T 12763.8中的6.7，稀土元素和微量元素分析方法执行GB/T 20260中的9.6和10.6。

7.6.2.5 稀土元素分析项目应将稀土氧化物总量(TREO)或稀土氧化物分量(TREO15)列入基本分析项目中。

7.6.3 质量检查

分析样品应由管理人员分期分批从基本副样中抽取，编密码送原测试室进行检查，内部检查样品的数量为基本分析数量的10%，分析结果的质量检查误差处理办法执行DZ/T 0130.3。

7.7 沉积物物理力学性质测试

执行GB/T 12763.11中的6.5和GB/T 50123。

7.8 古地磁测定

7.8.1 测定内容

内容包括天然剩余磁性和经过系统交变退磁后的剩余磁性。

7.8.2 样品采集要求

样品的采集、编录、保管、运输等环节应保持原始状态，具体要求如下：

- a) 取得岩芯样后，在塑料管上标注参考基准线，密封岩芯管两端、水平放置低温（约4°C）保存，并观察编录；
- b) 样品形状和起始体积执行GB/T 17229中的28.1.3。

7.8.3 样品磁性测量

执行GB/T 17229中的28.2。

7.8.4 测定报告

执行GB/T 17229中的28.3。

7.8.5 质量检查

执行GB/T 17229中的28.4。

7.9 海水分析

7.9.1 分析项目

包括溶解氧、pH值、活性硅酸盐、活性磷酸盐、亚硝酸盐、硝酸盐等。

7.9.2 海水分析

分析方法和要求执行GB 17378.4。

8 资料整理与处理

8.1 综合整理

- 8.1.1 对海上调查取得的各类原始数据和资料进行全面系统综合整理和分析研究。
- 8.1.2 主要内容包括地质地球物理资料等综合图件和图表、海洋化学、海洋生物、水文、气象、工程地质资料、化学样品分析资料、岩石矿石物性测试资料等。
- 8.1.3 各种数据、图表、图件等资料应形成电子文档。
- 8.1.4 综合整理后的资料应进行质量检查。

8.2 导航定位资料整理与处理

8.2.1 资料整理

- 8.2.1.1 整理资料应包括全部作业取得的资料。
- 8.2.1.2 对比设计测线与实时作业测线，检查是否有未作业测线。
- 8.2.1.3 通过数据显示或打印记录的检查，对数据质量进行初步评价，制作质量自检表，其内容应包括：测线名、起始定位号、结束定位号、有效工作量、测线偏离情况、水平（平面）位置精度因子（HDOP）统计情况、自检、调查方法等。
- 8.2.1.4 检查数据记录盘（带）和打印记录是否完整。整理、装订各种纸质打印记录、班报记录。
- 8.2.1.5 磁带或磁盘应有标签，内容包括测线名、盘号、记录数据格式、作业日期等。

8.2.2 资料处理

- 8.2.2.1 导航定位数据记录带(盘)的检查：施工参数检查、各种导航设备相对位置校核。
- 8.2.2.2 预处理：数据粗差剔除、内插修补。
- 8.2.2.3 地震调查时应进行网络平差：网络优化；各关键节点最大或然值计算；平差前后各节点误差曲线分析；平差后各节点精度评估；平差前后各节点误差椭圆图形分析，误差椭圆长半轴应 <5.0 m。
- 8.2.2.4 用于其它调查的导航定位数据包括：测线名、炮号、时间、定位系统天线位置坐标、炮点位置坐标，各调查设备位置数据。

8.3 多波束水深测量资料整理与处理

8.3.1 资料整理

- 8.3.1.1 整理资料应包括全部作业取得的资料。
- 8.3.1.2 对比设计测线与实时作业测线，检查是否有未作业测线。
- 8.3.1.3 通过数据显示或打印记录的检查，对数据质量进行初步评价，制作质量自检表，其内容应包括：测线名、起始定位号、结束定位号、有效工作量、测线偏离情况、水平（平面）位置精度因子（HDOP）统计情况、自检、调查方法等。
- 8.3.1.4 检查数据记录盘（带）和打印记录是否完整。整理、装订各种纸质打印记录、班报记录。
- 8.3.1.5 磁带或磁盘应有标签，内容包括测线名、盘号、记录数据格式、作业日期等。

8.3.2 资料处理

- 8.3.2.1 应根据资料情况进行回波强度增益处理和回波强度地形改正。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/585313243330011311>