

ICS 07.040;35.240.70

A76

备案号:

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T XXXXX—XXXX

海洋地质调查导航定位规程

Navigation and positioning specification for marine geological survey

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国自然资源部 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 施工方案编制	1
4.1 内容	1
4.2 大地坐标系、投影坐标系参数计算	2
5 设备配置	2
5.1 卫星定位设备	2
5.2 声学水下定位系统	2
5.3 综合导航定位系统	2
6 海上作业	2
6.1 设备安装及校验	2
6.2 作业因素控制	4
6.3 导航定位作业	4
6.4 班报记录	4
6.5 数据记录	4
6.6 质量监控	5
7 资料整理与处理	5
7.1 资料整理	5
7.2 资料处理	5
8 资料提交	6
8.1 作业资料提交	6
8.2 处理资料提交	7
8.3 归档要求	7
附录 A (资料性附录) 大地坐标系参考椭球体参数	8
附录 B (规范性附录) 导航定位班报	9
附录 C (资料性附录) 最大中误差计算公式	10
参考文献	11

前 言

本标准依据GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国自然资源部提出。

本标准由全国国土资源标准化技术委员会（SAC/TC 93）归口。

本标准起草 广州海洋地质调查局。

本标准主要起草人：陈 洁、何水原、蒋青吉、彭朝旭、易 峰、张伙带、何国信、陈集云。

海洋地质调查导航定位规程

1 范围

本标准规定了海洋地质导航定位的施工方案编制、卫星定位设备配置、海上作业、资料整理与处理、成果编制与资料汇交。

本标准适用于海洋地质、资源、环境调查中的导航定位，其它目的的海洋测量工作中的导航定位可参考使用。

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 18314 全球定位系统测量规范

3 术语和定义、缩略语

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 术语和定义

3.1.1

定位系统 Positioning system

提供位置数据或信息的系统，可分为卫星定位系统和声学水下定位系统。

3.1.2

海洋地质调查导航定位系统 Navigation and position system

为海洋地质调查提供位置数据或信息的系统。

3.1.3

导航参考点 Navigation Reference Point (NRP)

海上调查中所有调查设备相对位置的起始计算点，它也是船舶航行过程中数字显示和图像轨迹显示的位置点。

3.2 缩略语

RGNSS- 全球卫星导航定位接收器的英文缩写 (Receiver Global Navigation Satellite System)

UKOOA-英国近海操作者协会的英文缩写 (United Kingdom Offshore Operators Association)

HDOP-卫星水平几何图形强度因子 (Horizontal Dilution of Precision - satellite)

PDOP-卫星位置几何图形强度因子 (Position Dilution of Precision - satellite)

4 施工方案编制

4.1 施工方案内容

包括:

- a) 海洋调查对导航定位要求;
- b) 工区概况 (自然地理、地形地貌等);
- c) 导航定位采用的大地坐标系、投影坐标系及其参数:
 - 1) 所有调查测线的经度、纬度和相应的投影坐标数据;
 - 2) 绘制调查测线设计布设图, 应标明使用的大地坐标系、投影坐标系;
- d) 调查比例尺、设计工作量、测线部署 (含图表);
- e) 调查船、调查技术选择、导航定位、采集设备以及设备检验项目、技术指标;
- f) 施工方法、作业参数、技术要求;
- g) 施工部署;
- h) 人员配置及责任分工;
- i) 预期成果类型;
- j) 安全与质量控制措施。

施工方案内容归入项目设计, 由承担单位审查后实施。

4.2 大地坐标系、投影坐标系参数计算

海洋地质调查采用大地坐标系应为2 000国家大地坐标系或WGS-84大地坐标系, 坐标投影系统 (UTM投影)。大地坐标系参考椭球体参数计算参见附录A。

5 设备配置

5.1 卫星定位设备

- 5.1.1 应具备两套独立的卫星定位系统, 一套作为主定位系统, 另一套为辅定位系统。
- 5.1.2 卫星信号 (包括校正信号) 稳定可靠, 并具有不中断作业的能力。
- 5.1.3 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。
- 5.1.4 误差要求: 采用全球卫星导航定位系统进行海上导航定位, 静态定位中误差应优于 ± 1 m。

5.2 声学水下定位系统

- 5.2.1 声学定位系统除主机外, 还应具有信标单元, 并具有备份。
- 5.2.2 声学定位系统作用距离和耐压深度及定位精度应满足施工方案要求。

5.3 综合导航定位系统

- 5.3.1 综合导航定位系统应具有图像和数字显示功能。
- 5.3.2 综合导航系统应能够与卫星定位、水下定位、罗经等系统进行数据通信, 具有操控性。

6 海上作业

6.1 设备安装及校验

6.1.1 设备安装

6.1.1.1 卫星定位天线（含尾标 RGNSS）安装

要求如下：

- a) 卫星接收天线周围仰角 10° 以上无大的障碍物；
- b) 各类天线应尽量避免安装在一起，保证同频段天线互不干扰；
- c) 主定位系统的天线距离船参考点应小于 50 m。

6.1.1.2 罗经安装

罗经安装在作业船中心轴线或安装在靠近并平行于作业船中心轴线的位置上，并测量其相对于导航参考点的位置偏量，该位置偏量测量误差优于 ± 5.0 cm。

6.1.1.3 水下定位设备安装

水下定位设备安装要求如下：

- a) 相关姿态传感器单元，应安装在载体纵、横轴交点或双轴平行线交点的相对稳定的位置上；
- b) 定向设备应安装在作业船中心轴线位置，参考方向指向船艏；
- c) 船上声学换能器（transducer）应尽量安装于距离船头三分之一船长位置或水下声学噪声干扰少的地方。

6.1.2 导航定位设备校验

6.1.2.1 卫星定位系统校验

按以下规定校验：

- a) 在一个 C 级以上的全球卫星定位系统（GNSS）已知点上进行；
- b) 连续观测并记录 24 h 定位数据，记录间隔 1 s；
- c) 使用差分校正信号测得的水平误差小于 ± 1.0 m；
- d) 校验结果有效期 12 个月。

6.1.2.2 罗经系统校验

按以下规定校验：

- a) 校验过程中，作业船应调头一次，船调头后，待系统稳定后方可第二次测量；
- b) 记录数据不少于 15 组；
- c) 校验基线的方位值与罗经读数的差值在两个方向上相差小于 $\pm 0.5^\circ$ ；
- d) 校准后罗经允许误差小于 $\pm 0.5^\circ$ ；
- e) 校验结果有效期 12 个月。

6.1.2.3 尾标 RGNSS 定位系统校验

按以下规定校验：

- a) 在固定测量点上进行定点测量；
- b) 记录数据不少于 15 组；
- c) 定位内符合水平误差小于 ± 10.0 m；
- d) 校验结果有效期 12 个月。

6.1.2.4 水下定位系统校验

姿态传感器或惯导系统不与探头集成，水下定位系统进行以下校验：

- a) 固定安装的水下定位设备需经过海试校验，获得校验值并输入该系统中；
- b) 便携式系统每次安装后都应进行海上校验，获得校验值并输入该系统中；
- c) 校验方法与步骤按设备说明书进行；
- d) 位置误差：超短基线小于斜距的 0.5%，长基线、中基线小于斜距的 0.2%。

6.1.3 导航定位联机试验

按以下方式进行：

- a) 作业使用的综合导航定位系统与其它调查设备（系统）之间应进行联机试验，检验系统是否满足控制需要；
- b) 综合导航定位系统与其它设备（系统）之间能相互正确传送和接收数据；
- c) 综合导航定位系统与其它设备（系统）时间同步，同步精度满足地质调查施工设计要求。

6.1.4 设备海上校验

需要在海上校验的设备（例如水下定位系统），正式作业前应按照设备说明书要求进行海上校准试验，以获得相应的偏差值，结果应满足6.1.2中的要求。

6.2 作业因素控制

6.2.1 所有定位系统（包括备份）应在出航前经过校验并满足施工的精度要求。

6.2.2 综合导航定位系统使用主定位系统的数据进行导航计算，辅定位系统的数据用于比较和参考，辅定位系统应处于正常运行状态。

6.2.3 主定位系统因故障或信号差而达不到工作精度要求时，可由辅定位系统升级为主定位系统进行工作，数据替代主定位系统使用。

6.2.4 定位数据连续 5 min 以上不可靠或中断的测线段应重新测量。

6.3 导航定位作业

6.3.1 卫星定位

6.3.1.1 卫星定位作业执行 GB/T 18314 相关规定。

6.3.1.2 定位作业应保证使用的卫星不少于 4 颗，卫星的仰角应大于 10°。

6.3.1.3 所有卫星定位点的数据应有 95% 卫星水平几何图形强度因子 HDOP 值小于 3，若以卫星位置几何图形强度因子（PDOP）值统计则小于 5。

6.3.2 罗经系统

6.3.2.1 罗经供电正常与稳定，并处于正常工作状态下，才能开始作业。

6.3.2.2 作业船每次大转弯后，在正式上线作业前，罗经应稳定工作，数据可靠。

6.3.3 尾标定位

6.3.3.1 应根据项目要求选用大地坐标系和投影坐标系。

6.3.3.2 尾标 RGNSS 应在每条测线作业正式开始前 30 min 起用，还应保证供电系统正常，系统稳定。

6.3.3.3 尾标 RGNSS 锁定卫星时间应大于 30 s。

6.3.4 水下定位

6.3.4.1 水下定位作业不得同时使用相互干扰的声波信号源。

6.3.4.2 水下定位出现连续 5 个稳定数据方视为可靠数据。

6.4 班报记录

测量过程的班报记录：

- a) 使用电子文档记录班报，班报格式见附录 B；
- b) 每个站位记录一次班报，班报填写应准确、不得涂改，每个站位需打印并有当班操作人员签名；
- c) 仪器发生故障、船只干扰等特殊情况及时采取措施，并记录班报；
- d) 组长对班报记录进行检查并签名，调查船技术负责对每个作业周期的班报记录进行全面检查并签名。

6.5 数据记录

6.5.1 导航定位的所有数据和导航定位系统的所有数据资料进行记录。

6.5.2 地震调查时导航定位系统应在磁盘(带)上记录英国近海操作者协会(UK00A)系列的原始数据 P2/94 文件或 P2/11 文件、处理数据 P1/90 文件或 P1/11 数据。如果系统仅仅作磁盘记录，每天应由组长对记录的数据进行备份。其它调查手段根据项目要求记录。

6.5.3 磁带和磁盘记录中，一盘磁带或磁盘可记录多条测线；但不应一条测线跨盘记录。

6.5.4 导航定位系统应实时显示或打印如下信息：

- a) 作业所使用的坐标系统和定位参数；
- b) 格林尼治日期及时间、定位点号、定位点坐标、航向、航速、横偏距离等导航信息；
- c) 地震调查中电缆深度、电缆羽角、电缆罗盘水鸟的数据或图形；
- d) 卫星定位、尾标定位、水下定位、罗经、测深系统的数据信息和统计数据或图形（如使用）。

6.6 质量监控

要求如下：

- a) 值班人员负责实时监视仪器工作状态，检查数据记录设备正常运行，数据记录质量正常。技术负责人应按作业要求负责检查监督定位资料的质量情况。
- b) 海上测量完成后，应计算最大中误差，其计算公式参见附录 C。
- c) 不符合 5.1.4 误差要求的测量，视为不合格，应重新测量。
- d) 每完成一个工区的阶段性工作，编制导航定位质量自检记录，信息包括：工区名、定位点号、有效工作量、影响导航定位质量的因素、影响评估、解决方案、其他。

7 资料整理与处理

7.1 资料整理

7.1.1 整理资料应包括全部作业取得的资料。

7.1.2 对比设计测线与实时作业测线，检查是否有未作业测线。

7.1.3 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。

7.1.4 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。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。

7.1.5 班组长对原始数据文件应进行 100%检查，确保数据准确、可用。

7.1.6 编写导航定位工作报告，内容如下：

- a) 本标准 4.1 中 a)～j) 的内容；
- b) 定位系统的校准方法、校准值和系统工作稳定性分析；
- c) 定位作业质量分析；
- d) 作业存在的各种问题、改进方法及今后工作的建议。

7.2 资料处理

7.2.1 资料整理

整理内容：

- a) 综合导航定位班报；
- b) 导航定位工作报告；
- c) 导航定位数据记录盘（带）；
- d) 工区基本参数；
- e) 各种导航设备相对位置图；
- f) 所采用的坐标系统。

7.2.2 资料处理

处理要求：

- a) 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；
- b) 预处理：数据粗差剔除、内插修补；
- c) 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；
- d) 地震调查时应输出 UK00A 的 P1/90 或 P1/11 数据；
- e) 制作项目施工方案中有关导航定位作业的各种图件。

7.2.3 质量控制

要求如下：

- a) 存在错误、定位误差不符合 5.1.4 要求的数据进行删除或改正；
- b) 主定位系统信号丢失或不稳定时间大于 20 min，采用辅助定位系统数据；
- c) 实时调查作业的测线炮点进行误差分析和质量分析，对于不符合 5.1.4 要求的测线进行重新测量。

7.2.4 资料处理成果

7.2.4.1 处理成果数据要求：

- a) 地震调查时处理数据按 UK00A P1/90 格式记录，记录介质为磁盘（带）；
- b) 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。

7.2.4.2 处理成果图件要求：

- a) 处理成果图件，按项目设计方案成图；
- b) 标注投影坐标线、经线、纬线；

- c) 地震调查, 5 mm~10 mm 绘制一个炮点, 每隔 100 个炮点及测线首尾炮点标记炮号, 测线两端标注测线名, 其它调查按调查方法要求制图;
- d) 注记栏内容: 投影方式、椭球体名称和参数。

7.2.4.3 资料处理报告应包括以下内容:

- a) 包括 4.1 中 a)~j) 的内容;
- b) 处理方法和流程;
- c) 定位作业质量分析及最终处理成果评估: 精度分析、可靠性研究、简单评语和建议;
- d) 处理人员及设备;
- e) 存在问题及解决的方法等。

8 资料提交

8.1 作业资料提交

内容包括:

- a) 导航定位班报;
- b) 导航定位数据;
- c) 导航定位质量自检表;
- d) 导航定位工作报告。

8.2 处理资料提交

内容包括:

- a) 测线导航定位数据, 数据项包括: 测线编号、格林尼治日期、时间、定位点号、经度、纬度、航向、航速;
- b) 导航定位资料处理报告。

8.3 归档要求

按资料管理相关规定执行。

附录 A
(资料性附录)
大地坐标系参考椭球体参数

A.1 北京 54 大地坐标系参考椭球体参数

长半径 $a = 6378245 \text{ m}$

扁率 $\alpha = 1/298.3$

A.2 WGS-72 大地坐标系参考椭球体参数

长半径 $a = 6378135 \text{ m}$

扁率 $\alpha = 1/298.26$

A.3 西安 80 大地坐标系参考椭球体参数

长半径 $a = 6378140 \text{ m}$

扁率 $\alpha = 1/298.257$

A.4 2 000 国家大地坐标系参考椭球体参数

长半径 $a = 6378137 \text{ m}$

扁率 $\alpha = 1/298.25722101$

A.5 WGS-84 大地坐标系参考椭球体参数

长半径 $a = 6378137 \text{ m}$

扁率 $\alpha = 1/298.257223563$

A.6 换算公式

扁率 $\alpha = (a - b) / a$

短半径 $b = a(1 - \alpha)$

第一偏心率平方 $e^2 = (a^2 - b^2) / a^2$

第二偏心率平方 $e'^2 = (a^2 - b^2) / b^2$

附 录 B
(规范性附录)
导航定位班报

导航定位班报见表B.1。

表B.1 导航定位班报表

项 目：_____ 调查船：_____ 定位设备：_____ 投影参数：_____
 椭球体：_____ 投 影：_____ 天气与海况：_____ 日期：_____ 第 _____页

测线名	测线方向	时 间	定位点号	偏线 m	电缆羽角	HDOP 值	水深 m	记录文件名	测线长 km	操作 员	备 注

导航组长：_____

技术负责：_____

附录 C
(资料性附录)
最大中误差计算公式

最大中误差计算公式:

$$\sigma_{\max} = \sigma_h \times V_{\max} \dots\dots\dots (C.1)$$

$$\sigma_h = \frac{m}{V} \dots\dots\dots (C.2)$$

$$v = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n} \dots\dots\dots (C.3)$$

$$\delta = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{2n}} \dots\dots\dots (C.4)$$

式中:

- σ_{\max} —— 最大中误差, m;
- σ_h —— 水平测量误差, m;
- V_{\max} —— 调查测线中最大 HDOP 值;
- v —— HDOP 平均值;
- V_i —— 观测值在 i 处的 HDOP 值;
- n —— 校验中采集的数据量;
- δ —— 检验时外符合中误差值, m;
- d_i —— 定位点已知值与观测值在 i 处的定位差值, m。

参 考 文 献

- [1] BD 420010-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）导航设备通用规范
 - [2] BD 420011-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）定位设备通用规范
 - [3] BD 420009-2015 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）测量型接收机通用规范
 - [4] BD 110001-2015 北斗卫星导航术语
 - [5] 美国的全球卫星导航定位系统 GPS。
 - [6] 俄罗斯的格罗纳斯 GLONASS 系统。
 - [7] 英国 Sonardyne 公司的 SIPS2 地震采集定位系统主要技术资料。
 - [8] 挪威 Kongsberg、法国 IXSEA、英国 Sonardyne 等公司的水下定位系统主要技术资料。
 - [9] 美国 SEG 协会，英国海洋作业者协会（UKOOA）等权威机构的地球物理标准与规范。
 - [10] 中石油东方地球物理勘探公司“海底电缆二次定位系统”。
-