

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

## 海洋地质调查磁力测量技术规范

Magnetic survey technical specification for marine geological survey

(报批稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国国土资源部 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 总则 .....	1
4.1 比例尺、测网密度与允许误差要求 .....	1
4.2 时间基准和坐标 .....	2
4.3 磁力仪选择 .....	2
4.4 安全要求 .....	2
5 技术设计 .....	2
5.1 资料收集 .....	2
5.2 设计编写 .....	2
5.3 测线布设 .....	3
6 海上作业 .....	3
6.1 磁力仪安装及校验 .....	3
6.2 日变观测站设立 .....	3
6.3 船磁影响试验 .....	4
6.4 海上试验 .....	4
6.5 作业要求 .....	4
6.6 调查船航行 .....	4
6.7 测量定位 .....	4
6.8 质量监控 .....	5
6.9 班报 .....	5
6.10 数据记录 .....	5
6.11 测量工作报告 .....	6
6.12 原始资料验收 .....	6
7 资料整理 .....	6
7.1 整理要求 .....	6
7.2 整理内容 .....	7
7.3 成果数据编制 .....	8
8 资料处理与解释 .....	8
8.1 主要工作内容 .....	9
8.2 资料处理 .....	9
8.3 地质解释 .....	9

9	成果编制.....	9
9.1	一般要求.....	9
9.2	数据入库.....	9
9.3	成果数据整理.....	9
9.4	处理解释成果图件编制.....	10
9.5	测量成果报告.....	10
10	成果汇交.....	11
	附录 A（规范性附录）船磁影响试验.....	12
	附录 B（规范性附录）海洋磁力观测记录班报.....	13
	附录 C（资料性附录）国际地磁参考场计算.....	15
	参考文献.....	17

## 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国土资源部提出。

本标准由全国国土资源标准化技术委员会（SAC/TC 93）归口。

本标准起草单位：广州海洋地质调查局。

本标准主要起草人：陈洁、王功祥、赵强、别路、高德章、朱本铎、万荣胜、何国信、陈集云。

本标准为首次发布。



# 海洋地质调查磁力测量技术规范

## 1 范围

本标准规定了海洋磁力测量的技术设计、海上作业、资料整理、资料处理与解释、成果编制、成果汇交等技术要求。

本标准适用于海洋地质、资源、环境调查中的走航拖曳式海洋磁力测量工作，其他目的的走航拖曳式海洋磁力测量工作可参考使用。

## 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 12763.1 海洋调查规范 第1部分：总则

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 18314 全球定位系统（GNSS）测量规范

DZ/T 0068 地球物理勘查图示、图例和用色标准

## 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

**交叉点偏差 Crossing point deviation**

工区内，同一测线与其他所有相交测线交点位置的磁力异常值，经各项改正后，其磁力异常值的整体偏差。

#### 3.1.2

**日变观测站 Diurnal variation observation station**

进行磁日变改正而设立的观测站，分为陆地自设、海底自设、国家地磁观测台站、国际地磁观测台站。

### 3.2 缩略语

IAGA—国际地磁学与高空物理学协会的英文缩写（International Association of Geomagnetism and Aeronomy）

IGRF—国际地磁参考场的英文缩写（International Geomagnetic Reference Field）

## 4 总则

#### 4.1 比例尺、测网密度与允许误差要求

海洋磁力测量一般选择的比例尺为1：1 000 000，1：500 000，1：250 000，1：100 000，1：50 000，应根据地质任务与解决的地质问题需要选择适合的比例尺和测网密度，见表1；或按照GB/T 12763.1、GB/T 12763.8相关规定执行。没有前期作业资料可参照的或单线测量的海域，可按实际需要确定。

表1 海洋磁力测量不同调查比例尺、测网密度与允许误差要求对比表

成果图件比例尺	主测线距 km	联络测线距 km	允许误差 nT
路线测量			≤20nT
1：1 000 000	10 km~8 km	20 km~16 km	≤5nT
1：500 000	8 km~4 km	16 km~8 km	≤5nT
1：250 000	4 km~2 km	8km~4 km	≤4nT
1：100 000	2 km~1 km	4 km~2 km	≤3nT
1：50 000	≤1 km	≤2 km	≤2nT

#### 4.2 时间基准和坐标

时间基准采用格林尼治时间；地磁参考场采用球心坐标系。

#### 4.3 磁力仪选择

磁力仪灵敏度不低于0.01nT。

#### 4.4 安全要求

- 4.4.1 船上应配备安全展开装置。
- 4.4.2 收放磁力电缆时，若绞车未配备滑环，应断开磁力电源和甲板电缆。
- 4.4.3 根据电缆抗拉力合理选择工作船速。
- 4.4.4 按时后甲板瞭望，确保水下拖体安全。
- 4.4.5 防火、防爆，每个航次至少组织演练一次。

### 5 技术设计

#### 5.1 资料收集

设计编写应收集的资料：

- a) 工区的海底地形地貌图、水面航海航线图等各种最新版海图；
- b) 工区及邻近地区已有的地质、地球物理和海洋磁力资料，包括工区附近国际地磁日变站数据；
- c) 助航标志及航行障碍物相关资料（含图件）。

#### 5.2 设计编写

##### 5.2.1 项目设计编写

项目设计编写应依据任务进行，由委托方审批后实施。主要内容包括：

- a) 调查项目（课题）任务、目的与要求；
- b) 调查海域工作程度（概况、主要成果、存在问题），工区及邻区地质、地球物理基本特征等；
- c) 调查比例尺、测网布设、调查工作量；
- d) 调查技术方法及其质量要求；
- e) 海上作业（含海上试验）、资料处理、解释等进度计划；
- f) 预期成果；
- g) 人员组成、职责，分工与协作；
- h) 经费预算；
- i) 管理及安全保障。

### 5.2.2 施工设计编写

施工设计编写应依据项目设计进行，由承担单位审查后实施，当海况或环境有重大变化时，可适当调整，但需承担单位确认。主要内容包括：

- a) 地质任务与任务来源；
- b) 工区概况（自然地理、地形地貌等）；
- c) 调查比例尺，设计工作量、测线部署（含图表）；
- d) 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；
- e) 施工方法、作业参数、技术要求；
- f) 施工部署；
- g) 人员配置及责任分工；
- h) 预期成果类型；
- i) 安全与质量控制措施；
- j) 资料验收要求及上交资料项目。

### 5.3 测线布设

5.3.1 应根据任务，充分利用历史资料，采用最新版本海图，注意避让岛礁等障碍物，选择合适的比例尺和测线密度，分阶段实施作业时，应统一主测线和联络测线的编号。

5.3.2 后续阶段应重复前阶段已完成的部分工作，图幅衔接采用重复测线的方式，以便对比、拼接。

## 6 海上作业

### 6.1 磁力仪安装及校验

校验不合格的磁力仪不能用于海上作业，磁力仪的安装及校验包括：

- a) 磁力仪主机安装固定于仪器房内，布设甲板电缆时应避开其它有源线缆，如实在无法避开，建议甲板电缆与干扰电缆方向垂直；
- b) 整个磁力仪测量系统应可靠接地；
- c) 磁力仪校验与联机试验应包括：
  - 1) 作业前，磁力仪应做通电测试，与导航定位系统进行联机试验，获得至少 1 h 的数据记录；
  - 2) 信号通道正常；
  - 3) 数据传输、存储正常；
  - 4) 磁力仪系统与导航定位系统时间同步、工作正常。

## 6.2 日变观测站设立

应合理利用国家地磁观测站、国际地磁观测台站，结合工作实际进行日变观测站的设立，要求如下：

- a) 日变观测站应位于邻近工区或同纬度的磁场平静区，远离交通及电磁干扰，且保持通讯联络畅通；
- b) 日变观测站的控制半径一般不超过 300 km。对于路线调查，或者无法布设的深水区，可利用国家地磁观测站、国际地磁观测台站，或选择近同纬度的适于布设的水域；
- c) 磁力仪灵敏度不低于 0.01 nT、磁力仪观测误差优于 $\pm 0.3$  nT；
- d) 日变数据采集时间段大于海上作业时间段，采样时间间隔不大于 10 min；
- e) 施工过程中遭遇磁暴，应及时报告主管部门和调查船，同时做好记录，合理调整工作。

## 6.3 船磁影响试验

- 6.3.1 工区开始磁力测量作业或磁力设备更换时，应按进行船磁影响试验。
- 6.3.2 应在工区内或邻区选择磁场平静，磁场梯度不大于 10 nT/km<sup>2</sup> 的海域作为试验区。
- 6.3.3 有相应时段日变数据记录。
- 6.3.4 试验时间尽可能安排在晚上或凌晨。
- 6.3.5 0°方位要求 3 次船过试验点，其它方位 2 次船过试验点。
- 6.3.6 作业船过试验点前，确保已在测线上匀速、直线航行，且磁力电缆已拉直。
- 6.3.7 具体作业按附录 A 进行。

## 6.4 海上试验

- 6.4.1 应按施工设计要求进行海上试验，试验海区应选在磁场平静、便于船只转向、风小、流小、无渔网和水下障碍的开阔海区。
- 6.4.2 在线测量应保持匀速直线航行，避免在主测线或联络测线交点附近偏航、变速。
- 6.4.3 仪器系统应处于正常状态；交点（或重复测量点）磁力  $\Delta T$  异常均方误差优于 $\pm 5.0$  nT。

## 6.5 作业要求

- 6.5.1 磁力仪观测允许误差优于 $\pm 0.3$  nT。
- 6.5.2 拖曳电缆长度应大于调查船长度的 3 倍。
- 6.5.3 连续长时间作业，系统信号强度稳定，数据可靠，曲线平滑。
- 6.5.4 备用传感器应处于随时可用的状态。
- 6.5.5 作业中传感器尾翼松动或缠绕障碍物导致数据不稳定时，应立即处理。
- 6.5.6 遭遇恶劣海况或雷电天气导致数据跳变次数较多时应及时处置。
- 6.5.7 遭遇磁暴或磁扰日时，应准确记录初动、持续、消失时间，磁暴持续期间磁测资料作废。

## 6.6 调查船航行

采用海洋磁力仪拖曳式连续磁力测量法作业，船航行要求如下：

- a) 沿布设测线，匀速、直线航行，航速应不大于 12.0 kn。
- b) 提前上线距离应大于 500 m，延长下线距离应大于 500 m。
- c) 观测点横向偏离设计航线的左右距离应不大于设计线距的 1%，其中 95% 的观测点应不大于 0.5%。对于大比例尺调查，观测点横向偏离设计航线的左右距离应不大于 50m，其中 95% 的观测点应不大于 25m。

- d) 东西向测线每次航向修正量应小于 2°；南北向测线每次航向修正量应小于 2°，每分钟修正一次航向夹角。
- e) 东西向测线航速变化应小于 0.5 kn，南北向测线航速变化应小于 0.2kn。
- f) 上下线转向舵角应小于 15°。

## 6.7 测量定位

海洋磁力测量应采用差分全球卫星定位，按照GB/T 18314的规定执行，同时应满足如下要求：

- a) 图上定位误差应小于0.1 mm；
- b) 全球卫星定位接收机的数据更新率不低于1Hz；
- c) 出航前在已知点进行24h全球卫星定位精度比对试验及稳定性试验；
- d) 全球卫星定位天线应牢固架设在调查船的开阔位置，并避开雷达直接辐射。

## 6.8 质量监控

依据地磁测量系统显示或打印下列信息进行质量监控，内容包括：

- a) 导航定位数据：格林尼治日期及时间、定位坐标、航速及航向；
- b) 记录状态、记录文件名称；
- c) 传感器深度、感应信号强度、测量磁场值、数据质量及漏电指示；
- d) 实时数据曲线图；
- e) 现场监控磁力数据出现的大抖动（一般大于 2nT），查明原因及时处理，数据出现抖动产生主要因素包括：
  - 1) 岩性变化（如火成岩、断裂等）；
  - 2) 海况恶劣，应根据实际情况决定是否继续作业；
  - 3) 通讯干扰、电焊焊弧等人为电磁波信号的扰动；
  - 4) 过往船只附加的船磁影响；
  - 5) 甲板电缆铺设不当导致的电磁干扰；
  - 6) 磁暴影响，持续时间较长，此时磁力测量资料作废，后期适时补充；
  - 7) 探头尾翼松动或脱落，或挂上渔网、渔标等杂物，导致拖鱼无法控制平衡，数据急剧无规律性跳变，此时应及时收回水下设备进行处理，设备正常后才能继续作业；
  - 8) 其他未知因素。
- f) 当传感器深度、信号指示、记录状态以及数据抖动度发现异常，应准确判断原因并及时处理，补测时应在前期正常测量资料基础上重复覆盖 3km，认真做好工作记录或班报记录，技术负责检查、监控，测线完成后，签字确认；
- g) 工区完成阶段性工作，编制资料质量自检表，信息包括：工区名、测线名、有效工作量、资料质量评估、存在问题及解决方案、其他。

## 6.9 班报

要求如下：

- a) 可使用电子班报，应每天打印并由当班人员签名。
- b) 测线作业开始、结束、作业期间间隔 1h 填写一次班报，当班人员签名。
- c) 船变速、偏航、仪器发生故障，有过往船只等特殊状况应及时在班报中记录。
- d) 班报填写准确、不得涂改。

- e) 班组长应对班报（电子班报）进行检查并签名，负责人对每个作业周期的班报进行全面检查并签名。
- f) 班报格式参见附录 B。

#### 6.10 数据记录

要求如下：

- a) 地磁测量采集信息数据：工区名、测线名、测点号、年、月、日、时间、航向、航速、经度、纬度、测量磁力值。
- b) 测量采集各项参数原始数据采样间隔为 1s。
- c) 一条测线作业完成，及时做好备份并检查数据记录是否完整，发现数据丢失或不完整时应立即上报。
- d) 备份的测线数据文件名称与原始测线一致。
- e) 采用光盘或硬盘备份，一张盘可存储多条测线，不允许同一条测线跨盘备份。
- f) 原始采集系统硬盘数据至少保留到验收合格，所有记录中应附有数据格式说明。

#### 6.11 测量工作报告

应在作业结束后提交，内容包括：

- a) 任务来源及工区概况；
- b) 调查区地理位置及潮汐情况；
- c) 测区范围与调查比例尺；
- d) 测线布设与实际工作量；
- e) 调查船、磁力测量设备及其简单的工作原理；
- f) 生产准备情况；
- g) 野外施工；
- h) 任务完成情况及质量评价；
- i) 存在问题及建议；
- j) 相关图表（如设备相对位置图、质量自检表等）。

#### 6.12 原始资料验收

##### 6.12.1 海上作业完成后，应进行原始资料验收：

- a) 分级：
  - 1) 分为优秀、良好、合格、不合格四级；
  - 2) 不合格的原始资料报废。
- b) 评价要求：
  - 1) 数据记录、班报记录、工作报告等资料齐全为资料合格。
  - 2) 磁力仪抖动度大于 1nT 的单段测线长度少于测线总长的 10%为数据合格。
  - 3) 同时满足以上两个条款为合格，无差错为优秀，个别差错为良好。不满足任何一条时为不合格。

##### 6.12.2 原始资料汇交，内容包括：

- a) 班报；
- b) 航迹图；
- c) 测量数据；
- d) 磁力测量工作报告；

- e) 质量自检表。

## 7 资料整理

### 7.1 整理要求

包括：

- a) 海上作业得到的导航定位、磁力等观测记录，需进行解编、匹配，整理为数据文件，去除不合格资料，不得对原始记录进行任何修改与删除。
- b) 数据文件应含数据项：工区名，测线名，测点号，年、月、日，时间，航向，航速，经度，纬度，磁力仪记录值。

### 7.2 整理内容

#### 7.2.1 电缆长度改正

依据导航定位设备至磁力仪探头间的距离、测点观测时的船舶瞬时航向、导航定位提供的测点位置与测点观测得到的磁场数据相匹配，计算磁力仪探头位置作为新的测点位置。

#### 7.2.2 船磁影响取值

依据测点的船舶瞬时航向和船磁影响试验成果确定测点船磁影响值 $T_{\text{船i}}$ ，单位为 nT。试验成果以数值方式表示，线性内插求取；方位影响试验成果为船磁方位影响曲线，则从曲线上直接查取。

#### 7.2.3 日变取值

依据测点观测时间，从日变曲线直接查取或线性内插求取测点日变值 $T_{\text{日i}}$ ，单位为 nT。日变值以数值方式表示时，采样值时间间隔不大于10 min。日变基准值以精度最高为宜，正常状态下日变值变化范围在30 nT~100 nT之间。

深海测区半径超过300Km没有日变站时，可以选择纬度最接近国际地磁日变站的资料进行改正，选取改正后闭合精度最高的国际地磁台站的日变数据作为日变值。

#### 7.2.4 正常地磁场值计算

依据测点位置、观测时间，采用国际地磁和国际地磁学与高空物理学协会（IAGA）五年一度公布的国际地磁参考场IGRF计算获取测点正常地磁场值 $T_{\text{正i}}$ ，单位为 nT，计算公式见附录C。

#### 7.2.5 磁力 $\Delta T$ 异常采样点取值

航速、航向、传感器深度、感应信号强度、测量磁场值等原始数据各项参数采样间隔1s，根据数据值高频干扰程度，选择是否采取平滑处理及平滑方式，无高频干扰的原始数据，进行各项改正计算，获得测点磁力 $\Delta T$ 异常值。

采样间隔1s，经各项改正后得到的测点磁力 $\Delta T$ 异常值，根据数据值高频干扰程度，依据测点与采样点的测线磁力 $\Delta T$ 异常曲线对比试验确定是否采取平滑处理，平滑方式以消除高频干扰、有效信息不畸变为准。

#### 7.2.6 测点磁力 $\Delta T$ 异常值计算

磁力 $\Delta T$ 异常允许误差满足表1要求，测点磁力 $\Delta T$ 异常值按公式（1）计算：

$$\Delta T_i = T_{测i} - T_{船i} - T_{日i} - T_{正i} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $\Delta T_i$  —— 测点磁力 $\Delta T$ 异常值, nT;
- $T_{测i}$  —— 磁力仪观测记录值, nT;
- $T_{船i}$  —— 船磁影响值, nT;
- $T_{日i}$  —— 日变值, nT;
- $T_{正i}$  —— 正常地磁场值, nT。

### 7.2.7 交叉点偏差改正

要求如下:

- a) 工区内,以连续作业完成的单条测线为计算单元,内插求取单条测线与其所有相交测线交点位置的磁力 $\Delta T$ 异常差值,计算单条测线所有交点位置磁力 $\Delta T$ 异常差值的平均值(下简称为差平值)。
- b) 所有主测线(含相近方向测线),按照单条主测线计算得到的差平值,对单条主测线所有交点位置磁力 $\Delta T$ 异常值进行修正,修正量为差平值的1/2,计算每条主测线的差平值。
- c) 所有联络测线(含相近方向测线),按照单条联络测线计算得到的差平值,对单条联络测线所有交点位置磁力 $\Delta T$ 异常值进行修正,修正量为差平值的1/2。然后再计算每条联络测线的差平值。
- d) 多次重复步骤 b)、c),直至所有测线每次修正量小于设定的差平值修正阈值。计算最终每条测线多次修正的差平值量之和即为计算得到的每条测线的交叉点偏差改正,编制交叉点偏差改正值表。
- e) 依据各测线的交叉点偏差改正值,对采样点磁力 $\Delta T$ 异常值进行交叉点偏差改正,获取采样点最终的磁力 $\Delta T$ 异常值。
- f) 交叉点偏差改正后采样点磁力 $\Delta T$ 异常值按公式(2)计算:

$$\Delta T_l = \Delta T_i + \Delta T_i \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $\Delta T_l$  —— 交叉点偏差改正后采样点磁力 $\Delta T$ 异常值, nT;
- $\Delta T_i$  —— 交叉点偏差改正前采样点磁力 $\Delta T$ 异常值, nT;
- $\Delta T_i$  —— 采样点所在测线或测线段的交叉点偏差改正值, nT。

### 7.2.8 地磁测量均方差计算

交叉点偏差改正前后均需计算地磁测量均方差,交点数不小于30,舍弃点数不得超过总交点数的3%。

计算公式:

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta_i^2}{2n}} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$\varepsilon$  —— 地磁测量均方差, nT;

$\delta_i$  —— 交叉点偏差改正(前/后)主测线与联络测线交点处磁力 $\Delta T$ 异常差值, nT;

$n$  —— 交点数。

### 7.3 成果数据编制

资料整理完成后,按单线或面积提交成果数据,数据项包括:工区名代码,测线名,测点号,年、月、日,时间,纬度,经度,磁力仪观测记录值,日变值,船磁影响值,正常地磁场值,测线误差改正值,磁力 $\Delta T$ 异常值等。

## 8 资料处理与解释

### 8.1 主要工作内容

对资料整理获取的磁力 $\Delta T$ 异常进行处理解释,包括:

- a) 计算、推测磁性界面的形态、埋深等特征;
- b) 计算、推测具磁性的火成岩分布;
- c) 推测断裂展布。

### 8.2 资料处理

如下内容:

- a) 分析、汇总工区及临区已有磁力 $\Delta T$ 异常的资料,对资料整理获得的成果进行处理。
- b) 依据地质任务、磁力 $\Delta T$ 异常特征选择若干条剖面进行正、反演拟合计算与综合解释,建立剖面磁性结构。剖面位置与数量以能控制整个工区磁性结构为宜。
- c) 依据工区所处地磁纬度、工区范围内地磁倾角的变化,可在常倾角化极、低磁纬度化极(包括化到赤道求反)、变倾角化极、低磁纬度变倾角化极等方法中选择合适有效的方法,对磁力 $\Delta T$ 异常进行化极处理。
- d) 目标地质体异常反演处理解释,结果应受剖面磁性结构的约束。
- e) 工区拥有其它地质、地球物理资料,进行剖面正、反演拟合计算解释和目标地质体异常反演处理解释时相互约束、紧密结合。

### 8.3 地质解释

分析、汇总工区及临区已有的地质、地球物理、钻探及岩石物性等资料,对经过处理的资料进行地质解释,包括定性解释和定量解释,剖面解释和平面解释。主要内容包括:

- a) 依据磁力 $\Delta T$ (含 $\Delta Z_{\perp}$ 等分量)异常的强度、轴向、形状、排列等特征进行磁力 $\Delta T$ (含 $\Delta Z_{\perp}$ 等分量)异常的分类及分区。按特征可分为条带状异常、串珠状异常、线性异常、等轴状异常、异常梯级带等,按异常的区域组合关系可分为平静磁场区、条带状磁场区和杂乱磁场区等。
- b) 识别、解释异常应结合地震、重力、地热、深海钻探等资料综合进行。
- c) 采用工区内各种地质、地球物理资料进行综合解释,以揭示磁力 $\Delta T$ (含 $\Delta Z_{\perp}$ 等分量)异常与地质因素的内在联系,由此推测、论述工区的断裂展布、岩浆活动、磁性基底结构、区域地质构造特征等,为预定的工区地质任务服务。

## 9 成果编制

## 9.1 一般要求

9.1.1 需要编制的成果包括各类文件、数据、图表，还包括数据库和各种成果图件。

## 9.2 数据入库

9.2.1 有关地磁测量的成果信息均应纳入数据管理系统。

9.2.2 按工区、航次、测线、采样点等4类信息进行分类、入库,方便检索查阅。

## 9.3 成果数据整理

### 9.3.1 数据文件

资料整理完成后的成果数据文件应含的数据项：工区名代码，测线名，测点号，年、月、日，时间，纬度，经度，磁力仪观测记录值，日变值，船磁影响值，正常地磁场值，测线误差改正值，磁力 $\Delta T$ 异常值等。

### 9.3.2 图件编制

9.3.2.1 成果图件比例尺与工区调查比例尺及技术设计规定比例尺相同，符合DZ/T 0068和有关图示图例标准要求。

9.3.2.2 实际材料图：

- a) 地磁测量资料应经检查校核后质量合格。
- b) 测线名称应标注在测线两端外侧，按照比例尺图上1cm作一垂线标记，测线下标应注明采样点编号。

9.3.2.3 磁力 $\Delta T$ （含 $\Delta Z_{\perp}$ 等分量）异常等值线图、磁力 $\Delta T$ （含 $\Delta Z_{\perp}$ 等分量）异常剖面平面图编制：

- a) 等值线勾绘圆滑，资料不足的区域用长虚线表示。
- b) 等值线间距一般为磁力测量均方差的2倍~2.5倍。
- c) 线条等值线图需标注等值线值。正值等值线用黑色实线或红色实线表示，零值等值线用黑色点划线表示，负值等值线用黑色虚线或蓝色虚线表示。
- d) 着色等值线图：图面清晰、美观、浓淡匀称。暖色调面色表示正磁力 $\Delta T$ （含 $\Delta Z_{\perp}$ 等分量）异常，冷色调面色表示负磁力 $\Delta T$ （含 $\Delta Z_{\perp}$ 等分量）异常，以色层和颜色的深浅表示异常的强弱，标注柱状色阶。等值线均用黑色实线表示，不标注等值线值。
- e) 图例栏内需注明采用的正常地磁场。
- f) 采用网格化数据编制磁力异常等值线图，网格节点距在成果图上小于5mm；如果仅有几条测线的区域概查，网格节点距在成果图上符合相同比例尺成图的基本要求。采用的网格化方法、网格节点距在图例栏内注明。
- g) 剖面横坐标与成果图比例尺一致，纵坐标按异常大小、图面能清晰表示为准适当选取。
- h) 剖面的右、上方为正异常，左、下方为负异常，着色时红色表示正，蓝色表示负。磁力 $\Delta T$ （含 $\Delta Z_{\perp}$ 等分量）异常零线与磁力 $\Delta T$ （含 $\Delta Z_{\perp}$ 等分量）异常等值线图一致。

## 9.4 处理解释成果图件编制

9.4.1 剖面综合解释成果图编制：

- a) 图面分为上下两部分,上部绘制采样点磁力 $\Delta T$ 异常曲线、拟合磁力场曲线,下部绘制磁性结构。
- b) 横向比例尺与工区调查比例尺以及技术设计规定比例尺相同。
- c) 上部纵坐标按异常值大小、图面能清晰表示为准适当选取。
- d) 下部纵向比例尺按磁性结构复杂程度、最大深度适当选取，技术设计有规定则按规定执行。

9.4.2 磁力 $\Delta Z_{\perp}$ 异常等值线图编制参照 9.3.2.2 磁力 $\Delta T$ 异常等值线图编制要求执行。

9.4.3 磁性基底面深度图编制参照 9.3.2.2 磁力 $\Delta T$ 异常等值线图编制要求执行。

9.4.4 断裂构造、岩浆岩分布图编制：

- a) 勾绘岩浆岩分布范围（如有可能划分出酸性、中酸性、基性超基性岩），以圈闭曲线或色块表示。
- b) 断裂构造展布，以曲线或折线表示，线条宽度与断裂等级相匹配。

9.4.5 推测的地质、构造综合解释图

## 9.5 成果报告编制

应编制测量成果报告，内容包括：

- a) 前言：目的任务、任务完成概况、提交成果；
- b) 工区概况：工区范围、自然地理概况、地质概况、以往工作程度（含调查比例尺、调查精度）、设计工作量；
- c) 岩石地球物理特征；
- d) 采集施工：设备与技术参数、提交成果、数据格式等；
- e) 资料整理：方法技术、整理流程、提交成果、数据格式等；
- f) 成果处理与解释：根据调查的阶段，开展相应的处理与解释。包括平面、剖面综合解释，磁性界面反演，地质认识等；
- g) 成果图件编制；
- h) 结论与建议；
- i) 参考文献。

## 10 成果提交与资料汇交

### 10.1 成果提交

包括：

- a) 成果报告。
- b) 测量数据。磁力测量采集点数据，数据项包括：工区名代码，测线名，测点号，年、月、日，时间，纬度，经度，磁力仪观测记录值，日变值，船磁影响值，正常地磁场值，测线误差改正值，磁力 $\Delta T$ 异常值等。
- c) 成果图件：航迹图：磁力仪启动以来的真实航迹；磁力资料整理成果图件：实际材料图、磁力 $\Delta T$ 异常图、磁力 $\Delta T$ 异常剖面平面图等；处理解释成果图件：剖面综合解释成果图、磁力 $\Delta Z_{\perp}$ 异常图、推断地质构造相关图件（如磁性底界面深度图、断裂岩浆岩分布图）等。

### 10.2 资料汇交

纸质资料和电子文档应同时汇交，内容应齐全、完整、签字手续完备。包括：

- a) 调查任务书，或合同书等；
- b) 技术设计（项目、施工设计）及其审批意见；
- c) 计算、分析整理的成果数据报表及说明；
- d) 各种图表、图件（包括底图）、照片及文字说明；
- e) 航次报告、专题工作报告；
- f) 调查报告及成果评审意见、审议书；
- g) 汇总资料清单；

XX/T XXXXX—XXXX

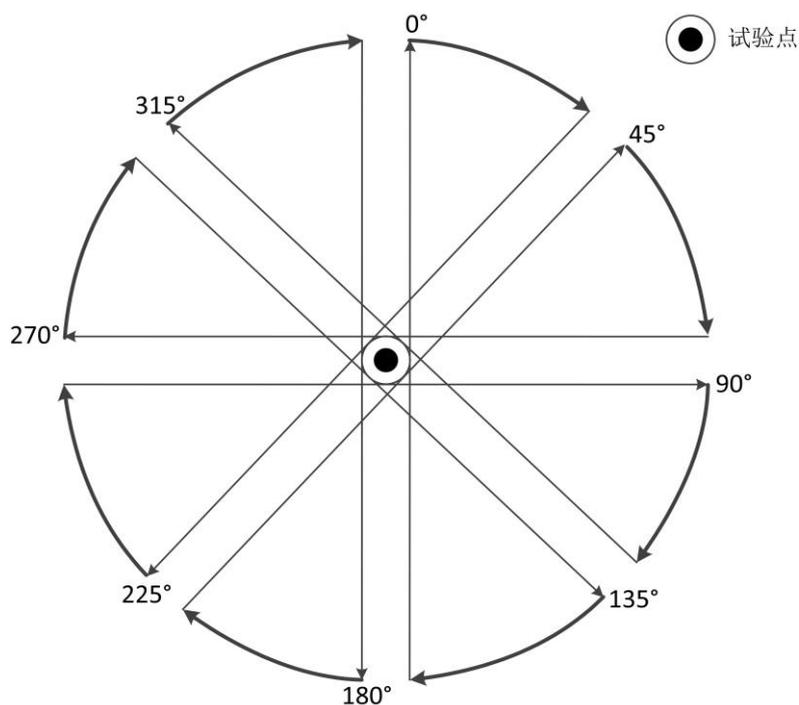
如资料管理另有规定，则按规定提交。

附录 A  
(规范性附录)  
船磁影响试验

A.1 作业工区应做  $45^\circ$  八方位定点偏向航行观测，即船磁影响试验。

A.2 试验区选择原则：船磁影响试验应选在晚上或凌晨进行，无法保证试验时间时要选择能够获得实时日变数据的地磁台站控制区域。试验点应选择在局部地磁场平静的地方。

A.3 试验顺序： $0^\circ \rightarrow 225^\circ \rightarrow 90^\circ \rightarrow 315^\circ \rightarrow 180^\circ \rightarrow 45^\circ \rightarrow 270^\circ \rightarrow 135^\circ \rightarrow 0^\circ \rightarrow 225^\circ \rightarrow 90^\circ \rightarrow 315^\circ \rightarrow 180^\circ \rightarrow 45^\circ \rightarrow 270^\circ \rightarrow 135^\circ \rightarrow 0^\circ$ 。



图A.1 船磁影响示意图

A.4 试验前应精确计算试验点距离磁力传感器位置，以方便偏距调整。

A.5 主要采集试验圆中心数据，因此在船进入试验点前一定要确保船航行在测线上并已走直，并且磁力电缆已拉直。



附录 B  
(规范性附录)  
海洋磁力观测记录班报

海洋磁力观测记录班报见表B.1。

表 B.1 海洋磁力观测记录班报

船名：\_\_\_\_\_ 项目名称 \_\_\_\_\_ 工区：\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日  
海况：\_\_\_\_\_ 船吃水：\_\_\_\_\_ 海洋磁力仪：\_\_\_\_\_ 电缆长度：\_\_\_\_\_

测线名	航向(°)	航速(kn)	定位点号	时间	磁力值(nT)	备注

组长：\_\_\_\_\_ 技术负责：\_\_\_\_\_ 值班员：\_\_\_\_\_ 共 \_\_\_\_\_ 页，第 \_\_\_\_\_ 页

附 录 C  
(资料性附录)  
国际地磁参考场计算

### C.1 国际地磁参考场计算公式采用球心坐标系

坐标系基于参考圆球，计算公式如下：

$$v = a \sum_{n=1}^N \sum_{m=0}^n \left(\frac{a}{r}\right)^{n+1} (g_n^m \cos m\lambda + h_n^m \sin m\lambda) p_n^m(\cos\theta) \dots\dots\dots (C.1)$$

$$X = \frac{1}{r} \frac{\partial v}{\partial \theta} = \sum_{n=1}^N \sum_{m=0}^n \left(\frac{a}{r}\right)^{n+2} (g_n^m \cos m\lambda + h_n^m \sin m\lambda) \frac{d}{d\theta} p_n^m(\cos\theta) \dots\dots\dots (C.2)$$

$$Y = \frac{-1}{r \sin \theta} \frac{\partial v}{\partial \lambda} = \sum_{n=1}^N \sum_{m=0}^n \left(\frac{a}{r}\right)^{n+2} \frac{m}{\sin \theta} (g_n^m \sin m\lambda - h_n^m \cos m\lambda) p_n^m(\cos\theta) \dots\dots\dots (C.3)$$

$$Z = \frac{\partial v}{\partial r} = - \sum_{n=1}^N \sum_{m=0}^n (n+1) \left(\frac{a}{r}\right)^{n+2} (g_n^m \cos m\lambda + h_n^m \sin m\lambda) p_n^m(\cos\theta) \dots\dots\dots (C.4)$$

$$F = (X^2 + Y^2 + Z^2)^{1/2} \dots\dots\dots (C.5)$$

式中：

$a$  — 参考圆球半径（6371.2 km）；

$v$  — 地磁位函数；

$F$  — 国际地磁参考场总强度；

$X$ 、 $Y$ 、 $Z$  — 依次为  $F$  的北向分量、东向分量、垂向分量；

$N$  — 最高阶数；

$r$  — 计算点至参考球心的径向距离；

$\theta$  — 余纬度；

$\lambda$  — 从格林尼治起算的东经度（0到360度）；

$g_n^m$ 、 $h_n^m$  — 球谐系数，由国际地磁和高空物理协会（IAGA）每间隔5年公布一次；

$p_n^m(\cos\theta)$  — 施密特准正交型n阶m次勒让德缔合函数。

### C.2 地球表面任意点国际地磁参考场计算步骤

计算步骤如下：

- a) 任意点的高程、大地坐标的纬度经度计算球心坐标的  $r$ 、 $\theta$ ；
- b) 采用上列计算式计算球心坐标系的  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ ；
- c) 球心坐标系的  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  转换计算大地坐标系的国际地磁参考场各个参量。

### 参 考 文 献

- [1]地面磁勘查技术规程 (DZ/T 0144-1994)
  - [2]地面高精度磁测技术规程 (DZ/T 0071-1993)
  - [3] DZ/T 0257-2014 区域地质调查规范 (1: 250 000)
  - [4] DZ/T 0001-1991 区域地质调查总则 (1: 50 000)
  - [5] DD2014-01 海洋地质图图例及用色标准
  - [5] DZ/T 0247-2009 1: 100 万海洋区域地质调查规范
  - [6] 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。
-