

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0071—XXXX
代替 DZ/T 0071-93

地面高精度磁测技术规程

Technical code of practice for ground high precision magnetic survey

(报批稿)

— XX — XX 发布

XXXX — XX — XX 实施

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 应用条件	1
4.2 应用范围	2
4.3 基本要求	2
5 技术设计	2
5.1 资料收集	2
5.2 测区踏勘	2
5.3 方法有效性分析	2
5.4 测区、比例尺和测网	3
5.5 磁测精度	4
5.6 日变站	4
5.7 基点	4
5.8 剖面的设计	5
5.9 测地工作	5
5.10 磁性参数调查	6
5.11 设计书编写	6
5.12 设计书审批与变更	7
6 仪器设备	7
6.1 基本要求	7
6.2 性能试验	7
6.3 保管与维护	9
7 野外工作	10
7.1 测地工作	10
7.2 日变站、校正点的选择	10
7.3 日变站联测	11
7.4 日变观测	11
7.5 测点观测	12
7.6 岩（矿）石标本的采集和磁性参数的测定	12
7.7 原始记录	13
7.8 质量检查与评价	13
8 资料整理与精度评价	15
8.1 资料整理	15
8.2 日变站基本场 T_a 值的测定	16

8.3 测点磁场值 (T_c) 计算 18

8.4 ΔT 磁异常值的计算 19

8.5 ΔT 磁异常总精度计算 20

9 数据处理与资料解释 21

9.1 数据处理 21

9.2 资料解释 21

10 成果报告编写与资料提交 22

10.1 成果报告编写 22

10.2 资料提交 23

附 录 A (资料性) 用质子磁力仪测定岩 (矿) 石标本的方法 24

附 录 B (资料性) 磁性参数统计 29

附 录 C (规范性) 高精度磁测工作用表 32

附 录 D (资料性) 地磁正常场的计算 38

附 录 E (资料性) 高精度磁测成果报告编写提纲 45

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是在DZ/T 0071—93《地面高精度磁测技术规程》的基础上，结合我国当前高精度磁测工作现状进行了修订。与DZ/T 0071—93相比较，除结构性调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了标准的适用范围（见第1章）；
- b) 增加了测区踏勘条款、方法有效性分析条款（见5.2及5.3）；
- c) 删除了磁测参数的选择部分及总基点内容（见93年版的5.2.1及5.3）；
- d) 删除了生产技术试验工作条款（见93年版的5.7），相关内容调整到方法有效性条款（见5.3）；
- e) 更改了误差分配表中的单项构成及指标，增加了异常磁场区的精度衡量指标（见表2及5.5.1）；
- f) 更改了日变站部分表述，确定了同测区多于一个日变站时，应进行日变站联测（见5.6）；
- g) 删除了测地工作中有关地形图定点、航片定点部分（见93年版的5.5），增加了全球卫星导航定位系统（GNSS）仪器及手持GNSS仪器应用部分（见5.9）；
- h) 更改了磁性参数工作的部分表述，增加了磁性标本采集点三维坐标测量条款（见5.10）；
- i) 增加了对连续磁测仪器要求条款（见6.1.4）；
- j) 增加了仪器试验精度指标（见表5），更改了仪器性能试验条款相关内容，重新确定了仪器性能试验的方法和内容（见6.2），删除了测定磁力仪的一致性内容（见93年版的附录A）；
- k) 增加了测地工作相关条款（见7.1），增加了日变站联测相关条款（见7.3）；
- l) 增加了测点磁场值、 ΔT 磁异常值、精度计算及磁异常数据处理资料解释条款（见8.3~9.2）；
- m) 更改了球谐表达式，高斯系数更换为最新发布成果（见附录D）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会（SAC/TC 93）归口。

本文件起草单位：中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所、陕西地矿第二综合物探大队有限公司、上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司、中国地质调查局天津地质调查中心、中国地质调查局地球物理调查中心。

本文件主要起草人：郝国江、杨亚斌、肖都、邵晓亮、邓友茂、董义国、徐梦龙、施苏利、袁桂琴、张振宇、韩革命、赵更新、王万忠、关新芳、廖桂香、郭友钊、韩沙沙、郭凯、杨涛。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——DZ 56—87。

——DZ/T 0071—93。

地面高精度磁测技术规程

1 范围

本文件规定了地面（含陆域、湖泊、河流）高精度磁测工作的技术设计、仪器设备、野外工作、资料整理与精度评价、数据处理与资料解释及成果报告编写等方面的技术要求。

本文件适用于地质矿产勘查中的弱、中、强磁性目标物的地面勘查工作，其他领域的勘查可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

DZ/T 0069 地球物理勘查图图式图例及色标

DZ/T 0082—2021 区域重力调查规范

DZ/T 0153—2014 物化探工程测量规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高精度磁测 high precise magnetic survey

磁测总精度优于 ± 5 nT（含 ± 5 nT）的磁测工作。

3.2

磁性参数 parameter of magnetic properties

表征岩（矿）石磁性特征的物理量的参数。

注：通常指剩余磁化强度 J_r 与磁化率 K 。

3.3

微磁测量 micromagnetic survey

用高精度、密测点在特定小区域或小条带对磁场做精细测量，以获得其微细结构的专门性磁测工作。

4 总则

4.1 应用条件

勘查目标物具有一定的规模且与围岩（或周围介质）之间存在一定的磁性差异。

4.2 应用范围

高精度磁测应用范围包括：

- a) 区域地质调查；
- b) 矿产远景调查、矿产勘查、详查以及矿区及外围勘查；
- c) 油气资源勘查；
- d) 环境地质、水文地质及工程地质勘查；
- e) 煤田自燃、爆炸物、地下管道、考古调查。

4.3 基本要求

4.3.1 地面高精度磁测所用仪器应采用分辨率优于 0.1 nT、便于携带的质子磁力仪和光泵磁力仪等，可进行磁场总场测量。

4.3.2 地磁正常场采用一级近似公式计算时，应设立基点。

5 技术设计

5.1 资料收集

设计书编写前，应充分收集测区下列资料：

- a) 区域地质、矿产及物化探资料；
- b) 矿区及大比例尺资料；
- c) 岩石矿石物性资料及钻孔资料；
- d) 地形图、三角点成果等测绘资料及其他工作需要的资料。

5.2 测区踏勘

实地考察测区地形、地貌及通行条件；调查磁测干扰情况；了解测区气候、交通及经济、人文环境等情况。

5.3 方法有效性分析

5.3.1 从物性前提条件、地形通行情况、磁干扰情况及人文活动情况等方面分析该区域是否具备开展磁测工作的条件。必要时可进行方法有效性试验工作。

5.3.2 查明重要干扰因素的大小和特征，了解消除和分辨干扰的可能性。

5.3.3 查明主要工作目标物的磁场特征，包括强度、规模等，确定工作精度、测网选择是否合理。

5.3.4 依据工作目标物的磁场特征的不同，进行磁测探头高度试验，探头最佳观测高度一经确定，全测区应保持不变。

5.4 测区、比例尺和测网

5.4.1 测区

5.4.1.1 测区范围应根据目标任务的具体要求及测区的地形、地质、人文环境情况确定。

5.4.1.2 区域地质调查和矿产远景区普查工作中的高精度磁测范围，以区域地质调查和矿产远景区普查工作范围确定。

5.4.1.3 异常查证、配合矿区勘查的高精度磁测范围，应保证覆盖探测目标物或异常区，并向周围延伸，至有一定面积的正常场背景区。

5.4.2 比例尺和测网

5.4.2.1 基础地质调查工作中的高精度磁测比例尺，应等于或大于相应地质工作比例尺，最小工作比例尺不应小于 1:50 000。点距可根据需要选定，一般为线距的 $1/10 \sim 1/2$ 。

5.4.2.2 普查性高精度磁测工作，线距以不大于最小探测对象的长度确定，点距应保证至少有三个测点能反映最小探测对象产生的异常，一般点距为线距的 $1/10 \sim 1/2$ 。

5.4.2.3 详查、异常查证、配合矿区勘查的高精度磁测工作，点线距应以已知地质、物探、化探等资料为依据，确保至少有 3 条测线穿过探测对象，点距应保证测线上能反映异常细节，以满足地质推断解释需要。在重点地段可进行精测剖面或连续测量工作。

5.4.2.4 比例尺与测网线、点距，详见表 1。

表 1 比例尺与测网线、点距

工作比例尺	线距 m	点距 m	工作比例尺	线距 m	点距 m
1:50 000	500	50~250	1:2 000	20	5~10
1:25 000	250	25~100	1:1 000	10	2~5
1:10 000	100	20~50	1:500	5	1~2
1:5 000	50	10~20	连续测量		<1

5.4.2.5 测线布设方向宜垂直于探测目标物的走向。当探测目标物走向不稳定或多个目标物走向不尽相同时，测线走向宜垂直总体走向或主要探测目标物走向，必要时可在同一测区布置不同方向测线。

5.4.2.6 当测区地形条件特殊、通行困难时，可进行非规则测网测量。

5.4.2.7 在地质填图、构造研究、隐伏矿化地表标志确定、接触带热作用过程研究以及浮土的磁不均匀性研究等方面，可设计“微磁测量”，微磁测量设计要求：

a) 微磁测量工作应在全区合理布置，既要布置在已知情况较多的典型地段，也应包括需要研究解决地质问题的地段，其数量视需要而定；

b) 微磁测区取正方形，其两个边平行南北方向，或在研究有明显走向的目标物时也可使用垂直于

走向的矩形；

c) 微磁测区使用的测网线、点距从 1 m×1 m 至 3 m×3 m，应使观测结果能反映出研究对象的磁场精细结构及其典型统计特征量。

5.5 磁测精度

5.5.1 依据现今磁力仪器设备性能指标及地质、矿产、水文、工程、考古等工作中对磁测方法的精度不同要求，现将磁测总精度确定为三档 5 nT、2 nT、1 nT。异常磁场区域可用平均相对误差衡量，磁测总精度平均相对误差确定为 5%。

5.5.2 磁测总精度是测点检查观测误差、正常场改正误差、日变站基值测定误差三项误差的总均方误差（其中：检查观测误差包含操作及点位引起的误差、仪器本身性能引起的误差、日变改正引起的误差）。各分项精度误差分配，见表 2。

表 2 磁测误差分配表

磁测总精度 nT	分项均方误差 nT		
	检查观测	正常场改正误差	日变站基值测定误差
±5	±4.4	±1.5	±1.8
±2	±1.7	±0.7	±0.7
±1	±0.9	±0.3	±0.3
注：根据实际技术条件，在保证总精度的前提下，各分项精度指标可以进行调整。			

5.5.3 区域地质调查的磁测和大量普查性磁测工作的精度，以满足综合找矿，综合研究需要为原则：

a) 一般普查性磁测工作的精度，应根据由目标物引起的可以从干扰背景中辨认的有意义的最弱异常极大值的 1 / 6~1 / 5 来确定。原则上总精度优于 5 nT；

b) 异常详查和配合矿区详查评价的磁测工作，其精度应根据异常特征和所需等值线间隔确定，并满足解释推断时可能用到的某些数据处理技术对磁测精度的特殊要求。

5.6 日变站

5.6.1 在日变改正中，要提高对地磁场短周期变化的改正精度，应按地电结构的差异分区设日变观测站，按需要确定采样间隔。

5.6.2 日变站的控制范围见表 3，超过日变站控制半径时应增设日变分站。

5.6.3 当日变站数等于或多于两个时，应进行磁场联测，求得各日变站间的磁场差值。

5.7 基点

5.7.1 基点为测区正常场改正的起始点。如测区范围较大时可设立分基点。日变站也可以作为分基点使用。

表 3 日变站的控制范围

磁测总精度 nT	控制半径 km
±5	≤50
±2	≤40
±1	≤30

5.7.2 应对基点位置和高程进行测量。

5.8 剖面的设计

5.8.1 典型剖面设计

- 5.8.1.1 在所有面积性工作中，应设计典型剖面。
- 5.8.1.2 典型剖面应布置在能概括反映区内不同地层、火成岩、构造和矿产的地方，且与已有地质剖面重合。
- 5.8.1.3 剖面的数量由地质情况的复杂程度和磁场变化情况以及工作任务确定，长度应大于地质情况已知地段的长度。
- 5.8.1.4 观测点距可根据需要而定，以能取得不同地质体的详细对比资料为原则。观测精度应适当提高。

5.8.2 精测剖面设计

- 5.8.2.1 当需要对异常作定量推断时，应设计精测剖面。
- 5.8.2.2 精测剖面应布置在最能反映异常特征、最少干扰、最利于进行定量计算的地方，并尽可能与已有勘探线重合或经过已有探矿工程。
- 5.8.2.3 剖面应是直线，其方向应垂直于异常走向或通过异常的正负极值点。
- 5.8.2.4 剖面数量视异常情况而定，剖面长度应使两端出现背景场。剖面点距和精度要求根据定量推断的需要确定。

5.9 测地工作

- 5.9.1 应根据目标任务、测区地形和以往测地工作程度等具体条件确定测地方法和技术。
- 5.9.2 测点的点位及相邻点距精度以均方误差衡量，并以二倍均方误差为限差，点位均方误差在工作比例尺图上不大于 1.0 mm，相邻点距均方误差值不大于点距的 20% 。
- 5.9.3 对等于或大于 1:10 000 比例尺的磁测工作应采用全球卫星导航定位系统（GNSS）仪器、全站仪或其它满足点位精度和相应的测地技术标准要求进行测点三维坐标测量，有条件采用 CORS 工作站测量的地区，宜优先采用 CORS 工作站技术。对等于或小于 1:25 000 比例尺的磁测工作，也可以使

用手持 GNSS 仪器测定测点三维坐标，点位精度应满足 5.9.2 和 DZ/T 0153—2014 7.3.4 中 GNSS 单点测量技术要求。

5.9.4 测点三维坐标，应起始于已知国家测量控制点或测区设定测量控制点。使用手持 GNSS 仪器进行测点三维坐标测量时，应对该仪器在已知测量控制点上进行校验，求取相应转换参数。

5.9.5 正常场校正时测点高程误差要求，见表 4。

表 4 高程误差分配表

磁测总精度 nT	高度改正误差 nT	允许高程误差 m
±5	±1.0	37
±2	±0.5	18
±1	±0.2	8

5.10 磁性参数调查

5.10.1 高精度磁测工作均需进行磁性参数调查。采集岩（矿）石标本，并测定其磁化率及剩余磁化强度。

5.10.2 磁性标本的采集及测定，应根据完成工作目标任务需要、工作地区的地质条件、岩（矿）石磁性强弱等，选择合适的磁性参数测定方法，采集适量的标本数量：

- a) 区域性基础地质调查的磁性工作，其主要类型岩（矿）石标本，要求不少于 30 块；
- b) 普查、详查性磁测工作，与异常有关的主要岩（矿）石标本，要求不少于 30 块，其他岩石每类不少于 10 块；
- c) 当岩（矿）石的剩余磁化强度较大时，或磁异常图中有独立负磁异常时，应采集定向标本；
- d) 根据异常解释、研究需要，可适量布置采集定向标本；
- e) 可采用磁化率仪，现场采集岩（矿）石磁化率参数。

5.10.3 磁性标本的采集，应采用手持 GNSS 仪器或更高精度测量仪器，测量标本采集点的三维坐标。

5.11 设计书编写

5.11.1 应依据任务要求，对收集的资料进行充分研究，并对测区进行必要的踏勘的基础上编写设计书。

5.11.2 设计书主要内容：

- a) 项目概况（包括工作任务来源、目的要求、工作量及自然地理、人文环境及踏勘情况等）；
- b) 以往工作程度及地质、矿产、地球物理、物性等概况；
- c) 工作部署及工作进度安排；
- d) 工作方法技术（包括精度要求、方法技术要求、质量控制等）；
- e) 工作量及预期成果；
- f) 组织管理及人员、设备配置；

g) 质量与安全保障措施。

5.12 设计书审批与变更

5.12.1 设计书应由项目主管单位审批后方可实施。

5.12.2 项目实施过程中如需对设计书进行变更，应征得项目主管单位同意，变更后的设计书获批后方可实施。

6 仪器设备

6.1 基本要求

6.1.1 应根据目标任务要求、设计书规定的磁测技术要求选择仪器。用于同一测区、同一性质工作的仪器，其类型宜相同。用于测点观测、日变观测及磁性参数测定等各类仪器应配套。

6.1.2 开展磁法测量应配备两台以上磁力仪，并且施工用磁力仪应有一定的备用量。

6.1.3 仪器设备的档案应完整，并应定期检查、更新。

6.1.4 连续磁测应选用采样率小于 0.5 秒、并且具有连续记录位置和场值功能的高精度磁力仪。

6.1.5 正式施工前，应对所使用的仪器进行性能试验，不同磁测总精度，其仪器性能应达到表 5 要求。

表 5 仪器性能试验指标

磁测总精度 nT	仪器性能			
	仪器噪声误差 nT	仪器观测误差 nT	系统误差 nT	仪器一致性误差 nT
5	±1.0	±1.5	±0.7	±2.0
2	±0.5	±0.6	±0.3	±0.8
1	±0.3	±0.4	±0.2	±0.5

6.1.6 工作中，如果仪器出现异常应停止施工，并对仪器进行检修与调节，检修后应重新进行性能校验。

6.2 性能试验

6.2.1 磁力仪噪声水平的测定

6.2.1.1 将仪器探头置于磁场平稳而又不受人文干扰场影响的地方，探头间隔在 20 m 以上，在日变平稳时段进行秒级同步观测，读数时间间隔为 5 秒～10 秒，取 100 个以上的观测值计算仪器的噪声水平。

6.2.1.2 当有 3 台以上（包括 3 台）的磁力仪同时工作时，按下式计算每台仪器的噪声均方根值 S。

$$S_j = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta X_i - \overline{\Delta X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (1)$$

$$\Delta \overline{X}_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \Delta X_{ij} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- S_j —— 第 j 台仪器的噪声水平, 单位为纳特 (nT);
- ΔX_{ij} —— 第 j 台仪器第 i 时的观测值 X_{ij} 与起始观测值 X_{0j} 的差值, 单位为纳特 (nT);
- $\Delta \overline{X}_i$ —— 所有仪器第 i 时 ΔX_{ij} 的算术平均值;
- n —— 总观测数, $i=1,2,\dots,n$;
- m —— 磁力仪个数, $j=1,2,\dots,m$;

6.2.1.3 当仪器不足 3 台时, 按下式计算每台仪器的噪声均方根值 S 。

$$S = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \tilde{X}_i)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (3)$$

观测值按 7 点滑动取平均值 \tilde{X}_i 。

$$\tilde{X}_i = \frac{1}{7} (X_{i-3} + X_{i-2} + X_{i-1} + X_i + X_{i+1} + X_{i+2} + X_{i+3}) \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- X_i —— 第 i 时的观测值, $i=1,2,\dots,n$;
- \tilde{X}_i —— 第 i 时滑动平均值;
- n —— 总观测数, $n>100$ 。

6.2.2 仪器观测误差测定

6.2.2.1 选择无人文干扰且磁场平缓 (10 nT~20 nT) 的地方, 建立一条观测路线, 设立观测点 50 个以上, 点距不小于 20 m, 仪器在这些点上做往返观测。

6.2.2.2 仪器观测均方误差的计算公式为:

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta_i^2}{2n}} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- ε —— 仪器观测误差, 单位为纳特 (nT);
- δ_i —— 仪器第 i 点往、返观测值经日变改正后的差值, 单位为纳特 (nT);
- n —— 观测点数, $i=1,2,\dots,n$ 。

6.2.3 仪器系统误差测定

6.2.3.1 同一工区使用两台以上 (含两台) 仪器进行普通点采集时, 应进行仪器系统误差的测定。所使

用的仪器应满足磁测总精度对仪器系统误差指标的要求。

6.2.3.2 观测点设立要求同 6.2.2.1，所有仪器在这些点上按相同的顺序进行单次观测。

6.2.3.3 仪器系统误差按下面公式计算：

式中：

ε_x ——仪器系统误差，单位为纳特（nT）；

V_i ——单台仪器在第 i 点经日变改正后的磁力值与第 i 点经日变改正后所有磁力值平均值之差，单位为纳特（nT）；

n ——观测点数， $i=1, 2\cdots n$ 。

6.2.4 仪器一致性测定

6.2.4.1 校验应在工作现场进行，观测点数不少于 50 个，其中少数点应处于较强的异常场上（约为设计观测均方误差的 10 倍以上）。参与施工的各台仪器在这些点上作往返观测，观测值需要经过日变改正。

6.2.4.2 同一测区使用两台及以上仪器时（不包括日变观测仪器），应进行仪器一致性测定，仪器一致性用总观测均方误差衡量，公式为：

式中：

ε_y ——仪器一致性误差，单位为纳特（nT）；

V_{ij} ——第 j 台仪器在第 i 点往或返的经日变校正的观测值与所有仪器在该点的经日变校正后的观测值的平均值之差，单位为纳特（nT）；

m ——参加一致性观测的仪器台数。

n ——观测点数， $i=1, 2\cdots n$ 。

6.3 保管与维护

6.3.1 使用和保管

6.3.1.1 仪器和配套设备应建立使用台账，记录其性能变化、调节检修情况、使用及交接情况。

6.3.1.2 使用、保管、运送仪器设备时应防水、防潮、防暴晒、防震、防尘。严禁将仪器放置在潮湿、不清洁和不安全的地方。

6.3.1.3 运输高精度磁力仪时，应由专人负责，妥善维护。

6.3.1.4 仪器设备所属的零配件、备件和工具，应随仪器设备妥善保管，不应随意弃置或做他用。

6.3.1.5 操作仪器应按说明书或操作规程执行。

6.3.1.6 领取仪器与设备时，领用单位应派熟悉仪器装备性能的人员，对所领仪器设备逐台进行检查，并填写仪器使用簿。

6.3.2 保养与维护

6.3.2.1 日常保养包括每日用毕，应擦净尘土、汗迹，特别是各插口（座）应保持清洁。

6.3.2.2 每月应对仪器设备进行充电检查，每年应全面检查、维护一次，并将检查和维护结果记入仪器使用簿。

6.3.2.3 严禁随意拆卸仪器，仪器设备应防震、防摔、防碰等。

6.3.2.4 仪器设备发生故障时，应及时修理，不应使用故障仪器。

6.3.2.5 对仪器的调节与检修，应由受过训练的专业人员负责，并按照说明书和有关规定的要求执行。

7 野外工作

7.1 测地工作

7.1.1 控制点的联建

7.1.1.1 在无控制点或控制点不能全面控制测区范围，以及无 CORS 信号覆盖的地区，应建立控制网或控制点。测量控制网一般使用 GNSS 的静态模式测量，也可采用常规方法测量。一、二级控制网可选用全球定位系统实时动态测量（RTK）。

7.1.1.2 组成控制网的控制站（点）三维坐标，应由国家测量控制点或测区已知点引出。GNSS 布网方式，根据需要可采用三角网、单三角形、附合导线网等。

7.1.1.3 采用 GNSS 仪器进行测量时，控制点应建在交通条件较好、易于作业、其周围无视角 $\geq 15^\circ$ 的成片障碍物，并应离高压线及微波通道 50 m 以上，应离大功率发射源（电视发射塔、电台、微波站等）200 m 以上。

7.1.1.4 新建控制点也可采用精密单点定位进行测量，精密单点定位测量数据应采用专业软件处理或由权威部门处理。

7.1.2 测点三维坐标测量

7.1.2.1 应根据目标任务及测区地形等具体条件，确定采用 GNSS 仪器、全站仪及手持 GNSS 仪器等测量测点三维坐标。

7.1.2.2 有条件采用 CORS 工作站测量的地区，宜优先采用 CORS 工作站技术。对于地形起伏不大的测区，宜采用全球定位系统实时动态测量（RTK）。

7.1.2.3 采用 GNSS 仪器或手持 GNSS 仪器测量测点三维坐标时，要求有效卫星数不小于 4 颗。采用单基站的 RTK 方式定位时，控制半径一般不大于 5 km。

7.1.2.4 其他详见 5.9。

7.1.2.5 项目设计书中如对测地工作有特殊要求，按设计书执行。

7.2 日变站、校正点的选择

7.2.1 日变站位置选择要求

7.2.1.1 位于平稳磁场内。

7.2.1.2 靠近驻地，方便使用。

7.2.1.3 附近无磁性干扰物（特别是可移动磁性干扰物），并远离建筑物和工业设施（如铁路、厂房、高压线、信号塔等）。

7.2.1.4 磁场水平梯度和垂直梯度较小，在半径 2 m 及高差 0.5 m 范围内，其磁场变化不超过 1 nT / m。

7.2.1.5 所在地点能长期不被占用，有利于标志的长期保存。

7.2.2 仪器校正点

7.2.2.1 用于了解一天或一段工作时间内仪器性能是否正常。

7.2.2.2 位于磁场梯度较小处，即避免在异常上或磁场变化杂乱处，并应设立标志，每次对校正点时的点位和高度应保持一致。

7.2.2.3 附近无可移动磁性干扰物。

7.2.2.4 在观测路线上或其他便于使用的地方。

7.3 日变站联测

7.3.1 日变站基本场值的确定

7.3.1.1 选取夜间平稳时段（20 时～6 时）作日变观测，读数间隔不大于 20 秒，应选择地磁场变化平稳段，即 2 小时内地磁场平均值变化不超过 2 nT 的时间段，求取地磁场的平均值，即日变站的基本场值。

7.3.1.2 选取磁场平稳时段，进行日变站与已知场值点（或地磁观测站）之间的秒级同步观测，通过段差求取日变站的基本场值。

7.3.2 日变站联测

7.3.2.1 工作前，所有参与观测仪器都应进行秒级时间同步调对。

7.3.2.2 使用两台或多台性能稳定的高精度磁力仪器，选取夜间磁场平稳时段（20 时～6 时），分别架设在不同日变站上观测，要求仪器秒级同步，同边段的两台仪器，观测同步时间段不少于 1 小时。

7.3.2.3 两日变站点间单次读数差与平均读数差之差，要求不大于日变站联测设计均方误差的两倍。

7.4 日变观测

7.4.1 工作前，对进行日变观测仪器，应与所有参与测点观测的仪器进行秒级时间同步调对。

7.4.2 应在投入施工的同类型仪器中，挑选性能最好的磁力仪进行日变观测。采样间隔 5 秒～20 秒。

7.4.3 日变站架设时，应保证每天位置准确，同时每天探杆应保持竖直且探头高度一致。

7.4.4 在一个工作日内，日变观测应始于早校正点观测之前，终于晚校正点观测之后。

7.4.5 在每一个测区开工前，应作少量的昼夜连续观测，以了解仪器性能和短周期日变特征。

7.5 测点观测

7.5.1 每天工作前，所有观测仪器均应进行秒级时间同步调对。

7.5.2 每个闭合观测单元的观测，应始于校正点，终于校正点。长剖面工作，如果一天内不能结束工作并且无法回到校正点进行观测时，应在当日观测的剖面末端设 2 个~3 个连接点，次日观测从重复各连接点的观测开始，并于剖面观测结束后回到校正点观测。当在校正点上的前后两次读数，经日变改正后的差值超过两倍设计观测均方误差时，则全闭合观测单元工作量报废，并查明仪器不正常的原因。

7.5.3 测点观测时应遵守下列要求，并随时注意观测结果的变化，及时采取妥善的处理措施：

- a) 在工作时，应在校正点及测点观测两次读数，两次读数差不应大于观测精度，否则应查明原因；
- b) 观测时，观测人员应“去磁”即不能带小刀、发卡、皮带扣、鞋扣等磁性物品，应携带的磁性物件和其他有磁性的设备应离开测点一定距离。这个距离可以通过试验确定，以不影响观测结果为原则；
- c) 观测时应保证点位准确，同时每次观测时探杆应保持竖直且探头高度一致；
- d) 观测时如遇事故（如仪器受震），仪器性能可能发生突然变化时，应回到事故发生前测过的几个测点上（点位应正确）作重复观测，必要时应回到校正点上作重复观测，以检查仪器性能，当确认仪器性能正常后，方可继续观测。

7.5.4 当观测结果出现如下变化时，应采取相应措施：

- a) 当相邻两测点读数相差较大时，或当有值得注意的地质现象时，应加密观测点和重复测量；
- b) 当相邻测线的异常特征明显不一致时，应加密测线；
- c) 当测区边缘发现可能有意义的异常或值得注意的地质现象时，应追踪观测；
- d) 随时注意异常与周围地质现象之间的关系，记于备注栏内，必要时需测定岩石磁性或采集标本；
- e) 遇有磁性干扰物时，应合理移动点位，并应记录干扰物的类别，测定干扰物的距离。

7.5.5 遇到磁暴或磁扰较大时应停止工作。

7.6 岩（矿）石标本的采集和磁性参数的测定

7.6.1 在磁异常和矿化蚀变地段，凡能采到新鲜岩石的地方，应采集标本。根据磁测工作的目标任务，确定地质单元。每个单元的标本数应不少于 30 件，含磁性体的地质单元应采集磁性体标本。

7.6.2 采样点的分布应具有地质构造的代表性，宜均匀分布在测区内的岩石出露区。对于隐伏的地质单元，宜在邻区采集标本，一般每个采样点的标本数不超过 3 件。标本形状规则（大致为正方体，体积不小于 $10\text{ cm} \times 10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ ）。

7.6.3 标本应在采集现场进行编号，并记录采集位置和有关的地质情况。

7.6.4 对测区及邻区的已知钻孔，应进行磁性测定工作。验证孔应采集岩芯，岩芯取样密度依岩性及矿体特点而定，一般在每个岩矿段的上、中、下各采集 3 件标本。选择的钻孔，其岩芯的组合尽可能组成较为完整的地质单元。

7.6.5 应正确确定标本名称及时代并进行描述，必要时可进行岩矿鉴定。

7.6.6 若需要,应采集定向标本。定向标本采集时,应在采集标本的露头上画出两个方向上的水平线确定水平面,标出水平面的上、下方确定其垂直轴,并在标本上标出磁北方向箭头,磁北方向一般可用罗盘仪定向,强磁性矿区(或磁性体)应使用经纬仪或 GNSS 定向。

7.6.7 测定标本磁性参数的灵敏度应与磁测总精度相适应,并满足异常解释的需要,磁异常定量解释应同时测定磁化率和剩余磁化强度。标本磁性参数测定工作可参照附录 A 和附录 B。

7.7 原始记录

7.7.1 磁测工作原始记录

原始记录主要包括:

- a) 仪器调节、试验及校验的观测记录(含数据光盘);
- b) 日变站选择与确定基本场值 T_0 的观测记录(含数据光盘);
- c) 测点的观测及文字记录(含数据光盘);
- d) 日变观测记录(含数据光盘);
- e) GNSS 年检记录、定点记录及其他测地记录(含数据光盘);
- f) 各种质量检查的观测记录(含数据光盘);
- g) 磁性标本采样记录、三维坐标记录与磁性参数测定记录等。

7.7.2 野外记录基本要求

野外记录基本要求如下:

- a) 对各种原始记录,应按测区、工作比例尺和记录性质分类,依照统一的格式,编成标准化的文件,记录格式按照附录 C 表格要求记录,以便于进行数据处理;
- b) 各种记录应及时汇编成册并编号,不应随便插页和撕页,记录内容不得涂改和擦改(因记错需修改时,应用横线把错误记录划去,在旁边记下正确数据并签名以示负责);
- c) 记录所用各种符号和代号应统一、避免混乱,记录的有效数字应与仪器的精度要求相适应;
- d) 使用有存储功能、不需要人工记录的磁力仪,应对各测点的磁干扰等与观测有关的情况进行记录;
- e) 记录应完整,对记录本和打印记录的页首、页末及各栏应按规定填写齐全;
- f) 手写记录应使用中等硬度的铅笔书写,字体工整;
- g) 编写日验收记录表,包括日改后校正点的差值、当日完成工作量、质检点、存在问题与处理意见、以往问题处理结果等。

7.8 质量检查与评价

7.8.1 野外观测的质量检查

7.8.1.1 随着野外工作的开展,应有步骤地及时进行野外质量检查。

7.8.1.2 磁测检查工作应按“一同三不同”（同点位，不同日期，不同仪器，不同操作员）方式进行。

7.8.1.3 异常区、畸变点应布置检查工作。

7.8.1.4 当测区日变站多于一个时，应布置少量异站检查工作量。

7.8.1.5 测地工作质量检查与磁测同步进行，检查点位及工作量与磁测相同。

7.8.2 检查工作量

7.8.2.1 高精度磁测面积工作的质量检查率不低于 3%，精测剖面的质量检查率应达到 10%，绝对点数不少于 30 个，质量检查点的分布应均匀。

7.8.2.2 微磁测量工作的野外观测质量检查与评价，按专项设计的要求执行。

7.8.2.3 连续磁测重复观测不低于 3%，要求两次观测异常曲线形态一致。精度计算在有标记点上进行，绝对点数不少于 30 个。

7.8.2.4 当检查结果误差超过设计规定，或在某些地段、时段存在明显系统误差时，应适当增加检查量，当检查量增加到 20% 时，质量检查结果仍不符合要求，则相应工作量应予以报废。

7.8.3 质量检查误差计算

7.8.3.1 磁测工作精度一般用均方误差来衡量，均方误差计算公式为：

$$\varepsilon_{c.g} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta_i^2}{2n}} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$\varepsilon_{c.g}$ ——检查观测精度，单位为纳特（nT）；

δ_i ——第 i 点经日变改正的原始观测磁场值与检查观测磁场值之差；

n ——检查点数， $i=1, 2 \dots n$ 。

7.8.3.2 异常磁场区域的检查点可采用平均相对误差来衡量，此类检查点不参与磁异常总精度的计算，平均相对误差计算公式为：

$$\bar{\eta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \eta_i \dots\dots\dots (9)$$

$$\bar{\eta}_i = \frac{|T_{i2} - T_{i1}|}{T_{i2} + T_{i1}} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$\bar{\eta}$ —— 平均相对误差；

$\bar{\eta}_i$ —— 第 i 点的相对误差；

- n —— 检查点数；
 T_{i1} —— 第 i 点的经日变改正的原始观测值；
 T_{i2} —— 第 i 点的经日变改正的检查观测值。

7.8.4 高精度磁测质量评价

高精度磁测的质量，应分测区、分比例尺、分工作性质（面积性工作，剖面性工作）评价。计算均方误差时，可将误差过大的个别点舍弃，但舍弃数不应超过相应检查点数的 1%，并应说明舍弃依据。

7.8.5 磁性参数测定质量检查

磁化率和剩余磁化强度的测定质量，以平均相对误差为评价标准，误差限 20%。磁性参数测定的质量检查率应达 10%。计算公式见式（11）。剩余磁化强度向量的方向测定质量，以平均相对误差为评价标准，误差限 15%。计算公式为：

$$\bar{u} = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|t'_i - t_i|}{t'_i + t_i} \right) \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

t_i, t'_i —— 第 i 块标本的原始观测和检查观测值，磁化率单位为 $4\pi \times 10^{-6}$ SI，剩磁单位为 10^{-3} A/m，剩磁方向单位为弧度；

- n —— 检查标本块数；
 \bar{u} —— 磁性参数测定精度。

7.8.6 磁测数据报废

检查验收时，对下列原始数据应予以报废：

- 达不到设计书要求的观测精度的观测数据；
- 测地工作质量不符合要求的相应磁测数据；
- 工作中，仪器设备性能变化超出允许范围所观测的磁测数据；
- 日变资料作废当天的磁测数据；
- 采集的物性标本不符合要求，测定方法不正确或测定结果不符合要求的磁性参数资料。

8 资料整理与精度评价

8.1 资料整理

8.1.1 资料整理内容

资料整理主要包括：

- 仪器性能测试资料整理计算；
- 日变站联测资料整理计算；

- c) 测量控制点联测资料整理计算；
- d) 测点三维坐标观测资料整理计算；
- e) 测点磁测观测资料日变改正整理计算；
- f) 测点三维坐标检查观测资料整理计算；
- g) 测点磁测检查观测资料日变改正整理计算；
- h) 采集标本的三维坐标资料整理计算；
- i) 标本磁性参数测定资料整理计算；
- j) 各项检查精度统计；
- k) ΔT 磁异常值计算；
- l) 磁性参数测定结果的统计；
- m) 各种图表的编制；
- n) 对各原始记录、表册进行整理、编目和编号，编制原始资料索引。

8.1.2 资料整理要求

- 8.1.2.1 对所有的录入数据均进行 100% 检查。
- 8.1.2.2 采用相关部门认证程序计算如采用自编程序计算时，应用相关部门认证程序复算检查。
- 8.1.2.3 对所有计算结果均应不同人进行 100% 复算。
- 8.1.2.4 各项改正值取至 0.01 nT， ΔT 磁力异常值取至 0.1 nT。

8.2 日变站基本场 T_a 值的测定

8.2.1 日变站单独观测

为准确求取日变站基本场 T_a 值，需作较长时间的日变观测，选取地磁场变化平稳时段（20 时～6 时）作日变观测，读数间隔不大于 20 秒，选取 2 小时内地磁场平均值变化不超过 2 nT 的时间段，求取 T_i 的平均值，即为该处的 T_a 值。

$$T_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i \dots\dots\dots (12)$$

式中：

- T_a ——该处基本磁场值，单位为纳特（nT）；
- T_i ——第 i 时刻日变站的观测值，单位为纳特（nT）；
- n ——参与统计的地磁场 T_i 值总数。

8.2.2 日变站联测

8.2.2.1 日变站与已知基本场值点联测

在 20 时~6 时的磁场平稳时段内, 进行日变站与已知场值点(或地磁观测站)之间的秒级同步观测, 读数时间间隔不大于 20 秒, 连续观测时间应不少于 2 小时。日变站的基本磁场值计算公式:

$$T_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma_i + T_{a0} \dots\dots\dots (13)$$

式中:

- T_a —— 日变站的基本磁场值, 单位为纳特 (nT);
 T_{a0} —— 已知基本场值点的基本磁场值, 单位为纳特 (nT);
 σ_i —— 第 i 时刻日变站观测值与已知点观测值之差, 单位为纳特 (nT);
 n —— 参与统计的观测值的总数。

8.2.2.2 日变站联测网

当采用闭合网方式进行日变站联测时, 应按照 DZ/T 0082—2021 的附录 I 进行网平差计算。

8.2.3 日变站基本场值测定误差

8.2.3.1 日变站单独观测误差计算

$$\varepsilon_0 = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - T_a)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (14)$$

式中:

- ε_0 —— 日变站基本场值测定误差, 单位为纳特 (nT);
 T_a —— 该处基本磁场值, 单位为纳特 (nT);
 T_i —— 第 i 时刻日变站的观测值, 单位为纳特 (nT);
 n —— 参与统计的地磁场 T_i 值总数。

8.2.3.2 日变站联测误差计算

$$\varepsilon_0 = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n-1}} \dots\dots\dots (15)$$

式中:

- ε_0 —— 日变站基本场值测定误差, 单位为纳特 (nT);
 V_i —— 第 i 条边某个段差与第 i 条边所有段差的平均值之差, 单位为纳特 (nT);
 n —— 参与统计的观测值的总数。

8.2.3.3 日变站联测网误差计算

当采用闭合网方式进行日变站联测时,选取联测网最弱边段均方误差作为日变站基本场值测定误差 (ε_0),即选取 ε_j 绝对值最大的一个作为 ε_0 值。日变站联测网边段均方误差:

$$\varepsilon_j = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_j} \delta_{ij}^2}{n_j(n_j-1)}} \dots\dots\dots (16)$$

式中:

ε_j —— 第 j 边段联测均方误差,单位为纳特 (nT);

n_j —— 组成第 j 边段平均值的组数;

δ_{ij} —— 日变站网第 j 边段上各个差值与该边段平均值之差,单位为纳特 (nT)。

8.3 测点磁场值 (T_o) 计算

8.3.1 日变观测数据预处理

当设计总精度优于 2 nT 时,应先去掉日变观测数据中零星的突变点,作 5 点或 7 点滑动平均,再对测网观测进行日变改正。

5 点滑动平均计算:

$$\tilde{X}_i = \frac{1}{5} (X_{i-2} + X_{i-1} + X_i + X_{i+1} + X_{i+2}) \dots\dots\dots (17)$$

式中:

X_i —— 第 i 时的观测值;

\tilde{X}_i —— 第 i 时滑动平均值。

7 点滑动平均按公式 (4) 计算。

8.3.2 日变改正量 ($T_{R,i}$) 计算

$$T_{R,i} = -(T_i - T_a) \dots\dots\dots (18)$$

式中:

$T_{R,i}$ —— 第 i 时的日变改正值 (nT);

T_i —— 日变站第 i 时的磁场观测值 (或滑动平均值) (nT);

T_a —— 日变站的基本磁场值 (nT)。

8.3.3 测点磁场值 (T_c)

$$T_c = T_{c,g} + T_{R,i} \dots\dots\dots (19)$$

式中:

T_c —— 测点的磁场值 (nT);

$T_{c.g}$ —— 测点第 i 时的观测值 (nT);

$T_{R.i}$ —— 第 i 时的日变改正量 (nT)。

8.4 ΔT 磁异常值的计算

8.4.1 地磁正常场值 (T_0) 计算

8.4.1.1 地磁正常场可采用附录 D 模型计算出每个测点的正常值 (T_{0j}), 进行正常场改正。

8.4.1.2 小范围进行高精度磁测工作时, 在满足正常场改正误差情况下, 可采用附录 D 模型计算出基点正常场 T_0 值以及基点磁正常场的 (X、Y、Z) 即 X 分量、Y 分量、Z 分量, 从基点开始, 求取该区域南北向的正常磁场梯度和垂向正常磁场梯度, 从而计算出每个测点近似正常场值。

测点近似地磁正常场值:

$$T_w = \frac{3ZH}{2RT_0} (x_j - x_0) \dots\dots\dots (20)$$

$$T_h = -\frac{3T_0}{R} (h_j - h_0) \dots\dots\dots (21)$$

$$T_{o.b} = T_w + T_h \dots\dots\dots (22)$$

$$T_{0j} = T_0 + T_{o.b} \dots\dots\dots (23)$$

式中:

T_{0j} —— 测点的地磁正常场值 (nT);

T_0 —— 由球谐表达式计算出的基点磁正常场值 (nT);

$T_{o.b}$ —— 相对基点正常场改正值 (nT);

T_w —— 南北向磁场改正值 (nT);

T_h —— 高度改正值 (nT);

Z —— 基点的磁正常场垂直分量 (nT);

H —— 基点的磁正常场水平分量 (nT);

R —— 地球平均半径, 数值取 6371.2 (km);

x_j —— 测点南北方向坐标值 (km);

x_0 —— 基点南北方向坐标值 (km);

h_j —— 测点高程值 (km);

h_0 —— 基点高程值 (km)。

8.4.2 ΔT 磁异常值计算

测点磁场观测值($T_{c.g}$), 经日变改正 ($T_{R.i}$)、正常场改正获得 ΔT 磁异常值。

$$\Delta T = T_{c.g} + T_{R.j} - T_{0j} \dots\dots\dots (24)$$

式中:

- ΔT —— 测点磁异常值 (nT);
 $T_{c.g}$ —— 测点第 i 时的观测值 (nT);
 $T_{R.i}$ —— 第 i 时的日变改正量 (nT);
 T_{0j} —— 测点的地磁正常场值 (nT)。

8.5 ΔT 磁异常总精度计算

8.5.1 正常场改正误差计算

正常场改正误差包含南北向磁场改正误差和高程改正误差, 计算公式如下:

$$\varepsilon_b = \pm \sqrt{\varepsilon_w^2 + \varepsilon_h^2} \dots\dots\dots (25)$$

$$\varepsilon_w = \pm 0.0058 \cdot \Delta x \dots\dots\dots (26)$$

$$\varepsilon_h = \pm 0.024 \cdot \Delta h \dots\dots\dots (27)$$

式中:

- ε_b —— 磁正常场改正均方误差 (nT);
 ε_w —— 南北向磁场改正误差 (nT);
 ε_h —— 磁高程改正误差 (nT);
 Δx —— 沿南北向的平面坐标检查误差(m);
 Δh —— 高程检查误差(m)。

8.5.2 磁测点检查观测均方误差计算

详见 7.8.3。

8.5.3 日变站基本场值均方误差计算

详见 8.2.3。

8.5.4 ΔT 磁异常总精度

$$\varepsilon_{\Delta T} = \pm \sqrt{\varepsilon_{c.g}^2 + \varepsilon_b^2 + \varepsilon_0^2} \dots\dots\dots (28)$$

式中:

- $\varepsilon_{\Delta T}$ —— ΔT 磁异常总精度；
 $\varepsilon_{c.g}$ —— 磁测点检查观测均方误差；
 ε_b —— 正常场改正均方误差；
 ε_0 —— 日变站基值测定精度。

9 数据处理与资料解释

9.1 数据处理

9.1.1 数据资料预处理

9.1.1.1 数据扩边处理

对解释区域扩边需要的数据应进行拼接处理。影响拼接效果的主要因素，是不同来源的磁异常数据采用的磁异常改算方法不同。可采用对原始数据统一改算或磁异常调平处理。

9.1.1.2 磁异常数据网格化处理

数据网格化应注意网格数据的保真性，网格距科学合理确定，要求不能大于点线距。

9.1.2 数据资料处理

9.1.2.1 磁异常的化极处理

把斜磁化异常转化为垂直磁化异常，在此基础上进行其他数据处理。化极处理后的磁异常图应和地质矿产成果扣合，分析化极处理中的磁参数取值是否合理，在低纬度地区尤其应注意。磁力异常化极处理的要求如下：

- 化极处理的磁倾角与磁偏角参数可由地磁要素图读取，或用相应软件计算求得；
- 当化极效果不理想时，可适当调整磁倾角与磁偏角，直至斜磁化影响基本消除。

9.1.2.2 常规处理

磁异常的分离处理，如延拓、求导、剩余异常求取等，以突出或放大有关信息，为异常识别和地质解释服务。

9.1.2.3 其他特殊处理

根据解释的特殊需要进行的特殊数据处理。

9.2 资料解释

9.2.1 定性解释

9.2.1.1 根据化极 ΔT 磁异常特征，结合 ΔT 磁异常特征对磁异常进行分区和分带。如强磁异常场区或带、弱磁异常场区或带等。

9.2.1.2 根据磁异常的形态、梯度变化、组合关系及展布规律，推断其地质成因及空间展布：

- 磁异常局部幅值变化剧烈，是浅表小规模强磁性体分布的反映；磁异常幅值大、形态规则，是

中、深部磁性体分布的反映；磁异常幅值大、形态凌乱，是强磁性体顶部接近或出露地表的反映，通过向上延拓可以突出深部异常特征；

b) 磁异常呈条带状、串珠状展布，是蚀变带、构造线及区域性大断裂的标志；磁异常发生有规律同向搓动扭动或两侧磁异常特征差异很大，都是构造线及断裂的反映。通过以上磁异常特征，可以圈定岩体、划分蚀变带、确定断裂位置及地层边界。

9.2.1.3 依据 ΔT 磁异常特征、化极 ΔT 磁异常特征及导数、剩余磁异常特征，识别解释区域的局部磁异常，并编号。逐个确定异常幅值、范围及中心坐标，描述异常形态，结合已知资料，推断磁异常的地质成因，筛选出矿制异常或其他有意义的异常。

9.2.1.4 测区内有成规模的负磁异常存在，化极后依然完好，应进行异常登记，可能反映该区域有剩余磁化方向和现磁化方向变化较大或相反的磁性体存在。

9.2.2 定量解释

9.2.2.1 建立测区地质—地球物理模型，采用横穿测区的精测剖面或图切剖面 ΔT 磁异常数据，通过人机联作二维半正反演计算，呈现地下半空间的磁性体分布，从而准确确定与磁性有关的构造及地质体的分布和赋存情况。

9.2.2.2 对有意义的典型磁异常，进行剖面正反演计算，确定引起该磁异常的地质体的埋深及空间形态。

9.2.2.3 对磁异常进行三维反演计算。

9.2.3 综合解释推断

9.2.3.1 地质解释应围绕测区地质任务展开，收集最新的地质资料，并吸纳国内外最新成果，解决测区内的地质问题，并尽可能提出新的地质认识。

9.2.3.2 根据定量解释结果、地质—磁性关系模型，并结合地质、钻井及其他物化探资料，确定磁性地层或基底的几何参数（主要是埋深、倾角和厚度）在平面或沿剖面的变化关系、断裂分布等特征；提供磁性地质体在平面上的投影位置、埋深及倾向等。

9.2.3.3 结合重力等资料，研究区域构造特征，进行构造单元划分。

9.2.3.4 根据测区磁异常的定性、定量解释，区分不同性质的异常，并分别作出地质解释推断，如推断（出露或隐伏）岩浆岩岩体的边界、划分不同规模的断裂构造等。

9.2.3.5 定性、定量解释均应充分利用已知条件进行约束，减少多解性，并应进行可靠性分析。

9.2.3.6 凡需工程验证，应提交异常验证说明书，验证后应当进行再解释。

10 成果报告编写与资料提交

10.1 成果报告编写

10.1.1 应按高精度磁测任务书的要求编写成果报告。

10.1.2 成果报告编写前，应全面收集有关资料，经过与地质、地球化学、遥感及其他地球物理资料综

合分析，在定性解释、定量解释、综合解释推动的基础上，编写成果报告并编制相应的推断解释图件。

10.1.3 成果报告应立论有据，观点明确，重点分析和说明如何解决了任务书及设计书规定的地质任务，重点阐述新成果、新发现。

10.1.4 成果报告编写提纲参见附录 E。

10.1.5 附图主要包括：

- a) 实际材料图；
- b) ΔT 磁异常剖面平面图（根据需要可选）；
- c) ΔT 磁异常平面等值线图；
- d) ΔT 磁异常化极平面等值线图；
- e) 其他需要的异常转换图；
- f) 推断成果图（推断平面图及推断剖面图）。

10.1.6 主要图件的编绘应符合 DZ/T 0069 的要求。

10.2 资料提交

成果报告编写完成后，经承担单位初审，提交项目主管单位评审验收。成果报告通过评审验收后，其项目资料方可提交。提交的项目资料主要包括：

- a) 任务书或合同书、设计书等相关资料；
- b) 全部原始资料（野外记录、测地数据、观测数据、检查记录等）；
- c) 资料整理、解释结果及编绘的图件；
- d) 成果报告等。

附录 A

(资料性)

用质子磁力仪测定岩(矿)石标本的方法

A.1 适用范围

本方法无需添置专用的磁性测定仪器,利用高精度磁测现有的质子磁力仪,可测出 $K > 50 \times 4\pi \times 10^{-6} \text{ SI}$ 的标本磁性,基本上能满足异常解释需要,具有较大实用价值。

A.2 仪器及辅助设备

仪器:使用质子磁力仪。

传感器:采用双探头的梯度测量装置,将标本靠近下探头,则梯度读数即相当于标本产生的磁场。若采用单探头的总场测量装置,则应在附近另设一台测日变的同类仪器,将每次读数进行日变改正后才能算出标本产生的磁场。

标本架:用无磁性三脚架作支撑,其上置两块活动的(带无磁合页)平板,一块水平放置并固定在架上,另一块倾斜可调,使交角与当地磁倾角相等,并使倾向朝北,置于下探头北侧,见图 A.1,板上装有角铝,以防标本盒下滑。

标本盒:边长为 15 cm 的正方形木盒,按右螺旋系统规定 X 轴向北, Y 轴向东, Z 轴向下,在 3 个轴向的正方向盒面分别标以 2、4、6;在 3 个轴向的负方向盒面上分别标以 1、3、5,当将这标本盒置于上述标本架倾斜面上, Z 轴与地磁场 T 方向一致。

量杯:最大量程为 $500 \text{ cm}^3 \sim 1000 \text{ cm}^3$ 的玻璃量筒;直径 15 cm~20 cm,高约 40 cm,且在距上端约 5 cm 处有一下倾小漏水嘴的铁桶;或感量不低于 5 g,最大称量 2 kg 的体积秤。

钢卷尺、三角尺、面盆及碎布等。

A.3 测定步骤

A.3.1 选择一处磁场较平稳、无人文干扰磁场的地点,架好仪器及探头,此时梯度读数 T_h 应在零值左右(或有很小底数)。用仪器的线号键(Line)置入标本编号。用仪器的点号键(Station)按向上盒面的号码(如 6)和绕 Z 轴(即 T 方向)每旋转 90° ,读取一数编入 601、602、603、604..... 其余各方向向上时一样,百位上的数字代表轴向(正或负),个位上的数字代表同一轴向的读数次序数。

A.3.2 安置标本架:可采用高斯第一位置测定,如图 A.1 所示。也可采用第二位置测定,如图 A.2 所示[使标本架上倾斜板面垂直于地磁场 T_0 的磁力线,并使标本盒位于探头筒的正东(西)面,盒中心与下探头中心在同一水平面上。根据标本磁性强弱,调节标本盒中心与探头中心的距离(不小于 15 cm)为保证数据的可靠性,希望标本产生的磁场能引起 $\geq \pm 1 \text{ nT}$ 的变化。]

A.3.3 标本装盒:将待测标本放入标本盒内,用碎布塞紧,并注意使标本中心与盒中心一致。对于定向标本应使其东、北、下方向分别与标本盒 X、Y、Z 轴正方向一致。

A.3.4 观测：放标本前检查读数 n_0 （仪器置点号为 X_{co} ，其中百位上 X 为上盒面号码），将标本盒放在标本架上，选择距离 R 使仪器读数变化较大（ $\geq \pm 1 \text{ nT}$ ），记录距离 R ；按向上盒面的号码依次读数 n_1 、 n_2 、…… n_6 ；拿去标本后再次检查底数 n'_0 。

为减少标本形状不规则、磁性不均匀和标本位置误差的影响，可在每个轴的正、负方向都分别读取四个数(标本盒沿 T 方向每旋转 90° 读一个数)，即平均值进行计算。

如
$$n_6 = (\text{Th}_{601} + \text{Th}_{602} + \text{Th}_{603} + \text{Th}_{604})/4$$

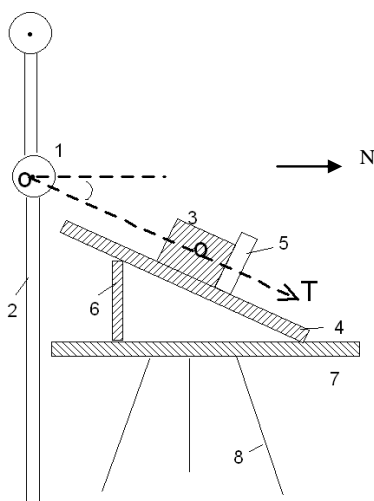
A.3.5 测定标本体积：取出标本，用细绳将标本放在水中浸湿，然后轻缓放入装满水的铁筒中，同时用空量筒收集被排出的水。待铁筒中水面平静后，放正量筒并读取量筒中的水量 V ，此数即为标本体积（ cm^3 ），也可用体积秤称取标本体积。

A.4 测定要求

距离 R 量准到 0.2 cm ，体积 V 量准到 5 cm^3 。

仪器探头附近的磁性干扰物如强磁性标本、铁筒等不得移动；测定过程中，标本架、探头支撑杆不得移动。在一块标本测定期间， n_0 应不变。

高斯第一位置测定装置如图 A.1。



标引序号说明：

- 1- 磁探头；
- 2- 探头支杆；
- 3- 标本盒；
- 4- 可调倾角的斜板；
- 5- 选择 R 及固定标本盒的活动插销；
- 6- 固定和调节倾角的螺杆；
- 7- 可作水平转动的平板；
- 8- 三角架

图 A.1 高斯第一位置测定装置

用第一位置测定时，各读数应满足：

$$\frac{n_1 + n_2}{2}, \frac{n_3 + n_4}{2}, \frac{n_5 + n_6}{2} \geq n_0$$

用第二位置测定时，各读数应满足：

$$\frac{n_1 + n_2}{2}, \frac{n_3 + n_4}{2}, \frac{n_5 + n_6}{2} \leq n_0$$

A.5 计算磁性参数

A.5.1 高斯第一位置

磁化率：

$$K = \frac{5R^3}{3T_0} \cdot \frac{1}{V} \left[\left(\frac{n_1 + n_2}{2} - n_0 \right) + \left(\frac{n_3 + n_4}{2} - n_0 \right) + \left(\frac{n_5 + n_6}{2} - n_0 \right) \right] \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

- R —— 标本中心到探头中心距离；
- V —— 标本体积；
- T_0 —— 当地总磁场值；
- K —— 磁化率，单位： $4\pi \times 10^{-6} \text{ SI}$ 。

剩磁：

$$J_r = \frac{5R^3}{2} \cdot \frac{1}{V} \cdot \sqrt{(n_1 - n_2)^2 + (n_3 - n_4)^2 + (n_5 - n_6)^2} \dots\dots\dots (A.2)$$

偏角：

$$\phi = \tan^{-1} \frac{n_1 - n_2}{n_3 - n_4} \dots\dots\dots (A.3)$$

(注：方位角由偏角公式中的分子分母的正负组合决定)。

倾角：

$$\theta = \tan^{-1} \frac{n_5 - n_6}{\sqrt{(n_1 - n_2)^2 + (n_3 - n_4)^2}} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

- J_r —— 剩磁，单位： 10^{-3} A/m ；

式中:

- K —— 磁化率, 单位: $4\pi \times 10^{-6} \text{ SI}$ 。
- J_r —— 剩磁, 单位: 10^{-3} A/m ;
- Φ —— 偏角, 单位: 弧度;
- θ —— 倾角, 单位: 弧度。

附录 B

(资料性)

磁性参数统计

B.1 磁性参数统计要求

岩(矿)石磁性参数的统计,应在对岩(矿)石标本正确定名和分类的基础上进行。分类时应当综合考虑岩(矿)石的性质、分布的地段及其磁性特点,根据需要作合理归并或划分。

统计前,原则上应先对同类岩(矿)石的磁化率和剩余磁化强度的分布规律进行统计检验,并根据检验结果和参与统计的标本数量选择统计方法。

B.2 磁化率或剩余磁化强度统计计算

B.2.1 对数正态分布规律时统计计算

B.2.1.1 如标本数不足 30 块时,可按下式统计其算术平均值 \bar{x} 。

$$\log \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log x_i \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

x_i —— 单个标本的磁化率 (κ) 或剩余磁化强度 (J_r) 的测定值;

n —— 参加统计的标本块数。

B.2.1.2 标本数多于 30 块时,可按下列方法统计。

a) 统计分组

将实测数据按数据变化范围,根据标本(数据)的多少,划分出若干组。组的间隔长度称为组距,一般按等组距分组。选择组数的经验曲线如图 B.1, 分组数与标本总数的关系在对数坐标系中呈线性

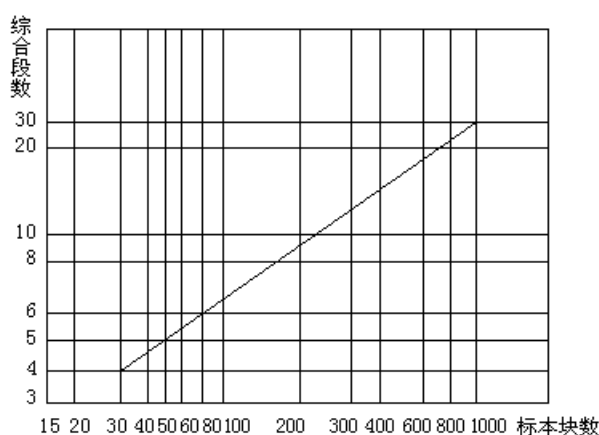


图 B.1 经验曲线

变化。根据标本块数由曲线中可以查得应划分的组数,也可从简化的参考表 B.1 直接查得分组。

表 B.1 标本分组表

							单位为块
标本数	30~40	40~60	60~80	80~100	100~120	120~140	> 140
分组数	4	5	6	7	8	9	10

b) 计算组频

统计各组的标本数目，称为频数，频数在该类岩（矿）石标本总数中所占百分比 f_i 称为组频率。并算出每组的中值。

c) 频率分布曲线

以组频率为纵坐标（算术坐标），以相应的组中值为横坐标（对数坐标）绘图，即得磁化率或剩余磁化强度的频率分布曲线。其极大值点对应横坐标值，即为磁化率或剩余磁化强度的常见值 x 。

d) 累计频率曲线

在统计出组频率 f_i 后，也可以按下式求其累积到第 j 组的累积频率 $F_j(x)$ ：

$$F_j(x) = \sum_{i=1}^j f_i \dots\dots\dots (B.2)$$

第 j 组的累积频率，就是前 $j-1$ 组各组的频率与第 j 组的频率的总和，显然最后一组的累积频率为 1。以累积频率为纵坐标（概率分划），分组值为横坐标（对数分划），以分组的右端值点连接即得累积频率曲线。在参数服从对数正态分布规律的情况下，这些点大致分布在一条直线上。在直线上找出相应于纵坐标为 50% 的点，其横坐标值即为所统计参数的常见值 x 。

B.2.2 算术正态分布规律时统计计算

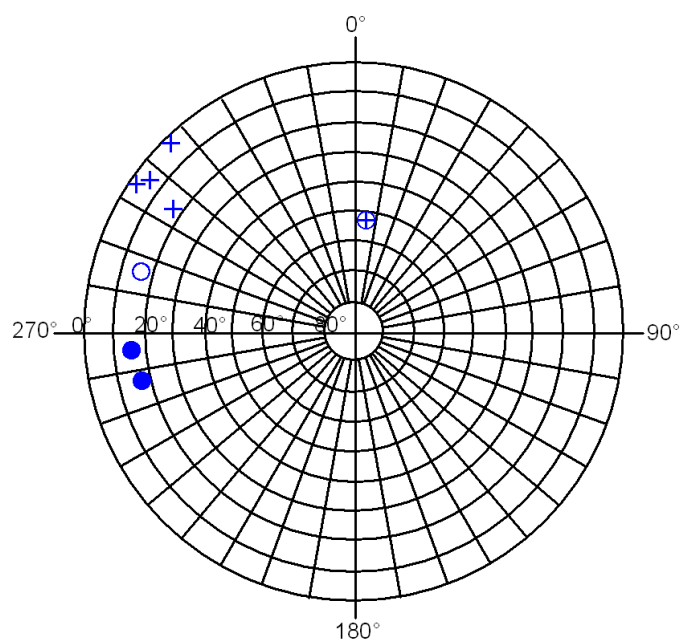
当同类岩（矿）石的磁化率或剩余磁化强度服从算术正态分布规律时，可按下式计算其平均值 x ：

$$x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \dots\dots\dots (B.3)$$

也可按服从对数正态分布规律的分组方法，作出频率分布曲线或累积频率线（横坐标均按算术分划），由图上确定其平均值 x 。

B.3 剩余磁化强度偏角（ ϕ ）、倾角（ θ ）的统计

在极坐标纸上用辐射线标出方位角 ϕ ，以等距同心圆表示倾角，同心圆由内向外取 9 个，表示倾角 $90^\circ \sim 0^\circ$ 。这样每块标本在图上就有一个对应点。倾角为负用“•”表示，倾角为正用“+”表示。图中点位密集部分即为 ϕ 和 θ 的常见值。



注：● 表示上倾 + 表示下倾 ⊕ 表示现代磁场方向 ○ 表示平均 J_r 方向

图 B.2 ϕ 和 θ 角的球面投影图

C.2 磁测质量检查表见表 C.2。

表 C.2 磁测质量检查表

测点号/测线号	原始测量				检查测量				备注
	ΔT	仪器号	操作者	日期	ΔT	仪器号	操作者	日期	

计算者：

复核者：

C.5 磁参数测定记录表见表 C.5。

表 C.5 磁参数测定记录表

[illegible]

观测者:

记录者：

C.6 地面高精度磁测日验收表见表 C.6。

表 C.6 地面高精度磁测日验收表

工作日期		磁测仪器型号		磁测操作员	
日变仪器型号		日改后早晚校正点之差			
磁测观测文件					
日变观测文件					
完成工作量及检查点数量：					
存在问题及建议整改意见：					
其他说明：					

计算者：

验收者：

附录 D

(资料性)

地磁正常场的计算

D.1 地磁正常场的计算

D.1.1 地磁场各分量的球谐表达式

地磁场各分量的球谐表达式如下：

$$\begin{aligned} X &= \sum_{n=1}^N \sum_{m=0}^n \left(\frac{a}{r} \right)^{n+2} (g_n^m \cos m\lambda + h_n^m \sin m\lambda) \cdot \frac{d}{d\theta} \overline{P}_n^m(\cos \theta) \\ Y &= \sum_{n=1}^N \sum_{m=0}^n \left(\frac{a}{r} \right)^{n+2} \frac{m}{\sin \theta} (g_n^m \sin m\lambda - h_n^m \cos m\lambda) \cdot \overline{P}_n^m(\cos \theta) \\ Z &= - \sum_{n=1}^N \sum_{m=0}^n (n+1) \left(\frac{a}{r} \right)^{n+2} (g_n^m \cos m\lambda + h_n^m \sin m\lambda) \cdot \overline{P}_n^m(\cos \theta) \cdots \cdots \cdots (D.1) \end{aligned}$$

其中：

$$\overline{P}_n^m(\cos \theta) = \left[\frac{C_m (n-m)!}{(n+m)!} \right]^{\frac{1}{2}} (\sin \theta)^m \frac{d^m}{d(\cos \theta)^m} P_n(\cos \theta)$$

$$C_m = \begin{cases} 1 & \text{当 } m=0 \\ 2 & \text{当 } m \geq 1 \end{cases}$$

式中：

- \underline{g}_n^m 、 \underline{h}_n^m —— 高斯系数，可查表求得；
- $\overline{P}_n^m(\cos \theta)$ —— 施密特准归一化 n 阶 m 次缔合勒让德多项式；
- $P_n(\cos \theta)$ —— n 阶勒让德多项式；
- a —— 国际参考球半径，D=6371.2 km；
- r —— 地心算起的径向距离；
- λ —— 计算点的经度值，单位：弧度；
- θ —— 计算点的余纬度 ($\theta=90^\circ - \phi$ ， ϕ 为纬度)，单位：弧度；
- N —— 为阶次 (n) 的截断阶值，取值 13。

将高斯系数与计算点的坐标值代入 (D.1) 式，即可求出计算点的正常磁场值。

D.1.2 国际地磁参考场 (IGRF) 2020.0 模型

1968 年 10 月在华盛顿召开的“地球基本磁场的描述”会议上，通过了 1965 年代国际地磁参考场

(IGRF)。后经国际地磁学和高空物理学会执行委员会及世界地磁测量部的同意，做为世界通用的主要磁场标准，其后对国际地磁参考场又作了三次修改补充。DGRF 表示确定的地磁参考场，其高斯系数今后不再修改，而每五年改变一次模型，即通过年变率的调整取得。如 IGRF2020.0 包括 2020 年代的地磁场模型及一个预测的长期变化模型，即主要磁场模型 ($m=n=13$) 和 80 个高斯系数的年变率(SV)，用来调整 2020 年~2025 年期间的地磁场模型。如表 D.1 所示：

表 D.1 地磁参考场模型高斯系数表

高斯系数	阶	次	国际地磁参考场	年变率
g/h	n	m	2020.0	2020~2025
g	1	0	-29404.8	5.7
g	1	1	-1450.9	7.4
h	1	1	4652.5	-25.9
g	2	0	-2499.6	-11.0
g	2	1	2982.0	-7.0
h	2	1	-2991.6	-30.2
g	2	2	1677.0	-2.1
h	2	2	-734.6	-22.4
g	3	0	1363.2	2.2
g	3	1	-2381.2	-5.9
h	3	1	-82.1	6.0
g	3	2	1236.2	3.1
h	3	2	241.9	-1.1
g	3	3	525.7	-12.0
h	3	3	-543.4	0.5
g	4	0	903.0	-1.2
g	4	1	809.5	-1.6
h	4	1	281.9	-0.1
g	4	2	86.3	-5.9
h	4	2	-158.4	6.5
g	4	3	-309.4	5.2
h	4	3	199.7	3.6
g	4	4	48.0	-5.1
h	4	4	-349.7	-5.0
g	5	0	-234.3	-0.3
g	5	1	363.2	0.5
h	5	1	47.7	0.0
g	5	2	187.8	-0.6
h	5	2	208.3	2.5
g	5	3	-140.7	0.2
h	5	3	-121.2	-0.6

表 D.1 地磁参考场模型高斯系数表（续）

高斯系数	阶	次	国际地磁参考场	年变率
g/h	n	m	2020.0	2020~2025
g	5	4	-151.2	1.3
h	5	4	32.3	3.0
g	5	5	13.5	0.9
h	5	5	98.9	0.3
g	6	0	66.0	-0.5
g	6	1	65.5	-0.3
h	6	1	-19.1	0.0
g	6	2	72.9	0.4
h	6	2	25.1	-1.6
g	6	3	-121.5	1.3
h	6	3	52.8	-1.3
g	6	4	-36.2	-1.4
h	6	4	-64.5	0.8
g	6	5	13.5	0.0
h	6	5	8.9	0.0
g	6	6	-64.7	0.9
h	6	6	68.1	1.0
g	7	0	80.6	-0.1
g	7	1	-76.7	-0.2
h	7	1	-51.5	0.6
g	7	2	-8.2	0.0
h	7	2	-16.9	0.6
g	7	3	56.5	0.7
h	7	3	2.2	-0.8
g	7	4	15.8	0.1
h	7	4	23.5	-0.2
g	7	5	6.4	-0.5
h	7	5	-2.2	-1.1
g	7	6	-7.2	-0.8
h	7	6	-27.2	0.1
g	7	7	9.8	0.8
h	7	7	-1.8	0.3
g	8	0	23.7	0.0
g	8	1	9.7	0.1
h	8	1	8.4	-0.2
g	8	2	-17.6	-0.1
h	8	2	-15.3	0.6
g	8	3	-0.5	0.4
h	8	3	12.8	-0.2

表 D.1 地磁参考场模型高斯系数表（续）

高斯系数	阶	次	国际地磁参考场	年变率
g/h	n	m	2020.0	2020~2025
g	8	4	-21.1	-0.1
h	8	4	-11.7	0.5
g	8	5	15.3	0.4
h	8	5	14.9	-0.3
g	8	6	13.7	0.3
h	8	6	3.6	-0.4
g	8	7	-16.5	-0.1
h	8	7	-6.9	0.5
g	8	8	-0.3	0.4
h	8	8	2.8	0.0
g	9	0	5.0	0.0
g	9	1	8.4	0.0
h	9	1	-23.4	0.0
g	9	2	2.9	0.0
h	9	2	11.0	0.0
g	9	3	-1.5	0.0
h	9	3	9.8	0.0
g	9	4	-1.1	0.0
h	9	4	-5.1	0.0
g	9	5	-13.2	0.0
h	9	5	-6.3	0.0
g	9	6	1.1	0.0
h	9	6	7.8	0.0
g	9	7	8.8	0.0
h	9	7	0.4	0.0
g	9	8	-9.3	0.0
h	9	8	-1.4	0.0
g	9	9	-11.9	0.0
h	9	9	9.6	0.0
g	10	0	-1.9	0.0
g	10	1	-6.2	0.0
h	10	1	3.4	0.0
g	10	2	-0.1	0.0
h	10	2	-0.2	0.0
g	10	3	1.7	0.0
h	10	3	3.6	0.0
g	10	4	-0.9	0.0
h	10	4	4.8	0.0

表 D.1 地磁参考场模型高斯系数表（续）

高斯系数	阶	次	国际地磁参考场	年变率
g/h	n	m	2020.0	2020~2025
g	10	5	0.7	0.0
h	10	5	-8.6	0.0
g	10	6	-0.9	0.0
h	10	6	-0.1	0.0
g	10	7	1.9	0.0
h	10	7	-4.3	0.0
g	10	8	1.4	0.0
h	10	8	-3.4	0.0
g	10	9	-2.4	0.0
h	10	9	-0.1	0.0
g	10	10	-3.8	0.0
h	10	10	-8.8	0.0
g	11	0	3.0	0.0
g	11	1	-1.4	0.0
h	11	1	0.0	0.0
g	11	2	-2.5	0.0
h	11	2	2.5	0.0
g	11	3	2.3	0.0
h	11	3	-0.6	0.0
g	11	4	-0.9	0.0
h	11	4	-0.4	0.0
g	11	5	0.3	0.0
h	11	5	0.6	0.0
g	11	6	-0.7	0.0
h	11	6	-0.2	0.0
g	11	7	-0.1	0.0
h	11	7	-1.7	0.0
g	11	8	1.4	0.0
h	11	8	-1.6	0.0
g	11	9	-0.6	0.0
h	11	9	-3.0	0.0
g	11	10	0.2	0.0
h	11	10	-2.0	0.0
g	11	11	3.1	0.0
h	11	11	-2.6	0.0
g	12	0	-2.0	0.0
g	12	1	-0.1	0.0
h	12	1	-1.2	0.0

表 D.1 地磁参考场模型高斯系数表（续）

高斯系数	阶	次	国际地磁参考场	年变率
g/h	n	m	2020.0	2020~2025
g	12	2	0.5	0.0
h	12	2	0.5	0.0
g	12	3	1.3	0.0
h	12	3	1.4	0.0
g	12	4	-1.2	0.0
h	12	4	-1.8	0.0
g	12	5	0.7	0.0
h	12	5	0.1	0.0
g	12	6	0.3	0.0
h	12	6	0.8	0.0
g	12	7	0.5	0.0
h	12	7	-0.2	0.0
g	12	8	-0.3	0.0
h	12	8	0.6	0.0
g	12	9	-0.5	0.0
h	12	9	0.2	0.0
g	12	10	0.1	0.0
h	12	10	-0.9	0.0
g	12	11	-1.1	0.0
h	12	11	0.0	0.0
g	12	12	-0.3	0.0
h	12	12	0.5	0.0
g	13	0	0.1	0.0
g	13	1	-0.9	0.0
h	13	1	-0.9	0.0
g	13	2	0.5	0.0
h	13	2	0.6	0.0
g	13	3	0.7	0.0
h	13	3	1.4	0.0
g	13	4	-0.3	0.0
h	13	4	-0.4	0.0
g	13	5	0.8	0.0
h	13	5	-1.3	0.0
g	13	6	0.0	0.0
h	13	6	-0.1	0.0
g	13	7	0.8	0.0
h	13	7	0.3	0.0
g	13	8	0.0	0.0
h	13	8	-0.1	0.0

表 D.1 地磁参考场模型高斯系数表（续）

高斯系数	阶	次	国际地磁参考场	年变率
g/h	n	m	2020.0	2020~2025
g	13	9	0.4	0.0
h	13	9	0.5	0.0
g	13	10	0.1	0.0
h	13	10	0.5	0.0
g	13	11	0.5	0.0
h	13	11	-0.4	0.0
g	13	12	-0.5	0.0
h	13	12	-0.4	0.0
g	13	13	-0.4	0.0
h	13	13	-0.6	0.0

由于每 5 年更新一次，表 D.1 是 2019 年 12 月发布的高斯系数模型。到期可在国际地磁与超高层大气物理学协会（IAGA）网站下载。

D.1.3 计算磁场总强度 T_0 及梯度值

利用国际地磁参考场相应年度的模型提供的高斯系数以及计算点的坐标，根据(D.1)计算出各点的磁场三分量值，由(D.2)计算正常地磁场的总强度：

$$T_0 = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} = \sqrt{H^2 + Z^2} \dots\dots\dots (D.2)$$

在一级近似的情况下，沿南北向的磁场梯度：

$$\frac{\partial T_0}{\partial X} = \frac{3ZH}{2RT_0} \dots\dots\dots (D.3)$$

沿垂向的磁场梯度：

$$\frac{\partial T_0}{\partial R} = -\frac{3T_0}{R} \dots\dots\dots (D.4)$$

式中：

R 为国际参考地球模型半径， $R=6371.2$ km。

D.1.4 高度改正

由公式 D.4 可知，当 $T_0=50000$ nT 时，地磁场垂向梯度为 -0.024 nT/m。

D.1.5 南北向磁场改正

由公式 D.3 可知，当 $T_0=50000$ nT、地磁倾角为 50° 时，地磁南北向水平梯度为 0.0058 nT/m。

附录 E

(资料性)

高精度磁测成果报告编写提纲

E.1 概况

E.1.1 简要说明任务来源及任务书确定的地质任务

E.1.2 任务完成情况(含实测工作量)

E.1.3 主要技术指标

E.1.4 取得的主要地质成果

E.1.5 报告编写概况(起止时间、人员分工)

E.2 调查测区概况

E.2.1 自然经济地理概况(行政区划、地形、交通、水系、气候、人文景观等)

E.2.2 地质、地球物理工作程度

E.2.1.1 地质

E.2.1.2 地球物理

E.3 地质及地球物理特征

E.3.1 地质特征

E.3.1.1 地层

E.3.1.2 岩浆岩

E.3.1.3 变质岩

E.3.1.4 构造

E.3.1.5 矿产

E.3.1.6 待解决的具体地质问题

E.3.2 地球物理特征

E.3.2.1 以往取得的地球物理异常特征及已解决的地质问题

E.3.2.2 岩石磁性(含项目工作中实测及收集整理两部分)特征

E.4 工作方法技术与质量

E.4.1 工作方法技术

E.4.1.1 测地工作

E.4.1.2 磁测工作

E.4.1.3 物性工作

E.4.1.4 资料整理（各项改正、磁异常计算公式、物性数据整理等）

E. 4. 2 工作质量

E.4.2.1 测地工作精度

E.4.2.2 磁测工作精度

E.4.2.3 磁异常总精度

E.4.2.4 物性工作精度

E. 4. 3 资料处理、解释方法技术

E. 5 数据处理及图件编制

E.5.1 数据预处理（网格化、扩边）

E.5.2 磁异常场的分解及位场转换

E.5.3 图件的编制情况

E. 6 解释推断

E. 6. 1 磁异常场的分布特征及地质意义

E. 6. 2 局部异常解释

E.6.2.1 局部磁异常提取方法及标志

E.6.2.2 局部磁异常分类（按地质起因分类）

E.6.2.3 局部磁异常推断表（注明新成果及其推断依据）

E.6.2.4 主要局部异常的定量反演和地质解释

E. 6. 3 断裂的解释（根据任务书要求）

E.6.3.1 确定断裂的标志

E.6.3.2 断裂构造分类（按级别、性质和相对时代）

E.6.3.3 断裂构造推断成果表（注明新成果及其依据）

E.6.3.4 主要断裂构造的地质解释

E. 6. 4 有关矿产、水文、工程、环境、灾害等专题性地质问题研究方面的内容（根据任务书要求）

E. 6. 5 地质推断图编制

E. 7 结论与建议

E.7.1 结论（主要成果、新发现和新认识）

E.7.2 存在的问题（解释中的不足和尚存在的其他问题等）

E.7.3 建议（地质、物探、化探今后应进行的工作）

参 考 文 献

- [1] GB/T 14499—1993 地球物理勘查技术符号
 - [2] DZ/T 0142—2010 航空磁测技术规范
 - [3] DZ/T 0144—94 地面磁勘查技术规程
 - [4] 管志宁. 地磁场与磁力勘探[M]. 北京: 地质出版社, 2005.
-