

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0142—2010
代替 DZ/T 0142—1994

航空磁测技术规范

Criterion of aeromagnetic survey

2010-08-05发布

2010-08-31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	3
5 技术设计	4
5.1 技术设计书编制	4
5.2 测量参数选择	4
5.3 测区范围确定	4
5.4 测网密度与测量比例尺确定	4
5.5 资料收集与飞行作业条件考察	5
5.6 主测线方向确定	5
5.7 飞行高度确定	5
5.8 飞行速度与采样率确定	6
5.9 导航定位及精度	6
5.10 数据采集内容	7
5.11 航磁测量总精度的衡量与误差分配	7
5.12 磁日变观测	7
5.13 飞机磁场补偿	8
5.14 岩(矿)石磁参数调查	8
6 仪器设备与检验	8
6.1 航空磁测仪器和设备	8
6.2 机载航磁测量系统	9
6.3 地面基站仪器设备	10
6.4 野外基地数据预处理系统	10
6.5 机载和地面磁测系统集成试验	10
6.6 停飞期间仪器设备检修	10
7 测量飞行与野外工作	10
7.1 开工前的仪器准备工作	10
7.2 测区视察飞行	11
7.3 航空磁测系统空中操作和记录	11
7.4 导航定位	11
7.5 飞机磁补偿飞行	12
7.6 测线测量飞行	12
7.7 基线测量飞行	12
7.8 控制线测量飞行	13
7.9 重复线测量飞行	13
7.10 磁日变观测	13

7.11	航磁测量原始资料编录	13
7.12	原始资料现场检验	14
7.13	航迹恢复与检查	14
7.14	废品数据确定与处置	14
7.15	岩(矿)石磁性参数测定与标本采集	14
7.16	航磁局部异常查证	15
8	数据处理与图件编制	15
8.1	航磁测量数据处理	15
8.2	航磁基础图件编制	18
8.3	质量评价	19
8.4	数据处理报告编写	22
9	航空磁测资料推断解释	22
9.1	解释分类	22
9.2	推断解释基本要求	22
9.3	区域磁场解释	23
9.4	局部磁场解释	23
9.5	航磁推断解释图件	24
10	成果报告编写	24
11	成果报告评审与验收	26
附录 A	(资料性附录) 飞机磁场的硬补偿方法	27
附录 B	(资料性附录) 航空磁测工作设计编写提纲	30
附录 C	(规范性附录) GPS/DGPS 导航定位的有关规定	32
附录 D	(资料性附录) 航空磁测记录表格	34
附录 E	(规范性附录) 国际地磁参考场(IGRF)及地磁正常场校正	39
附录 F	(资料性附录) 航空磁测位场转换数据处理与正反演计算	46
附录 G	(资料性附录) 航空磁测成果报告编写提纲	48
附录 H	(资料性附录) 航空磁测成果报告格式	52
	参考文献	58

前 言

本标准替代 DZ/T 0142—1994《航空磁测技术规范》。

本标准与 DZ/T 0142—1994 相比主要变化如下：

- 增加了航磁梯度测量、高分辨航磁测量、高精度航磁测量、差分全球定位系统、生产测量、地磁正常场与地磁异常、局部异常与背景场、 ΔT 磁异常等术语和定义；
- 新增磁软补偿、差分 GPS 导航定位、带地形的正反演拟合计算方法等航空磁测技术方法；对全球卫星导航定位技术、数据收录系统等内容做了补充规定；
- 对原标准的章节结构作了适当调整，将测量仪器的检验内容和要求相对集中，基本按照实际工作流程编排各章节；
- 增加了对数据处理、岩(矿)石磁参数的测定、航磁局部异常分类、航磁局部异常正反演计算、异常查证、推断解释和成果报告编写等方面的规定；
- 删除了目视导航定位技术、航磁绝对测量等内容；
- 增加了附录 F(航空磁测位场转换数据处理与正反演计算)和附录 H(航空磁测成果报告格式)。重新编写了附录 B(航空磁测工作设计编写提纲)和附录 G(航空磁测成果报告编写提纲),对其他附录进行了修改和补充。

本标准的附录 C 和附录 E 为规范性附录，附录 A、附录 B、附录 D、附录 F、附录 G 和附录 H 为资料性附录。

本标准由国土资源部中国地质调查局提出。

本标准有国土资源部归口。

本标准起草单位：中国国土资源航空物探遥感中心。

本标准主要起草人：熊盛青、陈斌、赵百民、薛典军、范正国、郭志宏、刘英会、郭玉峰、韩长青等。

航空磁测技术规范

1 范围

本标准规定了航磁总场测量(简称航空磁测)的技术设计、仪器设备与检验、测量飞行与野外工作、数据处理与图件编制、异常查证、推断解释与成果报告编写等技术要求。

本标准适用于基础地质调查,能源、金属、非金属矿产地质勘查和水文、工程、环境地质勘查中的航空磁测工作,其他目的的航空磁测工作可参考使用。

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/T14499 地球物理勘查技术符号

DZ/T 00 地球物理期查图图式图例及用色标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

航磁总场(T) 测量 aeromagnetic total field survey

测量地磁场强度模量值的航空磁测

3.2

航磁梯度测量 aeromagnetic gradient survey

测量地磁场空间变化率(单位为nT/m 或nT/km) 的航空磁测。在生产实际应用中有垂直梯度测量、水平梯度测量和全轴梯度测量三种。

3.3

高分辨航磁测量 high resolution aeromagnetic survey(HRAMS)

测量比例尺大于25000,定位精度好于±5 m、航空磁力仪灵敏度优于±0.01 nT、磁补偿标准差优于±0.08 nT、数据测量点间隔不大于10 m,数据收录延迟时间小于0.5 s,飞行高度在150 m 以内,测量总精度优于±1mT 的航磁测量。

3.4

高精度航磁测量 high accuracy aeromagnetic survey (HAAMS)

航空磁力仪灵敏度优于±0.01nT, 磁补偿结果优于±1.0 nT, 定位精度优于±50 m, 采用数字收录, 测量总精度优于±3 nT 的航磁测量。

3.5

航空磁力仪分辨率(灵敏度) airborne magnetometer sensitivity

在试验室条件下,航空磁力仪能够观测记录到外界磁场强度值的最小变化量。

3.6

航空磁力仪(或系统)噪声水平 airborne magnetometer noise

航空磁力仪(或系统)在工作条件下的噪声大小。用记录数据的四阶差分均方根值表示。

3.7

导航定位静态校准点 navigation and position calibration point

为了确定导航定位系统工作精度,在地面上选择已知坐标的点(通常选择飞机停放点)进行静态重

复观测，此点称为导航定位静态校准点。

3.8

差分全球定位系统 differential global position system(DGPS)

在 GPS 的基础上利用差分技术使用户能够从 GPS 系统中获得更高的精度。通过 GPS 基准站实时测得并计算出卫星的伪距，将伪距和已知的精确距离相比较，求得该点在 GPS 系统中的伪距测量误差，再将这些误差用于修正空中 GPS 测量值。

3.9

飞行高度 flight clearance

航空磁测飞行高度有两种表示方法：海拔飞行高度(又称绝对飞行高度，用 Δhg 表示)是指飞机飞行时距海平面的高度，通常用 GPS 或气压高度计获取海拔高度数据；离地飞行高度(又称相对飞行高度，用 Δhg 表示)是指飞机飞行时距正下方地表面的距离，通常多用雷达或激光测高仪获取离地高度数据。

3.10

主测线与切割线 traverse lines and tie lines

按测量比例尺规定间距、垂直主要地质构造线或主要异常带走向平行布设的测线，称为主测线，简称测线。与主测线大致正交、用于联络主测线磁场水平、并可检查主测线飞行质量的测线，称为切割线，亦称控制线或联络线。

3.11

控制网测量 control grid survey

大区域编制航磁图时，为统一不同年代、不同测区航空磁测数据的磁场水平，需要进行控制线测量飞行。由许多控制线组成控制网，此种测量飞行称控制网测量。

3.12

测网密度与测量比例尺 density of survey grid and survey scale

测线与控制线互相交叉形成测网。测网密度用单个网孔的两个边长相乘(单位 km 或 m)和沿测线方向上测点的点距表示(单位 m)。航空磁测比例尺是以设计的测线间距表示在图上 1 cm 长度相当于地面上的直线距离来定义。

3.13

生产测量 production survey

按规定测量网度在规定范围内采集磁场的飞行测量，称为生产测量，包括测线测量、控制线测量、加密线测量和不同高度测量等。

3.14

辅助测量 auxillary survey

为保持飞机测量系统正常工作状态和检验航磁测量质量以及仪器标定、校正等飞行测量，称为辅助测量，包括基线测量、偏向测量、飞机干扰场补偿测量、雷达高度计格值标定测量和重复线测量等。

3.15

飞机磁场补偿及方向差 airborne magnetic compensation and heading error

通过硬件和软件技术有效地减弱飞机造成的磁干扰场和磁探头对航磁测量影响的方法，称飞机磁场补偿(简称磁补偿)。按补偿方式有硬补偿、软补偿两种方法。磁补偿后，探头处剩余的磁场影响，随飞机航向不同而存在的差异称方向差(或偏向差)。

3.16

飞机磁场硬补偿 electronic magnetic compensation

根据测量飞机和其他原因形成的磁干扰场的大小和方向，在磁探头附近采用电子设备产生的人工场有效地抵消磁干扰场的磁补偿方法。

3.17

飞机磁场软补偿 digital magnetic compensation

在获得飞机不同状态下的三分量磁场之后，根据事先标定的飞机磁干扰系数，实时或事后通过数值计算解析出磁干扰的大小，并加以去除的方法。

3.18

采样点号 survey sample number

用自然数编录每个有测点坐标和测量参数的采样点的顺序号。

3.19

基准号 fiducial number

在同一测量架次中，用自然数对每个采样记录的编号。

3.20

磁扰和磁暴 magnetic disturbances and magnetic storm

磁日变观测中，短时间内测量仪器观测到的数 nT 无规律的变化称磁扰。十分强烈的磁扰现象称为磁暴。

3.21

地磁正常场与地磁异常 normal geomagnetic field and magnetic anomaly

地磁正常场是指理论上的地球磁场的背景场，可通过选取比较近似的理论模型，模拟计算地球理论上的磁背景场强度。而实际上测得的地球磁场强度和理论磁场强度是有差异的，这种差异称为“地磁力异常”，简称“地磁异常”或“磁异常”。

3.22

局部异常与背景场 local anomaly and background field

在磁法勘探中，把与地质构造和矿产等有关的局部磁场称为局部异常。背景场是指衬托出局部异常的场值。

3.23

ΔT 磁异常 ΔT magnetic anomaly

测点上总磁场强度的模量与正常场总磁场强度模量的差值，用符号 ΔT 表示，航空磁测的 ΔT 异常的绝对数值可以随全区磁场零线的调整而变动。

4 总则

4.1 航空磁测的主要应用领域包括：以配合区域地质填图，研究隐伏岩体、区域地质构造、深部构造为主的区域性航空磁测；以研究地质构造和普查找矿为主的综合性航空磁测；以勘查某类矿产或与某类矿产有关的地质体、地质构造、地层、蚀变带等为主的专属性航空磁测；以研究沉积盆地内的磁性基底深度及其构造特征、岩浆岩分布、局部构造及含油气远景地段等为主的油气航空磁测；为其他目的，如配合研究水文地质、工程地质、环境地质和军事地质等而进行的航空磁测。

4.2 航空磁测可分为地球磁场绝对测量(T)、地球磁场相对测量(ΔT)和地球磁场梯度测量，目前航空磁测工作主要采用地球磁场相对测量(ΔT)。

4.3 航空磁测应使用灵敏度优于 $\pm 0.01\text{nT}$ 的航空磁力仪，配备磁补偿器、数字收录、GPS或其他满足精度要求的导航定位系统，以获取高质量的航磁测量数据。

4.4 应充分利用航空磁测结果，结合地质、矿产、物探、化探、钻探和遥感等资料，进行综合推断解释，解决地质勘查问题。对重要的航磁局部异常应进行定量解释。

4.5 不以航空磁测为主的航空物探综合测量，航磁测量也应参照本标准执行。

4.6 航空磁测应在保证安全的条件下，采取措施尽量降低飞行高度，以提高磁异常信息的强度。

5 技术设计

5.1 技术设计书编制

项目承担单位须编写设计书。设计书编写提纲及要求参考附录 B。设计书需经上级部门批准后实施。设计书主要技术内容如下。

5.2 测量参数选择

航空磁测任务确定后，应根据任务的需要，选择航空磁测的参数，进行航磁相对测量(ΔT)、航磁梯度(水平、垂直或全轴梯度)测量等。

5.3 测区范围确定

5.3.1 原则上按航空磁测任务和飞行条件、工作地区自然条件工作量等来确定测区的角点坐标。

5.3.2 确定区域性和综合性航磁测范围时，应注意构造单元和异常的完整性，测区范围应比要解决的地质任务所涉及的范围大一些。

5.3.3 确定专属性矿产航空磁测测区范围时，主要应选在与目标矿产有头的成矿远景区带内，应包括部分邻近的典型已知矿床。

5.3.4 确定油气航空磁测的测区范围时，应选在寻找油气资源的远景区内。

5.3.5 确定测区范围时，应与相邻高精度或同精度测量的测区重复2~3条测线距的宽度；测线两端应与相邻高精度或同精度测量的测区原则上重复 3km~5 km

5.4 测网密度与测育北例尺确定

5.4.1 测线间距和测量比例尺相关，其对应的具体关系如表 1

表 1 测线距与测量比例尺对照表

测量比例尺	测线间距/n
5000	50
10000	100
20000	200
30000	260
40000	500
1:100000	1096
1:200000、1:250000	2000
1:500000	5000
1:1000000	10000

5.4.1.1 测量比例尺一般根据工作任务、探测对象大小、飞行高度和技术设备情况，以及经济上的合理性等因素，综合分析测量的预期效果后确定。

5.4.1.2 在测区内，对局部成矿有利地段或有意义的地区，可加密测线测量。

5.4.1.3 在测区内，可根据具体条件，分区布设不同间距的测线。无特殊情况，一个测区不多于两种测线间距，即两种测量比例尺。

5.4.2 控制线的布置应考虑它的三种作用：用于联系和调整测线的磁场水平；检查全测区的测量质量；不同走向异常的研究。

5.4.2.1 控制线应尽量选择磁场相对平静和地形高差变化较平缓地段，并且与测线上的离地飞行高度尽量接近；控制线两端宜向测区外延3~5条测线距。

5.4.2.2 控制线的间距应根据测量比例尺和所使用飞机的飞行速度综合确定。控制线的间距选择在

测线间距的5~15倍，或飞行时间2 min~5 min的距离。

5.4.2.3 测区边部应尽可能布置必要的控制线将测线联接起来。

5.4.2.4 当测区以两组正交测线测量飞行时，可不专门安排控制线测量。

5.4.3 当用测量比例尺表示时，区域性和综合性航空磁测的最大比例尺为1:50000，最小为1:250000；专属性航空磁测比例尺最小比例尺为1:100000；以勘查油气为主的航空磁测最大比例尺为1:25000，最小为1:200000。进行航磁梯度测量时，测量比例尺应大于1:25000。航磁测量的最大比例尺目前以1:5000为宜。

5.4.4 对有特殊要求的航空磁测，应综合考虑测区自然地理、地质、地球物理、飞机、测量仪器和测量方法等因素，以突出测量效果为主，选择合理的测量比例尺。

5.5 资料收集与飞行作业条件考察

5.5.1 资料收集

编写技术设计前，应收集与工作任务有关的资料，包括：地质、物探、化探、遥感等资料，测区地形、地貌和气象等资料，其也看买资料。

5.5.2 飞行作业条件考察

前往工作地区实地了解飞行作业条件，包括，管制测量区域空域的相关部门、作业机场及空中与地面保障条件、生清保险、交通条件和气候变化等等。

5.6 主测线方向确定

5.6.1 在航空磁测李白区首次进行测量时，区域性航空磁测的主测线方向应垂直于或基本垂直于测区内的主要地质构造走向，大比例航空磁测的主测线方向应垂直于或基本垂直于探测目标物的走向。

5.6.2 当航空磁测比例尺小于1:100000时，一个测区尽量使用一个折中的主测线方向。当大于1:100000时，一个测区的不同区段由于异常走向（或地质构造走向或多数已知矿带走向）改变时，主测线方向也可相应改变。

5.7 飞行高度确定

5.7.1 飞行高度应在综合分析各种影响因素后选择确定。但每条测线平均离地飞行高度的上限原则上不应该超过主测线间距的 $\sqrt{2}/2$ 倍。在不同地形条件下，设计平均离地飞行高度时，可参照表2。飞行高度及超高部分应在设力书中明确规定，并限定超高者分比。

不同地形条件下的测量比例尺与平均飞行高度

测量比例尺	平均飞行高度/				
	平原地区 (高差<100 m)	丘陵地区 (高差<200 m)	低山区 (高差<400 m)	山区 (高差<600 m)	高山区 (高差>600 m)
≥1:25000	70~125	90~150	100~175		
1:50000	70~140	90~170	100~250	150~350	
1:100000	80~170	100~225	120~300	180~425	500~700
1:200000 或1:250000	100~280	150~425	200~560	300~950	500~1000
1:500000	150~430	200~560	300~950	400~1000	700~1400

5.7.2 在地形特别复杂地区，如果确定能够实现预定的航空磁测目标要求，可按实际允许的安全高度飞行；但应在保证飞行安全的前提下，采取措施尽量降低全测区的飞行高度，同时要避免相邻架次或测线的飞行高度差别过大。

5.7.3 区域性、综合性和专属性矿产航空磁测时，应采用随地形起伏飞行；油气航空磁测时，应采用缓

起伏的低高度飞行，或等高度水平飞行；在水域上空测量飞行时，按实际允许的安全高度平飞。

5.7.4 当测区内地面磁性人文干扰较多时，为减少其影响，可适当抬高平均离地飞行高度。

5.7.5 测量离地飞行高度的测量误差应小于实际离地高度的10%。

5.8 飞行速度与采样率确定

5.8.1 航空磁测应尽量选择低空性能好的飞机。当测量系统的数据采样率不高时，应尽量采用低速飞行。

5.8.2 数据采集密度主要受航空磁力仪系统的带宽、采样率和测量比例尺的制约。可按式(1)计算最低采样率n(次/s)：

$$n = \frac{v \cdot P}{S} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

v——作业飞机的最大速度(m/s)；

S——探测对象的最窄异常宽度(m)；

P——要求在异常上最少采样点数(次)，每个异常至少应由3个采样点组成。

航空磁测选用10次/s的采样率较合适。原则上，采样间距应小于或等于按测量比例尺制图时图上1mm代表的距离数，但最低采样率不应小于2次/s。

5.9 导航定位及精度

5.9.1 导航定位方法

导航定位方法选择要满足航空磁测对导航定位精度的要求，并考虑测区地理条件和经济合理性。

5.9.2 导航定位方法选择

5.9.2.1 航空磁测使用全球卫星导航定位系统(GPS)实现导航定位。当使用某一GPS导航定位系统不能满足航空磁测需要的导航定位精度时，应使用更高精度的GPS(见表3)或组合导航定位系统以满足导航定位要求。

表 3 不同测量比例尺的定位精度(均方差)

测量比例尺	定位精度/m
<1:250000	±30
1:200000或1:250000	±20
1:100000	±15
1:50000	±10
1:25000	±5
≥1:10000	±2

5.9.2.2 照相或摄像方法是辅助的定位方法，可以用于定位、恢复航迹，也可用于检查航迹、确定地面干扰和磁异常体大致位置。

5.9.2.3 照相、摄像方法用于定位及恢复航迹时，应进行连续拍摄，且使幅面重叠一部分或幅面相接。

5.9.2.4 卫星导航定位系统能够满足设计技术要求时，不得使用地形图目视导航、照相或摄像定位。只有在其他导航定位方法不具备时、在地形地物明显的地区、在满足设计技术要求的条件下可以使用目视导航照相定位方法；但目视导航照相定位方法不得用于大于1:100000比例尺的航空磁测。

5.9.3 禁止单独使用地形图目视导航定位方法进行航空磁测。

5.9.4 导航精度要求以每条测线实际飞行的航迹偏离预定测线位置的距离(即偏航距)来衡量。不同测量比例尺的最大偏航距规定见表4。

表 4 不同比例尺测量的偏航距

测量比例尺	偏航距
≤1:200000	≤250 m
1:100000	≤200m
1:50000	≤150 m
1:25000	≤80 m
≥1:10000	≤1/3主测线距

5.9.5 对连续偏航大于见表4中偏航距要求，按测量比例尺成图长度大于10 cm 时，应进行补测。补测线段两端与合格测线重复长度不得少于2 km，并且两端都要与控制线相交。

5.10 数据采集内容

5.10.1 数据采集形式

航空磁测数据采集以数字收录为准，应按规定的格式、内容记录，同时配合模拟记录进行监视。数据收录系统的存储介质必须能保证数据记录的完整性、真实性，并具有很高的抗损性。模拟记录或机载实时数据记录显示作为质量监控的依据。

5.10.2 数据收录内容

数据收录应有以下内容：补偿后的磁场值、飞行离地高度值(hg)、海拔高度值(ha)、导航定位坐标值(X、Y)或经纬度(λ、φ)及GPS高度值、采样点号、测线号、日期、时间等；当采用软补偿方法对飞机干扰磁场补偿时，还应收录飞机的姿态参量、补偿前和补偿后的磁场值。

5.10.3 空中模拟记录

空中模拟记录一般应有以下内容：补偿前和补偿后的磁场值、离地高度值、采样点号(或时间)、测线开始和结束标记。在记录曲线剧烈变化时，操作员应记地地面所见现象。操作员对引起磁场明显变化的地面物体应在模拟记录中标注。

5.11 航磁测量总精度的衡量与误差分配

5.11.1 在设计书中，按任务要求规定航空磁测总精度；完成测量飞行后，应计算统计实际航磁测量总精度。

5.11.2 航空磁测总精度(σ)由使用的航空磁力仪系统动态噪声(σ_1)、导航定位误差而引入的误差(δ_2)、探头转向差和探头处飞机磁场的综合补偿及方向差校正误差(δ_3)、飞行高度测量误差而引入的误差(δ_4)、磁日变及其校正误差(δ_5)、由其他因素(例如，磁场水平调整)引起的误差(δ_6)项组成。在进行设计时，根据航磁测量参数的选择和实际情况来分配和估计各因素引起的误差。在保证达到设计总精度的前提下，可以提高某项的精度而降低另一项的精度。

5.11.3 航磁相对测量(ΔT)，总误差 σ_{ar} 由上述六项因素引起的误差组成，通过式(2)估算设计的总精度：

$$\sigma_{\Delta T} = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \delta_6^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^6 \delta_i^2} \dots\dots\dots (2)$$

5.12 磁日变观测

5.12.1 在航空磁测中磁日变引入的误差较大，测量期间须同时进行磁日变观测

5.12.2 建立磁日变观测站：采集磁日变数据并用于对航空磁测原始数据校正，确定磁场基值，监视磁暴与磁扰发生及其对航磁测量的影响。

5.12.3 根据测量任务对总精度要求和测区具体条件，选择磁日变观测方法。磁日变站的控制范围原则上应不大于300 km。测区较大时，应采用多个磁日变站同步观测。在不具备设置多台磁日变站条件的地区，可采用加密控制线的方法减小磁日变影响。

5.12.4 磁日变站址应选择在磁场平静、磁梯度小、人文干扰小、地形平坦开阔地段，要求以探头为中心

的 2m 半径空间内磁场变化不超过设计均方误差(总精度)的1/2。探头位置和高度确定后,应保持不变。探头位置与仪器主体之间,探头与建筑物之间的距离均应大于15m。

- 5.12.5 磁日变观测用的磁力仪,应尽可能使用与航空磁力仪同等测量精度的磁力仪。
- 5.12.6 明确磁日变观测采样率、记录方式和噪声水平。
- 5.12.7 提出磁日变校正方法;采用多台站磁日变测量时,应明确磁日变归算和校正方法。
- 5.12.8 磁暴期间,不得进行航空磁测。当进行高精度航磁测量时,磁日变记录连续出现梯度变化大于 1nT/min 时,应密切注意其变化;当连续出现梯度大于5 nT/3 min 的非线性变化时,应停止飞行或事后补飞。

5.13 飞机磁场补偿

- 5.13.1 根据探头安装方式、飞机磁场干扰情况和测量总精度要求,进行飞机磁场补偿。
- 5.13.2 探头以硬架方式安装时必须进行飞机磁场补偿。
- 5.13.3 飞机磁场硬补偿方公参考附录A。
- 5.13.4 飞机磁场硬补学消度及衡量方法
 - 5.13.4.1 飞机磁场硬补偿精度采用补偿后最大剩余值和品质因数(FOM)的大小共同衡量。
 - 5.13.4.2 水平磁场最大剩余值是飞机通过选定的基一点上空按附录 A 中入个方向平飞时,获得的偏向差曲线峰-峰值(最小与最大之差)。按表5衡量和评价,其值越小,表示水平场补偿精度越高。
 - 5.13.4.3 FOM是在0、90°、180和270°四个方向上飞机各做±15°左右倾斜、±5°仰俯飞行共16个动作时,出现偏差绝对值的累积总和

垂直场最大剩除值为计算FOM 的16个值中出现的最大值。均按表5以HOM 值为主衡量和评价,其值越小,表未速填补偿精度起高。

5 飞机磁场硬补偿精度评价表

航空磁测总精度	水平场	最大剩余值T	垂直场最大剩余值/nT	品质因数(FOM)
≤1.0		≤1.5	基07	≤10
2.0		<2.0	≤1.0	≤15
3.0		≤2.5	≤1.3	≤20
≥4.0		≤3.0	1.6	≤25

5.13.5磁软补偿精度皮确量方法

主要采用补偿后的标准差来确定磁软补偿的精度,要求补后标准差优于上0.08 nT;用改善率来衡量磁软补偿对于干扰场的去除能如《仅作为补偿结果的参考。

- 5.13.6 当以软吊方式安装探头时,飞机干扰磁场值应小于设计要求。
- 5.13.7 磁补偿前、后飞机上的磁性物体的摆放和安装位置不能发生变化。
- 5.13.8 飞机磁场的补偿资料、数据及达到的精度值,应作为原始资料通过验收并保存。

5.14 岩(矿)石磁参数调查

- 5.14.1 每项航空磁测任务均需进行岩(矿)石磁性参数调查,调查包括收集整理以前的磁性资料 and 补充新测定的磁性资料。
- 5.14.2 磁参数测定要根据航空磁测地质任务、地质矿产情况与工作地区的岩(矿)石磁性特点,主要依据异常解释需要,确定岩(矿)石磁性参数测定点,标本采集路线和采集点,选择磁参数测定内容和方法。需测定其剩磁(J) 的强度、倾角、偏角和磁化率(x 值)等磁性参数,必要时采集定向标本。

6 仪器设备与检验

6.1 航空磁测仪器和设备

航空磁测仪器和设备包括机载航磁测量系统、地面基站仪器设备和野外基地数据预处理系统三

部分。

6.2 机载航磁测量系统

6.2.1 系统组成

- a) 航空磁力仪；
- b) 航磁补偿仪；
- c) 飞行高度测量设备，如雷达高度计、气压高度计等；
- d) 导航定位设备，如 GPS 接收机、照相或摄像设备等；
- e) 数据收录设备，模拟记录设备；
- f) 辅助设备。

6.2.2 航空磁力仪系统安装与检验

6.2.2.1 航空磁力仪系统在长机上安装之前，须按仪器设备技术说明书或技术指标进行检查验收。达不到要求时，不得进行安装。检验时检修人员应提供检修试验(包括震动、温度等)资料和检修记录。

6.2.2.2 航空磁力仪检验主要内容

- a) 噪声水平 灵敏度、测磁场准确性及测程范围等，应达到仪器出人指标
- b) 带宽 $\geq 0/\text{Hz}$ 或阶跃响应上升时间 $\leq 1\text{s}$);
- c) 探头方向差子 1.0 nT ;
- d) 采样率 $\geq 2\text{次/s}$;
- e) 一致性要式：备用仪器与使用仪器对比观测；多架飞机同一工区作业时，应进行一致性观测，连续 5 日 台仪器测量差值的最大变化 $< 0.5 \text{ nT}$;
- f) 稳定但要 限：单台磁力 变化的包络线峰峰值 10 s 内应小于 0.1 nT 。

6.2.2.3 航空融 仪系统探头安 装方式，可采用固定或软吊方式。

6.2.2.4 当采用固定方式安装时，探头所处位 置 要求飞机 磁场平 稳、磁梯度变化小与机体姿态变化的一致性、飞机做动作时影响小；探头的支杆或支架、固定螺丝、信号电缆等都必须是无磁性材料，机械强度需符合要求(

6.2.2.5 当采用软吊方式安装时，应选好绞车位置和电缆引出孔，牵引拉力线和刹车装置要牢靠；还须配置对悬吊系统的应急切断装置，确保飞行安全，软吊电缆长度应保证飞机干扰场小于设计的误差要求。

6.2.2.6 当选用硬都偿力法时，磁补偿器线圈串心须与航空磁力仪探头灵敏元件中心重合；磁补偿线圈 X、Y、Z三个轴须与帆差磁力仪探头灵敏元件三轴互相平行，并注意纠正飞机停放与飞行时机身轴线不一致带来的误差。磁补偿需灵敏元件应装在磁场平稳、梯度小、姿态变化与飞机机身一致、距航空磁力仪探头不远、操作方便的位置(参考附录 A)。

6.2.2.7 当选用软补偿方法时需要了解补偿器适用范围、分辨率、改善率、数据输出率、频率响应；姿态传感器应装在磁场平稳、梯度小，姿态变化与飞机机身二致，检修方便的位置；姿态传感器 X、Y、Z三轴的向轴应与飞机机身横向、纵向及垂向轴基本平行。

6.2.2.8 航空磁力测量系统及配套设备在安装妥善后，应通电检查和调节，并在证实状态良好后做不少于5 h 的地面稳定性试验。

6.2.3 导航定位系统检验

6.2.3.1 导航定位方法应满足测量比例尺对导航定位精度的要求。当使用GPS 导航定位时，需对GPS 的导航定位功能检查校验：设置航距点，实时导航信息，包括偏航距、待飞距、到达时间等。还需检查 GPS 输出定位数据：坐标值、高度、时间和时钟脉冲信息等(见附录C)。

6.2.3.2 雷达测高计、气压高度仪及测温仪主要检查校验格值、灵敏度、测量误差、校正系数等，应达到出厂指标。

6.2.3.3 在飞机上安装导航定位系统时，天线安装位置要求通视条件良好，避免机体或其他设备遮挡。

若接收卫星数量不够，定位精度降低程度(PDOP) 值大于设计要求时，应暂停飞行测量或选用其他能够满足要求的导航定位方法和设备。

6.2.4 数据收录系统检验

6.2.4.1 数据收录系统选用多参数自动收录设备和模拟数据收录设备。

6.2.4.2 收录系统主要检验内容有：数字收录格式、错漏码率、时间准确性、各道收录同步程度；模拟记录参数、满偏等。

6.3 地面基站仪器设备

6.3.1 仪器设备组成

- a) 磁力仪；
- b) 数据收录设备、模拟记录设备(可选)；
- c) GPS 接收机(可选)；
- d) 稳压电源。

6.3.2 地面基站的安装与检验

6.3.2.1 对磁日变测量系统进行检查验收，检验内容参照6.2.2.2及6.2.4。

6.3.2.2 探头与磁力仪主体间信号电缆线长度应大于20 m，仪器主体与电源间电线长度应大于5 m。

6.4 野外基地数据预处理系统

6.4.1 系统组成

- a) 数据预处理微机；
- b) 数据预处理微机软件；
- c) 打印与绘图设备；
- d) 当选用摄像系统进行航迹检查时，应准备好空中摄像资料回放设备。

6.4.2 预处理系统的安装与检验

6.4.2.1 调节好野外基地数据预处理或质量检验系统，检验硬件工作状态和软件功能，完成联机与数据处理试验。系统在野外使用时应有专人管理和进行定期维护，并专用于数据处理工作。

6.4.2.2 配备必要的备份软件、数据存贮介质和数据预处理耗材。

6.5 机载和地面磁测系统集成试验

6.5.1 机载磁测系统完成安装集成后，应进行试验飞行以检测仪器系统整体技术指标，如导航系统、收录系统和磁补偿系统等；确定系统的噪声和误码率等是否满足技术指标要求；对地面基站磁日变测量系统进行联机试验。

6.5.2 系统集成试验结果应由技术管理部门验收确认后方可投入实际航空磁测。

6.6 停飞期间仪器设备检修

飞机停飞及非生产期间，须定期检修仪器设备，并记录备案。

7 测量飞行与野外工作

7.1 开工前的仪器准备工作

7.1.1 机载测量系统静态测试

飞机调到作业机场后，在进行正式飞行测量之前，机载测量系统须完成不少于2 h 的地面静态测量试验，计算 GPS 静态定位精度和磁力仪静态噪声、检查系统各仪器工作状况。

7.1.2 磁日变站选址及日变基值的确定

根据要求选择磁日变观测点，并完成不少于24 h 连续观测试验，判定拟建立磁日变站周围磁环境干扰的大小和频率，确定磁日变基值。

7.1.3 航空磁测系统及其配套设备检查与调节

7.1.3.1 检查探头等机外部件是否安全可靠。接通电源前，检查机舱内各种仪器开关位置和电缆联接

是否正确；接通电源后，要首先检查各电源电压指示是否符合规定，然后检查和调节仪器系统。

7.1.3.2 检查每种仪器、设备工作状态是否正常，包括：航空磁力仪在停机坪处的磁场强度；航空磁力仪信噪比、噪声水平、硬磁补偿值有无大改变，软补偿姿态仪工作是否正常。

7.1.3.3 当使用GPS 导航定位时，应观察导航定位系统接收机能否收到信号，了解定位星数目，确定PDOP 值是否达到要求；输入人工设置参数及测线点位。

7.1.3.4 检查测高仪零位值变化，表头与收录是否一致，测高仪数据是否正常。

7.1.3.5 如果使用连续照相或摄像辅助定位，需要检查照相机(或摄像机)胶卷(或磁带)是否装好。

7.1.3.6 检查模拟记录仪走纸速度、记录宽度是否调好，模拟记录曲线是否清晰。

7.1.3.7 上述检查达到正常和规定的指标后，方可进入下一步工作程序。

7.2 测区视察飞行

7.2.1 每个测区开始测量飞行之前，应安排视察飞行。

7.2.2 视察飞行主要任务是：核对所使用导航地形图与实际地形、地物、山峰标高的吻合程度；了解测区地形与气象特征，以便选择合理的测量飞行方法和拟定飞行计划及相应的技术安全措施；考验航空磁力仪系统和检查导航定位系统的工作性能及作用范围；了解磁场概貌，为选择磁软补偿飞行区做好准备。

7.3 航空磁测系统空中操作和记录

7.3.1 飞机发动后，应全面观察系统工作状态，整个系统工作正常后，记下测高仪输出值才能起飞。

7.3.2 飞机起飞后，在全部测量过程中，仪器系统均应始终处于正常工作状态；操作员应通过模拟记录和数字监视器观察仪器工作情况，不准关闭仪器，不准调动软或硬磁补偿仪的设置。

7.3.3 飞机进入测线或控制线等测量线时，应标出线号、航向。测线开始与结束时，应有相应的符号表示。

7.3.4 操作员发现可疑异常记录时，应注意查找原因(包括飞机下方有无城镇、工程建筑物等)，并记录下来。若发现有意义异常，应及时观察飞机下方，标注对应的地形、出露情况和地质现象，必要时可通知飞行员临时决定重复检查飞行。若发现测线末端(或始端)有较好的异常未记录完整时，应将异常追踪完。

7.3.5 测量中，若出现仪器故障或发现质量达不到标准时，应对仪器状态做短时间考察和必要检查。当故障排除后则继续测量，并对故障测量线段按接线法飞行；当确认空中无法排除故障时，立即返航。

7.3.6 操作员应随时注意飞机姿态和机载设备工作时对仪器系统的影响，应用事先规定的符号标注在相应的模拟记录位置上。工作完成后应及时备份数据。

7.3.7 操作员应随时观察测量高度记录，如果飞行高度明显超过设计规定高度时间过长时，应提醒驾驶员注意飞行高度。

7.3.8 飞机返航着陆后，在停机坪上，记录测高仪输出值和磁场强度，然后关闭仪器。应根据系统在工作中的工作状态和遇到的问题提出维护建议和措施。应抓紧时间整理和编录好各种记录表、磁盘(带)和模拟记录纸卷，并移交给资料处理人员。

7.4 导航定位(见附录 C)

7.4.1 使用GPS 或差分GPS 导航定位时，应在正式开工飞行前、测量中期和全区测量结束前分别完成至少2 h 的地面静态观测试验，检查评价 GPS 定位精度和其他仪器工作状态。

7.4.2 雷达高度计格值标定飞行：视需要可做雷达高度计格值标定飞行，确定该类型雷达高度计格值，以获得高度计输出电压和离地飞行高度之间的换算关系。

- a) 标定飞行选在平坦地段或机场跑道上空进行；
- b) 选择60m、90m、120m、150m、210m、240m、300 m……等高度进行标定测量，在实际飞行测量的平均高度附近应适当缩小标定高度的间隔；
- c) 每个高度飞行时间要大于1 min。

7.4.3 气压高度计格值标定飞行：以输出电压作为高度值的气压高度计，应求得电压与海拔飞行高度之间的换算关系。标定时，飞行高度应根据测区海拔高度情况选择确定。

7.5 飞机磁补偿飞行

7.5.1 在进行测线测量飞行前，需按照5.13条款完成飞机磁场补偿并达到相应的要求。

7.5.2 在飞机进行100 h、200 h检修、更换发动机或飞机上其他铁磁性部件、或更换探头时，须重新补偿；在测量过程中发现飞机磁场变化时，以及在每个飞行阶段结束时，应进行磁补偿水平场最大剩余值检查，如超过设计指标时，则需重新补偿。每个测区在测量中期应至少检查补偿情况1次，以确定补偿的有效性和精度。

7.5.3 磁补偿的取值、补偿和检查飞行，要求在天气好、风速小(<5m)、能见度好、静磁日进行；进行磁补偿时须做磁日变观测并做相应的记录，以确定是否是静磁日；采用硬补偿方式补偿时须做磁日变校正。

7.6 测线测量飞行

7.6.1 使用GPS 导航定位系统时，应预先计算出测线端点及导航点坐标(或经纬度)数据。大比例尺测量或地形复杂测区，应按设计书规定的测线方向和测网密度在地形图上布置测线。

7.6.2 每架次测量飞合的前一天，项目负责人应以飞行任务书形式向空勤人员正式下达飞行测量任务。

7.6.2.1 飞行任务书中应包括：飞行区号、测线号(含端点坐标值)、飞行高度、飞行示意图及说明，注意事项等。

7.6.2.2 每次飞行民料书内，应有备用任务

7.6.3 飞行人员要按行任务书要求认真准备次日飞行，熟悉和了解飞行任务中的地形地物、导航点顺序、飞行高度、可能的接线地段、测线端点坐标及其参数、仪器调节等。领航员要研究每条待测线的地形情况，根据飞机性能和地形等因素在保证安全的条件不按设计高度飞行。

7.6.4 在测量飞行中在勤人员应集中精力按各自的职责与要求认真作业，认真做好假器操作及飞行领航记录。

7.6.5 当测线分段测量飞行时，应来用接线法，分段衔接应保持>3km 重复；水面积接线测量时，接线位置应有控制线。若接线重复区(或段)处于异常上时，接线可适当延长。

7.6.6 采用沿地形起伏飞行时，在成矿条件良好地段，若地形属陡峭的单面斜坡，为降低飞行高度，可采用下滑飞行测量方法。

7.6.7 发现偏航时，应缓慢改航到预定测线上；当发现偏航距离超过规定时，须立即返回到正常测线段，重新进入按接线法飞行。

7.6.8 在1:100000或1:50000比例尺的综合性和专属性航空磁测中，发现有意义局部异常时，为获得详细的异常特征，可加密测线。

7.6.9 当重要局部异常走向与主测线方向夹角小于45°时，可修改设计书，改变测线方向测量。

7.6.10 在山区进行1:50000或更大比例尺专属性航空磁测时，若在山前狭长地带或山间谷地内发现有意义异常时，为降低飞行高度，允许在这些局部地带顺地形走势布置测线(测线仍应是直线)，但应布置一定数量的控制线进行严格控制。

7.6.11 如需建立地质—物探解释模型，在已知典型矿床异常上或某类已知典型地质构造上可布置不同高度的航空磁测剖面。

7.7 基线测量飞行

7.7.1 当使用的航空磁力仪系统有测量精度所不允许的零点漂移时，应进行基线测量。基线应选择在磁场平稳、地标明显、出航和返航比较方便的地段。

7.7.2 早、晚基线测量飞行时，应力求航向、航迹、离地飞行高度相同。

7.8 控制线测量飞行

7.8.1 使用磁场硬补偿方法时，控制线飞行前应进行飞机磁场补偿剩余值的检查飞行。经检查补偿剩余值达到设计要求时，才允许进行控制线飞行。

7.8.2 控制线测量飞行应在全套仪器系统和导航定位系统工作状态应良好、天空能见度好、风速不大、气流平稳和静磁日进行。

7.8.3 控制线飞行方式与测线飞行相同，并且尽量与测线上离地飞行高度接近。

7.8.4 在一个测区使用多架飞机作业时，尽量使用测量工作状态较好的一套系统完成全区控制线测量。

7.9 重复线测量飞行

7.9.1 重复线测量是质量检查的一部分—为评价资料质量、应安排重复线飞行，每个测区的重复线测量工作量不应少于1%。

7.9.2 重复线飞行时，应女飞与测线首次飞行时的航迹、离地飞行高度相同—为检查并纠正测量系统的滞后现象，需要做反方向重复线飞行

7.10 磁日变观测

7.10.1 每个测区庄式工行前，应在选定的磁日变站，在静磁日进行24 h连续观测，求出该日平均值(称日均值)，即为改因—磁场基值(T_0)。当多合蜡规测时，须确定其中一个为主台节，其他台站的磁场基值向主台站归算。有条件时，应与国家地磁台进行联系测量。磁场基值按式(3)计算：

$$f_p = T_0 + \sum_{k=1}^n \dots \dots \dots (3)$$

式中：

T_{p1} ——第月径磁场值；

N ——采样恩数。

7.10.2 磁日变站磁力仪采样时间应与空中磁力仪采样时间进行校对，每架次飞行前应与GPS时间或中央电台报时对准(中和地面时间同步差不得超过1s4

7.10.3 磁日变观测应专人负责，注意监视磁暴和磁扰现象。

7.10.4 磁日变观测面响为每架次飞机起飞前半小时至飞机落地后 1 0mink 外界的人文干扰应在记录上注明。

7.11 航磁测量原始资料编录

7.11.1 每个有效架次测量飞行结束后，操作员、领航员和磁日变观测员应分别提交下列原始资料：采集的数据磁盘(带)、模拟记录《员记录表和操作员记录表(参考附录 D) 航迹胶卷(或录像带)、地形图、日变记录等，并应对各原始资料进行标识。无有效测线公里的架次，不编录架次号。

7.11.2 在空中模拟记录纸卷开始端内侧，简要注明测量中各种仪器设备的工作状况、发生问题的处理情况、操作情况和天气情况。

7.11.3 每个架次的空中和地面日变数据存贮介质上、模拟记录纸卷两端外侧应标注如下内容：测区名称、机场、架次号、测线号、日期、队名及主要采集者(操作员、领航员、驾驶员、资料编录员)、使用的主要仪器型号、测量参量、采样率、质量评价等。测量数据应及时备份。

7.11.4 操作员记录表、领航员记录表和地形图标注要求：

- a) 记录表和导航图上所标注的测线号、航向、采样点编号应一致；
- b) 一个测区内，测线号按位置顺序从小到大依次编排、不得出现重复测线号；一条测线分段飞行，应使用不同的测线号加以区别；
- c) 记录表及其封面上各项内容应用铅笔填写，填写要完整、准确无误；如果写错，应用铅笔划掉改写，不得擦改。

7.11.5 当使用照相和摄像辅助定位时，冲洗好的航迹摄影胶卷的两端或航迹录像盘(带)上，贴上易于

保存的标签,标注如下内容:队名、测区名称、机场、飞机型号、操作员、日期、测线号、架次号等。如果采用数字摄像,则该数字资料应与其他空中数据资料一样编录、整理、保存。

7.11.6 同一架次空中数据磁盘(带)及模拟记录纸卷、操作员和领航员记录表、空中摄像或照相辅助定位资料均应编成相同的架次号。

7.11.7 飞机磁场补偿、高度计格值、导航定位系统精度检验资料、数据等,应注明测区名、机场、日期、队名、操作者和仪器型号。

7.11.8 导航定位系统地面台站选址联测的资料数据、差分GPS 导航定位系统校准点的坐标数据等,均应注明测区名、测定日期、位置、队名和操作者。

7.12 原始资料现场检验

7.12.1 在野外现场应及时将当天空测量原始数据及地面磁日变观测数据进行编辑。对当天测量模拟记录、收录数据逐线进行检查,检查内容如下:

- a) 航空磁力仪及磁补偿系统工作状态及仪器操作情况,对仪器维修提出建议;
- b) 航空磁力仪及磁补偿系统动态稳定性和对仪器记录质量进行评估;
- c) 高度计工作状态和高度保持情况。

7.12.2 通过数据预处理系统逐线对空中数据主要进行下列内容检查和计算:

- a) 数据收录错误点出现次数,统计误(漏)码率(小于1%为合格),检查采样点号和时间连续性;
- b) 从数据了解航空磁力仪工作状态,统计航空磁力仪动态噪声水平;
- c) 定位数据质量评价:地面静态定位精度统计和定位数据滞后校正结果;
- d) 偏航距、地速及工作量统计;
- e) 高度计工作状态与实际飞行高度,并统计飞行高度分布,检查飞行高度质量是否符合设计要求;
- f) 打印空中数据各项检查和统计结果,并装订成架次预处理报告。

7.12.3 磁日变模拟记录纸卷和数据磁盘(带)检查,检查内容:

- a) 根据磁日变特点,判断有无磁扰或磁暴现象;
- b) 仪器工作状态和工作质量;
- c) 环境与人为干扰对测量记录的影响情况及说明;
- d) 模拟记录标识。

7.13 航迹恢复与检查

7.13.1 当使用GPS 系统时,将数据收录系统记录的WGS-84 坐标(当前GPS 使用的坐标系统)统一转换为BJ-54 直角坐标,或转换成用户要求的坐标,然后标绘出航迹。

7.13.2 当使用由几种导航定位系统组合进行导航定位时,应将收录到的几种数据都归算到BJ-54 坐标上,标绘成航迹。

7.13.3 对各种测量数据检验和航迹校正后,应打印或绘制出航空磁测剖面草图,并确认每架次测量数据的完整性与质量是否符合设计要求。

7.14 废品数据确定与处置

7.14.1 下列测量数据为废品:

- a) 航空磁力仪及磁补偿系统、导航定位系统、收录系统、磁日变观测系统等出现故障引起原始数据不全、缺失或低于设计质量要求的飞行测量数据;
- b) 磁暴或超过设计规定的磁扰时期内飞行,而事后校正仍低于质量要求的测量数据;
- c) 因其他原因使原始数据无法利用或低于设计质量要求的飞行测量数据。

7.14.2 废品数据不能使用,须重新测量。

7.15 岩(矿)石磁性参数测定与标本采集

7.15.1 根据航空磁测地质任务、测区地质矿产、地形和交通情况以及航磁测量结果,收集测区以往物

性资料，在此基础上，依据任务特点和解释推断需要制订补充采集、测定及野外踏勘计划，其内容包括：测定及踏勘目的、测定磁参数内容和方法、仪器类型、采集及踏勘路线、人员配备、时间安排和工作量等。

7.15.2 用于物性测定的仪器、设备，使用前一定要检查，校对无误。

7.15.3 岩矿石磁性参数测定，每类能引起明显异常的岩矿石测定数据不得少于30个，以满足统计要求，并在空间分布应有代表性。各测点除记录磁性参数外，应做地质观察和记录。磁化率大于 $1000 \times 10^{-6} \text{SI}$ 的应采集岩石标本，用于定量反演的物性参数需采集定向标本。定向标本应在现场标注水平面垂直方向，指北方向。标本规格通常情况下应大于 $7 \text{ cm} \times 7 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ 。标本采集宜结合异常查证进行。

7.15.4 当测区被第四系覆盖时，应在测区周围岩石出露区测定各类岩石磁性；当测区内有钻孔时，应测定其岩芯磁性，或收集孔中磁化率、磁场测量资料。

7.15.5 岩石命名，以地质资料为准。如有疑问或发现重要矿化现象，应予追踪并采集样品送实验室鉴定。

7.15.6 岩(矿)石磁性参数测定应包含磁化率(k 值)和剩磁(J) 强度，定向标本磁性参数测定应包括磁化率(k 值)和剩磁(J) 强度、倾角和偏角。

7.15.7 及时整理岩(矿)石物性数据，按时代、层位和岩性分类统计磁性参数平均值(中值或常见值)、最大值与最小值(或变化范围)，绘制实际材料图、直方图等相应图、表，分析总结岩矿石物性特征，编写工作简报等。

7.16 航磁局部异常查证

7.16.1 对有找矿意义和对推断解释有代表性的局部异常，应根据需要与可能有计划地安排地面查证。

7.16.2 异常查证的目的主要是：查明引起异常的地质原因，评价异常的地质、找矿意义。

7.16.3 进行异常查证时，应准备好与空中航空磁力仪相适应的能够满足异常查证需要的磁力仪、物性测量仪和 GPS 接收机等设备，以及地形图和地质图等资料。

7.16.4 按工作程度不同，异常查证分为三级查证、二级查证和一级查证，按工作程度逐步深入的原则开展异常查证，查证方法按有关技术要求进行。

7.16.5 三级异常查证以剖面测量进行，沿剖面进行地质、物探综合测量。在岩石露头处测定磁化率值，磁化率大于 $1000 \times 10^{-6} \text{ SI}$ 的应采集岩石定向标本进行室内磁性参数测定。应重视地质观察，注意追踪蚀变和矿化现象，当认为异常具有寻找有色、贵、稀有金属等找矿意义时，应采集岩石或土壤样品进行元素分析。当推断异常由具有经济意义的矿体引起时，应转入二级查证或一级查证。

7.16.6 应重视对异常查证资料的分析与研究，异常查证结果应作为推断解释和报告编写的重要依据。

8 数据处理与图件编制

8.1 航磁测量数据处理

航磁数据须使用经过鉴定并获得批准的数据处理方法和专用软件完成处理。

8.1.1 原始测量数据与资料包括：

- a) 测量飞行采集的各种数据磁盘(带)、模拟记录和有关的校正系数资料；
- b) 飞行报告表(含任务书、领航员和操作员记录表)；
- c) 磁日变观测记录(包括数据收录及模拟记录)，根据人文干扰记录完成磁日变外界干扰校正；
- d) 航迹恢复和航迹检验后的航迹图；
- e) 野外数据处理报告，测线目录；
- f) 说明航磁、导航定位、测高、磁补偿、飞行高度等工作精度(或灵敏度)的记录和资料；
- g) 测网分布图(有比例尺、经纬度)及野外编录的其他文字图表等材料；
- h) 数据记录格式。

8.1.2 数据处理分类

8.1.2.1 航磁数据处理分为原始数据野外现场预处理(称为预处理)、原始数据处理(称为数据处理)和数据转换处理(亦称为数据解释处理)三类。

8.1.2.2 数据预处理是在野外测量作业现场实时完成的分架次数据处理工作,主要目的是利用各类检查、统计等手段,了解测量质量、指导测量飞行,从而达到保证测量质量的目的。

8.1.2.3 数据处理是在野外预处理基础上完成测量数据的合并、校正、调平等工作,最终完成各种基础图件的编制工作。

8.1.2.4 数据转换处理是利用数据处理后的测量数据,根据地质解释需要,选择不同的位场转换方法进行的处理。

8.1.3 数据处理过程质量控制

- a) 每次数据处理上机前,应事先拟定处理流程;
- b) 在数据处理中要做好数据处理工作记录,填写测区名、队名、数据处理人员、处理日期、计算机型号、选用的程序级别、每步处理作用和处理结果;
- c) 数据处理应接处理步骤进行,检查每一步处理结果,确认无误后,才允许进行下一步处理;
- d) 保存好数据处理中计算机打出的处理报告,作为质量检验依据;
- e) 在数据处理过程中应确保测量数据的客观可靠性,各项校正应符合精度要求;
- f) 在对数据电的权器噪声都分进行滤波处理时,需要在数据处理报告中做出说明;在使用圆滑滤波时,应经过武验,不得明显损失磁场信息,对选用的程序和系数应有记录,发现错误应立即纠正;
- g) 数据处理需由不同的人员完成大于30%的复核检查

8.1.4 数据编辑 II

8.1.4.1 数据入库.在野外现场要及时将当天空原始测量数据及地面磁日变观测数据装入数据库并进行编辑,每一个架次形成一个数据库。

8.1.4.2 测线及采样点号编辑:一个测区内测线号要有规律、不得重复;每条测线的采样点号、时间也不得重复;采样点虫腰按顺序排列;主测线、控制线、重复线、典型剖面线等编号,约应与飞行报告表一致。

8.1.4.3 数据修武对误(漏)码率和测量质量在允许范围内的空中测量数据和地面磁日变观测数据(如跳点、缺失、重复掉属尖峰信号等),可由计算机充假值、内插、并接和人工键人修正,所做的数据修正需在处理报告中说明除修改不正常记录外,不得人为修改异常信息

8.1.4.4 按需要形成适合上数据处理的各类信息数据文件。

8.1.5 坐标系选择

8.1.5.1 选择好符合规定的坐标系与投影;

- a) 成图比例尺为1:5000:500000时,使用国家规定的相应比例尺的地理坐标系统,一般采用高斯投影;
- b) 成图比例尺为1:1000000时,使用国家规定的相应比例尺的地理坐标系统,一般采用正轴等角投影;
- c) 海域大面积测量与航磁成图处理一般采用墨卡托投影,并在测区中心选择标准纬线。

8.1.5.2 航空磁测收录的导航定位坐标,应归算到选定的坐标系。

8.1.5.3 对每条测线上采样点赋给坐标值。

8.1.5.4 按航迹坐标文件绘制航迹图,并检查航迹正确程度。

8.1.6 航磁 ΔT 测量原始数据值(T_a)的各项校正

- a) 地球正常磁场校正(T_z) (见附录 E);
- b) 飞行方向差校正(ΔT_3);
- c) 飞行海拔高度校正(ΔT_4);

- d) 磁日变校正(ΔT);
- e) 磁场水平调整(ΔT_s);
- f) 滞后校正(ΔT)。

编制航磁 ΔT 图时,原始数据 T_1 按下式进行计算,求得采样点 i 的 ΔT_i 值:

$$\Delta T_i = T_1 - T_a - \Delta T_a - \Delta T_4 - \Delta T_{\square} - \Delta T_{\square} - \Delta T \dots \dots \dots (4)$$

- 8.1.6.1 地球正常磁场校正(T_2) 应按照国家规定,使用有效的国际地磁参考场值(IGRF)。
- 8.1.6.2 飞行方向差(或偏向差)校正(ΔT_a): 不同的补偿技术采用不同的校正方法。
 - 8.1.6.2.1 采用硬补偿方法时,对测量数据进行磁补偿剩余值校正:
 - a) 水平场磁补偿剩余值校正,按测量(测线、控制线等)飞行的方向角,以主测线北向(或偏北方向)的校正值为零值,从平面场磁补偿剩余值曲线图查出每个采样点上相应的平面补偿剩余校正正值,然后给予校重
 - b) 垂直场磁补偿剩余值校正,按实际收录数据中每个采样点上的飞机摇摆、俯仰角度的影响,以平飞时的值为零值,求出每个采样点上的校正正值,然后给予校正。
 - 8.1.6.2.2 采用软补偿方法时,按收录的飞机姿态(方向角、仰俯角及据摆角度等)与其相应影响的值,对航磁数据进行校正,
 - 8.1.6.3 飞行随拔高度校正(ΔT_4) 即地球正常磁场垂直向梯度校正。主要根据测量飞行的海拔高度差值(Δh),由国际地磁参考场(IGRF)计算校正。

将测量记录的气压高度值换算成海拔高度值,并选择测区测量飞行出现几率最多的某一海拔高度作为该测区的西时海拔高度(单),然后求出测线上每个采样点的海拔高度相对于平均海拔高度的高差(Δh)。
 - 8.1.6.4 磁日变校正(ΔT 万)方法: 根据磁日变站实测记录对航空磁测原始数据作逐点校正。
 - 8.1.6.4.1 元从磁日变记录中去掉人文磁干扰和其他非磁日变成份,再减去磁日变站磁场基值TD,即为磁日变校正正值。
 - 8.1.6.4.2 如特殊原因应来用磁日变数字收录数据完成磁日变改正;当只有磁日变观测模拟记录时,一般对磁日变曲线的特征点采样(包括该点的时间),两特征点间线性内插,求得测线上每个采样点上的磁日变校正数据要求其精度好于 $0.3nT$ 。
 - 8.1.6.4.3 当测区山或边缘有知地磁台、且精度能满足磁日变校正精度时,也可用于航磁测量原始数据日变校正。
 - 8.1.6.4.4 当控制线密度较大时,可通过磁场水平调整过程校正磁日变中的剩余成分。
 - 8.1.6.5 磁场水平调整(应根据测量布置、精度要求,使用的航室磁力仪系统和专用软件等条件选择适合的调平方法,确定相应的参数。

8.1.6.5.1 调平前准备工作

- a) 检查主测线与控制线交叉点处磁场是否平静,并注意两次飞行高度差值的影响;
- b) 绘制航磁剖面平面图及航磁等值线平面图,对预处理工作及原始数据进一步检查,必要时作适当修正。

8.1.6.5.2 计算机自动调平法

主要适用于有专门的自动调平软件,且控制线密度大的条件下(每条测线上最少有四条控制线通过),应用最小二乘法原理进行计算,使所有交叉点上的差值平方和为最小。

8.1.6.5.3 人工逐次逼近调平法

- a) 选择控制线两端处的测线作为联络线,相邻控制线与联络线组成控制网闭合框。沿闭合框上其中一个联络线与控制线交叉点开始,将联络线与控制线上的磁场值搭接,然后平移联络线上的零线,并按反时针方向,依次把闭合框上各交叉点的磁场值逐个搭接,求出闭合差;
- b) 将控制线与联络线的长度作为比例,把闭合差分配到交叉点上,由此确定控制线磁场水平;

- c) 根据控制线磁场水平与各测线磁场水平之差,得到各测线零线校正值;将此校正值输入计算机,对测区所有主测线进行调平。

8.1.6.5.4 对复杂磁场也可使用计算机自动调平法和人工逐次逼近调平法互相结合进行调平。

8.1.7 数据库合并与编制

在完成分架次数据库编辑和预处理后,将分架次数据库合并成全测区数据库,并对数据库作必要的编辑。应保证全测区所有测线、控制线、重复线、辅助线等测量线并入到数据库。

8.1.8 全测区磁场水平的确定

当进行各项校正和磁场平差调平之后,即可对磁测数据进行网格化和绘制磁场等值线平面图。在对磁场图进行分析后,认为绘制全区磁场图选择的零点值不当时,可用一个磁场附加值方法使所有采样点上都增加或减小一个常值而加以调节,达到全测区所有磁剖面曲线与其零线构成的磁场正值面积与负值面积大体相等,这个值应在最终的技术说明中注明。

8.1.9 数据处理质量,由最终绘出的航磁等值线平面图和航磁剖面平面图来检查。

8.1.9.1 航磁等值线平面图中原则上不应有下述现象存在(确因地形条件差、测线间离地飞行高度变化大等无法克服原因,应尽量减少):

- a) 沿主测线出现“糖葫芦”状“异常”;
- b) 垂直主测线方向上等值线出现“锯齿状”波纹现象;
- c) 架次之间沿测线出现明显“条带状”磁场偏低或偏高现象;
- d) 因仪器故障、错误、尖峰信号等造成的“假异常”;
- e) 磁场等值线及其分布的畸变现象。

8.1.9.2 航磁剖面平面图中,不应有下述现象存在:

- a) 剖面曲线走势不自然,曲线出现畸变现象;
- b) 剖面曲线中因仪器故障、错误、尖峰信号等造成的“假异常”。

8.1.9.3 经检查若存在个别不应有现象时,要尽量查明原因,重新进行数据处理予以消除;若确实无法消除时,应加以说明。

8.2 航磁基础图件编制

8.2.1 航磁基础图件

航磁数据处理结束后,应编制以下基础图件(指专业要素图件,下同):航磁剖面平面图,航磁等值线平面图、航磁测网分布图(航迹图)、飞行高度剖面平面图,航磁典型剖面图等。使用专用的绘图纸绘图、绘图仪需在检验有效期内,以保证制图精度要求。

8.2.2 基础图件成图比例尺(平面比例尺)

8.2.2.1 航磁剖面平面图、航磁等值线平面图的成图比例尺应等于或小于测量比例尺。当在一个测区内采用两种测量比例尺时,以测量面积大的测量比例尺为制图比例尺。当两种测量比例尺所占面积接近时,也可以用其中测量的小比例尺为成图比例尺。

8.2.2.2 航迹图和测量高度图成图比例尺一般应小于测量比例尺。

8.2.3 航磁剖面平面图剖面曲线纵比例尺,应根据磁场特点、航空磁力仪系统噪声水平、测量精度及地质任务等综合因素确定。一般其最大纵比例尺为1 mm 所代表的值不应小于式(16)计算出的 σ 的三分之一。

8.2.4 等值线平面图等值线间距,应等于或大于20。在平静磁场区,为显示微弱异常特征时,可用半间距线作辅助线。

8.2.5 绘制航磁等值线平面图前,根据所用的绘图软件功能,可以制成随机网格数据文件,也可以制成矩形的网格数据文件。网格距要一般小于测量线距的1/4、不应大于成图比例尺图面上3mm 所代表的距离数。

8.2.6 航迹图上需包括测量飞行线主测线、控制线、加密测量线等。

8.2.7 飞行高度图：可根据需要编制离地高度(Δh_g)图或海拔高度(Δh_g)图。

8.2.7.1 平原丘陵区可制成高度等值线平面图；在飞行高度变化较大地区宜制成剖面平面图。

8.2.7.2 高度等值线平面图等值线间距和高度剖面平面图剖面纵比例尺的确定，需依据采用的高度计测量精度、量程和测区内飞行高差等因素综合考虑，

8.2.7.3 明显超高部分，应用符号在图中标示，并在图例中加以说明。

8.2.8 基础图件用底图应符合 DZ/T 0069 标准有关规定。

8.2.9 基础图件技术说明部分应分别包含以下内容：

- a) 测量飞行日期、使用飞机型号、机场、测量比例尺和色标等；
- b) 导航定位方法及仪器设备型号、实际达到的导航和定位精度；
- c) 航空磁力仪系统型号、灵敏度(或噪声水平)、数据收录方式及采样点间距；
- d) 航磁原始数据主要校正内容；
- e) 高度计型号、测量飞行高度及其分布情况；
- f) 成图坐标及投影。

8.3 质量评价

8.3.1 采用单项质量指标和总精度相结合的评价方法。单项质量指标包括：航空磁力仪地面静态噪声水平和空中动态噪声水平、空中模拟记录质量、飞行高度质量、导航精度、定位精度和磁日变记录质量等。

8.3.2 航空磁力仪地面静态噪声水平

8.3.2.1 航空磁力仪系统在飞机上安装好以后，在地面使用机外电源系统供电，开启航磁和数据收录系统工作，其他仪器不工作(包括磁补偿仪)情况下，观测收录时间不少于2 h。采样间隔为0.5 s，如果采样间隔小于0.5 s，应采用抽点的方法，等效为0.5 s 间隔。对收录数据按式(5)计算航空磁力仪地面静态噪声水平 S：

$$S_n = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (B'_i - \bar{B}')^2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$B'_i = \frac{T_{i-2} - 4T_{i-1} + 6T_i - 4T_{i+1} + T_{i+2}}{16} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$\bar{B}' = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B'_i \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

N——参加计算的观测点数；

i——数据序列号， $i=1,2,\dots,n$ ；

B' 、 B' 、S 和 T；的单位为 nT。

8.3.2.2 航空磁力仪的地面静态噪声水平 S。评价分级(2次/s 样率)：

一级 $S_n \leq 0.01$ nT

二级 0.01 nT < $S_n \leq 0.03$ nT

三级 0.03 nT < $S_n \leq 0.10$ nT

四级 $S_n \geq 0.10$ nT

8.3.3 航空磁力仪系统动态噪声水平

8.3.3.1 航空磁力仪系统在测线上测量飞行条件下，采样间隔为0.5 s 时，取整条测线数据(舍掉水平梯度 > 600 nT/km 异常上的测点值)按下式计算 S_i 值，如果采样间隔小于0.5 s，应采用抽点的方法，等效为0.5 s 间隔，用以评价每条测线的航磁测量数据质量。

$$S_i = \frac{1}{\sqrt{70}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (B_i - \bar{B})^2} \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$B_1 = T_{-2} - 4T_{-1} + 6T_0 - 4T_{+1} + T_{+2} \dots\dots\dots (9)$$

$$\bar{B} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B_i \dots\dots\dots (10)$$

式中:

N ——参加计算的测点数;

B_i ——第 i 点上磁测数据 T_i 的四阶差分。

8.3.3.2 航空磁测数据质量评价

航空磁测数据质量依据航空磁力仪系统动态噪声水平 S , 分级标准为:

一级 $S_i \leq 0.08$ nT

二级 $0.08 \text{ nT} < S_i \leq 0.14$ nT

三级 $0.14 \text{ nT} < S_i \leq 0.20$ nT

四级 $S_i > 0.20$ nT (为不合格资料)

三倍 S_i 作为剖面提取异常的展据。

8.3.3.3 航空磁测空中模拟记录质量评价

模拟记录质量主要依据在磁场平缓处磁模拟记录噪声峰峰值的包络线幅值大小确定:

一级 包络线幅值 0.05 nT

二级 0.10 nT 包络线幅值 ≤ 0.15 nT

三级 0.15 nT 包络线幅值 ≤ 0.20 nT

四级 包络线幅值 ≥ 0.20 nT (为不合格资料)

8.3.3.4 航空磁力似地面静态噪声水平 达不到一级要求时, 空中资料质量不得评为一级。因飞行高度较低造成航磁动态四除 屋分值达不到要求时, 可采用每架次早晚基线进行评价。

8.3.4 测量飞行高度质量评价

飞行高度评价由平均离地高度 Δh 表示, 也可统计全测区离地高度分组出现的频数及所占百分数。

a) 平均离地高度 计算公式为:

$$\overline{\Delta h_R} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta h_{Ri} \dots\dots\dots (11)$$

式中:

Δh_{Ri} ——采样点 i 上的雷达高度值;

N ——采样点总数;

Δh_{Ri} 及 $\overline{\Delta h_R}$ 的单位为 m。

b) 计算各高度组内出现的百分数, 可绘出正态分布曲线。并统计符合设计中规定的飞行离地高度的百分比 W:

$$W = (a/N) \% \dots\dots\dots (12)$$

式中:

——符合设计书规定的飞行离地高度出现点数

N ——采样总数。

8.3.5 导航精度评价

8.3.5.1 导航精度用平均偏航距和测网疏密度指标评价。

8.3.5.2 平均偏航距指标评价

在航迹恢复后, 计算全测区测点偏离预定测线位置的平均偏航距 A 和各偏航距组内出现的频数所占百分比, 用以评价导航质量。

a) 平均偏航距 A 的计算公式:

$$A = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\delta_i| \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中:

- δ_i —— 采样点(测点) i 上的实际偏航距;
- N —— 采样点总数;
- A 、 δ_i 单位为m。
- b) 统计超过5.9.4中规定的偏航距点数和所占有百分数。

8.3.5.3 疏密度指标评价

在航迹恢复后,沿垂直于测线方向,计算飞行测量获得的实际测线间距与设计书预定的测线间距的差值,计算这些差值的平均值即为全区的测网疏密度。测网疏密度是用来评价飞行测线平面上实际均匀分布情况的指标。测网疏密度计算方法如下:

$$D = \Delta \pm \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |d_i - \Delta| \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中:

- d_i —— 第 i 个位置处实际测线间距;
- N ——
- Δ 为设计书预定的测线间距。

8.3.6 定位精度评价

8.3.6.1 各导航定位系统均有自己的理论定位精度,但实际使用的定位精度需要测定,并做出评价。

8.3.6.2 静态定位精度测定与动态定位精度可通过基地某固定点位连续观测(大于30 min),此种观测精度条件下的重复测量。根据收录该固定点的观测坐标数据,求出静态定位精度 S_0 ,按设计书中名应要求评价。的计算公式为:

$$S_0 = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2} \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中:

- X_i —— 表示某国固定点上第 i 次定位系统的坐标观测值;
- \bar{X} —— 诸 X_i 的算本平均值;
- N —— 参加计算总数。
- i —— 观测次数, $i=1, 2, \dots, N$;
- X_i 、 \bar{X} 的单位是m。

8.3.6.3 用上式对北向及东向坐标数据(或经、纬度数据),分别求其精度 S_x 和 S_y 值。也可用北向和东向坐标合成的径向 r 统计定位精度。

8.3.7 磁日变资料质量评价

磁日变模拟记录评价主要依据模拟记录噪声峰峰值的包络线幅值大小确定:

- 一级 包络线幅值 ≤ 0.10 nT
- 二级 0.10 nT $<$ 包络线幅值 ≤ 0.15 nT
- 三级 0.15 nT $<$ 包络线幅值 ≤ 0.20 nT
- 四级 包络线幅值 > 0.20 nT (为不合格资料)

8.3.8 航空磁测总精度评价

航空磁测总精度是由航空磁力仪系统的测量和定位误差及各项校正不充分或不准确等误差的总和。在经过各项校正后,航空磁测总精度采用计算控制线与测线交点上磁场差值之均方差 σ 来衡量。磁场水平精细调整前计算出的 σ 作为主要由定位引起的磁场测量误差。

其计算公式如下:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \delta_i^2} \dots\dots\dots (16)$$

式中:

- δ ;——第*i*个控制线与测线交叉点上磁场差值;
- n*——参加计算的控制线与测线交叉点个数;
- σ 、 δ ;的单位为nT。

在完成正常场、磁日变校正和整架次或每条测线整线粗略水平调整后,按式(16)计算调平前的总误差 σ 值。计算 σ 时,允许舍掉磁场梯度较大(600 nT/km,交叉点处磁场变化>30者),而且磁场差值>30或高度差大于100 m的交叉点。其余的交叉点均应参与 σ 的计算。

在完成精细调平后应按上述舍点要求再计算 σ ,作为全区测量的成图总精度值。

8.4 数据处理报告编写

8.4.1 航磁测量数据处理及基础图件绘制结束后,应及时编写数据处理报告。该报告应同原始资料一起归档保存。

8.4.2 报告包括以下主要内容:

- a) 数据处理使用的软件程序及相应版本;
- b) 用于数据处理(包括预处理)的资料清单和存在的问题;
- c) 获取原始资料的测量飞行日期,使用的飞机型号、机场、测量比例尺和测线方向;
- d) 航磁数据编辑、各项校正、采用的滤波方法及参数、处理流程、图件编制时使用的计算机型号、主要方法和程序等;
- e) 导航定位、测高数据编辑、校正、滤波、处理流程、图件绘制时使用的坐标、投影和转换方法等;
- f) 提交成果:基础图件种类、成图比例尺、参量比例尺(或等值线间距)及其说明;数据处理校正后的数据文件及其说明;网格数据文件及其说明;
- g) 质量统计计算:按8.3中的有关公式统计或计算每架次航空磁力仪系统动态(空中)噪声水平、飞行高度分布、导航精度、定位精度、偏航距统计、测量总精度等;
- h) 存在问题:在数据处理及制图中发现的质量问题及处理措施;
- i) 数据处理和基础图件编绘负责人、参加人员及分工等。

9 航空磁测资料推断解释

9.1 解释分类

航空磁测资料推断解释根据项目任务目标一般可分为区域性基础地质调查、综合性和专属性固体矿产勘查、油气资源调查、水文地质工程地质与环境地质评价四种类型。航空磁测基础地质调查主要开展区域性地质构造和隐伏岩体的推断解释,同时也兼顾固体矿产勘查或油气资源调查。综合性和专属性航空磁测固体矿产勘查主要以寻找金属和非金属矿产为主,同时也进行地质构造和隐伏岩体的推断解释。航空磁测油气资源调查以研究含油气盆地和局部构造为主,同时也进行地质构造和隐伏岩体的推断解释。航空磁测水文地质工程地质与环境地质评价在地质构造和隐伏岩体等推断解释的基础上,开展水文地质评价、工程选址稳定性评价、环境地质评价。

9.2 推断解释基本要求

9.2.1 航磁资料推断解释是航空磁测成果报告编写的基础。推断解释应遵循从已知到未知,定性解释与定量解释相结合的原则。在推断解释的基础上,编写成果报告和编制相应的推断成果图件。

9.2.2 根据地质任务需要,应尽量全面收集并深入分析研究工作区最新的地质、矿产、其他物探、化探、遥感和物性等资料。

9.2.3 推断解释中应充分收集与利用实测的物性资料和异常查证资料。

9.2.4 应根据需要有针对性地进行航磁数据位场转换处理,如化磁极或化赤道、上延、垂向导数、水平

梯度模或方向导数、剩余异常计算等处理。参考附录 F。

9.2.5 航磁资料推断解释包括对区域磁场和局部异常的解释两部分。

9.2.6 对推断解释成果的可靠性进行评价。

9.3 区域磁场解释

区域磁场解释需对磁场进行分区，并研究其所反映的区域地质构造特征。

9.4 局部磁场解释

9.4.1 局部异常解释需在对测区已知岩体、地层、构造、矿床的地球物理特征进行分析，建立航空物探解释标志的基础上，选编航空物探异常，分析异常的性质、成因及地质找矿意义，对每个航磁局部异常进行推断解释。

9.4.2 航磁局部异常选编

9.4.2.1 区域性、综合性和专属性固体矿产航磁局部异常选编

9.4.2.1.1 航磁局部异常确定原则

在区域性、综合性和专属性航空磁测中，局部磁场变化大于或等于测量总精度的两倍，并且与一定的地质现象相联系时，即为局部异常。对小于测量总精度两倍，但与地质任务关系密切的弱异常也应加以分析。在实际工作中，应结合地质任务、磁场特点和地质构造等综合分析确定。

9.4.2.1.2 航磁局部异常编号

在综合性和专属性矿产航空磁测中，经分析确定的航磁局部异常均需编号。依据下述原则进行编号：一般按“省简称 C—年份—4位序号”顺序编号(如甘C—2009—0001)；跨年度飞行的按测量年份编号；早期发现的航磁异常原则上沿用原有航磁异常编号。

9.4.2.2 油气资源调查航磁局部异常选编

9.4.2.2.1 航磁局部异常确定原则

选择位于坳陷(凹陷)内及其边缘构造地带，所反映的构造或磁性体有一定的埋藏深度、反映明显的局部异常。

9.4.2.2.2 航磁局部异常编号

一般按“HC—年份—类别及3位序号”顺序编号(如 HC—2009—A001)；“HC”代表航磁，“年份”指解释年份；“类别”指航磁局部构造异常成因分类结果(A、B、C、D、E)；“序号”指各类异常的序号，早期发现的航磁局部构造异常原则上沿用原有编号。

9.4.2.3 凡编号的航磁局部异常，均应进行推断解释，并填写航磁异常登记表，作为成果报告附件上交。

9.4.2.4 水文地质、工程地质与环境地质航磁局部异常选编参照9.4.2.1和9.4.2.2。

9.4.3 航磁局部异常定性解释

根据物性、地质等综合资料和航磁局部异常特点，结合工作地区地质构造、矿产及其他物探资料，判断引起磁异常的地质原因，

9.4.4 航磁异常定量和半定量解释

大致估计磁性地质体形态、产状、空间位置和物性参数。

a) 重点航磁局部异常应在定性解释的基础上进行定量计算与解释，已知和推断矿致异常解释结果(位置、埋藏深度、规模等信息)应标注在推断的地质图上；

b) 对航磁局部异常进行磁性体顶面埋藏深度计算。

9.4.5 航空磁测的定性和定量解释结果，应经过其他技术人员复核。

9.4.6 航磁异常分类

9.4.6.1 区域性、综合性和专属性固体矿产航磁异常分类

在航磁局部异常定性解释基础上，按航磁 ΔT 异常所处的地质环境、找矿意义和以往工作程度，对磁异常进行分类，划分为甲、乙、丙、丁四大类。分类原则如下：

- a) 甲类异常：为矿致异常，可分两个亚类
 - 1) 甲1类异常：已知矿引起、推断还有找矿潜力的异常；
 - 2) 甲2类异常：已知矿引起、推断进一步找矿潜力不大的异常。
- b) 乙类异常：推断具有找矿意义的异常，分三个亚类：
 - 1) 乙1类异常：推断矿体引起的异常；
 - 2) 乙2类异常：推断含矿地质体或地质构造引起的异常；
 - 3) 乙3类异常：推断具有找矿意义的地质体或构造引进的异常。
- c) 丙类异常：性质不明异常。按目前工作程度和认识水平，无法判明其找矿意义的地质体或地质构造等引起的异常；
- d) 丁类异常：按目前工作程度和认识水平，认为不具备找矿意义的岩性引起的异常地质成因不明的异常。

9.4.6.2 油气资源调查旗验异常分类

在航磁局部异常定性定量解释基础上，按航磁 ΔT 异常所反映的地质成因，划分为A、B、C、D、E

五大类。分类原则如下：

- a)A 类：基二山起异常，指磁性基底的局部构造高点；
- b)B 类：中《基性侵入岩是常，一般指基性侵入岩的范围；
- c)C 类：中酸性侵入岩异常，指中酸侵入岩的范围或局部高点；
- d)D 类：CO* 异常，推断与火山岩有关的局部是常
- e)E 类：肾见积层有关的异常。

9.4.6.3 水文地质《工程地质与环 境地质航磁局部异常分类参照9.4.6.1和94.612执行。

9.5 航磁推断解释图件

9.5.1 区域性综合性和专属性固体矿产 期查根据目标任务要求 编制航磁推所岩性构造图、航磁异常分布及找矿远景预测图等，见10.8.1和10.8.2。

9.5.2 油气资源地付根据目标任务要求编制磁性体最小埋藏深度图、磁性基岩深度图、基底岩相构造图、区域地质构造图人成岩分布图和局部构造鼎常及油气远景预测图等，见10.8/3。

9.5.3 水文地质上程地质与环魔地质评价根据目标任务要求编制航磁推断圳质构造图及相关解释图件。

10 成果报告编写

10.1 应按航空磁测勘查项目务规定编写成果报告，一个项目编写一份报告。多年性工作项目，除在全部工作结束时编写最终成果告外，应在每年年终或工作的某些阶段编写年度或阶段性报告。

10.2 成果报告编写应在定性和定量解释基础上，编制相应的推断解释图件，经过与地质、化探、遥感及其他物探资料综合研究分析后进行。应提高定性解释的可靠性和定量反演的合理性。

10.3 编写成果报告应在全面深入地掌握实际材料情况下，分析和概括规律，形成一定认识后，有依据、有分析的推断基础上编写。

10.4 成果报告要立论严谨，要敢于突破前人的认识，观点明确；围绕主要地质任务，对关键问题阐述要清楚，结论要有充足的地球物理依据，与推断解释图件表达的内容一致；并重点阐述本次航空磁测的新发现和新认识。

10.5 报告要文字简练，层次分明，文图呼应，术语规范。

10.6 成果报告应包括下列主要内容：（参考附录 G）

- a) 概括介绍工作目的与任务完成情况；
- b) 工作方法及质量；
- c) 地质、地球物理特征；

- d) 工作成果;
- e) 结论与建议。

10.7 航空磁测成果报告编写格式参考附录 H。

10.8 成果报告附图

10.8.1 综合性和专属性固体矿产勘查航空磁测成果报告附图

10.8.1.1 航空磁测基础图件有:

- a) 航空磁测剖面平面图;
- b) 航空磁测等值线平面图,
- c) 航空磁测测网分布图;
- d) 航空磁测飞行离地高度剖面平面图。

10.8.1.2 航空磁测数据修匀图件, 应选择解释中作用效果好的作为报告附图。

10.8.1.3 航空磁测解释图件有:

- a) 推断岩性相清图; 对隐伏地质体应标识埋藏深度;
- b) 航磁异常及找矿远景评价图;
- c) 其他解释图。

10.8.2 区域性地质调查航空磁测成果报告的附图

10.8.2.1 航空磁测基础图件有:

- a) 航空磁测剖面平面图;
- b) 航空磁测等值线平面图 ;
- c) 航空磁测测网分布图;
- d) 航空磁测飞行离地高度剖面平面图 。

10.8.2.2 航空磁测数据转换图件, 应视需要选择对解释有效、作用大的作为报告附图。

10.8.2.3 航空磁测解释图件有:

- a) 磁性体最小埋藏深度图 ;
- b) 磁性基岩深度图;
- c) 推断基底岩相构造图;
- d) 推断区域地质构造图;
- e) 其他解释图

10.8.3 油气资源调查成果报告的附图

10.8.3.1 航空磁测基础图件有!

- a) 航空磁测剖面平面图;
- b) 航空磁测等值线平面图,
- c) 航空磁测测网分布图;
- d) 航空磁测飞行离地高度剖面平面图。

10.8.3.2 航空磁测数据转换图件, 应选择解释中作用效果好的作为报告附图。

10.8.3.3 航空磁测解释图件有:

- a) 磁性体最小埋藏深度图;
- b) 磁性基岩深度图;
- c) 推断基底岩相构造图;
- d) 推断区域地质构造图;
- e) 局部构造异常及油气远景评价图;
- f) 其他解释图。

10.9 水文、工程、环境等航空磁测成果报告编写与附图, 可参考10.1~10.8内容, 结合具体任务编写

成果报告与编制图件。

10.10 成果报告需经过专家审核后送审。

11 成果报告评审与验收

11.1 成果报告编写完成后，须经项目承担单位初审后，向项目主管单位提出评审验收申请。

11.2 项目主管单位组织专家进行评审，项目承担单位应提交成果报告送审稿和全套附图、附件以及其他有关资料。

11.3 成果报告须经项目主管单位评审验收、项目承担单位修改合格后，方可汇交资料。

附录 A

(资料性附录)

飞机磁场的硬补偿方法

A.1 飞机磁场数学表达式

飞机磁场由恒定场、感应场和涡流场构成。在飞机平飞时，其感应场和恒定场的数学表达式见式(A.1):

$$A T = T_0 (a_0 + a_n) \cos^2 \theta \sin^2 I + T_0 (a_n - a_0) \cos^2 \theta \cos^2 I + T_0 (a_n + a_0) \sin I \cos I \cos \theta +$$

$$T_0 (a_{12} + a_{21}) \sin I \cos I \sin \theta + H_2 \cos I \sin \theta + H_3 \cos I \cos \theta + H_4 \sin I + T_0 (a_{33} - a_{33}') \sin^2 I + T_0 (a_{33} + a_{33}') \cos^2 I + K \dots \dots (A.1)$$

式中:

$$A = \frac{1}{2} T_0 (a_{12} + a_{21}) \cos^2 I;$$

$$B = T_0 (a_{22} - a_{22}') \cos^2 I;$$

$$a_0 = T_0 (a_{33} + a_{33}') \sin I \cos I;$$

$$C_0 = H_2 \cos I;$$

$$A_0 = T_0 (a_{j3} + a_{3j}) \sin I \cos I;$$

$$D_0 = H_3 \cos I;$$

$$a_0' = H_4 \sin I;$$

$$a_0'' = T_0 (a_{33} - a_{33}') \sin^2 I;$$

$$K = T_0 a;$$

H_2 、 H_3 、 H_4 ——恒定场的三个分量;

a_j, \dots, a_{3j} ——感应场系数;

θ ——飞机航向角;

I ——地磁倾角。

A.2 对电子补偿器的要求及安装

A.2.1 电子补偿器应具备同时补偿飞机的恒定磁场和感应磁场的功能。主要性能不低于下述指标:

- 仪器稳定性: 恒定场 $\leq 0.3\%$, 感应场 $\leq 1\%$;
- 时间常数: ≤ 250 ms;
- 补偿精度: 当航磁测量总精度为 2.0 nT 时, 水平场最大剩余值地面补偿 < 1.0 nT, 空中检查 < 2.0 nT; 垂直场最大剩余值 < 1.0 nT (当倾角 15° 时), 品质因数 $FOM \leq 15$ 。当航磁测量总精度改变时, 按5.13.4.2要求执行。

A.2.2 电子补偿器的灵敏元件安装要求是:

- 灵敏元件在航空磁力仪探头处产生的磁场必须均匀;
- 灵敏元件的坐标与飞机纵、横轴一致。即 X 轴与飞机的机翼轴线平行, 正方向为左机翼一侧; Y 轴与飞机的机身纵轴一致, 机头为正方向; Z 轴垂直向下。

A.3 飞机磁场的补偿方法与程序

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/395220133020011133>