

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0142—94

航 空 磁 测 技 术 规 范

1995-01-27 发布

1995-12-01 实施

中华人民共和国地质矿产部 发 布

目 次

1 主题内容与适用范围	(1)
2 引用标准	(1)
3 术语	(1)
4 总则	(2)
5 技术设计	(2)
6 仪器与装备	(7)
7 测量飞行与野外工作	(9)
8 数据处理与图件编制	(14)
9 成果报告	(20)
附录 A 国际地磁参考场(IGRF)及地磁正常场校正(补充件)	(22)
附录 B 飞机磁场的硬件补偿方法(参考件)	(27)
附录 C 航空磁测工作设计编写提纲(参考件)	(30)
附录 D 航空磁测成果报告编写提纲(参考件)	(31)
附录 E 对 GPS 导航定位的有关规定(参考件)	(32)
附录 F 航空磁测记录表格(参考件)	(33)

航空磁测技术规范

1 主题内容与适用范围

1.1 主题内容

本标准规定了航磁总量测量(简称航空磁测或航磁测量)的技术设计、仪器与装备、测量飞行与野外工作、数据处理与图件编制、成果报告等的基本技术要求和规则。

1.2 适用范围

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、灾害地质勘查中的航空磁测工作。其中的技术规则也适用于为其他目的而进行的航空磁测。

2 引用标准

GB/T 14499 地球物理勘查技术符号

DZ/T 0069 地球物理勘查图式图例及用色标准

3 术语

3.1 航磁总量(T)测量

测量地磁场强度模量值的航空磁测。

3.2 导航定位校准点

为了确定导航定位系统静态和动态工作精度,在选定的飞机停放点进行静态重复观测,此点称导航定位静态校准点,在选定的已知明显标志点上空重复观测,此点称做导航定位动态校准点。

3.3 飞行高度

航空磁测飞机的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)是指飞机飞行时距海平面的高度,通常用气压高度仪获取海拔高度数据;离地飞行高度(又称相对飞行高度)是指飞机飞行时距正下方地表面的距离,通常多用雷达测高仪获取离地高度数据。

3.4 主测线与切割线

航空磁测按测量比例尺规定的间距,平行铺设的测量飞行线称测线。与当地主要地质构造走向(或与主要成矿有关的异常走向)相垂直或基本垂直的测量线称主测线。与主测线呈大致正交的测量线称切割线。

3.5 控制网测量

大区域编制航磁图时,为统一不同年代、不同测区航磁测量数据(或资料)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。

3.6 测网密度与测量比例尺

测线与切割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表示(单位千米或米)。航空磁测比例尺是以设计的测线间距表示成 1 cm 长度的比例来定义。

3.7 航磁校准基点

为了获取地磁场绝对值测量,需将飞机一仪器系统置于飞机场停机坪附近的一个固定点上

期校准,此校准点称为航磁校准基点。

3.8 辅助测量

除测线、切割线测量、加密测量、典型剖面的不同高度测量外,其他测量,如基线测量、偏向差测量、高度格值标定测量及重复线测量等统称为辅助测量。

3.9 飞机磁场补偿及方向差

为了减弱飞机和探头磁场对航磁测量影响的方法,称飞机磁场补偿(简称磁补偿)。由磁补偿仪器系统对探头处磁干扰场进行补偿时,称硬补偿;由计算机程序实现对测量数据补偿时,称软补偿。磁补偿后,探头处剩余的影响,随飞机航向不同而存在的差异称方向差(或偏向差)。

3.10 航磁仪分辨率(灵敏度)

系指在试验室条件下,航磁仪能够观测记录到外界磁场强度值的最小变化。

3.11 航磁仪(或系统)噪声水平

系指航磁仪(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。

3.12 采样点号

在一架次测量中,按采样点(称测点或基准点)顺序编录测量数据的点号称采样点号。

4 总则

4.1 航空磁测的主要应用领域有五个方面:

- 以配合地质填图,研究地质构造和普查找矿为主的综合性航空磁测;
- 以研究大地构造,深部构造,区域地质构造为主的区域性航空磁测;
- 以勘查某种矿产或与某种矿产有关的地质体、地质构造、地层、蚀变带等为主的专属性矿产航空磁测;
- 以研究沉积盆地内的磁性基底深度及其构造特征、岩浆岩体分布、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、工程地质和环境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)和地球磁场相对测量(ΔT)。

4.3 航空磁测应使用灵敏度高于 0.1 nT 的航磁仪,配备数字收录、无线电工具导航定位和计算机处理成图技术,以获取高精度的资料,发现和研究弱磁异常,解决更多的勘查问题。

4.4 当不是以航空磁测为主进行航空物探综合测量时,也应参照本标准所规定的基本技术要求和规则。

5 技术设计

5.1 测量参数的选择:当一项航磁勘查任务确定后,应根据任务的性质,选择航空磁测的参数,是进行航磁绝对测量(T)或是航磁相对测量(ΔT)。

5.1.1 一般情况下,在测量比例尺大于 1:20 万时,只进行 ΔT 测量即可。

5.1.2 凡测量比例尺小于 1:20 万的区域性航空磁测或有特殊需要的航空磁测应进行 T 绝对测量,1:20 万的航空磁测可根据任务和需要确定航磁参数。

5.2 测区范围的确定:原则上按任务来源单位所给的勘查任务和工作地区条件,具体能够完成的工作量作为一个测区。

5.2.1 确定区域性和综合性航磁勘查测区范围时,应注意构造单元的完整性,测区范围应比要解决的地质任务所涉及的范围大些。

5.2.2 确定专属性矿产航磁勘查测区范围时,主要应选在与某种矿产有关的成矿远景区内,最好包括部分典型的已知矿。

5.2.3 确定油气航磁勘查测区范围时,应选在沉积盆地内含油气有望地区。

5.2.4 在具体确定测区范围时,与相邻高精度或同精度测量的测区衔接应重复 1~3 条测线距的宽度;注意地形、山脉走向,预计飞行高度对测区边界确定的影响。

5.3 测网密度与测量比例尺的确定

5.3.1 测网中测线间距的选择,一般根据任务、探测对象的大小、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。

5.3.1.1 在测区内,对局部有利地段,可加密测线测量。

5.3.1.2 在测区内,可根据具体条件,分区铺设不同间距的测线。在一般情况下,不多于两种测线间距,即两种测量比例尺。

5.3.2 切割线的布置应考虑它的三种作用:

- a. 用于联系和调整测线的磁场水平;
- b. 通过平差和磁场调平过程,校正磁日变的低频部分;
- c. 检查全测区的测量质量。

5.3.2.1 切割线要尽量选择在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。

5.3.2.2 切割线的间距应按所使用飞机的飞行速度确定。一般情况下,在飞行 2~5 分钟之间选择。

5.3.2.3 当测区以两组正交测线测量飞行时,可不专门安排切割线。

5.3.3 当用测量比例尺表示时,一般情况下,综合性航空磁测的最大比例尺为 1:5 万,最小为 1:10 万;区域性航空磁测最大比例尺为 1:20 万,最小比例尺为 1:100 万;专属性矿产航空磁测最大比例尺为 1:1 万,最小比例尺为 1:10 万;以勘查油气为主的航空磁测最大比例尺为 1:5 万,最小为 1:20 万。

5.3.3.1 当测区内平均离地飞行高度不能低于 250 m 时,不宜进行大于 1:5 万的航空磁测。

5.3.3.2 高差大于 600 m 的山区,不宜进行大于 1:20 万的航空磁测。

5.4 主测线方向的确定

5.4.1 在航空空白区首次进行航空磁测时,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。

5.4.2 当航空磁测比例尺小于 1:10 万时,一个测区尽量使用一个折中的主测线方向。当大于 1:10 万时,在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,主测线方向也要相应改变。

5.4.3 在山区,地形高差较大,且地质构造走向(或异常走向)与山系走向一致时,为了降低飞行高度,主测线方向允许与山系走向斜交,但其交角不得小于 45°。

5.5 飞行高度的确定:

5.5.1 飞行高度的确定必须综合分析各种影响因素后选择确定。但每条测线上的平均离地飞行高度的上限不应该超过主测线间距的二分之一。在不同地形条件下,设计平均离地飞行高度时,可参照表 1。飞行高度及超高限应在设计书中明确规定,并限定超高百分比。

表 1

平均飞行高度 测量比例尺	地形类别				
	平坦地区	丘陵地区	低山区	山区	高山区
	高差<100 m	高差<200 m	高差<400 m	高差<600 m	高差>600 m
≥1:2.5 万	70~90	90~110	100~125		
1:5 万	70~100	90~120	100~180	150~250	

续表 1

平均飞行高度 测量比例尺	地形类别				
	平坦地区	丘陵地区	低山区	山区	高山区
	高差<100 m	高差<200 m	高差<400 m	高差<600 m	高差>600 m
1:10 万	80~120	100~160	120~200	180~300	
1:20 万	100~200	150~300	200~400	300~700	500~800
1:50 万	150~300	200~400	300~500	400~800	700~1 000
≤1:100 万	250~400	300~500	400~700	600~1 000	900~1 500

5.5.2 在水域上空测量飞行时,按实际允许的安全高度飞行。当使用探头软吊系统时,其离地飞行高度为探头的离地高度。

5.5.3 区域性航空磁测时,一个测区尽量采用一个海拔高度进行平飞。在测区内地形切割厉害,海拔高度相差甚大时,可按地形分区飞行,而每个分区应保持同一海拔高度。但这种分区应尽量少,一般不宜多于三个分区。

5.5.4 综合性和专属性矿产航空磁测时,均应采用随地形起伏飞行,最大限度的降低离地飞行高度。

5.5.5 油气航空磁测量时,应采用缓起伏的低高度飞行。

5.5.6 当测区内普遍分布有磁性盖层(如火山碎屑岩、磁性土壤等)时,为减少其影响,可适当抬高平均离地飞行高度。

5.5.7 测量海拔飞行高度的误差参照表 2 和表 3 中的 δ , 栏括号内的距离数设计。测量离地飞行高度的测量误差应小于当时离地高度的 10%。

5.6 飞行速度与采样率的确定

5.6.1 航空磁测量应尽量选择低空性能好的飞机。当未装备高速率采样器时,应尽量采用低速飞行。

5.6.2 数据采集密度主要受航磁仪系统的时间常数、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 ——所用飞机的平均速度(m/s);

S ——拟探测的异常宽度(m);

P ——要求在异常上最少采样点数(次)。

当装备有高速率采样器时,采样率选用 5 次/s 较合适。原则上,采样间距应小于按测量比例尺制图时图上 1 mm 代表的距离数,但最低采样率不应小于 1 次/s。

5.7 导航定位及精度

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

5.7.2 主要导航定位方法的选择:

5.7.2.1 当使用全球卫星导航定位系统(GPS)不能满足航空磁测对导航定位精度要求时,可使用差分 GPS 方法。

5.7.2.2 多卜勒一照相(或录相、下同)导航定位系统,可进行小于和等于 1:10 万的航空磁测,并应在已知点进行校准和数据更新,其间隔小于 30 min。

- 5.7.2.3 轻便型无线电台站导航定位系统(如应答系统),适于1:1万~1:2.5万的航磁测量。
- 5.7.2.4 当使用一种导航定位方法无法控制全区和满足导航定位精度要求时,应使用多种方法组合导航定位。
- 5.7.2.5 在地形地物明显的地区,当其他导航定位方法不具备时,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1:10万的航空磁测。用于目视导航图的地形图、航空摄影照片或镶嵌图的比例尺必须等于或大于航空磁测比例尺。一般情况下,以1:5万或1:10万的导航图为宜。
- 5.7.2.6 照相定位可以用于定位,恢复航迹,也可用于检查航迹。当用于定位及恢复航迹时,应进行连续拍照,且使幅面重叠一部分或幅面相接。
- 5.7.2.7 在地形地物单调地区,使用多卜勒一照相导航定位法或目视导航照相定位法时,必须用人工设置地面标志(简称人工布标,下同)辅助导航定位。布标线垂直于航磁测线。根据航空磁测比例尺和方位标距确定布标线的间距。其点位误差不超过相应航磁测量比例尺定位精度的1/5。
- 5.7.3 在没有装备照相定位或其他定位设备辅助的条件下,禁止单独使用地形图一目视导航定位方法进行航空磁测。
- 5.7.4 航空磁测的定位误差参照表2和表3中的 δ_2 括号内的距离数设计。
- 5.7.5 对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如下:

测量比例尺	偏航距
小于1:10万	小于1/4主测线距
1:10万	小于1/3主测线距
1:5万	小于2/5主测线距
大于等于1:2.5万	小于1/2主测线距

5.8 数据采集的内容

- 5.8.1 应根据任务要求,探测对象及磁化特征,结合仪器设备能力,合理选择航空磁测参量。
- 5.8.2 航空磁测的数据采集以数字数据收录为准,应按规定的格式、内容记录,同时还应配用模拟记录进行监视。
- 5.8.3 数字数据收录一般应有以下内容:磁场值、雷达高度值(h_R)、气压高度值(h_P)、航向角、导航定位坐标值(X、Y)或经纬度(λ 、 φ)、采样点号、测线号、日期、时间、机外温度值等;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。
- 5.8.4 模拟监视记录一般应有以下内容:磁场值、离地高度值、采样点号(或时间)、测线开始和结束标记。
- 5.9 航磁测量总精度(总误差) σ 的衡量与误差分配。
- 5.9.1 在设计中,按任务要求规定航磁测量应达到的总精度;测量飞行后,再计算统计出实际达到的总精度。
- 5.9.2 航磁总精度(σ)由使用的航磁仪系统动态噪声(δ_1)、因导航定位误差而引入的地磁正常场校正的误差(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)、因海拔高度测量误差而引入的地磁正常场垂向梯度校正的误差(δ_4)、磁日变及其校正误差(δ_5)、测量绝对磁场值及其校正误差(δ_6)、磁场水平调整误差(δ_7)等项组成。在进行设计时,根据航磁测量参数的选择(航磁绝对测量 T 或相对测量 ΔT)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。
- 5.9.3 当进行航磁绝对测量(T)时,总误差 σ_T 由七项因素引起的误差组成,通过式(2)估算设计的总精度:

$$\sigma_T = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \delta_6^2 + \dots} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \delta_i^2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

设计航磁绝对测量(T)的总精度时,各种因素的影响可参照表2分配:

表 2

nT

σ	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4	δ_5	δ_6	δ_7
≤ 1.0	0.06	0.20 (70 m)	0.20	0.50 (20 m)	0.50	0.60	0.30
2.0	0.10	0.40 (140 m)	0.30	1.00 (40 m)	1.40	0.70	0.40
3.0	0.15	0.60 (200 m)	0.50	1.25 (50 m)	2.40	0.85	0.50
≥ 4.0	0.20	0.75 (300 m)	0.70	1.50 (60 m)	3.30	1.0	0.70

注: ① 表中 δ_2, δ_4 栏内括号中的米数,相应于引起磁场误差的距离数。

② δ_6 内包含用航磁仪测量地磁场模量值的误差(准确性)和测量探头处飞机-航磁系统本身磁场值测定误差。当进行相对测量时,不含有此项误差。

5.9.4 当进行航磁相对测量(ΔT)时,总误差 $\sigma_{\Delta T}$ 由六项因素引起的误差组成,通过式(3)估算设计的总精度:

$$\sigma_{\Delta T} = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \delta_6^2 + \dots} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \delta_i^2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

设计航磁相对测量(ΔT)的总精度时,各种因素的影响可参照表3分配:

表 3

nT

σ	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4	δ_5	δ_7
≤ 1.0	0.06	0.20 (70 m)	0.20	0.50 (20 m)	0.75	0.30
2.0	0.10	0.40 (140 m)	0.30	1.00 (40 m)	1.60	0.40
3.0	0.15	0.60 (200 m)	0.5	1.25 (50 m)	2.55	0.50
≥ 4.0	0.20	0.75 (300 m)	0.7	1.50 (60 m)	3.5	0.70

注: 表3中 δ_2, δ_4 栏内括号中的米数,相应于引起磁场误差的距离数。

5.9.5 航空磁测实际达到的总精度(σ),由全测区最终航磁图中测线与切割线交叉点上的磁场差值,按(8—15)式统计计算出总均方差来表示和衡量。

5.10 磁日变

5.10.1 在航磁测量中磁日变引入的误差最大,航磁测量期间必须进行磁日变观测。

5.10.2 建立磁日变观测站的作用是:监视磁日变化与磁暴发生及磁扰日的磁扰大小;采集磁日变数据并对航磁测量原始数据进行尽可能精确地校正。

5.10.3 根据测量任务对总精度的要求及测区具体条件,选择磁日变校正方法。

5.10.4 磁日变观测的磁力仪,应使用与航磁仪等精度的测量绝对磁场的磁力仪,最好与航磁仪同类型。

5.10.5 磁暴期间,不应进行航磁测量。

5.10.6 测区较大时,磁日变站的控制范围应经试验确定。如果由多个磁日变站观测时,设计书中应提出磁日变的归算方法及其对航磁测量原始数据的校正方法。

5.11 岩(矿)石磁参数调查

5.11.1 每项航磁任务均需进行岩、矿石的磁性参数调查,调查包括收集整理以前的磁性资料和补充一些新测定的磁性资料。

5.11.2 磁参数的测定要根据航磁地质任务与工作地区的岩(矿)磁性特点,确定新的岩(矿)标本采集点分布和采集路线,选择测定的磁参数项目和方法。

5.12 技术设计书的编写

5.12.1 航空磁测项目确定后,执行单位应编写设计书。

5.12.2 技术设计书主要应包括下列内容(参考附录 C)

- a. 工作任务;
- b. 测区的地质、地球物理和地球化学特点;
- c. 工作及质量要求;
- d. 技术经济指标及生产计划安排;
- e. 提交成果的内容与时间。

6 仪器与装备

6.1 对航磁仪系统的选择原则:

- a. 探测对象的磁性特点及航磁测量的具体地质任务;
- b. 工作地区的磁场特征;
- c. 工作地区的地理位置。如纬度的高低;
- d. 对航磁测量总精度和对仪器的要求。

6.2 开工前航磁仪系统的准备

6.2.1 航磁仪系统及其配套仪器在飞机上安装之前,应按仪器设备的技术说明书或规定的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。

6.2.1.1 对航磁仪检验的主要项目是:

- a. 噪声水平、灵敏度、测磁场准确性及测程范围等,应达到仪器出厂指标;当进行地磁场绝对测量(T)时,测量磁场准确性应小于或等 0.5 nT ;
- b. 带宽应 $\geq 0.5 \text{ Hz}$ (或时间常数 $\leq 2 \text{ s}$);
- c. 探头方向差 $\leq 1.0 \text{ nT}$;
- d. 采样率 $\geq 1 \text{ 次/s}$;
- e. 一致性要求:两台同类型等精度磁力仪对比观测,连续 5 h 测量值差 $< 0.5 \text{ nT}$;
- f. 稳定性要求:单台磁力仪局部变化的测量值差,在 10 s 内 $< 0.1 \text{ nT}$ 。

6.2.1.2 对收录系统的主要检验内容有:数字收录格式、错误码率、时间准确性、各道收录同步程度;模拟记录的参数、满偏等。

6.2.2 航磁仪系统的探头安装方式,可采用固定或软吊方式。

6.2.2.1 当采用固定方式安装时,探头所处位置的飞机磁场平稳、磁梯度变化小,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,机械强度要符合要求。

6.2.2.2 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;还应配置对悬吊系统的应急切断装置,确保飞行安全。

6.2.3 当选用硬补偿方法时,磁补偿器线圈的中心必须和航磁仪探头的灵敏元件中心重合;磁补偿线圈的 X 、 Y 、 Z 三个轴应同航磁仪探头灵敏元件的 X 、 Y 、 Z 三个轴互相平行,并注意纠正飞机停放与飞行时机身轴线的不一致所带来的误差。磁补偿器的灵敏元件应装在磁场平稳、梯度小、距航磁仪探头不远、操作方便的地方。

6.2.4 航磁仪系统及其配套设备所用的电源电缆必须依照通过的电流大小选择。仪器系统的电源线应正负双线一并走线;电源线、信号线的负线和电缆隔离层等,应连到一起在一个点上接地,不得形成多个接地点。接地点位置要通过试验确定。

6.2.5 航磁仪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,应做不少于5小时的地面稳定性试验。

6.3 导航定位系统的准备

6.3.1 当使用GPS导航定位时,应对GPS的导航功能检查校验:设置航距点,实时导航信息,包括偏航距、待飞距、欲达时间等。还应检查GPS输出定位数据:坐标值、高度、时间和时钟脉冲信息等。

6.3.2 当选用无线电台站导航定位系统时,应主要检查校验以下功能:发射与接收信号的强度、有效控制距离、系统稳定性、导航定位精度、提供的输出信息(包括偏航距、已飞距、待飞距)等。并对移动台和地面台站链进行模拟导航操作试验。

6.3.3 当使用多卜勒导航定位系统时,应进行以下主要检查:发射/接收信号强度、测地速精度、磁方位随动精度、姿态精度、预置及偏航指示等。

6.3.4 对雷达测高仪、气压高度仪及测温仪的主要检查校验:格值、灵敏度、测量误差、校正系数等。

6.3.5 在飞机上安装导航定位系统时,天线的安装位置通视条件必须好,避免机体或其他设备的遮挡。

6.3.6 当使用无线电台站导航定位系统和人工布标时,均应编写单独的施工设计,作为航磁测量设计的附件。

6.4 地面仪器设备的准备

6.4.1 对磁日变监测系统的要求

6.4.1.1 对地面磁日变系统进行检查验收,检验内容同6.2.1.1及6.2.1.2。

6.4.1.2 探头到磁力仪主体的信息电缆线应长于20 m,仪器主体到电源间电源线均应长于5 m。

6.4.2 当选用录相系统进行航迹检查时,应准备好空中录相磁带的回放设备。

6.4.3 调节好野外基地预处理或质量检验微机系统;检验软件的功能和硬件的工作状态。

6.4.4 当需要进行异常检查时,应准备好与空中航磁仪相适应的,并满足异常查证用物、化探和物性测量仪器。

6.5 飞机磁场的补偿

6.5.1 根据条件和测量总精度要求选择硬补偿方式或软补偿方式。

6.5.2 探头以固定方式安装时,必须进行飞机磁场的补偿。

6.5.3 飞机磁场硬补偿方法见附录B。

6.5.4 磁补偿的取值、补偿和检查飞行,要求在天气好、风速小($<5\text{ m/s}$)、能见度好、静磁日进行,并同时进行磁日变观测,做日变校正。

6.5.5 磁补偿精度及衡量方法:

6.5.5.1 磁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。

6.5.5.2 水平场最大剩余值是飞机通过选定的某一点上空按附录B中八个方向平飞时,获得的偏向差曲线峰-峰值(最小值与最大值之差)。按表4衡量和评价,其值越小,表示水平场补偿精度越高。

表 4

航磁测量总精度 (nT)	水平场最大剩余值 (nT)	垂直场最大剩余值 (nT)	品质因数 FOM
≤1.0	≤1.5	≤0.7	≤10
2.0	≤2.0	≤1.0	≤15
3.0	≤2.5	≤1.3	≤20
≥4.0	≤3.0	≤1.6	≤25

6.5.5.3 FOM 是在 0° 、 90° 、 180° 、 270° 四个方向上飞机各做 $\pm 15^\circ$ 左右倾斜, $\pm 5^\circ$ 的仰俯飞行, 共 16 个动作时, 出现的偏差绝对值的累积总和。

垂直场最大剩余值为计算 FOM 的 16 个值中出现的最大值。均按表 4 以 FOM 值为主衡量和评价, 其值越小, 表示垂直补偿精度越高。

6.5.6 在飞机进行 100 h、200 h 检修、更换发动机或其他飞机上铁磁性部件、或更换探头、或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, 均需进行磁补偿水平场最大剩余值检查, 如超过设计指标时, 则应重新补偿。

6.5.7 当以吊钩方式安装探头时, 飞机干扰磁场值应小于设计要求。同样应使用 6.5.5 来衡量影响程度。

6.5.8 飞机磁场的补偿资料、数据及达到的精度值, 应作为原始资料保存和验收。

6.6 航磁校准基点的观测

6.6.1 当进行航磁绝对磁场(T)测量时, 应在飞机停机坪附近选择建立航磁校准基点。该基点的选址要求同 7.10.1。

6.6.2 在选择建立的航磁校准基点上, 测量出所用飞机——航磁系统探头高度处的地磁场基值(飞机——航磁系统远离该基点时)和飞机——航磁系统在该基点上时磁场值之差, 即为飞机——航磁系统本身的磁场值。

6.6.3 正常情况下, 至少每 5 架次进行一次航磁校准基点观测。当遇换飞机发动机、更换其他重要磁性部件、飞机大修、航磁仪探头(或主体)变更、更新磁补偿时, 都应重新进行此项观测。

6.6.4 在航磁校准基点上进行校准时, 将飞机头指向 0° 放置, 航磁仪探头置于校准基点正上方, 测量时间不少于 3 min。然后求全部采样观测值的平均值。

6.6.5 当飞机离开航磁校准基点后, 应即时用同类等精度的仪器观测探头高度处的地磁场值, 测量时间不少于 3 min, 然后求全部采样观测值的平均值。

6.6.6 每次航磁校准基点观测的方位、高度要相同。校准观测期间应同时进行磁日变观测, 并对航磁校准基点观测值进行磁日变校正。

7 测量飞行与野外工作

7.1 起飞前航磁仪系统及其配套设备的检查与调节

7.1.1 检查探头等机外的部件是否安全可靠。

7.1.2 接通电源前, 检查机舱内各种仪器的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。

7.1.2.1 每种仪器、设备的工作状态是否正常。航磁仪在停机坪处的磁场强度; 航磁仪的信噪比、噪声水平、磁补偿值有无大改变。

7.1.2.2 当使用 GPS 导航定位时, 应观察导航定位系统的接收机能否收到信号, 了解 PDOP(定位精度降低程度)值是否达到要求; 输入人工设置参数及测线点位功能。

7.1.2.3 测高仪零位值的变化, 表头与收录是否一致。

7.1.2.4 照相机(或录相机)的胶卷(或磁带)是否装好。

7.1.2.5 模拟记录仪的走纸、记录宽度是否调好。

7.2 航磁仪系统的空中操作和记录

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

7.2.2 飞机起飞后,在全部测量过程中,仪器系统均应始终处于工作状态,操作员应通过模拟记录和数字监视器来观察仪器工作情况,不准关闭仪器,不准调动磁补偿值和高度的输出旋钮。

7.2.3 飞机进入基线、测线或切割线等测量线时,应标出线号、方向、方位标号。测线的开始与结束应有相应的符号表示。

7.2.4 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。若发现有意义的异常,应通知领航员记下位置,必要时可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。

7.2.5 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的检查,若故障容易排除,允许在空中盘旋处理。当故障排除后则继续测量,并对故障时的测量线段按接线法飞行;当确认空中无法排除故障或无法改进仪器工作质量时,才可返航。

7.2.6 操作员必须随时注意飞机的姿态和报话机工作对仪器系统的影响。应用事先规定的符号记在相应的模拟记录位置上。

7.2.7 操作员应随时观察测量高度记录,如果超高部分明显超过设计规定的百分比例时,应提醒驾驶员注意飞行高度。

7.2.8 飞机返航着陆后,在停机坪上,记录测高仪输出值。然后关闭仪器。应根据系统在空中工作状态和遇到的问题提出维护的建议和措施。应抓紧时间整理和编录好各种记录表、磁带(盘)和模拟记录纸卷,并移交给资料组。

7.2.9 在野外测量飞行期间,仪器系统的收录记录格式不得任意改变。保证数据采集的正确性和可靠性。

7.3 测区视察飞行

7.3.1 每个测区开始测量飞行之前,可安排视察飞行(全区一次或分区几次)。

7.3.2 视察飞行的主要任务是: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;了解地形特征,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;考验航磁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。

7.4 测线测量飞行

7.4.1 在测区范围内,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。当使用导航定位系统时,应预先计算出测线端点及导航点的坐标(或经纬度)数据;当使用GPS时,还应计算星历表。

7.4.2 每架次测量飞行的前一天,项目负责应以飞行任务书形式向空勤人员正式下达飞行测量任务。飞行任务书中应包括:飞行区号、测线号(含端点的坐标值)、飞行高度、飞行示意图及说明,注意事项等。每次飞行任务书内,应有备用任务。

7.4.3 飞行人员要按飞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、飞行顺序、高度保持、可能的接线地段、测线端点坐标及其参数、仪器调节等。

7.4.4 在测量飞行中,空勤人员应集中精力按各自的职责与要求认真作业,经常保持联系,认真做好仪器操作及飞行领航记录。

7.4.5 当一个测区分区或一条测线分段测量飞行时,应采用接线法飞行,即分区(或分段)间衔接应有 $>3\text{ km}$ 重复区(或段)。若接线重复区(或段)处于异常上时,接线可适当延长。

7.4.6 当按某一海拔高度平飞时,其飞行高差变化应保持在设计高度的20%以内;当采用缓起伏飞行时,飞机的升降速率变化应控制在 2 m/s 以内。尽可能不使用接线法飞行。

7.4.7 当采用沿地形起伏飞行时,在成矿条件良好的山前地段。若地形属陡峭的单面斜坡时,为降低飞

行高度,可采用下滑测量飞行。

7.4.8 使用无线电导航定位系统进行导航时,领航员要密切注视导航信号指示器,严格按照导航数据飞行。当遇到短时间内导航信号中断、错乱或其他故障时,应保持航向前进,待恢复正常后,对超过设计规定的偏离线段当即返回补线。返回补线时应按接线法飞行。

7.4.9 当采用地形图目视导航——照相定位时,领航员根据事先在地形图上布置的测线位置,沿测线追逐地物、地标前进。遇见明显而且可靠的地物应作为方位标点,并发出信号由航磁测量系统记录下来,并同时在地形图上标出该方位点位置,注上号码和时间。当遇地速、航向、高度明显变化点处应给出方位标。方位标的间距要求尽可能小。

7.4.10 当发现偏航时,应缓慢改航到预定测线上;当发现偏航距离超过规定时,应立即返回到预计偏航小于设计规定的偏航距的段落,重新进入按接线法飞行。

7.5 局部找矿有利地段的加密测量飞行

7.5.1 在1:10万或1:5万的综合性和专属性航磁测量中,在成矿有利地段发现有意义的局部异常,为获得详细的异常特征,导航定位精度满足时,可加密测线。当发现的局部异常走向与主测线方向夹角小于45°时,可改变测线方向测量。

7.5.2 在山区进行1:5万专属性航磁测量时,若发现在山前狭长地带或开阔的山间谷地内有意义的异常存在,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)。但同时还必须布置一定数量的切割线进行严格控制。

7.5.3 为建立地质—物化探解释模型,在某些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剖面航磁测量。

7.6 基线测量飞行

7.6.1 当使用的航磁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。

7.6.2 早、晚基线测量飞行时,应力求航向、航迹、离地飞行高度相同。

7.7 切割线测量飞行

7.7.1 切割线飞行前应进行飞机磁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,才允许进行切割线飞行。

7.7.2 切割线要尽量选择在地磁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。

7.7.3 切割线测量飞行时,全套仪器系统和导航定位系统的工作状态应良好,天气能见度好,风速不大,气流平稳和静磁日进行。

7.8 重复线测量飞行

7.8.1 认为某测线的测量质量较差或对收录的数据有怀疑时,可安排对这些测线或线段进行重复测量。

7.8.2 重复线飞行时,应力求与测线首次飞行时的航向、航迹、离地飞行高度相同。

7.9 导航定位工作

7.9.1 使用无线电台站导航定位系统时,要避开低精度区飞行。如果一个测区内有多套台址时,要注意台址间的联测精度。

7.9.2 采用无线电台站导航定位系统时,要按设计书的布置,选择地面台址,进行与三角点坐标系统的联系测量,做好地面台及天线架设,并按有关操作规程进行地面台之间和空地台之间的调节工作。应事先计算和标绘相应比例尺的导航定位用的图(板)。

7.9.3 除GPS外,其他导航定位系统必须建立地面信标,每架次飞行均应在信标上空进行校准。地面信标可以是已有的建筑物,也可以是新设立的,但是必须与测区内采用的导航定位坐标相联系。

7.9.4 每个测区必须获取能够证明所用的导航定位系统在测区内定位精度的观测数据。动态测定可选择在测区已知某明显地标点(或地面信标)上飞行,测定出定位精度。

7.9.5 使用 GPS 导航定位时,正式开工飞行前和开工后每隔 15 天左右进行 GPS 的全天连续定点观测,确定所用的定位系统误差、导航星出现规律、可飞时段及 PDOP 值。

7.9.6 当使用具有零点漂移的导航定位系统(多卜勒系统、惯性导航系统)时,应确定校准和更新数据的已知坐标的地物标志,或用第二套不同类型的定位系统每隔 20 min 更新一数据;也可采用照相(或录像)进行航迹校正与恢复。

7.9.7 当必须使用几种导航定位系统形成的组合系统时,应注意各系统间重迭、衔接区及坐标的转换,并使其发挥各自的优点。

7.9.8 人工布标应满足下述要求:先由测区附近或测区内的三角点(最好是国家一等或二等三角点),用测绘仪器导引至测量布标的基点上。(若全部测量由地面 GPS 类型的仪器进行时,可以不进行此类测量)。在实际布置标志时,允许离开标位±20 m。

7.9.9 雷达高度格值标定飞行:以输出电压作为高度数据的雷达高度计,应求得电压与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标定飞行;
- b. 选择 60、90、120、150、210、240、300 m……等高度上飞行时收录其数据;
- c. 每个高度飞行时间大于 1 min。

7.9.10 气压高度格值标定飞行:以输出电压作为高度值的气压高度计,也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。

7.10 磁日变观测

7.10.1 磁日变站址应选择在人干扰小,磁场平静、磁梯度小,要求以探头为中心的 2 m 半径空间内磁场变化不超过设计的均方误差(总精度的 $\frac{1}{2}$)。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 15 m。探头的信号电缆与仪器的电源线要相隔 2 m 以上。

7.10.2 每个测区正式飞行前,在静磁日进行 2~3 个昼夜连续观测,选择其中一昼夜测量结果,求出该日平均值(称日均值),即为该站的磁场基值(T_D)。如果是多站观测时,应确定其中一个为主台站,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(4)计算:

$$T_D = \left(\sum_{i=1}^n T_{Di} \right) / n + 1 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中: T_{Di} —— i 个的磁场值;

n ——采样总数。

7.10.3 磁力仪的采样时间应与空中磁力仪同步,每架次飞行前应与中央电台报时对准。

7.10.4 磁日变观测应专人负责,注意监视磁暴和磁扰现象。当高精度航磁测量时,磁日变记录连续出现梯度变化大于 1 nT/分时,应密切注意其发展;当连续出现梯度大于 2 nT/分时,应停止飞行或事后补飞。

7.10.5 磁日变量好是昼夜连续观测。在条件不具备时,磁日变的观测时间为每架次飞机起飞前半小时至飞机落地后 10 min。外界环境的人为干扰,应在记录上注明。

7.11 航磁测量原始资料的编录

7.11.1 每架次测量飞行结束后,操作员、领航员和日变观测员应分别提交下列原始资料:采集的数据磁带(盘)、模拟记录、领航员和操作人员记录表、航迹胶卷(或录相带)、地形图、日变记录等。

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;天气情况;并绘出飞行示意图。

7.11.3 每个架次的空中和地面日变数据磁带(盘)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。

7.11.4 对操作员记录表、领航员记录表和地形图的标注要求:

- a. 记录表上和导航图上所标注的测线号、航向、方位标号应一致。
 - b. 一个测区内,测线号按位置顺序从小到大依次编排不能出现重复的测线号。在实测中一条测线分段飞行,应使用不同的测线号加以区别。
 - c. 同一条测线中,方位标号码应从小到大按顺序排列。不能出现相同编号的方位标。
 - d. 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 冲洗好的航迹摄影胶卷的两端或航迹录相带(盘)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、焦距、操作员、冲洗员、定位判读员、日期、测线号、架次号等。在负片胶卷内,应根据领航员记录和磁带上的时间、采样点号和负片胶卷中的基准标志,进行测线号及方位标编号。
- 7.11.6 同一架次的空中数据磁带(盘)及模拟记录纸卷、操作员和领航员记录表、航迹胶卷或录相带均应编成相同的架次号。
- 7.11.7 飞机磁场的补偿、测高仪格值、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、仪器型号。
- 7.11.8 台站导航定位系统的地面台站选址联测的资料数据、人工布标时的地面测量资料数据、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、操作者。
- 7.12 原始资料、数据的现场检验。
- 7.12.1 在野外现场要及时对当天的测量收录数据、模拟记录、逐线进行检查。
- 7.12.2 通过检查模拟记录纸卷主要了解下列内容:
- a. 航磁仪系统的工作状态及仪器操作情况,对仪器的维修提出意见;
 - b. 航磁仪系统的动态稳定性和对仪器记录的质量进行评估;
 - c. 测高仪的工作状态和高度保持情况。
- 7.12.3 通过数据预处理系统对空中数据磁带(盘)主要进行下列检查和计算:(逐线进行)
- a. 检查数据收录的错误点、错误块(block)出现次数,并统计错误码率(小于3%为合格),检查采样点号和时间连续性;
 - b. 从数据集了解航磁仪工作状态,统计航磁仪动态噪声水平;
 - c. 导航定位数据的质量;
 - d. 测高仪工作状态与实际飞行高度,并统计高度分布。
- 7.12.4 对磁日变模拟记录纸卷和数据磁带(盘)的检查:
- a. 磁日变特点,判断有无磁扰现象;
 - b. 仪器的工作状态和工作质量;环境与人为干扰对测量记录的影响情况;
 - c. 操作质量。
- 7.12.5 每架次飞行后,应及时将照相胶卷冲印好。其质量要求是:显影和反差要适当、影像清晰、负片边缘透明。
- 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)换算到BJ-54坐标值(当前我国地形图使用的坐标系)。然后标绘出航迹。
- 7.13.2 当单独使用多卜勒导航定位系统时,需要对收录的坐标数据,在相邻两个校准点(数据更新点,下同)之间进行零漂校正。将校正后的多卜勒数据标绘成航迹。
- 7.13.3 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BJ54坐标上,标绘成航迹。
- 7.13.4 使用航迹胶片或录相带恢复航迹(或检查航迹)时,对照地形图(或航空摄影相片镶嵌图),沿测线追踪地形物特征进行判读定位,标出航迹。
- 7.14 废品数据的确定

- a. 航磁仪系统、导航定位系统、收录系统、磁日变观测系统等出故障时间内原始数据不齐全、缺失或低于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质量要求的飞行测量数据。

7.15 岩(矿)石磁性参数的标本采集与测定

7.15.1 对测区内出露的岩石类型应全面掌握其磁性特征,沿设计的路线按类别采集岩石标本及测定其参数。采测的岩石标本必须来自基岩的露头。

7.15.2 岩石磁性参数测定也可结合异常检查进行。

7.15.3 当测区被第四纪覆盖时,应在盆地周围岩石出露区测定各类岩石磁性。当测区内有钻孔时,应测定其岩心磁性。

7.15.4 整理与统计岩石磁性参数时,应按时代、层位和岩性进行分类。统计出块数平均值(中值或常见值)、最大值与最小值。

7.16 局部航磁异常的查证

7.16.1 在综合性和专属性矿产航磁测量中,发现磁场有可靠的局部变异,且与一定的地质现象相联系时,即为局部异常。在实际工作中,应结合地质任务、磁场特点和地质构造部位,综合分析确定。

7.16.2 在综合性和专属性矿产航磁测量中,经分析确定的航磁局部异常均需编列异常号码,编号办法应符合 DZ/T 0069 标准规定。

7.16.3 航磁局部异常确定后,在收集、分析、综合对比已有的地质、矿产、物化探和遥感资料的基础上,并结合推断解释需要,对有意义的异常,应根据需要与可能有计划的安排异常查证。

8 数据处理与图件编制

8.1 航磁测量数据的计算机处理

8.1.1 原始测量数据与资料应包括:

- a. 测量飞行采集的各种数据磁带(盘)、模拟记录和有关系的校正系数资料;
- b. 飞行报告表(含任务书、领航员和操作员记录表);
- c. 磁日变站的记录(包括数据磁带(盘)及模拟记录)和磁日变校正值表;
- d. 航迹恢复和航迹检验后的航迹图。目视导航照相定位时,应有经判标定位的各测线方位坐标值;
- e. 野外微机对磁带(盘)的检验报告;测线登记表;
- f. 说明航磁,导航定位,测高,磁补偿,飞行高度等项工作的精度(或灵敏度)的记录和资料;
- g. 测网分布图(应有比例尺,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 数据处理的注意事项:

- a. 每次数据处理上机前,必须事先拟定上机处理提纲和处理流程;
- b. 在数据处理中要做好数据处理工作的记录。填写测区名、队名、处理人员、处理日期、计算机型号、选用的程序、参数、每步处理的作用、处理的结果;
- c. 数据处理必须按处理的步骤进行,检查每一步的处理结果,确认无误后,才允许进行下一步的处理;
- d. 保存好数据处理中计算机打出的处理报告,作为质量检验的依据;
- 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. 允许对数据中的仪器噪声部分进行滤波处理。但在使用园滑滤波时,应经过试验,不得严重损失磁场信息,对选用的程序和系数应有记录,发现错误应立即纠正;
- g. 不应使用未经技术管理部门同意的程序进行数据处理。

8.1.3 数据的编辑

8.1.3.1 测线及采样点号的编辑,一个测区内测线号不得重复;每条测线的采样点号、时间也不应重复;采样点号要按顺序排列;主测线、切割线、重复线、典型剖面线等的编号,均应与飞行报告表一致。

8.1.3.2 数据修正,使用诊断程序对磁带中的各种数据(包括空中测量和地面磁日变观测)进行检验,对损失、重复、掉格、尖峰信号等数据,可使用由计算机充假值、内插、拼接和人工键入修正除修改不正常记录外,不得人为修改异常信息。

8.1.3.3 按需要形成适合于数据处理的各类信息数据文件。

8.1.4 坐标系的选择、归算和坐标赋值。

8.1.4.1 选择好符合规定的坐标系与投影。

a. 成图比例尺为 1:2.5 万到 1:50 万时,使用克拉索夫斯基椭球坐标系,高斯投影;

b. 成图比例尺为 1:100 万时,使用克拉索夫斯基椭球坐标系,正轴等角投影。

8.1.4.2 使用导航定位系统时,其收录的坐标,均需归算到选定的坐标系投影上。

8.1.4.3 当使用目视导航、照相或录相定位时:

a. 按方位标或航迹标在地形图的相应位置,人工采集坐标值;每条测线的始、末标、地速变化处的方位标必须有坐标值;

b. 将坐标值键入计算机相邻标间线性内插;或对地形图上沿测线的方位标进行数字化,形成航迹坐标文件。

8.1.4.4 对每条测线上采样点赋给坐标值。

8.1.4.5 按航迹坐标文件绘制航迹图,并检查航迹正确程度。

8.1.5 对航磁总量测量原始数据值(T'_i)的主要校正是:

a. 地球正常磁场校正(T_{i2});

b. 飞行方向差校正(ΔT_{i3});

c. 飞行海拔高度校正(ΔT_{i4});

d. 磁日变校正(ΔT_{i5});

e. 测量绝对磁场值校正(ΔT_{i6});

f. 磁场水平调整(ΔT_{i7})。

8.1.5.1 在编制航磁 ΔT 图时,对原始数据 T'_i 按下式进行计算,求得采样点 i 上的 ΔT_i 值:

$$\Delta T_i = T'_i - T_{i2} - \Delta T_{i3} - \Delta T_{i4} - \Delta T_{i5} - \Delta T_{i7} \quad \dots\dots\dots (5)$$

8.1.5.2 在编制航磁 T 图时,对原始数据 T'_i 按下式进行计算,求得采样点 i 上的 T_i 值:

$$T_i = T'_i - \Delta T_{i3} - \Delta T_{i4} - \Delta T_{i5} - \Delta T_{i6} - \Delta T_{i7} \quad \dots\dots\dots (6)$$

8.1.6 地球正常磁场校正(T_{i2})必须采用 10 阶 10 次($m=n=10$)球谐函数地球磁场模型计算的最新国际地磁参考场值(IGRF)。见附录 A。

8.1.7 飞行方向差(或偏向差)校正(ΔT_{i3}):不同的补偿技术采用不同的校正方法。

8.1.7.1 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、切割线等)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值,然后给予校正。

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值,然后给予校正。

8.1.7.2 采用软补偿方法时,按收录的飞机姿态(方向角、俯仰角及摇摆角度等)与其相应影响的值,对航磁数据进行校正。

8.1.8 飞行海拔高度校正(ΔT_{i4})即地球正常磁场垂向梯度校正。主要根据测量飞行的海拔高度差值(Δh),按下式计算出各采样点上的垂向梯度改正值($\Delta T_{\Delta h}$):

$$\Delta T_{\Delta h} = -\Delta h \frac{3T_0}{R} \dots\dots\dots (7)$$

式中: Δh ——为航磁测区的平均海拔高度与测线上采样点的海拔高度之差(单位:km);

T_0 ——为测区中心的地磁场强度值(单位:nT);

R ——为地球的平均半径(以海平面为准时 $R=6\,371.2\text{ km}$,再加上测区的平均海拔高度)。

8.1.8.1 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平均海拔高度(单位:km),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)。

8.1.9 磁日变校正(ΔT_{is})方法:一般情况下,首先根据磁日变站实测记录,对航磁测量原始数据作校正;然后再通过磁场水平调整,作进一步校正。

8.1.9.1 首先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 T_D ,即为磁日变校正值。

8.1.9.2 当磁日变观测为模拟记录时,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。

8.1.9.3 当磁日变观测为数字磁带(盘)收录时,可用逐点校正方法。

8.1.9.4 当测区内或边缘有已知地磁台且精度能满足磁日变校正精度时,也可用来对航磁测量原始数据作校正。

8.1.9.5 当切割控制线密度较大时,可通过磁场水平调整过程校正掉磁日变中的低频成分。

8.1.10 测量绝对磁场值的校正(ΔT_{is}):在编制航磁 T 图时,应进行本项校正。亦即从 T' 中减去飞机——航磁系统本身的磁场值。

8.1.11 磁场水平的调整(ΔT_{is}):应根据测量布置、精度要求,所用的航磁仪系统和专用软件等条件选择。

8.1.11.1 调平前先做以下工作:

a. 检查主测线与切割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. 先绘制原始航磁剖面平面及航磁等值线平面图。

8.1.11.2 计算机自动调平法:主要适用于计算机内有专门的自动调平程序,切割线密度大的条件下(每条测线上最少有四条切割线通过)。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。

8.1.11.3 人工逐次逼近调平法:

a. 选择切割线两端处的测线作为联络线,相邻切割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切割线交叉点开始,将联络线与切割线上的磁场值搭接,然后平移联络线上的零线,并按左旋方向,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. 将切割线与联络线的长度作为比例。把闭合差分配到交叉点上,由此确定切割线的磁场水平。

c. 根据切割线的磁场水平与各测线的磁场水平之差,得到各测线的零线校正值。将此校正值输入计算机,对测区的所有主测线进行调平。

8.1.11.4 对复杂的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。

8.1.12 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,即可绘制磁场图。在对磁场图进行解释时,可用一个磁场附加值方法使所有上采样点都增加或减小一个常值而加以调节,这个值应在最终的技术说明中注明。

8.1.13 数据处理的质量,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。

8.1.13.1 航磁等值线平面图中不应有下述现象存在:

a. 沿主测线出现“糖葫芦”状“异常”;

b. 垂直主测线方向上的等值线出现“锯齿状”波纹现象;

- c. 出现架次之间沿测线的明显“条带状”的磁场偏低或偏高现象；
- d. 出现因仪器故障、错误、尖峰信号等造成的“假异常”；
- e. 磁场等值线及其分布不符合位场变化规律的现象。

8.1.13.2 航磁剖面图中,不应有下述现象存在:

- a. 剖面曲线走势不自然,不符合位场变化规律,曲线出现畸变现象;
- b. 剖面曲线中出现因仪器故障、错误、尖峰信号等造成的“假异常”;

8.1.13.3 经检查若存在个别不应有的现象时,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 航磁基础图件的编制

8.2.1 航磁数据处理结束后,一般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)、测量高度图,航磁典型剖面图等。

8.2.2 基础图件的制图比例尺(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制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制图比例尺。

8.2.2.2 航迹图和测量高度图的制图比例尺一般应小于测量比例尺。

8.2.3 航磁剖面平面图的剖面曲线纵比例尺,要根据磁场特点、航磁仪系统的噪声水平、测量精度及地质任务等综合因素来确定。一般情况下,其最大纵比例尺为1 mm所代表的值不应大于由 $(8 \sim 15)$ 式计算出的 σ 。

8.2.4 等值线平面图内的等值线间距,一般情况下,应等于或大于 2σ 。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 在绘制航磁等值线平面图前,根据所用计算机中的绘图软件功能,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。其网格距要根据制图比例尺确定。一般情况下,网格距不应大于成图比例尺图面上3 mm所代表的距离数。

8.2.6 航迹图上应包括全部的测量飞行线(主测线、切割线、重复线、加密测量线、不同高度飞行线等)、导航定位系统的精度校准点;如果使用无线电台站导航定位系统或进行人工布标飞行时,应将地面台站分布及人工布标的标位表示出来。

8.2.7 测量高度图:可根据需要编制离地高度(Δh_k)图或海拔高度(Δh_B)图。

8.2.7.1 在地形较平坦的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的地区宜制成剖面平面图表示。

8.2.7.2 高度等值线平面图的等值线间距和高度剖面平面图的剖面纵比例尺的确定需依据采用的测高仪的测高精度、量程和测区内飞行高差等因素综合考虑。

8.2.7.3 若有明显超高部分,应用符号在图中表示出来,并在图例中加以说明。

8.2.8 基础图件的底图应符合 DZ/T 0069 标准中的有关规定。

8.2.9 基础图件的技术说明部分应分别包含以下内容:

- a. 测量飞行日期、使用的飞机型号、机场、测量比例尺;
- b. 导航定位方法及仪器设备型号、实际达到的导航、定位精度。用无线电台站导航定位系统时,

还应说明精度分布情况;

- c. 航磁仪系统的型号、灵敏度(或噪声水平)、数据收录方式及采样点间距;
- d. 航磁原始数据的主要校正内容及依据;
- e. 测高仪型号、测量飞行高度及其分布情况。

8.2.10 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总结(或报告)。该项总结应同原始资料一起归档保存。总结应包括以下主要内容:

- a. 获取原始资料的测量飞行日期,原始资料清单和存在的问题;
- b. 航磁数据的编辑、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;
- c. 导航定位、测高数据的编辑、校正、滤波、处理流程、图件绘制时使用的坐标、投影、转换方法等;
- d. 提交的成果:基础图件种类及其说明;数据处理校正后的数据文件磁带及其说明;网格数据文件磁带及其说明。
- e. 质量统计计算:按 8.3 中的有关公式统计或计算每架次航磁仪系统动态(空中)噪声水平、飞行高度分布、导航精度、定位精度、测量总精度等;
- f. 存在的问题:在数据处理及制图中发现的质量问题及处理措施;
- g. 数据处理和基础图件编绘的负责人,参加人员及分工等。

8.3 质量评价

8.3.1 航磁仪地面静态噪声水平:

8.3.1.1 将航磁仪系统在飞机上安装好以后,使用机外电源系统供电,只打开航磁和数据收录系统,其他仪器不工作(包括磁补偿仪)情况下,收录不少于 30 min,采样间隔等于或小于 0.5 s。对收录数据按公式(8)计算航磁仪地面静态噪声水平 S_n :

$$S_n = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (B'_i - \bar{B}')^2} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$$B'_i = \frac{T_{i-2} - 4T_{i-1} + 6T_i - 4T_{i+1} + T_{i+2}}{16} \quad \dots\dots\dots (9)$$

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

n 为参加计算的观测点数; $i=1,2,\dots,n$,为数据序列号。

B' 、 B'_i 、 S_n 、 T_i 的单位为 nT

8.3.1.2 航磁仪的地面静态噪声水平 S_n 评价分级(2 次/秒采样率):

- 一级 $S_n \leq 0.01$ nT
 二级 $S_n = 0.011 \sim 0.03$ nT
 三级 $S_n = 0.031 \sim 0.1$ nT
 四级 $S_n \geq 0.1$ nT

8.3.2 航磁仪系统的动态噪声水平 S_i :

8.3.2.1 航磁仪系统在测线上测量飞行条件下,采样间隔为 0.5 s 时,取整条测线的数据(舍掉水平梯度 >100 nT/km 异常上的测点值)按下式计算 S_i 值,用以评价每条测线的航磁测量数据质量:

$$S_i = \frac{1}{\sqrt{70}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (B_i - \bar{B})^2} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

$$B_i = T_{i-2} - 4T_{i-1} + 6T_i - 4T_{i+1} + T_{i+2} \quad \dots\dots\dots (12)$$

$$\bar{B} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B_i \quad \dots\dots\dots (13)$$

n 为参加计算的测点数; B_i 为第 i 点上磁测数据 T_i 的四阶差分。

8.3.2.2 航磁数据质量的评价:按所用航磁仪 S_i 的大小分为四级,由式(11)计算,其分级标准为:

- 一级 $S_i \leq 8.0 S_n$
 二级 $S_i = 8.1 \sim 14.0 S_n$
 三级 $S_i = 14.1 \sim 20.0 S_n$
 四级 $S_i > 20.0 S_n$ (四级为不合格资料)

8.3.3 测量飞行高度的评价

8.3.3.1 综合性和专属性矿产航磁测量时,飞行高度的评价由平均离地高度 $\overline{\Delta h_R}$ 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 $\overline{\Delta h_R}$ 的计算公式为:

$$\overline{\Delta h_R} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta h_{Ri} \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中: Δh_{Ri} ——采样点 i 上的雷达高度值;

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

N ——采样点总数。

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 :

$$W = n/N\% \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中: n ——符合设计书规定的飞行离地高度出现点数;

N ——采样总数。

8.3.3.2 区域性和油气航磁测量飞行高度,按海拔飞行高度 Δh_B 进行统计表示,统计方法与 8.3.3.1 相同。

8.3.4 导航精度的评价: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(如每 50 m 为一组)内出现的频数所占百分数,用以评价导航质量。

a. 平均偏航距 A 的计算公式

$$A = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\delta_i| \quad \dots\dots\dots (16)$$

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 5.7.5 中规定的偏航距点数和所占百分数。

8.3.5 定位精度的评价: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,并作出评价。

8.3.5.1 静态定位精度的测定与计算:静态定位精度可通过飞行基地某固定点连续观测(大于 30 min),此种观测属等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_p ,按设计书中定位要求评价。 S_p 的计算公式为:

$$S_p = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2} \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中: X_i ——表示第 i 次某固定点上定位系统的坐标观测值;

$\bar{X}$ ——为诸 X_i 的算术平均值; $i=1, 2, \dots, N$; $X_i, \bar{X}$ 的单位是 m。

N ——参加计算总数。

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_{PX} 和 S_{PY} 值。也可用北向和东向坐标合成的径向 r 统计定位精度。

8.3.5.2 动态定位精度的测定与计算:在测区内(或附近)选择地物明显的某已知坐标的点状标志(如国家测绘三角点、古塔、桥等),在航磁测量期间,飞机定期或不定期的在此点状标志上空,由所用导航定位系统观测其坐标位置,并同时进行照相(或录像),在经过飞机姿态影响校正后,求出该标志点上每次定位的坐标值,用式(18)计算动态定位精度 S_m :

$$S_m = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X - X_i)^2} \quad \dots\dots\dots (18)$$

式中: X ——为已知标志点上坐标值;

X_i ——为第 i 次在已知标志点上空导航定位系统观测坐标值;

$i=1, 2, \dots, N$; X, X_i 的单位为 m。

用式(18)求出定位北向精度 S_{m_n} 、东向精度 S_m 、或径向 r 的精度。

8.3.6 航磁测量总精度的评价

航磁测量的总精度是由航磁仪系统的观测误差及各项校正不充分或不准确等误差的总和。测量总精度计算是在经过各项校正和调平后,切割线与测线交点上磁场差值之均方差 σ 来衡量。其计算公式如下:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \delta_i^2} \quad \dots\dots\dots (19)$$

式中: δ_i ——为第 i 个切割线与测线交叉点上磁场差值。

n ——为参加计算的切割线与测线交叉点个数。

σ, δ_i 的单位为 nT。

计算总误差(σ)时,允许舍掉磁场梯度较大(在设计的平面定位误差 δ_k 范围内,交叉点处磁场变化 $> 3\sqrt{2}\sigma$ 者)、而且磁场差值 $> 3\sqrt{2}\sigma$ 的交叉点。其余的交叉点均应参与 σ 的计算¹⁾。

注: 1) 例:当设计的 $\sigma=2$ nT、 $\delta_k=140$ m(表 2 和表 3)时,允许舍掉磁场梯度 $> 3\sqrt{2}\sigma/\delta_k=8.4$ nT/140 m = 60 nT/km,且磁场差值 $> 3\sqrt{2}\sigma=8.4$ nT 的交叉点。

9 成果报告

9.1 成果报告应按勘查项目的任务编写,一个项目编写一份报告。进行多年性工作的项目,除在全部工作结束时编写最终成果报告外,并应在每年年终或工作的某些阶段编写年度或阶段性报告。

9.2 成果报告的编写必须以质量验收合格的资料为依据,应在定量和定性解释基础上经过与地质、化探、遥感及其他物探资料充分的综合研究分析后进行。

9.3 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、有分析的解釋推断基础上编写。

9.4 成果报告要立论严谨,要敢于突破前人的认识,观点明确,围绕主要地学任务,对关键问题阐述要清楚,结论要有充足的地球物理依据。

9.5 报告要文字简练,层次分明,文图呼应,术语标准。

9.6 成果报告应包括下列主要内容:(参考附录 D)

- 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、地球物理物特征;
- d. 工作成果;
- e. 结论与建议。

9.7 成果报告的附图(参考附录 D)

9.7.1 综合性航磁测量成果报告和专属性航磁测量成果报告附图

9.7.1.1 航磁测量基础图件:

- a. 航磁测量剖面平面图;
- b. 航磁测量等值线平面图;
- c. 航磁测量测网分布图;
- d. 航磁测量飞行高度图。

9.7.1.2 航磁测量数据换算图件,可任意选择在解释中作用最大效果最好的作为附图。

9.7.1.3 航磁测量解释图件有:

- a. 推断岩性地质图；
- b. 推断地质构造图；
- c. 异常分类及找矿远景预测图；

这三种解释图可以合并为一张或二张，但应包括其内容。

- d. 根据专属性航磁任务可编制其他解释性图件。

9.7.2 区域性航磁测量成果报告和油气航磁测量成果报告的附图

9.7.2.1 航磁测量基础图件：

- a. 航磁测量剖面平面图；
- b. 航磁测量等值线平面图；
- c. 航磁测量测网分布图；
- d. 航磁测量飞行高度图。

9.7.2.2 航磁测量数据换算图件：

- a. 磁性体最小深度图
- b. 其他数据换算图件，任意选择效果好，作用大的作为报告附图。

9.7.2.3 航磁测量解释图件：

- a. 推断基底深度图；
- b. 推断基底岩相分布图；
- c. 推断区域地质构造图；
- d. 局部构造异常及油气远景预测图；
- e. 根据具体地质任务和条件而编制的其他解释图。

9.8 成果提交

9.8.1 航磁测量任务完成后，应向资料管理部门提交经过验收合格的原始资料和评审通过的成果报告和图件。

9.8.2 提交的成果报告和图件，必须按有关规定印刷。

附录 A

国际地磁参考场(IGRF)及地磁正常场校正 (补充件)

A1 国际地磁参考场(IGRF)

IGRF 能较好地表示地磁场的分布特点。因此,规定统一采用 IGRF 对航空磁测数据进行地磁正常场校正或地磁正常场水平梯度校正。

1968 年 10 月在华盛顿召开的“地球基本磁场的描述”国际会议上,通过了用地磁场球谱分析模型作为 1965.0 年代的国际地磁参考场(IGRF)。后经国际地磁学和高空物理学学会执行委员会及世界地磁测量部的承认,同意将 IGRF 作为世界通用主要磁场标准。其后国际会议对 IGRF 又先后作了三次修改补充,并决定今后对模型中的高斯系数不再修改,且每五年通过年变率调整一次模型。

A2 地磁场的球谐表达式

假定地磁场是位场,并且只有内源场,外源场为零,则地磁场的各分量为:

$$\left. \begin{aligned} X &= \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n \left(\frac{a}{r} \right)^{n+2} [g_n^m \cos m\lambda + h_n^m \sin m\lambda] \frac{d}{d\theta} p_n^m(\cos\theta) \\ Y &= \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n \left(\frac{a}{r} \right)^{n+2} \frac{m}{\sin\theta} [g_n^m \sin m\lambda - h_n^m \cos m\lambda] p_n^m(\cos\theta) \\ Z &= \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n - (n+1) \left(\frac{a}{r} \right)^{n+2} [g_n^m \cos m\lambda + h_n^m \sin m\lambda] p_n^m(\cos\theta) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (A1)$$

式(A1)使用的是地心坐标系, a 是参考球的半径, $a=6371.2$ km; r 是从地心算起的径向距离; θ 是地理余纬度($\theta=90^\circ-\Phi$), Φ 是地理纬度; λ 是从格林威治算起的地理经度, $p_n^m(\cos\theta)$ 是 schmidt 准正交 n 阶 m 次缔合勒让德(Legendre)多项式; g_n^m, h_n^m 是球谐系数或称高斯系数,查表 A 可得。式中 $p_n^m(\cos\theta)$ 函数是这样定义的:

$$p_n^m(\cos\theta) = \frac{1}{2^n \cdot n!} \left[\frac{\epsilon_n (n-m)! (1-\cos^2\theta)^m}{(n+m)!} \right]^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{d^{n-m}(\cos^2\theta-1)^n}{d\cos^2\theta^{n-m}} \dots\dots\dots (A2)$$

$$\text{式中: } \epsilon_n = \begin{cases} 1 & m=0 \\ 2 & m \geq 1 \end{cases}$$

A3 国际地磁场参考场(IGRF)1990.0 模型

IGRF1990.0 模型考虑了地球的扁率,它的有效使用期为 1990.0~1995.0,它包括地磁主要场和预测的长期变化模式,当阶次 $n=m=10$ 时,由前 80 个球谐系数来调整 IGRF1990.0 模型,系数见表 A。

A4 地磁正常场的校正

- a. 按地磁场球谐表达式(A1)编出程序;
- b. 采用表 A 中提供的国际地磁参考场(IGRF)模型系数,代入后计算;
- c. 按给出的测区内控制点经纬度(或测线某些点上实测经纬度值),计算出具体 IGRF 值;
- d. 根据计算出的测区内控制点处的 IGRF 值,按测线内插出每个采样点处的 IGRF 值(T_{iz}), (见 8.1.5);

- e. 当编制航磁 ΔT 图时,每个采样点实测值 T' 中减掉 T_{iz} 值;

- f. 当编制航磁 T 图时, T' 值不减掉 T_{iz} 值。

表 A1
DGRF

IGRF 系数

	<i>n</i>	<i>m</i>	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1990~95
<i>g</i>	1	0	-30 594	-30 554	-30 500	-30 421	-30 334	-30 220	-30 100	-29 992	-29 873	-29 775	18.0
<i>g</i>	1	1	-2 285	-2 250	-2 215	-2 169	-2 119	-2 068	-2 013	-1 956	-1 905	-1 851	10.6
<i>h</i>	1	1	5 810	5 815	5 820	5 791	5 776	5 737	5 675	5 604	5 500	5 411	-16.1
<i>g</i>	2	0	-1 244	-1 341	-1 440	-1 555	-1 662	-1 781	-1 902	-1 997	-2 072	-2 136	-12.9
<i>g</i>	2	1	2 990	2 998	3 003	3 002	2 997	3 000	3 010	3 027	3 044	3 058	2.4
<i>h</i>	2	1	-1 702	-1 810	-1 898	-1 967	-2 016	-2 047	-2 067	-2 129	-2 197	-2 278	-15.8
<i>g</i>	2	2	1 578	1 576	1 581	1 590	1 594	1 611	1 632	1 663	1 687	1 693	0.0
<i>h</i>	2	2	477	381	291	206	114	25	-68	-200	-306	-380	-13.8
<i>g</i>	3	0	1 282	1 297	1 302	1 302	1 297	1 287	1 276	1 281	1 296	1 315	3.3
<i>g</i>	3	1	-1 834	-1 889	-1 944	-1 992	-2 038	-2 091	-2 144	-2 180	-2 208	-2 240	-6.7
<i>h</i>	3	1	-499	-476	-462	-414	-404	-366	-333	-336	-310	-287	4.4
<i>g</i>	3	2	1 255	1 274	1 288	1 289	1 292	1 278	1 260	1 251	1 247	1 246	0.1
<i>h</i>	3	2	186	206	216	224	240	251	262	271	284	293	1.6
<i>g</i>	3	3	913	896	882	878	856	838	830	833	829	807	-5.9
<i>h</i>	3	3	-11	-46	-83	-130	-165	-196	-223	-252	-297	-348	-10.6
<i>g</i>	4	0	944	954	958	957	957	952	946	938	936	939	0.5
<i>g</i>	4	1	776	792	796	800	804	800	791	782	780	782	0.6
<i>h</i>	4	1	144	136	133	135	148	167	191	212	232	248	2.6
<i>g</i>	4	2	544	528	510	504	479	461	438	398	361	324	-7.0
<i>h</i>	4	2	-276	-278	-274	-278	-269	-266	-265	-257	-249	-240	1.8
<i>g</i>	4	3	-121	-408	-397	-394	-390	-395	-405	-419	-424	-423	0.5
<i>h</i>	4	3	-55	-37	-23	3	13	26	39	53	69	87	3.1
<i>g</i>	4	4	304	303	290	269	252	234	216	199	170	142	-5.5
<i>h</i>	4	4	-178	-210	-230	-255	-269	-279	-288	-297	-297	-299	-1.4
<i>g</i>	5	0	-253	-240	-229	-222	-219	-216	-218	-218	-214	-211	0.6
<i>g</i>	5	1	346	349	360	362	358	359	356	357	355	353	-0.1
<i>h</i>	5	1	-12	3	15	16	19	26	31	46	47	47	-0.1

续表 A1

DGRF

IGRF 系数

	<i>n</i>	<i>m</i>	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1990~95
<i>g</i>	5	2	194	211	230	242	254	262	264	261	253	244	-1.6
<i>h</i>	5	2	95	103	110	125	128	139	148	150	150	153	0.5
<i>g</i>	5	3	-20	-20	-23	-26	-31	-42	-59	-74	-93	-111	-3.1
<i>h</i>	5	3	-67	-87	-98	-117	-126	-139	-152	-151	-154	-154	0.4
<i>g</i>	5	4	-142	-147	-152	-156	-157	-160	-159	-162	-164	-166	-0.1
<i>h</i>	5	4	-119	-122	-121	-114	-97	-91	-83	-78	-75	-69	1.7
<i>g</i>	5	5	-82	-76	-69	-63	-62	-56	-49	-48	-46	-37	2.3
<i>h</i>	5	5	82	80	78	81	81	83	88	92	95	98	0.4
<i>g</i>	6	0	59	54	47	46	45	43	45	48	53	61	1.3
<i>g</i>	6	1	57	57	57	58	61	64	66	66	65	64	-0.2
<i>h</i>	6	1	6	-1	-9	-10	-11	-12	-13	-15	-16	-16	0.2
<i>g</i>	6	2	6	4	3	1	8	15	28	42	51	60	1.8
<i>h</i>	6	2	100	99	96	99	100	100	99	93	88	83	-1.3
<i>g</i>	6	3	-246	-247	-247	-237	-228	-212	-198	-192	-185	-178	1.3
<i>h</i>	6	3	16	33	48	60	68	72	75	71	69	68	0.0
<i>g</i>	6	4	-25	-16	-8	-1	4	2	1	4	4	2	-0.2
<i>h</i>	6	4	-9	-12	-16	-20	-32	-37	-41	-43	-48	-52	-0.9
<i>g</i>	6	5	21	12	7	-2	1	3	6	14	16	17	0.1
<i>h</i>	6	5	-16	-12	-12	-11	-8	-6	-4	-2	-1	2	0.5
<i>g</i>	6	6	-104	-105	-107	-113	-111	-112	-111	-108	-102	-96	1.2
<i>h</i>	6	6	-39	-30	-24	-17	-7	1	11	17	21	27	1.2
<i>g</i>	7	0	70	65	65	67	75	72	71	72	74	77	0.6
<i>g</i>	7	1	-40	-55	-56	-56	-57	-57	-56	-59	-62	-64	-0.5
<i>h</i>	7	1	-45	-35	-50	-55	-61	-70	-77	-82	-83	-81	0.6
<i>g</i>	7	2	0	2	2	5	4	1	1	2	3	4	-0.3
<i>h</i>	7	2	-18	-17	-24	-28	-27	-27	-26	-27	-27	-27	0.2
<i>g</i>	7	3	0	1	10	15	13	14	16	21	24	28	0.6

续表 A1

DGRF

IGRF 系数

<i>n</i>	<i>m</i>	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1990~95
<i>h</i>	7 3	2	0	-4	-8	-2	-4	-5	-5	-2	1	0.8
<i>g</i>	7 4	-29	-40	-32	-32	-26	-22	-14	-12	-6	1	1.6
<i>h</i>	7 4	6	10	8	7	6	8	10	16	20	20	-0.5
<i>g</i>	7 5	-10	-7	-11	-7	-6	-2	0	1	4	6	0.2
<i>h</i>	7 5	28	36	28	23	26	23	22	18	17	16	-0.2
<i>g</i>	7 6	15	5	9	17	13	13	12	11	10	10	0.2
<i>h</i>	7 6	-17	-18	-20	-18	-23	-23	-23	-23	-23	-23	0.0
<i>g</i>	7 7	29	19	18	8	1	-2	-5	-2	0	0	0.3
<i>h</i>	7 7	-22	-16	-18	-17	-12	-11	-12	-10	-7	-5	0.0
<i>g</i>	8 0	13	22	11	15	13	14	14	18	21	22	0.2
<i>g</i>	8 1	7	15	9	6	5	6	6	6	6	5	-0.7
<i>h</i>	8 1	12	5	10	11	7	7	6	7	8	10	0.5
<i>g</i>	8 2	-8	-4	-6	-4	-4	-2	-1	0	0	-1	-0.2
<i>h</i>	8 2	-21	-22	-15	-14	-12	-15	-16	-18	-19	-20	-0.2
<i>g</i>	8 3	-5	-1	-14	-11	-14	-13	-12	-11	-11	-11	0.1
<i>h</i>	8 3	-12	0	5	7	9	6	4	4	5	7	0.3
<i>g</i>	8 4	9	11	6	2	0	-3	-8	-7	-9	-12	-1.1
<i>h</i>	8 4	-7	-21	-23	-18	-16	-17	-19	-22	-23	-22	0.3
<i>g</i>	8 5	7	15	10	10	8	5	4	4	4	4	0.0
<i>h</i>	8 5	2	-8	3	4	4	6	6	9	11	12	0.4
<i>g</i>	8 6	-10	-13	-7	-5	-1	0	0	3	4	4	-0.1
<i>h</i>	8 6	18	17	23	23	24	21	18	16	14	11	-0.5
<i>g</i>	8 7	7	5	6	10	11	11	10	6	4	3	-0.5
<i>h</i>	8 7	3	-4	-4	1	-3	-6	-10	-13	-15	-16	-0.3
<i>g</i>	8 8	2	-1	9	8	4	3	1	-1	-4	-6	-0.6
<i>h</i>	8 8	-11	-17	-13	-20	-17	-16	-17	-15	-11	-11	0.6
<i>g</i>	9 0	5	3	4	4	8	8	7	5	5	4	0.0

续表 A1

DGRF

IGRF 系数

<i>n</i>	<i>m</i>	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1990~95
<i>g</i>	9 1	-21	-7	9	6	10	10	10	10	10	10	0.0
<i>h</i>	9 1	-27	-24	-11	-18	-22	-21	-21	-21	-21	-21	0.0
<i>g</i>	9 2	1	-1	-4	0	2	2	2	1	1	1	0.0
<i>h</i>	9 2	17	19	12	12	15	16	16	16	15	15	0.0
<i>g</i>	9 3	-11	-25	-5	-9	-13	-12	-12	-12	-12	-12	0.0
<i>h</i>	9 3	29	12	7	2	7	6	7	9	9	10	0.0
<i>g</i>	9 4	3	10	2	1	10	10	10	9	9	9	0.0
<i>h</i>	9 4	-9	2	6	0	-4	-4	-4	-5	-6	-6	0.0
<i>g</i>	9 5	16	5	4	4	-1	-1	-1	-3	-3	-4	0.0
<i>h</i>	9 5	4	2	-2	-3	-5	-5	-5	-6	-6	-6	0.0
<i>g</i>	9 6	-3	-5	1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	0.0
<i>h</i>	9 6	9	8	10	9	10	10	10	9	9	9	0.0
<i>g</i>	9 7	-4	-2	2	-2	5	3	4	7	7	7	0.0
<i>h</i>	9 7	6	8	7	8	10	11	11	10	9	9	0.0
<i>g</i>	9 8	-3	3	2	3	1	1	1	2	1	2	0.0
<i>h</i>	9 8	1	-11	-6	0	-4	-2	-3	-5	-7	-7	0.0
<i>g</i>	9 9	-4	8	5	-1	-2	-1	-2	-5	-5	-6	0.0
<i>h</i>	9 9	8	-7	5	5	1	1	1	2	2	2	0.0
<i>g</i>	10 0	-3	-8	-3	1	-2	-3	-3	-4	-4	-4	0.0
<i>g</i>	10 1	11	4	-5	-3	-3	-3	-3	-4	-4	-4	0.0
<i>h</i>	10 1	5	13	-4	4	2	1	1	1	1	1	0.0
<i>g</i>	10 2	1	-1	-1	4	2	2	2	2	3	2	0.0
<i>h</i>	10 2	1	-2	0	1	1	1	1	0	0	0	0.0
<i>g</i>	10 3	2	13	2	0	-5	-5	-5	-5	-5	-5	0.0
<i>h</i>	10 3	-20	-10	-8	0	2	3	3	3	3	3	0.0
<i>g</i>	10 4	-5	-4	-3	-1	-2	-1	-2	-2	-2	-2	0.0
<i>h</i>	10 4	-1	2	-2	2	6	4	4	6	6	6	0.0

续表 A1

DGRF

IGRF 系数

	<i>n</i>	<i>m</i>	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1990~95
<i>g</i>	10	5	-1	4	7	4	4	6	5	5	5	4	0.0
<i>h</i>	10	5	-6	-3	-4	-5	-4	-4	-4	-4	-4	-4	0.0
<i>g</i>	10	6	8	12	4	6	4	4	4	3	3	3	0.0
<i>h</i>	10	6	6	6	1	1	0	0	-1	0	0	0	0.0
<i>g</i>	10	7	-1	3	-2	1	0	1	1	1	1	1	0.0
<i>h</i>	10	7	-4	-3	-3	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	0.0
<i>g</i>	10	8	-3	2	6	-1	2	0	0	2	2	2	0.0
<i>h</i>	10	8	-2	6	7	6	3	3	3	4	4	4	0.0
<i>g</i>	10	9	5	10	-2	2	2	3	3	3	3	3	0.0
<i>h</i>	10	9	0	11	-1	0	0	1	1	0	0	0	0.0
<i>g</i>	10	10	-2	3	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0.0
<i>h</i>	10	10	-2	8	-3	-7	-6	-4	-5	-6	-6	-6	

附录 B

飞机磁场的硬件补偿方法

(参考件)

B1 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(B1);

$$\Delta T = \frac{1}{2}T_0(a_{12} + a_{21})\cos^2 I \sin 2\theta + T_0(a_{22} - a_{11})\cos^2 I \cos^2 \theta + T_0(a_{23} + a_{32})\sin I \cos I \cos \theta + \\ T_0(a_{13} + a_{31})\sin I \cos I \sin \theta + H_x \cos I \sin \theta + H_y \cos I \cos \theta + H_z \sin I + T_0(a_{33} - a_{11})\sin^2 I + \\ T_0 a_{11} = A \sin 2\theta + B \cos^2 \theta + (a_0 + c_0) \cos \theta + (A_0 + D_0) \sin \theta + a'_0 + a''_0 + K \quad \dots\dots (B1)$$

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

$$B = T_0(a_{22} - a_{11})\cos^2 I$$

$$a_0 = T_0(a_{23} + a_{32})\sin I \cos I$$

$$C_0 = H_y \cos I$$

$$A_0 = T_0(a_{13} + a_{31})\sin I \cos I$$

$$D_0 = H_x \cos I$$

$$a'_0 = H_z \sin I$$

$$a''_0 = T_0(a_{33} - a_{11})\sin^2 I;$$

$$K = T_0 a_{11};$$

H_x, H_y, H_z : 恒定场的三个分量;

$a_{11}, \dots, a_{33}$: 感应场系数;

θ : 飞机航向角;

I : 地磁倾角。

B2 对电子补偿器的要求及安装

B2.1 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:

a. 仪器稳定性: 恒定场 $\leq 0.3\%$, 感应场 $\leq 1\%$

b. 时间常数: ≤ 250 ms

c. 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 6.5.5.2 要求。

B2.2 电子补偿器的灵敏元件安装要求是:

a. 灵敏元件在航磁仪探头处产生的磁场必须均匀。

b. 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。

B3 飞机磁场的补偿方法与程序

B3.1 在具体补偿飞机磁场时, 划分为水平场补偿和垂直场补偿两种。公式(B1)中的系数 $A, B, a_0, C_0, A_0, D_0, a'_0$ 及 a''_0 即是补偿的内容, 它们分别对应 $XY, XX, Y, X, aZY, aZX, Z$ 及 aZZ 等项。前四项为水平场补偿, 后四项为垂直场补偿。水平场与垂直场补偿分开进行。

B3.2 水平场补偿

B3.2.1 水平场补偿一般采用飞机在地面取值, 地面补偿、空中检查的方法。

B3.2.2 地面补偿点(中心点)的选择: 在跑道上或停机坪附近, 选择磁场梯度小于 0.5 nT/m, 范围大于 1 m²。

B3.2.3 地面滑行取值: 飞机上的一切仪器设备均处于工作状态, 并且同空中飞行测量完全相同, 探头对准中心点, 飞机发动机转速也应达到空中飞行时的转速。依次在 $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ, 315^\circ$ 等八个方位上, 并重复第一个方位上取值, 记录下每个方位时的磁场值和取值时间。并记下航磁仪探头偏离中心点的方向和距离。

B3.2.4 计算补偿值: 在计算之前, 先进行日变校正, 必要时进行位置校正。设在八个方位上的磁场值为 $T_0, T_{45}, T_{90}, T_{135}, T_{180}, T_{225}, T_{270}, T_{315}$ 等, 则

$$Y = \frac{1}{2}(T_0 - Y_{180}) \quad \dots\dots\dots (B2)$$

$$X = \frac{1}{2}(T_{90} - T_{270}) \quad \dots\dots\dots (B3)$$

$$XX = \frac{1}{2}(T_{90} + T_{270} - T_0 - T_{180}) \quad \dots\dots\dots (B4)$$

$$XY = \frac{1}{4}(T_{45} + T_{225} - T_{315} - T_{135}) \quad \dots\dots\dots (B5)$$

B3.2.5 地面补偿: 按照计算出的补偿值, 飞机推到实际补偿方向上, 同时观察航磁仪记录, 加进补偿

值。

- a. X 项:在 90°方向上计算值为正值时加负值;计算值为负值时加正值。
- b. Y 项:在 0°方向上,计算值为正值时加负值;计算值为负值时加正值。
- c. XX 项:在 90°或 270°方向上,计算值为正值时加负值;计算值为负值时加正值。
- d. XY 项:在 45°或 225°方向上,计算值为正值时加负值;计算值为负值时加正值。

B3.2.6 地面滑行检查:按照地面滑行取值的位置,在八个方位上加上补偿器,记录航磁仪测量的值,如果记录的偏向差值(八方位最大差值)不满足设计要求,应再重复 B3.2.3 到 B3.2.5,使之达到要求为止。

B3.2.7 空中检查:选一平静磁场区并确定中心点,飞行测量八个方向通过中心点,测量时仪器均打开,空中不做任何调整。落地后,对八个方向通过中心点上的值进行磁日变、地磁正常场水平梯度和垂直梯度以及航迹校正后,偏向差值若不满足设计要求,应重新进行地面补偿,直至达到要求。

B3.3 垂直场补偿

B3.3.1 垂直场补偿采用空中取值,空中补偿和空中检查的方法。此项补偿一般均与 B3.2.7 空中检查合并进行。

B3.3.2 空中取值:将仪器全打开,加上补偿器。

- a. 在 90°方向上做动作:依次平飞、左倾 15°、平飞、右倾 15°、平飞。
- b. 在 270°方向上做动作:依次平飞、右倾 15°、平飞、左倾 15°、平飞。
- c. 在 0°方向上做动作:依次平飞、俯冲、平飞、上仰、平飞、俯冲、平飞、上仰、平飞。
- d. 在 180°方向上做动作:依次平飞、上仰、平飞、俯冲、平飞、上仰、平飞、俯冲、平飞。

B3.3.3 计算垂直场补偿值:在空中即时进行。

- a. 计算垂直恒定场 Z 值:公式为

$$Z = K_z \frac{1}{2} (T_{90^\circ \text{左倾}} + T_{270^\circ \text{右倾}}) \quad \text{..... (B6)}$$

式中: $K_z = \left| \frac{\sin I}{\sin(I - |\zeta|) - \sin I} \right|$ (注: K_z 值应事先算好);

式中: ζ ——飞机飞行时的左倾及右倾角度。

- b. 计算垂直感应场值:公式为

$$aZX = \frac{1}{2} (T_{90^\circ \text{左倾}} - T_{270^\circ \text{右倾}}) \quad \text{..... (B7)}$$

$$aZY = \frac{1}{2} (T_{0^\circ \text{俯冲}} - T_{180^\circ \text{上仰}}) \quad \text{..... (B8)}$$

B3.3.4 空中补偿:

a. 对 Z 值的补偿:90°方向左倾或 270°方向右倾,与平飞磁场值之差为正值时,则平飞时加补偿值为正值;为负值时,则平飞时加补偿为负值。

b. 对 aZY 及 aZX 值的补偿:计算值为正时,aZX 在 90°方向,左倾补负值;aZY 在 0°方向,俯冲时补负值。反之补正值。

- c. 当 aZX 值及 aZY 值较小(小于 0.3 nT)时,可以不补。

- d. aZZ 值在中纬度(30°~60°)地区,一般都比较小,可不补。

B3.3.5 空中检查:按 B3.3.2 中的飞行动作进行重复,如果补偿结果不满足设计要求,则应重新补偿,直至达到要求。

附录 C

航空磁测工作设计编写提纲

(参考件)

C1 工作任务

根据任务书要求说明工作地区进行航磁测量工作的意义。简述测区的范围、主要地质任务、测量比例尺、测量面积、工作量及飞行小时。说明执行任务所用机场、机型、仪器型号、导航定位方法、测区全年气象特点等。提出野外工作时间、室内编图时间、成果报告编写时间及图件的种类。附小比例尺测区布置图(包括历年航磁测区衔接或重复情况)。

C2 测区地质、地球物理及地球化学特点

说明测区及毗邻地区地质、地球物理研究程度;综述地层、构造、火成岩、主要矿产特点及物化探成果;列举有关岩(矿)石磁性参数特点并附岩(矿)石磁性参数表,进行分析。分析构造层、岩体、断裂的航磁特征,论述开展航磁测量工作的基础和前提。在条件允许的情况下,通过模拟正演不同地质构造,岩体、断裂和矿体(田)上可能的航磁异常,估计可分异常的幅值、面积、平面形态、干扰异常强度及特征等,预测在构造、填图及找矿方面或解决其他探测对象的可能效果。

C3 工作及工作质量要求

C3.1 测区布置及技术方案:包括测量参数、测区范围、测线方向、测量比例尺、飞行高度、导航定位等的选择与确定。

C3.2 测量技术与质量要求:包括飞行测量、数据采集内容与采样率的确定;航磁测量系统、导航定位系统、磁补偿系统、数据收录系统等仪器工作;磁日变观测、岩(矿)磁参数测定等要求;论述技术关键问题及技术措施与对策;各项质量要求、测量总精度的估计、误差分配与控制等。

C3.3 测量数据的处理与图件编制:包括数据预处理及正式处理工作要求;各项校正;正式图件编绘、资料编录;各项质量评价与计算等。

C3.4 地质解释与报告编写:包括地质、化探、遥感及其他物探资料的收集和分析;磁场换算处理要求;局部异常研究(必要时的野外查证工作);地质解释方法选择;成果报告编写要求等。

C4 技术经济指标及生产计划安排

C4.1 根据机型、机场至测区距离、地形、气象及导航定位方法等条件,制定生产计划安排,若使用两个以上机场,则应估计转场时间。

C4.2 完成任务的人员编制、职责与分工。

C4.3 主要仪器设备及其他装备。

C4.4 完成任务计划投资预算。

C5 提交成果的内容与时间

附 录 D

航空磁测成果报告编写提纲

(参考件)

D1 综合性航磁测量和专题性矿产航磁测量成果报告提纲

D1.1 序言

D1.1.1 简要说明航空磁测工作的任务与目的,使用仪器型号和飞机型号。

D1.1.2 说明测区行政位置、边角地理坐标以及测区历年来航空物探测区衔接关系。(附小比例尺插图)。

D1.1.3 野外飞行测量及室内工作时间。任务完成情况(可用图表说明)。如变动计划或未完成工作,应详细说明原因。

D1.1.4 成果简述

D1.1.5 队的组成人员及分工和职责。

D1.2 工作方法和测量质量说明,应尽可能地附上各种图表和统计资料。

D1.2.1 说明测区布置是否得当(包括测区范围、测线方向和测量比例尺)。

D1.2.2 扼要介绍工作区航磁测量方法并论述使用方法的合理性。

D1.2.3 飞行定位质量及评述(包括飞行高度和导航定位)。

D1.2.4 仪器工作质量及评述(包括仪器记录质量情况,各种因素对仪器记录的影响及其消除方法)。

D1.2.5 资料整理及编图质量及评述

D1.2.6 测量总精度的评价。

D1.2.7 简述野外异常查证的方法及质量(包括岩矿磁性参数测定的精度)。

D1.3 地质和地球物理概况

D1.3.1 区域地质概况,着重论述与寻找矿产或与探测对象有关的地层、火成岩、构造和矿产等。

D1.3.2 测区的地球物理特征。阐明完成地质任务的前提和干扰因素。

D1.3.3 以往地质、物化探研究程度及对这些工作的评价。

D1.4 工作成果

D1.4.1 航磁所反映的地质构造,根据磁场特征,结合地质、遥感及其它物化探资料,对本区的地质构造现象和问题提出看法,并编制航磁解释图件。

D1.4.2 局部异常的推断解释:对局部异常应作定性解释和定量计算,对于找矿有希望或与探测对象有关的异常应重点阐述。当异常较多时,应重点阐述典型异常,并附《航磁异常解释推断一览表》。

D1.4.3 区域成矿特征和矿产远景预测,划分找矿远景区,编绘“异常分类和找矿预测图”。

D1.5 结论和建议:对航磁主要技术成果和主要地质成果作概括性的论述,提出今后对测区地质、物探工作的建议。

D2 区域性航磁测量及油气航磁测量成果报告提纲

D2.1 序言

D2.1.1 简述航空磁测的任务与目的,使用仪器的型号和飞机型号

D2.1.2 测区行政位置、边角地理坐标、区域性物化探研究程度及与历年航空物探测区的衔接关系(附小比例尺测区位置图,主要物化探研究程度插图)。

D2.1.3 野外飞行测量及室内工作时间。完成任务情况(可用图表说明)。如果变动计划或未完成工作,应详细说明原因。

- D2.1.4 成果简要叙述。
- D2.1.5 队的组成人员和职责。
- D2.2 工作及测量质量评述。
 - D2.2.1 论述测线方向、测量比例尺、飞行高度的选择,测线衔接等。
 - D2.2.2 扼要论述使用的航磁测量方法技术的合理性。
 - D2.2.3 飞行定位质量及评述(包括飞行高度和导航定位)。
 - D2.2.4 仪器工作质量及评述。
 - D2.2.5 资料整理及编图质量评述,全区测量总精度评价。
- D2.3 地质和地球物理概况
 - D2.3.1 测区内区域性地质和地球物理研究程度。
 - D2.3.2 区域沉积建造特点,区域构造及岩浆活动分布规律。
 - D2.3.3 测区内沉积岩、变质岩、火成岩和各种岩、矿石的物性特征;区域构造物性界面的划分及综合物性参数和确定。
 - D2.3.4 测区内或附近油、气显示情况,以往研究者对测区油、气远景方向的主要看法和论点。
- D2.4 工作成果
 - D2.4.1 典型磁场的分析
 - D2.4.1.1 论述在测区内或者邻近地带已知地区,选择典型岩体、地层、构造或矿体等,在磁场内的显示特点。结合类似地区的规律,确定测区内航磁的定性解释标志和原则。
 - D2.4.1.2 结合上述定性解释标志,根据岩石和矿石的物性资料,对典型磁场进行数理分析,正演模拟,揭示航磁特征与地质现象间的关系。
 - D2.4.2 区域磁场的解释推断
 - D2.4.2.1 根据航磁磁场特征,将测区磁场分为若干单元进行区域解释。
 - D2.4.2.2 对编制的换算图件所显示的特点,进行必要解释说明。
 - D2.4.3 综合推断成果
 - D2.4.3.1 依据航磁成果,结合地质及地面物化探资料进行综合解释,论述所划分的地质构造单元的主要特点及相互关系。
 - D2.4.3.2 区域构造格架特征。
 - D2.4.3.3 含油、气及其他矿产远景评述。
- D2.5 结论和建议:简要指出航磁测量的主要技术成果和地质成果,提出对今后地质和物化探工作的建议。

附 录 E

对 GPS 导航定位的有关规定

(参考件)

E1 GPS 接收机的安装

- E1.1 接收天线必需安装在飞机机体外壳上方,要求对空通视条件好,避开飞机结构对导航星信号的阻挡,安装处机体表面的不平整度小于 0.5 m,防止漏雨。
- E1.2 主机安装在仪器柜内或其他地方均可,但必需避震。
- E1.3 控制显示器必需安装在前舱便于操作观察处。
- E1.4 供电源必需用稳压电源,不可直接使用飞机电源。

E2 GPS 工作状态的通电检查应按以下步骤进行

- E2.1 先检查各部联接可靠,供电电压情况。
- E2.2 接通电源后,应检查 EL(仰角),SN(信噪比),PDOP,SWCH(二维与三维转换值)四个阈值的设置(如果能让用户设置的话)是否正确。
- E2.3 如果 GPS 显示的时间不对,必需人工输入时间,应准确到分。
- E2.4 如果 GPS 显示的原始位置不对,必需人工输入位置,应准确到分。
- E2.5 经以上步骤,在几分钟内应能定位,如不能定位,应检查排除故障。
- E2.6 定位后观察坐标值,必需符合其精度指标。
- E2.7 试设置一条航线,检查偏航距及待飞距必需正确。
- E2.8 运行数据收录系统,采集若干次数据,经回放换算,位置值和时间必需正确。

E3 输入飞机场坐标

在一个测区内开工前,把本场及被确定为备用和迫降用的机场的坐标输入 GPS 内。

E4 架次测量飞行应按以下步骤进行

- E4.1 起飞前,必须检查已输入 GPS 的当日飞行计划(含备用计划)的各测线编号、端点坐标准确无误,检查各测线末端点至下一条测线的距离、航向准确无误。
- E4.2 飞机滑出停机坪前应确认 GPS 处于定位状态。
- E4.3 当机场离第一条测线进入端较近时,可以设置第一条测线的航迹,用 GPS 提供的进入测线导航信息。
- E4.4 当机场离第一条测线较远时,可以先设置从机场到第一条测线进入点的航迹,引导飞机到进入点;到离进入点 3~5 km 时,设置第一条测线的航迹,由 GPS 引导进入测线。
- E4.5 在测线上应尽量保持 GPS 的偏航距指示为近零飞行。
- E4.6 在测线上应定时观察待飞距;在飞完一条测线后飞机转弯时,立即设置下一条测线进入点,以新的导航信息引导飞机进入下一条测线。
- E4.7 在测线飞行中,不断观察 GPS 定位状态,如出现二维定位状态,应把飞机的海拔飞行高度输入 GPS,并在此后,每当海拔飞行高度变化大于 100 m 时,应重新输入,直至恢复三维定位状态。
- E4.8 飞完一架次的最后一条测线时,应设置从退出点指向机场的航迹,待飞机航向对准机场后,GPS 将会提供飞机返航到机场的欲达时间。

E5 飞行着陆后

GPS 关机时,应先关掉 CDU 的电源,再关主机。

附 录 F**航空磁测记录表格式**

(参考件)

- F1 航空物探飞行任务书见表 F1。
- F2 飞行报告见表 F2。
- F3 领航员记录表见表 F3。
- F4 操作员记录表见表 F4。
- F5 磁日变校正表见表 F5。

表 F1

航空物探飞行任务书

第 号

飞行路线示意图

日期 _____ 起飞时间 _____
 机号 _____ 使用机场 _____
 航程 _____ 航线公里 _____
 飞行小时 _____ 航线小时 _____
 飞行任务 _____

注意事项

备用任务

队长 _____ 填写人 _____

表 F2

飞行报告

编号 19 年 月 日 时 分 秒
 日期 19 年 月 日 时 分 秒
 起飞时间 着陆时间
 飞机型号 仪器型号
 航线 码

气象情况说明
 飞行情况说明
 对飞行的评价

驾驶员 (签字) 领航员: (签字)
 操作员 (签字) 技术负责: (签字)

飞行项目	测量公里 km	飞行时间			备注
		时	分	秒	
测线测量					
基线					
重复线					
接切线					
附加					
控制网					
测					
高度计格值					
偏向					
其他					
小计					
合计					
起降途中					
转弯					
小计					
废品					
其他					
总计					
机场距测区的距离	比例尺	面积 km ²			

说明: (1) 偏向、高度计格值、途中起降及转弯等项的飞行只计算飞行时间而不计算飞行公里数。
 (2) 机场距测区的距离系指机场距每次飞行的第一条测线开始端的直线距离。
 (3) 所有原始记录均不得擦掉或涂抹, 确实写错时可划去另写。

领航员记录表

[illegible]

表 F5

頁

[illegible]

整理者

检查者

附加说明：

本标准由全国地质矿产标准化技术委员会物探化探分技术委员会提出。

本标准由地质矿产部航空物探遥感中心负责起草。

本标准由地质矿产部航空物探遥感中心、核工业航测遥感中心、冶金工业部地球物理勘察院共同制订。

本标准起草人方迎尧、黄永林、缪纪安、顾仁康。