DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0071—93

地面高精度磁测技术规程

1993-05-18发布　　1994-01-01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　名词术语 ……（1）
4　工作任务 ……（1）
5　技术设计 ……（2）
6　仪器设备 ……（5）
7　野外工作 ……（7）
8　资料整理、图件编制与成果提交……（9）
附录A　磁力仪性能的校验(补充件) ……（12）
附录B　高精度磁测的各项改正与基站 To 值测定工作(补充件) ……（14）
附录C　用微机质子磁力仪测定岩(矿)石标本的方法(补充件)……（18）
附录D　用于高精度磁测的各类磁力仪的主要性能参考表(参考件)……（21）
附录E　各种记录格式(参考件)……（21）

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0071—93

地面高精度磁测技术规程

1 主题内容与适用范围

1.1 本规程规定了地面高精度磁测技术设计原则、磁力仪的性能校验、野外实测与资料处理等要求。

1.2 本规程适用于弱磁性目标物的勘查以及隐伏磁性体在地表产生的弱磁异常研究等工作。

2 引用标准

DZ/T 0069 地球物理勘查图图式图例和用色标准

3 名词术语

3.1 高精度磁测工作

磁测总误差小于或等于 5nT 的磁测工作，统称为高精度磁测工作。

3.2 磁参量

表征地磁场要素的各种物理量的统称，如地磁场垂直分量异常 Z_a、地磁场总强度异常 T_a 等。

3.3 磁参数

表征岩、矿石磁性特征的物理量的统称，通常指剩余磁化强度 I_r 与磁化率 χ。

3.4 高精度磁测的噪声

测量数据中的不规则起伏信号称为测量系统的噪声。

在高精度磁测工作中，通常有 3 种噪声：

a. 磁力仪的噪声；

b. 地磁场短周期变化经日变改正后残余的噪声；

c. 地表浅处磁性不均匀产生的噪声。

3.5 信噪比

高精度磁测工作中噪声幅度与有效弱磁异常幅度的比值。

4 工作任务

4.1 任务的确定

在确定任务时，应结合具体情况，根据当地地质-地球物理模型，以寻找具备磁测前提的矿床、地层、控矿构造、有关蚀变岩石等作为磁测目标物，尽量发挥高精度磁测在构造研究、地质填图、直接和间接找矿、矿区勘探等多方面的作用。

4.1.1 配合大、中、小比例尺区域地质调查，提供研究基础地质的资料。

4.1.2 成矿远景区的高精度磁法普查寻找弱磁性矿产或进行间接找矿，以圈出找矿靶区，其中包括贵金属、有色、多金属，黑色金属以及具有磁法间接找矿前提的非金属矿床等。

4.1.3 配合矿区及外围普查勘探，对弱磁异常进行详细研究，为寻找深部、隐伏矿提供线索。

4.1.4 勘查油气矿床。

4.1.5 在环境地质、水文地质及工程地质中的应用。

中华人民共和国地质矿产部 1993-05-18 批准　　1994-01-01 实施

4.1.6 其他：包括寻找爆炸物、地下管道、考古等人文活动遗迹调查方面的应用。

4.2 凡属下列情况之一者，只应列为试验研究项目。

4.2.1 新参量、新磁测技术的探索与使用。

4.2.2 拟探测的对象(矿种、矿床类型、间接找矿目标物等)高精度磁测的有效性尚不明确，或存在较严重的干扰因素，使用常规方法技术的效果受到影响的地区。

4.2.3 探测目标与围岩之间的物性差异不够显著，不能肯定高精度磁测是否能测出目标物异常的地区。

4.3 应用综合物化探方法时，要考虑高精度磁测特点(使用前提、作用、效率、成本等)，合理地确定其具体任务，充分发挥其作用。当工作地区存在着多种可能用高精度磁测解决的问题时，应当考虑同时解决多种问题的必要和可行性。

5 技术设计

在地质普查勘探工作的所有阶段，凡采用高精度磁测时，都必须进行技术设计。

5.1 测区、比例尺和测网的确定

5.1.1 应根据高精度磁测工作的具体任务，确定测区范围。

5.1.1.1 测区范围必需保证探测成果轮廓完整，周围有一定面积的正常场背景。但为了节约工作量，一般可将普查范围划为"控制区"与"调查区"，对"控制区"可以放稀测网。在勘探矿区的磁测工作不仅要研究矿床本身，还要研究废石堆、尾矿场。

5.1.1.2 测区范围应尽可能地包括少量已知区，即地质情况清楚，过去已作过磁测工作并经验证的地段。与过去工作过的磁测工区相衔接时，必须有一定数量的重迭测线，并尽量包括过去工作过的基点或基线点。

5.1.2 磁测工作比例尺的确定

5.1.2.1 在区域地质调查阶段，高精度磁测作为综合物探方法之一，用于中、小比例尺(1∶20万到1∶10万)及大比例尺(1∶5万到1∶2.5万)地质填图等。

5.1.2.2 在普查阶段，比例尺应和地质普查比例尺相当或者再大一倍，主要使用的比例尺由1∶2.5万到1∶5千。

5.1.2.3 在详查阶段，比例尺要大于1∶5千，必要时可采用微磁测技术。

5.1.3 高精度磁测区域调查与普查测网的选择，以能从信噪比很低的数据中发现有意义的最小异常为原则。测线距应不大于成图比例尺上1 cm的长度，并保证最小有意义地质体上有一条测线通过。其测点距应保证测线上至少有3个连续测点能在既定工作精度上反映异常。当测区内信噪比较低时，可将有效异常范围内的连续测点数加到6到9个(视干扰强度而定)。有时限于工区条件和为了工作方便，也可用不规范测网进行观测。

在详查工作中，点线距必需保证观测结果能清晰地反映异常细节，以满足数据处理和推断解释的需要。在重点地段可进行微磁测工作。

5.2 磁测参数的选择和磁测精度的确定

5.2.1 应根据任务要求，探测目标物的磁化特性和形状，结合仪器设备能力，合理地选择磁测参量。磁测参量包括：磁场垂直分量异常Z_a，磁场总量异常ΔT及总磁场垂向梯度异常Th或水平梯度异常Tx。设计磁测工作时应尽可能选择那些对发现磁异常，解释推断有独特作用的磁参量，而且在设备条件许可与经济合理的情况下要进行多参量磁测，以查明场源的更多特征。

5.2.2 磁测工作的精度

用磁场观测精度的均方误差为衡量磁测精度的标准。观测均方误差的计算公式为：

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

式中：δ_i——第 i 点经各项改正的原始观测与检查观测之差；

n——检查点数；$i=1,2,\cdots\cdots n$。

对于异常磁场应用平均相对误差来衡量。平均相对误差的计算公式为：

$$\bar{\eta} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\eta_i \quad \cdots\cdots(2)$$

$$\eta_i = \frac{|T_{i2} - T_{i1}|}{T_{i2} + T_{i1}} \times 100\% \quad \cdots\cdots(3)$$

式中：T_{i1}与T_{i2}——第 i 点的原始观测与检查观测。

5.2.3 区域地质调查的磁测和大面积普查性磁测工作的精度，应根据干扰水平和仪器设备条件确定，以满足综合找矿，综合研究需要为原则。

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五分之一到六分之一来确定。

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。

为查明目标物磁场的更多特征和区分干扰异常，需要在异常区和精测剖面上进行同点位的不同高度观测，此时的磁测精度按最低高度上的观测精度来衡量。如有特殊情况，应在设计书中另行规定。

5.2.4 总精度的误差分配

磁测总精度是测点观测误差(含操作及点位误差、仪器噪声均方误差、仪器一致性误差以及日变改正误差)、总基点、正常场与高度等各项改正误差的总和。在设计时可根据实际技术条件，在保证总精度的前提下，提高某项精度和降低另一项精度，可参考表 1 进行误差分配。

表 1 磁测误差分配表

磁测总误差 nT	野外观测均方误差，nT					基点、高程及正常场改正误差，nT			
	总计	操作及点位误差	仪器一致性误差	仪器噪声误差	日变改正误差	总计	正常场改正误差	高程改正误差	总基点改正误差
5	4.36	2.65	2.0	2.0	2.0	2.45	1.0	1.0	2.0
2	1.56	1.1	0.7	0.5	0.7	1.212	0.7	0.7	0.7
1	0.87	0.7	0.3	0.3	0.3	0.497	0.28	0.28	0.3

注：操作及点位误差中，含点位不重合、探头高度不准、探杆倾斜等误差。

5.3 总基点与各种改正方法

5.3.1 总基点为全测区的零点，即异常起算点。如工区范围较大时可设立分基点，总基点与分基点组成基点网。

使用质子磁力仪测定地磁场强度，无需用基点网进行地磁场值传递和基点网联测，但需消除日变影

响，求出各基、测点之间地磁场的真正差值。因此，除总基点外，各日变站也担负着测区分基点的作用，并通过日变改正，把测区的观测值归一化到同一时间。

若总基点的 T_0 值（见附录 B）为已知时，各分基点即可直接使用总基点的 T_0 值进行日变改正，此时无需再作总基改正。若总基点尚未确定，可先假定一个 T_0 值，各分基点统一使用此 T_0 值作日变改正。待选定了总基点并测出其 T_0 值之后，再按这两个 T_0 值之差作总基改正。可参照附录 B 执行。

5.3.2 在日变改正中，要提高对地磁场短周期变化的改正精度。因此，应按地电结构的差异分区设日变观测站，按需要的精度确定采样间隔，进行日变改正。可参照附录 B 执行。

5.3.3 当测区范围内或剖面长度内正常场变化超过表 1 误差限时，必须进行地磁场正常梯度改正。当测点与总基点的高差超过表 2 所示高度改正的误差限时，必须进行地磁场垂向梯度改正。按附录 B 给出的公式和改正方法执行。

5.4 专门剖面与专项工作的设计

5.4.1 在所有正式面积性工作中，必须设计典型剖面。

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，并最好能与已有地质剖面重合。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宽度，观测点距可根据需要而定，以能取得不同地质体上的详细对比资料为原则。观测精度应适当提高。

5.4.2 当需要对异常作定量推断时，必须设计精测剖面。

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通过已有探矿工程。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。剖面数量视异常情况而定，剖面长度要使两端出现正常场。剖面点距和精度要求据定量推断的需要确定。

5.4.3 应根据工作需要设计“微磁测量”，配合地质填图，研究构造，确定隐伏矿化的地表标志，研究接触带热作用过程以及浮土的磁不均匀性等。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。微磁测区取正方形，有两个边平行南北方向，在研究有明显走向的杂岩时也可使用垂直于走向的矩形面积。微磁测区必须使用较密的测网，使观测结果反映出表征研究对象的磁场精细结构及其典型统计特征量。

5.5 测地工作

定点方法应根据工作任务、工区地形和以往测地工作程度等具体条件确定。

5.5.1 对中小比例尺磁测工作，宜利用较工作比例尺大一级或同级的合格地形图定点，或采用航片定点等新技术以提高效率。所定点位的最大平面误差值，在按工作比例尺作的图上必须不大于 2.0 mm。

5.5.2 对等于或大于 1∶1 万的磁测工作，应采用仪器敷设基线，并在此基础上逐点或隔点测定测点（全仪器法），或敷设控制点网（半仪器法）。所定点位的最大平面误差值，在按工作比例尺所作的图上必须不大于 2.5 mm。（在通视条件极差的地区，在不影响完成地质任务的前提下，可适当放宽）。按下式计算的相邻点距离的相对误差值须不大于 25%。

$$\frac{|\text{相邻点间的检查距离} - \text{该相邻点间的测定距离}|}{\text{该相邻点间的测定距离}} \times 100\%$$

5.5.3 应按地形图上所定点位确定每个测点的高程。一般高程误差不大于高度改正允许误差，如表 2：

表 2 高程误差分配表

磁测总误差,nT	高度改正误差,nT	允许高程误差,m
5	1.0	41.6
2	0.7	29.2
1	0.28	11.6

5.5.4 为便于磁测资料的长期利用,对测网基线的端点、重要剖面的端点、磁测总基点、基点及主要异常位置,以及建议的异常查证工程位置,都应与附近三角点进行联测,求出坐标值并标绘在地形底图上,必要时可将上述点位的永久标志向当地政府托管。

5.6 磁参数测定工作

5.6.1 高精度磁测工作均需进行磁性参数调查。尤其根据地质-地球物理模型进行间接找矿时,对磁参数的调查了解必须更为广泛和深入地进行。

5.6.2 应根据磁参数的研究任务,结合工作地区的地质条件及岩(矿)石磁性强弱选择合适的磁参数测定方法,并按每个异常都应解释和交待的原则确定标本采集点的分布,要求采集新鲜的岩、矿石标本。每类岩石标本不少于 30 块,按测定方法的要求,确定标本的大小、规格,提出进行岩矿鉴定、化学分析等补充研究的方案。当具有已知地质断面和相当的磁异常曲线,该曲线又能以计算磁性地质体的总有效磁化强度时,要尽可能通过反演计算求出磁性地质体的总有效磁化强度。

5.6.3 磁参数的测定灵敏度应不低于 10^{-5}SI。

5.7 生产技术试验工作

5.7.1 在新区开工生产前的技术试验内容一般有:

5.7.1.1 查明有代表性的磁场特征,包括强度、范围、梯度变化等等,以检查工作精度、磁参量及测网密度的选择是否合理。

5.7.1.2 查明某些重要干扰因素的大小和特征,了解消除或分辨干扰的可能性,确定信噪比。

5.7.1.3 检查仪器设备的工作性能。

5.7.1.4 要在测区内几个不同的典型地段,作 3～4 个高度(如 0.5、1、2、4 m)的磁测试验,仔细研究表层磁性不均匀的影响,以此作为选择最佳探头高度的依据。探头最佳观测高度一经确定,必需在全测区内保持不变,其误差不应超过探头高度的十分之一。

5.7.2 当生产过程中出现设计未曾料到的地质情况,必须修改设计规定的方法技术方案时,或是为了选择解释准断方法或摸索成果解释的经验,应分别进行技术试验或专题试验,以便确定新的方法技术方案和搞清某些异常特征和规律。

5.7.3 试验工作的各项质量要求,一般应根据需要采用较高的观测精度、测量较多的磁参量,较密的观测点距并在不同观测高度上进行,只有取得内容丰富,高质量的试验结果,才能使进一步工作在可靠的基础上进行。

6 仪器设备

6.1 对仪器设备的基本要求

6.1.1 用于同一工区,同一性质工作的仪器,而且是测量同一参量的,类型要尽可能相同。用于生产观测、日变观测及磁性参数测定等各类仪器应配套。

6.1.2 生产用仪器设备应有一定的备用量。

6.1.3 各类仪器的零、部件要齐全完好,易损零部件有一定量的备品。工具齐全,配套情况良好。仪器的档案要完整。

6.1.4 仪器的精度必须满足设计书要求，其他各项性能满足设计书、仪器说明书及铭牌规定。如上述要求不能满足，则待检修达到要求或配套齐全后再行领取。

6.1.5 应按磁测总精度的要求，选用相应精度级别的磁力仪。

6.1.6 领取仪器与装备时，领用单位应派熟悉仪器装备性能的人员，对所领仪器装备逐台进行检查填写仪器使用登记本。

6.2 仪器设备的性能校验

6.2.1 正式生产前，应对所有用于生产的(包括备用的)仪器的性能，可达到的观测精度和各仪器间的一致性，进行现场校验，以保证满足设计书和本规程的要求。

6.2.1.1 校验应在工作现场进行。

6.2.1.2 观测点数不少于50个，其中少数点要处于较强的异常场上(约为均方误差的5倍以上)。

6.2.1.3 各仪器的观测结果无明显系统误差。

6.2.1.4 用全部仪器重复观测值算出的总观测均方误差值不大于设计均方误差值的2/3。用多台仪器进行重复观测，计算总均方误差的公式为：

$$\varepsilon=\pm\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}V_i^2}{m-n}} \qquad \cdots\cdots(4)$$

式中：V_i——某次观测值(包括参与计算平均值的所有数值)与该点各次观测值平均数之差；

n——检查点数，$i=1,2,\cdots\cdots,n$；

m——总观测次数，等于各检查点上全部观测次数之和。

对于仪器噪声不符合设计书要求的，有明显系统误差的以及观测均方误差达不到要求的仪器，应查明原因，必须重新进行调节和校验，如仍达不到要求，则应停止使用。

仪器经过调节和检修，则应重新进行性能校验。

6.2.2 在每一测区正式开工前与工作结束后，均应对使用的仪器的噪声均方根值，观测精度与一致性等进行测定，检查其变化情况，检查方法按仪器说明书及附录A中的有关要求执行。

6.3 对仪器设备的保安和维护

6.3.1 仪器设备的使用和保管。

6.3.1.1 建立严格的责任制，仪器的发放单位和使用者，应对仪器的安全负全面的责任，未经主管单位和操作者本人同意，他人不得随意动用，交接仪器时交接双方进行检验并办理交接手续。

6.3.1.2 仪器和配套设备应建立使用簿，记录其性能变化，调节检修，使用及交接情况，作为档案随仪器保存。

6.3.1.3 使用、保管、运送仪器设备时必须防水、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。

仪器箱内应经常备有有效的干燥剂。雨季野外工作时，要随身携带防水塑料套，在低温条件下工作时，可将仪器提前1～2 h放在室外，以消除室内与野外温差过大对读数的影响，在多风沙地区工作时，收工后应将仪器设备用布包严。

6.3.1.4 运高精度磁力仪时必须由工作人员随身携带，妥善维护，严禁寄存和托运，如因特殊情况必需托运时，应经领导批准，然后妥善包装，装入结实的木箱，仪器与各零部件之间应有足够厚的“缓冲”材料，并保价托运。

6.3.1.5 仪器设备所属的零配件、备件和工具要随仪器设备妥善保管，不得随意弃置或作他用。

6.3.1.6 仪器设备发生故障时必须及时修理，禁止凑合使用。

6.3.1.7 操作仪器应按说明书或操作规程执行。严禁将仪器的输出专用插口与其他仪器联接，而只能

与专用外接设备(打印机,磁带记录机等)联接。

6.3.2 仪器设备的保养与维修。

6.3.2.1 严禁随意拆卸仪器,而且应防震、防摔、防碰等。

6.3.2.2 仪器不正常时,必须首先排除外部原因,如电池、电缆、接插头的接触不良及短路等。在断定非外部原因后,才能将仪器送回修理。

6.3.2.3 日常保养包括每日用毕后擦净尘土、汗迹,特别是各插口(座)要保持清洁。

6.3.2.4 每月要对仪器设备全面保养、检查一次,每年应全面检查、维修一次,并将检查和维修结果,记入仪器使用簿。

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

7 野外工作

7.1 定点工作

测地工作应按本标准及物化探测地规范及设计书执行。

7.2 基点的选择

7.2.1 对各类基点的要求

7.2.1.1 总基点:其位置必须实地确定,要求是:

a. 位于正常磁场内。

b. 磁场的水平梯度和垂直梯度变化较小,在半径 2 m 及高差 0.5 m 范围内磁场变化不超过设计总均方误差值的 1/2。

c. 附近没有磁性干扰物(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、高压线等)。

d. 所在地点能长期不被占用,有利于标志的长期保存。

7.2.1.2 分基点:亦即分区日变站,要求是:

a. 位于平稳磁场内。

b. 靠近驻地,使用方便。

c. 参照对总基点要求的第 b、c、d 款执行。

7.2.1.3 仪器校正点:用于了解一天或一段工作时间内仪器性能是否正常。

a. 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尽可能一致。

b. 附近没有可移动磁性干扰物。

c. 在观测路线上或其它便于使用的地方。

7.3 基、测点观测

7.3.1 每个闭合观测单元的观测,必须始于校正点,终于校正点。长剖面工作,如一天内不能结束工作并回到校正点进行观测,须在当日观测的剖面末端设 2～3 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。

7.3.2 测点观测时应严格遵守下列要求,并随时注意观测结果的变化,及时采取妥善的处理措施。

7.3.2.1 进行测点观测时,一般作单次观测即可满足精度要求。

7.3.2.2 观测时,观测人员必须"去磁"即不能带小刀、发卡、皮带扣、鞋扣等磁性物品,必须携带的磁性物件和其它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。

7.3.2.3 观测时应保证点位正确,同时每次观测时探头的高度均应保持一致。

7.3.2.4 观测时如遇有事故(如仪器受震),仪器性能可能发生突然变化时,应即回到震前测过的几个

测点(点位要正确)上作重复观测,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。

7.3.2.5 当观测结果出现如下变化时必须采取的相应措施:

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,须加观测点。

b. 当相邻测线的异常特征明显不一致时,须加测线。

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,须追踪观测。

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,必要时需试测岩石磁性或采集标本。

e. 遇有磁性干扰物(如铁路、厂房、井场、高压线、有磁性的岩坎或岩石堆等)时,须合理移动点位,避开干扰,并加注记以备日后核查。

7.4 总磁场梯度观测:用质子磁力仪进行垂直或水平梯度观测时应按设计书及以下要求执行。

7.4.1 尽量缩短两次磁场测定时间,同一对数据要求两秒内完成。

7.4.2 进行垂向梯度测量时,两探头的联线不能偏离垂线 10°。进行水平梯度测量时,两探头的联线不能偏离水平线 10°,其沿测线的方位误差不大于 10°。

7.4.3 在弱缓异常上,要选择合适的探头间距离 Δh 和 ΔX,使磁梯度异常峰值处两探头所测磁场值之差为设计允许误差的十倍以上。

7.5 日变观测

7.5.1 对日变观测仪器及观测方法的要求

7.5.1.1 应在投入生产的同类型仪器中挑选性能最好的磁力仪进行日变观测。采样间隔应符合对日变改正误差的要求。

7.5.1.2 每个日变站的 T_0 值一经选定,不应变动。

7.5.2 每个日变站可控制的磁测范围,需经试验确定(见附录 B)。当测区地电结构有较大差异时,应按地电结构的不同,分区设立日变站,或在开工前,于地电结构不同的各个地区同时进行精密日变观测,若证实各站间的差异不大时,才可扩大日变站的控制范围。在进行日变观测期间要注意对磁力仪的保护,要把磁力仪放在能避风遮雨的容器内,防止阳光曝晒。要有专人进行日变观测。

7.5.3 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。

7.5.4 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。

7.5.5 遇到磁暴或磁扰较大时应停止工作。

7.6 磁性参数的确定和磁性标本的采集。

7.6.1 标本采集与物性参数测定工作,应做到以下几点:

7.6.1.1 在异常和矿化蚀变地段,凡能采到新鲜岩石的地方,必须采集标本。进行各种磁参数的测定工作,每个测点不应少于 5 块标本,以提高代表性。

7.6.1.2 对典型剖面上的全部钻孔及其他有关勘探线上钻孔的岩芯,要进行磁性测定工作,岩芯取样密度依岩性及矿体特点而定,在每点上取两块标本。

7.6.1.3 选择一些典型标本作岩矿鉴定、光谱或其他分析。

7.6.2 测定标本磁性参数的灵敏度要与磁测总精度相适应,并满足异常解释的需要。实际工作应按附录 C 要求执行。当视磁化率大于 0.01SI 时,要作退磁改正。

7.7 原始记录

7.7.1 磁测工作的原始记录

对使用质子磁力仪或地面光泵磁力仪的高精度磁测工作,应包括:

a. 仪器调节,校验及标定的观测记录(含转录磁带)。

b. 基点选择,与确定 T_0 值的观测记录(含转录磁带)。

c. 生产性的观测记录(含转录磁带)。

d. 日变观测记录(含转录磁带)。

e. 地形图定点记录及其他测地记录。

f. 各种质量检查的观测记录(含转录磁带)。

g. 说明上述各种观测记录工作情况的野外实时记录本。

h. 磁参数测定记录与采样记录。

7.7.2 对记录工作的基本要求是:

7.7.2.1 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,以便于数据处理。

7.7.2.2 各种记录要及时汇编成册并编号,不得随便插页和撕页,记录内容不得涂改和擦改(因记错需修改时,要用横线把错误记录划去,在旁记下正确数据并签名以示负责)。

7.7.2.3 记录所用各种符号和代号要统一、明了、避免混乱,记录的有效数字要和精度要求相适应。

7.7.2.4 记录要完整,对记录本和打印记录的页首,页末及各栏要按规定填写齐全。

7.7.2.5 记录要用中等硬度的黑铅笔书写,字体工整,不得使用自造的别字作记录。

7.8 质量检查与评价

7.8.1 高精度磁测工作的质量检查率不应低于3%～5%,精测剖面的质量检查率应达到10%,绝对点数不少于30点。质量检查点的分布要均匀。关于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。

当检查结果误差超过设计规定,或在某些地段存在明显系统误差时,应适当增加检查量,以提高检查结果的可信度。

7.8.2 高精度磁测的质量,要分测区,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,但舍弃数不得超过相应检查点数的1%。

7.8.3 磁性参数测定的质量检查率应达10%。检查时对仪器安置,标本体积测定和装盒等,均需要重新进行。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,计算公式与5.2.2条第(2)式相同。剩余磁化强度向量的方向测定质量,以算术平均误差为评价标准。误差限10%～30%,由设计书确定。计算公式为:

$$\bar{u} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|\delta A_i| \qquad \cdots\cdots(5)$$

式中:δA_i——第i块标本的原始观测与检查观测之差;

n——检查标本块数;

$\bar{u}$——算术平均误差。

7.8.4 当发现野外观测阶段的工作不够完善,或因资料整理和异常研究需要时,要及时地补做一定的野外工作。

8 资料整理、图件编制与成果提交

8.1 资料验收次序

8.1.1 检查验收7.7.1条包括的全部原始记录。

8.1.2 对磁测资料和日变资料作预处理:去掉质量不符合要求的数据;对数据进行编辑;对原始观测值进行各项改正,改正的内容是:

a. 基点改正与正常场改正,最小改正值为0.1nT。

b. 对普通测网观测值作日变改正,最小改正值为0.1nT。

c. 计算垂向梯度观测值,计算到0.1nT/m。

d. 把经过预处理的磁测资料转存到磁带上并用打印机把数据列表打出。

8.1.3 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。

8.1.4 对于预处理自动改正和计算的结果，要检查计算程序和使用的重要常数是否正确、发现错误立即改正。

8.1.5 计算所取得的有效数字和每一计算步骤的标准值，要与仪器性能指标及工作精度相适应。

8.1.6 检查验收时对下列原始数据应予作废。

a. 用不符合设计书和本标准要求，显然不能保证既定观测精度要求的仪器测得的数据。

b. 经检查测地工作质量不合要求的相应磁测数据。

c. 工作中仪器设备性能变化超出允许范围时相应观测单元的磁测数据。若这类资料的数量很大，应作系统检查观测，当查明其毫无利用价值时再予以报废。

d. 日变资料作废当天的相应磁测数据。

e. 观测或记录不符合设计书或本标准要求，导致无法利用的数据。

f. 经检查质量不合格而又无法补救的数据。

g. 标本不符合规格(体积太小或严重风化等)；定名错误而又无法订正；测定方法不正确或测定结果不符合要求的磁性参数资料。

8.2 图件编制

8.2.1 磁测工作结束后，应提交下列图件：

8.2.1.1 说明工作情况和成果的主要图件，包括：

a. 交通位置图。

b. 实际材料图。

c. 磁场剖面平面图。

d. 磁场等值线平面图。

e. 典型异常综合剖面图。

f. 推断成果图(推断平面图及推断剖面图)。

8.2.1.2 原始曲线图及其他辅助图件，包括：

a. 日变曲线图及其他表示仪器性能的原始曲线图。

b. 表示观测质量的图件：质量检查对比曲线图及观测误差分布图等。

c. 岩石磁性参数统计图件。

d. 若进行了磁场梯度测量和微磁测量等工作，则应提交磁梯度和微磁测量的成果图件和各种电算处理图件。

8.2.2 主要图件的编绘应符合 DZ/T 0069—93 的要求。

8.2.2.1 交通位置图

比例尺要适当选择，保证图内至少要有一个县级以上的城镇以及重要水系和交通线。

图中要表示出测区位置，必须绘出测区轮廓。

8.2.2.2 实际材料图

要以本项目工作的实际材料为主要内容，包括：

a. 各种比例尺工作的测区范围及基线，控制线或测线，专门剖面线的位置，点线号(适当标注)；闭合方向和闭合差；控制联测点及联测关系；各种固定标志埋设点。

b. 磁测基点位置、编号；磁测质量检查线段；磁性标本采集点位及编号。

8.2.2.3 磁场剖面平面图

面积性工作需要编绘此图(大比例尺详查工作如异常特征简单，则可省略)。其要求是：

a. 表示线距和点距的比例尺应一致。

b. 磁场参数比例尺要根据磁测精度和异常强度等因素确定。以能满足反映有意义的弱异常和低

缓异常的需要为前提。当图幅内局部地段的磁场曲线因参数比例尺较大而重叠过多，异常又有特殊意义时，可以将此局部地段缩小参数比例尺绘成角图，但其范围需加框说明。

8.2.2.4 磁场等值线平面图

面积性工作必须编绘此图。具体要求为：

a. 用于绘图的数据可据需要进行滤波处理以消除高频干扰与畸变点的影响，也可用原始数据绘图。

b. 要在仔细分析地质和磁场特征的基础上，恰当选择等值线的数值与等值线的间隔。为能最清晰地反映地质现象与磁场间的对应关系，等值线之间不必是等差间隔的，但其最小差值必须大于或等于总均方差的1.5倍，并适当凑整。当数据有正、负值时，必须绘出零值线。

c. 用电子计算机绘制磁场等值线底图时，要注意消除突变点对等值线的歪曲并校正边界效应，同时结合地质、构造及矿产等情况，对等值线作必要的手工修匀。

8.2.2.5 其他各种磁参量等值线平面图

面积性磁测工作一般尚须绘制磁场化极异常等值线平面图，以及为突出弱异常而作专项处理得出的各种局部磁异常等值线平面图。这些图件的绘制要求，基本上与8.2.2.4各条要求相同。

8.2.2.6 磁场综合剖面图

面积性磁测中的专门剖面工作，以及沿独立剖面或路线进行的磁测工作，均须编绘此图。其磁场参数比例尺要根据磁测精度和异常强度等因素确定。以能满足反映有意义的弱异常和低缓异常的需要为前提。同一剖面上各种磁场参数比例尺应相同。当剖面上不同性质的曲线的数量较多时，应将曲线按性质适当分组，分别绘在剖面上方不同纵向部位。

8.2.2.7 推断成果图

a. 推断平面图以磁参量等值线平面图为底图，推断剖面图以磁参量剖面图为底图，内容均可适当简化。

b. 要尽可能把推断结果图示出来。推断的前提、方法、结果和可能的变化范围等，要列表或在图角扼要说明。

c. 推断剖面图上要绘出磁性参数资料，拟合磁参量曲线以及剩余磁异常曲线等。

d. 要有选择地绘出其他物化探方法的资料和解释推断成果。

e. 要表示出建议的地质和物化探工作范围，以及建议的异常查证工程。

f. 对于实测与推断的内容，已完成的与建议的工作范围或探矿工程等，应加以区分。

8.2.2.8 各种推断图件与综合信息成矿预测图件的编制，种类繁多，可据需要加以编制。

8.3 成果提交

8.3.1 高精度磁测任务完成后，应向上级资料管理部门提交经过检查验收合格的原始资料与经过评审的成果报告和图件。

8.3.2 提交的原始资料，其内容必须完整。由于各种磁记录不能长期保存，对最终成图所用的重要数据，必须绘制点位数据图。

8.3.3 提交的成果图件中，除报告附图外，还应包括各种底图。

8.3.4 提交的成果报告须按资料汇交要求复制上报，对报告底稿亦应归档保存。

附 录 A
磁力仪性能的校验
（补充件）

A1 磁力仪噪声水平的测定

在使用磁力仪进行高精度磁测时，必须测定仪器的噪声水平。测定方法如下：

A1.1 当有3台以上的磁力仪同时工作时，可选择一处磁场平稳而又不受人文干扰场影响的地区，将这些仪器的探头置于此区，并使探头间距离保持在20 m以上，以免探头磁化时互相影响。而后使这些仪器同时作日变测量，观测时要达到秒一级同步。此时地磁场变化对这些仪器的观测值的影响是同向的。而这些仪器各自的噪声对观测值的影响则是无定向的，而且仪器数量愈多，噪声对这些仪器观测值的平均值的影响将趋于零，就可把此平均值视作地磁场的“真值”。因此可取100个左右的观测值按下式计算每台仪器的噪声均方根值S。

$$S=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\Delta X_i-\Delta\bar{X}_i)^2}{n-1}} \qquad \cdots\cdots(A1)$$

式中：ΔX_i——第i时的观测值X_i与起始观测值X_0的差值；

$\Delta\bar{X}_i$——这些仪器同一时间观测差值ΔX_i的平均值；

n——总观测数，$i=1,2,\cdots\cdots n$。

A1.2 当仪器不足3台时，可用单台仪器在上述磁场平稳地区作日变连续观测百余次。若读数间隔为5～10 s时，则按7点滑动取平均值$\bar{X}_i$。

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

若读数间隔为0.5～1 min时，则按5点滑动取平均值。

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

而后按下式计算仪器的噪声均方根值S。

$$S=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i-\bar{X}_i)^2}{n-1}} \qquad \cdots\cdots(A2)$$

式中：X_i——第i时的观测值，$i=1,2,\cdots\cdots n$；

$\bar{X}_i$——第i时滑动平均值；

n——总观测数，$n>100$。

A1.3 用四阶差分包络值的$\sqrt{70}$分之一来表示仪器的噪声水平。

当磁力仪的读数间隔远小于外场变化周期时，观测结果中随时间变化的磁场，相对于噪声来说是一种低频成分，而对数据作四阶差分处理，相当于一个高通滤波器。因此在四阶差分值中低频成分被滤掉了，而主要保留了噪声并得到了放大。由此可见用四阶差分能较真实地反映出仪器的噪声水平。

由于数据是等间隔的，对于第 i 个数据值 X_i 的四阶差分值 B_i 由下式给出：

$$B_i = X_{i-2} - 4X_{i-1} + 6X_i - 4X_{i+1} + X_{i+2} \quad \cdots\cdots(A3)$$

则仪器的噪声水平为：

$$S = \frac{1}{\sqrt{70}}\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(B_i - \overline{B})} \quad \cdots\cdots(A4)$$

式中：$\overline{B}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}B_i$，$n$ 为参加统计的观测值数。

A1.4 三种测定噪声方法的比较

为了进行比较，将 3 台微机质子磁力仪按上述要求在同一地点同时测定仪器的噪声水平(达到秒一级同步观测)，而后用 3 种方法计算各台仪器的噪声水平如表 A1：

表 A1

磁力仪类型及号码	3 台仪器同时测定法		7 点滑动平均法		4 阶差分包络值的 $1/\sqrt{70}$ 法	
	S 值 nT	与平均值的百分误差，%	S 值 nT	与平均值的百分误差，%	S 值 nT	与平均值的百分误差，%
OMNI-4	0.16	14	0.13	7	0.12	14
336* MP-4	0.17	11	0.18	5	0.21	11
316* MP-4	0.24	11	0.30	11	0.27	0

由表可见 3 种方法算出的噪声水平是很接近的，其差异在统计涨落范围之内，而且 3 种方法表示仪器噪声水平的次序不变。

A2 测定磁力仪的一致性

A2.1 测定探头一致性

经验表明，制作探头与夹固探头的各种材料的“磁清洁”程度有差异，是造成一致性误差的主要因素。因此，在每测区开工前，要对所有探头的一致性进行测定，方法如下：

首先将成套仪器所配探头(一般是 5 个)编上号，然后用两台仪器作秒级同步日变观测。其中台站型仪器及一个探头固定不变，即以此为准进行比较。另一台仪器分别轮换同其余 4 个探头相联结，并注意换探头时主机不能关机，各探头位置应尽量一致，调谐场值预先选好保持不变。每个探头读数三十余次以上，而后分别求出相应与台站仪器读数的差值，并计算各差值数组的算术平均值，比较这 4 个平均值，即可判断探头的一致性。如以某次测定为例，得出 5 个探头的一致性如表 A2：

表 A2

探头编号	1	2	3	4	5
平均值，nT	0.4	1.37	0	0.6	1.1

由表 A2 可见 1,3,4 号探头一致性较好,而 2 号与 5 号探头一致性较好,可以配对使用。使用中不能随意调换探头,以免引入系统误差。

A2.2 校验主机的一致性

从原理上说,质子磁力仪的主机就是一个用来测定核子旋进频率的测频器,而当前测频精度是很高的,主机能以 0.004 25 Hz 的分辨率来精确测量频率,出厂时都用精确度更高的讯号发生器进行校准,并保证绝对准确度 50 000 nT 时为±1nT。所以,一般情况下,主机的一致性都能符合要求。

为校验主机的一致性,可使用同一探头,用不同主机轮换作日变观测,使每台主机读数 20～30 次,将整个测量段的日变曲线绘出,察看曲线变化趋势是否有脱节现象。若曲线"圆滑",即表明主机的一致性良好。

附 录 B

高精度磁测的各项改正与基站 To 值测定工作

(补充件)

B1 正常梯度改正与高度改正

当进行大面积高精度磁测工作时,需要进行正常梯度改正。此时若仍沿用查全国地磁图的办法作正常场梯度改正,就不能满足精度要求了。此时要用国际地磁参考场 IGRF1990.0 模型提供的高斯系数,用电子计算机算出测区内 1 km×1 km 节点地磁场 T。值。而后以 1nT 的间距绘制 T。等值线图。用此图作正常场梯度改正,其作法是以通过总基点的等值线为零线,向北每过一条等值线减少 1nT,向南每过一条等值线增加 1nT,以此类推。

B1.1 地磁场各分量的球谐表达式:

$$\left.\begin{aligned} X &= \sum_{n=1}^{\infty}\sum_{m=0}^{n}(g_n^m\cos m\lambda + h_n^m\sin m\lambda)\cdot\frac{d}{d\theta}P_n^m(\cos\theta) \\ Y &= \sum_{n=1}^{\infty}\sum_{m=0}^{n}\frac{m}{\sin\theta}(g_n^m\sin m\lambda - h_n^m\cos m\lambda)\cdot P_n^m(\cos\theta) \\ Z &= -\sum_{n=1}^{\infty}\sum_{m=0}^{n}(n+1)(g_n^m\cos m\lambda + h_n^m\sin m\lambda)\cdot P_n^m(\cos\theta) \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(B1)$$

式中:g_n^m、h_n^m——高斯系数,可查表求得;

$P_n^m(\cos\theta)$——n 次 m 阶缔合勒让德多项式;

λ——各节点的经度值;

θ——各节点的余纬度。

可见将高斯系数与各节点的坐标值代入(B1)式,即可求出各节点的正常磁场值。

B1.2 国际地磁参考场(IGRF)1990.0 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 1965.0 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 IGRF1990.0 包括 1990 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($m=n=10$)前 80 个高斯系数的年变率,用来调整 1990.0～1995.0 年期间的地磁场模型。如表 B1 所示。

B1.3 计算磁场总强度 T_0 及梯度值：

$$T_0 = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} = \sqrt{H^2 + Z^2} \qquad \cdots\cdots (B2)$$

在一级近似的情况下，沿南北向的磁场梯度 $\frac{\partial T_0}{\partial X} = \frac{3ZH}{2RT_0}$，式中 R 为地球平均半径。$R = 6\ 371\ 000$ m。

沿垂向的磁场梯度：

$$\frac{\partial T_0}{\partial R} = -\frac{3T_0}{R} \qquad \cdots\cdots (B3)$$

B1.4 高度改正

由(B3)式可知，当 $T_0 = 50\ 000$nT 时，地磁场垂向梯度为 -0.024nT/m。高差 30 m 时，地磁场垂向变化可达 -0.72nT。因此本标准要求测点都要测出或从地形图上读出高程，高程误差依本标准第 5.5 表 2 执行。

高度改正从总基点高程起算，以 $T_0 = 50\ 000$ nT 为例，约每 42 m 高差改正 1nT，比总基点高 42m 时加 1nT，比总基点低 42 m 时减 1 nT。

B2 日变改正

在地球的变化磁场中，除大家熟悉的长期变化和静日变化 S_q 外，还有源于空间磁场的扰动变化，包括周期从 0.2～1 000 s 的快速振动，其幅度一般为 0.01～5nT(有时可达 10～20nT)。高精度磁测必需对地磁场的这种短周期变化进行改正，因此对日变观测有较高的要求。再者，目前使用的质子磁力仪可测定绝对地磁场强度，无需使用基点网进行地磁场值的传递，但需消除地磁日变的影响，求出各测站之间地磁场的真正差值。由此可见，高精度磁测的日变观测有两个作用；其一是对测网观测值进行日变改正，其二是在各站之间进行同步日变观测，以选择地球扰动磁场振幅最小的时间来确定测站之间地球基本磁场的差值。所以在高精度磁测工作中，主基点的作用被日变站取代了。

B2.1 日变站址的选择：

由于高精度磁测的日变站兼有基点的作用，需要参照对主基点的要求来选择日变站地址。具体要求按本标准第 7.2.1.2 条各条执行。

B2.2 日变站所用磁力仪的精度应与测网观测磁力仪的精度相同或更高。对微机质子磁力仪的读时准确性要达到秒级，读数间隔 5～20 s，日变站与测网观测的同时性亦是秒级，对普通质子磁力仪应准确到 0.5 min，读数间隔 0.5～1 min。

B2.3 由于地磁场短周期变化的振幅与微机质子磁力仪噪声均方根值是近于同一数量级的，而噪声是随机的，地磁场脉动变化是有规律的。因此可对日变观测先作 5 点或 7 点滑动平均，压低噪声水平之后，再对测网观测进行日变改正，即可提高日变改正精度。尤其当要求日变改正精度优于 0.5nT 时，必须这样作。

B2.4 地磁场短周期变化受地磁感应场的影响特别明显(各种电流系统形成的地球空间磁场中，约包含 30%的感应场)。而且周期愈短，所受影响愈大。因此必须充分重视地电结构不同对地磁短周期变化的巨大影响，这关系到日变站的控制范围。根据对地电结构相同与不同地区所作一系列日变对比试验结果可知，当磁测均方误差为 2～5nT 时，日变站的控制范围不应超过 50 km，当要求磁测精度优于 2nT 时，在地电结构基本相同的情况下，日变站的控制范围不应超过 30 km。当地电结构显著不同时，要增设日变站，其控制范围要经试验确定。

B3 基站 T_0 值测定工作

用质子磁力仪在总基点与日变站测出的地磁场绝对值 T_i 是时间的函数，如下式：

$$T_i = T_0 + \delta(t) \quad \cdots\cdots (B4)$$

式中：T_0——该处地球基本磁场值，不随时间变化；

$\delta(t)$——该处地球变化磁场，是时间的函数。

为准确求出总基点与日变站的 T_0 值，需作较长时间的日变观测，读数间隔不大于 20 s，观测时间不短于 2 h。要选择地磁场变化平稳段，即 2 h 内地磁场平均值变化不超过 2nT 的时间段，求取 T_i 的平均值 $\overline{T_i}$，$\overline{T_i}$ 即为该处的 T_0 值。

$$\overline{T_i} = T_0 + \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\delta(t) \quad \cdots\cdots (B5)$$

式中：n——参与统计的地磁场 T_i 值总数，$n>100$。

因为上式中 $\delta(t)$ 具有随机性，在 $n>100$ 的情况下，其统计平均值应趋于零。所以 $\overline{T_i}\approx T_0$。

顺便说明，先用分基 T_0 值作日变改正后再作总基改正，与直接使用总基 T_0 值作日变改正的结果是等效的。

表 B1

			DGRF		IGRF					DGRF		IGRF	
	n	m	1980	1985	1990	1990～1995		n	m	1980	1985	1990	1990～1995
G	1	0	−29992	−29873	−29775	18.0	H	4	1	212	232	248	2.6
G	1	1	−1956	−1905	−1851	10.6	G	4	2	398	361	324	−7.0
H	1	1	5604	5500	5411	−16.1	H	4	2	−257	−249	−240	1.8
G	2	0	−1997	−2072	−2136	−12.9	G	4	3	−491	−424	−423	0.5
G	2	1	3027	3044	3058	2.4	H	4	3	53	69	87	3.1
H	2	1	−2129	−2197	−2278	−15.8	G	4	4	199	170	142	−5.5
G	2	2	1663	1687	1693	0.0	H	4	4	−297	−297	−299	−1.4
H	2	2	−200	−306	−380	−13.8	G	5	0	−218	−214	−211	0.6
G	3	0	1281	1296	1315	3.3	G	5	1	357	355	353	−0.1
G	3	1	−2180	−2208	−2240	−6.7	H	5	1	46	47	47	−0.1
H	3	1	−336	−310	−287	4.4	G	5	2	261	253	244	−1.6
G	3	2	1251	1247	1246	0.1	H	5	2	150	150	153	0.5
H	3	2	271	284	293	1.6	G	5	3	−74	−93	−111	−3.1
G	3	3	833	829	807	−5.9	H	5	3	−151	−154	−154	0.4
H	3	3	−252	−297	−348	−10.6	G	5	4	−162	−164	−166	−0.1
G	4	0	938	936	939	0.5	H	5	4	−78	−75	−69	1.7
G	4	1	782	780	782	0.6	G	5	5	−48	−46	−37	2.3

续表 B1

			DGRF		IGRF					DGRF		IGRF	
	n	m	1980	1985	1990	1990～1995		n	m	1980	1985	1990	1990～1995
H	5	5	92	95	98	0.4	H	8	2	−18	−19	−20	−0.2
G	6	0	48	53	61	1.3	G	8	3	−11	−11	−11	0.1
G	6	1	66	65	64	−0.2	H	8	3	4	5	7	0.3
H	6	1	−15	−16	−16	0.2	G	8	4	−7	−9	−12	−1.1
G	6	2	42	51	60	1.8	H	8	4	−22	−23	−22	0.3
H	6	2	93	88	83	−1.3	G	8	5	4	4	4	0.0
G	6	3	−192	−185	−178	1.3	H	8	5	9	11	12	0.4
H	6	3	71	69	68	0.0	G	8	6	3	4	4	−0.1
G	6	4	4	4	2	−0.2	H	8	6	16	14	11	−0.5
H	6	4	−43	−48	−52	−0.9	G	8	7	6	4	3	−0.5
G	6	5	14	16	17	0.1	H	8	7	−13	−15	−16	−0.3
H	6	5	−2	−1	2	0.5	G	8	8	−1	−4	−6	−0.6
G	6	6	−108	−102	−96	1.2	H	8	8	−15	−11	−11	0.6
H	6	6	17	21	27	1.2	G	9	0	5	5	4	0.0
G	7	0	72	74	77	0.6	G	9	1	10	10	10	0.0
G	7	1	−59	−62	−64	−0.5	H	9	1	−21	−21	−21	0.0
H	7	1	−82	−83	−81	0.6	G	9	2	1	1	1	0.0
G	7	2	2	3	4	−0.3	H	9	2	16	15	15	0.0
H	7	2	−27	−27	−27	0.2	G	9	3	−12	−12	−12	0.0
G	7	3	21	24	28	0.6	H	9	3	9	9	10	0.0
H	7	3	−5	−2	1	0.8	G	9	4	9	9	9	0.0
G	7	4	−12	−6	1	1.6	H	9	4	−5	−6	−6	0.0
H	7	4	16	20	20	−0.5	G	9	5	−3	−3	−4	0.0
G	7	5	1	4	6	0.2	H	9	5	−6	−6	−6	0.0
H	7	5	18	17	16	−0.2	G	9	6	−1	−1	−1	0.0
G	7	6	11	10	10	0.2	H	9	6	9	9	9	0.0
H	7	6	−23	−23	−23	0.0	G	9	7	7	7	7	0.0
G	7	7	−2	0	0	0.3	H	9	7	10	9	9	0.0
H	7	7	−10	−7	−5	0.0	G	9	8	2	1	2	0.0
G	8	0	18	21	22	0.2	H	9	8	−6	−7	−7	0.0
G	8	1	6	6	5	−0.7	G	9	9	−5	−5	−6	0.0
H	8	1	7	8	10	0.5	H	9	9	2	2	2	0.0
G	8	2	0	0	−1	−0.2	G	10	0	−4	−4	−4	0.0

续表 B1

			DGRF		IGRF				DGRF		IGRF	
	n	m	1980	1985	1990	1990～1995	n	m	1980	1985	1990	1990～1995
G	10	1	−4	−4	−4	0.0	10	6	3	3	3	0.0
H	10	1	1	1	1	0.0	10	6	0	0	0	0.0
G	10	2	2	3	2	0.0	10	7	1	1	1	0.0
H	10	2	0	0	0	0.0	10	7	−1	−1	−1	0.0
G	10	3	−5	−5	−5	0.0	10	8	2	2	2	0.0
H	10	3	3	3	3	0.0	10	8	4	4	4	0.0
G	10	4	−2	−2	−2	0.0	10	9	3	3	3	0.0
H	10	4	6	6	6	0.0	10	9	0	0	0	0.0
G	10	5	5	5	4	0.0	10	10	0	0	0	0.0
H	10	5	−4	−4	−4	0.0	10	10	−6	−6	−6	0.0

附 录 C
用微机质子磁力仪测定岩(矿)石标本的方法
（补充件）

本方法无需添置专用的磁性测定仪器，而利用高精度磁测现有的微机质子磁力仪，可测出 $\kappa > 50 \times 4\pi \times 10^{-5}$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。

C1 仪器及辅助设备

仪器——使用 MP-4，OMNI-4，G-856AX 或其他型号微机质子磁力仪。

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，则必须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 CSC-61 磁秤脚架作支撑，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 C1，板上装有角铝，以防标本盒下滑。

标本盒——边长为 10 cm 的正方形木盒，按左螺旋系统规定 X 轴向东，Y 轴向北，Z 轴向下，在 3 个轴向的正向盒面分别标以 2、4、6；在 3 个盒的负面上分别标以 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 500～1 000 cm^3 的玻璃量筒；直径 15～20 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，最大秤量 2 kg 的体积秤。

钢卷尺、三角尺、面盆及碎布等。

C2 测定步骤

C2.1 选择一处磁场较平稳但无人文干扰磁场的地点，架好仪器及探头，此时梯度读数 Tn 应在零值左右(或有很小底数)。用仪器的线号健(Line)置入标本编号。用仪器的点号健(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……其余各方面向上时一样,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。

C2.2 安置标本架:可采用高斯第一位置测定,如图 C1 所示,也可采用第二位置测定,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,盒中心与探头中心等高。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≥±1nT 的变化。

C2.3 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。

C2.4 观测:放标本前检查读数 n_0(仪器置点号为 X_{60},其中百位上 X 表上盒面号码),将标本盒放在标本架上,选择距离 r 使仪器读数变化较大(≥±1nT),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
$$n_6=\frac{Th_{601}+Th_{602}+Th_{603}+Th_{604}}{4}$$

C2.5 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),也可用体积秤秤取标本体积。

C3 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。

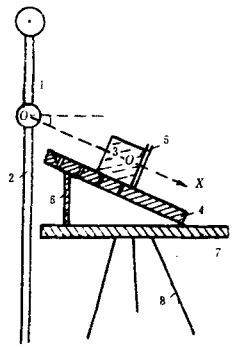


图 C1

1—MP—4T 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

用第一位置测定时，各读数应满足：

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

用第二位置测定时，各读数应满足：

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

C4 计算磁性参数

高斯第一位置时，

磁化率：

$$\chi=\frac{5r^3}{3T_0}\cdot\frac{1}{V}\left\{\left(\frac{n_1+n_2}{2}-n_0\right)+\left(\frac{n_3+n_4}{2}-n_0\right)+\left(\frac{n_5+n_6}{2}-n_0\right)\right\}\cdot10^{-6}\times4\pi\cdot\mathrm{SI}$$

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。

剩磁：

$$I_r=\frac{5r^3}{2}\cdot\frac{1}{V}\cdot\sqrt{(n_1-n_2)^2+(n_3-n_4)^2+(n_5-n_6)^2}\cdot10^{-3}\mathrm{A/m}$$

偏角：

$$\phi=\tan^{-1}\frac{n_1-n_2}{n_3-n_4}$$

（注：方位角由偏角公式中的分子分母的正负组合决定）。

倾角：

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

高斯第二位置时，

磁化率：

$$\chi=\frac{10r^3}{3T_0}\cdot\frac{1}{V}\left\{\left(n_0-\frac{n_1+n_2}{2}\right)+\left(n_0-\frac{n_3+n_4}{2}\right)+\left(n_0-\frac{n_5+n_6}{2}\right)\right\}\cdot10^{-6}\times4\pi\cdot\mathrm{SI}$$

剩磁：

$$I_r=5r^3\cdot\frac{1}{V}\cdot\sqrt{(n_2-n_1)^2+(n_4-n_3)^2+(n_6-n_5)^2}\cdot10^{-3}\mathrm{A/m}$$

偏角：

$$\phi=\tan^{-1}\frac{n_2-n_1}{n_4-n_3}$$

倾角：

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

附 录 D
用于高精度磁测的各类磁力仪的主要性能参考表
（参考件）

仪器型号	CZM-2	IGS-2 MP-4	G-856AX	CZM-21	CZCS-90 台站型	HC-85	HC-90
仪器原理	普通质子磁力仪	微机质子磁力仪	微机质子磁力仪	微机质子磁力仪	微机质子磁力仪	氦光泵磁力仪	氦光泵磁力梯度仪
所测参量	T	T，Th，	T，Th	T	T，Z，H	T	T，Th
测程 nT	32 000 ～ 70 000	20 000 ～ 90 000	20 000 ～ 90 000	32 000 ～ 70 000	32 000 ～ 70 000	32 000 ～ 75 000	20 000 ～ 90 000
分辨率 nT	1.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.01	0.001
容忍度 nT/m	<200	5 000	5 000	5 000	5 000	20 000	
记录容量	手抄	1 000	5 700	1 000	1 000	2 000	600～4 200 任选
配谱情况	手动 24 档	全量程 自动配谱	全量程 自动配谱	全量程 自动配谱	全量程 自动配谱	不需配谱	不需配谱
可达精度 nT	2～5	1	1	1	1	0.1	0.025
产品年代	80 年代初	80 年代中	80 年代初	80 年代末	80 年代末	80 年代末	90 年代初

附 录 E
各种记录格式
（参考件）

高精度磁测工作的野外记录本

工作地区_____　　测线号码_____　　观测者_____

日　　期_____　　基本磁场 T_0　　计算者_____

测点	时间		读数		正常梯度改正	高度改正	ΔT	备　注
	时	分	原测	日变改正后				

_____区磁力测量质量检查报告表

测点	原始测量			检查测量			δ	δ^2	备　注
	月	日	ΔT	月	日	ΔT			

质量检查者：　　计算者：　　复 核 者：

技术负责人：　　队　长：　　检查方式：

磁参数测定记录本

高斯第　　位置

日期：　　测定地点：　　T_0=　　仪器：　　观测者：　　记录者：

编号	岩石名称	采样标本	r	V	n_0	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n'_0	κ	I_r	ϕ	θ	备注

_____工区磁法资料初步验收表

页次

测定参数：　　仪器型号：

工作日期					
记录本号/页次					
起止点线号					
仪器质量	早校	时			
		值			
	晚校	时			
		值			
	早晚校之差值				

续表

测定参数：		仪器型号：		
记录计算质量	完整性			
	有无涂(擦)改情况			
	画改情况			
	清晰美观			
	计算质量			
野外工作质量	加(丢)点			
	有无回点			
	日变仪情况			
验收意见				
合格物理点数				
验收者				
操作者				
计算者				
验收日期				
工区技术负责(组长)				

附加说明：

本标准由地质矿产部提出并组织编写。

本标准由湖南省地质矿产局负责起草，主要起草人秦葆瑚。

本标准的参编人员有：冶金部地质局地球物理勘查院李仁豪、中国有色金属总公司物化探管理中心齐文秀、核工业部北京地质研究院崔焕敏、统配煤矿总公司陕西煤田物测队祁明星。