

ICS 07.060

备案号: 508—1997

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0187—1997

地面瞬变电磁法技术规程

1997-07-01 发布

1998-01-15 实施

中华人民共和国地质矿产部 发布

前 言

本标准规定了地面瞬变电磁法工作的基本要求和技术规则。本标准为国内首次制订的行业标准，是根据我国推广应用瞬变电磁法的经验及工业部门试行的有关技术规定编写的。本标准采用的技术符号、图式、图例及用色标准均引用 GB/T 14499—93、GB/T 0096—93。标准中的附录 A 为标准的附录，附录 B 为提示的附录。

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和归口。

本标准由中国有色金属工业总公司物化探管理中心和中南工业大学负责起草。

本标准起草人：齐文秀、牛之璠。

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负责解释。

地面瞬变电磁法技术规程

1 范围

本标准规定了地面瞬变电磁法工作的基本要求和技術規則。

本标准适用于中、小功率磁源瞬变电磁仪设备进行良导电目标物勘查及地电测深。主要应用于固体矿产勘查。其中的技术规则也适用于水文、工程勘测。

2 引用标准

下列标准包括的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。在标准出版时,所示标准均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 14499—93 地质矿产地球物理勘查技术符号

DZ/T 0069—93 地球物理勘查图图式图例及用色标准

3 总则

3.1 瞬变电磁法是基于电性差异,利用不接地回线或接地线源向地下发送一次脉冲电磁场,利用线圈或接地电极观测二次涡流磁场或电场的方法。主要用于寻找低阻目标物,研究浅层至中深层的地电结构。

3.2 地面瞬变电磁法常用工作方式与装置

3.2.1 剖面法的基本装置形式

3.2.1.1 重叠回线装置

a) 示意图

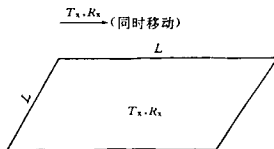


图 1

b) 观测参数,用 R_x 回线观测 V/I 或 B/I

3.2.1.2 中心回线装置

a) 示意图

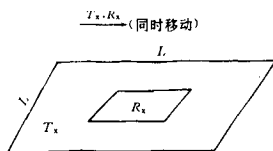


图 2

b) 观测参数:用 R_s 线圈观测 1 至 3 个分量的 V/I 或 B/I

3.2.1.3 偶极装置

a) 示意图

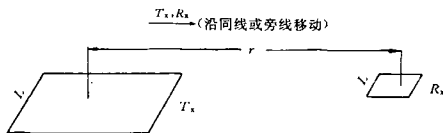


图 3

b) 观测参数:用 R_s 线圈观测 1 至 3 个分量的 V/I 或 B/I

3.2.1.4 大定源回线装置

a) 示意图

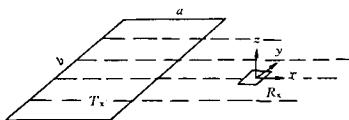


图 4

b) 观测参数:用 R_s 线圈观测 1 至 3 个分量的 V/I 或 B/I

3.2.2 测深法的基本装置形式

3.2.2.1 中心回线装置

a) 装置示意图同 3.2.1.2

b) 观测参数:用 R_s 线圈观测 Z 分量的 V/I 或 B/I

3.2.2.2 偶极装置

a) 装置示意图同 3.2.1.3

b) 观测参数:用 R_s 线圈观测 Z 分量的 V/I 或 B/I

3.2.3 地-井法基本装置形式

3.2.3.1 单 T_s 框装置

a) 装置示意图

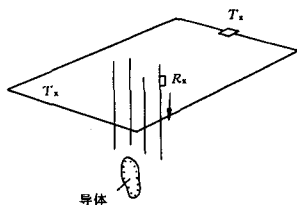


图 5

b) 观测参数:用 R_x 线圈(探头)分别观测并轴分量或多分量的 V/I 或 B/I

3.2.3.2 多 T_x 框装置

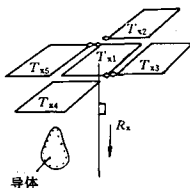


图 6

b) 观测参数:当 T_x 框分别布置在不同位置时, R_x 线圈(探头)观测并轴分量或多分量的 V/I 或 B/I

3.3 瞬变电磁法的应用范围

- a) 金属矿产及某些非金属矿产勘查;
- b) 地质构造研究;
- c) 煤田、油气田以及地热田勘查;
- d) 水文地质及工程地质勘查;
- e) 寻找地下管线及地下人文遗迹。

4 技术设计

4.1 工作任务

4.1.1 瞬变电磁法的具体任务应由任务书明确规定。任务书的内容应包括:

- a) 项目名称、工作地区和范围;
- b) 工作目的、勘查对象;
- c) 工作比例尺、技术经济指标;
- d) 提交的成果资料及时间。

4.1.2 根据任务书工作地区的地质、地球物理条件及其他有关资料编写设计书。其内容应包括:

- a) 任务及目的要求;
- b) 地质、地球物理特征;
- c) 工作方法与技术;
- d) 提交的成果;
- e) 技术经济指标。

4.2 资料收集

- a) 工作地区的人文、气象、交通等方面的资料；
- b) 工作地区的地形、地貌等；
- c) 工作地区的地质和地球物理资料等。

4.3 方法有效性分析

4.3.1 确定瞬变电磁方法的地质任务或施工项目，在考虑勘查工作需要的前提下，首先要分析是否具有一定的地电条件，勘查目标与围岩之间是否存在明显的电性差异。

4.3.2 正演模拟，是论证方法有效性和开展野外试验工作的依据，正演所选取的地电断面类型及参数要以已知地段及不同工作区的实际断面为参考，一般可由正演模拟求得最佳工作装置及其尺寸。

4.3.3 凡属下列情况之一者，只宜列为试验项目：

4.3.3.1 寻找深部矿、难识别矿及间接寻找目标物等情况下，尚未进行瞬变电磁法试验工作，方法有效性尚不明确的新区。

4.3.3.2 外来电磁噪声干扰较严重，使用现有仪器及观测方法的效果受到影响的地区。

4.3.3.3 探测目标与围岩之间的电性差异较小，或探测目标物的相对规模不大，埋深较大，不能肯定是否能测出目标物异常响应的地区。

4.4 工作装置、发送回线边长和时窗范围的选择

4.4.1 剖面法的工作装置及发送回线边长的选择

4.4.1.1 重叠回线装置：重叠回线装置是适于轻便型仪器的工作装置，主要应用于地质普查或矿产勘查工作。一般情况下，回线边长 L 大约等于探测目标的最大埋深。

4.4.1.2 中心回线装置要求同 4.4.1.1。

4.4.1.3 大定源回线装置：大定源回线装置是探测深度较大，对探测目标的分辨能力较强的装置，主要应用于详查或矿产勘查工作。发送线框依据探测深度，一般在 $100\text{ m} \times 200\text{ m}$ 至 $300\text{ m} \times 600\text{ m}$ 范围内选用。通常长边平行地质体走向敷设。

4.4.1.4 偶极装置：常用的偶极装置有同线偶极装置及定源旁线偶极装置两种。前者主要适用于陡倾斜良导目标的探测。定源旁线偶极装置是适用于确定目标物埋深、倾角及形态等几何参数的装置，发送线圈固定放置于目标物走向线上，接收线圈沿垂直目标物走向的剖面观测。

4.4.2 测深法的工作装置、发送回线边长、偶极距的选择和发送电流的选择

瞬变电磁测深的最佳工作装置是中心回线装置，发送回线边长和发送电流可参照公式(1)合理确定。中心回线装置估算极限探测深度(H)的公式为：

$$H = 0.55 \left(\frac{L^2 I \rho_1}{\eta} \right)^{1/5} \dots\dots\dots (1)$$

$$\eta = R_m N$$

式中： I ——发送电流；

L ——发送回线边长；

ρ_1 ——上覆电阻率；

η ——最小可分辨电平，一般为 $0.2 \sim 0.5\text{ nV/m}^2$ ；

R_m ——最低限度的信噪比；

N ——噪声电平。

4.4.3 时窗范围的选择

时窗范围的确定，取决于测区内所要探测的目标物的规模及电性参数的变化范围，地电断面的类型及层参数，勘探深度等诸多因素，具体时窗范围应通过生产试验确定。

4.5 测区、测网和比例尺

4.5.1 测区范围的确定

测区范围应根据工作任务和测区的地质矿产及以往物化探工作程度合理确定。并考虑以下因素：

a) 探测目标物的规模、埋深及与围岩的电性差异,应保证所得到的异常完整性及周围有一定范围的正常背景场;

b) 测区范围应尽可能包括已知区,不同年度的测区相衔接;

c) 大定源回线装置不同发送回线的测区范围相衔接时,必须有一定的重迭面积。

4.5.2 测网和比例尺的选择

a) 剖面法装置,测网的选择,以能发现有意义的最小异常,能在平面图上清楚地反映出探测对象的位置和形态为原则,估计到野外施工的方便,对于中心回线装置、重叠回线装置的情况下,线距一般为回线边长 L 或 $2L$,点距为 L 或 $L/2$ 、 $L/4$,工作比例尺由地质工作任务确定,普查或详查均可选择此装置工作。对于大定源回线装置,点距一般为 $10\text{ m} \sim 20\text{ m}$,对于偶极装置偶极距一般为点距的 $2 \sim 4$ 倍,点距一般为 $20\text{ m} \sim 40\text{ m}$ 。

b) 测深法装置,开展面积性工作,常用比例尺和测网密度参照表 1。

表 1

比例尺	测线间距	沿测线点距	测点数/ km^2
1:5 万	0.5 km~2 km	0.5 km~1 km	4~1/2
1:2.5 万	0.25 km~1 km	0.25 km~0.5 km	16~2
1:1 万	100 m~500 m	100 m~250 m	100~18
1:5 千	50 m~250 m	50 m~100 m	400~40
1:2 千	20 m~100 m	20 m~50 m	2500~200

4.5.3 专门及精测剖面

根据地质任务、综合研究和推断解释的需要,合理布设专门剖面 and 精测剖面。

4.5.3.1 在所有正式面积性工作中,应布设典型剖面。剖面布置在能反映测区不同地层、岩体、构造和矿产的地方,最好与已知地质剖面重合。

4.5.3.2 对异常作定量或半定量解释时,应布设精测剖面。

a) 剖面应垂直于异常走向;

b) 通过异常中心,或尽可能与勘探线重合;

c) 剖面长度要超出所研究的异常范围;

d) 点距和观测精度要求应能够保证清晰完整的反映异常细节;

e) 精测剖面上除了使用面积测量工作装置观测外,一般还应布置其他装置的瞬变电磁测深工作,发送磁矩依据探测目标物的深度而定,点位根据研究断面的详细程度而定。

4.6 工作精度

4.6.1 设计地面瞬变电磁法工作精度时,应遵循下述两点;

4.6.1.1 应考虑能够观测与分辨勘查对象所产生的最弱异常,一般应使最大误差的绝对值小于任何有意义异常的 $1/3$;

4.6.1.2 应根据仪器的技术性能合理设计,其总精度不应超过现有仪器设备所能达到的精度。

4.6.2 地面瞬变电磁法工作的总精度以均方相对误差来衡量,分级列于表 2。

表 2

级别	V/I 或 B/I 总均方相对误差	
	有位差	无位差
A	10%	5%
B	15%	10%

注:表 2 中无位差(无点位误差)是 V/I 或 B/I 的观测误差和其他误差的叠加,如,外界电磁噪声的变化,仪器不稳定引起的误差。有位差(有位点误差)是装置和无位误差的叠加,装置误差是测地误差和布线、布点不准引起观测值变化的误差

对于使用晚期观测数据时,一般可采用不大于噪声电平 3 倍的均方绝对误差来衡量。在要求高精度和进行定量计算时,可采用不大于噪声电平 2 倍的均方绝对误差来衡量。

4.6.3 工作精度可根据工作任务及工作装置的特点,以取得较好的地质效果和经济效益,可选择某一观测精度或 A、B 之间的中等精度。

4.7 生产试验工作

凡属新区开展工作,在正式生产之前,应首先进行生产试验工作,并在设计中明确试验任务、方法技术及工作量,其要求是:

a) 了解矿区内已知矿体上的异常响应特征,包括异常强度、形态、范围、时间特性、时窗范围、地质噪声及信噪比等;

b) 查明外来电磁噪声电平及干扰特征,选择和确定迭加次数;

c) 检查工作精度、测网密度、工作装置及回线边长等选择是否合理。

4.8 测地工作

4.8.1 地面瞬变电磁法测地精度、测点位置的质量指标列于表 3。

表 3 测地工作精度

级别	平面点位限差 mm	剖面相邻点距误差 %		测 深			相对高程限差 mm
		限差	均方相对误差	点位均方相对误差 %	测线方向	高程测量	
A	2.0	6	3	3	5°	V	2
B	2.5	10	5	5	10°	V	

4.8.2 点距及发送回线边长大于 100 m 的重叠回线装置、中心回线装置、测深装置、大定源回线的角点,在地面目标物明显的条件下,可用 1:10 000 或更大比例尺的地形图定点,定位精度级别参照表 3 中 B。

4.8.3 测深装置对于发送回线角点点位精度级别参照表 3 中 B;对于接收回线角点及中心点点位精度级别参照表 3 中 A,中心点要求观测高程。

4.8.4 对于专门精确剖面,各种装置发送回线角点及中心点点位精度级别参照表 3 中 A,中心点要求观测高程。

4.9 电性参数测定和物理模拟试验

4.9.1 为了解释异常,必须对区内各类岩(矿)石进行电性参数测定。

4.9.2 电性参数测定方法,应根据实际情况采用露头法、标本法或测井法及已知点测深反演法。

4.9.3 样品测定数量,每类岩(矿)石,一般不少于 30 块,严格测定条件,保证数据质量。

4.9.4 为更好地解释异常或解决某些特定的问题,应进行物理模拟或数值模拟工作。物理模拟工作应根据野外的实际地电断面条件,符合相似性原理。

5 仪器装备的使用及维护

5.1 基本要求

5.1.1 依据地质任务合理选用仪器,应考虑仪器技术性能的主要指标有:能适应的工作装置;发送机的最大工作电压及电流;接收机的时窗范围,通频带宽度,动态范围,灵敏度及同步方式等。

5.1.2 所有仪器设备,应指定专人负责,严格按说明书规定使用、维护和管理。

5.1.3 仪器设备必须建立专门档案,及时详细记录仪器故障情况和处理结果等。

5.1.4 仪器设备必须存放在阴凉、通风、干燥、无腐蚀性气体、无强磁场等的地方,使用和运输时要注意保持仪器清洁、干燥、防震、防晒。

- 5.1.5 每年开工前和收工后,要对仪器设备进行一次全面检查、维护和校准。
- 5.1.6 仪器在施工期间,除日常维护保养外,每日施工前后,按仪器说明书要求对仪器性能进行检查。
- 5.1.7 非生产期间,所有仪器均须每个月进行一次通电检查,将检查结果存入仪器档案。电瓶应按说明书要求定期充电。
- 5.1.8 仪器设备所配备的零部件、备件及工具要随仪器妥善保管,不得作其他使用。
- 5.1.9 仪器设备发生故障要及时检查。

5.2 发送系统

- 5.2.1 工作前应首先检查发送机,发电机(或电瓶),控制器等各部分的联线是否正确,电缆有无短路和断路情况,在确保无误的情况下,方可通电工作。
- 5.2.2 控制器及发送机开机前先置低档,变压开关不得连续扳动。关机时先将开关返回低压档再关闭电源。
- 5.2.3 发送机的最大供电电压、最大供电电流、最大输出功率及连续供电时间,严禁大于仪器说明书上规定的额定值。
- 5.2.4 发电机组的使用要注意温度及润滑油的检查,注意冷却风扇运转情况。发电机组运转不正常时,应立即停机检查,排除故障后方可使用。
- 5.2.5 严防发电机输出端,发送机输出端短路和发电机组出现油门失控现象。

5.3 接收机

- 5.3.1 仪器的增益选择必须适当,使仪器输出电压在正常的动态范围之内,一般选择“自动增益控制”,仅仅在外来噪声干扰较大时需要手工置入。
- 5.3.2 检查探头及前置放大器是否正常。

6 野外工作

- 6.1 野外工作的基本任务是按照设计和规范要求,保证安全施工,取全取准第一性资料。
- 6.2 发送站、接收站和线框的布设
 - 6.2.1 每个测站及线框布设时,应对测量桩号是否正确。
 - 6.2.2 观测 \bar{B}_x 、 \bar{B}_y 的方向误差不得大于 2° ;观测 \bar{B}_z 时以线圈架的水泡居中为准。
 - 6.2.3 发送站一般应设在便于与接收站联系的地方。
 - 6.2.4 接收站的布置应避免靠近强干扰源以及金属干扰物的地方。
 - 6.2.5 不得在上万伏高压线下布设发送站及接收站,有必要时允许弃点。
 - 6.2.6 发送站、接收站应配备测伞。阴雨湿度很大及雷雨天气不宜开展工作。
 - 6.2.7 敷设线框时,不得将剩余导线留在绕线架上,应将其呈 S 型铺于地面。布线时允许在方向线左右有所摆动,但摆动幅度不得大于回线边长的 5%;实际线框角点与线框角点的标志(测桩)的点位误差应小于 5%。点位误差应小于 5%。
 - 6.2.8 对于偶极装置工作时,发射线框面积误差不得大于 5%。
 - 6.2.9 导线联接处应接触良好,严禁漏电。野外用的电线应定期检查绝缘性,绝缘电阻应大于 $2\text{ M}\Omega$ 以上;供电导线的总电阻值应能保证所敷设回线的供电电流满足设计要求。
 - 6.2.10 当导线通过水田、池塘、河沟时,应予架空防止漏电;当导线横过公路时,应架空或埋于地下以防绊断压坏。架空的导线应拉紧防止随风摆动。

6.3 观测与记录

- 6.3.1 在设计书所规定的测道时间范围内,野外观测值一般只允许最后的 3~5 测道的观测值在噪声电平以下,否则,应查明原因,并采用增加叠加次数等方法重复观测。对瞬间干扰可暂停观测,待机再测。

噪声电平的测量和分区:噪声电平依据野外专门实测结果,按噪声电平的大小分为弱、中、强三个区域加以统计计算,其计算噪声电平的均方根值公式为:

一个区内 m 个测点的第 i 道,
$$N_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m N_j(t_i) \dots\dots\dots (2)$$

第 j 点所有道,
$$N_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n N_j(t_i) \dots\dots\dots (3)$$

一个区所有道,
$$N = \frac{1}{nm} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m N_j(t_i) \dots\dots\dots (4)$$

式中: m ——专门的噪声实测点数;

n ——参加统计计算的噪声观测道数。

6.3.2 曲线出现畸变时,应查明原因后,重复观测;必要时,可移动点位避开干扰物源重测,并作详细记录。

6.3.3 遇异常点,突变点时,应重复观测,必要时应加密测点。若曲线衰变慢时,应扩大测道时间范围重复观测。

6.3.4 仪器出现故障时,应及时查明原因,并回到已测过的测点上作重复观测,当确认仪器性能正常后,方可继续观测。

6.3.5 每个测点观测完毕后,操作员应对数据和曲线进行全面检查,合格后方可搬站。

6.3.6 由磁带(或磁卡)或仪器内存贮器记录的野外观测结果,应逐日(或数日)及时整理、编目及转贮到计算机中去,并用软盘备份。

6.4 质量检查与评价

6.4.1 为了对成果的可靠性作出较客观的评价,系统的质量检查量不应低于总工作量的 3%~5%。检查点应在全测区分布均匀,对异常地段,可疑点,突变点重点检查。

6.4.2 系统的质量检查应在不同日期,重新布线,独立观测。

6.4.3 系统质量检查结果,应绘制质量检查对比曲线和误差分布曲线。

6.4.4 系统检查观测结果,按以下公式计算误差,并应满足设计要求。

6.4.4.1 平均均方相对误差公式:

a) 某测点上各观测道总的平均均方相对误差

$$M_j = \pm \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{V_j(t_i) - V'_j(t_i)}{V_j(t_i)} \right)^2} \dots\dots\dots (5)$$

式中: $V_j(t_i)$ ——第 j 点第 i 测道原始观测数据;

$V'_j(t_i)$ ——第 j 点第 i 测道系统检查观测数据;

$V_j(t_i)$ —— $V_j(t_i)$ 与 $V'_j(t_i)$ 的平均值;

n ——参加统计计算的测道数。

b) 全区各检查点总的平均均方相对误差

$$M = \pm \sqrt{\frac{1}{2nm} \sum_{i,j=1}^{n,m} \left(\frac{V_j(t_i) - V'_j(t_i)}{V_j(t_i)} \right)^2} \dots\dots\dots (6)$$

式中: m ——为检查点数。

6.4.4.2 平均均方绝对误差公式:

a) 某测点上各观测道总的平均均方绝对误差

$$\epsilon = \pm \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n [V_j(t_i) - V'_j(t_i)]^2} \dots\dots\dots (7)$$

b) 全区各检查点总的平均均方绝对误差

$$\epsilon = \pm \sqrt{\frac{1}{2nm} \sum_{i,j=1}^{n,m} [V_j(t_i) - V'_j(t_i)]^2} \dots\dots\dots (8)$$

诸受检查点小于噪声电平测道的不可靠观测值及突变值不参加统计。

各测道相对误差的二分之一,即 $\frac{V_i(t_i) - V'_i(t_i)}{2V_i(t_i)}$ 或绝对误差的二分之一,即 $\frac{V_i(t_i) - V'_i(t_i)}{2}$ 应满足如下要求:

- a) 超过设计误差要求的测点数,应不大于检查点数的 1/3;
 - b) 超过设计误差要求 2 倍的测点数,应不大于检查点数的 5%;
 - c) 超过设计误差要求 3 倍的测点数,应不大于检查点数的 1%。
- 6.4.5 测区范围较大,各地段的观测技术条件相差较大时,应分区、分段评价质量。对于观测质量不合要求的区、段,允许增加检查工作量至 20% 以内,如仍然证明观测质量不合要求时,该区、段的观测工作量应予以报废或观测数据只能作为参考。
- 6.4.6 测区的观测质量,还应综合考虑 6.3 节的要求。
- 6.5 技术保安与措施
- 6.5.1 野外工作期间必须经常进行安全生产教育。
- 6.5.2 使用仪器设备,必须严格按照操作技术规程执行。
- 6.5.3 安全用电与注意事项。
- 6.5.3.1 野外作业人员必须具备安全用电知识。当工作电压超过 500 V 时,供电作业人员必须使用绝缘防护用品;供电设备附近必须设有明显的标志,必要时派专人看管。
- 6.5.3.2 放线、收线和处理供电故障时,严禁供电。在未确认停止供电时,不得触及导线接头。
- 6.5.4 在民用供电线下作业时,应避免导线触及裸露供电线。

7 资料处理及图件编绘

7.1 原始资料的检查和编录

7.1.1 原始资料包括:

- a) 野外作业存贮原始数据的软盘、打印数据和地物、地质干扰源的编录;
- b) 电性参数测定记录;
- c) 测地工作记录;
- d) 资料整理和解释推断过程中形成的各种记录、图表;
- e) 成果报告底稿、成果图件底图等。

7.1.2 原始记录的检查

7.1.2.1 一个野外工作日结束,操作人员应审查野外记录和打印数据,并签名交技术负责人复核。

7.1.2.2 原始记录的检查内容包括:

- a) 野外作业中仪器设备的运行记录;
- b) 观测曲线是否完整,出现异常和畸变现象是否进行了必要的重复观测和加密测量;
- c) 实际地物、干扰源、地质情况编录是否完整。

7.1.3 凡符合本标准规定要求的原始资料予以验收,严重影响质量的观测结果应予作废。

7.1.4 对于具有长期使用价值的原始资料,编制索引,分类归档,妥善保存。

7.2 数据的处理

7.2.1 观测数据处理的主要内容包括:

- a) 原始数据的滤波处理;
- b) 发送电流切断时间影响的改正处理;
- c) 换算出视电阻率,视深度,视时间常数,视纵向电导等参数。

7.2.2 数据处理结果应作 100% 的检查校对。

7.3 图件编绘

7.3.1 以剖面法为主的工区,应编绘以下的图件;

- a) 实际材料图;
- b) 多测道 V/I (或 B/I)异常剖面曲线图;
- c) V/I (或 B/I)异常平面图;
- d) 综合剖面图。

7.3.2 以测深法为主的工区,应编绘以下的图件;

- a) 实际材料图;
- b) 拟断面图;
- c) 综合剖面图;
- d) $Sr(t)$ 曲线类型图或拟断面图;
- e) 综合剖面图。

7.3.3 几种主要图件的具体要求

7.3.3.1 实际材料图应包括以下内容:

- a) 测区交通位置、水系及特殊建筑物等;
- b) 测区范围、测网、大回线的布设位置及电磁干扰分布位置等;
- c) 点线编号、检查点位、丢点点位等;
- d) 专门及精测剖面的位置;
- e) 其他能说明实际情况的有关资料。

7.3.3.2 V/I (或 B/I)异常平面图:在面积性测量的情况下,一般可选2~3个测道,作出平面图,以清晰地反映浅部及某个深度目标物的分布特征;不同测道的等值线用不同线段表示,绘于同一张图上或分别成图。

7.3.3.3 综合剖面图:可包括多测道 V/I (或 B/I)异常剖面曲线图, $S_c(t)$ 曲线类型图, $\rho_c(t)$ 拟断面图,其他物化探异常图以及地质剖面图和地质推断图。

7.3.3.4 综合平面图:可包括几个测道的 V/I (或 B/I)或 S_c, ρ_c 值的平面图以及其他地质、物探、化探综合异常。

7.3.4 对各种主要图件的编绘要求,参照 GB/T 14499—93, DZ/T 0069—93。

8 成果报告

8.1 成果报告编写的基本要求

- a) 随着野外工作的开始,应有计划地系统收集、整理所需要的资料;
- b) 成果报告编写由专人负责,在设计任务书规定的时间内完成;
- c) 报告所用资料必须是经质量验收合格的正式资料;
- d) 成果报告应在全面系统掌握资料的基础上,经过研究及综合分析对比后,作出有依据、符合客观实际的结论;
- e) 成果报告应实事求是,内容全面、重点突出、立论有据、文字简练、结构严谨;
- f) 报告附图、附件、目的明确、配置合理、美观整洁。

8.2 成果报告内容

- a) 序言;
- b) 地质、地球物理特征;
- c) 工作方法及质量评价;
- d) 数据处理方法及结果;
- e) 解释推断;

f) 结论与建议。

8.3 成果报告的附图

- a) 地面瞬变电磁法工作实际资料图；
- b) 物理和数值模拟结果图；
- c) 工作成果图；
- d) 解释推断图。

附录 A
(标准的附录)
地面瞬变电磁法常用术语、符号及计量单位

术语名称	计量单位	符号
发送系统或发送回线		T_x
接收系统或接收线圈		R_x
发送回线边长	m(米)	L
发送电流强度	A(安培)	I
接收线圈的感应电压	μV (微伏)	V
采样道的中心时间	ms(毫秒)	t
B 的时间导数, $\dot{B} = dB/dt = -V/q$	$\text{m}\mu\text{V}/\text{m}^2$ (毫微伏/米 ²)	\dot{B}
以发送电流归一的感应电压值	$\mu\text{V}/\text{A}$ (微伏/安培)	V/I
以发送电流归一的 B 的时间导数值	$\text{m}\mu\text{V}/\text{mA}$ (毫微伏/米安培)	\dot{B}/I
噪声电平	$\text{m}\mu\text{V}/\text{m}^2$ (毫微伏/米 ²)	N
最小可分辨的电平	$\text{m}\mu\text{V}/\text{m}^2$ (毫微伏/米 ²)	η
装置的偶极距	m(米)	r
最低限度信噪比		R_m
视电阻率	$\Omega \cdot \text{m}$ (欧姆·米)	ρ_r
视纵向电导	S(西门子)	S_r
视探测深度	m(米)	h_r
视时间常数	ms(毫秒)	τ_r

附录 B
(提示的附录)
地-井瞬变电磁方法

B1 基本原理及工作装置

地-井瞬变电磁法是应用于勘查钻井旁或井底的盲矿体,是勘查深埋矿的找矿手段。基本原理如图 B1 所示,与地面瞬变电磁法的区别仅在于接收线圈(探头)沿钻孔逐点移动观测 V/I (或 \dot{B}/I),从钻孔中观测到的异常变化规律可获得地下隐伏导体的位置等方面的信息。现有仪器能够测量的钻孔深度达 200 m 左右,探测半径可达 200 m 以上。

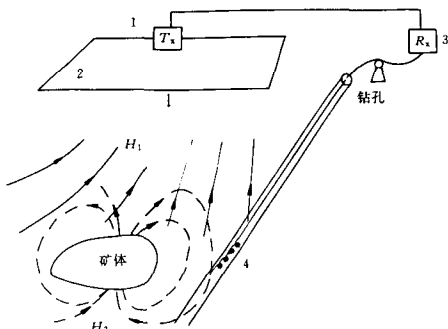


图 B1 地-井瞬变电磁法工作原理示意图

1—发送机；2—发送回线；3—接收机；4—接收探头

如本规程 3.2.3 所述,常用的工作装置形式有两种:

a) 需要对彼此相靠近的多个钻孔进行观测时,一般只敷设一个大发送回线,从不同钻孔中的异常变化可获得地下隐伏导体的位置等方面的信息;

b) 单个钻孔的情况下,需要在地面敷设多个发送回线,分别使用各个回线并在同一个钻孔中进行观测,根据发送回线位于不同方位上所观测到的异常变化,可以获得有关矿体几何形态、赋存位置等方面的信息。

B2 工作方法

B2.1 基本要求

B2.1.1 地-井瞬变电磁法工作应进行专门设计,规定工作任务,选定工作装置与发送回线边长,确定工作量及工作精度,确定观测仪器测道的时间范围等。

B2.1.2 仪器及装备包括发送机、接收机、探头仪、500 m~2 000 m 的四芯电缆、一台绞车,以及敷设于地面的发送回线。下钻孔观测深度在 500 m 以内时,可选用最大发送电流达 10 A 的仪器;当下钻孔观测深度达 2 000 m 时,应选用最大发送电流达 20 A~30 A 的仪器。

B2.1.3 在测量以前需要对观测钻孔扫孔或冲孔。

B2.1.4 认真作好技术保安工作,包括仪器设备遵守本规程 6 的规定、安全用电、严防井场及井内事故的发生。

B2.2 发送回线的敷设

B2.2.1 仅敷设一个发送回线的情况下,一般使用正方形线框,发送回线的位置应处于与导体(探测对象)能获得最大的电磁耦合效应处,一般位于导体的正上方。为了取得较大的探测范围及较为均匀的一次场,发送回线边长应尽可能大一些,一般选择等于孔深。

B2.2.2 敷设多个方位的发送框情况下,第一个框(中心框)的位置应处于导体(探测对象)的上方,以期得到较强的异常响应;使用矩形框的情况下,长边应与地质体走向相平行,其中一个长边的中心位于钻孔附近。其余的发送框可以参照本规程 3.2.3.2 的装置示意图布置 2~4 个框,布置在异常幅度及形态方面都可能获得明显差异的预计位置。发送回线边长一般选择为孔深的 1/3 至 1/2。

B2.2.3 敷设发送框的测地方法及精度要求按本规程执行。

B2.3 下井观测前的准备工作

B2.3.1 检查探头仪的电池电压是否正常,如果每天使用,收工后应及时充电。

- B2.3.2 联接探头与下井电缆的接口必须密封垫圈,并且喷洒防水渗透的油剂。
- B2.3.3 检查地面仪器、探头仪是否能正常工作,检查探头仪及下井电缆的绝缘情况。
- B2.3.4 检查电缆上的深度标记是否准确、明显、牢固,绞车上的记数计是否正常。
- B2.3.5 搬走在井场有碍工作和危及安全的杂物。
- B2.4 下井观测
- B2.4.1 探头仪在其中的下放速度应保在能用绞车随时制动的程度,不得超速下放,以防探头撞击井壁或井底损坏探头。
- B2.4.2 探头下放至孔底进行首次测量,然后,按5 m~10 m的点距逐次提升观测,并在有意义的异常地段加密观测,曲线出现畸变时,应查明原因,然后进行重复观测。
- B2.4.3 观测值的符是依据在起始正常场地段所观测的二次场分量与相应一次场分量方向关系而定,两者一致取正号,反之为负。
- B2.4.4 井场观测记录项目必须完整、字迹清楚,输入仪器的项目(或参数)要求正确无误,由仪器内存贮的观测结果应及时备份。
- B2.5 系统的质量检查与精度要求
- B2.5.1 测完一个孔之后,应进行系统的质量检查,重点检查异常地段和可疑点或突变点。检查量不应低于总工作量的5%~10%。
- B2.5.2 检查工作允许不重新布线,使用同台仪器、相同的操作员在不同的时间进行。
- B2.5.3 精度要求参照“本规程”4.6执行。
- B2.6 观测结果的图示

主要图件是沿钻孔的多测道 V/I (或 B/I)剖面曲线,绘于单对数(或双对数)坐标纸上,由于异常响应值有正有负,因此,把小于 $10 \mu\text{V}/\text{A}$ (或 $1 \text{nV}/\text{A} \cdot \text{m}^2$)的响应值,无论正、负均以线性比例尺绘出,作为用对数坐标绘正、负曲线的过渡段。

B3 成果解释

- B3.1 定性解释,依据沿钻孔的多测道 V/I (或 B/I)剖面曲线,结合发送回线、导体、探头之间的耦合关系,研究异常的幅度、形状变化规律,从而推断导体相对于发送回线(或地面)的位置,产状及大致的形态。这种解释主要是利用实测曲线与理论曲线比较,结合地质规律,给出定性的推断结果。
- B3.2 定量解释,计算机正演拟合法是常用的定量解释手段,首先把实测曲线显示于屏幕之上,然后,设置初始参数进行正演计算,并且把计算结果显示于屏幕上与实测曲线进行对比,反复修改初始模型,直至拟合结果满意为止。最后,由计算机输出最终选择的参数、计算值、实测值,以及拟合数据的精度。利用这种方法可以推断出目的物的位置、产状、形态大小、电导率以及与钻孔间的距离。