

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0173—XXXX  
代替 DZ/T 0173-1997

大地电磁测深法技术规程

Code of practice for magnetotelluric sounding

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(报批稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国自然资源部

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、缩略语、符号和计量单位 .....	1
3.1 术语和定义 .....	1
3.2 缩略语 .....	2
3.3 符号和计量单位 .....	2
4 总则 .....	2
4.1 应用范围 .....	2
4.2 应用条件 .....	3
5 技术设计 .....	3
5.1 设计准备 .....	3
5.2 测线、测网设计 .....	3
5.3 设计书编写 .....	4
5.4 审批与变更 .....	5
6 仪器设备 .....	5
6.1 基本要求 .....	5
6.2 仪器设备使用与维护 .....	5
7 野外工作 .....	5
7.1 仪器检测 .....	6
7.2 技术参数选择 .....	6
7.3 测线、测点布设 .....	6
7.4 观测装置的敷设 .....	7
7.5 观测 .....	9
7.6 质量检查与评价 .....	9
7.7 野外资料验收 .....	11
8 资料处理解释与图件编制 .....	11
8.1 资料处理 .....	11
8.2 资料解释 .....	12
8.3 图件编制 .....	13
9 报告编写及资料提交 .....	13
9.1 编写要求 .....	13
9.2 报告内容 .....	14

9.3 资料提交 .....	14
附录 A (资料性) 大地电磁测深野外工作用表.....	15
附录 B (规范性) 测点质量检查与评价表 .....	19
附录 C (资料性) 大地电磁反演模型可靠性测试.....	22

## 前 言

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

本文件以 DZ/T 0173-1997《大地电磁测深法技术规程》为基础，结合当前大地电磁测深法技术发展现状和实际应用情况进行了修订。与 DZ/T 0173-1997 相比，除结构调整和编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 细化了应用范围（见 4.1），修改了应用条件（见 4.2）；
- 增加了设计准备工作中的有效性分析与试验（见 5.1.3），修改补充了测线、测网设计（见 5.2）；
- 增加了仪器设备的基本要求与使用维护（见 6）；
- 修改了野外工作中的仪器检测（见 7.1）；
- 增加了技术参数选择试验（见 7.2）和磁探头布设要求（见 7.4.3）；
- 修改了质量检查与评价（见 7.6）；
- 补充了野外资料验收内容（见 7.7）；
- 增加了数据处理与分析（见 8.1.2）和数据反演（见 8.1.3）；
- 增加了资料解释（见 8.2）；
- 修订了附录 A 和附录 B，增加了附录 C 和 9 个相关表格。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

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

本文件起草单位：中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所、中国地质大学（北京）、中国地震局地质研究所、成都理工大学、安徽省勘查技术院、中国地质大学（武汉）。

本文件主要起草人：方 慧、杜炳锐、魏文博、赵国泽、王绪本、汪启年、胡祥云、金 胜、余 年、王 刚。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1997 年首次发布为 DZ/T 0173-1997。
- 本次为首次修订。



# 大地电磁测深法技术规程

## 1 范围

本文件规定了大地电磁测深法的技术设计、仪器设备、野外工作、室内资料处理与图件编制、成果报告编写与资料提交等工作的基本要求和技術規則。

本文件适用于自然资源行业陆地开展的大地电磁测深工作。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

DZ/T 0069 地球物理勘查图图式图例及用色标准

DZ/T 0153 物化探工程测量规范

## 3 术语和定义、缩略语、符号和计量单位

### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1.1

**大地电磁测深法** **magnetotelluric sounding**

同时观测天然变化的、互为垂直的电磁场分量，用以探测地球内部电性结构的一种被动源频率域测深方法。根据测量频率范围可进一步分为音频大地电磁测深（10000 Hz~0.1 Hz）、宽频大地电磁测深（300 Hz~ $1.0 \times 10^3$  Hz）和长周期大地电磁测深（频率范围0.1 Hz~ $1.0 \times 10^5$  Hz）。

#### 3.1.2

**阻抗相位** **impedance phase**

电场水平分量和与之垂直的磁场分量频谱之间的相位差。

#### 3.1.3

**视电阻率** **apparent resistivity**

由表面阻抗和信号频率（或周期）计算的参数，是给定频率下电磁场影响所能涉及范围内地下岩石电性的综合反映。

#### 3.1.4

**倾子** **tipper**

根据垂直磁场与水平磁场之间的变化关系，指示构造走向和倾向方位的一项参数指标。

### 3.1.5

#### 极化模式 **polarization mode**

地下为二维介质时，大地电磁场可解耦成相互独立的E偏振波和H偏振波，其中E偏振波电场分量平行于构造走向，称为横电（TE）极化模式；H偏振波磁场分量平行于构造走向，称为横磁（TM）极化模式。

### 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AMT 音频大地电磁测深 Audio Magnetotelluric Sounding

MT 大地电磁测深 Magnetotelluric Sounding

LMT 长周期大地电磁测深 Long Period Magnetotelluric Sounding

### 3.3 符号和计量单位

下列符号适用于本文件。

大地电磁测深法常用符号和计量单位见表1。

表 1 符号和计量单位

序号	符号	名称	计量单位
1	$f$	频率	Hz（赫兹）
2	$T$	周期	s（秒）
3	$\delta$	趋肤深度	m, km（米，千米）
4	$D$	探测深度	m, km（米，千米）
5	$E$	电场	mV / km（毫伏每千米）
6	$H$	磁场	nT, T（纳特，特斯拉）
7	$\rho_s$	视电阻率	$\Omega \cdot m$ （欧姆·米）
8	$\phi$	阻抗相位	Degree（度）
9	$\rho$	电阻率	$\Omega \cdot m$ （欧姆·米）
10	$R$	接地电阻	$\Omega$ （欧姆）
11	$\alpha$	主轴方位	°（度）
12	$S$	二维偏离度	%（无量纲）

## 4 总则

### 4.1 应用范围

大地电磁测深法主要应用于地壳上地幔结构探测、油气资源调查、矿产资源勘查、地热与地下水资源调查、工程与环境地质调查、地震火山观测等。

## 4.2 应用条件

4.2.1 目标体与围岩存在可探测到的电性差异。

4.2.2 目标体尺度产生引起可分辨的异常。

4.2.3 信噪比能满足本规程所规定的观测数据质量要求。

## 5 技术设计

### 5.1 设计准备

#### 5.1.1 资料收集

设计书编写前应根据任务要求收集相关资料：

- a) 区域地质资料；
- b) 钻孔及测井资料；
- c) 以往重磁电震等资料；
- d) 主要岩矿石电性等物性资料；
- e) 测区有关地形图、三角点坐标资料等；
- f) 相关研究成果。

#### 5.1.2 野外踏勘

设计书编写前应对工作区进行实地踏勘：

- a) 了解工作区的地形、地貌、交通、人文、气候等情况；
- b) 了解工作区电磁干扰因素，包括种类、程度和分布范围等。
- c) 初步确定测区、测线和测点的位置。

#### 5.1.3 有效性分析与试验

设计书编写前应对本方法能否解决相关地质任务开展有效性分析或现场试验：

- a) 应从地质条件、地球物理前提和人文地理环境等方面综合分析本方法解决地质问题的可能性和能达到的程度；
- b) 应建立测区地电模型进行正演计算，必要时开展野外现场试验，进一步明确方法的有效性。

### 5.2 测线、测网设计

5.2.1 测线、测网与比例尺应根据目标任务和地质条件确定。

5.2.2 测线、测网布设一般遵循以下原则：

- a) 设计测线宜基本垂直于区域构造走向或探测目标体走向；
- b) 测区内如有地震测线、电测深点、钻孔等，设计测线宜与其重合或靠近；
- c) 设计测线应避开城镇或大的居民点以及电站等干扰源；
- d) 普查线距应不大于最小异常体的走向长度，点距应保证在异常体内至少三个测点；

- e) 详查线距应保证至少三条测线通过最小异常体上方，点距应保证在异常体内至少有五个测点；
- f) 精测剖面的点距应达到即使再加密测点，异常的细节特征也不会有明显改变。

5.2.3 测量比例尺的选择一般要求为：

- a) 地壳上地幔结构探测和地震火山观测宜选择1:100000或更小比例尺；
- b) 工程与环境地质调查宜选择1:50000或更大比例尺；
- c) 油气资源调查、矿产资源勘查和地热与地下水资源调查等工作宜根据不同阶段工作要求选择适当比例尺；
- d) 常用工作比例尺和相应的测网密度列于表2。

表 2 测网密度表

比例尺	测线距 km	测点距 km
1:10000	≤ 0.5	≤ 0.1
1:25000	≤ 1	≤ 0.25
1:50000	1~2	0.2~0.5
1:100000	2~4	0.5~1
1:200000	5~10	1~2
1:500000	10~20	5~10
1:1000000	20~40	10~20

5.2.4 部署剖面测量时，宜采用相应比例尺中的最小点距。

5.2.5 点位测量方法按照 DZ/T 0153 有关要求执行。

5.2.6 当测区或周边存在已知钻井时，宜在井旁布设测量点。

### 5.3 设计书编写

5.3.1 设计书编写具体要求：

- a) 设计书编写应以本标准及相关技术规范为依据，在充分分析测区已有的资料、现场踏勘的基础上，结合测区实际情况和工作任务有针对性的编写；
- b) 设计书应符合国家法律、法规和相关技术标准之规定，且文字通顺、条理明晰、文图并茂。

5.3.2 设计书编写主要内容：

- a) 地质任务；
- b) 测区的位置、地质概况及地球物理特征；
- c) 测线和测点布置；
- d) 工作方法及技术要求的；

- e) 计划工作量、质量管理与进度安排;
- f) 人员、设备管理与经费预算;
- g) 资料处理及解释工作要求和预期成果;
- h) 完成任务的措施;
- i) 附图(工作布置图等);
- j) 其它。

#### 5.4 审批与变更

设计书应由项目管理单位或委托单位审批。设计书经批准后,方可执行。施工过程中,因客观条件导致设计无法执行时,需对设计书进行变更,得到批准后再执行。

### 6 仪器设备

#### 6.1 基本要求

6.1.1 大地电磁测深仪器和设备包括接收机、高灵敏度磁探头、不极化电极、测量导线、电池、卫星定位和同步测量装置等。

6.1.2 应根据勘查任务、地电条件、勘探深度、工作精度和工作区环境,合理选定仪器设备和数量。

6.1.3 仪器性能应稳定、抗干扰能力强,测量精度和分辨率符合设计要求,并具备较好的防潮、抗震性,坚固耐用。

6.1.4 仪器在温度-20℃~50℃环境下可正常工作。

6.1.5 信号线应电阻小、绝缘性和屏蔽性好、拉力强。

#### 6.2 仪器设备使用与维护

6.2.1 仪器设备应保持清洁。

6.2.2 仪器设备存放场所应避开阳光直射,保持通风、干燥、清洁和无腐蚀气体。

6.2.3 仪器设备应定期检查维护,保证性能稳定。

6.2.4 仪器在搬运、埋设过程中应轻装,轻放,避免撞击。

6.2.5 野外应建立仪器检测与维护记录,详细记录仪器使用中出现的故障和排除故障的措施,记录表格式参见附录A的表A.1~表A.2。

### 7 野外工作

#### 7.1 仪器检测

7.1.1 仪器检查主要要求:

- a) 仪器设备应齐全、无破损、操作正常;

- b) 铁道、磁道信号线与屏蔽层的绝缘度应大于 $1\text{ M}\Omega$ ；
- c) 绝缘度应大于 $1\text{ M}\Omega$ ；
- d) 不极化电极极差应小于 $1\text{ mV}$ 。

#### 7.1.2 仪器标定主要要求：

- a) 开工前、收工后以及仪器发生故障修复后，应对主机和磁探头分别进行标定，相邻两次标定结果相对误差应不大于 $2\%$ ；
- b) 无自主标定功能的仪器，相邻铁道或磁道间测试的频率域结果相对误差应不大于 $2\%$ ；
- c) 仪器发生故障修复后应重新进行标定或平行测试；
- d) 仪器标定或平行测试计算结果应记录在误差统计表中，记录表格式参见附录A的表A.3。

#### 7.1.3 一致性对比试验主要要求：

- a) 同一测区，如有两台或两台以上的仪器一起施工，应在开工前、收工后在同一位置采用相同观测装置进行一致性对比试验；
- b) 相同模式、相同参数的测量结果应有 $80\%$ 以上频点均方相对误差小于 $5\%$ ；
- c) 一致性试验计算结果应记录在误差统计表中，记录表格式参见附录A的表A.4~表A.5。

### 7.2 技术参数选择

未开展技术参数选择试验的测区，开工前应在测区进行技术参数试验调整，试验参数主要包括观测频率范围、观测时长、电极距长度等。

### 7.3 测线、测点布设

7.3.1 测线和测点应按设计书规定进行布置。测点偏移距沿测线方向不应超过设计点距的 $1/2$ ，垂直测线方向不应超过设计点距；面积测量时测线可以在相应比例尺的图上不超过 $0.5\text{ cm}$ 的范围内调整。

7.3.2 测点应选在周围开阔、地表土质均匀的区域布置，不宜设置在明显的非均匀体旁。

7.3.3 测点应尽量远离电磁干扰源，原则上宜选择：

- a) 离开工厂、矿山、电气铁路、电站、高速公路、高铁线路 $2\text{ km}$ 以上；
- b) 离开广播电台、雷达站、通讯基站 $1\text{ km}$ 以上；
- c) 离开高压电力线 $500\text{ m}$ 以上；
- d) 离开风力发电塔 $200\text{ m}$ 以上；
- e) 离开光伏电站 $1\text{ km}$ 以上；
- f) 离开繁忙的公路 $200\text{ m}$ 以上；
- g) 离开钻井平台 $500\text{ m}$ 以上。

7.3.4 测点的平面坐标和高程应采用卫星定位仪或经纬仪进行实测，在规定比例尺的图上，坐标偏差小于 $1\text{ mm}$ ，高程误差不超过一个等高距。

7.3.5 对于长期保留的测点，应埋设固定标志，标明测点编号、观测日期和施工单位。

## 7.4 观测装置的敷设

### 7.4.1 观测装置的选择应遵循以下原则：

- a) 开展中小比例尺测量时（比例尺不大于1:100000），每个测点应采用五分量观测装置；
- b) 开展大比例尺测量时，可以采用单点五分量加多点两分量（两电）组合观测装置，但应通过开展试验确定一组测量装置中两分量的最大测点数；
- c) 在地电结构相对简单或地表条件难以布置垂直磁探头时，可以选择单点四分量观测装置。

### 7.4.2 电道布设应符合以下要求：

- a) 两组电极一般按十字型相互垂直布设，交叉点位于测点中心，方位偏差不大于 $1^\circ$ ，极距偏差不大于1%（见图1）。在测点环境不适宜十字形敷设时，可采用L型或T型装置（如图2、图3所示）；
- b) 两组电极的埋置条件应基本相同，不能布置在树根处、流水旁、沟坎边等特殊地形地貌区；
- c) 电极应埋入土壤中，埋深不小于30 cm；
- d) 电极应与大地保持稳固、紧密良好接触，同一组电极接地电阻要求不大于2000  $\Omega$ 。在沙漠、戈壁、高阻岩石露头区等，应采用多电极并联、加培黏土、周围浇盐水等措施改善电极与大地耦合条件；
- e) 电极线应埋置或压实以避免悬空，电极线与电极应接实，并做好绝缘保护；
- f) 同一组电极的极差应不大于1 mV；
- g) 电极距宜在50 m~150 m范围内，高差不大于极距的10%，并准确记录。

### 7.4.3 感应式磁探头布设要求：

- a) 三支磁探头应围绕测点中心布设，相互间距离不小于8 m；
- b) 两支水平磁探头应分别平行两个电道布设，其方位偏差不大于 $1^\circ$ ；
- c) 水平磁探头应埋入土中，入土深度不小于30 cm，用水平仪校准保证水平；
- d) 垂直磁探头应沿铅直方向埋设，垂向偏差不大于 $1^\circ$ ；
- e) 垂直磁探头入土深度应大于探头长度的2/3；
- f) 磁探头连线不能环绕、不能与电极线并行放置，应压实避免悬空。

### 7.4.4 磁通门磁探头布设要求：

- a) 磁通门磁探头应布置在距测点中心8 m~10 m预先挖好的土坑内；
- b) 土坑深度应超过探头高度10 cm以上，土坑内地面应压实，垫板水泡应居中，水平分量应指向正南北和正东西；
- c) 探头布设完毕后，应采用无磁性材料覆盖土坑，防止磁探头受风力扰动和雨水渗入。

7.4.5 在同一测点布设不同频带范围的仪器进行联合测量时，每台仪器的测量电极分别埋设，都应设置在相同的位置。

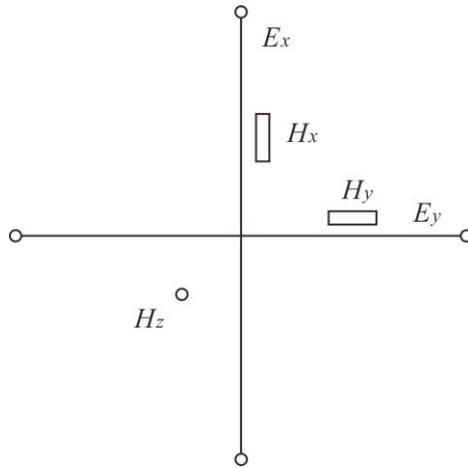


图1 十字型布设装置

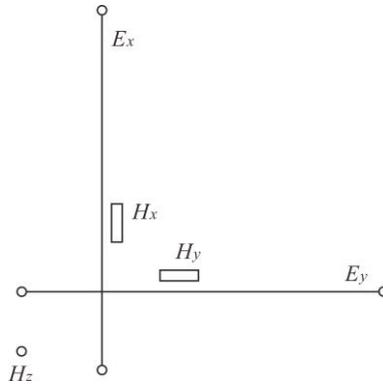


图2 L型布设装置

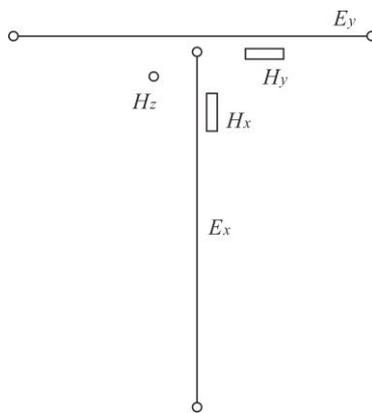


图3 T型布设装置

#### 7.4.6 远参考站布设要求:

- a) 当工作区存在电磁干扰影响采集质量时, 一般宜采用远参考道法测量;
- b) 远参考站应选在电磁干扰小、地形平坦、构造简单的位置;
- c) 远参考站的布设要求、布极方位、参数设置均应与测点一致。

#### 7.5 观测

### 7.5.1 观测方法与技术要求

观测方法与技术要求如下：

- a) 仪器启动后应按仪器操作说明书进行各项测试；
- b) 输入各项采集参数应正确无误；
- c) 每一频点应有足够的叠加次数，特别是低频段数据质量，不符合要求的数据应延长观测时间（拟分析的最低频叠加次数不得少于20次），尽量保证夜间观测时间长度；
- d) 采用远参考道法工作时，参考站观测时间应覆盖测点观测时间；
- e) 观测期间，应停止自配电台、手机等无线电通讯设备；
- f) 雷雨天气应关闭仪器，停止观测，并将各连线断开；
- g) 测量期间应安排专人守护测站，守护人员应远离测站不小于200m，在测站100m范围内严禁任何人员和动物靠近测站。

### 7.5.2 观测记录与整理要求

观测记录与整理遵循如下要求。

- a) 操作员和测量员应认真填写野外班报，格式参见附录A的表A.6。
- b) 每日工作结束后，野外作业组应对原始记录和数据进行检查验收。检查的内容包括：
  - 1) 记录表格中的内容应完整、清晰、无误；
  - 2) 各项技术指标应达到设计书或本规程的要求。
- c) 整理中发现的问题，作如下处理：
  - 1) 达不到质量要求的测点应返工；
  - 2) 畸变点、突变点、异常点应进行重复观测；
  - 3) 个别测线段数据质量相对较差，但对比相邻测点或测线，认为资料仍可利用者，应作重点检查，并视情况予以补救。

### 7.5.3 数据保存注意事项

数据保存注意事项：

- a) 测量数据应使用专用存储介质进行妥善保存，并在不同的存储介质进行数据备份；
- b) 存储介质应贴标签，注明施工单位、测区、测线号、测点号、存储介质编号、日期等。

## 7.6 质量检查与评价

### 7.6.1 质量检查

检查内容及要求。

- a) 原始数据采集频率、记录时间应符合设计要求，文件头段各项参数齐全、正确。
- b) 测点布极班报的各项内容填写完整、正确、字迹清楚，与原始数据文件头段参数一致，对每个测点周围地形、干扰源等应有简略描述。

c) 按照时间、空间分布均匀的原则，随机抽取部分测点、测段或整条测线，进行系统检查观测。

d) 检查点应遵循以下原则：

1) 检查点应是同一测点，不同仪器，不同日期，重新布极进行的重复观测点；

2) 检查点应选在干扰相对平静的地区；

3) 检查点数不应少于全测区坐标点的3%；

4) 检查点与被检查点的全频视电阻率曲线及相位曲线，应形态一致。对应频点的数值接近，但经编辑、插值后检查点与被检查点同一极化模式的均方相对误差（m）不应大于5%，其计算公式为（1）式：

$$m = \pm \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \frac{4(A_i - A_i')^2}{(A_i + A_i')^2}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

i=1, 2, 3, ……n（频点）；

$A_i$  ——  $\rho_{xy}, \rho_{yx}, \varphi_{xy}, \varphi_{yx}$  —— 原测点第i个频点的视电阻率和相位；

$A_i'$  ——  $\rho_{xy}', \rho_{yx}', \varphi_{xy}', \varphi_{yx}'$  —— 检查点第i个频点的视电阻率和相位。

5) 检查误差计算结果应按照附录B的表B.1～表B.2，记录在误差统计表中。

6) 部分强噪声区，检查点均方相对误差达不到7.6.1d) 4) 的规定，应在设计中提出具体要求。

## 7.6.2 质量评价

7.6.2.1 全频段视电阻率曲线（ $P_{xy}$ 、 $P_{yx}$ ）和相位曲线（ $\phi_{xy}$ 、 $\phi_{yx}$ ）的质量评价标准分为I、II、III 3个等级：

a) 85%以上频点的数据，标准偏差不超过20%，连续性好，能内插的曲线为I级；

b) 75%～85%频点的数据，标准偏差不超过40%，无明显脱节现象的曲线为II级；

c) 数据点分散，不能满足II级要求的曲线为III（不合格）级；

d) 曲线发生严重畸变，且无法校正，即使满足条款a或b，仍应评为III（不合格）级。

7.6.2.2 物理点质量的评价标准分为I、II、III 3个等级：

a) 一个测点的视电阻率和相位四条曲线，两条I级、两条II级及以上曲线的点为I级测点；

b) 三条II级及以上曲线的点且有效频段满足地质勘探深度要求为II级测点；

c) 不能满足II级要求的点为III（不合格）级。

7.6.3 将每个测点的评定结果，按照附录B的表B.3格式要求登记。

7.6.4 同一测点采用不同仪器分别进行AMT、MT和LMT测量时，应先将相应的曲线进行拼接后再进行质量评价。

7.6.5 工作区资料质量应根据测区的噪声水平、测点合格率、可解决地质问题的程度等指标进行整体评价。

## 7.7 野外资料验收

### 7.7.1 验收内容

#### 7.7.1.1 原始资料：

- a) 原始数据（含时间域数据和叠加功率谱数据）；
- b) 操作员工作记录；
- c) 点位测定记录。

#### 7.7.1.2 野外数据采集报告：

- a) 仪器工作状态（包括标定、校验、精度、性能、工作稳定性等）；
- b) 测线、测点布置及绘图；
- c) 观测装置、工作方式选择；
- d) 完成工作量及原始资料质量评价；
- e) 定点、定线测量质量；
- f) 完成地质任务初步分析；
- g) 结论；
- h) 附图、附表，主要内容包括实际材料图、工作量统计表、工作质量评价表、视电阻和相位曲线及数据、其它图或表。

### 7.7.2 验收要求

资料验收主要要求：

- a) 每个测点的原始资料、处理结果应齐全；打印、填写的数据应清晰、无误；
- b) 施工单位在数据采集完成之后、收队之前应进行原始资料质量检查验收，编写“野外工作总结”；
- c) 资料由工作任务下达单位最终验收；
- d) 野外资料验收合格后，方可结束野外工作。

## 8 资料处理解释与图件编制

### 8.1 资料处理

#### 8.1.1 资料整理

8.1.1.1 对原始资料应逐点检查、核对。

8.1.1.2 对收集到的资料进行分类整理，供数据分析处理和解释时使用。

#### 8.1.2 数据处理与分析

- 8.1.2.1 根据工作区地电条件、电磁信号特征及测量方式，通过试验选择合适的处理方法和处理参数，以提高数据处理质量。
- 8.1.2.2 挑选电磁干扰小的时段进行功率谱分析，必要时可采用互参考道或远参考道处理方法。
- 8.1.2.3 依据功率谱数据离散程度和相邻频点间的连续性，选择有效功率谱数据叠加。
- 8.1.2.4 视电阻率曲线与相应的阻抗相位曲线之间应符合内在的变化规律，有效频点应保持在整条曲线上均匀分布。
- 8.1.2.5 相邻测点间的坡度大于 $10^{\circ}$ 时，需进行地形影响分析。
- 8.1.2.6 综合视电阻率曲线与已知资料分析判断是否存在静态效应，对存在静态效应的测点应进行静校正。
- 8.1.2.7 综合偏离度、椭率和阻抗要素极化图等分析判断地下介质维性。
- 8.1.2.8 根据区域电性主轴方向和构造走向判断极化模式，复杂情况可结合其它已知资料具体分析。

### 8.1.3 数据反演

- 8.1.3.1 根据工作区地质背景、地电特征、探测目标、地形条件及数据质量等因素，通过试验选择合适的反演方法和反演参数。
- 8.1.3.2 依据测点分布情况和地质条件选择开展一维、二维和三维反演。
- 8.1.3.3 在收集到工作区内钻井及地震等资料情况下，宜开展约束反演。
- 8.1.3.4 当工区地形影响较大时，宜开展带地形反演。
- 8.1.3.5 应根据反演模型的正演响应与实测曲线对比、反演模型与已知地质资料对比等方式进行反演结果评价，建议进行大地电磁反演模型可靠性测试，测试方法参见附录C。

## 8.2 资料解释

### 8.2.1 定性解释

应对工区大地电磁测深曲线类型、维度变化特征、横向电性分区规律、纵向电性结构特征、局部异常分布特征、各向异性特征等作定性分析。

### 8.2.2 定量解释

- 8.2.2.1 确定电性层对应的地质层位。
- 8.2.2.2 确定电性异常对应的地质体、边界或断裂分布。
- 8.2.2.3 确定地质结构、构造。

### 8.2.3 综合地质解释

- 8.2.3.1 应围绕目标任务，结合地质和其它地球物理等资料进行综合研究、推断和分析预测。
- 8.2.3.2 依据设计书要求编制综合地质解释和评价预测图件。

## 8.3 图件编制

### 8.3.1 基本要求：

- a) 编图应使用验收合格、反复校核无误的资料；
- b) 根据地质任务选作相应图件，做到目的明确，重点突出，内容不重复；
- c) 应用其它（物探，地质）资料与大地电磁测深资料合编综合图，综合图均应突出主题（大地电磁测深成果），不能混淆不清；
- d) 同一测区图件的图幅、格式、符号、字体及同类图的名称应一致；
- e) 图式图例及用色标准执行DZ/T 0069的有关规定。

#### 8.3.2 编制的主要基础图件包括：

- a) 实际材料图；
- b) 曲线类型图；
- c) 测点质量分布图；
- d) 频率视电阻率（或相位）拟断面图、平面图（面积测量时）；
- e) 其它图件（如倾子、相位张量椭圆、区域电性主轴等参数图件）。

#### 8.3.3 编制的主要定量解释图件包括：

- a) 深度-电阻率（等值线）断面图；
- b) 等深度电阻率（等值线）平面图（面积测量时）；
- c) 主要电性界面埋藏深度图；
- d) 电性标志层厚度图；
- e) 电性分层剖面图、三维立体图（面积测量时）；

#### 8.3.4 编制的综合解释图件包括：

- a) 地质、地球物理综合剖面图（含定性图、反演断面图和地质解释图）；
- b) 平面或三维地质解释图件（根据地质任务选择，如基底埋深图、构造单元划分图、岩体分布图、断裂构造分布图、地层分布图等）；
- c) 其它地质推断、预测图。

## 9 报告编写及资料提交

### 9.1 编写要求

- 9.1.1 报告应按地质任务和设计书要求编写。
- 9.1.2 报告中所用资料应可靠，来源有据。
- 9.1.3 报告应内容充实，文字简练，论述有据，推断合理，结论符合客观实际。
- 9.1.4 报告附图，附件应配置得当，编排合理，文字说明简明扼要。

### 9.2 报告内容

- 9.2.1 报告内容应包括：

- a) 项目概况;
- b) 承担的地质任务及任务完成情况;
- c) 测区的地质、地球物理概况;
- d) 野外工作方法与质量评述;
- e) 资料处理;
- f) 资料解释, 地质推断;
- g) 结论与建议。

#### 9.2.2 附图包括:

- a) 实际材料图;
- b) 定性、定量解释图件;
- c) 综合地质推断、预测评价图件;
- d) 其它图件。

#### 9.2.3 附件及附表。

### 9.3 资料提交

9.3.1 由施工单位向任务下达单位提出成果验收申请。

9.3.2 验收合格后, 由施工单位向任务下达单位提交成果报告和全部原始资料。

附 录 A  
(资料性)  
大地电磁测深野外工作用表

表A.1~表A.6分别给出了大地电磁测深法仪器设备检定记录表、仪器设备维修(护)保养记录表、开工前GPS标定试验结果统计表、一致性试验视电阻率均方相对误差统计表、一致性试验相位均方相对误差统计表和大地电测测深野外班报。

表 A.1 仪器设备检定记录表

仪器名称:						
仪器型号:						
序号	检定内容	检定方式	检定人员	检定结果	有效期	备注
项目组: _____ 记录人: _____ 日期: _____						

表 A.2 仪器设备维修(护)保养记录表

维修(护)保养时间	维修(护)保养地点	维修(护)保养人员	维修(护)保养内容	备注
年 月 日				
年 月 日				
年 月 日				
年 月 日				
年 月 日				
年 月 日				
年 月 日				
年 月 日				
年 月 日				



表 A.4 一致性试验视电阻率均方相对误差统计表

序号	频点 Hz	$\rho_{1\ XY}$ $\Omega\cdot m$	$\rho_{2\ XY}$ $\Omega\cdot m$	$\rho_{3\ XY}$ $\Omega\cdot m$	.....	$\rho_{XY}$ 平均值 $\Omega\cdot m$	$\rho_{1\ XY}$ 均方相对误差 %	$\rho_{2\ XY}$ 均方相对误差 %	$\rho_{3\ XY}$ 均方相对误差 %	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
计算者:		校验者:				审核者:				
$\rho_{1\ XY}$ 为		仪器:		$\rho_{2\ XY}$ 为		仪器:		$\rho_{3\ XY}$ 为		仪器: .....
试验时间		年		月		日				
$\rho_{XY}$ 情况评价:										

表 A.5 一致性试验相位均方相对误差统计表

序号	频率 Hz	$\phi_{1\ XY}$ rad	$\phi_{2\ XY}$ rad	$\phi_{3\ XY}$ rad	.....	$\phi_{XY}$ 平均值 rad	$\phi_{1\ XY}$ 均方相对误差 %	$\phi_{2\ XY}$ 均方相对误差 %	$\phi_{3\ XY}$ 均方相对误差 %	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
计算者:		校验者:				审核者:				
$\phi_{1XY}$ 为		仪器:		$\phi_{2XY}$ 为		仪器:		$\phi_{3XY}$ 为		仪器: .....
试验时间:		年		月		日				
$\phi_{XY}$ 情况评价:										

表 A.6 大地电磁测深野外班报

工 区\_\_\_\_\_ 测 线\_\_\_\_\_ 观测日期\_\_\_\_\_ 天 气\_\_\_\_\_

仪器型号\_\_\_\_\_ 仪器编号\_\_\_\_\_ 测 线\_\_\_\_\_ 测 点\_\_\_\_\_

X 坐标 (纬度) \_\_\_\_\_ Y 坐标 (经度) \_\_\_\_\_ 高程\_\_\_\_\_

电极方向		电极距 m		接地电阻 $\Omega$		电位差 mv	
Ex:		Ex:		Ex:		Ex:	
Ey:		Ey:		Ey:		Ey:	
探头方向:	Hx:	Hy:	Hz:	电极	1 Pb-Pbc1 <sub>2</sub> ( )		
探头编号:				类型:	2 Cu-CuSO <sub>4</sub> ( )		
低通 滤波 前方 增益	Weak( ) Medium( ) Strong( )		测点概况:				
	E Gain: 1Low( ) 2 Normal( ) 3 High( )						
	Gain: 1 Low( ) 2 Normal( ) 3 High( )						
布极方式							
观测起始时间: 时 分 秒				结束时间: 时 分 秒			

操作员:

记录者:

检查者:



表 B.2 检查点相位均方相对误差统计表

序号	频点 Hz	$\phi_{XY}$ rad	$\phi'_{XY}$ rad	均方相对误差 %	$\phi_{YX}$ rad	$\phi'_{YX}$ rad	均方相对误差 %
计算者:		校验者:		审核者:			
$\phi_{XY}$ 均方相对误差 % =		$\phi_{YX}$ 均方相对误差 % =					
观测日期:		年	月	日	使用的仪器:		

A  
表 B.3 测点质量评定表

点号	$\rho_{TE}$ 级别	$\phi_{TE}$ 级别	$\rho_{TM}$ 级别	$\phi_{TM}$ 级别	物理点级别	备注
评定时间:						
评价者:		校验者:		审核者:		
注: 一级点表示为 I; 二级点表示为 II; 三级点表示为 III。						

附 录 C  
(资料性)  
大地电磁反演模型可靠性测试

### C.1 大地电磁反演模型可靠性测试方法

为测试大地电磁反演模型的可靠性，建议在条件允许情况下进行灵敏度测试或“棋盘”分辨率测试。

### C.2 灵敏度测试

#### C.2.1 模型修改与正演计算

改变二维或三维反演结果模型中某异常区域的电阻率值，一般将低电阻率修改为相对高电阻率或异常区域周缘背景电阻率值，高电阻率修改为相对低电阻率或背景电阻率值，计算修改模型的二维或三维正演响应。

#### C.2.2 响应或拟合对比

通过比较修改模型区域上方临近测点原始观测数据、原反演模型及修改模型的响应曲线（或拟合均方根差）评价观测数据对异常体的灵敏程度，判断异常体的可靠性。若修改区域上方测点的原反演结果模型与原始观测数据拟合较好（拟合均方根差较小），而修改模型正演响应与原始观测数据拟合不好（拟合均方根差较大），则说明原始观测数据较好的约束了反演模型中被修改的异常区域；反之则说明原始观测数据未较好的约束反演模型中被修改的异常区域，即异常体的可靠性低。

### C.3“棋盘”分辨率测试

#### C.3.1 “棋盘”模型构建与正演计算

依据实际测点分布情况在均匀半空间建立不同网格尺寸、高低阻相间分布的“棋盘”模型，并通过三维正演生成各测点位置的理论响应，加入服从高斯分布的白噪声后作为反演的合成数据。

#### C.3.2 反演计算与模型对比

以均匀半空间为初始模型，对上述合成的理论数据进行三维反演，将反演结果与理论“棋盘”模型分别进行水平和纵向切片结果对比，确定反演结果中能分辨出的最小异常体尺度，据此判别野外观测系统的空间分辨能力。