

ICS 75.180.10
E 11

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 5820—2020

代替 SY/T 5820—2014

天然源电磁法采集技术规程

Technical specifications for acquisition of
natural source electromagnetic sounding

2020—10—23 发布

2021—02—01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 应用范围与应用条件	2
4.1 应用范围	2
4.2 应用条件	2
5 技术设计	3
5.1 准备工作	3
5.2 测线设计	4
5.3 设计书	4
6 野外工作	4
6.1 仪器准备和测试	4
6.2 测线、测点布设	5
6.3 观测方式	6
6.4 观测装置布设要求	6
6.5 远参考法工作方式	8
6.6 数据采集与记录	8
6.7 资料验证	8
6.8 仪器的使用与维护	9
6.9 测量工作	9
7 现场资料整理与验收	9
7.1 原始资料质量检查	9
7.2 现场资料处理及要求	9
7.3 原始资料质量评价	9
7.4 施工总结	10
7.5 资料的检查与验收	10
7.6 资料提交内容及要求	11
附录 A (资料性附录) 野外工作班报格式	12
附录 B (资料性附录) 统计表格式	13

前　　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准代替 SY/T 5820—2014《石油大地电磁测深法采集技术规程》。本标准与 SY/T 5820—2014相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 修改了标准的名称；
- 修改了范围的内容（见第1章，2014年版的第1章）；
- 修改了规范性引用文件（见第2章，2014年版的第2章）；
- 修改了术语和定义的内容（见第3章，2014年版的第3章）；
- 删除了缩略语（见2014年版的3.2）；
- 修改了应用范围与应用条件的内容（见第4章，2014年版的第4章）；
- 修改了技术设计的内容（见第5章，2014年版的第5章）；
- 删除了施工踏勘（见2014年版的6.1）；
- 修改了仪器准备和测试的内容（见6.1，2014年版的6.2）；
- 修改了误差计算公式的格式（见6.1.1、6.1.2、6.7.2，2014年版的附录A）；
- 修改了测线、测点布设的内容（见6.2，2014年版的6.3）；
- 修改了观测方式的内容（见6.3，2014年版的6.4）；
- 修改了观测装置布设要求的内容（见6.4，2014年版的6.4）；
- 修改了远参考法工作方式的内容（见6.5，2014年版的6.5）；
- 修改了数据采集与记录的内容（见6.6，2014年版的6.6）；
- 修改了资料验证的内容（见6.7，2014年版的6.7）；
- 修改了仪器使用与维护的内容（见6.8，2014年版的6.8）；
- 删除了数据整理与计算的内容（见2014年版的7.1）；
- 增加了原始资料质量检查的内容（见7.1）；
- 增加了现场资料处理及要求的内容（见7.2）；
- 修改了原始资料质量评价的内容（见7.3，2014年版的7.2）；
- 修改了施工总结的内容（见7.4，2014年版的7.3）；
- 修改了资料的检查与验收的内容（见7.5，2014年版的附录G）；
- 修改了野外工作班报格式的内容（见附录A，2014年版的附录B）；
- 修改了质量评定表格式（见表B.2，2014年版的附录F）；
- 删除了V5—2000仪器系统测试与参数设置（见2014年版的附录D）；
- 删除了仪器维护保养记录格式（见2014年版的附录E）。

本标准由石油物探专业标准化委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国石油集团东方地球物理勘探有限责任公司综合物化探处。

本标准起草人：胡祖志、许健华、陈庚峰、孙卫斌、陶德强、李晓伟、宋群会、杨利根、杨云见、张永富、刘百川。

天然源电磁法采集技术规程

1 范围

本标准规定了天然源电磁法应用条件、技术设计、野外施工、野外资料验收等工作的基本要求。

本标准适用于陆上油气勘探中天然源电磁法勘探，包括大地电磁测深、音频大地电磁测深、宽频大地电磁测深、超宽频大地电磁测深、连续电磁剖面测深。其他矿产资源勘查中天然源电磁法采集可参考本标准执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

SY/T 5171 陆上石油物探测量规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

天然源电磁法 natural source electromagnetic sounding

通过在地面观测不同频率天然交变电磁场的变化来探测地壳及上地幔的电性结构及其厚度变化的一种电磁勘探方法。

注：根据观测频率范围不同，可以分为大地电磁测深法、音频大地电磁测深法、宽频大地电磁测深法、超宽频大地电磁测深法、连续电磁剖面法。

3.2

常规大地电磁测深 magnetotelluric sounding (MT)

每个测点的观测频率范围在 $320\text{Hz} \sim 0.001\text{Hz}$ 的天然源电磁法。

3.3

音频大地电磁测深 audio magnetotelluric sounding (AMT)

每个测点的观测频率范围在 $100000\text{Hz} \sim 0.1\text{Hz}$ 的天然源电磁法。

3.4

宽频大地电磁测深 broadband magnetotelluric sounding (BMT)

每个测点的观测频率范围在 $10000\text{Hz} \sim 0.00055\text{Hz}$ 的天然源电磁法。

3.5

超宽频大地电磁测深 ultra-broadband magnetotelluric sounding (UBMT)

每个测点的观测频率范围在 $10000\text{Hz} \sim 0.0001\text{Hz}$ 的天然源电磁法。

3.6

连续电磁剖面测深 continuous electromagnetic profiling sounding (CEMP)

天然源电磁勘探的一种施工方法。二维排列观测单元由点距为200m左右的多个单点构成，每个测点观测正交的水平电场分量，其中每个排列同时观测一组正交的水平磁场分量，观测频率范围在320Hz~0.001Hz的天然源电磁法。

3.7

远参考法 remote reference method

远离本地测点，选择一个电磁干扰相对较小的点，利用该点的水平磁分量数据与同步观测的测点数据进行互功率谱参考计算，以压制与本地场分量相关噪声的方法。

3.8

张量观测 tensor observation

每个测点观测一组相互正交的水平电分量，同时每个面元或排列观测一组相互正交的水平磁分量的观测方式。

3.9

全张量观测 full tensor observation

每个测点进行张量观测，同时观测垂直磁分量的观测方式。

3.10

排列 array

测区内沿测线连续布设多个测点并同步观测电磁场信号的采集装置。

3.11

面元 bin

测区内以网状布设多个测点并同步观测电磁场信号的采集装置。

4 应用范围与应用条件

4.1 应用范围

4.1.1 MT、BMT、UBMT 和 CEMP 勘探的应用范围

应用范围如下：

- 探测盆地基底起伏、埋深及盆山接触关系；
- 研究局部构造形态、断裂性质及展布特征；
- 探测高阻层（如火成岩、碳酸盐岩、砾岩、变质岩等）覆盖区下伏地层构造与展布；
- 探测主要目标地层电性变化及展布特征；
- 研究壳幔深部地质结构。

4.1.2 AMT 勘探的应用范围

应用范围如下：

- 探测埋深小于2km的特殊岩层（如火成岩、碳酸盐岩、砾岩、黄土层）电性变化及展布特征；
- 能源矿产勘查，探测与油气、煤炭、放射性矿产有关的地质构造与地质目标体；
- 固体矿产勘查，探测某些与金属、非金属矿产有关的地质构造与地质目标体；
- 水文、工程、环境、灾害地质调查，探测与其有关的地质目标体。

4.2 应用条件

应用条件如下：

- 探测目标与围岩之间存在电性差异；
 - 探测目标所引起的电性异常能够观测到且能被提取出来；
 - 电磁噪声和人文干扰因素对电磁观测不足以影响资料采集；
 - 地形地貌条件适合开展工作。

5 技术设计

5.1 准备工作

5.1.1 资料收集

收集包括但不限于下列有关资料：

- 区域地质资料；
 - 地层、岩层等物性资料；
 - 钻井和电测井资料；
 - 已有物探资料；
 - 测绘资料；
 - 自然、人文、经济及地理资料。

5.1.2 测区踏勘

测区踏勘包括以下内容：

- a) 设计前应对测区进行踏勘，实地调查和利用地理信息系统了解测区施工条件，绘制踏勘路线图。地面复杂测区，应参照航空照片和卫星影像，描述测区的调查情况，对可能无法满足设计要求的测线段或测点进行统计。
 - b) 在踏勘时，宜进行电磁干扰背景调查与分析。通过实地调查或卫星影像，识别可见的电磁干扰源类型和分布范围；根据干扰背景调查结果，在设计中提出干扰区的测点采集质量要求。
 - c) 踏勘报告主要内容如下：
 - 1) 踏勘组织（时间、人员、目的、路线等）；
 - 2) 测区概况（测区地形、地貌、交通、水文、通信、人文、气候、工农、电磁干扰分布等）；
 - 3) 踏勘结果（施工风险、施工难点）；
 - 4) 施工建议。

5.1.3 观测参数设计

观测参数设计应包括以下内容：

- a) 根据收集的资料，建立测区地电模型，进行正演计算，合理设计观测的频段。
 - b) 最低采集频率根据探测目标的有效趋肤深度，按公式（1）计算：

$$f = \rho \left(\frac{356}{h} \right)^2 \dots \dots \dots \quad (1)$$

式中：

f —最低采集频率, 单位为赫兹 (Hz)。

ρ —表层平均电阻率, 单位为欧姆米 ($\Omega \cdot m$)。

h —最大目标深度, 单位为米 (m)。

- c) 根据公式(1)计算的最低采集频率,选择合适的天然源电磁勘探方法。

- d) AMT 测点观测时间宜不低于 20min；MT、BMT 和 CEMP 测点观测时间，根据公式（1）计算的最低频率和试验或参照同类工区参数确定；UBMT 测点观测时间宜不低于 144h。

5.2 测线设计

5.2.1 测线设计原则

测线设计原则如下：

- a) 主测线宜垂直于构造走向。
- b) 研究区内宜有测线重合于已有地震等物探测线。
- c) 宜有测线通过已有探井并在探井附近布设电磁测深点。
- d) 设计测线宜避开城镇、大的居民点及其他严重干扰源。
- e) 针对浅层目标、小目标勘探时，或利用 AMT 进行浅层勘探时，可加密测网。

5.2.2 二维测线设计

二维测线设计原则：区域大剖面、非规则测网（十字型、丰字型、井字型、放射型等）的测点距，根据至少 3 个测点控制目标体分布范围的原则设计。

5.2.3 三维测网设计

三维测网设计原则如下：

- a) 测网布设应结合研究目标的规模、特征，通过三维模拟结果，按照既能满足地质任务，又经济合理的原则进行设计。
- b) 在实际三维研究区外需要部署外延测点时，外延范围至少与最大探测目标深度一致，外延测点点距可按照 2 ~ 3 倍的正常点距逐渐增大。

5.3 设计书

设计书应包括以下主要内容：

- 项目概况（项目部署、地质任务、部署工作量及设计端 / 拐点坐标等）；
- 工区概况（地理概况、地质概况、勘探概况及地球物理特征等）；
- 采集方法与技术要求；
- 处理解释方法与技术要求；
- 项目组织管理（管理组织、队伍配备、人力资源及设备配备、项目运行计划等）；
- 项目管理要求（施工管理、质量及安全管理等）；
- 资料归档要求；
- 设计书附图应包括工区位置及测线部署图。

6 野外工作

6.1 仪器准备和测试

6.1.1 仪器标定

仪器标定应满足下列要求：

- a) 开工前和收工后应对仪器和磁棒分别进行标定，相邻两次标定结果振幅和相位的相对误差应不大于 2%。

- b) 不能标定的仪器，应进行仪器平行测试，测试结果要求道间相对误差应不大于 2%。
 c) 标定相对误差按公式（2）计算：

$$m = \pm \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{A_i - A'_i}{A_i + A'_i} \right| \times 100\% \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

式中：

m ——仪器标定相对误差，用百分数表示；

n ——仪器标定频点数，单位为个；

A_i ——第一次标定第 i 个频点的振幅或相位，单位为毫伏特每千米（mV/km）、纳特（nT）或度（°）；

A'_i ——第二次标定第 i 个频点的振幅或相位，单位为毫伏特每千米（mV/km）、纳特（nT）或度（°）。

6.1.2 仪器一致性测试

仪器一致性测试应满足下列要求：

- a) 当两台或两台以上仪器在同一测区施工，开工前和收工后应在测区内进行一致性测试。
 b) 计算同类型仪器同一极化模式的视电阻率和相位，均方根相对误差应不大于 5%。
 c) 一致性测试均方根相对误差按公式（3）计算：

$$m'_j = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\left(A_{ij} - \bar{A}_i \right) / \bar{A}_i \right]^2} \times 100\% \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

式中：

m'_j ——仪器一致性测试均方根相对误差，用百分数表示；

n ——仪器观测频点数，单位为个；

A_{ij} ——第 j 台仪器第 i 个频点视电阻率或相位，单位为欧姆米（Ω·m）或度（°）；

\bar{A}_i ——各仪器第 i 个频点视电阻率或相位的算术平均值，单位为欧姆米（Ω·m）或度（°）。

6.2 测线、测点布设

6.2.1 测线、测点应按设计书规定布置，根据实际情况允许在测线、测点距 10% 范围内调整；施工困难地区，可以在测线、测点距 20% 范围内调整；无法布设时，应及时提出测点偏移申请。

6.2.2 施工中如所获资料表明原设计的测线长度不足以完成地质任务时，应及时提出修改测线的建议。

6.2.3 测点应选择周围开阔、地面相对比较平坦的地方。

6.2.4 同一方向两个电极相对高差与极距之比小于 10%。复杂山区可开展试验确定两电极相对高差与极距之比的范围。

6.2.5 电极坑不应选在树根处、流水旁、繁忙的公路边，同时应避免设置在沟、坎处和存在表层电性不均匀体的地方。同一方向两个电极的埋置条件应基本相同。

6.2.6 测点宜远离电磁干扰源，测点与干扰源的距离见表 1。

表 1 测点与干扰源的距离

序号	干扰源类型	测点避开距离 m
1	工厂、矿山、电气铁路、电站、变电站	≥ 2000
2	广播电台、雷达站、通信基站	≥ 1000
3	高压电力线	≥ 500
4	钻井平台	≥ 500
5	繁忙的公路	≥ 200

6.2.7 测点平面坐标和高程应实测或采用满足精度要求的仪器记录信息。

6.2.8 测点应设立明显的标识，标明测点的点线编号。

6.3 观测方式

6.3.1 水平电偶极（Ex）和水平磁棒（Hx）沿测线延伸方向（或按正北方向）敷设，水平电偶极（Ey）和水平磁棒（Hy）垂直于测线延伸方向（或按正东方向）敷设，垂直磁棒（Hz）按铅垂方向敷设。张量与全张量观测：张量观测是每个测点敷设一套水平电偶极（Ex 和 Ey）、一套水平磁棒（Hx 和 Hy）；全张量观测是在张量观测的基础上，每个测点均应敷设垂直磁棒（Hz）进行五分量观测，如图 1 所示。

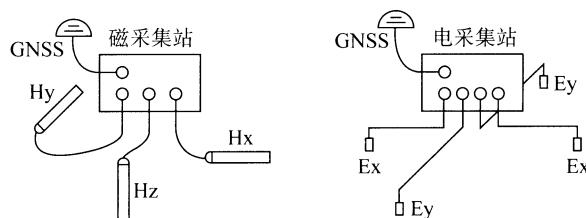


图 1 張量与全張量观测布极示意图

6.3.2 二维张量与全张量观测：多个电采集站以直线、折线或自由布设向前延伸方式分别布设在不同测点上，沿测线方向首尾相连或不相连，组成一个排列，同步观测。每个测点敷设一套水平电偶极（Ex 和 Ey），每个排列敷设一套以上水平磁棒（Hx 和 Hy），排列中磁采集站的位置根据磁站控制范围试验结果或参照同类工区参数确定。在进行全张量观测时，每个测点均应敷设一套水平磁棒和垂直磁棒（Hx、Hy 和 Hz）进行五分量观测，如图 2 所示。

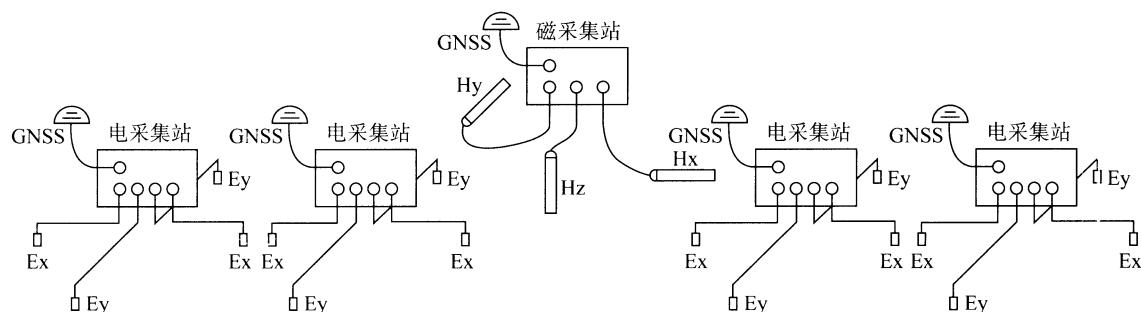


图 2 二维張量与全張量观测布极示意图

6.3.3 三维观测：观测以面元为单位展开，每个测点敷设一套 Ex 和 Ey 水平电偶极，每个面元敷设一套水平磁棒（Hx 和 Hy）。面元内测点数一般布设 9 个 [图 3 a)]、6 个 [图 3 b)] 或 4 个 [图 3 c)]。

6.3.4 三维张量与全张量观测：三维张量观测是在三维观测基础上，面元中每个测点均应敷设一套水平磁棒（Hx 和 Hy）进行四分量张量观测。三维全张量观测是在三维张量基础上，面元中每个测点均应敷设垂直磁棒（Hz）进行五分量全张量观测。

6.4 观测装置布设要求

6.4.1 各电极距及方位应实测，方位偏差应小于 1° ，测距误差应小于 1%。

6.4.2 电极埋入土中宜不小于 30cm，保持与土壤接触良好，接地电阻不大于 $2\text{k}\Omega$ ，特殊地表区接地电阻不大于 $30\text{k}\Omega$ 。

6.4.3 施工中需对同一方向的两个电极在饱和盐水中进行配对，两个电极之间的配对极差不大于2mV，配对电阻不大于 100Ω 。

6.4.4 UBMT方法施工时，电极埋入土中宜不小于50cm，配对极差不大于1mV，配对电阻不大于 50Ω 。

6.4.5 在施工条件允许的地方，应采用“十”型布极；地形困难地区，可采用“T”型[图4 a)]和“L”型[图4 b)]布极。

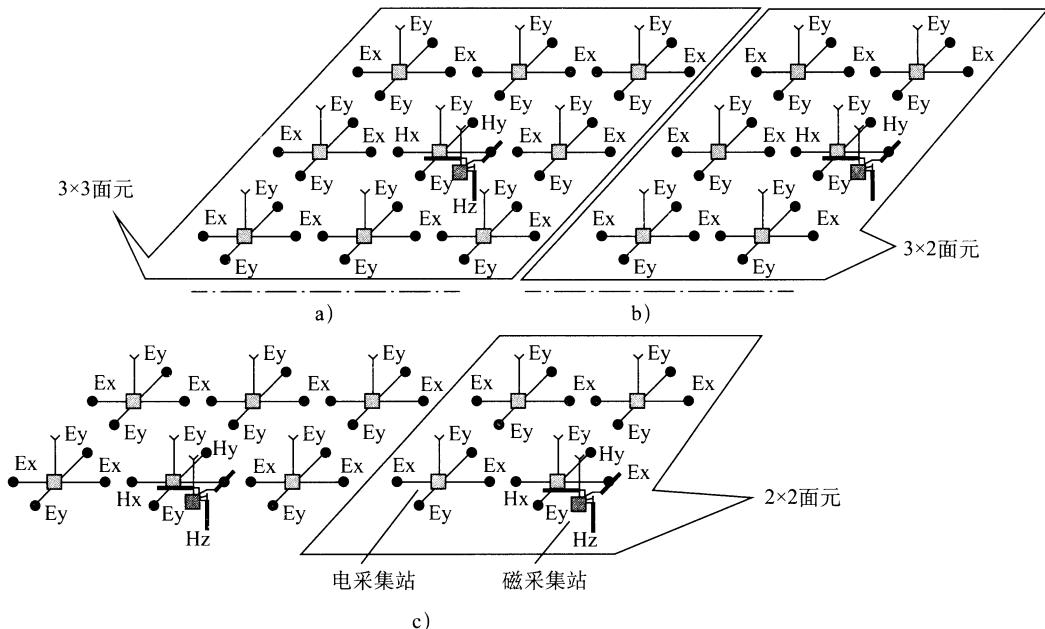


图3 三维观测布极示意图

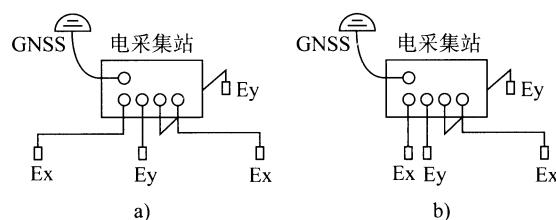


图4 “T”型和“L”型布极示意图

6.4.6 水平磁棒的方位应测定，方位偏差应小于 1° ，水平度偏差应小于 1° ；埋深不小于30cm，埋置后应用土压实。

6.4.7 进行全张量采集时，垂直磁棒入土深度应大于磁棒长度的 $2/3$ ，露出地面部分用土埋实。

6.4.8 各种连接电缆线不应悬空，不能并行放置，并分段压实；在BMT和UBMT施工时，电缆线应全部掩埋或压实。

6.4.9 测线布设完成后，应检测电极、磁道的布设质量和各种连接电缆的连接质量。

6.4.10 在水域区开展勘探时，应注意电道和磁道埋置条件：

- a) 不宜在流动水域布设电、磁道，平静水域的水深宜不超过1.5m。
- b) 应采取措施做好电极连线、磁棒及连线的防水工作。
- c) 应由专业人员进行布置。
- d) 电极应与水底地表接触良好。

- e) 电极连线宜采用同轴电缆，同时应固定架设，以减少电磁干扰。
- f) 磁棒在水底的布置环境应预先清理。
- g) 磁棒应在水底水平放置。
- h) 磁棒的布设方向应确保正确，达到精度要求。
- i) 测量磁棒的埋置深度，并换算出磁棒埋置的海拔高程。

6.4.11 冬季施工时，应注意仪器、磁棒的保暖；电极应埋置在冻土层下方，并应浇灌饱和盐水减少冻结。

6.5 远参考法工作方式

6.5.1 存在电磁干扰，影响天然源电磁勘探采集质量的测区，应采用远参考法进行数据处理。

6.5.2 处理时应选择能改善相关频点资料品质的远参考数据。

6.5.3 布设条件允许的测区，宜设置固定远参考站。

6.5.4 远参考站的选点及布设要求与测点相同，布极方位宜与测点方位一致。

6.5.5 其他情况下，远参考数据可采用同步采集、干扰背景小的测点进行处理。

6.6 数据采集与记录

6.6.1 数据采集与记录之前应作以下检查：

- a) 各信号线与屏蔽层的绝缘电阻应大于 $2M\Omega$ 。
- b) 仪器与信号线的连接应牢固。
- c) 各项记录参数的输入应正确、齐全。

6.6.2 数据采集与记录过程中不宜使用无线电通信设备。

6.6.3 每个测点观测频率应达到设计要求的最低观测频率。

6.6.4 最低频点的叠加次数不少于 3 次。

6.6.5 操作员和布极员应现场填写野外工作班报，格式参见表 A.1，每个测点应单独描述。班报填写应字迹清楚，符号正确，无涂改现象。

6.7 资料验证

6.7.1 验证资料质量时，宜安排布设验证点，数量不宜超过 1%。

6.7.2 验证点观测结果与原始观测结果经处理后，计算同一极化模式的视电阻率和相位，均方根相对误差按公式（4）计算：

$$m' = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i - A'_i}{A_i + A'_i} \right)^2} \times 100\% \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

式中：

m' ——验证点均方根相对误差，用百分数表示；

n ——仪器观测频点数，单位为个；

A_i ——原始观测第 i 个频点的视电阻率或相位，单位为欧姆米 ($\Omega \cdot m$) 或度 ($^\circ$)；

A'_i ——验证观测第 i 个频点的视电阻率或相位，单位为欧姆米 ($\Omega \cdot m$) 或度 ($^\circ$)。

6.7.3 应对误差大于 5 % 验证点误差进行分析，查找原因；验证点与原始观测曲线类型一致的，表示原始观测合格。

6.7.4 验证点误差计算结果应记录在误差统计表中，格式参见表 B.1。

6.8 仪器的使用与维护

- 6.8.1 在长途搬迁时，仪器与电瓶应分开装运。
- 6.8.2 在运输过程中，应保持仪器及配套设备完整。
- 6.8.3 保持仪器及配套设备的清洁。
- 6.8.4 存放温度：−50℃ ~ +60℃；工作温度：−20℃ ~ +50℃。
- 6.8.5 施工期间每日一次对仪器进行检查，并填写日检记录。
- 6.8.6 非定期比对：在施工过程中，更换、修理仪器设备或因设备状况影响采集质量时，应及时对有关仪器设备进行比对。
- 6.8.7 仪器主机每年度应进行比对，间隔不超过 12 个自然月，比对的技术指标按仪器相关手册执行。

6.9 测量工作

测量工作执行 SY/T 5171 的规定。

7 现场资料整理与验收

7.1 原始资料质量检查

- 7.1.1 当天采集的数据应及时传入计算机，经检查确认无丢失遗漏数据，方可清除仪器内存储的数据。
- 7.1.2 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。
- 7.1.3 测点野外工作班报记录的各项内容填写完整、正确、字迹清楚，对每个测点周围地形、干扰源等应有简图或者简略描述。
- 7.1.4 绘制测点理论与实测点位平面图。
- 7.1.5 统计电极距、接地电阻、电极距与高差比等信息。

7.2 现场资料处理及要求

- 7.2.1 每天应及时对所观测的数据进行处理。
- 7.2.2 资料处理流程及要求如下：
 - a) 检查数据的时间序列是否完整可用，其数据可用于下一步处理。
 - b) 对照班报核查头段信息。
 - c) 时间域数据处理生成频率域数据，宜采用远参考法进行去噪处理。
 - d) 分段生成的频率域数据应拼接为全频段数据后再进行功率谱编辑。
 - e) AMT、BMT 和 UBMT 资料处理时，宜加密频点处理。
 - f) 功率谱文件编辑：功率谱文件应进行人工去噪编辑；对于干扰区测点，应对照前后测点的曲线形态进行去噪编辑。

7.3 原始资料质量评价

- 7.3.1 全频段视电阻率曲线和相位曲线的质量评价原则：对于音频大地电磁、宽频大地电磁和超宽频大地电磁勘探，参与评价的起始频率不低于 1000Hz，参与评价的低频段符合勘探深度要求；对于大地电磁测深勘探连续电磁剖面测深，参与评价的起始频率不低于 200Hz，参与评价的低频段符合勘探深度要求。

- 7.3.2 全频段视电阻率曲线和相位曲线的质量评价分为以下级别：

- Ⅰ级：85%以上频点的标准偏差不超过20%，连续性好，能唯一确定曲线形态；
- Ⅱ级：75%以上频点的标准偏差不超过40%，无明显脱节现象，曲线形态明确；
- Ⅲ级（不合格）：不满足Ⅱ级要求。

7.3.3 测点质量评价分为以下级别：

- Ⅰ级：一个测点的视电阻率和相位四条曲线中有两条Ⅰ级，两条Ⅱ级以上（含Ⅱ级），低频符合勘探要求；
- Ⅱ级：一个测点的视电阻率和相位四条曲线，其中有三条Ⅱ级以上（含Ⅱ级），起始频率和低频段符合勘探要求；
- Ⅲ级（不合格）：不满足Ⅱ级要求。

7.3.4 分别对每个测点的四条曲线及物理点级别进行评定并按级登记，格式参见表B.2，对Ⅲ级曲线应注明不合格原因。

7.3.5 测点质量评价满足Ⅰ级品率不小于75%、Ⅲ级品率不大于2%，视为野外工作质量合格。

7.3.6 在强干扰区，测点参与整体质量评价，按7.3.2进行曲线质量评级时，宜以曲线形态可识别为主，标准偏差作为参考。

7.3.7 因城镇、厂矿、水域等较大面积干扰区的特殊情况，造成工区的测点质量评价达不到7.3.5的规定，应符合设计中的具体要求。

7.4 施工总结

野外施工总结应包括以下内容：

- 项目概况（项目来源、地质任务等）；
- 工区概况（地理概况、地质概况等）；
- 采集方法与技术（试验工作、采集方法与技术措施等）；
- 生产组织管理（管理组织、队伍配备、人力资源及设备配备等）；
- 生产管理（施工难点及措施、质量及安全管理等）；
- 任务完成情况（采集工作量及技术指标完成情况、质量评价、时效分析等）；
- 采集资料归档清单；
- 问题与建议。

7.5 资料的检查与验收

7.5.1 原始资料

内容包括：

- 原始数据（含时间域数据和叠加功率谱数据）；
- 仪器标定、试验记录；
- 测量观测记录；
- 野外班报（操作员布极记录）。

7.5.2 现场处理资料

内容包括：

- 实际材料图（包含测线点位分布、资料质量分布、主要井位、验证点点位等）；
- 全频段视电阻率和相位曲线及数据（含误差）。

7.5.3 误差统计

内容包括：

- 仪器、磁棒标定误差统计；
- 仪器一致性误差统计；
- 验证点误差统计表，格式参见表 B.1；
- 物理点视电阻率、相位曲线质量评定表，格式参见表 B.2。

7.5.4 初步处理成果

内容包括：

- 频率—视电阻率 / 相位拟断面图；
- 特定频率的视电阻率 / 相位平面图（三维勘探）；
- 深度—电阻率剖面图。

7.5.5 工作总结

包括野外施工总结和测量技术报告。

7.6 资料提交内容及要求

提交资料内容包括：

- 原始资料；
- 现场处理资料；
- 误差统计表；
- 工作总结。

附录 A
(资料性附录)
野外工作班报格式

野外工作班报格式参见表 A.1。

表 A.1 野外工作班报格式

天气 :		年 月 日					
测线号		测线方位角 (°)					
测点号							
文件名							
仪器编号							
开 / 关机时间		/		/		/	
方位	Ex (N/S)	Ey (E/W)	Ex (N/S)	Ey (E/W)	Ex (N/S)	Ey (E/W)	
各方位电极距 m	/	/	/	/	/	/	
Ex/Ey 电极距 m		/		/		/	
电极高差 m	/	/	/	/	/	/	
接地电阻 kΩ							
AC mV							
DC mV							
布极及特殊地物位置 示意图							
测点描述							
磁棒号	Hx1:		Hy1:		Hz1:		
	Hx2:		Hy2:		Hz2:		

布极员 :

操作员 :

附录 B
(资料性附录)
统计表格式

B.1 验证点误差统计表格式参见表 B.1。

表 B.1 验证点误差统计表

验证点号

序号	频率	ρ_{xy}			φ_{xy}			备注
		观测值	验证值	均方根相对误差 %	观测值	验证值	均方根相对误差 %	
均方根相对误差 :								

验证点号

序号	频率	ρ_{yx}			φ_{yx}			备注
		观测值	验证值	均方根相对误差 %	观测值	验证值	均方根相对误差 %	
均方根相对误差 :								
四支曲线平均均方根相对误差 :								

B.2 视电阻率、相位曲线及物理点质量评定表格式参见表 B.2。

表 B.2 视电阻率、相位曲线及物理点质量评定表

线点号	ρ_{xy} 级别			ρ_{yx} 级别			φ_{xy} 级别			φ_{yx} 级别			物理点级别			备注
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	

SY/T 5820—2020

中华人民共和国
石油天然气行业标准
天然源电磁法采集技术规程

SY/T 5820—2020

*

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
北京中石油彩色印刷有限责任公司排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

880×1230 毫米 16 开本 1.25 印张 32 千字 印 1—400
2021 年 1 月北京第 1 版 2021 年 1 月北京第 1 次印刷
书号 : 155021 · 8226 定价 : 25.00 元
版权专有 不得翻印