ICS 75.180.10
E 11
备案号：8196—2001

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 5930—2000

大地电磁测深仪使用与维护

Operation and maintenance for magnetotelluric instruments

2000－12－25 发布　　2001－06－01 实施

国家石油和化学工业局　　发 布

目　次

前言 …… Ⅳ
1　范围 …… 1
2　引用标准 …… 1
3　缩略语 …… 1
4　大地电磁测深仪的使用 …… 1
5　大地电磁测深仪的维护 …… 4
附录 A（提示的附录）　仪器运行记录格式 …… 8
附录 B（提示的附录）　仪器维护保养记录格式 …… 9

前　言

本标准是对 SY/T 5930—94《大地电磁测深仪使用与维护》进行的修订，本次修订内容如下：

1. 修订后的标准，格式和规则均按 GB/T 1.1—1993《标准化工作导则　第 1 单元：标准的起草与表述规则　第 1 部分：标准编写的基本规定》编写。

2. 修订后的标准与原标准相比，在技术内容上删去了已淘汰的 PROMT 系统和 EMS－05 系统的内容，保留了 V－5 仪器部分，增补了 MT－1 系统、MT－24 系统和 V5－2000 系统。

本标准的技术指标和要求均来自仪器生产厂家提供的技术说明。

本标准的附录 A、附录 B 都是提示的附录。

本标准自生效之日起，同时代替 SY/T 5930—94。

本标准由中国石油天然气集团公司提出。

本标准由石油物探专业标准化委员会归口。

本标准起草单位：石油地球物理勘探局第五地质调查处。

本标准起草人　王长坤　李来顺　刘　静

本标准于 1994 年 8 月首次发布，本次为第一次修订。

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 5930—2000

大地电磁测深仪使用与维护

代替 SY/T 5930—94

Operation and maintenance for magnetotelluric instruments

1 范围

本标准规定了大地电磁测深仪的使用与维护的技术要求。

本标准适用于大地电磁测深仪的使用与维护。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。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。

SY/T 5820—1999 石油大地电磁测深法技术规程

SY/T 6289—1997 连续电磁剖面法勘探技术规程

3 缩略语

本标准采用下列缩略语。

3.1 MT 英文全称 Magnetotelluric，简称 MT，中文称大地电磁测深。

3.2 CEMP 英文全称 Continuous Electromagnetic Profiling Method，简称 CEMP，中文称连续电磁剖面法。

4 大地电磁测深仪的使用

4.1 一般要求

4.1.1 工作环境

4.1.1.1 保持仪器和与之配套便携机的面板及显示屏的清洁。

4.1.1.2 工作温度：－20～40℃；存放温度：－50～60℃。

4.1.1.3 避免阳光直接照射、受潮。

4.1.1.4 长时间记录时，应使用 12V，40Ah 以上电瓶。用发电机直流输出供电时，应并联电瓶。

4.1.2 探头布设

4.1.2.1 水平磁传感器应埋入地下不少于 30cm，方位偏差应小于 1°；垂直传感器应埋入地下不少于传感器总长的 2/3，倾斜应小于 0.5°。

4.1.2.2 电极应埋入地下 30～50cm，电极距误差应小于 1%，两电极之间高差应小于电极距的 10%。山区施工时，两电极之间高差应小于电极距的 20%。

4.1.2.3 用数字万用表测量两电极之间的电位差和接地电阻，在电极距 100m 的情况下，应满足表 1 的要求。

表 1 电极测试参数

电极间电位 mV	U_{AC}	<200
	U_{DC}	<100
接地电阻 kΩ	<5	

国家石油和化学工业局 2000－12－25 批准　　2001－06－01 实施

4.2 数据采集

4.2.1 V5 系统数据的采集

4.2.1.1 SPV5 系统增益应依据表 2 设置。

表 2 SPV5 系统增益设置

电极间交流电位差 U_{AC} mV	SPV5 系统增益	备 注
$0 \leqslant U_{AC} \leqslant 10$	最大	增大电极距
$10 < U_{AC} \leqslant 20$	最大	—
$20 < U_{AC} \leqslant 200$	适当设置	以防饱和
$U_{AC} > 200$	最小	减小电极距

4.2.1.2 V5 系统采集参数应依据表 3 设置。

表 3 V5 系统采集参数

频 段	频点范围 Hz	采样点数	采样频率 Hz
Level 3	320~60	2048	3072
Level 4	40~7.5	2048	384
Level 5	6.0~0.00055	连续采样	24

4.2.1.3 该测点的采集结果应符合 SY/T 5820 的质量要求。

4.2.2 MT－1 系统数据的采集

4.2.2.1 电前放距主机应大于 30m，磁前放距主机应大于 100m。

4.2.2.2 调节电前放增益，至饱和指示灯亮的基础上，再减小 10dB。

4.2.2.3 进行近参考记录时，两套磁系统间距应大于 200m。

4.2.2.4 极性检查，E_X 与 H_Y 同相；E_Y 与 H_X 反相。

4.2.2.5 设置 APU 增益，使振幅小于或等于最大动态的 1/2。

4.2.2.6 MT－1 系统数据采集参数应依据表 4 设置。

表 4 MT－1 系统采集参数设置

频 段	采样频率 Hz	采样点数	AVG/记录块	记录块数	高通	低通
TS2	3.6	512	8	32	自动	自动
TS3	50	512	10	5	自动	自动
TS4	1000	512	10	4	自动	自动

4.2.2.7 根据信号和干扰情况，适当增加 TS2 的记录长度。

4.2.2.8 利用 TSDEC（抽样）程序获得低频数据。

4.2.2.9 执行 4.2.1.3 的规定。

4.2.3 V5－2000 系统数据的采集

4.2.3.1 做 CEMP 时，磁站和电站之间的最大距离应为 2km。

4.2.3.2 采集前应保证采集站 Data 目录下有足够的空间。

4.2.3.3 GPS 天线应布设在无遮挡物的地方。

4.2.3.4 采集站的增益应依据表 5 设置。

表 5 采集站增益设置

电极间电位差 U_{AC} mV	采集站增益
$U_{AC}>50$	低（low gain）
$2<U_{AC}\leqslant 50$	中（normal gain）
$U_{AC}\leqslant 2$	高（high gain）

4.2.3.5 采集站低通滤波器应依据表 6 设置。

表 6 采集站低通滤波器设置

接地电阻 R kΩ	低通滤波
$R>5$	弱（weak）
$1<R\leqslant 5$	正常（normal）
$R\leqslant 1$	强（strong）

4.2.3.6 采集参数应依据表 7 设置。

表 7 采集参数设置

频 段	采样频率 Hz	采集时间 h
Level 3	2560	>2
Level 4	320	>5
Level 5	24	>5

4.2.3.7 远参考记录时，两点距离应大于 20km；近参考记录时，两点距离应小于 2km。

4.2.3.8 采集结果应符合 SY/T 6289 的质量要求。

4.2.4 MT－24 系统数据的采集

4.2.4.1 排列覆盖与时间设置，确保采集站全部连通。

4.2.4.2 极性检查，确保 E_X 与 H_Y 同相，E_Y 与 H_X 反相。

4.2.4.3 增益滤波器应依据表 8 设置。

表 8　增益滤波器设置

采样频率 Hz	E 增益	H 增益	滤波器（低通）
>1000	×64	×64	1kHz
>60，<1000	×64	×16	1kHz
>1，<60	×64，×16	×16	1kHz，30Hz
<1	×64，×16	×16	30Hz

4.2.4.4　采集参数应依据表 9 设置。

表 9　采集参数设置

频　段	采样频率 Hz	采集时间	采样点数
高	1000	>20s	20000
中	50	>20min	60000
低	6.25	>5h	>112500

4.2.4.5　执行 4.2.3.8 的规定。

4.2.5　填写仪器运行记录

仪器运行记录的格式见附录 A（提示的附录）。

5　大地电磁测深仪的维护

5.1　月检

5.1.1　每月至少有两天的检修时间。

5.1.2　对仪器进行全面清洁，对各部件进行检查和紧固。

5.1.3　对整个系统进行标定。

5.1.4　填写维护保养记录。仪器维护保养记录的格式见附录 B（提示的附录）。

5.2　系统标定

每个月应对系统标定一次。

5.2.1　V5 系统的标定

5.2.1.1　V5 系统的标定应按 V5，SPV5 和磁传感器的顺序进行。

5.2.1.2　V5，SPV5 系统的标定应在室内进行，并生成标定文件。

5.2.1.3　磁传感器标定应选择在能够进行正常 MT 数据采集的地区进行。

5.2.1.4　磁传感器标定时，磁传感器距主机应大于 100m，平行放置的磁传感器间隔应大于 5m，并埋入地下 20cm。SPV5 系统增益设置为最小。

运行磁传感器标定程序并生成标定文件。

5.2.1.5　标定结果振幅误差应小于 2%，相位误差应小于 2°，并与仪器生产厂商提供的标定曲线形态一致。

5.2.2　MT－1 系统的标定

5.2.2.1　MT－1 系统标定应按 APU、电前放、磁传感器顺序进行。

5.2.2.2　APU 和电前放的标定应在室内完成，磁传感器标定应在野外完成。

5.2.2.3 调整各通道 50，150Hz 限波器，使交流输出电压小于 1V；调节输出零点，使直流输出电压小于 50mV。

5.2.2.4 APU 所有通道输入端并联输入白噪音信号，采集参数应依据表 10 设置，运行采集程序。

表 10 MT－1 标定采集参数

频 段	采样频率 Hz	采样点数	AVG/记录块	记录块数	高通	低通
TS2	3.6	512	8	4	自动	自动
TS3	50	512	10	4	自动	自动
TS4	1000	512	10	4	自动	自动

标定结果，任意两通道之间的振幅误差应小于 2%，相位误差应小于 2°，相干度应大于 95%。

5.2.2.5 电前放输入端并联输入白噪音信号，设置前放增益，确认不在饱和状态。按表 10 设置参数并进行采集。

标定结果，两道间的振幅误差应小于 2%，相位误差小于 2°，相干度大于 95%。

5.2.2.6 磁传感器标定和电极平行测试应选择在能够进行正常 MT 记录的地区。电极距应大于 50m，平行放置的磁传感器的间隔应大于 5m，埋深应大于 20cm。按表 10 设置参数并运行采集程序。

标定结果，两个电道间、三个磁道间的振幅误差应小于 5%，相位误差应小于 2°，相干度应大于 90%。

5.2.3 V5－2000 系统的标定

5.2.3.1 系统的标定应按采集站、磁传感器的顺序进行。

5.2.3.2 采集站与磁传感器的标定应在能进行正常 MT 采集的地方进行。

5.2.3.3 在主页面中应选择 Box calibration，运行采集站标定程序，生成采集站的标定文件（*.clb）。

标定结果应符合 5.2.1.5 的规定。

5.2.3.4 磁传感器标定时，磁传感器距操作员应大于 100m，平行放置的磁传感器间距应大于 5m，并埋入地下 20cm。

在主页面中应选择 Coil calibration，运行磁棒标定程序，生成磁棒标定文件（*.clc）。

标定结果应符合 5.2.1.5 的规定。

5.2.3.5 进行白噪音测试时，最多 10 台 MTU－2E 共用 1 台 MTU－3H；最多 5 台 MTU－2E 共用一台 MTU－5。

白噪音测试参数应依据表 11 设置。

表 11 白噪音测试参数的设置

增 益（gain）	低增益（low gain）
低通滤波（low pass filter）	弱（weak）
陷波（notch filter）	50Hz
电极距（E dipole length）	1m
H_X，H_Y 磁棒号（coil number）	COIL9950
L3，L4，L5 记录时间	1h

标定结果应符合 5.2.1.5 的规定。

5.2.4 MT－24 系统校准

5.2.4.1 增益测试

测试条件：在采集站（FAM）电道输入端加一个 1mV，50Hz 的正弦波信号，采样频率设为 4800Hz，采集时间 1s，陷波和滤波均不加，屏显样点设为 3000，电道极距 50m。

增益测试结果应符合表 12 的规定。

表 12 增益测试结果

增　益	测量结果 mV
1	10±0.1
4	40±0.4
16	160±1.6
64	640±6.4

5.2.4.2 噪音测试

测试条件：增益设为 64，通道设为磁输入，陷波和滤波均不加，按表 13 设置参数进行采集。将采集结果进行处理，获得信号振幅（Signal Ampl）曲线，要求该曲线满足生产厂家提供的标准噪音测试曲线。

表 13 噪音测试参数的设置

频　段	采样频率 Hz	监视功能（DLTS）	采集时间 s	采样点数
1	48000	OFF	1	48000
2	4800	OFF	10	48000
3	960	OFF	50	48000
4	60	ON	800	48000
5	6.25	ON	40000	250000

5.2.4.3 信号标定测试

测试条件：在电道输入端加一个振幅为 0.1～1mV、频带范围为 25kHz 的白噪音信号，滤波、陷波均不加，按表 14 设置参数并进行采集。

表 14 信号标定参数的设置

频　段	采样频率 Hz	监视功能（DLTS）	采集时间 s	采样点数
1	48000	OFF	1	48000
2	4800	OFF	10	48000
3	960	OFF	50	48000
4	60	ON	800	48000

将采集结果进行处理，产生相关曲线和信号幅度及相位曲线，信号幅度误差应小于2%，相位误差应小于2°，相干度应大于95%。

5.2.4.4 采样率测试

测试条件：在电道输入端加一个1mV，50Hz的正弦波信号。

测试结果应满足表15的规定。

表15 采样率测试结果

采样频率 Hz	采样时间 s	采样点数
48000	1	48000
4800	1	4800
960	1	960

5.2.4.5 磁传感器平行测试

执行5.2.2.6的规定。

5.3 室内维护（年检）

5.3.1 收工回基地后及时将仪器和运行、维护保养记录上交仪器管理部门。

5.3.2 执行5.1.2，5.1.3和5.1.4的规定。

5.3.3 仪器出工前和收工后应在标准点进行一致性比对，结果应符合SY/T 5820和SY/T 6289的质量要求，全部资料存档。

附 录 A
（提示的附录）
仪器运行记录格式

表 A1 仪器运行记录格式

工区		使用单位		仪器组长	
日期	时间	仪器系列号	运行记录		操作员

附 录 B
（提示的附录）
仪器维护保养记录格式

表B1 仪器维护保养记录格式

时 间	维 护 保 养 内 容	操作员