

目 录

A). 初始配置

B). TEM57-MK2 发射机

C). PROTEM 数字接收机

1、介绍

1.1 接收器盖

1.1.1 键的功能

1.2 内部仪表盘

1.3 内部开关

1.4 启动菜单

1.4.1 显示对比度调节

1.4.2 复位

1.5 主菜单

2、设定测量参数

2.1 初始计算机设定

2.2 前 ADJUST(调节)子菜单

2.2.1 同步模式

A) 参考同步

B) 晶体同步

2.2.2 重复频率

2.2.3 线圈类型

2.2.4 增益选择

2.2.5 噪音显示和增益设定

2.2.6 积分时间

2.2.7 Rx 延迟时间

2.2.8 接通时间测量

2.2.9 线圈面积

2.2.10 校准时间常数和检查

2.3 TEST(测试)子菜单

2.3.1 电池和程序版本

2.3.2 自动校准

2.3.3 校准检查

2.3.4 系统测试

2.3.5 晶振漂移

2.3.6 重新同步

2.4 HEADER(带头)子菜单

2.5 STATION(测量站)子菜单

2.6 COMPONENT(分量)子菜单

2.7 SCOPE(示波器)功能

3、获取和浏览数据

- 3.1 测量
 - 3.1.1 图形显示
- 3.2 RECALL(回叫)子菜单
 - 3.2.1 图形显示
 - 3.2.2 表格显示
- 3.3 PROFILE(剖面)子菜单
- 4、测量数据管理
 - 4.1 FILE(文件)目录
 - 4.2 转贮数据至主机
- 5、现场故障处理
 - 5.1 常规检查步骤
 - 5.2 电源故障
 - 5.3 无显示
 - 5.4 校准故障
 - 5.5 灯闪烁/显示闪烁
 - 5.6 计算机失灵
 - 5.7 内存故障
- 6、门位置
 - 6.1 20 门模式
 - 6.2 30 门模式

D). 电池充电

- 1、接收机电屏
- 2、接收机外接电屏
- 3、发射机电屏
- 4、电屏维护

E). 采集勘测数据

- 1、信噪比和勘测效率
- 2、调整接收机的增益
- 3、增益设置和求平均值
- 4、选择重复频率
- 5、调整每个分量的记录
- 6、标定检测
- 7、系统极性

F). 电源线的干扰

G). 发射线框

H). 勘测极性的惯例

I). PROTEM 接收机线圈的有效面积

J). 系统方框图

K). 技术指标

PROTEM57-MK2D (C) 操作手册

A). 初始配置

在勘测开始时，需选择发射线框的尺寸，同步方式（参见 C.2.2.1 节）和重复频率。

选定发射线框的位置，铺好导线并把它连到发射机面板的“LOOP”插座上，对单匝线框（11），用的是红和黑色的香蕉插头，对多匝线框使用的是多芯连接器。将发电机（3）的输出经过交流输入电缆（32）连到发射机面板的 120/220VAC 的电源输入端。如果选择 24VDC 电源，则用专用的 DC 输入电缆（32a）（见 1 节一系统方框图）

注：交流电源给到发射机的可以是 120V 或 220V $\pm 10\%$ ，50Hz 或 60Hz 的单相电源。对输入电压，发射机将自动管理。

发射机发射的最大输出电压内部能提供 60 伏电流。可增加一个外部最大 100V 直流电源。两者相加总输出可达 160VDC。外部电源可以是 GEONICS 公司的 TEM67 功率模块，此模块可提供最高 90V 电源。也可以使用任何其它的电源如 12V 电屏。可用最多 8 节 12V 电屏串联起来使用。对于使用外部电屏应专门选购它的专用电缆。

如果使用外部直流电源，应该连到面板上的“0-100VDC”输入插座上。如果不使用外部直流电源，置面板上的“DC”开关到“INT”位置，如使用则将开关扳到“EXT”位置。

B). TEM57-MK2 发射机

1. 将发射线框连到发射机面板上，置“MODE”模式开关置到“CURRENT”电流位置。
2. 将“AC”交流和“OP”电源开关扳到下面“即断开”位置“DC”开关朝上到“UP”（即 INT）内部位置
3. 置“SYNC MODE”同步方式开关到“XTAL”晶振位置，仪器使用晶体同步。如果打到“REF”参考位置，则不使用晶体同步（参见 C.2.2.1 节），如果发射机工作在参考方式，那么发射机与接收机之间要连接一条参考电缆（23）
4. 置“MODE”模式开关上面的输出电压开关到“LD”低的位置，并逆时针方向旋转“CURRENT”电流旋钮到头，检查被推进的（30A）和（25A）两个电路断路的。
5. 启动发电机，检查发电机输出是否在其稳定的范围之内，对 120V 应在 110V

和 120V 之间，对 220V 应在 210V 到 230V 之间。

6. 置发射机“AC”开关到上(“ON”)开的位置
7. 加输出电压到发射线框(置“OP”开关到“ON”位置，“FREQ”开关到“LO”位置 3Hz)。“MODE”开关到“CURRENT”位置测输出电流。

最大输出电流是 25A，转动“CURRENT”旋钮，使电流值达到希望值。置输出电压为“HI”位置，如果顺时针调节“CURRENT”旋钮到头，最大电流达不到 25A (这是希望值)

确保输出不超载，在置输出电压为“HI”之前，逆时针旋转“CURRENT”旋钮到头，将“OP”开关扳到打开位置，然后调整“CURRENT”电流旋钮，使电流达到希望值。

注：在过载情况下，内部保护电路将自动将输出电压断开。如果是在过载情况下测的电流，监视器可能显示零或接近为零。反时针旋转电流旋钮确信输出不是在过载保护的条件下，有较低的电压(电流)加到输出上，过载的现象被调整过来了。

甚至当外部的电流过载之后，反时针旋转电流旋钮，则发射机内部电源可能处在过压保护模式。正常情况下，发射机最大输出电压为 60V，当过压时，有可能是发电机调节不良造成的，最大输出电压可能小于 60V。

检查过压保护，置发射机上的“OP”开关到关断位置，去掉发射线框，置“INT/ENT”开关到“INT”，置“HI/LO”开关到“HI”位置，并且电流调到最大，如果不过压时，输出电压应大于在 60V 左右，过压时一般指示零或 30V。

从发射机移开电源几分钟，然后在重新测试一次。将“CURRENT”调到最大不过压，输出约 60V，若过压显示约 0V 或 30V。

通常设备几分钟后，过压即可恢复。

8. 正常的操作步骤确立之后(1-7)要记录输出电流，将“MODE”开关扳到“T/O”位置，重复频率开关“FREQ”到“HI”位置(30Hz)，测量发射机输出电流的关断时间(斜坡)，并记录这个时间。
9. 置重复频率开关“FREQ”到希望的位置(HI, MD, LO 高、中、低)
10. 置同步方式“SYNC MODE”到所选的同步方式(见 C2.2.1 节)，为了保护发射机输出在开关的一瞬间防止发生故障，在发射机每次工作完成后，要遵守如下的步骤：
 - 置“OP”开关向下，在关的位置
 - 置“AC”开关向下，在关的位置
 - 关闭发电机

如果晶振同步选择的是“OVEN”，那么在发射机上读数显示，对于较老模块为刻度的 1/3。对新模块，监视器显示满刻度(1000)，并且在 5 到 10 分钟后下降到 0。

11. 电源线开关:

确信内部电源的线频率开关置到了与本地的线频率（60Hz 或 50Hz）一致，其开关的位置在发射机控制面板的下面，即线框插座的下面。

C) . PROTEM 数字接收机

1、 介绍

PROTEM 数字接收器是一个同时测量 3 分量（3D）时域的 EM 接收器。所有的功能都由一个内部计算机控制，它借助一对小键盘接受操作员的指令，并且在—个字符/图形液晶显示屏上发出信息或显示结果。接收器的操作完全按菜单进行。

在本手册中，参考章节用括号内的章节号表示，如（2.2.7）；或者用一个短句表示，如参见 2.2.7 章节。

接收器可以在 7 个重复频率（RR）下工作，它们用 U、V、H、M、L、K 和 J 表示，在电源频率为 60Hz 的区域，这些字母分别代表 285、75、30、7.5、3、0.75 和 0.3Hz；在电源频率为 50Hz 的区域，分别代表 237.5、62.5、25、6.25、2.5、0.625 和 0.25Hz。注意，在非常低的重复频率，比如 J 和 K，每当相应的测量和同步功能启动后，仪表反应总是变得比较慢。这些功能包括复位（1.2.4），返回主菜单（1.4），自动增益范围测量（2.2.4），校准（2.2.9，2.3.3，2.3.4），测量（3.1）等。

当使用 3D 线圈时（2.2.3），接收器可以同时测量 Z，X 和 Y 分量。当使用 1D 线圈时，它可以按顺序测量 Z，X 和 Y 分量。

在一些子菜单中，箭头用来指示屏幕上显示的参数的多个选择中的当前值。比如：在 ADJUST（调节）子菜单中的第五行，七个重复频率显示如下：

285 75 →30 7.5 3 0.75 0.3

因为箭头指示在 30，当前的重复频率即为 30Hz。要选择另一个值，移动光标到期望的选择，然后按 ENT（确认）键。

Rx 和 Tx 是 PROTEM 数字接收器和 GEONICS 发射器的缩写。

1.1 接收器盖

有一些设施安装在接收盖上，如图 3 所示。

LCD 是一个 40×8 字符/240×64 像素的液晶显示。它的对比度是可调节的。

信号电缆插孔安装在内部仪表盘上。它连接三种不同类型的 GEONICS 接收线圈

电缆：低频线圈（LF），高频线圈（HF）和 3D 线圈。在晶体模式，当 Tx 和 Rx 需要进行同步时，它也与同步电缆连接。

RS-232 接口用于从 Rx 向主计算机传送记录的数据（4.2）。

参考电缆插孔，在参考模式中用来向 Tx 提供一个控制信号。

键盘有 24 个键，它们的功能汇总在 1.1.1 章节中。

当 Rx 不使用时，防护罩可以关闭以保护 LDC、键盘和接线口。

1.1.1 键的功能

1-9: 数字键

0/OUT:

当 LCD 在字符模式中，表示 0 键，当 LCD 在图形模式中，OUT 表示退出图形显示。

MM:

返回主菜单。MM 提供了一个安全的方法来中断任何正运行的功能。在晶体模式，同步不受干扰。

MM-1:

同时按住 MM 和 1 键，可以使内部计算机复位，重新启动，通常不需要进行复位操作，因为当 Rx 打开时，它会自动进行。在晶体模式，复位不干扰同步。

ENT:

ENT 键用来确认一个新的输入或一个已有的选择或启动一个正由光标指示的功能。在实时图形信号显示中（2.2.5 和 2.7），按 ENT 键则开始一个新的采样周期，并且接着更新屏幕内容。

N, S, E, W:

方向键用来输入线和测量站的方向。当键入一个负的 Rx 延迟时间（2.2.7）时，N 也用来输入一个负号（-）。在 MEASUREC（测量）子菜单中，按 N 键用来显示所选择向量在图形模式中的噪音。按 E，则重复最近的测量，并且不增加测量站号。

↑,↓:

在绝大部分子菜单中，用来上下移动光标，在 START（启动）菜单和 MENU（主菜单）（1.4.1）中用来增大或减小 LCD 对比度。在 RECALL（回叫）（3.2.1 和 3.2.2），MEASURE（测量）（3.1.1）和 CALIBRATION CHECK（校准检查）（2.2.9）图形模式中，选择光标指示的当前参数的下一个值。在 PROFILE（剖面）（3.3）和 SCOPE（示波器）（2.7）图形模式中，将显示的曲线上、下移动。

←,→:

在大部分菜单中，将光标左右移动，在 RECALL(回叫)(3.2.1 和 3.2.2)，校准检查(2.2.9)图形模式中，将光标移动到下一个参数。在 NOISEDISPLAY(噪音显示)(2.2.5)，SCOPE(示波器)(2.7)和 PROFLIE(分布图)(3.3)图形模式中，将显示的曲线左右移动。



只在图形模式中使用的图形显示控制键。在回叫(3.2)，校准检查(2.2.9)，示波器(2.7)和测量(3.1.1)图形模式中，以屏幕左端为基准，将显示的曲线水平地扩展/压缩。在剖面(3.3)图形模式中，以屏幕的中点为基准，在水平方向上扩展/压缩显示的曲线。



只在图形模式中使用的图形显示控制键。在 SCOPE 示波器(2.7)和 PROFLIE(剖面)(3.3)图形模式中，以中心线为基准，在垂直方向上扩展/压缩曲线。在回叫(3.2.1)，校准检查(2.2.9)和测量(3.1.1)图形模式中，将显示的曲线左右移动。

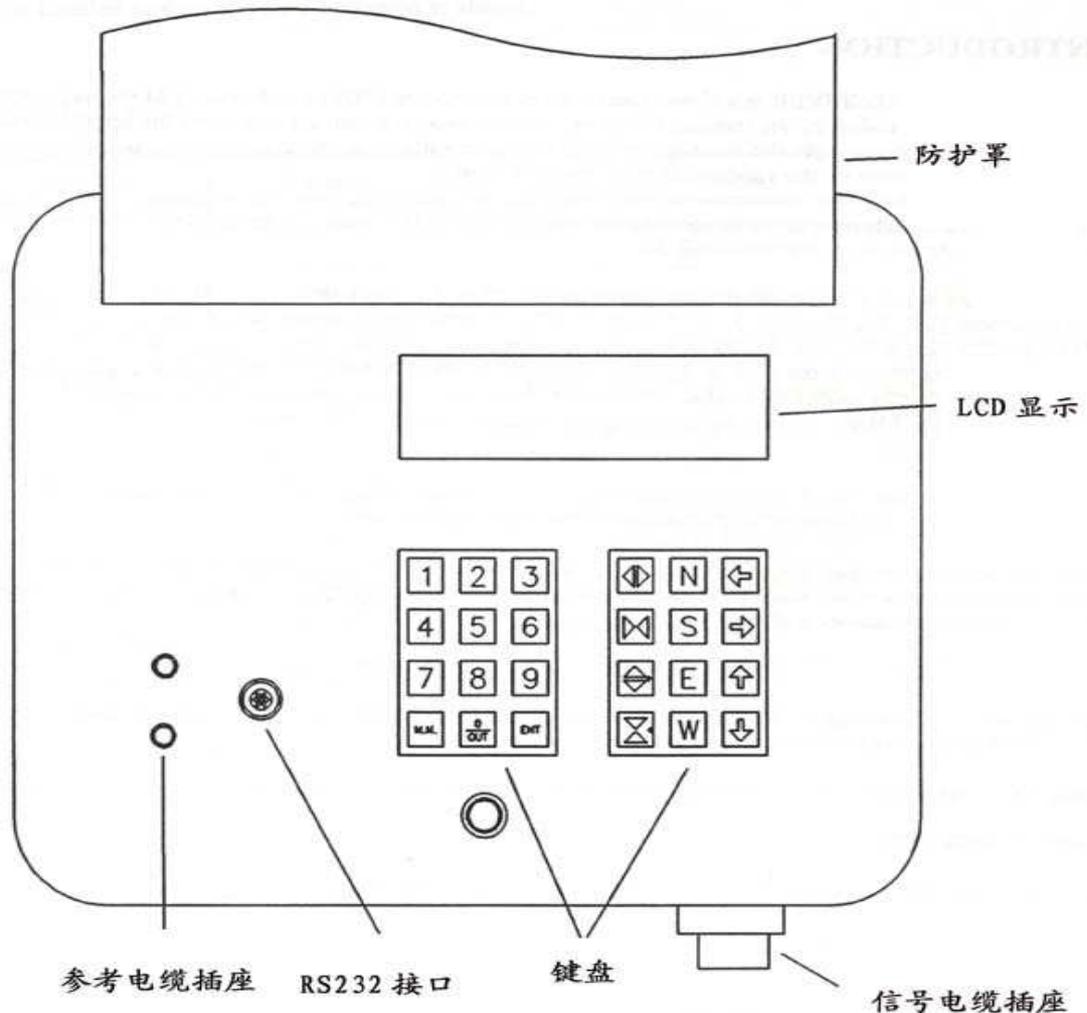


图 3 接收器盖

1.2 内部仪表盘

在内部仪表上安装有一个电源开关，一个指示灯，一个外部电池接线口，一个信号电缆接线口以及一个可拆卸电池组件。

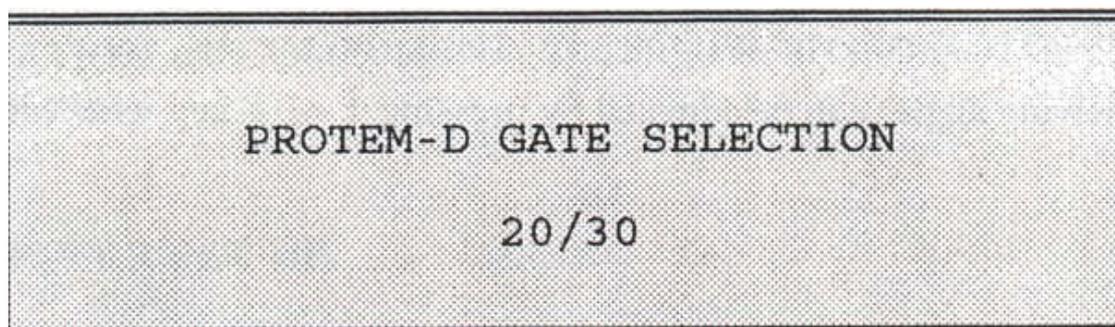
电源开关是一个双位置开关，它可以在开和关之间拨动。灯用来指示 Rx 是“ON（开）”还是“OFF（关）”。闪烁的灯光表示电池电量低（ST），当仪表罩关闭时，信号电缆接线口仍可以连接。

1.3 内部开关

在 Rx 内部的主板上安装有两个触发开关。一旦将仪表底座从箱体中拉出，它们很容易接触到。一个开关用来指示内部计算机所用的当地电源的频率，另一个开关用来指示单极/双极参考选择。（一些较老型的 TEM57 和 TEM37 发射器使用单数基准信号，而最近所有的 PROTEM 发射器都使用偶极参考信号），它们的功能和位置都清楚的标在主板上。

在安装晶体的托架上装有一个额定值为 3 安电源断路器。当按钮被按进去时，断路器接通，当按钮拉出时，断路器被关闭。当 Rx 在使用时，断路器必须接通。

1.4 启动菜单



当 Rx 前次使用，或者 MM+1（复位）键被按后，启动菜单将出现在显示屏上，如上图所示。

通过按←或→键，可以使光标左移或右移，选择 20 或 30 门操作。按 ENT 键，以输入显示的选择。

1.4.1 显示对比度调节

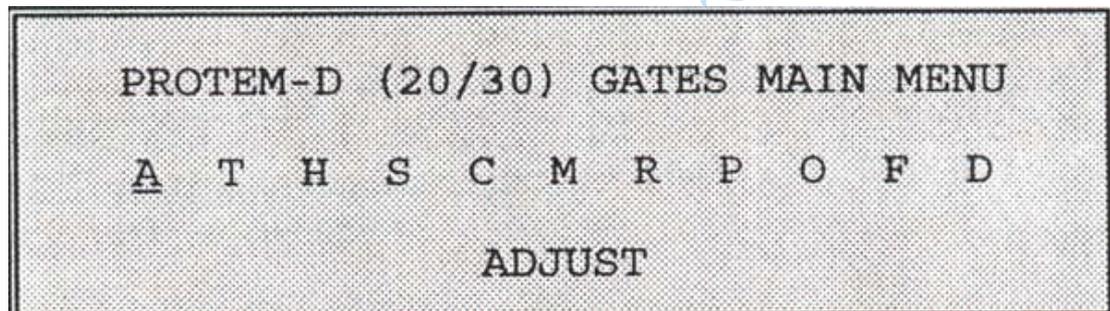
每当启动菜单显示时，LCD 对比度（或视面）可以通过↑或↓键来调节。

Rx 接通或复位后，如果启动菜单没有显示在 LCD 上，按住↑键直到主菜单出现，这也许要持续用 20 秒钟。

1.4.2 复位

为了复位 Rx，必须同时按住 MM 键和数字键 1，然后一起松开。复位将不影响存贮在内存中的数据 and 参数，如果 Rx 处在晶体 (CRYSTAL) 模式，这也不会影响同步。

1.5 主菜单



当启动菜单选择好，按 ENT 键确认，则 MAIN MENU (主菜单) 出现在显示屏上，如上图所示。

中间一行的字母 A, T, H.....D 分别代表子菜单: ADJUST (调节), TEST (测试), HEADER (标题), STATION (测量站), COMPONENT (向量), MEASURE (测量), RECALL (回叫), PROFILE (剖面图), OSCILLOSCOPE (示波器), FILE (文件) 和 DUMP (转贮)。当前选择的子菜单，由闪烁的光标指示，其分务显示在最底下一行。

可以通过按←或→键，向左或向右移动光标，按 ENT 键，即可输入显示的子菜单。

当主菜单显示时，通过↑或↓键可以调节 LCD 对比度 (或视角)。

2、 设定测量参数

Rx 的初始化和设定可以通过内部计算机自动进行，计算机可以使设定值保持以前的测量值。它些设定可以通过使用子菜单 ADJUST (调节), TEST (测试), HEADER (标题), STATION (测量站), COMPONENT (向量) 来进行校对和改变。SCOPE (示波图) (2.7) 功能在分析实时信号/噪音时是非常有用的。

2.1 初始计算机设定

Rx 接通或复位（同时按 MM+1）后内部计算机初始化 Rx 并根据以前的设定值设定各参数。这个初始化过程通常只需要几秒钟，除非重复频率非常低，如 K 或 J。

计算机也将检查内存，详细情况参见 5.9 章节。

2.2 ADJUST（调节）子菜单

该子菜单可以查阅大部分 RX 参数的设定值，并接受对它们的改动 ADJUST 有两页。当光标到达第一页的最后一行时，第二页即被卷过来，第一页的最后一行显示在顶部。

ADJUST						
SYNC. MODE				CRYSTAL / REF. ←		
REPETITION RATE	285	75	→30	7.5	3	.75 .3
COIL TYPE				1D	3D-1	→3D-3
GAIN				5		
DISPLAY NOISE				Z	X	Y

调节—第一页

当进入 ADJUST 子菜单时，光标出现在第五行（线圈类型），可以通过四个光标键↑，↓，→和←来回移动光标。

2.2.1 同步模式

A) 参考同步

Geonics 公司生产三种时间域的发射机，它们是 TEM36 (67)，TEM47 和 TEM57 (MK2)。这三种发射机均可在参考模式下工作。如果在发射机中装有高稳定性的晶体模块的话，TEM37 和 TEM57 还可在晶体模式下工作，以省去参考电缆。但 TEM47 发射机仅能在参考模式下工作。

在参考模式下，Rx 可以工作在所有的 7 个重复频率上：U，V，H，M，L，K 和 J。参考电缆用来连接 Tx 和 Rx。具有选定重复频率的同步信号借助于参考电缆传递给 Tx，以使 Tx 和 Rx 同步。

在参考模式工作的 Rx 不需要预热，参数一设定好，测量就能够开始。有一个例

外是当环境温度低于-20°C 时，在显示变得清晰可视之前，LCD 加热器需要两分钟加热 LCD 显示屏。

B) 晶振同步

晶体同步也是一种同步方式，它提供了很高的操作灵活性，在使用较大的发射线圈时，发射机和接收机之间的距离可以较远。而且也允许一个发射机发时同时几个接收机接收。

如果 Rx 和 Tx 都安装了晶体，那么就可以使用晶体模式同步，在这个模式下，Rx 只能工作在等于或低于 H 的重复频率下。如果当前使用的步骤是 u 或 V，那么在选用晶体模式之前要改变它为 H 或更低的频率。另外“XTAL MODE NOT FOR RR>30”的信息显示在屏幕上约 2 秒钟。

置接收机和发射机之间为晶体模式，断开发射机输出电源（使发射机面板上 DC 开关为 OFF 位置）。同步之前两个晶振应预热 30 分钟。

置“SYNC. MODE”开关到“XTAL”位置

置接收机和发射机上的重复频率为仪器正在运行的最低频率。

晶体在预热 30 分钟后达到了稳定的状态，不象 TEM37 或 TEM57 发射机时间更长一些，接收机则在模式选择后，晶体立即接通。30 分钟是在晶体模式选择后开始算起。

在预热期间，其它工作可以执行，如测试校正等，用↓键向下移动光标或用↑键或 MM 键退出 ADJUST。

晶体模式选择后，屏幕显示：

ADJUST FREQUENCY Y/

如果 Tx/Rx 已预热 30 分钟并且它们已设置了同样的重复频率，那么用晶体同步电缆连接 Tx 和 Rx，移动光标到 Y，并按下 ENT 内部计算机则开始调整 Rx 晶体振荡器的频率使之与 Tx 一致。在频率调查期间，屏幕显示：

DF< (or>) X.XXXXXHz U+ (-or) XXXXmv

这里 DF 是 Tx 和 Rx 之间的频率差，单位是 Hz，U 是 Rx 晶体频率控制电压，Rx 的频率调整到与 Tx 频率相差<0.0003Hz。正常情况下，约须 1 分钟时间，这时计算机使 Rx 与 Tx 同步之后光标移到下一行。

如果在 3 分钟内调整失败，可能需要手动调节晶振频率，参考 5.5 节

如果选择了 N，则显示变成了：

SYNCHRONIZE? Y/N

选择 Y 做 Rx 与 Tx 同步，选择 N 则跳开这一问题。正常做这一步之需 2 秒时间。在 TEST 子菜单（2.3.6 节）中也能执行。

在 ADJUST FREQUENCY 和 SYNCHRONIZE 期间有可能出现错误提示“CABLE”，这表示在 Tx 和 Rx 之间没连接同步电缆或电缆有问题。内部计算机将等待直到电缆连接好。

每当同步方式改变。一个新的文件头按照存储器日期被记录在新的文件中（4.1）。一旦获得同步，接收机和发射机上的电源开关，同步方式开关就不要改变，否则同步就回丢失。

2.2.2 重复频率

如果选择 20 门，Rx 能够在 7 个不同重复频率下工作，如果采用 30 门模式，则可以在 5 个不同重复频率下工作。当前选择的重复频率用一个箭头指示。移动光标到期望的重复频率并按 ENT 键或↓键，则可能改变重复频率，对于 30 门模式，最高的重复频率是 30（25）。

一旦重复频率改变了，Rx 延迟时间（在 ADJUST（调节）的第二页），被复位成零，即标准的延迟时间设定值。如果 Rx 的 DELAY（延迟）是合乎要求的，则进入调节子菜单的第二页面并设定延迟时间（2.2.7）。一个非零的设定值能够使所有的门移动一个等量的时间。

2.2.3 线圈类型

Rx 可以组态成 3D-3，3D-1，1D 或 BH3D 接收器，以与线圈类型相匹配。

在 3D-3 模式中，Rx 中所有 3 个模拟道都是通的，每个模拟道对应一个分量，所有三个分量都同时取样。

在 3D-1 模式中，Rx 中只有一个模拟频道是有用的。Rx 向 3D-1 线圈发送控制信号来选择被测量的分量，一个时间测一个分量。

在 1D 模式中，Rx 中只有一个模式道可以使用。

在 BH3D 模式中，可以使用 GEONICS 的分量钻孔探测器。

在 3D-1 或 1D 模式中，第二和第三前置放大器板（PRE-2 和 PRE-3）以及第二模拟板（ANA-3）可以从 Rx 中拔出来，以减少重量（2 磅）和电耗（3.5 瓦）。

GEONICS3D 线圈需要 Rx 电缆供电，但 1D 线圈不需要。当选择使用 3D-1 或 3D-3 线圈，并用一个 3D 线圈电缆与 Rx 相连时，则在线圈接线口处有 $\pm 12V$ 的供给电源存在。

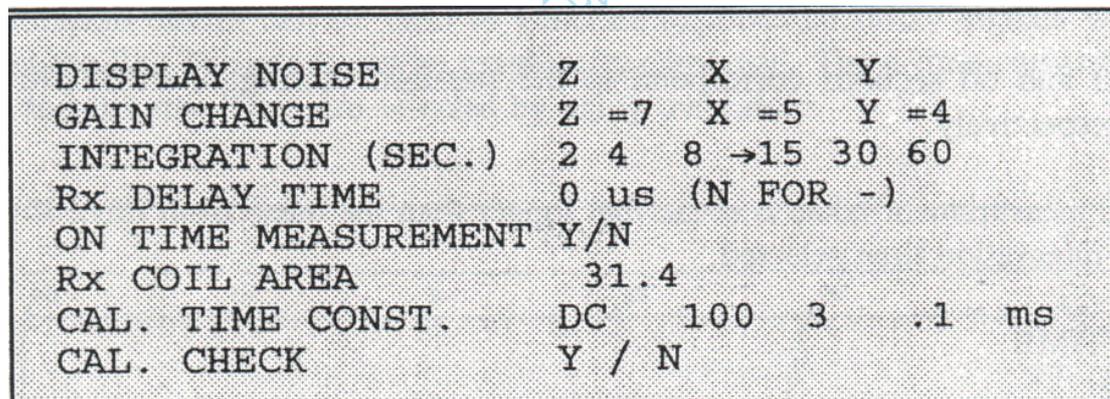
线圈类型选择由一个指示箭头来确认。

2.2.4 增益

Rx 增益以 2 为级来进行选择。增益 1、2.....7 相应地代表 $G_0 \times 1, \times 2, \dots, \times 64$ ，其中 G_0 是 Rx 的基本增益。在 3D-3 模式中，对于每个分量，增益是独立选择的。

在这个模式中，GAIN 表示最近的增益设定值，在调节子菜单的第二页中选择。

在较老版的接受器程序中，有一个模式用于自动的增益选择。因为这是一个“一次性过程”，在测量过程中增益变化不是自动的，因而不能推荐该模式。



DISPLAY NOISE	Z	X	Y
GAIN CHANGE	Z =7	X =5	Y =4
INTEGRATION (SEC.)	2 4 8	→15	30 60
Rx DELAY TIME	0 us (N FOR -)		
ON TIME MEASUREMENT	Y/N		
Rx COIL AREA	31.4		
CAL. TIME CONST.	DC	100	3 .1 ms
CAL. CHECK	Y / N		

调节—第二页

2.2.5 噪音显示和增益变化

前置放大器的输出可以在显示屏上观察到，如果选择使用 3D 线圈，所有 3 个向量都能观察到，但一次只能一个。这个功能可以用来大致估计信号/噪音等级，并且有助于选择增益。更强大的 SCOPE（示波器）功能可以用来观察进行信号的详细情况。

为了观察信号，将光标移动到要观察的分量并且按 ENT。在 7.2KHz 的采样速率下，信号被采样 500 次，数据被存贮在内存里，并且第一批 240 个样本以图形形式显示在屏幕上，它覆盖了两个 60Hz 的周期（北点的电源频率）。←键可以用来向左移动显示的曲线，以观察其它的采样数据。

水平中心线被当做零准线，屏幕的上限和下限代表前置放大器的动态范围的极限。

一旦进入图形模式，每次按 EXT 键将开始一个新的采样系列，显示也更新。如果一直保持按着 ENT，显示将继续更新。

按 0/OUT 键，则退出图形模式，增益将再次显示，如果需要，可以通过键入新的增益值来改变增益。另外，用 ENT 键确认，或用 ↓ 键将光标移到下一行。为了观察另一个分量，需要将光标移到那个分量并按 ENT 键确认。

2.2.6 积分时间

每个测量的积分可从 0.25 秒到 120 秒选择范围内选择。由于显示屏尺寸的限制，两个终端值 0.25 秒和 120 秒不在初始时显示。为选择一个积分时间，将光标移到那个值并且按 ENT 键，为选择 0.25 秒或 120 秒按 ← 键或 → 键。直到 0.25 秒或 120 秒出现，然后按 ENT 键。选择的积分时间通过箭头指向那个值来确认。

积分时间 15 秒和 60 秒相对应于标准 PROTEM 接收器的平均值 8 和 10。

每次测量所花的总的的时间比积分时间稍微长一些，它依赖于重复频率和选择的积分时间。

2.2.7 延迟时间

标准和缺省 Rx 延迟时间是零，这用来设定在门表格 (6) 中所规定的门位置，在 REF (参考) 和 CRYSTAL (晶体) 模式中，测量门可以移到比较靠近 Tx 电流脉冲下降边或者比较远离下降边。在一个 Tx 电流周期中，可以允许在任何地方以 $1\mu\text{s}$ 递增的方式安置 20 个门，所有的这 20 个门都移到一起作为一组。

为了将门比较接近下降边，可以使用 N 键输入 “-”，然后键入这个值。为了将门移运至比较远离下降边，直接键入这个值。为了校正一个错误，可以上移光标至积分时间行，并且返回至 Rx 延迟时间行，然后键入一个新值，或者键入一个前后带有足够多零的新值。

每次重复频率改变，延迟时间都会被复位至零。

注意：如果第一个门的中心进入了 Tx 的接通时间里，对于所有的 20 个门的视电阻率值计算 (仅对 Z 分量有效) 不能进行 (3.2)。比如，如果 Rx 延迟时间 = $-90\mu\text{s}$ ，重复频率 = 30 Hz，则第一个门的中心在 Tx 的接通时间里。

2.2.8 接通时间测量

该选项允许顺序 (自动) 测量两组门的位置。它可以在发射机断开时间 (标准步骤) 和在接通时间 (接通时间测量) 用来进行测量。如果 Y 被选择了，则两组测量将执行；第一组是标准门 20 (30) 测量，延迟时间自动设定为零，而第二组测量的延迟时间设定按前面的 2.2.7 节。例如，如果 Rx 延迟时间 = $-1000\mu\text{s}$ ，并且重复频率为 30 Hz，则第一组测量的第一个门在发射机 T/O 时间 $80\mu\text{s}$ 后开始

测量，第二组测量（接通时间）的第一个门的开始时间是在发射机断开之前的初期的 100 μ s 之内。

2.2.9 Rx 线圈面积

接受器线圈有效面积在这里输入单位是 m^2 。如果线圈系统带一个内置的前置放大器，则有效面积为线圈面积，匝数和内置的前置放大器的增益三者的乘积。

Rx 线圈面积是带头文件的一个部分。每次 Rx 线圈面积被改变，则当前的数据文件被关闭，一个新的文件被打开（4.1）。

小数点位置被预先固定，如输入 31.4 m^2 ，就键入 3.1.4。

2.2.10 校准时间常数和校准检查

一个内置的校准电路可以用来产生带有 4 个不同时间常数的指数表衰减信号，用来测试 Rx。信号用图形方式显示，这四个时间常数是无穷大（DC），100ms, 3ms 和 0.1ms。它们可以用光标来选择。

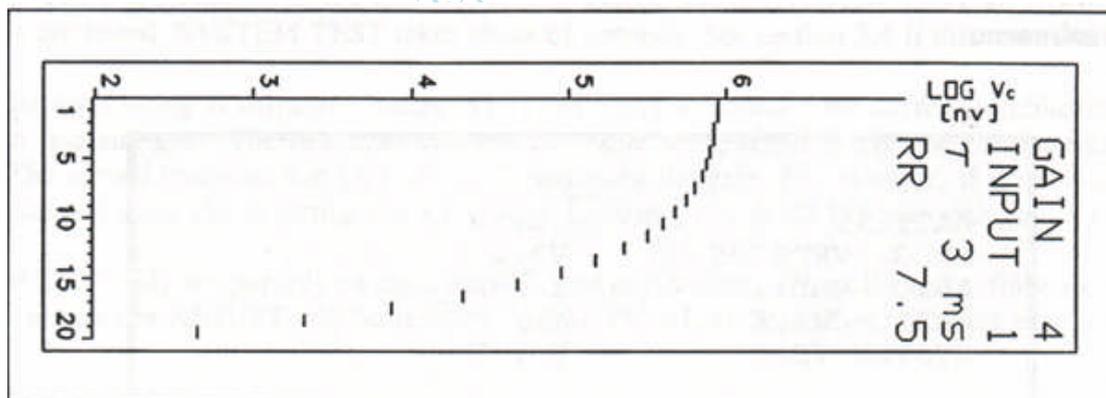


图 4 标准曲线显示

除了最低的两个重复频率外，校准检查需要花两三秒钟，一个典型的显示如图 4 中所示。垂直轴代表 20 个门，水平轴表示经过 Rx 输入电压校正的测量电压值的幅度，单位是毫伏，门的值用 20 个“-”符号表示。如果使用 30 门模式，则按 \downarrow 键以显示最后 10 个门（21-30 门）。

在屏幕的右侧，显示着四个参数并且可以改变数值，使用 \rightarrow 或 \leftarrow 键选择要被改变的参数，再用 \uparrow 或 \downarrow 键将参数改变成下一个较高值或较低值。

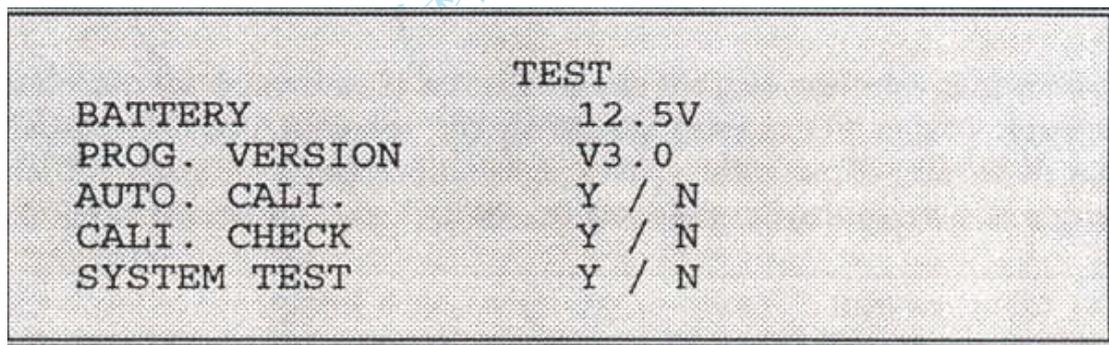
如果增益、时间常数和重复频率的组合被改变，则采集和显示一套新的数据。在 3D-3 模式中，所有的 3 个分量都按同一种增益、时间常数和重复频率组合进行采样，并且数据被临时存入内存中。当 INPUT（输入）变化时，相关的分量的

已存入内存的数据将显示出来，没有新的采样发生。如果在 2.2.3 章节中选择了 1D 或 3D-1 模式，输入 2 和 3 将是无效的。如果试图改变 INPUT（输入）将会显示一个出错信息“只有一个前置放大器是有效的！”

为了校准检查，可临时改变增益或重复频率。它不会影响增益和重复频率的设定值。在 CRYSTAL（晶体）模式，重复频率的改变将不会影响与 Tx 的同步。校准检查一完成，正确的增益和重复频率（以及 CRYSTAL 模式中的同步）将被恢复。

四个图形控制键可以用来改变显示。▼和▲用来将显示的曲线向左移和向右移（实际键上右则的小三角形表示移动方向），▶◀和◀▶用来改变水平量程，最少一个十位刻度或最多 8 个十位刻度可以被显示。按 0/OUT 或 MM 键，退出校准模式。

2.3 测试 (TEST) 子菜单



TEST	
BATTERY	12.5V
PROG. VERSION	V3.0
AUTO. CALI.	Y / N
CALI. CHECK	Y / N
SYSTEM TEST	Y / N

测试子菜单

2.3.1 电池和程序版本

在测试子菜单中，屏幕上的电池电压数据是连续更新的。如果电池电压低于 9.7V（近视值），电池保护电路将关闭 Rx。

第三行显示目前 Rx 安装的软件版本号。

2.3.2 自动校准

接收器全部的电路可以在大约 30 秒的时间内进行自动校准。当校准完成时，一组校准系数被存贮于内存中，其中每个系数对应于每一个积分门，并且它们将保持到下一次自动校准完成。一般情况下，如果 Rx 没有使用超过 3 个月时间，在下次使用之前必须进行自动校准，如果线圈类型从 1D 改变到 3D，或者 Rx 的任

何电路板被改变、修理或修改，自动校准也必须进行。

自动校准不影响增益和重复频率。在 CRYSTAL（晶体）模式中，它也不影响同步。

如果 Rx 自动校准失败，复位或关闭 Rx，再打开 Rx 重试。如果仍然失败。参见 5.4 章节。

2.3.3 校准检查 (CALIBRATION CHECK)

这个子程序提供了一个快速检查 Rx 的方式，它使用一个内部校准信号在当前选择的重复频率和增益组合情况下检查 Rx。除了在两个最低重复频率外，其它重复频率的校准检查将在几秒钟内完成，在最低频率它可能需花 22 秒钟。

如果任何当前选择的分量没有通过这个检查，屏幕上将出现“失败”信息，详细情况参见 5.4 章节。

2.3.4 系统测试 (SYSTEM TEST)

系统测试与校准检查相似，但在系统测试中所有的重复频率和增益都要被测试。系统测试大约花费 65 秒钟，如果测试失败，参见 5.4 章节。

在系统测试过程中，将会显示一个两个字符串，用来指示当前的重复频率和增益组合情况。第一个字符可能是 1, 2, 3.....7 表示增益,比如显示屏显 H5, 表示内部计算机正在高频 (30Hz 或 25Hz) 和增益 5 (2.2.4) 的状态下测试 Rx。

系统测试只临时改变重复频率和增益的设定值，当测试完成时，在调节子菜单中的重复频率和增益将恢复，在晶体 (CRYSTAL) 模式中，它不影响与 Tx 的同步。

2.3.5 晶振漂移

如果 Rx 是在晶体模式下，这一行出现在屏幕上。如果 Rx 和 Tx 已经用同步电缆连接起来了。那么在 Rx 和 Tx 之间的同步差将被测量并按 μs 为单位显示。这个功能可核实它们做了同步之后的情况或检查它们分开一段时间以后的同步漂移。其技术指标应在每小时 $\leq \pm 2 \mu s$ 。见 5.6 节如果漂移较大，如果 Rx 和 Tx 之间没连接同步电缆，将显示信息“CABLE”

2.3.6 重新同步

如果 Rx 是在晶体模式下，这行出现在屏幕上。如果 Rx 和 Tx 重复频率相同而且同步电缆已经连好，这时它俩被同步。再做了重新同步之后，晶体漂移再次被测量，在晶体漂移这行的显示值被更新，如果值在 $\pm 1 \mu s$ 之内，重新同步成功，多检查几次漂移（或连续几次），按下 \uparrow 键（或朝下）。

2.4 带头子菜单 (HEADER)

HEADER	
OPERATOR	1234
D-M-Y	13-08-91
Tx DIMENSION	40 * 40
Tx CURRENT	12.5 A
TURN OFF TIME	32.5 us
Tx MODEL	TEM37 →TEM47 TEM57
COMMENT	0123456789NEWS012345

带头子菜单

带头子菜单提供了一种输入带头信息的方式。

一个数据文件的带头是一个包含了发射机系统各种参数和一些其他信息的记录。当带头子菜单中的任何输入被改变时，当前打开的数据文件将关闭。一个新的带头记录将形成，并且在内存中一个新的数据文件将被打开 (4.1)。

操作员 (OPERATOR): 操作员信息可以通过输入一个最多 4 位数的数组来表示。

日期 (日-月-年) DATE (D-M-Y): 日期信息可以通过数字键输入，并且 ENT 或 ↓ 键确认。

Tx 尺寸: Tx 回路的尺寸可以用两组数字来定义，每组最多千个数字，单位是平方。

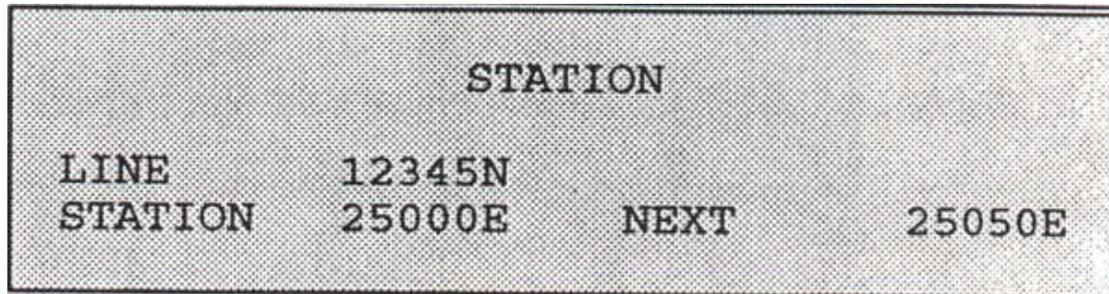
Tx 电流: 该参数按照 0.1A 的单位输入，小数点位置预先固定比如，输入 12.0A 就按 120 键。

断开时间: Tx 断开时间在此输入，单位是 0.1 μ s，小数点位置预先固定，断开时间不能比零小，并且对于每一个重复频率都有一个上限值。对于重复频率 U 和 V，上限值是 18 和 500 μ s；对于重复频率 H 和更低的，上限值是 999.9 μ s。如果一个大于上限的数被输入，在测量刚开始之前，它将与上限断开，并且当重新进入带头子菜单时，一个新的值将显示。

Tx 型号: Tx 型号通过移动光标位置来选择 Tx 型号，并用 ENT 或 ↓ 键确认选择。一个箭头用来指示选择的型号。因为不同的 Tx 型号有不同的延迟时间，Tx 型号必须正确，以确保测量门处于正确位置。注意 TEM67 等于 TEM37，TEN57-MK2 等于 TEM57 发射机。

说明：说明可以输入一个最多 20 个字母-数字的字符串作为说明，有效的字符是 0-9 和字母 N, S, E 及 W。

2.5 测量站子菜单



测量站子菜单

线号，测量站号以及下一个站号在这个子菜单中输入，如图所示：

线号是一个最多 6 个字母-数字组成的字符串。测量站号可以是一个最多 6 个数字的字符串，或者 5 个数字最后带一个方向字母（N, S, E 或 W）的字符串。

为了输入一个线号或测量站号，需要将光标移动到位，键入号码，并且用 ENT 键进行确认，光标将返回到当前测量站的位置。第二次按 ENT 键将会退出测量站子菜单。

Rx 有自动测量站号递进功能（ASNA）。当测量站沿着测量线等距分布时，这个功能最方便。在菜单中测量站（STATION）位置键入当前的站号，并且在下一个站位置（NEXT）键入下一个站号，就可以启动这个功能，然后开始测量。在测量结束时，数据就会记录在当前站号下，通过从下一个测量站号中减去当前的站号计算出站号的增量。增量加上下一个测量站号形成新的新的一个测量站，“老”的下一个测量站做为新的当前站号被复制到当前站的位置。因而对于整个测量线，测量站号仅需输入一次。

为了撤消这个功能，每次改变测量站号时，在测量站和下一个测量站输入同一个站号即可。

测量站号有一些限制：

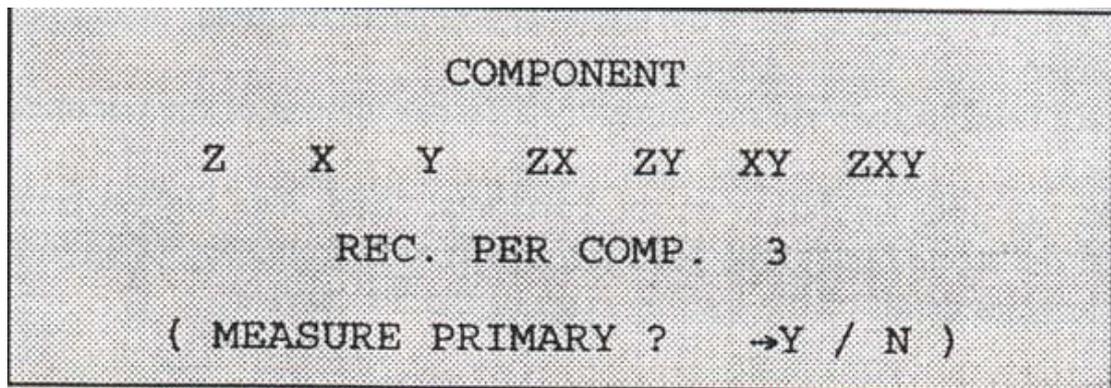
如果计算的新的下一个测量站号大于 999999 或 99999X（X 是方向字母 E、W、N 或 S 中的一个），或者小于零，屏幕上将出现一个出错信息“测量站号溢出”，并且当前的和下一个测量站号都保持不变。

如果使用方向字母，它必须位于测量站号的最后位置，否则 ASNA 功能将不能

正确工作。

如果在当前测量站号中使用一个方向字母，在下一个测量站号中必须使用同方向或反方向的字母（比如，E 对应于 W）。如果这方面出错，ASNA 功能将以一种无法预料的方式进行。

2.6 分量 (COMPONENT) 子菜单



分量子菜单

分量子菜单说明如下：

在每个测量站，可以测量 3 维空间分量的 7 种组合，在 3D-3 模式中，所有 3 个分量被同时测量，但只有被选择的分量的数据被记录 (3.1)。在 3D-1 模式中，选择的分量将按顺序不间断地被测量。对于 1D 线圈，选择的分量将按顺序测量，但两个不同测量之间有暂停，并且屏幕上出现提示“将线圈设定到 C”（C 代表三个分量 X、Y 或 Z 中的一个），提醒操作员改变线圈取向。

在每个测量站，对于每个选择的分量，最多可以连续测量 99 个独立的记录。这个数字被输在“REC、PER COMP（每个分量的纪录）”这一行上。有时，对于同一个设定值可能需要保持几个记录。这就可以剔除在噪音期间测得的数据。

如果重复频率 > J，最后一行括号内的“MEASURE PRIMARY? Y/N”显示内容将不会被显示。如果选择 Z 分量，则它的一次场会被自动记录。如果重复频率 ≤ J，并且选择了 Z 分量，最后一行会被显示，只有当回答 Y 时，一次场才会被记录，因为在这些低重复频率下一次场的测量最多将会花 12 秒钟。缺省选择，即上次所做的选择，用一个箭头指示。将光标移动到新的选择，并且用 ENT 或 ↓ 键确认，就可以改变选择。

2.7 示波器 (SCOPE) 功能

OSCILLOSCOPE								
H →	20	40	80	160	320	640	1280	us/DOT
V →	1.5	3	6	12	24	47	94	188mv/DOT
INPUT				Z	→X	Y		
GAIN (52*)				1	2	4	→8	16 32 64

示波器子菜单

Rx 可以做为一个数字示波器用来观察场内的信号和噪音。示波器的量程、分量和增益可以在示波器子菜单中选择。

在这个子菜单中，箭头符号用来提示参数的当前有效值。

第二行显示水平量程上的时间分辨率，最高的时间分辨率为 $20\mu\text{s}/\text{点}$ 。这就意味示波器功能适用于频率最大为 25KHz 的信号。通常，它不能满足观察 Tx 电流下降边详细情况的需要。

第三行显示了垂直量程上的信号分辨率。显示的信号是单元内的 Rx 内部前置放大器主板处的输出，而不是 Rx 的输入。这样，可以容易地判断放大器是否饱和了。

如果在 2.2.3 章节中选择了 3D-3 或 3D-1 线圈，第四行则显示可以被选择的分量。如果选择 1D（高频或低频）线圈，这一行显示将是空白的。

在第五行显示的增益可以在 7 个步长内改变，总的增益将是箭头指示的增益的 52 倍。因而，如果一个信号被捕掠在屏幕上，则这个 Rx 输入信号等级可以通过信号振幅除以总的增益得到。

进入的信号将采样 15360 次。数据被临时存贮在内存里。根据选择的水平和垂直分辨率，在图形模式中，屏幕上会显示部分或整个曲线。

四个图形控制键， $\blacktriangleright\blacktriangleleft$ 、 $\blacktriangleleft\blacktriangleright$ 、 \blacktriangledown \blacktriangle ，用来改变水平和垂直量程。这些键 \blacktriangle 和 \blacktriangledown

的图形就可以解释自己的作用。垂直扩展或压缩以水平中化线为基准，而水平扩展或压缩以屏幕左边为基准。

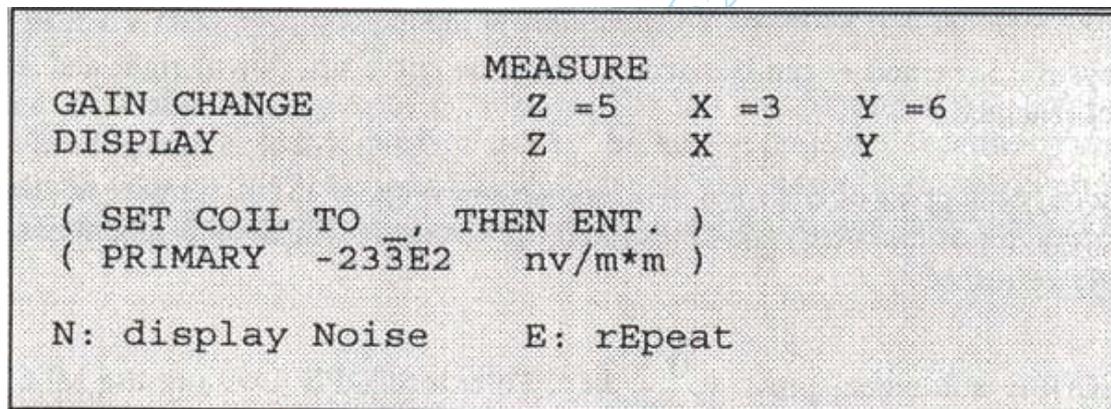
在曲线还没达到限制范围时，用四个箭头↑、↓、→和←上下左右移动曲线。

在图形模式中，每次按 ENT 键都将会开始一组新的 15360 次信号采样，内存中老的数据被改写，屏幕显示将被更新，如果 ENT 键被按住，显示将连续刷新。

按 0/OUT 键，返回示波器 (SCOPE) 子菜单，用 MM 键，退出示波器功能。

3、 获取和浏览数据

3.1 MEASURE (测量) 子菜单



测量子菜单

对于 3D-3 模式的 MEASURE 子菜单如上图所示。在 3D-1 或 1D 模式下，屏幕上看不到 X 和 Y。在 1D 模式下，会在第一对括弧号中显示提示句“SET COLL TO-, THEN ENT”以提示操作者所要测量的是哪一分量。在使用 3D 回路时，并不显示提示句。

如果选定的是 Z 分量，并且要测量的是一次场 (2.6)，显示完子菜单的头三行后的几秒钟内就会对一次场的 Z 分量进行记录，并将其数值显示在屏幕上。该增益设定不会影响一次场的测量。

该 GAIN CHANGE (增益改变) 行显示的是当前有效增益量。其大小也可改变，方法是将光标向上移到位，再用数字键 1-7 键入一个新的增益值。

DISPLAY (显示) 行显示的是在数据获取过程中所能查看到的有效分量。所选择的需查看分量的 20 个门的瞬时平均值将会在积分时间内并以图形方式进行更新、显示 (3.1.1)。

在 DISPLAY (显示) 行上的箭头指示的是在 COMPONENT (分量) 子菜单中所选的分量。只有所选分量的数据才会被记录。如果在 ADJUST (调节) (2.2.3)

下选择的是 3D-3 线圈，但在 COMPONENT (分量) (2.6) 中只选择了 Z 分量，尽管在积分时间内，对其 3 个分量都能进行查看，只有 Z 分量的数据被记录在内存中，其他分量的数据在测量后就丢失了。

为启动积分，可用 ENT 或者↓键以确认显示选择。Rx 会开始估算信号等级并对每一个积分门设定增益。屏幕上会显示出“INTEGRATOR GAIN RANGING, PLEASE WAIT” (积分器增益范围测量，请等待) 信息，并持续数秒。在积分过程开始后，屏幕上就会不断更新所需查看的分量的瞬时曲线。

如果在 ADJUST (调节) 下选择的 3D-3 或者是 3D-1 线圈，那么在 COMPONENT (分量) 下选择的所有分量都被测量。在完成规定数量的记录后，先前的测量站站号 (2.5) 和主菜单再次显示。这时 Rx 已准备好对下一个站的测量。

如果在 AJUST (调节) 下选择的是 1D 线圈，并且在 COMPONENT (分量) 下选择了不止一个分量，那么在完成第一个所选分量的规定数量的记录后，屏幕上会提示“SET COIL TO-, THEN ENT”(设定线圈到-, 然后确认)。现在调整线圈方向并按 ENT 键继续对同一个站的下一个分量进行测量。在对所选分量完成全部测量后，测量站的站号将递增，并显示主菜单。

当光标停留在 DISPLAY (显示) 行上时，可迅速激活两种功能：按 N 启动噪音显示功能，这同在 ADJUST (调节) 子菜单 (2.2.5) 情况一样；按 E 键启动测量程序。数据就会在最后一个测量站号下记录下来。

3.1.1 图形显示

积分过程中，所选分量的 20 个门的瞬时平均值是以图形方式显示的。各门的极性以“+”和“-”符号表示。其数值等于线图位置的 dB/dt，单位 nv/m²。一个典型的图表显示如图 5 所示。

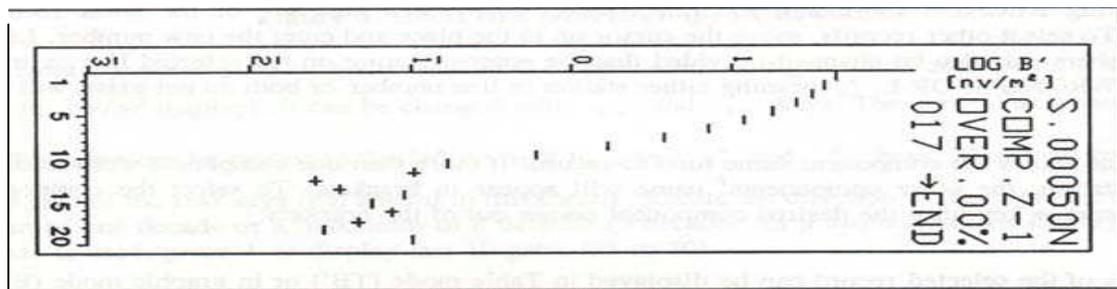


图 5 积分期间的衰变曲线

水平显示范围是依据信号等级的上限而自动选定的，能达到 5 个十位数组其量程可用▶◀和◀▶键进行改变。垂直轴线可显示 20 个门。曲线可以用▼或▲键向
▲ ▼
左或向右移动。实际键上右侧有一个小三角形 (在本手册中未表示出) 用来指示

曲线的移动方向。

测量站号、分量、过载信息百分比和总的剩余积分时间（以秒计）都会在积分过程中显示或者更新。

如果使用 3D-3 线圈，那么显示的分量就可用↑和↓键改变并在 3 个向量间循环。COMP 后的数字指示是当前正在，被测的记录。

3.2 回叫子菜单 RECALL

RECALL				
LINE	00100E			
STATION	00050N			
REC. NO.	0052			
COMPONENT	X (ZY)			
MODE	TB'	B'	ρ	$T\rho$
DELETE LAST REC.	Y / N			
ARE YOU SURE	Y / N			

回叫子菜单

当进入 RECALL（回叫）子菜单时，显示的是最新记录的线、站和记录数。要选择其它记录，则将光标移动到位，并输入新数字。如果在选择的线上输入的站号存在，那么线号和站号也可以改变，否则在屏幕上显示信息“WRONGS OR L”，这表示站号或者是线号不存在，或者是两者都不存在。

第四行显示的是该记录的分量名称。如果在同一个站中要记录的分量不止一个，则另一个分量的名称便出现在括号中。要选择括号中的分量，可按→键直到需要的分量从括号中出来。

所选记录的 dB/dt 值可以在表格模式下（TB'）显示，或者是在图形模式下（B'）显示。对于 Z 分量的视电阻率也可以在表格模式（T ρ ）和图形模式（ ρ ）下显示，给出是在 Tx 断开时间以内被测量的 20 个门。关于门如何移动至 Tx 接通时间的详细情况参见 2.2.7 章节。如果任一个门的测量是在 Tx 接通时间进行，并且试图显示 ρ ，那么屏幕上就会显示出错误信息“DELAY IMPROPER FOR ρ CALWLATION”（ ρ 计算延时错误）。出现这种情况时，按 ENT 键返回到 RECALL（回叫）子菜单。

不管是在表格模式还是在图形模式下，都可在内存中寻找线、站、记录和分量。在许多情况下，在显示模式下寻找它们要比在 RECALL（回叫）子菜单中更为方便。

在子菜单的最后两行可以删除最新的记录。如果对于最后的回答是“Y”，那么就会删除在最后测量中获得的所有记录。例如，如果在COMPONENT（分量）子菜单下选择的是Z和X，并且REC PER COMP=3，那么该删除将包括6条记录。

3.2.1 图形显示模式

所选记录的20（30）个门的值以图形方式显示出来，同时以“+”和“-”号来代表其极性。图6表示的是一个典型的电阻率曲线。B'的图形显示工作方式同上述一样，除非水平轴是LOGB'（ nv/m^2 ）而不是LOG ρ 。

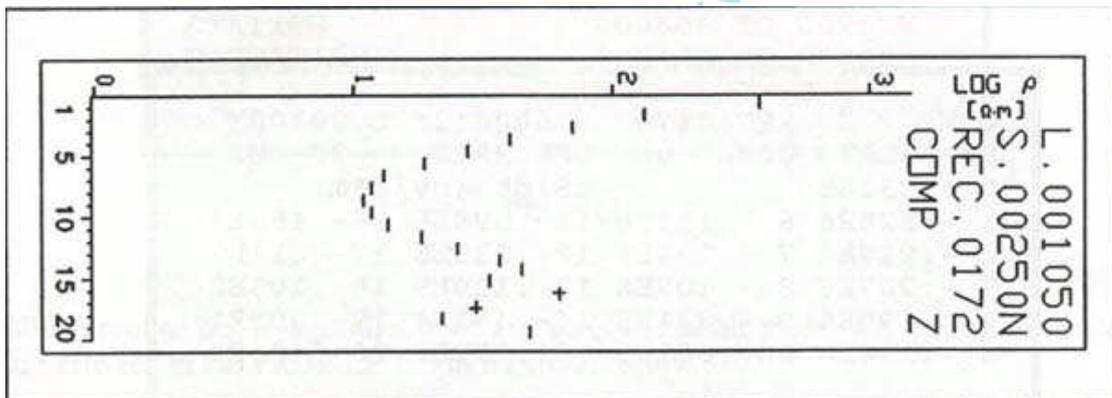


图6 回叫中的曲线显示（ ρ ）

水平轴的量程是依据信号等级的上限自动定出范围并显示3个刻度（对于 nv/m^2 显示为5个刻度）。其范围可用▶◀和◀▶键改变。纵轴表示20个门。其曲线可

用▲和▼键向左或向右移动。实际键的右侧有一小三角（在本册中没有标出）用来指示曲线的移动方向。最小范围为1个级次，最大为8个级次（对于 ρ 显示为5个级次）如果使用的是30个门的模式，按↓键以显示后10个门（门21到门30）。

线（L）、站（S）、记录号（REC）和分量（COMP）都显示在4个参数行上。可以在整个内存中搜索各项目。用←和→键来选择参数，同时可用↓和↑键向前或向后在内存中进行搜索。

LINE（线）:

当光标停在LINE（线）位置，按↓或者↑键，计算机就会在内存中向前（记录号增大）或向后寻找具有相同站号和分量名称，但被记录在不同的线上。首先找到的记录会在屏幕上显示出来。如果搜索失败，一条“COMBINATION DOES NOT EXTTS”（该组合不存在）的信息就会显示数秒钟，然后就会显示一个随机选择的记录。

STATION（站）:

站的搜索同线的搜索过程一样。搜索是沿新站中的当前线号进行，在新站上记录了同一个分量。

REC (记录号):

记录搜索总会成功的，当按↑和↓键时，前一个和下一个记录就会显示出来，即使该记录是一个空号。

COMP (分量):

分量搜索是寻找具有不同分量名称的下一个记录，不考虑线和站的号。

3.2.2 表格显示模式

在该模式下所选记录的 20 个门的 B' 和 ρ 值以及相关信息以表格形式显示出来，如下图所示。

COMP	Z	REC.0170	S.000012	L.00300N
Rx DELAY	0008	us	REP.RATE	30 HZ
0	+.831E5		dB/dt (nv/m*m)	
1	-.228E6	6	-.153E6	11-.398E5 16-.456E3
2	-.217E6	7	-.131E6	12-.235E5 17-.811E2
3	-.207E6	8	-.107E6	13-.120E5 18-.103E2
4	-.190E6	9	-.831E5	14-.453E4 19-.209E1
5	-.174E6	10	-.601E5	15-.177E4 20-.488E0

回叫中的表格显示

第一行显示的是分量、记录站号和线号。这些参数也可按图形显示模式下以完全相同的方法，在内存中进行查找 (3.2.1)。

第二行显示的是 Rx 延迟时间和重复频率。该重复频率是同主板上的 50/60Hz 开关的当前设定相关 (1.3)。例如，如果测量是在重复频率为 25Hz (50/60 开关在 50 位置)，但如果回叫时是在 60 位置上，重复频率值就是 30 Hz 而不是 25 Hz。

如果一次场值被测量，而且显示的量是 B'，则第三行的前半部分显示的是一次场的数值。否则前半部分为空。在该行的后半部分显示的是 dB/dt (nv/m^2) 或 ρ ($\Omega\cdot\text{m}$)。

(屏幕的其他部分以 4 栏显示 20 个门的值，各栏左侧的整数表示的是门号，其值以正负符号开始，然后是小数点和 3 位数的数字，再以后是 10 的幂次。例如，+288E6 表示的是 +228000，而 -0488E0 表示的是 -0.488。如果使用的是 30 个门的模式，按↓键可显示后面的 10 个门 (从 21-30)。

3.3 PROFILE (剖面) 子菜单

PROFILE (剖面) 通常在图形模式下最多显示 3 个门的分布。

在 PROFILE (剖面) 子菜单下所选分布图的各个参数如下图所示。

PROFILE	
LINE	00100N
COMP.	Z (XY)
REP. RATE	285 (→ FOR NEXT)
STATION	00050E TO 00250E
D. STATION	00040E TO 00260E
STN. FILE	35←36←37 38
GATE	3 6 9

剖面

LINE (线):

最近使用的线号自动出现在该行中。也可输入新的线号。如果输入的线号并不存在, 就会出现一条 “WRONG ENTRX “(输入错误) 信息。

COMP (分量):

该行显示特定线上的有效分量。如果有效分量不止一个, 其他分量就会在括号中显示出来。要选择一个在括号中的分量, 就要按→键直到该分量出现在左边, 然后按 ENT 键或↓键进行确认。

REP RATE (重复频率):

在线和分量选定以后, 所能得到的最高的重复频率就会显示出来。如果对于该分量在此线中所用的重复频率不止一个, 屏幕上的括号中就会出现一个提示信息→ “FOR NEXT” (下一个)。用→键就可搜录一下有效的重复频率, 当所需要的重复频率出现时, 用 ENT 键或↓键进行确认。

STATION (站):

该行为信息行, 显示的是所选定的线, 分量和重复频率下的两端站号, 光标无法移至该行。

D. STATION (显示站):

该行表示的是被显示的剖面图部分的开始和结束站号。这些站号可以通过键入新的站号进行更改。

SIN FILE (站文件):

站文件是一个包含有满足于上述所选参数的数据记录的文件。最高

可显示所选的 6 个站文件号。如果站文件超过 6 个，仅最后 6 个显示在屏幕上。为了选择文件，可将光标移至文件号处，按 ENT。箭头指向文件号，确认选择。

可以选所有的被显示出来的站文件。要结束选项，可按↓键。

GATE (门):

最高可同时显示三个门的剖面。门号必须在 1-20 的范围内。门 3、6、9 是缺省选项，但是可以键入新的门号进行更改。要清除已在屏幕上显示过的门号可将光标移到位，在键入一个除 1-20 为的任意数字即可。该门就会在图形剖面显示开始之前就从屏幕上删除。要开始图形显示，可按↓键。注意，即使是选择了 30 个门，它也只显示前 20 个门。

图 7 是典型的剖面曲线显示。

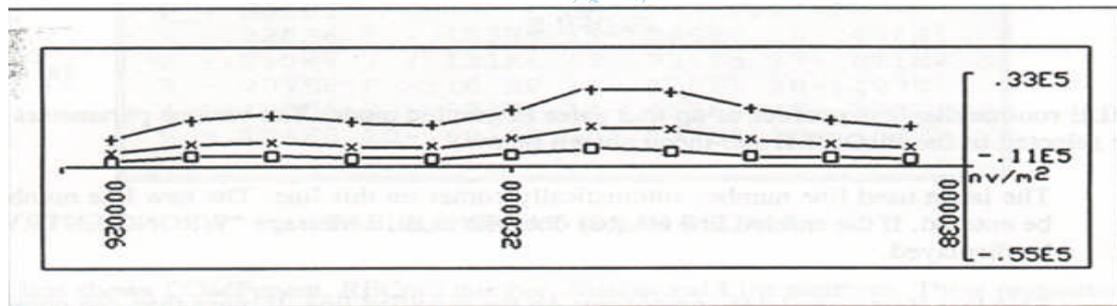


图 7 曲线剖面显示

水平轴代表的是测量线，数字是两个终端站和一个位于中间的站号。在屏幕右侧的纵轴代表的是现场的波幅，单位是 nv/m^2 。至多可显示 3 个门。第一个选择的门以“+”号代表，第二个以“X”代表，而第三个以“i”号表示。

共有 4 个图形控制键▲、▼、▶◀、◀▶可以用来改变纵轴和横轴的量程。四个箭头键即“↑”、“↓”、“←”、“→”可以将分布图上移、下移、左移和右移。“0/OUT”键可用来退出图形显示模式，并返回到 PROFILE (剖面图) 子菜单。要返回到 MAN 菜单 (主菜单)，使用 MM 键。在剖面分布图显示模式下，其它各键并不起作用。

4、 测量数据管理

4.1 文件目录

内存中的每一个数据文件包括一个带头记录和一个数据记录号。带头包括有在 HEADER 子菜单输入的所有信息，加上在 ADJUST (调节) 子菜单中输入的同步模式和 Rx 线圈面积。如果在操作过程中，该信息有任何改变，当前打开的文件就会关闭，同时生成新的标题，并打开一个新的文件以替换数据记录。总的文

件数量限制在 99 个内。在第 99 个文件使用过后，文件号从 1 开始重新编排，而旧文件被重写。

文件目录提供的是在内存中存贮的文件中有限的一些信息。可以列出最近的 6 个文件，包括其文件号、数据、开始和结束记录号。“↓”和“↑”键的功能同 PAGE UP（上翻页）和 PAGE DOWN（下翻页）键一样，可以浏览新的或旧的文件，ENT 和 MM 键用来退出文件目录并返回到主菜单，在文件目录下，其他键不起作用。

FILE DIRECTORY		
FILE	DATE	REC.
09	4 / 2	1461-1475
08	4 / 2	1411-1460
07	2 / 2	1315-1410
06	24 / 1	1105-1314
05	23 / 1	0875-1104
04	23 / 1	0677-0874

文件目录

4.2 转储数据到主机

DUMP(转储)是一个公用程序，用来将 Rx 存储器上的数据文件经标准的 RS-232 接口拷贝到主机上。

大多数的 PC 型计算机都配置有 RS-232 接口，用来同 Rx 进行通信。这里假定使用的是 IBM PC 型计算机，或者是 MS-DOS 或者是 PC-DOS 操作系统能兼容的机型，并且装有 GEONICS LTD 公司提供的称之为 PROTEM 的公用程序。

Rx RS-232 接口设置成为一个 DCE（数据传输设备）接口，而主机的 RS-232 接口只能设置为 DTE（数据终端设备）接口，通常均如此设置。如果不是如此，可以使用一个连接器将通信电缆上的针 2 和针 3 跨接起来。

用提供的转储电缆将 Rx 同主机连接好，如果需要的话，可以使用一个 25 针到 9 针的适配器或公用转换器。

主机的准备，按下列步骤进行：启动 PROTEM 程序，选择“R”选项，按 ENTER 键，键入存储 Rx 数据的文件名，再按 ENTER 键。按“D”以指定 PROTEM DIGITAL PROTEM 数字接收器。这时主机已经准备好通过 RS-232 接口接收 Rx 的数据。

DUMP	
FILE	22 TO 22
RUN "PROTEM" ON PC FIRST. WHEN PC PROMPTS, PRESS ENT TO START DUMPING.	
EXISTING FILES	18-02

转存子目录

在 Rx 这一侧，进入到 DUMP 子菜单，键入开始和结束的文件号，然后再按 ENT 键。

当拷贝完成之后，Rx 将发出嘟嘟声并在屏幕上显示出主菜单画面。

在屏幕的最后一行显示的是已有文件的开始和结束的文件号，开始文件号可以比结束文件号大。例如，在最后一行显示的文件号是 18-02，那么存在的文件实际上是 1-2 和 18-99。

不拷贝文件，返回主菜单，可按“↑”键或者是 MM 键。

注意：对于 20 或 30 个门文件，接收器也必须是对应的 20 个或 30 个门模式。

5、 现场故障处理

5.1 常规检查

故障发生时，应进行下列各项检查。

LID: 各接线口是否连接正确，接线口上是否有水，雪或者碎屑。

BATTERY (电池):

安装是否到位和牢固，负载时 (RX 为开) 电压范围是否在 11.5-13.5V 之内。

INTERNAL (内部):

各板完全牢固地插在接口上，电源切断器打开 (1-3) 没有松动的部件和断开的导线。

PARAMETER SETTINGS (参数设定):

复位 Rx 在 ADJUST 和 HEAD 模式下重新选择或重新输入所有参数，尽管这些参数看起来没问题。然后进行 AUTO CALL (自动校准) 过程，对整个单元进行校准 (2.3.2)。

5.2 电源故障:

参见 5.1 章节。应特别检查电源开关，电池，内部电源断路器，以及安装在电源壳和电池壳之间的电源板。

5.3 无显示

参见 5.1 章节，检查哪些与显示功能有关的电源板，计算机系统，数字板和模拟板 ANA-1 是否安装正确。

显示对比度调节参见 1.4.1 章节。

5.4 校准故障:

如果所选的为 3D-3 回路，必须确认机箱内的 PRE-2、PRE-3 和 ANA-3 板是否正确插放到位。

Rx 复位并重新进行 AUTO CALL (2.3.2)。如果再次失败，则在 ADJUST 模式下 (2.2.9)、时间常数=DC 时，使用 CALL CHECKC 校准检查来发现是哪一门或分量出现异常，并且是否需要进行补偿或者是纠正。

5.5 调节晶体的难点

Rx 和 Tx 在装这之前已被调好，当时，Rx 的内部计算机已精确的调谐 Rx 晶振与 Tx 晶振相一致，正常情况下大约需 1 分钟，如果两个之间调谐大于 3 分钟，则检查：

如果 Rx 和 Tx 需预热至少不小于 30 分钟，Rx 必须在 CRYSTAL 即晶振模式下 30 分钟。

如果 Tx 和 Rx 受到强烈的震动，这种偶然的情况使晶体偏移出了调节范围。要使晶体再次变得稳定有可能需要一天多的时间。

在调节频率开始以后一分钟，屏幕仍然显示“DF》X.XHz”就要考虑手动调节 Rx 内的晶体。将 Rx 从箱体中拿出，用一字改锥转动底边的螺杆（见图 6）

手动调节 Rx 晶振应在 Rx 和 Tx 晶体预热 40 分钟或更长的时间后进行，将 Rx 和 Tx 设置相同的重复频率并且将同步电缆正确地连好，执行“ADJUST FREQUENCY”。慢慢地旋转 Rx 晶振调整螺杆，找到使其 $DF < 0.1\text{Hz}$ 的位置。瞬间计算机就可完成。它通过改变电压值，使 Rx 和 Tx 晶振偏移达到 $DF < 0.0003\text{Hz}$ ，新频率的稳定时可能比通常情况长几分钟。无论如何，计算机在调节 10 分钟后失败，那么两个晶体中的一个可能受到了强烈振动。从而变成不太稳定。从受到强烈振动到晶体恢复到稳定的频率，有可能需要一天多的时间。

如果屏幕上显示“CABLE?”“请检查 Rx 和 Tx 之间同步电缆的连接情况。”

5.6 同步失败

同步或晶振偏移可在测试的子菜单 (2.3.5) 中检测，如果在 5 个小时之内，偏移大于 $\pm 20 \mu\text{s}$ 。就认为同步失败。当出现这种情况时，检查：

是否 Tx 或 Rx 受到强烈震动（可参照 5.5 节）
是否 Tx 和 Rx 在晶振同步调节之间预热小于 30 分钟
同步之后又动了电源开关，直流开关或频率开关
或是 Rx 或 Tx 出现过电源瞬间丢失。
上述新涉及的情况在使用中应当避免。

5.7 灯闪烁/显示幕闪烁:

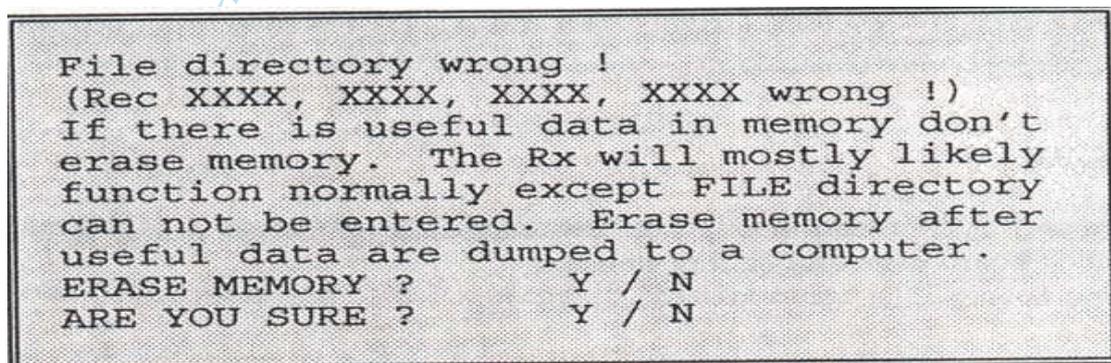
当电池电压低于 9.7V 左右，一个保护电路开关就会断开 Rx 并闪烁灯以示警告。只要 Rx 关闭，电池电压就可能恢复到大于 10.5V。如果在前面仪表上的电源开关依旧为开，该保护电路就可能解除其控制，并且 Rx 又可以打开，依据电池本身的状况不同，该循环过程可快可慢，这样会引起显示闪烁。

当这种情况发生时，关闭 Rx，对电池充电或更换电池后再启动。那些已记录在内存中的数据将保持不变。但如果在 CRYSTAL 模式下工作，同步将丧失。

5.8 失灵:

计算机有时会在无明确原因的情况下停机或挂起。如果发生了任何失灵的情况，同时按 MM 键，使 Rx 复位，应该能恢复其正常功能。如果问题依然存在，关闭 Rx，进行常规检查（5.1）再试。

5.9 内存故障:



计算机上有一个很小的可充电的备用电池，用来支持内存存贮各种参数和数字记录。如果 Rx 并未超时使用，该备用电池可能会完全放电，导致内存故障（丢失数据）。在一些极端状况下，也会引起内存故障，比如恶劣的温度或者 Rx 处于高强度的瞬时电磁场附近。

每次 Rx 启动或者在输入文件目录后，内部计算机就会检查内存目录。如果计算机检测出任何一个超出范围的重要参数，或者是记录在内存中的任何数据的格式不对，计算机都会在显示屏上显示如上图所示的出错信息。这种情况发生时，如果内存中有有用的数据，而且主机可用，首先将数据转储到主机上，在后两行选

择“Y”选项以清除内存。该操作会清除内存中所有数据记录。在内存初始化后,复位Rx,在ADJUST HEADER STATION COMPONENT下设定所有参数,然后运行AUTO CALL(2.3.2)以确认Rx能否正常工作。

如果主机不可用,用MM键退出显示,设定参数并运行AUTO CALL然后开始测量。Rx应该能正常工作,除非无法进入文件目录,只有在将所有有用的数据存贮在主机上之后,才能对内存进行初始化操作。

第一行显示的是内存出错位置。错误可能在文件目录区(“文件目录错”会显示出来),或者是在数据存贮区(回显示”记录XXXXXXXXX、XXXXX、XXXXXXXXXX、XXXXXX、错“)。

北京欧华联科技有限责任公司



北京欧华联科技有限责任公司
Beijing Ouhualian Science & Technology Ltd.

6.1 PROTEM 数字接收器的门位置—20 门模式

(从下降边末端起 μs)

	<--- 285/237.5 Hz --->			<--- 75/62.5 Hz --->			<--- 30/25 Hz --->		
gate	start	center	width	start	center	width	start	center	width
1	6.000	6.813	1.625	32.00	35.25	6.500	80.00	88.13	16.25
2	7.625	8.688	2.125	38.50	42.75	8.500	96.25	106.9	21.25
3	9.750	11.13	2.750	47.00	52.50	11.00	117.5	131.3	27.50
4	12.50	14.19	3.375	58.00	64.75	13.50	145.0	161.9	33.75
5	15.88	18.07	4.375	71.50	80.25	17.50	178.8	200.6	43.75
6	20.25	23.06	5.625	89.00	100.3	22.50	222.5	250.6	56.25
7	25.88	29.44	7.125	111.5	125.8	28.50	278.8	314.4	71.25
8	33.00	37.56	9.125	140.0	158.3	36.50	350.0	395.6	91.25
9	42.13	47.94	11.63	176.5	199.8	46.50	441.3	499.4	116.3
10	53.75	61.13	14.75	223.0	252.5	59.00	557.5	631.3	147.5
11	68.50	77.94	18.88	282.0	319.8	75.50	705.0	799.4	188.8
12	87.38	99.38	24.00	357.5	405.5	96.00	893.8	1014	240.0
13	111.4	126.7	30.63	453.5	514.8	122.5	1134	1287	306.3
14	151.7**	166.4	29.38	576.0	654.3	156.5	1440	1636	391.3
15	181.1	206.0	49.88	732.5	832.3	199.5	1831	2081	498.8
16	231.0	262.8	63.63	932.0	1059	254.5	2330	2648	636.3
17	294.6	335.2	81.25	1187	1349	325.0	2966	3373	812.5
18	375.9	427.7	103.6	1512	1719	414.5	3779	4297	1036
19	479.5	545.6	132.1	1926	2190	528.5	4815	5475	1321
20	611.6	695.9	168.5	2455	2792	674.0	6136	6978	1685
21*	780.1			3129			7821		

* 门末端

** 在 13 门和 14 门之间在 μ 频率上有 $9.7\mu\text{s}$ 间隔。这个表应用于同步模式，而不管是 TEM37 (67)，TEM47 还是 TEM57 (MK-2) 的发射机，其前提是在带头 (2.4) 中选择正确的 Tx 模式。

7.5/6.25 和 0.75/0.625Hz 成比例。

3/2.5 和 0.3/0.25Hz 与 30/25Hz 成比例。



北京欧华联科技有限责任公司
Beijing Ouhualian Science & Technology Ltd.

6.2 PROTEM 数字接收器——30 门模式

gate	<---- 30/25 Hz ---->			<--- 7.5/62.5 Hz --->			<---- 3/2.5 Hz ---->		
	start	center	width	start	center	width	start	center	width
1	5.800	6.800	2.000	32.00	36.00	8.000	80.00	90.00	20.00
2	7.800	9.110	2.625	40.00	45.25	10.50	100.0	113.1	26.25
3	10.40	12.00	3.250	50.50	57.00	13.00	126.3	142.5	32.50
4	13.70	15.90	4.375	63.50	72.25	17.50	158.8	180.6	43.75
5	18.00	20.80	5.500	81.00	92.00	22.00	202.5	230.0	55.00
6	23.50	27.00	7.000	103.0	117.0	28.00	257.5	292.5	70.00
7	30.50	34.80	8.500	131.0	148.0	34.00	327.5	370.0	85.00
8	39.00	44.40	10.75	165.0	186.5	43.00	412.5	466.3	107.5
9	49.80	56.30	13.00	208.0	234.0	52.00	520.0	585.0	130.0
10	62.80	70.30	15.00	260.0	290.0	60.00	650.0	725.0	150.0
11	77.80	85.90	16.25	320.0	352.5	65.00	800.0	881.3	162.5
12	94.10	104.7	21.25	385.0	427.5	85.00	963.0	1069	212.5
13	115.3	129.1	27.50	470.0	525.0	110.0	1175	1313	275.0
14	142.8	159.7	33.75	580.0	647.5	135.0	1450	1619	337.5
15	176.6	198.4	43.75	715.0	802.5	175.0	1788	2006	437.5
16	220.3	248.6	56.25	890.0	1002.5	225.0	2225	2506	562.5
17	276.6	312.3	71.25	1115	1257.5	285.0	2790	3144	712.5
18	347.8	393.5	91.25	1400	1582.5	365.0	3500	3957	912.5
19	439.0	497.1	116.2	1765	1997.5	465.0	4413	4994	1162
20	555.3	629.0	147.5	2230	2525.0	590.0	5575	6313	1475
21	702.8	797.3	188.7	2820	3197.5	755.0	7050	7994	1887
22	891.5	1012	240.0	3575	4055.0	960.0	8940	10138	2400
23	1131	1285	306.2	4535	5147.5	1225	11338	12870	3062
24	1438	1634	391.2	5760	6542.5	1565	14400	16350	3913
25	1829	2079	498.7	7325	8322.5	1995	18310	20806	4987
26	2328	2645	636.2	9320	10592	2545	23300	26475	6363
27	2964	3370	812.5	11865	13490	3250	29663	33725	8125
28	3776	4295	1036	15115	17187	4145	37800	42975	10362
29	4813	5473	1321	19260	21902	5285	48150	54750	13212
30	6134	6978	1685	24545	27915	6740	61360	69800	16850
	7819			31285			78200		

0.75/0.624Hz 与 7.5/6.25Hz 成比例,
0.3/0.25Hz 与 3/2.5Hz 成比例。

D) 电瓶充电

1. 接收机电瓶

此电瓶可用接收机电瓶充电器(9)为其充电。根据经验,充电时间近似于两倍使用的时间,在现场,发电机的输出可做为充电器的输入电源给备用的电瓶充电。充电器加电源之前先将充电器与电瓶连好

2. 接收机外接电瓶

在同步没有失败的情况下,接收机上的“ENT.BATT”可接收接电源(有专用的接外接电瓶的电缆)连接新电瓶到接收机代替原使用的电瓶

3. 发射机电瓶

一组备用的发射机电瓶组可用于 TEM57 发射机电源。充足电的电瓶使用时间近似等于:

$h \approx 30/I$ 其中 h 是电瓶连续使用的时间(单位为小时)

I 是发射机的输出电流(单位为安培)

将电瓶的充电输入连到充电器上。电瓶充满电约需 12 到 14 个小时。在充电器插交流电源之前必须先将充电器和电瓶连好。

4. 电瓶维护

发射机使用的电瓶是铅/凝胶型的,这种电瓶工作原理与铅酸电瓶相同。凝胶代替酸,而且电瓶是密封的,因此,它可以由邮局、航空、船运等形式运输。铅/凝胶电瓶可充电几百次,如果每次充电之前你仅消耗电瓶总容量的一小部分。其充电次数还可增加。

在+20° C 条件下,保存充满电的电瓶的电量每日将减少 2-3%。

防止深度放电

它不像一般的铅蓄电池,铅/凝胶电瓶不可过度放电。如果电瓶与负载要保持长时间的连接,那么就要有深放电保护以保证不损坏电瓶,而能继续充电。若深放电 30 天后,电瓶要保证充足 48 个小时。在没充电的情况下,电瓶存放时间不应超过 30 天。

充电之后,电瓶将会损失点容量,但不会超过原容量的 25%,为恢复损失的容量,应通过一系列的充放电循环过程。

存储条件:

电瓶要在充满电的情况下保存,使用后,电瓶要保持充电状态直到下次使用。如果不可能保持充电。也应充满电后存储在+20° C 的环境下,并且不能超过 6 个月就应充电。在高温下存放,充电周期要短,在低温下存放就可适当长些。由于电解液的特殊重力作用在充电阶段要下降,并引起冷冻点上升,

所以只有充满电的电瓶才能保存在很低的温度下，充满电后存放，对电瓶的寿命和循环电阻有积极的影响。自放电不允许低于满容量的 50%。

电瓶要存放在高燥的地方。

E) . 采集勘测数据:

章节:

- 1 介绍包括如何获得最佳数据质量与勘测效率的各种因素
- 2 涉及估计信号电瓶和勘测噪音而设置适当的接收机增益
- 3 涉及 Rx 接收机的增益调整和信号的求平均值
- 4 选择重复频率
- 5 描述你如何自动地将后来重复测量的数据进行比较并选择求平均值
- 6 确立系统执行标定检测的步骤
- 7 定义系统极性的惯例以及描述你如何检测和如何改变极性

1、 信噪比和观测效率

以最可能高的信噪比 (SNR) 采集数据应当是每项调查所追求的目标。因为信噪比的增加能对地下特征物的位置、形状和特性给出更详细和更精确的判断。

然而观测效率也是我们追求的目标，因为对任何调查而言时间和经费都是有限的。

观测信号电平的大小与下列因素有关:

- 调查区地下的电导率值
- Tx 发射回线的面积，匝数和电流值 (也即偶极矩)
- Rx 接收器增益的设置。

观测的噪声可能与下列因素有关:

- 来自于未知金属物体的、可重复观测到的响应
- 周期性的环境噪声
- 随机环境噪声

来自于未知的金属体的响应，例如，雷达警戒网，轨道，电网，埋伏的金属体等等，总应该记在我们脑海之中。如果这些物体是可见的，我们的观测装置就应当远离它们，使其响应变得可以忽略。离开的远近，基于经验和严密的实验。

典型的周期性环境噪声主要是人为的电气网络和电气设备。电网形成的噪声可用

正确的设置 50Hz 或 60Hz 的抑制开关 (D.2.1) 和应用最佳 Rx 增益 (4.2) 使其降至最小。

随机噪声主要来自雷电放电, 它可在大气层中产生电磁 (EM) 噪声, 所谓“球面波”。球面波具有广阔的频谱并可传播很长的距离。在这种电磁活动平静的时间, 例如早晨, 进行观测, 则有助于降低这种噪声。在高温时节, 球面波活动强烈, 并经常出现在夏季的下午。

随着对所采集信号样品数的增加并对其进行平均后, 噪声便跟着降低。信噪比大致与样品总数的平方根成正比。

无论如何, 在接近于发达地区时, 周期性噪声和随机噪声总是较高的。这些噪声源包括无线电和电视发射装置。用降低 Rx 接收机的增益和增加样品的采集次数, 总是可以降低随机噪声的。

在进行工作设计和设置系统控制时, 在适当考虑生产效率的同时总是要考虑如何获得最大信号和最大量的样品数。

2、 调整接收机的增益

如果 Rx 增益设置的太低, 那就会导致所观测的有效信号幅值太小, 使观测精度变差。

如果 Rx 增益设置的太高, 则可能:

- 导致环境噪声 (特别是周期性噪声) 太大, 使得 Rx 进入了非线性区, 因而测量的是畸变信号。
- 大的有效信号导致 Rx 饱和

记住, Rx 测到的环境噪声往往要比来自地下的感应涡流所产生的微弱有效信号大的多。这样, 就要分两步设置 Rx 的增益:

第一步, 开闭 Tx 发射机, 这样就没有来自地下涡流所产生的信号了, 而测量到的仅是环境噪声。此时, 确定最大增益设置, 其原则是在此噪声水平下 Rx 仍能在线性区内工作, 而不致于使 Rx 进入饱和状态。如果 Rx 进入饱和状态, 将引起信号的严重畸变, 并增大噪声。

这种最大增益设置可应用在任何情况下, 它叫作“噪声饱和”增益。由于对所有的门噪声电平通常是相同的, 所以对所有的门增益设置也是一致的。

然而, 当打开 Tx 发射机时, 地下感应涡流所产生的信号有时也会大到足以使 Rx 接收机超载 (特别是在低噪声环境下, “噪声饱和”增益可能设置的很高)。因此, 第二步是进一步降低 Rx 的增益, 以防止信号饱和。

信号饱和增益可以与“噪声饱和”增益相同(如果信号非常小的话),但它不能大于“噪声饱和”增益,因为这样噪声会导致 Rx 超载,使测量精度降低。注意,由于信号电平从一个门到另一个门是变化的,则“信号饱和”增益从一个门到另一个门也必须是变化的,但它不能大于“噪声饱和”增益。

在时间域电磁法测量当中,不正确的设置 Rx 增益是最普遍的错误。特别是,在操作员观测晚期门时,由于信号电平变的很平,很低,往往不自觉地吧增益值加大到“噪声饱和”增益之上,以更便于观测信号。这样,就会使噪声过载,引起信号严重畸变。

在增益选择一节中(C.2.2.4),位置 1 是增益最低的位置。下一个较高位置则为双倍增益。依次,增益位置直到 7,则增益从位置 1 到位置 7 增大了 64 倍。

3、 增益设置和求均值

对于时间域系统的操作员来说,选择 Rx 接收机的增益是一项最重要的,而又十分苛刻的任务。某些因素将响应增益的选择,其中最重要的有信号幅度和其衰减特征以及工作区内电磁干扰情况。下面一节将描述选择 Rx 接收机增益和测量间隔(求均值)的某些准则。本节是对 C.2.2.5, C.2.7 和 C3.1 节的补充。

3.1 输出饱和(信号饱和)

设置接收机增益最简单的准则是,输出不能使接收机达到饱和状态。由于数据输出由输入信号幅度(nv/m^2)确定,所以指示的饱和电平则与所使用的接收线圈和增益设置有关。

下表给出了饱和电平。该表以不同增益(N)下的输入信号幅度(nv/m^2)和接收线圈有效面积为参数。

接收机增益 (N)	接收线圈有效面积		
	31.4m ² (HF)	100m ² (LF)	200m ² (3D-3 3D-1)
	V(nV/m ²)	V(nV/m ²)	V(nV/m ²)
1	3,670,000	1,150,000	577,000
2	1,840,000	577,000	288,000
3	920,000	288,000	144,000
4	460,000	144,000	72,000
5	230,000	72,000	36,000
6	115,000	36,000	18,000
7	57,500	18,000	9,000

然而，有可能早期门饱和了，但仍可应用晚期门。由于饱和之后的一个或二个门受影响，所以饱和后的前两个门是无效值。

在信号初始幅度很大而又衰减很快的时（如高阻层之上为低阻层）会出现上述情况。在这种情况下，我们可应用两个增益设置：对早期门应用低增益，而对于晚期门应用高增益，然而在归一化为共同的增益（通常用低增益值倍增法设定高增益，因子为2）。

3.2 输出线性

选择 Rx 接收机增益值的第二个准则是，随着增益的变化输出要保持线性。方法是：先用增益 5 测量输出，然后再把增益提高至 6，重复测量。检查晚期几个门的输出值是否接近一致（由于噪声的关系，第二次读数可能有所不同）。如果这些值是大致相同的，再把增益提高至 7，再重复测量。如果在这些点上，晚期门的信号幅度强烈的变化，便说明增益太高了。在这种情况下，增益 7 不能用。初始设置规则是，增益必须按因子 2 增加。应用最高的增益设置仍能保持线性，则表明在此增益下，其他准则是满足的。（对于各门而言， $20\text{nv}/\text{m}^2$ 的信号电平是合适的）。

3.3 噪声饱和

选择 Rx 接收机增益的第三个准则是，在晚期门组上的噪声电平不应超过 $\pm 5\text{nv}/\text{m}^2$ 。为了检查此准则，要在关断发射机的情况下，在接收机特定的增益下进行 3 到 4 套测量，并把这些测量套之间的最后五个门的读数做比较。如果噪声值高于 $\pm 5\text{nv}/\text{m}^2$ ，那么就要降低接收机增益。

3.4 求均值长度（积分时间）

为了从信号中剔除噪声，要对信号求均值，也即要对几百个到几千个瞬变信号进行叠加。一般而言，对越多的信号求均值，其信噪比便越高。所要求的求均值时间，则与外部的噪声电平，系统的重复频率和响应信号有关。对 30Hz 的发射频率而言，在低的外部噪声条件下，可以应用较短的 8-15（秒）的积分时间设置，而对于较低的发射频率和高的外部噪声条件下，应该应用较长的，30-60（秒）的积分时间设置。你也可以应用多重设置以额外增加平均时间，如 C.2.6 节所述。

4、选择 PREQ（重复频率）

地下电导率影响信号脉冲的幅度，形状和延续时间。如果地下是低电导率的，则脉冲的初始幅度小，衰减快，很快就没有可测量到的信号了。相反，如果地下是高电导率的，则脉冲的初始幅度大，衰减将维持较长的时间。由于瞬变场的延续时间的宽窄变化很大，所以要应用不同的重复频率。四种设置可使测量周期从 8ms 到 330ms，接近三个量级。随着测量周期的扩展，信噪比跟着降低，因为在一定的叠加时间内（典型的是 15 秒），随着重复频率的降低被平均的瞬变场样品

数也减少了。

由于在同一调查区内，地下电导率可以变化很大，所以你要经常地检视所观测的瞬变场数据，如果必要的话，你应该调正频率以保证测量周期能够覆盖瞬变场脉冲的延续时间，这样也能维持高的信噪比。系统频率列表在 D.1.3 节之中。

在一般情况下，均有频率 H 设置进行初始测量，H 设置可提供 8ms 的最短测量周期。对于那些延续时间大大小于 8ms 的瞬变场可以应用这种 PREQ 设置，因为在 8ms 之后已经没有可测量的信号了。

用 FREQ 设置在 M 位置进行测量时，将：

- 由于在大多数门内没有瞬变场信号，而浪费时间。
- 由于在 M 位置上早期门的宽度比 H 位置大 4 倍，所以降低了瞬变场的时间分辨率。
- 如前述，导致信噪比下降。

然而，假设瞬变场存在时间有 8ms，也就是说，如果频率设置在 H 位置的话，它超出了测量周期的末端。从图 10 可见，除了测量周期内我们测量到的瞬变响应之外，在 Tx 发射线圈打开的瞬时还有来自于地下的附加瞬变响应。这种更早的瞬变响应可以延续到接近于测量周期开始的时候。

当瞬变测量接近于测量周期末端时，这种更早的瞬变响应影响增强了，并导致所要观测的瞬变场信号显著降低（因为早期瞬变响应与瞬变场信号反向）。在早期阶段观测的瞬变场是精确的，但是在观测周期的末端所观测的瞬变场就逐渐变得很小。这个问题，所谓的 Tx 发射系统启动效应，可用增加观测周期的长度，也即用降低重复频率的方法来解决。

这样，为了精确地测量，前面所谈的 8ms 测量周期的晚期瞬变场，则需要用重复频率 M 的位置进行第二次观测。先前的在 H 位置上的测量，甚至周期在 30ms 时瞬变场仍然较强，那么可以换另外一种测量设置，即使用重复频率 L 位置。然而随着重复频率的降低，信噪比将逐渐变差。

商用反演程序，像 TEMIXGL 可应用于所有的数据处理。

5、 调整每次测量的记录

每次执行测量（MEASURE）程序时，PROTEM 系统便进行采样，计算和存储所测量的数据套，此数据套是由 rec.percomp.场所指定的，在 COMPONENT 程序演示之中。

在 C.2.6 节描述了 COMPONENT 程序的执行。

每次重复测量均做为一个分离数据记录被存储。在同一个测点上，同一个分量的

分离数据记录，在它们被拷贝到计算机之后随之便做分析（也即平均），这在 C.4.2 节做了描述。

这种自动的，重复测量的特点可以替代更长积分时间的设置。由于对每个短的数据套都可检验其噪声，所以采集几个短的数据套，而不是一个长的数据套，往往更为有效。某些噪声可用编辑手段加以激发。编辑过的几个数据套之平均值可以比一个长的数据套具有更好的信噪比。

对于宽频带的瞬变场数据，编辑重复测量工作特别有效，此时噪声趋于变尖，因而易于识别和剔除。

在有效信号很低或噪声很高的情况下，也可以采集一些长的数据套。

6、 标定检测

每天要检测 Rx 接收机的内部标定，特别是每个调查项目开始的时候（C.2.3）。

要对整个系统进行检测，以确保系统（也即增益、同步和 Tx 发射电流）是正确无误的。依赖于对调查结果绝对精度的要求，你可以经常的，例如每天一次，对系统进行检测标定。

6.1 用测试线圈对系统进行标定检测

选择一个测试线圈实行系统的标定检测，对执行系统标定检测，仪器通常用的工作方式（用 $40 \times 40\text{m}$ 发射线圈，频率 30Hz）发射机电流在 10A 到 20A 之间，接收线圈在发射回路的中心位置。把测试线圈放到接收线圈的支架上，并保持测试线圈的轴与接收线圈的轴一致。

执行 MEASURE 测量程序。测量的结果，门值代表测试线圈和背景响应的总和，这是第一套数据。移开测试线圈距发射线圈和发射线至少 10 米远的地方。再次执行 MEASURE 程序，多记录些第二套数据，这些数据代表了背景响应。

第一套数据减去第二套数据，差值就是标定值。把此值与下表所列的标准值进行比较

Gate	nV/m ²	Gate	nV/m ²	Gate	NnV/m ²	Gate	NV/m ²
1	67 500	6	49 200	11	16 800	16	471
2	65 200	7	43 400	12	11 100	17	118
3	62 200	8	37 000	13	6 500	18	20.2
4	58 600	9	30 200	14	3 300	19	2.3
5	54 200	10	23 300	15	1 400	20	0.50

这个标准的标定是用 $40 \times 40\text{m}$ 发射线圈，11.8 安培电流，接收机增益为 3，频率为 30Hz，如果你做标定检测使用这些参数对应于每个门的误差应在 5% 之内。对

大号码的门由于相对的信号较小，其值在 20nV/m^2 之内，所以要与标准标定值误差则在 1nV/m^2 之内。

如果您希望用不同的发射线框和电流来计算系统的标定值，请使用下面的转换公式

$$C_c = M_c * 0.417 * X * Y / I * \sqrt{Y^2 + X^2}$$

这里 C_c 代表 C 门的标定值

X 和 Y 是发射线框的边长（单位米）

M_c 是 C 门的测量值

I 是发射电流（单位安培）

6.2 相对标定检测

设定标定系统之后，把一个有很高的固定电导率的物体安置在 Rx 接收线圈的支撑横架上。该物体应该安置平稳并位置可重复，中心位于横架上。

应用 MEASURE 程序储存每个门的测量值。把上述物体从 Rx 接收线圈的横架上移开，并将其安装在 Tx 发射回线以外。进行第二次测量。把第二次测量的数据套与第一次测量的数据相减，得到的便是相对标定结果。

7. 系统极性

PROTEM57 符号通常的惯例是：以统一的地面标准，在 Rx 接收线圈中，Tx 关断后直接产生的初始电压。

- 如果接收线圈在发射线框之内，其极性为正
- 如果接收线圈在发射线框之外，其极性为负

这种极性标志依赖于 Tx 电缆是如何与 Tx 发射线框连接的以及 Tx 和 Rx 的参考电缆是怎样连接的。注意：在 Rx 接收线圈的支架上的水平尺泡应面对测量分量的正轴方向。

为检查你配置的极性，用 MEASURE 程序采集并观察初始场的值，如果初始场的符号与你选择不一致，那么最容易的方法是：改变多参考电缆插头插在接收机香蕉插头座的位置，或改变发射线框电缆插到发射机上的位置。

如果在调查期间，你要改变频率设置或移动系统，那你就应该监视初始场的极性。

F) . 电缆线的干扰:

为减少电源线噪音所产生的错误，仪器的重复频率应该选择当地电源线频率的谐波或分谐波，安装在发射机控制面板内部有 60Hz/50Hz 开关，仪器的重

复频率允许选择 (60Hz 时) 30Hz (50Hz 时) 25Hz。对有的国家用 60 Hz 电源, 那么开关置到 60Hz 位置。用 50Hz 电源, 开关置到 50Hz 位置。

G). 发射线框

发射线框的尺寸依赖于调查类型以发射机输出的参数。对中心测深最小的最实用的尺寸是 $20 \times 20\text{m}$, 并且有最小的线框电阻为 1Ω 。

考虑到内部的输出短路保护, 若发射线框电阻小于 1Ω , 那么输出电流指示明显的看出在减小。确信发射线框电阻不要小于 1Ω , 如果需要可使用细一点的线或在线框中串个电阻。线框电阻无上限要求。

对于接收机—发射机使用偏移距操作 (斯陵格兰姆法)。发射线框可做的边长小于 5 米。

下面是发射导线所用的线号和相应的技术规格

# 8 AWG	2.1 Ω /1km
#10 AWG	3.3 Ω /1km
#12 AWG	5.2 Ω /1km
#14 AWG	8.3 Ω /1km
(表中为铜线)	

1. 多匝发射线框

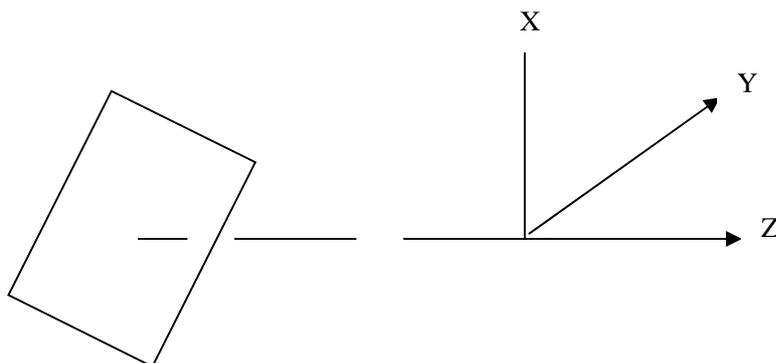
对工作在斯陵格兰姆方式, 也可选用多匝发射线框, 这个线框由每边 5 米共 8 匝组成, 有效面积可达 200m^2

H). 勘测极性的惯例

为了保持在三个分量中响应的一致性, 始终保持接收线圈按着 X、Y、Z 为正的方向, 定位如下:

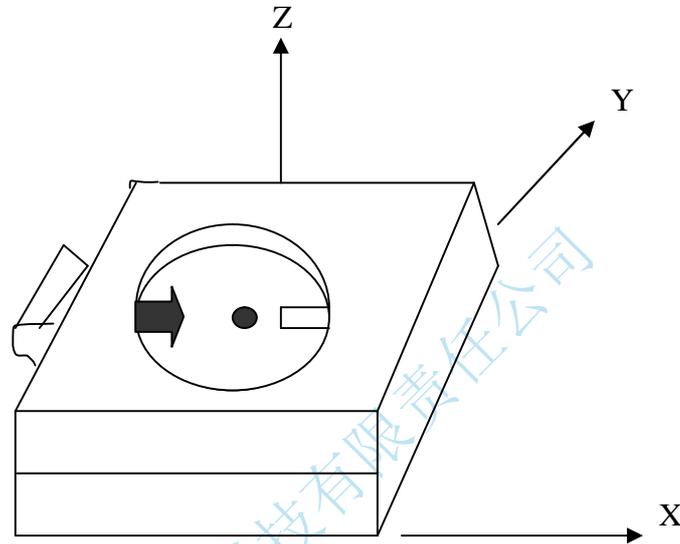
a) 对 HF、MF 和 LF 线圈: (即高、中、低线圈)

保持线圈上的红点朝向 X、Y、Z 的正方向



b) 对 3D-1 和 3D-3 线圈

线圈的安装要使线圈的上端(罗盘的那面)朝上,并且让箭头指向 X 方向



I) PROTEM 接收机线圈的有效面积

线圈类型	有效面积 (m ²)
高频线圈	31.4
中频线圈	31.4
低频线圈	100
3D 线圈	200
BH43 探头 (用适配器盒)	100
可弯曲的线圈 (14m × 14m)	10000
可弯曲的线圈 (22m × 22m)	25000
H. F. 3D 线圈	31.4

J). 系统方框图



北京欧华联科技有限责任公司
Beijing Ouhualian Science & Technology Ltd.

北京欧华联科技有限责任公司

K). 技术指标: TEM57-MK2 发射机

电流波形: 双极性矩形波, 占空比 50%
重复频率: 电源频率 60Hz 时为 3Hz、7.5Hz 或 30Hz
 电源频率 50Hz 时为 2.5Hz、6.25Hz 或 25Hz
 通过参考电缆, 来自接收机低于 1Hz 的重复频率也可使用
关断时间: 20 到 150 μ s 取决于发射线框的尺寸、电流、匝数
发射线框: 单匝: 任何尺寸; 最小电阻 0.7 Ω , 直到 300 \times 600m
 8 匝: 5 \times 5m 或 10 \times 10m
输出电流: 最大 25A (50A 峰峰)
输出电压: 18V—60V 连续控制, 使用外部电源供电, 用发电机可达 3800W
电源: 1800W, 110/220V, 50/60Hz 单向发电机或多组 12V 电瓶 (最多 8 组)
同步方式: 参考电缆或晶振
发射机保护: 对短路电流有电子和机电保护
工作温度: -35 $^{\circ}$ C 到 +50 $^{\circ}$ C
发射机尺寸: 43 \times 25 \times 25cm
重量: 15Kg