

地电学/电法勘探实验实习指导书

地球物理学院 肖宏跃 编写

成都理工大学地球物理学院

2012. 03

目 录

实验一：熟悉电法勘探常用仪器.....	3
实验二：中间梯度法.....	3
实验三：联合剖面法.....	5
实验四：对称四极剖面法.....	6
实验五：偶极—偶极剖面法.....	7
实验六：对称四极电测深法.....	9
实验七：高密度电阻率法的数据采集.....	11
实验八：高密度电阻率法的资料处理.....	12
实验九：激发极化中间梯度法.....	17
实验十：激发极化联合剖面法.....	18
附录一.....	20
WDJD—3 多功能数字直流激电仪使用说明书.....	20
(一)、仪器结构.....	20
(二)、操作说明.....	21
(三) 存贮操作.....	30
(四) 清除操作.....	30
(五) 选择测量功能.....	31
(六) 关机.....	32
(七) 测量操作一般工作流程.....	32
附录二.....	33
高密度电法仪器使用说明.....	33
(一)、系统特点及组成.....	33
(二)、WDZJ-3 多路电极转换器介绍.....	33
(三)、系统工作原理.....	35
(四)、操作说明.....	35
附录三：RES2D 软件中英文菜单及模型.....	47
1、RES2D 软件中英文菜单.....	47
2、RES2D 软件自带的部分示例数据：.....	50
附录四 电法勘探实习对称四极电阻率测深极距选择表.....	51

地电学/电法勘探（简称电法）是利用地壳中多种岩石、矿石电学性质间之差异来实现地质目标的。它是基于观测和研究电场（天然存在的或人工形成的）空间和时间分布规律以勘查地质构造和寻找有用矿产的一类勘探方法。

依照“理论指导实践，实践提升理论”的教学理念，教学实验实习是巩固理论知识和培养学生动手能力的重要的、不可缺少的实践性教学环节，通过实验实习能使同学们得到理论联系实际和野外处理实际电法问题的锻炼，同时树立团队协作精神，并培养自己的组织和管理能力。

本电法勘探实验指导书对应的实验课时为 20 学时，共 10 次实验。

实验一：熟悉电法勘探常用仪器

(2学时)

一、实验目的

熟悉电法勘探的常用仪器。

二、主要内容

掌握采用 WDJJ—3 多功能数字直流激电仪测量常规电法，及与 PDL—60 及 WDJZ—3 多路电极转换器构成高密度电法测量系统的操作和使用方法。

三、仪器操作

仪器操作说明见附录一及附录二。

实验二：中间梯度法

(2学时)

一、实验目的

掌握中间梯度法的测量方法及资料解释。

二、主要内容

矩形装置（中间梯度），MN 位于 AB 中间的三分之一至二分之一地段进行测量，这种排列实用于观察所要探测的相对于地表一定深度的电阻率变化，而不

需要移动供电电极, 原点 O 选择在 AB 的中间, 测量时要设置 $a=AB / 2$ 和 $b=MN / 2$ 的参数, X 设置为 MN 中点到 O 点的距离 (+或-), Y 设置为 MN 与供电电极 AB 的平行距离 (Y 在 $AB/6$ 范围内, +或-, MN 与 AB 在同一条测线上时 Y 设为 0)。如图 1

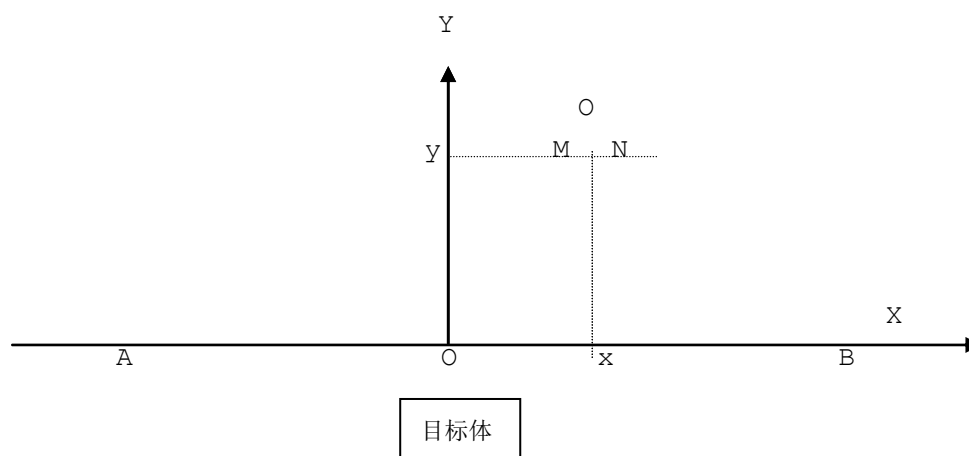


图 1 中间梯度装置示意图

本次实验参数设置:

$AB=110\text{cm}$ $MN=4\text{cm}$ 点距= 2cm

实验记录格式:

点号	K 值	X	ρ_s
1			
2			
...			

三、实验要求:

1、绘制剖面曲线图: 建立坐标轴, 根据记录的 X 坐标值, 在对应的位置点出相应的 ρ_s , 然后再将每个点用点画线连接并对该剖面图进行解释。

2、根据绘制出的剖面曲线图计算出目标体的埋深。

3、剖面图上应画出目标体的位置, 并注明所测目标体是哪种模 (比如: 低阻球体、水平高阻板等)。

四、实验报告内容

本实验结束后要求写出实验报告, 主要包括以下内容:

- 1、实验目的
- 2、实验内容
- 3、基本原理阐述
- 4、附图及实验结果分析
- 5、实验体会

实验三：联合剖面法

(2学时)

一、实验目的

掌握联合剖面法的测量方法及资料解释。

二、主要内容

联合剖面由两个三极装置构成，MN 位于 AB 的中间，MN 与 AB 在同一条线上，电源一端 C 置于无穷远，电源另一端接 A 或 B，MN 的中点设为 O，坐标轴原点设为 O'，测量时每个点测量两次，分别记为 ρ_s^A 及 ρ_s^B ，如图 2：

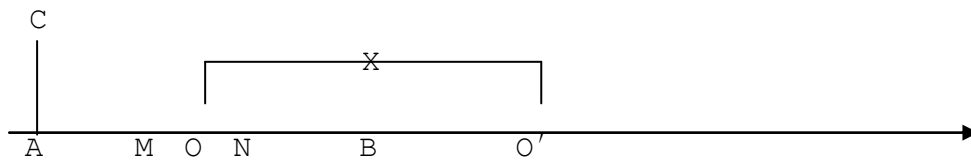


图 2 联合剖面装置示意图

本次实验参数设置：

OB=10cm MN=4cm OC>5m 点距=4cm

实验记录格式：

点号	K 值	X	ρ_s^A	ρ_s^B
1				
2				
...				

三、实验要求：

- 1、绘制剖面曲线图：建立坐标轴，根据记录的 X 坐标值，在对应的位置点出相

应的 ρ_s^A 和 ρ_s^B 值，然后分别将每个点用平滑的曲线连接。

2、说明 ρ_s^A 与 ρ_s^B 的交点是“正交点”还是“反交点”，交点位置应与与目标体中心位置对应，并注明所测目标体的类型。

四、实验报告内容

本实验结束后要求写出实验报告，主要包括以下内容：

- 1、实验目的
- 2、实验内容
- 3、基本原理阐述
- 4、附图及实验结果分析
- 5、实验体会

实验四：对称四极剖面法

(2学时)

一、实验目的

掌握对称四极剖面法的测量方法及资料解释。

二、主要内容

对称四极装置（四极动源剖面），四个电极同时沿 x 轴移动的测量，排列是用来研究在一定深度范围内电阻率的横向变化，由于这些电极的相对位置保持不变，所以该装置系数 K 值为常数。原点 O 是 x 轴上一个固定点（通常是最初选定 MN 的中点）。如图 3

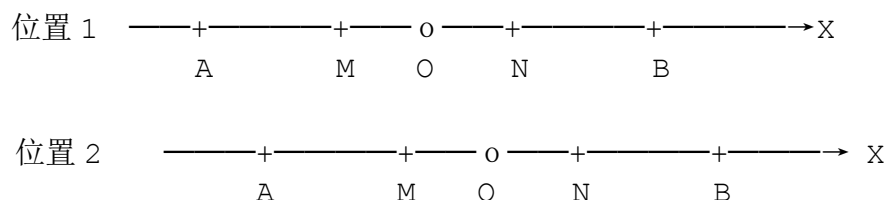


图 3 对称四极装置示意图

本次实验参数设置：

参数 1： $AB/2=10\text{cm}$ $MN/2=2\text{cm}$ 点距=4cm

参数 2： $AB/2=20\text{cm}$ $MN/2=2\text{cm}$ 点距=4cm

实验记录格式:

点号	K 值	X	ρ_s^{AB}
1			
2			
...			

三、实验要求:

1、绘制剖面曲线图: 建立坐标轴, 根据记录的 X 坐标值, 在对应的位置点出相应的 ρ_s , 然后再将每个点用平滑的曲线连接并对该剖面图进行解释。

2、剖面图上应画出目标体的位置, 并注明所测目标体是哪一种模型 (比如: 低阻球体、水平高阻板等)。

四、实验报告内容

本实验结束后要求写出实验报告, 主要包括以下内容:

- 1、实验目的
- 2、实验内容
- 3、基本原理阐述
- 4、附图及实验结果分析
- 5、实验体会

实验五: 偶极—偶极剖面法

(2学时)

一、实验目的

掌握偶极—偶极剖面法的测量方法及资料解释。

二、主要内容

偶极—偶极剖面法是把电剖面和电测深相结合, 因此它适用于研究沿着剖面不同深度的电阻率变化。任取一个固定点作为原点 O, A B 和 M N 的长度均为 D, B M 的距离为 nD (n=1、2、3...), 保持 A B 和 M N 的的位置不变沿 x 轴移动, 记录点在 B M 中点。

任取一个固定点作为原点 O ，发送偶极子 AB 和接收偶极子 MN 其长度均为 D ，剖面是保持 AB 和 MN 这样的位置来实现的，剖面的延伸是移动 AB （通常移动距离为 D ），然后在新的位置移动 MN 来实现的。如图 4 所示：

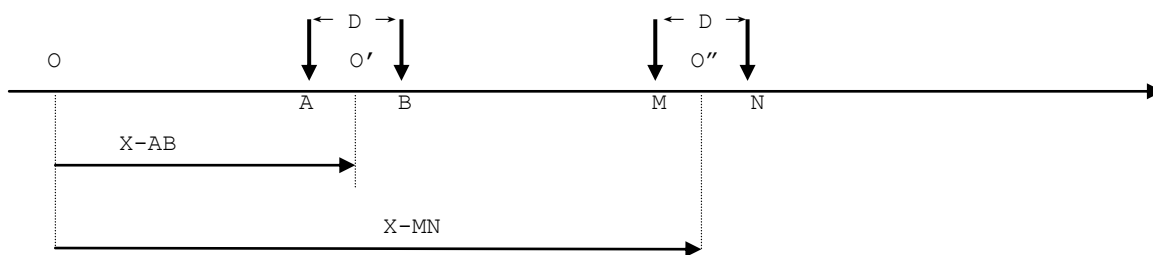


图 4 偶极—偶极装置示意图

设 $O'O''=n \cdot D$ ，则 $K=\pi \cdot D \cdot n(n^2 - 1)$ 。

本次实验参数设置：

$D=6\text{cm}$ 点距= 6cm $n=(1, 2, 3, 4)$

实验记录格式：

点号	K	$X-AB$	$X-MN$	ρ_s
1				
2				
...				

本次试验要求：

- 1、本次实验在记录时要标注 n 值，一共要测量并记录 4 组数据。
- 2、在同一坐标系下绘制 $n=(1, 2, 3, 4)$ 的四条 ρ_s 剖面曲线。

3、绘制断面图：以供电偶极 AB 之中点 O 和测量偶极之中点 o' 的连线长度为底边，做等腰三角形，取直角顶点为记录点，并将此时之 ρ_s 值标在旁边。当改变电极距 (n) 时，按同样方法又可画出同一测点不同 n 值的直角顶点，依次将每一测点不同 n 值的直角顶点均画到图纸上，并同时标出相应的 ρ_s 值，便可按一定间隔勾绘 ρ_s 的等值线断面图。

4、剖面图上应画出目标体的位置，并注明所测目标体是哪一种模型（比如：低阻球体、水平高阻板等）。

四、实验报告内容

本实验结束后要求写出实验报告，主要包括以下内容：

- 1、实验目的
- 2、实验内容
- 3、基本原理阐述
- 4、附图及实验结果分析
- 5、实验体会

实验六：对称四极电测深法

(2学时)

一、实验目的

掌握对称四极电测深法的测量方法及资料解释。

二、主要内容

对称四极电测深 MN 对称的位于 AB 中心，原点 O 是它们的共同中心点，这种排列是研究电阻率随深度的变化，即电性的垂向变化。当保持中心 O 是固定的时候，MN 位置保持不变，通过增加 AB 供电长度来实现。如图 5：

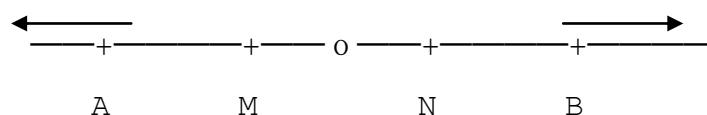


图 5 对称四极电测深装置示意图

本次实验参数：

本次实验对目标体分别测量 X 和 Y 两个方向，如图 6：

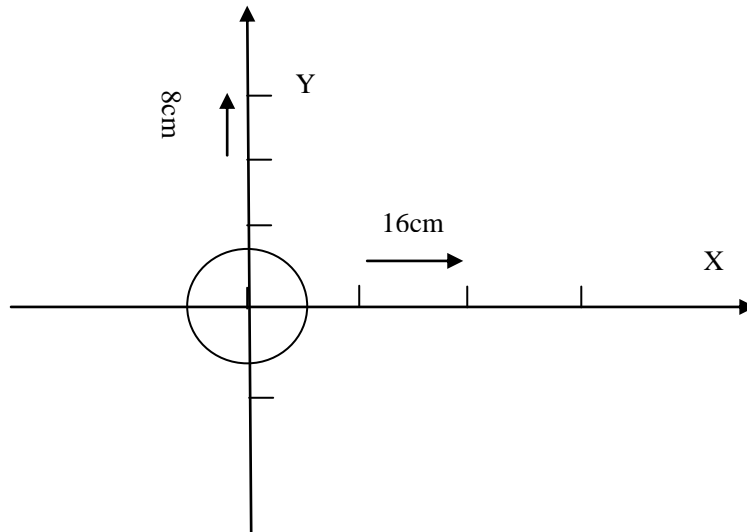


图 6 x 和 y 方向测量示意图

$AB/2=(3、5、9、13、17)$ $MN/2=1$

$AB/2=(13、17、21、24\cdots)$ $MN/2=3$

实验记录格式：

AB/2	3	5	9	13	17	21	25	29	...
MN/2	1	1	1	1	1				
				3	3	3	3	3	...
ρ_s									

三、实验要求：

- 1、 根据各测点在双对坐标纸上绘制电测深曲线图，横坐标设为 $AB/2$ ，纵坐标为 ρ_s ，对电测深曲线进行解释并说明其属于那种类型。
- 2、 根据记录的数据在单对数坐标轴上画图等视电阻率断面图，横坐标为 X 或 Y，纵坐标为 $AB/6$ ，并在图中大致画图被测目标体的实际位置，见图 7。

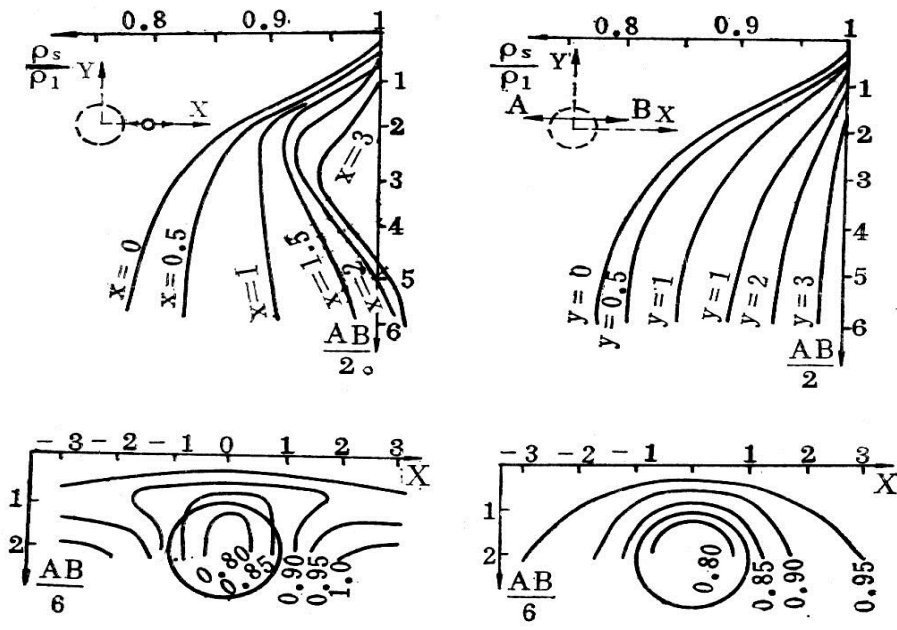


图7 球体上不同拉线方向的电测深
 上面两图为球体上电测深曲线；下面两图为等视电阻率断面图

四、实验报告内容

本实验结束后要求写出实验报告，主要包括以下内容：

- 1、实验目的
- 2、实验内容
- 3、基本原理阐述
- 4、附图及实验结果分析
- 5、实验体会

实验七：高密度电阻率法的数据采集

(2学时)

一、实验目的

掌握高密度电阻率法的测量方法。

二、主要内容

高密度电阻率法高密度电阻率法是结合电剖面和电测深的直流勘探方法，具体原理见书 P99。

线路连接示意图见图 8:

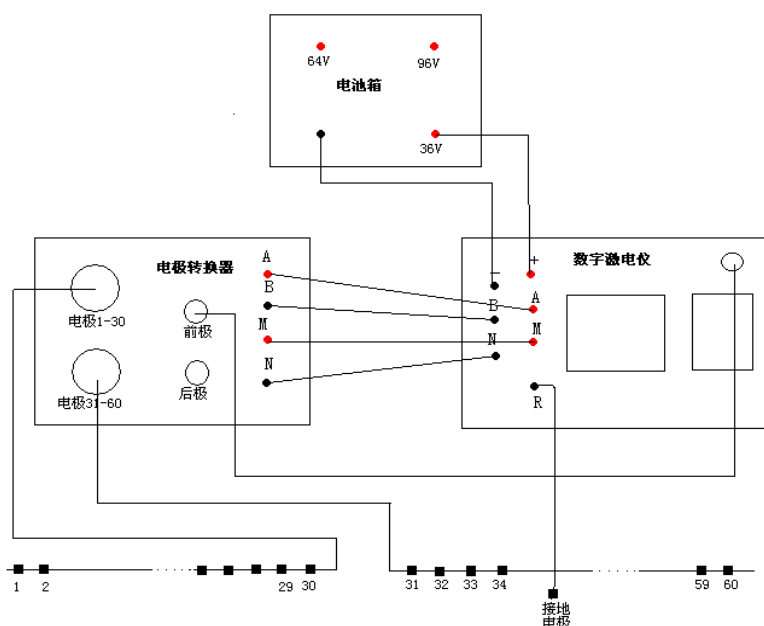


图 8 高密度电法线路连接示意图:

参数设置: 本次实验采用 α 、 β 、 λ 三种装置进行测量, 测量时选择 60 个电极,

剖面为 16 层~19 层, 测量方式为连滚 (断面), 点距 2cm。

注意: 在换装置时一定要重新输入新的测线号。

掌握高密度电法 α 、 β 、 λ 三种装置的数据采集。

实验八: 高密度电阻率法的资料处理

(2学时)

数据处理流程见图 9:

详细数据处理步骤:

1、数据格式转换:

①取出仪器配备的专用通讯电缆, 将 7 芯插头与仪器面板上的 RS-232 端口相连接, 将 9 芯梯形插头与计算机的串行口 1 (COM1) 或串行口 2 (COM2)

相连接。

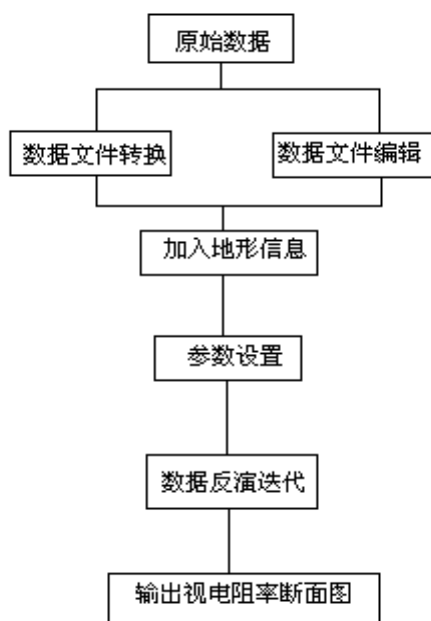


图 9 高密度电法数据处理流程图

②开计算机电源，待 WINDOWS9X 启动完毕，移动鼠标并依次点击 [开始] [程序] [重庆奔腾数控技术研究所] [BTRC2004]，即启动了通讯软件 BTRC2004，如图 10。



图 10 接收与格式转换窗口

③点击 [接收] 菜单，屏幕出现接收数据窗，见图 11。



图 11 接收数据窗口

- (1) 点击 [选择机型] 下拉菜单选择与计算机连接的电法仪器机型。
- (2) 点击 [通讯端口] 中的 [串口 1] 或 [串口 2] 告知计算机使用正确串口与仪器通讯。
- (3) 在 [测线号] 文本框中输入待传输数据的测线号。
- (4) 点击 [开始接收] 按钮， 屏幕会提示“打开仪器电源并执行通讯功能!”，操作员按要求做好后，点击 [确定] 按钮， 屏幕显示数据接收过程。
- (5) 如果该测线数据是电测深数据，则屏幕提示“输入测深点水平坐标:”，后期绘制断面等值线图时需要此数据。如果测线是高密度断面，则屏幕将提示“输入该断面 1 号电极坐标:”，有了 1 号电极水平坐标，其它测点水平坐标便可自动算出。接收过程完毕后，接收数据窗自动消失，数据显示在屏幕上的表格中。

④数据存盘：点击 [文件] [保存]，屏幕出现保存文件窗，提示操作员选择文件保存路径（如 C: \DATA\）及文件名，文件扩展名默认为 “.FDA”。当指定了文件保存路径及文件名后，点击 [保存]，即可将数据存入磁盘上指定文件中。数据存盘完毕后，保存文件窗自动消失。

2、成图：

- ①打开 2DRES 二维高密度电法反演软件，（若采用的是英文版软件，请参看附录

三) 点击[文件][读取数据文件], 如图 12:



图 12 二维高密度电法反演软件窗口

②文件读取后, 点击[反演][精细模型], 选择子宽度等于 1/2 电极距, 如图 13。



图 13 精细模型处理

③在参数设置完成后，点击[反演][最小二乘反演]，提示将反演之后的文件保存为 INV 格式，之后软件自动进行反演。

④反演结束之后点击[输出][保存为 BMP 格式]，再对图形进行解释。图 14 为低阻铜球从反演模型，从图中可以看到明显的低阻圆形。

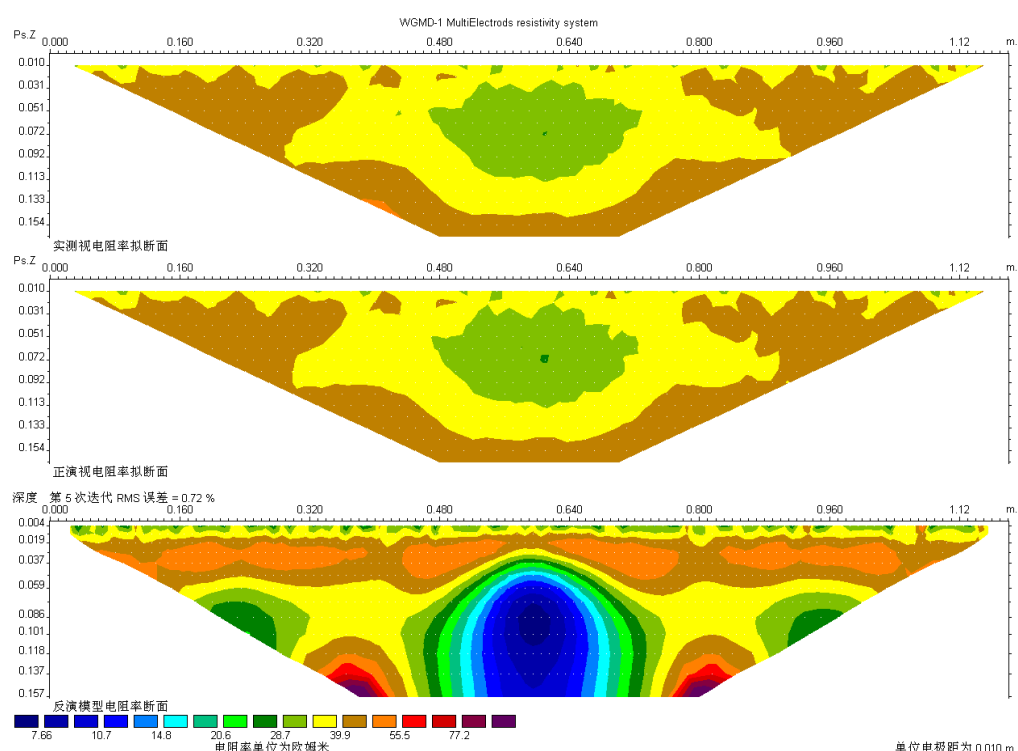


图 14 高密度电法低阻铜球成像图

三、实验要求

- 1、学会数据的接收及转换。
- 2、学会高密度电法的数据处理及计算机作图方法。
- 3、需要掌握的软件有：
 - ①、BTRC2004 数据接收与格式转换软件；
 - ②RES2DINV 高密度电法处理软件；由于该软件是全英文，菜单中英文对照请参看附录三。
 - ③Surfer 8 成图软件。

四、实验报告内容

本实验结束后要求写出实验报告，主要包括以下内容：

- 1、实验目的

- 2、实验内容
- 3、基本原理阐述
- 4、附图及实验结果分析
- 5、实验体会

实验九：激发极化中间梯度法

(2学时)

一、实验目的

掌握激发极化法中间梯度的测量方法及资料解释。

二、主要内容

激电中间梯度装置和直流中梯一样，不同的是激电中梯除了要测量视电阻率 ρ_s 以为还要测量另一个参数视极化率 η_s 。

实验参数：

AB=118cm MN=4cm 点距=2cm

测量电极 MN 在 AB 中间三分之一至二分之一地段逐点测量，测量方式同实验二。

实验记录格式：

点号	K 值	X	ρ _s	η _s
1				
2				
...				

三、实验要求：

1、绘制剖面曲线图：建立坐标轴，根据记录的 X 坐标值，在对应的位置点出相应的 ρ_s 值和 η_s 值，然后再将每个点用点画线或虚线连接并对该剖面图进行解释。

2、根据绘制出的剖面曲线图计算出目标体的埋深。

3、剖面图上应画出目标体的位置，并注明所测目标体是哪一种模型（比如：低阻球体、水平高阻板等）。

四、实验报告内容

本实验结束后要求写出实验报告，主要包括以下内容：

- 1、实验目的
- 2、实验内容
- 3、基本原理阐述
- 4、附图及实验结果分析
- 5、实验体会

实验十：激发极化联合剖面法

(2学时)

一、实验目的

掌握激发极化法联合剖面法的测量方法及资料解释。

二、主要内容

激电联合剖面装置和直流联合剖面法一样，不同的是激电联合剖面法除了要测量视电阻率 ρ_s 以为还要测量另一个参数视极化率 η_s 。

实验参数：

OB=10cm MN=4cm OC>5m 点距=4cm

实验记录格式：

点号	K 值	X	ρ_s^A	ρ_s^B	η_s^A	η_s^B
1						
2						
...	...					

三、实验要求：

- 1、绘制剖面曲线图：建立坐标轴，根据记录的 X 坐标值，在对应的测点位

置绘出相应的 ρ_s^A 、 ρ_s^B 、 η_s^A 及 η_s^B 的值，然后再将每个点用点画线或虚线连接并对该剖面图进行解释。

2、根据绘制出的剖面曲线图计算出目标体的埋深。

3、剖面图上应画出目标体的位置，并注明所测目标体是哪一种模型（比如：低阻球体、水平高阻板等）。

四、实验报告内容

本实验结束后要求写出实验报告，主要包括以下内容：

- 1、实验目的
- 2、实验内容
- 3、基本原理阐述
- 4、附图及实验结果分析
- 5、实验体会

以下所附的内容有：

- 1) 附录一：WDJD—3 多功能数字直流激电仪使用说明书、
- 2) 附录二：高密度电法仪器使用说明
- 3) 附录三：RES2D 软件中英文菜单及模型
- 4) 附录四 对称四极电阻率测深极距选择表

附录一

WDJD—3 多功能数字直流激电仪使用说明书

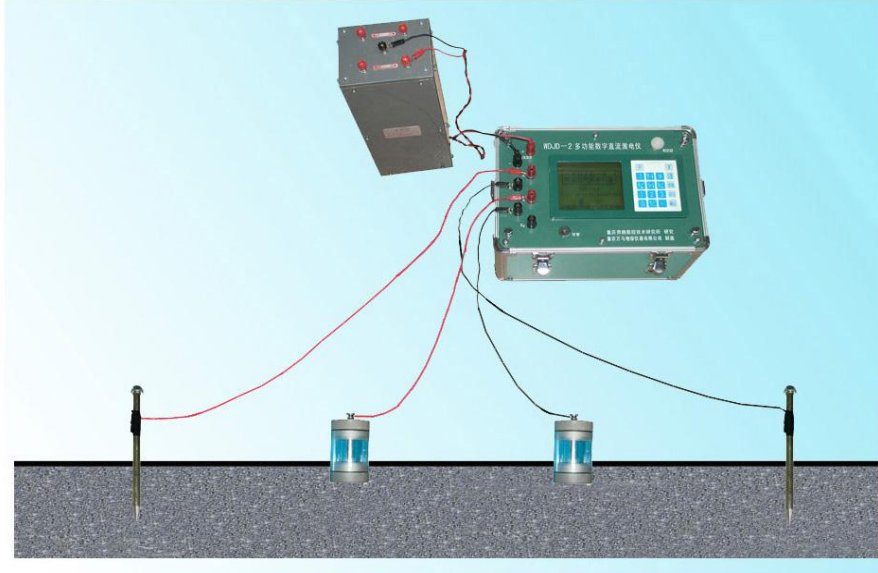


图 1-1 WDJD-3 多功能数字直流激电仪野外连接示意图

该仪器广泛应用于金属与非金属矿产资源勘探、城市物探、铁道桥梁勘探等方面，亦用于寻找地下水、确定水库坝基和防洪大堤隐患位置等水文、工程地质勘探中，还能用于地热勘探。激电仪野外连接见图 1-1。

(一)、仪器结构

仪器的全部操作均在面板上完成。图 1-2 为面板示意图。

- 1、显示器：160×128 点阵图形大屏幕液晶。
- 2、16 个键的键盘：可进行各种操作和数据输入。

~键：用于输入数字和菜单选择。

其中, 键在显示曲线时，向右或左移动曲线光标，, 键可将显示的曲线上、下移动。

此外，, 键还用于开机时调节显示对比度。

键：用于输入小数点。显示曲线时用于压缩曲线幅度。

键：用于输入数字符号。显示曲线时用于放大曲线幅度。

键：输入数据时，可用来清除已输入的数字，此外，还具有清除已存贮数据的功能。



图1-2 WDJD-3多功能数字直流激电仪面板示意图

功能/存贮键：双功能键。若屏幕右上角有测量数据未存标志时，则按下此键，将工作区的测量数据存贮到存贮器中，否则此键用于选择仪器功能。

确认键：用于确认输入或选择。

退出键：用于退出当前菜单功能或结束数据输入。

- 3、A、B：供电输出接线柱。“A”接A电极，“B”接B电极。
- 4、M、N：信号输入接线柱。“M”接M电极，“N”接N电极。
- 5、+、-：用于接高压供电电源，+接电源正极，-接电源负极。
- 6、RS-232：为标准串行接口，将测量数据传送到微机，做进一步处理。
- 7、**开**、**关**：仪器电源开关按键，按**开**则打开电源，按**关**则关闭仪器电源。
- 8、R_地：两芯电极接地电阻测试插座。
- 9、报警：出错报警蜂鸣器。

(二)、操作说明

本仪器既能独立工作于常规电法方式又能作为主机与WDZJ-3多路电极转换器配合工作于高密度电法方式，以下仅就本仪器工作于常规电法方式时的操作进行介绍，

1、开机与对比度调节

按下面板上的**开**键，接通仪器电源，屏幕将显示出开机信息，如图1-3

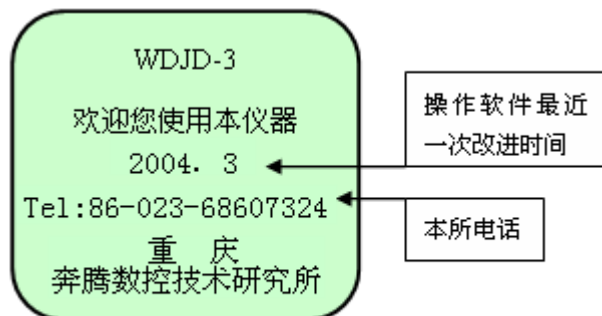


图1-3

所示。

按 \uparrow 、 \downarrow 键可调节显示对比度，按其他键，显示器上将弹出仪器操作的主菜单（若最近是在 2.0 测量菜单下关机，则显示器上将弹出 2.0 菜单）。

2、 菜单操作

所有选择性菜单均用“ \leftarrow ”形光标指示出操作员最近一次所做的选择，按 \square 确认键该选项功能即被执行，各选项执行次序与显示排列次序无关。闪烁的“ \blacksquare ”为数字输入光标。

数字输入方法：

- ① 如直接按 \square 确认键，则当前输入的数据项内容不变。
- ② 按 \square 0 \sim \square 9、 \square ±、 \square ·键可输入新的数字。按 \square 清除键，可清除当前输入的数据。
- ③ 输入结束时必须按 \square 确认键，否则输入无效。
- ④ 随时可按 \square 退出键，退出输入操作，已输入的数据不变。

主菜单

进 入：开机后，按 \square 退出键。

功 能：选择执行仪器的全部功能。

内 容：包括了本仪器的全部功能，其内容参见图 1-4。

按 键：按 \square 1 \sim \square 7键，启动对应编号的功能。按 \square ±键，切换菜单显示语种（中文或英文）。

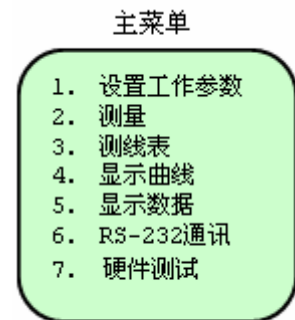


图 1-4

(1) 设置工作参数菜单

进 入：在主菜单下，按 \square 1键。

功 能：建立工作测线并选定其电极装置，设置激电方法的供电时间，设定测点号增量、极距常数表项号增量以及绘制曲线的参数名称等。

内 容：参见图 1-5 1.0 菜单。

按 键：按 \square 1 \sim \square 3键，启动对应编号的功能。

退 出：按 \square 退出键，返回主菜单。

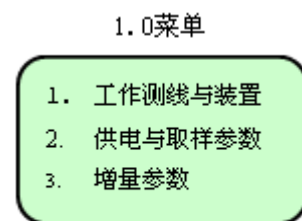


图 1-5

① 工作测线与装置

进 入：在 1.0 菜单下，按 \square 1键。如图 1-6 所示：

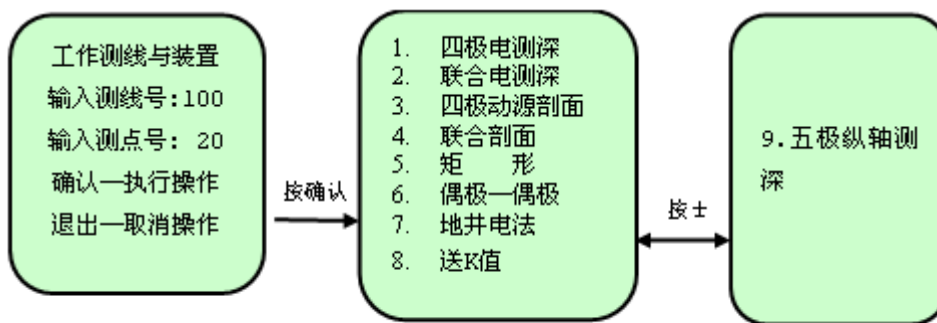


图1-6

功 能：设定（建立或选择）工作测线及其电极装置。

内 容：a. 输入工作测线号、测点号；

b. 选择电极装置，参见图 4-6 菜单。

按 键：按数字键、**确认**键，输入测线号、测点号或选择电极装置。按**±**键交替显示 1~8 号与 9~16 号电极装置名称，对 9~16 号电极装置，仍通过按**1**~**8**键选择。

退 出：按**退出**键，返回 1.0 菜单。

注 意：

a. 如输入的测线号为新测线号则该功能将建立新测线（可通过测线表功能查看），否则表示从当前内存众多测线中选定该条测线为当前工作测线。

b. 各种电极装置的电极排列方式与极距常数含义见『十一、高密度电法各种装置的布极方式』。若做电测深工作，则测深点与仪器中的测线对应，测深极距与测点对应。

c. 测线号、测点号取值范围 1~32767，最多允许有 100 条测线。

d. 三极电测深装置可用本仪器提供的联合电测深装置代替，三极动源剖面装置可用本仪器提供的联合剖面装置代替。

② 供电与取样参数

进 入：在 1.0 菜单下，按**2**键。

功 能：输入供电时间、断电延时及二次场放大量。

内 容：参见如图 1-7。

按键：按数字键、**确认**，输入相应数据。

退 出：按**退出**键，返回 1.0 菜单。

注 意：

a. 供电时间 — 1~59 秒，初始值 5 秒。

b. 断电延时 — 200ms，此项内容暂不允许用户改变。

c. 二次场放大量 — 0~6，仪器用自动调定的一次场放大倍数 A 再乘 2^n ，作为二次场的放大倍数，其中 n 即所输入的二次场放大量。当极化率较小时，此

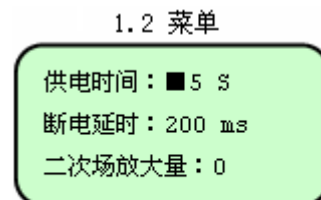


图1-7

功能有利于提高二次场测量精度。

d. 对于电阻率与自电功能上述三个此参数均无效。

③ 增量参数

进入：在 1.0 菜单下，按 **3** 键。如图 1-8 进入 1.3 菜单。

功能：设定测点号增量、极距常数表项号增量以及绘制曲线的参数名称等。

内容：参见图 1-8 1.3 菜单。

按键：这三项数据均为选择性数据，可按 **±** 键改变选择，然后按 **确认** 键确认。

退出：按 **退出** 键，返回 1.0 菜单。

注意：测点号增量可取值为 ± 10 、 ± 5 、 ± 2 、 ± 1 、0。极距常数号增量可取值为 1、0、-1。

对于电阻率与激电功能，曲线参数可选为 SP、Ro、M1、M2、M3、M4、M5、M6、M7、TH、D，对于电阻率与自电功能则只能选择 SP 或 Ro。

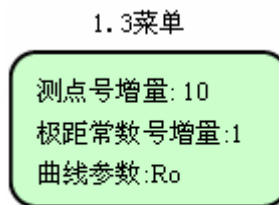


图 1-8

(2) 测量菜单

进入：在主菜单下，按 **2** 键。

功能：输入极距常数，测量自电 SP、电阻率与激电及电池电压。

内容：参见图 1-9 2.0 菜单。图中示出的电阻率与自电功能时的菜单，当仪器工作于电阻率激电功能时菜单中的第二项将变成“2. 电阻率与激电”。

按键：按 **1**~**6** 键，启动对应编号的功能。**清除** 键，可清除当前测点数据，参阅 C2.0 菜单。

退出：按 **退出** 键，返回主菜单。

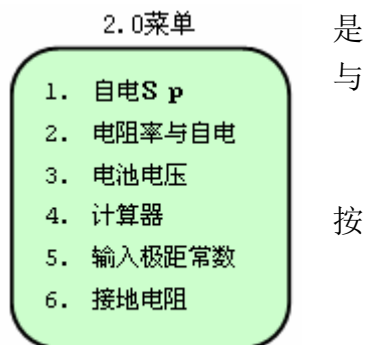


图 1-9

① 测量自然电位 SP

在 2.0 菜单下，按 **1** 键即执行此功能，屏幕显示如图 1-10。

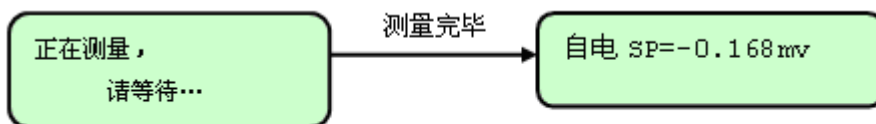


图 1-10

测量完毕，显示出测量结果。按任意键，返回 2.0 菜单。

② 电阻率与激电测量、电阻率与自电测量

在 2.0 菜单下，按 **2** 键即执行此功能。如此时屏幕右上角有“**☐**”标志时，

仪器将提示操作员存贮测量结果。

对于电阻率与激电功能测量，屏幕显示如图 1-11：

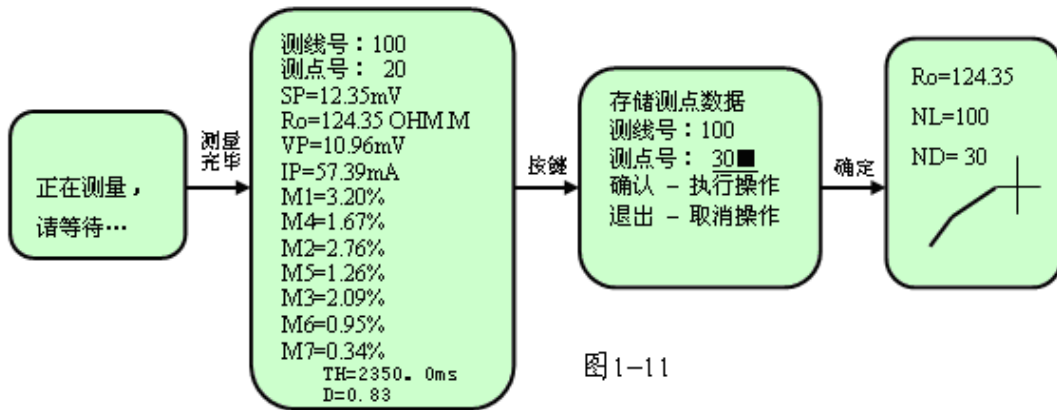


图 1-11

上图显示出了从测量开始到显示出全部测量结果并存储测量结果，直到绘出曲线为止屏幕的变换过程。并标示出了各屏幕转换的条件。在存储测点数据屏幕，输入测点号后，按 **确认** 键将测量结果从测量缓冲区存入数据存储区，若按 **退出** 键则当前测量结果仍保留在测量缓冲区，并未存入数据存储区，同时屏幕右上角将显示出一个数据未存标志“**Ⓜ**”，操作员随时通过按 **存储键** 存储测量结果。

对于电阻率与自电功能测量，屏幕变换过程与上图类似，只是测量结果屏幕中不再有 M1~M7、TH、D 等激电方法参数。特别当装置为联合电测深或联合剖面，则仪器在显示数据前还要提示操作员选择 A 极供电或 B 极供电，以便正确存储测量结果。

③ 电池电压

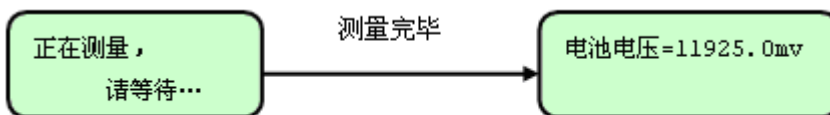


图 1-12

在 2.0 菜单下，按 **3** 键，即执行此功能，屏幕显示如图 1-12。

按任意键返回 2.0 菜单。

注意：电池电压应大于 9600mV，否则仪器将提示“电池电压过低！”。

④ 计算器

此功能相当于一简易计算器，可用于野外计算本仪器未提供的特殊装置的装置常数。

在 2.0 菜单下，按 **4**，即进入此功能，大屏幕显示如图 1-13。仪器循环提示输入 X、Y，自动计算并显示各函数结果。

按 **退出** 键返回 2.0 菜单。

⑤ 输入极距常数

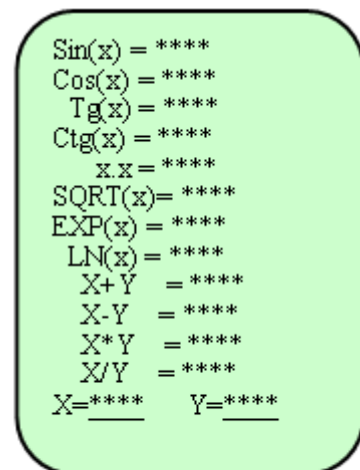


图 1-13

进入：在 2.0 菜单下，按 **5** 键。如图 1-14。

功能：首先提示输入极距常数编号（屏幕提示参见图 4-14），然后从极距常数表中选出对应的预先输入的极距常数作为当前测点极距常数，并自动计算装置常数 K 。

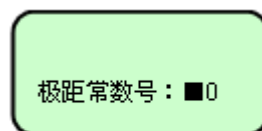


图 1-14

内容：输入了极距常数号后仪器自动提示输入当前测线对应装置的极距常数，具体内容因装置而异，参见图 1-15，各输入项含义参阅『十一』。

按键：按数字键、**确认**键，可重新输入极距常数编号与极距常数。如重新输入了极距常数，则必须按**确认**键确认所有的极距常数仪器会自动重新计算装置

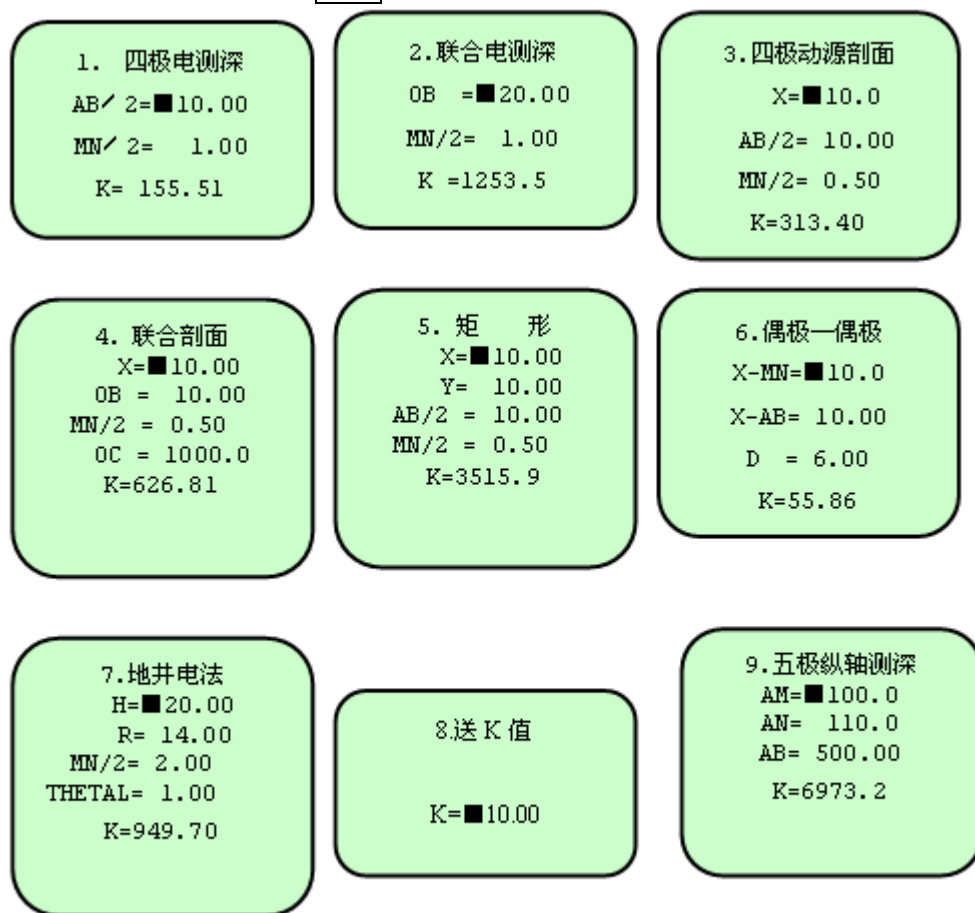


图 1-15 各种电极装置极距常数输入菜单

常数，且极距常数表中对应编号的极距常数亦被新输入的极距常数所取代。

退出：按 **退出** 键，返回 2.0 菜单。

注意：

- a. 极距常数编号范围 0 ~ 99，即仪器最多可预存 100 组不同极距常数。输入新的极距常数过程也就是对极距常数表中对应编号极距常数的预置过程。
- b. 极距常数单位均为米，并根据 K 值情况作出“ K 值过大(小)!”提示。
- c. 每个测点的各极距常数与测量结果一起被存储，依输入次序分别称为 A (m)、B (m)、C (m)、D (m)。

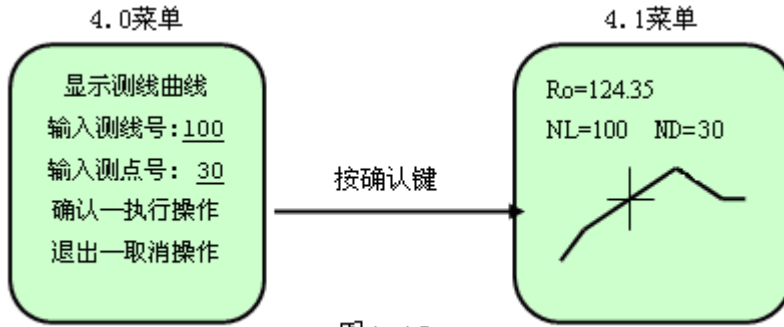


图1-18

按 键：①4.0 菜单时，按数字键、**确认**键输入测线号、测点号。

②4.1 菜单时，按**→**、**←**键，以测点为单位可使光标右、左移动，同时 ND 随之改变。按**↑**、**↓**键，可使曲线上下移动。按**±**、**•**键，可使曲线放大或缩小。

其中， NL — 测线号 ND — 测点号 + — 曲线光标

R0、R1 — 光标处测点（联剖或联合测深时 A、B 极供电）电阻率值（R0 用实线显示，R1 用虚线显示）。

退 出：在 4.0 或 4.1 菜单下，按**退出**键，返回主菜单。

注 意：仅在电阻率与自电功能时，联剖或联合测深装置的 R0 与 R1 才能分别用实线和虚线同时显示在屏幕上。

(5) 显示数据菜单

进 入：在主菜单下，按**5**键。（如）

功 能：显示出指定测线、测点的全部数据。

内 容：参见图 1-19 的 5.0、5.1 菜单。

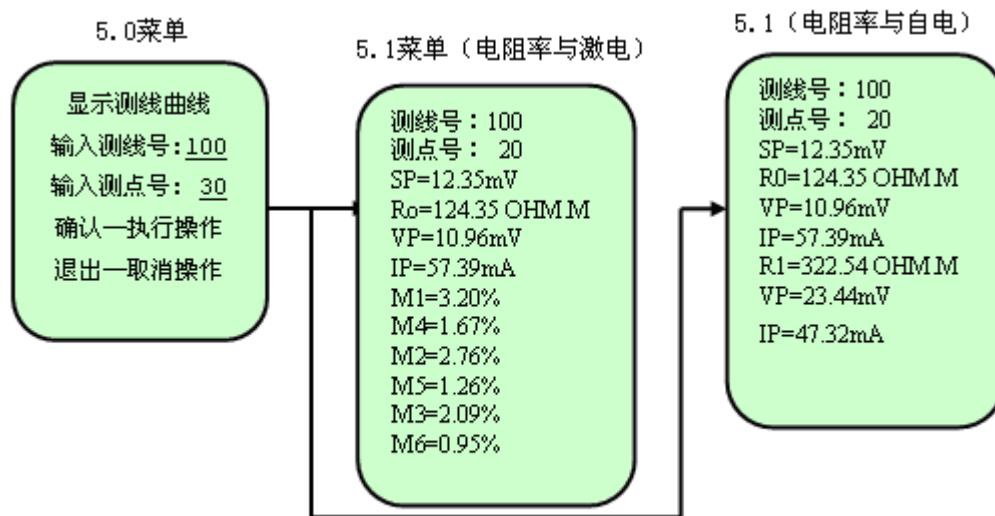


图1-19

按 键：①显示 5.0 菜单时，按数字键、**确认**键输入测线号、测点号。

②显示 5.1 菜单时, 按 \rightarrow 、 \leftarrow 可使测点号加 1 或减 1。按 \pm 键, 可交替显示视极化率 M1~M7 和金属因数 G1~G7。

退出: 在 5.0 或 5.1 菜单下, 按 \square 退出键, 返回主菜单。

(6) RS-232 通讯

该功能用于将仪器中存贮的测量数据传送到 IBM 计算机中作进一步处理, 运行此功能前, 应用本机专用通讯电缆将 WDJD-3 与 IBM 计算机相互连接起来。并将 IBM 计算机上的专用通讯软件 BTRC2004 运行起来, 按照 BTRC2004 软件的提示打开仪器电源, 在主菜单下, 按 \square 即进入此功能, 且屏幕显示如图 1-20。



图 1-20

通讯完毕, 自动返回主菜单。具体通讯内容由 IBM 计算机上的专用通讯软件控制, 详细操作请见『十』。

(7) 硬件测试菜单

进入: 在主菜单下, 按 \square 键。(如图 1-21)

功能: 用于帮助维修人员诊断仪器故障。

内容: 参阅图 1-21 的 7.0 菜单。

按键: 按 1~7 键, 启动对应编号的功能。

退出: 按退出键, 返回主菜单。

第 8 项测试电极箱为高密度电法功能, 用于测试 *WDZJ-3* 多路电极转换器, 具体操作参见『五、高密度电法仪器使用说明』。当本仪器工作在常规电法功能(非高密度电阻率)时, 请勿执行此功能。

此外, 由于第 2 项~第 6 项功能须由厂家指定的专业人员使用专用设备开机对仪器进行检查, 故在此不做介绍。以下仅就第 1 项和第 7 项介绍其详细功能及进入后的操作。

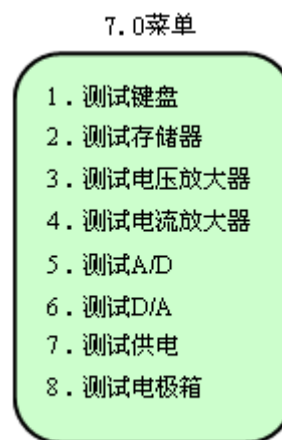


图 1-21

①、测试键盘功能

在 7.0 菜单下, 按 \square 键, 即进入此功能, 屏幕显示出键名, 并用“ \Rightarrow ”标志提示按相应按键, 如测试正确, 则在相应键名边打“ \checkmark ”, 反之打“ \times ”, 当面板上十六个键全部测试完毕, 按 \square 退出键返回到 7.0 菜单。

②、测试供电功能

先在一块空地上相距 10 米打两根电极, 并用导线分别与仪器面板上的“*A*”、

“B”接线柱相连，再将仪器面板上的“直流高压-”和“直流高压+”接线柱分别用导线与直流高压电源负端、直流高压电源正端相连，并用数字电压表监测仪器面板的“A”、“B”接线柱的电压，电压表的红表笔接“A”，电压表的黑表笔接“B”。

在 7.0 菜单下，按 **7** 键，即进入此功能屏幕显示：如图 1-22

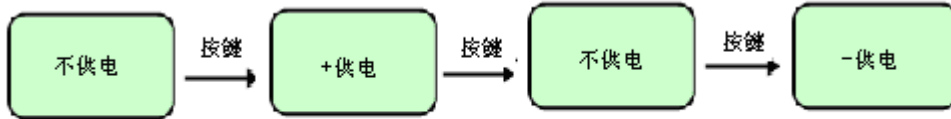



图 1-22


按任意键可使供电方式依次按“不供电”、“+供电”、“不供电”、“-供电”循环变化。如果仪器供电电路正常，则数字电压表的读数符号应与屏幕显示一致，其绝对值与直流高压电源的电压相差应小于 10V。

按 **退出** 键，返回 7.0 菜单。

(三) 存贮操作

在主菜单或 2.0 菜单（即测量菜单）下有数据未存贮标志“”时，按 **存贮** 键，则启动存贮功能。如图 1-23。

屏幕首先显示出 S1.0 菜单，提示输入测点号，按数字键、**确认** 键输入测点号。测点号输入完毕，按 **确认** 键进行存贮，按其它任意键则不存贮，返回主菜单。

测量数据连同该点所用极距常数将被存入输入的测点号中，存储成功则数据未存贮标志“”消失，若输入的测点号与当前工作测线中的已有测点号相同，则该测点号原来的数据被覆盖。

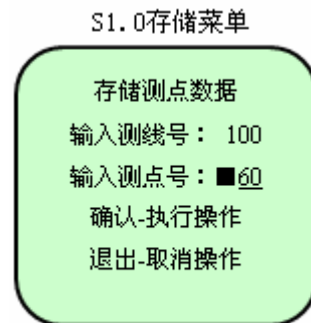


图 1-23

(四) 清除操作

1、清除测线数据或全部数据

进 入：在主菜单下，按 **清除** 键。

功 能：用于清除无用测线的数据，以便存贮新的数据。

内 容：参见下图的 C1.0、C1.1 菜单。如图 1-24。

按 键：在 C1.0 菜单下，

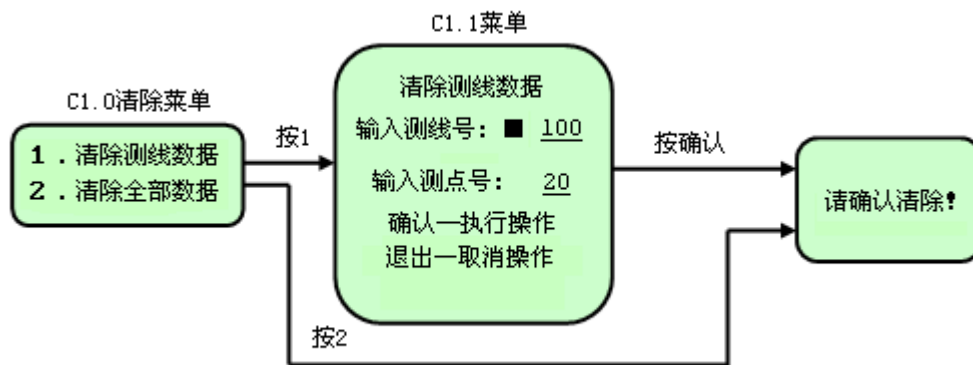


图 1-24

① 按 $\boxed{1}$ 键，则选择清除测线数据功能。屏幕显示C1.1菜单，提示输入测线号，再提示确认清除操作，按 $\boxed{\text{确认}}$ 键，则清除所选测线数据，并返回C1.0菜单，按其它任意键不清测线数据，并返回C1.0菜单。

② 按 $\boxed{2}$ 键，则选择清除全部数据的功能。屏幕提示确认清除操作，按 $\boxed{\text{退出}}$ 键，不清数据，返回主菜单。按 $\boxed{\text{确认}}$ 键，则清除内存全部数据，并返回主菜单。

退 出：在 C1.0 菜单下，按 $\boxed{\text{退出}}$ 键，返回主菜单。

2、清除测点数据

进 入：在 2.0 菜单（即测量菜单）下，按 $\boxed{\text{清除}}$ 键。
如图 1-25。

功 能：用于清除指定测点的数据，以便存贮新的数据。

内 容：参见右图 C2.0 菜单。

按 键：按数字键、 $\boxed{\text{确认}}$ 键输入测点号即可。

退 出：按 $\boxed{\text{退出}}$ 键，返回 C2.0 菜单。

使用清除功能应特别小心，以免造成数据丢失。但建议首次使用本仪器或发现内存数据混乱时，使用清除全部数据功能，使内存分配得到初始化。

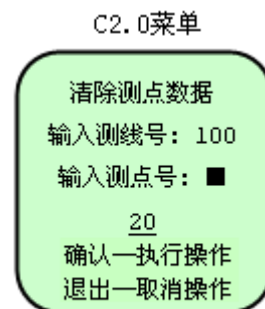


图 1-25

（五） 选择测量功能

当仪器工作于常规电法方式时，测量功能只能是电阻率与激电或电阻率与自电两种功能之一。对于电阻率与激电功能，测量参数有自然电位 SP、视电阻率 Ro、一次电位 VP、一次电流 IP、视极化率 M1~M7、半衰时 TH、衰减度 D 等，对于电阻率与自电功能则测量参数只有自然电位 SP、视电阻率 Ro、一次电位 VP、一次电流 IP。不同功能下，存储器划分及测量所用时间等亦不同。

进 入：可在清除全部内存后，按 $\boxed{\text{功能}}$ 键进入测量功能选择菜单。

按 键：在功能选择菜单下，如图 1-26。

① 按 $\boxed{1}$ 键，测量功能为电阻率与激电，此种方式每测点存储参数达19个，整个内存可存储2250个测点数据。

② 按 $\boxed{2}$ 键，测量功能为电阻率与自电，此种方式每测点存储参数达11个，整个内存可存储3500个测点数据。

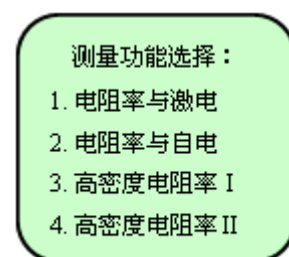


图 1-26

③按[3]或[4]，测量功能为高密度电法功能，做常规电法时不能选择。

退出：按[退出]键或[确认]键，仪器将设定为所选功能，屏幕出现该功能主菜单。

注意：如未清除当前内存数据而按[功能]键进入测量功能选择菜单并改变了测量功能，则在退出测量功能选择菜单后仪器将提示清除当前内存数据，如操作员确认了清除操作，则内存数据被清除且所设定功能有效，反之，若操作员没有确认清除操作，则内存数据被保留且所设定功能无效，仪器仍为原测量功能。

（六） 关机

任意时刻均可按仪器面板上的[关]实现关机，建议当前测量工作完毕后，关掉仪器电源，以延长电池寿命。此外，当仪器处于开机状态且 10 分钟内操作员未做任何操作，则仪器将自动关闭自身电源以节约电能。

（七） 测量操作一般工作流程

步骤	内容	注 释
(1)	跑极	改变极距或测点
(2)	开机	准备测量，按[开]键
(3)	设置工作参数	主菜单下按[1]键，设置工作测线与电极装置、供电参数及增量参数等，若各参数无改变，可跳过此步
(4)	选择测量功能	主菜单下按[2]键
(5)	输入极距常数	测量菜单下，按[5]键，输入极距常数，计算装置常数，若装置方法、极距常数、装置常数无改变，可跳过此步
(6)	启动电阻率与激电测量或自电与电阻率测量	测量菜单下，按[2]键
(7)	存储测量结果	测量完毕显示测量结果，输入测点号存储测量结果
(8)	关机	节约用电，测量完毕，按[关]键
(9)	转步骤 1	若当前测线测量任务未完
(10)	结束	

附录二

高密度电法仪器使用说明

以 WDJJ-3 多功能数字直流激电仪为测控主机，配以 WDZJ-3 多路电极转换器构成高密度电阻率测量系统，该系统具有存储量大、测量准确快速、操作方便等特点，并且可方便地与国内常用高密度电法处理软件配合使用，使解释工作更加方便直观。该系统可广泛应用于能源勘探与城市物探、铁道与桥梁勘探、金属与非金属矿产资源勘探等方面，亦用于寻找地下水、确定水库坝基和防洪大堤隐患位置等水文、工程地质勘探中，还能用于地热勘探。

（一）、系统特点及组成

主要特点

准确、高效：在保持良好重复性的前提下，测量一个 552 个点的断面所需时间一般不超过 15 分钟。

超大存储：在高密度方式 I（只存储电阻率参数），可存储不小于 43680 次的测量值；在高密度方式 II（存储电阻率与电流参数），可存储不小于 21840 次的测量值。掉电亦不丢失。

接地检查：在野外工作中，可随时方便、快捷地检查各电极接地是否良好。

电极排列：装置类型多达 18 种且可扩展。既可按固定断面（电极排列有 AMNB、ABMN、AMBN、AMN、MNB、A-MN-B、自电 M、自电 MN、充电 M、充电 MN）；扫描测量又可按变断面连续滚动扫描测量（电极排列有 A-M、A-MN、AB-M、AB - MN、MN-B、A-MN 矩形、A-MN-B、跨孔偶极），其中，连续滚动扫描测量可在电极总数不变的情况下允许测量断面连接至任意长，便于长剖面追踪,使用户得以低成本、高时效解决实际问题。

所有电极排列测量断面均可任意指定断面起测电极号，方便、灵活。

（二）、WDZJ-3 多路电极转换器介绍

□面板介绍（如图2-1）

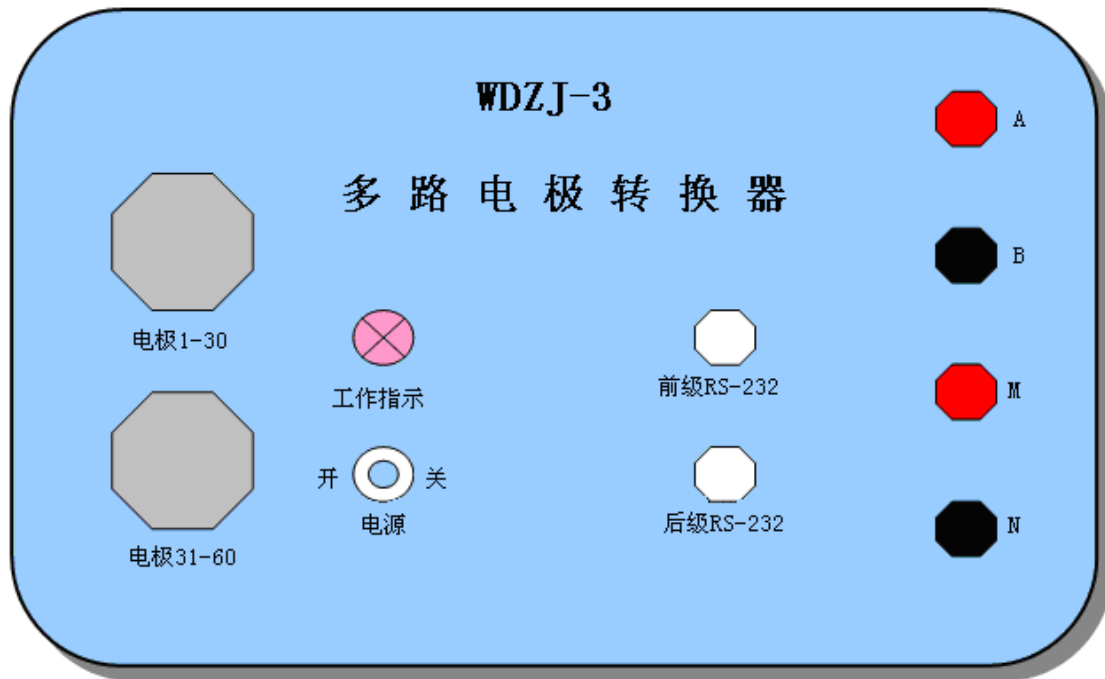


图2-1 WDZJ-3多路电极转换器面板示意图

- 电极1~30：前30根电极电缆插座，电极编号为1~30。
- 电极31~60：后30根电极电缆插座，电极编号为31~60。
- A、B：供电接线柱，测量时与WDJD-3主机对应接线柱相连。
- M、N：信号接线柱，测量时与WDJD-3主机对应接线柱相连。
- 前级RS-232：为串行接口，与主机RS-232口连接(多个电极箱串联扩展电极数时，与靠近主机侧的前一电极箱的“后级RS-232”口相连)接收或传递主机控制命令。
- 后级RS-232：为串行接口，多个电极箱串联扩展电极数时，与远离主机侧的最后一电极箱的“前级RS-232”口相连接接收或传递主机控制命令。
- 仪器电源开关：扳至“开”开机，扳至“关”关机。
- 工作指示灯：该指示灯亮说明仪器正在工作。刚开机时指示灯闪烁说明仪器正在自检，接收或传递主机控制命令时该指示灯亦闪烁。

(三)、系统工作原理

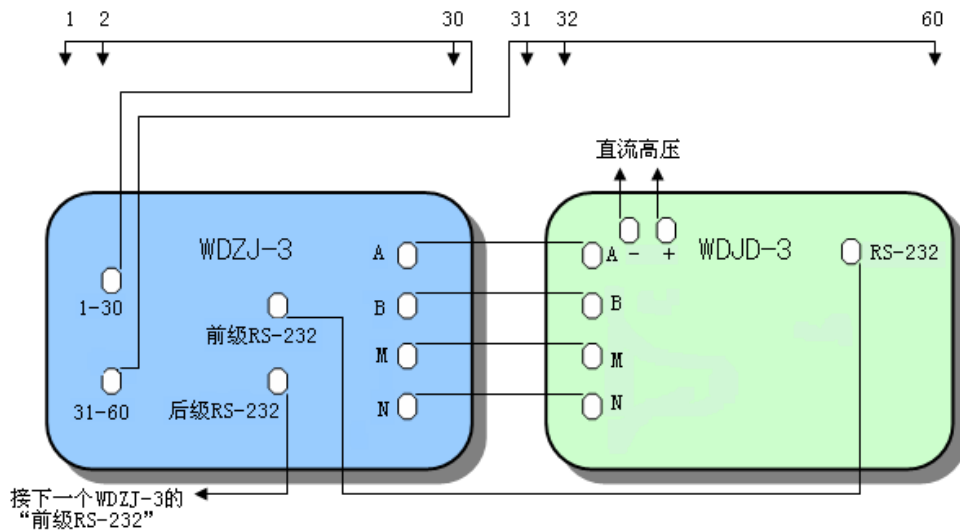


图2-2 高密度电阻率测量系统野外施工布线示意图

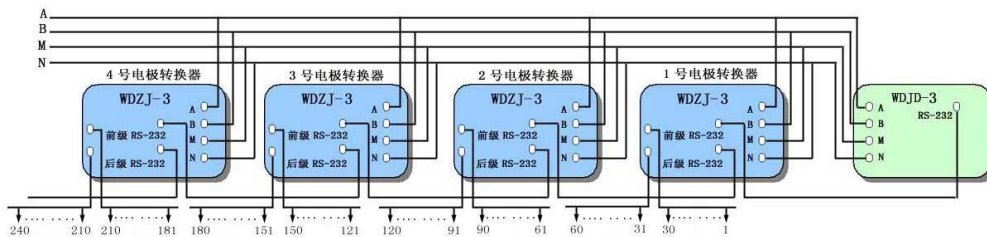


图2-3 高密度电阻率测量系统野外施工布线示意图

WDJD-3主机通过RS232串行口控制WDZJ-3多路电极转换器，按工作电极排列的要求将A、B、M、N极与电极1~60中指定电极轮流连接从而完成供电与测量任务。WDJD-3主机会自动将图中的WDZJ-3多路电极转换器编为1号，如需扩展电极数时可将图中WDZJ-3的“后级RS232”插座通过专用电缆与下一台WDZJ-3多路电极转换器的“前级RS232”插座相连接即可，同时还应用导线将所有WDZJ-3的A、B、M、N对应连接在一起，WDJD-3主机会自动将新的WDZJ-3多路电极转换器编为2号，与新WDZJ-3多路电极转换器相连接的电极编号为61~120号。

图2-2和图2-3中的WDJD-3与WDZJ-3又可简称测站，测站总是在测线的中部。

(四)、操作说明

电极转换器操作很简单，首先按图5-2正确连接全部电线电缆（个别装置A、B、M、N连线参见『十一』），然后打开电源即可。所以，用本系统做高密度电阻率方法时主要操作仍集中在WDJD-3主机上，以下将对主机操作做详细说明。

1、与仪器有关的特殊名词

(1) 断面：与测线位于同一平面的所有测点的集合。

(2) 剖面：同一深度上各测点的集合。

(3) 滚动线：是一条沿深度方向的直线或斜线，且各测点等距分布其上，所有滚动线上相同测点号的测点构成一条剖面，一条滚动线上的测点数等于一个断面的剖面数。

2、选择系统工作方式

本仪器可工作于如下四种模式：

- ① 电阻率与激电
- ② 电阻率与自电
- ③ 高密度电阻率I
- ④ 高密度电阻率II

其中，①和②为常规电法功能，详细操作参阅『四、WDJD-3多功能数字直流激电仪使用说明』。高密度电阻率I只存储电阻率参数，存储量为43680点。高密度电阻率II存储电阻率与电流两个参数，存储量为21840点。

3、测量前的准备操作

(1) 开机，按 $\boxed{\text{功能}}$ 键，显示：（如图2-4）

(2) 根据所需工作模式，按 $\boxed{1}$ 、 $\boxed{2}$ 、 $\boxed{3}$ 、 $\boxed{4}$ 之一，并按 $\boxed{\text{退出}}$ 键。屏幕将显示出所选模式主菜单。

【注 意】

- 工作模式选定后，仪器自动保存模式号，不必每次开机选定。

- 改变工作模式时应特别慎重，因为模式改变后，有可能造成原存储数据丢失，而且是不可恢复的。常规电法模式（即模式1与模式2）与高密度模式（即模式3与模式4）使用不同内部存储器，两类模式的数据可同时存在而互不覆盖。模式1和模式2共用同一内部存储器，两个模式之间相互转换时，仪器将提示操作员清除原存储数据。同理，模式3和模式4共用同一内部存储器，两个模式之间相互转换时，仪器也将提示操作员清除原存储数据。

(3) 开机、调节显示对比度

按下面板上的 $\boxed{\text{开}}$ 键，接通仪器电源，屏幕将显示出开机信息，如 5-5 图所示。

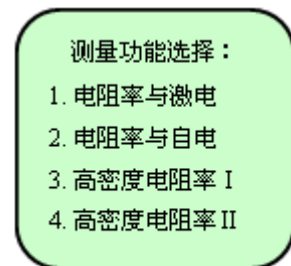


图 2-4

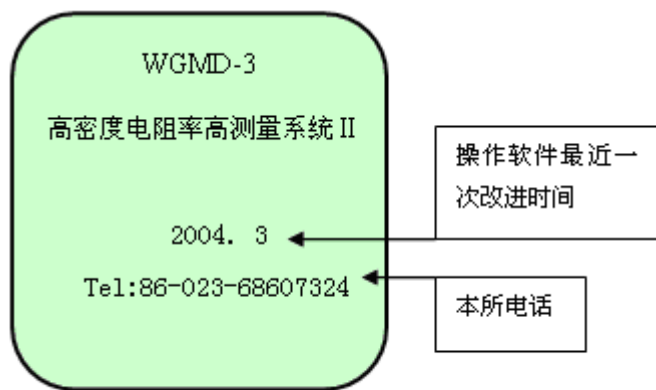


图 2-5

按 \uparrow 、 \downarrow 键可调节显示对比度，按其他键，显示器上将弹出仪器操作的主菜单（若最近是在测量菜单下关机，则显示器上将弹出测量菜单）。

(4) 接地电阻监测

【测试原理】

主机通过WDZJ-3多路电极转换器分别对60根电极扫描测量其接地阻。如果上一次关机时的断面参数为120根电极（有两个电极转换器级联），则自动扫描这120根电极的接地电阻。此方法也是检查电极开关好坏的一种手段。

【连 线】

- 将接地电阻专用测试线的插头插入主机的“R_地”插座。
- 在主机附近打一参考电极入地（要求接地良好），将此电极连到接地电阻专用测试线的黑夹。
- 将布好电极的两根大线接至WDZJ-3的对应插座。
- 将WDZJ-3的A、B、M、N任意一端接至接地电阻专用测试线的红夹。

【操 作】

①打开主机电源，屏幕显示开机信息，按 \square 退出键屏幕显示主菜单，按 \square 2键进入测量菜单(见图2-6)：

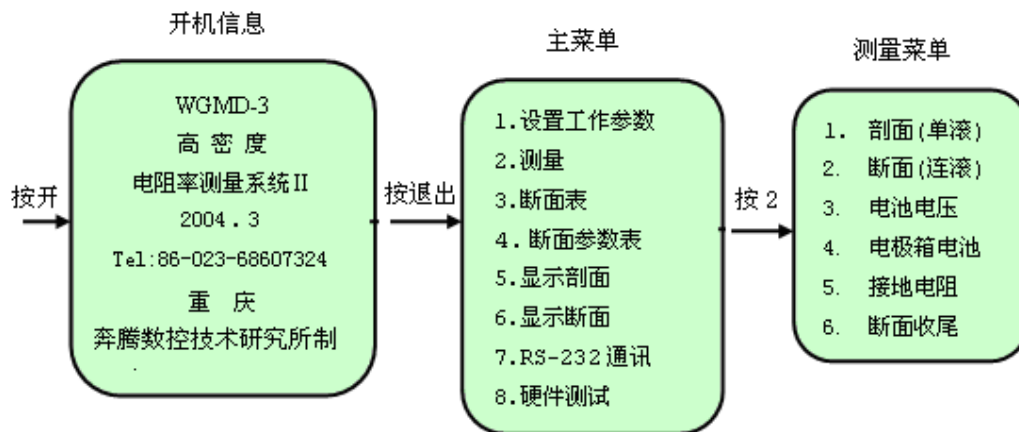


图 2-6

②按 $\boxed{5}$ 键，屏幕显示(如图2-7)：

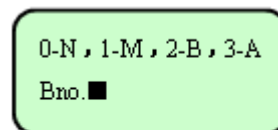


图 2-7

③在上面连线中，若是将WDZJ-3的“A”与主机的“R_地”相连，则按 $\boxed{3}$ 键若是其它端子，则按相应的数字代号。再按 $\boxed{\text{确认}}$ 键，则屏幕显示：(如图2-8)

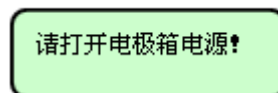


图 2-8

④按上面提示打开WDZJ-3多路电极转换器的电源开关。当电源指示灯闪烁完毕后，按主机 $\boxed{\text{确认}}$ 键，进入扫描测量。屏幕显示：(如图2-9)

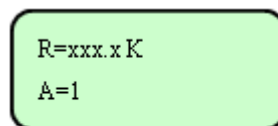


图 2-9

R表示接地电阻；A=1…60表示通过A组60个开关去测试1~60根电极（即等号后数字既是电极代号亦是开关代号）。

【注 意】

- 必须保证“R_地”插头的黑夹与主机侧的接地电极连接良好。
- WDZJ-3多路电极转换器在不使用时，请关闭电源。

(5) 电池电压检查

【操 作】

① 测量主机电池电压

在测量菜单下按 $\boxed{3}$ 键，仪器将测试并显示主机电池电压值。显示单位：mV。当电压低于9.6V时，将显示：“电源电压过低！”需更换电池。屏幕显示如图2-10：

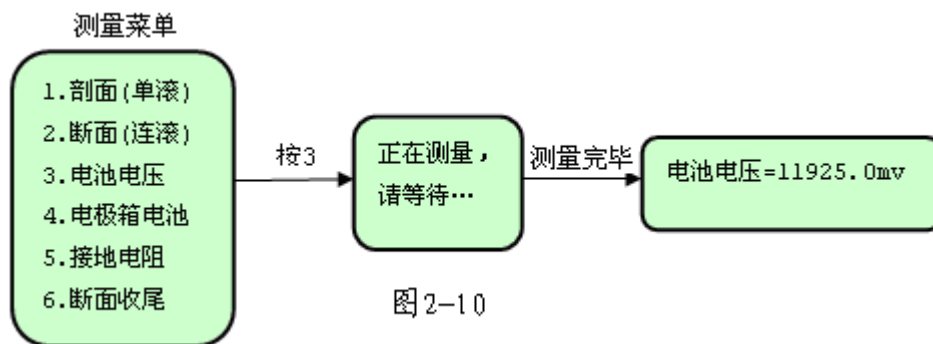


图 2-10

②测量WDZJ-3多路电极转换器电池电压

a、在测量菜单下按 $\boxed{4}$ 键，将显示“电极箱号：”，提示输入电极转换器代号，与主机相连的转换器为“1”号，级联的转换按顺序累加。

b、当输入 $\boxed{1}$ 并 $\boxed{\text{确认}}$ 后，提示“请打开电极箱电源！”，打开电源开关工作指示灯停止闪烁后，按 $\boxed{\text{确认}}$ 键，则显示如图2-11：

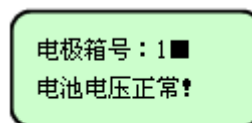


图 2-11

表示WDZJ-3电池电压大于9.6V。

【建 议】

用户在野外工作时，应定时检测电池电压。因为电池电压过低时，影响测试精度。

(6) 设置工作参数

工作参数包括：断面号、装置、滚动数、电极数、极距、剖面数。

各项参数含义如下：

●**装 置**：电极排列方式，目前仪器共有18种排列方式，详见『十一』。

●**滚动总数**：

即滚动线的总条数，此参数仅在滚动装置时有效，它与剖面数一起决定新断面测量点数也即断面占用的内存空间。详见『十一』。

●**使用电极数**：

即实际参与供电和测量的电极总数（对于跨孔偶极排列为单边参与供电和测量的电极总数），主要用于检查剖面数输入是否合法、计算总测量点数、控制电极转接过程。该参数值应小于或等于系统实接电极转换器台数 \times 60。

例如，系统共连接了两台电极转换器，则最大可接电极数为 $2\times 60=120$ ，若实际测量过程中只用到了97根电极，则使用电极数应输入97。

●**点 距**：

通常高密度电阻率系统全部电极在测量前事先沿测线等距离打好，相邻电极间的距离称为基本点距简称点距，单位：米。该参数主要用于计算各测量点装置常数及记录点位置。

●**剖 面 数**：即沿深度方向测量的剖面总数。

●**MN间距数**：

该参数用于设定M、N电极间的距离，其值为一大于0小于255的整数，单位为“点距”也即是一个基本电极间距。MN间距数默认值为1，其可设定的最大值为使用电极总数 $/2-1$ 。适用于“10. MN-B滚动”、“11. α 2排列”、“12. A-MN-B四极测深”、“13. A-MN矩形”等四种高密度装置。

例如，设点距=2.5米，MN间距数=3，则测量时M、N电极间的距离将始终保持 $3\times 2.5=7.5$ 米。

●**点 数**：

即该断面按上述参数工作时测量点总数。此参数仪器自动算出供操作员参考，无须输入。

输入断面号、排列方式、滚动数、电极数、极距、剖面数

【操 作】

①在主菜单下，按1键，屏幕提示输入新建断面号（例：100号），输入1 0 0并确认。接着输入剖面号（例如：1），输入1并确认，屏幕显示该断

面下所有参数，供修改：如图2-12。

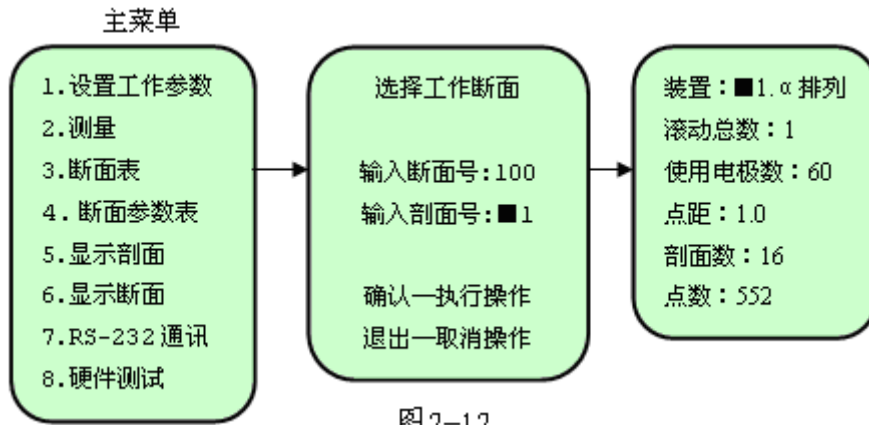


图2-12

②当闪烁光标停在第一行时，可按 \pm 、 \bullet 键选择18种排列方式之一，然后按 \square 确认，光标移至下一行。

③第二行需输入滚动总数，输入完数据后，按 \square 确认。

④第三行先输入使用电极总数，后输入点距，第四行输入剖面总数， \square 确认之后显示测点总数，之后光标回到第一行，操作员可修改前面输入的断面参数，如修改完毕，按 \square 退出，屏幕显示主菜单。

【说明】

- 如果输入的断面号已经存在，将显示该断面的各参数，但不能修改。
- 如果排列方式选择前五种和第11、14、15、16、17种，则滚动数无实际意义，可不输入。
- 正确输入使用电极数。
- 输入的剖面数大于排列方式和电极数决定的最大值时，输入值无效，输入光标回到起始位。
- 断面号取值范围0~32767，最多允许有100个断面。

4、测量

本节内容包括：1、测量操作过程

2、测量数据显示格式

3、测量工作流程

(1)、测量操作过程

①测量之前应连好所有电缆。

②在主菜单下按 \square 2键，进入测量菜单，显示：（图2-13）

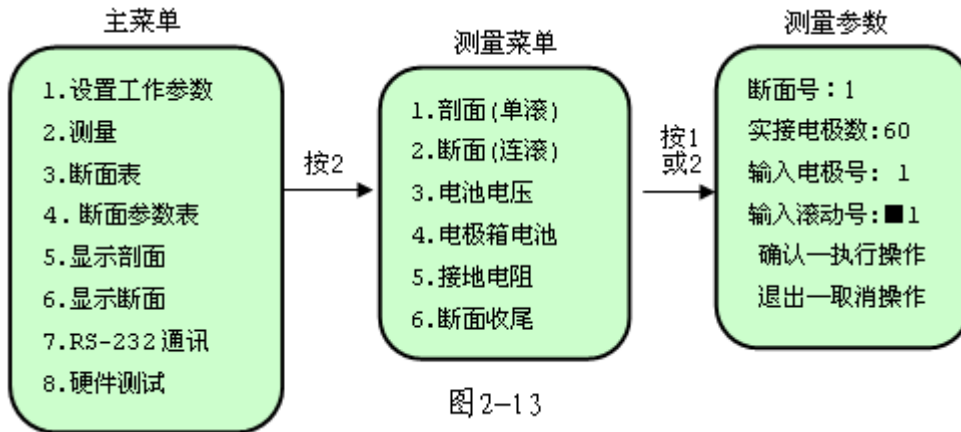


图 2-13

● **实接电极数:** 测线上实际连接的电极数，起始电极号与使用电极数的和与实接电极数中的最小者作为电极边界检测条件。

● **电极号:** 起始测量的电极号，当前所启动测量（如断面测量、剖面测量或滚动线测量）全部测点中A、M、N、B电极编号最小者（如图2-14）。**第18种排列（跨孔偶极）**起始测量的电极号的输入要求略有不同。

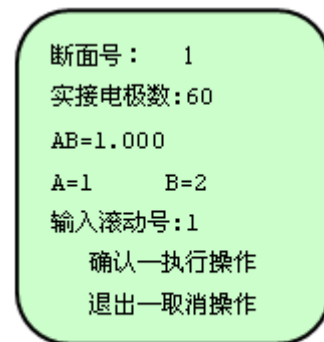


图 2-14

● **剖面号或滚动号:** 要测量的剖面或滚动线，用于决定所测数据的存储位置。在断面或滚动测量时，为该断面起始测量的剖面或滚动线，此数不得大于工作参数设置中的剖面数或滚动总数。

第1~5种、第11种、第14~17种测量方法，因为是固定断面测量，**必须将滚动号设置为1**。第6~10种、第12~13种、第18种为可变断面连续滚动测量，要根据实际情况设置滚动号和起始电极号，但滚动号不得大于滚动总数。

● 若只测一条剖面或滚动线，按 $\boxed{1}$ 键，此时显示当前断面号，并提示输入将要测量的剖面号和电极号。输入剖面号和电极号并 $\boxed{\text{确认}}$ 后，提示“打开电极箱电源！”，打开WDZJ-3电源后，按 $\boxed{\text{确认}}$ 键，进入测量。

● 若是从指定剖面开始，测量整个断面，则按 $\boxed{2}$ 键，此时显示当前断面号，并提示输入起始剖面号和电极号。输入剖面号和电极号后按 $\boxed{\text{确认}}$ 键，显示出该断面下的各项参数；按 $\boxed{\text{确认}}$ 后，提示“打开电极箱电源！”打开电源并按 $\boxed{\text{确认}}$ 后，进入测量。

③测量完成之后，屏幕显示测量菜单。此时按 $\boxed{\text{退出}}$ 键退出测试。若要继续测量，则按数字键 $\boxed{1}$ 或 $\boxed{2}$ 。

【注 意】

① 在测量过程中，可按 $\boxed{\text{退出}}$ 键中断测量。

② 当测量装置是滚动装置时，测量开始前，屏幕将不提示输入剖面号而是提示输入滚动号（取值范围：1~滚动总数）。

③ 当仪器工作在高密度测量方式时，每次进入测量菜单，在测量菜单显示前，仪器都会先提示输入供电时间，如图2-15所示：

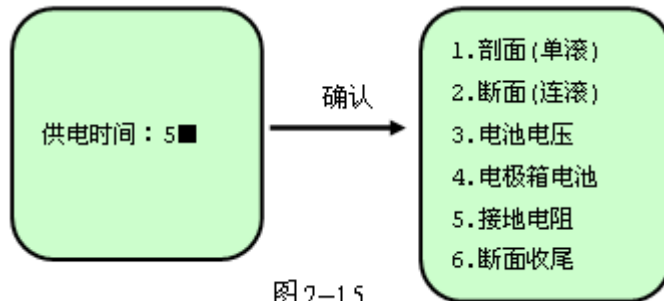


图2-15

此时，如供电时间不变则直接确认键进入测量菜单；若需改变供电时间，操作员可立即输入新的供电时间（有效数为：1~10）并确认进入测量菜单。

此处所谓的供电时间，指的是供电开始后到仪器开始测量电压 VP、电流 IP 前这段时间，也称测量延时。供电时间的单位为 50ms，即若输入的供电时间为 5，则实际时间为 250ms。

④ 对于“6.AM 滚动”、“7.A-MN 滚动”、“8.AB-M 滚动”、“9.AB-MN 滚动”、“10.MN-B 滚动”、“13.A-MN 矩形”、“18.跨孔偶极”等七种高密度装置，增加了断面收尾测量方式，从而使断面测量总点数达到最大。不同装置收尾断面的形状如下图 5-16 所示：

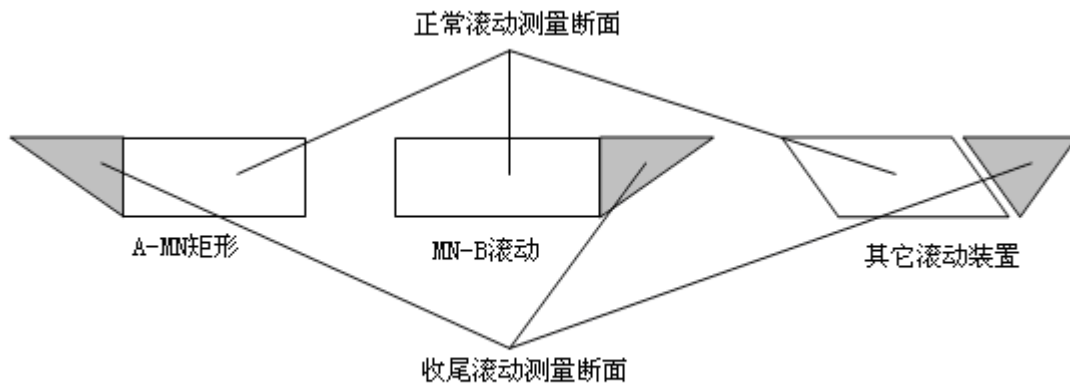


图2-16 不同装置收尾断面的形状图

当需要进行断面收尾测量时，执行图 2-15 测量菜单中的第六项“6.断面收尾”功能即可。

若需收尾测量，应在断面建立时预留断面收尾所需占用的滚动线，即在输入的滚动总数中应包含断面收尾所需占用的滚动线数，其计算方法如下：

$$\text{收尾断面滚动线数} = \text{剖面数} - 1。$$

例如：设测量装置为 AM 二极滚动，使用电极数 60，剖面数 16，则在不移动电极的情况下，正常测量滚动总数为：

使用电极数 - 剖面数 + 1 - 排列电极数 + 1 = 60 - 16 + 1 - 2 + 1 = 44 条

收尾断面滚动线数 = 剖面数 - 1 = 16 - 1 = 15 条

在跨孔测量中，上面计算公式的使用电极数和排列电极数均为单边的电极数。故在不移动电极的情况下，要做断面收尾测量滚动总数应设为 44 + 15 = 59 条。

从上述讨论可知，尽管收尾断面滚动线上的实测点数少于正常测量滚动线上测点数，但在存储空间分配上，仪器并未区分收尾断面滚动线与正常测量滚动线，两者占用相同大小的空间，因此，虽然断面收尾功能可使断面测量总点数达到最大，但却造成了一定存储空间上的浪费。

通常，若需进行收尾测量，先执行测量菜单中的第二项“2.断面（连滚）”功能进行一般滚动测量，待正常断面滚动线全部测量完毕后，再执行测量菜单中的第六项“6.断面收尾”功能，测量尾部的收尾断面即可。但对于“13.A-MN 矩形”高密度装置，若需进行收尾测量，则应先执行测量菜单中的第六项“6.断面收尾”功能，将前部的收尾断面测量完毕，然后再执行测量菜单中的第二项“2.断面（连滚）”功能进行一般滚动测量。

野外测量完毕后，使用 BTRC 2004 通讯软件将测量数据回传到计算机中，再使用该软件编辑菜单中的“断面收尾”功能切去收尾断面中的无效数据，之后，可转换成各种格式供后期软件处理。

高密度学习软件 2.5 版本提供了断面收尾测量方式的学习与演示。

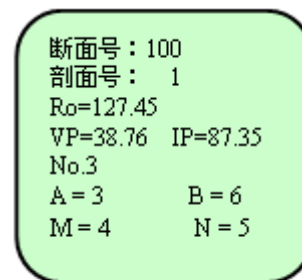
(2)、测量数据显示格式

测量期间屏幕显示如图2-17所示。其中，

Ro: 实测电阻率值

VP: 一次场电压 (mV)

IP: 一次场电流 (mA)



```
断面号: 100
剖面号: 1
Ro=127.45
VP=38.76 IP=87.35
No.3
A=3      B=6
M=4      N=5
```

图2-17

如图5-17

以上三个值均为前一点测量结果（图示为1号剖面第2点测量结果）。其中，自电M排列和自电MN排列只显示自电测量值。

No. x: 正在测量的点号(当前剖面或滚动线上的第x测点，图示为第3)

A: 供电电极A当前电极号

B: 供电电极B当前电极号

M: 测量电极M当前电极号

N: 测量电极N当前电极号

(3)、测量工作流程

- ① 布电极、连线 电极连接和仪器之间的连接见图5-2。
- ② 开机 准备测量。
- ③ 设置工作参数 若参数不变，跳过此步。
- ④ 启动测量 按本节前面说明操作。
- ⑤ 关机 节约用电、延长电池使用寿命。

(4)、显示剖面、断面及断面参数表

① 显示剖面

a. 在主菜单下，按 $\boxed{5}$ 键，屏幕提示输入断面号（例如：100）、剖面号（例如：1），按 $\boxed{1}$ $\boxed{0}$ $\boxed{0}$ 、 $\boxed{\text{确认}}$ 键输入断面号，再按 $\boxed{1}$ 、 $\boxed{\text{确认}}$ 键输入剖面号。屏幕显示出100号断面的第1条剖面曲线（如图2-18）。

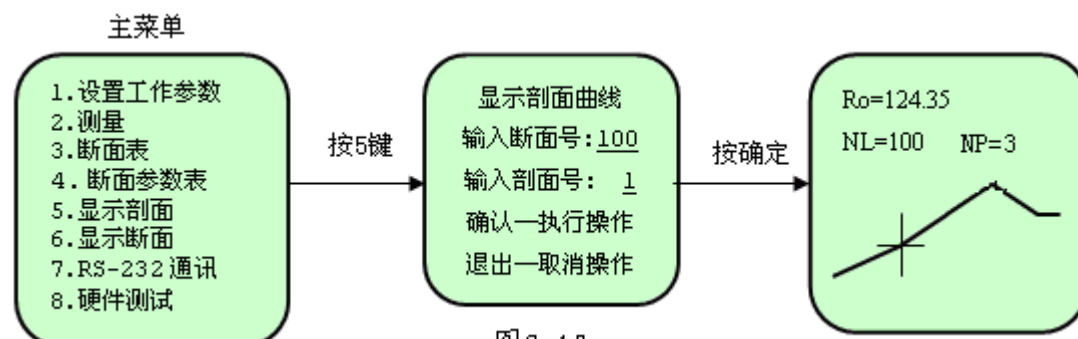


图 2-18

b. 按 $\boxed{\rightarrow}$ 、 $\boxed{\leftarrow}$ 键，使光标以测点为单位右、左移动，同时NP随之改变。按 $\boxed{\uparrow}$ 、 $\boxed{\downarrow}$ 键，可使曲线上下移动。按 $\boxed{\pm}$ 、 $\boxed{\bullet}$ 键，可使曲线放大或缩小。按 $\boxed{\text{退出}}$ 键则返回主菜单。

其中， NL — 剖面号 NP — 测点号
 RO — 当前测点电阻率值
 + — 曲线光标。

【注 意】 纵轴为电阻率参数，对数座标，横轴为均匀分布的测点。

②、显示断面

a. 在主菜单下，按 $\boxed{6}$ 键，屏幕提示输入断面号（例如：100）、剖面号（例如：1），按 $\boxed{1}$ $\boxed{0}$ $\boxed{0}$ 、 $\boxed{\text{确认}}$ 键输入断面号，再按 $\boxed{1}$ 、 $\boxed{\text{确认}}$ 键输入剖面号。屏幕显示出100号断面的断面曲线。其中输入的剖面号指定基准剖面，仪器自动给该剖面确定一合适的比例并以该比例放大其它剖面（如图2-19）。

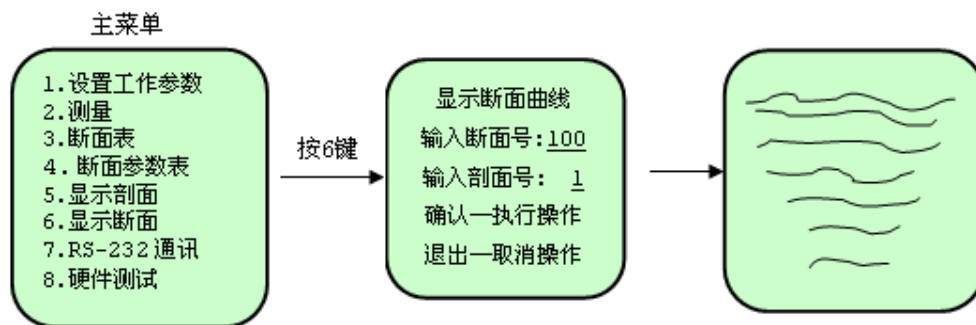


图2-19

b. 按 \pm 键，放大曲线幅度，按 \square 键，缩小曲线幅度。按退出键，返回主菜单。

③ 显示断面表

a. 在主菜单下，按 \square 键，屏幕显示出当前内存中第一个断面的参数。屏幕最底行显示为序号(0~99)。

b. 按 \pm 键序号增加，按 \square 键序号减小，可依次查看各断面参数。按退出键，返回主菜单。

【说明】断面号为-1时表示为空。

(5)、清除操作

- 清除操作包括：
- 1、清除内存中的某一断面
 - 2、清除全部数据

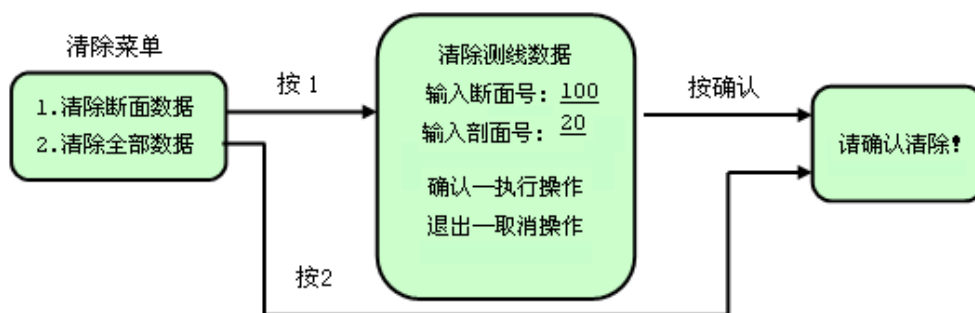


图2-20

① 清除内存中某一断面

a. 在主菜单下，按清除键，屏幕显示出清除菜单

b. 按 \square 键，提示输入断面号、剖面号。

c. 输入断面号、剖面号并确认后，屏幕提示“请确认清除！”，按确认键执

行清除操作，按 $\boxed{\text{退出}}$ 键则取消清除操作。

② 清除全部数据

在主菜单下，按清除键，屏幕显示出清除菜单。

按 2 键，则选择清除全部数据的功能。屏幕提示“请确认清除！”，按退出键，不清数据，返回主菜单。按确认键，则清除内存全部数据。

【注 意】本机对于清除过的任何数据无恢复功能，因此请操作人员进行清除工作时，一定要认真仔细，以免失去有用数据。建议首次使用本仪器或发现内存数据混乱时，使用清除全部数据功能，使内存分配得到初始化。

(6)、联机通讯

【操 作】

①在计算机和仪器均未开机状态下用本机专用通讯电缆将WDJD-3与IBM兼容计算机相互连接起来。并且确认使用的是计算机的哪一个串行口(台式机均有两个串口)，以便在通讯软件中设置好COM1或COM2。

②打开计算机，执行随机配备的通讯软件BTRC2004，执行通讯软件中“接收”功能，并设置好相关的参数，当通讯软件提示打开仪器电源时，再打开WDJD-3多功能数字直流激电仪。

③在仪器主菜单下，按 $\boxed{7}$ 键，将显示“正在联络，请等待...”，此时仪器正等待主机应答信号。联络完毕，仪器将显示“正在通讯，请等待...”。

【说 明】

- 在第一个断面成功传送之后，仪器始终保持着与主机的联系。只须在软件中改变断面号，可继续调入其它断面的数据。

- 详细操作请参阅『十』。

【注 意】在连接电缆时，切忌在计算机和仪器均开启电源的情况下进行，至少应有一方是处在关机状态下。

(7)、硬件测试

【操 作】

① 在主菜单下，按 $\boxed{8}$ 键，屏幕显示硬件测试菜单。(如图2-21)

②按 $\boxed{1} \sim \boxed{8}$ ，启动相应功能。

按退出键，返回主菜单。

其中，1~7项功能参阅WDJD-3多功能数字直流激电仪『四』。

硬件测试菜单

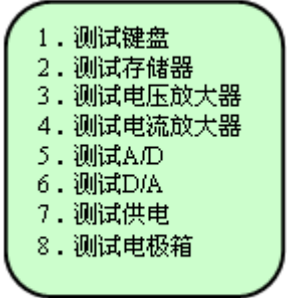
- 
- A rounded rectangular box with a light green background containing a numbered list of hardware test options.
1. 测试键盘
 2. 测试存储器
 3. 测试电压放大器
 4. 测试电流放大器
 5. 测试A/D
 6. 测试D/A
 7. 测试供电
 8. 测试电极箱

图2-21

(8)、测试WDZJ-3多路电极转换器

【操作】① 首先按要求连接好所有电线电缆。

② 打开WDJD-3和WDZJ-3电源。

③ 在主菜单下，按 $\boxed{8}$ 键，屏幕显示硬件测试菜单(如图2-22)。

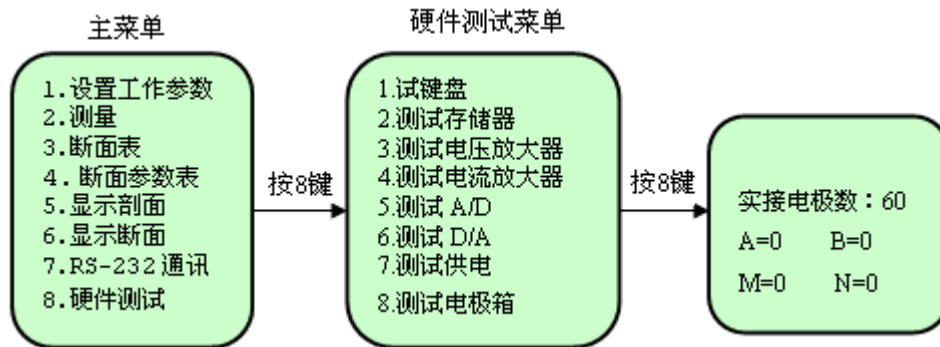


图2-22

④ 按 $\boxed{8}$ 键，进入电极转换器测试，屏幕提示输入使用电极数。若只有一个电极箱则输入“60”；若有个或更多，则按60的倍数输入并 $\boxed{\text{确认}}$ 。

- 若只检查单一开关，则把开关代号输入至A、B、M、N即可。

WDZJ-3多路电极转换器自检器面板上的指示灯直观反应开关好坏（在A、B、M、N输入的对应号上指示灯应亮，否则开关有故障）；如果无自检器，则可用万用表电阻档检查对应电极号（在32芯插头上）与A、B、M、N接线柱之间的电阻，电阻为无穷大，则开关有故障。

- 若想检查所有开关，则A、B、M、N的输入数改变为“0”，并 $\boxed{\text{确认}}$ ，仪器而循环检查每一个开关，此时只须观察自检器，只要哪个编号上指示灯不亮则该开关有故障。

【注意】当自检器与WDZJ-3接好，并打开WDZJ-3电源，自检器面板上应无任何指示。若有灯亮，亦表示该开关有故障（处于常通状态，不能断开）。

附录三：RES2D 软件中英文菜单及模型

1、RES2D 软件中英文菜单

File:

Read data file 读取数据文件

Round up position of electrodes 移动电极位置

Automatically switch electrodes 自动转换电极
Import data in ABEM LUND format 读取 ABEM LUND 格式数据
Import data in ABEM SAS AMP format 读取 ABEM SAS AMP 格式数据
Import data in AGI format 读取 AGI 格式数据
Import data in BGS format 读取 BGS 格式数据
Import data in CAMPUS Imager format 读取 CAMPUS Imager 格式数据
Import data in IRIS format 读取 IRIS 格式数据
Import data in OYO McOhm format 读取 OYO McOhm 格式数据
Import data in PASI format 读取 PASI 格式数据
Import data in RESECS format 读取 RESECS 格式数据
Import data in RESISTAR format 读取 RESISTAR 格式数据
Import data in SCIINTREX SGD format 读取 SCIINTREX SGD 格式数据
Import data in OTHER format 读取 OTHER 格式数据
Collate data into RES3DINV format 数据整理为 RES3DINV 格式
Concatenate data into RES2DINV format 连接数据为 RES2DINV 格式
Run JACOBWIN 运行 JACOBWIN
Change buffer drive 改变缓存驱动器
Set program priority 设置程序优先权
Save sorted data after reading in data file 是否保存排序后的数据
Trace program execution 是否跟踪程序运行
Exit program 退出程序
Edit:
Exterminated bad datum points 剔除坏点
Splice large data sets 拼接大数据集
Reverse pseudosection 剖面反向
Change first electrode location 改变首电极位置
Edit data file 编辑数据文件
Run another program 运行其它程序
Choose font 改变字体
Restore colours 恢复颜色
Change Settings:
INVERSION DAMPING PARAMETERS 反演阻尼参数
Damping factors 阻尼系数
Change of damping factor with depth 根据深度改变阻尼系数
Optimise damping factor 优化阻尼系数
Limit range of model resistivity 限制模型电阻率范围
Vertical/Horizontal flatness filter ratio 垂直/水平平坦滤波比
Reduce variation near borehole 减小钻孔附近的变异

MESH PARAMETERS 网格参数

Finite mesh grid size 有限网格大小

Use finite-element method 使用有限元法

Mesh refinement 网格细化

INVERSION PROGRESS 反演过程

Line Search 线性搜索

Percentage change for line search 线性搜索改变百分数

Convergence limit 收敛极限

RMS Convergence limit RMS 收敛极限

Number of iterations 迭代次数

Model resistivity values check 模型电阻率值检查

DATA/DISPLAY SELECTION 数据 / 显示选择

Cut-off factor to remove data 删除数据的关联系数

Option for contour intervals 等值线间距选项

Show pseudosections during inversion 反演时显示拟断面

Save inversion parameters 保存反演参数

Read inversion parameters 读取反演参数

Inversion :

Least-squares inversion 最小二乘反演

INVERSION METHODS 反演方法

Include smoothing of model resistivity 包含模型电阻率平滑

Use combine inversion method 使用组合反演方法

Select robust inversion 选择加强型反演

Choose logarithm of apparent resistivity 选择对数视电阻率

Jacobian matrix calculation 雅克比矩阵计算

Type of optimization method 优化方法类型

Use refernce model in inversion 反演中是否使用参考模型

Select time-lapse inversion method 选择时滞反演方法

MODEL DISCRETIZATION 模型离散化

Display model blocks 显示模型块

Change thickness of layers 改变层厚

Modify depths to layers 改变层深

Use extended model 使用扩展模型

Allow number of model blocks to exceed datum points 允许模型块数超过数据点数

Make sure model blocks have same widths 保证模型块同宽度

Reduce effect of side blocks 减小边界块效应

Change width of blocks 改变块宽度

Use model refinement 使用模型细化
 Type of cross-borehole model 跨孔模型类型
 MODEL SENSITIVITY OPTIONS 模型敏感度选项
 Display model blocks sensitivity 显示模型块敏感度
 Display subsurface sensitivity 显示表面敏感度
 Normalise sensitivity values 归一化敏感度值
 Generate model blocks 生成模型块
 IP OPTIONS IP 选项
 Type of IP inversion method IP 反演方法类型
 I.P. damping factor IP 阻尼系数
 Cutoff valid I.P. value 截止 IP 有效值
 Batch mode 批处理模式
 Use Assembly Language Subroutines 使用汇编语言子程序

2、RES2D 软件自带的部分示例数据:

LANDFILL.DAT	有50个电极的温纳排列
GRUNDFOR.DAT	不规则数据分布的温纳排列
ODARSLOV.DAT	高阻体上的温纳排列
ROMO.DAT	另一个大型温纳排列
DUFUYA.DAT	有300根电极且超过1200个数据的温纳排列
GLADOE2.DAT	含有地形信息温纳排列
BLOCKWEN.DAT	带有坏数据点的温纳排列
BLOCKDIP.DAT	偶极—偶极排列
BLOCKTWO.DAT	单极—单极排列
RATHCRO.DAT	带有地形信息的温纳排列
PIPESCHL.DAT	温纳—施伦贝谢尔排列
WATER.DAT	水下测量
MODEL101.DAT	一个很大的数据文件，需64兆内存以上
DIPOLEN5.DAT	偶极排列方式，“n”为非整数
BLUERIDGE.DAT	不同“n、a”的偶极排列方式
WENSCHN5.DAT	n为非整数的温纳—施伦贝谢尔排列方式
PDIPREV.DAT	单极—偶极排列方式
POLDPIN5.DAT	n为非整数的的单极—偶极排列方式
OHMMAPPER.DAT	移动测量系统
KNIVSAS.DAT	中间梯度排列
IPMODEL.DAT	极化数据（IP）
IPSHAN.DAT	PFE的极化数据
IPMAGUSI.DAT	含金属因子的极化数据
IPKENN.DAT	带有相位角度的极化数据
BOREHOLE.DAT	跨孔数据

BOREHIP.DAT	跨孔极化数据
BOREDIFF.DAT	两个电极在钻孔不同高度
BORERES.DAT	跨孔测量值为视电阻率值
BOREHOLE_TOPO.DAT	含地形信息的钻孔数据

附录四 电法勘探实习对称四极电阻率测 深极距选择表

对称四极电阻率测深极距选择表

AB /2 (m)	1.5	2	3	4.5	6	9	12	15	20	30	45	60	90	120	150	200	300	
MN /2 (m)	→			0.5	←					3.0	→			←		20	→	
K																		
ρ_s																		

