

# ADMT-DB 型多功能堤坝管涌渗漏检测仪

## 操 作 手 册

# 目录

一、仪器概述.....	2
二、仪器主要特点.....	2
三、仪器工作原理简介.....	3
四、整体性能介绍.....	4
4.1 主要技术参数.....	6
五、基本使用方法.....	7
5.1 两种测量模式介绍.....	7
5.2 设备连接.....	8
5.3 新建测量.....	12
5.4 数据测量.....	13
六、绘图.....	15
6.1 数据查看与绘图.....	15
6.2 绘制值线图.....	16
6.3 绘制曲线图.....	18
七、MN 和 TT 两种测量模式使用方法.....	20
7.1MN 电极模式测量方法.....	20
7.2TT 电磁探头测量模式.....	20
八、野外测线布设方法.....	21
8.1 直线剖面的平行布设方法.....	21
8.2 直线剖面的十字交叉或斜线交叉布设方法.....	21
8.3 圆形剖面布设方法.....	22
8.4 矩阵电磁法测线布设方法.....	23
8.5 野外测线布置的几个原则.....	24
九、使用仪器的注意事项.....	25

## 一、仪器概述

ADMT-DB 型多功能堤坝管涌渗漏检测仪是我公司研制的高度智能化、全功能仪器，40 多年来不断地优化前端模拟电路和数字滤波算法，集数据采集、数据处理、成图分析、专家在线交流等功能于一体。可以通过有线连接 16/32 通道测量、也可以无线连接 1-200 根金箍棒数据采集器使用，可以选 MN 电极和电磁探头信号输入，大大节约了现场数据采集时间，同时有提高了数据的准确性。本产品获得多项发明专利（专利号：201320054153.5、201120214308.8、201120567915.2、201320303919.9）。特别是发明专利“地球电磁场场源修正的物探方法及测量装置”201310205318.9 的场源修正功能解决了天然电场场源强度大小不一致及随时变化的缺点。

本仪器可选蓝牙、WiFi、4G 通讯、串口等多种通讯模式，可以连接公司专配工控主机设备终端，还可以与 PC、云服务器建立通讯，快速实现计算反演、2D/3D 制图分析。

野外数据采集支持自由组合，既可以单通道数据采集也可以 2—251 道组成矩阵式多通道数据采集，大大提高野外数据采集精度和效率，可以满足不同应用场景对数据采集精度要求。除此之外，为提高产品性价比，特别推出了基本版和专业版两个系列产品。

## 二、仪器主要特点

1、完全无线：棒内集成了 MN 和 TT 信号输入（最低配无 TT），采集数据信号实现完全无需拉线；仪器内置高性能锂电池、蓝牙或 WiFi 通讯，人机操作界面通过完全无线实现。

2、组合自由：既可以单通道数据采集也可以 2—251 道组成矩阵式多通道数据采集，大大提高野外数据采集精度和效率，可以满足不同应用场景对数据采集精度要求。

3、精准稳定：数据采集电路和算法经过了近 50 年迭代升级，能去除全球绝大部分地区、地形、地面的环境干扰因数外，并且还可以切换 MN（电极）和 TT（电磁探头）两种测量模式最大程度解决野外数据采集干扰问题。

4、智能简单：完全无线省略野外各种接头接线，安卓系统人机操作界面操作简单，通过专业主机和 PC 等终端快速数据处理、反演、2D/3D 制图分析等。

### 三、仪器工作原理简介

本仪器是在 MT 电磁法原理基础上重新优化设计，可以同时或单独测量电场、磁场来反演视电阻率变化来检测判断堤坝渗漏水点和未来可能涌漏的安全隐患、蚁穴和空洞等地质体。对堤防、堤坝等建筑工程安全隐患勘探效果明显。它依据不同频率的电磁波在导电媒质中具有不同趋肤深度的原理，在地表测量由高频至低频的地球电磁响应序列，研究地下不同深度地质体的电性变化差异，确定地下地质体的赋存状态。

#### 1、电磁波传播理论、亥姆霍兹方程

地面电磁波发送到地下，电磁波在岩土中的传播遵循 Maxwell 方程。如果假设大多数地下岩土为无磁性物质，并且宏观上均匀导电，不存在电荷积累，那么 Maxwell 方程就可简化为：

$$\left. \begin{aligned} \nabla^2 H + k^2 H &= 0 \\ \nabla^2 E + k^2 E &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

式中  $k$  称为波数（或传播系数）。

$$k = [\omega^2 \mu \epsilon - i \omega \sigma \mu]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

考虑到传播系数  $k$  为复数，令  $k = b + ia$ ，其中： $a$  称为相位系数， $b$  称为吸收系数。

本产品的电磁波频率范围内（0.01Hz~8KHz），通常可以忽略位移电流，这时  $K$  进一步简化为：

$$k = -i \omega \mu \sigma \quad (3)$$

#### 2、波阻抗与电阻率

有亥姆霍兹方程变化的磁场感生出变化的电场，我们有磁电关系：

$$\frac{E}{H} = -\frac{i \omega \rho}{k} \quad (4)$$

表面阻抗  $Z$  定义为地表电场和磁场水平分量的比值。在均匀大地的情况下，此阻抗与入射场的极化无关，和地电阻率以及电磁场的频率有关：

$$Z = \frac{E}{H} = \sqrt{\omega \mu \rho} e^{i\pi/4} \quad (5)$$

(5) 式可用于确定大地的电阻率。

$$\rho = \frac{1}{5f} \left| \frac{E}{H} \right|^2 \quad (6)$$

### 3、趋肤深度

在无磁性介质中，趋肤深度公式为：

$$\delta \approx 503 \sqrt{\rho/f} \quad (7)$$

由上式可知，电磁波的穿透深度与频率、电阻率有关系。频率一定，电阻率越高穿透深度越大，电阻率一定，频率越低穿透深度越大

## 四、整体性能介绍

ADMT-DB 型多功能堤坝管涌渗漏检测仪高度集成了采集电路、MN 电极、TT 传感器、高性能锂电池（如图 2）。

其中电磁传感器采用经过特殊热处理后的合金材料作为电磁传导铁芯，最大导磁率  $45 \times 10^4$  的 4 次方，磁饱和感 1.28T。在铁芯的外层使用模具骨架精心绕制一定数量线圈，精密匹配调试出不同精度的传感器来适用不同深度的测量要求。一般来说，电磁传感器的铁芯长度越长测量精度越高，性能也越稳定。特别在低频段测量效果好，测量深度会越深，常用几个型号长度有 46cm、86cm、100cm、115cm、130cm（如图 3），长度不同重量也不同。



图 1：ADMT-100GT3 整体外观

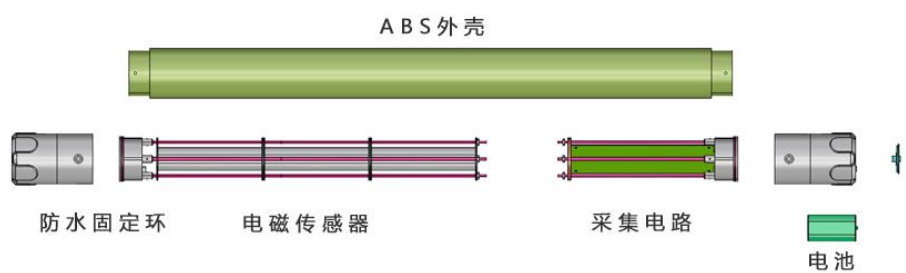


图 2：金箍棒内部结构图

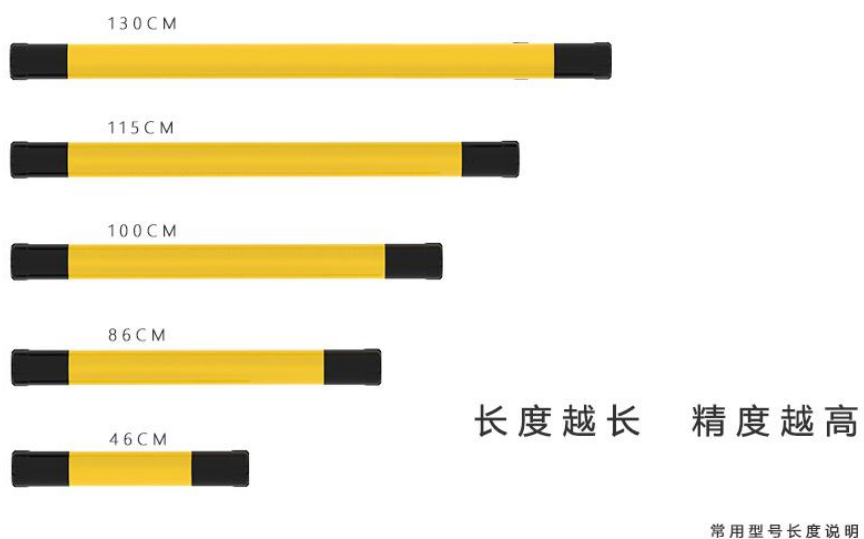


图 3：金箍棒常用规格长度说明

## 4.1 主要技术参数

测量范围：±5V

深度：5、10、20、40、100m

测量通道：<200 道内任意组合

选频滤波：预设选频和智能选频、模拟+数据滤波 1-16 次叠加可选

测量模式：MN 电极、电磁探头、1/16/32/N 通道可选

响应频率：0.01-80KHZ

分辨率：0.1 微伏

重复测量误差：0.1%±1 个字

AD 转换：24 位 1Msps

输入阻抗：>100 MΩ

显示屏：10.1 寸

系统：Andriod 6.0.1 兼容手机、平板电脑和 PC

接口通信：蓝牙 4.0、串口、Wifi、miniUSB、GPS 和或 4G、16 芯/2 航空插头

传感器：坡莫合金，磁导率大于 45x10000，饱和磁感 1.28T

电源：DC12V 6000mAH 锂电池（可拆卸）

工作环境：-40 °C~+70°C 90%RH

## 五、基本使用方法

### 5.1 两种测量模式介绍

在野外使用中包含 TT 和 MN 两种模式可切换（如图 4、5、6），既可以使用 MN 电极插入大地直接测量，也可以直接放在地面测量，甚至背着悬空也能测量，采集数据信号实现完全无需拉线；内置高性能锂电池、蓝牙或 WiFi 通讯，人机操作界面通过完全无线实现。注：最低配置型号不配置 TT 传感器，就只能使用 MN 电极插入大地直接测量。

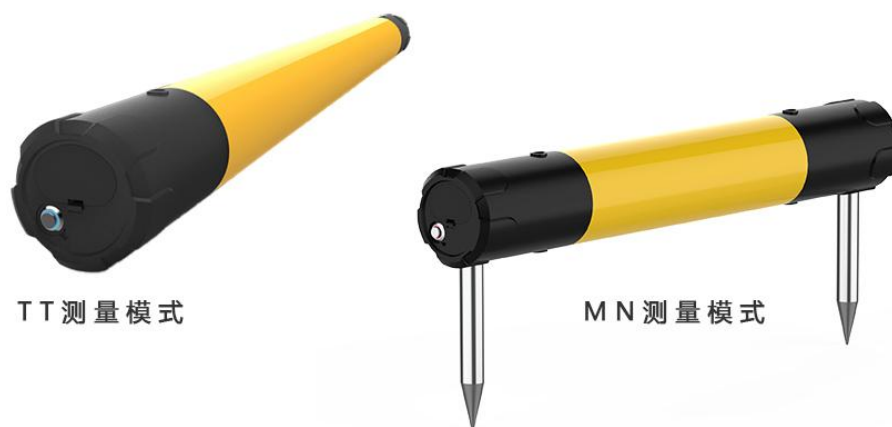


图 4：TT 和 MN 测量模式示意图

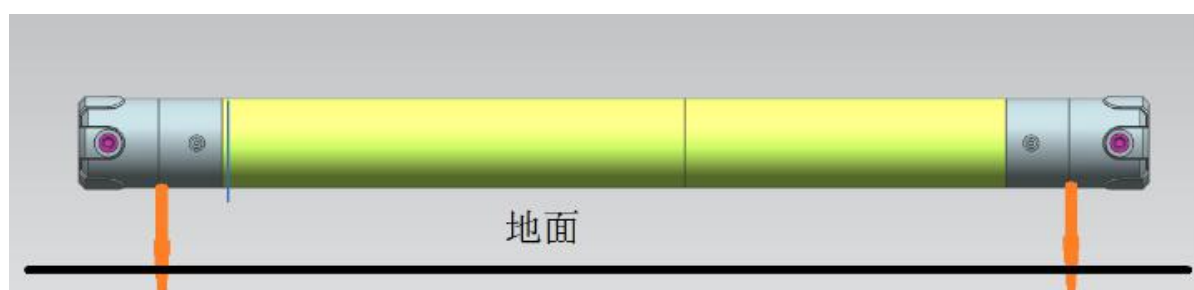


图 5：MN 电极连接示意图



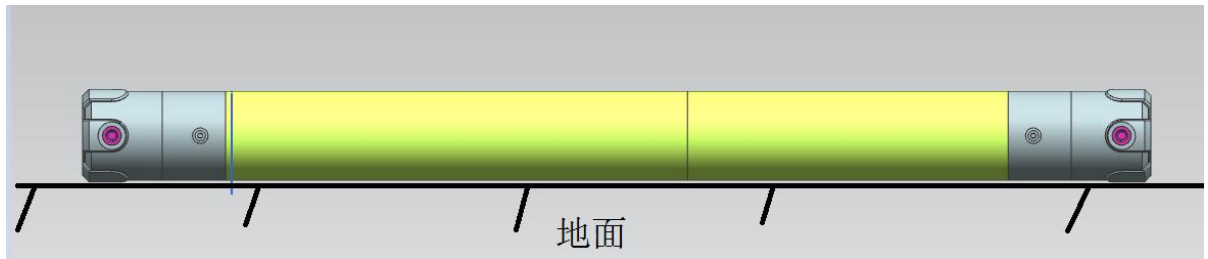


图 6：TT 电磁传感器测量示意图

## 5.2 设备连接

打开工控主机电源开关，打开仪器电源后，屏幕显示串口连接、触摸导出、文件夹、新建测量、参数配置、数据处理等菜单（如图 7）。



图 7

首次使用本仪器需在有网络的环境下利用手机号发送验证登录和注册账号后登陆使用，登陆后的手机号或注册账号是云端数据管理账号，可以在手机、电脑上登陆本账号实现数据同步分析。仪器标配不带 4G 网络的，需要在有 WiFi 的环境或使用手机 WiFi 热点功能来为仪器提供无线网络。

连接方法为：手指肚轻触屏幕左侧上半部分会跳出一隐藏左侧菜单，手指顺势向右滑动屏幕会调出左侧菜单，选择“设置”后点击“系统 WiFi 设置”来搜索并连接附近的 WiFi 网络。可以参照本说明书《11.3.3. 系统设置》，注册完成后除数据备份及同步外，其他操作无需网络。

仪器连接网络后，点击任意图标可以进行登录和注册（图 8），可选择“手机号快速登录”、“账号密码登录”两种登录方式，建议选择“手机号快速登录”输入手机号发

送验证码来登录，（验证码有效期为 4 小时，并且支持在其他设备上登录）。特别提示：一定要连接好 WiFi 网络或手机 WiFi 热点保持仪器网络畅通发送验证码和登录才有效，如未连接网络或网络异常情况下会提示发送验证码失败。



图 8

### 5.3 手机号快速登录

点击“手机号快速登录”输入手机号码（如图 9），点击“获取验证码”输入手机接收到的验证码，点击登录即可登录到系统主界面。



图 9

### 5.3. 账号密码登录

点击“账号密码登录”跳出登录框（如图 10），首次登录需要先注册账户，点击“立即注册”跳到注册界面（如图 11），输入手机号获取验证码、输入账号、密码完成注册。注册成功后，再次点击“账号密码登录”，输入账号、密码便可登录系统。



图 10



图

图 11

语言切换：点击屏幕右上角“语言切换”，可根据需要切换成相应国家语言界面。

按下金箍棒设备开关键，指示灯闪烁。打开艾都勘探 APP 点击“蓝牙连接”（如图 12）跳出“APP 连接”和“系统连接”界面（如图 13）。首先通过点击“系统连接”进入工控主机本身蓝牙搜索界面去搜索蓝牙设备，搜索过程中会出现“98”、“20”或“AIDU”开头的蓝牙名称，点击连接后可能会提示需要输入PIN码，PIN码统一为“6666”。

系统连接完成后返回进入“APP 连接”会搜索到“98”、“20”或“AIDU”开头的蓝牙名称，点击出现的蓝牙名称，连接成功后在 APP 顶部显示设备型号。

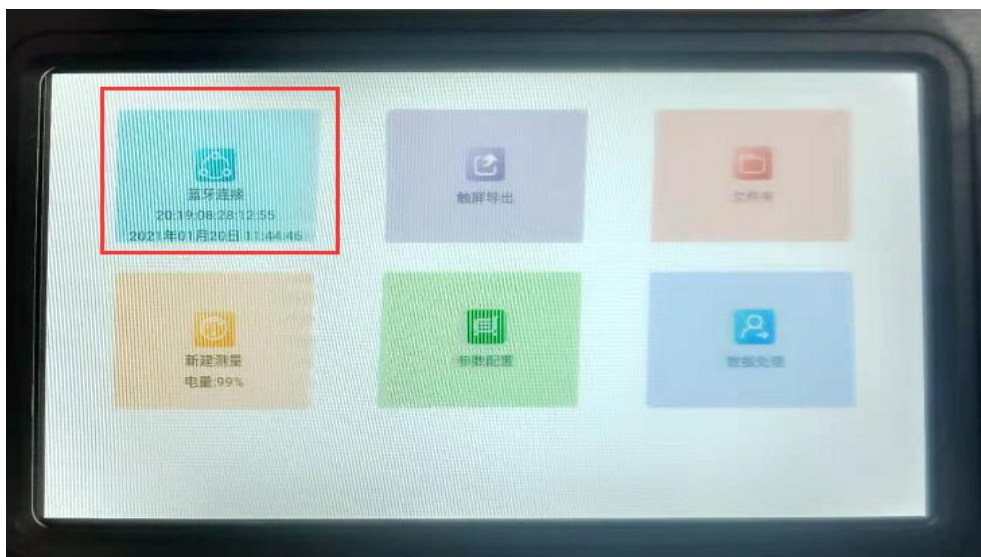


图 12



图 13

### 5.3 新建测量

APP 与设备链接完成后, 点击“新建测量”进入测量界面 (如图 9), 输入测线名称 (可中文、数字、英文输入)、制图 X 坐标默认为 10, 一般无需更改, 数值填写越大, 制图 X 坐标显示越宽, 后期制图在 APP2.0 后版本可以修改。点击确定, 进入测量设置界面, 随后会弹出参数测量界面来设置相关参数如图 10。

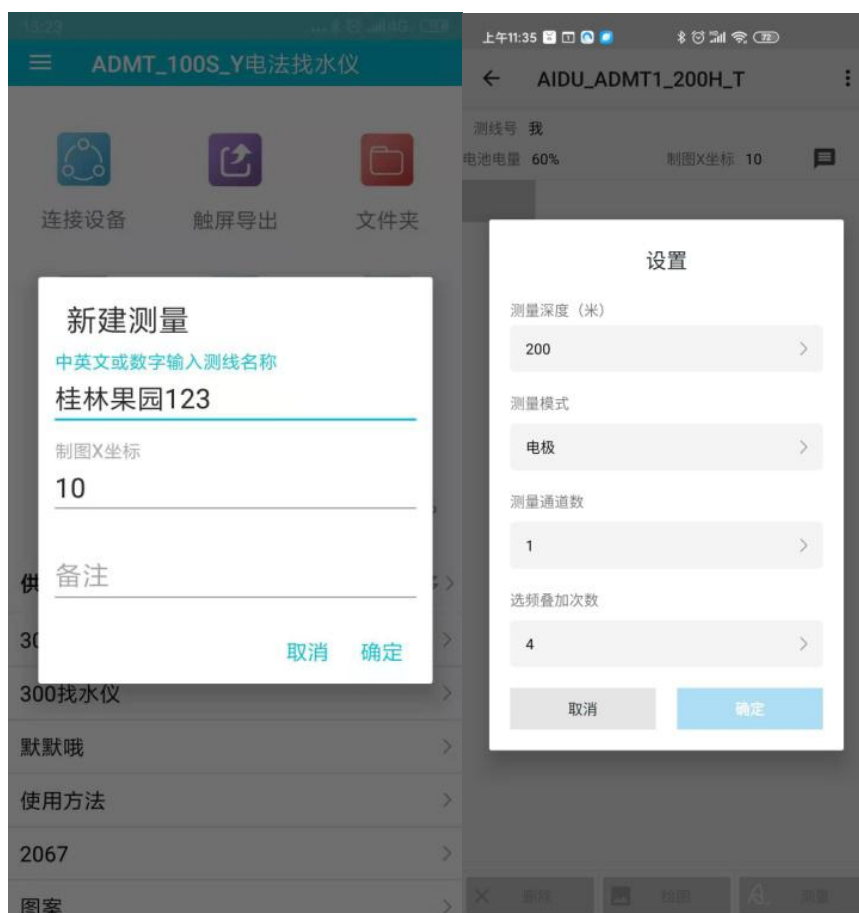


图 9 图 10

选择测量深度（米），不同型号规格设备的可选深度范围会不一样，可选 TT（磁探头）或 MN（电极）两种测量模式，当选择 MN（电极）测量模式时需要连接两根 MN 电极（如图 4），当选择 TT（磁探头）测量模式时可以直接测量（部分低配型号产品未配磁探头）。测量通道数默认“1”不可更改。选频叠加次数可选 4-6、4-10、4-16 次，不同型号规格设备的可选次数不一样。叠加次数越多，测量时间会越长，数据更稳定可靠，点击“确定”即进入测量界面。

## 5.4 数据测量

进入测量界面后点击右下角“测量”按钮并可采集数据，测量进度条到 100%完成当前测点数据采集（如图 11），点击“确认”可保存数据，点击“重测”可对该点进行重新测量（如图 12）。如果选择了 MN 测量模式，一定要使 MN 电极插入大地（如图 5），选择 TT 测量模式则直接放在地面（如图 6）便可测量。



图 11 图 12

选择“删除”可以删除上一次测量数据，将设备移至下一测点后，点击“测量”测量下一测点数据，依次类推完成整个剖面的测量采集工作（如图 13）。在完成整个剖面数据测量过程中不要点击“绘图”，因为选择绘图后进行的数据处理可能会影响数据准确性。

测量过程中错误提示（如图 14），则需要检查 MN 是否正常接地和该型号设备是否配有电磁探头，连接信号输入正常才能进行正常测量，如自己不能解决请与厂家和经销商联系。

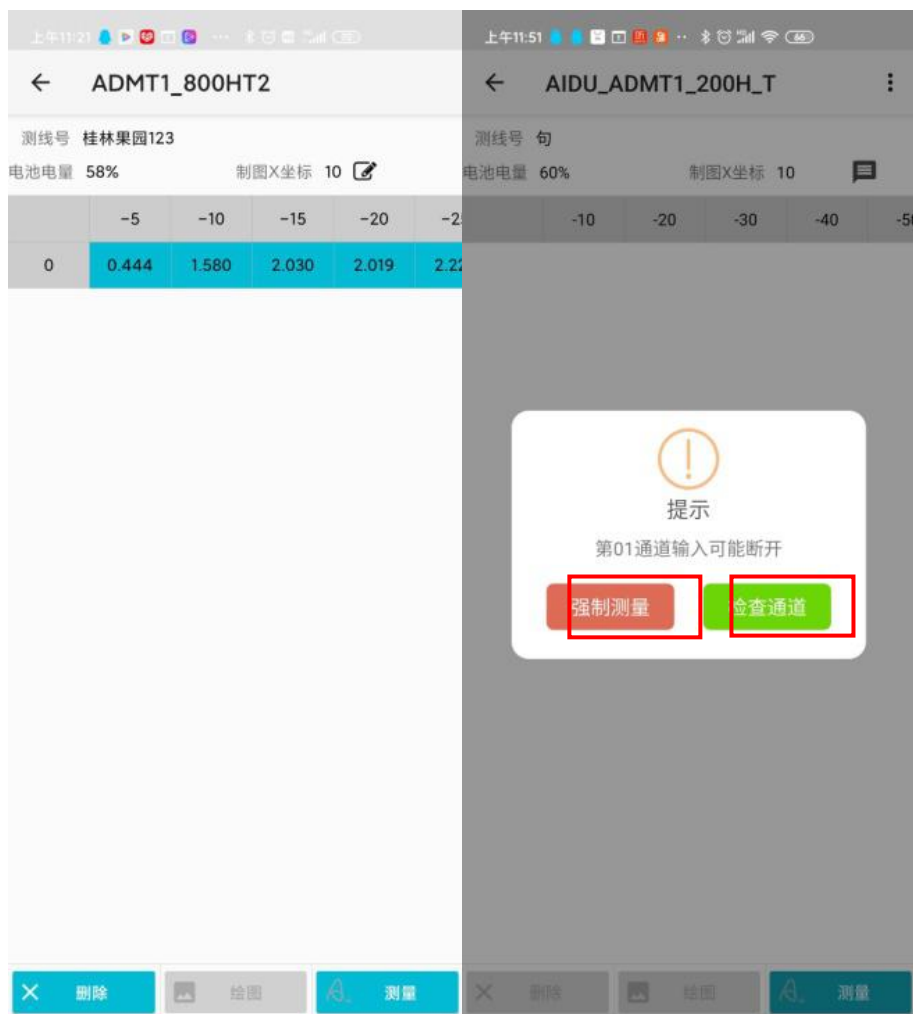


图 13 图 14

## 六、绘图

点击“绘图”功能进入内嵌的艾都制图 APP 为广大用户绘制出 2D、3D 等值线图和曲线图。

### 6.1 数据查看与绘图

当测点数超过 6 个点时底部“绘图”按钮会变蓝，为了剖面数据详细清晰，建议测量 14 个点以上为佳。点击绘图出现（如图 15）选择绘图方式，选择“等值线图”和“曲线图”（如图 16）。在完成整个剖面数据测量过程中不要点击“绘图”，因为选择绘图后进行的数据处理可能会影响数据准确性。



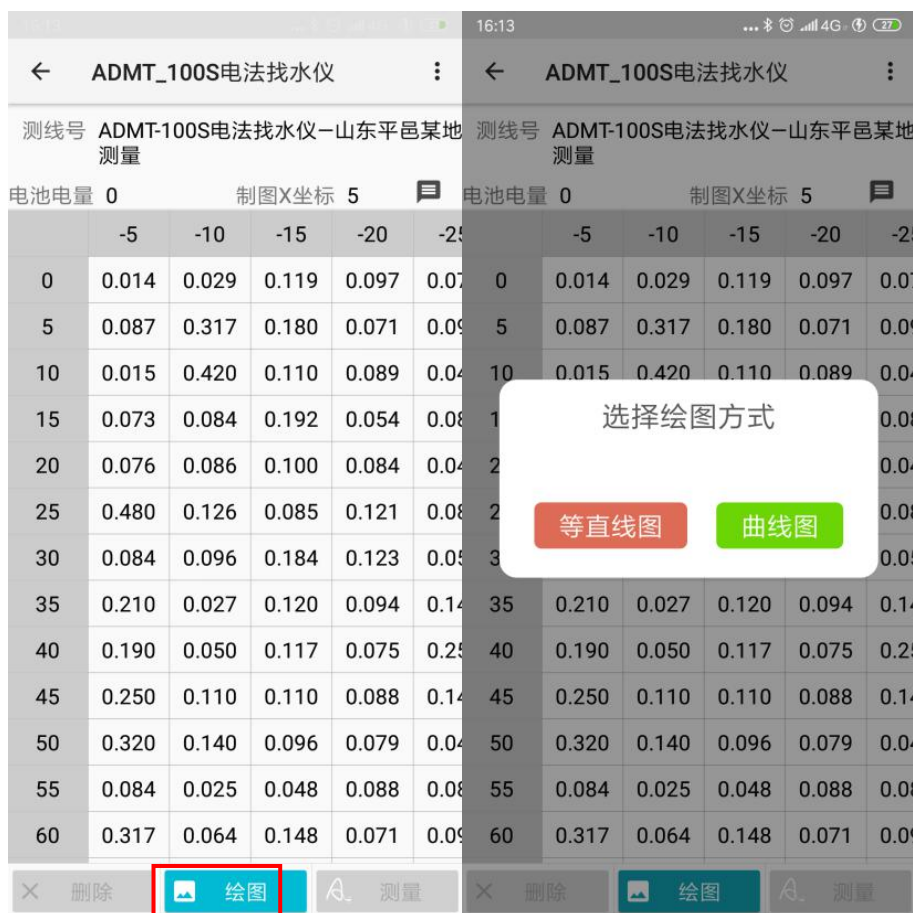


图 15

图 16

## 6.2 绘制值线图

在图 16 选择界面选择“等值线图”APP 自动进行数据处理反演成视电阻率、并且直接生成等值线图（如图 17）。左边（Y 轴）数值是测量深度，底部（X 轴）数值代表所设置测点。

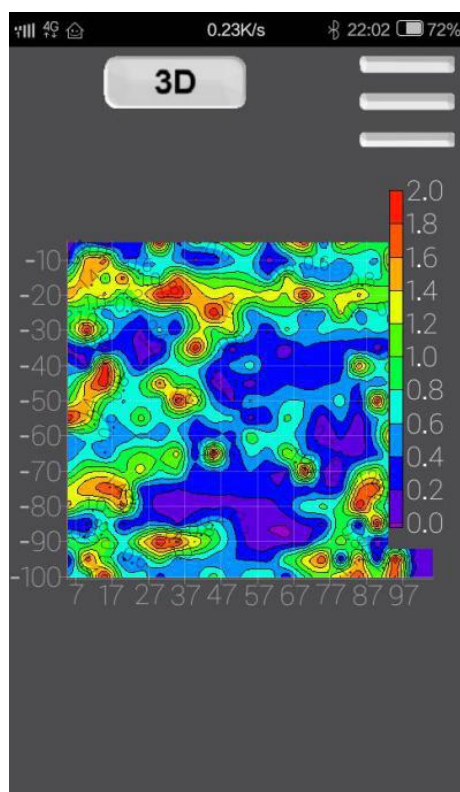



图 17

轻轻触碰绘图界面左上角会出现“3D”或“2D”图标，选择可切换 2D 图或 3D 图，（如图 18），点击绘图界面右上角图标可以设置颜色标尺，一般默认为 5 不用改变设置（如图 19）。点击“保存图片”后确认保存把效果图直接保存到 APP 文件中方便查阅和专家分析。点击“退出”退回测量数据界面。

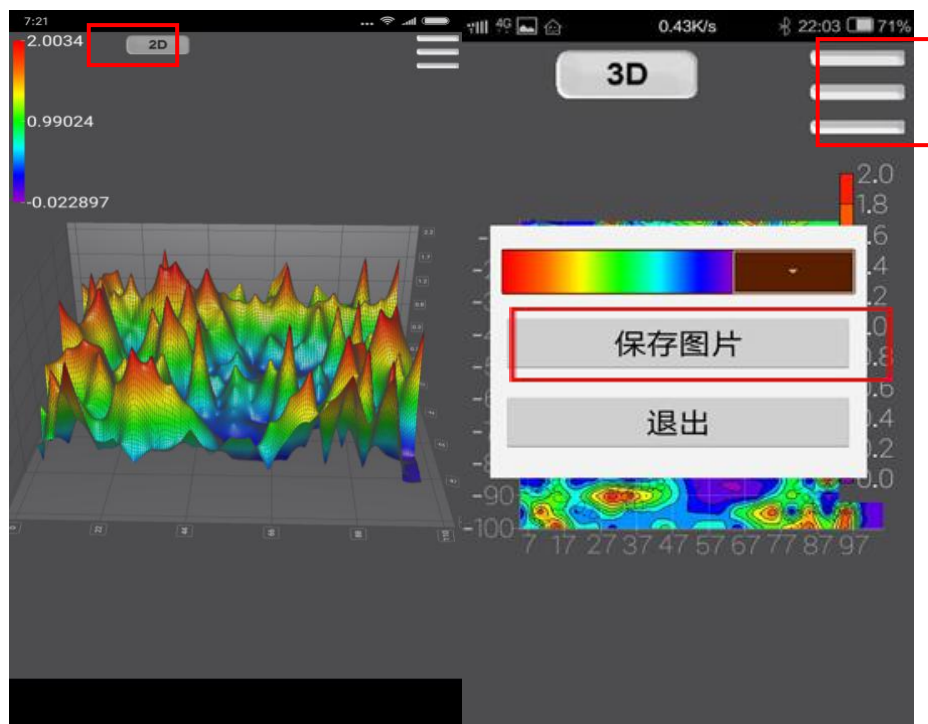


图 18

图 19

### 6.3 绘制曲线图

在图 16 选择界面选择“曲线图”APP 自动进行数据处理反演成视电阻率，并且直接生成曲线图（如图 20）。

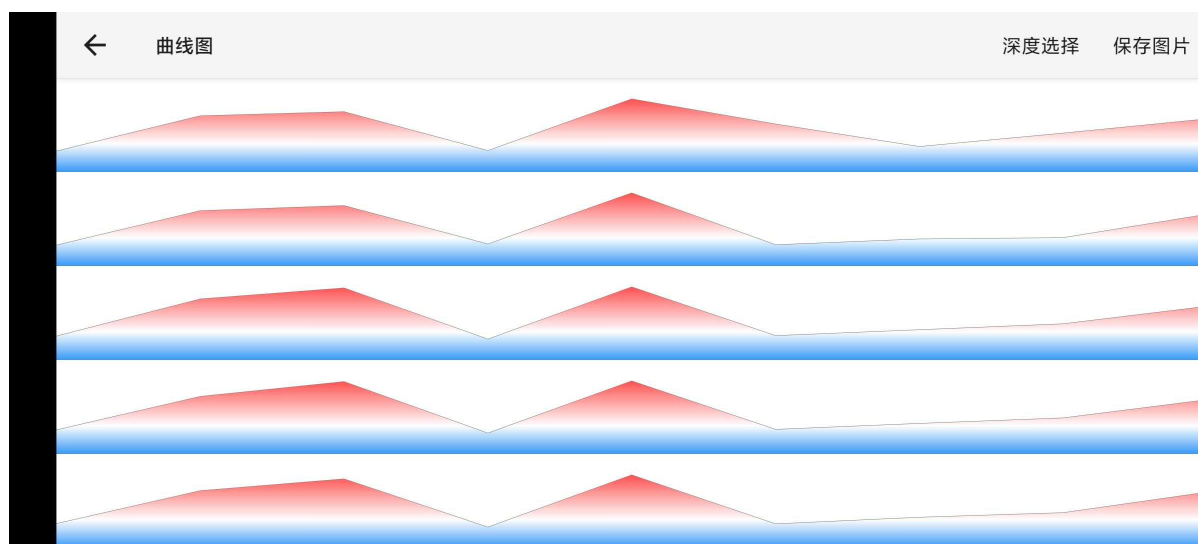


图 20

通过点击“深度选择”可以自主√选查看相应深度曲线（如图 21）。



图 21

选择“保存图片”可以保存曲线图至 APP 测线文件夹（如图 22）。



图 22

更多 APP 操作请参考《艾都勘探 APP 操作说明》和及时更新内容，艾都勘探 APP 提供免费在线升级，为了方便云端保持数据，首次使用需要通过手机号进行注册。

## 七、MN 和 TT 两种测量模式使用方法

### 7.1 MN 电极模式测量方法

设备开机后，连接 MN 金属电极，连接艾都勘探 APP 主机并且选择好测量深度、测量模式选择 MN 电极。安装好 M、N 电极并且插入大地，开始测量，测点记录点为 M、N 电极的中心  $O_1$ ，完成第一次测量  $O_1$  后移动至第二次测量  $O_2$ ，依次类推完成点第三次测量  $O_3$ 、 $O_4$ 、 $O_5$ 、 $O_6$ 、...直至完成整条剖面测量。其中  $O_1$  和  $O_2$ 、 $O_2$  和  $O_3$  之间的距离叫做点距，点距一般  $\leq$  勘探目标物尺寸大小，单位为米。（如图 23）

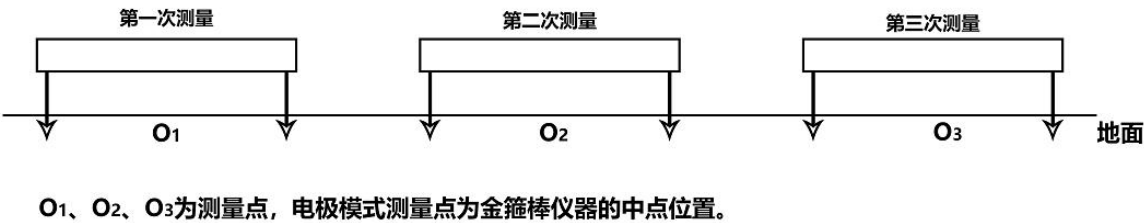


图 23

### 7.2 TT 电磁探头测量模式

设备开机后连接艾都勘探 APP 主机并且选择好测量深度、测量模式选择 TT 探头，将设备平放地面上并可开始测量，记录点设备中心位置  $O_1$ ，完成第一次测量  $O_1$  后移动至第二次测量  $O_2$ ，依次类推完成点第三次测量  $O_3$ 、 $O_4$ 、 $O_5$ 、 $O_6$ 、...直至完成整条剖面测量。其中  $O_1$  和  $O_2$ 、 $O_2$  和  $O_3$  之间的距离叫做点距，点距一般  $\leq$  勘探目标物尺寸大小，单位为米（如图 24）。

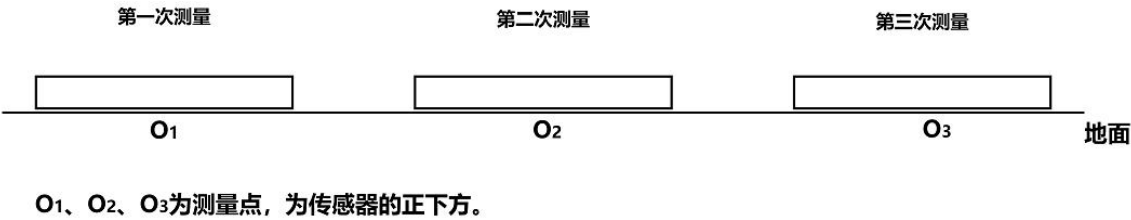


图 24

## 八、野外测线布设方法

测线布设是勘探中非常重要环节，测线布设好坏会直接影响到测量精度和提高抗干扰能力，基本原则是测线方向最好能垂直勘探目标体走向，直线剖面尽量直、圆形剖面尽量圆、地面尽量平。根据实际地形地貌选择不同的测线布设方法。

### 8.1 直线剖面的平行布设方法

直线剖面是最常用的一种布设方法，并且由多条直线剖面平行形成多直线剖面，这样的方法可以快速判断勘探目标物的走向。首先假设和判断出勘探目标物的走向，垂直勘探目标物方向来布置测线（如图 25）直线剖面可布设一条或多条，一般布置 2-3 条可以快速判断异常体的走向，根据勘探目标物的长度来布设多条直线剖面，每条直线剖面之间的距离叫做线距，线距一般 $\leq$ 勘探目标物的长度，单位为米。

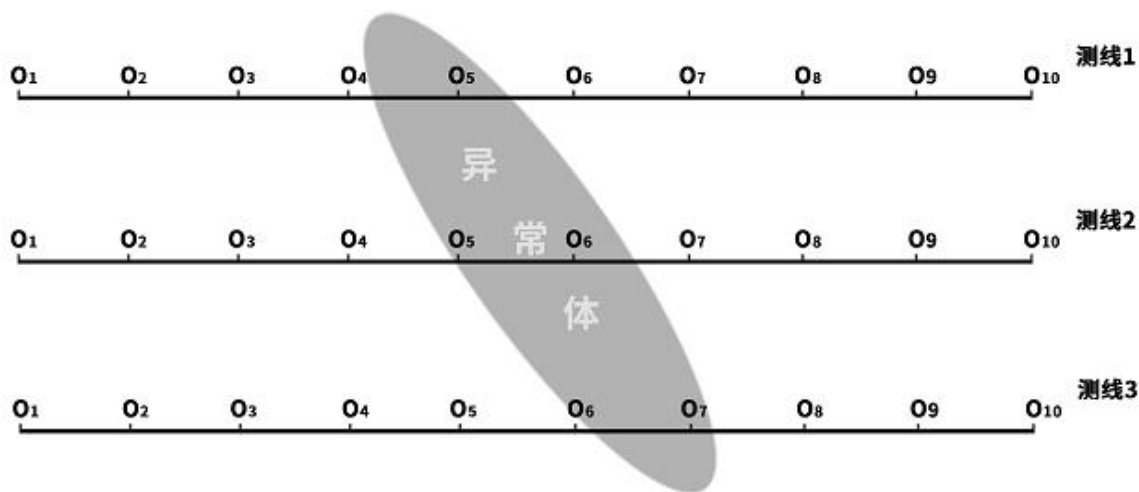


图 25

### 8.2 直线剖面的十字交叉或斜线交叉布设方法

测量完一条直线剖面后发现异常体或场地比较有限难以布设多条直线剖面时，可以使用十字交叉（如图 26）或斜线交叉（如图 27）来布设第二条直线剖面，结合两条直线剖面异常区域可以重复确认勘探目标物的存在，也可以辅助判断确认勘探目标物的大致走向。

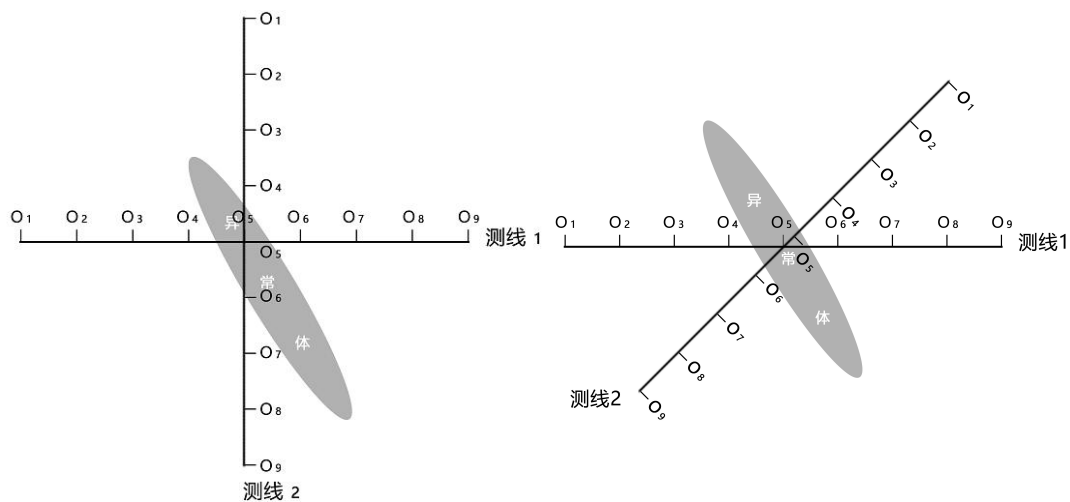


图 26 图 27

### 8.3 圆形剖面布设方法

部分区域勘测场地确实比较窄小或者附近有类似变压器、信号发射塔等点状干扰物时，以场地或干扰物为中心做圆形（图 28）或半圆形（图 29）布设剖面来测量，也可快速追索勘探目标物体（水脉、矿脉等）走向和位置。

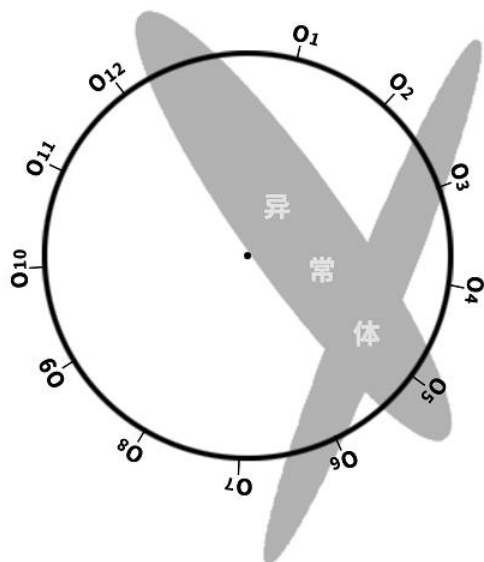


图 28

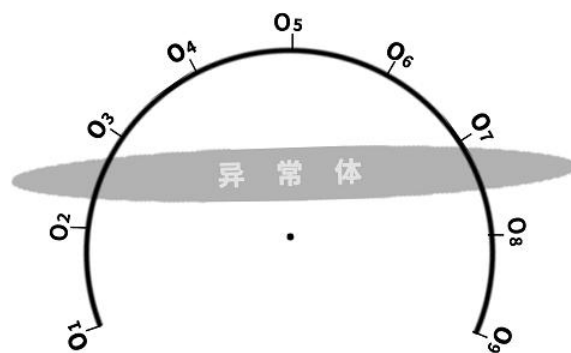


图 29

## 8.4 矩阵电磁法测线布设方法

ADMT 系列金箍棒除以上单根蓝牙无线链接使用外还可以有 2-251 根自由组合成矩阵式 MT 电磁法，利用本身强大的 WiFi 局域网用一台主机可以操控多根金箍棒进行数据采集工作，并可以同时测量电场和电磁场，组成完 MT 电磁法（如图 30）。野外实测效果如图（31）。可根据需要实现单点或者多点、多剖面同时测量，一次性可以完成直线剖面和多直线剖面、圆形剖面、交叉剖面等。大大提高测量数据的准确性、稳定性，对于测量精度要求较高的勘查，如地热温泉、工程勘查、矿产资源等场景，采用多通道矩阵多次测量、重复分析、垂向和平面剖面形成真三维勘查图形多方位解释，需要购置更多产品请联系厂家和经销商。



图 30



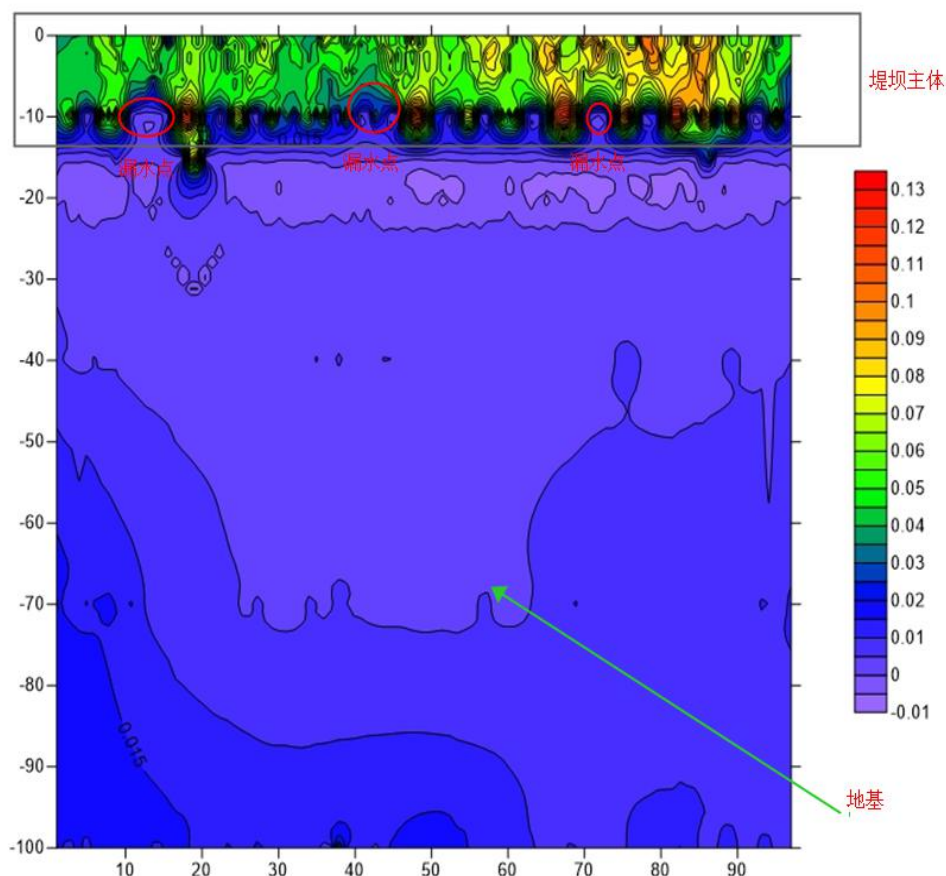


图 31

## 8.5 野外测线布置的几个原则

8.5.1 测线布设应尽量垂直异常体走向，直线剖面尽量直、圆形剖面尽量圆、地面尽量平。可以借助用罗盘或标杆三点一线的方法确定测线尽量直。

8.5.2 在山坡上测量时尽量选择相同海拔高度布设，遇到无法等高布设时，尽量选择坡度一致或者坡度较缓方向布设，相邻点之间的高差最好不超过 2 米。

8.5.3 测线应尽可能地远离高压输电线和电话线，当不能远离时，布线方向尽可能与其平行。

8.5.4 测量时尽可能保证 M、N 电极在同一平面，记录点为 M、N 电极中心点或设备传感器下方。

8.5.5 在同一测区中的点距尽量保持相同、线距保持相同，方便记录和分析。

8.5.6 MN 电极模式测量时尽量保持 M、N 电极接地一致性。

## 九、使用仪器的注意事项

9.1 请定期检查设备电池电量，定期充电。工作时间保持电量充足，工作结束后及时关闭电源。

9.2 设备在运输或使用过程中要有专人保管，避免仪器受剧烈震动、撞击和进水受潮。

9.3 每次工作结束后，保持设备及 MN 电极干净，放置在通风干燥处。

9.4 MN 电极或者电磁传感器未连接或者断开会提示测量失败，请检查线路是否连接好。

9.5 设备测量中遇到每个测点的测量数据都偏小且数值基本一致时，可能是仪器故障，请联系售后确认。