

# 接地系统监测仪（回路法）

## ■ 产品介绍

接地系统监测仪专为在线监测接地引下线的连接状况、回路接地电阻、金属回路联结电阻而精心设计制造的。在线测试、非接触测量、地线穿心通过、绝不影响防雷接地效果和设施的正常运行，无需自检、实时检测、采用 RS485 有线通信传输数据，实现远程在线监测。监测仪内置传感器与电路板，完全封闭，具有防雨淋、防尘、耐高低温、防腐、阻燃等特性，确保野外、矿井下、室内等长时间在线监测的高精度、高稳定性、高可靠性。

可以单个安装使用，也可以通过 RS485 通讯方式自行组建成有线网络系统使用。有线网络系统由监测仪、监控软件、【通讯器、电源适配器、电脑（以上须用户自备和二次开发）】等组成，适合于近距离（1500 米距离内）接地电阻监测。

## ■ 产品用途

适用于输电线路杆塔接地；气象防雷接地；石油化工接地；通讯接地；变配电站接地；铁路设施接地；建筑仓库接地；金属回路阻值；电气设备接地等。

## ■ 产品特点

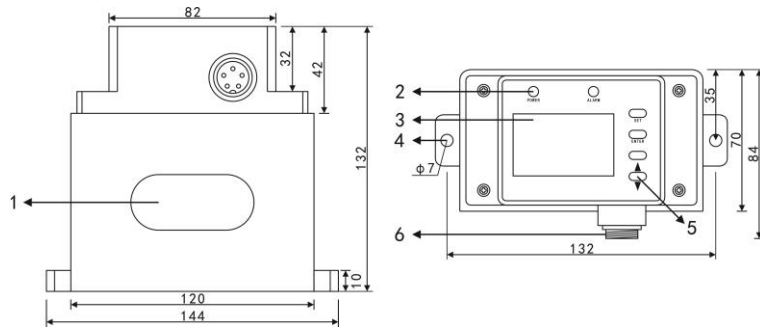
- 非接触测量，不影响接地效果和设备的正常运行。
- LCD 显示监测值，可设置报警临界值，具有声光报警指示。
- 可独立安装使用，也可以自行组建成有线网络系统使用。
- 内置传感器与电路板，完全封闭，具有防防尘、耐高低温、防腐、阻燃。
- 使用超微晶磁芯，具有高精度、高稳定性和高可靠性。
- 对外提供 RS485 通信方式，通信方式与帧格式可定制。
- 电源与有线通信电路设计有雷电防护线路，产品工作更可靠。

## ■ 技术参数

名称	接地系统监测仪
型号	LF JDJ
规格	回路法、485
电源	监测仪：6~12Vdc, 50mA Max (选配 GPRS 12Vdc 150mA Max). (Ui: 6V; Ii: 50mA; Ci: 0 μF; Li: 0mH; Pi: 0.1W) (用户外部提供)，本安设备与安全栅的匹配关系： $U_o \leq U_i$ , $I_o \leq I_i$ , $P_o \leq P_i$ , $C_o \geq C_i$ , $L_o \geq L_i$ 。
电阻量程	0.01 Ω ~ 200 Ω
溢出指示	测试值大于 200 Ω 时，LCD 显示“OL Ω”符号
分辨率	0.001 Ω
测量精度	±2%rdg ±3dgt (20 ± 5℃, 70%RH 以下)
地线穿孔尺寸	60mm × 28mm
通信方式	RS485 通信方式 (支持 ModBus 协议)
网络点数	1~250 个接地点，可扩展
通讯距离	约 1500 米，可扩展
报警指示	声光报警、LCD 显示
报警设置	监测仪面板设置，后台设置
数据显示	4 位 LCD 显示
换档	全自动换档
地线干扰电流	应避免
外部磁场	< 40A/m
外部电场	< 1V/m
单次测量时间	约 0.5 秒
功耗	监测仪：50mA Max (选配 GPRS 12Vdc 150mA Max).
防护等级	IP54
工作温湿度	-20~+55℃; 20%RH~90%RH

## ■ 监测仪结构

- 1、地线穿孔尺寸：60mmx28mm
- 2、指示灯
- 3、LCD 显示器
- 4、安装螺丝孔 Φ7mm
- 5、按键
- 6、电源、RS485 通讯接口

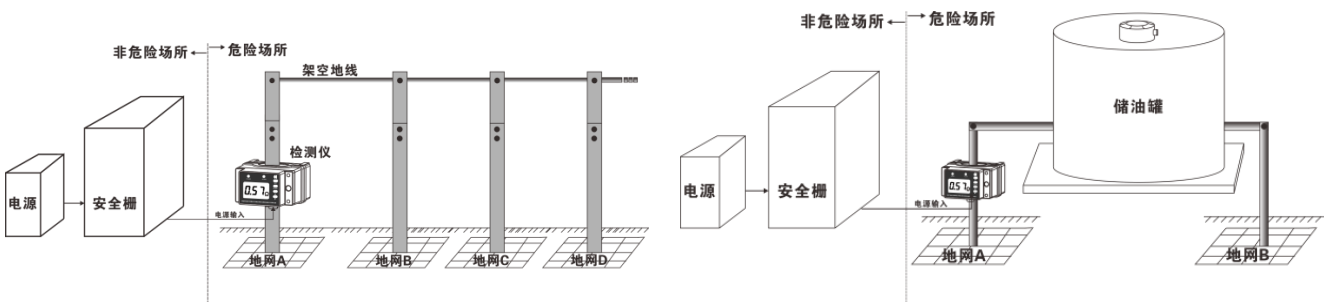


单位: mm

<b>POWER 指示灯</b>	工作电源指示, 电源接通即显示
<b>ALARM 指示灯</b>	报警指示灯, 被测试值大于设定的临界值时闪烁
<b>SET 键</b>	进入设置
<b>上下箭头键</b>	按 SET 键进入报警设置后, 按上下箭头键改变数字大小
<b>ENTER 键</b>	报警临界值设置好后, 按 ENTER 键确定保存

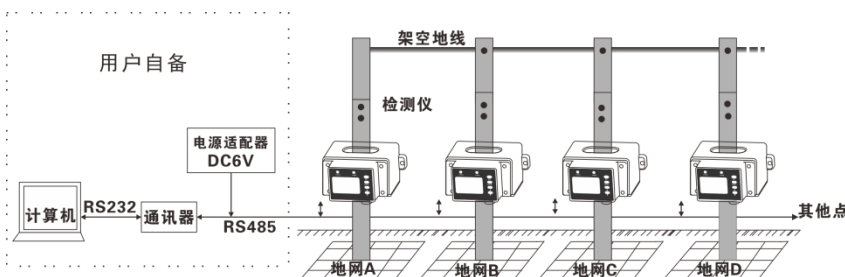
## 网络结构

### 1. 独立安装使用



可以独立安装使用, 也可以组建网络。LCD 直接显示被测值, 可以通过监测仪设置报警临界值, 还具有声光报警功能。

### 2. 有线网络系统



有线网络系统通过 RS485 通讯方式传输数据, 由监测仪、监控软件、【通讯器、电源适配器、电脑 (以上须用户自备和二次开发)】等组成, 适合于 1500 米近距离接地电阻监测。

## 检测原理及应用

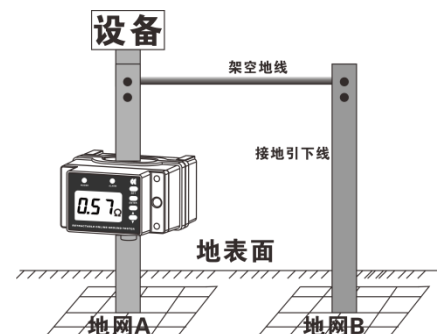
### 1. 检测原理

**接地系统监测仪**测量接地电阻的基本原理是测量回路电阻。传感器先给被测接地回路一个激励脉冲信号, 在被测回路上感应一个脉冲电势  $E$ , 在电势  $E$  的作用下将在被测回路产生电流  $I$ 。传感器对  $E$  及  $I$  进行测量, 并通过公式:  $R=E/I$  即可得到被测回路电阻。

### 2. 回路电阻定义

如图: 回路电阻包括 A 点对地的接地电阻值、接地引下线金属导体的阻值、金属架空线的阻值、接地引下线与金属架空线之间的连接电阻值(接触电阻)、B 点对地的接地电阻值的综合值。对形成上述回路的接地系统, 可以直接安装监测仪监测, 若没有形成回路的接地系统, 需要增加辅助接地极使其形成回路, 再安装监测仪, 见后述单点接地系统。

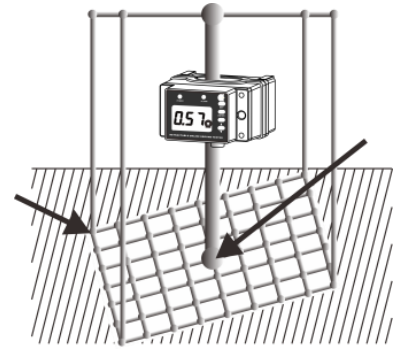
若监测仪测试出的地网 A、地网 B 回路的综合值为 5 欧, 即:  $R_A+R_B+R_{\text{架空线}}+R_{\text{接地引下线}}=5.0\Omega$ , 那地网 A、地网 B 两个并联起来对地的实际接地电阻值一定小于等于  $2.5\Omega$ , 据此可以判断地网 A 并联了地网 B 后的实际接地电阻值是否合格。若地网 A、地网 B 两者加起来的接地电阻值小于工程标准要求值, 那地网 A、地网 B 都是合格的。



### 3. 金属回路的联结电阻检测

若地网 A、地网 B 在地面上、下都连接在一起，则监测仪测试出的是金属回路的电阻值，其值一般很小，零点几欧姆，这就是金属回路的联结电阻值，也是等电位电阻值，不是接地电阻值。所以本监测仪也能非常方便地检测金属回路的联结电阻值。

在大型地网中，例如变电站接地、油库接地、楼盘建筑接地等，它们在地下都是一个整体的大型地网，同时有多根接地引下线引出地面，并在地面上也连接在一起的，如下图。对于这样的大型接地系统，其地网最大对角线距离一般几百米到几千米，测试这样的大型地网的接地电阻是非常麻烦和困难的。若真有其接地电阻不合格，那问题也是出在接地引下线与地网间的连接位置(图中箭头所指的焊接位置)，工程改造就是开挖接地引下线位置，再重新焊接接地引下线。实际是不可能把地下的整个网进行改造，否则整个地网、地面工程都将推倒重建，这是不可能的，除非整个工程报废。



所以，对于大型地网，我们可以在主接地引下线和支接地引下线上安装监测仪，监测接地引下线与地下网间的连接状况就可以了，通过检测其金属回路联结电阻值来判断接地引下线的接地状况。

### 4. 单点接地系统

若地网 A、地网 B 之间若没有架空线，在地面上没有连接在一起，则地网 A、地网 B 为独立的单点接地。则监测仪不能直接测试单点接地系统的接地电阻值，会显示“OL”溢出符号，表示超出监测仪的上量限。此时需要增加一个或两个辅助地极，构成回路，再安装监测仪。对于近距离内有 2 个或 2 个以上的单点接地系统，可以将各单点接地系统的接地引下线在地面上用金属导体连接起来，形成回路，再安装本监测仪监测。

### 5. 三点法

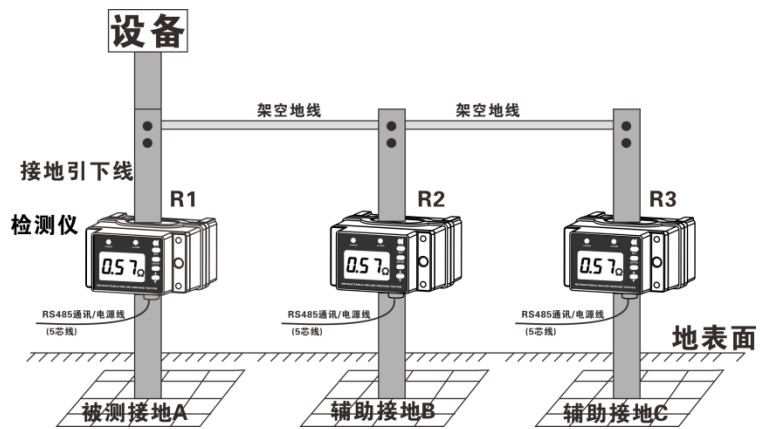
下图中，被测试接地极为 A，另做的两个辅助地极为 B、C。地极 A、B、C 在地面上连接在一起。在三个接地极的接地引下线上分别安装一个监测仪，能精确测试出 A 点的接地电阻值。计算如下：

$$R1 = RA + RB // RC \text{-----} (1);$$

$$R2 = RB + RA // RC \text{-----} (2);$$

$$R3 = RC + RA // RB \text{-----} (3).$$

其中：R1、R2、R3 为监测仪的检测结果；RA、RB、RC 为三个接地极对地的接地电阻值。通过对上述三个三元方程求解，可以精确得出被测接地极 RA 的接地电阻值，同时也知道辅助地极 RB、RC 的接地电阻值及 RA、RB、RC 三点并联后的接地电阻值。

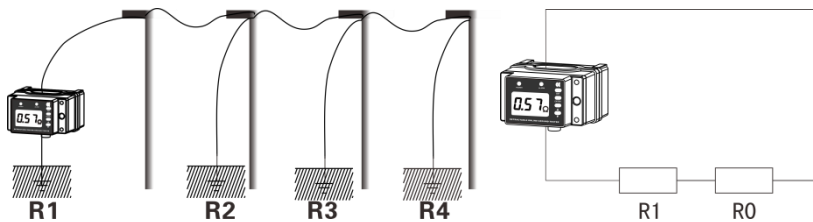


三点法检测还带来另外一个优点：由于增加的辅助地极 B、C 是并联于被测接地极 A，这样并联后的实际接地电阻值会小于 RA，起到改善被测接地极的作用。 $RA // RB // RC < RA$ 。实际施工时，辅助地极 B、C 的接地电阻值要求控制在被测接地系统工程标准要求值的 10 倍以内，若工程要求接地电阻值不能超过 4Ω，那么  $RC < 40Ω$ 、 $RB < 40Ω$ ，当然 RB、RC 越小越好，更能改善被测接地系统。

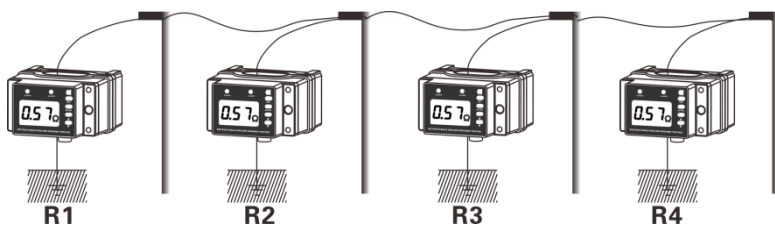
### 6. 应用

#### (1). 输电系统杆塔接地

它们通过架空地线连接，组成多点接地系统，检测非常方便，其等效电路见下右图。

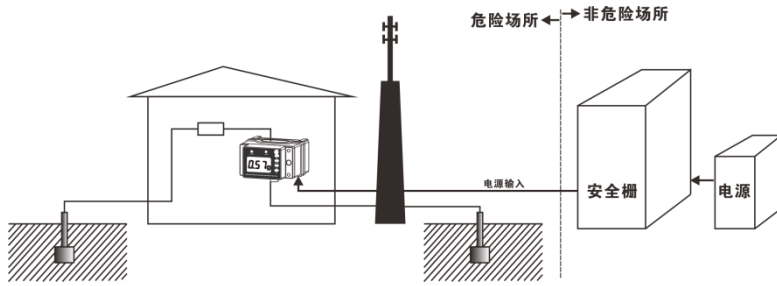


其中：R<sub>1</sub> 为预测的接地电阻，R<sub>0</sub> 为所有其它杆塔的接地电阻并联后的等效电阻，即  $R_0 = R_2 // R_3 // R_4 // \dots // R_n$ ，若 n 越大(接地点越多)，R<sub>0</sub> 值越接近于 0，远远小于 R<sub>1</sub>，从工程角度可以视 R<sub>0</sub>=0，这样，监测仪所得的数据就应该是 R<sub>1</sub> 的值。可以对每个杆塔都安装监测仪，同时测试各杆塔的接地电阻值。



#### (2). 机房、发射塔接地

机房、发射塔接地在野外一般是独立的，将两者连接起来，构成二点回路，再安装监测仪，如下图。也可另做 2 个辅助接地极，用三点法监测。



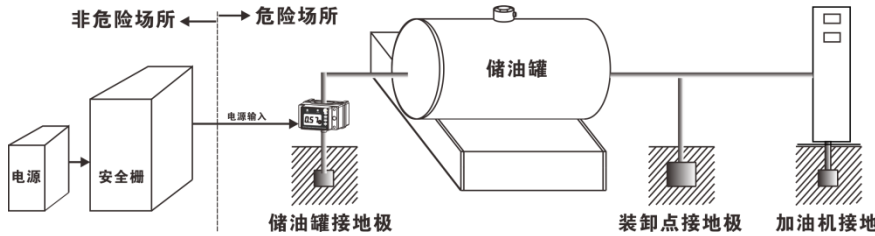
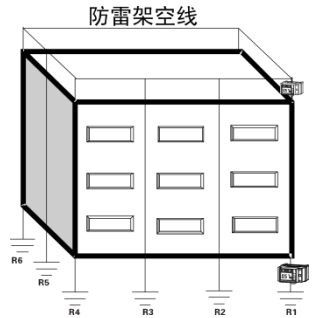
### (3). 建筑物接地

若  $R_1 \sim R_6 \dots R_n$  在地下是独立的接地体，没有连接在一起，构成多点接地系统，检测能非常方便检测接地电阻值。若  $R_1 \sim R_6 \dots R_n$  在地下是连接在一起的，则为单点接地系统，测试接地电阻按单点接地系统进行检测，直接安装即检测金属回路电阻，可以判断接地状况的好坏。

对于大型的建筑物地网，监测其接地状态——接地引下线与地网间的等电位值就可以了。因为这类大型地网，若接地出问题只会是接地引下线与地网间的连接处，所以监测判断等电位值是否合格即可。

### (4). 储油罐、装卸点接地

油站主要设施的接地电阻及连接电阻，须符合 JJF2-2003《接地式防静电装置检测规范》的要求。



## ■ 接线说明

设备	标识	连接说明
监测仪	红/棕色线	电源正
	黑色线	电源负（电源地）
	蓝色线	RS485 信号正
	灰色线	RS485 信号负
	白色线	信号地，可与电源地短接

注：组建网络时，按线的颜色对应连接监测仪、通讯器和电源。

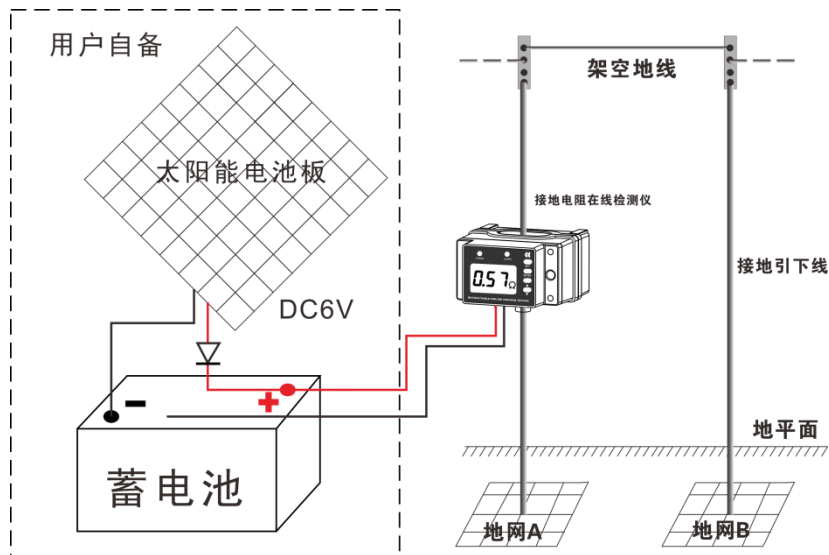
监测仪接通电源后即开始工作，安装时外部电源应加装一个电源开关。

## ■ 供电方式选择

1、外部供电（自备），可以外部交流 220V 电源引到监测仪或通讯器附近，通过电源适配器给监测仪和通讯器供电。若外部有 9VDC 电源，直接引入监测仪即可。

2、蓄电池供电（自备），采用蓄电池供电给监测仪和通讯器供电，蓄电池可以配备 2 块，便于充电时交替使用。

3、太阳能电池板供电（自备），如下图，太阳能电池板、防护箱、蓄电池，适合于无法取电的场所。蓄电池放在防护箱内，太阳能电池板正极与蓄电池间正极间需要正向串接快速二极管(如：IN5817)，



<b>注 意</b>	监测仪电源：6~12V <sub>DC</sub> 均可以。
	有线网络组网时通讯器电源：建议 9V <sub>DC</sub> 。
	无线网络组网时监测仪电源：建议 12V <sub>DC</sub> 。