

# 地电阻率仪系统中的通用软件设计

潘丽英, 孙宏志

(中国矿业大学(北京)机电与信息工程学院, 北京 100083)

**摘要:** 地电阻率仪工作方式的多样性要求其能够灵活地根据实际测量值和自由输入公式来计算 K 值, 进而求出地电阻率的值。一个通用公式编辑输入软件工具的实现是关键。综合了各种实际情况, 设计了应用于地电阻率系统中的通用软件。

**关键词:** 地电阻率仪系统软件; 嵌入式通用软件设计

中图分类号: TP319

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)12-0013-03

## Earth resistivity meter system in the general software design

Pan Liying, Sun Hongzhi

(Electrical and Information Engineering College, China University of Mining (Beijing), Beijing 100083, China)

**Abstract:** Earth resistivity meter work requirements of the diversity of its flexibility and freedom based on actual measurements enter the formula to calculate the K value, and then calculate the value of earth resistivity. A general formula for the realization of software tools for editing the input is the key. A combination of various circumstances, the design of the system, earth resistivity used in common software.

**Key words:** software of earth resistivity meter system; universal software design of embedded

地电阻率仪是用来测量地电阻率的常用仪表, 它在环境监测、地质勘探、考古及施工质量检测中均具有重要应用, 在很多领域都是不可缺少的工具<sup>[1]</sup>。

由于地电阻率的数值与地质的结构、湿度、温度及大地中含有的化学成分等有关, 而且地电阻率的数值差别很大, 因此可以通过测量地电阻率的值得到很多环境指标信息; 由不同深度的地电阻率值, 了解地下土、岩层的电性变化, 有效解决某些地质问题, 如探测溶洞、地下暗河、追索构造破碎带、划分不同岩性接触带等; 对于考古学可以由土壤的电阻率值的差异来确定目标物的深度、分布范围和几何形状; 对于建筑行业, 可以用来检测施工质量, 排除不安全隐患。

因为地电阻率的测量多用于野外环境下, 所以该仪器需要具有轻便、易操作性、低功耗等特性。近年来随着计算机技术的飞速发展, 微机处理技术也得到了广泛的应用, 使得仪器在设计上小型化, 轻便化和自动化。

目前, 国内外关于地电阻率仪的研究技术已经相当广泛, 尤其是随着微处理器的发展, 使得该仪器的研究

得到迅速的发展, 例如美国理想 IDEAL 生产的三极、四极地阻测试仪 61-789 和 61-788 等。据统计, 目前缺少一种可以作为适应各种测量环境和测量公式的地电阻率仪。本文介绍的地电阻率仪通用软件, 其设计思想是将常用的几种测量方法(例如, 三极、四极等)固化到系统中, 而其他的公式则由用户根据实际需要进行编辑。

### 1 地电阻率仪测量原理

根据测量原理测量地电阻率的方法可分为欧姆定律法和电桥法; 从电极布置来分类测量方法: 两极法、三极法和四极法等; 利用同一装置在一条线上连续测量的剖面测量方法有: 对称四极、中梯、二极、三极、温纳、联合剖面、偶极; 还有在井中开展电阻率法/激电法的电测井装置测量方法等; 其中四极法是地电阻率测量中较理想且常用的方法。下面以通用四极法为例, 具体阐述地电阻率测量原理, 其他的测量方法大同小异。

四极法测量土壤电阻率原理图如图 1 所示<sup>[2]</sup>。测量时先在地面插入 4 个电极 A、B、C、D, 使用电源向外侧电极 A 和 B 施加电流  $I$ , 电流由电极 A 流入, 由电极 B 返

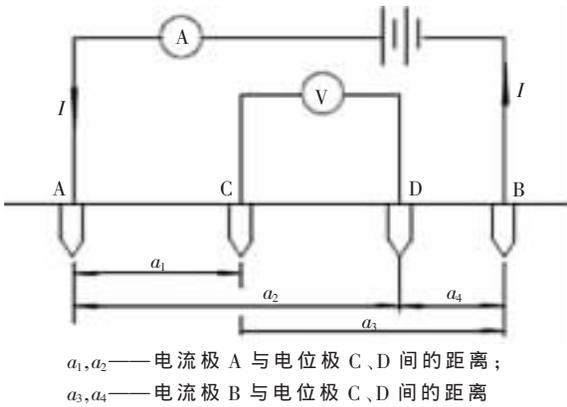


图 1 四极法测量地电阻率原理图

回电源,这时电流场将在电极上产生电势,可以用电位差计或者高电阻电压表测量电极 C 和 D 间的电位差。

电流极 A 可以近似看成半球形电极,则电极在距 A 点距离为 X 的任意一点产生的电位  $V_A$  表示为:

$$U_A = I \rho \div (2 \times \pi \times X) \quad (1)$$

电流极 B 在与其距离为 Y 的任一点产生的电位为  $V_B$  为:

$$U_B = -I \rho \div (2 \times \pi \times X) \quad (2)$$

可以推出电位极 C、D 电位  $U_C$  和  $U_D$  分别为:

$$U_C = I \rho \div (2 \times \pi) \div (1 \div a_1 - 1 \div a_3) \quad (3)$$

$$U_D = I \rho \div (2 \times \pi) \times (1 \div a_2 - 1 \div a_4) \quad (4)$$

电压表从电位极 C、D 之间测量得到的电压  $U_{CD}$  为 C、D 的电位差,有:

$$U_{CD} = I \rho \div (2 \times \pi) \times (1 \div a_1 - 1 \div a_2 - 1 \div a_3 + 1 \div a_4) \quad (5)$$

由式(5)可得视电阻率:

$$\rho = 2 \times \pi \times U_{CD} \div I \div (1 \div a_1 - 1 \div a_2 - 1 \div a_3 + 1 \div a_4) \quad (6)$$

令:  $K = 2 \times \pi \div (1 \div a_1 - 1 \div a_2 - 1 \div a_3 + 1 \div a_4)$  则:  $\rho = K \times U_{CD} \div I_{AB}$  (7)

式(7)表明土壤电阻率可以由测量得到的电流、电压及极间距离计算得到。

由以上分析可知:不管使用哪一种测量方法,其最终计算  $\rho$  的公式都是公式(7),而计算 K 值的公式则随着测量方法而改变。

## 2 地电阻率仪通用软件的设计与实现

地电阻率仪系统的主要功能是测量地电阻率值。根据测量原理,计算公式中的 K 值是关键。在系统软件设计中,该测量工具可以在人及交互界面设计过程中实现。选择  $\mu C/GUI$  源代码轻量级嵌入式系统模拟开发环境实现整个功能和界面设计。

### 2.1 地电阻率仪系统软件功能模块设计

该装置模块的实现是在  $\mu C/GUI$  环境下进行的,功能结合性能的考虑,界面设计简易,满足功能需要,又节省了内存。系统软件包括以下几个功能模块,具体如图2所示。

### 2.2 地电阻率仪系统软件设计流程图

根据实际情况,分析了地电阻率仪系统软件设计的

流程图,力求满足嵌入式软件系统的要求;节省内存,且结构上可裁剪和拓展。具体如图3所示。

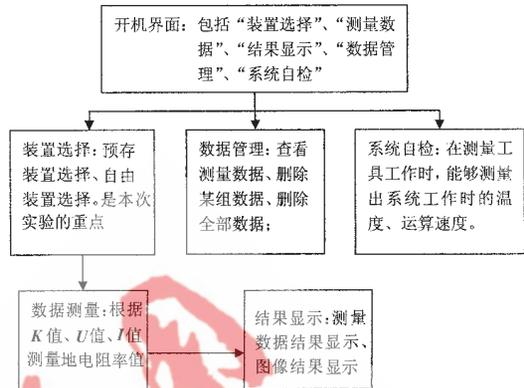


图 2 软件系统功能模块设计

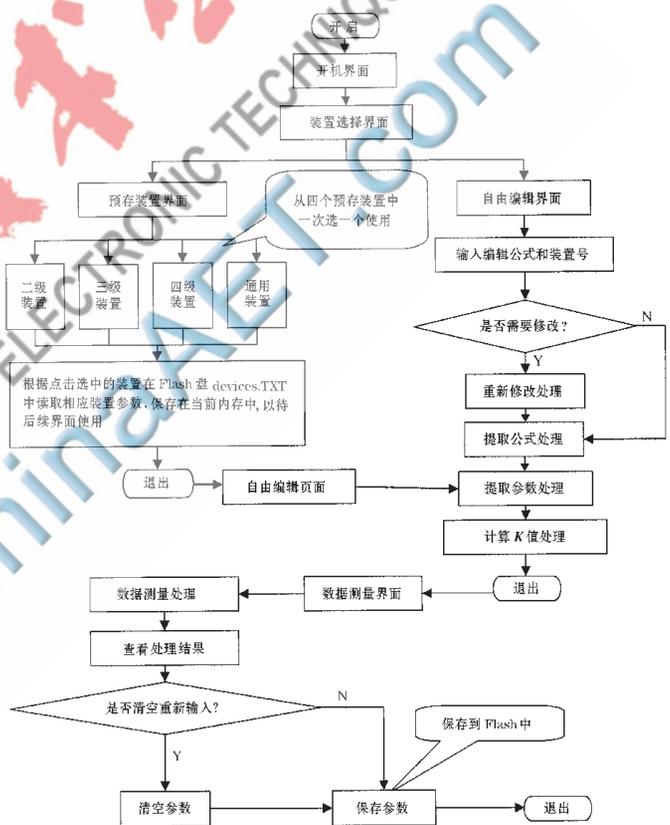


图 3 系统软件设计流程图

### 2.3 系统软件主要界面设计图

系统界面设计特点是:简洁明了以便于用户理解和操作。主要界面的设计如图4所示。

灵活:该功能模块的实现,使用户可以不需要考虑所采用的装置是否是该测试仪中预存的装置,按照提示信息进行自由编辑,就可以得到 K 值。极大地方便了用户,符合便捷式仪器的要求。

代码封装:在系统设计过程中,代码采用分模块封装,用户只需要按照界面提示信息操作,后台就会执行

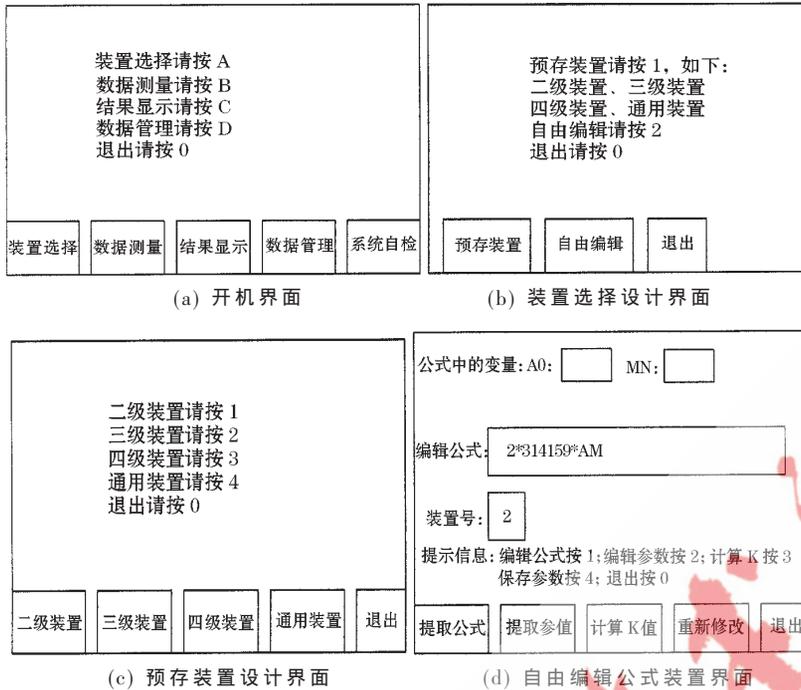


图4 主要界面设计图

相应的代码。尤其是在自由编辑界面的实现中,完成了识别用户输入的字符和数字的科学计算器的实现,首先要将字母转换成字母所对应变量的值,接着再用后台计算器来进行计算。

嵌入式系统软件开发。

孙宏志,男,1959年生,副教授,硕士生导师,主要研究方向:嵌入式研究、嵌入式系统软件开发,模式识别技术。

易于扩展:该模块中,由于预存装置是存放在Flash中,在用户使用过程中,如果自由编辑某个公式的频率相对高,则只需要在Flash中添加符合该公式的相关装置记录,并在界面提示信息中添加该条提示信息即将其转换成预存装置的一部分;同理也可以在Flash中取消某个预存装置,使之成为用户自由编辑的装置,利于后期发展中功能的扩展。

#### 参考文献

- [1] 张晓英,孙宏志.基于MSP430的嵌入式系统低功耗技术研究[D].北京:中国矿业大学(北京)硕士学位论文,2007.
- [2] 万欣,李景禄.土壤电阻率的影响因素及测量方法的研究[D].长沙:长沙理工大学电气与信息工程学院,2006.

(收稿日期:2011-03-28)

#### 作者简介:

潘丽英,女,1987年生,硕士,主要研究方向: