



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101403777 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 04

(21) 申请号 200810046458. 5

(22) 申请日 2008. 11. 05

(73) 专利权人 四川电力试验研究院

地址 610072 四川省成都市青华路 24 号

专利权人 保定市恒信达电气有限公司

(72) 发明人 曾宏 刘敬民 许安 刘凡

(74) 专利代理机构 成都信博专利代理有限责任  
公司 51200

代理人 舒启龙 卓仲阳

期), 16-18.

刘会家等. 一种氧化锌避雷器阻性泄漏电  
流测量新方法研究. 《三峡大学学报(自然科学  
版)》. 2005, 第 27 卷(第 1 期), 62-64.

颜湘莲等. 氧化锌避雷器阻性电流提取算法  
探讨. 《电力设备》. 2006, 第 7 卷(第 2 期), 61-63.

蔡翊涛. 氧化锌避雷器运行电压下测量  
阻性电流. 《青海电力》. 2006, 第 25 卷(第 1  
期), 62-64.

审查员 张岩

(51) Int. Cl.

G01R 31/00(2006. 01)

G01R 19/25(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201311463 Y, 2009. 09. 16, 权利要求 1 -  
6.

CN 2569162 Y, 2003. 08. 27, 全文.

CN 1564002 A, 2005. 01. 12, 全文.

CN 1797014 A, 2006. 07. 05, 全文.

CN 1892240 A, 2007. 01. 10, 全文.

魏廷福. 氧化锌避雷器在线检测技术现  
场运用与结果分析. 《山西电力》. 2006, (第 3

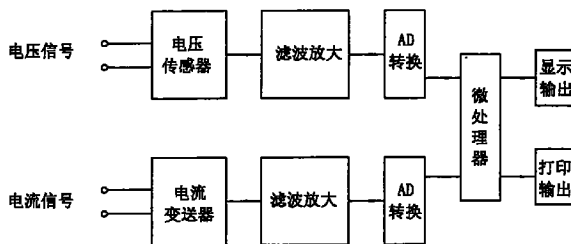
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

大电流氧化锌避雷器阻性电流测试仪

(57) 摘要

一种大电流氧化锌避雷器阻性电流测试仪,  
包括, 数字信号处理器; 由电压传感器、滤波放大  
电路、AD 转换器顺次级联组成电压通道, 从 PT 二  
次侧经电压测试线引出电压信号, 经处理后输送  
至数字信号处理器; 由电流变送器、滤波放大电  
路、AD 转换器顺次级联组成电流通路, 从避雷器  
下端放电计数器取出电流信号经处理后输送至  
数字信号处理器。它具有测试精度高、使用方便、  
安全可靠的优点。



1. 一种大电流氧化锌避雷器阻性电流测试仪,其特征是:包括,  
数字信号处理器;

由电压传感器、滤波放大电路、AD 转换器顺次级联组成电压通道,从 PT 二次侧经电压测试线(7、8)引出电压信号,经处理后输送至数字信号处理器;

由电流变送器、滤波放大电路、AD 转换器顺次级联组成电流通道,从避雷器(3、4、5)下端放电计数器(3a、4a、5a)取出电流信号经处理后输送至数字信号处理器。

2. 根据权利要求 1 所述大电流氧化锌避雷器阻性电流测试仪,其特征是:所述电压传感器由绕制有 10 匝线圈的 KT20/1.6V 组成,且该线圈串入有 120K $\Omega$ /1w 电阻;PT 二次侧的电压 57.74V 经该线圈直接输入给电压传感器,将电压信号变为 AC5V 信号;所述电流变送器由绕制有用于处理 2~20mA 以及 0~2mA 电流信号的 1 匝和 10 匝线圈的 KT20/1.6V 组成,电流信号经处理后转化为 AC0V~1.6V;所述滤波放大电路主要由 AD620 放大器组成;还具有高速模拟转换开关 AD7502;上述电压传感器输出的电压信号以及电流变送器输出的电流信号均输入至高速模拟转换开关 AD7502,再分别经两个 AD620 放大器放大后输出。

3. 根据权利要求 2 所述大电流氧化锌避雷器阻性电流测试仪,其特征是:所述电压传感器的交流输入阻抗大于等于 120K $\Omega$ ,电流变送器的交流输入阻抗小于 5 $\Omega$ 。

4. 根据权利要求 3 所述大电流氧化锌避雷器阻性电流测试仪,其特征是:所述电压传感器 KT20/1.6V 的 2 脚接于 AD7502 的 8 脚,电流变送器 KT20/1.6V 的 2 脚接于 AD7502 的 5、6、7 脚;AD7502 的 12 脚、4 脚分别接于 AD620 的 1 脚、3 脚,AD620 的 6 脚接于另一 AD620 的 3 脚,另一 AD620 的 6 脚对外输出信号。

5. 根据权利要求 1~4 任一权利要求所述大电流氧化锌避雷器阻性电流测试仪,其特征是:所述电压测试线(7、8)上分别串联有 0.2A 保险丝(7a、8a)。

6. 根据权利要求 5 所述大电流氧化锌避雷器阻性电流测试仪,其特征是:所述数字信号处理器的型号为 80C196KC20;所述 AD 转换器为 10 位并行芯片 C196KC;还具有与数字信号处理器连接的 TFT 真彩液晶显示器。

7. 一种如权 1 所述阻性电流测试仪所用的阻性电流参数测试方法,其特征是:按以下步骤顺次进行:

启动程序后显示主菜单;

根据 2~20mA 以及 0~2mA 两类输入电流信号,按选择确认键择一进行选择;

根据实际波形以 10KHz/s 速率进行高速数字采样;

进行数字低通滤波;

根据公式 1:  $I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$  求出电压电流有效值;

根据公式 2:  $f(t) = A_0 + A_{m1} \cos(\omega_1 t + \varphi_1) + A_{m2} \cos(2\omega_1 t + \varphi_2) \cdots \cdots A_{mK} \cos(k\omega_1 t + \varphi_k)$  分离出基波及 3、5、7 次谐波的幅值和相位角;

根据  $I_r = I_x \cdot \cos \Phi$  求出阻性电流等参数;

显示与打印;

结束。

## 大电流氧化锌避雷器阻性电流测试仪

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电参数测试仪器,特别是涉及在不停电条件下测量氧化锌避雷器阻性电流、有功功率等参数的仪器。

### 背景技术

[0002] 根据国家标准 GB50150-2006 第 21 条规定,氧化锌避雷器(以下简称避雷器)最主要的三个测量项目是:1、绝缘电阻;2、工频参考电压和持续电流;3、1mA 下直流参考电压和 0.75 直流参考电压下的泄漏电流,其中 1、3 是停电后将避雷器拆下进行测量,由于其试验劳动强度太大,费时太长,又是停电测量,所以各地区要求的测量周期都很长(一般为 3~6 年/次)。

[0003] 中国专利文献 CN87206423U 公开了一种在无需停电情况下,其测试仪器中的一只电阻直接和雷电记录仪并联,即可完成避雷器的带电测试。它存在参数测试误差较大,精度低等缺陷。中国专利文献还披露了一种“多功能避雷器阻性电流检测仪”(CN2104453U),可测量回路全电流峰值、有效值,阻性电流峰值、有效值,有功损耗,交流电压等六个参数,并备有示波器接口,设计原理系采用放电计数器阀片电阻及两端电压进行跟踪计算,测量时检测仪直接并于放电计数器的两端。其线路设计较为复杂,测量精度仍有待提高。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种测量精度高、使用方便、安全的大电流氧化锌避雷器阻性电流测试仪。

[0005] 本发明的目的是这样实现的:一种大电流氧化锌避雷器阻性电流测试仪,包括,数字信号处理器;由电压传感器、滤波放大电路、AD 转换器顺次级联组成电压通道,从 PT 二次侧经电压测试线引出电压信号,经处理后输送至数字信号处理器;由电流变送器、滤波放大电路、AD 转换器顺次级联组成电流通道,从避雷器下端放电计数器取出电流信号经处理后输送至数字信号处理器。

[0006] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0007] 1、能够在不用停电的情况下,一次接线就快速的进行三相氧化锌避雷器的全电流,阻性电流,基波阻性电流,3、5、7 次谐波阻性电流,容性电流,相位角,基波有功功率等参数的测试,及时发现设备内部绝缘受潮、阀片老化及污秽等危险缺陷,避免其因上述原因造成的设备过热甚至避雷器爆炸事故而影响输电线路运行安全。

[0008] 2、测量范围最高可以达到到 20mA,满足不同国家生产的不同种类试品的测试要求,内置的交流电流变送装置即能满足几十  $\mu\text{A}$  的测量精度,又能满足 20mA 的测量精度。

[0009] 3、高速数字采样系统,傅立叶变换技术,软件滤波,软件抗干扰,大大减少了硬件开销,使得整个设备稳定可靠,故障率极低。

[0010] 4、通过对电压电流两个信号的高速采样,精确分析二者的相位关系,将全电流中的主要成分容性电流分离出去,从而测量阻性电流,以及有功功率等重要参数。

## 附图说明

- [0011] 图 1 是本发明的电原理框图；
- [0012] 图 2 是测试接线图；
- [0013] 图 3 是电压测试仪接线示意图；
- [0014] 图 4 是图 1 所示电压传感器和滤波极大电路、电流变送器和滤波放大电路的电路图；
- [0015] 图 5 是图 1 所示数字信号处理器 DSP 对电压电流信号进行数字滤波以及避雷器阻性电流计算的程序流程图。

## 具体实施方式

[0016] 图 1 示出,大电流氧化锌避雷器阻性电流测试仪 1(图 2 中,高压母线 2),包括,数字信号处理器;由滤波放大电路、AD 转换器顺次级联组成电压通道,从 PT 二次侧经电压测试线 7、8 引出电压信号,经处理后输送至数字信号处理器;由电流变送器、滤波放大电路、AD 转换器顺次级联组成电流通路,从 A、B、C 三相线上的避雷器 3、4、5 下端放电计数器 3a、4a、5a 取出电流信号经处理后输送至数字信号处理器。数字信号处理器的型号为 80C196KC20。AD 转换器为 10 位并行芯片 C196KC;还具有与数字信号处理器连接的 TFT 真彩液晶显示器。参见图 4,电压传感器 6(图 3)由绕制有 10 匝线圈的 KT20/1.6V 组成,且该线圈串入有  $120\text{K}\Omega/1\text{W}$  电阻;PT 二次侧的电压 57.74V 经该线圈直接输入给电压传感器,将电压信号变为 AC5V 信号;电流变送器由绕制有用于处理 2~20mA 以及  $0\sim 2\text{mA}$  电流信号的 1 匝和 10 匝线圈的 KT20/1.6V 组成,电流信号经处理后转化为  $\text{ACOV}\sim 1.6\text{V}$ ;滤波放大电路主要由 AD620 放大器组成;还具有高速模拟转换开关 AD7502;上述电压传感器输出的电压信号以及电流变送器输出的电流信号均输入至高速模拟转换开关 AD7502,再分别经两个 AD620 放大器放大后输出。

[0017] 图 4 中,传感器 T1(即 KT20/1.6V)为电压通道,PT 二次侧的电压 57.74V 直接输入给 T1,具体绕发为:T1 绕 10 匝,同时串入  $120\text{k}\Omega/1\text{W}$  电阻,将其输入阻抗提高到最少 120k, T1 将信号变为 AC5V 信号输入给 AD7502,再经 AD620 放大处理后由 6 脚输出给 AD 转换器。T2(即 KT20/1.6V)为电流通路,具体绕发为:1 匝和 10 匝,1 匝处理 2~20mA 电流信号,10 匝处理  $0\sim 2\text{mA}$  电流信号,所以其电流通路的输入阻抗很低,仅为导线的电阻,匝数选择由程序控制,自动切换,电流信号经变送器转化为  $\text{ACOV}\sim 1.6\text{V}$ ,同样经过 AD7502,AD620 等器件,输出给 AD 转换器,AD7502 为高速模拟转化开关,由于高速模拟开关的应用,使电压和电流公用一个通道,此种设计,可以极大的保证电压通道和电流通路的一致性,避免由硬件不一致带来的误差。

[0018] 电压传感器的交流输入阻抗大于等于  $120\text{K}\Omega$ ,电流变送器的交流输入阻抗小于  $5\Omega$ 。电压传感器 KT20/1.6V 的 2 脚接于 AD7502 的 8 脚,电流变送器 KT20/1.6V 的 2 脚接于 AD7502 的 5、6、7 脚;AD7502 的 12 脚、4 脚分别接于 AD620 的 1 脚、3 脚,AD620 的 6 脚接于另一 AD620 的 3 脚,另一 AD620 的 6 脚对外输出信号。

[0019] 参见图 3,电压测试线 7、8 上分别串联有 0.2A 保险丝 7a、8a。

[0020] 保险丝在测试线路短路时对 PT(电压互感器)起到保护作用。此种设计,可以很

好地避免 PT 短路。电流信号取自氧化锌避雷器下端放电计数器,由于仪器的电流信号输入端阻抗很小,放电计数器分流很小,可以忽略,电流几乎全部从仪器内部通过。

[0021] 参见图 5,一种阻性电流测试仪所用的阻性电流参数测试方法,按以下步骤依次进行:

[0022] 启动程序后显示主菜单;

[0023] 根据 2 ~ 20mA 以及 0 ~ 2mA 两类输入电流信号,按选择确认键择一进行选择;

[0024] 根据实际波形以 10KHz/s 速率进行高速数字采样;

[0025] 进行数字低通滤波;

[0026] 根据公式 1 :  $I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$  式中 :I :全电流有效值 ;T :采样周期 ;I :

[0027] 采样点的幅值 ;求出电压电流有效值 ;

[0028] 根据公式 2 :  $f(t) = A_0 + A_{m1} \cos(\omega_1 t + \varphi_1) + A_{m2} \cos(2\omega_1 t + \varphi_2) \cdots \cdots A_{mK} \cos(k\omega_1 t + \varphi_k)$

[0029] 式中 :A<sub>0</sub>……直流分量 ;A<sub>m1</sub>……基波信号幅值 ;A<sub>m2</sub> ~ A<sub>m<sub>k</sub></sub>……2 ~ k 次谐波信号幅值 ;ω<sub>1</sub>……基波角频率 ;t……采样周期 ;φ<sub>1</sub>……基波初相角 ;φ<sub>2</sub> φ<sub>k</sub>……2~k次谐波初相角 ;k……谐波次数 ;分离出基波及 3-5-7 次谐波的幅值和相位角 ;

[0030] 根据  $I_r = I_x * \cos \Phi$  求出阻性电流等参数 ;

[0031] 显示与打印 ;

[0032] 结束。

[0033] 本仪器的原理框图如图 1 所示 :电压传感器和仪器内部电路完全电磁隔离以保护信号采样端 PT 不受仪器影响,同时该信号端的交流输入阻抗很高,本仪器设计为大于等于 120kΩ,所以 PT 输出电流很小,不会影响 PT 工作。电流变送器也采用隔离方式,型号为 KT20/1.6,其交流输入阻抗小于 5Ω,其电流处理能力最小为微安级,最大为几十毫安,精度为 0.1 级。仪器采用 DSP 技术和 FFT 技术 (数学模型分别见公式 1 和公式 2)。

[0034]  $I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$  ..... 公式 1

[0035]  $f(t) = A_0 + A_{m1} \cos(\omega_1 t + \varphi_1) + A_{m2} \cos(2\omega_1 t + \varphi_2) \cdots \cdots A_{mK} \cos(k\omega_1 t + \varphi_k)$ ...公式 2

[0036] 所以放大滤波单元的硬件无需特殊处理,放大器型号为 AD620。AD 转换采用 10 位并行芯片,型号为 C196KC,转换速度快。信号处理大部分由软件完成,大大减少硬件开销。微处理器采用 INTEL16 位高速芯片。显示器采用日本三菱 640×480 分辨率 TFT 真彩液晶显示器,方便数据和波形输出,测量参数的同时显示信号的实际波形。

[0037] 本仪器的核心是设计了电压传感器和电流变送器,将现场的两路信号送至信号处理单元,简单放大滤波后由 ad 转换器送入微处理器,完全由由软件程序进行控制并计算,最后由液晶显示器和微型打印机输出。其中采用的关键技术有 :1、应用数字信号处理 (DSP) 技术,采样速率为 10kHz/s ;2、采用了傅立叶变换 (FFT) 技术,提取信号中各种频率含量以及相位角差,软件技术的应用避免了由硬件电路随频率、温度、时间以及湿度的变化而造成的数据影响,提高了测试稳定性 ;3、补偿法有效的克服由于氧化锌避雷器相与相之间的空间干扰。提高数据的准确性 ;4、小信号的电隔离技术保证被测设备的安全。

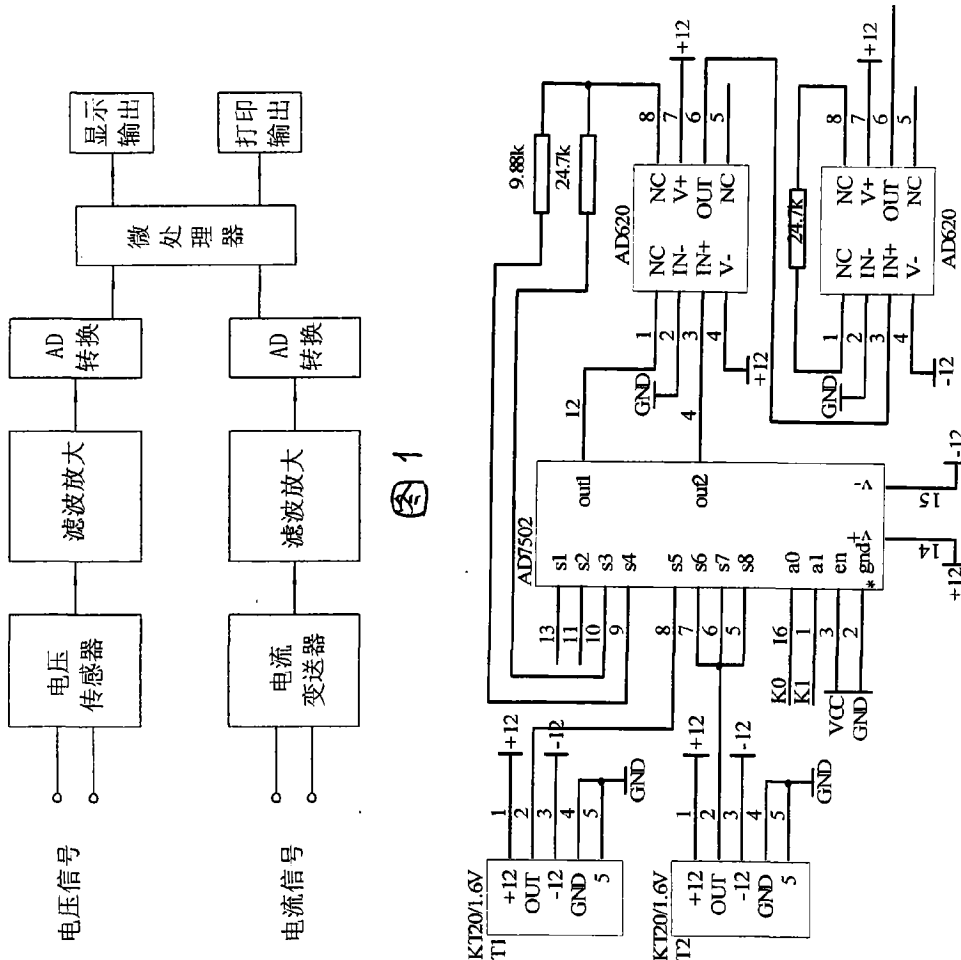


图 1

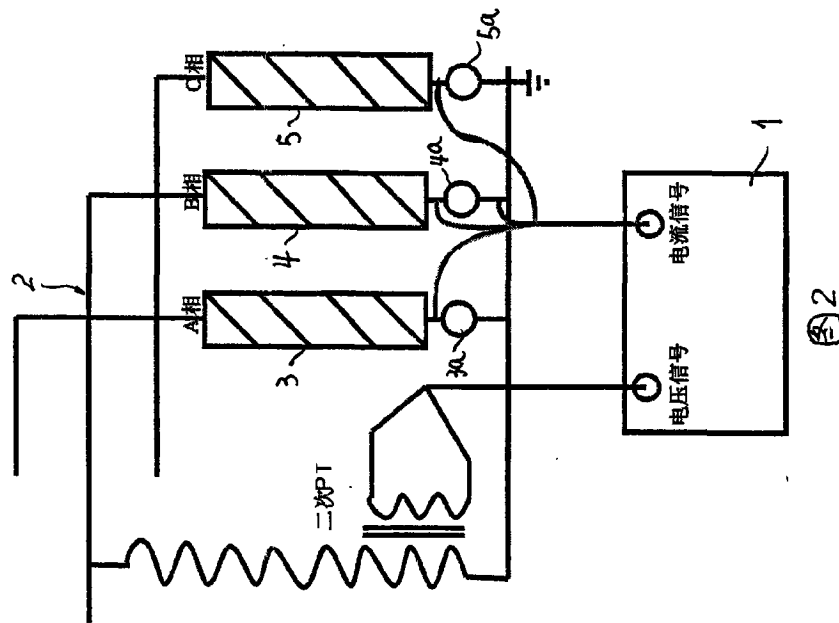


图 2

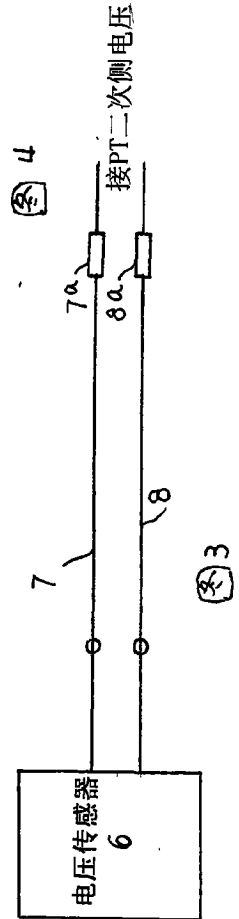


图 3

图 4

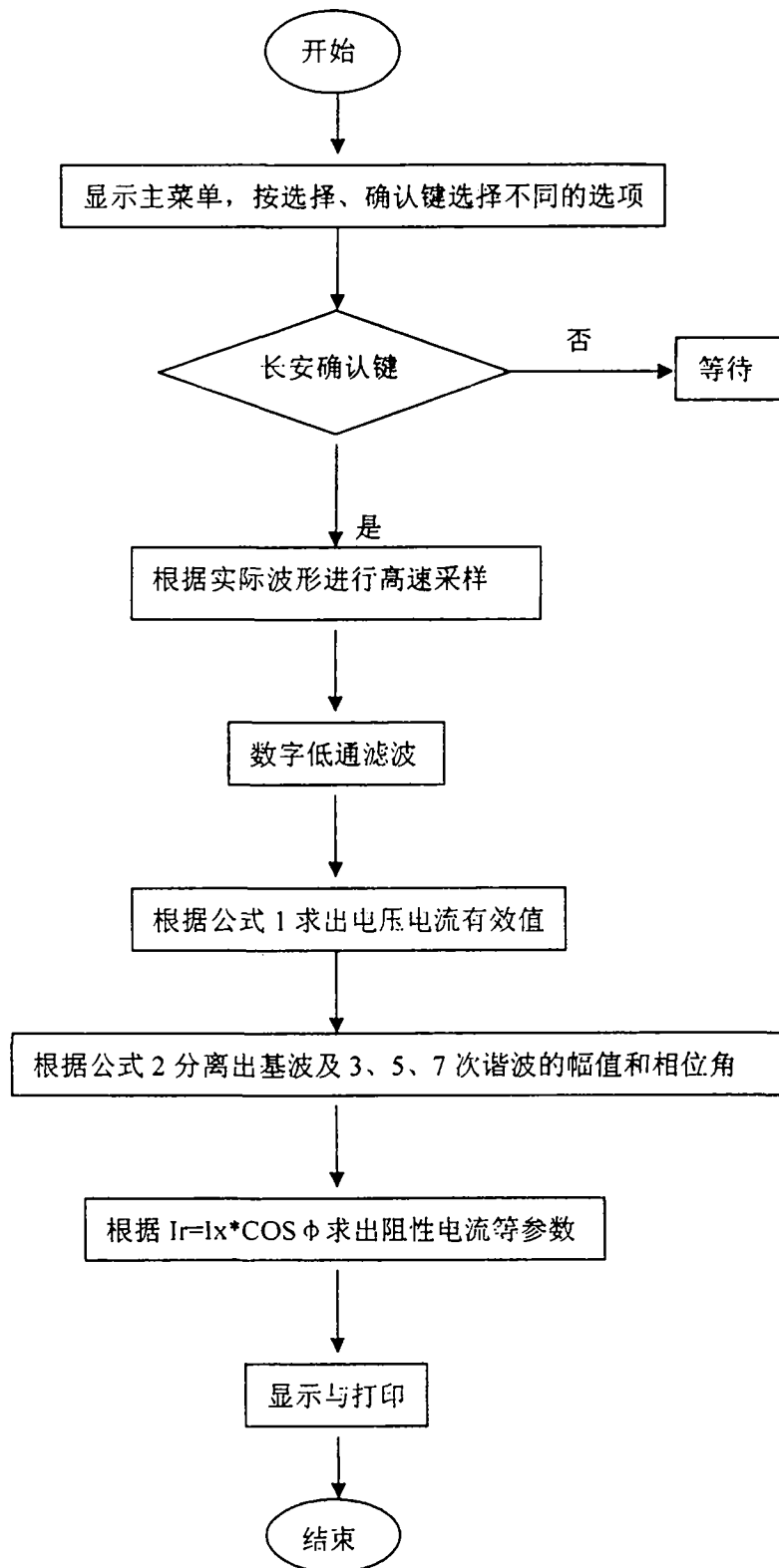


图 5