



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104914289 A

(43) 申请公布日 2015.09.16

(21) 申请号 201510333596.1

(22) 申请日 2015.06.16

(71) 申请人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

申请人 国网湖北省电力公司电力科学研究院
华中科技大学

(72) 发明人 李俊 汪司珂 郑欣 庞博 雷鸣
刘恒 毕伟 舒开旗 申莉
甘依依 李帆 石洪 夏水斌

(74) 专利代理机构 武汉楚天专利事务所 42113
代理人 雷速

(51) Int. Cl.

G01R 19/00(2006.01)

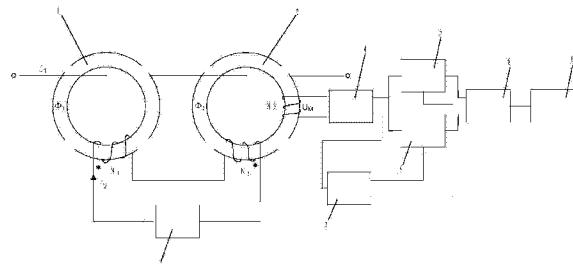
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种测量直流电流的装置及方法

(57) 摘要

本发明提供一种测量直流电流的装置及方法，一次绕组穿过环形铁芯 T₁、环形铁芯 T₂；环形铁芯 T₁上绕制激磁线圈 N₁；环形铁芯 T₂上绕制激磁线圈 N₂和检测线圈 N₃；激磁线圈 N₁、N₂按同名端反接串联连接在交流调制电压源的两端；检测线圈 N₃的两端分别与缓冲放大器的两个输入端连接；缓冲放大器的输出端分别与正半波峰值检波器的输入端、负半波峰值检波器的输入端、周期放电电路的输入端连接；周期放电电路的两个输出端分别与正半波峰值检测器和、负半波峰值检测器的控制端连接，利用检测线圈感应的畸变电压的峰值时间差在固定交流电源周期的占比来测量直流电流，可以有效提高测量精度；从而降低了对激励电源的要求，其原理简单可靠。



1. 一种测量直流电流的装置,其特征在于:包括两个参数完全相同的环形铁芯(1、2)、交流调制电压源(3)、缓冲放大器(4)、正半波峰值检测器(5)、负半波峰值检测器(6)、周期放电电路(7),其中,一次绕组穿过环形铁芯T₁(1)、环形铁芯T₂(2);环形铁芯T₁(1)上绕制激磁线圈N₁;环形铁芯T₂(2)上绕制激磁线圈N₂和检测线圈N₃;激磁线圈N₁、N₂按同名端反接串联连接在交流调制电压源(3)的两端;检测线圈N₃的两端分别与缓冲放大器(4)的两个输入端连接;缓冲放大器(4)的输出端分别与正半波峰值检波器(5)的输入端、负半波峰值检波器(6)的输入端、周期放电电路(7)的输入端连接;周期放电电路(7)的两个输出端分别与正半波峰值检测器(5)、负半波峰值检测器(6)的控制端连接。

2. 根据权利要求1所述的一种测量直流电流的装置,其特征在于:还包括正负峰值时间差运算器(8)和显示器(9);正半波峰值检测器(5)的输出端与正负峰值时间差运算器(8)的一个输入端连接;负半波峰值检测器(6)的输出端与正负峰值时间差运算器(8)的另一输入端连接;正负峰值时间差运算器(8)的输出端与显示器(9)的输入端连接。

3. 一种利用权利要求2所述的装置进行直流电流测量的方法,其特征在于:包括以下步骤,

1) 交流调制电压源输出交流调制电压在两个参数完全相同的环形铁芯T₁、T₂中产生相位和大小相同的交流磁通,交流调制电压的最大值稳定在使环形铁芯处于饱和;

2) 检测线圈N₃的感应电压的波形经缓冲放大器输入到正半波峰值检测器和负半波峰值检测器,得到正、负峰值时间点;

3) 正负峰值时间差运算器根据正峰值时间点、负峰值时间点和交流调制电压源的周期计算出正、负峰值时间差在一个周期内的占比,该占比的大小与被测直流电流的大小成反比;

4) 正负峰值时间差计算器的计算的正、负峰值时间差在一个周期内的占比经由显示器进行显示,根据该占比计算出被测直流电流的大小。

一种测量直流电流的装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及直流电流测量领域,具体涉及一种测量直流电流的装置及方法。

背景技术

[0002] 目前,实际直流换流站中应用较多的直流互感器主要是零磁通互感器和光电互感器。其中,零磁通互感器可以采用单铁芯开环或闭环结构,也可以采用双铁芯开环或闭环结构。开环和闭环结构中都存在激励线圈,在互感器正常工作时,铁芯中畸变的磁通会在激励回路产生畸变电压,从而使激励回路形成畸变的电流正弦波,增加了检测的难度。基于此,有必要发明一种新的直流电流检测装置,以解决激励回路电流畸变的问题,提高检测的精确度。

发明内容

[0003] 本发明根据现有技术的不足提供一种测量直流电流的装置及方法,解决现有直流电流测量装置中激励回路电流畸变,测量准确度低的问题。

[0004] 本发明的技术方案:一种测量直流电流的装置,其特征在于:包括两个参数完全相同的环形铁芯、交流调制电压源、缓冲放大器、正半波峰值检测器、负半波峰值检测器、周期放电电路,其中,一次绕组穿过环形铁芯T₁、环形铁芯T₂;环形铁芯T₁上绕制激磁线圈N₁;环形铁芯T₂上绕制激磁线圈N₂和检测线圈N₃;激磁线圈N₁、N₂按同名端反接串联连接在交流调制电压源的两端;检测线圈N₃的两端分别与缓冲放大器的两个输入端连接;缓冲放大器的输出端分别与正半波峰值检波器的输入端、负半波峰值检波器的输入端、周期放电电路的输入端连接;周期放电电路的两个输出端分别与正半波峰值检测器和、负半波峰值检测器的控制端连接。

[0005] 还包括正负峰值时间差运算器和显示器;正半波峰值检测器的输出端与正负峰值时间差运算器的一个输入端连接;负半波峰值检测器的输出端与正负峰值时间差运算器的另一输入端连接;正负峰值时间差运算器的输出端与显示器的输入端连接。

[0006] 一种进行直流电流测量的方法,其特征在于:包括以下步骤,

[0007] 1) 交流调制电压源输出交流调制电压在两个参数完全相同的环形铁芯T₁、T₂中产生相位和大小相同的交流磁通,交流调制电压的最大值稳定在使环形铁芯处于饱和;

[0008] 2) 检测线圈N₃的感应电压的波形经缓冲放大器输入到正半波峰值检测器和负半波峰值检测器,得到正、负峰值时间点;

[0009] 3) 正负峰值时间差运算器根据正峰值时间点、负峰值时间点和交流调制电压源的周期计算出正、负峰值时间差在一个周期内的占比,该占比的大小与被测直流电流的大小成反比;

[0010] 4) 正负峰值时间差计算器的计算的正、负峰值时间差在一个周期内的占比经由显示器进行显示,根据该占比计算出被测直流电流的大小。

[0011] 本发明的技术效果:利用检测线圈感应的畸变电压的峰值时间差在固定交流电源

周期的占比来测量直流电流，是一种全新的装置及方法，丰富了现有零磁通互感器测量原理，与单铁芯磁调制器相比，本发明所述的一种测量直流电流的装置及方法消除了磁芯中的磁势对激励回路的影响，使得激励回路产生完整的正弦波，可以有效提高测量精度；与一般零磁通互感器要求激励电源在无一次直流时使磁芯处在饱和点附近相比，本发明所述的一种直流电流测量装置及方法要求交流激励电压源在无一次直流时使磁芯处于饱和状态，从而降低了对激励电源的要求，本发明提供了一种测量直流电流的装置及方法，其原理简单可靠。适用于发电、配电和电镀电解生产现场，以及其他需要测量直流电流的场所。

附图说明

[0012] 图 1 是本发明测量装置整体结构示意图；

[0013] 图 2 是本发明测量方法流程图；

[0014] 图 3 是本发明的仿真结果示意图；

[0015] 图 4 是本发明的仿真结果曲线图。

[0016] 图中，1- 环形磁芯 T_1 ，2- 环形磁芯 T_2 ，3- 交流调制电压源，4- 缓冲放大器，5- 正半波峰值检测器，6- 负半波峰值检测器，7- 周期放电电路，8- 正负峰值时间差运算器，9- 显示器； I_1 表示被测一次直流电流， N_1 表示绕制在环形磁芯 T_2 上的激励线圈， N_2 表示绕制在环形磁芯 T_1 上的激励线圈， N_3 表示绕制在环形磁芯 T_2 上的检测线圈， I_2 表示激励回路的交流电流， U_m 表示检测线圈的感应电压， Φ_1 表示磁芯 T_1 中的磁通， Φ_2 表示磁芯 T_2 中的磁通。

具体实施方式

[0017] 下面结合附图对本发明进一步说明：

[0018] 如图 1 所示，一种测量直流电流的装置，其特征在于：包括两个参数完全相同的环形铁芯 T_1 、 T_2 、交流调制电压源 3、缓冲放大器 4、正半波峰值检测器 5、负半波峰值检测器 6、周期放电电路 7，其中，一次绕组穿过环形铁芯 T_1 、环形铁芯 T_2 ；环形铁芯 T_1 上绕制激磁线圈 N_1 ；环形铁芯 T_2 上绕制激磁线圈 N_2 和检测线圈 N_3 ；激磁线圈 N_1 、 N_2 按同名端反接串联连接在交流调制电压源 3 的两端；检测线圈 N_3 的两端分别与缓冲放大器 4 的两个输入端连接；缓冲放大器 4 的输出端分别与正半波峰值检波器 5 的输入端、负半波峰值检波器 6 的输入端、周期放电电路 7 的输入端连接；周期放电电路 7 的两个输出端分别与正半波峰值检测器 5 和负半波峰值检测器 6 的控制端连接。

[0019] 还包括正负峰值时间差运算器 8 和显示器 9；正半波峰值检测器 5 的输出端与正负峰值时间差运算器 8 的一个输入端连接；负半波峰值检测器 6 的输出端与正负峰值时间差运算器 8 的另一输入端连接；正负峰值时间差运算器 8 的输出端与显示器 9 的输入端连接。

[0020] 工作时，交流调制电压源输出交流调制电压在两个参数完全相同的环形磁芯中产生相位和大小相同的交流磁通，交流调制电压的最大值稳定在使环形磁芯处于饱和。由于两个磁芯处在完全相同的磁势下，因而其感应电压完全相同，由于在激励回路中，两个磁芯是同名端反相串联连接，因而，在激励回路中，两个激励线圈的感应电压之和为零，从而保证了激励回路不受磁芯中磁通变化的影响，在正向交流激励电源的作用下，激励回路产生完整的正弦电流。载有被测直流电流的导线穿过两个磁芯。当被测直流电流为零时，磁芯

中只存在交流磁通,由于交流调制电压的最大值已经使磁芯达到饱和,因此检测线圈的感应电压是正负半波完全对称的畸变电压,此时,相邻正负峰值之间的时间间隔占交流调制电源周期的 $\frac{1}{2}$ 。而当被测直流电流大于零时,被测直流电流产生的磁势使得环形磁芯中产生直流磁通。直流磁通和交流磁通相叠加,使得磁芯的静态工作点产生正偏移,此时激励回路产生的交流磁势在正半波提前进入饱和,而交流调制电压的大小使交流磁势的负半波在此时尚未退出饱和,因而此时检测到的正负峰值之间的时间间隔将会小于 $\frac{1}{2}$,且随着直流

电流的增大,正负峰值之间的时间间隔会减小。因而,检测线圈的感应电压经由缓冲放大器后,一方面输入正半波峰值检测器和负半波峰值检测器,正半波峰值检测器和负半波峰值检测器分别检测出感应电压的正半波峰值时间点和负半波峰值时间点;另一方面,输入周期放电电路,周期放电电路每个周期发出一个放电脉冲,放电脉冲使得正半波峰值检测器和负半波峰值检测器的积分点电容每个周期放电一次,以确保正半波峰值检测器和负半波峰值检测器的输出每个周期更新一次。而后,根据感应电压波形的正半波峰值时间点和负半波峰值时间点进行运算,得到相邻正负峰值之间的时间间隔,以及该时间间隔占一个交流调制电源周期的比例,此比例小于 $\frac{1}{2}$,且与一次直流电流的大小成反比,由此可计算出被测直流电流的大小。

[0021] 具体实施时,绕有激励线圈的两个磁芯采用高导磁率、低矫顽力的磁性材料制成,交流激励线圈 N_1 在环形铁芯 T_1 上均匀分布,交流激励线圈 N_2 和检测线圈 N_3 在环形磁芯 T_2 上均匀分布,且保证 N_1 、 N_2 的匝数严格相等。交流调制电压源3采用由市电用变压器调整为适当电压的电压源或由直流电源用振荡电路产生的电压源。显示器9采用普通指针式仪表或数字显示仪表。

[0022] 试验结果如图3所示,此时电压源周期为150Hz,检测的一次侧最大电流为25安匝,随着一次电流的变化,输出电压信号的正负峰值之间的时间间隔占电源固定周期的比例成比例变化,可以将此占空比作为测量一次电流的依据。

[0023] 将图3反映的信息列成下表:

[0024]

一次安匝数 (A)	激励电源频率 f (Hz)	正负峰值时间点 (t_1, t_2) (ms)	正负峰值时间 间隔(t_2-t_1) (ms)	占空比 (t_2-t_1)f
0	150	(3.36,6.67)	3.31	0.497
10	150	(3.75,6.29)	2.54	0.381
20	150	(4.26,5.78)	1.52	0.228
25	150	(4.67,5.33)	0.66	0.099

[0025] 如图4所示,占空比是一次安匝数的单调、单值函数,且接近线性关系,对于任意

测量的占空比结果,都可以通过该曲线或者拟合函数反映出对应的一次直流电流,利用一次电流安匝数与占空比的函数关系是构成本方案测量直流电流的理论依据。

[0026] 本发明的一种测量直流电流的装置及方法,利用检测线圈感应的畸变电压的峰值时间差在固定交流电源周期的占比来测量直流电流,是一种全新的装置及方法,丰富了现有零磁通互感器测量原理,与单铁芯磁调制器相比,本发明所述的一种测量直流电流的装置及方法消除了磁芯中的磁势对激励回路的影响,使得激励回路产生完整的正弦波,可以有效提高测量精度;与一般零磁通互感器要求激励电源在无一次直流时使磁芯处在饱和点附近相比,本发明所述的一种直流电流测量装置及方法要求交流激励电压源在无一次直流时使磁芯处于饱和状态,从而降低了对激励电源的要求,本发明提供了一种测量直流电流的装置及方法,其原理简单可靠。适用于发电、配电和电镀电解生产现场,以及其他需要测量直流电流的场所。

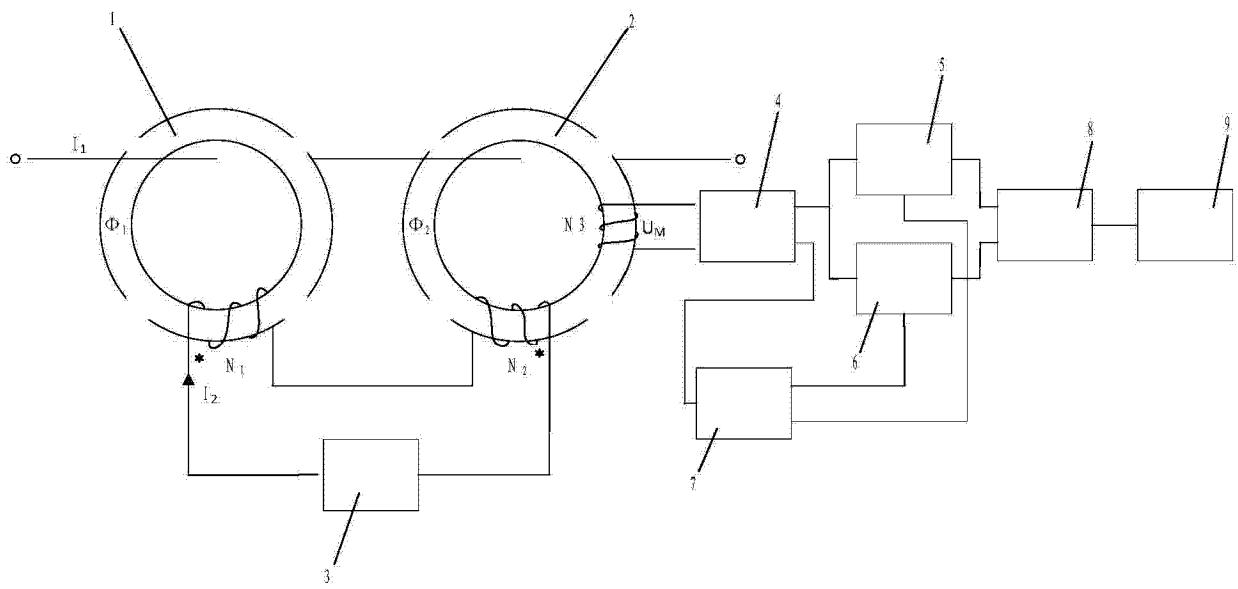


图 1

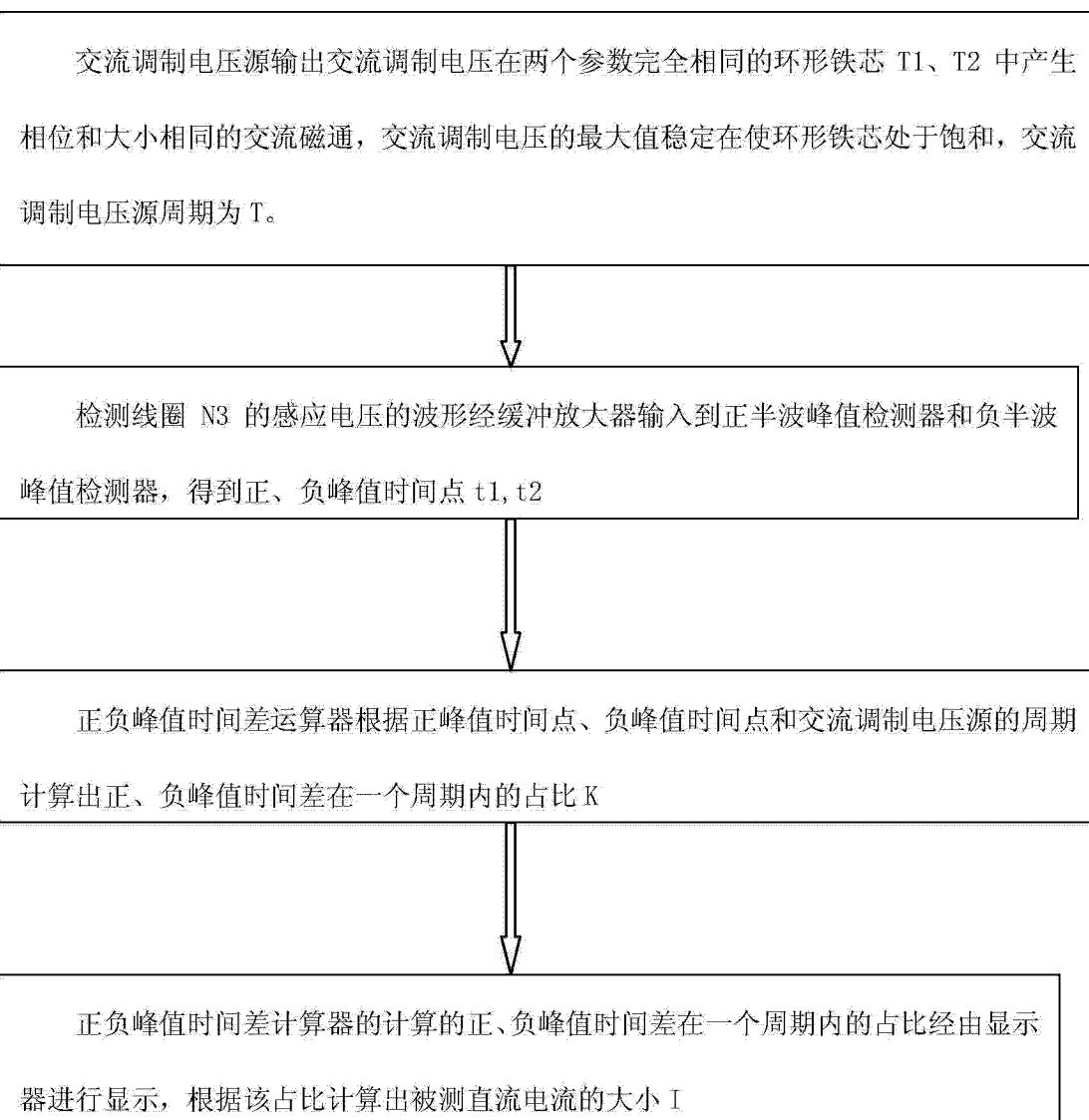


图 2

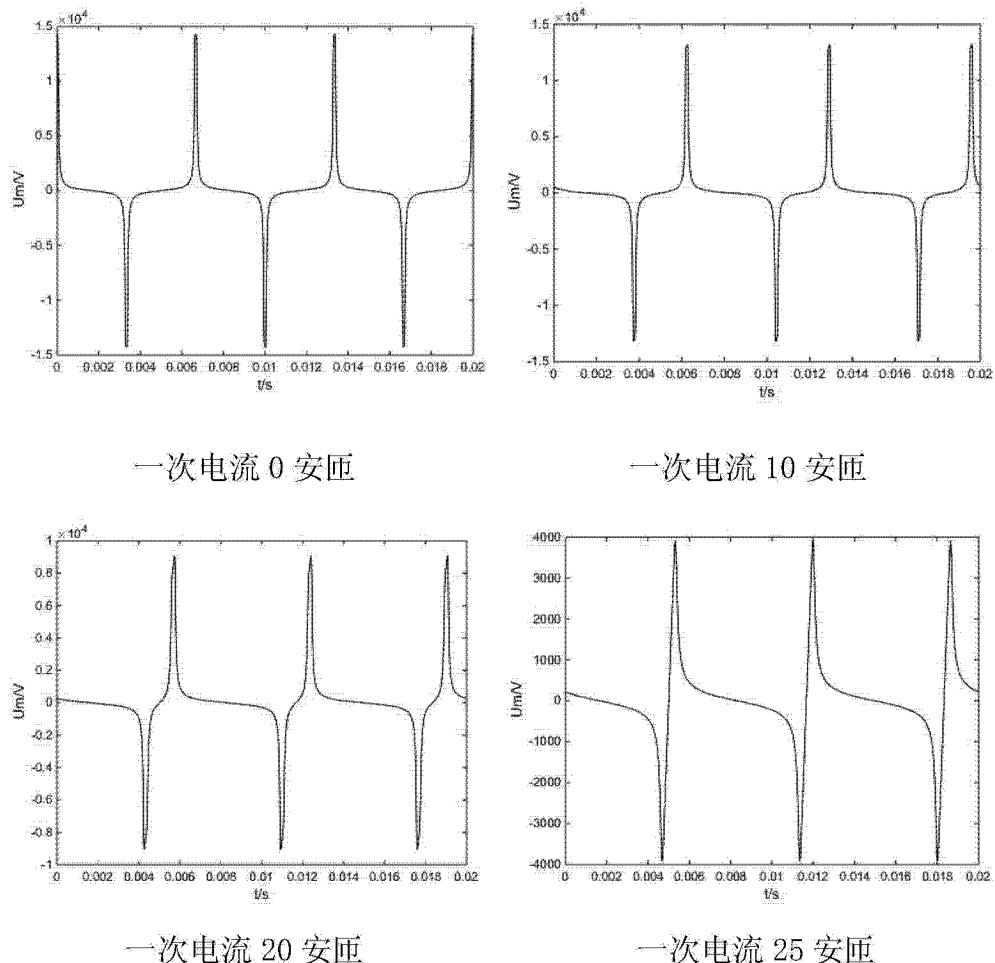


图 3

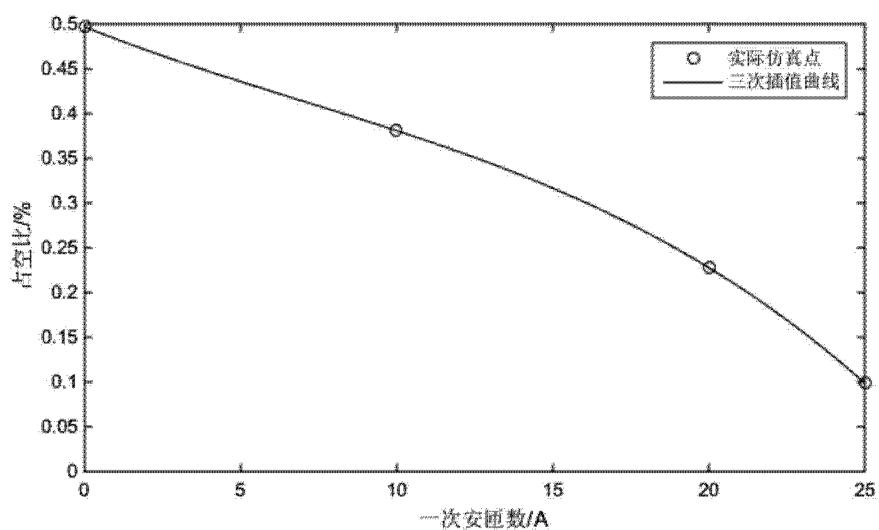


图 4