



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102545156 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 04

(21) 申请号 201210009565. 7

(22) 申请日 2012. 01. 13

(71) 申请人 中国电力科学研究院

地址 100192 北京市海淀区清河小营东路
15 号

(72) 发明人 李岩军 郑彬 班连庚 王兴国
杜丁香 项祖涛

(74) 专利代理机构 北京安博达知识产权代理有
限公司 11271

代理人 徐国文

(51) Int. Cl.

H02H 7/04 (2006. 01)

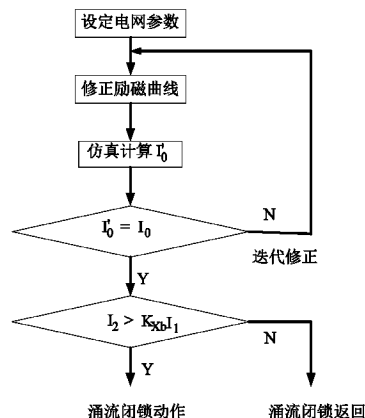
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种直流偏磁时励磁电流仿真计算方法及其装置

(57) 摘要

本发明提供了一种计及直流偏磁时励磁电流仿真计算方法,所述计算方法包括:参照目标电网搭建电网模型;根据变压器空载励磁特性曲线,建立变压器磁化电流曲线;给定直流偏磁激励电流 I_0 ,修正变压器磁化电流曲线;设定电网其他节点、支路参数后,进行仿真运算;根据仿真数据得到稳态励磁电流 \dot{I} ,并计算其直流分量 I'_0 ,利用 I'_0 再次修正变压器磁化电流曲线,直到 $I'_0 = I_0$ 。当 $I'_0 = I_0$ 时,判断 I_2 与 $k_{xb}I_1$ 大小,若 $|I_2| > k_{xb} \times |I_1|$,则进行涌流闭锁动作。本发明可以快速对给定直流偏磁下变压器励磁电流进行仿真计算,可以有效识别变压器励磁电流谐波特征,并据此分析直流偏磁下励磁电流对变压器保护的影响,防止保护元件的拒动或误动,给输电系统带来有利的影响。



1. 一种直流偏磁时励磁电流仿真计算方法,其特征在于,所述计算方法包括以下步骤:

(1). 参照目标电网搭建电网模型;

(2). 依据变压器空载励磁特性曲线,建立变压器磁化电流曲线;

(3). 给定直流偏磁激励电流 I_0 ,沿纵轴平移、修正变压器磁化电流曲线;

(4). 设定电网其他节点、支路参数,进行仿真计算;

(5). 根据仿真计算数据得到稳态励磁电流 \dot{I} ,计算其直流分量 I'_{0} ,利用 I'_{0} 返回步骤 (3) 再次修正变压器磁化电流曲线,直到 $I'_{0} = I_0$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的计算方法,其特征在于,当 $I'_{0} = I_0$ 时,判断 I_2 与 $k_{xb}I_1$ 大小,若 $|I_2| > k_{xb} \times |I_1|$,则进行涌流闭锁动作,否则涌流闭锁退出。

3. 根据权利要求 1 所述的计算方法,其特征在于,步骤 (3) 所述直流偏磁激励电流 I_0 由用户设定;

所述沿纵轴平移、修正变压器磁化电流曲线包括:根据所述直流偏磁电流 I_0 的极性选择沿纵轴平移变压器磁化电流曲线的方向,若 I_0 为正极性,沿纵轴向下平移变压器磁化电流曲线,若 I_0 为负极性,沿纵轴向上平移变压器磁化电流曲线;根据直流偏磁电流 I_0 的大小按比例选择平移变压器磁化电流曲线的步长。

4. 根据权利要求 1 所述的计算方法,其特征在于,步骤 (4) 所述电网其他节点和支路参数设定是将变压器模型放置目标电网模型中,根据目标电网正常运行时的参数设定。

5. 根据权利要求 1 所述的计算方法,其特征在于,所述电流 \dot{I} 是变压器励磁支路电流;所述电流 I'_{0} 是变压器励磁支路电流的直流分量;所述电流 I_2 是变压器励磁支路电流的二次谐波含量;所述 I_1 是变压器励磁支路电流的基波含量。

6. 根据权利要求 1 所述计算方法的涌流闭锁识别装置,其特征在于,所述识别装置包括:依次连接的电网模型管理单元、变压器磁化电流曲线设定单元、电网仿真运算单元、电流采集计算单元、变压器磁化电流曲线修正判别单元和谐波闭锁判别单元。

7. 根据权利要求 6 所述的识别装置,其特征在于,所述电网模型管理单元,设定电网各节点、支路基本参数;

所述变压器磁化电流曲线设定单元,给定直流偏磁 I_0 设定变压器磁化电流曲线;

所述电网仿真运算单元,根据给定工况输出指定节点支路电压、电流信号;

所述电流采集计算单元,计算励磁电流 \dot{I} 中的直流分量 I'_{0} ;

所述变压器磁化电流曲线修正判别单元,根据得出的 I'_{0} 和 I_0 之间的幅值关系做出是否再次修正励磁电流曲线仿真计算的判断;

所述谐波闭锁判别单元根据最终输出的励磁电流,计算是否满足变压器保护涌流闭锁条件。

8. 根据权利要求 6、7 任一所述的识别装置,其特征在于,所述电流采集计算单元包括独立的电流采集模块和电流计算模块;

所述电流采集模块,用于采集励磁电流 \dot{I} ;所述电流计算模块,用于计算励磁电流 \dot{I} 的直流分量 I'_{0} 。

9. 根据权利要求 6、7 任一所述的识别装置,其特征在于,在所述谐波闭锁判别单元中,若 $|I_2| > k_{xb} \times |I_1|$,判断为满足涌流闭锁条件;若 $|I_2| < k_{xb} \times |I_1|$,判断为不满足涌流闭

锁条件。其中 I_2 为励磁电流二次谐波含量, I_1 为励磁电流基波含量, k_{xb} 为二次谐波制动系数。

10. 根据权利要求 6-9 所述的识别装置, 其特征在于, 所述电网模型管理单元、变压器磁化电流曲线设定单元、电网仿真运算单元、电流采集计算单元、变压器磁化电流曲线修正判别单元和谐波闭锁判别单元用计算机实现。

一种直流偏磁时励磁电流仿真计算方法及其装置

技术领域

[0001] 本发明属于输变电领域,具体讲涉及一种直流偏磁时励磁电流仿真计算方法及其装置。

背景技术

[0002] 当直流偏置干扰混入变压器绕组端部的正弦工频激励时,变压器的运行工况称为直流偏磁工况或直流偏置工况。变压器直流偏磁原理见附图 1。变压器交流过励磁情况下,铁心磁通密度增加,励磁电流产生畸变。变压器工作在磁化曲线非线性的区域,励磁电流波形为尖顶波,且正负半波对称,见附图 1 励磁电流曲线所示。变压器在直流偏磁下,直流与交流磁通相叠加,与直流偏磁方向一致的半个周波的铁心饱和程度增加,另外半个周波的饱和程度减小,对应的励磁电流波形呈现正负半波不对称的形状。

[0003] 变压器在直流偏磁工况运行不仅对其所在电网产生危害,严重时甚至可对变压器本体造成永久性损坏。因此,深入快速地理解变压器在直流偏磁工况下的励磁电流波形和幅值,不仅对电网的安全运行,而且对变压器的本体设计都有积极的作用。

[0004] 考虑到便于实验和数值仿真的实现,很多学者采用两种仿真方法计算直流偏磁下励磁电流:1、将正弦电压励磁与直流源串联施加在模型的励磁线圈(串联方式),这种方式与直流输电线路但极运行造成的变压器直流偏磁情况更为一致,实现线路简单,但是励磁回路中的直流源需要经受交流电流的作用,实验不易进行。2、将正弦电压励磁和直流源分别独立施加在模型的两个励磁线圈中(并联方式),这种方式易于实验的进行,但是与变压器发生直流偏磁时的工作状况有所不同。

[0005] 无论串并联方式,都需要在电网模型中建立交、直流混接模型,实现技术复杂。一些专业的数学仿真软件甚至没有磁场模型,即使建立交、直流混接的电网模型,也无法准确对直流偏磁下的变压器磁通特性进行仿真。

发明内容

[0006] 为克服现有缺陷,本发明提供了一种直流偏磁时励磁电流仿真计算方法及其装置,快速计算给定直流偏磁下变压器励磁电流谐波特征,分析空投时直流偏磁对变压器保护涌流闭锁的影响,以及空投于故障变压器时对变压器保护动作的影响,防止保护元件的拒动或误动,给输变电系统带来有利的影响。

[0007] 本发明提供的一种直流偏磁时励磁电流仿真计算方法,其改进之处在于,所述计算方法包括以下步骤:

[0008] (1). 参照目标电网搭建电网模型。其中变压器各侧直接接入正常交流电网,无须额外串联或并联直流源。

[0009] (2). 依据变压器空载励磁特性曲线,建立变压器磁化电流曲线;所述变压器空载励磁特性曲线由厂家提供。

[0010] (3). 给定直流偏磁激励电流 I_0 ,修正变压器磁化电流曲线;

[0011] (4). 设定电网其他节点、支路参数,进行仿真计算;

[0012] (5). 根据仿真计算数据得到稳态励磁电流 \dot{I} ,计算其直流分量 I'_{0} ,利用 I'_{0} 返回步骤(3)再次修正变压器磁化电流曲线,直到 $I'_{0} = I_{0}$ 。

[0013] 本发明提供的第一优选方案的计算方法,其改进之处在于,当 $I'_{0} = I_{0}$ 时,判断 I_{2} 与 $k_{xb}I_{1}$ 大小,若 $|I_{2}| > k_{xb} \times |I_{1}|$,则进行涌流闭锁动作,否则涌流闭锁退出。

[0014] 本发明提供的第二优选方案的计算方法,其改进之处在于,步骤(3)所述直流偏磁激励电流 I_{0} 由用户设定;根据直流偏磁电流 I_{0} 的极性选择沿纵轴平移变压器磁化电流曲线的方向,当 I_{0} 为正极性时,沿纵轴向下平移变压器磁化电流曲线,当 I_{0} 为负极性时,沿纵轴向上平移变压器磁化电流曲线;根据直流偏磁电流 I_{0} 的大小按比例选择平移变压器磁化电流曲线的步长。

[0015] 本发明提供的第三优选方案的计算方法,其改进之处在于,步骤(4)所述电网其他节点和支路参数设定是将变压器模型放置目标电网模型中,根据目标电网正常运行时的参数设定。

[0016] 本发明提供的第四优选方案的计算方法,其改进之处在于,所述电流 \dot{I} 是变压器励磁支路电流;所述电流 I'_{0} 是变压器励磁支路电流的直流分量;所述电流 I_{2} 是变压器励磁支路电流的二次谐波含量;所述 I_{1} 是变压器励磁支路电流的基波含量。

[0017] 本发明基于另一目的提供的根据上述计算方法的涌流闭锁识别装置,其改进之处在于,所述识别装置包括:依次连接的电网模型管理单元、变压器磁化电流曲线设定单元、电网仿真运算单元、电流采集计算单元、变压器磁化电流曲线修正判别单元和谐波闭锁判别单元。

[0018] 本发明提供的第一优选方案的计算方法,其改进之处在于,所述电网模型管理单元,设定电网各节点、支路基本参数;

[0019] 所述变压器磁化电流曲线设定单元,给定直流偏磁 I_{0} 初步设定变压器磁化电流曲线;

[0020] 所述电网仿真运算单元,根据给定工况输出指定节点支路电压、电流信号;

[0021] 所述电流采集计算单元,计算励磁电流 \dot{I} 中的直流分量 I'_{0} ;

[0022] 所述变压器磁化电流曲线修正判别单元,根据得出的 I'_{0} 和 I_{0} 之间的幅值关系做出是否再次修正励磁电流曲线仿真计算的判断;

[0023] 所述谐波闭锁判别单元根据最终输出的励磁电流,计算是否满足变压器保护涌流闭锁条件。

[0024] 本发明提供的较优选方案的计算方法,其改进之处在于,所述电流采集计算单元包括独立的电流采集模块和电流计算模块;

[0025] 所述电流采集模块,用于采集励磁电流 \dot{I} ;所述电流计算模块,用于计算励磁电流 \dot{I} 的直流分量 I'_{0} 。

[0026] 本发明提供的另一优选方案的计算方法,其改进之处在于,在所述谐波闭锁判别单元中,若 $|I_{2}| > k_{xb} \times |I_{1}|$,判断为满足涌流闭锁条件;若 $|I_{2}| < k_{xb} \times |I_{1}|$,判断为不满足涌流闭锁条件。其中 I_{2} 为励磁电流二次谐波含量, I_{1} 为励磁电流基波含量, k_{xb} 为二次谐波制动系数。其中二次谐波制动系数的范围为0.15-0.2。

[0027] 本发明提供的再一优选方案的计算方法,其改进之处在于,所述电网模型管理单

元、变压器磁化电流曲线设定单元、电网仿真运算单元、电流采集计算单元、变压器磁化电流曲线修正判别单元和谐波闭锁判别单元用计算机实现。

[0028] 与现有技术比,本发明的有益效果为:

[0029] 本发明提供了一种直流偏磁时励磁电流仿真计算方法和涌流闭锁识别装置,可以快速对给定直流偏磁下变压器励磁电流进行仿真计算,可以有效识别变压器励磁电流谐波特征,并据此分析直流偏磁下励磁电流对变压器保护的影响,防止保护元件的拒动或误动,给输变电系统带来有利的影响。

[0030] 本发明采用坐标轴相对平移方法并不改变 B-H 曲线传变特性,据此可通过平移变压器磁化电流 B-H 曲线来获得期望的励磁电流仿真计算。仿真中无需增加额外的直流源,无需建立复杂的磁场模型,电网模型设计简单,仿真计算实现快捷。

附图说明

[0031] 图 1 为本发明提供的现有变压器磁化电流曲线示意图。

[0032] 图 2 为发明提供的直流偏磁曲线和磁化电流曲线平移示意图。虚线为原有曲线,实线为平移后的曲线。

[0033] 图 3 为发明提供的励磁电流仿真计算流程。

[0034] 图 4 为发明提供的涌流闭锁判别装置。

[0035] 图 5 为发明提供的变压器磁化电流曲线修正图。

[0036] 图 6 为发明提供的仿真计算得到的励磁电流曲线。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步的详细说明。

[0038] 图 1 是直流偏磁下变压器磁化电流曲线示意图,为获得直流偏磁下准确的励磁电流数值,必须在电网模型中增加直流源、建立直流磁通模型。图 2 是平移后的变压器磁化电流曲线(实线),正半轴易磁饱和,负半轴不易磁饱和。可见在不增加直流源的情况下,正常交流电源作用在修正后的变压器磁化电流曲线上可以获得相应带直流偏移的励磁电流,其幅值和相位与原有直流偏磁下的励磁电流一致。

[0039] 如图 3 所示,一种直流偏磁时励磁电流仿真计算方法,包括以下步骤:

[0040] (1). 参照目标电网搭建电网模型。

[0041] (2). 依据变压器厂家提供的空载励磁特性曲线,建立变压器磁化电流曲线;见图 5 虚线;

[0042] (3). 给定直流偏磁激励电流 I_0 ,修正变压器磁化电流曲线;见图 5 实线;

[0043] (4). 正常设定电网其他节点、支路参数后,开始仿真运算;

[0044] (5). 根据仿真数据得到稳态励磁电流 \dot{I} ,如图 6,并计算其直流分量 I'_0 ,利用 I'_0 再次修正变压器磁化电流曲线,直到 $I'_0 = I_0$ 。

[0045] 本实施例中,先设定电网各节点和支路基本参数,并依据给定直流偏磁 I_0 初步设定变压器磁化电流曲线;根据给定工况执行仿真运算,输出指定节点支路电压、电流信号;采集并计算励磁电流 \dot{I} 中的直流分量 I'_0 ,若 $I'_0 \neq I_0$,继续调整变压器磁化电流曲线,直到 $I'_0 = I_0$;根据最终输出的励磁电流,计算是否满足变压器保护涌流闭锁条件:若 $|I_2|$

$> k_{xb} \times |I_1|$, 判断为满足涌流闭锁条件;若 $|I_2| < k_{xb} \times |I_1|$, 判断为不满足涌流闭锁条件。励磁电流仿真计算及涌流闭锁识别流程如附图 3 所示。

[0046] 所述电流 i 是励磁支路电流。

[0047] 一种直流偏磁时励磁电流仿真计算的涌流闭锁识别装置, 如图 4 所示, 包括: 所述电网模型管理单元, 设定电网各节点和支路基本参数; 所述变压器磁化电流曲线设定单元, 给定直流偏磁 I_0 初步设定变压器磁化电流曲线; 所述电网仿真运算单元, 根据给定工况输出指定节点支路电压、电流信号; 所述电流采集计算单元, 计算励磁电流 i 中的直流分量 I'_0 ; 所述变压器磁化电流曲线修正判别单元, 根据得出的 I'_0 和 I_0 之间的幅值关系做出是否再次修正励磁电流曲线仿真计算的判断; 所述谐波闭锁判别单元根据最终输出的励磁电流, 计算是否满足变压器保护涌流闭锁条件。若 $|I_2| > k_{xb} \times |I_1|$, 判断为满足涌流闭锁条件, 进行涌流闭锁动作; 若 $|I_2| < k_{xb} \times |I_1|$, 判断为不满足涌流闭锁条件, 涌流闭锁退出。其中 I_2 为励磁电流二次谐波含量, I_1 为励磁电流基波含量, k_{xb} 为二次谐波制动系数。

[0048] 所述直流偏磁时励磁电流仿真计算和涌流闭锁识别装置可利用计算机实现。

[0049] 需要声明的是, 本发明内容及具体实施方式意在证明本发明所提供技术方案的实际应用, 不应解释为对本发明保护范围的限定。本领域技术人员在本发明的精神和原理启发下, 可作各种修改、等同替换、或改进。但这些变更或修改均在申请待批的保护范围内。

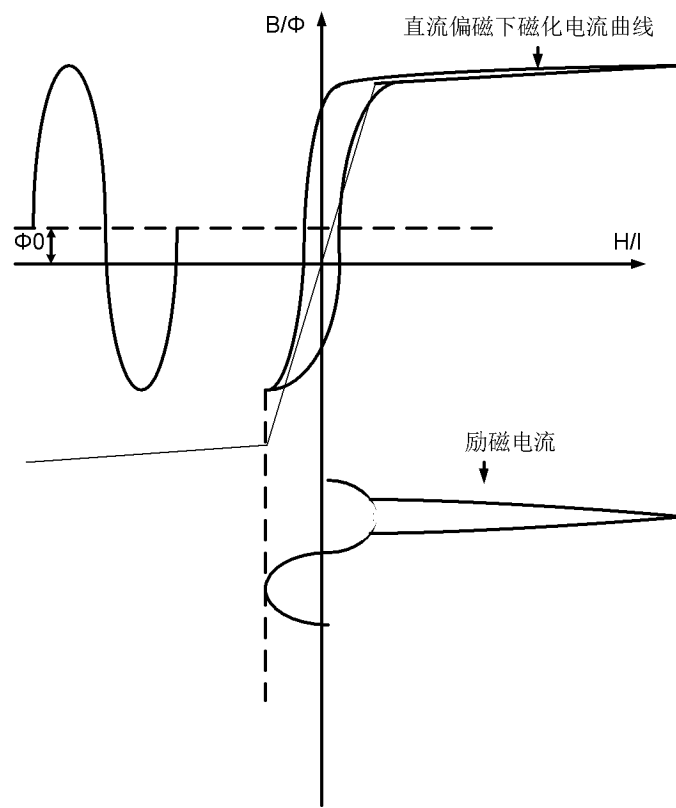


图 1

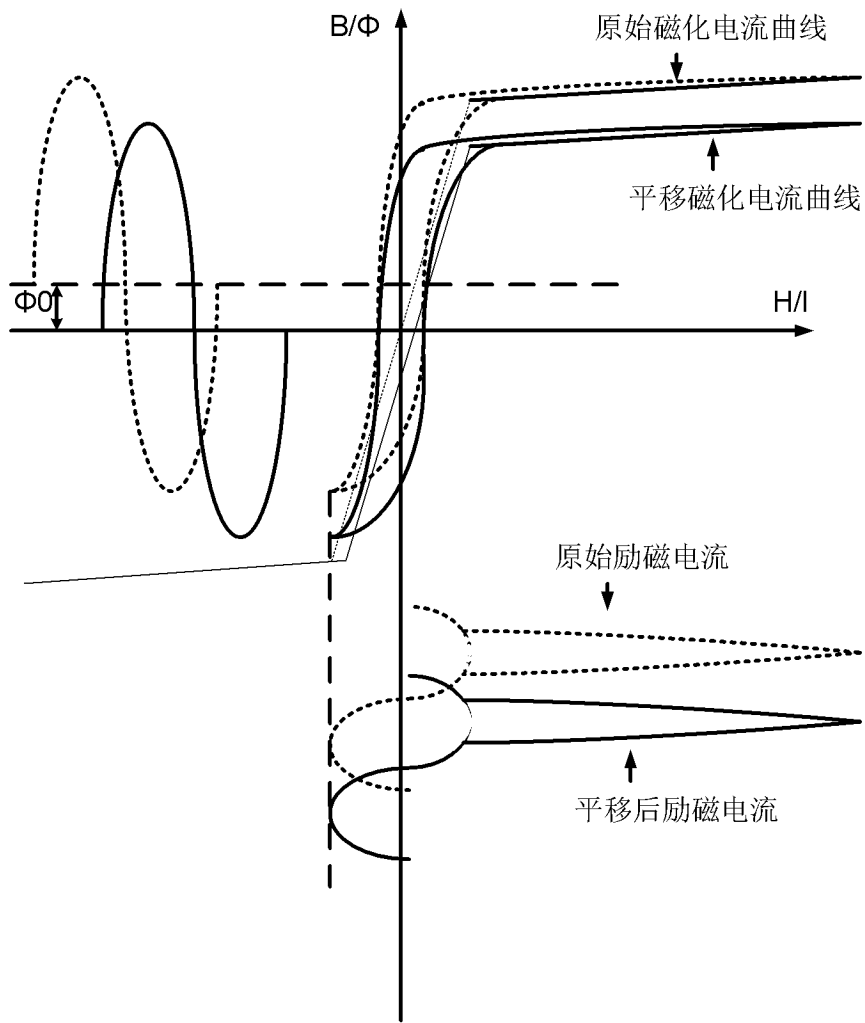


图 2

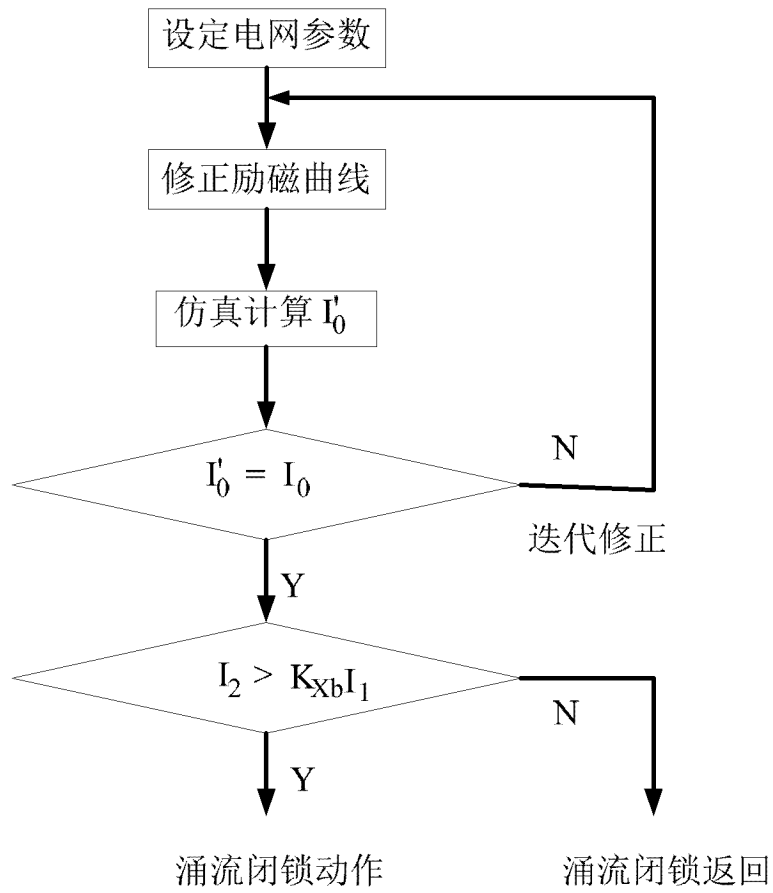


图 3

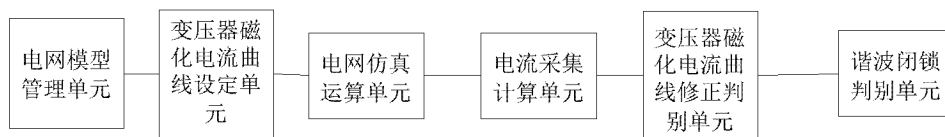


图 4

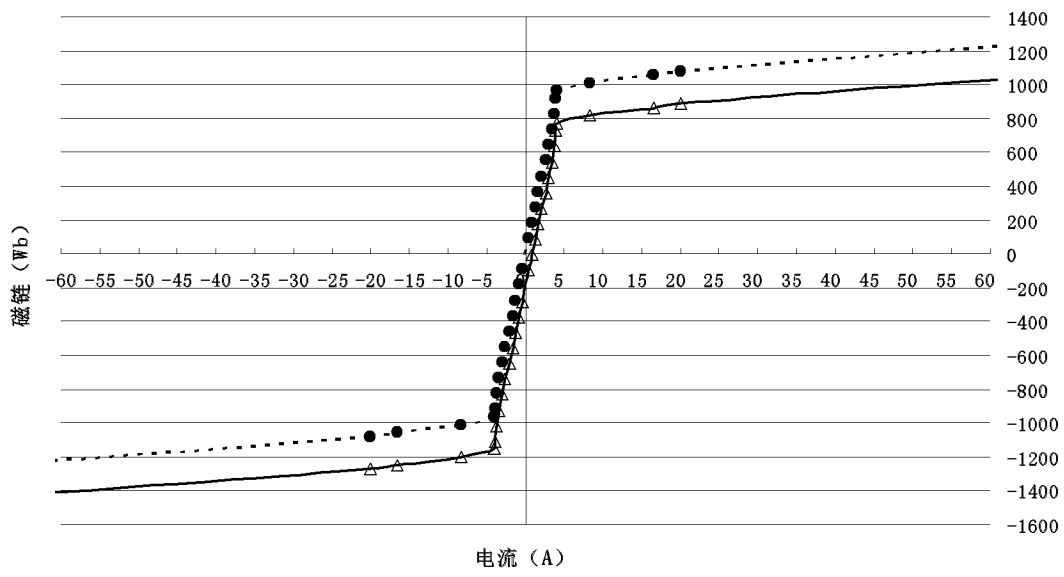


图 5

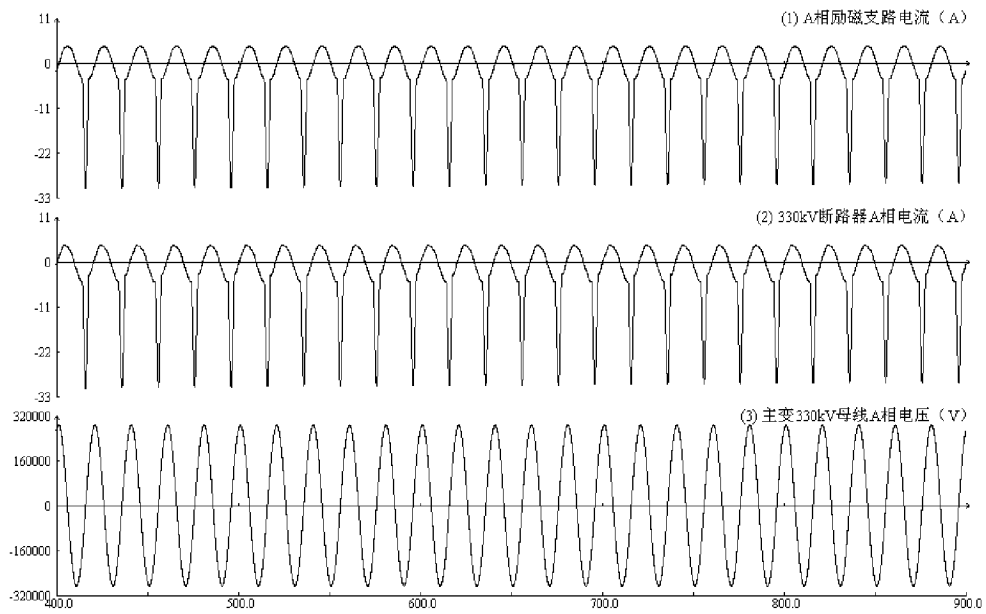


图 6