(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2015 年 9 月 17 日 (17.09.2015)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2015/135264 A1

(51) 国际专利分类号:
G01R 35/02 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2014/079961

(22) 国际申请日: 2014 年 6 月 16 日 (16.06.2014)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201410090551.1 2014 年 3 月 12 日 (12.03.2014) CN

(71) 申请人: **国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA)** [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100761 (CN)。 **江苏省电力公司 (JIANGSU ELECTRIC POWER COMPANY)** [CN/CN]; 中国江苏省南京市鼓楼区北京西路 20 号, Jiangsu 210024 (CN)。 **江苏省电力公司电力科学研究院 (JIANGSU ELECTRIC POWER COMPANY RESEARCH INSTITUTE)** [CN/CN]; 中国江苏省南京鼓楼凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。

(72) 发明人: **王忠东 (WANG, Zhongdong)**; 中国江苏省南京鼓楼凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。 **万达 (WAN, Da)**; 中国江苏省南京鼓楼凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。 **李红斌 (LI, Hongbin)**; 中国江苏省南京鼓楼凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。 **黄奇峰 (HUANG, Qifeng)**; 中国江苏省南京鼓楼凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。 **陈刚 (CHEN, Gang)**; 中国江苏省南京鼓楼凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。 **陈铭明 (CHEN, Mingming)**; 中国江苏省南京鼓楼凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。 **卢树峰 (LU, Shufeng)**; 中国江苏省南京鼓楼凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。 **杨世海 (YANG, Shihai)**; 中国江苏省南京市鼓楼区凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。 **骆翻钿 (LUO, Fandian)**; 中国江苏省南京市鼓楼区凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。 **李振华 (LI, Zhenhua)**; 中国江苏省南京市鼓楼区凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。 **朱晓龙 (ZHU, Xiaolong)**; 中国江苏省南京市鼓楼区凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。 **田正其 (TIAN, Zhengqi)**; 中国江苏省南京市鼓楼区凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036

[见续页]

(54) **Title**: AUTOMATIC DIRECT-CURRENT MAGNETIC BIAS COMPENSATION DEVICE OF MEASUREMENT WINDING OF CURRENT TRANSFORMER

(54) **发明名称** : 电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置

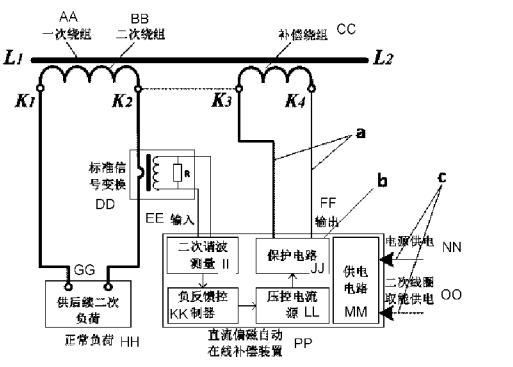


图 1/ Fig.1

AA Primary winding
BB Secondary winding
CC Compensation winding
DD Standard signal transformation
EE Input
FF Output
GG Supplying to subsequent secondary load
HH Normal load
II Second harmonic measurement
JJ Protective circuit
KK Negative feedback controller
LL Voltage control current source
MM Power supply circuit
NN Power supply
OO Secondary coil draw-out power supply
PP Automatic on-line magnetic bias compensation device for direct-current

(57) **Abstract**: An automatic direct-current magnetic bias compensation device of a measurement winding of a current transformer. Two independent windings, i.e. a measurement winding and a compensation winding, are provided on a measurement iron core of a current transformer, and the compensation winding is connected to the direct-current magnetic bias compensation device. The automatic direct-current magnetic bias compensation device is used for detecting the size and phase of even harmonic components in output signals of a secondary side measurement winding of the current transformer, and therefore a direct-current source is controlled to inject a reverse direct-current current of a corresponding amount into the secondary side compensation winding of the current transformer as the compensation current, the compensation current generates a magnetic field in the compensation winding, and the magnetic field generated by a primary side direct current is offset, so that automatic on-line compensation of the direct-current magnetic bias of the current transformer is realized. This device has an obvious automatic compensation effect on the direct-current magnetic bias of a current transformer.

(57) **摘要**:

[见续页]

WO 2015/135264 A1

(CN)。 **崔林 (CUI, Lin)**; 中国江苏省南京市鼓楼区凤凰西街 243 号, Jiangsu 210036 (CN)。

(74) **代理人**: **南京纵横知识产权代理有限公司 (NANJING ZONGHENG INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.)**; 中国江苏省南京鼓楼山西路 8 号金山大厦 B 栋 9 楼 D, Jiangsu 210009 (CN)。

(81) **指定国** (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) **指定国** (除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置，电流互感器的计量铁芯上具有计量绕组和补偿绕组两个独立绕组，所述补偿绕组与直流偏磁自动补偿装置连接。直流偏磁自动补偿装置用于检测电流互感器二次侧计量绕组输出信号中的偶次谐波分量的大小及相位，从而控制直流电流源向电流互感器二次侧补偿绕组注入相应量的反向直流电流作为补偿电流，补偿电流在补偿绕组中产生磁场，抵消一次侧直流所产生的磁场，从而实现对电流互感器直流偏磁的自动在线补偿。本装置对电流互感器直流偏磁的自动补偿效果显著。

电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置

技术领域

本发明涉及电流互感器计量绕组的一种直流偏磁自动补偿装置，具有对直流偏磁进行自动补偿的功能，属于电力系统电磁测量领域。

背景技术

作为变电站一次设备的重要组成部分，电流互感器在变电站中具有为后续计量、保护及监控设备提供测量信号的重要作用，其运行的可靠性和稳定性非常重要。

交、直流混合运行的电网结构使得交、直流系统之间的相互影响越加明显，双极高压直流输电线路检修或单极故障时需以单极-大地回线方式运行时，会有很大的直流电流流过接地极，此时会在大地上形成恒定的直流电流场，产生地表电位差，在交流网络中变压器绕组、架空线和大地形成的回路中产生直流电流，从而在变压器和电流互感器回路中产生直流偏磁。直流偏磁会加剧电流互感器的铁心饱和磁化，引起电流互感器发生磁滞畸变，改变电流互感器的传变特性，引起电流互感器的测量误差，从而影响电流互感器的计量和保护性能。

以 2013 年锦苏特高压直流运行工况统计看，锦苏 2013 年锦苏特高压直流不对称运行或单极大地运行方式主要集中在 1 月初末、2 月中下旬、5 月中下旬、6 月初、7 月中旬、9 月中旬等期间，最长单次持续时间 5 天，最短持续 3 小时，入地直流最大达 4000A。全年累计单极对地运行时间 267 小时，累计不对称运行 89 小时。直流输电单极运行造成的直流偏磁会使电流互感器产生计量误差偏大，还会对电网安全稳定运行产生隐患。

目前，抑制直流偏磁主要采取限流、隔直、注入反向直流以及电位补偿的方法,即:(1)中性点串联电阻;(2)中性点串联电容;(3)线路串联电容; (4)中性点注入反向直流电流; (5) 直流地电位补偿法。以上方法均采用简化的电路模型,忽略了变电站接地网络、土壤结构、电网拓扑网络以及变电站变压器的直流电阻和输电线路的直流电阻等相关影响因素，导致误差较大。变电站间的输电线路是直流电流流通的主要通道，由于 500kV 站的主变压器多为直接接地运行方式，因此当各变电站的直流地电位存在显著差异时，各变电站主变和站间线路上会有直流电流通过。由于 500kV 输电线路的直流电阻较小，所以只要有较小的电位差就能够激起较大的直流电流。由于变电站接地电阻、站间线路直流电阻和主变绕组直流电阻存在差别，导致变压器各相流过的直流幅值并不相同。常州武南变、苏州吴江变等站的实测数据结论已证明此结论。

因此，在电流互感器二次侧开展消除或减小直流偏磁对电流互感器影响的相关实验研究，能弥补目前直流偏磁抑制技术的不足，是亟待研究和开发的新技术。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是：在电流互感器二次侧消除或减小直流偏磁对电流互感器影响。

为解决上述技术问题，本发明采用以下技术方案。

电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置，其特征在于：电流互感器主体的计量铁芯上具有计量绕组和补偿绕组，所述补偿绕组与直流偏磁自动补偿装置连接。

前述的电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置，其特征在于：所述

计量绕组和补偿绕组为同一铁芯的两个独立线圈，如图中线圈 K1K2 和线圈 K3K4，K2K3 不连接），或同一铁芯一个线圈的不同抽头（如图中 K1K2K4，K2K3 连接）。

前述的电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置，其特征在于：直流偏磁自动补偿装置安装在电流互感器底座上。

前述的电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置，其特征在于：所述直流偏磁自动补偿装置包括标准变换器，标准变换器串联接入计量绕组二次回路，将电流互感器二次侧电流信号转换为电压信号；

标准变换器的输出信号接入阻抗变换电路，阻抗变换电路具有高输入阻抗，使信号传输路径有合适的阻抗匹配；

阻抗变换电路的输出信号经过倍频电路之后转换为倍频信号，作为相敏检波的参考信号；阻抗变换电路的输出信号同时经过带阻滤波电路之后，作为相敏检波的输入信号；

倍频电路用于产生相敏检波电路所需的参考信号，带阻滤波电路用于滤除工频信号，增大信噪比；

相敏检波电路用于提取电流互感器二次侧输出信号的偶次谐波信号；

相敏检波电路的输出信号通过低通滤波电路，滤除相敏检波输出信号的高频成分，得到直流成分；

低通滤波的输出信号经负反馈控制器进行计算和负反馈调整后输出。最终控制压控电流源输出与一次直流电流成比例的直流补偿电流，使得二次输出偶次谐波最小，此时直流电流作为电流互感器二次侧补偿绕组的补偿电流，达到最佳补偿效果，直流补偿电能能够抵消一次电流直流分量对电流互感器直流偏

磁的影响。

负反馈控制器包括减法器和一个 PID 控制器，输入信号和设定值相减作为 PID 调节器的输入，经 PID 调节后，信号输出。

本发明的工作原理：本发明设计了电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置，电流互感器计量铁芯上具有计量绕组和补偿绕组两个独立绕组，计量绕组作为电流互感器正常工作的输出绕组，而补偿绕组用于注入补偿电流，以抵消直流偏磁对电流互感器特性的影响，从而具有直流偏磁自动补偿功能。直流偏磁自动补偿装置用于检测电流互感器二次侧测量绕组输出的偶次谐波分量的大小及相位，从而控制直流电流源向电流互感器二次侧补偿绕组注入相应量的反向直流电流作为补偿电流，补偿电流在补偿绕组中产生磁场，抵消一次侧直流所产生的磁场，从而实现对电流互感器直流偏磁的自动补偿。

附图说明

图 1 是本发明电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置整体结构示意图;

图 2 是本发明电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置安装结构示意图，

图 3 是电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置的原理框图;

图 4 是电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置的试验接线图;

图 5 是电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置的负反馈控制器原理框图。

图中：11-母线，12-电流互感器，13-正常计量绕组输出抽头，14-补偿绕组抽头，15-直流偏磁补偿装置，16-220V 电源插头，17-二次取能线圈。

1-调压器，2-升流器，3-直流电流源，4-电容柜，5-标准电流互感器，6-被校电流互感器， 7-标准信号变换箱，8-直流偏磁补偿装置，9 -互感器校验仪。

具体实施方式

结合附图对本发明作进一步的描述。

如图 1 所示，电流互感器计量铁芯上具有计量绕组和补偿绕组，其中计量绕组和补偿绕组可以为同一铁芯的两个独立线圈，如图 1 中线圈 K1K2 和线圈 K3K4，K2K3 不连接，也可以为同一铁芯一个线圈的不同抽头，如图 1 中 K1K2K4，K2K3 连接。计量绕组作为电流互感器正常工作的输出绕组，而补偿绕组采用多抽头电流互感器的未使用绕组或专为实现补偿作用设计的二次绕组，用于注入补偿电流。直流偏磁自动补偿功能的实现，是通过检测电流互感器二次侧输出的偶次谐波分量的大小及相位，控制直流电流源向电流互感器二次侧补偿绕组注入相应量的反向直流电流作为补偿电流，补偿电流在补偿绕组中产生磁场，抵消一次侧直流所产生的磁场，从而实现对电流互感器直流偏磁的自动在线补偿。整个补偿过程为闭环控制，第一次补偿如果没有完全消除直流偏磁的影响，则互感器二次输出仍有二次谐波分量，通过检测二次谐波分量，继续对直流偏磁进行补偿，直至输出中不含二次谐波分量为止。

直流偏磁自动补偿技术首先需要检测电流互感器输出的二次谐波含量，以此定量评估一次侧直流量，从而控制电流源产生相应的补偿直流以减小或者抵消一次侧直流影响。直流偏磁自动补偿方案的难点主要在于定量获取二次谐波含量，并根据二次谐波含量自动产生补偿直流电流。为此，设计了电流互感器直流偏磁自动补偿装置，采用了标准变换器技术、阻抗变换技术、倍频技术、带阻滤波技术、基于相乘原理的相敏检波技术、多级滤波技术、压控电流源技

术。

标准信号变换器串入计量绕组二次回路，将电流互感器二次侧电流信号转换为电压信号，用于获取电流互感器二次侧电流信号作为直流偏磁自动补偿装置输入。该变换器主要起到信号隔离、获取信号的作用。为了保证不影响电流互感器原二次侧负荷，设计的标准信号变换器通过小 CT 进行隔离，保证电流互感器二次侧不会开路，安全可靠。小 CT 的二次输出电流接电阻 R 则变换为电压信号，作为直流偏磁自动补偿装置输入。标准信号变换器一次负荷小于 0.25VA，负荷很小，基本不改变电流互感器原二次负荷的分布情况。

标准变换器的输出信号接入阻抗变换电路，阻抗变换电路具有高输入阻抗，使信号传输路径有更合适的阻抗匹配。阻抗变换后的信号一方面经过倍频电路之后转换为倍频信号，作为相敏检波的参考信号；另一方面经过带阻滤波电路之后，作为相敏检波的输入信号。倍频电路用于产生相敏检波电路所需的参考信号，带阻滤波电路用于滤除工频信号，增大信噪比。输入信号与参考信号两路信号作为相敏检波电路的输入信号，相敏检波电路用于提取电流互感器二次侧输出信号的偶次谐波信号。相敏检波电路的输出信号通过低通滤波电路，滤除相敏检波输出信号的高频成分，得到直流成分。低通滤波之后的信号经过压控电流源电路，产生与偶次谐波含量成正比的直流电流，以此作为电流互感器二次侧补偿绕组的补偿电流，以抵消直流偏磁对电流互感器特性的影响，从而实现对互感器直流偏磁的自动补偿，减小直流偏磁对互感器测量精度的影响，提高互感器的测量准确度。

直流偏磁自动补偿装置电源供电可以采用一次外接电源供电，也可以采用一次线圈取能供电。当一次电源供电时采用外接电源供电时，需要用到电源模

块，能够保证直流偏磁自动补偿装置正常供电。当一次线圈取能供电时，则设计为额定一次电流的 3%开始工作点工作，当一次电流小于额定值 3%时，直流偏磁给互感器带来的测量误差相对于互感器本身在额定 3%测量点误差较小，则直流偏磁自动补偿装置停止工作，不进行直流偏磁补偿。

设计的直流偏磁自动补偿装置在正常工作情况下，不会影响电流互感器的正常运行。下面是正常工况下对电流互感器计量的影响进行的分析。

该装置的输入信号取自电流互感器的二次绕组，如图 1，当补偿绕组和计量绕组相互独立时，补偿绕组 K3K4 的直流电流不会感应到二次绕组 K1K2；当补偿绕组和计量绕组为同一线圈的不同抽头时，补偿绕组的直流电流只在补偿绕组 K3K4 回路流过，不会流经二次绕组 K1K2。补偿绕组 K3K4 接压控电流源，其阻抗趋近于无穷大，因此补偿绕组也不会影响二次绕组交流电流。因而该装置在实际运行时不会对电流互感器计量本身产生不利影响。

设计的直流偏磁自动补偿装置在该装置出故障的情况下，也不会影响电流互感器的正常运行。下面是对该装置出现故障情况下对电流互感器计量的影响进行的分析。

1）电流互感器和补偿装置之间的连线断线

如果互感器和补偿装置之间的连线断线，如图 1 所示，其中 a 点断线，则补偿装置的输入信号为 0，其输出直流也为 0，此时不对互感器进行补偿。

2）补偿装置误出直流

直流偏磁电流的大小一般不会超过某一极限，则补偿装置的输出也不应该超过此值。补偿装置电路中设计了保护电路部分（图 1-b），当补偿装置输出电流过大时，则保护电路动作，使装置输出为 0，不进行补偿。

3）补偿装置供电回路断路或短路

当补偿装置供电回路断路时,如图 1 所示，c 点断路，补偿装置没有供电，则输出直流为 0，即不补偿。

当供电回路短路时，由于短路时电流较大，补偿装置中的供电回路中设计了相应的熔断器，短路时自动熔断，将供电回路断开，此时补偿装置的输出直流仍然为 0。

总之，直流偏磁在线补偿装置即使在出故障的情况下，最坏的结果就是不对互感器进行直流偏磁补偿，但不会影响互感器的正常运行。

图 3 为电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置的原理框图，主要包括标准变换器、阻抗变换电路、倍频电路、带阻滤波电路、相敏检波电路、低通滤波电路、压控电流源电路等。

标准变换器串入计量绕组二次回路，将电流互感器二次侧电流信号转换为电压信号。标准变换器的输出信号接入阻抗变换电路，阻抗变换电路具有高输入阻抗，使信号传输有更合适的阻抗匹配。

阻抗变换后的信号一方面经过经过整形倍频为 100Hz，作为相敏检波的参考信号；另一方面经过 50Hz 带阻滤波之后，作为相敏检波的输入信号。倍频电路用于产生相敏检波电路所需的参考信号，带阻滤波电路用于滤除工频信号，增大信噪比。

输入信号与参考信号两路信号作为相敏检波电路的输入信号，相敏检波电路用于提取电流互感器二次侧输出信号的偶次谐波信号。相敏检波电路的输出信号通过低通滤波电路，滤除相敏检波输出信号的高频成分，得到直流成分。

低通滤波之后的信号经过压控电流源电路，产生与偶次谐波含量成正比的

直流电流，以此作为电流互感器二次侧补偿绕组的补偿电流，以抵消直流偏磁对电流互感器特性的影响，从而实现对互感器直流偏磁的自动补偿，减小直流偏磁对互感器测量精度的影响，提高互感器的测量准确度。

图 4 为电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置的试验接线图。为了测试该自动补偿装置的性能，在设计完成该自动补偿装置之后，对其性能进行了验证性试验，试验按照图 3 的试验接线图接线。试验用到的设备包括：1-调压器，2-升流器，3-直流电流源，4-电容柜，5-标准电流互感器，6-被校电流互感器， 7-标准信号变换箱，8-直流偏磁补偿装置，9 -互感器校验仪。交流电流源采用调压器 1、升流器 2 组成，调压控制升流器输出交流大电流；直流电流源 3 产生直流电流；电容柜 4 用于隔离直流，使直流电流不会流过交流升流器，同时直流电流源具有高输出阻抗，使得交流电流流过直流电流源，因而标准电流互感器 5 将只有交流电流通过，而本设计的新型电流互感器 6 将流过交流大电流和直流电流的叠加电流，此时本设计的电流互感器计量绕组的一种直流偏磁自动补偿装置将会产生直流偏磁。

根据实验接线图，将被校电流互感器计量绕组输出的电流信号经标准信号变换箱 7 转换为电压信号后接入直流偏磁补偿装置 8，直流偏磁补偿装置的输出信号反馈到电流互感器补偿绕组，使用互感器校验仪 9 对同一时刻的标准电流互感器和本设计的新型电流互感器两路输出信号进行校验，测试比差、角差。分别对未补偿和补偿线之后的互感器准确度进行测试，并进行对比。

未加补偿装置时的实验表明，自动补偿装置能检测出电流互感器偏磁情况，其输出的直流电流和一次电流 DC 含量有一定比例关系。

加补偿装置后的实验表明，自动补偿装置通过定量获取偶次谐波含量，能

够判断互感器偏磁情况，并输出反向直流电流自动进行补偿，补偿效果显著。

实验证明，本设计的电流互感器计量绕组的一种直流偏磁自动补偿装置，能够实现对直流偏磁的自动补偿，补偿效果显著。

1. 电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置，其特征在于：电流互感器主体的计量铁芯上具有计量绕组和补偿绕组，所述补偿绕组与直流偏磁自动补偿装置连接。

2. 根据权利要求 1 所述的电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置，其特征在于：所述计量绕组和补偿绕组为同一铁芯的两个独立线圈，或同一铁芯一个线圈的不同抽头。

3. 根据权利要求 1 所述的电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置，其特征在于：直流偏磁自动补偿装置安装在电流互感器底座上。

4. 根据权利要求 1 所述的电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置，其特征在于：所述直流偏磁自动补偿装置包括标准变换器，标准变换器串联接入计量绕组二次回路，将电流互感器二次侧电流信号转换为电压信号；

标准变换器的输出信号接入阻抗变换电路，阻抗变换电路具有高输入阻抗，使信号传输路径有合适的阻抗匹配；

阻抗变换电路的输出信号经过倍频电路之后转换为倍频信号，作为相敏检波的参考信号；阻抗变换电路的输出信号同时经过带阻滤波电路之后，作为相敏检波的输入信号；

倍频电路用于产生相敏检波电路所需的参考信号，带阻滤波电路用于滤除工频信号，增大信噪比；

相敏检波电路用于提取电流互感器二次侧输出信号的偶次谐波信号；

相敏检波电路的输出信号通过低通滤波电路，滤除相敏检波输出信号的高频成分，得到直流成分；

低通滤波的输出信号经负反馈控制器进行计算和负反馈调整后输出，最终

控制压控电流源输出与一次直流电流成比例的直流补偿电流，使得二次输出偶次谐波最小。

5. 根据权利要求 4 所述的电流互感器计量绕组的直流偏磁自动补偿装置，其特征在于：所述负反馈控制器包括减法器和一个 PID 控制器，输入信号和设定值相减作为 PID 调节器的输入，经 PID 调节后，信号输出。

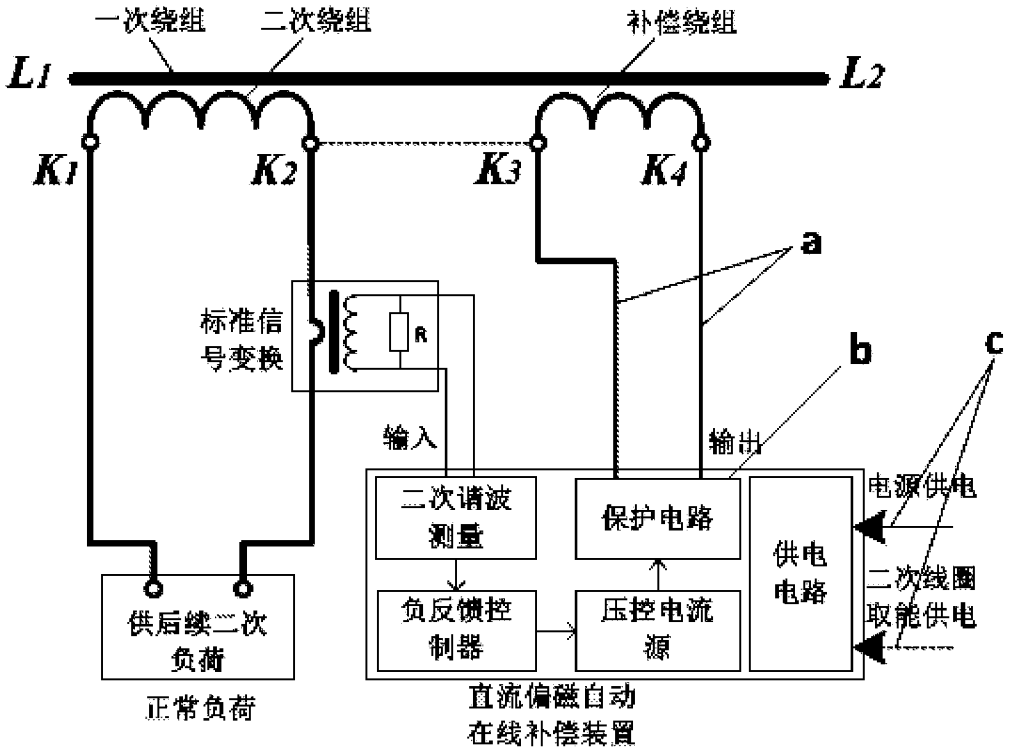

一次绕组
二次绕组
补偿绕组
L1
L2
K1
K2
K3
K4
a
标准信号变换
R
b
c
输入
输出
二次谐波测量
保护电路
供电电路
电源供电
二次线圈取能供电
负反馈控制器
压控电流源
供后续二次负荷
正常负荷
直流偏磁自动在线补偿装置

图 1

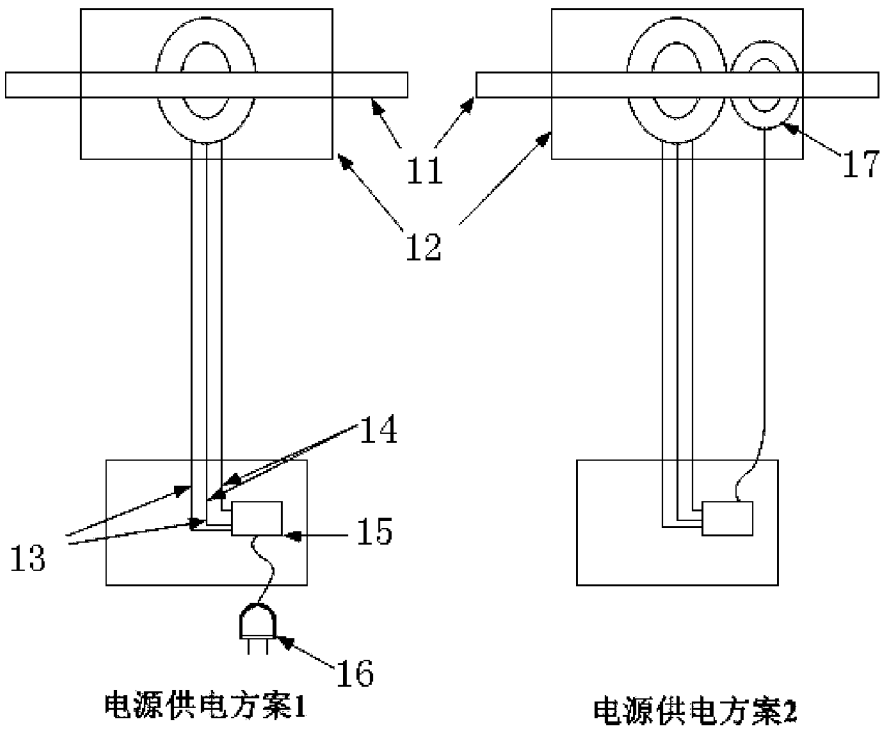

11
12
17
14
15
13
16
电源供电方案1
电源供电方案2

图 2

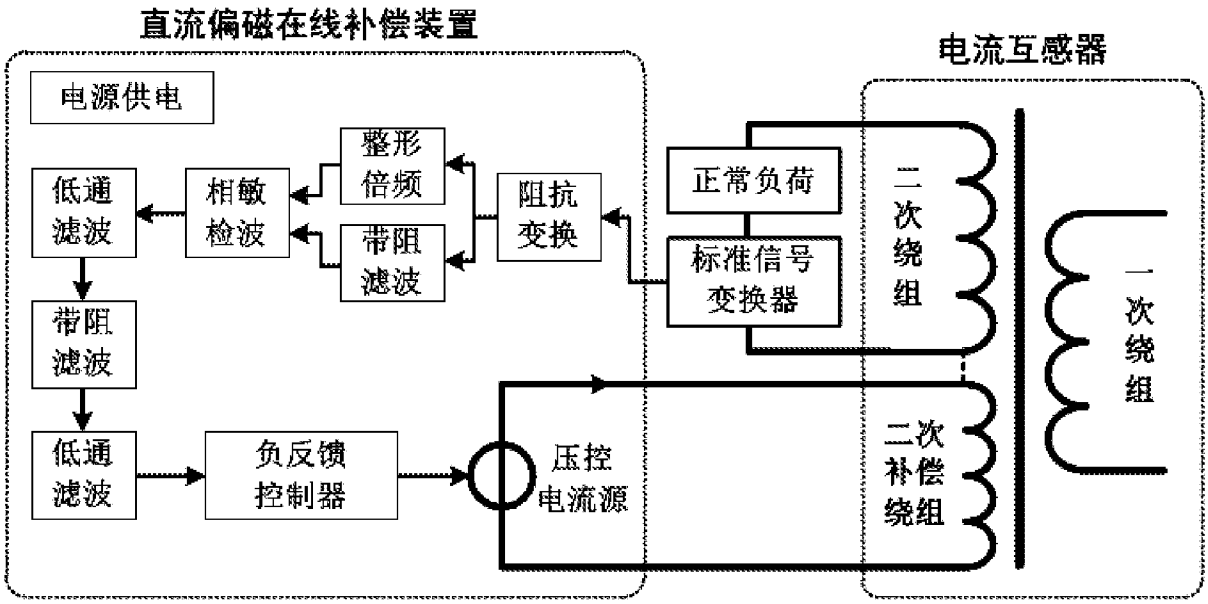

直流偏磁在线补偿装置
电流互感器
电源供电
整形倍频
低通滤波
相敏检波
带阻滤波
阻抗变换
正常负荷
标准信号变换器
二次绕组
一次绕组
带阻滤波
低通滤波
负反馈控制器
压控电流源
二次补偿绕组

图 3

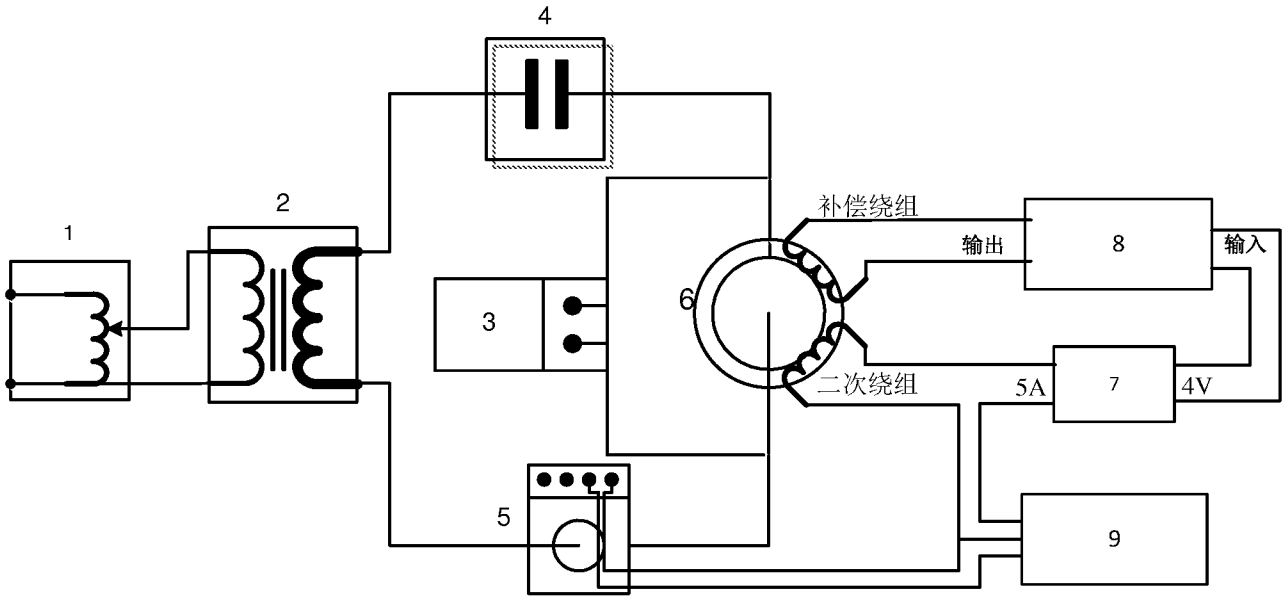

4
1
2
3
6
补偿绕组
输出
8
输入
二次绕组
5A
7
4V
5
9

图 4

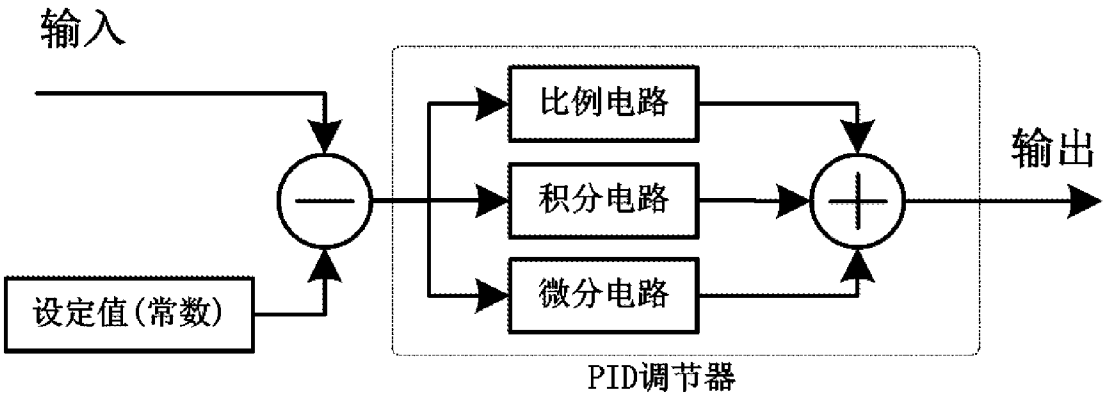


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2014/079961

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 35/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R; H02J; H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS. CNKI, WPI, EPODOC: offset, bias, current transformer, coil, winding, current, DC, direct, transformer, sensor, induct, compensate

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102866283 A (BEIJING DONGFANG MEASUREMENT AND TEST INSTITUTE) 09 January 2013 (09.01.2013) claim 1, and figure 1	1-3
Y	CN 102866283 A (BEIJING DONGFANG MEASUREMENT AND TEST INSTITUTE) 09 January 2013 (09.01.2013) claim 1, and figure 1	4, 5
Y	CN 101800598 A (BEIJING INFORMATION SCIENCE & TECHNOLOGY UNIVERSITY) 11 August 2010 (11.08.2010) description, paragraphs [0040] and [0041], and figures 1-3	4, 5
X	JP 2000266785 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD.) 29 September 2000 (29.09.2000) description, paragraph [0024], and figure 1	1-3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
29 November 2014	19 December 2014
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer KONG, Wei Telephone No. (86-10) 61648128

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2014/079961

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102545222 A (WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 04 July 2012 (04.07.2012) the whole document	1-5
A	CN 102426343 A (SHANGHAI INSTITUTE OF MICROSYSTEM AND INFORMATIONTECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 25 April 2012 (25.04.2012) the whole document	1-5
A	CN 102522190 A (SHENYANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 27 June 2012 (27.06.2012) the whole document	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2014/079961

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102866283 A	09 January 2013	None	
CN 101800598 A	11 August 2010	None	
JP 2000266785 A	29 September 2000	None	
CN 102545222 A	04 July 2012	None	
CN 102426343 A	25 April 2012	None	
CN 102522190 A	27 June 2012	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2014/079961

A. 主题的分类

G01R 35/02(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G01R,H02J,H04B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNABS,CNKI:线圈，补偿，绕组，直流，偏置，偏磁，变压器，电流互感器，抵偿，消除，抵销WPI,EPODOC:coil, winding,current,DC,direct,transformer,sensor,induct,compensate

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 102866283 A (北京东方计量测试研究所) 2013年 1月 09日 (2013-01-09) 权利要求1、图1	1-3
Y	CN 102866283 A (北京东方计量测试研究所) 2013年 1月 09日 (2013-01-09) 权利要求1、图1	4-5
Y	CN 101800598 A (北京信息科技大学) 2010年 8月 11日 (2010-08-11) 说明书40-41段、图 1-3	4-5
X	JP 2000266785 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD.) 2000年 9月 29日 (2000-09-29) 说明书24段、图1	1-3
A	CN 102545222 A (武汉理工大学) 2012年 7月 04日 (2012-07-04) 全文	1-5
A	CN 102426343 A (中国科学院上海微系统与信息技术研究所) 2012年 4月 25日 (2012-04-25) 全文	1-5

☑ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2014年 11月 29日	2014年 12月 19日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国	孔伟
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)01061648128

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2014/079961

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 102522190 A (沈阳工业大学) 2012年 6月 27日 (2012 - 06 - 27) 全文	1-5

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2014/079961

检索报告引用的专利文件	公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN 102866283 A	2013年 1月 09日	无	
CN 101800598 A	2010年 8月 11日	无	
JP 2000266785 A	2000年 9月 29日	无	
CN 102545222 A	2012年 7月 04日	无	
CN 102426343 A	2012年 4月 25日	无	
CN 102522190 A	2012年 6月 27日	无	