



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103412176 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201310353581. 2

(22) 申请日 2013. 08. 14

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园 1 号

专利权人 南方电网科学研究院有限责任公司

(72) 发明人 胡军 欧阳勇 丁泽俊 王善祥

袁智勇 何金良 傅闯 曾嵘

张波 余占清

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事

务所(普通合伙) 11201

代理人 罗文群

(51) Int. Cl.

G01R 19/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1491360 A, 2004. 04. 21, 全文.

CN 201689125 U, 2010. 12. 29, 全文.

CN 102193022 A, 2011. 09. 21, 全文.

CN 102323467 A, 2012. 01. 18, 全文.

CN 102401853 A, 2012. 04. 04, 全文.

CN 103080755 A, 2013. 05. 01, 全文.

CN 202720262 U, 2013. 02. 06, 全文.

US 2011/0080165 A1, 2011. 04. 07, 全文.

JP 特开 2012-225930 A, 2012. 11. 15, 全文.

何金良等. 基于巨磁电阻效应的电流传感器技术及其在智能电网中的应用前景. 《电网技术》. 2011, 第 35 卷(第 5 期), 第 8-14 页.

盛程潜等. 基于双磁环线圈的直流电流的检测. 《电测与仪表》. 2009, 第 46 卷(第 524 期), 第 59-62 页.

审查员 黄丽萍

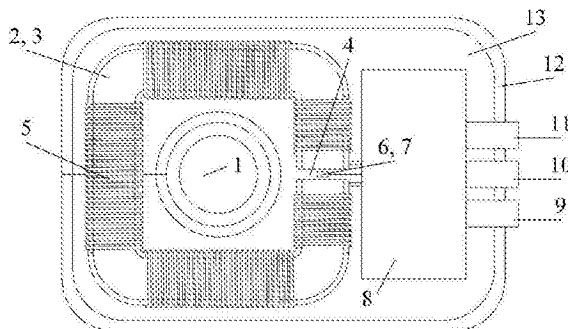
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于磁电阻的交直流避雷器电流实时在线监测传感器

(57) 摘要

本发明涉一种基于磁电阻的交直流避雷器电流实时在线监测传感器,属于电力系统量测和在线监测技术领域。本监测传感器中,包括上磁环、下磁环、消磁校准线圈、第一隧穿磁阻效应器件、第二隧穿磁阻效应器件和信号处理系统。上磁环和下磁环相互重叠形成双磁环结构,消磁校准线圈成 8 字型均匀缠绕在相互重叠的上下两个磁环上。第一、第二隧穿磁阻效应器件置于上、下磁环气隙中。信号处理系统分别与第一隧穿磁阻效应器件、第二隧穿磁阻效应器件以及消磁校准线圈相连。本监测传感器,可以实时分析和监测避雷器的全泄漏电流、阻性泄漏电流和容性泄漏电流,而且工作可靠,测量精度高。



CN 103412176 B

1. 一种基于磁电阻的交直流避雷器电流实时在线监测传感器,其特征在于该传感器包括上磁环、下磁环、消磁校准线圈、第一隧穿磁阻效应器件、第二隧穿磁阻效应器件和信号处理系统;所述的上磁环和下磁环相互重叠形成双磁环结构,所述的消磁校准线圈成8字型均匀缠绕在相互重叠的上下两个磁环上;所述的第一隧穿磁阻效应器件置于上磁环气隙中,敏感轴方向与上磁环气隙垂直,所述的第二隧穿磁阻效应器件置于下磁环中,敏感轴方向与下磁环气隙垂直;所述的信号处理系统分别通过信号线与第一隧穿磁阻效应器件、第二隧穿磁阻效应器件以及消磁校准线圈相连;所述的上磁环、下磁环、消磁校准线圈、第一隧穿磁阻效应器件、第二隧穿磁阻效应器件和信号处理系统集成在屏蔽绝缘保护盒内,屏蔽绝缘保护盒上设有穿孔,避雷器地线穿越该穿孔;所述的信号处理系统的电源端口、测试端口和数据传输端口伸出屏蔽绝缘保护盒;

其中所述的信号处理系统包括:

微控制器,用于按设定周期产生脉冲信号,以触发消磁校准电路;用于接收信号调理电路的调理信号,计算避雷器泄漏电流中的全泄漏电流、阻性泄漏电流和容性泄漏电流,计算避雷器导通电流的导通电流大小、导通时间以及累计导通次数,将计算结果发送给信号传输模块和测试端口;

消磁校准电路,用于在微控制器的触发下产生一个高频幅值快速衰减的正弦交流电流,该正弦交流电流通入消磁校准线圈,为第一隧穿磁阻效应器件、第二隧穿磁阻效应器件、上磁环和下磁环消磁,当微控制器停止触发时,消磁校准电路提供一个恒定校准用的偏磁电流;

信号调理电路,用于对第一隧穿磁阻效应器件、第二隧穿磁阻效应器件的差分输出信号进行调理,包括低通滤波、共模抑制、差分信号提取放大调理子电路;

信号传输模块,用于接收微控制器的计算结果,包括避雷器泄漏电流中的全泄漏电流、阻性泄漏电流和容性泄漏电流,避雷器导通电流的导通电流大小、导通时间和累计导通次数,并将计算结果远传到变电站在线监测中心,提供避雷器的实时在线监测信息;

供电电源,用于为传感器提供电源。

一种基于磁电阻的交直流避雷器电流实时在线监测传感器

技术领域

[0001] 本发明涉一种基于磁电阻的交直流避雷器电流实时在线监测传感器,尤其涉及一种采用隧穿磁阻效应(TMR)磁电阻为传感元件的实时在线监测传感器,属于电力系统量测和在线监测技术领域。

背景技术

[0002] 避雷器是电力系统中一种广泛应用的基础设备之一,为电力系统雷电过电压和操作过电压等暂态过电压提供泄流通道,保护电力系统重要设备免受冲击,是电力系统安全运行的必要条件。避雷器在长期的运行中,由于外界电、热等因素的影响,绝缘会发生老化,导致性能下降。老化后的避雷器如不能及时发现,暂态过电压的高能量极可能造成避雷器爆炸,同时损坏电力系统重要设备的绝缘,甚至造成大面积停电事故,给电力系统和社会生产生活造成巨大经济损失。

[0003] 正常工作条件下避雷器的泄漏电流水平和动作次数表征了避雷器的性能,因此对避雷器的状态如:泄漏电流水平,阻性泄漏电流水平,导通次数和导通时间等,进行实时在线监测,可提前发现避雷器的绝缘缺陷,提供预警,并及时更换老化后的避雷器,对电力系统的安全运行具有重大意义。

[0004] 避雷器正常运行时的泄漏电流非常小,在 $10\mu\text{A} \sim 1\text{mA}$ 级别,而避雷器动作时的暂态电流高达 $10\text{kA} \sim 100\text{kA}$ 级别。这对避雷器的在线监测传感器条件非常苛刻,一般的避雷器在线监测传感器主要有包括漏电计数器和泄漏电流传感器。两种设备分开安装,独立运行。且多数漏电计数器和泄漏电流传感器串联在避雷器的地线上,这对避雷器的暂态过电压保护有很大影响。同时通过线圈感应式的电流传感器无法测量直流电流,同时对暂态流过的大电流会感应出很高的电压,可能损坏电流传感器。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提出一种基于磁电阻的交直流避雷器电流实时在线监测传感器,改变已有监测装置的结构,以实现在线实时监测交直流避雷器的泄漏电流、导通电流、导通次数、导通时间等参数,并通过后端微控制器单元分析泄漏电流的全泄漏电流、阻性泄漏电流和容性泄漏电流,同时通过数据传输模块将避雷器在线监测信息传输到远方,实现无人值守智能化变电站的信息监控。

[0006] 本发明提出的基于磁电阻的交直流避雷器电流实时在线监测传感器,包括上磁环、下磁环、消磁校准线圈、第一隧穿磁阻效应器件、第二隧穿磁阻效应器件和信号处理系统;所述的上磁环和下磁环相互重叠形成双磁环结构,所述的消磁校准线圈成8字型均匀缠绕在相互重叠的上下两个磁环上;所述的第一隧穿磁阻效应器件置于上磁环气隙中,敏感轴方向与磁环气隙垂直,所述的第二隧穿磁阻效应器件置于下磁环中,敏感轴方向与磁环气隙垂直;所述的信号处理系统分别通过信号线与第一隧穿磁阻效应器件、第二隧穿磁阻效应器件以及消磁校准线圈相连;所述的上磁环、下磁环、消磁校准线圈、第一隧穿磁阻

效应器件、第二隧穿磁阻效应器件和信号处理系统集成在屏蔽绝缘保护盒内,屏蔽保护盒上设有穿孔,避雷器地线穿越该穿孔;所述的信号处理系统的电源端口、测试端口和数据传输端口伸出屏蔽绝缘保护盒。

[0007] 上述监测传感器中,所述的信号处理系统包括:

[0008] 微控制器,用于按设定周期产生脉冲信号,以触发消磁校准电路;用于接收信号处理电路的调理信号,计算避雷器泄漏电流中的全泄漏电流、阻性泄漏电流、容性泄漏电流,计算避雷器导通电流的导通电流大小、导通时间以及累计导通次数,将计算结果发送给信号传输模块和测试端口;

[0009] 消磁校准电路,用于在微控制器的触发下产生一个高频幅值快速衰减的正弦交流电流,该正弦交流电流通入消磁校准线圈,为隧穿磁阻效应器件和上下磁环消磁,当微控制器停止触发时,消磁校准电路提供一个恒定校准用的偏磁电流;

[0010] 信号调理电路,用于对隧穿磁阻效应器件的差分输出信号进行调理,包括低通滤波、共模抑制、差分信号提取放大调理子电路;

[0011] 信号传输模块,用于接收微控制器的分析计算结果,包括避雷器泄漏电流的全泄漏电流、阻性泄漏电流、容性泄漏电流,避雷器导通电流的导通电流大小、导通时间和累计导通次数,并将分析计算结果远传到变电站在线监测中心,提供避雷器的实时在线监测信息;

[0012] 供能电源,用于为传感器提供电源。

[0013] 本发明提出的基于磁电阻的交直流避雷器电流实时在线监测传感器,其特点和优点是:本发明的监测传感器中,两个隧穿磁阻效应器件包括四个活动的磁电阻组成惠斯通全桥结构,四个磁电阻的敏感方向一致,且垂直芯片上下表面。两个隧穿磁阻效应器件量程和灵敏度一大一小,小量程高灵敏度的隧穿磁阻效应器件实时监测避雷器正常工作时的泄漏电流,大量程低灵敏度的隧穿磁阻效应器件监测避雷器导通泄流时的大电流。上下双磁环结构和消磁校准线圈为隧穿磁阻效应器件提供稳定的磁场感应区域,同时定期为隧穿磁阻效应器件进行消磁和校准。信号处理系统包括消磁校准电路、信号调理电路、微控制器电路、信号传输模块和供能电源。信号处理系统包括对巨磁阻效应器器件的输出信号进行调理,实时分析避雷器的全泄漏电流、阻性泄漏电流和容性泄漏电流,在避雷器导通时,分析避雷器的导通电流、导通时间和累计导通次数,同时经过信号传输模块远传到变电站在线监测中心,为变电站提供实时的避雷器状态信息。屏蔽绝缘保护盒为整个传感器提供绝缘保护和机械保护,同时屏蔽变电站内复杂的电磁环境,提高测量精度。

附图说明

[0014] 图1是本发明提出的基于磁电阻的交直流避雷器电流实时在线监测传感器的结构示意图。

[0015] 图2是图1所示的传感器的内部结构立体图。

[0016] 图3是本发明传感器中,采用8字型将消磁校准线圈均匀缠绕于上下两个磁环上的示意图。

[0017] 图4是图1所示的传感器中信号处理系统的电路框图。

[0018] 图1和图2中,1是避雷器地线,2是上磁环,3是下磁环,4是双磁环气隙,隧穿磁阻

效应器件置于其中,5 是消磁校准线圈,采用 8 字型均匀缠绕于两个磁环上,6 是第一隧穿磁阻效应器件,置于上磁环气隙中,敏感轴方向与磁环气隙垂直,7 是第二隧穿磁阻效应器件,置于下磁环中,敏感轴方向与磁环气隙垂直,8 是信号处理系统,9 是电源端口,输入 5V ~ 15V 电源,10 是测试端口,用于传感器功能测试,11 是数据传输端口,根据变电站通讯方式可选择 zigbee、bluetooth、wifi 或光纤传输模块,12 是屏蔽绝缘保护盒,分为三层,内层采用高导磁的软磁材料纳米晶合金,中层采用高导电的金属铜,外层为机械强度高且导电的金属钢,屏蔽保护盒有穿孔,穿过避雷器地线,13 是整个传感器内部空隙,填充聚乙烯等高绝缘强度材料。

具体实施方式

[0019] 本发明提出的基于磁电阻的交直流避雷器电流实时在线监测传感器,其结构如图 1 所示,包括上磁环 2、下磁环 3、消磁校准线圈 5、第一隧穿磁阻效应器件 6、第二隧穿磁阻效应器件 7 和信号处理系统 8。上磁环 2 和下磁环 3 相互重叠形成双磁环结构,消磁校准线圈 5 成 8 字型均匀缠绕在相互重叠的上下两个磁环上。第一隧穿磁阻效应器件 6 置于上磁环 2 气隙中,敏感轴方向与磁环气隙垂直,第二隧穿磁阻效应器件 7 置于下磁环 3 中,敏感轴方向与磁环气隙垂直。信号处理系统 8 分别通过信号线与第一隧穿磁阻效应器件 6、第二隧穿磁阻效应器件 3 以及消磁校准线圈 5 相连。上磁环 2、下磁环 3、消磁校准线圈 5、第一隧穿磁阻效应器件 6、第二隧穿磁阻效应器件 7 和信号处理系统集成在屏蔽绝缘保护盒 12 内,屏蔽保护盒 12 上设有穿孔,避雷器地线 1 穿越该穿孔。信号处理系统 8 的电源端口 9、测试端口 10 和数据传输端口 11 伸出屏蔽绝缘保护盒 12。13 是整个传感器内部空隙,填充聚乙烯等高绝缘强度材料。

[0020] 本发明的监测传感器中,信号处理系统的电路框图如图 4 所示,包括:

[0021] 微控制器,用于按设定周期产生脉冲信号,以触发消磁校准电路;用于接收信号处理电路的调理信号,计算避雷器泄漏电流中的全泄漏电流、阻性泄漏电流、容性泄漏电流,计算避雷器导通电流的导通电流大小、导通时间以及累计导通次数,将计算结果发送给信号传输模块和测试端口;

[0022] 消磁校准电路,用于在微控制器的触发下产生一个高频幅值快速衰减的正弦交流电流,该正弦交流电流通入消磁校准线圈,为隧穿磁阻效应器件和上下磁环消磁,当微控制器停止触发时,消磁校准电路提供一个恒定校准用的偏磁电流;

[0023] 信号调理电路,用于对隧穿磁阻效应器件的差分输出信号进行调理,包括低通滤波、共模抑制、差分信号提取放大调理子电路,低通滤波子电路将隧穿磁阻效应器件的输出信号进行滤波,将差分输出信号的高频毛刺滤除,共模抑制子电路将差分输出信号的共模干扰信号滤除,差分信号提取放大调理子电路,将差分信号输出信号调理成 0 ~ 1V 的电压输出信号,供微控制器采集转换成数字信号;

[0024] 信号传输模块,用于接收微控制器的分析计算结果,包括避雷器泄漏电流的全泄漏电流、阻性泄漏电流、容性泄漏电流,避雷器导通电流的导通电流大小、导通时间和累计导通次数,并将分析计算结果远传到变电站在线监测中心,提供避雷器的实时在线监测信息;

[0025] 供能电源,用于为传感器提供电源。

[0026] 以下结合附图,详细介绍本发明监测传感器的结构和工作原理:

[0027] 图 1 和 2 是分别是基于磁电阻的交直流避雷器实时在线监测传感器的内部立体结构和整体结构图。传感器通过屏蔽保护盒的穿孔安装在避雷器的地线(1)上。双磁环(2, 3)包括两个性能结构一样的磁环,上下并排放置,两个磁环有一个很小的气隙(4),避雷器地线中的电流在气隙中心产生均匀稳定的磁场。消磁校准线圈 5 采用 8 字型绕法均与缠绕于两个磁环上,双磁环结构和 8 字型线圈绕法(如图 3 所示),一方面为双磁环(2 和 3)和巨磁阻效应器件(6 和 7)提供消磁校准用的磁场,同时对避雷器导通时的高频大电流不会感应出高电压,避免传感器损坏。

[0028] 隧穿磁阻效应器件共有两个,分别至于两个磁环的气隙中心处,气隙敏感轴方向与磁环气隙垂直。每个隧穿磁阻效应器件包括 4 个活动的磁电阻组成惠斯通全桥结构,4 个磁电阻的敏感方向一致,且垂直芯片上下表面。隧穿磁阻效应器件的输出为差分电压信号。从性能上划分,隧穿磁阻效应器件 6 为小量程高灵敏度,隧穿磁阻效应器件 7 为大量程低灵敏度。隧穿磁阻效应器件 6 实时在线监测避雷器的泄漏电流,量程从 10uA 至 1mA,频率范围从直流到 1MHz,同时当避雷器导通时,导通电流产生的大磁场使小量程高灵敏度的巨磁阻效应器件输出饱和,但不会损坏器件,通过计算该器件饱和的时间和次数,即可分析出避雷器的导通时间和导通次数;隧穿磁阻效应器件 7 实时在线监测避雷器导通时的导通电流,量程从 100A 至 100kA,频率范围从直流到 1MHz,同时为分析避雷器的导通时间和导通次数提供冗余的辅助依据,确保测量有效性。由于隧穿磁阻效应器件频率范围从直流到 1MHz,因此适用于交流避雷器和直流避雷器。

[0029] 信号处理系统 8 包括消磁校准电路、信号调理电路、微控制器、信号传输模块和供能电源,如图 4 所示。消磁校准电路使用 RC 衰减振荡电路和 AD8017 芯片;信号调理电路使用 AD8044 芯片;微控制器使用 STM32F107 处理器。信号传输模块根据变电站具体的硬件环境和通讯方式,可选择为 zigbee、bluetooth、wifi 或光纤等传输模块,更换方便

[0030] 微控制器定期(周期可设定)产生脉冲信号触发消磁校准电路,使消磁校准电路产生一个高频的幅值快速衰减的正弦交流电流通入消磁校准线圈,为隧穿磁阻效应器件和双磁环消磁;当微控制器停止触发时,消磁校准电路提供一个恒定校准用的偏磁电流。

[0031] 隧穿磁阻效应器件,用于感应地线电流产生的磁场,产生一个差分信号;

[0032] 信号调理电路,用于将隧穿磁阻效应器件产生的差分信号调理成 0~1V 的电压信号,信号调理电路包括低通滤波、共模抑制和差分信号提取放大调理子电路;

[0033] 微控制器,用于接收信号处理电路的调理信号,分析计算避雷器泄漏电流的全泄漏电流、阻性泄漏电流、容性泄漏电流,分析计算避雷器导通电流的导通电流大小、导通时间和累计导通次数,同时将分析计算出的电流等信号按传输规约打包,发送给信号传输模块和测试端口;

[0034] 信号传输模块,用于将微控制器模块分析计算的有用信号远传到变电站在线监测中心,提供避雷器的实时在线监测信息。信号传输模块根据变电站具体的硬件环境和通讯方式,可选择为 zigbee、bluetooth、wifi 或光纤等传输模块,更换方便。供能电源为整个传感器供电,电源端口 9 电压输入为 5V~15V。

[0035] 屏蔽绝缘保护盒 12,提供传感器在变电站内复杂电磁环境下的电磁屏蔽及绝缘保护。屏蔽绝缘保护盒分为三层,屏蔽绝缘保护盒内层采用高导磁的软磁材料纳米晶合金,中

层采用高导电的金属材料铜,外层为机械强度高且导电的金属材料钢。整个传感器内部空隙 13,填充聚乙烯等高绝缘强度材料。

[0036] 电源端口 9,为传感器的电源输入端口,可接 5V ~ 15V 电源。

[0037] 测试端口 10,传感器的实时监测数据的测试端口,用于传感器功能测试。

[0038] 数据传输端口 11,根据变电站具体的硬件环境和通讯方式,可灵活选择为 zigbee、bluetooth、wifi 或光纤等传输模块连接,更换方便。

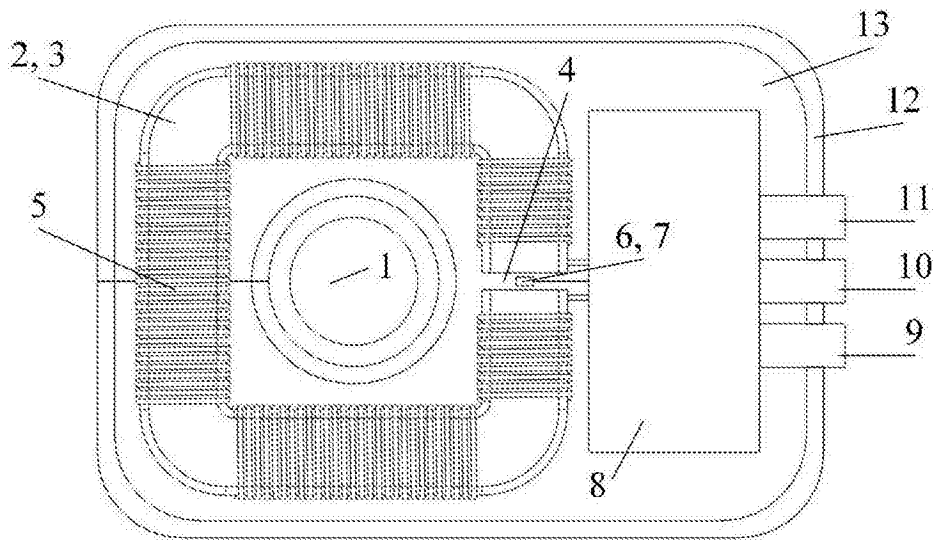


图 1

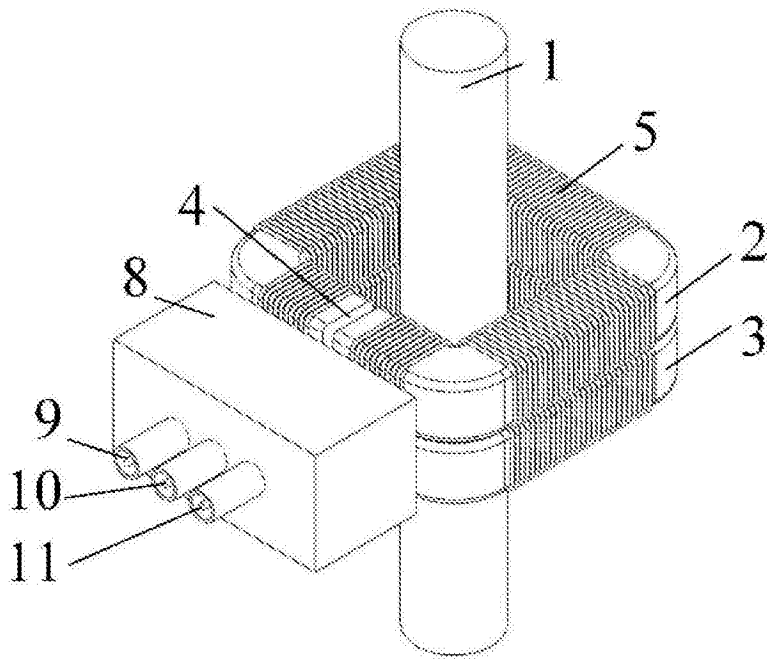


图 2

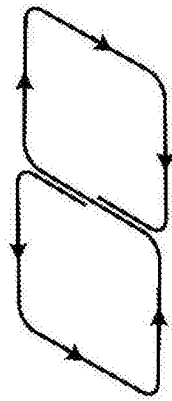


图 3

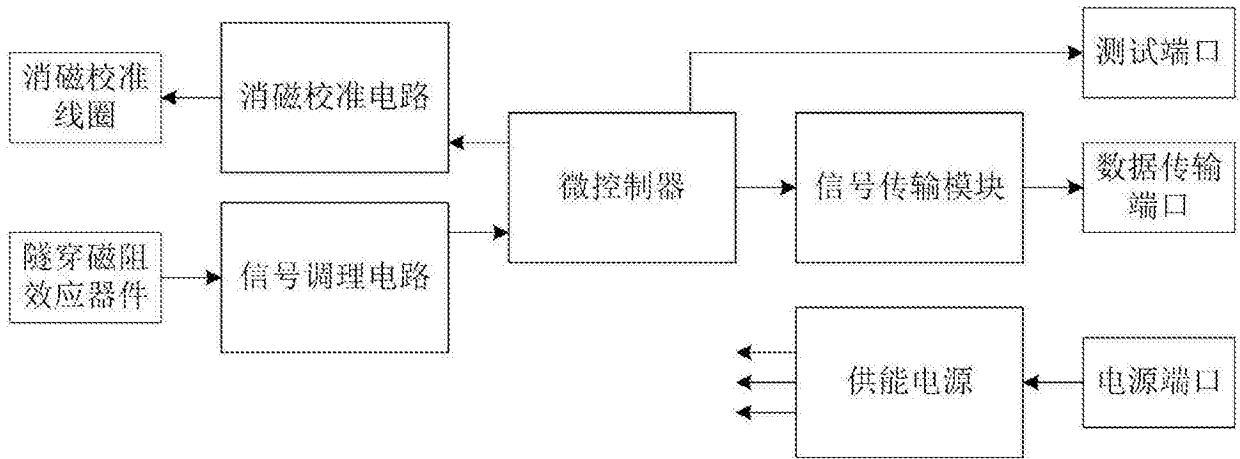


图 4