(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105720595 A
(43)申请公布日 2016.06.29

(21)申请号 201610277565.3

(22)申请日 2016.05.02

(71)申请人 广州开能电气实业有限公司
地址 510670 广东省广州市科学城南翔一路68号3号楼

(72)发明人 吴国兵

(51)Int.Cl.
H02J 3/26(2006.01)
H02J 3/14(2006.01)

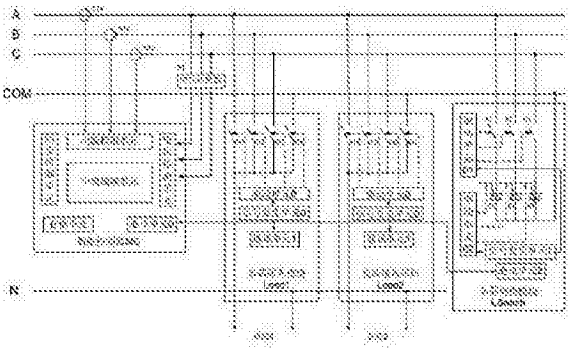
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种三相负荷不平衡调整装置

(57)摘要

本发明公开了一种三相负荷不平衡调整装置，包括三个电流互感器、电压传感器、智能控制器、负荷切换模块和两个(或两个以上)负荷接入模块，所述智能控制器由中央处理单元、电流检测单元、电压检测单元、同步检测单元、存储单元和通讯单元0组成。当负荷不平衡度超出标准的要求时，装置可自动切换单相负荷接入电力系统的相线，使三相负荷趋于平衡，且切换过程中负荷无断电，不影响一般家用电器的正常使用。在低压电网中，通过三相负荷不平衡调整装置对电网三相不平衡进行调整是一种成本低廉且直接有效的方式，具有很高的可行性和较高的经济效益。



CN 105720595 A

1.一种三相负荷不平衡调整装置，包括三个电流互感器、电压传感器、智能控制器、负荷切换模块和两个以上负荷接入模块，所述两个以上负荷接入模块的内部结构完全相同；所述三个电流互感器安装于装置的A、B、C三相交流进线端，测量三相交流进线电流；所述电压传感器的输入端从A、B、C三相交流进线端引入，测量三相交流进线电压；所述智能控制器由中央处理单元、电流检测单元、电压检测单元、同步检测单元、存储单元和通讯单元0组成；所述负荷接入模块的内部结构相同，分别均由驱动单元0、信号发生单元0、通讯单元1以及四个可控开关K11、K12、K13、K14组成；所述负荷切换模块由驱动单元01、驱动单元02、信号发生单元1、通讯单元2、三个可控开关K1、K2、K3以及三个快速开关S1、S2、S3组成；在所述负荷接入模块内部，所述四个可控开关K11、K12、K13、K14的第一端分别与装置的A、B、C三相交流相线和装置内部不带电公共端COM连接，所述四个可控开关K11、K12、K13、K14的第二端连接在一起，并与装置的零线N一起与外部负荷连接；在所述负荷切换模块内部，所述三个可控开关K1、K2、K3的第一端分别与装置的A、B、C三相交流相线连接，所述三个可控开关K1、K2、K3的第二端分别与所述快速开关S1、S2、S3的第一端连接，所述快速开关S1、S2、S3的第二端分别均与装置的零线N连接。

2.根据权利要求1所述的三相负荷不平衡调整装置，其特征在于：所述负荷接入模块为两个。

3.根据权利要求1所述的三相负荷不平衡调整装置，其特征在于：所述通讯单元0、所述通讯单元1以及所述通讯单元2之间的通讯方式为RS485通讯。

4.根据权利要求1所述的三相负荷不平衡调整装置，其特征在于：一个快速开关的触发脉冲停止，到另一个快速开关的触发脉冲发出，所需的时间间隔为1个交流周期。

5.根据权利要求1所述的三相负荷不平衡调整装置，其特征在于：所述可控开关均为磁保持继电器。

6.根据权利要求1所述的三相负荷不平衡调整装置，其特征在于：

所述快速开关均为IGBT。

7.根据权利要求1所述的三相负荷不平衡调整装置，其特征在于：

所述快速开关为两个反向并联的可控硅组成的可控硅模块。

8.一种根据权利要求1所述的三相负荷不平衡调整装置的工作方法，其特征在于：所述三个电流互感器将测量的电流模拟信号输入智能控制器的电流检测单元，经过滤波和信号变换处理之后，得到三相进线电流的实时值和实时相位；所述电压传感器将测量的电压模拟信号输入智能控制器的电压检测单元，经过滤波和信号调理之后，得到三相进线电压的实时值和实时相位；所述同步检测单元根据电压检测单元检测的信号，计算三相电压的过零点时刻；所述中央处理单元根据所述电流检测单元和电压检测单元的检测数据，计算当前三相负荷的有功功率、无功功率、功率因数以及三相不平衡度值，并记录在所述存储单元内部，同时根据当前三相负荷的不平衡度状况进行决策，分别确定所述负荷接入模块以及所述负荷切换模块的动作方案；所述通讯单元0与所述通讯单元1和所述通讯单元2进行RS485通讯，将所述中央处理单元最终确定的动作方案和所述同步检测单元计算的电压过零点时刻信息传送给所述通讯单元1和所述通讯单元2，同时分别接收所述负荷接入模块的通讯单元1以及所述负荷切换模块的通讯单元2反馈回来的开关动作信息；所述负荷接入模块的信号发生单元0分别均根据所述通讯单元1所接收到的动作方案和电压过零点时刻信

息进行信号处理，发出正确的开关量信号，输出给所述驱动单元0，产生适合可控开关的驱动脉冲，驱动所述四个可控开关K11、K12、K13、K14；所述负荷切换模块的信号发生单元1根据所述通讯单元2所接收到的动作方案和电压过零点时刻信息进行信号处理，发出正确的开关量信号，分别输出给所述驱动单元01和所述驱动单元02，所述驱动单元01产生适合可控开关的驱动脉冲，驱动所述三个可控开关K1、K2、K3，所述驱动单元02产生适合快速开关的驱动脉冲，驱动所述三个快速开关S1、S2、S3。

一种三相负荷不平衡调整装置

技术领域

[0001] 本发明涉及低压电网电力电子技术领域，尤其涉及一种三相负荷不平衡调整装置。

背景技术

[0002] 农网改造中，采取了诸如将配电变压器设置在负荷中心、缩短供电半径、选用较大截面积导线等措施，极大地改善了农村低压电网状况，构建了一个良好的电网“ 硬件”。

[0003] 农网改造及“ 同网同价”实施后，大量的大功率家用电器进入寻常百姓家，造成单相负荷激增，三相负荷不平衡的问题越来越严重，导致电网运行状况变差。三相负荷不平衡，一相或两相畸重，必将增大线路的电压降，降低用户的电压质量，影响用户的生产、生活用电；三相电流不平衡度较大时，产生的零序电流非常大，有时甚至会烧断系统零线，使负荷中性点向负荷大的相移动，负荷大的相电压降低了，负荷小的相电压则会升高，若升高后的电压大大超过低压电器的额定电压，则会造成用户大量家用电器烧毁的事故；三相负荷不平衡，使变压器和低压电网损耗增大，会导致变压器和线路因发热严重而烧毁，一方面增大供电成本，另一方面停电检修会造成长时间停电，降低了供电可靠性，影响了供电企业的经济效益。

[0004] 目前国内解决低压配网三相负荷不平衡这一问题，通常是采用人工切换单相负荷供电相的方式，但是这种方法存在着一定的局限性。一方面，由于负荷变化频繁，需要经常切换调整，增加了人力成本；另一方面，人工切换需要配置负荷监测设备，以确保负荷换相的正确性，且换相时需要先对负荷停电再进行操作，负荷的停电时间往往要超过30分钟，严重影响了用户的正常用电。

[0005] 本发明针对上述情况，设计了一种三相负荷不平衡调整装置，该装置可实时监控电网三相负荷的电流、电压值，并计算三相负荷不平衡度的实时值，当负荷不平衡度超出标准的要求时，装置可通过智能控制器控制开关的投切，自动切换单相负荷接入电力系统的相线，使负荷不平衡度降低，三相负荷趋于平衡。切换过程中，单相负荷的失电时间由开关的切换时间决定，可控制在10毫秒以内（据GB/T30137-2013，10毫秒以内的电压跌落不认为是电压终端），不影响一般家用电器的正常使用，因此可以认为负荷切换过程无断电。在低压电网中，通过三相负荷不平衡调整装置对电网三相不平衡进行调整是一种成本低廉且直接有效的方式，具有很高的可行性和较高的经济效益。

发明内容

[0006] 本发明的目的是为低压电网三相负荷不平衡提供一种自动调整装置，该装置可实时监控电网三相负荷的电流、电压值，计算并存储三相负荷不平衡度的实时值，当负荷不平衡度超出标准的要求时，装置可通过智能控制器控制开关的投切，自动切换单相负荷接入电力系统的相线，使负荷不平衡度降低，三相负荷趋于平衡。切换过程中，单相负荷的失电时间由开关的切换时间决定，可控制在10毫秒以内（据GB/T30137-2013，10毫秒以内的电压

跌落不认为是电压终端)，不影响一般家用电器的正常使用，因此可以认为负荷切换过程无断电，且在开关的相线切换过程中，对负荷的冲击电流为零，保证了负荷安全可靠地运行。

[0007] 本发明具体通过如下技术手段实现其发明目的：一种三相负荷不平衡调整装置，包括三个电流互感器、电压传感器、智能控制器、负荷切换模块和两个(或两个以上)负荷接入模块，所述两个(或两个以上)负荷接入模块的内部结构完全相同。所述三个电流互感器安装于装置的A、B、C三相交流进线端，测量三相交流进线电流；所述电压传感器的输入端从A、B、C三相交流进线端引入，测量三相交流进线电压；所述智能控制器由中央处理单元、电流检测单元、电压检测单元、同步检测单元、存储单元和通讯单元0组成；所述负荷接入模块的内部结构相同，分别均由驱动单元0、信号发生单元0、通讯单元1以及四个可控开关K11、K12、K13、K14组成；所述负荷切换模块由驱动单元01、驱动单元02、信号发生单元1、通讯单元2、三个可控开关K1、K2、K3以及三个快速开关S1、S2、S3组成。在所述负荷接入模块内部，所述四个可控开关K11、K12、K13、K14，其第一端分别与装置的A、B、C三相交流相线和装置内部不带电公共端COM连接，其第二端连接在一起，并与装置的零线N一起与外部负荷连接；在所述负荷切换模块内部，所述三个可控开关K1、K2、K3，其第一端分别与装置的A、B、C三相交流相线连接，其第二端分别与所述快速开关S1、S2、S3的第一端连接，所述快速开关S1、S2、S3的第二端分别均与装置的零线N连接。

[0008] 所述三个电流互感器将测量的电流模拟信号输入智能控制器的电流检测单元，经过滤波和信号变换处理之后，得到三相进线电流的实时值和实时相位；所述电压传感器将测量的电压模拟信号输入智能控制器的电压检测单元，经过滤波和信号调理之后，得到三相进线电压的实时值和实时相位；所述同步检测单元根据电压检测单元检测的信号，计算三相电压的过零点时刻；所述中央处理单元根据所述电流检测单元和电压检测单元的检测数据，计算当前三相负荷的有功功率、无功功率、功率因数以及三相不平衡度值，并记录在所述存储单元内部，同时根据当前三相负荷的不平衡度状况进行决策，确定所述负荷接入模块以及所述负荷切换模块的动作方案；所述通讯单元0与所述通讯单元1和所述通讯单元2进行RS485通讯，将所述中央处理单元最终确定的动作方案和所述同步检测单元计算的电压过零点时刻等信息传送给所述通讯单元1和所述通讯单元2，同时接收所述负荷接入模块的通讯单元1以及所述负荷切换模块的通讯单元2反馈回来的开关动作信息；所述负荷接入模块的信号发生单元0分别均根据所述通讯单元1所接收到的动作方案和电压过零点时刻信息进行信号处理，发出正确的开关量信号，输出给所述驱动单元0，产生适合可控开关的驱动脉冲，驱动所述四个可控开关K11、K12、K13、K14；所述负荷切换模块的信号发生单元1根据所述通讯单元2所接收到的动作方案和电压过零点时刻信息进行信号处理，发出正确的开关量信号，分别输出给所述驱动单元01和所述驱动单元02，所述驱动单元01产生适合可控开关的驱动脉冲，驱动所述三个可控开关K1、K2、K3，所述驱动单元02产生适合快速开关的驱动脉冲，驱动所述三个快速开关S1、S2、S3。

[0009] 作为本发明的可选实施方式：所述可控开关元件均为磁保持继电器，磁保持继电器具有体积小，适合PCB安装；功耗低，负载能力强；安全可靠，使用寿命长等特点，可以降低负荷投切时的能量损耗，保证整个回路的使用寿命。

[0010] 作为本发明的可选实施方式：所述快速开关元件为可控硅模块，所述可控硅模块由两个反向并联的可控硅组成，可控硅反应快，动作迅速，导通时的触发脉冲时间可精确控

制到毫秒级，因此可以实现负荷切换时间控制在10毫秒以内。

[0011] 作为本发明的可选实施方式：所述快速开关元件为IGBT，IGBT是全控型电压驱动半导体开关，其开通和关断均可控制，驱动功率小、饱和压降低，可以在更高的频率下工作，因此负荷切换过程的控制精度更高。

[0012] 相对于现有技术，本发明具有如下有益效果：

1)该装置可实时监控电网三相负荷的电流、电压值，计算并存储三相负荷不平衡度的实时值。

[0013] 2)当负荷不平衡度超出标准的要求时，装置可通过智能控制器控制开关的投切，自动切换单相负荷接入电力系统的相线，使负荷不平衡度降低，三相负荷趋于平衡，从而减少因三相不平衡所带来的线路损耗和变压器损耗，达到节能降损的目的。

[0014] 3)切换过程中，单相负荷的失电时间由开关的切换时间决定，可控制在10毫秒以内(据GB/T30137-2013，10毫秒以内的电压跌落不认为是电压终端)，不影响一般家用电器的正常使用，因此可以认为负荷切换过程无断电。

[0015] 4)在快速开关的相线切换过程中，对负荷的冲击电流为零。

附图说明

[0016] 图1为本发明较佳实施例的三相负荷不平衡调整装置的原理图。

具体实施方式

[0017] 如图1所示，本实施例的三相负荷不平衡调整装置包括三个电流互感器CT1、CT2、CT3，电压传感器PT，智能控制器MC，两个负荷接入模块Load1、Load2，以及负荷切换模块LSwitch，所述负荷接入模块Load1、Load2的内部结构完全相同。所述智能控制器MC包括中央处理单元、电流检测单元、电压检测单元、同步检测单元、存储单元以及通讯单元0；所述两个负荷接入模块Load1、Load2分别均包括驱动单元0，信号发生单元0，通讯单元1，以及四个磁保持继电器K11、K12、K13、K14；所述负荷切换模块LSwitch包括驱动单元01，驱动单元02，信号发生单元1，通讯单元2，三个磁保持继电器K1、K2、K3，以及三组可控硅模块S1、S2、S3，所述三组可控硅模块S1、S2、S3分别均由两个反向并联的可控硅组成。

[0018] 所述三个电流互感器CT1、CT2、CT3安装于装置的A、B、C三相交流电进线端，输出信号与所述智能控制器MC的电流检测单元连接；所述电压传感器PT的输入端从A、B、C三相交流进线端引入，输出信号与所述智能控制器MC的电压检测单元连接；在所述两个负荷接入模块Load1、Load2内部，所述四个磁保持继电器K11、K12、K13、K14，其第一端分别与装置的A、B、C三相交流相线和装置内部不带电公共端COM连接，其第二端连接在一起，并与装置的零线N一起与外部负荷连接；在所述负荷切换模块LSwitch内部，所述三个磁保持继电器K1、K2、K3，其第一端分别与装置的A、B、C三相交流相线连接，其第二端分别与所述三组可控硅模块S1、S2、S3的第一端连接，所述三组可控硅模块S1、S2、S3的第二端分别均与装置的零线N连接。

[0019] 所述通讯单元0分别与所述通讯单元1、所述通讯单元2进行RS485通讯，完成信息和指令的交互。所述信号发生单元0发出开关量信号，输出给所述驱动单元0，产生适合磁保持继电器的驱动脉冲，驱动所述四个磁保持继电器K11、K12、K13、K14；所述信号发生单元1

发出开关量信号，输出给所述驱动单元01和所述驱动单元02，所述驱动单元01产生适合磁保持继电器的驱动脉冲，驱动所述三个磁保持继电器K1、K2、K3，所述驱动单元02产生适合可控硅模块的驱动脉冲，驱动所述三个可控硅模块S1、S2、S3。

[0020] 本实施例的工作原理如下：三个电流互感器CT1、CT2、CT3将测量的电流模拟信号输入智能控制器MC的电流检测单元，经过滤波和信号变换处理之后，得到A、B、C三相进线电流的实时值和实时相位；所述电压传感器PT将测量的电压模拟信号输入智能控制器MC的电压检测单元，经过滤波和信号调理之后，得到三相进线电压的实时值和实时相位；所述同步检测单元根据电压检测单元检测的信号，计算三相电压的过零点时刻；所述中央处理单元根据所述电流检测单元和电压检测单元的检测数据，计算当前三相负荷的有功功率、无功功率、功率因数以及三相不平衡度值，并记录在所述存储单元内部。智能控制器MC的中央处理单元实时判断当前存储单元的三相不平衡度值，若该值超过标准的要求，则根据当前三相负荷的不平衡度状况进行决策，确定负荷接入模块Load1、Load2以及负荷切换模块LSwitch的动作方案，并发出动作指令；通讯单元0与通讯单元1和通讯单元2进行RS485通讯，将中央处理单元发出的动作指令和同步检测单元计算的电压过零点时刻等信息传送给通讯单元1和通讯单元2，同时接收负荷接入模块Load1、Load2的通讯单元1以及负荷切换模块的通讯单元2反馈回来的开关动作信息。

[0021] 若Load1的负荷接在A相上，即Load1的驱动单元0，产生了内部K11的驱动脉冲，使之闭合。当A相负荷较重，B相负荷较轻，三相不平衡度值超过标准要求，中央处理单元发出指令：将负荷接入模块Load1的A相接入负荷切换到B相。Load1的信号发生单元0根据通讯单元1所接收到的指令和电压过零点时刻信息进行信号处理，发出正确的开关量信号，输出给Load1的驱动单元0，产生内部K14的驱动脉冲，使之闭合，负荷切换模块LSwitch的信号发生单元1根据通讯单元2所接收到的指令和电压过零点时刻信息进行信号处理，发出正确的开关量信号，分别输出给驱动单元01和驱动单元02，驱动单元01产生K1、K2的驱动脉冲，使之闭合，驱动单元02产生S1的驱动脉冲，使之导通，此时，Load1的接入负荷由Load1的A相线和LSwitch的A相线同时供电；然后，Load1的驱动单元0停止输出内部K11的驱动脉冲，使之断开，Load1的接入负荷仅由LSwitch的A相线供电；接下来，LSwitch的驱动单元02停止发出可控硅模块S1的触发脉冲，间隔1个交流周期后，在S1关断的同时，驱动单元02发出可控硅模块S2的触发脉冲，使S2导通，此时Load1的接入负荷仅由LSwitch的B相线供电；S1关断到S2导通的过渡时间为1/3个交流周期，约7ms时间，大大低于负荷的响应时间，因此可以认为这个过程中负荷没有断电；接下来，Load1的驱动单元0输出内部K12的驱动脉冲，使之闭合；此时，Load1的接入负荷由Load1的B相线和LSwitch的B相线同时供电，延迟3个交流周期，待电路稳定后，LSwitch的驱动单元02停止发出S2的触发脉冲，使S2关断，此时Load1的接入负荷仅由Load1的B相线供电；再延迟1个交流周期，Load1的驱动单元0停止发出K14的驱动脉冲，使之断开，LSwitch的驱动单元01停止发出K1、K2的驱动脉冲，使之断开，此时Load1的接入负荷完成了从A相切换到B相的全过程。

[0022] 若Load2的负荷接在B相上，即Load2的驱动单元0，产生了内部K12的驱动脉冲，使之闭合。当B相负荷较重，C相负荷较轻，三相不平衡度值超过标准要求，中央处理单元发出指令：将负荷接入模块Load2的B相接入负荷切换到C相。Load2的信号发生单元0根据通讯单元1所接收到的指令和电压过零点时刻信息进行信号处理，发出正确的开关量信号，输出给

Load2的驱动单元0，产生内部K14的驱动脉冲，使之闭合，负荷切换模块LSwitch的信号发生单元1根据通讯单元2所接收到的指令和电压过零点时刻信息进行信号处理，发出正确的开关量信号，分别输出给驱动单元01和驱动单元02，驱动单元01产生K2、K3的驱动脉冲，使之闭合，驱动单元02产生S2的驱动脉冲，使之导通，此时，Load2的接入负荷由Load2的B相线和LSwitch的B相线同时供电；然后，Load2的驱动单元0停止输出内部K12的驱动脉冲，使之断开，Load2的接入负荷仅由LSwitch的B相线供电；接下来，LSwitch的驱动单元02停止发出可控硅模块S2的触发脉冲，间隔1个交流周期后，在S2关断的同时，驱动单元02发出可控硅模块S3的触发脉冲，使S3导通，此时Load2的接入负荷仅由LSwitch的C相线供电；S2关断到S3导通的过渡时间为1/3个交流周期，约7ms时间，大大低于负荷的响应时间，因此可以认为这个过程中负荷没有断电；接下来，Load2的驱动单元0输出内部K13的驱动脉冲，使之闭合；此时，Load2的接入负荷由Load2的C相线和LSwitch的C相线同时供电，延迟3个交流周期，待电路稳定后，LSwitch的驱动单元02停止发出S3的触发脉冲，使S3关断，此时Load2的接入负荷仅由Load2的C相线供电；再延迟1个交流周期，Load2的驱动单元0停止发出K14的驱动脉冲，使之断开，LSwitch的驱动单元01停止发出K1、K2的驱动脉冲，使之断开，此时Load2的接入负荷完成了从B相切换到C相的全过程。

[0023] 当负荷不平衡度超出标准的要求时，装置可通过智能控制器控制开关的投切，自动切换单相负荷接入电力系统的相线，使负荷不平衡度降低，三相负荷趋于平衡。切换过程中，单相负荷的失电时间由开关的切换时间决定，可控制在10毫秒以内（据GB/T30137-2013，10毫秒以内的电压跌落不认为是电压终端），不影响一般家用电器的正常使用，因此可以认为负荷切换过程无断电。在低压电网中，通过三相负荷不平衡调整装置对电网三相不平衡进行调整是一种成本低廉且直接有效的方式，具有很高的可行性和较高的经济效益。

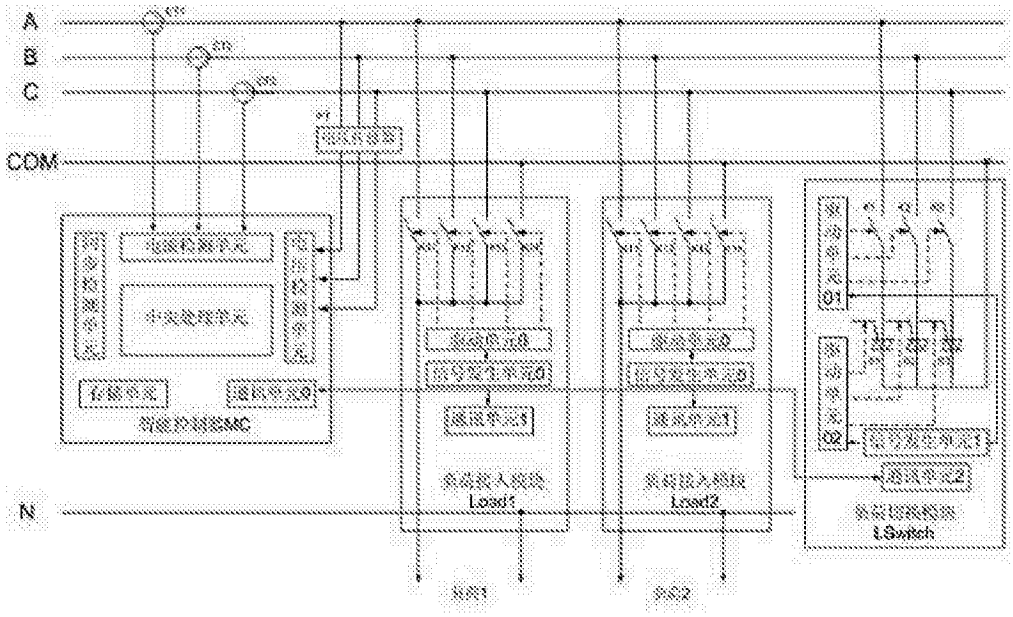


图1