



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108736874 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 10

(21) 申请号 201810898047.2

H03K 17/16 (2006.01)

(22) 申请日 2018.08.08

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 105207450 A, 2015.12.30

申请公布号 CN 108736874 A

CN 106571391 A, 2017.04.19

(43) 申请公布日 2018.11.02

CN 104333937 A, 2015.02.04

(73) 专利权人 华东交通大学

JP 2013164783 A, 2013.08.22

地址 330013 江西省南昌市双港东大街808号

王旭光; 刘文江; 史玲. 《一种Buck-Boost模式的交流调压电路》. 《山东交通学院学报》. 2006, 第1-3页.

(72) 发明人 刘珺 徐晓玲 傅军栋

审查员 钟福煌

(74) 专利代理机构 南昌市平凡知识产权代理事务所 36122

专利代理师 姚伯川

(51) Int. Cl.

H03K 17/687 (2006.01)

H03K 17/082 (2006.01)

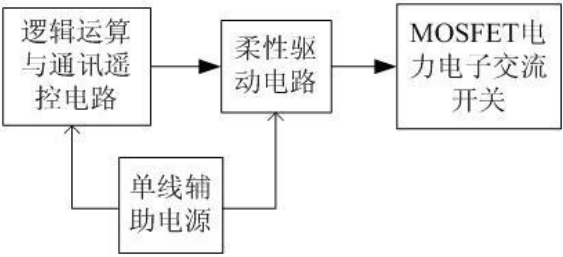
权利要求书3页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

一种智能遥控MOSFET电力电子交流开关装置

(57) 摘要

一种智能遥控MOSFET电力电子交流开关装置, 包括逻辑运算与通讯遥控电路单元、柔性驱动电路单元、MOSFET电力电子交流开关单元和单线辅助电源单元。逻辑运算与通讯遥控电路单元通过柔性驱动电路单元连接和控制MOSFET电力电子交流开关单元; 单线辅助电源单元分别向逻辑运算与通讯遥控电路单元和MOSFET电力电子交流开关单元供电; 所述装置利用金属氧化物半导体场效应晶体管的双向导通能力构成低损耗的电力电子交流开关; 采用柔性驱动电路消除或降低开关尖峰, 采用WiFi、Zigbee或红外线手段实现通讯与遥控。本发明具备遥控通讯能力; 无触点不拉弧, 工作安全; 通态电压低、损耗小, 可实现柔性开通与柔性关断; 开关尖峰低, 电磁兼容性好, 同时具备过流保护能力。



1. 一种智能遥控MOSFET电力电子交流开关装置,其特征在于,所述装置包括逻辑运算与通讯遥控电路单元、柔性驱动电路单元、MOSFET电力电子交流开关单元和单线辅助电源单元;所述逻辑运算与通讯遥控电路单元通过柔性驱动电路单元连接和控制MOSFET电力电子交流开关单元;所述单线辅助电源单元分别向逻辑运算与通讯遥控电路单元和MOSFET电力电子交流开关单元供电;所述装置利用金属氧化物半导体场效应晶体管的双向导通能力构成低损耗的电力电子交流开关;采用柔性驱动电路消除或降低开关尖峰;采用WiFi、Zigbee或红外线手段实现通讯与遥控;

所述MOSFET电力电子交流开关单元,用于实现交流主线路的通断控制,它由电力电子交流开关主体、过压保护支路和电流互感器CT构成;电力电子交流开关主体与过压保护支路并联之后与电流互感器CT串联;

所述电力电子交流开关主体由两个同型号的金属氧化物半导体场效应晶体管反向串联连接而成,即第一金属氧化物半导体场效应晶体管 Q_1 和第二金属氧化物半导体场效应晶体管 Q_2 的源极连接在一起构成公共连接点S,两个金属氧化物半导体场效应晶体管 Q_1 和 Q_2 的栅极连接在一起构成公共连接点G,两个金属氧化物半导体场效应晶体管 Q_1 和 Q_2 共用同一个驱动端,两个场效应晶体管 Q_1 和 Q_2 的漏极第一漏极 D_1 、第二漏极 D_2 与交流主线路连接;

所述过压保护支路由双向瞬态抑制二极管TVS、电阻 R_s 和电容 C_s 构成;电阻 R_s 与电容 C_s 并联之后一端与双向瞬态抑制二极管TVS串联;电阻 R_s 与电容 C_s 并联后的另一端连接电力电子交流开关主体的第二漏极 D_2 ,双向瞬态抑制二极管TVS的另一端连接电力电子交流开关主体的第一漏极 D_1 ,用于保护两个金属氧化物半导体场效应晶体管;过压保护支路按实际需要进行设计,且当金属氧化物半导体场效应晶体管MOSFET的开通与关断电压尖峰并不大时,无需加装此三者构成的过压保护支路;

所述电流互感器CT用于电流采样及电能取电,同时具备两个功能;

所述单线辅助电源由采电单元、充电单元、直流电压输出单元及储能单元构成;所述充电单元的输入端为采电单元,充电单元的输出连接直流电压输出单元与储能单元,直流电压输出单元连接直流负载,向直流负载提供合适的直流电压;充电单元向储能单元充电;

所述直流负载包括逻辑运算与通讯遥控电路单元与柔性驱动电路单元所需的直流电源;所述储能单元由超级电容或蓄电池构成,优选超级电容。

2. 根据权利要求1所述的一种智能遥控MOSFET电力电子交流开关装置,其特征在于,所述逻辑运算与通讯遥控电路单元的功能为接收外部遥控指令并将指令通过逻辑运算,并控制MOSFET电力电子交流开关单元,实现交流主线路的通断控制;在进行通断控制之后与外部进行通讯报告MOSFET电力电子交流开关实际通断情况,通过WiFi、Zigbee或红外线手段实现通讯与遥控;

所述逻辑运算与通讯遥控电路单元包括遥控信号接收与解码模块、驱动控制输出模块、驱动信号输出模块和开关状态信号输出模块;遥控信号输入至遥控信号接收与解码模块的输入端;遥控信号接收与解码模块输出端连接驱动信号输出模块的输入端;驱动信号输出模块的输出通过逻辑运算连接驱动信号输出模块的输入端;驱动信号输出模块的输出分别连接开关状态信号输出模块和驱动单元;开关状态信号输出模块输出至遥控终端;

当遥控信号输入接收并解码为开通信号ON高电平时,进行信号自锁,该信号与驱动使能信号进行开通逻辑运算,进行驱动信号输出至驱动单元,开通控制 G_{on} 输出,同时将关断

控制G_off互锁,MOSFET电力电子交流开关单元开通,同时,将开关状态信号发送至遥控终端,报告交流主电路为开通状态;

当遥控信号OFF输入接收并解码为开通信号OFF时,进行信号自锁,该信号与驱动使能信号进行关断逻辑运算,进行驱动信号输出至驱动单元,关断控制G_off输出,同时将开通控制G_on互锁,MOSFET电力电子交流开关单元关断;对关断控制G_off高电平输出的时间进行控制为等于半个交流周期,交流主电路的周期为20ms,则控制其持续时间为10ms,以降低系统功率与能量损耗,将开关状态信号发送至遥控终端,报告交流主电路为关断状态。

3. 根据权利要求1所述的一种智能遥控MOSFET电力电子交流开关装置,其特征在于,所述柔性驱动电路单元包括驱动单元与驱动使能电路单元;

所述柔性驱动电路单元通过延长开通与关断时间的方式,降低金属氧化物半导体场效应晶体管Q1、Q2开通与关断电压尖峰,保护金属氧化物半导体场效应晶体管Q1、Q2;

所述柔性驱动电路单元利用交流电的交流变化特性,其瞬时值会周期性变化至较小值与过零特性,在交流电过零点或交流电流较小时实施关断实现金属氧化物半导体场效应晶体管的软关断,从而降低甚至消灭关断电压尖峰的同时提高了系统的电磁兼容性;所述柔性驱动电路单元通过增加金属氧化物半导体场效应晶体管开通与关断时间,降低开通与关断电压尖峰的同时提高了系统的电磁兼容性。

4. 根据权利要求1所述的一种智能遥控MOSFET电力电子交流开关装置,其特征在于,所述采电单元分为第一采电单元与第二采电单元;第一采电单元与第二采电单元为互补工作模式,不会同时工作;第一采电单元与第二采电单元的输出并联连接;

MOSFET电力电子交流开关单元断开时,第一采电单元工作;MOSFET电力电子交流开关单元闭合时,第二采电单元工作;第一采电单元并联于MOSFET电力电子交流开关单元之上,即连接于火线L与电流互感器CT原边与交流主线路负载的交点M之间;当MOSFET电力电子交流开关单元断开而交流主线路断开时,第一采电单元接入整个交流主线路之中,从而获得能量,但必需控制流经第一采电单元的电流大小以避免误开通交流主线路负载;第二采电单元与电流互感器CT副边连接,当MOSFET电力电子交流开关单元导通而交流主线路导通时获得能量;

MOSFET电力电子交流开关单元断开而交流主线路断开时,第一采电单元工作;MOSFET电力电子交流开关单元闭合而交流主线路闭合时,第二采电单元工作。

5. 根据权利要求2所述的一种智能遥控MOSFET电力电子交流开关装置,其特征在于,所述逻辑运算与通讯遥控电路工作流程为遥控终端发送遥控信号进行遥控信号输入后,对遥控信号进行接收并解码,进行驱动控制输出,与驱动使能信号进行逻辑运算后,进行驱动输出并发送驱动控制信号给驱动单元,实现MOSFET电力电子交流开关单元的开通与关断控制,进而实现交流主线路的通断控制;同时实时发送开关状态信号给遥控终端进行实时通讯。

6. 根据权利要求3所述的一种智能遥控MOSFET电力电子交流开关装置,其特征在于,所述的驱动单元的开通控制G_on与关断控制G_off拥有各自不同的输入端并相互互锁,其输出公共连接点G、公共连接点S各自连接在MOSFET电力电子交流开关单元的公共连接点G、公共连接点S两端;所述柔性驱动电路单元同时实现过流保护功能,电流采样通过MOSFET电力电子交流开关中的电流互感器CT处获得;所述的驱动使能电路单元包括关断驱动使能与过

流保护两个功能,并将关断驱动使能EN_off与过流保护PR进行分别控制。

一种智能遥控MOSFET电力电子交流开关装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种智能遥控MOSFET电力电子交流开关装置,属电力电子技术领域。

背景技术

[0002] 电力电子交流开关与机械开关相比,响应速度快,无触点不拉弧,安全性更高,寿命长。传统的电力电子交流开关多由两个可控硅反并联构成。可控硅属于半控型器件,一旦可控硅稳定导通后,其导通与否由外部电路决定,只有当流经可控硅的电流小于接近于零的维持电流时才会关断。当可控硅电力电子交流开关控制感性负载时,由于感性负载的作用,即使在发出电力电子交流开关的关断控制信号后,线路中的电流并不能立即关断,而将持续到流经可控硅的电流小于接近零的维持电流,最长延时可达半个周期,也即此类工况条件下无法实现即时控制关断线路电流。

[0003] 电力电子交流开关的有多种构成方案,各类全控型功率器件均可采用合适的方式构成。金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)是全控型功率器件且具备双向导通能力,且当金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)反向导通时,导通阻抗很小,同步整流技术即利用此特性。利用金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)的这些特性,可构建低损耗的MOSFET电力电子交流开关。

[0004] 与传统的可控硅电力电子交流开关相比,MOSFET电力电子交流开关可即时开通关断电流,且可以高频方式进行通断控制,控制能力强且更灵活。

[0005] 当需线路持续导通时,由于交流电电流会过零点,电流过零之前已导通的可控硅也将关断,为了维持可控硅的持续导通,必需再次给与驱动触发信号使可控硅导通。相比而言,金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)为电平驱动型器件,当需其导通时,需一直施加驱动信号且作为电压驱动型器件,驱动功率低。因此,MOSFET电力电子交流开关无需每半个交流电周期不断重新施加驱动,驱动控制更方便。

[0006] 当电力电子交流开关所控制的线路为感性负载线路时,同时考虑到线路中的杂散电感,如进行通常的驱动控制,由于 $u=L*di/dt$,开关时间过短会产生很高的开关尖峰电压,甚至烧毁电力电子交流开关或者引起线路过高的电磁干扰,危及线路设备,为避免此类情况发生需有一定的技术手段。目前,电力电子软开关技术比较应用众多,其目的包括降低开关损耗、减小电磁干扰。电力电子软开关技术方案不胜枚举,而将电力电子软开关技术直接应用于电力电子交流开关并一定适合,特别是当电力电子交流开关的控制频率并不高的情况下。一般的电力电子软开关技术应用中主要针对的功率器件本身的损耗,在软开关控制与设计中,只需考虑杂散电感,而在电力电子交流开关应用场景下,线路中的负载就可以是感性负载且电感分量还可以很大,这时一般的软开关技术就不适当,需采用其它合适的技术方案。

[0007] 电力电子交流开关需要辅助电源给控制、通讯与驱动进行供电。传统的辅助电源方案为双线入线即火线L与零线N均接入单线辅助电源。然而对于众多的工商业与民用家居等应用场合,大量交流开关的入线及控制线仅为单线-L线(俗称为火线),因而,需要双线入

线的辅助电源方案可能并不适用。同时,如果辅助电源还具备能量存储与释放能力可大大提高整个系统可靠性。

[0008] 以智能家居为代表的诸多应用均希望各类设施具备通讯与遥控能力,同时,电力电子交流开关如具备遥控能力可进一步提高控制灵活性与实用性。

发明内容

[0009] 本发明的目的是,为了实现具备即时关断能力与过流保护能力、电磁干扰低且具备通讯遥控功能的低导通损耗的电力电子交流开关,本发明提出一种智能遥控MOSFET电力电子交流开关装置。

[0010] 实现本发明的技术方案如下,一种智能遥控MOSFET电力电子交流开关装置,包括逻辑运算与通讯遥控电路单元、柔性驱动电路单元、MOSFET电力电子交流开关单元和单线辅助电源单元。逻辑运算与通讯遥控电路单元通过柔性驱动电路单元连接和控制MOSFET电力电子交流开关单元;单线辅助电源单元分别向逻辑运算与通讯遥控电路单元和MOSFET电力电子交流开关单元供电。

[0011] 所述装置利用金属氧化物半导体场效应晶体管的双向导通能力构成低损耗的电力电子交流开关;采用柔性驱动电路消除或降低开关尖峰,采用WiFi、Zigbee或红外线手段实现通讯与遥控。

[0012] 所述MOSFET电力电子交流开关单元,用于实现交流主线路的通断控制,它由电力电子交流开关主体、过压保护支路和电流互感器CT构成;电力电子交流开关主体与过压保护支路并联之后与电流互感器CT串联。

[0013] 所述电力电子交流开关主体由两个同型号的金属氧化物半导体场效应晶体管反向串联连接而成,即第一金属氧化物半导体场效应晶体管 Q_1 和第二金属氧化物半导体场效应晶体管 Q_2 的源极连接在一起构成S,两个金属氧化物半导体场效应晶体管 Q_1 和 Q_2 的栅极连接在一起构成G,两个金属氧化物半导体场效应晶体管 Q_1 和 Q_2 共用同一个驱动端,两个场效应晶体管 Q_1 和 Q_2 的漏极第一漏极 D_1 、第二漏极 D_2 与交流主线路连接。

[0014] 所述过压保护支路由双向瞬态抑制二极管TVS、电阻 R_s 和电容 C_s 构成;电阻 R_s 与电容 C_s 并联之后一端与双向瞬态抑制二极管TVS串联;电阻 R_s 与电容 C_s 并联后的另一端连接电力电子交流开关主体的第二漏极 D_2 ,双向瞬态抑制二极管TVS的另一端连接电力电子交流开关主体的第一漏极 D_1 ,用于保护两个金属氧化物半导体场效应晶体管。

[0015] 所述电流互感器CT用于电流采样及电能取电,同时具备两个功能。

[0016] 所述逻辑运算与通讯遥控电路单元的功能为接收外部遥控指令并将指令通过逻辑运算,并控制MOSFET电力电子交流开关单元,实现交流主线路的通断控制;在进行通断控制之后与外部进行通讯报告MOSFET电力电子交流开关实际通断情况,通过WiFi、Zigbee或红外线手段实现通讯与遥控。

[0017] 所述逻辑运算与通讯遥控电路工作流程为遥控终端发送遥控信号进行遥控信号输入后,对遥控信号进行接收并解码,进行驱动控制输出,与驱动使能信号进行逻辑运算后,进行驱动输出并发送驱动控制信号给驱动单元,实现MOSFET电力电子交流开关单元的开通与关断控制,进而实现交流主线路的通断控制;同时实时发送开关状态信号给遥控终端进行实时通讯。

[0018] 当遥控信号输入接收并解码为开通信号ON高电平时,进行信号自锁,该信号与驱动使能信号进行开通逻辑运算,进行驱动信号输出至驱动单元,开通控制G_on输出,同时将关断控制G_off互锁,MOSFET电力电子交流开关单元开通,同时,将开关状态信号发送至遥控终端,报告交流主电路为开通状态。

[0019] 当遥控信号OFF输入接收并解码为开通信号OFF时,进行信号自锁,该信号与驱动使能信号进行关断逻辑运算,进行驱动信号输出至驱动单元,关断控制G_off输出,同时将开通控制G_on互锁,MOSFET电力电子交流开关单元关断;对关断控制G_off高电平输出的时间进行控制为等于半个交流周期,如交流主电路的周期为20ms,则控制其持续时间为10ms,以降低系统功率与能量损耗,将开关状态信号发送至遥控终端,报告交流主电路为关断状态。

[0020] 所述柔性驱动电路单元包括驱动单元与驱动使能电路单元。

[0021] 所述柔性驱动电路单元通过延长开通与关断时间的方式,降低金属氧化物半导体场效应晶体管Q1、Q2开通与关断电压尖峰,保护金属氧化物半导体场效应晶体管Q1和Q2。

[0022] 所述柔性驱动电路单元利用交流电的交流变化特性,其瞬时值会周期性变化至较小值与过零特性,在交流电过零点或交流电流较小时实施关断实现金属氧化物半导体场效应晶体管的柔性关断,从而降低甚至消灭关断电压尖峰的同时提高了系统的电磁兼容性;所述柔性驱动电路单元通过增加金属氧化物半导体场效应晶体管开通与关断时间,降低开通与关断电压尖峰的同时提高了系统的电磁兼容性。

[0023] 所述柔性驱动电路单元同时实现过流保护功能,电流采样通过MOSFET电力电子交流开关中的电流互感器CT处获得;所述的驱动使能电路单元包括关断驱动使能与过流保护两个功能,并将关断驱动使能EN_off与过流保护PR进行分别控制。

[0024] 所述单线辅助电源由采电单元、充电单元、直流电压输出单元及储能单元构成;所述充电单元的输入端为采电单元,充电单元的输出连接直流电压输出单元与储能单元,直流电压输出单元连接直流负载,向直流负载提供合适的直流电压;充电单元向储能单元充电。

[0025] 所述直流负载包括逻辑运算与通讯遥控电路单元与柔性驱动电路单元所需的直流电源;所述储能单元由超级电容或蓄电池构成,优选超级电容。

[0026] 所述采电单元分为第一采电单元与第二采电单元;第一采电单元与第二采电单元为互补工作模式,不会同时工作;第一采电单元与第二采电单元的输出并联连接。

[0027] MOSFET电力电子交流开关单元断开而交流主线路断开时,第一采电单元工作;MOSFET电力电子交流开关单元闭合而交流主线路闭合时,第二采电单元工作;第一采电单元并联于MOSFET电力电子交流开关单元之上,即连接于火线L与电流互感器CT原边与交流主线路负载的交点M之间;当MOSFET电力电子交流开关单元断开而交流主线路断开时,第一采电单元接入整个交流主线路之中,从而获得能量,但必需控制流经第一采电单元的电流大小以避免误开通交流主线路负载;第二采电单元与电流互感器CT副边连接,获得能量。

[0028] MOSFET电力电子交流开关单元断开而交流主线路断开时,第一采电单元工作;MOSFET电力电子交流开关单元闭合而交流主线路闭合时,第二采电单元工作。

[0029] 本发明的有益效果是,本发明智能遥控MOSFET电力电子交流开关,具备遥控通讯能力;无触点不拉弧,工作时更安全;通态电压低、损耗小,可实现柔性开通与柔性关断;开

关尖峰低,电磁兼容性好,同时具备过流保护能力。单线辅助电源单元只需火线L,无需零线N的输入,简化了线路铺设,缩减了成本。本发明结构简单、性能好、可靠性高、实用性强。系统具备高可靠性与低损耗,解决了目前接触器控制电路的拉弧导致的不安全与寿命短等问题,以及可控硅交流电力电子开关损耗大,控制不灵活的问题,系统具备过流保护功能,还具备通讯与遥控功能,使系统控制与监控手段更灵活。本发明可应用于各类工矿企业以及智能家居等多种场合,具备广阔的市场前景。

附图说明

[0030] 图1为本发明智能遥控MOSFET电力电子交流开关的原理框图;

[0031] 图2为本发明智能遥控MOSFET电力电子交流开关的MOSFET电力电子交流开关单元电路,其中,1是电力电子交流开关主体,2是过压保护支路,3是电流互感器;

[0032] 图3为本实施例智能遥控MOSFET电力电子交流开关柔性驱动电路单元的驱动单元电路;

[0033] 图4为本实施例智能遥控MOSFET电力电子交流开关柔性驱动电路单元的驱动使能电路单元电路。

[0034] 图5为本发明智能遥控MOSFET电力电子交流开关单线辅助电源单元的采电单元连接示意图;

[0035] 图6为本发明智能遥控MOSFET电力电子交流开关单线辅助电源单元的第二采电单元电路示意图;

[0036] 图7为本发明智能遥控MOSFET电力电子交流开关的单线辅助电源单元结构框图;

[0037] 图8为本实施例智能遥控MOSFET电力电子交流开关的逻辑运算与通讯遥控电路单元工作流程框图。

[0038] 图9为本实施例智能遥控MOSFET电力电子交流开关的逻辑运算与通讯遥控电路单元采用红外红线控制--德仕电视遥控器模式的工作图。

具体实施方式

[0039] 本发明的具体实施方式如附图所示。

[0040] 图1是本实施例智能遥控MOSFET电力电子交流开关结构框图,包括逻辑运算与通讯遥控电路单元、柔性驱动电路单元、MOSFET电力电子交流开关单元及单线辅助电源单元。

[0041] 本实施例的逻辑运算与通讯遥控电路完成逻辑控制,采用WiFi、Zigbee或红外线等手段实现通讯与遥控。

[0042] 本实施例的柔性驱动电路单元,实现金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)的柔性驱动,降低金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)开通与关断电压尖峰,保护金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)的同时具备更好的电磁兼容性。

[0043] 本实施例的MOSFET电力电子交流开关单元利用金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)的双向导通能力构成低损耗的电力电子交流开关,实现交流主线路的通断控制。

[0044] 本实施例的单线辅助电源单元给逻辑运算与通讯遥控电路单元与柔性驱动电路单元提供电源。

[0045] 图2是本实施例智能遥控MOSFET电力电子交流开关的MOSFET电力电子交流开关单

元电路。MOSFET电力电子交流开关单元电路实现交流主线路的通断控制,它包括电力电子交流开关主体1、过压保护支路2和电流互感器3。

[0046] MOSFET电力电子交流开关单元的基本原理是利用金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)具备双向导通能力且通态损耗小的特性。当金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)反向导通时,其导通阻抗极低,通态损耗小。

[0047] 本实施例中MOSFET电力电子交流开关单元的电力电子交流开关主体1,利用金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)的双向导通能力构成低损耗的电力电子交流开关,将两个同型号的金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)Q1和Q2反向串联连接而成,即两个金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)的源极连接在一起构成S,两个金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)的栅极连接在一起构成G,两个MOSFET共用同一个驱动端,两个金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)的漏极 D_1 、 D_2 与交流主线路连接。图中,Q1、Q2为主金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET);二极管VD1、VD2为寄生在各自MOSFET管中的体二极管,即寄生二极管。

[0048] 当G、S两端施加驱动电压时,两个金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)Q1和Q2均导通,当电流从 D_1 流向 D_2 时,金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)Q1反向导通,金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)Q2正向导通;当电流从 D_2 流向 D_1 时,金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)Q1正向导通,金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)Q2反向导通;由于金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)反向导通时极低的导通内阻,稳定工作时体二极管VD1、VD2不论电流流向均不导通。当在G、S两端没有施加驱动电压时,Q1、Q2均关断,MOSFET电力电子交流开关单元的电力电子交流开关主体关断,也即MOSFET电力电子交流开关关断。体二极管VD1、VD2在稳定工作时无论工作于何种工况均关断。

[0049] 本实施例的MOSFET电力电子交流开关单元的过压保护支路2构成如下,电阻 R_s 与电容 C_s 并联之后与双向瞬态抑制二极管TVS串联,三者构成过压保护支路,并联于金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)Q1、Q2的漏极 D_1 、 D_2 之上,用于保护金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)Q1、Q2。此三者构成的过压保护支路,类同于功率开关器件的缓冲电路,当金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)的开通与关断电压尖峰在 D_1 、 D_2 两端的电压高于双向瞬态抑制二极管TVS的击穿电压时,此过压保护支路工作,其工作原理类同于吸收电路。

[0050] 此三者构成的过压保护支路按实际需要进行设计,且当金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)的开通与关断电压尖峰并不大时,可以不需要加装此三者构成的过压保护支路。

[0051] 本实施例的MOSFET电力电子交流开关单元的电流互感器3用于电流采样及电能取电,同时具备两个功能。电流互感器CT的原边可以设计成单匝或多匝以便于采样与取电,原边与副边的匝比按实际需求进行设计。在已知电流互感器CT的原边可以进行多匝设计时,与电流互感器CT相关的其它设计对于专业人员已经能够实现。

[0052] 图3为本实施例智能遥控MOSFET电力电子交流开关柔性驱动电路单元的驱动单元电路。

[0053] 本发明所述的柔性驱动电路单元,实现金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)Q1、Q2的柔性驱动,降低金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)开通与关断电压尖峰,保

护金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)的同时具备更好的电磁兼容性。

[0054] 所述的柔性驱动电路单元包括驱动单元与驱动使能电路单元。当本实施例智能遥控MOSFET电力电子交流开关所控制的线路为感性负载线路时,同时考虑到线路中的杂散电感,如进行通常的驱动控制,由于 $u=L*di/dt$,开关时间过短会产生很高的开关尖峰电压,甚至烧毁金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)或者引起线路过高的电磁干扰,危及线路设备。为此,本实施例采用了柔性驱动电路,降低开通与关断电压尖峰,降低金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)开通与关断电压尖峰,保护金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)的同时具备更好的电磁兼容性。

[0055] 本实施例柔性驱动电路单元的驱动单元采用的方案为通过延长开通与关断时间的方式,降低金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)Q1、Q2开通与关断电压尖峰,保护金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)Q1、Q2。一般的驱动电路均为缩短开通与关断时间以减少开关损耗,而本实施例的柔性驱动电路单元则是通过增加开通与关断时间来降低电磁干扰。

[0056] 所述驱动单元技术原理为通过抑制驱动电压 U_{GS} 上升率与下降率而增加金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)的开通与关断时间,从而降低开通与关断电压尖峰,并提高了系统的电磁兼容性。

[0057] $u=L*di/dt$, u 为开通或关断电压尖峰, L 为杂散电感, i 为流经金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)D、S两端电流,在本实施例中为流经金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)Q1、Q2的漏极 D_1 、 D_2 的电流, t 为开通或关断时间。

[0058] 驱动单元的开通控制 G_{on} 与关断控制 G_{off} 拥有各自不同的输入端并相互互锁,其输出 G 、 S 各自连接在MOSFET电力电子交流开关单元的 G 、 S 两端。

[0059] 柔性开通:当加在金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)T51栅极与源极的开通驱动控制信号 G_{on} 为持续的高电平信号输入,而加在光耦原边二极管的关断驱动控制信号 G_{off} 为持续的低电平信号输入时,T51导通,光耦U51的副边关断。电源 V_{CC} 通过电阻R51经T51的漏极与源边向电容C51充电,且其充电时间常数 $\tau_{on}=R51*C51$, G 、 S 两端的电压 U_{GS} 因而缓慢上升,从而延长金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)Q1与Q2的开通时间 t_{on} 。开通时间 t_{on} 受电阻R51与电容C51构成的RC电路时间常数 τ_{on} 影响,通过控制电阻R1与电容C1的参数控制可以控制开通时间 t_{on} 。

[0060] 柔性关断:当开通控制信号 G_{on} 为持续的低电平信号输入而 G_{off} 为持续的高电平信号输入时,则金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)关断,光耦U51的原边二边管得电,从而光耦U51的副边导通,电容C51对电阻R54放电, U_{GS} 电压因而缓慢下降,从而延长金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)的关断时间 t_{off} 。关断时间 t_{off} 受R54与C51构成的RC电路时间常数 τ_{off} 影响,通过控制R54与C51的参数控制可以控制关断时间 t_{off} 。

[0061] 所述开通驱动控制 G_{on} 经电阻R52施加在金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)T51栅极与源极;所述关断驱动控制 G_{off} 经电阻R53施加在光耦U51的原边二边管之上。

[0062] 稳压二极管D1并联于 G 、 S 两端,用于驱动电压保护,使 G 、 S 两端电压不会过高以保护金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)Q1、Q2。

[0063] 另外,所述的驱动单元电路可采用模拟开关替换T51或U51进行控制。

[0064] 电容C51及电阻R51、R54的参数选择相互约束,需根据实际应用进行设计以控制柔性开通与关断延迟时间。

[0065] 图4为本实施例智能遥控MOSFET电力电子交流开关柔性驱动电路单元的驱动使能电路单元电路。

[0066] 本实施例的柔性驱动电路单元包括驱动使能电路单元与驱动单元。所述柔性驱动电路单元同时实现过流保护功能,电流采样通过MOSFET电力电子交流开关中的电流互感器CT处获得;所述的驱动使能电路单元包括关断驱动使能与过流保护两个功能,并将关断驱动使能EN_off与过流保护PR进行分别控制。

[0067] 本实施例的驱动使能电路实现金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)的柔性关断,驱动使能电路按功能依次分为交流主线路电流采样、全桥整流、关断驱动使能及过流保护。

[0068] 交流主线路电流采样:电流互感器CT对交流主线路电流进行采样,并假定电流互感器CT原边/副边电流比为 K_i ,电容C11与电流互感器CT的副边并联,用于高频滤波,消除高频干扰,其容值较小。C11的端电压即为交流主线路电流采样输出 U_i 。

[0069] 全桥整流:全桥整流桥BR2连接于C11之后,将 U_i 进行全桥整流得到直流电压 U_r ,由于全桥整流输出为 U_r 。

[0070] $U_r = |U_i| - 2U_d$,

[0071] 式中 U_d 为整流桥BR2中单个二极管的正向电压降,整流桥BR2的二极管可以选择普通二极管或者是碳化硅肖特基二极管,根据实际工作需要设计。

[0072] 关断驱动使能:电阻R14与R15构成串联分压器对 U_r 进行分压,分压器的输出连接电阻R10与R12,接入比较器。当 U_r 小于参考电压 U_{ref} 时,判断交流主线路电流较小,关断使能输出EN_off为高电平输出,此时发出信号,允许关断MOSFET电力电子交流开关。另外,参考电压 U_{ref} 为一比较小的值,具体根据实际应用进行设计。

[0073] R10与R11及运算放大器U2A构成比较器,其中为了构成比较器,将R11的电阻值设计成远远大于R10,例如1000倍的R10值。由于 $U_r = |U_i| - 2U_d$,故参考电压 U_{ref} 不宜设计过大以免所对应的电流值过大。

[0074] 过流保护:与关断驱动使能并联,联接于运算放大器输出 U_c 之后,当 U_c 大于设定的参考值 U_{ref1} 时,判断为交流主线路电流过大,使能输出PR为低电平输出,此时发出信号,强制关断MOSFET电力电子交流开关。

[0075] 整流桥BR2采用超快恢复二极管构成;参考电压 U_{ref} 与 U_{ref1} 均对应于一定的交流主线路电流大小,需根据实际应用进行设计, U_{ref} 与 U_{ref1} 可以利用加入基准电压的高精度方式,或者从直流电源的+5V/-5V处利用电阻分压方式获得合适电压等等方式获得。

[0076] 图5为本发明智能遥控MOSFET电力电子交流开关单线辅助电源单元的采电单元连接示意图。

[0077] 本实施例的单线辅助电源单元给逻辑运算与通讯遥控电路单元与柔性驱动电路单元等提供电源。本实施例的单线辅助电源单元分为采电单元与后续单元。

[0078] 所述的采电单元分为第一采电单元与第二采电单元两部分。第一采电单元与MOSFET电力电子交流开关单元并联,连接于火线L与M之间,其中L为交流主线路的火线L,M为电流互感器CT原边与交流主线路负载的交点,其输入不同一般辅助电源的火线L、零线N

输入方式。第二采电单元则连接与电流互感器CT副边,也不同于传统电源的输入方式。

[0079] MOSFET电力电子交流开关单元断开而交流主线路断开时,第一采电单元工作。MOSFET电力电子交流开关单元闭合而交流主线路闭合时,第二采电单元工作。

[0080] 第一采电单元并联于MOSFET电力电子交流开关单元之上,当MOSFET电力电子交流开关单元断开而交流主线路断开时第一采电单元接入整个交流主线路之中,形成回路从而获得能量,但必需控制流经第一采电单元的电流大小以避免误开通交流主线路负载。第二采电单元与电流互感器CT副边连接,当MOSFET电力电子交流开关单元导通而交流主线路导通时获得能量。

[0081] 所述的后续单元包括充电单元、直流电压输出单元、储能单元。

[0082] 所述的充电单元的输入端为采电单元,其输出连接直流电压输出单元与储能单元,直流电压输出单元连接直流负载,向直流负载提供合适的直流电压。充电单元可向储能单元充电,当特定工作下,充电单元的不足以维持直流负载的功率需求时,储能单元放电,给直流电压输出单元供电,以提供合适的直流电压给直流负载。本发明所述的储能单元可由超级电容或蓄电池构成,优选超级电容。

[0083] 图6为本发明智能遥控MOSFET电力电子交流开关单线辅助电源单元的第二采电单元电路示意图。

[0084] 本实施例所述的第二采电单元连接在电流互感器CT的副边之上,在电流互感器CT的副边并联电容C11以滤除高频干扰,电流互感器CT的副边为整流桥BR2的输入,整流桥BR2的输出为Uc,Uc即为第二采电单元的输出,后接充电单元。

[0085] 图7为本发明智能遥控MOSFET电力电子交流开关的单线辅助电源单元结构框图。

[0086] 本实施例所述的单线辅助电源单元给逻辑运算与通讯遥控电路单元与柔性驱动电路单元等直流负载提供电源,其中用于金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)的驱动电源部分采用隔离电路。所述的单线辅助电源由采电单元、充电单元、直流电压输出单元及储能单元构成。

[0087] 所述充电单元的输入端为采电单元,充电单元的输出连接直流电压输出单元与储能单元,直流电压输出单元连接直流负载,向直流负载提供合适的直流电压,充电单元向储能单元充电。当特定工作下,充电单元的不足以维持直流负载的功率需求时,储能单元放电,给直流电压输出单元供电,以提供合适的直流电压给直流负载。超级电容/蓄电池充当本实施例的单线辅助电源的能量存储元件,优选超级电容。本实施例所述的直流负载包括逻辑运算与通讯遥控电路单元与柔性驱动电路单元等所需的直流电源。

[0088] 本实施例中的采电单元分为第一采电单元与第二采电单元两部分,第一采电单元与第二采电单元为互补工作模式,不会同时工作;第一采电单元与第二采电单元的输出并联连接。

[0089] 本实施例所述的第一采电单元与MOSFET电力电子交流开关单元并联,当MOSFET电力电子交流开关断开时,交流主线路断开,此时单线辅助电源与交流主线路负载串联连接于火线L与零线N之间,第一采电单元得电工作。当MOSFET电力电子交流开关闭合时,交流主线路闭合,交流主线路负载得电,交流主线路将流过电流,电流互感器CT工作,第二采电单元工作。第一采电单元与第二采电单元交替工作,不会同时工作。本实施例的第一采电单元输入为火线L与M,其中L为交流主线路的火线L,M为电流互感器CT与交流主线路负载的交

点,其输入不同一般辅助电源的火线L、零线N输入方式;第二采电单元的输入则为电流互感器CT的副边,也不同于传统方式。

[0090] 为了保证在第一采电单元工作状态下交流主线路负载不会误导通,流经单线辅助电源的电流极小,例如设计电流小于0.5mA,或者根据实际需求进行设计。由于交流主线路负载未知,因而本实施例的单线辅助电源单元在其得电工作状态时具备变阻抗能力以适应不同交流主线路负载的工作条件。本实施例的单线辅助电源单元可以采取恒功率输入控制方式,或恒流输入控制方式等,具体按实际需求设计。

[0091] 采电单元之后连接充电单元与直流电压输出单元,充电单元可给储能单元充电,直流电压输出单元提供稳定的直流电压输出供给直流负载。比如当交流主电路导通但流经的电流过小不足以提供足够的功率给直流负载时等特殊工况下,由能量存储元件如超级电容或蓄电池充当直流电源并经直流电压输出单元提供稳定的直流电压输出供给直流负载。

[0092] 本实施例的单线辅助电源的充电单元电路拓扑采用反激式开关电源电路或其它合适的电路拓扑。

[0093] 本实施例的单线辅助电源单元输出电压类型包括:+5V/-5V(V+/V-)给运算放大器供电,+5V给逻辑运算与通讯遥控电路供电,+15V(Vcc)给柔性驱动电路单元供电。

[0094] 图8为本实施例智能遥控MOSFET电力电子交流开关的逻辑运算与通讯遥控电路单元工作流程框图。

[0095] 本实施例的逻辑运算与通讯遥控电路工作流程为遥控终端发送遥控信号进行遥控信号输入后,对遥控信号进行接收并解码,进行驱动控制输出,与驱动使能信号进行逻辑运算后,进行驱动输出并发送驱动控制信号给驱动单元,实现MOSFET电力电子交流开关单元的开通与关断控制,进而实现交流主线路的通断控制;同时实时发送开关状态信号给遥控终端进行实时通讯。

[0096] 本实施例的逻辑运算包括开通逻辑运算与关断逻辑运算两类。

[0097] 对于智能遥控MOSFET电力电子交流开关的驱动使能电路,使能输出EN_off为高电平输出为允许关断MOSFET电力电子交流开关,使能输出PR为低电平输出为强制关断MOSFET电力电子交流开关。

[0098] 对于柔性驱动电路单元,开通控制G_on与关断控制G_off拥有各自不同的输入端并相互互锁,其输出G、S各自连接在MOSFET电力电子交流开关单元的G、S两端。

[0099] 开通逻辑运算:当遥控信号输入接收并解码为开通信号ON高电平时,进行信号自锁,该信号与驱动使能信号进行开通逻辑运算,进行驱动信号输出至驱动单元,如 $ON \cdot \overline{EN_off} \cdot \overline{PR} = 1$ 时,开通控制G_on高电平输出,同时将关断控制G_off互锁为低电平输出,MOSFET电力电子交流开关单元开通,同时,将开关状态信号发送至遥控终端,报告交流主电路为开通状态。

[0100] 关断逻辑运算:当遥控信号OFF输入接收并解码为开通信号OFF时,进行信号自锁,该信号与驱动使能信号进行关断逻辑运算,进行驱动信号输出至驱动单元,如

$OFF + EN_off + \overline{PR} = 1$ 时,关断控制G_off高电平输出,同时将开通控制G_on互锁为低电平输出,MOSFET电力电子交流开关单元关断。对关断控制G_off高电平输出的时间进行控制为等于半个交流周期,如交流主电路的周期为20ms,则控制其持续时间为10ms,以降低系统功率与能量损耗。同时,将开关状态信号发送至遥控终端,报告交流主电路为关断状态。

[0101] 具体电路可采用多种不同实现方案,对于专业人员而言均可自行设计,不再给出

详细电路。

[0102] 除了所提出的具体逻辑运算方式,也可以灵活采用其它逻辑运算实现方式,比如与所提出的具体逻辑运算的负逻辑运算方式等。

[0103] 遥控实现的形式,可采用WiFi、Zigbee或红外线等等手段实现通讯与遥控,优选WiFi或红外线方式。

[0104] 图9为本实施例智能遥控MOSFET电力电子交流开关的逻辑运算与通讯遥控电路单元采用红外红线控制--德仕电视遥控器模式的工作图。

[0105] 遥控实现的形式,可采用WiFi、Zigbee或红外线等等手段实现通讯与遥控,优选WiFi或红外线方式。本实施例以红外红线控制为例,给出了德仕电视遥控器模式的工作图。

[0106] 大量智能手机上自带的智能遥控功能,可以设置多种遥控器模式,相当于有了多个遥控器。本实施例选取了商业应用中常见的红外线控制模式遥控方案,具体实施中选择了德仕电视模式进行红外线通讯遥控。利用智能手机上自带的智能遥控功能可以节约开发时间并无需再开发生产遥控终端。除了利用已有通讯遥控APP之外,也可以自行开发合适的通讯遥控APP。

[0107] 除了所提出的实现形式外,还可以灵活采用其它遥控与通讯方式。

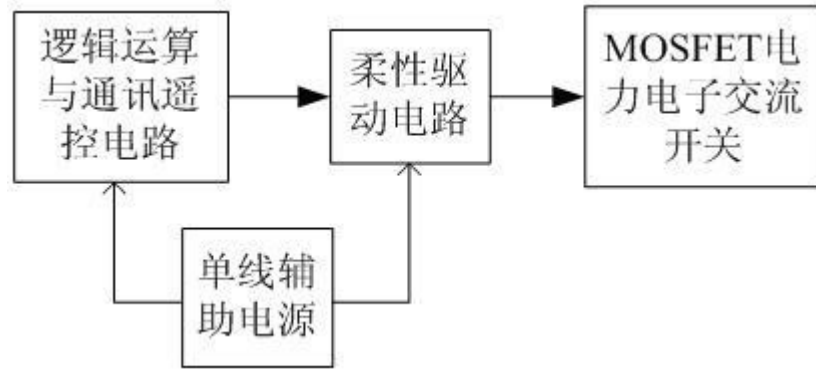


图1

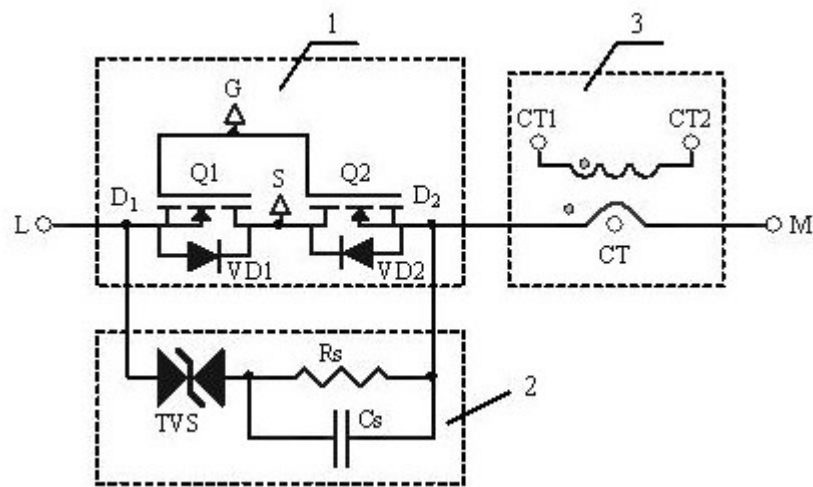


图2

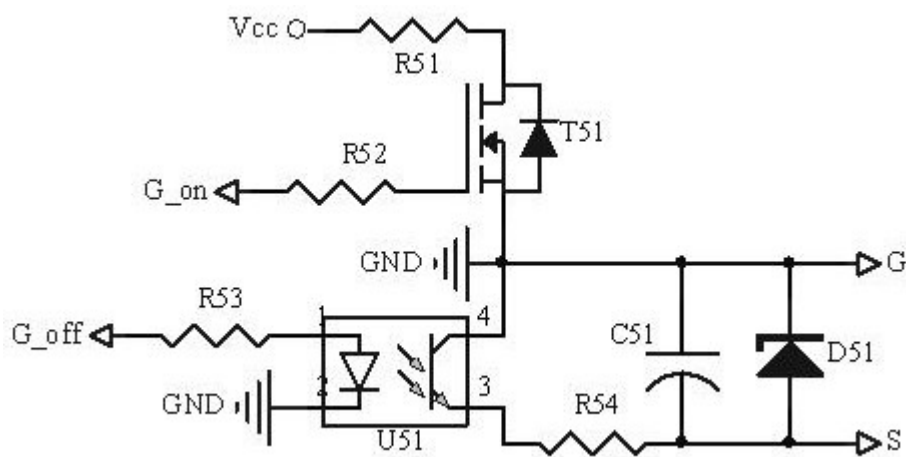


图3

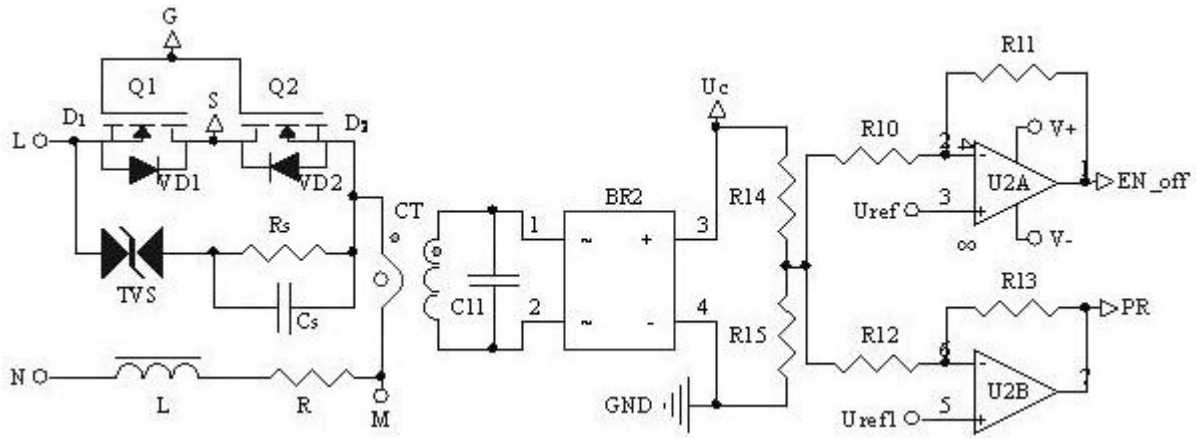


图4

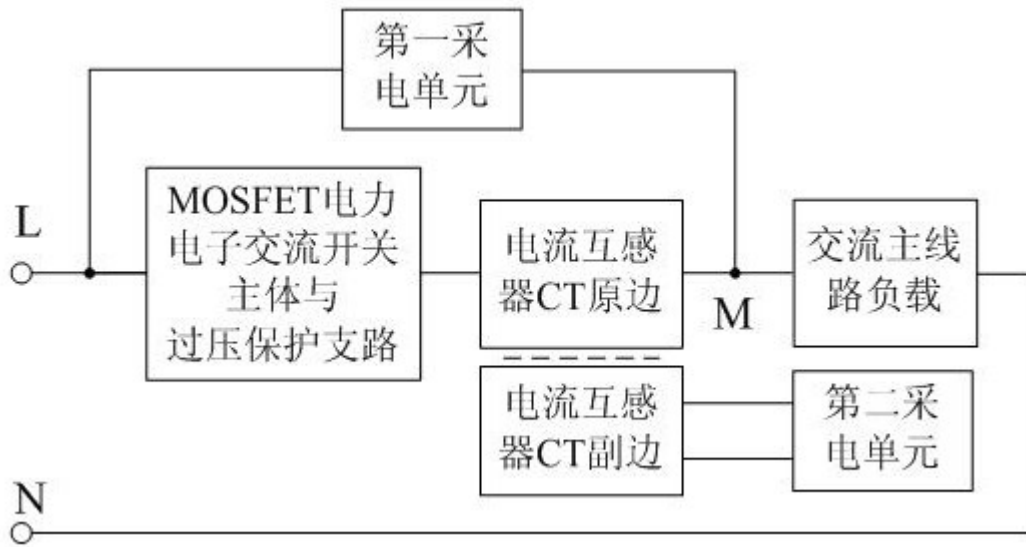


图5

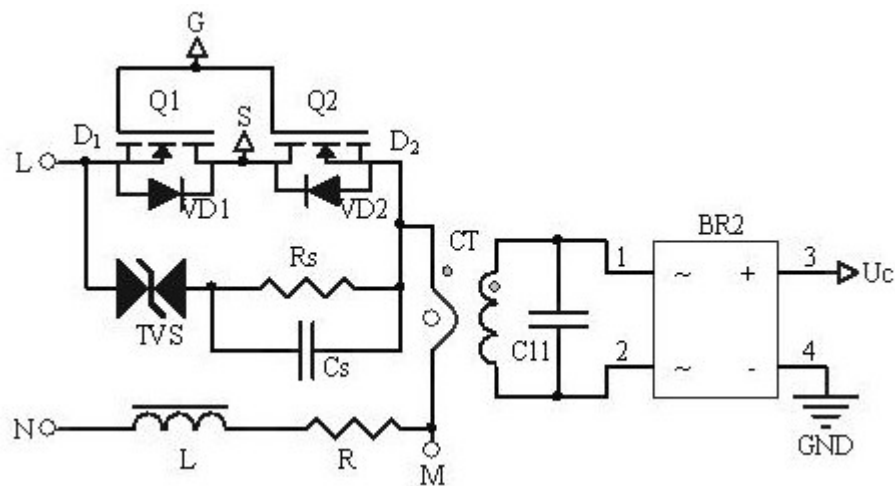


图6

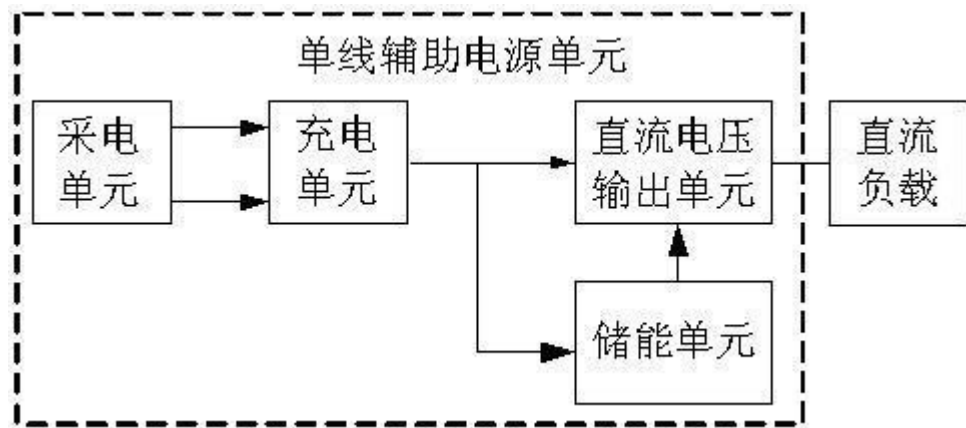


图7

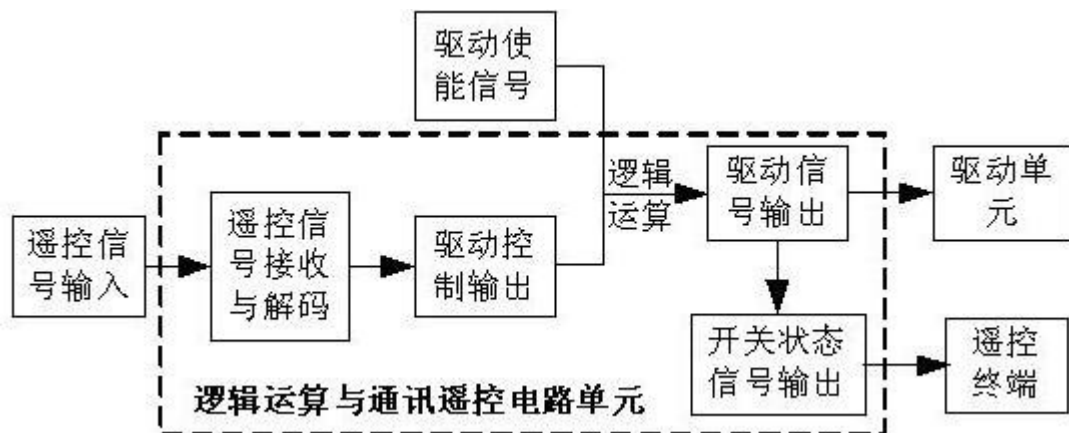


图8

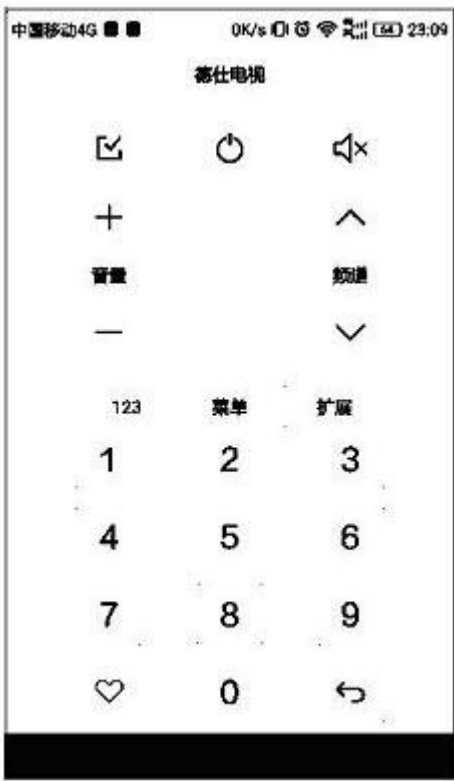


图9