(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 112039028 A
(43)申请公布日 2020.12.04

(21)申请号 202010802517.8

(22)申请日 2020.08.11

(71)申请人 北京卫星制造厂有限公司
地址 100190 北京市海淀区知春路63号

(72)发明人 马涛 朱博威 李嘉丽 汪伟光
张宇环 高逸飞 王森 王儒
王强 杨庆君

(74)专利代理机构 中国航天科技专利中心
11009
代理人 茹阿昌

(51)Int.Cl.
H02H 7/22(2006.01)
H02H 7/26(2006.01)
H02H 3/24(2006.01)
H02J 13/00(2006.01)

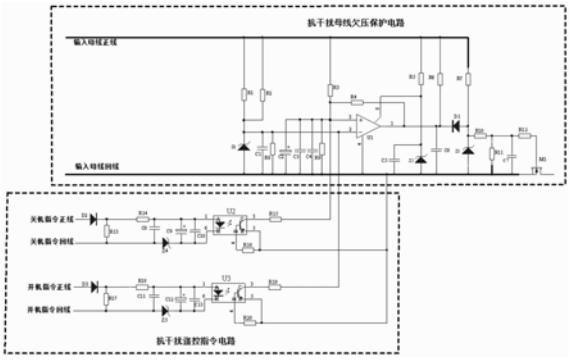
权利要求书3页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种具有强抗干扰能力的遥控指令和母线欠压保护电路

(57)摘要

一种具有强抗干扰能力的遥控指令和母线欠压保护电路，包含具有抗干扰能力的遥控指令电路和抗干扰能力的母线欠压保护电路两部分。遥控指令电路由两只光电耦合器及外围电路以及电压比较器组成，抗干扰指令电路包含开通电路和关断电路；欠压保护电路由电压比较器和外围电路组成的控制电路和MOS管的开关电路组成。本发明提供的遥控开关机和母线欠压保护电路能够实现遥控指令开关和输入母线欠压保护功能，且能有效避免因信号干扰产生误动作的功能。



CN 112039028 A

1.一种具有强抗干扰能力的遥控指令和母线欠压保护电路，其特征在于，包括：遥控指令电路和母线欠压保护电路；

遥控指令电路包括：开通电路和关断电路；

母线欠压保护电路包括：基准电压电路、电压比较电路、供电电路和驱动电路；

开通电路：接收外部传送的开机指令脉冲信号，对指令脉冲信号进行滤波和干扰抑制后送至光电耦合器，经过光电耦合器输出端连接至电压比较电路中电压比较器的负向比较端；

关断电路：接收外部传送的开机指令脉冲信号，对指令脉冲信号进行滤波和干扰抑制后送至光电耦合器，经过光电耦合器输出端连接至电压比较电路中电压比较器的正向比较端；

基准电压电路：输入母线通过电阻分压后连接至稳压二极管，致使稳压二极管导通，稳压二极管电压通过滤波电路后连接至电压比较电路中电压比较器的负向比较端，提供一个基准电压；

电压比较电路：输入母线经过电阻分压后，经过抗干扰滤波电路后连接至电压比较器中的正向比较端，通过与电压比较器负向比较端的基准电压比较后，电压比较器实现正反馈，同时电压比较器输出端连接至驱动电路；

供电电路：输入母线经过电阻分压和滤波电容后连接至电压比较电路中电压比较器的正向供电端为电压比较器供电；

驱动电路：输入母线经过电阻分压后连接至稳压二极管，稳压二极管电压经过浪涌滤波电容后连接至MOS管的基极，为MOS管提供驱动电平，控制MOS管的导通和关断。

2.根据权利要求1所述的一种具有强抗干扰能力的遥控指令和母线欠压保护电路，其特征在于，关断电路包括：指令防反向隔离二极管D2、泄放电阻R13、滤波限流电阻R14、滤波电容C8、抗干扰电容C9、抗干扰电容C10、抗干扰稳压二极管Z4、光电耦合器U2、上拉电阻R15和静电泄放电阻R16；

隔离二极管D2的阳极接入关机指令正线的正端，隔离二极管D2的阴极连接至泄放电阻R13的一端和滤波限流电阻R14的一端，泄放电阻R13的另一端接入关机指令回线，泄放电阻R14的另一端接入滤波电容C8的一端、抗干扰电容C9的一端、抗干扰电容C10的一端和光电耦合器U2的1脚；

滤波电容C8的另一端和抗干扰稳压二极管Z4的阳极接入关机指令回线中，抗干扰电容C9的另一端、抗干扰电容C10的另一端和抗干扰稳压二极管Z4的阴极连接至光电耦合器U2的6脚；

光电耦合器U2的3脚连接至上拉电阻R15的一端，上拉电阻R15的另一端作为输出端连接至电压比较电路，泄放电阻R16的两端分别连接光电耦合器U3的4脚和光电耦合器U3的5脚，光电耦合器U2的5脚连接至输入母线回线中。

3.根据权利要求1所述的一种具有强抗干扰能力的遥控指令和母线欠压保护电路，其特征在于，开通电路包括：指令防反向隔离二极管D3、泄放电阻R17、滤波限流电阻R18、滤波电容C11、抗干扰电容C12、抗干扰电容C13、抗干扰稳压二极管Z5、光电耦合器U3、下拉电阻R19和静电泄放电阻R20；

隔离二极管D3的阳极接入开机指令正线的正端，隔离二极管D3的阴极连接至泄放电阻

R17的一端和滤波限流电阻R18的一端，泄放电阻R17的另一端接入开机指令回线中，滤波限流电阻R18的另一端接入滤波电容C11的一端、抗干扰电容C12的一端、抗干扰电容C13的一端和光电耦合器U3的1脚，滤波电容C11的另一端和抗干扰稳压管Z5的阳极接入开机指令回线中，抗干扰电容C12的另一端、抗干扰电容C13的另一端与抗干扰稳压二极管Z5的阴极连接至光电耦合器U3的6脚，光电耦合器U3的3脚连接至上拉电阻R19的一端，上拉电阻R19的另一端作为输出端连接至电压比较电路，泄放电阻R20的两端分别连接至光电耦合器的4脚和光电耦合器的5脚，光电耦合器U3的5脚连接至输入母线回线中。

4.根据权利要求2或3所述的一种具有强抗干扰能力的遥控指令和母线欠压保护电路，其特征在于，基准电压电路包括：分压电阻R1、分压电阻R2、分压电阻R8、滤波电容C1和稳压二极管Z1；

分压电阻R1的一端连接分压电阻R2的一端、分压电阻R8的一端、滤波电容C1的一端和稳压二极管Z1的阴极；

分压电阻R1的一端作为输出端连接至电压比较电路，分压电阻R1的另一端和分压电阻R2的另一端连接输入母线正线，分压电阻R8的另一端、电容C1的另一端和稳压二极管Z1的阳极接入输入母线回线中。

5.根据权利要求4所述的一种具有强抗干扰能力的遥控指令和母线欠压保护电路，其特征在于，电压比较电路包括：电阻R3、电阻R9、滤波电容C4、抗干扰电容C2、抗干扰电容C3、正反馈电阻R4、电压比较器U1、隔离二极管D1、滤波电容C6和上拉电阻R6；

电压比较器U1的输出端1脚通过上拉电阻R6接入输入母线正线上，同时电压比较器U1的输出端1脚连接隔离二极管D1的阴极，隔离二极管D1的阳极作为输出端连接驱动电路；

分压电阻R3的一端连接正反馈电阻R4的一端、下位电阻R9的一端、抗干扰电容C2的一端、抗干扰电容C3的一端、滤波电容C4的一端和电压比较器U1的正向端3脚；下位电阻R9的另一端、抗干扰电容C2的另一端、抗干扰电容C3的另一端和滤波电容C4的另一端连接输入母线回线；分压电阻R3的另一端连接输入母线正线；

正反馈电阻R4的另一端连接电压比较器U1的输出端1脚，电压比较器U1的接地端4脚连接输入母线回线，电压比较器U1中的正向端3脚作为输入端连接关断电路的输出端，电压比较器U1中的负向端2脚作为输入端连接开通电路的输出端，电压比较器U1的供电端8脚作为输出端连接供电电路；

电压比较器U1的供电端8脚作为输出端连接供电电路，电压比较器U1的输出端1脚接入到滤波电容C6的一端，滤波电容C6的另一端接入输入母线回线中。

6.根据权利要求5所述的一种具有强抗干扰能力的遥控指令和母线欠压保护电路，其特征在于，供电电路包括：分压电阻R5、稳压二极管Z2以及滤波电容C5；

分压电阻R5的一端连接电压比较电路中电压比较器U1的供电端8脚，分压电阻R5的另一端连接输入母线正线；

去耦电容C5的一端和稳压二极管Z2的阴极连接电压比较电路中电压比较器U1的供电端8脚，去耦电容C5的另一端与稳压二极管Z2的阳极接入输入母线回线中。

7.根据权利要求6所述的一种具有强抗干扰能力的遥控指令和母线欠压保护电路，其特征在于，驱动电路包括：分压电阻R7、分压电阻R10、分压电阻R11、抗干扰电容C7、分压电阻R12、稳压二极管Z3和MOS管M1；

分压电阻R7的一端、分压电阻R10的一端和稳压二极管Z3的阴极连接电压比较电路中隔离二极管D1的阳极，电阻R7的另一端接入输入母线正线中，分压电阻R10的另一端接入分压电阻R11的一端、驱动电阻R12的一端和滤波电容C7的一端，驱动电阻R12的另一端接入MOS管M1的栅极，MOS管M1的源极、电容C7的另一端、分压电阻R11的另一端和稳压二极管Z3的阳极接入输入母线回线中；MOS管M1的漏极作为输出端连接下游功率变换电路。

一种具有强抗干扰能力的遥控指令和母线欠压保护电路

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有强抗干扰能力的遥控指令和母线欠压保护电路，属于航天总体技术领域，特别涉及一种应用于航天电子产品所需要的具有强抗干扰能力的遥控指令和母线欠压保护电路，其方法也可以广泛应用于地面电子设备中。

背景技术

[0002] 随着航天技术的任务需求发展，为了满足用户方的使用要求，星载电子设备种类呈现出不断增多的趋势，同时卫星的安全性和可靠性随着用电设备的增加在不断下降，为了保证在单一设备出现故障时不影响整星的功能性能和安全可靠性，对于各用电设备的开关可控和用电安全提出了新的要求。

[0003] 某些用电设备提出了设备的开关机指令需要具备抗干扰能力，保证整个飞行链路时间端中，设备的开关机指令不会受到空间辐照、单粒子等的影响，以及其他用电设备通过EMI链路对本设备产生影响。传统的开关机遥控指令使用继电器或者普通光电耦合器，无法满足具有抗干扰能力的要求。

[0004] 随着用电设备的增加，为了满足整星的用电可靠性，当某一设备内部发生短路故障时电源可以欠压关断，从而保护整星用电安全。目前传统的欠压保护电路使用继电器和基准源实现欠压保护的功能电路母线电压发生波动或者受到星上其他设备干扰时，容易产生误动作，目前某些易受扰设备提出了需要具备强干扰能力的欠压保护功能的要求。

[0005] 经检索国内外相关文献，未见有关本发明的具有抗强干扰能力的遥控指令和母线欠压保护电路的报道。

发明内容

[0006] 本发明的技术解决问题是：克服现有技术的不足，提出了一种具有强抗干扰能力的遥控指令和母线欠压保护电路，通过合理的元器件选型和参数设置，可以实现具有强抗干扰能力的遥控指令开关功能以及具有抗母线干扰能力的欠压保护功能。此电路结构是一种新型遥控指令电路和欠压保护电路，能够解决目前传统继电器实现遥控开关和欠压保护不具备抗干扰能力的缺陷。

[0007] 本发明的技术方案是：

[0008] 一种具有强抗干扰能力的遥控指令和母线欠压保护电路，包括：遥控指令电路和母线欠压保护电路；遥控指令电路包括：开通电路和关断电路；母线欠压保护电路包括：基准电压电路、电压比较电路、供电电路和驱动电路；

[0009] 开通电路：接收外部传送的开机指令脉冲信号，对指令脉冲信号进行滤波和干扰抑制后送至光电耦合器，经过光电耦合器输出端连接至电压比较电路中电压比较器的负向比较端；

[0010] 关断电路：接收外部传送的开机指令脉冲信号，对指令脉冲信号进行滤波和干扰抑制后送至光电耦合器，经过光电耦合器输出端连接至电压比较电路中电压比较器的正向

比较端；

[0011] 基准电压电路：输入母线通过电阻分压后连接至稳压二极管，致使稳压二极管导通，稳压二极管电压通过滤波电路后连接至电压比较电路中电压比较器的负向比较端，提供一个基准电压；

[0012] 电压比较电路：输入母线经过电阻分压后，经过抗干扰滤波电路后连接至电压比较器中的正向比较端，通过与电压比较器负向比较端的基准电压比较后，电压比较器实现正反馈，同时电压比较器输出端连接至驱动电路；

[0013] 供电电路：输入母线经过电阻分压和滤波电容后连接至电压比较电路中电压比较器的正向供电端为电压比较器供电；

[0014] 驱动电路：输入母线经过电阻分压后连接至稳压二极管，稳压二极管电压经过浪涌滤波电容后连接至MOS管的基极，为MOS管提供驱动电平，控制MOS管的导通和关断。

[0015] 关断电路包括：指令防反向隔离二极管D2、泄放电阻R13、滤波限流电阻R14、滤波电容C8、抗干扰电容C9、抗干扰电容C10、抗干扰稳压二极管Z4、光电耦合器U2、上拉电阻R15和静电泄放电阻R16；

[0016] 隔离二极管D2的阳极接入关机指令正线的正端，隔离二极管D2的阴极连接至泄放电阻R13的一端和滤波限流电阻R14的一端，泄放电阻R13的另一端接入关机指令回线，泄放电阻R14的另一端接入滤波电容C8的一端、抗干扰电容C9的一端、抗干扰电容C10的一端和光电耦合器U2的1脚；

[0017] 滤波电容C8的另一端和抗干扰稳压二极管Z4的阳极接入关机指令回线中，抗干扰电容C9的另一端、抗干扰电容C10的另一端和抗干扰稳压二极管Z4的阴极连接至光电耦合器U2的6脚；

[0018] 光电耦合器U2的3脚连接至上拉电阻R15的一端，上拉电阻R15的另一端作为输出端连接至电压比较电路，泄放电阻R16的两端分别连接光电耦合器U3的4脚和光电耦合器U3的5脚，光电耦合器U2的5脚连接至输入母线回线中。

[0019] 开通电路包括：指令防反向隔离二极管D3、泄放电阻R17、滤波限流电阻R18、滤波电容C11、抗干扰电容C12、抗干扰电容C13、抗干扰稳压二极管Z5、光电耦合器U3、下拉电阻R19和静电泄放电阻R20；

[0020] 隔离二极管D3的阳极接入开机指令正线的正端，隔离二极管D3的阴极连接至泄放电阻R17的一端和滤波限流电阻R18的一端，泄放电阻R17的另一端接入开机指令回线中，滤波限流电阻R18的另一端接入滤波电容C11的一端、抗干扰电容C12的一端、抗干扰电容C13的一端和光电耦合器U3的1脚，滤波电容C11的另一端和抗干扰稳压管Z5的阳极接入开机指令回线中，抗干扰电容C12的另一端、抗干扰电容C13的另一端与抗干扰稳压二极管Z5的阴极连接至光电耦合器U3的6脚，光电耦合器U3的3脚连接至上拉电阻R19的一端，上拉电阻R19的另一端作为输出端连接至电压比较电路，泄放电阻R20的两端分别连接至光电耦合器的4脚和光电耦合器的5脚，光电耦合器U3的5脚连接至输入母线回线中。

[0021] 基准电压电路包括：分压电阻R1、分压电阻R2、分压电阻R8、滤波电容C1和稳压二极管Z1；

[0022] 分压电阻R1的一端连接分压电阻R2的一端、分压电阻R8的一端、滤波电容C1的一端和稳压二极管Z1的阴极；

[0023] 分压电阻R1的一端作为输出端连接至电压比较电路，分压电阻R1的另一端和分压电阻R2的另一端连接输入母线正线，分压电阻R8的另一端、电容C1的另一端和稳压二极管Z1的阳极接入输入母线回线中。

[0024] 电压比较电路包括：电阻R3、电阻R9、滤波电容C4、抗干扰电容C2、抗干扰电容C3、正反馈电阻R4、电压比较器U1、隔离二极管D1、滤波电容C6和上拉电阻R6；

[0025] 电压比较器U1的输出端1脚通过上拉电阻R6接入输入母线正线上，同时电压比较器U1的输出端1脚连接隔离二极管D1的阴极，隔离二极管D1的阳极作为输出端连接驱动电路；

[0026] 分压电阻R3的一端连接正反馈电阻R4的一端、下位电阻R9的一端、抗干扰电容C2的一端、抗干扰电容C3的一端、滤波电容C4的一端和电压比较器U1的正向端3脚；下位电阻R9的另一端、抗干扰电容C2的另一端、抗干扰电容C3的另一端和滤波电容C4的另一端连接输入母线回线；分压电阻R3的另一端连接输入母线正线；

[0027] 正反馈电阻R4的另一端连接电压比较器U1的输出端1脚，电压比较器U1的接地端4脚连接输入母线回线，电压比较器U1中的正向端3脚作为输入端连接关断电路的输出端，电压比较器U1中的负向端2脚作为输入端连接开通电路的输出端，电压比较器U1的供电端8脚作为输出端连接供电电路；

[0028] 电压比较器U1的供电端8脚作为输出端连接供电电路，电压比较器U1的输出端1脚接入到滤波电容C6的一端，滤波电容C6的另一端接入输入母线回线中。

[0029] 供电电路包括：分压电阻R5，稳压二极管Z2以及滤波电容C5；

[0030] 分压电阻R5的一端连接电压比较电路中电压比较器U1的供电端8脚，分压电阻R5的另一端连接输入母线正线；

[0031] 去耦电容C5的一端和稳压二极管Z2的阴极连接电压比较电路中电压比较器U1的供电端8脚，去耦电容C5的另一端与稳压二极管Z2的阳极接入输入母线回线中。

[0032] 驱动电路包括：分压电阻R7、分压电阻R10、分压电阻R11、抗干扰电容C7、分压电阻R12、稳压二极管Z3和MOS管M1；

[0033] 分压电阻R7的一端、分压电阻R10的一端和稳压二极管Z3的阴极连接电压比较电路中隔离二极管D1的阳极，电阻R7的另一端接入输入母线正线中，分压电阻R10的另一端接入分压电阻R11的一端、驱动电阻R12的一端和滤波电容C7的一端，驱动电阻R12的另一端接入MOS管M1的栅极，MOS管M1的源极、电容C7的另一端、分压电阻R11的另一端和稳压二极管Z3的阳极接入输入母线回线中；MOS管M1的漏极作为输出端连接下游功率变换电路。

[0034] 本发明与现有技术相比的有益效果是：

[0035] 1、设计了一种欠压保护电路和遥控指令开关电路

[0036] 本发明采用电压比较器设计了一种欠压保护电路。欠压保护电路使得电源能够在母线欠压至某一值时自动关机，且母线电压恢复后无外部指令控制信号时，模块电源无法自行恢复工作；使用光电耦合器配合电压比较器设计了一种遥控指令开关电路，克服了长寿命工作情况下指令频繁工作时继电器开关次数降额不够的缺点。

[0037] 2、遥控指令开关电路具有强抗干扰能力

[0038] 遥控指令开关电路一般具有高阻抗的特性，指令脉冲电压一般为8V～10V，指令宽度为50ms～100ms。遥控指令电路应用于电源模块时，开关电源的开关频率越来越高，造成

的电辐射就会越来越大，会对遥控指令电路形成干扰，同时，在宇航应用中，由于其特殊的空间辐照环境，遥控指令开关电路也会受到干扰。为了避免遥控指令开关电路受到干扰造成模块电源开关误动作造成的问题，本发明设计了具有抗干扰能力的遥控指令开关电路，能够保证在脉冲指令低于6.5V时，遥控开关不动作，当电压为8V～10V时，脉冲宽度小于1ms时，遥控开关不动作。此抗干扰能力可以根据实际需求进行适应性调整。

[0039] 3、欠压保护功能具有抗母线干扰能力

[0040] 本发明使用电压比较器设计了一种欠压保护电路，通过参数设计，合理设计了欠压保护点，避免二次电源输入振荡问题。针对星上载荷多样，空间环境复杂，母线电压可能会由于某个载荷负载的开关机出现波动，设计了一种能够抗母线电压干扰的欠压保护电路，若输入电压出现5ms以下的欠压时，模块电源欠压保护电路不动作，从而避免二次电源由于母线电压干扰突然关机导致负载无法正常工作。

附图说明

[0041] 图1为本发明遥控指令和母线欠压保护电路框图。

具体实施方式

[0042] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步详细的描述。

[0043] 本发明一种具有强抗干扰能力的遥控指令和母线欠压保护电路，包括：遥控指令电路和母线欠压保护电路。遥控指令电路包括：开通电路和关断电路；母线欠压保护电路包括：基准电压电路、电压比较电路、供电电路和驱动电路。

[0044] 开通电路：接收外部传送的开机指令脉冲信号，对指令脉冲信号进行滤波和干扰抑制后送至光电耦合器，经过光电耦合器输出端连接至电压比较电路中电压比较器的负向比较端；

[0045] 关断电路：接收外部传送的开机指令脉冲信号，对指令脉冲信号进行滤波和干扰抑制后送至光电耦合器，经过光电耦合器输出端连接至电压比较电路中电压比较器的正向比较端；

[0046] 基准电压电路：输入母线通过电阻分压后连接至稳压二极管，致使稳压二极管导通，稳压二极管电压通过滤波电路后连接至电压比较电路中电压比较器的负向比较端，提供一个基准电压；

[0047] 电压比较电路：输入母线经过电阻分压后，经过抗干扰滤波电路后连接至电压比较器中的正向比较端，通过与电压比较器负向比较端的基准电压比较后，电压比较器实现正反馈，同时电压比较器输出端连接至驱动电路；

[0048] 供电电路：输入母线经过电阻分压和滤波电容后连接至电压比较电路中电压比较器的正向供电端为电压比较器供电；

[0049] 驱动电路：输入母线经过电阻分压后连接至稳压二极管，稳压二极管电压经过浪涌滤波电容后连接至MOS管的基极，为MOS管提供驱动电平，控制MOS管的导通和关断。

[0050] 如图1所示，关断电路包括：指令防反向隔离二极管D2、泄放电阻R13、滤波限流电阻R14、滤波电容C8、抗干扰电容C9、抗干扰电容C10、抗干扰稳压二极管Z4、光电耦合器U2、上拉电阻R15、静电泄放电阻R16。

[0051] 关断电路中隔离二极管D2的阳极接入关机指令正线的正端，隔离二极管D2的阴极连接至泄放电阻R13的一端和滤波限流电阻R14的一端，泄放电阻R13的另一端接入关机指令回线，泄放电阻R14的另一端接入滤波电容C8的一端、抗干扰电容C9的一端、抗干扰电容C10的一端和光电耦合器U2的1脚；

[0052] 滤波电容C8的另一端和抗干扰稳压二极管Z4的阳极接入关机指令回线中，抗干扰电容C9的另一端、抗干扰电容C10的另一端和抗干扰稳压二极管Z4的阴极连接至光电耦合器U2的6脚；

[0053] 光电耦合器U2的3脚连接至上拉电阻R15的一端，上拉电阻R15的另一端作为输出端连接至电压比较电路中电压比较器U1的正向端3脚，泄放电阻R16的两端分别连接光电耦合器U3的4脚和光电耦合器U3的5脚，光电耦合器U2的5脚连接至输入母线回线中。

[0054] 开通电路包括：指令防反向隔离二极管D3、泄放电阻R17、滤波限流电阻R18、滤波电容C11、抗干扰电容C12、抗干扰电容C13、抗干扰稳压二极管Z5、光电耦合器U3、下拉电阻R19和静电泄放电阻R20。

[0055] 开通电路中隔离二极管D3的阳极接入开机指令正线的正端，隔离二极管D3的阴极连接至泄放电阻R17的一端和滤波限流电阻R18的一端，泄放电阻R17的另一端接入开机指令回线中，滤波限流电阻R18的另一端接入滤波电容C11的一端、抗干扰电容C12的一端、抗干扰电容C13的一端和光电耦合器U3的1脚，滤波电容C11的另一端和抗干扰稳压管Z5的阳极接入开机指令回线中，抗干扰电容C12的另一端、抗干扰电容C13的另一端与抗干扰稳压二极管Z5的阴极连接至光电耦合器U3的6脚，光电耦合器U3的3脚连接至上拉电阻R19的一端，上拉电阻R19的另一端作为输出端连接至电压比较电路中电压比较器U1的负向端2脚，泄放电阻R20的两端分别连接至光电耦合器的4脚和光电耦合器的5脚，光电耦合器U3的5脚连接至输入母线回线中。

[0056] 基准电压电路包括：分压电阻R1、分压电阻R2、分压电阻R8、滤波电容C1和稳压二极管Z1。基准电压电路中分压电阻R1的一端连接分压电阻R2的一端、分压电阻R8的一端、滤波电容C1的一端和稳压二极管Z1的阴极；分压电阻R1的一端作为输出端连接至电压比较电路中电压比较器U1中的负向端2脚，分压电阻R1的另一端和分压电阻R2的另一端连接输入母线正线，分压电阻R8的另一端、电容C1的另一端和稳压二极管Z1的阳极接入输入母线回线中。

[0057] 电压比较电路包括：电阻R3、电阻R9、滤波电容C4、抗干扰电容C2、抗干扰电容C3、正反馈电阻R4、电压比较器U1、隔离二极管D1、滤波电容C6和上拉电阻R6。电压比较器U1的输出端1脚通过上拉电阻R6接入输入母线正线上，同时电压比较器U1的输出端1脚连接隔离二极管D1的阴极，隔离二极管D1的阳极作为输出端连接驱动电路中分压电阻R7的一端和分压电阻R10的一端；电压比较电路中分压电阻R3的一端连接正反馈电阻R4的一端、下位电阻R9的一端、抗干扰电容C2的一端、抗干扰电容C3的一端、滤波电容C4的一端和电压比较器U1的正向端3脚；下位电阻R9的另一端、抗干扰电容C2的另一端、抗干扰电容C3的另一端和滤波电容C4的另一端连接输入母线回线；分压电阻R3的另一端连接输入母线正线；

[0058] 正反馈电阻R4的另一端连接电压比较器U1的输出端1脚，电压比较器U1的接地端4脚连接输入母线回线，电压比较器U1中的正向端3脚作为输入端连接关断电路的输出端上拉电阻R15的另一端，电压比较器U1中的负向端2脚作为输入端连接开通电路的输出端上拉

电阻R19的另一端，电压比较器U1的供电端8脚作为输出端连接供电电路中上拉电阻R5从而接入输入母线正线上；

[0059] 电压比较器U1的供电端8脚作为输出端连接供电电路中去耦电容C5的一端和稳压二极管Z2的阴极，电压比较器U1的输出端1脚接入到滤波电容C6的一端，滤波电容C6的另一端接入输入母线回线中。

[0060] 供电电路包括：分压电阻R5，稳压二极管Z2以及滤波电容C5。分压电阻R5的一端连接电压比较电路中电压比较器U1的供电端8脚，分压电阻R5的另一端连接输入母线正线；去耦电容C5的一端和稳压二极管Z2的阴极连接电压比较电路中电压比较器U1的供电端8脚，去耦电容C5的另一端与稳压二极管Z2的阳极接入输入母线回线中。

[0061] 驱动电路包括：分压电阻R7、分压电阻R10、分压电阻R11、抗干扰电容C7、分压电阻R12、稳压二极管Z3和MOS管M1；通过电压比较器U1输出1脚的高低电平来控制MOS管M1的通断，从而达到欠压保护的功能。分压电阻R7的一端、分压电阻R10的一端和稳压二极管Z3的阴极连接电压比较电路中隔离二极管D1的阳极，电阻R7的另一端接入输入母线正线中，分压电阻R10的另一端接入分压电阻R11的一端、驱动电阻R12的一端和滤波电容C7的一端，驱动电阻R12的另一端接入MOS管M1的栅极，MOS管M1的源极、电容C7的另一端、分压电阻R11的另一端和稳压二极管Z3的阳极接入输入母线回线中；MOS管M1的漏极作为输出端连接下游功率变换电路。

[0062] 1、具有抗干扰能力的遥控指令电路中包括开机指令电路和关机指令电路。开机指令正脉冲电压信号通过隔离二极管D3后，通过滤波电阻R18及滤波电容C11电路滤除小的干扰尖峰信号，再接入到抗干扰电容C12和C13上，击穿串联在开机指令回线上的稳压二极管Z5，使得电流通过光电耦合器U3的发光二极管侧，使得光电耦合器U3副边侧3脚和5脚之间的PN节导通，将电压比较器U1的负向电压管脚2拉低，从而使电压比较器U1输出1脚为高，MOS管M1的栅极驱动电平为高，MOS管M1导通，使得电源开通。开机脉冲消失后，电容C11通过R18和R17进行放电。关机指令正脉冲电压信号通过隔离二极管D2后，通过滤波电阻R14及滤波电容C8电路滤除小的干扰尖峰信号，再接入到抗干扰电容C9和C10上，击穿串联在开机指令回线上的稳压二极管Z4，使得电流通过光电耦合器U2的发光二极管侧，使得光电耦合器U2副边侧3脚和5脚之间的PN节导通，将电压比较器U1的正向电压管脚3拉低，从而使电压比较器U1输出1脚为低电平，MOS管M1的栅极驱动电平为低，MOS管M1关断，使得电源回路关闭。关机脉冲消失后，滤波电容C8通过滤波限流电阻R14和泄放电阻R13进行放电。

[0063] 以开机指令电路为例，抗干扰能力的原理为，指令正电压脉冲发出后，隔离二极管D3，滤波电阻R18，光电耦合器U3的1脚和6脚之间发光二极管、稳压二极管Z5对其电压进行分压，只有当施加于稳压二极管Z5上的电压足够大时，抗干扰稳压二极管Z5才能处于反向击穿状态，使得开机指令回路导通，所以开机指令电压小于某一设置值时，抗干扰稳压二极管Z5无法被击穿，光电耦合器U3的3脚和5脚无法接通，指令失效，从而起到抗干扰的作用。同时在抗干扰电路中设置了电容容值为100倍的抗干扰电容C12、抗干扰电容C13，开机指令通过限流电阻R18后，给抗干扰电容C12和抗干扰电容C13充电，充电时间与限流电阻R18和抗干扰电容C12、抗干扰电容C13相关，当开机指令电压电平脉冲宽度较小时，抗干扰电容C12和抗干扰电容C13在此脉冲宽度时间内无法充满，同样使得抗干扰稳压二极管Z5无法被击穿，从而起到抗干扰的作用。关机指令电路抗干扰能力的实现原理与开机指令电路相同。

[0064] 2、具有抗干扰能力的母线欠压保护电路。输入母线正线经过电阻R5和稳压二极管Z3接入电压比较器U1的供电端8脚，此时稳压二极管Z3被击穿，为比较器U1提供一个稳定的供电电压，比较器U1的4脚接入输入母线回线中。输入母线正线通过分压电阻R7，分压电阻R10，分压电阻R11和稳压二极管Z3为MOS管的栅极提供一个大于10V的驱动电压，R12为防振荡驱动电阻。稳压二极管Z3的通过一个隔离二极管D1接入电压比较器U1的输出端1脚，当电压比较器输出1脚为高时，MOS管M1的驱动电压为高电平，MOS管可以开通，当电压比较器U1输出端1脚为低电平时，经过隔离二极管D1将MOS管的驱动电压拉低至低电平，MOS管M1关断，电源母线无法形成回路，电路无法正常工作。即通过控制电压比较器的输出端的电平高低来控制MOS管M1的开通和关断。输入母线正线通过电阻R1，R2，R8和稳压二极管Z1进行分压，此时稳压二极管Z1被击穿，提供一个固定电压值给电压比较器U1的负向端2脚，输入母线正线通过电阻R3，电阻R9进行分压后，接入电压比较器U1的的正向端3脚，当3脚的电压比2脚的基准电压高时，此时电压比较器U1的1脚输出为高，MOS管M1驱动电平为高，电路正常工作；当母线电压下跌至某一值时，此时电压比较器U1的正向端3脚电压低于2脚的基准电压值，此时电压比较器输出端1脚输出为低，此时MOS管M1的栅极驱动电压为低电平，MOS管关断，电路无法正常工作。此时电压比较器输出端1脚通过正反馈电阻R4将电压比较器的正向端3脚电压也拉低至低电平，此时假若输入母线正线电压上升至正常电压，由于此正反馈系统的存在，促使电压比较器U1正向端3脚电压仍为低电平，电压比较器U1的输出端1脚和MOS管M1的栅极驱动电压也为低电平，MOS管M1仍然无法打开，欠压保护电路仍然起作用。当开机指令信号到达时，电压比较器U1的负向端2脚被拉低至零电位，此时电压比较器正向端3脚电压高于负向端2脚电压，电压比较器输出端1脚重新为高电位，此时MOS管M1的栅极驱动电压为高电平，电路正常工作。

[0065] 欠压保护功能电路中抗干扰能力的原理是在电压比较器U1的正向输入端3脚对地接入抗干扰电容C2、抗干扰电容C3和滤波电容C4，此时3只电容上有一定的储藏能量，当输入母线电压受到干扰有短时的电压下降情况时，此3只电容进行放电，保持电压比较器正向端3脚的电压仍然高于比较器负向端2脚的基准电压，使得电压比较器输出端和MOS管M1的栅极驱动电压仍然维持高电平。根据电容的放电公式可以计算出，此时电压比较器3脚的电压降低至2脚负向端基准电压的时间，从而确定此欠压保护电路的抗干扰能力的大小。

[0066] 本发明说明书中未作详细描述的内容属本领域专业技术人员的公知技术。

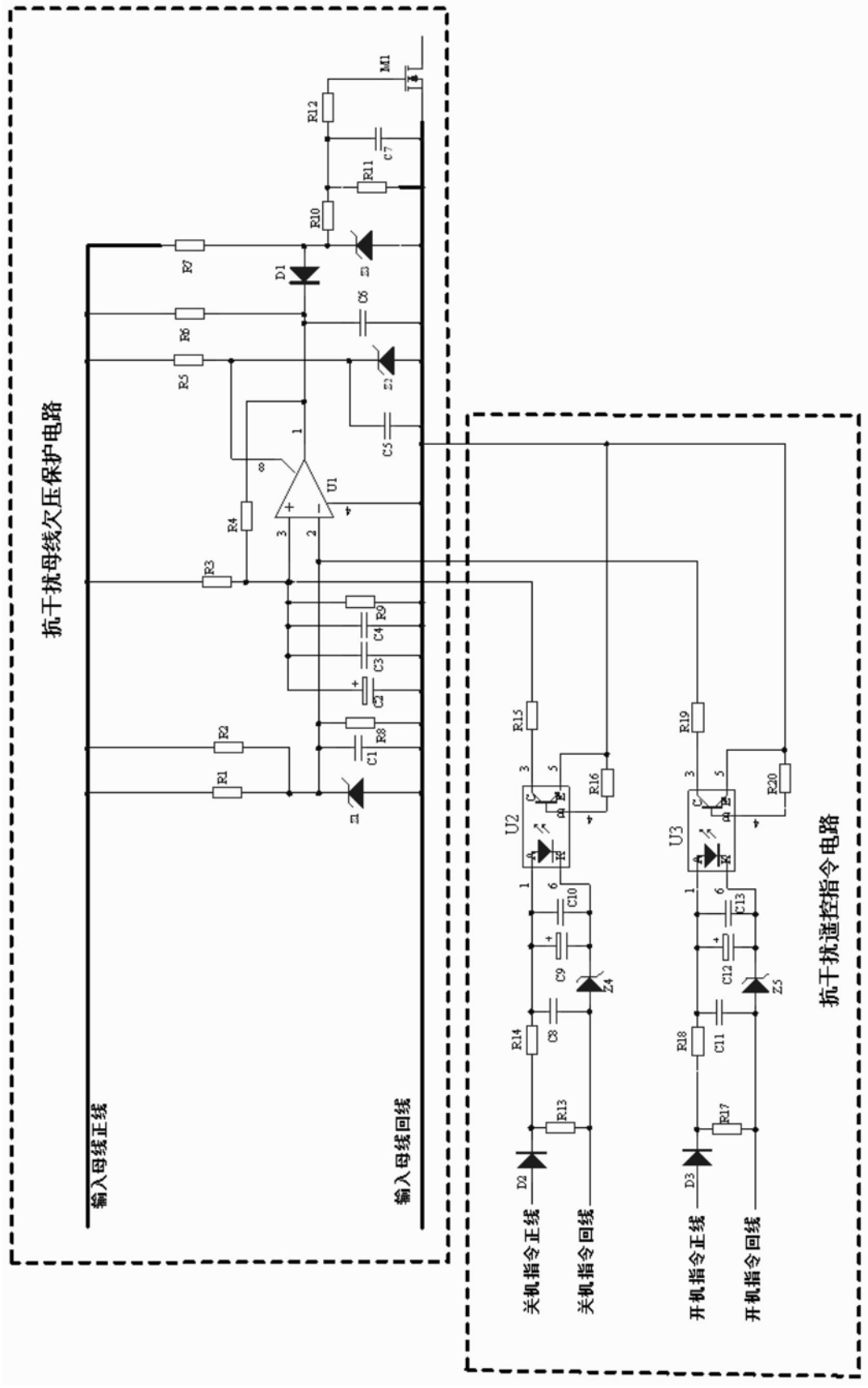

抗干扰母线欠压保护电路
输入母线正线
输入母线回线
抗干扰遥控指令电路
关机指令正线
关机指令回线
开机指令正线
开机指令回线
U1
U2
U3
M1
D1
D2
D3
Z1
Z2
Z3
Z4
Z5
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
R18
R19
R20
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
C9
C10
C11
C12
C13

图1