



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111337375 A

(43)申请公布日 2020.06.26

(21)申请号 202010199330.3

(22)申请日 2020.03.20

(71)申请人 国网陕西省电力公司宝鸡供电公司  
地址 721000 陕西省宝鸡市金台区大庆路  
125号

(72)发明人 周红亮 张利强 谷涛 权生力  
赵超 张梦雯 黄永刚 任小兵  
桂宝平 李江 雷维斌 脱晓飞

(74)专利代理机构 西安知诚思迈知识产权代理  
事务所(普通合伙) 61237  
代理人 麦春明

(51)Int.Cl.  
G01N 5/00(2006.01)  
G01B 7/06(2006.01)

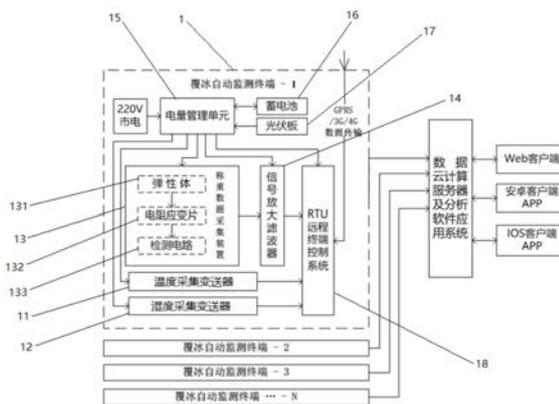
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

一种输电线路覆冰远程监测系统

(57)摘要

本发明涉及一种输电线路覆冰远程监测系统,其包括覆冰自动监测终端和控制终端;所述覆冰自动监测终端安装在输电线路杆塔上,其通过无线网络与所述控制终端连接通讯;所述覆冰自动监测终端包括温度采集变送器、湿度采集变送器、称重数据采集装置、信号滤波放大器、电量管理单元、蓄电池、光伏板和RTU远程终端控制单元。本发明构思合理,使用安全可靠,能实时自动计算监测,不受外界干扰,操控方便,能为覆冰的输电线路第一时间提供数据支撑,确保了输电线路安全可靠供电,降低电网运行风险。



1. 一种输电线路覆冰远程监测系统,其特征在于:所述监测系统包括覆冰自动监测终端和控制终端;

所述覆冰自动监测终端安装在输电线路杆塔上,其通过无线网络与所述控制终端连接通讯;

所述覆冰自动监测终端包括温度采集变送器、湿度采集变送器、称重数据采集装置、信号滤波放大器、电量管理单元、蓄电池、光伏板和RTU远程终端控制单元;所述温度采集变送器和湿度采集变送器的一端均电连接所述电量管理单元,另一端均电连接所述RTU远程终端控制单元;所述称重数据采集装置一端电连接所述电量管理单元,另一端电连接所述信号滤波放大器;所述信号滤波放大器一端电连接所述电量管理单元,另一端电连接所述RTU远程终端控制单元;所述电量管理单元用于实现所述光伏板与所述蓄电池之间的充放电控制;所述电量管理单元一端通过市电接口连接220V市电,另一端分别连接所述蓄电池和光伏板;所述RTU远程终端控制单元一端连接所述电源管理单元,另一端通过无线网络连接所述控制终端。

2. 如权利要求1所述的输电线路覆冰远程监测系统,其特征在于:所述RTU远程终端控制单元分别采集所述称重数据采集装置的称重电流信号、所述温度采集变送器的温度电流信号以及所述湿度采集变送器的湿度电流信号,然后通过无线网络传输至远程计算机专家软件系统。

3. 如权利要求1所述的输电线路覆冰远程监测系统,其特征在于:所述RTU远程终端控制单元具有开关量采集通道、模拟量采集通道和并行接口;所述开关量采集通道和模拟量采集通道均通过所述并行接口与所述控制终端连接通讯;所述开关量采集通道用于采集所述电量管理单元控制的电流输出开关状态;所述模拟量采集通道用于采集中称重数据、温度数据、湿度数据以及气象数据。

4. 如权利要求3所述的输电线路覆冰远程监测系统,其特征在于:所述模拟量采集通道具有多路开关、电流/电压互感器、电量变送器、采样保持器、A/D变换器和标量计算器;所述多路开关一端连接所述电流/电压互感器,另一端连接所述电量变送器一端;所述电量变送器另一端连接所述采样保持器一端,所述采样保持器另一端连接所述A/D变换器一端,所述A/D变换器另一端连接所述标量计算器一端,所述标量计算器另一端连接所述并行接口并通过所述并行接口连接所述控制终端。

5. 如权利要求3所述的输电线路覆冰远程监测系统,其特征在于:所述开关量采集通道具有开关K1~K8、信号转换器和光电隔离器;所述开关K1~K8一端连接12V直流电源,另一端连接所述信号转换器一端;所述信号转换器另一端连接所述光电隔离器一端,所述光电隔离器另一端连接所述并行接口并通过所述并行接口连接所述控制终端。

6. 如权利要求3所述的输电线路覆冰远程监测系统,其特征在于:所述控制终端包括CPU、串行接口、4G Modbus模块、Modbus寄存器、只读存储器、随机存储器(RAM)、中断控制模块和定时技术模块;所述控制终端还搭载有4G Modem,其通过所述4G Modem将所述开关量采集通道和所述模拟量采集通道的数据传输至远程计算机专家软件系统。

7. 如权利要求1所述的输电线路覆冰远程监测系统,其特征在于:所述称重数据采集装置包括外壳、设置于所述外壳内部的弹性体、与所述弹性体连接的电阻应变片及与所述电阻应变片连接的检测电路;所述弹性体、电阻应变片及检测电路组装成一个整体匹配安装

于所述外壳的内部。

8. 如权利要求1所述的输电线路覆冰远程监测系统,其特征在于:所述信号滤波放大器是将所述称重数据采集装置传输的电信号等比例放大并滤波后转换为4-20mA的标准电流信号;所述信号滤波放大器为二极管基本放大电路且用于将输出的电压mV级信号放大至0-5V范围内。

9. 如权利要求1所述的输电线路覆冰远程监测系统,其特征在于:所述温度采集变送器和湿度采集变送器均为四线制电流型变送器;所述温度采集变送器和湿度采集变送器均采用的是型号为JWSKE-6系列增强型温湿度变送器。

## 一种输电线路覆冰远程监测系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于输电线路监测技术领域,具体涉及一种输电线路覆冰监测实时系统。

### 背景技术

[0002] 输电线路覆冰和积雪会导致其机械和电气性能急剧下降,引起导线舞动、杆塔倾斜甚至倒塌、断线以及绝缘子串覆冰闪络等重大电力事故,严重影响电力系统的安全运行。长期以来,国内外对输电线路覆冰进行了长期的观测和研究,在覆冰理论、冰闪机理、输电线路覆冰监测研究相关技术等方面取得了很多成果。目前,检测线路覆冰的方法主要有人工巡视监测、观冰站等等,这些方法存在着人工巡视劳动强度大、投资高、时间长,监测结果准确度差大等问题。

[0003] 长期以来,可靠稳妥地监测输电线路覆冰情况一直是困扰线路运维工作的一大瓶颈。因此,研制一款输电线路覆冰远程监测系统尤其是对现有监测装置进行改进,是解决上述问题的关键。

### 发明内容

[0004] 针对上述背景技术中存在的问题,本发明提出了一种构思合理,使用安全可靠,能实时自动计算监测,不受外界干扰,操控方便,能为覆冰的输电线路第一时间提供数据支撑,确保了输电线路安全可靠供电,降低电网运行风险的输电线路覆冰远程监测系统。

[0005] 本发明的技术方案如下:

[0006] 上述的输电线路覆冰远程监测系统,包括覆冰自动监测终端和控制终端;所述覆冰自动监测终端安装在输电线路杆塔上,其通过无线网络与所述控制终端连接通讯;所述覆冰自动监测终端包括温度采集变送器、湿度采集变送器、称重数据采集装置、信号滤波放大器、电量管理单元、蓄电池、光伏板和RTU远程终端控制单元;所述温度采集变送器和湿度采集变送器的一端均电连接所述电量管理单元,另一端均电连接所述RTU远程终端控制单元;所述称重数据采集装置一端电连接所述电量管理单元,另一端电连接所述信号滤波放大器;所述信号滤波放大器一端电连接所述电量管理单元,另一端电连接所述RTU远程终端控制单元;所述电量管理单元用于实现所述光伏板与所述蓄电池之间的充放电控制;所述电量管理单元一端通过市电接口连接220V市电,另一端分别连接所述蓄电池和光伏板;所述RTU远程终端控制单元一端连接所述电源管理单元,另一端通过无线网络连接所述控制终端。

[0007] 所述输电线路覆冰远程监测系统,其中:所述RTU远程终端控制单元分别采集所述称重数据采集装置的称重电流信号、所述温度采集变送器的温度电流信号以及所述湿度采集变送器的湿度电流信号,然后通过无线网络传输至远程计算机专家软件系统。

[0008] 所述输电线路覆冰远程监测系统,其中:所述RTU远程终端控制单元具有开关量采集通道、模拟量采集通道和并行接口;所述开关量采集通道和模拟量采集通道均通过所述并行接口与所述控制终端连接通讯;所述开关量采集通道用于采集所述电量管理单元控制

的电流输出开关状态;所述模拟量采集通道用于采集中称重数据、温度数据、湿度数据以及气象数据。

[0009] 所述输电线路覆冰远程监测系统,其中:所述模拟量采集通道具有多路开关、电流/电压互感器、电量变送器、采样保持器、A/D变换器和标量计算器;所述多路开关一端连接所述电流/电压互感器,另一端连接所述电量变送器一端;所述电量变送器另一端连接所述采样保持器一端,所述采样保持器另一端连接所述A/D变换器一端,所述A/D变换器另一端连接所述标量计算器一端,所述标量计算器另一端连接所述并行接口并通过所述并行接口连接所述控制终端。

[0010] 所述输电线路覆冰远程监测系统,其中:所述开关量采集通道具有开关K1~K8、信号转换器和光电隔离器;所述开关K1~K8一端连接12V直流电源,另一端连接所述信号转换器一端;所述信号转换器另一端连接所述光电隔离器一端,所述光电隔离器另一端连接所述并行接口并通过所述并行接口连接所述控制终端。

[0011] 所述输电线路覆冰远程监测系统,其中:所述控制终端包括CPU、串行接口、4G Modbus模块、Modbus寄存器、只读存储器、随机存储器(RAM)、中断控制模块和定时技术模块;所述控制终端还搭载有4G Modem,其通过所述4G Modem将所述开关量采集通道和所述模拟量采集通道的数据传输至远程计算机专家软件系统。

[0012] 所述输电线路覆冰远程监测系统,其中:所述称重数据采集装置包括外壳、设置于所述外壳内部的弹性体、与所述弹性体连接的电阻应变片及与所述电阻应变片连接的检测电路;所述弹性体、电阻应变片及检测电路组装成一个整体匹配安装于所述外壳的内部。

[0013] 所述输电线路覆冰远程监测系统,其中:所述信号滤波放大器是将所述称重数据采集装置传输的电信号等比例放大并滤波后转换为4-20mA的标准电流信号;所述信号滤波放大器为二极管基本放大电路且用于将输出的电压mV级信号放大至0-5V范围内。

[0014] 所述输电线路覆冰远程监测系统,其中:所述温度采集变送器和湿度采集变送器均为四线制电流型变送器;所述温度采集变送器和湿度采集变送器均采用型号为JWSKE-6系列增强型温湿度变送器。

[0015] 有益效果:

[0016] 本发明输电线路覆冰远程监测系统基于动态数据称重法,结构设计合理,通过在易覆冰区域的铁塔上安装覆冰自动监测终端,将现场数据通过无线通讯网络传往监控终端,可随时掌握线路的覆冰情况,并可实现预、报警,达到实时采集覆冰数据,掌握覆冰情况采取措施,达到降低电网覆冰事故损失的目的。

[0017] 本发明输电线路覆冰远程监测系统还具有以下优点:

[0018] (1) 双重供电及市电优先智能切换

[0019] 系统具有双重供电,当无外接市电时,电量管理单元将光伏板产生的电能储存至蓄电池并根据蓄电池电量状况将电源输送至前端各用电设备;当现场有市电输入时,电量管理单元自动切断蓄电池电量输出,切换至市电供给前端各用电设备,此设计延长蓄电池使用寿命,适应多种铁塔现场安装情况。

[0020] (2) 称重采集与多重传感器融合

[0021] 现场通过称重数据采集装置内的弹性元件、电阻应变片、测量电路实现载荷负重的数字量化,通过信号滤波放大器,将线性电阻信号转换为4-20mA标准模拟信号。

### [0022] (3) 系统构架模型

[0023] 系统采用分布式构架,前端可任意安装覆冰自动监测终端,通过网络信号与云计算专家软件,实现数据实时采集,云存储与多重客户端监看管理功能,使得班组及相关责任人第一时间掌握线路覆冰状况,为建设坚强智能电网提供了必要的技术保障。

### 附图说明

[0024] 图1为本发明输电线路覆冰远程监测系统的原理框图。

[0025] 图2为本发明输电线路覆冰远程监测系统的原理图。

[0026] 图3为本发明输电线路覆冰远程监测系统的电路连接原理图。

[0027] 图4为本发明输电线路覆冰远程监测系统的称重数据采集装置的结构示意图。

[0028] 图5为本发明输电线路覆冰远程监测系统的覆冰自动监测终端的称重采集装置的电路图。

[0029] 图6为本发明输电线路覆冰远程监测系统的覆冰自动监测终端的电量管理单元的电路图。

[0030] 图7为本发明输电线路覆冰远程监测系统的RTU远程终端控制单元的模拟量采集通道的光电隔离电路图。

### 具体实施方式

[0031] 如图1、2所示,本发明输电线路覆冰远程监测系统,包括覆冰自动监测终端1和控制终端2。

[0032] 该覆冰自动监测终端1安装在输电线路杆塔上,其通过无线网络与控制终端2连接通讯。

[0033] 该控制终端2包括CPU、串行接口、4G Modbus模块、Modbus寄存器、只读存储器(ROM)、随机存储器(RAM)、中断控制模块和定时技术模块。

[0034] 该覆冰自动监测终端1包括温度采集变送器11、湿度采集变送器12、称重数据采集装置13、信号滤波放大器14、电量管理单元15、蓄电池16、光伏板17和RTU远程终端控制单元18。

[0035] 该温度采集变送器11和湿度采集变送器12的一端均电连接电量管理单元5,另一端均电连接RTU远程终端控制单元18。该温度采集变送器11和湿度采集变送器12均为四线制(4-20mA)电流型变送器;该温度采集变送器11和湿度采集变送器12采用的是型号为JWSKE-6系列增强型温湿度变送器(温湿度传感器)。

[0036] 如图4所示,该称重数据采集装置13一端电连接电量管理单元15,另一端电连接信号滤波放大器14。其中,该称重数据采集装置13包括外壳130、设置于外壳130内部的弹性体131、与弹性体131连接的电阻应变片132及与电阻应变片132连接的检测电路133;该弹性体131、电阻应变片132及检测电路133构成一个整体;当导线覆冰后,导线荷重产生一个增量,弹性体131受力变形,电阻应变片132贴在弹性体131上,电阻应变片132上部的电阻应变片132随之变形并导致电阻改变;检测电路133测出电阻应变片132的电阻变化并变换为与外力大小成比例的电信号输出至信号滤波放大器14;具体是该称重数据采集装置13输出微小电压mV级信号,该微小电压mV级信号经信号滤波放大器14被放大至0-5V范围内。

[0037] 其中,该电阻应变片132是把一根电阻丝机械的分布在一块有机材料制成的基底上,即成为一片应变片。该弹性体131具有两个功能,首先是该弹性体131承受所受的外力,对外力产生反作用力,达到相对静平衡,其次,该弹性体131要产生一个高品质的应变场(区),使粘贴在此区的电阻应变片132比较理想的完成应变电信号的转换任务。该检测电路133用于把电阻应变片132的电阻变化转变为微小电压输出,例如:该检测电路133灵敏度为 $2 \pm 0.002$  (mv/v),在一定的供电条件下 $U_{in}$ (比如12VDC),载荷达到额定满量程(比如5000kg)时的输出变化量 $U_{out}$ (比如24mV)与供电电压的比值。

[0038] 该称重数据采集装置13的工作原理为:弹性体131(弹性元件,敏感梁)在外力作用下产生弹性变形,使粘贴在他表面的电阻应变片132(转换元件)也随同产生变形,电阻应变片132变形后阻值将发生变化(增大或减小),再经相应的检测电路133把这一电阻变化转换为电信号(电压或电流),从而完成了将外力变换为电信号的过程,检测电路133测出电阻应变片132的变化并变换为与外力大小成比例的电信号输出,电信号经处理后以数字形式显示出被测物的质量,即:力的变化 $\rightarrow$ 弹性体形变 $\rightarrow$ 电阻变化 $\rightarrow$ 电压变化。

[0039] 如图5所示,该称重数据采集装置13的检测电路133由芯片U1、芯片U2、芯片U5、电容C1~C11、电感L1、二极管D1~D2、电阻R1~R22、运算放大器U3A和U3B、光电耦合器U4和U6、接线端子P1~P5组成。其中,该电容C1~C3和C5均为极性电容,该电阻R7、R11、R16和R20均为可调电阻;该二极管D2为稳压二极管。该电容C1采用C470uF/50V电容,该电容C2采用C470uF/25V电容,该电容C3采用100uF/25V电容,该电容C5采用68uF/16V电容;该电容C4、C6、C7、C9、C10、C11的电容值均为0.1uF,该电容C8的电容值为1uF。该电阻R1、R14的电阻值均为3K $\Omega$ ,该电阻R2、R15的电阻值均为20K $\Omega$ ,该电阻R3、R17、R21、R22的电阻值均为2K $\Omega$ ,该电阻R4、R5、R8、R10、R12的电阻值均为1K $\Omega$ ,该电阻R6、R13、R18的电阻值均为100K $\Omega$ ,该电阻R7的电阻值为5K $\Omega$ ,该电阻R9、R19的电阻值均为10K $\Omega$ ,该电阻R11、R16、R20的电阻值均为50K $\Omega$ ,该电阻R15的电阻值为3K $\Omega$ 。该电感L1的电感值为47uH。

[0040] 如图5所示,该芯片U1的型号为L7815ABD2T,该芯片U1的管脚IN连接+24V电源,该芯片U1的管脚GND接地,该芯片U1的管脚OUT连接+15V电源;该电容C1的阳极连接+24V电源,阴极接地GND;该电容C2的阳极连接+15V电源,阴极接地GND;该电容C3的阳极连接+15V电源,阴极接地GND;该电容C4一端连接+15V电源,另一端接地GND。

[0041] 如图5所示,该芯片U2的型号为MAX764,该芯片U2的管脚OUT连接-5V电源,该芯片U2的管脚FB和管脚REF连接电容C6并通过电容C6接地,该芯片U2的管脚SHDN和管脚GND均接地,该芯片U2的管脚V+连接+15V电源,该芯片U2的管脚LX连接二极管D1的阴极端;该二极管D1的型号为N5817,其阳极端连接-5V电源;该电感L1的型号为47uH,其一端连接二极管D1的阴极端,另一端接地;该极性电容C5的阳极接地,阴极连接-5V电源。

[0042] 如图5所示,该电容C7一端连接+15V电源,另一端接地GND;该电容C8一端接地,另一端连接接线端子P2的1号管脚;该二极管D2型号为IN4740,其阳极端接地,阴极端连接接线端子P2的1号管脚。

[0043] 如图5所示,该芯片U5的型号为OPA2227,该芯片U5的管脚+VCC连接+15V电源,该芯片U5的管脚-VCC连接-5V电源;该电阻R4一端连接接线端子P2的1号管脚,另一端连接芯片U5的管脚OUT1;该电阻R8一端连接芯片U5的管脚+IN1,另一端连接接线端子P3的1号管脚;该电阻R12一端连接芯片U5的管脚+IN2,另一端连接接线端子P3的2号管脚;该电阻R5一端

连接该电阻R7的滑片,另一端依次串接电阻R10和R13后接地;该电阻R7的线圈一端和滑片均连接电阻R6并通过电阻R6均连接芯片U5的管脚OUT1,该电阻R7的线圈另一端连接于电阻R10与电阻R13之间;该电容C9一端连接接线端子P3的1号管脚,另一端接地;该电容C10一端连接称重传感器信号端子S-,另一端接地;该电阻R18一端接地,另一端连接电阻R16的滑片;该电阻R16的线圈一端连接接线端子P3的1号管脚,线圈另一端连接接线端子P3的2号管脚。

[0044] 如图5所示,该接线端子P1的1号管脚连接+24V电源,2号管脚接地;该接线端子P2的2号管脚连接-5V电源;该接线端子P4的1号管脚连接+15V电源,2号管脚接地。

[0045] 如图5所示,该电容C11一端连接+15V电源,另一端接地。该运算放大器U3A的型号为LM358M,其电源正极端连接+15V电源,电源负极端接地;该运算放大器U3A的同相输入端连接电阻R2并通过电阻R2连接接线端子P2的1号管脚,该运算放大器U3A的反相输入端连接电阻R11的滑片;该电阻R11的线圈一端接地,线圈另一端连接电阻R9并通过电阻R9连接+15V电源;该运算放大器U3A的输出端连接电阻R3并通过电阻R3连接光电耦合器U4的阳极端;该光电耦合器U4的阴极端和发射极接地,该光电耦合器U4的集电极连接接线端子P5的1号管脚;该电阻R1一端连接接线端子P5的1号管脚,另一端连接+24V电源;该电阻R21一端接地,另一端连接光电耦合器U4的阳极端。

[0046] 如图5所示,该运算放大器U3B的型号为LM358M,其正极端连接+15V电源,负极端接地,同相输入端连接电阻R15并通过电阻R15连接接线端子P2的1号管脚;该运算放大器U3B的反相输入端连接电阻R20的滑片,该电阻R20的线圈一端连接电阻R19并通过电阻R19连接+15V电源,该电阻R20的线圈另一端接地;该运算放大器U3B的输出端连接电阻R17并通过电阻R17连接光电耦合器U4的阳极端;该光电耦合器U4的阴极端和发射极接地,该光电耦合器U4的集电极连接接线端子P5的2号管脚;该电阻R22一端连接光电耦合器U4的阳极端,另一端接地;该电阻R14一端连接接线端子P5的2号管脚,另一端连接+24V电源。

[0047] 如图5所示,该检测电路133中Vout是信号滤波放大器将mv级信号滤波后放大输出,放大后模拟量输出0-10V,输出电压也可以调整;S+,S-是称重数据采集装置13信号;OUT1,OUT2是开关量输出,可做超重报警,可调。

[0048] 该信号滤波放大器14一端电连接电量管理单元15,另一端电连接RTU远程终端控制单元18;其中,该信号滤波放大器14是将称重数据采集装置13传输的电信号等比例放大并滤波后转换为4-20mA的标准电流信号;该信号滤波放大器14为二极管基本放大电路,主要将输出微小电压mV级信号,该信号经信号滤波放大器14把微小电压mV级信号放大至0-5V范围内。

[0049] 该电量管理单元15主要实现光伏板17与蓄电池16的充放电控制,采用市场成型产品;该电量管理单元15一端通过市电接口连接220V市电,另一端分别连接蓄电池16和光伏板17。如图6所示,该电量管理单元15由太阳能电池组、开关器件T1和T2、检测控制电路、蓄电池、电阻BX、二极管D1和D2组成;该电量管理单元15的电路是采用现有电路,例如太阳能路灯、太阳能监控设等都是采用此电路,其功能是将光能转换为电能,同时控制负载的开关。

[0050] 该开关器件T1一端连接太阳能电池组的负极,另一端连接开关器件T2的一端;该开关器件T2的另一端连接负载一端;该二极管D1的阳极端连接太阳能电池组的阳极,该二极管D1的阴极端连接负载另一端;该检测控制电路一端连接于开关器件T1与T2之间,另一

端连接二极管D1的阴极端;该检测控制电路的输出端还分别连接开关器件T1与T2;该蓄电池一端连接电阻BX并通过电阻BX连接于开关器件T1与T2之间,该蓄电池另一端连接二极管D1的阴极端;该二极管D2的阳极端连接二极管D1的阴极端,该二极管D2的阴极端连接于开关器件T1与T2之间。

[0051] 该RTU远程终端控制单元18一端连接电源管理单元5,另一端通过无线网络(GPRS/3G/4G)连接控制终端2。该RTU远程终端控制单元18分别采集该称重数据采集装置13的称重电流信号、温度采集变送器11的温度电流信号以及湿度采集变送器12的湿度电流信号,然后通过无线网络(GPRS/3G/4G)传输至远程计算机专家软件系统。

[0052] 如图3所示,该RTU远程终端控制单元18具有开关量采集通道、模拟量采集通道和并行接口。该控制终端2还搭载有4G Modem,其通过4GModem将开关量采集通道DI1-DI8、模拟量采集通道AI1-AI8的数据传输至远程计算机专家软件系统。

[0053] 该开关量采集通道和模拟量采集通道均通过并行接口与控制终端2连接通讯;该开关量采集通道用于采集电量管理单元15控制的多路电流输出开关状态(导通或断开)。其中,该开关量采集通道具有开关K1~K8、信号转换器和光电隔离器;该开关K1~K8一端连接12V直流电源,另一端连接信号转换器一端;该信号转换器另一端连接光电隔离器一端,该光电隔离器另一端连接并行接口并通过并行接口连接控制终端2。

[0054] 该开关K1~K8的开关量是随时间离散变化的信号,一般具有“开”、“关”两种状态,用1位二进制数据表示,一个字节表示8个开关量;即:多路电流输出(称重采集、温度采集、湿度采集、后续还可扩展到现场的气象数据采集等)断路器的位置状态、以及系统告警信号等。

[0055] 该光电隔离器用于实现控制终端2与外部电路之间的电气隔离,消除开关量信号本身的干扰和信号沿途的传输的干扰。如图7所示,该光电隔离器由光电二极管(LED)和成对光敏晶体管(光耦);该光电二极管(LED)的型号为GORDOS,该成对光敏晶体管(光耦)的型号为IDC5;该光电二极管接到信号源一侧,成对光敏晶体管取开关的作用,光电二极管导通时,开关闭合,实现两侧间的电隔离。

[0056] 该开关K1~K8的开关量采集实现方式为:当开关K1~K8的开关量发生变化时,并行接口向控制终端2的CPU发出中断请求;若控制终端2的CPU处于中断允许状态,则在处理完当前命令周期后,即转入中断处理过程;控制终端2的CPU执行对图3中的并行接口进行扫描查询;扫描查询不仅采集当时的开关状态,还要记录开关序号、变位时间、变位后的状态等。

[0057] 该模拟量采集通道用于采集称重数据采集装置13的称重数据、温度采集变送器11的温度数据和湿度采集变送器12的湿度数据以及气象数据(在图3中的模拟量采集通道可接入其它传感器数据,即:AI 1-AI8共可接入8路独立数据;例如:称重占1路,温度占用1路,湿度占用1路,风速、风向、气压、雨量等)。其中,该模拟量采集通道所采集的模拟量是在时间和幅值上连续变化的信号,如电压、电流,变压器的有功/无功功率,系统频率等。该模拟量采集通道的实现方式为独立采集8路模拟量数据,即:第一路AI\_1,覆冰称重数据采集;第二路AI\_2,温度数据采集;第三路AI\_3,湿度数据采集;第四路AI\_4,风速数据采集(后续扩展通道);第五路AI\_5,风向数据采集(后续扩展通道);第六路AI\_6,气压数据采集(后续扩展通道);第七路AI\_7,雨量数据采集(后续扩展通道);第八路AI\_8,光伏电池电量数据采集

(后续扩展通道)。

[0058] 如图3所示,该模拟量采集通道具有多路开关、电流/电压互感器、电量变送器、采样保持器、A/D变换器和标量计算器。该多路开关一端连接电流/电压互感器,另一端连接电量变送器一端;该电量变送器另一端连接采样保持器一端,该采样保持器另一端连接A/D变换器一端,该A/D变换器另一端连接标量计算器一端,该标量计算器另一端连接并行接口并通过并行接口连接控制终端2。

[0059] 该多路开关将被测电量经电流/电压互感器(CT/PT)变成一定标准的低电压/一定量标准的小电流、再经电量变送器转换成直流信号,然后将其依次送入采样保持器和A/D变换器,标量计算器从A/D变换器内读出转换后的数字量,经标度变换计算所测电量值。

[0060] 该多路开关用于将多路模拟信号逐个分时接入,以便经采样后送入A/D变换器进行转换。

[0061] 该采样保持器作用为:当某一模拟量进行A/D变换时,由于A/D变换过程需一段时间,必须保证此过程中被测参数值不变,否则会影响变换精度,同理必须保持恒定的输出。

[0062] 该AD变换器的作用为:模拟量经过多路开关和采样保持器后,必须转换成数字量才能送入控制终端2;在A/D转换时,必须用量化单位对其进行整型量化,得到与模拟量相对应的数字量;经编码后成为能被控制终端2接受的信息;另外要对信号进行规格化,统一地变化为0~5V的电平电压,这些电平统一的信号通过A/D变换器转换成数字量后送入控制终端2,再经过一系列数据预处理,最终送入控制终端2的Modbus寄存器。

[0063] 其中,进入A/D变换器的模拟信号都为统一的电平信号,如量程为0-5000KG称重数据采集装置13,经过信号滤波放大器14后输出为5V;量程为0-100度的温度采集变送器11,经模拟量采集通道的电压互感器后温度采集变送器11输出也为5V,两者经A/D变换后得到同一数字量,意义却不同。

[0064] 本发明输电线路覆冰远程监测系统的控制终端2的远程传输实现方式为:

[0065] 远程计算机专家软件系统通过指令查询方式,经由控制终端2的4GModem模块以及串行接口,在定时周期(如5秒查询读取一次/15秒查询读取一次)获取RTU远程终端控制单元18中的Modbus数据线圈寄存器数据。

[0066] 例如:查询第一路模拟量AI\_1,覆冰称重数据采集;远程计算机专家软件系统每10秒向该设备发送指令码:FE 04 00 00 00 01 25 C5,

字段	含义	备注
FE	设备地址	
04	04 指令	查询输入寄存器指令
[0067] 00 00	起始地址	要查询的第一路模拟量寄存器地址
00 01	查询数量	要查询的模拟量数量
25 C5	CRC16	循环冗余校验

[0068] 模拟返回信息:

[0069] 覆冰自动监测终端1收到查询码后,立刻通过4G Modem以及串行数据接口向远程计算机专家软件系统返回码FE 04 02 00 00 AD 24

字段	含义	备注
FE	设备地址	
04	04 指令	返回指令：如果查询错误，返回 0x82
[0070] 02	字节数	返回状态信息的所有字节数
00 00	查询的 AD 字	0x0227，即十进制 551，为查询的模拟量 AD 字的值
AD 24	CRC16	循环冗余校验

[0071] 本发明输电线路覆冰远程监测系统的工作方式如下：

[0072] 在覆冰自动监测终端1中，当无外接市电时，电量管理单元15负责将光伏板17产生的电能储存至蓄电池16并根据蓄电池16电量状况将电源输送至前端各用电设备；当现场有市电输入时，电量管理单元15自动切断蓄电池16电量输出，切换至市电供给前端各用电设备；该控制终端2上搭载的数据云计算服务器及分析软件应用系统根据前台获取的数据，进行力学分析，利用等值覆冰厚度计算模型计算出等值覆冰厚度，管理人员可使用手机或计算机客户端软件实时连接云服务器进行信息查看及管理。

[0073] 本发明输电线路覆冰远程监测系统的监测方法为：

[0074] (1) 导线等值覆冰厚度监测

[0075] 利用绝缘子受力数据，建立在一个垂直挡距单元内导线自重、绝缘子垂直荷重和导线等值覆冰厚度的数学模型，在线监测在一个垂直挡距内导线等值覆冰厚度的变化；

[0076] (2) 气象数据监测

[0077] 在线监测测点周围的温度、湿度等数据，必要时，可增加降雨量、日照监测等功能；

[0078] (3) 杆塔荷载监测

[0079] 利用沿两个垂直方向(坐标)的倾角数据，可建立杆塔受力三维力学解析模型，实现对杆塔垂直荷载及不均衡张力的监测；

[0080] (4) 自动预警报警功能

[0081] 根据线路设计标准或用户要求，设定预、报警值，预、报警信息可在客户端显示，远程计算机专家软件系统也会根据预报警信息，自动提高数据采集频率，实现实时跟踪；

[0082] (5) 覆冰生长预测

[0083] 通过现场信号采集，可扩展至把导线半径、气温、风速、降水率、风向及覆冰时间等作为输入量，对冰柱生长的覆冰模型进行了分析和计算。

[0084] 本发明发明具有结构精巧、安全可靠、实时自动计算监测、不受外界干扰、操控方便等五方面特点，能为覆冰的输电线路第一时间提供数据支撑；确保了输电线路安全可靠供电，降低电网运行风险；本发明应用于输电线路恶劣气候条件下采集工作，可有效降低工作人员的劳动强度，不用人员到达现场观冰，提高了工作效率及质量。

[0085] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明，不能认定本新型的具体实施方式仅限于此，对于本新型所属技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本新型构思的前提下，还可以做出若干简单的推演或替换，都应当视为属于本新型所提交的权利要求书确定专利保护范围。

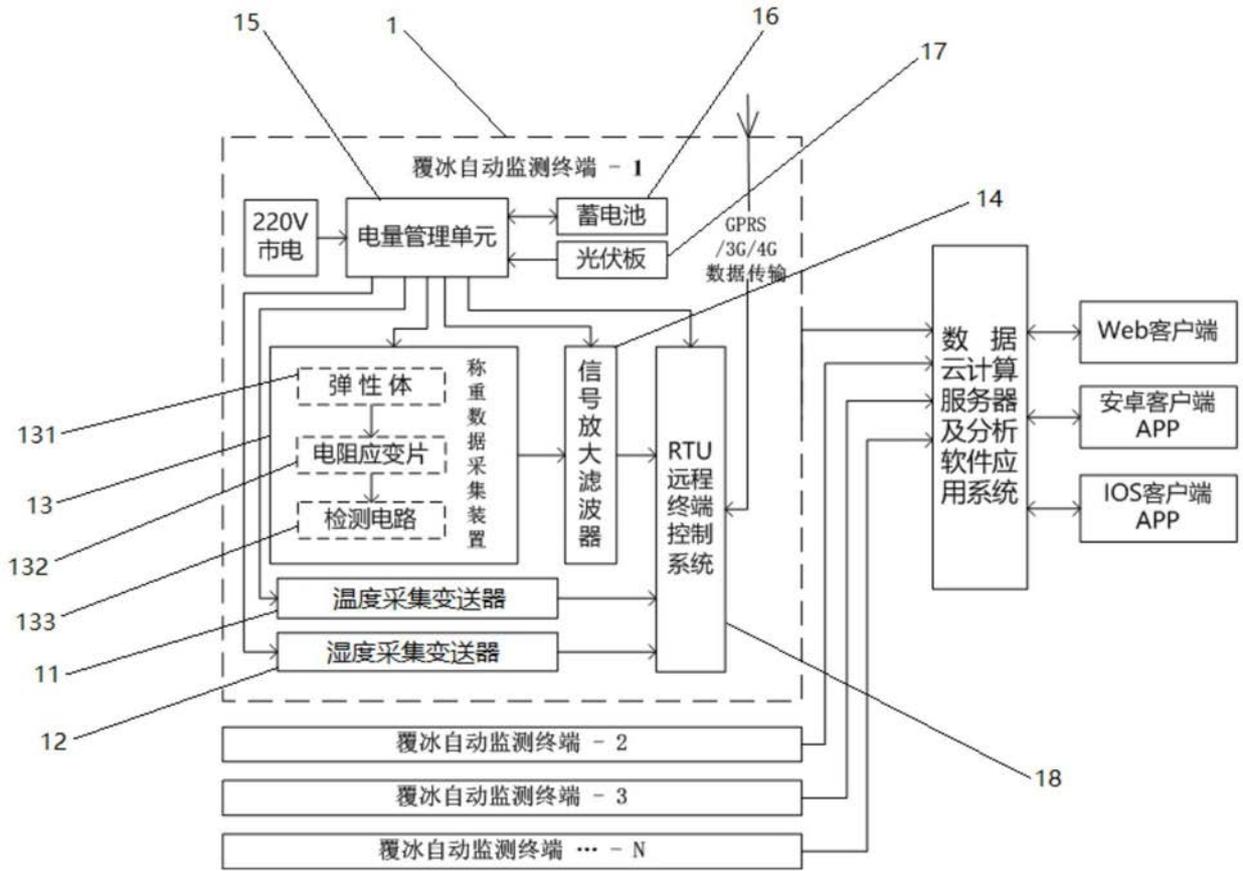


图1

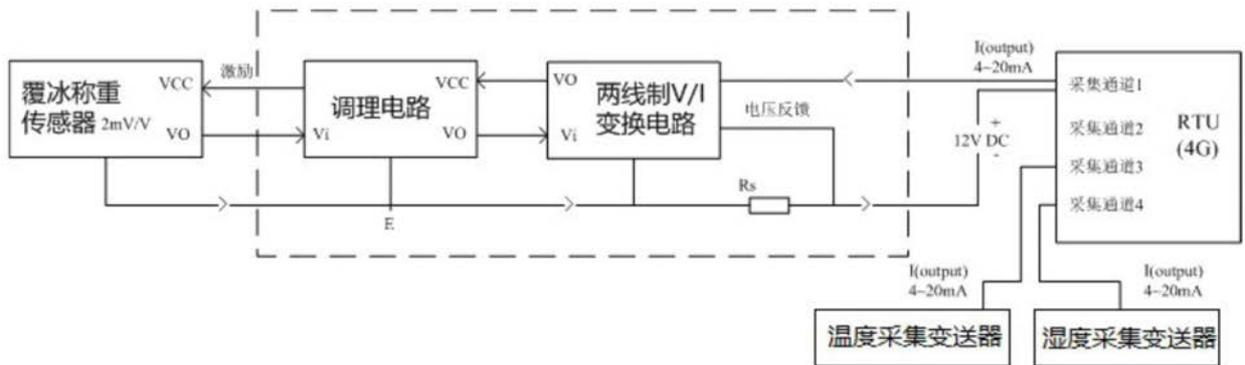


图2

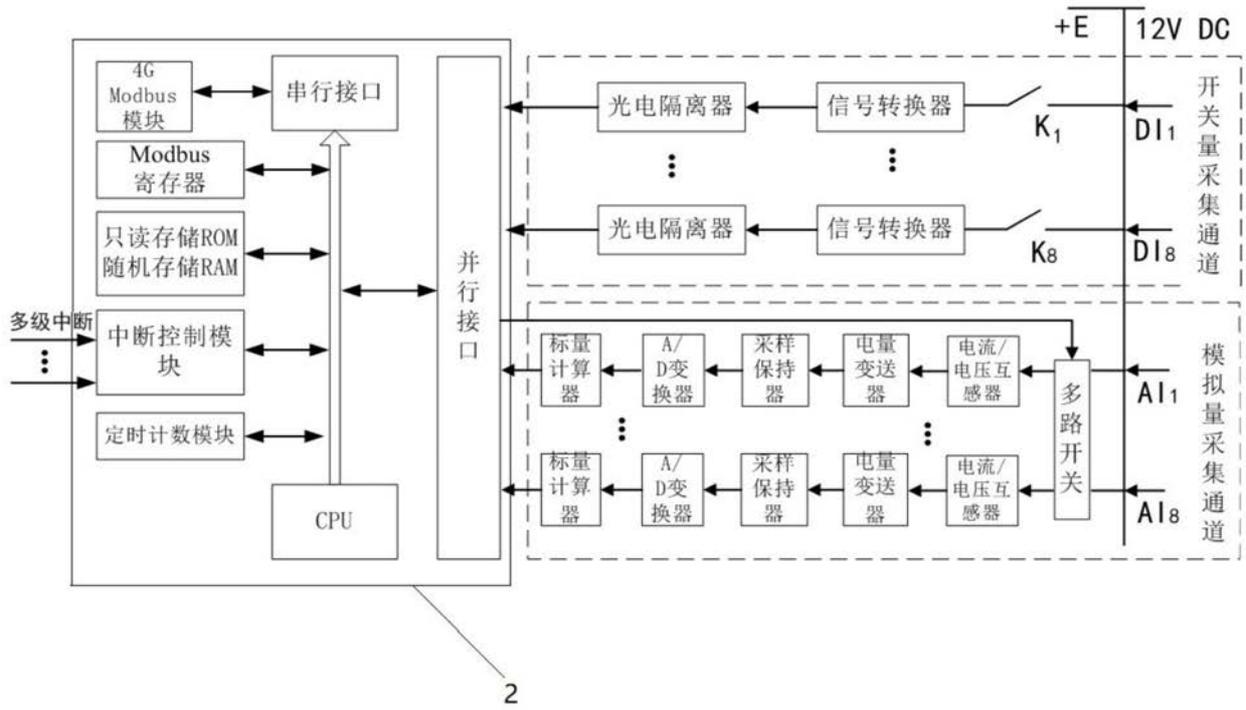


图3

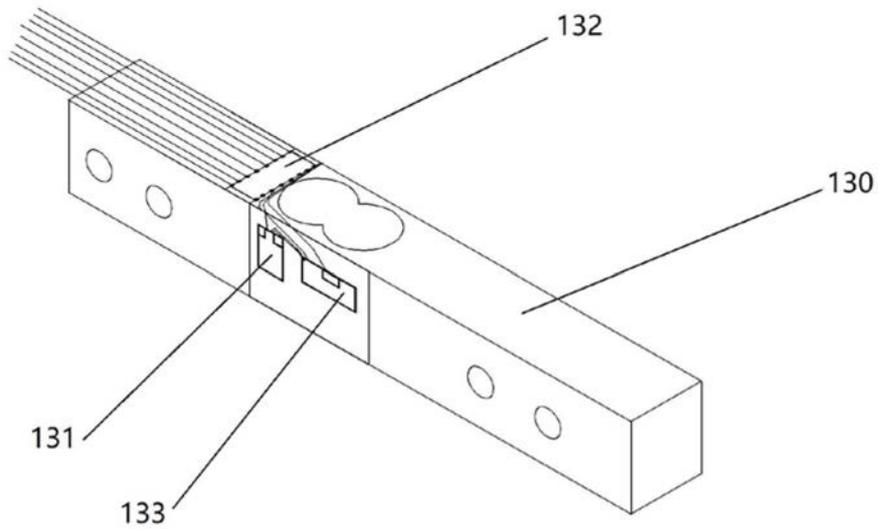


图4

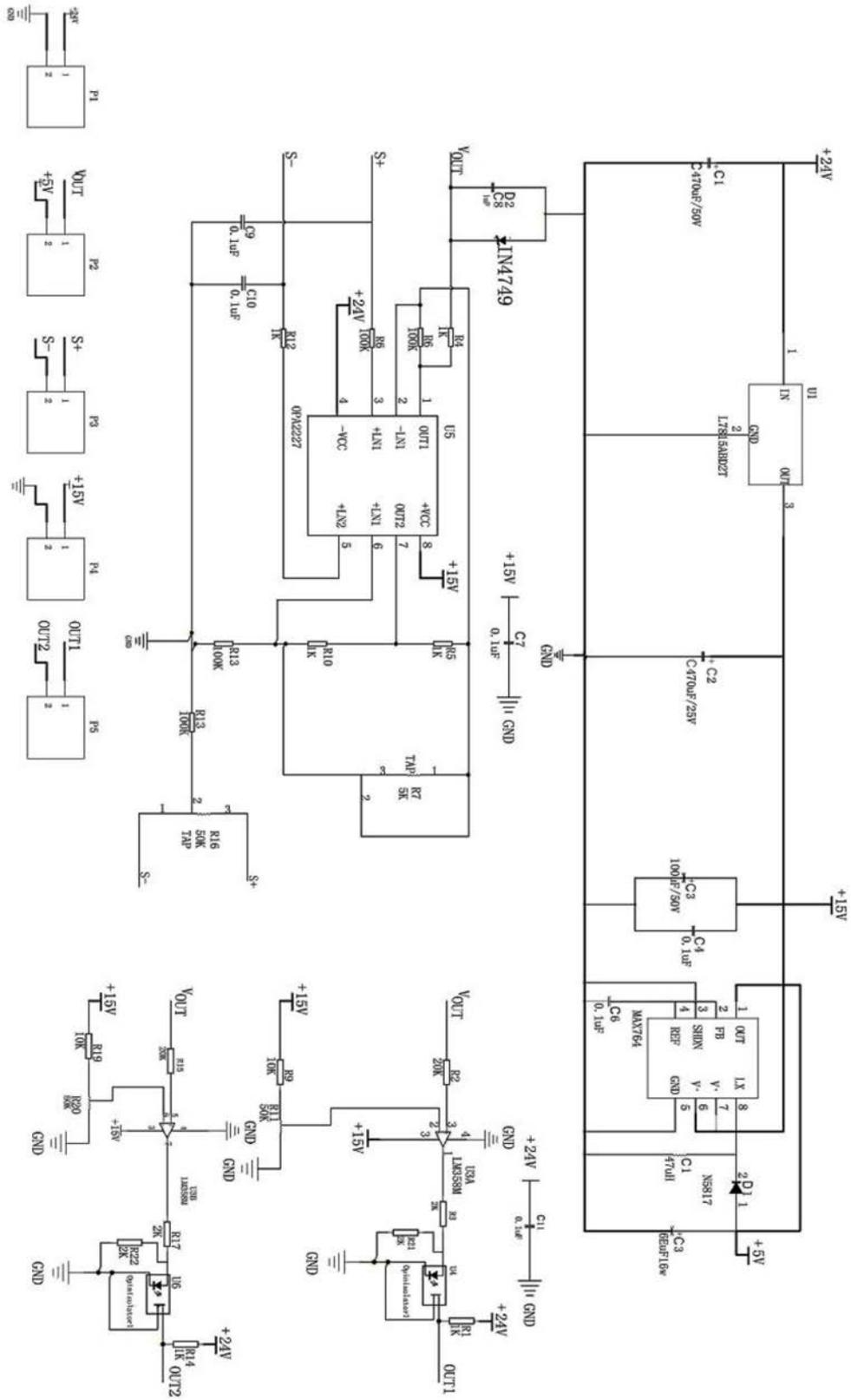


图5

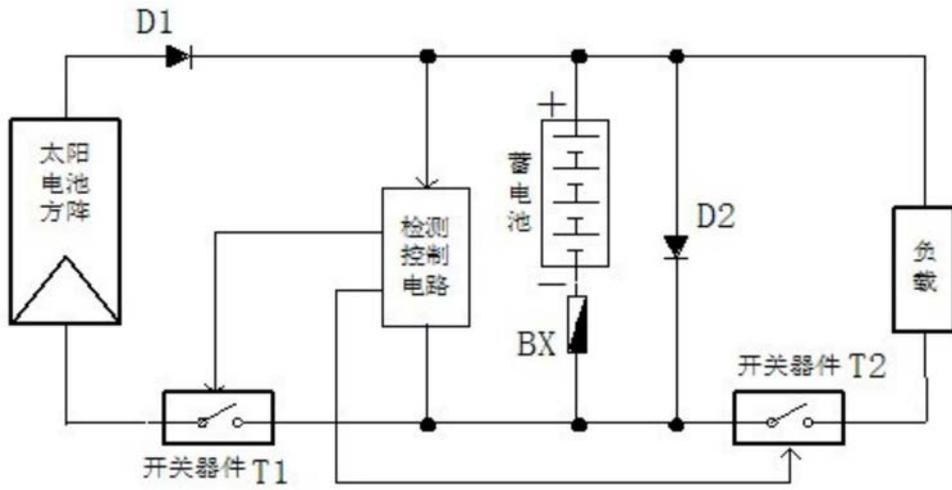


图6

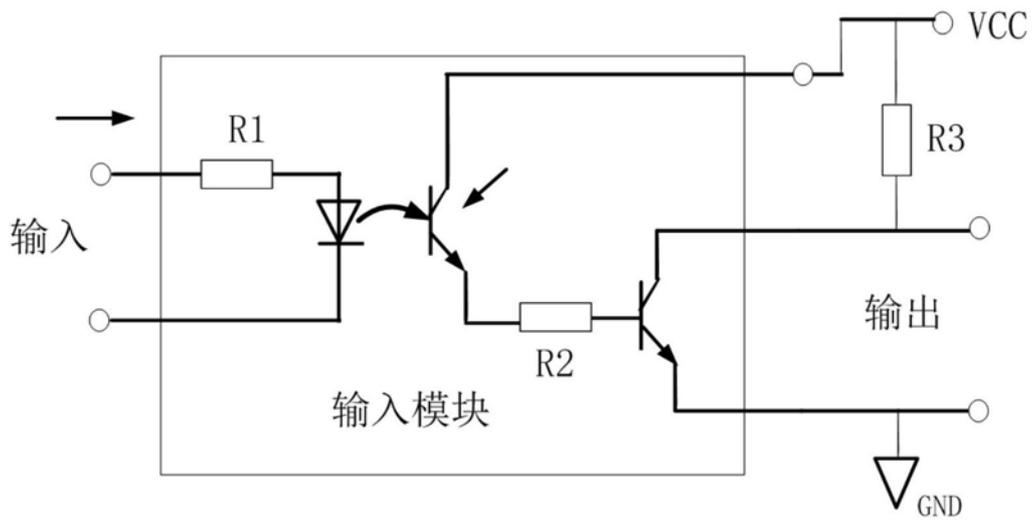


图7