



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111864888 B

(45) 授权公告日 2021.09.21

(21) 申请号 202010711940.7

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2020.07.22

H02J 9/06 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

H02J 7/34 (2006.01)

申请公布号 CN 111864888 A

H02J 7/02 (2016.01)

H02J 11/00 (2006.01)

(43) 申请公布日 2020.10.30

审查员 曾素颖

(73) 专利权人 石家庄科林电气股份有限公司

地址 050222 河北省石家庄市红旗大街南  
降壁路段(南院)

(72) 发明人 吴纳磊 李英春 胡金路 贾海旭  
徐少雄 张春豪 吉凤群 翟志国  
王鹏 孟楠 刘鑫 王强 李春海  
高洁 李建华

(74) 专利代理机构 石家庄众志华清知识产权事  
务所(特殊普通合伙) 13123

代理人 聂旭中

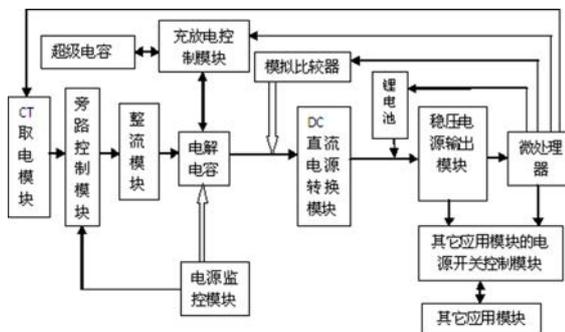
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种运行模式自主调节的方法

(57) 摘要

一种运行模式自主调节的方法,在故障指示器上实现,涉及功率控制技术领域,尤其涉及根据获得的外部能量进行运行模式自主调节的方法。本发明利用硬件的感应取电、存电和软件对取电能力的监视、控制供电方式的切换、对超级电容充放电的控制、对整机功耗的自动调整,最大限度的利用CT感应取电所得到的电量,减少故障指示器对锂电池电量的消耗,在延长锂电池使用时间的的前提下,保证了在更宽的一次线路电流范围内设备的运行。



1. 一种运行模式自主调节的方法,在故障指示器上实现,故障指示器包括:CT取电模块、超级电容及充放电控制模块、锂电池、电解电容、微处理器及外围应用模块,

其特征在于:故障指示器还包括:

电源监控模块,用于检测电解电容的电压;

旁路控制模块,用于泄放CT取电模块获取的电能;

模拟比较器,用于检测电解电容的电压,并将结果传送给微处理器;

微处理器采集一次线路上的电流值;

故障指示器的运行模式分为全功能模式、部分功能模式和睡眠模式,在所有模式下,模拟比较器处于工作状态;

微处理器通过模拟比较器检测电解电容的电压,进行以下判断,并根据判断结果调节供电方式和运行模式:

A、全功能模式下,

A-1、当检测到电解电容的电压低于低压阈值,

A-1-1、如果当前供电方式为CT取电模块供电,切换为超级电容供电;

A-1-2、如果当前供电方式为超级电容供电,检测超级电容的电压,如果超级电容没有电,切换为锂电池供电,故障指示器由全功能模式切换为睡眠模式;

A-2、当检测到电解电容的电压超过低压阈值且一次线路上电流大于5A时,

A-2-1、如果当前为超级电容供电,切换为CT取电模块供电;

B、睡眠模式下,

当检测到电解电容的电压达到过压阈值时,供电方式锂电池供电切换为CT取电模块供电,故障指示器从睡眠模式切换为部分功能模式;

C、部分功能模式下,

当检测到电解电容的电压低于低压阈值,供电切换为锂电池供电,故障指示器由部分功能运行模式切换为睡眠模式;

如果电解电容电压超过低压阈值且采集到一次线路上电流小于5A,故障指示器维持部分功能模式;

如果电解电容电压超过过压阈值且采集到一次线路上电流大于等于5A,故障指示器由部分功能模式切换到全功能模式。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,

A-1-1、如果当前供电方式为CT取电模块供电,检测超级电容的电压,如果超级电容有电,切换为超级电容供电;如果超级电容没有电,切换为锂电池供电,故障指示器由全功能模式切换为睡眠模式。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在步骤A-2中,还包括以下判断调节:

A-2-2、设置超级电容充电的高阈值和低阈值,当电解电容的电压达到高阈值时,给超级电容充电;当电解电容的电压低于低阈值时,停止给超级电容充电。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述电源监控模块包括LP347IM5芯片及配套电路。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述旁路控制模块包括Q1双MOS管,其栅极

引脚2、4连接电源监控模块输出的信号控制端,源极引脚1、3接地,漏极分别连接整流模块交流输入的两端;

当电源监控模块检测到电解电容的电压大于电解电容电压额定值 $U_{nc}$ 时,电源监控模块控制Q1双MOS管导通;电源监控模块检测到电解电容的电压小于 $U_{nc}$ 时,电源监控模块将自动控制Q1双MOS管关闭。

6.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,微处理器采用EFM32G232F128;微处理器的管脚通过电阻分压后连接电解电容,实现模拟比较器的功能。

7.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,部分功能模式下,微处理器启动系统时钟及A/D采样。

8.根据权利要求7所述的方法,其特征在于,微处理器通过A/D采样获得超级电容的电压值和一次线路上的电流值。

9.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述低压阈值为1.0V,所述过压阈值为3.5V。

10.根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述超级电容充电的高阈值和低阈值分别为3.5V和2.6V。

## 一种运行模式自主调节的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及功率控制技术领域,尤其涉及根据获得的外部能量进行运行模式自主调节的方法。

### 背景技术

[0002] 目前故障指示器产品应用广泛,在配电领域中,使用量在逐步增大。该类产品在电源系统方面问题突出,严重影响产品应用。

[0003] 目前故障指示器的电能来源有以下几种:太阳能供电、CT感应取电、电池供电等一种或几种结合使用。

[0004] 采用CT感应取电方式,在满足一次线路电流在0A-630A的宽范围内的供电需求条件下,如何取电带载保证设备长期稳定的运行是大家都关注和要解决的事情。

[0005] 一次线路电流5A以上时,CT取电可以满足设备的运行;一次线路电流小于5A时(现实中线路低负荷的情况占比不小),采用CT感应方式也可以取电,大概率不能满足设备的全功能运行,但是能满足设备在具备重要功能需求下的稳定运行。

[0006] 中国授权专利CN 106160150 B公开了电源控制系统及方法,公开了在一次线路不同电流条件下电源系统的工作方式,但未披露其支持的微功率负载如何适应不同电流条件。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的是最大限度的利用CT感应取电所得到的电量,且根据CT感应获取的电能大小,自动调节设备的工作状态。

[0008] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:一种运行模式自主调节的方法,在故障指示器上实现,故障指示器包括:CT取电模块、超级电容及充放电控制模块、锂电池、电解电容、微处理器及外围应用模块,故障指示器还包括:电源监控模块,用于检测电解电容的电压;旁路控制模块,用于泄放CT取电模块获取的电能;模拟比较器,用于检测电解电容的电压,并将结果传送给微处理器;微处理器采集一次线路上的电流值。

[0009] 故障指示器的运行模式分为全功能模式、部分功能模式和睡眠模式,在所有模式下,模拟比较器处于工作状态。

[0010] 微处理器通过模拟比较器检测电解电容的电压,进行以下判断,并根据判断结果调节供电方式和运行模式。

[0011] A、全功能模式下,

[0012] A-1、当检测到电解电容的电压低于低压阀值,

[0013] A-1-1、如果当前供电方式为CT取电模块供电,切换为超级电容供电;

[0014] A-1-2、如果当前供电方式为超级电容供电,检测超级电容的电压,如果超级电容没有电,切换为锂电池供电,故障指示器由全功能模式切换为睡眠模式。

[0015] A-2、当检测到电解电容的电压超过低压阀值且一次线路上电流大于5A时,

- [0016] A-2-1、如果当前为超级电容供电,切换为CT取电模块供电。
- [0017] B、睡眠模式下,
- [0018] 当检测到电解电容的电压达到过压阈值时,供电方式锂电池供电切换为CT取电模块供电,故障指示器从睡眠模式切换为部分功能模式。
- [0019] C、部分功能模式下,
- [0020] 当检测到电解电容的电压低于低压阈值,供电切换为锂电池供电,故障指示器由部分功能运行模式切换为睡眠模式。
- [0021] 如果电解电容电压超过低压阈值且采集到一次线路上电流小于5A,故障指示器维持部分功能模式。
- [0022] 如果电解电容电压超过过压阈值且采集到一次线路上电流大于等于5A,故障指示器由部分功能模式切换到全功能模式。
- [0023] 进一步地,还包括为超级电容充电过程:A-2-2、设置超级电容充电的高阈值和低阈值,当电解电容的电压达到高阈值时,给超级电容充电;当电解电容的电压小于低阈值时,停止给超级电容充电。
- [0024] 本发明利用硬件的感应取电、存电和软件对取电能力的监视、控制供电方式的切换、对超级电容充放电的控制、对整机功耗的自动调整,最大限度的利用CT感应取电所得到的电量,减少故障指示器对锂电池电量的消耗,在延长锂电池使用时间的的前提下,保证了在更宽的一次线路电流范围内设备的运行。在一次线路电流偏大时,软硬件结合,用独特的方法完成带载稳定、快速超级电容充电、多余电量的自如释放等功能。供电方式与运行模式自适应的应用方法,实现了根据获取的外部能量大小进行自主功能调节的设备运行方案,最大限度的使用外部电源,同时保证了设备的稳定运行。

#### 附图说明

- [0025] 图1为本发明中故障指示器的设备组成示意图,
- [0026] 图2为电源监控模块与旁路控制模块的原理图。

#### 具体实施方式

- [0027] 参看图1,本实施例中,故障指示器包括CT取电模块、超级电容及充放电控制模块、锂电池、电解电容、微处理器及外围应用模块。
- [0028] 电源监控模块,用于检测电解电容的电压。
- [0029] 旁路控制模块,用于泄放CT取电模块获取的电能。
- [0030] 模拟比较器,用于检测电解电容的电压,并将结果传送给微处理器。
- [0031] 微处理器采集一次线路上的电流值。
- [0032] 输电线路上的故障指示器,经过CT取电模块获得随一次线路上电流大小变化的电源,将整流桥后面的电解电容电压充高;微控制器片上模拟比较器(ACMP)采集和比较电解电容电压,达到设置值后,将故障指示器由睡眠模式唤醒。
- [0033] 获取的电能经超级电容充放电控制模块给超级电容充电,同时DC直流电源转换模块输出与电池电压相同的电压,经稳压电源输出模块转换成所需电压 $V_{cc}$ ,给微处理器、模拟采集电路、无线射频模块、温度芯片、铁电等核心部分供电。整个运行过程,模拟采集电路

会将多个点采集到的电压,微处理器经过综合判断,切换运行状态,整个系统可靠稳定有序的运行。

[0034] 机壳主体安装两个半磁环,其中一个半圆磁环均匀绕制铜导线,形成CT取电模块主体,引出交流电。

[0035] 交流电经过CT取电模块中的硬件保护模块和智能控制保护模块(释放浪涌高压和故障电流的冲击),输入到整流模块。整流模块输出直流电,存储到电解电容。

[0036] 电源监控模块实时监视电解电容电压 $V_{DR}$ 的大小,当 $V_{DR} > U_{nc}$ (电容器件电压额定值)时,电源监控模块将自动调整,控制整流模块前旁路控制模块中的两个MOS管导通,旁路的导通,可将多余的电能量释放。随着电解电容电能量的消耗,电源监控模块检测到电解电容电压降低, $V_{DR} < U_{nc}$ 时,电源监控模块控制整流模块前旁路控制模块中的两个MOS管,关闭旁路。

[0037] 参看图2,电源监控模块包括LP347IM5芯片及配套电路。电源监控模块实时监视电解电容电压 $DR+$ 的大小,LP347IM5芯片平时默认输出低电平,Q1对应的双MOS管为截止状态。当LP347IM5芯片监视到 $DR+ > U_{nc}$ (电容器件电压额定值)时,LP347IM5芯片输出高电平,控制整流模块前旁路控制模块中的Q1对应的双MOS管导通,即旁路的导通,将多余的电能量释放。随着电解电容电能量的消耗,电源监控模块中的LP347IM5芯片检测到电解电容电压降低, $DR+ < U_{nc}$ 时,LP347IM5芯片输出端回复低电平状态,控制整流模块前旁路控制模块中Q1对应的双MOS管为截止状态,关闭旁路,继续CT取电。

[0038] 使能DC直流电源转换模块中DCDC直流电源芯片的方式供电,可将电解电容的电经稳压电源输出模块输送,给微处理器、A/D采集、无线模块、铁电、温度芯片等核心部分供电。

[0039] 全功能运行模式,供电方式有两种:CT取电模块供电,超级电容供电。

[0040] CT取电模块供电,使能DCDC直流电源芯片的方式供电时,在供电过程中电解电容电压未降低压阈值,CT取电模块能供设备正常运行,有供电能力;若在供电过程中检测到电解电容电压降低压阈值,证明CT取电模块不能支持供设备当前的运行模式,需要软件进行电源供电方式切换,由使能DCDC直流电源芯片的方式供电切换为超级电容供电。

[0041] 超级电容供电时,如果电解电容电压达到低压阈值以上且一次电流达到5A,证明CT取电模块恢复了供电能力,切换为CT取电模块供电;如果超级电容的电能耗完,切换为锂电池供电,设备运行状态由全功能运行模式切换为睡眠模式。

[0042] 锂电池供电时,证明CT取电模块无供电能力,软件控制设备由全功能模式切换为睡眠模式。睡眠模式为全功能模式运行时功耗的3%。此时模拟比较器仍在工作,检测电解电容电压的过压阈值。当一次线路电流变大,CT取电模块提供电源,电解电容电压由小变大,微处理器通过模拟比较器检测到其电压达到过压阈值,设备从睡眠模式唤醒,软件进行电源供电方式切换,由锂电池供电切换为使能DCDC直流电源芯片的方式供电(电源来自CT取电模块),此时运行模式进入部分功能模式,仅启动系统时钟、A/D采样模块和比较器ACMP。

[0043] 部分功能模式的功耗为全功能模式时功耗的30%左右,降低了设备运行的功耗。在满足功能要求的前提下,部分功能运行状态还可以根据系统时钟主频大小的调整、采样频率(每周波采样点数)的来调整功耗,30%的比例还可以进行调整。

[0044] 部分功能模式下,使能DCDC直流电源芯片的方式供电,在供电过程中电解电容电

压未降低压阈值,CT取电模块能供设备正常运行,有供电能力;若在供电过程中检测到电解电容电压降低压阈值,证明CT取电模块不能支持供设备当前的运行模式,需要软件进行电源供电方式切换,由使能DCDC直流电源芯片的方式供电切换为锂电池供电,设备运行状态由部分功能模式切换为睡眠模式。

[0045] 如果经过一定时间的检测,本模式运行稳定,证明CT取电模块有供电能力,尝试切换运行模式,由部分功能模式切换到全功能模式。

[0046] 上述过程由微处理器通过模拟比较器检测电解电容的电压,进行以下判断,并根据判断结果调节供电方式和运行模式:

[0047] A、全功能模式下,

[0048] A-1、当检测到电解电容的电压低于低压阈值,

[0049] A-1-1、如果当前供电方式为CT取电模块供电,切换为超级电容供电;;

[0050] A-1-2、如果当前供电方式为超级电容供电,检测超级电容的电压,如果超级电容没有电,切换为锂电池供电,故障指示器由全功能模式切换为睡眠模式。

[0051] A-2、当检测到电解电容的电压超过低压阈值且一次线路上电流大于5A时,

[0052] A-2-1、如果当前为超级电容供电,切换为CT取电模块供电。

[0053] B、睡眠模式下,

[0054] 当检测到电解电容的电压达到过压阈值时,供电方式锂电池供电切换为CT取电模块供电,故障指示器从睡眠模式切换为部分功能模式。

[0055] C、部分功能模式下,

[0056] 当检测到电解电容的电压低于低压阈值,供电切换为锂电池供电,故障指示器由部分功能运行模式切换为睡眠模式。

[0057] 如果电解电容电压超过低压阈值且采集到一次线路上电流小于5A,故障指示器维持部分功能模式。

[0058] 如果电解电容电压超过过压阈值且采集到一次线路上电流大于等于5A,故障指示器由部分功能模式切换到全功能模式。

[0059] 考虑到一种特殊情况:故障指示器刚投入运行时,超级电容充电不够,不能放电支持设备工作,若此时一次线路上的电流变小,电解电容的电压低于低压阈值,这种情况下只能使用锂电池供电。

[0060] 针对上述情形,本实施例改进的技术方案:

[0061] A-1-1、如果当前供电方式为CT取电模块供电,检测超级电容的电压,如果超级电容有电,切换为超级电容供电;如果超级电容没有电,切换为锂电池供电,故障指示器由全功能模式切换为睡眠模式。

[0062] 前面所述的超级电容没有电,表示超级电容电压小于可放电电压。

[0063] 实验表明,当一次线路上的电流大于5A时,CT取电模块可以支持故障指示器在全功能模式下运行;小于5A时,CT取电模块的取电能力不能支持全功能模式运行,但1.5A-5A范围内能支持部分功能运行;0-1.5A,有微量的取电能力,可以给整流桥后的电解电容充电,积累的电量可以支持部分功能运行一段时间。

[0064] 一次线路上的电流小于1.5A时,CT取电模块获取的电能为电解电容进行充电,电解电容需要3s左右达到过压阈值,充电到达这个电压后,电解电容可以支持故障指示

器在部分功能模式下运行3s以上。在一次线路上电流极小时,本发明还可以间断为电解电容充电,间断替代锂电池供电,减少了锂电池的消耗,且支持部分功能模式。

[0065] 本发明最大限度利用CT取电模块获取的电能,尤其是在当一次线路上的电流小于1.5A时,利用取得的微弱电能为电解电容充电,达到一定值后,设备可以部分功能模式带机运行,消耗电量后,设备切换为锂电池供电,运行在睡眠模式下。电解电容积累一定电量后,切换供电方式为CT取电模块供电,运行模式切换为部分功能模式。

[0066] 为了检测CT取电模块的取电能力,模拟比较器运行在所有模式下。为了减少功耗,本发明中,使用微处理器片上的模拟比较器,以软件中断方式检测阈值,功耗小,速度快,检测速度在20us以内。

[0067] 本实施例中,使用Silicon Labs出产的EFM32G232F128。

[0068] 微处理器使用自身功能,根据A/D采样获得超级电容的电压值和一次线路上的电流值,减少外围器件的使用,减少功耗。

[0069] 超级电容的充电控制。

[0070] 在CT取电模块供电时,电解电容电压未降到比较器ACMP配置的低压阈值的情况下,认为CT取电模块可以支持故障指示器设备正常运行。此时再次给模拟比较器配置两个阈值(超级电容充电的高阈值和低阈值)。当电解电容电压高于高阈值时,将电解电容与超级电容连通,电能流到超级电容,为超级电容充电,充电过程中电解电容电压会降低;当电解电容电压低于低阈值时,将电解电容与超级电容断开,停止充电。CT取电模块持续供电,电解电容电压又会升高,达到高阈值后再启动超级电容充电,如此循环操作。电解电容电压为周期性锯齿状波形,超级电容电压在慢慢升高。

[0071] 本实施例中,低压阈值为1.0V,过压阈值为3.5V;超级电容充电的高阈值和低阈值分别为3.5V和2.6V。

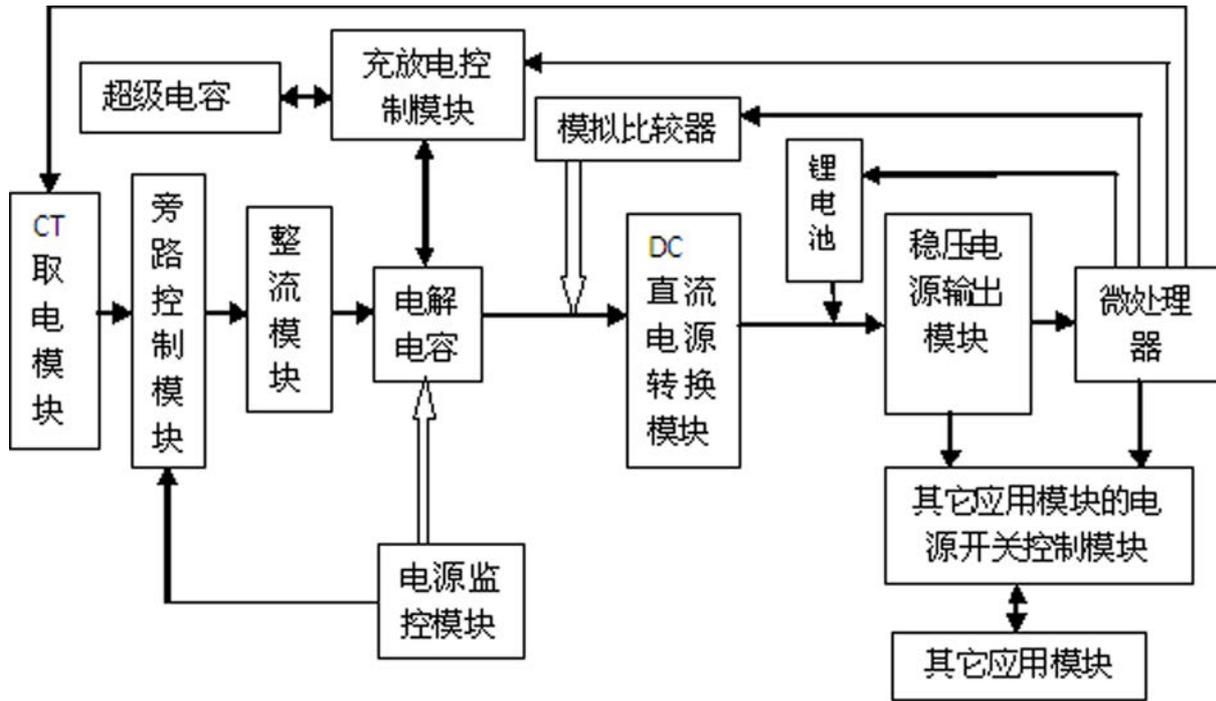


图1

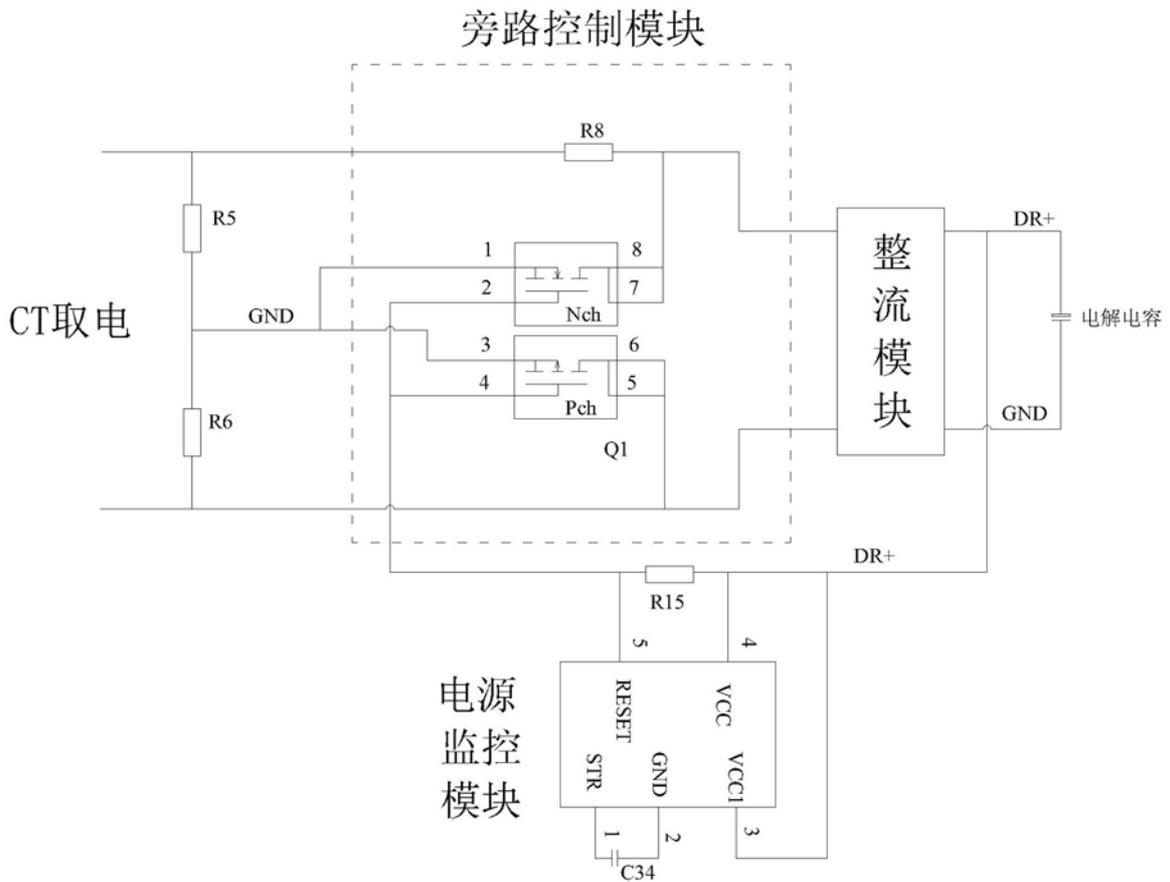


图2