



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110429673 B

(45) 授权公告日 2021.10.01

(21) 申请号 201910651651.X

审查员 张少绵

(22) 申请日 2019.07.18

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110429673 A

(43) 申请公布日 2019.11.08

(73) 专利权人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72) 发明人 孙霓 赵春江 张成旭 朱建伟

(74) 专利代理机构 深圳市深佳知识产权代理事务

所(普通合伙) 44285

代理人 王仲凯

(51) Int. Cl.

H02J 7/00 (2006.01)

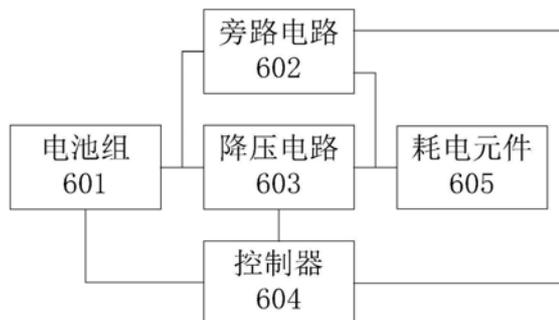
权利要求书3页 说明书26页 附图16页

(54) 发明名称

一种终端设备的供电系统、方法、芯片及终端设备

(57) 摘要

本申请提供了一种终端设备的供电系统、方法、芯片及终端设备,涉及充电领域。该供电系统包括:电池组、旁路电路、降压电路和控制器;电池组包括至少两块电池;电池组的输出端连接降压电路的输入端,降压电路的输出端连接终端设备的耗电元件;旁路电路的一端连接降压电路的输入端,旁路电路的另一端连接降压电路的输出端;控制器用于在电池组内的电池需要切换为串联模式时,控制降压电路工作,控制旁路电路停止工作;还用于在电池组内的电池需要切换为并联模式时,控制旁路电路工作,控制降压电路停止工作。利用该系统,能够根据实际情况自动实现串联模式和并联模式之间的切换,提升终端设备的稳定性的同时也能够增加续航。



1. 一种终端设备的供电系统,其特征在于,包括:电池组、旁路电路、降压电路和控制器;所述电池组包括至少两块电池;

所述电池组的输出端连接所述降压电路的输入端,所述降压电路的输出端连接所述终端设备的耗电元件;所述旁路电路的一端连接所述降压电路的输入端,所述旁路电路的另一端连接所述降压电路的输出端;

所述控制器,用于在所述电池组内的所述电池需要切换为串联模式时,控制所述降压电路工作,控制所述旁路电路停止工作;还用于在所述电池组内的所述电池需要切换为并联模式时,控制所述旁路电路工作,控制所述降压电路停止工作;

所述控制器,用于控制所述降压电路工作,控制所述旁路电路停止工作,包括:

所述控制器确定所述电池组的输出电压大于或等于第一预设电压阈值时,控制所述降压电路工作,控制所述旁路电路停止工作;

所述控制器还用于在判断所述耗电元件两端的电压低于第二预设电压阈值时,确定所述电池组内的所述电池需要切换为串联模式;或,

根据所述电池组的输出电压和所述电池组的温度确定所述电池组内的所述电池需要切换为串联模式。

2. 根据权利要求1所述的供电系统,其特征在于,所述控制器还用于根据所述电池组的输出电压和所述电池组的温度通过查表,确定所述电池组内的所述电池需要切换为串联模式。

3. 根据权利要求2所述的供电系统,其特征在于,所述控制器根据负载电流选择与所述负载电流对应的表,所述负载电流大于预设电流时对应大负载表,所述负载电流小于或等于所述预设电流时对应小负载表。

4. 根据权利要求1所述的供电系统,其特征在于,所述控制器还用于根据所述电池组的输出电压和所述电池组的温度获得对应的数值,当所述数值小于或等于预设值时,确定所述电池组内的所述电池需要切换为串联模式。

5. 根据权利要求4所述的供电系统,其特征在于,所述控制器,用于将所述电池组的输出电压和所述电池组的温度利用预设函数获得函数值作为所述数值,当所述函数值小于或等于预设值时,确定所述电池组内的所述电池需要切换为串联模式;所述预设函数的函数值与所述电池组的温度正相关,所述预设函数的函数值与所述电池组的输出电压正相关。

6. 根据权利要求1所述的供电系统,其特征在于,所述控制器还用于在确定低温模式按钮被触发时,确定所述电池组内的所述电池需要切换为串联模式。

7. 根据权利要求1所述的供电系统,其特征在于,所述控制器还用于在确定电池组的电量低于预设电量或确定低电量模式按钮被触发时,确定所述电池组内的所述电池需要切换为串联模式。

8. 根据权利要求1所述的供电系统,其特征在于,所述电池组至少包括两块电池:第一电池和第二电池;所述电池组还包括:第一开关管、第二开关管和第三开关管;

所述第一电池的正极连接所述降压电路的输入端;

所述第一电池的负极通过所述第二开关管连接所述第二电池的正极,所述第二电池的负极接地;

所述第一开关管的一端连接所述第一电池的负极,所述第一开关管的另一端接地;

所述第三开关管的一端连接所述降压电路的输入端,所述第三开关管的另一端连接所述第二电池的正极;

在所述电池需要切换为串联模式时,所述控制器控制所述第一开关管和所述第三开关管断开,控制所述第二开关管闭合;在所述电池需要切换为并联模式时,所述控制器控制所述第二开关管断开,控制所述第一开关管和所述第三开关管闭合。

9. 根据权利要求8所述的供电系统,其特征在于,还包括:第一电容;所述第一电容的第一端连接所述电池组的输出端,所述第一电容的第二端接地;

在所述电池需要切换为串联模式时,所述控制器控制所述第一开关管和所述第三开关管断开,控制所述第二开关管闭合,包括:

在所述电池组内的所述电池需要切换为串联模式时,所述控制器控制所述第一开关管、所述第二开关管和所述第三开关管均断开,第一预设时间后再控制所述第二开关管闭合。

10. 根据权利要求9所述的供电系统,其特征在于,还包括:第二电容;所述第二电容的第一端连接所述降压电路的输出端,所述第二电容的第二端接地。

11. 根据权利要求9或10所述的供电系统,其特征在于,在所述电池需要切换为并联模式时,控制所述旁路电路工作,控制所述降压电路停止工作,在所述电池需要切换为并联模式时,所述控制器控制所述第二开关管断开,所述控制所述第一开关管和所述第三开关管闭合,包括:

在所述电池需要切换为并联模式时,所述控制器控制所述第一开关管、所述第二开关管和所述第三开关管均断开,第二预设时间后所述控制器控制所述第一开关管和第三开关管闭合,第三预设时间后所述控制器控制所述旁路电路工作,控制所述降压电路停止工作。

12. 根据权利要求11所述的供电系统,其特征在于,第二预设时间后所述控制器控制所述第一开关管和第三开关管闭合,包括:

当所述控制器判断所述第一电池的电压大于所述第二电池的电压时,所述第二预设时间后,所述控制器控制所述第一开关管闭合,第四预设时间后,所述控制器控制所述第三开关管闭合;或

当所述控制器判断所述第一电池的电压小于所述第二电池的电压时,所述第二预设时间后,所述控制器控制所述第三开关管闭合,所述第四预设时间后,所述控制器再控制所述第一开关管闭合;或

当所述控制器判断所述第一电池的电压等于所述第二电池的电压时,所述控制器第二预设时间后,所述控制器控制所述第一开关管和第三开关管闭合。

13. 一种芯片,其特征在于,包括:旁路电路和降压电路;

所述降压电路的输入端连接电池组的输出端,所述降压电路的输出端连接终端设备的耗电元件;

所述旁路电路的一端连接在所述降压电路的输入端,所述旁路电路的另一端连接所述降压电路的输出端;

所述旁路电路和所述降压电路均与所述终端设备的控制器连接,当所述电池组内的电池需要切换为串联模式时,响应于所述控制器的控制信号,所述降压电路工作,所述旁路电路停止工作;当所述电池组内的所述电池为并联模式时,响应于所述控制器的控制信号,所

述旁路电路工作,所述降压电路停止工作;

响应于所述控制器的控制信号,所述降压电路工作,所述旁路电路停止工作,包括:

响应于所述电池组的输出电压大于或等于第一预设电压阈值时,所述降压电路工作,所述旁路电路停止工作;

在判断所述耗电元件两端的电压低于第二预设电压阈值时,确定所述电池组内的所述电池需要切换为串联模式;或,

根据所述电池组的输出电压和所述电池组的温度确定所述电池组内的所述电池需要切换为串联模式。

14. 一种终端设备的供电方法,其特征在于,应用于终端设备的供电系统,所述供电系统包括:电池组、旁路电路、降压电路和控制器;所述电池组包括至少两块电池;所述电池组的输出端连接所述降压电路的输入端,所述降压电路的输出端连接所述终端设备的耗电元件;所述旁路电路的一端连接在所述降压电路的输入端,所述旁路电路的另一端连接所述降压电压的输出端;

当所述电池组内的所述电池为串联模式时,控制所述降压电路工作,控制所述旁路电路停止工作;

所述当所述电池组内的所述电池为串联模式时,控制所述降压电路工作,控制所述旁路电路停止工作,包括:

确定所述电池组的输出电压大于或等于第一预设电压阈值时,控制所述降压电路工作,控制所述旁路电路停止工作;

当所述电池组内的所述电池为并联模式时,控制所述旁路电路工作,控制所述降压电路停止工作;

所述方法还包括:在判断所述耗电元件两端的电压低于第二预设电压阈值时,确定所述电池组内的所述电池需要切换为串联模式;

或,根据所述电池组的输出电压和所述电池组的温度确定所述电池组内的所述电池需要切换为串联模式。

15. 根据权利要求14所述的供电方法,其特征在于,根据所述电池组的输出电压和所述电池组的温度确定所述电池组内的所述电池需要切换为串联模式,包括:

根据所述电池组的输出电压和所述电池组的温度通过查表,确定所述电池组内的所述电池需要切换为串联模式。

16. 根据权利要求15所述的供电方法,其特征在于,还包括:根据负载电流选择与所述负载电流对应的表,所述负载电流大于预设电流时对应大负载表,所述负载电流小于或等于所述预设电流时对应小负载表。

17. 一种终端设备,其特征在于,包括权利要求1-12任一项所述的供电系统,还包括:耗电元件;

所述供电系统,用于给所述耗电元件供电。

一种终端设备的供电系统、方法、芯片及终端设备

技术领域

[0001] 本申请涉及终端设备技术领域,尤其涉及一种终端设备的供电系统、方法、芯片及终端设备。

背景技术

[0002] 随着技术的普及,越来越多终端设备的电池组采用多块电池供电。当终端设备的电池组包括多块电池时,电池组通常采用并联模式。

[0003] 当电池组采用并联模式时,多块电池的正极与正极相连,负极与负极相连,电池组内各电池的输出电压相同且均等于电池组的输出电压。而由于电池存在内阻且电池的内阻随电池温度降低而增大,当环境温度低时,电池温度相应也低,电池的内阻变大,进而造成电池的输出电压降低,容易引起终端设备关机。

[0004] 因此,电池组采用并联模式时可能会降低终端设备的稳定性。

发明内容

[0005] 本申请技术方案提供了一种终端设备的供电系统、方法、芯片及终端设备,可以在串联模式和并联模式之间切换,提升终端设备的稳定性的同时也可以增加续航。

[0006] 第一方面,本申请技术方案提供了一种终端设备的供电系统,该系统包括:电池组、旁路电路、降压电路和控制器;电池组包括至少两块电池;电池组的输出端连接降压电路的输入端,降压电路的输出端连接终端设备的耗电元件;旁路电路的一端连接降压电路的输入端,旁路电路的另一端连接降压电路的输出端;控制器,用于在电池组内的电池需要切换为串联模式时,控制降压电路工作,控制旁路电路停止工作,还用于在电池组内的电池需要切换为并联模式时,控制旁路电路工作,控制降压电路停止工作。

[0007] 该系统的控制器可以在串联模式和并联模式之间进行切换。电池组切换为串联模式能够提高输出电压,从而避免终端设备因为供电不足而关机,能够提高用户使用终端设备时的稳定性。而电池组切换为并联模式可以不必使用降压电路,因此可以提高电池组的放电效率,增加电池的续航能力,提升了用户的使用体验。

[0008] 结合第一方面,在第一种可能的实现方式中,控制器,用于控制降压电路工作,控制旁路电路停止工作,包括:控制器确定电池组的输出电压大于或等于第一预设电压阈值时,控制降压电路工作,控制旁路电路停止工作。

[0009] 该第一预设电压阈值可以大于并联模式的电池组的最大输出电压且小于串联模式的电池组的最小输出电压。控制器通过将电池组的输出电压与第一预设电压阈值进行比较,进而确定旁路电路和降压电路的工作状态。

[0010] 结合第一方面及上述任一种可能的实现方式,在第二种可能的实现方式中,控制器还用于在判断耗电元件两端的电压低于第二预设电压阈值时,确定电池组内的电池需要切换为串联模式。

[0011] 控制器可以根据电池组当前的输出电压、流经耗电元件的电流以及各电路器件的

阻抗,确定耗电元件两端的电压。其中,该第二预设电压阈值可以设置为终端设备的关机门限电压。当耗电元件两端的电压小于等于第二预设电压阈值时,表征当前并联模式的电压输出能力不足以支撑耗电元件正常工作,应切换到串联模式。

[0012] 结合第一方面及上述任一种可能的实现方式,在第三种可能的实现方式中,控制器还用于根据电池组的输出电压和电池组的温度确定电池组内的电池需要切换为串联模式。电池组的输出电压可以通过ADC采样得到。控制器可以通过检测热敏电阻的阻值,获取该阻值对应的温度,进而确定电池的温度。

[0013] 结合第一方面及上述任一种可能的实现方式,在第四种可能的实现方式中,控制器还用于根据电池组的输出电压和电池组的温度通过查表,确定电池组内的电池需要切换为串联模式。表中记录的输出电压与温度状态可以不穷尽,以减少占用终端设备的存储空间,输出电压与温度状态对应形成状态点,实测的电池组的输出电压和温度可向最近的已定义状态点取整。

[0014] 结合第一方面及上述任一种可能的实现方式,在第五种可能的实现方式中,控制器根据负载电流选择与负载电流对应的表,负载电流大于预设电流时确定处于大负载场景,此时对应大负载表;负载电流小于或等于预设电流时确定处于小负载场景,此时对应小负载表。控制器可以实时测量放电通路的检流电阻两端的电压,则检流电阻两端的电压与检流电阻的阻抗的比值即为负载电流。在获取相应的表后,控制器根据电池组的输出电压和电池组的温度通过查表,确定该场景下电池组内的电池需要的工作模式。

[0015] 在低温、低电压、大负载的场景下,可以优先使用串联模式,防止设备异常关机;在小负载的场景下,可以使用并联模式以增加设备的续航时间。

[0016] 结合第一方面及上述任一种可能的实现方式,在第六种可能的实现方式中,控制器还用于根据电池组的输出电压和电池组的温度获得对应的数值,当数值小于或等于预设值时,确定电池组内的电池需要切换为串联模式。

[0017] 该实现方式在判断电池组应处于的工作模式时可以减少占用终端设备的存储空间。

[0018] 结合第一方面及上述任一种可能的实现方式,在第七种可能的实现方式中,控制器用于将电池组的输出电压和电池组的温度利用预设函数获得函数值作为数值,当函数值小于或等于预设值时,确定电池组内的电池需要切换为串联模式;预设函数的函数值与电池组的温度正相关,预设函数的函数值与电池组的输出电压正相关。

[0019] 例如,该预设值表征的是 0°C 时,串联模式和并联模式切换时的门限电压,当函数值大于预设值时,电池组应处于并联模式;当函数值小于或等于预设值时,电池组应处于串联模式。影响该预设值的因素可以为所用电池的低温放电能力,所用电池的低温放电能力越强,则预设值可以越小。

[0020] 控制器还用于根据负载电流选择预设值,负载电流大于预设电流时对应大负载场景,此时对应第一预设值;负载电流小于或等于预设电流时对应小负载场景,此时对应第二预设值。其中,第一预设值小于第二预设值,表明小负载场景下更倾向于使用并联模式以增加设备的续航时间。

[0021] 结合第一方面及上述任一种可能的实现方式,在第八种可能的实现方式中,控制器还用于在确定低温模式按钮被触发时,确定电池组内的电池需要切换为串联模式。

[0022] 可以理解的,低温模式按钮的按钮,可以为虚拟按钮,也可以为实体按键。

[0023] 终端设备的控制界面可以增加“低温模式”,响应于用户的触发,终端设备进入低温模式,电池组被切换到串联模式。而当用户退出“低温模式”后,供电系统切换到自动模式,供电系统的控制器自动选择最合适的工作模式。

[0024] 结合第一方面及上述任一种可能的实现方式,在第九种可能的实现方式中,控制器还用于在确定电池组的电量低于预设电量或确定低电量模式按钮被触发时,确定电池组内的电池需要切换为串联模式。

[0025] 可以理解的,低电量模式按钮的按钮,可以为虚拟按钮,也可以为实体按键。

[0026] 终端设备的控制界面可以增加“低电量模式”按钮以使用户能够主动选择进入“低电量模式”;终端设备还可以增加“允许终端设备自动进入低电量模式”的按钮,以使用户能够允许终端设备自动进入低电量模式。

[0027] 进一步的,“低温模式”和“低电量模式”可以供用户同时选择,例如同时在终端设备的控制界面上设置上述两种模式。

[0028] 结合第一方面及上述任一种可能的实现方式,在第十种可能的实现方式中,旁路电路包括以下任意开关器件:晶体管、继电器、负载开关和金属氧化物半导体场效应管。降压电路包括以下任意一种:Buck电路、开关电容(switched capacitor)、三电平直流-直流电路和单端初级电感变换器(single ended primary inductor converter)。

[0029] 结合第一方面及上述任一种可能的实现方式,在第十一种可能的实现方式中,电池组至少包括两块电池:第一电池和第二电池;电池组还包括:第一开关管、第二开关管和第三开关管;第一电池的正极连接降压电路的输入端;第一电池的负极通过第二开关管连接第二电池的正极,第二电池的负极接地;第一开关管的一端连接第一电池的负极,第一开关管的另一端接地;第三开关管的一端连接降压电路的输入端,所述第三开关管的另一端连接第二电池的正极;在电池需要切换为串联模式时,控制器控制第一开关管和第三开关管断开,控制第二开关管闭合;在电池需要切换为并联模式时,控制器控制第二开关管断开,控制第一开关管和第三开关管闭合。

[0030] 控制器通过控制第一开关管、第二开关管和第三开关管处于不同开关组合状态,实现电池组内电池的串联和并联的切换。

[0031] 结合第一方面及上述任一种可能的实现方式,在第十二种可能的实现方式中,该供电系统还包括:第一电容;第一电容的第一端连接电池组的输出端,第一电容的第二端接地。在电池需要切换为串联模式时,控制器控制第一开关管和第三开关管断开,控制第二开关管闭合,包括:在电池需要切换为串联模式时,控制器控制第一开关管、第二开关管和第三开关管均断开,第一预设时间后再控制第二开关管闭合。

[0032] 第一电容可以用于稳压和滤波,从而提高供电质量。该第一预设时间的长度大于开关管的死区时间的长度,设置该第一预设时间可以避免电池单体在切换过程中自身的正负极间短路。

[0033] 结合第一方面及上述任一种可能的实现方式,在第十三种可能的实现方式中,该供电系统还包括:第二电容。第二电容的第一端连接降压电路的输出端,第二电容的第二端接地。

[0034] 第二电容可以用于稳压和滤波,从而提高供电质量。第一电容和第二电容可以用

于在死区时间内维持供电系统的输出电压相对稳定。

[0035] 结合第一方面及上述任一种可能的实现方式,在第十四种可能的实现方式中,在电池组内的电池需要切换为并联模式时,控制旁路电路工作,控制降压电路停止工作,在电池需要切换为并联模式时,控制器控制第二开关管断开,控制第一开关管和第三开关管闭合,包括:

[0036] 在电池需要切换为并联模式时,控制器控制第一开关管、第二开关管和第三开关管均断开,第二预设时间后控制器控制第一开关管和第三开关管闭合,第三预设时间后控制器控制旁路电路工作,控制降压电路停止工作。为了避免电池在切换过程中自身正负极间短路,需要先控制电池组切换为串联模式,然后才能控制旁路电路工作及降压电路停止工作,所以该第三预设时间大于开关管的死区时间,可以确保控制器控制降压电路和旁路电路的切换时,第一开关管和第三开关管已经处于导通状态。

[0037] 结合第一方面及上述任一种可能的实现方式,在第十五种可能的实现方式中,第二预设时间后控制器控制第一开关管和第三开关管闭合,包括:当控制器判断第一电池的电压大于第二电池的电压时,第二预设时间后,控制器控制第一开关管闭合,第四预设时间后,控制器控制第三开关管闭合;或,当控制器判断第一电池的电压小于第二电池的电压时,第二预设时间后,控制器控制第三开关管闭合,第四预设时间后,控制器再控制第一开关管闭合;或,当控制器判断第一电池的电压等于第二电池的电压时,控制器第二预设时间后,控制器控制第一开关管和第三开关管闭合。

[0038] 该第四预设时间可以称为平衡时间,可以是电池组从串联模式切换为并联模式的过程中,电池间电压均衡的时间。由于控制器控制高电压的电池先切换供电,低电压的电池后切换供电,减小了电池间的电压差,因此能够降低电池间的冲击电流。

[0039] 第二方面,本申请技术方案提供了一种芯片,该芯片包括:旁路电路和降压电路。降压电路的输入端连接电池组的输出端,降压电路的输出端连接终端设备的耗电元件;旁路电路的一端连接在降压电路的输入端,旁路电路的另一端连接降压电路的输出端。旁路电路和降压电路均与终端设备的控制器连接,当电池组内的电池需要切换为串联模式时,响应于控制器的控制信号,所述降压电路工作,旁路电路停止工作;当电池组内的电池为并联模式时,响应于控制器的控制信号,旁路电路工作,降压电路停止工作。

[0040] 由上,该芯片同时包括降压电路和旁路电路,当供电系统使用该芯片时能够减少硬件设备的尺寸,节省成本。

[0041] 第三方面,本申请技术方案提供了一种终端设备的供电方法,应用于终端设备的供电系统,该供电系统包括:电池组、旁路电路、降压电路和控制器。其中,电池组包括至少两块电池;电池组的输出端连接降压电路的输入端,降压电路的输出端连接终端设备的耗电元件;旁路电路的一端连接在降压电路的输入端,旁路电路的另一端连接降压电压的输出端;当电池组内的电池为串联模式时,控制降压电路工作,控制旁路电路停止工作;当电池组内的电池为并联模式时,控制旁路电路工作,控制降压电路停止工作。

[0042] 该方法可以控制电池组内的电池在串联模式和并联模式之间进行切换。电池组切换为串联模式可以提高输出电压,从而避免终端设备因为供电不足而关机,能够提高用户使用终端设备时的稳定性。而电池组切换为并联模式可以不必使用降压电路,因此可以提高电池组的放电效率,增加电池的续航能力,提升了用户的使用体验。

[0043] 结合第三方面,在第一种可能的实现方式中,该方法还包括:根据电池组的输出电压和电池组的温度确定电池组内的电池需要切换为串联模式。电池组的输出电压可以通过ADC采样得到。通过检测热敏电阻的阻值,获取该阻值对应的温度,进而确定当前电池的温度。

[0044] 结合第三方面及上述任一种可能的实现方式,在第二种可能的实现方式中,根据电池组的输出电压和电池组的温度确定电池组内的电池需要切换为串联模式,包括:

[0045] 根据电池组的输出电压和电池组的温度通过查表,确定电池组内的电池需要切换为串联模式。该表中记录的输出电压与温度状态可以不穷尽,以减少占用终端设备的存储空间,输出电压与温度状态对应形成状态点,实测的电池组的输出电压和温度可向最近的已定义状态点取整。

[0046] 结合第三方面及上述任一种可能的实现方式,在第三种可能的实现方式中,该方法还包括:根据负载电流选择与负载电流对应的表,负载电流大于预设电流时确定处于大负载场景,此时对应大负载表;负载电流小于或等于预设电流时确定处于小负载场景,此时对应小负载表。

[0047] 该方式将负载、电池组的输出电压与电池温度结合作为判据,在低温、低电压、大负载的场景下,优先使用串联模式,防止设备异常关机;在小负载的场景下,更倾向于使用并联模式以增加设备的续航时间。

[0048] 结合第三方面及上述任一种可能的实现方式,在第四种可能的实现方式中,该方法还包括:在判断耗电元件两端的电压低于第二预设电压阈值时,确定电池组内的电池需要切换为串联模式。可以根据电池组当前的输出电压、流经耗电元件的电流以及各电路器件的阻抗,确定耗电元件两端的电压。该第二预设电压阈值可以设置为终端设备的关机门限电压,当耗电元件两端的电压小于等于第二预设电压阈值时,表征当前并联模式的电压输出能力不足以支撑耗电元件正常工作,应切换到串联模式。

[0049] 结合第三方面及上述任一种可能的实现方式,在第五种可能的实现方式中,该方法还包括:根据电池组的输出电压和电池组的温度获得对应的数值,当数值小于或等于预设值时,确定电池组内的电池需要切换为串联模式。该方法在判断电池组应处于的工作模式时可以减少占用终端设备的存储空间。

[0050] 结合第三方面及上述任一种可能的实现方式,在第六种可能的实现方式中,该方法还包括:将电池组的输出电压和电池组的温度利用预设函数获得函数值作为数值,当函数值小于或等于预设值时,确定电池组内的电池需要切换为串联模式;预设函数的函数值与电池组的温度正相关,预设函数的函数值与电池组的输出电压正相关。根据负载电流选择预设值,负载电流大于预设电流时对应大负载场景,此时对应第一预设值;负载电流小于或等于预设电流时对应小负载场景,此时对应第二预设值。其中,第一预设值小于第二预设值,表明小负载场景下更倾向于使用并联模式以增加设备的续航时间。

[0051] 结合第三方面及上述任一种可能的实现方式,在第七种可能的实现方式中,该方法还包括:在确定低温模式按钮被触发时,确定电池组内的电池需要切换为串联模式。可以在终端设备的控制界面增加“低温模式”,响应于用户的触发,终端设备进入低温模式,电池组被切换到串联模式。

[0052] 结合第三方面及上述任一种可能的实现方式,在第八种可能的实现方式中,该方

法还包括：在确定电池组的电量低于预设电量或确定低电量模式按钮被触发时，确定电池组内的电池需要切换为串联模式。可以在终端设备的控制界面增加“低电量模式”按钮以使用户能够主动选择进入“低电量模式”；终端设备还可以增加“允许终端设备自动进入低电量模式”的按钮，以使用户能够允许终端设备自动进入低电量模式。

[0053] 进一步的，“低温模式”和“低电量模式”可以供用户同时选择，例如同时在终端设备的控制界面上设置上述两种模式。

[0054] 第四方面，本申请技术方案还提供了一种终端设备，该终端设备包括上述任一种供电系统，还包括：耗电元件。该供电系统用于给耗电元件供电。

[0055] 由于该终端设备包括上述的供电系统，该供电系统的控制器可以控制电池组在串联模式和并联模式之间进行切换。由于串联模式可以提高输出电压，从而避免终端设备因为供电不足而关机，进而提高用户使用终端设备时的稳定性。而并联模式时可以不使用降压电路，因此可以提高电池组的放电效率，增加终端设备的续航能力。

[0056] 结合第四方面，在第一种可能的实现方式中，该终端设备的供电系统包括电池组、旁路电路、降压电路、控制器。其中，电池组包括第一电池和第二电池。第一电池的正极连接降压电路的输入端，第一电池的负极通过第二开关管连接第二电池的正极，第二电池的负极接地。第一开关管的一端连接第一电池的负极，另一端接地。第三开关管的一端连接降压电路的输入端，另一端连接第二电池的正极。

[0057] 当第一电池和第二电池的电量充足且工作在小负载场景、非低温的环境时，可以控制电池组切换至并联模式，并联模式时可以不使用降压电路，以提高电池组的放电效率，增加电池的续航能力。

[0058] 当第一电池和第二电池的电量不足、或工作在大负载场景或工作在低温的环境时，可以控制电池组切换至串联模式，由于串联模式可以提高输出电压，从而避免终端设备因为供电不足而关机。

[0059] 控制器用于在判断耗电元件两端的电压低于第二预设电压阈值时，确定电池组内的电池需要切换为串联模式。控制器还用于根据电池组的输出电压和电池组的温度确定电池组内的电池需要切换为串联模式。

[0060] 此外，控制器还能够在确定低温模式按钮被触发时，确定电池组内的电池需要切换为串联模式；在确定电池组的电量低于预设电量或确定低电量模式按钮被触发时，确定电池组内的电池需要切换为串联模式。

[0061] 当控制器控制电池组由并联模式切换为串联模式时，初始时电池组处于并联模式，并联模式时的第二开关管处于断开状态，第一开关管和第三开关管处于闭合状态。

[0062] 在电池组由并联模式切换为串联模式的过程中，可以同时为降压电路和旁路电路的工作状态进行切换，为防止电池串联产生的高电压直接冲击后级电路，降压电路需在第二开关管闭合之前开始工作。需要提前使降压电路开始工作是由于降压电路的打开不是瞬间完成的，而需要一定的启动时间，该启动时间即切换降压电路与控制第二开关管闭合之间的过渡时间，也可以称为超前时间。

[0063] 为了避免电池在切换过程中自身正负极间短路，控制器对降压电路和旁路电路的工作状态进行切换后，首先控制第一开关管和第三开关管均断开，并保持第二开关管关断，待第一预设时间后再控制第二开关管闭合。该第一预设时间可以为开关管的死区时间，也可

以大于开关管的死区时间,以为开关管完成切换提供充足的时间,进一步降低电池单体在切换过程中自身的正负极间短路的可能性。

[0064] 在第一预设时间内供电系统的输出电压由第一电容与第二电容维持相对稳定。

[0065] 当控制器控制电池组由串联模式切换为并联模式时,初始时电池组处于串联模式,串联模式时的第二开关管处于闭合状态,第一开关管和第三开关管处于断开状态。

[0066] 在电池组由串联模式切换为并联模式的过程中,为了避免电池在切换过程中自身正负极间短路,电池组内的开关管并不是同时进行切换,而是首先控制第二开关管断开并保持第一开关管和第三开关管断开,待第二预设时间后再控制第一开关管和第三开关管闭合,该第二预设时间可以为开关管的死区时间,也可以大于开关管的死区时间,以为开关管完成切换提供充足的时间,进一步降低电池单体在切换过程中自身的正负极间短路的可能性。

[0067] 在第一预设时间内供电系统的输出电压由第一电容与第二电容维持相对稳定。

[0068] 为了防止切换过程中串联的电池输出的较高电压直接冲击后级电路,对于降压电路和旁路电路的切换需要在第一开关管和第三开关管的状态切换之后第三预设时间。即需要先控制电池组切换为串联模式后,才能控制旁路电路工作及控制降压电路停止工作,所以该第三预设时间需要大于开关管的死区时间,以确保控制器控制降压电路和旁路电路的切换时,第一开关管和第三开关管已经处于导通状态。

[0069] 在一种实现方式中,当电池处于串联模式时,由于电池间存在容量差异或者自放电速率差异,会导致各个电池之间的电压不等,此时如果直接切换为并联模式会导致电池之间的冲击电流过大进而损伤电池。为了降低冲击电流,本申请还设置了第四预设时间,也可以称为平衡时间,是电池组从串联模式切换为并联模式的过程中,电池间电压均衡的时间。

[0070] 当控制器判断第一电池的电压小于第二电池的电压时,先控制第二开关管断开,待第二预设时间后先控制第三开关管闭合,待第四预设时间后再控制第一开关管闭合,待第三预设时间后控制旁路电路工作且控制降压电路停止工作。

[0071] 当控制器判断第一电池的电压等于第二电池的电压时,此时两电池可以同时接入,电池间无冲击电流,控制器先控制第二开关管断开,待第二预设时间后控制第一开关管和第三开关管闭合,待第三预设时间后控制旁路电路工作且控制降压电路停止工作。

[0072] 当控制器判断第一电池的电压大于第二电池的电压时,控制器先控制第二开关管断开,待第二预设时间后先控制第一开关管闭合,待第四预设时间后再控制第三开关管闭合,待第三预设时间后控制旁路电路工作且控制降压电路停止工作。

[0073] 由于高电压的电池先切换供电,经过平衡时间后低电压的电池才切换供电,因此减小了电池间的电压差,因此降低了电池间的冲击电流。

[0074] 为了简化控制降压电路和旁路电路时的控制信号和控制流程,当控制器判断电池组的输出电压高于第一预设电压阈值时,控制器确定此时降压电路工作,旁路电路不工作;当控制器判断电池组的输出电压低于或等于第一预设电压阈值时,控制器确定此时旁路电路工作,降压电路不工作,以实现旁路电路和降压电路的自动切换。

[0075] 该第一预设电压阈值大于并联模式的电池组的最大输出电压且小于串联模式的电池组的最小输出电压。

[0076] 其中,上述技术方案中,低温模式按钮的按钮,可以为虚拟按钮,也可以为实体按键。低电量模式按钮的按钮,可以为虚拟按钮,也可以为实体按键。

[0077] 可以理解的,上述技术方案中的“连接”可以为直接连接,也可以为间接连接。例如:所述电池组的输出端连接所述降压电路的输入端,可以为,所述电池组的输出端直接连接所述降压电路的输入端,或者,也可以为,所述电池组的输出端通过电阻连接降压电路的输入端。

[0078] 可以理解的,上述技术方案中的耗电元件,可以为,CPU(全称:Central Processing Unit)、GPU(全称:Graphics Processing Unit)、基带处理器、存储器、显示屏、射频器件、音频器件和传感器中的至少任一器件。当然,耗电元件也可以为终端设备中的其他耗电元件。

[0079] 可以理解的,上述技术方案中的终端设备,可以为手机,例如智能手机、折叠屏手机。也可以为平板电脑、穿戴式设备。也可以为头戴式设备,例如虚拟现实设备或增强现实设备。当然,终端设备也可以为其他具有电池的终端设备。

[0080] 可以理解的,上述技术方案中的电池组可以为两块电池,也可以为三块电池,当然也可以为更多块电池。

[0081] 可以理解的,上述技术方案中的控制器可以为应用处理器,也可以为电源管理单元PMU。当然,控制器也可以为其他处理器。

[0082] 从以上技术方案可以看出,本申请技术方案具有以下有益效果:

[0083] 该供电系统中的控制器能够当电池组内的电池为串联模式时,控制降压电路工作,控制旁路电路停止工作;还能够当电池组内的电池为并联模式时,控制旁路电路工作,控制降压电路停止工作。串联模式可以提高输出电压,可以避免终端设备因为供电不足而关机,进而提高用户使用终端设备的稳定性。并联模式可以不必使用降压电路,可以提高电池组的放电效率,增加电池的续航能力。

附图说明

[0084] 图1为折叠屏架构下采用多块电池供电时的示意图;

[0085] 图2为采用多块电池供电时的示意图;

[0086] 图3为本申请实施例提供的多块电池采用并联模式时的示意图;

[0087] 图4为本申请实施例提供的多块电池采用串联模式时的示意图;

[0088] 图5为本申请实施例提供的一种终端设备的供电系统的示意图;

[0089] 图6为本申请实施例提供的供电系统的电路图;

[0090] 图7为本申请实施例提供的另一种终端设备的供电系统的示意图;

[0091] 图8为本申请实施例提供的放电能力评估电路的示意图;

[0092] 图9为本申请实施例提供的模式边界的示意图;

[0093] 图10为本申请实施例提供的另一种模式边界的示意图;

[0094] 图11为本申请实施例提供的一种终端设备的控制界面的示意图;

[0095] 图12为本申请实施例提供的另一种终端设备的控制界面的示意图;

[0096] 图13a为本申请实施例提供的由并联模式切换为串联模式的控制时序图;

[0097] 图13b为本申请实施例提供的NMOS管的寄生电容的示意图;

- [0098] 图13c为本申请实施例提供的NMOS管导通过程和断开过程的V_{gs}曲线；
- [0099] 图14为本申请实施例提供的并联模式的仿真图；
- [0100] 图15为本申请实施例提供的串联模式的仿真图；
- [0101] 图16为本申请实施例提供的模式切换时的仿真图；
- [0102] 图17为本申请实施例提供的电池模式切换前后电压的仿真图；
- [0103] 图18为本申请实施例提供的一种由串联模式切换为并联模式的控制时序图；
- [0104] 图19为本申请实施例串联模式切换为并联模式时的仿真图；
- [0105] 图20为本申请实施例提供的另一种由串联模式切换为并联模式的控制时序图；
- [0106] 图21为本申请实施例提供的再一种由串联模式切换为并联模式的控制时序图；
- [0107] 图22为本申请实施例提供的无平衡时间的切换仿真图；
- [0108] 图23为本申请实施例提供的有平衡时间的切换仿真图；
- [0109] 图24为本申请实施例提供的一种电池工作模式的自动控制示意图；
- [0110] 图25为本申请实施例提供的另一种电池工作模式的自动控制示意图；
- [0111] 图26为本申请实施例提供的一种芯片的示意图；
- [0112] 图27为本申请实施例提供的一种终端设备的供电方法的流程图；
- [0113] 图28为本申请实施例提供的电池组由并联模式切换为串联模式时的供电方法的流程图；
- [0114] 图29为本申请实施例提供的电池组由串联模式切换为并联模式时的供电方法的流程图；
- [0115] 图30为本申请实施例提供的一种终端设备的示意图。

具体实施方式

[0116] 随着技术的普及,越来越多的终端设备使用多块电池为其供电。本申请实施例不具体限定终端设备的类型,终端设备可以为使用多块电池供电的手机、笔记本电脑、可穿戴电子设备(例如智能手表)、平板电脑、增强现实(augmented reality,AR)设备、虚拟现实(virtual reality,VR)设备以及车载设备等。

[0117] 下面首先介绍具有多块电池供电的终端设备。

[0118] 参见图1,该图为折叠屏架构下采用多块电池供电时的示意图。

[0119] 具有折叠屏的终端设备的一侧包括第一电池101和第一主板103,另一侧包括第二电池102和第二主板104,第一电池101和第二电池102形成的电池组为终端设备供电。

[0120] 参见图2,该图为采用多块电池供电时的示意图。

[0121] 该设备包括SIP主板201、第一电池101和第二电池102。其中,第一电池101和第二电池102形成的电池组为终端设备供电。

[0122] 当终端设备的电池组包括多块电池时,电池组通常采用并联模式,下面以终端设备为手机、终端设备的电池组包括两块电池:第一电池和第二电池为例进行说明。

[0123] 参见图3,该图为本申请实施例提供的多块电池采用并联模式时的示意图。

[0124] 当电池组采用并联模式时,第一电池101的正极与第二电池102的正极相连后形成电池组的正极,第一电池101的负极与第二电池102的负极相连后形成电池组的负极。

[0125] 此时,电池组内各电池的输出电压相同,等于电池组的输出电压,电池组的输出电

压较低,输出电压范围可以为3.6V-4.2V。由于电池存在内阻且电池的内阻随电池温度降低而增大,当环境温度低时,电池温度相应也低,电池的内阻变大,能够从约20m Ω 上升至约1 Ω 。在相同电流的冲击下,电池内阻升高会造成电池的输出电压降低,电池组的输出电压相应降低。当电池组的输出电压低于手机的关机门限电压(例如,手机的关机门限电压为2.6V)时,会引起手机关机。该类问题常会出现在寒冷的冬天,影响用户在户外使用手机。此外,当电池电量较低时,电池组的输出电压较低,也容易引起终端设备关机。

[0126] 因此,电池组采用并联模式时会降低终端设备的稳定性。

[0127] 为了解决上述技术问题,本申请实施例提供了一种终端设备的供电系统,该供电系统包括电池组、旁路电路、降压电路和控制器,该供电系统包括的控制器能够控制电池组进行串联模式和并联模式间的切换。其中,电池组处于并联模式时的示意图可以参见图3,电池组处于串联模式时的示意图可以参见图4。控制器还能够在确定电池组内的电池需要切换为串联模式时,控制降压电路工作,控制旁路电路停止工作;还能够确定电池组内的电池需要切换为并联模式时,控制旁路电路工作,并控制降压电路停止工作。控制器可以根据实际的应用场景控制串联模式和并联模式之间的切换,由于串联模式可以提高输出电压,从而避免终端设备因为供电不足而关机,能够提高用户使用终端设备的稳定性。而并联模式时不必使用降压电路,因为可以提高电池组的放电效率,因此可以增加电池的续航能力,进而提升了用户的使用体验。

[0128] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚地描述。

[0129] 供电系统实施例一:

[0130] 参见图5,该图为本申请实施例提供一种终端设备的供电系统的示意图。

[0131] 本申请实施例提供的终端设备的供电系统包括:电池组601、旁路电路602、降压电路603、控制器604和耗电元件605。

[0132] 参见图6,该图为本申请实施例提供的供电系统的电路图。

[0133] 电池组601的输出端连接降压电路603的输入端,降压电路603的输出端连接终端设备的耗电元件605,旁路电路602的两端跨接在降压电路603的输入端和输出端。

[0134] 控制器604连接电池组601、旁路电路602和降压电路603。

[0135] 当控制器604确定电池组601内的电池需要切换为串联模式时,控制降压电路603工作,控制旁路电路602停止工作。在串联模式,电池组601的输出电压高于耗电元件605正常工作的电压,因此电池组601不能直接向耗电元件605供电,需要降压电路603对电池组601的输出电压进行降压。

[0136] 控制器604可以根据多种判据确定电池需要切换为串联模式,例如可以根据耗电元件两端的电压,或者根据电池组的输出电压和电池温度,或者根据电池组的电量等。

[0137] 可以理解的是,控制器604还可以同时根据上述至少两种判据确定电池需要切换为串联模式,例如根据耗电元件两端的电压判断电池组需要切换为串联模式,且,根据电池组的输出电压和电池温度判断电池组需要切换为串联模式时,才控制电池组切换为串联模式。多种判据均满足要求时才控制电池组切换为串联模式,进而提高控制器确定电池组需要切换为串联模式时的准确性。

[0138] 本实施例中也不具体限定降压电路603的实现方式,可以采用具有降压功能的电

路即可,例如降压电路603具体可以为以下任意一种:Buck电路、开关电容 (switched capacitor)、三电平直流-直流电路和单端初级电感变换器(single ended primary inductor converter)。

[0139] 当控制器604确定电池组601内的电池需要切换为并联模式时,控制旁路电路602工作,以使旁路电路602将降压电路603旁路。在并联模式,电池组601的输出电压较低,可用于向耗电元件605供电,不需要降压电路603对电池组601的输出电压进行降压。

[0140] 可以理解的是,当电池组不需要工作在串联模式时,可以工作在并联模式。

[0141] 以上实施例介绍的控制器604在产品实现时,具体可以为终端设备的处理器(CPU),或,PMU(Power Management Unit,电源管理单元),或,CPU和PMU联合来实现。

[0142] 本实施例中不具体限定旁路电路602的实现方式,旁路电路602在电池组采用并联模式时工作。例如该旁路电路602可以包括以下的开关器件:

[0143] 晶体管(Transistor)、继电器、负载开关和金属氧化物半导体场效应管(Metal Oxide Semiconductor,简称MOS管)。其中,MOS管可以为NMOS管或PMOS管。

[0144] 图6中示出旁路电路602包括一个开关器件的情况,实际产品中,旁路电路602也可以包括多个开关器件,当包括多个开关器件时,多个开关器件串联,多个开关器件的类型可以相同,也可以不相同。例如:当旁路电路602包括两个相同的开关器件且均为NMOS管时,该旁路电路602中可以至少包括两个串联的NMOS管。

[0145] 本申请实施例提供的终端设备包括的控制器能够在确定电池组内的电池需要切换为串联模式时,控制降压电路工作,控制旁路电路停止工作;还能够确定电池组内的电池需要切换为并联模式时,控制旁路电路工作,控制降压电路停止工作。控制器可以根据实际的应用场景控制电池组在串联模式和并联模式之间进行切换,由于串联模式可以提高输出电压,从而避免终端设备因为供电不足而关机,进而提高用户使用终端设备的稳定性。而并联模式时可以不使用降压电路,因为可以提高电池组的放电效率,因此可以增加电池的续航能力进而提升了用户的使用体验。

[0146] 该供电系统的电池组能够实现并联模式和串联模式之间的切换,下面首先说明电池由并联模式切换为串联模式的工作原理,

[0147] 供电系统实施例二:

[0148] 参见图7,该图为本申请实施例提供的另一种终端设备的供电系统的示意图。

[0149] 该供电系统的电池组601至少包括以下两块电池:第一电池601a和第二电池601b。第一电池601a的输出电压为V1,第二电池601b的输出电压为V2。电池组601还包括:第一开关管Q1、第二开关管Q2和第三开关管Q3。

[0150] 第一电池601a的正极连接降压电路603的输入端,第一电池601a的负极通过第二开关管Q2连接第二电池601b的正极,第二电池601b的负极接地。

[0151] 第一开关管Q1的一端连接第一电池601a的负极,另一端接地。第三开关管Q3的一端连接降压电路603的输入端,另一端连接第二电池601b的正极。

[0152] 开关管Q1、Q2和Q3可以为晶体管、继电器、负载开关和金属氧化物半导体场效应管中的任意一种或者多种的组合。通常具体产品中Q1、Q2和Q3可以采用同种类型的开关管,以便于控制器可以利用同样的控制信号进行控制,本申请实施例不作具体限定。控制器可以控制Q1、Q2和Q3不同开关组合状态,实现第一电池601a和第二电池601b的串联和并联。

[0153] 本实施例中以旁路电路602包括第四开关管Q4,该降压电路603为Buck电路为例进行介绍。

[0154] 控制器在该图中未示出,当控制器确定第一电池601a和第二电池601b需要切换为串联模式时,控制第一开关管Q1和第三开关管Q3断开,控制第二开关管Q2闭合。

[0155] 该供电系统中还可以包括第一电容C1和第二电容C2。其中,第一电容C1的第一端连接电池组601的输出端,第一电容C1的第二端接地。第二电容C2的第一端连接耗电元件605的输入端,第二电容C2的第二端接地。第一电容C1和第二电容C2均可以用于稳压和滤波,从而提高供电质量。此外,对于实际的终端设备,第一电容C1和第二电容C2实际可以为多个电容形成的等效电容。

[0156] 当控制器确定第一电池601a和第二电池601b需要切换为并联模式时,控制第二开关管Q2断开,控制第一开关管Q1和第三开关管Q3闭合。

[0157] 下面具体说明控制器确定电池组601内的电池进行并联模式和串联模式间的切换的实现方式。

[0158] 方式一:通过耗电元件两端的电压来判断电池组的工作模式。

[0159] 控制器可以根据电池组当前的输出电压、流经耗电元件的电流以及各电路器件的阻抗,确定耗电元件两端的电压。当控制器判断耗电元件两端的电压低于第二预设电压阈值时,确定电池组需要从并联模式切换为串联模式。该第二预设电压阈值可以设置为终端设备的关机门限电压,例如关机门限电压可以为2.6V。

[0160] 下面结合附图具体进行说明。

[0161] 参见图8,该图为本申请实施例提供的放电能力评估电路的示意图。

[0162] 当电池组处于并联模式时,第一开关管Q1和第三开关管Q3均闭合,第二开关管关断,旁路电路工作。处于并联模式的第一电池601a和第二电池601b的电芯电压相等,即 $V_1 = V_2$ 。

[0163] Rcell11、Rcell12为分别表示第一电池601a和第二电池601b的电池的等效内阻,Rconnector为电池连接器的等效阻抗,Rpcb为板上走线的等效阻抗,Rq1、Rq3和Rq4分别为开关管Q1、Q3和Q4导通时的等效阻抗,上述各阻抗均为已知参量。

[0164] 控制器可以实时测量放电通路的检流电阻(Current Sense Resistor)R0两端的电压,根据检流电阻两端的电压与检流电阻的阻抗的比值确定流经耗电元件605的电流Iload。电池组包括的电池可以通过电池连接器接入终端设备,该检流电阻R0可以设置在电池连接器的附近以检测电池组的电流。供电系统的输出电压Vout可由以下公式确定:

$$[0165] \quad V_{out} = V_1 - ((R_{cell11} + R_{q1}) // (R_{cell12} + R_{q3}) + R_{connector} + R_{q4} + R_{pcb} + R_0) \times I_{load} \quad (1)$$

[0166] 公式(1)中 $(R_{cell11} + R_{q1}) // (R_{cell12} + R_{q3})$ 表示串联的Rcell11与Rq1同串联的Rcell12与Rq3并联时的电阻,当由公式(1)确定的 $V_{out} \leq$ 第二预设电压阈值时,表征当前并联模式的电压输出能力不足以支撑耗电元件605正常工作,应切换到串联模式。

[0167] 需要注意的是,电池内阻Rcell11和Rcell12可以均与电池温度有关,电池内阻会随着温度降低而变大。因此在低温环境下,通过公式(1)确定的 V_{out} 大于供电系统的实际输出电压,为了及时使电池组601的电池切换到串联模式,在一种可能的实现方式中,可以使不同的电池温度对应不同的第二预设电压阈值,电池温度较低时,对应的第二预设电压阈值

较高,预先在终端设备中存储电池温度和第二预设电压阈值的对应关系,可以通过实时检测电池组的温度获取当前温度对应的第二预设电压阈值,将根据公式(1)确定当前的供电系统的输出电压 V_{out} 与当前温度对应的第二预设电压阈值进行比较,进而确定电池组是否应切换到串联模式。

[0168] 在另一种可能的实现方式中,由于电池内阻 R_{cell1} 和 R_{cell2} 随温度变化的关系可以为预先确定的函数关系,因此可以实时检测第一电池601a和第二电池601b的温度,然后根据该预先确定的函数关系确定出当前温度下对应的阻 R_{cell1} 和 R_{cell2} ,进而根据公式(1)确定当前的供电系统的输出电压 V_{out} ,将供电系统的输出电压 V_{out} 与第二预设电压阈值进行比较,进而确定电池组是否应切换到串联模式,此时该第二预设电压阈值可以设置为终端设备的关机门限电压,例如关机门限电压可以为2.6V。

[0169] 可以通过热敏电阻来测量温度,热敏电阻的阻值与温度的对应关系可以为预先确定的函数关系,控制器通过测量电池内部的热敏电阻的阻值,获取该阻值对应的电池温度。电池内可以采用NTC(Negative Temperature Coefficient,负温度系数)型的热敏电阻。

[0170] 方式二:通过查表法来判断电池组的工作模式。

[0171] 控制器可以根据负载电流,选择与负载电流对应的表。负载电流大于预设电流时对应大负载表,负载电流小于或等于预设电流时对应小负载表。控制器可以根据电池组的输出电压和电池组的温度通过查找对应的表,确定电池组的工作模式。

[0172] 控制器可以实时测量放电通路的检流电阻两端的电压,则检流电阻两端的电压与检流电阻的阻抗的比值即为负载电流。电池组的输出电压可以通过ADC采样得到。控制器通过检测热敏电阻的阻值,获取该阻值对应的温度,进而确定电池的温度,电池内可以采用NTC型的热敏电阻。

[0173] 控制器判断当前的负载电流是否大于预设电流,该预设电流根据实际的终端设备确定,本申请实施例不作具体限定。当负载电流大于预设电流时,控制器确定此时处于大负载场景,当负载电流小于预设电流时,控制器确定此时处于小负载场景。大负载场景和小负载场景对应不同的表。

[0174] 下面以表1所示的大负载表和表2所示的小负载表为例进行说明。表中的“串”表示串联模式,“并”表示并联模式。

[0175] 表1 大负载表

电压/温度	-30	-20	-10	0	10
4.5	并	并	并	并	并
4	串	并	并	并	并
3.5	串	串	并	并	并
3	串	串	串	并	并
2.5	串	串	串	串	并
2	串	串	串	串	串

[0177] 表2 小负载表

电压/温度	-30	-20	-10	0	10
4.5	并	并	并	并	并
4	并	并	并	并	并
3.5	串	并	并	并	并
3	串	串	并	并	并
2.5	串	串	串	并	并
2	串	串	串	串	并

[0179] 下面举例说明控制器通过表确定电池组应处于的工作模式的原理。

[0180] 例如：当负载电流大于预设电流时，确定此时为大负载场景，对应大负载表。当检测到的电池电压为3.5V、电池温度为0℃时，由表1可知电池组应切换为并联模式。

[0181] 由于终端设备的存储空间有限，表中的电压/温度状态可以不需穷尽，实测的电压和温度可向最近的已定义状态点取整。例如，当负载电流大于预设电流、电池电压3.7V且电池温度2℃时，首先确定对应大负载表，然后判断和3.7V最接近的已定义状态点是3.5V，和2℃最接近的已定义状态点是0℃，所以(3.7V, 2℃)取整后为(3.5V, 0℃)，由表确定对应并联放电模式。

[0182] 参见图9，该图为本申请实施例提供的模式边界的示意图。

[0183] 根据表1和表2的对应数据可以确定大负载场景和小负载场景下的模式边界，该图中大负载场景(表1)对应的模式边界为实线，小负载场景(表2)对应的模式边界为虚线，通过该图可以更加形象表示上述的表。状态点的坐标可以表示为(电池温度, 电池电压)，根据该状态点所处的区域即可确定此时电池应处于的工作模式。

[0184] 根据负载电流与预设电流的大小关系，确定当前的模式边界，当状态点落在模式

边界右侧时,表示该场景下采用并联模式最优,应该向并联模式切换;当状态点落在模式边界左侧时,表示该场景下采用串联模式最优,应该向串联模式切换。需要注意的是,大负载的模式边界比小负载的模式边界靠右。

[0185] 以上说明中由表确定的模式边界为直线,此外,该模式边界还可以为曲线,具体可以参见图10所示的模式边界的示意图。

[0186] 上例仅为方便说明,模式边界由终端设备的实际工作情况来确定,不同的终端设备对应的表可能不同,相应的模式边界也可能存在差异。

[0187] 由上可以看出:在低温、低电压、大负载的场景下,优先使用串联模式,防止设备异常关机;在小负载的场景下,更倾向于使用并联模式以增加设备的续航时间。

[0188] 方式三:利用函数值来判断电池组的工作模式。

[0189] 为了减少占用终端设备的存储空间,还可以用预设函数 f 来代替上述的表,控制器将电池组601的输出电压 U 和电池温度 T 代入预设函数 f 获得函数值,当函数值小于或等于预设值时,确定电池组601内的电池需要切换为串联模式。

[0190] 控制器还用于根据负载电流的大小选择所述预设值,所述负载电流大于预设电流时对应第一预设值,当负载电流小于或等于预设电流时对应第二预设值,第一预设值小于第二预设值。即大负载场景对应第一预设值,小负载场景对应第二预设值。

[0191] 该预设值表征的是 0°C 时,串联模式和并联模式切换时的门限电压。例如大负载场景对应第一预设值,当函数值 $>$ 第一预设值时,电池组应处于并联模式;当函数值 \leq 第一预设值时,适合串联模式。

[0192] 该预设值可以通过实验预先获得,例如:在确定的电池温度为 0°C 时,针对不同电压的电池进行放电测试,测量电压跌落,若放电测试时电压跌落至终端设备的关机门限电压(例如 2.6V)以下,则该电压为当前负载条件下对应的预设值。

[0193] 影响该预设值的因素主要为所用电池的低温放电能力,所用电池的低温放电能力越强,则预设值可以越小。预设函数的函数值与电池温度 T 正相关,预设函数的函数值与电池组的输出电压 U 正相关,预设函数根据终端设备的实际工作要求设定,本申请实施例对预设函数不做具体限定。

[0194] 下面以预设函数为线性函数 $f = a \times T + U$ 并结合表1和表2的数据为例进行说明。可以理解的是,预设函数 f 还可能是其它类型的函数,例如指数函数等。例如预设函数如下:

$$[0195] \quad f = 0.05 \times T + U \quad (2)$$

[0196] 此外,第一预设值为3,第二预设值为2.5。大负载场景下,当 $f \leq 3$ 时,电池组601内的电池应处于串联模式,当 $f > 3$ 时,电池组601内的电池应处于并联模式。小负载场景下,当 $f \leq 2.5$ 时,电池组601内的电池应处于串联模式,当 $f > 2.5$ 时,电池组应处于并联模式。

[0197] 例如当负载电流大于预设电流且当前电池电压为 3.7V 、电池温度为 2°C 时,此时对应第一预设值,由式(2)可以确定 $f = 3.8$,由于 $f > 3$,所以对应并联模式。可以发现,上述方式与方式三中查找表相比,获得了相同的结果。

[0198] 此外,由于在大负载场景对应第一预设值大于负载场景对应第二预设值,这也表明小负载场景下更倾向于使用并联模式以增加设备的续航时间。

[0199] 终端设备可以通过上述实施方式切换电池组的工作模式,此外,还可以经由终端设备的控制界面进行强制切换,即由使用终端设备的用户来触发进行切换。下面结合附图

具体说明。

[0200] 参见图11,该图为本申请实施例提供的一种终端设备的控制界面的示意图。

[0201] 在终端设备的控制界面增加“低温模式”。在一种可能的实现方式中,用户可以根据当前的环境温度判断是否进入低温模式,例如当用户处于寒冷的户外时,为了使终端设备能够稳定工作,用户可以选择进入“低温模式”。在另一种可能的实现方式中,终端设备的控制界面可以实时显示电池的温度,当电池温度低于预设温度值(例如-10℃)时,提示用户应当进入“低温模式”以提升终端设备的稳定性。当用户选择进入“低温模式”后,控制器确定低温模式按钮被触发,电池组被切换到串联模式。当用户退出“低温模式”后,供电系统切换到自动模式,供电系统的控制器自动选择最合适的工作模式。

[0202] 可以理解的,终端设备的控制界面设有“低温模式”,响应于用户的触发,进入低温模式,电池组被切换到串联模式。在这种情况下,跟终端设备所处的环境温度可以没有关系,而是基于用户触发“低温模式”,电池组被切换到串联模式。

[0203] 可以理解的是,以上的按钮可以为实体按键,也可以为触摸屏幕上对应的图标。

[0204] 参见图12,该图为本申请实施例提供的另一种终端设备的控制界面的示意图。

[0205] 在终端设备的控制界面增加“低电量模式”,当用户主动选择进入“低电量模式”后,控制器确定低电量模式按钮被触发,电池组应切换到串联模式。当用户退出“低电量模式”后,供电系统切换到自动模式,供电系统的控制器自动选择最合适的工作模式。

[0206] 进一步的,终端设备还可以具有允许自动进入低电量模式的设置按钮,例如可以在控制界面上增加一个“允许终端设备自动进入低电量模式”的选项,用户可以通过开启该选项以允许终端设备自动进入低电量模式,即控制器判断电池组的电量低于预设电量时,控制终端设备自动进入“低电量模式”,确定电池组为串联模式。本申请实施例对预设电量不作具体限定,例如预设电量可以取总电量的10%、15%等,用户也可以在终端设备上根据实际情况调整该预设电量。

[0207] 进一步的,“低温模式”和“低电量模式”可以供用户同时选择,例如同时在终端设备的控制界面上设置上述两种模式。

[0208] 控制器可以通过上述任意一种方式能够实现电池组由并联模式切换向串联模式,下面以第一开关管Q1、第二开关管Q2和第三开关管Q3均为NMOS管为例,结合附图具体说明控制器控制电池组由并联模式切换为串联模式的工作原理。

[0209] 一并参见图13a和图7,图13a为本申请实施例提供的由并联模式切换为串联模式的控制时序图。

[0210] 其中,控制器通过使能信号控制旁路电路602和降压电路603。该使能信号可以为电平信号,能够控制旁路电路602和降压电路603中开关管的工作状态。

[0211] 当旁路电路602的使能信号为高电平时,控制器控制旁路电路602工作,当旁路电路602的使能信号为低电平时,控制器控制旁路电路602停止工作。

[0212] 当降压电路603的使能信号为高电平时,控制器控制降压电路603工作,当降压电路603的使能信号为低电平时,控制器控制降压电路603停止工作。

[0213] V_{gs} 为开关管栅极和源极之间的电压,当 V_{gs} 为高电平时,开关管导通,当 V_{gs} 为低电平时,开关管关断。

[0214] 当控制器控制电池从并联模式切换为串联模式时,需要使降压电路603工作并使

旁路电路602停止工作。为了防止电池直接串联后输出的较高电压直接冲击后级电路,对于降压电路603和旁路电路602的切换可以在开关管Q1、Q2和Q3的状态切换之前。

[0215] 初始时电池处于并联模式,在并联模式第二开关管Q2处于断开状态,第一开关管Q1和第三开关管Q3处于闭合状态。

[0216] 为了避免电池在切换过程自身正负极间短路,例如,当第二开关管Q2和第三开关管Q3同时导通时第一电池601a的正负极间短路;或当第一开关管Q1和第二开关管Q2同时导通时第二电池601b的正负极间短路,或当第一开关管Q1、第二开关管Q2和第三开关管Q3均同时导通时第一电池601a的正负极间短路且第二电池601b的正负极间也短路。电池组601内的开关管并不是同时进行切换,而是首先控制第一开关管Q1和第三开关管Q3均断开,并保持第二开关管Q2关断,待第一预设时间后再控制第二开关管Q2闭合,该第一预设时间可以为NMOS管的死区时间(Dead time)。

[0217] 一并参见图13b和图13c,图13b为本申请实施例提供的NMOS管的寄生电容的示意图,图13c为本申请实施例提供的NMOS管导通过程和断开过程的V_{GS}曲线。

[0218] 本申请实施例设置死区时间是为了避免电池单体在切换过程中自身的正负极间短路。对于NMOS管,在栅极和源极之间存在寄生电容C_{GS},当控制器的控制信号到来后,由于栅极和源极间的寄生电容C_{GS}充电和放电需要一定的时间,所以NMOS管的导通和断开会存在延迟。所选用NMOS管的C_{GS}越小,控制信号的驱动能力越强,则充放电时间越短,延迟越小,则可以设置较小的死区时间。

[0219] 由于半导体工艺限制,C_{GS}离散性较大,为避免电池单体在切换过程中自身的正负极间短路,应当保证足够的死区时间。例如,当选择的NMOS管的型号为DMG7430LFG时,其C_{GS}的电容值为1.28nF。当驱动控制芯片选择AUIRS2191S时,其驱动能力为3.5A,该驱动芯片驱动上述NMOS管时实测的死区时间应≥100ns。

[0220] 可以理解的是,该第一预设时间也可以大于NMOS管的死区时间,以为开关管完成切换提供充足的时间,进一步降低电池单体在切换过程中自身的正负极间短路的可能性,例如:当死区时间为100ns时,该第一预设时间可以大于死区时间,例如可以设置为110ns。

[0221] 由于首先控制第一开关管Q1和第三开关管Q3均断开,并保持第二开关管Q2断开,经过死区时间后再控制第二开关管Q2闭合,因此死区时间内开关管Q1、Q2和Q3均断开,电池组内的电池未接入电路,此时第一电容C1和第二电容C2在死区时间内能够维持供电系统的输出电压相对稳定。

[0222] 在死区时间内,耗电元件由第一电容C1和第二电容C2进行供电,因此死区时间的长短应该与第一电容C1和第二电容C2的电容值之和成正比,即死区时间越长,所需C1和C2的电容值之和越大。终端设备包括的第一电容C1和第二电容C2的电容值之和通常可达到200μF级别,而死区时间通常为是100ns级别,第一电容C1与第二电容C2的电容值之和可以满足在死区时间内维持供电系统的输出电压相对稳定,下面举例具体说明。

[0223] 以Q表示电荷量、U_{before}表示死区时间前第一电容C1和第二电容C2两端的电压、U_{after}表示死区时间后第一电容C1和第二电容C2两端的电压、T_{DeadTime}表示死区时间长度、以I_{pulse}表示死区时间内的负载电流,由电荷守恒定律可以得到以下公式:

$$[0224] \quad Q = (C1+C2) \times U_{before} = (C1+C2) \times U_{after} + I_{pulse} \times T_{DeadTime} \quad (3)$$

[0225] 以U_{drop}表示死区时间内的电压跌落,由公式(3)可以确定U_{drop}满足以下公式:

$$[0226] \quad U_{\text{drop}} = U_{\text{before}} - U_{\text{after}} = \frac{I_{\text{pulse}} \times T_{\text{DeadTime}}}{C_1 + C_2} \quad (4)$$

[0227] 当第一电容C1和第二电容C2的电容值之和为200 μ F,即 $C_1 + C_2 = 200\mu\text{F}$ 、死区时间 $T_{\text{DeadTime}} = 100\text{ns}$ 、死区时间内的负载电流 $I_{\text{pulse}} = 10\text{A}$ 时,由公式(4)可以确定死区时间内的电压跌落 $U_{\text{drop}} = 5\text{mV}$,该电压跌落较小,几乎不会影响终端设备的正常工作。由此可见,第一电容C1与第二电容C2的电容值之和可以满足在死区时间内维持供电系统的输出电压相对稳定。

[0228] 控制器同时切换旁路电路602和降压电路603的工作状态,即在控制旁路电路602停止工作的同时控制降压电路603工作,切换降压电路603和旁路电路602与控制第二开关管Q2闭合之间的过渡时间可以称为超前时间(Lead time)。

[0229] 在电池组由并联模式切换为串联模式的过程中,降压电路603需在第二开关管Q2闭合之前开始工作,以防止电池串联产生的高电压直接冲击后级电路。需要提前使降压电路603开始工作是由于降压电路603打开不是瞬间完成的,而需要一定的启动时间,该启动时间即超前时间,超前时间和降压电路603的芯片型号相关,不同的芯片型号可以对应不同的超前时间。例如,若降压电路603的芯型号为TPS54610时,其启动时间为3.35ms,所以超前时间应 $\geq 3.35\text{ms}$ 。本申请实施例提供的供电系统的控制器根据电池组的温度、电池输出电压和负载电流等实时信息控制电池组由并联模式切换为串联模式。因此,控制器能够在环境温度较低(例如冬季的户外)、电池组电量较低和大负载等场景控制电池组由并联模式切换为串联模式,由于串联模式可以提高输出电压,因此能够降低终端设备因供电不足而关机的概率,提升了终端设备应用在上述场景时的稳定性,进而提升了用户在上述场景下的使用体验。下面结合仿真图具体说明。

[0230] 参见图14,该图为本申请实施例提供的并联模式的仿真图。

[0231] 该仿真的条件为:电池电压为4.0V,电池内阻为1 Ω (低温下电池内阻较大),负载电流为2A,终端设备的关机门限电压为2.6V。则当电池处于并联模式时,电池组的输出电压V(out)跌落到2.5V,已经低于了终端设备的关机门限电压,此时会造成终端设备的异常关机。

[0232] 参见图15,该图为本申请实施例提供的串联模式的仿真图。

[0233] 在相同的仿真条件下,由于控制器控制电池由并联模式切换为串联模式,此时V(out)为耗电元件的输入电压,即对应图7中A点的电压,V(out)为3.4V,仍然高于终端设备的关机门限电压,此时终端设备不会出现异常关机。

[0234] 进一步的,控制器在控制电池由并联模式切换为串联模式的过程中还实现了旁路电路和降压电路的平滑切换,降低了电池串联后较高的输出电压对后级电路的电压冲击,还避免了切换过程中电池自身的正负极短路,进一步提升了终端设备的稳定性。下面结合仿真图具体说明。

[0235] 参见图16,该图为本申请实施例提供的模式切换时的仿真图。

[0236] 当控制器在控制电池由并联模式切换为串联模式时,旁路电路602停止工作,降压电路603开始工作,图中V(input)为第一电池601a和第二电池602b的总输入电压(图中为黑色线条),V(n006)为降压电路的603内电感L1左端节点B的电压(图中为深灰色线条),V(out)为耗电元件的输入电压,即对应图7中A点的电压(图中为浅灰色线条),观察V(out)的

曲线可以发现,在电池切换为串联模式前后, $V(\text{out})$ 的电压波动范围较小,表明实现了旁路电路和降压电路的平滑切换,对终端设备稳定性的影响较小。

[0237] 还可以参见图17,该图为本申请实施例提供的电池模式切换前后电压的仿真图。

[0238] 该图更加清晰的反映电池模式切换前后电压的变化,其中 $V(\text{input})$ 为第一电池601a和第二电池602b的总输入电压,当电池由并联模式切换为串联模式时, $V(\text{input})$ 由原先的约3.8V增加至约7.6V,而观察 $V(\text{out})$ 的曲线可以发现,在电池模式切换前后 $V(\text{out})$ 的电压波动范围较小,表明电池切换为串联模式后对后级电路的影响较小,能够维持输出电压的相对稳定。

[0239] 以上实施例说明了控制器控制电池由并联模式切换为串联模式的工作原理,下面说明控制器控制电池由串联模式切换为并联模式的工作原理。

[0240] 供电系统实施例三:

[0241] 继续参见图7,当控制器确定第一电池601a和第二电池601b需要切换为并联模式时,控制第二开关管Q2断开,控制第一开关管Q1和第三开关管Q3闭合。

[0242] 控制器确定电池组601内的电池需要由串联模式切换为并联模式的各种方式可以参见实施例二中的相关说明,本实施例在此不在赘述。下面具体说明控制器控制电池组由串联模式切换为并联模式的工作原理。

[0243] 参见图18,该图为本申请实施例提供的一种由串联模式切换为并联模式的控制时序图。

[0244] 当控制器控制电池从串联模式切换为并联模式时,需要使旁路电路602工作并使降压电路603停止工作,为了防止切换过程中串联的电池输出的较高电压直接冲击后级电路,对于降压电路603和旁路电路602的切换需要在开关管Q1、Q2和Q3的状态切换之后。

[0245] 初始时电池组处于串联模式,此时第二开关管Q2处于闭合状态,第一开关管Q1和第三开关管Q3处于断开状态,开关管控制电池由串联模式切换为并联模式时,保持第一开关管Q1和第三开关管Q3继续断开。为了避免电池在切换过程中自身正负极间短路,电池组601内的开关管并不是同时进行切换,而是首先控制第二开关管Q2断开,待第二预设时间后再控制第一开关管Q1和第三开关管Q3闭合,第三预设时间后再控制旁路电路602工作及所述降压电路603停止工作。该第二预设时间可以为死区时间,关于死区时间的具体说明可以参见上述系统实施例二,本实施例在此不再赘述。死区时间和第三预设时间之和为滞后时间(Lag time)。

[0246] 为了避免电池在切换过程中自身正负极间短路,需要先控制电池组切换为串联模式,然后才能控制旁路电路602工作及降压电路603停止工作,所以该第三预设时间需要大于NMOS管的死区时间,以确保控制器控制降压电路603和旁路电路602的切换时,第一开关管Q1和第三开关管Q3已经处于导通状态。

[0247] 在死区时间内,第一开关管Q1、第二开关管Q2和第三开关管Q3均关,此时第一电容C1和第二电容C2用于维持死区时间内供电系统的输出电压相对稳定。

[0248] 本申请实施例提供的供电系统的控制器能够根据电池组的温度、电池输出电压和负载电流等实时信息控制电池组由串联模式切换为并联模式。因此,控制器能够在环境温度较正常、电池组电量充足且小负载的场景控制电池组由串联模式切换为并联模式,以提升电池组的放电效率,延长终端设备的续航时间,进而提升了用户在上述场景下的使用体

验。

[0249] 此外,控制器在控制电池由串联模式切换为并联模式的过程中能够使切换过程稳定进行,进一步提升了终端设备的稳定性。下面结合仿真图具体说明。

[0250] 参见图19,该图为本申请实施例串联模式切换为并联模式时的仿真图。

[0251] 观察V(out)的曲线可以发现,当电池由串联模式切换为并联模式时,V(out)的电压波动范围较小,并且始终高于终端设备的关机门限电压,表明电池进行模式切换时过度平滑,对后续电路的影响较小,能够维持输出电压的相对稳定。

[0252] 当电池处于串联模式时,由于电池间存在容量差异或者自放电速率差异,会导致各个电池之间的电压不等,此时如果直接切换为并联模式会导致电池之间的冲击电流过大进而损伤电池。下面结合附图具体说明控制器在控制电池由串联模式切换为并联模式时降低冲击电流的原理。

[0253] 供电系统实施例四:

[0254] 控制器通过ADC采样获取第一电池601a和第二电池601b的电压,当控制器判断第一电池601a的电压V1大于第二电池601b的电压V2时,控制器先控制第二开关管Q2断开,待第二预设时间后控制第一开关管Q1闭合,待平衡时间(Balance time)后再控制第三开关管Q3闭合,待第三预设时间后控制旁路电路602工作且控制降压电路603停止工作。其中,第二预设时间可以为死区时间,关于死区时间和第三预设时间的说明可以参见上述供电系统实施例,本实施例在此不再赘述。

[0255] 平衡时间(Balance time)可以称为第四预设时间,是电池组从串联模式切换为并联模式的过程中,电池间电压均衡的时间。继续以图7为例,平衡时间由第一电池601a和第二电池601b之间的电压差,以及第一电池601a和第二电池601b的内阻决定的。电池间的电压差越大,电池内阻越大,则需要的平衡时间越长。若两个电池没有压差,则可以不需平衡时间。例如:当第一电池601a和第二电池601b的电池电压分别为4.1V和4.0V,且电池内阻均为260mΩ时,则平衡时间 $\geq 10\mu\text{s}$,以将电池间的冲击电流降低至0.5A以下。当控制器判断第一电池601a的电压V1小于第二电池601b的电压V2时,控制器先控制第二开关管Q2断开,待第二预设时间后先控制第三开关管Q3闭合,待第四预设时间后再控制第一开关管Q1闭合,待第三预设时间后控制旁路电路602工作且控制降压电路603停止工作。

[0256] 当控制器判断第一电池601a的电压V1等于第二电池601b的电压V2时,控制器先控制第二开关管Q2断开,待第二预设时间后控制第一开关管Q1和第三开关管Q3闭合,待第三预设时间后控制旁路电路602工作且控制降压电路603停止工作。

[0257] 当控制器判断第一电池601a的电压V1大于第二电池601b的电压V2时,控制器先控制第二开关管Q2断开,待第二预设时间后先控制第一开关管Q1闭合,待第四预设时间后再控制第三开关管Q3闭合,待第三预设时间后控制旁路电路602工作且控制降压电路603停止工作。

[0258] 下面以电池组601内第二电池601b的电池电压V2高于第一电池601a的电池电压V1为例进行说明控制器的控制原理。对于第二电池601b的电池电压V2低于第一电池601a的电池电压V1的情况,控制器的控制原理类似,在此不再赘述。

[0259] 参见图20,该图为本申请实施例提供的另一种由串联模式切换为并联模式的控制时序图。

[0260] 控制器先控制第二开关管Q2断开,经过死区时间后,控制第三开关管Q3闭合,此时电压较高的第二电池601b先接入电路开始供电。经过平衡时间后,控制器再控制第一开关管Q1闭合,此时电压较低的第一电池601b后接入电路开始供电,由于高电压的电池先切换供电,低电压的电池后切换供电,减小了电池间的电压差,因此降低了电池间的冲击电流。待第三预设时间后控制旁路电路602工作且控制降压电路603停止工作,此时电池由串联模式切换为并联模式。

[0261] 电池组内的MOS管可以处于开关态,即开关管具有断开和闭合两种状态,也可以处于线性态,即MOS管处于线性区,MOS管的工作状态线性变化而不是瞬间完成,以进一步降低冲击电流,下面结合附图具体说明。

[0262] 参见图21,该图为本申请实施例提供的再一种由串联模式切换为并联模式的控制时序图。

[0263] 当第一开关管Q1工作在线性区时,第一开关管Q1在平衡时间内由关断状态逐渐转换为闭合状态,因此降低了电池间的冲击电流。下面结合仿真图具体说明。

[0264] 参见图22,该图为本申请实施例提供的无平衡时间的切换仿真图。

[0265] 观察该图I(V_a)曲线可以发现,由串联模式向并联模式切换的过程中,若电池间存在电压差,则互相之间的冲击电流可达到约10A量级(即图中深灰色的线条出现了明显的尖峰),会对电池造成损害。

[0266] 参见图23,该图为本申请实施例提供的有平衡时间的切换仿真图。

[0267] 观察该图I(V_a)曲线可以发现,在设置平衡时间后,由串联模式向并联模式切换的过程中,冲击电流大小约为0.5A(即图中深灰色的线条的尖峰明显减小),冲击电流的降低效果明显,能够有效保护电池。

[0268] 上述系统实施例说明了控制器控制电池进行模式切换时的工作原理。其中,控制器在控制电池由串联模式切换为并联模式时,控制旁路电路工作、降压电路停止工作,控制器在控制电池由并联模式切换为串联模式时,控制降压电路工作、旁路电路停止工作。本申请实施例还提供了另一种对降压电路和旁路电路的控制方案,能够简化控制信号和控制流程,下面结合附图具体说明。

[0269] 供电系统实施例五:

[0270] 通过ADC(Analog-to-Digital Converter,数模转换器)采集电池组的输出电压,发送给控制器。当控制器判断电池组的输出电压高于第一预设电压阈值时,控制器确定此时降压电路工作,旁路电路不工作;当控制器判断电池组的输出电压低于或等于第一预设电压阈值时,控制器确定此时旁路电路工作,降压电路不工作,以实现旁路电路和降压电路的自动切换。下面结合附图具体说明。

[0271] 参见图24,该图为本申请实施例提供的一种电池工作模式的自动控制示意图。

[0272] 其中,第一预设电压阈值用 V_{th} 表示,当电池组的输出电压低于 V_{th} 时,控制器控制旁路电路602打开且控制降压电路603关闭。

[0273] 当电池组的输出电压高于 V_{th} 时,控制器控制旁路电路602关闭且降压电路603打开。

[0274] 第一预设电压阈值大于并联模式的电池组的最大输出电压且小于串联模式的电池组的最小输出电压。

[0275] 例如,当电池处于并联模式时,电池组的最大输出电压约为4.2V-4.3V。当电池处于串联模式时,电池组的最小输出电压约为7.2V,即第一电池601a和第二电池601b串联,每个电池的输出电压约为3.6V。第一预设电压阈值 V_{th} 的取值可以大于并联时的最大输出电压,小于串联时的最小输出电压,即满足: $7.2V > V_{th} > 4.3V$,例如 V_{th} 可以为4.5V。以上数值仅是举例说明,不同终端设备可能对应不同的电池参数,本申请中不具体限定 V_{th} 的取值。

[0276] 进一步地,为了避免电池组的输出电压因为干扰存在毛刺或者电压振荡而反复切换旁路电路和降压电路使能,下面还提供了一种迟滞控制方式,例如:当电池组的输出电压接近第一预设电压阈值 V_{th1} 时,ADC测量电池组的输出电压时可能存在电压毛刺,即电压由于干扰存在振荡,此时会导致电池组的输出电压和第一预设电压阈值 V_{th1} 的大小关系反复发生变化,进而导致控制器反复切换旁路电路和降压电路使能,因此通过增加迟滞电压区间以降低该问题对供电系统的影响。

[0277] 参见图25,该图为本申请实施例提供的另一种旁路电路和降压电路使能的自动控制示意图。

[0278] 以 V_{th1} 表示图24中的第一预设电压阈值,迟滞电压区间为 $V_{th3}-V_{th2}$ 。其中, V_{th2} 大于 V_{th1} , V_{th1} 大于 V_{th3} ,即 $V_{th2} > V_{th1} > V_{th3}$ 。 V_{th2} 和 V_{th3} 可以根据实际情况设定, V_{th2} 应大于电压毛刺的最大值, V_{th3} 应小于电压毛刺的最小值,进而抑制切换过程中电压毛刺的影响,即迟滞电压区间可以包括电压毛刺的电压范围,该范围可以预先通过实验测量确定,例如可以在电池组的输出电压为 V_{th1} 时反复切换降压电路和旁路电路的工作模式以获取电压毛刺的电压范围。

[0279] 本实施例中不必比较输出电压与 V_{th1} 的关系,而是可以直接比较输出电压是否大于 V_{th2} ,是否小于 V_{th3} 。

[0280] 控制器判断电池组的输出电压与 V_{th2} 的大小关系,当电池组的输出电压小于 V_{th2} 时,控制器判断此时电池组的输出电压受到电压毛刺的影响,保持当前旁路电路和降压电路使能不变。

[0281] 控制器判断电池组的输出电压与 V_{th3} 的大小关系,当电池组的输出电压大于 V_{th3} 时,控制器判断此时电池组的输出电压受到电压毛刺的影响,保持当前旁路电路和降压电路使能不变。

[0282] 通过增加迟滞电压区间,能够降低ADC检测电池组的输出电压时电压毛刺的影响。此外,还可以通过加入去抖时间控制来降低电压毛刺的影响,例如在控制器首次确认电池进行模式切换后的预设时间内不会再次进行模式切换,本申请实施例对预设时间的长度不作具体限定。

[0283] 本实施例的控制器通过将电池组的输出电压与第一预设电压阈值进行比较,进而确定旁路电路和降压电路的工作状态,能够在电池组的工作模式进行切换后即使切换旁路电路和降压电路的工作状态,并且简化了控制信号和控制流程。

[0284] 芯片实施例一:

[0285] 以上实施例的降压电路和旁路电路可以分别属于两个不同的芯片,本申请实施例还提供了一种芯片,该芯片同时包括降压电路和旁路电路,下面结合附图具体说明。

[0286] 参见图26,该图为本申请实施例提供的一种芯片的示意图。

[0287] 该芯片同时包括降压电路602和旁路电路603。

[0288] 旁路电路602的一端连接在降压电路603的输入端,旁路电路602的另一端连接降压电路603的输出端。

[0289] 旁路电路602和降压电路603均连接终端设备的控制器,接收控制器发送的控制信号来切换工作状态,当电池组601内的电池需要切换为串联模式时,降压电路603工作,旁路电路602停止工作;当电池组601内的电池为并联模式时,旁路电路602工作,降压电路603停止工作。

[0290] 可以理解的,芯片实施例中控制器、降压电路、旁路电路和电池组等其他描述可以参考其他实施例的描述,在此不再赘述。

[0291] 由于该芯片同时包括降压电路602和旁路电路603,当供电系统使用该芯片时能够减少硬件设备的尺寸,节省成本。

[0292] 方法实施例一:

[0293] 基于上述实施例提供的终端设备的供电系统,本申请实施例还提供了一种终端设备的供电方法。

[0294] 参见图27,该图为本申请实施例提供的一种终端设备的供电方法的流程图。

[0295] 该方法应用于终端设备的供电系统,该供电系统包括:电池组、旁路电路、降压电路和控制器。其中,电池组包括至少两块电池,电池组的输出端连接降压电路的输入端,降压电路的输出端连接终端设备的耗电元件;旁路电路的两端跨接在降压电路的输入端和输出端。该供电系统的工作原理可以参见上述供电系统实施例,本申请实施例在此不再赘述。

[0296] 该方法包括以下步骤:

[0297] S2701:当电池组内的电池为串联模式时,控制降压电路工作,控制旁路电路停止工作。

[0298] S2702:当电池组内的电池为并联模式时,控制旁路电路工作,控制降压电路停止工作。

[0299] 继续参见图7所示的供电系统,下面具体说明确定电池组内的电池需要切换工作模式的方法。

[0300] 方法一:根据电池组当前的输出电压、流经耗电元件的电流以及各电路器件的阻抗,确定耗电元件两端的电压。当判断耗电元件两端的电压低于第二预设电压阈值时,确定电池组需要从并联模式切换为串联模式。该第二预设电压阈值可以设置为终端设备的关机门限电压,例如关机门限电压可以为2.6V。

[0301] 可以实时测量放电通路的检流电阻两端的电压,根据检流电阻两端的电压与检流电阻的阻抗的比值确定流经耗电元件的电流。

[0302] 此外还可以根据电池组的输出电压和电池组的温度确定电池组内的电池需要切换为串联模式,下面具体说明可能的实现方式。

[0303] 方法二:根据电池组的输出电压和电池组的温度通过查找表,确定电池组内的电池需要切换为串联模式。具体的,可以根据负载电流选择与负载电流对应的表,负载电流大于预设电流时对应大负载表,负载电流小于或等于预设电流时对应小负载表。

[0304] 可以实时测量放电通路的检流电阻两端的电压,则检流电阻两端的电压与检流电阻的阻抗的比值即为负载电流。电池组的输出电压可以通过ADC采样得到。此外,通过检测热敏电阻的阻值,获取该阻值对应的温度,进而确定当前电池的温度,电池内可以采用NTC

型的热敏电阻。

[0305] 在低温、低电压、大负载的场景下,优先使用串联模式,防止设备异常关机;在小负载的场景下,更倾向于使用并联模式以增加设备的续航时间。

[0306] 方法三:为了减少占用终端设备的存储空间,还可以用预设函数 f 来代替方法三的表,控制器将电池组的输出电压 U 和电池温度 T 代入预设函数 f 获得函数值,当函数值小于或等于预设值时,确定电池组内的电池需要切换为串联模式。该预设函数的函数值与电池组的温度正相关,且该预设函数的函数值与电池组的输出电压正相关。

[0307] 进一步的,根据负载电流的大小选择预设值,负载电流大于预设电流时对应第一预设值,当负载电流小于或等于预设电流时对应第二预设值,第一预设值小于第二预设值。即大负载场景对应第一预设值,小负载场景对应第二预设值。

[0308] 该预设值表征的是 0°C 时,串联模式和并联模式切换时的门限电压。例如大负载场景对应第一预设值,当电池电压 $>$ 第一预设值时,电池组应处于并联模式;当电池电压 \leq 第一预设值时,适合串联模式。

[0309] 可以通过上述方式确定电池组的工作模式需要进行切换,此外,还可经由终端设备的控制界面进行强制切换,例如在终端设备的控制界面增加“低温模式”,当用户选择进入“低温模式”后,确定低温模式按钮被触发,此时电池组应切换到串联模式。当用户退出“低温模式”后,供电系统切换到自动模式,供电系统的控制器自动选择最合适的工作模式。

[0310] 再例如还可以在在终端设备的控制界面增加“低电量模式”,当用户主动选择进入“低电量模式”后,确定低电量模式按钮被触发,此时电池组应切换到串联模式。当用户退出“低电量模式”后,供电系统切换到自动模式,供电系统的控制器自动选择最合适的工作模式。

[0311] 关于上述各方法的具体说明可以参见供电系统实施例二,本实施例在此不再赘述。

[0312] 利用本申请实施例提供的终端设备的供电方法,当电池组内的电池为串联模式时,控制降压电路工作,控制旁路电路停止工作;还能够当电池组内的电池为并联模式时,控制旁路电路工作,控制降压电路停止工作。因此可以控制电池组内的电池在串联模式和并联模式之间进行切换,并且在环境温度较低(例如冬季的户外)、电池组电量较低和大负载等场景控制电池组内的电池由并联模式切换为串联模式,能够极大地降低终端设备异常关机的发生概率,提升了终端设备应用在上述场景时的稳定性,进而提升了用户在上述场景下的使用体验。在环境温度较正常、电池组电量充足且小负载的场景控制电池组内的电池由串联模式切换为并联模式,以提升电池组的放电效率,延长终端设备的续航时间,进而提升了用户在上述场景下的使用体验。

[0313] 方法实施例二:

[0314] 进一步的,本申请实施例还提供了另一种终端设备的供电方法,能够使电池组在串联模式和并联模式之间切换平滑,以降低切换过程对供电系统的输出电压的影响,进而提升了终端设备的稳定性,下面以该方法应用于图7所示的供电系统为例具体说明。

[0315] 下面首先说明电池组由并联模式切换为串联模式时的供电方法。

[0316] 参见图28,该图为本申请实施例提供的电池组由并联模式切换为串联模式时的供电方法的流程图。

[0317] 该方法包括以下步骤：

[0318] S2801：先控制降压电路工作及旁路电路停止工作。

[0319] 继续参见图7，为了防止电池直接串联后输出的较高电压直接冲击后级电路，对于降压电路和旁路电路的切换需要在开关管Q1、Q2和Q3的状态切换之前。

[0320] S2802：再控制第一开关管、第二开关管和第三开关管均断开。

[0321] S2803：第一预设时间后再控制第二开关管闭合。

[0322] 为了避免电池组在切换工作模式的过程中单体电池正负极间短路，电池组内的开关管并不是同时进行切换，而是首先控制第一开关管Q1和第三开关管Q3均断开，待第一预设时间后再控制第二开关管Q2闭合，该第一预设时间可以为NMOS管的死区时间。关于死区时间的具体说明可以参见上述系统实施例二，本实施例在此不再赘述。

[0323] 该方法在电池由并联模式切换为串联模式的过程中实现了旁路电路和降压电路的平滑切换，降低了电池串联后较高的输出电压对后级电路的电压冲击，进一步提升了终端设备的稳定性。

[0324] 下面说明电池组由串联模式切换为并联模式时的供电方法。

[0325] 参见图29，该图为本申请实施例提供的电池组由串联模式切换为并联模式时的供电方法的流程图。

[0326] 该方法包括以下步骤：

[0327] S2901：先控制第一开关管、第二开关管和第三开关管均断开。

[0328] 为了防止切换过程中串联的电池输出的较高电压直接冲击后级电路，对于降压电路和旁路电路的切换需要在开关管Q1、Q2和Q3完成状态切换之后。

[0329] S2902：第二预设时间后再控制第一开关管和第三开关管闭合。

[0330] 该第二预设时间可以为NMOS管的死区时间。关于死区时间的具体说明可以参见上述系统实施例二，本实施例在此不再赘述。

[0331] 当电池处于串联模式时，由于电池间存在容量差异或者自放电速率差异，会导致各个电池之间的电压不等，此时如果直接切换为并联模式会导致电池之间的冲击电流过大，导致电芯损伤，为了缓解冲击电流，可以使电压较高的电池先接入电路开始供电，经过平衡时间后，控制器再控制电压较低的电池接入电路开始供电，由于高电压的电池先切换供电，低电压的电池后切换供电，减小了电池间的电压差，因此降低了电池间的冲击电流。

[0332] 该平衡时间也可以称为第四预设时间，平衡时间由各电池之间的电压差，以及各电池的内阻决定。电池间的电压差越大，电池的内阻越大，则需要的平衡时间越长。若两个电池没有压差，则不需要平衡时间。

[0333] 因此，第二预设时间后再控制第一开关管和第三开关管闭合具体为：

[0334] 当判断第一电池的电压大于第二电池的电压时，第二预设时间后先控制第一开关管闭合，第四预设时间后再控制第三开关管闭合。

[0335] 当判断第一电池的电压小于第二电池的电压时，第二预设时间后先控制第三开关管闭合，第四预设时间后再控制第一开关管闭合。

[0336] 当判断第一电池的电压等于第二电池的电压时，此时两个电池没有压差，第二预设时间后可以控制第一开关管和第三开关管同时闭合。

[0337] S2903：第三预设时间后再控制旁路电路工作及降压电路停止工作。

[0338] 为了避免电池在切换过程中自身正负极间短路,电池组内的开关管并不是同时进行切换,而是首先控制第二开关管Q2断开,待第二预设时间后再控制第一开关管Q1和第三开关管Q3闭合,第三预设时间后再控制旁路电路工作及所述降压电路停止工作。死区时间和第三预设时间之和可以称为滞后时间。

[0339] 该第三预设时间需要大于NMOS管的死区时间,以确保控制器控制降压电路603和旁路电路602的切换时,第一开关管Q1和第三开关管Q3已经处于导通状态。

[0340] 该供电方法在电池由并联模式切换为串联模式的过程中可以实现旁路电路和降压电路的平滑切换,还降低了切换过程中电池间的电流冲击,保护了电池。

[0341] 终端设备实施例一:

[0342] 基于上述实施例提供的终端设备的供电系统,本申请实施例还提供了一种终端设备,下面结合附图具体说明。

[0343] 参见图30,该图为本申请实施例提供的一种终端设备的示意图。

[0344] 该终端设备3000包括:供电系统3001和耗电元件3002。该供电系统3001包括:电池组、旁路电路、降压电路和控制器。其中,电池组包括至少两块电池,电池组的输出端连接降压电路的输入端,降压电路的输出端连接终端设备的耗电元件;旁路电路的两端跨接在降压电路的输入端和输出端。

[0345] 该供电系统的工作原理可以参见上述各终端系统实施例,本实施例在此不再赘述。

[0346] 该终端设备的供电系统包括控制器,该控制器当电池组内的电池为串联模式时,控制降压电路工作,控制旁路电路停止工作;还能够当电池组内的电池为并联模式时,控制旁路电路工作,控制降压电路停止工作,能够控制电池组内的电池在串联模式和并联模式之间进行切换,并且在环境温度较低(例如冬季的户外)、电池组电量较低和大负载等场景控制电池组内的电池由并联模式切换为串联模式,能够极大地降低终端设备异常关机的发生概率,提升了终端设备应用在上述场景时的稳定性,进而提升了用户在上述场景下的使用体验。在环境温度较正常、电池组电量充足且小负载的场景控制电池组内的电池由串联模式切换为并联模式,以提升电池组的放电效率,延长终端设备的续航时间,进而提升了用户在上述场景下的使用体验。

[0347] 本申请实施例中不具体限定终端设备的类型和应用场景,可以为折叠屏手机,也可以为其他具有电池的终端设备。

[0348] 应当理解,在本申请实施例中,“至少一个(项)”是指一个或者多个,“多个”是指两个或两个以上。“和/或”,表示可以存在三种关系,例如,“A和/或B”可以表示:只存在A,只存在B以及存在A和B三种情况,其中A,B可以是单数或者复数。

[0349] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制。虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明。任何熟悉本领域的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围情况下,都可利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出许多可能的变动和修饰,或修改为等同变化的等效实施例。因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰,均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

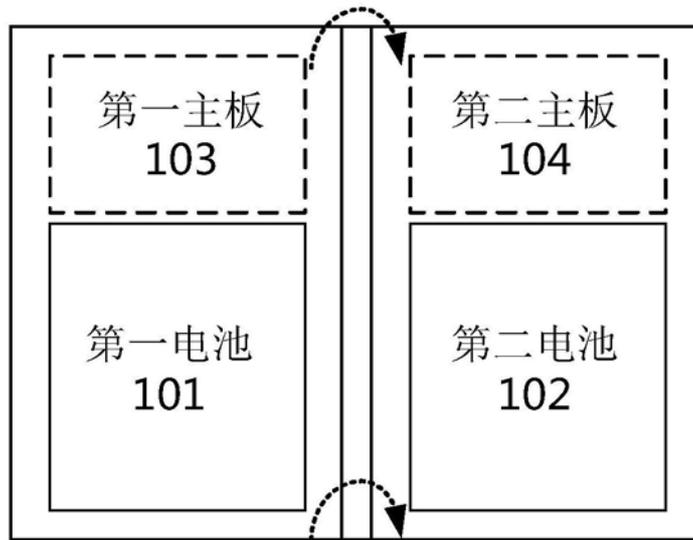


图1

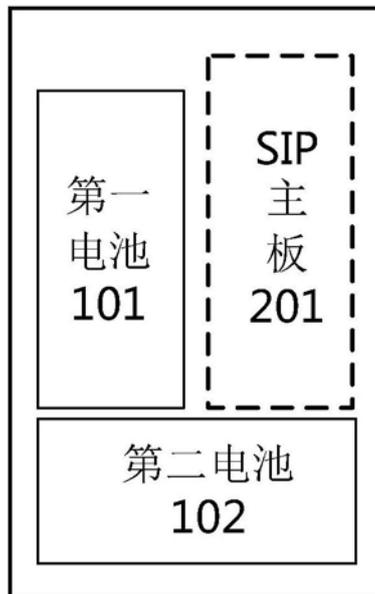


图2

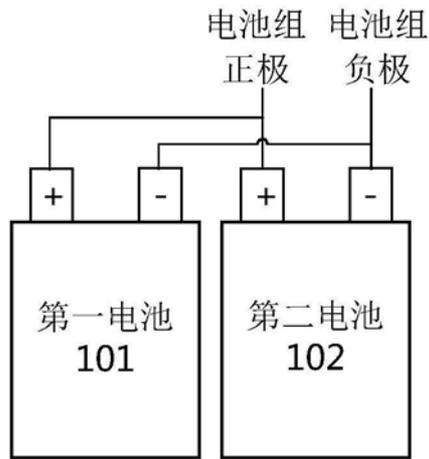


图3

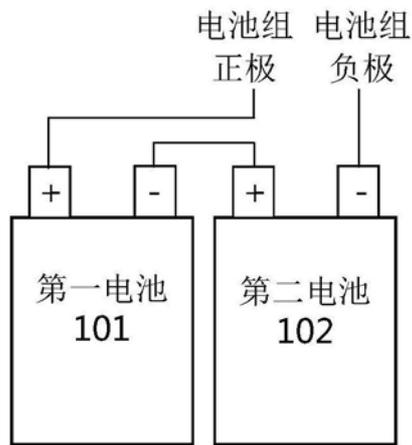


图4

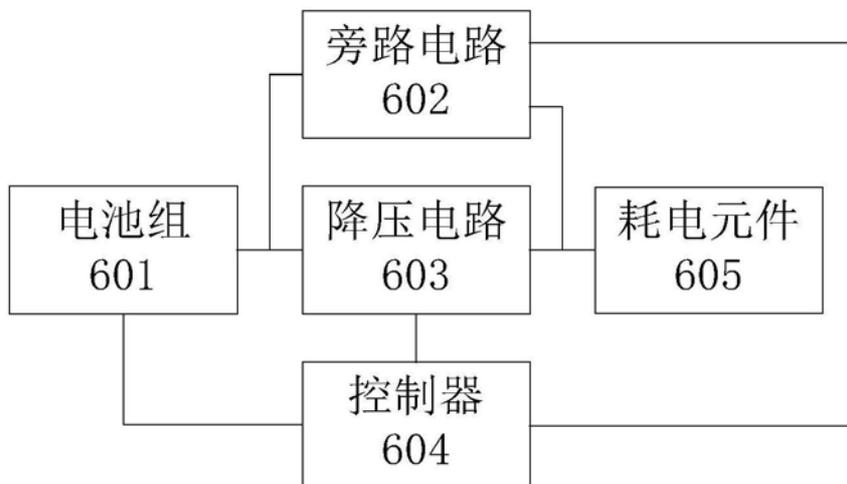


图5

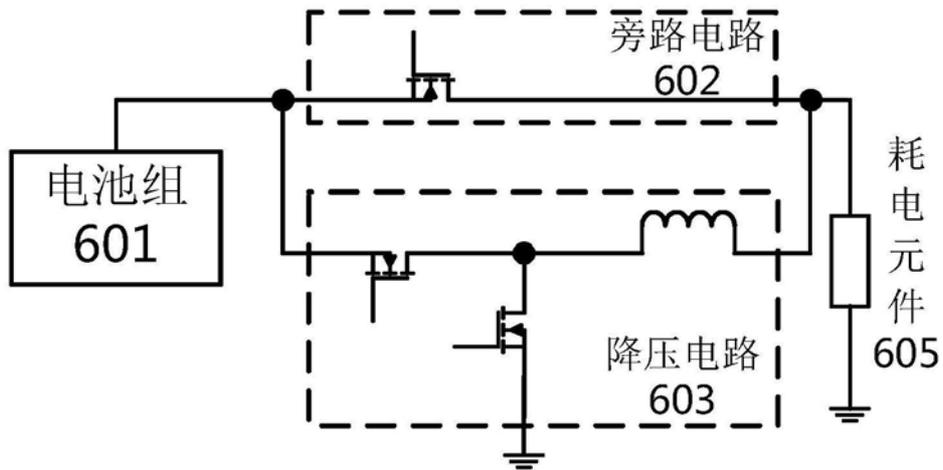


图6

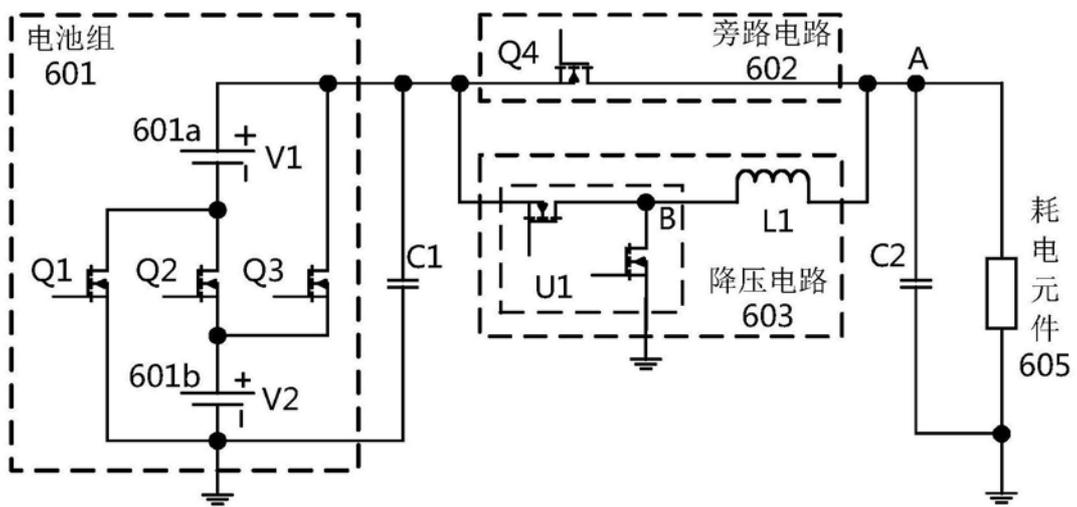


图7

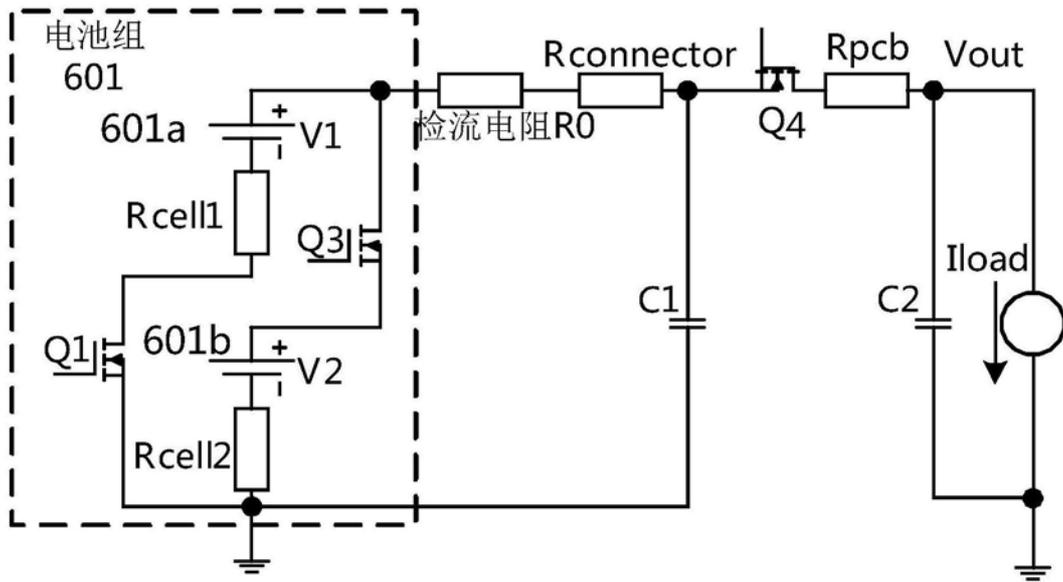


图8

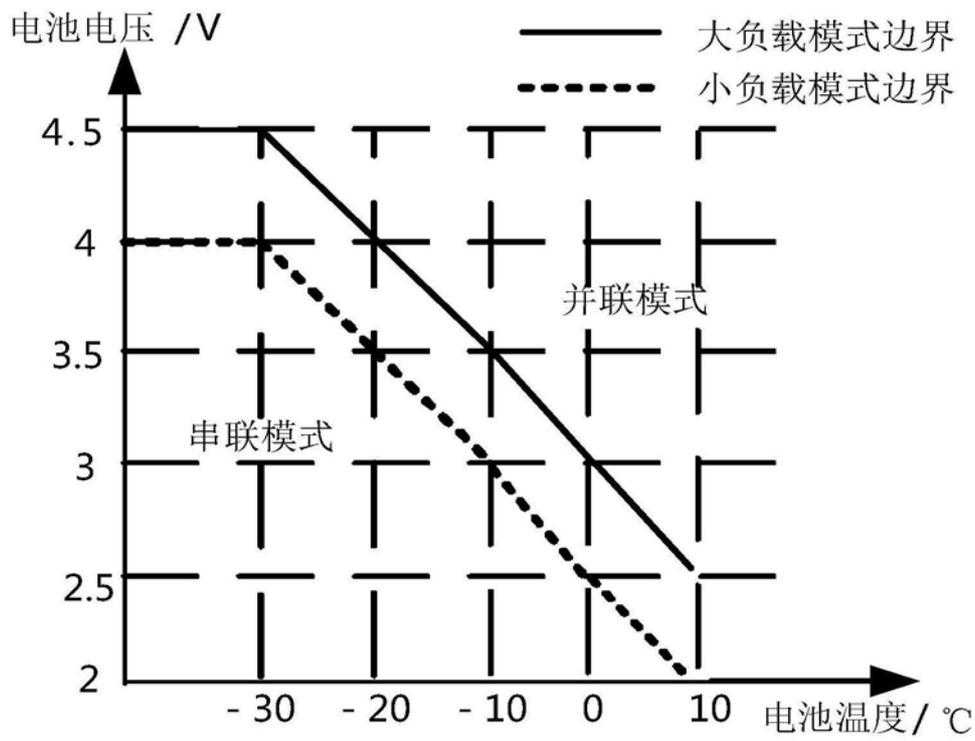


图9

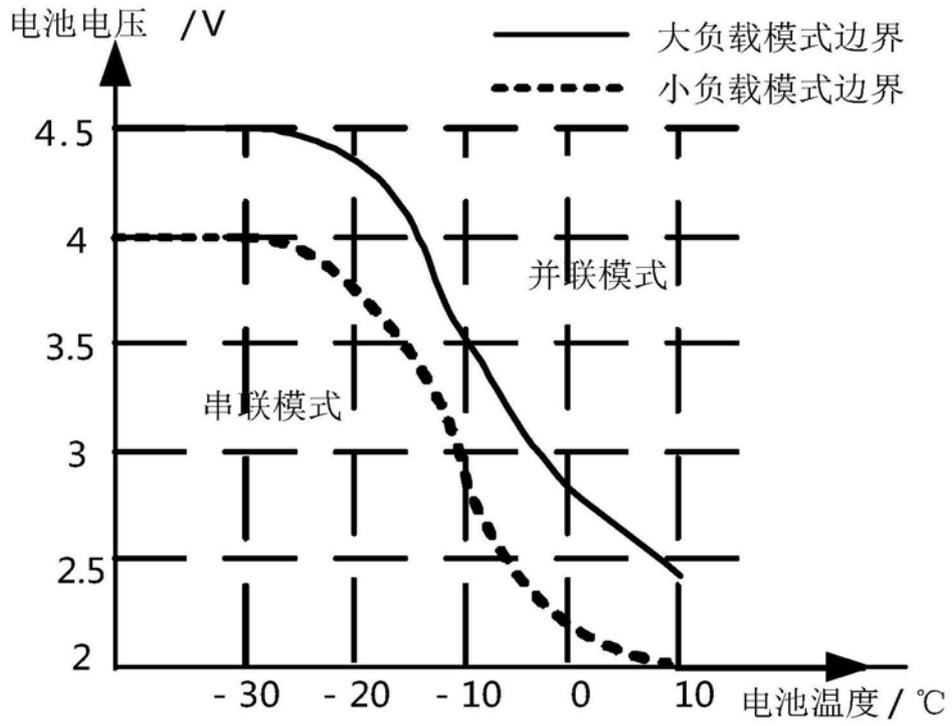


图10

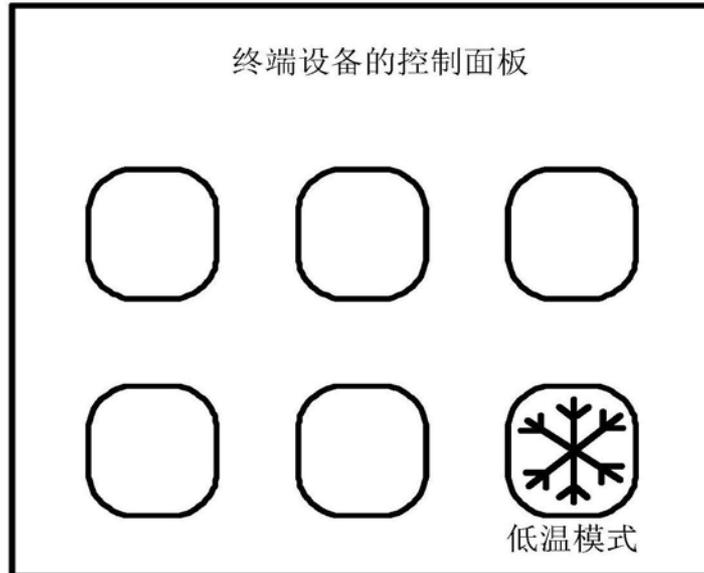


图11

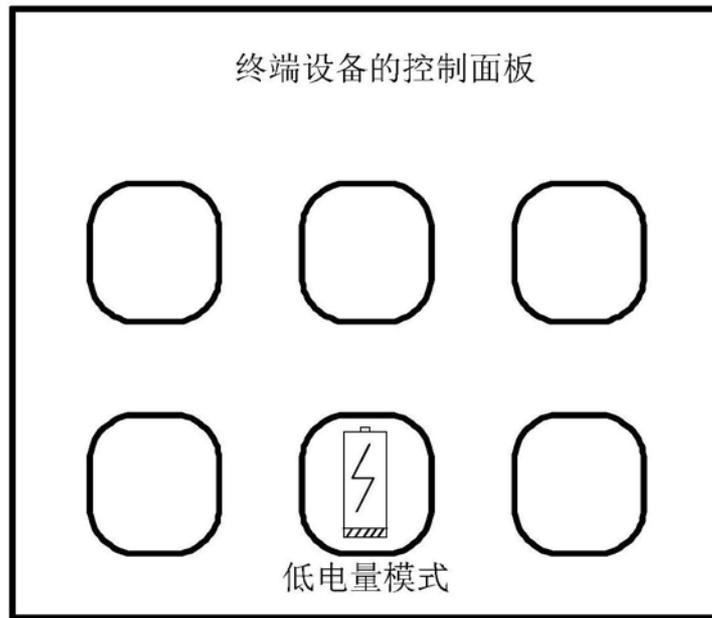


图12

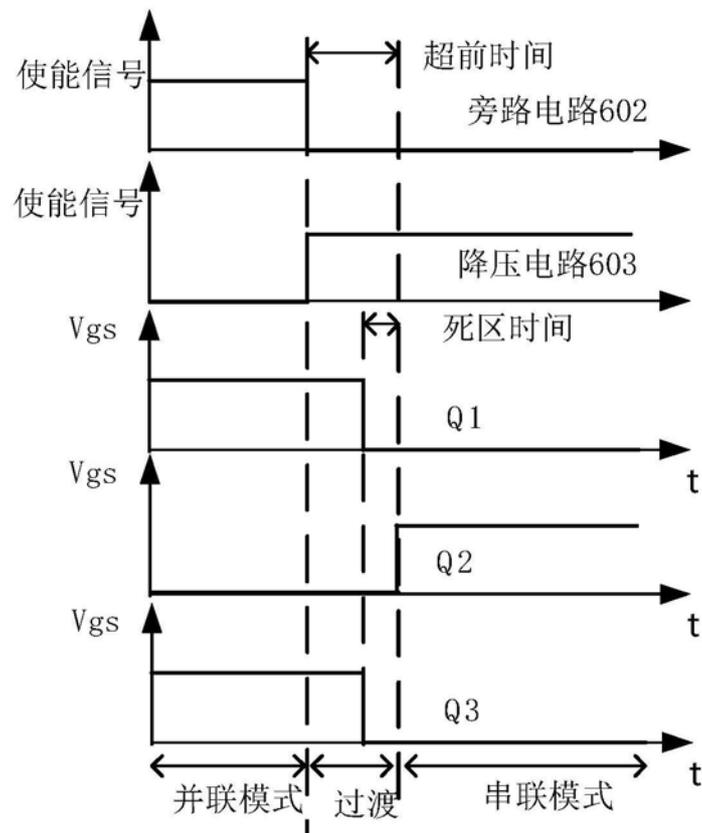


图13a

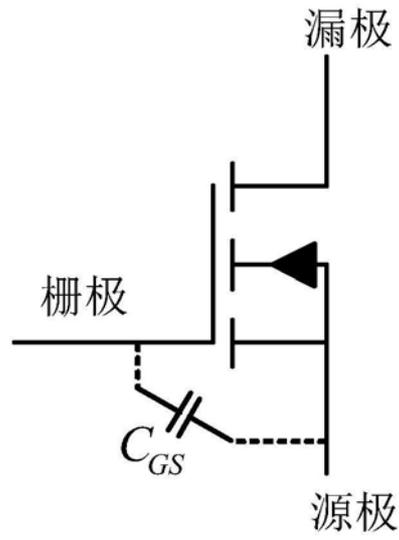


图13b

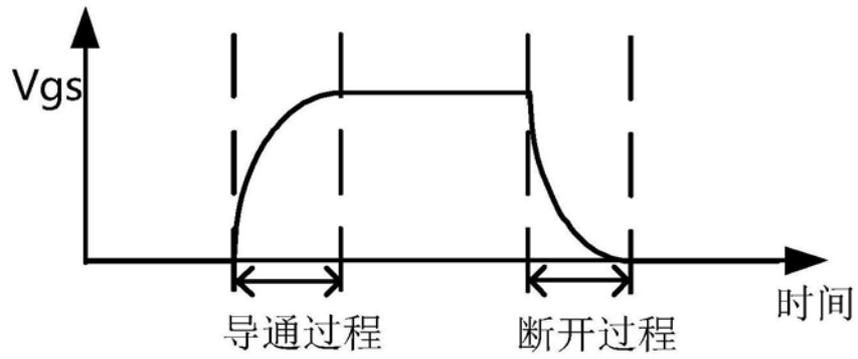


图13c

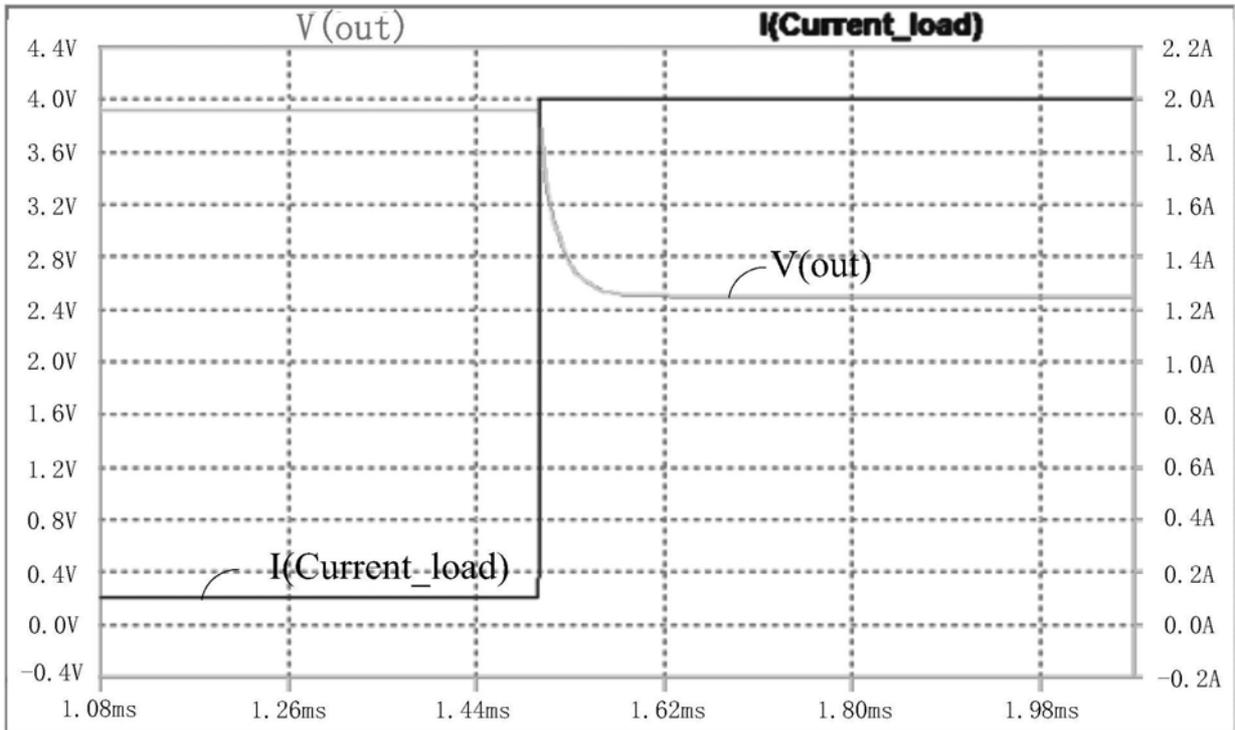


图14

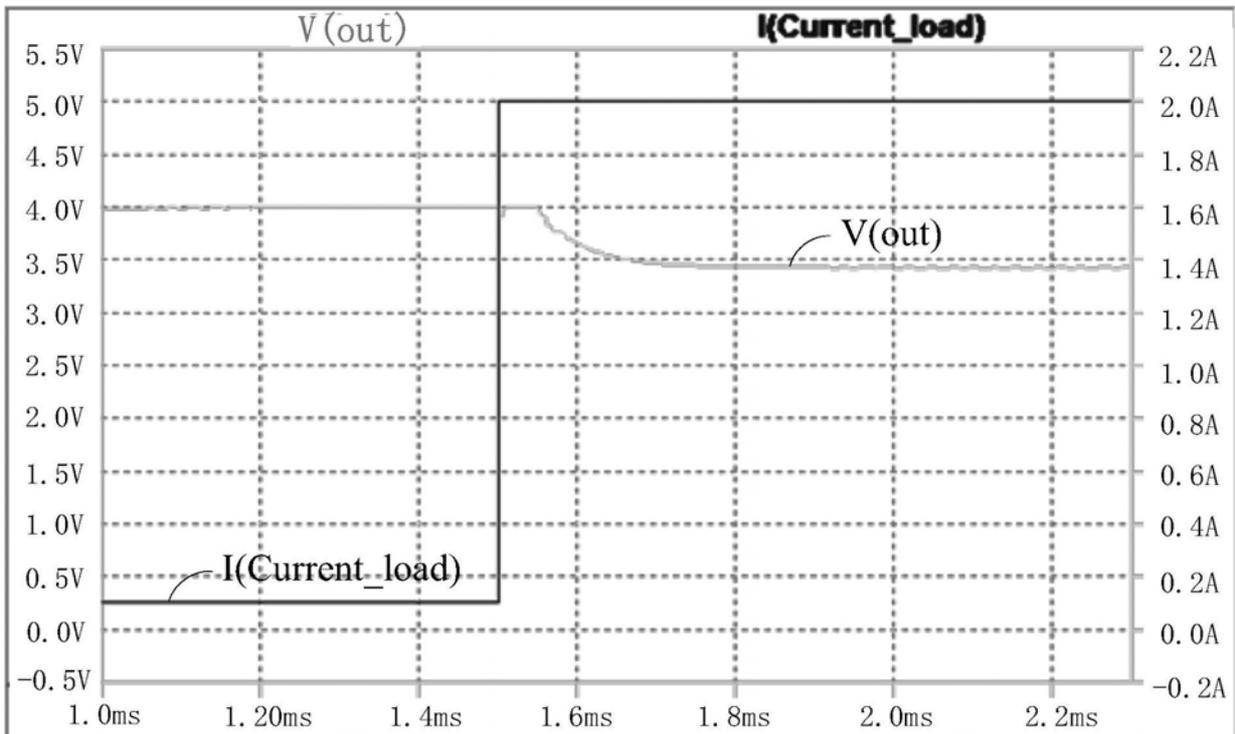


图15

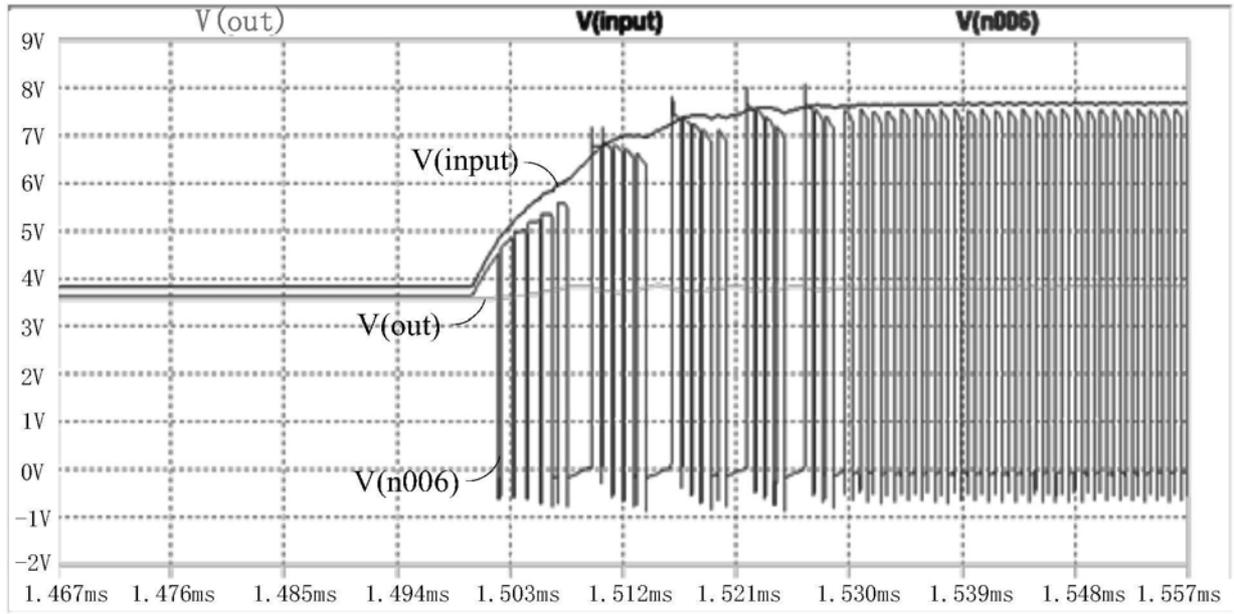


图16

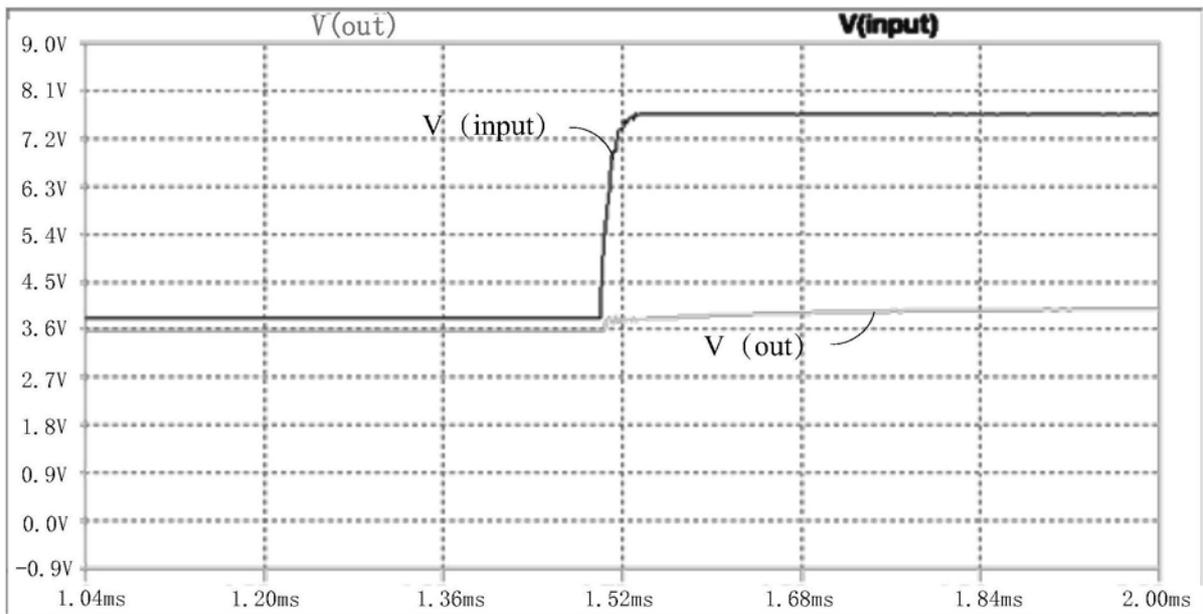


图17

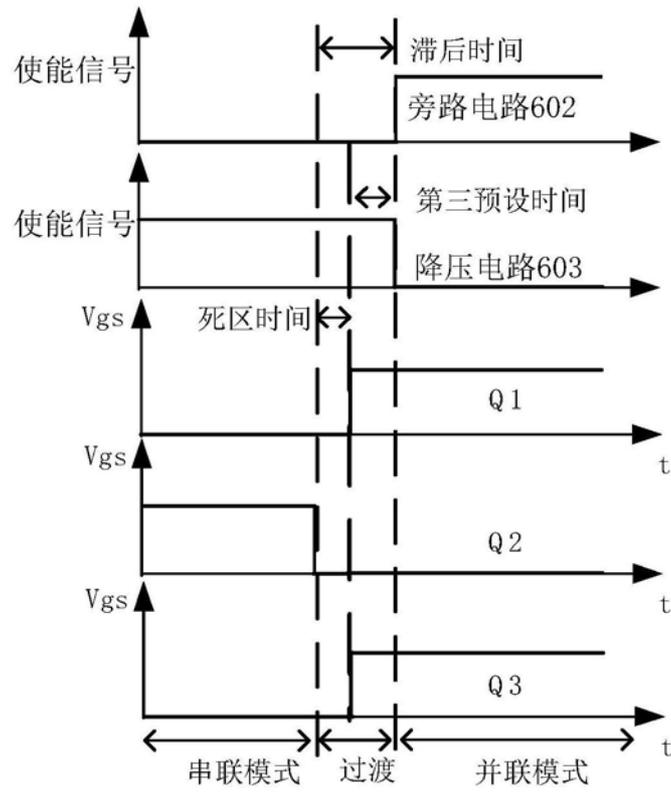


图18

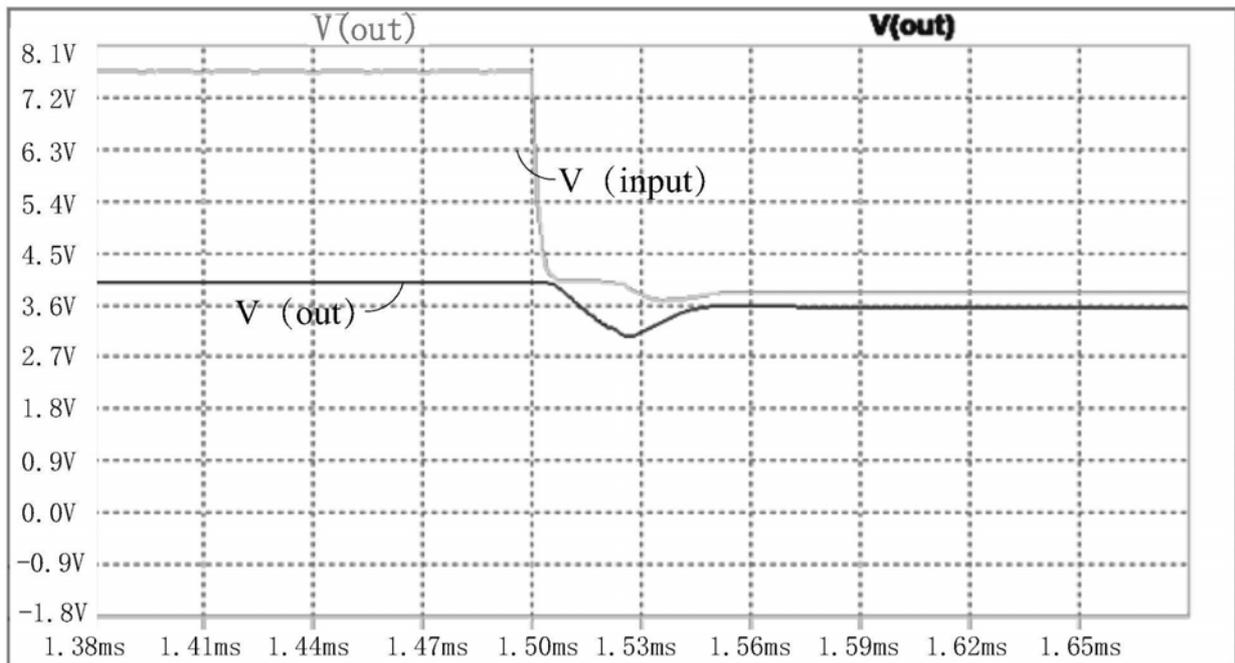


图19

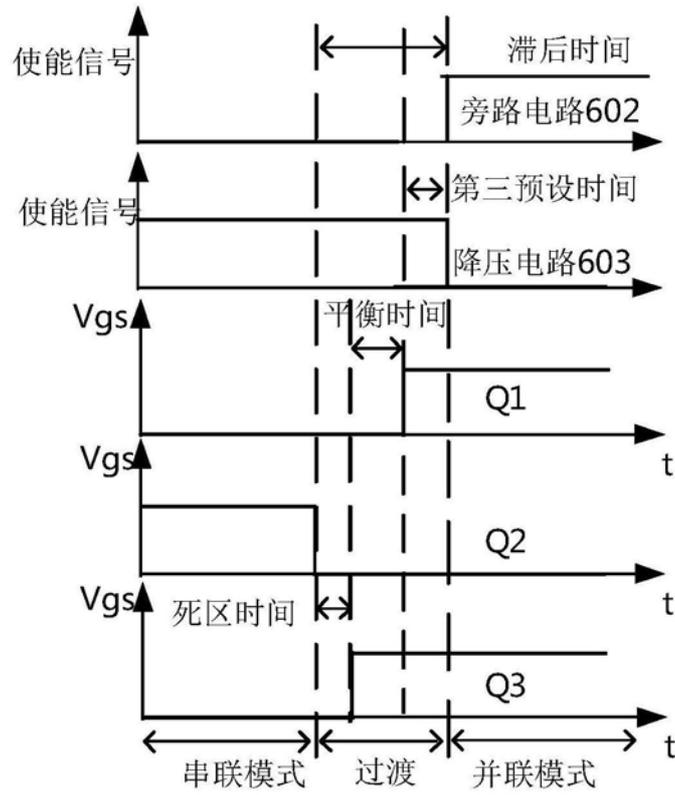


图20

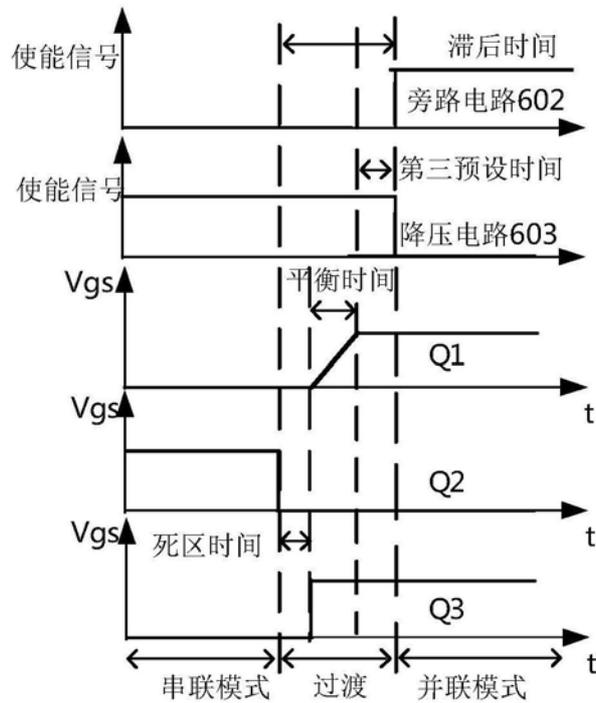


图21

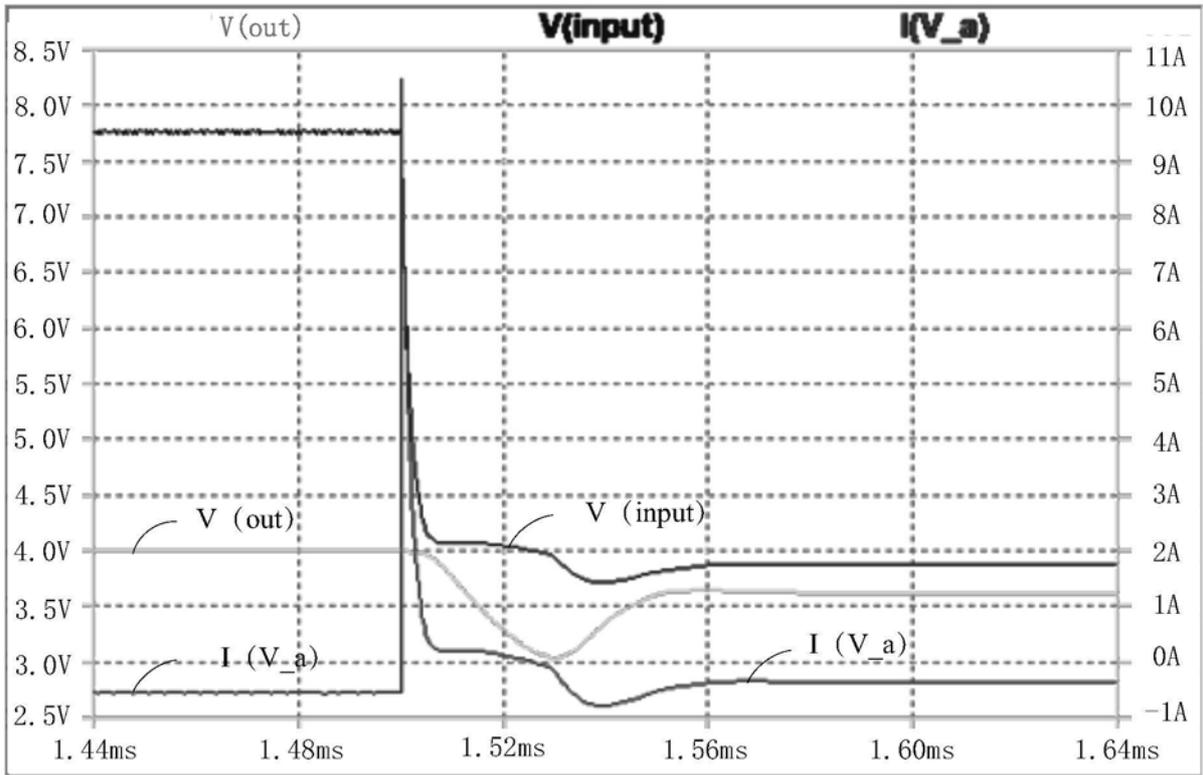


图22

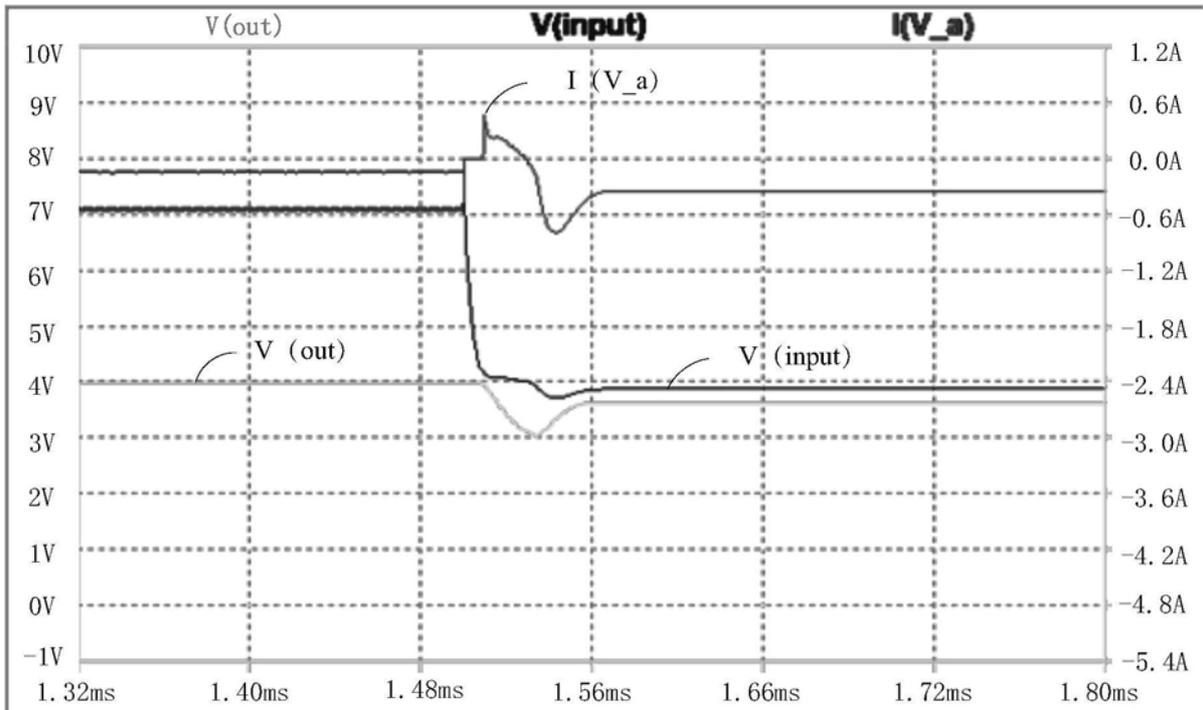


图23

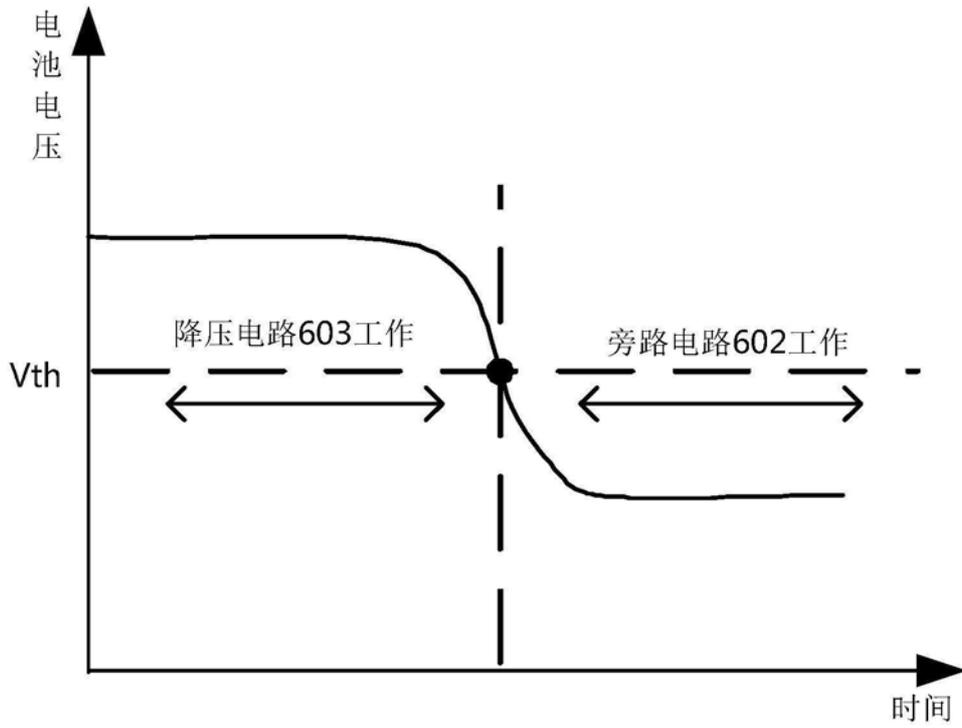


图24

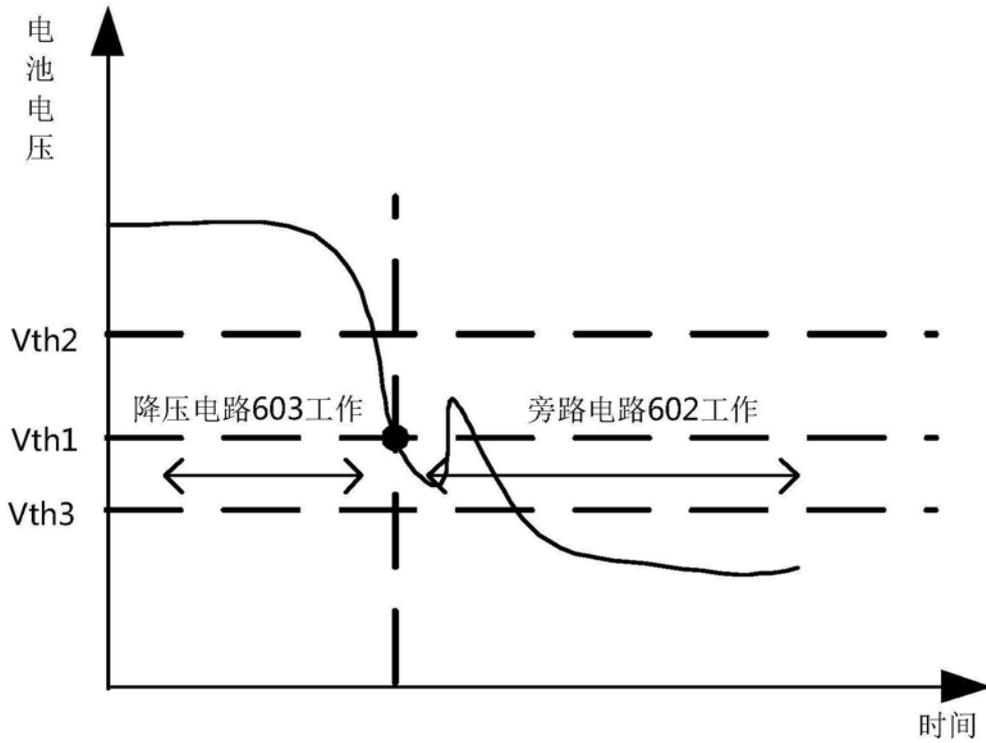


图25

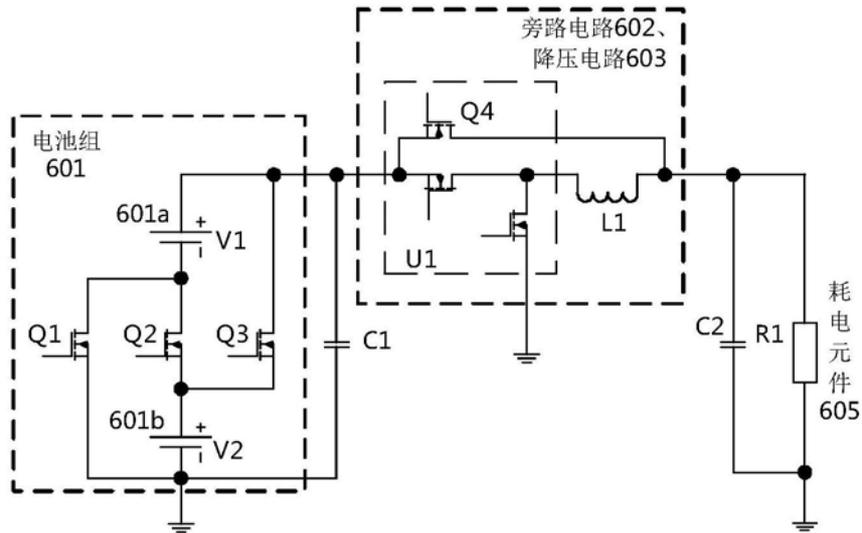


图26

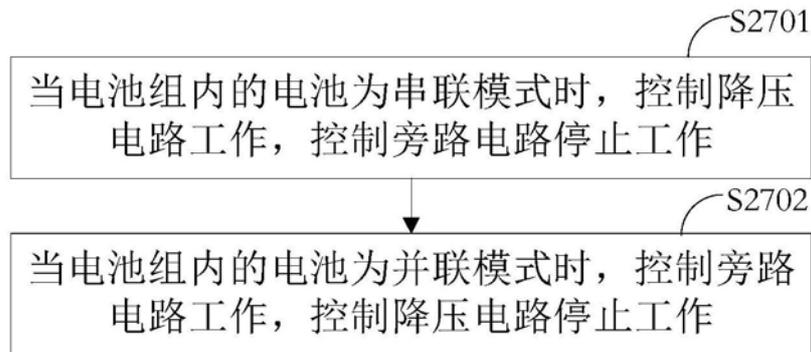


图27

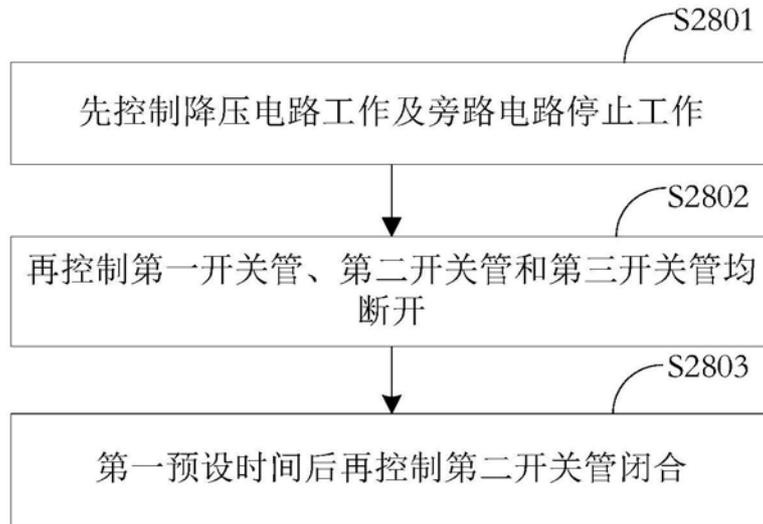


图28

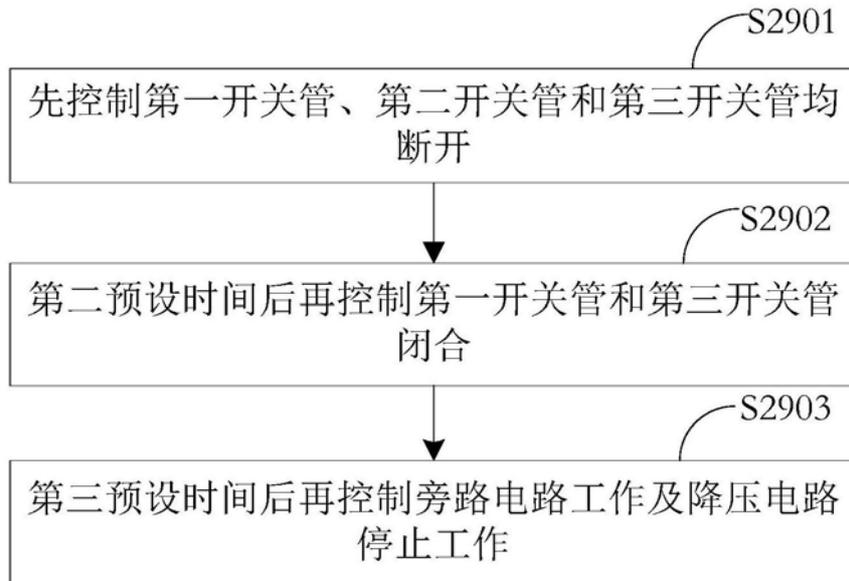


图29

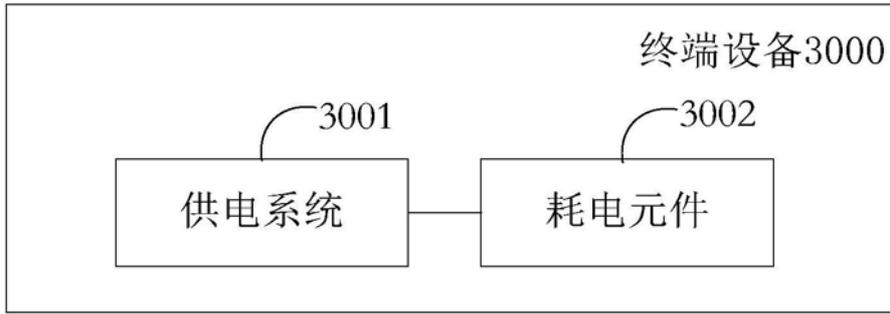


图30