



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109672255 A

(43)申请公布日 2019.04.23

(21)申请号 201910137864.0

(22)申请日 2019.02.25

(71)申请人 威胜信息技术股份有限公司
地址 410205 湖南省长沙市高新技术产业
开发区桐梓坡西路468号

(72)发明人 邓术 许健 李君 周到

(74)专利代理机构 长沙永星专利商标事务所
(普通合伙) 43001

代理人 周咏 米中业

(51) Int. Cl.
H02J 7/00(2006.01)

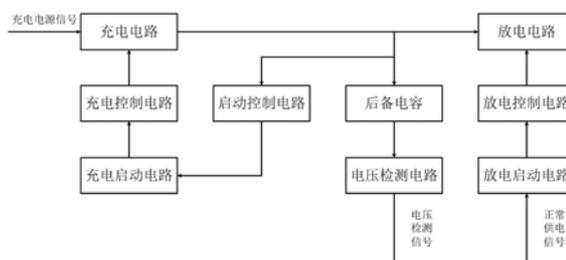
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

后备电容充放电电路、充放电方法及其故障指示器

(57)摘要

本发明公开了一种后备电容充放电电路,包括后备电容、充电电路、充电控制电路、充电启动电路、启动控制电路、放电电路、放电控制电路和放电启动电路;充电电源信号通过充电电路连接后备电容;充电控制电路控制后备电容充电;充电启动电路启动充电控制电路;启动控制电路根据后备电容的输出电压控制充电启动电路工作;后备电容通过放电电路供电;放电控制电路控制放电电路工作;放电启动电路根据正常供电信号控制放电控制电路工作。本发明还公开了所述后备电容充放电电路的充放电方法,和包括了所述后备电容充放电电路及其充放电方法的故障指示器。本发明可靠性高、电路安全且电路反应迅速。



CN 109672255 A

1. 一种后备电容充放电电路,包括后备电容,其特征在于还包括充电电路、充电控制电路、充电启动电路、启动控制电路、放电电路、放电控制电路和放电启动电路;充电电源信号通过充电电路连接后备电容;充电控制电路的输出端连接充电电路的控制端,从而控制后备电容的充电过程;充电启动电路的输出端连接充电控制电路的输入端,用于启动充电控制电路;启动控制电路的输入端连接后备电容的输出端,启动控制电路的输出端连接充电启动电路的输入端,启动控制电路用于根据后备电容的输出电压控制充电启动电路工作;后备电容的输出端连接放电电路并对外提供备用电源;放电控制电路的输出端连接放电电路的控制端并控制放电电路工作;放电启动电路的输入端连接正常供电信号,放电启动电路的输出端连接放电控制电路的输入端,放电启动电路用于根据正常供电信号控制放电控制电路工作。

2. 根据权利要求1所述的后备电容充放电电路,其特征在于所述的充电电路包括充电第一PMOS管、充电第二PMOS管和充电限流电阻;充电第一PMOS管的漏极连接充电电源信号,充电第一PMOS管的源极连接充电第二PMOS管的源极,充电第二PMOS管的漏极连接充电限流电阻的一端,充电限流电阻的另一端连接后备电容的正极;括充电第一PMOS管的栅极和充电第二PMOS管的栅极短接并作为充电电路的控制端连接充电控制电路的输出端。

3. 根据权利要求3所述的后备电容充放电电路,其特征在于所述的充电控制电路包括充电控制上拉电阻和充电控制可调稳压器;充电控制可调稳压器的阴极连接充电控制上拉电阻的一端,同时充电控制可调稳压器的阴极也作为充电控制电路的输出端连接充电电路的控制端;充电控制上拉电阻的另一端连接充电第一PMOS管的源极;充电控制可调稳压器的阳极连接后备电容的阴极;充电控制可调稳压器的参考极作为充电控制电路的输入端,并连接充电启动电路的输出端。

4. 根据权利要求3所述的后备电容充放电电路,其特征在于所述的充电启动电路包括充电启动第一分压电阻、充电启动第二分压电阻、充电启动第三分压电阻、充电启动滤波电容和充电启动可调稳压器;充电启动第一分压电阻、充电启动第二分压电阻和充电启动第三分压电阻串接在充电电源信号和后备电容的阴极之间,用于对充电电源信号进行分压;充电启动可调稳压器的阴极连接在充电启动第一分压电阻和充电启动第二分压电阻之间,充电启动可调稳压器的阳极连接后备电容的阴极,充电启动可调稳压器的参考极作为充电启动电路的输入端,并连接启动控制电路的输出端;充电启动滤波电容并接在充电启动第三分压电阻的两端;充电启动第二分压电阻额充电启动第三分压电阻之间输出一路信号作为充电启动电路的输出端,并连接充电控制电路的输入端。

5. 根据权利要求4所述的后备电容充放电电路,其特征在于所述的启动控制电路包括电阻分压电路和滤波电路;电阻分压电路并接在后备电容的阳极和阴极两端,用于对后备电容的输出电压进行分压;分压后的信号通过滤波电路滤波后作为启动控制电路的输出端,并连接充电启动电路的输入端。

6. 根据权利要求5所述的后备电容充放电电路,其特征在于所述的放电电路包括放电第一PMOS管和放电第二PMOS管;后备电容的阳极连接放电第一PMOS管的漏极,放电第一PMOS管的源极连接放电第二PMOS管的漏极,放电第二PMOS管的源极作为后备电容充放电电路的输出端,并对外供电;放电第一PMOS管的栅极与放电第二PMOS管的栅极短接,并作为放电电路的控制端连接放电控制电路的输出端。

7. 根据权利要求6所述的后备电容充放电电路,其特征在於所述的放电控制电路包括放电控制上拉电阻和放电控制可调稳压器;放电控制上拉电阻的一端连接放电第一PMOS管的源极,放电控制上拉电阻的另一端连接放电控制可调稳压器的阴极;放电控制可调稳压器的阳极连接后备电容的阴极;放电控制可调稳压器的参考极作为放电控制电路的输入端,连接放电启动电路的输出端。

8. 根据权利要求7所述的后备电容充放电电路,其特征在於所述的放电启动电路包括放电启动第一分压电阻、放电启动第二分压电阻、放电启动开关管、放电启动开关管限流电阻和放电启动后备电容限流电阻;正常供电信号通过串接的放电启动第一分压电阻和放电启动第二分压电阻连接后备电容的阴极;放电启动第一分压电阻和放电启动第二分压电阻之间输出正常供电信号的分压信号,并连接放电启动开关管的控制端;放电启动开关管的活动端一端连接后备电容的阴极,放点启动开关管的活动端另一端连接放点启动开关管限流电阻的一端;后备电容的阳极连接放电启动后备电容限流电阻的一端;放电启动后备电容限流电阻的另一端与放电启动开关管限流电阻的另一端连接并作为放电启动电路的输出端,同时连接放电控制电路的输入端。

9. 一种权利要求1~8之一所述的后备电容充放电电路的充放电方法,包括如下步骤:

- S1. 充电电源信号通过充电电路给后备电容充电;
- S2. 充电控制电路控制充电电路工作,从而控制后备电容的充电电流;
- S3. 充电启动电路控制充电控制电路工作,从而控制后备电容充电启动时的电压水平;
- S4. 启动控制电路控制充电启动电路工作,从而在后备电容的输出电压水平达到设定值时停止充电;
- S5. 后备电容通过放电电路放电并对外供电;
- S6. 放电控制电路控制放电电路工作,从而控制后备电容开始放电和对外供电的时间;
- S7. 放电启动电路控制放电控制电路工作,从而根据正常供电信号控制放电控制电路的工作时间。

10. 一种故障指示器,其特征在於包括了权利要求1~8之一所述的后备电容充放电电路和权利要求9所述的充放电方法。

后备电容充放电电路、充放电方法及其故障指示器

技术领域

[0001] 本发明具体涉及一种后备电容充放电电路、充放电方法及其故障指示器。

背景技术

[0002] 随着经济技术的发展和人们生活水平的提高,电子设备已经广泛应用于人们的生产和生活中,给人们的生产和生活带来了无尽的便利。同时,随着电子设备的广泛普及,电子设备的可靠性要求也越来越高。

[0003] 后备电源电路广泛应用于各类型电子设备,其作用为在电子设备的正常供电终止或出现异常时,能够快速投入使用并为电子设备提供供电电源,从而提高电子设备的可靠性。

[0004] 后备电源电路中,最重要的部件即为储能部件。储能部件在电子设备的供电电源正常工作时处于储能状态,用于存储足够的能量;而在电子设备的供电电源异常(比如掉电)时,能够快速投入电源电路并释放备用能量。目前,广泛使用的储能部件为法拉电容。

[0005] 但是,目前使用法拉电容的后备电源电路中,其电路过于简单,使得法拉电容存在过充等情况,不仅无法对法拉电容的容量进行检测,而且系统掉电时法拉电容投入电路时还需要控制器操作,反应时间较慢,而且可靠性不高。

发明内容

[0006] 本发明的目的之一在于提供一种可靠性高、电路安全且电路反应迅速的后备电容充放电电路。

[0007] 本发明的目的之二在于提供一种所述后备电容充放电电路的充放电方法。

[0008] 本发明的目的之三在于提供一种故障指示器,该故障指示器包括了所述的后备电容充放电电路及其充放电方法。

[0009] 本发明提供的这种后备电容充放电电路,包括后备电容,还包括充电电路、充电控制电路、充电启动电路、启动控制电路、放电电路、放电控制电路和放电启动电路;充电电源信号通过充电电路连接后备电容;充电控制电路的输出端连接充电电路的控制端,从而控制后备电容的充电过程;充电启动电路的输出端连接充电控制电路的输入端,用于启动充电控制电路;启动控制电路的输入端连接后备电容的输出端,启动控制电路的输出端连接充电启动电路的输入端,启动控制电路用于根据后备电容的输出电压控制充电启动电路工作;后备电容的输出端连接放电电路并对外提供备用电源;放电控制电路的输出端连接放电电路的控制端并控制放电电路工作;放电启动电路的输入端连接正常供电信号,放电启动电路的输出端连接放电控制电路的输入端,放电启动电路用于根据正常供电信号控制放电控制电路工作。

[0010] 所述的后备电容充放电电路还包括电压检测电路;电压检测电路连接在后备电容的输出端,用于检测后备电容的输出电压,并将检测信号对外上传。

[0011] 所述的电压检测电路为由串联的电阻构成的电阻分压电路。

[0012] 所述的充电电路包括充电第一PMOS管、充电第二PMOS管和充电限流电阻；充电第一PMOS管的漏极连接充电电源信号，充电第一PMOS管的源极连接充电第二PMOS管的源极，充电第二PMOS管的漏极连接充电限流电阻的一端，充电限流电阻的另一端连接后备电容的正极；括充电第一PMOS管的栅极和充电第二PMOS管的栅极短接并作为充电电路的控制端连接充电控制电路的输出端。

[0013] 所述的充电控制电路包括充电控制上拉电阻和充电控制可调稳压器；充电控制可调稳压器的阴极连接充电控制上拉电阻的一端，同时充电控制可调稳压器的阴极也作为充电控制电路的输出端连接充电电路的控制端；充电控制上拉电阻的另一端连接充电第一PMOS管的源极；充电控制可调稳压器的阳极连接后备电容的阴极；充电控制可调稳压器的参考极作为充电控制电路的输入端，并连接充电启动电路的输出端。

[0014] 所述的充电启动电路包括充电启动第一分压电阻、充电启动第二分压电阻、充电启动第三分压电阻、充电启动滤波电容和充电启动可调稳压器；充电启动第一分压电阻、充电启动第二分压电阻和充电启动第三分压电阻串接在充电电源信号和后备电容的阴极之间，用于对充电电源信号进行分压；充电启动可调稳压器的阴极连接在充电启动第一分压电阻和充电启动第二分压电阻之间，充电启动可调稳压器的阳极连接后备电容的阴极，充电启动可调稳压器的参考极作为充电启动电路的输入端，并连接启动控制电路的输出端；充电启动滤波电容并接在充电启动第三分压电阻的两端；充电启动第二分压电阻和充电启动第三分压电阻之间输出一路信号作为充电启动电路的输出端，并连接充电控制电路的输入端。

[0015] 所述的启动控制电路包括电阻分压电路和滤波电路；电阻分压电路并接在后备电容的阳极和阴极两端，用于对后备电容的输出电压进行分压；分压后的信号通过滤波电路滤波后作为启动控制电路的输出端，并连接充电启动电路的输入端。

[0016] 所述的放电电路包括放电第一PMOS管和放电第二PMOS管；后备电容的阳极连接放电第一PMOS管的漏极，放电第一PMOS管的源极连接放电第二PMOS管的漏极，放电第二PMOS管的源极作为后备电容充放电电路的输出端，并对外供电；放电第一PMOS管的栅极与放电第二PMOS管的栅极短接，并作为放电电路的控制端连接放电控制电路的输出端。

[0017] 所述的放电控制电路包括放电控制上拉电阻和放电控制可调稳压器；放电控制上拉电阻的一端连接放电第一PMOS管的源极，放电控制上拉电阻的另一端连接放电控制可调稳压器的阴极；放电控制可调稳压器的阳极连接后备电容的阴极；放电控制可调稳压器的参考极作为放电控制电路的输入端，连接放电启动电路的输出端。

[0018] 所述的放电启动电路包括放电启动第一分压电阻、放电启动第二分压电阻、放电启动开关管、放电启动开关管限流电阻和放电启动后备电容限流电阻；正常供电信号通过串接的放电启动第一分压电阻和放电启动第二分压电阻连接后备电容的阴极；放电启动第一分压电阻和放电启动第二分压电阻之间输出正常供电信号的分压信号，并连接放电启动开关管的控制端；放电启动开关管的活动端一端连接后备电容的阴极，放电启动开关管的活动端另一端连接放电启动开关管限流电阻的一端；后备电容的阳极连接放电启动后备电容限流电阻的一端；放电启动后备电容限流电阻的另一端与放电启动开关管限流电阻的另一端连接并作为放电启动电路的输出端，同时连接放电控制电路的输入端。

[0019] 本发明还提供了一种所述后备电容充放电电路的充放电方法，包括如下步骤：

- [0020] S1. 充电电源信号通过充电电路给后备电容充电；
- [0021] S2. 充电控制电路控制充电电路工作，从而控制后备电容的充电电流；
- [0022] S3. 充电启动电路控制充电控制电路工作，从而控制后备电容充电启动时的电压水平；
- [0023] S4. 启动控制电路控制充电启动电路工作，从而在后备电容的输出电压水平达到设定值时停止充电；
- [0024] S5. 后备电容通过放电电路放电并对外供电；
- [0025] S6. 放电控制电路控制放电电路工作，从而控制后备电容开始放电和对外供电的时间；
- [0026] S7. 放电启动电路控制放电控制电路工作，从而根据正常供电信号控制放电控制电路的工作时间。
- [0027] 本发明还提供了一种故障指示器，该故障指示器包括了所述的后备电容充放电电路及其充放电方法。
- [0028] 本发明提供的这种后备电容充放电电路和充放电方法，通过可靠和简单的电路设计，在不需要外部控制器参与的情况下，仅仅通过硬件电路本身实现了后备电容的充电、放电及其过程的控制，而且能够实现后备电容在正常供电信号失效时能够快速投入使用并供电，因此本发明可靠性高、电路安全且电路反应迅速。

附图说明

- [0029] 图1为本发明的后备电容充放电电路的功能模块图。
- [0030] 图2为本发明的后备电容充放电电路的电路原理示意图。
- [0031] 图3为本发明的后备电容充放电电路的充放电方法的方法流程示意图。

具体实施方式

- [0032] 如图1所示为本发明的后备电容充放电电路的功能模块图：本发明提供的这种后备电容充放电电路，包括后备电容，还包括充电电路、充电控制电路、充电启动电路、启动控制电路、放电电路、放电控制电路和放电启动电路；充电电源信号通过充电电路连接后备电容；充电控制电路的输出端连接充电电路的控制端，从而控制后备电容的充电过程；充电启动电路的输出端连接充电控制电路的输入端，用于启动充电控制电路；启动控制电路的输入端连接后备电容的输出端，启动控制电路的输出端连接充电启动电路的输入端，启动控制电路用于根据后备电容的输出电压控制充电启动电路工作；后备电容的输出端连接放电电路并对外提供备用电源；放电控制电路的输出端连接放电电路的控制端并控制放电电路工作；放电启动电路的输入端连接正常供电信号，放电启动电路的输出端连接放电控制电路的输入端，放电启动电路用于根据正常供电信号控制放电控制电路工作。
- [0033] 在具体实施时，还可以增加电压检测电路；电压检测电路连接在后备电容的输出端，用于检测后备电容的输出电压，并将检测信号对外上传；比如可以上传至电子设备的控制器，从而使得控制器能够掌握后备电容的容量状态。
- [0034] 如图2所示为本发明的后备电容充放电电路的电路原理示意图：
- [0035] 其中，法拉电容在图中为电容C1；

[0036] 充电电路包括充电第一PMOS管(图中标示V1)、充电第二PMOS管(图中标示V2)和充电限流电阻(图中标示R1);充电第一PMOS管的漏极连接充电电源信号,充电第一PMOS管的源极连接充电第二PMOS管的源极,充电第二PMOS管的漏极连接充电限流电阻的一端,充电限流电阻的另一端连接后备电容的正极;括充电第一PMOS管的栅极和充电第二PMOS管的栅极短接并作为充电电路的控制端连接充电控制电路的输出端。

[0037] 充电控制电路包括充电控制上拉电阻(图中标示R3)和充电控制可调稳压器(图中标示V5,型号为TL431);充电控制可调稳压器的阴极连接充电控制上拉电阻的一端,同时充电控制可调稳压器的阴极也作为充电控制电路的输出端连接充电电路的控制端;充电控制上拉电阻的另一端连接充电第一PMOS管的源极;充电控制可调稳压器的阳极连接后备电容的阴极;充电控制可调稳压器的参考极作为充电控制电路的输入端,并连接充电启动电路的输出端。

[0038] 充电启动电路包括充电启动第一分压电阻(图中标示R2)、充电启动第二分压电阻(图中标示R7)、充电启动第三分压电阻(图中标示R14)、充电启动滤波电容(图中标示C3)和充电启动可调稳压器(图中标示V8,型号为TL431);充电启动第一分压电阻、充电启动第二分压电阻和充电启动第三分压电阻串接在充电电源信号和后备电容的阴极之间,用于对充电电源信号进行分压;充电启动可调稳压器的阴极连接在充电启动第一分压电阻和充电启动第二分压电阻之间,充电启动可调稳压器的阳极连接后备电容的阴极,充电启动可调稳压器的参考极作为充电启动电路的输入端,并连接启动控制电路的输出端;充电启动滤波电容并接在充电启动第三分压电阻的两端;充电启动第二分压电阻和充电启动第三分压电阻之间输出一路信号作为充电启动电路的输出端,并连接充电控制电路的输入端。

[0039] 启动控制电路包括电阻分压电路(图中包括电阻R4、R8和R12)和滤波电路(图中标示C4);电阻分压电路并接在后备电容的阳极和阴极两端,用于对后备电容的输出电压进行分压;分压后的信号(电阻R12的端电压信号)通过滤波电路滤波后作为启动控制电路的输出端,并连接充电启动电路的输入端。

[0040] 放电电路包括放电第一PMOS管(图中标示V3)和放电第二PMOS管(图中标示V4);后备电容的阳极连接放电第一PMOS管的漏极,放电第一PMOS管的源极连接放电第二PMOS管的漏极,放电第二PMOS管的源极作为后备电容充放电电路的输出端,并对外供电;放电第一PMOS管的栅极与放电第二PMOS管的栅极短接,并作为放电电路的控制端连接放电控制电路的输出端。

[0041] 放电控制电路包括放电控制上拉电阻(图中标示R6)和放电控制可调稳压器((图中标示V6,型号为TL431);放电控制上拉电阻的一端连接放电第一PMOS管的源极,放电控制上拉电阻的另一端连接放电控制可调稳压器的阴极;放电控制可调稳压器的阳极连接后备电容的阴极;放电控制可调稳压器的参考极作为放电控制电路的输入端,连接放电启动电路的输出端。

[0042] 放电启动电路包括放电启动第一分压电阻(图中标示R15)、放电启动第二分压电阻(图中标示R16)、放电启动开关管(图中标示V7)、放电启动开关管限流电阻(图中标示R11)和放电启动后备电容限流电阻(图中标示R9);正常供电信号通过串接的放电启动第一分压电阻和放电启动第二分压电阻连接后备电容的阴极;放电启动第一分压电阻和放电启动第二分压电阻之间输出正常供电信号的分压信号,并连接放电启动开关管的控制端;放

电启动开关管的活动端一端连接后备电容的阴极,放电启动开关管的活动端另一端连接放电启动开关管限流电阻的一端;后备电容的阳极连接放电启动后备电容限流电阻的一端;放电启动后备电容限流电阻的另一端与放电启动开关管限流电阻的另一端连接并作为放电启动电路的输出端,同时连接放电控制电路的输入端。

[0043] 电压检测电路为由串联的电阻构成的电阻分压电路;图中包括电阻R5、R10、R13和电容C2;其中,电阻R5、R10和R13构成电阻分压电路,其中电阻R10和R13上的电压信号作为采样信号,通过电容C2滤波后,输出法拉电容的电压检测信号AD7并上传至外部电路。

[0044] 上述的后备电容充放电电路,其工作过程如下:

[0045] CT_IN(充电电源信号,可以来自电流互感器)经V1、V2、R1到法拉电容C1,V1和V2间接上拉电阻R3经TL431到地,来控制栅极电压实现充电。其中,R2、R7、R14、C3分压滤波之后接TL431的控制极,精准控制充电启动电压,调节分压电压可实现改变充电启动电压。且该电路根据MOS管压降实现自动控制充电电流,CT取能大于系统能耗时开始充电,即CT_IN大于某一阈值(如4V)时,V5开始工作,将V1、V2栅极电压钳位到2.5V,CT取电能量剩余越多,CT_IN电压越高,MOS管压降越大,其等效阻抗越小即实现充电电流越大,MOS管根据管压降增大逐步打开直到完全导通,平稳过渡不影响系统供电。

[0046] VCAP连接R4、R8、R12、C4分压后接V8的控制极,R7和R14串联后与V8并联(该等效电阻自定义为Ri)。当VCAP大于设定阈值(比如5.4V),触发V8的TL431控制极电压开始启动工作,立即改变Ri的电阻值,使得V5的控制极电压低于2.5V,V5停止工作,V1、V2管压降低于起始导通电压即实现停止充电。

[0047] 当该设备所挂线路的线路电流不足或者发生故障,此时电流互感器CT无法提供足够的电能,设备应启动后备电源维持其工作。VDD接R15、R16分压之后控制MOS状态,VDD正常工作时,V7导通,V6控制极电压小于2.5V,此时V6不工作,V3、V4的管压降低于起始导通电压,处于关闭状态;当VDD工作电压不稳或者甚至异常掉电,此时V7立即关断,V6控制极电压大于2.5V,V6开始工作,V3、V4的栅极电压钳位到2.5V,管压降使得开关导通向后级系统供电。同时,信号对外供电时,检测该后备电源供电信号的有无,即可实现对正常供电信号的检测(比如异常检测,掉电检测等)。

[0048] 充电和放电电路为双MOS管设计。通常为了控制能量的流向需在主回路加整流二极管,针对低功耗产品存在多个管压降是不合适的,该电路采用双MOS管设计,实现防倒灌且避免二极管压降,实现能量控制并高效率利用。

[0049] 电容电压检测电路中,VCAP经电阻R5、R10和R13分压后,经过电容滤波之后进入AD采集接口,该扩展接口可实时或定时监测电容状态。

[0050] 可以看到,本发明的技术方案,其电路采用纯粹的无源器件实现电路的工作和控制,不需要额外的控制器或控制算法参与,效率较高,而且反应速度快。

[0051] 如图3所示为本发明的后备电容充放电电路的充放电方法的方法流程示意图:本发明提供的这种后备电容充放电电路的充放电方法,包括如下步骤:

[0052] S1. 充电电源信号通过充电电路给后备电容充电;

[0053] S2. 充电控制电路控制充电电路工作,从而控制后备电容的充电电流;

[0054] S3. 充电启动电路控制充电控制电路工作,从而控制后备电容充电启动时的电压水平;

[0055] S4.启动控制电路控制充电启动电路工作,从而在后备电容的输出电压水平达到设定值时停止充电;

[0056] S5.后备电容通过放电电路放电并对外供电;

[0057] S6.放电控制电路控制放电电路工作,从而控制后备电容开始放电和对外供电的时间;

[0058] S7.放电启动电路控制放电控制电路工作,从而根据正常供电信号控制放电控制电路的工作时间。

[0059] 本申请提供的这种后备电容充放电电路及其充放电方法,可用于其他任何需要进行后备电容充放电管理的电子设备,包括各类型的计量仪表(比如电能表、水表、燃气表、热量表等)、电能管理终端、配电终端、电能质量监控设备、电网自动化终端、采集终端、集中器、数据采集器、计量仪表、手抄器、故障指示器等。

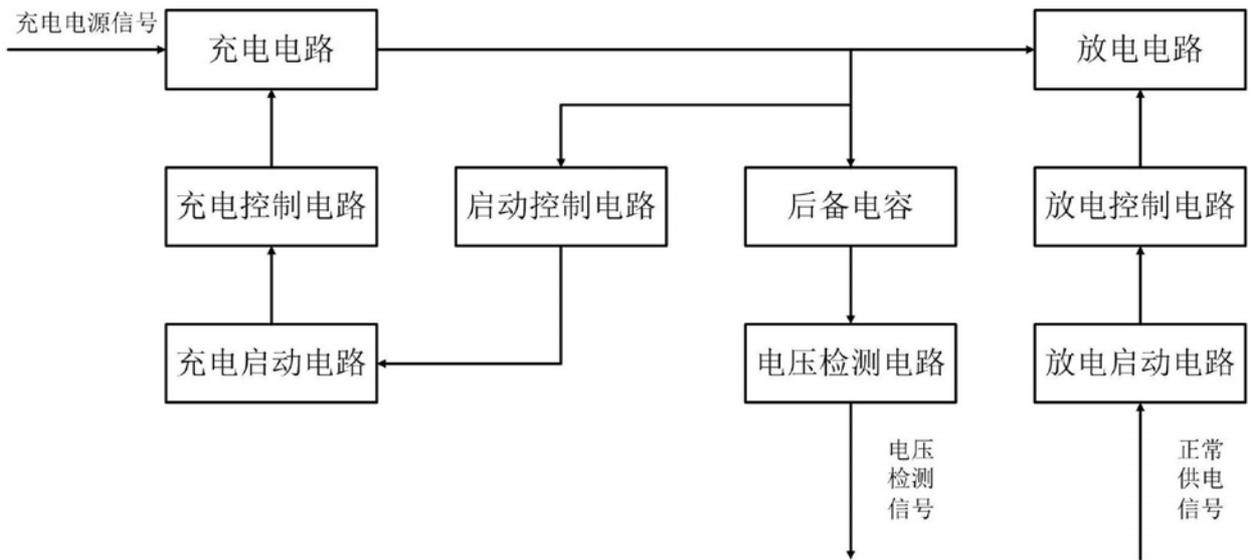


图1

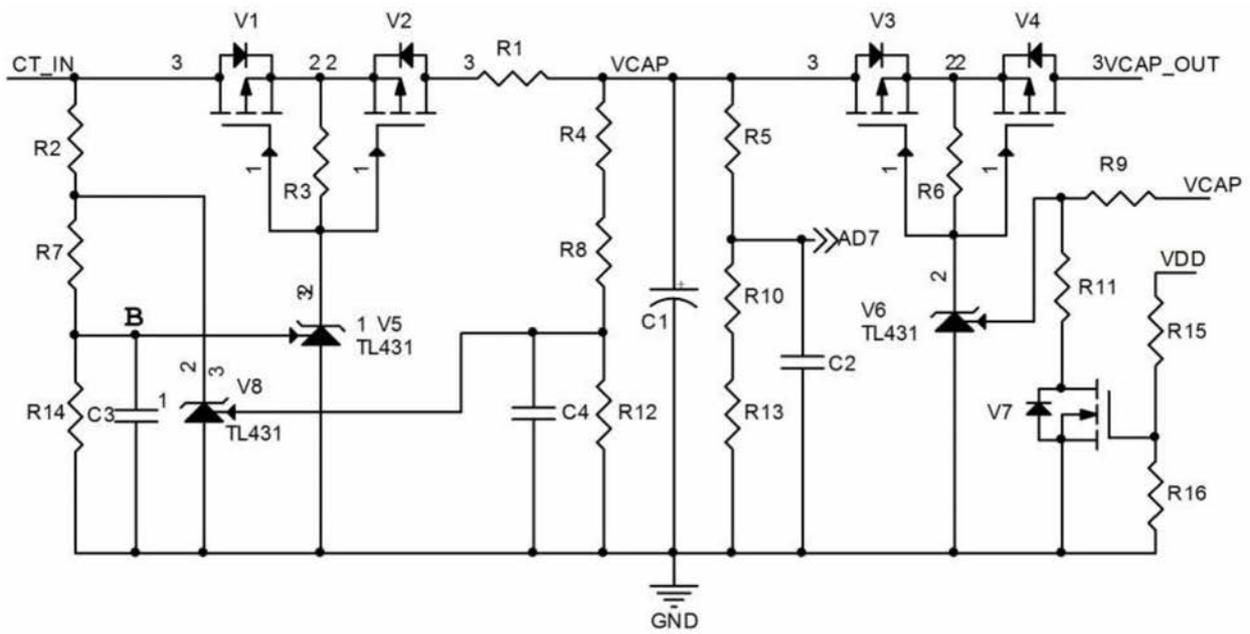


图2

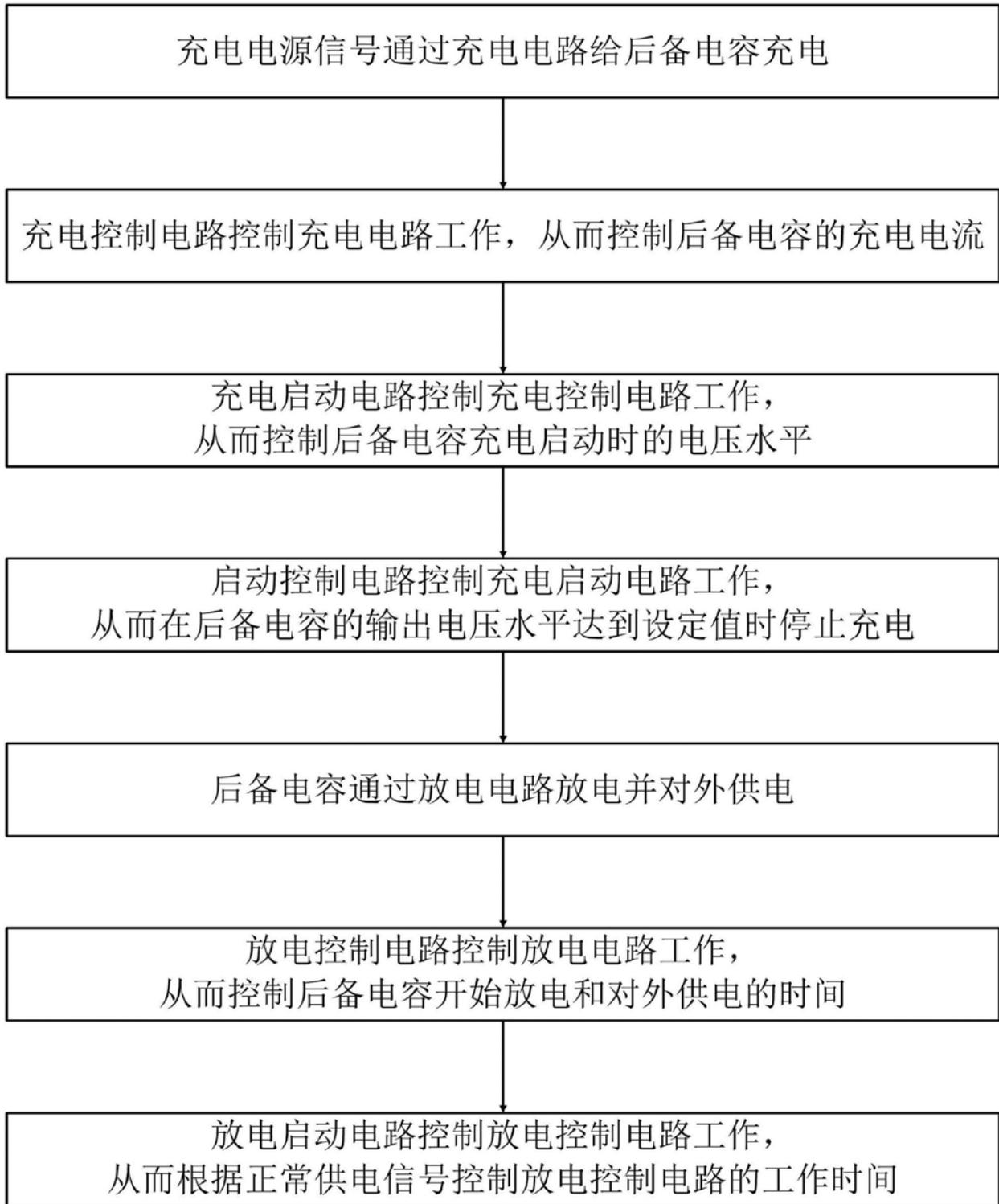


图3