



# (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 218387260 U

(45) 授权公告日 2023. 01. 24

(21) 申请号 202222539996.6

(22) 申请日 2022.09.26

(73) 专利权人 成都新欣神风电子科技有限公司  
地址 610000 四川省成都市高新区天勤东街58号

(72) 发明人 熊亚丽 王威 李姣艳

(74) 专利代理机构 成都行之智信知识产权代理有限公司 51256  
专利代理师 朱彬

(51) Int. Cl.  
H02M 1/32 (2007.01)  
H02H 9/02 (2006.01)  
H02H 7/10 (2006.01)

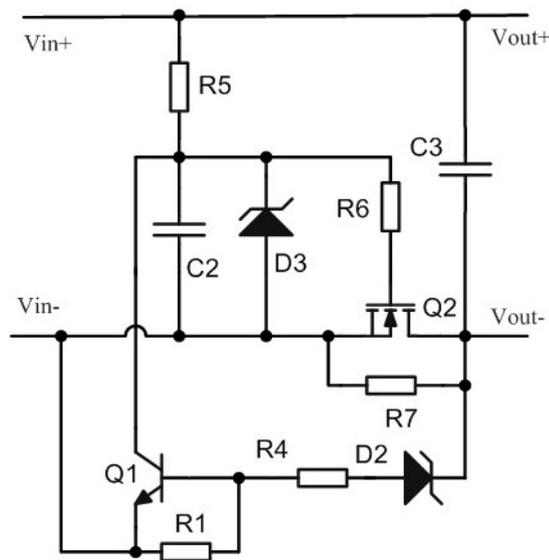
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

## (54) 实用新型名称

一种直流电源冲击电流抑制电路

## (57) 摘要

本实用新型公开了一种直流电源冲击电流抑制电路,通过电流抑制模块抑制冲击电流,并通过开关模块控制输出的通断,从而能够有效限制冲击电流,设置有导通控制模块,以控制开关模块的通断,从而实现控制输出的通断,并且以充电及泄放模块对导通控制模块中的栅极电容进行充电和泄放,有效地避免了开关模块中场效应晶体管的损坏。



1. 一种直流电源冲击电流抑制电路,其特征在于,包括滤波模块、开关模块、电流抑制模块、钳位模块、导通控制模块和充电及泄放模块;

所述滤波模块设置于直流电源的正输出线和负输出线之间,所述滤波模块对直流电源输出滤波;

所述开关模块包括设置于负输出线上的场效应晶体管,所述电流抑制模块与开关模块并联;所述场效应晶体管导通时,电流抑制模块被旁路,且负输出线导通;所述场效应晶体管关断时,电流抑制模块导通,电流抑制模块连通负输出线至滤波模块;

所述导通控制模块包括控制场效应晶体管通断的栅极电容,所述栅极电容设置于直流电源的正输出线和负输出线之间,且所述设置于场效应晶体管的源极和栅极之间;

所述钳位模块设置于场效应晶体管的源极和栅极之间,所述钳位模块对场效应晶体管的栅极电压钳位;

所述充电及泄放模块与场效应晶体管的源极和漏极连接,且与栅极电容的两端连接;所述充电及泄放模块导通时,栅极电容被泄放;所述充电及泄放模块断开时,栅极电容被充电。

2. 根据权利要求1所述的直流电源冲击电流抑制电路,其特征在于,所述滤波模块包括电容C3,所述电容C3的一端与正输出线连接,所述电容C3的另一端与负输出线连接。

3. 根据权利要求2所述的直流电源冲击电流抑制电路,其特征在于,所述开关模块包括场效应晶体管Q2,所述场效应晶体管Q2的源极与负输出线连接,所述场效应晶体管Q2的漏极与电容C3的另一端连接,所述场效应晶体管Q2的栅极与导通控制模块连接。

4. 根据权利要求3所述的直流电源冲击电流抑制电路,其特征在于,所述电流抑制模块包括功率电阻R7,所述功率电阻R7的一端与场效应晶体管Q2的源极连接,所述功率电阻R7的另一端与场效应晶体管Q2的漏极连接。

5. 根据权利要求4所述的直流电源冲击电流抑制电路,其特征在于,所述导通控制模块包括栅极电容C2和电阻R5,所述栅极电容C2的一端分别与负输出线、功率电阻R7的一端和场效应晶体管Q2的源极连接,所述栅极电容C2的另一端通过电阻R5分别与正输出线和电容C3的一端连接,且所述栅极电容C2的另一端连接至场效应晶体管Q2的栅极。

6. 根据权利要求5所述的直流电源冲击电流抑制电路,其特征在于,还包括电阻R6,所述电阻R6的一端与栅极电容C2的另一端连接,所述电阻R6的另一端与场效应晶体管Q2的栅极连接。

7. 根据权利要求6所述的直流电源冲击电流抑制电路,其特征在于,所述钳位模块包括稳压二极管D3,所述稳压二极管D3的正极分别与栅极电容C2的一端、负输出线、功率电阻R7的一端和场效应晶体管Q2的源极连接,所述稳压二极管D3的负极分别与栅极电容C2的另一端和电阻R6的一端连接。

8. 根据权利要求6所述的直流电源冲击电流抑制电路,其特征在于,所述充电及泄放模块包括三极管Q1、电阻R1、电阻R4以及稳压二极管D2,所述三极管Q1的发射极分别与电阻R1的一端、栅极电容C2的一端、负输出线、功率电阻R7的一端和场效应晶体管Q2的源极连接,所述三极管Q1的基极分别与电阻R1的另一端和电阻R4的一端连接,所述电阻R4的另一端与稳压二极管D2的正极连接,所述三极管Q1的集电极分别与栅极电容C2的另一端和电阻R6的一端连接,所述稳压二极管D2的负极分别与功率电阻R7的另一端、场效应晶体管Q2的漏极

和电容C3的另一端连接。

## 一种直流电源冲击电流抑制电路

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及电子技术领域,具体涉及一种直流电源冲击电流抑制电路。

### 背景技术

[0002] 在直流供电电源开机瞬间,后级线间电容相当于短路,电容充电时会在其供电母线上产生较大的冲击电流,该冲击电流过大会损坏前级电路器件,或触发前级电源过流保护,造成同源的其他电子设备不能正常工作,故需要对该冲击电流进行抑制。GJB181B-2012飞机供电特性中对该冲击电流有明确要求:不能超过额定电流的5倍。

[0003] 在大电流应用场合,多选用MOS管并联功率电阻的方式限制冲击电流。如图1所示,利用MOS管的延时导通,先用功率电阻抑制冲击电流,在后级电容(滤波电容)电压被充电至接近输入电压时将MOS管导通,将功率电阻旁路,电路以极小的导通压降及损耗工作。

[0004] 该冲击电流抑制方法电路简单,应用广泛。但是在某些应用场合有一定的局限性。如在直流270V应用时,快速重复开关机试验时MOS管有时会损坏。究其原因是直流270V关机时,输入电压下降到一定值后,后级负载断开,后级电容和/或MOS管的栅极电容的电压并未泄放干净,后级电容也会为栅极电容充电,使得栅极电容的两端始终有残余电压。短时间再次开机时,MOS管仍保持在导通状态或者在后级电容尚未充满电时就导通,造成瞬间冲击电流过大,将MOS管损坏。

### 实用新型内容

[0005] 本实用新型目的在于提供一种直流电源冲击电流抑制电路,解决现有技术存在的问题。

[0006] 本实用新型通过下述技术方案实现:

[0007] 一种直流电源冲击电流抑制电路,包括滤波模块、开关模块、电流抑制模块、钳位模块、导通控制模块和充电及泄放模块;

[0008] 所述滤波模块设置于直流电源的正输出线和负输出线之间,所述滤波模块对直流电源输出滤波;

[0009] 所述开关模块包括设置于负输出线上的场效应晶体管,所述电流抑制模块与开关模块并联;所述场效应晶体管导通时,电流抑制模块被旁路,且负输出线导通;所述场效应晶体管关断时,电流抑制模块导通,电流抑制模块连通负输出线至滤波模块;

[0010] 所述导通控制模块包括控制场效应晶体管通断的栅极电容,所述栅极电容设置于直流电源的正输出线和负输出线之间,且所述设置于场效应晶体管的源极和栅极之间;

[0011] 所述钳位模块设置于场效应晶体管的源极和栅极之间,所述钳位模块对场效应晶体管的栅极电压钳位;

[0012] 所述充电及泄放模块与场效应晶体管的源极和漏极连接,且与栅极电容的两端连接;所述充电及泄放模块导通时,栅极电容被泄放;所述充电及泄放模块断开时,栅极电容被充电。

[0013] 在一种可能的实施方式中,所述滤波模块包括电容C3,所述电容C3的一端与正输出线连接,所述电容C3的另一端与负输出线连接。

[0014] 在一种可能的实施方式中,所述开关模块包括场效应晶体管Q2,所述场效应晶体管Q2的源极与负输出线连接,所述场效应晶体管Q2的漏极与电容C3的另一端连接,所述场效应晶体管Q2的栅极与导通控制模块连接。

[0015] 在一种可能的实施方式中,所述电流抑制模块包括功率电阻R7,所述功率电阻R7的一端与场效应晶体管Q2的源极连接,所述功率电阻R7的另一端与场效应晶体管Q2的漏极连接。

[0016] 在一种可能的实施方式中,所述导通控制模块包括栅极电容C2和电阻R5,所述栅极电容C2的一端分别与负输出线、功率电阻R7的一端和场效应晶体管Q2的源极连接,所述栅极电容C2的另一端通过电阻R5分别与正输出线和电容C3的一端连接,且所述栅极电容C2的另一端连接至场效应晶体管Q2的栅极。

[0017] 在一种可能的实施方式中,还包括电阻R6,所述电阻R6的一端与栅极电容C2的另一端连接,所述电阻R6的另一端与场效应晶体管Q2的栅极连接。

[0018] 在一种可能的实施方式中,所述钳位模块包括稳压二极管D3,所述稳压二极管D3的正极分别与栅极电容C2的一端、负输出线、功率电阻R7的一端和场效应晶体管Q2的源极连接,所述稳压二极管D3的负极分别与栅极电容C2的另一端和电阻R6的一端连接。

[0019] 在一种可能的实施方式中,所述充电及泄放模块包括三极管Q1、电阻R1、电阻R4以及稳压二极管D2,所述三极管Q1的发射极分别与电阻R1的一端、栅极电容C2的一端、负输出线、功率电阻R7的一端和场效应晶体管Q2的源极连接,所述三极管Q1的基极分别与电阻R1的另一端和电阻R4的一端连接,所述电阻R4的另一端与稳压二极管D2的正极连接,所述三极管Q1的集电极分别与栅极电容C2的另一端和电阻R6的一端连接,所述稳压二极管D2的负极分别与功率电阻R7的另一端、场效应晶体管Q2的漏极和电容C3的另一端连接。

[0020] 本实用新型与现有技术相比,具有如下的优点和有益效果:

[0021] 本实用新型提供了一种直流电源冲击电流抑制电路,通过电流抑制模块抑制冲击电流,并通过开关模块控制输出的通断,从而能够有效限制冲击电流,设置有导通控制模块,以控制开关模块的通断,从而实现控制输出的通断,并且以充电及泄放模块对导通控制模块中的栅极电容进行充电和泄放,有效地避免了开关模块中场效应晶体管的损坏。

## 附图说明

[0022] 此处所说明的附图用来提供对本实用新型实施例的进一步理解,构成本申请的一部分,并不构成对本实用新型实施例的限定。

[0023] 在附图中:

[0024] 图1为本申请实施例提供的现有冲击电流抑制电路的电路图。

[0025] 图2为本申请实施例提供了一种直流电源冲击电流抑制电路的电路框图。

[0026] 图3为本申请实施例提供了一种直流电源冲击电流抑制电路的电路图。

## 具体实施方式

[0027] 为使本实用新型的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面结合实施例和附图,

对本实用新型作进一步的详细说明,本实用新型的示意性实施方式及其说明仅用于解释本实用新型,并不作为对本实用新型的限定。

#### [0028] 实施例1

[0029] 如图2和图3共同所示,一种直流电源冲击电流抑制电路,包括滤波模块、开关模块、电流抑制模块、钳位模块、导通控制模块和充电及泄放模块。

[0030] 滤波模块设置于直流电源的正输出线和负输出线之间,滤波模块对直流电源输出滤波;开关模块包括设置于负输出线上的场效应晶体管,电流抑制模块与开关模块并联;场效应晶体管导通时,电流抑制模块被旁路,且负输出线导通;场效应晶体管关断时,电流抑制模块导通,电流抑制模块连通负输出线至滤波模块;导通控制模块包括控制场效应晶体管通断的栅极电容,栅极电容设置于直流电源的正输出线和负输出线之间,且设置于场效应晶体管的源极和栅极之间;钳位模块设置于场效应晶体管的源极和栅极之间,钳位模块对场效应晶体管的栅极电压钳位;充电及泄放模块与场效应晶体管的源极和漏极连接,且与栅极电容的两端连接;充电及泄放模块导通时,栅极电容被泄放;充电及泄放模块断开时,栅极电容被充电。

[0031] 在现有技术中,可能存在MOS管在后级电容尚未充满电时导通,同样会出现二次冲击电流,严重情况下会将MOS管烧坏。而本申请实施例提出的一种直流电源冲击电流抑制电路则可以有效避免此情况发生。

[0032] 基于上述技术方案,该直流电源冲击电流抑制电路的工作原理为:通过滤波模块对直流电源的输出进行滤波,在开机的瞬间,通过电流抑制模块对冲击电流进行抑制。然后充电及泄放模块以开关模块中的场效应晶体管的电压基础,控制导通控制模块中栅极电容的充电和泄放(即负输出线上的输入电压与滤波模块两端的电压差大于一定阈值时,充电及泄放模块导通,栅极电容被泄放;负输出线上的输入电压与滤波模块两端的电压差小于一定阈值时,充电及泄放模块关断,栅极电容被充电。该阈值可以是滤波模块中电容充满电时负输出线上的输入电压与滤波模块两端的电压差),从而避免开关模块中的场效应晶体管提前导通,造成损坏。

[0033] 当栅极电容被充电时,开关模块中场效应晶体管的栅极电压逐渐上升,直至达到导通电压,开关模块导通,将电流抑制模块旁路,从而正常输出。在此过程中,通过钳位模块对场效应晶体管的栅极电压钳位,从而保护场效应晶体管不被损坏。

[0034] 在一种可能的实施方式中,滤波模块包括电容C3,电容C3的一端与正输出线连接,电容C3的另一端与负输出线连接。

[0035] 在一种可能的实施方式中,开关模块包括场效应晶体管Q2,场效应晶体管Q2的源极与负输出线连接,场效应晶体管Q2的漏极与电容C3的另一端连接,场效应晶体管Q2的栅极与导通控制模块连接。

[0036] 在一种可能的实施方式中,电流抑制模块包括功率电阻R7,功率电阻R7的一端与场效应晶体管Q2的源极连接,功率电阻R7的另一端与场效应晶体管Q2的漏极连接。

[0037] 在一种可能的实施方式中,导通控制模块包括栅极电容C2和电阻R5,栅极电容C2的一端分别与负输出线、功率电阻R7的一端和场效应晶体管Q2的源极连接,栅极电容C2的另一端通过电阻R5分别与正输出线和电容C3的一端连接,且栅极电容C2的另一端连接至场效应晶体管Q2的栅极。

[0038] 在一种可能的实施方式中,还包括电阻R6,电阻R6的一端与栅极电容C2的另一端连接,电阻R6的另一端与场效应晶体管Q2的栅极连接。

[0039] 在一种可能的实施方式中,钳位模块包括稳压二极管D3,稳压二极管D3的正极分别与栅极电容C2的一端、负输出线、功率电阻R7的一端和场效应晶体管Q2的源极连接,稳压二极管D3的负极分别与栅极电容C2的另一端和电阻R6的一端连接。

[0040] 在一种可能的实施方式中,充电及泄放模块包括三极管Q1、电阻R1、电阻R4以及稳压二极管D2,三极管Q1的发射极分别与电阻R1的一端、栅极电容C2的一端、负输出线、功率电阻R7的一端和场效应晶体管Q2的源极连接,三极管Q1的基极分别与电阻R1的另一端和电阻R4的一端连接,电阻R4的另一端与稳压二极管D2的正极连接,三极管Q1的集电极分别与栅极电容C2的另一端和电阻R6的一端连接,稳压二极管D2的负极分别与功率电阻R7的另一端、场效应晶体管Q2的漏极和电容C3的另一端连接。

[0041] 电阻R1、电阻R4与稳压二极管D2用以检测输入电压(即检测场效应晶体管Q2的DS两端电压,也是输入电压 $V_{in}$ 与滤波电容C3两端电压的差值),正常开机时,滤波电容C3相当于短路,输入电压均施加在场效应晶体管Q2的DS两端,稳压二极管D2击穿稳压,电阻R1与电阻R4将剩余电压分压,分压后的电压超过三极管Q1的导通门槛电压,三极管Q1导通,场效应晶体管Q2的栅极电容C2两端电压保持为低,场效应晶体管Q2保持关断,输入电压通过功率电阻R7为后级电容C3充电,冲击电流峰值被限制为 $V_{in}/R7$ 。

[0042] 随着滤波电容C3被充电,滤波电容C3两端电压上升,根据环路KVL(Kirchhoff laws,基尔霍夫)定律,场效应晶体管Q2的DS两端电压下降。当稳压二极管D2持续被击穿,且电阻R4和电阻R1分压后,电阻R1两端电压超过三极管Q1的导通门槛电压,三极管Q1持续导通,场效应晶体管Q2保持关断,输入电压通过功率电阻R7持续为后级电容C3充电。

[0043] C3两端电压继续上升,场效应晶体管Q2的DS两端电压持续下降。当稳压二极管D2持续被击穿且R4、R1分压后R1两端电压低于三极管Q1的导通门槛电压,或场效应晶体管Q2的DS两端电压不足以击穿稳压二极管D2时,三极管Q1关断,输入电压开始通过电阻R5给场效应晶体管Q2的栅极电容C2充电,当栅极电容C2两端的电压被充电至场效应晶体管Q2导通门槛电压时,场效应晶体管Q2导通,将功率电阻R7旁路,直流电源以极低的损耗输出供电。稳压二极管D3钳位场效应晶体管Q2的栅极电压,保护场效应晶体管Q2。

[0044] 场效应晶体管Q2导通前,直流电源通过功率电阻R7为滤波电容C3充电,冲击电流被精准抑制,冲击电流峰值即为 $V_{in}/R7$ ,可据此选择R7的阻值。

[0045] 当输入电压因关机或其他原因掉电,滤波电容C3会由后级负载放电,当滤波电容C3两端的电压下降到一定值后,后级负载停止工作,滤波电容C3及场效应晶体管Q2的栅极电容C2放电缓慢,甚至在系统再次开机时栅极电容C2及滤波电容C3的两端仍有电压。系统再次开机后,即使栅极电容C2及滤波电容C3的两端仍有电压,稳压二极管D2仍会及时击穿,将三极管Q1导通,从而将栅极电容C2两端的电压泄放,关闭场效应晶体管Q2,输出电压重新由功率电阻R7为滤波电容C3充电,限制开机冲击电流。

[0046] 本申请实施例无需知晓后级线间电容容量来设计场效应晶体管的栅极电容的充电时间常数,该抑制方法与后级电容(即滤波电容)容量无关,在后级电容充电至设定值时才开始为栅极电容充电,从而将场效应晶体管导通,将功率电阻旁路。输入电压(即直流电源向本申请实施例所述电路输入的电压)掉电后再次开机,不论后级电容与栅极电容是否

已完全放电,均可在开机瞬间迅速将栅极电容的电压泄放,从而使场效应晶体管保持关断状态,保证冲击电流抑制电路的正常工作,对再次开机时的冲击电流进行抑制,提高了冲击电流抑制电路的可靠性。

[0047] 以上的具体实施方式,对本实用新型的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上仅为本实用新型的具体实施方式而已,并不用于限定本实用新型的保护范围,凡在本实用新型的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

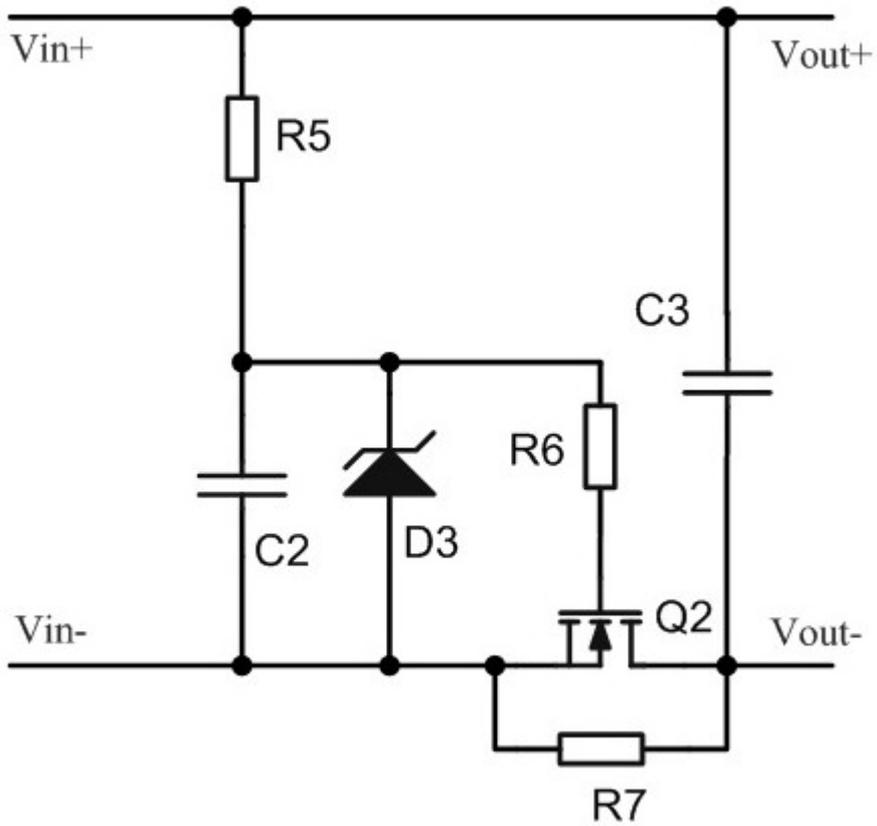


图1

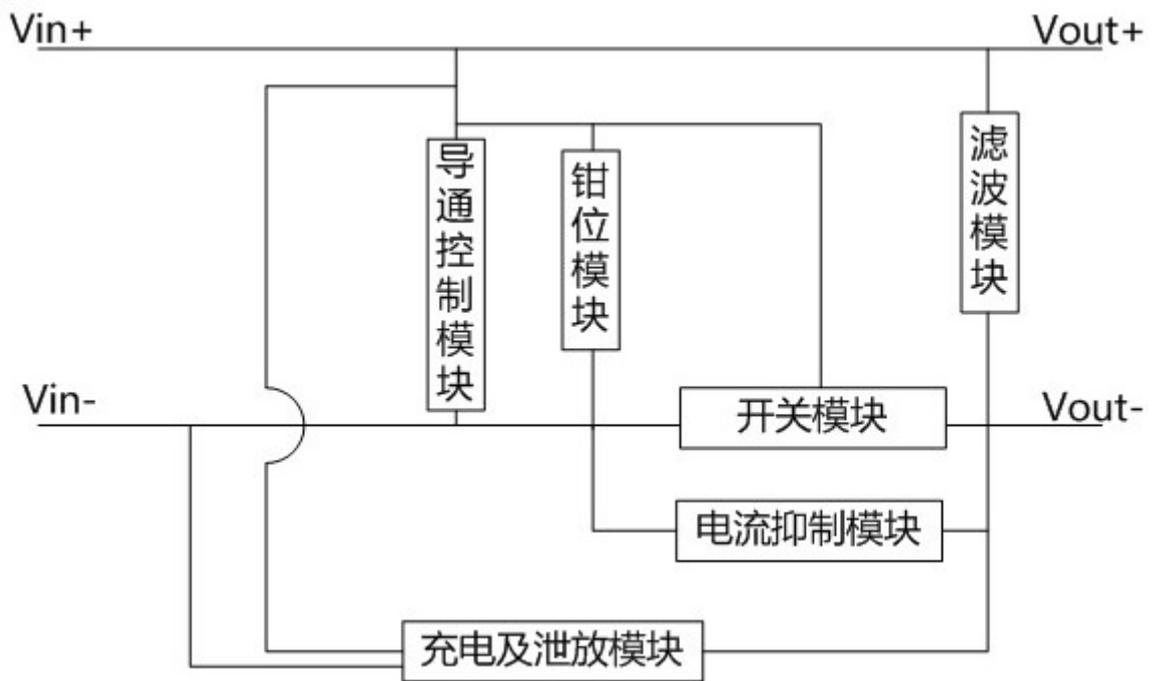


图2

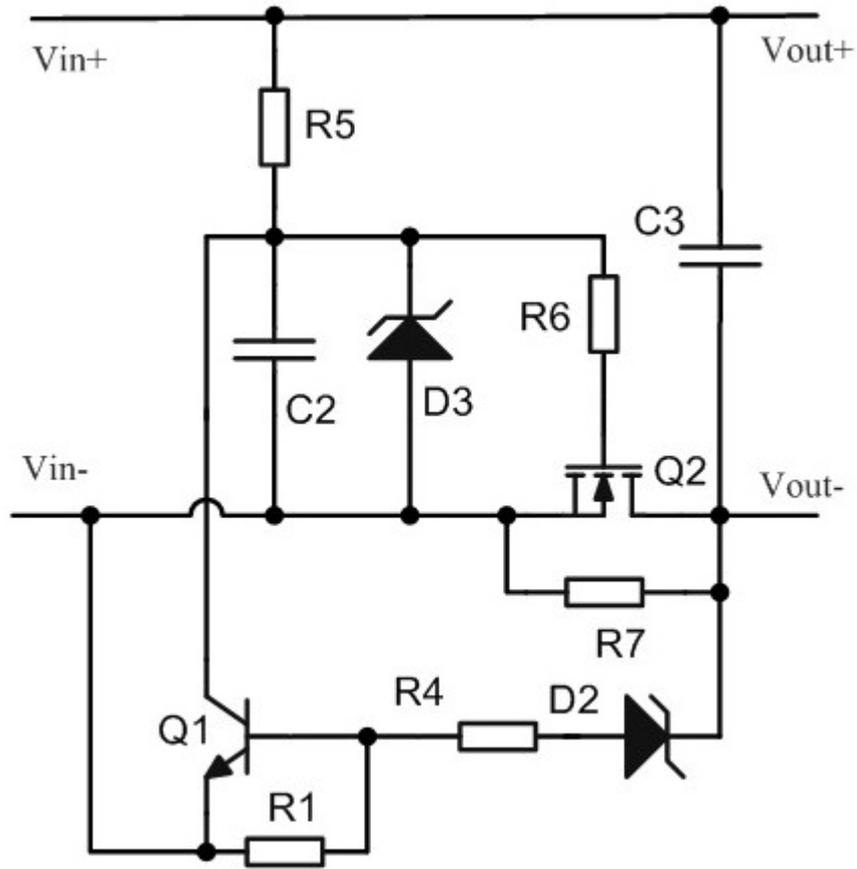


图3