



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116667301 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 29

(21) 申请号 202310942607.0

(22) 申请日 2023.07.31

(71) 申请人 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 王威 彭亭 熊亚丽 祝刘坡

(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 马丽青

(51) Int.Cl.
H02H 9/02 (2006.01)

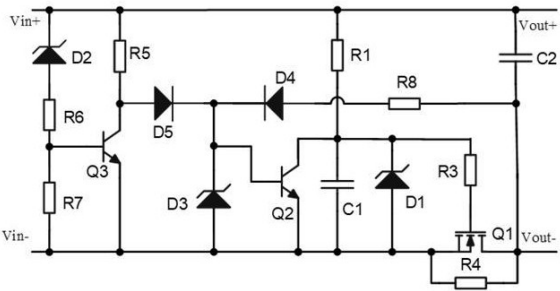
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

一种兼容性强的冲击电流抑制电路

(57) 摘要

本发明公开了一种兼容性强的冲击电流抑制电路,开机后通过电流抑制模块对线间电容模块中的线间电容进行充电,可以有效抑制开机瞬间的母线冲击电流;通过检测开关模块中场效应管的DS两端电压,使得场效应管在其DS两端电压较小时导通,降低场效应管导通时的电应力;场效应管通后将电流抑制模块旁路,降低正常工作时功率损耗;在输入电压下降到设定值时,迅速将场效应管对应的栅极电容两端的电压泄放,保证再次开机时场效应管可以延时导通,从而保证冲击电流得到可靠抑制,对线间电容容量大小、是否带载启动、带多大负载启动以及热启动等情况均具有较强的兼容性,极大地提高了冲击电流抑制电路的可靠性。



1. 一种兼容性强的冲击电流抑制电路,其特征在于,包括第一导通控制模块、泄放模块、电压检测模块、第二导通控制模块、钳位模块、开关模块、电流抑制模块以及线间电容模块;

所述线间电容模块中的线间电容设置于冲击电流抑制电路的正输出端与负输出端之间,以对冲击电流抑制电路输出的电压进行滤波;

所述开关模块设置于冲击电流抑制电路的负输出端上,且开关模块位于线间电容模块之前,以控制负输出端与负输入端之间的通断;

所述电流抑制模块与开关模块并联设置于冲击电流抑制电路的负输出端上,以通过电流抑制模块在开关模块导通之前,对冲击电流进行抑制;且所述开关模块导通时,电流抑制模块被旁路;所述开关模块关断时,电流抑制模块处于工作状态;

所述开关模块采用场效应管作为开关器件,且所述钳位模块设置于开关模块中场效应管的栅极与源极之间,以对开关模块中场效应管的栅极电压进行钳位;

所述第二导通控制模块包括控制场效应管通断的栅极电容,所述栅极电容设置于冲击电流抑制电路的正输入端与负输入端之间,且栅极电容位于开关模块中场效应管的栅极与源极之间,以通过第二导通控制模块控制开关模块中场效应管的通断;

所述泄放模块采用三极管作为泄放元件,所述三极管设置于场效应管的栅极与源极之间,以对第二导通控制模块中的栅极电容进行泄放,且所述三极管导通时,栅极电容被泄放;所述三极管关断时,栅极电容正常工作;

所述电压检测模块设置于开关模块中场效应管的源极与漏极之间,且电压检测模块的电压输出端与泄放模块中三极管的基极连接,以根据检测到的电压控制三极管的通断;

所述第一导通控制模块设置于冲击电流抑制电路的正输入端与负输入端之间,且所述第一导通控制模块用于在冲击电流抑制电路的正输入端输入的电压小于阈值时,将输入的电压直接导通至泄放模块中三极管的基极上;以及在冲击电流抑制电路的正输入端输入的电压大于阈值时,断开输入的电压与泄放模块中三极管的基极之间的连接。

2. 根据权利要求1所述的兼容性强的冲击电流抑制电路,其特征在于,所述线间电容模块包括线间电容C2,所述线间电容C2的两端分别与冲击电流抑制电路的正输出端以及负输出端连接。

3. 根据权利要求2所述的兼容性强的冲击电流抑制电路,其特征在于,所述开关模块包括场效应管Q1,所述场效应管Q1的漏极与线间电容C2以及冲击电流抑制电路的负输出端连接,所述场效应管Q1的源极与冲击电流抑制电路的负输入端连接,所述场效应管Q1的栅极与第二导通控制模块连接,以使场效应管Q1受第二导通控制模块的控制进行通断。

4. 根据权利要求3所述的兼容性强的冲击电流抑制电路,其特征在于,所述电流抑制模块包括抑制电阻R4,所述抑制电阻R4的两端分别与场效应管Q1的源极以及漏极连接,以在场效应管Q1未导通时,通过抑制电阻R4对冲击电流进行抑制。

5. 根据权利要求4所述的兼容性强的冲击电流抑制电路,其特征在于,所述第二导通控制模块包括栅极电容C1以及充电时间控制电阻R1,所述充电时间控制电阻R1的一端与冲击电流抑制电路的正输入端连接,所述充电时间控制电阻R1的另一端与栅极电容C1的一端以及场效应管Q1的栅极连接,所述栅极电容C1的另一端与冲击电流抑制电路的负输入端连接,以通过栅极电容C1的电压控制场效应管Q1的栅极电压,从而控制开关模块中场效应管

Q1的通断。

6. 根据权利要求5所述的兼容性强的冲击电流抑制电路,其特征在于,所述钳位模块包括稳压二极管D1,所述稳压二极管D1的负极与开关模块中场效应管Q1的栅极连接,所述稳压二极管D1的正极与开关模块中场效应管Q1的源极连接,以对场效应管Q1的栅极电压进行钳位。

7. 根据权利要求6所述的兼容性强的冲击电流抑制电路,其特征在于,所述泄放模块包括三极管Q2,所述三极管Q2的集电极与开关模块中场效应管Q1的栅极连接,所述三极管Q2的发射极与开关模块中场效应管Q1的源极连接,所述三极管Q2的基极与电压检测模块的电压输出端连接,以根据电压检测模块的电压输出端输出的电压信号对第二导通控制模块中的栅极电容C1进行泄放。

8. 根据权利要求7所述的兼容性强的冲击电流抑制电路,其特征在于,所述电压检测模块包括稳压二极管D3、二极管D4以及限流电阻R8,所述限流电阻R8的一端与场效应管Q1的漏极连接,所述限流电阻R8的另一端与二极管D4的正极连接,所述二极管D4的负极与稳压二极管D3的负极连接,所述稳压二极管D3的正极与场效应管Q1的源极连接,且二极管D4的负极与稳压二极管D3的负极之间设置有电压输出端,且该电压输出端与泄放模块中三极管Q2的基极连接。

9. 根据权利要求8所述的兼容性强的冲击电流抑制电路,其特征在于,所述第一导通控制模块包括稳压二极管D2、分压电阻R6、分压电阻R7、三极管Q3、电阻R5以及二极管D5;

所述稳压二极管D2的负极与冲击电流抑制电路的正输入端连接,所述稳压二极管D2的正极与分压电阻R6的一端连接,所述分压电阻R6的另一端与分压电阻R7的一端连接,所述分压电阻R7的另一端与冲击电流抑制电路的负输入端连接,所述分压电阻R6的另一端还与三极管Q3的基极连接,所述三极管Q3的发射极与冲击电流抑制电路的负输入端连接,所述三极管Q3的集电极分别与电阻R5的一端以及二极管D5的正极连接,所述电阻R5的另一端与冲击电流抑制电路的正输入端连接,所述二极管D5的负极与三极管Q2的基极连接;

当冲击电流抑制电路的正输入端输入的电压小于阈值时,分压电阻R7上的电压不能使三极管Q3导通,从而使输入的电压通过电阻R5以及二极管D5直接导通至泄放模块中三极管的基极上;当使冲击电流抑制电路的正输入端输入的电压大于阈值时,分压电阻R7上的电压使三极管Q3导通,将二极管D5正极的电压拉低,使二极管D5反向截止,从而断开输入的电压与泄放模块中三极管的基极之间的连接。

10. 根据权利要求3-9任一所述的兼容性强的冲击电流抑制电路,其特征在于,还包括电阻R3,所述电阻R3设置于场效应管Q1的栅极上。

一种兼容性强的冲击电流抑制电路

技术领域

[0001] 本发明涉及电路设计技术以及冲击电流抑制技术领域，具体涉及一种兼容性强的冲击电流抑制电路。

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5.4.9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。其原理框图如图3所示。其工作原理是利用MOS管Q4的延时导通，先用功率电阻R10抑制冲击电流，在线间电容C3的电压被充电至接近输入电压时将MOS管Q4导通，将功率电阻R10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。MOS管Q4的延迟导通时间是根据通过电阻R11与电容C4的时间常数及MOS管Q4的导通阈值电压确定的，线间电容C3的容量大小、是否带负载启动以及带多大负载启动都不确定，电阻R11与电容C4参数选型不当，则有可能使得MOS管Q4在线间电容C3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Q4烧坏。

[0005] 另外在高压直流应用时，快速重复开关机试验可能会使MOS管Q4损坏。究其原因是高压直流电源关机时，输入电压下降到一定值后，后级负载断开，线间电容C3与MOS管Q4的栅极电容C4的电压并未泄放干净，短时间再次开机时，MOS管Q4仍保持在导通状态或者在线间电容C3尚未充满电时就导通，造成瞬间冲击电流过大，将MOS管Q4损坏。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种兼容性强的冲击电流抑制电路，解决了现有技术中存在的问题。

[0007] 本发明通过下述技术方案实现：

一种兼容性强的冲击电流抑制电路，包括第一导通控制模块、泄放模块、电压检测模块、第二导通控制模块、钳位模块、开关模块、电流抑制模块以及线间电容模块；

所述线间电容模块中的线间电容设置于冲击电流抑制电路的正输出端与负输出端之间，以对冲击电流抑制电路输出的电压进行滤波；

所述开关模块设置于冲击电流抑制电路的负输出端上，且开关模块位于线间电容模块之前，以控制负输出端与负输入端之间的通断；

所述电流抑制模块与开关模块并联设置于冲击电流抑制电路的负输出端上，以通过电流抑制模块在开关模块导通之前，对冲击电流进行抑制；且所述开关模块导通时，电流抑制模块被旁路；所述开关模块关断时，电流抑制模块处于工作状态；

所述开关模块采用场效应管作为开关器件,且所述钳位模块设置于开关模块中场效应管的栅极与源极之间,以对开关模块中场效应管的栅极电压进行钳位;

所述第二导通控制模块包括控制场效应管通断的栅极电容,所述栅极电容设置于冲击电流抑制电路的正输入端与负输入端之间,且栅极电容位于开关模块中场效应管的栅极与源极之间,以通过第二导通控制模块控制开关模块中场效应管的通断;

所述泄放模块采用三极管作为泄放元件,所述三极管设置于场效应管的栅极与源极之间,以对第二导通控制模块中的栅极电容进行泄放,且所述三极管导通时,栅极电容被泄放;所述三极管关断时,栅极电容正常工作;

所述电压检测模块设置于开关模块中场效应管的源极与漏极之间,且电压检测模块的电压输出端与泄放模块中三极管的基极连接,以根据检测到的电压控制三极管的通断;

所述第一导通控制模块设置于冲击电流抑制电路的正输入端与负输入端之间,且所述第一导通控制模块用于在冲击电流抑制电路的正输入端输入的电压小于阈值时,将输入的电压直接导通至泄放模块中三极管的基极上;以及在冲击电流抑制电路的正输入端输入的电压大于阈值时,断开输入的电压与泄放模块中三极管的基极之间的连接。

[0008] 在一种可能的实施方式中,所述线间电容模块包括线间电容C2,所述线间电容C2的两端分别与冲击电流抑制电路的正输出端以及负输出端连接。

[0009] 在一种可能的实施方式中,所述开关模块包括场效应管Q1,所述场效应管Q1的漏极与线间电容C2以及冲击电流抑制电路的负输出端连接,所述场效应管Q1的源极与冲击电流抑制电路的负输入端连接,所述场效应管Q1的栅极与第二导通控制模块连接,以使场效应管Q1受第二导通控制模块的控制进行通断。

[0010] 在一种可能的实施方式中,所述电流抑制模块包括抑制电阻R4,所述抑制电阻R4的两端分别与场效应管Q1的源极以及漏极连接,以在场效应管Q1未导通时,通过抑制电阻R4对冲击电流进行抑制。

[0011] 在一种可能的实施方式中,所述第二导通控制模块包括栅极电容C1以及充电时间控制电阻R1,所述充电时间控制电阻R1的一端与冲击电流抑制电路的正输入端连接,所述充电时间控制电阻R1的另一端与栅极电容C1的一端以及场效应管Q1的栅极连接,所述栅极电容C1的另一端与冲击电流抑制电路的负输入端连接,以通过栅极电容C1的电压控制场效应管Q1的栅极电压,从而控制开关模块中场效应管Q1的通断。

[0012] 在一种可能的实施方式中,所述钳位模块包括稳压二极管D1,所述稳压二极管D1的负极与开关模块中场效应管Q1的栅极连接,所述稳压二极管D1的正极与开关模块中场效应管Q1的源极连接,以对场效应管Q1的栅极电压进行钳位。

[0013] 在一种可能的实施方式中,所述泄放模块包括三极管Q2,所述三极管Q2的集电极与开关模块中场效应管Q1的栅极连接,所述三极管Q2的发射极与开关模块中场效应管Q1的源极连接,所述三极管Q2的基极与电压检测模块的电压输出端连接,以根据电压检测模块的电压输出端输出的电压信号对第二导通控制模块中的栅极电容C1进行泄放。

[0014] 在一种可能的实施方式中,所述电压检测模块包括稳压二极管D3、二极管D4以及限流电阻R8,所述限流电阻R8的一端与场效应管Q1的漏极连接,所述限流电阻R8的另一端与二极管D4的正极连接,所述二极管D4的负极与稳压二极管D3的负极连接,所述稳压二极

管D3的正极与场效应管Q1的源极连接,且二极管D4的负极与稳压二极管D3的负极之间设置有电压输出端,且该电压输出端与泄放模块中三极管Q2的基极连接。

[0015] 在一种可能的实施方式中,所述第一导通控制模块包括稳压二极管D2、分压电阻R6、分压电阻R7、三极管Q3、电阻R5以及二极管D5;

所述稳压二极管D2的负极与冲击电流抑制电路的正输入端连接,所述稳压二极管D2的正极与分压电阻R6的一端连接,所述分压电阻R6的另一端与分压电阻R7的一端连接,所述分压电阻R7的另一端与冲击电流抑制电路的负输入端连接,所述分压电阻R6的另一端还与三极管Q3的基极连接,所述三极管Q3的发射极与冲击电流抑制电路的负输入端连接,所述三极管Q3的集电极分别与电阻R5的一端以及二极管D5的正极连接,所述电阻R5的另一端与冲击电流抑制电路的正输入端连接,所述二极管D5的负极与三极管Q2的基极连接;

当冲击电流抑制电路的正输入端输入的电压小于阈值时,分压电阻R7上的电压不能使三极管Q3导通,从而使输入的电压通过电阻R5以及二极管D5直接导通至泄放模块中三极管的基极上;当使冲击电流抑制电路的正输入端输入的电压大于阈值时,分压电阻R7上的电压使三极管Q3导通,将二极管D5正极的电压拉低,使二极管D5反向截止,从而断开输入的电压与泄放模块中三极管的基极之间的连接。

[0016] 在一种可能的实施方式中,还包括电阻R3,所述电阻R3设置于场效应管Q1的栅极上。

[0017] 本发明提供了一种兼容性强的冲击电流抑制电路,开机后通过电流抑制模块对线间电容模块中的线间电容进行充电,可以有效抑制开机瞬间的母线冲击电流;通过检测开关模块中场效应管的DS两端电压,使得场效应管在其DS两端电压较小时导通,降低场效应管导通时的电应力;场效应管通后将电流抑制模块旁路,降低正常工作时功率损耗;在输入电压下降到设定值时,迅速将场效应管对应的栅极电容两端的电压泄放,保证再次开机时场效应管可以延时导通,从而保证冲击电流得到可靠抑制,对线间电容容量大小、是否带载启动、带多大负载启动以及热启动等情况均具有较强的兼容性,极大地提高了冲击电流抑制电路的可靠性。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本发明示例性实施方式的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0019] 图1为本发明提供了一种兼容性强的冲击电流抑制电路的结构框图。

[0020] 图2为本发明提供了一种兼容性强的冲击电流抑制电路的具体电路图。

[0021] 图3为现有技术的电路图。

[0022] 图4为本发明提供的输出电容为56uF时的启动波形图。

[0023] 图5为本发明提供的输出电容为220uF时的启动波形图。

[0024] 图6为本发明提供的输出电容为56uF时的掉电波形图。

[0025] 图7为本发明提供的输出电容为220uF时的掉电波形图。

实施方式

[0026] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白，下面结合实施例和附图，对本发明作进一步的详细说明，本发明的示意性实施方式及其说明仅用于解释本发明，并不作为对本发明的限定。

[0027] 如图1和图2共同所示，一种兼容性强的冲击电流抑制电路，包括第一导通控制模块、泄放模块、电压检测模块、第二导通控制模块、钳位模块、开关模块、电流抑制模块以及线间电容模块；

所述线间电容模块中的线间电容设置于冲击电流抑制电路的正输出端与负输出端之间，以对冲击电流抑制电路输出的电压进行滤波。

[0028] 值得说明的是，冲击电流抑制电路可以包括直流电源的正极电压输送线路以及负极电压输送线路，正极电压输送线路的输入端作为正输入端，正极电压输送线路的输出端作为正输出端，负极电压输送线路的输入端作为负输入端，负极电压输送线路的输出端作为负输出端。

[0029] 所述开关模块设置于冲击电流抑制电路的负输出端上，且开关模块位于线间电容模块之前，以控制负输出端与负输入端之间的通断。

[0030] 所述电流抑制模块与开关模块并联设置于冲击电流抑制电路的负输出端上，以通过电流抑制模块在开关模块导通之前，对冲击电流进行抑制；且所述开关模块导通时，电流抑制模块被旁路；所述开关模块关断时，电流抑制模块处于工作状态。

[0031] 开机后，开关模块处于断开状态，可以通过电流抑制模块对线间电容模块中的线间电容进行充电，可以有效抑制开机瞬间的母线冲击电流；而当开关模块处于导通状态时，将电流抑制模块旁路，可以降低正常工作时功率损耗。

[0032] 所述开关模块采用场效应管作为开关器件，且所述钳位模块设置于开关模块中场效应管的栅极与源极之间，以对开关模块中场效应管的栅极电压进行钳位。

[0033] 通过钳位模块对开关模块中场效应管的栅极电压进行钳位，可以有效地保护场效应管不被损坏。

[0034] 所述第二导通控制模块包括控制场效应管通断的栅极电容，所述栅极电容设置于冲击电流抑制电路的正输入端与负输入端之间，且栅极电容位于开关模块中场效应管的栅极与源极之间，以通过第二导通控制模块控制开关模块中场效应管的通断。

[0035] 由于栅极电容设置于冲击电流抑制电路的正输入端与负输入端之间，栅极电容设置于开关模块中场效应管的栅极与源极之间，且场效应管的源极与正输入端连接，所以栅极电容的电压即为场效应管的栅极电压，当栅极电容未充电至场效应管的导通电压时，提供给场效应管的栅极电压不足以使场效应管导通，从而场效应管持续关断。

[0036] 所述泄放模块采用三极管作为泄放元件，所述三极管设置于场效应管的栅极与源极之间，以对第二导通控制模块中的栅极电容进行泄放，且所述三极管导通时，栅极电容被泄放。所述三极管关断时，栅极电容正常工作。

[0037] 对栅极电容进行泄放，能够避免再次启动时提前导通的问题，从而有效地抑制冲击电流。

[0038] 所述电压检测模块设置于开关模块中场效应管的源极与漏极之间，且电压检测模块的电压输出端与泄放模块中三极管的基极连接，以根据检测到的电压控制三极管的通

断。

[0039] 所述第一导通控制模块设置于冲击电流抑制电路的正输入端与负输入端之间,且所述第一导通控制模块用于在冲击电流抑制电路的正输入端输入的电压小于阈值时,将输入的电压直接导通至泄放模块中三极管的基极上。以及在冲击电流抑制电路的正输入端输入的电压大于阈值时,断开输入的电压与泄放模块中三极管的基极之间的连接。

[0040] 本实施例提供的一种兼容性强的冲击电流抑制电路在低压直流电源和高压直流电源场景均可以兼容应用,可精确抑制开机冲击电流,开机后通过电流抑制模块对线间电容进行充电,可以有效抑制开机瞬间的母线冲击电流。

[0041] 在一种可能的实施方式中,所述线间电容模块包括线间电容C2,所述线间电容C2的两端分别与冲击电流抑制电路的正输出端以及负输出端连接。

[0042] 在一种可能的实施方式中,所述开关模块包括场效应管Q1,所述场效应管Q1的漏极与线间电容C2以及冲击电流抑制电路的负输出端连接,所述场效应管Q1的源极与冲击电流抑制电路的负输入端连接,所述场效应管Q1的栅极与第二导通控制模块连接,以使场效应管Q1受第二导通控制模块的控制进行通断。

[0043] 在一种可能的实施方式中,所述电流抑制模块包括抑制电阻R4,所述抑制电阻R4的两端分别与场效应管Q1的源极以及漏极连接,以在场效应管Q1未导通时,通过抑制电阻R4对冲击电流进行抑制。

[0044] 在一种可能的实施方式中,所述第二导通控制模块包括栅极电容C1以及充电时间控制电阻R1,所述充电时间控制电阻R1的一端与冲击电流抑制电路的正输入端连接,所述充电时间控制电阻R1的另一端与栅极电容C1的一端以及场效应管Q1的栅极连接,所述栅极电容C1的另一端与冲击电流抑制电路的负输入端连接,以通过栅极电容C1的电压控制场效应管Q1的栅极电压,从而控制开关模块中场效应管Q1的通断。

[0045] 在一种可能的实施方式中,所述钳位模块包括稳压二极管D1,所述稳压二极管D1的负极与开关模块中场效应管Q1的栅极连接,所述稳压二极管D1的正极与开关模块中场效应管Q1的源极连接,以对场效应管Q1的栅极电压进行钳位。

[0046] 在一种可能的实施方式中,所述泄放模块包括三极管Q2,所述三极管Q2的集电极与开关模块中场效应管Q1的栅极连接,所述三极管Q2的发射极与开关模块中场效应管Q1的源极连接,所述三极管Q2的基极与电压检测模块的电压输出端连接,以根据电压检测模块的电压输出端输出的电压信号对第二导通控制模块中的栅极电容C1进行泄放。

[0047] 在一种可能的实施方式中,所述电压检测模块包括稳压二极管D3、二极管D4以及限流电阻R8,所述限流电阻R8的一端与场效应管Q1的漏极连接,所述限流电阻R8的另一端与二极管D4的正极连接,所述二极管D4的负极与稳压二极管D3的负极连接,所述稳压二极管D3的正极与场效应管Q1的源极连接,且二极管D4的负极与稳压二极管D3的负极之间设置有电压输出端,且该电压输出端与泄放模块中三极管Q2的基极连接。

[0048] 限流电阻R8、二极管D4及限流电阻R8用以检测场效应管Q1的DS两端电压(也是线间电容C2两端的电压),限流电阻R8用于限制流经二极管D4的电流。

[0049] 在一种可能的实施方式中,所述第一导通控制模块包括稳压二极管D2、分压电阻R6、分压电阻R7、三极管Q3、电阻R5以及二极管D5。

[0050] 所述稳压二极管D2的负极与冲击电流抑制电路的正输入端连接,所述稳压二极管

D2的正极与分压电阻R6的一端连接,所述分压电阻R6的另一端与分压电阻R7的一端连接,所述分压电阻R7的另一端与冲击电流抑制电路的负输入端连接,所述分压电阻R6的另一端还与三极管Q3的基极连接,所述三极管Q3的发射极与冲击电流抑制电路的负输入端连接,所述三极管Q3的集电极分别与电阻R5的一端以及二极管D5的正极连接,所述电阻R5的另一端与冲击电流抑制电路的正输入端连接,所述二极管D5的负极与三极管Q2的基极连接。

[0051] 当冲击电流抑制电路的正输入端输入的电压小于阈值时,分压电阻R7上的电压不能使三极管Q3导通,从而使输入的电压通过电阻R5以及二极管D5直接导通至泄放模块中三极管的基极上。当使冲击电流抑制电路的正输入端输入的电压大于阈值时,分压电阻R7上的电压使三极管Q3导通,将二极管D5正极的电压拉低,使二极管D5反向截止,从而断开输入的电压与泄放模块中三极管的基极之间的连接。

[0052] 稳压二极管D2与分压电阻R6以及分压电阻R7串联,用以检测输入电压,同时分压电阻R6以及分压电阻R7也将限制流经稳压二极管D2的电流,以保护稳压二极管。

[0053] 在一种可能的实施方式中,还包括电阻R3,所述电阻R3设置于场效应管Q1的栅极上。

[0054] 正常开机时,当输入电压未达到稳压二极管D2的击穿电压时,三极管Q3关断,二极管D5导通,同时因为线间电容C2两端的电压不能突变,场效应管Q1的漏极电压等于输入电压,二极管D4正向导通,故稳压二极管D3的负极电压被钳位为高电位,三极管Q2导通。栅极电容C1两端的电压被拉低,场效应管Q1未导通,输入电源通过抑制电阻R4为线间电容C2充电。

[0055] 当输入电压继续上升至稳压二极管D2击穿时,开始有电流流经分压电阻R6和分压电阻R7,分压电阻R7两端的电压上升,但在分压电阻R7两端的电压未达到三极管Q3的基极导通门槛电压0.7V时,三极管Q3持续关断,进而场效应管Q1保持关断状态。

[0056] 输入电压继续上升,分压电阻R6和分压电阻R7将输入电压 V_{in} 与稳压二极管D2的钳位电压的差值进行分压,分压电阻R7两端的电压在分压后达到三极管Q3的基极导通门槛电压0.7V时,三极管Q3导通,其集电极电位被拉低,二极管D5反向截止。但由于线间电容C2两端电压尚未充满,场效应管Q1的DS两端电压很高,二极管D4正向导通,稳压二极管D3的负极电压被钳位,三极管Q2持续导通;场效应管Q1保持关断状态,输入电源通过抑制电阻R4为线间电容C2充电。

[0057] 随着线间电容C2两端的电压逐渐升高,场效应管Q1的DS两端电压逐渐下降,当场效应管Q1的DS两端电压下降到不足以击穿稳压二极管D3时,则三极管Q2关断,场效应管Q1的栅极电容C1开始充电,充电时间常数为 $R1 \cdot C1$ 。当栅极电容C1两端的电压达到场效应管Q1的导通门槛电压时,场效应管Q1导通,抑制电阻R4被旁路,输入电源以极低的损耗向输出供电。

[0058] 场效应管Q1导通前,直流输入电源通过抑制电阻R4为线间电容C2充电,充电时间常数为 $R4 \cdot C2$,冲击电流被精准抑制,冲击电流峰值即为 $V_{in}/R4$ 。

[0059] 当输入因关机或其他原因掉电,不论稳压二极管D2是否被击穿稳压,当分压电阻R7两端的电压低于三极管Q3的基极导通门槛电压0.7V时,稳压二极管D3的负极电压重新被拉高钳位,三极管Q2导通,栅极电容C1两端的电压被泄放,场效应管Q1关断。再次开机时,重复上述过程,冲击电流抑制电路可以正常工作。

[0060] 如图4至图7所示,本发明提供一种兼容性强的冲击电流抑制电路的试验结果图。

[0061] 其中图4和图5为不同输出电容时电路启动波形图。在 t_{01} 时刻,对电路施加额定电压,此时输入电流即为冲击电流峰值 V_{in}/R_4 ,线间电容C2通过电阻R4进行充电,线间电容C2两端的电压(即为输出电压)逐渐升高,场效应管Q1的DS两端电压逐渐下降,在 t_{02} 时刻,场效应管Q1的DS两端电压下降到不足以击穿稳压二极管D3,三极管Q2关断,场效应管Q1的栅极电容C1开始充电,在 t_{03} 时刻,栅极电容C1两端的电压(即为栅极电压)达到场效应管Q1的导通阈值电压,场效应管Q1开始导通, $t_{03} \sim t_{04}$ 为场效应管Q1的开通时间,在 t_{04} 时刻,电路进入稳定工作状态, t_{05} 时刻,后端负载导通,电路正常工作。

[0062] 图6和图7为不同输出电容时电路断电波形图。在 t_{F1} 时刻,电路输入电源断开,此时线间电容C2两端的电压(即为输出电压)和栅极电容C1两端的电压(即为栅极电压)逐渐下降,在 t_{F2} 时刻,线间电容C2两端的电压(即为输出电压)下降至不足以使三极管Q3导通,三极管Q2通过上拉电阻R5和二极管D5导通,栅极电容C1两端的电压(即为栅极电压)被三极管Q2迅速拉低至0V,场效应管Q1关断。

[0063] 通过图4和图5的对比,在不同的输出电容时,本电路通过更改场效应管Q1的导通时间使场效应管Q1均可在线间电容C2两端的电压接近输入电压时导通,场效应管Q1导通时应力很低,保证本电路在不同输出电容环境下均可安全可靠的工作。

[0064] 通过图6和图7的对比,在不同的输出电容时,本电路均可在线间电容C2两端的电压(即为输出电压)降至设定值时可靠关断场效应管Q1,保证下一次上电时冲击电流抑制电路可靠工作。

[0065] 本发明提供一种兼容性强的冲击电流抑制电路,开机后通过电流抑制模块对线间电容模块中的线间电容进行充电,可以有效抑制开机瞬间的母线冲击电流;通过检测开关模块中场效应管的DS两端电压,使得场效应管在其DS两端电压较小时导通,降低场效应管导通时的电应力;场效应管通后将电流抑制模块旁路,降低正常工作时功率损耗;在输入电压下降到设定值时,迅速将场效应管对应的栅极电容两端的电压泄放,保证再次开机时场效应管可以延时导通,从而保证冲击电流得到可靠抑制,对线间电容容量大小、是否带载启动、带多大负载启动以及热启动等情况均具有较强的兼容性,极大地提高了冲击电流抑制电路的可靠性。

[0066] 以上所述的具体实施方式,对本发明的目的、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,以上所述仅为本发明的具体实施方式而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

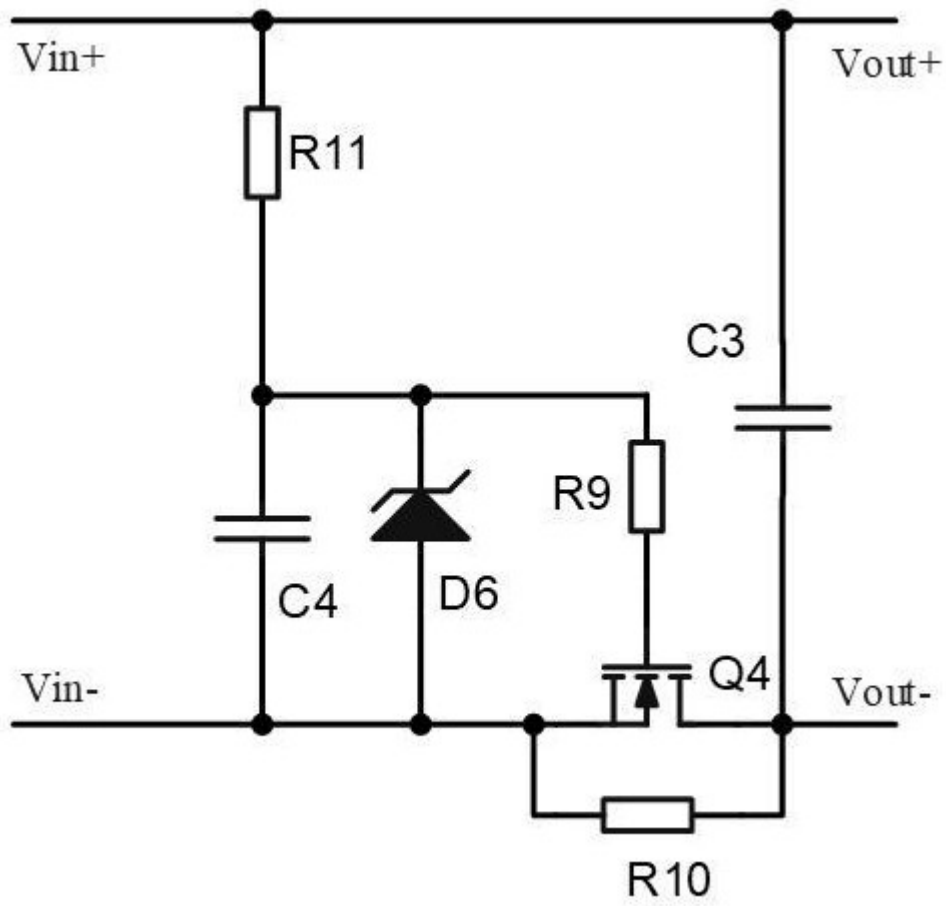


图 3

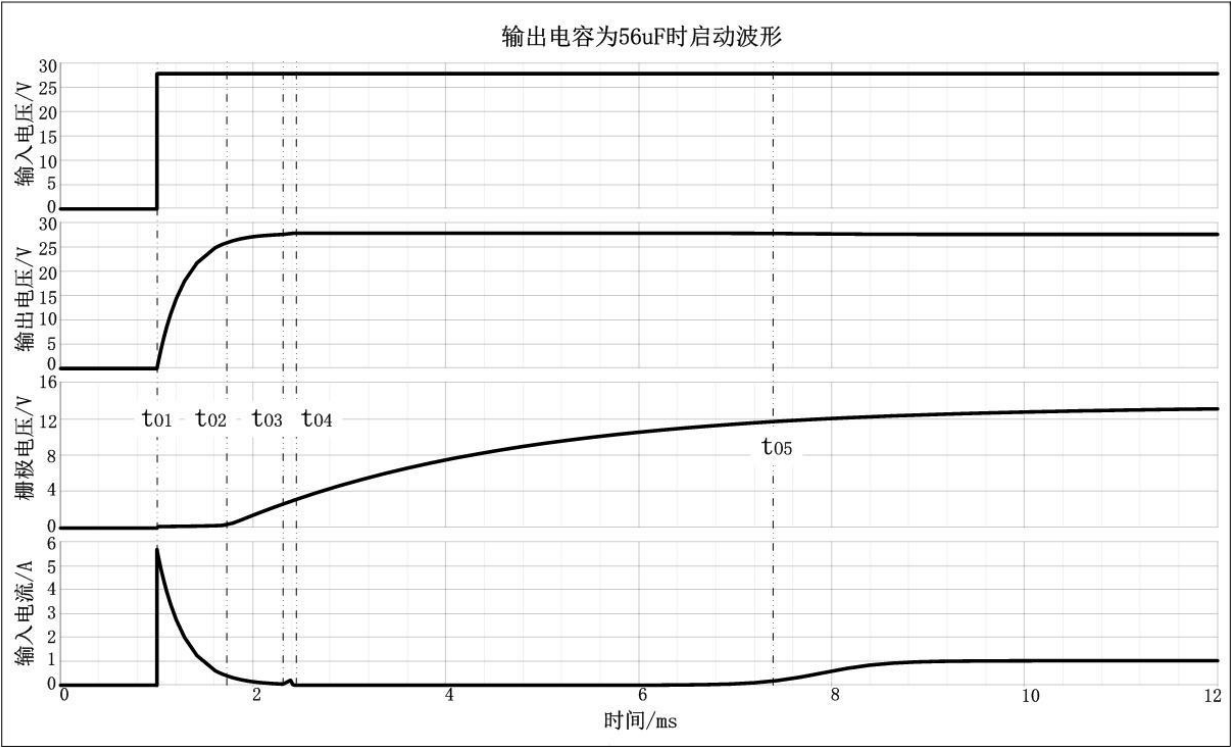


图 4

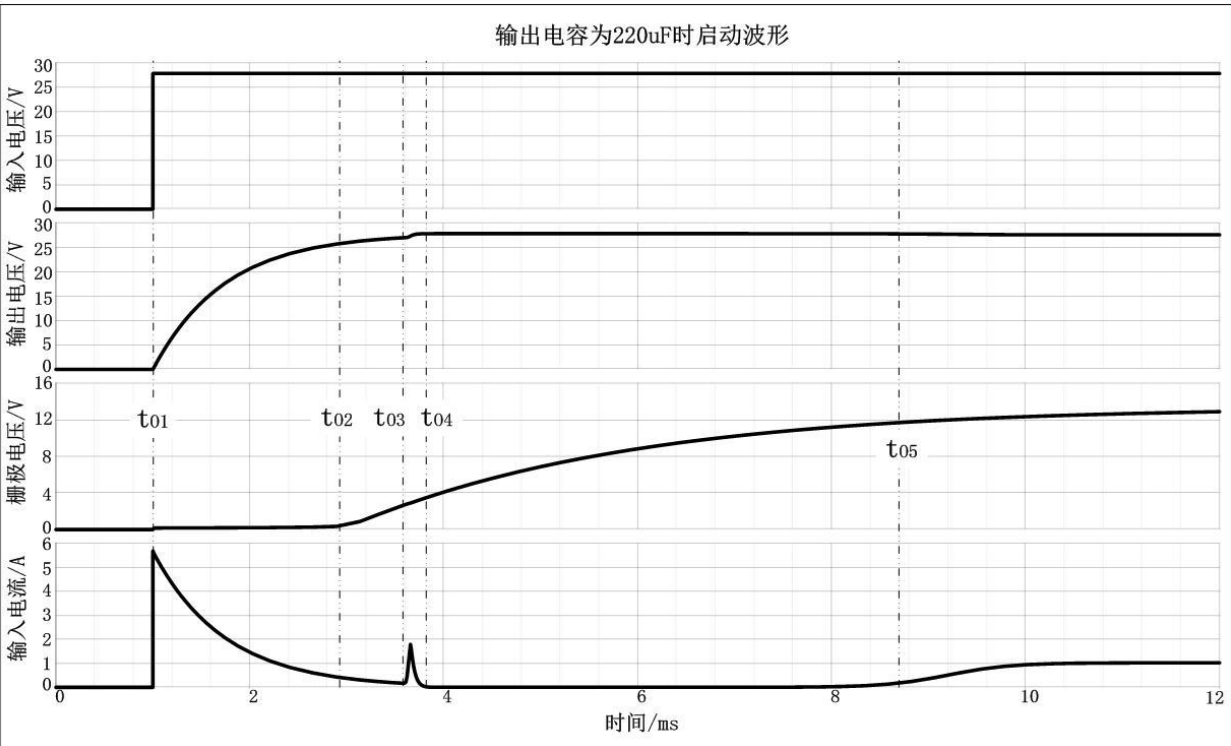


图 5

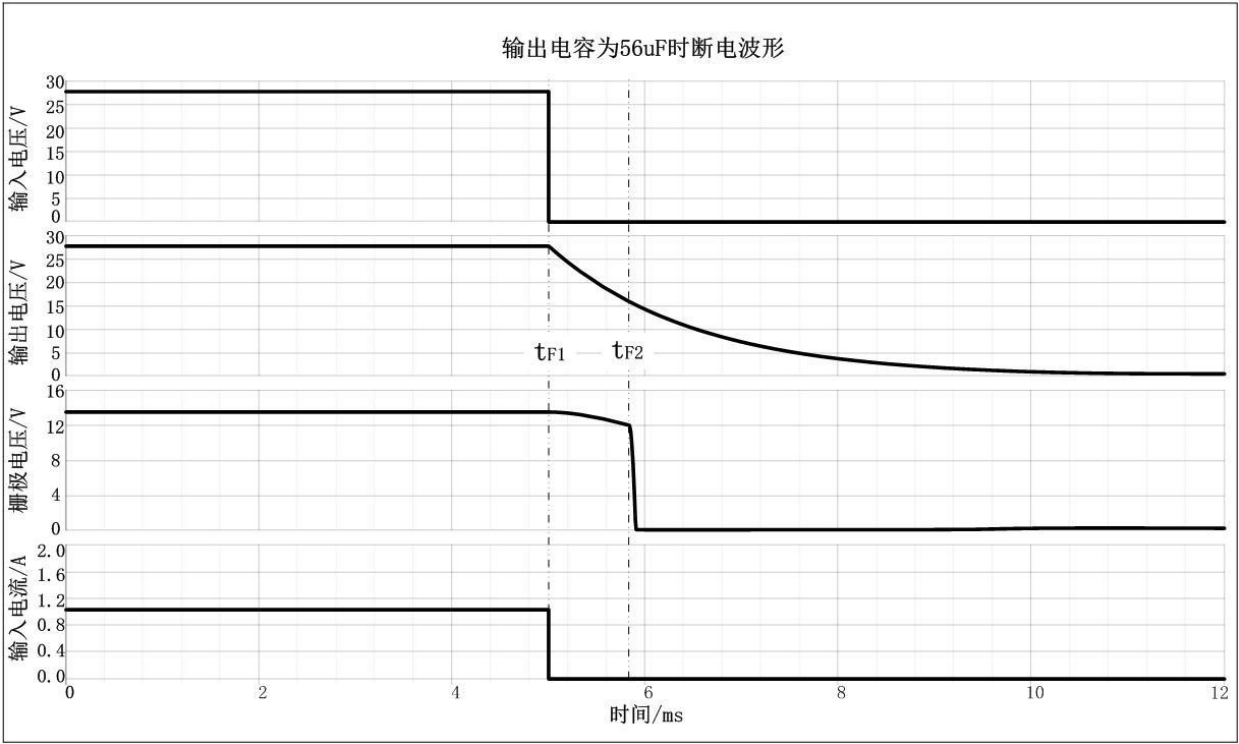


图 6

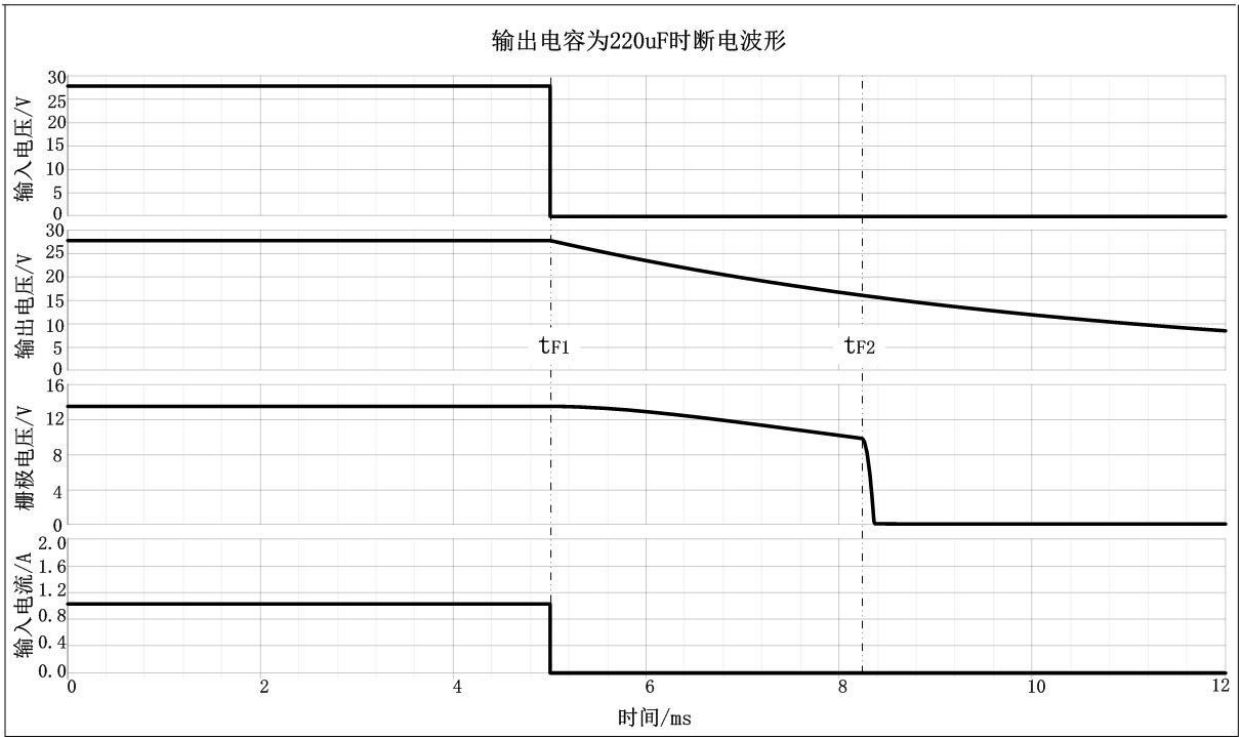


图 7