



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115765420 A

(43) 申请公布日 2023. 03. 07

(21) 申请号 202211621746.5

(22) 申请日 2022.12.16

(71) 申请人 广东志成冠军集团有限公司
地址 523718 广东省东莞市塘厦镇田心工业区

(72) 发明人 宁勇 梁磊乐 赵振兴 李民英
吕培专

(74) 专利代理机构 广州科沃园专利代理有限公司 44416
专利代理师 王静

(51) Int. Cl.
H02M 1/32 (2007.01)
H02M 1/088 (2006.01)

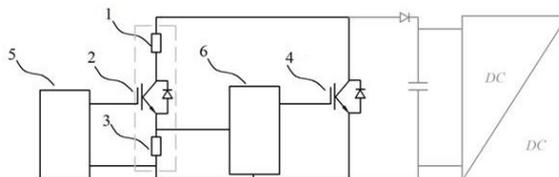
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种投切开关电路及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种投切开关电路及其控制方法,其投切开关电路包括从旁路和主旁路,从旁路与主旁路并联,从旁路上串联设置有从旁路开关、限流元件和采样元件,主旁路上设置有主旁路开关;第一驱动模块与从旁路开关连接,第二驱动模块与主旁路开关连接。通过限流元件限制功率模块的输入电容的充电电流,通过判断采样元件端获取的电压或电流低于设定阈值,第二驱动模块对主旁路开关输出缓慢上升的驱动信号,主旁路开关的电压缓慢上升,直至电压平稳,实现功率模块进行投入或者切出过程中,电源端电压保持稳定,有效保护电路元件。



1. 一种投切开关电路,其特征在于,包括从旁路、主旁路、第一驱动模块(5)和第二驱动模块(6),所述从旁路与主旁路并联,所述从旁路上串联设置有从旁路开关(2)、限流元件和采样元件,所述主旁路上设置有主旁路开关(4);第一驱动模块(5)与从旁路开关(2)连接,用于控制从旁路开关(2)导通或断开,第二驱动模块(6)与主旁路开关(4)连接,用于控制主旁路开关(4)导通或断开。

2. 根据权利要求1所述的一种投切开关电路,其特征在于,所述从旁路开关(2)和主旁路开关(4)均包括三端子半导体器件。

3. 根据权利要求2所述的一种投切开关电路,其特征在于,所述从旁路开关(2)的控制电子端与所述第一驱动模块(5)的一端连接,所述从旁路开关(2)的电子发射端与所述采样元件的一端连接,所述从旁路开关(2)的电子接收端与所述限流元件的一端连接;所述主旁路开关(4)的控制电子端与所述第二驱动模块(6)的第一端连接,所述第一驱动模块(5)的另一端、所述采样元件的另一端、所述第二驱动模块(6)的第二端共同与主旁路开关(4)的电子发射端连接,所述限流元件的另一端与所述主旁路开关(4)的电子接收端连接,所述第二驱动模块(6)的第三端连接于从旁路开关(2)与采样元件之间。

4. 根据权利要求2所述的一种投切开关电路,其特征在于,所述从旁路开关(2)和主旁路开关(4)的电子发射端和电子接收端之间并联有二极管,二极管的输入端与所述电子发射端连接,所述二极管的输出端与所述电子接收端连接。

5. 根据权利要求1所述的一种投切开关电路,其特征在于,所述限流元件包括限流电阻(1)。

6. 根据权利要求5所述的一种投切开关电路,其特征在于,所述限流电阻(1)的阻值选取,需确保从旁路的电流小于从旁路开关(2)的收集电子端所允许通过最大电流的0.6倍。

7. 根据权利要求1所述的一种投切开关电路,其特征在于,所述采样元件包括电流采样电阻(3)。

8. 一种基于权利要求1-7任意一项的所述一种投切开关电路的控制方法,其特征在于,包括:

所述第一驱动模块(5)控制从旁路开关(2)导通;限流元件限制功率模块的输入电容的充电电流,防止所述充电电流过大危及所述从旁路开关(2);

判断采样元件获取的电流或电压是否超过设定的阈值范围;

当所述采样元件获取的电流值或电压值超过设定的阈值范围时,第二驱动模块(6)对所述主旁路开关(4)输出缓慢上升的驱动信号;

主旁路开关(4)电子发射端和电子接收端之间电压缓慢上升,直至电压平稳。

9. 一种采用权利要求1-7任意一项的所述投切开关电路的多功率模块电路,其特征在于,包括输入电源和与所述输入电源串联的多个功率模块,单个所述功率模块包括投切开关电路、输入端电路和DC/DC转换器,投切开关电路、输入端电路和DC/DC转换器三者之间并联设置,所述输入端电路上设置有输入电容。

10. 根据权利要求9所述的一种多功率模块电路,其特征在于,所述主旁路开关(4)的收集电子端所允许通过最大电流值至少超过多功率模块串联工作时最大输入电流值的两倍。

一种投切开关电路及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电力电子电路技术,具体涉及一种投切开关电路及其控制方法。

背景技术

[0002] 我国海岸线漫长,保护及开发海洋水下资源离不开水下海洋工程装备。水下特种电源为海洋水下工程装备提供高可靠高质量供电,是海洋水下核心工程装备。由于海洋水下环境特殊,水下特种电源的维护极其困难,因此水下特种电源的可靠性设计要求极高。水下特种电源输入电源来自岸基高压直流,海缆线路寄生参数大,负载工作冲击性强,导致水下特种电源输入端电压宽幅波动。因此水下特种电源采用多功率模块输入串联,输出并联(ISOP)模式,即水下特种电源采用多个功率模块串联设置,每个功率模块分担输入电压的一部分。同时为保证高可靠性,需要保证有一定数量的冗余功率模块备用,备用的冗余功率模块输入端也与已投入使用的功率模块是串联在一起。在电源工作过程中,需要对功率模块的投入和切出进行控制。

[0003] 由于远距离传输的海缆线路寄生参数大,满载到空载变化,水下电源的输入端电压会出现宽幅变化,水下特种电源要求在输入宽范围变化输出保持稳定,因此需依据输入电压的范围,调节串联接入的功率模块数量,以确保功率模块的输入电压在合理范围内。如果功率模块输入电压过高会导致功率器件承受过高电压,可靠性降低;如果功率模块输入电压过低会导致电源输出电压无法稳定在额定值。调节串联接入的功率模块数量通常由投切开关电路来实现。当输入电压升高,为控制每个功率模块输入端电压在允许的范围内,需要投入更多功率模块,当输入电压降低,为保证电源输入端电压稳定,需要切出部分功率模块。此外,出现不可恢复故障的功率模块需要永久切出。在功率模块进行投入或者切出过程中,电源输出需要保持稳定。即,功率模块的投入和切出需要动态进行,不能停机投切。

[0004] 为实现所有功率模块预期寿命的一致性,冗余的功率模块采用使用时长一致的控制方案,通过投切开关电路及其控制方法实现轮流投入运行。

[0005] 投切开关电路导通时,与该投切开关电路并联的功率模块被切出;投切开关电路关闭,与该投切开关电路并联的功率模块投入运行。投切开关电路工作的可靠性直接影响水下特种电源系统工作的可靠性。

[0006] 图1是根据本发明现有技术的切出过程输入电容充电电流流向示意图;现有技术的缺点:模块切出时,旁路开关导通,被切出功率模块端电压为零,因此电源输入端为已投入的功率模块的输入电容充电,由于输入电容内阻很小,因此会有很大冲击电流流过旁路开关,远超电力电子功率器件能承受的范围,导致旁路开关或防反二极管损坏失效。过大的冲击电流导致投入功率模块输入端电压快速变化,对功率模块输入均压调节环造成冲击,容易触发输入不均压保护。

[0007] 现有专利文献CN111740604A公开了一种用于海底供电的直流变换器及其控制方法,该专利通过通用型电力电子功率器件作为旁路开关,一个功率模块输入端并联了2个串联的旁路开关。开关导通时将与之并联的功率模块切出,截止时与之并联的功率模块接入。

发明人发现该方法的不足为：(1) 功率模块切出时，旁路开关导通，其他功率模块的输入电容被充电，由于输入电容内阻很小，瞬间充电电流很大，很可能超过旁路开关所允许的最大电流，导致旁路开关损坏；(2) 过大的瞬间充电电流导致各功率模块端电压快速变化，对串联的功率模块的输入均压控制环路造成干扰和冲击，导致出现不均压指标超标或振荡，容易触发电源输入端电压不均衡问题，影响系统可靠性。

发明内容

[0008] 针对现有技术的不足，本发明的目的旨在提供一种投切开关电路及其控制方法，解决功率模块投入或切出时，瞬间充电电流过大导致旁路开关损坏、电源输入端电压不均衡的问题。

[0009] 为实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

一种投切开关电路，包括从旁路、主旁路、第一驱动模块和第二驱动模块，所述从旁路与主旁路并联，所述从旁路上串联设置有从旁路开关、限流元件和采样元件，所述主旁路上设置有主旁路开关；第一驱动模块与从旁路开关连接，用于控制从旁路开关导通或断开，第二驱动模块与主旁路开关连接，用于控制主旁路开关导通或断开。

[0010] 进一步地，所述从旁路开关和主旁路开关均包括三端子半导体器件。

[0011] 进一步地，所述从旁路开关的控制电子端与所述第一驱动模块的一端连接，所述从旁路开关的电子发射端与采样元件的一端连接，所述从旁路开关的电子接收端与所述限流元件的一端连接；所述主旁路开关的控制电子端与所述第二驱动模块的第一端连接，所述第一驱动模块的另一端、所述采样元件的另一端、所述第二驱动模块的第二端共同与主旁路开关的电子发射端连接，所述限流元件的另一端与所述主旁路开关的电子接收端连接，所述第二驱动模块的第三端连接于从旁路开关与采样元件之间。

[0012] 进一步地，所述从旁路开关和主旁路开关的电子发射端和电子接收端之间并联有二极管，二极管的输入端与所述电子发射端连接，二极管的输出端与所述电子输出端连接。

[0013] 进一步地，所述限流元件包括限流电阻。

[0014] 进一步地，所述限流电阻的阻值选取确保从旁路的电流小于从旁路开关的收集电子端所允许通过最大电流的0.6倍。

[0015] 进一步地，所述采样元件包括电流采样电阻。

[0016] 一种基于投切开关电路的控制方法，包括：

所述第一驱动模块控制从旁路开关导通；限流元件限制所述功率模块的输入电容的充电电流，防止所述充电电流过大危及所述从旁路开关；

判断所述采样元件获取的电压或电流是否超过设定的阈值范围；

当所述采样元件获取的电流值或电压值超过设定的阈值范围时，第二驱动模块对所述主旁路开关输出缓慢上升的驱动信号；

主旁路开关电子发射端和电子接收端之间电压缓慢上升，直至电压平稳。

[0017] 一种采用投切开关电路的多功率模块电路，包括输入电源和与所述输入电源串联的多个功率模块，单个所述功率模块包括投切开关电路、输入端电路和DC/DC转换器，投切开关电路、输入端电路和DC/DC转换器三者之间并联设置，所述输入端电路上设置有输入电容。

[0018] 进一步地,所述主旁路开关的收集电子端所允许通过最大电流值至少超过多功率模块串联工作时最大输入电流值的两倍。

[0019] 本发明的有益效果在于:

本发明能够有效抑制投切过程中的瞬间充电电流,保护旁路开关,并且投切时间易评估,响应速度快,减小串联功率模块输入端电压扰动的范围,避免对输入均压控制环路的干扰,能够抑制已投入模块端电压波动率,防止对串联的功率模块的输入均压控制环路造成干扰和冲击,确保多功率模块动态投切过程平稳,扰动小。

附图说明

[0020] 构成本申请的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

图1是根据本发明现有技术的功率模块切出过程中输入电容充电电流流向示意图;

图2是根据本发明实施例的投切开关电路拓扑结构示意图;

图3是根据本发明实施例的多功率模块电路拓扑结构示意图;

图4是根据本发明实施例的冗余的功率模块切出后,其余串联的功率模块的投切开关电路中从旁路开关驱动信号和主旁路开关驱动信号的时序图;

图5是根据本发明实施例的主旁路开关两端电压波形图;

图6是根据本发明实施例的冗余的模块切出后,其余串联功率模块中投切开关电路中从旁路开关和主旁路开关的电流波形图。

[0021] 附图标记:1、限流电阻;2、从旁路开关;3、电流采样电阻;4、主旁路开关;5、第一驱动模块;6、第二驱动模块。

具体实施方式

[0022] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0023] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

[0024] 需要说明的是,本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程,方法,系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0025] 本实施例主要解决功率模块投切过程中的2个难题。

[0026] (1) 难题1:切出时,投切开关直接导通,串联输入的多个功率模块由于切出了一个

功率模块,功率模块串联总电压和电源输入电压存在差异,电源输入电压会对各投入的功率模块的输入电容充电,抬高已投入的功率模块的输入端电压,此时会产生极大的冲击电流(因为输入电容内容很小),该冲击电流可以轻易超出投切开关所能允许的电流极限,导致投切开关损坏。

[0027] (2) 难题2:过大的冲击电流,使得已投入的功率模块的输入端电压出现快速抬升,其上升率可能超过均压控制环路的调节频率,导致均压控制失效或振荡,各投入功率模块的输入端电压出现电压不均衡,触发不均压保护或者导致模块过压损坏。

[0028] 在本实施例中提供了一种投切开关电路,图2是根据本发明实施例的投切开关电路拓扑结构示意图,如图2所示,该结构包括从旁路、主旁路、第一驱动模块5和第二驱动模块6,从旁路与主旁路并联,从旁路上串联设置有从旁路开关2、限流元件和采样元件,限流元件用于限制输入电容的充电电流,采样元件用于反映从旁路的电流或电压情况,主旁路上设置有主旁路开关4;第一驱动模块5与从旁路开关2连接,用于控制从旁路开关2导通或断开,第二驱动模块6与主旁路开关4连接,用于控制主旁路开关4导通或断开。限流元件包括限流电阻1,采样元件包括电流采样电阻3。所述从旁路开关2和主旁路开关4均包括三端子半导体器件,三端子半导体器件可以为三极管或场效应管或高压IGBT器件等等。

[0029] 根据上述投切开关电路结构,第一驱动模块5控制从旁路开关2导通,对功率模块的输入电容进行充电,限流元件能够有效防止输入电容电荷重新分配时所产生过高的瞬间充电电流危及从旁路开关2和主旁路开关4的安全,提升系统可靠性;进一步通过采样元件获取流经采样元件的电流情况,判断采样元件获取的电压值或电流值是否低于设定阈值;当低于设定阈值时,第二驱动模块6对主旁路开关4输出驱动信号,使得主旁路开关4电子发射端和电子接收端之间电压上升,其电压值始终属于功率模块输入端所允许的电压值范围内,可见本实施方案投切时间易评估,响应速度快,并且能够有效减小功率模块输入端电压扰动的范围,避免对输入均压控制环路的产生干扰。

[0030] 本实施例中,主旁路导通后会将会所对应的功率模块切出系统不工作,如果投切开关电路只有主旁路,在切出过程中产生较大的冲击电流,会损坏主旁路功率开关器件。从旁路因为串联有限流电阻1,可限制冲击电流,实现对输入电容限流充放电,避免过大冲击。从旁路开启后,输入电容充放电进行到一定程度(通过从旁路上的采样元件判断)再导通主旁路开关,实现切出功能,如果投切开关电路只有从旁路,系统输入电流全部流过从旁路的限流电阻1,所需电阻的功率等级将非常大(功率等于输入电流的平方乘以限流电阻值),导致水下电源系统效率极低。

[0031] 在本实施例中,阈值是指电流值或电压值,阈值大小依据实际情况而设定。

[0032] 在本实施例中,从旁路开关2的控制电子端与第一驱动模块5的一端连接,从旁路开关2的电子发射端与采样元件的一端连接,从旁路开关2的电子接收端与限流元件的一端连接;主旁路开关4的控制电子端与第二驱动模块6的第一端连接,第一驱动模块5的另一端、采样元件的另一端、第二驱动模块6的第二端共同与主旁路开关4的电子发射端连接,限流元件的另一端与主旁路开关4的电子接收端连接,第二驱动模块6的第三端连接于从旁路开关2与采样元件之间。

[0033] 限流电阻阻值较大,主要功能是限流,采样元件(电阻)阻值较小,如图2所示,本实施例中旁路开关2、限流电阻1和电流采样电阻3三个元器件连接顺序最优为本方案,因为主旁

路开关4的驱动和从旁路开关2的驱动可以和功率模块的输入端共地,简化设计。

[0034] 第一驱动模块5和第二驱动模块6均有一端与旁路开关连接,是旁路开关的驱动信号:高电平时旁路开关会导通,低电平或负电平时,旁路开关会关断。第一驱动模块5和第二驱动模块6的另一端接地,第二驱动模块6第三端连接采样元件,用来检测采样元件的电压或电流,据此判断充放电进行的程度以确定主旁路开关4的导通是否可以启动。

[0035] 从旁路开关2和主旁路开关4可为三极管或场效应管或高压IGBT器件。

[0036] 高压MOSFET电流等级一般较小,选型难。本实施例中优选采用的是高压IGBT器件,提供了对应的连接方式,具体如下:

从旁路开关2的栅极与第一驱动模块5的一端连接,从旁路开关2的发射极与采样元件的一端连接,从旁路开关2的集电极与限流元件的一端连接;主旁路开关4的栅极与第二驱动模块6的一端连接,第一驱动模块5的另一端、采样元件的另一端、第二驱动模块6的第二端共同与主旁路开关4的发射端连接,限流元件的另一端与主旁路开关4的集电集连接。

[0037] IGBT 有三个端子:集电极、发射极和栅极,发射极用于发射电子,栅极用于控制电子(使流向集电极的电流受基极输入信号的控制),集电极用于收集电子。

[0038] 在本实施例中,限流元件包括限流电阻1,并提供了限流电阻1的选取条件:

限流电阻1的阻值选取确保最大冲击电流小于从旁路开关2的收集电子端所允许通过最大电流的0.6倍,选取依据为相关标准,I级降额为0.6,II级降额为0.7,水下电源运行维护难度大,因此选择I级降额。其中冲击电流为输入电容的瞬间充电电流。

[0039] 在本实例中,采样元件包括电流采样电阻3。电流采样电阻3可反映流经电流采样电阻3的电流情况。

[0040] 通过电流采样电阻3,检测流过从旁路开关2的电流,将检测得到的电流值和阈值的大小进行比较,根据比较结果来控制主旁路开关4的导通,避免从旁路开关2导通时间过长,限流电阻1过热,同时结合驱动信号缓升策略,避免主旁路开关4导通时出现第二个冲击电流。有效保障了主旁路开关4和从旁路开关2的可靠性,即保障了投切开关电路的有效性。

[0041] 作为本实施例另外一种投切开关电路,从旁路开关2和主旁路开关4的电子发射端和电子接收端之间并联有二极管,二极管的输入端与电子发射端连接,二极管的输出端与电子输出端连接。本实施例中,二极管为IGBT器件内部的体二极管。

[0042] 在本实施例中还提供了一种投切开关电路的控制方法,包括:

S01、第一驱动模块5控制从旁路开关2导通;限流元件限制功率模块的输入电容的充电电流,防止充电电流过大危及从旁路开关2;

S02、判断采样元件获取的电流或电压是否低于设定阈值;

S03、当采样元件获取的电流或电压低于设定阈值时,第二驱动模块6对主旁路开关4输出缓慢上升的驱动信号;

S04、主旁路开关4电子发射端和电子接收端之间电压缓慢上升,主旁路开关4电子发射端和电子接收端之间电压缓慢上升,直至电压平稳。

[0043] 关于阈值设定:切出过程中电流较大,随着输入电容充放电进行,电流逐渐减小(见图6),当电流大于但接近系统输入电流,主旁路开关4即已具备导通条件。

[0044] 本实施例还包括主控制器,由主控制发送功率模块的投入或切出的信号至第一驱

动模块5,当接收到信号时,第一驱动模块5输出高电平控制从旁路开关2导通。在主控制器端设置阈值,采样元件将获取的电压或电流反馈至主控制器,当电压或电流低于设定阈值时,主控制器发送信号使第二驱动模块6输出缓慢上升的驱动信号。

[0045] 本实施例中还提供一种采用投切开关电路的多功率模块电路,图3是根据本发明实施例的多功率模块电路拓扑结构示意图,如图3所示,该结构包括:

输入电源和与输入电源串联的多个功率模块,单个功率模块包括投切开关电路、输入端电路和DC/DC转换器,投切开关电路、输入端电路和DC/DC转换器三者之间并联设置,输入端电路上设置有一个输入电容。功率模块和输入端电路之间的电路上设置有二极管,电流从功率模块流出进入二极管输入端,再从二极管输出端流出,再分别流入输入端电路和DC/DC转换器。

[0046] 本实施例中还提供了主旁路开关4的选取条件:

主旁路开关4的收集电子端所允许通过最大电流值至少超过多功率模块串联工作时最大输入电流值的两倍,满足I级降额。

[0047] 下面结合一个优选实施例,对上述实施例中涉及到的内容进行说明。

[0048] 图2是根据本发明实施例的投切开关电路拓扑结构示意图,如图2所示,该结构包括:从旁路包括串联的限流电阻1、从旁路开关2和电流采样电阻3,其中从旁路开关2的集电极接限流电阻1,发射极连接电流采样电阻3。主旁路由主旁路开关4构成,主旁路与从旁路开关2并联。第一驱动模块5控制从旁路开关2的导通与关断,第二驱动模块6控制主旁路开关4的导通与关断。主旁路开关4和从旁路开关2均为高压IGBT器件。

[0049] 投切开关电路控制过程:

需要将功率模块切出时,第一驱动模块5接收到主控制传输过来的切出信号后输出高电平控制从旁路开关2导通,限流电阻1限制已经投入的各功率模块输入电容充电电流,有效防止冲击电流过大危及旁路开关,同时,较缓的充电电流使得已投入工作的功率模块输入端电压波动幅度减缓,有效避免电压突变对输入均压环造成扰动,导致环路振荡,出现不均压保护。如图4所示,图4是根据本发明实施例的冗余的功率模块切出后,其余串联的功率模块中投切开关电路中从旁路开关驱动信号和主旁路开关驱动信号的时序图。

[0050] 当电流采样电阻3的电流低于设定阈值,第二驱动模块6对主旁路开关4给出缓升驱动信号,如图5所示,图中横坐标为时间 t ,纵坐标为电压 V , V_{GS} 是栅极相对于发射极的电压。图5是根据本发明实施例的主旁路开关4两端电压波形图,主旁路开关4的栅极和发射极之间电压缓慢上升,通过延长功率器件经过放大区的时间来实现限流(器件在放大区具有较大的体电阻)。第二驱动模块6发出的驱动信号具有缓慢上升特点,可通过较大的栅极驱动电阻实现。实现IGBT导通的过程是:高电平(一般为12~18VDC,通常取15VDC)通过IGBT的栅极给输入电容充电,IGBT的栅极电压超过其导通阈值就会开始导通。较大的栅极电阻可以延长栅极电压上升的时间,实现慢导通(见图5)。

[0051] 切出过程中,流过从旁路开关2和主旁路开关4的电流波形如图6所示,图中横坐标为时间 t ,横坐标单位为秒 s ,纵坐标为电流 I ,纵坐标单位为安培 A 。图6是根据本发明实施例的冗余的模块切出后,其余串联功率模块中投切开关电路的从旁路开关2和主旁路开关4的电流波形图。冲击电流得到明显钳制,确保了切出平稳、可靠。投入过程如图4所示,由于投入功率模块输入电容的存在,起到钳位吸收的作用,主旁路开关4和从旁路开关2都截止,对

应的功率模块投入使用,主旁路开关4和从旁路开关2同时关闭(低电平关闭)损耗很小,为零电压关断。

[0052] 图3是根据本发明实施例的多功率模块电路拓扑结构示意图。

[0053] 该结构包括:

输入电源和与输入电源串联的多个功率模块,单个功率模块包括投切开关电路、输入端电路和DC/DC转换器,投切开关电路、输入端电路和DC/DC转换器三者之间并联设置。输入端电路上设置有一个输入电容。功率模块和输入端电路之间的电路上设置有二极管,电流从功率模块流出进入二极管输入端,再从二极管输出端流出,再分别流入输入端电路和DC/DC转换器。

[0054] 在任意时刻,只有一个功率模块执行切出动作。具体为:

水下特种电源采用多功率模块输入串联输出并联模式,为适应宽输入电压波动范围,输入串联的多功率模块需要进行投入或切出:

当输入电压升高,单功率模块输入端电压接近其上限阈值,则需要投入1个功率模块,以分担输入电压,确保功率模块输入端电压不过压;

当输入电压下降,单功率模块输入端电压接近其下限阈值,则需要切出1个功率模块,避免功率模块输入端电压不欠压,才能确保输出电压不掉压。

[0055] 本实施例中,同时投切多个功率模块对水下电源系统冲击较大,因此投切过程在任意时刻只投切一个,如需投切多个,可以依次连续投切。

[0056] 因此,本实施例从旁路开关2先导通,由于限流电阻1的存在,冲击电流最大值被钳位,同时,主旁路开关4导通时采用缓慢上升的驱动信号,实施从旁路和主旁路双重保护措施,有效解决了难题1。间接的,由于冲击电流在时间轴上拉长,幅度被压制,因此已投入的功率模块的端电压变化变缓,避免快速变化导致的环路失控,有效解决了难题2。

[0057] 对本领域的技术人员来说,可根据以上描述的技术方案以及构思,做出其它各种相应的改变以及形变,而所有的这些改变以及形变都应该属于本发明权利要求的保护范围之内。

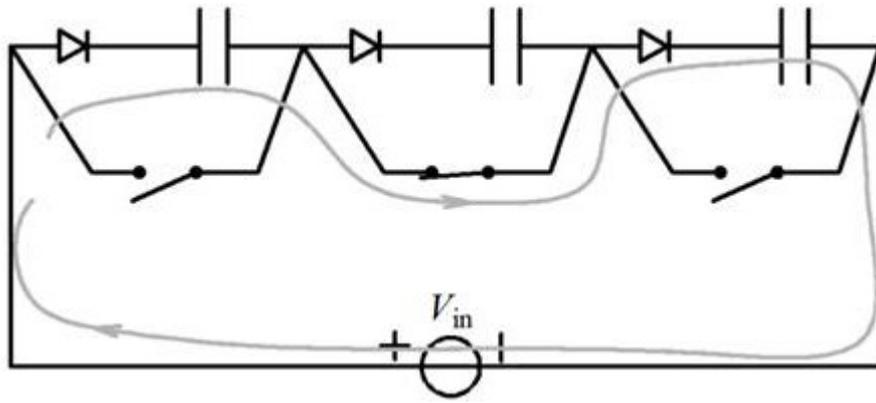


图1

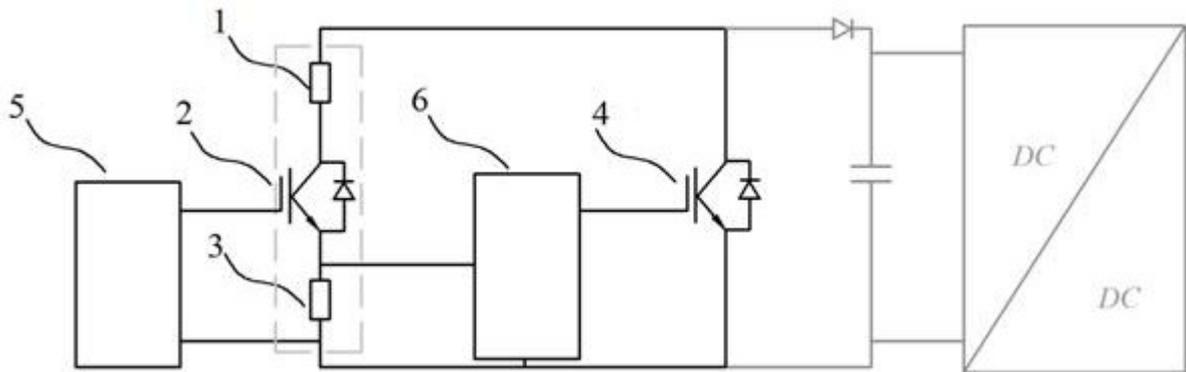


图2

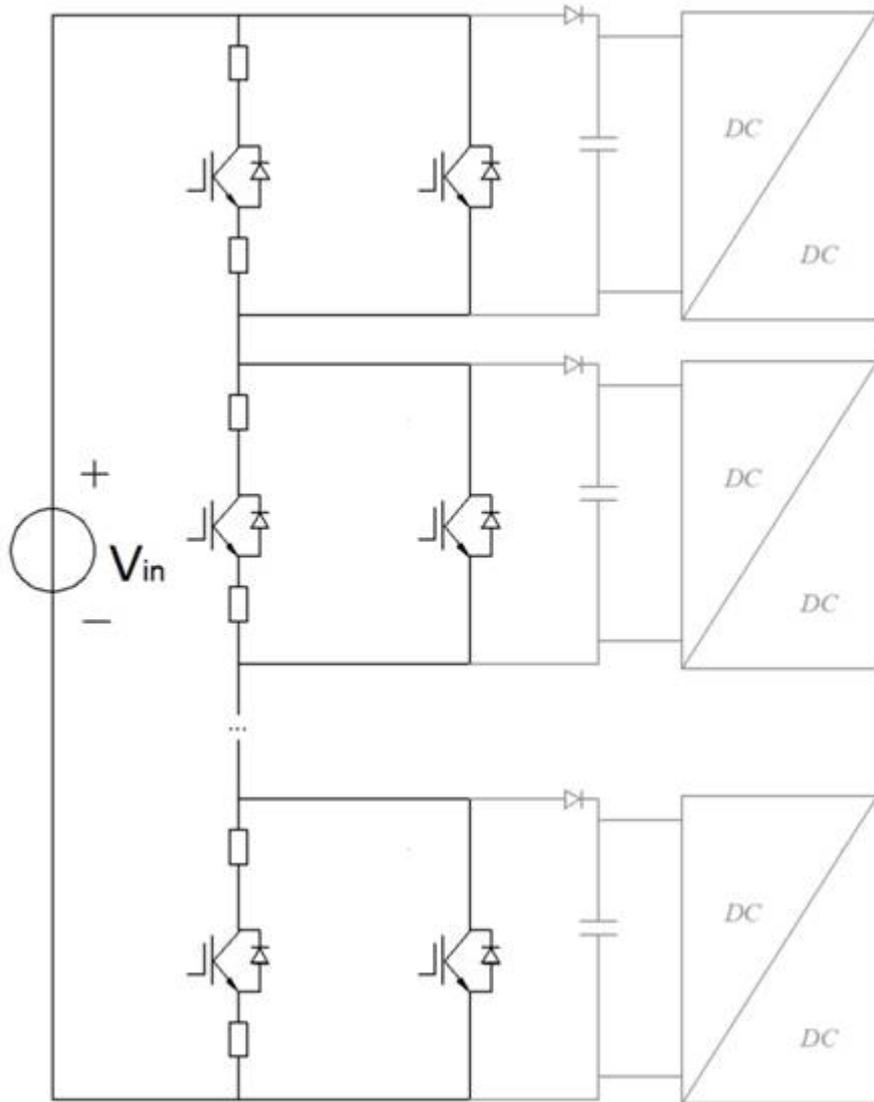


图3

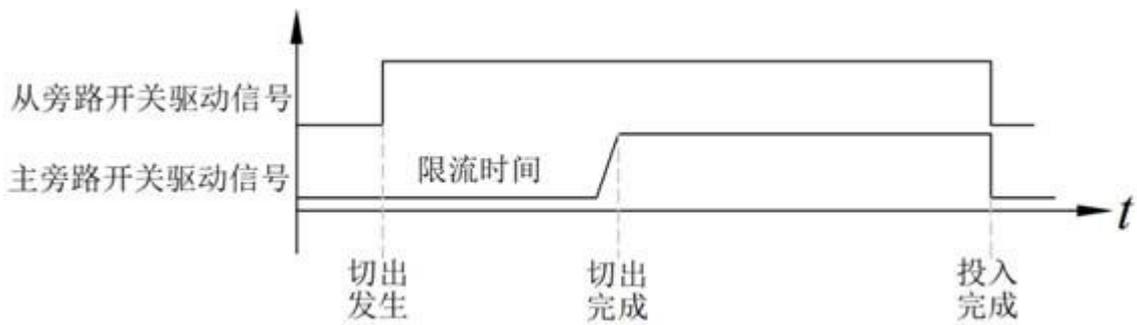


图4

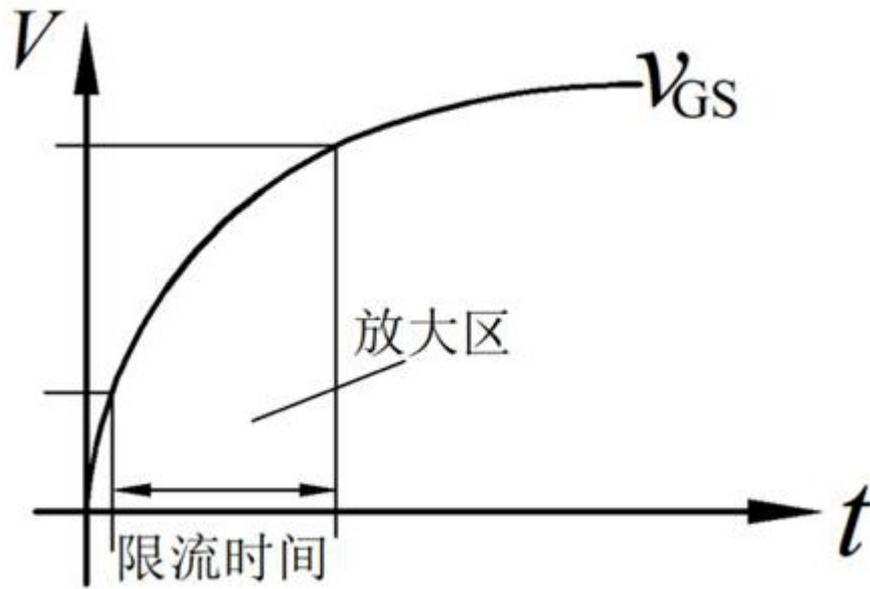


图5

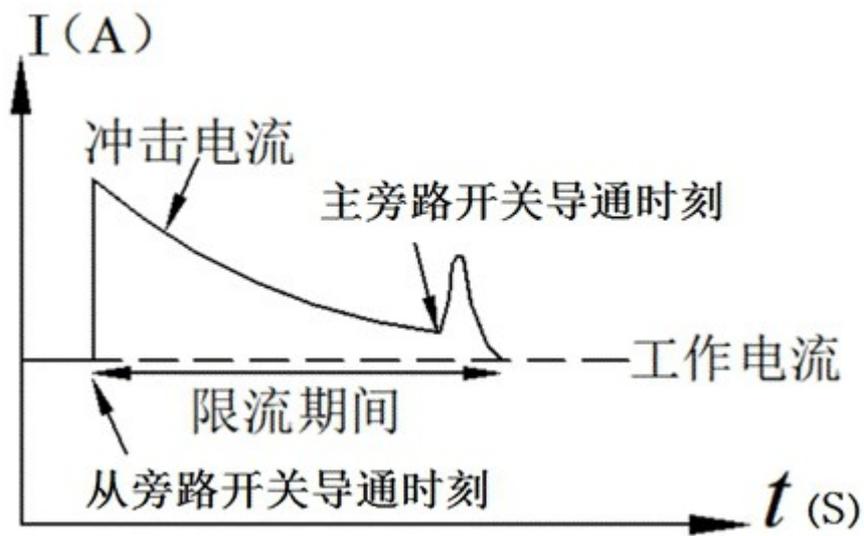


图6