



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112187029 A

(43)申请公布日 2021.01.05

(21)申请号 201910605780.5

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2019.07.05

H02M 1/32(2007.01)

(71)申请人 西安许继电力电子有限公司

地址 710075 陕西省西安市高新六路38号

西安腾飞创新中心B座1层103室

申请人 许继集团有限公司

许继电气股份有限公司

国家电网有限公司

(72)发明人 刘欣和 李道洋 张军 张浩

王先为 吴金龙 杨美娟 韩坤

夏克鹏 刘启建

(74)专利代理机构 郑州睿信知识产权代理有限公司

公司 41119

代理人 吴敏

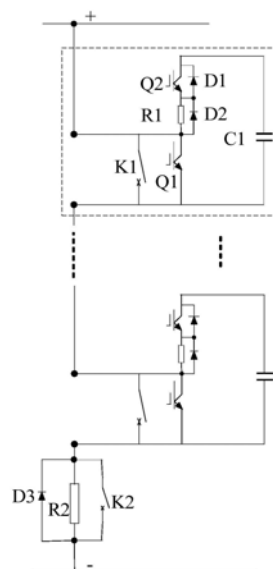
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种直流耗能装置

(57)摘要

本发明涉及一种直流耗能装置,包括设置在直流线路上耗能电路,耗能电路上串设有集中耗能模块和至少一个分压模块;分压模块包括一条串联支路,串联支路上串设有第一开关管、第二开关管和直流电容;第一开关管和第二开关管同向串联设置,第一开关管的输入端用于与直流电容的正极相连,第一开关管的输入端和输出端分别作为分压模块的正极和负极串设在耗能电路上;第二开关管的两端反向并联有第一二极管;第一开关管的输入端和电容的正极之间的线路上串设有均压放电模块,均压放电模块包括并联设置的均压放电电阻和第二二极管。本发明在均压模块由于电压较高而被切除时,通过闭合第二开关管而使直流电容通过均压放电电阻进行放电,以加快均压速度。



1. 一种直流耗能装置,其特征在于,包括设置在直流线路上耗能电路,耗能电路上串设有集中耗能模块和至少一个分压模块;

所述分压模块包括一条串联支路,所述串联支路上串设有第一开关管、第二开关管和直流电容;所述第一开关管和第二开关管同向串联设置,第一开关管的输入端用于与直流电容的正极相连,且第一开关管的输入端和输出端分别作为分压模块的正极和负极串设在所述耗能电路上;

所述第二开关管的两端反向并联有第一二极管;

第一开关管的输入端和电容的正极之间的线路上串设有均压放电模块,所述均压放电模块包括并联设置的均压放电电阻和第二二极管,且第二二极管的方向与第一二极管的方向相同。

2. 根据权利要求1所述的直流耗能装置,其特征在于,所述第一开关管的输入端和输出端之间并联有分压旁路开关,用于将对应的分压模块从所述耗能电路中旁路掉。

3. 根据权利要求1或2所述的直流耗能装置,其特征在于,所述集中耗能模块包括并联设置的集中耗能电阻和耗能旁路开关。

4. 根据权利要求3所述的直流耗能装置,其特征在于,所述集中耗能模块还包括与集中耗能电阻并联设置的第三二极管,所述第三二极管的阳极用于与直流线路的负极相连。

一种直流耗能装置

技术领域

[0001] 本发明属于高压直流输电技术领域,具体涉及一种直流耗能装置。

背景技术

[0002] 柔性直流输电技术具有不存在换相失败,电压谐波含量少,波形质量高,能快速调节有功功率与无功功率等优势。这些技术优势,使柔性直流技术在电力系统中产生了广泛的应用需求,如大规模清洁能源的接入、汇集与输送,孤岛无源负荷供电。

[0003] 当柔直应用于新能源系统送出时,当受电端发生故障导致交流电网电压跌落时,有功功率无法送出或者只能部分送出至交流电网,富余有功功率造成直流输电线路的电压升高,危害柔性直流换流阀等设备的安全。所以,直流耗能装置是至关重要的设备。

[0004] 目前采用的方法是将功率半导体开关器件直接串联,当直流电压过高时,通过对功率半导体开关器件的控制,投入电阻,电阻的投入将使直流电压下降,当电阻的耗能速度超过直流侧累积能量的速度,直流电压就会下降,关断电阻放电回路,直流电压再上升,通过反复的开通和关断电阻支路以控制直流电压。但该方法存在以下问题:在关断时,多个功率半导体开关器件同时关断存在技术困难,很难保证一致性,一旦关断不同步,就会有导通慢的器件或关断快的器件承受过电压而损坏。

[0005] 为了解决上述问题,申请公布号为CN109617108A的中国发明专利申请文件公开了一种链式耗能装置及其控制方法,该装置包括耗能支路与耗能电阻,且耗能支路由至少一个耗能子模块同方向串联连接构成,各个耗能子模块即为一个的分压模块,耗能子模块的结构如图1所示。当该装置启动时,需要向耗能子模块中的直流电容充电,在充电过程中,需要实现各个耗能子模块的均压,例如,在某些耗能子模块电压较高时,此时只能将这些电压较高的耗能子模块切除,不对这些电压较高的耗能子模块进行充电,等待其他电压较低的耗能子模块电压升高以后重新将这些原本电压较高的耗能子模块投入,以实现各个耗能子模块的均压,该过程的均压速度较慢。

发明内容

[0006] 本发明提供了一种直流耗能装置,用于解决现有技术中的耗能装置中的各个分压模块均压速度慢的问题。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明的技术方案和有益效果为:

[0008] 本发明的一种直流耗能装置,包括设置在直流线路上耗能电路,耗能电路上串设有集中耗能模块和至少一个分压模块;所述分压模块包括一条串联支路,所述串联支路上串设有第一开关管、第二开关管和直流电容;所述第一开关管和第二开关管同向串联设置,第一开关管的输入端用于与直流电容的正极相连,且第一开关管的输入端和输出端分别作为分压模块的正极和负极串设在所述耗能电路上;所述第二开关管的两端反向并联有第一二极管;第一开关管的输入端和电容的正极之间的线路上串设有均压放电模块,所述均压放电模块包括并联设置的均压放电电阻和第二二极管,且第二二极管的方向与第一二极管

的方向相同。

[0009] 其有益效果：本发明的直流耗能装置，在对分压模块中的直流电容进行充电且由于分压模块的电压不一致而进行均压处理时，切除掉某些电压较高的均压模块，同时闭合这些电压较高的均压模块的第二开关管而使直流电容通过均压放电电阻进行放电，以加快均压速度，实现模块的均压控制，维持分压模块的电压均衡，提高直流耗能装置的性能。

[0010] 进一步的，为了将故障的分压模块从耗能电路中可靠旁路掉，所述第一开关管的输入端和输出端之间并联有分压旁路开关，用于将对应的分压模块从所述耗能电路中旁路掉。

[0011] 进一步的，为了可靠实现集中耗能模块的投入与旁路，所述集中耗能模块包括并联设置的集中耗能电阻和耗能旁路开关。

[0012] 进一步的，所述集中耗能模块还包括与集中耗能电阻并联设置的第三二极管，所述第三二极管的阳极用于与直流线路的负极相连。设置该第三二极管，可在分压模块关断泻放电流时，为集中耗能电阻中的感性电流提供续流回路。

附图说明

[0013] 图1是本发明的装置实施例的直流耗能装置的电路结构图；

[0014] 图2是本发明的装置实施例的分压模块均压控制流程图；

[0015] 图3是本发明的装置实施例的生成切除个数N1的控制框图。

具体实施方式

[0016] 装置实施例：

[0017] 该实施例提供了一种直流耗能装置，该装置的电路结构图如图1所示，该装置包括设置在直流线路上的耗能电路，耗能电路包括串联设置的多个分压模块（图1中虚线框内为一个分压模块）与集中耗能模块，集中耗能模块包括并联设置的集中耗能电阻R2和集中耗能旁路开关K2。

[0018] 每个分压模块的电路结构均相同，包括第一开关管Q1和第二开关管Q2，第一开关管Q1的集电极通过均压放电电阻R1与第二开关管Q2的发射极相连，第一开关管Q1的发射极与直流电容C1的负极相连，第二开关管Q2的集电极与直流电容C1的正极相连。第二开关管Q2的集电极和发射极之间反向并联有第一二极管D1，均压放电电阻R1的两端并联有第二二极管D2，且第二二极管D2的阳极与第一开关管Q1的集电极相连。第一开关管Q1的集电极和发射极之间并联有分压旁路开关K1，且第一开关管Q1的集电极作为分压模块的正极引出点，第一开关管Q1的发射极作为分压模块的负极引出点。第二二极管D2一方面在第一开关管Q1关断时为电流提供通道，另一方面，可以为均压放电电阻中的感性电流在第二开关管关断后提供续流回路。

[0019] 集中耗能电阻R2的两端并联有第三二极管D3和集中耗能旁路开关K2，且第三二极管D3的阳极与直流线路的负极相连。第三二极管D3的作用是在分压模块关断泻放电流时，为集中耗能电阻中的感性电流提供续流回路。

[0020] 这里的第一开关管Q1和第二开关管Q2为功率半导体开关器件，开关管的基极为其控制端，开关管的集电极为其输入端，开关管的发射极为其输出端。

[0021] 下面对该装置的工作过程进行说明。该装置的工作过程分为启动过程和控制过程,具体过程如图2所示。

[0022] 启动过程:

[0023] 步骤1:关断分压模块中的各个开关管,断开集中耗能旁路开关K2。

[0024] 步骤2:在直流线路带电后,对分压模块进行充电,该过程中,集中耗能电阻充当各个分压模块的软启电阻作用,待充电到一定程度后,闭合集中耗能旁路开关K2。

[0025] 步骤3:在充电过程中,实时检测各个分压模块的电压并进行排序,切除电压较高的规定数量的N个分压模块(N为预先设置的固定值),以实现各个分压模块的电压均衡。若分压模块的电压超过电压设定值,则在该分压模块已切除的同时,闭合其第二开关管,通过均压放电电阻R1对其进行放电,以加快均压速度,进一步控制电压,实现模块电压控制。其中,将分压模块的第一开关管与第二开关管全部关断的状态定义为分压模块的投入状态,将分压模块的第一开关管闭合与第二开关管断开的状态定义为分压模块的切除状态。

[0026] 步骤4:分压模块的平均电压达到设定值后,该启动过程结束,直流耗能装置进入待机状态,待机状态下需要继续执行步骤3以实现各个分压模块的均压控制。

[0027] 控制过程:

[0028] 步骤1:实时检测直流线路电压,当直流电路电压没有超过直流电压上限值 U_{max} 时,该装置处于待机状态,执行启动过程中的步骤3以实现各个分压模块的均压控制;当直流电路电压超过直流电压上限值 U_{max} 时,该装置进入耗能模式,执行步骤2。

[0029] 步骤2:断开集中耗能旁路开关K2。如图3所示,通过PI调节器进行直流线路电压控制,指令值为直流线路电压额定值,反馈值为直流线路电压实际值,将直流线路额定电压值与直流线路电压实际值作差,差值经过PI调节器进行闭环控制,将调节器的输出值限幅后乘以-1并取整,便可得到分压模块的切除个数 N_1 。在耗能模式下,同时需要执行启动过程的步骤3以实现各个分压模块的均压控制。

[0030] 步骤3:检测直流线路电压,当直流线路电压小于直流电压下限值 U_{min} 时,退出耗能模式,闭合集中耗能旁路开关K2,进入待机模式。

[0031] 下面举一个具体的实例来说明上述过程。

[0032] 该装置包括237个分压模块,连接在400kV的直流线路中。当进入待机模式时,237个分压模块均分400kV电压,集中耗能电阻R2不承担直流电压;此状态下,实时对分压模块电压进行排序,切除电压较高的N个模块,实现均压控制。当电压超过1.05pu额定电压(即 $U_{max}=420kV$)时,进入耗能模式,断开集中耗能旁路开关K2,并且通过PI调节器对分压模块的投切数量进行控制,集中耗能电阻的电压不再为零而是根据控制结果实时变化,进而实现对直流电压的控制。当电压小于0.97pu的额定电压(即 $U_{min}=388kV$)时,退出耗能模式,闭合集中耗能旁路开关,回到待机模式下。

[0033] 该实施例的直流耗能装置采用模块化的方式,极大的降低了装置的生产制造难度和工程实施难度,提高了装置运行的可靠性,提高了维护的便利性,而且易于扩展到更高电压等级和更大容量的应用场合。同时,该装置中的各个开关管采用功率半导体开关器件,避免了直接串联的方案中由于开断不一致导致的风险,可实现泻放功率快速、灵活、可控,并且通过功率半导体开关器件的控制,可在待机和耗能模式下维持分压模块电压的均衡。

[0034] 在该实施例中,将均压放电模块(包括并联设置的均压放电电阻R1和第二二极管

D2) 串设在第一开关管Q1的集电极和第二开关管Q2的发射极之间的线路上,作为其他实施方式,还可将均压放电模块串设在第二开关管Q2的集电极和直流电容C1的正极之间的线路上。

[0035] 尽管本发明的内容已经通过上述优选实施例作了详细介绍,但应当认识到上述的描述不应被认为是对本发明的限制。在本领域技术人员阅读了上述内容后,对于本发明的多种修改和替代都将是显而易见的。因此,本发明的保护范围应由所附的权利要求来限定。

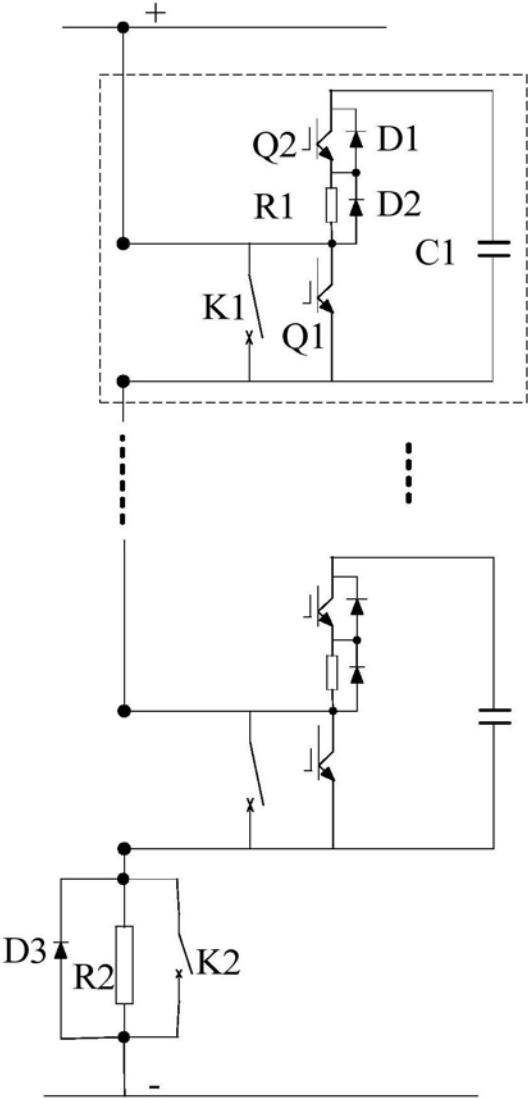


图1

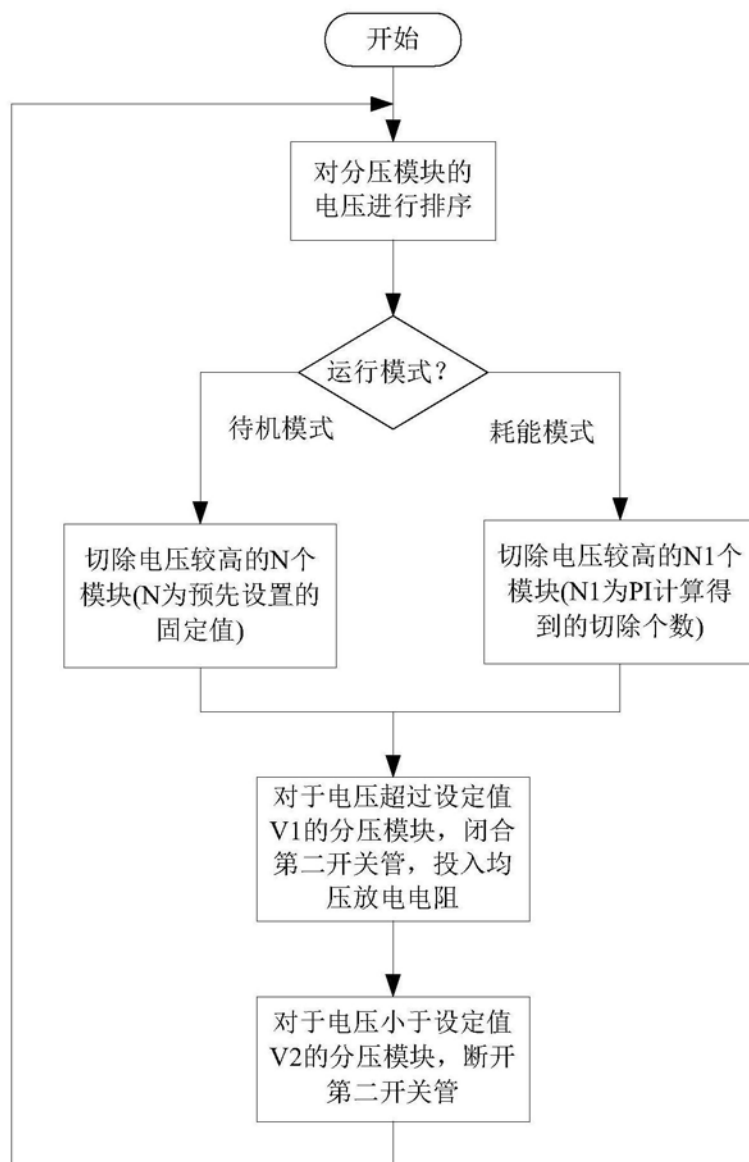


图2

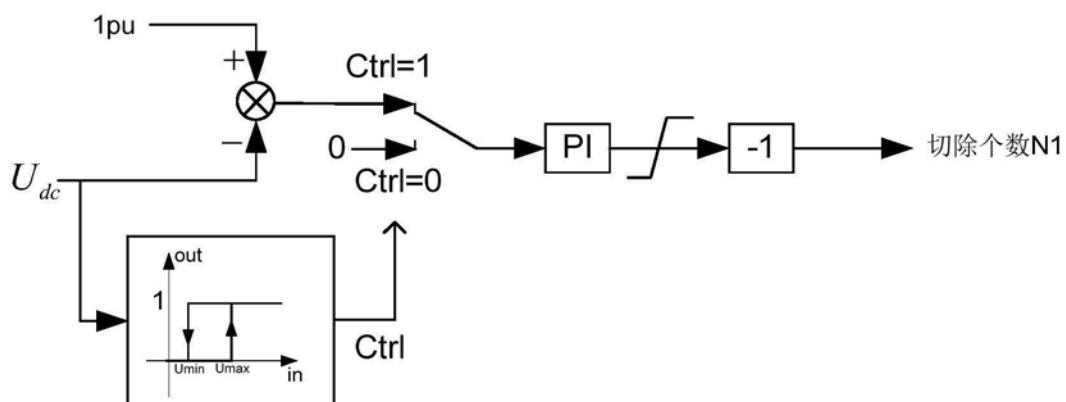


图3