

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203164375 U

(45) 授权公告日 2013. 08. 28

(21) 申请号 201320077992. 9

(22) 申请日 2013. 02. 20

(73) 专利权人 国网智能电网研究院

地址 102211 北京市昌平区小汤山镇大东流村路 270 号(未来科技城)

专利权人 国家电网公司

(72) 发明人 陈永华 侯凯 李伟邦 范镇淇

卢文兵 董长城 武迪

(74) 专利代理机构 北京安博达知识产权代理有

限公司 11271

代理人 徐国文

(51) Int. Cl.

G01R 31/327(2006. 01)

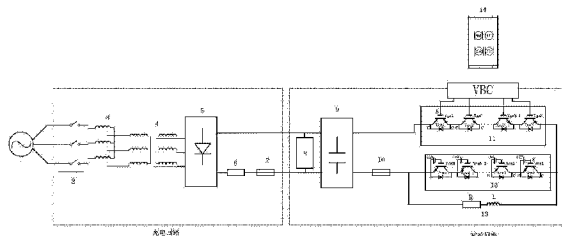
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种 IGBT 直接串联阀脉冲试验装置

(57) 摘要

本实用新型提供了一种试验装置,所述电路为 IGBT 直接串联阀脉冲试验装置,该装置包括试验回路和由交流断路器、调压器、隔离变压器、不控整流柜、充电电阻和快速直流熔断器组成的充电回路;试验回路包括放电回路、脉冲电容器组、IGBT 直接串联阀臂 I、IGBT 直接串联阀臂 II、阻感负载和快速直流熔断器。和现有技术比,该装置满足换流阀研发初期的需要,在不考虑热设计的情况下在阀臂上产生电压、电流应力,对阀臂的电气性能进行验证,试验时仅需两个阀臂,阀臂的制作和参数调整均较为方便。



1. 一种 IGBT 直接串联阀脉冲试验装置,其特征在于:所述装置的电路包括试验回路和由交流断路器、调压器、隔离变压器、不控整流柜、充电电阻和快速直流熔断器 I 组成的充电回路;

所述交流断路器、调压器、隔离变压器和不控整流柜依次串联,所述交流断路器接入电源;所述充电回路的不控整流柜高压输出端和试验回路的脉冲电容器组高压端连接;不控整流柜低压输出端依次串联充电电阻和快速直流熔断器 I 后接入所述脉冲电容器组的低压端。

2. 如权利要求 1 所述的一种 IGBT 直接串联阀脉冲试验装置,其特征在于:所述试验回路包括放电回路、脉冲电容器组、IGBT 直接串联阀臂 I、IGBT 直接串联阀臂 II、阻感负载和快速直流熔断器 II;所述脉冲电容器组的高压端与 IGBT 直接串联阀臂 I 的阳极端相串联,所述脉冲电容器组的低压端与快速直流熔断器 II 串联后与 IGBT 直接串联阀臂 II 的阴极端和阻感负载的电阻端相串接,所述脉冲电容器组两端并联放电回路,所述阻感负载的电感端与 IGBT 直接串联阀臂 I 的阴极端和 IGBT 直接串联阀臂 II 的阳极端相串接。

3. 如权利要求 2 所述的一种 IGBT 直接串联阀脉冲试验装置,其特征在于:控制保护主机与 VBC 串联,所述 VBC 与 IGBT 直接串联阀臂 I 中各 IGBT 的栅极分别串联。

4. 如权利要求 2 所述的一种 IGBT 直接串联阀脉冲试验装置,其特征在于:所述 IGBT 直接串联阀臂 I 和 IGBT 直接串联阀臂 II 均为试品阀。

5. 如权利要求 2 所述的一种 IGBT 直接串联阀脉冲试验装置,其特征在于:所述 IGBT 直接串联阀臂 I 包括若干个串联的 IGBT 模块 I,所述 IGBT 模块 I 包括 IGBT 和反并联二极管。

6. 如权利要求 2 所述的一种 IGBT 直接串联阀脉冲试验装置,其特征在于:所述 IGBT 直接串联阀臂 II 包括若干个串联的 IGBT 模块 II,所述 IGBT 模块 II 包括 IGBT、反并联二极管和 15V 电源,所述 15V 电源的正负极分别与 IGBT 的发射极和栅极相连。

7. 如权利要求 2 所述的一种 IGBT 直接串联阀脉冲试验装置,其特征在于:所述阻感负载包括一个电阻和一个与之串联的电感。

8. 如权利要求 2 所述的一种 IGBT 直接串联阀脉冲试验装置,其特征在于:所述放电回路包括放电限流电阻和单相开关。

9. 如权利要求 1 或 2 所述的一种 IGBT 直接串联阀脉冲试验装置,其特征在于:所述调压器为三相电动调压器,所述隔离变压器为三相 380V/10kV 隔离变压器,所述充电电阻为限流充电电阻,所述脉冲电容器为高密度脉冲电容器。

一种 IGBT 直接串联阀脉冲试验装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种柔性输电和电力电子的试验装置,具体讲涉及一种 IGBT 直接串联阀的脉冲试验装置。

背景技术

[0002] 随着电力系统逐步应用柔性直流输电(VSC-HVDC)技术、柔性交流输电技术(FACTS)及定制电力(CP)技术,作为核心部件的大功率绝缘栅双极晶体管(IGBT)阀的可靠性成为影响电力系统安全的关键因素之一。由于大功率绝缘栅双极晶体管(IGBT)阀普遍应用于高电压、大电流的电气环境中,在研发和工程的试验环境中很难构建与实际运行工况相同的电路进行运行试验。因此,如何在研发和工程测试过程中构建等效的试验装置,进行与实际运行工况强度相当的试验成为解决问题的关键。

[0003] IGBT 直接串联换流阀可广泛应用于柔性直流输电(VSC-HVDC)、柔性交流输电(FACTS)及定制电力(CP)技术领域。通常,先由一个 IGBT 器件及其相应的辅助电路组成换流阀层,再由多个阀层串联成阀段,该阀段再经串联连成一个完整的阀,来作为换流器的一个桥臂。IGBT 直接串联技术的主要问题是电压不均衡引起的器件损坏,引起不均压的原因诸多,如:驱动信号的细微不一致、器件本身特性不一致等,此外,电气回路的分布电容、杂散电感以及器件在运行过程中的散热不均都会引起 IGBT 串联的电压不均衡。

[0004] 根据相关标准,针对 IGBT 直接串联换流阀的运行试验内容包括:最大持续运行负载试验、最大暂时过载运行试验、最小直流电压试验、IGBT 过电流关断试验和短路电流试验。在各种试验工况下考察换流阀对最大电流、电压和温度等关键应力的耐受能力,以验证 IGBT 直接串联换流阀的可靠性。

[0005] 运行试验一般需要构建全功率试验环境,但这种试验回路较复杂,对于试验电源容量、控制系统的设计等要求很高,尤其对于电压等级较高的串联阀,这些问题更加突出。同时,在 IGBT 直接串联换流阀研发初期,电路、电磁环境、热、强弱电等问题交织在一起,如果仅使用全功率试验环境,不利于将复杂的问题进行分解和一一逐步解决。

发明内容

[0006] 为克服上述现有技术的不足,本实用新型提出了一种针对 IGBT 直接串联阀研发阶段测试问题的改进方案;本实用新型提出的 IGBT 直接串联换流阀脉冲试验电路,在不考虑热设计的情况下,实现了对 IGBT 模块的电压、电流电气应力的考核。与其它试验装置比,本试验装置的优异效果是:电路简单、方法可靠、能够快速验证试品阀、对试验电源和控制系统的设计要求低。同时还非常适合换流阀研发初期的实际需要,在不考虑热设计的情况下在阀臂上产生电压、电流应力,仅对阀臂的电气性能进行验证,试验时仅需两个阀臂,阀臂的制作和参数调整均十分方便。

[0007] 为了实现上述目的,本实用新型提供了一种试验装置,所述电路为 IGBT 直接串联阀脉冲试验装置,其改进之处在于:所述电路包括试验回路和由交流断路器、调压器、隔离

变压器、不控整流柜、充电电阻和快速直流熔断器 I 组成的充电回路；

[0008] 所述交流断路器、调压器、隔离变压器和不控整流柜依次串联，所述交流断路器接入电源；所述充电回路的不控整流柜高压输出端和试验回路的脉冲电容器组高压端连接；不控整流柜低压输出端依次串联充电电阻和快速直流熔断器 I 后接入所述脉冲电容器组的低压端。

[0009] 进一步的，所述试验回路包括放电回路、脉冲电容器组、IGBT 直接串联阀臂 I、IGBT 直接串联阀臂 II、阻感负载和快速直流熔断器 II；所述脉冲电容器组的高压端与 IGBT 直接串联阀臂 I 的阳极端相串联，所述脉冲电容器组的低压端与快速直流熔断器 II 串联后与 IGBT 直接串联阀臂 II 的阴极端和阻感负载的电阻端相串接，所述脉冲电容器组两端并联放电回路，所述阻感负载的电感端与 IGBT 直接串联阀臂 I 的阴极端和 IGBT 直接串联阀臂 II 的阳极端相串接。

[0010] 进一步的，控制保护主机与 VBC 串联，所述 VBC 与 IGBT 直接串联阀臂 I 中各 IGBT 的栅极分别串联。

[0011] 进一步的，所述 IGBT 直接串联阀臂 I 和 IGBT 直接串联阀臂 II 均为试品阀。

[0012] 进一步的，所述 IGBT 直接串联阀臂 I 包括若干个串联的 IGBT 模块 I，所述 IGBT 模块 I 包括 IGBT 和反并联二极管。

[0013] 进一步的，所述 IGBT 直接串联阀臂 II 包括若干个串联的 IGBT 模块 II，所述 IGBT 模块 II 包括 IGBT、反并联二极管和 15V 电源，所述 15V 电源的正负极分别与 IGBT 的发射极和栅极相连。

[0014] 进一步的，所述阻感负载包括一个电阻和一个与之串联的电感。

[0015] 进一步的，所述放电回路包括放电限流电阻和单相开关。

[0016] 进一步的，所述调压器为三相电动调压器，所述隔离变压器为三相 380V/10kV 隔离变压器，所述充电电阻为限流充电电阻，所述脉冲电容器为高密度脉冲电容器。

[0017] 与现有试验装置相比，本实用新型达到的有益效果是：

[0018] 1) 试验装置的电路简单、方法可靠，搭建容易。

[0019] 2) 试验装置的基本思想是先利用较小的电源对储能部件进行充电，然后利用储能部件为试验装置提供一定电压、电流水平的激励，对试验电源容量要求低。

[0020] 3) 试验装置适合换流阀研发初期的实际需要，仅对阀臂的电气性能进行快速验证，试验时仅需两个阀臂，阀臂的制作和参数调整均较为方便。

[0021] 4) 试验装置通过调节电路参数和驱动控制波形即可得到实际所需的电压、电流应力，不仅调节方式简单、灵活，且具有较高的等效性。

附图说明

[0022] 图 1 是本实用新型 10kV IGBT 直接串联阀脉冲试验平台的电路原理图；

[0023] 图 2 是本实用新型 10kV IGBT 直接串联阀脉冲试验平台的试品阀臂 I 中 IGBT 的电压、电流波形图；

[0024] 附图标记：

[0025] 1- 电源；2- 交流断路器；3- 三相电动调压器；4- 三相 380V/10kV 隔离变压器；5- 不控整流柜；6- 限流充电电阻；7- 快速直流熔断器 I；8- 放电回路；9- 高密度脉冲电容

器组 ;10- 快速直流熔断器 II ;11-IGBT 直接串联阀臂 I ;12-IGBT 直接串联阀臂 II ;13- 阻感负载 R 和 L ;14- 控制保护主机。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图对本实用新型的具体实施方式做进一步的详细说明 ;

[0027] 1、试验装置

[0028] 如图 1 所示,图 1 为 10kV IGBT 直接串联阀脉冲试验平台的电路原理图,分为充电回路和试验回路两部分。

[0029] (1) 充电回路包括交流断路器 2、三相电动调压器 3、三相 380V/10kV 隔离变压器 4、14kV 不控整流柜 5、限流充电电阻 6 和快速直流熔断器 I7。不控整流柜 5 低压输出端和限流充电电阻 6 的一端相连接,限流充电电阻 6 的另一端与快速直流熔断器 I7 的一端相连接,快速直流熔断器 I7 的另一端与试验回路中高密度脉冲电容器组 9 的低压端相连接。

[0030] 快速直流熔断器 I7 用于保护充电回路中半导体电子器件和相关的电气设备。

[0031] (2) 试验回路包括放电回路 8、高密度脉冲电容器组 9、IGBT 直接串联阀臂 II11、IGBT 直接串联阀臂 II12、阻感负载 13、快速直流熔断器 II10。高密度脉冲电容器组 9 两端并联放电回路 8,高密度脉冲电容器组 9 的低压端与快速直流熔断器 II10 的一端相连接,快速直流熔断器 II10 的另一端与阻感负载 13 的一端及 IGBT 直接串联阀臂 II12 的阴极端相连接,阻感负载 13 的另一端与 IGBT 直接串联阀臂 II11 的阴极端及 IGBT 直接串联阀臂 II12 的阳极端相连接,IGBT 直接串联阀臂 II11 的阳极端与高密度脉冲电容器组 9 的高压端相连接。

[0032] 快速直流熔断器 II10 用于保护试验回路中半导体电子器件和相关的电气设备。

[0033] IGBT 直接串联阀臂 II11 和 IGBT 直接串联阀臂 II12 均为试品阀。其中 IGBT 直接串联阀臂 II11 用于考察各串联 IGBT 的动、静态均压特性,IGBT 直接串联阀臂 II12 考察与 IGBT 反并联的二极管及其反向恢复过程的影响。IGBT 直接串联阀臂 II11 包括若干个串联的 IGBT 模块 I,IGBT 模块 I 包括 IGBT ($v_{ge1}\text{--}v_{geN}$, N 为自然系数)和反并联二极管 ($v_{ce1}\text{--}v_{ceN}$, N 为自然系数);IGBT 直接串联阀臂 II12 包括若干个串联的 IGBT 模块 II,IGBT 模块 II 包括 IGBT ($v_{ge1}\text{--}v_{geN}$, N 为自然系数)、反并联二极管 ($v_{ce1}\text{--}v_{ceN}$, N 为自然系数)和 15V 电源,所述 15V 电源的正负极分别与 IGBT 的发射极 E 和栅极 g 相连。

[0034] 处于安全区域的控制保护主机 14 与 VBC 串联,所述 VBC 与 IGBT 直接串联阀臂 II11 中 IGBT 的栅极 g 分别串联。

[0035] 2、试验方法

[0036] 该试验装置对应的试验方法包括如下步骤 :

[0037] (1) 准备阶段 :确定 IGBT 直接串联阀臂 II11 和 IGBT 直接串联阀臂 II12 的试验电压应力、电流应力要求,调整相应的电路参数并确定驱动控制波形 ;

[0038] (2) 准备阶段 :确认三相电动调压器 3 归零,高密度脉冲电容器组 9 端电压为零,IGBT 直接串联阀臂 II11 处于闭锁关断状态,相关检测仪器已正确连接 ;

[0039] (3) 对高密度脉冲电容器组 9 充电 :闭合交流断路器 2,通过调节处于安全区域的控制台,使三相电动调压器 3 输出电压缓慢上升,通过三相隔离变压器对不控整流柜 5 供电,对高密度脉冲电容器组 9 充电,观察高密度脉冲电容器组 9 端电压上升至所需试验电压

时停止调节三相电动调压器 3,然后将三相电动调压器 3 输出电压调至零,断开交流断路器 2。

[0040] (4) 开始试验:启动控制保护主机向 VBC (阀基控制设备,用于控制 IGBT) 输出控制信号,VBC 向 IGBT 直接串联阀臂 I11 中所有的 IGBT 输入步骤 1 中确定的驱动控制波形;

[0041] (5) 通过使用相关检测仪器观察试验过程中 IGBT 直接串联阀臂 I11 中各 IGBT 及 IGBT 直接串联阀臂 II12 中反并联二极管的暂态电压、电流波形,评估其动、静态均压性能,考察 IGBT 串联阀在稳态、过电流关断和短路工况下对电压、电流应力的耐受性;

[0042] (6) 结束试验:先停止控制保护主机向 VBC 输出控制信号,确定 IGBT 直接串联阀臂 I11 处于闭锁状态,然后通过放电回路 8 将高密度脉冲电容器组 9 完全放电。

[0043] IGBT 直接串联阀脉冲试验平台旨在不考虑热设计的情况下,在试品阀臂上施加电压应力、电流应力。调节充电回路得到试验所需的电压,调节电路中负载的参数及相应的驱动控制波形得到所需的电流波形。试品阀臂 1 中 IGBT 在试验过程中的电压、电流波形图如图 2 所示,图 2 为本实用新型 10kV IGBT 直接串联阀脉冲试验平台的试品阀臂 1 中 IGBT 的电压、电流波形图,图中有三个 IGBT 波形重合。

[0044] 整个阀臂承受的电压约为 10kV,单个 IGBT 静态均压约 700V,电流约 380A。

[0045] 3、举例说明

[0046] 充电回路将高密度脉冲电容器组 9 充电至试验所需电压后,将三相电动调压器 3 调零,高密度脉冲电容器组 9 为试验电路提供所需电压、电流水平的激励。IGBT 直接串联阀臂 II12 中所有 IGBT 的栅极驱动信号恒为 -15V,所有 IGBT 均处于关断状态;IGBT 直接串联阀臂 II12 的反并联二极管串联作为感性负载的续流通道,在试验时通过位于安全区域的控制保护主机控制 IGBT 直接串联阀臂 I11 中的所有 IGBT 的栅极驱动信号,实现整个 IGBT 直接串联阀臂 I11 的开通、关断;使用不同的电路参数、驱动控制波形和相关的检测设备,考察各 IGBT 直接串联阀的驱动电路工作的正确性,IGBT 直接串联阀臂 I11 中各 IGBT 及 IGBT 直接串联阀臂 II12 中反并联二极管的暂态电压、电流波形及 IGBT 直接串联阀在稳态、过电流关断和短路工况下对电压、电流应力的耐受性,测试串联阀的开关损耗并加以评估改进。

[0047] 最后应当说明的是:以上实施例仅用于说明本申请的技术方案而非对其保护范围的限制,尽管参照上述实施例对本申请进行了详细的说明,所属领域的普通技术人员应当理解:本领域技术人员阅读本申请后依然可对申请的具体实施方式进行种种变更、修改或者等同替换,这些变更、修改或者等同替换,均在申请待批的权利要求保护范围之内。

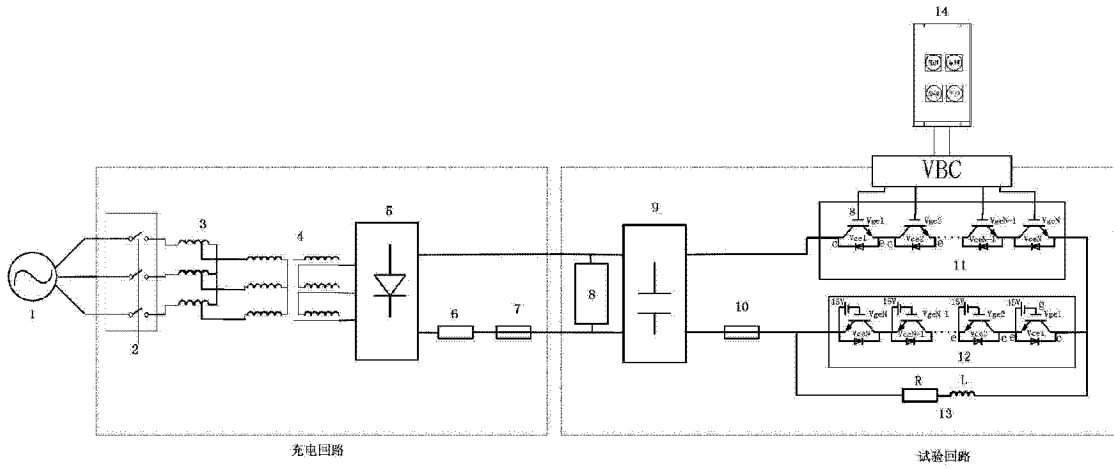


图 1

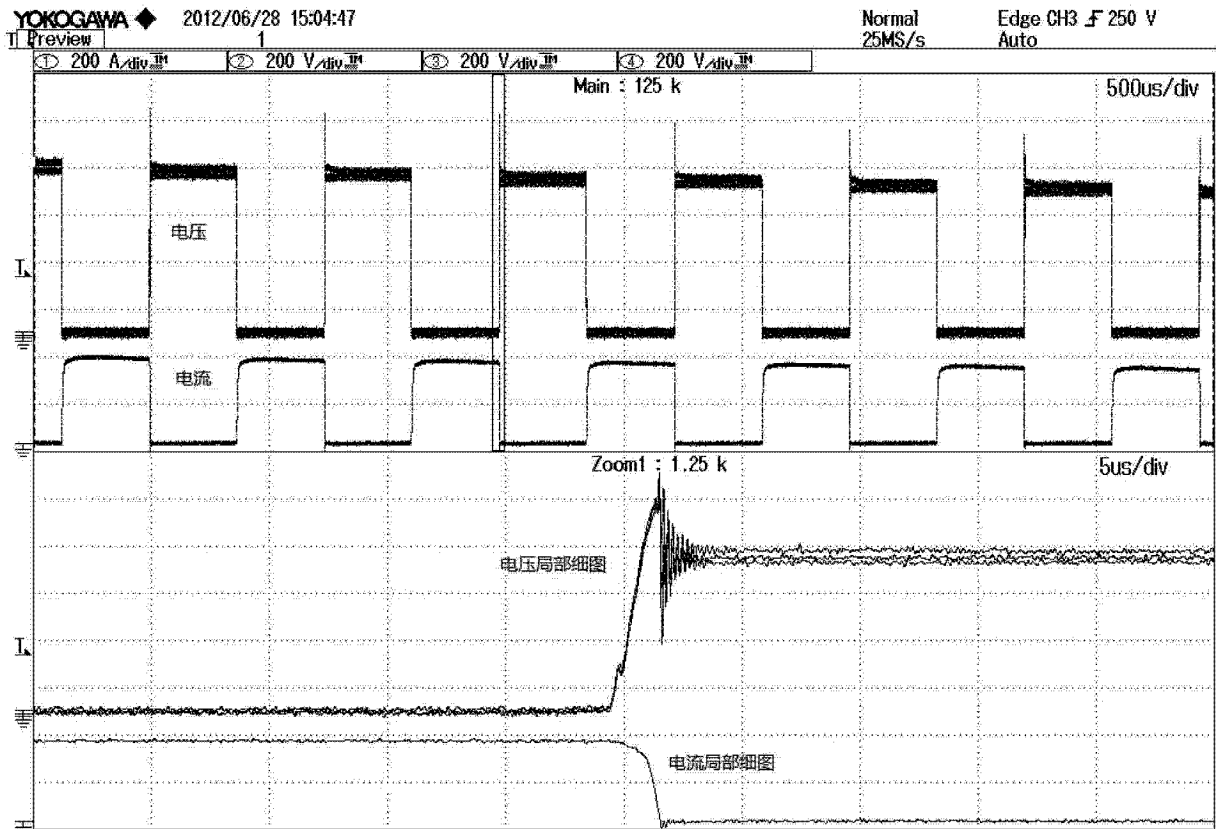


图 2