



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103248015 B

(45) 授权公告日 2015.07.08

(21) 申请号 201310151458.2

(22) 申请日 2013.04.27

(73) 专利权人 北京华电天仁电力控制技术有限公司

地址 100039 北京市海淀区西四环中路 16 号院 1 号楼

专利权人 国电新能源技术研究院

(72) 发明人 陈剑 吴国荣 鹿怀骥 李志强
王思耕 陈飞(74) 专利代理机构 北京金阙华进专利事务所
(普通合伙) 11224

代理人 吴鸿维

(51) Int. Cl.

H02H 7/18(2006.01)

H02J 3/32(2006.01)

(56) 对比文件

CN 202651861 U, 2013.01.02, 说明书第 0016 段 - 第 0060 段以及图 1-6.

CN 101145685 A, 2008.03.19, 说明书第 2 页第 4 段 - 第 3 页最后一段以及图 1-6.

CN 102916440 A, 2013.02.06, 全文.

CN 101917016 A, 2010.12.15, 全文.

US 2010116595 A1, 2010.05.13, 全文.

EP 1548921 A1, 2005.06.29, 全文.

郭力等. 独立交流微网中电池储能与柴油发电机的协调控制.《中国电机工程学报》.2012, 第 32 卷 (第 25 期),

李辉等. 不对称电网故障下双馈风电机组低电压穿越方案比较研究.《重庆大学学报》.2011, 第 34 卷 (第 11 期),

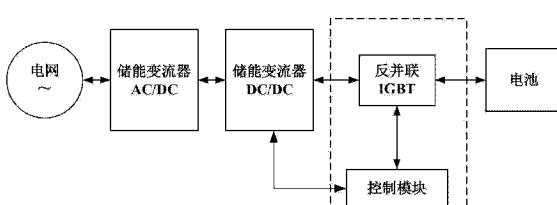
审查员 李文婷

(54) 发明名称

储能变流器直流母线短路快速保护系统

(57) 摘要

本发明提出了一种全新的储能变流器直流母线短路快速保护系统。与传统的基于断路器或保险的短路保护结构相比,本发明所提出的储能变流器直流母线短路快速保护系统基于 IGBT 的快速关断能力,可在几百微秒内切断电源回路,保护储能电池和储能变流器的安全。本发明中各模块功能定位清晰、结构紧凑、便于安装和调试,保护动作响应时间明显缩短,提高储能变流器系统可靠性。



权利要求书1页 说明书3页 附图2页

1. 一种储能变流器直流母线短路快速保护系统,包括主电路模块和控制功能模块,其特征在于:

所述主电路模块主要由反并联 IGBT 模块、双向 DC-DC 主电路、一个电压传感器、一个电流传感器和一熔断器组成;所述反并联 IGBT 模块一端串接于 DC-DC 主电路,反并联 IGBT 模块的另一端与熔断器的一端串接,熔断器的另一端与电池相连,其中反并联 IGBT 由两个 IGBT 反并联连接;所述电压传感器接于直流母线两端,所述电流传感器串接于反并联 IGBT 模块和电池之间;所述控制功能模块分别与变流器控制器、电压传感器的输出端、电流传感器的输出端以及反并联 IGBT 模块的控制端相连,所述控制功能模块接收直流母线电压信号和电池电流信号;

当所述储能变流器正常运行时,所述控制功能模块接收变流器控制器发出的闭合指令,控制所述反并联 IGBT 模块导通;当实时监测到的直流母线电压信号低于设定电压阈值,或电池电流信号大于设定电流阈值时,所述控制功能模块立即向所述反并联 IGBT 模块发出关断指令,控制反并联 IGBT 模块断开,所述控制功能模块还将故障信号上报给变流器控制器,所述变流器控制器接收故障信号后,断开串接在双向 DC-DC 主电路中的第一继电器 KDC,使双向 DC-DC 主电路完全隔离;所述控制功能模块在故障发生后 100 微秒内切断短路回路。

储能变流器直流母线短路快速保护系统

技术领域

[0001] 本发明属于电力控制技术领域，尤其属于一种变流控制技术领域。

背景技术

[0002] 风电作为一种可再生能源，其发展越来越受重视。由于风能的固有特征，风电的出力会随时波动，给并网运行带来严重问题。储能装置在风电系统的配套使用，将有效改善风电对电网的不利影响，提高电网对风电并网的允许接入率，提高风电出力平滑性，实现削峰填谷等功能。

[0003] 储能型变流器装置也可以称作功率变换系统(power converting system, 以下简称 PCS)，其连接着电网和储能电池柜。作为连接电网和储能电池之间的桥梁，PCS 在风电系统出力超额部分储存起来，并在风电出力低谷时及时补充，实现削峰填谷、平滑出力的功能。同时 PCS 还应能接收电网调度要求，合理分配有功、无功功率输出与输入。

[0004] 两级结构 PCS 变流器由于带有双向 DC-DC 控制环节，故能对各组电池分别进行能量分配，避免了单级模式多电池并联充放电不均流影响电池寿命的问题，在现场广泛采用。两级式 PCS 的直流母线作为交流与直流连接的桥梁，连接了众多元器件，如母线储能电容阵列、平衡电阻、逆变 IGBT 桥臂、电池等，存在短路的可能性。在直流母线发生短路时，母线电压会迅速下降，若此时不及时切断短路回路，将导致直流母线电压低于电池端电压，则电池会通过 DC-DC 环节中 IGBT 反并联二极管形成短路放电回路，扩大事故影响，严重威胁电池运行安全。

[0005] 传统的 PCS 变流器结构，缺乏对直流母线的有效保护。例如一般采用继电器对系统进行开关与保护，并采用熔断器对电池作最底层保护。由于在直流母线短路时，瞬时电池短路放电电流较大，而继电器动作时间较长，一般需要几十毫秒才能完成动作，无法短时内切断故障，并容易造成继电器触点粘连故障，完全丧失切断短路回路的功能。短路时无法快速切断短路回路，将对电池带来重大冲击，影响电池寿命，威胁人身安全，造成巨大经济损失。

发明内容

[0006] 为克服现有技术中存在的以上问题，本发明提出了一个新的解决方案。本方案将反并联 IGBT 模块引入储能变流器充放电回路中，故障保护控制器通过对 IGBT 开关信号的控制，当直流母线短路时，可在 100 微秒内切断电池充放电回路。本发明公开的保护系统采用模块化结构，系统由数个功能模块组成，各功能模块之间相互配合，快速实现直流母线短路时对电池的保护。

[0007] 本发明具体采用以下技术方案：

[0008] 一种储能变流器直流母线短路快速保护系统，包括主电路模块和控制功能模块，其特征在于：

[0009] 所述主电路模块主要由反并联 IGBT 模块、双向 DC-DC 主电路、一个电压传感器、一

个电流传感器组成；所述反并联 IGBT 模块串接于 DC-DC 主电路与电池之间，分别与 DC-DC 主电路和电池相连，其中反并联 IGBT 由两个 IGBT 反并联连接；所述电压传感器接于直流母线两端，所述电流传感器串接于反并联 IGBT 模块和电池之间；

[0010] 所述控制功能模块（以下简称控制模块）分别与变流器控制器、电压传感器的输出端、电流传感器的输出端以及反并联 IGBT 模块的控制端相连，所述控制模块接收直流母线电压信号和电池电流信号；

[0011] 当所述储能变流器正常运行时，所述控制模块接收变流器控制器发出的闭合指令，控制所述反并联 IGBT 模块导通；当实时监测到的直流母线电压信号低于设定阈值，或电池电流信号大于设定阈值时，所述控制模块立即向所述反并联 IGBT 模块发出关断指令，控制反并联 IGBT 模块断开，所述控制模块还将故障信号上报给变流器控制器，所述变流器控制器接收故障信号后，断开串接在双向 DC-DC 主电路中的第一继电器 K_{DC} ，使双向 DC-DC 主电路完全隔离。

[0012] 传统的保护控制方式通常为，当检测到直流母线电压低于设定值时，发出 DC-DC 连接继电器断开指令，通过继电器断开电池与变流器的电气连接。但短路发生时往往在极短时间内拉低了直流母线电压，在继电器断开动作前，电池通过 DC-DC 环节中 IGBT 反并联二极管形成短路放电回路，扩大事故范围。较大的电流使继电器触点粘连无法断开回路，进一步导致事故扩大化。本发明可在故障发生 100 微秒内完成检测并实现电池回路的切断，能快速保护电池和变流器各器件安全运行，避免因直流母线故障导致电池形成短路放电回路。

[0013] 本申请具有以下有益的技术效果：

[0014] 采用新型的 IGBT 电路拓扑和控制器，控制模块接收各电压、电流传感器信号，实时检测各传感器参数值，并接收变流器控制器的控制信号。根据实际运行状态，正常充放电时，发出导通信号，使 IGBT 处于导通状态；当检测到故障或短路时，立即发出关断信号，快速关断 IGBT，及时切断电池和变流器的电路连接。

[0015] 通过回路中加入反并联的 IGBT 模块，控制模块可在故障发生后 100 微秒内切断短路回路，避免事故继续扩大。

附图说明

[0016] 图 1 为储能变流器常规电路原理图；

[0017] 图 2 为本发明的储能变流器直流母线短路保护基本框图；

[0018] 图 3 为本发明的储能变流器直流母线短路保护主电路原理图；

[0019] 图 4 为本发明的储能变流器直流母线短路保护控制原理图；

[0020] 图 5 为本发明的储能变流器直流母线短路保护控制效果图。

具体实施方式

[0021] 下面根据说明书附图，对本发明的技术方案进一步详细说明。

[0022] 如图 1 所示，为储能变流器常规电路原理图，包括主电感、DC-AC 电路、直流母线、双向 DC-DC 电路和电池。双向 DC-DC 电路中，第一 IGBT K_{top} 与第一二极管 D_{top} 反并联，第二 IGBT K_{bot} 与第二二极管 D_{bot} 反并联，第一 IGBT 的发射极与第二 IGBT 的栅极串接，第一电

感 L_{DC} 串接于第一 IGBT 的发射极与第一继电器 K_{DC} 之间, 第一继电器另一端接第一滤波电容 C_{filter} , 第一滤波电容并接于第一继电器与第二 IGBT 发射极之间。双向 DC-DC 电路的输出端和电池连接, 其中, 电池 U_{bat} 串接第一保险 K_{fuse} 后并接于第一滤波电容两端。

[0023] 图 2 所示为储能变流器直流母线短路保护基本框图。储能变流器直流母线短路快速保护系统由主电路模块和控制模块构成。反并联 IGBT 串接于储能变流器 DC-DC 部分与电池之间, 其开通、关断状态由控制模块控制。控制模块和储能变流器控制器之间能进行双向通信, 控制模块接收储能变流器控制器指令, 并发送相应的短路保护信息。

[0024] 图 3 所示为储能变流器直流母线短路保护主电路原理图。第一 IGBT K_{top} 与第一二极管 D_{top} 反并联, 第二 IGBT K_{bot} 与第二二极管 D_{bot} 反并联, 第一 IGBT 的发射极与第二 IGBT 的栅极串接, 第一电感 L_{DC} 串接于第一 IGBT 的发射极与第一继电器 K_{DC} 之间, 第一继电器 K_{DC} 另一端接第一滤波电容 C_{filter} 正极, 第一滤波电容 C_{filter} 负极接第二 IGBT K_{bot} 发射极, 电池 U_{bat} 正极接第一保险 K_{fuse} , 负极接第一滤波电容 C_{filter} 负极。保护器件 K_{IGBT} 由两个 IGBT 栅极与发射极反并联后组成, K_{IGBT} 一端接于第一滤波电容正极, 另一端接第一保险 K_{fuse} 。

[0025] 图 4 所示为储能变流器直流母线短路保护控制原理图, 包括储能变流器 DC-DC 部分、反并联 IGBT 部分、电池部分、控制模块和变流器控制器。储能变流器 DC-DC 部分检测直流母线电压 U_{DC} , 电池部分提供电池电流 I_{bat} 。控制模块采集直流母线电压和电池电流, 根据设定的参数值判断是否正常运行。控制模块与变流器之间带有双向通信。正常运行时, 变流器控制器发出闭合指令, 控制模块根据实际故障状态, 若正常无故障, 则发出反并联 IGBT 导通指令导通电池与 DC-DC 电路。当实时监测到的直流母线电压信号低于设定阈值, 或电池电流信号大于设定阈值时, 控制模块立即向所述反并联 IGBT 模块发出关断指令, 控制反并联 IGBT 模块断开。控制模块还将故障信号上报给变流器控制器, 变流器控制器接收故障信号后, 断开串接在双向 DC-DC 主电路中的第一继电器 K_{DC} , 使双向 DC-DC 主电路完全电气隔离。

[0026] 图 5 为储能变流器直流母线短路保护控制效果示意图。典型电路时, 当直流母线正负极间发生短路, 会瞬间拉低直流母线电压 U_{DClink} 。当直流母线电压低于电池电压时, 会通过第一保险 K_{fuse} 、第一继电器 K_{DC} 、第一电感 L_{DC} 第一反并联二极管 D_{top} 形成短路放电回路, 进一步扩大短路故障, 并容易使第一继电器 K_{DC} 触点粘连, 完全丧失切断短路回路的功能。短路回路持续导通, 直至第一保险 K_{fuse} 完全损坏, 给电池带来重大冲击, 影响电池寿命, 威胁人身安全, 造成巨大经济损失。本发明在检测到故障状态后, 利用 IGBT 的快速关断能力, 能在很短时间内断开电池放电回路, 避免事故扩大和设备损坏。

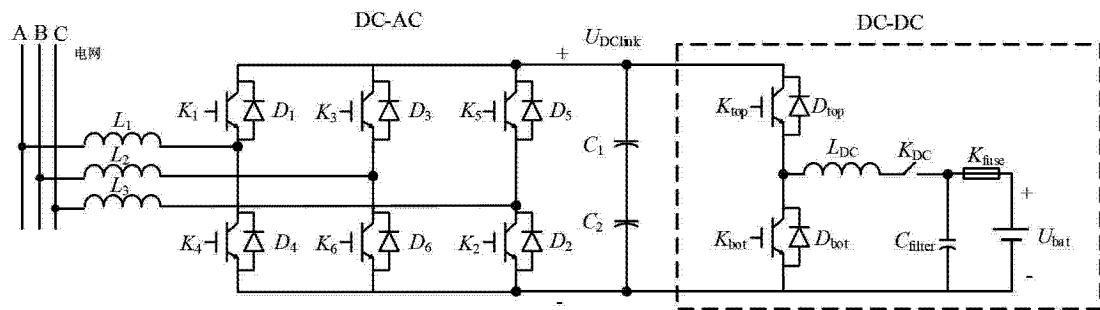


图 1

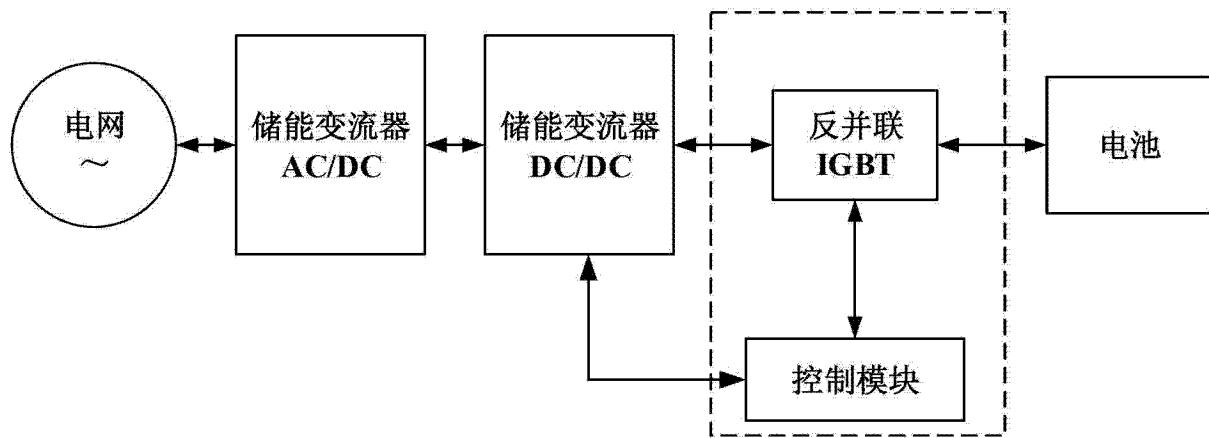


图 2

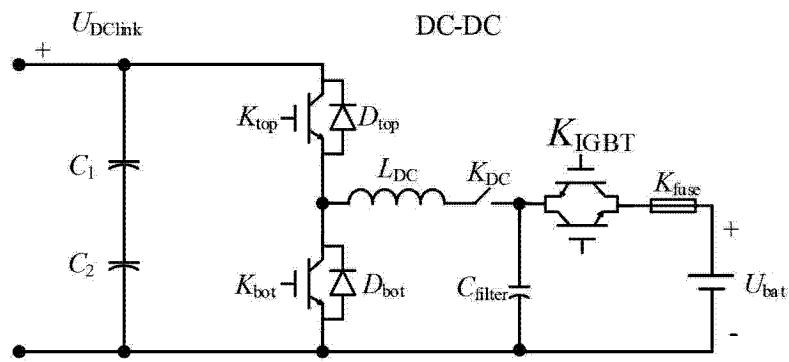


图 3

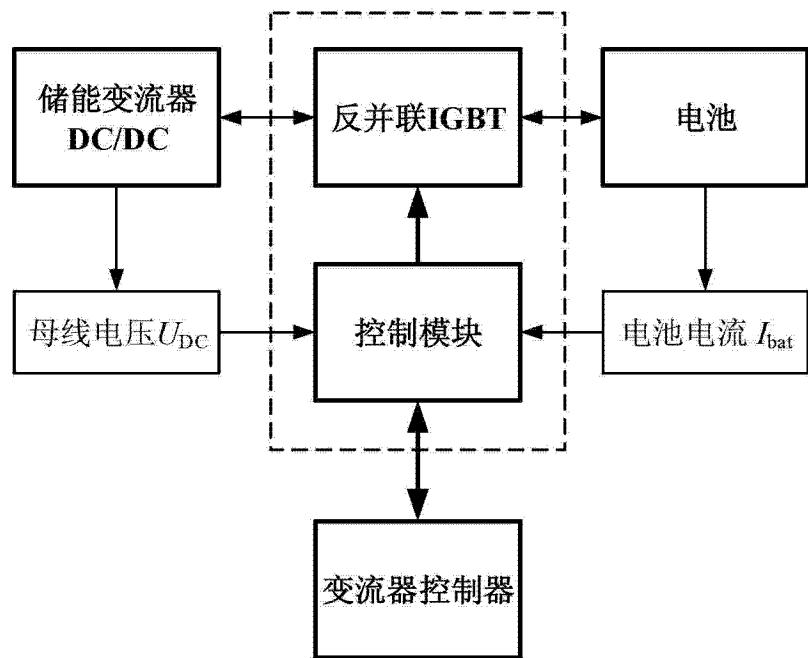


图 4

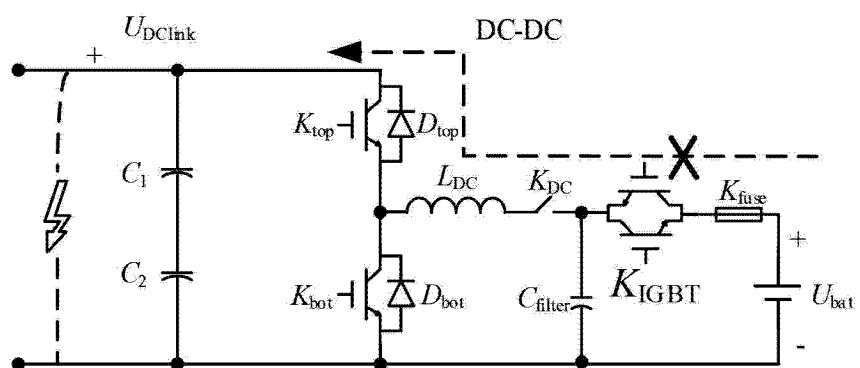


图 5