



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107215246 B

(45)授权公告日 2020.05.12

(21)申请号 201710365417.1

(22)申请日 2017.05.22

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107215246 A

(43)申请公布日 2017.09.29

(73)专利权人 北京千驹驭电气有限公司  
地址 100082 北京市海淀区西直门北大街  
32号枫蓝国际A座805室

(72)发明人 张钢 胡志强 刘建 杨利强  
徐树亮 刘志刚 牟富强 刘健  
魏路 漆良波 吕海臣 邱瑞昌  
杜军 路亮 陈杰 张馨予  
孙星亮

(74)专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205

代理人 杨泽 刘芳

(51)Int.Cl.  
B60M 1/28(2006.01)  
H02G 7/16(2006.01)

审查员 杜伟

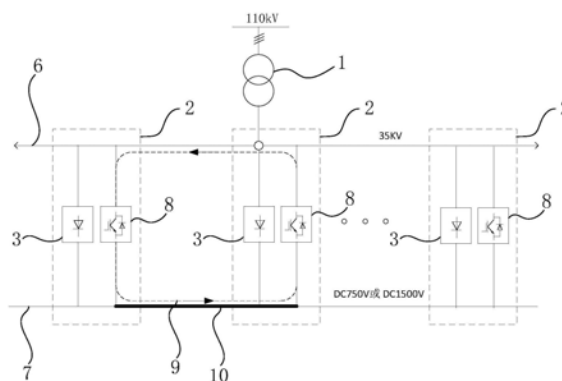
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

接触网智能融冰系统

(57)摘要

本发明提供了一种接触网智能融冰系统,包括融冰控制装置以及N个变流装置;所述变流装置的一端连接直流接触网,另一端连接交流电网;所述变流装置,用于根据第一控制信号进入整流工况;根据第二控制信号进入逆变工况;所述融冰控制装置,用于获得所述第一控制信号与所述第二控制信号,并向待融冰区段对应的变流装置发送所述第一控制信号与所述第二控制信号;其中,所述第一控制信号与所述第二控制信号均包括融冰电流值;以使得处于整流工况的变流装置、直流接触网的待融冰区段、处于逆变工况的变流装置以及交流电网的对应区段之间形成能量循环,且所述直流接触网的待融冰区段的电流不小于所述融冰电流值。



1. 一种接触网智能融冰系统,其特征在于,包括融冰控制装置以及N个变流装置,所述N为大于等于2的任意整数;

所述变流装置的一端连接直流接触网,另一端连接交流电网;

所述变流装置,用于根据第一控制信号进入整流工况;根据第二控制信号进入逆变工况;

所述融冰控制装置,用于获得所述第一控制信号与所述第二控制信号,并向待融冰区段对应的变流装置发送所述第一控制信号与所述第二控制信号;其中,所述第一控制信号与所述第二控制信号均包括融冰电流值;

以使得所述待融冰区段对应的变流装置中其中一个处于整流工况,另一个处于逆变工况;处于整流工况的变流装置、直流接触网的待融冰区段、处于逆变工况的变流装置以及交流电网的对应区段之间形成能量循环,且所述直流接触网的待融冰区段的电流不小于所述融冰电流值;

还包括:传感器网络,用于获得所述直流接触网的监测信息;

所述融冰控制装置,具体用于根据所述监测信息获得所述第一控制信号与所述第二控制信号;

其中,所述监测信息包括:

所述直流接触网所处环境的第一信息,以及:

所述直流接触网图像的第二信息。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述变流装置还用于,根据第三控制信号,进入无功补偿工况。

3. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述融冰控制装置还用于根据所述第二信息,获得覆冰厚度;并根据所述覆冰厚度和所述第一信息计算得到所述融冰电流值。

4. 根据权利要求3所述的系统,其特征在于,所述融冰控制装置具体用于:根据所述第一信息、所述覆冰厚度、所述直流接触网的预设参数以及预输入的气象数据,计算得到所述融冰电流值。

5. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述第一信息包括以下至少之一:

温度;

湿度;

风速。

6. 根据权利要求1或2所述的系统,其特征在于,所述变流装置包括变压器和脉冲宽度调制PWM变流器;

所述变压器,用于进行所述交流电网与PWM变流器交流侧之间的电压变换;

所述PWM变流器,用于接收所述第一控制信号或第二控制信号;根据所述第一控制信号,进入整流工作状态;根据所述第二控制信号,进入逆变工作状态;

根据所述融冰电流值,调整输出的电能,以使得所述待融冰区段的电流达到所述融冰电流值。

7. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于,所述PWM变流器包括控制电路与若干功率开关器件;

所述控制电路,用于根据所述融冰电流值,产生驱动脉冲;

所述若干功率开关器件,用于响应所述驱动脉冲,执行导通或关断动作,从而调整输出电能的大小和/或方向。

8.根据权利要求7所述的系统,其特征在于,所述变流装置还包括第一开关、低压断路器、预充电回路、第二开关和隔离开关;所述变压器的高压侧通过所述第一开关连接至所述交流电网,所述变压器的低压侧通过所述低压断路器连接至所述PWM变流器的交流侧,所述PWM变流器直流侧的正极通过所述第二开关连接至所述直流接触网;所述PWM变流器直流侧的负极通过所述隔离开关连接至钢轨;所述预充电回路并联于所述低压断路器的两端;

所述第一开关、低压断路器、第二开关和隔离开关,均用于响应所述第一控制信号或第二控制信号,执行闭合动作。

## 接触网智能融冰系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及城市轨道交通牵引供电领域,尤其涉及一种接触网智能融冰系统。

### 背景技术

[0002] 接触网是城市轨道交通牵引供电系统的重要组成部分,它是沿着钢轨上方悬挂的为列车提供电能的输电线路。接触网覆冰是指水滴遇到冷空气后凝结在接触线上,造成大面积接触线被冰包住的现象。

[0003] 目前,城市轨道交通接触网除冰方法主要有手工除冰法、接触网热滑法以及热力融冰法。其中,手工除冰法耗时费力,除冰效率低,并带有一定的危险性。接触网热滑法对接触网有一定损害,且不能完全清除覆冰。热力融冰法的工作原理是:给接触网施加电流,使其自身发热融化覆冰,现有的相关技术中,通过在变电所增加一套大容量的专用直流可调电源(晶闸管控制调压),并在远端某处将接触网对钢轨短路,形成融冰电流,进而通过融冰电流产生的热量达到融冰的目的。

[0004] 然而,现有的热力融冰法的设备中,大容量直流可调电源基于晶闸管控制,交流电流谐波含量大,会对交流电网造成谐波污染,并且该设备只能用作融冰,功能单一、利用率低、性价比差。

### 发明内容

[0005] 本发明提供了一种城市轨道交通接触网智能融冰系统,以解决大容量直流可调电源对交流电网造成谐波污染等问题。

[0006] 根据本发明的第一方面,提供了一种接触网智能融冰系统,包括融冰控制装置以及N个变流装置,所述N为大于等于2的任意整数;

[0007] 所述变流装置的一端连接直流接触网,另一端连接交流电网;

[0008] 所述变流装置,用于根据第一控制信号进入整流工况;根据第二控制信号进入逆变工况;

[0009] 所述融冰控制装置,用于获得所述第一控制信号与所述第二控制信号,并向待融冰区段对应的变流装置发送所述第一控制信号与第二控制信号;其中,所述第一控制信号与第二控制信号均包括融冰电流值;

[0010] 以使得所述待融冰区段对应的变流装置中,其中一个处于整流工况,另一个处于逆变工况;处于整流工况的变流装置、直流接触网的待融冰区段、处于逆变工况的变流装置以及交流电网的对应区段之间形成能量循环,且所述直流接触网的待融冰区段的电流不小于所述融冰电流值。

[0011] 可选的,所述变流装置还用于,根据第三控制信号,进入无功补偿工况。

[0012] 可选的,所述的系统还包括:

[0013] 传感器网络,用于获得所述直流接触网的监测信息;

[0014] 所述融冰控制装置,具体用于根据所述监测信息获得所述第一控制信号与第二控

制信号。

[0015] 可选的,所述融冰电流值为根据所述监测信息得到。

[0016] 可选的,所述监测信息包括:

[0017] 所述直流接触网所处环境的第一信息,以及:

[0018] 所述直流接触网图像的第二信息。

[0019] 可选的,所述融冰控制装置还用于根据所述第二信息,获得覆冰厚度;并根据所述覆冰厚度和所述第一信息计算得到所述融冰电流值。

[0020] 可选的,所述融冰控制装置具体用于:根据所述第一信息、所述覆冰厚度、所述直流接触网的预设参数以及预输入的气象数据,计算得到所述融冰电流值。

[0021] 可选的,所述第一信息包括以下至少之一:

[0022] 温度;

[0023] 湿度;

[0024] 风速。

[0025] 可选的,所述变流装置包括变压器和脉冲宽度调制PWM变流器;

[0026] 所述变压器,用于所述交流电网与PWM变流器交流侧之间的电压变换。;

[0027] 所述PWM变流器,用于:

[0028] 接收所述第一控制信号或第二控制信号;

[0029] 根据所述第一控制信号,进入整流工作状态;

[0030] 根据所述第二控制信号,进入逆变工作状态;

[0031] 根据所述融冰电流值,调整输出的电能,以使得所述待融冰区段的电流达到所述融冰电流值。

[0032] 可选的,所述PWM变流器包括控制电路与若干功率开关器件;

[0033] 所述控制电路,用于根据所述融冰电流值,产生驱动脉冲;

[0034] 所述若干功率开关器件,用于响应所述驱动脉冲,执行导通或关断动作,从而调整输出电能的大小和/或方向。

[0035] 可选的,所述变流装置还包括第一开关、低压断路器、预充电回路、第二开关和隔离开关;所述变压器的高压侧通过所述第一开关连接至所述交流电网,所述变压器的低压侧通过所述低压断路器连接至所述PWM变流器的交流侧,所述PWM变流器直流侧的正极通过所述第二开关连接至所述直流接触网;所述PWM变流器直流侧的负极通过所述隔离开关连接至钢轨;所述预充电回路并联于所述低压断路器的两端;

[0036] 所述第一开关、低压断路器、第二开关和隔离开关,均用于响应所述第一控制信号或第二控制信号,执行闭合动作。

[0037] 本发明提供的接触网智能融冰系统中,所述变流装置的一端连接直流接触网,另一端连接交流电网;所述变流装置用于:根据第一控制信号进入整流工况;根据第二控制信号进入逆变工况;其在交流电网与直流接触网之间形成通路,从而实现了融冰,因其未采用大容量直流可调电源,而采用了变流装置作为融冰的电源,降低了对交流电网的谐波污染。而且在本发明可选的实施方案中,在无融冰需求时,变流装置可根据需要工作在整流、逆变及无功补偿模式,从而改善接触网供电质量,实现列车再生制动能量再利用,提高系统功率因数,实现了一机多用。

## 附图说明

[0038] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图;

[0039] 图1是现有相关技术中牵引供电系统的构造示意图;

[0040] 图2是本发明中一接触网智能融冰系统的构造示意图;

[0041] 图3是本发明中一接触网智能融冰系统的控制示意图;

[0042] 图4是本发明中一变流装置的构造示意图;

[0043] 图5是本发明中一融冰过程的流程示意图。

[0044] 附图标记说明:

[0045] 1-主变电所;

[0046] 2-变电所;

[0047] 3-整流机组;

[0048] 4-钢轨;

[0049] 5-列车;

[0050] 6-交流电网;

[0051] 7-直流接触网;

[0052] 8-变流装置;

[0053] 81-第一开关;82-变压器;83-低压断路器;84-预充电回路;85-PWM变流器;86-第二开关;87-隔离开关;

[0054] 9-能量循环;

[0055] 10-待融冰区段;

[0056] 11-融冰控制装置;

[0057] 12-传感器网络。

## 具体实施方式

[0058] 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,都属于本发明保护的范围。

[0059] 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”、“第三”“第四”等(如果存在)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例如能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。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。

[0060] 下面以具体地实施例对本发明的技术方案进行详细说明。下面这几个具体的实施

例可以相互结合,对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例不再赘述。

[0061] 图1是现有相关技术中牵引供电系统的构造示意图;现有相关技术中的牵引供电系统可以包括主变电所1、变电所2、交流电网6以及直流接触网7,其中一种方案中,110KV电经所述主变电所1降压至35KV,进而经交流电网6分别传送至各变电所2,变电所2中设有整流机组3,在供电状态下,所述整流机组3用于将交流电整流为直流电后传送至直流接触网7,钢轨4上的列车5通过直流接触网7获得直流电。在此基础上,现有的相关技术中,通过在变电所2增加一套大容量的专用直流可调电源(晶闸管控制调压),并在远端某处将直流接触网7对钢轨4短路,形成融冰电流,从而进行融冰。

[0062] 其中,整流机组3可以采用24脉波整流器,其作用是将35kV三相交流电变换为1500V或750V直流电,并输送到直流接触网7上供列车5使用。

[0063] 图2是本发明中一接触网智能融冰系统的构造示意图;图3是本发明中一接触网智能融冰系统的控制示意图;请参考图3,并结合图2理解,本实施例提供了一种接触网智能融冰系统,包括融冰控制装置11以及N个变流装置8,所述N为大于等于2的任意整数;

[0064] 所述变流装置8的一端连接直流接触网7,另一端连接交流电网6;具体实施方式中,可以通过开关器件连接至直流接触网7;

[0065] 所述变流装置8,用于根据第一控制信号进入整流工况;根据第二控制信号进入逆变工况;

[0066] 所述融冰控制装置11,用于获得所述第一控制信号与所述第二控制信号,并向待融冰区段10对应的变流装置8发送所述第一控制信号与第二控制信号;其中,所述第一控制信号与第二控制信号均包括融冰电流值;

[0067] 以使得所述待融冰区段10对应的变流装置8中,其中一个处于整流工况,另一个处于逆变工况;处于整流工况的变流装置8、处于逆变工况的变流装置8、直流接触网7的待融冰区段10以及交流电网6的对应区段之间形成能量循环9,且所述直流接触网7的待融冰区段10的电流不小于所述融冰电流值。电流达到融冰电流值,可以产生焦耳热量,达到融冰目的。

[0068] 该方案在交流电网6与直流接触网7之间形成通路,从而实现了融冰,因其未采用大容量直流可调电源,而采用了变流装置8作为融冰的电源,降低了对交流电网6的谐波污染。

[0069] 其中,待融冰区段10,可理解为具有覆冰需要被融化的区段。对于所述区段,可以理解为:每个区段的两端分别连接一个变流装置8,相邻的变流装置8之间可以划分为一个区段,相隔一个或多个变流装置8的两个变流装置8之间,也可以划分为一个区段,区段的划分旨在确定所述待融冰区段10。在所有区段中,具有覆冰需要被融化的区段,均可理解为待融冰区段10,覆冰的部位可以只是待融冰区段10中的部分,也可以为全部。其中,待融冰区段10对应的变流装置8,指的是待融冰区段10两端所连接的变流装置8;交流电网6的对应区段指的是待融冰区段10两端所连接的变流装置8之间的交流电网6的区段。

[0070] 其中,所述第一控制信号可以理解为用以驱使进入整流工况的信号;第二控制信号可以理解为用以驱动进入逆变工况的信号;其中包括了融冰电流值,还可以包括融冰时间。第一控制信号中还可以包括指示进入整流工况的信息,第二控制信号中还可以包括指示进入逆变工况的信息。

[0071] 形成能量循环9,指的是电流可以在处于整流工况的变流装置8、直流接触网7的待融冰区段10、处于逆变工况的变流装置8以及交流电网6的对应区段之间流转循环,其为在融冰状态下的工作原理,而非所述供电状态下。

[0072] 其中,融冰控制装置11与变流装置8之间的通信网络采用PSCADA网络,实现数据传输、设备控制等功能。

[0073] 图3是本发明中一接触网智能融冰系统的控制示意图;图5是本发明中一融冰过程的流程示意图;请参考图3,并结合图5,本实施例中,所述的系统还包括:

[0074] 传感器网络12,用于获得所述直流接触网7的监测信息;其中,所称监测信息可以指针对直流接触网7的任何可监测获得的信息;基于目的不同,可以选择相应的监测信息。

[0075] 以上功能,对应的可以理解为所述融冰过程包括步骤S51:传感器网络12获得所述直流接触网7的监测信息;

[0076] 具体的实施方式中,传感器网络12可以采用无线多媒体传感器,可以包括多组具有计算、存储和通信能力的传感器节点,所述传感器节点组成分布式感知网络,借助于节点上的传感器感获得接触网周围环境的温度、湿度、风速以及接触网图像等信息,通过无线模块将数据上传到融冰控制装置11;其可以实现传感数据的有效、快速的采集与管理。

[0077] 所述融冰控制装置11,具体用于根据所述监测信息获得所述第一控制信号与第二控制信号。其中,所述融冰电流值为根据所述监测信息得到。此外,融冰控制装置11还用于判断接触网覆冰状态,具体可以包括判断是否覆冰的状态(可以理解为判断是否位需要融冰的状态),以及用于确定待融冰区段10的待融冰区段信息。若判断为需要融冰,并确定了待融冰区段10,则计算对应的融冰电流值。

[0078] 该方案将融冰的控制与传感器网络12的监测相联系,可以实现自动的融冰控制,相较于现有技术中的人工介入操作的方案,其可以有效提高智能化程度,选择更准确的融冰时机,实现更精确的量化控制,进而提高融冰效率,节约能耗。

[0079] 其中一种实施方案中,所述监测信息包括:

[0080] 所述直流接触网7所处环境的第一信息,以及:

[0081] 所述直流接触网7图像的第二信息。

[0082] 通过第二信息,可以对是否覆冰以及覆冰的程度进行了解,为融冰电流值的计算,以及是否需要融冰的判断提供依据;通过第一信息,可以使得后续的计算综合考虑环境因素,从而计算出更准确的相应融冰时间下的融冰电流值。所述第一信息可以列举包括以下至少之一:温度;湿度;风速。

[0083] 其中一种实施方式中,所述融冰控制装置11还用于根据所述第二信息,获得覆冰厚度;并根据所述覆冰厚度和所述第一信息计算得到所述融冰电流值。再其具体的方案中,所述融冰控制装置11具体用于:根据所述第一信息、所述覆冰厚度、所述直流接触网7的预设参数以及预输入的气象数据,计算得到所述融冰电流值。所称预设参数可以指相关的电气参数;其中一种实施方式中,在得到融冰电流值的同时,还可得到融冰时间,可以理解为所述第一控制信号与第二控制信号中还均包括融冰时间。

[0084] 其中具体的一种实施方式中,融冰控制装置11具体用于提取第二信息中接触网覆冰图像的边界轮廓,计算出覆冰后图片中的直径信息(所占像素数)以及未覆冰时的直径信息(所占像素数),利用覆冰前后所占像素之差及直径像素值与实际尺寸之比,计算出接触



线和承力索的覆冰厚度。将温度、风速、覆冰厚度、导线半径、接触线电阻、承力索电阻、融冰预期时间等相关参数带入预设的计算公式,可得出接触网对应融冰时间的融冰电流值。

[0085] 其中,气象数据可以从互联网获取;相关的电气参数,如接触线和承力索的直流电阻等,可以为用户通过输入装置输入得到。

[0086] 以上功能,对应的可以理解为所述融冰过程包括:

[0087] S52:融冰控制装置11接收传感器网络12发送的监测信息;

[0088] S53:融冰控制装置判断是否需要融冰;若不需要,则返回步骤S51;若需要,则执行步骤S54;

[0089] S54:融冰控制装置11计算相应融冰时间下的融冰电流值;

[0090] S55:融冰控制装置11获得所述第一控制信号与所述第二控制信号;

[0091] 然后,待融冰区段10对应的两个变流装置8,分别进入步骤S56和S57。

[0092] S56:其中一个变流装置8接收所述第一控制信号,进入整流工况;

[0093] S57:另一个变流装置8接收所述第二控制信号,进入逆变工况。

[0094] 为了实现以上提到的融冰控制装置11的功能,其中一种实施方式中,融冰控制装置11具体可以包括监测模块、计算模块和控制模块:

[0095] 所述监测模块,用于接收所述传感器网络12发送的监测信息,并判断所述直流接触网7的接触网覆冰状态;在所述接触网覆冰状态为需要融冰的状态时,向所述计算模块发送融冰指令以及所述监测信息;所述融冰指令可以包括待融冰区段10的信息;

[0096] 所述计算模块,用于响应所述融冰指令,根据所述监测信息计算对应的所述待融冰区段10相应融冰时间下的融冰电流值,并向所述控制模块发送所述融冰电流值和融冰时间;

[0097] 所述控制模块,用于接收所述融冰电流值和融冰时间,向待融冰区段10对应的变流装置8发送所述第一控制信号或所述第二控制信号。

[0098] 此外,所述系统还可以包括:

[0099] 网络模块,用于从互联网获取所述气象数据,并发送至所述计算模块;

[0100] 设置模块,用于接收用户输入得到的电气参数,并发送至所述计算模块;

[0101] 显示模块:用于显示实时气象条件、采集的信息以及融冰系统的工作状态等;

[0102] 数据模块:用于进行数据分析、储存和处理,用户可以根据需要管理数据。

[0103] 以上监测模块、计算模块和控制模块,可以为记载于存储器,用于被处理器调用以实现相应功能的程序模块,也可以为用于实现相应功能的电路模块。

[0104] 其中一种实施方式中,所述变流装置8除了具有逆变工况、整流工况,还可以具备无功补偿工况,该实施方式中,所述变流装置8还用于,根据第三控制信号,进入无功补偿工况。第三控制信号,可以理解为旨在改变变流装置8工况,使其进入无功补偿工况的信号。通过无功补偿工况,可以对交流环网进行无功补偿,从而实现一机多用,提高变流装置8的利用率。

[0105] 对于所称的整流工况、逆变工况和无功补偿工况,可以理解为,其均为变流装置8本身的电路,对应于不同的工况,其中的PWM变流器85可实现的不同工作状态,比如整流工况对应于整流工作状态,逆变工况,对应于逆变工作状态,通过对其中开关器件的控制,分别可以实现不同工况的作用,其并不脱离现有相关技术中对于变流装置8或变流器的通常

功能的描述。

[0106] 对于其中的无功补偿工况,在一种实施方式中,可以理解为,利用变流装置8的无功功率发生功能实现对交流电网6的无功补偿,具体实施过程中,可以理解为变流装置8零功率因数纯感性运行(等效为幅值可调的电感)或者零功率因数纯容性运行(等效为幅值可调的电容),以补偿容性负荷或者感性负荷对交流电网6功率因数的影响。可在控制器中写入无功功率补偿的控制逻辑来确定,或者依据预设的量化数据来确定。

[0107] 此外,变流装置8还可以用于将列车5再生制动能量回馈到交流中压电网,也可以辅助整流机组3进行牵引整流供电,其实际也可理解为分别实现逆变和整流功能,不过工作的输出功率和控制逻辑不同。其可以进一步实现一机多用,提高变流装置8的利用率。

[0108] 可见,在无融冰需求时,变流装置8可根据需要工作在整流、逆变及无功补偿模式,从而改善接触网供电质量,实现列车5再生制动能量再利用,提高系统功率因数,实现了一机多用。

[0109] 图4是本发明中一变流装置8的构造示意图;请参考图4,所述变流装置8,可以包括变压器82和脉冲宽度调制PWM变流器85;

[0110] 所述变压器82,用于进行所述交流电网6与PWM变流器85交流侧之间的电压变换;

[0111] 所述PWM变流器85,用于:

[0112] 接收所述第一控制信号或第二控制信号;

[0113] 根据所述第一控制信号,进入整流工作状态;

[0114] 根据所述第二控制信号,进入逆变工作状态;

[0115] 根据所述融冰电流值,调整输出的电能,以使得所述待融冰区段10的电流达到所述融冰电流值。

[0116] 其中一种实施方式中,所述PWM变流器85包括控制电路与若干功率开关器件;

[0117] 所述控制电路,用于根据所述融冰电流值,产生驱动脉冲;

[0118] 所述若干功率开关器件,用于响应所述驱动脉冲,执行导通或关断动作,从而调整输出电能的大小和/或方向。领域中的PWM变流器85通常均包括功率开关器件,通过功率开关器件的通断可以实现输出电能的调整。

[0119] 变流装置8可以采用四象限变流装置,具体可以采用三相PWM变流器,其基于脉冲宽度调制技术,采用基于同步旋转坐标系的电流闭环控制,可实现四象限运行,分别运行在整流、逆变及无功补偿等工况。

[0120] PWM变流器85中的功率开关器件可以采用全控型功率器件,如IGBT。在未收到第一控制信号和第二控制信号时,四象限变流装置处于退出状态,所有开关和断路器均处于分断状态,IGBT驱动脉冲处于封锁状态。收到第一控制信号或第二控制信号后,四象限变流装置投入运行,所有开关和断路器闭合,并根据融冰电流给定值大小,采用PWM脉宽调制技术产生驱动脉冲,驱动IGBT工作,控制四象限变流装置传输能量的大小和方向。

[0121] 请参考图4,其中一种实施方式中,所述变流装置8还包括第一开关81、低压断路器83、预充电回路84、第二开关86和隔离开关87;所述变压器82的高压侧通过所述第一开关81连接至所述交流电网6,所述变压器82的低压侧通过所述低压断路器83连接至所述PWM变流器85的交流侧,所述PWM变流器85直流侧的正极通过所述第二开关86连接至所述直流接触网7;所述PWM变流器85直流侧的负极通过隔离开关87连接至钢轨4;所述预充电回路84并联

于所述低压断路器83的两端；所述第一开关81、低压断路器83、第二开关86和隔离开关87，均用于响应所述第一控制信号或第二控制信号，执行闭合动作。可以理解为，接收到第一控制信号时，均执行闭合动作，执行第二控制信号时，也均执行闭合动作，而非两者择一执行，以上所称第一控制信号或第二控制信号，旨在表达，同时只能响应一种控制信号。

[0122] 在具体使用的场景中，城市轨道交通日间运营时，列车5运行频繁，因此接触网覆冰的概率很小。夜间车辆停运后，接触网上没有电流，气象条件恶劣时（如：温度低于0度，空气相对湿度大于80%，风速大于1米/秒）容易发生覆冰。一旦发生接触网覆冰灾害，融冰控制系统就会做出反应，在清晨第一列车上线运营前将接触网覆冰融化。在融冰电流不超过额定电流的情况下，融冰电流越大，所需融冰时间越短，效率越高。

[0123] 此外，本实施例所示的方法，对应地可用于实施图2所示装置实施例的技术方案，其实现原理、技术效果以及术语的含义类似，此处不再赘述。

[0124] 本领域普通技术人员可以理解：实现上述各方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成。前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中。该程序在执行时，执行包括上述各方法实施例的步骤；而前述的存储介质包括：ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0125] 最后应说明的是：以上各实施例仅用于说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

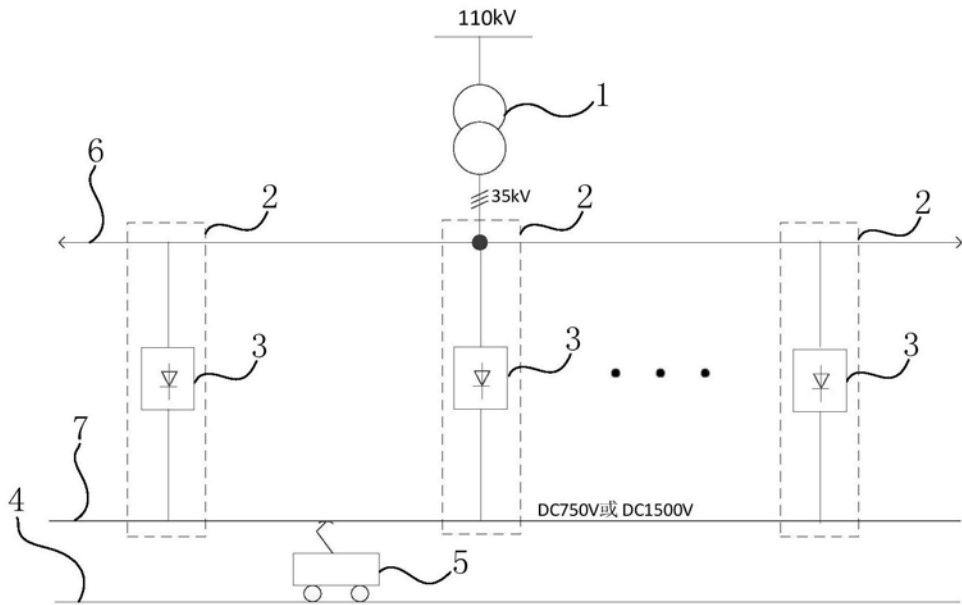


图1

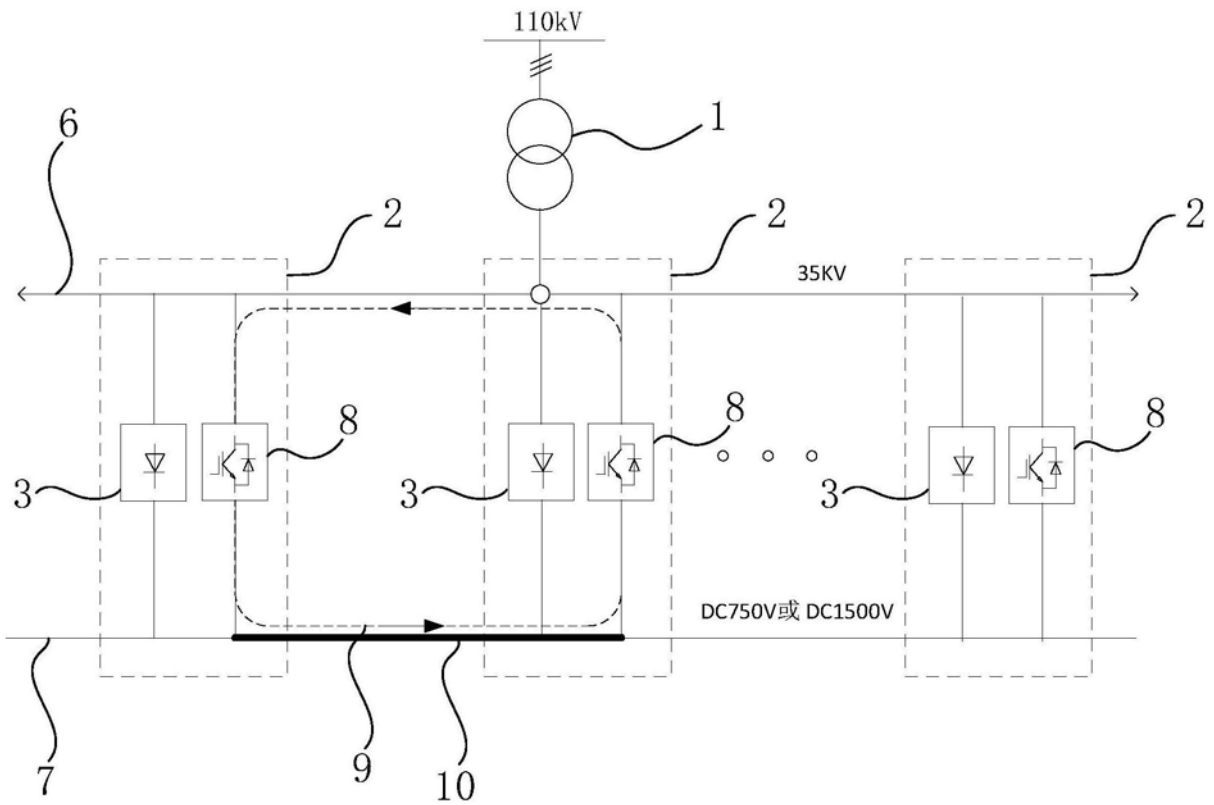


图2

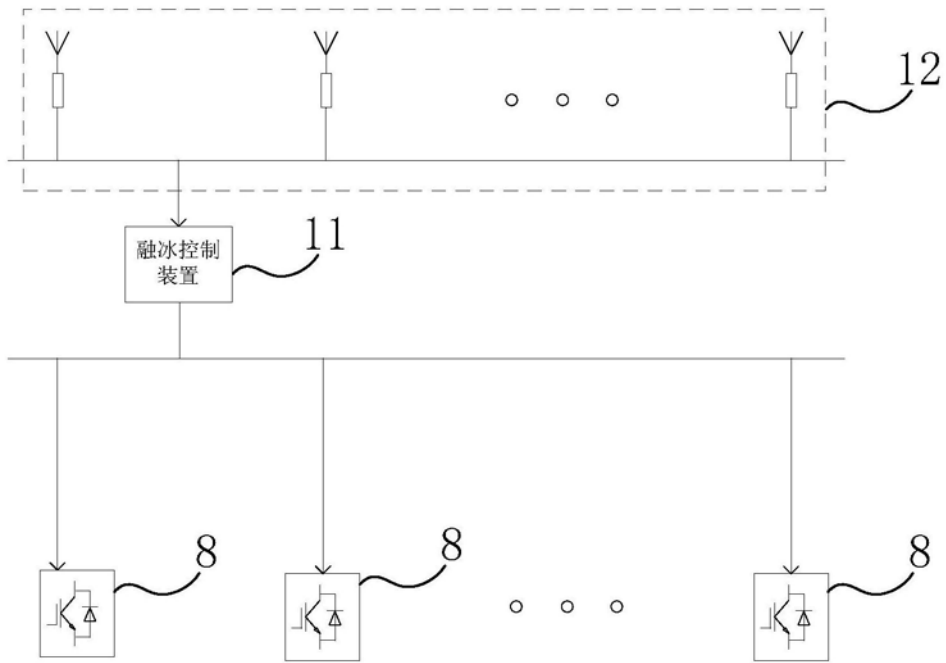


图3

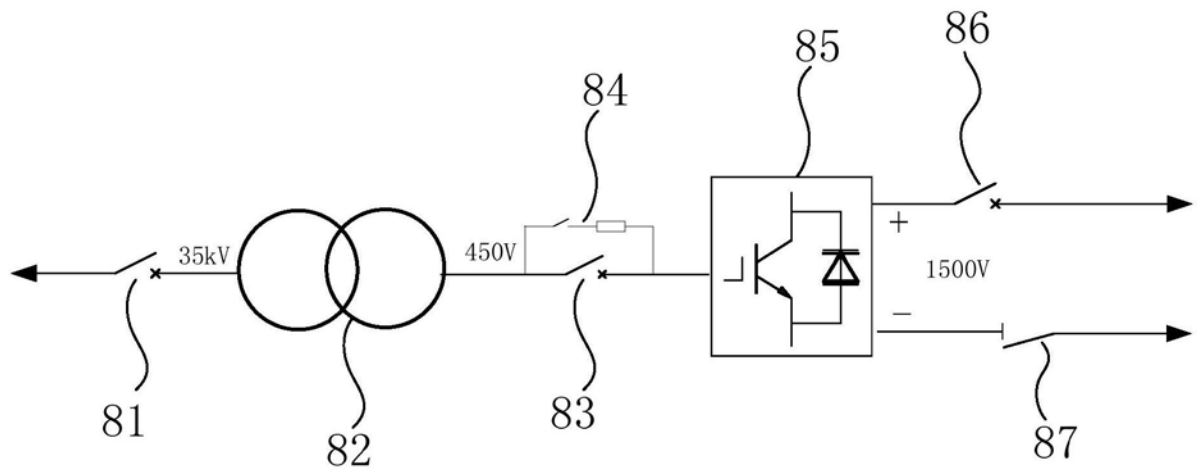


图4

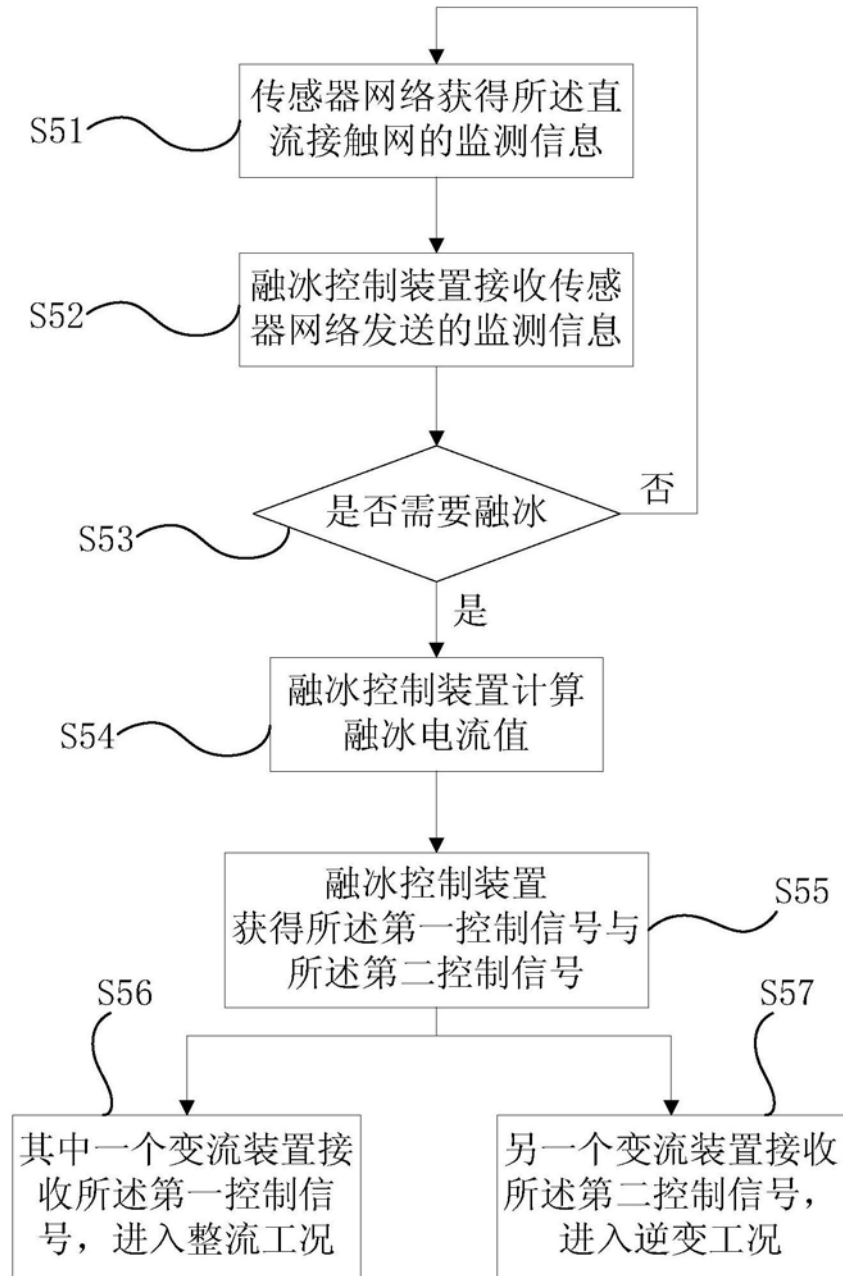


图5