



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112636229 B

(45) 授权公告日 2022. 12. 09

(21) 申请号 202011386549.0

(22) 申请日 2020.12.01

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112636229 A

(43) 申请公布日 2021.04.09

(73) 专利权人 平高集团有限公司
地址 467001 河南省平顶山市南环东路22号

专利权人 国家电网有限公司
河南平高电气股份有限公司

(72) 发明人 钟建英 孙珂珂 魏建巍 林麟
谭盛武 程丽华 段晓辉 梁利艳
孙英杰 门博 王向克 胡延涛
张利欣 熊萍萍 姚文彬 贺永明
李全和 范艳艳 苑国旗 雷建召

(74) 专利代理机构 郑州睿信知识产权代理有限公司 41119
专利代理师 贾东东

(51) Int.Cl.
H02B 13/035 (2006.01)
H02J 3/36 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 205283110 U, 2016.06.01
CN 208767803 U, 2019.04.19
CN 107332146 A, 2017.11.07
CN 209046214 U, 2019.06.28
US 2008259531 A1, 2008.10.23

审查员 郑艳

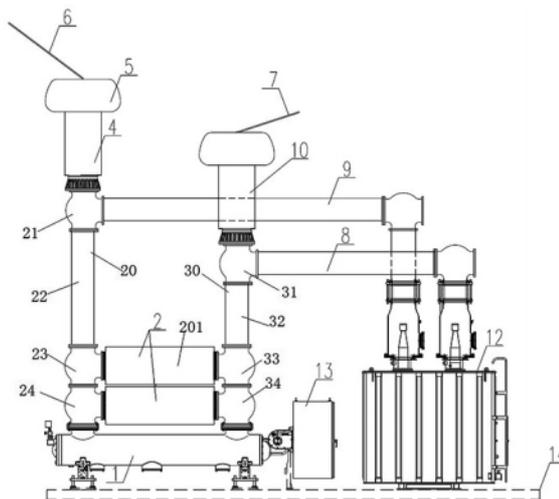
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种适用于海上风电的直流转换开关

(57) 摘要

本发明涉及一种适用于海上风电的直流转换开关,包括:断路器开断装置、进线管路和出线管路;电容器通过进线引出管路和出线引出管路连接与断路器开断装置并联布置;进线管路、出线管路、进线引出管路和出线引出管路均为金属封闭管母结构;电阻结构包括金属罐体,金属罐体内布置非线性电阻器,非线性电阻器与断路器开断装置并联布置;断路器开断装置、金属罐体及金属封闭管母结构内充装绝缘气体,以使得直流转换开关形成气体绝缘金属封闭式直流转换开关。直流转换开关转变为气体绝缘金属封闭式直流转换开关,集成化程度高,不受海上外部的重盐污、高湿度、高温环境的影响,适于满足复杂环境的使用要求。



1. 一种适用于海上风电的直流转换开关,其特征在于,包括:

断路器开断装置(1),用于使直流转换开关从接通状态切换到分断状态,包括断路器壳体和断口结构;

进线管路(20)和出线管路(30),与所述断路器开断装置(1)连接;

电容器(12),通过进线引出管路(9)和出线引出管路(8)连接在所述进线管路(20)和出线管路(30)之间,并与所述断路器开断装置(1)并联布置;

所述进线管路(20)、出线管路(30)、进线引出管路(9)和出线引出管路(8)均为金属封闭管母结构,分别包括金属筒体,金属筒体内绝缘支撑布置有相应的导电杆,所述进线管路(20)和出线管路(30)的金属筒体分别与所述断路器壳体密封固定连接,所述进线引出管路(9)的金属筒体与所述进线管路(20)的金属筒体密封固定连接,所述出线引出管路(8)的金属筒体与所述出线管路(30)的金属筒体密封固定连接;

电阻结构(2),包括金属罐体(201),金属罐体(201)内布置非线性电阻器,金属罐体(201)与所述进线管路(20)和出线管路(30)的金属筒体密封固定连接,非线性电阻器与所述进线管路(20)和出线管路(30)内部的导电杆导电连接,以使得非线性电阻器与所述断路器开断装置(1)并联布置;

所述断路器开断装置(1)、金属罐体(201)及所述金属封闭管母结构内充装绝缘气体,以使得直流转换开关形成气体绝缘金属封闭式直流转换开关。

2. 根据权利要求1所述的适用于海上风电的直流转换开关,其特征在于,所述断路器开断装置(1)为卧式,所述进线管路(20)和出线管路(30)均沿竖向布置,所述电阻结构(2)横向布置并位于所述断路器开断装置(1)上方。

3. 根据权利要求2所述的适用于海上风电的直流转换开关,其特征在于,所述电阻结构(2)包括沿上下方向依次布置的至少两个金属罐体(201),各金属罐体(201)内布置有至少一个非线性电阻器。

4. 根据权利要求3所述的适用于海上风电的直流转换开关,其特征在于,所述非线性电阻器包括呈三角形分布的三个电阻片柱(200),各电阻片柱(200)分别包括多个依次串联布置的电阻片(203)。

5. 根据权利要求4所述的适用于海上风电的直流转换开关,其特征在于,所述非线性电阻器的两端分别设置端部绝缘片(202),两端的端部绝缘片(202)由绝缘拉杆(204)施加紧固作用力,以将各电阻片柱(200)的电阻片(203)压紧。

6. 根据权利要求5所述的适用于海上风电的直流转换开关,其特征在于,所述绝缘拉杆(204)上于两端部绝缘片(202)之间设置有中间绝缘片(205),中间绝缘片上设有供各个电阻片柱分别穿过的支撑穿孔。

7. 根据权利要求2至6中任一项所述的适用于海上风电的直流转换开关,其特征在于,在所述断路器开断装置(1)的横向延伸方向上,所述电容器(12)位于所述断路器开断装置(1)的一侧。

8. 根据权利要求7所述的适用于海上风电的直流转换开关,其特征在于,断路器开断装置(1)包括操动机构(13),操动机构(13)用于驱动所述断口开断,所述操动机构(13)位于所述断路器开断装置(1)的朝向所述电容器(12)的一侧。

9. 根据权利要求1至6中任一项所述的适用于海上风电的直流转换开关,其特征在于,

所述进线管路(20)和/或出线管路(30)上设有电流互感器。

10. 根据权利要求1至6中任一项所述的适用于海上风电的直流转换开关,其特征在于,直流转换开关包括基座,基座用于固定安装在相应基础上,所述断路器开断装置(1)和电容器(12)均固定安装在所述基座上。

一种适用于海上风电的直流转换开关

技术领域

[0001] 本发明属于直流输电技术领域,具体涉及一种适用于海上风电的直流转换开关。

背景技术

[0002] 随着高压直流输电技术的发展,高压直流输电被广泛应用在输电工程中。其中,高压直流转换开关是直流输电系统中的重要设备。直流转换开关的主要作用是改变直流系统的运行方式,或清除直流侧出现的故障。

[0003] 现有的大部分的直流转换开关的构成多如授权公告号为CN205283110U的中国实用新型专利中公开的直流转换开关,其包括并联连接的断路器电路、振荡电路及非线性电阻器,其中,断路器电路包括断路器,断路器用于将直流转换开关从接通状态切换到分断状态,满足直流转换开关的正常工作,振荡电路在转换电流时产生电弧振荡,从而在电流经过零点时使直流转换开关的断路器断开,此处的非线性电阻器可以在电弧间隙并联的LC振荡电路中产生自激振荡,使得电弧电流叠加上振荡电路,从而在总电流过零时实现遮断。

[0004] 就目前已知的基于上述电路原理设计制造的高压直流转换开关均是采用敞开式分立元件组装而成的,集成化程度较低,占地面积大。而且,均是直接采用架空线路实现元件连接的,架空线直接暴露在外,容易受环境干扰,不适于应用在重盐污、高湿度、高温的海上环境,有必要针对性的开发适用于海上风电的直流转换开关。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种适用于海上风电的直流转换开关,以解决现有技术中的高压直流转换开关采用敞开式分立元件组装时集成化程度低、架空线外露而不适于应用在海上的复杂环境的技术问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明所提供的适用于海上风电的直流转换开关的技术方案是:一种适用于海上风电的直流转换开关,包括:

[0007] 断路器开断装置,用于使直流转换开关从接通状态切换到分断状态,包括断路器壳体和断口结构;

[0008] 进线管路和出线管路,与所述断路器开断装置连接;

[0009] 电容器,通过进线引出管路和出线引出管路连接在所述进线管路和出线管路之间,并与所述断路器开断装置并联布置;

[0010] 所述进线管路、出线管路、进线引出管路和出线引出管路均为金属封闭管母结构,分别包括金属筒体,金属筒体内绝缘支撑布置有相应的导电杆,所述进线管路和出线管路的金属筒体分别与所述断路器壳体密封固定连接,所述进线引出管路的金属筒体与所述进线管路的金属筒体密封固定连接,所述出线引出管路的金属筒体与所述出线管路的金属筒体密封固定连接;

[0011] 电阻结构,包括金属罐体,金属罐体内布置非线性电阻器,金属罐体与所述进线管路和出线管路的金属筒体密封固定连接,非线性电阻器与所述进线管路和出线管路内部的

导电杆导电连接,以使得非线性电阻器与所述断路器开断装置并联布置;

[0012] 所述断路器开断装置、金属罐体及所述金属封闭管母结构内充装绝缘气体,以使得直流转换开关形成气体绝缘金属封闭式直流转换开关。

[0013] 有益效果是:本发明所提供的直流转换开关中,通过金属罐体、金属封闭管母结构使得整个直流转换开关转变为气体绝缘金属封闭式直流转换开关,集成化程度高,而且,由于具有良好的保护,可有效降低外部环境的影响,不受海上外部的重盐污、高湿度、高温环境的影响,适于满足复杂环境的使用要求,运维方便,占地面积小。

[0014] 作为进一步地改进,所述断路器开断装置为卧式,所述进线管路和出线管路均沿竖向布置,所述电阻结构横向布置并位于所述断路器开断装置上方。

[0015] 有益效果是:断路器开断装置为卧式,电阻结构横向布置,可有效降低整个直流转换开关重心,改善其抗震性能。

[0016] 作为进一步地改进,所述电阻结构包括沿上下方向依次布置的至少两个金属罐体,各金属罐体内布置有至少一个非线性电阻器。

[0017] 有益效果是:金属罐体沿上下方向依次分布,其内布置非线性电阻器,安装方便,便于检修更换。

[0018] 作为进一步地改进,所述非线性电阻器包括呈三角形分布的三个电阻片柱,各电阻片柱分别包括多个依次串联布置的电阻片。

[0019] 有益效果是:三个电阻片柱三角形分布,方便充分利用金属罐体内部空间,提高非线性电阻器能力。

[0020] 作为进一步地改进,所述非线性电阻器的两端分别设置端部绝缘片,两端的端部绝缘片由绝缘拉杆施加紧固作用力,以将各电阻片柱的电阻片压紧。

[0021] 有益效果是:利用端部绝缘片搭配绝缘拉杆实现紧固,方便装配。

[0022] 作为进一步地改进,所述绝缘拉杆上于两端部绝缘片之间设置有中间绝缘片,中间绝缘片上设有供各个电阻片柱分别穿过的支撑穿孔。

[0023] 有益效果是:利用中间绝缘片为各个电阻片柱提供支撑,提高横向布置的电阻片柱的稳定性。

[0024] 作为进一步地改进,在所述断路器开断装置的横向延伸方向上,所述电容器位于所述断路器开断装置的一侧。

[0025] 有益效果是:电容器位于断路器开断装置的水平旁侧,使得整个直流转换开关的重心较低。

[0026] 作为进一步地改进,断路器开断装置包括操动机构,操动机构用于驱动所述断口开断,所述操动机构位于所述断路器开断装置的朝向所述电容器的一侧。

[0027] 有益效果是:充分利用断路器开断装置和电容器之间的间隔,不会额外过多增大整个开关设备的体积。

[0028] 作为进一步地改进,所述进线管路和/或出线管路上设有电流互感器。

[0029] 有益效果是:配置电流互感器,实现对开关设备的有效监控。

[0030] 作为进一步地改进,直流转换开关包括基座,基座用于固定安装在相应基础上,所述断路器开断装置和电容器均固定安装在所述基座上。

[0031] 有益效果是:利用基座,可将断路器开断装置和电容器在厂家预固定好,省去现场

安装。

附图说明

[0032] 图1为本发明所提供的适用于海上风电的直流转换开关的结构示意图；

[0033] 图2为图1中非线性电阻器的结构示意图；

[0034] 图3为图2的左侧示意图。

[0035] 附图标记说明：

[0036] 1-断路器开断装置,2-电阻结构,200-电阻片柱,201-金属罐体,202-端部绝缘片,203-电阻片,204-绝缘拉杆,205-中间绝缘片,4-进线套管,5-均压环,6-高压进线,7-低压出线,8-出线引出管路,9-进线引出管路,10-出线套管,12-电容器,13-操动机构,14-基座,20-进线管路,21-第一进线三通连接部,22-进线直筒管母,23-第二进线三通连接部,24-第三进线三通连接部,30-出线管路,31-第一出线三通连接部,32-出线直筒管母,33-第二出线三通连接部,34-第三出线三通连接部。

具体实施方式

[0037] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明,即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。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0038] 因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动的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。

[0039] 需要说明的是,术语“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法。

[0040] 在本发明的描述中,除非另有明确的规定和限定,可能出现的术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接连接,也可以是通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域技术人员而言,可以通过具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0041] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,可能出现的术语“设有”应做广义理解,例如,“设有”的对象可以是本体的一部分,也可以是与本体分体布置并连接在本体上,该连接可以是可拆连接,也可以是不可拆连接。对于本领域技术人员而言,可以通过具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0042] 以下结合实施例对本发明作进一步的详细描述。

[0043] 本发明所提供的适用于海上风电的直流转换开关的具体实施例1:

[0044] 如图1至图3所示,该实施例中的直流转换开关集成化程度高,并且,通过采用金属封闭管母结构,使得整个直流转换开关转变为了气体绝缘金属封闭式直流转换开关,不仅整体体积小,而且,可有效减少外接环境干扰,适合应用于海上复杂环境。

[0045] 具体而言,本实施例的直流转换开关包括断路器开断装置1、电容器12及电阻结构2,通过金属管母结构将断路器开断装置1、电容器12及电阻结构2并联布置,保证直流转换开关的正常工作。

[0046] 其中,断路器开断装置1用于使直流转换开关从接通状态切换到分断状态,断路器开断装置1具体包括断路器壳体,断路器壳体内设置断口结构,断口结构具体由静触头和动触头形成,在断路器壳体上固定安装有操动机构13,操动机构13用于驱动动触头往复动作,从而控制断口结构的导通和断开。本实施例中,断路器开断装置1为卧式,操动机构13对应位于断路器开断装置1横向的一端,并朝向电容器12布置。

[0047] 直流转换开关包括进线管路20和出线管路30,此处的进线管路20和出线管路30均为金属封闭管母结构,分别包括金属筒体,金属筒体内对应绝缘支撑有相应的导电杆。此处的进线管路20和出线管路30均沿竖向布置,两者并行布置。并且,进线管路20和出线管路30的金属筒体分别与断路器壳体密封固定连接,进线管路20和出线管路30的导电杆则一一对应地与断路器壳体内的静触头和动触头导电连接。

[0048] 本实施例中,进线管路20为金属封闭管母结构,为满足正常的进线和电容器12、电阻结构2的接入,进线管路20包括由上向下依次密封固定连接的进线套管4、第一进线三通连接部21、进线直筒管母22、第二进线三通连接部23及第三进线三通连接部24。其中,进线套管4导电连接高压进线6,并且,在进线套管4顶端配置均压环5。

[0049] 并且,在进线管路20上设有光CT,此处的光CT对应位于第一进线三通连接部21内,对应套装在相应导电杆外,进而检测电路。当然,在其他实施例中,也可以仅在出线管路30上设置CT,或者是在进线管路20和出线管路30上分别设置CT。

[0050] 出线管路30也为金属封闭管母结构,为满足正常的出线和电容器12、电阻结构2的接入,出线管路30包括由上向下依次密封固定连接的出线套管10、第一出线三通连接部31、出线直筒管母32、第二出线三通连接部33及第三出线三通连接部34。其中,出线套管10导电连接低压出线7。

[0051] 利用高压进线6和低压出线7,将整个直流转换开关接入直流输电线路中。

[0052] 第一进线三通连接部21通过进线引出管路9与电容器12连接,第一出线三通连接部31则通过出线引出管路8与电容连接,使得电容器12通过进线引出管路9和出线引出管路8连接在进线管路20和出线管路30之间,以使电容器12与断路器开断装置1并联布置。

[0053] 需要说明的是,此处的进线引出管路9和出线引出管路8同样为金属封闭管母结构,进线引出管路9和出线引出管路8也包括金属筒体,金属筒体内绝缘支撑布置有导电杆,以将电容器12导电连接在进线管路20和出线管路30之间。装配时,进线引出管路9的金属筒体与进线管路20的金属筒体密封固定连接,出线引出管路8的金属筒体与出线管路30的金属筒体密封固定连接。

[0054] 并且,为降低整体高度,在断路器开断装置1的横向延伸方向上,电容器12位于断路器开断装置1的一侧,操动机构13则布置在断路器壳体的朝向电容器12的一侧。

[0055] 本实施例中,通过第二进线三通连接部23、第三进线三通连接部24、第二出线三通连接部33及第三出线三通连接部34将电阻结构2连接在进线管路20和出线管路30之间,进而使得电阻结构2与断路器开断装置1并联布置。

[0056] 实际上,电阻结构2包括沿上下方向依次布置的两个金属罐体201,每个金属罐体201内均绝缘支撑有一个非线性电阻器,两金属罐体201为上金属罐体和下金属罐体,其中,上金属罐体的两端对应与第二进线三通连接部23、第二出线三通连接部33密封固定连接,下金属罐体的两端则对应地与第三进线三通连接部24、第三出线三通连接部34密封固定连接。金属罐体内的非线性电阻器与进线管路20和出线管路30内部的导电杆导电连接,以使得非线性电阻器与断路器开断装置1并联布置。本实施例中,金属罐体作为电阻结构2的外壳,较敞开瓷外套或复合外套不需要考虑污秽等级要求,且利于罐体内外的热量交换。

[0057] 上述金属罐体横向布置,以使得电阻结构2横向布置并位于断路器开断装置1上方。上述非线性电阻器包括呈三角形分布的三个电阻片柱200,各电阻片柱200分别包括多个依次串联布置的电阻片203,在非线性电阻器的两端分别设置端部绝缘片202,两端的端部绝缘片202由绝缘拉杆204施加紧固作用力,以将各电阻片柱200的电阻片203压紧,另外,在绝缘拉杆204上于两端部绝缘片202之间设有中间绝缘片205,中间绝缘片上设有支撑穿孔。供各个电阻片柱分别穿过,形成对各电阻片柱的支撑,提高电阻片柱的稳定性,保证电阻片之间的可靠接触。

[0058] 实际上,三个电阻片柱的端部分别穿出端部绝缘片,并通过过渡法兰并联在一起,然后听过穿过相应绝缘盆子的导电杆与相应进线管路、出线管路中的导电杆导电连接。

[0059] 在本实施例中,断路器开断装置1、金属罐体及金属封闭管母结构内充装绝缘气体,以使得整个直流转换开关形成气体绝缘金属封闭式直流转换开关,可有效应对海上的复杂环境。

[0060] 为提高安全性,断路器开断装置、金属罐体及金属封闭管母结构的连接处分别设置封隔绝缘盆子,用于将断路器开断装置、金属罐体及金属封闭管母结构的腔体分隔开,对应的,断路器开断装置、金属罐体及金属封闭管母结构会分别设置相应的气口,以实现充放气操作。由于各个腔体相互隔开,避免相互之间出现干扰,有效提高安全性。

[0061] 当将本实施例所提供的直流转换开关应用在现场上时,可将断路器开断装置1、电容器12以及相应的管路均在厂家制作完成,将其转运到海上后,将断路器开断装置1和电容器12对应固定安装在相应基座14上,并将相应的进线管路20和出线管路30固定安装在断路器开关装置上,将电阻结构2对应固定安装在进线管路20和出线管路30之间,并将进线引出管路9连接在进线管路20和电容器12之间,将出线引出管路8连接在出线管路30和电容器12之间,进而将电容器12、非线性电阻与断路器开断装置1并联布置。

[0062] 在正常工作时,电流由高压进线6流入,经断路器开断装置1,经低压出线7流出,此时的电阻结构2和电容器12处于短路状态。

[0063] 在电力系统出现异常,需要开断电流或切换运行方式时,断路器开断装置1分闸,利用电弧的不稳定性和负电阻特性产生自激振荡电流,在断路器开断装置1中电弧和电容器12的共同作用下,使电流起振,迫使电流过零点以开断电路。当电容器12两端电压上升到并联的非线性电阻器的额定电压时,非线性电阻器导通。

[0064] 本实施例所提供的直流转换开关中,通过金属罐体、金属封闭管母结构使得整个

直流转换开关转变为气体绝缘金属封闭式直流转换开关,集成化程度高,而且,由于导电部件均由外部的金属壳体保护,有效降低了外部环境的影响,不受海上外部的重盐污、高湿度、高温环境的影响,适于满足复杂环境的使用要求,运维方便,占地面积小。由于电容器和断路器开断装置均直接固定在基座上,重心低抗震性好。

[0065] 本发明所提供的适用于海上风电的直流转换开关的具体实施例2:

[0066] 其与实施例1的区别主要在于:实施例1中,断路器开断装置、电容器以及相应的管路均是在厂家制作完成,将其转运到海上后再进行组装。在本实施例中,可在厂家直接制作基座,该基座用于固定安装在相应基础上,上述的断路器开断装置和电容器均固定安装在所述基座上,进而可在厂家直接将直流转换开关组装完成。该实施例中的组装方式适于应用于小电压等级、小尺寸的直流转换开关。

[0067] 本发明所提供的适用于海上风电的直流转换开关的具体实施例3:

[0068] 其与实施例1的区别主要在于:实施例1中,进线管路和出线管路均沿竖向延伸,电阻结构位于断路器开断装置上,安装方便。在本实施例中,使进线管路和出线管路的部分管路水平布置,此时,电阻结构可位于断路器开断装置水平旁侧,这种装配结构下,整个直流转换开关的中心较低,抗震性能更好。

[0069] 本发明所提供的适用于海上风电的直流转换开关的具体实施例4:

[0070] 其与实施例1的区别主要在于:实施例1中,在断路器开断装置横向延伸方向上,电容器位于断路器开断装置的一侧。在本实施例中,将断路器开断装置的横向延伸方向定义为左右方向,电容器位于断路器开断装置的前后方向的旁侧,以满足不同使用环境的要求。

[0071] 本发明所提供的适用于海上风电的直流转换开关的具体实施例5:

[0072] 其与实施例1的区别主要在于:实施例1中,断路器开断装置卧式布置,相对应的电阻结构也横向布置,使得整个直流转换开关重心较低。在本实施例中,也可使断路器开断装置立式布置,相应的,电阻结构也立式布置,这样一来,水平占地面积会减小。

[0073] 本发明所提供的适用于海上风电的直流转换开关的具体实施例6:

[0074] 其与实施例1的区别主要在于:实施例1中,断路器开断装置、金属罐体及金属封闭管母结构的连接处分别设置封绝缘盆子,用于将断路器开断装置、金属罐体及金属封闭管母结构的腔体分隔开,在保证相互导电连接的情况下,实现气体分隔。在本实施例中,可使断路器开断装置、金属罐体及金属封闭管母结构的腔体相互连通,过渡连接处设置的绝缘盆子可配合通气孔,只需在端部位置处密封装配绝缘盆子即可,此时,可仅设置一处充气口,即可实现全部设备的互通充气。

[0075] 上述实施例中,将直流转换开关由敞开式分立模块,转变为气体绝缘金属封闭式,不仅可以实现直流转换开关封闭式紧凑结构设计,可大大降低直流设备体积,提升直流设备耐腐蚀性,而且可有效降低换流站的建设及运维成本,拓宽直流开关设备应用范围,在海上风电等领域具有极大优势。

[0076] 最后需要说明的是,以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行不需付出创造性劳动的修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

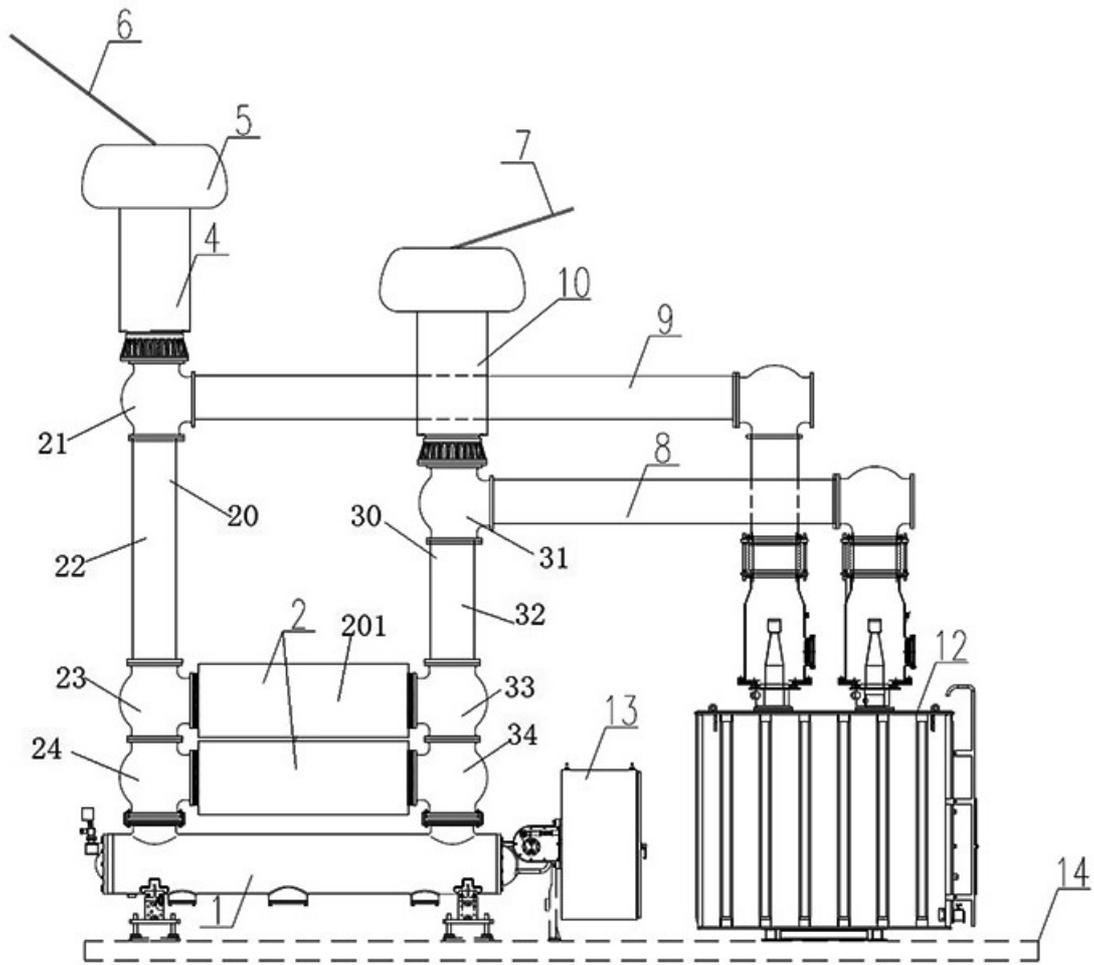


图 1

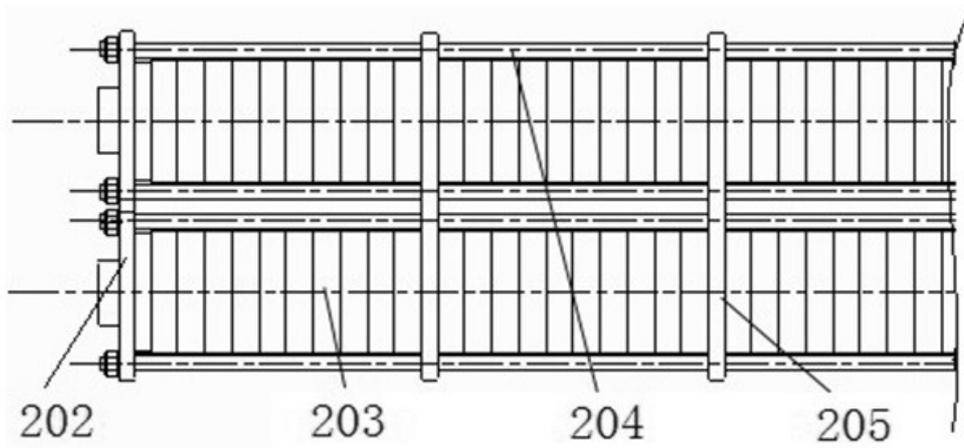


图 2

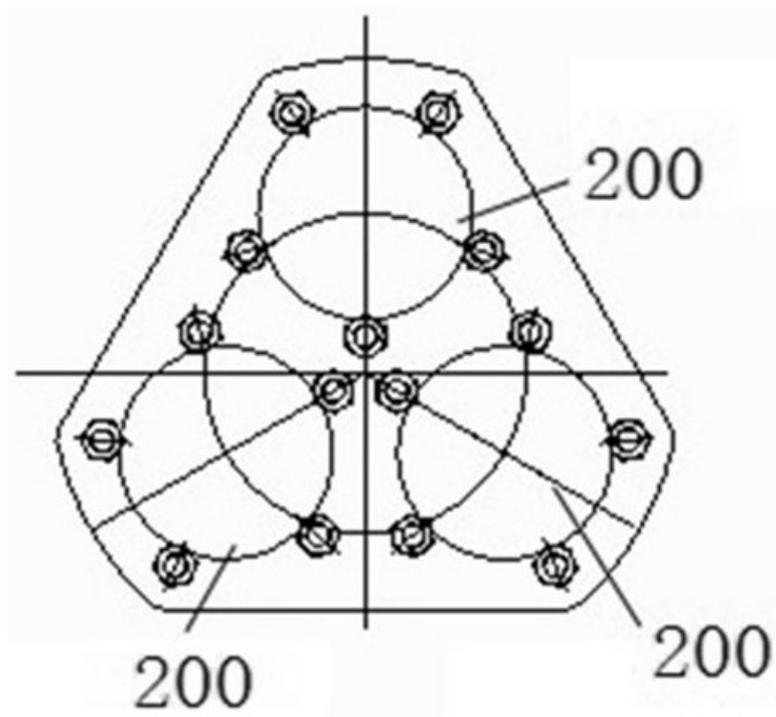


图 3