(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2022 年 5 月 5 日 (05.05.2022)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2022/088739 A1

(51) 国际专利分类号:
H02J 1/08 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/104274

(22) 国际申请日: 2021 年 7 月 2 日 (02.07.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202011155652.4 2020年10月26日 (26.10.2020) CN

(71) 申请人: 国网江苏省电力有限公司电力科学研究院 (**STATE GRID JIANGSU ELECTRIC POWER COMPANY RESEARCH INSTITUTE.**) [CN/CN]; 中国江苏省南京市江宁区帕威尔路1号, Jiangsu 211103 (CN)。 江苏省电力试验研究院有限公司 (**JIANGSU ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国江苏省南京市江宁区帕威尔路1号, Jiangsu 211103 (CN)。

(72) 发明人: 孙天奎 (**SUN, Tiankui**); 中国江苏省南京市江宁区帕威尔路1号, Jiangsu 211103 (CN)。 肖小龙 (**XIAO, Xiaolong**); 中国江苏省南京市江宁区帕威尔路1号, Jiangsu 211103 (CN)。 史明明 (**SHI, Mingming**); 中国江苏省南京市江宁区帕威尔路1号, Jiangsu 211103 (CN)。 杨景刚 (**YANG, Jinggang**); 中国江苏省南京市江宁区帕威尔路1号, Jiangsu 211103 (CN)。 庄舒仪 (**ZHUANG, Shuyi**); 中国江苏省南京市江宁区帕威尔路1号, Jiangsu 211103 (CN)。 刘利国 (**LIU, Liguo**); 中国江苏省南京市江宁区帕威尔路1号, Jiangsu 211103 (CN)。 黄奇峰 (**HUANG, Qifeng**); 中国江苏省南京市江宁区帕威尔路1号, Jiangsu 211103 (CN)。 苏伟 (**SU, Wei**); 中国江苏省南京市江宁区帕威尔路1号, Jiangsu 211103 (CN)。 袁宇波 (**YUAN, Yubo**); 中国江苏省南京市江宁区帕威尔路1号, Jiangsu 211103 (CN)。 袁晓冬 (**YUAN, Xiaodong**); 中国江苏省南京市江宁区帕威尔路1号, Jiangsu 211103 (CN)。 高磊 (**GAO, Lei**); 中国江苏省南京市江宁区帕威尔路1号, Jiangsu 211103 (CN)。 刘建 (**LIU, Jian**); 中国江苏省南京市江宁区帕威尔路1号, Jiangsu 211103 (CN)。 陈舒 (**CHEN, Shu**); 中国江苏省南京市江宁区帕威尔路1号, Jiangsu 211103 (CN)。

(54) **Title:** SWITCHING CIRCUIT AND CIRCUIT SWITCHING APPARATUS FOR LOW-VOLTAGE BIPOLAR POWER SUPPLY SYSTEM, AND CONTROL METHOD

(54) 发明名称: 用于低压双极供电系统的切换电路、换路装置及控制方法

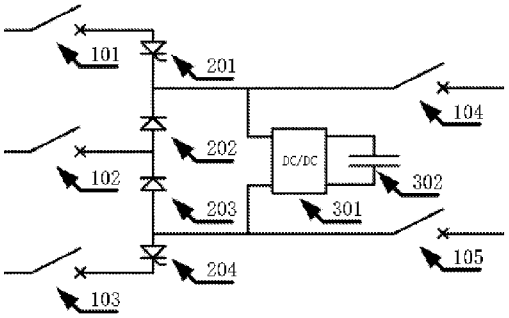


图 1

(57) **Abstract:** Disclosed are a switching circuit and circuit switching apparatus for a low-voltage bipolar power supply system, and a control method. The circuit comprises a grid-side positive pole direct-current switch, a grid-side neutral line direct-current switch, a grid-side negative pole direct-current switch, a load-side positive pole direct-current switch, a load-side negative pole direct-current switch, a positive pole thyristor, a neutral line positive diode, a negative pole thyristor, a neutral line negative diode, a voltage stability control apparatus and a super capacitor. By means of the circuit switching apparatus provided in the present invention, a low-voltage direct-current bipolar power supply system supplies power to a high-reliability load; when an electrode connected to the load in the low-voltage bipolar power supply system fails and loses power, the circuit switching apparatus provided in the present invention can switch the load to the other pole for power supply; the circuit switching apparatus provided in the present invention uses thyristors to control circuit switching, such that there is no direct-current electric arc during the circuit switching process; and the circuit switching apparatus provided in the present invention uses a non-isolated structure, such that the cost of the apparatus can be effectively reduced.

WO 2022/088739 A1

[见续页]

(74) 代理人：苏州市中南伟业知识产权代理事务所（普通合伙）(CENTRAL SOUTH WELL INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE.)；中国江苏省常州市新北区常发广场写字楼2706室, Jiangsu 213000 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家保护)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明：
— 关于发明人身份(细则4.17(i))

本国际公布：
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：本发明公开了用于低压双极供电系统的切换电路、换路装置及控制方法，包括网侧正极直流开关、网侧中线直流开关、网侧负极直流开关、负载侧正极直流开关、负载侧负极直流开关、正极晶闸管、中线正向二极管、负极晶闸管、中线负向二极管、电压稳定控制装置以及超级电容。本发明所提换路装置实现低压直流双极供电系统为高可靠负载供电；当低压双极供电系统中负载所连接的电极发生故障失电时，本发明所提换路装置可以将负载切换至另一极供电；本发明所提换路装置采用晶闸管控制换路，换路过程不存在直流电弧；本发明所提换路装置采用的非隔离结构，能够有效地降低装置成本。

用于低压双极供电系统的切换电路、换路装置及控制方法

技术领域

本发明属于的是直流开关领域，涉及用于低压双极供电系统的切换电路、换路装置及控制方法。

背景技术

随着分布式新能源大规模的接入，传统配电系统的特性被逐步改变，分布式电源需要经过 AC/DC 变换接入交流配电网，极大的影响了分布式能源在传统交流配电网的本地综合消纳效率，使用直流配电系统不但可以解决分布式能源的高效率接入，而且可以提升直流负荷的用电效率，进一步地提升配电系统的综合效率。

对于低压双极直流供电系统为重要负荷供电场景中，正极和负极两个独立的供电通路互为备用，在一个供电通路发生故障的时候需要快速切换到另一个通路，因此需要一个快速换路装置实现正极供电通路和负极供电通路间的快速切换。

发明内容

本发明旨在提供一个快速换路装置实现正极供电通路和负极供电通路间的快速切换。为实现上述技术目的，本发明采用了以下技术方案。

第一方面，本发明提供一种用于低压双极供电系统的切换电路，包括：网侧正极直流开关 101、网侧中线直流开关 102、网侧

负极直流开关 103、负载侧正极直流开关 104、负载侧负极直流开关 105、正极晶闸管 201、中线正向二极管 202、负极晶闸管 204、中线负向二极管 203、电压稳定控制装置 301 以及超级电容 302；所述网侧正极直流开关 101 的一端能够被配置为连接双极供电系统的正极，所述网侧正极直流开关 101 的另一端连接正极晶闸管 201 的正极；所述网侧中线直流开关 102 的一端能够被配置为连接双极供电系统的中线，所述网侧中线直流开关 102 的另一端连接中线正向二极管(202)的正极和中线负向二极管(203)的负极；所述网侧负极直流开关 103 的一端能够被配置为连接双极供电系统的负极，网侧负极直流开关 103 的另一端与负极晶闸管 204 的负极相连；正极晶闸管 201 的负极、中线正向二极管(202)的负极、电压稳定控制装置 301 的母线侧正极和负载侧正极直流开关 104 的一端相连；所述负载侧正极直流开关 104 的另一端能够被配置为连接负载的正极；负极晶闸管 204 的正极、中线负向二极管(203)的正极、电压稳定控制装置 301 的母线侧负极以及负载侧负极直流开关 105 的一端相连，所述负载侧负极直流开关 105 的另一端能够被配置为连接负载的负极；

所述正极晶闸管 201 和所述负极晶闸管 204 的控制端能够接收控制其打开或闭合的控制信号；所述电压稳定控制装置 301 的电容侧正负极分别与超级电容 302 正负极相连。

第二方面，本发明提供一种用于低压双极供电系统的切换电路的控制方法，所述切换电路采用如以上技术方案所提供的一种

用于低压双极供电系统的切换电路，所述网侧正极直流开关 101 的正极被配置为连接双极供电系统的正极，所述网侧中线直流开关 102 的正极被配置为连接双极供电系统的中线，所述网侧负极直流开关 103 的正极被配置为连接双极供电系统的负极，所述负载侧正极直流开关 104 被配置为连接负载的正极，所述负载侧负极直流开关 105 被配置为连接负载的负极；

所述控制方法包括：正常情况向下，所述网侧正极直流开关 101、网侧中线直流开关 102、网侧负极直流开关 103、负载侧正极直流开关 104 和负载侧负极直流开关 105 被配置为闭合状态；

若所述低压双极供电系统采用正极供电，则将正极晶闸管 201 配置为打开状态，负极晶闸管 204 配置为关断状态；若所述低压双极供电系统采负极供电，则将正极晶闸管 201 配置为关断状态，负极晶闸管 204 配置为打开状态；

若检测到负载正负极间电压下降到设定阈值以下，则分别输出控制信号至第一晶闸和负极晶闸管 204 的控制端，控制所述第一晶闸和负极晶闸管 204 同时改变状态，实现电路的切换。

第三方面，本发明提供一种用于低压双极供电系统的换路装置，包括：网侧正极端子 501、网侧中线端子 502、网侧负极端子 503、负载侧正极端子 504、负载侧负极端子 505、网侧正极直流开关 101、网侧中线直流开关 102、网侧负极直流开关 103、负载侧正极直流开关 104、负载侧负极直流开关 105、正极晶闸管 201、负极晶闸管 204、中线正向二极管 202、中线负向二极管 203、电

压稳定控制装置 301 和超级电容 302；

其中网侧正极端子 501 与网侧正极直流开关 101 的一端相连，网侧正极直流开关 101 的另一端与正极晶闸管 201 的正极相连；网侧负极端子 503 与网侧负极直流开关 103 的一端相连，网侧负极直流开关 103 的另一端与负极晶闸管 204 的负极相连；网侧中线端子 502 与网侧中线直流开关 102 的一端相连，网侧正极直流开关 102 的另一端与中线正向二极管 202 的正极和中线负向二极管 203 的负极相连；正极晶闸管 201 的负极、中线正向二极管 202 的负极、电压稳定控制装置 301 的母线侧正极端子和负载侧正极直流开关 104 的一端相连；负载侧正极直流开关 104 的另一端与负载侧正极端子 504 相连；负极晶闸管 204 的正极、中线负向二极管 203 的正极、电压稳定控制装置 301 的母线侧负极端子与负载侧负极直流开关相连 105 的一端相连；负载侧负极直流开关相连 105 的另一端和负载侧负极端子 505 相连；电压稳定控制装置 301 的电容侧正负极分别与超级电容 302 的正负极相连。

第四方面，本发明提供一种用于低压双极供电系统的换路装置的控制方法，所述换路装置采用如以上技术方案提供的用于低压双极供电系统的换路装置，网侧正极端子 501、网侧中线端子 502、网侧负极端子 503 分别与双极供电系统的正极、中线和负极相连，装置的负载侧正极端子 504、负载侧负极端子 505 分别与负载的正极和负极相连；所述控制方法包括：正常工况下，所述网侧正极直流开关 101、网侧中线直流开关 102、网侧负极直流开关

103、负载侧正极直流开关 104 和负载侧负极直流开关 105 均被配置为闭合状态；若所述低压双极供电系统采用正极供电，则将正极晶闸管 201 配置为打开状态，负极晶闸管 204 配置为关断状态；若所述低压双极供电系统采负极供电，则将正极晶闸管 201 配置为关断状态，负极晶闸管 204 配置为打开状态；

若检测到负载正负极间电压下降到设定阈值以下，则分别输出控制信号至正极晶闸管 201 和负极晶闸管 204 的控制端，控制所述正极晶闸管 201 和负极晶闸管 204 同时改变状态，实现电路的切换。

本发明所取得的有益技术效果：1 本发明所提换路装置实现低压直流双极供电系统为高可靠负载供电；2 当低压双极供电系统中负载所连接的电极发生故障失电时，本发明所提换路装置可以将负载切换至另一极供电；3 本发明所提换路装置采用晶闸管控制换路，换路过程不存在直流电弧；4 本发明所提换路装置采用的非隔离结构，能够有效地降低装置成本。

附图说明

图 1 为本发明具体实施例提供的切换电路示意图；

图 2 为本发明具体实施例提供的装置电气拓扑结构示意图。

具体实施方式

下面结合说明书附图和具体实施例对本发明做进一步说明。

实施例一、一种用于低压双极供电系统的切换电路，如图 1 所示，包括：网侧正极直流开关 101、网侧中线直流开关 102、网

侧负极直流开关 103、负载侧正极直流开关 104、负载侧负极直流开关 105、正极晶闸管 201、中线正向二极管 202、负极晶闸管 204、中线负向二极管 203、电压稳定控制装置 301 以及超级电容 302；所述网侧正极直流开关 101 的一端能够被配置为连接双极供电系统的正极，所述网侧正极直流开关 101 的另一端连接正极晶闸管 201 的正极；所述网侧中线直流开关 102 的一端能够被配置为连接双极供电系统的中线，所述网侧中线直流开关 102 的另一端连接中线正向二极管(202)的正极和中线负向二极管(203)的负极；所述网侧负极直流开关 103 的一端能够被配置为连接双极供电系统的负极，网侧负极直流开关 103 的另一端与负极晶闸管 204 的负极相连；

正极晶闸管 201 的负极、中线正向二极管(202)的负极、电压稳定控制装置 301 的母线侧正极和负载侧正极直流开关 104 的一端相连；所述负载侧正极直流开关 104 的另一端能够被配置为连接负载的正极；负极晶闸管 204 的正极、中线负向二极管(203)的正极、电压稳定控制装置 301 的母线侧负极以及负载侧负极直流开关 105 的一端相连，所述负载侧负极直流开关 105 的另一端能够被配置为连接负载的负极；所述正极晶闸管 201 和所述负极晶闸管 204 的控制端能够接收控制其打开或闭合的控制信号；所述电压稳定控制装置 301 的电容侧正负极分别与超级电容 302 正负极相连。

在图 1 所示的切换电路实际使用时，双极供电系统的中线可以接地，也可以不接地；负载的接地形式为浮地。

进一步地，可选的，所述网侧正极直流开关 101、网侧中线直流开关 102、网侧负极直流开关 103 为三个分立的直流开关装置，或者是一个三通道直流开关装置。

采用如图 1 所示的一种用于低压双极供电系统的切换电路，相应的，该切换电路的控制方法包括：所述网侧正极直流开关 101 的正极被配置为连接双极供电系统的正极，所述网侧中线直流开关 102 的正极被配置为连接双极供电系统的中线，所述网侧负极直流开关 103 的正极被配置为连接双极供电系统的负极，所述负载侧正极直流开关 104 被配置为连接负载的正极，所述负载侧负极直流开关 105 被配置为连接负载的负极；

所述控制方法包括：正常情况向下，所述网侧正极直流开关 101、网侧中线直流开关 102、网侧负极直流开关 103、负载侧正极直流开关 104 和负载侧负极直流开关 105 被配置为闭合状态；双极供电系统在装置处的正极对中线电压为 U1，中线对负极电压为 U2，负载正负极间电压为 U3。

若所述低压双极供电系统采用正极供电，则将正极晶闸管配置 201 为打开状态，负极晶闸管 204 配置为关断状态。正极通路通过网侧正极直流开关 101、正极晶闸管 201、负载侧正极直流开关 104、负载、负载侧负极直流开关 105、中线负向二极管 203、网侧中线直流开关 102 和中线连接的通路向负载供电，U1 与 U3 相近。当双极供电系统的电网侧正极对中线短路时，U1 迅速下降，与之相随的 U3 也迅速下降。当 U3 低于设定值 U4 时，电压稳定

控制装置 301 将超级电容 302 上储存的能量向负载以恒定电压 U4 向负载短时供电，供电时间为 T1；同时，关断正极晶闸管 201，打开负极晶闸管 204。双极供电系统转为由负极通路通过网侧正极直流开关 102、中线正向二极管 202、负载侧正极直流开关 104、负载、负载侧负极直流开关 105、负极晶闸管 204、网侧负极直流开关 103 以及中线连接的通路向负载供电。

若所述低压双极供电系统采负极供电，则将正极晶闸管配置为关断状态，负极晶闸管配置为打开状态。同样的，当负极通路通过网侧中线直流开关 102、中线正向二极管 202、负载侧正极直流开关 104、负载、负载侧负极直流开关 105、负极晶闸管 204、网侧负极直流开关 103 以及负极连接的通路向负载供电。U2 与 U3 相近。当电网侧负极对中线短路时，U2 迅速下降，与之相随的 U3 也迅速下降。当 U3 低于设定值 U4 时，电压稳定控制装置 301 将超级电容 302 上储存的能量向负载以恒定电压 U4 向负载短时供电，供电时间为 T1；同时，关断负极晶闸管 204，打开正极晶闸管 201。双极供电系统转为由正极通路通过网侧正极直流开关 101、正极晶闸管 201、负载侧正极直流开关 104、负载、负载侧负极直流开关 105、中线负向二极管 203、网侧中线直流开关 102 向负载供电。装置换路过程中，U4 低于 U3 且 U4 和 U3 间的差值宜设定为 U3 的 5%；T1 由晶闸管动作时间决定，正极晶闸管 201 和负极晶闸管 202 的导通时间和关断周期分别为 T2 和 T3，T1 设定宜大于 2*T2+T3。

需要说明的是，采用现有技术能够检测负载正负极间电压U3，在本申请中不再详细说明。

实施例三、一种用于低压双极供电系统的换路装置，其装置拓扑结构示意图如图 2 所示。图 2 中虚线框内为本发明提出的装置的电气拓扑，装置由网侧正极端子 501、网侧中线端子 502、网侧负极端子 503、负载侧正极端子 504、负载侧负极端子 505、网侧正极直流开关 101、网侧中线直流开关 102、网侧负极直流开关 103、负载侧正极直流开关 104、负载侧负极直流开关 105、正极晶闸管 201、负极晶闸管 204、中线正向二极管 202、中线负向二极管 203、电压稳定控制装置 301、超级电容 302 构成。

其中网侧正极直流开关 101、网侧中线直流开关 102、网侧负极直流开关 103 可以为三个分立的直流开关装置，也可以是一个三通道直流开关装置；负载侧正极直流开关 104、负载侧负极直流开关 105 可以为两个个分立的直流开关装置，也可以是一个三通道直流开关装置。

如图 2 所示，网侧正极端子 501 与网侧正极直流开关 101 的一端相连，网侧正极直流开关 101 的另一端与正极晶闸管 201 的正极相连；网侧负极端子 503 与网侧负极直流开关 103 的一端相连，网侧负极直流开关 103 的另一端与负极晶闸管 204 的负极相连；网侧中线端子 502 与网侧中线直流开关 102 的一端相连，网侧正极直流开关 102 的另一端与中线正向二极管 202 的正极和中线负向二极管 203 的负极相连；正极晶闸管 201 的负极、中线正

向二极管 202 的负极、电压稳定控制装置 301 的母线侧正极端子和负载侧正极直流开关 104 的一端相连；负载侧正极直流开关 104 的另一端与负载侧正极端子 504 相连；负极晶闸管 204 的正极、中线负向二极管 203 的正极、电压稳定控制装置 301 的母线侧负极端子与负载侧负极直流开关相连 105 的一端相连；负载侧负极直流开关相连 105 的另一端和负载侧负极端子 505 相连；电压稳定控制装置 301 的电容侧正负极分别与超级电容 302 的正负极相连。

本发明所提装置的网侧正极端子 501、网侧中线端子 502、网侧负极端子 503 分别与双极供电系统的正极、中线、负极相连，双极供电系统的中线可以接地，也可以不接地；装置的负载侧正极端子 504、负载侧负极端子 505 分别与负载的正极、负极相连，负载的接地形式必须为浮地。

实施例四、采用如图 2 所示的换路装置，该环路装置的控制方法如下：网侧正极端子 501、网侧中线端子 502、网侧负极端子 503 分别与双极供电系统的正极、中线和负极相连，装置的负载侧正极端子 504、负载侧负极端子 505 分别与负载的正极和负极相连；

正常工况下，网侧正极直流开关 101、网侧中线直流开关 102、网侧负极直流开关 103、负载侧正极直流开关 104、负载侧负极直流开关 105 均为闭合状态。若所述低压双极供电系统采用正极供电，则将正极晶闸管 201 配置为打开状态，负极晶闸管 204 配置

为关断状态；若所述低压双极供电系统采负极供电，则将正极晶闸管 201 配置为关断状态，负极晶闸管 204 配置为打开状态；

双极供电系统在装置处的正极对中线电压为 U1，中线对负极电压为 U2，负载正负极间电压为 U3。

当正极通路通过网侧正极端子 501、网侧正极直流开关 101、正极晶闸管 201、负载侧正极直流开关 104、负载侧正极端子 504 以及负载侧负极端子 505、负载侧负极直流开关 105、中线负向二极管 203、网侧中线直流开关 102、网侧中线端子 502 向负载供电，U1 与 U3 相近。当电网侧正极对中线短路时，U1 迅速下降，与之相随的 U3 也迅速下降。当 U3 低于设定值 U4 时，电压稳定控制装置 301 将超级电容 302 上储存的能量向负载以恒定电压 U4 向负载短时供电，供电时间为 T1；同时，关断正极晶闸管 201，打开负极晶闸管 204。双极供电系统转为由负极通路通过网侧中线端子 502、网侧中线直流开关 102、中线正向二极管 202、负载侧正极直流开关 104、负载侧正极端子 504 以及负载侧负极端子 505、负载侧负极直流开关 105、负极晶闸管 204、网侧负极直流开关 103、网侧负极端子 503 向负载供电。

同样的，当负极通路通过网侧中线端子 502、网侧中线直流开关 102、中线正向二极管 202、负载侧正极直流开关 104、负载侧正极端子 504 以及负载侧负极端子 505、负载侧负极直流开关 105、负极晶闸管 204、网侧负极直流开关 103、网侧负极端子 503 向负载供电。U2 与 U3 相近。当电网侧负极对中线短路时，U2 迅速下

降，与之相随的 U3 也迅速下降。当 U3 低于设定值 U4 时，电压稳定控制装置 301 将超级电容 302 上储存的能量向负载以恒定电压 U4 向负载短时供电，供电时间为 T1；同时，关断负极晶闸管 204，打开正极晶闸管 201。双极供电系统转为由正极通路通过网侧正极端子 501、网侧正极直流开关 101、正极晶闸管 201、负载侧正极直流开关 104、负载侧正极端子 504 以及负载侧负极端子 505、负载侧负极直流开关 105、中线负向二极管 203、网侧中线直流开关 102、网侧中线端子 502 向负载供电。

装置换路过程中，U4 低于 U3 且 U4 和 U3 间的差值宜设定为 U3 的 5%；T1 由晶闸管动作时间决定，正极晶闸管 201 和负极晶闸管 202 的导通时间和关断周期分别为 T2 和 T3，T1 设定宜大于 2*T2+T3。

需要说明的是，采用现有技术能够检测负载正负极间电压 U3，在本申请中不再详细说明。

装置检修时，网侧正极直流开关 101、网侧中线直流开关 102、网侧负极直流开关 103、负载侧正极直流开关 104、负载侧负极直流开关 105 均为开断状态。

本实施例中额定电压 375V、阻值为 370ohm 的电阻负载通过本发明所提出的换路装置接入额定电压为±375V 的双极供电系统中，双极供电系统的中线在源侧接地，源侧到本发明提出装置网侧端子的线路等效电阻为 3ohm，装置的中线正负向二极管的正向导通压降约为 1.2V，正负极晶闸管的正向导通压降约为 1.7V。

双极供电系统的正极、中线、负极分别接入到本发明提出装置的网侧正极端子 501、网侧中线端子 502、网侧负极端子 503；负载的正极和负极接线分别接入本发明所提装置的负载侧正极端子 504 和负载侧负极端子 505。设定 U4=350V，T1=5ms。

网侧正极直流开关 101、网侧中线直流开关 102、网侧负极直流开关 103、负载侧正极直流开关 104、负载侧负极直流开关 105 均为闭合状态。

本发明所提装置设置正极通路优先供电，双极供电系统正常状态下，本发明所提装置通过网侧正极端子 501、网侧正极直流开关 101、正极晶闸管 201、负载侧正极直流开关 104、负载侧正极端子 504 以及负载侧负极端子 505、负载侧负极直流开关 105、中线负向二极管 203、网侧中线直流开关 102、网侧中线端子 502 向负载提供额定电压为 375V 的低压直流电。当双极系统正极发生故障闭锁，正极电压下降到 350V 以下，电压稳定控制装置 301 将超级电容 302 上储存的能量向负载以恒定 375V 向负载供电，此时关断正极晶闸管 201，并导通负极晶闸管 204。装置通过网侧中线端子 502、网侧中线直流开关 102、中线正向二极管 202、负载侧正极直流开关 104、负载侧正极端子 504 以及负载侧负极端子 505、负载侧负极直流开关 105、负极晶闸管 204、网侧负极直流开关 103、网侧负极端子 503 向负载提供额定电压为 375V 的低压直流电。

本发明是为了解决低压双极供电系统为重要负载高可靠供电

中，正极和负极供电通路间快速换路，实现双极供电系统为单极供电负荷高可靠供电。本发明所提换路装置实现低压直流双极供电系统为高可靠负载供电；当低压双极供电系统中负载所连接的电极发生故障失电时，本发明所提换路装置可以将负载切换至另一极供电；本发明所提换路装置采用晶闸管控制换路，换路过程不存在直流电弧；本发明所提换路装置采用的非隔离结构，能够有效地降低装置成本。

以上实例包括示例性的步骤，但是这些步骤不必要按照所示的顺序执行。根据所公开的实施例的精神和范围，步骤可被酌情添加、取代、改变顺序和 / 或删除。

以上已以较佳实施例公布了本发明，然其并非用以限制本发明，凡采取等同替换或等效变换的方案所获得的技术方案，均落在本发明的保护范围内。

权 利 要 求 书

1.一种用于低压双极供电系统的切换电路，其特征在于，包括：网侧正极直流开关（101）、网侧中线直流开关（102）、网侧负极直流开关（103）、负载侧正极直流开关（104）、负载侧负极直流开关（105）、正极晶闸管（201）、中线正向二极管（202）、负极晶闸管（204）、中线负向二极管（203）、电压稳定控制装置（301）以及超级电容（302）；所述网侧正极直流开关（101）的一端能够被配置为连接双极供电系统的正极，所述网侧正极直流开关（101）的另一端连接正极晶闸管（201）的正极；所述网侧中线直流开关（102）的一端能够被配置为连接双极供电系统的中线，所述网侧中线直流开关（102）的另一端连接中线正向二极管(202)的正极和中线负向二极管(203)的负极；所述网侧负极直流开关（103）的一端能够被配置为连接双极供电系统的负极，网侧负极直流开关（103）的另一端与负极晶闸管（204）的负极相连；

正极晶闸管（201）的负极、中线正向二极管(202)的负极、电压稳定控制装置（301）的母线侧正极和负载侧正极直流开关（104）的一端相连；所述负载侧正极直流开关（104）的另一端能够被配置为连接负载的正极；负极晶闸管（204）的正极、中线负向二极管(203)的正极、电压稳定控制装置（301）的母线侧负极以及负载侧负极直流开关（105）的一端相连，所述负载侧负极直流开关（105）的另一端能够被配置为连接负载的负极；

所述正极晶闸管（201）和所述负极晶闸管（204）的控制端能够

接收控制其打开或闭合的控制信号；所述电压稳定控制装置（301）的电容侧正负极分别与超级电容（302）正负极相连。

2.一种用于低压双极供电系统的切换电路的控制方法，其特征在于，所述切换电路采用如权利要求 1 所述的一种用于低压双极供电系统的切换电路，所述网侧正极直流开关（101）的一端被配置为连接双极供电系统的正极，所述网侧中线直流开关（102）的的一端被配置为连接双极供电系统的中线，所述网侧负极直流开关（103）的一端被配置为连接双极供电系统的负极，所述负载侧正极直流开关（104）的一端被配置为连接负载的正极，所述负载侧负极直流开关（105）的一端被配置为连接负载的负极；

所述控制方法包括：正常情况向下，所述网侧正极直流开关（101）、网侧中线直流开关（102）、网侧负极直流开关（103）、负载侧正极直流开关（104）和负载侧负极直流开关（105）被配置为闭合状态；

若所述低压双极供电系统采用正极供电，则将正极晶闸管（201）配置为打开状态，负极晶闸管（204）配置为关断状态；若所述低压双极供电系统采负极供电，则将正极晶闸管（201）配置为关断状态，负极晶闸管（204）配置为打开状态；

若检测到负载正负极间电压下降到设定阈值以下，则分别输出控制信号至正极晶闸管（201）和负极晶闸管（204）的控制端，控制所述正极晶闸管（201）和负极晶闸管（204）同时改变状态，

实现电路的切换。

3.如权利要求 2 所述的一种用于低压双极供电系统的切换电路的控制方法，其特征在于，双极供电系统的中线接地或者不接地；负载的接地形式为浮地。

4. 如权利要求 1 所述的一种用于低压双极供电系统的切换电路的控制方法，所述网侧正极直流开关（101）、网侧中线直流开关（102）、网侧负极直流开关（103）为三个分立的直流开关装置，或者是一个三通道直流开关装置。

5.一种用于低压双极供电系统的换路装置，其特征在于，包括：网侧正极端子（501）、网侧中线端子（502）、网侧负极端子（503）、负载侧正极端子（504）、负载侧负极端子（505）、网侧正极直流开关（101）、网侧中线直流开关（102）、网侧负极直流开关（103）、负载侧正极直流开关（104）、负载侧负极直流开关（105）、正极晶闸管（201）、负极晶闸管（204）、中线正向二极管（202）、中线负向二极管（203）、电压稳定控制装置（301）和超级电容（302）；其中网侧正极端子（501）与网侧正极直流开关（101）的一端相连，网侧正极直流开关（101）的另一端与正极晶闸管（201）的正极相连；网侧负极端子（503）与网侧负极直流开关（103）的一端相连，网侧负极直流开关（103）的另一端与负极晶闸管（204）的负极相连；网侧中线端子（502）与网侧中线直流开关（102）的一端相连，网侧正极直流开关（102）的另一端与中线正向二极

管（202）的正极和中线负向二极管（203）的负极相连；正极晶闸管（201）的负极、中线正向二极管（202）的负极、电压稳定控制装置（301）的母线侧正极端子和负载侧正极直流开关（104）的一端相连；负载侧正极直流开关（104）的另一端与负载侧正极端子（504）相连；负极晶闸管（204）的正极、中线负向二极管（203）的正极、电压稳定控制装置（301）的母线侧负极端子与负载侧负极直流开关相连（105）的一端相连；负载侧负极直流开关相连（105）的另一端和负载侧负极端子（505）相连；电压稳定控制装置（301）的电容侧正负极分别与超级电容（302）的正负极相连。

6.根据权利要求 5 所述的一种用于低压双极供电系统的换路装置，其特征在于，所述网侧正极直流开关（101）、网侧中线直流开关（102）、网侧负极直流开关（103）为三个分立的直流开关装置，或者是一个三通道直流开关装置。

7.根据权利要求 5 所述的一种用于低压双极供电系统的换路装置，其特征在于，所述负载侧正极直流开关（104）和负载侧负极直流开关（105）为两个个分立的直流开关装置，或者是一个三通道直流开关装置。

8.一种用于低压双极供电系统的换路装置的控制方法，其特征在于：所述换路装置采用如权利要求 4~7 任意一项权利要求所述的用于低压双极供电系统的换路装置，网侧正极端子（501）、网侧

中线端子（502）、网侧负极端子（503）分别与双极供电系统的正极、中线和负极相连，装置的负载侧正极端子（504）、负载侧负极端子（505）分别与负载的正极和负极相连；

所述控制方法包括：正常工况下，所述网侧正极直流开关（101）、网侧中线直流开关（102）、网侧负极直流开关（103）、负载侧正极直流开关（104）和负载侧负极直流开关（105）均被配置为闭合状态；若所述低压双极供电系统采用正极供电，则将正极晶闸管（201）配置为打开状态，负极晶闸管（204）配置为关断状态；若所述低压双极供电系统采负极供电，则将正极晶闸管（201）配置为关断状态，负极晶闸管（204）配置为打开状态；

若检测到负载正负极间电压下降到设定阈值以下，则分别输出控制信号至正极晶闸管（201）和负极晶闸管（204）的控制端，控制所述正极晶闸管（201）和负极晶闸管（204）同时改变状态，实现电路的切换。

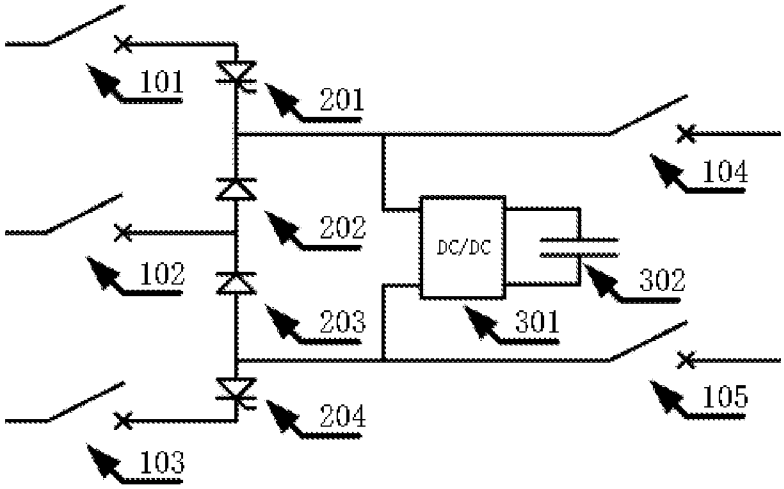

101
201
104
202
DC/DC
102
302
203
301
105
204
103

图 1

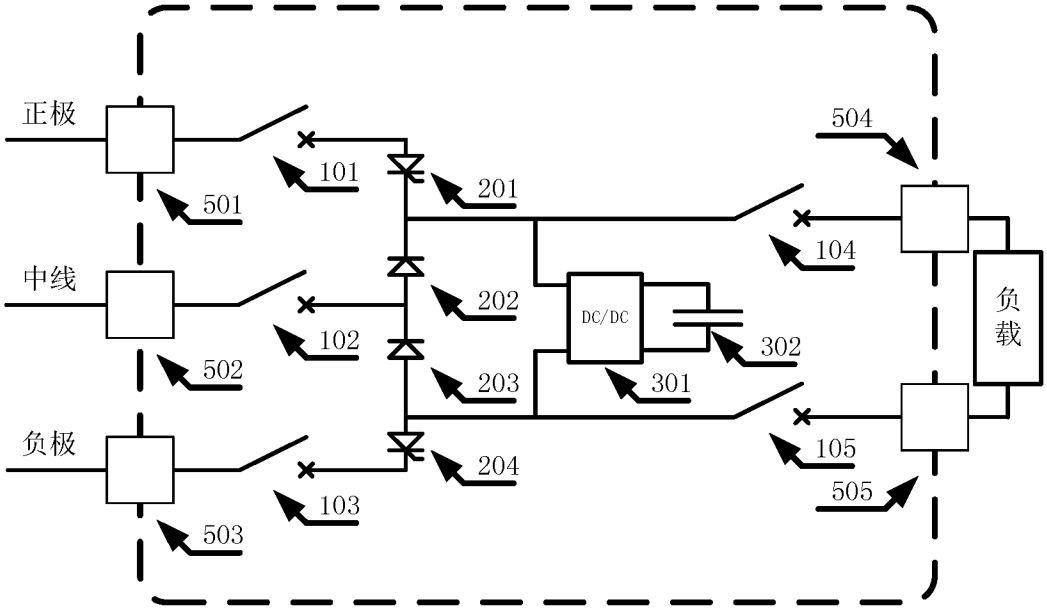

正极
504
101
201
501
104
中线
202
DC/DC
负载
102
302
502
203
301
负极
105
204
505
103
503

图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2021/104274

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 1/08(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; TWABS; TWTXT; VEN; USTXT; EPTXT; WOTXT; JPTXT; CNKI: 直流, 供电, 双极, 切换, 正极, 负极, 超级电容, 二极管, 负载, direct current, power supply, bipolar, switch, positive pole, negative pole, super capacitor, diode, load

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 112186732 A (STATE GRID JIANGSU ELECTRIC POWER CO., LTD. RESEARCH INSTITUTE et al.) 05 January 2021 (2021-01-05) description, paragraphs 4-32 and figures 1-2	1-8
X	廖建权 等 (LIAO, Jianquan et al.). "辐射型双极直流配电网不平衡电压分析及抑制 (Analysis and Suppression of Unbalanced Voltage in Radiant Bipolar DC Distribution Network)" *中国电机工程学报 (Proceedings of the CSEE)*, Vol. 39, No. 18, 20 September 2019 (2019-09-20), ISSN: 0258-8013, page 5381 right-hand column paragraph 2 - page 5385 right-hand column paragraph 3	1-8
A	CN 105449742 A (ANHUI LONGER HVAC EQUIPMENT CO., LTD.) 30 March 2016 (2016-03-30) entire document	1-8
A	CN 103972914 A (NORTH CHINA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 06 August 2014 (2014-08-06) entire document	1-8

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
01 September 2021	**18 September 2021**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088** **China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 111181148 A (STATE GRID JIANGSU ELECTRIC POWER CO., LTD. RESEARCH INSTITUTE et al.) 19 May 2020 (2020-05-19) entire document	1-8
A	JP H09172787 A (HAIDEN KENKYUSHO KK et al.) 30 June 1997 (1997-06-30) entire document	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2021/104274

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 112186732 A	05 January 2021	None	
CN 105449742 A	30 March 2016	None	
CN 103972914 A	06 August 2014	None	
CN 111181148 A	19 May 2020	None	
JP H09172787 A	30 June 1997	JP 3028292 B2	04 April 2000

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2021/104274

A. 主题的分类

H02J 1/08(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H02J

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNABS;CNTXT;TWABS;TWTXT;VEN;USTXT;EPTXT;WOTXT;JPTXT;CNKI:直流，供电，双极，切换，正极，负极，超级电容，二极管，负载，direct current，power supply，bipolar，switch，positive pole，negative pole，super capacitor，diode，load

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 112186732 A (国网江苏省电力有限公司电力科学研究院 等) 2021年 1月 5日 (2021-01-05) 说明书第4-32段及图1-2	1-8
X	廖建权 等. "辐射型双极直流配电网不平衡电压分析及抑制" 中国电机工程学报, 第39卷，第18期，2019年 9月 20日 (2019-09-20)， ISSN：0258-8013, 第5381页右栏第2段-第5385页右栏第3段	1-8
A	CN 105449742 A (安徽朗格暖通设备有限公司) 2016年 3月 30日 (2016-03-30) 全文	1-8
A	CN 103972914 A (华北科技学院) 2014年 8月 6日 (2014-08-06) 全文	1-8
A	CN 111181148 A (国网江苏省电力有限公司电力科学研究院 等) 2020年 5月 19日 (2020-05-19) 全文	1-8
A	JP H09172787 A (HAIDEN KENKYUSHO KK 等) 1997年 6月 30日 (1997-06-30) 全文	1-8

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2021年 9月 1日	2021年 9月 18日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 陈文达 电话号码 86-(20)-28950881

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/104274

检索报告引用的专利文件	公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN 112186732 A	2021年 1月 5日	无	
CN 105449742 A	2016年 3月 30日	无	
CN 103972914 A	2014年 8月 6日	无	
CN 111181148 A	2020年 5月 19日	无	
JP H09172787 A	1997年 6月 30日	JP 3028292 B2	2000年 4月 4日