



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108199592 B

(45)授权公告日 2020.09.18

(21)申请号 201711374645.1

审查员 王金金

(22)申请日 2017.12.19

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108199592 A

(43)申请公布日 2018.06.22

(73)专利权人 中国航天空气动力技术研究院

地址 100074 北京市丰台区云岗西路17号

(72)发明人 马建平 陈连忠 徐克峰 董永晖

陈海群 杨国铭 吴照 汪洋

(74)专利代理机构 中国航天科技专利中心

11009

代理人 李晶尧

(51)Int.Cl.

H02M 7/19(2006.01)

H02M 7/155(2006.01)

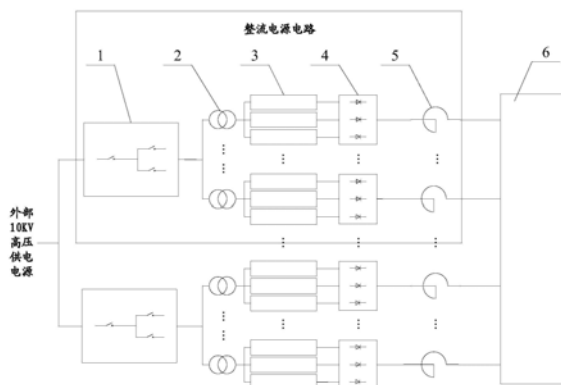
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

大功率直流电弧加热器供电多模态整流电源电路

(57)摘要

大功率直流电弧加热器供电多模态整流电源电路,涉及电力电子整流技术领域;包括两套相同的整流电源电路和直流开关柜;两套整流电源电路并联在外部10KV高压供电电源和直流开关柜之间;每套整流电源电路均包括高压开关柜、三分裂整流变压器、低压进电柜、整流功率柜和稳弧电抗器;其中,高压开关柜、三分裂整流变压器、低压进电柜、整流功率柜、稳弧电抗器和直流开关柜依次连接;且高压开关柜的一端与外部10KV高压供电电源连接;稳弧电抗器的一端与直流开关柜连接;本发明提供多模式电流电压输出,既能满足不同形式直流电弧加热器的运行,又能满足大功率50MW量级直流电弧加热器的运行。



1. 大功率直流电弧加热器供电多模态整流电源电路, 其特征在于: 包括两套相同的整流电源电路和直流开关柜 (6); 两套整流电源电路并联在外部10KV高压供电电源和直流开关柜 (6) 之间; 每套整流电源电路均包括高压开关柜 (1)、三分裂整流变压器 (2)、低压进电柜 (3)、整流功率柜 (4) 和稳弧电抗器 (5); 其中, 高压开关柜 (1)、三分裂整流变压器 (2)、低压进电柜 (3)、整流功率柜 (4)、稳弧电抗器 (5) 和直流开关柜 (6) 依次连接; 且高压开关柜 (1) 的一端与外部10KV高压供电电源连接; 稳弧电抗器 (5) 的一端与直流开关柜 (6) 连接;

每套整流电源电路中, 高压开关柜 (1) 的输出端并联连接6个三分裂整流变压器 (2); 每个三分裂整流变压器 (2) 的输出端并联连接3个低压进电柜 (3); 3个低压进电柜 (3) 的输出端与1个整流功率柜 (4) 的一端连接;

每套整流电源电路中的6个三分裂整流变压器 (2) 分为2组, 每组3个三分裂整流变压器 (2); 第一组中3个三分裂整流变压器 (2) 的移相角分别为 -25° 、 -5° 和 $+15^{\circ}$; 第二组中3个三分裂整流变压器 (2) 的移相角分别为 $+5^{\circ}$ 、 $+25^{\circ}$ 和 -15° ;

当两套整流电源电路中的12个三分裂整流变压器 (2) 同时工作时, 形成36脉角度差;

每个整流功率柜 (4) 包括3个三相全控桥式整流电路; 每个三相全控桥式整流电路的输入端对应于1个低压进电柜 (3) 连接; 整流功率柜 (4) 中3个三相全控桥式整流电路的输出端并联设置有续流二极管。

2. 根据权利要求1所述的大功率直流电弧加热器供电多模态整流电源电路, 其特征在于: 整流功率柜 (4) 输出电源的电流为3000A、电压为3500V。

3. 根据权利要求2所述的大功率直流电弧加热器供电多模态整流电源电路, 其特征在于: 通过控制低压进电柜 (3) 实现选择整流功率柜 (4) 的接入数量。

4. 根据权利要求3所述的大功率直流电弧加热器供电多模态整流电源电路, 其特征在于: 每个三相全控桥式整流电路包括6个晶闸管 (7) 和1个二极管 (8); 6个晶闸管 (7) 两两串联后, 分别与1个二极管 (8) 并联连接; 且每两个串联晶闸管 (7) 之间均对应与1个低压进电柜 (3) 连接; 3个三相全控桥式整流电路并联后与直流开关柜 (6) 连接。

大功率直流电弧加热器供电多模态整流电源电路

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电力电子整流技术领域,特别是大功率直流电弧加热器供电多模态整流电源电路。

背景技术

[0002] 航天器在穿越大气层的过程中,高速的摩擦会使其表面材料承受高温、高压等外部环境。为了防止气动加热造成损伤甚至毁坏航天器,造成严重的事故,电弧加热等离子体风洞作为航天器大气环境模拟实验的有效手段,主要为航天再入式飞行器气动环境模拟实验提供高温、高压状态,它利用电弧的高温来加热气体,可以提供航天器用耐热材料的筛选、烧蚀和烧蚀外形变化实验,为直流电弧加热器提供能量的大功率整流电源是各项试验中必不可少的重要环节。

[0003] 大功率的直流电弧加热设备需要高压大功率整流电源提供能量,整流电源系统可以根据直流加热器特性的不同而提供加热器所需的电压、电流。高电压和大功率同时满足既是对整流电源设备本身的一种考验,也是电力电子发展的一个重要方向。目前并没有相关技术实现高电压和大功率的同时满足。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术的上述不足,提供大功率直流电弧加热器供电多模态整流电源电路,提供多模式电流电压输出,既能满足不同形式直流电弧加热器的运行,又能满足大功率50MW量级直流电弧加热器的运行。

[0005] 本发明的上述目的是通过如下技术方案予以实现的:

[0006] 大功率直流电弧加热器供电多模态整流电源电路,包括两套相同的整流电源电路和直流开关柜;两套整流电源电路并联在外部10KV高压供电电源和直流开关柜之间;每套整流电源电路均包括高压开关柜、三分裂整流变压器、低压进电柜、整流功率柜和稳弧电抗器;其中,高压开关柜、三分裂整流变压器、低压进电柜、整流功率柜、稳弧电抗器和直流开关柜依次连接;且高压开关柜的一端与外部10KV高压供电电源连接;稳弧电抗器的一端与直流开关柜连接。

[0007] 在上述的大功率直流电弧加热器供电多模态整流电源电路,每套整流电源电路中,高压开关柜的输出端并联连接6个三分裂整流变压器;每个三分裂整流变压器的输出端并联连接3个低压进电柜;3个低压进电柜的输出端与1个整流功率柜的一端连接。

[0008] 在上述的大功率直流电弧加热器供电多模态整流电源电路,每套整流电源电路中的6个三分裂整流变压器分为2组,每组3个三分裂整流变压器;第一组中3个三分裂整流变压器的移相角分别为 -25° 、 -5° 和 $+15^{\circ}$;第二组中3个三分裂整流变压器的移相角分别为 $+5^{\circ}$ 、 $+25^{\circ}$ 和 -15° 。

[0009] 在上述的大功率直流电弧加热器供电多模态整流电源电路,当两套整流电源电路中的12个三分裂整流变压器同时工作时,形成36脉角度差。

[0010] 在上述的大功率直流电弧加热器供电多模态整流电源电路,每个整流功率柜包括3个三相全控桥式整流电路;每个三相全控桥式整流电路的输入端对应于1个低压进电柜连接;整流功率柜中3个三相全控桥式整流电路的输出端并联设置有续流二极管。

[0011] 在上述的大功率直流电弧加热器供电多模态整流电源电路,整流功率柜输出电源的电流为3000A、电压为3500V。

[0012] 在上述的大功率直流电弧加热器供电多模态整流电源电路,通过控制低压进电柜实现选择整流功率柜的接入数量。

[0013] 在上述的大功率直流电弧加热器供电多模态整流电源电路,每个三相全控桥式整流电路包括6个晶闸管和1个二极管;6个晶闸管两两串联后,分别与1个二极管并联连接;且每两个串联晶闸管之间均对应与1个低压进电柜连接;3个三相全控桥式整流电路并联后与直流开关柜连接。

[0014] 本发明与现有技术相比具有如下优点:

[0015] (1) 本发明采用6个整流单元共计18个整流桥,构成多模态电源结构,可随实验要求投切整流桥组,形成并联10500V×6000A或串联21000V×3000A的输出能力,最大满足了不同形式直流电弧加热器的实验要求。两套整流电源采用并联模式,可以提供10500V×12000A的输出能力,可以满足50MW量级直流电弧加热器的运行;

[0016] (2) 本发明最大输出36脉波整流,电网电流畸变小,谐波注入量少并通过不同桥组的匹配,实现最优桥组的组合方式,降低了谐波含量,提高系统功率因数;

[0017] (3) 本发明采用一种前馈和反馈相结合的串联非线性校正预测复合控制方法,抑制和消除电弧加热器运行中的干扰,保证电弧稳定,提高控制系统鲁棒性。

附图说明

[0018] 图1为本发明多模态整流电源系统示意图;

[0019] 图2为本发明整流功率柜电路示意图。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细的描述:

[0021] 如图1所示为多模态整流电源系统示意图,由图可知,大功率直流电弧加热器供电多模态整流电源电路,其特征在于:包括两套相同的整流电源电路和直流开关柜6;两套整流电源电路并联在外部10KV高压供电电源和直流开关柜6之间;每套整流电源电路均包括高压开关柜1、三分裂整流变压器2、低压进电柜3、整流功率柜4和稳弧电抗器5;其中,高压开关柜1、三分裂整流变压器2、低压进电柜3、整流功率柜4、稳弧电抗器5和直流开关柜6依次连接;且高压开关柜1的一端与外部10KV高压供电电源连接;稳弧电抗器5的一端与直流开关柜6连接。

[0022] 每套整流电源电路中,高压开关柜1的输出端并联连接6个三分裂整流变压器2;每个三分裂整流变压器2的输出端并联连接3个低压进电柜3;3个低压进电柜3的输出端与1个整流功率柜4的一端连接。稳弧电抗器5串接于整流功率柜4组合后的输出端,采用空心电抗风冷结构,设计指标为3000A/6mh,可以起到直流电流的平波作用,在两套整流电源并联运行时又能抑制环流,保证了电弧的稳定燃烧。

[0023] 每套整流电源电路中的6个三分裂整流变压器2分为2组,每组3个三分裂整流变压器2;第一组中3个三分裂整流变压器2的移相角分别为 -25° 、 -5° 和 $+15^{\circ}$;第二组中3个三分裂整流变压器2的移相角分别为 $+5^{\circ}$ 、 $+25^{\circ}$ 和 -15° 。当两套整流电源电路中的12个三分裂整流变压器2同时工作时,形成36脉角度差。每台三分裂整流变压器2均以3对高低压绕组共置于一个铁芯上构成,即为3分裂变压器,每个分裂支路各带一个三相整流桥,3个桥串联。铁芯上3个绕组同一角度移相。

[0024] 整流功率柜4输出电源的电流为3000A、电压为3500V。低压进电柜3采用2500V/2500A中压真空开关,配用永磁操作机构,以适用于频繁操作,通过控制低压进电柜3实现选择整流功率柜4的接入数量。10KV供电线路通过高压开关柜1分配到三分裂整流变压器2,进行降压移相后再通过低压进电柜3输入到整流功率柜4,整流功率柜在外部控制单元的控制下进行交-直整流变换,最后通过稳弧电抗器5输出到直流开关柜6。高压开关柜1采用10KV/2500A真空中置柜,馈出母线分三路接于三分裂整流变压器2,并安装三套电流互感器用于交流电量的检测和保护。

[0025] 如图2所示为整流功率柜电路示意图,由图可知,整流功率柜4包括3个三相全控桥式整流电路;每个三相全控桥式整流电路的输入端对应于1个低压进电柜3连接;整流功率柜4中3个三相全控桥式整流电路的输出端并联设置有续流二极管。每个三相全控桥式整流电路包括6个晶闸管7和1个二极管8;6个晶闸管7两两串联后,分别与1个二极管8并联连接;且每两个串联晶闸管7之间均对应与1个低压进电柜3连接;3个三相全控桥式整流电路并联后与直流开关柜6连接。

[0026] 直流开关柜6内置20KV,6000A隔离开关,通过组合达到整流电源的串并联输出。每套电源串联输出指标为 $10500V \times 3000A$,并联输出指标为 $10500V \times 3000A$ 。同时直流开关柜6内安装电压和电流传感器,用于测量直流电流和电压参数。

[0027] 本发明可以应用于0.5~50MW量级直流电弧加热器的运行、保护、调流和测量,并为设计更大功率直流电弧加热器提供供电依据。

[0028] 本发明说明书中未作详细描述的内容属本领域技术人员的公知技术。

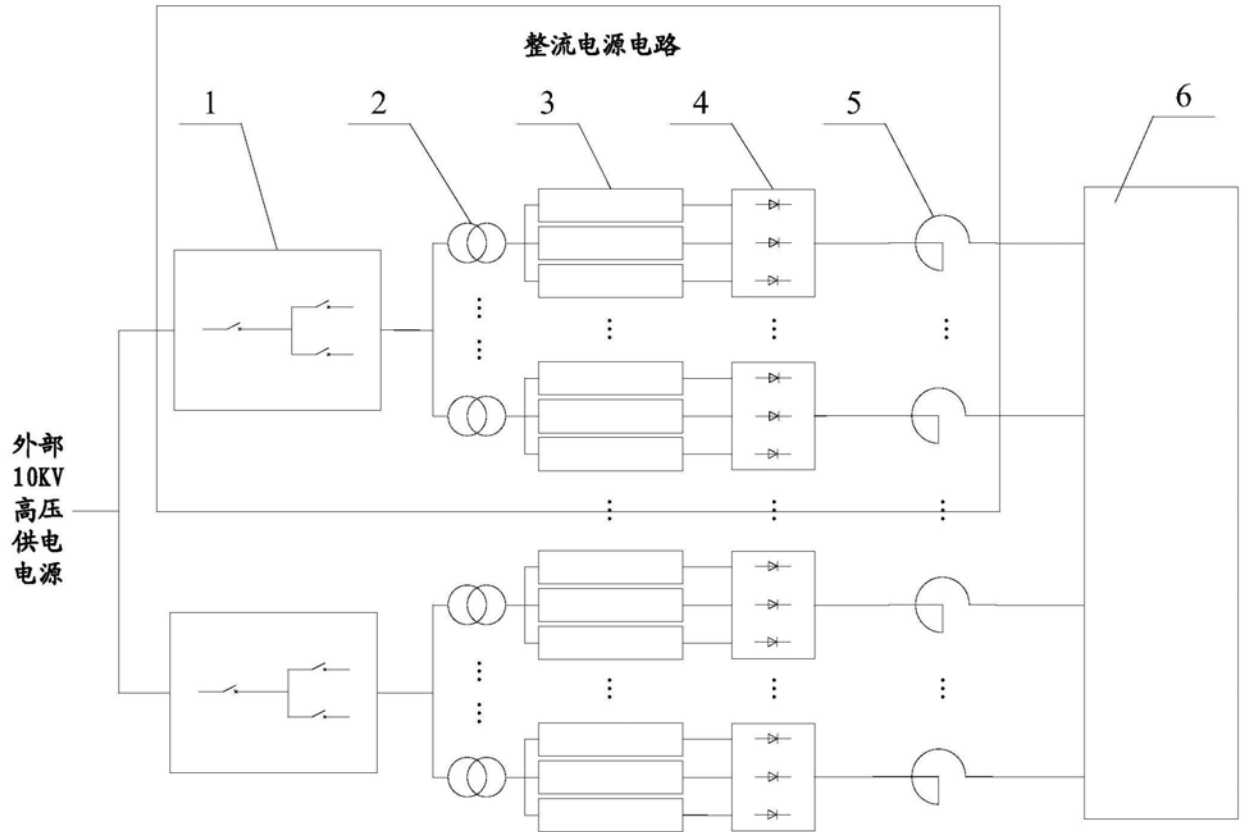


图1

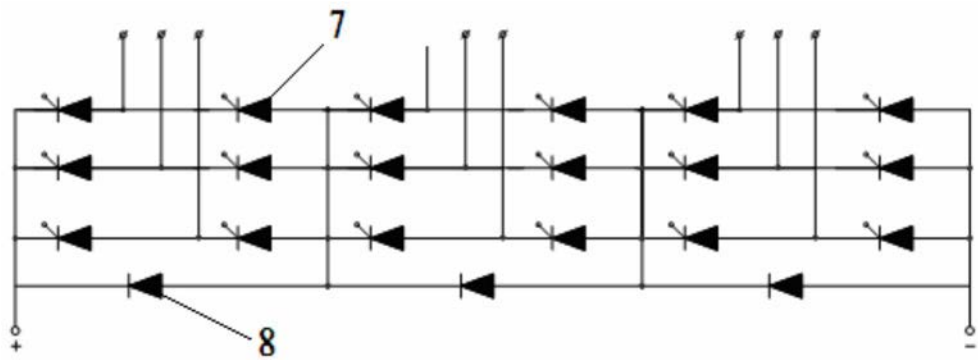


图2