



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 110186799 B

(45)授权公告日 2020.03.24

(21)申请号 201910520589.0

(22)申请日 2019.06.17

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110186799 A

(43)申请公布日 2019.08.30

(73)专利权人 中国科学院力学研究所
地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72)发明人 纪占玲 郭迪龙 李新宁 杨国伟
宋鑫 郭易 姚永芳 刘雯

(74)专利代理机构 北京晟睿智杰知识产权代理
事务所(特殊普通合伙)
11603

代理人 于淼

(51)Int.Cl.

G01N 3/56(2006.01)

G01N 3/02(2006.01)

(56)对比文件

JP H08168102 A,1996.06.25,全文.

KR 20050062958 A,2005.06.28,全文.

审查员 刘少帅

权利要求书2页 说明书9页 附图3页

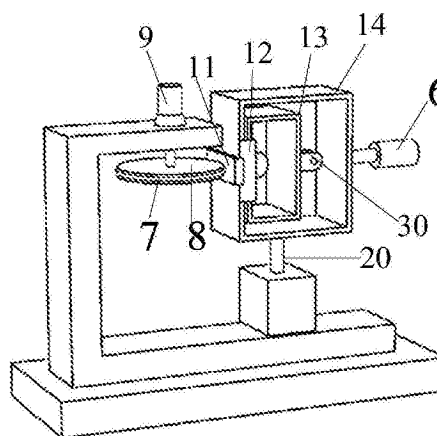
(54)发明名称

受电弓滑板载流摩擦磨损试验机及使用方法

(57)摘要

本申请公开受电弓滑板载流摩擦磨损试验机及使用方法,涉及机械装置技术领域,其中的接触线安装结构包括旋转圆盘、第一驱动电机、接触线、凸起点;接触线和凸起点在第一驱动电机的驱动下随旋转圆盘旋转;受电弓滑板安装结构包括滑板、安装框架、摆动框架、总框架、第一移动控制装置、摆动控制装置、第二移动控制装置、压力控制装置;安装框架向滑板施加压力,改变滑板与接触线或凸起点间的接触压力;滑板在摆动控制装置的驱动下进行摆动,在第一移动控制装置的驱动下相对于旋转圆盘进行水平移动,在第二移动控制装置的驱动下相对于旋转圆盘进行竖直移动。如此,创建与弓网系统接近的服役环境,能模拟机械冲击和热冲击耦合作用下的滑板损伤机制。

100



1. 一种受电弓滑板载流摩擦磨损试验机,其特征在于,包括:接触线安装结构和受电弓滑板安装结构;

所述接触线安装结构,包括:旋转圆盘、与所述旋转圆盘电连接的第一驱动电机、缠绕在所述旋转圆盘外围的接触线、以及固定在所述接触线上的至少一个凸起点;所述接触线和所述凸起点在所述第一驱动电机的驱动下随着所述旋转圆盘旋转;

所述受电弓滑板安装结构包括:滑板、安装框架、摆动框架、总框架、第一移动控制装置、摆动控制装置、第二移动控制装置、压力控制装置;其中,所述滑板固定在所述安装框架上并与所述接触线或所述凸起点接触;所述安装框架和所述压力控制装置分别固定于所述摆动框架上,所述压力控制装置位于所述安装框架远离所述旋转圆盘的一侧,所述压力控制装置用于通过所述安装框架向所述滑板施加压力,改变所述滑板与所述接触线或所述凸起点之间的接触压力;所述摆动框架固定于所述总框架上;所述摆动控制装置用于控制所述摆动框架摆动,所述第一移动控制装置和所述第二移动控制装置分别与所述总框架连接;

所述摆动框架、所述安装框架和所述滑板作为整体,在所述摆动控制装置的驱动下进行摆动;所述总框架、所述摆动框架、所述安装框架和所述滑板作为整体,在所述第一移动控制装置的驱动下相对于所述旋转圆盘进行水平移动;所述总框架、所述摆动框架、所述安装框架和所述滑板作为整体,在所述第二移动控制装置的驱动下相对于所述旋转圆盘进行竖直移动。

2. 根据权利要求1所述的一种受电弓滑板载流摩擦磨损试验机,其特征在于,所述压力控制装置包括凸轮和与所述凸轮连接的凸轮电机,所述凸轮与所述安装框架接触;所述凸轮电机驱动所述凸轮进行偏心运动,所述凸轮的偏心运动为所述滑板和所述接触线施加周期性变化的压紧力。

3. 根据权利要求2所述的一种受电弓滑板载流摩擦磨损试验机,其特征在于,所述摆动框架上还包括第一滑轨,所述第一滑轨与所述安装框架滑动连接;当所述凸轮向所述安装框架施加压力,把所述滑板压向所述接触线时,所述安装框架沿所述第一滑轨水平移动。

4. 根据权利要求1所述的一种受电弓滑板载流摩擦磨损试验机,其特征在于,所述总框架还包括第一连接件,所述摆动框架通过所述第一连接件旋转固定于所述总框架上。

5. 根据权利要求4所述的一种受电弓滑板载流摩擦磨损试验机,其特征在于,所述摆动控制装置位于所述总框架上,包括第一电磁铁和第二电磁铁,所述第一电磁铁和所述第二电磁铁分别固定于所述第一连接件的两侧;

当不需要所述凸起点撞击所述滑板时,所述第一电磁铁和所述第二电磁铁分时向所述摆动框架施加电磁吸引力,使所述摆动框架、所述安装框架和所述滑板进行摆动。

6. 根据权利要求1所述的一种受电弓滑板载流摩擦磨损试验机,其特征在于,所述第一移动控制装置包括水平滑轨、与所述水平滑轨对应的水平丝杠、以及与所述水平丝杠连接的水平移动驱动电机,所述水平滑轨与所述总框架滑动连接;在所述水平移动驱动电机的驱动下,所述总框架沿所述水平滑轨水平移动。

7. 根据权利要求1所述的一种受电弓滑板载流摩擦磨损试验机,其特征在于,所述第二移动控制装置包括竖直滑轨、与所述竖直滑轨对应的竖直丝杠、以及与所述竖直丝杠连接的竖直移动升降机,所述竖直滑轨与所述总框架滑动连接;在所述竖直移动升降机的驱动

下,所述总框架沿所述竖直滑轨竖直移动。

8.一种如权利要求1-7之任一所述的一种受电弓滑板载流摩擦磨损试验机的使用方法,其特征在于,包括:

启动第一驱动电机,使旋转圆盘带动接触线和凸起点匀速旋转;

启动压力控制装置,使压力控制装置向滑板安装框架提供压力,不断改变滑板与接触线之间的接触压力;

启动第二移动控制装置,使总框架、摆动框架、安装框架和滑板作为整体,相对于所述旋转圆盘进行竖直移动,模拟接触线与滑板之间的之字形相对运动;

当不需要凸起点撞击滑板时,启动滑板摆动装置,通过摆动控制装置驱动摆动框架进行摆动;

当需要凸起点撞击滑板时,关闭滑板摆动装置,使凸起点与滑板接触;当凸起点与滑板接触时,滑板和滑板安装框架一起向远离旋转圆盘的方向滑动,使凸起点通过滑板。

9.根据权利要求8所述的受电弓滑板载流摩擦磨损试验机的使用方法,其特征在于,所述压力控制装置包括凸轮和与所述凸轮连接的凸轮电机,所述凸轮与所述安装框架接触;

启动压力控制装置,使压力控制装置向滑板安装框架提供压力,不断改变滑板与接触线之间的接触压力,具体为:

启动凸轮电机,凸轮匀速旋转进行偏心运动,利用偏心支撑,不断为所述滑板和所述接触线施加周期性变化的压紧力。

受电弓滑板载流摩擦磨损试验机及使用方法

技术领域

[0001] 本申请涉及机械装置技术领域,具体地说,涉及一种受电弓滑板载流摩擦磨损试验机及使用方法。

背景技术

[0002] 受电弓滑板与接触线构成一对机械与电气耦合的特殊摩擦副。当列车高速运行时,大载流摩擦副发热明显,尤其是弓网分离时电弧放电,极大热能释放,瞬时而集中,造成摩擦副接触部位严重损伤,恶化摩擦副表面工作条件,受流质量变差,影响列车的牵引供电性能,严重时可能会造成重大事故。

[0003] 目前,我国轨道交通行业受电弓国产化率较低,作为受电弓关键部件的滑板也多年来一直依赖进口,尤其是在高铁领域。根据保护接触网的原则和相关研究,受电弓是主要故障源,其主要故障部位是滑板,占到故障总量的62.5%,且大约每6万-8万公里更换一次,实际寿命远低于其设计值,使得更新需求远超新增需求。还有统计表明,当车速大于240km/h时,滑板磨损每毫米可运行的公里数会大大降低,并且随着列车速度的提高,弓网反复分离引起的电弧事件增多。因此,当列车高速运行时,机械冲击和热冲击耦合作用引起的滑板损伤决定着受电弓能否稳定安全地从接触网上取流。

[0004] 在载流滑板磨损试验机方面,已研制较多,主要有环-块式、销-盘式和线-滑块式三大类。在这些试验机中,部分试验机通过砝码加载、杠杆、液压加载装置、电动缸或电磁驱动缸,模拟弓网间接触压力。以上接触压力恒定不变或施加接触压力的装置较复杂,并且都没有考虑接触网硬点冲击问题。由于设计(如:接头连接处)、材质、线路和维修等原因,形成接触网硬点。硬点的存在会加快滑板异常磨损和撞击性损伤,引起弓网“离线”,造成滑板和接触线的电弧烧伤,破坏正常受流,严重时可能诱发弓网故障,成为评价和衡量高速电气化铁路弓网关系的一个重要参数,也一直是影响铁路牵引供电弓网受流质量的顽症。因此,研制弓网接触压力周期性变化、硬点周期性或随机性冲击的载流滑板摩擦磨损试验机,创建与实际运行工况更接近的服役环境,也是研究机械冲击和热冲击对滑板耦合作用的必备条件。随着列车运行速度的提高,弓网系统服役环境更加恶劣,已有的关于滑板的实验研究不能满足需求,亟需借助与实际运行工况接近的实验设备,深入系统地开展高速大载流滑板的损伤机理研究,从而探究降低滑板磨损的方法。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本申请提供了一种受电弓滑板载流摩擦磨损试验机及使用方法,创建与弓网系统实际运行接近的服役环境,能够模拟机械冲击和热冲击耦合作用下的滑板损伤机制。

[0006] 为了解决上述技术问题,本申请有如下技术方案:

[0007] 第一方面,本申请提供一种受电弓滑板载流摩擦磨损试验机,其特征在于,包括:接触线安装结构和受电弓滑板安装结构;

[0008] 所述接触线安装结构,包括:旋转圆盘、与所述旋转圆盘电连接的第一驱动电机、缠绕在所述旋转圆盘外围的接触线、以及固定在所述接触线上的至少一个凸起点;所述接触线和所述凸起点在所述第一驱动电机的驱动下随着所述旋转圆盘旋转;

[0009] 所述受电弓滑板安装结构包括:滑板、安装框架、摆动框架、总框架、第一移动控制装置、摆动控制装置、第二移动控制装置、压力控制装置;其中,所述滑板固定在所述安装框架上并与所述接触线或所述凸起点接触;所述安装框架和所述压力控制装置分别固定于所述摆动框架上,所述压力控制装置位于所述安装框架远离所述旋转圆盘的一侧,所述压力控制装置用于通过所述安装框架向所述滑板施加压力,改变所述滑板与所述接触线或所述凸起点之间的接触压力;所述摆动框架固定于所述总框架上;所述摆动控制装置用于控制所述摆动框架摆动,所述第一移动控制装置和所述第二移动控制装置分别与所述总框架连接;

[0010] 所述摆动框架、所述安装框架和所述滑板作为整体,在所述摆动控制装置的驱动下进行摆动;所述总框架、所述摆动框架、所述安装框架和所述滑板作为整体,在所述第一移动控制装置的驱动下相对于所述旋转圆盘进行水平移动;所述总框架、所述摆动框架、所述安装框架和所述滑板作为整体,在所述第二移动控制装置的驱动下相对于所述旋转圆盘进行竖直移动。

[0011] 可选地,其中:

[0012] 所述压力控制装置包括凸轮和与所述凸轮连接的凸轮电机,所述凸轮与所述安装框架接触;所述凸轮电机驱动所述凸轮进行偏心运动,所述凸轮的偏心运动为所述滑板和所述接触线施加周期性变化的压紧力。

[0013] 可选地,其中:

[0014] 所述摆动框架上还包括第一滑轨,所述第一滑轨与所述安装框架滑动连接;当所述凸轮向所述安装框架施加压力,把所述滑板压向所述接触线时,所述安装框架沿所述第一滑轨水平移动。

[0015] 可选地,其中:

[0016] 所述总框架还包括第一连接件,所述摆动框架通过所述第一连接件旋转固定于所述总框架上。

[0017] 可选地,其中:

[0018] 所述摆动控制装置位于所述总框架上,包括第一电磁铁和第二电磁铁,所述第一电磁铁和所述第二电磁铁分别固定于所述第一连接件的两侧;

[0019] 当不需要所述凸起点撞击所述滑板时,所述第一电磁铁和所述第二电磁铁分时向所述摆动框架施加电磁吸引力,使所述摆动框架、所述安装框架和所述滑板进行摆动。

[0020] 可选地,其中:

[0021] 所述第一移动控制装置包括水平滑轨、与所述水平滑轨对应的水平丝杠、以及与所述水平丝杠连接的水平移动驱动电机,所述水平滑轨与所述总框架滑动连接;在所述水平移动驱动电机的驱动下,所述总框架沿所述水平滑轨水平移动。

[0022] 可选地,其中:

[0023] 所述第二移动控制装置包括竖直滑轨、与所述竖直滑轨对应的竖直丝杠、以及与所述竖直丝杠连接的竖直移动升降机,所述竖直滑轨与所述总框架滑动连接;在所述竖直

移动升降机的驱动下,所述总框架沿所述竖直滑轨竖直移动。

[0024] 第二方面,本申请还提供一种上述受电弓滑板载流摩擦磨损试验机的使用方法,其特征在于,包括:

[0025] 启动第一驱动电机,使旋转圆盘带动接触线和凸起点匀速旋转;

[0026] 启动压力控制装置,使压力控制装置向滑板安装框架提供压力,不断改变滑板与接触线之间的接触压力;

[0027] 启动第二移动控制装置,使总框架、摆动框架、安装框架和滑板作为整体,相对于所述旋转圆盘进行竖直移动,模拟接触线与滑板之间的之字形相对运动;

[0028] 当不需要凸起点撞击滑板时,启动滑板摆动装置,通过摆动控制装置驱动摆动框架进行摆动;

[0029] 当需要凸起点撞击滑板时,关闭滑板摆动装置,使凸起点与滑板接触;当凸起点与滑板接触时,滑板和滑板安装框架一起向远离旋转圆盘的方向滑动,使凸起点通过滑板。

[0030] 可选地,其中:

[0031] 所述压力控制装置包括凸轮和与所述凸轮连接的凸轮电机,所述凸轮与所述安装框架接触;

[0032] 启动压力控制装置,使压力控制装置向滑板安装框架提供压力,不断改变滑板与接触线之间的接触压力,具体为:

[0033] 启动凸轮电机,凸轮匀速旋转进行偏心运动,利用偏心支撑,不断为所述滑板和所述接触线施加周期性变化的压紧力。

[0034] 与现有技术相比,本申请所述的受电弓滑板载流摩擦磨损试验机及使用方法,达到了如下效果:

[0035] (1) 本申请提供的受电弓滑板载流摩擦磨损试验机及使用方法中,试验机结构布置紧凑、可靠性高,安装和检修方便;整体采用卧式结构布局、宽大机座,重心低,运行平稳;通过电机驱动的螺母丝杠机构以及滑轨实现总框架的运动和运动导向,以及通过滑轨实现安装框架的运动导向,既结构简单、安全可靠,又可以满足精度需求;各运动机构之间既可独立运动,又可通过控制联合协调运动;控制灵活、简便。

[0036] (2) 本申请提供的受电弓滑板载流摩擦磨损试验机及使用方法中,通过总框架的水平运动与安装框架的水平运动、凸轮旋转的整体与局部的有效结合,完成接触线与滑板之间周期性变化的接触压力施加,自动平稳地加载、卸载,在一定范围内连续可调,结构简单,易实现,易控制,且安全可靠。

[0037] (3) 通过摆动框架与摆动控制装置的有机结合,实现接触线硬点(即凸起点)对滑板的周期性或随机性硬点冲击,结构简便易行,控制简单,同时既可有效地避免接触线旋转圆盘直径过大(只要旋转圆盘转速 $60v/(\pi d) < \text{磁铁的最高吸合频率}$ 即可, d 为旋转圆盘直径, v 为列车车速),又能实现诸如长距离跨与跨连接处引起的周期性硬点冲击。

附图说明

[0038] 此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解,构成本申请的一部分,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。在附图中:

[0039] 图1所示为本申请实施例所提供的受电弓滑板载流摩擦磨损试验机的一种结构示

意图；

[0040] 图2所示为本申请实施例所提供的受电弓滑板载流摩擦磨损试验机的一种局部主视图；

[0041] 图3所示为本申请实施例所提供的受电弓滑板载流摩擦磨损试验机的一种局部俯视图；

[0042] 图4所示为本申请所提供的受电弓滑板载流摩擦磨损试验机的使用方法的一种流程图。

具体实施方式

[0043] 如在说明书及权利要求当中使用了某些词汇来指称特定组件。本领域技术人员应可理解，硬件制造商可能会用不同名词来称呼同一个组件。本说明书及权利要求并不以名称的差异作为区分组件的方式，而是以组件在功能上的差异作为区分的准则。如在通篇说明书及权利要求当中所提及的“包含”为一开放式用语，故应解释成“包含但不限于”。“大致”是指在可接收的误差范围内，本领域技术人员能够在一定误差范围内解决所述技术问题，基本达到所述技术效果。说明书后续描述为实施本申请的较佳实施方式，然所述描述乃以说明本申请的一般原则为目的，并非用以限定本申请的范围。本申请的保护范围当视所附权利要求所界定者为准。

[0044] 在载流滑板磨损试验机方面，已研制较多，主要有环-块式、销-盘式和线-滑块式三大类。在这些试验机中，部分试验机通过砝码加载、杠杆、液压加载装置、电动缸或电磁驱动缸，模拟弓网间接触压力。以上接触压力恒定不变或施加接触力的装置较复杂，并且都没有考虑接触网硬点冲击问题。由于设计（如：接头连接处）、材质、线路和维修等原因，形成接触网硬点。硬点的存在会加快滑板异常磨耗和撞击性损伤，引起弓网“离线”，造成滑板和接触线的电弧烧伤，破坏正常受流，严重时可能诱发弓网故障，成为评价和衡量高速电气化铁路弓网关系的一个重要参数，也一直是影响铁路牵引供电弓网受流质量的顽症。因此，研制弓网接触压力周期性变化、硬点周期性或随机性冲击的载流滑板磨损试验机，创建与实际运行工况更接近的服役环境，也是研究机械冲击和热冲击对滑板耦合作用的必备条件。随着列车运行速度的提高，弓网系统服役环境更加恶劣，已有的关于滑板的实验研究不能满足需求，亟需借助与实际运行工况接近的实验设备，深入系统地开展高速大载流滑板的损伤机理研究，从而探究降低滑板磨损的方法。

[0045] 有鉴于此，本申请提供了一种受电弓滑板载流摩擦磨损试验机及使用方法，创建与弓网系统实际运行接近的服役环境，能够模拟机械冲击和热冲击耦合作用下的滑板损伤机制。

[0046] 以下将结合附图和具体实施例进行详细说明。

[0047] 图1所示为本申请实施例所提供的受电弓滑板载流摩擦磨损试验机的一种结构示意图，图2所示为本申请实施例所提供的受电弓滑板载流摩擦磨损试验机的一种局部主视图，图3所示为本申请实施例所提供的受电弓滑板载流摩擦磨损试验机的一种局部俯视图，请结合图1-图3，本申请提供一种受电弓滑板载流摩擦磨损试验机100，包括：接触线安装结构40和受电弓滑板安装结构50；

[0048] 接触线安装结构40，包括：旋转圆盘8、与旋转圆盘8电连接的第一驱动电机9、缠绕

在旋转圆盘8外围的接触线7、以及固定在接触线7上的至少一个凸起点10；接触线7和凸起点10在第一驱动电机9的驱动下随着旋转圆盘8旋转；

[0049] 受电弓滑板安装结构50,包括:滑板11、安装框架12、摆动框架13、总框架14、第一移动控制装置4、摆动控制装置18、第二移动控制装置20、压力控制装置21;其中,滑板11固定在安装框架12上并与接触线7或凸起点10接触;安装框架12和压力控制装置21分别固定于摆动框架13上,压力控制装置21位于安装框架12远离旋转圆盘8的一侧,压力控制装置21用于通过安装框架12向滑板11施加压力,改变滑板11与接触线7或凸起点10之间的接触压力;摆动框架13固定于总框架14上;摆动控制装置18用于控制摆动框架13摆动,第一移动控制装置4和第二移动控制装置20分别与总框架14连接;

[0050] 摆动框架13、安装框架12和滑板11作为整体,在摆动控制装置18的驱动下进行摆动;总框架14、摆动框架13、安装框架12和滑板11作为整体,在第一移动控制装置4的驱动下相对于旋转圆盘8进行水平移动;总框架14、摆动框架13、安装框架12和滑板11作为整体,在第二移动控制装置20的驱动下相对于旋转圆盘8进行竖直移动。

[0051] 具体地,请结合图1-图3,本申请所提供的受电弓滑板11的载流摩擦磨损试验机100,用以模拟列车高速运行时,机械冲击和热冲击耦合作用对受电弓滑板11造成的影响。接触线7缠绕在旋转圆盘8上,由第一驱动电机9驱动,本申请中的第一驱动电机9例如可以为变频电机,以精确控制旋转圆盘8的旋转速度。滑板11固定在安装框架12上,与安装框架12形成一个整体,参与各种运动。通过引入旋转的载流接触线7与滑板11之间的相对运动,模拟弓网之间载流高速滑动。同时在接触线7上引入了凸起点10,来模拟接触网硬点。在第一移动控制装置4、摆动控制装置18和第二移动控制装置20的驱动下,使得滑板11实现水平运动、摆动和上下运动,几种运动还能结合进行,从而能够完成滑板11相对于接触线7的正常运动、之字形运动等等。在图3所示视角下,安装框架12的右侧,由压力控制装置21顶紧,通过压力控制装置21,周期性地改变滑板11与接触线7之间的接触压力。滑板11及安装框架12安装在摆动框架13上,摆动框架13一侧的摆动控制装置18对摆动框架13施加作用力,使得滑板11、安装框架12和摆动框架13作为整体摆动,用于避免接触线7上凸起点10对滑板11的碰撞。滑板11、安装框架12、摆动框架13作为一个整体,安装在总框架14上,由第一移动控制装置4和第二移动控制装置20驱动做水平和竖直方向上的运动,通过竖直方向上的运动,可模拟接触网在滑板11上的之字形运动,通过水平方向上的运动,可整体上调整滑板与接触线在水平方向上的相对位置。

[0052] 结合图1-图3,本申请所提供的受电弓滑板11的载流摩擦磨损试验机100结构布置紧凑、可靠性高,安装和检修方便;试验机100整体采用卧式结构布局、宽大机座,整体重心低,运行平稳;通过电机驱动的螺母丝杠机构以及滑轨(对应第一移动控制装置4和第二移动控制装置20)实现总框架14的运动和运动导向,以及通过滑轨(对应第一滑轨17)实现安装框架12的运动导向,既结构简单、安全可靠,又可以满足精度需求;各运动机构之间既可独立运动,又可通过控制联合协调运动;控制灵活、简便。

[0053] 此外,本申请提供的受电弓滑板11的载流摩擦磨损试验机100中,通过总框架14的水平运动与安装框架12的水平移动、压力控制装置21的整体与局部的有效结合,完成接触线7与滑板11之间周期性变化的接触压力施加,自动平稳地加载、卸载,在一定范围内连续可调,结构简单,易实现,易控制,且安全可靠。

[0054] 而且,通过摆动框架13与摆动控制装置18的有机结合,实现接触线硬点(即凸起点10)对滑板11的周期性或随机性硬点冲击,结构简便易行,控制简单,同时既可有效地避免接触线旋转圆盘8直径过大,又能实现诸如长距离跨与跨连接处引起的周期性硬点冲击。假设硬点每隔距离 S (单位:m)冲击一次滑板,列车行驶速度为 v (单位:m/s),旋转圆盘转速 $n=60v/(\pi d)$ (单位:r/min),转数 $N=S/(\pi d)$,当旋转圆盘直径 d 越小,旋转圆盘转速 n 越高,旋转圆盘每转一圈,除旋转圆盘旋转 N 的倍数圈外,滑板都需要躲避硬点,第一磁铁和第二磁铁各吸合一次,即转速 n 越高,磁铁的吸合频率就越高,当旋转圆盘直径 d 最小时,对应的最高转速 n_{\max} 不能超过磁铁的最高吸合频率 f_{\max} 。目前,磁铁的吸合频率 f 已经比较高,所以旋转圆盘直径 d 可以做到比较小,但是考虑到接触线的磨损、发热等问题,旋转圆盘直径 d 不宜过小,一般可取为1.1m-1.3m。

[0055] 可选地,本申请实施例所提供的受电弓滑板载流摩擦磨损试验机100中,压力控制装置21包括凸轮15和与凸轮15连接的凸轮电机16,凸轮15与安装框架12接触;凸轮电机16驱动凸轮15进行偏心运动,凸轮15的偏心运动为滑板11和接触线7施加周期性变化的压紧力。

[0056] 本申请采用凸轮15及凸轮电机16作为压力控制装置21时,在图2所示视角下,凸轮15位于安装框架12的右侧,当凸轮15顶紧安装框架12,把滑板11压向接触线7时,安装框架12可在图2所示视角下水平移动,需要说明的是,此处的水平移动指的是安装框架12在图2视角下的左右移动。当凸轮电机16启动时,利用凸轮15的偏心运动为滑板11和接触线7施加周期性变化的压紧力。此种结构简单,易实现,易控制,且安全可靠。当然,本申请中除采用凸轮15和凸轮电机16构成压力控制装置21外,还可采用其他可行的结构,例如通过对液压缸的活塞行程控制、弹簧伸缩和连杆机构运动等,实现接触压力的变化,本申请对此不进行具体限定。

[0057] 可选地,请参见图2,本申请实施例所提供的受电弓滑板载流摩擦磨损试验机100中,摆动框架13上还包括第一滑轨17,第一滑轨17与安装框架12滑动连接;当凸轮15向安装框架12施加作用力,把滑板11压向接触线7时,安装框架12沿第一滑轨17水平移动。如此,在滑板11压向接触线7时,接触线7也会对滑板11施加一定的作用力,本申请为安装框架12设置第一滑轨17,可以使得滑板11在受到接触线7的反弹作用力后为安装框架12形成反弹空间,从而更加接近高速列车实际运行的服役环境。

[0058] 可选地,请继续参见图2,本申请实施例所提供的受电弓滑板11的载流摩擦磨损试验机100中,总框架14还包括第一连接件30,摆动框架13通过第一连接件30旋转固定于总框架14上。如此,摆动框架13可与总框架14通过第一连接件30旋转连接,该第一连接件30既能对摆动框架13起到较好的固定作用,避免摆动框架13与总框架14脱离,又能使得摆动框架13相对于总框架14进行一定幅度的摆动,从而在不需要接触线硬点撞击滑板11时,驱动滑板11摆动,避开硬点对滑板11的机械冲击。

[0059] 可选地,请继续参见图2,本申请实施例所提供的受电弓滑板载流摩擦磨损试验机100中,摆动控制装置18位于总框架14上,包括第一电磁铁181和第二电磁铁182,第一电磁铁181和第二电磁铁182分别固定于第一连接件30的两侧;

[0060] 当不需要凸起点10撞击滑板11时,第一电磁铁181和第二电磁铁182分时向摆动框架13施加电磁吸引力,使摆动框架13、安装框架12和滑板11进行摆动。

[0061] 具体地,请参见图2,本申请引入了第一电磁铁181和第二电磁铁182为摆动框架13提供摆动作用力,当不需要凸起点10(即硬点)撞击滑板11时,第一电磁铁181和第二电磁铁182分时向摆动框架13施加电磁吸引力,使摆动框架13、安装框架12和滑板11在水平面内进行摆动,滑板11摆动的位置可参见图3中滑板11虚框对应的位置。通过电磁铁吸合摆动框架13,控制接触线硬点与滑板11是否碰撞,结构简便易行,控制简单,且接触线7与滑板11不会因躲避硬点分离引起电火花或电弧。

[0062] 当然,摆动控制装置18除采用电磁铁的方式实现外,在本申请的其他一些实施例中,摆动控制装置18还可采用其他可行的方式。例如可在总框架14上设置转轴,在转轴上缠绕牵引线,牵引线分别固定在摆动框架13的两侧,通过转轴的运动,带动牵引线对摆动框架13施加拉力,从而实现摆动框架13的摆动。

[0063] 可选地,请继续参见图2,第一移动控制装置4包括水平滑轨41、与水平滑轨41对应的水平丝杠5、以及与水平丝杠5连接的水平移动驱动电机6,水平滑轨41与总框架14滑动连接;在水平移动驱动电机6的驱动下,总框架14沿水平滑轨41水平移动。由于滑板11、安装框架12、摆动框架13均是直接或间接与总框架14固定的,当总框架14沿水平滑轨41水平移动时,能够带动滑板11相对于旋转圆盘8上的接触线7水平移动。需要说明的是,当滑板11发生相对于接触线7的水平移动时,滑板11的水平移动幅度能够确保滑板11始终能够与接触线7接触,从而能够有效避免弓网分离(即受电弓的滑板11与接触线7分离)导致的电弧事件。

[0064] 可选地,请参见图2,第二移动控制装置20包括竖直滑轨2、与竖直滑轨2对应的竖直丝杠3、以及与竖直丝杠3连接的竖直移动升降机1,通常竖直移动升降机1中包含有驱动电机,竖直滑轨2与总框架14滑动连接;在竖直移动升降机1中的驱动电机的驱动下,总框架14沿竖直滑轨2竖直移动。由于滑板11、安装框架12、摆动框架13均是直接或间接与总框架14固定的,当总框架14沿竖直滑轨2竖直移动时(在图2所示视角下体现为上下移动),能够带动滑板11相对于旋转圆盘8上的接触线7竖直移动。需要说明的是,当滑板11发生相对于接触线7的竖直移动时,滑板11的上下移动幅度能够确保滑板11始终能够与接触线7接触,从而能够有效避免弓网分离(即受电弓的滑板11与接触线7分离)导致的电弧事件。

[0065] 本申请引入受电弓滑板11的载流摩擦磨损试验机100来模拟机械冲击和热冲击耦合作用下的滑板11损伤机制,一方面,有利于解决滑板11使用寿命远低于设计寿命的问题,从根源上提高受流质量,对保障列车的平稳运行、减少维修费用和保证人们安全出行等具有很重要的意义;另一方面,为高速列车多学科耦合分析提供与服役环境接近的第一手数据和验证设备,有利于提升我国高速列车设计水平。

[0066] 基于同一发明构思,本申请还提供一种受电弓滑板载流摩擦磨损试验机100的使用方法,请结合图1-图4,图4所示为本申请所提供的受电弓滑板载流摩擦磨损试验机的使用方法的一种流程图,该方法包括:

[0067] 步骤101、启动第一驱动电机9,使旋转圆盘8带动接触线7和凸起点10匀速旋转;

[0068] 步骤102、启动压力控制装置21,使得压力控制装置21向滑板11的安装框架12提供压力,不断改变滑板11与接触线7之间的接触压力;

[0069] 步骤103、启动第二移动控制装置20,使总框架14、摆动框架13、安装框架12和滑板11作为整体,相对于旋转圆盘8进行竖直移动,模拟接触线7与滑板11之间的之字形相对运动;

[0070] 步骤104、当不需要凸起点10撞击滑板11时,启动滑板11摆动装置,通过摆动控制装置18驱动摆动框架13进行摆动;

[0071] 步骤105、当需要凸起点10撞击滑板11时,关闭滑板11摆动装置,使凸起点10与滑板11接触;当凸起点10与滑板11接触时,滑板11和滑板安装框架12一起向远离旋转圆盘8的方向滑动,使凸起点10通过滑板11。

[0072] 周而复始地重复上述步骤,直至完成受电弓滑板11的摩擦磨损测试。

[0073] 在摩擦磨损测试过程中,可采用闭环控制系统用于实验台多种运动的实现及协调,采用传感器获取实验数据,并考虑高温问题及各机构相对运动,注意类型选择、布点、走线及保护。采用电子天平测量滑板11的磨损量,采用数码相机和光学显微镜拍摄滑板11磨损表面形貌,接触副温度、接触压力、振动加速度、燃弧时间及燃弧次数等通过试验机100的数据采集系统采集。最后,对测量数据和拍摄/扫描图片进行处理。

[0074] 可选地,压力控制装置21包括凸轮15和与凸轮15连接的凸轮电机16,凸轮15与安装框架12接触;

[0075] 上述步骤102中,启动压力控制装置21,使得压力控制装置21向滑板11的安装框架12提供压力,不断改变滑板11与接触线7之间的接触压力,具体为:

[0076] 启动凸轮电机16,凸轮15匀速旋转进行偏心运动,利用偏心支撑,不断为滑板11和接触线7施加周期性变化的压紧力。

[0077] 本申请提供的上述受电弓滑板11的载流摩擦磨损试验机100具有高速大载流、周期性动态变化的接触压力和硬点对滑板11的周期性或随机性冲击等特点,配合其使用方法,能够完成接触线7与滑板11之间的相对滑动、接触网之字形运动、周期性或随机性硬点冲击、周期性变化接触压力、各机构之间运动关系的协调等功能。

[0078] 通过以上各实施例可知,本申请存在的有益效果是:

[0079] (1) 本申请提供的受电弓滑板载流摩擦磨损试验机及使用方法中,试验机结构布置紧凑、可靠性高,安装和检修方便;整机采用卧式结构布局、宽大机座,重心低,运行平稳;通过电机驱动的螺母丝杠机构和滑轨实现总框架的运动和运动导向,以及通过滑轨实现安装框架的运动导向,既结构简单、安全可靠,又可以满足精度需求;各运动机构之间既可独立运动,又可通过控制联合协调运动;控制灵活、简便。

[0080] (2) 本申请提供的受电弓滑板载流摩擦磨损试验机及使用方法中,通过总框架的水平运动与安装框架的水平运动、凸轮旋转的整体与局部的有效结合,完成接触线与滑板之间周期性变化的接触压力施加,自动平稳地加载、卸载,在一定范围内连续可调,结构简单,易实现,易控制,且安全可靠。

[0081] (3) 通过摆动框架与摆动控制装置的有机结合,实现接触线硬点(即凸起点)对滑板的周期性或随机性硬点冲击,结构简便易行,控制简单,同时既可有效地避免接触线旋转圆盘直径过大(只要旋转圆盘转速 $60v/(\pi d) < \text{磁铁的最高吸合频率}$ 即可, d 为旋转圆盘直径, v 为列车车速),又能实现诸如长距离跨与跨连接处引起的周期性硬点冲击。

[0082] 上述说明示出并描述了本申请的若干优选实施例,但如前所述,应当理解本申请并非局限于本文所披露的形式,不应看作是对其他实施例的排除,而可用于各种其他组合、修改和环境,并能够在本文所述发明构想范围内,通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离本申请的精神和范围,则都应在本申

请所附权利要求的保护范围内。

100

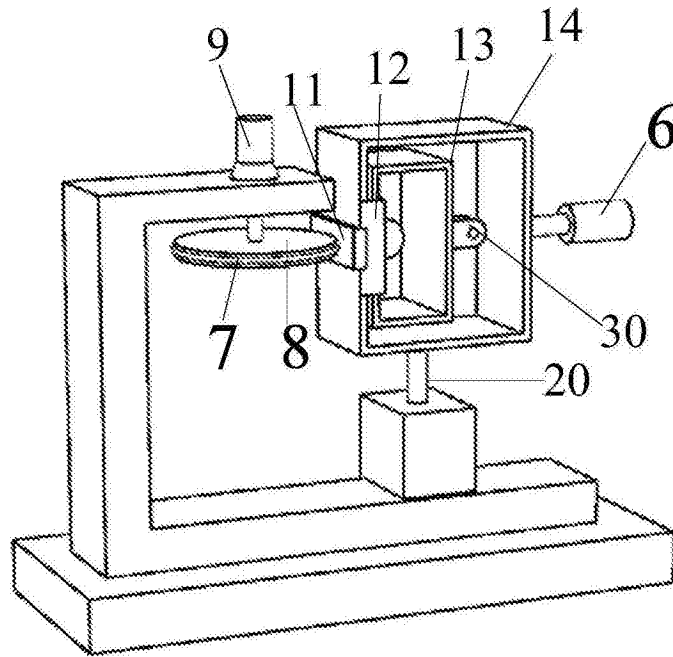


图1

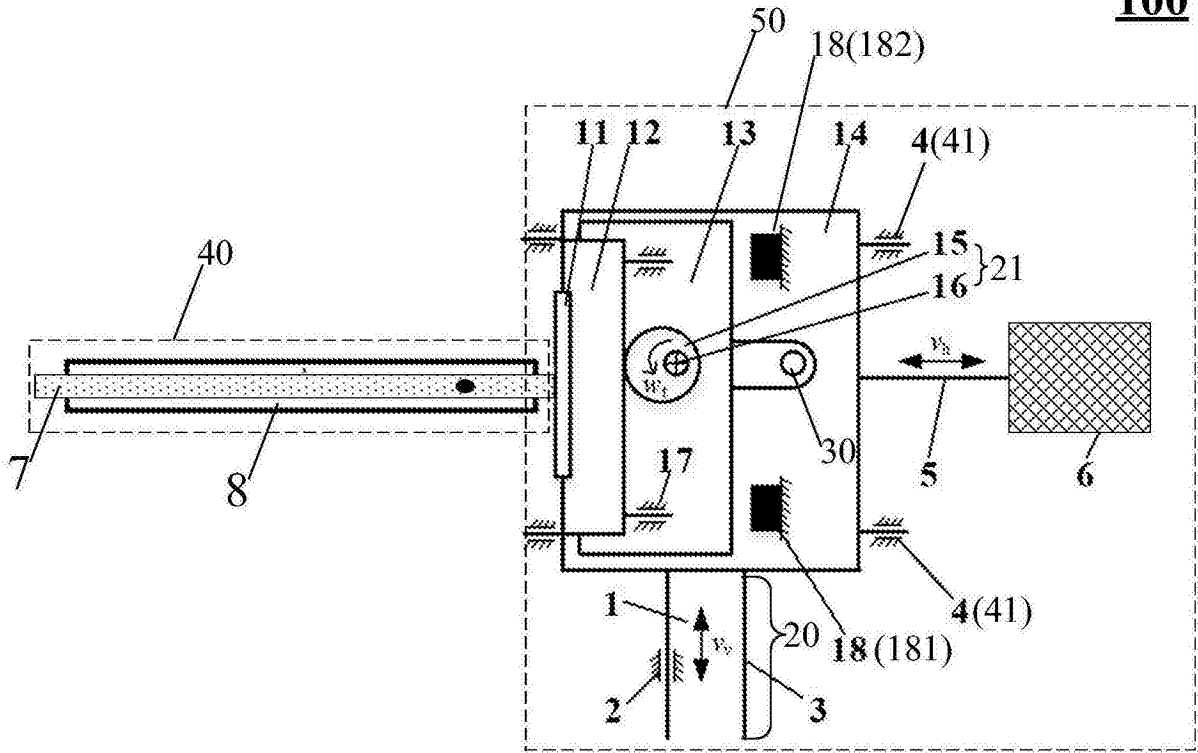


图2

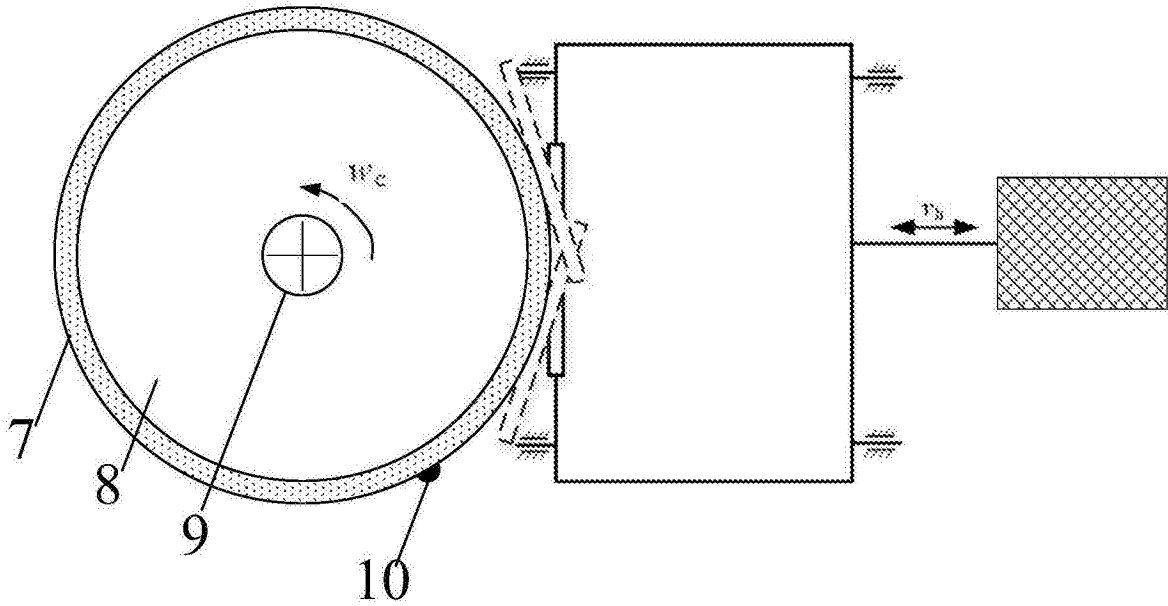


图3

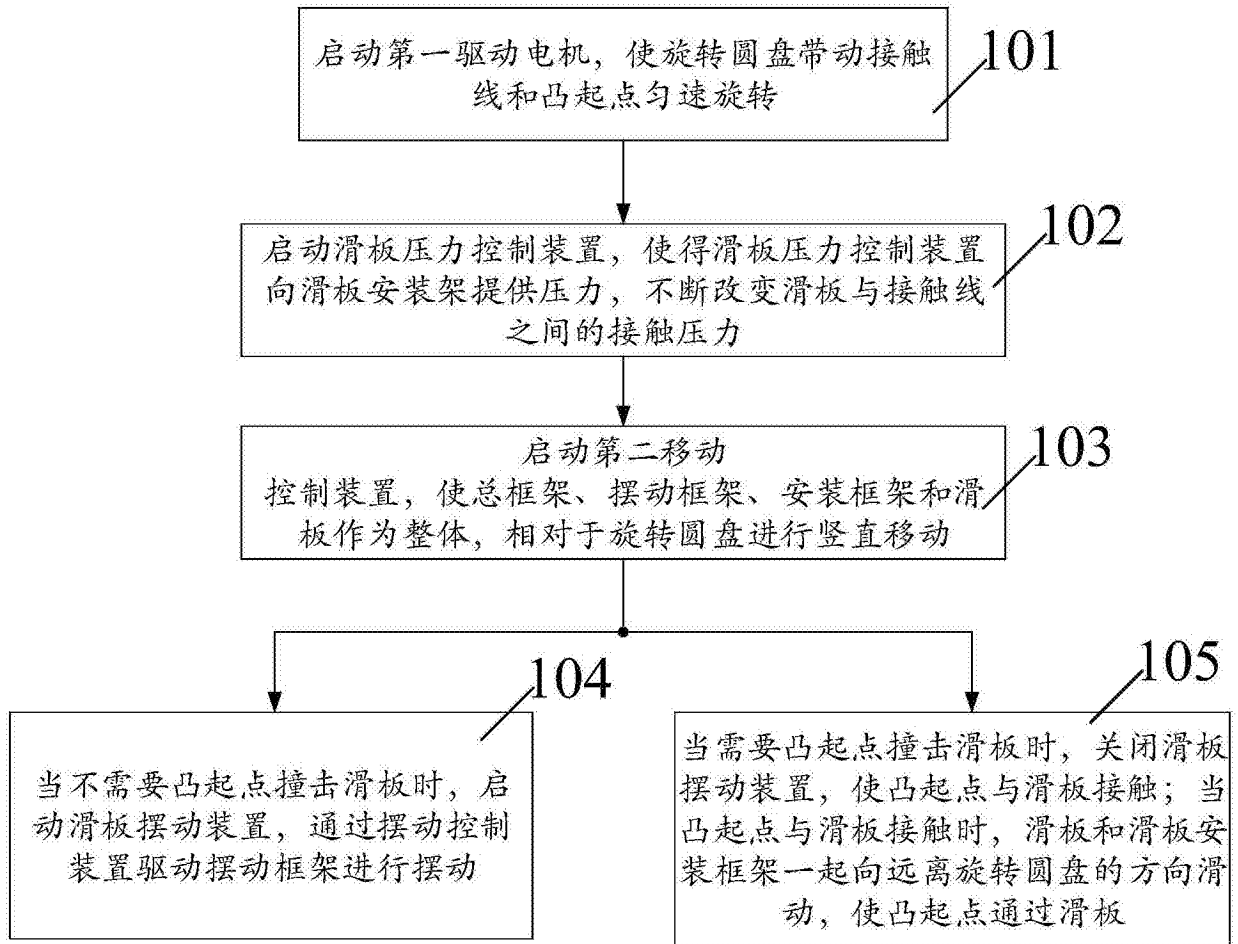


图4