



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108414254 B

(45)授权公告日 2020.03.31

(21)申请号 201810161806.7

审查员 张少文

(22)申请日 2018.02.26

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108414254 A

(43)申请公布日 2018.08.17

(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 谢季佳 孙成奇 姜萍

(74)专利代理机构 北京和信华成知识产权代理

事务所(普通合伙) 11390

代理人 胡剑辉

(51)Int.Cl.

G01M 17/10(2006.01)

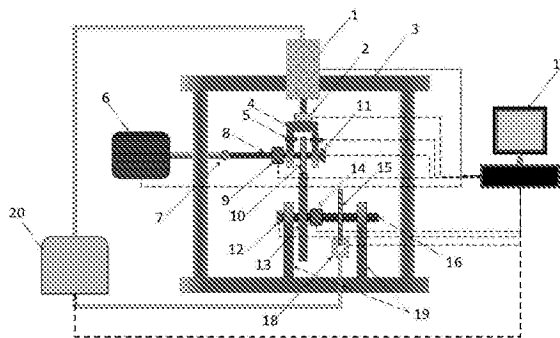
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

一种复现列车车轮多边形化的模拟方法及设备

(57)摘要

本发明实施例提供了一种复现列车车轮多边形化的模拟方法及设备,所述设备包括:液压做动缸(1)、力传感器(2)、承力框架(3)、上轴承座(4)、光电传感器(5)、牵引电机(6)、联轴器(7)、模拟车轮轴(8)、模拟车轮轴扭矩传感器(9)、模拟车轮(10)、模拟车轮轴转速传感器(11)、和模拟轨轮(13);通过在模拟轮对的转轴施加由模拟车轮空间转动角度控制相位的高频转速波动,实现了对轮对周期滚滑引起的多边形化的复现。



1. 一种基于模拟设备复现列车车轮多边形化的模拟方法,其特征在于,包括:

根据待模拟的列车速度和列车车轮直径,确定模拟轮轴的转速;

根据待模拟的列车的车轴的轴重确定模拟车轴轮的静载,以及向模拟车轴施加所述静载;

将模拟轨轮轴按照设定的转速波动幅值以及模拟车轮轴转动频率的倍频数进行高频转速波动,确定模拟车轮的空间角度;

根据所述空间角度,控制液压刹车钳保证模拟轨轮轴的转速波形相位由模拟车轮的转动相位来控制;

记录模拟车轮和模拟轨轮的转动圈数、扭矩、转速以及侧向负载的波形;

设定时间段后,对所述模拟车轮周围的磨损量进行几何尺寸测量,确定车轮多变性化的特征;

其中,所述模拟设备包括:液压做动缸(1)、力传感器(2)、承力框架(3)、上轴承座(4)、光电传感器(5)、牵引电机(6)、联轴器(7)、模拟车轮轴(8)、模拟车轮轴扭矩传感器(9)、模拟车轮(10)、模拟车轮轴转速传感器(11)、模拟轨轮(13)、模拟轨轮轴转速传感器(12)、模拟轨轮轴扭矩传感器(14)、刹车盘(15)、模拟轨轮轴(16)、液压刹车钳(18)和下轴承座(19)、数据采集与控制器(17)和液压油源(20);

所述液压做动缸(1)设置于所述承力框架(3)上,所述液压做动缸(1)的一端设置有所述力传感器(2);所述牵引电机(6)通过所述联轴器(7)与所述模拟车轮轴(8)连接,在所述模拟车轮轴(8)上设置有模拟车轮(10)以及所述模拟车轮轴(8)设置于所述上轴承座(4)上,在所述模拟车轮轴(8)上还设置有所述模拟车轮轴扭矩传感器(9),以及所述模拟车轮(10)与所述模拟轨轮(13)的轮缘相互接触,且所述模拟车轮(10)的轮轴与所述模拟轨轮(13)的轮轴平行;

所述下轴承座(19)设置于所述承力框架(3)的底部,在所述下轴承座(19)上还设置有所述模拟轨轮轴(16),在所述模拟轨轮轴(16)依次设置有所述模拟轨轮轴转速传感器(12)、所述模拟轨轮(13)、所述模拟轨轮轴扭矩传感器(14)和所述刹车盘(15);

与所述刹车盘(15)对应设置有液压刹车钳(18);

所述液压做动缸(1)设置于所述承力框架(3)上,所述液压做动缸(1)的一端设置有所述力传感器(2),在所述模拟车轮轴(8)上设置有模拟车轮(10)以及所述模拟车轮轴(8)设置于所述上轴承座(4)上,在所述模拟车轮轴(8)上设置有所述模拟车轮轴扭矩传感器(9),以及在所述模拟车轮轴(8)上还设置有所述刹车盘(15),与对应设置有液压刹车钳(18);

所述下轴承座(19)设置于所述承力框架(3)的底部,在所述下轴承座(19)上还设置有所述模拟轨轮轴(16),在所述模拟轨轮轴(16)依次设置有所述模拟轨轮轴转速传感器(12)、所述模拟轨轮(13)、所述模拟轨轮轴扭矩传感器(14),在所述模拟轨轮轴(16)的一端与所述联轴器(7)连接,所述联轴器(7)与所述牵引电机(6)连接。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据待模拟的列车速度和列车车轮直径,确定模拟轮轴的转速,包括:

根据待模拟的列车速度 V 和列车车轮直径 D ,确定列车轮轨的接触频度 f_1 ,

将列车轮轨的接触频度 f_1 确定为模拟轮轴的转速;

其中,所述接触频度 f_1 由以下公式确定:

$$f_1 = \frac{V}{\pi D}。$$

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

设定模拟车轮复现的多边形边数为 N ,设定的转速波动幅值以及模拟车轮轴转动频率的 $\frac{N}{i}$ 倍频数;

其中, N 和 i 为整数,且 $1 \leq i \leq N-1$,除 $i=1$ 和 $i=N-1$ 之外, N 不能被 i 和 $N-i$ 整除。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

控制模拟轮对接触位置在测试过程中的环境因素;

其中,所述环境因素至少包括以下之一:温度、湿度和粉尘。

5. 根据权利要求1-4任一所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

以设定的载荷幅值和模拟车轮轴的稳定转动频率 f_2 的倍频数 $\frac{N}{i}$ 在模拟车轴的静载 F_0 基础上开始对轮对施加高频循环加载。

一种复现列车车轮多边形化的模拟方法及设备

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及列车车轮测量领域,尤其涉及一种复现列车车轮多边形化的模拟方法及设备。

背景技术

[0002] 列车车轮的多边形化现象指的是列车在运营一定里程后所发生的车轮圆周面周期性非均匀磨损现象,即圆形车轮逐渐失去圆度而向多边形发展的现象。这一现象既可能在动车轴车轮上出现也可以在拖车轴车轮上出现。由于列车车轮的多边形化,降低了列车运行的平顺性,使车轮与轨道产生高频的冲击,其冲击载荷将降低列车部件的疲劳寿命,影响到了列车运行的经济性与安全性,并产生噪声影响列车的舒适性。

[0003] 对于列车车轮的多边形化的研究表明,这一过程的机理十分复杂,涉及到轮轨系统的动力学响应。目前主要的通过对实际车辆运行过程中测量振动、对车轮进行几何测量并结合计算仿真的方法来加以研究。

[0004] 然而,目前还没有对复现列车车轮多边形化的现象的解决方案。

发明内容

[0005] 本发明实施例提供了一种复现列车车轮多边形化的模拟方法及设备,可以实现一种复现列车车轮多边形化的模拟方法及设备。

[0006] 第一方面,本发明实施例提供一种复现列车车轮多边形化的模拟设备,包括:

[0007] 液压做动缸1、力传感器2、承力框架3、上轴承座4、光电传感器5、牵引电机6、联轴器7、模拟车轮轴8、模拟车轮轴扭矩传感器9、模拟车轮10、模拟车轮轴转速传感器11、和模拟轨轮13;

[0008] 其中,所述液压做动缸1设置于所述承力框架3上,所述液压做动缸1的一端设置有所述力传感器2;所述牵引电机6通过所述联轴器7与所述模拟车轮轴8连接,在所述模拟车轮轴8上设置有模拟车轮10以及所述模拟车轮轴8设置于所述上轴承座4上,在所述模拟车轮轴8上还设置有所述模拟车轮轴扭矩传感器9,以及所述模拟车轮10与所述模拟轨轮13对应设置。

[0009] 在一个可能的实施方式中,所述设备还包括:

[0010] 模拟轨轮轴转速传感器12、模拟轨轮轴扭矩传感器14、刹车盘15、模拟轨轮轴16、液压刹车钳18和下轴承座19;

[0011] 其中,所述下轴承座19设置于所述承力框架3的底部,在所述下轴承座19上还设置有所述模拟轨轮轴16,在所述模拟轨轮轴16依次设置有所述模拟轨轮轴转速传感器12、所述模拟轨轮13、所述模拟轨轮轴扭矩传感器14和所述刹车盘15;

[0012] 与所述刹车盘15对应设置有液压刹车钳18。

[0013] 在一个可能的实施方式中,所述设备还包括:数据采集与控制器17和液压油源20。

[0014] 在一个可能的实施方式中,所述模拟车轮10与所述模拟轨轮13对应设置,包括:

[0015] 所述模拟车轮10与所述模拟轨轮13的轮缘相互接触,且所述模拟车轮10的轮轴与所述模拟轨轮13的轮轴平行。

[0016] 在一个可能的实施方式中,所述设备还包括:

[0017] 所述液压做动缸1设置于所述承力框架3上,所述液压做动缸1的一端设置有所述力传感器2,在所述模拟车轮轴8上设置有模拟车轮10以及所述模拟车轮轴8设置于所述上轴承座4上,在所述模拟车轮轴8上设置有所述模拟车轮轴扭矩传感器9,以及在所述模拟车轮轴8上还设置有所述刹车盘15,与对应设置有液压刹车钳18;

[0018] 所述下轴承座19设置于所述承力框架3的底部,在所述下轴承座19上还设置有所述模拟轨轮轴16,在所述模拟轨轮轴16依次设置有所述模拟轨轮轴转速传感器12、所述模拟轨轮13、所述模拟轨轮轴扭矩传感器14,在所述模拟轨轮轴16的一端与所述联轴器7连接,所述联轴器7与所述牵引电机6连接。

[0019] 第二方面,本发明实施例提供一种复现列车车轮多边形化的模拟方法,包括:

[0020] 根据待模拟的列车速度和列车车轮直径,确定模拟轮轴的转速;

[0021] 根据待模拟的列车的车轴的轴重确定模拟车轴轮的静载,以及向模拟车轴施加所述静载;

[0022] 将模拟轨轮轴按照设定的转速波动幅值以及模拟车轮轴转动频率的倍频数进行高频转速波动,确定模拟车轮的空间角度;

[0023] 根据所述空间角度,控制液压刹车钳保证模拟轨轮轴的转速波形相位由模拟车轮的转动相位来控制;

[0024] 记录模拟车轮和模拟轨轮的转动圈数、扭矩、转速以及侧向负载的波形;

[0025] 设定时间段后,对所述模拟车轮周围的磨损量进行几何尺寸测量,确定车轮多变性化的特征。

[0026] 在一个可能的实施方式中,所述根据待模拟的列车速度和列车车轮直径,确定模拟轮轴的转速,包括:

[0027] 根据待模拟的列车速度V和列车车轮直径D,确定列车轮轨的接触频度 f_1 ,

[0028] 将列车轮轨的接触频度 f_1 确定为模拟轮轴的转速;

[0029] 其中,所述接触频度 f_1 由以下公式确定:

$$[0030] \quad f_1 = \frac{V}{\pi D}。$$

[0031] 在一个可能的实施方式中,所述方法还包括:

[0032] 设定模拟车轮复现的多边形边数为N,设定的转速波动幅值以及模拟车轮轴转动频率的 $\frac{N}{i}$ 倍频数;

[0033] 其中,N和i为整数,且 $1 \leq i \leq N-1$,除 $i=1$ 和 $i=N-1$ 之外,N不能被i和 $N-i$ 整除。

[0034] 在一个可能的实施方式中,所述方法还包括:

[0035] 控制模拟轮对接触位置在测试过程中的环境因素;

[0036] 其中,所述环境因素至少包括以下之一:温度、湿度和粉尘。

[0037] 在一个可能的实施方式中,所述方法还包括:

[0038] 以设定的载荷幅值和模拟车轮轴的稳定转动频率 f_2 的倍频数 $\frac{N}{i}$ 在模拟车轴的静载 F_0 基础上开始对轮对施加高频循环加载。

[0039] 本发明实施例提供复现列车车轮多边形化的模拟方法及设备,通过在垂直于轮轴方向施加由模拟车轮空间转动角度控制相位的高频交变载荷,实现了对垂向振动引起的多边形化的复现。通过在模拟轮对的转轴施加由模拟车轮空间转动角度控制相位的高频转速波动,实现了对轮对周期滚滑引起的多边形化的复现。本发明可以分别对动车轴与拖车轴车轮多边形化现象展开复现研究。与真实工况相比,本发明实验条件可控,采集的数据完整,可以更方便快捷的开展列车车轮多边形化的实验研究。

附图说明

[0040] 图1为本发明实施例提供的一种复现列车车轮多边形化的模拟设备的结构示意图;

[0041] 图2为本发明实施例提供的另一种复现列车车轮多边形化的模拟设备的结构示意图;

[0042] 图3为本发明实施例提供的一种复现列车车轮多边形化的模拟方法的流程示意图。

具体实施方式

[0043] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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。

[0044] 为便于对本发明实施例的理解,下面将结合附图以具体实施例做进一步的解释说明,实施例并不构成对本发明实施例的限定。

[0045] 图1为本发明实施例提供的一种复现列车车轮多边形化的模拟设备的结构示意图,如图1所示,该设备具体包括:

[0046] 液压做动缸1、力传感器2、承力框架3、上轴承座4、光电传感器5、牵引电机6、联轴器7、模拟车轮轴8、模拟车轮轴扭矩传感器9、模拟车轮10、模拟车轮轴转速传感器11、和模拟轨轮13;

[0047] 其中,所述液压做动缸1设置于所述承力框架3上,所述液压做动缸1的一端设置有所述力传感器2;所述牵引电机6通过所述联轴器7与所述模拟车轮轴8连接,在所述模拟车轮轴8上设置有模拟车轮10以及所述模拟车轮轴8设置于所述上轴承座4上,在所述模拟车轮轴8上还设置有所述模拟车轮轴扭矩传感器9,以及所述模拟车轮10与所述模拟轨轮13对应设置。

[0048] 可选地,所述设备还包括:

[0049] 模拟轨轮轴转速传感器12、模拟轨轮轴扭矩传感器14、刹车盘15、模拟轨轮轴16、液压刹车钳18和下轴承座19;

[0050] 其中,所述下轴承座19设置于所述承力框架3的底部,在所述下轴承座19上还设置

有所述模拟轨轮轴16,在所述模拟轨轮轴16依次设置有所述模拟轨轮轴转速传感器12、所述模拟轨轮13、所述模拟轨轮轴扭矩传感器14和所述刹车盘15;

[0051] 与所述刹车盘15对应设置有液压刹车钳18。

[0052] 可选地,所述设备还包括:数据采集与控制器17和液压油源20。

[0053] 可选地,所述模拟车轮10与所述模拟轨轮13对应设置,包括:

[0054] 所述模拟车轮10与所述模拟轨轮13的轮缘相互接触,且所述模拟车轮10的轮轴与所述模拟轨轮13的轮轴平行。

[0055] 图2为本发明实施例提供的另一种复现列车车轮多边形化的模拟设备的结构示意图,如图2所示,该设备具体包括:

[0056] 液压做动缸1、力传感器2、承力框架3、上轴承座4、光电传感器5、牵引电机6、联轴器7、模拟车轮轴8、模拟车轮轴扭矩传感器9、模拟车轮10、模拟车轮轴转速传感器11、和模拟轨轮13;

[0057] 其中,所述液压做动缸1设置于所述承力框架3上,所述液压做动缸1的一端设置有所述力传感器2,在所述模拟车轮轴8上设置有模拟车轮10以及所述模拟车轮轴8设置于所述上轴承座4上,在所述模拟车轮轴8上设置有所述模拟车轮轴扭矩传感器9,以及在所述模拟车轮轴8上还设置有所述刹车盘15,与对应设置有液压刹车钳18;

[0058] 所述下轴承座19设置于所述承力框架3的底部,在所述下轴承座19上还设置有所述模拟轨轮轴16,在所述模拟轨轮轴16依次设置有所述模拟轨轮轴转速传感器12、所述模拟轨轮13、所述模拟轨轮轴扭矩传感器14,在所述模拟轨轮轴16的一端与所述联轴器7连接,所述联轴器7与所述牵引电机6连接。

[0059] 图3为本发明实施例提供的一种复现列车车轮多边形化的模拟方法的流程示意图,如图3所示,该方法具体包括:

[0060] S301、根据待模拟的列车速度和列车车轮直径,确定模拟轮轴的转速。

[0061] S302、根据待模拟的列车的车轴的轴重确定模拟车轴轮的静载,以及向模拟车轴施加所述静载。

[0062] S303、将模拟轨轮轴按照设定的转速波动幅值以及模拟车轮轴转动频率的倍频数进行高频转速波动,确定模拟车轮的空间角度。

[0063] S304、根据所述空间角度,控制液压刹车钳保证模拟轨轮轴的转速波形相位由模拟车轮的转动相位来控制。

[0064] S305、记录模拟车轮和模拟轨轮的转动圈数、扭矩、转速以及侧向负载的波形。

[0065] S306、设定时间段后,对所述模拟车轮周围的磨损量进行几何尺寸测量,确定车轮多变性化的特征。

[0066] 可选地,所述根据待模拟的列车速度和列车车轮直径,确定模拟轮轴的转速,包括:

[0067] 根据待模拟的列车速度V和列车车轮直径D,确定列车轮轨的接触频度 f_1 ,

[0068] 将列车轮轨的接触频度 f_1 确定为模拟轮轴的转速;

[0069] 其中,所述接触频度 f_1 由以下公式确定:

[0070]
$$f_1 = \frac{V}{\pi D}。$$

[0071] 可选地,所述方法还包括:

[0072] 设定模拟车轮复现的多边形边数为 N ,设定的转速波动幅值以及模拟车轮轴转动频率的 $\frac{N}{i}$ 倍频数;

[0073] 其中, N 和 i 为整数,且 $1 \leq i \leq N-1$,除 $i=1$ 和 $i=N-1$ 之外, N 不能被 i 和 $N-i$ 整除。

[0074] 可选地,所述方法还包括:

[0075] 控制模拟轮对接触位置在测试过程中的环境因素;

[0076] 其中,所述环境因素至少包括以下之一:温度、湿度和粉尘。

[0077] 可选地,所述方法还包括:

[0078] 以设定的载荷幅值和模拟车轮轴的稳定转动频率 f_2 的倍频数 $\frac{N}{i}$ 在模拟车轴的静载 F_0 基础上开始对轮对施加高频循环加载。

[0079] 具体地,当采用如图1所示的复现列车车轮多边形化的模拟设备进行模拟时,可分为如下两种情况:

[0080] 其一、实施复现由垂直方向振动引起的动车轴车轮多边形化现象,包括:

[0081] (1) 将无磨损的模拟车轮10与模拟轨轮13轮对分别安装到上轴承座4与下轴承座19;

[0082] (2) 开启控制模拟轮对接触位置温度、湿度、粉尘等环境的装置,使试验在设定的环境条件之下进行;

[0083] (3) 开启数据采集与控制器17与液压油源20;

[0084] (4) 根据要模拟的列车车速 V 和列车车轮的直径 D ,计算出列车轮轨接触频率 $f_1 = \frac{V}{\pi D}$,也就是轮轴的转速。启动牵引电机6,让模拟车轮10以稳定转速 f_1 旋转,模拟轨轮13将在摩擦力作用下旋转;

[0085] (5) 根据实际列车车轴的轴重,列车车轮与模拟车轮的缩比关系,以保持赫兹接触应力相等为前提计算出模拟车轴的静载大小 F_0 。开启液压做动缸1给轮对施加 F_0 以模拟车轴的静载;

[0086] (6) 在数据采集与控制器17设定好载荷幅值与 $\frac{N}{i}$ 倍频数(N 和 i 为整数,且 $1 \leq i \leq N-1$,除 $i=1$ 和 $i=N-1$ 之外, N 不能被 i 和 $N-i$ 整除),启动液压做动缸1以设定的载荷幅值和模拟车轮轴8转动频率 f_1 的倍频数开始对轮对施加高频循环加载,此时光电传感器5将模拟车轮10的空间角度发送给数据采集与控制器17,并由数据采集与控制器17反馈控制液压做动缸1,保证侧向载荷波形的相位由模拟车轮10的转动相位来控制;

[0087] (7) 试验过程记录模拟车轮的转动圈数、扭矩、转速以及侧向载荷的波形;

[0088] (8) 经过一定时间的试验后,停止试验,对模拟车轮10的圆周的磨损量进行几何尺寸测量,获得车轮多边形化的特征。

[0089] 其二、实施复现由轮轨滚滑引起的动车轴车轮多边形化现象,包括:

[0090] (1) 将无磨损的模拟车轮10与模拟轨轮13轮对分别安装到上轴承座4与下轴承座19;

[0091] (2) 开启控制模拟轮对接触位置温度、湿度、粉尘等环境的装置,使试验在设定的环境条件之下进行;

[0092] (3) 开启数据采集与控制器17与液压油源20;

[0093] (4) 根据要模拟的列车车速 V 和列车车轮的直径 D ,计算出列车轮轨接触频率

$f_1 = \frac{V}{\pi D}$,也就是轮轴的转速。启动牵引电机6,让模拟车轮10以稳定转速 f_1 旋转,模拟轨轮

13将在摩擦力作用下旋转;

[0094] (5) 根据实际列车车轴的轴重,列车车轮与模拟车轮的缩比关系,以保持赫兹接触应力相等为前提计算出模拟车轴的静载大小 F_0 。开启液压做动缸1给轮对施加 F_0 以模拟车轴的静载;

[0095] (6) 在数据采集与控制器17设定好转轴转速的波动幅值与 $\frac{N}{i}$ 倍频数(N 和 i 为整数,且 $1 \leq i \leq N-1$,除 $i=1$ 和 $i=N-1$ 之外, N 不能被 i 和 $N-i$ 整除),启动液压刹车钳18,让模拟轨轮轴16以设定的转速波动幅值和模拟车轮轴8转动频率 f_1 的倍频数开始产生高频转速波动,此时光电传感器5将模拟车轮10的空间角度发送给数据采集与控制器17,并由数据采集与控制器17反馈控制液压刹车钳18,保证模拟轨轮轴16的转速波形相位由模拟车轮10的转动相位来控制;

[0096] (7) 试验过程记录模拟车轮10和模拟轨轮13的转动圈数、扭矩、转速以及侧向载荷的波形;

[0097] (8) 经过一定时间的试验后,停止试验,对模拟车轮10的圆周的磨损量进行几何尺寸测量,获得车轮多边形化的特征。

[0098] 当采用如图2所示的复现列车车轮多边形化的模拟设备进行模拟时,可分为如下两种情况:

[0099] 其一、实施复现由垂直方向振动引起的拖车轴车轮多边形化现象,包括:

[0100] (1) 将无磨损的模拟车轮10与模拟轨轮13轮对分别安装到上轴承座4与下轴承座19;

[0101] (2) 开启控制模拟轮对接触位置温度、湿度、粉尘等环境的装置,使试验在设定的环境条件之下进行;

[0102] (3) 开启数据采集与控制器17与液压油源20;

[0103] (4) 根据要模拟的列车车速 V 和列车车轮的直径 D ,计算出列车轮轨接触频率

$f_1 = \frac{V}{\pi D}$,也就是轮轴的转速。启动牵引电机6,让模拟轨轮13旋转并在摩擦力作用下带动模

拟车轮10以稳定转速 f_1 旋转;

[0104] (5) 根据实际列车车轴的轴重,列车车轮与模拟车轮的缩比关系,以保持赫兹接触应力相等为前提计算出模拟车轴的静载大小 F_0 。开启液压做动缸1给轮对施加 F_0 以模拟车轴的静载;

[0105] (6) 在数据采集与控制器17设定好载荷幅值与 $\frac{N}{i}$ 倍频数(N 和 i 为整数,且 $1 \leq i \leq N-1$,除 $i=1$ 和 $i=N-1$ 之外, N 不能被 i 和 $N-i$ 整除),启动液压做动缸1以设定的载荷幅值和模拟

车轮轴8转动频率 f_1 的倍频数开始对轮对施加高频循环加载,此时光电传感器5将模拟车轮10的空间角度发送给数据采集与控制器17,并由数据采集与控制器17反馈控制液压做动缸1,保证侧向载荷波形的相位由模拟车轮10的转动相位来控制;

[0106] (7) 试验过程记录模拟车轮的转动圈数、扭矩、转速以及侧向载荷的波形;

[0107] (8) 经过一定时间的试验后,停止试验,对模拟车轮10的圆周的磨损量进行几何尺寸测量,获得车轮多边形化的特征。

[0108] 其二、实施复现由轮轨滚滑引起的拖车轴车轮多边形化现象,包括:

[0109] (1) 将无磨损的模拟车轮10与模拟轨轮13轮对分别安装到上轴承座4与下轴承座19;

[0110] (2) 开启控制模拟轮对接触位置温度、湿度、粉尘等环境的装置,使试验在设定的环境条件之下进行;

[0111] (3) 开启数据采集与控制器17与液压油源20;

[0112] (4) 根据要模拟的列车车速 V 和列车车轮的直径 D ,计算出列车轮轨接触频率

$f_1 = \frac{V}{\pi D}$,也就是轮轴的转速。启动牵引电机6,让模拟轨轮13旋转并在摩擦力作用下带动模

拟车轮10以稳定转速 f_1 旋转;

[0113] (5) 根据实际列车车轴的轴重,列车车轮与模拟车轮的缩比关系,以保持赫兹接触应力相等为前提计算出模拟车轴的静载大小 F_0 。开启液压做动缸1给轮对施加 F_0 以模拟车轴的静载;

[0114] (6) 在数据采集与控制器17设定好转轴转速的波动幅值与 $\frac{N}{i}$ 倍频数(N 和 i 为整数,

且 $1 \leq i \leq N-1$,除 $i=1$ 和 $i=N-1$ 之外, N 不能被 i 和 $N-i$ 整除),启动液压刹车钳18,让模拟车轮轴8以设定的转速波动幅值和模拟车轮轴8稳定转动频率 f_2 的倍频数开始产生高频转速波动,此时光电传感器5将模拟车轮10的空间角度发送给数据采集与控制器17,并由数据采集与控制器17反馈控制液压刹车钳18,保证模拟车轮轴8的转速波形相位由模拟车轮10的转动相位来控制;

[0115] (7) 试验过程记录模拟车轮10和模拟轨轮13的转动圈数、扭矩、转速以及侧向载荷的波形;

[0116] (8) 经过一定时间的试验后,停止试验,对模拟车轮10的圆周的磨损量进行几何尺寸测量,获得车轮多边形化的特征。

[0117] 本发明实施例提供复现列车车轮多边形化的模拟方法及设备,通过在垂直于轮轴方向施加由模拟车轮空间转动角度控制相位的高频交变载荷,实现了对垂向振动引起的多边形化的复现。通过在模拟轮对的转轴施加由模拟车轮空间转动角度控制相位的高频转速波动,实现了对轮对周期滚滑引起的多边形化的复现。本发明可以分别对动车轴与拖车轴车轮多边形化现象展开复现研究。与真实工况相比,本发明实验条件可控,采集的数据完整,可以更方便快捷的开展列车车轮多边形化的实验研究。

[0118] 专业人员应该还可以进一步意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。

这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0119] 结合本文中所公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以用硬件、处理器执行的软件模块,或者二者的结合来实施。软件模块可以置于随机存储器(RAM)、内存、只读存储器(ROM)、电可编程ROM、电可擦除可编程ROM、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM、或技术领域内所公知的任意其它形式的存储介质中。

[0120] 以上所述的具体实施方式,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施方式而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

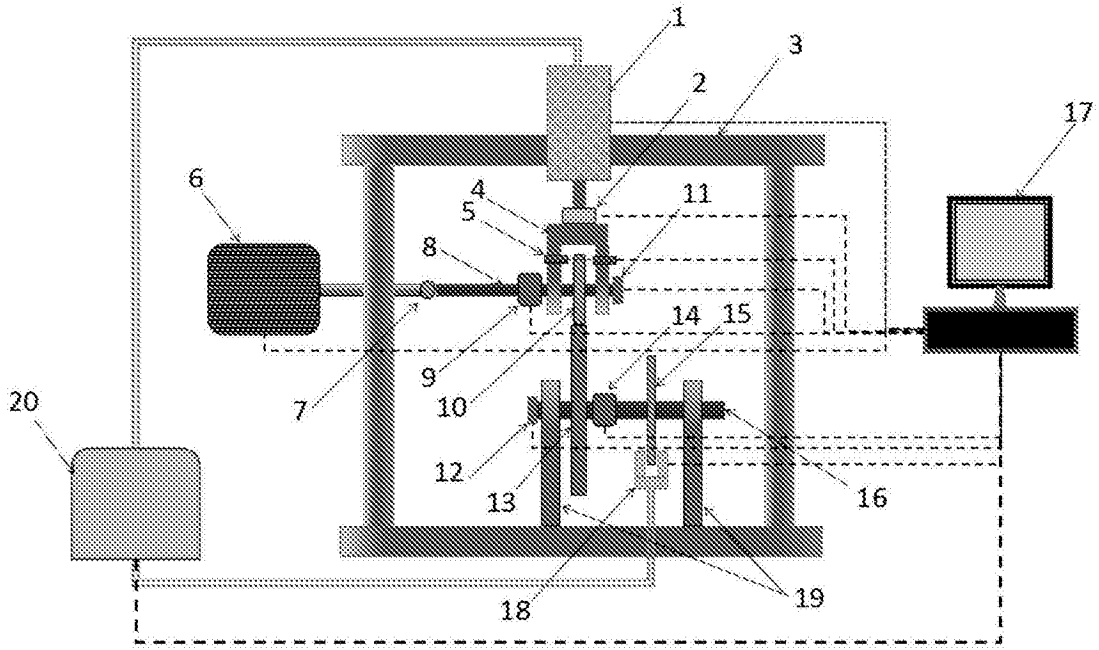


图1

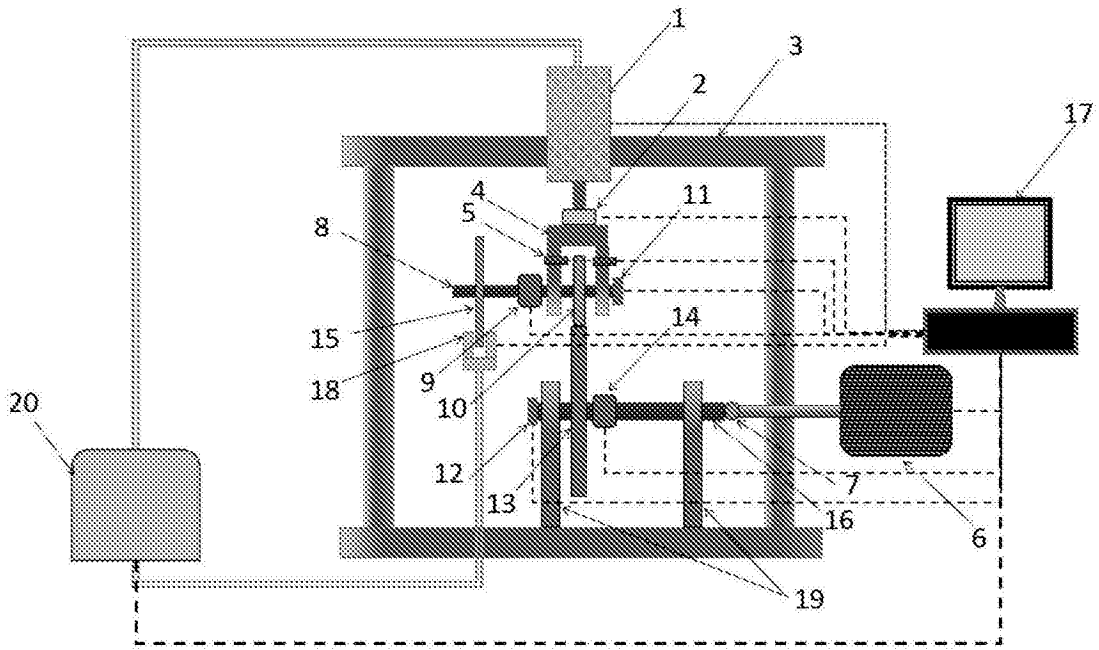


图2

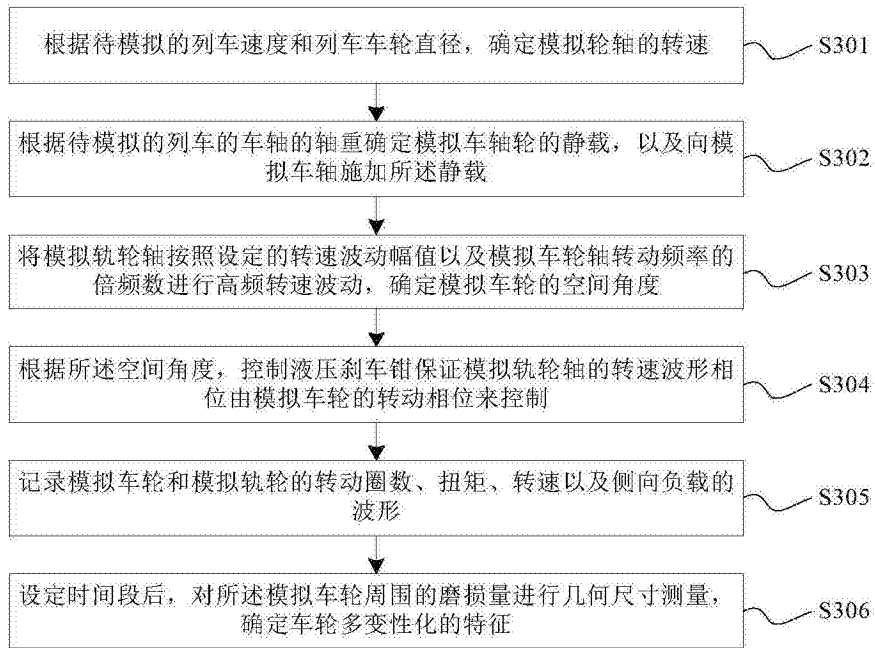


图3