



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104006979 B

(45)授权公告日 2016.08.24

(21)申请号 201410238107.X

47段.

(22)申请日 2014.05.30

CN 101216376 A, 2008.07.09, 全文.

CN 101813550 A, 2010.08.25, 全文.

(73)专利权人 长春轨道客车股份有限公司

CN 101813566 A, 2010.08.25, 全文.

地址 130061 吉林省长春市青荫路435号

CN 202083536 U, 2011.12.21, 全文.

(72)发明人 梁树林 张鹏 谭富星

KR 10-2005-0115951 A, 2005.12.08, 全文.

(74)专利代理机构 长春众益专利商标事务所  
(普通合伙) 22211

赵强. 轨道车辆转向架参数台三维测力平台的开发与研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库工程科技II辑》. 2013, (第12期), 第3.2节.

代理人 余岩

审查员 郑睿

(51) Int. Cl.

G01M 17/10(2006.01)

(56)对比文件

CN 203929407 U, 2014.11.05, 权利要求1.

CN 103048149 A, 2013.04.17, 说明书第51、52段.

CN 103149037 A, 2013.06.12, 说明书第45、

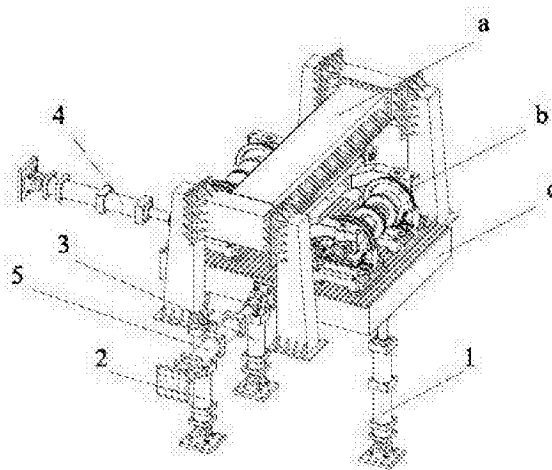
权利要求书1页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

转向架悬挂系统参数测试试验装置及测试方法

(57)摘要

一种转向架悬挂系统参数测试试验装置,包括龙门框架、运动平台和作动器,龙门框架的横梁下面连接有两个上三维测力平台,上三维测力平台上安装转接板,转接板上留有定位孔,通过定位孔和转接板与转向架上部摇枕相连接,下部运动平台上面安装四个下三维测力平台,每个下三维测力平台内都设一卡具,卡具与被试转向架的轮对连接,运动平台下面连接有三个垂向作动器,正面连接一个横向作动器,侧面连接一个纵向作动器。利用该装置试验方法更方便、快捷,提高了试验效率,测试结构简单;能够测试一系悬挂系统和二系悬挂系统在整备状态下刚度参数;在测试转向架悬挂所受的载荷力时,使用三维测力平台直接测量转向架各方向受力情况。克服了平台与转向架及平台与基础之间的摩擦力和阻滞力干扰,试验精度高。



1. 一种转向架悬挂系统参数测试试验装置,其特征在于:包括龙门框架、运动平台和作动器,龙门框架的横梁下面连接有两个上三维测力平台,上三维测力平台上安装转接板,转接板上留有定位孔,上三维测力平台通过定位孔和转接板与转向架上部摇枕相连接,运动平台上面安装四个下三维测力平台,每个下三维测力平台内都设一卡具,卡具由两个开口对应的凹形槽体构成,卡具与被试转向架的轮对连接,运动平台下面连接有三个垂向作动器,正面连接一个横向作动器,侧面连接一个纵向作动器。

2. 根据权利要求1所述装置的试验方法,其特征在于由以下步骤实现:

首先,将转向架安装在运动平台上,轮对安装在卡具上,通过调整运动平台高度,使下三维测力平台采集力值大小与试验大纲给定试验力值相同,进而确定运动平台初始高度位置,固定转向架,转向架安装完成后,对空气弹簧充气,测量构架中部下表面与轮对和地面相切点间距离,依据试验大纲,调整高度模拟车辆装备状态;

其次,通过控制系统控制各作动器协调运动,静态参数测试时各工况的试验谱设定参数为:正弦波形式连续加载,激励速度为0.5mm/s,位移幅值5mm;动态参数测试时的各工况的试验谱设定参数为:正弦波形式连续加载,激励频率范围0.1~15Hz,位移幅值1mm,频率间隔0.05Hz/s;

最后,通过位移传感器和上、下三维测力平台,测得转向架悬挂系统位移变化量和力值,采样频率100Hz,经过后期的数据处理,得到转向架各悬挂系统的回滞曲线关系图,从而求得悬挂系统刚度值。

3. 根据权利要求2所述的试验方法,其特征在于:静态垂向刚度测试时:三个垂向作动器同步动作,纵向作动器(4)和横向作动器(5)配合协调动作。

4. 根据权利要求2所述的试验方法,其特征在于:静态纵向刚度测试时:纵向作动器(4)动作,其它四个作动器配合协调动作。

5. 根据权利要求2所述的试验方法,其特征在于:静态横向刚度测试时:横向作动器(5)动作,其它四个作动器配合协调动作。

6. 根据权利要求2所述的试验方法,其特征在于:动态垂向刚度测试时:三个垂向作动器提供垂向动态激励,纵向作动器(4)和横向作动器(5)配合协调动作。

7. 根据权利要求2所述的试验方法,其特征在于:动态纵向刚度测试时:纵向作动器(4)提供纵向动态激励,其他四个作动器配合协调动作。

8. 根据权利要求2所述的试验方法,其特征在于:动态横向刚度测试时:横向作动器(5)提供横向动态激励,其他四个作动器配合协调动作。

## 转向架悬挂系统参数测试试验装置及测试方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种转向架悬挂参数测试试验方法,包括转向架悬挂系统静态参数和动态参数测试的试验方法和测试的试验装置。

### 背景技术

[0002] 随着铁路行业的不断进步和轨道车辆的不断提速,轨道车辆的运行性能对参数特性的依赖愈来愈强。大量研究成果已经证明了转向架悬挂参数的取值与车辆行驶安全性和乘客舒适性具有直接的关系,各系悬挂刚度过大或过小都会影响到列车的运行性能,转向架悬挂刚度参数是评价轨道列车运行性能的一个重要指标。

[0003] 转向架落成后所表现出的整体刚度、整体阻尼与零部件刚度、阻尼简单叠加后的结果存在明显差异,同时,各系悬挂元件的刚度、阻尼所表现出来的静态特性与动态特性也存在很大差异,在转向架整備状态下悬挂系统刚度的测试也需要更加复杂的测试条件。

[0004] 现在,我国也已逐渐重视对轨道车辆特性参数的试验研究,一些国内的轨道车辆生产厂也已建立了自己的参数测试台,以进行转向架各项参数的测定和研究。但如何模拟转向架载荷的实际工况,对转向架参数进行测试,特别是对转向架悬挂系统动态参数测试试验,目前国内尚无成熟的技术规范。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是设计一种轨道列车转向架悬挂参数测试试验方法及装置,本试验方法和装置可以模拟转向架装配条件,完成对转向架悬挂系统静态参数和动态参数的测试试验。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供一种转向架悬挂系统参数测试试验装置,其特征在于:包括龙门框架、运动平台和作动器,龙门框架的横梁下面连接有两个上三维测力平台,上三维测力平台上安装转接板,转接板上留有定位孔,通过定位孔和转接板与转向架上部摇枕相连接,下部运动平台上面安装四个下三维测力平台,每个下三维测力平台内都设一卡具,卡具由两个开口对应的凹形槽体构成,卡具与被试转向架的轮对连接,运动平台下面连接有三个垂向作动器,正面连接一个横向作动器,侧面连接一个纵向作动器。

[0007] 转向架悬挂系统参数测试试验方法如下:

[0008] 首先,将转向架安装在运动平台上,轮对安装在轮对卡具上,通过调整运动平台高度,使下三维测力平台采集力值大小与试验大纲给定试验力值相同,进而确定运动平台初始高度位置,固定转向架,转向架安装完成后,对空气弹簧充气,测量构架中部下表面与轮对和地面相切点间距离,依据试验大纲,调整高度模拟车辆装备状态;

[0009] 其次,通过控制系统控制各作动器协调运动,静态参数测试时各工况的试验谱设定参数为:正弦波形式连续加载,激励速度为0.5mm/s,移幅值5mm;动态参数测试时的各工况的试验谱设定参数为:正弦波形式连续加载,激励频率范围0.1~15Hz,移幅值1mm,频率间隔0.05Hz/s。

[0010] 最后,通过位移传感器和上、下三维测力平台,测得转向架悬挂系统力值和位移变化量,采样频率100Hz,经过后期的数据处理,得到转向架各悬挂系统的回滞曲线关系图,从而求得悬挂系统刚度值。

[0011] 所述的静态垂向刚度测试:垂向作动器1、作动器2和作动器3同步动作,纵向作动器4和横向作动器5配合协调动作。

[0012] 所述的静态纵向刚度测试:纵向作动器4动作,其它四个作动器配合协调动作。

[0013] 所述的静态横向刚度测试:横向作动器5动作,其它四个作动协调配合协调动作。

[0014] 所述的动态垂向刚度测试:垂向作动器1、作动器2和作动器3提供垂向动态激励,纵向作动器4和横向作动器5配合协调动作。

[0015] 所述的动态纵向刚度测试:纵向作动器4提供纵向动态激励,其他四个作动器配合协调动作。

[0016] 所述的动态横向刚度测试:横向作动器5提供横向动态激励,其他四个作动协调配合协调动作。

[0017] 传感器的布置:

[0018] 垂向:将传感器布置在转向架构架端头处,测构架相对于轴箱端头处的垂向距离,这是测一系位移;将传感器布置在转向架构架上靠中部一些,测构架相对于摇枕之间的垂向距离变化量,这是测二系位移。

[0019] 纵向:将传感器布置在转向架构架端头处,测构架相对于轴箱端头处的纵向距离,这是测一系位移;将传感器布置在转向架构架上靠中部一些,测构架相对于摇枕之间的纵向距离变化量,这是测二系位移。

[0020] 横向:将传感器布置在转向架构架端头处,测构架相对于轴箱端头处的横向距离,这是测一系位移;将传感器布置在转向架构架上靠中部一些,测构架相对于摇枕之间的横向距离变化量,这是测二系位移。

[0021] 本试验利用液压伺服控制系统驱动加载设备,通过不同的控制输入,可以实现不同的激励方式(如定频或扫频)对车辆激励,同时也可以通过控制系统对扫频速度、扫频频率区间等参数进行控制。驱动的加载设备协调动作,实现模拟转向架载荷的实际工况,对转向架悬挂系统参数进行测试。

[0022] 与现有技术相比本发明的有益效果是:

[0023] 1、利用运动平台模拟车体对转向架加载,更方便、快捷,提高了试验效率,测试结构简单。

[0024] 2、不仅可以完成转向架悬挂系统静态刚度测试,还可以对转向架悬挂系统动态刚度参数进行测试。

[0025] 3、能够测试一系悬挂系统和二系悬挂系统在整备状态下刚度参数。

[0026] 4、在测试转向架悬挂所受的载荷力时,使用三维测力平台直接测量转向架各方向受力情况。与原有在液压缸前端测取力值相比,克服了平台与转向架及平台与基础之间的摩擦力和阻滞力干扰,试验精度有了很大提高。

[0027] 5、试验的激励源是连续的扫频的信号,并且扫频形式、扫频速度和扫频范围都是可调的,更有利于测试分析在不同频率下转向架悬挂系统刚度变化特性。

## 附图说明

- [0028] 图1测试试验台整体结构示意图；  
[0029] 图2测试试验台执行机构侧视图；  
[0030] 图3转向架下部轮对卡具安装图；  
[0031] 图4转向架上部固定装置安装图；  
[0032] 图5是一系垂向刚度曲线图；  
[0033] 图6是一系横向刚度曲线图；  
[0034] 图7是一系纵向刚度曲线图；  
[0035] 图8是二系垂向刚度曲线图；  
[0036] 图9是二系横向刚度曲线图；  
[0037] 图10是二系纵向刚度曲线图。

## 具体实施方式

[0038] 下面结合附图和实例对本发明作进一步说明。

[0039] 结合图1-4说明转向架悬挂参数测试试验装置及具体试验过程。

[0040] 参照图1-4,本发明包括龙门框架、运动平台c和作动器,龙门框架的横梁a下面连接有两个上三维测力平台6,上三维测力平台上安装转接板11,转接板上留有定位孔10,通过定位孔和转接板与转向架b上部摇枕相连接,下部运动平台上面安装四个下三维测力平台9,每个下三维测力平台内都设一卡具8,卡具由两个开口对应的凹形槽体构成,卡具与被试转向架的轮对7连接,运动平台下面连接有三个垂向作动器1、2、3,正面连接一个横向作动器5,侧面连接一个纵向作动器4。

[0041] (1)静态垂向刚度测试

[0042] A.将转向架b安装在测试试验平台上,将轮对7安装在轮对卡具8上,轮对卡具安装在下三维测力平台9上,下三维测力平台固定在运动平台c上;

[0043] B.通过调整运动平台高度,连接转向架枕梁与龙门框架横梁a下面的上三维测力平台,固定转向架上部;

[0044] C.通过升降运动平台,使下三维测力平台采集力值大小与试验大纲给定试验力值相同,进而确定运动平台初始高度位置;

[0045] D.转向架安装完成后,对空气弹簧充气,测量构架中部下表面与轮对和地面相切点间距离,依据试验大纲,调整高度模拟车辆装备状态;

[0046] E.控制系统调用控制程序谱输出命令,参见图1,作动器1、2、3以0.5mm/s速度关于初始垂向运动零点做不同振幅的垂向往复运动,振幅选择为5mm,作动器4和作动器5配合作动器1、2、3协调运动,运动平台通过下三维测力平台将静态载荷加载至四个一系悬挂上;

[0047] F.通过上、下三维测力平台分别测取轮对所受垂向静载荷力,通过激光位移传感器测取构架相对于轮对四个轴箱、构架相对于枕梁的垂向位移,为了准确测量出悬挂系统整体垂向位移变形量,在转向架构架端头处,布置四个位移传感器,一个端头处一个,测构架相对于轴箱端部的垂向位移变化量;在转向架构架两侧边梁靠中部选择合适位置一边布置一个位移传感器,测构架相对于摇枕的垂向相对位移变化量,以保证计算得出的静态刚

度值更接近实际值；

[0048] G.根据测得的对应力值和位移值,绘制相应悬挂系统的回滞曲线,进行曲线拟合,计算出悬挂系统刚度。

[0049] 静态纵向刚度测试:纵向作动器4动作,其它四个作动器配合协调动作。

[0050] 静态横向刚度测试:横向作动器5动作,其它四个作动协调配合协调动作。

[0051] (2)动态垂向刚度测试

[0052] A.将转向架安装在测试试验平台上,参加图2,将轮对安装在轮对卡具上,轮对卡具安装在下三维测力平台上,下三维测力平台固定在运动平台上;

[0053] B.通过调整运动平台合适高度,连接转向架枕梁与龙门框架上的上三维测力平台,固定转向架上部;

[0054] C.通过升降运动平台,使下三维测力平台采集力值大小与试验大纲给定试验力值相同,进而确定运动平台初始高度位置;

[0055] D.转向架安装完成后,对空气弹簧充气,测量构架中部下表面与轮对和地面相切点间距离,依据试验大纲,调整高度模拟车辆装备状态;

[0056] E.控制系统调用控制程序谱输出命令,参见图1,作动器1、2、3关于初始垂向运动零点做不同振幅的垂向往复运动,这里选择振幅为1mm,作动器4和作动器5配合作动器1、2、3协调运动;

[0057] F.通过上、下三维测力平台分别测取轮对所受垂向动态载荷力,通过激光位移传感器测取构架相对于轮对四个轴箱、构架相对于枕梁的垂向位移,为了准确测量出悬挂系统整体垂向位移变形量,在转向架构架端头处,布置四个位移传感器,一个端头处一个,测构架相对于轴箱端部的垂向位移变化量;在转向架构架两侧边梁靠中部选择合适位置一边布置一个位移传感器,测构架相对于摇枕的垂向相对位移变化量,以保证计算得出的刚度值更接近实际值。

[0058] G.根据测得的对应力值和位移值,通过FFT变换进行频谱分析,分析计算出悬挂系统动态刚度特性。

[0059] 动态纵向刚度测试:纵向作动器4提供纵向动态激励,其他四个作动器配合协调动作。

[0060] 动态横向刚度测试:横向作动器5提供横向动态激励,其他四个作动协调配合协调动作。

[0061] 具体实施例:

[0062] 以CRH380系转向架为实例

[0063] 1、静态垂向刚度测试为例,按照以上所述试验过程:

[0064] A、将转向架安装在测试试验平台上,参照图2,将轮对7安装在轮对卡具8上,轮对卡具安装在下三维测力平台上9,下三维测力平台固定在运动平台上;

[0065] B.通过调整运动平台合适高度,连接转向架枕梁与龙门框架上的上三维测力平台,固定转向架上部;

[0066] C.通过升降运动平台,使下三维测力平台采集力值大小与试验大纲给定试验力值相同,进而确定运动平台初始高度位置;

[0067] D.转向架安装完成后,对空气弹簧充气,测量构架中部下表面与轮对和地面相切

点间距离,依据试验大纲,调整高度模拟车辆装备状态;

[0068] E.根据试验大纲要求对车体相应位置布加速度传感器,所布位置如下:

[0069] a)在转向架构架端头处,布置四个位移传感器,一个端头处一个,测构架相对于轴箱端部的垂向位移变化量;

[0070] b)在转向架构架两侧边梁靠中部选择合适位置一边布置一个位移传感器,测构架相对于摇枕的垂向相对位移变化量;

[0071] F.编制垂向工况的试验谱,设定参数为:正弦波形式连续加载,激励速度为0.5mm/s,移幅值5mm;

[0072] G.控制系统调用控制程序谱输出命令,参见图1,作动器1、2、3以程序谱关于初始垂向运动零点做垂向往复运动,这里选择振幅为5mm;

[0073] H.通过以上工况测试得到的位移和力值数据,经过数据处理和分析可以得到转向架一系悬挂系统和二系悬挂系统的垂向刚度曲线。

[0074] 静态纵向刚度测试:纵向作动器4动作,其它四个作动器配合协调动作。

[0075] 静态横向刚度测试:横向作动器5动作,其它四个作动协调配合协调动作。

[0076] 试验结果

[0077] 垂向刚度:

[0078] 一系四个车轮处计算刚度结果如下

[0079]

|                |       |
|----------------|-------|
| 悬挂垂向静态刚度(MN/m) | 1.095 |
| 悬挂垂向静态刚度(MN/m) | 1.199 |
| 悬挂垂向静态刚度(MN/m) | 1.151 |
| 悬挂垂向静态刚度(MN/m) | 1.061 |

[0080] 二系上部两个上三维测力平台处测得两个空气弹簧处计算刚度结果如下

[0081]

|                |       |
|----------------|-------|
| 空簧垂向静态刚度(MN/m) | 0.212 |
| 空簧垂向静态刚度(MN/m) | 0.219 |

[0082] 纵向刚度:

[0083] 一系四个车轮处计算刚度结果如下

[0084]

|                |       |
|----------------|-------|
| 悬挂纵向静态刚度(MN/m) | 73.93 |
| 悬挂纵向静态刚度(MN/m) | 90.01 |
| 悬挂纵向静态刚度(MN/m) | 84.60 |
| 悬挂纵向静态刚度(MN/m) | 85.80 |

[0085] 二系上部两个上三维测力平台处测得两个空气弹簧处计算刚度结果如下

[0086]

|                |       |
|----------------|-------|
| 空簧纵向静态刚度(MN/m) | 0.692 |
| 空簧纵向静态刚度(MN/m) | 0.734 |

[0087] 横向刚度:

[0088] 一系四个车轮处计算刚度结果如下

[0089]

|                |       |
|----------------|-------|
| 悬挂横向静态刚度(MN/m) | 4.811 |
| 悬挂横向静态刚度(MN/m) | 4.439 |
| 悬挂横向静态刚度(MN/m) | 4.487 |
| 悬挂横向静态刚度(MN/m) | 4.547 |

[0090] 二系上部两个上三维测力平台处测得两个空气弹簧处计算刚度结果如下

[0091]

|                |       |
|----------------|-------|
| 空簧横向静态刚度(MN/m) | 0.131 |
| 空簧横向静态刚度(MN/m) | 0.167 |

[0092] 2、以动态垂向刚度测试为例,按照以上所述试验过程:

[0093] A、将转向架安装在测试试验平台上,参加图2,将轮对7安装在轮对卡具8上,轮对卡具8安装在下三维测力平台上9,下三维测力平台固定在运动平台c上;

[0094] B.通过调整运动平台合适高度,连接转向架枕梁与龙门框架横梁a下面的上三维测力平台,固定转向架上部;

[0095] C.通过升降运动平台,使下三维测力平台采集力值大小与试验大纲给定试验力值相同,进而确定运动平台初始高度位置;

[0096] D.转向架安装完成后,对空气弹簧充气,测量构架中部下表面与轮对和地面相切点间距离,依据试验大纲,调整高度模拟车辆装备状态;

[0097] E.根据试验大纲要求对车体相应位置布加速度传感器,所布位置如下:

[0098] c)在转向架构架端头处,布置四个位移传感器,一个端头处一个,测构架相对于轴箱端部的垂向位移变化量;

[0099] d)在转向架构架两侧边梁靠中部选择合适位置一边布置一个位移传感器,测构架相对于摇枕的垂向相对位移变化量;

[0100] F.编制垂向工况的试验谱,设定参数为:正弦波形式连续加载,激励频率范围0.1~15Hz,移幅值1mm,频率间隔0.05Hz/s;

[0101] G.控制系统调用控制程序谱输出命令,参见图1,作动器1、2、3以0.1~15Hz扫频程序谱关于初始垂向运动零点做垂向往复运动,这里选择振幅为1mm;

[0102] H.根据测得的对应力值和位移值,通过FFT变换进行频谱分析,分析计算出悬挂系统动态刚度特性。

[0103] 动态纵向刚度测试:纵向作动器4提供纵向动态激励,其他四个作动器配合协调动作。

[0104] 动态横向刚度测试:横向作动器5提供横向动态激励,其他四个作动协调配合协调动作。

[0105] 动态数据结果

[0106] 由于四个车轮结果相似,所以只给出一个车轮处试验结果。

[0107] 一系垂向刚度曲线见图5,横向为频率,纵向为刚度。

[0108] 一系横向刚度曲线见图6。

[0109] 一系纵向刚度曲线见图7。

[0110] 由于两个空簧结果相似,所以只给出一个空簧试验结果。



- [0111] 二系垂向刚度曲线见图8。
- [0112] 二系横向刚度曲线见图9。
- [0113] 二系纵向刚度曲线见图10。

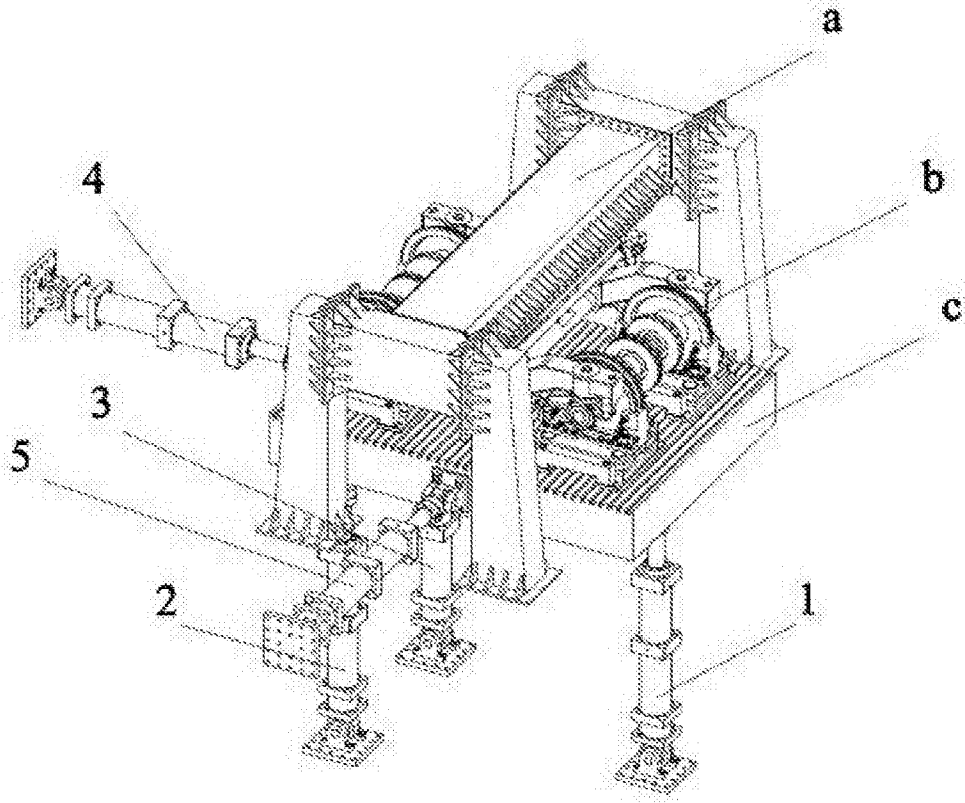


图1

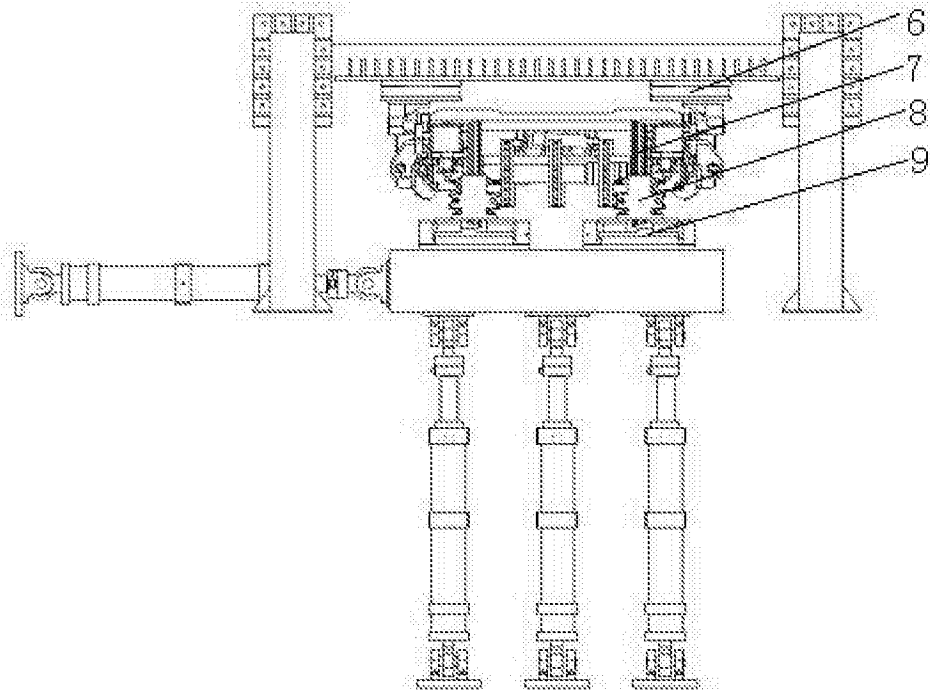


图2

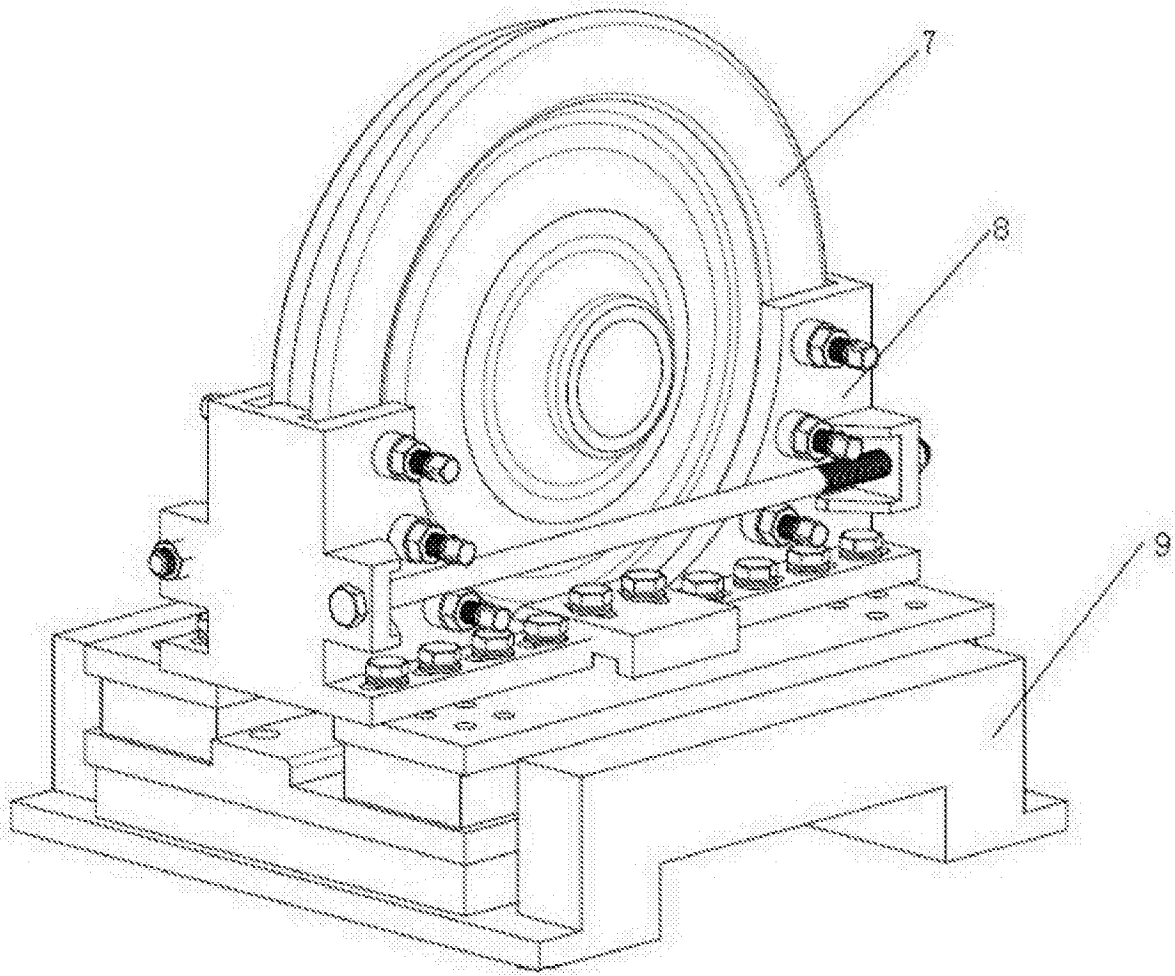


图3

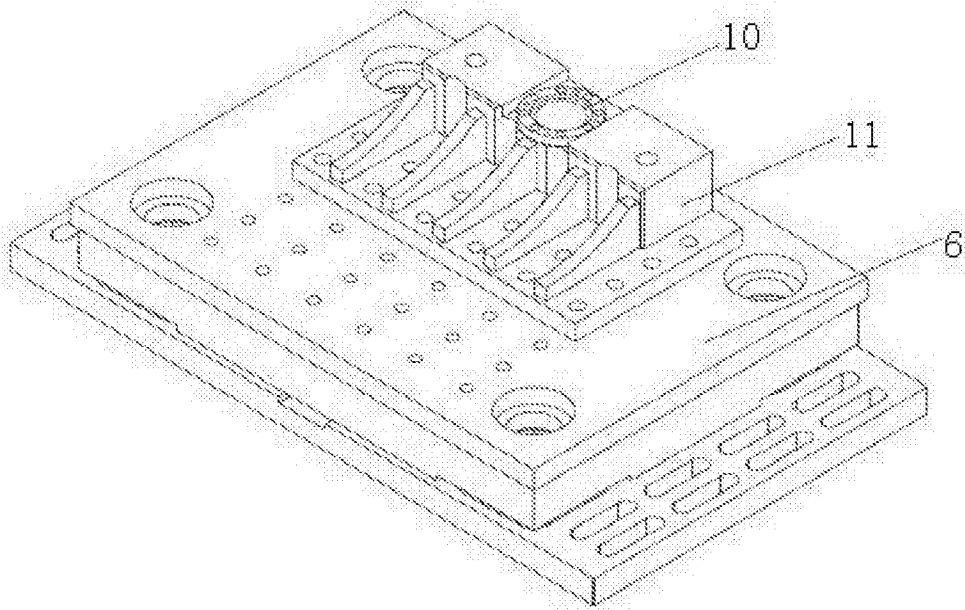


图4

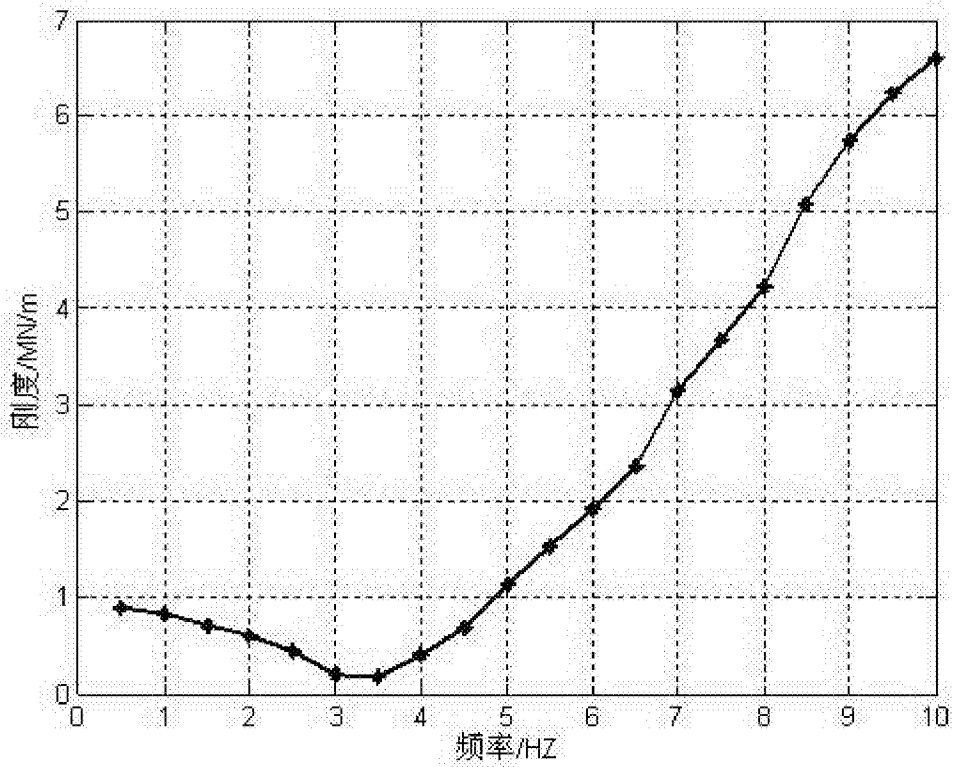


图5

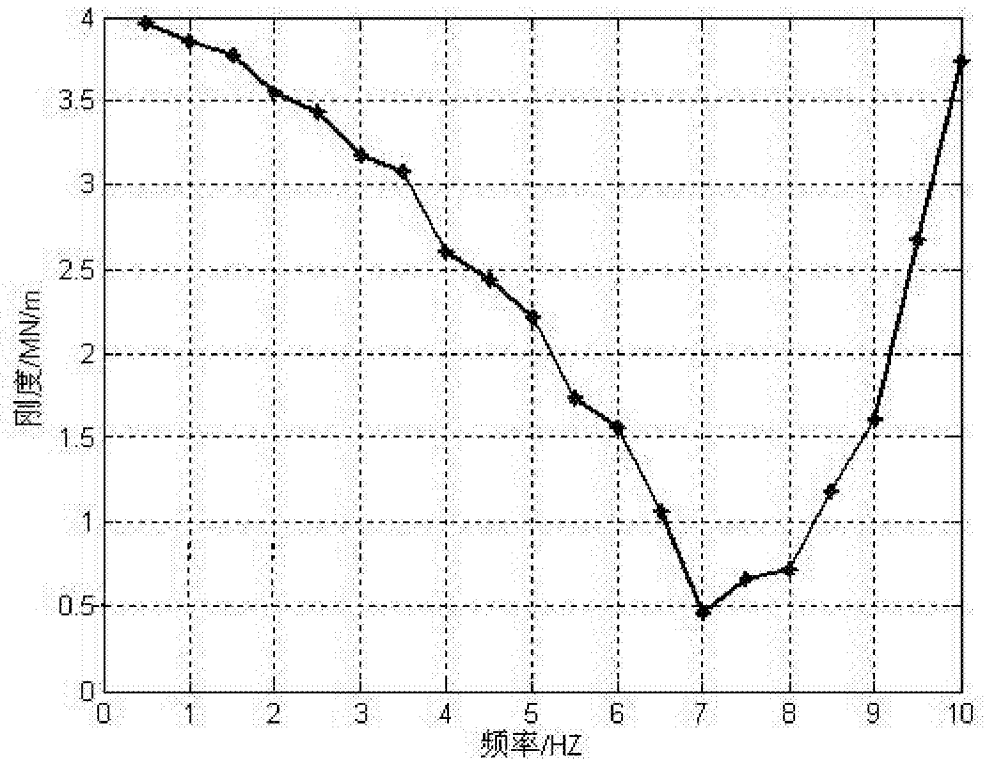


图6

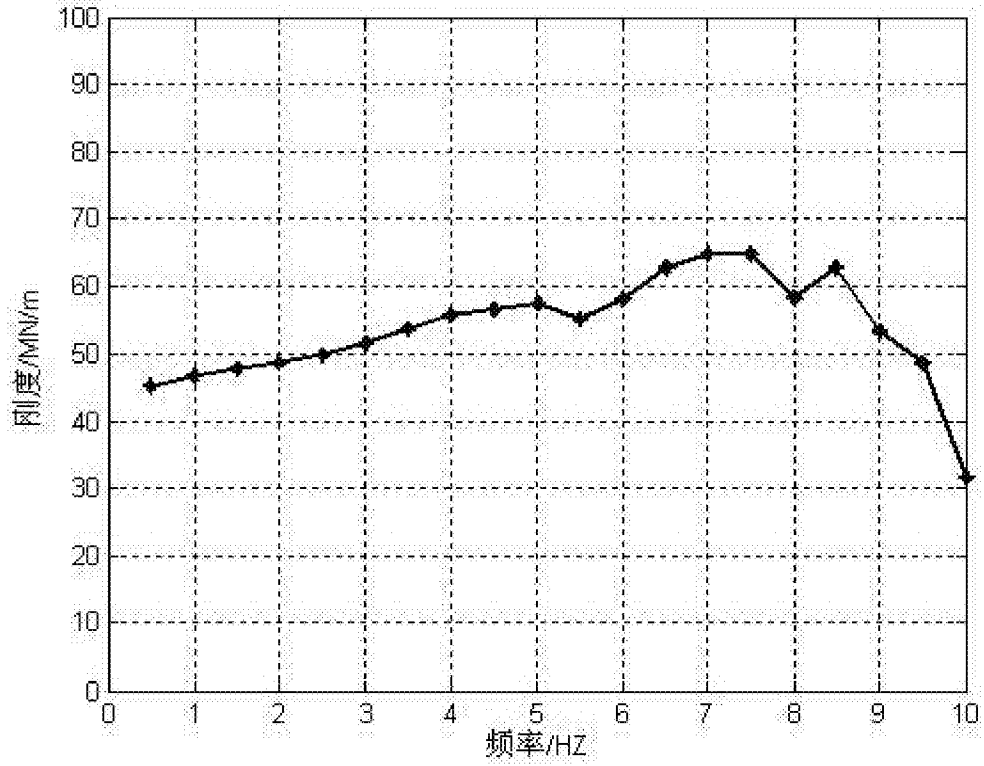


图7

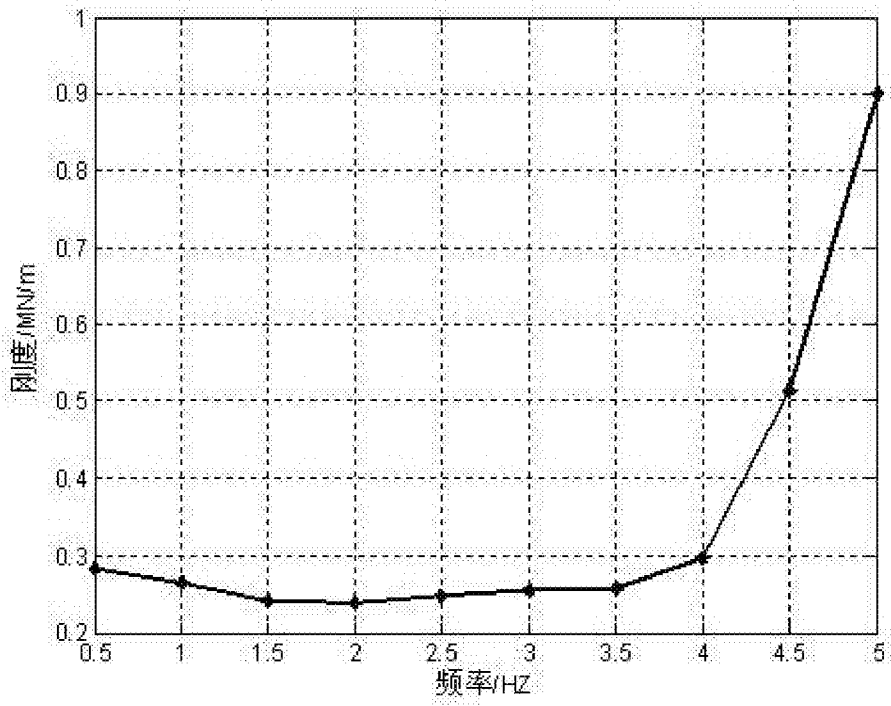


图8

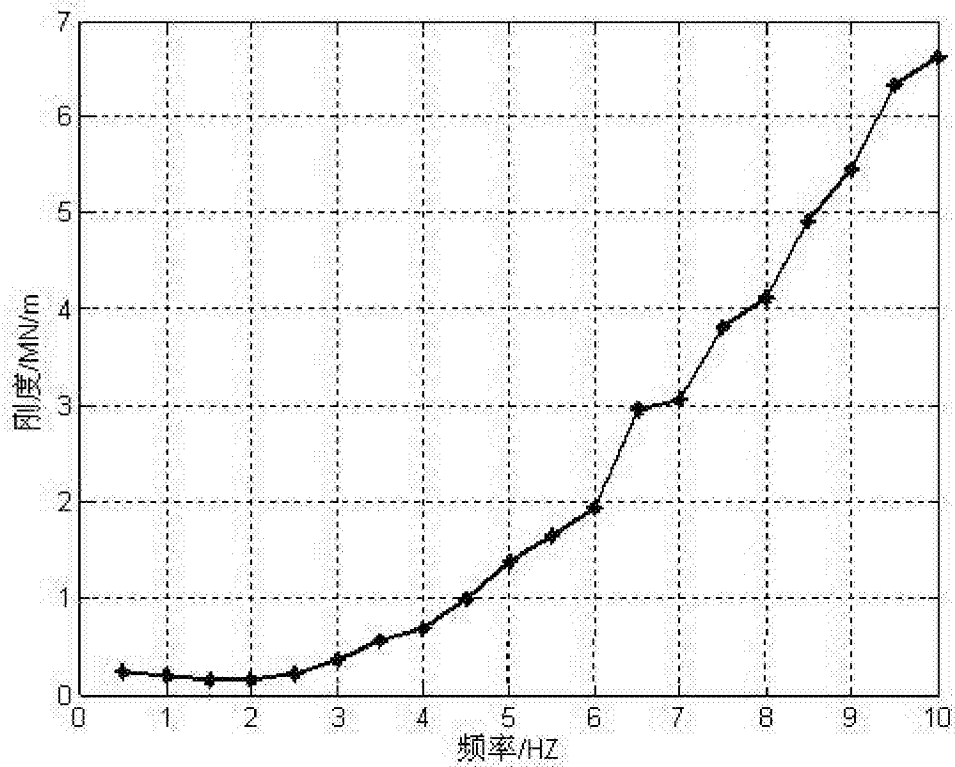


图9

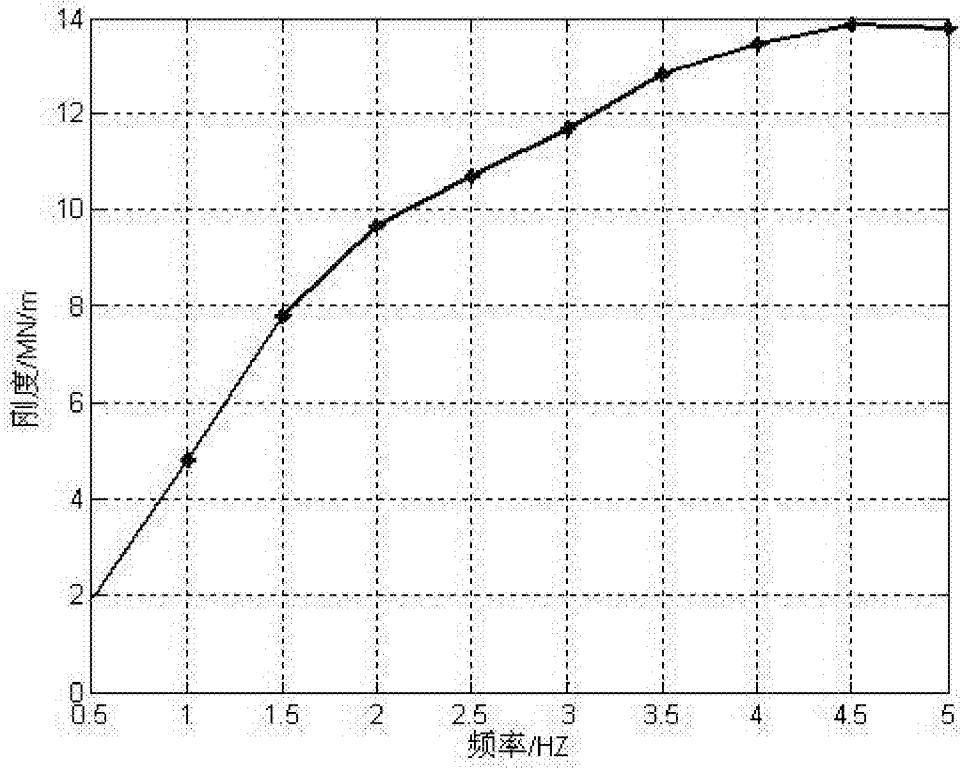


图10