



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105923015 A

(43)申请公布日 2016.09.07

(21)申请号 201610288363.9

(22)申请日 2016.05.04

(71)申请人 江西日月测控科技股份有限公司

地址 330029 江西省南昌市高新区高新五路966号

(72)发明人 陶捷 朱洪涛 殷华

(74)专利代理机构 南昌市平凡知识产权代理事务所 36122

代理人 夏材祥

(51) Int. Cl.

B61K 9/08(2006.01)

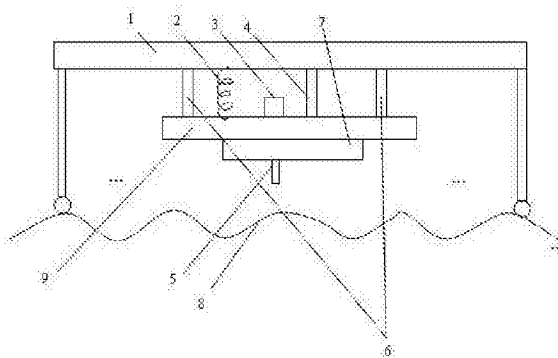
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种以减振平台为惯性位移基准的钢轨波浪磨耗移动测量方法

(57)摘要

一种以减振平台为惯性位移基准的钢轨波浪磨耗移动测量方法,包括:确定用于检测钢轨波浪磨耗的减振平台等效质量M、等效弹簧刚度系数K及等效阻尼系数C的方法;减振平台的惯性位移和减振平台与被测钢轨表面之间距离的数据采集的方法;钢轨波浪磨耗计算的方法。本发明基于钢轨波浪磨耗的特点,设计基于减振平台的钢轨波浪磨耗移动测量装置,以获取钢轨波浪磨耗值。该方法成本低,效果好,测量与解算效率高,适合轨道工务中对钢轨波浪型磨耗的快速检测。



1. 一种以减振平台为惯性位移基准的钢轨波浪磨耗移动测量方法,其特征是:按下列步骤:

(1)在沿被测钢轨移动的测量设备基体上安装减振平台,减振平台包括平台底座,底座上设置有用测量减振平台惯性位移的加速度传感器、用于测量减振平台与被测钢轨表面之间距离的位移传感器及该位移传感器横向位置调整装置;减振平台与测试设备基体之间通过导向装置、减振部件和阻尼部件连接;

(2)根据被测钢轨波浪磨耗的波长 $\lambda$ 范围及测量设备基体在钢轨上的移动速度 $v$ 确定该减振平台的等效质量 $M$ 、减振平台等效弹簧的刚度系数 $K$ 及等效阻尼部件的阻尼系数 $C$ ;

按照振动理论,得到减振平台幅频响应方程,如下式:

$$\beta = \sqrt{\frac{1+(2\zeta s)^2}{(1-s^2)^2+(2\zeta s)^2}} \quad (a)$$

其中

$$s = \frac{2\pi v}{\lambda} \sqrt{\frac{M}{K}} \quad \zeta = \frac{C}{2\sqrt{MK}}$$

$\beta$ 表示减振后减振平台的振动幅度与测量设备基体的振动幅度之比,当 $s > \sqrt{2}$ 时 $\beta$ 将小于1,且随着 $s$ 不断增大,系统振动幅度变小;

(3)轨道波磨幅值得测量

当测量设备基体在轨道上推行时,采集由加速度传感器测量所得的减振平台惯性位移数值和位移传感器所测得的减振平台与钢轨之间的距离值,将所得的两个测量数值进行叠加即可得到当前钢轨测量点的波磨值。

2. 根据权利要求1所述的一种以减振平台为惯性基准的钢轨波浪磨耗移动测量方法,其特征是:所述加速度传感器测量所得的减振平台惯性位移数值和位移传感器所测得的减振平台与钢轨之间的距离值采用同一里程信号触发同步采样。

3. 根据权利要求1所述的一种以减振平台为惯性基准的钢轨波浪磨耗移动测量方法,其特征是:所述位移传感器横向位置调整装置包括滑块,导轨,滑块固定螺丝,导轨上的位置标记;位移传感器固定在滑块上,滑块可在导轨上移动。

## 一种以减振平台为惯性位移基准的钢轨波浪磨耗移动测量方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种以减振平台为惯性位移基准的钢轨波浪磨耗移动测量方法,其应用于铁路轨道日常维护中波浪形磨耗的检测。

### 背景技术

[0002] 钢轨波浪形磨耗(简称“波磨”)广泛存在于各种铁路轨道线路中,是机车运行时产生震动和噪声的激扰源,影响机车的使用寿命及乘坐的舒适性,严重时还可能导致列车出轨,造成生命财产的巨大损失。实践表明,钢轨波磨形成的初期就必须加以修复,否则将会随时间逐渐加速恶化。因此,如何对波磨进行检测成为钢轨波磨病害防治的关键问题。

[0003] 国内外对钢轨波磨的检测方法之一是以加速度传感器为惯性基准直接测量钢轨表面的惯性位移,其基本原理为:在与被测钢轨表面直接接触并沿钢轨表面相对移动的列车轮对轴箱或专用浮动测量探针上,固联着一个能通过二次积分获取测量探针移动时垂直于钢轨表面方向的惯性位移的加速度传感器,以该连续变化的惯性位移作为对钢轨表面波磨状态的测量值,如:英国Rail measurement公司研制的CAT小车、RCA波磨分析车、我国钢轨波浪磨耗动态检测系统RCIU-1等。该类检测方法存在因机构动力学特性限制很难始终保持与被测钢轨表面密贴、与被测钢轨表面接触时存在或大或小的接触弧会带来不应有的信号失真、机构异常振动易导致惯性位移积分饱和及加速度传感器冲击损伤、专用浮动测量探针在钢轨表面移动过程中易磨损和疲劳破坏等主要问题,不太利于复杂铁路工务使用。

[0004] 国内外对钢轨波磨的另一种检测方法是以加速度传感器为惯性基准间接测量钢轨表面的惯性位移,其基本原理为:在沿钢轨表面相对移动的列车轮对轴箱等基体上,安装着一个加速度传感器,该传感器能通过二次积分获取基体移动时垂直于钢轨表面方向的基体惯性位移;同时安装着一个能直接测量该基体相对于钢轨表面的相对位移的接触式或非接触式位移传感器。以连续变化的惯性位移与相对位移的叠加作为对钢轨表面波磨状态的测量值。该类检测方法能通过相对位移传感器解决测量机构与被测钢轨表面的密贴问题,采用非接触位移传感器时还能避开接触磨损以及接触弧带来的信号失真问题,但测量机构异常振动易导致惯性位移积分饱和及对加速度传感器冲击损伤的问题仍然存在,实践中的成功应用较少。

[0005] 国内外还有一种更为常见的钢轨波磨检测方法是以前述直线导尺为弦线基准的相对位移定点测量,其基本原理为:在搭靠并相对静止安放在被测钢轨表面的弦线基准导尺上,安装有一个可沿导尺移动并能直接测量导尺与被测钢轨表面之间距离的接触或非接触式位移传感器,以该连续变化的距离值作为对钢轨表面波磨状态的测量值,如HYGP-3钢轨平直度测量仪等。该类检测方法存在因定点测量方式导致测量效率低和劳动强度大、因需要进行数据搭接导致搭接误差大、不能胜任较大范围内波磨连续测量等主要问题。

[0006] 鉴于钢轨波磨病害的重要性,探索研究一种快速,低成本,可靠,准确的铁路钢轨波磨检测方法既是铁路几何状态检测理论上的创新,亦是工程需要。

## 发明内容

[0007] 本发明的目的是克服现有技术的不足,提出以减振平台为惯性位移基准的钢轨波浪磨耗移动测量方法。

[0008] 本发明是通过以下技术方案实现的。

[0009] (1)在沿被测钢轨移动的测量设备基体上,设置一个减振平台,减振平台包括平台底座,底座上设置一个用于测量减振平台惯性位移的加速度传感器、一个用于测量减振平台与被测钢轨表面之间距离的位移传感器、一个位移传感器横向位置调整装置。减振平台与测试设备基体之间通过导向装置,减振部件和阻尼部件连接。

[0010] 所述位移传感器横向位置调整装置包括滑块,导轨,滑块固定螺丝,导轨上的位置标记;位移传感器固定在滑块上,滑块可在导轨上滑动,当到达预定位置时,锁紧滑块固定螺丝。

[0011] (1)通过动力特性匹配设计,使该减振平台能在波磨检测的敏感频率范围内有效隔离测量设备基体振动对减振平台上的模块的不良影响。加速度传感器信号经二次积分获得减振平台的惯性位移,与接触式或非接触式位移传感器所测得的减振平台与被测钢轨表面之间的距离叠加,作为被测钢轨波磨的测量值。

[0012] (2)根据被测钢轨波浪磨耗的波长 $\lambda$ 范围及测量设备基体在钢轨上的移动速度 $v$ 确定减振平台等效质量 $M$ 、等效弹簧刚度系数 $K$ 及等效阻尼系数 $C$ 。

[0013] 按照振动理论,得到系统幅频响应方程,如下式:

$$[0014] \quad \beta = \sqrt{\frac{1+(2\zeta s)^2}{(1-s^2)^2+(2\zeta s)^2}} \quad (a)$$

[0015] 其中

$$[0016] \quad s = \frac{2\pi v}{\lambda} \sqrt{\frac{M}{K}} \quad \zeta = \frac{C}{2\sqrt{MK}}$$

[0017]  $\beta$ 表示系统的减振后系统的振动幅度与测量设备基体的振动幅度之比,当 $s > \sqrt{2}$ 时系统振动幅度 $\beta$ 将小于1,且随着 $s$ 不断增大,系统振动幅度变小。

[0018] (3)设置位移传感器横向位置调整装置,可以改变波磨测量纵断面的位置,使位移传感器的测头正对钢轨顶面中央、距钢轨非作用边2/3或任意选择的横向位置。

[0019] (4)推动测量设备基体在钢轨上移动时,加速度传感器所测量的减振平台的惯性位移值和位移传感器所测量的减振平台与被测钢轨表面之间的距离值采用同一里程脉冲序列信号连续触发,同步采集并记录到计算机系统中,二者测量数据叠加即可得到被测钢轨波磨测量值序列和波形。

[0020] 本发明是以减振平台为惯性位移基准的钢轨波磨移动测量方法,克服了现有钢轨波磨测量方法的缺陷,具有连续测量、效率高、精度高、寿命长、可靠性好、波磨细节信息丢失小等一系列优势,适合铁路以车载或独立小车方式进行钢轨波磨病害的快速发现和精确定量。

## 附图说明

[0021] 图1为钢轨波磨测量装置安装图；

[0022] 图中：1为测量设备基体，2为减振部件，3为加速度传感器，4为阻尼部件，5为位移传感器，6为导向装置，7为位移传感器横向位置调整装置，8为具有波浪形磨耗的钢轨，9为减振平台底座；

[0023] 图2为减振平台的幅频响应曲线；

[0024] 图3为位移传感器横向位置调整装置结构图。图中10为导轨，11为导轨上的位置标记，12为滑块，13为滑块固定螺丝。

### 具体实施方式

[0025] 本发明将通过以下实施例结合附图作进一步说明。

[0026] 在测量设备基体1中点处添加基于减振平台的惯性测量装置，则根据式(a)可计算出在波长范围为30mm-1000mm的波磨轨道上以6公里/小时的速度推行测量时，由减振平台底座9及其上所设置的加速度传感器3、位移传感器横向位置调整装置7及安装在位移传感器横向位置调整装置7上的位移传感器5所构成的减振平台的等效质量M与减振部件2的等效弹簧刚度系数K之比应该大于0.000016而小于0.018。松开位移传感器横向位置调整装置7上的滑块固定螺丝13，推动滑块12在导轨10上移动，当到达预设的位置标记11或用户需要测量的钢轨任意横向位置时，锁紧滑块固定螺丝13使得位移传感器5的测头可正对钢轨8顶部的某个横向位置。推动测量设备基体1在钢轨上移动，将同步采集的加速度传感器3所测得的惯性位移值和位移传感器5所测得的减振平台与钢轨之间的距离值叠加即为当前钢轨波浪磨耗值。

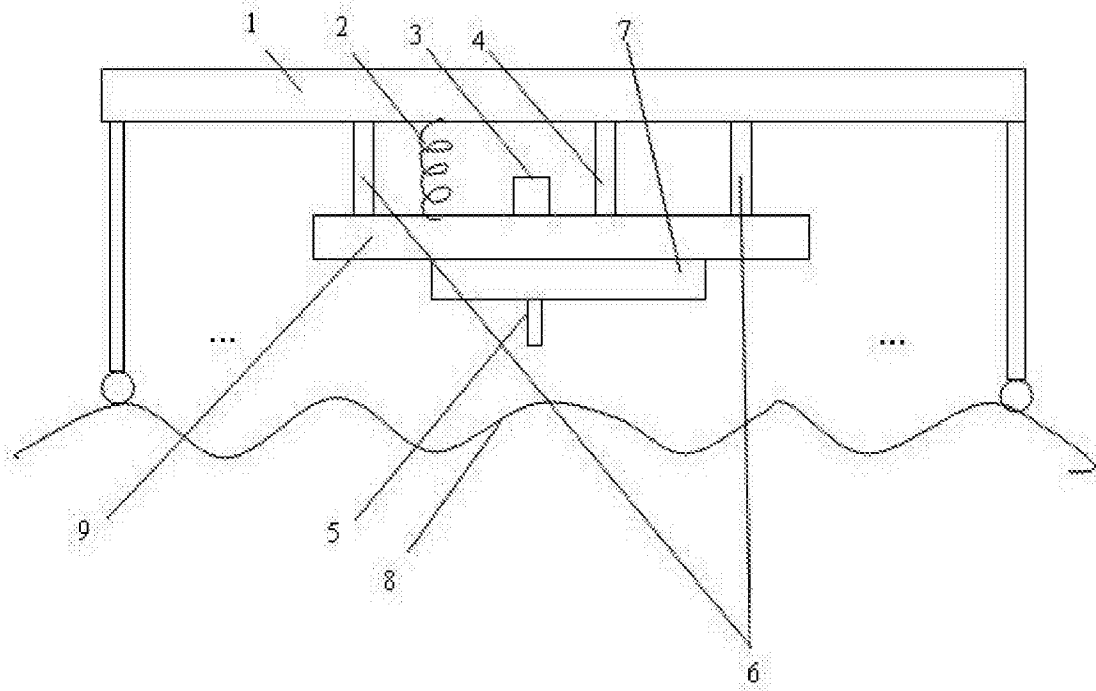


图1

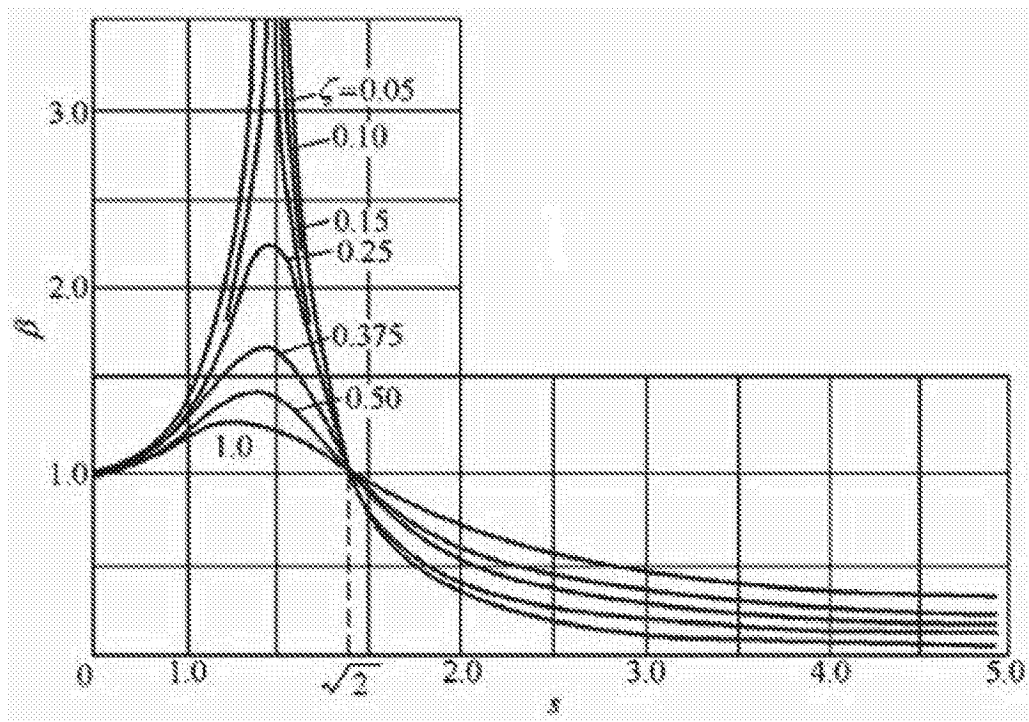


图2

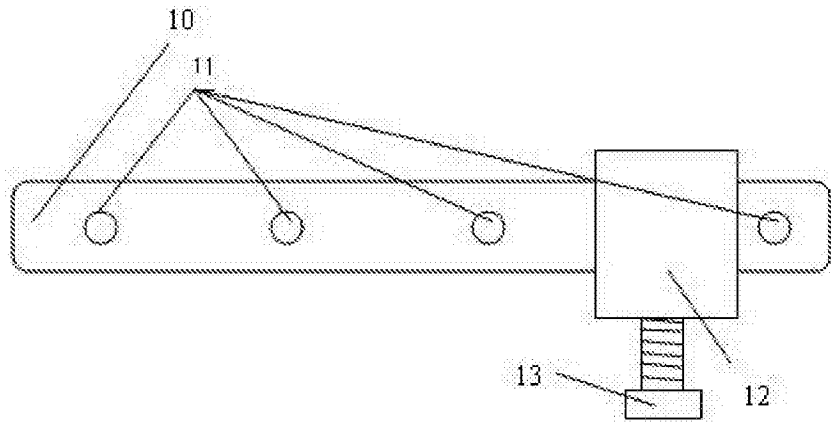


图3