

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01B 21/30 (2006.01)

B61K 9/08 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710176429.6

[43] 公开日 2008年3月19日

[11] 公开号 CN 101144714A

[22] 申请日 2007.10.26

[21] 申请号 200710176429.6

[71] 申请人 北京航空航天大学

地址 100083 北京市海淀区北京航空航天大学
仪器科学与光电工程学院

[72] 发明人 张广军 孙军华 魏振忠 周富强

[74] 专利代理机构 北京汇泽知识产权代理有限公司
代理人 张若华

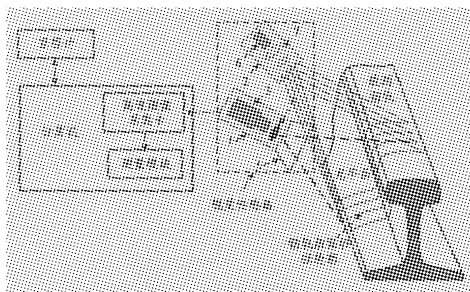
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

[54] 发明名称

一种钢轨磨耗综合参数车载动态测量装置及方法

[57] 摘要

本发明公开了一种钢轨磨耗综合参数车载动态测量装置,包括视觉传感器、计算机、里程计,计算机内装有高速图像采集卡及测量模块,视觉传感器包括钢轨断面成像系统和光栅投射器,光栅投射器可投射出一个以上的垂直于被测钢轨的光平面,所述测量模块用于求得钢轨垂直磨耗、侧面磨耗、波浪磨耗的波深与波长;本发明还公开了一种钢轨磨耗综合参数车载动态测量方法。采用本发明所述的装置及方法,在不需提高图像传感与采集硬件设备的性能的情况下,即可提高采样密集度,从而满足波浪磨耗的高速在线动态测量要求,且可求得较精确的波浪磨耗的波深与波长。



1、一种钢轨磨耗综合参数车载动态测量装置，包括视觉传感器、计算机、里程计；计算机内装有高速图像采集卡及测量模块，视觉传感器包括钢轨断面成像系统，所述测量模块用于求得钢轨垂直磨耗、侧面磨耗、波浪磨耗的波深与波长；其特征在于：所述视觉传感器还包括光栅投射器，用于投射出一个以上垂直于被测钢轨的光平面。

2、根据权利要求1所述的钢轨磨耗综合参数车载动态测量装置，其特征在于，所述钢轨断面成像系统的光轴和所述光栅投射器的光轴夹角为 30° 至 75° 。

3、根据权利要求1或2所述的钢轨磨耗综合参数车载动态测量装置，其特征在于，所述光栅投射器由半导体激光器和光学系统组成。

4、一种钢轨磨耗综合参数车载动态测量方法，其特征在于，该方法包括以下步骤：

A、采集包括多个钢轨断面特征轮廓的图像，并将采集到的图像及其对应的里程数据保存到计算机；

B、测量模块同时处理一幅图像中所包括的多个钢轨断面特征轮廓，求得每个钢轨断面的三维轮廓，并将测量轮廓与钢轨断面标准轮廓进行比对，获得垂直磨耗和侧面磨耗值；

C、利用求得的垂直磨耗及其对应得里程数据，计算出钢轨波浪磨耗的波深与波长。

5、根据权利要求4所述的钢轨磨耗综合参数车载动态测量方法，其特征在于，步骤B之前还包括：根据每幅图像对应的里程数据和光平面之间的距离确定每个断面特征轮廓所对应的里程数据。

6、根据权利要求4所述的钢轨磨耗综合参数车载动态测量方法，其特征在于，步骤C中所述计算出钢轨波浪磨耗的波深与波长具体为：

C1、将垂直磨耗按其对应的里程数据的大小排序，得到垂直磨耗离散序列；

C2、采用插值和数值求导方法，将插值函数求导，找出连续两个导数为零

时对应的里程数据，并根据插值函数算出两个里程数据分别对应得垂直磨耗；

C3、计算两个里程数差的绝对值，将计算出的里程数差的绝对值作为波浪磨耗的半波长，两个垂直磨耗差的绝对值作为波浪磨耗的波深。

7、根据权利要求5或6所述的钢轨磨耗综合参数车载动态测量方法，其特征在于，所述垂直磨耗取自于利用一幅或多幅图像求得的垂直磨耗。

一种钢轨磨耗综合参数车载动态测量装置及方法

技术领域

本发明涉及动态测量技术，特别是涉及一种钢轨磨耗综合参数车载动态测量装置及方法。

背景技术

轨道的定期检测对于铁路运输的合理计划和低成本维护是非常重要的：一方面，在轨道磨损和变形早期阶段，进行轨道检测有助于制定合理的铁路维护时间表，以避免危险状况发生；另一方面，有效的轨道检测将为轨道从周期性修向状态修转变奠定基础，使有限的人力和仪器设备资源得到更好利用，有效节约轨道维护成本。

目前，国内外许多研究机构和学者对钢轨磨耗的检测方式进行了研究，并成功研制了各种测量装置，根据检测方式的不同，大致可以分为接触式和非接触式测量装置。其中，所述接触式测量装置测量精度高，但操作复杂，测量效率低，只适合静态测量，主要用于实验室研究钢轨耐磨性能时使用，不适合在线测量。

所述非接触式测量装置适合动态测量，在申请号为 200510123725.0，发明名称为“钢轨磨耗激光视觉动态测量装置”的中国专利申请中，公开了一种只在钢轨内侧设置一个单线结构光视觉传感器，即可完成对钢轨垂直磨耗和侧面磨耗测量的装置，该装置提高了钢轨磨耗测量效率，降低了测量设备成本，改善了工程化应用的可操作性和便捷性。但该装置中的视觉传感器只投射一个光平面，因此每幅图像只包含一个钢轨断面特征轮廓，造成图像信息的浪费，且浪费大量图像处理时间。

近年来，随着铁路提速和重载运输的大力发展，以及客货运量和行车密度

的大幅度增长，使钢轨磨耗日益严重，而从上述分析可以看出，现有的钢轨磨耗测量装置受图像传感与采集硬件设备的性能限制，装置的采样密集度和测量精确度降低，尤其波浪磨耗属于轨道的短波不平顺，对采样密集度要求极高，现有装置已不能胜任对其的测量，且现有测量方法不能精确的测量波浪磨耗，从而不能及时维护或更换轨道。如此，不仅加剧了轨道结构部件的伤损和轨道状态的恶化，导致较高的铁路运输成本；而且直接影响铁路运输安全，甚至造成铁路运输重大事故。

对于波浪磨耗的测量，目前国内外波浪磨耗测量方法基本上可分为惯性基准法和弦测法两类：惯性基准法是采用轴箱加速度计测量波浪磨耗，由于该方法需对时间进行二重积分才能得到磨耗值，因此存在长时间积分漂移问题；而弦测法的测量值与实际值很难保持一直，即传递函数不恒为1，存在原理误差，两种方法均不能精确测量波浪磨耗。

发明内容

有鉴于此，本发明的主要目的在于提供一种钢轨磨耗综合参数车载动态测量装置及方法，解决了现有动态测量装置的采样密集度受图像传感与采集硬件设备的性能限制的问题。

为达到上述目的，本发明的技术方案是这样实现的：

一种钢轨磨耗综合参数车载动态测量装置，包括视觉传感器、计算机、里程计；计算机内装有高速图像采集卡及测量模块，视觉传感器包括钢轨断面成像系统，所述测量模块用于求得钢轨垂直磨耗、侧面磨耗、波浪磨耗的波深与波长；所述视觉传感器还包括光栅投射器，用于投射出一个以上垂直于被测钢轨的光平面。

进一步地，所述钢轨断面成像系统的光轴和所述光栅投射器的光轴夹角为 30° 至 75° 。

进一步地，所述光栅投射器由半导体激光器和光学系统组成。

一种钢轨磨耗综合参数车载动态测量方法，该方法包括以下步骤：

A、采集包括多个钢轨断面特征轮廓的图像，并将采集到的图像及其对应的里程数据保存到计算机；

B、测量模块同时处理一幅图像中所包括的多个钢轨断面特征轮廓，求得每个钢轨断面的三维轮廓，并将测量轮廓与钢轨断面标准轮廓进行比对，获得垂直磨耗和侧面磨耗值；

C、利用求得的垂直磨耗及其对应得里程数据，计算出钢轨波浪磨耗的波深与波长。

进一步地，步骤 B 之前还包括：根据每幅图像对应的里程数据和光平面之间的距离确定每个断面特征轮廓所对应的里程数据。

进一步地，步骤 C 中所述计算出钢轨波浪磨耗的波深与波长具体为：

C1、将垂直磨耗按其对应的里程数据的大小排序，得到垂直磨耗离散序列；

C2、采用插值和数值求导方法，将插值函数求导，找出连续两个导数为零时对应的里程数据，并根据插值函数算出两个里程数据分别对应得垂直磨耗；

C3、计算两个里程数差的绝对值，将计算出的里程数差的绝对值作为波浪磨耗的半波长，两个垂直磨耗差的绝对值作为波浪磨耗的波深。

进一步地，所述垂直磨耗取自于利用一幅或多幅图像求得的垂直磨耗。

本发明提供的钢轨磨耗综合参数车载动态测量装置及方法，将光栅投射器应用于钢轨磨耗的高速动态测量，由光栅投射器投射出的光栅结构光代替单线结构光，使采集到的每幅图像均包括多个钢轨断面的特征轮廓，在不需提高图像传感与采集硬件设备性能的情况下，即可提高采样密集度，使动态测量装置的采样密集度不再受图像传感与采集硬件设备的性能限制，从而满足对采样密集度要求极高的波浪磨耗的高速在线动态测量要求。

本发明充分利用了图像信息，因此可提高图像信息利用率和处理效率，且降低了装置的造价。本发明根据垂直磨耗离散序列，利用数字信号处理方法进行波浪磨耗的计算，解决了惯性基准法对时间积分的漂移问题，并克服了弦测法传递函数不为 1 的缺陷。

附图说明

图 1 为本发明钢轨磨耗车载动态测试装置结构示意图；

图 2 为本发明光栅结构光视觉传感器获得的包括 8 个钢轨断面特征轮廓的图像；

图 3 为本发明垂直磨耗与侧面磨耗计算的原理示意图；

图 4 为本发明钢轨波浪磨耗计算的原理示意图。

具体实施方式

本发明提供的钢轨磨耗综合参数车载动态测量装置，如图 1 所示，包括视觉传感器、计算机、里程计；一般，计算机放置在火车车厢内，计算机内装有高速图像采集卡及测量模块，视觉传感器包括钢轨断面成像系统 1 和光栅投射器 2，钢轨断面成像系统 1 由高速工业电荷耦合器件（CCD，Charge Coupled Device）摄像机 3、滤光装置 4、遮光装置 5 组成，光栅投射器 2 由半导体激光器 6 和光学系统 7 组成。光栅投射器 2 可投射出一个以上垂直于被测钢轨的光平面，光平面之间的距离是已知的，钢轨断面成像系统 1 的光轴和光栅投射器 2 的光轴夹角为 $30^{\circ}\sim 75^{\circ}$ 。视觉传感器固定在火车底部车体上，与被测钢轨的距离为 300mm~700mm；所述测量模块用于利用钢轨断面特征轮廓，求得钢轨断面实际轮廓并与其标准轨型轮廓比对，获得垂直磨耗和侧面磨耗值，并进一步利用垂直磨耗，通过采用数值求导和插值方法获得钢轨波浪磨耗的波深与波长。

测量时，光栅投射器 2 投射出一个以上垂直于被测钢轨的光平面，每个光平面与被测钢轨表面相交形成一个钢轨断面特征轮廓，即轨头和轨腰特征轮廓，光栅投射器 2 投射出的一个以上的光平面与被测钢轨表面相交形成的所有钢轨断面特征轮廓均包括于高速工业 CCD 摄像机 3 所拍摄的一幅图像中，即每拍摄一幅图像即摄取多个钢轨断面特征轮廓，如图 2 所示。这样，在提高火车行驶速度时，保持甚至降低对高速工业 CCD 摄像机 3 和高速图像采集卡的速度和性能的要求，只需增加光栅投射器 2 所投射光平面的个数，即可保持或增加测量装置的采样密集度，使本发明所述动态测量装置可较精确的测量钢轨波浪磨耗，

突破了 CCD 摄像机和高速图像采集卡速度和性能的限制,降低了测量装置的造价。

本发明还提供了钢轨磨耗综合参数车载动态测量方法,包括以下步骤:

步骤 A、采集包括多个钢轨断面特征轮廓的一幅图像,并将采集到的图像及相应的里程数据保存到计算机中;

步骤 B、利用钢轨断面特征轮廓,根据结构光视觉测量模型,求得每个钢轨断面的测量轮廓,即钢轨断面三维轮廓,将测量轮廓与标准轮廓进行比对获得垂直磨耗和侧面磨耗值;

具体来说,如图 3 所示,G 点为侧面磨耗测量点,H 点为垂直磨耗测量点,G 点距测量轮廓的水平距离即为侧面磨耗值 W_h ,H 点距测量轮廓的竖直距离即为垂直磨耗 W_v 。

这里,如何根据结构光视觉测量模型,求得钢轨断面三维轮廓的方法,参见张广军编著的《机器视觉》,科学出版社,第 127~155 页,2005 年。

在求得每个钢轨断面的测量轮廓前,还需先根据每幅图像对应的里程数据和光平面之间的距离确定每个断面特征轮廓所对应的里程数据。

步骤 C、利用求得的垂直磨耗计算钢轨波浪磨耗的波深与波长。

本步骤中计算钢轨波浪磨耗的波深与波长的具体步骤为:

步骤 C1、将垂直磨耗按其对应的里程数据的大小排序,得到垂直磨耗离散序列;

步骤 C2、采用插值和数值求导方法,将插值函数求导,找出连续两个导数为零时对应的里程数据,并根据插值函数算出两个里程数据分别对应得垂直磨耗;

步骤 C3、计算两个里程数差的绝对值,并将计算出的里程数差的绝对值作为波浪磨耗的半波长,两个垂直磨耗差的绝对值作为波浪磨耗的波深,如图 4 所示。

这里,所述垂直磨耗可取自于利用一幅或多幅图像求得的垂直磨耗,利用插值和数值求导方法进行波浪磨耗的计算,解决了惯性基准法对时间积分的漂

移问题，并克服克服了弦测法传递函数不为 1 的缺陷。

以上所述，仅为本发明的较佳实施例而已，并非用于限定本发明的保护范围。

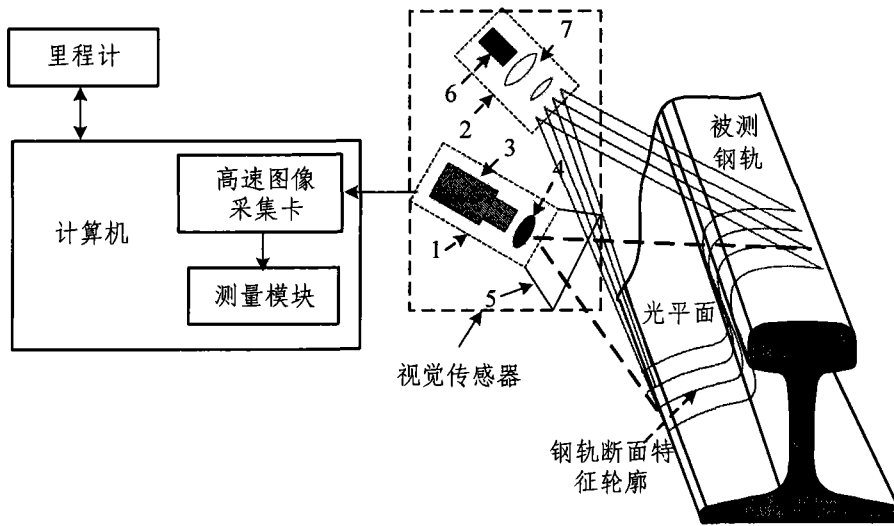


图 1

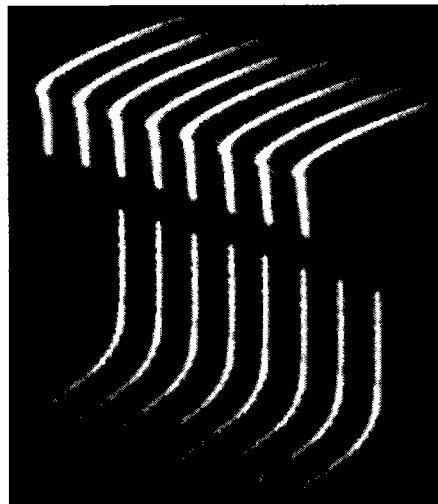


图 2

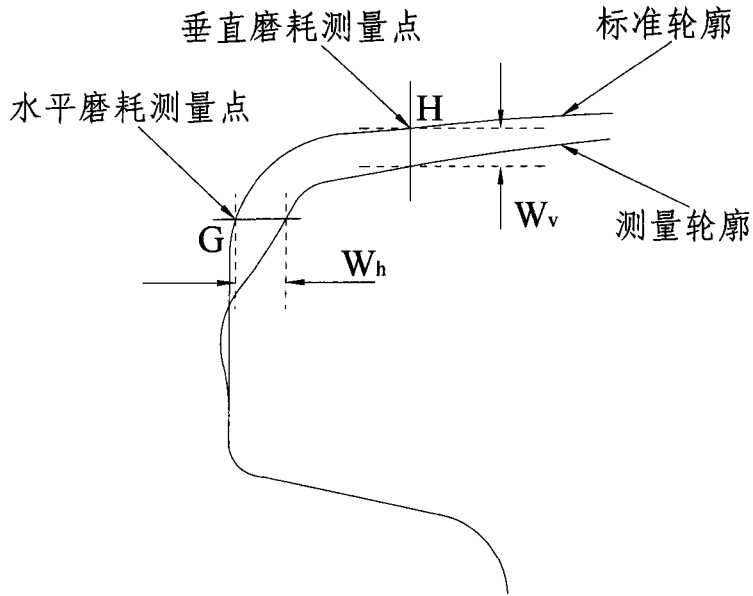


图 3

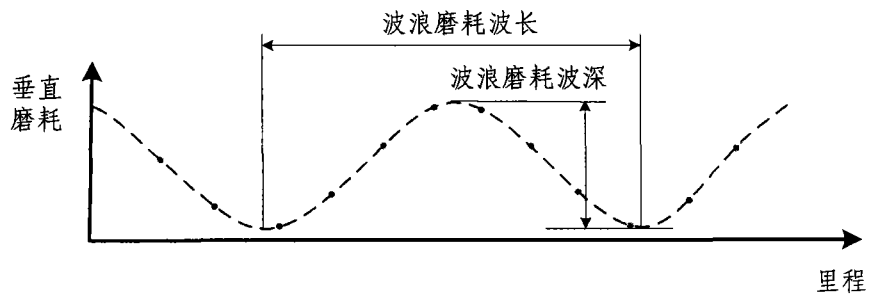


图 4