



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112109769 A

(43) 申请公布日 2020.12.22

(21) 申请号 202011040267.5

(22) 申请日 2020.09.28

(71) 申请人 哈尔滨市科佳通用机电股份有限公司

地址 150060 黑龙江省哈尔滨市经开区哈平路集中区潍坊路2号

(72) 发明人 杨德凯

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所 23109

代理人 高倩

(51) Int.Cl.

B61K 9/12 (2006.01)

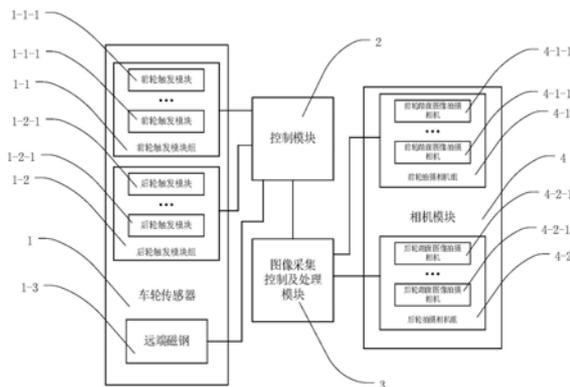
权利要求书3页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统及方法

(57) 摘要

本发明的一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统及方法涉及一种列车故障检测系统及方法，目的是为了克服现有的车轮踏面损伤检测系统得到的车轮踏面全景图像往往清晰度低，造成损伤识别时误差较多的问题，系统包括：车轮传感器，用于在车轮经过时生成拍摄触发信号；控制模块，用于根据拍摄触发信号生成拍摄命令；图像采集控制及处理模块，用于将拍摄命令发送至相机模块；相机模块，用于在接收到拍摄命令后，采集车轮踏面部分图像，且对于同一车轮采集多张车轮踏面部分图像；并将车轮踏面部分图像发送至图像采集控制及处理模块；图像采集控制及处理模块，还用于在接收车轮踏面部分图像后，将同一车轮的多张车轮踏面部分图像拼接为完整的车轮踏面。



1. 一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统,其特征在于,包括车轮传感器(1)、控制模块(2)、图像采集控制及处理模块(3)和相机模块(4);

所述车轮传感器(1),与所述控制模块(2)电连接,用于在车轮经过时生成拍摄触发信号并发送至控制模块(2);

所述控制模块(2),与所述图像采集控制及处理模块(3)电连接,用于根据拍摄触发信号生成拍摄命令发送至所述图像采集控制及处理模块(3);

所述图像采集控制及处理模块(3),与所述相机模块(4)电连接,用于将拍摄命令发送至相机模块(4);

所述相机模块(4),用于在接收到拍摄命令后,采集车轮踏面部分图像,且对于同一车轮采集多张车轮踏面部分图像;并将所述车轮踏面部分图像发送至图像采集控制及处理模块(3);

所述图像采集控制及处理模块(3),还用于在接收所述车轮踏面部分图像后,将同一车轮的多张车轮踏面部分图像拼接为完整的车轮踏面。

2. 根据权利要求1所述的一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统,其特征在于,

所述相机模块(4)包括前轮拍摄相机组(4-1)和后轮拍摄相机组(4-2);

所述前轮拍摄相机组(4-1)包括多对前轮踏面图像拍摄相机(4-1-1),所述每对前轮踏面图像拍摄相机(4-1-1)对称分布设于两轨道外侧,分别用于采集两侧前车轮的车轮踏面部分图像;

且每对前轮踏面图像拍摄相机(4-1-1)之间间距均相等;

所述后轮拍摄相机组(4-2)包括多对后轮踏面图像拍摄相机(4-2-1),所述每对后轮踏面图像拍摄相机(4-2-1)对称分布设于两轨道外侧,分别用于采集两侧后车轮的车轮踏面部分图像;

且每对后轮踏面图像拍摄相机(4-2-1)之间间距均相等。

3. 根据权利要求2所述的一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统,其特征在于,

所述车轮传感器(1)包括前轮触发模块组(1-1)和后轮触发模块组(1-2);

所述前轮触发模块组(1-1)包括与前轮踏面图像拍摄相机(4-1-1)数量相同的前轮触发模块(1-1-1),各前轮触发模块(1-1-1)与所述各对前轮踏面图像拍摄相机(4-1-1)一一对应,各前轮触发模块(1-1-1)均在车轮经过时生成对应前轮踏面图像拍摄相机(4-1-1)的拍照触发信号发送至所述控制模块(2);

所述后轮触发模块组(1-2)包括与前轮踏面图像拍摄相机(4-1-1)数量相同的后轮触发模块(1-2-1),各后轮触发模块(1-2-1)与所述各对后轮踏面图像拍摄相机(4-2-1)一一对应,各后轮触发模块(1-2-1)均在车轮经过时生成对应后轮踏面图像拍摄相机(4-2-1)的拍照触发信号发送至所述控制模块(2)。

4. 根据权利要求3所述的一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统,其特征在于,

所述前轮触发模块(1-1-1)的数量为 $m$ 个,所述前轮踏面图像拍摄相机(4-1-1)的对数为 $m$ 对; $m$ 对前轮踏面图像拍摄相机(4-1-1)之间间距为 $1/m$ 倍的车轮踏面周长;

且各前轮触发模块(1-1-1)设置于对应的前轮踏面图像拍摄相机(4-1-1)前方能够拍摄 $1/m$ 倍的车轮踏面周长的位置处;其中, $m$ 为大于等于3的整数。

5. 根据权利要求4所述的一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统,其特征在于,

所述拍摄命令包括前轮即时拍摄命令和前轮延时拍摄命令；

所述前轮踏面图像拍摄相机(4-1-1)的镜头朝向车辆前进的方向,每个前轮踏面图像拍摄相机(4-1-1)在接收到对应的前轮即时拍摄命令时,采集的车轮踏面部分图像为车轮踏面的 $1/m$ ;在接收到对应的前轮延时拍摄命令时,采集的车轮踏面部分图像为车轮踏面的 $1/2m$ ;

且同侧的 $m$ 个前轮踏面图像拍摄相机(4-1-1)随着车辆的前进依次拍摄,至少采集 $m$ 张连续的车轮踏面部分图像。

6. 根据权利要求3、4或5所述的一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统,其特征在于,

所述后轮触发模块(1-2-1)的数量为 $n$ 个,所述后轮踏面图像拍摄相机(4-2-1)的对数为 $n$ 对;多对后轮踏面图像拍摄相机(4-2-1)之间间距为 $1/n$ 车轮踏面周长;

且各后轮触发模块(1-2-1)设置于对应的后轮踏面图像拍摄相机(4-2-1)后方能够拍摄 $1/2n$ 车轮踏面周长的位置处;其中, $n$ 为大于等于3的整数。

7. 根据权利要求6所述的一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统,其特征在于,

所述拍摄命令还包括后轮即时拍摄命令和后轮延时拍摄命令;

所述后轮踏面图像拍摄相机(4-2-1)的镜头的朝向与车辆前进方向相同,每个后轮踏面图像拍摄相机(4-2-1)在接收到对应的后轮延时拍摄命令时,采集的车轮踏面部分图像为车轮踏面的 $1/n$ ;在接收到对应的后轮即时拍摄命令时,采集的车轮踏面部分图像为车轮踏面的 $1/2n$ ;

且同侧的 $n$ 个后轮踏面图像拍摄相机(4-2-1)随着车辆的前进依次拍摄,至少采集 $n$ 张连续的车轮踏面部分图像。

8. 根据权利要求1所述的一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统,其特征在于,

所述车轮传感器(1)还包括远端磁钢(1-3);

所述远端磁钢(1-3),与控制模块(2)电连接,用于在车辆到达经过时,发出接车信号至控制模块(2);还用于在车辆到达离开时,发出送车信号至控制模块(2);

所述控制模块(2),还与轨边机箱的开关门装置电连接,用于接收到接车信号后,打开轨边机箱的开关门装置;还用于接收到送车信号后,关闭轨边机箱的开关门装置;

所述相机模块(4)设于轨边机箱内。

9. 基于权利要求7所述的一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统的车轮踏面损伤检测方法,其特征在于,具体步骤如下:

步骤一、图像采集:每台前轮踏面图像拍摄相机(4-1-1)和后轮踏面图像拍摄相机(4-2-1)均拍摄得到 $1/4$ 车轮踏面和 $1/8$ 车轮踏面,同侧的4台前轮踏面图像拍摄相机(4-1-1)和4台后轮踏面图像拍摄相机(4-2-1)将拍摄的每个车轮的车轮踏面部分图像送到图像采集控制及处理模块(3)中;

步骤二、图像预处理:确定车轮踏面部分图像显著性区域,对 $1/4$ 车轮踏面进行裁剪和矫正处理,得到矩形形式的 $1/4$ 车轮踏面,并采用图像投影方法,使用 $1/8$ 车轮踏面完成 $1/4$ 车轮踏面精确区域的提取;

步骤三、车轮踏面部分图像分段:对多张 $1/4$ 车轮踏面同时进行操作得到分段踏面区域,然后进行灰度变换,使得多张 $1/4$ 车轮踏面平均灰度大小相同;再根据实际拼接需要,选择各分段踏面区域;

步骤四、边缘拟合：首先找出分段踏面区域图像的轮缘边缘线，然后拟合边缘，将弯曲边缘拟合成垂直边缘，去除车轮踏面弧度影响，得到拟合图像；

步骤五、各段图像拼接：针对拟合图像，结合图像采集速度，利用图像间交叠公共视场区域中对应的特征点或边缘完成1/4车轮踏面无缝拼接，得到完整的车轮踏面；

步骤六、车轮踏面损伤粗定位：求取灰度阈值，对完整的车轮踏面进行二值化，进行边缘检测和形态学处理得到损伤区域位置；

步骤七、车轮踏面损伤检测与识别：采用图像模板匹配和特征提取算法实现踏面损伤类别自动识别。

10. 基于权利要求9所述的一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统的车轮踏面损伤检测方法，其特征在于，

步骤四中，是采用最小二乘法拟合1/4车轮踏面的图像边缘。

## 一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种列车故障检测系统及方法,具体涉及通过拼接车轮踏面完整图像进行损伤识别的系统和方法。

### 背景技术

[0002] 车轮踏面损伤是轨道车辆中轮对踏面的常见故障,它是车辆运行中制动力过大引起车轮在轨面上滑行的结果。擦伤所造成的平面会引起车轮与钢轨的剧烈冲击,冲击将严重地破坏车辆的轴承系统和路基道床。这种冲击是一种危险性很大的缺陷,严重威胁行车的安全。

[0003] 特别是在火车提速以后,对车轮的外形几何尺寸精度要求更高。在紧急制动时,轮对与钢轨的冲撞及相对滑动会造成踏面擦伤或剥离,而剥离会严重影响列车和轨道设施的安全与使用寿命。

[0004] 而随着我国列车不断提速以及重载列车的增加,轮对的磨耗也日益加快,现有的车轮踏面损伤检测系统可以通过不停车检测车轮踏面的损伤情况,但是由于车速过快,得到的车轮踏面全景图像往往清晰度低,造成损伤识别时误差较多。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是为了克服现有的车轮踏面损伤检测系统得到的车轮踏面全景图像往往清晰度低,造成损伤识别时误差较多的问题,提供了一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统及方法。

[0006] 本发明的一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统,包括车轮传感器、控制模块、图像采集控制及处理模块和相机模块;

[0007] 车轮传感器,与控制模块电连接,用于在车轮经过时生成拍摄触发信号并发送至控制模块;

[0008] 控制模块,与图像采集控制及处理模块电连接,用于根据拍摄触发信号生成拍摄命令发送至图像采集控制及处理模块;

[0009] 图像采集控制及处理模块,与相机模块电连接,用于将拍摄命令发送至相机模块;

[0010] 相机模块,用于在接收到拍摄命令后,采集车轮踏面部分图像,且对于同一车轮采集多张车轮踏面部分图像;并将车轮踏面部分图像发送至图像采集控制及处理模块;

[0011] 图像采集控制及处理模块,还用于在接收车轮踏面部分图像后,将同一车轮的多张车轮踏面部分图像拼接为完整的车轮踏面。

[0012] 本发明的基于上述的一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统的车轮踏面损伤检测方法,具体步骤如下:

[0013] 步骤一、图像采集:每台前轮踏面图像拍摄相机和后轮踏面图像拍摄相机均拍摄得到1/4车轮踏面和1/8车轮踏面,同侧的4台前轮踏面图像拍摄相机和4台后轮踏面图像拍摄相机将拍摄的每个车轮的车轮踏面部分图像送到图像采集控制及处理模块中;

[0014] 步骤二、图像预处理：确定车轮踏面部分图像显著性区域，对1/4车轮踏面进行裁剪和矫正处理，得到矩形形式的1/4车轮踏面，并采用图像投影方法，使用1/8车轮踏面完成1/4车轮踏面精确区域的提取；

[0015] 步骤三、车轮踏面部分图像分段：对多张1/4车轮踏面同时进行操作得到分段踏面区域，然后进行灰度变换，使得多张1/4车轮踏面平均灰度大小相同；再根据实际拼接需要，选择各分段踏面区域；

[0016] 步骤四、边缘拟合：首先找出分段踏面区域图像的轮缘边缘线，然后拟合边缘，将弯曲边缘拟合成垂直边缘，去除车轮踏面弧度影响，得到拟合图像；

[0017] 步骤五、各段图像拼接：针对拟合图像，结合图像采集速度，利用图像间交叠公共视场区域中对应的特征点或边缘完成1/4车轮踏面无缝拼接，得到完整的车轮踏面；

[0018] 步骤六、车轮踏面损伤粗定位：求取灰度阈值，对完整的车轮踏面进行二值化，进行边缘检测和形态学处理得到损伤区域位置；

[0019] 步骤七、车轮踏面损伤检测与识别：采用图像模板匹配和特征提取算法实现踏面损伤类别自动识别。

[0020] 本发明的有益效果是：

[0021] 本发明通过安装在轨道侧的高速摄像机获取车轮踏面的全景图像。使得车轮踏面的损伤不论是在滚动圆上或在车轮踏面的其它部位，只要在摄像机的视场范围内都能真实的反映在图像上，再经过计算机的图像处理，建立车轮踏面损伤模型，进而能全面、准确地检测踏面损伤，具体效果如下：

[0022] 1、能够实现车轮对的360度全圆周检测；

[0023] 2、通过拍摄1/4和1/8车轮踏面图像，1/4车轮踏面图像用于拼接360度全周图像，1/8车轮踏面图像辅助检测1/4车轮踏面图像的边缘区域，提高了检测精度；

[0024] 3、能够更全面准确地了解车轮踏面的损伤情况，通过多相机协调工作实现列车车轮360度全周踏面的不停车在线实时检测。

## 附图说明

[0025] 图1本发明的一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统的结构示意图；

[0026] 图2为本发明的一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统中车轮传感器、相机模块与轨道的配合结构示意图；其中单向箭头为行车方向，1为两个远端磁钢之间的距离，L为两个前轮踏面图像拍摄相机或后轮踏面图像拍摄相机之间的距离；

[0027] 图3为本发明的一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统中工作原理示意图；其中，单向箭头为行车方向。

[0028] 具体实施方式一，本实施方式的本发明的一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统，包括车轮传感器1、控制模块2、图像采集控制及处理模块3和相机模块4；

[0029] 车轮传感器1，与控制模块2电连接，用于在车轮经过时生成拍摄触发信号并发送至控制模块2；

[0030] 控制模块2，与图像采集控制及处理模块3电连接，用于根据拍摄触发信号生成拍摄命令发送至图像采集控制及处理模块3；

[0031] 图像采集控制及处理模块3，与相机模块4电连接，用于将拍摄命令发送至相机模

块4;

[0032] 相机模块4,用于在接收到拍摄命令后,采集车轮踏面部分图像,且对于同一车轮采集多张车轮踏面部分图像;并将车轮踏面部分图像发送至图像采集控制及处理模块3;

[0033] 图像采集控制及处理模块3,还用于在接收车轮踏面部分图像后,将同一车轮的多张车轮踏面部分图像拼接为完整的车轮踏面。

[0034] 具体地,如图1所示,本发明的一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统,包括包括车轮传感器1、控制模块2、图像采集控制及处理模块3和相机模块4;

[0035] 其中,车轮传感器1,包括远端磁钢和触发模块;

[0036] 控制控制模块2和图像采集控制及处理模块3分别为控制工控机和图像采集工控机;图像工控机采用内置千兆网卡,一台图像工控机安装四块网卡,对相机模块4拍摄的车轮踏面图像进行采集。

[0037] 相机模块4,安装在轨道外侧;还包括光源模块,与相机模块4配合,通过设计的角度对检测车轮踏面区域进行补光,而相机模块4对光源模块补光的车轮踏面区域拍照。

[0038] 控制工控机通过串口向图像采集工控机传输本次采集图像的车次、车号、轮位、辆位和顺位信号。同时通过I/O板卡发出开关门和风机信号,图像采集工控机接收到拍摄命令后,开始采集车轮踏面部分图像,采集的车轮踏面部分图像经过处理后形成车轮360度全周车轮踏面图像,在远程控制控制中心计算机上可直观清晰地观测轮对踏面一周的擦伤、剥离等缺陷状态。

[0039] 最佳实施例,本实施例是对实施方式一的进一步说明,相机模块4包括前轮拍摄相机组4-1和后轮拍摄相机组4-2;

[0040] 前轮拍摄相机组4-1包括多对前轮踏面图像拍摄相机4-1-1,每对前轮踏面图像拍摄相机4-1-1对称分布设于两轨道外侧,分别用于采集两侧前车轮的车轮踏面部分图像;

[0041] 且每对前轮踏面图像拍摄相机4-1-1之间间距均相等;

[0042] 后轮拍摄相机组4-2包括多对后轮踏面图像拍摄相机4-2-1,每对后轮踏面图像拍摄相机4-2-1对称分布设于两轨道外侧,分别用于采集两侧后车轮的车轮踏面部分图像;

[0043] 且每对后轮踏面图像拍摄相机4-2-1之间间距均相等。

[0044] 最佳实施例,本实施例是对实施方式一的进一步说明,车轮传感器1包括前轮触发模块组1-1和后轮触发模块组1-2;

[0045] 前轮触发模块组1-1包括与前轮踏面图像拍摄相机4-1-1数量相同的前轮触发模块1-1-1,各前轮触发模块1-1-1与各对前轮踏面图像拍摄相机4-1-1一一对应,各前轮触发模块1-1-1均在车轮经过时生成对应前轮踏面图像拍摄相机4-1-1的拍照触发信号发送至控制模块2;

[0046] 后轮触发模块组1-2包括与前轮踏面图像拍摄相机4-1-1数量相同的后轮触发模块1-2-1,各后轮触发模块1-2-1与各对后轮踏面图像拍摄相机4-2-1一一对应,各后轮触发模块1-2-1均在车轮经过时生成对应后轮踏面图像拍摄相机4-2-1的拍照触发信号发送至控制模块2。

[0047] 具体地,本系统针对闸瓦制动的车轮转向架,前后轮中间闸瓦会遮挡相机拍摄踏面设计。根据地铁车辆转向架闸瓦制动情况,前轮适合在转向架前部拍摄,后轮适合在转向架的后部拍摄;

[0048] 相机模块4由前轮拍摄相机组4-1和后轮拍摄相机组4-2组成,且每台相机配置光源对其相机拍摄范围进行补光。每个转向架一侧的前后两轮各设置4个前轮踏面图像拍摄相机4-1-1和后轮踏面图像拍摄相机4-2-1,依次按照前轮触发模块1-1-1和后轮触发模块1-2-1发出的信号控制拍摄轮对踏面,通过多相机协调工作实现列车车轮360度全周踏面的不停车在线实时检测。

[0049] 最佳实施例,本实施例是对实施方式一的进一步说明,前轮触发模块1-1-1的数量为 $m$ 个,前轮踏面图像拍摄相机4-1-1的对数为 $m$ 对; $m$ 对前轮踏面图像拍摄相机4-1-1之间间距为 $1/m$ 倍的车轮踏面周长;

[0050] 且各前轮触发模块1-1-1设置于对应的前轮踏面图像拍摄相机4-1-1前方能够拍摄 $1/m$ 倍的车轮踏面周长的位置处;其中, $m$ 为大于等于3的整数。

[0051] 最佳实施例,本实施例是对实施方式一的进一步说明,拍摄命令包括前轮即时拍摄命令和前轮延时拍摄命令;

[0052] 前轮踏面图像拍摄相机4-1-1的镜头朝向车辆前进的方向,每个前轮踏面图像拍摄相机4-1-1在接收到对应的前轮即时拍摄命令时,采集的车轮踏面部分图像为车轮踏面的 $1/m$ ;在接收到对应的前轮延时拍摄命令时,采集的车轮踏面部分图像为车轮踏面的 $1/2m$ ;

[0053] 且同侧的 $m$ 个前轮踏面图像拍摄相机4-1-1随着车辆的前进依次拍摄,至少采集 $m$ 张连续的车轮踏面部分图像。

[0054] 最佳实施例,本实施例是对实施方式一的进一步说明,后轮触发模块1-2-1的数量为 $n$ 个,后轮踏面图像拍摄相机4-2-1的对数为 $n$ 对;多对后轮踏面图像拍摄相机4-2-1之间间距为 $1/n$ 车轮踏面周长;

[0055] 且各后轮触发模块1-2-1设置于对应的后轮踏面图像拍摄相机4-2-1后方能够拍摄 $1/2n$ 车轮踏面周长的位置处;其中, $n$ 为大于等于3的整数。

[0056] 最佳实施例,本实施例是对实施方式一的进一步说明,拍摄命令还包括后轮即时拍摄命令和后轮延时拍摄命令;

[0057] 后轮踏面图像拍摄相机4-2-1的镜头的朝向与车辆前进方向相同,每个后轮踏面图像拍摄相机4-2-1在接收到对应的后轮延时拍摄命令时,采集的车轮踏面部分图像为车轮踏面的 $1/n$ ;在接收到对应的后轮即时拍摄命令时,采集的车轮踏面部分图像为车轮踏面的 $1/2n$ ;

[0058] 且同侧的 $n$ 个后轮踏面图像拍摄相机4-2-1随着车辆的前进依次拍摄,至少采集 $n$ 张连续的车轮踏面部分图像。

[0059] 前轮拍摄相机组4-1和后轮拍摄相机组4-2的安装角度不同,前轮拍摄相机组4-1拍摄方向正对车辆前进方向,后轮拍摄相机组4-2的拍摄方向与车辆前进方向相同。

[0060] 前轮拍摄相机组4-1和后轮拍摄相机组4-2中每组相机之间在轨道方向上根据车轮周长进行等距分布,每个相机拍摄大于90度的车轮踏面。

[0061] 最佳实施例,本实施例是对实施方式一的进一步说明,前轮触发模块1-1-1的数量为4个,前轮踏面图像拍摄相机4-1-1的对数为4对;

[0062] 且各前轮触发模块1-1-1设置于对应的前轮踏面图像拍摄相机4-1-1前方的 $1/4$ 车轮踏面周长处;

[0063] 每个前轮踏面图像拍摄相机4-1-1采集的车轮踏面部分图像为1/4车轮踏面图像和1/8车轮踏面图像；且同侧的4个前轮踏面图像拍摄相机4-1-1随着车辆的前进依次拍摄，至少采集4张连续的车轮踏面部分图像；

[0064] 后轮触发模块1-2-1的数量为4个，后轮踏面图像拍摄相机4-2-1的对数为4对；

[0065] 且各后轮触发模块1-2-1设置于对应的后轮踏面图像拍摄相机4-2-1后方的1/8车轮踏面周长处；

[0066] 每个后轮踏面图像拍摄相机4-2-1采集的车轮踏面部分图像为1/4车轮踏面图像和1/8车轮踏面图像；且同侧的4个后轮踏面图像拍摄相机4-2-1随着车辆的前进依次拍摄，至少采集4张连续的车轮踏面部分图像。

[0067] 相机模块4由前轮拍摄相机组4-1和后轮拍摄相机组4-2组成，共需要16台相机，且每台相机配置光源模块对其相机拍摄范围进行补光。

[0068] 前轮拍摄相机组4-1和后轮拍摄相机组4-2共四台图像采集工控机对共16台相机进行图像采集。

[0069] 如图2所示，车辆两侧的前轮分别由R1、R2、R3、R4四台前轮踏面图像拍摄相机4-1-1和R5、R6、R7、R8四台前轮踏面图像拍摄相机4-1-1顺序拍摄车轮踏面部分图像；且R1、R2、R3、R4拍摄的车轮踏面部分图像用第一台图像采集工控机采集，R5、R6、R7、R8拍摄的车轮踏面部分图像用第二台图像采集工控机采集。

[0070] 车辆两侧的后轮分别由R9、R10、R11、R12四台后轮踏面图像拍摄相机4-2-1和R13、R14、R15、R16四台后轮踏面图像拍摄相机4-2-1顺序拍摄车轮踏面部分图像；且R9、R10、R11、R12拍摄的车轮踏面部分图像用第三台图像采集工控机采集，R13、R14、R15、R16拍摄的车轮踏面部分图像用第四台图像采集工控机采集。

[0071] 前轮拍摄相机组4-1对应的前轮触发模块1-1-1装在各前轮拍摄相机组4-1前方拍摄踏面1/4位置处。当控制工控机接收到一个前轮触发模块1-1-1的信号后，通过软件触发对应的前轮踏面图像拍摄相机4-1-1进行拍摄，同时光源模块对其进行补光，前轮踏面图像拍摄相机4-1-1拍摄车轮的1/4车轮踏面图像，控制工控机通过速度延迟，二次触发同一个前轮踏面图像拍摄相机4-1-1拍摄车轮的1/8车轮踏面图像；后续前轮踏面图像拍摄相机4-1-1按照上述拍摄方式依次拍摄，得到前轮对的1/4车轮踏面图像和1/8车轮踏面图像。

[0072] 如图3所示，以前轮拍摄为例，车轮的上部图像会因为前轮踏面图像拍摄相机4-1-1的拍摄角度和车轮的形状，而导致虽然拍摄到1/4车轮踏面图像的信息，但上部所占车轮踏面图像的像素点较少，造成车轮踏面图像边缘区域检测精度较低；而增加拍摄1/8车轮踏面图像，则可以重复拍摄1/4车轮踏面图像的边缘区域，提高图像识别的精度。

[0073] 后轮拍摄相机组4-2对应的后轮触发模块1-2-1安装在各后轮踏面图像拍摄相机4-2-1后方拍摄踏面1/8位置处。当控制工控机接收到一个后轮触发模块1-2-1的信号后，通过软件触发对应的后轮踏面图像拍摄相机4-2-1进行拍摄，同时光源模块对其进行补光，相机拍摄车轮的1/8车轮踏面图像，控制工控机通过速度延迟，二次触发同一个后轮踏面图像拍摄相机4-2-1拍摄车轮的1/4车轮踏面图像；后续后轮踏面图像拍摄相机4-2-1按照上述拍摄方式依次拍摄，得到后轮对的1/4车轮踏面图像和1/8车轮踏面图像。

[0074] 最佳实施例，本实施例是对实施方式一的进一步说明，车轮传感器1还包括远端磁钢1-3；

[0075] 远端磁钢1-3,与控制模块2电连接,用于在车辆到达经过时,发出接车信号至控制模块2;还用于在车辆到达离开时,发出送车信号至控制模块2;

[0076] 控制模块2,还与轨边机箱的开关门装置电连接,用于接收到接车信号后,打开轨边机箱的开关门装置;还用于接收到送车信号后,关闭轨边机箱的开关门装置;

[0077] 相机模块4设于轨边机箱内。

[0078] 具体地,相机模块4中的相机和光源均放置相机盒子内,相机盒子密封,相机盒子侧部安装风机,相机的镜头和光源出光处安装防尘防水玻璃;相机盒子安装在轨边机箱内。由开关门电机驱动开关门装置,车辆到来时,控制工控机接收到远端磁钢的信号时,打开开关门装置,期间车轮触发前轮触发模块1-1-1和后轮触发模块1-2-1时,前轮拍摄相机组4-1和后轮拍摄相机组4-2拍摄,车辆离去后,关闭开关门装置。

[0079] 具体实施方式二,本实施方式中基于上述的一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统的车轮踏面损伤检测方法,具体步骤如下:

[0080] 步骤一、图像采集:每台前轮踏面图像拍摄相机4-1-1和后轮踏面图像拍摄相机4-2-1均拍摄得到1/4车轮踏面和1/8车轮踏面,同侧的4台前轮踏面图像拍摄相机4-1-1和4台后轮踏面图像拍摄相机4-2-1将拍摄的每个车轮的车轮踏面部分图像送到图像采集控制及处理模块3中;

[0081] 步骤二、图像预处理:确定车轮踏面部分图像显著性区域,对1/4车轮踏面进行裁剪和矫正处理,得到矩形形式的1/4车轮踏面,并采用图像投影方法,使用1/8车轮踏面完成1/4车轮踏面精确区域的提取;

[0082] 步骤三、车轮踏面部分图像分段:对多张1/4车轮踏面同时进行操作得到分段踏面区域,然后进行灰度变换,使得多张1/4车轮踏面平均灰度大小相同;再根据实际拼接需要,选择各分段踏面区域;

[0083] 步骤四、边缘拟合:首先找出分段踏面区域图像的轮缘边缘线,然后拟合边缘,将弯曲边缘拟合成垂直边缘,去除车轮踏面弧度影响,得到拟合图像;

[0084] 步骤五、各段图像拼接:针对拟合图像,结合图像采集速度,利用图像间交叠公共视场区域中对应的特征点或边缘完成1/4车轮踏面无缝拼接,得到完整的车轮踏面;

[0085] 步骤六、车轮踏面损伤粗定位:求取灰度阈值,对完整的车轮踏面进行二值化,进行边缘检测和形态学处理得到损伤区域位置;

[0086] 步骤七、车轮踏面损伤检测与识别:采用图像模板匹配和特征提取算法实现踏面损伤类别自动识别。

[0087] 具体地,本发明的一种城轨车辆车轮踏面损伤检测系统的采用相机拍摄踏面图像,通过机器视觉和模式识别原理为基础,运用图像处理与模式识别技术,实现轮对图像的动态采集、车轮图像踏面区域提取、车轮踏面全周图像生成、踏面损伤区域定位、损伤程度检测等整体解决方案,达到对城市轨道交通车辆车轮踏面损伤动态检测的目的。

[0088] 1、图像采集:相机、光源接收外触发信号完成车轮踏面图像采集,每台相机拍二幅踏面图像,4台相机将每个车轮拍的采集踏面图像送到图像采集工控机中。图像采集工控机对采集到的车轮踏面图像进行处理。

[0089] 2、图像预处理,确定踏面图像显著性区域,对图像进行裁剪;然后对裁剪后的图像进行矫正处理,矫正为矩形形式的踏面图像;采用图像投影方法完成踏面图像精确区域提

取。

[0090] 3、车轮踏面损伤粗定位,采用大津法求取灰度阈值,然后进行二值化,最后进行边缘检测和形态学处理得到损伤区域位置。

[0091] 4、车轮踏面损伤检测与识别,采用图像模板匹配和特征提取算法实现踏面损伤类别自动识别;

[0092] 5、踏面图像分段,对多张踏面图像同时进行图像预处理操作得到分段踏面区域,然后进行灰度变换,使得多张图像平均灰度大小相同;在灰度变化基础上做调整,再根据实际拼接需要,选择各分段踏面区域,作为拼接的原始图像。

[0093] 6、边缘拟合:首先通过边缘检算法找出分段踏面图像轮缘边缘线,然后拟合边缘,将弯曲边缘拟合成垂直边缘,去除踏面弧度影响,避免拼接图像出现凹凸感;

[0094] 7、各段图像拼接,针对拟合图像,结合图像采集速度,利用图像间交叠公共视场区域中对应的特征点或边缘完成图像无缝拼接,在两幅图像拼接处采用灰度加权平均算法进行图像平滑处理。

[0095] 最佳实施例,本实施例是对具体实施方式二的进一步说明,步骤四中,是采用最小二乘法拟合1/4车轮踏面的图像边缘。

[0096] 具体地,1/4车轮踏面的图像首先通过边缘检算法找出分段踏面图像轮缘边缘线,然后通过最小二乘算法拟合边缘,将弯曲边缘拟合成垂直边缘,去除踏面弧度影响,避免拼接图像出现凹凸感。

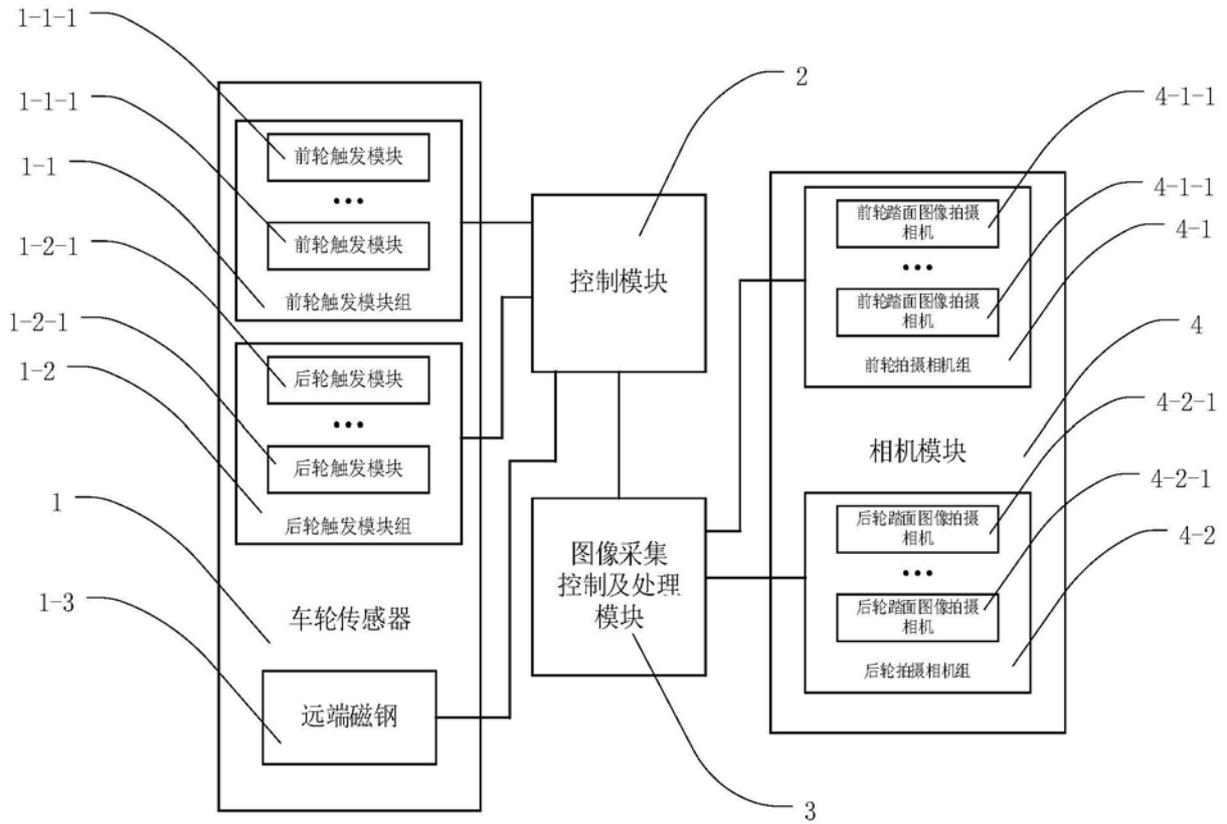


图1

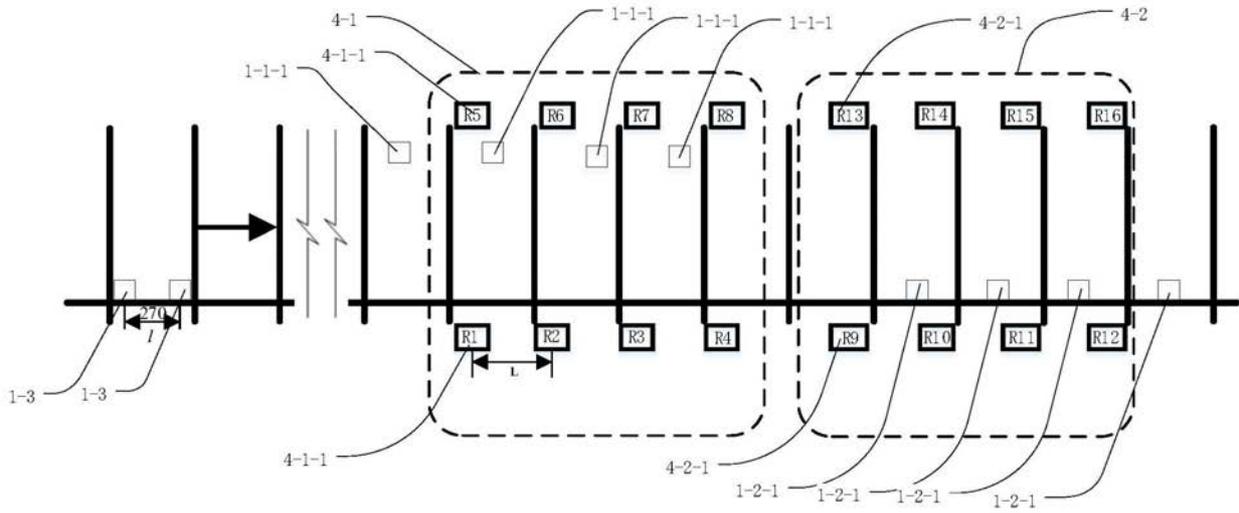


图2

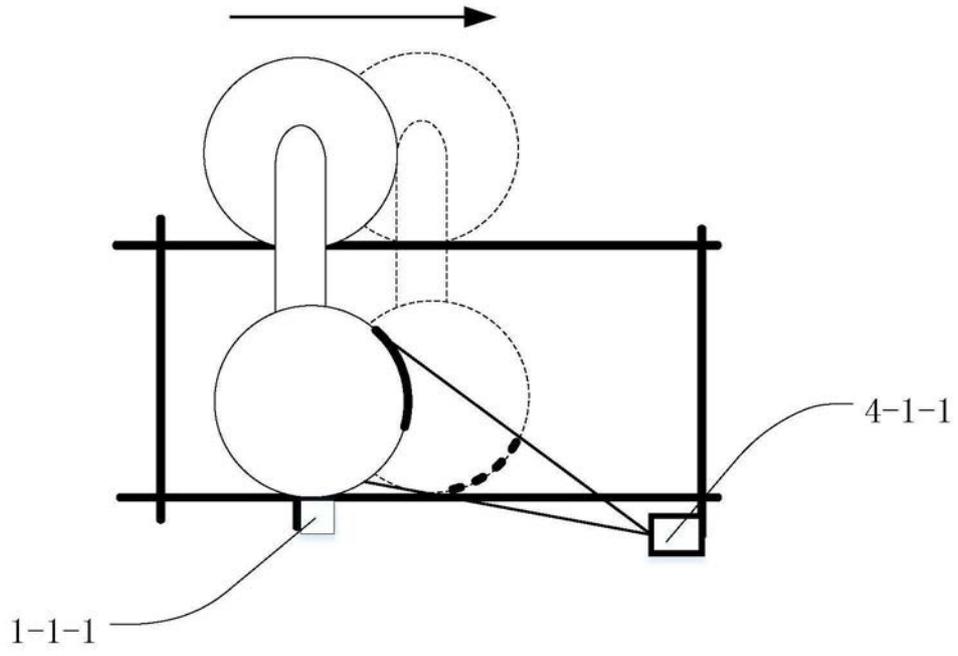


图3