



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102897192 A

(43) 申请公布日 2013.01.30

(21) 申请号 201210395977.9

(22) 申请日 2012.10.18

(71) 申请人 成都唐源电气有限责任公司

地址 610045 四川省成都市武侯区武兴五路  
28号西部智谷A1-1-9

(72) 发明人 于龙 杜奎生 占栋 郑锐 杜超  
唐磊 金友涛 高伟杰 周刊

(74) 专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理  
有限公司 51214

代理人 徐宏 吴彦峰

(51) Int. Cl.

B61K 9/08(2006.01)

G01B 11/02(2006.01)

G01B 11/26(2006.01)

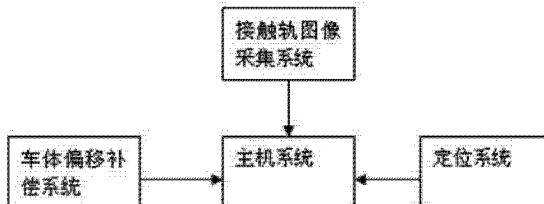
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 1 页

(54) 发明名称

城市轨道交通接触轨检测系统及其检测方法

(57) 摘要

本发明提供了一种城市轨道交通接触轨检测系统及其检测方法，属于城市轨道交通接触轨检测领域，包括主机系统，以及分别通过千兆以太网与主机系统相连的接触轨图像采集系统、车体偏移补偿系统和定位系统，该系统能更准确的进行接触轨的几何参数动态检测，除了接触轨中心到轨道中心的水平距离和接触轨受流面到走行轨轨顶平面的垂直距离之外，还包括断口处接近角和离去角的检测，为维护和及时准确的排除故障提供可靠的数据依据。



1. 城市轨道交通接触轨检测系统,包括主机系统,其特征在于 :  
还包括分别通过以太网与主机系统相连的接触轨图像采集系统、车体偏移补偿系统和定位系统 ;  
所接触轨图像采集系统包括至少 2 组面阵相机 ;  
所述主机系统包括计算机和打印机 ;  
所述车体偏移补偿系统包括至少 2 组面阵相机。
2. 根据权利要求 1 所述的城市轨道交通接触轨检测系统,其特征在于 :  
所述每组面阵相机包括 1 个面阵相机和 1 个激光光源。
3. 根据权利要求 2 所述的城市轨道交通接触轨检测系统,其特征在于 :  
所述面阵相机为高速面阵 CCD 相机。
4. 根据权利要求 1 所述的城市轨道交通接触轨检测系统,其特征在于 :  
所述接触轨图像采集系统包括 2 组面阵相机。
5. 根据权利要求 1 所述的城市轨道交通接触轨检测系统,其特征在于 :  
所述车体偏移补偿系统包括 2 组面阵相机。
6. 根据权利要求 1 所述的城市轨道交通接触轨检测系统的检测方法,其特征在于 :  
具体检测方法为 :  
步骤一、主机系统进行初始化设置 ;  
步骤二、主机系统进行数据处理选择工作模式 ;  
步骤三、如果步骤二中数据处理选择的工作模式为实时检测,则主机系统接收并处理接触轨图像采集系统、车体偏移补偿系统和定位系统的检测数据 ;  
步骤四、主机系统综合处理后的接触轨图像采集系统、车体偏移补偿系统和定位系统的检测数据进行对齐计算得出动态检测数据。
7. 根据权利要求 6 所述的城市轨道交通接触轨检测系统的检测方法,其特征在于 :  
其中所述步骤一中包括设定检测线路、检测线路方向、开始区段。
8. 根据权利要求 6 所述的城市轨道交通接触轨检测系统的检测方法,其特征在于 :  
其中所述步骤二中包括对系统工作方式的选择,包括数据回放、实时检测和数据仿真三个工作模式的选择 :(1) 如果选择的是数据回放,则提取存储在系统硬盘中的历史数据 ;(2) 如果选择实时检测,则主机系统提醒配置定位信息,继续上述步骤三 ;(3) 如果选择数据仿真,则模拟接触轨的检测。
9. 根据权利要求 6 所述的城市轨道交通接触轨检测系统的检测方法,其特征在于 :  
其中所述步骤三的方法步骤包括 :  
步骤一,主机系统从以太网获取接触轨图像采集系统、车体偏移补偿系统和定位系统的图像数据信息 ;  
步骤二,主机系统依次采用均值滤波、中值滤波和高斯滤波对图像进行预处理 ;  
步骤三,主机系统依次采用线性灰度变换和非线性灰度变换对图像进行增强处理 ;  
步骤四,主机系统对处理后的图像进行特征提取,提取特征点。
10. 根据权利要求 9 所述的城市轨道交通接触轨检测系统的检测方法,其特征在于 :  
其中所述步骤三的方法步骤还包括 :  
主机系统接收并处理定位系统的数据得出公里标数据。

## 城市轨道交通接触轨检测系统及其检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及城市轨道交通接触轨检测领域,特别是涉及地铁轨道交通接触轨检测领域。

### 背景技术

[0002] 在生产力的巨大推动下,越来越多的人群涌入城市,使得城市的规模不断扩大,造成城市人口密度急剧增加、交通严重堵塞等问题。传统的公交车、出租车等运营方式已经解决不了城市交通问题。地铁凭借其运营量大、准时性好、快速安全、交通效率高等优点,成为解决城市交通问题的最佳选择;此外,地铁在土地资源的利用率、能源消耗、环境保护和城市历史文化遗迹的保护等方面体现出的巨大优势,备受政府的青睐。

[0003] 在交通运输中,准时性和高效性是人们选择交通工具的一个指标,而交通工具的可靠性和安全性也越来越受到社会的关注,地铁运营具有准时、高效、安全可靠的特点。地铁有两种方式为牵引机车提供牵引动力,一种是通过接触网的形式为机车供电,在机车车顶有受电弓,车顶上空架有接触网,通过受电弓和接触网接触受流,获取电能;另外一种是接触轨(也称第三轨)供电,在列车的两条走行轨之外,铺一条带电的接触轨,电动列车的集电装置和接触轨接触并在接触轨上滑行,把电力传到机车上。接触轨的受流方式有三种,美国地铁采用集电装置下压的方式,集电靴和接触轨的接触通过弹簧的作用力进行调节,这种方式受流平稳;第二种方式是侧接触式,接触轨轨头端面朝走行轨,集电靴从接触轨侧面受流;第三种方式就是下接触式受流,接触轨轨头朝下,通过绝缘肩架、橡胶垫、扣板收紧螺栓、支架结构安装在底座上,集电靴和接触轨下侧接触受流,为机车供电。接触轨的电压大多采用直流 600V 或者直流 750V,有的地铁采用了直流 1500V。相对于接触网来说,接触轨具有成本低、工程量小、对周围环境影响小的特点;同时,接触轨还具有较强的抗自然灾害能力、耐腐蚀和较低的检修维护成本等特点,这些优点使接触轨的应用前景十分光明,但接触轨故障可能影响地铁的稳定性和安全性,维修需要耗费巨大的成本等问题,这就要求研发出一套高精度的检测系统,可以实时准确的提供接触轨参数,为接触轨的检修提供真实的数据参考,保证集电靴与接触轨受流稳定可靠,避免接触轨故障的发生。

[0004] 目前,接触轨的几何参数的动态检测研究还是一片空白。接触轨中心到轨道中心的水平距离和接触轨受流面到走行轨轨顶平面的垂直距离是衡量集电靴与接触轨受流稳定与否的重要指标。而在接触轨的实际应用中,接触轨断口处的离去角和接近角的正常与否,也能反应出电动列车在断口处受流是否平稳。所以,接触轨的几何参数动态检测,除了接触轨中心到轨道中心的水平距离和接触轨受流面到走行轨轨顶平面的垂直距离之外,还包括断口处接近角和离去角的检测。

### 发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种城市轨道交通接触轨检测系统及其检测方法,该系统能更准确的进行接触轨的几何参数动态检测,除了接触轨中心到轨道中心的水

平距离和接触轨受流面到走行轨轨顶平面的垂直距离之外,还包括断口处接近角和离去角的检测,为维护和及时准确的排除故障提供可靠的数据依据。

[0006] 本发明采用的技术方案如下:城市轨道交通接触轨检测系统,包括主机系统,其特征在于:

还包括分别通过以太网与主机系统相连的接触轨图像采集系统、车体偏移补偿系统和定位系统;

所接触轨图像采集系统包括至少2组面阵相机;

所述主机系统包括计算机和打印机;

所述车体偏移补偿系统包括至少2组面阵相机。

[0007] 作为优选,所述每组面阵相机包括1个面阵相机和1个激光光源。

[0008] 作为优选,所述面阵相机为高速面阵CCD相机。

[0009] 作为优选,所述接触轨图像采集系统包括2组面阵相机。

[0010] 作为优选,所述车体偏移补偿系统包括2组面阵相机。

[0011] 城市轨道交通接触轨检测系统的检测方法,其特征在于:

具体检测方法为:

步骤一、主机系统进行初始化设置;

步骤二、主机系统进行数据处理选择工作模式;

步骤三、如果步骤二中数据处理选择的工作模式为实时检测,则主机系统接收并处理接触轨图像采集系统、车体偏移补偿系统和定位系统的检测数据;

步骤四、主机系统综合处理后的接触轨图像采集系统、车体偏移补偿系统和定位系统的检测数据进行对齐计算得出动态检测数据。

[0012] 作为优选,其中所述步骤一中包括设定检测线路、检测线路方向、开始区段等。

[0013] 作为优选,其中所述步骤二中包括对系统工作方式的选择,包括数据回放、实时检测和数据仿真三个工作模式的选择:(1)如果选择的是数据回放,则提取存储在系统硬盘中的历史数据;(2)如果选择实时检测,则主机系统提醒配置定位信息,继续上述步骤三;(3)如果选择数据仿真,则模拟接触轨的检测。

[0014] 作为优选,其中所述步骤三的方法步骤包括:

步骤一,主机系统从以太网获取接触轨图像采集系统、车体偏移补偿系统和定位系统的图像数据信息;

步骤二,主机系统依次采用均值滤波、中值滤波和高斯滤波对图像进行预处理;

步骤三,主机系统依次采用线性灰度变换和非线性灰度变换对图像进行增强处理;

步骤四,主机系统对处理后的图像进行特征提取,提取特征点。

[0015] 作为优选,其中所述步骤三的方法步骤还包括:

主机系统接收并处理定位系统的数据得出公里标数据。

[0016] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

1、与人工手持接触轨测量尺相比,效率高,可以短时间内完成整个线路的接触轨检测,人工测量得到的数据连续性差,数据分析困难;

2、该接触轨检测系统可以在测量中根据需要存储不同路段的接触轨信息,达到数据块信息独立化的目的;

3、能动态、连续的测量接触轨几何参数,为接触轨供电状态分析提供了大量的线性数据依据;

4、采用非接触式的测量方法,可以客观的得到测量数据的同时,避免和接触轨的直接接触,安全性有很大提高;

5、检测数据存储于硬盘上,便于后期数据回放与分析处理及打印报表等,得到多种数据报表和曲线,与人工测量相比,解决了大量纸质文件查找的繁琐;

6、该系统具有自检测、自校验功能。

## 附图说明

[0017] 图 1 为本发明的结构原理框图。

[0018] 图 2 为本发明其中一具体实施例的接触轨测量局部放大图。其中,各个标号的含义为:

- ① 1# :右侧走行轨图像采集相机;
- ② 2# :左侧走行轨图像采集相机;
- ③ 0# :左侧接触轨图像采集相机;
- ④ 3# :右侧接触轨图像采集相机;
- ⑤ C :左右走行轨轨顶中心之间的距离;
- ⑥  $n_0$  :2# 传感器与左侧走行轨的水平距离;
- ⑦  $m_0$  :2# 传感器与左侧走行轨轨内侧的距离;
- ⑧  $L_0$  :0# 相机与左侧接触轨的水平距离;
- ⑨  $P_0$  :2# 传感器与 0# 相机的水平距离;
- ⑩  $h_0$  :0# 相机中心与左侧接触轨轨底平面的垂直距离;
- ??  $h_1$  :0# 相机中心与左侧走形轨轨顶平面的垂直距离。

## 具体实施方式

[0019] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0020] 本说明书中公开的所有特征,除了互相排除的特征以外,均可以以任何方式组合。

[0021] 本说明书(包括任何附加权利要求、摘要和附图)中公开的任一特征,除非特别叙述,均可被其他等效或者具有类似目的的替代特征加以替换。即,除非特别叙述,每个特征只是一系列等效或类似特征中的一个例子而已。

[0022] 如图 1 所示,城市轨道交通接触轨检测系统,包括主机系统及分别通过以太网与主机系统相连的接触轨图像采集系统、车体偏移补偿系统和定位系统。其中,所接触轨图像采集系统包括至少 2 组面阵相机;所述主机系统包括计算机和打印机;所述车体偏移补偿系统包括至少 2 组面阵相机。

[0023] 在本具体实施例中,所述每组面阵相机包括 1 个面阵相机和 1 个激光光源,面阵相机为高速面阵 CCD 相机,接触轨图像采集系统包括 2 组面阵相机,车体偏移补偿系统包括 2 组面阵相机。

[0024] 接触轨图像采集系统利用高速面阵 CCD 相机(可软件配置)采集接触轨内侧及受流面灰度图像,光源采用高亮扇形激光光源;

车体偏移补偿图像采集系统利用高速面阵 CCD 相机(可软件配置)检测走行轨轨面和轨内侧灰度图像,光源采用高亮扇形激光光源;

定位系统采用国产 DF8 速度传感器,用于测量行驶速度及机车定位;

主机系统采用工业控制计算机。工业控制计算机具有高性能的处理器、较好的兼容性,可以快速处理大量的图像数据,利用激光三角测距检测原理及图像处理算法,测量接触轨几何参数。

[0025] 电源使用作业车提供的 AC 220V 电源为主机系统供电,同时经过电源稳压变换电路输出 DC5V 和 DC12V 电压,为相机、激光器和速度传感器等设备供电;

系统的独立性强,采用屏蔽线传输图像数据,具有很强的抗干扰能力;

图像数据的传送采用千兆以太网传输,能实时、高速、有效、准确的把图像传送到主机系统供主机处理,因此在本具体实施例中,我们采用千兆以太网进行连接传输;

UPS (不间断电源)作为电源,当机车电源供电不正常时,不影响检测设备的正常运行,UPS 既可以为设备供电,又避免硬件设备在机车电压不稳定时发生损坏。

[0026] 接触轨检测系统适用于城市轨道交通接触轨几何参数的动态检测。检测原理是基于激光三角测距检测原理,利用高速高精度面阵 CCD 相机实时采集同一平面内的接触轨和走行轨图像,并且动态的进行图像处理和特征提取,计算出当前平面内接触轨中心到轨道中心的水平距离和接触轨受流面到走行轨轨顶平面的垂直距离以及接触轨断口区域的接近角和离去角,记录下每一段接触轨的数据,为维护和及时准确的排除故障提供可靠的数据依据。

[0027] 接触轨图像采集系统实时获取接触轨图像,为计算接触轨中心到轨道中心的水平距离和接触轨受流面到走行轨轨顶平面的垂直距离提供图像数据,并为判断接触轨断口处离去角和接近角的正常与否提供数据依据。车体偏移补偿系统,采集当前激光照射平面内走行轨图像,为计算接触轨中心到轨道中心的水平距离和接触轨受流面到走行轨轨顶平面的垂直距离提供图像数据,并作为计算机车偏移量的图像数据。定位系统利用速度传感器,根据机车轮轴的转动来定位机车位置和计算机车的速度。千兆以太网把主机系统与 CCD 面阵相机进行连接,相机采集的图像数据通过千兆以太网传到主机系统,主机系统进行图像滤波预处理和特征提取,对四个相机采集的数据进行处理,获取图像的特征点,结合相应的算法动态的计算出接触轨几何参数;打印机根据需要打印出相应的曲线图和报表,把检测到的接触轨几何数据打印为纸质数据。

[0028] 城市轨道交通接触轨检测系统的检测方法,具体检测方法为:

步骤一、主机系统进行初始化设置;

步骤二、主机系统进行数据处理选择工作模式;

步骤三、如果步骤二中数据处理选择的工作模式为实时检测,则主机系统接收并处理接触轨图像采集系统、车体偏移补偿系统和定位系统的检测数据;

步骤四、主机系统综合处理后的接触轨图像采集系统、车体偏移补偿系统和定位系统的检测数据进行对齐计算得出动态检测数据。

[0029] 其中所述步骤一中包括设定检测线路、检测线路方向、开始区段等。

[0030] 接触轨检测系统是车载检测系统，在机车运行前或者机车运行过程中通过系统的初始设置设定检测线路、检测线路方向、开始区段等，随时对区段及定位进行调整；通过参数设置选择检测方式，检测参数以曲线或报表的方式实时显示在显示器上，线路的原始图像数据及每次检测结果存储在计算机硬盘上，文件名称与站区名称和检测日期关联，方便查询，同时能实现检测数据回放、单线比较分析及生成综合比较分析等多种报表、曲线打印、曲线储存(图片)、报表打印、报表储存(excel 表格)等。

[0031] 其中所述步骤二其中包括对系统工作方式的选择，包括数据回放、实时检测和数据仿真三个工作模式的选择：(1)如果选择的是数据回放，则提取存储在系统硬盘中的历史数据；(2)如果选择实时检测，则主机系统提醒配置定位信息，继续上述步骤三；(3)如果选择数据仿真，则模拟接触轨的检测。

[0032] 数据处理系统是“参数设置”系统工作方式的选择，包括数据回放、实时检测和数据仿真三种工作模式、检测时机车的定位和数据曲线的参数设置。数据回放对历史数据进行回放，机车对接触轨检测的历史数据存储在系统硬盘，使用数据回放功能可以打开存储的历史数据；实时检测是机车在检测时的工作模式，选择实时检测模式之后，系统提醒配置定位信息，配置完之后进行接触轨的实时检测，检测完成之后完成检测数据存储；数据仿真用在系统测试的时候，模拟接触轨的检测。

[0033] 其中所述步骤三的方法步骤包括：

步骤一，主机系统从以太网获取接触轨图像采集系统、车体偏移补偿系统和定位系统的图像数据信息；

步骤二，主机系统依次采用均值滤波、中值滤波和高斯滤波对图像进行预处理；

步骤三，主机系统依次采用线性灰度变换和非线性灰度变换对图像进行增强处理；

步骤四，主机系统对处理后的图像进行特征提取，提取特征点。

[0034] 其中所述步骤三的方法步骤还包括：

主机系统接收并处理定位系统的数据得出公里标数据。

[0035] 在本具体实施例中，两个 CCD 面阵相机作为一组测量单元，接触轨图像采集系统的两个相机分别对左侧的接触轨和右侧的接触轨的几何参数进行测量，而车体偏移补偿图像采集系统的两个 CCD 相机采集两条走行轨的图像数据。面阵相机是高精度的检测仪器，最终的接触轨检测数据是根据相机采集到的图像进行处理计算得出，所以对相机的标定提出了很高的要求，相机的标定精度直接影响到最终系统的检测精度。CCD 面阵相机的标定需要配备专用的试验平台，还需要在检测现场进行大量的试验，最后根据多次试验的输出结果进行不断的修正，使面阵相机的扫描区域重合，得到最佳的标定效果。

[0036] 面阵相机标定的目的是确定相机的图像坐标系与物理空间中的坐标系(世界坐标系)之间的对应关系。只有当相机被准确的标定以后，才能根据二维图像坐标计算出对应在物理空间中的实际位置，为了确定上述对应关系，需要知道面阵相机的光学和几何参数(内部参数)以及面阵相机相对外部参考坐标系的位置和方向(外部参数)。面阵相机的标定过程就是根据多组已知地理坐标系坐标和与之相对应的图像坐标系坐标的点来确定相机的内部参数和外部参数。相机的标定结果除提供图像点与空间点的映射关系外，还可以通过外极线方程来约束寻找同名点的搜索空间，从而降低匹配算法的复杂性，减少误匹配率。

[0037] 相机的标定是分为水平方向的标定和垂直方向的标定,在 CCD 面阵相机成像中,一个物体在水平方向的位移,该物体在相机成像平面的像也会产生垂直方向像素位移,而该物体在垂直方向上的位移,它在相机成像平面上的像的水平像素也会发生位移。水平标定的结果就是要得到一个算式,可以根据 CCD 相机拍摄到的接触轨图像的特征点的像素变化,计算出接触轨在相机坐标系中水平方向的位移。垂直标定的作用也是根据标定得到一个计算式,可以根据图像中接触轨特征点像素的变化,计算出接触轨垂直方向的位移。根据走行轨水平方向和垂直方向的位移,计算出机车车体的偏移角度,用车体偏移的角度,来修正接触轨水平方向和垂直方向的位移得到准确的接触轨测量数据。

[0038] 另外,主机系统选取并显示接触轨有缺陷的地方,从检测出的数据中找出接触轨导高和拉出值异常的部分。系统在检测时以数字的形式动态的显示接触轨某一段在整个路线中的公里标、以及它的接触轨导高、接触轨拉出值以及接近角和离去角,还有机车在该公里标时运行的速度以及该公里标属于线路的那个地铁站区段等信息;系统绘制接触轨导高和拉出值的曲线图,导高和拉出值在一个有限范围内波动,机车运行中,不同时刻对应不同公里标的接触轨,动态的测得不同区段的接触轨信息,主机系统根据公里标的变化,绘制不同区段接触轨信息的动态曲线。

[0039] 对于光源的选取,触轨检测系统拍摄的图像,是光源照射到接触轨和走行轨,相机拍摄下照片传送到主机系统。所以光源的选取直接影响面阵相机获取到的图像质量,单色光光源是最好的选择,在光源的选取方面,经过大量的试验,采用激光为面阵相机提供光源配合滤光片使用等达到最佳效果。激光具有亮度高、单色性好和方向性强的特点,而且激光的粗细可以根据检测设备的需要进行调节,为图像处理带来极大的便利,所有激光适合为面阵相机提供稳定可靠的光源。检测系统采用半导体激光器,在激光器的前端安装柱面镜,将激光器光源照射的光线以一个扇形的平面发射,在激光照射的平面内,激光照射到接触轨和走行轨的表面,被 CCD 面阵相机拍摄成像,图像传到主机系统进行图像处理以后,得到轨道的特征点,根据特征点的像素变化计算得到检测数据。

[0040] 图像处理是接触轨检测系统中重要的部分,检测的最终数据是依靠 CCD 面阵相机获取的图像进行处理后计算得到,所以图像处理的算法和处理过程显得十分重要。本具体实施例中把图像处理分成四步实现,分别是图像输入、预处理、图像增强和特征点识别。

[0041] 图像输入就是主机系统从面阵 CCD 相机获取相机采集到的图像,相机和主机之间通过以太网连接,相机获取的图像由以太网传输到主机内存。

[0042] 主机系统获取图像之后,首先对图像进行预处理。图像在采集、编码和传输的过程中,会受到各种噪声的干扰,影响图像的质量。图像预处理的目的是消除图像背景以及系统噪声的干扰,提高图像的信噪比,突出图像的特征,方便图像的后续处理,降低目标识别的复杂度。在图像预处理中,采用图像平滑的方式减少和消除图像在数字化和传输过程中产生的噪声,图像平滑也称作低通滤波,低通滤波的作用是消除高频段的噪声,在本具体实施例中依次采用均值滤波、中值滤波和高斯滤波进行图像的预处理。

[0043] 图像增强的目的在于改善图像的视觉效果,本系统进行图像增强的意义在于经过图像增强之后,主机系统处理识别和处理图像的特征点,因为激光光源照射到接触轨轨面和走行轨轨面,CCD 相机获取的照片背景是轨道面,识别区域是激光照射到的部分轨道面,对激光照射到的轨道面轮廓进行增强便于待识别区域和图像背景的分离。图像增强的处理

方式分为空间域处理和频域处理。空间域处理是直接在原图像上进行数据运算。空间域处理又分为两类,一类是在像素点邻域的空间域进行,称为局部运算,另一类是对图像像素点进行逐点运算,称为点运算。接触轨检测系统图像处理需要提取的是一些特征点,再根据这些特征点的数据进行运算,所以采用空间域处理的点运算进行图像增强处理。空间域处理可以是线性的,也可以是非线性的。在本具体实施例中依次采用线性灰度变换和非线性灰度变换进行图像增强。

[0044] 由于实际应用中,摄像机镜头会存在各种形式的畸变,如镜头的径向畸变、切向畸变、薄棱畸变等,因此,摄像机获取的图像信息会存在失真,接触轨检测精度要求较高,故镜头畸变在本项目中需要严格计算。本装置中采用共面标定算法,运用最小二乘计算方法准确计算摄像机镜头畸变,对获取的接触轨图像信息加以校正,减小镜头畸变对检测精度的影响,对接触轨真实空间位置信息进行三维重构。通过运用计算摄像机镜头畸变的标定算法,能够有效提高系统检测精度。

[0045] 采用构架式安装方式,安装在车体减振弹簧的下方,在检测的过程中,振动对检测数据的干扰主要为高频振动信号,且振动幅值与安装在减振弹簧上方较小,由此,可以减小接触轨、走行轨图像的检测范围,提高激光摄像传感器的图像检测分辨率,有效的提高了检测精度。转向架高频振动对检测数据会产生干扰,因此需要采用合适的滤波器将高频振动带来的干扰数据滤波。

[0046] 检测车动态检测过程中,车体会发生随机振动,特别是转向架多自由度振动会对检测数据产生干扰,本装置对转向架的多自由度振动进行准确测量,将检测数据由车体坐标系换算到轨道坐标系,解决了长期以来由于车体振动对检测数据产生的影响。

[0047] 制作图像采集系统和偏移补偿模块安装支架,将支架与机车轮轴相连,采用此安装方式可以减小机车在运行过程中车体偏移对测量精度的影响;同时带来的不利因素是,安装支架直接与轮轴相连,运行过程中轮轨产生的高频振动直接作用于图形采集系统和偏移补偿模块,由此对图像采集系统和偏移补偿模块的抗振动设计提出了更高的要求。

[0048] 如图 2 所示,①、②为偏移补偿模块,安装于支架的中间部分,偏移补偿模块的补偿范围为 250 ~ 750mm,精度为  $\pm 0.5\text{mm}$ ,频率为 1000 Hz,将偏移补偿模块的镜头分别对准左右走行轨,具体安装距离和安装角度,需要根据现场的使用情况进行标定。

[0049] ③、④分别为左右两侧接触轨图像采集系统,分别安装于固定支架的左右两侧,将图像采集系统镜头对准接触轨目标位置,同时保证图像采集系统安装的绝对垂直,安装高度和伸出的距离需要根据现场的实际情况进行标定。

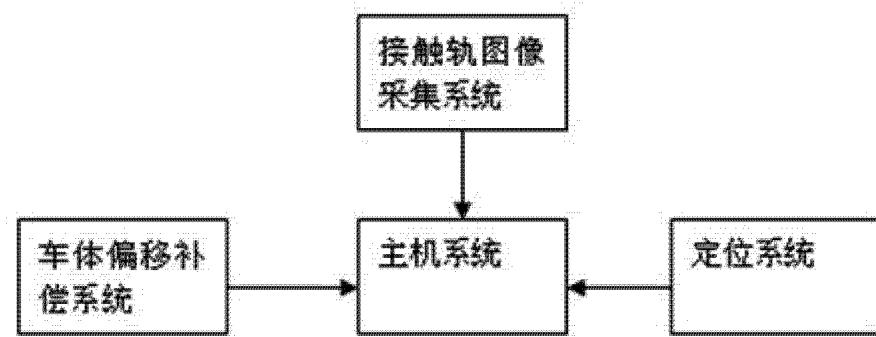


图 1

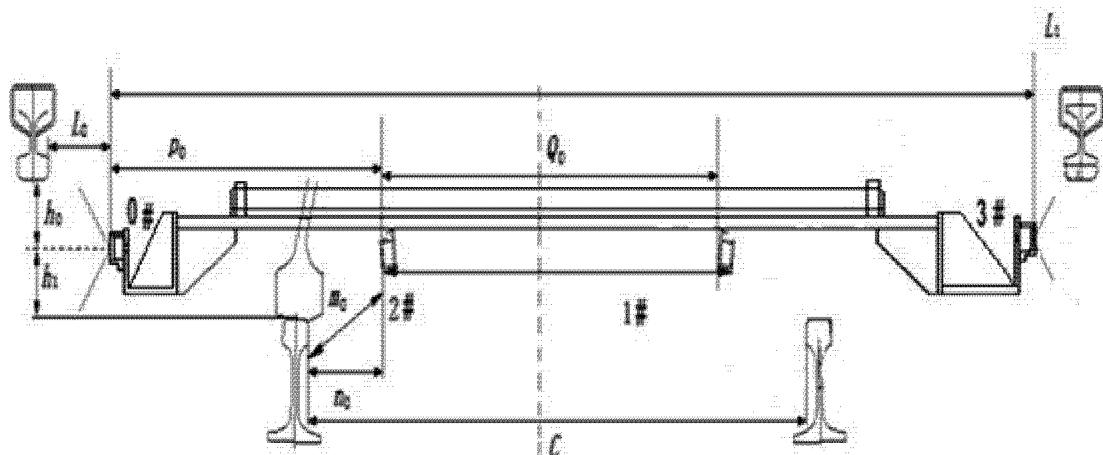


图 2