



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110425977 B

(45) 授权公告日 2021.03.26

(21) 申请号 201910620044.7

G01S 17/08 (2006.01)

(22) 申请日 2019.07.10

G01C 9/00 (2006.01)

B61K 9/08 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110425977 A

(56) 对比文件

CN 201126352 Y, 2008.10.01

CN 208282829 U, 2018.12.25

CN 107738665 A, 2018.02.27

(43) 申请公布日 2019.11.08

(73) 专利权人 上海工程技术大学
地址 201620 上海市松江区龙腾路333号

朱洪涛. 臂式地铁接触轨几何状态参数检测
小车研究.《铁道标准设计》.2019,全文.

(72) 发明人 李立明 柴晓冬 郑树彬 陈兴杰
张国富 封硕 孙睿

罗亚敏. 地铁接触轨几何参数检测装置研
究.《企业技术开发》.2019,全文.

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限
公司 31225

审查员 刘兵

代理人 杨宏泰

(51) Int. Cl.

G01B 11/00 (2006.01)

G01B 11/06 (2006.01)

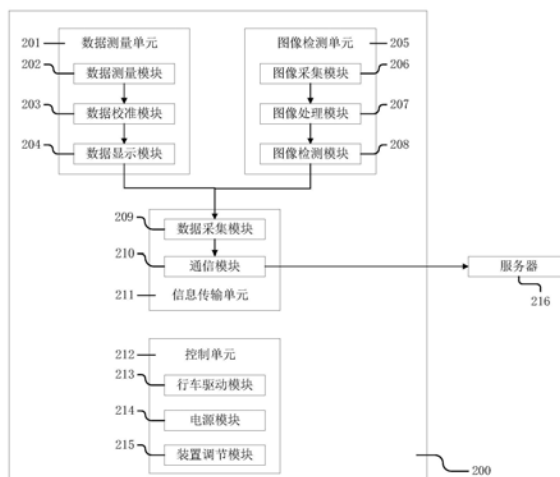
权利要求书2页 说明书11页 附图4页

(54) 发明名称

一种接触轨几何参数检测系统及检测方法

(57) 摘要

本发明涉及一种接触轨几何参数检测系统及检测方法,该系统包括:数据测量单元:用以对接触轨的几何参数进行精确测量并校准;图像检测单元:用以通过工业线阵相机对接触轨的状态进行图像检测和处理;信息传输单元:用以对接触轨的几何参数测量数据和检测图像进行整合并与外部服务器通信;控制单元:用以实现供电控制和轨检车的行驶驱动控制。与现有技术相比,本发明具有测量准确、集成度高、使用方便等优点。



1. 一种接触轨几何参数检测系统,用以检测接触轨的导高值和拉出值,其特征在于,该系统包括:

数据测量单元:用以对接触轨的几何参数进行精确测量并校准,数据测量单元包括依次连接的数据测量模块、数据校准模块和数据显示模块,数据测量模块包括安装在轨检车车体上的三组激光测距与倾角测量仪,数据校准模块包括安装于轨检车车体的两组激光测距与倾角测量仪,数据显示模块包括安装在接触轨几何参数测量与检测轨检车车体上的第一中心处理器和工业电脑显示器,数据测量模块中的第一组激光测距与倾角测量仪安装在检测机械臂上的检测设备集成箱处,用于测量该组激光测距与倾角测量仪到接触轨的距离和角度参数,包括安装在检测设备集成箱左部的第一激光测距与倾角测量仪以及安装在检测设备集成箱右部的第二激光测距与倾角测量仪,第二组和第三组激光测距与倾角测量仪用于测量该组激光测距与倾角测量仪到轨检车车体近接触轨侧和远接触轨侧钢轨的准确距离和角度参数,分别为安装在轨检车近接触轨侧车体底部的第四激光测距与倾角测量仪和安装在远接触轨侧车体底部的第五激光测距与倾角测量仪,数据校准模块中的第一组激光测距与倾角测量仪安装在检测机械臂上的检测设备集成箱中,用于对数据测量模块中安装在检测设备集成箱中的激光测距与倾角测量仪的测量数据进行校准,第二组激光测距与倾角测量仪,用于对数据测量模块测量得到的几何参数测量数据进行校准与验证,具体包括安装在检测机械臂的近车体侧底部的第三激光测距与倾角测量仪;

图像检测单元:用以通过工业线阵相机对接触轨的状态进行图像检测和处理;

信息传输单元:用以对接触轨的几何参数测量数据和检测图像进行整合并与外部服务器通信;

控制单元:用以实现供电控制和轨检车的行驶驱动控制;

应用接触轨几何参数检测系统的检测方法,包括以下步骤:

1) 将检测轨检车安装于接触轨旁的行车轨道上;

2) 采用激光测距技术测得接触轨的几何参数,具体为计算接触轨的拉出值和导高值的几何参数,接触导轨高值H的计算公式为:

$$H=d \cdot \sin\theta+Y$$

其中,Y为第一激光测距和倾角测量仪距离检测设备集成箱底部的距离,即第一激光测距和倾角测量仪的实际高度,d和 θ 分别为第一激光测距和倾角测量仪测得的测量仪距离接触轨地面中点的实际距离和角度;

接触轨拉出值L的计算公式为:

$$L = \frac{1}{2}T + W + M + \Delta X$$

$$T=a \cdot \cos\alpha+b \cdot \cos\beta+c$$

$$\Delta X=d \cdot \cos\theta$$

其中,T为检测轨检车所在轨道轨距,W为检测轨检车所在左钢轨的上表面距离,M为检测机械臂的长度, ΔX 为第一激光测距与倾角测量仪到接触轨地面中心的横向距离,a和 α 为第四激光测距和倾角测量仪测得测量仪到检测轨检车所在左侧的行车轨道内壁的实际距离和角度,为第五激光测距和倾角测量仪测得测量仪到检测轨检车所在右侧的行车轨道内

壁的实际距离 b 和角度 β , c 为通过安装于检测轨检车上的测量标尺通过实际测量得到的第四和第五激光测距和倾角测量仪的间距;

3) 采用机器视觉技术对接触轨进行状态检测;

4) 将测得的接触轨的几何参数和状态信息发送给外部服务器;

5) 服务器获取接触的几何参数和接触轨的状态信息,完成接触轨几何参数的测量及检测。

2. 根据权利要求1所述的一种接触轨几何参数检测系统,其特征在于,图像检测单元包括依次连接的图像采集模块、图像处理模块和图像检测模块,图像采集模块为安装在检测机械臂上的检测设备集成箱中的工业线阵相机,用以在检测轨检车工作过程中实现对钢轨旁的接触轨状态进行实时拍摄和采集,图像处理模块包括被集成封装在处理设备集成箱中的第二中心处理器,用以采集和处理拍摄到的接触轨图像,图像检测模块用以检测接触轨图像中的接触轨状态。

3. 根据权利要求2所述的一种接触轨几何参数检测系统,其特征在于,信息传输单元包括数据采集模块和通信模块,数据采集模块分别与数据显示模块和图像检测模块通信,用以将数据测量单元与图像检测单元得到的测量和检测结果进行整合和处理,并通过通信模块发送给外部处理器,外部处理器通过通信模块进行实时监控和管理。

4. 根据权利要求1所述的一种接触轨几何参数检测系统,其特征在于,控制单元包括行车驱动模块、电源模块和装置调节模块,行车驱动模块用以实现检测轨检车在钢轨上正常的行驶和运行,电源模块用以为整个系统供电,装置调节模块用以实现轨检车进行折叠和缩放。

5. 根据权利要求1所述的一种接触轨几何参数检测系统,其特征在于,步骤3)中,通过机器视觉技术对接触轨表面由于轨道高速运行过程引起的灼伤和接触轨连接不紧密的状态进行检测。

一种接触轨几何参数检测系统及检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及轨道检测技术领域,尤其是涉及一种接触轨几何参数检测系统及检测方法。

背景技术

[0002] 在国内外现有的城市轨道系统中,主要采取两种主要的供电系统:接触网供电系统和接触轨供电系统。与接触网供电相比,接触轨供电方式具有结构简单、安装简便、架设成本低、抗自然灾害能力强、稳定性好、不影响城市美观等特点。城市轨道系统中的供电接触轨又称接触轨,是指安装在城市轨道(地铁、轻轨等)线路旁边的,单独的用来供电的一条轨道。检测列车运行区间内的接触轨几何参数状态对地铁运营安全、施工质量检查具有十分重要的意义。

[0003] 接触轨几何状态参数直接影响到机车正常运行,其拉出值有偏差会对集电靴与接触轨造成机械伤害,导高值有偏差会导致接触轨与集电靴发生离线,严重时会使集电靴与接触轨相撞,造成安全事故。所以,有必要对接触轨的几何参数拉出值和导高值进行检测研究。在现有技术领域中,多采用人工手动检测的方式对接触轨的导高值和拉出值进行检测。

[0004] 然而在现有的技术范畴内,利用传统的人工手动检测方式对接触轨的几何参数进行测量检测的过程中,由于相邻车站之间的距离普遍较长,手动检测工器具性能落后,导致作业效率较低,同时存在测量精度不高、人为误差大、效率低等缺点,不能准确测量轨道线路接触轨的几何参数数据,现有的检测技术手段的测量精度不满足高质量的工程要求。

发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种接触轨几何参数检测系统及检测方法。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0007] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0008] 一、测量准确:本发明改进并优化了现有的接触轨几何参数测量方法,提出一种新的接触轨几何参数测量检测方法,利用机器视觉和激光测距相结合的方式对接触轨的导高值和拉出值的几何参数进行准确的测量,从而实现准确的接触轨几何参数的非接触检测,同时还可以进一步对接触轨的状态情况进行检测。

[0009] 二、集成度高:本发明提出一种接触轨几何参数测量检测系统,通过将机器视觉传感器、激光测距传感器、倾角传感器和工业控制计算机等设备搭建检测系统,通过一种便携式接触轨几何参数检测车配合现代检测设备及技术进行同步动态、静态检测,具有很高的集成程度。

[0010] 三、使用方便:本发明通过设计一种新的便携式接触轨几何参数测量检测装置可以应对各种复杂的工程应用需求;当测量检测装置处于非工作状态时,旋转臂可以和主梁旋转到同一个方向,实现检测装置自由的伸缩和折叠,体积小,方便工作人员运输、携带与

使用。

附图说明

- [0011] 图1为实施例中接触轨几何参数检测系统结构示意图。
- [0012] 图2为实施例中接触轨几何参数检测方法流程图。
- [0013] 图3为实施例中基于激光测距的接触轨几何参数测量方法流程图。
- [0014] 图4为实施例中基于机器视觉的接触轨检测方法流程图。
- [0015] 图5为实施例中接触轨几何参数测量工作原理图。

具体实施方式

[0016] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0017] 实施例

[0018] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0019] 因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0020] 需要说明的是,当元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件,它可以直接在另一个元件上或者间接在该另一个元件上。当一个元件被称为是“连接于”另一个元件,它可以是直接连接到另一个元件或间接连接至该另一个元件上。

[0021] 需要理解的是,术语“长度”、“宽度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0022] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0023] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0024] 以下将结合附图对本发明的具体实施例进行详细描述。

[0025] 图1示出了根据本发明实施例的接触轨几何参数检测系统的结构示意图,如图1所示,本实施例中的接触轨几何参数测量及检测系统200包括:数据测量单元201、图像检测单元205、信息传输单元211、控制单元212和外部服务器216。

[0026] 数据测量单元201包括:数据测量模块202、数据校准模块203和数据显示模块204;图像检测单元205包括:图像采集模块206、图像处理模块207和图像检测模块208;信息传输单元211包括:数据采集模块209和通信模块210;控制单元212包括:行车驱动模块213、电源模块214和装置调节模块215。

[0027] 数据测量单元201包括:数据测量模块202、数据校准模块203和数据显示模块203;数据测量单元201通过激光测距仪和倾角测量仪对接触轨的几何参数进行精确测量并进行校准,对接触轨的导高值和拉出值的参数进行准确的测量。

[0028] 数据测量模块202包括安装于接触轨几何参数测量与检测轨检车车体的三组激光测距与倾角测量仪,通过安装于轨检车车体的不同位置和功能的激光测距与倾角测量仪对接触轨的相关几何参数数据进行测量,从而得到接触轨的导高值和拉出值数据进行标准测量。

[0029] 安装于接触轨几何参数测量与检测轨检车车体的三组激光测距与倾角测量仪具体为:将一组激光测距与倾角测量仪安装于检测机械臂上的检测设备集成箱中,用于测量该组激光测距与倾角测量仪到接触轨的准确距离和角度参数;第二组和第三组激光测距与倾角测量仪分别安装于轨检车车体的近接触轨侧和远接触轨侧的车体底部,用于测量该组激光测距与倾角测量仪到轨检车车体所行驶的近接触轨侧和远接触轨侧钢轨的准确距离和角度参数。

[0030] 数据校准模块203包括安装于接触轨几何参数测量与检测轨检车车体的两组激光测距与倾角测量仪,通过安装于轨检车车体的不同位置和功能的激光测距与倾角测量仪对接触轨的相关几何参数数据进行校准,最终得到接触轨的导高值和拉出值数据进行校准。

[0031] 安装于接触轨几何参数测量与检测轨检车车体的两组激光测距与倾角测量仪具体为:将一组激光测距与倾角测量仪安装于检测机械臂上的检测设备集成箱中,用于对数据测量模块202中安装于检测设备集成箱的激光测距与倾角测量仪的测量数据进行校准;第二组激光测距与倾角测量仪安装于检测机械臂的近车体侧底部,用于对数据测量模块202测量得到的几何参数值进行进一步校准与验证。

[0032] 数据显示模块204具体为通过安装于轨检车车体上的中心处理器和工业电脑显示器对数据测量模块202和数据校准模块203得到的接触轨的导高值和拉出值的几何参数数据进行实时显示,便于工作和使用人员可以根据得到的接触轨的几何参数数据对接触轨的状态进行进一步的检测与管理。

[0033] 图像检测单元205包括图像采集模块206、图像处理模块207和图像检测模块208;图像检测单元205通过工业线阵相机对接触轨进行图像拍摄采集和处理检测,从而进一步地对接触轨的状态进行检测。

[0034] 图像采集模块206安装于检测机械臂上的检测设备集成箱中的工业线阵相机;在检测轨检车工作过程中,工业线阵相机对钢轨旁的接触轨状态进行实时拍摄和采集,从而进一步地对接触轨的状态进行检测;工业线阵相机的型号为:BaslerspL2048-140km Camera Link。

[0035] 图像处理模块207包括被集成封装于处理设备集成箱中的中心处理器;图像处理模块207通过获取图像采集模块206拍摄采集到的接触轨图像并对图像进行进一步的处理以便于后续对所采集图像中的接触轨状态进行检测。

[0036] 图像检测模块208包括对通过图像采集模块206和图像处理模块207采集和处理的接触轨图像中的接触轨状态进行检测。

[0037] 图像处理模块207和图像检测模块208中处理设备集成箱具体为：

[0038] 将处理设备集成箱安装于检测机械臂上的近检测轨检车一端，其中包含一台中心处理计算机及其他的用于图像处理和图像检测所需的处理装置，可以对经过图像采集模块206拍摄和采集到的接触轨图像进行进一步的处理和检测。

[0039] 信息传输单元211包括数据采集模块209和通信模块210；信息传输单元211通过将数据采集模块209将数据测量单元201与图像检测单元205得到的测量和检测结果进行整合和处理，将测量得到的接触轨几何参数数据和图像检测结果经通信模块210发送到外部服务器216，外部工作管理人员可以通过外部服务器216对受检测的接触轨的几何参数和状态进行实时的监测与管理。

[0040] 通信模块210通过4G移动通信、DSRC(专用短程通信)等技术在检测轨检车和远程数据管理中心建立一个快速、稳定的通信线路，可以通过这种通信方式将检测轨检车在实际检测过程中的测量和检测结果发送到外部服务器，最终得到接触轨的几何参数数据和接触轨状态信息。

[0041] 控制单元212包括行车驱动模块213、电源模块214和装置调节模块215；其中，行车驱动模块213具体为检测轨检车的行车驱动模块，以保证检测轨检车可以在钢轨上正常的行驶和运行；电源模块214为整个接触轨几何参数检测系统正常运行供电；装置调节模块215通过检测轨检车的连接和调节装置可以对检测轨检测进行折叠和缩放，便于工作人员的工作和使用人员的携带、运输和管理。

[0042] 图2为根据本发明实施例的接触轨几何参数测量及检测方法流程图，具体包括：

[0043] 步骤01，将检测轨检车安装于接触轨旁的行车轨道上；

[0044] 步骤01具体包括：将本发明实施例涉及的一种可折叠和收缩的基于激光测距和机器视觉技术相结合的检测轨检车安装、放置于待检测接触轨所在的行车轨道上，使得检测轨检车可以在钢轨上正常行驶；在检测轨检车行驶运行过程中，可以通过激光测距技术测得接触轨的拉出值和导高值，同时可以通过机器视觉技术对检测轨检车经过的接触轨进行状态检测。

[0045] 步骤02，基于激光测距技术测得接触轨的几何参数；

[0046] 步骤02具体包括：通过安装于本发明实施例涉及的检测轨检车上的激光测距和倾角测量仪，分别测得相应的准确距离和角度，从而计算得到检测轨检测所经过接触轨导高值和拉出值的准确几何参数；激光测距和倾角测量仪分别为：安装于检测设备集成箱左部的第一激光测距与倾角测量仪；安装于检测设备集成箱右部的第二激光测距与倾角测量仪；安装于检测机械臂的近车体侧底部的第三激光测距与倾角测量仪；分别安装于检测轨检车左右车底的第四和第五激光测距与倾角测量仪。

[0047] 进一步地，步骤02还包括：第一激光测距和倾角测量仪测得测量仪到接触轨地面中点的实际距离 d 和角度 θ ；第二激光测距和倾角测量仪测得测量仪到接触轨地面中点的实际距离 l 和角度 ϕ ；第三激光测距和倾角测量仪测得测量仪到检测轨检车所在左侧的行车轨道外壁的实际距离 y 和角度 λ ；第四激光测距和倾角测量仪测得测量仪到检测轨检车所在左侧的行车轨道内壁的实际距离 a 和角度 α ；第五激光测距和倾角测量仪测得测量仪到检测

轨检车所在右侧的行车轨道内壁的实际距离 b 和角度 β ;

[0048] 进一步地,步骤02还包括:五组激光测距和倾角测量仪可以对测量仪到本发明实施例固定位置的距离进行直接测量,并且可以对测量仪到固定位置的角度进行间接测量;通过间接测量测出相应角度包括:第一和第二激光测距和倾角测量仪通过在检测轨检车工作时,利用第一和第二激光测距和倾角测量仪分别测出测量仪到接触轨底面中心的实际距离 d 和 l ,则第一和第二激光测距和倾角测量仪测得的测量仪到接触轨底面中点的实际角度

θ 和 ϕ 的计算公式为: $\cos\theta = \frac{d^2 + k^2 - l^2}{2dk}$ 和 $\cos\phi = \frac{l^2 + k^2 - d^2}{2lk}$,其中 k 为第一和第二激光测

距和倾角测量仪之间的水平距离,在该式中为定值;第三激光测距和倾角测量仪固定安装于检测机械臂的近车体侧底部,测量仪到检测轨检车所在左侧的行车轨道外壁的实际水平距离为定值,设为 f ,则第三激光测距和倾角测量仪测得的测量仪到行车轨道外壁的角度 λ

计算公式为: $\cos\lambda = \frac{f}{y}$;第四和第五激光测距和倾角测量仪通过在检测轨检车工作过程中,

在检测轨检车进行测量和检测的三个不同位置测出的第四激光测距和倾角测量仪到检测轨检车所在左侧的行车轨道内壁的实际距离 a ,第五激光测距和倾角测量仪到检测轨检车所在右侧的行车轨道内壁的实际距离 b ,利用测出的三组距离数据代入到轨距方程,通过解方程组进一步计算出第四和第五测量仪到固定位置的角度数据 α 和 β ,轨距方程为: $T = a \cdot \cos\alpha + b \cdot \cos\beta + c$,其中 c 为通过安装于检测轨检车上的测量标尺通过实际测量得到的第四和第五激光测距和倾角测量仪的间距,在本式中为一定值。

[0049] 进一步地,步骤02还包括:根据本发明实施例涉及的五组激光测距和倾角测量仪测得的各项距离和角度数据,计算得到接触轨的准确拉出值和导高值:接触导轨高值 H 的计算公式为: $H = d \cdot \sin\theta + Y$,其中 Y 为第一激光测距和倾角测量仪到检测设备集成箱底部的距离,即第一激光测距和倾角测量仪的实际高度,在该测量方法及计算公式中为定值。另一方面,

接触轨拉出值 L 的计算公式为: $L = \frac{1}{2}T + W + M + \Delta X$,其中 c 为通过安装于检测轨检车

上的测量标尺通过实际测量得到的第四和第五激光测距和倾角测量仪的间距;检测轨检车所在轨道轨距 T 的计算公式为 $T = a \cdot \cos\alpha + b \cdot \cos\beta + c$; W 为检测轨检车所在左钢轨的上表面距离; M 为本实施例涉及的检测机械臂的长度,为定值; ΔX 为第一激光测距与倾角测量仪到接触轨地面中心的横向距离,也称测量仪到接触轨底面中心的横向偏移量,其计算公式为:

$\Delta X = d \cdot \cos\theta$ 。

[0050] 步骤03,基于机器视觉技术对接触轨进行状态检测;

[0051] 步骤03具体包括:本实施例涉及的基于机器视觉技术对接触轨进行状态检测具体为:通过检测轨检车的检测设备集成箱内的工业线阵相机对接触轨表面状态进行拍摄及进一步状态检测;当检测轨检车经过待检测接触轨时,检测集成箱内的工业线阵相机可以对位于检测集成箱上方接触轨的表面状态进行拍摄和采集,并通过图像处理技术对采集得到的接触轨图像进行进一步的处理和检测,从而对接触轨的状态情况进行检测。

[0052] 进一步地,步骤03还包括:工业相线阵机具体安装于检测集装箱中心内部,检测集装箱通过检测机械臂固定于检测轨检车左侧;通过机器视觉与图像处理技术对接触轨的状态进行检测,其具体为:通过机器视觉技术对接触轨表面由于轨道高速运行过程引起的灼

伤和接触轨连接不紧密等进行检测。工业线阵相机的型号为:BaslerspL2048-140km Camera Link。

[0053] 步骤04,将测得的接触轨的几何参数和状态信息发送给外部服务器;

[0054] 步骤04具体包括:将通过激光测距技术测得的接触轨的几何参数数据和通过机器视觉技术得到的接触轨状态信息进行整合和处理,将整合后的数据信息通过4G移动通信、DSRC(专用短程通信)等技术在检测轨检车和远程数据管理中心建立一个快速、稳定的通信线路,可以通过这种通信方式将检测轨检车在实际检测过程中的测量和检测结果发送到外部服务器。

[0055] 步骤05,服务器获取接触的几何参数和接触轨的状态信息,完成接触轨几何参数的测量及状态检测;

[0056] 步骤05具体包括:远程数据管理中心的外部服务器成功获取到检测轨检车在工作过程中测得的接触轨几何参数数据和接触轨的状态信息,便于工作人员远程对接触轨的几何参数数据和状态情况进行检查和管理,完成最终的接触轨几何参数测量及状态检测。

[0057] 图3为根据本发明实施例的基于激光测距的接触轨几何参数测量方法流程图,具体为:

[0058] 步骤01,将检测轨检车安装于待检测接触轨所在的行车轨道上;

[0059] 步骤01具体包括:将本发明实施例涉及的一种可折叠和收缩的基于激光测距和机器视觉技术相结合的检测轨检车安装、放置于待检测接触轨所在的行车轨道上,使得检测轨检车可以在钢轨上正常行驶;在检测轨检车行驶运行过程中可以通过激光测距技术测得接触轨的拉出值和导高值。

[0060] 步骤02,通过测量标尺测得安装于检测轨检车底部两端的激光测距与倾角测量仪之间的距离;

[0061] 步骤02具体包括:本发明实施例涉及的测量标尺安装于检测轨检车车体的车架前方,用于测量安装于检测轨检车底部两端的处在测量标尺可测范围内的两组激光测距与倾角测量仪之间的距离,并将通过测量标尺测出的两组激光测距与倾角测量仪之间的实际距离,记为c。

[0062] 进一步地,步骤02还包括:本发明实施例涉及的两组激光测距与倾角测量仪安装于检测轨检车车体底部的安装架上,并且可以在检测轨检车处于未工作状态时,对两组激光测距与倾角测量仪进行拆卸和单独保存;所以在每次重新将两组激光测距与倾角测量仪安装于检测轨检车车体底部时,需要利用测量标尺重新对两组激光测距与倾角测量仪之间的距离进行测量。

[0063] 步骤03,分别测出检测轨检车底部两端的激光测距与倾角测量仪到左右钢轨内侧的距离和角度;

[0064] 步骤03具体包括:本发明实施例涉及的安装于检测轨检车底部两端的激光测距与倾角测量仪具体为:安装于检测轨检车底部近接触轨一侧的激光测距与倾角测量仪为第四激光测距和倾角测量仪;安装于检测轨检车底部远接触轨一侧的激光测距与倾角测量仪为第五激光测距和倾角测量仪。

[0065] 进一步地,步骤03还包括:本发明实施例涉及的第四和第五激光测距和倾角测量仪的测量原理具体为:第四激光测距和倾角测量仪测得测量仪到检测轨检车所在左侧的行

车轨道内壁的实际距离 a 和角度 α ;第五激光测距和倾角测量仪测得测量仪到检测轨检车所在右侧的行车轨道内壁的实际距离 b 和角度 β ;通过两组激光测距和倾角测量仪测得的数据对检测轨检车所在钢轨之间的轨距进行测量,轨距的计算公式为: $T=a \cdot \cos\alpha+b \cdot \cos\beta+c$,其中 c 为步骤01中利用测量标尺测得的第四和第五激光测距和倾角测量仪之间的准确距离。

[0066] 进一步地,步骤03还包括:第四和第五激光测距和倾角测量仪可以对测量仪到本发明实施例固定位置的距离进行直接测量,并且可以对测量仪到固定位置的角度进行间接测量;通过间接测量测出相应角度包括:第四和第五激光测距和倾角测量仪通过在检测轨检车工作过程中,在检测轨检车进行测量和检测的三个不同位置测出的第四激光测距和倾角测量仪到检测轨检车所在左侧的行车轨道内壁的实际距离 a ,第五激光测距和倾角测量仪到检测轨检车所在右侧的行车轨道内壁的实际距离 b ,利用测出的三组距离数据代入到轨距方程,通过解方程组进一步计算出第四和第五测量仪到固定位置的角度数据 α 和 β ,轨距方程为: $T=a \cdot \cos\alpha+b \cdot \cos\beta+c$,其中 c 为通过安装于检测轨检车上的测量标尺通过实际测量得到的第四和第五激光测距和倾角测量仪的间距,在本式中为一定值。

[0067] 步骤04,通过检测机械臂连接的检测设备集成箱中的第一激光测距与倾角测量仪到接触轨中心的距离和角度;

[0068] 步骤04具体包括:本发明实施例涉及的第一激光测距与倾角测量仪安装于检测设备箱的内部工业线阵相机的右侧,用于测量第一激光测距与倾角测量仪到接触轨底面中心的实际距离 d 和角度 θ 的几何参数;通过第一激光测距和倾角测量仪测得的数据对接触轨的导高值 $H=d \cdot \sin\theta+Y$ 和测量仪到接触轨底面中心的横向偏移量 $\Delta X=d \cdot \cos\theta$ 进行进一步计算,其中 Y 为第一激光测距和倾角测量仪的实际装置高度。

[0069] 进一步地,步骤04还包括:第一激光测距和倾角测量仪可以对测量仪到本发明实施例固定位置的距离进行直接测量,并且可以对测量仪到固定位置的角度进行间接测量;通过间接测量测出相应角度包括:通过第一和第二激光测距和倾角测量仪通过在检测轨检车工作时,利用第一和第二激光测距和倾角测量仪分别测出测量仪到接触轨底面中心的实际距离 d 和 l ,则第一激光测距和倾角测量仪测得的测量仪到接触轨底面中点的实际角度 θ

的计算公式为: $\cos\theta = \frac{d^2+k^2-l^2}{2dk}$,其中 k 为第一和第二激光测距和倾角测量仪之间的水平

距离,在该式中为定值。进一步地,步骤04还包括:本发明实施例涉及的检测设备箱具体包括:检测设备箱是一种集合两组激光测距与倾角测量仪、一个工业线阵相机及其他仪器连接设备的组合综合检测设备集成箱;在检测轨检车工作过程中,通过检测集成箱对在其上方的接触轨的几何参数和状态情况进行检测和测量;进一步地,检测设备箱被固定于检测机械臂上,并依托检测机械臂与检测轨检车进行固定,安装于检测轨检车的近接触轨一侧。

[0070] 步骤05,根据测得各项距离和角度数据计算得出接触轨的导高值和拉出值;

[0071] 步骤05具体包括:接触轨的导高值经过步骤04中第一激光测距与倾角测量仪测得是接触轨几何参数数据进行测量,接触导轨高值 H 的计算公式为: $H=d \cdot \sin\theta+Y$,其中 Y 为第一激光测距和倾角测量仪到检测设备集成箱底部的距离,即第一激光测距和倾角测量仪的实际高度,在该测量方法及计算公式中为定值。

[0072] 进一步地,步骤05还包括:接触轨的拉出值经过步骤03中测得的钢轨轨距 T 和步骤

04中第一激光测距与倾角测量仪测得是接触轨几何参数数据进行计算,接触轨拉出值L的计算公式为: $L = \frac{1}{2}T + W + M + \Delta X$,其中T为经步骤03测得的钢轨轨距,轨道轨距T的计算

公式为 $T = a \cdot \cos\alpha + b \cdot \cos\beta + c$;W为检测轨检车所在左钢轨的上表面距离;M为本实施例涉及的检测机械臂的长度,为定值; ΔX 为第一激光测距与倾角测量仪到接触轨地面中心的横向距离,也称测量仪到接触轨底面中心的横向偏移量,其计算公式为: $\Delta X = d \cdot \cos\theta$ 。

[0073] 步骤06,通过检测机械臂连接的检测设备集成箱中的第二激光测距与倾角测量仪到接触轨中心的距离和角度;

[0074] 步骤06具体包括:本发明实施例涉及的第二激光测距与倾角测量仪安装于检测设备箱的内部工业线阵相机的左侧,用于测量第一激光测距与倾角测量仪到接触轨底面中心的实际距离 d_1 和角度 θ_1 的几何参数;通过第二激光测距和倾角测量仪测得的数据对接触轨的导高值 H_1 ,其计算公式为: $H_1 = d_1 \cdot \sin\theta_1 + Y$,其中Y为第二激光测距和倾角测量仪的实际装置高度,进一步地,Y表示第二激光测距和倾角测量仪激光测距起点到检测设备集成箱内底面的高度,其描述与步骤04中的参数意义相同

[0075] 进一步地,步骤06还包括:第二激光测距和倾角测量仪可以对测量仪到本发明实施例固定位置的距离进行直接测量,并且可以对测量仪到固定位置的角度进行间接测量;通过间接测量测出相应角度包括:通过第一和第二激光测距和倾角测量仪通过在检测轨检车工作时,利用第一和第二激光测距和倾角测量仪分别测出测量仪到接触轨底面中心的实际距离 d 和 l ,则第二激光测距和倾角测量仪测得的测量仪到接触轨底面中点的实际角度 ϕ

的计算公式为: $\cos\phi = \frac{l^2 + k^2 - d^2}{2lk}$,其中 k 为第一和第二激光测距和倾角测量仪之间的水平距离,在该式中为定值。

[0076] 进一步地,步骤06还包括:本发明实施例涉及的通过第二激光测距和倾角测量仪测得的数据对接触轨的导高值 H_1 ,通过经第二激光测距和倾角测量仪测量和计算得到的接触轨导高值 H_1 对步骤04中通过第二激光测距和倾角测量仪测量和计算得到的接触轨导高值 H 进行校准;若测出的接触轨导高值 H_1 与 H 相同,则经过本发明实施例测量方法测得的最终接触轨的导高值为 H ;若测出的接触轨导高值 H_1 与 H 不同,则经过本发明实施例测量方法测得的最终接触轨的导高值为 H_1 与 H 的平均值,并将最终接触轨的导高值设为 H 。

[0077] 步骤07,通过安装于检测机械臂底部的第三激光测距与倾角测量仪到左钢轨外侧的距离和角度;

[0078] 步骤07具体包括:本发明实施例涉及的第三激光测距与倾角测量仪安装于检测机械臂底部,第三激光测距和倾角测量仪测得测量仪到检测轨检车所在左侧的行车轨道外壁的实际距离 y 和与角度 λ 的几何参数;通过第三激光测距和倾角测量仪的测量结果可以测出检测轨检车在轨道行驶过程中由于车体横向振动引起的横向偏移量 ΔX_1 。

[0079] 进一步地,步骤07还包括:第三激光测距和倾角测量仪可以对测量仪到本发明实施例固定位置的距离进行直接测量,并且可以对测量仪到固定位置的角度进行间接测量;通过间接测量测出相应角度包括:第三激光测距和倾角测量仪固定安装于检测机械臂的近车体侧底部,测量仪到检测轨检车所在左侧的行车轨道外壁的实际水平距离为定值,设为 f ,则第三激光测距和倾角测量仪测得的测量仪到行车轨道外壁的角度 λ 计算公式为:

$$\cos\lambda = \frac{f}{y}。$$

[0080] 进一步地,步骤07还包括:本实施本发明实施例涉及的第三激光测距与倾角测量仪安装于检测机械臂底部近车体一侧的固定位置,在检测轨检车未处于工作状态时,通过第三激光测距与倾角测量仪可以测得静止状态下第三激光测距与倾角测量仪到检测轨检车所在的近接触轨测钢轨外壁的理论距离 y_1 和角度 λ ,此时由于检测轨检车处于静止状态,故当前的横向偏移量 ΔX_1 为0;当检测轨检车处于工作状态时,通过第三激光测距与倾角测量仪测出的测量仪到检测轨检车所在的近接触轨测钢轨外壁的实际距离 y_2 ,对检测轨检车在轨道行驶过程中由于车体横向振动引起的横向偏移量 ΔX_1 进行测量,横向偏移量 ΔX_1 的

$$\text{计算公式为: } \Delta X_1 = \frac{|y_1 - y_2|}{\sqrt{1 + \tan^2 \lambda}}。$$

[0081] 步骤08,根据测得距离和角度数据计算得出接触轨拉出值偏移量,对计算得出的接触轨拉出值进行误差校准;

[0082] 步骤08具体包括:本发明实施例涉及的通过测得的数据对接触轨拉出值偏移量进行计算中,接触轨拉出值偏移量即为经本发明实施例步骤07中利用第三激光测距与倾角测量仪测出的由于轨检车在行驶过程中的横向振动引起的车体横向偏移误差 ΔX_1 。

[0083] 进一步地,步骤08还包括:本发明实施例涉及的对接触轨拉出值进行误差校准,接

触轨拉出值 L 的计算公式为: $L = \frac{1}{2}T + W + M + \Delta X$ 中,参数 T 为经步骤03测得的钢轨轨距,

轨道轨距 T 的计算公式为 $T = a \cdot \cos\alpha + b \cdot \cos\beta + c$; W 为检测轨检车所在左钢轨的上表面距离; M 为本实施例涉及的检测机械臂的长度;上述计算参数在轨检车工作过程中皆可看作定值,所以测量接触轨拉出值的误差产生原因只可能由本发明实施例步骤04中第一激光测距与倾角测量仪到接触轨地面中心的横向距离,即测量仪到接触轨底面中心的横向偏移量 ΔX 引起;因此利用经步骤07测得的横向偏移误差 ΔX_1 对经步骤04测出的横向偏移量 ΔX 进行误差校正,其校正结果为其两者的均值,并将最终的结果重新记为 ΔX 。

[0084] 步骤09,最终得到准确的接触轨的拉出值和导高值参数数据;

[0085] 步骤09具体包括:经本发明实施例涉及的步骤06和步骤08可以计算得到经过误差校正后的接触轨拉出值及导高值的准确数据,最终获得的接触轨导高值的计算公式为: $H =$

$d \cdot \sin\theta + Y$;拉出值的计算公式为: $L = \frac{1}{2}T + W + M + \Delta X$ 其中,导高值 H 及拉出值公式中的

参数 ΔX 为经本实施例涉及的步骤06和步骤08进行参数误差校正过的参数最终值,最终得到准确的接触轨的拉出值 L 和导高值 H 参数数据。

[0086] 步骤10,将测量得到的接触轨的几何参数数据发送给数据采集模块;

[0087] 步骤10具体包括:将通过本发明实施例涉及的基于激光测距技术测得的接触轨的几何参数数据信息进行整合和处理,将整合后的数据信息发送给本实施例涉及的接触轨几何参数测量系统的数据采集模块,并通过4G移动通信、DSRC(专用短程通信)等技术将检测轨检车在实际检测过程中的测量结果发送到外部服务器。

[0088] 步骤11,完成基于激光测距的接触轨几何参数测量;

[0089] 步骤11具体包括:远程数据管理中心的外部服务器成功获取到检测轨检车在工作过程中测得的接触轨几何参数数据信息,完成最终的基于激光测距接触轨几何参数测量。

[0090] 图4为根据本发明实施例的基于机器视觉的接触轨检测方法流程图:

[0091] 步骤01,通过检测机械臂连接的检测设备集成箱中的工业线阵相机拍摄和采集接触轨图像;

[0092] 步骤01中,具体包括:本发明实施例涉及的检测设备集成箱中的工业线阵相机在检测轨检车工作过程中,可以对钢轨旁的接触轨状态进行实时拍摄和采集,从而根据获取到的接触轨图像利用机器视觉和图像处理技术进一步地对接触轨的状态进行检测;工业线阵相机的型号为:BaslerspL2048-140km Camera Link。

[0093] 进一步地,步骤01还包括:通过检测轨检车的检测设备集成箱内的工业线阵相机对接触轨表面状态进行拍摄及进一步状态检测;当检测轨检车经过待检测接触轨时,检测集成箱内的工业线阵相机可以对位于检测集成箱上方接触轨的表面状态进行拍摄和采集,并通过图像处理技术对采集得到的接触轨图像进行进一步的处理和检测,从而对接触轨的状态情况进行检测。

[0094] 步骤02,对拍摄和采集的接触轨图像进行进一步的图像处理;

[0095] 步骤02具体包括:本发明实施例涉及的对拍摄和采集到的接触轨图像进行进一步的图像处理,将获取到的接触轨图像进行进一步处理;通过集成封装于处理设备集成箱中的中心处理器;拍摄采集到的接触轨图像并对图像进行进一步的处理以便于后续对所采集图像中的接触轨状态进行检测。

[0096] 进一步地,步骤02还包括:本发明实施例涉及的处理设备集成箱具体为:将处理设备集成箱安装于检测机械臂上的近检测轨检车一端,其中包含一台中心处理计算机及其他的用于图像处理和图像检测所需的处理装置,可以对经过本实施例中步骤01拍摄和采集到的接触轨图像进行进一步的处理和检测。

[0097] 步骤03,对处理后的轨道接触轨图像进行检测,从而对检测轨检车检测的接触轨状态进行检测;

[0098] 步骤03具体包括:经过本发明实施例中步骤01和步骤02得到的在检测轨检车工作过程中通过工业线阵相机拍摄和采集的接触轨图像进行进一步的处理和检测,从而可以对接触轨的状态进行检测;其进一步地包括:通过本实施例步骤03中基于机器视觉技术对由于列车高速运行引起的接触轨表面灼伤和接触轨连接不紧密等状态进行进一步的检测。

[0099] 步骤04,将检测结果发送给数据采集模块;

[0100] 步骤04具体包括:将通过本发明实施例涉及的基于机器视觉技术测得的接触轨的状态信息进行整合和处理,将整合后的状态信息发送给本实施例涉及的接触轨几何参数测量系统的数据采集模块,并通过4G移动通信、DSRC(专用短程通信)等技术将检测轨检车在实际检测过程中的状态发送到外部服务器。

[0101] 步骤05,完成基于机器视觉的接触轨检测;

[0102] 步骤05具体包括:远程数据管理中心的外部服务器成功获取到检测轨检车在工作过程中测得的接触轨状态信息,完成最终的基于机器视觉的接触轨状态检测。

[0103] 图5为根据本发明实施例的接触轨几何参数测量工作原理图:

[0104] 如图5所示,本实施例中涉及的接触轨几何参数测量过程中用于对接触轨的拉出

值和导高值进行测量的装置仪器具体包括:511、第二激光测距与倾角测量仪;512、第一激光测距与倾角测量仪;513、第三激光测距与倾角测量仪;514、第四激光测距与倾角测量仪;515、测量标尺;516、检测轨检车车体;517、第五激光测距与倾角测量仪。

[0105] 如图5所示,实施例中涉及的接触轨几何参数测量经上述测量装置和仪器测量的主要参数数据具体包括:501、接触轨拉出值L;502、检测机械臂的长度M;503、接触轨导高值H;504、第四和第五激光测距与倾角测量仪间距c;

[0106] 本发明实施例涉及的第一激光测距和倾角测量仪512测得测量仪到接触轨底面中点的实际距离d和角度 θ ;第二激光测距和倾角测量仪511测得测量仪到接触轨底面中点的实际距离l和角度 ϕ ;第三激光测距和倾角测量仪513测得测量仪到检测轨检车所在左侧的行车轨道外壁的实际距离y和角度 λ ;第四激光测距和倾角测量仪514测得测量仪到检测轨检车所在左侧的行车轨道内壁的实际距离a和角度 α ;第五激光测距和倾角测量仪515测得测量仪到检测轨检车所在右侧的行车轨道内壁的实际距离b和角度 β 。

[0107] 本发明实施例涉及的五组激光测距和倾角测量仪(511-515)测得的各项距离和角度数据,计算得到接触轨的准确拉出值L(502)和导高值H(504);检测机械臂用于将检测设备集成箱固定连接于检测轨检车车体上,检测机械臂的长度M为定值,使得检测机械臂近接触轨侧连接安装的检测设备集成箱处于待检测接触轨的正下方,进一步地,安装于检测设备集成箱内部的第一激光测距与倾角测量仪512和第二激光测距与倾角测量仪511可以测得测量仪到接触轨底面中点的实际距离和角度;第四激光测距和倾角测量仪514和第五激光测距与倾角测量仪515间距c通过安装于检测轨检车正面车架上的测量标尺515进行标准测量。

[0108] 在本发明实施例提出的经测量方法测得的接触轨导高值H(504)的计算公式为: $H = d \cdot \sin\theta + Y$,其中Y为第一激光测距和倾角测量仪512到检测设备集成箱底部的距离,即第一激光测距和倾角测量仪512的实际高度,在该测量方法及计算公式中为定值。

[0109] 在本发明实施例提出的经测量方法测得的接触轨拉出值L(502)的计算公式为:

$L = \frac{1}{2}T + W + M + \Delta X$,其中c为通过安装于检测轨检车上的测量标尺515通过实际测量得

到的第四激光测距和倾角测量仪514和第五激光测距和倾角测量仪515的间距;检测轨检车所在轨道轨距T的计算公式: $T = a \cdot \cos\alpha + b \cdot \cos\beta + c$;W为检测轨检车所在左钢轨的上表面距离;M为本实施例涉及的检测机械臂的长度,为定值; ΔX 为第一激光测距与倾角测量仪512到接触轨地面中心的横向距离,也称测量仪到接触轨底面中心的横向偏移量,其计算公式为: $\Delta X = d \cdot \cos\theta$ 。

[0110] 在本发明实施例提出的经测量方法测得的接触轨导高值H(504)和接触轨拉出值L(502),通过进一步地对测得的接触轨几何参数数据进行误差校正,将经过误差校正的测量数据信息通过数据采集模块进行整合并将整合结果通过通信模块发送给外部服务器,使得工作和管理人员可以通过外部服务器获取经本发明实施例方法测得接触轨的几何参数数据,从而最终完成接触轨几何参数的测量过程。

[0111] 以上,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

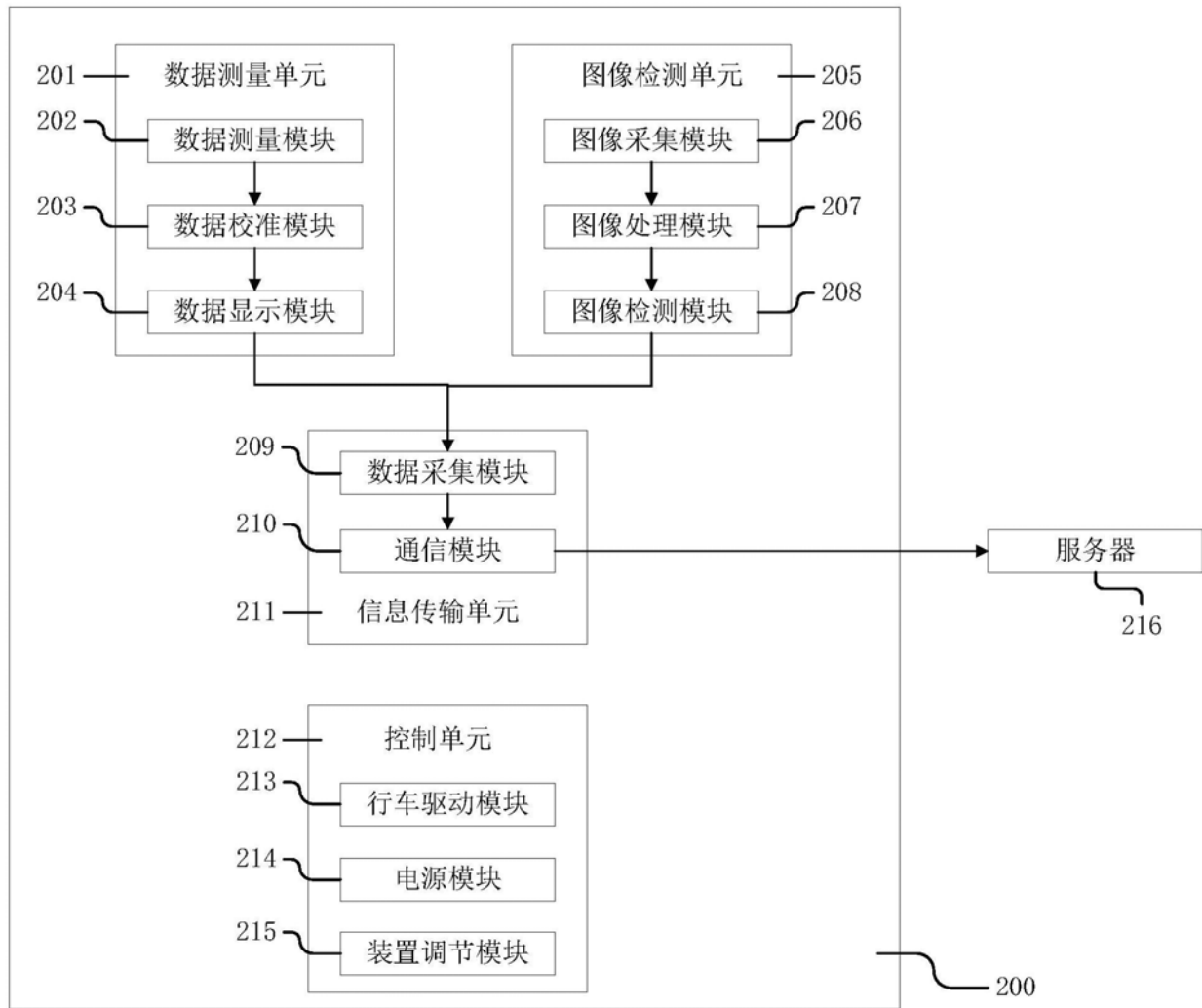


图1

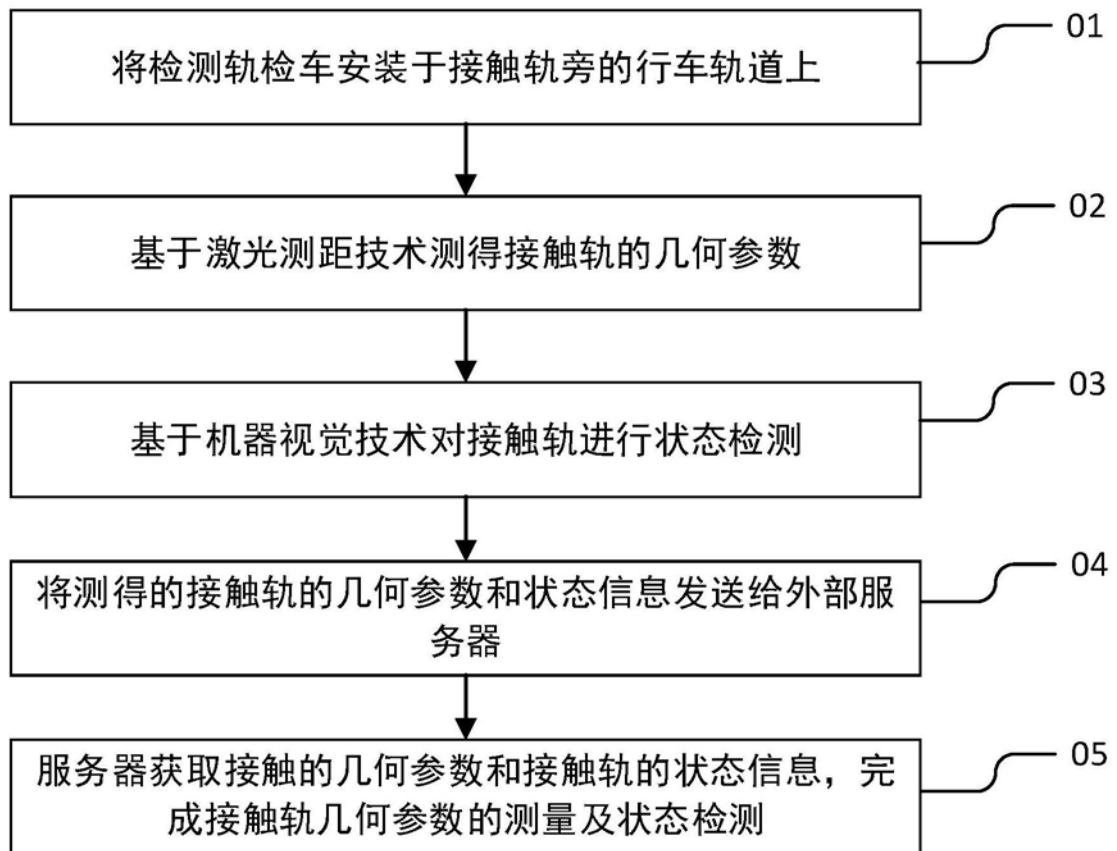


图2

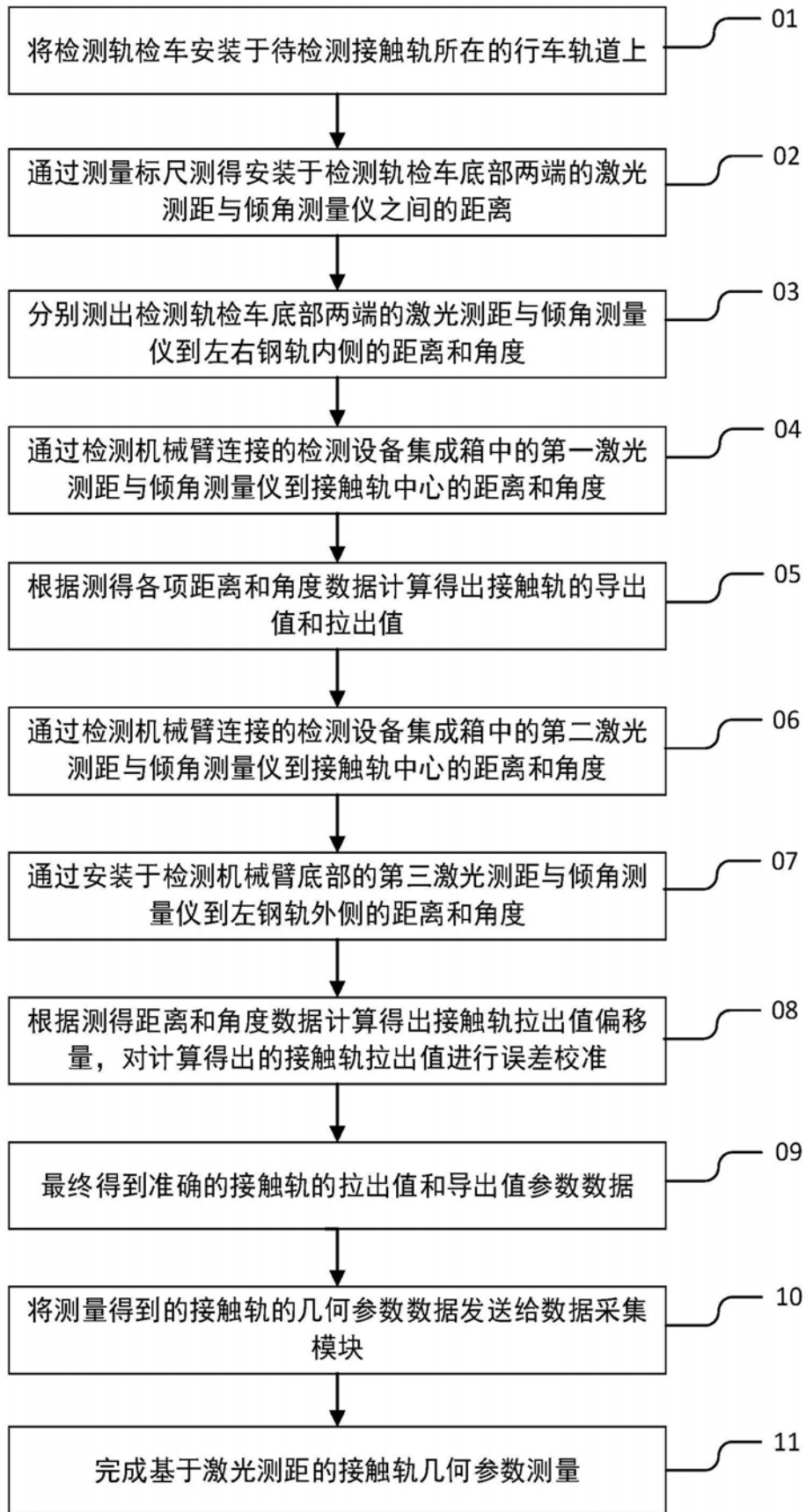


图3

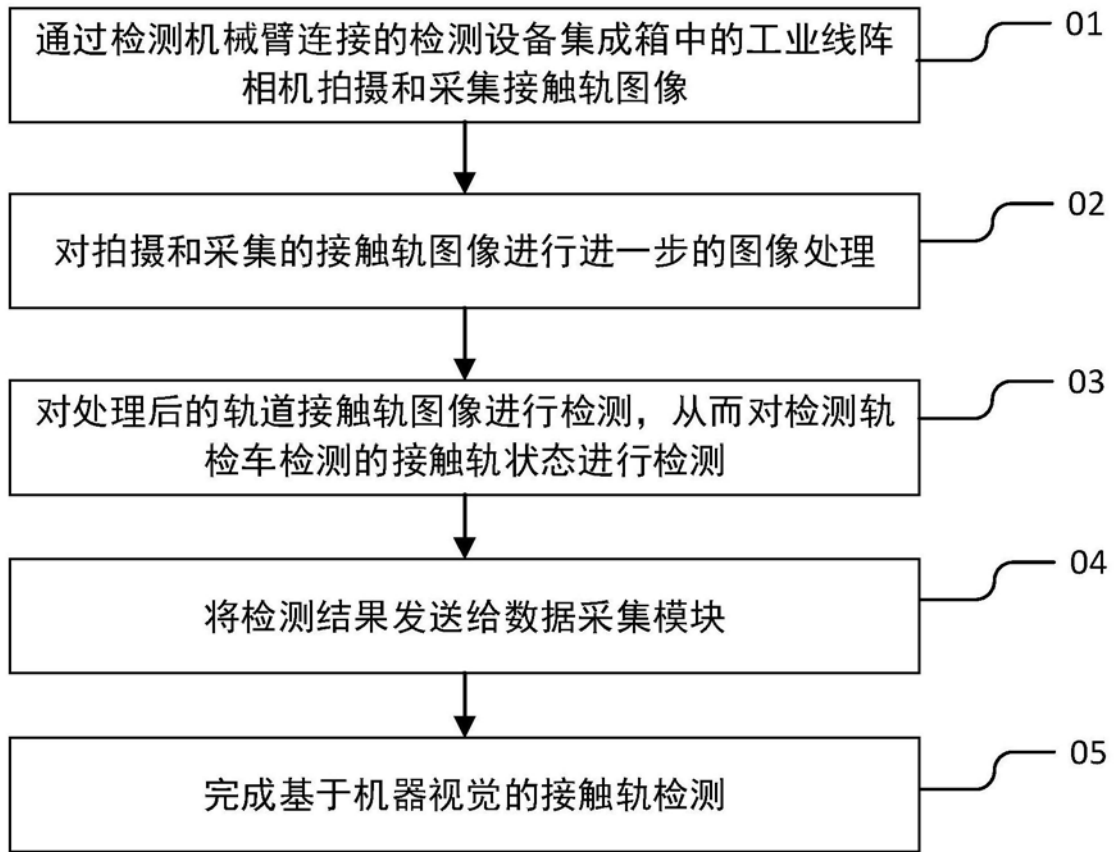


图4

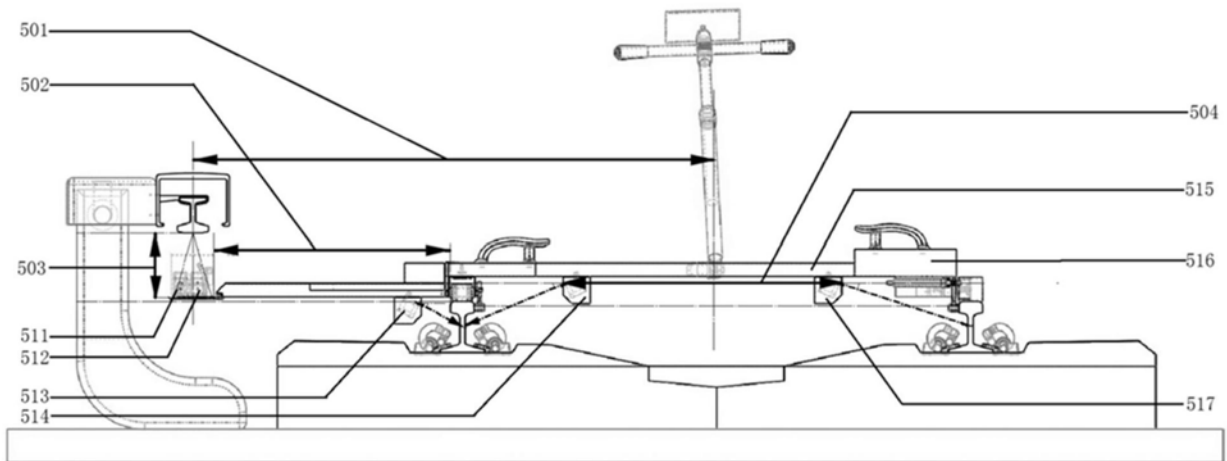


图5