



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105905132 B

(45)授权公告日 2018.02.13

(21)申请号 201610350393.8

审查员 郑润玉

(22)申请日 2016.05.24

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105905132 A

(43)申请公布日 2016.08.31

(73)专利权人 北京鹰路科技有限公司

地址 100094 北京市海淀区西北旺东路10
号院东区1号楼1层104

(72)发明人 徐伟华 朱清 刘强

(74)专利代理机构 北京海虹嘉诚知识产权代理
有限公司 11129

代理人 高丽萍 付秋瑜

(51)Int.Cl.

B61K 9/10(2006.01)

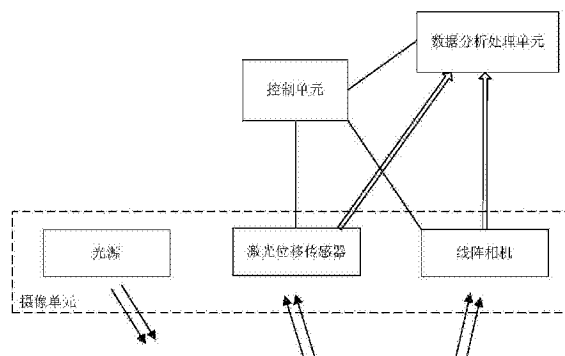
权利要求书3页 说明书11页 附图5页

(54)发明名称

一种轨道状态智能巡检装置和方法

(57)摘要

本发明涉及一种轨道状态智能巡检装置和方法,该巡检装置包括摄像单元、控制单元和数据分析处理单元,摄像单元包括光源、线阵相机和激光位移传感器,由光源提供照明,线阵相机在控制单元的控制下拍照采集轨道平面图像数据,激光位移传感器在控制单元的控制下采集轨道垂向位移数据;数据分析处理单元在控制单元的控制下接收采集的轨道平面图像数据和轨道垂向位移数据,并采用3D建模技术将轨道平面图像数据和轨道垂向位移数据进行数据合成以生成轨道透视模型从而输出实际轨道状态的三维透视图以便巡检。本发明提出的巡检装置同时采集轨道平面数据和垂向位移信息且采用模型方式还原完整连续的实际轨道状态,提高了轨道巡检的效率、准确性和可靠性。



1. 一种轨道状态智能巡检装置,其特征在于,包括摄像单元、控制单元和数据分析处理单元,所述摄像单元包括光源、线阵相机和激光位移传感器,所述线阵相机、激光位移传感器均分别与控制单元和数据分析处理单元相连接,所述控制单元还与数据分析处理单元相连接;由所述光源提供照明,所述线阵相机在控制单元的控制下拍照采集轨道平面图像数据,所述激光位移传感器在控制单元的控制下采集轨道垂向位移数据;所述数据分析处理单元在控制单元的控制下接收采集的所述轨道平面图像数据和轨道垂向位移数据,并采用3D建模技术将轨道平面图像数据和轨道垂向位移数据进行数据合成以生成轨道透视模型从而输出实际轨道状态的三维透视图以便巡检。

2. 根据权利要求1所述的轨道状态智能巡检装置,其特征在于,所述采用3D建模技术将轨道平面图像数据和轨道垂向位移数据进行数据合成以生成轨道透视模型具体为:将所述轨道平面图像数据进行空间映射获得2D图像像素点,并且依据相同轨道位置的所述轨道垂向位移数据一一映射相应的像素点的灰度值作为第三维数据进行数据合成以生成轨道透视模型。

3. 根据权利要求1或2所述的轨道状态智能巡检装置,其特征在于,所述轨道状态智能巡检装置还包括伤损识别模块和数据库,所述数据库包括标准样本数据库和伤损样本数据库,所述伤损识别模块分别与标准样本数据库、伤损样本数据库、控制单元和数据分析处理单元相连接,所述伤损识别模块在控制单元的控制下将所述数据分析处理单元生成的轨道透视模型数据与标准样本数据库中的数据进行比对以识别出各种轨道伤损,并将识别出的各种轨道伤损数据更新入伤损样本数据库。

4. 根据权利要求1或2所述的轨道状态智能巡检装置,其特征在于,所述轨道状态智能巡检装置还包括图像浏览模块,所述图像浏览模块分别与控制单元和数据分析处理单元相连接;所述图像浏览模块在控制单元的控制下接收所述数据分析处理单元输出的实际轨道状态的三维透视图且进行实时浏览显示;

和/或,所述轨道状态智能巡检装置还包括数据存储单元,所述数据存储单元分别与控制单元和数据分析处理单元相连接;所述数据存储单元在控制单元的控制下接收所述数据分析处理单元生成的轨道透视模型数据生成自定义大文件存储。

5. 根据权利要求3所述的轨道状态智能巡检装置,其特征在于,所述轨道状态智能巡检装置还包括图像浏览模块和伤损检索处理模块,所述图像浏览模块分别与伤损检索处理模块、控制单元和数据分析处理单元相连接,所述伤损检索处理模块分别与控制单元、伤损识别模块和伤损样本数据库相连接;所述伤损检索处理模块在控制单元的控制下根据所述伤损识别模块输出的各种轨道伤损标识索引检索伤损样本数据库中的轨道伤损样本且生成轨道伤损透视模型从而输出实际轨道伤损的三维透视图,所述图像浏览模块在控制单元的控制下接收所述数据分析处理单元输出的实际轨道状态的三维透视图以及所述伤损检索处理模块输出的实际轨道伤损的三维透视图,并且进行实时浏览显示;

和/或,所述轨道状态智能巡检装置还包括数据存储单元,所述数据存储单元分别与伤损识别模块、控制单元和数据分析处理单元相连接;所述数据存储单元在控制单元的控制下接收所述数据分析处理单元生成的轨道透视模型数据生成自定义大文件存储,且将所述伤损识别模块输出的各种轨道伤损标识写入所述自定义大文件,并同时生成轨道伤损特殊图像数据文件块以及相应的索引文件。

6. 根据权利要求1或2所述的轨道状态智能巡检装置,其特征在于,所述轨道状态智能巡检装置还包括网络通信模块,所述网络通信模块分别与控制单元和数据分析处理单元相连接,所述网络通信模块用于在控制单元的控制下通过网络连接终端服务器,将所述数据分析处理单元输出的实际轨道状态的三维透视图进行终端浏览显示和/或终端自定义大文件存储管理和/或轨道伤损识别和/或采用大数据分析技术进行终端数据管理。

7. 根据权利要求1或2所述的轨道状态智能巡检装置,其特征在于,所述轨道状态智能巡检装置还包括轴头编码器,所述轴头编码器与控制单元相连接,所述控制单元采集轴头编码器生成的正交差分信号作为触发信号控制线阵相机和激光位移传感器;

和/或,所述轨道状态智能巡检装置还包括里程定位模块,所述里程定位模块与控制单元相连接,所述里程定位模块在控制单元的控制下进行自动里程定位及校正。

8. 根据权利要求7所述的轨道状态智能巡检装置,其特征在于,所述摄像单元还包括第一半导体温控器件、第二半导体温控器件、温控模块和光强反馈控制模块,所述第一半导体温控器件与光源相连接,所述第二半导体温控器件与线阵相机相连接,所述第一半导体温控器件和第二半导体温控器件均与温控模块相连接,所述光强反馈控制模块分别与控制单元、光源和线阵相机相连接,所述光源与控制单元相连接,所述第一半导体温控器件在温控模块的控制下实时监测光源的工作温度且将其控制在光源工作温度标准范围内,所述第二半导体温控器件在温控模块的控制下实时监测线阵相机的工作温度且将其控制在线阵相机工作温度标准范围内,所述光强反馈控制模块在控制单元的控制下实时监测所述光源的强度,并依据监测到的强度在控制单元的控制下实时调节光源的强度和/或线阵相机采集参数;

和/或,所述线阵相机为线阵CCD相机,所述光源为大功率线形光源。

9. 根据权利要求8所述的轨道状态智能巡检装置,其特征在于,所述摄像单元为1~4个;

或,所述摄像单元为3个,3个摄像单元均设置在同一平面内,且第一个摄像单元设置在轨道平面正上方,另外两个摄像单元分别以一定角度设置在第一个摄像单元两侧。

10. 一种轨道状态智能巡检方法,其特征在于,由光源提供照明,在控制单元的控制下,利用线阵相机拍照采集轨道平面图像数据,同时利用激光位移传感器采集轨道垂向位移数据,再采用3D建模技术将轨道平面图像数据和轨道垂向位移数据进行数据合成以生成轨道透视模型从而输出实际轨道状态的三维透视图以便巡检;

所述采用3D建模技术将轨道平面图像数据和轨道垂向位移数据进行数据合成以生成轨道透视模型具体为:将所述轨道平面图像数据进行空间映射获得2D图像像素点,并且依据相同轨道位置的所述轨道垂向位移数据一一映射相应的像素点的灰度值作为第三维数据进行数据合成以生成轨道透视模型;

还设置标准样本数据库和伤损样本数据库;在生成轨道透视模型后,在控制单元的控制下,将轨道透视模型数据与标准样本数据库中的数据进行比对以识别出各种轨道伤损,并将识别出的各种轨道伤损更新入伤损样本数据库。

11. 根据权利要求10所述的轨道状态智能巡检方法,其特征在于,在识别出各种轨道伤损后,在控制单元的控制下,根据各种轨道伤损标识索引检索伤损样本数据库中的轨道伤损样本且生成轨道伤损透视模型从而输出实际轨道伤损的三维透视图,再将输出的实际轨

道状态的三维透视图以及实际轨道伤损的三维透视图进行实时浏览显示；

和/或,在生成轨道透视模型后,在控制单元的控制下,还利用数据存储单元接收生成的轨道透视模型数据生成自定义大文件存储,且将输出的各种轨道伤损标识写入所述自定义大文件,并同时生成轨道伤损特殊图像数据文件块以及相应的索引文件。

一种轨道状态智能巡检装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及轨道检测技术领域,特别是一种能够高效、精确检测轨道状态的智能巡检装置和方法。

背景技术

[0002] 铁路作为综合交通运输体系的重要组成部分和重大民生工程,为我国经济社会发展做出了重要贡献。根据我国《“十二五”综合交通运输体系规划》,到2015年底,以“四纵四横”高速铁路为骨架的国家快速铁路网基本建成,中西部路网骨架加快形成。全国铁路营业里程达12万公里以上,位居世界第二,其中高速铁路约1.8万公里,占世界高铁营业里程的50%以上,居世界第一。同时我国的城轨交通也正在迅速发展,截止2014年末,我国累计有22个城市拥有了城轨,运营线路达到101条,长度3155公里,其中地铁2438公里,轻轨239公里;预计到2020年全国拥有城轨交通的城市将达到50个,规模将达到6000公里。轨道是铁路线路、城轨线路的重要组成部分,是铁路运输、城轨交通的基础设备,其性能直接关系到行车的舒适性和安全性,还关系到铁路线路、城轨线路以及机车车辆的使用寿命。由于轨道设备常年暴露在大自然的各种环境中,经受着各种天气、气候等自然条件的考验,同时还经受着列车随机荷载的反复使用,因而轨道的几何尺寸将不断变化,道床及其他基础结构将不断产生变形,更甚者,钢轨,轨枕、连接零件及其他设备等将不断损坏,导致轨道线路各设备、结构状态恶化。目前,轨道线路巡检维修主要采用两种方式:人工巡道方式和车载巡道方式。使用人工巡道方式时,检测结果受巡检人员的经验、责任心以及天气等因素影响,并且检测结果不能采用数字化存储,影响后续查看,不能有效发现基础设施缺陷的变化趋势,存在检测效率低、检查不全面的问题,无法满足轨道线路维修部门的需求。车载巡道方式通常采用大型轨道巡检设备,通过边快速运行边拍照来检测轨道表面情况,通常不能实现精细化检测,同时大型轨道巡检设备的运用复杂,涉及面广,每执行一次检测任务,需要多个部门协调才能进行,并且大型轨道巡检设备通常属于抽检设备,无法满足现场日常维修检测要求。因此轨道线路维修检测亟需一种检测效率较高、可方便快捷上下道的装置器设备满足日常检测任务和需求。

发明内容

[0003] 本发明针对现有技术中人工巡道方式检测效率低、效果差且检查不全面,以及大型车载巡道方式使用复杂,且无法实现日常、高精度巡检等问题,提出了一种轨道状态智能巡检装置,采用集成特定的激光位移传感器器件的摄像单元,同时采集轨道平面数据和垂向位移信息且采用模型方式还原出完整连续的实际轨道状态以便巡检,提高了轨道巡检的效率和准确性,为安全行车的日常巡检、维护提供保障,可进一步实现轨道巡检的自动化和智能化,为轨道巡检领域提供了一种高效率、高可靠性和安全性的检测手段。本发明还涉及一种轨道状态智能巡检方法。

[0004] 本发明的技术方案如下:

[0005] 一种轨道状态智能巡检装置,其特征在于,包括摄像单元、控制单元和数据分析处理单元,所述摄像单元包括光源、线阵相机和激光位移传感器,所述线阵相机、激光位移传感器均分别与控制单元和数据分析处理单元相连接,所述控制单元还与数据分析处理单元相连接;由所述光源提供照明,所述线阵相机在控制单元的控制下拍照采集轨道平面图像数据,所述激光位移传感器在控制单元的控制下采集轨道垂向位移数据;所述数据分析处理单元在控制单元的控制下接收采集的所述轨道平面图像数据和轨道垂向位移数据,并采用3D建模技术将轨道平面图像数据和轨道垂向位移数据进行数据合成以生成轨道透视模型从而输出实际轨道状态的三维透视图以便巡检。

[0006] 所述采用3D建模技术将轨道平面图像数据和轨道垂向位移数据进行数据合成以生成轨道透视模型具体为:将所述轨道平面图像数据进行空间映射获得2D图像像素点,并且依据相同轨道位置的所述轨道垂向位移数据一一映射相应的像素点的灰度值作为第三维数据进行数据合成以生成轨道透视模型。

[0007] 所述轨道状态智能巡检装置还包括伤损识别模块和数据库,所述数据库包括标准样本数据库和伤损样本数据库,所述伤损识别模块分别与标准样本数据库、伤损样本数据库、控制单元和数据分析处理单元相连接,所述伤损识别模块在控制单元的控制下将所述数据分析处理单元生成的轨道透视模型数据与标准样本数据库中的数据进行比对以识别出各种轨道伤损,并将识别出的各种轨道伤损数据更新入伤损样本数据库。

[0008] 所述轨道状态智能巡检装置还包括图像浏览模块,所述图像浏览模块分别与控制单元和数据分析处理单元相连接;所述图像浏览模块在控制单元的控制下接收所述数据分析处理单元输出的实际轨道状态的三维透视图且进行实时浏览显示;

[0009] 和/或,所述轨道状态智能巡检装置还包括数据存储单元,所述数据存储单元分别与控制单元和数据分析处理单元相连接;所述数据存储单元在控制单元的控制下接收所述数据分析处理单元生成的轨道透视模型数据生成自定义大文件存储。

[0010] 所述轨道状态智能巡检装置还包括图像浏览模块和伤损检索处理模块,所述图像浏览模块分别与伤损检索处理模块、控制单元和数据分析处理单元相连接,所述伤损检索处理模块分别与控制单元、伤损识别模块和伤损样本数据库相连接;所述伤损检索处理模块在控制单元的控制下根据所述伤损识别模块输出的各种轨道伤损标识索引检索伤损样本数据库中的轨道伤损样本且生成轨道伤损透视模型从而输出实际轨道伤损的三维透视图,所述图像浏览模块在控制单元的控制下接收所述数据分析处理单元输出的实际轨道状态的三维透视图以及所述伤损检索处理模块输出的实际轨道伤损的三维透视图,并且进行实时浏览显示;

[0011] 和/或,所述轨道状态智能巡检装置还包括数据存储单元,所述数据存储单元分别与伤损识别模块、控制单元和数据分析处理单元相连接;所述数据存储单元在控制单元的控制下接收所述数据分析处理单元生成的轨道透视模型数据生成自定义大文件存储,且将所述伤损识别模块输出的各种轨道伤损标识写入所述自定义大文件,并同时生成轨道伤损特殊图像数据文件块以及相应的索引文件。

[0012] 所述轨道状态智能巡检装置还包括网络通信模块,所述网络通信模块分别与控制单元和数据分析处理单元相连接,所述网络通信模块用于在控制单元的控制下通过网络连接终端服务器,将所述数据分析处理单元输出的实际轨道状态的三维透视图进行终端浏览

显示和/或终端自定义大文件存储管理和/或轨道伤损识别和/或采用大数据分析技术进行终端数据管理。

[0013] 所述轨道状态智能巡检装置还包括轴头编码器,所述轴头编码器与控制单元相连接,所述控制单元采集轴头编码器生成的正交差分信号作为触发信号控制线阵相机和激光位移传感器;

[0014] 和/或,所述轨道状态智能巡检装置还包括里程定位模块,所述里程定位模块与控制单元相连接,所述里程定位模块在控制单元的控制下进行自动里程定位及校正。

[0015] 所述摄像单元还包括第一半导体温控器件、第二半导体温控器件、温控模块和光强反馈控制模块,所述第一半导体温控器件与光源相连接,所述第二半导体温控器件与线阵相机相连接,所述第一半导体温控器件和第二半导体温控器件均与温控模块相连接,所述光强反馈控制模块分别与控制单元、光源和线阵相机相连接,所述光源与控制单元相连接,所述第一半导体温控器件在温控模块的控制下实时监测光源的工作温度且将其控制在光源工作温度标准范围内,所述第二半导体温控器件在温控模块的控制下实时监测线阵相机的工作温度且将其控制在线阵相机工作温度标准范围内,所述光强反馈控制模块在控制单元的控制下实时监测所述光源的强度,并依据监测到的强度在控制单元的控制下实时调节光源的强度和/或线阵相机采集参数;

[0016] 和/或,所述线阵相机为线阵CCD相机,所述光源为大功率线形光源。

[0017] 所述摄像单元为1~4个;

[0018] 或,所述摄像单元为3个,3个摄像单元均设置在同一平面内,且第一个摄像单元设置在轨道平面正上方,另外两个摄像单元分别以一定角度设置在第一个摄像单元两侧。

[0019] 一种轨道状态智能巡检方法,其特征在于,由光源提供照明,在控制单元的控制下,利用线阵相机拍照采集轨道平面图像数据,同时利用激光位移传感器采集轨道垂向位移数据,再采用3D建模技术将轨道平面图像数据和轨道垂向位移数据进行数据合成以生成轨道透视模型从而输出实际轨道状态的三维透视图以便巡检。

[0020] 所述采用3D建模技术将轨道平面图像数据和轨道垂向位移数据进行数据合成以生成轨道透视模型具体为:将所述轨道平面图像数据进行空间映射获得2D图像像素点,并且依据相同轨道位置的所述轨道垂向位移数据一一映射相应的像素点的灰度值作为第三维数据进行数据合成以生成轨道透视模型;

[0021] 还设置标准样本数据库和伤损样本数据库;在生成轨道透视模型后,在控制单元的控制下,将轨道透视模型数据与标准样本数据库中的数据进行比对以识别出各种轨道伤损,并将识别出的各种轨道伤损更新入伤损样本数据库。

[0022] 在识别出各种轨道伤损后,在控制单元的控制下,根据各种轨道伤损标识索引检索伤损样本数据库中的轨道伤损样本且生成轨道伤损透视模型从而输出实际轨道伤损的三维透视图,再将输出的实际轨道状态的三维透视图以及实际轨道伤损的三维透视图进行实时浏览显示;

[0023] 和/或,在生成轨道透视模型后,在控制单元的控制下,还利用数据存储单元接收生成的轨道透视模型数据生成自定义大文件存储,且将输出的各种轨道伤损标识写入所述自定义大文件,并同时生成轨道伤损特殊图像数据文件块以及相应的索引文件。

[0024] 本发明的技术效果如下:

[0025] 本发明涉及一种轨道状态智能巡检装置,包括摄像单元、控制单元和数据分析处理单元,摄像单元包括光源、线阵相机和激光位移传感器,采用集成特定的激光位移传感器等器件的摄像单元,激光位移传感器采集轨道垂向位移可以准确地区分轨道伤损(例如轨道表面擦伤、扣件缺陷、轨枕缺陷、道床缺陷等),即其可以依据采集的垂向位移数据(即伤损深度)精确判断此处是否存在轨道伤损,从而排除诸如油污等伪伤损信息,即通过动态采集轨道表面图像(并可进一步结合智能识别),可准确检查定位出钢轨轨道表面擦伤、轨枕缺陷、钢轨扣件异常(包括扣件缺失、移位、折断、螺栓松动等)、道床断面异常等轨道伤损,提高了轨道巡检的效率和准确性,有效地为安全行车排除了隐患,提供了安全保障;同时封装了高拍摄频率的线阵相机,更进一步结合数据分析处理单元,建立数学模型合成上述两种数据信息输出实际轨道状态的三维透视图,也就是说,获得轨道断面的高清3D数字信息可以数学模型方式还原出完整连续的实际轨道状态,以便智能巡检,进一步提高了轨道巡检的效率、准确性和精确度,实现了轨道巡检的自动化和智能化。本发明提出的智能巡检装置,兼顾了大型轨道巡检车和人工巡道的优势,与大型轨道巡检车相比,使用简单容易操作,检测方式更加多样化、检测精度更高,并且适用于日常轨道线路巡检应用;与人工巡道相比,显然检测效率更高,检测结果更为准确,并且实现了自动化和智能化功能操作,有效地解决夜间轨道设备巡检和设备维修的难题。

[0026] 进一步,本发明提出的轨道状态智能巡检装置还可以包括伤损识别模块(可以结合伤损样本数据库),通过图像处理和模式识别技术自动识别钢轨表面擦伤、扣件缺陷、轨枕缺陷、道床缺陷等异常状态,此外利用该智能巡检装置进行高效率无遗漏的图像数据采集的同时,结合轨道伤损识别,还可以实现轨道伤损的典型病害问题的实时报警。

[0027] 进一步,本发明提出的轨道状态智能巡检装置还可以包括图像浏览模块和数据存储单元,图像浏览模块接收数据分析处理单元输出的实际轨道状态的三维透视图(以及伤损检索处理模块输出的实际轨道伤损的三维透视图),进行本地实时浏览显示检测;数据存储单元接收数据分析处理单元生成的轨道透视模型数据生成个性化特定结构的自定义大文件存储(且将伤损识别模块输出的各种轨道伤损标识写入自定义大文件,并同时生成个性化特定结构的轨道伤损特殊图像数据文件块以及相应的索引文件)以备后续进一步的再次/更精确检测处理;实现了初步检测、初步精确检测和更高级精确检索的多重应用需求,提高了轨道巡检的检测效率,以及可靠性、精确性和灵活性。

[0028] 进一步,本发明提出的轨道状态智能巡检装置还可以包括网络通信模块(有线或无线),可以通过终端/云数据中心进行高级图像处理、模式识别和检测应用以及信息管理等功能,可以通过车地无线传输将轨道伤损的典型病害传输至地面调度中心和/或维修手持终端进行报警和即时处理,综上本发明提出的智能巡检装置适应于新一代的物联网、云中心的应用推广。

[0029] 本发明还涉及一种轨道状态智能巡检方法,与上述轨道状态智能巡检装置相对应,通过光源提供照明,在控制单元的控制下,利用线阵相机拍照采集轨道平面图像数据,利用激光位移传感器采集轨道垂向位移数据,采用3D建模技术进行数据合成以生成轨道透视模型从而输出实际轨道状态的三维透视图以便巡检。本发明提出的轨道状态智能巡检方法,容易操作,通过得到的实际轨道状态的三维透视图能够直观地巡检出轨道表面伤损以及伤损深度等,实现精细化检测,适用于日常轨道线路巡检需求,提高了轨道巡检的效率、

准确性和精确度。

附图说明

- [0030] 图1是本发明轨道状态智能巡检装置的结构示意图。
- [0031] 图2是本发明轨道状态智能巡检装置的第一种优选结构示意图。
- [0032] 图3是本发明涉及的时间同步的时序原理示意图。
- [0033] 图4是本发明涉及的里程定位模块的定位方式示意图。
- [0034] 图5是本发明轨道状态智能巡检装置的第二种优选结构示意图。
- [0035] 图6是本发明涉及的轨道伤损识别的流程示意图。
- [0036] 图7是图5中涉及的轨道状态智能巡检装置的数据流示意图。
- [0037] 图8是本发明轨道状态智能巡检装置的第三种优选结构示意图。
- [0038] 图9是本发明轨道状态智能巡检装置的第四种优选结构示意图。

具体实施方式

[0039] 下面结合附图对本发明进行说明。

[0040] 如图1所示,本发明涉及一种轨道状态智能巡检装置,包括摄像单元、控制单元和数据分析处理单元,摄像单元包括光源、线阵相机和激光位移传感器,线阵相机、激光位移传感器均分别与控制单元和数据分析处理单元相连接,控制单元还与数据分析处理单元相连接;其中,由光源提供照明,优选可以为大功率线形光源以提供大功率线形强光照明光源进行补光,以保证获得清晰的图像;线阵相机在控制单元的控制下拍照采集轨道平面图像数据(即2D图像数据,也可以认为是X和Y轴数据),优选可以为线阵CCD相机或线阵CMOS相机,并且优选为1*1024、1*2048或2*4096等像素阵列的高清线阵相机,其拍摄的曝光时间可达到微秒级,以进一步保证获得清晰的图像,举例来说,该线阵相机每秒最高可完成10万次拍摄,即每秒可最高输出200,000*4,096像素的图像数据,按前进方向0.3mm/像素进行拍摄;激光位移传感器在控制单元的控制下采集轨道垂向位移数据(即Z轴数据),数据分析处理单元在控制单元的控制下接收采集的轨道平面图像数据和轨道垂向位移数据,并采用3D建模技术将轨道平面图像数据和轨道垂向位移数据进行数据合成以生成轨道透视模型从而输出实际轨道状态的三维透视图以便巡检。本发明提出的轨道状态智能巡检装置,采用集成特定的激光位移传感器器件的摄像单元,激光位移传感器采集轨道垂向位移可以准确地区分轨道伤损(例如轨道表面擦伤、扣件缺陷、轨枕缺陷、道床缺陷等),即其可以依据采集的垂向位移数据(即伤损深度)精确判断此处是否存在轨道伤损,从而排除诸如油污等伪伤损信息,提高了轨道巡检的效率和准确性,有效地为安全行车排除隐患;同时封装了高拍摄频率的线阵相机,更进一步结合数据分析处理单元,建立数学模型合成上述两种数据信息,获得轨道断面的高清3D数字信息,这些以0.03mm为采集间隔的3D轨道断面组合模型即轨道透视模型,可以数学模型方式还原出完整连续的实际轨道状态,输出非常直观的实际轨道状态的三维透视图,进一步提高了轨道巡检的效率、准确性和精确度,同时实现了轨道巡检的自动化和智能化,为轨道巡检领域提供了一种高效率、高可靠性和安全性的检测手段。

[0041] 进一步,对于输出的实际轨道状态的三维透视图,可以选择实时在线浏览显示;还

可以自定义大文件存储以备后续处理使用;还可以采用图像处理和模式识别技术自动识别钢轨轨道表面擦伤、扣件缺陷、轨枕缺陷、道床缺陷等异常状态;还可以通过网路连接终端服务器或云数据中心,采用大数据分析技术进行终端数据管理等操作;例如,此种海量图像数据可以通过工业级CameraLink_Full接口实时传输浏览显示、存储和/或上传,可以实现1.2GB传输带宽,最高检测速度160km/h,具体详见以下说明。

[0042] 图2是本发明轨道状态智能巡检装置的第一种优选结构示意图,如图2所示,包括摄像单元、控制单元、数据分析处理单元、轴头编码器、里程定位模块、图像浏览模块和数据存储单元,摄像单元包括光源、线阵相机、激光位移传感器、第一半导体温控器件、第二半导体温控器件、温控模块和光强反馈控制模块,其中,光源分别与控制单元、第一半导体温控器件和光强反馈控制模块相连接,线阵相机、激光位移传感器均分别与控制单元和数据分析处理单元相连接,线阵相机还分别与第二半导体温控器件和光强反馈控制模块相连接,第一半导体温控器件和第二半导体温控器件均与温控模块相连接,数据分析处理单元还分别与控制单元、图像浏览模块和数据存储单元相连接,控制单元还分别与光强反馈控制模块、轴头编码器、里程定位模块、图像浏览模块和数据存储单元相连接;在控制单元的控制下,光源用于提供照明用线形光源,摄像单元用于对轨道进行连续图像扫描,即,线阵相机对轨道进行线扫描以采集轨道平面图像的X和Y轴数据,激光位移传感器采集轨道垂向位移的Z轴数据,数据分析处理单元接收采集的轨道平面图像数据和轨道垂向位移数据,将轨道平面图像数据和轨道垂向位移数据进行数据合成以生成轨道透视模型从而输出实际轨道状态的三维透视图;数据分析处理单元可采用集成的数据处理芯片,具体工作说明为:将轨道平面图像的X和Y轴数据进行空间映射获得2D图像像素点,并且依据相同轨道位置的轨道垂向位移数据即Z轴数据一一映射相应的像素点的灰度值作为第三维数据,即根据垂向位移数据的大小调节像素点灰度值大小,通常垂向位移数值越大则像素点灰度值越大,进而进行数据合成以生成轨道透视模型并输出实际轨道状态的三维透视图。随后,可以利用图像浏览模块在控制单元的控制下接收数据分析处理单元输出的实际轨道状态的三维透视图,进行本地实时浏览显示检测;还可以利用数据存储单元在控制单元的控制下接收数据分析处理单元生成的轨道透视模型数据生成自定义大文件存储以备后续检测处理;也就是说,在进行采集轨道图像过程中,对于检测到的轨道图像数据可以选择两种输出处理方式,一种进行图像实时浏览,用于实时监控轨道状态以及整个智能巡检装置的运行状态,另一种进行图像存储处理,将原始图像数据(即数据分析处理单元生成的轨道透视模型数据)进行标准JPG压缩后加入检测线路、检测时间等信息头,最后写入自定义大文件中完成存储,数据存储单元通过存储电路或存储器实现。上述两种处理方式可以任选其一,当然也可以如图2中所示的两者兼容,以实现初步检测和精确检索的双重应用需求,提高了轨道巡检的检测效率,以及可靠性、灵活性。

[0043] 优选地,控制单元的控制指令还可以包括:启动/停止拍摄、设置曝光模式、设置采集参数、设置感光模式、读取相机实时参数等,上述指令可以通过自定义指令集实现,包括但不限于上述指令内容;

[0044] 本发明涉及的线阵相机通常采用极短的快门时间,以保证高速动态的图像扫描且不会发生拖影,因此为了保证线阵相机和激光位移传感器进行同步扫描,控制单元可以采集轴头编码器(通常设置在车载装置或其他装置的车轮上)生成的正交差分信号作为触发

信号控制线阵相机和激光位移传感器,通过标定和同步信号触发,可以使其同步采集轨道同一断面的平面图像信息和垂向位移信息,时间同步的时序原理如图3所示,控制单元对轴头编码器生成的同步信号进行差分滤波、分频等处理后控制线阵相机的线扫描曝光和激光位移传感器的采集;

[0045] 本发明涉及的轨道状态智能巡检装置还可以通过里程定位模块在控制单元的控制下进行自动里程定位及校正,以获得精确的里程坐标信息。精确的里程坐标是轨道状态智能巡检装置必需的参数信息,尤其是检测发现伤损后,快速指导现场检查维修的关键参数。里程定位模块实质为定位电路,里程定位可采用多种定位方式,如图4所示,包括:北斗/GPS定位系统、RFID阅读器、小键盘输入和光电编码器输入等,在动态检测过程中,集成精确的里程定位模块,在控制单元的控制下自动识别轨道线路的卫星定位点及RFID里程修正点,即进行里程识别和位置识别获得列车实时里程,计算识别延时和瞬时速度,最终修正里程定位以获得精确的里程信息,通过控制单元的“同步里程时间控制指令”实时与摄像单元的图像采集进行里程和时间的同步,以在动态采集中实现自动里程校正和时间同步,里程定位精度可以达1m,时间同步精度可以达10ms,进而可以在本地实时浏览显示以及生成自定义大文件存储中,实现图像与轨道位置的精确对应;

[0046] 本发明涉及的轨道状态智能巡检装置还可以实现各关键组件/器件的工作温度监控和光强监控,温控模块实质为温控电路,即在温控模块的控制下,第一半导体温控器件实时监测光源的工作温度且将其控制在光源工作温度标准范围内,第二半导体温控器件实时监测线阵相机的工作温度且将其控制在线阵相机工作温度标准范围内;在控制单元的控制下,光强反馈控制模块(也可称为光强反馈控制电路)实时监测光源的强度,并依据监测到的强度在控制单元的控制下实时调节光源的强度和/或线阵相机采集参数,例如感光模式、曝光模式、曝光时间/快门时间等。

[0047] 图5是本发明轨道状态智能巡检装置的第二种优选结构示意图,如图5所示,该轨道状态智能巡检装置同样包括摄像单元、控制单元、数据分析处理单元、轴头编码器、里程定位模块、图像浏览模块和数据存储单元,摄像单元包括光源、线阵相机、激光位移传感器、第一半导体温控器件、第二半导体温控器件、温控模块和光强反馈控制模块,并且上述各组件的结构、连接与功能与图2中的各组件/器件基本相同,与图2所示实施例的区别是,图5所示实施例还包括伤损识别模块、数据库(包括标准样本数据库和伤损样本数据库)和伤损检索处理模块,其中,伤损识别模块分别与标准样本数据库、伤损样本数据库、控制单元、数据分析处理单元、伤损检索处理模块和数据存储单元相连接,伤损检索处理模块还分别与伤损样本数据库、控制单元和图像浏览模块相连接。在控制单元的控制下,伤损识别模块将数据分析处理单元生成的轨道透视模型数据与标准样本数据库中的数据进行比对以识别出各种轨道伤损,并将识别出的各种轨道伤损数据更新入伤损样本数据库,其中伤损识别模块采用识别电路,实质为集成的图像数据处理电路,可以采用图像处理和模式识别技术自动识别钢轨轨道表面擦伤、扣件缺陷、轨枕缺陷、道床缺陷等异常状态,如图6所示,具体的识别流程以表面擦伤举例说明如下:首先提取包含有用信息的子图像(即数据分析处理单元生成/输出的轨道透视模型/实际轨道状态的三维透视图中潜在存在擦伤的子模型/子图像),然后可以对该子图像进行图像压缩、图像增强等预处理,进而依据标准样本数据库比对识别出各种擦伤,再进行擦伤矩形图像提取,进一步进行边缘轮廓提取,进而将提出识别

出的伤损数据输出以备后续处理(例如更新入伤损样本数据库或实时显示浏览)。随后,可以利用伤损检索处理模块根据伤损识别模块输出的各种轨道伤损标识索引检索伤损样本数据库中的轨道伤损样本且生成轨道伤损透视模型从而输出实际轨道损伤的三维透视图,故伤损检索处理模块实质为集成的图像数据处理电路,图像浏览模块接收数据分析处理单元输出的实际轨道状态的三维透视图以及伤损检索处理模块输出的输出实际轨道损伤的三维透视图,进行本地实时浏览显示检测,图像浏览模块可采用液晶显示器;还可以利用数据存储单元接收数据分析处理单元生成的轨道透视模型数据生成自定义大文件存储,且将伤损识别模块输出的各种轨道伤损标识写入自定义大文件,并同时生成轨道伤损特殊图像数据文件块以及相应的索引文件以备后续进一步的再次/更精确检测处理;也就是说,在进行采集轨道图像以及伤损识别过程中,对于检测到的轨道图像数据和轨道伤损特殊图像数据可以选择两种输出处理方式,参考如图7的数据流所示,一路进行实时检测监控,用于实时监控实际轨道状态和实际轨道损伤信息(以及进一步还可以实时监控整个智能巡检装置的运行状态),另一路进行图像存储处理,将原始图像数据(即数据分析处理单元生成的轨道透视模型数据以及伤损检索处理模块生成的轨道伤损透视模型)进行标准JPG压缩后加入检测线路、检测时间等信息头,写入自定义大文件中完成存储,以备之后的可以通过终端/云数据中心进行高级图像处理、模式识别和检测应用。上述两种处理方式可以任选其一,当然也可以如图5中所示的两者兼容,以实现初步精确检测和更高级精确检索的双重应用需求,提高了轨道巡检的检测效率,以及可靠性、精确性和灵活性。图7所示具有轨道的左轨和右轨图像数据,在图像数据流中,输出的实际轨道状态的三维透视图,均可通过图像浏览模块进行实时浏览显示,同时通过伤损识别模块分别进行左轨图像识别和右轨图像识别,再分别进行大文件数据写入和读取;在伤损信息流中,通过伤损检索处理模块进一步处理,其输出的实际轨道伤损的三维透视图通过图像浏览模块进行实时浏览显示。

[0048] 在动态采集检测时,生成大量零散的轨道图像的图片文件,为了便于零散的图片文件管理,在后续处理中达到快速检索伤损图像的目的,可以采用内存映射技术,集中压缩、内存映射形成实际轨道状态的自定义大文件并生成快速索引文件,将实时采集的图像按照拍摄时间进行大文件存储以备于图像识别和查询。表1列出了大文件头数据结构,根据文件指针,将图像文件存入指定的图像文件存储区并建立索引,即对每幅图片存储并向索引返回图片编号和指针,索引文件头中对基本信息(例如图像的起始公里标、图片号等)进行记录,并且进一步返回当前图像文件存储时所保存的图片文件总数量。

[0049] 此外,在动态采集检测时,还生成大量零散的轨道伤损特殊图像的图片文件,为了便于零散的图片文件管理,通常存储为自有格式的轨道伤损特殊图像数据文件块并生成快速索引文件,在读取轨道伤损特殊图像数据文件块时,可以选择两种检索模式:一种是根据公里标信息,检索到某幅图片并返回图片信息;另一种是根据图像编号,检索到某幅图片并返回图片信息。

[0050] 图8是本发明轨道状态智能巡检装置的第三种优选结构示意图,如图8所示,该轨道状态智能巡检装置同样包括摄像单元、控制单元、数据分析处理单元、轴头编码器和里程定位模块,摄像单元包括光源、线阵相机、激光位移传感器、第一半导体温控器件、第二半导体温控器件、温控模块和光强反馈控制模块,并且上述各组件/器件的结构、连接与功能与图2中的各组件基本相同,与图2所示实施例的区别是,图5所示实施例还包括网络通信模

块,网络通信模块分别与控制单元和数据分析处理单元相连接,其中,网络通信模块用于在控制单元的控制下通过网络连接终端服务器,将数据分析处理单元输出的实际轨道状态的三维透视图进行终端浏览显示和/或终端自定义大文件存储管理和/或轨道伤损识别和/或采用大数据分析技术进行终端数据管理,也就是说,可以通过终端/云数据中心进行高级图像处理、模式识别和检测应用(此时在终端/云数据中心中可以包括标准样本数据库和伤损样本数据库)以及信息管理(图像数据文件管理、轨道图像检索浏览、终端实时检测监控、图像特征信息标注及查询、报表打印)等功能,更进一步,图像数据落地后存储至(工务段)云数据分析中心,可以采用分布式存储技术和开源云平台结构,利用大数据分析技术,对(工务段)海量的巡检图像数据进行模式识别、关联分析、历史趋势、分级分类管理,还可以利用手持终端查询设备外观状态,上传和下载相关图表和报告,对作业单进行即时处理和消号等操作。

[0051] 表1大文件头数据结构

[0052]

序号	名称	数据类型	字节长度	说明
1	FileID	char	5	文件 ID
2	LineCode	char	5	线路代码
3	LineDescription	char	30	线路名
4	RunDirection	Byte/Char	1	行别
5	CarDirection	Byte/Char	1	检测方向
6	KMDirection	Byte/Char	1	增/减里程
7	RailSide	Byte/Char	1	左、右股
8	TrainNo	char	20	检测车号
9	PhotoNum	char	4	此大文件中图片总数
10	StartRunDate	char	11	检测开始日期
11	StartRunTime	char	9	检测开始时间
12	EndRunDate	char	11	检测结束日期
13	EndRunTime	char	9	检测结束时间
14	StartKM	Char	2	开始里程
16	EndKM	Char	2	结束里程
18	V_Resolution	Char	2	横向分辨率
19	H_Resolution	Char	2	纵向分辨率
20	V_PixelNum	Char	2	横向像素点数
21	H_PixelNum	char	2	纵向像素点数

[0053] 本发明涉及的轨道状态智能巡检装置集成的摄像单元优选可以为1~4个,以实现高分辨率的采集间隔,进一步(车载装置的车底或其他装置的底部)的摄像单元通常通过机械减震装置安装在左右两根钢轨轨道的正上方或侧方,以利用安装角度不同,实现完整轨道3D信息的采集。图9示出了包括3个摄像单元的轨道状态智能巡检装置的第四种优选结构示意图,如图9的实施例所示,3个摄像单元包括第一摄像单元、第二摄像单元和第三摄像单

元,第一摄像单元、第二摄像单元和第三摄像单元均分别与控制单元和数据分析处理单元相连接(图9中未示出),第一摄像单元、第二摄像单元和第三摄像单元均可以设置在同一平面内,且第一摄像单元设置在轨道平面正上方,第二摄像单元和第三摄像单元分别以一定角度设置在第一摄像单元两侧,通过调节摄像单元个数以调整采集间隔,具体来说即摄像单元个数越多采集间隔越小、分辨率越高、图像越清晰,例如如图9中所示的实施例即可实现0.03mm的采集间隔,同时通过调节摄像单元个数以及安装角度以调整采集覆盖范围,在实际检测中,为了检测轨腰和轨底伤损情况,通常采用3个摄像单元,例如如图9中所示的实施例即可实现包括轨腰、轨底等部位的轨道全断面3D信息的采集,进一步改变线阵相机镜头角度以及摄像单元的安装角度,还可实现完整轨道道床、扣件等3D信息的采集,例如可以通过调整线阵相机位置或增加相机个数(可结合改变线阵相机镜头角度以及摄像单元的安装角度),实现对轨道板、轨道板混凝土结构开裂、掉块,宽接缝混凝土轻微鼓起以及支撑层拉开等结构问题(图9中未示出)的3D信息的采集。

[0054] 此外,在此说明,图1、2、5、8和9中的箭头仅表示光线方向示意,不限制其光线方向和角度,其实际光线方向和光线覆盖角度根据实际应用情况而定。

[0055] 如本领域普通技术人员的理解范围可知,本发明所述的轨道状态智能巡检装置中的如控制单元、数据分析处理单元、数据存储单元和光强反馈控制模块等,可采取完全硬件实施例、完全软件实施例(包括计算机固件、驻留软件、微代码等)、软硬件组合实施例的形式。

[0056] 本发明所述的轨道状态智能巡检装置可设置在沿轨道运行的用于巡检的设备中,如现有的或者特定结构的巡检车或其它类似装置上,随着巡检车沿轨道的运行,由本发明的轨道状态智能巡检装置进行智能巡检,极其适用于轨道线路的夜间日常检测,整体结构简单精巧,容易操作,体积小重量轻,同时有效保证了轨道巡检的检测效率,准确性、可靠性和灵活性。

[0057] 本发明还涉及一种轨道状态智能巡检方法,与上述轨道状态智能巡检装置相对应,在控制单元的控制下,利用线阵相机拍照采集轨道平面图像数据,同时利用激光位移传感器采集轨道垂向位移数据,再采用3D建模技术将轨道平面图像数据和轨道垂向位移数据进行数据合成以生成轨道透视模型从而输出实际轨道状态的三维透视图以便巡检。具体地,可以由数据分析处理单元采用3D建模技术生成轨道透视模型并输出实际轨道状态的三维透视图,如图1所示,该图1也可理解为本发明轨道状态智能巡检方法的工作原理图。

[0058] 优选地,采用3D建模技术将轨道平面图像数据和轨道垂向位移数据进行数据合成以生成轨道透视模型具体为:将所述轨道平面图像数据进行空间映射获得2D图像像素点,并且依据相同轨道位置的所述轨道垂向位移数据一一映射相应的像素点的灰度值作为第三维数据进行数据合成以生成轨道透视模型。

[0059] 更优选地,还可以设置标准样本数据库和伤损样本数据库;在生成轨道透视模型后,在控制单元的控制下,将轨道透视模型数据与标准样本数据库中的数据进行比对以识别出各种轨道伤损,并将识别出的各种轨道伤损更新入伤损样本数据库;

[0060] 在识别出各种轨道伤损后,在控制单元的控制下,根据各种轨道伤损标识索引检索伤损样本数据库中的轨道伤损样本且生成轨道伤损透视模型从而输出实际轨道伤损的三维透视图,再将输出的实际轨道状态的三维透视图以及实际轨道伤损的三维透视图进行

实时浏览显示;和/或,在生成轨道透视模型后,在控制单元的控制下,还利用数据存储单元接收生成的轨道透视模型数据生成自定义大文件存储,且将输出的各种轨道伤损标识写入所述自定义大文件,并同时生成轨道伤损特殊图像数据文件块以及相应的索引文件。

[0061] 应当指出,以上所述具体实施方式可以使本领域的技术人员更全面地理解本发明创造,但不以任何方式限制本发明创造。因此,尽管本说明书参照附图和实施例对本发明创造已进行了详细的说明,但是,本领域技术人员应当理解,仍然可以对本发明创造进行修改或者等同替换,总之,一切不脱离本发明创造的精神和范围的技术方案及其改进,其均应涵盖在本发明创造专利的保护范围当中。

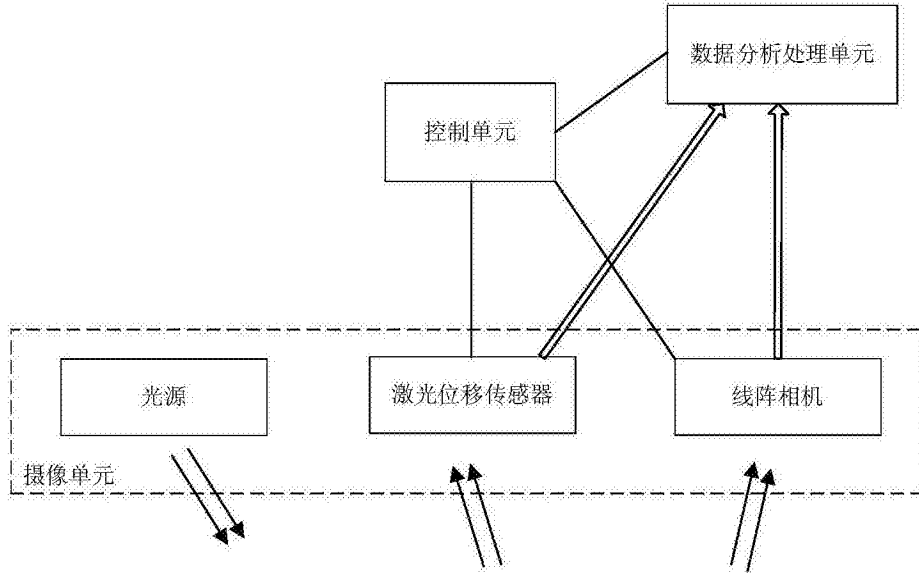


图1

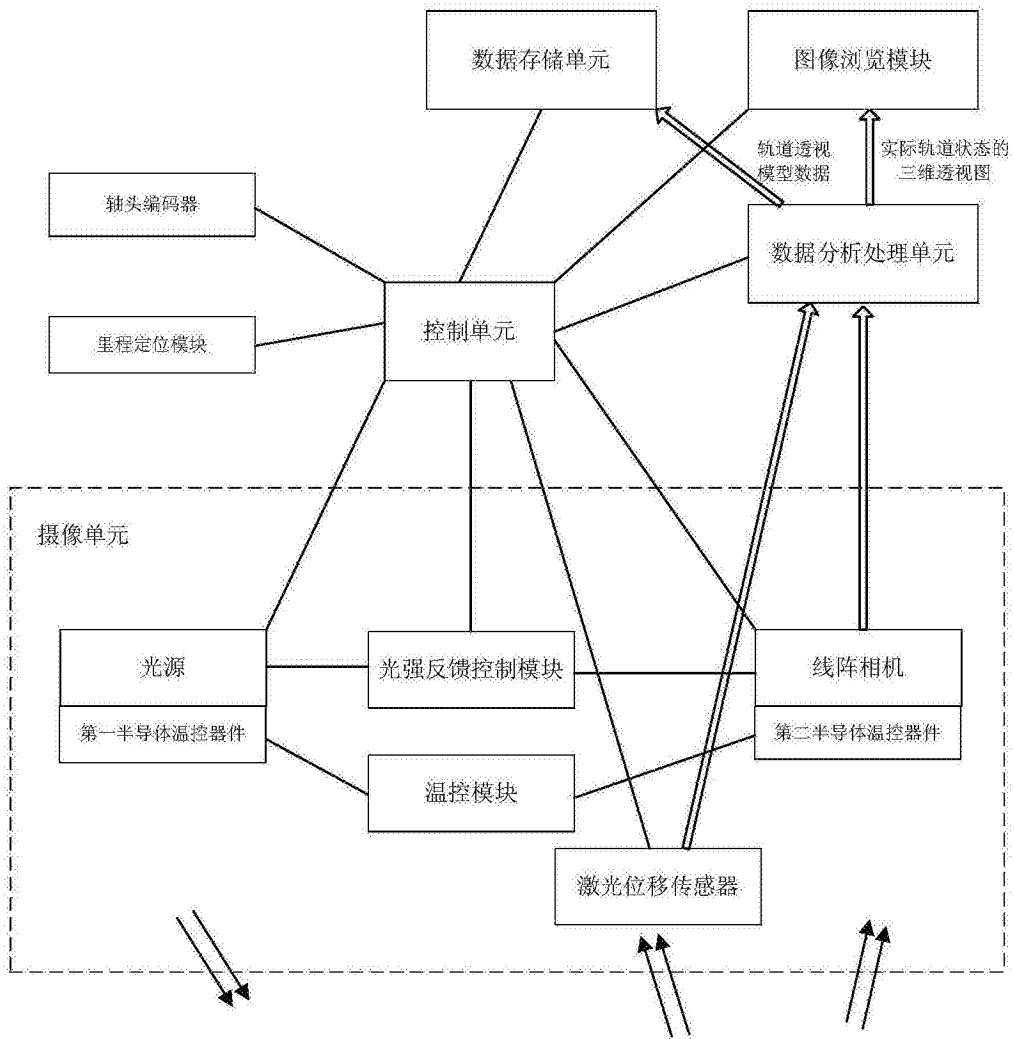


图2

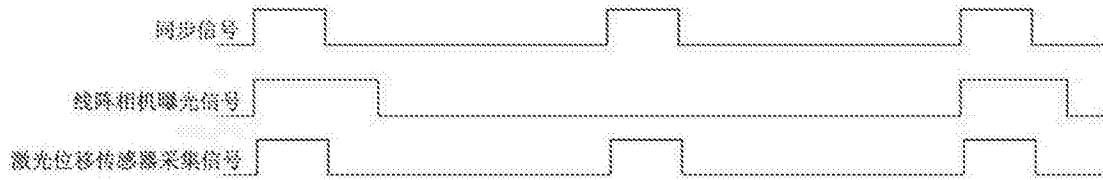


图3

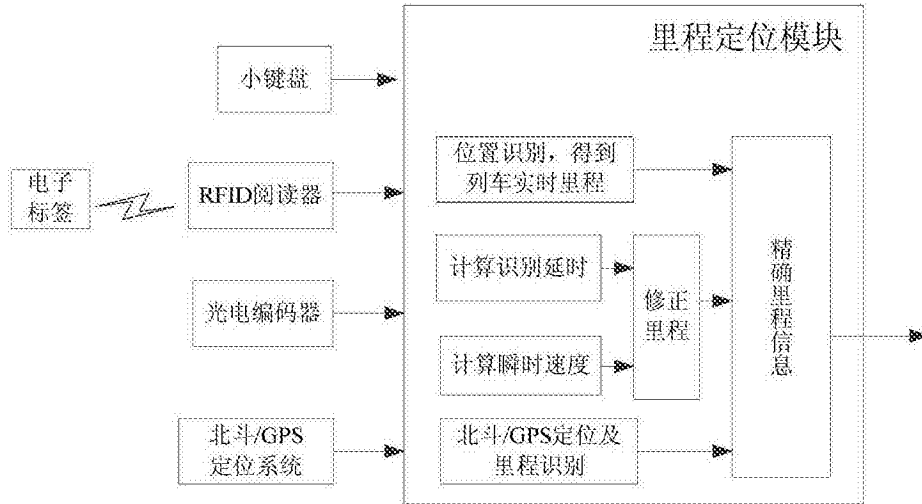


图4

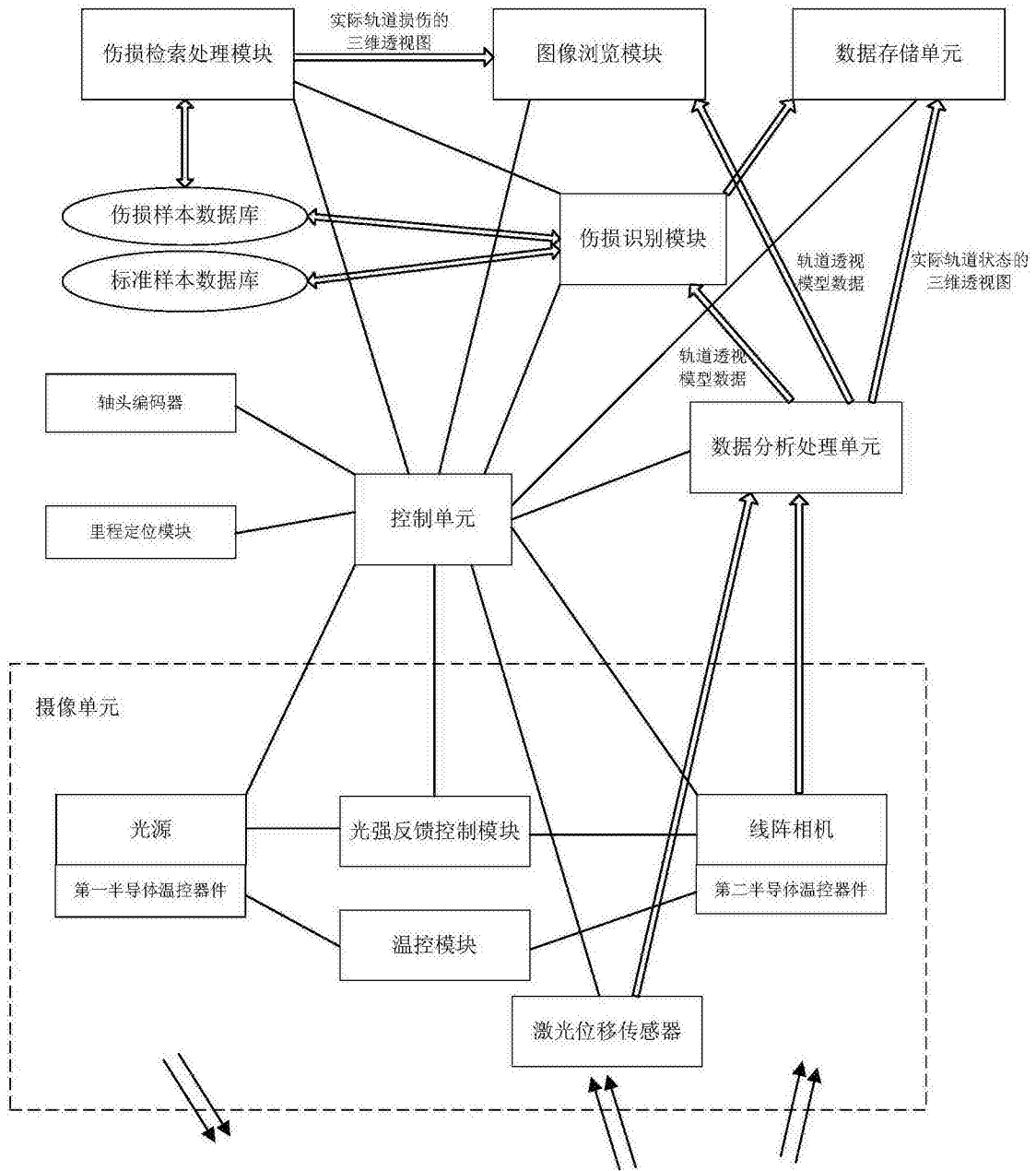


图5

提取包含有用信息的子图像 → 比对识别出擦伤 → 擦伤提取 → 边缘轮廓提取
 ↑
 标准样本数据库

图6

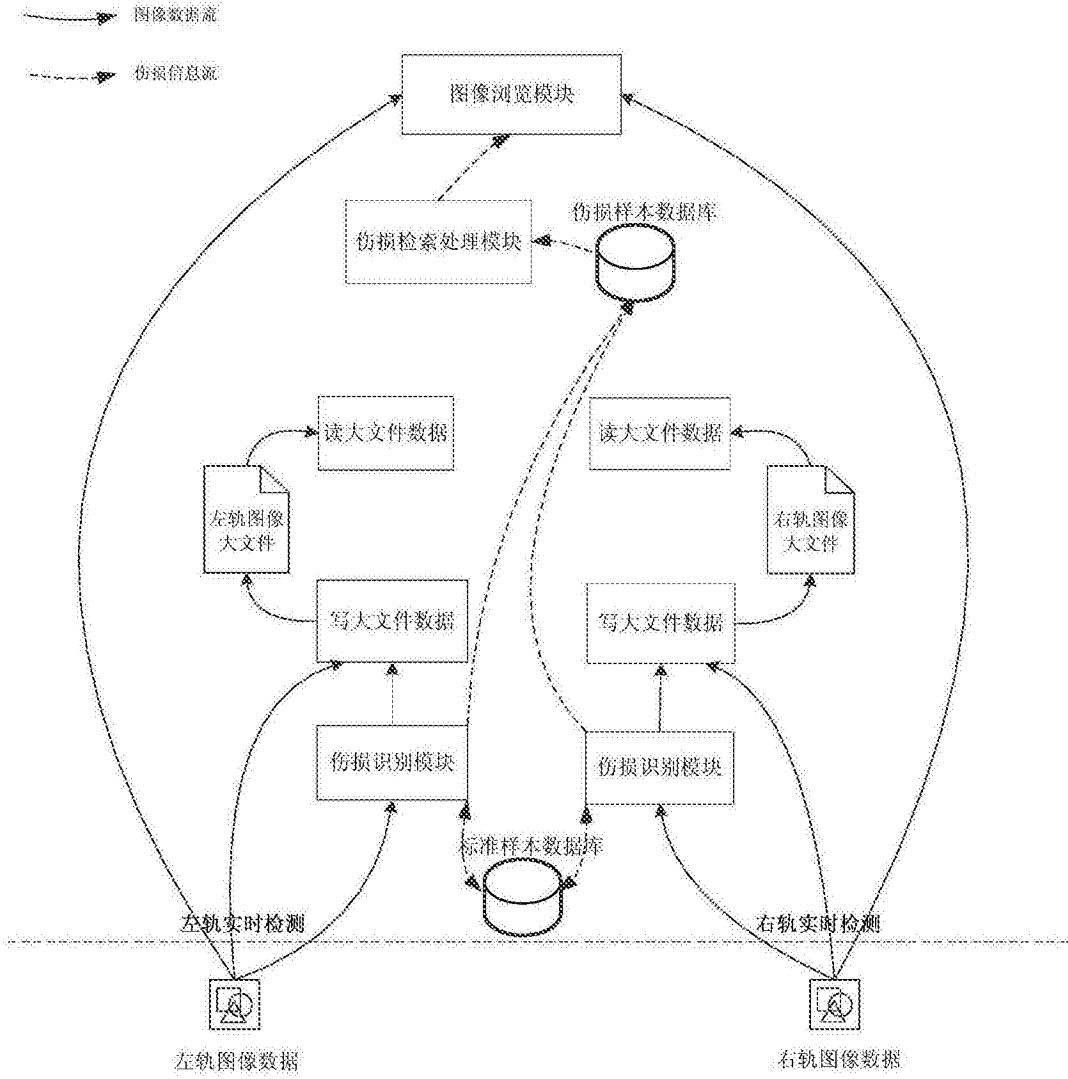


图7

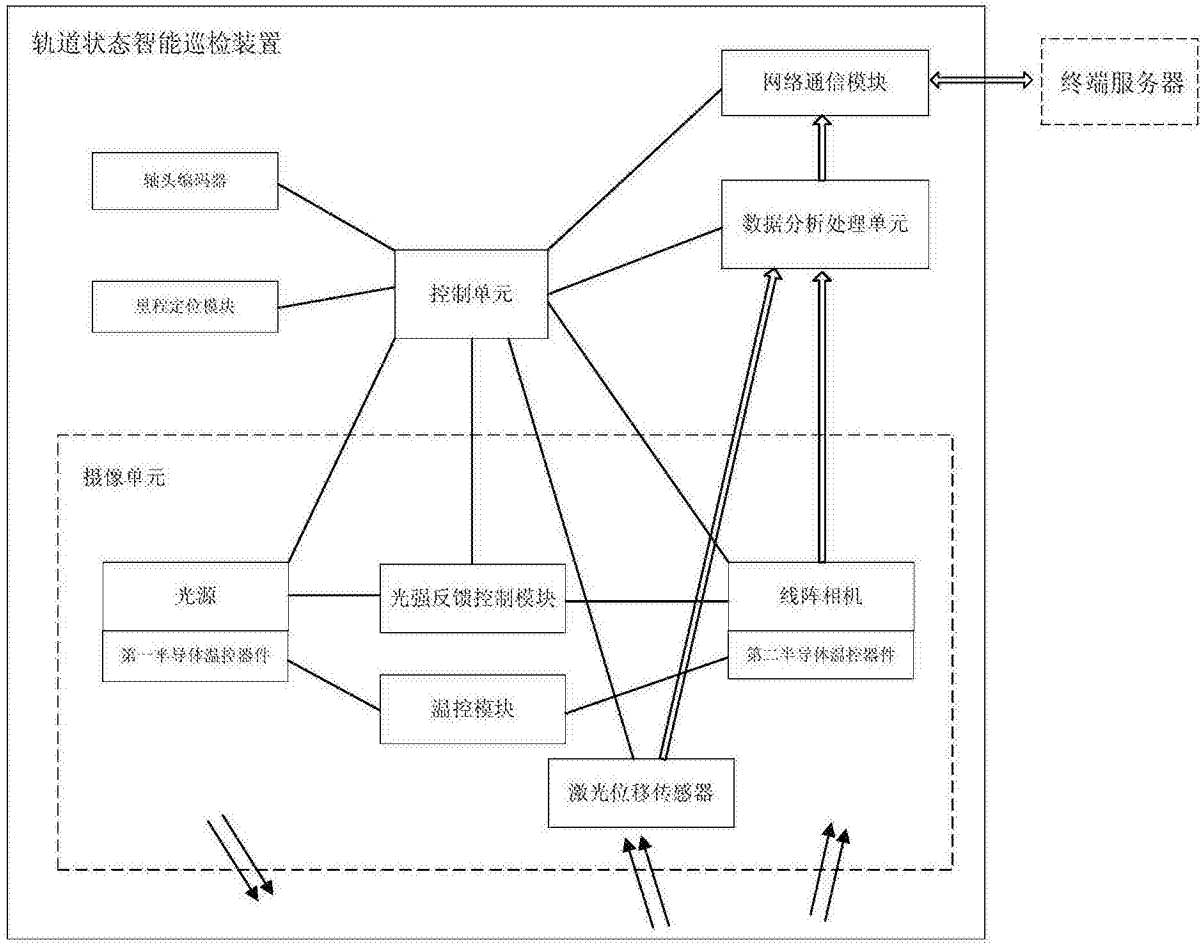


图8

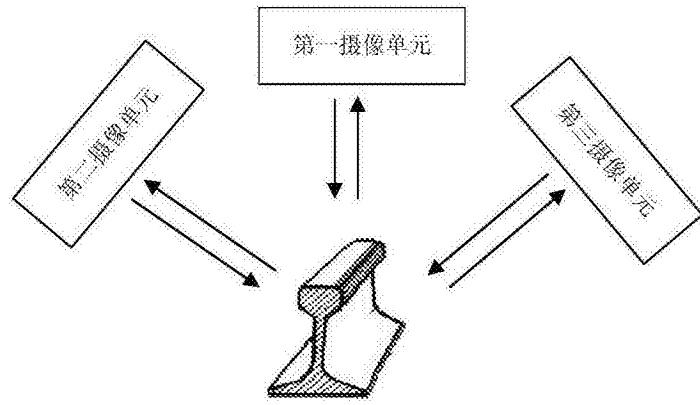


图9