



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204286406 U

(45) 授权公告日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201420743485. 9

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2014. 12. 01

(73) 专利权人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381 号

(72) 发明人 陈忠 张宪民 廖亚兴

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

代理人 罗观祥

(51) Int. Cl.

G01B 21/16(2006. 01)

G01B 21/02(2006. 01)

G01B 21/32(2006. 01)

G01B 21/00(2006. 01)

B61K 9/08(2006. 01)

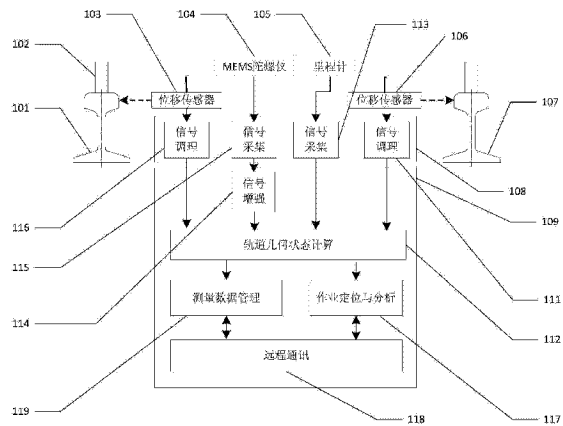
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 实用新型名称

使用 MEMS 陀螺仪的便携式轨道几何量检测系统

(57) 摘要

本实用新型公开了使用 MEMS 陀螺仪的便携式轨道几何量检测系统,其特征在在于:包括便携式轨检仪本体、MEMS 陀螺仪、里程计、左位移传感器、右位移传感器、信号采集/调理单元、嵌入式计算装置,其中 MEMS 陀螺仪、里程计、信号采集/调理单元、嵌入式计算装置均安装在便携式轨检仪本体上,左位移传感器、右位移传感器分别安装在便携式轨检仪本体左侧、右侧, MEMS 陀螺仪、里程计、左位移传感器、右位移传感器输出信号依次经过信号采集/调理单元、嵌入式计算装置。本实用新型的检测系统,具有结构紧凑、可靠性高、经济合理、检测精度高的特点,可广泛用于传统便携式轨检仪的升级换代,具有巨大的应用潜力。



1. 使用 MEMS 陀螺仪的便携式轨道几何量检测系统,其特征在于:包括便携式轨检仪本体、MEMS 陀螺仪、里程计、左位移传感器、右位移传感器、信号采集 / 调理单元、嵌入式计算装置,其中 MEMS 陀螺仪、里程计、信号采集 / 调理单元、嵌入式计算装置均安装在便携式轨检仪本体上,左位移传感器、右位移传感器分别安装在便携式轨检仪本体左侧、右侧, MEMS 陀螺仪、里程计、左位移传感器、右位移传感器输出信号依次经过信号采集 / 调理单元、嵌入式计算装置。

2. 根据权利要求 1 所述的使用 MEMS 陀螺仪的便携式轨道几何量检测系统,其特征在于:所述的嵌入式计算装置,包括顺序相连的信号增强模块、轨道几何状态计算模块、测量数据管理模块、作业定位与分析模块和远程通讯模块;其中轨道几何状态计算模块用于计算轨距、高低、轨向、扭曲轨道不平顺,测量数据管理模块用于完成作业前后的数据对比,作业定位与分析模块用于完成劳动作业位置定位和劳动安全监护。

3. 根据权利要求 2 所述的使用 MEMS 陀螺仪的便携式轨道几何量检测系统,其特征在于:所述的信号增强模块,采用小波和支持向量机方法进行降噪处理,同时采用支持向量机方法的温度波动动态补偿增强 MEMS 陀螺仪输出信号。

4. 根据权利要求 1 所述的使用 MEMS 陀螺仪的便携式轨道几何量检测系统,其特征在于:所述的左位移传感器、右位移传感器为非接触位移传感器。

5. 根据权利要求 1 所述的使用 MEMS 陀螺仪的便携式轨道几何量检测系统,其特征在于:所述的 MEMS 陀螺仪具有正交双轴,其测量平面为水平面和纵向垂直面。

使用 MEMS 陀螺仪的便携式轨道几何量检测系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及铁路轨道几何量的检测领域,特别涉及使用 MEMS 陀螺仪的便携式轨道几何量检测系统。

背景技术

[0002] 随着铁路客运高速化、货运重载化,特别是高速铁路的巨大发展,铁路运输跨入崭新的时代。轨道质量直接影响着铁路运输的安全和效率。除了机车车辆自身影响外,轨道状态的不平顺是破坏列车运行稳定性的主要原因。这些不平顺包括:轨道高低不平顺引起车辆剧烈地点头和浮沉振动;轨道水平不平顺使车辆产生侧滚振动;轨道扭曲不平顺使转向架出现支撑轮减载甚至悬浮;轨道轨向不平顺引起车辆的侧摆、摇头振动;轨道轨距不平顺会导致车轮掉道或卡轨;轨道复合不平顺可引起列车出现脱轨。为此,需对运营轨道定期进行轨道静态几何参数的测量,以对轨道进行调整,使其保持最佳状态。目前,轨道检查仪器与设备主要包括轨道检查机车和轻便的轨道检查仪。由于轨道检测车价格昂贵,在国外发达国家应用广泛。而国内日常轨道检查主要采用便携式的轨道检查仪进行铁路轨道静态几何参数的测量与检查。

[0003] 铁路轨道静态几何参数包括轨距、轨距变化率、超高、扭曲、高低、轨向、正矢、线路横向误差、线路垂向误差等。在这些参数测量中,高低、轨向、扭曲、正矢都涉及到测量方法的选择与确定的问题,而测量方法对测量精度有极大的影响。一般来说包括人工弦线法、弦测法与惯性法(轨迹法)。弦测法采用三点等弦弦测实现轨向等参数测量,通过各段弦高测量,采用“以小推大”的方法实现标准规定的 10m 弦等几何参数的间接测量,但这种测量存在累积误差,测量点数不能太多。中国实用新型专利 201110089802 即是采用该方法。惯性法测量轨向、高低平顺度的实质是按位置测量轨道水平方向的摆角或垂直方向的俯仰角,如采用光纤陀螺仪,实现各段角度变化测量,直接算出各段弦的轨向的变化。由于光纤陀螺测量得到的是全局坐标下的角度变化,并采用测量角度变化的实现直线不平顺的测量,没有测量的累积误差。还有一种采用绝对坐标的测量方法,其在轨道侧建立参考标志,采用建立参考坐标系的方法实现全局坐标系下的坐标与角度的测量,从而实现轨道几何参数的测量。这种方法采用的是全站仪的方法。中国实用新型专利 201110281839 即采用该方法实现轨道几何状态检测。在轨道检查车上还采用线结构激光双目或单目视觉的方法实现铁路轨道几何参数测量,这种方法通过对线结构光线的非接触视觉测量,实现截面轨道轮廓的测量,但这种方法要配合惯性传感器(加速度传感器、倾角传感器),通过间接的方法把测量结果转换到全局坐标下。这种方法由于要使用惯性传感器只能适用于在轨道检查车进行高速运行状态下进行轨道检查。

[0004] 便携式轻便轨道检查仪对铁路轨道高低、轨向、扭曲等几何参数的测量必须通过直接或间接地数据处理,并把测量信息转换到全局坐标下。由于基于全站仪的轨检仪价格昂贵,在我国铁道检查实际大量使用弦测法轨道检查仪,但其测量精度不高。基于光纤陀螺测角的轨道检查仪虽然采用测角原理,测量精度高、没有累计误差,但在实际使用中光纤陀

螺过于精密、可靠性不高、价格较高,因而一定程度上限制了基于测角方法在铁路轨道检查仪上的应用。因此,一种新型高可靠性、采用测角原理、没有累计误差的轨道几何状态测量与检查的方法有重要的应用背景与意义。

实用新型内容

[0005] 本实用新型的目的在于克服现有技术的缺点与不足,提供使用 MEMS 陀螺仪的便携式轨道几何量检测系统。

[0006] 本实用新型的目的在于通过以下的技术方案实现:

[0007] 使用 MEMS 陀螺仪的便携式轨道几何量检测系统,包括便携式轨检仪本体、MEMS 陀螺仪、里程计、左位移传感器、右位移传感器、信号采集 / 调理单元、嵌入式计算装置,其中 MEMS 陀螺仪、里程计、信号采集 / 调理单元、嵌入式计算装置均安装在便携式轨检仪本体上,左位移传感器、右位移传感器分别安装在便携式轨检仪本体左侧、右侧, MEMS 陀螺仪、里程计、左位移传感器、右位移传感器输出信号依次经过信号采集 / 调理单元、嵌入式计算装置。

[0008] 所述的嵌入式计算装置,包括顺序相连的信号增强模块、轨道几何状态计算模块、测量数据管理模块、作业定位与分析模块和远程通讯模块;其中轨道几何状态计算模块用于计算轨距、高低、轨向、扭曲轨道不平顺,测量数据管理模块用于完成作业前后的数据对比,作业定位与分析模块用于完成劳动作业位置定位和劳动安全监护。

[0009] 所述的信号增强模块,采用小波和支持向量机方法进行降噪处理,同时采用支持向量机方法的温度波动动态补偿增强 MEMS 陀螺仪输出信号。

[0010] 所述的左位移传感器、右位移传感器为非接触位移传感器。优选激光位移传感器。

[0011] 所述的 MEMS 陀螺仪具有正交双轴,其测量平面为水平面和纵向垂直面。

[0012] 使用 MEMS 陀螺仪的便携式轨道几何量检测方法,包含以下顺序的步骤:

[0013] S1. 完成 MEMS 陀螺仪角速率信号与里程计信号的同步采集;

[0014] S2. 完成 MEMS 陀螺仪角速率信号噪声建模与滤波增强;

[0015] S3. 完成 MEMS 陀螺仪角速率信号温度动态补偿;

[0016] S4. 根据增强、温度补偿后的角速率信号、里程信号,完成轨道不平顺的计算与评估。

[0017] 步骤 S2 中,所述的 MEMS 陀螺仪角速率信号噪声建模与滤波增强采用小波和支持向量机方法。

[0018] 步骤 S3 中,所述的 MEMS 陀螺仪角速率信号温度动态补偿采用支持向量机方法。

[0019] 本实用新型与现有技术相比,具有如下优点和有益效果:

[0020] (1) 本实用新型使用 MEMS 陀螺仪代替光纤陀螺仪,可以充分利用 MEMS 陀螺仪高可靠性、低成本的优势,提高便携式轨道检测仪的使用效率与降低使用成本。

[0021] (2) 本实用新型的轨道几何量检测方法与系统,具有远程数据传输、共享功能以及作业定位与劳动安全监护功能。

[0022] (3) 本实用新型的轨道几何量检测方法与系统,相比于弦测法的不平顺几何量的测量精度更高,并具有更好的可扩展性特点。

附图说明

[0023] 图 1 为本实用新型所述的使用 MEMS 陀螺仪的便携式轨道几何量检测系统的结构示意图；

[0024] 图 2 为本实用新型所述的使用 MEMS 陀螺仪的便携式轨道几何量检测方法的流程图。

具体实施方式

[0025] 下面结合实施例及附图对本实用新型作进一步详细的描述,但本实用新型的实施方式不限于此。

[0026] 如图 1 所示,一个典型的使用 MEMS 陀螺仪的便携式轨检仪系统包括便携式轨检仪本体 102、MEMS 陀螺仪 104、左位移传感器 103、右位移传感器 106、里程计 105、信号采集 / 调理单元 108 和嵌入式计算装置 109。其中,轨检仪工作时,其便携式轨检仪本体 102 置于左轨道 101 和右轨道 107 上面,并通过左、右轨道的内侧导向;MEMS 陀螺仪 104 安装在便携式轨检仪本体 102 水平面上,里程计安装在便携式轨检仪本体 102 上;左位移传感器 103 安装在便携式轨检仪本体 102 上,并靠近左侧,用于测量左轨道 101 内侧面距离变化;右位移传感器 106 安装在便携式轨检仪本体 102 上,并靠近右侧,用于测量右轨道 107 内侧面距离变化;信号采集 / 调理单元 108 安装在便携式轨检仪本体 102 上,左位移传感器 103、右位移传感器 106 的输出信号分别与信号采集 / 调理单元 108 中的信号调理模块 116、111 输入端相连, MEMS 陀螺仪 104 和里程计 105 的输出信号分别与信号采集 / 调理单元 108 中的信号采集模块 115、113 的输入端相连;嵌入式计算装置 109 安装在便携式轨检仪本体 102 上,其包括信号增强模块 114 和轨道几何状态计算模块 112。信号增强模块 114 是整个系统的关键模块,它负责完成 MEMS 陀螺仪 104 角速率信号的滤波降噪和信号增强的任务,是确保轨道几何状态检测精度的关键部分。信号增强模块 114 的输出信号、左 / 右位移传感器调理后的输出信号、里程计输出信号均输入给轨道几何状态计算模块 112,完成轨道轨距、高低、轨向和扭曲等不平顺的计算。测量数据管理模块 119 和作业定位与分析模块均接收轨道几何状态计算模块 112 的计算结果,并通过远程通讯模块 118 实现双向数据传输与数据远端共享。

[0027] 左、右位移传感器 103、106 可以选用激光位移传感器或电感位移传感器等非接触传感器。左、右位移传感器 103、106 的相互位置经过标定后,保持常量。通过其分别对左右轨道侧面的距离测量,完成轨距的实时测量。

[0028] 测量数据管理模块 119 负责作业数据的本地存储、管理与作业前后结果分析以及与远端通过远程通讯模块 118 进行双向数据传输与共享。作业定位与分析模块 117 负责轨检仪作业位置的 GPS 测量、分析以及通过远程通讯模块 118 利用远端数据库系统完成劳动安全监护。

[0029] 如图 2,整个轨道几何量的检测方法中,轨道不平顺的检测方法是关键部分。其检测方法与步骤如下:

[0030] 1) 嵌入式计算装置 109 中的轨道不平顺计算首先进入计算开始 201 进程;

[0031] 2) 嵌入式计算装置 109 执行 MEMS 陀螺仪、里程计信号的同步采集进程 202,为后续的信号增强做好准备;

[0032] 3) 嵌入式计算装置 109 执行基于小波与支持向量机方法的 MEMS 陀螺仪角速率信号的噪声建模与滤波增强进程 203, 最大程度上提高角速率信号质量;

[0033] 4) 嵌入式计算装置 109 对增强后的角速率信号执行基于支持向量机方法的角速率信号温度动态补偿进程 204;

[0034] 5) 嵌入式计算装置 109 对步骤 4) 得到的信号, 完成轨道高低、轨向和扭曲等不平顺计算与评估;

[0035] 6) 嵌入式计算装置 109 执行进程 206, 判断轨道不平顺计算与评估是否可以结束, 如果判定结果为“是”, 则执行进程 207, 输出检测结果。如果判定结果为“否”, 则重新开始执行进程 202, 开始新一轮的轨道不平顺计算与评估。

[0036] 本实用新型采用 MEMS 陀螺仪代替光纤陀螺仪, 避免了弦测法的累积误差和光纤陀螺仪可靠性不高等缺陷, 形成了一种新型的高可靠性、便携式轨道几何量检测方法与系统, 该方法与系统可以在线检测铁路轨道轨距、高低、轨向、扭曲等不平顺。系统具有结构紧凑、可靠性高以及高的测量精度的特点, 可广泛用于铁路轨道的日常状态检测中, 具有巨大的应用潜力。

[0037] 上述实施例为本实用新型较佳的实施方式, 但本实用新型的实施方式并不受上述实施例的限制, 其他的任何未背离本实用新型的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化, 均应为等效的置换方式, 都包含在本实用新型的保护范围之内。

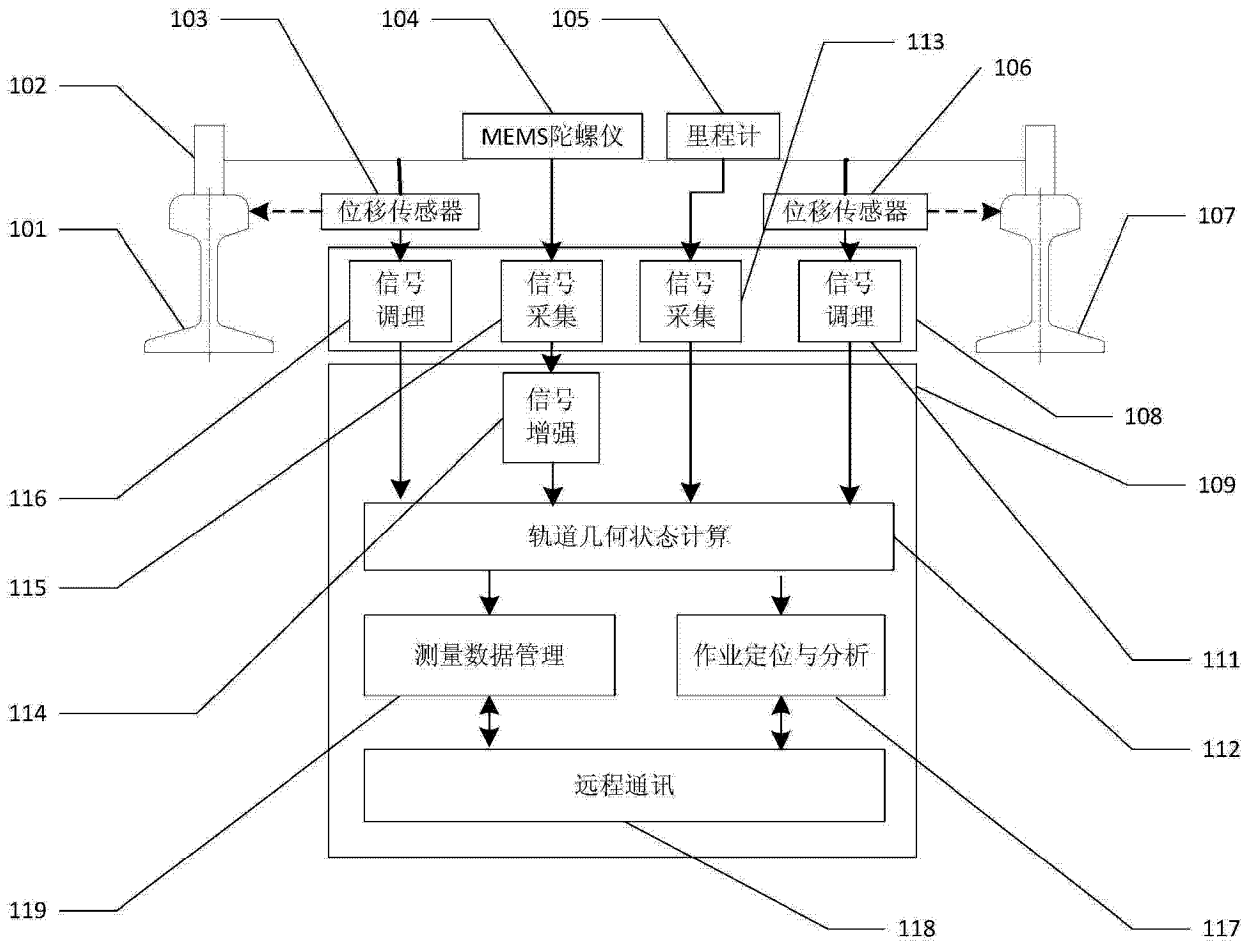


图 1

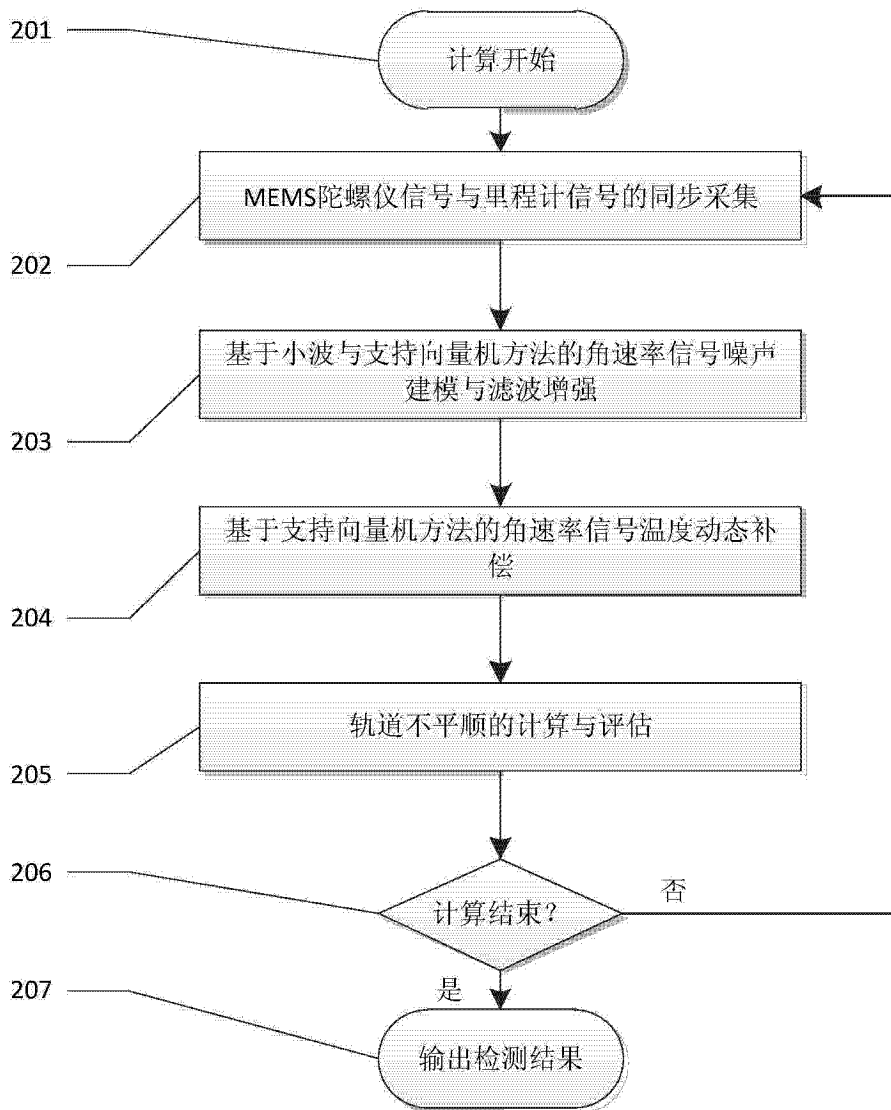


图 2