



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103017690 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 03

(21) 申请号 201210487923. 5

(22) 申请日 2012. 11. 26

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路
3888 号

(72) 发明人 王孝坤

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 陶尊新

(51) Int. Cl.

G01B 11/27(2006. 01)

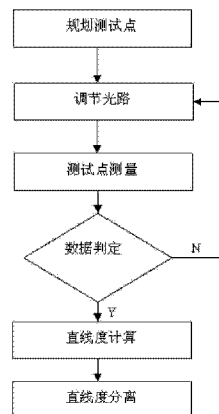
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种测量超长导轨直线度的方法

(57) 摘要

一种测量超长导轨直线度的方法, 涉及一种测量导轨尤其是超长导轨直线度的方法, 解决现有测量方法测量精度低、误差大, 并且存在数据处理和运算比较复杂的问题, 本发明所述的方法通过激光跟踪仪测量、采集超长导轨上若干数据点, 对这些数据点进行空间直线拟合, 采用最小二乘拟合算法对采集的 N 个测试采样点的数据信息进行直线度计算, 即可得到导轨的直线度; 本发明所述的方法数据分析和实验操作简便、测试时间短、数据处理简单、测试成本低以及测试效率很高。



1. 一种测量超长导轨直线度的方法,其特征是,该方法由以下步骤实现:

步骤一、在超长导轨(2)上规划N个测试采样点,所述N个测试采样点的间距相等,所述N为正整数;

步骤二、将球形固定反射器(3)吸附在反射器基座(4)上,反射器基座(4)吸附在导轨滑座(5)上,所述导轨滑座(5)沿超长导轨的长度方向放置在步骤一所述的超长导轨的第一个测试采样点处;

步骤三、调整激光跟踪仪(1),使激光跟踪仪(1)出射的光束经球形固定反射器(3)后返回激光跟踪仪(1),所述激光跟踪仪(1)获得第一个测试采样点的数据信息;

步骤四、移动导轨滑座(5)至下一个测试采样点,激光跟踪仪(1)依次采集每个测试采样点的数据信息;实现对N个测试采样点的数据采集;

步骤五、采用最小二乘拟合算法对步骤四采集的N个测试采样点的数据信息进行直线度计算,获得超长导轨(2)的直线度。

2. 根据权利要求1所述的一种测量超长导轨直线度的方法,其特征在于,在步骤五之前,还包括对N个测试采样点的数据信息进行判断的过程,当测量的测试采样点的数据信息大于阈值时,则执行步骤三,所述阈值的范围是 $10\mu\text{m}$ 至 $50\mu\text{m}$ 。

一种测量超长导轨直线度的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种测量导轨尤其是超长导轨直线度的方法。

背景技术

[0002] 随着工业技术的不断发展,超长度导轨正越来越多的在多个领域被应用,如机床设备、传送装置、铁路轨道等。而直线度是导轨最重要的技术指标,其精度的高低直接关系着设备的准确性、可靠性和稳定性。

[0003] 目前,测试导轨直线度的方法很多,一般有三种方法,分别为水平仪测量法、自准直仪测量法和激光干涉仪测量法。

[0004] 水平仪测量法是一种传统的直线度测量手段,它操作简单、使用方便、成本较低。但是其测量精度较低,一般只能达到 $20\mu\text{m}/\text{m}$ 。用水平仪测量法,需要图解法求解导轨直线度误差,数据的采集和分析很容易出错,该方法需要手动采集导轨上某些固定采样点坐标,因此对于超长导轨直线度的测量实现起来非常困难。

[0005] 自准直仪测量法的精度相对水平仪测量法有所提高,一般为 $5\mu\text{m}/\text{m}$,但是还难于满足高精度导轨直线度的测试要求。此外,由于测试光线在空气中并非绝对准直,测量范围越大,其偏差就越大,因此对于超长导轨的测量,其测量误差就很大。

[0006] 激光干涉仪测量法测量距离大、测试精度较高,测量精度一般可到达 $0.4\mu\text{m}/\text{m}$ 。但是对于超长导轨的测量,由于光路过长,空气扰动、振动等一系列因素将会对测量产生很大的影响,且该方法的数据处理和运算等比较复杂,因此很难高精度的完成对超长导轨直线度的测量。

发明内容

[0007] 本发明为解决现有测量方法测量精度低、误差大,并且存在数据处理和运算比较复杂的问题,提供一种测量超长导轨直线度的方法。

[0008] 一种测量超长导轨直线度的方法,该方法由以下步骤实现:

[0009] 步骤一、在超长导轨上规划 N 个测试采样点,所述 N 个测试采样点的间距相等,所述 N 为正整数;

[0010] 步骤二、将球形固定反射器吸附在反射器基座上,反射器基座吸附在导轨滑座上,所述导轨滑座沿超长导轨的长度方向放置在步骤一所述的超长导轨的第一个测试采样点处;

[0011] 步骤三、调整激光跟踪仪,使激光跟踪仪出射的光束经球形固定反射器后返回激光跟踪仪,所述激光跟踪仪获得第一个测试采样点的数据信息;

[0012] 步骤四、移动导轨滑座至下一个测试采样点,激光跟踪仪依次采集每个测试采样点的数据信息;实现对 N 个测试采样点的数据采集;

[0013] 步骤五、采用最小二乘拟合算法对步骤四采集的 N 个测试采样点的数据信息进行直线度计算,获得超长导轨的直线度。

[0014] 本发明的有益效果：本发明通过扩充激光干涉仪的现有功能，能够准确的实现对超长导轨直线度的测量；本发明所述的方法数据分析和实验操作简便、测试时间短、数据处理简单、测试成本低以及测试效率很高。

附图说明

[0015] 图 1 为本发明所述的一种测量超长导轨直线度方法中装置的结构示意图；

[0016] 图 2 为本发明所述的一种测量超长导轨直线度方法的流程图；

[0017] 图 3 为本发明所述的一种测量超长导轨直线度方法的效果图。

[0018] 图中，1、激光跟踪仪，2、超长导轨，3、球形固定反射器，4、反射器基座，5、导轨滑座。

具体实施方式

[0019] 具体实施方式一、结合图 1 至图 3 说明本实施方式，一种测量超长导轨直线度方法，其中，该方法涉及的装置主要包括激光跟踪仪 1、超长导轨 2、球形固定反射器 3、反射器基座 4 和导轨滑座 5；该方法的具体过程为：

[0020] 一、规划测试点；按照等间隔，在超长导轨 2 上规划若干测试采样点；

[0021] 二、调节光路；将反射器基座 4（有磁性）吸附在导轨滑座 5 上，将球形固定反射器 3 吸附在反射器基座 4 上，由于是磁性吸附，三者之间的连接非常平稳，连接完毕后，调节光路，使激光跟踪仪 1 对准第一个测试点，由于导轨滑座 5 与超长导轨面是平行的，因此，测量不同位置导轨滑座面上的点的起伏就反映导轨的直线度。

[0022] 三、测试点测量；用激光跟踪仪 1 对准测试第一个测试点，记录并采集到第一个测试点的空间位置坐标 (X_1, Y_1, Z_1) ，通过数控机构等间隔调整移动导轨滑座 5，激光跟踪仪 1 将会一直跟踪球形固定反射器 3，从而可以测定并采集到其它测试点的空间位置坐标 (X_2, Y_2, Z_2) 、 $(X_3, Y_3, Z_3) \cdots (X_N, Y_N, Z_N)$ （假设共有 N 个测试点）。

[0023] 四、数据判定；判定数据是否准确可靠，若测量数据坏点较多，则重新调节光路，对测试点进行再次测量和数据采集；如数据准确可靠，则进行直线度计算。其中，所述的数据坏点具体指，设定阈值，由于阈值与所测量的超长导轨 2 本身的精度有关，对于高精度超长导轨的测量，阈值一般为 $10\mu\text{m}$ ，对于中低精度超长导轨的测量，阈值一般为 $50\mu\text{m}$ 。

[0024] 五、直线度计算；N 个测试点是空间直线上的多个离散点，对这些点进行最小二乘拟合即可得到一条空间直线，结合图 3，这是一条包容实际线的最小圆柱面的直线，圆柱的直径值 D 即为空间直线的直线度，即为导轨的直线度，这是导轨沿两个方向综合的直线度。

[0025] 六、直线度分离；将测量得到的离散数据点分别投影到导轨的两个基面上结合图 1 中，可以选择导轨滑座 5 表面（基面 1）和与其相互垂直的另一个平面（基面 2），在两个基面上即可得到一系列离散点，在各自基面上分别对这些离散点进行直线拟合，即可得到两条直线的直线度，即为导轨分别沿两个方向上的直线度。

[0026] 本实施方式所述的激光跟踪仪 1 是一种高精度、大容量的便携式三维坐标测量设备，激光跟踪仪 1 发射出激光束，光束经球形固定反射器 3 回到激光跟踪仪 1。通过水平和垂直两个旋转角编码器和一个基于激光的距离测量系统，激光跟踪仪 1 能够确定球形固定反射器 3 目标的位置。球形固定反射器 3（SMR）是激光跟踪仪 1 的目标，所述球形固定反

射器 3 包含三个相互垂直的、定位到 SMR 中心点的反射镜。激光跟踪仪 1 实时的跟踪、定位 SMR 的位置,所有打入到 SMR 的光束与入射光平行偏移的方式返回。激光跟踪仪 1 内位置传感器探测到反射的光束的位置并驱动伺服马达使跟踪仪始终瞄准 SMR 的中心位置。这个闭环系统每秒更新 1000 次,并使得跟踪头跟踪靶标进行移动。激光跟踪仪 1 通两个高精度的旋转角编码器测量水平转角和垂直转角,水平的或方位角编码器位于柱型激光跟踪仪的底部,它的分辨率为 $0.02 \text{ 弧度} \cdot \text{秒}$ ($5.5 \times 10^{-6} \text{ 度}$)。垂直的或顶点轴编码器定位于激光跟踪仪 1 的跟踪头的垂直顶部(跟踪头内部),且具有相同的分辨率。位置感应探测器(PSD)同样部分的测量目标的角度位置。激光跟踪仪 1 从角度编码器和 PSD 上取得信息后通过运动模式传递信息出去。这个模式包含两个转动的和两个平移的参数,这可以消除激光跟踪仪 1 的系统误差。

[0027] 本实施方式所述的激光跟踪仪 1 一般用来测量物体之间的相对位置关系,但是可以拓宽其功能,实现对超长导轨直线度的测量。由于使用激光技术,其测量范围可达 230 英尺(70 米),激光跟踪仪 1 的高精度选项 - 干涉仪 (IFM) 的最大允许误差为 $2 \mu\text{m} + L \cdot 0.4 \mu\text{m/m}$,其中 L 为激光跟踪仪与超长导轨之间的距离。因此,本实施方式利用激光跟踪仪 1 测量超长导轨 2 的长度将可以达到 70m,检测精度为 $0.4 \mu\text{m/m}$ 。

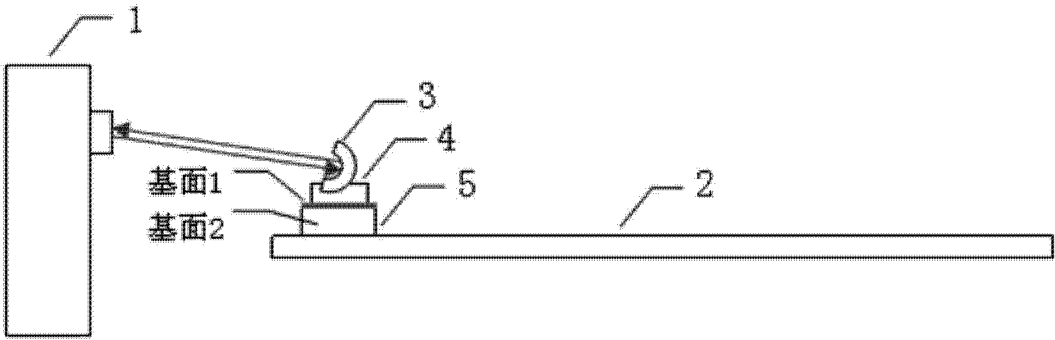


图 1

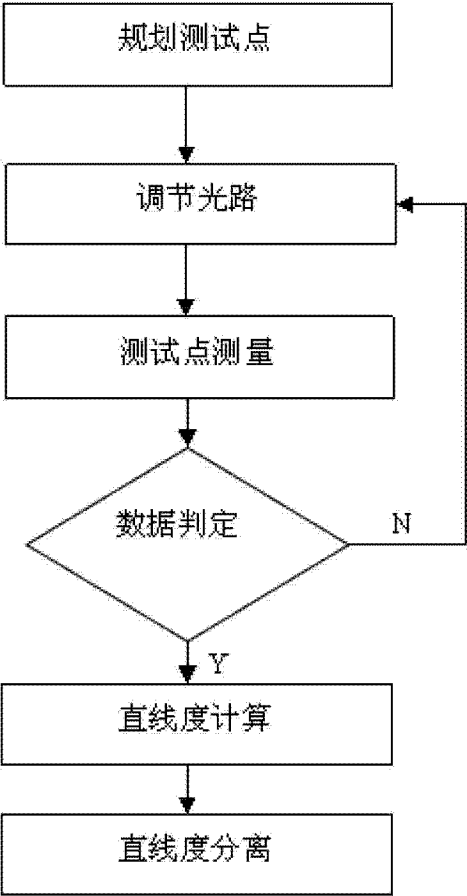


图 2

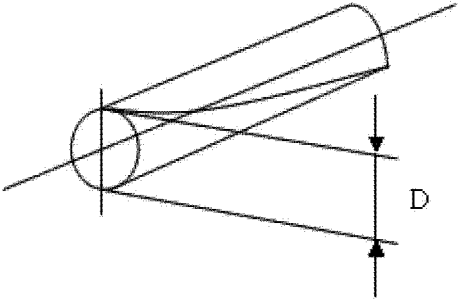


图 3