



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102001025 B

(45) 授权公告日 2013. 02. 06

(21) 申请号 201010516913. 0

(22) 申请日 2010. 10. 22

(73) 专利权人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路 28 号

(72) 发明人 张维光 赵宏 姜涛

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任  
公司 61200

代理人 陆万寿

(51) Int. Cl.

B23Q 17/24 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2786554 Y, 2006. 06. 07, 说明书第 2 页最  
后 1 段至第 3 页第 2 段, 图 1.

JP 特开平 5-231832 A, 1993. 09. 07, 全文.

KR 2002-0016447 A, 2002. 03. 04, 全文.

US 5644141 A, 1997. 07. 01, 全文.

CN 2378150 Y, 2000. 05. 17, 全文.

CN 1743800 A, 2006. 03. 08, 全文.

王晓嘉等. 激光三角法综述. 《仪器仪表学  
报》. 2004, 第 25 卷 (第 4 期), 第 601-608 页.

方平等. 基于线阵 CCD 的新型微位移传感器  
的研究. 《传感技术学报》. 2006, 第 19 卷 (第 1  
期), 第 74-77 页.

审查员 王丹

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

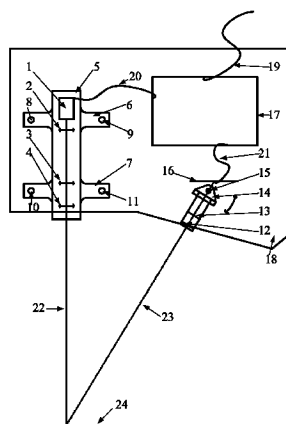
(54) 发明名称

一种超重型车床加工精度特性在机测量装置  
及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种超重型车床加工精度特性  
在机测量装置及方法, 本发明应用高速线阵图像  
传感器采集激光光斑图像, 通过对获取的一组光  
斑图像序列应用图像恢复技术获得光斑清晰图  
像, 再应用图像序列之间像素灰度的相关性识别  
出光斑图像的亚像素中心点, 通过三角法成像光  
路解算, 可以有效地获取旋转工件表面的位置信  
息, 从而克服了现有光学测量方法及装置无法有  
效获取旋转加工工件表面位置信息的技术缺陷。  
本发明以获取的旋转工件表面位置信息为基础,  
将所开发的测量装置安装在重型车床上, 完成调  
试标定过程后, 可以实现重型车床旋转工件加工  
尺寸的在线在位测量, 同时这种测量系统也具有  
对加工工件的定位功能。

CN 102001025 B



1. 一种超重型车床加工精度特性在机测量装置,包括光源系统、光斑图像采集系统及数据处理系统;其特征在于,所述的光源系统包括有激光光源(1),在激光光源(1)的光路上依次有会聚透镜(2)、准直透镜(3)和第二准直透镜(4)、它们都安装在圆桶型壳体(5)内,圆桶型壳体(5)固定在前支架(6)和后支架(7)上,前支架(6)和后支架(7)固定在安装壳体(18)上,前支架(6)于安装壳体(18)以及后支架(7)与安装壳体(18)之间有弹簧支撑,激光光源(1)发出出射光束(22)经大型工件表面(24)反射后通过反射光束(23)进入光斑图像采集系统;

光斑图像采集系统包括滤光片(12)、成像透镜(13)、固定成像透镜夹具(14)、固定成像透镜夹具的旋转轴机构(15)和线阵 CCD (16),滤光片(12)安装在成像透镜(13)上,成像透镜(13)安装在固定成像透镜夹具(14)上,所述固定成像透镜夹具(14)固定在所述旋转轴机构(15)上;

数据处理系统包括数据采集及处理电路(17)和第一接口(19),第二接口(20)及第三接口(21),第二接口(20)分别连接数据采集及处理电路(17)与激光光源(1),第三接口(21)连接数据采集及处理电路与线阵 CCD,第一接口(19)连接装置与计算机。

2. 一种使用如权利要求 1 所述的装置的方法,其特征在于,该方法包括如下步骤:

步骤 1、将上述测量装置通过固定支架固定在一沿垂直方向运动的导轨上;

步骤 2、将步骤 1 的导轨固定在超重型车床的刀具座上,使导轨的运动方向处于竖直方向且与刀具加工前进方向垂直;

步骤 3、调整测量装置在固定支架上的俯仰,使测量装置出射光束与反射光束形成的平面与工件表面运动的线速度方向垂直;

步骤 4、以夹持在超重型车床上加工完成的圆柱型工件作为测量对象,使测量装置沿导轨上下运动,寻找测量装置测量的数据的最小值的位置,这个位置就是测量出射光束与反射光束所形成的平面通过超重型车床主轴旋转中心线的位置,将测量装置固定在这一位置;

步骤 5、以加工工件的几何参数为测量对象,通过超重型车床刀具座进给系统,标定出测量装置测量基准点相对于超重型车床的导轨,托板及刀具座,主轴构成的圆柱坐标系的相对位置坐标,完成对测量装置在超重型车床上的标定;

步骤 6、当测量装置在超重型车床上在线在位测量时,首先将测量值解算成相对于测量装置测量基准的值,后根据测量系统标定的测量装置基准相对于超重型车床圆柱坐标系的位置坐标,将测量值解算成相对于超重型车床圆柱坐标系的坐标值。

## 一种超重型车床加工精度特性在机测量装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于超重型机床性能检测技术领域,涉及以光作为传感手段在线检测旋转物体表面形貌的方法,特别是一种用于超重型车床加工精度在机测量评估的方法和系统。

### 背景技术

[0002] 在航空航天、大型矿业机械、大型水电机组,核电站设备等超大型工件的加工过程中,超重型机床是其主要的加工设备之一。目前国内的超重型机床虽处于发展阶段,但已有成型产品出口的报道。在超重型机床研发与使用过程中,对超大型工件加工尺寸的测量是一个质量控制难题。这是由于在大型工件加工过程中,工件处于旋转状态,若以主轴转速 10 转/分直径为 5000mm 的工件来说,机床的切削线速度大于 100m/min。另外由于加工工件尺寸大,切削加工是一个长时间连续加工的过程,加工刀具的磨损对于加工质量控制来说是不可忽视。在线检测加工工件的尺寸,不仅有利于超大型工件的加工质量控制,而且有利于检测机床刀具等组件在机床加工工件过程中性能的变化,为改善机床设计提供依据。对于旋转工件的尺寸测量,接触式测量方法是不适用的。而现有的非接触式工件加工尺寸测量方法中,光学测量方法是一种有效的方法。现有的光学测量方法及设备在机床高速线切削速度下由于不能获得有效的数据,不适用于超重型机床加工工件的在线测量。

### 发明内容

[0003] 针对超重型车床加工工件在线检测的需求及现有技术创造的缺陷或不足,本发明的目的在于提供一种可用于超重型车床加工精度特性在机测量装置和方法,该方法对于旋转工件采集数据可靠,可以用于工件加工前的定位,加工过程的在线测量,加工后的在机检测。

[0004] 为了实现上述任务,本发明采取如下的技术方案:

[0005] 一种超重型车床加工精度特性在机测量装置,包括光源系统、光斑图像采集系统及数据处理系统;所述的光源系统包括有激光光源,在激光光源的光路上依次有会聚透镜、准直透镜和准直透镜、它们都安装在圆桶型壳体内,圆桶型壳体固定在前支架和后支架上,前支架和后支架通过前左螺钉、前右螺钉、后左螺钉和后右螺钉固定在安装壳体上,前支架壳体以及后支架与壳体之间有弹簧支撑,激光光源发出出射光束经大型工件表面反射后通过反射光束进入光斑图像采集系统;

[0006] 光斑图像采集系统包括滤光片、成像透镜、固定成像透镜夹具、固定成像透镜夹具的旋转轴机构和线阵 CCD,滤光片安装在成像透镜上,成像透镜安装在固定成像透镜夹具上,夹具固定在旋转机构 15 上;

[0007] 数据处理系统包括数据采集及处理电路和接口,接口及接口,接口分别连接数据采集及处理电路与激光光源,接口连接数据采集及控制电路与线阵 CCD,接口连接装置与计算机。

[0008] 一种使用如上述装置的方法,该方法包括如下步骤:

- [0009] 步骤 1、将上述测量装置通过固定支架固定在一沿垂直方向运动的导轨上；
- [0010] 步骤 2、将步骤 1 的导轨固定在重型车床的刀具座上，使导轨的运动方向处于竖直方向且与刀具加工前进方向在垂直；
- [0011] 步骤 3、调整测量装置在固定支架上的俯仰，使测量装置出射光束与反射光束形成的平面与工件表面运动的线速度方向垂直；
- [0012] 步骤 4、以夹持在重型机床上加工完成的圆柱型工件作为测量对象，使测量装置沿导轨上下运动，寻找测量装置测量的数据的最小值的位置，这个位置就是测量出射光束与反射光束所形成的平面通过重型机床主轴旋转中心线的位置。将测量装置固定在这一位置；
- [0013] 步骤 5、以加工工件的几何参数为测量对象，通过机床刀具座进给系统，标定出测量装置测量基准点相对于机床的导轨，托板及刀具座，主轴构成的圆柱坐标系的相对位置坐标，完成对测量装置在机床上的标定；
- [0014] 步骤 6、当测量装置在机床上在线在位测量时，首先将测量值解算成相对于测量装置测量基准的值，后根据测量系统标定的测量装置基准相对于机床圆柱坐标系的位置坐标，将测量值解算成相对于机床圆柱坐标系的坐标值。
- [0015] 本发明应用高速线阵图像传感器采集激光光斑图像，通过对获取的一组光斑图像序列应用图像恢复技术获得光斑清晰图像，再应用图像序列之间像素灰度的相关性识别出光斑图像的亚像素中心点，通过三角法成像光路解算，可以有效地获取旋转工件表面的位置信息，从而克服了现有光学测量方法及装置无法有效获取旋转加工工件表面位置信息的技术缺陷。
- [0016] 本发明以获取的旋转工件表面位置信息为基础，将所开发的测量装置安装在重型车床上，完成调试标定过程后，可以实现重型车床旋转工件加工尺寸的在线在位测量，同时这种测量系统也具有对加工工件的定位功能。

## 附图说明

- [0017] 图 1 为基于光学传感方法的超重型车床加工精度特性在机测量装置示意图。
- [0018] 图中标号：1、激光光源，2、会聚透镜，3、准直透镜 1，4、准直透镜 2，5、安装光源零件的圆桶型壳体，6、支架 1，7、支架 2，8、弹簧螺钉装置 1，9、弹簧螺钉装置 2，10、弹簧螺钉装置 3，11、弹簧螺钉装置 4，12、滤光片，13、成像透镜，14、固定成像透镜的夹具，15、固定成像透镜夹具的旋转轴机构，16、线阵 CCD，17、数据采集及处理电路，18、安装壳体，19、接口 1，20、接口 2，21、接口 3，22、出射光束，23、反射光束，24、大型工件表面。
- [0019] 图 2 为超重型车床加工精度特性在机测量的方法示意图。
- [0020] 其中的标号分别表示：25、被加工的大型工件，26、重型车床导轨平台，27、刀具进给箱，28、刀具架，29、刀具，30、导轨，31、固定支架，32、本发明的测量装置，33、测量光路

## 具体实施方式

- [0021] 参见图 1，本发明涉及的基于光学传感方法的超重型车床加工精度特性在机测量装置将半导体激光器所发出的激光束经会聚透镜后，再经过准直透镜组获得在测量范围也就是离会聚透镜前表面 100 ~ 500mm 范围内，每个长度在离激光束腰 25mm 范围内，激光束

直径小于40um。激光束经工件表面反射后经滤光片去除干扰光波成份,通过成像透镜成像。滤光片透射光波频率范围与所采用的半导体激光器的光波频率范围相一致。激光光斑应用高速线阵图像传感器接收。通过高速线阵图像传感器可获得一组光斑图像序列,应用图像恢复技术获得光斑清晰图像,再应用图像序列之间像素灰度的相关性识别出光斑图像的亚像素中心点。通过标定及解算出射光束与反射光束之间的几何关系,即可获得工件表面空间位置与线阵图像传感器像素位置的对应关系。在测量过程中,根据激光光斑在线阵图像传感器上位置,可以解算出工件表面对于标定基准的位置变化。

[0022] 将应用上述超重型车床加工精度特性在机测量装置固定在机床刀具座上,通过标定调整获得装置相对于导轨,刀具座,主轴圆柱坐标系的基准坐标,再将装置测量的工件表面的位置信息解算到圆柱坐标系中,实现工件加工前定位,加工过程中的在线检测,加工后工件的在机检测以及对加工过程中刀具磨损,振动等因素的检测。

[0023] 本发明可以通过调整准直透镜3和准直透镜4调整激光束腰位置,通过调整前左螺钉8、前右螺钉9、后左螺钉10和后右螺钉11可以调整圆桶型壳体5的俯仰和高低。同时通过旋转安装成像透镜13的固定夹具14调整成像透镜光轴与线阵图像传感器之间的夹角,使成像系统满足Scheimpflug条件,同时改变光学传感方法的测量基准位置,以适应不用测量范围的要求。

[0024] 参见图2,本发明研发的超重型车床加工精度特性在机测量装置32在重型机床上的安装部件包括导轨30及固定支架31。测量装置32固定在固定支架31上,固定支架31固定在导轨30的滑块上,可以带动测量装置32在垂直方向运动。在测量装置32安装时,通过调整使测量装置32出射光束及反射光束形成的平面与工件表面运动的线速度方向垂直。

[0025] 在测量装置32在重型车床上安装完成后,通过沿导轨30上下运动,寻找测量装置32测量的数据的最小值的位置,这个位置就是测量出射光束与反射光束所组成的平面与重型机床主轴旋转中心线重合的位置。

[0026] 通过上述的安装及调试过程,测量装置结合机床导轨,托板及刀具座,主轴构成的圆柱坐标系,形成一个在机床加工范围内对工件表面位置进行测量的系统。这个测量系统通过将测量装置所测数据解算到机床本身的圆柱坐标系下,实现对工件的定位及加工几何参数的在线在位测量。

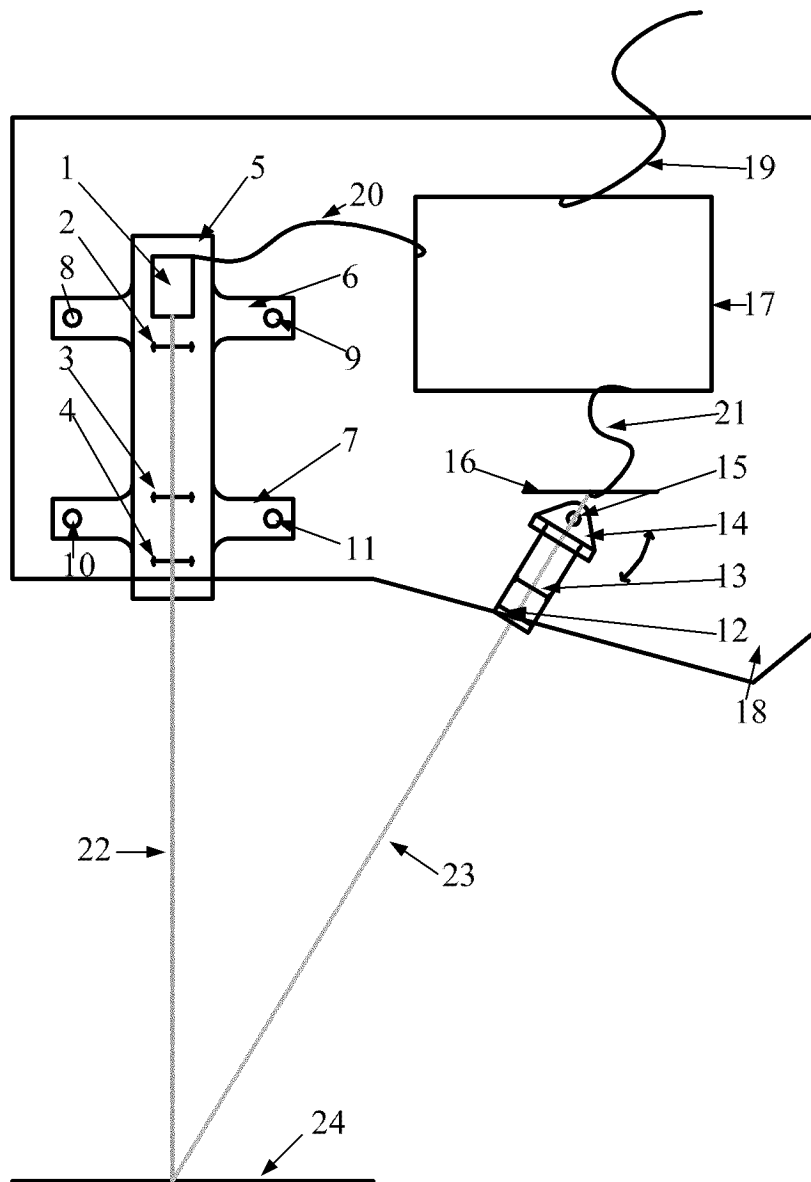


图 1

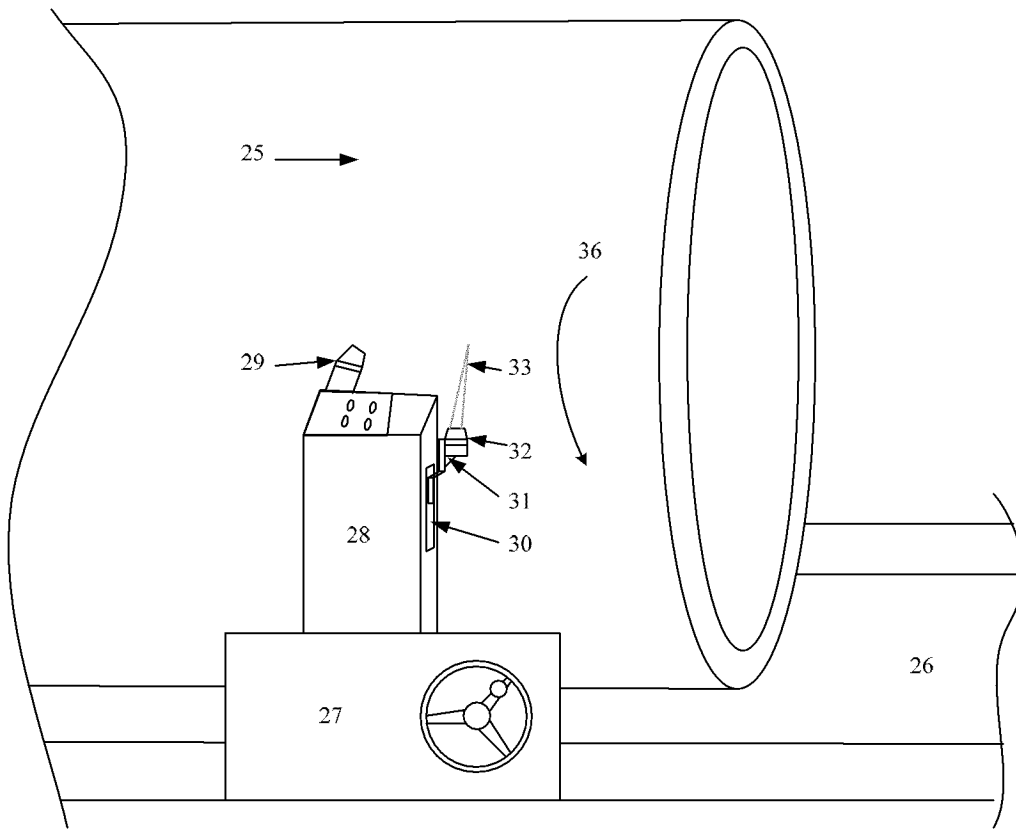


图 2