



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102059650 B

(45) 授权公告日 2013. 08. 28

(21) 申请号 201010233788. 2

(22) 申请日 2010. 07. 22

(73) 专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

专利权人 上海开维喜阀门集团有限公司

(72) 发明人 许黎明 卓育成 胡德金 何伟华
许开州

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限
公司 31236

代理人 郭国中

(51) Int. Cl.

B24B 49/02 (2006. 01)

审查员 董海薇

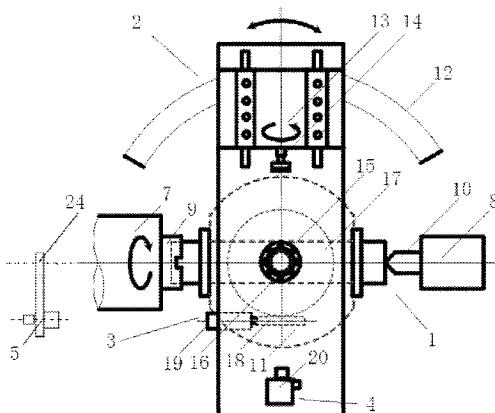
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

精密球面球度在位测量装置及其测量方法

(57) 摘要

一种机械测量技术领域的精密球面球度在位测量装置及其测量方法，包括：主轴机构、回转机构、驱动机构、传感机构和编码器机构，待测工件设置于主轴机构上，回转机构的中心与主轴机构转动连接，传感机构固定设置于回转机构上并与编码机构相连接，驱动机构与回转机构相连。本发明与传统离线手动测量或三坐标测量仪测量方法相比，在保证测量精度的前提下检测速度快，自动化程度高，实现了球度误差的自动在位测量。



1. 一种精密球面球度在位测量装置,包括:主轴机构、回转机构、驱动机构、传感机构和编码器机构,其特征在于:待测工件设置于主轴机构上,回转机构的回转中心线与主轴机构的回转轴线垂直相交,传感机构固定设置于回转机构上并与编码器机构相连接,驱动机构与回转机构相连;

所述的主轴机构包括:主轴、尾座、主轴卡盘和夹具,其中:主轴与尾座相对设置于球面磨床上进行轴向运动,主轴卡盘和夹具分别设置于主轴和尾座上并与待测工件相接触;

所述的回转机构包括:回转工作台、圆弧导轨、磨头、电主轴、回转轴和回转轴承,其中:回转工作台设置于圆弧导轨上,回转轴正交设置于回转工作台的中央并套接于回转轴承内,回转轴、回转轴承和圆弧导轨同时设置于球面磨床的床身上,磨头和电主轴固定设置于回转工作台上并和待测工件正对;

所述的驱动机构包括:蜗轮、蜗杆和伺服电机,其中:蜗轮通过回转轴与回转工作台相连接,蜗杆固定设置于磨床床身上并与蜗轮相啮合,伺服电机与蜗杆固定连接并驱动蜗轮与蜗杆相对运动实现回转机构的转动;

所述的传感机构包括:位移传感器和位置调整滑台,其中:位移传感器设置于调整滑台上并面向待测工件,位置调整滑台设置于回转机构上,所述的位移传感器为非接触式激光位移传感器或接触式位移传感器;

所述的编码器机构包括:旋转编码器、联轴器、同步带轮、套筒和连接件,其中:旋转编码器依次与联轴器和同步带轮相连接并将检测到的所述带轮回转角度信号输出至测量装置控制器,同步带轮和套筒相连接,套筒固定在机床主轴箱上,旋转编码器通过连接件和套筒相连接。

2. 一种根据权利要求1所述的精密球面球度在位测量装置的测量方法,其特征在于,包括以下步骤:

第一步,磨削工作完成后磨头带动砂轮退出磨削区,回转工作台转动到与主轴垂直位置;

第二步,传感机构定位安装在回转工作台上,传感器轴线与主轴垂直,调节调整滑台Y、Z二轴旋钮使传感器轴线通过平行于工作台面的球面赤道圆最高点,并定义为o点;

第三步,启动主轴,使被测球绕主轴回转轴线即Z轴旋转,将一圈定义n等分,每转动 $360/n$ 度,位移传感器测量一次当前球面上测量点位置,对于非接触式激光传感器,该测量点为球面上的激光斑点,对于接触式传感器,该测量点则为传感器接触点,被测球绕Z轴旋转 360° 即完成对应一圈测量圆上n个点的测量;

第四步,以球面赤道圆上的o点为中心各沿顺时针方向90度范围内和逆时针方向90度范围内在赤道圆上寻找若干等间隔点,连同o点共计m个点,启动回转工作台,使其绕Y轴沿顺时针方向转动直到传感器对准m个点中的顺时针方向的边界点,重复步骤三,然后继续启动回转工作台,将位移传感器依次对准赤道圆上的各个间隔点,重复步骤三;

第五步,磨床控制系统同步记录第三步在位自动测量得到的球面上各布点相对球心的半径变化量和相应测量点的空间位置,根据最小二乘法建立最小二乘球球心坐标和半径的数学模型,然后通过测量点拟合出最小二乘球,最终计算出球度误差。

精密球面球度在位测量装置及其测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种机械测量技术领域的装置及其测量方法,具体是一种精密球面球度在位测量装置及其测量方法。

背景技术

[0002] 球度误差对机械零件的旋转运动具有重要影响。球面粗糙度、球面波纹、形状误差等缺陷将导致零件的磨损及过早失效,精确而高效的评定球度误差非常重要。传统测量方法是用千分尺多次测量球体直径,粗略的估算球度误差。或者通过测量被测球上两个或三个相互垂直的大圆圆度值评定球度误差。这些方法只反映球面的局部信息,不能精确评定三维球度误差。

[0003] 经对现有技术文献检索发现,在滚动轴承行业中,这种基于圆度测量方法的球度误差测量方法得以应用。为了提高测量精度,日本学者 Tohru Kanada1 引入了统计方法,用来处理普通圆度测量系统测量的圆度值,通过测量少量的截面圆,亦可以保证可靠的测量精度。印度学者 G. L. Samuel 提出了基于计算几何学的算法,用于加工零件的球度误差评定。LiMei Song 则在 2005 年提出了一种新的方法,使用三维形状恢复技术,用被测球的三维数据评定球度误差。但上述文献研究的球度测量均为离线方法,测量效率较低。

[0004] 经过对现有技术的检索发现,中国专利文献号 CN101221031,公开日 2008-7-16,记载了一种“新型高精度球体多参数测量仪及其精度调整方法”,该技术适用于不同直径球体的球径和球度测量,而且通过更换旋转臂对内外球面都可以进行测量,精度很高,但效率较低,不适用于球体加工中的在位测量。

[0005] 进一步检索发现,中国专利文献号 CN1959334,公开日 2007-5-9,记载了一种“球度的检测装置及其方法”,该检测装置包括一用于测量弦高的千分表;一弦规杯,杯口内径小于被测球体的外径,杯底固设千分表,并使千分表的测量杆位于杯口圆心的轴线上,千分表的测量头位于杯口内并能触及被测球面。通过测量球面上多个点获得表面跳动最大值并计算出球度值。该方法成本低,精度高,但效率低,且不能用于球面磨床上球体零件球度的在位测量。

发明内容

[0006] 本发明针对现有技术存在的上述不足,提供一种精密球面球度在位测量装置及其测量方法,实现在精密球面磨床上在位测量球面工件的球度误差。

[0007] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0008] 本发明涉及一种精密球面球度在位测量装置,包括:主轴机构、回转机构、驱动机构、传感机构和编码器机构,其中:待测工件设置于主轴机构上,回转机构的回转中心线与主轴机构的回转轴线垂直相交,传感机构固定设置于回转机构上并与编码机构相连接,驱动机构与回转机构相连。

[0009] 所述的主轴机构包括:主轴、尾座、主轴卡盘和夹具,其中:主轴与尾座相对设置

于球面磨床上进行轴向运动，主轴卡盘和夹具分别设置于主轴和尾座上并与待测工件相接触。

[0010] 所述的回转机构包括：回转工作台、圆弧导轨、磨头、电主轴、回转轴和回转轴承，其中：回转工作台设置于圆弧导轨上，回转轴正交设置于回转工作台的中央并套接于回转轴承内，回转轴、回转轴承和圆弧导轨同时设置于球面磨床的床身上，磨头和电主轴固定设置于回转工作台上并和待测工件正对。

[0011] 所述的驱动机构包括：蜗轮、蜗杆和伺服电机，其中：蜗轮通过回转轴与回转工作台相连接，蜗杆固定设置于磨床床身上并与蜗轮相啮合，伺服电机与蜗杆固定连接并驱动蜗轮与蜗杆相对运动实现回转机构的转动。

[0012] 所述的传感机构包括：位移传感器和位置调整滑台，其中：位移传感器设置于调整滑台上并面向待测工件，接触式位移传感器的测头与待测工件表面相接触。位置调整滑台设置于回转机构上，所述的位移传感器为非接触式激光位移传感器或接触式位移传感器。

[0013] 所述的编码器机构包括：旋转编码器、联轴器、同步带轮、套筒和连接件，其中：旋转编码器依次与联轴器和同步带轮相连接并将检测到的带轮回转角度信号输出至测量装置控制器，同步带轮和套筒相连接，套筒固定在机床主轴箱上，旋转编码器通过连接件和套筒相连接。

[0014] 本发明涉及上述精密球面球度在位测量装置的测量方法，包括以下步骤：

[0015] 第一步，磨削工作完成后磨头带动砂轮退出磨削区，回转工作台转动到与主轴垂直位置。

[0016] 第二步，传感器组件定位安装在回转工作台上，传感器轴线与主轴垂直，调节调整滑台 Y、Z 二轴旋钮使传感器轴线通过平行于工作台面的球面赤道圆最高点，并定义为 o 点。

[0017] 第三步，启动主轴，使被测球绕主轴轴心线即 Z 轴旋转，将一圈定义 n 等分，每转动 $360/n$ 度，位移传感器测量一次当前球面上测量点位置，对于非接触式激光传感器，该测量点为球面上的激光斑点，对于接触式传感器，该测量点则为传感器接触点。被测球绕 Z 轴旋转 360° 即完成对应一圈测量圆上 n 个点的测量。

[0018] 第四步，以球面赤道圆上的 o 点为中心各沿顺时针方向 90 度范围内和逆时针方向 90 度范围内在赤道圆上寻找若干等间隔点，连同 o 点共计 m 个点。启动回转工作台，使其绕 Y 轴沿顺时针方向转动直到传感器对准 m 个点中的顺时针方向的边界点，重复步骤三。然后继续启动回转工作台，将位移传感器依次对准赤道圆上的各个间隔点，重复步骤三。

[0019] 第五步，磨床控制系统同步记录第三步在位自动测量得到的球面上各分布点相对球心的半径变化量和相应测量点的空间位置，根据最小二乘法建立最小二乘球球心坐标和半径的数学模型，然后通过测量点拟合出最小二乘球，最终计算出球度误差。

[0020] 与现有技术相比，本发明可以在位自动测量球面上各分布点相对球心的半径变化量，进而自动处理计算球度误差，检测速度快，自动化程度高。

附图说明

[0021] 图 1 为球面球度测量装置结构示意图。

[0022] 图 2 为位移传感器组件安装结构示意图。

[0023] 图 3 为球面磨床结构示意图。

[0024] 图 4 为编码器组件结构示意图。

具体实施方式

[0025] 下面对本发明的实施例作详细说明,本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0026] 如图 1 和图 3 所示,本实施例包括:主轴机构 1、回转机构 2、驱动机构 3、传感机构 4 和编码器机构 5,其中:待测工件 6 设置于主轴机构 1 上,回转机构 2 的回转中心线与主轴机构 1 的回转轴线垂直相交,传感机构 4 固定设置于回转机构 2 上并与编码器机构 5 相连接,驱动机构 3 与回转机构 2 相连。

[0027] 所述的主轴机构 1 包括:主轴 7、尾座 8、主轴卡盘 9 和夹具 10,其中:主轴 7 与尾座 8 相对设置于球面磨床上进行轴向运动,主轴卡盘 9 和夹具 10 分别设置于主轴 7 和尾座 8 上并与待测工件 6 相接触。

[0028] 所述的回转机构 2 包括:回转工作台 11、圆弧导轨 12、磨头 13、电主轴 14、回转轴 15 和回转轴承 16,其中:回转工作台 11 设置于圆弧导轨 12 上,回转轴 15 正交设置于回转工作台 11 的中央并套接于回转轴承 16 内,回转轴 15、回转轴承 16 和圆弧导轨 12 同时设置于球面磨床的床身 29 上。磨头 13 和电主轴 14 固定设置于回转工作台 11 上并和待测工件 6 正对。

[0029] 所述的驱动机构 3 包括:蜗轮 17、蜗杆 18 和伺服电机 19,其中:蜗轮 17 通过回转轴 15 与回转工作台 11 相连接,蜗杆 18 固定设置于磨床床身 29 上并与蜗轮 17 相啮合,伺服电机 19 与蜗杆 18 固定连接并驱动蜗轮 17 与蜗杆 18 相对运动实现回转机构 2 的转动。

[0030] 所述的传感机构 4 包括:位移传感器 20 和位置调整滑台 21,其中:位移传感器 20 设置于调整滑台上并面向待测工件 6,接触式位移传感器 20 的测头与待测工件 6 表面相接触。位置调整滑台 21 设置于回转机构 2 上,所述的位移传感器 20 为非接触式激光位移传感器 20 或接触式位移传感器 20。

[0031] 所述的编码器机构 5 包括:旋转编码器 22、联轴器 23、同步带轮 24、套筒 25 和连接件 26,其中:旋转编码器 22 依次与联轴器 23 和同步带轮 24 相连接并将检测到的带轮回转角度信号输出至测量装置控制器,同步带轮 24 和套筒 25 相连接,套筒 25 固定在机床主轴箱 28 上,旋转编码器 22 通过连接件 26 和套筒 25 相连接。

[0032] 如图 1 所示,本实施例具体测量步骤包括:

[0033] 第一步,磨削工作完成后磨头 13 带动砂轮 27 退出磨削区,回转工作台 11 转动到与主轴 7 垂直位置。

[0034] 第二步,传感器组件定位安装在回转工作台 11 上,传感器轴线与主轴 7 垂直,调节调整滑台 Y、Z 二轴旋钮使传感器轴线通过平行于工作台面的球面赤道圆最高点,并定义为 o 点。

[0035] 第三步,启动主轴 7,使被测球绕主轴 7 轴心线即 Z 轴旋转,将一圈定义 n 等分,每转动 $360/n$ 度,位移传感器 20 测量一次当前球面上测量点位置,对于非接触式激光传感器,该测量点为球面上的激光斑点,对于接触式传感器,该测量点则为传感器接触点。被测球绕

Z 轴旋转 360° 即完成对应一圈测量圆上 n 个点的测量。

[0036] 第四步,以球面赤道圆上的 o 点为中心各沿顺时针方向 90 度范围内和逆时针方向 90 度范围内在赤道圆上寻找若干等间隔点,连同 o 点共计 m 个点。启动回转工作台 11,使其绕 Y 轴沿顺时针方向转动直到传感器对准 m 个点中的顺时针方向的边界点,重复步骤三。然后继续启动回转工作台 11,将位移传感器 20 依次对准赤道圆上的各个间隔点,重复步骤三。

[0037] 第五步,通过第三步和第四步确定了所测量的球面各个均布测量点的空间位置,每当通过被测球的转动和回转工作台 11 的回转运动到达各个测量点的空间位置时,将触发测量装置控制器采集位移传感器 20 的测量数据并记录测量点的空间位置,位移传感器 20 采集的信号经过放大、滤波、A/D 转换后传输到控制器。这样,磨床控制系统同步记录在位自动测量得到的球面上各均布点相对球心的半径变化量和相应测量点的空间位置。

[0038] 第六步,基于第五步的测量数据,采用最小二乘法,通过测量点拟合出最小二乘球,使被测球上的各测量点到最小二乘球的径向误差平方和最小。计算最小二乘球球心坐标和半径,然后算出测量点到最小二乘球的径向距离,最大值即为球度误差。

[0039] 本实施例在位自动测量球面上各均布点相对球心的半径变化量,进而自动处理计算球度误差,经对直径为 238mm、球度误差为 $8 \mu m$ 的球阀球体球度测量实验表明,与传统离线手动测量或三坐标测量仪测量方法相比,本装置在保证测量精度的前提下检测速度快,自动化程度高,实现了球度误差的自动在位测量。

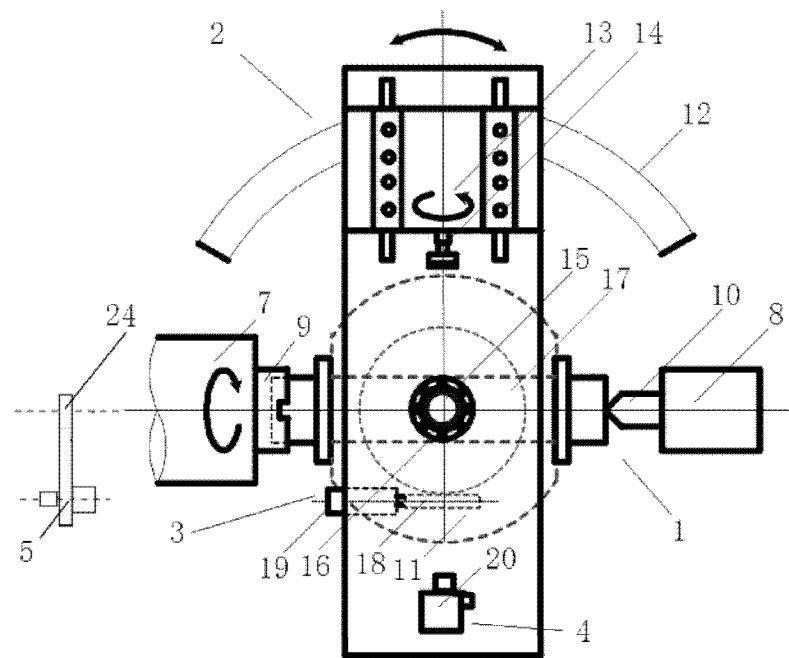


图 1

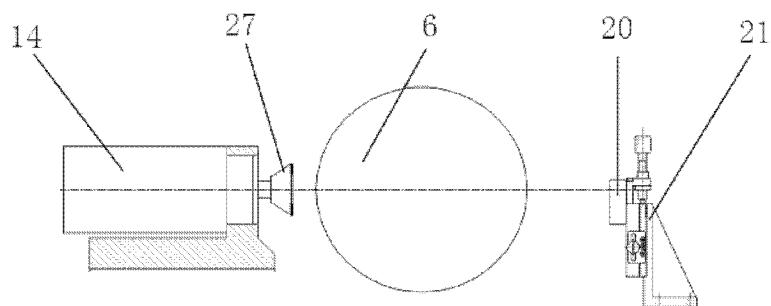


图 2

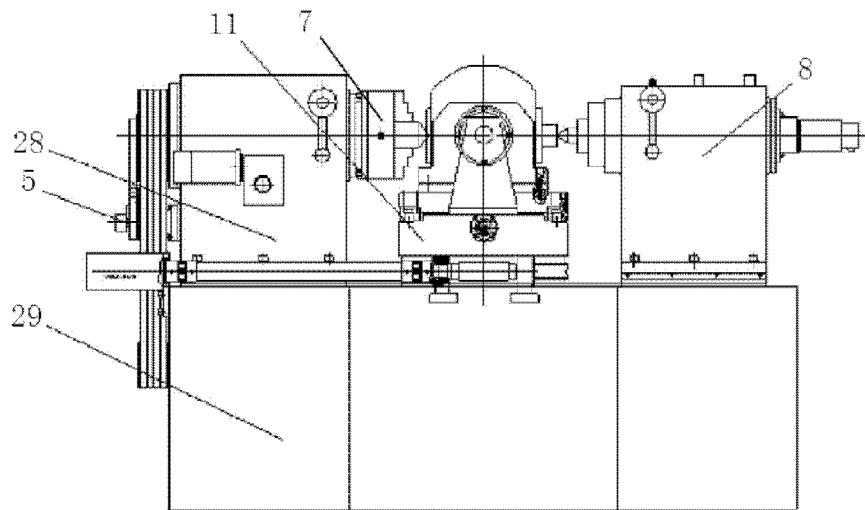


图 3

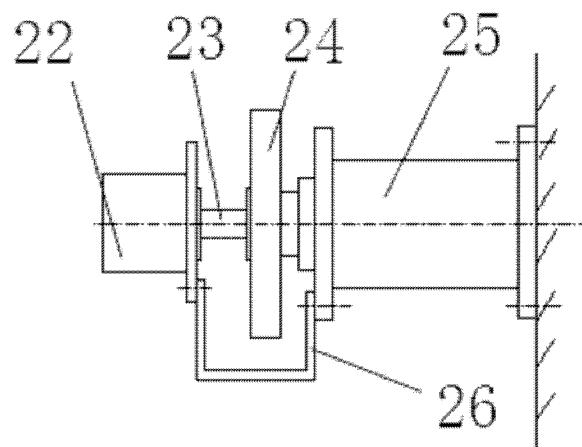


图 4