

数控加工工件曲率半径快速在线 测量装置

申请号：[201210310914.9](#)

申请日：2012-08-28

申请(专利权)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](#)

发明(设计)人 [代雷 张健 闫丰 杨怀江 隋永新](#)

主分类号 [B23Q17/20\(2006.01\)I](#)

分类号 [B23Q17/20\(2006.01\)I](#)

公开(公告)号 [102873586A](#)

公开(公告)日 [2013-01-16](#)

专利代理机构 [长春菁华专利商标代理事务所 22210](#)

代理人 [王淑秋](#)



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102873586 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 15

(21) 申请号 201210310914. 9

CN 101819017 A, 2010. 09. 01,

(22) 申请日 2012. 08. 28

CN 102168955 A, 2011. 08. 31,

(73) 专利权人 中国科学院长春光学精密机械与
物理研究所

JP 2000227322 A, 2000. 08. 15,

审查员 吴洪波

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路
3888 号

(72) 发明人 代雷 张健 闫丰 杨怀江
隋永新

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务
所 22210

代理人 王淑秋

(51) Int. Cl.

B23Q 17/20 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101342664 A, 2009. 01. 14,

CN 102001024 A, 2011. 04. 06,

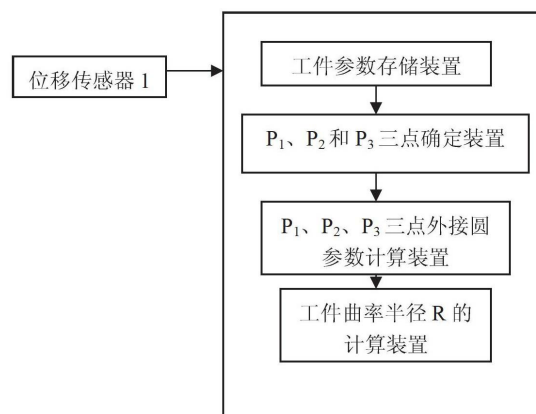
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

数控加工工件曲率半径快速在线测量装置

(57) 摘要

本发明涉及一种数控加工工件曲率半径快速在线测量装置,该装置包括位移传感器,工件曲率半径测定系统;所述位移传感器安装固定在工件数控加工机床的Z向运动轴上;工件曲率半径测定系统包括工件参数存储装置, P_1 、 P_2 和 P_3 三点确定装置, P_1 、 P_2 、 P_3 三点外接圆参数计算装置,工件曲率半径R的计算装置。本发明提高了曲率半径的检测效率,降低了由于工件重复装卡对加工精度的影响与操作风险;工件曲率半径测定系统可以集成到现有数控加工系统的数控软件中,自动程度高,具有较强的易用性,可靠性,可以实现加工工件曲率半径参数的自动在线检测,降低对操作人员的技术要求。



1. 一种数控加工工件曲率半径快速在线测量装置,其特征在于包括位移传感器,工件曲率半径测定系统;所述位移传感器安装固定在工件数控加工机床的Z向运动轴上;工件曲率半径测定系统包括工件参数存储装置, P_1 、 P_2 和 P_3 三点确定装置, P_1 、 P_2 、 P_3 三点外接圆参数计算装置,工件曲率半径R的计算装置;

工件参数存储装置:存储有工件被测表面的目标曲率半径ROC、工件被测表面的目标口径DIA、工件的几何中心目标厚度CT、工件被测表面的目标顶点O的坐标(0, 0, 0),及根据上述参数确定的 P_1 、 P_2 、 P_3 三点的目标位置坐标,其中 P_1 、 P_2 、 P_3 三点位于工件上的同一水平面上;

P_1 、 P_2 和 P_3 三点确定装置:向工件数控加工机床的控制系统发出指令,使其驱动数控加工运动轴随工件数控加工机床的X向运动轴、Y向运动轴、Z向运动轴移动,利用位移传感器重复测量定位找到 P_1 、 P_2 、 P_3 三点,并确定 P_1 、 P_2 、 P_3 三点的实际坐标 (X_1, Y_1, H_1) 、 (X_2, Y_2, H_1) 、 (X_3, Y_3, H_1) ;

P_1 、 P_2 、 P_3 三点外接圆参数计算装置:利用 P_1 、 P_2 、 P_3 三点的实际坐标 (X_1, Y_1, H_1) 、 (X_2, Y_2, H_1) 、 (X_3, Y_3, H_1) 计算 P_1 、 P_2 、 P_3 点外接圆圆心C的坐标 (X_0, Y_0, H_1) 和 P_1 、 P_2 、 P_3 点外接圆的半径RC;

工件曲率半径R的计算装置:将C的坐标 (X_0, Y_0, H_1) 发送给工件数控加工机床的控制系统,使控制系统驱动数控加工运动轴移动到C点,测量工件上与C点垂直对应的点 C_1 的高度 H_2 ,得到 C_1 点的坐标 (X_0, Y_0, H_2) ,利用式(1)计算工件的曲率半径R;

$$R = \frac{RC^2}{2(H_2 - H_1)} + \frac{(H_2 - H_1)}{2} \pm r \quad (1)$$

其中r为位移传感器的探头半径,当测量工件凹面时式(1)中的 $\pm$ 号取正号,当测量工件凸面时式(1)中的 $\pm$ 号取负号。

2. 根据权利要求1所述的数控加工工件曲率半径快速在线测量装置,其特征在于所述 P_1 、 P_2 和 P_3 三点确定装置利用位移传感器重复测量,并采用插值法定位找到 $P_1(X_1, Y_1, H_1)$ 、 $P_2(X_2, Y_2, H_1)$ 和 $P_3(X_3, Y_3, H_1)$ 。

数控加工工件曲率半径快速在线测量装置

技术领域：

[0001] 本发明属于测量装置技术领域，涉及一种数控加工工件曲率半径快速在线测量装置，用于精密快速加工工件表面曲率半径的在线检测。

背景技术：

[0002] 数控加工是指记录在媒体上的数字信息对数控机床进行控制，使之自动地执行规定的加工任务。与普通机床加工相比具有加工精度高，速度快等特点，被广泛应该用于加工，制造等领域，国民经济中有着非常重要的作用。

[0003] 随着国民经济不断发展，科学技术不断进步，对加工也提出了更高的要求。曲率半径作为球面与类球曲面的一项重要参数，曲率半径参数的精确控制直接影响这类工件的加工质量，例如光学球面透镜，也就曲率半径的测量提出了更高的要求。一般的曲率半径测量方式是使用球径仪，在测量时，先依据待测球面的口径，装配直径尽可能大的球径环，并使用平面样板进行校准归零，然后换上待测球面，读数得到矢高值 h ，再利用球径环半径 r 与矢高值 h 计算得到被测工具表面的曲率半径值 R 。球径环的相对测量误差约为 $\pm 0.03\% \sim \pm 0.06\%$ 。球径仪测量需要精密平面样板与高质量的球径环，测量结果受样板与球径环质量与磨损的影响，离线测量增加了由于工件重复装卡对加工精度的影响。

发明内容：

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种能够提高曲率半径检测效率与精度，实现工件表面曲率半径的在线精密检测，降低由于工件重复装卡对加工精度的影响的数控加工工件曲率半径快速在线测量装置。

[0005] 为了解决上述技术问题，本发明的数控加工工件曲率半径快速在线测量装置包括位移传感器，工件曲率半径测定系统；所述位移传感器安装固定在工件数控加工机床的 Z 向运动轴上；工件曲率半径测定系统包括工件参数存储装置， P_1 、 P_2 和 P_3 三点确定装置， P_1 、 P_2 、 P_3 三点外接圆参数计算装置，工件曲率半径 R 的计算装置；

[0006] 工件参数存储装置：存储有工件被测表面的目标曲率半径 ROC 、工件被测表面的目标口径 DIA 、工件的几何中心目标厚度 CT 、工件被测表面的目标顶点 O 的坐标 $(0, 0, 0)$ ，及根据上述参数确定的 P_1 、 P_2 、 P_3 三点的目标位置坐标，其中 P_1 、 P_2 、 P_3 三点位于工件上的同一水平面上；

[0007] P_1 、 P_2 和 P_3 三点确定装置：向工件数控加工机床的控制系统发出指令，使其驱动数控加工运动轴随工件数控加工机床的 X 向运动轴、Y 向运动轴、Z 向运动轴移动，利用位移传感器重复测量定位找到 P_1 、 P_2 、 P_3 三点，并确定 P_1 、 P_2 、 P_3 三点的实际坐标 (X_1, Y_1, H_1) 、 (X_2, Y_2, H_1) 、 (X_3, Y_3, H_1) ；

[0008] P_1 、 P_2 、 P_3 三点外接圆参数计算装置：利用 P_1 、 P_2 、 P_3 三点的实际坐标 (X_1, Y_1, H_1) 、 (X_2, Y_2, H_1) 、 (X_3, Y_3, H_1) 计算 P_1 、 P_2 、 P_3 点外接圆圆心 C 的坐标 (X_0, Y_0, H_1) 和 P_1 、 P_2 、 P_3 点外接圆的半径 RC ；

[0009] 工件曲率半径 R 的计算装置 : 将 C 的坐标 (X_0, Y_0, H_1) 发送给工件数控加工机床的控制系统, 使控制系统驱动数控加工运动轴移动到 C 点, 测量工件上与 C 点垂直对应的点 C_1 的高度 H_2 , 得到 C_1 点的坐标 (X_0, Y_0, H_2) , 利用式 (1) 计算工件的曲率半径 R;

$$[0010] \quad R = \frac{RC^2}{2(H_2 - H_1)} + \frac{(H_2 - H_1)}{2} \pm r \quad (1)$$

[0011] 其中 r 为位移传感器的探头半径, 当测量工件凹面时式 (1) 中的 $\pm$ 号取正号, 当测量工件凸面时式 (1) 中的 $\pm$ 号取负号。

[0012] 所述 P_1 、 P_2 和 P_3 三点确定装置利用位移传感器重复测量, 并采用插值法定位找到 $P_1(X_1, Y_1, H_1)$ 、 $P_2(X_2, Y_2, H_1)$ 和 $P_3(X_3, Y_3, H_1)$ 。

[0013] 本发明的优点和积极效果:

[0014] 本发明提高了曲率半径的检测效率, 降低了由于工件重复装卡对加工精度的影响与操作风险; 工件曲率半径测定系统可以集成到现有数控加工系统的数控软件中, 自动程度高, 具有较强的易用性, 可靠性, 可以实现加工工件曲率半径参数的自动在线检测, 降低对操作人员的技术要求。

[0015] 本发明的优点主要有以下四个: 1、能够实现工件曲率半径在线检测。2、可集成到现有数控加工系统。3、自动测量, 操作简单。4、测量效率高, 速度快。

附图说明:

[0016] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0017] 图 1 为数控加工机床三维运动系统结构示意图。

[0018] 图 2 为本发明的数控加工曲率半径快速在线测量装置结构框图。

[0019] 图 3 为工件的俯视图。

[0020] 图 4 为工件的侧视图。

具体实施方式:

[0021] 如图 1 所示, 数控加工机床的三维运动系统包括控制系统 (图中未示出), X 向运动轴 3, Y 向运动轴 4, Z 向运动轴 2; 数控加工运动轴 5 安装固定在 Z 向运动轴 2 上, Z 向运动轴 2 安装固定在 X 向运动轴 3 上, X 向运动轴 3 安装固定在 Y 向运动轴 4 上。

[0022] 如图 2 所示, 本发明的数控加工曲率半径快速在线测量装置包括位移传感器 1, 工件曲率半径测定系统; 所述位移传感器 1 安装固定在工件数控加工机床的 Z 向运动轴 2 上; 工件曲率半径测定系统包括工件参数存储装置, P_1 、 P_2 和 P_3 三点确定装置, P_1 、 P_2 、 P_3 三点外接圆参数计算装置, 工件曲率半径 R 的计算装置。

[0023] 如图 3、4 所示, 定义与工件 6 垂直方向为 Z 方向, 向上为正, 工件 6 的被测表面的目标顶点 O (0, 0, 0) 为坐标原点, 过 O 点与工件 6 被测表面相切的平面为 XY 平面。

[0024] 工件的目标曲率半径 ROC、工件被测表面的口径 DIA、工件的几何中心目标厚度 CT、工件被测表面的目标顶点 O 的坐标 (0, 0, 0) 和 P_1 、 P_2 、 P_3 三点的目标位置坐标预先存储于工件参数存储装置中。 P_1 、 P_2 、 P_3 为工件被测表面上高度相等的三点, P_1 、 P_2 、 P_3 的最佳水平面高度通过 ROC、DIA、和 CT 估算。 P_1 、 P_2 、 P_3 一般应尽量靠近工件 6 的边缘。

[0025] P_1 、 P_2 和 P_3 三点确定装置: 向工件数控加工机床的控制系统发出指令, 使其驱动数

控加工运动轴 5 随工件数控加工机床的 X 向运动轴 3, Y 向运动轴 4, Z 向运动轴 2 移动, 快速定位找到 P_1 、 P_2 、 P_3 三点。具体过程如下:

[0026] 选定矢量 OP_1 , 高度 H_1 , 通过精密位移传感器 1 重复测量与插值法快速定位找到 $P_1(X_1, Y_1, H_1)$ (其中 (X_1, Y_1, H_1) 为最后确定的 P_1 点的实际坐标)。若数控加工运动轴 5 初始所在的点的高度为 H_1' , $H_1' > H_1$, 则沿 OP_1 矢量向低处移动数控加工运动轴 5 至高度为 H_1'' 的一点; 若 $H_1'' < H_1$, 则 H_1 在这两点之间。通过插值方法可以快速确定 P_1 点的实际坐标 (X_1, Y_1, H_1) 。其中 X_1 与 Y_1 为直接读取 X 向运动轴 3 与 Y 向运动轴 4 数据, H_1 为 Z 向运动轴 2 数据与精密位移传感器 1 合成得到的工件 6 该点的高度信息。同理可以快速确定 P_2 点的实际坐标 (X_2, Y_2, H_1) 和 P_3 点的实际坐标 (X_3, Y_3, H_1) 。

[0027] P_1 、 P_2 、 P_3 三点外接圆参数计算装置: 利用 P_1 、 P_2 、 P_3 三点的实际坐标 (X_1, Y_1, H_1) 、 (X_2, Y_2, H_1) 、 (X_3, Y_3, H_1) 计算 P_1 、 P_2 、 P_3 点外接圆圆心 C 的坐标 (X_0, Y_0, H_1) 和 P_1 、 P_2 、 P_3 点外接圆的半径 RC, 如图 4 所示。

$$[0028] \quad \begin{cases} (X_0 - X_1)^2 + (Y_0 - Y_1)^2 = RC^2 \\ (X_0 - X_2)^2 + (Y_0 - Y_2)^2 = RC^2 \\ (X_0 - X_3)^2 + (Y_0 - Y_3)^2 = RC^2 \end{cases}$$

[0029] 工件曲率半径 R 的计算装置: 将圆心 C 的坐标 (X_0, Y_0, H_1) 发送给工件数控加工机床的控制系统, 使控制系统驱动数控加工运动轴 5 移动到 C 点, 测量 C 点在工件 6 上的垂直投影点 C_1 的高度 H_2 , 得到 C_1 点的坐标 (X_0, Y_0, H_2) , 利用式 (1) 计算工件 6 的曲率半径 R:

$$[0030] \quad R = \frac{RC^2}{2(H_2 - H_1)} + \frac{(H_2 - H_1)}{2} \pm r \quad (1)$$

[0031] 其中 r 为精密位移传感器的探头半径, 当测量工件凹面时式 (1) 中的 $\pm$ 号取正号, 当测量工件凸面时式 (1) 中的 $\pm$ 号取负号。

[0032] 原则上, OP_1 、 OP_2 、 OP_3 三个矢量可以指向同一平面上的任意方向。为了计算简便, 可以设定 OP_1 矢量沿 Y 轴方向, OP_2 、 OP_3 矢量与 Y 轴负向成正负 60° 。

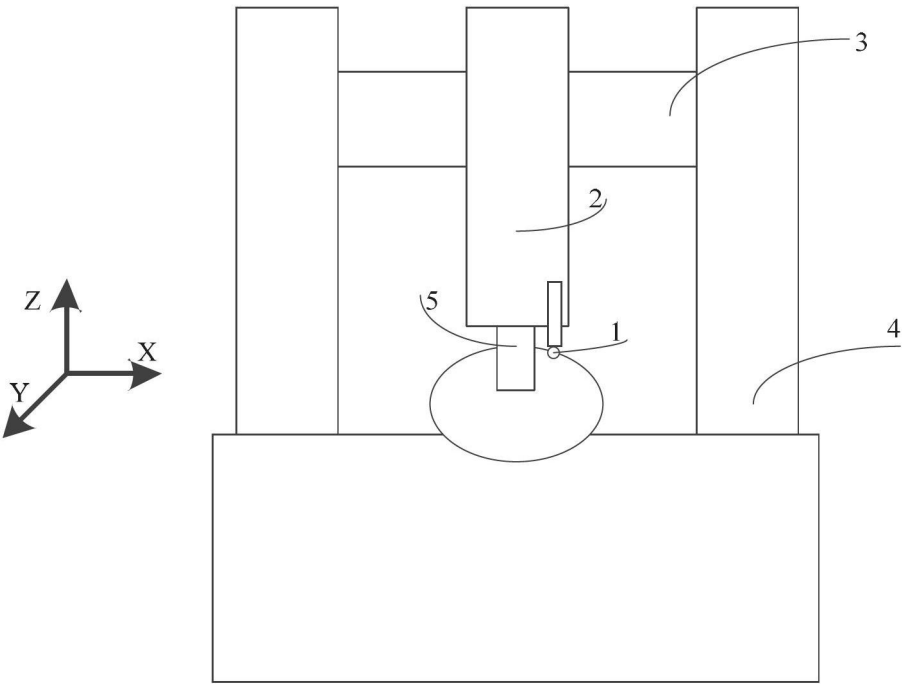


图 1

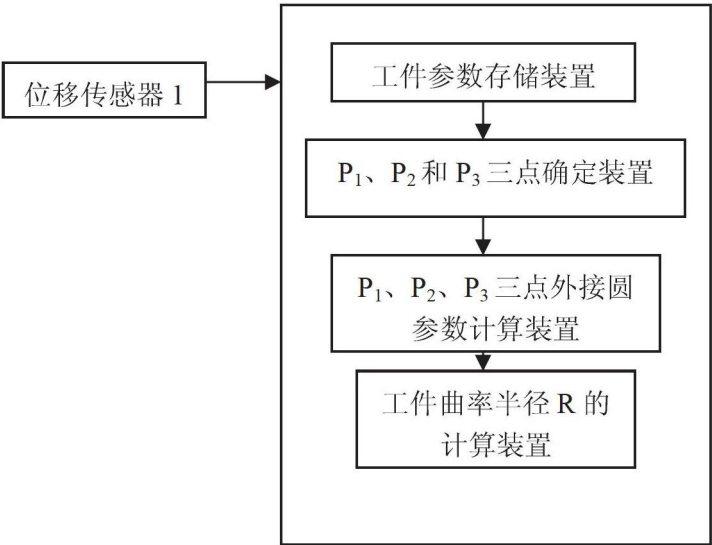


图 2

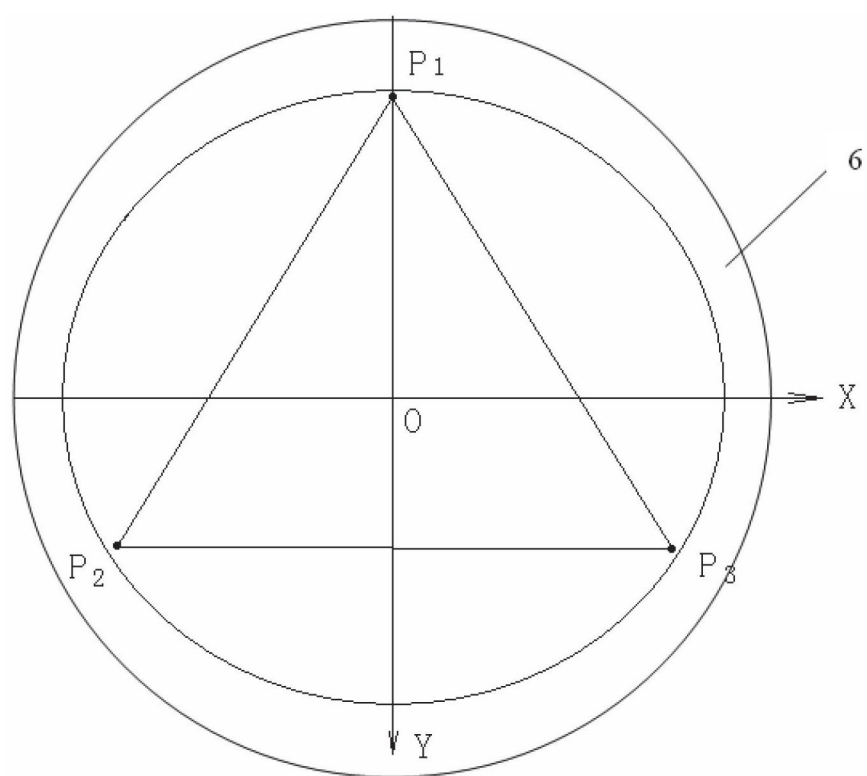


图 3

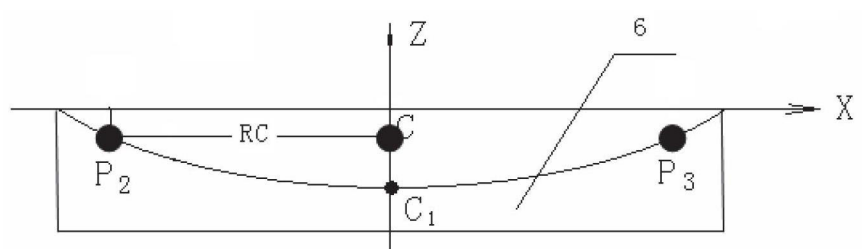


图 4