(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108534676 A
(43)申请公布日 2018.09.14

(21)申请号 201810359359.6

(22)申请日 2018.04.20

(71)申请人 西京学院
地址 710199 陕西省西安市长安区西京路1号西京学院

(72)发明人 张宁 刘润虎 黄璜

(74)专利代理机构 西安西达专利代理有限责任公司 61202
代理人 高亦哲

(51)Int.Cl.
G01B 11/00(2006.01)

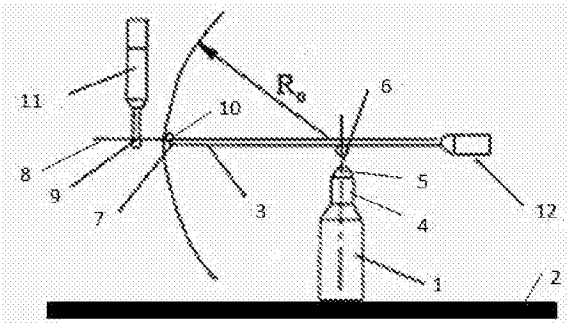
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种坐标测量机测量空间内空间误差的检验方法

(57)摘要

一种坐标测量机测量空间内空间误差的检验方法,利用基于Renishaw检查规的一种定期检验坐标测量机或数控机床空间准确度的标准装置,能够一次测量出以固定点为中心的测杆长度范围内的空间误差值。



CN 108534676 A

1.一种坐标测量机测量空间内空间误差的检验方法，包括基座(1)安装在测量机或数控机床的水平工作台(2)上，测杆(3)一端通过三个精密钢球架(4)支撑在基座顶端的精密红宝石球(5)上，形成一精密轴承(6)，测杆(3)另一端固定一精密球(7)，并通过测量叉(8)与探测头(11)前端的探针(9)形成另一个动态精密轴承(10)，所述的测量空间内空间误差的检验方法，其特征在于，包括以下步骤：

1)以操纵杆的方式测量基座(1)上样品球心的坐标；

2)让计算机控制测头(11)按预定路径到达测量位置，控制探针(9)沿径向触发测杆(3)另一端的精密球，坐标测量机将自动记录触发位置的坐标值，测量值对R_0的偏离即表示该测量位置的空间误差值，测杆的长度不同可以适应不同测量范围的需求；

3)将检查规安装在测量机空间内0°及45°的3个圆，每个圆每隔45°测量一个点，从半径测量值中得到所测范围的空间误差，通过对空间误差测算方式的分析得出，在与3个坐标轴夹角均为45°的平面内进行测量，对3个坐标轴的各项误差均敏感，让检查规按此平面与检查规旋转的多半球相交得到的曲线轨迹运行，同样每隔45°测量一个点，将一次性完成对三坐标测量机以基座(1)固定点为中心、以杆长(3)为半径的多半球范围的空间误差的测量；

4)为准确测量空间曲线，须编制控制程序，使测量机按预定路径运动到测量位置，为便于编程，首先求出空间曲线在xy平面上的投影，求出此投影的参数方程，再带入空间曲线的方程中去，即可求得空间曲线的参数方程，步骤如下：

a、坐标系的变换矩阵

坐标系O'X'Y'到坐标系OXY的转轴矩阵为：

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos H & -\sin H \\ \sin H & -\cos H \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} \qquad (1)$$

式中，H为半径矢量$\vec{R}$与O'X'轴的夹角；

b、曲线轨迹的推导

空间曲线L的方程为

$$\begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 = R_o^2 \\ x + y + z = 0 \end{cases} \qquad (2)$$

式中，R_0为转臂的长度；

通过坐标变换矩阵(1)和曲线L的方程式(2)，得到L的参数方程为：

$$\begin{aligned} x &= \frac{\overline{2}}{2} R_0 \left(\frac{1}{\overline{3}} \cos\Phi - \sin\Phi\right) \\ y &= \frac{\overline{2}}{2} R_0 \left(\frac{1}{\overline{3}} \cos\Phi + \sin\Phi\right) \qquad (3) \\ z &= -\frac{\overline{2}}{3} R_0 \cos\Phi \end{aligned}$$

式(3)即为Renishaw检查规检验坐标测量机空间误差的数学公式，在测量时，令Φ从0°递增到360°，得到空间曲线的一系列坐标，控制坐标机按这些坐标运动，即可完成测量。

一种坐标测量机测量空间内空间误差的检验方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种空间误差的检验方法，具体涉及一种坐标测量机测量空间内空间误差的检验方法。

背景技术

[0002] 随着社会的进步，科技发展对产品质量提出了越来越高的要求，坐标测量机与数控机床是保证工件测量与加工精度的关键设备，空间误差的测量方法有多种，如功能箱体法、空间球板法、激光干涉仪法等等，在这些测量方法中，功能箱体法需要建立标准实体，测量仪器昂贵，并且标定和复检过程也很复杂，而使用双频激光干涉仪进行误差检测时，仪器价格昂贵，所需时间长，为了解决上述缺点，需要提出一种精度高，操作方便，测量时间短，即可一次完成对坐标测量机测量空间内空间误差的检验方法。

发明内容

[0003] 为了克服上述现有技术的不足，本发明的目的是提供一种坐标测量机测量空间内空间误差的检验方法，利用基于Renishaw检查规的一种定期检验坐标测量机或数控机床空间准确度的标准装置，能够一次测量出以固定点为中心的测杆长度范围内的空间误差值。

[0004] 为了实现上述目的，本发明采用的技术方案是：

[0005] 一种坐标测量机测量空间内空间误差的检验方法，包括基座安装在测量机或数控机床的水平工作台上，测杆一端通过三个精密钢球架支撑在基座顶端的精密红宝石球上，形成一精密轴承，测杆另一端固定一精密球，并通过测量叉与探测头前端的探针形成另一个动态精密轴承，所述的测量空间内空间误差的检验方法，包括以下步骤：

[0006] 1)以操纵杆的方式测量基座上样品球心的坐标；

[0007] 2)让计算机控制测头按预定路径到达测量位置，控制探针沿径向触发测杆另一端的精密球，坐标测量机将自动记录触发位置的坐标值，测量值对R_0的偏离即表示该测量位置的空间误差值，测杆的长度不同可以适应不同测量范围的需求；

[0008] 3)将检查规安装在测量机空间内0°及45°的3个圆，每个圆每隔45°测量一个点，从半径测量值中得到所测范围的空间误差，通过对空间误差测算方式的分析得出，在与3个坐标轴夹角均为45°的平面内进行测量，对3个坐标轴的各项误差均敏感，让检查规按此平面与检查规旋转的多半球相交得到的曲线轨迹运行，同样每隔45°测量一个点，将一次性完成对三坐标测量机以基座固定点为中心、以杆长为半径的多半球范围的空间误差的测量；

[0009] 4)为准确测量空间曲线，须编制控制程序，使测量机按预定路径运动到测量位置，为便于编程，首先求出空间曲线在xy平面上的投影，求出此投影的参数方程，再带入空间曲线的方程中去，即可求得空间曲线的参数方程，步骤如下：

[0010] a、坐标系的变换矩阵

[0011] 坐标系O'X'Y'到坐标系OXY的转轴矩阵为：

[0012] $$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos H & -\sin H \\ \sin H & -\cos H \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} \quad (1)$$

[0013] 式中，H为半径矢量$\vec{R}$与O'X'轴的夹角；

[0014] b、曲线轨迹的推导

[0015] 空间曲线L的方程为

[0016] $$\begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 = R_o^2 \\ x + y + z = 0 \end{cases} \quad (2)$$

[0017] 式中，R_0为转臂的长度；

[0018] 通过坐标变换矩阵(1)和曲线L的方程式(2)，得到L的参数

[0019] 方程为：$$x = \frac{\sqrt{2}}{2} R_0 \left(\frac{1}{\sqrt{3}} \cos\Phi - \sin\Phi\right)$$

$$y = \frac{\sqrt{2}}{2} R_0 \left(\frac{1}{\sqrt{3}} \cos\Phi + \sin\Phi\right) \quad (3)$$

$$z = -\frac{\sqrt{2}}{3} R_0 \cos\Phi$$

[0020] 式(3)即为Renishaw检查规检验坐标测量机空间误差的数学公式，在测量时，令Φ从0°递增到360°，得到空间曲线的一系列坐标，控制坐标机按这些坐标运动，即可完成测量。

[0021] 本发明的有益效果是：

[0022] 本发明中三坐标测量机空间误差检定的方法，它能够一次测量出以固定点为中心的测杆长度范围内的空间误差值。

附图说明

[0023] 图1是本发明Renishaw检查规的原理图。

[0024] 图2是本发明的测量方法示意图。

[0025] 图3是空间曲线L示意图。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图对Renishaw原理和检查规测量方法作详细叙述。

[0027] 如图1所示，基于Renishaw检查规是一种定期检验坐标测量机或数控机床空间准确度的标准装置，它的工作原理如图1，基座1安装在测量机或数控机床的水平工作台2上，测杆3一端通过三个精密钢球架4支撑在基座顶端的精密红宝石球5上，形成一精密轴承6，测杆另一端固定一精密球7，并通过测量叉8与探测头11前端的探针9形成另一个动态精密轴承10，两个精密轴承间距离为测量标准R_0。由于配重12的平衡作用，使得测杆3在探针9上施加一个2mg的向下的力，该力的大小不足于造成触发式测头的误触发。测杆3在探针9的带动下可以在测量空间水平360°，垂直±45°范围内精确旋转，形成一标准圆弧。测杆3由特殊材料制成，重量轻、刚度高、热膨胀系数小，杆长R_0已进行精密标定。Renishaw检查规可作为高精度测量的基准。

[0028] 一种基于Renishaw检查规快速检验坐标测量机空间误差的检验步骤如下：

[0029] 1、以操纵杆的方式测量基座1上红宝石5球心的坐标。

[0030] 2、让计算机控制测头11按预定路径到达测量位置，控制探针9沿径向触发测杆3另一端的精密球，坐标测量机将自动记录触发位置的坐标值。测量值对R_0的偏离即表示该测量位置的空间误差值，测杆的长度不同可以适应不同测量范围的需求。

[0031] 如图2所示，将检查规安装在测量机空间内0°及45°的3个圆，每个圆每隔45°测量一个点，从半径测量值中得到所测范围的空间误差。通过对空间误差测算方式的分析得出，在与3个坐标轴夹角均为45°的平面内进行测量，对3个坐标轴的各项误差均敏感，让检查规按此平面与检查规旋转的多半球相交得到的曲线轨迹运行，同样每隔45°测量一个点，将一次性完成对三坐标测量机以基座1固定点为中心、以杆长3为半径的多半球范围的空间误差的测量。

[0032] 为准确测量空间曲线，须编制控制程序，使测量机按预定路径运动到测量位置。为便于编程，首先求出空间曲线在xy平面上的投影，求出此投影的参数方程，再带入空间曲线的方程中去，即可求得空间曲线的参数方程，由此完成空间误差的测量。

[0033] (1)坐标系的变换矩阵

[0034] 坐标系O'X'Y'到坐标系OXY的转轴矩阵为：

[0035] $$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos H & -\sin H \\ \sin H & -\cos H \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} \qquad (1)$$

[0036] 式中，H为半径矢量$\vec{R}$与O'X'轴的夹角。

[0037] (2)曲线轨迹的推导

[0038] 图3中空间曲线L的方程为

[0039] $$\begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 = R_o^2 \\ x + y + z = 0 \end{cases} \qquad (2)$$

[0040] 式中，R_0为转臂的长度。

[0041] 通过坐标变换矩阵(1)和曲线L的方程式(2)，得到L的参数

[0042] 方程为：$$x = \frac{\overline{2}}{2} R_0 \left(\frac{1}{\overline{3}} \cos\Phi - \sin\Phi\right)$$
$$y = \frac{\overline{2}}{2} R_0 \left(\frac{1}{\overline{3}} \cos\Phi + \sin\Phi\right) \qquad (3)$$
$$z = -\frac{\overline{2}}{3} R_0 \cos\Phi$$

[0043] 式(3)即为Renishaw检查规检验坐标测量机空间误差的数学公式。在测量时，令Φ从0°递增到360°，得到空间曲线的一系列坐标，控制坐标机按这些坐标运动，即可完成测量。

[0044] 本发明中三坐标测量机空间误差检定的方法，它能够一次测量出以固定点为中心的测杆长度范围内的空间误差值。

[0045] 本方法在坐标测量机空间误差检验中可一次定位、安装、即可完成包含X、Y、Z三个坐标轴各项几何误差因素的空间误差的检验，具有速度快、自动化程度高等特点。可适用于

各种类型的坐标测量机及数控机床的中间检查。

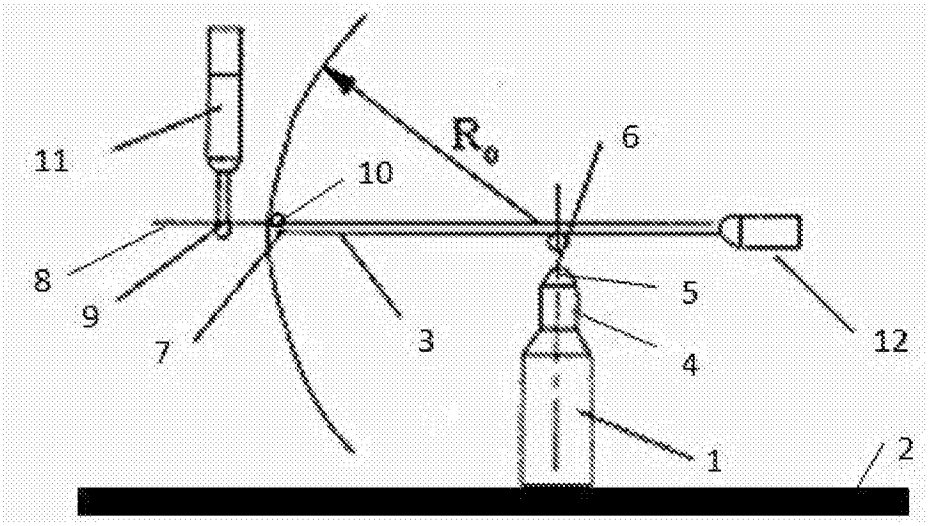


图1

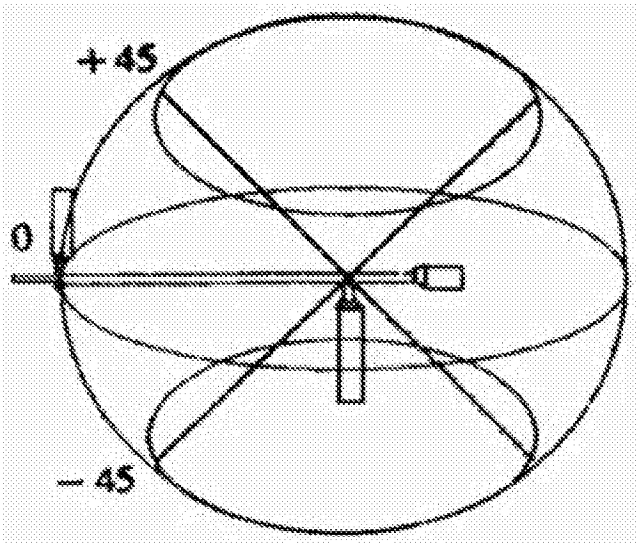


图2

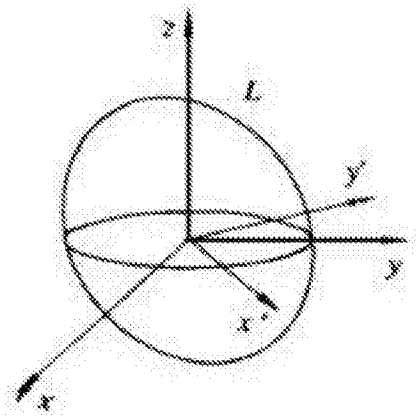


图3