

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101532912 B

(45) 授权公告日 2010.09.01

(21) 申请号 200910116612.6

(22) 申请日 2009.04.22

(73) 专利权人 合肥工业大学

地址 230009 安徽省合肥市包河区屯溪路
193号

(72) 发明人 陈晓怀 党学明 程真英 费业泰
贾振 胡茂留 黄晓明 姜珊

(74) 专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有
限责任公司 34101

代理人 何梅生

(51) Int. Cl.

G01M 13/00(2006.01)

G01D 5/00(2006.01)

G01B 11/26(2006.01)

G01B 11/02(2006.01)

(56) 对比文件

CN 101050970 A, 2007.10.10,

CN 2043906 U, 1989.09.06,

WO 96/09133 A1, 1996.03.28,

EP 0965844 A3, 1999.12.22,

US 5668455 A, 1997.09.16,

莫云峰. 精度损失实验系统装置的设计. 黑
龙江科技学院学报. 2007, 17(2), 129-132.

审查员 梁洪峰

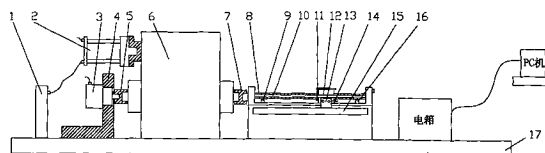
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

多功能动态精度试验系统

(57) 摘要

多功能动态精度试验系统,其特征是:设置伺服电机,减速机的输出轴通过波纹管联轴器与滚珠丝杆连接,在滚珠丝杆的螺母上固联有可沿直线导轨轴向滑移的工作台,工作台由位于滚珠丝杆两侧的直线导轨支撑;设置各测量机构包括:伺服电机中内置增量式编码器,用于测量减速机的转角的圆光栅编码器;以及用于测量工作台的位移量的滚动式光栅线位移传感器,设置多路信号数据采集卡,各测量机构的检测信号通过多路信号数据采集卡在PC机中同步显示。本发明用于研究动态系统的全系统动态误差、精度损失、误差分解和溯源等理论,为研究动态系统所具有的动态精度特性及其相关分析提供手段。



1. 多功能动态精度试验系统,在所述系统中,设置由伺服驱动器(1)控制、带动减速机(6)旋转的伺服电机(2);设置各测量机构包括:伺服电机(2)中的内置增量式编码器,以所述增量式编码器测量伺服电机(2)在 Δt 时间内的反馈脉冲数;用于测量减速机(6)的转角的圆光栅编码器(3);设置多路信号数据采集卡,各测量机构的检测信号通过多路信号数据采集卡在PC机中同步显示;其特征是:

所述减速机(6)的输出轴通过波纹管联轴器(7)与滚珠丝杆(8)连接,在所述滚珠丝杆(8)的螺母上固联有可沿直线导轨(10)轴向滑移的工作台(12),所述工作台(12)由位于滚珠丝杆(8)两侧的直线导轨(10)支撑;所述测量机构包括用于测量工作台(12)的位移量的滚动式光栅线位移传感器(15)。

2. 根据权利要求1所述的多功能动态精度试验系统,其特征是所述伺服电机(2)工作于位置控制模式,采用指令脉冲和指令方向信号输入的控制方式。

3. 根据权利要求2所述的多功能动态精度试验系统,其特征是设置伺服电机自动换向控制机构,包括在直线导轨(10)上分别设置用于限制工作台(12)的前后移动距离的前端限位器(9)和尾端限位器(16);在所述工作台(12)的对应位置上分别设置前端遮光片(11)和尾端遮光片(14),所述前端限位器(9)和尾端限位器(16)采用反射式光电传感器,两只反射式光电传感器的集电极分别接入在同一只RS触发器的输入 S_D 端和输入 R_D 端,所述RS触发器的输出Q端接入伺服驱动器(1)作为指令方向信号,实现伺服电机(2)在运动中的自动换向。

多功能动态精度试验系统

技术领域

[0001] 本发明涉及动态精度研究试验系统,用于动态测量系统精度损失,全系统动态误差建模、误差分解和溯源、精度损失建模等方面的研究,为分析动态测量系统所具有的动态精度特性提供手段。

背景技术

[0002] 当今信息时代,测试技术作为信息技术的源头,对现代科学技术起着异常重要的作用,发展十分迅速。为了适应现代科技的需要,测试技术中的动态测量发展更为突出,应用十分广泛,作为测试技术的重要基础理论—动态精度理论也必须与之相适应。

[0003] 过去长期采用的经典误差与精度理论,是以统计原理为理论知识,以正态分布为典型描述、以随机误差为评定主体来评定测量结果精度,这显然不适用于现代测试技术。

[0004] 1995年由ISO等7个国际组织制定并实施的《GUM95》,对统一世界各国测量结果精度评定起了积极作用,但是仍然主要以静态测量为主要对象,这是在还没有更科学合理方法情况下所采取的权宜措施。为了改变这种状况,近年来国内外对动态测量误差和精度理论问题给予了高度重视,国内外一系列相关学术研讨活动,大大的推动了动态测量误差与精度理论及应用的研究和发展,但由于其复杂性,仍有很多问题需要深入研究解决。

[0005] 全面系统地研究动态测量精度理论及应用,必须将动态系统内部组成因素和外部输出特性两者结合进行分析。传统的动态系统描述是把系统看成一个“黑箱”,采用时域或频域分析方法,根据输入和输出信号对系统进行建模。这种方法比较容易求得系统的传递函数,而且能反映系统的实际工作状态,但若进一步研究系统内部各组成单元对系统总输出的影响则不具有优越性,因为它不考虑系统内部各组成单元性能变化对整个系统的影响;传统分析方法建立的模型虽然具有其实时性的特点,但存在随时间变化不确定性,各组成元件的磨损老化和性能变化等均会导致系统传递函数的变化,其变化规律用“黑箱”分析建模方法难以求取。

发明内容

[0006] 本发明是为避免上述现有技术所存在的不足之处,提供一种多功能动态精度试验系统,用于研究动态系统的全系统动态误差、精度损失、误差分解和溯源等理论,为研究动态系统所具有的动态精度特性及其相关分析提供手段。

[0007] 本发明解决技术问题采用如下技术方案:

[0008] 本发明多功能动态精度试验系统的结构特点是:

[0009] 设置由伺服驱动器控制、带动减速机旋转的伺服电机,减速机的输出轴通过波纹管联轴器与滚珠丝杆连接,在滚珠丝杆的螺母上固联有可沿直线导轨轴向滑移的工作台,工作台由位于滚珠丝杆两侧的直线导轨支撑;

[0010] 设置各测量机构包括:伺服电机中的内置增量式编码器,以增量式编码器测量伺服电机在 Δt 时间内的反馈脉冲数;用于测量减速机的转角的圆光栅编码器;以及用于测

量工作台的位移量的滚动式光栅线位移传感器；

[0011] 设置多路信号数据采集卡，各测量机构的检测信号通过多路信号数据采集卡在 PC 机中同步显示。

[0012] 本发明多功能动态精度试验系统的结构特点也在于：

[0013] 所述伺服电机工作于位置控制模式，采用指令脉冲和指令方向信号输入的控制方式。

[0014] 设置伺服电机自动换向控制机构，包括在直线导轨上分别设置用于限制工作台的前后移动距离的前端限位器和尾端限位器；在工作台的对应位置上分别设置前端遮光片和尾端遮光片，前端限位器和尾端限位器采用反射式光电传感器，两只反射式光电传感器的集电极分别接入在同一只 RS 触发器的输入 S_0 端和输入 R_0 端，RS 触发器的输出 Q 端接入伺服驱动器作为指令方向信号，实现伺服电机在运动中的自动换向。

[0015] 在仪器设备的使用过程中，由于自然和人为等因素，系统的精度往往会随着时间呈下降趋势。特别是现代精密装备，由于组成系统及装备的复杂多样性，精度损失也以各种各样的形式存在，为了保证最终结果的准确性，必须依据可靠的手段来研究精度的变化，以便采用相应措施加以补偿。利用该动态精度研究试验系统研究精度损失变化规律，有助于确定系统的使用寿命和检定周期，为测量系统的预防性维护提供科学依据。

[0016] 本发明系统中包含了丰富的误差源，包括减速机、丝杠等都不同程度地影响系统的总误差。本发明利用高精度光栅传感器测量各部分的误差，进而对研究系统中各部分误差之间的关系提供了保证。

[0017] 本发明系统可以有三路信号输出，包括伺服电机在 Δt 时间内的转角 Φ_1 、减速机在 Δt 时间内的转角 Φ_2 以及工作台在 Δt 时间内的位移。通过比对电机编码器输出信号和圆光栅编码器输出信号可以研究电机和减速机之间的传动误差，通过比对圆光栅编码器和滚动式光栅线位移传感器输出信号可以研究减速机和滚珠丝杠之间的传动误差，也可以通过比对电机编码器输出信号与滚动式光栅线位移传感器输出信号来研究系统总的误差大小。

[0018] 增量式编码器、圆光栅编码器、滚动式光栅线位移传感器的输出信号均为三组差分方波信号：A+、A-、B+、B-、Z+、Z-，其中 A、B 信号相差 90° ，当电机正传时 A 相超前 B 相 90° ，当电机反转时 B 相超前 A 相 90° ，将三组信号输入到数据采集卡中，采集卡带有 32 位四元 AB 相位编码计数器，可对三路信号进行同步采集，通过 Labview 编写数据采集界面来实时显示三路信号的大小。

[0019] 在 Δt 内，电机旋转角度为 Φ_1 ，减速机的减速比为 i ，减速机在 Δt 内旋转角度为 Φ_2 ，滚珠丝杠的导程为 S ，则直线圆导轨在 Δt 内的位移为 L ，理论上应该有：

[0020] $\Phi_2 - \frac{\Phi_1}{i} = C$ (C 为常数)；

[0021]

$$L = \frac{\Phi_2 \times S}{360^\circ} ;$$

[0022] 但是由于电机和减速机之间以及减速机和滚珠丝杠之间存在传动误差，而且它们的传动精度也会随着时间慢慢降低，造成精度损失，因此它们的实际值和理论值之间存在较大偏差。利用高精度传感器配合数据采集卡可以测得它们实际值，从而进行对系统的动

态精度进行研究。

[0023] 将伺服电机在 Δt 时间内旋转的角度 Φ_1 作为比对的标准值,减速机的实际旋转角度 Φ_2 作为比较值,在 Δt 时间内,电机内置增量式编码器的输出脉冲为 N1,圆光栅编码器输出脉冲为 N2,将两路脉冲信号同步输入到采集卡中进行计数,然后在 PC 中同步显示出 Φ_1 和 Φ_2 的大小,转角误差为 $\Delta \Phi = \Phi_1 - i\Phi_2$ 。理论上 $\Delta \Phi$ 为一个常数 C,但是随着使用时间的延长,造成减速机齿轮的磨损等因素导致精度损失, $\Delta \Phi$ 成为一个随 t 变化的量,也就是 $\Delta \Phi = f(t)$,它反映了减速机在长期运行过程中的精度损失问题,通过长期的观察实验 $\Delta \Phi$ 与 t 的关系可以研究减速机在长期工作过程中的精度损失原因,找出引起减速机的精度损失来源,从而对动态系统的精度分析进行更深入的研究。

[0024] 将伺服电机的旋转角度 Φ_1 作为标准值,直线圆导轨位移 L 作为比较值,通过两者之间的关系研究整个系统的误差特性及其精度损失。

[0025] 将减速机的旋转角度 Φ_2 作为标准值,直线圆导轨位移 L 作为比较值,从而研究滚珠丝杆和直线圆导轨的传动关系以及导轨的精度损失。

[0026] 将伺服电机的旋转角度 Φ_1 作为标准值,减速机的旋转角度 Φ_2 和直线圆导轨位移 L 作为比较值,研究动态系统的误差分解和溯源以及精度损失。

[0027] 本发明多功能动态精度试验装置是一个非常典型的动态精度运动系统,通过它可以对动态系统的误差来源、误差特性等进行深入分析,对于研究动态误差的分解和溯源、建立动态测量系统最优化均匀设计理论等提供手段。

[0028] 与已有技术相比,本发明有益效果体现在:

[0029] 1、本发明采用工程中常用的运动部件和高精度的测量仪器,组成一个动态的运动系统和测量系统。利用本发明动态精度实验装置可以分析某个运动部件的动态误差,也可以分析系统总的动态误差,从而达到对动态系统误差的分解和溯源、全系统动态误差建模等动态精度理论进行更深入研究的目的。

[0030] 2、本发明系统中采用高精度光栅传感器作为测量部件,达到很高的精度等级,便于进行系统的动态误差分解和溯源等理论的研究。

[0031] 3、本发明系统中利用工程中常用的运动部件:电机、减速机、滚珠丝杠等,分析它们的动态精度特性、动态精度损失等,对动态系统的最优化设计理论具有指导意义。

[0032] 4、本发明系统可以采用 Labview 编程语言完成数据采集程序的编写,界面简洁友好,信号分析和处理功能十分强大,利用 LabSQL 数据库技术存储实验数据,便于对实验数据进行分析。

附图说明

[0033] 图 1 为本发明系统结构示意图。

[0034] 图 2 为本发明滚珠丝杆位置俯视结构示意图。

[0035] 图 3 为本发明信号采集系统框图。

[0036] 图 4 为本发明伺服电机自动换向控制机构电路原理框图。

[0037] 以下通过具体实施方式,结合附图对本发明作进一步说明。

[0038] 图中标号:1 伺服控制器、2 伺服电机、3 圆光栅编码器、5 联轴器、6 减速机、7 波纹管联轴器、8 滚珠丝杆、9 前端限位器、10 直线导轨、11 前端遮光片、12 工作台、13 读数头、14

尾端遮光片、15 滚动式光栅线位移传感器、16 尾端限位器、17 基座。

具体实施方式

[0039] 参见图 1、图 2, 系统运动机构为: 设置由伺服驱动器 1 控制、带动减速机 6 旋转的伺服电机 2, 减速机 6 为二级斜齿轮减速机, 减速机 6 有两端输出, 减速机 6 的一端输出轴通过联轴器 5 与圆光栅编码器 3 连接, 另一端通过波纹管联轴器 7 与滚珠丝杆 8 连接, 滚珠丝杆 8 与螺母通过钢球实现滚动传动; 在滚珠丝杆 8 的螺母上固联有可沿直线导轨 10 轴向滑移的工作台 12, 工作台 12 由位于滚珠丝杆 8 两侧的直线导轨 10 支撑, 直线导轨 10 为两端支撑, 中间悬空; 利用滚动式光栅线位移传感器 15 测量位移, 其中, 读数头 13 采用滚珠轴承定位和导向, 摩擦小, 灵敏度高, 读数头 13 与工作台 12 通过螺纹连接, 滚动式光栅线位移传感器 15 固定于基座 17 上, 利用读数头 13 和滚动式光栅线位移传感器 15 的相对位移精确测量工作台 12 的直线位移量。

[0040] 图 1、图 2 所示, 系统测量机构包括: 伺服电机 2 中的内置增量式编码器, 以增量式编码器测量伺服电机 2 在 Δt 时间内的反馈脉冲数; 用于测量减速机 6 的转角的圆光栅编码器 3; 以及用于测量工作台 12 的位移量的滚动式光栅线位移传感器 15。

[0041] 参见图 3, 系统信号采集为: 设置三路信号数据采集卡, 三路信号差分输入到采集卡中, 在 Labview 环境下编写采集程序实现数据的精确定时采集, 使动态系统的输出信号能够快速、实时在 PC 机中同步显示。考虑到动态精度损失及溯源需要长时间的数据参数, 因此需要提供强大的数据库支持, 可以采用 LabSQL 技术访问数据库, 完成实验数据的记录、查询和修改。

[0042] 具体实施中, 采用通用型小惯量伺服电机 2, 采用指令脉冲和指令方向信号输入的位置控制模式, 可以实现精确的位置控制。

[0043] 设置伺服电机自动换向控制机构, 包括在直线导轨 10 上分别设置用于限制工作台 12 的前后移动距离的前端限位器 9 和尾端限位器 16; 在工作台 12 的对应位置上分别设置前端遮光片 11 和尾端遮光片 14, 前端限位器 9 和尾端限位器 16 采用反射式光电传感器;

[0044] 参见图 4, 分别作为前端限位器 9 和尾端限位器 16 的两只反射式光电传感器的集电极分别接入同一只 RS 触发器的输入 S_p 端和输入 R_p 端, RS 触发器的输出 Q 端接入伺服驱动器 1 作为指令方向信号, 实现伺服电机 2 在运动中的自动换向。

[0045] 本发明系统可用于对动态测量系统所具有的精度特性、误差来源等进行更深入的分析。在动态精度理论的基础上, 可以采用小波神经网络和及多分辨分析方法对该动态精度研究试验系统进行误差的分解和溯源, 采用现代频谱分析技术、遗传算法及逆向神经网络理论和小波分析理论相结合的多种现代数学方法, 对误差分解和溯源及由此导出的精度损失函数进行更深入的研究。

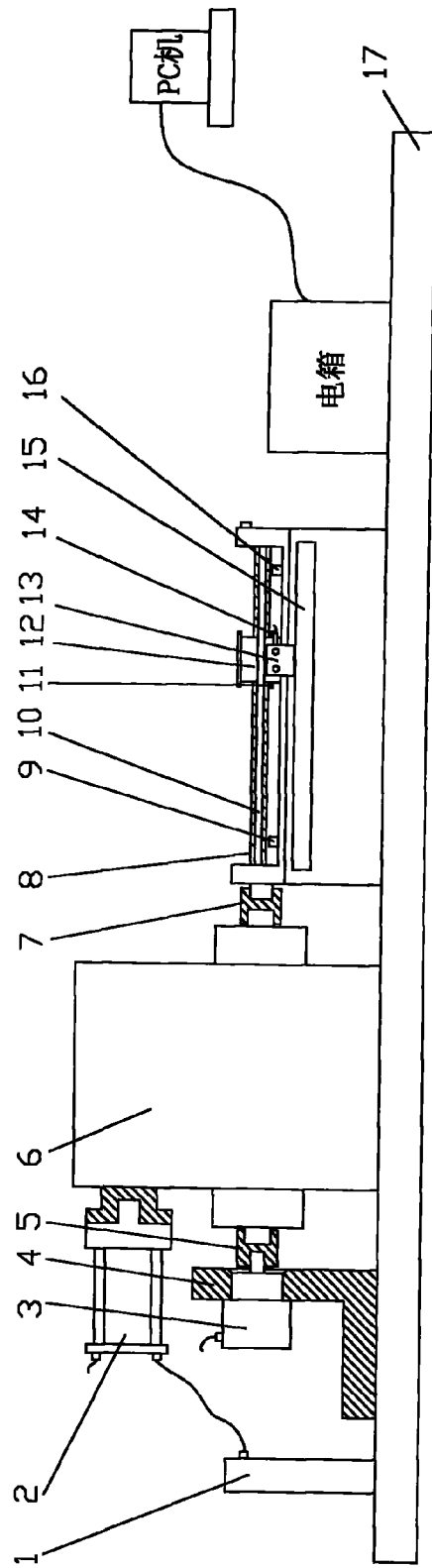


图1

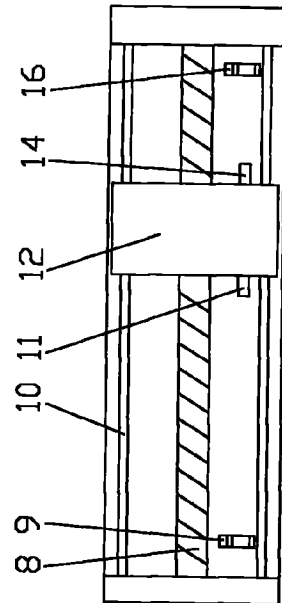


图2

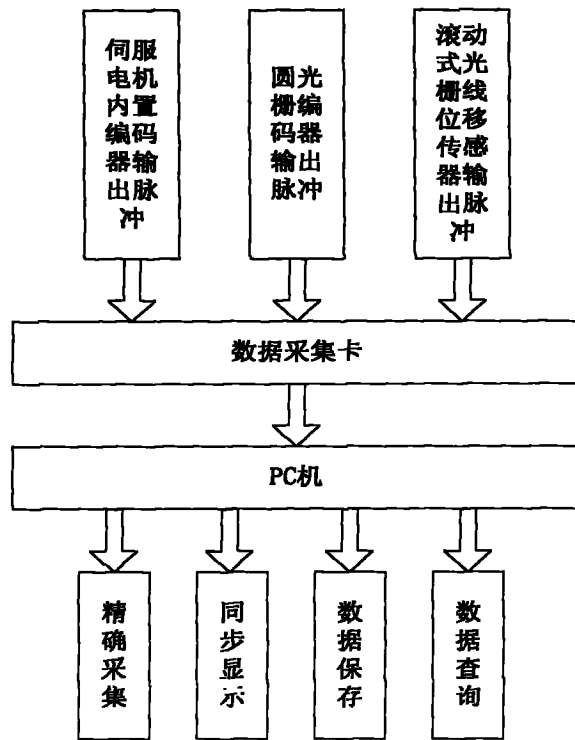


图 3

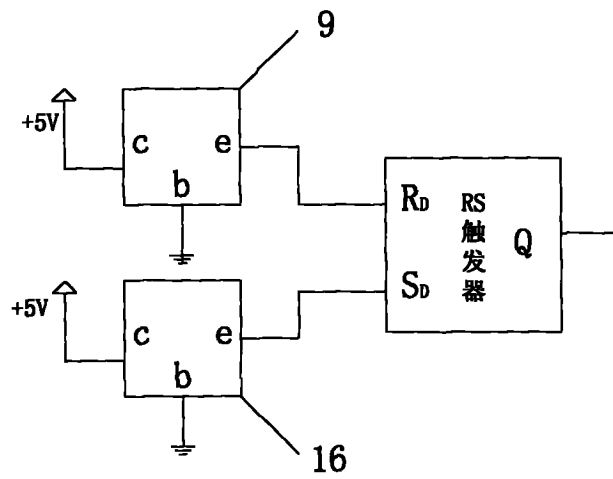


图 4