

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102658502 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 12

(21) 申请号 201210161456. 7

(22) 申请日 2012. 05. 23

(71) 申请人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街 5
号

(72) 发明人 惠梅 邓年茂

(51) Int. Cl.

B23Q 16/12(2006. 01)

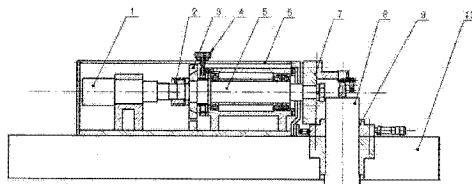
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种精密轴系圆光栅光学分度系统

(57) 摘要

本发明是一种精密轴系圆光栅光学分度系统，以精密回转轴组合圆光栅的结构形式取代传统的光学分度头，以圆光栅的非接触式光学系统而非传统的机械微动装置实现精密轴系回转的微小角度分度计量，不需要影响分度精度的传动机构以及进行光学角度细分放大的光路系统。圆光栅的莫尔条纹信号接近正弦，适合于电路处理，测量角度位移的莫尔条纹可用光电转换以数字形式显示并进行计算处理，精密轴系由电动机驱动，整个系统实现了自动分度和程序控制。该系统可起到精密轴系主轴回转角度的精密光学分度作用，并用于对光电传感器进行小角度切线运动及精度测试与标定。克服了以往光学分度系统的不足，结构紧凑，调节方便灵活，对工作环境要求较低，且成本较低。



1、驱动电机；2、联轴节；3、圆光栅机构；4、锁紧机构；5、精密轴系；6、箱体；7、光电信感基座；8、气浮轴；9、微调机构；10、平板

1. 一种精密轴系圆光栅光学分度系统,其特征在于:精密轴系支撑圆光栅机构及光电传感器,驱动电机带动精密轴系转动并由锁紧机构定位,微调机构调节气浮轴承的回转轴与光电传感器光轴重合,联轴节联接驱动电机与精密轴系的主轴,系统的各组成部分都紧凑地布置在一个整体式的箱体内,与箱体连接成一体后固定在平板上。

2. 如权利要求1所述的一种精密轴系圆光栅光学分度系统,其特征在于:精密轴系包括主轴和轴承,主轴支承圆光栅并与之一起回转,轴承由一对向心推力轴承及向心球轴承组成,向心推力轴承置于轴的前端,向心球轴承置于轴的后端并处于游移状态,以补偿由于温度的变化而导致的轴长度的伸缩。

3. 如权利要求2所述的一种精密轴系圆光栅光学分度系统,其特征在于:精密轴系转动时,向心推力轴承防止主轴的轴向窜动,以避免轴向位移引起的圆光栅光闸条纹间距的变化。

4. 如权利要求3所述的一种精密轴系圆光栅光学分度系统,其特征在于:为使精密轴系主轴具有精确回转定位功能,设计了一个锁紧机构。

5. 如权利要求1所述的一种精密轴系圆光栅光学分度系统,其特征在于:圆光栅机构包括圆光栅及读数头,圆光栅为环状不锈钢结构,不锈钢内圈为锥面,不锈钢外圈上直接刻线,20 μ m 棚距,角分辨率可达0.01弧秒,大内径、小截面的钢圈设计使其结构紧凑,低质量、低惯性,锥面安装易于集成并可减少安装误差,可调式读数头与圆光栅间的径向距离为0.8±0.1mm,读数头进行光栅读数,内置光源LED。

6. 如权利要求5所述的一种精密轴系圆光栅光学分度系统,其特征在于:圆光栅机构为非接触式光学结构系统,起着对精密轴系的回转运动进行数字计量的作用,具有零摩擦和零机械磨损、零机械磁滞、零反向间隙的特点,小的惯性力矩可以用最小的扭矩和最快的速度定位待测量的角度。

7. 如权利要求6所述的一种精密轴系圆光栅光学分度系统,其特征在于:为了便于观察莫尔条纹,圆光栅安置在主轴的端部,置于向心球轴承外。

8. 如权利要求7所述的一种精密轴系圆光栅光学分度系统,其特征在于:为减小主轴扭转刚度及晃动带来的误差,设计时使圆光栅尽量靠近工作件,即靠近光电传感器。

9. 如权利要求1所述的一种精密轴系圆光栅光学分度系统,其特征在于:精密轴系主轴的回转由驱动电机三个环路组成的闭环跟踪系统控制,这三个环路分别为位置环、速度环和电流环,位置环采用数字控制方式,电流环和速度环采用模拟控制方式。

10. 如权利要求9所述的一种精密轴系圆光栅光学分度方法,其特征在于:驱动电机不经过减速系统直接驱动主轴的微小角度转动,处于堵转或低速状态下输出大转矩,具有响应速度快、定位精度高、转矩、转速波动小、能在很低转速下稳定运行、机械特性和调节特性线性度好。

一种精密轴系圆光栅光学分度系统

■技术领域

[0001] 本发明涉及一种光学分度系统,特别是一种精密轴系圆光栅光学分度系统。

■背景技术

[0002] 对现有的光学分度系统介绍如下。

[0003] 当工件绕自身轴线回转一定角度,完成等分或不等分的圆周分度时,需要光学分度装置完成。现有的光学分度系统通常由光学分度头实现。光学分度头是利用一个度盘和一套对度盘上的刻线进行瞄准测微的光学放大装置来分度定位的,是一种对装夹在其主轴上的工件进行角度分度或进行角度检验的精密光学计量仪器,主轴上装有精密的玻璃或金属刻度盘作为角度基准元件进行圆周分度和测量,通过显微光路系统、投影光路系统和数显光路系统等光学或光电系统对分度头旋转角度进行光学角度细分分度,再由目镜、光屏或数显放大装置读出角度微数值。依靠传动系统的大传动比带动主轴转动,使光学分度头的读数最小值很小。传动系统不可避免具有空程误差,为消除或减小空程误差,需要合理的消间隙机构。目前国内已研制出数字显示的度盘式光学分度头,可作为高精度零件的圆周角度测量工具,或者和精密机床配合作为精密加工的分度装置,采用度盘刻线和光电接收,主要适用于精密加工和角度计量,配合适当装置还能进行多种动态测量。

[0004] 综上所述,光学分度头能够一定程度上提供光学分度功能,精度分析和实际应用表明其可以满足精度需要,但是光学分度头需要复杂的光路系统,庞大的传动系统以降低传动比,因而其整体尺寸较大,传动系统的空程误差难于消除,精度装调麻烦,对工作环境要求较高,且成本较高。

■发明内容:

[0005] 本发明提供一种精密轴系圆光栅光学分度系统,以精密轴系组合圆光栅的结构形式实现传统的光学分度头的功能,圆光栅的莫尔条纹信号接近正弦,适合于电路处理,测量角度位移的莫尔条纹可用光电转换以数字形式显示并进行计算处理,精密轴系由电动机驱动,整个系统实现了自动分度和程序控制。

[0006] 一种精密轴系圆光栅光学分度系统,包括驱动电机、联轴节、圆光栅机构、锁紧机构、精密轴系、箱体、光电传感器座、气浮轴、微调机构、平板。

[0007] 本发明是由以下技术方案来实现:①精密轴系圆光栅光学分度系统中的精密轴系的精度直接影响该系统的光学分度精度,精密轴系包括主轴和轴承。主轴是支承圆光栅并与之一起回转的核心构件,主轴与主轴座材料的线膨胀系数相差很小,因此轴向间隙变化的影响可忽略不计。精密轴系的主轴主要承受径向力和少量的轴向力,选用单列向心推力球轴承,该轴承除能负担径向载荷外,还能承受相当大的轴向载荷,由于其只能受一个方向的轴向力,所以在设计时将其面对面成对使用并放置在主轴的前后两端。为增加轴的刚度和减小轴工作时的晃动,在轴长度确定的情况下,尽量增大轴承的跨距并使主轴前部的悬伸端尽可能短。轴承由一对向心推力轴承及向心球轴承组成。一对向心推力轴承置于轴的

前端，推力轴承防止主轴的轴向窜动以避免引起圆光栅光闸条纹间距的变化，以免影响圆光栅输出信号，向心球轴承置于轴的后端并处于游移状态，以补偿由于温度的变化而导致的轴长度的伸缩。轴承采用半运动学式结构，半运动式轴承属于低速精密滑动轴承，在相同参数条件下比标准式轴承容易得到更高的置中精度，它的特点如下：用小面积或线接触代替点接触的结构，该结构适用于小负荷，相对运动速度低，工作精度要求高的结构中，轴承套固定不动，轴旋转、轴套的锥形表面和主轴的外圆之间有一圈锥面滚珠，锥面滚珠支承既具有支承重量的作用，又具有自动定心的作用；由于采用精密钢珠支承，支承点是滚动摩擦，因此，转动时摩擦力矩小，启动灵活，磨损小，寿命长，同时对温度不敏感，低温时不致发生卡死现象。②精密轴系圆光栅光学分度系统中的圆光栅机构是整个系统中最重要的元件，起着对精密轴系的回转运动进行数字计量的作用，是精密的角度编码器，圆光栅依靠精密轴系保证其高精度地工作。圆光栅机构为非接触式光学结构系统，具有零摩擦和零机械磨损，零机械磁滞、零反向间隙的特点。它由圆光栅、红外发光二极管、相位光栅及读数头等元件组成，其核心元件是光栅和读数头。圆光栅为环状不锈钢结构，不锈钢内圈为锥面，不锈钢外圈上直接刻线， $20 \mu\text{m}$ 棚距，角分辨率可达 0.01 弧秒，锥面安装易于集成，减少安装误差，大内径、小截面的钢圈设计使其结构紧凑，低质量、低惯性。读数头进行光学分度角度读出，内置光源 LED，安装时可进行位置调整。③驱动电机带动精密轴系转动并由锁紧机构定位，联轴节联接驱动电机与精密轴系的主轴，微调机构调节气浮轴的回转轴与光电传感器光轴重合以实现零位对中，整个系统封闭在箱体中并固定在平板上。

[0008] 本发明的目的是以精密轴系圆光栅分度系统取代传统的光学分度头对角度进行精密分度，系统减去了影响分度精度的传动机构，以圆光栅的非接触式光学结构而非传统的机械微动装置及光学放大系统实现了精密轴系的微小角度的分度计量。

[0009] 有益效果

[0010] 本发明所述为一种精密轴系圆光栅光学分度系统，可起到回转角度的精密光学分度作用，并用于对光电传感器进行小角度切线运动及精度测试与标定。该系统能够克服以往光学分度系统的不足，结构紧凑，调节方便灵活，易实现自动分度和程序控制，对工作环境要求较低，且成本较低。

■附图说明

[0011] 图 1 为精密轴系圆光栅分度系统外型图

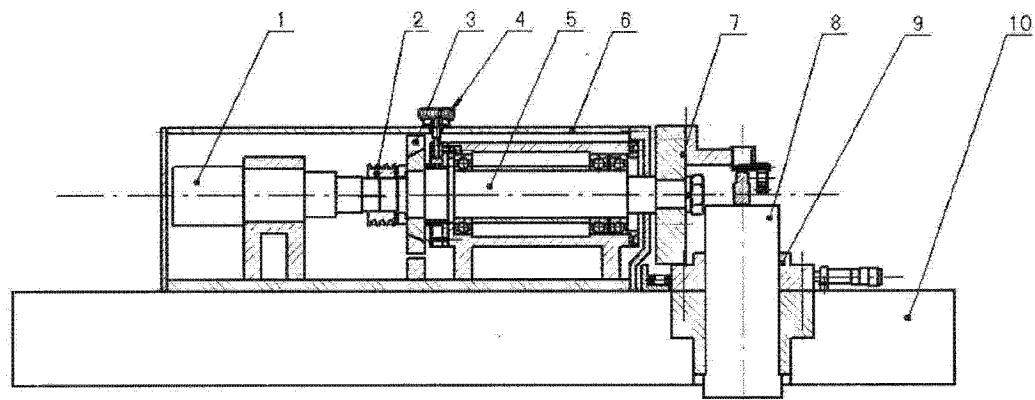
[0012] 图 2 为基于本发明的圆光栅机构读数原理示意图

[0013] 1- 驱动电机 2- 联轴节 3- 圆光栅机构 4- 锁紧机构 5- 精密轴系 6- 箱体
7- 光电传感器座 8- 气浮轴 9- 微调机构 10- 平板

■具体实施方式

[0014] 下面结合附图对本发明做进一步描述：如图 1 所示，驱动电机 1 通过联轴节 2 驱动精密轴系 5 回转运动，圆光栅机构 3 对精密轴系 5 的回转角度进行光学读出，锁紧机构 4 的功能是防止圆光栅机构 3 中读数头位置的走动，光电传感器座 7 与精密轴系 5 连接成一体，当精密轴系 5 小角度旋转时，光电传感器座 7 随之转动，安装在光电传感器座 7 上待标定的光电传感器做精确的小角度切线运动，精密轴系 5 的回转实现待标定的光电传感器与高速

旋转的转子间的微小角度偏移,以模拟相对于水平面的表观运动角度,圆光栅机构 3 实现对微小角度的精密分度测量,气浮轴 8 支撑高速旋转的转子,微调机构 9 的功能是微调气浮轴 8 的回转轴线使其与光电传感器光轴对中,使待标定的光电传感器与高速旋转的转子间实现初始零位对准,箱体 6 对整个系统起保护作用并使其整体安装在平板 10 上。图 2 显示在圆光栅对径位置采用双读数头进行双向光学读数,补偿两个中心不同心所造成的读数误差,以消除主轴回转中心与圆光栅几何中心之间的径向跳动,提高主轴回转角度读出精度,从而提高整个精密轴系的分度精度。



1、驱动电机；2、联轴节；3、圆光栅机构；4、锁紧机构；5、精密轴系；6、箱体；7、光电传感器座；8、气浮轴；9、微调机构；10、平板

图 1

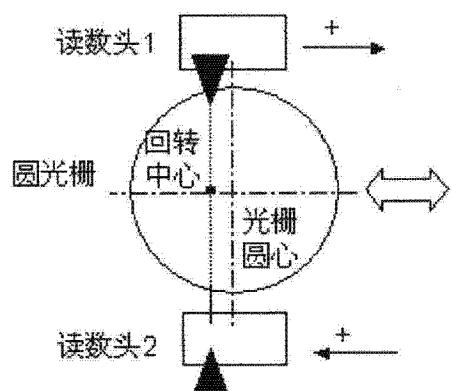


图 2