



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102513878 A

(43) 申请公布日 2012.06.27

(21) 申请号 201110453290.1

(22) 申请日 2011.12.30

(71) 申请人 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

(72) 发明人 唐玉国 朱继伟 巴音贺希格  
齐向东 王宏柱

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 张伟

(51) Int. Cl.

B230 15/00 (2006-01)

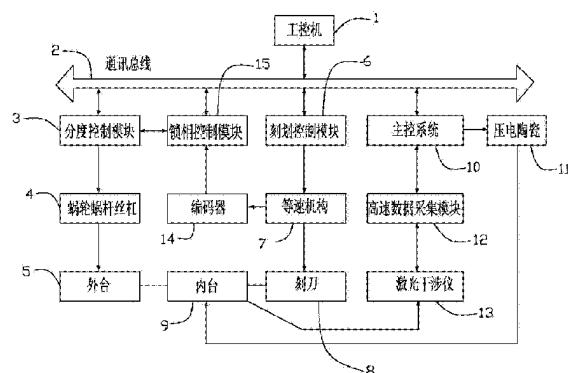
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

光栅刻划机控制系统

### (57) 摘要

一种光栅刻划机控制系统包括工控机、主控系统、分度控制模块、刻划控制模块、锁相控制模块以及高速数据采集模块，工控机负责整机运行状态反馈，主控系统根据不同的刻划方式实时控制刻划机各部分的运行，并根据刻划方式的不同对内台进行微定位，分度控制模块和刻划控制模块通过对伺服电机的控制驱动分度机构和刻划机构运行，锁相控制模块在连续刻划的方式下控制分度机构和刻划机构以相同的相位运行，高速数据采集模块为主控系统进行微定位控制时提供实时的位置信息。利用本发明的刻划机可同时兼顾两种刻划方式，且由于引入伺服技术而取消了传统的齿轮结构，可根据不同的光栅参数要求设定其运行参数，拓宽了光栅刻划机的工作范围。



1. 一种光栅刻划机控制系统,其特征在于:该控制系统包括工控机、主控制系统、分度控制模块、刻划控制模块、锁相控制模块以及高速数据采集模块,所述工控机与所述控制系统的其它部分相连,负责整机运行状态反馈,所述主控制系统根据不同的刻划方式实时控制光栅刻划机各部分的运行,并根据刻划方式的不同对所述光栅刻划机的内台进行微定位,所述分度控制模块和所述刻划控制模块通过对伺服电机的控制驱动所述光栅刻划机的分度机构和刻划机构运行,所述锁相控制模块在所述光栅刻划机以连续刻划的方式运行时使所述分度机构和所述刻划机构的输出相位基本相同,所述高速数据采集模块为所述主控制系统进行微定位控制时提供实时的位置信息。

2. 如权利要求1所述的光栅刻划机控制系统,其特征在于:所述锁相控制模块通过所述刻划机构的编码器反馈所述刻划机构的运行状态,计算出所述分度机构为保持与所述刻划机构运行相位相同情况下所述分度机构的控制量并传递给所述分度控制模块以驱动分度所述伺服电机,以使所述分度机构和所述刻划机构的输出相位基本相同。

3. 如权利要求1所述的光栅刻划机控制系统,其特征在于:所述主控制系统通过所述高速数据采集模块采集所述光栅刻划机内台的位置信息,通过微定位算法计算压电陶瓷的运动量对内台的误差进行补偿而实现内台的微定位。

4. 如权利要求1所述的光栅刻划机控制系统,其特征在于:所述分度控制模块、所述主控制系统以及所述高速数据采集模块与所述光栅刻划机的蜗轮蜗杆丝杠、外台、内台、压电陶瓷及激光干涉仪一起构成所述光栅刻划机的所述分度机构。

5. 如权利要求4所述的光栅刻划机控制系统,其特征在于:所述分度控制模块与所述光栅刻划机的蜗轮蜗杆丝杠、外台、内台一起构成所述光栅刻划机的宏定位机构。

6. 如权利要求4所述的光栅刻划机控制系统,其特征在于:所述主控制系统和所述高速数据采集模块以及所述光栅刻划机的压电陶瓷、激光干涉仪一起构成所述光栅刻划机的微定位机构。

7. 如权利要求1所述的光栅刻划机控制系统,其特征在于:所述刻划控制模块和所述锁相控制模块以及所述光栅刻划机的等速机构、刻刀、编码器一起构成所述光栅刻划机的所述刻划机构。

8. 如权利要求1所述的光栅刻划机控制系统,其特征在于:所述刻划方式的不同包括连续刻划和间歇刻划。

9. 如权利要求8所述的光栅刻划机控制系统,其特征在于:当所述光栅刻划机以所述间歇刻划的方式运行时,所述分度控制模块与所述光栅刻划机的蜗轮蜗杆丝杠、外台、内台运行一个光栅常数后停止运行并通过所述主控制系统、所述高速数据采集模块和所述光栅刻划机的压电陶瓷与激光干涉仪进行第二级微定位,然后由所述刻划控制模块和所述光栅刻划机的所述等速机构与所述刻刀完成光栅的一条刻线。

10. 如权利要求8所述的光栅刻划机控制系统,其特征在于:当所述光栅刻划机以所述连续刻划的方式运行时,所述分度控制模块与所述光栅刻划机的丝杠、外台和内台构成所述分度机构与所述刻划控制模块和所述光栅刻划机的所述等速机构和所述刻刀构成的所述刻划机构连续运行。

## 光栅刻划机控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种光栅刻划领域,特别是涉及一种光栅刻划机的控制系统。

### 背景技术

[0002] 光栅刻划机的主体结构分为分度机构和刻划机构。分度机构主要用于承载光栅基底沿垂直于刻划方向的运动,完成光栅常数的定位(即光栅两条刻线间的距离)。刻划机构主要用于带动金刚石刻刀在光栅基底上完成光栅刻槽。分度机构由于需要承载光栅基底完成光栅常数的运动,因此不同精度的光栅对分度机构的定位精度要求不一致。对于高精度光栅刻划而言,由于需要达到纳米级定位精度,完全凭借精密机械加工手段不可能保证分度机构的传动链实现纳米级的定位精度,而且对于纯机械定位机构还存在爬行这一严重影响定位精度的问题。因此目前在纳米级精度定位工作台上一般采用内外两层台的结构,即宏微两级定位结构,这种结构中内台通过柔性铰链结构与外台连接。宏定位主要是通过蜗轮蜗杆及丝杠传动链驱动外台完成第一级定位精度,一般可达到微米级精度,然后通过固定于内外层台之间的压电陶瓷(PZT)驱动柔性铰链进行微定位,实现最后的纳米级定位精度。

[0003] 光栅刻划机根据分度机构与刻划机构相对运动方式的不同主要分为连续刻划和间歇刻划两种方式。连续刻划时分度机构和刻划机构均连续运行,但由于两套机构具有不同的传动链结构,在其各自的运动终端其输出速度的相位会存在差异,而这种差异将直接导致所刻划的光栅在光栅常数上出现误差进而影响整个光栅的性能。因此连续刻划利用锁相控制使分度机构和刻划机构在其运动终端的输出相位稳定在一定的误差范围内,进而实现高精度光栅的刻划。间歇刻划时分度机构和刻划机构的运动相对独立,刻划机构连续运行,但分度机构运动不是连续的而是完成一个光栅常数的定位后分度机构停止运动,此时刻划机构控制金刚石刻刀落刀完成光栅刻槽。对大面积光栅连续刻划方式效率更高运行时间更短;从刻划机结构及设计难度而言间歇刻划要比连续刻划要简单,更适合刻划小面积光栅。目前世界范围内可实现光栅刻划的刻划机均采用单一的刻划方式,如MIT-C机是连续刻划方式,而中科院长春光机所的3、4号机均为间歇刻划方式。对于以上刻划机由于其在刻划和分度机构传动链结构的驱动上很少引入伺服控制,因此在进行分度或刻划参数调整时,主要利用高精密的机械齿轮通过设计不同的齿轮组合来实现不同光栅常数的光栅刻划,因此每一台刻划机所能刻划的光栅种类受到齿轮组合的种类、加工装调精度等因素的限制,使其刻划的光栅在种类和性能等方面受到诸多限制。

### 发明内容

[0004] 针对目前光栅刻划机存在的问题,本发明借助于现代科技在伺服驱动及精密定位技术上的优势设计出全新的光栅刻划机控制系统,使其既可以兼顾两种刻划方式,而且通过将电机伺服技术引入分度和刻划机构,取消了传统的精密齿轮结构,可以根据不同的光栅参数要求设定其运行参数,极大的拓宽了光栅刻划机的工作范围。

[0005] 本发明提供的光栅刻划机控制系统，包括工控机、主控制系统、分度控制模块、刻划控制模块、锁相控制模块以及高速数据采集模块，所述工控机与所述控制系统的其它部分相连，负责整机运行状态反馈，所述主控制系统根据不同的刻划方式实时控制光栅刻划机各部分的运行，并根据刻划方式的不同对所述光栅刻划机的内台进行微定位，所述分度控制模块和所述刻划控制模块通过对伺服电机的控制驱动所述光栅刻划机的分度机构和刻划机构运行，所述锁相控制模块在所述光栅刻划机以连续刻划的方式运行时使所述分度机构和所述刻划机构的输出相位基本相同，所述高速数据采集模块为所述主控制系统进行微定位控制时提供实时的位置信息。

[0006] 根据本发明的一个实施例，所述锁相控制模块通过所述刻划机构的编码器反馈所述刻划机构的运行状态，计算出所述分度机构为保持与所述刻划机构运行相位相同情况下所述分度机构的控制量并传递给所述分度控制模块以驱动分度所述伺服电机，以使所述分度机构和所述刻划机构的输出相位基本相同。

[0007] 根据本发明的一个实施例，所述主控制系统通过所述高速数据采集模块采集所述光栅刻划机内台的位置信息，通过微定位算法计算压电陶瓷的运动量对内台的误差进行补偿而实现内台的微定位。

[0008] 根据本发明的一个实施例，所述分度控制模块、所述主控制系统以及所述高速数据采集模块与所述光栅刻划机的蜗轮蜗杆丝杠、外台、内台、压电陶瓷及激光干涉仪一起构成所述光栅刻划机的所述分度机构。

[0009] 根据本发明的一个实施例，所述分度控制模块与所述光栅刻划机的蜗轮蜗杆丝杠、外台、内台一起构成所述光栅刻划机的宏定位机构。

[0010] 根据本发明的一个实施例，所述主控制系统和所述高速数据采集模块以及所述光栅刻划机的压电陶瓷、激光干涉仪一起构成所述光栅刻划机的微定位机构。

[0011] 根据本发明的一个实施例，所述刻划控制模块和所述锁相控制模块以及所述光栅刻划机的等速机构、刻刀、编码器一起构成所述光栅刻划机的所述刻划机构。

[0012] 根据本发明的一个实施例，所述刻划方式的不同包括连续刻划和间歇刻划。

[0013] 根据本发明的一个实施例，当所述光栅刻划机以所述间歇刻划的方式运行时，所述分度控制模块与所述光栅刻划机的蜗轮蜗杆丝杠、外台、内台运行一个光栅常数后停止运行并通过所述主控制系统、所述高速数据采集模块和所述光栅刻划机的压电陶瓷与激光干涉仪进行第二级微定位，然后由所述刻划控制模块和所述光栅刻划机的所述等速机构与所述刻刀完成光栅的一条刻线。

[0014] 根据本发明的一个实施例，当所述光栅刻划机以所述连续刻划的方式运行时，所述分度控制模块与所述光栅刻划机的丝杠、外台和内台构成所述分度机构与所述刻划控制模块和所述光栅刻划机的所述等速机构和所述刻刀构成的所述刻划机构连续运行。

[0015] 本发明通过采用伺服控制技术直接驱动分度机构和刻划机构，不仅降低超精密机械传动链设计、加工、装调的难度，最重要的是在兼顾间歇和连续两种刻划方式的同时可通过修改伺服系统控制参数即可刻划任意光栅常数的光栅，极大的拓展了光栅刻划机所能刻划的光栅种类及其性能。

[0016] 上述说明仅是本发明技术方案的概述，为了能够更清楚了解本发明的技术手段，而可依照说明书的内容予以实施，并且为了让本发明的上述和其他目的、特征和优点能够

更明显易懂,以下特举较佳实施例,并配合附图,详细说明如下。

## 附图说明

[0017] 图 1 所示为应用本发明控制系统的光栅刻划机的架构示意图。

## 具体实施方式

[0018] 为更进一步阐述本发明为达成预定发明目的所采取的技术手段及功效,以下结合附图及较佳实施例,对依据本发明提出的光栅刻划机控制系统具体实施方式、结构、特征及其功效,详细说明如后。

[0019] 图 1 所示为应用本发明控制系统的光栅刻划机的架构示意图。如图 1 所示,光栅刻划机的控制系统包括工控机 1、主控系统 10、分度控制模块 3、刻划控制模块 6、锁相控制模块 15 以及高速数据采集模块 12。控制系统的各个组成部分与光栅刻划机的蜗轮蜗杆丝杠 4、外台 5、内台 9、压电陶瓷 11、激光干涉仪 13、等速机构 7、刻刀 8、编码器 14 等元件共同协作,以伺服控制的方式完成光栅的刻划。

[0020] 其中,分度控制模块 3、蜗轮蜗杆丝杠 4、外台 5、内台 9、主控系统 10、压电陶瓷 11、高速数据采集模块 12、激光干涉仪 13 构成光栅刻划机的分度机构,以完成光栅基底的宏微两级定位而准确走出所刻光栅的光栅常数。更具体地说,分度控制模块 3、蜗轮蜗杆丝杠 4、外台 5 以及内台 9 构成宏定位机构,用于通过蜗轮蜗杆丝杠 4 组成的传动链驱动外台 5 完成第一级定位精度;主控系统 10、压电陶瓷 11、高速数据采集模块 12 以及激光干涉仪 13 构成微定位机构,用于通过固定于内外 9 和外台 5 之间的压电陶瓷 11 驱动柔性铰链进行第二级微定位,实现最后的纳米级定位精度。刻划控制模块 6、等速机构 7、刻刀 8、编码器 14 以及锁相控制模块 15 构成光栅刻划机的刻划机构,用于带动金刚石刻刀 8 在设于内台 9 的光栅基底上进行刻划。

[0021] 在光栅刻划机的控制系统中,工控机 1 主要负责整机运行状态反馈,其通过通讯总线 2 与控制系统的其它组成部分相连,实时提供光栅刻划机各部分的运行状态,存储并管理系统运行时的各种数据,如激光干涉仪 13 对内台 9 位移的测量信息等。

[0022] 主控系统 10 在进行连续刻划和间歇刻划的过程中根据不同的刻划方式实时控制各部分的运行,并通过高速数据采集模块 12 采集内台 9 的位置信息,通过微定位算法计算压电陶瓷 11 的运动量对内台 9 的误差进行补偿,最终实现内台 9 的微定位。

[0023] 分度控制模块 3 和刻划控制模块 6 通过对伺服电机的控制驱动分度机构和刻划机构运行。分度控制模块 3 和刻划控制模块 6 的具体运行参数在刻划开始时由工控机 1 通过通讯总线 2 装入,然后根据主控系统 10 发出的指令运行。

[0024] 锁相控制模块 15 主要在连续刻划时起作用,连续刻划时刻划控制模块 6 控制刻划机构以设定速度运行,这时锁相控制模块 15 通过刻划机构的编码器 14 反馈刻划机构的运行状态,然后计算出分度机构为保持与刻划机构运行相位相同的情况下分度机构的控制量并传递给分度控制模块 3 以驱动分度伺服电机,而使分度机构和刻划机构的输出相位基本相同。

[0025] 高速数据采集模块 12 主要是为主控系统 10 进行微定位控制时提供实时的位置信息。由于激光干涉仪 13 数据输出支持外部并口输出方式,但其输出硬件接口协议与主控系

统 10 对外部器件的协议不兼容,因此通过 FPGA(Field-Programmable Gate Array, 现场可编程门阵列) 技术设计硬件采集系统将激光干涉仪 13 硬件接口输出的数据“翻译”为主控系统 10 可接收的格式。

[0026] 光栅刻划机运行时通过工控机 1 设置其运行方式并传送各个控制模块所需要的运行参数, 主控系统 10 根据所设定的运行模式实时控制各个部分的运行并根据运行模式的不同对内台 9 进行微定位。

[0027] 当进行间歇刻划时, 分度控制模块 3、蜗轮蜗杆丝杠 4、外台 5、内台 9 构成的宏定位机构运行一个光栅常数后停止运行并通过主控系统 10、压电陶瓷 11、高速数据采集模块 12、激光干涉仪 13 构成的微定位机构进行第二级微定位, 然后由刻划控制模块 6、等速机构 7、刻刀 8 构成的刻划机构完成光栅的一条刻线。

[0028] 当进行连续刻划时, 由分度控制模块 3、丝杠 4、外台 5、内台 9 构成的分度机构和刻划控制模块 6、等速机构 7、刻刀 8 构成的刻划机构连续运行。此时编码器 14 为锁相控制模块 15 提供一个基准信号, 锁相控制模块 15 根据基准信号及所刻光栅要求的分度机构和刻划机构的相位信息计算出分度机构的运行误差, 以保证分度机构和刻划机构始终保持同相位的运动完成光栅刻划。

[0029] 综上所述, 本发明的主要优点体现在以下几方面:

[0030] 1. 由于采用伺服系统直接驱动分度及刻划机构替代了传统刻划机中的机械齿轮组合实现变速, 降低了刻划机在精密机械设计、加工及装调等方面难度;

[0031] 2. 可以极大的拓宽所设计光栅刻划机的工作范围, 通过修改伺服系统控制参数即可刻划任意光栅常数的光栅, 满足多种光栅刻划的工作条件, 避免了传统机械式刻划机的工作方式单一、刻划光栅种类有限的问题, 具有广泛的使用价值。

[0032] 以上所述, 仅是本发明的较佳实施例而已, 并非对本发明作任何形式上的限制, 虽然本发明已以较佳实施例揭露如上, 然而并非用以限定本发明, 任何熟悉本专业的技术人员, 在不脱离本发明技术方案范围内, 当可利用上述揭示的技术内容作出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例, 但凡是未脱离本发明技术方案内容, 依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰, 均仍属于本发明技术方案的范围内。

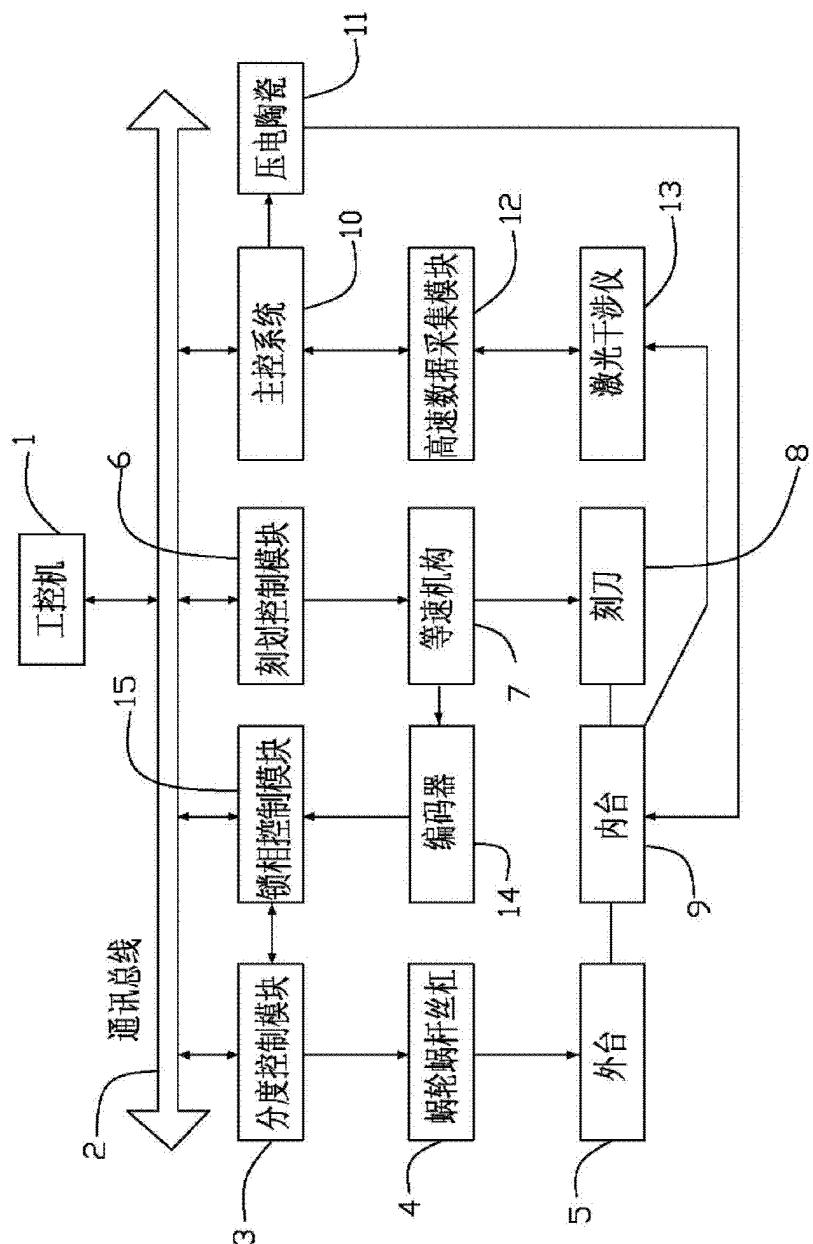


图 1