

激光光盘伺服槽及预制格式刻划机控制系统研究与设计

凌 砚

摘要: 本文描述了激光光盘伺服槽及预制格式刻划机的主轴回转。直线微进给、自动调焦、激光控制等精密控制系统,对光盘预格式化进行了理论研究。主轴回转稳速精度达到 5×10^{-6} ,刻槽螺距精度达到 $1.6\mu\text{m} \pm 0.03\mu\text{m}$ 。

激光光盘作为计算机的外存贮器是一种新型的激光信息存贮装置。它具有存贮容量大、记录密度高、信息位造价低、可进行快速随机存取,可靠性高,使用寿命长等优点。光盘现已广泛地应用到激光电视唱机、办公室自动化、计算机外存贮等领域。

激光光盘伺服槽及预制格式刻划机简称光盘刻槽机,是制备光盘的母机。其功能主要是在光盘原板上预制沟槽,并标记预格式信息。光盘沟槽作为光盘驱动器中激光读写头的跟踪和寻址轨迹。

国外一些先进国家都已研制出各自的光盘刻槽机,但在技术上,目前仍处于封闭状态。光盘刻槽机是国家“七·五”重点攻关项目。它是由精密机械、控制系统、光电检测系统、电子计算机、氦离子激光器、声光调制器等组成,在技术上是比较复杂,综合性的精密仪器。

所内研制的光盘刻槽机的主要技术指标为: 1. 主轴回转速度 $120\text{rpm}—300\text{rpm}$, 2. 主轴稳速精度 5×10^{-6} , 3. 直线微进给位置精度 $\leq 0.03\mu\text{m}$, 4. 螺旋槽的螺距 $1.5\mu\text{m}—2\mu\text{m}$ 连续可调。

当光盘刻槽机主轴旋转时,由于光盘偏心,表面不光滑等原因,常产生误差,为保证螺距的均匀性,需要精密的控制系统。光盘刻槽机控制系统包括: 主轴回转伺服系统, 直线微进给伺服系统, 自动调焦伺服系统, 激光控制等。上述控制系统都要求高增益、宽频带、高灵敏度和高稳定度。

在对各伺服系统全面研究的基础上,对光盘刻槽机控制系统的关键部分——主轴回转伺服系统和直线微进给伺服系统进行了实验研究。经过大量实验,确定了锁频伺服系统及直线微进给开环锁频伺服系统方案,这是在直流电机锁相伺服系统基础上提出的,是一个高精度脉冲同步伺服系统。

主轴回转装置由静压空气轴承、圆光栅、联轴节、直流力矩电机组成。主轴回转伺服系统由可逆计数器、D/A转换器、PD调节器、功率放大器、直流力矩电机、增量式编码器、机械滤波器组成。其中,可逆计数器由MCS-51单片微机的定时/计数器实现。参考信号在可逆计数器中进行加法运算,圆光栅反馈信号进行减法运算,可逆计数器中净积累差码由D/A转换器转换成直流电压,通过放大器控制电机。由于可逆计数器和D/A转换器构成数

注: 本文作者的导师为刘玉章

字积分器，相当于一个纯积分环节，因此锁频伺服系统是一阶无差系统。系统工作可分成三种状态：

1. 当参考信号频率高于圆光栅反馈信号频率时，可逆计数器净积累差码不断稳定增加，D/A转换器输出直流电压增加，电机加速。

2. 当参考信号频率低于圆光栅反馈信号频率时，可逆计数器净积累差码不断稳定减小，D/A转换器输出直流电压减小，电机减速。

3. 当参考信号频率等于圆光栅反馈信号频率时，可逆计数器净积累在一个差码范围内，D/A转换器输出在一个码之内连续变化的准直流电平，维持电机恒速运转，系统处于锁频工作状态。

通过对锁频伺服系统适当的PD校正，既保证了高的定位精度，又提高了系统快速反应能力，采用反电势反馈和电流微分负反馈，提高了系统抗干扰能力。主轴稳速精度可达到 5×10^{-3} ，满足技术指标要求。

直线微进给装置由高精度齿轮、蜗轮副、超高精度丝杠和螺母、精密导轨、平面工作台、直流力矩电机等组成。工作台上装有计量干涉仪。直线微进给伺服系统的工作原理与主轴回转伺服系统相同。系统输入信号由主轴圆光栅信号分频而得，信号频率与主轴回转伺服系统信号频率有严格的比例关系；系统反馈信号由代表直线位移的计量干涉仪信号经过八细分产生，脉冲当量为 $0.1\mu\text{m}$ 。直线微进给伺服系统位置精度可达到 $1.6\mu\text{m} \pm 0.03\mu\text{m}$ ，满足技术指标要求。还对原步进机和压电陶瓷开环方案进行了改进，用增量编码器代替了步进机和压电陶瓷。这种方案的改进，既使结构和电路大大简化，又增加了系统的可靠性。

总之，锁频伺服系统电路简单，调速性能好，捕获能力强，系统工作稳定、可靠、特别是位置控制精度高。

参 考 文 献

- [1] Dana F. Geiger, «Phaselock Loops for DC Motor Speed Control», New York, Am., 1981
- [2] Dr. Jordan Isailović, «Videodisc and Optical Memory Systems New Jersey, Am., 1985
- [3] 李友善主编, «自动控制原理» 上、下册, 国防工业出版社, 1980.

Study and Design of Control System of Laser Cutting Machine of Optical Disk for Servo Grooves and Preformed Information

Ling Yan

Abstract

This paper describes several precision control systems of laser cutting machine of optical disk for servo grooves and preformed in-

formation. They are the spindle servo, the microfeed carriage drive, the focus servo and the laser control. The paper also describes how to record preformed information on optical disk. It is obtained that the stability of angular velocity of spindle up to 5×10^{-6} and the accuracy of track pitch is $1.6\mu\text{m} \pm 0.03\mu\text{m}$.