

光盘伺服槽道间距的一种间接检测方法

刘立新 于波

(中国科学院长春光学精密机械研究所 长春 130022)

高春甫

(吉林工业大学机械系 长春 130025)

摘要 主要介绍了一种间接检测方法,该方法用于检测光盘刻槽机所刻母盘上伺服槽的道间距。该方法结合光盘刻槽机械与电控系统的自身特点而进行设计,经应用取得良好效果。

关键词 光盘刻槽机 道间距 等角速度 间接测量

1 引言

光盘刻槽机是由我所研制,用于刻录光盘母盘的螺旋线伺服槽。主机机械结构主要由两部分组成,即带动光盘母盘旋转的圆回转系统,以及驱动光刻头沿母盘径向移动的直线进给系统。这两个系统相互配合工作,完成螺旋线伺服槽的刻划。所刻螺旋线的道间距标准国际上通常为 $1.6\ \mu\text{m} \pm 0.1\ \mu\text{m}$,是光盘母盘的一项重要指标。作为光盘刻录者,在光盘刻录期间需要在线检测母盘伺服槽的道间距,从而了解道间距是否超标。由于在刻录过程中从光盘母盘上直接检测道间距极为困难,因而课题组设计了一种间接测量道间距的方案。该方案结合光盘刻槽机械与电控系统的自身特点进行设计,是一种简洁实用的间接检测方案。

2 检测方法

作为精密机械设备,光盘刻槽机有以下一些特点。其主机机械结构主要由圆回转系统与直线进给系统两部分组成。圆回转系统由直流力矩电机、空气轴承、回转平台等部件组成。直线进给系统由直流力矩电机、蜗轮蜗杆副、丝杠副、直线进给平台等部件组成。圆回转系统与直线进给系统都采用与直流电机同轴的光栅编码器,作为各自控制系统的检测元件。当光盘刻槽机

进行等角速刻划时,圆回转系统进行恒角速转动,直线进给系统作匀速直线运动。由于这两个机械系统惯性较大,刻划时起到了很好的稳速作用。同时电学控制系统配以控制效果颇佳的“锁相”控制方案,圆回转与直线进给系统都获得了很高的稳速效果。更为重要的是,由于机械系统能实现很好的稳速性能,因而较易实现圆回转运动与匀速直线运动的“耦合”关系:即光盘母盘每匀速旋转一周,光刻头匀速前进 $1.6 \mu\text{m}$ 。其原理框图如下

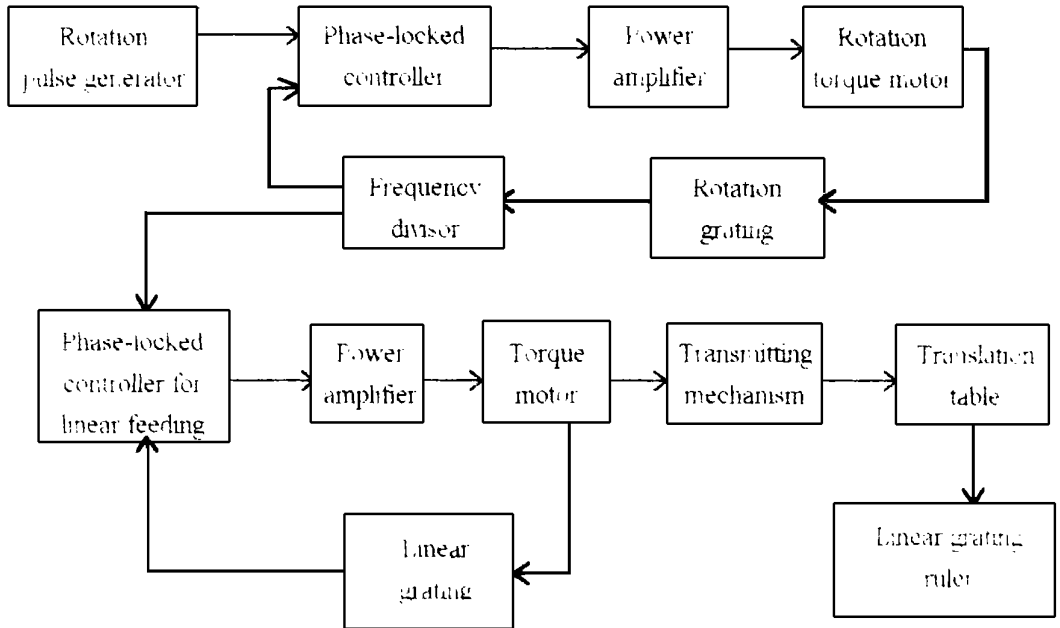


Fig. 1 Diagram of rotation system and linear feeding system

从图上可见,圆回转与直线进给系统的控制都采用了“锁相”控制方案,前者为闭环控制,后者是开环控制(其内含一直线力矩电机的闭环控制)。其中作为圆回转闭环控制的反馈信号,圆光栅脉冲信号同时也作为直线进给控制的给定信号。也就是说,直线进给工作台跟随圆回转工作台的转动而向前运动,实现前面提到的“耦合”关系。从这里可以看出,若圆回转工作台抖动过大,直线工作台的“锁相”控制将会“失锁”,而不能保证线距的均匀性。本系统采用 3600 脉冲/转的标准脉冲作为圆回转控制的给定脉冲,圆光栅反馈信号经 45 分频作为直线进给给定信号。当刻槽机正常工作,圆回转与直线进给控制系统分别达到“锁相”状态时,从示波器上可看到,控制系统的反馈光栅信号在给定输入脉冲信号附近左右抖动,二者频率相差无几。当圆回转转速为 5 转/秒时,从示波器可以读出直线控制系统反馈脉冲的抖动量在一个脉冲以内。圆回转系统每转过一周时,圆光栅发出 3600 个脉冲,经 45 分频后得到直线进给系统的给定脉冲数 80。同时由于直线进给系统的抖动使光刻头未能恰好前进 $1.6 \mu\text{m}$,因而刻划的螺旋线道间距产生了误差。该误差可约略估算为 $1.6 \mu\text{m} / 80 = 0.02 \mu\text{m}$ 以内。从以上的分析看,我们可采用实时记录光栅脉冲个数的办法来间接地检测道间距的值。在实际应用中,我们选择了安装在直线工作台上的光栅尺、圆回转系统的圆光栅编码器作为道间距检测元件,并且实时采集以上两路脉冲个数来实现道间距的检测。从控制框图上可以看出,与安装在直线电机轴上的光栅编码器相比,安装在直线工作台上的光栅尺更为真实地反映光刻头的进给情况。为

提高检测精度,我们以直线光栅尺信号为基准。每当直线工作台前进 $1.6 \mu\text{m}$ 时,将采集到的圆光栅编码器的脉冲数与其每转的标准脉冲数 3600 相比较,由这一差值经计算处理后得到道间距误差值。

3 检测方法的实现及检测结果

在实用系统中实现上述检测方案并不复杂。道间距的检测任务可以由单片机、硬件计数器、IBM-PC 计算机来完成。首先由硬件计数器计圆光栅、直线光栅的脉冲数,再由单片机通过接口电路将脉冲值送给 IBM-PC 计算机,经计算处理后由打印机输出结果。现将部分道间距检测结果摘抄如下:

Table 1. Table of track pitch after measurement (each set contains 16 data): μm

1.6045	1.6063	1.6054	1.6045	1.6027	1.6027	1.6027	1.6045
1.6058	1.6098	1.6121	1.6143	1.6116	1.6085	1.6058	1.6058
average of track pitch of the first set: $1.6067 \mu\text{m}$							
1.6085	1.6089	1.6080	1.6080	1.6098	1.6121	1.6098	1.6031
1.6004	1.5991	1.5996	1.5991	1.5982	1.5987	1.6004	1.6000
average of track pitch of the second set: $1.6040 \mu\text{m}$							
1.5946	1.5897	1.5879	1.5884	1.5906	1.5911	1.5938	1.5960
1.5973	1.5978	1.5978	1.5964	1.5955	1.5951	1.5946	1.5942
average of track pitch of the third set: $1.5938 \mu\text{m}$							
1.5946	1.5938	1.5938	1.5924	1.589	1.5871	1.5848	1.5853
1.5848	1.5857	1.5866	1.5897	1.5911	1.5897	1.5897	1.5942
average of track pitch of the fourth set: $1.5896 \mu\text{m}$							
1.5996	1.6049	1.6058	1.6049	1.6058	1.6085	1.6107	1.6085
1.6085	1.6094	1.6125	1.6152	1.6156	1.6147	1.6094	1.6067
average of track pitch of the fifth set: $1.6088 \mu\text{m}$							
1.6054	1.6018	1.5996	1.5982	1.5996	1.6013	1.6031	1.6018
1.5987	1.5964	1.5942	1.5929	1.5924	1.5946	1.6009	1.6031
average of track pitch of the sixth set: $1.5990 \mu\text{m}$							
1.6054	1.6076	1.6076	1.6085	1.6071	1.6058	1.6067	1.6080
1.6076	1.6063	1.6058	1.6058	1.6076	1.6040	1.5991	1.5969
average of track pitch of the seventh set: $1.6056 \mu\text{m}$							
1.5955	1.5978	1.5996	1.5982	1.5969	1.5969	1.6004	1.6027
1.6031	1.6022	1.6018	1.6036	1.6027	1.6018	1.5991	1.5978
average of track pitch of the eighth set: $1.6000 \mu\text{m}$							

4 结 论

由上面表格中的数据可以看出,机器刻划的道间距值在 $1.6 \mu\text{m} \pm 0.1 \mu\text{m}$ 以内,达到了设计要求。而且由该机刻划的光盘母盘经国家计量院检测,其道间距值也达到了上述指标。这充分说明这种间距检测方法是可行的。通过该种检测方法,在母盘的刻录过程中可以在线了解刻

槽机的工作状况, 进而反映出母盘上道间距的均匀性。

参 考 文 献

- 1 胡寿松 主编. 自动控制原理 (修订版) 北京: 国防工业出版社 1991
- 2 凌 砚. 激光光盘伺服槽及预制格式刻划机控制系统研究与设计(长春光机所硕士论文). 1990
- 3 长春光机所刻槽机研制组 编写. 光盘伺服槽及预制格式刻划机使用说明书. 1990

An Indirect Method for Measuring Track Pitch of Laser Disc

LIU Li-Xin, YU Bo

(*Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022*)

GAO Chun-Fu

(*Mechanical Department of Jilin University of Technology Changchun 130025*)

Abstract

An indirect measuring method is introduced in this paper, which has been applied to the track pitch measurement on the master during cutting process by a laser-disc cutting machine. This method derives itself from the characteristics of mechanical system and electronic-control system in the machine and runs well in practical use.

Key words: Laser-disc cutting machine, Track pitch, CAV (constant angular velocity), Indirect measurement

刘立新 男, 1970年12月出生。1993年7月于吉林工大电子系毕业获工学学士学位, 现于长春光机所19室工作, 科研方向为精密机械电学控制。