

光盘刻槽机稳速系统的研究

刘俊萍

摘要： 本文对光盘刻槽机大惯量数字模拟混合系统进行了研究，拟出了系统结构图和控制电路，并建立了各环节的数学模型，解决了大惯量系统的锁相问题。实验结果证明了所研究系统的有效性。

一、绪 言

光盘刻槽机稳速系统在原理上是一个锁相系统。锁相系统在电机转速的精确控制上占有重要地位，用锁定参考频率的方法可能达到0.002%的速度精度，这个精度比原有的速率调节方法几乎提高了100倍。

二、系统基本原理

图1表示基本的锁相回路，它包括：力矩电机及负载、产生描述电机速度的数字脉冲编码器、将电机速度与参考频率进行比较的鉴频鉴相器、为了消除噪声和确定动态性能的回路滤波器以及电机驱动电路。系统按伺服回路工作，系统被控参量为电机转速。

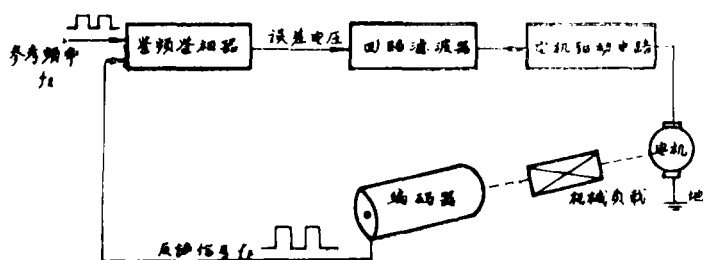
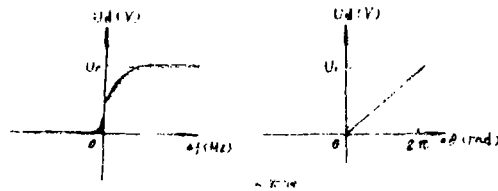


图1 用于电机速度控制的基本锁相回路

三、环路各组成部分

(一) 鉴频鉴相器：鉴频鉴相器是锁相调速系统的核心部件，种类很多，在本文所述实验中使用边沿触发数字式比较器，集成件型号为CD4046、J691等。这类比较器用来比较两输入

波形前沿（上跳边沿），由九个或非门及MOS输出电路构成，鉴频鉴相特性分别如图2(a)及图2(b)所示。



(a) U_d : 鉴频输出电压 (b) U_d : 鉴相输出电压
 Δf : 输入信号与反馈信号频差 $\Delta \phi$: 输入信号与反馈信号相差

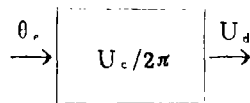
图2 CD4046鉴频鉴相特性

当参考信号 F_R 和反馈信号 F_r 的频率或相位不同时，频率相位鉴别器的输出在“0”和“1”状态之间切换，一般地，用传递函数来反映这一部件是很复杂的，下面分别对应不同情况导出相应关系式。

(1) 在锁定状态下的平均输出：当 F_R 等于 F_r 且相位差恒定时，输出 U_d 将是固定的，其脉冲宽度比例于相位差 $\theta_s = \theta_R - \theta_r$ ，其中 θ_s 是相位差， θ_R 是参考信号 F_R 的相位， θ_r 是反馈信号 F_r 的相位。此时，相频比较器的传递函数为：

$$U_d = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} U_c d\theta = \frac{U_c}{2\pi} \theta_s \quad (1)$$

式中， U_c 为相频比较器输出高电平。因此相频比较器方块图为



(2) 在有频差时的平均输出：当 F_R 大于 F_r 时，输出在“0”和“1”状态间（即0与 $+U_c$ 之间）切换。当两个频率接近时，输出停留在两种状态的时间相等，平均输出为 $U_c/2$ ，如果 F_R 增加，则输出停留在 $+U_c$ 状态的时间大于停留在0状态的时间。

(3) 为了分析系统稳定性，用Jacob·Tal提出的近似线性化模型，即当参考信号周期为 T ，相位差为 $\theta_s(t)$ 时，鉴频鉴相器的输出可由一个权为 $U_c T/2\pi$ 的脉冲串来采样相位差而得到，用 $X(t)$ 表示鉴频鉴相器输出，有：

$$X(t) = \frac{U_c T}{2\pi} \sum_{k=0}^{\infty} \theta_s(t) \delta(t - kT) \quad (2)$$

这个模型是分析和了解系统的基础。

(二) 回路滤波器：在本实验中采用的是低通有源滤波器，可以获得较好的性能。

(三) 电机及大惯量机械负载：电动机及大惯量负载是系统的控制对象，本系统采用SYL3⁰力矩电动机。在大惯量负载系统中，电气时间常数可以忽略，此时输出速度和输入电压间传递函数为：

$$M(s) = \frac{1}{K_s (T_m s + 1)} \quad (3)$$

式中 T_m 为电机及负载的机械时间常数， K_s 为电机的反电势系数。

(四) 编码器: 在本系统中, 90CYM300脉冲测速发电机做为编码器。电机每转一圈, 脉冲测速机发出300个正弦波电压, 经过零比较器交换成无相移的方波后, 输入到鉴频鉴相器中。因此, 编码器在本系统中是反馈元件。

四、控制系统综合

在控制电机速度时, 电机的技术条件由机械负载、所需速度范围等确定。在确定滤波器元件和回路增益的具体数值时, 既要有良好滤波, 又要求能快速捕获, 而这二者往往是矛盾着的, 工作中兼顾了两个方便。

在本实验中, 由于机械负载惯量大, 经多次实验得出结论, 对于惯量大的系统, 应采用速度、位置双环系统。从给定基压着手, 利用速度环完成频率粗调, 而位置环则完成频率微调, 使输入信号和反馈信号在相位上同步。采用双环系统, 也提高了可靠性。

五、结 论

锁相调速系统, 由于系统速度信号与指令信号严格同步, 系统的控制精度高。又由于指令信号是数字式的, 加入适当部件可实现程序控制或计算机控制。

参 考 文 献

[1] 张厥盛等, 锁相技术, 西北电讯工程学院出版社, 1986年。

Study on Steady Velocity System for Optical Disc Servo Trough Engraving Machine

Liu Junping

Abstract

In this paper, we describes a digital and imitating mixing system with big inertia in the optical disc servo trough engraving machine. Structural drawing of the system and control circuits are illustrated. The mathematical models of each link phase locked questions of big inertia system are presented. The experiment results testify the effectiveness of the system.