

# 步进电机的 PLC 直接控制

管丽娜, 邵 强

(大连民族学院 机电信息工程系, 辽宁 大连 116600)

摘 要: 步进电机的可编程控制器直接控制, 可使组合机床自动生产线控制系统的成本显著降低. 介绍了用 PLC 控制步进电机驱动数控滑台的方法、伺服控制、驱动、接口以及步进电机 PLC 控制的软件逻辑.

关键词: 可编程控制器; 步进电机; 伺服机构; 直接控制

中图分类号: TP229

文献标识码: B

文章编号: 1009-315X (2004) 01-0041-03

## 1 概 述

在组合机床自动线中, 一般根据不同的加工精度要求设置三种滑台: (1) 液压滑台, 用于切削量大、加工精度要求较低的粗加工工序中; (2) 机械滑台, 用于切削量中等、具有一定加工精度要求的半精加工工序中; (3) 数控滑台, 用于切削量小、加工精度要求很高的精加工工序中. 可编程控制器 (简称 PLC) 以其通用性强、可靠性高、指令系统简单、编程简便易学、易于掌握、体积小、维修工作少、现场接口安装方便等一系列优点, 被广泛应用于工业自动控制中. 特别是在组合机床自动生产线的控制及 CNC 机床的 S、T、M 功能控制中更显示出其卓越的性能. PLC 控制的步进电机开环伺服机构应用于组合机床自动生产线上的数控滑台控制, 可省去该单元的数控系统, 使该单元的控制系统的成本降低 70%~90%, 甚至只占用自动线控制单元 PLC 的 3~5 个 I/O 接口及 <1KB 的内存. 特别是大型自动线中可以使控制系统的成本显著下降.

## 2 PLC 控制的数控滑台结构

一般组合机床自动线中的数控滑台采用步进电机驱动的开环伺服机构. 采用 PLC 控制的数控滑台由可编程控制器、环行脉冲分配器、步进

电机驱动器、步进电机和伺服传动机构等部分组成 (如图 1 所示).

伺服传动机构中的齿轮 Z1、Z2 应采取消除措施, 避免产生反向死区或使加工精度下降; 而丝杠传动副则应根据该单元的加工精度要求, 确定是否选用滚珠丝杠副. 采用滚珠丝杠副则具有传动效率高、系统刚度好、传动精度高、使用寿命长的优点, 但成本较高且不能自锁.

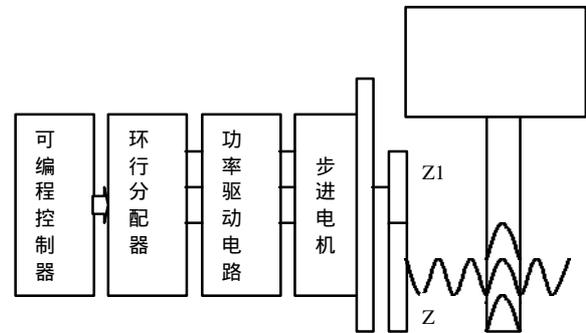


图 1 PLC 控制的数控滑台结构

## 3 数控滑台的 PLC 控制方法

数控滑台的控制因素主要有三个:

(1) 行程控制. 一般液压滑台和机械滑台的行程控制是利用位置或压力传感器 (行程开关/死挡铁) 来实现; 而数控滑台的行程则采用数字控制来实现. 由数控滑台的结构可知, 滑台的行程正

收稿日期: 2001-07-11.

作者简介: 管丽娜 (1966-), 女, 山东诸城人, 大连民族学院机电信息工程系讲师. 研究方向: 机电一体化.

比于步进电机的总转角，因此只要控制步进电机的总转角即可。而步进电机的总转角正比于所输入的控制脉冲个数，因此可以根据伺服机构的位移量确定 PLC 输出的脉冲个数<sup>[1]</sup>：

$$n = DL/d \tag{1}$$

式中  $DL$  为伺服机构的位移量 (mm)； $d$  为伺服机构的脉冲当量 (mm/脉冲)。

(2) 进给速度控制。伺服机构的进给速度取决于步进电机的转速，而步进电机的转速取决于输入的脉冲频率。因此，可以根据该工序要求的进给速度，确定其 PLC 输出的脉冲频率：

$$f = V_f / 60d \quad (\text{Hz}) \tag{2}$$

式中  $V_f$  为伺服机构的进给速度 (mm/min)。

(3) 进给方向控制。进给方向控制即步进电机的转向控制。可通过改变步进电机各绕组的通电顺序来改变其转向，如三相步进电机通电顺序为 A-AB-B-BC-C-CA-A .. 时电机正转；当绕组按 A-AC-C-CB-B-BA-A .. 顺序通电时电机反转。因此，可以通过 PLC 输出的方向控制信号改变硬件环行分配器的输出顺序，或经编程改变输出脉冲的顺序来改变步进电机绕组的通电顺序实现<sup>[1,3]</sup>。

### 4 PLC 的软件控制逻辑

由滑台的 PLC 控制方法可知，应使步进电机的输入脉冲总数和脉冲频率受到相应的控制。因此，在控制软件上设置一个脉冲总数和脉冲频率可控的脉冲信号发生器；对于频率较低的控制脉冲，可以利用 PLC 中的定时器构成 (如图 2 所示)。

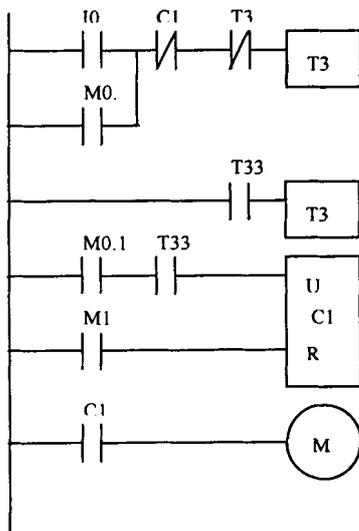


图 2 PLC 的软件控制逻辑

脉冲频率可以通过定时器的定时常数控制脉冲周期，脉冲总数控制则可以设置一脉冲计数器 C10。当脉冲数达到设定值时，计数器 C10 动作切断脉冲发生器回路，使其停止工作。伺服机构的步进电机无脉冲输入时便停止运转，伺服执行机构定位。当伺服执行机构的位移速度要求较高时，可以用 PLC 中的高速脉冲发生器。不同的 PLC 其高速脉冲的频率可达 4000~6000Hz<sup>[4]</sup>。对于自动线上的一般伺服机构，其速度可以得到充分满足。

### 5 伺服控制、驱动及接口

(1) 步进电机控制系统的组成。步进电机的控制系统由可编程控制器、环行脉冲分配器和步进电机功率驱动器组成，其结构如图 1 所示。

在控制系统中 PLC 用来产生控制脉冲；通过 PLC 编程输出一定数量的方波脉冲，控制步进电机的转角，进而控制伺服机构的进给量；同时通过编程控制脉冲频率——即伺服机构的进给速度；环行脉冲分配器将可编程控制器输出的控制脉冲按步进电机的通电顺序分配到相应的绕组。PLC 控制的步进电机可以采用软件环行分配器，也可以采用如图 1 所示的硬件环行分配器。采用软环则占用的 PLC 资源较多，特别是步进电机绕组相数  $M > 4$  时，因此大型生产线应对此予以充分考虑。采用硬件环行分配器，虽然硬件结构稍微复杂些，但可以节省占用 PLC 的 I/O 口点数<sup>[2]</sup>。步进电机功率驱动器可将 PLC 输出的控制脉冲放大到几十至上百伏特、几安至十几安。一般 PLC 的输出接口具有一定的驱动能力，而通常的晶体管直流输出接口的负载能力仅为十几至几十伏特、几十至几百毫安。但对于功率步进电机则要求几十至上百伏特、几安至十几安的驱动能力，因此应采用驱动器对输出脉冲进行放大。

(2) 可编程控制器的接口。如同伺服机构采用硬件环行分配器，则占用 PLC 的 I/O 口点数少于 5 点，一般仅为 3 点。其中 I 口占用 1 点，作为启动控制信号；O 口占用 2 点，一点作为 PLC 的脉冲输出接口，接至伺服系统硬环的时钟脉冲输入端，另一点作为步进电机转向控制信号，接至硬环的相序分配控制端 (如图 3 所示)。伺服系统采用软件环行分配器时，其接口如图 4 所示。

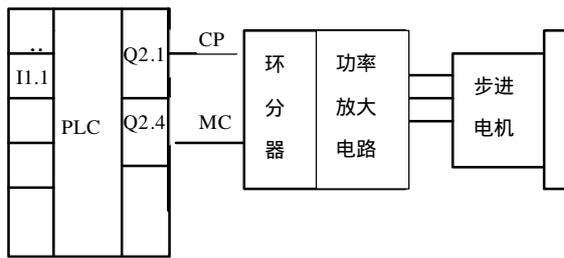


图 3 硬环分配器的接口

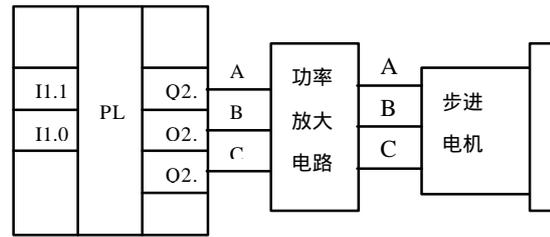


图 4 软环分配器的接口

## 6 结束语

将 PLC 控制的开环伺服机构用于某大型生产线的数控滑台, 每个滑台仅占用 4 个 I/O 接口, 节省了 CNC 控制系统, 其脉冲当量为 0.01~0.05mm, 进给速度为  $V_f=3\sim 15\text{m/min}$ , 完

全满足工艺要求和加工精度要求。系统软件结构可靠, 运行稳定。高速步进电机的控制, 可以采用 PLC 的高速脉冲输出口, 其运行频率可高达 6000~8000Hz。

### 参考文献:

- [1] 机电一体化技术手册编委会. 机电一体化技术手册[Z]. 北京: 机械工业出版社, 1999. 252-272.
- [2] 李仁定. 电机的微机控制[M]. 北京: 机械工业出版社, 1999. 60-70.
- [3] 胡 泓. 机电一体化原理及应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 1999. 199-224.
- [4] 杨长能, 张兴毅. 可编程序控制器基础及应用[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 1992. 203-214.

## The Direct Control of PLC in Stepping Motor

GUAN li-na, SHAO Qiang

( Department of Electromechanical and Information Engineering Dalian Nationalities University ,  
Dalian Liaoning 116600, China )

**Abstract :** The direct control of PLC in stepping motor can greatly reduce the cost of control system in automatic production line of modular machine. The method of applying PLC to stepping motor which drives to control numerically the slide bench, servo-actuated control, drive, interface, and software logic controlled by PLC in stepping motor is introduced.

**Key words:** programmable controller; stepping motor; servomechanism; direct control