

PLC 高速计数器在凸轮控制器中的应用

牛曙光 ,卞新高 ,张 明

(河海大学机电工程学院 ,江苏 常州 213022)

摘要 :为了弥补机械式凸轮控制器存在的众多缺点 ,利用欧姆龙系列 PLC 的高速计数器设计了可编程凸轮控制器 .根据机械轴选择的坐标零点和轴上安装光电编码盘产生的零点信号是否重合 ,在软件上对凸轮控制器的设置区间采用不同的逻辑处理方法 .设计的凸轮控制器可实现对 AC 伺服电动机进行分段变速控制以及凸轮一周中的两通两断的控制功能 .基于以上 2 种不同的控制功能 ,该技术可以广泛应用在金属板材加工设备中 .

关键词 :PLC ;高速计数器 ;可编程凸轮控制器 ;AC 伺服电动机

中图分类号 :TP332.3 文献标识码 :A 文章编号 :1000-198X(2008)02-0267-04

在工业控制领域中 ,顺序控制是一种常用的控制方法 .以往常用机械方法实现 ,即用安装在分配轴上的机械凸轮的机械触点发出控制信号 ,实现外部执行部件的动作 .但是 ,机械式凸轮控制器存在着明显的不足 : (a)由于制造的误差和工作时的机械磨损等原因 ,使得机械式凸轮控制器的精度比较低 ,无法应用在要求高速响应的场合 (b)灵活性差 ,无法适应生产工艺的频繁变化 (c)凸轮高速运行 ,磨损快、寿命短 ,当更换调整时 ,耗时长 ,影响生产效率的提高 ,维修后往往需要整机重新安装调试 ,维修工期长^[1] .本文利用 PLC 高速计数器^[2,3]设计可编程凸轮控制器 ,该凸轮控制器克服了以上缺点 ,可以简化系统的硬件设备 ,提高系统的可靠性 .

1 欧姆龙小型一体化 PLC SYSMAC CP1H 简介

欧姆龙的用于逻辑控制的 CP1H 系列可编程控制器(programmable logic controller ,PLC)^[4]是一种具有高度扩展性的小型一体化可编程逻辑控制器 ,主要包括 CP1H-X(标准型)、CP1H-XA(模拟量内置型)和 CP1H-Y (高速定位型)3 种型号 .其中 CP1H-Y 具有 4 点高速计数器 ,其计数器模式可以为相位差输入、加减法脉冲输入、脉冲 + 方向输入、加法脉冲输入中的任何一种 .高速计数器 0 和 1 为线路驱动器输入 ,最高响应频率可以达到 1 MHz ;高速计数器 2 和 3 为 DC24V 输入 ,最高响应频率可以达到 100 kHz .高速计数器可以采用目标值一致比较方法或者区域比较方法实现中断 ,执行指定的中断任务 .CP1H-Y 内置 1 MHz 的线性驱动器输入/输出 ,还具有 20 点(12 点输入、8 点输出)的通用输入/输出功能 ,可实现 100 kHz × 2 轴和 30 kHz × 2 轴的脉冲输出功能 .其内置的 6 点输入中断功能 ,具有 50 μs 脉宽的脉冲捕捉能力 .

CP1H 系列 PLC 支持标准的 DeviceNet 现场总线 ,并扩展了多种 I/O 功能 .如集成的高速脉冲输出功能 ,可标准搭载 4 轴 ;计数器功能可标准搭载 4 轴相位差方式 ;配备的通用 USB1.1 串联端口可实现标准搭载 .在连接 PT、各种元器件(变频器、温控器和智能传感器等)以及 PLC 之间的串行连接的同时 ,CP1H 系列 PLC 还能方便地实现与计算机的连接 .

2 可编程凸轮控制器硬件结构

可编程凸轮控制器主要由型号为 CP1H-Y 的 PLC 外接角度检测传感器 (光电编码盘)等组成 ,如图 1 所示 .PLC 可采用 RS-232 或者 RS-422A/485 通信方式与上位机(也可以使用触摸屏)连接 ,实现相关参数的设置和输入 ;光

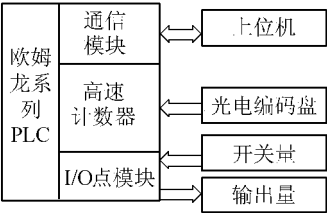


图 1 可编程凸轮控制器系统组成
Fig. 1 The composing of programmable cam controller

电编码盘将角度信号转化为脉冲信号输入 PLC 高速计数器 ;开关量输入可以作为凸轮控制的条件输入或者作为其他的开关量输入 .输出点实现凸轮控制器输出量的接通和断开 .

3 可编程凸轮控制器软件设计

可编程凸轮控制器的核心控制装置为 PLC ,PLC 的主要功能包括 (a)完成用户设定的起始角度和终点角度(输出口接通区间或者断开区间)的输入 (b)完成光电编码盘的脉冲计数 (c)完成当前角度和设定角度的比较、判断并决定相应输出量的状态 .

3.1 起始角度和终点角度的设定

用户设定起始角度和终点角度的方法有 2 种 :

- a. 通过上位机(也可以使用触摸屏)界面 ,设定接通区间的起始角度和终点角度 ,利用串行通信将其存入 PLC 指定的数据存储区 .该设定方法适用于接通区间的起始角度和终点角度经常变化的场合 .
- b. 利用 PLC 的编程软件 ,修改设定接通区间的起始角度和终点角度存储 PLC 的数据存储区 ,重新下载数据存储器的值 .数据存储区的数据在 PLC 断电(OFF 到 ON)或者模式切换(程序模式、运行模式/监视模式间的切换)时也不会丢失 ,方便快捷 .该设定方法适用于接通区间的起始角度和终点角度固定不变的场合 .

3.2 通断区间设定和实现方法

当机械轴选用的坐标零点和轴上安装的光电编码盘产生的零点信号重合时 ,采用图 2(a)的设定方法 .设置的接通区间为 60° ~ 120°和 240° ~ 300° ,逻辑设置为 1 .

当机械轴选用的坐标零点和轴上安装的光电编码盘产生的零点信号不重合时 ,采用图 2(b)的设定方法 .设置的接通区间为 60° ~ 120°和 240° ~ 350° .逻辑设置为 0 ,因此实际接通区间为设置的接通区间取反后输出 ,即为 120° ~ 240° ,350° ~ 5°和 5° ~ 60° .

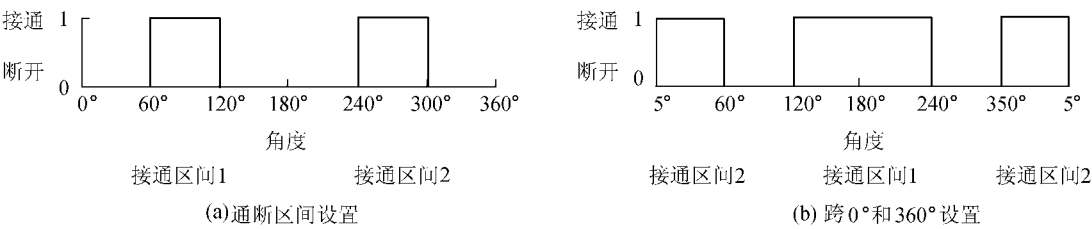


图 2 接通区间的设置

Fig.2 The setting of the turn-on angle

图 2 的设定方法采用如下处理程序 :

```
LD      A395.12
OUT     TR0 ANDLD
LD > =( 325 )      D40      光电编码盘当前计数值
                        D50      接通区间 1 的起始点
AND < =( 315 )      D40
                        D51      接通区间 1 的终点
LD > =( 325 )      D40
                        D52      接通区间 2 的起始点
AND < =( 315 )      D40
                        D53      接通区间 2 的终点

ORLD
ANDLD
OUT      W0.00      通断区间比较结果
LDNOT    W0.00
ANDNOT   W1.00      条件设置逻辑真或者假
LD       W0.00
AND      W1.00
ORLD
ANDLD
OUT[5]      101.00      输出点
```

将区间通断判断结果存入内部辅助继电器点 W0.00.1 表示该区间为接通区间 0 为断开区间. 逻辑设置以逻辑真为 1, 1 表示根据区间通断判断结果进行输出, 逻辑假为 0 0 表示根据通断判断结果取反后输出. 逻辑输出结果如表 1 所示.

采用上述程序处理的优点是当安装的光电编码盘产生的零点信号与机械轴选用的坐标零点不重合时, 可以进行跨 0°和 360°设置(表 1 中的第 4 种设置方法).

若要实现多于两通两断的功能, 可以采用 PLC 的高速计数器中断. 当 CP1H CPU 单元内置的高速计数器当前值与预先登陆的比较数据一致时, 使指定的中断任务(0 ~ 255)启动, 快速接通或者关断相关触点.

4 应用实例

4.1 机械压力机

本文介绍的可编程凸轮控制器可以应用在机械压力机上, 光电编码盘与压力机曲轴连接, 用于检测压力机曲轴在 0°~ 360°之间所处的位置, 再将测出的位置量以脉冲的形式传给 PLC. PLC 的高速计数器接受光电编码盘的计数脉冲, 并将其转化为计数值. 在上位机界面上用户设定通断区间的起始角度和终点角度, 从而在不同转角区域实现输出端子的导通或者断开, 完成压力机附属系统在曲轴不同转角位置时的控制^[5]. 该可编程凸轮控制器也可以应用在其他锻压生产装备和起重机械上^[6].

4.2 实现 AC 伺服电动机分段变速控制

AC 伺服电动机是一种受输入信号控制并作快速响应的电动机, 控制精度高, 运转平稳, 在其额定转速范围内能输出额定转矩, 过载能力强, 控制性能可靠, 响应迅速^[7]. AC 伺服电动机同时应用欧姆龙系列 PLC 的高速计数器功能, 可实现其分段变速控制, 更好地体现控制要求的实时性, 提高工作效率和控制精度.

CP1H-Y 型 PLC 的脉冲专用输出为线路驱动器输出, 最大输出频率为 1 MHz, 最大输出电流 20 mA, 所以只能在输出部连接 20 mA 以下的负载. 若接通电流大于 20 mA, 则可能导致 CPU 单元故障.

CP1H CPU 单元与电动机驱动器间的布线, 在集电极开路的情况下最长为 3 m. 脉冲输出部的输出晶体管为 OFF 状态, 是脉冲不输出状态(方向输出情况下的 OFF 是指 CCW 输出中). 脉冲输出使用 DC 24V/5V 电源时, 应避免和其他输入输出共用电源.

伺服电动机及其配套驱动器与 PLC 的连接如图 3 所示. 图 3 中, 脉冲信号为 PLC 脉冲专用输出信号 CWO⁺, CWO⁻, CCWO⁺ 和 CCWO⁻, 其他信号包括伺服 ON、伺服准备就绪、伺服故障复位等信号.

4.2.1 控制方式和脉冲指令形态的选择

由于 AC 伺服电动机可以利用 PLC 发出的脉冲进行控制, 因此可以设置伺服驱动器的控制方式和脉冲指令形态. 当选用位置控制和 CW + CCW(正逻辑)时, 正确设置 Pn000 和 Pn200 的方法为:

a. 选择用户参数编号为 Pn000 的参数, 将其设置为 n. □□□1, 其他 3 位根据需要进行设置, 该设置表示控制方式为位置控制(脉冲列指令).

b. 选择用户参数编号为 Pn200 的参数, 将其设置为 n. □□□1, 其他 3 位根据需要进行设置, 该设置表示指令形态为 CW + CCW(正逻辑). 正转指令表示 PULS 信号为低电平, 同时 SIGN 信号为脉冲信号; 反转指令表示 SIGN 信号为低电平, 同时 PULS 信号为脉冲信号, 输入倍增为无.

4.2.2 电子齿轮的设定

电子齿轮功能是指将相当于指令控制器输入指令 1 脉冲的工件移动量设定为任意值的功能, 这种来自指令控制器的指令 1 脉冲称为“ 1 指令单位 ”.

试验时应根据 AC 伺服电动机设置说明正确设定电子齿轮比, 不要超出设定范围.

表 1 逻辑输出

Table 1 The logic output			
编号	区间设置	逻辑设置	输出状态
1	1	1	1
2	1	0	0
3	0	1	0
4	0	0	1

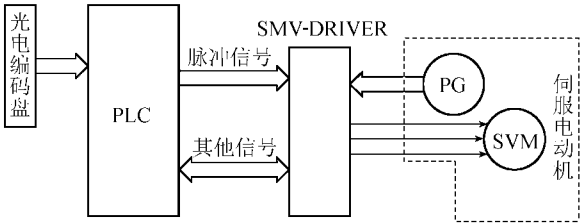


图 3 PLC 与伺服电动机连接示意图

Fig.3 The connection of PLC and servo driver

4.2.3 控制原理

根据控制要求,将 CP1H-Y 型 PLC 与光电编码盘传感器相连,并连接其他装置,如图 4 所示。在光电编码盘旋转的 $0^\circ \sim 360^\circ$ 范围内设置若干个速度变化点,将 $0^\circ \sim 360^\circ$ 划分为若干个区间。利用 PLC 高速计数器,在速度变化点,根据控制要求实时改变 PLC 的脉冲输出频率,使 AC 伺服电动机在不同区间具有不同的运行速度,从而实现 AC 伺服电动机的分段变速控制。

4.2.4 实现方法

当 AC 伺服电动机高速运转,PLC 需要快速响应控制要求时,应采用 PLC 的高速计数器中断。预先将高速计数器当前值及比较数据登录到比较表,在比较条件成立时起动指定的中断任务。使用 CTBI(882)指令实现比较表登陆,可采用目标值一致比较方法或者区域比较方法。目标值一致比较方法是当高速计数器当前值与设定的目标值一致时,起动指定的中断任务,即改变 PLC 的脉冲输出频率;区域比较方法是当高速计数器当前值在设定的上下限值的区域内时,起动指定的中断任务。

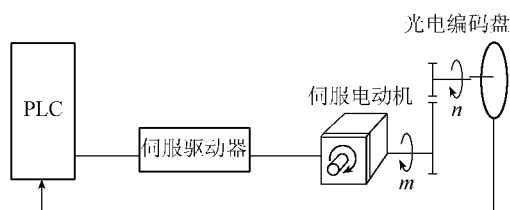


图 4 AC 伺服电动机控制示意图

Fig.4 The control of AC servo motor

5 结 论

a. 利用 CP1H-Y PLC 的高速计数器设计的可编程凸轮控制器,可以实现凸轮在 $0^\circ \sim 360^\circ$ 内的两通两断。当机械轴选用的坐标零点和轴上安装的光电编码盘产生的零点信号不重合时,可以进行跨 0° 和 360° 设置,提高控制精度。

b. 利用 CP1H-Y PLC 高速计数器可以更好地实现 AC 伺服电动机的分段变速控制及高速响应控制要求,实时性比较好,可以适应更多的高速加工设备^[8]。

c. 利用 CP1H 支持标准的 DeviceNet 现场总线功能和串行通信功能,开发上位机相关软件平台,实现多种控制功能,已广泛应用在金属板材加工设备中。

参考文献:

- [1] 宋维君,王永红. PLC 模拟机械控制凸轮的实现方法[J]. 辽宁高职学报, 2001, 3(2): 64-65.
- [2] 盖晓华,刘万里,高毅. PLC 高速计数器功能的应用技术[J]. 现代电子技术, 2002, 6(6): 63-65.
- [3] 陈艳. PLC 高速计数器工作特点的介绍和分析[J]. 吉林化工学院学报, 2003, 20(1): 67-68.
- [4] 史国生. 电气控制与可编程控制器技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2004.
- [5] 黄晓东,刘义,李济顺. 机械压力机用可编程凸轮控制器设计[J]. 矿山机械, 2005, 33(4): 75-76.
- [6] 林艳华. 凸轮控制器在桥式起重机中的应用[J]. 河北陶瓷, 2001, 29(2): 35-36.
- [7] 赵升吨,邹军,王军. 交流伺服电动机在塑性加工设备中的推广应用势在必行[J]. 伺服控制, 2006(2): 16-20.
- [8] 孙友松,张宏超. 金属板材加工设备发展新动向[J]. 锻压技术, 2004, 29(4): 1-4.

Application of high-speed counter of PLC to cam controller

NIU Shu-guang, BIAN Xin-gao, ZHANG Ming

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Hohai University, Changzhou 213022, China)

Abstract: A programmable cam controller, which will not have the disadvantages of a mechanical cam controller, was designed based on the high-speed counter of Omron PLC. Depending on whether or not the null point of the mechanical axis is the same as that of the photoelectric coder on the axis, different logical treatment methods were adopted at different angles of the cam controller in the software. The cam controller allows the AC servo motor to run at different speed for different angles, and to turn on and turn off twice during every circle of the cam. Based on the different controlling functions above, this technique can be widely used in metal sheet processing equipments.

Key words: PLC; high-speed counter; programmable cam controller; AC servo motor