



# 基于 PIC 单片机 + X7043 的四轴伺服控制器设计

高 聪

(黄河水利职业技术学院 电气工程学院, 河南 开封 475000)

**摘 要:**为了解决现代数控制造技术中的稳定性、实时性和精度问题,提出一种“微控制器 + 专用运动控制芯片”的设计方案,来实现一套高精度的四轴运动控制器。该方案是以一个专用运动控制芯片为核心,并给出各种专用控制指令用以实现各种控制功能。该控制器具有体积小、控制精度高、速度快等特点,适用于对控制精度和控制速度有较高要求的伺服控制系统中。

**关键词:** X7043 芯片; PIC 单片机; 伺服控制

中图分类号: F276.5

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2021) 03-0116-05

DOI: 10.19899/j.cnki.42-1669/Z.2021.03.021

## 一、背景分析

运动控制技术是一门多学科交叉的综合性技术。随着现代化生产的不断发展,传统的运动控制系统已经不能满足要求。而采用 DSP 数字信号处理、微处理器等构成的运动控制器得到了快速发展<sup>[1-2]</sup>。

本课题运动控制器的设计采用“微控制器 + 专用运动控制芯片”的设计方案。该方案是以一个专用运动控制芯片为核心,并给出各种专用控制指令用以实现各种控制功能。微处理器采用 PIC24FJ256DA210 单片机。运动控制芯片采用日本 Kyopal 公司研发的专用控制芯片 X7043。通过 PIC 单片机对 X7043 寄存器进行读写操作,控制 X7043 输出状态。从而实现直线的加 / 减速控制, S 曲线加 / 减速控制, 寻找原点, 紧急停止和外部驱动脉冲控制等功能<sup>[3]</sup>。

## 二、硬件设计

本课题采用微处理器 PIC 单片机对专用运动控制芯片 X7043 进行读写操作,控制 X7043 输出状态。从而实现直线的加速和减速控制, S 曲线加速与减速控制, 寻找原点, 紧急停止功能和外部驱动脉冲控制等功能。运动控制器输出的驱动脉冲送到松下系列脉冲式伺服驱动器,从而带动伺服电机工作<sup>[4]</sup>。本课题设计运动控制系统结构框图如图 1 所示。

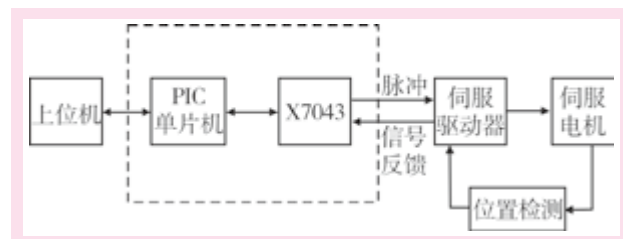


图 1 运动控制系统结构框图

微控制器与 X7043 的连接是整个运动控制器的

投稿日期: 2020-11-16

作者简介: 高聪(1989-), 男, 河南兰考人, 黄河水利职业技术学院电气工程学院讲师, 研究方向: 机器视觉与智能检测。

核心。通过微控制器的 I/O 口来控制 X7043 的内部寄存器,实现伺服电机的连续运动与插补运动。微控制器的 D0-D7 口与 X7043 的数据口 D0-D7 相连接,进行数据交换;微控制器的 A0-A4 与 X7043 的地址接口 A0-A4 相连接,微控制器输出 X7043 各个寄存器的地址;微控制器的读写信号 RD 和 WR 与 X7043 的读写信号 RD 和 WR 相连接,进行微控制器与 X7043 的读写操作。X7043 与 PIC 单片机接口电路框图如图 2 所示。

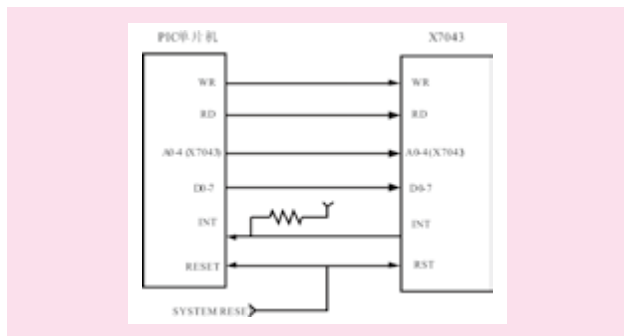


图2 X7043与PIC单片机接口电路框图

#### (一)X7043 信号驱动接口输入输出电路设计

专用运动控制芯片 X7043 输出驱动脉冲有两种方式,第一种是正负脉冲的方式,第二种是脉冲方向方式<sup>[5]</sup>。本设计采用第一种脉冲输出方式。即将指令脉冲输出引脚 POUT 和脉冲方向引脚 PDIR 经过光耦隔离送到伺服驱动器的 CW 引脚和 CCW 引脚。再由伺服驱动器输出驱动脉冲送至伺服电机。X7043 的伺服使能端 SON 连接至驱动器的 SERVO ON 引脚,错误计数清零 CLR 引脚连接到驱动器的 RESET 引脚。由伺服电机的编码器反馈信号送至伺服驱动器,然后经伺服驱动器三项编码信号 PhaseA、PhaseB、PhaseZ 送至 X7043 的三项编码输入端 EA、EB、EZ。伺服驱动器的报警信号 ALARM 引脚和伺服定位完成 Positioning complete 引脚分别连接到 X7043 芯片的报警 ALM 引脚和伺服定位完成 INP 引脚。其中 X7043 的减速停止/立即停止信号和超程立即停止信号以及零点输入信号均与相应的机械原点信号连接。X7043 信号驱动接口电路设计框图如图 3 所示。

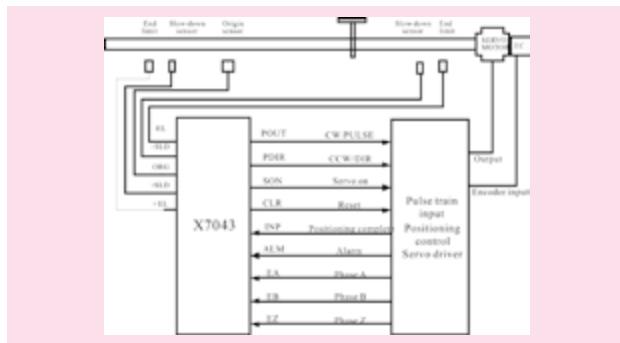


图3 X7043信号驱动接口电路设计框图

#### (二)编码器信号接口电路

编码器反馈信号通过高速光电耦合器(TLP2631)和RC滤波电路送至专用运动控制芯片 X7043 的 EA、EB 和 EZ 反馈输入端。编码器信号接口电路如图 4 所示。

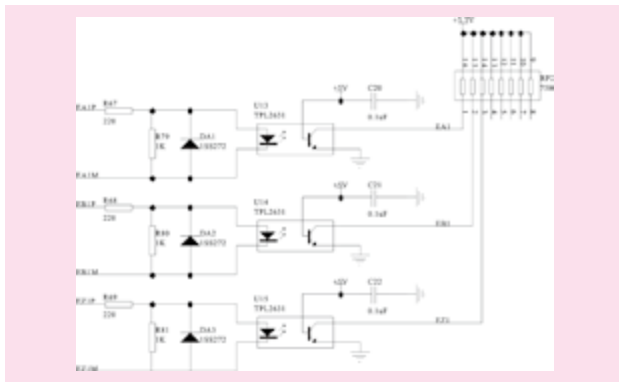


图4 编码器信号接口电路

#### (三)X7043 信号驱动接口输入输出电路设计

专用运动控制芯片 X7043 输出驱动脉冲有两种方式,第一种是正负脉冲的方式,第二种是脉冲方向方式<sup>[6]</sup>。本设计采用第一种脉冲输出方式。即由 X7043 脉冲输出引脚 POUT 和脉冲方向引脚 PDIR 输出驱动脉冲,脉冲编号可以为 XPP/XPM、YPP/YPM、ZPP/ZPM、UPP/UPM。驱动脉冲经过四通道数字隔离器 ADUM1400 送到差分集成电路 AM26S31。经差分后输出至伺服驱动器。其中 XPP+/XPP- 是 XPP 的差动输出,其他轴同理。驱动脉冲信号输出电路如图 5 所示。

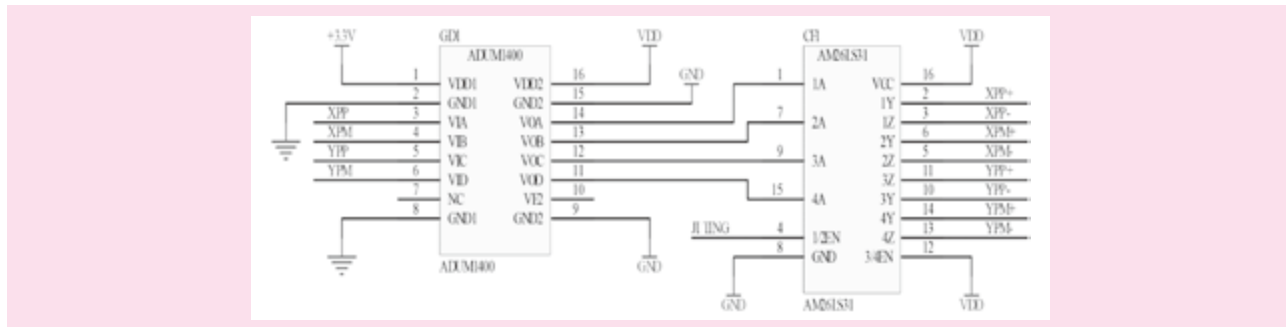


图5 驱动脉冲信号输出电路

### 三、软件设计

X7043 专用运动控制芯片在正常运行前需要做以下程序设计,例如:初始化设置、控制模式设置、参数设置、指数驱动设置等<sup>[7]</sup>。

#### (一)初始化设置

在 X7043 专用运动控制芯片的软件设计中,首先要进行初始化设置。在上电复位后,八个初始化寄存器设置必须重新设置。初始化设置程序流程图如图 6 所示。



图 6 初始化设置程序流程图

#### (二)控制模式设置

专用运动控制芯片 X7043 在运行前需要进行控制模式设置。在上电复位后,开始驱动之前必须对控制模式寄存器至少设置一次。这里并没有特殊的设置顺序。在设置寄存器 R1 和寄存器 R8 之前应该设置操作模式设置寄存器。只有控制模式被改变时才需要复位操作。控制模式设置程序流程图如图 7

所示。



图 7 控制模式设置程序流程图

#### (三)参数设置

参数设置程序流程图如图 8 所示。



图 8 参数设置程序流程图

在寄存器相关参数设置时,输出脉冲数设置寄存器为(R1)。寄存器 R1 是被用来设置输出脉冲数。寄存器 R1 如同计数器 C 一样。写入寄存器 R1 中的结果在预设计数器 C 中。当输出脉冲被迫停止时,寄存器 R1 中的结果在预设计数器 C 中。剩余的脉冲数下一次输出时,不需要重新设置。但是寄存器 R1 必须在初始时设置一次。减速点设置寄存器为(R2)。尽管芯片提供了自动减速点自动计数模式。减速点可以设置为手动模式,数据写入寄存器为 R2 中。寄存器为 R2 同计数器 D 一样。当寄存器使用减速点手动设置模式时,计数操作不被执行。启动频率设置寄存器为(R3)。这是用于脉冲输出的开始和结束设置频率参数设置寄存器。最大频率设置寄存器为(R4)。最大频率设置寄存器是用来确定脉冲输出的最大频率。加速率设置寄存器为(R5)。加速率设置寄存器用来设定加速率。减速率设置寄存器为(R6)。减速率设置寄存器用来设定减速率。S 型加/减速设置寄存器为(R7)。上电复位后,S 型加/减速设置寄存器至少被设置一次。当 S 型加/减速不被使用时,S 型加/减速设置寄存器(R7)可以不用设置。线性插补设置寄存器(R8)。当不使用线性插补驱动时,可以不对线性插补设置寄存器(R8)进行设置。在参数设置过程中主要包括以下方面:对倍频率进行设置、设置启动频率、设置最大频率、设置 S 型加/减速设置寄存器、设置加速率、设置减速率。

#### (四) 指数驱动

在这部分以一个独立的轴指数驱动为例,执行驱动 S 型加/减速和减速起点设置为自动计数模式。加速率(R5)和减速率(R6)应被设置成相同值。指数驱动程序流程图如图 9 所示。

执行指数驱动首先进行初始化设置。在上电复位后,八个初始化寄存器设置必须重新设置。它们分别为:输出脉冲初始化设置、编码器输入初始化设置、对计数器 A/B 进行初始化设置、输入初始化设置、输入逻辑电平初始化设置、输出初始化设置、输出逻辑电平初始化设置、设置灵敏度。第二步进行控制模式设置。专用运动控制芯片 X7043 在运行前需要进行控制模式设置。在上电复位后,开始驱动之前必须对控制模式寄存器至少设置一次。它主要包括:操作控制模式寄存器设置、计数器 A 控制模式设置、对计数器 B 控制模式设置、CLR 输出控制模式设置、比较寄存器控制模式设置。第三步进行参数设置。在寄存器相关参数设置时,输出脉冲数设置寄存器为(R1)。寄存器 R1 是被用来设置输出脉冲数。减速点设置

寄存器为(R2)。启动频率设置寄存器为(R3)。这是用于脉冲输出的开始和结束设置频率参数设置寄存器。最大频率设置寄存器为(R4)。最大频率设置寄存器是用来确定脉冲输出的最大频率。加速率设置寄存器为(R5)。加速率设置寄存器用来设定加速率。减速率设置寄存器为(R6)。减速率设置寄存器用来设定减速率。S 型加/减速设置寄存器为(R7)。上电复位后,S 型加/减速设置寄存器至少被设置一次。当 S 型加/减速不被使用时,S 型加/减速设置寄存器(R7)可以不用设置。线性插补设置寄存器(R8)。当不使用线性插补驱动时,可以不对线性插补设置寄存器(R8)进行设置。在参数设置过程中主要包括以下方面:对倍频率进行设置、设置启动频率、设置最大频率、设置 S 型加/减速设置寄存器、设置加速率、设置减速率。

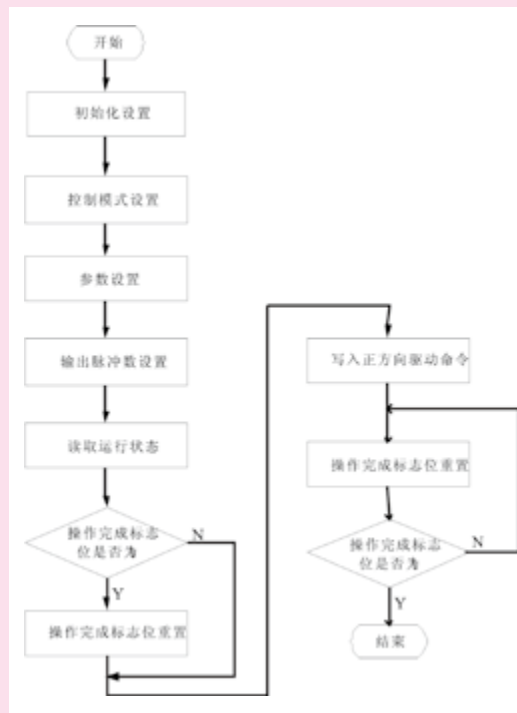


图 9 指数驱动程序流程图

#### 四、结束语

通过 PIC 单片机对 X7043 寄存器进行读写操作,控制 X7043 输出状态,从而实现直线的加/减速控制,S 曲线加/减速控制,寻找原点,紧急停止和外部驱动脉冲控制等功能。该控制器具有体积小,控制精度高、速度快等特点,适用于对控制精度和控制速度有较高要求的伺服控制系统中。

#### 参考文献:

- [1] 王修岩,李宗帅.基于 PCI 总线和 MCX314 的多轴电机伺服控制器设计[J].机床与液压,2009,(6):12-145.

- [2] 王晓初,陈科.基于PCI总线和MCX314的运动控制卡的硬件设计[J].机床与液压,2013,(5):101-104.
- [3] 刘今令.基于MCX314芯片的多轴运动控制平台[J].电子设计应用,2004,(1):104-106.
- [4] 徐回忆,张杰.基于运动控制芯片mcx314的数控系统设计[J].机电产品开发与创新,2005,(1):389-392.
- [5] 徐骥,汪地,林锋.基于ARM9+MCX314As的多轴嵌入式运动控制器设计[J].现代制造工程,2012,(6),134-138.
- [6] 何丽,周利华.基于MCX314控制器的数控机床运动控制系统[J].计算机测量与控制,2003,(5):351-353.
- [7] 杨帅,邹智慧.多自由度工业机器人运动控制系统的研究[J].制造业自动化,2013,(10):117-121.

[责任编辑:刘 骋]

## Design of Four Axis Servo Controller Based on PIC MCU + X7043

GAO Cong

(College of Electrical Engineering, Yellow River Conservancy Technical Institute, Kaifeng 475004, China)

**Abstract:** With the development of modern manufacturing industry, NC manufacturing technology puts forward higher requirements for motion control system. In order to solve the problems of stability, real-time and accuracy in modern NC manufacturing technology, this paper proposes a design scheme of “micro controller+special motion control chip” to realize a set of high-precision four-axis motion controller. In this scheme, a special motion control chip is used as the core, and various special control instructions are given to realize various control functions. The controller has the characteristics of small volume, high control accuracy and high speed, which is suitable for servo control system with high control accuracy and speed requirements.

**Key words:** X7043 chip; PIC micro controller; servo control