

基于 LPC2294 和 MCX314AS 的经济型数控系统*

黄阳明, 郑力新

(华侨大学 信息科学与工程学院, 福建 泉州 362021)

摘要: 设计了基于 LPC2294 和 MCX314AS 的机床数控系统, 用触摸屏取代 PC 机来实现人机交互, 使得系统使用更为快捷。LPC2294 内置的串行通信接口和 CAN 总线接口, 实现了系统实时监控和远程通信的功能。

关键词: LPC2294; MCX314AS; 数控系统; 机床

中图分类号: TP29

文献标识码: B

The economical NC system based on LPC2294 and MCX314AS

HUANG Yang Ming, ZHENG Li Xin

(The College of Information Science and Engineering, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

Abstract: The system is put forward based on LPC2294 and MCX314AS. In addition, it is the touch machine not PC to realize human-machine interaction, which makes the system more convenient. The function of real-time monitoring and remote communication is been realized, because of the built-in serial communication interface and CAN bus interface of LPC2294.

Key words: LPC2294; MCX314AS; numerical control system; machine tool

为了提高机床的数控化率, 使其适宜加工小批量、形状复杂、生产周期要求短的零件, 达到节约资金、提高生产效率和设备利用率的目的, 对普通机床进行数控改造不失为一种良策。如德国、美国、日本等国家就非常重视对旧机床的改造, 而且已形成了一个完善的产学研结合的改造体系。PC-BASED 数控机床具有较高的通用性和定位高精度、高分辨率位置检测等能力, 适合应用于加工各种形状较为复杂、精度高的零器件。但对于一些产品订单比较单一、加工形状简单、工艺不太复杂的产品生产商来说, 用 PC-BASED 形式来实现车床更新和改造, 性价比不高。因此在对普通机床的数控改造中研发经济型数控系统也成为一种趋势。针对这一趋势, 本文采用了以周立功公司的 LPC2294 为处理器、以 MCX314AS 为核心的数控系统来实现普通机床数控改造中的数控部分。LPC2294 相当于取代了 PC_BASED 系统的 PC, MCX314AS 则相当于取代了 PC_BASED 系统的运动控制卡, 虽不及 PC_BASED 系统的功能强大, 但降低了成本。因此, 很适合上述经济型机床改造的需求。

1 数控系统的硬件设计

1.1 设计理念

数控机床一般由 5 部分构成: 主机、控制系统、驱动系统、辅助装置、编程及其他附属设备, 其中控制系统是数控机床的核心, 用于输入数字化的零件程序, 并完成输入信息的存储、数据变换、插补运算以及实现各种控制功能。运动控制芯片的性能直接影响到数控系统的整体性能, 为使该数控系统具有插补和精确定位的功能, 选用高集成度运动控制专用芯片 MCX314AS。当 MCX314AS 控制器从主 CPU 得到插补所需的参数(如直线的起点和终点, 圆弧的圆心、起点、终点、插补的方向, 位模式插补所需的插补数据等)和驱动命令(或插补命令)就开始工作。开始工作时 MCX314AS 自动在轮廓起点和终点之间计算出若干中间点, 将工作轮廓描述出来, 为系统提供驱动速度、运动轨迹, 从而实现直线插补、圆弧插补、位模式插补和实时监控等功能。结合各种插补模式, 数控机床可以加工任意形状的零件^[1]。

主 CPU 需要具有存储容量大、处理速度快、通信快

* 基金项目: 厦门科技计划项目“PC-BASED 高精度三轴联动微钻磨床控制”(3502Z20083040); 福建省高等学校新世纪优秀人才支持计划(07FJRC01)

应用奇葩

Example of Application

捷的功能,用来提供给 MCX314AS 所需的大量参数以及对接收到的反馈信息进行快速精确的处理。周立功公司的 LPC2294 是一款基于 16/32 位 ARM7TDMI-S,并支持实时仿真和跟踪的 CPU,还带有 256 KB 嵌入的高速 Flash 存储器。LPC2294 采用 144 脚封装、功耗低、多个 32 位定时器、8 路 10 位 ADC、2/4 路高级 CAN 通道、PWM 输出以及多达 9 个的外部中断,这款微控制器特别适合自动化、工业控制等应用领域。由于内置了宽范围的串行通信接口和 CAN 总线接口,它们也非常适合于远程通信、协议转换器以及其他各种类型的应用^[2-3]。因此 LPC2294 符合该系统对主 CPU 的性能要求。

1.2 系统结构

由图 1 所示的系统结构框图可知,基于 LPC2294 和 MCX314AS 的数控系统的硬件设计主要包括触摸屏与 LPC2294 的接口和通信、LPC2294 与 MCX314AS 的接口和通信及 MCX314AS 与电机驱动器的接口和通信 3 部分。



图 1 系统的结构框图

触摸屏具有坚固耐用、反应速度快、节省空间、易于交流等许多优点。触摸屏和 LPC2294 通过 RS232 实现相互通信,系统中 RS232 收发器采用 MAX3232。MAX3232 和 LPC2294 的输入输出电平都是 +3.3 V,故无需电平转换芯片就可以通信,简化了系统的硬件电路^[4-5]。

LPC2294 与 MCX314AS 连接图如图 2 所示。考虑到数据总线宽度决定了设备之间一次数据传输的信息量,数据总线的位数越多,一次传输的信息量越大,系统的响应时间越短、实时性越好。本系统中 MCX314AS 选择了 16 位数据总线宽度,即 H16L8 直接接高电平^[6]。LPC2294 的结构是 8 位字节地址空间,即一个地址空间对应一个字节的地址;而 16 位存储器的结构是 16 位半字节地址空间,一个地址空间对应两个字节的地址。因此 LPC2294

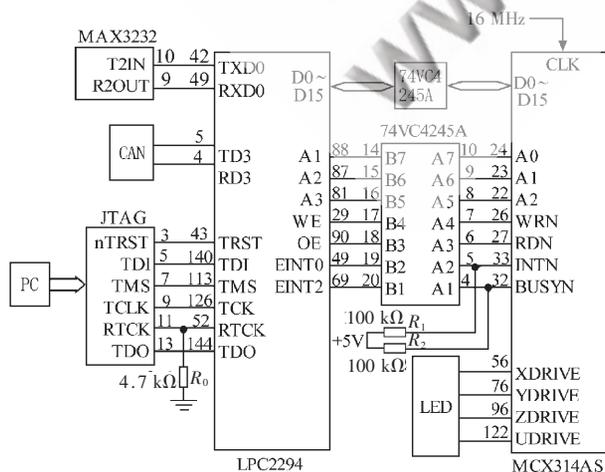


图 2 LPC2294 与 MCX314AS 的连接图

与 16 位的 MCX314AS 相连接时就需要将 LPC2294 的地址线 A1 连接到 MCX314AS 地址 A0 处,LPC2294 的地址线 A0 不需要连接。

由于 LPC2294 的信号输入输出电平为 +3.3 V,MCX314AS 的输入端信号是 +5 V 的 TTL 电平,输出端信号是 +5 V 的 CMOS 电平,因而 LPC2294 和 MCX314AS 需要通过电平转换芯片进行通信。LPC2294 的指令运行时间为 0.9 MIPS/MHz,即 0.9 MIPS/MHz×60 MHz=54 MIPS,一条指令运行的时间 $T=1/54$ MIPS=18 ns,因此电平转换芯片的上升沿和下降沿的延时时间之和要小于 18 ns。74LVC4245A 的上升沿延时时间 $(t_{PLH})_{\max}=7.0$ ns,下降沿延时时间 $(t_{PLL})_{\max}=7.0$ ns,两者之和 $(t_{PLH}+t_{PLL})_{\max}=7.0$ ns+7.0 ns=14.0 ns<18 ns,符合系统对电平转换芯片性能的要求。

系统中 LPC2294 和 MCX314AS 的复位电路采用上电复位与按键复位相结合,如图 3 所示。MCX314AS 的复位电压为 +5 V;LPC2294 的复位电压为 +3.3 V,即 $U_{\text{RESET}}=3.3$ V,可通过电阻分压来实现。

$$U_{\text{RESET}} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \times 5 = 3.3 \text{ V}, \text{从而可得 } R_4 = \frac{33}{17} R_3$$

当 $R_3=51$ kΩ 时, $R_4=99$ kΩ,考虑到常规电阻没有 99 kΩ,因此 $R_4=100$ kΩ。

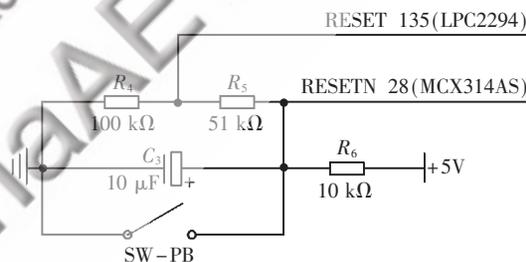


图 3 系统的复位电路

MCX314AS 内部同步的时钟信号的频率由外部决定,本系统采用了 MCX314AS 默认的 16 MHz 频率作为时钟信号,如图 4 所示。

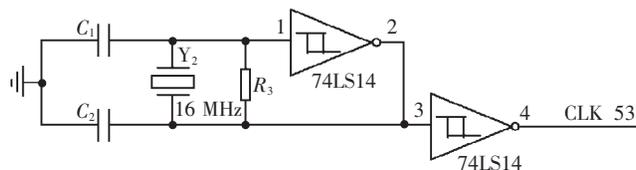


图 4 MCX314AS 时钟电路图

为了更好地掌握 MCX314AS 的 4 根轴是否正常工作,在 XDRIVE、YDRIVE、ZDRIVE 和 UDRIVE 的引脚上分别接 LED 指示灯。某个轴被驱动时,相应的指示灯就会亮。

数控机床的现场比较复杂,噪声干扰和干扰都比较大,需要对输入系统的信号,主要是一些状态信号进行隔离处理,如图 5 所示,以确保系统能够高稳定、高精度、高速运转。驱动输出脉冲通过线性驱动器

应用奇葩

Example of Application

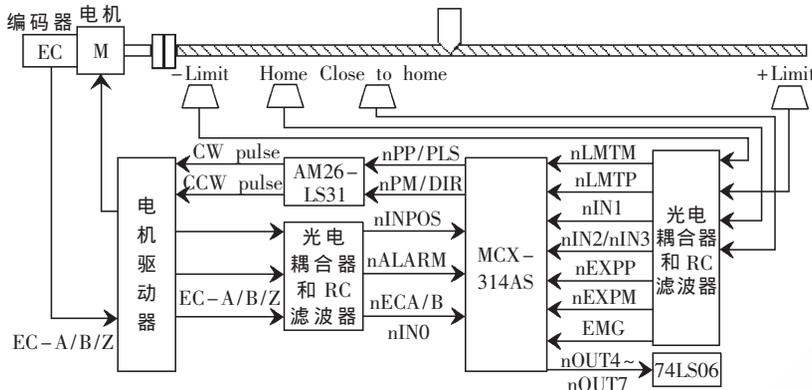


图5 MCX314AS和电机驱动器的连接图

AM26LS31 输出差动信号,考虑到电磁兼容性 EMC,驱动脉冲输出信号连接使用屏蔽双绞线,从而减少传输线上的干扰,提高系统的稳定性和可靠性。通用信号通过缓冲器 76LS06 集电极开路输出;其他信号通过光耦隔离和 RC 滤波之后与电机驱动器相连,从而保证系统可以在恶劣的环境中正常高效地工作。考虑到 MCX314AS 的最大插补速度为 4 MPPS,即插补频率的最大值为 4 MHz (插补周期的最小值为 250 ns),故系统中的光耦上升沿延时时间 t_{PH} 和下降沿的延时时间 t_{PL} 的总和应该小于 250 ns,即 $t_{PH}+t_{PL}<250$ ns。本系统的光耦采用高速光耦 TLP2630。高速光耦 TLP2630 的上升沿延时时间和下降沿延时时间的最大值为 75 ns,两者的总延时时间的最大值为 150 ns,即 $(t_{PH}+t_{PL})_{\max}=150$ ns <250 ns,符合该系统的要求。

2 数控系统的软件设计

LPC2294 主要完成通信、运行控制算法产生控制指令、MCX314AS 的读写操作等多任务。MCX314AS 的所有功能都有特定的寄存器控制,操作 MCX314AS 对于程序设计来说就是按一定的时序读写其内部的寄存器。MCX314AS 可“写”的寄存器有:命令寄存器 WR0、模式寄存器 WR1~WR3、输出寄存器 WR4、插补模式寄存器 WR5、数据寄存器 WR6~WR7;可“读”的寄存器有:主状态寄存器 RR0、状态寄存器 RR1~RR5、数据寄存器 RR6~RR7。

整个系统的软件编程包括 LPC2294 的初始化和 MCX314AS 的控制程序两部分。LPC2294 的初始化主要包括串口的初始化和外部数据总线接口的初始化;MCX314AS 的控制程序主要包括软件限位、速度控制、插补模式的选择和相关参数的设置。

3 系统功能指标

通过软硬件的结合,本系统可以实现以下主要的功能指标:

(1)各种类型的插补:圆弧插补、直线插补、位模式插补和连续插补。其中圆弧插补和直线插补的插补频率范围为 1 Hz~4 MHz,连续插补的最大插补速度为 2 MPPS。

(2)实时监控:在驱动操作的任何一个状态,命令指

定的位置、实际位置、驱动速度、加/减速(加速中、定速中、减速中)等状态都可以通过 MCX314AS 的状态寄存器 (RR1、RR2 和 RR3)读出,传输到触摸屏上显示,从而实现对该系统的实时监控。

(3)速度控制:MCX314AS 可以以较小的误差合成在其频率范围内的任何频率。每根单独的轴还可以被独立地预置为 S 曲线或梯形加/减速。对于 S 曲线或梯形加/减速驱动,输出脉冲的频率范围为 1 Hz~4 MHz。驱动脉冲输出的速度可以在不运行的时候自由改变。

(4)位置控制和软件限位:通过逻辑比较计数器和实际位置计数器来实现位置控制,两种的比较结果则可以用来实现软件限位。

下面以直线插补的实现为例,软件部分为:

```

//***** 直线插补 *****
//两轴直线插补
void LineI2(void)
{
    outpw(wr5,0x000e);
    outpw(wr7,0x7a); //高字节
    outpw(wr6,0x1200); //低字节
    outpw(wr0,0x200); //使用 0x00 命令设置 Y 轴的
    R:8000000
    outpw(wr6,0x7d0); //初始速度为 2000PPS
    outpw(wr0,0x204); //使用 0x04 命令设置 SV 值
    outpw(wr6,0x7d0); //驱动速度为 2000PPS
    outpw(wr0,0x205); //使用 0x05 命令设置 V 值
    outpw(wr7,0x00); //高字节
    outpw(wr6,0x190); //低字节
    outpw(wr0,0x206); //使用 0x02 命令设置结束点
    (Y,Z)=(400,200)
    outpw(wr7,0x00); //高字节
    outpw(wr6,0xC8); //低字节
    outpw(wr0,0x406); //置减速命令
    outpw(wr0,0x030); //两轴直线插补
    return;
}
int main (void)
{
    PINSEL0=0x00000005; //设置 I/O 连接到 UART0
    BCFG2=0x1000ffef;
    PINSEL2=0X0f814914;
    UART0_Init();
    LineI2(); //两轴直线插补
    DelayNS(100);
    inpw(r0); //两轴直线插补的状态信号
    while(1);
    return 0;
}

```

}

用示波器观测 MCX314AS 的 YPP, 可以观察到周期为 500 μs 的方波; 两轴直线插补的状态信号为 06 H, 通过 LPC2294 的串口可以输出到触摸屏上显示; 接 YDRIVE 和 ZDRIVE 的指示灯亮。

基于 LPC2294 和 MCX314AS 的经济型数控系统能够实现直线插补、圆弧插补、位模式插补和连续插补等功能, 结合各种类型插补可以加工高精度产品。与此同时, 用触摸屏和 ARM 芯片取代传统的 PC 机实现人机交流和对主运动控制芯片的命令控制, 无需运动控制卡, 简化了系统结构、降低成本, 有利于在小型数控机床厂中的广泛应用。

参考文献

- [1] 何丽, 周利华. 基于 MCX314AS 控制器的数控机床运动控制系统[J]. 计算机测量与控制, 2003, 11(5).
- [2] 周立功. ARM 嵌入式系统基础教程[M]. 北京: 北京航空

航天大学出版社, 2009.

- [3] NOVA 公司. MCX314 Instruction Manual[S]. 2007.
- [4] DON W, EICHNER. Numerical control methods: ALPHTEXT-A program to generate CNC code for alpha-numeric characters[J]. Computers & Industrial Engineering, 1998, 15(1-4): 184-186.
- [5] 袁博, 郑力新. 控制系统网络实验室数字控制器的设计[J]. 电气电子教学学报, 2008, 30(5).
- [6] 叶佩青, 汪劲松. MCX314 运动控制芯片与数控系统设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.

(收稿日期: 2009-11-26)

作者简介:

黄阳明, 男, 1984年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 智能技术与自动化装置。

郑力新, 男, 1967年生, 教授, 博士, 主要研究方向: 工业自动化技术和人工智能。

电子技术应用
APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNIQUE
www.chinaAET.com