

基于 MCX314 的 PCI 运动控制卡设计

王宇 石帅 李泱 吴墨 郭焕焕

(中国运载火箭技术研究院 北京 100076)

摘要 文中设计了一种基于 MCX314 的 PCI 运动控制卡,其能实现三轴直线、圆弧、位模式的插补运动和四轴位置、速度、加速度控制,并从 MCX314 控制指令系统、硬件接口电路设计、PCI 接口电路设计和驱动程序的开发等方面进行了介绍。该运动控制卡的设计实现了对机电一体化设备的精确控制,降低了设备开发成本,具有一定的应用价值。

关键词: MCX314; PCI 总线; 运动控制卡

中图分类号 TP274

Design of PCI Motion Control Card Based on MCX314

WANG Yu, SHI Shuai, LI Yang, WU Mo and GUO Huanhuan

(China Academy of Launch Vehicle Technology, Beijing 100076, China)

Abstract This paper designs a PCI motion control card based on MCX314, which can realize 3-axis linear, arc, bit mode interpolation motion and 4-axis position, velocity and acceleration control, and introduces the MCX314 control command system, hardware interface circuit design, PCI interface circuit design and driver development. The design of the motion control card realizes the precise control of mechatronics equipment, reduces the equipment development cost, and has certain application value.

Keywords MCX314, PCI bus, Motion control card

0 引言

运动控制技术是机电一体化装备中的重要环节。目前,通过软件实现电机控制有一定的难度,特别是在复杂的多轴联动控制环境下。因此,利用硬件实现电机控制具有控制精度高、控制功能强、使用简单等优势。MCX314 是一款性能优良、接口简单、工作可靠,适用于实现四轴运动控制的集成电路,给运动控制板卡的开发带来了极大的影响。

PCI 总线是一种标准的计算机总线,具备成本低、配置灵活、高性能总线结构等特点,十分适用于运动控制卡的开发。本文开发了一种基于 MCX314 的 PCI 运动控卡,具有适应能力强、生命力强的特点。

1 MCX314 的功能及总体设计

MCX314 是一款能够同时控制 4 个伺服电机和步进电机的运动控制芯片,以脉冲串方式输出,通过伺服电机和步进电机完成位置控制、速度控制、插补驱动等。具体实现的功能如下:(1) 四轴控制,可实现两轴或三轴联动;(2) 速度控制,既能实现 S 型和梯形结构的升降速驱动,又能保持恒定速度;(3) 位置控制,可同时获得逻辑位置和实际位置信息;(4) 硬件限位和软件限定功能;(5) 既能实现单步插补传输,又能完成直线、圆弧、位模式的连续插补传输;(6) 适配

于 8 位或者 16 位数据总线。MCX314 功能框架如图 1 所示。

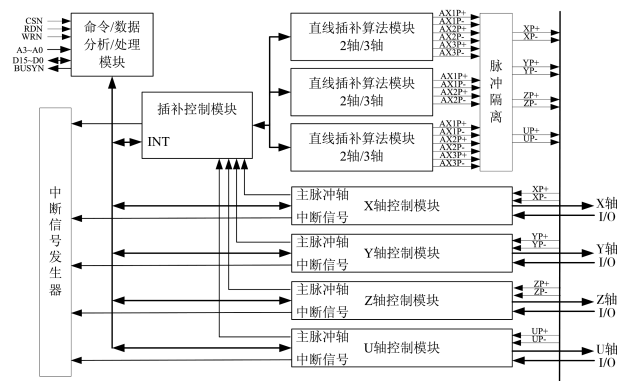


图 1 MCX314 功能框架

MCX314 运动控制芯片通过读写使地址端来控制数据的传递,设计采用 PCI9052 芯片,实现了与 PIC 总线的通信,通过局部 ISA 总线即可对 MCX314 进行访问,接口电路中利用光电耦合器控制,实现输入、输出信号的隔离,板卡总体框架如图 2 所示。

采用 PCI9052 实现的 PCI 接口电路具有成本低、硬件设计简单等优势。在 MCX314 的电机编码器输入接口采用高速光耦 HCP0631 完成设计,其余接口使用 TLP280-4,这样既降低了设计成本,又增加了硬件的集成度。

收稿时间:2023-02-18

作者简介:王宇(1979—),本科,工程师,研究方向为元器件质量保证及应用开发。

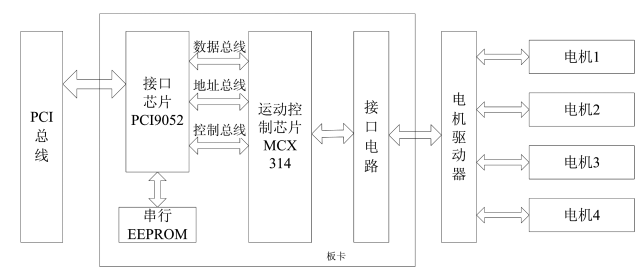


图 2 板卡总体框架

2 PCI 接口电路设计

PCI(PCIBus)总线是一种高性能且具有 32 位或 64 位地址/数据的复用总线,其目的是提供内部连接机制,使外设控制器件、扩展板和处理器系统高度集成。PCI 总线采用线性突发式的传输模式,传输速率高,其结构独立于处理器,具有较高的可靠性、良好的兼容性以及较低的成本。它的高性能总线架构可以在多种平台和架构中应用,满足了不同的系统需求。

PCI 总线接口的设计开发采用了两种方案,一种是直接进行接口设计,需采用可编程逻辑器件;另一种则是通过 PCI 专用接口芯片来实现。前者虽然实现了柔性,可使局部设备功能与 PCI 接口功能同时在一块 IC 上实现,但在设计上却有较长的投入周期。后者只需要对芯片进行合理配置,这大大降低了二次开发的工作量,故本文的设计采用了此方案。

目前,市场上的 PCI 接口芯片有很多,而采用 PCI9052 芯片可以连接 PCI 总线与 MCX314 芯片之间的接口^[1]。PCI9052 芯片引脚可直接连接适配板卡的金手指,使局域总线与 MCX314as 的数据线、地址线、控制线等相连。PCI9052 芯片的主要特点有以下几点。(1)符合 PCI2.1 协议规范要求,支持 ISA 到 PCI 的桥接转换。(2)支持芯片局域总线到内存和 I/O 接口的映射。(3)局域总线的两个中断信号 LINT1、LINT2 可以产生 PCI 中断信号。(4)局域总线和 PCI 总线的时钟相互独立运行,能够兼容高低速设备,局域总线的时钟频率范围为 0~40MHz;PCI 总线的时钟

频率范围为 0~33MHz。(5)可通过配置 EEPROM 改变局域总线运行,支持 8 位、16 位和 32 位通用局域总线的多路复用和非多路复用工作模式。(6)EEPROM 采用串行接口连接来存放系统的重要信息,如设备 ID 及局域总线配置信息。

2.1 PCI 总线接口电路

PCI9052 的引脚可直接连接 PCI 总线的金手指,在硬件设计上进行连线时,可以使用反射波信号。因此,文中设计的驱动信号采用了 50%电压,另外一半通过反射波提供。

2.2 ISA 局部总线接口

局部总线采用了 PCI9052 的 ISA 控制模式,与 MCX314 的接口电路设计如图 3 所示。

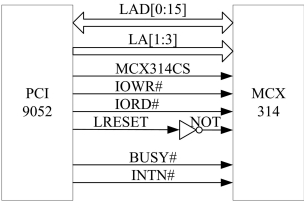


图 3 PCI9052ISA 模式与 MCX314 的连接电路

根据 MCX314as 的特性,PCI9052 的局部总线采用非复用的 16 位数据总线的 ISA 模式,将 PCI9052 的 MODE (68 脚)接地,为非复用模式。PCI9052 的 ISA 模式下,LR-ESET 为正逻辑,而 MCX314as 的复位信号为反逻辑,所以两者要通过反向器连接。BUSY# 和 INTN# 应在加入电阻后拉高,以加快数据传输中的等待和中断后的恢复。BUSY# 和 INTN# 端口应在加电阻后拉高至 VDD,以加快数据传输中的等待和中断后的恢复时间。

2.3 基于 PCI9052 的板卡配置

通过设置 PCI9052 的配置寄存器,可以实现多种工作模式,如 C 模式、J 模式、ISA 模式等,每种模式对应不同的本地总线工作方式,遵循不同的总线规范。PCI9052 的配置信息被保存在连接的 EEPROM 中,配置是否正确决定着运动控制卡能否成功完成工作,EEPROM 的配置是本文设计的一个重点。本卡 EEPROM 信息配置如表 1 所列。

表 1 PCI9052EEPROM 配置信息

93LC46B 的地址	对应 PCI9052 寄存器地址	配置寄存器的含义	PCI9052 寄存器的值	93LC46B 的设置值
[00 03]H	PCI 偏移 00H	设备 ID 制造商 ID	905210B5	5290B510
[04 07]H	PCI 偏移 08H	分类号	06800002	80060200
[08 0B]H	PCI 偏移 2CH	子系统 ID 子制造商 ID	905210B5	5290B510
[0C 0F]H	PCI 偏移 3CH	中断	0000010	00000001
[10 13]H	局部偏移 00H	局部地址空间 0 范围	FFFF0000	FFFF0000
[14 17]H	局部偏移 04H	局部地址空间 1 范围	FFFFFFF1	FFFFFF1FF
[24 27]H	局部偏移 14H	局部地址空间 0 的局部总线基地址	04000000	00040000
[28 2B]H	局部偏移 1AH	局部地址空间 1 的局部总线基地址	03000001	00030100
[38 3B]H	局部偏移 28H	局部地址空间 0 总线区域描述	0040003A	40003A00
[3C 3F]H	局部偏移 2CH	局部地址空间 1 总线区域描述	00400022	40002200
[4C 4F]H	局部偏移 3CH	片选信号 0 基地址	04004001	00040140
[50 53]H	局部偏移 40H	片选信号 1 基地址	03000009	00030900

(续表 1)

93LC46B 的地址	对应 PCI9052 寄存器地址	配置寄存器的含义	PCI9052 寄存器的值	93LC46B 的设置值
[54 57]H	局部偏移 44H	片选信号 2 基地址	04004001	00040140
[58 5B]H	局部偏移 48H	片选信号 3 基地址	03000009	00030900
[5C 5F]H	局部偏移 4CH	中断控制及状态	00001000	00000001
[60 63]H	局部偏移 50H	控制寄存器	08224ED2	4ED22208

表 1 列出了配置数据,未列出的寄存器都设置为 0。PLX 公司的厂商 ID 为 10B5H,设备 ID 为 9052H。分类号表示的是何种桥以及当前的版本,PCI9052 为 02h。子系统 ID 和子制造商 ID 分别为 9052H 和 10B5H。PCI9052 仅支持 INTA#,所以 PCIILR(PCI 中断寄存器)D8=1 或者 D8=0 不使用中断。PCI9052 有 0~3 共 4 个局部地址空间,其中空间 0 必须被配置为存储器空间范围,空间 1 必须被配置为 I/O 空间范围。根据 PCI9052 的数据手册说明,空间 0 配置数据为 FFFF0000H,空间范围为 64KB,D0=0 表示配置为存储器空间范围,表中基地址为 04000000H,使用片选 2(CS2#)。空间 1 配置数据为 FFFFFFFFH,I/O 的空间范围为 16 个字节,D0=1 表示配置为 I/O 空间范围。ISA 模式下复用出来的两个片选管脚(CS2#,CS3#)是否输出,分别由片选信号 2 基地址和片选信号 3 基地址确定。片选信号基地址 D0=1 为片选使能,片选基地址为空间 1 或 0 的基地址和配置空间地址的范围,超出这个范围,片选便没有输出。局部地址空间 0 或 1 总线区域描述为 00400022H 和 0040003AH,确定为 16 位局部数据总线。中断控制及状态寄存器为 00001000H,不使用中断,它的 D12=1 确定局部总线为 ISA 模式。控制寄存器确定了其各个复用管脚输入/输出功能,以及初始化控制。

使用包含上述配置数据的 EEPROM 启动板卡,电脑会为其分配 030000H—030000FH 这 16 个 I/O 端口和 040000H—04010000H 这 64 个 KBYTES 内存空间^[2]。

3 MCX314 接口电路设计

采用 AM26LS31 作为脉冲及方向信号的接口芯片,高速光耦 HCPL0631 作为电机编码器输入脉冲的接口芯片,限位开关等输入信号采用 TLP280-4 进行光电隔离后送入 MCX314As。脉冲、方向引脚的硬件电路设计如图 4 所示。脉冲方向接口电路采用 AM26LS31 完成,通过跳线可将输出设置为差分方式和单端方式。

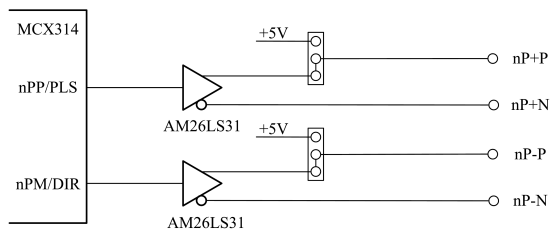


图 4 脉冲、方向接口电路

电机编码器输入接口如图 5 所示。

电机编码器接口设计采用了 HCPL0631,这是一种高速光耦器件,传输速率最高可达 10Mbit/s,可以很好地满足设计要求。

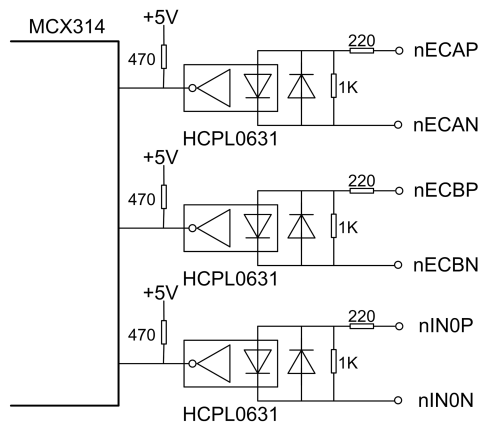


图 5 电机编码器接口

限位开关等输入信号接口电路设计如图 6 所示。

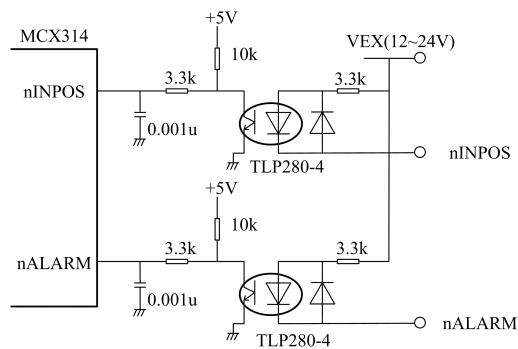


图 6 限位开关接口电路

限位开关等信号接口采用光耦器件 TLP280-4,该器件具备价格低、集成度高的特点,使电路板设计难度降低^[3]。

4 结语

基于 MCX314 的 PCI 运动控制卡设计,满足了机电一体化设备的应用需求,降低了机电一体化设备的设计成本,实现了四轴高精度运动控制和三轴直线、圆弧、位模式插补等功能,其 PCI 控制接口通用性更广,实用性更强,具有一定的应用推广价值。

参考文献

- [1] 董晓明.PCI 总线及其接口芯片的应用[J].新器件新技术, 2002,15:37-38.
- [2] 杜胜.PCI 总线设备的开发过程及应用实例[J].通信技术, 2003(8):118-120.
- [3] 叶佩青.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.