

基于 PCI总线的专用开放式数控系统研制

徐卫, 郭辉

(空军航空大学基础基地, 吉林 长春 130022)

摘要: 根据仿人高效研磨机床研究的需求, 开发了一套开放式数控系统。采用 PLX公司的 PC 9054芯片开发了个人计算机(PC)的 PC 接口, 在此基础上以存储器共享方式实现了 PC机和 DSP之间的 DMA通路。DSP选用 T公司的 TMS320F2812轴控芯片, 经扩展 4路正交脉冲计数器(QEP)实现了 6轴联动控制。

关键词: PCI总线; DSP; 开放式数控系统

中图分类号: TP39

文献标识码: B

文章编号: 1006-2394(2009)08-0006-03

Research on Special Open Numerical Control System Based on PCI Bus

XU Wei, GUO Hui

(Department of Computer Science and Technology, Aviation University of Chinese Air Force, Changchun 130022, China)

Abstract: An open CNC system was developed in the light of completing an efficient human-simulated polishing machine. A chip PC 9054 of PLX Company was adopted to accomplish the PCI interface on the personal computer. Thus a DMA channel was established using shared memory in a master-slave mode. Six axes' cooperation was achieved by attaching 4 QEP circuits to a TMS320F2812 axis control chip.

Key words: PCI bus; DSP; open CNC

1 PC 接口设计要点

PCI总线规范十分复杂, 开发接口设备具有相当的难度, 在设计中需注意以下问题。PCI的时钟扇出能力较差, 一般只支持 2~3个负载; PCI接口逻辑复杂, 总线的接口电路大致需要 1000门的逻辑才能实现, 这些逻辑电路主要作为逻辑译码、时序控制、寄存器 FIFO等。PCI总线接口逻辑的设计工作, 不是一般的中小规模 TTL或 CMOS电路所能实现的, 所以, 本文的目标芯片选 PC 9054, 同时选用 TMS320F2812作为轴控芯片。PC 9054是一种多功能、多模态的接口控制芯片, 其功能配置参见文献[3, 4]。经分析, 与 TMS320F2812总线接口时, PC 9054选 C模式工作较适合, 图 1是 PC 9054在 C模式下的定时图。

2 TMS320F2812与 PCI总线接口

TMS320F2812具有外部接口 XNTF, 接口具有 DMA传送能力, 这是 F2812与 PC 9054接口的基础, 图 2是 F2812的 PCI总线接口框图。系统中有一片共享存储器(DMA RAM), 它大部分时间是 F2812的外存, 而软件上把它的地址空间分为 PC机和 F2812“写

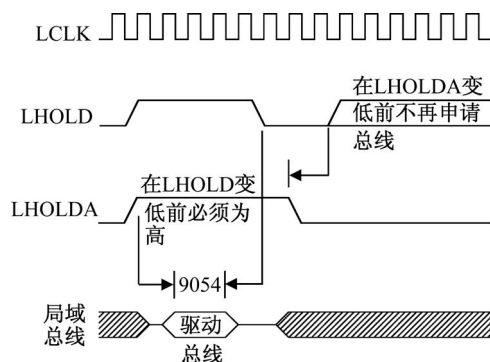


图 1 C模式局部总线仲裁定时图

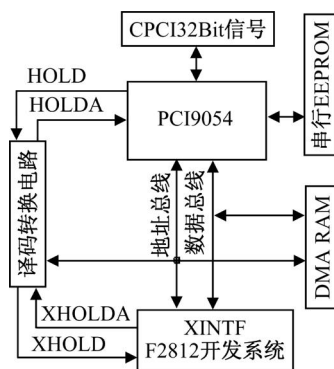


图 2 F2812的 PC 接口

收稿日期: 2009-03

作者简介: 徐卫(1962—), 女, 副教授, 研究方向为自动控制、机床数控系统、机电一体化。

字板空间,通过交换总线控制权的方式交换信息。握手信号是采用 F2812 的通用输出引脚信号对接 PC 9054 的 USERi 使用者输入端。当 F2812 允许 PC 9054 占用“写字板”时,该引脚为低,此时,PC 机通过读取 PC 9054 的相关寄存器可探测到低电平信号,通过 PC 9054 占用 F2812 总线,操作“写字板”。当 F2812 不允许 PC 9054 占用“写字板”时,通用输出引脚变高,PC 机测知后,放开总线, F2812 重新获得“写字板”控制权,依此方式循环工作。

3 数控系统 DMA 工作方式设置

为了完成 DMA 传送,首先需将 PC 9054 芯片的局部总线设定在 C 模式,而 F2812 的外部接口 XNTF 以 16 位方式工作,必须进一步将 PC 9054 设定为 16 位的工作模式。由图 1 的控制时序可知,在此模式下通常 PC 9054 不驱动局部总线,相关引脚处于高阻状态。分析图 2 中地址总线 and 数据总线的关系可知 PC 9054 与 F2812 是可互通的,当前数据/地址总线的控制权在 F2812 手中,即挂载在总线上的 DMA RAM 只被 F2812 所使用,作为它的外部存储器。一旦 PC 机命令 PC 9054 操作局部总线,PC 9054 产生总线 DMA 握手信号 LHOLD (高电平有效,参见图 1),该信号送给局部总线处理器 F2812。当 F2812 可以让出总线时,其总线信号变高阻,地址和数据线让给 PC 9054,实现 DMA 操作。

PC 机通过 PC 9054 占用 F2812 的总线后,原来存储在 DMA RAM 中的数据仍然有效,其中包含轴控芯片 F2812 发送给 PC 机的数据,该数据的地址及数据含义由用户自己定义。在 DMA RAM 中会留有一块地址空间用于 PC 机向轴控芯片传递指令和数据。当操作结束时,PC 机放开局部总线,DMA RAM 的内容在 F2812 重新获得控制权后变成 F2812 的可用信息。依此方式,PC 机和 F2812 在每一个数控采样周期内进行一次数据交换。

PC 9054 的工作方式选为 PC I 目标模式。相对于 PC 机,PC 9054 是从设备,而相对于 F2812 它又变成了主设备。

当把 PC 9054 设定为 C 目标模式下 16 位总线时, BE3# 为高字节使能 (LD [15: 8]), 而 BE2# 未用, BE1# 为地址线 LA1, BE0# 为低字节使能 (LD [7: 0])。此时 PC 9054 具有 LA1~LA31 共 31 根地址线, F2812 的 XNTF 只有 20 根地址线,这使地址线的处理较为复杂。

4 研磨专用数控系统握手信号和译码逻辑

(1) 译码逻辑

PC 9054 的 LD 数据线信号直接与 16 位的

F2812X NTF 数据线信号相连,并驱动至存储器 CY7C1041 的数据线上。而 256K 的 CY7C1041 只需要 18 根地址线,即 PC 9054 的 LA31~LA19 和 A18~A19 都由译码电路处理而产生接口设备的片选信号。

译码电路见图 3,按此图连接,可完成接口的译码功能。U1A 的 4 个输出端分别对应 4 个 256K 的 DMA RAM 芯片的片选信号,可用于选择 4 个轴控芯片 F2812,但需增加其他辅助电路; U3 的 2Y 输出 DMA RAM 的写信号, 3Y 为其读信号。U3 的 A/B 端 HOLDA 信号控制 PC 9054 和 F2812 的切换,以便轮流操作 CY7C1041 存储器芯片。

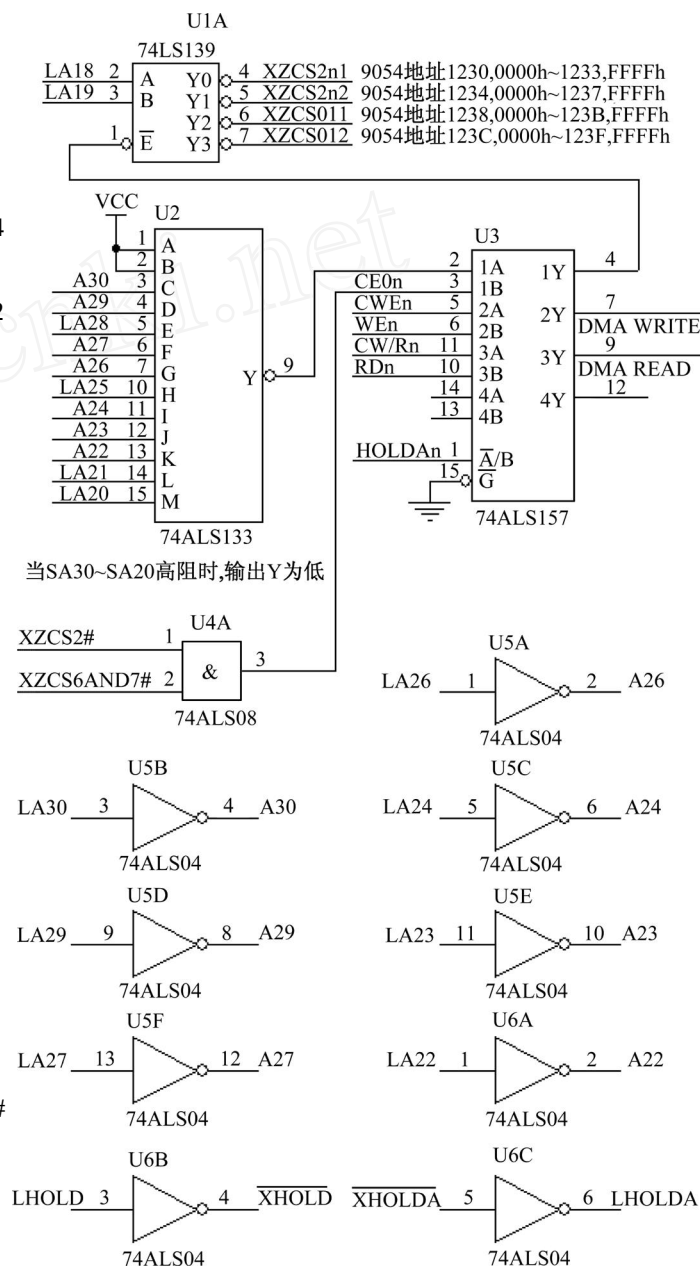


图 3 DMA 译码电路

PC 9054 的 LA19、LA18 信号是和 F2812 的 A19、A18 相通的。根据 U4A 的译码关系不难分析出 U1A

在 PC 9054和 F2812操作周期内的地址对应关系,见表 1。

表 1 PC 9054和 F2812译码地址对应表

PC 9054地址	F2812地址
1230, 0000h~1233, FFFFh	10, 0000h~13, FFFFh
1234, 0000h~1237, FFFFh	14, 0000h~17, FFFFh
1238, 0000h~123B, FFFFh	08, 0000h~0B, FFFFh
123C, 0000h~123F, FFFFh	0C, 0000h~0F, FFFFh

(2) 握手信号

PC 9054的输出信号 LHOLD 和输入信号 LHOLD 均为高电平有效,但 F2812的输入信号 XHOLD 和输出信号 XHOLD 均为低电平有效,处理方法比较简单,见图 3 中的 U6B 和 U6C 反相器。

5 TMS2812硬件电路设计

本课题开发的目标是一块带 PC 接口的运动控制卡,卡上包括 PC 9054桥接芯片及 TMS320F2812 运动控制 DSP 芯片,图 4 是 F2812 开发系统框图。

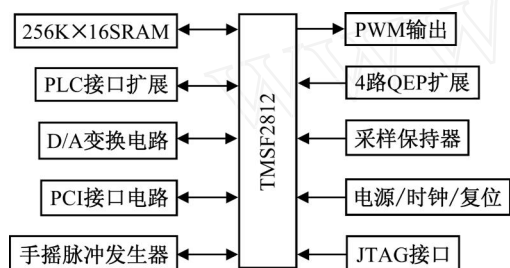


图 4 F2812 开发系统框图

F2812 DSP 系统主要包括 DSP、SRAM、PCI 接口、D/A 变换器、可编程逻辑控制器模块 PLC、A/D 变换、采样保持器、扩展 PWM/QEP 电路和光电隔离、电源变换电路、复位电路和 JTAG 接口电路等。该系统是专门针对电机控制而设计的。

TMS320F2812 片内拥有 12bit 的 A/D 转换电路,可完成控制量及反馈量的测量任务。但数控系统常需要以模拟量的方式控制电机驱动电路,所以必须为该控制卡加装 D/A 变换电路。图 5 给出了 D/A 变换电路图,采用 4 路 12bit 的 DAC7625 芯片,4 个差动输出电路只画出一个。差动输出电路的运算放大器加 $\pm 12V$ 电压,调零使满量程输出 $\pm 10V$ 的模拟电压。

TMS320F2812 运动控制芯片功能强大、编程复杂,它的详细资料可查阅文献 [8]。以上只概略介绍了开放式数控系统开发的部分电路,并略去调试步骤。

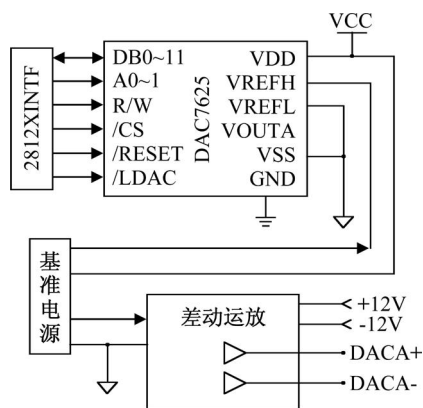


图 5 D/A 变换电路

6 结论

利用通用 PC 机作为硬件平台,使控制系统的整体造价下降。用 DSP 实现了 NURBS 曲线、曲面直接插补方法和相关的进给速度、磨削力等实时控制。选择 PLX 公司的 PC 9054 桥接芯片作为接口芯片,DSP 芯片选择了 TI 公司的 TMS320F2812 轴控芯片作为控制主芯片,PC 机与 F2812 之间的通信采用主从式握手方式进行;并在硬件电路上对 F2812 的功能做了扩展,使其能直接控制 6 个轴的联动。在 PC 机的 Windows 操作系统下编制了数控界面和轨迹规划、粗插补和轴控应用 AP 函数。实验表明,该数控系统为研磨专用机床的开发提供了方便,在软件及算法的开发方面还需大量的研究工作。

参考文献:

- [1] X. W. Xu, S. T. Newman Making CNC machine tools more open, interoperable and intelligent—a review of the technologies[J]. Computers in Industry, 2006(57): 14 - 15.
- [2] 曾繁泰,冯保初. PC 总线与多媒体计算机 [M]. 北京:电子工业出版社, 1998.
- [3] PC 9054 Data Book, Ver2.1 [G]. PLX Tech, 2000.
- [4] UM10040 - 1 ISP1582 Hi-Speed USB Device PCIMass Storage Kit User's Guide Rev 1.0 [G]. PHILIPS, 2003.
- [5] TMS320x281x DSP External Interface (XINTF) Reference Guide [G]. Texas Instruments, 2004.
- [6] 苏涛,蔡建隆,何学辉. DSP 接口电路设计与编程 [M]. 西安:西安电子科技大学出版社, 2003.
- [7] CY7C1041V33 [G]. CYPRESS, 1999.
- [8] TMS320F28x DSP CPU and Instruction Set Reference Guide [G]. Texas Instruments, 2004.

(丁云编发)