

一种主从式多轴控制卡的设计

A design of master-slave multi-axis control card

(中国科学院长春光学精密机械与物理研究所) **李清军 陈浥惠 李辛阳**
LI Qing-jun CHEN Xi-hui LI Xin-yang

摘要: 本文设计了一种基于 PCI 总线、以 TMS320F2812 为核心的主从开放式多轴控制系统,介绍了系统的功能、组成、硬件设计以及软件算法。该控制卡可独立或与计算机一同实现对目标的精稳控制,通过对三轴转台的控制,表明该控制系统具有实时、模块化的优点,控制精度满足系统要求,具有广阔的应用前景。

关键词: 主从式控制; TMS320F2812; 多轴控制卡
中图分类号: TP242 文献标识码: A

Abstract: A master-slave opening multi-axis control system, the TMS320F2812 as the core, which is based on PCI bus is designed in this paper. The function, components, hardware design and software algorithms of the system is mainly introduced. The control card can be independently or with the computer together to achieve the essence of stability control on the target, through control to the three-axis rotary table, show that the control system with real-time, modular advantages, has broad application prospects.

Key words: master–slave control; TMS320F2812; multi–axis control system

1 前言

在快速随动系统中,要求位置精度高,归零速度快,动态特性好,设计者经常采用以各种嵌入式单片机为核心的控制方案,或者以计算机(如 PC104)为核心的控制系统来实现指标要求。由于硬件设计或者软件算法设计因人而异,不能满足模块化、通用性设计要求,本文设计了基于 PCI 总线以 TMS320F2812(DSP)为核心控制单元控制电路,控制算法由 DSP 实现,控制界面管理、外部数据交换、控制信息注入、数据处理等由计算机实现,完成主从式多轴控制。这种主从式控制卡将 PC 机的信息处理能力、开放式特点与运动控制器的运动轨迹控制能力有机结合,利用双口 RAM 作为公共存储单元实现上、下位机的通信。本文设计的多轴控制卡已经在三轴稳定平台进行了试验上,验证了其可行性。

2 基于 TMS320F2812 的控制电路设计

基于 TMS320F2812 的控制电路设计如图 1 所示,由 DSP、A/D 转换、逻辑处理、串并行通讯等几部分组成。DSP 选用 TI 公司专门适应控制系统的高速 TMS320F2812,是 150MHz、32 位中央处理器,片内有 8K×16 位的 FLASH 存储器、14K×16 位单口随机存储器,两个时间管理器可产生 12 路 PWM,还有 56 个独立可编程、多用途通用输入、输出引脚,非常适用于电机实时控制系统,在一个采样周期内实现对目标的位置和速度的控制。A/D 转换采用 AD7865,它是快速(转换速度 2.4μs)、4 路模拟输入、14 位 A/D 转换器,模拟信号输入电压范围±10V,负责转换陀螺信号,作为速度的反馈;CPLD 选用 ALTERA 公司的 MAX7128,进行 I/O 口、PWM 的逻辑组合,实现对电机的方向、停机等功能;通讯接口电路选用 MAX485,进行 TTL 电平与 RS-422 差分电平转换,是主从式控制卡的功能备份,主要用于控制卡脱离计算机

独立工作时接收外部的控制指令及工作参数;双口 RAM1 选用 IDT7132,用于存储编码器的位置数据,供 DSP 计算使用。800Hz 信号作为控制器的采样信号,可以外部输入,亦可 DSP 自己定时产生,需要改信号占空比 1:1,方便控制系统的时序控制。

由于光电平台的每一个轴上都装有陀螺仪、角度传感器、直流力矩电机,对每个轴的控制过程中,陀螺仪的输出作为速度反馈元件,角度传感器作为位置反馈元件,直流力矩电机作为控制对象,从而形成双闭环的控制系统。因为光电平台采用旋转结构,惯量大、谐振频率低等特点,需要在位置、速度环节分别进行超前、滞后校正,才能满足指标要求,如图2所示。

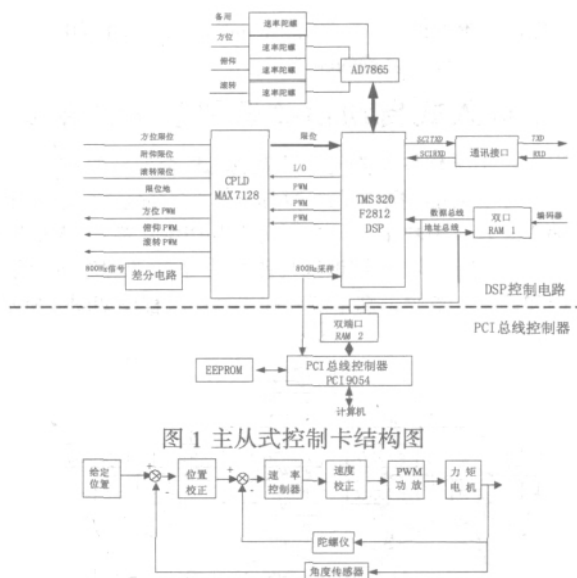


图 2 双闭环控制系统原理框图

3 PCI 总线的设计

PCI 总线是 Intel 公司推出的一种高性能局部总线, 其数据

总线为 32 位,且可扩展为 64 位,最大数据传输速率为 132~264 MB/s,是目前使用非常普遍的一种总线。

PCI9054 是美国 PLX 公司生产的 PCI 总线通用接口芯片,使用该芯片桥接 PCI 总线和本地总线,开发者可以省去考虑太多复杂的 PCI 总线规范,而集中精力开发硬件和驱动程序。PCI9054 具有较强的性能,它符合 PCI V2.1 和 V2.2 规范,提供了 2 个独立的可编程 DMA 控制器,每个通道均支持块和分散/集中的 DMA 方式;在 PCI 总线端支持 32 位/33 MHz,本地端可以编程 8、16、32 位的数据宽度,传输速率最高可达 132 MB/s,本地总线端时钟最高可达 50 MHz,支持复用/非复用的 32 位地址/数据,PCI9054 内部有 6 种可编程的 FIFO 存储器,以实现零等待突发传输以及本地总线和 PCI 总线之间的异步操作。

主从式控制卡需要插入计算机中,与计算机一同实现对目标的控制,因此需要设计 PCI 总线控制卡如图 1 所示。

系统加电时,通过 PCI 的 RST 复位以后,PCI9054 首先检测 EEPROM (93CS5) 是否存在。如果检测到 EEPROM 首字不是 FFFFH,PCI9054 将依次读取 EEPROM 的内容来初始化内部寄存器。PCIBIOS 根据配置寄存器的内容进行系统资源分配,这样,整个 PCI 设备的资源才不会发生冲突。

与 DSP 间的数据交换通过双端口 RAM2 实现,双端口 RAM2 芯片 IDT7025 是一款高速 8k×16 位双口静态 RAM,提供 2 个独立的端口,允许每个端口同时读写数据,每个端口具有独立的地址线、数据线、控制信号线,可高速存储数据。计算机把控制模式和指令、校正参数、滤波参数等写入双端口 RAM2,并从双端口 RAM2 读出控制对象速度、位置等信息,并在计算机上显示;DSP 从双端口 RAM2 中读取上位机的控制指令及参数,控制电机按上位机规划的方式运动,同时把采集的陀螺、编码器数据存入双端口 RAM2,供上位机数据分析及处理。为了防止两 CPU 同时读写双口引起的竞争,在规划合理的时序,保证上、下位机通信正常。因此,规定 DSP 在 800Hz 采用上升沿读取或写入双端口 RAM2 单元数据,而计算机在采样周期下降沿对双口 RAM2 操作。

4 软件实现

在快速高精度控制系统工程设计过程中,传统的 PID 控制已经不能满足系统指标要求,经常采用超前滞后校正环节。DSP 的软件设计了速度开环、数字滤波器、双 T 变换、2 阶超前滞后校正环节速度位置闭环的程序架构,校正参数没有给定具体值,根据具体控制对象的开环机械谐振频率确定,并由计算机通过双口 RAM2 给定。在 CCS 工具管理下用 C 语言编写 TMS320F2812 的控制算法,包括初始化、CMD 配置以及 800Hz 中断以及串行中断程序,其中 800Hz 中断是控制算法的核心部分,本文给出了 800Hz 中断程序框图(以方位轴为例)。

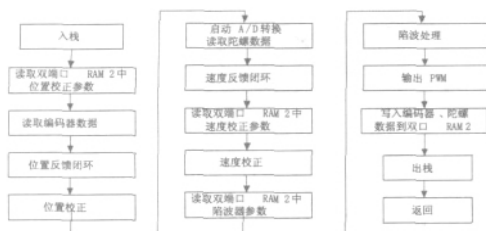


图 3 DSP 控制算法实现框图

5 实验结果

用本文设计主从式控制卡与研华工控机,在三轴陀螺稳定平台上作了控制试验,分别作了速度阶跃、位置归零实验,试验

结果如图 4 所示。

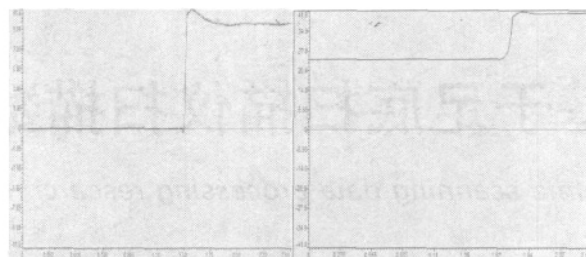


图 4 应用在三轴转台上试验结果

从图 4(a)中看出,速度环的上升时间 0.05s,超调量 17%,图 4(b)中位置稳态误差 0.2mrad(均方根)。

6 结束语

基于 PCI 总线的主从式控制卡结构简单易于实现复杂的控制规律,提高系统性能和精度,易于实现扩展开发。设计者不需要重新设计软件控制算法,把控制对象的控制参数通过计算机编程写入双口 RAM2 即可,同时系统运行可靠。实验结果表明,文中论述的主从式控制卡具有实时、模块化的优点,控制精度满足系统要求,具有广阔的应用前景。

本文作者创新点: 本文设计了一种基于 PCI 总线的主从式控制卡,以 TMS320F2812 为核心,易于实现复杂的控制规律,该电路具有实时模块化优点,方便控制系统的设计、调试,具有广阔的应用前景。

参考文献

- [1]白雪梅,等. 基于 PMAC 卡的控制算法研究[J]. 微计算机信息, 2009,(13):50-71
- [2]张严林,等. 基于 PC 的步进电机三轴联动控制系统研究. 微计算机信息, 2009,(13):76-77
- [3]张礼勇,等. 基于 TMS320F2812 的多轴运动控制系统研究. 哈尔滨理工大学学报, 2010,(3):107-114
- [4]胡寿松. 自动控制原理[M]. 北京:国防工业出版社, 1994
- [5]毕永利,等. 低机械谐振频率下控制算法的研究[J]. 光学精密工程, 2001,(6):87-90
- [6]纪淑波,等. PCI9054 接口芯片的应用设计[J]. 电子设计工程, 2010,(7):41-44

作者简介:李清军, (1966-),男,辽宁北票人,博士,研究员。研究方向:航空相机稳定控制技术。

Biography: Li Qing-jun (1966 -), man, Liaoning province, Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy Of Sciences, vice research fellow, optical engineering, aerial camera servo control technology.

(130033 吉林 长春 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所) 李清军 陈湔惠 李辛阳

通讯地址:(130033 吉林 长春 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所) 李清军

(收稿日期:2010.11.08)(修稿日期:2011.02.08)

《PLC 技术应用 200 例》将出版,
每册定价 55 元(含邮费),汇至

地址:北京市海淀区中关村南大街乙 12 号天作 1 号楼 B 座 812 室 微计算机信息 邮编:100081
电话:010-62132436 010-82168297(T/F)