

文章编号:1007-2780(2010)02-0235-05

基于 PCI 总线的数码管现场显示控制卡设计

付作伟, 傅 星, 钟汝军, 陈 治, 白茂森

(天津大学 精密测试技术及仪器国家重点实验室, 天津 300072, E-mail: fzw198581@126.com)

摘 要: PCI 总线是先进的高性能 32/64 位局部总线,易于实现高速实时的 I/O 口控制卡、通信接口卡。论文设计了一种基于 CH365 芯片的 PCI 总线控制卡,主要包括 PCI 接口芯片、单片机以及数据缓存单元;同时设计了基于数码管驱动芯片 CH451 的显示电路板,CH451 并联应用,连接单片机控制信号,占用较少单片机引脚即可实现多路数据的显示。实验验证了基于 PCI 总线控制数码管现场显示的可行性。

关 键 词: PCI 总线;CH365;CH451;现场显示

中图分类号: TP273 **文献标识码:** A

Design of Controlling Card Based on PCI Bus for Digital Tube Field Display

FU Zuo-wei, FU Xing, ZHONG Ru-jun, CHEN Zhi, BAI Mao-sen

(State Key Laboratory of Precision Measuring Technology and Instruments,

Tianjin University, Tianjin 300072, China, E-mail: fzw198581@126.com)

Abstract: The PCI local bus is an advanced and high performance 32/64 bit bus with multiplexed address and data lines, which is easy to realize I/O controlling card or communication interface card under high-speed and real-time. A PCI bus controlling card based on CH365 chip is designed in this article. The card mainly consists of PCI interface chip, MCU and data buffer. At the same time, display circuit based on driver chip CH451 is designed, the circuit connected control signal of MCU. It can realize data display with fewer pins as several CH451 chips are applied by parallel connected. The experiments proved that field display is feasible based on PCI bus controlling.

Key words: PCI bus; CH365; CH451; field display

1 引 言

PCI 总线是先进的高性能 32/64 位局部总线,可同时支持多组外围设备,实现全自动配置与资源分配,支持即插即用功能。PCI 总线与其他总线相比,速度更快、实时性更好、可控性更佳,易于实现高速实时的 I/O 口控制卡、通信接口卡、数据采集卡。使用专门的 PCI 接口芯片 CH365

可以快速实现 PCI 接口的设计,开发周期短,成本低。

为了满足分层注汽井下工具的检测与实验,本研究团队建立了一套热采分层注汽模拟试验系统,可以模拟分层注汽时高温、高压、大排量实际工况下的试验环境,通过数据采集卡把采集到的温度、压力、流量等实验数据存储到计算机的数据库。本文设计了基于 CH365 接口芯片的 PCI 控

收稿日期: 2009-08-10; 修订日期: 2009-09-04

基金项目: 中国石油公司辽河油田分公司科技项目资助(No. 2007-19250, No. 2008-JS-290)

作者简介: 付作伟(1985—),男,天津人,研究生,主要从事电路应用设计、工业控制自动化研究等。

制卡,使单片机可以通过 PCI 控制卡从计算机数据库读取实验测量数据;设计了基于数码管驱动芯片 CH451 的显示电路板,可以将单片机接收到的数据进行数码管现场显示。

2 总体方案设计

数码管现场显示控制卡的硬件设计总体方案如图 1 所示,它由控制单元和显示单元两部分组成。控制单元是基于 CH365 接口芯片的 PCI 控制卡,它与计算机主板的 PCI 连接器相接,包括 PCI 接口芯片 CH365、数据缓存单元 CH421、单片机 MSP430F147 等,完成读取计算机数据文件、数据转换、输出显示控制信号等功能。显示单元是基于数码管驱动芯片 CH451 的显示电路板,它固定在现场控制柜上,方便在实验的过程中观测实验采集数据的实时变化,共 12 组,每组包括一款数码管驱动芯片 CH451 和 5 个数码管,用于现场显示 12 通道测量关键参数值。控制单元与显示单元由长度不超过 1.5 m 的数据线相连,为了保证长距离传输信号的质量,单片机 MSP430F147 与控制信号输出端之间进行电平 3.3 V 与 5 V 间的转换,提高控制信号的传输能力。

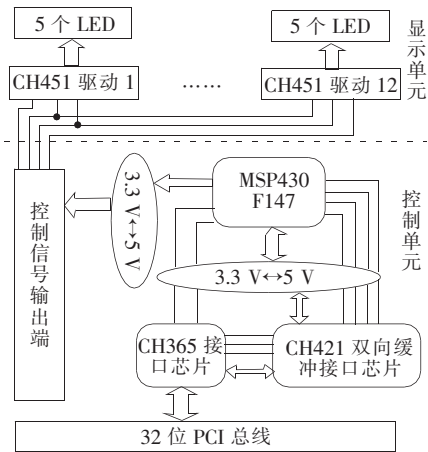


图 1 数码管现场显示控制卡的硬件设计总体方案
Fig.1 General design scheme of controlling card based on PCI bus for digital tube display

3 硬件实现

3.1 PCI 总线接口模块

CH365 是一个连接 PCI 总线的通用接口芯片,支持 I/O 端口映射、存储器映射、扩展 ROM 以及中断,可将 32 位高速 PCI 总线转换为简便

易用的类似于 ISA 总线的 8 位主动并行接口。CH365 价格便宜、使用方法简单,非常适用于制作短周期、低成本的基于 PCI 总线的计算机板卡^[1,2]。

3.2 单片机控制模块

单片机控制芯片采用美国 TI 公司生产的 MSP430 系列单片机 MSP430F147,它是超低功耗的 16 位 RISC 处理器^[3,4]。MSP430F147 接收计算机传送的实验数据,并将控制信号传输给 CH451 驱动数码管进行现场显示。

MSP430F147 单片机拥有 48 个 GPIO 接口,共分为 6 组,每组 8 个,每个接口都可以由用户通过寄存器将其设置为输入、输出或第三功能接口。在这 6 组 GPIO 接口中,P1 和 P2 两组共 16 个接口拥有中断功能,并且每组的 8 个接口共享一个中断程序入口。

3.3 数据缓存模块

CH365 是 PCI 总线通用接口芯片,由于 CH365 提供的本地端口是主动并行接口,所以不方便直接与单片机相连接。系统中通过设置双口 SRAM 在 CH365 与 MSP430F147 之间提供双向数据缓冲,实现两者的异步数据交换。

CH421A 是一个提供双向数据缓冲的接口芯片^[5]。CH421A 具有 X、Y 两个 8 位被动并行端口,通过共享 66 个字节的双端口数据缓冲区,实现 X 端与 Y 端之间的双向异步数据交换。CH421A 支持两端同时操作,适用于连接单片机与 CH365 的本地端口。CH421A 与 CH365 和 MSP430 单片机的电路连接如图 2 所示。

CH421A 采用 5 V 供电,输出的接口电平为 5 V 的 TTL 电平;而 MSP430F147 工作在 3.3 V 电源下时,要求各个管脚输入电平不得超过电源电压 3.3 V。所以,在 CH421A 输出数据给单片机时,需要在中间加入电平转换芯片 SN74-LVC4245,以实现 TTL(5 V)与 CMOS(3.3 V)的双向电压转换。

CH365 与 CH421A 的 Y 端口相连,8 位数据总线接在 CH421A 的 D0~D7 上,地址信号线 A0 与 CH421A 的 XA0 相连,用于控制索引地址和数据之间的切换。单片机使用 P1.0~P1.7 作为数据总线,通过 U₄₂₄₅₋₁ 与 CH421A 的 X 端口相连;使用 P2.1~P2.4 分别接入 CH421A 的 XA0、XRD、XWR 以及 XCS 作为控制信号;P2.0

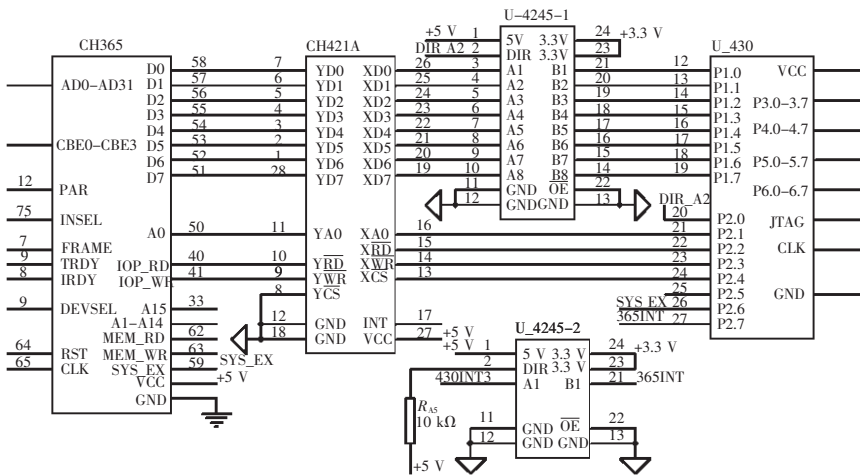


图 2 CH421A 与单片机连接电路图

Fig. 2 Circuit connection diagram of CH421A and MCU

接入 U₄₂₄₅₋₁ 的 DIR 端,作为 U₄₂₄₅₋₁ 数据输出方向的选择信号。

CH365 的地址信号线 A15 通过 U₄₂₄₅₋₂ 与单片机的 P2.7 端口相连,而且由于此信号线为 5 V 到 3.3 V 单向传输,U₄₂₄₅₋₂ 的数据传输方向控制管脚 DIR 被拉高至 5 V。当计算机与单片机联系时,首先向 CH421A 写入数据,写完数据后通过 A15 输出低电平,单片机响应外部中断进入中断程序,单片机从 CH421A 读取数据并进行处理。

3.4 数码管显示驱动模块

数码管驱动芯片采用南京沁恒公司的 CH451,它是一个具备数码管显示驱动的多功能外围芯片。CH451 内置 RC 振荡电路,可以动态驱动 8 位数码管或者 64 只 LED 发光管,具有

BCD 译码、闪烁、移位等功能,CH451 通过可以级联的串行接口与单片机等交换数据^[6]。多个 CH451 与单片机的连接方式采用并联形式,单片机为每个 CH451 提供一根独立的 LOAD 信号线,但 DIN 和 DCLK 信号线同时提供给所有的 CH451,也就是说,各个 LOAD 信号线相当于各个 CH451 的片选线。具体电路连接如图 3 所示。

单片机的 P4.0、P4.1 管脚输出 DIN、DCLK 数据和时钟信号供给所有的 CH451,P4.3~P5.5 输出 12 路 LOAD 信号分别供给每片 CH451。由于单片机 MSP430F147 的 I/O 引脚是弱上拉的双向口,考虑到在系统中单片机与 CH451 进行远距离信号传输,因此在系统设计中,首先通过 U₄₂₄₅₋₃ 将 DIN、DCLK、LOAD 等信号由 3.3 V 信号转换为 5 V,并对信号加上拉电阻以减少干

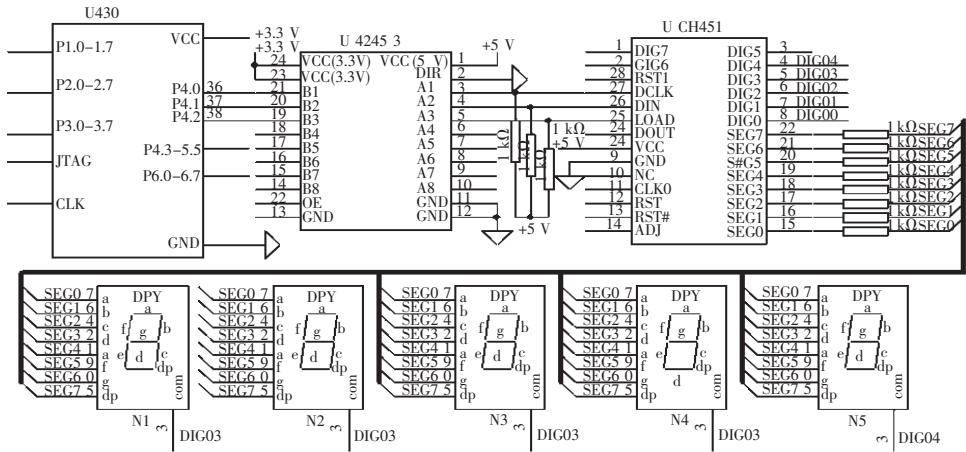


图 3 单片 CH451 驱动数码管电路图

Fig. 3 Circuit diagram of single-chip CH451 drive digital tube

扰,上拉电阻的阻值为 1 k Ω ,如图 3 所示。

每片 CH451 驱动 5 个共阴数码管,所有数码管的相同段引脚(段 A~段 G 以及小数点)并联后通过串接的限流电阻连接 CH451 的段驱动引脚 SEG0~SEG7,各数码管的阴极分别由 CH451 的 DIG0~DIG7 引脚进行驱动。串接限流电阻的阻值越大则段驱动电流越小,数码管的显示亮度越低,本设计中限流电阻的阻值为 1 k Ω 。在数码管的面板布局上,数码管从左到右的顺序是 N1 靠左边,N5 靠右边,以便匹配字左右移动命令和字左右循环移动命令。

4 软件实现

使用 CH365 驱动程序完成 CH365 读写 CH421A 的程序,之后是 MSP430 读写 CH421A 及驱动数码管显示程序。在本设计中单片机完成初始化后进入低功耗模式,等待 P2 口中断。当 CH365 向 CH421A 写完 48 个字节数据后,CH365 的地址线 A15 输出低电平,使单片机进入中断服务程序,读取 CH421A 的数据。MSP430 单片机另一个工作就是将从 CH421A 读取的数据显示在现场设置的 12 组数码管,每组 5 个。现场数码管的驱动采用 12 个 CH451 芯片,每片驱动 5 个数码管。图 4 所示为 MSP430 程序流程图。

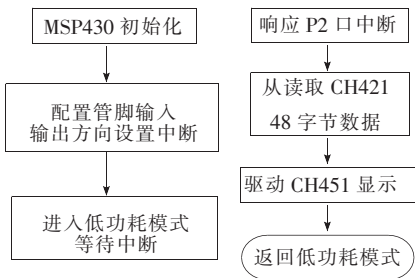


图 4 MSP430 程序流程图

Fig. 4 Program flow chart of MSP430

5 实验结果与讨论

试验中单片机 MSP430 控制两片 CH451,每片 CH451 驱动 5 个数码管显示,在传输显示数据前首先设定 CH451 的系统参数、显示参数、闪烁控制等。对于系统参数的控制命令为 0x401;对于显示参数控制命令为 0x5c0;闪烁采用默认值;

加载数据时,指定显示的数码管序号,低 8 位显示的是数据值,如在 DIG0 驱动的数码管显示 8,则控制命令为 0x808。

本实验验证基于 PCI 总线控制数码管现场显示的可行性,采用信号发生器输入电压信号模拟压力输出信号变化(量程为 0~27 MPa,对应电压值为 2~10 V),计算机采集到数据将其送给单片机驱动现场数码管的显示,表 1 为数码管显示值与理论值的对比。

表 1 数码管显示值与理论值的对比

Table 1 Digital display value compared with the theoretical value

输入电压值 (V)	量程百分比 (%)	显示值 (MPa)	理论值 (MPa)
2.0	0	00.00	0.00
4.0	25	06.79	6.75
6.0	59	13.59	13.50
8.0	75	20.42	20.25
10.0	100	27.00	27.00

从表 1 中的数据对比可以看到,现场数码管显示值与理论值之间存在一定的误差,误差的产生共有以下两个方面的原因:第一个是在 A/D 转换过程中产生,这部分误差是由数据采集卡采集实验数据时 A/D 转换精度造成;另一部分误差是在单片机做数据处理过程中产生,由于送到 CH451 显示的数据是每一位的数值,单片机在处理数据时损失了一部分精度。实验表明,虽然数码管显示值与理论值之间存在一定的误差,但是误差极小,基于 PCI 总线控制数码管现场显示是可行的。

6 结 论

设计了一种基于 CH365 芯片的 PCI 总线控制卡,主要包括 PCI 接口芯片、单片机以及数据缓存单元;同时设计了基于数码管驱动芯片 CH451 的显示电路板,CH451 并联应用,连接单片机控制信号,占用较少单片机引脚即可实现多路数据的显示。实验结果表明,虽然数码管显示值与理论值之间存在一定的误差,但是误差极小,基于 PCI 总线控制数码管现场显示是可行的。

参 考 文 献:

[1] 南京沁恒电子有限公司. PCI 总线接口芯片 CH365 中文手册 [R]. 南京:南京沁恒电子有限公司,2005.

[2] 尹勇,李宇. PCI 总线设备开发宝典 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2005:50-86

[3] Texas Instruments Incorporated. MSP 430x43x, MSP430x14x Mixed Signal Microcontroller [R]. Texas , USA: Texas Instruments Inc. , 2005.

[4] 胡大可. MSP430 系列单片机 C 语言程序设计与开发 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2003:45-48.

[5] 南京沁恒电子有限公司. CH421 中文手册 [R]. 南京:南京沁恒电子有限公司,2004.

[6] 南京沁恒电子有限公司. CH451 中文手册 [R]. 南京:南京沁恒电子有限公司,2008.



SI 单位的倍数单位

SI 单位的倍数单位是由 SI 词头与 SI 基本单位和 SI 导出单位构成。倍数单位的选取一般应量的数值处于 0.1~1 000 之间。

- SI 词头是用于构成倍数单位的因数符合,不能单独使用。
- 词头符号与所紧接着的单位符号应作为一个整体对待,它们共同组成一个新单位(十进倍数或分数单位),并具有相同的幂次。例如: $10\text{ hm}^2=10\times(100\text{ m})^2=10^5\text{ m}^2$; $1\text{ cm}^3=(10^{-2}\text{ m})^3=10^{-6}\text{ m}^3$ 。
- 词头不能重叠使用,即不能使用由几个词头并列组成的组合词头。例如:不能用 $\text{m}\mu\text{s}$ (毫微秒),正确的为 ns (纳秒)。
- 摄氏度、平面角和时间单位(s 除外)及 kg 等不得使用词头的倍数单位。例如:“mh”(毫小时),“hkg”(百公斤)是不规范的。

数值范围的表示法

1. 数值范围采用波浪号“~”。
2. 书写百分数范围,每个百分数后面的“%”都要重复写出。例如“10 %~20 %”不能写成“10~20 %”。
3. 书写用万或亿表示的数值范围,每个数值中的万或亿不得省略。例如 2 万~5 万,不能写成 2~5 万。
4. 书写具有相同幂次的数值范围,每个数值中的幂次都要重复写出。例如“ $3\times10^5\sim5\times10^5$ ”不能写成“ $3\sim5\times10^5$ ”,但可以写“ $(3\sim5)\times10^5$ ”。
5. 单位相同的量值范围,前一个量值的单位可以省略,只需在后一个量值上写出。例如:“5 mm~8 mm”应写作“5~8 mm”。
6. 单位不完全相同的量值范围,每个量值的单位应全部写出。例如:2 h~2 h30 min(但最好改为“2~2.5 h”)。