

研究报告

PCI 总线在数控激光加工系统中的应用

张国顺, 张 健, 张泰石, 阎 锐, 黄复清

(天津大学精密仪器与光电子工程学院 激光器件实验室,
光电信息技术科学教育部重点实验室, 天津 300072)

[摘要] PCI 总线标准已经成为 PC 机的主要总线标准, 它在三维激光成型、高速激光打标、激光切割等需要高速图形处理的数控激光加工系统中有着广阔的应用前景。文章分析了 PCI 总线应用中的技术难点, 提出了解决方法, 并为高速激光打标机设计出了图形处理卡, 加工效率提高 25%~30%。

[关键词] PCI 总线; 线性突发传送; 反射波转换; 干扰避免

[中图分类号] TP391.41 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2002)06-0025-04

随着激光技术的发展, 激光精密加工、三维激光快速成型、激光高速飞行打标、三维激光雕刻等技术蓬勃兴起, 对激光输出功率的稳定控制和高速图形处理提出了更高的要求。利用 PCI 总线的高速特性, 可以实现对激光输出功率的高速采样和闭环控制, 保证激光输出功率稳定。设计 PCI 图像处理卡还可解决图像传输和处理速率的瓶颈问题。

1 数控激光加工系统中 PCI 总线的应用

1.1 对激光输出功率的闭环控制

目前广泛应用的灯泵固体 YAG 激光器采用的电源主要是高效率的开关电源。在工作过程中, 由于电网波动等, 会影响输出功率的稳定。这种输出功率的波动显然会影响加工效果, 特别是激光精密加工, 影响更为显著。利用 PCI 总线高速的特性可以对激光输出进行实时采样和闭环控制, 保持激光输出功率的稳定, 其逻辑框图见图 1。

1.2 高速图形处理

随着激光三维快速成型、激光高速飞行打标、三维激光雕刻等技术的兴起, 激光加工系统面对越来越繁重的高速图形处理任务, 传统的 ISA, EISA 等总线技术显得力不从心, 在 PCI 总线扩展卡中内嵌 DSP 等高速数据处理芯片完全可以满足

要求, 避免了开发专用系统带来的高成本。同时可独立于处理器体系结构, 直接应用于主流 PC 机, 其逻辑框图见图 2。

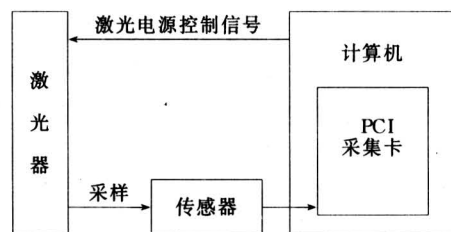


图 1 激光输出功率的闭环控制

Fig.1 Close loop control of laser output power

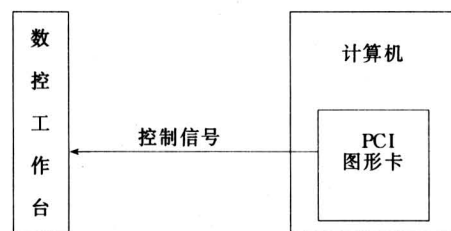


图 2 高速图形处理控制

Fig.2 Control of high-speed graphic processing

2 应用 PCI 总线的难点和解决办法

2.1 线性突发传送

PCI 总线的传输机制是线性突发传送, 突发传送指主桥(位于 CPU 和 PCI 总线之间)可以将多个存储器访问合并为一次。主设备仅对总线拥有者做出一次仲裁。起始地址和交易类型在地址段发布, 总线的所有设备锁定地址和交易类型, 并译码以确定目标设备。在这种方式下, 目标设备将起始地址锁存并递增该地址。在设计过程中嵌入 DSP 等可编程器件, 可以方便实现上述要求, 并且在工作过程中占用主 CPU 的时间大为减少, 提高了系统效率。

2.2 反射波转换

与许多总线不同, PCI 总线在物理端点没有终端电阻吸收电压变化, 以防止因电压变化引起的波前端反射回总线^[1]。相反, PCI 总线还利用了入射波反射。过去, 为了确定所用驱动器的强度, 系统设计者会忽略信号线本身的电器特性, 仅考虑连接在信号线上设备的电器特性。当系统时钟频率在 1 MHz 范围内时, 这一方法是可以接受的; 但在高频环境中, 信号线必须以 25 MHz 以上的频率转换状态。在如此高的频率下, 信号线的电器特性是选择输出驱动器特性方程必不可少的一项^[2]。如果地址/数据总线和命令/字节使能总线漂移, 接收器输入可能振荡并导出过量电流。为防止上述情况发生, 地址/数据总线、命令/字节使能总线和奇偶校验信号不允许漂移, 所有元件都应采用电平触发, 而不是边沿触发^[3]。反射波转换波形如图 3。

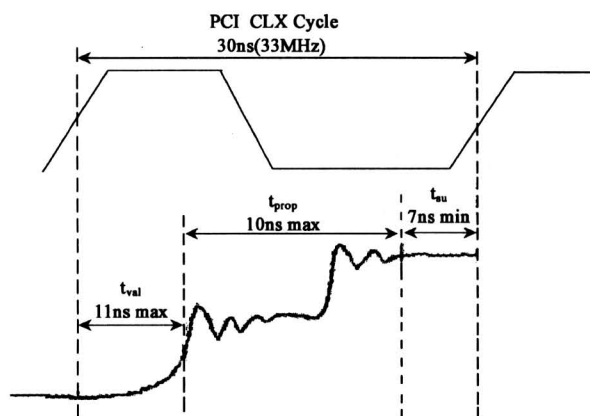


图3 高电平信号反射与加倍

Fig.3 Reflection and doubling of up-level signal

当波前端到达总线末端时, 就反射回来且幅度加倍。在波前端沿信号线的回程中再次通过每个设

备输入, 每个设备的输入就寄存一个有效的逻辑电平。信号直到 PCI 总线时钟的下一个上升沿才被采样。最后, 波前端被驱动器内的低阻抗所吸收。这一方法使驱动器尺寸和浪涌电流减半。共有三个定时参数与 PCI 信号时序有关, 在设计过程中必须考虑: a. t_{val} 输出驱动器将信号向其最后逻辑状态驱动一步所需时间; b. t_{prop} 波前端传递到信号线另一端, 反射并传递回来所需的时间; c. t_{su} 在时钟下一个上升沿之前, 信号在所有输入上都稳定在最后状态所需的最短时间。

设备只能在 PCI 时钟信号的上升沿采样输入。PCI 总线信号线的物理布局对保证信号在指定的时限内传递是非常重要的。当驱动器使一个信号有效或无效时, 波前端必须传递到总线的物理端点, 在时钟下一个上升沿信号被采样前, 往回反射, 并通过全程回归总线。

2.3 电气特性与避免干扰

PCI 总线元件的电器参数和时间参数无论是在 5 V 还是 3.3 V 信号环境, 都有相应的指标^[4]。5 V 环境基于绝对的开关电压, 目的是为了与 TTL 开关电平兼容, 而 3.3 V 环境却是基于 V_{cc} 相关的开关电压, 是一种最佳化的方法, 在设计过程中尽量采用低功耗的 CMOS 芯片。

目前激光电源主要采用开关电源, 开关电源转换效率高, 体积小。但由于开关电源在工作过程中会产生严重的高频干扰, 这对激光加工系统的控制部分有严重的影响, 对于 PCI 总线扩展卡需要采取一些措施来避免干扰。

所有的电源平面都必须对地去耦, 以便合理地处理开关电流的冲击。PCI 连接器上的 3.3 V 引脚(即使在实际中未提供电流)应提供一个交流回路, 而且在母板上必须相连, 这时的对地去耦应符合高频信号技术的要求。

在许多系统中, PCI 总线的正常操作依赖于嵌套在设备中的二极管, 以限制信号反射并满足规定的传递延迟。如果一个系统有很长的信号线却未连接 PCI 器件, 就需要在总线的那个端点添加二极管负载以保证信号质量。

3 应用 AMCC S5933 的解决方案

3.1 试验装置

Applied Micro Circuits Corporation 开发的 S5933 提供了一种单片式的解决方案。笔者利用

S5933 开发的高速打标机控制卡，实验装置原理如图 4。S5933 提供了 3 组物理总线接口：PCI 局域总线，附加总线和串行非易失存储器总线。PCI 总线和用户应用可通过 S5933 的 3 种通道交换数据：

mailbox 寄存器组、FIFO 通道、用户自定义的 1~4 个 Pass-Thru 数据通道。这种多通道数据缓冲寄存器更为实际开发提供了灵活的解决方案。

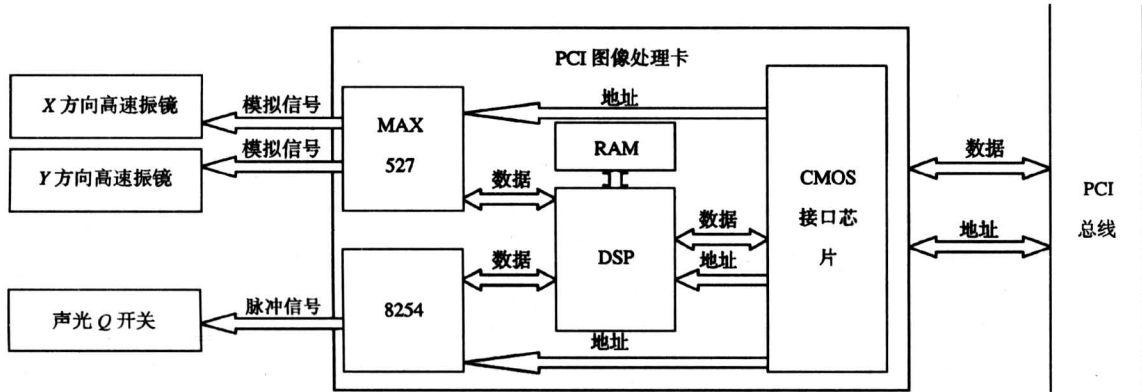


图 4 应用 S5933 的 PCI 图像处理卡

Fig.4 PCI graphic card which applied S5933

3.2 试验数据和结果分析

笔者利用 PCI 控制卡控制的高速激光打标机与国内某厂家的同类产品进行了对比加工试验。所选用的加工图形为最常见的矢量图形、矢量文字、扫描图形和扫描文字 4 种，打标面积均为 50 mm × 50 mm，分别见图 5~图 8。

五亭桥

图 8 扫描文字

Fig.8 Scan word



图 5 矢量图形

Fig.5 Vector graphic



图 6 矢量文字

Fig.6 Vector word



图 7 扫描图形

Fig.7 Scan graphic

试验激光器主要技术参数：

光源 灯泵 Nd: YAG 激光

激光波长 1.06 μm

平均功率 50 W

调制方式 声光调 Q

调制频率 1~10 kHz

加工方式 振镜式

实验结果对比如下：

	矢量图形	矢量文字	扫描图形	扫描文字
普通控制卡耗时/s	9.0	12.0	13.2	14.5
PCI 控制卡耗时/s	6.5	7.0	9.5	10.5

由于内嵌了大容量 RAM 和高速的 DSP 芯片，一次可将上千条语句和数据写入控制卡的 RAM，然后利用 DSP 高速执行，大幅度减少了主机 CPU 的干预时间，提高了效率。

4 结语

在三维激光成型、高速激光打标、激光切割等需要高速图形处理的激光加工系统中，PCI 总线有

着广阔的应用前景。PCI 总线使用了许多不同于传统总线的技术手段,在设计开发中需特别注意。

S5933 提供了一种性能可靠、应用范围广泛、价格相对低廉的解决方案。笔者利用 S5933 开发出的高速打标机,PCI 控制卡效率提高 25%~30%,这项技术已在飞行打标机中应用。

参考文献

- [1] 曾凡太,李洪珍. PCI 总线发展概况[J]. 计算机世界, 1996,(7):101
- [2] 曾凡太,陈美金. PCI 总线产品的开发[J]. 计算机世界, 1996,(7):109
- [3] Shanley T, Anderson D. PCI system architecture[M]. San Francisco Mindshare, Inc., 1997
- [4] 李贵山,戚德虎. PCI 局部总线开发者指南[M]. 西安:西安电子科技大学出版社, 1997

Application of PCI Bus in the Numerical-Control-System

Zhang Guoshun, Zhang Jian, Zhang Taishi, Yan Kun, Huang Fuqing

(Laser Device Section, Institute of Precision Instrument, Tianjin University, Photoelectricity Information Technology & Science Education Department Key Laboratory, Tianjin 300072, China)

[Abstract] PCI bus has become the primary bus standard of PC. It is widely used in numerical-control-system, such as 3D laser formation, high speed laser marking, laser cut and so on. This article analyzes several technique problems and puts forward solving strategy. A graphic processing card for high speed laser marking machine has been designed, which can raise the efficiency by 25%~30%.

[Key words] PCI bus; linear burst transmission; reflected wave conversion; interference avoidance

※ ※ ※ ※ ※

(cont. from p. 19)

- [9] Andrianov V V, Batenin V M, Veselovsky A S, et al. Conceptual design of a 100 MJ superconducting magnetic energy storage [J]. IEEE Trans on Mag, 1991, 27 (2): 2329~2332
- [10] Weck W, Ehrhart P, Muller A, et al. Superconducting inductive pulsed power supply for electromagnetic launchers: Design aspects and experimental investigation of laboratory set-up [J]. IEEE Mag, 1997, 33(1): 524~527
- [11] Salbert H, Krischl D, Hohl A, et al. 2 MJ SMES for an uninterruptible power supply [J]. IEEE Trans on Appl SC, 2000, 10(1): 777~779
- [12] 唐跃进,李敬东,段献忠,等. 超导电力科学技术——发展中的新学科和新技术 [J]. 科技导报, 2000,(4): 27~30

Prospects and Key Points for Applying SMES to Electric Power System in Ships

Dai Taozhen, Fan Zeyang, Li Jingdong, Tang Yuejin, Cheng Shijie

(Superconducting Electrical Power Science and Technology R & D Center, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China)

[Abstract] This paper introduces a series of challenges which modern power system in ships are confronted with the realization of All Electrical Ship and the application of sensitive loads and new weapons. The author analyses the potential application in power system in ships based on the development of superconducting magnetic energy storage (SMES) as a new storage device and points out the key topics for application of SMES to electric power system in ships in the future.

[Key words] electric power system in ships; superconducting magnetic energy storage (SMES); superconducting application