

并行设备总线嵌入式控制系统设计

郭玉辉^{1,2}, 王彦瑜¹, 乔卫民¹

(1. 中国科学院近代物理研究所, 兰州 730000; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要: 为了对物理实验装置的远程监控和访问, 将采用 32 位内核芯片技术结合 CPLD 逻辑时序编程来设计 3U VME 设备总线系统。S3C4510B 是三星公司针对网络应用而设计的 CPU, 本身带有 100Mbps 网络控制器, 而由于 Clinux 系统拥有完善的 TCP/IP 协议, 因此二者的结合为用户提供了强大的网络服务功能。该系统利用嵌入式网络和并行总线技术可稳定可靠地实现数据的快速获取与给定。

关键词: S3C4510B; VME; 嵌入式操作系统; GUN; uClinux

Design for Embedded Control System of Parallel Equipment Bus

GUO Yuhui^{1,2}, WANG Yanyu¹, QIAO Weimin¹

(1. Institute of Modern Physics, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000;

2. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039)

【Abstract】 In order to realize of remotely monitor and access physics experiment equipment, it should adopt 32 bit kernel chip and base on the CPLD time sequence programming to carry out the 3U VME control bus system. S3C4510B is the CPU designed by the Samsung according to the application of network, with the network controller of 100Mbps, and uClinux system has perfect TCP/IP protocol, thereby, the coalescent provides the powerful function of network service to consumer. This system makes use of the embedded network and bus runs side technology to achieve the stabilization and dependable accessed and provided data.

【Key words】 S3C4510B; VME; Embedded operating system; GUN; uClinux

在国家重点大科学工程兰州重离子加速器-冷却储存环(HIFRL-CSR)的控制系统中, 大功率磁场激励电源等精密电源的电压/电流控制需要高速的数据连接通道才能完成其同步操作, 而 VME 总线具有良好的物理特性和严格的技术规范, 并可以同 32 位微处理器进行方便灵活的接口, 为此, 采用 VME 式 3U 背板总线, 研制出了类似 3U VME 的并行设备总线控制器, 实现远程数据的获取和给定。

1 系统设计

在本系统中, 采用 32 位 ARM7 内核的网络处理芯片 S3C4510B 向 VME SLAVE 板及 DSP 板, 通过网络传送大量存储在远程数据库中的电源控制数据参数, 并将经 DSP 板处理的数据和 VME 总线上所挂接的从设备状态或实验参数通过网络快速传回到数据库, 以便试验人员通过网络及时共享实验数据资源。该控制器的主要结构如图 1 所示。

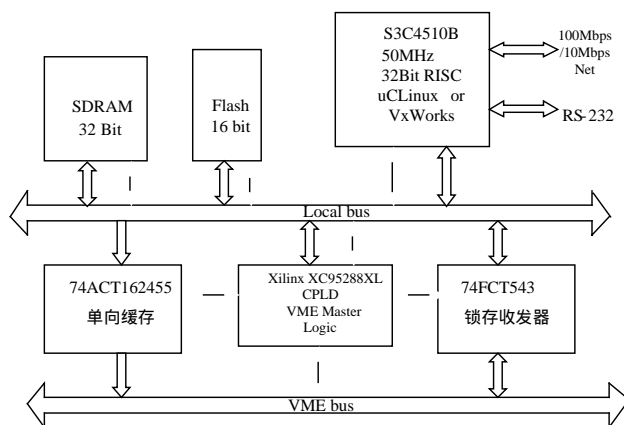


图 1 控制系统结构

为实现数据的快速获取与给定, 我们通过 VME 系统总线结构设计和软件优化两方面来完成。采用 VME64 标准通过扩展总线宽度来扩展总线带宽。在控制系统的背板设计中, 通过总线复用来实现总线带宽的扩展, 32bits 数据总线和 32bits 的地址总线复用成 64bits 的总线, 在不提高系统时钟的条件下, 实现了总线带宽的加倍。为了尽量减少数据传输对前端 DSP 板的影响及尽可能地提高数据传输速率, DSP 板与 S3C4510B 网络处理器之间的数据传输采用 DMA 工作方式, 对前端数据处理与采集 DSP 板采用双缓存机制。DSP 板对双缓存 FIFO 内的数据进行不间断轮换处理, 当 FIFO1 内的数据量满后, 将数据存储自动切换到 FIFO2 上进行, 同时触发满状态指示信号为低电平, 向网络处理器发出中断请求。网络处理器收到中断请求后, 启动 DMA 从 DSP 板的缓存 FIFO1 中获取数据, 当获取完毕, 发送传送完毕响应信号, 使 FIFO 置空。利用乒乓通信和双缓存机制实现前端数据的不间断处理。在与上层的网络通信中, 采用 TCP/IP 通信协议, 利用成熟的客户-服务器模式进行数据信息的交流, 并以数据包的形式, 大容量少次数地进行数据的传送, 尽量减少客户与服务器之间的网络连接次数, 以加速数据的获取。

2 S3C4510B 简介

作为一种 16/32 位的高性能、低成本、低功耗的嵌入式 RISC 微处理器, ARM 微处理器目前已成为应用最为广泛的嵌入式微处理器。S3C4510B 是三星公司推出的针对嵌入式应用的 16/32 位嵌入式处理器, 该微控制器专为以太网通信

作者简介: 郭玉辉(1978 -), 男, 博士生, 主研方向: 计算机控制与核物理实验数据处理技术; 王彦瑜, 副研究员; 乔卫民, 研究员

收稿日期: 2006-01-20 **E-mail:** guoyuhui@impcas.ac.cn

系统的集线器和路由器而设计,具有低成本和高性能的特点,由于其资源丰富,因此选用它作为总线控制器的核心芯片,完成高速网络通信与自动控制/数据获取的数据流交换任务。S3C4510B 中内置了 ARM 公司设计的 16/32 位 ARM7TDMI 处理器,可以执行 32 位的 ARM 指令,也可执行 16 位的 THUMB 指令,并集成了多种外围部件,主要有:

- 208 个针脚的 QFP 封装方式,3.3V 电源供电。
- 8KB 的 Cache/SRAM,工作频率达到 50MHz。
- 一个 1Mbps/100Mbps 以太网控制器,提供 MII/7-线接口。
- 2 个 HDLC 通道,每个通道可支持 10Mbps,用于网络扩展。
- 2 个 UART 通道。
- 2 个 DMA 通道。
- 2 个 32 位定时/计数器。
- 18 个可编程 I/O 口,又用户定义使用。
- 中断控制器,支持 21 个中断源,包括 4 个外部中断。
- 支持 SDRAM,EDO DRAM,SRAM,Flash 等,方便用户使用各种外存器件。
- 具有扩展的 32 位外部数据和 22 位地址总线。
- JTAG 逻辑测试部件,支持软/硬件开发。

由于 S3C4510B 是三星公司针对网络应用而设计的 CPU,本身带有 100Mbps 网络控制器,而 uClinux 系统拥有完善的 TCP/IP 协议栈,因此两者的结合为用户提供了强大的网络服务功能。本控制器利用 Intranet 网络技术来实现远程监控和访问,所以采用面向连接的 Socket 编程模式来完成控制系统的网络要求。

3 VME 逻辑时序设计

在接口逻辑设计过程中,采用了 Xilinx 公司的 FPGA/CPLD 开发工具 ISE WebPACK,并且使用了从底向上的层次设计法,底层文件采用 VHDL 文本输入方式,顶层采用图形输入方式。VME 总线的数据总线为 D[16..0],地址总线为 A[22..0],地址修改代码为 AM[5..0];R/W 为读写控制信号,AS 为地址选通信号,DS0 与 DS1 为数据选通信号;DTACK 为数据传送应答信号。其 VME 总线块传输数据操作时序(先读后写)如图 2 所示。

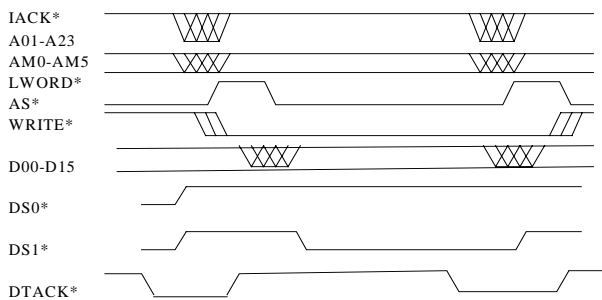


图 2 DTB Master 时序

因为 VMEbus 是异步工作方式,所以主模块在传输过程中,需要从模块发出应答信号来完成数据的传输,地址选通信号和数据选通信号以及应答信号和时钟信号之间没有特定的时序关系。而 Localbus 总线是由 32 位处理器 S3C4510B 发出的同步工作信号,即处理器直接驱动读写信号,在规定的时间内完成特定的传输任务。因此,在 S3C4510B 启动数据传送周期时,需要利用 nWAIT 信号,来外界插入等待周期信号完成同步。而 S3C4510B 在系统管理中提供了对扩

展 I/O 的访问控制寄存器,通过修改和定义有关控制位,其 Local 总线的时序可以得到相应改变,通过软件设置可进行访问时序的延时操作。在整个 VME 控制模块中,必须通过同步/异步转换电路完成与 Localbus 总线的读写信号转换。根据一般处理器的要求,必须能够提供主从设备之间的标准数据传输,突发数据传输,以及中断处理能力,故所设计的模块还须有地址控制模块,块地址控制模块,总线请求模块,中断模块,中断管理模块,本文采用 VHDL 硬件描述语言进行控制器逻辑设计并仿真,并已成功应用于自己设计的类 3U VME 的控制系统中。其 VME 控制器逻辑结构如图 3 所示。

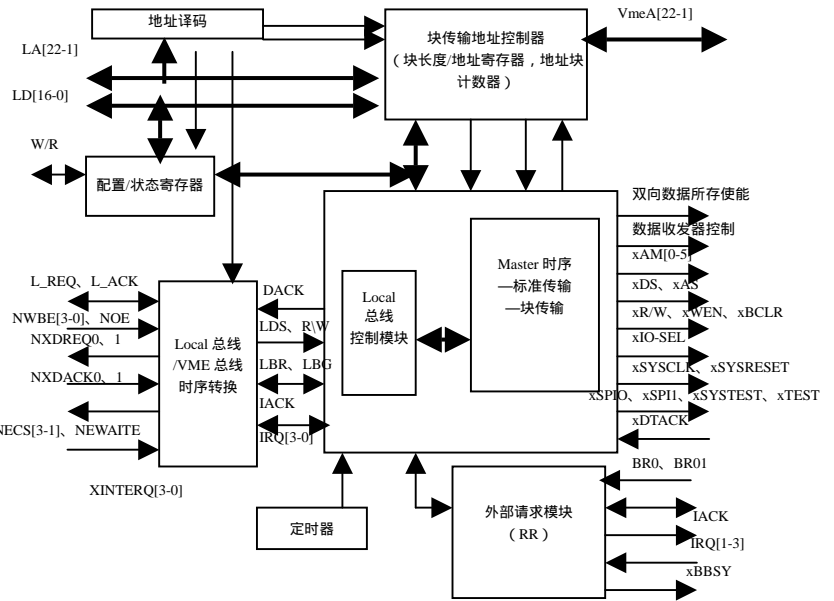


图 3 VME 控制器模块逻辑结构

4 控制系统编程

对于嵌入式应用,高端平台可直接采用 Linux 系统,其兼容性和可移植性较好,但对硬件处理速度和存储空间要求较高。低端平台可选择 uClinux,其性能稳定、移植性好、优秀的网络功能、对各种文件系统完备的支持,以及标准丰富的 API。它的主要特征如下:

- 通用 Linux API;
- 内核体积小于 512KB,内核加上文件系统小于 900KB;
- 支持其它大量网络协议;
- 支持各种文件系统,包括 NFS、ext2、romfs and JFFS、MS-DOS 和 FAT16;

uClinux 是专门针对没有 MMU 的处理器而设计,采用实存储器管理策略,通过地址总线对物理内存进行直接访问,在实现多个进程时需要实现数据保护。uClinux 系统多采用 Romfs 文件系统,在建立文件系统超级块(Superblock)需要更少的存储空间。Romfs 是只读的文件系统,禁止写操作,因此系统同时需要虚拟盘(RAMDISK)支持临时文件和数据文件的存储。在 uClinux 系统中运行的控制监测程序,将通过调用 VME 驱动程序实现同总线背板通信。

为完成本系统的远程网络控制功能,可以利用 uClinux 内核提供的 telnetd 和 ftpd 功能或编写嵌入式 Web 服务器 3 种方式来实现。用户可以通过 ftp 功能远程将控制监测程序或数据文件传送到前端 VME 控制器中,并利用 telnet 远程登录到前 uClinux 系统进行相关文件操作。当然,也可以通过 Web server 更加灵活地实现系统的远程控制。

(下转第 238 页)