

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.04.007

基于 VPX 总线的高级计算平台的研究与设计

陈志列, 陈超, 刘志永, 李琴

(研祥智能科技股份有限公司研发部, 广东 深圳 518057)

摘要: 针对用户对高性能、高带宽、抗恶劣环境计算平台要求越来越高的现状, 提出一种基于多协议交换 (versatile protocol switch, VPX) 总线设计的高级计算平台。介绍 VPX 总线的发展历史, 指出基于 VPX 总线的高级计算平台需要解决的关键问题, 给出其架构, 详细讨论其具体设计方法, 并在不同环境下进行了长时间测试。测试结果表明: 该设计平台性能高、带宽高、稳定性好、抗干扰能力强、维护方便, 适用于恶劣工作环境。

关键词: VPX 总线; 高级计算平台; 多 CPU 高速互联; 智能平台管理软件

中图分类号: TP302 **文献标志码:** A

Research and Design of Advanced Computing Platform Based on VPX Bus

Chen Zhilie, Chen Chao, Liu Zhiyong, Li Qin

(Research & Development Department, EVOIC Intelligent Technology Co., Ltd., Shenzhen 518057, China)

Abstract: Nowadays, with the higher requirement for high performance, high bandwidth and hush environment resistant computing platform, an advanced computing platform based on versatile protocol switch (VPX) bus is proposed. Introduce the development history of the VPX bus, indicate the critical issues need to be solved by the advanced computing platform based on VPX bus, the bus architecture, discuss the design in detail and carry out long-time test under different environment. The test result indicates that the platform has high performance, high bandwidth, excellent stability, strong anti-interference capability and easy maintenance; therefore, it is an industrial computing platform appropriate for severe environment.

Key words: VPX bus; advanced computing platform; versatile CPU high-speed interconnection; intelligent platform management software

0 引言

随着信息技术和计算机技术的飞速发展, 未来社会将是一个高效的数字化社会, 大量的语音、数据、图像、图形等信息需要计算平台进行实时感知和处理。伴随着计算机在各个领域的深入运用, 在航空航天控制、海底勘探考察、地震火山的灾难检测、大规模导弹发射控制、雷达监测及电子对抗、以及地外星球科考等高端测控领域, 用户对高性能、抗恶劣环境计算平台也提出了越来越高的要求, 使得传统的并行总线逐渐退出历史舞台, 出现了新一代的串行总线。但在恶劣环境适应性方面, 商用总线技术在坚固性方面不能长期适应恶劣工作环境的需求, 在接口的模块化、动态重组等方面也难以满足应用需要, 其可靠性不高且维修不方便。

近年来, CPCI 总线工控机和 VME (versamodule eurocard) 总线工控机处在一个共同竞争和发展的并存状况^[1]。由于先入为主的缘故, VME 总线在高性能的实时工业应用领域一直处于主导地位。但 CPCI 后来居上, 因其开放性的架构体系和

通用的操作系统等优势, 已在 PC 机、工控机和军用装备等各个领域受到广泛关注并被普遍采用。遗憾的是, 在这个以带宽为生命的海量数据时代, 目前这 2 种总线均显得力不从心。迫于生存和竞争, VME 总线国际贸易协会 (VMEbus international trade association, VITA) 于 2006 年首次推出多协议交换 (versatile protocol switch, VPX) 总线技术标准 (VITA46) 和 REDI 加固增强的机械设计规范 (VITA48), 不仅在带宽上突破 Gigabytes 传输, 而且非常好地解决了加固、高速互联、管理等各方面的问题, 可以广泛地应用在航空、航天、雷达、海底勘探、通信等领域, 故对其进行研究。

1 VPX 总线的发展历史^[1]

VPX 是由 VITA 组织制定的用以满足恶劣环境下高可靠性、高带宽要求的下一代高级计算平台标准。由原先的 VME 总线升级而来, 并且兼容了 XMC、Fibre Channel、PCI-Express、RapidIO 和 Hypertransport 等高速串行总线协议。诞生于约 1981 年的 VME 总线是一种通用的计算机总线, 结合了

收稿日期: 2011-10-05; 修回日期: 2011-10-27

作者简介: 陈志列 (1963—), 男, 江苏人, 硕士, 高级工程师, 从事特种计算机和计算机网络研究。

Motorola 公司 Versa 总线的电气规范和 Eurocard 机械封装标准, 是一种开放式架构。伴随电子技术的发展, VITA 先后多次推出 VME 升级版本, 如 VME64、VME64x、VME320。其中, VME64 数据宽度从原先的 32 位扩展为 64 位, 把连接器从 3 行 96 针改为 5 行 160 针, 带宽为 80 MB/s, 增加了总线锁定周期和第一插槽探测功能, 并加入了对热插拔的支持; VME64x 相对于 VME64 多增加了一个连接器, 传输协议从 4 沿传输变为双沿信号传输, 数据速率可达到 160 MB/s; 其后, VME320 在 VME64x 基础上进一步采用双沿源同步传输协议 (2eSST), 可将理论带宽提高到 320 MB/s, 但用户对 VME 的带宽进展速度不满意, 此外, 设备性能的大幅提高也带来了发热量迅速增加和可靠性降低等派生问题。近几年, 为了满足更大带宽和更强制冷能力的要求, VITA 先后推出 VXS (VITA41)、VPX (VITA46) 和 REDI (VITA48) 等一系列新的模块标准。其中, VPX 全部采用的 MultiGig RT2 连接器具有连接紧密、插入损耗小和误码率低等优点; 通过结合 REDI 构成的 VPX-REDI 平台可以满足苛刻环境和大带宽的需求。

VPX 定义了新型的高速连接器标准, 每个模块最多支持 728 个信号引脚, 所有连接器均支持高速差分信号, 能够支持 PCI-Express, 10G Ethernet, Serial RapidIO 等协议; 定义了风冷、传导、水冷、加固散热结构; 定义了中央交换、分布式交换的背板结构、模拟信号和光信号的模块背板互联标准、电源标准、基于 IPMI 的智能管理, 非常好地解决了加固、高速互联、管理等各方面的问题。

2 需要解决的关键技术

基于 VPX 总线的高级计算平台, 需要研究多协议高速互连、高性能 CPU 硬件平台、高可靠性保护、智能管理、冗余设计、传导散热结构等关键技术。要解决如下关键技术问题: 1) VPX 高级计算平台的环境适应性问题, 平台需满足对航空航天控制、导弹/火箭发射、海底勘探、灾难监测等抗冲击能力强、温度变化剧烈下的环境应用要求; 2) VPX 高级计算平台的多核 CPU 的 AMP、SMP 处理问题; 3) 多 CPU 高速互联总线协同处理问题, 平台需要支持 PCI-E/Serial RapidIO/Ethernet 互联, 需要能支持多块处理板通过互联总线实现多 CPU 处理, 实现同步或异步的协同处理机制; 4) 高度灵活的 XMC/PMC 扩展问题, 平台的处理板需要支持 XMC/PMC 扩

展, 支持各种存储板、DSP 板、交换板等; 5) 智能平台管理控制问题; 6) 多层次数据总线设计问题, 平台支持 4 个层次的通道: 采用全网拓扑结构的数据通道, 采用双星拓扑结构的千兆以太控制通道, 基于 I2C 的 IPMI 冗余总线以及通用总线, 它们之间的交互以及协同处理需要统一考虑。

3 计算平台的架构^[2]

笔者设计的基于 VPX 总线的高级计算平台参照 VPX 系列协议 VITA46、VITA48 规范、VITA65 标准来实现, 其架构如图 1 所示, 包括 4 类通道: 通用通道、IPMI 通道、数据通道和控制通道。

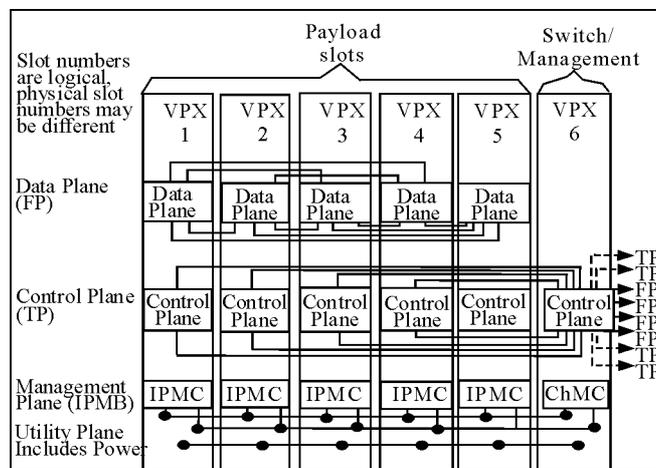


图 1 VPX 高级计算平台架构图

通用通道实现总线拓扑, 其中包括了电源通道提供不同伏值的电源、复位通道、模块地址配置等。IPMI 通道实现冗余总线拓扑, 实现 2 条总线型的 IPMI 通道。发送方在 2 个通道同时发送相同的数据, 而接收方 VMC 接收进程实时监听通道的状态, 其正常工作时使用其中的一个通道, 当出现延迟或者链路断开时, VMC 接收方自动切换到另一通道。数据通道提供在 1~5 槽实现全网状拓扑设计, 用于实现大数据量的高速传输, 其每个槽位作为一个节点, 与其他 4 个槽位分别实现 4X 全双工通信。控制通道通过第 6 槽交换槽实现双星冗余拓扑, 交互板作为中央交换单元, 每个处理槽位有 2 个千兆以太网通道同中央交换单元互联, 中央交换单元将每个通道连接到一个交换矩阵, 实现双星拓扑结构。

VPX 背板用来互联各处理模块及后 IO 模块, 交换模块, 周边模块, 存储模块, 提供 4 种通路以及 SATA 等用户可自定义的通道。背板还互联电源模块和其它模块, 除此之外, 背板为 IPMI 管理还

提供了一个存储单元，用于存储 CHMC 的 SDR，SEL 等信息。笔者设计的平台背板为 6U、6 槽的 VPX 背板，其中 5 个 Payload(负载)槽位，1 个网络控制交换槽。5 个 Payload 槽的数据通道(J1)进行分布式互连，每个槽位有 4 路×4 的差分信号(PCI-Express 或者 Serial-RapidIO)，可分为 A、B、C、D 4 个通道，分别与其它 4 个槽位的 A、B、C、D 4 个通道进行互连，其连接方案如图 2 所示。

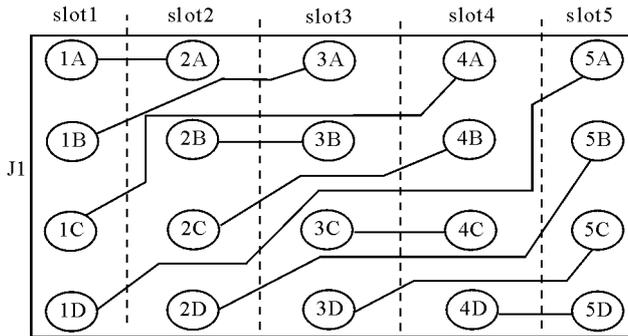


图 2 背板数据通道互连框图

4 具体设计^[3]

笔者主要介绍基于 Freescale QorIQ P4080 8 核 CPU 并支持 Serial RapidIO/PCI-Express 交换的 VPX 高级计算平台处理板，基于 MPC8377 和 Broadcom 方案的 VPX 高级计算平台交换板，VPX 智能平台管理软件等。

1) 基于 Freescale QorIQ P4080^[4]的 8 核 CPU 的处理板

VPX 高级计算平台处理板是 VPX 系统的核心，它通过 VPX 背板和其他处理板或周边板配合完成业务需求。比如它能通过 PCI-E 互联扩展网络、存储、显示等周边功能，也能通过 RapidIO 互联扩展 DSP, FPGA 等用于处理数字信号，图像语音处理。此外，VPX 处理板提供了 2 个 PMC/XMC 扩展槽，可用于扩展 1553B 等军用总线。采用 PowerPC 最新的 QorQ 平台，8 核 CPU P4080，同时支持 PCI-Express 和 Serial RapidIO 板内交换，如图 3。

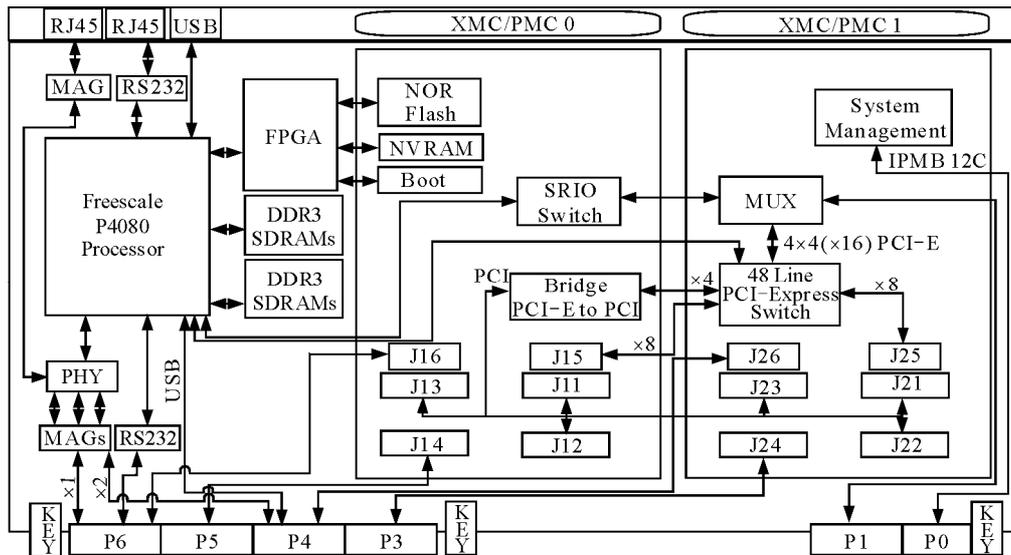


图 3 基于 Freescale QorIQ P4080 的 8 核 CPU 的处理板

采用 PowerPC 最新的 QorIQ 平台，8 核 CPU P4080，支持对称多处理和不对称多处理，并能实

现一块 CPU 支持多种操作系统，图 4 为该处理板的多核方案。

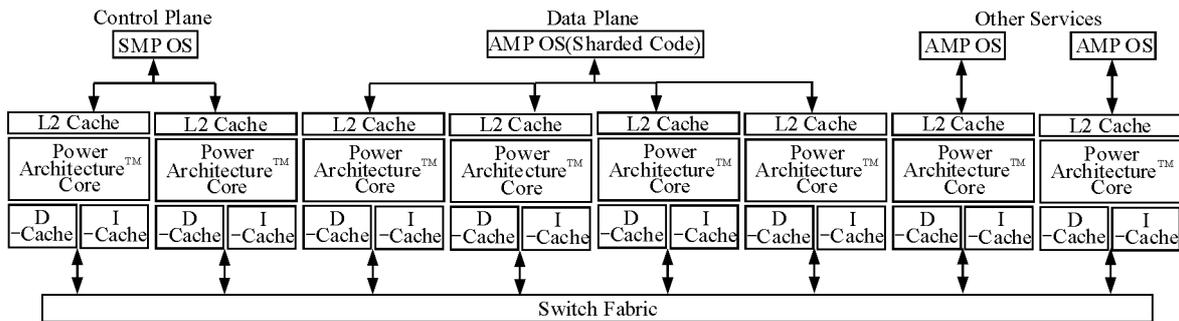


图 4 多核 CPU 方案

