

## PXI Express 规范教程

### 目录

1. 介绍
2. 使新的应用成为可能
3. 将PCI Express技术 应用于 CompactPCI 和 PXI
4. 保持软件的兼容性
5. 提供附加的定时和同步特性
6. PXI的未来
7. 参考文献

### 介绍

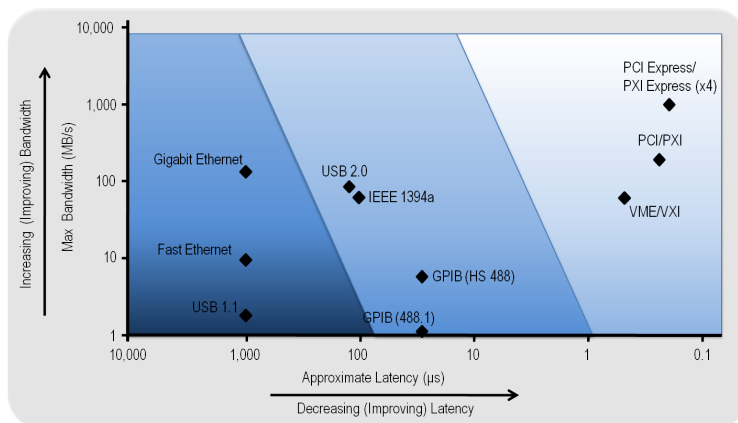
自1998年发布后, PXI 行业标准在自动测试系统领域迅速地获得采用并且广泛发展。在成千上万的应用中都采用 PXI作为平台, 所涉及的领域从军事和 航空航天、消费类电子产品, 以及通信系统到过程控制和工业 自动化等。促使 PXI被快速采用的一个关键因素, 是它在通讯背板中采用了 PCI技术。现在, 随着商业PC行业将 PCI总线升级为 PCI Express总线, 大幅提升了可用的总线带宽。通过将 PCI Express技术 应用到PXI标准中, 使得PXI有能力满足更多的应用需求。为了确保成功地 将PCI Express技术 集成到PXI 和 CompactPCI 背板中, 管理 CompactPCI 标准的PCI行业制造商协会(PXI Industrial Manufacturers Group, PICMG)的工程师和管理PXI标准的PXI系统联盟 ( PXI Systems Alliance , PXISA ) 的工程师通力合作, 确保 在将PCI Express技术 集成进背板的同时, 依然保留其与现有的大量已安装系统的兼容性。通过PCI Express技术, 使用者受益于带宽的显著增加、可靠的向后兼容性, 以及附加的定时和同步功能, 在现有的平台的基础上不断提高。

### 使新的应用成为可能

通过利用背板中的 PCI Express技术, PXI Express总线 将PXI总线的可用带宽从132 MB/s增加到8 GB/s, 达到60 倍以上的带宽提升, 同时始终保持与 PXI模块的软件和 硬件兼容性。利用这个性能的提升, PXI能够涉足到许多新的应用领域, 而过去, 这些应用领域中的大部分只能通过昂贵的和专用的硬件 来实现。比如, 通过 使用PCI Express技术, 借助于嵌入式控制器或者连接至PC的MXI控制器, 一个数字化仪能够与 CPU之间实现带宽为1 GB/s的直接数据传输。与以往的32-bit, 33 MHz的 PCI总线相比, 其数据吞吐量实现8倍以上的提升。因此。利用PCI Express技术, 一个高分辨率 16-bit 中频信号分析仪或发生器能够以高达500 MHz的带宽持续不断地与CPU进行数据传输, 避免了总线的限制或者与相邻模块共享带宽。

特别是在军事和航空 航天工业领域的自动 测试应用中, PXI Express的高 带宽性能为许多应用 提供了新的解决方案。

- 用于通讯系统测试的高带宽中频仪器
- 高速数字协议 接口, 包括基于 LVDS的专有协定、IEEE 1394、光纤 通道等
- 用于结构和声学测试的大通道数数据采集系统
- 高速图像采集



图片1. 借助于PCI Express提供的更高的数据带宽和更低的总线延迟, PXI Express系统能够轻易地应对诸如高频应用、高速数字接口、以及高速成像等新型应用领域的需求。

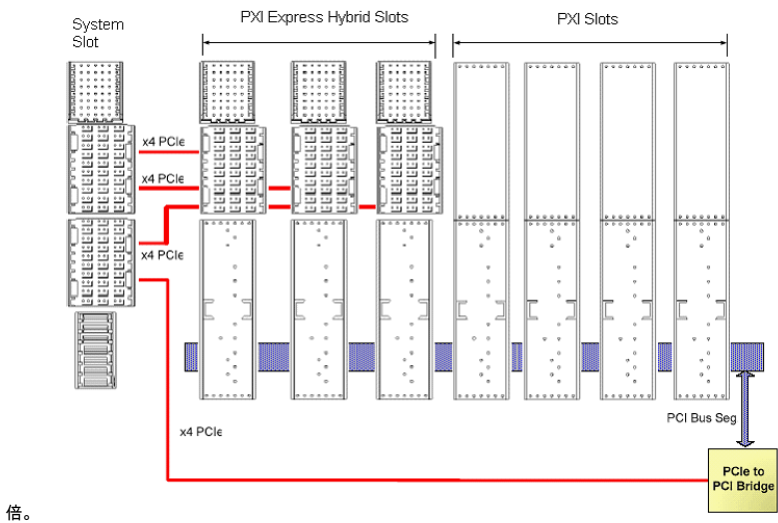
### 将PCI Express技术 应用于 CompactPCI 和 PXI

PCI Express被用于改进PCI总线平台。与PCI相比, PCI Express最为人们熟知的优势在于其点对点的总线拓扑技术。用于PCI的共享总线被一个共享切换器替代, 这就使每台设备都能够各自直接使用总线。与总线上在所有设备之间分配带宽的PCI总线不同, PCI Express为每个设备提供各自专有的数据通道。数据以数据包的形式, 通过一对被称为Lane的发射和接收信号通道顺序发送(允许每个Lane在每个方向上实现250 MB/s的带宽)。多个线路能够集合成x1(“乘1”)、x2、x4、x8、x12、x16, 以及x32 lane宽度从而增加连接插槽的带宽。与PCI总线相比, PCI Express显著提高了数据带宽, 对板载内存的需求变得最小, 同时实现更快的数据传输。例如, 与32bit、33 MHz的PCI中所有设备共享132 MB/s带宽相比, 通过一个x16插槽, PCI Express能够实现高达4 GB/s的专用带宽。

为了成功地将 PCI Express技术 集成到 CompactPCI 和PXI总线中, 同时保持向后兼容, PICMG ([www.picmg.org](http://www.picmg.org))和PXISA ([www.pxisa.org](http://www.pxisa.org))采用了一种协调的方案, 从而确保平稳过渡。由于PXI是基于 CompactPCI 规范而建立的, 整合 PCI Express的工作首先在2004年早些时候从 CompactPCI Express开始实施。定义好 CompactPCI Express系统的机械和电学特性之后, CompactPCI Express规范转而定义PXI Express系统的机械和电学特性。2005年6月27号发布的 CompactPCI Express规范中, 包括了用于支持 PCI Express的各种连接器的选择、插槽和板卡机械特性的定义、插槽和板卡的电子信号的定义, 以及兼容性测试要求。在2005年5月, 开始了PXI Express规范的制定工作, 在2005年9月 PXI Express规范 被审核通过。PXI Express规范中融合了 CompactPCI Express技术, 同时添加了用于 PXI兼容性、定时和同步, 以及系统软件框架的规范。

如下图2所示, 因为 CompactPCI/PXI Express背板在集成了PCI Express的同时依旧保留了与现有 PXI模块的兼容性, 所以用户在从不断增长的带宽性能中获益的同时仍然能够保持与现有系统的

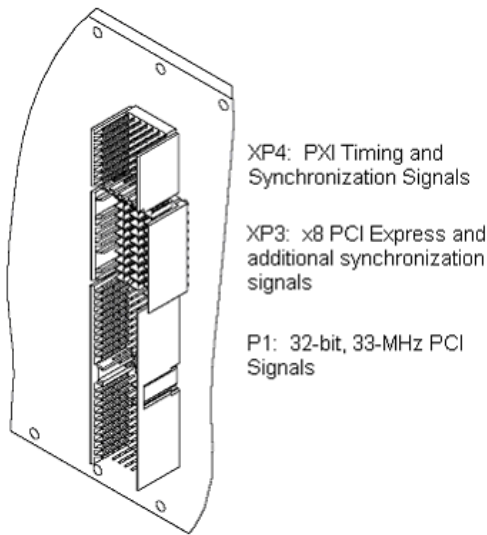
**向后兼容性。** PXI Express 为 PCI 和 PCI Express 定义了用于传递信号的 PXI Express 混合插槽。由于使用 PCI Express 信号线将系统插槽控制器 连接到背板上的混合插槽，PXI Express 提供了一个从控制器到背板插槽的高带宽通道。使用一个低成本的 PCI Express- 至-PCI 的桥接芯片，PXI Express 向所有的 PXI 和 PXI Express 插槽 提供 PCI 信号，从而确保与背板上的 PXI 模块的兼容性。除了支持 x8 连接外，还可支持高达 x16 的 PCI Express 连接，系统控制器插槽 能够向 PXI 背板提供总计为 8 GB/s 的带宽，与 PXI 背板相比，数据吞吐量的提升超过 60 倍。



图片2. 在保留对现有 PXI 模块所有插槽兼容性的同时，这个八插槽背板增加了三个各自专用带宽为 1 GB/s 的新型高性能插槽。

通过利用 PXI 背板上可用的高密度针脚，PXI Express 混合插槽能够同时为 PCI 和 PCI Express 模块传递信号。在这样的情况下，这些 PXI Express 混合插槽能够提供台式机卡片式连接器所不具有的向后兼容性（台式机卡片式连接器的单一插槽无法同时支持 PCI 和 PCI Express 信号发送）。因此，混合插槽允许安装一个使用 PCI 通信协议的 PXI 模块或者一个使用未来高性能 PCI Express 通信协议的 PXI Express 模块。

在图片3中，PXI Express 混合插槽的图形展示了它如何同时兼容性 PXI 和 PXI Express。P1 和 XP4 连接器保留当今 PXI 的 PCI 信号传输和 PXI 定时与同步信号传输。使用新型 XP3 连接器，混合插槽除了为 x8 PCI Express 提供连接外，也能附加的定时和同步提供针脚。



图片3. 与台式机中的插槽不同，新型 PXI Express 混合外围插槽通过使用额外的区域为背板上的插脚提供硬件兼容性，从而在单一插槽中安装通过 PCI 或 PCI Express 模块。

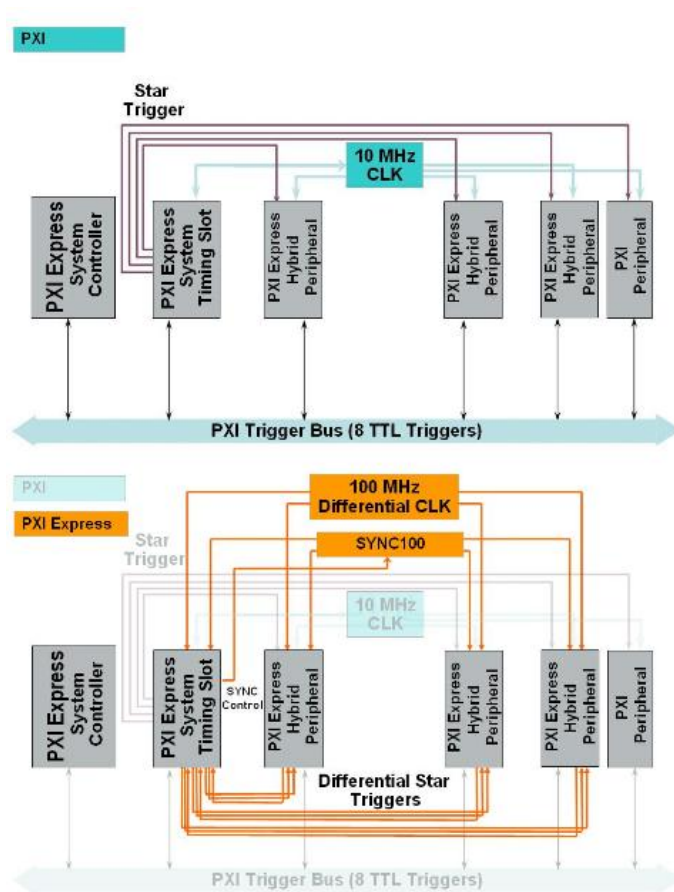
保持软件的兼容性

除了通过混合插槽提供硬件兼容性外，PXI Express 系统也能提供软件兼容，所以工程师们不会浪费他们在现有软件上的投资。通过 PCI 外围部件互连专业组 (PCI Special Interest Group，PCI-SIG)，PCI Express 软件的兼容性得到保证，该专业组包括 Intel 和 Dell 等公司。因为 PCI Express 使用与 PCI 相同的驱动程序和操作系统模型，所以该规范保证在基于 PCI 系统（比如 PXI）进行开发和基于 PCI Express 系统（比如 PXI Express）进行开发的之间工程师们具有完全的软件兼容性。因此，供应商和客户无需为基于 PCI Express 的系统更换驱动或者应用软件。

通过在 PCI 和 PCI Express 技术之间保持软件的兼容性，该规范大幅降低了供应商和集成商将新型 PCI Express 技术植入现有测试系统中的成本。通过由混合插槽提供硬件兼容性和软件的兼容性，添加 PXI Express 技术的成本降到了最低。

提供附加的定时和同步特性

PXI Express 不仅保留了 PXI 的定时和同步特性，同时还通过利用 PXI 中已有的差分连接器，提供更高性能、更低成本的差分信号连接技术，增添了多个新的同步特性。如图片4所示，在 PXI 中已有的功能的基础上，PXI Express 通过一个差分系统时钟、差分信号传输，以及差分星触发，从而实现附加的定时和同步特性。通过使用差分时钟和同步技术，PXI Express 系统获得了抗干扰能力更强的仪器时钟和以传递更高频率时钟信号的能力。除此之外，除了允许工程师提升系统的性能外，高频时钟也能与现代处理算法匹配良好，同时还允许低成本产品中去除时钟倍频电路。PXI Express 具有行业中最好的同步和延迟性能，改进了高带宽应用的测量精度和的测试时间。



图片4. 在PXI平台中已有功能的基础上，PXI Express提供附加的定时和同步特性，从而实现更好的测量精度

## PXI的未来

将PCI Express技术植入PXI中将会使得PXI Express能够涉足新的应用领域，然而许多已有的PXI应用不需要从PXI Express的性能提升中受益。比如，数字式万用表（DMM）、开关模块、工业I/O接口、总线接口等，同时许多主流信号发生器和分析仪等硬件不会从背板带宽的提升中受益。因此，PXI Express规范中最有价值的一个部分是其有能力同时将PCI和PCI Express信号传输引入到新型插槽中。因此，工程师们不能期望仪器生产商为PXI Express重新设计所有的现有的电路板，事实上，因为现有的PCI架构能够符合应用的需要，而且PCI信号能够提供给所有的插槽，许多仪器生产商将继续在PCI架构的基础上开发PXI产品。

在2007年1月，PCI-SIG作为PCI总线规范的制定机构，声明发布了PCI Express 2.0规范(同样被称为第二代PCI Express)。通过将总线位速率从2.5 GT/s翻倍至5.0 GT/s，同时保证与第一代PCI Express的完全的向后硬件和软件兼容性，第二代PCI Express规范将数据传输速率提高到第一代的两倍。工程师和科学家们可以期待，PXI Express产品将运用这一进展，增强PXI平台的性能。

## 参考文献

- [1] CompactPCI Express PICMG EXP.0 R1.0 Specification, PCI Industrial Manufacturers Group, July 27 2005
- [2] PXI-5 PXI Express Hardware Specification Revision 0.5, PXI Systems Alliance, July 15 2005
- [3] G. Caesar, PXI Embraces New Commercial Standards, Instrumentation Newsletter, Q2 2005.  
[http://ni.com/news/inst\\_news\\_q2\\_05.htm](http://ni.com/news/inst_news_q2_05.htm)
- [4] J Titus, PXI gets the Express Treatment, ECN, July 1 2005. <http://www.ecnmag.com/article/CA623714.html>
- [5] L Gutterman, PXI Express?, PXI Technology Review, Spring 2005.  
<http://www.pxionline.com/columns/PXISA/>
- [6] Introduction to PCI Express, National Instruments

## 法律条款

本教程由National Instruments公司(简称“NI”)开发。尽管National Instruments可为该程序提供技术支持，但是该指南的内容并非完全通过测试和验证，NI不以任何方式保证其质量，也不保证相关产品或驱动程序的新版本出现时继续为其提供技术支持。本教程仅以其“现状”向用户提供，教程没有任何担保。教程使用受ni.com网站上《使用条款》的约束。(<http://ni.com/legal/termsfuse/unitedstates/us/>)