

PXI实用指南

PXI规范解读与应用向导



第五版

关于PXI实用指南

这是一本对PXI标准及其衍生版本进行解读的参考书。

本书为初学者提供PXI系统的总体介绍，也适合作为有从业经验者的参考资料。

本书是一本持续更新中的手册，英国Pickering Interfaces公司将继续致力于推广PXI标准并推动其未来的演进发展。我们欢迎广大读者反馈您的意见和建议，特别是提供您希望我们在后续的版本中涵盖的议题。

请注意，本书内容重点为介绍PCI和PXI技术规范，对于所涉及的与PXI市场相关内容的陈述仅为英国Pickering Interfaces公司的观点，不代表PXI系统联盟(PXISA)的立场。

PXI大事记：

1997年8月	发布PXI标准1.0版
2000年7月	发布PXI标准2.0版
2003年2月	发布PXI标准2.1版，该版本中硬件和软件规格被分开描述
2003年9月	发布针对PXI的VISA技术规范
2005年8月	发布PXIe(PXI express)硬件和软件的技术规范
2009年9月	发布PXI Multicomputing(PXImc)规范，随后2010年9月安装程序发布
2012年10月	发布PXI和PXIe的触发管理规范。

© 2014, PICKERING INTERFACES公司保留全部版权。

未经英国Pickering Interfaces公司书面授权，任何人或机构不得对本手册内容进行复制，传播，改编，翻译或存储。该手册中包含的技术细节如有变动恕不另行通知。

pickeringtest.com

下列各项为相应公司或组织团体的商标或注册商标：

LabVIEW, LabWindows/CVI: National Instruments Corporation

PXI: PXI Systems Alliance

PICMG-PCI: Industrial Computer Manufacturers Group, Inc.

第一章 — PXI基础介绍

概要介绍PXI标准以及对其物理和电学特征的描述。

第二章 — PXI EXPRESS

概要介绍PXIe带来的变化与可选项，包括PXI MultiComputing (PXImc)

第三章 — 混合机箱

一种向前兼容的解决方案

第四章 — 从背板到模块

硬件接口和定时

第五章 — 软件

结构和使用

第六章 — PXI中的LXI和USB

PXI设备的网络控制

第七章 — 英国PICKERING公司的PXI产品概述

英国Pickering Interfaces公司的典型产品和技术支持信息

第八章 — 实用信息

PXI系统联盟(PXISA)的介绍，相关网址列表和PXI专用术语的术语表。

第一章

PXI基础介绍

背景和历史.....	1.3
PXI机箱.....	1.4
PXI槽位序号.....	1.6
6U机箱以及3U模块叠加安装.....	1.7
PXI背板.....	1.8
PXI总线与枚举.....	1.8
机箱电源.....	1.9
系统参考时钟.....	1.9
本地总线.....	1.9
触发总线.....	1.10
星形触发.....	1.10
PXI模块.....	1.11
PXI 1槽，系统插槽.....	1.13

背景和历史

PXI是一种模块化仪器系统，设计上利用了PCI和PCIe总线系统数据高传输速率的优点。该标准为开放式标准，因此任何厂商遵照此标准都可以设计生产合规的产品，同时该标准的内容用于确保来自不同制造商的模块能在来自任何制造商的机箱里正常运行。

PXI标准定义了PXI兼容产品应该具备的机械，电气和软件接口，从而确保将系统集成和软件成本降到最低，同时允许许多厂商的产品可以无缝集成在同一套系统中。无论用户的控制器是安装在PXI机箱内的嵌入式控制器还是一台单独的计算机，使用中的PXI系统就如同将用户的控制器端的PCI或PCIe插槽进行扩展。

2005年，此标准扩展为可覆盖两种PCI总线的物理实现：分别是PCI(后来经常被称作经典PCI)和PCIe。这两种总线的大部分软件可兼容，但机械和电气接口部分不兼容。两个版本分别被定义为PXI和PXIe，其中PXI使用PCI的多点并行总线结构，PXIe使用点到点的PCIe串行接口。机箱可以设计为在同一物理插槽支持两种接口方式，从而提供对任何形式模块的支持。通常用缩写PXI(e)作为同时支持PXI和PXIe的说明。

PXI的模块封装形式是以cPCI标准为基础，但是增加了用于支持触发功能的引脚和PXI本地总线。

带有仪器功能的PXI模块安装在机箱里，此机箱可以包含独立的控制器或PXI(e)到PXI(e)的桥接控制器，桥接控制器在PXI机箱与计算机间实现高速通讯连接。

多数PXI仪器模块是简单的寄存器基产品，通过驱动软件配置成可用的仪器，从而可以很好地利用不断提高的计算机性能优势来提高硬件的存取速度，同时简化模块中嵌入式的软件。工作模式为通过与系统控制器的操作系统相兼容的软件驱动，利用中央控制器来实现“智能”系统。

cPCI(CompactPCI)和PXI模块可以互换使用—它们可以用于cPCI机箱也可以用于PXI机箱—但是将PXI模块安装到cPCI机箱中将失去PXI模块特有的硬件触发功能和本地总线。然而实际应用中，有大量PXI模块并不支持硬件触发或本地总线。

自PXI标准和PXIe标准推出以来，增加了两个附加的选项：一个是PXImc(PXI MultiComputing)；另一个是针对PXI(e)机箱的触发总线管理系统。迄今为止这些都不曾被广泛采用，但是最近有几个制造商对触发总线管理表现出极大的兴趣。

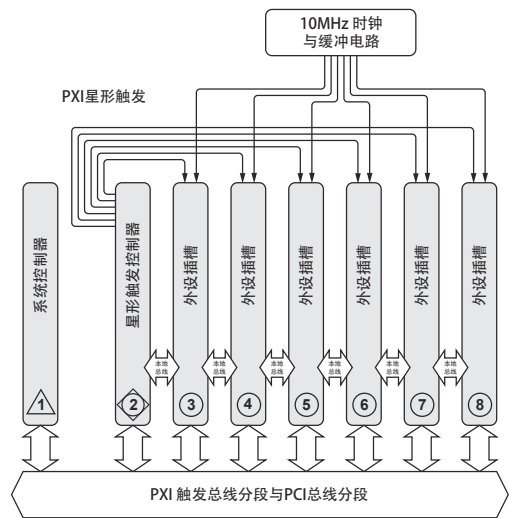


图1.1—8槽PXI总线结构示意图

PXI机箱提供了用来安装PXI模块和给模块强制空气冷却的机械结构，同时提供了DC电源，PCI总线以及PXI特有的功能。通常机箱设计为可以容纳3U或6U的PXI模块，6U模块的高度相当于2个3U模块的高度。通常3U模块通过一个适配器就可以安装于6U机箱中。PXI标准允许设计可同时容纳3U和6U模块的机箱，但迄今为止3U的模块尺寸仍占主导地位。

PXI机箱可以容纳cPCI模块，但是不支持cPCI模块特有的功能(如：后I/O)。

PXI规范支持连接到时钟为33MHz和66MHz的32位和64位PCI总线，以确保各自的理论总线速率达到132Mb/秒至528Mb/秒，这远远超过了通过 GPIB 和通过 VXI 接口的传输速度。

规范中允许每个33MHz的PCI总线分段最多包含8个插槽，或者每个66MHz的PCI总线分段最多包含5个插槽。这并未限制机箱里可用的插槽数量，因为更大规模的机箱中通过PCI-PCI桥可以把多个分段相互连接起来。每个PCI桥需要在相互连接的两个分段中各占用一个槽位的电路连接。

很多PXI的机箱和模块都只支持33MHz的操作——66MHz背板的结构复杂(需要更多的扩展桥以使其不超过总线分段的限制)，这意味着速度的提高导致成本增加但对用户的帮助有限，因为在测试系统中背板的速度极少成为瓶颈因素。几乎所有的PXI模块仅支持32位的连接而不支持64位的连接，同时PXI标准也允许机箱仅支持32位的连接。

对于33MHz的系统可以通过一个PCI桥实现14槽的机箱(1槽与13个外设插槽)——其中PCI桥占用两个PCI端口(每个总线分段中占用一个)。

支持66MHz的机箱比较少见，因为每个PCI段上可用的插槽数量太少——14槽机箱需要三个PCI桥而不是一个，因而大幅增加成本。此外，只要系统中有一个模块不支持66MHz的操作则时钟被自动限制为33MHz。而市场上支持66MHz (或64位)的PXI模块非常罕见。

大多数机箱支持64位总线，但是标准中也允许仅支持32位，且必须在数据表中加以说明。这种情况通常用于便携设备以降低电源消耗。

由于受到模块和机箱的限制，大部分PXI系统为运行于33MHz的32位系统，这在降低系统成本的同时也限制了带宽，因而无法达到PXI的标称速度。

PCI桥对于PXI机箱的用户是透明的，但是如果两个模块要通过触发总线传送触发信号时存在额外的困难点，因为触发总线不能直接穿过PCI桥。星形触发可以通过线路穿过第一个PCI桥但是连接数量受限。

当某设备需要使用通过触发总线相连接的两个独立模块时，如果两个模块处于PCI桥的两侧，则设备的操作可能变得复杂甚至失败。因此最好避免这样放置模块。有一份新的文档对软件进行了规范化，使其可以控制所有可用的触发总线连接，但是并未指定触发总线连接，也没有对其功能进行规定。

PCI桥的位置通过竖直短线在背板上和机箱的槽位序号处进行标示。PCI桥在分段间传送数据时会产生1个时钟的延迟。



图1.2—机箱PCI桥示意图

(图片所示为Pickering公司的40-923A-001)

PXI规范并没有严格规定PXI机箱的构成，但必须包含规范中要求具备的组件。由于这个原因，PXI机箱的性能各有不同，用户需要根据自己的需求来选择合适的产品。需要考虑的事项如下：

- 系统所需模块的数量。机箱太大则相应的尺寸也大并且价格昂贵，机箱过小时需要同时使用多个。
- 系统所需模块的尺寸(3U和6U)。如果需要同时使用6U模块和3U模块则需要使用混合尺寸的机箱，以同时支持不同高度的模块。需要注意3U模块可以插入6U插槽，并且能够运行良好，但可能需要适当的机械装置进行固定。某些机

箱可能允许3U模块的双叠加应用——将两个3U模块安装在一个6U插槽中。

- 诊断功能。支持对电源和风扇持续监测以确保其状态正常。
- 电源容量。太小的电源无法支持高耗电的模块。某些测试系统可能对某一路电源有较高要求，例如与仅测试逻辑电路的系统相比，某些模拟或者射频功能需要±12V电压轨能够提供更大电流供应。依照2.1版规范设计的机箱可能提供比按此前版本规范设计的机箱更多的电源。另有一个小功率版本的规范，与全电源规范相比机箱的功耗更低。
- 风扇气流容量影响PXI模块的冷却速率，并且影响每个模块的最大功耗。风扇转速控制器可以降低正常温度下机箱的声学噪声，并且降低测试系统中温度的波动，但是在实际使用中此功能并非决定因素。如果用于办公环境中，并且模块自身发热不高，则更适合选用制冷量较低且声学噪声较低的机箱。风扇气流容量指示的是风扇的性能而不一定表示实际机箱中的空气流量——实际空气流量还与机箱中安装的模块有关，不同的模块具有不同的风阻特性。
- 内置显示器可以帮助用户监视测试过程，但需要占据一些机箱空间。内置显示器在设计和开发阶段可能比较有帮助，但当测试系统部署于自动测试环境中后就基本不再需要。只有极少数应用需要在机箱中包含显示器。
- 包含其它驱动器，例如CD或者DVD。这是为了直接载入程序或者大量数据，同样这些配置在PXI (e) 系统中也不常见。
- 如果必须使用硬件触发，需要机箱支持跨越总线分段的触发总线。

以上是对PXI机箱的整体描述，后续章节会提供更多细节。

PXI槽位序号

每一个PXI槽位都有一个对应的槽位号(大部分情况下)被标注在PXI插槽下方。一般为从左到右排列。

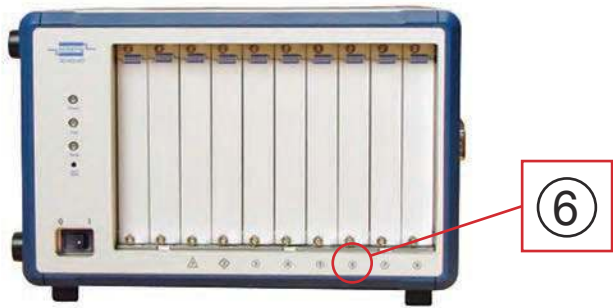


图1.3—在每个槽位下方标有槽位号的小型PXI机箱
(图片所示为Pickering公司的40-922-001)

6U机箱及3U模块叠加安装

某些6U机箱允许3U模块被“叠加”使用，使每个6U插槽可安装两个3U模块。通常允许部分特定的槽位支持此类叠加应用，如下图所示。

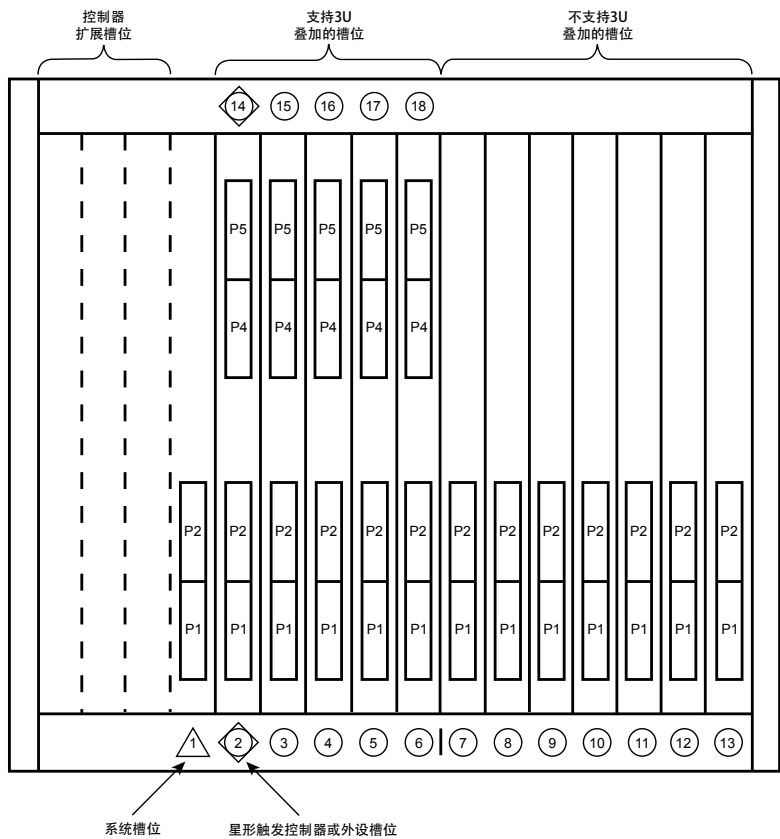


图1.4—支持3U叠加安装的6U机箱上的槽位编号

一个支持叠加的6U机箱中的各槽位在底部都具备P1和P2两个连接器以支持3U PXI模块，而双叠加槽位中P4和P5连接器将用于支持安装在在槽位上部的另一个3U PXI模块。顶部PXI的槽位号标示在槽位上方，而不支持叠加的槽位上方没有此类标记。

PXI背板

PXI背板通常是多层的单一PCB(通常是很厚的PCB, 因为层数很多并且包含专门的电源层用于电源分配), PXI模块可以插在其上, 背板将所有的控制信号与电源传送到模块。

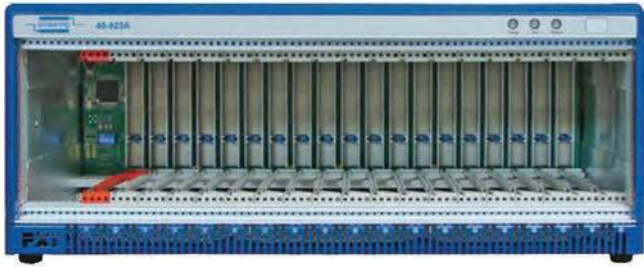


图1.5—19槽机箱中的背板
(图片所示为Pickering公司的40-923A-001)

PXI总线与枚举

多数PXI系统通过33MHz 32位宽的总线连接模块, 总线分段之间通过PCI桥连接。PCI桥对于用户的软件来说是透明的。

PCI总线通过被称为总线枚举的过程, 以一种基于程序设定的识别算法来定位物理的PXI槽位。对于PCI来说有两个识别码: PCI总线分段号和段内设备号。PCI是共享总线的系统, 系统内每个总线分段(在两个PCI桥之间)都有一个总线号, 在每个分段内最多可以支持16个设备, 并以设备号区分。在机箱中设备的物理位置是“硬连接”的。因此安装于机箱中特定插槽的外设模块都具有一个与之对应的特定的总线号和设备号。一个小小的难题是总线号是由枚举算法决定的, 两个不同的控制器有可能会为同一个总线分段分配不同的总线号, 例如一个控制器安装有PCI显示卡而另一个没有, 则分配给PXI的总线号就可能不同, 并且如果一个控制器添加了新的PCI设备也可能造成编号改变。对于控制器而言, 内部的PCI总线首先得到编号, 然后才是从控制器开始进行枚举。这个复杂的过程由VISA和其他软件工具来完成, 对于用户来说是不可见的。

PCI可以支持的总线分段数量有明确的上限——256, PXI也同样如此。这对系统规模并不是一个严重的限制, 因为在PXI系统中每个总线通常可支持最多7个设备。

PXI背板为PXI模块提供电源和PCI接口。背板需要同时包含为保持PCI总线完整而必须的PCI桥。此外背板还需支持其它PXI特性, 如触发, 本地总线和星形触发, 这些内容在本书其它部分加以介绍。

机箱电源

PXI标准规定了供应到每个模块的最低电源要求。以下为兼容2.1版PXI规范机箱的最低指标。

表1.1—机箱电源的最低需求

	系统槽	外设槽	系统槽	外设槽	全部	全部
电源电压	+5V	+5V	+3.3V	+3.3V	+12V	-12V
电流需求	6A	2A	6A	2A	0.5A	0.25A

机箱电源必须能够为每个槽位提供电源且每个电源轨需供应足以支持所有槽位全部占用的情况。上表显示了通常机箱需提供的最低电流，这并非对单个模块的耗电限制——对这一指标另有规定。

机箱的电源和背板必须能够为每个外设槽位的+12V和-12V供应至少1A电流，而每个槽位的+5V需供应至少6A。如果机箱是遵照2.1版本之前的标准制造的，无需符合以上要求。

如果机箱中安装了多个高耗电的模块，有可能超过电源的容量，这种情况并不多见，因为在大多数测试系统中大部分模块的电源需求远低于平均值。

背板连接器上的每个针最大可通过1A电流。每个连接器为了承载额定电流需要使用多个针。按照上面的表格，每个+5V和+3.3V电源需要6根针。很多机箱可以为每个电压提供更高的电流。此信息需要在机箱使用手册中注明。

系统参考时钟

PXI背板提供了一个10MHz并达到100ppm或者更高精确度的系统参考时钟。此时钟规定为具有50%±5%占空比，并对每个模块都单独传送以避免模块之间相互干扰。保证每个槽位接收到的参考时钟信号同步，误差不超过1ns。

对于有些应用，系统参考时钟还不够精确或者不够稳定，尤其是对于规定射频载波频率准确度的射频应用。星形触发插槽具有专用引脚用于提供替代的参考时钟。PXI规范建议，背板提供在参考时钟与星形触发槽位(2槽)提供的替代频率源间切换的功能。

本地总线

本地总线是一组在相邻的PXI槽位间以菊花链形式连接的13条导线。本地总线中的每条线从槽位的右侧连接至相邻槽位的左侧。总线用于使两个相邻的模块间直接传送模拟信号(最高±42V)或数字信号。软件需要在模块使用此功能前检查相邻模块之间的相容性。如果模块使用了本地总线但没有安装在正确的位置，那么本地总线会失效，因为规范并没有要求模块提供本地总线桥接功能。不同的模块可能以不同的方式使用本地总线(或完全不用)。

位于控制器旁边的插槽(2槽星形触发)是例外情况。左侧的本地总线连线(面对控制器)用于星形触发功能，不与系统控制器连接。

本地总线的带宽与其它特性并未在标准中规定，完全取决于产品设计者如何使用这些连接。

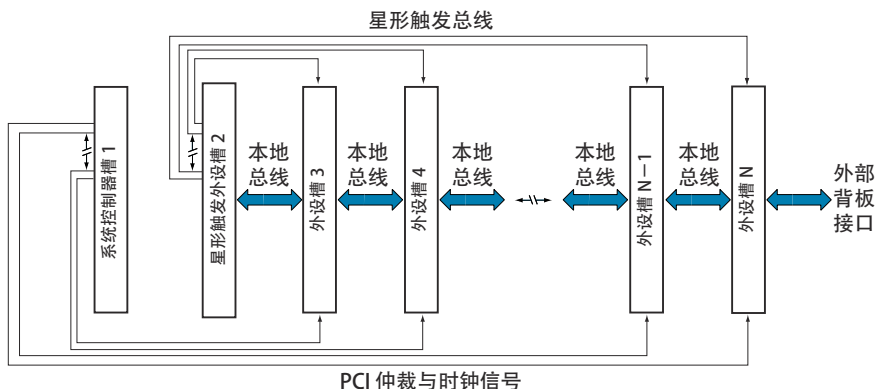


图1.6—PXI本地总线线路

触发总线

8个PXI触发线提供了一个同步操作PXI模块的方法。该总线可配置，因此在系统中任何模块都能向另一个模块发送触发信号，并且可以响应其它模块的触发。标准没有对缓冲区或支持工具做出具体规定。

触发总线不允许在机箱中没有附加缓冲系统对段间电气隔离的情况下穿越PCI桥。触发总线的长度也被限制为252mm。由于标准没有规定缓冲和相关的支持工具，因此这些功能可能并未包含在机箱中或仅通过跳线手动实现。因此建议将需要使用触发总线的模块置于同一个触发总线段中。机箱前部的PCI分段标示符明确标注了PCI桥的位置。

8个PXI触发线可以提供一种低延迟的事件触发方法——触发线可以直接连接到硬件。但在多数PXI产品中，触发操作会通过驱动程序处理(在IVI中则全部需经过驱动程序)所以实际的操作速度受制于软件延迟。

星形触发

星形触发是一种高性能的触发系统，设计用于从第一个外设槽位(2槽)向其它外设槽位之间引出高速触发线。这些外设槽位中的模块只有支持星形触发线才能实现以下所述的特性。星形触发占用的是2槽左侧通常用作本地总线的线路。星形触发插槽并不是一个机箱的必备组件，但是在实际中，大多数机箱都提供此槽位。如果不需要使用星形触发功能，该槽位可以用作一个普通的外设槽位。

星形触发的背板和模块均标记有星形触发槽位符号。



图1.7—星形触发槽位符号

将星形触发控制器安装在机箱中,通过星形触发可以确保对外设模块同步进行事件触发,且模块间的触发时间差极小,触发器系统是双向的,因此星形触发允许通过一个外设模块中的事件触发另一个模块中的事件。

星形触发控制器提供13根输出线，每一根都连接到特定的外设模块。在14槽机箱中

通常包含12个外设插槽(14个槽位减去1槽和2槽)和1个PCI桥(指33MHz的PCI总线)。此13根星形触发输出线连接到12个外设插槽。对于更大的机箱，较高序号的槽位(超过15号)不支持星形触发，这些槽位中应安装不需要此功能的模块。

对于需要使用超过一个机箱的系统，可以将星形触发模块安装在每个机箱中，并将它们连接在一起。连接方法可以通过线缆，或者通过GPS时钟来同步，以使PXI测量仪器系统以分布式的形式实现更复杂的测量。

与8个PXI触发线类似，星形触发的操作可能需通过驱动程序来执行，在这种情况下，同步度可能要取决于软件的延迟时

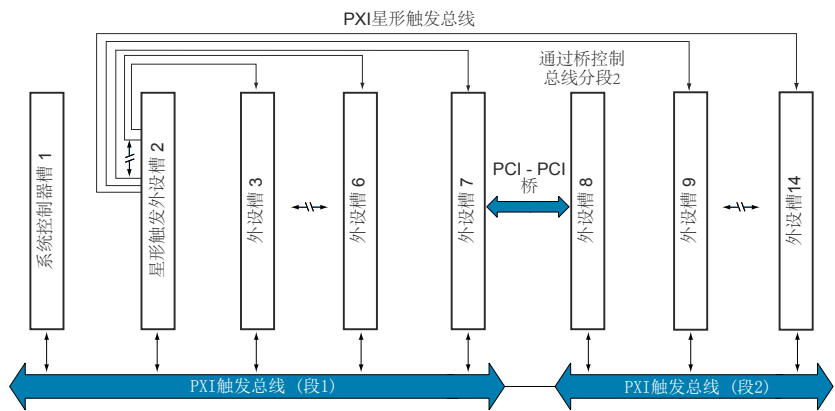


图1.8—包含两个总线段的PXI系统结构

PXI模块

PXI标准同时定义了3U和6U模块适用的机械尺寸与连接器形式。

3U模块在模块底部安装有一个助拔手柄。在顶部和底部通过螺钉固定，底部的固定螺钉部分隐藏在助拔手柄中。占用超过一个槽位的模块可以使用超过两个螺钉来固定。可以安装两个连接器(J1, J2)，但是如果模块不需要J2连接器的功能(64位PCI和PXI特性)，为了降低成本可以不安装此连接器。

6U模块安装有两个助拔手柄和两个连接器(J1, J2)。安装任何其它连接器(定义为J3, J4, J5)都不在规范之内并且可能产生机械和电气的兼容性问题。用于固定的螺钉安装在模块的顶部和底部且部分隐藏在助拔手柄中。占用超过一个槽位的模块可以使用超过两个螺钉来固定。

应该保持所有的锁紧装置均调整牢靠，尤其对于需要良好接地的模块来说非常重要。前面板地必须与PXI电源地相隔离以避免产生地环路电流。对所有模块的性能描述均指所有螺钉已锁紧的条件下。

近年来PXI的发展进入了一个新阶段，前面板空间不足的问题愈发显现，当前有一种趋势是取消模块的助拔手柄。

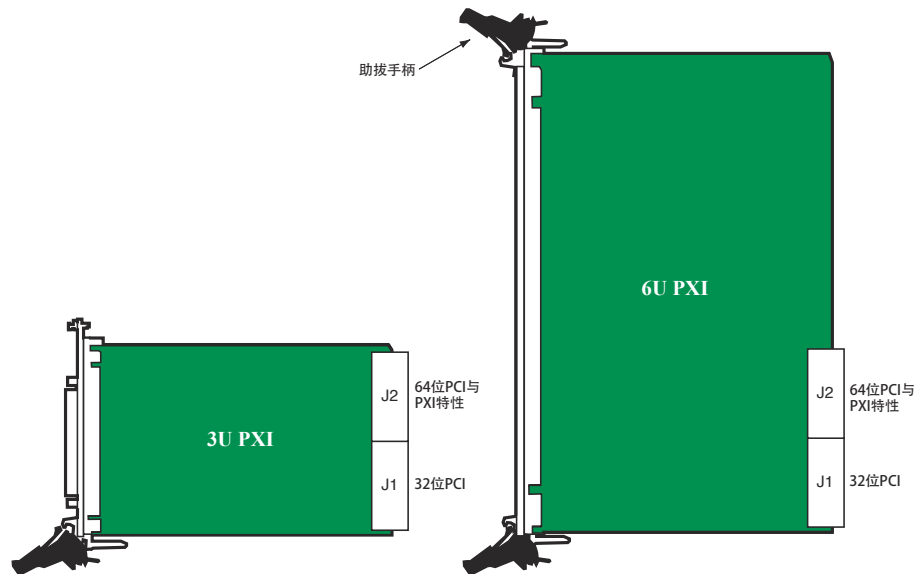


图1.9—PXI外设模块的封装形式和连接器

除了具有特定仪器功能的PXI模块，制造商也提供PXI原型模块，这种模块提供一个PXI接口，一些控制线以及其它一些实用功能。这些模块使得用户可以设计实现具有独特功能的模块而无需投入过多资源用于PXI基本功能的研发。当硬件完成后就可以创建专用的驱动程序再集成到PXI系统之中。



图1.10—典型的原型模块

(图片所示为Pickering公司的面包板模块40-220)

PXI 1槽，系统插槽

机箱最左侧的槽位预留为系统控制器专用。该槽位包含一组连接到背板的连接器，且名义上此处为1个槽位。然而在实际使用中，一个控制器可能需要占用多个槽位，因此标准允许在机箱中将1槽的空间向左扩展(远离其它外围模块的方向)。典型的机箱可能包含三个控制器扩展槽位，与控制器槽一起共可为控制器提供4槽的空间，但是仅使用一组背板连接器。控制器扩展槽位没有背板连接器。

PXI机箱中可以在1槽位置安装嵌入式控制器，也可以安装接口模块连接外置控制器(例如一台电脑)。典型的接口模块基于专用的串行接口，以铜缆或光纤连接外部控制器和机箱中的模块。接口的运作方式类似于PCI到PCI桥，对系统软件透明。控制器中的PCI接口卡发送串行信号而机箱中的PXI接口卡解码数据并传送至PCI总线。例如，National Instruments的MXI-3采用专用1.5Gb/s串行连接作为互联接口，ADLINK采用4个基于开放标准的Star Fabric串行连接提供总带宽2.5Gb/s的连接来实现相同的功能。也可以使用外部PCIe系统。

相同接口的模块可以在系统中用于机箱扩展。在第一个机箱中任意外设槽位安装接口模块，通过串行接口连接到另一个机箱1槽中的接口模块。

第二章

PXI Express

PXI Express.....	2.3
PXIe总线枚举	2.4
PXIe机箱	2.4
背板.....	2.5
机箱电源.....	2.6
系统插槽.....	2.6
系统定时插槽	2.6
PXIe模块.....	2.6
机箱推荐.....	2.8
PXI Multicomputing (PXImc)	2.8
PCIe外部线缆	2.10

PXI EXPRESS

由于对电脑速度需求的增长，PCI总线越来越成为系统的瓶颈，从并行总线建立分支的系统结构也越来越难以适应电脑性能的提高。

此瓶颈通过高速串行接口得以突破，PCIe通过成对的数据线传送信号，通常称作PCIe通道(PCIe lane)。单个通道并不比一个64位 33MHz PCI接口更快，但是可以同时建立多个通道以提高数据传输速率，四通道是早期比较主流的配置形式。串行总线连接的形式是点对点的，所以每个连接仅承载线路两端设备间的数据(以及由这些设备扩展而出的设备的数据)并且不会出现一端悬空的连接以避免高速数据的波形发生畸变。通过这些技术进步使每个通道的速率得以提升。这种串行接口系统先天比并行总线具有更好的扩展性。

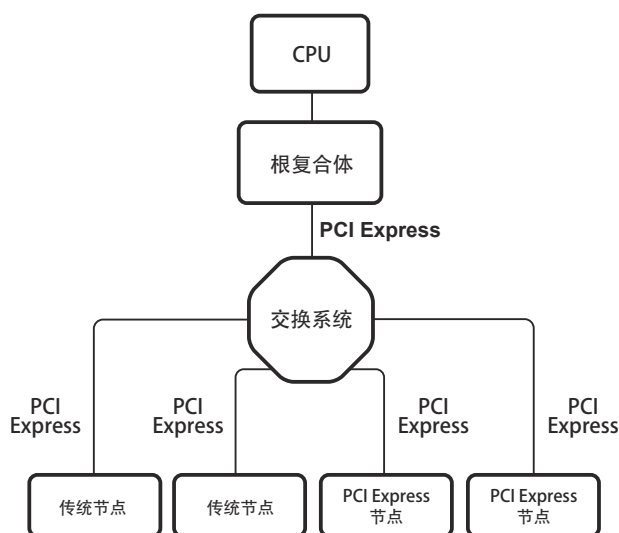


图2.1—PCI Express

PCIe第1版规定每通道的基准速率为2.5Gb/s(解码后2.0Gb/s)，随后的升级规范进一步提高了数据传输速率并且增加了通道的数量从而可以提供更高的数据带宽。同时提供了对用户透明的降速机制以应对高速设备与下游低速设备(因规范版本或通道数量不同)相连接的情况。

数据连接速率依赖于机箱、机箱插槽以及模块，通常数据传输速率越高相应的实现成本也越高。除了这些，用户实际上并不需了解PCIe接口上数据管理的过程。

系统为树状结构，一个单一的PCIe连接在此结构下扩展为多个连接，并可以进一步扩展更多下级连接。处于主干的分支(源于根复合体，Root Complex)的连接需要较大的带宽以支持更多下游设备的数据流。

与PCI类似，所有信号流均需出入于根复合体，实际速率同时取决于PCIe接口和控

制器处理所有数据和驱动程序的能力。在PXI规范中添加了PCIe而称为PXIe。与PXI和PCI的关系相同，PXIe规范中也包含了测试测量领域所需要的各种扩展特性。

PXIe总线枚举

PXIe机箱中的总线枚举过程与PXI机箱略有不同。在PXI机箱里设备的位置是靠总线分段(Bus Segment)与总线设备(Bus Device)两个参数决定的，因为每一个总线分段都可以支持多个外围模块。在PXIe中，每个通道端点只有一个设备，使得每个设备的连接都是一个总线分段，并且还有更多设计用于总线扩展的分段，因此使得PXIe系统中天然比PXI系统包含更多的总线分段，这在某些情况下可能会出现問題，某些采用快速引导设计的控制器可能无法完全枚举整个PCIe总线系统。基于这个原因，PXI的制造商通常推荐有限范围的控制器应用于PXIe，此范围所指定的为型号而非PC制造商。PC制造商的不同型号产品可能具有不同的枚举能力。

PXIe机箱

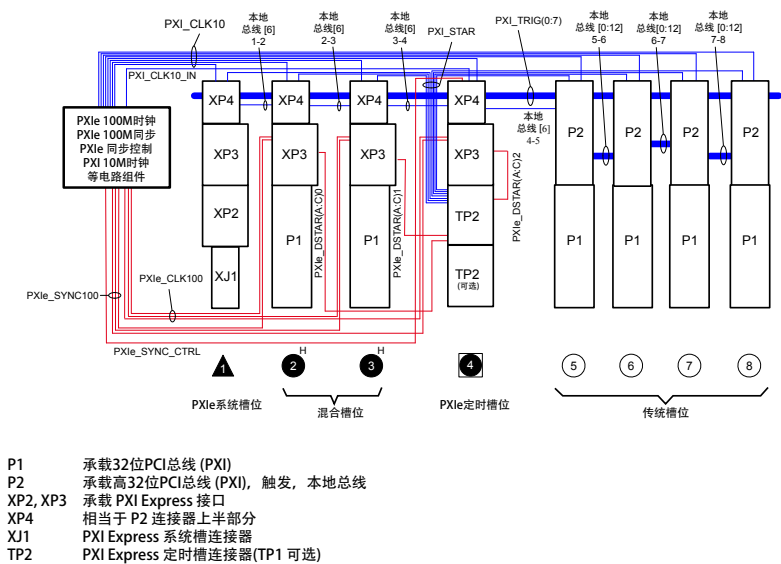


图2.2—PXIe背板

PXIe机箱采用与PXI机箱类似的机械结构，但是PXIe模块与背板的连接在电气和机械方面都有所不同。在本书后续章节中会详细介绍一个机箱可以同时支持PXIe和PXI模块。为了简单起见，以下所述均为纯PXIe机箱并仅指3U形式而不涉及6U形式。

每个插槽下面的符号标记与PXI有所区别，因此可以清晰地辨识为PXIe插槽，PXIe用深色背景和白色插槽号码而PXI用浅色背景和深色插槽号码。

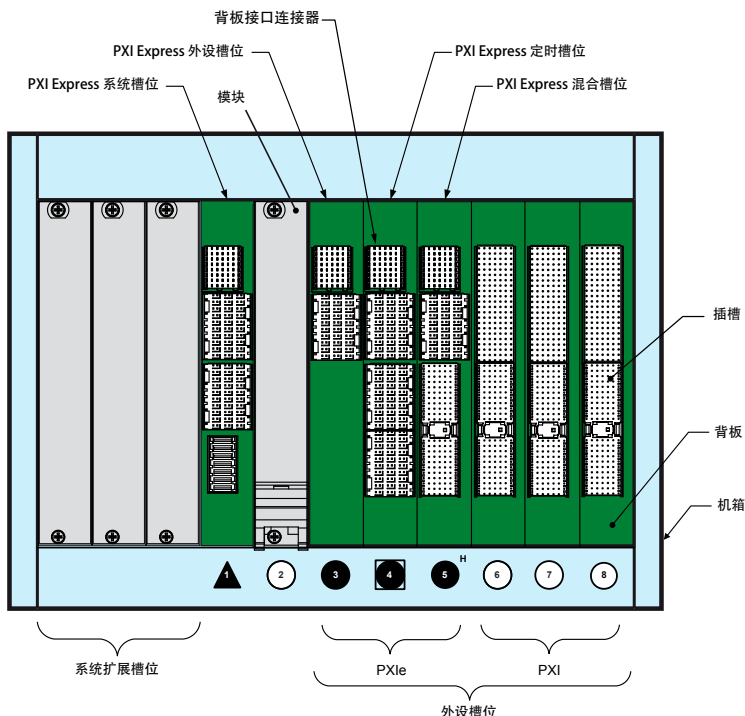


图2. 3—展示了一个模块的PXI Express机箱

背板

PXIe背板采用PCIe连接而不是PCI连接来提供控制接口。PCIe连接大体上允许任意一代PCIe (GEN1, GEN2, GEN3) 并且允许每个槽位中包含不同数量的连接通道。这又是一个与PXI的重要不同，即不是所有的插槽都是相同的。如果用户需要使用高数据连接速率的模块就需要将其安装于高数据带宽的槽位。如果将低数据速率的模块安装在高数据速率的插槽上，PCIe将调节数据带宽来适应模块，如果高数据速率的模块安装在低数据速率的插槽上，那么模块将以插槽的速率上限来运行。

某些机箱包含一种配置背板通道连接的方法来提供更好的灵活性。具体地说，允许把通道汇聚在某些接口中，因此需要大数据量的模块就能获得比其它槽位更高的带宽。

在PXIe背板的实现上还有很多其它的细节区别，例如在10MHz时钟外增加了100MHz时钟。触发系统基于点对点差分信号而不是多路单端信号。只有一个本地总线用于连接相邻模块，所以制造商已经取消了对本地总线的依赖。

机箱电源

背板将机箱电源供应给模块。PXIe机箱为外围模块槽位和定时槽位模块提供2种电源轨而不是像PXI提供4种，分别是+3.3V和+12V，而系统控制器槽还需要+5V。下面的表格显示了机箱必须供应给插槽的最小功率。

表2.1—PXIe机箱电源

槽位类型	3.3V		12V		5V	最大槽位功耗
	背板最低承载	电源最低供应	背板最低承载	电源最低供应		
系统槽位	9A	9A	11A	11A	9A	
纯PXIe槽位或定时槽位	6A	3A	4A	2A	0	30W

注意：

- 系统控制器电流可支持3槽或更多槽的产品。
- 机箱电源必须保证每个电源轨可以同时为每个插槽的供电都达到最低要求——因此机箱总电源的最低要求必须保证能够供应至少1个系统控制器槽加上外围设备插槽的最低电源需求乘以插槽数量。
- 背板必须能够同时传送更多的电流(相比较于前述对每种槽位的最低供电需求)。然而，机箱主电源通常不能同时为所有槽位供应过大的电流。背板限制了每个槽位在安全使用条件下的最大电流。
- 对于混合机箱的要求请参见混合机箱部分。

系统插槽

系统插槽可以用于安装嵌入式计算机或远程控制器接口模块(包括基于外部线缆PCIe标准的模块)。注意此控制器槽与用于PXI的不同，这两种控制器在机械和电气上均不兼容；PXIe控制器不能用于PXI，同样PXI也不能用于PXIe。

系统定时插槽

这个插槽专门用于PXIe的定时功能。与PXI不同，不能用于其它目的(不能安装仪器模块)，所以如果机箱中包含了它那么就意味着有一个插槽将不能被用于设备扩展。这导致了出现不含定时插槽的机箱，并且因此不能支持星形触发器。

PXIe模块

与PXI相同，PXIe模块原则上可以提供3U和6U两种形式，并且支持双3U模块叠加的形式。3U模块有一个助拔手柄，6U模块有两个助拔手柄。

PXIe模块的PCIe与定时控制信号通过XJ3连接器连接到背板上，电源与仪器功能(触发与时钟)通过XJ4连接器连接。在6U模块中还包含一个额外的可选择连接器XJ8，可以为模块供应额外的电源。

PXI的应用经验为PXIe模块提供了很好的参考，模块的上下两端被槽位上的导轨所

固定并通过前端的手柄将模块锁紧。

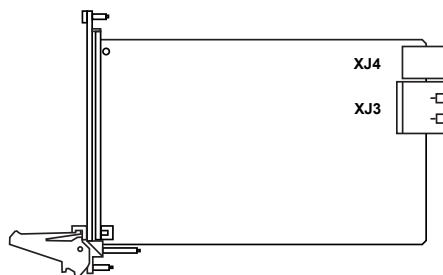


图2.4—3U PXI外设模块

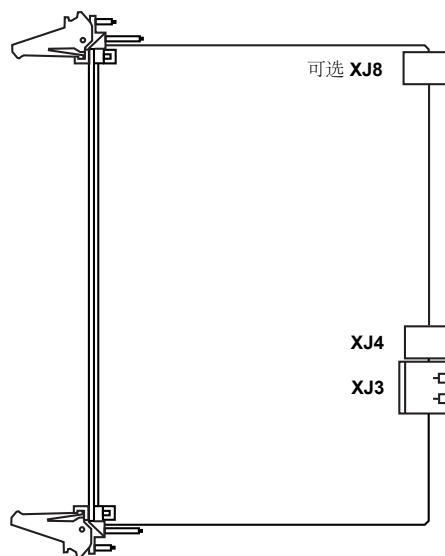


图2.5—6U PXIe外设模块

机箱推荐

在PXI和PXIe机箱之间存在互相兼容问题，意味着需要用户对系统进行合理规划以充分利用所有可用的槽位，Pickering公司推荐使用PXI，除非采用PXIe能够带来明显的性能提高。在这种情况下我们强烈建议采用完全的混合机箱，后续章节会有进一步描述。

PXI MultiComputing (PXImc)

PCIe最初的设计是基于系统中只存在单一控制器，所有的通讯都在模块与控制器间进行。这种结构是源于控制器需要通过PCIe接口对存储器进行读写，而此接口是在根复合体与终端设备之间同步操作。根复合体是系统的主控，一个系统中不能存在两个根复合体。因此为了在两个PCIe系统之间共享信息，需要采用另外的方式。

现实中确实需要在系统中采用分布式的运算处理，例如基于GPIB/LXI的设备很多都具有自己的控制器来处理测量数据和反馈测试结果。分布式处理可以降低对高速控制器的依赖，而且与单一的中央控制器完成所有任务相比，整合多个运算资源处理多项测试任务可以显著提高系统的整体速度。

PXImc就是基于这种应用需求而产生，它允许在PXIe系统中添加额外的控制器。

注意：PXImc可以应用于PXI系统中，但在实际应用中，基本仅用于PCIe接口的系统。

在PXImc系统中可建立具有不透明桥段(NTB, Non Transparent Bridge)的终端，它可以与另一个PCIe系统中的PCI终端相连接。由此创造了一个界面，在这里两个PCIe系统可以保持各自所在NTB一侧的时钟同步与数据传输并由NTB系统处理两个终端之间的信息交换。因为两侧的终端运行在在不同的主控单元管理之下，所以整个系统是异步运行的，并且从一侧将数据传送到另一侧会存在额外的延迟。

该接口是不透明的，因此控制器对于PXImc接口另一端的PCIe总线是不可见的，如同GPIB/LXI设备，其运行对于系统控制器来说很大程度上是不可见的。

尽管在本书截稿时(2014)在一些高端应用中控制器速度依然是瓶颈，但仅限于部分National Instruments的产品支持PXImc。

PXImc并不是唯一应用于PCIe总线的NTB系统。某些半导体制造商和系统集成商也提供专用的NTB系统。

PCIe外部线缆

PCIe连接通常是通过PCB形式的系统背板，但是PCI-SIG在2007发布过PCIe外置线缆标准。这个标准允许PCIe通道通过线缆系统进行连接。该标准定义了用于不同通道数量(x1, x4, x8, x16)的连接器,但是没有对线缆进行定义——而是规定了线缆必须满足的性能指标。

PXIe和PCIe系统可以通过包含这种类型线缆连接的调制解调器来扩展。调制解调器既可以支持PXImc也可以支持其他的NTB。



图2. 7—PCIe外置线缆示例以及相应从1到16通道的连接器。

(图示为Molex公司产品)

第三章

混合机箱

背景	3.3
传统插槽	3.3
混合插槽	3.3
机箱电源的要求.....	3.5
背板连接	3.5

背景

正如前面部分所看到的在PXI和PXIe之间存在重大的区别，这导致了难以向前兼容。现有来自大量制造商的种类众多的PXI模块产品将无法在纯PXIe机箱中使用，这种情景也许会在未来数年出现。对于很多类型的产品，包括开关，并不不需要高的数据带宽，而由于在电源供应规范和触发操作方面发生重大变化，意味着很多制造商可能选择不采用PXIe。以上这些在制定PXIe标准时已经被充分考虑，所以标准允许在同一个机箱中同时支持PXI和PXIe——即混合机箱。机箱必须设计为可以支持这种工作模式并且有两种方式来管理兼容性，即包含旧式插槽或提供混合插槽。

传统插槽

在混合机箱中，传统插槽特别设计为仅支持PXI模块。它具有传统的32/64位PCI和PXI以及电源供应。只有PCI接口可以用于模块控制，并且插槽应该兼容任何PXI模块。某些特性可能受到限制(如星状触发，内部总线)并且机箱中仅存在少量此类插槽。对于机箱制造商来说这是成本最低的解决方案，但这意味用户必须慎重选择与可用插槽相匹配的模块。

混合插槽

在混合插槽中同时存在PCI和PCIe接口。机箱同时向两种总线供电。槽位上一次只允许使用一种接口，并且必须使用与之相匹配的电源和触发(否则需要创建支持两种连接器和混合插槽的模块)。

在PXIe机箱中对用户透明的混合插槽可以提供兼容任何形式模块的灵活性。通常不会传送大量数据的PXI模块可以安装在任何混合槽位中。这意味着机箱中除了系统控制器和触发槽位(如果存在)外均为混合插槽。对于制造商来说这种解决方案的成本最高，因为机箱必须同时为每个槽位提供两组电源以及PCI和PCIe接口。PXI模块只能使用一组内部总线连接，但是一般极少有PXI模块使用内部总线。

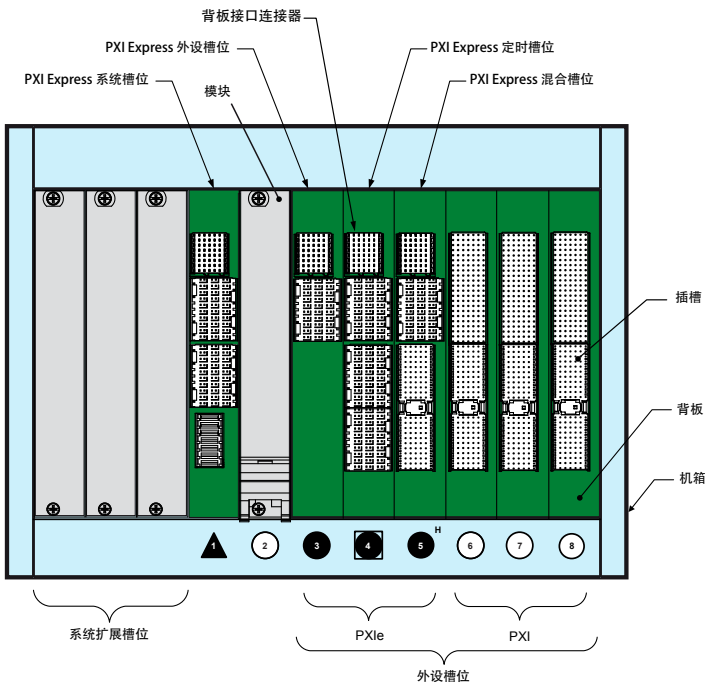


图3.1—包含各种插槽类型和模块的PXI Express机箱

并不是所有的PXI模块都兼容PXIe混合插槽，为了保持兼容性，模块不能安装全长的上部连接器——但可以没有上部连接器(类似cPCI)或者装有短版的连接器。图3. 2显示了适合PXIe混合插槽的PXI模块，而图3. 3中的模块只能用于常规的PXI机箱。



图3.2—不含上部连接器(左)或者含有短版上部连接器(右)的PXI模块

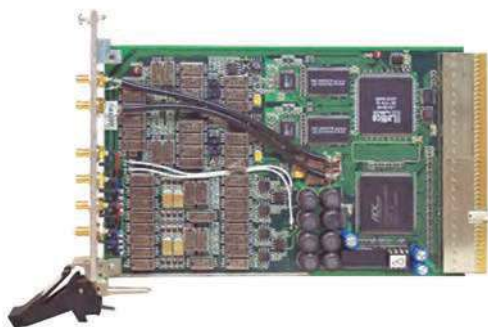


图3.3-含有全长上部连接器的PXI模块

机箱电源的要求

一个混合机箱必须能够提供同时满足PXI和PXIe模块需要的电源，但是不需要同时为PXIe和PXI供电(事实上是不允许这样供电的，只能采用PXIe控制+PXIe供电或PXI控制+PXI供电)。机箱需要满足每个槽位上PXI和PXIe的电源需求(但并不需要同时满足每个独立插槽)。通常用户无需过多关注3.3V和12V电源，PXIe机箱对这些电源有更高的要求，但是用户需要检查5V和-12V的容量，在PXIe中并未要求这两种电源。

背板的连接

混合机箱的控制器必须为PXIe控制器，不能使用PXI控制器。控制器的PCIe接口通过PCIe到PCI桥来支持混合插槽与旧式插槽中的PXI模块。这显然会使背板设计变得复杂，并且增加了更多的PCI总线段。

第四章

从背板到模块

从背板到模块	4.3
PCI(e)硬件接口	4.3
控制器	4.4
开关系统的延迟	4.4
开关系统时序示例	4.5
总结	4.6

从背板到模块

PCI (e) 背板在物理层提供了一种低时延的高速数据传输方法。需要特别注意标称的时延与数据传送速率——通常这并不代表控制器与PXI (e) 模块之间数据传送的真实延迟或速率。标称速率通常仅用于描述物理层的性能，并未考虑软件开销或模块的硬件问题。下一章描述了其中部分问题。PXI (e) 提供了快速I/O机制，但是对于大多数现有产品，模块的响应时间不受I/O速率限制。

PCI(e)硬件接口

数据通过背板传送，无论是通过PCI还是PCIe，都可以承载高数据速率。接口设备用于缓冲这些来自背板到模块的数据并处理所有PCI (e) 接口的底层指令和数据。

虽然理论上可以设计出全速运行的硬件，但达到这样预期的速率依然需要面对很多实际问题——包括实施的成本。大部分模块使用串行回路从背板接口传送数据到硬件模块，通常采用SPI和I2C接口，这两种接口的传输速率都明显低于(可以相差几个数量级)背板的数据速率。

有一些设备，例如高速率的内存/寄存器，可以或多或少直接应对处理背板数据速率，但是这占据空间并增加额外的成本。所以倾向于仅在需要传输大量数据的应用中采用，这些数据从相对简单的功能模块传输到处理数据的智能控制器。在一些情况下，这种传输可能通过FPGA处理，FPGA在硬件中处理数据以降低系统控制器的重负，并且减少数据传输的次数。然而这些方法仅用于小部分PXI模块，大部分模块采用更常规的接口方法。

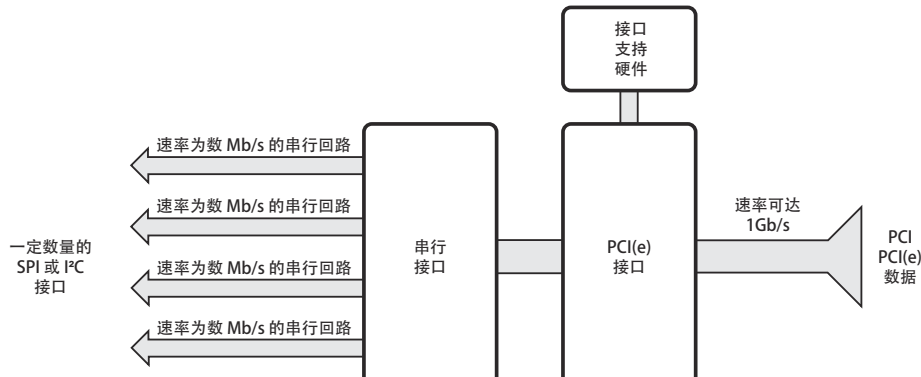


图4.1—PCI(e)接口

对于大多模块，数据传输速率要求不高，模块的面积更多是为了扩展硬件的功能而与数据传输无关，例如在数据采集系统中提供更多的通道，或是在开关模块中安装更多继电器。

数据传输最常用的方法是采用商用的接口解决方案如PLX或者IDT，这些接口可以将

背板数据转换为一组数字输出。接口可能包含一些内部缓冲来缓冲背板数据，但是数量十分有限乃至完全不包含缓冲的方案也很常用。模块的驱动程序通过SPI或I2C接口将背板数据以串行方式传送到模块。这个过程所需时间受制于串行接口的速率。例如，如果一个串行端口的数据速率为3Mbits/s，并且串行回路需要传送300bits数据，则全部的传送时间(排除其他因素)需要100 μ s。通过这种方式处理接口所需硬件最简单而且总成本较低。同时也最大程度减少了接口部分所占用的面积，这对很多产品来说非常重要。

接口也可以通过FPGA来实现，需要从FPGA工具制造商处获取适当的内核以实现背板接口，FPGA可以增加缓冲器来缓冲数据并且允许数据以比较慢的速率通过SPI或者I2C接口来同步输出。只要缓冲区足够大，这种方法可以更快地释放背板，更少占用控制器时间。

当FPGA用于PXI时，必须能够兼容5V背板信号。由于FPGA的设计已经普遍转向更小的封装，兼容5V的产品已经越来越少，因此还需要专门的接口器件兼容PCI标准接口并对FPGA提供保护。

使用FPGA设计PXI，制造商还增加了风险因为必须确保他们的设计完全符合PCI(e)标准。因此这项技术很少用于小规模制造商或者提供低成本产品的制造商。

无论使用哪个接口方案IO速度都很高，但是通常无法达到PCI(e)接口的标称速率。

控制器

用户需要了解的另一方面是PXI(e)系统的初始设计是将系统控制器作为整个系统的智能中心。在一些情况下任务可能被分配到模块硬件(例如一个FPGA)，但是对于大部分模块来说，解析来自于应用程序的指令(例如闭合某个继电器的指令)并将其转换为底层数据控制硬件的工作通常由系统控制器中所安装的驱动程序来执行。系统控制器通常可认为运行速度非常快，但是速度越快的控制器成本越高，其资源在系统所有模块中共享并且同时用于运行应用程序。对于相对简单的任务，控制器负荷不是很高，所以驱动程序可以很快完成任务，但是总线延迟等因素使得传输速率无法达到标称的高值。

控制器还有一种负荷来自于其运行的操作系统。很多系统使用Windows环境，一些使用Linux环境，其它的可能使用实时操作系统(RTOS)。在所有情况下延迟时间都是由操作系统产生的，操作系统的延迟时间远远大于背板接口的延迟时间。众所周知Windows的任务调度在某些情况下可能需要上百毫秒。实时操作系统并非指的是具有低延迟，主要指的是决定性——确保任务具有优先级以及保证在指定时间内完成。这个时间可能很短，也可能相对比较长，过多的短时间任务可以很容易导致控制器超负荷，因此任务需要设定优先级。

开关系统的延迟

Pickering公司的主要产品为开关系统。产品范围覆盖三种主要的继电器形式：

- 舌簧继电器(Reed Relay)的操作时间约为数百微秒
- 电磁继电器(EMR)的操作时间约为数十毫秒
- 固态继电器(SSR)的操作时间约为数微秒至数百微秒

对于这些产品来说IO速度 and 控制器延迟仅占总操作时间的一小部分，但一些开关操作速度非常快的固态继电器产品由于操作非常快，可能不在此列。

安装在控制器中的驱动程序的一项重要功能为时序管理，使开关首先执行打开操作然后其它开关再执行闭合操作，以保证用户不会承担偶然短路的风险。一些情况要求改变开关系统的状态时执行几种特定操作，这取决于开关系统的种类，可能如下列情况：

- 操作当前状态为闭合而需要设置为打开的继电器。
- 改变任何隔离继电器的状态，以优化系统参数如热切换能力或系统带宽。
- 操作当前状态为打开而需要设置为闭合的继电器。

如果使用IVI，这其中很多工作可以在驱动程序中完成。理想的顺序要求每次操作之间存在合理延迟，以确保在下一个操作执行之前继电器已经完成前一操作，防止出现意外的短路以及隔离继电器不被热切换操作所破坏。因此在实际使用中一些开关结构要求通过几个操作的组合来完成系统状态的改变，这和IO速度相比相当于一个非常长的时间。

开关系统不是唯一具有受时间约束的功能的模块。如DMM产品事实上需要集成长时间采样以降低噪声干扰的功能——如果噪音主要来自于AC电源则采样速率需限定为AC频率的整数倍。用户当然也可以选择 在控制器中进行平均运算而不是通过DMM来完成, 但是这也只是把任务调整到占用控制器的资源来代替DMM的硬件资源。

开关系统时序示例

不同的PXI (e) 制造商用不同的方式来实现他们的接口。这取决于市场对成本的需求，控制时序可以相对独立于控制器性能以及其他任务的繁忙程度(包括操作系统任务)。下面给出的示例显示了在一个合理密度的PXI (e) 开关模块上可能发生的情况：

开关系统包含256个继电器，通过一个串行回路经由商业级PCI (e) 芯片组连接到背板。串行回路以每秒两百万个指令循环的速率来传输数据。

此处列举两个实例，第一个采用单一的操作来设置继电器状态，这是开关系统制造商提供的数据表中描述的最典型的用法。

第二个实例中采用了两种操作，第一个操作用来打开所有被设置为打开状态的继电器。第二个操作用来闭合所有需要闭合的继电器。这样的时序适用于需要严格避免偶发短路的场合，尤其是存在对电源操作或存在高敏感度信号的应用。

单一操作的时序分析

事件	用时
通过API处理开关系统的请求以及打开模块.	50μs
下载新的配置状态到串行回路	128μs
等待继电器稳定，假定EMR继电器需要3ms	3000μs
完成操作的总时间	3178μs

连续事件的时序分析

事件	用时
通过API处理开关系统的请求以及打开模块.	50μs
下载新的配置状态到串行回路来打开所有需要打开的继电器	128μs
等待继电器稳定, 假定EMR继电器需要3ms	3000μs
下载新的配置状态到串行回路来闭合所有需要闭合的继电器, 需要256个指令并传递到输出来设置继电器线圈	128μs
等待继电器稳定, 假定EMR继电器需要3ms	3000μs
完成操作的总时间	6306μs

在等待期间系统控制器不需要被开关系统所占用，它可以在此期间完成其它任务。PCI总线同样可以用于控制其它模块。

对于开关系统来说，操作时间取决于继电器类型，在本例中所采用的是电磁继电器。如果是采用舌簧继电器或者固态继电器，开关的操作时间可以大大降低——对于舌簧继电器，操作时间与接口延迟大致相当。

总结

PXI(e)系统可以提供很高的I/O速率，但是用户不能简单地把高I/O速率理解为对测试系统的高速操作。在很多情况下测试系统的速度受诸多实际问题的限制。它可以比其它系统结构更快，但制造商广泛采用这种体系结构并非仅基于这一考虑。在很多系统中PXI的优点更多的体现在用户可以通过标准化的机箱将多个制造商的解决方案集成在一起，而仅占用很小的空间。当用户了解这个情况后就可以对所需产品做出合理的选择，PXI(e)解决方案将不会使用户感到失望。

第五章

软件

简介	5.3
支持的操作系统	5.3
其它的操作系统	5.3
LabVIEW Real Time.....	5.3
Linux.....	5.3
支持的开发环境	5.4
寄存器级接口	5.4
驱动程序模型	5.4
驱动程序的选择	5.5
VISA	5.5
IVI	5.6
IVI 基金会的目标	5.6
IVI 的驱动结构	5.8
IVI的配置数据库	5.9
可互换开关模块示例.....	5.10

简介

PXI标准建立于标准化软件和硬件环境之上。对PXI模块的控制不是通过前面板而是通过PXI背板和软件。

PXI模块连接到控制器的PCI总线上，所以PXI模块的安装方法与PCI卡几乎相同。

支持的操作系统

PXI标准要求PXI模块必须支持32位 Windows或者64位 Windows，通常两者都支持。

可以认为PXI产品兼容所有微软所支持的Windows版本，在新版本Windows发布和新的驱动程序发布之间可能存在一定延迟。

时至今日，大多数制造商可以为下列版本提供支持：

- Windows XP
- Windows 7
- Windows 8

部分产品也可能支持更早期版本的Windows，但是由于这些软件产品已经不再被微软维护和支持，所以不能认为所有PXI硬件均支持这些早期操作系统。请注意微软对Windows XP的支持已于2014年4月终止，对Windows Vista的支持已于2011年终止。

因为操作系统的逐步发展，一些兼容性问题可能会显现。例如Windows 8要求签名的驱动程序而Windows XP不需要，所以为Windows XP开发的驱动程序是无法安装在Windows 8上的。请与硬件供应商确认所使用的操作系统是否被支持。

同时要考虑到大多数32位驱动程序可以使用于64位系统，所以64位 Windows不是必须使用64位驱动程序。

其它操作系统

其它的操作系统可以被支持，但是PXI标准并没有硬性要求。如果用户计划使用其它操作系统，那么必须与硬件供应商确认是否能够获得足够的软件支持。

能够成功运行一个PXI平台，要求操作系统必须能够连接PXI总线并且软件驱动程序必须能够支持此操作系统。

LabVIEW Real Time

LabVIEW Real Time要求使用VISA驱动程序，因此大多数模块应该能够通过Windows驱动程序来使用。建议先与制造商确认。

安装LabVIEW Real Time系统需要使用LabVIEW Real Time自身包含的FTP工具或者任何其它FTP客户端软件，传送一些文件到LabVIEW Real Time的目标系统。

Linux

Linux的应用越来越广泛。然而，不同于Windows环境下一种驱动程序可以使用于任何系统，Linux驱动程序必须针对具体Linux内核专门编译。要与PXI板卡制造商确认是否能够支持目标Linux系统版本。一般来说制造商需要了解Linux的具体发行版。一些版

本的Linux，特别是实时版本，可能存在应用局限，对于PXI模块制造商来说可能存在一些问题。

支持的开发环境

PXI规范同样建议支持一些具有代表性的开发环境：

LabVIEW	(National Instruments)
LabWindows/CVI	(National Instruments)
ATEasy	(Geotest-Marvin Test Systems Inc.)
Visual Basic	(Microsoft)
Visual C/C++	(Microsoft)

对以上开发环境的支持都不是强制要求的，所以需要与制造商确认。大多数制造商也可以提供对Visual C# (Microsoft)的支持。

寄存器级接口

某些测试系统所采用的操作系统比较特殊，制造商不能提供适当的驱动程序支持，此类应用中可以采用更靠近底层的方式，直接对寄存器操作来控制PXI板卡。这种方式要求编程人员掌握详细的硬件信息和控制技术，同时需要了解PXI模块制造商是否愿意提供这些产品细节。

因此除非在特殊情况下，一般不推荐采用这种控制方式。这种开发过程中需要由制造商配合提供大量的帮助。

在开始考虑这种方案之前请与制造商确认。

驱动程序模型

在大多数操作系统中，包括Windows，用户不能直接操作硬件，必须通过特定的驱动程序来访问。

内核驱动程序(Kernel Driver)在内核空间提供底层的硬件访问并且在用户空间将接口开放。内核驱动程序仅提供一个非常基本的底层接口，通常在内核之上会建立一个应用程序接口(API)软件模块来为被控硬件模块提供一个更友好的控制接口。

在底层驱动之上可以建立更多的高级API以增加更多的高级功能和提高产品性能。

应用程序可以通过使用任何可用的API来操作硬件模块，这种选择应基于一些外部因素例如程序开发环境，可互换性要求，乃至个人喜好。

这个示意图展示了一组典型的可用选择，从底层编程所使用的内核驱动接口，到高级API为特定硬件模块提供更完善的模块功能。

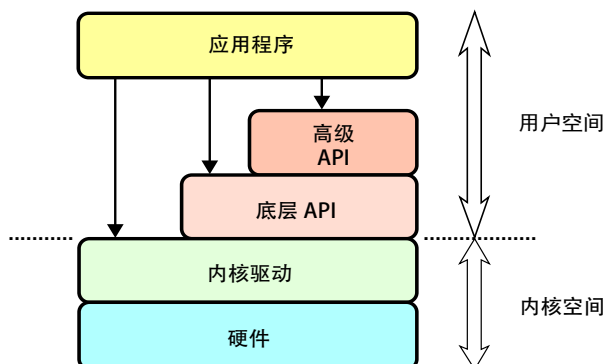


图5.1—程序层级

VISA是一种提供硬件控制和资源管理的内核驱动程序。其接口接近底层，仅为模块控制提供基本的输入和输出功能。在这一层对模块进行控制可能非常复杂并且需要完全理解板卡硬件。几乎所有的制造商都会提供与底层驱动接口的API，以隔离底层操作所需的知识，降低编程难度。

很多生产商也提供IVI驱动程序。这是一种更高层级的API，它建立在底层驱动程序之上，并且按照模块的功能提供符合行业标准的统一接口。

实际使用中还存在比上述更多的软件层级。

很多情况下也可以使用非VISA的驱动程序集。通常适用于VISA不可用的情况，如操作系统或软件许可证受限的情况。例如，VISA仅在有限的几种Linux发行版中可用，所以使用其它版本Linux的用户需要采用其它形式的内核驱动。

驱动程序的选择

PXI标准要求设备必须提供VISA接口，然而很多PXI模块提供多种可选择的驱动程序。用户可以选择最符合应用特点的驱动程序，这种选择可以同时包含个人喜好的因素。

越来越多的制造商提供IVI (Interchangeable Virtual Instrument, 可互换虚拟仪器) 驱动程序。该驱动程序标准致力于提高仪器设备的互换性，这些内容在下一章会专门讨论。某些软件工具特别要求此类驱动程序，如National Instruments的Switch Executive软件，仅通过IVI开关类驱动程序来操作模块。

一些情况下用户可能选择不用VISA来构造一个系统。这种情况下需要咨询硬件制造商来核实是否有合适的驱动程序可供使用。

VISA

VISA标准—Virtual Instrument Software Architecture(虚拟仪器软件结构)—由VXI plug&play系统联盟创建，目前对其进行维护的是IVI基金会(www.ivifoundation.org)。

该标准的目标是，定义一种可以在来自不同制造商的设备间进行互换操作的仪器驱

动程序规范。

PXI标准鼓励使用VISA标准。

VISA的关键特性包括：

- 允许在同一个PXI系统中安装来自不同制造商的不同驱动程序而不产生冲突。
- 它为所有I/O功能建立了标准的VISA I/O层来确保互换性
- 定义了编写驱动程序的方法。
- 遵从VISA规格的驱动程序采用预先定义的数据类型，并且一些情况下采用预先定义的函数名称。
- 减少了学习新设备的周期和开发测试系统的时间。

IVI

IVI基金会(www.ivifoundation.org)目前维护IVI(Interchangeable Virtual Instrument, 可互换虚拟仪器)标准。IVI的目的是提供更好的互换性，设备仿真，并且在一些情况下可以提高设备性能。IVI支持所有主流平台包括PXI, AXIe和GPIB。作为一个较高层级接口，它通常与硬件通过底层驱动程序进行接口，因此采用IVI与其它驱动程序相比可能略微降低操作速度。

IVI基金会的目标

IVI基金会目前的目标为靠以下方式改善硬件的可互换性：

- 当两种设备特性接近时，简化互换的工作量
- 当设备换代后，原有应用软件可以保留
- 降低从设计验证到生产过程中代码复用的难度

通过以下方式提高驱动程序质量：

- 为驱动程序测试和验证建立指导方案

通过以下方式提高互操作性：

- 提供一个结构框架使用户可以方便地将来自不同制造商的软件集成为一体
- 提供一种访问驱动程序的标准方法，例如范围检查和状态缓存
- 设备仿真，当硬件不可用时仍然可以进行软件开发。
- 为主流的程序开发环境持续提供设备控制能力

同VISA类似，IVI是一种驱动程序开发标准化的方案但是它更深入。

IVI规范提供了一定数量的设备类描述，每个类都有一些用于程序开发的标准接口，包括函数名和数据类型。通过合理利用IVI类驱动程序，用户可以开发出与硬件相独立的系统，这就意味着系统中来自不同制造商的相似设备可以相互直接替换，而不需要重新编写应用程序。

迄今为止，已经定义了以下类：

- IVI-4.1: IviScope类规范
这个规范定义了IVI示波器类
- IVI-4.2: IviDmm 类规范
这个规范定义了IVI数字多用表类
- IVI-4.3: IviFgen类规范
这个规范定义了IVI函数发生器类
- IVI-4.4: IviDCPwr类规范
这个规范定义了IVI DC电源类
- IVI-4.5: IviACPwr类规范
这个规范定义了IVI AC电源类
- IVI-4.6: IviSwrch类规范
这个规范定义了IVI开关类
- IVI-4.7: IviPwrMeter类规范
这个规范定义了IVI 射频功率计类
- IVI-4.8: IviSpecAn类规范
这个规范定义了IVI频谱分析类
- IVI-4.10: IviRFSigGen类规范
这个规范定义了IVI 射频信号发生器类
- IVI-4.12: IviCounter类规范
这个规范定义了IVI定时/计数器类
- IVI-4.13: IviDownconverter类规范
这个规范定义了IVI下变频器类
- IVI-4.14: IviUpconverter类规范
这个规范定义了IVI上变频器类
- IVI-4.15: IviDigitizer类规范
这个规范定义了IVI数字化仪类

需要谨记，这些类定义不可能涵盖所有制造商产品中的特殊功能，它仅包含了该类设备的基础功能。它也无法顾及到产品性能上的差异，如精确度和速度。在实用中，必须考虑到从一个制造商的产品更换到另一个制造商的产品所带来的结果，因为这些产品可能并非以完全相同的方式运转。

IVI驱动程序有内置仿真能力。通过仿真的方式，用户可以在没有硬件设备的情况下开发應用程式，这就意味着即使硬件尚未获得或被其它应用占用，软件开发依然可以进行。

IVI的驱动程序结构

IVI驱动程序是指实现了在IVI-3.2固有功能规范文档中所规定的功能的驱动程序，无论是否兼容某类规范。

IVI类驱动是IVI基金会成员批准的一个定义了该类仪器基本特征的通用抽象类。IVI专用驱动程序包含了制造商提供的特有功能，可能无法应用于其它制造商的产品。IVI专用驱动程序可以进一步定义为IVI类兼容专用驱动程序，或者定义为IVI定制专用驱动程序。IVI类兼容专用驱动程序同时提供类功能和附加的用户特有功能。

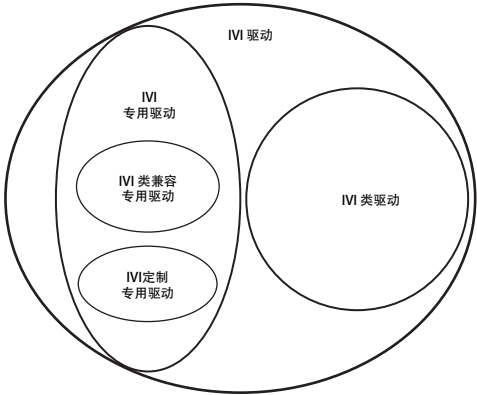


图5.2—IVI驱动程序
(沿用自IVI-3.1规范)

大多数规范包含可选类扩展能力，如IviSwch中的扫描器功能组。可选功能意味着不能假定所有的制造商的产品都提供这些功能。

大多数IVI驱动程序都归入IVI类兼容专用驱动程序组。这就意味着驱动程序是类兼容的但是又在通用类定义基础上增加了更多的功能。

IVI 类驱动	IVI 类兼容专用驱动	IVI 定制专用驱动
固有功能	固有功能	固有功能
基本功能	基本功能	
类扩展功能	类扩展功能	
	由仪器制造商定义的专有功能	由仪器制造商定义的专有功能

此外，驱动程序还可能提供C接口，COM接口或者 .NET接口。

大多数开发环境具有连接C接口驱动程序的能力，并且很多也可以连接COM接口，然而.NET接口会限制开发环境的可选范围。

IVI的配置数据库

IVI驱动程序模型的核心是IVI的配置数据库。这个图显示了当使用IVI系统时所包含的各软件元素之间的关系。

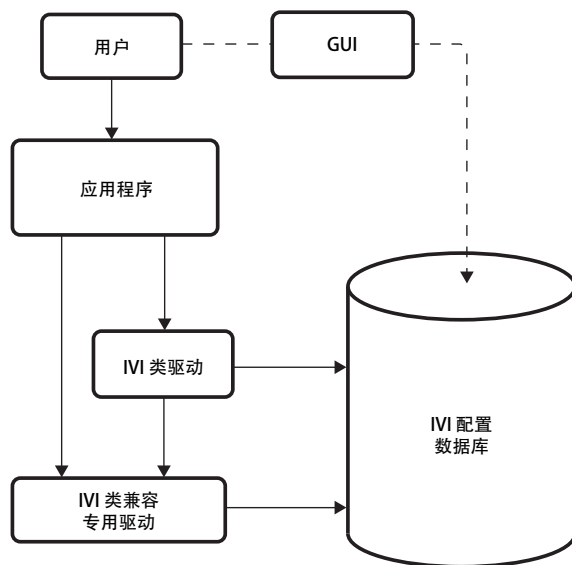


图5.3—IVI-C类兼容专用驱动程序的使用
(沿用自IVI-3.1规范)

IVI的配置数据库是一个含有模块各部分和它软件驱动程序之间的定义和关系的XML文件夹。IVI软件系统提供了从驱动程序访问数据库的方法。有些工具具备访问和操作IVI配置数据库的能力，如National Instruments Measurement and Automation Explorer (MAX)。

可互换开关模块示例

IVI开关类驱动程序是互换能力的关键，使用这个驱动程序使得处理来自不同制造商之间设备不同之处的工作，从用户应用程序转移到了IVI软件系统。

在图5.4所示的示例中，一组开关用于选择两个被测件 (DUT) 之一并连接至信号发生器和频谱分析仪。在此应用中需要使用同轴射频开关，National Instruments的PXI-2599 和Pickering的 40-780-022均可用，但是各自采用不同的驱动程序并且对开关通道名称有不同的命名规则，如图所示。

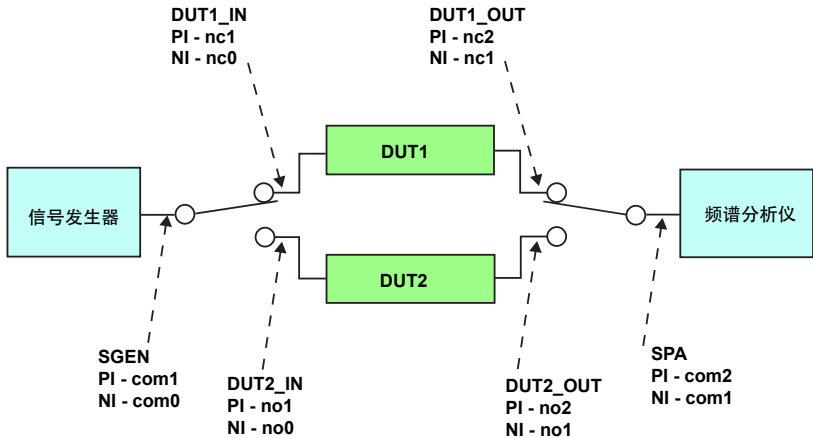


图5.4—连接至被测试件的继电器开关

迈向互换性的第一步是为通道名称定义虚拟名称 (Virtual Names)；这些虚拟名称将用于用户的应用程序。图5.5是NI MAX的屏幕截图，列举了NI-2599和Pickering 40-780-022的虚拟名称列表，采用不同命名规则的两块板卡被统一按照通用的虚拟名称命名。

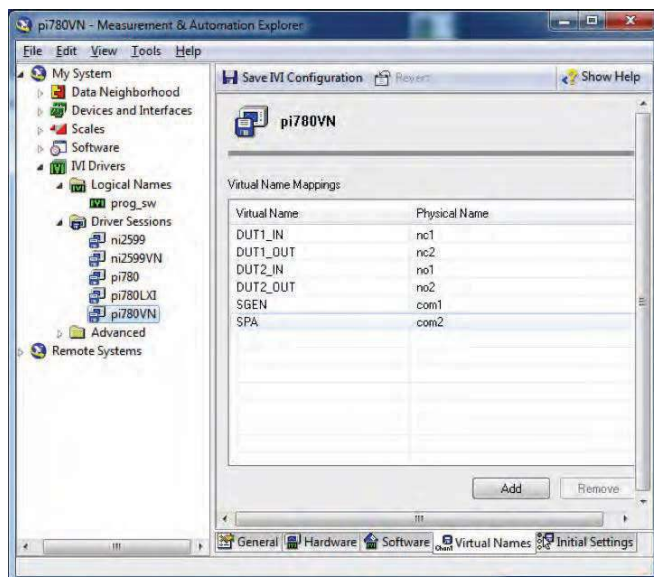
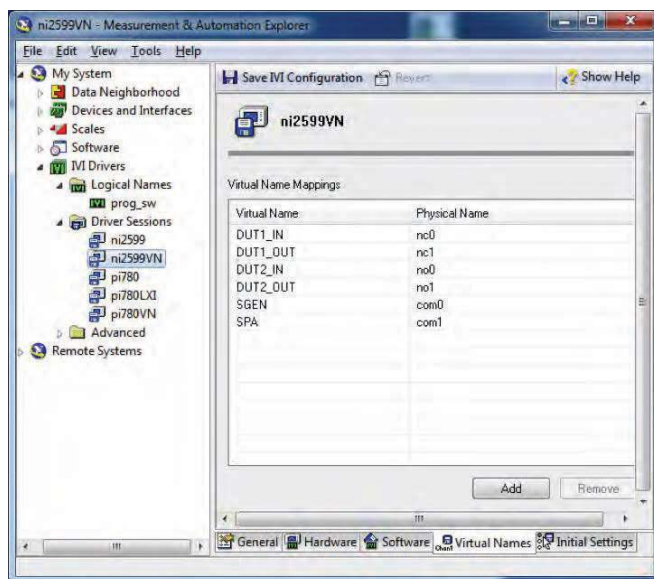


图5.5—定义虚拟名称

接下来需要一个中间层来将用户应用程序的命令解析为National Instruments和Pickering Interfaces的专用驱动程序。IVI的配置数据库提供了这种中间层；它创建了指向驱动程序会话(Driver session)的逻辑名称(Logical Name)的概念。这种关联可以在数据库内部进行调整，使逻辑名称可以指向不同的逻辑会话。因此，如果所有的来自于NI和Pickering的驱动程序之间的区别都可以概括在相应的驱动程序会话中，那么就可以简单修改逻辑名称的指向来决定所采用的驱动程序会话。用户用这个逻辑名称创建一个应用程序。如果在某些情况下使用了替代模块，那么改变逻辑名称所关联的驱动程序会话即可。因此，来自不同制造商的开关模块只通过改变逻辑名称的关联就实现了可互换性。

在图5.6中展示了来自于MAX的屏幕截图中，逻辑名称‘prog_sw’被连接到Pickering 40-780-022的驱动程序会话上。

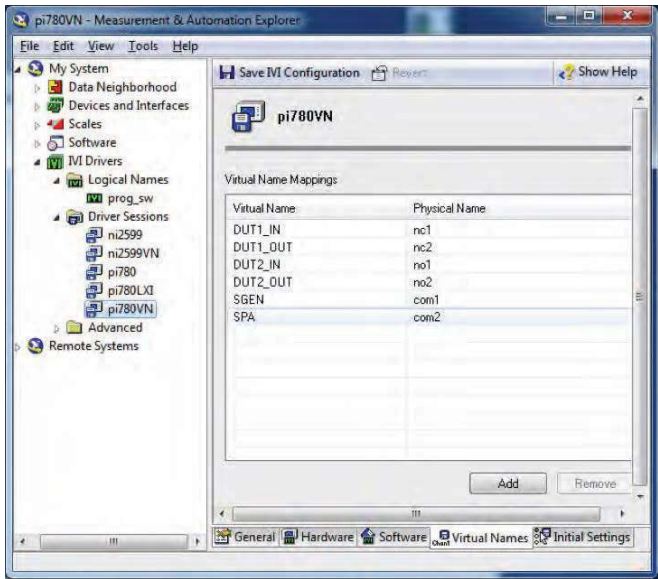


图5.6—来自于NI MAX的屏幕截图

必须时刻谨记，如果设备间的关键区别在于软件方面是可以实现互换的，但若存在硬件和性能的差异则不能互换。

用户应用程序需要用IVI Swtch类驱动程序按照这样的方式编码：

```
err = IviSwtch_init("prog_sw", 0, 0, &vi);  
err = IviSwtch_Connect(vi, "DUT1_IN", "SGEN");  
err = IviSwtch_Connect(vi, "DUT1_OUT", "SPA");
```

这种编码使用逻辑名称来识别硬件/软件组合并使用虚拟名称来区别开关通道。逻辑名称和虚拟名称可以在IVI配置数据库中随时修改，使相同的程序可以操作来自不同制造商的开关模块，无需进行代码调整，这样就实现了完全的可互换代码。

如果在将来的某一时间又有来自于不同制造商的新的开关产品可用，只需要创建一个新的驱动程序会话来定义所采用的驱动程序和虚拟名称列表，来定义新的与开关通道之间的对应关系。逻辑名称改为连接新的驱动程序会话，用户应用程序就可以使用新的模块而不需要修改或者重新编译应用程序。

第六章

PXI中的LXI和USB

简介	6.3
在LXI环境中使用PXI产品	6.3
USB	6.6

简介

PXI规范为PXI和PXIe预留了很多发展空间。在这一章中，我们将介绍两种Pickering interfaces在具体应用中使用PXI的新方法。

在LXI环境中使用PXI产品

在PXI系统中，PXI模块表现为基于PCI的计算机系统的延伸，使用中如同该模块被安装在了计算机内部。

对于大多数应用来说，这样的结构是一种很合理的设计，但是有些时候用户更注重PXI模块的功能性以及远距离连接与操作的能力，而控制器的性能和升级更新相对次要。此时采用基于以太网的LXI标准作为它的控制接口就适用于很多此类的应用。

以太网物理层延迟时间显著高于PCI（以太网联盟在1000BaseT的接口上标示典型的延迟为16us）并且控制器在处理用户指令时还会引入更多的延迟。以太网接口模块的性能通常不如PXI系统控制器的性能强大（Pickering Interfaces的LXI解决方案大多使用运行Linux基于AMR的控制器），因此它需要占用更长的时间来运行指令，但是因为它从系统控制器分担了任务，因此它实际上构成了一种分布式控制。

PCI(e)是应用于许多仪器的常用的内部接口，所以许多嵌入式控制器有PCI(e)接口用来控制PXI模块。

Pickering Interfaces的60-102和60-103系列的模块化机箱是LXI模块化机箱的典型，它们可以用于控制Pickering Interfaces的PXI模块。

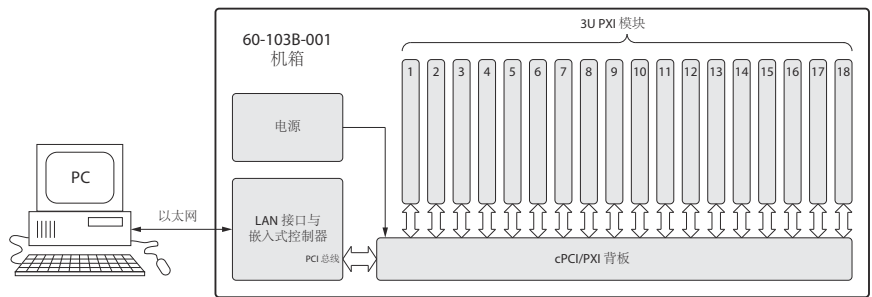


图6.1—把Pickering Interfaces的PXI模块装入60-103B LXI模块化机箱可以构成一个兼容LXI的开关平台。

(仅需通过一条普通的以太网电缆连接主系统与开关箱。)

60-103B主体为一个PXI机箱与一个兼容LXI的系统控制器，用户可以通过Web界面连接控制器并访问PXI机箱的控制功能（风扇转速，温度监控器），以及访问安装在18个外设插槽中的PXI模块。控制器内部加载的系统软件提供了对PXI模块的编程控制能力，与直接通过控制器PCI接口来控制PXI模块相比，控制命令集几乎相同——仅需做一些参数的修改。

这使得PXI模块可以通过以太网管理，内置web服务器使得机箱可以通过网页进行管

6 - PXI中的LXI和USB

理并且可以通过基于Java的软面板对功能模块进行操作——大部分控制器类产品都已包含了Java环境，无需特殊软件支持。

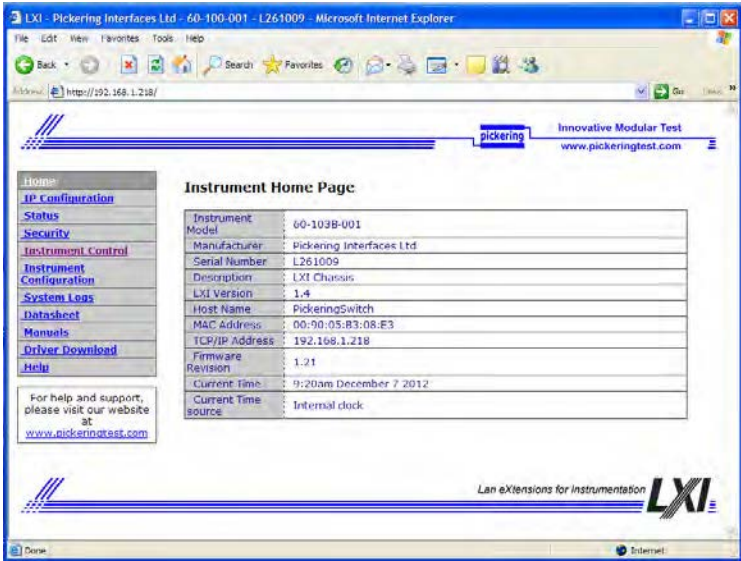


图6.2—60-103B的主页面提供了各项设置的链接，可以通过任何web浏览器进行访问

为了支持对PXI模块的访问，需要把控制代码植入到LXI控制器中。这事实上限制了能够安装到LXI机箱中的PXI模块仅限于Pickering Interfaces的产品——截至本手册出版之日尚不支持第三方产品。

Pickering的60-102和60-103系列模块化机箱扩展了PXI模块的应用范围，将开关系统和仿真设备扩展到了常规PXI系统难以支持的领域。

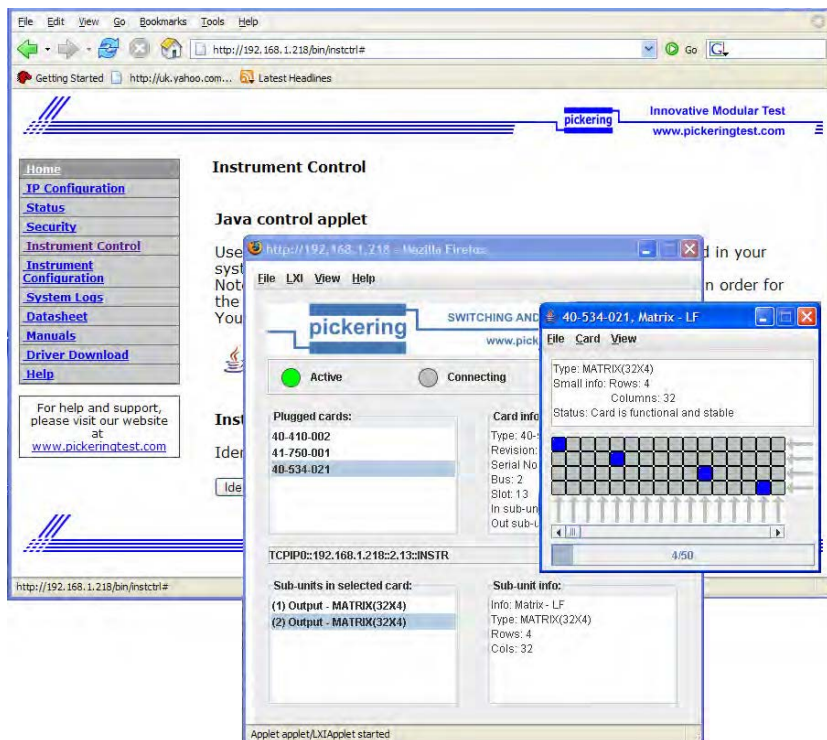


图6.3—60-103B软面板用户可以通过网页界面手动操作，示例中为Pickering的40-534 PXI矩阵模块
(后面是设备控制页面，中间控制面板窗口枚举了本系统中安装的模块，选中的模块操作面板在最前显示)

USB

在以太网(LXI)占主体地位的应用中，USB已经成为紧随其后的重要接口形式，在独立远程设备(如功率计探头)中也得到了广泛应用。在其它应用如数据采集系统中，相对低廉的整体成本也使得用户多了一种相较于PXI更加经济实惠的选择。

控制器上的USB连接是源自于PCI(e)接口，控制器就是通过此接口管理所有PXI(e)设备，而USB端口表现为PCI(e)总线的扩展。因此一种合理的扩充USB接口数量的解决方案就是从PXI机箱内部包含PCI总线的背板上进行扩展。Pickering Interfaces的USB2.0集线器(型号40-738)采用3U PXI封装，包含了一个8口USB集线器。

在使用中，40-738允许多达8个设备通过PCI总线连接至控制器。40-738上的每一个USB输出端口都可以使任何其他USB设备连接到控制器，已连接的USB设备可以安装USB设备制造商提供的驱动程序。每一个端口都是从PXI背板提供USB电源而不依靠控制器电源或者外部电源。



图6.4-Pickering Interfaces的40-738 USB 2.0集线器

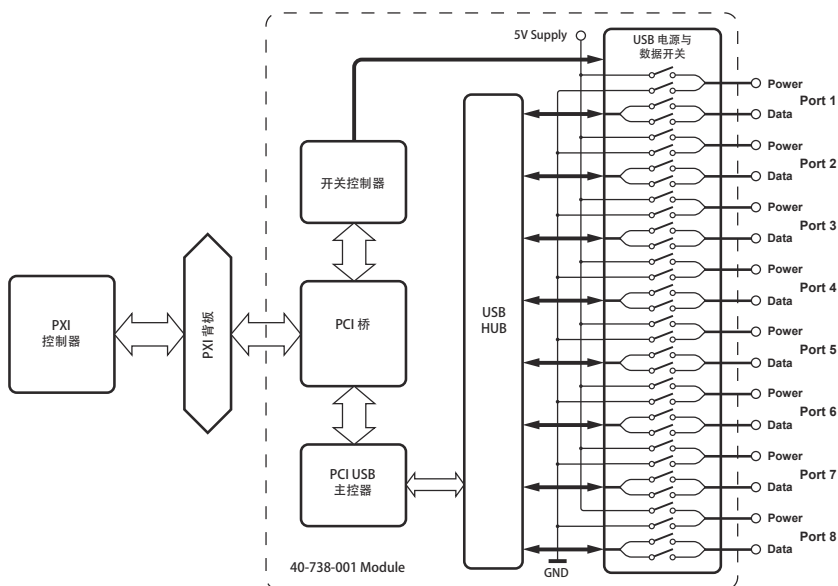


图6.5-40-738 USB2.0集线器的功能示意图

除了提供USB连接，40-738还为每个USB端口提供了开关，可以任意控制四条数据和电源线的通断。这项功能使得USB设备与USB端口可以真正地连接或断开，如同它们已经被真实连接或拔出。开关控制可以用于重新初始化USB设备。

有些应用中被测设备包含有USB端口，可以切换控制四根USB线的通断意味着可以进行对故障反应和恢复能力的检测。

40-738 USB输出端口的开关控制基于独立的PCI总线，因此开关操作是基于Pickering开关驱动而不是通过USB接口。

通过40-738可以使USB设备和测试设备以及其它所有受机箱控制的组件一起添加到PXI系统。

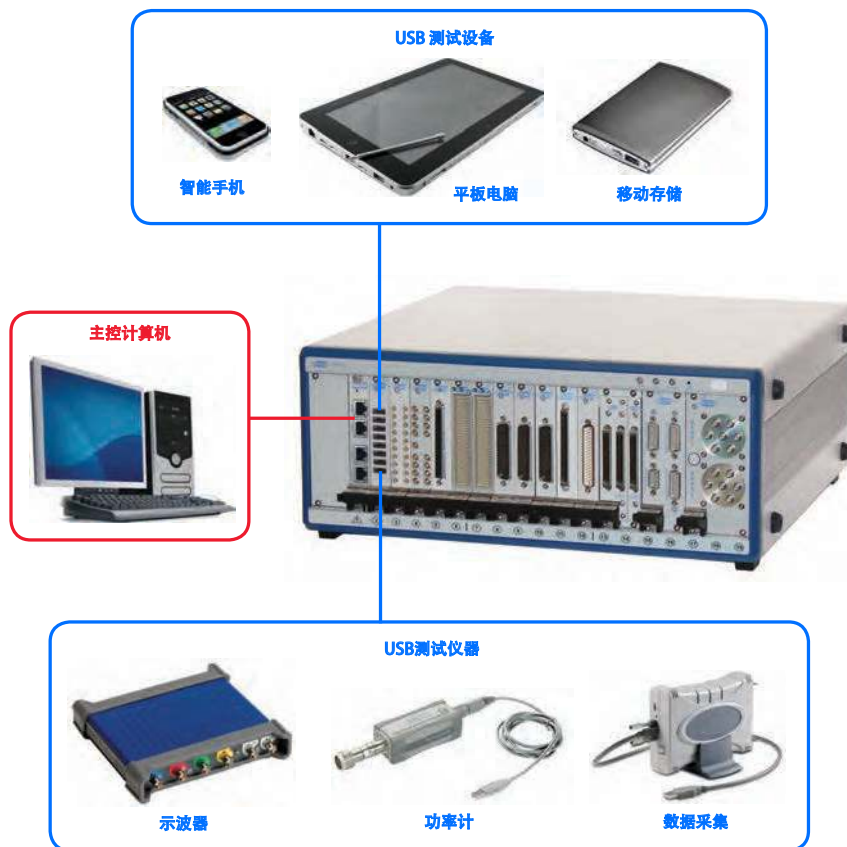


图6.6—用低成本的USB测试仪器和设备扩展PXI测试系统

第七章

英国PICKERING公司的PXI产品概述

关于Pickering	7.3
我们的PXI产品	7.3
Pickering继电器	7.3
部分PXI开关与仪器产品介绍	7.4
通用继电器模块	7.4
矩阵模块	7.4
多路复用器模块	7.5
射频与微波模块	7.5
故障注入模块	7.5
程控电阻模块	7.6
数字I/O, 原型模块与开关模拟器模块	7.6
波形发生器, 放大器与衰减器模块	7.6
USB, 通讯与航电开关模块	7.7
电源与电池模拟器	7.7
机箱	7.7
控制器	7.8
6U PXI开关模块	7.8
配套产品	7.9
电缆、连接器、海量互联、软件	7.9

关于PICKERING

Pickering在开关技术领域的从业历史已经超过45年。Pickering自1968年起制造舌簧继电器，1988年起Pickering设计并生产商业型以及定制型开关系统与仪器产品。我们的产品始终保持长期的用户支持，通常自产品发布起支持周期可达20年以上。多年来Pickering与全世界众多使用功能性测试系统的用户保持着紧密的合作。

我们的PXI产品

- 通用继电器模块
- 矩阵模块
- 多路复用器模块
- 射频与微波模块
- 故障注入模块
- 程控电阻模块
- 数字I/O，原型模块与开关模拟器模块
- 波形发生器模块
- 放大器与衰减器模块
- USB，通讯与航电开关模块
- 电源与电池模拟器
- 机箱
- 控制器

对于需要应用多种开关产品并经由LXI接口控制的系统，Pickering提供LXI模块化机箱。这些机箱可以在LXI环境中兼容Pickering的全部3U PXI开关与测试测量模块，允许通过千兆以太网进行远程控制。

Pickering继电器

继电器是开关系统性能的关键因素。舌簧继电器主体完全密封，具有卓越的开关特性和长久的机械寿命。Pickering Interfaces与其兄弟公司**Pickering Electronics**紧密合作，采用顶级材料专门设计并生产高品质舌簧继电器。我们的仪器级舌簧继电器机械寿命通常可达普通电磁继电器10倍以上，动作速度更快，所需驱动功率更低。Pickering Electronics是唯一采用**SoftCenter®**技术的舌簧继电器制造商。更多信息请访问继电器产品主页 pickeringrelay.com。



部分PXI开关与仪器产品介绍

以下几页是Pickering一部分典型PXI产品的简要介绍。欲了解超过1000种开关与仪器产品的详细信息请访问 pickeringtest.com

通用继电器模块



功率继电器
(40-160)



SPST 高电压继电器
(40-330)



舌簧继电器
(40-110)

矩阵模块



2A单刀矩阵
(40-505)



10A 固态继电器
矩阵
(40-553)



3U PXI多槽矩阵
(40-560A)

多路复用器模块



5A 大功率EMR
多路复用器
(40-651)



高密度10A大功率
多路复用器
(40-661)



大功率 BRIC™
多路复用器
(40-571)

射频与微波模块



50 Ω SPDT
射频开关
(40-870)



50 Ω 自动端接
6GHz 多路复用器
(40-883)



微波多路复用器
(40-784A)

故障注入模块



30A 故障注入模块
(40-191)



5A 故障注入模块
(40-198)



BRIC™ 高密度
FIBO 矩阵
(40-592A)

程控电阻模块



负载电阻
(40-292)



高密度高精度
程控电阻
(40-297)



RTD 仿真器
(40-262)

数字I/O, 原型模块与开关模拟器模块



32通道数字I/O
(40-412)



面包板
(40-220A)



双16通道
汽车开关模拟器
(40-485)

波形发生器, 放大器与衰减器模块



函数发生器
(41-620)



6GHz 三通道
固态衰减器
(41-182)



高电压程控放大器
(41-650)

USB, 通讯与航电开关模块



MEMS光纤开关
(40-855)



数据通讯开关
(40-736)



可进行通断控制的
USB2.0集线器
(40-738)

电源与电池模拟器



双+10V程控电源
(41-735)



48V程控电源
(41-743)



6通道电池仿真器
(41-752)

机箱



8槽PXI机箱
(40-922)



19槽PXI机箱
(40-923)

控制器



PCI-PXI远程控制接口
(41-921A / 51-921A)



PCIe - PXI远程控制接口
(41-924 / 51-924)

6U PXI开关模块



超高密度矩阵
(45-541)



16×16, 250M Hz
可扩展射频矩阵
(45-720A)



48组SPDT
大功率继电器
(45-157)

配套产品

电缆与连接器

Pickering还为我们的所有PXI模块提供多种类型的电缆与连接器产品。从最简单的适配连接器到复杂的电缆组合与端子板等，我们也可以根据客户需求生产定制电缆产品。通过这些高品质附件产品确保用户在测试系统中不出现连接故障。



海量互联

在需要选用可互换测试适配器 (ITA) 的基于PXI的测试系统中, Pickering推荐使用海量互联解决方案。VPC和MacPanel均可作为Pickering全系列的PXI产品提供完整的海量互联解决方案。



www.macpanel.com



www.vpc.com

软件

Pickering的产品兼容各种主流软件环境: Windows® 8/7/Vista/XP, Visual Studio® (VB.NET, C#, C/C++), LabVIEW™, LabVIEW RT™, LabWindows/CVI™, VISA (NI与Agilent), IVI, NISE, Agilent VEE, Mathworks Matlab, Marvin ATEasy, MTQ Testsolutions Tecap.



部分高密度矩阵开关具有BIRST (Built-In Relay Self-Test, 内建继电器自诊断) 功能, 可以迅速检测出故障或性能下降的继电器, 帮助使用者快速诊断或验证复杂开关系统。

第八章

实用信息

本章列举了与PXI相关的技术规范、组织机构等实用信息

PXI系统联盟	8.3
PXI系统联盟是维护并推动PXI标准发展的组织。本节解释了机构的目标和成员情况	
AXIe联盟	8.4
AXIe联盟负载AXIe规范的制定	
IVI基金会	8.4
IVI基金会推动测试仪器软件规范的发展	
LXI联盟	8.4
LXI联盟制定并推动LXI标准的发展	
PICMG和PCISIG	8.4
PICMG是维护cPCI标准的组织，PXI标准基于cPCI发展而来。PCISIG是维护PCI标准的组织。	
USB	8.5
USB实施者论坛负责USB规范维护	
VXI plug&play系统联盟	8.5
目前由VXIbus委员会管理VXI标准	
实用网址	8.5
与PXI和其它系统相关的实用网址，可以获取更多信息	
术语表	8.6
书中涉及术语的交叉索引	

PXI系统联盟(PXISA)

PXI系统联盟(PXISA)是由PXI产品的从业公司组建的非营利组织。

该组织负责PXI技术规范的制定与发布以及PXI的市场推广。

PXI系统联盟面向所有有意于推动PXI标准发展的公司开放。

成员等级

PXI系统联盟包含3个等级的成员。

联盟成员可以参与PXI系统联盟的各种技术与市场活动并授权使用PXI图形标识。

只有PXI系统联盟成员才允许在产品 and 市场材料中使用PXI图形标识。



发起人级成员(Sponsor Member)

发起人级成员以Pickering Interfaces为代表，视PXI为企业发展战略的关键组成部分，参与联盟的所有关键决策。在申请成为发起人级成员之前必须保持运营级成员(Executive Member)身份至少1年并生产PXI产品。发起人级成员在联盟董事会中拥有1个席位以及投票权。

运营级成员(Executive Member)

运营级成员通常将PXI作为企业的重要业务。此级别成员在联盟内对技术规范和市場导向具有发言权。运营级成员必须生产PXI相关产品，拥有投票权。

合作级成员(Associate Member)

合作级成员通常为涉及PXI业务，希望直接获取最新信息的企业。此级别成员没有投票权，仅被推送相关信息。

成员名单与成员应用论坛请访问PXI系统联盟官方网站www.pxisa.org

其它组织

AXIe联盟

AXIe联盟负责AXIe规范的制定。AXIe为open AdvancedTCA在仪器与测试领域的扩展标准。

IVI基金会

IVI基金会推动测试仪器软件规范的发展，使仪器互换得到简化，提升性能，降低软件开发与维护的开销。

LXI联盟

LXI联盟制定并推动LXI标准的发展。其组织结构与PXI系统联盟类似，具有多个成员等级以及工作组对规范进行建立与维护。

PICMG

PICMG(PCI Industrial Computer Manufacturers Group)是一个由600余家成员公司组成的行业组织，共同为高性能通讯与工业计算机制定开放规范，其中包括cPCI标准。cPCI产品可以安装在PXI机箱内使用，PXI产品可以有限制地在cPCI机箱内使用。

宗旨

成立于1994年，PICMG的宗旨是扩展PCI标准，经PCISIG(PCI Special Interest Group)授权，维护计算机系统如PCI/ISA，PCI/EISA，以及被称为cPCI的PCI/3U或6U Eurocard封装规范。PICMG持续开放重要的扩展规范并改进cPCI规范。

目的

PICMG的目的是为设备供应商提供统一的规范，提高产品可用性，降低市场推广的开销与时间。PCI规范为OEM制造商提供了清晰的升级路径以提高新产品的开发效率。

与PXISA相似，PICMG也是一个非营利组织。

PCISIG

PCISIG(PCI Special Interest Group)的目的是提供稳定的，向前兼容的PCI设备规范。

该组织对PXI而言非常重要，因为PXI的控制接口是基于PCI并采用与PCI设备相同的接口器件，包括与PXI背板进行通讯的PCI桥。

USB

USB实施者论坛 (USB-IF) 负责USB规范的制定与维护，以及兼容项目。目前规范包括USB 1.1，2.0(High Speed)，以及3.0(Super Speed)设备。USBTCM是用于支持测试与测量应用的软件接口，目前由IVI基金会管理。

VXI plug&play系统联盟

目前由VXIbus委员会管理VXI标准. 2002年VXIplug&play系统联盟投票决定成为IVI基金会的一部分并于2003年正式合并。

实用网址

AXIe 规范	www.axiestandard.org
IEC 规范	www.iec.org
IEEE 规范	www.ieee.org
LXI 委员会	www.lxistandard.org
PCI 规范	www.pcisig.com
Pickering Interfaces	www.pickeringtest.com
PICMG 规范	www.picmg.org
PXI 规范	www.pxisa.org
USB 规范	www.usb.org
VISA 规范	www.ivifoundation.org
VME 规范	www.vita.com
IVI 基金会	www.ivifoundation.org
VXIbus 委员会	www.vxi.org

术语表

3U, 6U	标示模块的高度，6U模块高度约是3U模块的2倍。 1U是44.45mm(1.75英寸)。
API	应用程序接口。
AXIe	AdvancedTCA在仪器与测试领域的扩展。
CompactPCI	兼容PICMG2.0规范的加固型PCI板卡，提供更可靠的机械性能以及更方便的插拔方式。
GPIB	通用接口总线，一种用于台式仪器互联通讯的8位数据通讯总线。 国际标准为IEEE488。
IVI	可互换虚拟仪器。
J1, J2, J3	在PXI模块上与P1, P2, P3相适配的连接器。在3U模块中可能仅包含J1、J2与P1、P2相适配。
Local Bus	(Local Bus)在PXI机箱中可以用于连接相邻PXI模块，该总线与任何PXI特性无关，可用于任何模拟或数字信号，具体功能由模块决定。
PCI	P外部器件互联(Peripheral Component Interconnect)，广泛应用于计算机系统，用于功能扩展的总线系统。
PCISIG	PCI Special Interest Group.
PICMG	PCI Industrial Computer Manufacturers Group.
PXI	PCI在仪器领域的扩展。
Star Trigger	(Star Trigger)，一种快速触发系统，从PXI系统2槽到外设模块的低延迟同步触发。
Trigger Bus	(Trigger Bus)一组在PXI标准中定义的总线，可用于触发相关事件。触发信号可以通过软件进行管理。
USB	通用串行总线。
VISA	虚拟仪器软件结构。
VXI	VME在仪器领域的扩展。
P1	PXI机箱中承载32位PCI总线的背板连接器。
P2	PXI机箱中承载64位PCI总线以及PXI专属特性的背板连接器。
P3	PXI标准保留的连接器，引脚未定义，仅适用于6U机箱。
P4	6U机箱中用于将3U模块接入6U槽位的连接器，功能与P1相同。
P5	6U机箱中用于将3U模块接入6U槽位的连接器，功能与P2相同。
System Slot or Slot 1	PXI机箱最左侧的一个槽位，仅可用于系统控制器(在PXIe系统中控制器可以置于其它位置)。

本地联系信息与全球分支机构：

中国分公司——品英仪器(北京)有限公司

电话: 010-5982-2465/010-5982-2466 | 电邮: chinasales@pickeringtest.com

Pickering Interfaces Inc., USA

Tel: +1 781-897-1710 | e-mail: ussales@pickeringtest.com

Pickering Interfaces Ltd., UK

Tel: +44 (0)1255-687900 | e-mail: sales@pickeringtest.com

Pickering Interfaces Sarl, France

Tel: +33 1 60 53 55 50 | e-mail: frsales@pickeringtest.com

Pickering Interfaces GmbH, Germany

Tel: +49 89 125 953 160 | e-mail: desales@pickeringtest.com

Pickering Interfaces AB, Sweden

Tel: +46 340-69 06 69 | e-mail: ndsales@pickeringtest.com

Pickering Interfaces s.r.o., Czech Republic

Tel: +420 558 987 613 | e-mail: desales@pickeringtest.com

我们通过本地经销商在以下国家与地区进行销售：中国，澳大利亚，比利时，加拿大，印度，印度尼西亚，以色列，意大利，日本，马来西亚，荷兰，新西兰，菲律宾，新加坡，韩国，西班牙，台湾，泰国，越南以及美国。

pickeringtest.com

LIT-010

