

为您的测量应用选择 合适的总线

概览

当您在上百个不同的数据采集 (DAQ) 设备, 有各种各样的总线选择的时候, 可能很难为您的应用需求选择合适的总线。每条总线都有不同的优点, 比如在吞吐量、延迟、便携性或离主机的距离等方面具有不同的优势。本白皮书探讨了最常见的PC总线选型, 并概述了为测量应用选择合适的总线时, 技术方面的考虑因素。

帮助您选择合适的总线的5道问题

1. 有多大的数据量经过该总线?
2. 我对单点I/O的要求是什么?
3. 我需要同步多个设备吗?
4. 系统对便携性有何要求?
5. 我的计算机离我的测量物体有多远?

其他主题

常用总线的选择指南

DAQ总线概览

1.有多大的数据量 经过该总线?

所有的PC总线在一定的时间内可以传输的数据量都是有限的。这就是总线带宽, 往往以兆字节每秒(MB/s)表示。如果动态波形测量对您的应用十分重要, 一定要考虑使用有足够带宽的总线。

根据您选择的总线, 总带宽可以在多个设备之间共享, 或只能专用于某些设备。例如, PCI总线的理论带宽为132 MB/s, 计算机中的所有PCI板卡共享带宽。千兆以太网提供125 MB/s的带宽, 子网或网络上的设备共享带宽。提供专用带宽的总线, 如PCI Express和PXI Express, 在每台设备上可提供最大数据吞吐量。

当进行波形测量时, 采样率和分辨率需要基于信号变化的速度来设置。您可以记录每个采样的字节数(向下一个字节取整), 乘以采样速度, 再乘以通道的数量, 计算出所需的最小带宽。

例如, 一个16位设备(2字节)以4 MS/s的速度采样, 四个通道上的总带宽为

$$\frac{2 \text{ bytes}}{\text{S}} \times \frac{4 \text{ MS}}{\text{sec}} \times 4 \text{ channels} = 32 \text{ MB/s}$$

您的总线带宽需要能够支持数据采集的速度, 需要注意的是, 实际的系统带宽低于理论总线限制。实际观察到的带宽取决于系统中设备的数量以及额外的总线载荷。如果您需要在很多通道上传输大量的数据, 带宽是您选择DAQ总线时最重要的考虑因素

2. 我对单点 I/O的要求是什么?

需要单点读写的应用程序往往取决于需要立即和持续更新的I/O值。由于总线架构在软硬件中实现的不同方式, 单点I/O的要求可能是您选择总线的决定性因素。

总线延迟是I/O的响应时间。它是调用驱动软件函数和更新I/O实际硬件值之间的时间延迟。根据您的选择总线的不同, 延迟可以从不足一微秒到几十毫秒。

例如, 在一个比例积分微分(PID)控制系统中, 总线延迟可以直接影响控制回路的最快速度。

单点I/O应用的另一个重要因素是确定性, 也就是衡量I/O能够按时完成测量的持续性。与I/O通信时, 延迟相同的总线比有不同响应的总线确定性要强。确定性对于控制应用十分重要, 因为它直接影响控制回路的稳定性。许多控制算法的设计期望就是控制回路总是以恒定速率执行。预期速率产生任何的偏差, 都会降低整个控制系统的有效性和稳定性。因此, 实现闭环控制应用时, 应该避免高延迟、确定性差的总线, 如无线、以太网或USB。

软件在总线的延迟和确定性方面起着重要的作用。支持实时操作系统的总线和软件驱动提供了最佳的确定性, 因此也给您最高的性能。一般情况下, 对于低延迟的单点I/O应用来说, PCI Express和PXI Express等内部总线比USB或无线等外部总线更好。

3. 我需要同步多个设备吗?

许多测量系统都有复杂的同步需求, 包括同步数百个输入通道和多种类型的仪器。例如, 一个激励-响应系统可能需要输出通道与输入通道共享相同的采样时钟和触发信号, 从而使I/O信号具有相关性可以更好地分析结果。不同总线上的DAQ设备提供不同的方式来实现同步。多个设备同步测量的最简单的方法就是共享时钟和触发。许多DAQ设备提供可编程数字通道用于导入和导出时钟和触发。有些设备甚至还提供专用的BNC接头的触发线。这些外部触发线在USB和以太网设备上十分常见, 因为这些DAQ硬件处于PC机箱外部。然而, 某些总线内置有额外的时钟和触发线, 使得多设备的同步变得非常容易。PCI和PCI Express板卡提供实时系统集成(RTSI)总线, 由此桌面系统上的多块电路板可以在机箱内直接连接在一起。这就免除了额外通过前连接器连线的需要, 简化了I/O连接。

用于同步多个设备的最佳总线选件是PXI平台, 包括PXI和PXI Express。这种开放式标准是专门为高性能同步和触发设计的, 为同一机箱内同步I/O模块以及多机箱同步提供了多种选件。

4.系统对便携性有何要求?

便携式计算的极速增长是毋庸置疑的, 它为基于PC的数据采集提供了许多新的创新方式。便携性是许多应用的一个重要部分, 它也可能成为总线选择的首要考虑因素。例如, 车载数据采集应用得益于结构紧凑, 易于运输的硬件。如USB和以太网等外部总线, 因为其快速的硬件安装以及与笔记本电脑的兼容性, 特别适用于便携式DAQ系统。总线供电的USB设备提供了更多的便利, 因为它们并不需要一个单独的电源供电。使用无线数据传输总线也可提高便携性, 因为当计算机保持不动时, 测量硬件本身可以移动。

5. 我的计算机离我的测量物体有多远?

各个数据采集应用不同, 您需要测量的物体和计算机之间的距离也可以大不相同。为了达到最佳的信号完整性和测量精度, 您应该尽可能地将DAQ硬件靠近信号源。但这对于大型的分布式测量, 如结构健康监测或环境监测来说就十分困难。将长电缆跨过桥梁或工厂车间成本昂贵, 还可能会导致信号嘈杂。这个问题的一个解决方案就是使用便携式计算平

台，将整个系统移近 信号源。借助于无 线通讯技术，计算机 和测量硬件之间的物 理连接已完全移除， 且可以采取分布式测 量，将数据发回到一个集中地点。

常用总线选择指南

根据先前的5个问 题，表1列出了大部 分常用数据采集总线 的选择指南。

总线	带宽 ¹	单点I/O	多设备	便携性	分布式测量	范例
PCI	132 MB/s (共享)	最好	更好	好	好	M 系列
PCI Express	250 MB/s (每通道)	最好	更好	好	好	X 系列
PXI	132 MB/s (共享)	最好	最好	更好	更好	M 系列
PXI Express	250 MB/s (每通道)	最好	最好	更好	更好	X 系列
USB	60 MB/s	更好	好	最好	更好	NI CompactDAQ
以太网	125 MB/s (共享)	好	好	最好	最好	NI CompactDAQ
无线	6.75 MB/s (每个 802.11g 通道)	好	好	最好	最好	无线 NI CompactDAQ

表1. 此表列出了基于应用 需求的总线选择指南 以及NI产品范例。

¹理论最大数据传输速 率基于以下的总线规 范：PCI、PCI Express 1.0、PXI、PXI Express 1.0、USB 2.0、千兆以太网 和Wi-Fi 802.11g

数据采集总线概览

虽然有很多种不同的 总线可供选择，本章 节主要介绍七种最常 见的总线，包括：

- PCI
- PCI Express
- USB
- PXI
- PXI Express
- 以太网
- 无线

图1显示了这些总线 在NI数据采集产品 的PC总线层次结构 中的分类，包括内部 总线到热插拔的外部 总线。

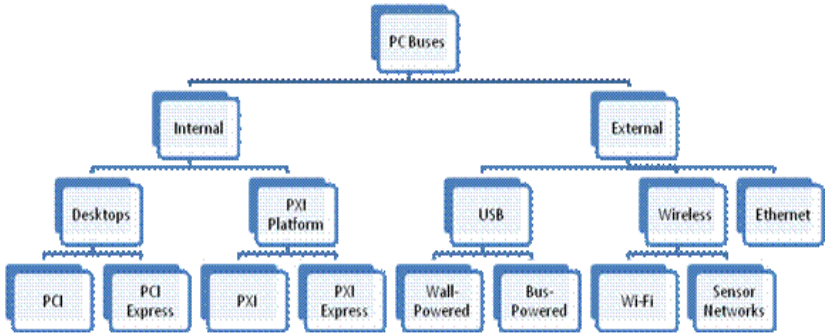


图1. 您可以在多种总线进 行选择，以满足您的 数据采集的不同需求。



图2. PCI M系列多功能DAQ

PCI总线是如今最为常用的一种内部计算机总线。凭借 132 MB/s 的共享带宽，PCI提供高速数据流和确定性数据传输来实现单点控制应用。针对PCI有许多不同DAQ硬件选项，其中包含高达10 MS/s、18位分辨率的多功能I/O板卡。

[了解PCI DAQ设备](#)

PCI Express

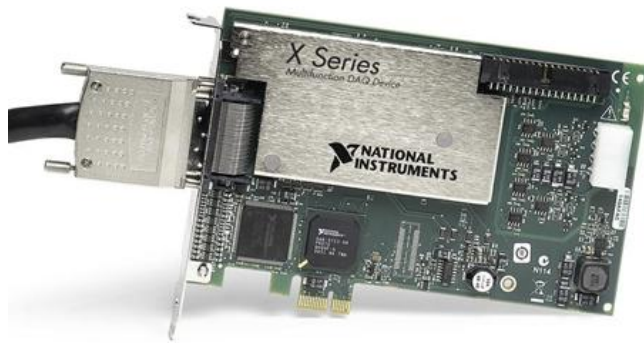


图3. PCI Express X系列多功能DAQ

PCI Express是PCI的革新，并将PC工业的创新推向新的水平。PCI Express架构的一项最大优势在于：由独立数据传输线提供的专用总线带宽。不同于所有PCI中的设备共享132MB/s的带宽，PCI Express采用独立的数据通道，每个通道的带宽能够达到250 MB/s。

PCI Express总线也从一个单一的X1（称为“乘1”）数据通道扩展到x16的数据通道，吞吐量最大达到4 GB/s的，可在不到一分钟的时间内填满200 GB的硬盘。对于测量应用，这意味着持续性良好的采样率和数据处理速率，多个设备无需为了总线上的时间相互争抢。

[了解PCI Express DAQ设备](#)

USB

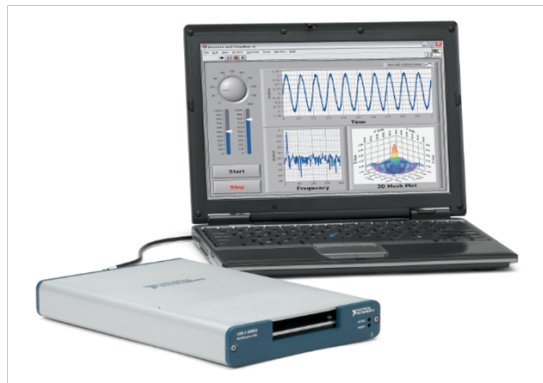


图4. USB X系列在任何带有USB端口的计算机上增加了数据采集

通用串行总线（USB）最初设计用来将外围设备，如键盘和鼠标，与计算机连接。现在，它已被证明可用于许多其他应用，包括测量和自动化。USB为数据采集设备和PC之间的传输提供了一种价格低廉，易于使用的连接。USB 2.0的理论最大带宽为60 MB/s，连接到USB控制器上的所有设备共享这些带宽。USB设备具有内在的潜在性和不确定性。这意味着单点数据不可能完全按照预期进行传输，因此，并不建议使用USB实现PID等闭环控制应用。

另一方面，USB总线的一些特点使得它比起传统的内部PC总线更容易使用。由于通过USB连接的设备具有热插拔功能，这样就无需通过关机来添加或者删除设备。总线还具有自动设备检测功能，这意味着用户在插入设备以后不必手动进行配置。一旦软件驱动安装完成，操作系统可以自行检测和安装设备。

[查看用于USB数据采集的NI选项](#)

PXI 平台



图5. PXI平台由机箱、控制器和I/O模块组成。

PXI的发展缩短了台式PC系统和VXI以及GPIB系统之间的距离。拥有200多个成员的PXI系统联盟，一直保持开放式标准，并于2006年，通过了PXI Express规范，将PCI Express数据传输技术应用到了PXI平台。

基于CompactPCI，PXI结合了仪器扩展和更严格的系统级规范，以确保测量和自动化的开放性和高性能。基于PXI的DAQ系统还拥有坚固的外壳，能承受工业应用中恶劣的环境。PXI系统同时还拥有模块化架构，这意味着可以将多个设备当作一个独立的仪器放入同一空间，并且还可以扩展系统，其功能将远远超过拥有PCI总线的台式计算机。PXI最重要的好处之一就是其定时和触发的集成式功能。无需任何外部连接，通过PXI机箱背板上的内部总线就能同步多台设备。

[比较NI数据采集选项与PXI](#)

以太网



图6. 以太网数据采集支持范围达到每段100米，并且能够使用现有的网络基础设施，延展了测量系统的覆盖范围。

以太网几乎是在世界上每一个企业网络的核心，因此也被广泛使用。作为DAQ总线，以太网测量距离远远超过5米长的USB电缆，是理想的便携式或分布式测量总线。无需集线器、交换机或中继器，单根以太网电缆就能延长100米。长距离加上由实验室、办公室和生产工厂组成的大量安装基础网络，使以太网成为偏远地区分布式测量的理想选择。虽然可用网络带宽取决于网络设备的数量，100BASE-T (100 Mbit/s)的以太网可以容纳多个全速运行的以太网DAQ设备。此外，千兆以太网 (1000BASE-T) 可以从多个100BASE-T网络或用于较大系统的更高速设备上汇总数据。

[查看用于以太网数据采集的NI选型](#)

无线



图7. Wi-Fi数据采集使用标准的802.11网络，免去了测量硬件和主机之间的连线需要。

无线技术扩展了基于PC的数据采集的灵活性和便携性，可用于例如风电场或土木结构等电缆不便或难以到达的测量应用。通过省去电缆和安装时间，无线技术大大降低了成本。然而，无线在所有DAQ总线中的延迟性最高，所以需要高速控制或确定性的应用并不推荐使用无线。无线技术有很多不同的类型。最热门的是IEEE 802.11 (Wi-Fi)。

Wi-Fi是设置起来最为简单的无线技术。连接到Wi-Fi“热点”对大部分人来说就如同插入USB电缆一样熟悉。在IT界经过10年广泛应用后，Wi-Fi始终非常安全。IEEE 802.11i（WPA2）具备最高的商用无线安全标准，拥有128位AES加密和IEEE 802.1x验证。对于传输动态的波形信号，Wi-Fi相比其他无线技术提供了更多的带宽，是机器状态监测和其它高速应用的理想选择。

了解NI无线数据采集

其它资料

- » 下载创建DAQ系统的完整指南
- » 为您的应用查看选择NI DAQ的优势
- » 为您的应用比较不同的DAQ硬件产品

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/termsofuse/unitedstates/us/>）