

将无线测量集成到有线数据采集系统

无线技术提供了广阔的可能性和很多好处利益——能够降低布线成本；对过去由于物理位置无法测量的信号进行测量；分布式测量；智能自愈网络。无线对未来测试系统的功能起着重要的影响。具体而言是什么影响以及将如何影响呢？无线系统会替代有线系统吗？现存的投资在未来的系统中还可以使用吗？在选择无线数据采集设备之前，需要做哪些重要的决定呢？在什么情况下，不应该将无线作为一种可能的解决方案？

还有许太多问题需要回答，好在在现存的有测量系统要面临技术淘汰的风险之前，仍然有时间考虑各种可能性。本文帮助回答了其中一部分问题，它对多种无线测量系统的高层次设计决策进行了考量，并且分析了如何为在现有有线系统中集成增加无线技术。

无线测量系统

尽管在测试、测量与控制应用中采用的无线技术远远少于在消费电子中无线技术的应用，其中的益处却一点也不少。但是，将有线系统替换为无线系统却不是仅仅将电线拔掉、布置到一个无线网络中那么简单。通过几十年的使用、经验和技术创新，工程师们开始期望得到一些测量系统的功能，而这些功能无线系统无法有效提供。在我们所讨论的众多无线系统中普遍存在的两个重要的不确定性，即安全性和可靠性。为了解决这个问题，无线标准组织（通常由领先硅芯片制造商领导）不断在新的无线标准协议中加强安全性和无线可靠性，从而使数据采集供应商可以利用这些安全性和可靠性方面的改进，使用与之相兼容的射频与软件体系结构。

简单、安全的无线数据采集设备



此外，与现有的有线系统相比，目前无线测量系统还有很多要求正在努力实现，其中包括数据带宽和延迟、同步、I/O 选择以及在多厂商系统中的集成。

带宽和延迟

基于 PC 的测量系统通常受到所用的物理通信总线对带宽和延迟规范的限制。带宽等价于在固定时间内，能够通过总线传输的数据量。延迟确定了数据从起始位置发送到目的位置的速度。在将无线与其他当今数据采集应用中广泛使用的总线（例如 PCI Express、PXI、USB 2.0）的带宽和延迟进行比较的时候，就好像跳入了一个时间机器，倒退了 25 年或更多。

在无线测量产品中使用最多的两个流行无线网络协议包括 IEEE 802.11 和 IEEE 802.15.4。IEEE 802.11 又称为 Wi-Fi，它是家庭和办公室网络的流行协议。IEEE 802.15.4 是 ZigBee 基于的网络协议，在小功率分布式网络中比较流行。这两个总线的理论带宽与 1980 年代的 ISA 总线性能是相近的，甚至更差。与第一代 x1 (乘一) PCI Express 链路相比，802.11n (最先进的无线总线) 和 802.15.4 的性能分别小了 10 倍和 1000 倍。

无线网络的自身限制意味着无线网络无法在所有情形下替代有线系统。高速高通道数的动态测量会继续得益于物理连接到 PC 的高带宽总线。其他对总线带宽要求不高的低速 (动态) 或低通道数的动态测量与传感器测量则可以利用新型的无线技术。

同步

大多数测量系统都有一个很重要的衡量标准，就是多通道之间、多设备之间以及多系统之间的同步测量。同步可以通过多种方式实现，但通常需要通过一条物理电缆共享时钟或触发信号，或是通过基于时间的方法，将多个本地时基同步的振荡器同步到一个共同的时间点上，并且以相近的频率进行工作。这些同步手段有各自的优点和缺点。基于信号的同步能够确保在不同通道、不同设备以及不同系统 (可达到纳秒或皮秒级的精度) 之间更加精确、更加严格的同步，但是限制了在同步系统之间相隔的距离 (最大距离为 100 米或更短)。对于基于时间的同步，可以在更长的距离之间同步系统 (如果使用 GPS 就不存在距离限制)，但是可达到的精度也会降低 (通常是毫秒级)。

对于定时和触发，许多现代的无线测量系统与其他系统独立工作，无法使用基于信号或基于时间信号共享的同步。为了测量采集数据的多个通道以及信号相位关系对于得到精确结果相关的信号时，同步是至关重要的。许多目前使用的这类有线测量系统使用了十分精确的基于时间的锁相环 (PLL) 电路以及阻抗匹配信号通道。基于单独的原理，为了满足最严格的同步要求，需要使用有线系统。然而，有线网络和无线网络之间需要达到平衡，以便受益于新标准以及其他研究成果，如 IEEE 1588 和 GPS 技术。

I/O选择和电源可用性

正如无线技术十分吸引人一样，在测试、测量以及控制行业中，无线技术仍然十分年轻。这就限制了可以使用设备的数量和功能。对于成百上千的传感器来说，它们都需要特殊的信号调理，以便提供精确的测量。在过去的 20 多年中，NI 进行了创新，并将基于 PC 的测量产品引入了市场，在全球已经总计达到 5000 万个测量通道。无线测量系统并不会替代所有这些现有测量通道，但是在适当的应用中可以与现有系统互补。

在多厂商系统中的集成

尽管本文并没有深入讨论，当今无线测量系统最后也是最为重要的限制是与其他有线或无线测量与控制系统一起工作时的低效。可能与其他行业相似，对于一个新型、充满潜力的技术而言，解决方案上市时间的重要程度比其完整性以及可互操作性更为重要。通常，现代的无线产品将重点放在进行普通测量 (电压或电流) 上，然后安全可靠地发送数据，同时消耗尽可能少的功耗。重点是在硬件上，有时在私有无线网络上。

对于为更大型企业提供可互操作性的设备而言，在设备软件方面的关注并不是很多。《控制工程》杂志的过程工业编辑在 2007 年 11 月发表的关于无线拓扑的文章中说：“从控制系统

采集数据或向控制系统输入数据通常使用专用软件，它们并不能够跨平台工作。”您可能会认为这些设备已经能够很好地完成其功能。问题是无论数据是从何处以何种方式采集得到的，在任何工业中部署的测量产品都必须能够与其他测量与控制产品进行通信。为了能够让无线技术得到更多应用，就必须解决通过更高层次软件环境的可互操作性问题。

混和测量系统与无线技术

由于现有无线技术和产品的种种限制，许多应用都在寻求仅仅使用无线的解决方案。大多数测量系统都有针对与有线系统集成要求，例如带宽、同步、I/O 可用性、功耗要求或是系统集成。可以通过使用混和系统实现无线技术的最大优势。混和系统联系着多个测量与控制系统平台的组件，无论其位置、数据传输方法或是厂商。混和系统是围绕中央 PC 体系结构的，它可能包含基于以太网或 GPIB 的独立仪器、基于 PC 的为 PXI 中的仪器、使用 USB 总线的便携式测量以及使用 Wi-Fi 或 ZigBee 的无线测量。混和系统使用开放式软件开发环境，跨整个测量与控制系统进行管理和通信。



图 1：混和测量系统利用开放式软件平台，将基于不同通信总线或是厂商的测量产品整合在一起。

建立并维护混和系统的关键是实现系统体系结构，使它能够透明地包括多种总线技术，使用开放式软件体系结构在厂商特定的系统之间进行通信。采用这种方式，就可以根据任务的特点，为特定的任务选择最佳数据采集和控制硬件并从中得益。NI LabVIEW 可以作为使整个系统协同工作的“黏合剂”。使用 LabVIEW 就可以重用现有测量系统，包括基于 PC 的数据采集、模块化仪器、独立仪器并且整合新型无线产品。将 LabVIEW 与无线技术整合的实例包括：

- 使用包含 TCP/IP 在内的内置 LabVIEW 库，基于标准协议进行通信
- 使用 Wi-Fi 以及蓝牙通信将基于 LabVIEW PDA 模块的 LabVIEW 程序部署到 PDA 上
- 将现有的基于以太网的 NI 可编程自动化控制器(PAC)(包括 NI CompactRIO 和 Compact FieldPoint) 连接到工业 Wi-Fi 接入点以及 GPS 射频
- 使用现成的 LabVIEW 仪器驱动程序与多个第三方无线传感器节点进行通信

有线系统和无线系统的共存

在近期技术的发展蓝图中，无线是数据采集中最有前景的技术之一。然而，在新技术没有替代老技术之前有一个过度时期，新技术必须与老技术一起工作。随着新型系统的出现，很好地将新型基于模块的 PXI 等仪器与传统的独立或 VXI 仪器结合在一起，这个潮流在测试与测量行业中更为明显。通过使用例如 LabVIEW 等开放式软件平台，可以开始利用新技术、增加无线测量功能，并且同时保存现有的测量系统投资。