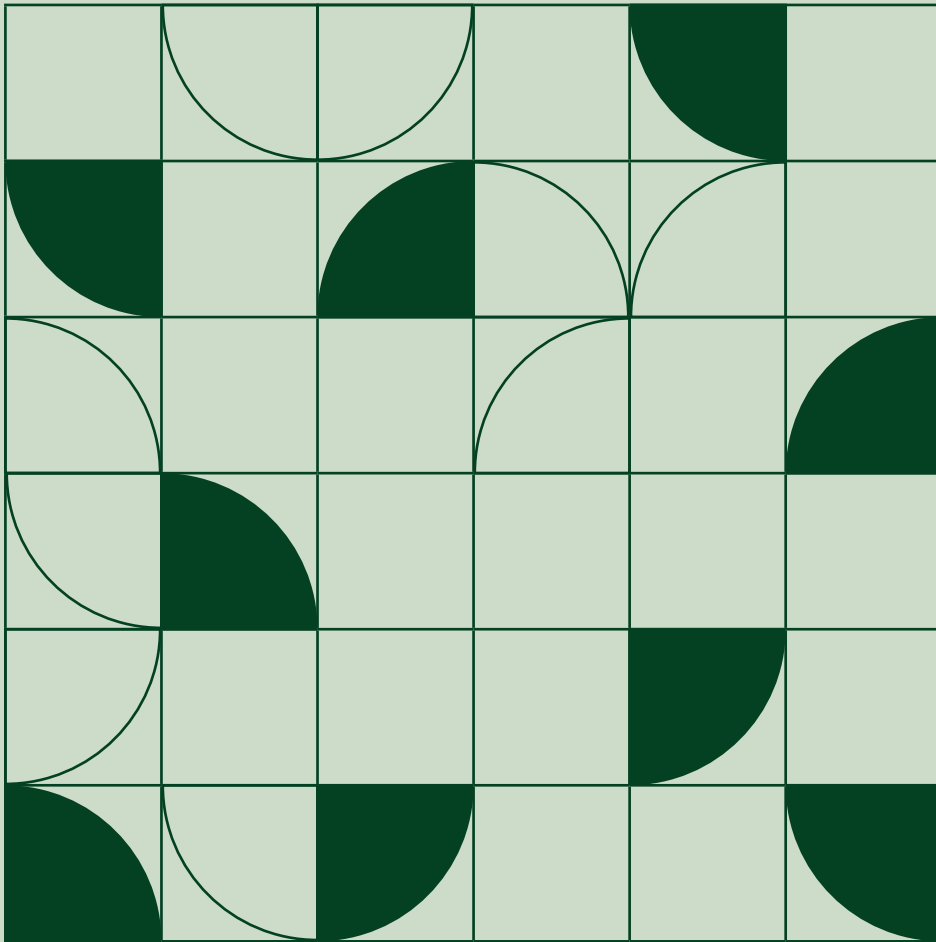


大规模互连系统和连接件



- 02 引言
- 08 测试连接件概述
- 10 连接件考量因素
- 11 附加信息

引言

在搭建测试系统时,如果未考虑如何将仪器与待测设备(DUT)相连,就像是驾驶没有车轮的汽车。这样的汽车或许配备了马力强劲的发动机和意大利真皮座椅,但没有车轮,就无法到达目的地。在自动化测试系统中,大规模互连系统和测试连接件就相当于汽车的车轮。在确定所需的仪器、开关数量以及开关在测试系统中的安装位置后,下一步就是要选择合适的大规模互连系统,并设计适当的连接件,将DUT无缝连接到系统的其余部分。

大规模互连系统概述

大规模互连系统是一种机械互连系统,专为轻松连接接收自或发送至DUT或DUT连接件的大量信号而设计。大规模互连系统不是逐一连接每个信号,而是可以同时

连接和断开所有信号。对于自动化测试系统,大规模互连系统通常需要配备一些可互换的机械外壳,所有信号均通过这些外壳从仪器(通常位于测试机架中)连接到DUT,从而方便用户快速更换DUT,或保护仪器前端的电缆连接,避免重复连接和电路断路。

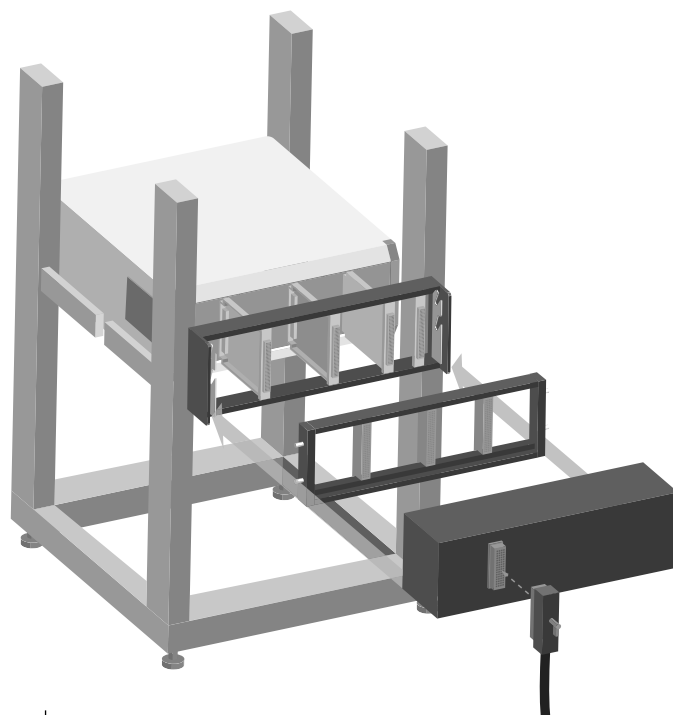


图 1 使用CompactRIO的独立式监控系统示例

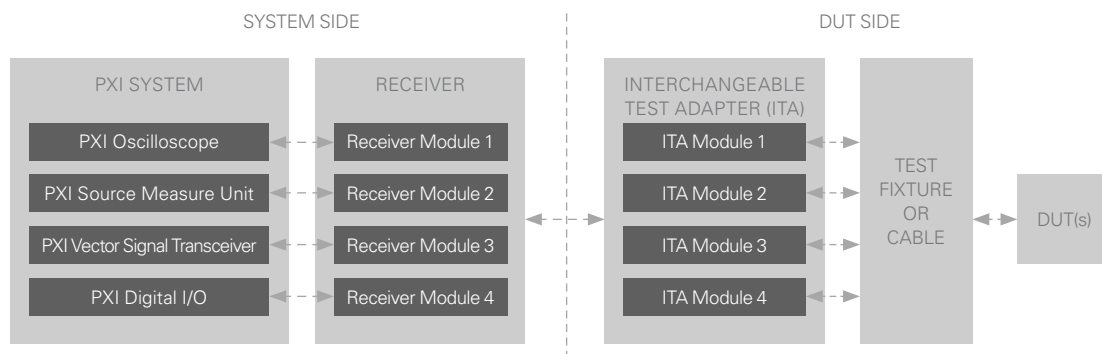


图 2

大规模互连系统可以简化为两部分。其中一部分是系统端组件(通常称为接收器),用于将仪器连接到大规模互连系统,充当可互换测试适配器(ITA)的“插座”。另一部分是DUT端组件(通常称为ITA),用于将DUT连接到大规模互连系统,充当接收器的“插头”。接收器和ITA在单个机械操作中相互配合,为各种DUT重复使用一组通用测试硬件提供了一种简单的方法

系统端组件

系统端组件包括仪器和大规模互连系统之间的所有组件。系统端组件是测试系统通用组件的一部分,即使更换ITA和连接各种DUT的连接件,系统端组件仍保留在测试系统中。下面简要说明各个系统端组件。

接收器

接收器是大规模互连系统中测试系统端的核心组件。它提供的机制能够将多个仪器同时连接到DUT。接收器系统包括框架、安装硬件、接收器模块以及将接收器模块与仪器相连的连接系统。

安装硬件

安装硬件用于将接收器固定在机架或PXI机箱的正面。这些硬件通常安装在19英寸机架的正面,便于测试人员进行操作。有些安装硬件带有铰链,或安装在滑动杆上,便于测试人员接触接收器后面的仪器或电缆。

接收器模块

接收器模块安装在接收器中,便于在一次机械操作中与其他接收器模块共同完成从仪器到接收器主连接器(一类标准连接器,可连接到大规模互连系统的DUT端)的所有适当连接。这些连接是从仪器和其他辅助设备到接收器模块内的相应触点的连接,通常根据所通过的信号的密度、带宽、电流或其它特殊要求来确定。

如需将仪器和其他辅助设备连接到接收器模块，可以单独使用或组合使用以下两种方法：

- **电缆组件**—使用电缆组件，可以将标准或定制电缆从仪器直接连接到接收器中的触点。电缆组件会使安装和接收器模块的放置更为灵活，但接收器模块和仪器之间的信号路径通常更长(24英寸或更长)，如果管理不当，可能会影响性能。
- **接口适配器**—接口适配器通常用于将仪器连接器(例如 DIN、D-SUB、SCSI等)的所有I/O连接到接收器模块。适配器始终与仪器直接相连，并使用印刷电路板(PCB)、柔性电路或电缆为特定仪器提供最有效的连接方法。接口适配器的优势在于，可最大程度地缩短接收器模块和仪器之间的信号路径(通常为6英寸)，且信号性能可变，但接口适配器灵活性较差，因此需要进行更周密的前期规划，安装位置必须精确，不能灵活更改。

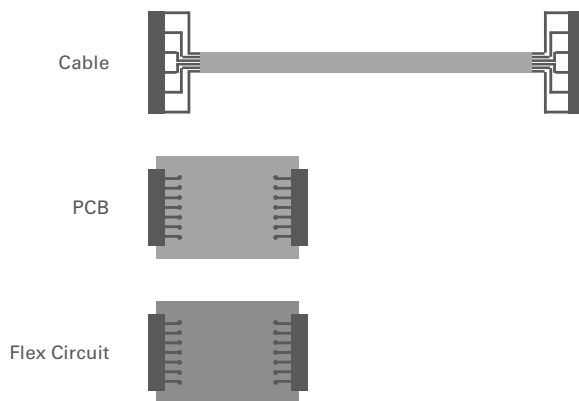


图 3 电缆组件(上图)会使安装和接收器模块的放置更为灵活，但通常对应的信号路径更长。PCB(中图)和柔性电路(下图)可最大限度地缩短信号路径，保持信号质量，但灵活性低于电缆组件。

低 ○ 平均 ◐ 高 ●

部分特性	电缆	采用线缆的大规模互连	采用PCB或柔性电路的大规模互连
DUT之间频繁切换	○	●	●
针对设计和特性分析进行优化	●	○	○
针对验证和确认(V&V)进行优化	◐	◐	◐
针对试生产进行优化	○	●	●
信号质量	◐	◐	●
性能连续性(系统到系统)	◐	◐	●
系统易于维护与升级	○	●	●
系统重配置(即可扩展性)	○	●	●
易于复制(例如,全球部署)	○	◐	●
仪器到模块的引脚效率	○	●	◐
现场可维修性	●	●	○
仪器卡版本控制容差	●	●	○

表 1 电缆适合设备的设计和特性分析，但大规模互连非常适合生产测试环境

DUT端组件

DUT端组件包括大规模互连系统与连接件或DUT之间的所有组件。DUT端组件组装在同一个装置中(通常称为ITA),并且可以轻松互换,便于使用一组通用仪器对不同的DUT进行测试。下面简要说明各个DUT端组件。

ITA

ITA是大规模互连系统中DUT端的核心组件,包含外壳或机械框架以及与接收器配对的ITA模块和触点,用于将系统输入和输出传输到DUT。如果接收器是插座,那么ITA就是插头。许多测试系统的设计都支持在不更换测试系统和接收器的情况下,通过更换不同的ITA来测试各种DUT。

ITA模块

ITA模块安装在ITA内部,安装方式与接收器模块在接收器内部的安装方式大致相同。它们为主互连系统提供了经由接收器传输的各种信号,并通过电缆、PCB或ITA外

壳内的其他连接来实现这些连接。所选的ITA模块和触点要与之前指定的接收器模块和触点相匹配。然后,才能将适当的信号从外壳内部传输到连接件或DUT连接器。

外壳

外壳是容纳ITA和相应ITA电缆/模块的机械外壳。通常会将ITA外壳和测试连接件集成到单个框架或物理平台上,并在其中放置DUT(例如在消费电子或半导体测试中);或者用一条电缆将ITA和DUT相连。虽然可以选择标准外壳,但实际上几乎每个外壳都进行了一定程度的定制,以满足DUT的要求。

测试连接件

每个DUT都不相同,因而需要采用独特的连接方法才能实现最高效的测试。例如,有些DUT适合用一根电缆将ITA和DUT相连,而其他DUT则更适合采用集成式测试连接件(例如针床式测试连接件),从而实现无需电缆的直接连接方法。

如何选择适合的大规模互连系统

对大规模互连方案进行前期规划和设计, 可以确保测试系统能够发挥其全部潜力, 从而充分利用所选仪器和仿真的所有功能, 满足数据采集要求。然而, 在决策时, 性能只是需要考虑的一个方面, 还应对比不同方案的成本。在计算相关的总体成本时, 还应考虑设计验证程序、定制组件的生命周期管理和文档记录相关成本, 以及在自动化测试设备和连接件预期寿命中的总体维护成本。在前期可以与大规模互连解决方案供应商合作, 节省大量时间和成本。

您可以借助以下常规步骤确定哪些大规模互连组件适用于您的系统, 但是您还应咨询大规模互连专家和NI联盟合作伙伴(例如MAC Panel或Virginia Panel Corporation (VPC)), 获得决策相关指导。除提供建议外, 有些大规模互连供应商还提供针对特定PXI资产和通用仪器预先设计且经过配置的解决方案, 减少配置和记录接口所需的时间和精力。您只需提供系统所需的仪器和其他资产的列表, 他们就可以提供相应的已配置部件编号列表, 其中包含各种大规模互连(接口)和配套(连接件)组件。

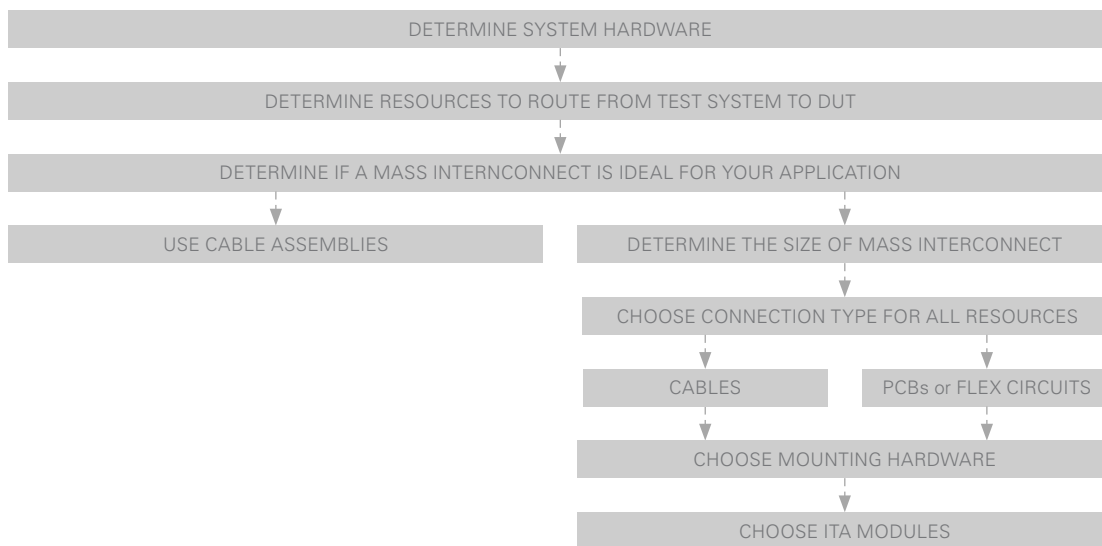


图 4 大规模互连系统的考量因素

01

确定系统硬件。

首先，确定测试DUT所需的系统硬件，其中包括仪器、开关、需要连接到DUT的任何辅助硬件(例如电源)以及测试机架的尺寸和样式。

02

确定测试系统中的哪些资源需要连接到DUT。

根据测试系统和被测设备的复杂程度，您很可能会需要通过大规模互连系统连接所有必需的仪器和辅助组件。有些测试组件不需要通过大规模互连系统进行连接，例如PXI嵌入式控制器或RAID存储系统。

在确定哪些资源需要通过大规模互连系统进行连接时，必须考虑测试需求在未来可能发生的变化，以便构建一个灵活的测试系统来满足未来的需求。例如，如果您拥有额外的仪器或电源通道等额外的资源，但当前DUT测试可能并不需要，而未来几代的DUT测试却有可能需要，那么可以根据未来预计会发生的变化规划好这些资源的连接，从而节省时间和成本。

03

确定最适合应用的连接类型—电缆或大规模互连系统。

选择连接类型时应综合考虑多种因素，包括系统的复杂性、技术性能要求、灵活性和总体拥有成本。决策时请使用表1作为指导，同时也需要咨询大规模互连专家，以确保为特定测试系统选择适合连接类型。假设您决定使用大规模互连系统，可参考以下步骤确定接收器和ITA的尺寸，以及选择适合的接收器模块、ITA模块和安装硬件。

04

确定接收器和ITA的尺寸。

接收器有许多不同的尺寸和样式可供选择，具体取决于前面几个问题的答案。最好保留接收器中的备用插槽，以备未来扩展时使用。类似于PXI系统仪器的规划，应遵循一般的指导原则，即初期设计时至少保留20%的插槽不被占用。请注意，ITA的尺寸应始终与接收器的尺寸相匹配。

05

选择接收器模块和连接方法(电缆或接口适配器)，以满足所有必要资源的连接需求。

选择接收器模块和连接方法时，应综合考虑测试目标、所选仪器和任何其他辅助要求。同样，您可以使用表1作为指导，但请务必咨询大规模互连专家，以确保为特定的测试系统选择适合连接器模块和连接方法。

您可以从多种触点样式和预先设计的接口适配器、跳线或电缆中进行选择，以满足所有信号类型的要求，其中包括：

- 低频AC信号
- 电源信号
- RF信号
- 微波信号
- 热电偶信号
- 光纤信号
- 气动信号
- 高速信号和数据传输

06

选择安装硬件。

在选择接收器模块和连接方法后，接下来要选择安装硬件，这需要综合考虑多种因素。大多数使用大规模互连的系统都会安装到19英寸的机架组件上。如果采用电缆系统，建议将接收器安装在铰接框架或滑动杆上，以便于接触仪器和机箱。如果使用接口适配器，则建议使用标准安装法兰将接收器安装到PXI机箱上，然后将接收器和机箱安装到机架内的滑架上。

07

选择匹配的ITA模块和触点。

配置ITA模块和触点，使其与在步骤五中所做的选择相匹配。ITA模块中的触点可能不需要完全填充也可完全匹配接收器模块中的触点。在大多数情况下，来自特定仪器的所有资源都会传递到接收器模块。然而，在测试特定DUT时，ITA端并不需要使用所有这些资源；因此，并非所有ITA模块都需要完全填充触点。

测试连接件概述

测试连接件是一种在测试系统和DUT之间提供可重复连接的装置，通常采用定制设计来满足特定DUT的需要。在连接件背面使用大规模互连系统时，可以在使用通用仪器机架的情况下互换各种测试连接件；还可以通过轻松互换不同DUT的测试连接件来重复利用测试设备，这是通用测试仪或高混合测试仪的理想选择。

在设计测试连接件时，请提前了解您要执行的测试类型，因为设备设计、DUT特性分析、验证和确认(V&V)以及生产测试的需求是完全不同的，因此需要的测试连接件功能也各不相同。

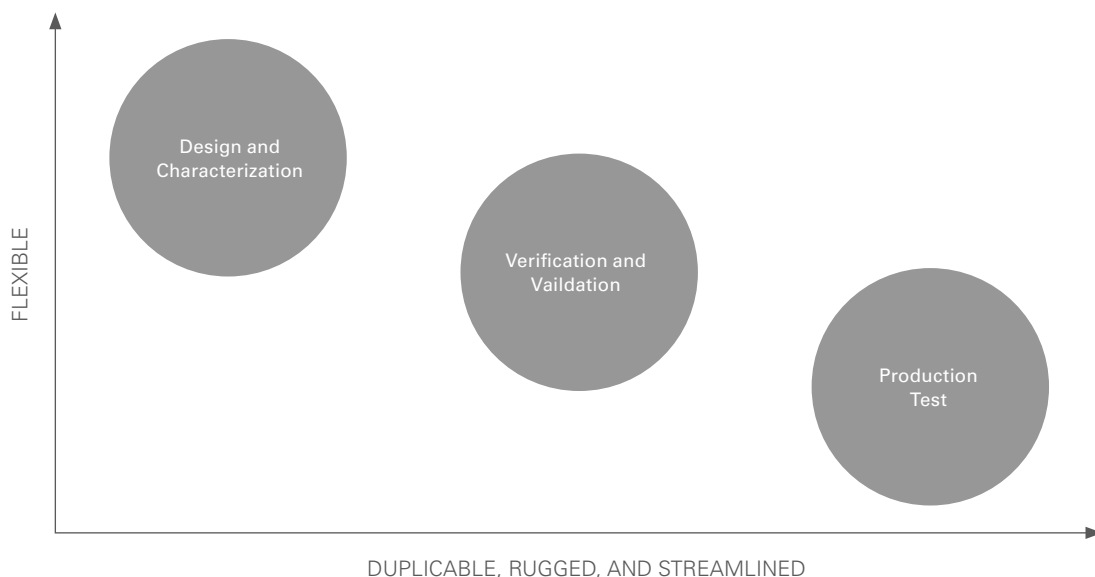


图 5 生产测试系统需要采用坚固耐用、易且易于复制的测试连接件，而仪器系统设计和特性分析需要采用电缆、探头和开尔文夹具来保障灵活性。

设计和特性分析

在产品阶段，我们必须能够灵活地连接或断开DUT到测量仪器之间的电缆或针脚，以便对设计中的所有元件进行测试或排除故障。因此，需要采用一种高度灵活的方式连接仪器，而不采用包含大规模互连系统和连接件的简单或坚固耐用的测试系统。许多设计工程师采用电缆、探针和开尔文夹具连接仪器，这样可轻松地更改连接。除了故障排除外，设计工程师还经常需要对设备的实际行为进行特性分析或记述，以便确定设备的规格参数，为测试工程师开发V&V测试台或生产测试系统提供指导。

验证和确认

V&V是通过对具有统计代表性的一组产品进行测试来检查特定产品是否满足设计规格的过程。

验证

验证是一个客观过程，用于检查设备是否满足相应法规和规范。验证通常在设计和开发阶段以及开发阶段完成后执行。在开发阶段，验证测试有时需要模拟系统其余部分的行为或对其进行建模，以预测或预先了解所开发设备的行为。在开发完成后，验证测试可以采用回归测试形式执行，从而重复执行所设计的多项测试，确保随着时间的推移，设备能够持续满足设计要求。

确认

确认是一个比较主观的过程，通过回顾形成新产品需求的问题描述，主观评估设备是否满足最终用户的操作需求。确认测试的要求来自于用户需求、规格和/或行业法规。在确认规范时，我们的目标是确保规范能够涵盖用户需求，而不是确保给定设备满足其规范要求。

在V&V过程中收集的测试数据也可用于确定生产测试系统的测试限制。虽然只有一小部分给定产品需要进行V&V，但几乎所有最终产品都需要通过生产测试。因此，专为V&V过程设计的连接件通常有助于减少DUT和仪器之间的连接，使得这些连接件不如生产测试所用的连接件坚固。

生产测试

生产或功能测试通常在制造过程结束时进行，目的是测试产品是否满足已发布的规格和质量标准。很多时候，为优化吞吐量并减少人机交互导致的错误，功能测试可采用自动化方式执行。有时，生产测试包括对产品的实际工作环境进行仿真或模拟。最重要的是，功能测试使用的是客户最终使用的连接器，而不是PCB上的各种测试点。

由于制造和发运的每台设备都必须经过生产测试，连接件的设计必须坚固耐用，以最大程度地延长正常运行时间，并且必须易于使用和符合人体工程学。同时，还应该尽量减少测试操作员所需的交互。将DUT对准连接件或使用电缆将仪器连接到连接件会花费一些额外时间，因此会对吞吐量产生负面影响并增加测试成本，同时还会增大由于人机交互而导致错误的风险。最后，生产测试系统(包括测试连接件)应易于复制以便用于其他场合。

连接件考量因素

在设计测试连接件时，应确保连接件使用适合的接线类型和技术，尽可能使用PCB而不是电缆，并尽可能多地实现自动化连接。此外，还需要为测试连接件制定预防性维护计划，以确保长期成功应用。

选用适当的线缆

电线通常会产生噪声和误差，因此应该为测试连接件选择最佳类型的电线。为了确保信号完整性，有些电线具有绝缘、屏蔽、防护或双绞线等特性。有些仪器手册建议使用专用电缆，但这通常取决于所执行的测量类型。例如，双绞线非常适合在执行差分测量时抑制噪声。使用屏蔽电缆也能抑制噪声，但务必要根据信号源和输入配置的接地情况采用适合的接地方案。最后，防护特性通常用于消除数字万用表(DMM)或源测量单元(SMU)的HI和LO端子之间漏电流和寄生电容的影响。

最大程度减少操作员交互

大规模互连系统的目标是提高测试设备的复用性，并减少可能导致错误、降低吞吐量和增加测试总成本的操作员交互。除了使用大规模互连系统来减少用户交互之外，良好的测试连接件应能最大程度地增加测试操作者通过单次交互在测试连接件和DUT之间实现的连接数量。例如，有些测试连接件会利用由单个操作手柄驱动的连接方法或者利用电动或气动马达自动地完成多个连接。执行生产测试时，通常使用客户最终用于连接设备的连接器来进行连接。

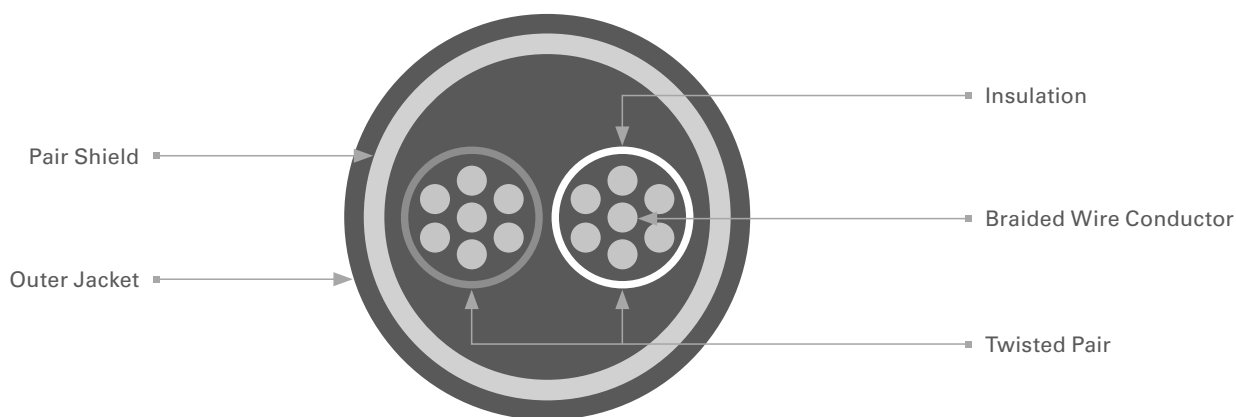


图 6 为了保持信号完整性，不同的电缆具有绝缘、屏蔽、防护或双绞线等特性。

构建可复制且易于扩展的连接件

某些接线技术可以保持信号完整性，但建议在测试连接件中使用PCB来提高信号完整性，同时减少测试操作员或技术人员在安装阶段的接线工作。使用可一次性完成多个连接的测试连接件有助于提高吞吐量，实现测试可重复性和满足用户人体工程学要求，但同时必须减少测试连接件内部的接线量并且在可能的情况下用PCB予以替换，从而进一步提高信号完整性，并缩短相同测试系统的安装和接线所需的时间。这要付出一定的代价，即会增加定制PCB设计所需的前期成本和工作量，但这些付出将在第一个系统以及随后复制的测试系统部署后获得回报。

为测试连接件制定预防性维护计划

为了确保测试连接件对测试系统的长期支持,在整个测试系统维护计划中应包括测试连接件维护计划。这应包括在测试系统的整个生命周期内定期检查和/或更换连接器、电缆、弹簧式探针、继电器和其他组件。在确定检查频率时,需要考虑给定组件的故障率。判断故障率时,请参考供应商提供的平均故障间隔时间(MTBF)或公司特定的在役故障率。虽然这两个指标在比较或分析仪器时都很有用,但在役故障率可能更有用,因为它表明了仪器在特定应用中的实际使用情况。如果无在役故障率数据,可通过MTBF数据导出理论故障率,从而规划与成本和风险承受能力相符的检查间隔。

附加信息

NI PXI配置指南

PXI配置指南可帮助您比较仪器选项并配置基于PXI的测试系统,包括PXI机箱、控制器、模块、软件、服务和辅助项目。

[使用PXI配置指南配置您的测试系统](#)

MAC Panel

MAC Panel的解决方案可在测试或测量环境中实现可靠、经济高效的电气连接,从而为具有此类需求的公司提供支持。除了全系列大规模互连产品(包括专为PXI设计的MAC Panel SCOUT大规模互连系统),MAC Panel还提供定制布线服务、钣金加工和定制设计支持服务,为支持全球范围内的自动化测试设备提供了一系列选择。

[了解MAC Panel的更多详情](#)

Virginia Panel Corporation

Virginia Panel Corporation (VPC)是一家通过ISO认证的大规模互连解决方案制造商。VPC拥有150多名员工,能够为测试和测量行业设计和制造各种大型或小型I/O连接器和接口。除了提供面向PXI平台的大规模互连解决方案外,VPC还提供多种增值服务,如高速PCB设计、预配置测试解决方案、定制设计支持服务、产品支持文件的网络访问和在线配置工具。

[了解VPC的更多详情](#)

NI联盟合作伙伴目录

NI联盟伙伴网络是一个由全球1000多家独立的第三方公司参与的项目,他们可提供完整的产品以及集成、咨询和培训服务。其中一些公司,如MAC Panel和VPC,提供定制布线解决方案、大规模互连系统和完整的连接件解决方案。

[浏览NI联盟合作伙伴目录](#)

