

技术白皮书

利用现成LRU测试技术， 最大限度降低进度风险

目录

概述

测试架构的内部工作原理

LRU测试系统的共性

自由地运用您的专业知识

NI HIL仿真仪的优势

更多资源



概述

线路可更换单元 (LRU) 测试系统的生命周期和操作由航空航天项目周期决定。无数航空航天LRU测试仪仍在使用中，因为项目并没有包含相应的预算和时间来更新和扩展已部署系统功能。当测试架构无法满足所有测试要求时，很难要求对现有解决方案进行更改，因为项目必须权衡更改对进度和成本的影响。这导致数十年前的测试系统仍在运行，几乎没有任何技术更新。推迟测试基础设施的升级会导致技术风险积累，因为每次推迟都会增加与后续项目升级相关的成本和风险，但这一现象在整个行业中却是非常普遍的。缺乏技术支持可能会限制航空航天项目满足其测试和质量要求的能力，当然也会阻碍其创新和竞争力。

NI及其合作伙伴公司致力于帮助您加速航空LRU测试系统的开发过程，使您可以专注于更重要的事情 - 利用您独有的专业知识来生产更好的产品。

测试架构的内部工作原理

航空航天项目负责人主要关注的是满足客户要求并防止任何质量缺陷，而不是其测试架构的内部工作原理。从企业角度来说，质量测试涉及优化基于模型的设计、提高测试自动化程度、在生命周期的各个阶段之间共享通用架构以及需求跟踪。但通常情况下，这些流程改进需要对底层测试基础架构进行现代化改造，因而通常会舍弃流程优化，以使项目基本元素（比如引脚测试）可以顺利完成来确保项目进度。

为了将注意力集中在产品质量上，测试架构需要足够灵活，以允许从一个项目到另一个项目的连续过渡。与之矛盾的是，迁移到这种类型的架构必须在单个项目中进行。计划外的资本预算通常很少，并且升级需求往往会出现在项目最害怕有风险的时候。任何前进路线都需要清楚地了解项目的主要成本、风险和进度推动因素。测试系统设计、点对点布线和测试适配器开发等因素都对于构建功能性测试系统至关重要。但这些因素并不一定有助于提高产品质量。图1中显示了这些因素在许多航空航天公司的典型百分比。

典型仪器分布

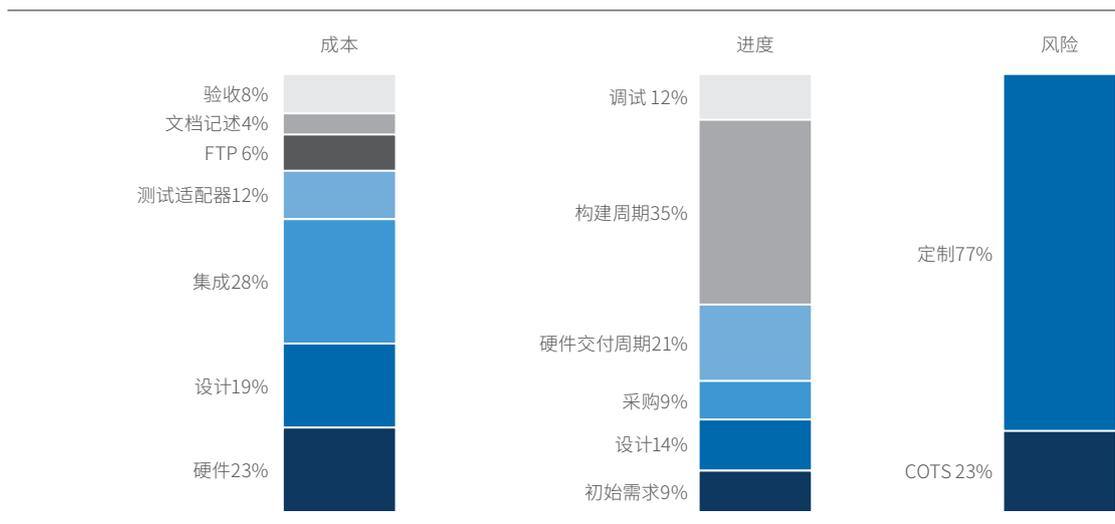


图1: 构建和部署新的LRU测试系统需要对前期成本、开发时间和风险接受度进行权衡。当今部署的LRU测试仪通常是高度定制的，并且需要较长的开发周期，这两者都给确保项目进度带来重大风险。

硬件通常占总成本的不超过四分之一，而设计和构建的人工对预算和进度的影响最大。根据典型数据，每个I/O引脚的成本大约是800到1000美元，并且需要8到12个月的开发时间，具体取决于系统的规模。如果要改进，必须同时考虑成本和时间。

不同公司的LRU测试系统之间其实有大量技术是重叠的。如果将这些常见的系统组件转移到现成的组件上，就可以自由地开发测试系统独特的部分，只有这样才能大大增强测试能力。

“使用NI SLSC系统进一步帮助我们实现目标，将注意力集中在构建HIL测试系统和测试台上，而不是开发先进的硬件。”

Anders Tunströmer, 萨博航空



图2. 萨博“鹰狮-E”战斗机系统

LRU测试系统的共性

一个基本的LRU测试系统由一个待测单元连接到一个大规模互连接口组成，大规模互连接口连接到一个模拟I/O，该模拟I/O由执行飞机模拟的测试执行程序驱动。您可以自定义此设置，为传感器仿真和特定负载添加信号调理，这些负载需要由LRU驱动并且需要插入故障以便进行软件测试。集成实验测试涉及连接受控的实际设备以及控制LRU，并且需要在实际和仿真设备之间进行切换。并且需要在实际和仿真设备之间进行切换。其他定制可能需要使用外接盒来进行手动故障插入、信号注入和重新路由，另外可能还需要感应线来准确了解LRU在测试的所有阶段所看到的内容。感应线可能意味着需要进行仪器级测量。感应线可能意味着需要进行仪器级测量。

典型测试系统

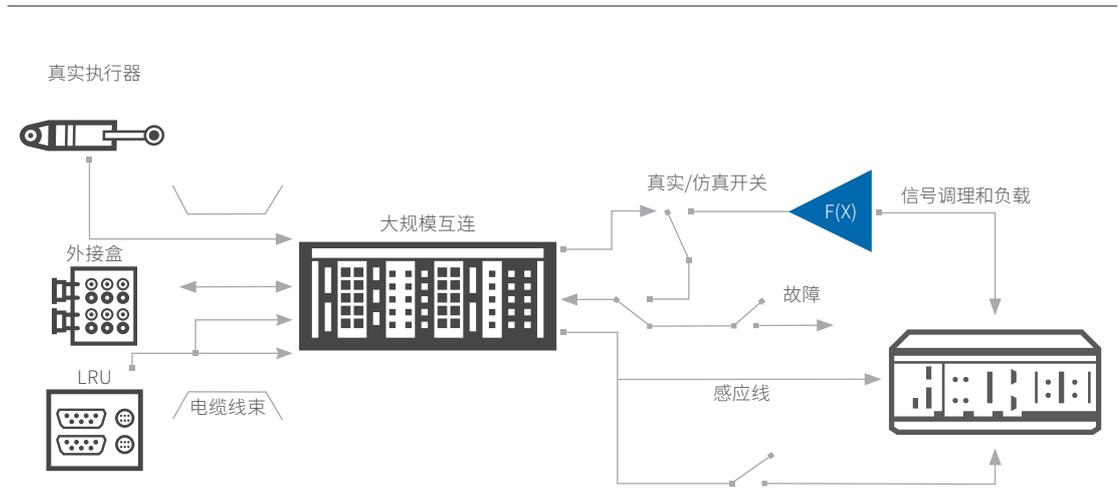


图2:典型的LRU测试系统包括I/O仪器、信号调理、故障插入、感应和开关线,实际和模拟激励信号、大规模互连、外接盒和电缆线束、实际执行器和待测LRU。

过去, NI通过将此配置的测量和模拟组件集成到测量和计算平台来帮助客户。但是, 这并未解决信号路由组件仍然是影响成本和进度的主要因素这一问题。如果按照行业标准的每个线端3分钟, 每周技术人员的人工费率、设施和监督的全职等效 (FTE) 成本是5000美元, 则系统每小时每I/O引脚的成本约为125美元。一个600针系统需要15周左右的开发时间和75,000美元的成本。这还是没有任何设计变更的情况。因此, 实际成本可能会高得多。每个LRU测试系统都是在这一基本配置上进行少量改动。那么为什么整个行业广泛使用的系统会需要如此多的定制设计和布线呢?

也许这可以算作商业成本。但如果可以不用这样呢?

自由地运用您的专业知识

NI正在挑战行业的现状, 因为信号的处理只能像LRU测试一样遵循特定模式。通过为PXI和CompactRIO测量平台添加NI的开关、负载和信号调理 (SLSC) 模块, 您可以采用标准的模拟和数字I/O类型, 并转换和操作信号路径, 以实现LRU验证架构核心所需的在线功能。

开放式架构可使用用于嵌入式软件、硬件和测试系统的开关、负载和信号调理 (SLSC) 来扩展NI硬件功能

- 可实现更大型的开关来进行故障插入
- 在简单的电路板上处理中小型负载
- 添加自定义信号调理
- 降低信号路由复杂度



图4:NI开发、负载和信号调理平台扩展了PXI和CompactRIO仪器平台,可进一步完善LRU测试系统。

NI SLSC平台包括信号调理、故障插入、感应和开关线路，用于将信号传输给I/O仪器。为了减少定制需求，NI为许多最常见的信号类型提供了解决方案。一些主要解决方案包括高压数字波形信号、电阻传感器仿真、ARINC 429和MIL-STD 1553板卡。其中许多板卡由具有该领域专业知识的合作伙伴公司开发而成，即Bloomy Controls和SET，目的是让这些板卡可以满足大多数I/O需求。但是，任何供应商都无法完全了解您的测试要求，因此可能需要进行一些自定义。借助NI开放灵活的平台，您可以使用NI模块开发套件设计自己的SLSC卡。该套件提供了您自定义与SLSC生态系统其余部分兼容的电路所需的所有详细信息。或者，NI合作伙伴也可以为您开发定制板卡。完成该操作后，您就拥有与SLSC生态系统其余部分兼容的现成产品。所有SLSC卡都具有相同的44针D-SUB连接器，具有相同的引脚排列，因而减少了接线盒之间点对点布线的需要。您还可以使用标准接口面板替换接线盒，以将信号连接到执行器、电缆线束和LRU。

使用SLSC简化测试系统

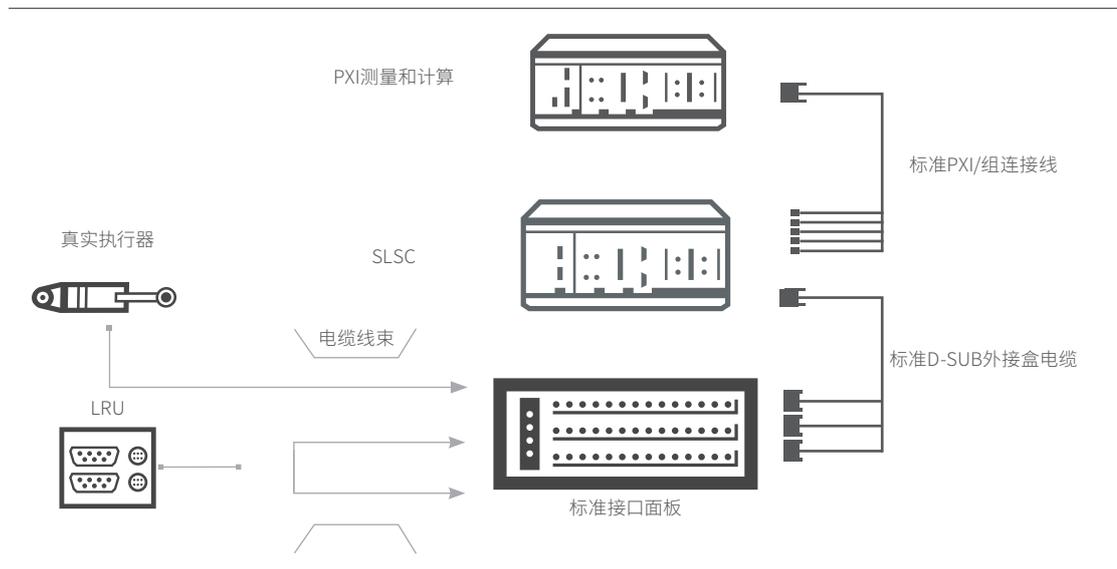


图5:借助NI SLSC和PXI平台、标准化布线和接口面板以及通用测试机架组件，NI可以提供现成的测试系统，取代传统或定制的LRU测试系统组件。

使用此方法，您可以将自定义设计替换为基于现成组件的配置。这可能无法涵盖系统的所有信号，但可以避免构建自定义解决方案相关的大部分时间、成本和风险。Bloomy Controls等NI合作伙伴可以提供现成即用的机架。我们的LRU测试仪可以让您轻松进行自定义，也可以根据您的规范为您量身定制，并由我们的合作伙伴预先配置好软件开发起点。这些即用型测试架构只需很少量的定制设计和NRE，可缩短交付时间，同时也仍然是NI开放灵活平台的一部分，这意味着您可以修改系统并且受限于黑匣子解决方案。这些即用型测试架构只需很少量的定制设计和NRE，可缩短交付时间，同时也仍然是NI开放灵活平台的一部分，这意味着您可以修改系统并且受限于黑匣子解决方案。



图6: NI HIL仿真仪使用COTS机架组件进行集成, 包括可编程电源、电源基础设施、HMI和19寸机架。

NI HIL仿真仪的优势

为了增强LRU测试系统, 您必须

- 所有更改必须在一个项目周期内完成
- 降低或维持NRE成本
- 点对点布线必须移至测试适配器, 而且无需任何更改
- 最小化所有变更成本, 并且证明与调试系统相关的成本是合理的

通过使用现成组件替换定制工程解决方案, 您可以

- 通过增加COTS组件的使用, 降低高达23%的成本, 每个I/O引脚成本仅为600至700美元
- 点对点布线移至测试适配器, 而且无需任何更改
- 将进度影响的风险降低48%, 开发周期仅为4-6个月
- 将维护负担转交由第三方负责

通过这种方法, 您可以专注于需要您独特专业知识的领域。

更多资源

[查看硬件在环测试资源指南](#)

[了解NI HIL仿真仪如何成为航空航天项目的理想选择](#)

[了解萨博公司如何使用NI HIL仿真仪进行国防测试](#)

[了解有关NI HIL测试系统的更多信息](#)