

国防和航空航天 测试指南报告





给国防和航空航天测试工程和运营领导者的话

无论您的角色是在为项目竞标而撰写方案；还是在规划将团队技术大规模迁移到新技术平台；亦或您正在担任项目管理者，需要组织管理技术人员来支持先前已经交付的测试系统。“管理项目成本与控制风险”的能力始终都是大家的格外关注的一项。这其实是近来非常常见的现象。因为面对新一轮的技术革命挑战，世界主要国家的国防和航空航天相关单位都在采纳和集成新的射频和无线技术来适应新的应用；面对计划外（或临时）项目以及超期服役的测试设备，还需要积极学习运用一些管理方法和工具来保证能够有效应对这些不断涌现的需求。而像这样的新趋势和新思路，也正是本文的核心内容。

几十年来，NI一直为国防和航空航天工业提供服务，通过基于PXI的革命性仪器和应用软件，降低设计、验证、测试和产品支持相关的整体成本和风险。在下面的文章中，我们将分享一些我们通过与数千名工程师和领导团队合作所获得的见解和工程实践，旨在通过改进测试工程和运营支持来管理风险并最终为您创造可持续的市场优势。



Ajit Gokhale

Ajit Gokhale
全球市场资深副总裁



目录

通过加强测试来获得项目方案的竞争优势	2
将测试从挡路石转变成竞争优势。	
计算总体拥有成本	4
分析全周期的测试成本分布。	
使用总体拥有成本证明测试投资的合理性	6
在申请预算和赢得新业务时,充分证明测试的重要性。	
管理项目风险: COTS与定制	8
确保测试基础设施得到市场领先技术的支持。	
通过系统和数据管理提高运营绩效	10
降低老化自动化测试系统的运营成本。	
最小化测试系统维护成本	12
做出正确的决定,最小化自动化测试设备的维护成本。	

通过加强测试来获得项目方案的竞争优势

更好的测试策略及服务不仅可以降低风险，还可以让您利用测试优势赢得项目。

一直以来，赢得相关竞标项目的难度是非常大的。在预算角度，需求方或用户方会将更多的项目风险（资金和时间）转移给承包单位。而作为项目承包的管理人员，您可能经常发现自己在项目申报中，需要提出尽可能低的成本和尽可能短的交付时间来赢得竞标。然而同时，这些复杂的项目通常会伴随着高风险和开发周期长的压力。

为了降低项目成本，大家通常会把关注点放在测试上。测试通常被认为是产品开发不可缺少的一环，但却经常导致时间和成本超支。因此，当预算缩减和时间节点收紧时，会习惯性减少测试投入来满足目标。而当测试过程遇到困难时，这一局面会更加被动。更为不利的是，这些项目的测试要求往往非常复杂，但测试人员却要求用更少的时间和预算来满足这些要求。

测试策略的重新思考

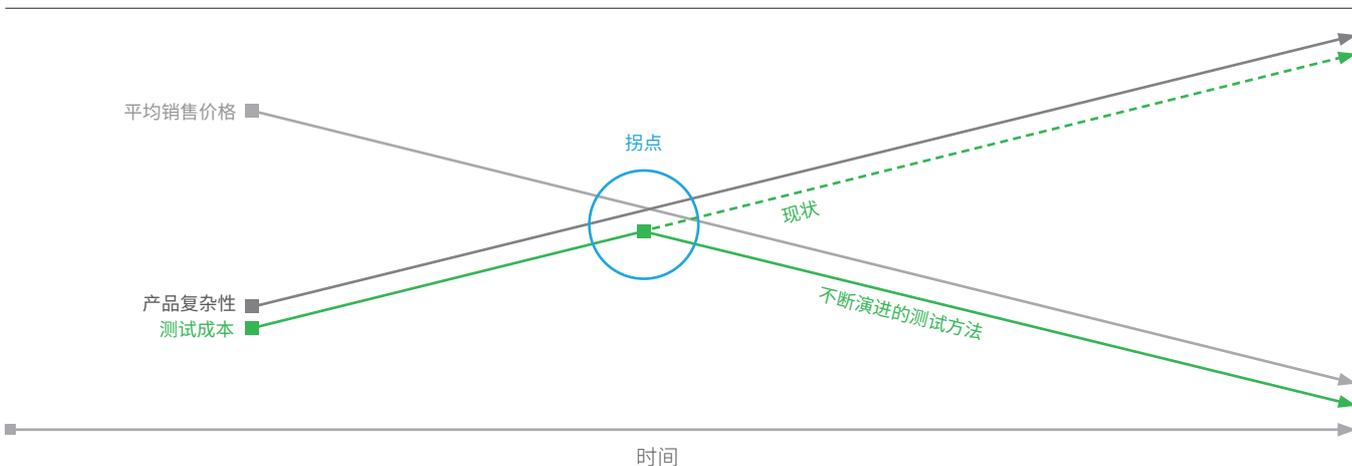
这种常见的被动局面意味着我们需要随着业务的变化而有意识地调整我们的测试策略和定位。绝大多数航空航天和国防相关单位都是在产品开发接近完

成时才开始着手设计开发配套的测试系统。在以前技术较为简单且时间和成本压力不那么紧迫时，这种思路和做法是可行的。但随着行业的变化和需求的扩展，这种思路显示出一些难以克服的问题。其中一个就是：测试成本（无论是资金还是时间）将随着产品复杂性的增加而不断升高。该行业已经到了一个重新思考的时候，怎么在降低测试成本的同时还能满足未来业务需求，真正的改变迫在眉睫。

一个可以借鉴的思路是，我们可以通过完善我们的测试策略来降低项目风险：将测试真正贯彻整个产品生命周期中，进而帮助团队赢得整个项目和增加项目利润。一个优秀的测试策略可以让您优化资本支出、产品质量和/或上市时间，从而获得竞争优势。而这些已经在其他行业得到很好的例证。

多年来，其实消费电子和汽车行业都面临着我们在航空航天领域类似的挑战。回想一下近年来汽车技术的飞跃：从电动车到无人驾；今天的豪华汽车中有大约1亿行软件代码在运行。尽管测试覆盖率和难度随着汽车复杂性的增加而显著上升，但是因为全球化的市场竞争和消费者的预期，决定了新车新品发布的时间点

测试成本与复杂性关系的转折点





不能推迟,而且价格必须保持有足够竞争力。在这样的背景下,主流的汽车公司已经不满足于等产品设计完成后才开始考虑测试,他们建立了新的测试策略:测试必须从一开始就是产品设计环节的一部分,设计和测试需要同步进行。现在航空航天与国防单位也正在面临着类似的竞争压力,如果不改变测试策略,就只能面临业务量下滑的风险。

将测试融合入项目设计阶段

如果您希望改变这一现状,那么您必须从一开始就将测试集成整合到产品前期的设计验证阶段中,在设计阶段就开始考虑测试的问题。将产品设计和测试设计同步进行不仅让开发周期更高效,而且还可最大化测试覆盖率,还保证时间进度。通过更早地引入测试,您可以让测试部人员更好地了解客户需求以及被测对象。这样测试人员可以通过不同的途径(时间、成本和质量)优化测试方案,以更为有效的方法直接地满足客户的需求和成本限制。

例如,如果客户如果对成本特别敏感,测试人员可以选择经济型硬件来降低成本,但这样的代价可能是牺牲测试时间或测试覆盖率。再例如,如果客户

需要快速地项目设计与交付,那么测试人员可能选择价格相对较高的现成可用测试组件与技术,来尽快完成与交付,或者在其软件设计中牺牲一些定制功能,来确保主体软件功能可靠并及时交付。但这里还要注意,能否根据不同需求来灵活选择、切换技术和测试方法还取决于测试平台的灵活性。借助灵活的测试平台,测试工程师可以通过不同配置的硬件来适应复杂的需求,同时最大限度地提高软件的复用和迁移性。

当然,除了采用灵活的测试平台之外,即使在项目规划设计伊始,您也需要尽可能早地让测试部门及人员参与进来。像用户需求改变这样的重大变化需要整个组织进行深度沟通,达成高度共识方案,然后统一行动。作为超过40年的测试和测量专家,NI已经帮助各行各业的数千家公司进行类似的测试融合工作。除了提供世界上最灵活的测试和测量平台之外,NI还拥有所需的专业知识来帮助用户评估当前做法、推动管理人员之间进行深层的交流和业务探讨以及推荐可优化的领域。通过专注和协作,您可以将测试从一个潜在的瓶颈转变为独特的业务竞争优势。

“为了改善服务和提高生产力,我们在公司内部创造了一种协作环境。这一愿景的一个重要部分就是选择一个全球标准化的测试平台,而NI恰好为我们提供了最完善的平台来完成这一任务。”

某领先航空航天企业,工程测试副总裁



计算总体拥有成本

分析全周期的测试成本分布，满足不断缩减的预算和任务节点。

前面已经提到，国防和航空航天市场已然发生变化，需要优化的产品技术和业务流程才能赢得项目，尤其是当前的承包商承担着更多的项目预算和时间风险时，这一需求更加迫切。

面对这些变化，我们很难形成一个大家都认可的应对措施，因为通常大家关注业务的角度不同。很多时候，我们会习惯性维持传统的观点，即通过削减测试预算，来缩短测试时间期限和/或降低测试资本支出。也有很多时候，因为大家关注点不同，导致很难统一决策意见，从而对整体项目带来延迟交付的风险。所以，在作出决策前，我们需要一个统一的成本分析模型，来统一大家的思路。

比如，如何知道在测试上投入过多还是不足呢？要回答这个问题，我们需要通过数据来了解全周期的测试费用。NI已经帮助多个国防和航空航天测试组织

“我们在NI平台上成功实现了标准化，将生产测试成本降低了74%，预计今年和未来几年可以节省数百万美元。”

某军用无线电供应商的工程总监

做出重大思维改变，通过计算总体拥有成本模型来降低成本并给运营带来了极大益处。

总体拥有成本

总体拥有成本 (Total cost of ownership, 简称TCO) 是一个商业概念，用于计算拥有或运营设备、业务单元或整个组织的总成本。此方法适用于多种目的。在本文中，TCO表示运营测试设施、团队或特定测试设备的相对成本，用于评估新投资或方法对成本的影响。TCO包含三项成本：

1. **开发成本。**包括了在测试开发中所需的软、硬件工具、预研项目投入和风险，以及开发人员所付出的时间精力。这些成本主要用于开发新测试系统，这些测试系统可以涵盖从新型多用途的测试平台方案到针对特定产品的专用测试仪，甚至在现有测试平台上的升级。与我们以往认知不同的是，开发成本通常是TCO中比例最小的组成部分，但如果是为了多个目的而构建的通用测试方案，开发成本会显著增加。
2. **部署(或交付)成本。**这是TCO的第二个组成部分，包括了为了给用户交付测试系统，所有

的设备采购费用和人工成本。其中占比比较大的部分是采购所需设备的费用，以及实际工程组装自动化测试设备 (ATE) 和部署软件的成本。此外还有一些额外的费用，比如数百个的采购订单和文书签订。

3. 运营和维护成本。这一项通常是TCO的最大构成要素，特别是对于国防和航空航天单位，因为测试设备通常是按10到15年的服役预期购买的。在评估测试系统和策略时，它们也是最容易被忽视的成本。设备的运营和维护成本是非常庞大的，因为无论测试设备使用多久或是何时购买的，这些设备状态都有维护的需要。测试设备老化，过时的电路和设备功能组件，以及场地费用都会持续地推高运营成本。运营管理人员必须在这些成本与测试系统故障造成的测试中断风险和损失之间进行权衡。运营和维护成本还包括操作人员的培训费用、设备损耗、安装符合测试系统要求的电源或冷却设备，以及对应的维护成本。此外，还包含从测试设备校准、组件故障到组件升级更换等的成本。更改测试程序集、添加新技术或者通过升级来满足不断变化的需求等工程任务可能归为维护成本或开发成本，具体取决于测试机构所扮演的角色和构成。

TCO模式的成功

在过去的四十年中，依靠从千上万个测试项目获得的经验和对数据的见解，NI与众多公司合作，制定了一个专为测试部门而设计的TCO量化财务模型框架。在这些合作中，NI能够在正确运用软硬件工具、测试软件架构、并行测试以及测试数据管理上提出非常有用的建议。

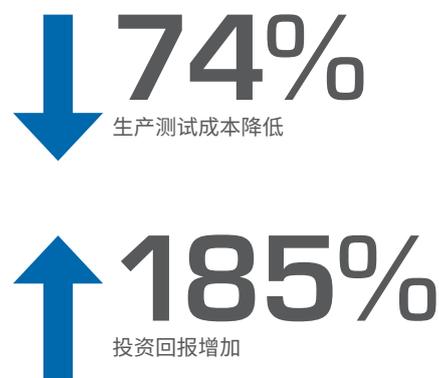
例如，NI已与几家军用无线电供应商合作，创建了特定的TCO模型并进行分析。由于NI在交付TCO模型时提供的独到见解和建议，这些军用无线电供应商选择在NI测试平台上进行标准化。一位工程总监

在谈到与NI的TCO合作时表示：“在国防测试业务中，性能和可靠性是一个事关生死的问题。NI的平台使我们能够将生产测试吞吐量显着提高400%，ROI (投资回报率) 达到185%，同时严格遵守军用无线电的高质量 and 性能标准。”

部署新测试系统的工程经理补充说：“我们在NI平台上成功实现了标准化，将生产测试成本降低了74%，预计今年和未来可以节省数百万美元。”

对测试的业务影响进行量化

TCO提供了一种量化工具，来分析测试对整体项目的财务影响。此外，它还可进一步对ATE维护及升级过程中内部研发投资的回报率和回报周期进行量化，以此来评估变化的影响。基于这些，我们可以作出最小化测试的总成本，提高效费比的方案，并最终提升测试业务的竞争能力。更重要的是，理解TCO的全过程可以帮助我们更有效地快速做出决策。了解投资在开发、部署以及运营和维护过程中的影响可以帮助您证明预算的合理性，从而帮助单位进一步拿到项目。



使用总体拥有成本来证明测试投资的合理性

测试不仅仅是一项必要环节，更是一个重要的业务能力。在申请预算和赢得新业务时，总体拥有成本可帮助您充分证明测试的重要性。

国防和航空航天单位的成功取决于按时、按需交付高质量产品的能力。虽然设计创新和新功能会让产品脱颖而出，但如果没有经过频繁、可靠和严格的测试，在预算和时间期限内交付产品几乎是不可能的。更为常见的是，测试通常被视为一项必要环节，而不是重要的业务能力——我们只考虑到的是测试成本，而没有想到测试可以带来的更大价值。我们始终在想，在尽可能减少测试成本的情况下按时交付尖端技术装备，但真的只有这样吗？

其实，当我们仅仅使用测试设备的初始资金投入来评估测试的成本，并不能正确展现测试这个环节的优势。上章节中提到的总体拥有成本 (TCO) 提供了一种更全面的方式来让您正确评估测试的全面价值。TCO也可以成为测试人员证明投资合理性的强大量化工具。

评估预算和投资回报率

了解TCO有助于做出有据可依的投资回报 (ROI) 决策。假设，一家公司决定使用可以正常运行但却过时

的手动测试系统。如果只从最初的资金投入角度，这确实是一个最具成本效益的决定。但是，从TCO的角度来看，操作成本很高，因为需要对人员进行培训，同时，系统较长的测试时间和潜在的人为错误带来的质量问题都会带来更大的成本付出，所以从全周期看来，这个决定并不划算。

我们会一般会反复考虑，是投资全新软硬件平台还是升级现有测试平台时？从总体拥有成本 (TCO) 角度来看，保持测试系统处于最新状态可确保未来测试的持续运行。这意味着需要投资可靠的商用现成 (COTS) 产品，而不是完全依靠内部研发。尽管没有人比您更了解实际的需求，但内部自研自产可能会存在长期问题。随着产品不断老化，以及了解产品的人员发生变动，维护内部产品的负担只会随着时间的推移而不断增加。而COTS产品则被全球各地的公司广泛使用，经受充分验证，因而已知的问题是公开的，问题的修复也是非常快捷可靠性的。

同时，对内部开发的产品进行测试验证也是一项挑战。如果测试团队内既要自行研发并测试相关产

“对我们来说，在预算和时间期限内完成高质量的设计对于继续赢得业务并确保客户价值至关重要。我们与NI建立了高效的合作伙伴关系，帮助我们应对这些挑战，利用其最新的技术平台和最佳实践知识执行企业级测试。”

某军用无线电供应商项目管理副总裁



品,又要完成项目任务的测试,那么测试过程可能变得十分复杂且不可复用,导致测试结果不理想,从而影响产品的质量和可靠性。所以,虽然很多人觉得基于传统测试平台,由内部自研提供新技术新产品似乎是一种更便宜途径,但实际上给业务带来的长期成本其实更高。所以,建议从可靠测试平台的总体拥有成本(包括投资的长期影响)这一角度进行考虑,可以帮您制定更有据可依的预算决策并实现最大的投资回报。

赢得新业务

为了建立用户和投资方的信心和赢得新业务,您还可以使用TCO来重点说明您的测试投资的价值。用户虽然更关注功能,但他们更希望确保您最终交付的是可靠的产品系统。通过将测试作为关键业务能力进行介绍,您可以向用户和投资方做出更有说服力的方案,保证他们的投资非常有可能获得回报。这还可以作为测试团队横向对比的成功指标,帮助赢得新竞标。

此外,评估总体拥有成本可帮助您量化潜在的风险损失,例如一个项目失误的量化损失。对于航空航天企业来说,一个项目的失败可能等于几千万甚至数亿美元的投资损失。这种失败成本通常比对应的测试设备的投资要高出几个数量级,而这些测试设备却能够在第一时间预防这些失败。通过有效评估TCO,您可以更好地通过量化的方式关联起严格测试对关键业务的影响,进一步减少风险损失,并在赢得新业务时证明贵公司的测试价值。

通过测试投资,确保持续成功

对任何成功的技术企业来说,完善的测试仅是一项重要的功能,但对于国防和航空航天企业来说,这却是至关重要的。但是,传统上时间和预算的限制可能会给这一至关重要的业务功能带来压力。通过理解和使用TCO,您可以证明在新测试能力投资上的合理性,并在建立用户和投资方的信心时证明测试对整个项目企业的重要性。

管理项目风险：COTS与定制工程开发

基于商用现成 (COTS) 技术的测试系统有助于减轻部件维护和报废管理负担, 使工程师可以专注于最先进的国防和航空航天技术, 而不是自行开发测试组件。

随着技术的不断发展, 测试系统必须与时俱进。通常企业内部的技术研发人员对测试系统需求有着最准确的理解, 所以在企业内部为测试系统专门开发硬件和软件在某种程度上是最佳的方法。实际从历史上看, 对于某些特定测试领域, 为了达到所需的定制程度和性能, 内部自行开发测试解决方案是唯一可行的选择。然而, 也要看到, 这些基于自研产品的解决方案伴随着长期的维护负担, 可能会让企业无法享受到最新的行业技术红利。随着FPGA的出现, COTS解决方案不仅能够满足规范要求, 还能提供业界公认的灵活性, 并确保测试系统具备支持项目整个生命周期所需的使用年限。从信誉良好的供应商购买的基于COTS的工具解决了两个主要现实问题: 测试部件维护/报废和定制工程开发。

测试部件维护/报废

一般而言, 航空航天领域的测试系统期望寿命远远超过其部件的使用年限。航空航天企业需要承担相当大的风险、成本和精力来寻找维护内部设计测试系统所需的测试组件, 而符合要求的组件往往难以寻觅。此外, 公司必须花费专门时间确保

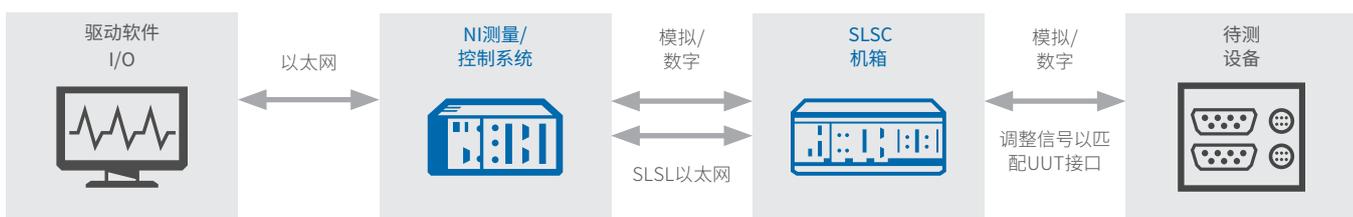
这些组件的备用件仍旧可用, 同时与供应商达成备件供货协议, 以便在超出其正常生命周期的情况下采购这些组件作为备用。

主动且全面的测试硬件维护报废管理方法需要建立可信赖的供应商联系。这些供应商需要能够主动保持产品上的沟通, 并能在尺寸规格/装配连接/硬件功能等方面提供相应的替换件保证, 并且自身会在其软/硬件平台以及驱动持续投入。在这类可信赖供应商提供的COTS产品基础上建立测试系统, 可将维护和部件过时责任和成本转移给供应商, 并将生命周期管理的负担转交给更可靠的专业人士, 而不是将其作为内部项目。这样的“术业专攻”可降低测试的总体成本, 显著降低风险并缩短产品上市时间。

定制工程开发

过去, 国防和航空航天单位一直依赖大量非重复性工程 (NRE) (在国内, 我们称为非标系统) 来满足特定 (或者定制) 测试系统要求。尽管这些针对特定系统的要求可能看起来很独特, 但我们仍然可以通过COTS途径来保证最终测试方案是可定制的。比如, 投

SAAB嵌入式软件测试系统框图





资一个软件定义的测试通用平台,就可以允许以用户为主导的可定制性和扩展性,可以确保满足特殊的测试任务和不断变化的需求,而无需大量投资于NRE。

例如,软件无线电 (software defined radio, SDR) 适用于从测向到频谱监测等各种应用,将SDR结合COTS技术就可提供无可比拟的巨大优势。典型的SDR概念是将FPGA与RF前端匹配组合在一起的简单架构。一般会看见一些自行开发定制的SDR,但它们的维护和集成对专业性要求很高。除此之外,自定义驱动程序的开发以及与其他软件的集成可能是另一个严峻的挑战。然而基于COTS技术可以规避这些困难。基于COTS技术的USRP SDR通过Ettus Research USRP硬件驱动程序和NI LabVIEW驱动程序为软件开发人员提供了极大的灵活性。除了使用针对USRP SDR的IP之外,您还可以加入多个软件生态系统的USRP用户社区。此外,由于USRP硬件驱动程序的一致性,您可以在整个开发过程的设计、原型验证和部署阶段使用相同的软件。这意味着您可以简化开发过程并获得最大的回报。

COTS工具简化设计过程的另一个例子是硬件在环 (HIL) 测试。HIL是一种常见的方法,用于验证机载设备 (如LRU) 所使用的嵌入式软件。虽然有些自定义信号调理是必要的,但大多数用于LRU测试的HIL系统基本相同,因此可以使用供应商提供的可定制COTS工具操作和复用这些HIL系统。标准LRU测试

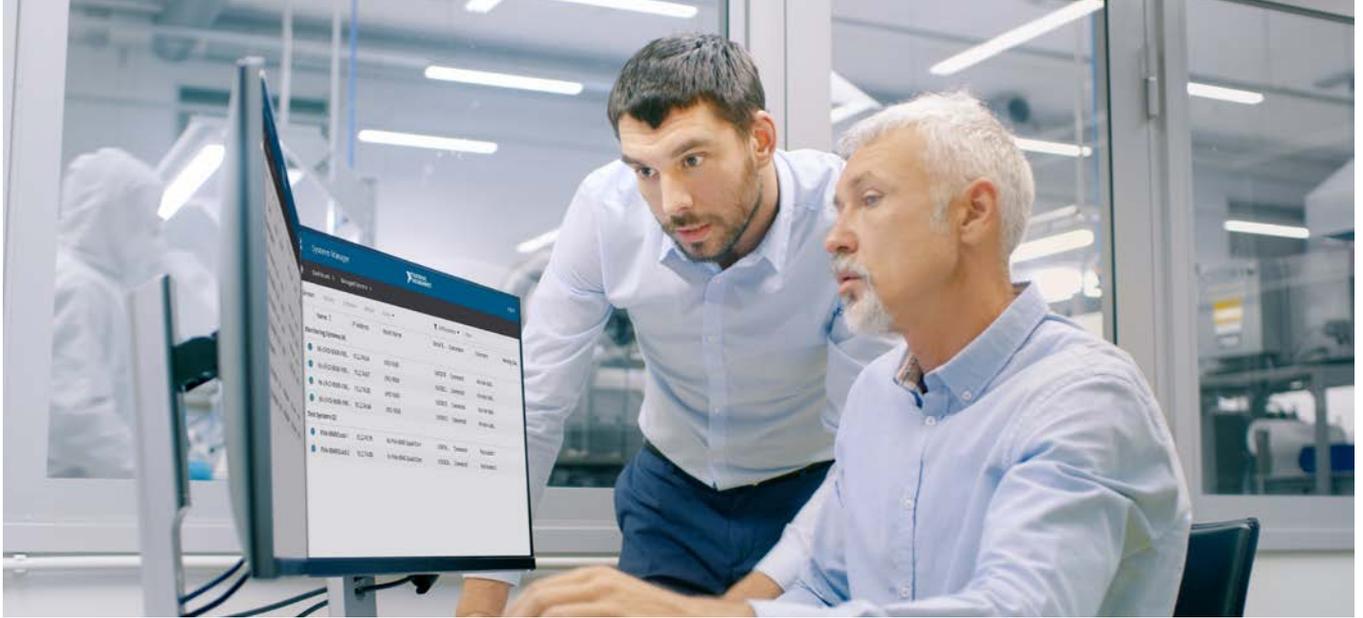
系统由一个待测单元连接到一个大规模互接口组成,大规模互接口连接到一个模拟I/O,该模拟I/O由执行飞机模拟的测试执行程序驱动。您可以自定义此设置,为传感器仿真和特定负载添加信号调理,这些负载需要由LRU驱动并且需要插入故障以便进行软件测试。传统上,这种信号调理和故障插入的各方面设置必须通过内部设计来解决,因为这些设计要求需要高度自定义。但是,借助COTS技术 (如NI的开关负载和信号调理 (SLSC) 硬件) 提供了创新的解决方案,允许在与组件测量和仿真相同的平台上进行自定义信号调理和故障插入。这意味着只需一个平台即可满足所有需求。

COTS工具确保项目周期不中断

对于项目研制单位和技术人员来讲,定制工程开发通常看起来是最高效利用项目相关专业知识的解决方案,但也可能给测试团队带来其他的负担,比如,现有测试技术和手段仅局限在现有项目的基础上,无法对其进行未来扩展以吸纳最新的行业技术手段。通过使用COTS工具,您可以确保组织可以自由地进行创新设计,而不必担心需要维护过时的内部组件。此外,随着COTS工具的进步,您可以将自定义信号调理和故障插入任务转移给供应商中,然后充分利用一整套基于由软件定义的统一平台的测试系统来满足您独特的需求。

“使用 (NI) COTS技术进一步帮助我们将精力集中在构建HIL测试系统和测试台上,而不是开发先进的测试硬件上。”

Anders Tunströmer, 萨博航空



通过系统和数据管理提高运营绩效

通过分布式系统和数据管理策略降低老化测试设备的运营成本。

航电系统的测试和验证对于确保航空航天资产的可靠性、可用性和质量是不可或缺的。组织依靠现代软件分析、测试和验证工具来加速关键任务系统的实现、认证和部署。随着项目在有效生命周期内不断演变，企业必须在利用新技术平台和继续支持传统老式测试资产之间进行平衡。据美国国防部解决方案服务提供商CACI称，航空航天测试设备通常需要至少服役10~15年。这些要求需要完善的自动化测试系统和数据管理策略，并将其整合到现有工作流程中，以确保资产可用性和适应快节奏的行业变化。

随着固定成本模式的普遍应用，开发风险会转移给项目承包单位，使得开发和测试成本的控制变得越来越重要。这些成本大小直接取决于日益复杂化的测试资产在正式运行之前所要求的效率和质量。对老式测试系统的维护更是需要巨额成本，因为它需要模块化和可扩展的解决方案，以适应新老式和未来资产的不同需求。

提供可付诸实践的决策依据，优化业务成果

自动化测试系统会生成庞大的数据，每秒可能达到兆兆字节，甚至可能达到艾字节。隐藏在数据海洋中的有价值信息会直接影响业务决策，所以安全地跟踪、审核和管理与测试和验证系统相关的数据是非常重要的。这些数据的可信度和可用性至关重要，直接关系到产品质量、可靠性和可用性。

有效的数据管理策略应包含了来自多个分布式源的数据，并可生成不同级别的信息。这些策略需要不论在系统端还是企业端都有快速定位、分析和测试数据报告的功能。这包括数据标准化和数据质量检查，以确保所有数据无论来源如何都具有有一致性。解决方案还必须能够快速查找多处位置包含的重要信息，以节省宝贵的时间和资源。此外，数据分析流程还应能够自动执行，以及时生成提供可付诸实践的决策依据。

“由于有限的基地维修资金，政府测试设备通常需要至少在10至15年内支持最终交付的武器系统。”

David Finnie, CACI技术项目经理

采用系统管理方法优化运营效率

这里我们不再仅关注测试本身，而从上层设计来看测试系统的管理。高效的管理测试资产和运营数据的策略有助于降低运营成本和维护负担。这意味着在整个项目生命周期，测试设备都能够动态地进行自定义和维护，以快速适应不断变化的需求。同时，技术的发展趋势使得运营日益分散化，您必须能够高效地对分布式节点间的配置进行标准化，从而降低设置和调试成本。此外，分布式的系统还要求您能够远程跟踪和管理已部署设备的状态和状况，以确保持续的运行。最后，您必须部署能够实时查看测试结果的系统，并确保整个系统的可访问性，以便为被授权的人员提供正确的实时信息，从而推动做出有据可依的业务决策。最后，这些策略的实施要求解决方案能够与现有的工作流程无缝集成，以最大限度地降低风险和停机时间。

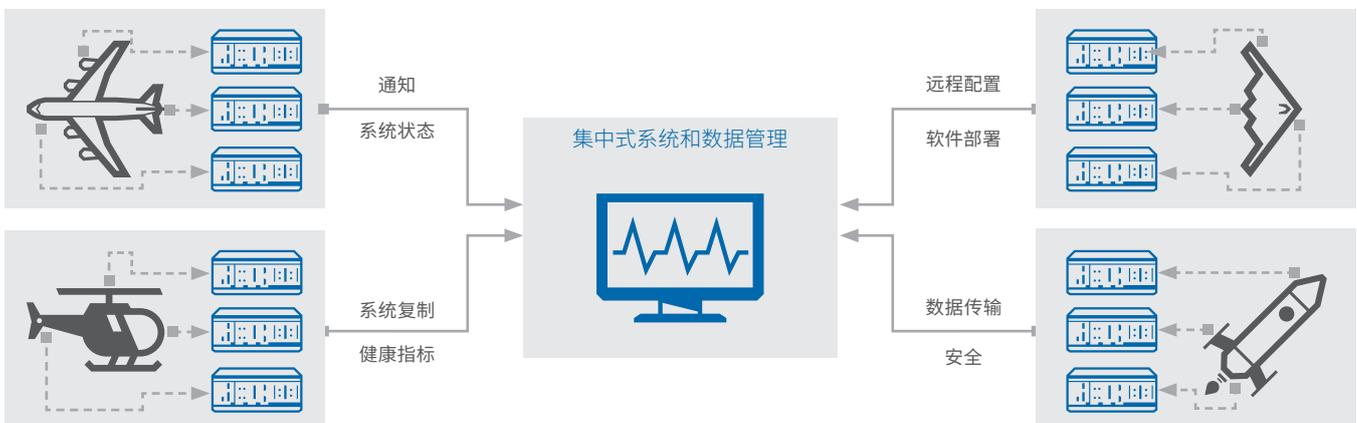
完善的系统管理策略应可满足准备、配置、诊断和设备管理等需求。它们还可以帮助您远程配置和可视化详细的系统和设备信息，包括设置值、界面、已安装的软件和任务历史记录。此外，出色的系统管理工具还提供性能管理功能，例如仪表盘可用于监控测试子系统的校准状态、内存使用情况、磁盘利用率和正常运行时间等关键系统指标。它们还可以基于触发或阈值

生成警报或通知。这些策略的组合可稳步提高系统正常运行时间，改进配置合规性并优化整个测试组织。如果系统管理策略无法提供这些功能，则可能会降低测试需求覆盖率，并增加时间进度和管理风险。

利用最先进的系统和数据管理解决方案

通过高效管理测试资产并从测试数据中获取有用信息，国防和航空航天单位可以在快速变化的行业中获得竞争优势。一些测试测量企业正在无缝集成了系统和数据管理功能，借助这样的革命性平台，您可提高运营绩效并降低维护成本。其中一个例子就是NI SystemLink™，该应用软件可让测试工程团队能够站在更高的角度，通过一个中心节点来连接、部署和管理自动化测试和测量系统及其测试数据。SystemLink通过直观的系统配置和性能管理工具提高了运营效率，降低了维护成本并提高了可靠性。它还集成了NI数据管理软件套件 (NI Data Management Software Suite)，该套件是一个企业软件解决方案，可为团队间的数据标准化提供完整的工作流程，易于挖掘有用信息，可通过自动分析来转换数据，并提供有价值的分析报告。这些决策工具以及高效的系统和数据管理平台有助于降低成本和时间进度风险，确保您在未来不断实现项目里程碑。

分布式系统和数据管理





最小化测试系统维护成本

做出正确的决定，尽量减少自动化测试设备的使用寿命成本。

测试团队中存在一个常见的误解，即如果测试设备的技术没有改变，那么维护成本将保持不变。实际上，如果测试设备管理不当或者面临升级要求，其维护成本也是可能会以指数速度来增长的。为了避免成本的快速增长，我们的工程团队需要有意识地随着时间的推移更新并迭代技术。技术更新有时候会非常昂贵，比如更新测试软件的成本可达到每个测试程序集 (TPS) 数十万美元。为了降低自动化测试设备 (ATE) 维护的总体成本，测试团队需要主动地从整体制定技术更新策略，确定可避免TPS更改的通用技术，并构建适当的软件架构以减少重新验证TPS的成本。

主动规划生命周期技术

测试团队需要有意识地考虑采用新技术来扩展测试系统的功能，我们也可以总结以往项目中，主动升级和被动解决每个系统组件生命周期内出现的各种情况之间的利弊，就可以更好地理解这个话题。另一方面，在测试系统服役的10-15年内，没有提前预知的核心测试组件停产 (EOL) 事件可能会额外产生数千万美元的临时购买 (LTB) 替换设备成本，或选择临时增加自研计划而牺牲新产品开发进度。不管是哪种情况，这个过程都是被动的，现实的各种约束、优先次序和预算限制都会影响您的计划工作。

所以，主动有意识地规划ATE组件的重要性并评估测试系统组件故障之间的平均时间，有助于测试团队更好地规划测试系统，确保长期的技术产品领先地位。

这使测试团队可以在一开始就对一些关键测试设备停产做好预案，从而确保整体测试系统不受影响。

在NI，我们深知技术产品生命周期对您ATE的重要性。我们可以提供标准化服务来共同探讨最符合您系统规划和风险容限的生命周期管理和技术迭代机会。我们还提供长期的服务选项来保证关键组件的可用性和维修服务。通过在生命周期的早期做出这些决策，测试团队也可以从整体更好地为不同的业务团队 (从制造到运营支持部门) 做预算。

通过兼容的硬件迁移最小化TPS重新验证

过去，国防和航空航天工业适时地采用了VXI模块化商用现成 (COTS) 测试平台进行标准化。但是，随着VXI逐步过时以及对传统仪器的支持不断减少，项目开始迁移到PXI等稳定的替代平台。PXI已在市场上推广了20年，已有近70家供应商提供超过1,500台PXI仪器，该技术将继续为长寿命周期的自动化测试系统提供更高的价值和稳定的创新。

硬件现代化所需的资本成本通常远低于更新和重新验证软件的成本。鉴于系统的重要性以及对需求跟踪和软件验证的严格规定，仅仅是打开、保存和重新验证TPS或测试序列就可能花费数十万美元。在这种情况下，企业必须重新思考他们的软件战略，否则就会面临需要大量资金来维持传统测试设备的风险。

“由于测试系统需要升级或更换传统/陈旧仪器而导致TPS重写的成本大约为每套TPS需要 15万美元。考虑到在测试系统整个生命周期中,一套测试系统拥有数十套TPS,而测试系统自己在10-15年间会升级3到5代,仅仅是可节省的TPS成本就非常可观。任何供应商为平稳度过这一转变所做的努力都将证明是非常有价值的。”

David R. Carey, 威尔克斯大学电气工程副教授

由于细微的软件更改也可能会极大地影响TPS兼容性,因此NI积极与Astronics Corporation等公司开展合作,提供兼容TPS的硬件迁移方法。这种方法可以保留驱动程序功能、API以及驱动程序版本之间的依赖关系。Astronics还将VXI仪器整合到PXI平台中,以保持TPS与传统系统的兼容性。

采用分层软件架构减少TPS变化带来的风险

还有一种方法可以避免对TPS进行代价高昂的大规模升级迭代,就是在分层的软件架构中构建测试软件,其中抽象层用于执行特定功能并将其他元素与所作的更改隔离开。为了构建一个合适的测试软件架构,您可以选择保留一个庞大的软件工程师团队来创建和维护该架构的所有层,但也可以寻找能够使用COTS软件工具最高效构建此类架构的开发人员。

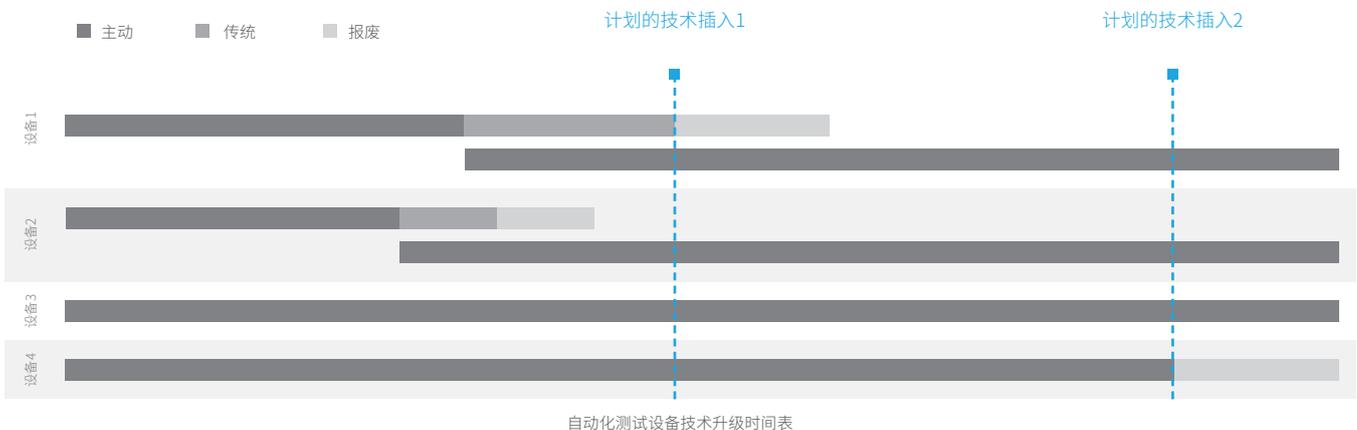
从NI角度,将继续长期投资到测试软件架构的开发中。我们是唯一一家从仪器驱动程序、测试代码模块

和抽象层开发到测试执行管理和部署系统管理等各个功能级别均可提供对应专业软件工具的公司。

主动的生命周期规划

无论是由于技术的更新换代、需求的不断变化还是TPS的更改,现有测试设备的运行、维护和开发成本在生命周期的任何时候都有可能受到重大影响。从我们与美国凯利空军基地签订的第一笔订单到现在的40年中,NI已经成为国防和航空航天领域的关键技术合作伙伴。通过与业界数以千计的工程团队的合作,我们对设计、构建和支持关键任务测试系统所存在的业务和技术挑战有了深入的了解。我们可以帮助您在当下做出正确的业务和技术决策,以避免未来发生巨额的维护成本。这样做可以帮助您证明主动规划、新技术引入和测试软件架构改进的投资回报。

计划在供应商组件生命周期中的适当事件发生时进行技术升级





US Corporate Headquarters
11500 N Mopac Expwy, Austin, TX 78759-3504
T: 512 683 0100 F: 512 683 9300 info@ni.com

ni.com/global—International Branch Offices
ni.com/aerospace-defense

NI 上海 中国区总部
电话: (021) 5050 9800
传真: (021) 6555 6244

NI 西安
电话: (029) 8845 2535
传真: (029) 8845 3362

NI 深圳
电话: (0755) 3688 1186
传真: (0755) 3688 1181

NI 武汉
电话: (027) 5937 6566
传真: (027) 5937 6577

NI 北京
电话: (010) 8262 5966
传真: (010) 8268 2099

NI 苏州
电话: (0512) 8766 1880
传真: (0512) 8766 1880-208

NI 青岛
电话: (0532) 6699 6679
传真: (0532) 6699 6678

NI 广州
电话: (020) 2201 6899
传真: (020) 2201 6898

NI 成都
电话: (028) 6516 4886
传真: (028) 6516 4880

NI 香港
电话: (00852) 2645 3186
传真: (00852) 2686 8505

NI服务与支持

NI拥有领先业界的产品,并在世界各地配备专业人员来提供丰富的服务项目以期帮助用户实现目标。无论您的策略是利用您的内部资源和基础设施,还是将责任转交给值得信赖的供应商,NI均可凭借灵活的服务选项为您提供支持。当您与我们合作时,我们会制定一个计划来帮助您取得成功。

长生命周期服务项目

通过共同规划降低长期部署的过时风险,保证超出产品使用寿命的相同型号部件的可维护性,以及可选的技术更新服务。

维修和校准

使用NI校准服务满足您更高级的合规需求(例如ISO 17025)。您还可以使用提前替换件和加急或现场校准选项来提高正常运行时间。您还可以使用提前替换件和加急或现场校准选项来提高正常运行时间。

咨询与整合

NI拥有庞大的联盟合作伙伴和NI工程师网络,可为您提供技术咨询、系统集成和迁移帮助,帮助您更快地降低风险并完成项目。

一站式解决方案

使用NI联盟合作伙伴为国防和航空航天行业开发的一站式测试系统,更快速满足您的测试要求。

培训与认证

请确保您拥有设计和开发可扩展的高质量应用所需的技能。- NI为国防和航空航天应用提供专门的培训计划。

全球支持

NI在全球拥有30多个服务点,包括服务中心、校准实验室和物流中心,以及遍布49个国家的700多名支持和系统工程师 - 全部使用一个统一的服务网络。



©2018 National Instruments. 版权所有。Ettus Research, LabVIEW, National Instruments, NI, ni.com, USPP/USRP, Hardware Driver/美国国家仪器有限公司(National Instruments)的商标。NI联盟合作伙伴(National Instruments Alliance Partner)是独立于NI的第三方实体,与NI之间不存在代理、合伙或合资关系。31553