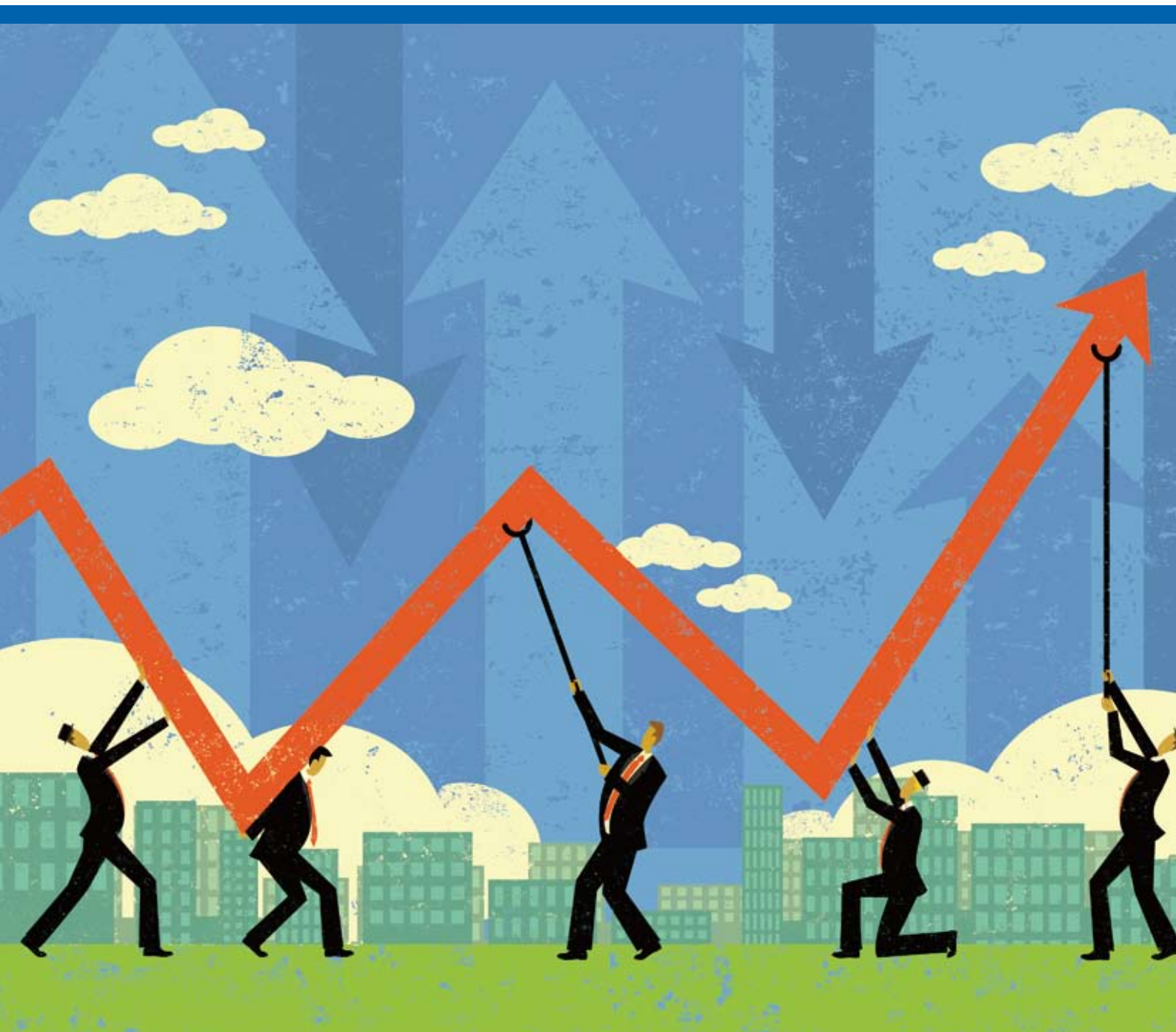
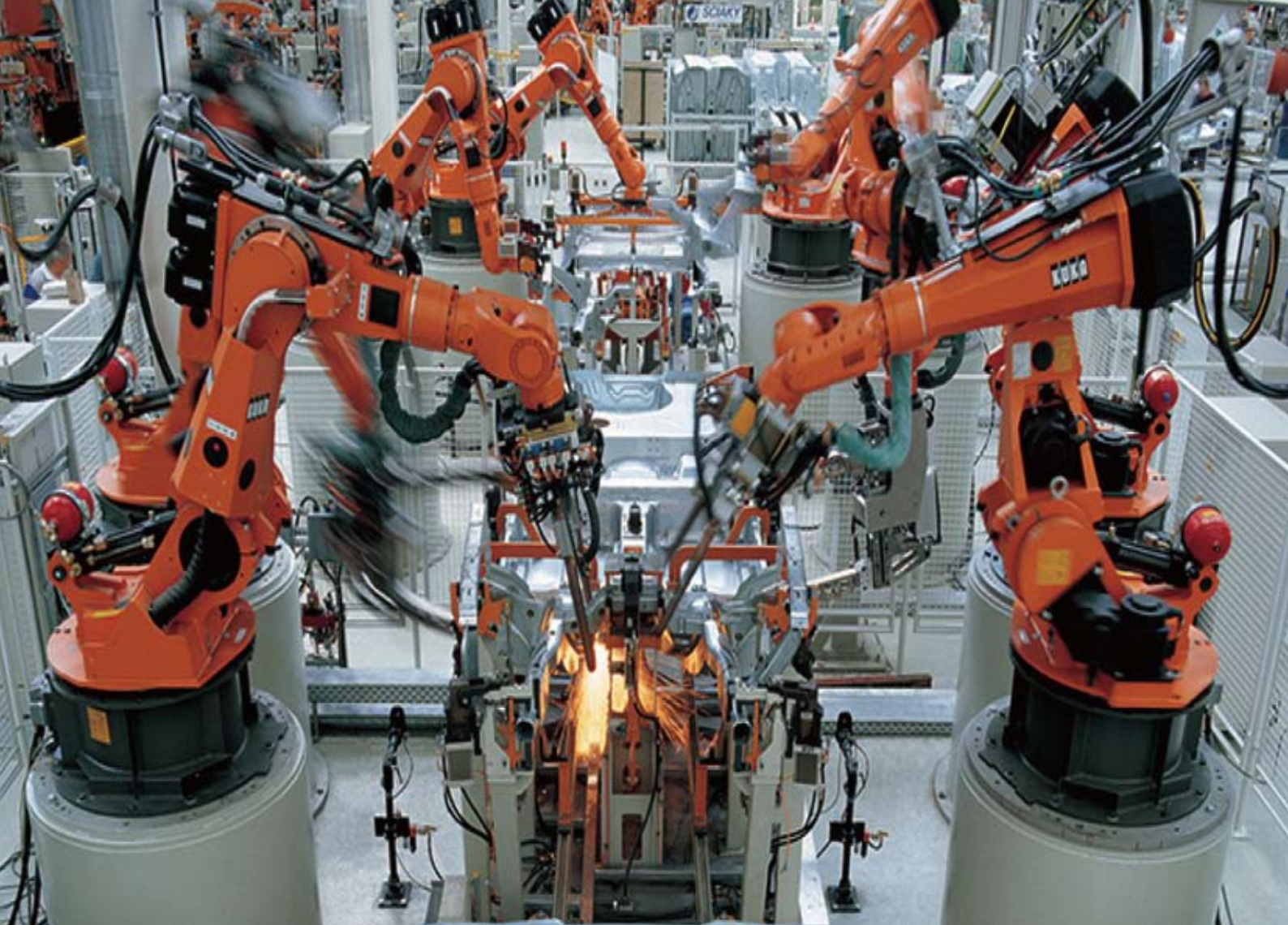


# 自动化测试趋势展望 2014

带您全面了解影响测试和测量行业的关键技术和方法。

商业战略  
架构  
计算  
软件  
I/O





## 您值得信赖的技术和商业伙伴

自1976年以来，全球包括宝马(BMW)、洛克希德马丁(Lockheed Martin)和索尼(Sony)在内的许多公司都使用NI的产品和服务来构建精密的自动化测试和测量系统。

测试可以通过发现缺陷以及收集数据的方式来完善设计或流程，从而为企业创造价值。通过技术嵌入和最佳实践方法来推动的测试领域创新可极大提高效率并降低成本。《自动化测试趋势展望》旨在拓宽和拓深现有的成果范围，为您进行重要的技术和商业决策提供信息依据。

# Contents

## 趋势

### 我们如何掌握未来发展趋势

回顾过去六年的自动化测试趋势，从中得到今年发展趋势的启发。

## 商业战略

### 组织能力

测试经理们通过更高效的招聘、更规范的入职流程和加大培训投资来提高企业的组织能力。

## 架构

### 管理测试系统

新技术可帮助测试经理更好地管理测试系统，从而降低测试成本和最大化系统正常运行时间。

## 计算

### 用于测试的云计算

将云计算应用于自动化测试可解决系统的可扩展性和性能问题。

## 软件

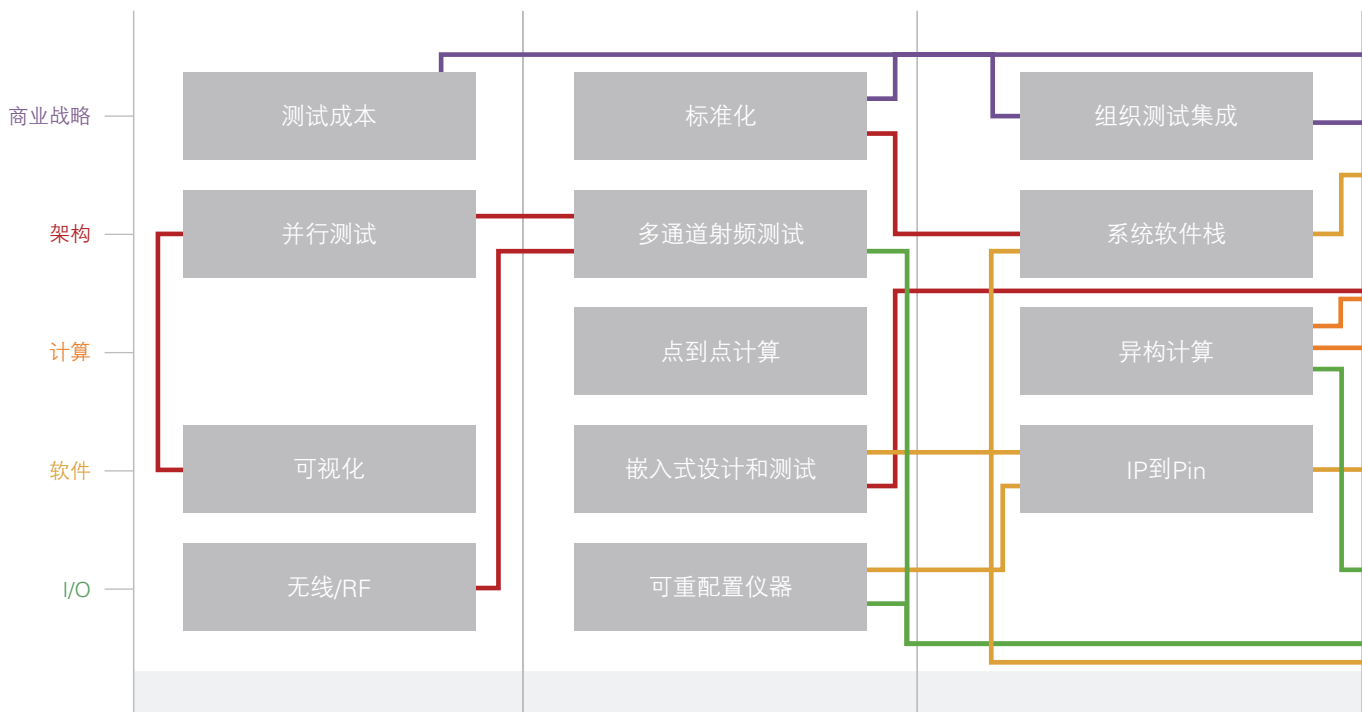
### 可扩展的测试软件架构

基于软件的平台可帮助企业最大化产品的生命周期和可扩展性。

## I/O

### 重新定义传感器的概念

测试经理亟需灵活的测试解决方案来应对集成式传感器日新月异的变化。



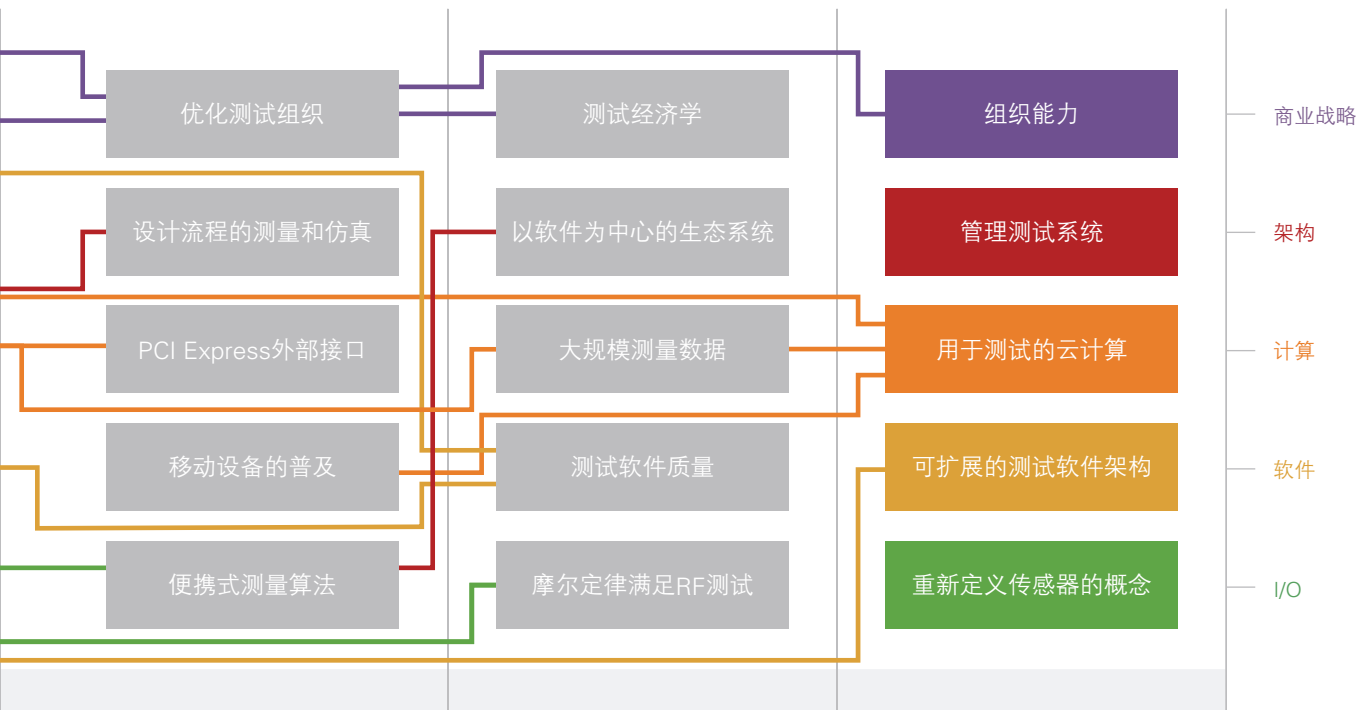
## 我们如何掌握未来发展趋势

我们每年为全球超过35,000个公司提供测试技术，可以从不同行业和地域广泛获得大量反馈信息。这一广泛的信息基础建立了可供借鉴的定量和定性数据。

NI凭借强大的研发能力始终走在科技的最前列。作为一家以技术为导向的公司，NI每年都将超过16%的盈利投入到研发活动中。但是作为一家旨在为测试和测量行业引入最新成熟技术的公司，我们的研发投资也总是跟随不同商业技术的发展变化情况而不断调整。也正是基于这个原因，NI一直与各个供应商保持着紧密的战略伙伴关系。我们每

年与提供PC技术、模数转换器和软件组件的主要供应商举行两次技术交流活动，以深入了解他们对未来技术的展望及其研发投资方向。NI将这些信息整合进自己的愿景和发展方向。我们还积极开展了院校项目，资助全球各大高校的工程院系开展研究活动。这些项目使我们对技术发展方向有了前瞻性认识，而且通常遥遥领先于商业化。

此外，每年我们将不同公司的测试部门负责人组织在一起，组成专业咨询委员会，讨论未来发展趋势并共享最佳实践方案。这些咨询顾问来自各大主要行业和应用领



域——从战斗机到最新的智能手机再到可植入式医疗设备。

NI组织的第一个专业论坛——自动化测试客户咨询委员会 (ATCAB) 备受全球瞩目，距今已有十三年的历史。我们还在全世界举办区域会议，称为区域咨询委员会。每年，参与这些论坛的自动化测试领域领袖人数超过300人。

NI将这一展望分为五大类（如上图所示）。在每个类别中，我们突出一个主要趋势，我们相信这些趋势将会在未来一到三年内对自动化测试产生重大影响。我们每年更新这些类别中的趋势，以反映技术的变化或其他市场动态。

如果发生了重大变化，我们甚至会更改这些类别。

随着我们对这些趋势的面对面深入交流，我们希望《自动化测试发展趋势展望》将是一个双向讨论。我们非常愿意倾听您对行业技术变化的想法，并将您的宝贵反馈整合到我们每年更新一次的技术展望中。请发送邮件至 [ato@ni.com](mailto:ato@ni.com)，或访问 [ni.com/test-trends](http://ni.com/test-trends)，与您的同行展开交流。

# 组织能力

人才在任何组织中都是最重要的资源。工程师的老龄化和日趋减少使得工程企业为取得更长远成功，比以往任何时候都更重视人员招聘。现在进入该领域的工程师越来越少，而现有的工程师也不是专门的测试工程师。2012年UBM的Mind of the Engineer调研报告指出，一般工程师的工作年限是19年，而现在五分之一的工程师已经工作了十年。在今后的几年里，退休的工程师将会多于新入行的工程师。

为了应对人才不断减少的问题，测试经理希望能够通过采用“三步走策略”来提升组织能力，即从长远角度考虑人员招聘、提供可让新员工快速适应的入职培训以及通过培训计划提高团队能力。

## 招聘过程中文化与经验的权衡

随着人员需求的增加和应聘人员的减少，在第一时间选择出合适的应聘者对于部门的长远发展至关重要。招聘经理经常需要从一大堆合格候选人中挑选出少数有潜力的面试者，然而通过重点考核候选人的沟通技能和团队建设等软能力，招聘经理往往能够成功地筛选候选人。虽然这些软技能很难量化，但是顶尖企业的经理发现雇佣文化契合度较高的求职者比雇佣经验丰富和技能娴熟的求职者往往更为成功。如果应聘者不具备较强的软技能，这些经理往往选择宁缺毋滥。顶尖企业采用这种策略之所以能够取得成功，在于企业的架构可以很好地支持新员工培训项目以及团队能力提升计划。

## 入职培训

研究表明一个受薪员工的替换成本是六至九个月的薪酬，这还不包括知识产权和专业技能等无形资产的损失。尽管人员损耗的原因可能来自于多方面，但正如一句流行格言所说的：“员工离开的不是公司，而是上司。”为了更好地留住员工、防止大量的成本用于重复招聘、入职培训及其他培训，测试经理可以做什么呢？顶尖的测试经理发现正规的入职培训项目对留住员工有显著的影响。

通过分别对一些大公司和小公司的测试经理进行采访，我们发

现大公司的HR部门具有成文的入职流程，而小公司则没有正规的入职流程。不正规的入职流程给人感觉可信度较低，从而留不住员工。入职流程本该由HR和招聘经理负责和执行，但是这一任务往往会转交给经验丰富的资深员工，而他们根本没有时间去执行、跟踪和衡量整个过程。顶尖的测试企业能够为新员工安排专门负责的指导人员，这些指导人员会花时间和精力来与新员工进行面对面交流和项目介绍，从而保证了较高的员工留用率。

## 持续学习

资深团队成员的持续学习是打造一个强大而稳定的团队的关键所在。UBM采访了2500多个工程师：哪个挑战最让他们夜不能眠，其中排在首位的回答就是“让我的技能与时俱进”。UBM另一项针对2000多个工程师的调研表明，61%的工程师强烈认同他们的工作需要不断学习新知识。随着大多数人为了与时俱进而不断锐意进取和提升技能，这种趋势将会愈演愈烈。

UBM的测试经理具有详细的培训计划，他们已经通过采用一种被称为“卓越中心（COE）”的组织方案取得了成功。COE是指能够提供领导力、精神信仰、最佳实践和特定领域培训的团队。COE概念借用了业内领先公司的观察结果，同时引入了培训认证，从而提高了多个层次的核心竞争力。COE的成功依赖于团队技能的多样化。掌握最高级技能的成员仅占很小的一部分，下面一级则是由掌握中级技能的成员组成，而团队的大部分人员则处于入门阶段。在这种模型中，掌握高级技能的资深成员就能指导新入职的工程师，带领他们迅速成长。COE提供了擅长组织的团队有效开展入职培训和雇佣文化契合的员工

所必需的架构。

尽管没有哪一种培训策略模型能够适用于所有公司，但借鉴外部合作伙伴的专业做法确是十分常见的。企业可以利用合作伙伴的核心竞争力制定出符合培训策略且能够大规模应用的特定培训计划。一个理想的合作伙伴不仅通过与其他顶尖公司的交互和分享最佳实践来帮助企业提高组织能力，而且还可以提供认证项目。

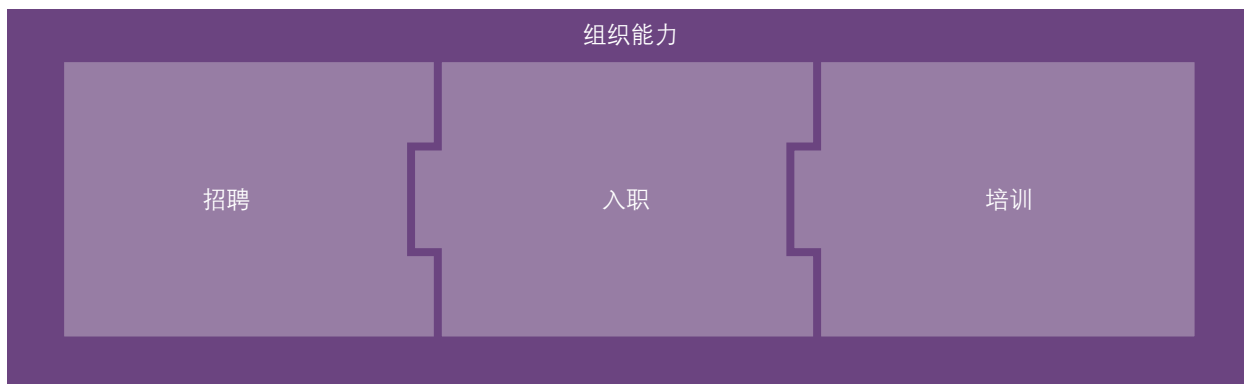
认证能够有效地衡量一个人的能力，激励个人不断上进，还能够在一个群体中自然地划分出领导/导师层次结构。例如，NI 提供了NI LabVIEW软件的多级认证，IBM也针对其众多产品（包括软件、硬件和解决方案）提供了正规的专业认证机制。此外，通过在简历筛选时列出最低认证要求，或在面试中对应聘者进行认证考试，之前所说的招聘合格新员工的挑战就可以得到缓解。认证的实用性和日益提升的可信度使其成为成功培

我们的卓越中心专注于聘用技能娴熟的工程师、提供培训、并制定开发和认证的卓越标准。通过与NI的紧密合作关系，我们的工程师非常享受其职业成长的过程，对公司的职务和岗位也十分满意。

■ 高级工程经理，鲍尔航天技术公司

训策略中一个非常重要的因素。

对于想要建立出色团队的测试经理而言，员工招聘、培训和留用是他们的重点关注领域。工程人才库逐渐缩小给招聘带来的挑战使企业愈加需要重视组织能力的提升，而这可以通过实施人才发展计划来维持并提升技能，继而实现这一目标。招聘符合企业文化的员工、为新员工提供全面的入职培训并持续开展培训，做到这些的测试经理将能获得最高的团队留用率和团队凝聚力。



■ 测试经理希望能够通过采用“三步走策略”来提升组织能力，即从长远角度考虑人员招聘、提供可让新员工快速适应的入职培训以及通过培训计划提高团队能力。

# 管理测试系统

随着摩尔定律不断地影响着测试系统的性能和复杂性，人们对可靠系统管理的需求也日益迫切。负责维护测试系统正常运行的测试经理们正在为测试设备寻求更优化的可管理性功能。简单来说，可管理性是指一组用于识别和监测计算系统的功能集合。借鉴IT行业久经验证的经验，可管理性功能通过确保系统组件的更新、健康以及满足性能预期来提高测试系统执行主要任务（测试和测量）的能力。

企业的IT管理员依靠可管理性功能来有效地维护客户端和服务器的计算资产，类似地，在开发、部署和支持测试系统的运行功能时，可管理性功能将极大地帮助测试工程师和操作人员开展工作。

## 管理测试系统的组成部分和运行模式

管理测试系统是由系统基础设施、外设以及管理基础设施和外设的软硬件（包括管理控制台和API）组成。例如，NI Measurement & Automation Explorer (MAX)等管理控制台软件可以直接在该软件所管理的测试系统上运行，也可通过网络在独立的计算机上远程运行。在这两种情况下，管理控制台根据测试工程师或操作员的需求发出配置、校准、平台监控和部署请求。除了供应商提供的管理控制台外，用户可以自行定义可管理性功能或使用API将可管理性功能直接集成到测试应用中。有了这些标准元素，可管理性功能可以在两种不同的模式下运行：带内管理和带外管理。

带内管理是通过主要计算资源（包括系统控制器的CPU、网络接口和操作系统）来管理系统。除了运行测试应用程序，系统控制器还可通过运行软件来启动可管理性功能，包括管理控制台和配套基础设施。通过这种方式，当系统运行在“完全启动”状态下时，带内管理可以支持各种可管理性功能。如果系统控制器电源断开、供电不足，或者由于故障不能正常工作时，就需要采用带外管理。

带外管理尤其适用于系统诊断失败的情况。尽管现在并不普遍，但是越来越多的测试设备正在采用专用计算资源（包括辅

助管理处理器、网络接口和操作系统）来集成这些功能，以独立于系统控制器的计算资源来管理测试系统。例如，如果系统控制器由于硬盘故障而无法启动，则带外管理可用于对系统进行远程供电，并诊断硬盘的问题，从而实现了故障原因的远程分析。另外，由于带外管理不需要使用系统控制器的计算资源，系统控制器可以完全用于执行应用程序。这对于CPU或数据总线使用中断敏感的应用来说尤其重要，包括实时和高通量的测量。

## 管理测试系统的趋势

由于模块化仪器平台不断地取代传统箱型仪器，资产管理功能变得越来越重要。由于模块化测试系统将系统分成不同的组成部分（即系统控制器、机箱和仪器），需要管理的资产的数量自然就增加了。通过了解哪些测试资产正在被使用以及如何被使用，测试经理可以最大限度地利用现有设备，从而降低成本。例如，在验证实验室中，了解所有设备所处的位置和运行状态是非常重要的，这样可以处于待用状态的组件重新部署至其他测试系统。这对于更大规模的大批量生产测试环境同样适用。

日益复杂的测量设备也推动着人们对综合管理支持的需求，尤其是对平台监测和控制的管理支持。现代模块化仪器，特别是射频仪器，通过充分利用提供支持的模块化平台的功能和冷却能力提供了前所未有的测量灵活性和速度。测试系统设计人员可以选择需要进行监测和控制的平台部分，以最大化这些系统的长期可靠性、可用性和测量精度。例如，通过监测机箱中仪器的冷却需求，机箱可以通过调整风扇速度来减少噪音。这对



于需要尽可能安静的环境（如验证实验室）来说尤其重要。另外，仪器的工作温度越接近标定温度，测量精度就越高。通过监测仪器的温度，机箱可以精确地控制风扇，使仪器的工作温度保持或接近于标定温度，从而确保测量的完整性和可重复性。

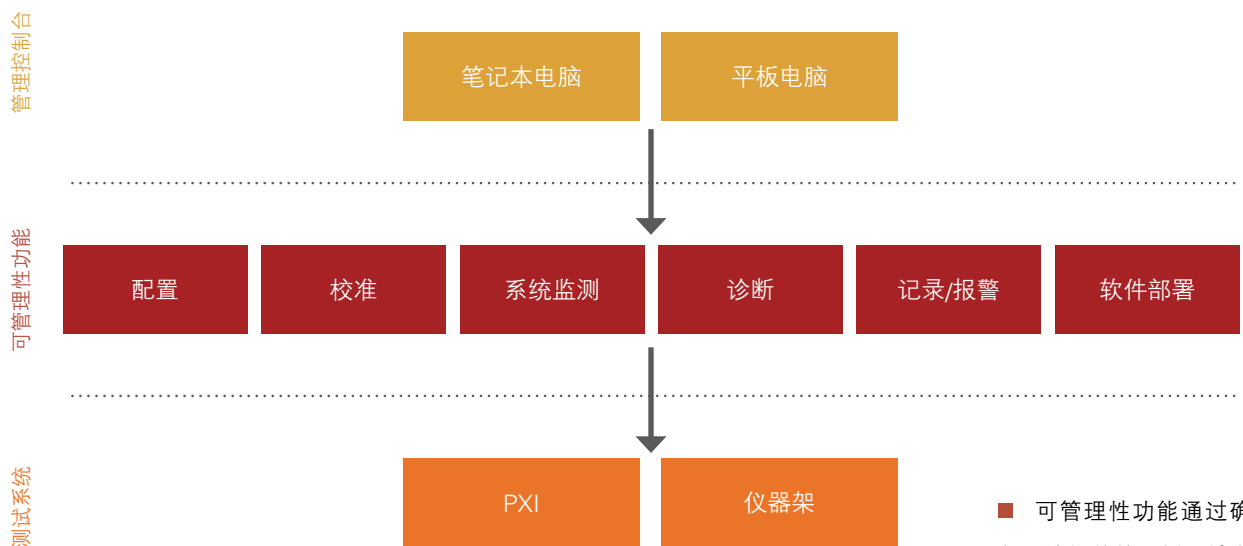
### 管理测试系统的优势

可管理性功能的优化为测试经理带来了极大的益处，他们可以通过确保问题得到有效的诊断和解决来降低测试系统的集成风险，尤其是大型复杂的测试系统和位于偏远位置的测试系统。另外，可管理性功能还可确保初始和后续的测试站部署能够以快速、可重复的方式来进行管理，从而缩短测试系统创造价值的时

随着自动化测试系统的数量和复杂度日益增加，系统管理对于确保企业成功起着至关重要的作用。可管理性功能可帮助我们提高效率、降低运营成本和提高质量，从而确保了业务的连续性。

■ 高级研究员，美国哈里斯公司

间。最后，可管理性功能还可实现积极的故障检测和诊断以及将意外停机变成计划内停机，从而降低测试系统的总体拥有成本。正如可管理性功能推动了IT和电信产业的改革，在未来几年内，可管理性功能也将在测试系统中发挥日益重要的作用。



■ 可管理性功能通过确保系统组件的更新、健康以及满足性能预期来提高测试系统执行主要任务（测试和测量）的能力。

# 用于测试的云计算

云技术正在极大地改变着信息技术(IT)的发展趋势。Salesforce.com以及Amazon Web Services (AWS)等公司正在迅速地变革客户关系管理(CRM)和网页寄存服务。在这个过程中,甲骨文和IBM也面临了诸多挑战。那什么是云以及云计算将如何影响测试测量行业?

简单来说,云是指通过某些通信基础设施连接到一起的大量计算服务器。云计算将软件应用程序、服务或者非现场数据转移到一个集中位置,通常委托给供应商进行管理。

虽然云技术目前主要影响的是IT和商业应用,但在未来数年内该技术将对自动化测试领域产生相似的革命性影响。

## 云计算

AWS和IBM等供应商提供了三种基本类型的云计算服务模式:基础设施即服务(IaaS)、平台即服务(PaaS)和软件即服务(SaaS)。这些模型提供了日益丰富的功能,使用户无需管理和控制一部分硬件和软件栈,包括服务器和操作系统以及实际的软件应用程序。IaaS是最基础的云服务模型,供应商提供了基本的计算基础设施,如服务器、虚拟机和存储。用户负责提供操作系统和软件栈的其余部分。PaaS和SaaS是建立在IaaS的基础上,SaaS可将大多数的硬件和软件栈都交由供应商进行管理。

SaaS模式的一个典型例子是Google Docs和Gmail。无论用户身处何处、使用的是何种计算设备,他们都可通过Web浏览器来访问电子邮件,编辑、存储和共享多种格式的文档。许多企业都在积极将企业电子邮件和其他桌面生产力应用程序转变成基于网络的服务,因为这样可降低其开发复杂桌面应用程序的投资和维护成本

云计算给IT领域带来的益处是非常显著的。企业可通过云计算来优化软硬件的投资,因为他们只需为需要的服务支付费用,根据业务变化轻松地增加或减小容量,使运营成本达到最小。

## 云计算应用于自动化测试

每个自动测试系统至少包含一个负责集中控制所有仪器硬件和自动化测试或测量过程的计算系统。如台式电脑、工作站以及工业和嵌入式系统等多种不同形式的PC已经成功扮演了这一角色。

未来,自动化测试系统将利用云计算来处理、存储、分析和显示测试数据,包括来自测量设备的数据、进行电子设备功能测试产生的数据以及自动化测试系统本身的健康数据。《自动化测试趋势展望2013》描述了“大规模测量数据™”的概念,指的是自动化测试系统生成的原始数据能够采用前所未有的方式进行处理,以提供真正有意义的信息。企业可以利用云计算将自动化测试系统产生的所有原始数据都交给云进行集中处理、存储和分析。通过来自各个站点和系统的数据,企业可以更清楚地了解测试系统的状态。此外,测试工程师和管理人员还能够实时了解新兴趋势,根据测试站产出或测试站健康状态等参数主动地作出决策。

除了测试数据管理,云计算在自动化测试领域的一个更有意义的应用将是改变测试例程或序列的开发、部署和执行。IT行业正在从运行于专用本地服务器的桌面应用程序转向运行于云平台的基于网络的应用程序运行,自动化测试也将会朝着基于网络的测试程序开发发展,这些测试程序部署后在云上执行,同时与特定测试系统的测量硬件交互。自动化测试系统软件栈的转型将会为测试部门带来巨大的好处,正如企业IT部门已经实现的一样。测试机构将只需为所使用的计算性能和软件许可证部分支付费用。这些资源将具有高度弹性,可根据需要调整容

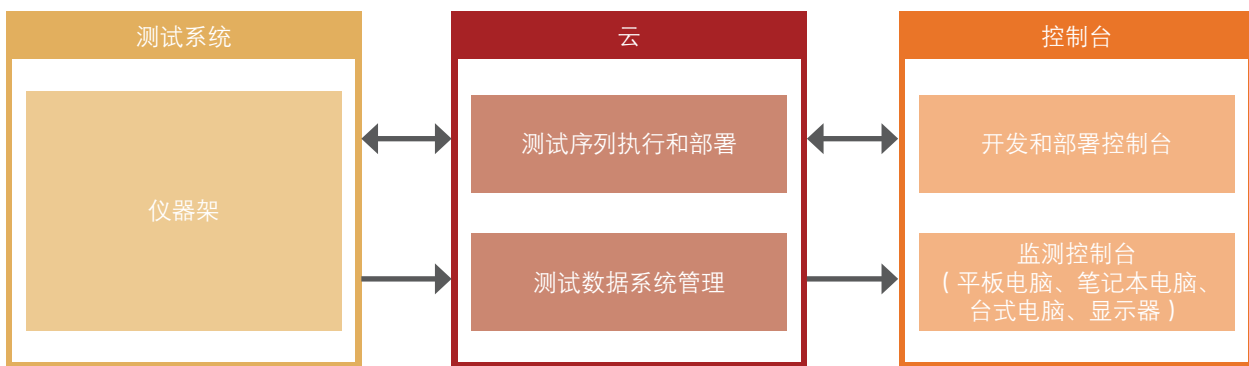
量。测试工程师可以更专注于自己的核心工作，而不是把时间浪费在管理自动化测试系统中的本地计算系统。采用基于云的自动化测试的一个主要障碍是提供对现有测试框架的支持。IaaS的或PaaS等侵扰程度较低的云服务模式可使用SaaS基于云的完整模型来进行部署，从而解决这一障碍。如果企业担心软件IP和数据的安全以及系统的正常运行，则可以部署私有云。私有云是指部署在企业本地防火墙内的云计算平台，通过企业自己的IT部门进行管理。

在未来三到五年，测试与测量行业将会感受到基于云的开发平台为自动化测试系统带来的全面好处。许多公司，包括NI，已

借助云计算，工程师可随时随地控制测试和分析结果。这可消除传统测试和测量中的许多时间和地点限制，提供了更高灵活性和快速上市时间等优势。

■ 博士，美国国家仪器研发工程师

经开始提供测试数据管理产品和服务。较低的前期投入和云服务所提供的灵活容量将最大程度降低其他定制服务的门槛，这些服务通常是为了满足测试企业寻求附加服务或者计划未来扩张的需求。



■ 云计算应用于自动化测试可提高测试软件部署和测试系统管理。

# 可扩展的测试软件架构

市场需求迫使各个行业的企业不得不在更短的时间内提供更加复杂和更多功能的产品。随着各种技术的融合，产品的复杂度不断升级，而且产品组合也在不断扩大以提供新的功能。这些要求迫使测试机构开始从专为特定产品或用途采用脆弱代码开发的刚性解决方案转向基于软件的灵活平台，以最大化产品的生命周期和可扩展性。软件可以实现测量、硬件和IP的复用，从而解决这些挑战；然而，最大程度实现基于软件的方法的优势需要一个核心专家小组进行详细谨慎的规划和设计。

能够适应不断发生的变化和满足苛刻时间限制的可扩展系统需要谨慎的前期规划和设计。通过正确投资，开发支持新技术和功能的系统以及对现有系统进行改造的风险和成本将随着时间的推移而日趋减小。这种投资模式需要对工具、系统架构以及人员培训投资进行周全的考虑，但却是确保测试机构可以满足未来需求的最佳方式。

## 确定可扩展软件架构的组件

可扩展的软件架构能够清晰地界定独立的子程序，并将每个子程序的方法和执行与其他系统组件隔离开。每个组件的功能应该由该进程的数据范围来定义，数据范围是指进程所包含的方法可以依据和修改的信息范围。该范围应该代表单个任务执行特定操作集所需的数据逻辑组。这一范围可用于指定命令应该从哪个位置通过整个系统以及未来功能添加的位置。即使将来数据范围需要扩展，数据范围也应该继续代表一组密切联系的数据逻辑组。

举个例子，譬如一个可以执行多个异步测量的系统，其输出通过网络发送到远程数据库。测量的执行进程应该与网络通信互相独立，测量的输出应发送至负责将其转接到数据库的独立进程。这种严格的分离可确保测量能够根据需要继续执行，而不会受到网络通信延迟的任何影响。这也可实现数据库接口交换，便于将结果数据存储到磁盘，而不必修改某个测量进程的功能。

## 建立API和接口以支持未来功能

在开发初期就应该清晰地界定用于与其他子程序和可复用IP库通信的API和接口。这些接口理想上是用于支持未来的功能，但这些功能可能对于减少接口变化来说并不是必要的。一个补充策略是限制可相互通信的子程序的数量，并采用一个仲裁器或控制器来传输大多数命令。这可将变化的接口最大限度地减少至组件的数量，从而降低未来引入变化带来风险。

## 确定需要定期修改的部分

开发合适的架构需要确定哪些相关方会使用共同组件。同一个系统是否会复用于多个产品线、多个组织，甚至用于合约制造商等外部机构？需要对哪些系统组件进行修改或扩展来满足不同的使用者？有哪些可复用IP库或现成软件可以利用？

这些问题的目的是为了定义需要定期扩展和修改的系统部分并确定这些需求是否足够用于定义抽象接口。对于测试系统来说，需要扩展的最常见组件是测量策略以及这些测量策略所使用的硬件。举几个例子：

- 不同测试夹具和硬件资源可能需要执行相同的测量
- 添加新测量以实现尚未定义的设备功能
- 硬件可能即将被淘汰，需要采用性能更好的新设备来替代

### 实现硬件抽象层

越来越多的测试机构都倾向于使用能够调用功能模块或组件的可扩展架构，这一架构的开发和构建与调用框架相互独立。最典型的例子可能是硬件抽象层或HAL。HAL用于定义与特定设备类通信的接口，这些接口无需更改先前编写和验证的代码即可进行覆盖和更新。然而，这仅仅是许多架构中一个，不同的架构相结合才能充分发挥测试系统的最大可扩展性。

开发HAL架构是为了满足特定系统的特殊要求。HAL另一个重要优势是可以轻松地将记录数据或设备仿真添加到系统中。用于加载硬件设备新定义的接口也可用于调用返回仿真数据或记录数据的函数，当无法直接访问I/O时有助于帮助工程师轻松地继续进行开发。

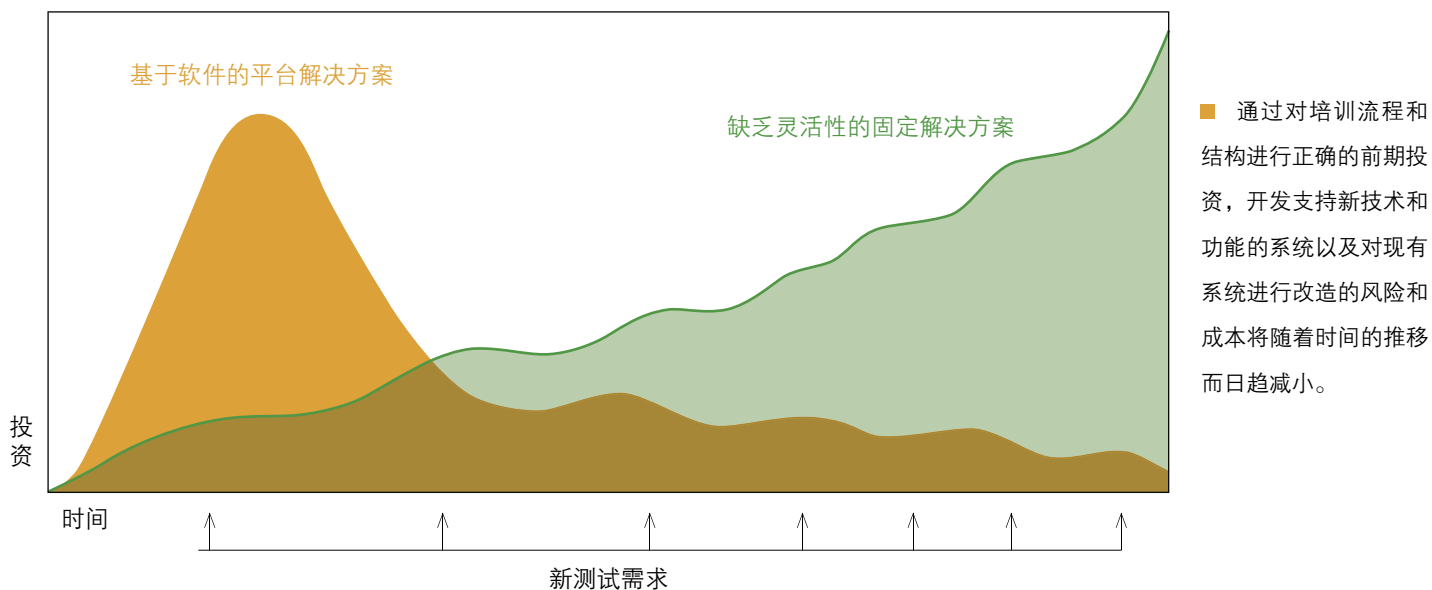
### 迎接和掌控变化

复杂系统所面临的一个最大挑战是进行彻底变革带来的风险，

我们已经看到对人才、流程和软件设计进行大规模投资后，开发及维护复杂测试系统所需的时间、精力和成本均有了显著降低。我们必须提供和支持的是具有较长生命周期的系统，因在开发之前进行必要的投资是至关重要的。

■ 国家点火装置和光电子科学董事会实验室系统组项目经理，美国劳伦斯·利弗莫尔国家实验室

尤其是在系统开发完成之后。过去，工程师们总是试图阻止甚至不惜一切代价反对变革；然而，在一个亟需新功能和先进技术的市场环境中，要避免变化几乎是不可能的。一个更加务实的做法就是投资工具、人才和流程，以识别和理解变化，使工具、人才和流程都能够匹配HAL等强大的软件体系结构，从而最大限度地减少和隔离未来变化的影响。



# 重新定义传感器的概念

在几乎所有行业中，传感器都属于电子系统的一部分。传感器对于无数系统的运行起着极其重要的基础作用，我们很难想象没有传感器的世界将会是什么样子的。飞兆半导体公司的总裁Janusz Bryzek表示，到2024年，传感器每年的销售数量可能达到1万亿个，届时将会为全球GPD贡献15%。\*

几十年来，传感器一直用于量化物理现象，同时也为工程师或嵌入式控制系统做出有效的决策提供依据。然而，最近许多行业开始迫切感到需要拓宽对传感器的认识。随着越来越多软件不断地添加到嵌入式控制器中以及电子系统的复杂性以指数速度上升，嵌入式系统必须集成新的设备才能实现重要特性和功能。以前认为传感器仅用于测量温度、应变、力等基本数据的观点已经过时了。

现在，工程师认为传感器不仅包括这些测量，而且还包含射频信号、图像、音频和视频等各种技术。测试工程部门正面临着针对这些复杂设备开发完整测试系统的艰巨挑战。随着市场期望日新月异，工程师们正在不断地了解新技术，从而适应待测设备的变化步伐。

## 更高期望，更多挑战

这一挑战显著地体现在面向消费者的大批量市场，如汽车和电信行业。在这些市场中，消费者、供应商甚至是立法机构都对产品有较高的期望。比如汽车行业。过去，传感器一般都是用于监测发动机温度、油压等关键数据，但由于消费者需求和法规要求日益升级，汽车制造商不得不竭尽全力地完善汽车的电子元件和功能。现在，车辆必须能够自行控制排放量、纠正驾驶员的危险驾驶行为、接受卫星无线电信号并为乘客提供一定程度的娱乐性和舒适性。为了完成这些目标，工程师必须将他们对“传感器”的理解拓展至更宽范围的元器件，比如用于催化转换器输出的氧传感器、用于监视驾驶员眼睛活动状态的摄像机、用于接收卫星无线电和导航信号的天线以及用于视频和信息通信的显示器。

手机行业也是一样。例如，与2000年的两个传感器相比，预计2015年手机上将装有近20个MEMS/传感器。2013年3月13日推出的三星Galaxy S4就装有10个传感器来检测手势、距离、旋转、加速、地磁场、温度、湿度、气压和光。传感器的这一发展趋势催生了基于传感器的新“应用程序”，继续推动未来手机设计对新传感器的需求。正如现代车辆，手机的快速演变也会迫使工程师将新型I/O和物理现象用作为“传感器”。

## 对于测试的影响

自动化测试的资本成本占整体测试成本的60%以上，因此最大限度地减少硬件变化可以显著降低整体成本。例如，专用于移动设备的测试解决方案一般仅有18个月的“保质期”，每一个新设计的出现都会淘汰一部分传感器和技术。构建可适应每年一两次变化的测试系统需要采用灵活或主动的测试方法。与针对特定测量采用专用箱型仪器的专用方法不同，主动型测试方法采用的是模块化硬件，并可预期技术的变化。模块化方法可帮助企业最大限度地减少测试仪器不断变化产生的成本，无需更换整个产品。

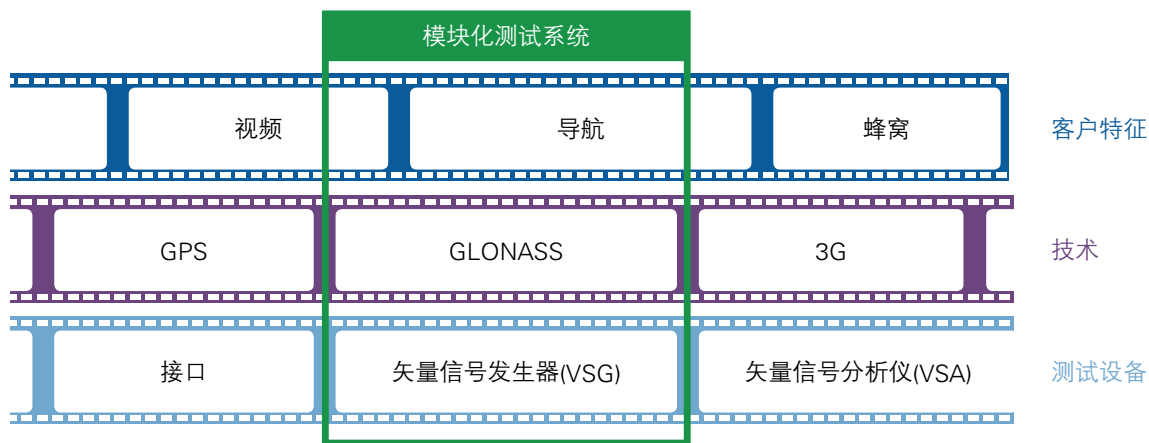
除了可根据需要添加和拆除仪器的模块化测试系统架构，工程师还需要可重配置硬件来帮助他们将同一仪器复用于不同项目和满足不断变化的项目要求。一个典型的例子是汽车的全球导航卫星系统接收器，如GPS和GLONASS。如果汽车OEM希望将汽车销到美国及世界其他地方，则汽车导航系统必须能够接收和解码不同位置的GPS信号。针对这些系统的典型测试方法是生成模拟GPS信号，然后分析汽车电子元件的响应。然而，由于不同导航系统的问世和应用，如俄国的GLONASS，这些

OEM必须针对多个导航信号进行测试（取决于他们想要渗入的市场）。可仿真GPS和GLONASS信号的射频信号发生器可以帮助OEM获得最大的测试系统投资收益，并帮助他们保持一部分设备不被时代所淘汰。

### 应对技术迅速变化的平台方法

如果2024年传感器的年销售量将达一万亿个的预言是真的，那么产品复杂性将会以更加迅猛的速度不断增长和变化。这种趋势将持续地影响测试机构，更加频繁的产品重新设计将会极大

地增加测试总成本。基于模块化方法的测试策略可以帮助企业应对不断变化的传感器市场，从而帮助他们降低总拥有成本、缩短重新设计的时间，以满足更严苛的产品上市时间需求。



■ 模块化测试系统为企业提供了灵活性，使其能够有效地将客户特征与相应的技术和测试设备进行匹配。

