

自主创新开启定制仪器新格局

邵 晖

上海聚星仪器有限公司

摘要: 本文从工业和科研自主创新对测试测量仪器要求的角度, 论述定制仪器的需求。根据定制仪器的特点和现状, 分析了模块化仪器对定制仪器的帮助, 以及定制仪器的若干问题。

1 工业4.0对测试测量仪器的要求

去年, 我奖励儿子加入校足球队, 答应给他买一双很好的足球鞋。我们大体有A、B两个品牌的选择。两个都是国际优秀的厂商, 价格差不多。A品牌有3~5种颜色可以选择, 而B品牌可以定制。营业员带我儿子在电脑网页上操作, 一下子就引起了格外兴趣。“我可以用金色的鞋面吗?” “我可以加这个骷髅头标记吗?” 儿子不断有想法冒出来。十几分钟后, 画面里就出现了专属他的定制足球鞋。显然, 这款足球鞋更“酷”, 更“拉风”。我付钱同时登记了邮箱联系方式。之后每过几天我就会收到一个邮件, 报告定制开始, 在哪个工厂生产, 什么时候邮寄, 最后一天通知邮寄快件已签收。我回家一问, 果然已经收到了。这应该是我对工业4.0的个人体验。整个过程把销售、生产、物流都通过信息技术串连起来, 达到了自动化高度定制和客户关怀的效果。想必在这个流程当中,

通过对定单的分析和定制节奏的控制, 还可以控制物料采购和物流分派的成本优化。

这个技术也不是特别的新闻, 几十年前, 西方的汽车厂就已经可以定制化生产。因为各个客户定制选项不同, 产线上每辆车都不同, 客户定制的方案在所有工位对所有物料都精确管理, 厂商可以精确地通知客户几点钟到工厂来, 看着客户的车下线。那么现在这双鞋子的意义在哪里? 在于数字化工业生产技术使得定制生产的成本大幅度降低, 从而原来生产几万美元汽车的厂商

可以达到的管理水平, 现在生产几十美元运动鞋的厂商就可以做到。

这样先进和自动化的生产流程, 对于测试测量设备自然也有不同以往的要求。首先测试设备要能够逐个更换被测件与定制要求匹配的测试方案。其次, 测试设备要和生产管理信息系统结合起来, 不仅实时更新测试序列, 而且实时反馈测试结果, 使得生产流程对测试结果适当的响应。笔者认为, 工业4.0对测试测量仪器提出了快速适应多种产品和无缝融合信息技术的要求。



图1 网上定制的足球鞋

2 科研创新对测试测量的要求

在科研方面，自主创新也对仪器提出特别的要求。2012~2014年制定射频识别(RFID)国家军用标准和国家标准的时候，标准工作组提出需要用实际的设备实现射频识别协议，并且通过仪器测试和评估实现效果。这项工作的挑战在于需要一个业务能力而且响应及时的测试测量团队，配合协议策划和制定，研制出前所未有的信号收发、实时应答和精准测量。聚星仪器的工程师团队有幸参加了这项工作。在模块化仪器平台上，研制了和协议制定平行推进的仿真和测试软件，使得仪器功能伴随协议制定完善。从而使得RFID国家标准在公布的同时就具备完整的测试认证手段。

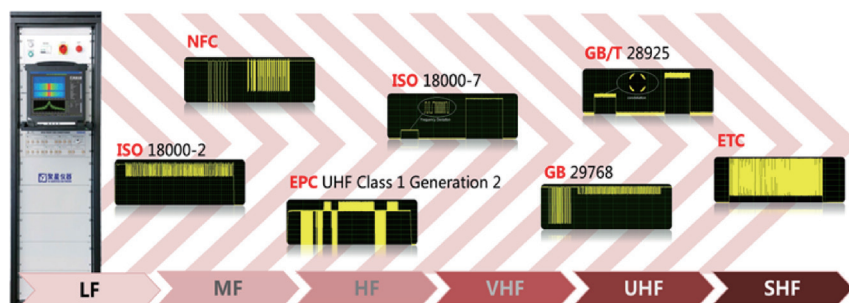


图2 聚星RFID测试系统支持众多标准

3 定制化仪器应对工业和科研自主创新的要求

自主创新的工业和科研要求测试测量仪器在合理成本下灵活可变，满足非标准测试要求，与信息技术融合，并且提供合作研发能力。笔者认为，定制化仪器是满足这些自主创新需求的有效方法。

聚星还为ISO 18000-7委员会DASH7和EPC Global C1G2 高频协议制定提供了类似的服务。不仅仅需要和协议工作组保持同步推进，及时将各种协议修改付诸实施，而且要和协议试点产品厂商合作，研究协议指标的测试方法和合理范围。

从新兴协议制定，可以看出专业的测试测量团队在国际标准制定中起到越来越重要的作用。这样可以改变由个别产品厂商驱动标准制定的封闭局面，而使得标准发挥更大的利他特性，更好地造福全社会。标准制定是科研工作的一种高等形态，从中我们可以看出，科研创新对测试测量提出了非标准测量和合作研发的要求。

定制化仪器业务就是专业的测试测量团队针对客户具有个性的需求，设计制造测试测量和控制装置或服务的工作和服务。定制化本身是一个“万金油”式的词汇，定制仪器的历史由来已久。张衡为皇帝观天需求研制的浑仪、简仪就是定制化仪器。到了工业化大生产时

代，以半导体测试为代表，不同半导体产品系列都有不同的定制测试系统。这些“大铁家伙”性能高、造价高，适应于大规模生产的高附加值测试应用，但是很难推广到诸如汽车电子、消费电子产品等较小量多变的生产检测当中。19世纪80年代个人计算机发展带来了基于计算机的数据采集和测量技术，很快衍生出了仪器系统集成的业务，这也是一种定制。但是由于仪器厂商的优势，系统集成变成了以货架仪器为中心的系统设计制造。用户在提测试要求的时候已经规划了系统组成的仪器甚至型号。这种对于目标和手段双重控制的系统集成使得系统成本提高，约束了定制化仪器的发展。

在自主创新的工业和科研发展的今天，定制化仪器必须以合理的代价尽量提供高性能、高质量和对“皇帝”式的服务。在这样的目标优化思路指导下，测试测量系统设计必然要由以标准仪器厂商为核心转变为以客户应用为核心。简单来说，用自顶向下设计的原则，首先看到系统要求。这个系统要求包括功能、性能、服务、资源等，然后由专业的测试测量团队来规划仪器架构和资源分配。就像精益生产给生产厂商带来节约和利益一样，这样的新型定制化仪器应用，也给用户节约了资源增加了收益。所以称这种高效率定制的方法和实践为“精益定制”。

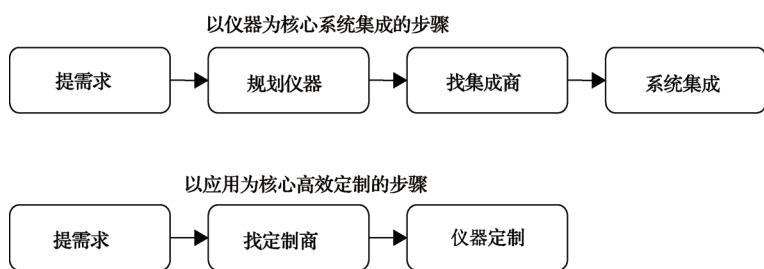


图3 两种不同定制系统的步骤

4 定制仪器和模块化仪器的关系

模块化仪器是定制仪器的坚实基础。模块化仪器来自英语modular instrumentation。“模块化”翻译没有问题，但是“仪器”一词英文原意是研制仪器的实践和方法，所以它的内涵要比测试测量模块本身广很多。美国国家仪器(NI)有限公司用了一大段话来解释模块化仪器。

“设备的日趋复杂和技术的渐进融合迫使测试系统必须变得更加灵活，但成本方面的压力要求系统具有更长的使用寿命。实现这些目标的唯一方式便是采用软件定义的模块化架构。通过共享的元件、高速总线 and 用户定义的开放式软件，模块化仪器用来满足当今和未来自动化测试设备(ATE)的各种需求。”

2014年底，是德科技公司(原安捷伦公司电子测量部分)发表了独立以来第一份年报。在年报里面总裁 Ronald Nersesian宣布是德科技计划拓展业务以获取无线通信、模块化仪器(modular instrumentation)和软件等关键领域的市场领导地位。

可见模块化仪器已经成为测试测量界公认的热门技术。

模块化仪器给定制系统带来了高性能、质量可靠的基础测量模块和开放高速的计算机总线。前者可以和物理世界接口，后者可以和网络世界接口，从而可以将有限的模块组合为无限的解决方案融合到工业和科研大系

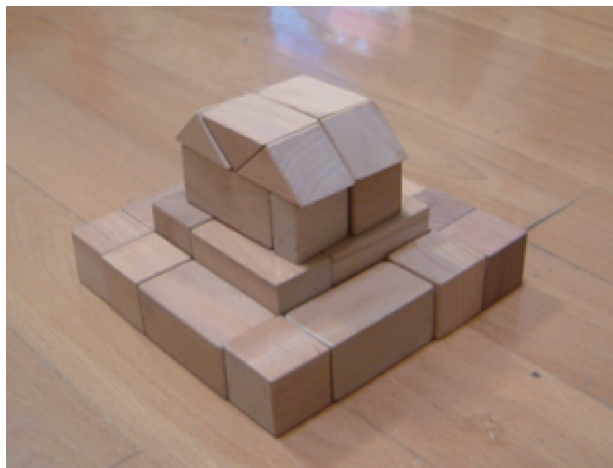


图4 简单积木搭建的“大雄的家”

举一个例子，聚星仪器在研制射频识别测试定制系统的时候采用了基于PXI总线的模块化仪器。最早我们在2005年研制了13.56 MHz的ISO-14443协议分析，其后研制了具备 μ s级响应的EPC Global C1G2标签测试，在将

统里面。几乎所有人都有搭积木的经验。用有限形状的积木模块，可以创造出无限的结构。

讲到积木，我不由想到很多拼装玩具。它们和积木非常类似，但是每一块模块都有确定的功能，都属于某一个确定的部位。虽然最后成品可能是非常美观的舰船、机器人或者建筑，但是模型制作者没有什么创意空间。模块化仪器使用的仪器模块也有相同的问题，适于自主创新的模块应该是开放基础功能的模块，而不是简单把标准仪器缩小成模块而已。开放的模块不仅给你更多创造性测试测量的空间，而且给你更多不同厂商模块组合使用的可能。

近十年时间里面逐步完善了对几乎所有射频识别协议的标签和读写器的测试。期间聚星的RFID测试仪不仅获得了ISO 18000-7认证仪器的标准认证，还获得了NFC射频测量仪器的认证。这些各种协议各种被测件的测试

仪器很大程度上都共享了相同的仪器模块。这些仪器模块构建了可靠的电学量测基础，提供了充分的软件控制和高速数据接口，所以聚星工程师可以集中精力在软件和系统技术上面，长期提供优质的产品和服务。在这个十年里面我们看到EPC Global C1G2 UHF协议的热炒和冷却，以及NFC的崛起。我们看到竞争对手停止对UHF测试系统的研发和支持，转向NFC协议测试。而聚星仪器始终坚持对客户的支持，没有中断过对任何一个协议测试的支持。这也要感谢模块化仪器给聚星精益定制带来的优势。

在应用复制数量的长尾理论图线里面，标准测试仪器复制数量大，应用面相对固定，根据业界分析，增长也较少。如图5所示图线的右端，是DIY(do-it-yourself)，就是用户自己研制自己的仪器，这样的用户数量很多，但是需求极为个性化或者叫做碎片化。在标准仪器和自制仪器之间，存在一个少量复制的细分应用空间，用户可以找高效率的专业团队定制仪器。模块化仪器可以应用在任何区间，但是针对定制仪器，模块化仪器必须具备开放、兼容、容易与物理世界最新需求和网络世界最新技术接口的能力。这样仪器定制化团队才能充分利用各种新兴技术融合到仪器里面，给客户带来创新突破。简而言之，在定制仪器业务里面，做得和标准仪器一样好，是远远不够的。这对定制团队和仪器模块供应商来说都一样。

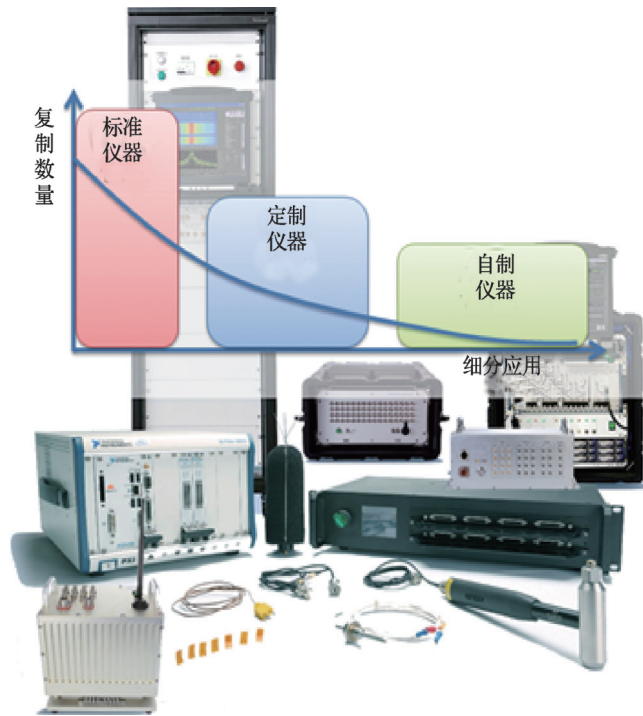


图5 不同应用数量的仪器分类

5 定制仪器的软件问题

软件是指定制仪器的设计、程序、技术服务等各种脑力劳动产出。由于自主创新的个性化需要，软件就是定制仪器的核心价值所在。专业的测试测量团队，根据多年广泛的经验，可以为用户设计更科学的系统组合，避免用户被广告牵着鼻子走。

这种多年积累并明确下来的管理方法、硬件组合经验、软件设计经验和系统校准测试方法，给定制测试测量系统研制带来了更高的效率，避免浪费。我们称之为系统架构。这些架构在给定制仪器供应商带来利润的同时，还降低了用户的总体拥有成本。



图6 聚星仪器架构组成框图

软件是定制仪器系统的核心价值所在，那么软硬件在定制仪器系统的价格里面就应当有合适的比例。而软件很难收钱是困扰大多数国人的问题。更有广告误导给人印象用了他们的产品只要很短时间就可以轻松完成任何定制测试测量系统。退一步想想，如果仪器模块只能承载几分钟或者几小时的脑力劳动，那么定制仪器的价值也不会高到哪里去，顺理成章，也不能给用户带来太多自主创新的价值。但是，另一方面，用户也不能“不求最好，只求最贵”。

那么，怎么估计软件的合理价格呢？我认为可以从3个方面考虑，定制仪器研制团队的成本、用户自主研发的成本和定制仪器对用户的价值。

1)定制仪器研制团队成本包括团队为某个定制专项花费的人力成本和销售、管理成本摊销，也包括长期以来为了产生项目用到的架构、软件库所投入的研发成本。由于架构和软件库研发积累往往可以在多个项目复用，所以定制团队成本普遍低于用户自研成本。

2)虽然说，自研可以节约出一份利润，但是要长期雇佣测试测量工程师并且投入研发积累，往往造成更大投资，而且在公司非主营业务岗位很难提供足够的挑战来保留优秀的测试测量工程师。当用户的研发工程师流失或转岗，造成自研仪器维护困难，往往使得自主研发仪器产生更高的整体拥有成本。

3)定制仪器的价值是等价交换的定量基础，基本上也是

总体价格的上限。当然，价值的评估也有两种方法，按增值和按避免的损失。测试测量仪器使得用户更好地完成生产任务、科技创造产生直接经济效益，这是增值。测试测量仪器也可以降低次品出厂可能，避免产品召回或索赔，或者验证理论和设计正确，避免更大规模投入到错误的设计当中。

所以用户也应该期望仪器有合理的毛利，以承载足够的脑力劳动的价值。在测试测量行业NI公司

平均毛利率74.0%(2013财年)，是德科技56.2% (2013财年)，泰瑞达(Teradyne)56.6%(2013财年)。也就是说国际上，你买100块钱的仪器，供应商花费26~44块钱的硬件生产成本，匹配56~74块钱的毛利。毛利里面主要包括研发、销售、管理费用和利润。在看上去很高的毛利里面税前利润往往只有8~17块钱。而在国内，定制仪器供应商的价值更是往往被低估。这也成为制约国内定制仪器发展的问题。

表 1 国际测试测量公司利润率

	NI	是德科技	泰瑞达
毛利率	74.0%	56.2%	56.6%
费用占销售额比例	65.6%	39.0%	43.3%
净利润率	8.4%	17.2%	13.3%

怎么看定制仪器公司报价是否合理？核心是把交付的产品定义清楚，这样使用方就比较清楚通过定制得到的价值和自主研发需要的投入，定制供应方也可以比较清楚投入的人力、物力和风险有多大。外围方面也非常重要。通过

定制仪器供应方的历史业绩、相关经验、人员能力和利润情况，你可以了解到这个供应商是否是凭技术实力长线运行有诚信的公司。基本上长线运行的公司都倾向于遵守公允的市场原则，并能提供长期稳定的技术服务。



图7 定制系统产品和服务的主要价值组成

6 总 结

自主创新的工业和科研对测试测量仪器提出了高度定制化的要求。定制测试测量仪器不再是货架标准仪器的堆积和集成，而是有机地融合了最先进的现代科技，包括模块化仪器技术和计算机信息技术，通过高度的脑

力劳动创造出各种个性化的解决方案。重视长期积累的人才资源和架构经验以及优质的售后技术支持，成为提高定制仪器质量的关键。我们期待看到更多自主创新应用和精益定制仪器的团队携手共进，建立起中国科技创新的生态圈。