

2014 年度数字化实验产业创新发展报告¹

李鼎

关键词:

数字化实验, 传统实验, 创新

一、高速创新——数字化实验产业的基本特征

1、再谈数字化实验与传统实验

(1) 传统实验

众所周知, 某一个物理量、化学量变化时会产生特定的相关效应。利用经验公式或测量数据做基础, 建立“物理量、化学量与相关效应”的关联数据库, 即可通过对其相关效应的测量实现对该物理量、化学量的测量。比如利用物体受热后会产生膨胀这一规律, 伽利略等人先后设计了水银和酒精温度计, 实现了对温度的测量; 而电流流过导体的时候会产生磁效应, 与之对应的是磁场力, 利用磁场力做功使指针偏转, 德国科学家韦伯就发明了电流表。等等。

从古至今, 实验仪器的设计与研发都是遵循着上述原理和过程实现的。因此, 实验仪器大多拥有“相关效应物-机械联动装置-观察面板”三个构成部分。同时, 尽管都具备三个基本构成部分, 但由于相关效应物各不相同, 为了获取某一个实验数据而设计的实验仪器看起来千差万别。

基于结构功能主义的认识, 上述实验仪器的原理和构成也决定了其使用特征: 以被测物本身的变化或其相关效应带来的变化为测量基础; 以观察面板上的刻度决定实验数据的精度; 以目视为数据感知手段, 实验者需要经常基于估读并手动记录; 数据记录之后方可进行数据处理。

使用上述实验仪器并且具备以上特征的实验, 一般称为传统实验。

(2) 数字化实验

数字化实验, 指以数字化实验仪器为主要手段所进行的实验²。而数字化实验仪器, 则基本上都是以计算机为综合信息处理平台, 以各种传感器为测量端子构成的实验数据实时采集和处理系统。

与传统实验仪器相比, 数字化实验仪器所依据的“相关效应物”就是传感器, 即测量某一个物理量、化学量变化时引发的电信号的装置。传感器感受的是各种物理量、化学量, 但输出的都是电信号, 因此传统仪器上的“机械联动装置”随之被电信号传输和数据采集装置替代, 而观察面板也换成了计算机屏幕, 并且随之具备了数字、波形和仪表等多模显示功能。

得益于集成电路的进步, 各种类型的传感器日益小型化, 数字化实验仪器的前端设备

¹ 发表于《中国教育装备行业蓝皮书 2015 版》

² 《数字化实验教育装备发展研究报告》, 《中国教育装备行业蓝皮书 2013 版》。

可以实现高度统一。相对于传统实验，数字化实验的使用特征也发生了显著变化：以传感器输出的电信号为测量基础；以 A/D 转化的精度和软件（含底层软件 and 上位机软件）的设置决定实验数据的精度；以目视为数据感知的主要手段，但支持与目测同步的自动记录和程序分析，可即时获得实验结果。

数字化实验是实验教学方法和手段在现代科学技术推动下的发展产物。数字化实验的出现之后，解决了传统实验中测量精度不高、数据读取和记录效率低下等问题，与传统实验共同构成了目前基础教育阶段理科实验教学的工具体系。

2、传统实验仪器和数字化实验仪器设备的更新、发展特征

（1）传统实验仪器

传统实验仪器这一庞大的族群是随着人类在自然科学领域的探索和进步而逐步积累起来的。一件经典实验仪器的诞生往往昭示着科学史上的一次重大进步：卡文迪许扭称，对应着验证万有引力的尝试；库伦扭称，则对应着针对静电力的探索。因此，传统实验仪器的结构和功能令其具有独特的两面性：工具意义和标本/模型意义。

标本/模型意义使得传统实验仪器本身就具备了科学教育功能，这一点使得传统实验仪器赢得了无数“强调传统”的教育专家的衷心拥戴。但其产生的机制和以机械为主的结构特征也给自己带来了局限——更新发展的速度缓慢，而且其测量和记录等工具性特征在日新月异的数字化技术面前相形见绌。

（2）数字化实验仪器

与传统实验仪器不同，数字化实验仪器诞生和发展的基础是现代工业测量和控制技术，具体说来就是传感器技术和计算机技术。这两项技术作为人类进入信息社会的标志，在近三十年间获得了加速发展：一方面是传感器的种类趋于多样化，逐步涵盖各个测量领域；另一方面则是传感器和计算机在功能不断提升的同时体积日益缩小。这都为数字化实验仪器的发展提供了巨大的推动力。

因此，自数字化实验仪器的雏形在八十年代初的美国出现之后，一直呈现出快速发展的特征。尽管在部分强调实验仪器必须兼具标本/模型意义的教学专家眼里，数字化实验仪器显得先天不足，但得益于计算机软件功能的扩展，数字化实验仪器在数据显示、数据存储和数据分析等工具性领域迅速超越了传统实验仪器，成为带有信息时代标签的教育装备。

3、创新带动数字化实验产业发展

产品的特征决定了产业的特征。

传感器和计算机的更新换代为数字化实验仪器提供了广阔的发展空间。以运动学实验中的位移测量为例：上个世纪末，国际上通行的位移测量方法是使用“静电电容式”超声波位移传感器，其结构采用收发一体式，原理基于与雷达相似的回波测量法；本世纪初，上海市中小学数字化实验系统研发中心即采用新一代国产超声波器件，设计出了收发分体式的位移传感器，不仅替代了一体式超声波传感器，还消除了其长期存在的回波盲区，极大地方便了教学使用。仅仅几年后，上海研发中心又基于全向超声波传感技术、激光条码识别技术，开发

出了相应的位移传感系统，进一步丰富了运动学实验测量手段。而美国的厂家则利用地利优势，瞄准 iPad 的广泛应用，成功实现了数字化实验软件平台从 Windows 向 IOS 的迁移，并开始尝试自行开发移动式数据处理平台。

由此可见，数字化实验产业引入新技术、新工艺的速度是于传统实验仪器产业无法与之相比的。每一项创新，都在影响和改变着产业内的游戏规则和市场份额。因此，在这个产业中生存，不管是主动挑战还是被动应战，企业必须不断地更新自己的产品，在硬软件开发领域进行持续投入，方可立于不败之地。这一规律使得数字化实验产业十几年发展下来，已经成为整个教育装备行业中产品更新最快、技术含量最高、与国际领先水平最接近的细分行业之一。

二、瑞士折桂与揽获国奖——中国数字化实验产业 2014 年度的创新亮点

1、山东远大代表中国首获世教联年度创新大奖

2014 年 6 月 10 日（北京时间）晚十一点，联合国教科文组织下属的世界教具联合会向山东省远大网络多媒体股份有限公司（远大股份：430511）发出邮件，正式通知由上海市中小学数字化实验系统研发中心研发、山东远大设计生产并提交世教联评审的国家发明专利产品——“朗威®无线向心力实验器”荣获了第 16 届世教联创新产品仪器设备组大奖。

2014 年 10 月 28 日晚（当地时间），山东远大工作团队出席了世教联在瑞士巴塞尔举办的 2014 创新产品大奖颁奖典礼，收获了来自全世界的祝贺并举起了世教联颁发的奖杯和证书。

朗威®无线向心力实验器是“DIS 数字化实验系统”中的最新成果之一，综合运用力传感器、光电门传感器、高速数据采集器以及蓝牙无线通讯等先进技术，采用原创技术方案，历经三年半的反复验证定型，彻底解决了中学和高校测量和研究向心力现象的系列难题，填补了国际国内实验教学空白，2012 年底荣获在昆山举行的国际发明博览会金奖，2013 年被授予国家发明专利（专利号：201210013683.5）。

山东远大本次斩获大奖，创造了中国教育装备史上的两个第一，即第一次参加评审和第一次获奖。世教联高层人士对此给出了积极评价：我们对该奖项设立 30 年来中国产品首次获奖表示祝贺！同时欣喜地看到，山东远大协同上海市中小学数字化实验系统研发中心以卓越的创新精神和强大的研发能力令人信服地改变了中国教育装备企业的国际形象，为中国教育装备行业赢得了荣誉。

2、DIS 项目荣获国家级教学成果一等奖

2014 年 9 月，由上海市教委教研室和上海风华中学申报的《中学物理教学的革新，数字化实验系统（DIS）的研发与应用》项目荣获国家级教学成果一等奖。这是国家级教学成果奖获奖项目中首次出现涉及实验教学仪器设备的内容。上海的 DIS 为中国教育装备行业争得了历史性的荣誉。

DIS，是数字化信息系统（Digital Information System）的英文缩略，特指上海市在二期课改中引入的中学物理数字化实验系统。该系统最初包括系列物理量传感器、数据采集器、

计算机和教学软件，以及为确保实验数据的科学性和稳定性而研发的配套实验器材，还包括大量实验范例和其它类型的教学资源。2005年之后，DIS稳步扩展为涵盖物理、化学、生物、环境和小学科学等多个学科的产品族群。

对于中国教育装备行业来说，2002年6月上海DIS项目的确立和启动可以被称为数字化实验产业的肇始。因为虽然在此之前有包括北京科明园和山东远大在内的若干小公司在自行研发数字化实验相关产品，但尚未被教育行业认可。DIS的立项一举从课标和教材的高度确立了数字化实验的地位，因而具有里程碑式的意义。

上海启动并推进DIS项目的另一个重要的意义在于：这是我国教育行业基于国际发展趋势和自身发展需求，组建由教育专家和企业工程技术人员“混搭”的研发团队，自行开展创新型研发的首次尝试，也是机制创新和产品创新同步进行的深度试水。纵览中国教育装备行业，DIS的工作模式仅见于此。而作为创新机制下的创新成果，DIS自2002年项目伊始就始终保持着强劲的发展势头，且至今不减。作为DIS项目的技术实现方，山东远大也凭借决心和意志抓住了机遇，实现了公司与DIS项目的共同成长。2014年1月，山东远大跻身国家中小企业股权转让系统首批挂牌企业。

DIS的发展，已经深刻改变了上海乃至国内诸多地区、诸多学校的实验教学生态。“打点计时器在上海已经成为了传说！”上海市教委教研室的物理教研员、特级教师汤清修如是说。取而代之的，则是功能日渐强大的DIS。2014年评选出的“全国百大名校”³中，有61所是DIS（朗威®商标，山东远大生产）的用户；而2015年初评选出的“全国十大名校”⁴中，就有七所是DIS的用户，且其中有五所是DIS整体实验室用户。

三、自主研发还是测绘仿制——中国数字化实验产业未来创新预测

1、教学仪器“买了不用”导致的两大恶果

十年以来，中国数字化实验产业发展得不可谓不迅速。据不完全统计，2014年度的市场总量（含传感器类产品和数字化实验室配套产品）近三亿元，这一数字比十年前增长了近五十倍。但相对于快速兴起的教育信息化产业，这一市场规模还是小的可怜，且近三年来增长的幅度不大。

本来，随着国家教育投入的发展，数字化实验室应该成为全国各级各类学校的投入热点。但是由于生产企业过度追求短期利益，导致了一个应该以“卖服务”为主题的长尾产业终止于采购供货。究其原因，还是在于全国范围内普遍存在的教学仪器“买了不用”的现象。买了不用，好坏就无从分别，劣币就可以以各种理由堂而皇之地逐退良币。全国各省份中，凡是数字化实验开展程度高的，所装备的数字化实验产品的品质也就相对较高。反之则低，甚至山寨横行。

买了不用的另外一个恶果就是导致抄袭和仿制已经成为了国内数字化实验产业的主流，大多数厂家所谓的产品创新和技术升级只不过是带有原罪的虚假繁荣。

³ 中国校友会网：<http://www.cuaa.net/cur/2014gkzydc/06>

⁴ 搜狐教育：<http://pic.learning.sohu.com/group-634571.shtml#0>

2、抄袭仿制的前因后果

数字化实验产业内的企业在创设之初，普遍在研发领域下过一些功夫。但品尝到研发的辛苦之后，大部分企业选择了早早放弃，转向了贴牌订制和测绘仿制。

(1) 贴牌订制

所谓贴牌订制，指的是企业自己不做研发，而是向具有一定研发能力的专业技术公司订制一款产品。技术公司开发完成后，企业需要做的只是开一套模具并打上自己的标识，就可以销售了。

据不完全统计，目前国内能够从事数字化实验产品开发的企业大概有四五家，主要分布在北京、上海和深圳。他们为行业内 80% 的数字化实验产品提供了贴牌服务。也就是说，目前国内数字化实验产业 80% 甚至以上的企业是没有自身研发能力的。少数技术公司为多数销售公司提供贴牌订制的结果，是产业内看似品牌不同但产品大同小异。

贴牌定制看似简单易行，而且在家电等行业也被证明是一种可行的企业策略。但家电等行业的特点是拿来就用、谁都会用，教学仪器设备毕竟不同于家电！前文已述，教学仪器则是一个典型的“长尾⁵”产业，其“长尾”效应在于——用户对培训、维修和升级的需求非常大。对这个“长尾”处理得好，可以博得用户长久的品牌忠诚，甚至获得不断的追加订货；处理得不好，就会成为一锤子买卖。显然，靠贴牌订制获得产品的企业，从根本上损失了自身的技术能力，失去了对产品进入学校之后必然要面对的应用培训、维修升级等后期服务的控制能力。基于此，更有些厂家已经基本放弃了后期服务，至多在供货后请贴牌公司的技术人员象征性地到用户那里走一趟。因为在这些企业的观念里，反正大部分学校买了不用，服务好不好甚至产品好不好本身就没有区别。但是毕竟有些地区和学校还是认真的！而且未来会有更多的用户更加认真！用户的要求稍高一些，就会使使用贴牌产品的企业原形毕露，不仅直接导致了一线教师和学生对大部分数字化产品的差评，还会影响整个行业的声誉和长远发展。

(2) 测绘仿制

所谓测绘仿制是比较文雅的说法，说白了就是自己不做研发，直接照抄别人家的成熟产品。

对大部分企业来说，抄袭的对象就是国内同行中的领先者。个别企业还把目光投向了国外同行。像上海市中小学数字化实验系统研发中心的研发成果，就是行业内最大的抄袭目标。

上文已述，国内数字化实验行业内企业大都没有自己的研发能力。因此，测绘仿制的主体主要还是为企业提供贴牌服务的那几家公司。将自己置身于各个品牌之后，将抄袭和侵权的结果转化为其他企业的“创新”产品，贴牌公司的这种策略倒也不失“安全”。另有两三家具备一定技术能力的企业则选择自己直接干。

对于急于挣钱的各位老板来说，测绘仿制绝对是一条捷径。但大部分人并没有认识到测绘仿制带来两个的致命隐患：

⁵ 《长尾理论》，【美】克里斯·安德森 著，乔江涛译，中信出版社 2006 年 12 月第一版

首先，测绘仿制毕竟不等于产品研发，没有针对用户需求的深入分析，没有技术领域的系统积淀，即便自以技术力量颇强的贴牌公司也只能是仿得了别人的皮毛，仿不了别人的精髓。从六十年代初中苏交恶到九十年代初前苏联解体，中国针对前苏联的军用飞机仿制了三十年，结果怎么样？到目前为止中国还是没有建立起系统的军用航空工业。经常有用户说一些看起来像 DIS 的产品根本无法做实验，所反映的也是这个道理。

其次，敌对的两国之间互相仿制，不存在知识产权问题，如当年的中苏与美苏，谁能偷能抢谁就是好样的。但是在以和平和发展为基调的法治社会，知识产权将是所有涉及抄袭和仿制的企业所绕不过去的障碍。抄袭和仿制比基础研究容易，企业来钱也快，这使得不少人利令智昏。要知道“出来混总是要还的”。前几年就有一家中国知名企业因仿制欧洲品牌有幸成为了世教联历史上第一家被除名的公司，另一家有劣迹中国公司则相对明智地选择了自动退会。世教联会议上，某些国家的代表则直斥中国企业为小偷和强盗，以至于很多国家不敢在国际展会上与中国企业为邻！这一切在国际上、特别是世教联组织内部给中国教育装备行业的形象造成了严重损害。

随着我国经济全面进入新常态，国家对于产业创新的认识已经提升到了前所未有的高度，相应的知识产权保护措施也必将加强。因此，凡是在教育装备行业有长期打算的企业（含提供贴牌定制服务的那几家技术公司）必须正视自己面临的法律风险，及时将自己的行为转向法律法规许可的领域中来，靠自己的本事吃饭。

3、上海研发中心——中国数字化实验产业的创新样板

（1）一枝独秀

尽管放眼整个数字化实验行业，实实在在地研究教育需求、扎扎实实地从事技术研发的企业少之又少。但毕竟在刚刚过去 2014 年，上海市中小学数字化实验系统研发中心及其下属的技术实现方——山东远大连续摘取了国家级教学成果一等奖和世教联创新产品大奖，因此国内数字化实验产业的创新状况也并非一无是处，上海研发中心和山东远大的部分成果已经跻身国际前列，这都为行业增添了一抹亮色。

（2）上海智慧

为什么在一个普遍追求赚快钱，普遍靠贴牌和抄袭生存的环境下，上海研发中心和山东远大却能够在研发，甚至原创性研发方面坚守十二个年头呢？我们总结下来有以下几个原因：

首先，上海市教委深谋远虑，从机制创新入手解决教育装备问题，上海研发中心特殊的纯事业型的机制是一切创新成果的根本保障；

其次，上海市教委慧眼识人，以事业心为衡量标准组建了以教育专家为核心、以技术专家为辅助的研发团队，这一团队（包含山东远大这个小企业在内）在十二年间追求高远、矢志不渝、历经考验、愈战愈强，从这个角度来说，是特殊的人成就了杰出的事业；

再次，上海市教委巧妙运用教材、教师培训、学业水平考试等多重杠杆，以最小的干预度和几乎为零的资金投入实现了上海市中学理科实验教学领域最大程度的变革。

（3）厚积薄发

研发毕竟是人才密集、技术密集的工作，而且慢工才能出细活。以上海市中小学数字化实验系统研发中心十二年的工作为例，DIS 从无到有、由弱到强的过程既是攻坚战，更是持久战。其中，从 2007 年到 2010 年，DIS 二维运动实验系统的研发耗时三年多；从 2008 年到 2012 年，DIS 法拉第电磁感应定律实验器 I、II 共耗时近四年；而 DIS 从 2002 年的 3.0 版升级到 2014 年的 8.0 版，总共经历了十二年零三个月。

上述过程是难以逾越的客观规律，也是教育学和工程学的现实。在长期的研发过程中，资金的需求并不是不可逾越，更多的考验则是指向了一个企业及其研发团队的精神力量，甚至是信仰——是否能够做到脚踏实地、着眼未来？是否能够做到甘于寂寞、专心致志？是否能够做到和衷共济、同甘共苦？是否能够做到以技术进步、产品完善和实验教学效益的提升为最大乐趣？

上海研发中心和山东远大正是做到了这一点，才能够通过十二年来的持久战，最终使 DIS 杀出众多山寨的围剿，取得了国际领先。

从中期发展来看，中国数字化实验产业技术和产品领域的创新不容乐观。上海市中小学数字化实验系统研发中心和山东远大等少数企业的努力无法托举起整个行业集体追求扎实创新的真正繁荣。

数字化实验产业创新情况的根本改善有赖于国家对实验教学的真抓实干——用户“买了就用”，才可能引导各企业重视研发、追求原创；而如果另行业内企业彻底摒弃贴牌、停止仿制，则需要整个行业基于知识产权法律法规对上述行为进行必要的规范，包括对可能出现的知识产权法律诉讼的大力支持。

2015.01.30