

中国数字化实验十五年发展综述

冯容士,李 鼎

上海市中小学数字化实验系统研发中心,上海 200072

摘要:上世纪80年代,数字化实验出现于美国。2002年,上海市二期课改启动,数字化实验的概念、方法在上海课标和上海教材中得以体现。2003年起,数字化实验开始借国家新一轮课程教材改革走向全国。鉴于数字化实验已经在全国范围内取得了一定的教学成果,故笔者在直接从事相关研究的同时,采用比较研究法、历史研究法和文献研究法对十五年来中国数字化实验的发展进程进行了一番梳理,对中美数字化实验的发展规律、中国数字化实验的发展现状进行了初步的归纳和总结。本文认为:中国的数字化实验发展迅速,且对整个理科实验教学的改革产生了深远的影响。但未来仍需解决技术进步、拓展应用和知识产权保护三大难题,才能够使数字化实验在产品类型、教学实践和研究发展方面形成真正的中国特色,对教育改革提供更有力的支撑。

关键词:实验教学;数字化实验;教育改革

中图分类号:G633.7

文献标识码:A

文章编号:1003-6148(2018)3-0010-3

数字化实验,特指使用传感器和计算机为代表的数字化技术替代传统的实验数据采集和处理分析,从而形成的新型实验模式。目前在国内外统称为DIS,即Digital Information System。数字化实验在国外出现较早,但在中国,却是伴随着始于2002年的上海二期课改和2003年的国家新一轮课程教材改革而出现的新生事物。自诞生以来,数字化实验凭借与学科教学相整合的信息技术手段,深刻地改变了实验教学形态,已成为理科教育,特别是实验教学的“热点”。因此,其发展历程和发展趋势格外值得重视和研究。

1 兴起并发展于美国

1986年,美国国家仪器公司(NI)的Lab View产品诞生,计算机开始成为仪器分析的核心平台。通过传感器采集数据、通过计算机分析和处理数据的“虚拟仪器”开始成为成长最快的仪器类别。尽管NI并没有进入基础教育实验教学市场,但其Lab View产品在科研领域和高校的工程实验教学领域的成功启发了PASCO、Vernier等美国教学仪器公司。他们先后依托当时刚开始在美国教育界流行起来的个人电脑,开发出了能够采集、

传输实验数据的传感器和接口装置,以及能够显示实验数据变化过程并能够进行数据分析的软件,然后逐渐形成了各自的实验教学系统。

随着上述实验教学系统中的传感器日益丰富、软件功能不断完善,PASCO等公司又根据数字化实验的特征和需求,开发了多种新型配套实验器材,不仅解决了传感器与实验教学的接口问题,还优化了实验室的基础装备,提高了实验数据质量。

计算机始终是数字化实验的核心。美国的数字化实验教学设备先后经历了与PC台式机、笔记本电脑、图形计算器直至iPad等移动终端的配套过程。最近出现的是与Google Chrome Book(谷歌公司推行的一种不需要硬盘、仅需要低端CPU的“完全在线式”笔记本电脑)连接的数字化实验装置。这类实验装置的出现,标志着实验教学的数据处理和存储也正在“云端化”。

美国数字化实验教学的发展过程中,呈现出“物理为先、其他学科跟进”的发展规律。即便处在在美国推行综合科学教育的大环境下,数字化实验也是首先用于与物理相关的实验内容,随后才

收稿日期:2018-01-01

作者简介:冯容士(1941-),男,物理特级教师,上海市特级校长,2002年起担任上海市中小学数字化实验系统研发中心主任至今。主要从事中学物理实验教学研究,曾获全国教育系统先进工作者。李鼎(1969-),男,西南大学科学教育博士研究生在读。2002年起担任上海市中小学数字化实验系统研发中心副主任至今。主要从事数字化实验及科学教育研究。曾获上海市教学成果特等奖。

是生命科学和化学等。由于美国科学教育界有较强的“做中学”(Hands On)传统,数字化实验亦被广泛应用于探究式教学和学生自主实验,包括野外观察和项目研究等^[1]。

美国数字化实验教学的应用实践,对世界范围内的实验教学数字化发展起到了带动作用。目前除美国之外,独立研究和应用数字化实验的国家,在其起步阶段都或多或少地受到了美国的影响。

2 中国数字化实验的起步

美国数字化实验产品在中国亮相的时间大约是在上世纪九十年代。当时介入中国实验教学最深的,并不是 PASCO 和 Vernier,而是美国德克萨斯仪器公司(TI)。TI公司的拳头产品是数学领域的图形计算器,同时也有部分与之配套的传感器,而当时TI针对中国教育市场的计划就是从数学向科学延伸。

尽管现在看来当时进入中国的数字化实验产品都很初级,仅能完成有限的几个物理量和化学量的测量,支持几个相对简单的小实验,比如“实时显示条形磁铁进出通电螺线管时电流、电压的变化曲线”“测量篮球落地反弹后的动作衰减”等,但却给中国实验教学界带来了强烈的震撼。很多有识之士已经敏锐地觉察到了信息技术与实验教学整合的巨大潜力,并主动地开始了相关的探索研究。

上海南洋中学奚天敬等物理教师参考 PASCO 产品,自行搭建起了简易的以计算机为基础的实验数据测量系统。1992年起,教育部下属教学仪器研究所的房德惠研究员尝试推出了名为“HPC-1 微机辅助物理实验接口箱”的数字化实验教学系统,并在国内进行了小范围应用。90年代末,以山东远大为代表的国内几家小型技术公司也开始转型从事数字化实验设备的开发。但是,彼时国内机构和个人的上述工作,不仅缺乏系统的教学研究作为支撑,而且缺乏配套的教材,所以并没有形成广泛的教学应用。

随着国家新一轮课程教材改革的试点区——上海进入二期课改的筹备阶段,上海教委认识到:通过信息技术手段实现对实验数据流的掌控,并对学生的认知提供有力支持,是数字化实验最为根本的教学价值。上海教委随即对数字化实验作出了明确规划:“积极探索多媒体计算机与物理实验的结合,实现对物理实验的实时控制及对实验数据的自动化采集和处理,以更好地发

挥实验教学的功能。”^[2]

自2002年6月起,上海市教委教研室组建了上海市中小学数字化实验系统研发中心,成为了中国首家、也是目前唯一一家专业的数字化实验研发机构,实现了数字化实验领域基于教育需求的“订制-研发”功能。随后,上海教委在课程标准层面明确提出:要“在物理实验教学中引进现代技术,配置DIS实验室及计算机辅助物理实验软件,改革实验教学模式”^[3],并将其作为课标实施的重要保障手段。2002年版的上海二期课改中学物理教材引入了20个数字化实验(含数字化实验体验研究项目),并在随后的改版教材中进一步将涵盖力、热、声、电、光、原的数字化实验在全部实验中的占比提升到了42%。事实证明,课程标准和基于课程标准编写的上海课改教材的推行,确保了数字化实验在教学一线的实际应用。

3 中国数字化实验的成长

在中国的教育版图上,上海教委的尝试,只能算是给数字化实验开了个好头。数字化实验在全国的推广,首先得益于中国理科教学界,特别是物理教学界对于其教学价值的肯定,其次得益于人民教育出版社等出版的国家级新课标教材对数字化实验的接纳。

相比于能够统筹“全市一盘棋”的上海教委,人教社等新课标物理教材面对的是全国几十个省份。由于各地的经济、教育发展不均衡,因此他们在教材中引入数字化实验的过程显得格外谨慎。上述教材普遍采取了“先用数字化实验做传统方法做不了的实验、再做传统实验做不好的实验”的渐进策略,事后被证明是相当务实、有效的。比如,2004年版的人教版高中物理必修1教材在“做一做”单元首先引入了分体式位移传感器和力传感器,在选修3-4等教材中引入了相对光照度分布传感器及磁感应强度、G-M等传感器,分别推出了牛顿第二定律、牛顿第三定律和光的干涉衍射等多个实验的数字化解决方案。这一做法打动了长期被上述实验问题困扰的一线教师,对数字化实验起到了良好的导入作用。

物理新课标教材的积极尝试带动了生物和化学等学科的实验教学数字化进程,中国数字化实验在各个学科内的发展顺序也由此体现出了与美国类似的规律。随着新课标教材的推广,同时越来越多的教师凭借数字化实验在全国教学大赛上获奖,中国数字化实验的时代正式开启。

经过多年发展,中国的数字化实验已经形成了颇具特色的产品和应用体系;其软件按照架构进行划分,可分为C/S、B/S和APP三大类。常见的实验教学软件多为C/S架构。近些年随着移动互联网平台的发展,支持安卓和IOS甚至谷歌Chrome系统的APP软件开始高速涌现。其硬件可划分为实验数据采集系统、实验配套器材、智能实验仪器和科学探究系统四大体系。上述软硬件基本涵盖了从小学到中学各个学段的物理、化学、生物和科学等学科的实验教学需求。

数字化实验在教学中主要有以下应用模式:显示实验数据在实验过程中的变化、揭示引发实验数据变化的原因、验证作为教学内容的相关规律(公式、定理等)、作为信号源实现对相关设备(执行器)的控制等。前三项用途可视为常规教学应用,后一项用途已经具备自动控制的基础属性,在新兴的STEM教育领域有很大的发展空间。

从学科教学的角度来看,数字化实验已经服务于以下领域:小学科学的演示实验、分组实验和学生自主实验、科学探究实验;初中、高中阶段的理、化、生、地演示实验、分组实验和学生自主实验,探究式教学和STEM教育;师范类高校科学类课程的实验教学,中小学教法教学;部分高校的理科实验和工程学设计;同时,数字化实验也显示出了装备家庭科学实验室、开展家庭科学教育的潜力。

4 中国数字化实验的发展展望

数字化实验不是目的,而是教学改革的手段。在科学素养成为理科教学的重要目标的今天,数字化实验也必须与时俱进、有所作为。

4.1 技术进步

随着信息技术的飞速发展,作为信息技术与理科实验教学整合的产物,数字化实验注定在未来将不断地进行升级改造。近期,上海市教委已初步将建立“从行为到数据、再从数据到行为”数字化实验大数据链列入规划,目的是为实验教学的改革提供更为有力的支持。除此之外,行业内多家企业已将移动互联网、人工智能、虚拟现实和微机械等热点技术作为数字化实验的追求目标,智能实验仪器和STEM组件正在成为发展重点。

但是,技术进步除了意味着研发投入的巨大成本以外,还需要以教学的实际应用作为呼应,方可形成技术进步的正反馈循环。这需要企业和

教育部门通过更加深入地沟通和协作来完成。

4.2 应用拓展

尽管数字化实验的理念和方法已经被中国实验教学界基本接受,但其教学应用还远未实现常态化,大部分教师只是将数字化实验用于公开课和教学比赛。为此,上海市已经通过闸北八中等学校的率先试点,开始实施数字化实验常态化应用试点校和试点区计划,其目标就是把数字化实验更为广泛、深入地应用在教学之中。

我们期待上海再次发挥课改试点区的作用,推动全国范围内实验教学与信息技术全面融合的进程。但同时也应清醒地认识到:只有广大教师将实验教学的开展和改进提升到与培养学生的动手实践能力和终身学习能力紧密相关的高度,才能在应试和育人之间形成新的平衡,从而进一步发挥数字化实验的教育教学功能。

4.3 知识产权保护

中国数字化实验仪器设备的发展在十年前就基本摆脱了国外产品(主要是美国产品)的影响,但国内企业的侵权仿冒现象还是相当普遍。往往是某企业推出一种新产品,不出半年各企业就都完成了“克隆”。各家产品尽管名号类似,但产品质量、教学功能和售后服务却天差地远,这不仅给学校和教师带来了选择的困惑甚至风险,而且不利于中国数字化实验设备行业的长远发展。

为此,中国教育装备行业协会等机构专门出台了相关的约束性规范,部分企业还通过司法方式展开了自主维权,这些做法在一定程度上对侵权现象形成了遏制。但最根本的解决方法还是需要让每个企业都认识到:唯有扎扎实实走产品研发与教学研究相结合的道路,从根本上构建企业的自主知识产权,才算走上了服务教育、谋求发展的正途。因此,中国数字化实验教学领域的知识产权保护问题,依然任重道远。

参考文献:

- [1][美]国家研究理事会科学、数学及技术教育中心、罗星凯,等,译.科学探究与国家科学教育标准——教与学的指南[M].北京:科学普及出版社,2013:68.
- [2]上海市中小学课程教材改革委员会办公室.面向21世纪中小学新课程方案和各学科教育改革行动纲领[M].上海:上海教育出版社,1999:177.
- [3]上海市教育委员会.上海市中学物理课程标准(试行稿)[S].上海:上海教育出版社,2004:114.

(栏目编辑 赵保钢)