

十二年坚守，奉献教学仪器领域的“上海创造”

——记体制之外的上海市中小学数字化实验系统研发中心

李鼎

2012年10月24日，世界教具联合会两年一度的教学仪器和教具展在瑞士巴塞尔举办。此次展览的参展单位包括五十多个国家共四百零五家企业和机构，占据两个标准展馆。

2013年11月2日，第六十五届中国教育装备展示会在成都举行。此次展览的参展单位包括来自国内三十七个组团单位七百多家企业和机构，占据了成都新会展中心七个巨型展馆。

“注水！克隆和仿制的堆砌，没有中国人自己创新、创造的东西！”一位曾经参观过2012巴塞尔展的教育专家一年后亲临成都展会，发出如此评价。但他肯定没有注意到，2012年曾经在巴塞尔中国馆出现并吸引了众外商瞩目的DIS数字化实验系统，这次也在成都悄然竖起了自己的大旗，其生产商山东远大成为了此次展会的重头戏——“基础教育技术装备工作创新与教育现代化战略论坛”的主赞助商。而作为课改十年来中国涌现出来的为数不多的拥有完全自主知识产权，且在国际上具有一定领先优势的教学仪器产品，源自上海二期课改的DIS数字化实验系统已经率先完成了由“上海制造”向“上海创造”的成功跃迁。

实验改革——上海二期课改的发力点

上海，中国的神奇之地。曾几何时，大到造船、机车，小到衬衫、纽扣，上海制造风靡全国。上海制造受到长期追捧的背后是上海文化教育的高度繁盛。中国第一所中学——徐汇中学（1850年始建，时名“徐汇公学”）、第一所大学——圣约翰大学（1879年始建，时名“约翰书院”）均诞生于浦江之滨，为上海百年来的辉煌奠定了坚实的人才基础。

1999年，上海受命成为即将开始的国家新一轮课程教材改革的试验区，二期课改拉开帷幕。在二期课改的纲领性文件——《面向二十一世纪中小学新课程方案和各学科教育改革行动纲领》（研究报告）中，上海教委的领导和专家们格外突出了实验教学的地位和作用，并在《中学物理学科教育改革行动纲领》中明确指出：物理课堂教学改革的一个重要突破是恢复并强化物理实验教学，在学生实验中要增加探索性实验和设计性实验，有目的地增设合作性实验，以培养学生的协作精神；在物理概念引入和物理规律得出的过程中要增加有启发性的演示实验；要把一部分实验设计改造成学生随堂实验或家庭小实验。关于实验的地位和作用，教育界早已达成共识，但在应试教育体系内迟迟得不到落实。二期课改使上海的诸多有识之士认识到：现在是时候了！是时候把实验本身作为一种科学实践过程，为培养学生的创新精神和实践能力提供有效的渠道和宽广的空间了！

然而，教学仪器的装备状况却让课改专家们倍感困顿：凭借彼时的仪器设备，课标中设计的实验有近50%做不了，有更多的则做不好。例如，提到测量力的大小，教师的第一反应就是弹簧测力计。尽管诞生于1770年（发明人为英国人Richard Salter）的弹簧测力计的

确具有便宜、耐用的特点，但如果拿弹簧测力计做“力的合成与分解”实验，只能完成课标要求的一半——拉力状态下可以完成，而压力状态下则根本没办法做；与之类同的还有牛顿第三定律的教学，显示两个压力的实验就没法做，且不管压力还是拉力，要想研究作用在同一条直线上的两个力在动态变化时是否大小相同、方向相反，就更无从谈起。因此，靠着弹簧测力计，牛顿第三定律实验仅能够完成课标设想的三分之一！借助传统仪器，相对简单的测力实验的效能尚且如此，对于如何完成向心力研究、动量定理验证、法拉第定律验证等相对复杂的实验，课改专家们就更没把握了。

没有合适的教学仪器，就支撑不起足够的实验，且保证不了实验质量；而没有实验教学，上海二期课改“培养学生自主学习、自主探究能力”的目标就无法实现。上海二期课改的专家们一致认识到：必须通过提升实验手段改革实验教学。

数字化——实验教学改革的必然趋势

二十世纪六十年代，人类的信息技术革命正在孕育中。著名科学家钱学森先生敏锐地指出：信息技术包括测量技术、计算机技术和通信技术，测量技术是基础。而实验教学仪器的本质是测量技术，如果将计算机和通信技术与测量融合起来，测量技术必然会得到飞跃式的发展，实验仪器也将迎来巨大变革。

数字化实验仪器就是在信息技术革命的大背景下应运而生的。80年代中期，美国实验教学界开始研究利用当时的工业自动化技术，通过传感器将被测信号转换为模拟电信号，再由A/D器件将其转换为数字信号，传递至计算机加以处理。随着技术的不断成熟和计算机的普及，数据的采集、传递、呈现和处理均能够借助计算机平台支撑的数据采集系统完成，因而诞生了原理、结构和功能均有别于传统实验仪器的新一代实验工具，被称作数字化实验仪器。数字化实验，即指以数字化实验仪器为主要手段所进行的实验。

相比于传统实验，数字化实验实现了对实验数据的实时采集、高密度采集、高精度采集及实验数据的多模式显示，从而突破了传统实验中人工记录数据效率低下、实验数据积累不易、微小信号和暂态信号难以捕捉、手动描点画线精度不足等局限。这些功能成为了数字化实验改善实验效果、提升实验效率的关键。另外，数字化实验的引入传感器种类已经大大超出了传统实验仪器的种类，填补了传统实验仪器的空白，扩大了实验教学的研究范围。以数字化实验系统中的力传感器为例，该传感器不仅能够完成弹簧测力计的所有实验功能，还具备了弹簧测力计所不具备的显著优势：既能测拉力又能测压力、既能显示静态的力又能显示力的变化状态、既能显示当前数值又能记录力随时间变化的过程！这些功能运用到实验当中后，诸多教学难题迎刃而解。究其原因，还在于数字化实验技术相比于传统实验仪器设备原理和技术上的代差。因此数字化实验仪器对传统实验仪器的替代不是简单置换，而是发展中的超越。

实验仪器的进步必然导致实验教学的大发展。而彼时上海教委的课改专家们，显然已对国内外数字化实验的发展了然于心。因此，《中学物理学科教育改革行动纲领》进一步指出：要“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，更好地发挥实验教学的功能”。

当时的中国教育界刚刚见识了 PPT 的神奇,没几个人真正能够参透上海教委“将计算机引入实验教学”指的是什么。这句看似普通的话,背后是整个上海教育界的远见卓识和良苦用心。也正是这句话,奠定了上海二期课改“借助信息技术手段强化和改进实验教学”的基调,通过对数字化实验的深入研究和果断应用为上海教育界赢得了十二年的先发优势。

DIS——数字化实验系统的上海创造

从顶层设计出发,凡事精心规划、强调配套、保障执行,构成了上海教育界的工作特色。上海二期课改引入数字化实验的过程也不例外。

2001 年,正式发布的《上海市中学物理课程标准》中规定了必须使用 DIS 手段完成的若干实验名称。所谓“DIS”,指的是 Digital Information System,即“数字化信息系统”。这是上海二期课改的专家们挖空心思给数字化实验起的“洋名”,其实起名字的时候,专家们对于将面对一个怎样的数字化实验系统还心里没数呢。但这毕竟是数字化实验首次出现在当代中国教育改革的法令性文件之中,也是上海二期课改大规模引入数字化实验的前奏。2002 年出版的上海市高中物理教材中即列入了包括《研究匀速直线运动物体的 $s-t$ 图和 $v-t$ 图,并从中求物体运动的速度》在内十余个 DIS 学生实验和演示实验。

二期课改的专家们敢于在看到实物之前就在课程标准和教材中引入 DIS 概念,靠的是在自主研发领域提前布局带来的信心和勇气。

2001 年底,上海教委教研室根据彼时国内外市场情况,确定了先建立由一线教学专家领衔,辅以精干的技术团队的自主研发机构,再来进行与教材配套的数字化实验仪器开发设计的基本设想。因为,当时技术相对领先的几家美国公司,无一例外地拒绝了上海教委提出“修改其软硬件,使之适应二期课改教材”的要求,并且均透过代理商向上海教委“传话”:其他国家都直接用我们的,我们不可能单独给上海做产品设计。

2002 年 1 月 26 日,上海教委在卢湾教育学院举行了中外数字化实验产品对比展示活动。随后决定将虽已在数字化实验领域做了三年基础研究,但依旧名不见经传的山东远大引入上海,作为数字化实验仪器的研发合作伙伴,组建上海市中小学数字化实验系统研发中心,在二期课改物理教材组的指导下进行基础研究和应用研究,以保障二期课改实验教学的正常开展。这,就是 DIS 的由来。

由此看来,通过 DIS 演绎数字化实验领域的“上海创造”,其实是被现实逼出来的。在这个因“受逼迫”而创造的转折点上,上海教委的领导和专家们的出发点只有一个:以技术的自主权确保教材的自主权,以教材的自主权捍卫教育的自主权!

2002 年起,DIS 经历了三个发展阶段,取得了累累硕果。

2002 年~2004 年是 DIS 发展的初级阶段,主要解决的是“有没有”的问题。在此阶段,刚刚组建的研发中心不分昼夜、加班加点,在最短时间内完善了力、热、声、光、电、磁和原子物理等各种类型的传感器,并将其打造成了符合教材要求的仪器设备,山东远大则充分发挥了实验工厂的作用,源源不断地将试验品转化成小批量产品,以成本价提供给了全上海 53 所试点学校。

2005~2009 年是 DIS 发展的中级阶段,主要通过向心力实验器等十余种数字化配套实验

器材的开发，实现了各种传感器与实验教学的深度整合，并开始由物理学科向生物、化学等领域渗透。在此阶段，DIS 开始呈现出迥然有别于国外产品的上海元素，上海顶尖级教育专家的教学经验和创造力得以显现。

2010 年起，DIS 的发展进入从技术创新到教学创新的阶段，其间理论和实践交互作用，充分体现了“波浪式发展、螺旋式上升”的发展规律。到目前，DIS 已发展成为能够满足中学理化生、小学科学、环境教育和课外科技活动等基础教育阶段全学段、各学科实验要求的数字化实验系统。其中二维运动实验系统、法拉第定律实验器、光电计时测距系统等一批国际领先，甚至填补国际空白的仪器设备极大地提升了上海市中小学数字化实验系统研发中心的影响力。

2010 年 12 月，上海市教委申报的“新课程和物理实验改革——中学物理数字化实验系统（DIS）的开发与应用”项目荣获国家基础教育课程改革教学研究成果一等奖。2012 年，上海市中小学数字化实验系统研发中心两项技术成果获得国际发明展览会金奖。2013 年 4 月，DIS 荣获上海教育博览会双十佳产品奖。2013 年 11 月荣获全国中小学实验教学优秀案例展演特等奖。DIS 渐成上海二期课改乃至上海教育的名片。

而作为“上海创造”，DIS 走向全国的步伐已经超越了当年的“上海制造”：人民教育出版社、广东教育出版社的新课标高中物理教材中纷纷引入了 DIS 的实验案例；十二年来全国装备和使用 DIS 的大中小学已经接近五千所；DIS 已经成为中国教育装备行业公认的数字化实验产品代称。

特殊的体制、特殊的人——上海创造的背后

某位亲历了 DIS 之上海创造全过程的专家总结道：DIS，是顶尖教师书写的上海创造，是无名企业完成的上海创造，是创新体制保障的上海创造。这个评价可为精当！

所谓顶尖教师，指的是以上海市中小学数字化实验系统研发中心主任冯容士特级教师为代表的上海二期课改专家们。

著名实验教学专家冯容士，1941 年生，宁波人。物理特级教师、上海市特级校长，连续三届获上海市劳动模范称号和全国教育系统劳动模范，享受国务院特殊津贴。冯容士先后任教于上海塘沽中学、风华中学，历任风华中学校长、民办风范中学校长、上海创造学会副会长。冯容士在七十年代即凭一己之力造出我国第一台大屏幕教学示波器，历年来在实验教学领域的发明创造汗牛充栋、洋洋大观。更兼笔耕不辍，近五十年来著述等身，先后写就《教学示波器》、《中学物理实验汇编（力学）》等多部专著，参编上海市及全国教材十余种。2002 年起受命出任上海市中小学数字化实验系统研发中心主任。主持研发中心工作十二年来，冯容士以“创造让我继续有梦”为座右铭，建立了 DIS 的软硬件体系，完善了数字化实验教学环境，其“傻瓜软件”设计思想一举消除了广大教师对用计算机做实验的畏惧，铺平了 DIS 进课堂的道路，被《中国教育报》誉为“数字化实验的掌门人”。至今，年逾七旬的冯容士仍然坚持每天“钉”在研发中心工作室。尤其值得称道的是，近年来 DIS 多项填补国际、国内空白的创新成果，仍多由冯容士灵活的创造性思维所牵引，其连绵不断的奇思妙想每每令诸多后生叹为观止。

张越，物理特级教师，上海师大附中前副校长，华东师大客座教授，上海二期课改高中物理教材组组长。凭借卓越的数理思维和扎实的理论基础，张越在 DIS 的研发过程中多次提出具有开创性意义的意见和建议，保证了 DIS 的技术进步的过程中始终坚守为教学服务的方向。张越与冯容士的搭配，被上海物理教学界称为“麦克斯韦遇到了法拉第”，并被沪外专家赞许为“只有在上海才能找到的最佳拍档”。

除了冯容士、张越，DIS 的研发和教学应用还聚揽了刘齐煌、徐在新、唐一鸣、谭玉美等老一辈教学专家，倪闽景、王铁桦、汤清修、吴耀忠、张溶菁等中生代骨干，更有桑嫣、周上游、朱铮、郑百易等青年才俊、后起之秀。DIS 之上海创造，首先由这些上海顶尖级的教师书就。

所谓无名企业，指的是当年有幸被上海教委选中作为 DIS 研发合作伙伴的山东远大。2002 年，用“十来个人、七八条枪”来形容这个依托山东大学组建的科技型小公司实在是再恰当不过。人不多，但干劲高；缺钱，可不缺理想；暂时没有得到教育界的认可，没有磨灭他们的信心和勇气。这是一个有信念、有追求、有教育情怀的工作团队。董事长、总经理李鼎出身于教师家庭，儒雅的外表下藏着一颗不屈不挠的心。用他的话说：“这辈子我跟 DIS 铆上了！”2002 年 1 月，当获知将在卢湾教育学院与位列世界 500 强的美国公司同台竞技，李鼎咬着牙给同事打气：“光脚的不怕穿鞋的！”随后亲自登台做演示，现场回答了专家们的刁钻提问；当上海教委的领导对他们说，DIS 在上海必须经历一个教学周期——三年的验证之后才能批量装备学校，其间不仅不能通过正式销售获利，还要求他们仅以成本价为 53 所试点学校提供试用产品时，李鼎毫不犹豫地答应下来，回到济南后就把家里仅有的一套房产做了抵押，换来了 30 万的贷款，维持了三年的惨淡经营；当 DIS 在上海的配备初步启动，市场刚刚向好之时，诸多打着 DIS 旗号的“李鬼”频出，正牌 DIS 反倒没了销路，李鼎心里郁闷难耐。但冯容士主任的一句话“我们只考虑把东西做好”还是让李鼎平静下来，终于凭借优异的产品性能和良好的教学服务基本赢回了上海市场。不仅如此，2010 年李鼎还于以四十岁的“高龄”考取了西南大学科学教育专业的博士研究生。他说：“为了让我的产品更专业，只有先让我自己更专业！”天道酬勤，2013 年初，山东远大获准加入教学仪器领域的“国际奥委会”——世界教具联合会，成为该组织仅有的五家中国会员之一；2013 年底，山东远大已经向中国证监会提交了新三板挂牌申请。连续四年营业额与利润的双 30% 的增长，将确保山东远大成为即将开市的新三板上亮眼的明星。这不仅是企业的成功，更是教育的成功。DIS 的上海创造，还带来了企业和教育界的完美双赢！

所谓创新的体制，则是指上海市中小学数字化实验系统研发中心的属性，非官、非商，是时髦的 NGO，还是“民间组织”，谁也说不清楚。在研发中心的合作协议中这样规定：合作三方为上海市教委教研室、上海风华中学和山东远大；中心不设专职人员，研发人员从三方抽调并由三方各自承担中心所需人员的工资；研发经费来自产品生产商——山东远大的年度贡献。这是一个没有任何保障的、纯事业型的组织机构。其总体架构归功于时任上海教委副主任的著名教育专家张民生，而其组织实施和系统维护则由上海市教委教研室主任徐淀芳和副主任陆伯鸿负责。就是这样一个机构，十二年间不仅完成了二期课改下达的数字化实验仪器的研发重任，而其反过来以自己的工作引领了教材和教法的变革。研发中心先后提供了

针对上海二百多所学校的上门服务，组织了上百次市区级的教师培训，保持了技术及时更新和高频率的创新进步。上述工作，横跨教学研究、教材编写、课程设计、资源开发、软硬件架构、机械加工、样品试制、批量生产、培训服务、经验总结和理论提升等诸多方面，单独由政府、由学校或由企业来承担都难以完成。但这个谁也说不清属性的组织机构长期潜心工作，不仅顺利，而且是创造性地完成了上述工作。随着近年来 DIS 无线应用、模块构造、多模显示等先进技术工艺的不断推出，诸多项发明专利的获得，DIS 在国际国内的竞争优势还在不断强化中。

游离于体制之外随时能让上海市中小学数字化实验系统研发中心的成员感受到压力：没有人员编制，古稀之年的冯容士领着山东远大两三个小年轻苦守工作室已成为常态；没有经费，仅凭山东远大尽其所能提供科研资金；没有属于自己的办公环境，研发工作室、展示室及试验场地的选择无不需要看地主——风华及风范中学的脸色；还有最重要的，这些人做出了贡献，却没有身份，DIS 明明是正牌，但打着 DIS 旗号的“李鬼”还是层出不穷，在甚至连黄浦这样的首善之区还是屡屡上演劣币逐良币的丑剧……但是，研发中心的全体成员从不缺少伴随着十二年攻坚克难而来的信念，以及来自上海教委教研、装备等领域的支持。他们已经坚守了十二年，他们决心继续坚守下去。

特殊的体制选拔了特殊的人，成就了特殊的事业。以体制的创新推动教育事业的进步，也许是 DIS 之上海创造背后最有价值、最值得总结的东西——上海智慧。而在特殊的体制造就 DIS 的十二年成功之后，上海智慧怎样牵引 DIS 再度跃迁，也成了过往对未来的小小拷问。

后记

2013 年 11 月 3 日，世界教具联合会执行总监 Beat Jost 先生来到山东远大，登时为专业、高端的 DIS 数字化实验仪器及完善、精致的配套实验器材所折服。他当场对上海市中小学数字化实验系统研发中心副主任、山东远大总经理李鼎说：请选择四种产品，参加 2014 年在瑞士伯尔尼举办的世教联年度创新奖评选活动。并向随行人员悄悄透露：他们必将为中国第一次赢得这个国际教学仪器界的最高奖项。

DIS，作为上海二期课改十二年来辛勤工作的代表性成果，向我们揭示了上海这个世界级大都市优美转型中的一个精彩片段。

在国际顶尖级教学仪器领域，“上海创造”已经替代了“上海制造”并演变成为了“中国创造”的代言人。其他领域呢？我们有理由期待！

参考文献：

1. 《面向二十一世纪中小学新课程方案和各学科教育改革行动纲领》（研究报告），上海市中小学课程教材改革委员会、上海市教育委员会教学研究室编，上海教育出版社，1999 年 11 月第一版
2. 《仪器科学与技术教育教学改革与实践》，胡小唐主编，天津大学出版社，2011 年 10 月第一版
3. 《数字化实验教育装备发展研究报告》，李鼎著，《中国教育装备行业蓝皮书 2013 版》，

王富主编，江苏文艺出版社，2013年2月第一版

4. 《上海市中学物理课程标准》，上海市教育委员会编，上海教育出版社，2004年10月第二版

5. 《高一年级第一学期物理（试验本）》，上海市中小学课程教材改革委员会编，上海科学技术出版社，2002年8月第一版

6. 《数字化实验的掌门人》，梁杰著，《中国教育报》2006年7月19日第3版

7. 《合力——30年上海课改，30位物理名师》，上海市教育学会物理教学专业委员会编，上海教育出版社，2011年1月第一版

8. 《传神——冯容士物理DIS名师培养基地成果集》，冯容士主编，上海三联书店，2008年2月第一版

9. 《传薪——冯容士物理DIS名师培养基地成果集II》，冯容士、陆伯鸿主编，上海三联书店，2011年8月第一版