

数字化校园不能缺少数字化实验

——论数字化实验系统在教育信息化工程中的精确定位

冯容士

去年（2013年）上海教育博览会的主题是“信息化助推教育转型”。其实这个主题是我们上海市中小学数字化实验系统研发中心十二年前就开始思考并实践的一个题目。经历了十二年的工作，加之受去年教博会的启发，略有所悟，故成此文。

数字化实验的由来

1999年，上海市二期课改的纲领性文件——《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》出版。其中已经明确指出：需要系统地引入计算机对传统实验加以改造，实现计算机对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，凭借新实验推动理科课程教材的改革。

基于上述需求，经产品论证比较、专家评审，由时任上海教委副主任的张民生先生决策，一个专门从事二期课改实验教学中数字化实验仪器设备研究开发的机构——上海市中小学数字化实验系统研发中心于2002年6月开始运行。

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。

随着工业自动化的发展，各种传感器获得了迅速发展。基于传感器的测量系统的工作原理，则是首先由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，由传递至计算机加以处理。因为在上述系统中，数据的采集、传递、呈现和处理均借助数字化技术完成。所以，按照实验教学的要求将上述系统加以改造，所产生的原理、结构和功能均有别于传统实验仪器的新一代实验工具，即被称作数字化实验仪器。上海课改教材称之为DIS（Digital Information System，即“数字化信息系统”）。

作为信息技术与实验教学整合的典型代表，数字化实验拥有远非传统实验能够相比的实验教学功能。

数字化实验首先是对传统实验的替代和超越，又是对传统仪器的扩展；数字化实验仪器切实解决了因工具落后导致的实验难题，其推广和应用兼顾了学生的学业水平提高和综合素质养成。

十二年来，上海市中小学数字化实验系统研发中心已经发展成为国内唯一的专业的数字化实验系统研究机构，为全国的基础教育理科实验教学提供了数字化实验解决方案。已经有三十个实验案例被收入上海市和全国的中学物理课程标准和各级各类教材，被列入上海市教育装备目录的配套产品近百种，取得专利近四十项，2010年荣获国家基础教育课程改革研究成果一等奖，2014年荣获上海市教学成果特等奖、国家教学成果一等奖，本研发中心的一项发明专利产品——无线向心力实验器获得2014世教联仪器设备组大奖，该奖项填补

了世教联成立六十年来中国产品的获奖空白。

数字化实验是数字化校园建设中不可缺少的因素

数字化实验改变的不仅是实验。基于信息论的分析也许更能够让我们认识数字化实验在教育信息化进程中的意义和作用。



教育信息化，一般指的是教学过程、教学手段、教学评价、教育管理和教育装备的信息化进程。而符合教育需求的教育信息化，应该构成一个紧密围绕学生成长需求的信息流。这个信息流首先应该是完整的，即没有内容方面的缺失；其次应该是通畅的，即学生需要，即可得到。

我们首先将学生作为中心节点，按照信息来源，分析一下学生所需的各类信息及其获取的来源，并比较一下各类信息的获取难度。见下表。

| No. | 信息来源 | 信息形态 | 获取方式 | 获取难度 | 备注 |
|-----|-----------------------|---------------------------------|-----------|------|--------------------------------------|
| 01 | 人群（教师、家长、同学、其他） | 主要是语言 | 被动接受+主动获取 | 易 | |
| 02 | 书本（教材、参考书、课外书、其他） | 主要是印刷品。但随着书包的电子化，电子文本、视频的比重在增加 | 被动接受+主动获取 | 易 | |
| 03 | 评估（考试、考察） | 语言和文本 | 被动接受 | 易 | 但该类信息由教师发布，学生不能主动获得 |
| 04 | 媒体（网络、电视、广播、手机、报纸、其他） | 印刷品、音视频和电子文本均有，但随着网络发展，电子文本比重增加 | 主动获取+被动接受 | 极易 | 相对于上面三种信息，媒体信息对学生有天生的吸引，容易因过量获取而影响学习 |

| | | | | | |
|----|--------------------|--------------------------------|-----------|---|--------------------------------|
| 05 | 实践（科学实验、社会实践、日常生活） | 信息形态多样，学生的参与感受和观察结果占很大比重，无标准格式 | 主动获取+被动接受 | 难 | 此类信息需借助必要的技术手段，在动态的活动中获取，且存储不易 |
|----|--------------------|--------------------------------|-----------|---|--------------------------------|

由上表可以看到，一~四类信息获取容易，信息量充足，甚至过量。但第五类信息，即实践信息的获取难度较大，以目前中国学生的成长来看，信息量普遍不足。实验信息恰恰是第五类信息的核心构成部分。

基于信息论的研究指出：每个信息子不能决定任何事件，须有两个或两个以上的“信息子”规则排布为完整的信息¹。为什么我们在这里要提到这个基础性的原理呢？因为在学生形成对科学知识认知的过程中，一个信息子是教师和教材的传授，另一个信息子则是动手实验得来的信息。只有教师和教材信息与实验信息形成相互支撑，才能形成学生的成功认知²。因此，无论是教育发展的历史经验，还是信息论的基础研究，都证明了实验活动是学生对科学知识认知的关键因素。实验信息是教育信息流不可或缺的构成要素。要实验教育信息化，绝对不能缺乏在实验教学领域的信息化或者说数字化。

纵观去年上海教博会展出的教育信息化解决方案和当下的主流教育信息化产品，可见目前教育界及围绕教育信息化开展工作的企业界，主要针对都是一~四类信息，能够满足第五类信息获取和传输要求的教育信息化项目极少。

物以稀为贵，能够将实验教学手段、方法、过程和处理数字化、信息化的数字化实验，自然就会产生对整个教育信息化进程的独特贡献。上海市中小学数字化实验系统研发中心及DIS的教育价值可见一斑。

但这远远不是研发中心和DIS价值的全部。

数字化实验补齐了数字化校园的关键缺环

长期以来，“实验数据-实验信息”难以获取，既有技术层面的原因，也有政策和社会层面的原因。

政策和社会层面的原因主要是应试教育的影响，导致教师回避实验，转而向题海战术要效益；技术层面的原因则有两个方面：首先，传统仪器设备功能单一、效率低下，实验数据呈现出来以后需要人工估读、手动记录、事后分析，过于繁杂的实验操作占用太多课堂时间资源；其次，传统实验设备长期以来没有创新发展，导致实验教学数据测量方面出现大面积空白，影响教师开展实验教学的信心。

数字化实验将信息技术手段与实验教学相整合，方便了“实验数据 - 实验信息”的获取：

- ◆实验信息采集的数字化——对应各种传统仪器仪表的传感器
- ◆实验信息传递的数字化——数字电路为基础的数据采集器
- ◆实验信息呈现的数字化——PC、平板、手持设备等数字化平台
- ◆实验信息处理的数字化——单机和网络版的计算机软件

数字化实验的上述革新基本解决了造成“实验数据-实验信息”难以获取的技术层面的阻碍，并且为国家采用新的教育政策，比如在初高中毕业考试中增加具有可操作性的实验考核提供了必要的技术手段。比如上海的高中学业水平考试加试 DIS 实验等，在一定程度上促进了学生和学校对实验的重视，提升了实验教学的地位。

数字化实验已经通过课程标准和课程教材的认可，成为教育信息化进程中一个已得到推广、落实、应用和验证的项目。上海市的 DIS 研发和应用促进了学习方式和教育模式的创新，并且在不断创生着新的教育资源。

随着教师电脑、校园网和各类教室终端的迅速普及，整个教育界的基础信息环境大幅度改善，数字化校园也正在蓬勃建设之中。某些装备领先的学校和地区（如浦东新区），已经经历了数字化校园的二次、甚至三次升级。这些学校和地区的经验告诉我们：数字化实验已经成为数字化校园和教育信息化不可或缺的组成部分，并且将在今后的教育信息化进程中得到更大的发展。

2014.07 初稿，2014.09 再稿