

创新实验室之我见

李 鼎

摘要：

本文从分析目前国内创新实验室建设的现状入手，揭示了创新思维培养面临的认识困境，从思维科学的高度指出减轻学生负担才是培养学生创新思维的最有效的手段。

关键词：

创新实验室、创新能力、创新思维

一、关于创新实验室的定义

创新实验室的定义并不清晰。目前所谓的创新实验室只不过是随着国家新一轮课程教材改革的推进，及国家经济发展加大教育投入后涌现出来的多种类型实验室的统称。

首先，创新实验室指的是“以构造创新环境、培养创新人才为目标”的实验室。这一类别的实验室建设尝试在国内国际均呈现增长态势，其风格在向科技馆和科技活动室的方向靠拢，已经打破了关于科学教育“Formal”和“Informal”（常规和非常规）的区别。但也正因为这样，此类创新实验室的装备没有形成国家甚至地区级别的共识，更没有国家或地区级别的装备标准作指导，多停留在自主模仿国外学校或模仿科技馆展室的阶段，主要属于部分小学和部分高中的“校本行为”。

其次，创新实验室的定义也可以指向“以创新的实验方法来完成实验教学目的”的实验室。这一类别的实验室多配备了课改之后涌现出来的新型实验装备，体现了实验手段的升级换代。包括上海教委主持研发的数字化实验系统（以传感器等替代传统仪器仪表的数字化设备为核心，用于中学理化生和小学科学实验教学）、互动式数码显微镜系统（用于中学生物实验教学）等。此类实验室所承担的实验任务基于课程教材，其目的是“实现信息技术手段与实验教学的整合”，进而“培养学生在信息技术环境下的自主学习和自主探究能力”。此类实验室的实验环境也根据实验手段的改进而做了一些调整，如普遍采用了能放置计算机的实验台等。但没有像“以培养创新人才、构造创新环境为目标”的实验室那样将实验室变成令人感到面目全非的科技活动室。此类实验室的建设最初是校本行为，后来演变成部分地区的政府行为，如上海，近四年间通过政府招标采购的方式在全市各区县近二分之一的高中建设了数字化实验室。

从目前来看，已建成的创新实验室多是指后者，即“以创新的实验方法来完成实验教学目的”的实验室，而被大家所津津乐道的则是前者，即“以培养创新人才、构造创新环境为目标”的实验室。

随着上海市教委主持的“中学物理数字化实验 DIS”系统项目获得“国家基础教育课程改革教学研究成果”一等奖，“以创新的实验方法来完成实验教学目的”的实验室的开发和建设探索已得到国家的认可。但不可否认的是：随着“钱学森之问”的提出且迟迟得不到解决，对高等教育的不满已引发了基础教育阶段部分学校的自主行为——让我们的学生提前接受高校科研的熏陶、让我们的学生自己的学校里就接受创新教育！因此，现阶段学校实验室的建设均承载着教育界乃至全社会针对培养创新型人才的期望，建设者都期望通过创新性实验

方法的采用和创新型实验环境的构建满足这一期望。特别是在部分发达地区学校财力显著增长的前提下，出现了“以构造创新环境、培养创新人才为目标”的实验室建设热潮。可这些创新实验室的建设多因校本原因而致使方向和内容各异，大家都在探索而少有被全面认可的方案。

二、基础教育阶段现有的创新实验室形态

1、小学阶段

A. 数字化实验室

主要指使用“传感器+计算机”系统或类似技术替代传统的实验仪表，或与传统的实验仪表并行使用，构建的一种能够快速获得实验结果并能够认识事物变化过程的实验室。

◆优点：方便快捷、生动形象，变不可见为可见，支持户外、野外实验。

◆缺点：需要配备计算机或类似的智能终端系统。

◆建成数量：较少。目前多处于规划论证阶段。

◆发展展望：实现了信息技术与实验教学整合，符合实验教学工具体系升级换代的要求，前景看好。

B. 科学工坊

主要指引入微型机床、机器人套件、电子学套件等之后，在小学内建立的一种以培养动手和实践能力为目的的实验室。

◆优点：可根据学校自身特点向多个方向延伸，形成校本特色。

◆缺点：高度依赖现场指导老师的经验和水平。

◆建成数量：较多。学校从本身师资能力出发，往往选择其中一个方向进行建设。

◆发展展望：能够满足小学生实践能力培养的需求，前景看好。

C. 小学科技馆

主要指引入系列科技馆展品的缩微复制品之后建成的展示室。

◆优点：成本低，建设周期短。

◆缺点：新鲜一时，更新不易，学生的兴趣很快消退。

◆建成数量：有一定数量，成为部分小学科学教育的“速成”式选择。

◆发展展望：产品千篇一律，学生缺乏动手机会，产品质量良莠不齐，厂家更新维护不够，很快将退出历史舞台。

D. 气象站、环保监测站等科普设施

属于学校传统的科学教育形式，曾经以“红领巾气象站”等模式普及全国，事实证明其科学教育效果很好。目前只有少数学校坚持下来，大部分学校已经将其遗忘。

随着技术进步，以系列气象传感器为核心构建的“数字化气象站”、“数字化环保站”开始崭露头角。气象信息、环境数据的人工记录变成系统自动记录之后，还可以通过特定的计算机程序基于现有数据进行气象、环境趋势分析。

◆优点：每校一点，自动记录，集观天气、识气象、知环境、护环境、学科学于一体，多校联网，并可获得区域级别的累计气象和环境信息。

- ◆缺点：需要配备计算机或类似的智能终端系统。
- ◆建成数量：较少。多处于规划论证阶段。
- ◆发展展望：符合小学阶段科学教育的总体要求，发展前景看好。

2、初高中阶段

A. 数字化实验室

主要指使用“传感器+计算机”或类似技术替代传统的实验仪表，或与传统的实验仪表并行使用，构建的一种能够快速获得实验结果并能够认识事物变化过程的实验室。

◆优点：方便快捷、生动形象，“采集高速度、数据高密度、结果高精度、呈现高可视度”等特点在初高中理科实验中得以充分发挥，在引导学生建立对“数型关系”的认识方面有不可替代的作用。

- ◆缺点：需要配备计算机或类似的智能终端系统。
- ◆建成数量：在部分经济发达、教育发达地区已达一定规模，但在全国仍属少数。
- ◆发展展望：有上海课改物理教材、全国高中物理教材（人教社、粤教社、沪科社）以及国家实验室装备建设标准（《中华人民共和国教育行业标准》JY/T0406-2010、JY/T0386-2006）可依，既能够完成课改理、化、生、地实验教学的任务，又具备开发创新实验和探究实验的扩展性，发展前景看好。

B. 校本创新实验室

按照学校校本研究的方向和师资特点，引入各种相对高端的科研设备、机械等，在学校内建立的一种以培养科研和实践能力为目的的实验室。

◆优点：可根据学校自身特点向多个方向延伸，形成校本特色，并能够形成具有一定科研水平的研究成果。

- ◆缺点：标准不一、投资巨大，对师资依赖严重，不能保证学生的参与率。
- ◆建成数量：仅在上海、北京等经济发达、教育发达地区的部分名校内有所出现，全国罕见。
- ◆发展前景：难以在全国范围内推广。

三、创新实验室发展趋势分析

实验教学是理科教学的根基。重视实验、强化实验是回归教育的本原。教育实践证明：通过实验的普及和深化，可以培养学生的动手能力和操作能力，并加深学生对课本知识的理解和认识。

但是到目前为止，教育实践还不能给出一个确切的等式，证明某种实验环境与学生创新能力提高之间的相关性。

创新能力主要是指思维能力，尽管包含一定程度的动手实践能力，但公认的是：没有创新思维，就没有创新行为。根据钱学森关于思维科学的观点，创新能力的基础在于创新思维，是属于“前科学”阶段的研究范畴，是别人很难学到的科学以前的知识或者说智力或精神财富。从这个角度讲，创新能力只能以一定的统计概率从人群中获得，但很难针对个体进

行“Input-Output”式的培育。教育专家、首师大艾伦教授也明确指出：创新能力既然是能力，就应归入隐性知识。而许多隐性知识具有“先验性”，不是靠同化，而是靠顺应（即点化），这一结论得到了心理学上“顿悟”实验的支持。

大量的教育实践也表明：创新能力与其说是需要“培养”，不如说需要“启发”或“激发”，即通过某种有效的方式刺激学生产生认识上的飞跃，从而点燃学生内心创造的冲动从而掌握创新创造的思维方式。牛顿、爱因斯坦、霍金等划时代大师的革命性的创新创造均来自于其思维的升华而非物质条件的堆砌。牛顿是做过大量实验的，但那些实验都不能证明其最伟大的贡献——万有引力定律；爱因斯坦凭借 1905 年一年之内“快乐的思考”就奠定了自己在科学史上的地位，但他那时候并没有完成针对相对论的验证性实验（终其一生也没有做这方面的实验）；霍金更是“述而不作”的典型，即便不是因为病残之躯导致的无奈，身体健康的霍金恐怕也很难在实验室里“造”出《果壳里的宇宙》并验证《时间简史》。霍金靠的是以物理、数学、逻辑、哲学甚至宗教为基础的过人的头脑，这是真正的创造性思维。

说到这里，作者必须声明绝无将学生创新能力的培养问题神秘化的倾向。但创新能力的确是人类智力王冠上的明珠，属于人类思维的最高级成果。而目前的脑科学连人类思维的机制还没有定论，其最高级成果的来由又怎么能弄得清楚？最新研究成果表明：人脑的思维活动表现出一定程度的量子特征。如果这样那就更困难了——前方有“测不准原理”这个黑洞在等待着我们！先抛开思维的本质等过于本原的问题，可以肯定的是：创新能力培养绝对不是一个单纯环境物化和外界强化的过程，更不是一个简单的“种瓜得瓜、种豆得豆”的过程。按照机械论的观点和方法，只能培养出机械类的产品。即便在实验室内堆满了高端的现代化仪器，如果不讲究教学方法，不让学生对知识的获得过程有足够的体验，没有堪称“艺术家”的教学大师（如国外科学教育格外推崇的“Science Producer”——集讲解、实验、沟通和指导于一体的复合型人才）现场指导，最为重要的是：如果学生没有在自由的环境下体验到一两次哪怕最微小的创新和创造的快乐，从而建立起毕生对这种快乐的追求，那么所谓“创新实验室”培养出来的学生只不过是技工和操作员。

而且，创新能力绝对是以知识为思维基础、以信息为行动载体的。因而，脱离学生的知识积累和其生理及心理年龄对应思维基础的创新教育，均难以避免揠苗助长的倾向。基础教育阶段实验教学的总体功能还是学习知识，兼顾获得知识的方法。

因此，与课改教材紧密配合、经过上海教委研发和教学应用实践获得成功的数字化实验室或类似系统，以及“科学工坊”、“科普活动基地”等理应成为今后学校现代化建设的可靠的、具有扩展性的基础设施，并可为学生创新能力的培养提供一定的物质基础。有了这个物质基础，再给学生多一些自由和宽容，少一些限制和负担，那么我们在静静的等待之后就会收获意想不到的效果——少一点干预，多一份惊喜，正如人际罕至的热带雨林中总能发现奇异的生命。

而在教育投入能够满足需求的前提下，其他类型的创新实验室可以依据校本特征尝试建设，但不宜做成天下一统的标准，否则势必造成投入过度、劳民伤财，同时也达不到培养学生创新能力的最终目标。试想：整齐划一的麦田里面能否发现珍稀的灵芝呢？

有教育专家言到：“培养创新能力？把中学生关起来做那么高级的大学实验还不如减轻

点课业负担，让他们多看点闲书，多有点思考和想象的空间！”

真言也！

2011年5月28日

参考文献：

- 1.【英】亚历山大·伯德著·科学哲学[M]·贾玉树、荣小雪译·中国人民大学出版社，2008.
- 2.【英】W·C·丹皮尔著·科学史及其与哲学和宗教的关系[M]·李珩译·广西师范大学出版社，2001.
- 3.【法】亚历山大·科瓦雷著·牛顿研究[M]·张卜天译·北京大学出版社，2003.
- 4.【中】钱学森、戴汝为著·论信息空间的大成智慧——思维科学、文学艺术与信息网络的交融 [M]·上海交通大学出版社，2007.
- 5.【英】迈克尔·杯特、约翰·葛瑞本著·霍金传[M]·邱励欧、王滋 译湖南科学技术出版社，2006.
- 6.【美】阿尔伯特·爱因斯坦著·爱因斯坦晚年文集[M]·方在庆、韩文博、何维国译·北京大学出版社，2008.
- 7.【美】B·H·坎特威茨等著·实验心理学[M]·郭秀艳等译·华东师范大学出版社，2001.
- 8.《中华人民共和国教育行业标准》JY/T0406-2010、JY/T0386-2006