

美国科学教育改革的承诺与挑战

演讲人 _Norman G. Lederman_ 录音整理翻译 _姜景一_

如果骑手的马死了，有经验的骑术教练会说：“马死了，那你就换匹马。”在马术界当然可以这么简单，但是如果教育出了问题我们常常不会采纳这样的建议，而会采取其他的一些做法。比如：更换骑手；去那些比较擅长“骑死马”的地方参观学习；设立一种新的测试骑手能力的考试；发明一种新的骑术；提高骑术的标准；甚至责怪马的双亲，因为问题总是出在繁殖饲养上……这当然是个笑话，但是说明了一些问题的实质。改革总是会有很多困难的，我们在改革的时候永远不要忘了是在一个什么样的背景之下，我们要推动变革，但不能草率。历史上，美国对教育进行了几次重要的改革，总的来说，是关于美国科学教育的改革。下面简单介绍一下美国教育改革方面的一些情况。

◎ 《科学素养的基准》和《国家科学教育标准》

1993年，美国科学促进会（AAAS）推出了《科学素养的基准》，这是该组织推出的一系列教育改革指导文件之一，描述了学生从幼儿园到十二年级的不同阶段，在科学、数学和技术方面应该知道和掌握的知识与技能。在美国，这个科学教育改革研究成果得到一些州的响应，有些州按照“基准”对科学教育进行改革。但是就像美国没有国家课程和考试一样，也有一些州并不采纳。“基准”有一个比较特别的地方，它在科学素养方面，除了科学的内容外，对于数学和技术也进行了重点强调。它分别对科学、数学和技术的性质进行了阐述。此外，“基准”还包括了自然环境、生存环境、人类机体、人类社会、被改造了的世界、数学世界、历史展望、通用概念、思维习惯等不同的章节。有趣的是，“基准”认为心理学也属于科学课程的一部分，尽管这是否合适还存有争议，但其提供了强有力的论证来说明心理学在科学课



Norman G. Lederman 博士，著名的科学教育专家，美国伊利诺伊理工学院数学与科学教育学分院院长及教授，拥有10年高中生物学和化学课授课经验，之后投身于科学教师教育事业长达20余年。曾任美国科学教育研究协会主席、美国科学教师培训协会主席。

程中的重要性。

1996年，国家研究理事会（National Research Council）——一个更有政策影响的科学研究机构——发布了《国家科学教育标准》，设定了学生在高中毕业时在科学方面所应达到的程度。与美国科学促进会发布的系列科学教育改革的文本不同，《国家科学教育标准》只有一个文本。该科学教育标准秉承以下几个基本原则：

- 面向全体学生。这一点是对美国教育体系的巨大挑战。因为要求每一个学生在知识和技能方面达到同样的水平，整个学校教育所安排的教育资源、教师，以及家庭、社会环境因素都必须要尽其所能地帮助每个学生达到标准。
- 科学学习是一个主动的过程。这是一种以学生为中心的学习，学生不是仅坐着听教师讲，而是需要提问和积极参与。
- 学校科学教育应该反映现代科学实践所具

有的理性传统和文化传统特征。“标准”认为，学生应该用探究的方式学习科学，学生应该像科学家了解、认识自然世界的过程那样来学习科学。

☞ 提高科学教育质量，推动科学教育改革是一项系统性的工作。“标准”重点强调提高科学教育质量是一个由多个部分组成的系统性工程，需要整个教育共同体整体性地做出改变，而不仅仅是教师、学生和课程，否则不会有成效。

因此，《国家科学教育标准》包含了教师教学、科学教师的专业发展、科学教育评估、科学教育的内容、科学教育的大纲以及科学教育保障系统等各教育系统构成单元的标准，强调了教育各个方面的问题，而不仅限于科学教育的内容。

◎ 《不让任何孩子落后法案》 (No Child Left Behind Act)

任何教育改革实施都需要足够的时间，我个人认为基础教育改革至少需要12年，因为我们需要监测、评估整个教育改革对于各年级学生表现的成效。“基准”和“标准”都很有影响力，很多学校会选择遵循其中一个文本。但这两个文本的出台只是从研究或建议角度上推动教育的改革，严格地说并不是真正的教育改革，因为各州可以接受采纳，也可以不采纳。而《不让任何孩子落后法案》是真正意义上的教育改革。2001年，美国前总统布什在任期间，联邦政府批准了《不让任何孩子落后法案》，这是一项国家教育改革立法。这项改革法案的主要举措有以下几个方面：

☞ 从教育结果的角度强化教育的绩效责任。密切监测学校学生每一个学年在学业上所取得的适当进步，达到进步标准的学校将获得更多的资金支持。

☞ 给予各个州和学区更多灵活性。对于有些教育问题，地方可以选择自己优先考虑的领域，联邦政府不管地方如何实现以及是否实现。

☞ 采用实证有效的教育方法确保学生有效学习。强调教育研究应该像科学研究一样，周密仔细地使用对照、实验设计等一系列在科学研

究中所采用的方法，以实证来确认有效的教育教学方法。因此，以科学研究为基础的教育研究会获得支持。所有在学校中采用的教育方法都应该通过科学研究得到证明。

☞ 赋予家长更多的选择。家长可以了解到学校的表现情况，从而有权择校，并对学校教育改革发挥更大的参与作用。

◎ “卓越竞争”计划 (Pace to the top)

2009年，美国总统奥巴马提出“卓越竞争”计划，这是一个资金支持计划，鼓励各州竞相改革教育体系。各州必须提出已经被证明是有效的改革方案，方可得到联邦拨款。计划主要支持：

☞ 推广教育标准和评估测试，使学生能够在大学学习、工作以及在全球的竞争中获得成功。从国家安全和发展的战略角度考虑，这是政府最关注的问题。

☞ 建立评测学生发展的数据系统，为教师 and 校长们提供信息来改进提高教学和管理。通过收集分析数据帮助教育决策。

☞ 招募发展教师和校长，通过奖励保持教育人员的稳定，防止教师流失到其他收入更高的行业，特别是最需要的有能力的优秀教师。

☞ 扭转成绩最差的学校的状况。

◎ “科学、技术、工程、数学”整合试点 (STEM)

这是一种综合性的教育和学习方法试点，吸取科学、技术、工程、数学每一个领域的基础整合成一个全面综合性的教育课程，打破各学科的传统隔阂，通过对某一学科知识和技能跨学科应用，使学生能够更多、更深地理解科学、技术、工程和数学，帮助学生获得批判性思维能力的坚实基础，毕业后可以应用到其他专业学科领域。

◎ 《科学教育的新标准和理论构架》

2010年，美国国家研究理事会推出《科学教育的新标准和理论构架》草案。新标准对

1996年的“标准”进行了调整，精简了“基准”中过多的内容，以利于教师更好掌控，其基本理念包括：

- ☉ 儿童是天生的“研究者”。
- ☉ 对科学的理解和学习是一个持续发展的过程。学生对一个科学概念的充分理解和掌握不是在一年的课程或者一个单元的课程中完成的，而是随着年级的增长不断积累和逐步扩展的，我们称其为学习进展（Learning Progression）。
- ☉ 科学不仅仅是知识。我们希望学生不仅学习知识和概念是什么，还应该了解这些知识是如何被构建、拓展、完善和修正的。
- ☉ 科学教育要联系学生的兴趣和经历。科学教育需要与学生的日常生活密切联系。
- ☉ 促进公平。这与原来标准中“面向全体儿童”的原则是一致的。

新标准使用了原有标准中生命科学、地球科学、物理科学、工程与技术的跨学科概念归类，并特别重视工程和技术。

培养人的科学素质是教育的目标。因此，科学探究是以培养科学素质为目标的课程的最主要内容。学生需要学习提出问题，设计解决问题的方法，收集数据，分析数据，得出结论，并学习与别人讨论辩论。同时以培养科学素质为目标的课程，重视对科学概念的学习，但不是只能答题考试，而是培养学生的分析、解释、评价等高级思维能力；这样的课程强调科学探究的学习，不仅要求会用探究的方式，还要理解科学探究的核心实质是什么，科学知识是用特定的方式发展形成的；这样的课程强调解决问题，强调把技术作为学习工具来加以利用。

◎ 美国科学教育改革面临的挑战

☉ 学科深度与广度的矛盾

课程如果特别强调广度必然导致知识学习的表面化，学生的知识是“一英里宽，一英寸深”。但如果过于重视学习的深度，很多科学领域中有代表性的观点就无法提供给学生学习。因此存在着“精简即丰富”与“少就是少”的不同观点之间的争论。这个平衡是科学教育改革很难决策的地方。

☉ 地方化课程管理带来的问题

美国没有全国性课程和真正意义的国家考试。教育的管理在各州，学生学习的学校是各个学区的税收所支持的。对于课程政府只能推荐，但没有硬性的要求。如何在全国推广教育改革，但又同时保持各州和地方化的学校管理是我们面临的问题。我们需要说服大家遵从教育改革的方向，但是非常困难，因为涉及到整个美国教育体制的问题。

☉ 完成学科内容学习与进行科学探究之间的平衡难以掌握

实现培养科学素质的目标，要求学生学习基本的学科内容，了解科学知识是如何被建构发展的，以及如何应用知识来解决问题。对探究和决策技能的关注增加了，相应的对于学科内容教育就会减少。做好二者的平衡非常困难，这个矛盾与“深度与广度”的矛盾是相似的。教师们的反映是我们没有时间保证学生进行探究性的学习。

☉ 研究与实践相脱节

教育研究人员希望能够把对教学与学习科学的研究与教育改革相结合，但是研究人员很少能够把研究中的发现转化成对实践的建议，或者研究发现无法解决教育中的重要问题。这就像一些医学研究成果无法帮助医生解决临床面临的问题一样，学术论文和研究数据不能直接帮助教师的教学。提高研究质量并有效地转化研究成果还有很多工作需要做。

☉ 教师转变是教育改革中的重要问题

教师对于教育改革常常会有一种抵触情绪，认为改革不会起到什么作用。还有一些教师对于教育改革没有完全理解或者缺乏信心。改变教师的行为和实践，需要首先改变教师的理念。如何使教师们将教育改革所推行的理念内化为自身的认识并融于教育当中，是教育改革的关键问题之一。

☉ 教师培养所面临的问题

教师的职前教育由各州负责管理，没有要求必须以基于研究的方法来培养教师，也没有针对教师教育课程的体系性标准。对于实施教师培养的人也没有具体的标准。而教师的在职教育方面，所接受的专业发展培训在质量和数量上也存在问题。■