

物理教育改革:回顾与展望

(北京师范大学 罗莹、张墨雨 编译自 Valerie K. Otero, David E. Meltzer. *Physics Today*, 2017, (5): 50)

几乎是在物理学成为高中课程的同时,物理学家就开始寻求教授物理学的方法。芝加哥大学的物理学家 Charles Mann 于 1906 年在《中学科学与数学》一书中指出:“想要掌握科学,就必须学习如何合理解释现象,并使之成为一种习惯。这一习惯只有通过科学研究才能习得。”

尽管 Mann 的观点与众多物理学家是一致的,但直到物理学成为中学课程后 200 多年的今天,这一愿景也未能实现,其主要障碍是缺少经过有效培训的物理教师。

下面简要回顾物理教育改革事件的时间线(图 1),并努力探究其背后缘由。

通往“每个学生成功法案”之路

2015 年 10 月 10 日,美国总统奥巴马签署了“每个学生成功法案 ESSA(the Every Student Succeeds Acts)”。它试图解决 2001 年“不落下一个孩子法案”引起的、学校过于注重考试、而忽略了科学本身的

问题。解决这一问题的关键是合格教师的培养。为此,ESSA 的重要内容是“准备、培训和招聘高素质教师、校长或其他学校领导者”,允许各州用部分联邦教育资金创建教师预备学院,并制定了严格的政策。例如,不能强制要求教师拥有高等学位或进行过学术研究;不论是否曾获得了学士学位,学院的毕业生都将获得“至少相当于教育硕士”的学位。也就是说,未来的教师有可能从未学习过物理或数学的本科课程但却在教授物理。这正是立法者的目的——让市场而不是专家来决定如何培养物理教师或是其他教师。

判断未来美国如何实施这项法案仍为时尚早,到目前为止还没有这种教师预备学院成立。对物理教育意味着什么,其结果也很难预测。物理教育改革和物理教师教育的发展历程可以提供一些启示。

持续不断的教育改革

总体上,在 19 世纪末、20 世纪

初,物理学家和教师都致力于物理教育重要性的宣传,倡导物理教育应让学生像科学家一样探索与发现。这一努力使得 1880 年至 1900 年间,高中生和大学生使用物理实验室的情况大幅增长。1906 年,科学与数学教师中心协会委托物理学家和高中物理教师一起进行的、使“基础的物理课更有趣和吸引力”的研究发现,对“科学获取结果的方法”的学习比“零散的知识或理论”更重要。

此后,围绕着这一主题的教育改革不断、循环往复进行。科学教育改革者一直尝试用“演绎方法”、“科学探究”、“科学性质”等术语引领科学学习。如 2012 年国家研究委员会颁布的 K-12 科学教育框架指出:科学教育期望学生能自主参与到实践中,并从中获得知识,而不是从老师那里学习。这一目的与美国科学促进会 20 年前推动的“科学实践”非常相似。

尽管不同时期的流行术语不同,但物理教育和科学教育领域中



图1 物理中遇到的教师培训问题时间表

保持不变的是：科学家从来都要求进行具体的教学方式变革；尽管科学界一直进行着强烈的抗议，但大多数老师的科学知识储备仍然不足(图2)；今天的改革者拒绝承认以往改革出现了类似的努力和问题。

难以克服的阻碍

一般来说，大学的教育学院承担着培养物理教师的主要任务。最新调查显示，对于占美国物理教师约30%、拥有物理学硕士或本科学位的教师，他们中微弱多数的学历是由教育学院颁发的。这意味着他们的教学计划中由教育学院安排了相当一部分的教育学课程。

教育学院的教授一般不具备等同于硕士的科学研究背景，通常难以完全理解由科学家制定的、教育目标的真正意图。多数政策制定者同样也缺少科学研究经验。这就有可能导致课程设计和教育政策不仅没有起到促进作用，反而产生了阻碍。反之，科学家制定的课程标准和大纲若被政策制定者或教师教育者误解的话，也会影响课程实施。比如，有些教师教育者对“科学实践”的含义表示出困惑，认为“科学教育没有给‘科学实践’一个明确定义，虽然我们同意学生应该参与‘真实的’科学活动，但对学生应具体学习什么还未形成共识。”

长期以来一直存在着对科学教育改革目标的另一种解释，称之为技术应用观念，把科学家提出的、强调项目和实验的教学方法误解为将科学事实应用于日常技术或社会问题，表现在对工程设计项目的过于重视，如许多项目都采用STEM(科学、技术、工程和数学)这一表述。显然，这种观念的积极作用是实现了让学生将科学应用于日常生

活的目标，但其遗漏的是，“发现”的过程才是科学家进行实践的主要动力。这导致科学教育偏离了原来的目标，甚至起到相反的作用。

目前的挑战是如何让众多的教师教育者和千万名的预备教师，以与科学家相同的方式来体验科学。如果没有这种努力，国家对科学教育的改革就难以成功。

以法律的名义

尽管ESSA存在使缺乏物理背景和经验的物理教师队伍扩大的风险，但其也提供了一个改革的新途径——让物理学界设立物理教师预备学院成为可能。

2008年，美国物理学会、美国物理教师协会和美国物理研究院共同组建了“物理教师教育机构”(T-TEP)，以应对美国物理教师教育面临的挑战。2012年发布的最终报告对物理学家、物理教育研究者和教育学院提出了组建物理教师教育区域中心的建议。中心将由拥有物理学、物理教育和物理教育研究背景的学者领导。ESSA资助的教师预备学院可以作为T-TEP设想的区域中心。中心将与物理系合作，根据物理学和物理实践研究设立国家支持的课程。

与过去相比，今天物理系的新优势是物理教育研究(PER)学者普遍存在。PER学者通常受过很好的物理训练，具备物理学的研究生水平，能够运用科学的方法研究如何学习和讲授物理。同时，物理系还

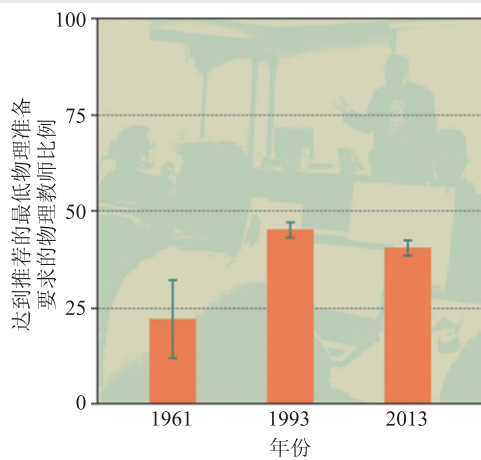


图2 过去几十年中，美国高中物理教师中受过物理培训的人数一直增长，但拥有大学物理委员会推荐的至少24个学分的物理准备的教师仍不到一半。图中1993年和2013年的数据显示，这两年主修或辅修过物理或物理教育的教师比例相近，其置信水平为95%。(1961年数据的误差线显示柱状图所代表的教师所修学分在18到29个学分之间)。更早的，全州的调查显示在二战前的几年中，只有不到20%的物理教师完成了推荐的教师准备

可以提供丰富的教学实践资源，预备教师可以帮助本科生体验科学研究的智力挑战和科学探究的美感，培养“科学精神”。

T-TEP长达一年的调查显示，由从事PER研究、有能力的领导者来保证物理系的资源有效用于物理教师培养是非常必要的。他可以将丰富的物理实验资源、研究经验等转化为教学方法与教学技术，与物理系的同事和教师教育学院合作对科学教育产生强大的积极影响。

物理系或国家实验室与教师预备学院间将如何进行合作？合作的商业模式是什么？资金如何分配？目前并没有明确的解决方案。但是，如果物理系不采取行动，将其留给非物理学家，则很有可能再次重演历史。