

Peer-Instruction—哈佛大学物理课程教学新方法

张 萍 Eric Mazur

摘 要: Peer-Instruction 教学方法是哈佛大学著名教授 Eric Mazur 创立, 使用专门设计的用于揭示学生错误概念和引导学生深入探究的概念测试题 (ConcepTests), 借助计算机投票系统 (Computerized Voting System), 组织大班课堂教学, 变传统单一的讲授为基于问题的自主学习和协作探究, 有效地改变了传统课堂教学手段、教学模式。在大班课堂教学中实现学生自主学习、合作学习、师生互动、生生互动。本文旨在介绍这种教学方法, 阐明其教育意义和促进学生学习方面的作用, 综述了 PI 教学方法的广泛应用和相关研究结果。

关键词: Peer-Instruction 教学方法; 概念测试题; 合作学习; 课堂讨论

教育研究表明: 合作、互动的学习方式对建构知识和培养学生的创新能力非常有效, 为促进学生有效地学习, 教育研究者设计出了许多合作、互动的教学方法。在我国很多高等学校的课堂教学评价指标中都包含有合作和互动的内容, 许多教师也意识到课堂的互动和学生之间的合作学习, 在建构知识和培养学生的创新能力方面的积极作用。但是, 目前国内大多数基础课还是以讲授为主, 其原因是这些课程一般都是学生人数在 100 人以上的大班课程, 合作、互动的教学方法在这样的大班课堂教学中, 似乎难以找到真正有效的实施策略。

本文第一作者在美国哈佛大学工程和应用物理学院的 Mazur Research Group 作高等物理教育方向的研究, 重点研究 Peer-Instruction (PI) 教学方法。PI 教学方法是哈佛大学著名教授 Eric Mazur 创立, 在大学物理课程中, 使用专门设计的用于揭示学生错误概念和引导学生深入探究的概念测试题 (ConcepTests), 借助计算机投票系统 (Computerized Voting System) 或选项卡片 (Flash card), 组织大班课堂教学, 变传统单一的讲授为基于问题的自主学习和合作探究, 有效改变了传统课堂教学手段、教学模式, 在大班课堂教学中构建一个学生自主学习、合作学习、生生互动、师生的互动的教学环境。

一、PI 教学方法概述

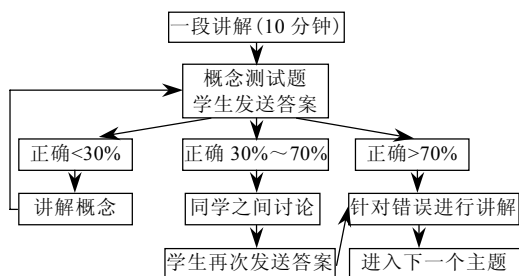
讲授式教学法通常以教科书或教师教案的内容顺序组织一节课的教学, 然后让学生课后进行复习和练习。PI 教学方法则首先要求学生在上课前预习, 回答

两个与阅读内容有关的问题, 并指出自己认为难以理解的部分。然后在正式上课时将一节课 (在哈佛大学一节物理课是一个半小时) 分成几个小单元, 每一个单元都是围绕一个关键物理概念设计的, 教师在讲授很短时间后, 给出一个概念测试题 (ConcepTests) 并依此为核心组织教学, ConcepTests 是专门为课程设计, 用于揭示学生错误概念和引导学生深入探究的测试题, 一般是多项选择题和判断题。学生从大屏幕上得到问题后, 首先要独立思考, 自主学习, 然后将个人的答案用“应答器” (Clickers) 传送给中心计算机。学生答案在指定时间内全部发送完毕后, 计算机汇总学生答案, 在大屏幕上显示出学生答题情况, 教师和学生可以立即得到反馈 (这些信息连同对应的题目也可以由计算机保存下来供将来研究之用)。

接下来教师可以根据学生答题的情况分别采用不同的教学策略。如果给出正确答案的学生人数比例为 30%~70%, 教师就安排学生就近分组讨论几分钟: 邻座的同学相互讨论、解释自己、说服对方、反省自己、批判对方、或彼此添加信息相互支持, 这是一个学生之间的互动学习的过程, 是一个精练概念的学习课程, 在讨论之后学生被要求再次发送个人答案, 在发送前学生会重新思考, 反思自己和别人的观点, 评价不同的概念和观点的有效性, 做出个人的新判断。如果绝大多数学生 (多于 70%) 给出正确的答案, 教师就精讲概念, 然后直接进入下一个主题; 如果回答正确的人数少于 30%, 教师依据反馈得到的信息对概念进行必要的阐述, 然后使用另一个测试题再次评价学生对这个概念的理解。研

张 萍, 北京师范大学副教授, 哈佛大学工程和应用物理学院访问学者; Eric Mazur, 哈佛大学工程和应用物理学院教授。

究表明：给出正确答案的学生人数占 30%~70%时，的分组讨论最有效；少于 30%和大于 70%时，讨论的有效性较差，这个研究数据也是设计概念测试题的评价指标。图一，给出了 PI 教学方法法则。



图一 PI 教学方法法则

在传统教学方法中，教师是通过批改作业、测验和考试等方式得到学生对概念理解的信息，但这些方式都是发生在教学之后；使用 PI 教学方法，教师可以通过学生对概念测试题的答题情况在课堂教学的过程中及时掌握学生对概念理解的程度，当学生讨论时，教师可以走到学生中间，或倾听或提问，了解学生对他们的答案是如何解释的，这些反馈信息使教师可以在课堂教学中第一时间作出相应的教学调整，从而使教学过程更有效。

PI 教学方法围绕一个核心概念组织教学的时间安排如下：

1. 提出问题（围绕要讲述的概念）	1 分钟
2. 学生独立思考	1-2 分钟
3. 学生提交个人答案	
4. 邻近学生讨论（PI）	2-4 分钟
5. 学生提交更新后的答案	
6. 解释正确的答案	2+ 分钟

借助概念测试题，鼓励学生在课堂上的互动、合作和关注概念的实质，是 PI 教学方法的主要特点之一。

二、PI 教学方法的教育意义

PI 教学方法坚持以学生为主体、教师为主导的教学理念。教师在教学过程中精讲教学内容中的重点、难点、疑点和关键点，启迪学生的思维，营造一个师生互动、生生互动和激发学生学习兴趣、引导学生探究的学习环境。在传授知识的过程中强调激励、唤醒、鼓舞。教学从学生现有的发展水平出发，通过一些影响学生的认知能力的问题 ConceptTests 来引起他们的主动性，并且不断激发他们，引导学生之间的合作学习，获得新的认识和产生新的思想，达成思维、情感与意志的和谐发展。

PI 教学方法构建以问题引导学生自主学习的过程。给学生讲的应该尽量少些，更多地引导学生去发现。PI 教学方法这种思想把学生推到了教学过程的主体地位，在课堂教学中，PI 教学方法的一个环节是要求学生在课堂教学中基于问题（ConceptTests）进行自主学习，独立解决和回答问题，为了使这个过程更有效，PI 教学方法还要求学生在课前预习。学生在进入课堂教学之前必须按教学计划阅读教科书，并在线回答三个问题，其目的是检查学生是否读书、对书中内容理解程度和要求学生写出预习过程中产生的疑问和兴趣点。问题是思维的动力，清晰准确的问题导致明晰和确切的答案。PI 教学方法中的自主学习的环节可以培养学生的独立思考，敢于创新及独立工作的能力。

PI 教学方法鼓励学生合作学习。如果学习者不与他人合作，缺乏了解与自己的立场、观点不同的机会，那么他只能停留在自我中心的立场，认知发展将会遇到障碍。PI 教学方法特别为学生设计了在课堂上的合作学习的环节，让学生有机会相互争辩、讨论、交流，共同解决问题，对物理概念形成更丰富、更深刻的理解。同时学会与他人的合作、交流、协商和共享经验。学习者只有在与他人的相互接触、相互影响之中，才能达到更完善的发展。美国哈佛大学文理学院的前院长叫做 Rosovsky，他曾经自豪地说过这样一段话：我们哈佛大学学生从互相之间学到的知识比从老师那里学到的更多。

PI 教学方法培养学生批判性思维。在学生的讨论中，每人都要阐释自己的观点，倾听别人的陈述和批评，反思自己和别人的观点，评价不同的概念和观点的有效性，做出个人的新判断。这有助于深入地理解物理概念，熟悉不同的思维方式，同时也潜移默化地培养学生批判性思维和评价能力。

三、PI 教学方法在促进学生学习方面的作用

1. 哈佛大学对 PI 教学方法的研究表明：PI 教学方法在促进学生深入理解物理概念和提高物理计算能力方面优于传统教学方法

哈佛大学在大学物理课程中使用 PI 教学方法进行的十多年的教学实践，同时对这一教学方法进行了科学研究，研究中使用标准化的评价工具 FCI (Force Concept Inventory) 和 MBT (Mechanics Baseline) 将 PI 教学方法与传统教学方法进行科学的比较。

哈佛大学的研究数据表明：在物理概念的理解、物理定性分析和定量计算几方面上，PI 教学方法均优于传统教学方法。2000 年哈佛大学 Mazur Research Group,

对在全世界使用 PI 教学方法的教师的大规模调查, 获得的数据中, 有 108 名物理课程的教师表示定量测量过 PI 教学方法的有效性, 其中 81% 使用评价工具 FCI 评价他们的课程, 有 11 个学院和大学提供了他们的数据, 共涉及 30 门课程, 汇总数据分析的结果也支持上述结论。

2. PI 教学方法减少了男女学习差异

许多研究表明: 女生科学课程分数低于男生, 物理课程学习中存在男女差异。从 1980 年起, 国际上开始有减少科学课程学习中性别差异的教学方法研究, 有研究认为女生在互动教学方法, 没有竞争的氛围和强调概念的课会更多获益, 因为女生更愿意在讨论中用语言表达想法, 而男生更喜欢独立工作。PI 教学方法中的讨论环节给学生互动和解释观点的机会, 哈佛大学 Mazur Research Group 研究了教学方法在减少物理学习中性别差异的作用, 研究数据表明: PI 教学方法构造的教学环境对男生和女生的物理学习都有很好的促进作用, 但女生获益更多, 使用 PI 教学方法的物理课程, 在课程结束时男女生学习差异比课程开始时减小了。

3. PI 学习方法在世界的广泛应用和相关研究结果

PI 教学方法是哈佛大学 Mazur Research Group 最先提出并应用于哈佛大学基础物理课程中, 十几年来 PI 教学方法已经应用于世界许多国家和地区的小学、中学、大专和大学的不同课程中, 并且带动了相关问题研究。我们收集到近百篇关于 PI 教学方法的研究文献, 文献调查结果表明: PI 教学方法应用于不同的课程中对学生学习的促进作用的结果如下: 增强学生的学习潜能和自信心; 促进批判性思维、问题解决和决策能力、分享经验; 降低学习焦虑; 互动教学利于知识保持和记忆……

另外, 在美国高等教育研究要求研究样本大, 使用科学的定性、定量研究方法和强调实验的重复性, 由于课程教学通常以学期为一个周期, 再次重复需要第二年的同一个学期, 所以教学研究实验需要周期很长, 在哈佛大学, PI 教学方法的提出、实践、改进和得出初步研究结论历经了十年之久, 后续研究一直在持续进行。哈

佛大学的 PI 教学方法研究在十年间三次获得美国国家自然科学基金(National Science Foundation)的支持, 相关文章: Farewell, Lecture? 发表在 SCIENCE 上。在全世界有很多学校和教师在不同的课程中使用 PI 教学方法, 在对 384 位使用这一教学模式的教师的调查中, 有 80% 教师表示, 这个方法很成功, 多于 92% 的教师表示将会继续改进和使用这一方法。

由于各个国家的国情不同、文化不同, 对高等教育的要求和评价不同, 对提高教育质量的内涵的理解也会不同, 然而教育学科自身的科学规律是客观的, 他决定了各自举措会有异曲同工之处, 因此需要交流、借鉴和合作。

参考文献:

- [1]E. Mazur. Peer Instruction: *A User's Manual* [M]. NJ: Prentice Hall, 1997:10, 16.
- [2]Nathaniel Lasry, Eric Mazur, Jessica Watkins. Peer instruction: From Harvard to the two-year college [J]. *Am. J. Phys*, 2008(11), 76(11):1066-1069.<http://aapt.org/ajp>.
- [3]C. H. Crouch and E. Mazur. Peer Instruction: Ten years of experience and results [J]. *Am. J. Phys*, 2001(9), 69(9) : 970-977.<http://aapt.org/ajp>.
- [4]Rao, S. P. and S. E. DiCarlo. Peer instruction improves performance on quizzes [J]. *Physiology - Advances in Physiology Education*, 2000, 24(1): 51-55.
- [5]Mercedes Lorenzo. Reducing the gender gap in the physics classroom [J], *Am. J. Phys*, 2006(2), 74(2):118-122. <http://aapt.org/ajp>.
- [6]Eric Mazur ,Farewell, Lecture? [J]. *SCIENCE*, 2009 (2), 323:50-51. <http://www.sciencemag.org>.
- [7]Adam P. Fagen, Catherine H. Crouch, Eric Mazur. Peer Instruction: Results from a Range of Classroom [J], *Physics Teacher*. 2002(4), 40:206-209.

[项目来源: 教育部新世纪教学研究所 2009 年高等学校教学方法改革项目“在基础物理教学中使用 PI 教学方法培养创新人才的研究”]

[责任编辑: 文和平]