

论科学本质的教育
On the Education of the Essentials of Science

项红专
(杭州师范学院继续教育学院, 副教授 杭州 310036)

随着教育的不断深入, 近年来我国中学科学教育取得了新的成就。但是, 由于在以往科学教育中忽视了有关科学本质的教育, 中学科学教育中存在着一个不容忽视的现象, 即学生学了若干年科学后, 学到了不少科学知识, 掌握了一些科学技能和科学方法, 接受了大量的解题训练, 但最终学生头脑中还是没有“科学”。由于缺乏对科学本质特征的理解

和认识, 对诸如“科学是什么”、“科学不是什么”、“科学能做什么”、“科学不能做什么”等问题不能给出正确的解答, 造成了学生现代科学素养关键部分的缺失, 以至于对一些迷信、伪科学和反科学现象也无法识别。重视科学本质的教育是国际基础科学教育的先进理念。在美国国家科学教育标准指导原则中的第三条是: “学校的科学要反映作为当代科学实践之

国家的指导, 还是市场的法则, 都要通过“内在逻辑”发挥作用, 不论是自由市场体制的美国, 还是具有悠久大学传统的欧洲国家, 都把大学看成是独立和自治的法人实体, 大学具有面向社会、自主办学的权力和自我发展、自我约束的机制, 国家很少或绝不直接干涉大学内部事务。大学的健康发展是其更好地满足社会需求的前提。“内在逻辑”是主体, 并非否认国家和市场的作用, 而是强调大学应有相对独立性和自主权。

2. 市场是基础 高等教育适应社会和市场发展的需要已成为世界多数国家高等教育赖以存在的基础。这不仅是从多数国家是市场经济体制来说的, 也是指高等教育必须把市场法则作为其运行和发展的基本法则。高等教育体制应是一种市场竞争体制, 大学与大学之间展开公平、公开、公正的竞争, 才能使高等教育充满活力。

3. 以规划为指导 由于市场法则的缺陷, 市场经济国家在保持高等教育的市场竞争体制的前提下, 都力图找到一种干预市场、调节供求关系、实现国家目标的手段。如美国主要通过立法拨款和科研合同拨款来实现, 西欧各国则多是通过直接的经费分拨来实现, 规划的强制性很大。各国都认识到建立“有管理的”高等教育市场的必要性, 加强规划成为共同的趋势。

在以上大的原则下, 还必须解决好以下具体的矛盾关系: 一是学术与政治、求真与求用、自主与自治的关系; 二是个人与社会的关系; 三是普通教育与专业教育、科学教育与人文教育的关系等。我们可以把现代大学理念概括为: “以人为本, 学术自

由, 平等竞争, 服务社会”, “以人为本”是现代大学的教育哲学观, “学术自由”是现代大学的根基, “平等竞争”是现代大学的活力, “服务社会”是现代大学的使命。

注释与参考文献

[1] 周志宏 . 学术自由与大学法 [M] . 蔚理法律出版社, 1989, 15
[2] 符娟明 . 比较高等教育 [M] . 北京师范大学出版社, 1987, 31
[3] John Henry Cardinal Newman, The Idea of a University, University of Notre Dame Press, 1982, preface xxxv;
[4] [8] [英] 阿什比 . 科技发达时代的大学教育 [M] . 人民教育出版社, 1983, 10; 7
[5] [6] [7] [美] 布鲁贝克 . 高等教育哲学 [M] . 浙江教育出版社, 1998, 9; 13; 15
[9] 肖海涛 . 大学的理念 . 华中科技大学出版社, 2001
[10] 韩延明 . 大学理念探析 (博士学位论文) . 厦门大学高教所, 1999
[11] 周海涛 . 高等教育理念谏议 [J] . 有色金属高教研究, 2001(2)
[12] 睦依凡 . 大学使命: 大学的定位理念及实践意义 [J] . 教育发展研究, 2000(9)
[13] [美] 菲利浦, G·阿特巴赫 . 比较高等教育 [M] . 文化教育出版社, 1987
[14] 王英杰 . 美国高等教育的发展与改革 [M] . 人民教育出版社, 1993
[15] Rosalind M. O. Pritchard: Government Power in British Higher Education, Studies in Higher Education, Volume 19, No. 3, 1994.

(责任编辑 王宏章)

特点的理性传统和文化传统”；在科学内容标准中的第八条是：“科学的历史和本质”。我国新颁布的科学课程标准明确提出了科学课程的一个基本理念是体现科学本质，在科学课程性质和价值中也明确指出要引导学生逐步认识科学的本质。重视科学本质的教育是当前科学教育改革的关键之一，结合现代科学技术发展和中学科学教育的实际，笔者认为科学本质的教育应着重体现在以下 10 个方面。

1. 真理性 科学，发现并揭示了自然界的客观规律，可见，规律是自在和自然而然地发挥作用的，是不依赖于人的认识而存在的，但却是能被人们认识的。爱因斯坦说：“相信有一个离开知觉主体而独立的外在世界，是一切自然科学的基础。”^[1]他还说过，这个世界最不可理解的是，它竟然是可以理解的。同时，规律也是不可违背的，如能量守恒与转化定律，在被发现之前就客观存在并支配着自然界的一切物质运动。19 世纪科学家迈尔、焦耳和赫姆霍兹等经过艰苦探索发现了这一规律，而历史上有许多人费尽心思设计出各式各样的永动机，皆因违背了这一规律均以失败而告终。此外，科学从自然本身说明自然，而不求助于自然界以外之物，如鬼神和超自然的意志等。

2. 系统性 科学是一种系统化的理论知识，是反映事物的全体、本质、内部联系及其规律性的整体知识系统。科学理论构成严密的逻辑结构。科学理论中有许多定理、定律和法则，但它们的地位是不平等的，而是有层次的。有些是经验性的，适用于特定的条件和范围，属于较低层次的规律，如力学中的胡克定律；而有些是整整一个领域中的基本规律，属较高层次的规律，如统帅经典力学的牛顿定律；还有些则是跨越各个领域的普遍法则，属更高层次的规律，如物理学中的对称性原理和与之相应的守恒定律。超过了弹性限度胡克定律失效，但牛顿定律仍有效。

3. 可验证性 科学研究采用实证的方法，虽然用到逻辑论证，但理论是否正确最终仍要由观察实验来验证。合理地解释了已有现象的观点只能是假说，只有被后来的发现多次证实的假说才叫做理论。即使理论，也要接受新的证据的考验。实证，并不只是指“证实”，更重要的是指“证伪”。对于任何理论来说，多少个正例也不能保证今后不出现反例，因此理论是不能完全被证实的；但只要有一个反例存在，并且能够通过观察实验来证实它确实存在，这个理论就是错误的。如在 19 世纪前广泛流传一种“自生说”，认为生命可以很快地从无生命物质中自发产出。“腐草化萤”、“腐肉生蛆”都曾被看作证明“自生说”的事实根据。科学家们做了大量实验，似乎也证实了“自生说”。但 1864 年法国微生物学家巴斯德的实验结果证明外界微生物侵入是引

起食物腐败的真正原因，从而给“自生说”判了“死刑”。

4. 批判性 科学反对任何崇拜和盲信，它的一个基本精神是批判、怀疑。批判是科学的生命。“归根结底，科学研究是对现今思想和行为所依据的学说及原理不断检验的一种思维活动，从而对现存的做法是抱有批判态度的。”^[2]麦克斯韦曾说：“我们的部门要在对明显的科学说明所依据的证据进行考察的基础上，不仅要提供和传播真实的科学原理，而且要提供和传播深刻的批判精神。”^[3]科学倡导合理的怀疑。例如，对万有引力定律也可提出质疑：万有引力定律是否一定适用于未发现的新的物质形式？反物质与反物质之间、反物质与普通物质之间万有引力定律是否也一定成立呢？

5. 发展性 科学是人类不断地探索真理的一种认识活动，科学家总是处于寻求真理的过程中而不是到达了终极真理。科学的核心是探究，科学通过探究而不断发展。万有引力定律的发现是一首三部曲，出场的主角依次为第谷、开普勒、牛顿。第谷侧重于天文手段和天文观测，以积累感性资料；开普勒侧重于资料处理和分析，以建立经验模型（或数学模型）；而牛顿侧重于物理模型的建立，以求对经验模型进行物理解释。所以，科学具有一种动态的品质，科学一个永恒不变的性质就是变化，就科学的理论内容而不就其精神价值而言，科学“永远是临时的”。科学不能够提供绝对真理或肯定无疑的真理。任何科学理论都是相对真理，都有一定的适用范围和条件。科学公开承认自己有所不知、有所不能。

6. 交叉性 各学科知识与方法具有相关性。普朗克说过：“科学是内在的整体，它被分解为单独的整体不是取决于事物的本身，而是取决于人类认识能力的局限性。实际上存在着从物理到化学，通过生物学和人类学到社会学的连续的链条，这是任何一处都不能被打断的链条。”^[4]如：化学中的氢键决定了水的一系列独特的热学性质——水的反常膨胀、水的比热和汽化热很高；“熵”的概念已涉及物理学到化学、环境与生命科学各个领域；DNA 双螺旋结构的发现则是物理学与生物学相结合的产物。不同学科间的交叉、渗透、受惠是双向的。正如一位生物学家所说：“我们可以稍微夸张地说，如果物理学家赠给生物学家以显微镜，则生物学家报答物理学家以能量守恒定律。”^[5]

7. 统一性 自然界本来就是统一的整体。普朗克曾经指出，自然科学从一开始就将把各种各样的物理现象概括成一个统一的体系作为自己最伟大的目标。爱因斯坦曾说：“从那些看来同直接可见的真理十分不同的各种复杂的现象中认识它们的统一性，确是一种壮丽的感觉。”^[6]追求统一性与和谐是他一生的目标，也是他的方法论思想的核心。科学发

展的历史,就是一部不断追求“统一”的历史。牛顿把地上物体运动和天上物体运动统一了起来,麦克斯韦把光和电磁现象统一了起来。能量守恒定律揭示了自然界各种运动形式之间的统一性,而细胞学说则揭示了所有生命现象之间本质的统一性。

8. 非功利性 虽然科学研究的结果用于合理地解释世界、有效地改造世界,最终造福于人类,但科学研究的最初动机是非功利的。萨顿认为,科学的主要目的和它的主要报酬是真理的发现,而科学已经产生的和正在产生的无穷无尽的财富只不过是它的副产品而已。吴大猷先生说过:“真正的科学家们研究的动机和原动力,是他们对求知、求真理的内在兴趣,而不是外在的名、利。”^[7]科学追求好奇。亚里士多德认为,发展科学需要3个条件,其中第一个条件便是好奇心。朱棣文教授也认为:“对于要成为一名优秀的物理学家所具有的素质,首先必须有好奇心,对自然的好奇、对普遍事物的好奇。”^[8]因此,“人类知识的新领域的开拓,不是以‘预订’方式得来的。这个道理很浅显;在我们知道‘电’之前,怎样可以想到电的应用?”^[9]

9. 民主性 科学是民主的,表现为3点。其一,在观察实验面前所有假说都是平等的。允许一切有事实或理论根据的假说存在,并给它们提供平等地接受观察实验检验的机会。其二,人与自然是平等的。相对论揭示出,一切坐标系都是平权的,没有一个优越的参照系;天文学中有一个基本观点:人类(及所寄居的地球、太阳、银河系)在宇宙中不具有特殊优越的地位;现代环境科学告诉我们,人类不能盲目地陶醉于对自然界的胜利,必须学会与自然界和平共处,否则就会遭到自然界的报复。其三,科学共同体内部人人是平等的。即给科学活动者以平等地参与科学创造的机会,人们可以畅所欲言、各抒己见、平权地争论,不必遵从任何人为的权威。

10. 双重性 科学就其本性来说,是追求至善至美的。而科学成果的应用,对人类来说,则可能产生好坏两种后果。如核能给人类解决能源危机指出了一条光明大道,而原子弹却可以毁灭人类;微生物技术既可以用于水体净化、治理污染,也可以用

于传播疾病、污染环境;电子技术既可以用于发展生产,解放人的体力和脑力,创造更多的物质财富,也可以作为社会控制、心理操纵等奴役人的新型手段。因此,科学的应用是有利有弊的,具有双重效应。爱因斯坦说得好:“科学是一种强有力的工具。怎样用它,究竟是给人带来幸福还是带来灾难,全取决于人自己,而不取决于工具。刀子在人类生活上是有益的,但它也能用来杀人。”^[10]

参考文献

[1] A·爱因斯坦著. 许良英等译. 爱因斯坦文集(第一卷)[M]. 北京:商务印书馆,1977,292
[2] W·贝弗里奇著. 陈捷译. 科学研究的艺术[M]. 北京:科学出版社,1984,93
[3] 王渝生主编. 百年诺贝尔科学奖启示录[M]. 北京:农村读物出版社,2001,137
[4] 成思危主编. 复杂性科学探索[M]. 北京:民主与建设出版社,1999,3
[5] 赵凯华, 罗蔚茵. 新概念物理教程(热学)[M]. 北京:高等教育出版社,1998,136
[6] [10] 汪信砚著. 科学价值论[M]. 南宁:广西师大出版社,1995,186,284
[7] [9] 柳怀祖编. 吴大猷文录[M]. 杭州:浙江文艺出版社,1995,204,122
[8] 华裕达主编. 创新——迎接新世纪的挑战[M]. 上海:上海科技出版社,1999,310
[11] 中华人民共和国教育部制定. 全日制义务教育科学(7—9年级)课程标准(实验稿)[M]. 北京:北京师范大学出版社,2001
[12] 守志等翻译. 美国国家科学教育标准[M]. 北京:科学技术文献出版社,1999
[13] 顾明远. 课程改革的世纪回顾与瞻望[J]. 教育研究,2001(7)
[14] 林德宏. 科学思想史[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1985
[15] 王大珩, 于光远主编. 论科学精神[M]. 北京:中央编译出版社,2001
[16] 巴伯著. 顾昕等译. 科学与社会秩序[M]. 北京:生活·读书·新知三联书店,1991
[17] 乔治·萨顿. 科学史和新人文主义[M]. 北京:华夏出版社,1989 (责任编辑 肖庆山)

(上接第20页)

建筑机械化[J], 1997(1)
[13] 邹明波. “世界级质量”与全球化市场创新——中外顶尖企业全新质量管理及实践透视. 沿海企业与科技[J], 2000(1)
[14] Injazz J. Chen, Ronald L. Coccari, Ken A. Paetsch. Quality Managers and the Successful Management of Quality: An Insight. Quality Management Journal, Vol ume 7 • Issue 2 • April 2000
[15] Bahaman Nakhai and Joao S Neves. The Deming,

Baldrige and European Quality Award. Quality Progress, Apr 1994: 33- 37
[16] 孔繁荣. 21世纪全面质量管理的新里程碑——TQC创始人费根堡姆博士创建的“质量价值链”介绍. 中国药业[J], 2000, 9(1)
[17] [美] 克劳斯比. 零缺点的质量管理[M]. 北京:生活·读书·新知三联书店, 1994 (责任编辑 王宏章)