

科技史与学科史在教学中的价值和意义

张伟伟 太原科技大学

教学从形态上来看，就是上一代将人类对自然和社会积累的认知传承于下一代的过程。自人类进入文明社会后，从原始社会、奴隶社会、封建社会，再到资本主义社会、社会主义社会，通过对自然和社会的不断认识，形成了分门别类的知识体系。社会知识水平的不断提高推动了人类社会的进步，一定的社会发展阶段必然有相应的社会知识水平与之匹配。一个人刚出生时的知识水平相当于人类社会的蒙昧时期，然后逐渐产生自我意识，观察和发现自然现象，学习现象背后的本质，慢慢形成自身的知识体系。追溯人类文明史，也经历了蒙昧时期、自我觉醒、逐步了解自然并形成对自然整体认识的发展过程。一个人的成长过程可以看作是人类文明进展的缩影，而学习的过程在某种意义上也可看作是个人对人类知识积累过程的重复，个人的学习目标就是在步入社会之前达到或者超越当前社会的知识水平，以便在社会生活中扮演角色、为社会进步

做出贡献。本文首先构造了个人学习追赶社会知识水平的动态模型，通过该模型来讨论学习的本质，并对科技史与学科史在教学中的价值和意义进行了论述。

一、学习过程的追赶模型

将学习过程看作是个人认知追赶社会知识水平时，可以建立一个动态的追赶模型来解释学习过程。为此，我们先对社会知识水平做一个界定，它具有以下两个特征：第一、社会知识水平具有统计特性：首先社会知识水平是指一定社会阶段的人对自然和社会的整体认识，而不是专业认识，即人在数学、天文、物理、生物、医学、伦理道德等各领域的普遍认识，社会知识水平在各个学科上远低于专业认知水平；其次，由于个体差异的存在，每个人的认知水平会有不同，社会知识水平代表绝大多数人的认知水平，而不是社会精英阶层的认知水平。这两点说明社会知识水平是一个人对社会的基本认知，要求并不是很

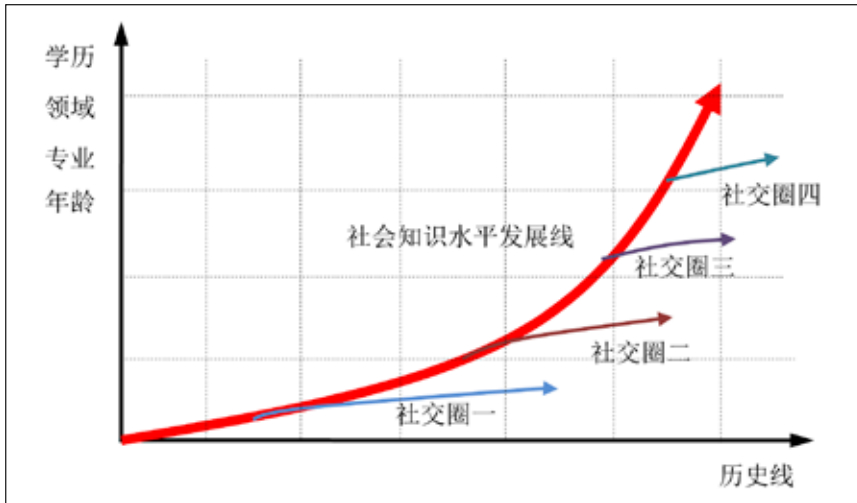


图1 社会知识水平的发展线

高。第二、社会知识水平具有圈子特点。人在社会中主要生活于他的社交圈，对于个人而言，社会知识水平其实是个人社交圈的知识水平，通常由组成该社交圈的人的学历、工作领域、专业、年龄等因素决定。当一个人的知识水平低于或高于他的社交圈子的知识水平时，会随着时间的推移而趋同于自身所在社交圈；同时，当一个人的知识水平不能与他所在社交圈子相协调时，就会发生个人的跃迁，变换到别的能与自身协调发展的社交圈。

图1展示了社会知识水平与社交圈子知识水平的发展线，其中红色主线表示社会整体知识水平的历史演化，支线表示不同层次的社交圈子知识水平的历史演化。俗话说“人往高处走，水往低处流”，对于个人而言，学习首先是达到自身所在圈子的知识水平，然后尽可能地向更高层次的社交圈跃迁，这样人就在不断的学习、跃迁中提升自身素养，这一过程也促进了社会知识水平的不断提高，推动了社会的进步。个人的学习就是从出生开始，尽量在较短的时间内赶上社会知识

水平的发展。图1中的模型可以驳斥两种学习观点：一是学习太过辛苦，能少学点就少学点。事实上，很大程度上学习目标只是为了达到社会的普遍认知水平，是人可以正常生活于社会的基本要求；二是上了大学，有的同学看到高中、初中毕业的同学自己做买卖也能赚钱，没必要掌握那么多知识也可以生活得很好。大学生的社交

圈子和中学生的社交圈子是不一样的，他们对于自然和社会的认知水平也不同，个人的学习应该是使自己的知识水平趋同于自己的社交圈子，并向更高层次跃迁。

明确了社会知识水平的特征之后，就可以建立个人追赶社会知识水平的学习过程模型，如图2所示，图中的数轴表示人类的历史发展，其上的刻度表示社会知识水平的量化指标，认为从过去到现在、未来，人类通过知识的积累，知识水平不断提高。图2中用橙色小球代表社会知识水平，它以速度 v_1 随着社会的进步前进；红色小球是个人的知识水平，需要以一个相对较快的速度 v_2 赶上或者超越社会知识水平。

在此追赶模型中，个人学习必然会经历与社会知识水平积累过程相同的路径。所不同的是，经过历史的筛选，社会为个人学习提供了去繁就简的学习方法，使我们可以在学习中直奔主题，而不用像社会知识水平积累过程中那样探索、尝试、走弯路。我们在前人铺就的直道上以前人不可想象的速度，在极短的时间内掌握人类几千年积累的知识水平。可以肯定的是，虽然社会的知识积累是由社会群体集体完成的，但社会群体也

是由人组成的，可以想象，我们在学习某个概念时，当代人出现的困惑古人也很可能出现过同样的困惑，只不过我们知道答案，很快就不困惑了，古人寻找答案经历困惑的时间要比我们长久得多。但是就这种困惑而言，应该是相通的。只有认真体验古人的困惑，才能更好地理解我们所享有的知识。从这个角度来看，人类对自然和社会的认识过程为我们提供了绝佳的教育范本，老师应该按照历史的方式去教授知识，学生也应该遵循历史的方式去学习知识。例如，人类在初级阶段不能理解风雨雷电等自然现象，只好用风神雨神、雷公电母等神话来解释自然，而随着人类知识的积累，逐渐认识了自然现象的物理学本质，并最终达到了利用自然、改造自然的目的。作为学习范本，对于幼儿就适合用神话为其解释风雨雷电等自然现象而不能为其讲解物理学本质。我们并不担心这样会误导幼儿，人类最初的神话信仰不仅没有误导人类与物理学相隔绝，事实上神话传说具有十分重要的教育意义，我国古代神话传说中重视社会责任、伦理道德的传统，在培养人的文化认同、民族个性，树立积极向上的道德观、价值观方面起着重要作用^[1]。在幼儿时期学习神话传说培养良好的品性，然后随着年龄和知识的增长，如同我们的社会进步一般理解

自然的物理本质，形成个人学习的全面发展。此外，遵循历史的发展进行知识讲解和学习，还可以从历史中建立起人的批判精神，因为科学进步的历史就是科学怀疑的历史，就是科学家不断克服错误、追求真理的历史^[2]。只有具备了批判精神，才能从过往的知识体验中找到不足并提出新的理论加以改进，这是当代所提倡的创新精神所必需的精神。

二、科技史与学科史的价值和意义

对于从事简单、重复劳动的人来说，科技史和学科史的价值和意义是有限的，但对于想对社会做出突出贡献人来说，科技史与学科史的学习就显得十分重要。至少有以下四个方面的作用和意义：

首先，科技史与学科史是学习方法论的来源。知识本身的学习价值是有限的，因为任何一种理论都有其成立的前提，如果前提变了，正确的知识也可能变成错误的知识；面对问题时如何进行思考的思维方式才是学习真正的核心。科技史与学科史恰好是在讲述人类对于自然和社会递进式的思考方式，对于人类司空见惯的运动现象，从亚里士多德物理学到伽利略的斜面实验，再到牛顿力学、爱因斯坦相对论，我们可以充分

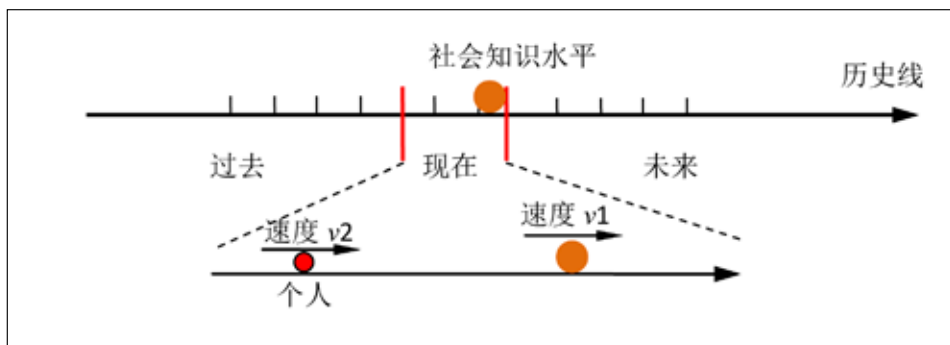


图2 个人追赶社会知识水平的追赶模型

看出真理的相对性，后人研究前人、批判前人，改进理论才有了人类知识体系的不断积累，形成了人类社会的进步模式。如果个人有抱负、有理想，立志于为国家和社会做出特殊贡献，就必须学习历史。在科研领域，几乎所有的科研活动都必须查阅大量的文献，查阅文献不就是对本学科、本领域“历史”的研究吗？

其次，科技史与学科史的学习会让我们看到科学家在理论发展上的艰难，让我们对当前所拥有的知识产生珍惜之情。以材料力学中梁弯曲变形为例，现在我们知道梁向下弯曲时，下侧纤维受拉变长，上侧受压变短，中间存在一层既不伸长也不缩短的纤维层称为中性层，如图3所示。

现在看来中性层很简单，但在历史上科学家对中性层位置的认识颇费周折，显得十分曲折和不易^[3]。1638年，伽利略（Galileo Galilei, 1564–1642）在研究悬臂梁的强度问题时假定梁的纤维是不变形的，但实际上他暗示中性层位于梁的下面；1678年，英国学者胡克（Robert Hooke, 1635–1703）在他的《论弹簧》中正确地指出，在弯曲时杆的一侧的纤维伸长，另一侧被压缩，但胡克也没有提出中性层；到1686年，法国学者马略特（E. Mariotte, 1620–1684）在《论水和其他流体的运动》中认为中性层在梁的下侧，但具体位置与伽利略有所不同。1702年，法国数学家瓦利农（Pierre Varignon, 1654–1722）沿着伽利略和马略特的思路对梁进行讨论，并用积分来求这些应力的合力，做出了重要的贡献，但他仍不敢突破前者，仍然默认了梁的下侧为中性层的位置。1705年，雅科比·伯努利（Jacob Bernoulli, 1654–1705）假定梁在变形时梁的横截面保持平面

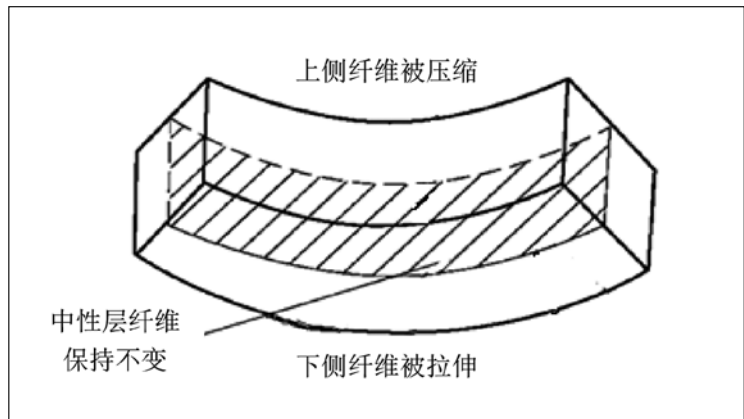


图3 梁弯曲时中性层示意图

（材料力学中的平面假设），并推导出了悬臂梁的变形微分方程，但他对于中性层仍没有跳出马略特的思路。

历史上第一次认真讨论悬臂梁中性层的是法国数学家帕朗（Parent Antoine, 1666–1716），他通过研究马略特的假定并对比试验结果，最后定出中性层与梁的上侧距离和梁高之比为9:11，虽然帕朗很严谨但这仍不准确。该问题的最终解决一直等到了1826年，法国力学家纳维（Claude Louis Marie Henri Navier, 1785–1836）在《力学在机械与结构方面的应用》第一次给出中性层准确定义：中性层通过截面的形心，这正是现今我们材料力学中的结论。如果从伽利略算起，这一问题的解决经历了将近200年的时间。上面能列出的仅是“知名学者”对于梁强度和变形的研究，实际上还有许许多多“非知名学者”的工作被湮灭在历史长河中，我们在学习梁理论时，一方面应该感谢前人在梁理论发展过程中的努力，同时也应深感人类掌握这一理论过程的不易。

再次，通过学习科技史与学科史不仅可以全面审视自己所学的专业知识在学科发展史上的地位，同时还可以深刻理解学科的发展脉络。我们

知道关键概念的建立往往是一门学科发展的关键，缺乏相关概念时学科的发展就十分困难；而随着人类认识的提升，某些概念的内涵与外延也会随之而发生变化，又会为打开新的学科领域。例如我们司空见惯的“运动”的概念，也经历了从模糊到认识，再到飞速发展的变迁。公元前5世纪，由于人们对运动、时间、空间等概念的模糊，古希腊哲学家芝诺（Zeno of Elea，公元前490-公元前425）提出了一系列著名的悖论来拷问世人，最为著名的有四个有关运动的悖论，其中之一为飞矢不动，它通过芝诺与学生的一段对话来展现：

芝诺问他的学生：“一支射出的箭是动的还是不动的？”

“那还用说，当然是动的。”

“确实是这样，在每个人的眼里它都是动的。可是，这支箭在每一个瞬间里都有它的位置吗？”

“有的，老师。”

“在这一瞬间里，它占据的空间和它的体积一样吗？”

“有确定的位置，又占据着和自身体积一样大小的空间。”

“那么，在这一瞬间里，这支箭是动的，还是不动的？”

“不动的，老师”

“这一瞬间是不动的，那么其他瞬间呢？”

“也是不动的，老师”

“所以，射出去的箭是不动的？”

芝诺悖论迷惑人的地方，根源在于当时人们对运动、时间、时刻、空间等相关概念的模糊，他迫使人们对运动、时间、时刻、空间这一系列的概念进行深刻理解。亚里斯多德意识到了芝诺悖论的难点，讲运动时首先强调运动与空间、时

间的关系，指出如果没有时间、空间的概念，运动将无法讨论^[4]。但我们知道亚里斯多德的运动理论存在许多臆测，他虽然知道时间对于运动的重要性，却也回避了对时间的详细说明，也不能区分时间和时刻。直到伽利略发现摆的等时性，研究斜面上小球的运动、落体运动；再后来胡克、惠更斯发明钟表，对时间、时刻有了较好的掌握，运动学才真正开始走上了发展的道路。1687年牛顿发表《自然哲学的数学原理》，创立了绝对时空观，为运动建立了复杂的数学体系。这一成果在20世纪后又发生了变化，随着量子力学、相对论的发展，时间和空间也成了相对的，绝对的时间会随着观察者的速度而发生变化，我们视为真理的绝对空间也可以扭曲，给运动学打开了广阔的领域。据说在量子重力理论、弦理论和M理论中，科学家们预言时间是间断的，有量子特性，是一份一份的，如果这些理论被证实，运动学又将重新构造它的理论体系。可见，像时间、运动、空间这些我们司空见惯的概念，也在随着科学认识的不断提高产生出新的内涵，也只有学科史中才能真正体会这些概念的内涵。

最后，未来是由历史决定的。未来会拥有什么样的知识体系，取决于过去我们拥有什么样的知识体系。据说古希腊智者曾经提出过一个认知悖论^[5]：我们究竟对我们正在学习的东西懂还是不懂呢？如果懂的话，那么学习是不必要的；如果不懂的话，学习就是不可能的。人类社会知识体系的形成可在一定程度上解释这个悖论，现有的知识体系是由原始的概念和知识体验在历史演变中不断复合再加工而形成的，社会发展越成熟，这种复合程度将越高，以致于形成当代复杂的知识体系。我们之所以能够学会我们不懂的东西，本质上是因为我们所不懂的复杂知识体系可以还原成简单概念和知识体验，变成我们可以

理解的知识点。可以预见未来一定会衍生出更为复杂的知识体系，但历史为未来提供了最基本的素材，未来依据于历史而定。打一个比方，将未来的知识体系比作一盘大烩菜，历史的知识体系就是这盘大烩菜的食材和作料，不同的民族、不同的国家拥有各自的食材、作料，随着社会进步和世界各国民族的知识交流，人类将共同享受这盘人类知识的大烩菜。不可否认的是，大烩菜的最终口感取决于那些烹饪“大师”，如热力学第二定律的克劳修斯描述和开尔文描述，虽然它们的口感不同，但他们所反映的物理本质确实是相同的，因为他们都利用过往物理学发展中已形成的“食材”和“作料”。

该文原载自科学网博文<http://blog.sciencenet.cn/blog-847068-1050403.html>，发表时作者作了修改。

参考文献

- [1] 刘媛. 中国古代神话的教育价值探究. 上海师范大学, 2013.
- [2] 袁维新. 论科学史的教育价值. 自然辩证法通讯, 2006, 28(3):72-77.
- [3] 武际可. 说梁——力学史札记之十九. 力学与实践, 2008, 30(6):106-109.
- [4] 亚里士多德[著].张竹明[译] 物理学. 北京: 商务印书馆.1982.
- [5] 吴国盛. 科学作为希腊的人文. 哲学分析, 2015(2):130-140.



【作者简介】 张伟伟，1978年2月出生，博士，副教授。现为太原科技大学力学系教师，主要研究方向为结构损伤检测，力学史与方法论。本科（1998-2003）和硕士（2003-2006）就读于太原理工大学，博士（2006-2010）就读于暨南大学。主持完成国家自然科学基金和山西省自然科学基金各1项。曾获广东省科技进步二等奖（第五参与人），山西省青年教师讲课比赛三等奖，指导学生参加山西省“兴晋挑战杯”大学生课外学术科技作品竞赛二等奖，太原科技大学“2013~2014年度优秀青年教师”等奖励。发表学术论文50篇，SCI/EI收录24篇。