

从“学会已知”到“探索未知” ——物理思想进课堂专栏年度回顾与展望

魏红祥^{1,†} 陈征² 张玉峰³ 郑永和⁴

(1 中国科学院物理研究所 北京 100190)

(2 北京交通大学理学院 北京 100044)

(3 北京教育科学研究院 北京 100036)

(4 北京师范大学科学教育研究院 北京 100875)

2021-12-02收到

† email: hxwei@iphy.ac.cn

DOI: 10.7693/wl20211209

1 引言

时光荏苒，转眼间“物理思想进课堂”专栏已在学界前辈的关心和同道朋友的支持下走过了一年的时光。在这一年里，由来自科研机构、高等院校的科学家和高校教师，与来自教科院和教学一线的优秀教研员和中学物理教师共同组成的课题组一起交流、研讨、碰撞，一方面对物理学的目的和结构、范式和方法、工具和对象等基本问题加深了认识和理解，同时也对基础物理的层次和结构、基本概念和概念之间的关联等进行了较为系统的梳理，还从教学的角度进行了思考和讨论。这些理解、梳理与讨论由课题组的各位老师通过本专栏已发表的11篇文章进行了较为系统地阐述。在即将迎来新一年的时候，课题组回顾了一年中交流、研讨，除了这些对物理学的理解和梳理之外，也有一些对物理教育的思考，在年终之际与诸位明公分享，并欢迎诸位同道批评指正。

2 新历史时期的新任务

在现代科学技术传入我国的一百余年里，我们大多数时间是在学习和追赶。特别是新中国建立以来，我国在短短几十年间完成了从农业国到工业国的转型，如何消化

吸收那些由前人探索获得的知识为我所用，迅速提高我国的科学技术水平并转化为生产力是我们关注的重点。在这样的大时代背景下，我国的科学教育工作在开展的过程中，通常较为重视如何让学生掌握“已有知识”，在相应的教学方法方面做出了大量研究和探索，并取得了相当的成功。改革开放40多年来，我国社会经济的高速发展，科学技术的急起直追，特别是完备工业体系的建立，都离不开科学教育培养出的大量理工科人才。

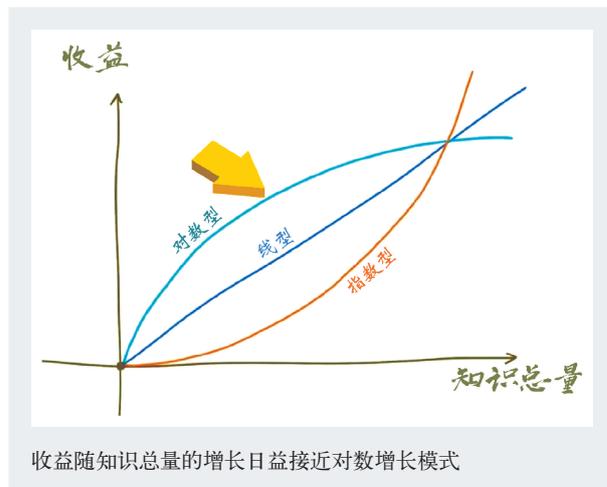
然而事物总是在发展变化的！

国际科学技术和医学(Scientific, Technical and Medical, STM)出版商协会2018报告显示，全球仅2018年新发表的经过同行评议的专业学术论文就超过300万篇^[1]。这意味着一年内全球产生的新知识已经远远超过一个人终身可能掌握的知识总量。人类已经从信息匮乏进入了信息过剩的时代，获得收益随掌握的知识总量增长的模式正在日益趋近对数增长模式，在掌握了必要的基础知识后，仅仅依

靠知识总量带来的收益越来越低。

与此同时，21世纪以来互联网的广泛普及，让信息和知识的获取变得空前便利，但学生的探究和实践能力并未因获取信息的便利而显著提升。甚至由于便利的信息渠道带来的信息轰炸，对学生如何从海量信息中筛选出有效信息，科学合理地运用知识形成解决方案，提出了更高的要求。

具体到我国，外部条件也出现了巨大的变化。经过几十年的艰苦努力，今天的中国已经是世界第二大经济体。我国的科学技术水平在许多领域已经从“跟跑”变成了“并跑”，甚至部分领域已经达到“领跑”。同样是国际科学技术和医学出版商协会2018报告显示，中国在杰出科研论文产出方面已超过美国成为世界第一^[1]。前方已经没有



别人趟出来现成的路；另一方面我国经济总量达到世界第二，在可见的将来很有可能成为世界第一的情况下，许多我们暂时还不领先的领域已经遭到了封锁，无法借鉴现成的经验。

我国在科技领域的核心任务已经从“学习消化”先进科学技术，转向了“高水平科技自立自强”，急需具有创新意识和创新能力的后备人才队伍。总书记指出的“具有未来科学家潜质的青少年”必须具备的重要能力，就是在“学会已知”的基础上掌握“探索未知”的能力，特别是探究和实践的能力。这也是新的历史时期青少年科技教育的重要任务。

然而，当下我们必须正视的问题是：大多数学生还是比较熟悉和适应传统的教学模式，习惯于从老师、家长或是网络等方面获取“答案”，很少通过自己的观察、思考、探究、实践、验证过程去建立属于自己的认知体系，因而大多数学生缺乏知识迁移的能力，不具备在“有限时间”、“有限资源”的前提下，在“无标准答案”、“无现成范式”、“无最优解法”的“两有三无”情景下解决实际问题的能力。在面对未知问题时，许多学生不知如何下手，甚至缺乏探究的勇气。

部分教师也存在重视知识传授，不重视发现问题、观察思考、分析探究、实践验证的方法和思想的训练，这些都是科学教育工作应该重视的重要问题。

3 物理思想进课堂的意义

虽然人类的知识总量在快速增长，但贯穿其中的科学思维和科学方法却一以贯之。掌握了科学思维和科学方法，遇到未知问题时就可

以迅速梳理出条理找到方向，解决起来就会变得容易。因此，解决探究和实践能力问题的关键就是科学思想和科学方法。

物理学是研究物质、能量和它们相互作用的学科，是自然科学诸学科中的基础学科和带头学科^[1]。物理学的建立和发展是现代科学体系的代表，从将数学语言和实验方法引入自然哲学，到发展出基本思维方式、基本方法和基本研究范式，物理学为自然科学其他学科以及工程技术领域提供了广泛的指导。因此物理学科教育对学生认识客观世界，掌握基本科学思想、科学方法等具有极其重要的作用。

与数学相比，从指导思想上物理学坚持理性主义的同时，有鲜明的实用主义倾向，例如在坚持探寻基本规律的同时使用唯象方法处理实际问题。而物理学重视实验方法，一切建立在测量的基础上，也是物理学与数学的重大不同。而其他自然科学相比，物理学关注“基本规律”，即物理学追求的不是“多”而是“少”。物理学不限于“采集知识”，更进一步追究这些“知识”背后隐藏的“相同的”，而且是“最简单”的基本规律。使得物理思想和物理方法具有广泛的实践指导意义。

物理学从基本理念上的“对称”和“简单”，到方法论上的“以测量为基础”、“重视实验证据”……，再到面对具体问题时的“控制变量”、“正交实验”、“量纲分析”等具体方法，具有一套特点突出且实用性极强的思想和方法体系。

对物理学体系进行系统整理和提炼并与一线物理教师一起将这些内容融入基础物理的教学实践中去，把物理教学中的每一个知识点变成物理思想和物理方法传递的

“案例”，将抽象的物理知识“还原回认知过程，还原到应用场景”，帮助学生建立起对整个物理体系整体轮廓的基本观念，从而实现在“学会已知”的同时掌握“探索未知”的能力，同时培养学生的科学精神，这便是物理思想进课堂的意义所在。

4 物理思想进课堂的未来展望

未来，课题组还将继续针对学生的探究与实践能力需求，组织国内物理科学、物理教育和中小学教育领域的顶级专家开展更深入的研究工作，按照“还原认知过程”、“还原应用场景”的“两还原”思想，将系统整理的基础物理学习过程中涉及的物理概念、物理规律，和在此基础上总结的科学方法层次的“演绎法与归纳法”，具体物理研究方法的“对称与守恒”、“控制变量”、“唯象方法”，以及处理具体问题时的“极限方法”、“等效方法”、“临界分析方法”等进行系统梳理，形成一套从“指导思想”、到“战略设计”、直到“战术实施”的分层次的物理思想和方法体系指南。

课题组还将进一步推动物理研究者与教育研究者、一线教师的交流和协作，以一线教师的教学实践为基础，在各方力量的共同努力下，形成以问题、案例等为载体，由视频、素材、配套材料包等内容组成的一套对物理教育实践和物理科学传播有指导价值的手册。期望能够在更多贤达的帮助下在新的一年里为物理事业、物理教育事业的发展更好地尽一份绵薄之力。

参考文献

- [1] 国际科学技术和医学出版商协会 2018 报告, https://www.stm-assoc.org/2018_10_04_STM_Report_2018.pdf
- [2] 赵凯华. 物理, 1999, 28(6): 375