

新时代中小学科学教育高质量发展的理论思考与实践路径

作者:

来源: 《中国电化教育》2024年第07期

	前发展态	独立发展态	成熟发展态	卓越发展态
H指数	0—6	7—16	17—29	30及以上
频数	179	138	15	6
百分比(%)	53.0	48.8	4.4	1.8

编者按: 科学教育是提高国民科学素养、培养科技创新人才的关键基础, 更是发展素质教育、实现科技强国建设的现实需要。2023年教育部等十八部门《关于加强新时代中小学科学教育工作指导意见》(以下简称《意见》)指出, 着力在教育“双减”中做好科学教育加法, 一体化推进教育、科技、人才高质量发展, 为加强建设教育强国、科技强国、人才强国, 全面建设社会主义现代化国家夯实基础。那么, 科学教育高质量发展的本质内涵是什么? 国家为何重提科学教育? 制约科学教育发展深层次因素有哪些? 新时代科学教育现代化路径如何优化? 如何构建科学教育的评价体系? 等等。这些问题既是落实《意见》精神的题中之意, 也是推进科学教育高质量发展的时代使命。为此, 2024年本刊特辟“科学教育”专栏, 以飨读者, 也希望引起更多的学者对于科学教育问题的关注, 为新时代中小学科学教育高质量发展出谋献策。

邓阳¹, 冯奕淇²

¹华中师范大学 化学教育研究所, 湖北 武汉 430079 ²对外经济贸易大学 国家对外开放研究院, 北京 100029

中小学科学教育作为培育科技拔尖创新人才的基础性、战略性事业, 需要在发展新质生产力的背景下建立新的质量观。在《关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》颁布一周年之际, 结合我国科学教育发展的实际情况探讨新时代我国中小学科学教育质量内涵, 构建中小学科学教育监测评价体系显得尤为重要。

一、新时代我国中小学科学教育质量内涵

(一) 兼顾科学教育对合格公民和对科技拔尖创新人才培养的双重意义

双重意义表现在，一方面，中小学科学教育以发展青少年科学素养为目标，使其成为拥有基础科学知识，具备一定的科学思维和能力，同时兼有科学精神和科学价值观的合格公民。另一方面，中小学科学教育以培育具有科学家潜质的青少年为目标，让青少年不断具备创新精神和本领，通过提出有价值的猜想和假设从而深入探究和解决科学复杂问题，形成创造性研究成果，以科学家精神涵养自身的品性并立志在今后为国家科学创新发展做出自己的贡献。

无论是哪种意义，对于国家进步和社会发展而言都有重要性。首先，只有具备科学素养的合格公民才能够真正科学民主地参与国家和社会事务，履行自身权利与义务，在面对现实中的各类问题时能秉承严谨理性、求真务实、不懈追求的科学精神和科学态度果断且科学地做出决策和行动。这反映了国家治理和社会进步的底层逻辑和基础要求。其次，面对国家科技创新发展的现实需要，只有培养愿意投身科学研究事业，并且能够持之以恒开展科学创新的科学工作者才能不断冲破现实瓶颈，通过技术的推陈出新解决“卡脖子问题”，以国家自身的科技自立自强带动国家整体发展进步。这反映了国家高水平发展的关键环节和亟待突破的难点。

纵观世界各国科学教育的发展历程，基本上都在平衡科学教育的双重意义。美国威斯康星大学麦迪逊分校的鲁道夫（Rudolph）近来以“科学素养”一词在美国科学教育领域的话语意义作为分析对象，指出从20世纪40年代开始，美国科学教育或指向普通公民应充分地了解科学家，从而欣赏和支持科学事业的发展；或指向国家在面对科学危机时应该关注科学“人力”的培养；抑或指向认识科学事业与战争武器、环境污染、健康福祉的关系，批判性地看待科学事业的有害影响和局限性；等等[1]。

新时代我国中小学科学教育应该以上述双重意义为出发点，有针对性地明确科学教育对合格公民培养的目的和对科技拔尖创新人才培养的目的。对双重意义的重视是相辅相成的，具备科学素养的合格公民是科技拔尖创新人才的来源，科技拔尖创新人才的养成必然也将带动越来越多的人朝着具备良好科学素养的方向发展。

（二）引导青少年在理解物性自然世界的过程中认识科学中的人性特质

狭义的科学被人们看作是对自然世界的探索，自然世界也常常被赋予物性特征。在探索自然世界的过程中，要坚持客观性、普遍性、可重复性等准则，不遵守这些准则势必造成研究结果的缺失或偏颇。因此，科学教育工作者历来都强调学生要通过亲身经历认识科学并尊重科学事实，注重科学方法的逻辑性、严谨性和可靠性，依靠充分的科学证据来论证科学结论，注意科学结论的适用范围避免规律的泛化，坚持以诚实透明的科学伦理对待科学研究。

但不可忽视的是，对物性自然世界的研究本身是人类的一项重要事业，其中饱含着人类的智慧、品格、态度和精神，这些要素都集中反映了与物性特征不可分离的人性特质。在研究科学或者在看待科学事业的过程中，只有将科学的物性特征和人性特质结合起来，才能够真正理解科学本质，明晰在科学事业发展过程中人的主体性和主体间性，认同科学与人类发展、社会进步的相互关系，并在此基础上实现科学自身的发展和进步。

在科学教育中，注重理解自然世界的物性特征和理解科学中的人性特质同样重要。一些国外学者指出，科学教育者不应让学生认为科学只是关于自然世界的事实、规律和理论的堆砌，是确定的、已经完成的知识体系，不应将学生看作是接收科学确定知识的“容器”。科学本身发展依靠人与人之间“建构和批判的辩证”，科学本身是一种有机的、动态的、能够使人们从接受知识的枷锁中解放出来的方式[2][3]。这些观点都反映出科学教育不应局限于教会学生一成不变的科学知识，而应基于理性的态度正确认识科学知识的建构过程，灵动地认识科学中与人相关的因素。科学共同体之间的交流、共事、协商、批判、争论、传承，本身是科学发展的关键要素，既受到科学本质和科学规范的制约，又可以依据具体的研究情境灵活地加以调控与整合。学生只有真正认识到科学作为人类事业的本质属性，才会明白科学知识具有相对客观性和集体建构性等特征，才能体会到科学的本质属性且科学知识的建立、确证和合法化势必反映出科学共同体内的交往、协作以及围绕科学矛盾而产生的批评、竞争，最终形成反映人类对待客观世界信念体系的世界观及对应的方法论。

（三）促进青少年在参与科学实践的过程中协同提升思考能力和行动能力

引导青少年参与科学实践要警惕将理性与感性、认识与经验、思维和能力、审辨与操作割裂开的片面性。只有真正重视思考能力和行动能力的同步提升，才能让青少年根据科学问题的背景、现实的可能、团队的优势、结果的预期，建立恰当的科学实践目标，并结合既有条件、影响因素、阶段成果等来灵活地调整科学实践的目标、任务、思路和策略。

在现实的科学教育中，片面开展科学实践的情况屡屡出现。一方面，忽视学生科学学习体验感和动手操作能力的培养。“黑板实验”“视频实验”的情况仍然常见，有的学校仅在应付实验考试的前几天才将实验室大门为学生打开，甚至有些地区只是在数字化平台上对学生的科学实验能力进行考核。一些科学教育条件欠发达的地区配不齐科学实验教师和器材，导致学生对科学探究的认识只停留在书本或习题层面。另外，学生在校外各类科学场所体验科研前沿的机会仍然不多。即便一些校外科技力量已逐步走进学校，但更为常见的情况仍是由讲解员或科普工作者承担的“科学知识传递”工作，学生仍以被动学习的方式获取知识，较少有沉浸式的科学探究与体验。

另一方面，在学生动手时教师也容易忽视学生思考过程，没能将学生亲身获得的经验与理性思维恰如其分地整合起来。一些教师鼓励学生在课堂上动手做实验来探究科学规律，这本是好事，但实验的步骤往往是教师或教材直接给定的，学生只需要按部就班地轻松完成就可以获得教师或教材预设的实验结果，教师也可以顺利结束实验环节并按既定进度完成教学。学生被动动手，却不清楚实验的目的、原理和设计思路，不能对实验结果进行充分的处理和分析，缺少围绕实验过程和实验结果的书面表达、口头交流等环节，就很难完整地发挥科学实验对科学学习的整体价值。

要真正发挥科学实践的育人功能，必须将科学实践与符号化、孤立的认知或知识传递活动，以及线性单向、固定路径的动手操作活动区别开来，让学生在科学思想的引领下将科学问

题、经验、现象、知识之间的关系加以贯通活化，在独特的科学视角和背景下基于科学方法提升科学实践的逻辑性、合理性和规范性。

二、新时代我国中小学科学教育监测评价体系构建

（一）针对合格公民和科技拔尖创新人才的培养分类构建

从培养合格公民的视角看，一是要关注科学教育是否能够向学生展现真实的科学发展历程，引导学生了解人类厚重的科学积累和璀璨的科学文化，不断认同科学文化以及科学对传统文化和先进文化发展的深远影响，在获取前人积累的基础科学知识的同时获得科学观念，认识科学发展规律和科学本质。二是要关注科学教育是否能够向学生生活和生动的现实社会敞开，促进学生在有意义的情境中探寻、分析和解决与科学有关的生产生活问题，建立科学与他人、与自我的关系，学会用科学的思维和方法面对社会、面对生活。

从培养科技拔尖创新人才的角度看，一是要考察科学教育是否重视学生科学知识的体系化、结构化的建构，是否引导学生不断建立和完善正确的、先进的科学思想，并学会运用科学思想指导科学实践，进而更好地提出新颖假设和猜想，形成严密可行的探索方案，产出高质量的创新成果。二是要考察科学教育是否能够帮助学生形成科学学习和科学探究的获得感，从兴趣、能力和表现等多层次提升青少年的科学身份认同，为学生的成长和发展赋予更多科学资本，塑造能够激发青少年科学职业认知和科学职业期望的环境要素[4]，使其建立起从事科学职业的意愿，并不断驱使自己在科学事业中持续躬耕，不畏困难，勇于突破。

（二）全面展现科学物性特征和人性特质相得益彰的关系

首先，要进一步突出人们在研究物性自然世界时持有的规范认识论。基于科学假设、猜想和想象做出合理预判，建立有助于论证这些假设、猜想和想象的调查或实验路径，是最终得到结果的必经之路。调查或实验路径的建立必须体现逻辑性，形成事实和主张之间的论证关系，同时需要以客观、严谨、求实的科学态度去实践这些调查或实验，从而获得真实的、充分的、可重复检验的证据以证实主张，或证伪对立主张。必须引导青少年经历上述过程，让他们认识探究物性自然世界的基本路径，深刻地理解科学共同体在科学思维方式和科学实践方法等方面不断建立和发展的行动规范。

其次，要增加反映科学研究中人的主体性和主体间性的社会认识论。主体性要突出科学活动中人的能动性，主体间性则要突出科学活动中不同主体的交往关系。要关注中小学科学教育的内容和过程是否真实反映出科学实践中的个体与个体之间的参与和交往特征，以及这些特征对于科学知识建构的意义和影响。要结合具体内容突出科学工作者个人的兴趣、喜好、习惯、生活方式、处事特征等要素与科学认识之间的关系，同时揭示出科学实践本身所展现的一群科学工作者的一系列社会行为及其中蕴含的科学共同体文化、工具和语言。除了科学工作者以

外，还要引导学生了解身边的人与科学的关系，学会与他人进行科学交流，进而让学生认识到科学并不是仅适合于特定的某类人，实际上每个人都可以从事科学相关工作[5]。

（三）充分关照学生在科学实践中的思考能力和行动能力

思考能力与行动能力相结合，意味着思维活动的产生、思维成果的论证离不开基于行动获得的实际经验。第一，要注重将学生科学实践体验作为学生科学认识发展的重要基础，让学生获得科学实践的完整经验，在动手尝试中发现悬而未决的科学问题，在动手验证中找寻能够论证科学结果的证据，在动手制作中实现科学知识的充分应用。第二，要注重学生整合多种类型的科学实践手段和方法，既要利用全面、细致、有条理的观察发现自然世界的本真面貌，又要利用合理、规范、自洽的实验探索自然世界的客观规律，并且在遵循科学研究自身逻辑体系的前提下对各类科学实践手段和方法加以妥当安排、灵活运用。

思考能力与行动能力相结合，还意味着要在行动之前充分考虑行动的目的和路径，行动之后充分反思行动的成效和不足。第一，要着力避免形式化，减少照方抓药式的“菜谱实验”，超越单纯为了应付教师课堂要求而开展的被动探索。只有明确科学问题解决的目的，预估科学问题解决的结果，才能够在科学实践探索过程中做真实的科学实验，学有用的科学知识。第二，要重视对学生科学实践过程的自主反思和科学评价。充分激发学生的批判性思维，加大对科学实践路径设计和实施的反思力度，强化对实践操作过程的复盘并经验总结，进而形成对科学实践重点、难点和表现不足的地方的迭代探索方案和持续改进办法，在科学实践和科学认识的生动循环中保有持续的科学探索兴趣。

（三）促进青少年在参与科学实践的过程中协同提升思考能力和行动能力

引导青少年参与科学实践要警惕将理性与感性、认识与经验、思维和能力、审辨与操作割裂开的片面性。只有真正重视思考能力和行动能力的同步提升，才能让青少年根据科学问题的背景、现实的可能、团队的优势、结果的预期，建立恰当的科学实践目标，并结合既有条件、影响因素、阶段成果等来灵活地调整科学实践的目标、任务、思路和策略。

在现实的科学教育中，片面开展科学实践的情况屡屡出现。一方面，忽视学生科学学习体验感和动手操作能力的培养。“黑板实验”“视频实验”的情况仍然常见，有的学校仅在应付实验考试的前几天才将实验室大门为学生打开，甚至有些地区只是在数字化平台上对学生的科学实验能力进行考核。一些科学教育条件欠发达的地区配不齐科学实验教师和器材，导致学生对科学探究的认识只停留在书本或习题层面。另外，学生在校外各类科学场所体验科研前沿的机会仍然不多。即便一些校外科技力量已逐步走进学校，但更为常见的情况仍是由讲解员或科普工作者承担的“科学知识传递”工作，学生仍以被动学习的方式获取知识，较少有沉浸式的科学探究与体验。

另一方面，在学生动手时教师也容易忽视学生思考过程，没能将学生亲身获得的经验与理性思维恰如其分地整合起来。一些教师鼓励学生在课堂上动手做实验来探究科学规律，这本是好事，但实验的步骤往往是教师或教材直接给定的，学生只需要按部就班地轻松完成就可以获得教师或教材预设的实验结果，教师也可以顺利结束实验环节并按既定进度完成教学。学生被动动手，却不清楚实验的目的、原理和设计思路，不能对实验结果进行充分的处理和分析，缺少围绕实验过程和实验结果的书面表达、口头交流等环节，就很难完整地发挥科学实验对科学学习的整体价值。

要真正发挥科学实践的育人功能，必须将科学实践与符号化、孤立的认知或知识传递活动，以及线性单向、固定路径的动手操作活动区别开来，让学生在科学思想的引领下将科学问题、经验、现象、知识之间的关系加以贯通活化，在独特的科学视角和背景下基于科学方法提升科学实践的逻辑性、合理性和规范性。

二、新时代我国中小学科学教育监测评价体系构建

（一）针对合格公民和科技拔尖创新人才的培养分类构建

从培养合格公民的视角看，一是要关注科学教育是否能够向学生展现真实的科学发展历程，引导学生了解人类厚重的科学积累和璀璨的科学文化，不断认同科学文化以及科学对传统文化和先进文化发展的深远影响，在获取前人积累的基础科学知识的同时获得科学观念，认识科学发展规律和科学本质。二是要关注科学教育是否能够向学生生活和生动的现实社会敞开，促进学生在有意义的情境中探寻、分析和解决与科学有关的生产生活问题，建立科学与他人、与自我的关系，学会用科学的思维和方法面对社会、面对生活。

从培养科技拔尖创新人才的角度看，一是要考察科学教育是否重视学生科学知识的体系化、结构化的建构，是否引导学生不断建立和完善正确的、先进的科学思想，并学会运用科学思想指导科学实践，进而更好地提出新颖假设和猜想，形成严密可行的探索方案，产出高质量的创新成果。二是要考察科学教育是否能够帮助学生形成科学学习和科学探究的获得感，从兴趣、能力和表现等多层次提升青少年的科学身份认同，为学生的成长和发展赋予更多科学资本，塑造能够激发青少年科学职业认知和科学职业期望的环境要素^[4]，使其建立起从事科学职业的意愿，并不断驱使自己在科学事业中持续躬耕，不畏困难，勇于突破。

（二）全面展现科学物性特征和人性特质相得益彰的关系

首先，要进一步突出人们在研究物性自然世界时持有的规范认识论。基于科学假设、猜想和想象做出合理预判，建立有助于论证这些假设、猜想和想象的调查或实验路径，是最终得到结果的必经之路。调查或实验路径的建立必须体现逻辑性，形成事实和主张之间的论证关系，同时需要以客观、严谨、求实的科学态度去实践这些调查或实验，从而获得真实的、充分的、可重复检验的证据以证实主张，或证伪对立主张。必须引导青少年经历上述过程，让他们认识

探究物性自然世界的基本路径，深刻地理解科学共同体在科学思维方式和科学实践方法等方面不断建立和发展的行动规范。

其次，要增加反映科学研究中人的主体性和主体间性的社会认识论。主体性要突出科学活动中人的能动性，主体间性则要突出科学活动中不同主体的交往关系。要关注中小学科学教育的内容和过程是否真实反映出科学实践中的个体与个体之间的参与和交往特征，以及这些特征对于科学知识建构的意义和影响。要结合具体内容突出科学工作者个人的兴趣、喜好、习惯、生活方式、处事特征等要素与科学认识之间的关系，同时揭示出科学实践本身所展现的一群科学工作者的一系列社会行为及其中蕴含的科学共同体文化、工具和语言。除了科学工作者以外，还要引导学生了解身边的人与科学的关系，学会与他人进行科学交流，进而让学生认识到科学并不是仅适合于特定的某类人，实际上每个人都可以从事科学相关工作[5]。

（三）充分关照学生在科学实践中的思考能力和行动能力

思考能力与行动能力相结合，意味着思维活动的产生、思维成果的论证离不开基于行动获得的实际经验。第一，要注重将学生科学实践体验作为学生科学认识发展的重要基础，让学生获得科学实践的完整经验，在动手尝试中发现悬而未决的科学问题，在动手验证中找寻能够论证科学结果的证据，在动手制作中实现科学知识的充分应用。第二，要注重学生整合多种类型的科学实践手段和方法，既要利用全面、细致、有条理的观察发现自然世界的本真面貌，又要利用合理、规范、自洽的实验探索自然世界的客观规律，并且在遵循科学研究自身逻辑体系的前提下对各类科学实践手段和方法加以妥当安排、灵活运用。

思考能力与行动能力相结合，还意味着要在行动之前充分考虑行动的目的和路径，行动之后充分反思行动的成效和不足。第一，要着力避免形式化，减少照方抓药式的“菜谱实验”，超越单纯为了应付教师课堂要求而开展的被动探索。只有明确科学问题解决的目的，预估科学问题解决的结果，才能够在科学实践探索过程中做真实的科学实验，学有用的科学知识。第二，要重视对学生科学实践过程的自主反思和科学评价。充分激发学生的批判性思维，加大对科学实践路径设计和实施的反思力度，强化对实践操作过程的复盘并经验总结，进而形成对科学实践重点、难点和表现不足的地方的迭代探索方案和持续改进办法，在科学实践和科学认识的生动循环中保有持续的科学探索兴趣。

（三）促进青少年在参与科学实践的过程中协同提升思考能力和行动能力

引导青少年参与科学实践要警惕将理性与感性、认识与经验、思维和能力、审辨与操作割裂开的片面性。只有真正重视思考能力和行动能力的同步提升，才能让青少年根据科学问题的背景、现实的可能、团队的优势、结果的预期，建立恰当的科学实践目标，并结合既有条件、影响因素、阶段成果等来灵活地调整科学实践的目标、任务、思路和策略。

在现实的科学教育中，片面开展科学实践的情况屡屡出现。一方面，忽视学生科学学习体验和动手操作能力的培养。“黑板实验”“视频实验”的情况仍然常见，有的学校仅在应付实验考试的前几天才将实验室大门为学生打开，甚至有些地区只是在数字化平台上对学生的科学实验能力进行考核。一些科学教育条件欠发达的地区配不齐科学实验教师和器材，导致学生对科学探究的认识只停留在书本或习题层面。另外，学生在校外各类科学场所体验科研前沿的机会仍然不多。即便一些校外科技力量已逐步走进学校，但更为常见的情况仍是由讲解员或科普工作者承担的“科学知识传递”工作，学生仍以被动学习的方式获取知识，较少有沉浸式的科学探究与体验。

另一方面，在学生动手时教师也容易忽视学生思考过程，没能将学生亲身获得的经验与理性思维恰如其分地整合起来。一些教师鼓励学生在课堂上动手做实验来探究科学规律，这本是好事，但实验的步骤往往是教师或教材直接给定的，学生只需要按部就班地轻松完成就可以获得教师或教材预设的实验结果，教师也可以顺利结束实验环节并按既定进度完成教学。学生被动动手，却不清楚实验的目的、原理和设计思路，不能对实验结果进行充分的处理和分析，缺少围绕实验过程和实验结果的书面表达、口头交流等环节，就很难完整地发挥科学实验对科学学习的整体价值。

要真正发挥科学实践的育人功能，必须将科学实践与符号化、孤立的认知或知识传递活动，以及线性单向、固定路径的动手操作活动区别开来，让学生在科学思想的引领下将科学问题、经验、现象、知识之间的关系加以贯通活化，在独特的科学视角和背景下基于科学方法提升科学实践的逻辑性、合理性和规范性。

二、新时代我国中小学科学教育监测评价体系构建

（一）针对合格公民和科技拔尖创新人才的培养分类构建

从培养合格公民的视角看，一是要关注科学教育是否能够向学生展现真实的科学发展历程，引导学生了解人类厚重的科学积累和璀璨的科学文化，不断认同科学文化以及科学对传统文化和先进文化发展的深远影响，在获取前人积累的基础科学知识的同时获得科学观念，认识科学发展规律和科学本质。二是要关注科学教育是否能够向学生生活和生动的现实社会敞开，促进学生在有意义的情境中探寻、分析和解决与科学有关的生产生活问题，建立科学与他人、与自我的关系，学会用科学的思维和方法面对社会、面对生活。

从培养科技拔尖创新人才的角度看，一是要考察科学教育是否重视学生科学知识的体系化、结构化的建构，是否引导学生不断建立和完善正确的、先进的科学思想，并学会运用科学思想指导科学实践，进而更好地提出新颖假设和猜想，形成严密可行的探索方案，产出高质量的创新成果。二是要考察科学教育是否能够帮助学生形成科学学习和科学探究的获得感，从兴趣、能力和表现等多层次提升青少年的科学身份认同，为学生的成长和发展赋予更多科学资

本，塑造能够激发青少年科学职业认知和科学职业期望的环境要素[4]，使其建立起从事科学职业的意愿，并不断驱使自己在科学事业中持续躬耕，不畏困难，勇于突破。

（二）全面展现科学物性特征和人性特质相得益彰的关系

首先，要进一步突出人们在研究物性自然世界时持有的规范认识论。基于科学假设、猜想和想象做出合理预判，建立有助于论证这些假设、猜想和想象的调查或实验路径，是最终得到结果的必经之路。调查或实验路径的建立必须体现逻辑性，形成事实和主张之间的论证关系，同时需要以客观、严谨、求实的科学态度去实践这些调查或实验，从而获得真实的、充分的、可重复检验的证据以证实主张，或证伪对立主张。必须引导青少年经历上述过程，让他们认识探究物性自然世界的基本路径，深刻地理解科学共同体在科学思维方式和科学实践方法等方面不断建立和发展的行动规范。

其次，要增加反映科学研究中人的主体性和主体间性的社会认识论。主体性要突出科学活动中人的能动性，主体间性则要突出科学活动中不同主体的交往关系。要关注中小学科学教育的内容和过程是否真实反映出科学实践中的个体与个体之间的参与和交往特征，以及这些特征对于科学知识建构的意义和影响。要结合具体内容突出科学工作者个人的兴趣、喜好、习惯、生活方式、处事特征等要素与科学认识之间的关系，同时揭示出科学实践本身所展现的一群科学工作者的一系列社会行为及其中蕴含的科学共同体文化、工具和语言。除了科学工作者以外，还要引导学生了解身边的人与科学的关系，学会与他人进行科学交流，进而让学生认识到科学并不是仅适合于特定的某类人，实际上每个人都可以从事科学相关工作[5]。

（三）充分关照学生在科学实践中的思考能力和行动能力

思考能力与行动能力相结合，意味着思维活动的产生、思维成果的论证离不开基于行动获得的实际经验。第一，要注重将学生科学实践体验作为学生科学认识发展的重要基础，让学生获得科学实践的完整经验，在动手尝试中发现悬而未决的科学问题，在动手验证中找寻能够论证科学结果的证据，在动手制作中实现科学知识的充分应用。第二，要注重学生整合多种类型的科学实践手段和方法，既要利用全面、细致、有条理的观察发现自然世界的本真面貌，又要利用合理、规范、自洽的实验探索自然世界的客观规律，并且在遵循科学研究自身逻辑体系的前提下对各类科学实践手段和方法加以妥当安排、灵活运用。

思考能力与行动能力相结合，还意味着要在行动之前充分考虑行动的目的和路径，行动之后充分反思行动的成效和不足。第一，要着力避免形式化，减少照方抓药式的“菜谱实验”，超越单纯为了应付教师课堂要求而开展的被动探索。只有明确科学问题解决的目的，预估科学问题解决的结果，才能够在科学实践探索过程中做真实的科学实验，学有用的科学知识。第二，要重视对学生科学实践过程的自主反思和科学评价。充分激发学生的批判性思维，加大对科学实践路径设计和实施的反思力度，强化对实践操作过程的复盘并经验总结，进而形成对科学实

践重点、难点和表现不足的地方的迭代探索方案和持续改进办法，在科学实践和科学认识的生动循环中保有持续的科学探索兴趣。

（三）促进青少年在参与科学实践的过程中协同提升思考能力和行动能力

引导青少年参与科学实践要警惕将理性与感性、认识与经验、思维和能力、审辨与操作割裂开的片面性。只有真正重视思考能力和行动能力的同步提升，才能让青少年根据科学问题的背景、现实的可能、团队的优势、结果的预期，建立恰当的科学实践目标，并结合既有条件、影响因素、阶段成果等来灵活地调整科学实践的目标、任务、思路和策略。

在现实的科学教育中，片面开展科学实践的情况屡屡出现。一方面，忽视学生科学学习体验感和动手操作能力的培养。“黑板实验”“视频实验”的情况仍然常见，有的学校仅在应付实验考试的前几天才将实验室大门为学生打开，甚至有些地区只是在数字化平台上对学生的科学实验能力进行考核。一些科学教育条件欠发达的地区配不齐科学实验教师和器材，导致学生对科学探究的认识只停留在书本或习题层面。另外，学生在校外各类科学场所体验科研前沿的机会仍然不多。即便一些校外科技力量已逐步走进学校，但更为常见的情况仍是由讲解员或科普工作者承担的“科学知识传递”工作，学生仍以被动学习的方式获取知识，较少有沉浸式的科学探究与体验。

另一方面，在学生动手时教师也容易忽视学生思考过程，没能将学生亲身获得的经验与理性思维恰如其分地整合起来。一些教师鼓励学生在课堂上动手做实验来探究科学规律，这本是好事，但实验的步骤往往是教师或教材直接给定的，学生只需要按部就班地轻松完成就可以获得教师或教材预设的实验结果，教师也可以顺利结束实验环节并按既定进度完成教学。学生被动动手，却不清楚实验的目的、原理和设计思路，不能对实验结果进行充分的处理和分析，缺少围绕实验过程和实验结果的书面表达、口头交流等环节，就很难完整地发挥科学实验对科学学习的整体价值。

要真正发挥科学实践的育人功能，必须将科学实践与符号化、孤立的认知或知识传递活动，以及线性单向、固定路径的动手操作活动区别开来，让学生在科学思想的引领下将科学问题、经验、现象、知识之间的关系加以贯通活化，在独特的科学视角和背景下基于科学方法提升科学实践的逻辑性、合理性和规范性。

二、新时代我国中小学科学教育监测评价体系构建

（一）针对合格公民和科技拔尖创新人才的培养分类构建

从培养合格公民的视角看，一是要关注科学教育是否能够向学生展现真实的科学发展历程，引导学生了解人类厚重的科学积累和璀璨的科学文化，不断认同科学文化以及科学对传统文化和先进文化发展的深远影响，在获取前人积累的基础科学知识的同时获得科学观念，认识

科学发展规律和科学本质。二是要关注科学教育是否能够向学生生活和生动的现实社会敞开，促进学生在有意义的情境中探寻、分析和解决与科学有关的生产生活问题，建立科学与他人、与自我的关系，学会用科学的思维和方法面对社会、面对生活。

从培养科技拔尖创新人才的角度看，一是要考察科学教育是否重视学生科学知识的体系化、结构化的建构，是否引导学生不断建立和完善正确的、先进的科学思想，并学会运用科学思想指导科学实践，进而更好地提出新颖假设和猜想，形成严密可行的探索方案，产出高质量的创新成果。二是要考察科学教育是否能够帮助学生形成科学学习和科学探究的获得感，从兴趣、能力和表现等多层次提升青少年的科学身份认同，为学生的成长和发展赋予更多科学资本，塑造能够激发青少年科学职业认知和科学职业期望的环境要素[4]，使其建立起从事科学职业的意愿，并不断驱使自己在科学事业中持续躬耕，不畏困难，勇于突破。

（二）全面展现科学物性特征和人性特质相得益彰的关系

首先，要进一步突出人们在研究物性自然世界时持有的规范认识论。基于科学假设、猜想和想象做出合理预判，建立有助于论证这些假设、猜想和想象的调查或实验路径，是最终得到结果的必经之路。调查或实验路径的建立必须体现逻辑性，形成事实和主张之间的论证关系，同时需要以客观、严谨、求实的科学态度去实践这些调查或实验，从而获得真实的、充分的、可重复检验的证据以证实主张，或证伪对立主张。必须引导青少年经历上述过程，让他们认识探究物性自然世界的基本路径，深刻地理解科学共同体在科学思维方式和科学实践方法等方面不断建立和发展的行动规范。

其次，要增加反映科学研究中人的主体性和主体间性的社会认识论。主体性要突出科学活动中人的能动性，主体间性则要突出科学活动中不同主体的交往关系。要关注中小学科学教育的内容和过程是否真实反映出科学实践中的个体与个体之间的参与和交往特征，以及这些特征对于科学知识建构的意义和影响。要结合具体内容突出科学工作者个人的兴趣、喜好、习惯、生活方式、处事特征等要素与科学认识之间的关系，同时揭示出科学实践本身所展现的一群科学工作者的一系列社会行为及其中蕴含的科学共同体文化、工具和语言。除了科学工作者以外，还要引导学生了解身边的人与科学的关系，学会与他人进行科学交流，进而让学生认识到科学并不是仅适合于特定的某类人，实际上每个人都可以从事科学相关工作[5]。

（三）充分关照学生在科学实践中的思考能力和行动能力

思考能力与行动能力相结合，意味着思维活动的产生、思维成果的论证离不开基于行动获得的实际经验。第一，要注重将学生科学实践体验作为学生科学认识发展的重要基础，让学生获得科学实践的完整经验，在动手尝试中发现悬而未决的科学问题，在动手验证中找寻能够论证科学结果的证据，在动手制作中实现科学知识的充分应用。第二，要注重学生整合多种类型的科学实践手段和方法，既要利用全面、细致、有条理的观察发现自然世界的本真面貌，又要

利用合理、规范、自洽的实验探索自然世界的客观规律，并且在遵循科学研究自身逻辑体系的前提下对各类科学实践手段和方法加以妥当安排、灵活运用。

思考能力与行动能力相结合，还意味着要在行动之前充分考虑行动的目的和路径，行动之后充分反思行动的成效和不足。第一，要着力避免形式化，减少照方抓药式的“菜谱实验”，超越单纯为了应付教师课堂要求而开展的被动探索。只有明确科学问题解决的目的，预估科学问题解决的结果，才能够在科学实践探索过程中做真实的科学实验，学有用的科学知识。第二，要重视对学生科学实践过程的自主反思和科学评价。充分激发学生的批判性思维，加大对科学实践路径设计和实施的反思力度，强化对实践操作过程的复盘并经验总结，进而形成对科学实践重点、难点和表现不足的地方的迭代探索方案和持续改进办法，在科学实践和科学认识的生动循环中保有持续的科学探索兴趣。

（三）促进青少年在参与科学实践的过程中协同提升思考能力和行动能力

引导青少年参与科学实践要警惕将理性与感性、认识与经验、思维和能力、审辨与操作割裂开的片面性。只有真正重视思考能力和行动能力的同步提升，才能让青少年根据科学问题的背景、现实的可能、团队的优势、结果的预期，建立恰当的科学实践目标，并结合既有条件、影响因素、阶段成果等来灵活地调整科学实践的目标、任务、思路和策略。

在现实的科学教育中，片面开展科学实践的情况屡屡出现。一方面，忽视学生科学学习体验感和动手操作能力的培养。“黑板实验”“视频实验”的情况仍然常见，有的学校仅在应付实验考试的前几天才将实验室大门为学生打开，甚至有些地区只是在数字化平台上对学生的科学实验能力进行考核。一些科学教育条件欠发达的地区配不齐科学实验教师和器材，导致学生对科学探究的认识只停留在书本或习题层面。另外，学生在校外各类科学场所体验科研前沿的机会仍然不多。即便一些校外科技力量已逐步走进学校，但更为常见的情况仍是由讲解员或科普工作者承担的“科学知识传递”工作，学生仍以被动学习的方式获取知识，较少有沉浸式的科学探究与体验。

另一方面，在学生动手时教师也容易忽视学生思考过程，没能将学生亲身获得的经验与理性思维恰如其分地整合起来。一些教师鼓励学生在课堂上动手做实验来探究科学规律，这本是好事，但实验的步骤往往是教师或教材直接给定的，学生只需要按部就班地轻松完成就可以获得教师或教材预设的实验结果，教师也可以顺利结束实验环节并按既定进度完成教学。学生被动动手，却不清楚实验的目的、原理和设计思路，不能对实验结果进行充分的处理和分析，缺少围绕实验过程和实验结果的书面表达、口头交流等环节，就很难完整地发挥科学实验对科学学习的整体价值。

要真正发挥科学实践的育人功能，必须将科学实践与符号化、孤立的认知或知识传递活动，以及线性单向、固定路径的动手操作活动区别开来，让学生在科学思想的引领下将科学问

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/437003026022010006>