

中小学科教融合的思考与探索

□ 王元卓 熊永昌

[摘要] 科教融合是中小学校推进科学教育的主要方式之一。为更好地发展中小学科学教育，有必要重新审视我国中小学科学教育面临的挑战，分析科教融合对中小学科学教育的重要作用，探索科教融合的模式，展示科教融合的实践案例。科教融合包括学科知识与实践相结合、跨学科综合教学、科研机构与学校合作、学生参与科学研究与教师专业发展等。科研机构在支持中小学科学教育方面，要注重开发教学资源、开展科学实践、培训科学教育教师，还可以举办公众科学日活动，依托科普教育基地举办科教融合活动，共建创新人才培养基地，探索中学“计算思维”创新课程。

[关键词] 科教融合；科学实践；创新人才培养

中图分类号：G40-012 文献标识码：A 文章编号：1673-9949 (2024) 06-0063-05

在科技发展日新月异、产业变革迫在眉睫的新时代，中小学科学教育的重要性愈发凸显。作为培养未来科学家和技术人才的基础教育，中小学科学教育不仅承担着塑造青少年科学素养的使命，也是构建创新型国家的关键一环。

一、我国中小学科学教育政策及挑战

近年来，我国中小学科学教育取得了一定进步。在以习近平同志为核心的党中央坚强领导下，国家相继出台了一系列政策，着力在教育“双减”的大背景下，积极推动

科学教育发展。

（一）国家出台系列政策推动中小学科学教育发展

2023年2月，习近平总书记在中共中央政治局第三次集体学习时强调，“加强基础研究，归根结底要靠高水平人才。”“要坚持走基础研究人才自主培养之路，深入实施‘中学生英才计划’‘强基计划’‘基础学科拔尖学生培养计划’，优化基础学科教育体系，发挥高校特别是‘双一流’高校基础研究人才培养主力军作用，加强国家急需高层次人才培养，源源不断地造就规模宏大的基础研究后备力量。”^[1]

为贯彻落实习近平总书记重要讲话精神，教育部召开党组会议，提出要“在‘双减’中做好科学教育加法，培育具备科学家潜质、愿意献身科学研究事业的青少年群体。”^[2] 2023年5月，教育部等十八部门联合印发了《关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》，提出要“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”。^[3] 2023年12月，教育部又印发《教育部办公厅关于推荐首批全国中小学科学教育实验区、实验校的通知》，要在全国范围内建设一批中

收稿日期：2024-05-11

作者简介：王元卓，男，中国科学院计算技术研究所研究员，博士生导师，兼任中国计算机学会科学普及工作委员会主任；熊永昌，男，北京一零一中学党委书记、校长，正高级教师，数学特级教师。

小学科学教育实验区、校,要在课程资源开发、教师队伍建设、教学方法变革、教育场所构建等重点领域和关键环节做好试点工作,寻找并破解难点、堵点,探索科学人才培养创新模式。

出台科学教育政策,旨在构建一个全面、多元和高质量的科学教育体系,不仅注重知识的传授,更重视学生实践能力、创新能力和科学精神的培养。尽管如此,中小学科学教育仍然面临着一系列挑战。

(二) 我国中小学科学教育面临的挑战

一是中小学科学教育课程标准中需要增加实践内容的设计。在最新发布的《义务教育科学课程标准(2022年版)》中,教育部提出了一系列新理念,如素养发展、精选课程、科学进阶、探索实践、综合评价等,标志着从重知识传授向重实践的过渡。^[4]然而,新课标尽管注重了课程内容的搭建,但却忽略了实践内容的设计。因此,课程设计仍然局限在学生应该“知道”或“理解”的层面,缺乏对实践的精心设计,尤其是在科学与工程技术的实践方面。课程标准尽管有物质与能量、系统与模型、结构与功能、稳定与变化等跨学科设计和部署,但缺少了实践活动的具体内容设计,导致学习目标、学习内容、实践探索之间无法有效对接。

二是中小学科学教育师资力量不足。我国中小学科学教育面临着教师数量不足以及教师专业背景不够理想的问题。以小学为例,有数据显示,全国约有24万名小

学科学教育专职教师,而全国有15万余所小学,这意味着全国平均每所小学只有约1.6名科学教育教师。与其他学科相比,这一数量明显不足。^[5]

此外,科学教育教师的专业背景也不够理想。2021年底,教育部基础教育教学指导委员会科学教育专业委员会在全国范围内共收集了13.1万名小学科学教育教师的调查数据。调查数据显示,小学科学教育教师没有理工科背景的占一定比例,且教师在学科认知、探索实践以及跨学科教学方法等方面存在信心不足的问题。^[6]我国对科学教育专业的设立起步较晚,2001年才正式批准了重庆师范大学设立科学教育本科专业。在2012年和2020年两次颁布的《普通高等学校本科专业目录》中,科学教育专业仅归属于教育学类别。^[7]

我国科学教育专业的设立起步晚、发展慢、基数少,导致具有高等教育学历且有意愿从事中小学科学教育工作的毕业生数量严重不足。这一情况引起了党和国家的高度重视。2021年,国务院印发了《全民科学素质行动规划纲要(2021—2035年)》,明确指出要“推动高等师范院校和综合性大学开设科学教育本科专业,扩大招生规模”。

三是过程性评价体系和工具缺失。我国对学科教育的评估,大多以结果为基础和导向。然而,对于科学教育这种综合类学科而言,更需要过程性评价。尽管在《义务教育科学课程标准(2022年版)》的

评价建议中,提出了过程评价的原则,但未给出具体的评价方法或工具。因此,需要从科学教育的本质出发,提炼出迭代的过程性评价方法和工具,或者从整个科学教育的实施过程中寻找适用的评价工具。在教学过程中,教师应有意识地设计完整的测评体系,考虑到学习结果、能力、实践探索过程以及测评对象等因素。人们通常熟悉结果评价,对于实践探索过程中应出现在评价量表中的要素,如项目理解、科学或技术水平、决策制定、创造力、问题解决能力、材料与人力资源的使用等,没有加以重视。

二、对中小学科教融合的思考

中小学科学教育中的科教融合,是一种重要的教育模式。科教融合将科学研究与教育相结合,通过引入科研机构 and 科学家的资源和力量,为学生提供更丰富、更深入的科学学习体验。在科教融合的范式下,学生不仅能够接触到最新的科学知识和技术,还能够参与到科学研究和实践中,培养自己的创新能力和解决问题的能力。同时,科教融合还能够促进教师和科学家之间的合作,提升教学质量和水平。^[8]

(一) 科教融合范式的主要特点

中小学科学教育中的科教融合范式,以实践为基础,以跨学科综合教学为特点,通过科研机构与学校的合作,让学生参加科学研究与创新活动,培养学生的科学素养和创新能力,进而推动科学教育的全面发展。科教融合范式的特点,主

要体现在以下几个方面。

1. 学科知识与实践相结合

科教融合范式将学科知识与实践相结合,不仅注重学科理论知识的传授,还重视学生的实践操作和实验探索。学生在学习过程中,不仅仅是被动接受知识,而是通过实践活动主动探索、发现问题、解决问题,从而提高学生的科学素质和实践能力。

2. 跨学科的综合教学

科教融合范式强调跨学科的综合教学,将不同学科的知识进行整合和交叉应用。^[9]通过跨学科教学,可以帮助学生更好地理解和应用知识,培养学生综合分析问题和解决问题的能力。

3. 科研机构与学校开展合作

科教融合范式重视科研机构与学校的合作,二者通过建立合作关系,将最新的科学研究成果应用到教学实践中。科研机构为学校提供专业的教学资源和支持,为学生提供科学实验、科技创新等实践机会,增加学生的科技自信与自立,在学生心中种下科学的种子。

4. 学生参加科学研究与创新

科教融合范式鼓励学生参加科学研究与创新活动,培养学生的科学探索精神和创新意识。^[10]通过学生参与科研项目、科技竞赛等活动,激发学生的兴趣和潜力,培养学生的科学素养和创新能力。

5. 教师专业发展与能力提升

科教融合范式注重教师的专业发展与能力提升,提供专业化的培训和支持,帮助教师掌握最新的科

学知识和教学方法,提高教学质量和水平。^[11]教师通过专业提升,对学生进行因材施教,引导学生自觉获取科学知识、培养科学精神、树立科学理想。

(二) 科研机构如何支持中小学科学教育

科研机构在中小学科学教育中应当肩负起引领者与支持者的责任。作为引领者,科研机构可以利用其在科学领域的专业性、创新性和权威性,为中小学科学教育提供方向性引领和创新思维指导,为中小学科学教育提供前沿发展动态,促进教育内容的更新和优化。同时,作为支持者,科研机构可以为中小学科学教育提供技术性支持和科学实践资源,并推动跨学科交流与合作,为培养具有创新精神的科学人才提供支撑。科研机构在支撑中小学科学教育方面,可以采取多种途径和措施,包括但不限于以下举措。

1. 开发教学资源

科研机构可以开展中小学科学教育课程和教学资源开发工作,包括编写教材、设计课程内容、制作教学视频、开发教学软件等。科研机构可以参与到中小学课程变革中,将最新的科学研究成果和教学理念融入课程中,使之更加贴近科学前沿和学生的实际需求。

2. 开展科学实践

科研机构可以邀请专业科研人员担任中小学生的科研导师,定期指导学生开展合适的科学研究项目。通过实验、观察、探索等方式,让学生亲身参与科学研究

活动,培养他们的实践能力和动手能力。

3. 开发评价体系

科研机构可以参与中小学科学教育的评估和监测工作,包括学生学习成绩评估、教学质量评估、课程改革效果评估等。通过科学的评估和监测,可以及时发现问题,促进教育改革和提高教学质量。

4. 培训科学教育教师

科研机构可以举办中小学科学教育教师培训班、研讨会等活动,提升中小学科学教育教师的教学水平和科学素养。^[12]通过分享最新的科研成果、教学方法和资源,帮助中小学科学教育教师更好地开展教学工作。

5. 举办科普活动

科研机构可以组织科普活动,如科学展览、科普讲座、实验示范等,向中小学生普及科学知识,激发他们的科学兴趣、好奇心和探索精神。

6. 开展科研项目

科研机构可以邀请专业科研人员担任中小学生的科研导师,指导他们开展合适的科学研究项目,培养他们的科学思维和解决问题的能力。^[13]

7. 建立合作关系

科研机构可以与学校建立长期稳定的合作关系,共同开展科学教育项目和实践活动,实现资源共享、互利共赢。科研机构可以充分发挥自身的优势,为中小学科学教育提供支持,促进科教融合,推动教育和科学研究的共同发展。

三、科教融合实践与探索

在中小学科学教育中,科教融合的实践正在逐渐展开。中国科学院开展的科教融合实践,呈现出丰富多彩的形式。这种融合不仅体现在科学院举办的公众科学日等大型科普活动中,还深入到与中小学的合作项目中。通过这些合作项目,科学院与学校之间建立了紧密的联系,为学生提供了更丰富的学习资源和实践机会。这种跨界合作不仅促进了科学知识的普及,还培养了学生的科学兴趣和创新能力,为科教融合提供了有力支持。

(一) 举办公众科学日活动

中国科学院计算技术研究所(简称“中科院计算所”)举办公众科学日活动,自2005年至2023年,已举办19届。公众科学日活动将高端的科研资源科普化,创新科普形式,把丰富的科学知识和前沿的技术融入引人入胜的游戏之中,让青少年在游戏中学到很多知识,激发青少年的科学兴趣,深受广大青少年喜爱。公众科学日活动围绕计算、信息技术、科幻等主题展开,其中科普展览、科技成果展、科普讲座、科普游戏和科普体验等青少年喜爱的活动,参加人数逐年增加。2023年的公众科学日活动,参加人数已超过1万人。这一活动得到上级部门和社会公众的认可,曾荣获“中国科学院公众科学日”最佳创意奖和最佳人气奖,已成为激发青少年科学兴趣、培养青少年探索科学热

情的有益活动。

(二) 依托科普教育基地,举办科教融合活动

中科院计算所作为全国科普教育基地和北京市科普基地,结合研究所的学科优势,创新科教融合方式,将高端的科研资源科普化,持续开展科学教育教师培训、中小学生研学活动和社区科普活动。自2015年起,每年举办科学教育教师培训。2023年,接待了教育部和中国科学院举办的首批“特色科学教师研修班”学员。开展中小学生学习研学活动,让中小学生走进计算所,实地参观学习,与科学家面对面交流。计算所还为周边街道、社区居民开展科普活动,举办社区居民和青少年走进计算所活动。

(三) 共建创新人才培养基地

2022年4月,中科院计算所与北京一零一中学教育集团签约,合作共建“芯片与计算思维创新人才培养基地”。针对当前中学阶段的计算机类课程与大学本科阶段的计算机类课程存在断崖式差别等问题,发动中科院计算所的研究员、博士生导师,与北京一零一中学的领导、科学教育教师一起探索中学生创新人才培养新途径。首先,利用大学课程中的实践内容,建构一系列适合“大中”衔接的课程,做好“大中”计算机类课程的衔接。作为面向芯片设计和算法设计等方向的初级先导课程,让教学、实践和科创结合为一体。通过项目式教学方法,为学生提供学习、实验、论证和解决方案探索的全新学习体验。通过

成立专家导师组,为学生提供了全面、丰富的芯片设计知识及科创项目资源。此外,还特别关注培养学生的信息技术素养,激发学生的爱国情怀和团结协作精神,鼓励他们进行科学探索与创新。

(四) 开发中学“计算思维”创新课程

计算所与合作单位通过系统课程教学,开发出适合初中生的“芯片与计算思维”课程体系(见图1),对学生进行从逻辑思维、算法思维再到系统思维的培养,为学生科普集成电路及工艺基础知识,为他们提供芯片设计及制造的通识性知识,提高学生的计算思维能力,培养学生的信息和数字素养,发展学生发现问题并解决问题的能力,培养他们的批判性思维及勇于探究的科学创新精神,引发学生对行业的深入思考,让他们了解认同中国国情,培养学生的爱国主义精神。通过这些实践活动,科研机构与青少年、中小学校实现密切合作,为中小学生学习提供了丰富多彩的科学教育资源,促进了科技普及,探索了科教融合的新模式。

中小学科学教育是培养未来科学家和技术人才的重要方式,科教融合为其提供了新的发展路径。未来,我们需要进一步加强科教融合的实践,不断探索适合我国国情的科教融合模式,为学生提供更优质、更深入的科学教育和科学实践。同时,政府、学校、科研机构和社会相关组织,需要加大对科教融合实践的支持和投入,共同提升

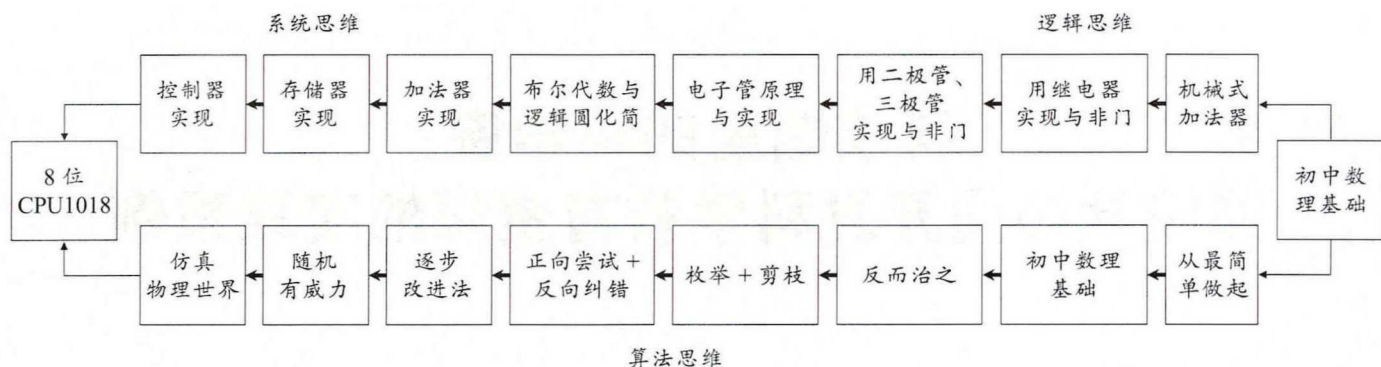


图1 “芯片与计算思维”课程体系

青少年的科学素养，共同推动科学教育的发展，为建设创新型国家做出更大的贡献。

参考文献：

[1] 新华网.习近平在中共中央政治局第三次集体学习时强调 切实加强基础研究 夯实科技自立自强根基.[EB/OL]. (2023-02-22) [2024-03-39]. http://www.xinhuanet.com/2023-02/22/c_1129386597.htm.

[2] 中华人民共和国教育部网.教育部召开党组会传达学习习近平总书记中共中央政治局第三次集体学习时的重要讲话精神[EB/OL]. (2023-02-23) [2024-04-27]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/moe_1485/202302/t20230223_1047157.html.

[3] 中华人民共和国教育部网.教育部等十八部门关于加强新时代中小学科学教育工作的意见[EB/OL]. (2023-05-29) [2024-04-19]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A29/202305/t20230529_1061838.html.

[4] 中华人民共和国教育部网.教育部关于印发义务教育课程方案

和课程标准(2022年版)的通知[EB/OL]. (2022-04-20) [2024-04-27]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/202204/t20220420_619921.html.

[5] 中华人民共和国教育部网.强化小学科学教师专业化建设[EB/OL]. (2023-07-11) [2024-04-27]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5148/202307/t20230711_1068276.html.

[6] 中华人民共和国教育部网.普通高等学校本科专业目录(2012年)[EB/OL]. (2012-09-18) [2024-04-12]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_1034/s3882/201209/t20120918_143152.html.

[7] 中华人民共和国教育部网.普通高等学校本科专业目录(2020年)[EB/OL]. (2020-02-25) [2024-04-17]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_1034/s4930/202003/W020200303365403079451.pdf.

[8] 周德进.大力支持科学家参与到科学教师培养中来[J].中国基础教育, 2023(2): 14-16.

[9] 杨晓梦.新课标视域下中小学科学教育的发展方向与推进路径

[J].中小学管理, 2023(6): 30-32.

[10] 郑永和.投资青少年科学教育就是投资中国未来[J].人民教育, 2022(Z3): 1.

[11] 高杰.提升教师科学素养 深入推进科学教育[J].中小学校长, 2024(2): 37-39.

[12] 任友群.持续推进科学教师队伍建设的行动与思考[J].中国基础教育, 2023(2): 6-8.

[13] 张正严, 陈霞玲.科技工作者参与中小学科学教育的价值向度与实践路径[J].教师教育学报, 2023, 10(6): 56-67.

[责任编辑: 刘新丽]