

大中小衔接开展科学教育的经验探索

张廷廷

威县第一小学

摘要：教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑。教育是科技进步和人才培养的基础，科技是推动教育发展和人才成长的动力，人才是教育和科技发展的关键要素。当前，我国教育、科技、人才发展取得显著成就，但仍面临协同不足、创新能力有待提升等问题。通过加强政策协同、促进资源共享、深化产教融合等举措，推动教育、科技、人才深度融合发展，对于实现中华民族伟大复兴的中国梦具有重要意义。

关键词：教育；科技；人才；融合发展

科学教育是培养创新人才、提升国家科技竞争力的基础性工程。在当前教育改革背景下，打破学段壁垒，构建大中小衔接的科学教育体系，成为推动人才培养连贯性、系统性发展的关键举措。本文基于科学教育的核心目标，从课程体系、教学方法、资源共享、评价机制等维度，探讨大中小衔接科学教育的实践策略，并结合典型案例分析面临的挑战与未来方向，为一体化人才培养体系的构建提供理论与实践参考。

一、大中小衔接科学教育的核心目标与价值

大中小衔接开展科学教育，本质是通过系统性设计，实现不同学段科学教育的有机衔接，形成“启蒙—兴趣—专长—创新”的人才培养链条。其核心目标贯穿于教育全过程，体现了科学素养培养的阶段性与连贯性统一。

（一）连贯性：保障科学素养的持续发展

连贯性是大中小衔接科学教育的首要目标。传统科学教育中，各学段往往独立设计教学内容，导致知识重复或断层现象普遍存在。例如，小学与初中对“力”的概念讲解缺乏梯度，高中与大学的“细胞结构”知识衔接生硬，既浪费教学资源，也影响学生对科学知识体系的整体认知。通过连贯性设计，需梳理物质科学、生命科学、地球与宇宙科学等核心领域的知识脉络，明确每个概念在不同学段的递进目标，使学生从低学段到高学段逐步构建完整的科学知识框架。

（二）适应性：遵循学生认知发展规律

学生的认知能力随年龄增长呈现阶段性特征，科学教育需与之适配。皮亚杰的认知发展理论指出，小学阶段（7-11岁）处于具体运算阶段，学生需通过具体事物理解科学现象；初中阶段（11-15岁）进入形式运算阶段，开始具备抽象逻辑思维；高中及以上则可进行复杂的科学推理与建模。适应性目标要求教学内容、方法与学生认知水平同步进阶。

（三）创新性：衔接教育链与创新链

创新性目标旨在打破科学教育与科研前沿的隔阂，从低学段激发学生的科学兴趣，逐步引导其向专业领域深入。通过跨学段的科学活动设计，让学生从“接触科学”到“参与科学”，最终实现“创造科学”的转变。例如，小学阶段通过趣味实验激发好奇心，中学阶段结合社会议题开展探究，大学阶段对接科研项目，使科学教育与高等教育、科研领域形成闭环，为创新人才培养提供源头动力。

二、大中小衔接科学教育的关键策略与实践路径

构建大中小衔接的科学教育体系，需从课程、教学、资源等多维度协同发力，通过纵向贯通与横向融合，实现各学段科学教育的无缝衔接。

（一）课程体系衔接：纵向贯通与横向融合的统一

课程体系是科学教育衔接的核心载体，需通过纵向梳理知识脉络、横向融合跨学科内容，形成螺旋上升的课程结构。

1. 纵向贯通：核心概念的梯度化设计

纵向贯通的关键在于建立大中小联合教研机制，由高校教师、中小学教研员、一线教师共同参与，梳理各学科核心概念的递进路径。

2. 横向融合：跨学科主题的协同设计

科学问题的复杂性决定了科学教育需打破学科壁垒，通过横向融合实现知识的综合应用。横向融合可围绕社会热点、科技前沿设计跨学科主题，将科学与数学、工程、技术、人文等学科结合，培养学生的综合思维。

（二）教学方法衔接：基于认知规律的梯度化实施

教学方法的衔接需与学生认知发展同步，从低学段的趣味体验到高学段的深度探究，形成循序渐进的教学路径。

1. 低学段（小学）：以“兴趣启蒙”为核心，侧重直观体验

小学阶段是科学兴趣培养的关键期，教学方法需以趣味化、生活化为主。通过趣味实验、现象观察、游戏化学习等方式，让学生在玩中学。例如，人教版小学科学教材中的“水的三态变化”一课，教师可设计“冰融化”“水蒸气凝结”等家庭小实验，让学生通过触摸、观

察记录现象；结合“彩虹形成”的自然现象，引导学生用三棱镜进行模拟实验，感受光的折射原理。

2. 中学段（初中）：以“探究流程”为核心，强化逻辑思维

初中阶段需引入系统的科学探究方法，让学生掌握“提出问题—作出假设—设计实验—分析数据—得出结论”的完整流程。教学中可结合社会议题，将科学知识与现实问题关联，通过这种教学方法既巩固了化学知识，又培养了学生的问题解决能力。

3. 高学段（高中-大学）：以“科研实践”为核心，培养创新能力

高中阶段可开展“微科研”项目，如某中学与当地气象局合作的“城市热岛效应监测”课题，学生分组设计监测方案，在不同区域（公园、商业区、工业区）布置温度传感器，收集数据后用数学模型分析热岛强度与人类活动的关系，研究成果可在校园科技节展示。大学阶段则通过开放实验室、导师制等形式，让学生参与真实科研项目，如某高校的“中学生进实验室”计划，允许高中生跟随研究生开展“微生物降解塑料”的实验，掌握PCR、琼脂糖凝胶电泳等专业技术。

（三）资源共享与平台建设：打破壁垒的协同保障

资源共享是实现大中小衔接的重要支撑，需通过实验室开放、师资联动、数字化资源库建设等方式，整合各类教育资源。

1. 实验室与设备资源的跨学段共享

高校和科研院所的实验室是科学教育的重要资源。通过“高校实验室开放日”“中小学实验设备升级计划”等形式，实现资源下沉。例如，清华大学每年暑期举办“少年科学家实验室”活动，向初中生开放基础物理、化学实验室，学生可在教师指导下完成“光谱分析”“细胞观察”等实验。

2. 师资队伍联动培养机制

师资水平是科学教育衔接的关键瓶颈，需建立跨学段师资联动机制。一方面，高校教师参与中小学课程设计，如北京师范大学物理系教授与中学合作编写《高中物理探究实验手册》，将大学物理实验思想融入中学教学；另一方面，中小学教师进入高校研修，提升教师的专业素养。

3. 数字化资源库的共建共享

数字化资源库能突破时空限制，实现优质科学教育资源的广泛覆盖。部分地区已构建“大中小科学教育资源平台”，整合各类资源：课程类资源、工具类资源、活动类资源。平台采用“分级权限”设计，小学教师可获取基础实验资源，高中教师可下载高校合作项目资料，

实现资源的精准匹配。

（四）评价机制创新：从“知识考核”到“素养导向”的转型

科学的评价机制能引导大中小衔接科学教育的方向，需突破传统的纸笔测试，建立过程性、能力导向的评价体系。

1. 过程性评价：构建学生科学成长档案

过程性评价通过记录学生从小学到大学的科学探究轨迹，全面反映其科学素养的发展。例如，电子档案袋可包含：小学阶段的实验记录、初中阶段的探究报告、高中阶段的课题成果、大学阶段的科研论文等。

2. 能力导向评价：聚焦科学思维与实践能力

评价内容需从“知识记忆”转向“能力应用”，重点关注学生的科学思维、实践能力与合作能力。例如，初中阶段的“科学探究评价量表”包含：提出问题的合理性、实验设计的严谨性、数据解释的逻辑性、小组合作的有效性；高中阶段则引入“科研答辩”形式，学生需向评委（含高校教师、科研人员）汇报课题成果并接受质询，评价标准参考科研项目评审模式，注重创新性与科学性。

三、大中小衔接科学教育的典型案例分析

实践是检验理论的重要标准。近年来，国内多地及国际上已开展大中小衔接科学教育的探索，形成了一批可借鉴的典型案例，为体系构建提供了实践样本。

（一）北京“翱翔计划”：高中与高校的科研衔接模式

“翱翔计划”是北京市针对高中生开展的拔尖创新人才培养项目，核心是通过高校与中学合作，实现高中教育与高等教育的科研衔接。该计划的实施路径包括：

1. 选题与导师匹配：学生根据兴趣从高校提供的科研课题库（如“城市土壤重金属污染检测”“无人机自主避障算法”）中选择方向，由高校教授担任学术导师，中学教师担任实践导师，形成“双导师制”。

2. 科研实践过程：学生利用周末和假期进入高校实验室，参与真实科研项目。例如，某高中生在环境科学导师指导下，采集北京不同区域的水样，通过原子吸收光谱仪检测重金属含量，最终完成《北京市某流域重金属分布特征分析》的研究报告。

3. 成果认定与衔接：学生的科研成果纳入综合素质评价，优秀项目可获得高校自主招生加分或“强基计划”入围资格，部分学生的研究甚至发表在青少年科技期刊上。该计划实施以来，累计有 5000 余名学生参与，其中 30% 进入国内顶尖高校的理工科专业，体现了科研兴趣向专业选择的有效转化。

（二）上海 STEM 教育生态圈：跨学段的项目式学习整合

上海市以 STEM 教育为载体，构建了大中小衔接的科学教育生态圈，通过高校、企业、中小学协同设计项目式学习（PBL）内容，实现知识与实践的融合。其特色在于：

1. 分学段项目设计：针对不同学段设计梯度化 STEM 项目，如小学的“校园植物温室设计”（科学+工程）、初中的“家庭垃圾分类智能识别装置”（科学+技术）、高中的“基于大数据的城市交通优化方案”（科学+数学+信息技术）。

2. 资源协同机制：同济大学、华东理工大学等高校提供技术支持（如 3D 打印设备、编程平台），企业（如商汤科技、特斯拉）提供真实问题场景（如人工智能应用、新能源技术），中小学负责项目实施。

3. 评价与展示平台：通过“上海 STEM 创新大赛”展示跨学段成果，设立“小学-初中-高中”联合项目组。

（三）芬兰“现象教学”：跨学科与学段的现实问题导向

芬兰作为全球教育创新的标杆，其“现象教学”模式为大中小衔接科学教育提供了国际借鉴。该模式以现实问题为核心，打破学科与学段界限，例如围绕“气候变化”主题：

1. 小学阶段：通过绘本、动画了解气候变暖现象，制作“北极冰盖融化”的模型，培养环境意识；

2. 初中阶段：学习气候系统的科学原理（如温室效应、洋流影响），收集本地气候数据并与 10 年前对比，分析变化趋势；

3. 高中阶段：研究气候变化的解决方案，如设计“低碳校园”计划，计算太阳能板安装的节能效益；

4. 大学阶段：结合专业深入研究（如环境科学专业探究碳捕获技术，社会学专业分析气候政策的公平性）。

芬兰的实践表明，现象教学能让学生从低学段到高学段持续关注同一主题的不同维度，既保持学习的连贯性，又深化对复杂问题的理解，这种模式对我国跨学科科学教育衔接具有重要启示。

四、大中小衔接科学教育面临的挑战

大中小衔接科学教育的推进过程中，受教育体制、资源分配、认知差异等因素影响，仍面临诸多现实挑战。

（一）学段割裂：打破“各管一段”的体制壁垒

当前，我国基础教育与高等教育在管理体系、评价导向等方面存在显著割裂，导致科学教育缺乏连贯性设计。小学、中学、大学分属不同教育阶段，各自遵循独立的课程标准与教学目标，鲜少考虑学段间的衔接。

（二）师资差异：构建“阶梯式”能力提升体系

师资队伍的能力差异是制约科学教育衔接的核心要素。小学科学教师多为兼职或转岗教师，约 60% 缺乏系统的科学专业背景，难以准确把握知识的进阶逻辑；中学教师受应试压力影响，更侧重知识传授而非探究能力培养，对大学科研前沿的了解不足；高校教师则普遍缺乏基础教育经验，设计的衔接内容常超出中小学生的认知范围。这种“能力断层”直接导致不同学段的教学方法、思维训练难以形成合力。

（三）资源不均：打造“普惠化”共享平台

教育资源的城乡、区域差异，使大中小衔接科学教育难以均衡推进。城市学校可依托高校资源开展实验室探究、科研项目合作，而农村及偏远地区学校往往面临“设备短缺、活动匮乏”的困境。据调研，农村小学拥有科学实验室的比例不足 30%，能参与跨学段科技活动的学生占比仅为城市学生的 1/5，这种差距直接加剧了科学素养培养的“马太效应”。

五、大中小衔接科学教育的未来发展方向

随着教育改革的深入与科技的进步，大中小衔接科学教育将呈现三大发展趋势，进一步推动一体化人才培养体系的完善。

（一）人工智能赋能：实现个性化衔接与精准化培养

人工智能技术的发展为科学教育的“自适应衔接”提供了可能。通过构建“科学素养画像系统”，可实时采集学生在不同学段的学习数据（如实验操作视频、探究报告、问题解决过程等），运用算法分析其知识掌握程度、思维特点与兴趣倾向，进而动态调整教学内容与难度。

（二）生涯规划衔接：构建“科学—职业—人生”的贯通链条

科学教育的终极目标是帮助学生建立“科学认知—职业选择—人生发展”的内在联系。当前，科学教育与生涯规划的割裂，导致许多学生虽具备科学能力，却对科研职业、科技领域缺乏清晰认知，最终选择远离科学领域。据教育部数据，高中阶段参与过科学探究活动的学生中，仅 20% 在大学选择理工科专业，这种“兴趣流失”反映出衔接链条的断裂。

未来，需将科学教育与生涯规划深度融合，构建“三阶职业体验体系”，通过“从认知到体验、从体验到实践”的衔接模式，能帮助学生在科学学习中逐步明确职业方向，实现“科学素养”与“生涯发展”的协同提升。

（三）政策支持强化：完善“制度保障—评价引导—资源倾斜”体系

政策支持是推动大中小衔接科学教育常态化的关键。当前，科学教育衔接尚处于“局部试点”阶段，缺乏全国性的制度设计与资源保障，导致各地实践参差不齐。未来，需从三个层面强化政策支撑：在顶层设计上，将大中小科学教育衔接纳入《国家科学教育发展规划》，明确其在创新人才培养中的战略地位；在评价改革上，进一步扩大科学素养在升学评价中的权重，如将初中科学实践能力纳入中考计分，高中综合素质评价中增设“科研探究”专项，大学自主招生加大对跨学段科研经历的考察力度，形成“指挥棒”效应；在资源投入上，设立“科学教育衔接专项基金”，重点支持农村地区、民族地区的衔接实践，如为偏远学校配备移动科学实验室，资助教师参与跨学段教研活动，确保教育公平。

结语：大中小衔接科学教育的核心价值，在于让科学素养的培养贯穿学生成长全过程，从小学阶段的“好奇启蒙”，到中学阶段的“探究深化”，再到大学阶段的“创新实践”，形成环环相扣的人才培养链条。这一过程既需要课程、教学、资源的系统性设计，也依赖于体制机制的创新突破。通过破解学段割裂、师资差异、资源不均等现实挑战，借助人工智能赋能、生涯规划融合、政策支持强化等路径，大中小衔接的科学教育终将实现“让每个学生都能在科学的道路上持续成长”的目标，为我国科技创新人才的培养奠定坚实基础。

参考文献

- [1]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.
- [2]胡勇，刘丹旸. 大学与中小学协同推进科学教育的实践探索——基于经合组织创新学习环境的探讨[J]. 中国教师， 2023(7): 30-35.
- [3]张东娇，张琪. 大科学教育新格局：学段一体化建构与实施路径[J]. 中国教育学报， 2024(5): 24-29.
- [4]王天平，胡俊波. 中小学科学教育一体化实施的现实困境与突破路径[J]. 教师教育学报， 2023， 10(6): 1-7.
- [5]李欣，邓成超，邓磊，等. “大手牵小手”向科学课程深处漫溯[J]. 中国教育报， 2025 - 04 - 07(009).