

# 大科学教育的逻辑结构与实践系统重构

胡航<sup>1,2</sup>, 潘新雨<sup>1</sup>, 曾琳雅<sup>1</sup>

(1. 西南大学教师教育学院, 重庆 400715; 2. 西南大学中希文明互鉴中心, 重庆 400715)

**摘要:**随着“大科学时代”的到来,“大科学教育”逐渐形成,并在促进个体全面发展、引领教育范式转型、推动人类命运共同体持续演进方面发挥着独特的价值。研究从现象学视角出发,系统阐释大科学教育的育人逻辑:以科技统一的底层逻辑作为大科学教育展开的起点;以学习认知的发生逻辑作为学习认知基础;以学习内容的组织逻辑作为教学基础;以多元协作、跨文化共育与技术赋能为核心的协同育人逻辑提供实践方法支撑。在此逻辑框架下,研究进一步重构了大科学教育的实践系统。具体而言:在微观层面,大科学教育应将科学、信息科技(技术)与通用技术学科进行深度融合;在中观层面,以教育、科技与人才融合发展为核心理念,构建多元主体协同参与的育人生态系统,并利用数智技术赋能教育实践;在宏观层面,立足人类命运共同体的理念,构建更加开放的国际科学教育共同体和大科学教育研究共同体。

**关键词:**大科学教育;教育强国建设;人类命运共同体;人才培养;科技学科建设

**中图分类号:**G521 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-8129(2026)02-0076-10

**基金项目:**2025年重庆市哲学社会科学重大项目“文明互鉴数智计算与决策”(2025WMHJ05);2024年重庆市高等教育教学改革研究项目数字化转型专项“‘人工智能+教师教育’新质教师培养体系的构建与区域实践”(244022);2025年西南大学研究生科研创新项目“AI赋能拔尖创新人才培养研究”(SWUS25159)。

**作者简介:**胡航,教育学博士,西南大学教师教育学院教授,博士生导师;潘新雨,西南大学教师教育学院硕士研究生;曾琳雅,西南大学教师教育学院硕士研究生。

习近平总书记强调“世界已经进入大科学时代,基础研究组织化程度越来越高,制度保障和政策引导对基础研究产出的影响越来越大”<sup>[1]</sup>。中共中央、国务院印发的《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》进一步提出,要培育壮大国家战略科技力量,有力支撑高水平科技自立自强<sup>[2]</sup>,旨在完善科技创新与人才培养协同发展的机制。在这一发展趋势下,厘清大科学教育的内在逻辑与结构,已成为当前教育理论与实践亟须深入探讨的课题。据此,本研究将探讨如下问题:大科学教育是怎样演变的?其价值意蕴体现在哪些方面?其内在的育人逻辑是什么?又该如何从实践层面加以系统重塑?为回应上述问题,研究试图回到教育与科技融合的原点,从大科学教育的历史

演进和价值意蕴出发,探析大科学教育中科技统一、学习认知、学习内容和协同育人的四重育人逻辑,并进一步重构大科学教育实践系统。

## 一、现象探析:大科学教育的历史演进与价值意蕴

“大科学”这一概念最早由普赖斯(Derek John de Solla Price)提出<sup>[3]</sup>。国内学者在此基础上进一步阐释其深层意蕴:其一,科学在不断分化中高度综合,构成统一的有机整体;其二,大科学的主要表现形式是多学科群;其三,大科学意味着各学科相互结合渗透和相互交叉;其四,大科学还意味着自然科学与哲学、人文社会科学相互结合、渗透且多向互动日渐强烈;其五,大科学还表明科学、技术、社会的一

体化发展;其六,大科学还表现为解决当今复杂问题的整体配合性<sup>[4]</sup>。由此可见,大科学具有多学科交叉与渗透、多向互动、科学技术和社  
会一体化,以及面向复杂问题的整体协作等特征。结合大科学的内涵特征与科学发展的进程,本研究将梳理大科学教育的历史演进,并进一步讨论其价值意蕴。

### (一)大科学教育的历史演进

科学的发展经历了由“小科学时代”向“大科学时代”的演进,科学教育也随之改变,逐步形成与大科学时代相适应的“大科学教育”。

#### 1. 小科学时代

在16世纪至19世纪的小科学时代,由个人主导和小集体或大集体主导型的科学研究与试验发展(Research and Development, R&D)活动是其主要特点<sup>[5]</sup>。在19世纪中叶以前,科研活动的方式也一直以科学家个体劳动为主体,在19世纪中叶以后,出现了集体的合作式的研究,在理论基础和应用技术方面的集体研究机构也不断涌现<sup>[5]</sup>。在此过程中,科技探索较少受到约束,人们思想活跃,由此推动了科学技术成果的快速  
增长,并有效回应了当时技术进步与实际应用的需求。

科学教育也随之转变,从侧重于传统的古典学科逐渐过渡到将科学融入学校课程<sup>[6]</sup>。斯宾塞(Herbert Spencer)提出,科学教育应通过实验室为学生提供直接接触自然现象的机会,并让学生通过自己的观察形成结论;赫胥黎(Thomas Henry Huxley)则进一步把科学教育的重心由知识转移到方法上;杜威(John Dewey)指出科学是一种学习的过程与方法,科学知识并非凭空产生,而是源于对疑难情境的探究<sup>[6]</sup>。至此,科学教育不再满足于讲授既定知识,而是开始探索“科学知识如何生成”。

#### 2. 大科学时代

普赖斯认为,自第二次世界大战后,科技发展进入“大科学时代”<sup>[3]</sup>。大科学时代是为适应现代社会大工业生产需要和满足现代战争的要求而形成的科技组织观念和组  
织形式<sup>[5]</sup>。在大科学时代中,一批具有代表性的科研机构相继出现,如美国航空航天局、中国科学院、俄

罗斯国家科学院等,都为大科学时代的科技发展做出过重要贡献<sup>[5]</sup>。

随着大科学时代的到来,科学教育的重要性也日益凸显。20世纪50年代,以苏联首颗人造卫星上天为标志性事件,科学教育被认为对国家安全和经济发展至关重要,世界各国相继出台相关政策,确立科学教育指导思想<sup>[6]</sup>。其中,美国的《国防教育法》及其修正案明确提出将自然科学定为学校必设的核心课程,并将培养科技人才作为核心目标<sup>[6]</sup>。与此同时,布鲁纳(Jerome Bruner)的“学科结构论”主张的“发现学习法”,以及施瓦布(Joseph Schwab)倡导的“科学即探究”理念<sup>[6]</sup>,也从理论层面回应了科学教育在提升学生科学素养与探究实践能力方面的时代需求。

#### 3. 中国的大科学教育

早在2018年,国务院发布的《积极牵头组织国际大科学计划和大科学工程方案》便明确指出:“国际大科学计划和大科学工程(以下简称大科学计划)是人类开拓知识前沿、探索未知世界和解决重大全球性问题的  
重要手段,是一个国家综合实力和科技创新竞争力的重要体现。牵头组织大科学计划作为建设创新型国家和世界科技强国的重要标志,对于我国增强科技创新实力、提升国际话语权具有积极深远意义”<sup>[7]</sup>。由此可见,“大科学”早已融入国家政策体系之中,牵头组织大科学计划不仅是解决全球关键科学问题的有力工具,也是汇聚全球优势科技资源的高端平台,更是构建全球创新治理体系的重要内容。

中国的大科学教育在这一历史演进和政策指引下孕育而成:1978年至2001年,科学教育开始面向大众,相关研究关注于教育目标的重新定位、科学类课程的现代化和本土化,以及以综合科学课程和科学、技术、社会(Science Technology Society, STS)理念为代表的课程与教学创新等;2001年至2014年,科学教育更加关注科学素养和探究式教学,通过修订课程标准、实施综合科学课程和完善科学教师培养,推动科学教育的进一步发展;2014年至2022年,科学教育明确以发展学生科学核心素

养为教育目标,构建本土化的学生核心素养框架,关注 STEM 教育,并基于实践经验和实证研究修订课标和教材,校外科学教育也快速发展;2022 年以来,在教育、科技、人才三位一体统筹推进下,科学教育受到高度重视,聚焦高质量科学教育体系建设,明确科学探究实践作为提升学生科学核心素养的重要途径,重视学生的科学高阶思维培养,并关注小学科学教师培养和科学教师培养体系建设<sup>[8]</sup>。在此基础上,2023 年印发的《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》要求在全国范围内建设中小学科学教育实验区、实验校,探索科学教育实施有效途径和人才培养创新模式,构建大中小学段纵向贯通、校内校外横向联动的发展格局<sup>[9]</sup>。

纵观大科学的历史演进,其整体呈现出从个体主导向组织化协同推进的转变。科学教育也不断突破单一学科边界,形成“大科学教育”,如图 1 所示。在知识结构层面,大科学教育打破物理、化学、生物等学科的分立状态与以概念传授为主的传统模式,将工程设计与技术实践纳入核心内容,推动学科之间的深度融合与综合实践的开展;在教育生态层面,它超越校园课堂的封闭场域,延伸至社区、科技馆、企业与线上平台等开放场域,并由教师主导转向家校社多方协同的生态系统。与侧重知识与技能传授的传统科技教育相比,大科学教育更强调科学与社会、教育的深度联动,是大科学时代为适应科学研究规模化、制度化与跨界化发展趋势而生成的一种新型教育形态。

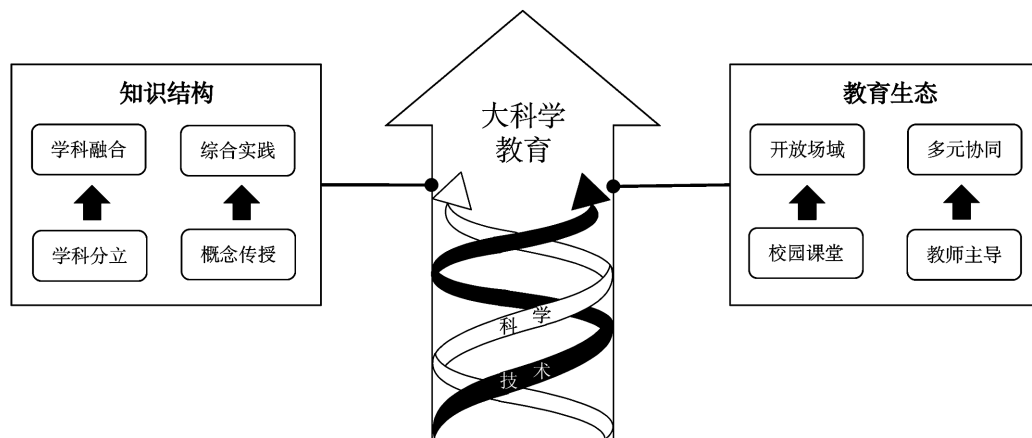


图 1 大科学教育演进图

## (二)大科学教育的价值意蕴

科技的快速发展使得教育面临的使命已不再是“教知识”,而是要回应人如何发展、国家如何强盛、世界如何共生的命题。大科学教育在这样的语境中被赋予新的使命,展现出多维价值意蕴。

### 1. 赋能个体成长:推动人的全面发展

习近平总书记强调“现代化的最终目标是实现人自由而全面的发展”<sup>[10]</sup>。这种自由而全面的发展意味着个体将通过自由自觉的活动去理解和改造世界。进入大科学时代,科学与技术相互促进、协同演化,成为推动社会发展与生产方式变革的关键力量。尤其是在智能化技术快速发展的背景下,科技正不断重构人类的生产、生活与思维方式,推动人更自由而

全面地发展,从而更好地改造世界。

在此背景下,大科学教育展现出促进人自由而全面发展的独特价值。一方面,大科学教育以科技为底色、以实践为路径,将抽象的科学知识转化为具体的问题情境与解决过程,引导学生在探究与实践中共构认知、激发潜能,成为主动的意义建构者。另一方面,大科学教育强调在复杂科技情境中形成批判意识与伦理判断,注重科学理性与价值理性的统一,着力培养既“能干”又“善思”的新型人才,使个体在科技变革中实现更加自由而全面的发展。

### 2. 引领育人转型:推进教育、科技、人才一体化发展

科学教育服务强国建设是赓续科学救国、科学革命、科学建国与科教兴国之时代主题的

历史逻辑,是践行教育、科技、人才三位一体融合发展的政治逻辑,是新时代推进教育强国阔步前进的现实逻辑<sup>[11]</sup>。在这一逻辑框架下,大科学教育被赋予了以下时代使命。

一是拔尖创新人才培养的教育强国建设使命。培养创新型人才是国家、民族长远发展的大计<sup>[12]</sup>。大科学教育引导科技教育回归知识生成的本源场域,回应复杂系统问题与跨学科交融催生的新型知识需求。通过多元协同、体系贯通的育人结构,大科学教育将构建涵盖基础教育、高等教育到前沿科研实践的育人通道,加强基础学科、新兴学科、交叉学科建设和拔尖人才培养,努力造就顶尖科技人才,为强国建设提供有力支撑。

二是科技攻关的科技强国建设使命。现代工程和技术科学是科学原理和产业发展、工程研制之间不可缺少的桥梁,在现代科学技术体系中发挥着关键作用<sup>[12]</sup>。大科学教育通过强化科学与技术、工程与应用的深度融合,推动跨学科整合的科技研究,形成涵盖基础科学突破、关键技术攻关与产业化应用的完整现代科技创新体系,为国家核心技术自主可控与战略科技高地建设提供坚实支撑。

### 3. 共创人类未来:助力人类命运共同体的持续演进

构建人类命运共同体是习近平外交思想的核心理念,顺应了各国人民的普遍愿望,指明了世界文明进步的方向,是新时代中国特色大国外交追求的崇高目标<sup>[13]</sup>。教育作为我国对外开放战略的组成部分,也是推动构建人类

命运共同体的重要力量。大科学教育作为回应这一理念的实践路径之一,凭借其高度的开放性、互动性与对话性,积极回应当前国际社会对跨文化理解、文明互鉴与科技共生的迫切需求。在大科学教育中,青年一代不仅是知识的接受者,更是全球议题的参与者与建构者:他们在科学实验中直面技术的边界与责任,在多元项目协作中理解文化的差异与张力,在应对全球性挑战的学习中形成人类命运共同体的意识,共同绘制人类命运的未来图景。

## 二、批判解构:大科学教育逻辑审视

解构大科学教育的育人逻辑,并非补充完善既有教育理论,而是力图从根本上重新理解大科学教育的内在本质。结合大科学时代中科学与技术的深度融合,以及科学教育在认知方式变革、知识形态重组与育人主体多元协同上的特征,本研究从科技统一、学习认知、学习内容和协同育人四个维度审视大科学教育的育人逻辑,如图2所示:一是通过揭示科学与技术之间相互统一的内在联系,明确大科学教育的科技统一底层逻辑;二是阐明大科学教育中学习认知的发生逻辑,确立其成立的认知基础;三是分析大科学教育中学习内容的组织逻辑,奠定其教学基础;四是探析以多元主体协作、跨文化共育与技术赋能为特征的协同育人逻辑,为大科学教育的实践提供方法支撑。四重逻辑相互支撑,共同构成了大科学教育的内在育人逻辑。

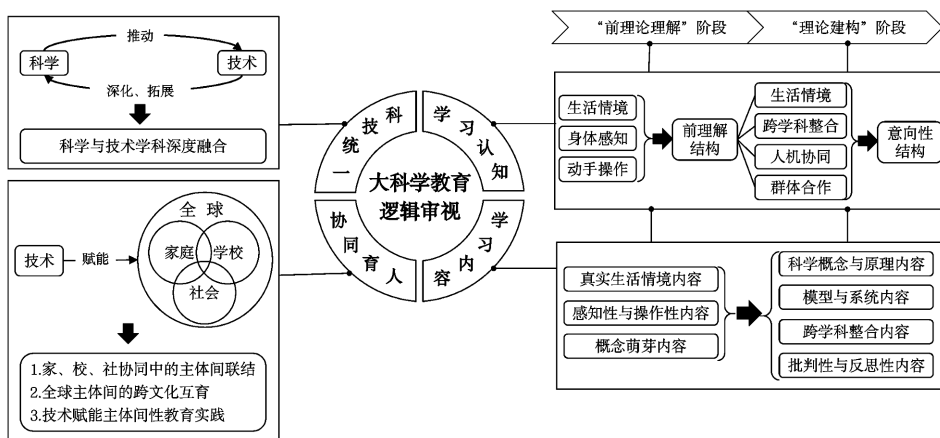


图2 大科学教育的逻辑审视图

### (一)大科学教育的科技统一逻辑

海德格尔(Martin Heidegger)认为现代技术并非机器、仪器等单纯的工具或手段,而是物的展现、世界的构造,其本质是一种“座架”(Gestell)作为真理的显现方式<sup>[14]</sup>。而现代科学在海德格尔看来是作为人的一种生存方式,其实质是人凭借它对自然进行筹划、控制和统治,更突出地体现在它的技术本质中。因此,在考察和分析了现代科学与现代技术的内在关系后,海德格尔认为现代科学奠基于现代技术的本质之中,现代科学本质上是技术的<sup>[15]</sup>。然而,有学者综合相关研究指出,科学的发展来源于基础研究的积累和突破,技术的发展来源于应用研究和开发研究的水平提升;在基础研究与应用研究、科学与技术之间存在这些共同内容,使得二者并没有完全对立和分离,而是通过一些具体概念产生紧密的联系<sup>[16]</sup>。

综合来看,科学与技术之间呈现出相互促进、协同演进的关系:科学研究的不断深化往往推动技术的生成与进步,而技术的迭代更新又持续反哺科学发展,进一步深化、拓展新的科学问题与研究路径。基于此,大科学教育必须突破长期以来科学与技术二元分离的教学范式,推动“科技统一”的育人逻辑。在教学实践中,应促进科学与技术学科的深度融合,引导学习者在探究科学现象的同时形成技术思维,并在操作技术工具的过程中不断深化对科学理论的理解。

### (二)大科学教育的学习认知逻辑

基于科技统一的底层逻辑,要理解大科学教育学习认知的发生必须回到个体的真实生活情境中。在现象学视角下,学习作为一种意向活动,其发生立足于“生活世界”,即人们现实地生活于其中的世界<sup>[17]</sup>。作为意义生成原初场域,生活世界是所有科学概念的认知基础,承载着学习者的直接经验与感性联系。因此,在大科学教育中,学习是一种个体在生活世界中面对跨学科、跨领域、跨文化等复杂问题时展开的意向性活动。

在此基础上,梅洛-庞蒂(Maurice Merleau-Ponty)的“具身认知观”指出“知觉”与“身体”是理解人类认知活动的核心概念。其中,“知觉”

将事物以整体性和结构性的方式构造出来并显现;知觉经验则为其他一切经验活动奠定基础,是主体与世界发生联系的最直接的方式<sup>[18]</sup>。“身体”则是知觉得以实现的最大前提,此时的“身体”不再是简单的生理器官,而是具有知觉意识的主体性存在<sup>[19]</sup>。由此,梅洛-庞蒂的“具身认知观”揭示了人的主体性是通过身体与世界的物理性互动而实现的<sup>[19]</sup>。在大科学教育中,这一具身性认知观被进一步扩展至多学科知识、数字化工具和群体合作的复合场域;学习者作为学习的意向主体,通过技术媒介与他者的持续互动,不断重构对世界的理解。

基于此,大科学教育中的学习可以被理解为一个从“前理论理解”逐步走向“理论建构”的动态认知生成过程。如图2所示,在面对跨学科、跨领域、跨文化等复杂问题时,学习者最初处于“前理论理解”阶段。他们在生活情境中通过身体感知与动手操作,跟生活世界产生联系,逐步构建起理解世界的“前理解结构”。然而,这一阶段的“前理解结构”尚未经过明确的语言表述,也未形成系统的抽象概念。随着学习的深入,学习者在生活情境、跨学科整合、人机协同和群体合作的多重作用下,对前理解结构进行反思、重构与升华,从而逐步建构出更系统化的“意向性结构”,实现向“理论建构”的认知跃迁。

综上,大科学教育中的学习认知逻辑呈现出有别于传统科学教育和跨学科学习的特征:一是学习必须立足于“生活世界”中的复杂问题情境;二是意向性结构并非仅依赖身体感知与动手操作生成,而是在多学科知识、多种数字化工具与群体协同实践的交互过程中不断生成与重构。

### (三)大科学教育的学习内容逻辑

当前的科学教育学习内容仍以分科知识为主,难以形成系统性的知识网络,也存在忽视生活情境与学生实践背景的情况,使学习脱离真实的世界。基于前述的学习认知逻辑,大科学教育中的学习内容应突破传统学科界限,构建涵盖科学、技术、工程和社会人文等领域的综合性知识体系,并通过情境化实践应用,引导学习者解决真实世界的复杂问题。其学习内容的

组织也应遵循学习认知过程,如图2所示。

在“前理论理解”阶段,学习内容主要涵盖三个方面:一是真实生活情境内容,即从学习者日常经验中发现的具有探究价值的科学现象与技术问题;二是感知性与操作性内容,学习者通过简单观察、实验等活动形成的直观感知与初步理解;三是概念萌芽内容,帮助学习者在现象中捕捉事物间的结构与关系,初步建立科学概念的雏形。此阶段的学习内容关键在于激发学习者的学习动机和问题意识,并在经验活动中形成对现象的感性认识和前理解结构,为后续抽象理论的深入学习奠定基础。

进入“理论建构”阶段后,学习内容的组织应实现从经验性知识向系统化理论知识的转化,其内容可包含四个方面:一是科学概念与原理内容,从前期经验探究中提炼出科学规律与本质原理;二是模型与系统内容,通过引入科学模型、数学模型或技术系统模型,引导学习者在可视化与逻辑化的框架中解释、预测和验证现象;三是跨学科整合内容,在物理、化学、生物、工程与社会等多学科之间建立系统化的知识体系;四是批判性与反思性内容,引导学习者对自身的前理解结构进行批判反思,鼓励其尝试多种应用方式,以此实现知识的迁移,激发其创新应用的能力。

综上,大科学教育的学习内容应体现出从感性到理性、从具体到抽象、从情境性知识到系统性知识的螺旋式上升。以“物态变化”为例,小学阶段可从“水洒在地上变干”等生活情境出发,通过感知物质形态随环境变化而改变,形成前理解结构;初中阶段通过控制变量实验,探究温度、风速等因素对蒸发的影响,建立规律性认识;高中阶段从分子运动与能量转化角度分析物态变化机理,利用模型和公式揭示其内在规律,并在反思中探讨其应用与局限,最终形成对科学理论的意向性结构。

#### (四)大科学教育的协同育人逻辑

“主体间性”强调主体之间的相互理解和交流。在此过程中,“我”与“他人”同为主体,彼此通过意义相通和“理解”达到互相“认识”和“视界融合”<sup>[20]</sup>。这一观念更关注主体间的相互联系和相互作用。基于此,大科学教育在实

践中也更加依赖多主体协同参与的育人逻辑,主要体现在以下三个方面:

一是家、校、社协同中的主体间联结。随着大科学课程走出传统课堂,教学与学习也延展至更广泛的社会空间。教师、学生、家长、科研人员、社区组织等多元主体也成为大科学教育的共同体。例如,在“智能社区安防系统开发”项目中,学生既可与教师和同伴协作完成设计,也可与家长、社区及技术专家交流需求与方案。这种多主体的共创与实践,不仅激发学生的问题意识,提高技术实践能力,更促使他们在协作中发展共情、尊重与责任感。

二是全球主体间的跨文化互育。从现象学的宏观视野看,人类命运共同体实则是一种超越地域、文化与制度差异的意义共生理念。当全球面临气候变化、能源危机、人工智能发展等共同挑战时,各国人民之间需要形成一种更为本质的主体间联结:人类意识在共同困境中相互理解,在主体协同的过程中自然生成共同体意识,进而促成多元主体的理解、认同与行动的深度联结。大科学教育所蕴含的“共在认识世界”“共育理解他者”理念与之高度契合,旨在通过科学实践与教育互动在多元文化与价值体系之间建构起共同理解与命运认同的桥梁。

三是技术赋能主体间性教育实践。随着数字化与虚拟协作的普及,技术不再只是信息传递的工具,更成为构建跨文化理解与协同育人的桥梁。已有研究表明,在线学习能够为跨文化协作学习和跨文化素养发展提供有效平台,如西蒙·哈克特(Simone Hackett)等人验证了协作在线的国际学习对高等教育文化的能力发展具有一定有效性<sup>[21]</sup>。然而,技术介入虽带来诸多可能,其背后存在的教育公平、技术依赖风险、信息过载等问题仍需进一步探究。因此,大科学教育必须辩证地看待技术赋能的作用:一方面,要积极利用技术拓展教育空间与交往边界;另一方面,也需保持对技术的深度反思,在深入理解技术本质的基础上寻求人与技术的和谐共存之道,避免技术工具的僭越。

### 三、实践重构:大科学教育实现的系统重塑

在大科学教育的四重育人逻辑基础上,为进一步重塑其实践系统,本研究将从微观的学科层面、中观的国家战略层面以及宏观的人类命运共同体层面展开分析。

#### (一)以学科为支点的大科学教育学科体系融会贯通

现象学提出的“完整知识”向度也是教育

现象学的重要知识维度,强调“明言知识”与“默会知识”的有机结合,其所强调的知识兼具“物性”和“知性”的属性,指能体悟“抽象”,又可感知“具象”<sup>[22]</sup>。基于这一认识,大科学教育的学科体系以科学(涵盖物理、化学、生物等)、信息科技(技术)与通用技术三大板块为主干,通过层层贯通、逐步推进的课程架构,构建起从科学原理认知、技术工具应用到工程项目实践的完整知识向度,具体如图3所示。

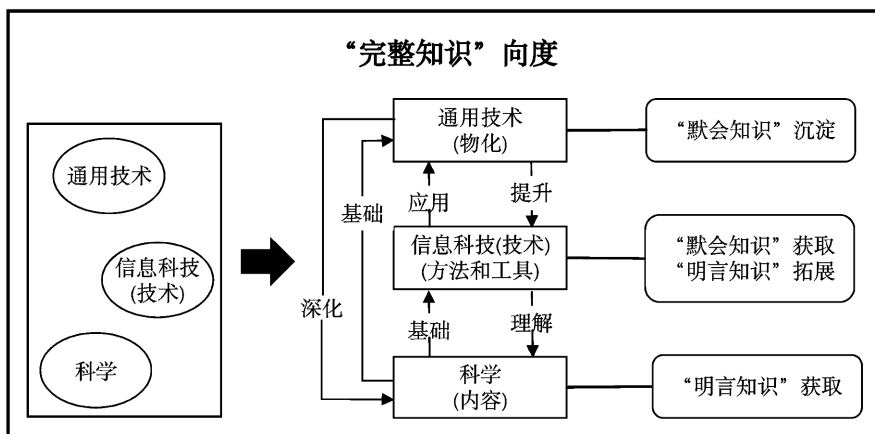


图3 大科学教育的科学、信息科技(技术)、通用技术课程关系图

首先,科学既是大科学教育学科体系的起点,也是“明言知识”获取的关键,其学习内容为信息科技(技术)和通用技术的学习奠定基础。在学科内容方面,义务教育阶段的科学课程涵盖了13个核心概念,覆盖物理、化学、生物、地理等多个学科领域<sup>[23]</sup>,为学生提供一个广度与深度兼具的知识结构。然而,科学教育的真正价值不止于讲清概念,更在于激活理解。因此,科学课程要注重将知识学习与实践相结合,强化“做中学、用中学、创中学”的实践取向<sup>[24]</sup>。教师在教学中可通过启发式讲授、实验探究与验证相结合的教学方法,激发学生的好奇心,帮助学生完成科学知识的内化与探究实践能力的提升。

其次,信息科技(技术)作为连接科学与通用技术课程学习的方法与工具,既是“明言知识”的拓展,也是“默会知识”的获取。在学科内容上,信息科技(技术)涉及数据、算法、网络、信息处理、信息安全、人工智能等内容<sup>[25]</sup>,通过算法设计、流程逻辑、编程实践等内容的

学习帮助学生把科学概念转化为可计算、可模拟、可视化的问题解决路径,同时也在与技术的互动中不断理解问题本质。在教学实践中,信息科技(技术)课程以“计算思维”与“设计思维”为双重导向,引导学生围绕真实问题展开从问题建模、算法设计、程序编写到调试优化的完整过程,锻炼其逻辑思维与操作能力,也促使其理解科学原理,并将信息科技(技术)应用于通用技术的工程实践中。

最后,通用技术作为科学与信息科技(技术)课程学习内容的物化方式,将促进“默会知识”沉淀。在学科内容层面,通用技术聚焦于面向真实生活的项目设计与任务实践,完成包括设计、制作、调试、优化等环节在内的完整工程流程,培育学生的技术意识、工程思维、创新设计、图样表达和物化能力方面的核心素养<sup>[26]</sup>。在此过程中,学生面对失败不断尝试、反复调整,不仅深化对科学原理的理解,提升信息技术工具的应用能力,也在反思中建构属于自己的工程思维。在教学实施层面,通用技

术以面向真实世界培养学生技术素养为主旨,创立“大项目”“大概念”“大综合”等多路径组织范式<sup>[27]</sup>,通过情境导入、技术探究、实践制作、成果展示与迁移应用等环节,构建起知识应用与具身经验深度融合的学习场域。

综上,在大科学教育中,科学、信息技术(技术)与通用技术三者实现有机贯通,引导学生在真实任务情境中深化理解、在操作与实践发展中发展创新能力,推动其由单一学科知识的掌握走向跨学科能力的迁移。以“设计一座既坚固又节省材料的桥梁”项目为例,学生需以科学类课程中掌握的结构力学原理为基础,分析不同桥型的受力特性;借助信息技术(技术)课程中的建模与仿真工具,设计桥梁结构、模拟受力分布、优化材料配置,最终在通用技术课中将设计图样转化为实物作品,通过搭建、测试与反复优化,最终完成一个功能性与结构性兼具的作品。

## (二)以强国建设为牵引的大科学教育改革

大科学教育应以强国建设为重要牵引,将教育、科技与人才融合发展作为贯穿始终的核心理念,并通过构建多元主体协同参与的育人生态,重构更加开放、协同且高效的大科学教育实践系统。

### 1. 教育、科技与人才融合发展的大科学教育理念

科学教育政策的出发点和落脚点都应该是实现教育、科技、人才一体化,其目标是培养面向未来的科技创新人才、提高全民族的科学素养<sup>[28]</sup>。因此,大科学教育应以教育、科技、人才三者之间的协同发展为核心理念,打破传统教育内部的学科分割与系统边界,形成贯通式、嵌入式的发展格局,促使教育、科技、人才一体化发展,形成动态互动、共生共进的大科学合力:大科学教育作为人才培养的起点,应精准对接科技发展前沿,引导学生理解科学问题的复杂性与实践需求;科技作为推动社会进步的引擎,为大科学教育注入时代前沿的实践内容与创新理念;而人才培养既是目标,也是衡量大科学教育成效的核心标尺。

### 2. 多元主体协同育人的大科学教育生态

大科学教育离不开家庭、学校与社会等多

元主体的协同参与和系统联动,构建多元协同、资源共享的大科学教育生态至关重要。

一是构建开放融合的跨界育人机制,推动教育体系内外的有机协同。在学校教育内部,科学探究、技术实践与物化应延伸至学生生活世界的日常体验中,帮助其在真实情境中理解知识的应用价值。同时,科学家、教师与学校的合作成为推动大科学教育革新的关键路径。目前,科学家—教师—学生伙伴关系(Scientists-Teachers-Students Partnership, STSP)正成为多国教育改革的选择。其核心在于通过科学家的专业引领,构建科学家、教师与学生之间的互动共生关系,为教师提供进入科学实践的途径,促进其专业成长。安娜·豪瑟尔(Ana K. Houseal)等人研究表明,通过 STSP,教师对科学及科学家的态度出现积极转变,其教学选择亦随之改变;同时,学生在科学知识掌握方面也取得显著进步,对科学家的认知态度也显著提升<sup>[29]</sup>。

二是注重家庭与社会的教育资源协同,拓展学生学习的生活空间。家长可以与学生一同参与课程项目,共同开展小型实验或技术制作,这既促进亲子协作,也丰富了学生的应用体验,有利于构建起“家校共育”的科技学习共同体。同时,社会中科技场馆、企业实训中心等资源的开放与整合也可为学生提供技术应用与职业认知平台,支持学生在真实社会任务中体验科技发展的实际情境,激发其学习兴趣与创新意识。

### 3. 数智赋能的大科学教育模式

以人工智能、大数据、虚拟现实等为代表的新兴数智技术正在不断拓展大科学教育的时间、空间与学习认知尺度,并在多重联结中重塑学习方式与教学形态。

一是虚拟环境与现实生活的联结。借助虚拟仿真、增强现实等技术,大科学可以超越传统实验教学对空间、时间与材料的依赖,实现低成本、低风险或不可重复实验的模拟重现,为学生提供沉浸式、交互式的开放探究环境,丰富其具身认知经验。

二是线上资源与线下课堂的联结。基于 AI 算法和大数据分析构建的智能学习平台,能

够动态追踪学生学习轨迹、精准分析认知路径,并与实体课堂教学实现有机衔接,形成“一脑五平台”的智慧数字校园平台<sup>[30]</sup>;教师也从知识灌输者转变为学习设计者与智能引导者,学生的学习方式也转向主动探究与个性化调适,打破了传统课堂的时间线性与空间封闭。

三是理论知识与实践操作的联结。通过将数字化与智能化工具有效嵌入以问题为导向的教学设计中,使学生能够在真实情境中进行数据采集、建模分析与实践操作,学会如何以跨学科视角综合调动知识资源,解决复杂系统性问题,实现从知识理解到实践应用的过渡。

### (三)以人类命运共同体为导向的大科学教育实践

立足人类命运共同体理念,大科学教育需突破国别化的人才培养框架,迈向开放协同的国际格局,实现教育与文明、国家与世界的价值共生与责任共担。

一是要构建更加开放、协同、共生的国际科学教育共同体。在全球科技成果日益依赖跨国协作的趋势下,传统以国家中心主义和规范课程为核心的科学教育体系已难以有效回应全球发展的复杂性与多样性。各学校和机构可积极融入国际合作网络,联合设立科学教育项目,如国际科学夏令营、青少年科技竞赛、联合培养计划等,为青少年提供高质量的科技学习体验,培育其跨文化科学素养与合作能力。同时,推动科学知识的普及,引导个体聚焦真实问题、发展实践能力,在全球协同中形成系统性的问题解决能力和创新思维。

二是建设具有全球视野与本土自觉的大科学教育研究共同体。当前国际科学教育领域仍存在文化偏见与知识话语不平等,需在人类命运共同体理念下推动大科学教育的多元化发展。在教育实践方面,应尊重文化多样性和国际科学成就,将气候变化、人工智能、生物伦理等全球议题融入教学,培养学生的科学责任与全球公民意识。在科研层面,应通过国际会议、共建课题、合作出版等形式,提升中国科学教育研究的国际影响力与理论贡献。在平台机制方面,则可依托“一带一路”虚拟科学中心、“一带一路”国际科学教育协调委员会

等平台载体,促进资源的共建共享。

## 四、结语

大科学时代的到来,正不断重塑科技教育的育人逻辑与结构形态。本研究在梳理大科学教育历史演进的基础上,深入探讨其在个体发展、国家战略与人类命运共同体建设中的多重价值,并揭示大科学教育所蕴含的四重育人逻辑:科技统一、学习认知、学习内容与协同育人。基于这一逻辑框架,进一步提出大科学教育在微观、中观和宏观层面的重构路径。随着这一教育逻辑的不断深化与实践生态的持续完善,大科学教育将在拔尖创新人才贯通培养、高水平科技创新体系构建等方面发挥重要作用,成为推动教育强国、科技强国、人才强国建设的重要力量。

### 参考文献:

- [1] 习近平. 加强基础研究 实现高水平科技自立自强[J]. 求是,2023(15):4-9.
- [2] 中共中央 国务院印发《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》[N]. 人民日报,2025-01-20(6).
- [3] 余洁,李彩云. 大科学时代的高校有组织科研:内在逻辑、现实障碍与推进路径[J]. 社会科学家,2025(6):181-187.
- [4] 胡理毅. 当代科学的整体性进程和科学观的发展[J]. 自然辩证法研究,2002(7):32-35.
- [5] 沈律. 小科学,大科学,超大科学——对科技发展三大模式及其增长规律的比较分析[J]. 中国科技论坛,2021(6):149-160.
- [6] 张璞. 科学教育中的探究实践:历史脉络、现实困境与未来进路[J]. 中国教师,2025(5):33-37.
- [7] 国务院关于印发积极牵头组织国际大科学计划和大科学工程方案的通知 [EB/OL]. (2018-03-14) [2025-06-13]. [https://www.gov.cn/gongbao/content/2018/content\\_5280571.htm](https://www.gov.cn/gongbao/content/2018/content_5280571.htm).
- [8] 郑永和,杨宣洋,陶丹,等. 中国科学教育研究:历史沿革、发展逻辑与未来展望[J]. 华东师范大学学报(教育科学版),2024(11):95-110.
- [9] 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 [EB/OL]. (2023-12-15) [2025-06-13]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A29/202312/t20231221\\_1095684.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A29/202312/t20231221_1095684.html).
- [10] 习近平. 携手同行现代化之路——在中国共产党与世界政党高层对话会上的主旨讲话[N]. 人民日报,2023-03-16(2).
- [11] 郑永和,周丹华,王晶莹. 科学教育服务强国建设论纲[J]. 教育研究,2023(6):17-26.

- [12] 习近平. 在中国科学院第二十次院士大会、中国工程院第十五次院士大会、中国科协第十次全国代表大会上的讲话[N]. 人民日报, 2021-05-29(2).
- [13] 吴志成. 论构建人类命运共同体的科学体系[J]. 当代世界与社会主义, 2025(4): 28-36.
- [14] 吴国盛. 海德格尔与科学哲学[J]. 自然辩证法研究, 1998(9): 1-6.
- [15] 李霞玲. 海德格尔的科学观[J]. 武汉理工大学学报(社会科学版), 2011(1): 105-110.
- [16] 董坤, 许海云, 罗瑞, 等. 科学与技术的关系分析研究综述[J]. 情报学报, 2018(6): 642-652.
- [17] 宁虹, 钟亚妮. 现象学教育学探析[J]. 教育研究, 2002(8): 32-37.
- [18] 鲁艺杰. 梅洛-庞蒂的涉身认知观研究——走出当代人工智能的认知误区[J]. 社科纵横, 2016(4): 136-141.
- [19] 袁磊, 刘沃奇. 智能时代教育场域的技术焦虑与认知误区——基于梅洛-庞蒂具身认知观的当下省察[J]. 现代远程教育, 2024(1): 14-20.
- [20] 张滢文. 基于主体间性的“区域国别文化”课程建构与实践[J]. 河南大学学报(社会科学版), 2025(1): 114-120, 156.
- [21] HACKETT S, JANSSEN J, BEACH P, et al. The effectiveness of Collaborative Online International Learning (COIL) on intercultural competence development in higher education [J]. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 2023, 20(1): 5.
- [22] 袁顶国, 刘秋婷. 教育现象学视域下的职业教育课程评价体系重构[J]. 中国职业技术教育, 2024(14): 64-70, 79.
- [23] 中华人民共和国教育部. 义务教育科学课程标准(2022年版)[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022: 16.
- [24] 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]. (2023-05-26) [2025-06-13]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A29/202305/t20230529\\_1061838.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A29/202305/t20230529_1061838.html).
- [25] 中华人民共和国教育部. 义务教育信息科技课程标准(2022年版)[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022: 12.
- [26] 中华人民共和国教育部. 普通高中通用技术课程标准(2017年版2020年修订)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2020: 4-5.
- [27] 李作林, 刘长焕, 陶业曦, 等. 真实问题解决: 指向核心素养提升的教学策略——以人大附中通用技术课程建设为例[J]. 中国电化教育, 2020(2): 109-116.
- [28] 崔明明, 郝富军. 教育、科技、人才工作一体化背景下我国科学教育政策演进逻辑与调适路径研究[J]. 国家教育行政学院学报, 2023(6): 88-95.
- [29] HOUSEAL A K, ABD-EL-KHALICK F, DESTEFANO L. Impact of a student-teacher-scientist partnership on students' and teachers' content knowledge, attitudes toward science, and pedagogical practices[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2014, 51(1): 84-115.
- [30] 胡航, 杨琳. AI赋能教育强国: 人工智能教学与应用创新[J]. 教师教育学报, 2025(4): 62-70.

## The Logical Structure of Big Science Education and the Reconstruction of the Practice System

HU Hang<sup>1,2</sup>, PAN Xinyu<sup>1</sup>, ZENG Linya<sup>1</sup>

(1. College of Teacher Education, Southwest University, Chongqing 400715, China;  
2. Center for Chinese and Greek Civilization, Southwest University, Chongqing 400715, China)

**Abstract:** With the advent of the “Big Science Era”, “Big Science Education” has gradually emerged, playing a pivotal role in promoting the holistic development of individuals, leading the transformation of educational paradigms, and driving the continuous evolution of the human community. This research, from a phenomenological perspective, systematically elaborates on the educational logic of Big Science Education. It emphasizes that its foundational logic should be rooted in the unity of science and technology, with the formation of learning cognition and the organization of learning content serving as the basis for both cognitive development and teaching. The core collaborative education logic, underpinned by multi-dimensional collaboration, cross-cultural co-education, and technological empowerment, provides practical support. Within this framework, the study further reconstructs the practical system of Big Science Education. Specifically, at the micro level, Big Science Education should integrate the disciplines of science, information technology, and general technology at a deeper level. At the meso level, the core idea is to foster the fusion of education, technology, and talent, thus creating an ecosystem for multi-stakeholder collaboration and empowering educational practices through digital intelligence technologies. At the macro level, based on the concept of the “Community with a Shared Future for Mankind”, the aim is to establish a more open international scientific education community and a collaborative Big Science Education research community.

**Key words:** Big Science Education; educational powerhouse construction; community with a shared future for mankind; talent cultivation; science and technology discipline construction

责任编辑 谭小军 李玲