

教育与信息科技交叉研究： 现状、问题与趋势*

郑永和，王一岩^①

(北京师范大学 教育学部，北京 100875)

摘要：教育与信息科技的交叉研究旨在利用信息科技的研究方法还原教育过程、感知教育情境、刻画教育主体、解释教育现象，进而挖掘深层次的教育规律，优化智能教育服务模式。该文通过对国家自然科学基金“教育信息科学与技术”(F0701)2018—2020年资助情况的系统分析，发现目前的研究要点主要集中在：多元学习情境下的教育规律研究、基于人工智能技术的学习者特征挖掘、智慧教育资源的表征、聚合与供给机制、个性化学习支持服务的关键理论与技术、智能教育产品研发与教育应用、教育大数据支持下的学习分析与测评、基于教育认知神经科学的学习发生机理阐释等方面。其潜在问题主要包括研究目标不明确、研究问题不清晰、数据标准的缺失、智能教育产品的缺失以及无法为国家教育事业重大问题的解决提供有效支持等。未来教育与信息科技交叉研究的开展需要从教育信息科技基础理论与方法、基于多模态数据融合的学习者特征挖掘、教育情境感知与融合计算、基于情境感知的学习者建模、智能教育服务关键理论与技术、人工智能赋能的教育评价、面向复杂教育系统的规律与机理研究以及教育信息科技支撑教育现代化建设的逻辑理路与实践框架等方面加以重视。

关键词：教育信息科学与技术；F0701；教育规律；关键科学问题；教育现代化

中图分类号：G434 **文献标识码：**A

一、引言

大数据和人工智能技术的进步为教育科学研究的开展带来了新的发展契机，推动教育科学研究逐渐向数据化、科学化、精准化、智能化的方向发展，成为驱动教学、学习、管理、评价体系变革的内生动力。在此背景下，教育与信息科技的交叉研究逐渐成为教育科学领域关注的热点话题，如何利用信息科技的理论和方法对教育问题进行解构，探究底层的教育规律，优化教育服务模式，是新时代教育改革发展过程中需要解决的关键问题。2018年国家自然科学基金“教育信息科学与技术”(F0701)代码的设立在很大程度上回应了国家层面对于教育科学研究的深切关注，旨在以教育现代化建设的重大问题为导向、以信息科技的研究范式为依托、以教育科学关键问题的有效解决为途径、以核心教育规律的发现为目标，探究智能时代教育科学研究的发展前景和实践路向，以服务于教育现代化远景目

标的实现。文章通过对国家自然科学基金“教育信息科学与技术”(F0701)2018—2020年资助情况的多元对比分析，对教育与信息科技交叉研究的内涵、现状、问题与趋势进行了多元诠释，在理论层面对教育信息科技的学科立场和研究范式进行了清晰界定，在实践层面对“教育信息科学与技术”(F0701)的现存问题和改进策略进行了系统分析，以期为后续相关理论和实践研究的开展提供参考。

二、教育信息科技的内涵诠释

教育信息科技是教育科学和信息科技的交叉领域，兼具教育科学和信息科技的本质属性，旨在以教育信息为研究对象，以教育信息的“获取、传递、加工、应用、反馈”机制为研究内容，以探究教育信息背后潜藏的深层次教育规律为研究目标，以“教育数据的采集、教育信息的提取、教育知识的凝练、教育智慧的生成”为研究路径，利用物联网、大数据、云计算、人工智能等信息科技手段还

* 本文系教育部科学事业费重大项目“教育科学研究战略基地培育”(项目编号：28500/211700001)阶段性研究成果。

① 王一岩为本文通讯作者。

原教育过程、感知教育情境、刻画教育主体、解释教育现象、发现教育规律、优化教育模式，以此实现信息科技支持下的教育实践样态和教育科学研究范式的整体革新。

信息是事物的存在方式和运动状态，也是认知主体关于事物存在方式和运动状态的直接或间接的表述，主要用于表征外部世界的实在客体和主观世界的精神现象随时空变化而产生的存在状态的变化。从这个意义上讲，教育信息既包括面向学习者层面的外在行为和内在认知和情感状态的迁移变化情况，也包括构成完整教育情境的学习者、教师、教学内容、教学资源、教学媒体、教学环境、教学活动的表征形态和运转模式。

从教育信息的获取方式来讲，教育信息科技重视对“数据”和“信息”之间的复杂关联关系的挖掘分析。“数据”是用于表示客观事物的未经加工的原始素材，是“信息”的表现形式和传输载体，其本身并不具备特定的价值属性，而通过对“数据”的分析和提炼，将其升华为具有特定价值属性和表征意义的“信息”，则能够实现“数据”对于客观世界的有效解释。教育信息科技研究的根本方法是通过通过对多源异构教育数据的采集和分析，从中提取对教育教学理论和实践研究开展有用的教育信息，并以此为依据解释教育现象、挖掘教育规律、凝练教育知识、生成教育智慧，推动教育科学研究范式的整体变革。

教育信息科技对于信息的感知、加工和处理方式具有多样化、智能化、全景化的特征。其一，信息来源的多样化。通过对个体学习者在多元教育情境中的学业测评数据、心理测评数据、学习行为数据、生理信息数据、学习交互数据的精准测评和智能分析，对学习者的学习过程和学习结果信息进行智能化的分析和提取；其二，信息加工方式的智能化。利用智能感知设备实现对学习主体和学习情境的精准监测，基于自然语言处理、计算机视觉、语音识别、生理信息识别、平台数据挖掘等技术实现对单模态和多模态数据的智能挖掘和系统分析，从中提炼出与学习主体和学习情境的存在状态和演化模式相关的具有特定价值属性的信息，提升信息获取方式的科学化和智能化；其三，信息表征形态的全景化。通过对多元学习主体行为、认知、情感状态的深入挖掘分析，探究其在学习过程中的知识建构、认知发展和情绪状态的变化规律，同时依据教学活动流构建网状的数据模型，对完整教学情境中“人一机一物一环境”的表征形态和交互作用机制进行精准表征，构建面向复杂教育系统的信息生态

模型，利用全景化的教育信息实现对教育系统运转模式和演化规律的精准表征。

从教育信息科技的价值定位来讲，其根本目标在于利用信息科技的理论和方法实现对教育科学研究的整体解构，通过对真实教育场景中学习主体和学习情境的精准监测，对教育生态系统中的信息进行全方位的采集和提取，从中凝练出与教育科学研究相关的规律、机制和机理，以此推动教育科学研究的实践进程。其一，利用信息科技的方法优化教育环境。信息科技的发展在极大程度上丰富了教育环境的表征形态，利用虚拟现实、增强现实、智能导学系统、教育机器人、自适应学习平台等智能技术和产品创设虚实融合、智能增强、人机共融的智慧学习环境，为教学活动的开展提供有效支持；其二，利用信息科技的方法感知教育情境。利用智能感知技术实现对完整教学情境中学习主体、教师、教学内容、教学资源、教学媒体、教学环境数据的精准采集与智能分析，实现对教育情境的智能感知与精准建模；其三，利用信息科技的方法刻画学习主体。通过对学习者学业表现数据、心理测评数据、学习行为数据、生理信息数据的采集实现对学习者“行为、认知、情感”的精准监测，对学习者的知识建构模式、认知发展规律和情感发生机制进行精准分析，构建精准化的学习者模型，为个性化学习支持服务的实现提供支持；其四，利用信息科技的方法挖掘教育规律。通过对完整教学情境中“人一机一物一环境”等要素的精准监测，对真实教学场景中教育信息的传递和反馈机制进行精准表征，探究外在在学习情境要素与学习者内在的认知和情感发展状况如何对学习过程和学习结果产生影响，利用信息科技的理论和方法探究教育现象背后潜藏的深层次教育发展规律。

三、教育信息科技的研究现状分析

国家自然科学基金委员会从2018年开始设立“教育信息科技与技术”(F0701)代码，对教育科学与信息科技交叉研究的相关项目进行资助，旨在充分发挥物联网、大数据、云计算、人工智能技术在教育科学研究中的核心作用，探究智能时代的知识生产与知识进化^[1]、学生的认知发展规律以及教与学的规律，利用信息科技的研究范式优化教育研究的中间环节，探究深层次的教育规律。本课题组通过对国家自然科学基金“教育信息科技与技术”(F0701)2018—2020年资助情况的系统分析，对近三年来教育信息科学与技术申请代码下资助的研究主题和研究要点方面进行了多元分析，发现教育

与信息科技的交叉研究主要集中在以下六个方面。

(一)多元学习情境下的教育规律研究

教育系统的复杂性为教育科学研究的开展带来了极大挑战,因此相关学者在设计研究问题的过程中倾向于将研究的场景限定在特定类型的学习情境之中,以此简化教育系统的复杂性,探究限定条件下的教育发展规律。对特定学习情境下教育规律的研究是当前阶段“教育信息科学与技术”关注的核心问题,从2018—2020年资助情况来看,相关研究课题主要集中在对课堂学习、在线学习、混合学习、移动学习、泛在学习、虚拟与增强现实环境下的学习、协作学习等真实学习情境下教育现象和教育问题的解释。通过对特定学习情境下研究主题的筛选、研究问题的设计,实现对学习者、教师、教学内容、教学资源、教学媒体、教学环境、教学活动的系统化适配,利用相应的研究方法和技术手段实现对学习主体、学习情境的精准测评,探究学习者内在认知发展状况和外在在学习情境要素对学习过程和学习结果的影响机理,进而对特定情境下的教育发展规律进行精准分析。具有代表性的研究包括:“智能增强现实学习环境中多通道信息融合计算及评测研究”“移动学习环境下学习投入的动态变化机制与资源支持研究”“基于人工智能的课堂教学交互分析关键技术研究”“在线学习中群体行为—情感—认知多层网络演化机理及其实证研究”等等。

(二)基于人工智能技术的学习者特征挖掘与智能分析

学习者建模是近年来智能教育领域关注的热点话题,也是人工智能技术在教育领域应用的核心要点之一,主要通过对学习者外显行为和内隐状态的量化表征挖掘深层次的知识建构模式、认知发展规律和情感发生机制^[2],以此实现对学习者的精准刻画。对学习特征的分析是近年来教育信息科技领域关注的热点话题,主要利用学习者的学业测评数据、心理测评数据、外在行为数据(话语、表情、手势、身体姿态等数据)、外周生理数据(呼吸、心跳、脉搏、眼动、脑电、血氧、激素分泌水平)、脑区活动数据实现对学习者“行为、认知、情感”等外显行为和内隐状态的测评分析,以此反映学习者深层次的学习动机、学习偏好、学习风格等特征。相关项目的关注点主要集中在行为分析、认知诊断、知识追踪、情感计算、学习交互分析、学习参与度识别、注意力测量、学习投入分析、学习动机检测、学习风格识别、学习沉浸体验、问题解决能力测评等等。相关研究包括:“面向时空融

合的学习者认知诊断理论及关键技术研究”“学习云空间中基于大数据的多模态学习者情感分析与归因研究”“基于多模态生理信号驱动的学习者沉浸体验评估模型研究”“课堂环境下基于多模态信息融合的学习情感识别研究”“移动学习中基于复杂动态情境和个性特征的学习者建模及应用研究”“基于穿戴式生理信号监测的学生课堂学习状态评测研究”“课堂环境下基于多传感信息的学习注意力识别研究”“虚拟现实环境下学习者多维学习投入模型构建研究”“数据驱动的学习动机诊断模型及应用研究”等等。

(三)智慧教育资源的表征、聚合与供给机制

关于教育资源的表征、聚合与供给机制的研究是“互联网+”时代教育科学研究关注的重点问题,旨在对互联网环境下碎片化的教育资源进行标准化表征,利用知识图谱的方法对知识点之间的上下位关系、蕴含关系、前后关系进行表示^[3],建立教育资源与学科知识点之间的关联关系,实现对多模态教育资源的智能聚合,进而为教育资源的跨平台迁移、系统化重组和个性化推荐提供支持。教育资源的标准化表示和智能聚合是互联网教育时代优化教育资源供给能力、提升教育服务水平的关键,通过对知识之间关联关系的准确表征,对碎片化的教育资源进行精准的语义描述、智能聚合和结构化重组,以此为基础实现教育资源的无缝流转和个性化推送,进而为个性化学习和智能教育服务实践研究的开展提供支持。相关研究包括:“基于众智的学习资源知识点关联标注方法研究”“面向在线智慧学习的多模态学习资源组织与个性化推荐服务研究”“基于碎片化知识自组织的个性化学习智能引导方法研究”等等。

(四)个性化学习支持服务的关键理论与技术

面向学习者个体和群体的个性化学习支持服务是智能教育领域关注的核心问题,也是人工智能技术在教育领域应用需要解决的关键问题。主要通过对教学内容、教学资源进行系统化的建模分析,对教育资源之间的关联关系进行系统化的挖掘分析,建立教育资源与教学内容之间的映射关系,对教育资源进行精准化的语义表征;利用学习者的学业测评数据、外在行为数据和生理信息数据实现对学习者知识掌握程度、认知发展状况和情感发生机制的精准测评,构建精准化的学习者模型;建立教学资源和学习者之间的精准匹配机制,基于学习者的学习偏好、学习动机、学习兴趣及其知识、能力的薄弱点对其进行个性化的学业诊断、资源推荐和学习路径规划,以此实现对学习过程的精准干预,

促进学生个性化学习的实现。相关研究包括：“面向大规模在线开放课程的个性化精准推荐关键技术研究”“基于教育知识图谱的个性化学习路径自动生成研究”“多模态环境下学习资源推荐方法与关键技术研究”“基于多层模糊认知诊断和知识迁移建模的个性化学习资源智能推荐”“面向在线学习环境的个性化课程推荐和学习路径规划研究”“网络学习空间中的学习风险预警模型和干预机制研究”等等。

(五)智能教育产品研发与教育应用

智能教育产品的研发是人工智能教育应用的重要支撑,也是教育信息科技领域相关研究赖以发展的重要驱动力。当前阶段常见的智能教育产品包括智能导学系统、教育机器人、教育智能体、智能化学业诊断平台、自适应学习平台等。其核心思想是通过模拟人类智能对外部世界信息的感知、加工和意义建构模式,提升机器的智慧水平,帮助机器更好地对学习者的行为、认知、情感状态进行精准监测,实现人与机器之间的自然交互,并为学习者提供自适应的学习支持服务,助力于个性化学习的实现。其核心要点包括知识追踪、情感计算、智能对话、智能解题、领域知识建模、学习者建模、自适应学习支持服务的关键技术^[4]等。相关研究包括:“基于深度学习的自适应学习系统关键技术研究”“融合3D视觉的多模态交互教育机器人研究”“项目式学习辅助系统的学生模型研究”“基于深度关系网络的代数机器解答研究”“行为数据驱动的个性化计算机科学教育方法与系统”“智能教学系统中基于脑机接口的困惑情绪识别与双向调节策略研究”等等。也有学者关注智能教育产品支持下的智慧教学模式和学习发生机理的研究,探究智能导学系统对于教学和学习的影响机理,并在此基础上开展相应的实证研究。相关研究包括:“基于智能教学系统的精准教学模式与发生机制研究”等等。随着智能技术的发展和智能教育理论的成熟,教育产品的研发将逐渐受到相关科研院所和教育科技企业的重视,因此对于智能教育产品支持下的“人一机”协作学习将逐渐成为未来教育教学的重要表征形态,在此背景下,探究人与机器的协作机制,厘清智能时代智能教育产品支持下的学习发生机制,对于教育信息科技研究具有重要意义。

(六)教育大数据支持下的学习分析与测评

学习分析通过对真实学习情境中基于教学活动的学习者和学习情境数据的采集和分析,实现对学习过程的精准表征和学习结果的准确预测,进而探索深层次的学习规律,对学习者的个性化教学干预,促进个性化学习的实现^[5]。传统的学习分

析研究主要通过对在线学习过程中学习者的鼠标点击数据、学习日志数据、在线评论数据、学习路径数据、学习交互数据的采集分析实现对学习过程的精准表征,并以此为依据挖掘学习者的学习风格、学习偏好等特征。随着智能感知设备的发展和人工智能技术的成熟,逐渐拓展了学习过程数据的采集机制,可以利用智能感知设备实现对学习者话语、表情、身体姿态、生理信息数据的全方位采集分析,拓展了传统学习分析的研究范畴和研究情境,逐渐趋向于利用多模态数据实现对多元学习情境下(线上学习、课堂学习、混合学习等)学习者学习行为和学习状态的有效还原,在更大程度上实现对学习过程的精准表征和对学习现象的有效解释。相关研究包括:“大规模在线教育中协作讨论过程的自动化分析与可视化关键技术研究”“面向大规模在线教育的学习者协作会话能力评估模型及干预机制研究”“数据驱动的智慧教室环境下学习交互与学习效果的机理研究”“基于人工智能的课堂教学交互分析关键技术研究”“学习分析视角下面向高阶思维发展的课堂互动分析与评测”“在线教育中的集体注意力研究”等等。近年来,随着智能感知技术的发展和多模态机器学习算法的成熟,相关学者越发强调利用多模态数据之间的信息互补机制实现对学习者和学习情境的精准表征和深入挖掘,使得多模态学习分析^[6]逐渐走入大众视野,成为近年来教育信息科技领域关注的热点话题。

(七)基于教育认知神经科学的学习发生机理阐释

教育认知神经科学是一门融合了教育学、心理学、认知科学、神经科学、信息科技等多个学科的理论和方法的新兴交叉学科,旨在从外显行为、内隐认知、大脑可塑三个维度解析教师教学、学生学习、教学互动等关键教学活动和过程的机制与机理,打开教育研究的“黑箱”,探究教育教学发展的认知神经机制,为教育科学研究的开展提供底层的理论和技术支持。相关研究主要围绕学生的认知发展规律、教学互动的脑认知机理、教与学的规律和机理阐释、教学过程和教学结果的神经行为评估、教与学的关键调控因素及其调控机制等方面展开,探究在真实的教学情境中学生内部的认知发展状况和外在的教育情境要素如何对学习过程和学习结果产生影响,并以此为基础探究深层次的教育规律,为教育科学研究的开展提供底层的证据支持。相关研究包括:“社会性交互对视频课程教与学影响的认知神经机制与应用研究”“教学过程中师生互动的认知预测神经机制研究”“基于脑电超扫描与人际神经同步的小组协作学习监测技术”“基于

群体脑扫描的课堂教学效果关键认知神经指标研究”“基于认知情感理论的在线教学优化设计：注意模式和认知神经机制研究”等等。随着教育信息科技相关研究的逐步推进和国家自然科学基金对于“教育信息科学与技术”领域支持力度的逐步加大，未来教育认知神经科学的相关研究将逐渐受到教育科学领域研究人员的重视，成为推动教育信息科技研究开展的关键动力。

四、教育信息科技的潜在问题剖析

(一)研究目标不明确，需要对教育信息科技研究的核心教育规律进行系统梳理

从教育研究的整体趋势来看，教育系统的复杂性使得教育科学研究需要在对事物之间因果关系、关联关系进行充分挖掘分析的基础上，强调对于教育问题、教育活动、教育现象等复杂研究对象的全方位解释，以此实现对复杂教育系统的整体解构。从国家自然科学基金F0701近年来的资助现状来看，相关研究逐渐呈现出一种“技术至上”的趋势，越发关注对教育领域智能技术的研发与应用(尤其以教育大数据和人工智能技术为主)，使得相关研究在一定程度上局限在实验场景下的技术研发，对于特定教育情境下的机制、机理与规律涉及较少，未能对复杂教育情境下的教育主体、教育活动、教育系统给予足够关注，无法实现对教育现象的系统解释和教育规律的科学发现。因此，教育信息科技研究的开展需要进一步明确智能技术的研发与教育规律探索之间的逻辑关系，明确智能技术的应用在教育信息科技研究中的价值定位，突出教育规律研究在教育信息科技研究中的核心地位，构建系统化的研究体系，为后续相关研究的开展提供科学的指导思想。其一，关注对学生认知发展规律的研究。利用大数据和人工智能技术实现对学习者外显行为和内隐状态的综合建模和系统分析，探究学习者的行为、认知和情感发展状况，对学习者的知识建构模式、认知发展规律和情感发生机制进行深层解析，探究深层次的认知发展规律；其二，关注对特定教育情境下教与学规律的研究。通过对真实教学情境下“人—机—物—环境”等要素的系统监测与精准建模，探究教学内容、教学资源、教学媒体、教学活动、教学环境以及教师的教学行为、教学风格等外在教育情境要素如何对学习者的认知发展产生影响，探究深层次的教与学的规律；其三，关注对复杂教育系统演化规律的研究。从系统论的视角出发对教育系统的构成要素、系统结构和演化机理进行系统化的分析与测评，探究教育情境的创设、教

学活动的发生如何驱动复杂教育系统中物质、能量和信息的有效流转，明确教育系统的稳态特征及其平衡机制，揭示深层次的教育系统演化规律。

(二)研究问题不清晰，需要对教育科学研究的关键科学问题进行深度凝练

对于关键科学问题的凝练是自然科学研究的核心，也是推动现代科学理论和技术发展的核心驱动力。对于教育科学领域关键科学问题的系统梳理是推动教育科学向前发展的核心，也是引领教育信息科技发展的必然趋势。根据问题求解的类型，可以把科学问题划分为“是什么”“为什么”和“怎么样”三种类型^[7]，“是什么”是关于研究对象本质属性的识别和判定；“为什么”是关于事物内在机理和规律的研究，关注事物之间关联关系、因果关系的判定；“怎么样”是关于研究对象运动状态和演化规律的研究^[8]。具体到教育领域，由于人的复杂性，教育科学的研究问题也呈现出复杂多样的特点，这在很大程度上阻碍了教育科学研究的实践进程。教育科学(尤其是学习科学)要研究的关键问题是“人是如何学习的”，而学习不仅会受到学习者自身的智力水平、学习风格、学习兴趣、学习偏好、学习态度等内在因素的影响，还会受到教师、教学内容、教学资源、教学媒体、教学活动、教学环境等诸多外在因素的制约，相关因素与学习成效之间并非只是简单的“一对一”的线性或非线性关系，因此对于复杂教育问题的解释，要具备较强的问题导向和应用导向，一方面强化对于学习者底层认知发展规律的解释，另一方面强调外在教育情境要素对于学习者认知发展的影响机理，从多个层面对教育科学领域的关键问题进行系统梳理和凝练，以此实现对教育规律的深层次挖掘分析。

(三)数据标准的缺失，无法实现对研究主体的精准表征

由于教育信息科技的相关研究尚处于起步阶段，国内国外在此方面均缺乏较为成熟的研究体系和研究方案，因此在对于相关问题的界定方面存在数据标准不统一、研究内容缺乏系统化的研究体系等问题。从教育信息科技的研究对象来看，相关研究内容主要集中在对学习者和学习情境的建模分析和智能测评，因此对于学习者和学习情境的精准刻画和系统建模对于现阶段教育信息科技研究的开展具有重要的导向作用。但从当前阶段的研究现状来看仍然缺乏统一、完善的数据标准，使得相关研究工作的开展存在较大差异。在学习者模型的构建方面，丁继红等人认为学习者的特征属性包括“学习偏好、认知行为、学习策略、情境特征”等方

面^[9]；徐鹏飞等人认为学习者特征主要包括“知识状态、认知行为、情感态度”等方面^[10]；武法提等人从场景感知的视角出发将学习者模型界定为“基本信息、认知水平、社会网络、兴趣偏好、情感状态、学习风格”六个方面^[11]。与之相似，在对于学习情境的界定方面，李青等人将学习情境划分为“学习者、学习环境、学习活动、设备”四类要素^[12]；张琳捷等人将学习情境划分为“学习任务情境、学习资源情境、移动设备情境、学习环境情境”等要素^[13]；谢涛等人将学习情境划分为“时间情境、物理情境、用户情境、计算情境”等要素^[14]。诚然，数据标准和研究内容的差异是学术争鸣的必然阶段，也是教育信息科技研究赖以生存发展的内在动力，但若推动教育信息科技领域的长足发展，需要进一步对典型的研究问题和研究情境进行归纳，在此基础上凝聚科研力量，加快基础研究的推进步伐，实现对关键科学问题的有效突破。

(四)智能教育产品的缺失，无法完成研究成果向实践场景的转化

以自适应学习平台、智能导学系统、教育机器人、智慧学伴为代表的智能教育产品的研发一直是教育信息科技领域关注的热点话题，有助于突破教育科学研究的技术壁垒，实现研究成果向实践场景的转化，提升智能技术对教育科学的服务能力。从教育信息科技研究的实际需要来看，教育系统的复杂性为教育科学研究的开展带来了极大挑战，需要应用多个学科的理论和方法实现对研究对象的全方位、多层次解构，以此提升智能技术对于教育科学的服务能力，实现对教育科学的有效支持。相关研究内容主要包括：面向教学内容和教学资源的学科知识图谱建构、教育资源聚合方法，面向学习者层面的行为分析、认知诊断、情绪识别、参与度识别、学习投入分析，面向课堂教学的学习交互分析，面向学习者个体和群体的个性化学习支持服务机制等等。从学术研究的视角来看，相关研究的开展往往强调对单一研究领域理论、方法和技术模型的创新，进而推动该领域的研究进程。但教育信息科技研究具备较强的“应用”导向，相关研究开展的最终目标是要在实践层面提高教育研究效率、提升教育服务质量、优化教育供给模式，进而为学习者提供适切性的学习支持服务，促进学生个性化学习的实现。因此在加强教育科学基础研究的同时，要尝试将研究成果产品化，以智能教育产品在真实教育实践中的应用为抓手，对学术研究成果的质量进行有效检验，并以此为依据对学术研究方向和要点进行修正。

(五)研究体量有限，无法为国家教育事业发展重大问题的解决提供有效支持

教育信息化发展的最终目标是要在一定程度上支持教育现代化建设的宏伟蓝图，教育信息科技研究的开展也需要在很大程度上回应国家教育事业发展对于各级各类教育科学研究的迫切需求，使得相关研究工作的开展能够适应国家教育发展的重大需求，助力于教育科学研究体系的整体革新。从现有趋势来看，由于教育信息科技研究的特殊性，其着重点在于利用物联网、大数据、人工智能技术破解核心技术问题、挖掘底层教育规律、推动教育科学研究的常态化发展，更多的是由“问题”驱动，解决教育信息科技研究的关键科学问题。加之相关研究尚处于起步阶段，研究体系和数据资源的积累尚不能够满足教育评价、教育供给、教育公平、教育治理等宏大教育问题对教育信息科技研究提出的现实挑战，教育信息科技研究在当前阶段无法实现对国家教育事业发展重大问题的有效支持。因此，未来教育信息科技研究的开展，一方面要以“需求”为导向，明确国家教育事业发展对教育信息科技研究的现实需求，从教育评价、教育治理、教育公平等宏观问题出发对相关研究内容进行拆解，构建完善的研究体系，在此基础上补充现有研究内容与现实需求不相符的部分，推动相关理论和实践工作的有效开展；另一方面要继续以“问题”为驱动，从国家教育事业发展对教育信息科技研究的现实需求出发凝练关键科学问题，以教育改革发展重大问题为导向，构建系统化、层次化的研究体系，推动教育科学研究的实践进程。

五、教育信息科技的研究趋势展望

(一)教育信息科技基础理论与方法变革的逻辑理路

教育信息科技作为新兴交叉领域，对于其基础理论和方法体系的探索将会成为未来一段时间内相关学者关注的热点话题。在智能技术快速发展的时代背景下，教育信息科技将以何种教育理论为指导？如何运用信息科技的研究范式变革教育科学的研究体系？教育信息科技的研究对象和研究边界如何界定？人工智能如何驱动教育信息科技研究体系的整体变革？如何以计算教育学^[15]的学科逻辑支撑教育信息科技领域的长足发展？如何有效运用教育信息科技的理论和方法深化对教育规律的科学解释？教育信息科技如何有效引领教育信息化的发展方向？教育信息科技的相关研究如何服务于国家教育发展的重大需求？这些都是现阶段急需解决

的关键问题。其一，需要从教育信息科技领域的定位出发，明确智能时代教育信息科技的价值内涵，厘清如何运用信息科技的研究范式实现对教育问题的科学解释，探究信息科技和教育科学交叉研究的着力点；其二，构建教育信息科技的研究体系，划定教育信息科技的研究边界，明确教育信息科技研究自身的独特性及其在整个教育科学研究体系中的特殊地位，厘清教育信息科技研究需要挖掘哪些方面的教育规律；其三，以教育学、心理学、脑科学、认知科学的理论体系为内核，以信息科技的理论和方法为主体，构建教育信息科技独特的理论和方法体系，突出其在整个教育现代化建设中的核心地位，明确其对未来教育发展的重要作用，以此深化教育信息科技研究的价值内涵。

(二)基于多模态数据融合的学习者特征挖掘与智能测评

多模态数据融合是近年来智能教育领域关注的热点话题，旨在利用学习者的学业测评数据、心理测评数据、外在行为数据、外周生理数据、脑区活动数据实现对学习者学习状态和学习过程的精准监测，以此反映学习者行为、认知和情感发展状况。传统关于学习者特征挖掘的相关研究大多利用学习者的学业测评数据、在线学习行为数据或论坛文本数据实现对学习者认知和情感状态的挖掘分析，并以此探究学习者潜在的认知发展规律。近年来随着智能感知设备和人工智能技术的成熟，相关学者越发重视利用学习者的语言、行为、身体姿态、生理信息等数据实现对学习者学习状态的准确表征，利用多模态数据之间的信息互补机制实现对学习者行为、认知、情感状态的准确表征和智能测评。未来教育信息科技相关研究的开展需要进一步推进多模态数据采集设备和多模态数据融合策略的相关研究，充分发挥多模态数据在理解和评价学习中的核心作用^[16]，强化多模态数据支持的人机交互分析、学习者情绪识别、学习参与度识别、学习成效预测等研究，实现多模态数据驱动的学习现象的解释和学习规律的发现。

(三)泛在智能背景下教育情境感知与融合计算关键理论与技术

以物联网、大数据、人工智能为代表的新兴智能技术的快速发展在极大程度上变革了教育实践的形态。以虚拟现实和增强现实、智能导学系统、教育机器人、自适应学习平台为代表的智能教育产品的研发为多样化教育情境的创设提供了新的发展契机，未来的学习空间将逐渐呈现出一种泛在智能、群智感知、人机协同的表征形态。在此背景

下对于教育情境的感知、理解和计算是未来一段时间内教育信息科技领域需要解决的关键问题，从情境认知理论的视角出发对教与学过程进行全方位解构，探究教育情境要素对于学习过程和学习结果的影响机理。其一，从还原论的视角出发对复杂教育情境进行全方位解构，利用数据科学的思想对构成教育情境的“人、机(技)、物、环境、活动”等要素进行系统化的建模分析，实现教育情境的可计算；其二，从复杂性科学的视角出发对，将构成完整教育情境的相关要素视为一个有机整体，对教育系统的构成要素、系统结构和运行机制进行梳理，对特定教学活动驱动下的学生、教师、教学内容、教学资源、教学环境的表征形态和演化模式进行序列化的建模分析，实现对教育情境的完整表征；其三，明确教育情境的创设对学习者的认知发展的影响规律，探究课堂学习、在线学习、混合学习、移动学习等学习场景下教师、教学内容、教学资源、教学媒体、教学环境、教学活动等要素对于学习者知识建构、认知发展和情绪状态的影响机制，揭示深层次的学习发生机理。

(四)基于情境感知的全时空、多维度、动态性学习者建模关键理论与技术

学习者建模是智能教育领域关注的热点话题，也是教育信息科技研究的核心内容。传统的学习者模型大多关注学习者的行为信息背后潜藏的学习动机、学习偏好、学习风格、认知水平、自我效能感等特征，而随着现代教育理论的发展和人工智能技术的成熟，相关学者逐渐关注教育情境要素对于学习者认知发展的影响机理，越发强调外在的教育情境和内在的认知水平之间的协同作用对学习过程和学习结果的影响机制。因此，基于情境感知的学习者建模^[17]将会成为未来一段时间内教育信息科技领域相关学者研究的热点话题，相关研究主要包括以下内容：其一，构建面向学习者“知识、认知、情感”状态的全方位学习者模型，探究学习者的知识掌握程度、认知发展规律和情感发生机制；其二，构建面向时空融合的动态学习者特征挖掘分析模型，探究在特定教学情境下学习者知识、认知、情感的发展状况，利用关联规则挖掘和时间序列分析的方法分析学习者潜在特征的动态变化情况，以此探究教育情境要素对于学习者认知发展的影响机理；其三，建立教育情境模型和学习者模型之间的双向匹配机制，明确教育情境的创设对学习者的知识建构、认知发展、情感态度的影响机制，探究深层次的学习动机、学习兴趣、学习风格、学习偏好等特征，以此构建基于情境感知的学习者模型，实现

对学习者的认知发展规律的全方位解构。

(五)面向未来教育发展的智能教育服务关键理论与技术

智能教育服务体系的构建和智能教育服务能力的提升是教育信息科技研究追求的长远目标,也是教育现代化建设对教育信息化发展提出的必然要求。智能教育服务是从教学、学习、管理的实际需要出发,利用教育大数据和人工智能技术对学习者的潜在需求进行智能诊断与精准预测,并为其提供有针对性的解决方案,主要包括面向学习者的个性化学习支持服务,面向教师的精准化教学改进服务和面向管理者的智慧化管理决策服务。(1)面向学习者的个性化学习支持服务是在对学习者的知识掌握程度、学科能力发展状况以及学习兴趣、学习动机、学习偏好等状况进行精准测评的基础上,基于原有知识体系之间的逻辑关系,利用最近发展区理论对学习者的真实学习需求进行智能诊断与精准测评,并以此为基础实现学习需求与学习资源之间的精准匹配,为学习者提供适切性的资源推荐和学习路径规划服务,以此助力学生个性化学习的实现。(2)面向教师的精准化教学改进服务是从课堂教学开展的实际需要出发对学习者的先验知识的掌握程度以及在课堂教学过程中的行为、认知、情感投入情况进行精准采集,通过对学习过程中的学习投入数据和学业诊断数据对教师的教学效果进行智能、及时、精准的诊断评估,帮助教师及时了解学生的认知和情感发展状况,并为其提供可行的教学改进建议,帮助教师及时调整教学策略,助力于教学过程的优化和教学效果的提升。(3)面向管理者的智慧化管理决策服务是从教育管理的现实需要出发,构建面向各级各类教育研究对象的数据标准规范,强化区域数据平台之间的共享互通、无缝流转,实现数据的实时汇聚和高效分析,推动教育管理决策模式由“经验驱动”向“数据驱动”的方向转变,充分发挥数据在教育管理决策中的实际效能,为管理者提供智慧化的管理决策服务。

(六)人工智能赋能教育评价的应用场景与实践路向

2020年,中共中央、国务院印发了《深化新时代教育评价改革总体方案》,为新时期教育评价改革工作的开展提供了新的指导思想。在此背景下,如何利用人工智能技术实现对教育评价体系和评价机制的系统革新是智能时代教育信息科技研究需要探索和挖掘的重要方向。人工智能赋能的教育评价旨在利用人工智能技术实现对教育主体、教育活动和教育系统的全方位表征,充分发挥人工智能技术

在建模、表征、计算方面的技术功用,利用数据科学的思想实现对学生、教师、教学过程、教学结果等多元要素的精准刻画,充分挖掘相关要素之间的潜在作用关系,实现对教育生态系统发展的建模、预警和预测,并以此为依据实施精准化的教育评价。人工智能赋能教育评价的相关要点主要包括:其一,人工智能赋能面向学习者的智能化学业评价。通过对课堂学习过程中学生的学业测评数据和话语、表情、身体姿态、生理信息等多模态数据的全方位采集,分析学习者的行为投入、认知投入、情感投入和社会投入,对学习过程信息进行多维度表征,转变传统以学习成效为唯一标准的评价机制,实现面向学习过程和学习结果的全方位建模分析;其二,人工智能赋能面向学习者的综合评价。《深化新时代教育评价改革总体方案》提出“改革学生评价,促进德智体美劳全面发展”的远景目标,因此在实现对学生学业评价的前提下,应更加重视对学习者的德智体美劳的全方位评价体系的建立,构建面向学习者个体发展的全方位成长档案,对学习者的德智体美劳等要素进行精准测评与智能分析,实现教育评价体系的整体革新;其三,人工智能赋能面向教与学过程的精准评价。通过对课堂教学过程中教学媒体、教学资源、教学活动、教学环境以及教师的教学行为的精准测评,以学生的行为、认知、情感投入为参照,探究教师的专业知识、教学风格、信息化教学能力对学习者的认知发展的影响机制,以此为依据对教学的有效性和教师的教学岗位胜任力进行精准评价。

(七)多学科交叉视角下面向复杂教育系统的规律与机理研究

教育系统的复杂性为教育信息科技相关研究的开展带来了极大挑战,单一学科的理论和方法已不足以应对复杂多样的教育活动和教育问题的解释,因此需要树立多学科交叉融合的视角,利用教育学、心理学、脑科学、认知科学、信息科技、复杂性科学的研究思想实现对复杂教育系统的全方位解构,挖掘深层次的教育发展规律,以此助力教育科学研究的有效开展。其一,利用信息科技的理论和方法实现对教学过程和教学情境的精准感知与融合分析,对学习者的教师、教学内容、教学资源、教学媒体、教学环境、教学活动等要素进行全方位的智能感知与精准刻画,实现数据驱动的学科知识建模、学习者建模、教学活动建模、教育情境建模,进而实现对教育过程的精准表征和对教育现象的有效还原;其二,利用心理学、脑科学和认知科学的理论和方法实现对基础教育规律的深层次挖掘分析,探究

学习者认知和情感发展的脑认知机制、教学互动的脑认知机理,以此实现对基础教育规律的深入测评;其三,利用复杂性科学的研究思想对教育系统的运行模式和演化机理进行系统分析,探究教育系统内部各要素之间的关联关系对于系统整体发展的作用机制,明确系统内部的涨落对教育系统稳态的影响机制,进而实现对教育系统的宏观调控。

(八)教育信息科技支撑教育现代化建设的逻辑理路与实践框架

教育现代化建设是我国教育发展的远景目标,也是教育信息科技研究需要长期坚持并努力探寻的长远规划。从教育信息科技的价值定位来讲,主要是利用物联网、大数据和人工智能技术实现对教育主体、教育活动、教育问题的全方位解构,实现对教育现象的解释和教育规律的发现,进而优化智能教育服务模式,提升智能时代的教育供给和教育治理水平。而这一切研究开展的前提需要以教育现代化的远景目标为依托,以我国教育的高质量发展、高水平普及、教育服务的均等化、终身学习体系的建立、创新型教师队伍的建立、教育治理体系和教育治理能力的现代化为目标,探索具有中国特色的教育改革发展道路。此目标的实现一方面需要加强教育信息化建设,实现基础设施、人才培养、教育服务、教育治理的整体变革,另一方面也需要以教育信息科技为依托,梳理与之相关的深层次教育发展规律,进而为相关实践工作的开展提供理论依据。因此,我们需要从教育信息科技的内涵和教育现代化的远景目标出发,构建教育信息科技支撑教育现代化的逻辑理路和实践框架,明确教育信息科技在教育现代化建设中的关键地位,以及教育信息科技和教育信息化建设之间的内在联系,以此为教育信息科技相关研究的开展提供指导思想。

六、总结与展望

本文结合国家自然科学基金“教育信息科学与技术”(F0701)2018-2020年的资助情况对教育信息科技的内涵、现状、问题和趋势进行了深入全面的系统分析,对智能时代教育与信息科技交叉研究的基本样态和发展进路进行了系统诠释,期待以此为契机,推动教育与信息科技交叉研究的常态化发展,助力于我国教育现代化远景目标的实现。未来,教育信息科技研究的开展需要从以下几方面加以重视:

其一,明确教育信息科技所要研究的核心教育规律。对于教育规律的探索和发现是教育信息科技赖以生存和发展的核心驱动力。智能时代教育信息

科技的相关研究要立足于真实的学习情境,对教学过程中学习者自身的认知发展状况以及教育情境要素对学习者认知和情感发展的影响机制进行多元建模和系统分析,探究学习者的认知发展规律和教与学的规律,厘清教育情境要素和学习者内在认知发展之间的协同作用机理,实现对智能时代教育规律的深入诠释。

其二,推动新兴技术支持下的关键科学问题凝练。对于关键科学问题的凝练是国家自然科学基金申请的要点,也是当前阶段教育信息科技需要解决的关键问题。教育信息科技研究的开展需要从顶层设计出发,确立与现阶段教育改革发展和教育信息科技研究相关的重大教育问题,在此基础上对相关问题进行分解,划分明确的问题域,利用信息科技的研究理念对教育科学研究中的关键科学问题进行系统凝练,为相关研究工作的开展提供理念指引,强化教育信息科技研究的科学化、规范化和合理化。

其三,打造跨学科研究团队,推动教育信息科技核心技术难题的有效突破。对于复杂教育问题的解释往往需要利用多个学科的理论和方法实现对研究问题的层次分解,因此在教育信息科技研究开展的过程中,往往需要多个学科的研究人员共同参与,从多学科交叉融合的视角形成对复杂教育问题的最优化解决方案,以此破解教育信息科技领域的核心技术难题,实现前沿技术研发和教育规律探索之间的有机融合,推动教育信息科技研究的实践进程。

其四,推动智能教育产品的研发与大规模实践应用。智能教育产品的研发始终是教育信息科技领域需要解决的关键问题,未来相关研究的开展需要以需求为导向,以智能技术为支撑,以前沿教育理论为指引,实现智能教育产品的研发与大规模实践应用,实现相关技术和理论的有机统一,提升面向学习者个体的个性化学习支持服务能力,实现对智慧学习生态的整体优化。

其五,加强自然科学基金的支持力度,形成领域示范效应。“教育信息科学与技术”(F0701)代码的设立对智能时代教育科学研究的开展具有不可替代的关键作用,经过三年的探索,资助项目的数量和质量均有大幅提升,在极大程度上推动了我国教育科学研究的实践进程。未来应该进一步加强国家自然科学基金委对教育信息科技研究的支持力度,通过重大项目和重大项目群的设立打造一批具有前瞻性、创新性和交叉性的研究项目,在领域内形成示范效应,推动教育信息科技与技术领域的长足发展。

参考文献:

- [1] 陈丽,郭玉娟等.新时代信息化进程中教育研究问题域框架[J].现代远程教育研究,2018,(1):40-46+87.
- [2][17] 黄涛,王一岩等.智能教育场域中的学习者建模研究趋向[J].远程教育杂志,2020,38(1):50-60.
- [3] 李振,周东岱等.“人工智能+”视域下的教育知识图谱:内涵、技术框架与应用研究[J].远程教育杂志,2019,(4):42-53.
- [4] 卢宇,薛天琪等.智能教育机器人系统构建及关键技术——以“智慧学伴”机器人为例[J].开放教育研究,2020,26(2):83-91.
- [5] 潘青青,杨现民等.国际学习分析技术研究进展与趋势分析——基于2014年至2016年Journal of Learning Analytics论文分析[J].中国远程教育,2019,(3):14-22+92.
- [6] 王一岩,王杨春晓等.多模态学习分析:“多模态”驱动的智能教育研究新趋向[J].中国电化教育,2021,(3):88-96.
- [7] 教育部社会科学研究与思想政治工作司.自然辩证法概论[M].高等教育出版社,1989.
- [8] 郑永和,郑娅峰等.教育信息科学与技术领域关键科学问题的分析与思考[J].中国科学基金,2021,35(1):135-142.
- [9] 丁继红,刘华中.影响教育资源选择的学习者模型构建[J].远程教育杂志,2017,35(4):97-103.
- [10] 徐鹏飞,郑勤华等.教育数据挖掘中的学习者建模研究[J].中国远程教育,2018,(6):5-11.
- [11] 武法提,黄石华等.基于场景感知的学习者建模研究[J].电化教育研究,2019,40(3):68-74.
- [12] 李青,祁红.智慧学习环境中情境模型的构建及表征[J].现代教育技术,2017,27(8):95-102.
- [13] 张琳捷,罗雯等.学习云空间中基于情境感知的移动学习自适应模型及其应用研究[J].电化教育研究,2020,41(2):83-90.
- [14] 谢涛,张领等.基于教育视频日志的多维情境模型构建[J].现代教育技术,2020,30(10):5-12.
- [15] 郑永和,严晓梅等.计算教育论纲:立场、范式与体系[J].华东师范大学学报(教育科学版),2020,38(6):1-19.
- [16] 汪维富,毛美娟.多模态学习分析:理解与评价真实学习的新路向[J].电化教育研究,2021,42(2):25-32.

作者简介:

郑永和:教授,博士生导师,院长,研究方向为教育信息科学与技术、科技与教育政策、智能教育、科学教育。

王一岩:在读博士,研究方向为智能教育、教育信息科学与技术。

Intersection Research on Education and Information Technology: Current Status, Problems and Trends

Zheng Yonghe, Wang Yiyao

(Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875)

Abstract: The interdisciplinary research of education and information technology aims to use information technology research methods to restore the educational process, perceive the educational situation, characterize the main body of education, explain educational phenomena, and then dig deep-level educational laws and optimize the intelligent education service model. Through a systematic analysis of the funding of the National Natural Science Foundation of China “Educational Information Science and Technology” (F0701) from 2018 to 2020, the article found that the current research points are mainly focused on: research on educational laws in multiple learning context; learner feature mining based on artificial intelligence technology; representation, aggregation and supply mechanism of smart education resources; the key theory and technology of personalized learning support service; the development and application of smart education product; learning analysis and evaluation supported by educational big data; interpretation of learning mechanism based on educational cognitive neuroscience. The potential problems mainly include unclear research goals, unclear research issues, lack of data standards, lack of intelligent education products, and the inability to provide effective support for solving major problems in the development of national education. In the future, the development of interdisciplinary research on education and information technology needs to be emphasized from the following aspects: basic theories and methods of educational information technology, learner feature mining based on multimodal data fusion, educational context perception and integrated computing, learner modeling based on context awareness, key theories and technologies of intelligent education services, educational evaluation supported by artificial intelligence, research on laws and mechanisms of complex education system; the logical rationale and practical framework of educational information technology supporting education modernization.

Keywords: educational information science and technology; F0701; educational law; key scientific issues; educational modernization

收稿日期: 2021年4月15日

责任编辑: 邢西深