

智慧教育的理论框架、 实践路径、发展脉络及未来图景

顾小清¹ 杜 华² 彭红超³ 祝智庭³

(1. 华东师范大学教育信息技术学系, 上海 200062; 2. 安阳师范学院传媒学院, 河南安阳 455000; 3. 华东师范大学开放教育学院, 上海 200062)

摘 要: 移动互联网、人工智能、大数据、区块链等现代信息技术引发了深刻的社会变革, 教育也面临着反思和重建的重大机遇。智慧教育是教育从传统时代走向数字时代乃至未来指数时代的必然选择。借助“走向智慧教育时代的教育变革与创新暨祝智庭教授学术思想研讨会”契机, 本文对祝智庭教授及其团队的智慧教育理论框架、实践路径及未来图景进行了梳理与解读, 同时也归纳了智慧教育的发展脉络, 以期对智慧教育有一个全局性的把握, 并为后续研究提供有益的借鉴。

关键词: 智慧教育; 智慧环境; 智能教育; 指数思维

教育在促进人类发展与进步的历史长河中, 不断寻找与调整自身的功能与定位, 以适应时代的发展与需要。这是时代赋予人类与教育的现实命题, 必须予以正视(杨琴, 蒋志辉, 何向阳, 2019)。美国教育家杜威曾写道, 我们的社会生活正在经历一个彻底的、根本的变化。如果我们的教育对于生活必须具有意义的话, 它就必须经历一个相应的完全的变革。所有这一切都不是偶然发生的, 而是出于社会发展的各种需要(赵祥麟, 王承绪, 1981)。当下, 互联网+、人工智能、大数据、区块链等新兴信息技术引发了深刻的社会变革, 也牵引着人类教育向智慧教育阶段转型和演进。智慧教育是教育从传统时代走向数字时代乃至未来指数时代的必然选择(顾小清, 杜华, 2019)。然而, 何为智慧教育? 智慧教育究竟是什么形态? 内涵是什么? 面临哪些挑战? 路向何从? 这些问题都是当下亟待正视和思考的问题。唯有将这一系列问题弄清楚, 才能使智慧教育成为点燃心智、启迪聪慧的期待形态, 成为突破现有教育瓶颈的一剂良方。

我们团队近年来开展了诸多创造性工作, 从智慧教育的内涵、机制、标准与评价等方面架构了一个智慧教育研究体系, 取得了丰硕的研究成果, 产生了重要的学术影响和社会影响(钟志贤, 易凯谕, 王宏胜等, 2019)。2019年8月28—30日, 由中国教育技术协会智慧教育专委会主办的“走向智慧教育时代的教育变革与创新暨祝智庭教授学术思想研讨会”在华东师范大学召开, 参会者围绕“智慧时代的教育变革与创新”“祝智庭教授的智慧教育学术思想”等主题进行了广泛的、热烈的、富有深度的研讨和交流。值此契机, 本文以此次研讨会主题及内容为依据, 对智慧教育的理论框架及发展脉络进行梳理, 并在此基础上勾勒智慧教育的未来图景。

一、智慧教育的理论框架

智慧教育不是简单的“+信息化”的概念, 信息技术的介入使教育系统和结构发生了改变, 教育系统要素的角色以及要素之间的关系得以重新建构, 教育环境、教育策略以及教育手段等都在被重新定义。所以, 首当其冲的问题就是对智慧教育的探源和解读, 这也是构建智慧教育理论框架的起点和

依据。我们团队从 IBM“智慧地球”所蕴含的人们对于运用先进信息技术构建智慧星球的美好愿景中,找到了智慧之花开遍各行各业包括教育领域的依据;从钱学森先生的“大成智慧”(Wisdom in Cyberspace)所蕴含的“网络信息空间中的智慧”中,找到了智慧与教育信息化之间的联系(祝智庭, 贺斌, 2012)。在对“智慧”词义溯源、对“教育”充分解读的基础上,智慧教育的祝氏定义就水到渠成了。该定义于 2012 年提出,之后在 2017、2018 年分别进行了两次优化,其文字表述是:智慧教育的真谛就是通过构建技术融合的生态化学习环境,通过培植人机协同的数据智慧、教学智慧与文化智慧,本着“精准、个性、优化、协同、思维、创造”的原则,让教师能够施展高成效的教学方法,让学习者能够获得适宜的个性化学习服务和美好的发展体验,使其由不能变为可能,由小能变为大能,从而培养具有良好人格品性、较强行动能力、较好思维品质、较深创造潜能的人才。简言之,智慧教育的根本要义是,通过人机协同作用优化教学过程与促进学习者美好发展的未来教育范式(祝智庭, 魏非, 2017; 祝智庭, 2018)。

该定义的内涵极为丰富。首先,表达了智慧教育是一种教育理念,也代表了人们对未来教育的美好追求。倡导与主张以发展学生的高级思维能力与创新品质为追求,帮助学生成为善于学习、善于协作、善于沟通、善于研判、善于创造、善于解决复杂问题的学习者,体现了一种新的人才观。其次,智慧教育体现为一种教育方法,通过智慧教学法的催化促导,实际上是教育智慧的体现,更加强调信息技术在促进教学方式和教学过程变革,建构文化共享(伦理、责任、价值认同、利益观)的学习共同体,提供丰富的学习内容、学习工具和实践机会等方面发挥重要作用。再者,智慧教育倡导采用新的评估模式,在评估方面体现自动化、智能化、个性化与发展性,不仅能使评估过程更为快速、直观,还能诊断与检测隐性的能力与素质要求,使评估不再停留于浅层的识记、理解维度,更能发现隐藏的问题,为促进学习者进一步发展提供科学的依据。此外,智慧教育呼吁全新的教育环境,该环境要具有智能、灵巧的特征,能够识别学习者特性和学习情境,灵活生成最佳适配的学习任务和活动,引导并帮助学习者进行正确决策。

据此,智慧教育研究框架涵括基于技术创新应用的智慧环境、基于方法创新的智慧教学法、基于人才观变革的智慧评估三大要素,如图 1 所示。这个框架明晰了智慧教育的理论与实践需要综合性的、全局性的变革思考:既需要智慧环境(或由智慧终端、智慧教室、智慧校园、智慧实验室、创客空间、智慧教育云等构成)的支撑,也需要智慧教学法(如差异化教学、个性化学习、协作学习、群智学习、入境学习、泛在学习等)的保障,还有待智慧评估(采用基于数据的全程化、多元化、多维化、多样化、个性化、可视化的以评促学、以评促发展的评估方式等)的实践,方能培养出善于学习、善于协作、善于沟通、善于研判、善于创造、善于解决复杂问题的智慧型人才。

(一) 智慧环境

现代学习环境从夸美纽斯的“班级授课制”开始,随着技术的发展,技术增强学习(technology-enhanced learning)逐步进入课堂,并经历了四次变革:数字化学习(e-learning)、移动学习(m-learning)、泛在学习(u-learning)和智慧学习(s-learning)。在此背景下,技术增强的学习环境也由数字化学习环境发展为智慧学习环境(Smart Learning Environment, SLE),它是数字化学习的高端形态(黄荣怀, 杨俊锋, 胡永斌, 2012)。

在巧便设备技术(如智能穿戴设备)与智能技术的赋能下,智慧学习环境具有连通、感知、交互、适配、记录、整合六大功能特征(Zhu, 2016)。这些功能使得学生的学习具有更多的灵活性、有效性、适应性、参与性,更具动机和反馈性(Spector, 2014)。我们团队给出了智慧环境的定义,智慧环境是技术融合的生态化学习环境。智慧学习环境含有教育云、“教法—技术—文化”系统两部分环境形态,后者对应祝氏定义中的教学智慧、数据智慧与文化智慧,它们由后向前依次定教育导向、定决策支持、定行动优化。智慧学习环境具有六点基本特征。其一,全面感知:具有感知学习情境、学习者所处方位

及其社会关系的性能。其二,无缝连接:基于移动、物联、泛在、无缝接入等技术,提供随时、随地、按需获取学习的机会。其三,个性化服务:基于学习者的个体差异(如能力、风格、偏好、需求)提供个性化的学习诊断、学习建议和学习服务。其四,智能分析:记录学习过程,便于数据挖掘和深入分析,提供具有说服力的过程性评价和总结性评价。其五,提供丰富资源与工具:提供丰富的、优质的数字化学习资源供学习者选择;提供支持协作会话、远程会议、知识建构等多种学习工具,促进学习的社会协作、深度参与和知识建构。其六,自然交互:提供自然简单的交互界面、接口,减轻认知负荷。期望在这样的学习环境中通过设计多种智慧型学习活动,能够有效降低学习者的认知负载,提高知识生成、智力发展与智慧应用的含量;提高学习者的学习自由度和协作学习水平,促进学习者个性发展和集体智慧发展;拓展学习者的体验深度和广度,提供最合适的学习支持,提升学习者的成功期望。

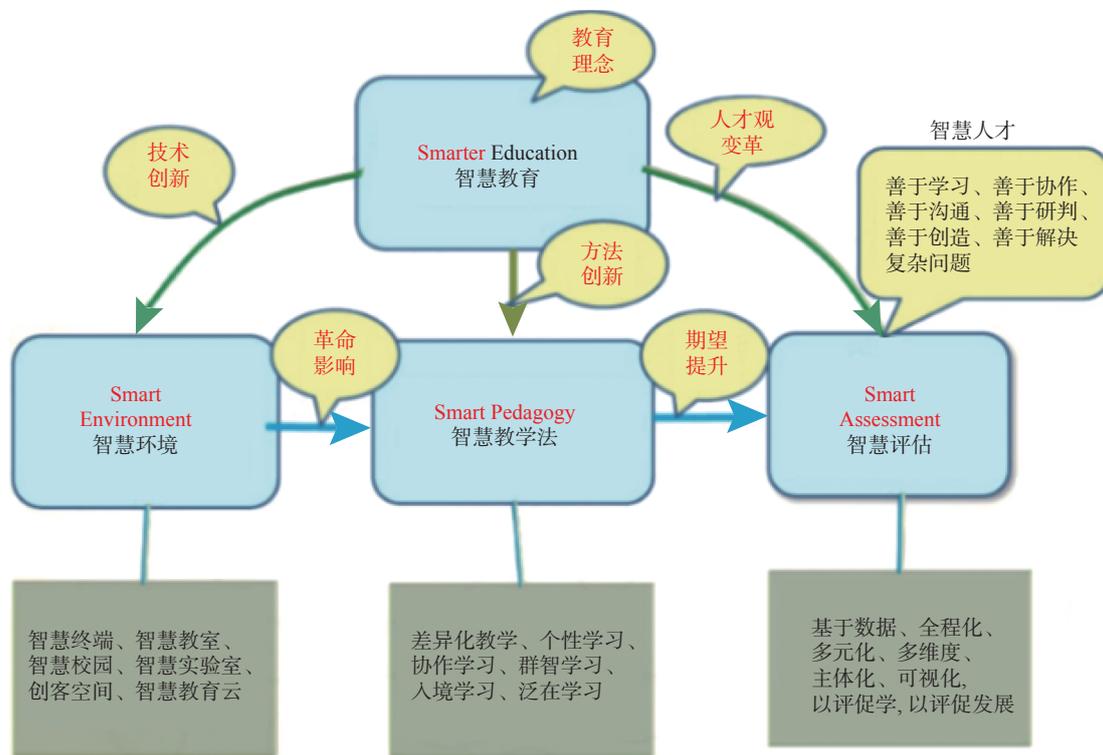


图1 智慧教育的理论框架

(二) 智慧教学法

智慧教学法应该至少体现“精准、个性、优化、协同、思维、创造”中的一个特征,分为两方面:智慧教法生态和智慧学法生态。智慧教法生态如图2所示,连续统的两端分别为教师为中心的授导型教学和学生为中心的研创型学习。翻转课堂只是在知识授导型教学方面找了个切入点。通过模拟学习、问究学习、辩论学习、协作学习、案例学习的有机组合,外加先进技术与设备的增强与赋能,智慧教法会向研创型学习倾斜。

从组织结构看,可有四个层面的智慧学法(如图3所示):面向班级的差异化教学、面向小组的合作研创型学习、面向个人的自主适性学习、面向群体的互动生成性学习(彭红超,祝智庭,2016)。班级差异化教学主要让学习者掌握基础知识与核心技能;小组合作研创型学习的主要目标是培养学习者的综合应用能力;在个人自主适性学习中,学习者可以根据个人偏好与发展需要,自主选择学习资源;群体互动生成性学习指在网上通过互动、广泛联通生成学习,实现知识在网络个体与连接网络间的循环发展(集体智慧)。这四层智慧学法,需要技术赋能的学习服务,分别是精准教学、精熟学习、创客教

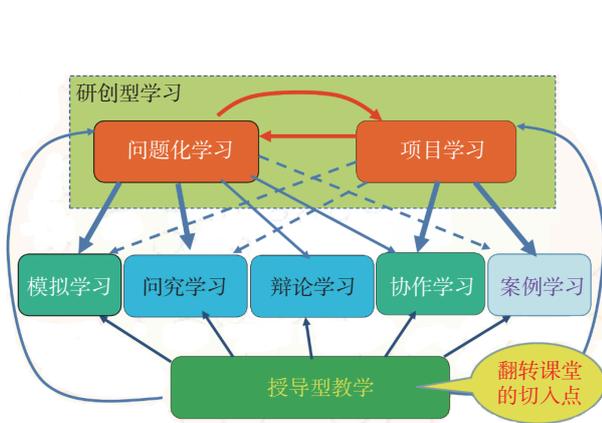


图2 智慧教法生态

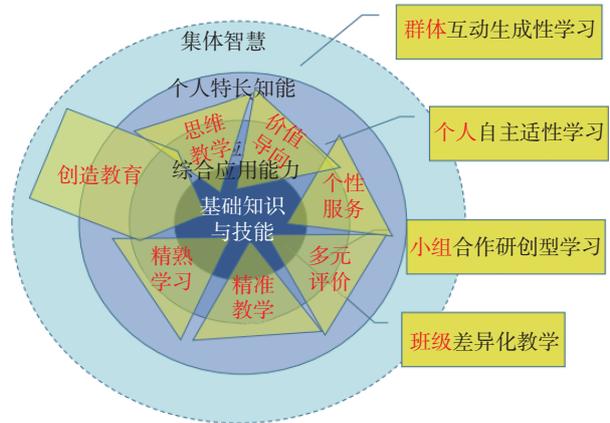


图3 智慧学法生态

育、思维教学、个性服务、多元评价，它们作为智慧学法的温床，使得智慧学法成为可能。

当下，智慧教育领域萌生出深度学习、个性化适性学习两种教学模式。不过，它们和精准教学一样，兴起的原因更多是新技术的发展及其在教育中的创新应用。早期的精准教学带有浓厚的行为主义色彩，这导致其一直不招“体制内教育”待见，特别是在国内，直到我们团队将其放到智慧教育中进行系列变革式探究。作为智慧教育的“压舱石”，它依然保有原有的特色：面向基本知能的高效减负，让课堂有更多的时间做更“有意义的事”，比如深度学习。在智慧教育中，深度学习的定位是核心支柱，这是由于深度学习能力框架与智慧教育能力框架高度吻合，并且关注培育这些能力的方法策略，这为突破课堂教学的“认知天花板”提供可能。无论是精准教学还是深度学习，均需要人机协同决策的个性化学习服务，在智慧教育中，它关注三个方面的个性需求——个体特征、个性表现、个人发展，并为“机器的数据驱动与人类的数据启发”的系统优化提供服务。

（三）智慧评估

我们团队曾在多种场合强调智慧教育要诀——评价即学习（以评促学、以评促发展之意），可见智慧评估在智慧教育中的地位。智慧评估应体现基于数据证据的六个特征：主体多元化、内容多维化、方式多样化、形式个性化、监测全程化、结果可视化。评价主体不仅有教师，学生自己、同伴、智能机器也应参与评估；评价内容不仅关注过程表现、学业成就，真实情境中的迁移应用也同样重要；评价方式不仅包括点评，也应包括自评、互评、展评；评价形式不局限于试卷笔试，也重视体现个性特征的数字档案袋、绩效评估。在智能技术的支持下，学习的全部过程可以被隐式地监控、测量，这些教育大数据经过教育数据挖掘与学习分析得以突显出学生的学习模式，并以可视化的形式（如即席报表、数据仪表盘）将结果实时呈现给师生。

智慧评估的关键是对学生学习模式（即学习画像）的挖掘，这种模式包括过程模式与能力结构。其中，过程模式包括学习投入、学习偏好、行为印记、情绪波动、认知顺序等；能力结构包括学习能力、3R 基本能力和 7C 高阶能力，后二者即是 21 世纪学习能力框架。在智慧教育中，学生的能力不仅指智能，还包括学生的品性（即智慧=智能+品性）。智慧评估的结果也不仅指一个分数，而是一个结构化的报单或报表。

智慧教育轮廓清晰可辨，其目的、方向、组成和重点已经明确：智慧教育是一种新范式，新的境界；强调智慧环境，追求的是培养“智慧人”，落实于智慧教学和智慧学习。在技术上，智慧教育的设计与实现，有赖于大数据应用背景下的诸多技术，包括统计分析、人工智能、分布式计算等。实现智慧教育的途径、策略与方法等还需要不断探寻。

（四）智慧人才

基于“培养具有良好价值取向、较强行动能力、较好思维品质、较深创造潜能的人才”的智慧教育

理念,智慧型人才在良好的价值观下,应该具有行动、思维、创造三方面的品质。其中,“行为”含有 Intelligence 中“事办好”的理念,即要有基本能力保证把事情和任务顺利完成,这是智慧型人才的先决条件;“思维”除了批判思维、创造思维和综合思维外,也含有 Wisdom 中“办好事”的理念,即做事要遵从社会伦理与主流价值观,学会平衡社会、他人和自己的利益,做有益于共同体的事,即斯腾伯格所说的“共益”(Common Good);“创造”含有 Smart 中“好办事”的理念,即能够针对不同情境下的不同任务,灵活组合各种有利条件、选择最恰当的策略方法,把事情和任务完成,形成相应的成果。也就是说,智慧教育中的智慧人才观是指培养具有人格美好、心灵手巧、务实创造品质的人才。

综观起来,智慧教育的理论框架更多涉及的是教师、学生,而非囿于智能技术环境,更多关注的是教育主体——“人”的发展,审察社会对新型人才的急切需求,关注教师专业发展的迫切需要,着力于教育改革的实践性价值,这些研究价值取向反映了我们团队的中正教育之道和深厚家国情怀。

二、智慧教育实践路径:智能教育

智慧教育不能仅停留在理论层面,实践应用也极为重要。我们团队将智能教育作为智慧教育的实践路径。从本质上讲,智能教育是技术使能的教育:智能技术不但让学习环境更丰富、灵巧,也让机器在某些方面具有类人甚至超人的智能。有了智能技术的帮助,教师可以专注于其擅长的情感类、创造类工作,这种人机协同的教学策略使得教师与机器各自的优势得以放大。借助于这两方面的优势,智慧教育将成为可能。智慧教育本质上是由智慧教育理念引领的:先进的智慧教育理念决定了智慧教学法的模态,不同的模态需要教师具备相应的教学技能,这些技能需要智能环境的支持才能实施。可以看出,智慧教育自顶而下贯通了中国传统哲学的“道—法—术—器”四个层级(“道”主要为教育理念,“法”为教学方法,“术”为应用技能,“器”为技术条件),而智能教育自底而上走向“道”的境界,如图4所示。作为智慧教育的实践路径,智能教育在“器”层级可为智能环境的搭建提供智能技术的支撑;在“术”层级可为智慧教学技能的施展提供智能机器助手;在“法”层级可使深度学习成为新型智慧教学法,助力于智慧人才的培育(祝智庭,2018)。

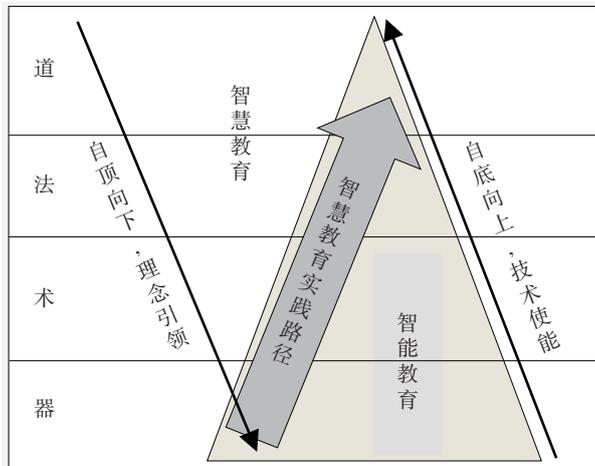


图4 智能教育是智慧教育的实践路径

智能教育作为智慧教育的实践路径,不会自然而然地达到智慧教育的境界。首先,要确立人机协同的底线思维,还要累积生态化的智慧学习资源作为支持,以达到“教法—技术—文化”平衡的智慧学习生态。同时,智慧教师也是不可或缺的,所以要培养面向智慧教育的教师。此外,要树立大教育观或社会生态观,将智慧城市建设与智慧教育融合起来,所以要建立智慧城市教育领域的评价指标。

(一) 确立人机协同的底线思维

美国《纽约客》杂志2017年10月的封面(人类乞丐向路过的机器人乞讨)生动地表达了人们的担

忧:担心自己的工作被取代,沦为乞丐,甚至更糟。教育行业前景较为乐观。英国BBC广播公司2015年发布的牛津大学关于“365种职业未来被淘汰的概率”的研究报告显示,教师属于最不容易被机器人替代的行业,概率只有0.4%。联合国教科文组织2015年底发布的重磅报告《反思教育:向“全球共同利益”的理念转变?》指出,“学校教育不会消失”,“无论教育怎么发展,教师职业也不会消失”。既然学校、教师都不会被取代,那么智能技术以何种方式融合教育?将是人机协同的方式。机器主要负责重复性、单调性、例规性工作;教师负责创造性、情感性、启发性工作,适合机器(智能技术)做的事让机器去做,适合人(师生、管理者、服务者等)做的事让人来做,适合于人机合作的事让人与机器一起做(祝智庭,俞建慧,韩中美等,2019)。

具体来讲,人机协同主要体现在六个方面。其一,教学设计是一种创造性工作,涉及创造意识、创造思维、创造行为。从重复性工作到创造性工作的转变主要依赖于志趣智能,因此只能由教师完成。而在学习过程中,机器可以作为智能导师,提供个性化的精准导学服务。其二,学习难免会遇到挫折和挑战,导致学生产生消极情绪(如焦虑),继而导致学生怕学、厌学。维持学生积极乐观的态度、战胜挑战的勇气属于情感智能,也须由教师完成。问题是,学生的消极情绪不易识别。在这方面,机器的表现更出色,通过对面部表情与学习行为的综合分析,机器可以精准地识别学生的学业情绪。其三,学习所需智慧资源(含智能学具)的研发以及测量工具的设计和教学设计一样,均属于创造性工作,由教师负责更为明智,而对资源的适性推荐以及依据测量规则自动组题、批阅等,可交付机器负责。其四,作为学习的结果,除了培养思维能力外,学生想象力与创造力的培养也离不开教师的启发。其五,情感品性也是“AI+”时代重要的核心素养,只有教师能胜任,因为这需要情感交流、人文关怀。其六,身心健康对教学非常重要,在这方面,机器虽然不能完成医疗师的医治任务,但可以实时监测并反馈每位学生的身心状况(彭红超,祝智庭,2018)。

(二) 累积生态化的智慧学习资源

智慧教育遵循“以学习者为中心”的人本主义理念。因此,学习者是智慧教育的出发点和最终归宿。从学习者的角度看,智慧课堂已将传统意义上的“教材”升级为“学材”+“习材”,而智慧学习空间还需加入另一重要学习资源——“创材”。“创材”是智慧学习空间培养学习者行为能力、激发创造潜能的“战术武器”,主要包含“开源硬件开发平台”和“积木式开源硬件”两类。因此,智慧学习空间需要建构优化生态学习资源,如图5所示。“学材”“习材”和“创材”三者相辅相成,共同促使学习者智慧能力的发展。其中,“学材”作用于知识的传授,“习材”作用于知识的内化,“创材”作用于知识的外显和迁移(祝智庭,彭红超,2016)。

(三) 构建“教法—技术—文化”平衡的智慧学习生态

学习生态系统(Learning Ecosystem, LES)是指在一定的学习环境中,学习相关者与环境中的学习资源相互作用形成的学习系统。其中,学习相关者指学习过程、学习工具、学习环境中的生物体,它适用于任何学习情境,因此,有学者也将学习生态系统视为学习共同体及其现实的(物理的)和虚拟的学习环境构成的功能整体(自成一体的实体)。作为学习生态系统的具象发展,数字学习生态系统是数字物种及其环境相互连通、相互作用形成的集成系统。具体来讲,数字学习生态系统是由数字物种(学习过程中的工具、服务、内容)与用户群体(学习者、辅助者、专家)及其所在的社会、经济、文化环境相互作用形成的适应性的“技术—社会”系统。其中,交互软件工具、服务及其用户是生物组分,教与学活动、用户注意力(能量)、信息与知识(物质)是非生物组分(关于数字学习生态系统中生物与非生物组分的观点并不一致,这里采用的是较为主流的观点)。在能量流动与物质循环中,教与学活动促使信息转变成知识。智慧学习生态系统是数字学习生态系统融合智慧教育理念后协同发展而成的学习系统。学习空间方面,由线上空间演变为线上、线下融合的无缝学习空间(四种智慧学习方略表明,智慧学习既注重线下学习,又注重线上学习及二者的混合学习)。系统本质方面,由先前的“技术—社会”系统演变为“教法—技术—文化”系统(2017定义使然)。在文化语境下,学习的目的是促使文化中理

念价值的传承与发展。因此,能量方面由先前的“教与学、用户注意力”演变为理念价值(心智能量, Mental Energy),而物质方面也由先前的“信息与知识”演变为承载理念价值并促使其传承的“设备、设施、工具、制品符号等”。这些物质与能量构成了智慧学习生态系统中的非生物组分。由于“交互软件工具”属于设备工具,被并入非生物组分,因此,数字学习生态系统中的生物体也由先前的“交互软件工具与服务及其用户”演变为学与教群体。

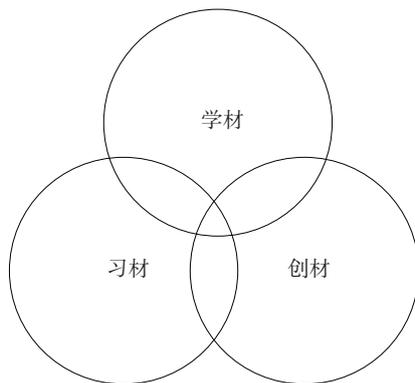


图5 智慧学习资源

综上所述,智慧学习生态系统是在一定的智慧学习空间(技术融合的生态化学习环境)中,学与教群体(学习者、教学者、管理者)与所在的空间及空间中的资源(设备、设施、工具、制品符号、内容等)相互作用而形成的“教法—技术—文化”系统(祝智庭,魏非,2017)。

(四) 培养面向智慧教育的教师

教师是教育改革的主力军,每一轮教育改革或教育环境的变化都对教师能力提出了新的要求,智慧教育的出现与渐进发展同样为教师能力构成注入了新的要素。无论是环境的构建、教学法的实施还是评估方式的选择、采纳,都有赖于教育设计者和实践者在此系统中的角色履行以及作用发挥。智慧教育形态中的教师,承载着培养思维品质较高、善于解决复杂问题、创新能力突出、社会适应性强的学生的任务,应当具备智慧教育的先进理念、重视发展学生的思维品质、具有良好的数据素养、拥有出色的终身学习能力,他们应该是智慧教育理念的传播者、智慧环境的构建者、智慧教学法的实践者、智慧评估的参与者,实际上即是教育智慧的重要体现者。

当智慧教育成为教育信息化发展的主旋律、新目标之时,教师专业发展就需要承担起培养智慧教师的重任。在智慧教育环境中,信息技术成为破解教学难题的利器。一方面,科学技术已经改变了我们的教育环境,使教育活动发生的情境更为丰富、更为多元;另一方面,技术工具在“知化(Cognifying)”环境下越发具有智能化、个性化的特征,精准干预、个性化支持、差异化学习等成为可能。教师要顺势而为,善假于“技”,学会利用富有智慧的信息技术支持学习和实践,促进智慧学习在学习者身上有效地发生。围绕着智慧教育的目标和理念,学校教师需要在智慧教育中体现四种核心角色——思维教学设计者、创客教育教练员、学习数据分析师以及学习冰山潜航员,而这四种角色的培养和形成也将成为智慧教师发展的创新路径。不仅如此,智慧教师的培养和发展是外在环境与内生动力两部分因素共同作用的结果,教师概念塑造、认知图示和能力习得需要从所处环境中得到感知和反馈,并基于环境实现自我反思和持续实践。因此,无论指向何种智慧教师角色,只有环境层面提供全面的给养,才有助于智慧教师角色的重塑(祝智庭,余平,2017)。

(五) 建立智慧城市教育领域的评价指标

智慧教育概念代表人们对于未来教育的美好追求,是科学性、技术性、艺术性、人文性的有机统一。我们团队基于国家智慧城市评价指标体系总体框架,从智慧城市和智慧教育的特征出发,采取前瞻性与现实性相结合的策略——前瞻性指标用于引导智慧城市、智慧教育系统设计,现实性指标侧重

于智慧教育应用的技术性——适当兼顾人文性,依据智慧教育的六大特征(连通、感知、交互、适配、记录和整合)设置了评价指标与观测点,又经过文献研究、城市年鉴研究、问卷调查、专家深度研讨等,提出了智慧城市教育分领域评价指标体系。该体系从学习环境连通性、学习服务丰富性、用户体验满意度、管理服务普惠性、系统建设生态化和市民发展影响力六个维度评价教育领域的发展,既考虑了智慧城市建设以人为本的目标,也考虑了技术对智慧城市教育发展的促进作用(祝智庭,余平,2017)。

三、智慧教育发展脉络

结合我国智慧教育理论与实践的发展演进,在“走向智慧教育时代的教育变革与创新暨祝智庭教授学术思想研讨会”上,王珠珠研究员将其发展脉络归纳为三个阶段,分别为萌生阶段、试点示范阶段、全面普及阶段(王珠珠,2019)。

(一) 萌生阶段(2012—2018年):从无到有

这一阶段的特色是理论构建(科研机构力量)与实践探索(学校力量)双驱式发展,企业积极跟进;发展重点是转变变革取向、开展顶层设计。前期,无论是科研机构、学校还是企业,均在已有成果的基础上向智慧教育转变,诸如翻转课堂、创客教育、在线学习系统随即披上了“智慧教育”的外衣。后期,随着智慧环境(如智慧课堂、智慧校园)、智慧教学法、智慧评估的脉络逐渐显化,学校的变革初见校本特色取向,在线学习系统也逐渐显现出智慧特征。

这一时期,较为突出的案例是浚县科达中学的“全人发展”智慧教育方案。它从学习文化到教学策略进行了系统性的变革,文化方面创造了“榜样引领”以及“晨钟暮鼓式”的自省自悟文化,教学策略方面探索出了“六学一包”的智慧策略,即自主钻学、同伴互学、问题导学、微课助学、以评促学、精准帮学与智慧学习包。在ESWI(Education, Smart, Wisdom, Intelligence)智慧教学生态系统的支持下,该学校进一步提炼出了“六一三一”(六学策略、一个科达智慧学习包、三讲、一练)智慧教学模式。这一模式既注重学生的深度学习,也兼顾师生的精讲精练。

(二) 试点示范阶段(2018—2022年):从有到优

结合祝智庭教授主持的全国教育科学“十二五”规划课题“智慧教育环境的构建与应用研究”的调研资料来看,2018年,智慧教育由萌生阶段走入试点示范阶段。经过上一阶段的发展,国内出现了一批具有校本特色的智慧实验校。加之《教育部信息化2.0行动计划》中“开展智慧教育创新示范”政策的出台(中华人民共和国教育部,2018),智慧教育正式进入第二阶段:试点示范阶段。这一阶段侧重通过智能技术在教学模式、学习数据分析等方面的深度融合与创新应用,来探索可推广的先进经验与优秀案例,引领教育变革区域式发展。

目前,浙江省丽水市对精准教学改革的探索与实践已形成独具特色的典型范式,并成功地从10所试点学校发展到向100所学校推进。丽水范式采用我们团队早年提出的“以测辅学”理念,包括以测识学、以绘视学、以评辅学三个环节(彭红超,祝智庭,2017),提炼出了“以学会学习为中心”的精准教学四环节框架:数据驱动学情分析的目标确定、技术监测学习状态的活动实践、数据赋能精细诊断的学习干预、可视化实时反馈的精准评估。调查研究显示,丽水市的基础教育已成功实现由“赶超”到与全省“并跑”的转变。

(三) 全面普及阶段(2022—2035年):规范、制度建设

智慧教育将从2022年开始进入全面普及阶段。这一阶段的主要工作为行业标准规范、教育制度的建设,这是由试点走向规模化的必然。

智慧教育追求的“教师能够施展高成效的教学方法,让学习者能够获得适宜的个性化学习服务和美好的发展体验”以及“培养具有良好人格品性、较强行动能力、较好思维品质、较深创造潜能的人才”理念已得到政府、社会机构、教育领域的广泛认同。虽然各区域、学校采用的探索之路各不相同,但最终必定殊途同归:向以上理念无限逼近。这一过程伴随着行业标准规范、教育制度的建立。黄荣

怀教授认为,能够发挥教育机构整体功能的教育制度是培育卓越人才的基础,不过这种制度的建立是个漫长的过程(黄荣怀,2014)。

智慧教育的规范与制度包括三个层面(国家、区域、机构)和两个方面(教学制度、管理制度)。体制的建设需要政府、企业、学校等利益相关者的多方协同。早期,我们团队针对智慧学习空间的互联互通问题,提出了一种“学校用市场换数据、企业用数据换市场”的双赢推动方案。这种方案为智慧教育规范与制度建设提供了良好的思路:学校用市场换企业技术、用范例换政府课题;企业用技术换学校市场、用数据换政府项目;政府用课题换学校范例、用项目换企业数据。

四、未来图景:指数思维赋能的智慧教育

2009年,Kurzweil与X-Prize创始人Peter Diamandis共同建立了奇点大学,发展理念是培养指数思维,利用指数技术应对在指数增长的科技下遭遇到的重要挑战。指数技术就是基于计算能力、人工智能、传感器、机器人等聚合技术融汇多领域且改变世界的颠覆性技术,为世界带来指数级飞跃,并改变每个行业,教育领域也将迎来新机遇。智慧教育的核心是培养具有良好价值取向、较高思维品质和较强施为能力的人才。因此,我们团队提出,指数思维赋能的智慧教育将成为智慧教育的未来图景(祝祝庭,2019)。

(一) 指数思维引领智慧教育的适切性

在智慧教育环境中,教育主体的全通道数据被收集形成教育大数据,迫切需要“指数技术”挖掘这些数据,以发现潜在模式和知识来支持智慧教育的创新发展。指数思维的本质是使用指数技术从多元多变的情境(文化智慧)数据中学习规律,自动发现模式(数据智慧)并用于预测(教学智慧)。因此,智慧教育作为教育的高端形态,通过指数技术的支持和指数思维的助力,为深度理解教育主体的教育带来了新的价值与使命。指数思维作为智慧教育创新发展的适切性是确定无疑的,以下将从技术、教学、跨界三方面解读指数思维引领智慧教育的适切性。

1. 支持智慧教育生态环境的技术创新

智慧教育生态环境旨在促使“物尽其用、各司其职”,致力于消除数据“鸿沟”,联通信息“孤岛”。智慧教育的智慧包括两方面,“物”的智慧和“人”的智慧,而技术支持的智慧教育生态环境正是利用指数技术具有全领域的特性,最大化地体现“物”+“人”的人机协同智慧。基于以上对智慧教育生态化环境的剖析,构建该环境要以技术作为支撑,创新面向线上线下无缝整合的智慧生态系统。基于智慧教育生态环境的构建,辅以指数技术,形成新型的教育高级形态,实现合作型、建构型、交互型智慧教育生态环境的二重境界。

2. 支持智慧教学法的方法创新

现阶段的智能化教学系统弱化了教师的参与,学习者自定步调则可以自主展开学习。指数时代的智慧教学法会在个性化学习、赋能学习者、洞察学习的人机本质等方面有所作为,有利于构建人机协同的学习共同体。教学法的智慧性体现在根据具体的教学情境,包括教学目标、学习者的认知水平、教学场所的设施等因素,教师善于运用TPACK思维框架,构建学科知识、教学法和技术三者之间的平衡生态,以期通过智慧的、灵活的、富有张力的教学方法展开跨学科知识、多主体协同的教与学。智慧教学法要在指数思维的引领下平衡教与学关联各要素之间的复杂关系与权变关系,为提供人机协同智慧的最佳教学方法贡献可能的思路。这本身就是一个充满智慧的反思、探索、发现的长期实践过程。

3. 支持智慧教育与指数的跨界融合创新

指数时代出现了全新的整合逻辑和实现契机。基于指数技术的跨界需要对智慧教育的全要素进行升级、融合与重构,且由于指数时代的瞬变性,需要利用反传统、反经验、反做法的逆向思维方式,根据未来的需求、内在逻辑和服务方式,对表面似乎无关的东西进行整合,创造出一种新的模式,从而达到全方位无缝跨界融合。支持智慧教育的指数级全领域跨界具有多维性、关联性与融合性,这些特

征决定了跨界是人类知识进步与能力提升、科学发现和技术发明不可或缺的催化剂与推动力。用跨界融合推动智慧教育的指数级创新,包括支持与推动跨界思维以培养智慧的教育思维、通过跨界行为构建智慧教育行为、以跨界言说为背景与指向创设智慧教育言说三大方面。此外,指数思维指引下智慧学习场景也可以实现跨界提炼。指数技术支持下可以无缝实时完成场景分析,实现基于智慧教育的框架梳理和提炼跨区域、跨领域、跨群体的教育场景融合。

综上可知,在指数级增长的数据中,指数思维助力能够自动提取数据智慧,从而形成教学智慧,使得智慧教育迎来指数教育。正是二者的高度契合,使得指数思维可以作为智慧教育的核心支柱,支撑智慧教育培育智慧人才的梦想。因此,指数思维应用于智慧教育是合适的,也是必要的。

(二) 智慧教育中指数思维可为的创新

1. cMOOCs: 社交媒体支持群智发展的指数效应

社交媒体的爆炸式增长与互通性,打通了连接数字世界与现实世界的大门,增进了人与人之间的互联性,使得各行业的创新发展呈现出非线性指数增长的趋势,带来的指数效应不可估量。社交媒体使得教育领域出现新的学习生态发展形态,多教育主体、多样化学习资源以及跨空间交互呈现指数级增长趋势,必将带来社交媒体支持学习的指数效应,其中的典型代表无疑是目前人人关注的 cMOOCs (Connectivist MOOCs)。cMOOCs 在社交媒体的支持下使得全球的优质资源全民共享,强调基于社会网络的知识与学习者之间的联通,侧重知识的构建与创造以及社会化学习。社交媒体提供的多类型教育主体开展跨领域、跨空间的诸如分享评论、沟通、参与协作等形式的交互,将为学习者群体智慧的发展带来明显的指数效应。

2. 知识图谱: 有意义关联学习的指数效应

有意义学习强调新知识与旧知识之间建立实质性的连结。知识图谱作为知识库的内容组织框架结构,将获取到的学习者数据分析反馈给已有的知识图谱,将各类资源链接到相应的知识图谱节点上,促进学习者的有意义学习,并且推荐个性化难度及节奏的课程资源,促进学习者提升学习效率和效果。我们一直致力于对在线教育中大量的配套资源、教辅书籍、讲义文本和讲座视频等进行数字化与知识标注,探索运用指数技术和算法构建具有知识间关联描述的知识库,建立知识主题群组,形成指数级别的群体智慧,构建与研究性学习相匹配的知识图谱。通过对知识、知识主题和教育资源的相关性分析,实现基于知识的教育资源分层融合;以教育资源为载体,描绘学习者在知识图谱上的学习路径,为学生提供智能化、个性化的研究性学习服务。知识图谱可为学生的有意义学习带来不可估量的指数级效益,指导学生的个性化发展。

3. STEAM 教育: 整合策略和设计思维的指数效应

智慧教育的创新发展需要跨学科深度融合,STEAM 教育为指数思维增能智慧教育提供了支点。指数思维的本质特征要求以点的形式展开扩散,并建立多样化的泛在交互,实现互联互通,从而产生指数级增长效应。以整合策略和设计思维的 STEAM 教育把跨学科知识(公民科学素质教育、嵌入式课程、项目型课程、整合性学科等)融合带到现实中,让多主体协同参与,用自己的力量创造改变,多类型参与主体的交互必将产生指数级价值,从而造就指数效应。

4. 基于核心素养的评估: 能力导向价值观的指数效应

美国国家研究委员会 2012 年发布的《为了生活和工作的学习: 在 21 世纪发展可迁移的知识与技能》报告,将深度学习定义为一个过程而非结果,其中以能力为基石的核心素养正是通过深度学习过程产生的学习成果。在智慧教育教学中,巧妙利用“能力导向”这一价值取向,对教育主体核心素养进行多维、全方位的评估,将会促进核心素养的提升,从而达到指数效应。在智慧教育境域下,我们团队提出了以“以测识学、以绘视学、以评辅学”为理念的智慧评估。它主要借助构念理论解读监测变量所表征的实质意义,借助数理统计解读监测数据的潜在价值,借助科学技术实现上述过程自动化、静默化,实现全程评估、深度挖掘与结果可视化。核心素养乃是深度学习产生的结果,以聚合的能力结构

代替松散的知识集合,具有解决复杂问题、生成有用知识的持久活力。基于核心素养的教育评估对于教育教学改革与创新具有导向作用,因此具有发展指数教育的巨大潜力。

(三) 指数思维与智慧教育深度融合的顶层设计

指数思维具有立足未来、反观当下的特性,因此,根据指数思维和智慧教育深度融合带来的人机协同、跨界融合、群智开放等常态,我们团队对指数思维使能智慧教育展开顶层设计,如图6所示。

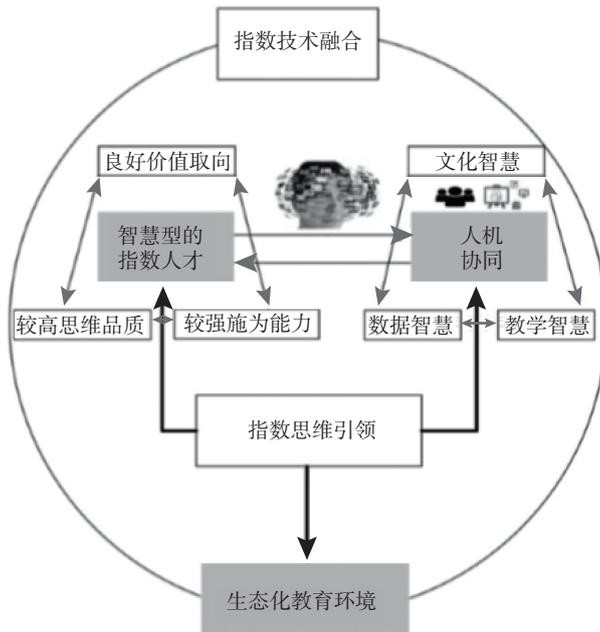


图6 指数思维赋能的智慧教育

1. 构建指数技术融合的生态化教育环境

技术增强的教育生态聚焦于面向线上线下的无缝整合与协同共进,对于发挥各教育要素机能、消除数据鸿沟、补偿情感缺失具有不可替代的良效。智慧教育需要一种专属的智慧学习环境,考虑到技术增强带来的指数效应,所构建的生态化环境需体现“体验为中心”“服务为中心”“学生为中心”和“数据为中心”的理念,从而围绕数据驱动、人机协同驱动,利用指数思维来赋能智慧教育。通过上述分析可知,智慧教育的生态化环境应在一定指数技术融合的智慧学习空间中,促进多协同教育主体与所在空间及空间中多样化资源(设备、设施、富媒体学习内容等)相互作用而形成的“教法—技术—文化”生态。

在指数思维的促变下,智慧教育生态化环境的能量流动更加适时畅通。由于指数思维衍生的技术助力,教育各要素不再以线性速率升级,而是以指数级速率迭代更新,尤以文化智慧、数据智慧和教学智慧体现更甚。在教学系统中,依据文化智慧、数据智慧以及行动智慧,教育主体可以相应地对教与学行动进行适性优化,该优化改善行动可以作为“信息传递”手段,进一步促成能量由教育系统流畅地转入全领域教育主体。至此,智慧教育生态化环境的能量在指数技术与指数思维的支持下得以无缝流转、循环往复、螺旋上升。

2. 培植数据智慧、教学智慧与文化智慧的人机协同新型指数认知

智慧教育生态化环境中能量流转正是为培植数据智慧、文化智慧以及教学智慧奠定基础。指数思维理念下培植的是新生智慧,当越过智慧全面爆发的临界点后,智慧的更新与塑形呈指数级增长,导致难以预测接下来将会发生什么、什么时候会发生。因此,深入明晰指数思维驱动下三大智慧的培植方式,在人机协同的数据智慧机制基础上提出培植人机协同的新型指数认知,有利于应对未来教育发生的各种可能。指数时代的人机共生,同样也需要恪守“底线思维”:人与机器各司其职,机器擅长的事

情由机器高效完成,人类专长的事情由人类做,构建指数技术融合的人类命运共同体,达到人机优势互补的新生态。这一“底线思维”可以促进上述文化智慧、数据智慧、教学智慧的良性调整和新发展,形成三足鼎立之势。

人机协同的新型认知是三类智慧不断变化、协同配合、两两相关的三角动态关系,助推指数思维引导下三大智慧的指数跃升。具体来讲,数据智慧使得文化智慧和教学智慧成为可能,文化智慧促进数据智慧和教学智慧得到发挥,教学智慧为数据智慧和文化智慧的有效运转提供必要基础。当然,三者之间的三角关系将会随着指数技术的更迭、人机关系的演进而一直处于变化中。为了深入理解三类智慧的培植,以知识为例具体阐述人机协同认知。在指数时代,机器在指数技术的支持下已经能够存储指数级增长的知识。在特定情境下,人不用分配过多的认知资源在知识记忆上,只需要根据实时情境抽取机器中的最佳知识,使得数据跃升为数据智慧。基于此,联动多类型教育主体,诱发动智慧,激发教学智慧的产生,造就知识可以跨领域、全通道、多主体的指数效应。文化智慧作为理念导向,融合数据智慧和教学智慧的全过程,造就人机协同的文化智慧。指数思维引领的文化智慧可以持续健康发展,作为数据智慧和教学智慧的指引,从而形成文化智慧定导向、数据智慧定决策、教学智慧定行动的良性闭环。

3. 培养智慧型“指数人才”

发展智慧教育的重要目标就是培养智慧人才,从上述三类智慧的能量流转和指数认知培植角度看,指数时代的智慧型人才需要深度融合文化智慧、数据智慧和教学智慧,经过这三种智慧学习将最初文化中的理念价值高保真地转变为学生的才智品性。鉴于此,我们团队提出了培养适应指数时代的智慧型“指数人才”的教育生态。智慧教育超越知行合一,倡导思行合一的文化智慧,注重培植学习者的设计思维,并将良好的设计思维作为智慧型“指数人才”的核心素养。设计思维重在注意环境的不确定性、高度迭近且多种逻辑与道德共存等特性,需要有目的地将人类的兴趣、价值等相关属性纳入设计过程,以便为解决复杂创新性问题提供科学的方法。在指数时代,教育情境更加充满不确定性,需要多元教育主体有目的、有意识、有组织地为涉及多领域、多种可能的问题设计最佳解决方案。因此,把设计思维作为“指数人才”培养的落脚点,可以有效深度融合三类智慧,培养人才的全生命周期。文化智慧作为着陆点,首先把文化系统的能量转为教育风向标和导向,有利于指明教与学全过程的行动方向。在指数技术的支撑下,高效实现上述三大智慧之间的无缝流转,数据智慧方面由“知几无”的朦胧状态进化为“知最佳”的通透状态,教学智慧方面则通过行动智慧达成学习者高笃力的学习。经由以上三大智慧在人才培养体系中的不断流动,促使教育主体的知识、技能、情感态度、价值观皆实现指数级均衡良性发展。

指数思维赋能的智慧教育全面升级教育的各个要素,破解资源、精力分配不均的困局,评估更趋向全程化、多元化、多维度、主体化以及结果可视化,为智慧教育的创新发展提供了助力,以期跃升为“指数教育”。指数思维引领下缔造的智慧教育新生态,呈现出跨界融合、人机协同、群智开放、自主操控的新特征,为智慧教育的创新发展带来新的曙光。

五、结语

智慧教育是经济全球化、技术变革和知识爆炸的产物,也是教育信息化发展到2.0阶段的新形态,未来将面临更多的机遇和挑战。我们团队在智慧教育领域做了大量的理论与实践探索,构建了智慧教育的理论框架,指明了智慧教育的实践路径,勾勒了智慧教育的未来图景和发展方向,对于丰富教育技术学理论体系、指导智慧教育实践具有重要的价值。

参考文献

- 顾小清,杜华.(2019).“信息技术时代的教育学理论重建”重要命题的反思与对话.《现代远程教育研究》,(1),3—10.
黄荣怀.(2014).智慧教育的三重境界:从环境、模式到体制.《现代远程教育研究》,(6),3—11.

- 黄荣怀, 杨俊锋, 胡永斌. (2012). 从数字学习环境到智慧学习环境——学习环境的变革与趋势. *开放教育研究*, 18(1), 75—84.
- 彭红超, 祝智庭. (2016). 面向智慧学习的精准教学活动生成性设计. *电化教育研究*, (8), 53—62.
- 彭红超, 祝智庭. (2017). 以测辅学:智慧教育领域中精准教学的核心机制. *电化教育研究*, (3), 94—103.
- 彭红超, 祝智庭. (2018). 人机协同的数据智慧机制:智慧教育的数据价值炼金术. *开放教育研究*, 24(2), 41—50.
- 王珠珠. (2019). *智慧教育的提出与推动——兼谈祝智庭教授的学术风格(学术报告论文)*. 上海: 华东师范大学.
- 杨琴, 蒋志辉, 何向阳. (2019). 智慧教育的缘起、挑战与发展路向追问. *当代教育论坛*, (6), 108—115.
- 赵祥麟, 王承绪. (1981). *杜威教育论著选*. 上海: 华东师范大学出版社.
- 中华人民共和国教育部. (2018). *教育信息化 2.0 行动计划*. 取自中华人民共和国教育部网站(2018年4月13日): http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html.
- 钟志贤, 易凯谕, 王宏胜, 陈佳骊, 王双双, 王姝莉. (2019). 技术赋能教育革新:从CAI到智慧教育——祝智庭教授的字里行间. *电化教育研究*, 40(9), 5—17.
- 祝智庭. (2018). 教育呼唤数据智慧. *人民教育*, (1), 29—33.
- 祝智庭. (2019). *指数思维赋能智慧教育(学术报告论文)*. 北京: 北京师范大学未来教育高精尖创新中心.
- 祝智庭, 贺斌. (2012). 智慧教育:教育信息化的新境界. *电化教育研究*, (12), 5—13.
- 祝智庭, 彭红超. (2016). 信息技术支持的高效知识教学:激发精准教学的活力. *中国电化教育*, (1), 17—25.
- 祝智庭, 魏非. (2017). 面向智慧教育的教师发展创新路径. *中国教育学刊*, (9), 21—28.
- 祝智庭, 俞建慧, 韩中美, 黄昌勤. (2019). 以指数思维引领智慧教育创新发展. *电化教育研究*, 40(1), 5—16+32.
- 祝智庭, 余平. (2017). 智慧城市教育公共服务评价指标体系研制. *开放教育研究*, 23(6), 49—59.
- Spector, J. M. (2014). Conceptualizing the emerging field of smart learning environments. *Smart learning environments*, 1(1), 2.
- Zhu, Z., Yu, M., Riezebos, P. (2016). A research framework of smart education. *Smart Learning Environments*, 3(1), 1.

(责任编辑 孟明心)

The Theoretical Framework, Development and Future Prospect of Smart Education

Gu Xiaoqing¹ Du Hua² Peng Hongchao³ Zhu Zhiting³

(1. Department of Education Information Technology, East China Normal University, Shanghai, 200062, China;

2. School of Media and Communications, Anyang Normal University, Anyang, Henan, 455000, China;

3. School of Open Learning and Education, East China Normal University, Shanghai, 200062, China)

Abstract: With the development of modern information technology including mobile Internet, big data and artificial intelligence, we are stepping into an era of rapid transformation. And great and unprecedented changes have taken place in the educational field. Smart education is the inevitable choice of education from the traditional era to the digital era and even the future exponential era. With the opportunity of the conference “educational reform and innovation towards the era of smart education and academic thought of professor zhi-ting Zhu”, this paper summarizes the theoretical framework, development stage and future prospect of smart education. At the same time, it also points out the three stages in China. Through drawing the outline, we hope to grasp the overall situation of smart education and provide useful reference for the follow-up research.

Keywords: smart education; smart environment; intelligence education; exponential thinking