

# 5G+智慧教育： 基于智能技术的教育变革<sup>\*</sup>

杨俊锋<sup>1</sup>，施高俊<sup>1</sup>，庄榕霞<sup>2</sup>，王运武<sup>3</sup>，黄荣怀<sup>2①</sup>

(1.杭州师范大学 教育技术系, 浙江 杭州 311121; 2.北京师范大学 智慧学习研究院, 北京 100875;  
3.江苏师范大学 智慧教育学院, 江苏 徐州 221116)

**摘要：**广泛应用于各垂直行业的5G通信技术正逐渐趋于成熟，为智慧教育的发展提供了可能的助力，也为解决当下教育的主要矛盾提供了条件。5G技术凭借超高速率、低时延、低功耗、大规模连接、高可靠性等特点，与人工智能、物联网、大数据、区块链等技术结合，推动教育智能技术的应用升级。首先分析了5G时代的教育智能技术及八种典型应用，包括智慧平安校园、融合学习空间、同步网络课堂、教师专业发展、机器人学伴、移动泛在学习、虚拟仿真实训、智慧电子教材。接着从个体学习、小组协作学习、班级集体教学三个维度讨论了5G时代教育智能技术促进学与教模式的变革。最后，从教育智能技术、典型应用、学与教的变革、智慧教育新生态等角度提出了5G时代智慧教育框架。

**关键词：**5G；智慧教育；教育智能技术；教育变革

**中图分类号：**G434 **文献标识码：**A

## 一、5G时代智慧教育新格局

教育的发展受科学技术、生产力水平、社会形态的制约和影响，科技和生产力的发展推动教育形态的演变并与社会发展相适应<sup>[1]</sup>。随着科技与社会的发展，当前我国教育的主要矛盾已经转化为人民日益增长的优质教育需要与教育发展不充分不均衡之间的矛盾。

为进一步解决教育难题，提升教育质量，促进教育公平，利用物联网、教育大数据等智能技术构建智慧学习环境，面向数字一代学习者进行学与教的变革，优化智慧教育的供给方式成为重要的改革议题。5G凭借超高速率、高可靠性、低时延、低功耗、大规模连接等特点，通过增强移动宽带的使用体验，以创新驱动为理念，与智慧教育共同助力，为破解教育教学的问题提供了基础条件。

智慧教育依托5G通信等智能技术，在教育信息化与第四次工业革命的助推下快速发展，促使内部各要素的优化升级，逐步形成了智慧教育新格局<sup>[2]</sup>。2019年4月，中国移动发布的《5G+智慧教育白皮书》<sup>[3]</sup>，剖析了5G对智慧教育的基础设施、教育场

景、教学模式等方面创新升级的需求。5G的应用推动教育智能技术的融合发展，并与教育教学过程深度融合，推进教育的数字化和智能化转型，带来了教育智能技术的迭代升级，促进教育应用情景和学与教模式的变革。

5G的应用驱动智能技术的融合与升级，如物联网、大数据、云计算、人工智能、区块链等，促进教育智能技术的研发与迭代，从环境感知、智能计算、高清呈现等方面为智慧教育的升级提供了条件。5G的应用促进技术与教学的深度融合，优化典型的教育应用场景，促进虚实学习空间的融合，丰富学习内容的呈现方式，提升教育服务的质量，为学习者提供灵活有效的个性化学习方式，促进个体、小组以及班级群体学习的优化。下文将从教育智能技术、典型的应用情景、学与教的变革三方面详细分析5G时代的智慧教育新格局。

## 二、5G时代的教育智能技术

### (一)5G特点及应用场景

5G有高速率、低延迟、移动性、低功耗和

<sup>\*</sup> 本文系教育部“十四五”规划研究课题“5G时代教育面临的新机遇新挑战研究”(课题编号:SSW202018)、2019浙江省哲学社会科学规划项目“面向数字一代的学习空间设计研究”(项目编号:19ZJQN21YB)研究成果。

① 黄荣怀为本文通讯作者。

广覆盖等特点<sup>[4]</sup>，国际电信联盟ITU在2015年召开的ITU-RWP5D第22次会议上，确定了5G的三大主要的应用场景<sup>[5]</sup>(如图1所示)：增强移动宽带eMBB(Enhanced Mobile Broadband)、高可靠低时延连接uRLLC(Ultra Reliable Low Latency Communication)以及海量物联mMTC(Massive Machine-type Communications)<sup>[6]</sup>。

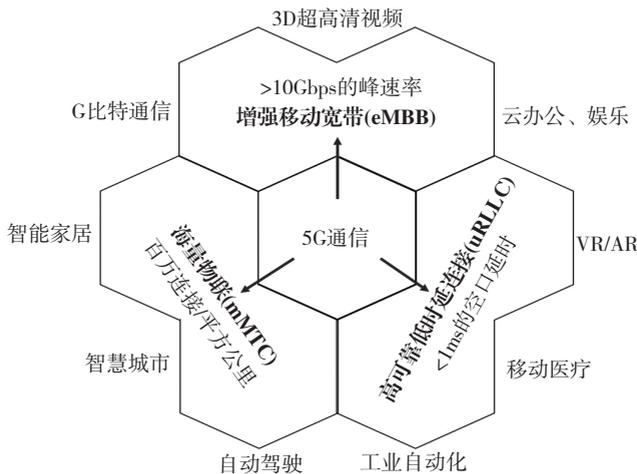


图1 5G三大应用场景

eMBB场景建立在现有的移动宽带业务场景之上，追求人与人之间极致的通信效果，以提升用户体验等性能。mMTC及uRLLC则是物联网的应用场景，但各有侧重点：mMTC主要是人与对象的信息交互，uRLLC主要体现对象之间的通信需求<sup>[7]</sup>。

5G技术的三个应用场景，与教育技术的最新发展相结合，能从移动学习体验、交互沟通方式、沉浸互动环境等方面提升教育教学效果。5G技术的教育应用有助于构建三维立体、游戏化、虚拟现实、高密度高热点、大规模低时延、可靠物联等特征的学习环境<sup>[8]</sup>。5G技术与物联网、大数据、区块链、云计算、人工智能、机器学习等技术融合服务教育领域，推动智慧教育的发展。

## (二)5G教育智能技术

5G时代支持智慧教育的智能技术主要有基础支撑技术(如物联网、大数据、区块链等)、计算分析技术(如云计算、人工智能、机器学习等)、教学呈现技术(如扩展现实、全息投影等)。

基础支撑技术是智慧教育的基石，解决数据的全方位获取和学习数据的安全问题。5G凭借其高速率、低延时的特性赋能智慧教育，结合信息传感器、射频识别等物联网技术实现随时随地万物接入的功能，对教与学过程进行智能化感知，解决线下数据难以获取的问题。大数据技术凭借大量、高

速、多样的特性捕捉感知智能技术获取的大量线上数据，使万物互联采集的大量数据存储其中，并通过高效管理与运算，以支持评价学生综合素质、教师教学效果与教育管理成效等<sup>[9]</sup>。但是智慧教育中产生的大量数据，存在教育数据产权模糊、数据安全隐患、师生隐私泄露等风险<sup>[10]</sup>。区块链凭借去中心化、共识机制、可追溯性、数据不可篡改等特性<sup>[11]</sup>，与5G技术共同作用于教育资源供给方的数据安全与知识产权，进一步提升教育资源质量，扩大共享范围<sup>[12]</sup>。

计算分析技术是智慧教育的引擎，根据教育的特点和教学的规律，推动教育数据变成教育智慧。5G凭借其高速率、低功耗等优势，与云计算相结合，使教学资源按需供给<sup>[13]</sup>，为师生提供多层次、全方面、个性化的教学支持与服务<sup>[14]</sup>。人工智能为核心的技术从语音识别、语义识别、图像识别、认知计算、情感计算传感器等方面推动教育计算的发展。机器学习能自动从大量数据中提取隐含的、未知的、潜在有用的信息和知识<sup>[15]</sup>，结合5G技术高容量、高维度等特点，分析师生的知识、行为和情绪等显性数据，支持教师开展智慧教学，培养学习者的思维和创造力。

教学呈现技术让教育内容的表征更加灵活、准确、形象，从视觉和听觉上促进知识和技能的学习。扩展现实(Extended Reality, XR)涵盖虚拟现实、增强现实、混合现实等多种形式，与全息投影结合能够创设完全沉浸式的虚拟空间。5G与全息、XR等技术的融合，进一步突破了虚实世界的界限，实现了映射空间的全息化、全息空间的数据化，数据空间的智能化<sup>[16]</sup>。在高品质的无缝沉浸式学习环境中，通过共享优质教育资源，来推动教育的高品质均衡发展。

5G时代的教育智能技术(如下页图2所示)，从环境感知、数据获取、数据安全等方面为智慧教育提供基础支撑，依托云计算、人工智能、机器学习等智能技术驱动教育智慧的产生，利用虚拟现实、全息投影等技术优化教学内容的呈现，创设虚实融合的学习空间，助力智慧教育的发展。

## 三、5G时代教育智能技术的典型应用

智慧教育利用无缝感知技术能全面感知学习情景中的信息(如环境、装备、用户等)，对学习者在学习过程中产生的数据进行深度分析与挖掘，以识别学习者的学习能力、认知方式和学习偏好，为其匹配合适的学习任务，引导和帮助学习者做出正确决策，促进智慧能力的发展和智慧学习行为的发生<sup>[17]</sup>。

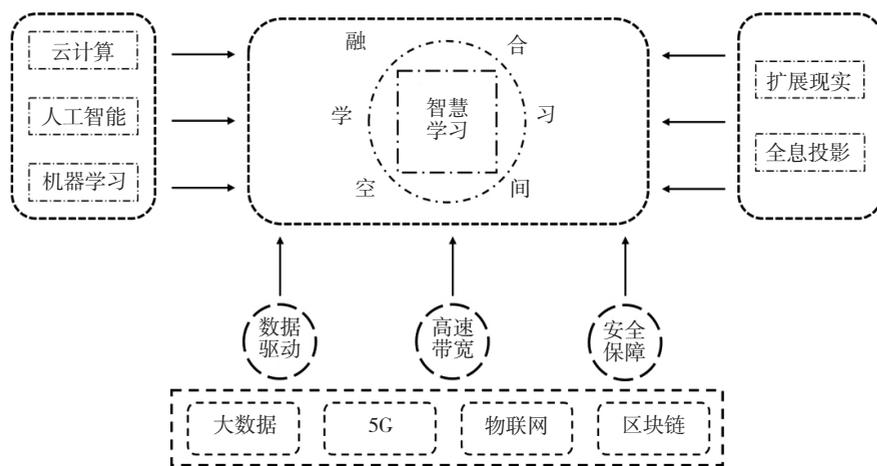


图2 5G时代的教育智能技术

5G时代的教育智能技术，深度融合5G技术的三大应用场景(增强移动宽带、高可靠低延迟连接、海量物联)，推动智慧教育场景的优化，促进环境服务化、教学智能化、学习自主化、资源多元化的发展<sup>[18]</sup>。典型的应用包括融合学习空间、智慧平安校园、同步网络课堂、移动泛在学习、虚拟仿真实验、智慧电子教材、教师专业发展、机器人学伴等，如图3所示，涵盖了从融合学习空间到智慧平安校园等典型学习场域，以及5G技术赋能学生、教师和内容等教学三要素的典型应用。

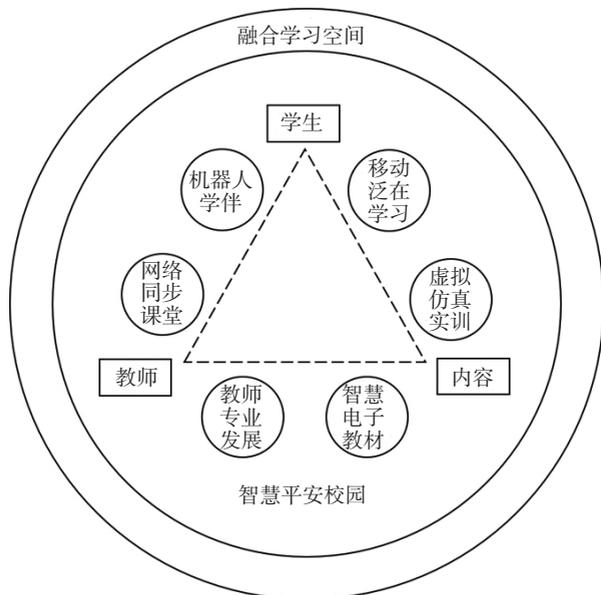


图3 5G时代教育智能技术的典型应用

### (一)融合学习空间

学习空间是开展学习活动的主要场所。为了促进线上线下融合教育的发展，学习空间呈现出融合

的趋势，既包括物理学习空间之间的融合，也包括物理学习空间与虚拟学习空间的融合，以及虚拟学习平台之间的融合等。5G技术的增强移动宽带和海量物联为学习空间的融合提供了基础支撑，有利于破解学习空间融合过程中存在的障碍。5G等教育智能技术赋能的融合学习空间，以智慧(Intelligence)、互联(Internet)为理念，基于物联网等智能技术重塑师生、技术、环境等关系，打通了空间、时间、知识之间的壁垒，为学生的正式和非正式学习融合提供条件，有助于学习全

过程数据的记录(含线上和线下学习)，为学生提供精准的学习者画像。学习空间的融合，促进了学习者在正式、非正式情景中进行小组协作与讨论，实现无缝感知，体现强交互性，使个体学习、小组协作学习、集体学习在虚实空间中随时随地发生。

### (二)智慧平安校园

基于师生个性化服务的理念，智慧校园提供了无缝互通的网络通信，能充分感知校园的物理环境，识别学习情境，并有效支持教学、教研和智能决策等，利用校际间、校企间的资源共享，提供开放的学习环境<sup>[19]</sup>。5G时代在教育智能技术加持下打造的智慧平安校园，利用万物互联，集智慧安防与教学为一体，围绕学生的学习生活轨迹，为学生的安全提供高清视频安防及预警服务，对学生的学习活动、校内外生活进行智能分析，提供360度全方位、全过程的安全保障服务，以打造安全的学习环境<sup>[20]</sup>。在此基础上，智慧平安校园营造泛在互联型的智能教育环境，构建智能教育资源和决策服务平台<sup>[21]</sup>，使校内外信息融通，为师生的教与学提供了强有力的环境支撑服务。

### (三)同步网络课堂

同步网络课堂是在师生物理空间分离的条件下，利用网络视频会议系统等工具，以远程教育的理论为指导，在网络环境中开展实时同步授课的一种教学形态，具有网络面对面的典型特征。同步网络课堂在疫情期间有力地支持了停课不停学，也凸显了很多问题，如视音频延迟、内容呈现方式单一、教学互动薄弱等。利用5G等教育智能技术构建高清同步网络课堂，能打破视音频高延时的壁垒，优化教学内容的呈现方式，增强视频交互的体验，创设学生喜闻乐见的学习环境，模拟或超越传

统课堂的教学效果。同步网络教学体验的进一步优化,能有力促进教学资源的共享,提高教育质量,促进教育的高质量均衡发展。

#### (四)移动泛在学习

泛在学习是学习者利用移动终端等数字工具在不同的时间、地点、环境中,来获取或创建学习内容,并与师生进行交流协作以增长知识和经验的一种学习方式<sup>[22][23]</sup>。5G的增强带宽和高可靠低延迟为移动学习的高清视频学习资源的可靠传输提供条件,给学习者提供沉浸式的泛在学习体验,真正实现任意地点、任意时间、以个性化的方式学习任何知识。移动学习力的建设是促进移动泛在学习的关键,从学习者个体而言,移动学习力包括移动学习的动力、能力和毅力,把零碎的时间整合起来,促进个体的知识和能力的发展。

#### (五)虚拟仿真实训

虚拟仿真实训提供高仿真、可视化的教学内容,创设具有临场感、沉浸感和交互性的实训教学情境<sup>[24]</sup>,具有多感知性、互动性和构想性等特点。在5G与扩展现实等智能技术的助力下,虚拟仿真的教学平台或实验实训等深度应用于工艺程序、工程技术、医学等领域,有效激发学习者的学习动力,提升了操作能力,提高了学习效果,使学习者在实训过程中真切体验到可能突发的事件,快速实现工作“零适应期”的目标。

#### (六)智慧电子教材

电子教材是一类遵循学生阅读规律,利于组织学习活动,符合课程目标要求,按图书风格编排,具备交互性、可管理性、可分析性、智能化等功能的多模态电子读物<sup>[25]</sup>。知识产权方面的瓶颈是阻碍电子教材发展的一个重要原因<sup>[26]</sup>,区块链技术的应用为电子教材的版权问题提供了解决方案。在此基础上,大数据、物联网等智能技术支持的智慧电子教材,根据教师提供的教学大纲,自动生成融合富媒体信息的电子教材,根据关键词向师生提供关键知识点,融合学习笔记生成个性化复习材料,电子墨水技术让电子阅读更安全,交互性和体验感更优,促进学习方式的优化。

#### (七)教师专业发展

作为智能技术与教育教学深度融合的关键与核心,教师在5G时代的智慧教育系统中,面临多元化的挑战,陷入角色冲突之中,职业发展路径向多样化方向发展<sup>[27]</sup>。这要求教师要注重面向未来的教学能力培训,提升数据素养。教师通过5G智慧平台或借助AI教师进行教、学、研的综合培训,使其个人专业能力的发展与智能技术时代的发展相匹配。5G时代下的教

师以满足学生各种个性化需求为目的,使教育教学完整、高效地实施,并充分发挥教师和人工智能各自的优势,让教师与AI各司其职又协同合作,以达成“完人”和“智慧”的教育<sup>[28]</sup>。

#### (八)机器人学伴

当今的学生是数字一代学习者,他们从出生开始就被网络和数字设备包围,他们喜欢使用技术来解决问题。机器人学伴是信息化与学科教育相互融合的产物<sup>[29]</sup>,它通过大数据精准测评、辅助学习,从而匹配相适应的教学模式,有针对性地推荐学习资源,以此来辅助学科教学与兴趣拓展学习。5G时代的机器人学伴,在万物互联与数据支持的场景下,通过对学习者测评分析的数据运算,精选适配于学习者的教学模式,以激发学习动机与兴趣。5G推动机器人学伴的智能升级,记录学习者各个学科的学习过程,分析个性化知识体系,进行精准教学<sup>[30]</sup>,有效地提高学习效率。

5G时代教育智能技术的典型应用,进一步赋能教师、学生和教学内容,为学习者创造更加智慧的学习环境,促进正式学习与非正式学习的融合,推动线上学习和线下教学的融合,促进教育的高质量均衡发展,构筑智慧教育的新格局。

### 四、5G时代学与教的变革

学习是有机体适应环境的手段,有机体为了生存与适应,必须不断地改变自己的行为<sup>[31]</sup>。5G时代教育智能技术的深入应用,为创设融合的学习空间和智慧安全的学习环境提供了基础,为线上线下无缝融合的学习和教学准备了条件,协同助力培养学生核心素养的教学变革。下文从个人获得知识与技能的个体学习、基于共同目标的小组协作学习、群体建构知识的班集体教学三个维度来分析5G时代的学与教变革(如图4所示)。

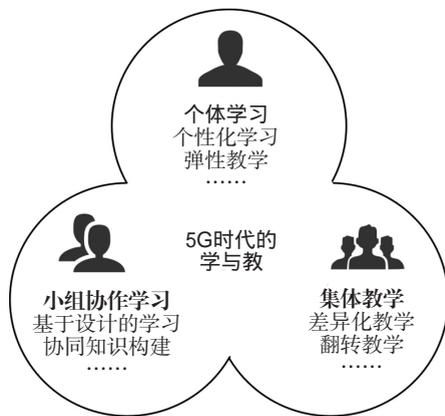


图4 5G时代的学与教

### (一)5G时代个体学习

#### 1.个性化学习

未来的国际竞争中,学生的5C核心素养至关重要,包括文化理解与传承(Culture Awareness)、批判性思维(Critical Thinking)、协作能力(Collaboration)、沟通能力(Communication)、创新能力(Creativity)。个性化学习作为培养学生核心素养的重要手段,尊重学生个体之间的差异,强调教学策略、教学内容、教学评价等要素与学生的个人学习特征相匹配,从而进一步培养和发展学生的个性<sup>[32]</sup>。5G与大数据等智能技术能为学习者建立学习画像模型,利用数据支持与智慧测评,进行学习分析与认知诊断,向学习者推送适配学习资源、推荐个性化学习路径、匹配合适的学习群组,助力学生核心素养的培养。

#### 2.弹性教学

新冠疫情的爆发后,学生在线居家学习,大规模的在线教与学在特定的时期成为常态。后疫情时代,为了凸显以学习者为中心的线上和线下融合学习模式,推动灵活的个体化学习,弹性教学的研究和探索至关重要。弹性教学可以在学习时间、学习地点、教学资源、教学方法、学习活动、学习支持等方面为学习者提供多样化的、以学习者为中心的学习方式,为学习者提供便利和个性化的教学方式<sup>[33]</sup>。在多样化的学习场景中,利用5G等智能技术,根据学习者的需求,制定学习任务计划,使学习者从被动学习转向主动学习,从而进行目标导向的真实学习。弹性教学与5G等智能技术的协同作用,突破传统教学时空等方面的桎梏,使学习者能有效地进行直接、间接经验的学习。

### (二)5G时代小组协作学习

小组协作学习是学习者基于共同的学习目标,以小组的形式、在一定的机制下将个人及他人成果最大化而合作互助的学习方式<sup>[34]</sup>。具有高速率、低延时和广覆盖特征的5G通信与智能技术共同助力创设小组协作学习新模式,通过5G加持虚拟仿真环境提供智能化场域,为学习者开发和提供海量教学资源<sup>[35]</sup>,以进行沉浸式、跨时域的互动探究协作。

#### 1.协同知识建构

5G时代,人与人、人与物、物与物之间的通信更加便捷,为基于小组的协同知识建构提供了条件。联通主义认为学习的目标不是记住知识,而是形成连接,既包括知识与知识的连接,也包括人和人之间的连接。基于联通主义的协同知识建构,是面向不同利益相关者,共同破解理论学习与实践操作鸿沟的有效模式。共享、论证、协商、创作、反

思和情感交流是实现协同知识建构的基础<sup>[36]</sup>。5G时代的知识呈指数增长,个体认知向社会认知转变,这需要依靠5G技术支持的万物联动、知识共创,通过实践和主动交互以形成新的理解<sup>[37]</sup>,促进学生沟通(Communication)和协作(Collaboration)能力的培养。

#### 2.基于设计的学习

培养学生的创新创造能力(Creativity)是当今教育工作中亟需解决的难点问题。设计思维是一种面向现实复杂问题、基于场景和用户理解的产品设计创新方法,通常包括灵感(Inspiration)、创意(Ideation)和实施(Implementation)三个环环相扣的步骤。基于设计的学习,以培养设计思维和创新能力为导向,通常以小组协作的方式开展,通过创新过程促进学习者心智的转变,提升学习者的创新自信力<sup>[38][39]</sup>。5G时代,结合物联网、XR等智能技术,把设计思维融合创客、STEM以及拓展课程等教学活动中,为灵感激发、创意诞生、设计实施等过程提供可感知可视化的脚手架,促进学生在设计过程中的创新和创造能力培养。

### (三)5G时代班级集体教学

#### 1.差异化教学

班级授课制是工业时代为了大批培养熟练的技术工人而诞生的一种教学模式,某种程度上具有模具制造和批量生产的特点。班集体中学生存在个体差异,在某些学科和学习内容,这种差异表现得更加突出。当前教育教学改革需要基于差异、关照差异、发展差异来推进素质教育,满足学生多样性、差异化发展<sup>[40]</sup>。5G时代,机器人学伴、智慧电子教材等教育智能技术的应用,辅助教师关注学生差异,采用分层和差异化教学,匹配学生的个体需求,促进每一个学生的最大限度地发展。

#### 2.翻转教学

翻转教学有效地提高了教师的教学能力和学生的自主学习能力<sup>[41]</sup>,5G与智能技术促进翻转教学资源质量的提升,创新其应用方式。在虚实融合的智慧学习环境中,学生利用辅助工具主动获取教师提供的多模态学习资源,在上课前完成对教学内容的学习,师生在课堂上便可以进行协作探究和互动交流等教学活动<sup>[42]</sup>。课堂上的引导式探究学习,注重通过引导激发学生认知的内驱力,激活其思维的问题情境,让学生体验、理解和应用探究的方法,培养其探究的思维习惯与创新精神。

## 五、结语

5G时代,教育智能技术的升级和应用,为相

关的学习场景优化提供了条件,为学习和教学模式的变革提供了基础,协同构建智慧教育的新生态,如图5所示。5G技术的应用推动教育智能技术的融合升级,从数据连接和数据安全、教育计算与智能推荐、教学内容优化呈现等方面支持智慧学习和智慧教学;教育智能技术的应用,从学习空间和智慧校园等学习环境的重构,到技术赋能学生、教师和学习内容的创新,充分发挥5G增强移动宽带、高可靠低延迟连接、海量物联等特性,挖掘和拓展典型的应用场景;在技术赋能的环境、学生、教师和内容的基础上,从个体学习、小组学习、集体学习等不同的学习情景出发,深入探索面向5C核心素养的学习模式和教学方式,提高后疫情时代教育的韧性。

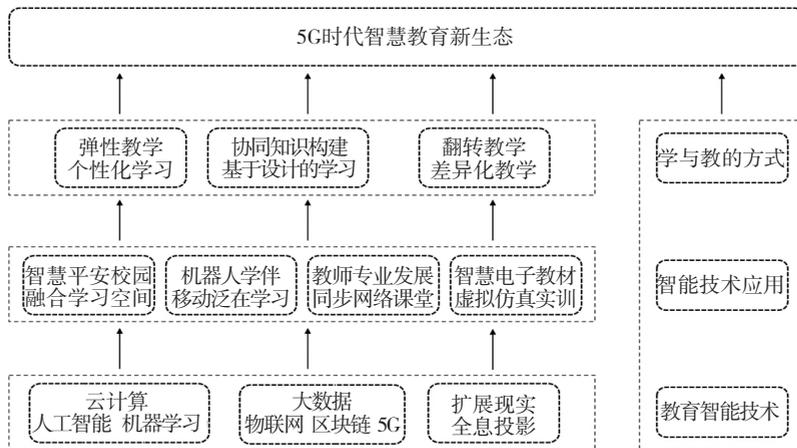


图5 5G时代的智慧教育框架

加强5G教育应用的探索,加大教育智能技术的研发,探索5G教育应用的典型场景,研究5G时代的学习和教学模式变革,是促进5G时代智慧教育新生态的基础。5G时代的智慧教育新生态,教师、学生、教学内容和学习环境四个要素本身的变革是基本出发点,从教师本身的知识发展、数字一代学习者的特征、教学内容的供给形态、学习环境的沉浸和投入体验等入手,深度探究四个要素在新时代的关系及带来的教学结构的变革,在融合的学习空间中探索学习与教学的新模式,在个体学习、小组学习和集体学习三种情景中探索智慧教学的新形态,是促进学生5C核心素养的发展的重要保障。

参考文献:

[1] 潘懋元.教育的基本规律及其相互关系[J].高等教育研究,1988,(3):6-12.  
[2] 胡钦太,刘丽清等.工业革命4.0背景下的智慧教育新格局[J].中国电化教育,2019,(3):1-8.

[3] 中国移动.5G+智慧教育白皮书[EB/OL].https://mllab.bnu.edu.cn/docs/20200720110546415986.pdf,2019-04-28.  
[4] Ivanova,E.P.,Ilev,T.B.,et al.Working together:education,research and development for 5g networks [J].Automation technological and business processes,2015,(24):4-8.  
[5] ITU-R.IMT-vision-framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond [EB/OL].http://www.itu.int/rec/R-REC-M.2083,2015-09-29.  
[6] Popovski,P.,Trillingsgaard,K.F.,et al.5G wireless network slicing for eMBB,URLLC,and mMTC:A communication-theoretic view [J].Ieee Access,2018,(6):55765-55779.  
[7] 中国政府网.5G,不只是“无与伦比的快”[EB/OL].http://www.gov.cn/xinwen/2016-01/30/content\_5037463.htm,2016-01-30.  
[8] 李小平,孙清亮.基于第五代移动通信技术的网络教育应用研究[J].电化教育研究,2019,(1):52-58.  
[9] 毛刚,周跃良等.教育大数据背景下教学评价理论发展的路径[J].电化教育研究,2020,(10):22-28.  
[10] 杨现民,李新等.区块链技术在教育领域的应用模式与现实挑战[J].现代远程教育研究,2017,(2):34-45.  
[11] 吴永和,程歌星等.国内外“区块链+教育”之研究现状、热点分析与发展思考[J].远程教育杂志,2020,(1):38-49.  
[12] 刘丰源,赵建民等.基于区块链的教育资源共享框架探究[J].现代教育技术,2018,(11):114-120.  
[13] 杨澜,曾海军等.基于云计算的智慧学习环境探究[J].现代教育技术,2018,(11):26-32.  
[14] 武峥.云计算技术在教育资源公共服务平台的应用研究[J].中国电化教育,2018,(2):107-111.  
[15] 余明华,冯翔等.人工智能视域下机器学习的教育应用与创新探索[J].远程教育杂志,2017,(3):11-21.  
[16] 朱珂,张莹等.全息课堂:基于数字孪生的可视化三维学习空间新探[J].远程教育杂志,2020,(4):38-47.  
[17] 祝智庭,贺斌.智慧教育:教育信息化的新境界[J].电化教育研究,2012,(12):7-15.  
[18] 袁磊,张艳丽等.5G时代的教育场景要素变革与应对之策[J].远程教育杂志,2019,(3):27-37.  
[19] 黄荣怀,张进宝等.智慧校园:数字校园发展的必然趋势[J].开放教育研究,2012,(4):12-17.  
[20] 中国移动.5G+智慧教育白皮书[EB/OL].https://mllab.bnu.edu.cn/docs/20200720110546415986.pdf,2019-04-28.  
[21] 赵磊磊,代蕊华.人工智能场域下智慧校园建设框架及路径[J].中国电化教育,2020,(8):100-106+133.  
[22] 王梦婷.无缝学习研究述评[J].成人教育,2018,(12):4-10.  
[23] 潘基鑫,雷要曾等.泛在学习理论研究综述[J].远程教育杂志,2010,(2):93-98.  
[24] 杨兵,刘柳等.虚拟仿真实训系统学习行为意向影响因素研究——以企业运营虚拟仿真实训系统为例[J].中国远程教育,2019,(5):26-36.  
[25] 陈桃,龚朝花等.电子教材:概念、功能与关键技术问题[J].开放教育研究,2012,(2):28-32.  
[26] 杨俊锋,包昊罡等.中美智能技术教育应用的比较研究[J].电化教育研究,2020,(8):121-128.  
[27] 刘展旭,王文利.智慧教育生态环境下高校教师角色探析[J].福建论坛(人文社会科学版),2017,(5):174-178.  
[28] 周琴,文欣月.能化时代“AI+教师”协同教学的实践形态[J].远程



- 教育杂志,2020,(2):37-45.
- [29] 王民,高翠微等.基于“智慧学伴”的地理学科能力发展研究[J].中国电化教育,2019,(1):59-63.
- [30] 李晓庆,余胜泉等.基于学科能力分析的个性化教育服务研究——以大数据分析平台“智慧学伴”为例[J].现代教育技术,2018,(4):22-28.
- [31] 施良方.学习论[M].北京:人民教育出版社,1994.
- [32] 周海波.基于自适应学习平台促进学生个性化学习的研究[J].电化教育研究,2018,(4):122-128.
- [33] 黄荣怀,汪燕等.未来教育之教学新形态:弹性教学与主动学习[J].现代远程教育研究,2020,(3):3-14.
- [34] 黄荣怀.计算机支持的协作学习[M].北京:人民教育出版社,2003.
- [35] 李海峰,王炜.5G时代的在线协作学习形态:特征与模式[J].中国电化教育,2019,(9):31-37+47.
- [36] 刘黄玲子,黄荣怀等.基于交互分析的协同知识建构的研究[J].开放教育研究,2005,(2):31-37.
- [37] 张思,高倩倩等.基于SouFL6框架的在线协作学习分析模型[J].现代远程教育研究,2020,(6):94-103.
- [38] 林琳,沈书生.美国“设计思维融入课堂教学项目”研究[J].比较教育研究,2019,(7):67-74.
- [39] [美]汤姆·凯利,戴维·凯利.赖丽薇译.创新自信力[M].北京:中信出版社,2014.18-19.

- [40] 燕学敏,华国栋.差异教学课堂模式的理论建构与实践探索[J].教育理论与实践,2020,(17):3-6.
- [41] 高宇军.在线翻转教学实现师生共成长[J].中国教育学报,2020,(5):107.
- [42] 钟晓流,宋述强等.信息化环境中基于翻转课堂理念的教学设计研究[J].开放教育研究,2013,(1):58-64.

#### 作者简介:

杨俊锋:教授,主任,研究方向为智慧学习环境、同步网络课堂。

施高俊:在读硕士,研究方向为智慧学习环境。

庄榕霞:副教授,硕士生导师,研究方向为智慧学习环境、教育技术在职业教育中的应用。

王运武:副教授,硕士生导师,研究方向为教育技术理论、教育信息化、智慧教育、智慧校园、学习科学与技术、战略规划、教育机器人。

黄荣怀:教授,博士生导师,教育部长江学者特聘教授,研究方向为智慧学习环境、教育信息化。

## 5G+Smart Education: Educational Reform Based on Intelligent Technology

Yang Junfeng<sup>1</sup>, Shi Gaojun<sup>1</sup>, Zhuang Rongxia<sup>2</sup>, Wang Yunwu<sup>3</sup>, Huang Ronghui<sup>2</sup>

(1.Department of Educational Technology, Hangzhou Normal University, Hangzhou 311121, Zhejiang; 2.Smart Learning Institute, Beijing Normal University, Beijing 100875; 3.School of Intelligence Education, Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, Jiangsu)

**Abstract:** 5G communication technology, which is widely used in various vertical industries, is gradually becoming mature, which provides possible assistance for the development of smart education and provides conditions for solving the main problems of education. With the characteristics of ultra-high speed, low latency, low power consumption, large-scale connection, and high reliability, 5G technology is combined with artificial intelligence, Internet of Things, big data, blockchain and other technologies to promote the application and upgrade of educational smart technology. First, the educational intelligence technology and eight typical applications in the 5G era is firstly analyzed, including smart and safe campus, hybrid learning space, synchronous online classroom, professional development of teachers, robotic learning companion, mobile ubiquitous learning, virtual simulation training, and smart electronic textbook. Then the learning and teaching reform facilitated by educational intelligent technology is discussed from the three aspects of individual learning, group collaborative learning, and class collective teaching. Finally, a framework for smart education in the 5G era is proposed from the perspectives of educational intelligent technology, typical applications, reforms of learning and teaching, and the new ecology of smart education.

**Keywords:** 5G; smart education; educational intelligent technology; educational reform

收稿日期: 2021年1月11日

责任编辑: 李雅瑄