

DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2023.01.015

✦权威看台

文章编号: 1672-5913(2023)01-0001-07

中图分类号: G642

## 元宇宙教育及其服务生态体系

徐晓飞, 李全龙

(哈尔滨工业大学 计算学部, 黑龙江 哈尔滨 150001)

### 0 引言

本世纪以来, 新一代信息技术飞速发展并不断向人类社会与生产经济各领域全面渗透融合, 引发了数字化时代新一轮革命, 深刻改变了几千年来人类社会传统的生产生活方式, 也促进了教育数字化转型与学习革命。近两年, 随着互联网/物联网、人工智能、云计算、5G网络、VR/AR/MR、区块链、NFT、大数据、数字孪生等技术的快速发展及应用, “元宇宙 (Metaverse)” 热潮扑面而来, 2021年也成为元宇宙元年。

人们关于元宇宙概念及其特征给出了各种描述和定义。元宇宙是由新一代信息技术支撑的人类生活、工作、创造与娱乐的数字化虚拟生态体系, 具有数字孪生、数字原生、虚实共生、虚实联动等形态, 具有沉浸感的拟实体验、数字身份与数字孪生、虚实共生与双向交互、数字虚拟经济与虚拟社区等核心特征。元宇宙中虚拟世界的各种人事物都与现实世界相联系, 是一个“虚拟—现实”融合世界。元宇宙中的人事物及其环境、数字孪生体、数字原生体的行为与活动等都是由各种数字技术元素或数字化积木块所实现的。可将这些元宇宙的数字化积木块称为“元宇宙件” (“Metaverse-Ware” 或简称为“Meta-Ware”)。元宇宙件是元宇宙的基本构成元素, 是由用于构建元宇宙的数字技术的硬件、软件或软硬复合体来实现的, 体现为一些数字化的复合实体、元素、代理、服务或对象。

元宇宙“虚拟—现实”融合世界的各种社会活动与商务过程都要按照一定的工作流顺序或服务过程来执行或交互。这就要将“服务”引入到元宇宙生态体系中。笔者曾提出“元宇宙服务 (Metaverse Services)” 概念。“元宇宙服务”是由来自元宇宙虚拟空间和虚实融合空间的海量异构数字服务通过跨网络、跨领域、跨区域、跨世界的聚合与协同而形成的复杂服务形态, 用于解决元宇宙中数字化身、数字孪生和数字原生的服务问题。元宇宙服务以创造价值为目标, 对元宇宙的各种人事物及其行为和活动实现有序的执行、运控、支撑与治理, 可以解决元宇宙社会与活动的关联业务及其应用的问题。

人们在研究元宇宙及其关键技术时, 也在探讨元宇宙各类有价值的应用, 从而提出了“元宇宙+X”的应用领域。本文着重探索“元宇宙+教育”及元宇宙教育服务的问题。元宇宙技术及其特征



徐晓飞

**第一作者简介:** 徐晓飞, 哈尔滨工业大学计算学部教授, 中国计算机学会 CCF 会士与理事; 兼任教育部高校软件工程专业教学指导委员会副主任、教育部高校教学信息化与教学方法创新指导委员会副主任、教育部产学研协同育人项目专家组组长、高校在线开放课程联盟联席会执委会主任、信息技术新工科产学研联盟副理事长等。他在服务计算领域率先提出了大服务、元宇宙服务等新概念, 获 IEEE TCSVC 杰出领导力奖、CCF60 周年杰出贡献奖、CCF 服务计算终身学术贡献奖; 获国家级教学成果一等奖 1 项及省部级教学与科研奖 10 余项。

可以给教育带来深刻的甚至是颠覆性的变革,对于教育形态、教育模式与教学方法等将产生重大影响。因此,针对元宇宙教育形态、教育模式、教学方法、教育技术、服务平台、关键技术等开展研究十分必要。目前,人们对元宇宙教育的研究才刚刚开始,大多停留在概念认知、特性分析、技术探索、简单场景应用等层面,对元宇宙教育的生态体系结构、教育模式、教学实现方法与技术、服务平台架构、运行机制与服务管理等研究还不够深入。本文结合高等教育领域需求,描述元宇宙教育的新概念与新特征、新形态与新场景,提出元宇宙教育服务及其分类、元宇宙教育服务空间及其生态体系,展现元宇宙教育服务的典型场景及其效果,给出关于元宇宙教育发展的思考与建议,为元宇宙环境下高等教育数字化改革创新提供借鉴与参考。

## 1 元宇宙教育的新概念与新特征

元宇宙教育给高等教育带来了新场域、新主体、新模式、新资源、新服务。人们称之为“教育元宇宙”或“元宇宙教育”。本文使用“元宇宙教育”术语,将其定义为:“元宇宙教育”利用元宇宙技术开展教育,通过虚实融合与人工智能等技术提供以学生为中心的沉浸式、体验式、交互式、协同式教学与学习,增强学生感知、记忆与能力,提高教育教学效率与效果。元宇宙将为教育构建虚实融合的教与学场景及环境、教育资源与多模态信息环境、灵境式拟实体验环境、教育服务空间及文化环境,整合虚拟世界与现实世界的优质教育资源与服务,提供虚拟化、智能化、伴侣式学习辅导工具,开展丰富多彩有趣的教育与学习活动,为大规模个性化学习者按需提供精准的个性化教育服务,提高教育质量。元宇宙赋能高等教育,创新了教育模式,丰富了教育资源,多样化了学习途径,个性化了教育服务,优化了教育效果。

元宇宙教育具有一些独特的新特征:

(1) 虚实融合性:将现实世界的教育活动参与者的数字化身(如教师和学习者的数字孪生体)与虚拟空间原生的参与者有机整合,为学习者提供优化的个性化教育服务。

(2) 沉浸体验性:利用VR/AR/MR等技术构建各种拟实或虚拟的学习空间和教学场景,使学习者融入特定学习相关场景,与虚拟环境中人或物互动,沉浸在其中,达到身临其境、拟实体验的具身学习效果。

(3) 时空延展性:打破物理世界的时空限制,可穿梭时空,实现空间连续性;可根据教育内容、教育对象等特定需求,按照教学需要设计跨时空的教学场景,在这些场景间“穿越”时空,达到最佳教学效果。

(4) 智能增强性:充分融合人的智能和机器智能,提供人机混合增强智能技术及智能工具,为教学环节提供真实教师和虚拟教师联合授课的智能化协同教学手段,为学习者提供更加智能、高效的个性化教育服务。

(5) 模式多样性:可支持多样的教育模式(如场景化教学、沉浸式教学、体验式教学、互动式教学、游戏式教学等),真正实现以学生为中心的教育理念和模式,并将多个教与学主体、多种教学方法融合进课堂教学与项目学习当中,大大增强教育效果和学习成效。

(6) 个体针对性:对每位学习者实现精准画像,塑造其数字化身或学习伴侣,实时动态获取和调整学习者教育需求,为学习者规划个性化学习计划、学习方式和教育资源,推荐适应性的教育服务方案和教育资源,实现精准式个性化教育服务。

(7) 学习趣味性:创造虚拟空间的虚拟教学场景、针对年轻人的趣味性教育游戏,实现游戏化教

育模式,使学生以游戏形式进行学习,增强学习过程的趣味性,寓教于乐,乐在其中,提高学习的效果。

(8)服务专业性:通过虚实融合世界整合众多专业化的教育服务和多空间多模态的跨界教育资源,为各类学习者提供按需精准匹配的个性化、专业化服务。元宇宙也会催生面向社会学习者终身教育的元宇宙虚拟大学或虚拟联合学院,催生智能化教育服务新产业和新的教育职业岗位。

(9)评价客观性:通过人工智能、大数据分析以及学习者反馈等手段,对教育服务参与方进行客观、准确、公正的评价,包括过程性评价和综合性评价,准确掌握学习者状态与学习成效。

## 2 元宇宙教育服务及其类型

随着元宇宙教育的发展建设与广泛应用,各种新的教育形态和场景会大量涌现。在元宇宙教育领域,教育服务将进一步深化发展并发挥更加重要的作用。为此,本文提出“元宇宙教育服务(Metaverse Education Services)”的概念如下:为元宇宙环境下教育教学活动及过程、教师和学生/学习者提供智能服务,帮助学生改善学习体验与学习效率,提高令学生满意的教学价值与质量。

元宇宙教育服务主要包括以下几种类型:

(1)学习者服务:以每个学习者为中心,为其整合教育资源,提供个性化教育服务;涉及学习者画像服务、数字化身服务、学习者知识图谱、基于数字化身的学习需求感知、智慧学习伴侣或学习助理、个人学习空间体验服务、课程学习过程导学服务等。

(2)教育提供方服务:整合教师、虚拟教师、教育服务资源、第三/四方教育服务平台等提供各类教育服务;涉及元宇宙教育服务网、虚拟教室与虚拟教学场景、元宇宙教育设施、元宇宙教育资源、虚拟教育中心、元宇宙教育模式库、教师/虚拟教师教育服务方式等。

(3)学习内容服务:提供各类教育内容和知识服务,涉及慕课(MOOCs)、虚拟仿真实验课程、基于虚拟空间的“元宇宙开放课程(Open Metaverse Courses)”及其课件、元宇宙教育的数据资源与知识服务、典型教学案例库服务、知识体系与课程体系学习导引服务等,并为学习者和教育提供者管理与维护学习内容的数据库、资源库、知识库。

(4)系统与设施保障服务:为元宇宙教育系统的实施与运行提供基础设施与运行机制保障服务,包括元宇宙基础设施服务、元宇宙件基本服务、元宇宙教学场景构建与维护、元宇宙虚拟时间—空间管理服务、元宇宙教育系统安全性与隐私性保护服务、元宇宙教育系统性能评价与可靠性保障等,以保障元宇宙教育生态系统的高效有序治理与可靠安全运行。

(5)元宇宙教育服务平台:这是元宇宙教育的重要支撑,可以是基于第三方或第四方的元宇宙教育服务平台,涉及用户管理、服务资源管理、供需匹配、服务方案构建、跨时空服务聚合、服务提供、服务系统管控等。元宇宙服务系统是去中心化的松耦合分布式系统,具有跨网跨域跨世界的互操作与协同性。

(6)教育评价与质量保障:提供多元化、全过程、全面客观的教育成效评价,实现基于元宇宙技术的教育资质认证与教学质量保障体系;涉及基于多维度/多要素/大数据的全过程教育质量保障与学习成效评价体系、基于区块链和NFT的学分认证、学历认证与资质认证服务、教育服务标准规范管理、服务价值度量、教育服务评价与改进等。

(7)其他服务:元宇宙教育服务还涉及元宇宙教育生态环境与治理体系、元宇宙环境下政产学研融合体系、服务型教育经营模式与经济管理体系、元宇宙教育组织与信用体系、元宇宙教育政策体系、元宇宙教育国际合作体系等服务,限于篇幅,就不再一一赘述。



### 3 元宇宙教育服务的典型场景

随着元宇宙不断繁荣与深化,元宇宙教育形态会进一步虚实融合和多姿多彩,元宇宙教育服务的场景、内容和方式也会更加丰富多彩和引人入胜。这里展现几种典型的元宇宙教育服务场景。

#### 1) 拟实交互式场景教学服务。

利用元宇宙营造一个虚实融合空间的拟实教学场景,并将其引入到教学过程中;让学生进入场景,通过与场景的人(数字化身、虚拟人等)与物(虚拟景物、虚拟设备等)的交互与互动,实现沉浸式、体验式、交互式学习,通过具身学习大大改善学习效率与效果。

构建拟实的虚拟教学场景,实现该场景与教学课堂及过程的有机融合。教师与学生可以在教学过程中随时进入这些拟实场景,与场景中同学(化身)、虚拟人、虚拟设备等进行交互,丰富教学活动形式与拟实体验,实现互动式、沉浸式学习,改善教学效果。场景式教学是元宇宙教育的重要形态。

#### 2) 智慧学习伴侣辅助学习服务。

在元宇宙教育中,每位学习者都会有至少一个智慧学习伴侣,协助学习者完成学习任务。智慧学习伴侣可以承担学习者“数字化身”或“书童”的双重角色,配置学习者画像、学习者知识图谱等,帮助学习者进行学习需求发现与请求、学习交互、学习过程支持、学习自我评价等。

学习者“数字化身”可以记录学习者的属性、学习需求和学习行为,协助学习者制订学习计划并提出学习服务需求,定制个性化教育服务,协调学习过程的相关人事物及元宇宙教育服务资源。“书童”式学习伴侣帮助和督促学习者在数字空间中的学习活动及组织,例如学习任务提醒、督促、计划安排、学习进度督促、学习成效评价和反馈等。

#### 3) 虚拟教师与虚拟助教协同教育服务。

虚拟教师可以配合现实教师联合授课,通过人智能和机器智能的优势互补,达到最佳效果;虚拟教师也可以在现实教师或教育机构的预先设定的规则下,独立开展授课;虚拟教师和虚拟助教可以联合实现多师一课堂的协同教学模式。

虚拟助教可实现一对一的交互式学习辅导。在学习过程中,虚拟助教会陪伴学习者,随时一对一解答、讨论学习中遇到的问题,识别学习过程中的困惑,主动提供辅导,让学习者真正体验到“以学习者为中心”的教育。

#### 4) 基于数字化身/数字孪生的定制学习服务。

元宇宙教育系统可以为学习者创建数字化身或数字孪生体,并通过与数字化身的交互感知学习需求,为学习者提供定制个性化学习服务。学习者通过其数字化身参与虚拟空间学习活动,如进入虚拟课堂听课、进入虚拟实验室做实验、在虚拟研讨空间与其他学习者或虚拟学习者进行讨论等。

学习者对数字化身的控制存在同步控制和异步控制两种模式。在同步控制模式下,学习者具有行为决策权,数字化身主要代理学习者在虚拟空间中感知和操作行为,将学习到的知识、技能实时地以个性化方式传递给学习者。在异步控制模式下,学习者和数字化身是“解耦”的,数字化身可以基于学习者的画像、对学习者的认知以及与学习者约定的行为规则,自主决策和行动,为学习者定制学习服务套餐。等学习者恢复对数字化身控制时,将教育服务和教育资源推给学习者,并辅助学习者按照数字化身定制的学习计划和内容完成学习任务。

#### 5) 元宇宙环境下的智慧虚拟化在线教学服务。

基于虚拟空间和教学场景的元宇宙教育服务全面提升智能化在线教育教学,帮助实现更加智能的服务型在线教育教学。元宇宙在线教育充分支持人人学习、处处学习、时时学习,使学习者有很好的学习体验。

元宇宙教育服务空间使得在线学习者进入某虚拟教室或虚拟实验室,跨越时空与多国多地多校的学习者一起听老师在线讲课,一起讨论问题,一起做虚拟仿真实验。在智慧在线教育空间,多样化的智能体(如数字化身、智慧学习伴侣、虚拟教师、虚拟助教等)深度参与在线教育过程,支持教师的教学活动及服务,支持学习者的交互式、沉浸式、游戏式在线学习活动,支持学习者群的多元化自学/互学/群学、基于场景的群体讨论等。

#### 6) 基于拟实现场的技术培训服务。

元宇宙教育服务通过建立虚拟仿真/逼真的生产、实验和装备仪器现场,支持实习生在虚拟实验设备上进行操作训练,犹如身临其境,接受拟实现场感的技术岗位培训。

通过建设分布式跨空间实验室或训练场所,可实现异地联合培训、远程设备操作训练、共享紧缺生产或实验设备,支持各类学生学员的技能培训。例如,建设某种技能培训的专门培训室或实验室,培训教师或虚拟教师可通过元宇宙教育服务平台实现专业技能的远程培训和操作指导。

#### 7) 元宇宙环境下的服务型教育。

元宇宙将支持构建智能化、开放式、服务型教育生态体系(如图1所示)。



图1 元宇宙环境下的智能化、开放式、服务型教育生态体系

在元宇宙环境下的智能化、开放式、服务型教育生态体系中,传统的大学教育系统、继续教育系统将和网络化教学服务机构在元宇宙环境下有机地进行虚实融合与密切合作,共同建立一个面向大规模个性化学习者的智能化服务型教育平台及教育服务联合体,为学习者提供个性化定制、精准适应性教育服务和终身教育服务体系,从而实现学历高等教育、职业教育与社会教育培训的完美结合。

## 4 元宇宙教育服务空间及其生态体系

为了构建一个布局合理、供需匹配、要素齐备、多主体协同、虚实融合的元宇宙教育服务生态体系,需要整合虚实融合的教育服务资源与相关方,形成元宇宙教育服务网,为各类学习者提供个性化教育服务。“元宇宙教育服务空间”概念如下:利用元宇宙实现一个虚拟或虚实融合的开放式、连续式、拟实的教育或学习空间,提供虚实融合的教育与学习活动、过程及服务,建立以学习者为中心的跨时空、沉浸式、交互式、协同式教育生态体系,通过元宇宙教育服务来提高学习者、教育者及相关利益者的满意度(如图2所示)。



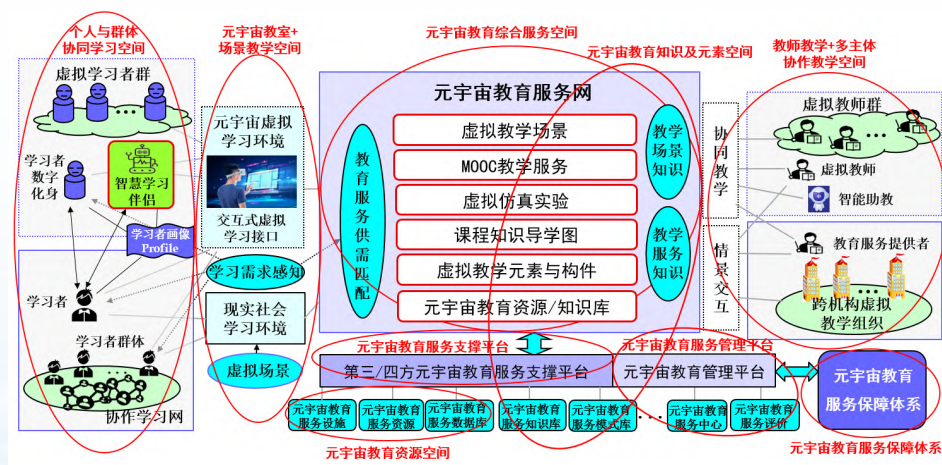


图2 元宇宙教育服务空间

元宇宙教育服务空间可以按照功能要素分解成若干个子空间或部分,这些子空间可以归类为4个环境:学习环境、教学环境、资源环境和平台环境。

1) 学习环境:包括个人学习与群体协同学习空间、元宇宙教室+场景教学空间。

(1) 个人学习与群体协同学习空间:主要包括学习者个性化学习环境与群体协同学习环境,由虚实混合学习空间、学习者画像及知识图谱、学习伙伴、学习用品与条件设施、虚拟研讨室及数字黑板、讨论与交互辅助工具等要素构成,其主要作用是支持学习者在该空间中完成自主学习或与学习伙伴完成群体协同学习与研讨任务。

(2) 元宇宙教室+场景教学空间:这是在元宇宙开展拟实教学活动的主要场所,包括虚实混合教室、交互式虚拟学习接口、现实社会学习环境、教室及教学条件设施、教学内容相关虚拟教学场景等要素,支持教师在教室空间授课,学生在教室空间听课,并根据课程需要进入不同场景教学空间,进行体验式教学与具身学习。

2) 教学环境:包括教师教学+多主体协作教学空间、元宇宙教育综合服务空间。

(1) 教师教学+多主体协作教学空间:主要包括教师教学实践虚实混合空间、虚拟教师与虚拟助教、教学用品与条件设施、互动式教学场景、情景交互机制、教学虚拟研讨室、智能教学辅助工具等,支持教师、虚拟教师、虚拟助教等通过元宇宙教育空间与学生交互,开展协同教学。

(2) 元宇宙教学综合服务空间:主要包括元宇宙教育服务活动相关的机制与设施,涉及虚拟教学场景构件、教学活动及过程支持工具、MOOC课件、虚拟仿真实验课及设施、课程知识体系及导图、虚拟教学元素及构件等,为元宇宙教育的学习与教学活动按需提供各类综合服务。

3) 资源环境:包括元宇宙教育资源空间、元宇宙教育知识及元素空间。

(1) 元宇宙教学资源空间:主要包括支撑元宇宙教学活动与过程的相关服务资源与设施(如构建教学场景的元宇宙件、虚拟教学相关元素、元宇宙教学数据库、服务模式库等)等要素,对元宇宙教育综合服务提供资源保障。

(2) 元宇宙教育知识及元素空间:主要包括元宇宙教育空间及其边界的定义、元宇宙教育教学活动相关的知识库、专业知识体系与相关元素、元宇宙教学场景与环境的知识元素、多模态教学知识图谱等要素,起到元宇宙教育服务的知识网、知识库与知识提供作用。

4) 平台环境:包括元宇宙教育管理平台、元宇宙教育服务支撑平台、元宇宙教育服务保障体系等。

(1) 元宇宙教育服务支撑平台:主要包括第三/四方服务平台及接口、服务系统的基本信息库、系统运行管控与重构、跨网跨域跨平台的服务聚合与互操作、元宇宙教育服务空间对外接口等。该平台是去中心化的体系架构,支持元宇宙教育服务空间跨网跨域跨世界的配置、运行与互联互通互操作。

(2) 元宇宙教育管理平台:主要包括服务利益相关者管理、服务管理、流程管理、资源管理、信

息管理、规范管理、财务管理等,实现对教育服务生态体系的管控。该平台往往与服务支撑平台融为一体。

(3) 元宇宙教育服务保障体系:主要包括元宇宙教育服务的质量保障、安全与隐私保护、可靠性保障、演化与维护保障等机制与体系,为元宇宙教育服务空间起到保驾护航的作用。

## 5 思考与建议

除了前面讨论的问题外,还有许多关于元宇宙教育的机理、模式、方法、标准、质量、经济、政策等方面的问题值得人们思考与探索。本文对此有以下思考与建议:

(1) 应深入探究元宇宙教育的形态与特征、元宇宙环境下的学习规律与方式,建立元宇宙跨网跨域跨世界的环境下教师与学生、教与学、学与习的新型关系等。

(2) 探索元宇宙教育的多样化办学模式、元宇宙环境下学历教育与职业教育的深度融合、元宇宙教育支持下的虚拟大学办学模式与机制等,建设与改进服务型元宇宙教育生态系统、面向可持续竞争力的元宇宙终身教育体系。

(3) 研究与实践元宇宙教育的育人模式与教学方法、元宇宙多空间场景教学模式、元宇宙环境下学做并行的敏捷教育模式、虚实融合的沉浸式具身学习方式、教与学角色翻转与交互式教学法、个性化与群体协同学习相结合的教学方法、具象与抽象转换迭代式教学方法、实践—理论轴翻转式教学方法等,以全新的人才培养模式与教学方法提高教育质量。

(4) 积极建设丰富的元宇宙课程资源,包括开放式元宇宙教育课件、元宇宙智能在线开放课程、基于元宇宙场景的课程教学案例、基于虚拟仿真现场及设备的实验课件、穿越时空的课程教学片段、基于虚拟教师/助教的开放课程等,为元宇宙教育提供充分的资源支持。

(5) 关注和重视元宇宙教育教学标准规范的制订与推广应用,包括各类元宇宙教育课件标准、元宇宙智能在线开放课程标准、虚实融合课程教学过程与行为规范、元宇宙教育资源基本标准、元宇宙教育服务标准规范、元宇宙开放课件推广应用指南等,以保证元宇宙教育及课程的大规模建、教、学、用、管相关活动的规范水平与质量。

(6) 通过政产学研密切结合,大力构建元宇宙教育体系,包括元宇宙教育机构建设与高等教育数字化转型、元宇宙服务网与服务生态体系建设、元宇宙教育资源体系建设、元宇宙教育设备制造企业与服务提供商及其产业体系建设等,共同促进元宇宙教育的发展。

(7) 建立和完善多维度、全过程的元宇宙教育质量与评价方法,并研究制订与之相适应的管理政策,提高大学对于元宇宙教育教学的管理能力,保证我国元宇宙教育生态体系的高质量治理与发展。

(8) 要下大气力提高教师和学生的数字化能力,开展教师在元宇宙环境下的教学能力与技能培训,使广大师生能够尽快适应元宇宙环境下的教与学。

(9) 持续提高元宇宙教育服务能力与水平,开展元宇宙教育服务理论方法、元宇宙教育服务模式与服务构建、元宇宙教育服务运行与保障机制的研究与实践,完善元宇宙教育服务空间与生态体系,促进元宇宙教育的良性发展。

综上,信息技术与教育的深度融合催生了“互联网+教育”“人工智能+教育”“元宇宙+教育”等新形态,也在重塑高等教育。我国的“国家教育数字化战略行动”正在加速教育数字化转型的进程。元宇宙给人类社会与高等教育的数字化进程注入了强大活力,带来了数字化时代令人兴奋的学习革命。为了应对元宇宙教育的发展变化,我们需要对现有高等教育形态、教育模式、课程体系、教学方法、教育过程、教育服务、教育生态体系等进行再思考与重塑再造,充分利用元宇宙教育及其服务生态,构建面向未来的新型高等教育体系与人才培养模式,培养具有可持续竞争力的技术创新人才与复合型领军人才。

未来已来。未来的元宇宙世界无比奇妙,未来的元宇宙教育将无限精彩!