

元宇宙视域下数字孪生驱动的品牌传播创新机制研究

——基于服务型制造的产品全生命周期分析

段淳林 邹嘉桓

摘要:推动制造企业的行动黑箱和产品全生命周期闭环转变为一种可开放、可传播和可共创的网络化体系,并从传播学层面思考制造业的品牌发展,对未来服务型制造元宇宙的形成有着巨大的推动作用。目前数字孪生驱动的服务型制造体现出集成化的服务需求与网络化的虚实交互,其中工业互联网平台所涉及的产品全生命周期也融入了合作共创的元宇宙内涵。基于此,可归纳数字孪生技术及其与 AI 大数据和 AR/VR 等技术的融合后,在产品全生命周期发展中三种主要的应用模式:基于数字孪生体的远程运营与监控,可对产品生产流程和服务阶段的及时勘误和持续优化,以推动产品设计与制造向企业品牌传播阶段延伸。在元宇宙视域下,随着数字孪生等技术的嵌入,具身传播特征结合品牌传播机制所形成的品牌价值认同和价值共创方式也不断演化,导致服务型制造元宇宙的形成过程中实质上包含着身体在场、机能延伸和传播共创的传播特征。这也预示着产品全生命周期将从对产品的以虚控实阶段走向人机物的融合,为未来服务型制造朝着更智能、更个性化、更具服务性的品牌发展提供更多可能性。

关键词:服务型制造;产品全生命周期;元宇宙;数字孪生;品牌传播

中图分类号:G206 **文献标志码:**A **文章编号:**2096-5443(2023)01-0030-10

项目基金:国家社会科学基金一般项目(21BXW009);广州市哲学社会科学“十三五”规划2020年度一般课题(2020GZYB11);广东高校哲学社会科学重点实验室项目(2013WSYS0002)

一、研究缘起

中国制造业过去曾一度面临着价值创造能力弱、产品附加值低、服务增值差等诟病,因而近年来围绕产品全生命周期的供给侧结构性改革、技术创新驱动以及完善相应的服务模式在我国的制造业体系中被不断强调。“服务型制造”的机制内涵、驱动因素及价值链条被国内外学者大量讨论与研究,其概念体系也在这一过程中逐渐演化明晰。具体可以概括为:对于产品而言,产品的服务化特征明显或者附加的服务要素在产品全生命周期中有所增加;对于顾客而言,顾客的行为在服务主导与客户主导逻辑下发挥着越来越重要的作用,并已渗透至产品全生命周期的多种方面;对于企业而言,企业会通过网络化的协作方式,持续提供包括生产性服务和生产性服务在内的综合性服务,以创新优化企业的生产组织方式、运营管理、价值链体系与品牌传播方向。^[1-3]总结服务型制造的相关要义能发现:制造企业的发展逐步从产品导向转变为围绕“制造与服务、产品与需求”的融合,将制造与服务共同纳入产品全生命周期管理中(Product lifecycle management, PLM),推动着企业自身和顾客价值的最大化。这一虚实交融的管理过程则主要包括对产品的需求分析、概念定制与规划、设计与测试、

优化配置、加工生产、销售交付、产品使用至最后的维护、报废回收。^[4-5]

若站在全球的视野看待制造业的转型升级,服务型制造已成为各国推动工业创新发展的方向之一,关于服务型制造的相关研究在多国如火如荼地展开。^[2]同时在《中国制造 2025》的实施背景下,我国 AI 大数据等新兴信息技术在近年来发展迅速,成为推动制造业数字化、智能化和服务化转型的重要基石。可以说,实现先进制造业和现代服务业协同发展、智能制造技术和新兴信息技术的深度融合,已经成为我国制造业品牌转变发展方式、提高核心竞争力的重要路径之一,也引领中国制造业的产业结构和价值链条向中高端创新性发展与升级。^[6]而近期出台的《“十四五”信息化和工业化深度融合发展规划》《“十四五”智能制造发展规划》等文件则指出,构建面向工业生产全生命周期的数字孪生系统尤为重要,需深入探索数字孪生技术的应用场景。^[7-8]

如今,数字孪生(Digital Twin,DT)的相关概念在制造业领域的发展过程中不断清晰;数字孪生由物理实体及其虚拟模型组成,通过数据实时交互映射、模拟物理实体的行为和性能,并结合多种技术手段与整个产品的全生命周期相联系。从物理层来看,数字孪生体有着与其对应的物理实体,且物理空间存在既定的流程与规则;数据层面则是通过传感器等捕捉物理实体和空间中存在的固有信息,以及能被持续监测的流动数据;在数字模型层中则是基于数据收集处理、分析和模拟,形成虚拟实体及相关机制模型,为物理实体提供仿真数据反馈;最后的功能应用层则将相关数据在虚拟空间进行实时双向映射,进而完成对物理实体精准且完整的监控诊断、质量预测、决策规划和服务维护等产品全生命周期管理过程。^[9-12]总体而言,数字孪生与 AI 大数据、AR/VR 技术等联结,其虚实相映、高度仿真和实时交互的技术机理与数字化特性,已然应用于以工业互联网为代表的服务型制造中,成为全球诸多国家未来数字经济发展的关键部署方向。^[13]该技术的推广能促使相关服务型制造企业和工业互联网平台往数字化、智能化和网络化方向推进转型升级与品牌传播。

从运行逻辑的层面上看,对服务型制造中的产品全生命周期进行分析,与元宇宙的技术层和内涵机制层面的研究有着相近之处。目前服务型制造和数字孪生的研究都关注到了产品制造中全要素、全流程、全周期和全服务的融合,以及包括用户在内的制造业相关利益者的协作交互。AI 大数据、数字孪生等新兴技术在我国服务型制造的应用推广,对其架构模式的分析与思考则逐渐聚焦于元宇宙的技术体系中。《元宇宙发展研究报告 2.0 版》指出元宇宙的核心技术之一便为数字孪生技术,并基于此映射现实世界构筑虚拟镜像。^[14]“元宇宙”即区块链、虚拟现实、云计算及数字孪生等技术,融合信息互联网、生活互联网、产业互联网和全息影像互联网的未來形态,最终构建起沉浸交互、协作共创的数字化虚拟空间。过往的元宇宙研究多存在于对元宇宙在游戏电影、社交产品、医疗健康、城市管理、在线教育等不同行业中的未来图景展望,以及元宇宙的媒介属性和技术特性对人的影响等思考上^[15-17],但是较少结合服务型制造中产品全生命周期进行分析。其本质原因为目前研究多偏向于分析元宇宙用户一侧的共建共创共享机制和具身传播等属性;而主要面向企业顾客的制造业则会因为消费者较少融入、顾客之间缺乏交互,导致基于元宇宙视角思考制造业的研究尚不丰富。那么处在数字化交互状态的服务型制造领域,数字孪生技术对产品全生命周期的不同阶段和多样化的行为主体有何驱动作用?而元宇宙视域下,数字孪生技术对于推进服务型制造在产品全生命周期中的理念变革、人的数字化互动以及品牌传播新机制有何裨益呢?本文基于数字孪生这一核心技术,从元宇宙视域对服务型制造中涉及的产品共创全流程、全要素进行探索;进而从应用阶段、技术影响和传播效应等方面思考元宇宙及其核心技术与产品全生命周期之间新的联系。

二、元宇宙视域中服务型制造的理念变革与传播重塑

(一)相似的技术基础带来网络化的虚实交互与集成化的服务需求

服务型制造的体系结构和运作模式不仅被诸多学者进行总结^[3,18],还运用不同的视角、理论与方法去重构服务型制造的模型。其中,从价值链体系的角度分析服务型制造的价值创造流程尤为突

出^[19-20],原本强调企业个体本位的“价值创造”逐步转为“多元主体的”价值协作、共同创作。在服务逻辑的视角下,消费者不仅仅是最终的购买者,还是一种能为企业带来价值的操作性资源。而数字孪生技术的引入,为企业和顾客之间持续性的对话、反馈、协调,以及共同参与产品全生命周期和品牌形象发展奠定了一定的基础。研究元宇宙相关概念体系的学者也指出了目前服务型制造所应用的技术的模式,与元宇宙在技术和运作机制上存在重合之处^[14,21-22],这也带来了元宇宙与服务型制造嵌合的契机。若把元宇宙的相关概念内涵,引入服务型制造的各个流程阶段中,则可以发现通过纳入相关主体与核心技术,能够更深入地分析产品全生命周期的核心特征。元宇宙世界中现实与虚拟能够随时衔接,沉浸式交互以及人类个体被赋能等特点都在服务型制造有所体现。基于数字孪生的服务型制造能够塑造出物理实体相对应的数字孪生体,顾客在与服务型制造企业的线上线上实时交互、对数字孪生体的反馈,以及服务型制造企业对消费偏好、顾客画像等数据的收集,有利于集成汇总新的服务需求。可以说,从技术层面通过物联网、云计算、AI 大数据技术、数字孪生、AR/VR 等硬件软件以及制造服务(产品或方案、联结的资源等)的嵌入,会让进入服务型制造生态体系的企业通过交互了解顾客需求。

服务型制造是联系的产物,元宇宙视域下的服务型制造不仅需要理解数字孪生技术和随之而生的物理世界和虚拟环境,还应该追求虚实交映的不同空间下对各行动者互动的时空突破、价值偏向、承担功能等方面进行理解。包括技术、制度、文化和人类感官知觉等在内的非人类主体与用户虚拟化交互共创过程中形成纽带^[23-24],这在元宇宙视域下将构成新的理解范式。制造企业、服务供应商、顾客(企业顾客和消费者顾客)及政府等为服务型制造中参与维系产品共创的主体,会自主地根据自身的利益与需求进行资源、服务的交换。目前在数字孪生作用下的服务型制造中,参与产品共创的主体范畴多处于制造企业和顾客之间。两者的深度互动会在虚拟的环境中诞生新的需求和价值偏向,打破顾客和制造企业当中时间和空间的限制,以促成服务型制造新的品牌传播思维。

(二) 产品全生命周期融入个体赋能与合作共创的元宇宙内涵

过去无论是基于实际对现有的服务型制造流程进行分析,还是从知识管理、技术革新等视角进行讨论^[25-26],服务型制造的研究关注偏向于企业内部价值链。而元宇宙视域下,顾客在相关价值链的参与则转向于更为智能化、网络化的工业互联网上。倡助人本导向、个体赋能、用户/顾客参与或体验需求等表述在诸多元宇宙研究文献中层出不穷^[13],而以工业互联网平台为代表的服务型制造中,顾客常以一种合作共创者的身份参与产品系统和交互体系的创新。

工业互联网在诸多新兴技术与信息技术的驱动下,引发生产过程和协同方式的变革。涉及个性化定制模式的工业互联网平台典型的则有航天科工的 INDICS 平台、海尔的 COSMOplat、德国 SAP 的 Industry 4. Now 等。该类平台在生产投入端前增加了研发设计等服务活动,并将生产端、供给端与消费端联结,推动服务型制造向定制化方向发展。此外,结合智能云平台以及动态贝叶斯、神经网络等数据挖掘和机器学习算法,不同阶段的数字孪生体与物理实体进行匹配与映射,实现对生产过程与进度、产品质量性能和后续服务的及时优化。随着工业互联网的运作机制不断推进和元宇宙概念的不断融入,包括企业和消费者在内的顾客能够全流程、全周期地参与产品的设计研发、材料采购与供应配置、组装生产、营销传播、物流配送及最后的售后服务中。可以说,这种合作共创的内涵是服务型制造和元宇宙共同拥有的基础特征之一,顾客在产品全生命周期中的可参与范围不断扩大,从产品的设计、制造到后续的售后服务都能由顾客把控,因而在价值理念上服务型制造、工业互联网有和元宇宙结合思考的基础。

除了上述合作共创的交互模式外,工业互联网中基于云计算、物联网、数字孪生和人工智能等技术,在纳入边缘层、云基础架构 IaaS 层(Infrastructure-as-a-Service,基础设施即服务)、平台层 PaaS(Platform-as-a-Service,平台即服务)和应用层 SaaS(Software-as-a-Service,软件即服务)等硬件软件资源后,推动相关制造企业享受智能制造服务。^[27]包括数据采集、处理、分析等形成数字模型,以设计

加工、协同规划、决策落地、预测维护等功能化的形式体现数字孪生虚实映射的机制^[11],最终实现工业互联网平台自组织的生态化机制、合作共创的品牌传播方案。当所有的资源、设备、人力都转化为线上连接的生产资源,便可使用数字孪生技术与相应接口在虚拟空间进行调整优化。可以说在合作共创理念下,企业的行动黑箱由此转为一种可开放、可传播和可共创的元宇宙体系,并依凭相关技术与顾客一起完成从感知到决策、从设计到品牌传播的流程。

(三) 元宇宙的引入发展:让品牌传播机制在服务型制造领域被重新塑造

近期学者对服务型制造和工业互联网平台所运用的整体论分析主要停留在内部的企业生产运作系统上,即便是纳入服务生态系统、行动者网络等理论,也尚未分析虚实相融的现实空间和虚拟环境的多角色跨时空交互^[28-29],导致人类主体、产品、流程、效果和和价值易在虚实交融的产品全生命周期中被忽视。数据是技术应用和元宇宙共创模式实现的基础,而人工智能以机器学习和深度学习为核心,以算力、算法与数据为支撑,如今在实物仿真、视觉、自然语言处理等领域发展迅速。大数据、物联网、云计算等新兴信息与通信技术让产品全生命周期的数据能被实时采集,服务型制造从单一的“产品到顾客”过程延伸至“从产品全生命周期到传播共创,再到顾客”的过程。这实质上让服务型制造企业和工业互联网平台在品牌发展过程中引入了品牌传播的思路,推动过去专注内部价值链的服务型制造从外部进行品牌升级。

当数字孪生融合 AI 大数据技术,可以模拟、监测、分析、决策和预测优化复杂工业机理模型;对于产品而言,产品定义模型(Model Based Definition, MBD)、模型轻量化则作为数字孪生体的数据建模展现形式,集成产品定义信息、参数配置和生产关联等数据而形成数字化的三维实体模型。这提升了数字仿真精度、降低仿真成本,也使得描述物理实体更为精准化。当这种数字化的产品模型应用在服务型制造的产品全生命周期,尤其在营销传播环节中产品便能脱离实体产品,转换为元宇宙意义上的数字孪生商品,配合场景营销触达目标顾客。

而元宇宙场景可编码、可计算的属性,意味着能将人的行为动作转化为可编码分析的数字信号,实现虚拟空间设备、产品与人的有机结合。关于顾客在数字孪生技术基础上的工业互联网平台进行的互动分析,多在产品研发设计环节中,但其实质还影响着服务制造型领域难以控制的外部营销、分享传播、倡导反馈等品牌传播行为。顾客可以进行品牌内容的自主生产与传播,推动产品迭代到体验优化的按需生产,其共创过程则包括参与数字设计、创意交互、价值观共鸣和品牌认同的过程等。这种过程既存在于实际的生产端和元宇宙内部的数字端,也存在于企业品牌的传播路径中。

总体而言,在不同的传播和共创时空中,人能在虚实世界结合虚拟数字人的身份在更多工作沟通场景、产品营销宣发场景、品牌价值共创场景进行互动,其品牌传播的议程在元宇宙概念的引入中被延伸和重塑。而数字孪生能为服务型制造所带来的应用效果和传播效果凸显,这不仅在于其适配的虚实场景广泛,其基于常态化的海量数据抓取、单一数据源原则和协同理念等也提供一种细化而统一的分析基础。^[9]因此,对于数字孪生在产品全生命周期的应用和传播机制影响有进一步分析的必要。

三、元宇宙视域下,数字孪生在产品全生命周期的应用模式

由数字孪生驱动而生的技术环境,为服务型制造元宇宙的形成提供了一定的可能性,虚实交融的临场感和沉浸式协作影响着制造业中传统的运作模式和品牌传播方式。目前学者对元宇宙概念和应用的理解多侧重于强调主体与元宇宙环境之间的关联性影响,不同主体相互联系和影响机制的构建。可以说,人在元宇宙视域以及制造业的服务生态中都被置于重要位置,譬如从产品设计理念产生到维护回收等产品全生命周期阶段,消费者的内在属性和行为模式随着卷入程度的加深而发生改变。因而在元宇宙视域下,工业领域的物理空间和虚拟空间需持续关注主体与客体的能动性,人与技术的诸多特性能够在—个场域中平等地被考虑,这也符合元宇宙视域下主体间的平等、共生

的关系。数字孪生技术则是能够推动服务型制造与元宇宙联结的重要技术,让数据的流通共享更显整体性与体系化,进而构建产品全生命周期各流程的数字孪生体,以便远程运营与监控、针对性的调整与优化。同时,当人的身体嵌入虚拟场景、推动产品从设计到维护的产品全生命周期,有利于实现多样化空间协作和共创的融合。^[30-31]

(一) 基于数字孪生体的远程运营与监控

结合制造执行系统(MES: Manufacturing Execution System)、数据采集与监视控制系统(SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition)、物联网等系统,通过大数据和人工智能的建模分析能够对不同过程建立相应的数字孪生工厂、车间、服务流程或产品。数字孪生技术通过记录传感器对物理空间中生产设备、环境和材料等实体的数据、规则等信息,进行采集、处理和分析,再以机器学习和深度学习等方式建立参数指标的监控体系。使用计算机辅助设计(CAD)工具和AR技术相结合,映射形成可视化、多尺度、超写实的动态产品仿真模型。这有利于实现基于产品数字孪生模型的设计、生产过程监控与实测数据的分析,推动动态感知、数据可视、性能反馈、即时监管、协调优化与智能决策。智能决策模块根据上述预测与分析的结果更新优化相应的制造解决方案并反馈给实体产品,从而实现实体产品的动态控制与监测,不断提升虚拟模型自身的精确描述和完整性。^[30]除了设计与生产与制造方面,产品报废阶段亦能被数字孪生体化,监测产品及其零件的历史数据和报废状态,最终的数据被反馈至产品的数字孪生体中。^[32]总体而言,数字孪生能够提升生产运营效率与决策管控精度,并结合AI大数据、虚拟现实等技术构建可视化的反馈机制,最终提升生产质量监管、改善用户体验等流程的数字化和透明化程度。

(二) 对产品生产流程和服务阶段的及时勘误和持续优化

从传感器和连接IoT设备的数据收集到的数据,让数字孪生模型可以对生产、使用和维护等过程的每个部分在虚拟空间进行关联映射。对产品的空间位置、使用环境、质量状况和功能状态等方面进行长时而海量的数据收集与分析后,“反馈优化”则是经过不同阶段的感知检测的必然阶段。产品实体在被生产之前会被构建起的数字虚拟空间进行模拟,运用数字孪生技术对产品的性能和寿命等表现情况进行测试检验,可识别出现问题的位置及程度,并生成工艺优化和设备升级方案;而对产品使用与体验等相关数据的分析,则能精准了解顾客的真实需求,形成合理的研发决策。总体而言,结合不同场景和生产过程的反馈,用于单个设备或制造过程的数字孪生技术能对出现违背流程结果的异常情况进行及时的维护调整,最终实现对产品质量、使用效果和健康状态进行监测。动态贝叶斯、机器学习等数据挖掘方法和优化算法则有利于实现产品物理特性模型、产品结构分析模型、产品问题与寿命预测模型的诊断预测优化^[31],也推动生产效率和流程等系列过程中出现的技术缺漏和质量问题进行提前预判与配置优化。此外,产品设计人员也能基于产品数字孪生体在线上指导维护与配置更新。这极大地提升了工程师或设计师优化产品的效率,把握住定制化产品和柔性制造的方向。而在后续的服务阶段,服务型制造企业也能基于不断变化的顾客需求而更新或维护产品的功能,从产品数字孪生体中植入相关功能并反映至物理实体中。^[32]

(三) 推动产品设计与制造向企业品牌传播阶段延伸

数字孪生技术能够通过实时监测数据来更新模型,提升产品剩余寿命和预测精度。但是数字孪生带来的影响其实不局限于产品的设计生产层面,也不止于对性能、几何外观的描述,实质包括制造业常忽略产品全生命周期中后端的业务和服务。数字孪生技术不仅能够提升柔性化生产的精准度和协调性,在元宇宙视域下数字孪生还能集成数字营销和品牌传播的功能。对于虚拟实体的模拟不该只映射出生产制造的场景,多元化的数字形象与使用场景也能基于数字孪生得到体验与探索。正如虚拟现实技术能延伸用户在虚拟空间的感知能力以增强场景感和沉浸感,在数字孪生的镜像世界,以及虚空交互的线上交互,亦能让处于真实世界的产品有着更好的展现效果。

虚拟的产品体验、共创行为以及企业的虚拟数字人IP等数字资源服务在服务型制造元宇宙将

会不断强调,人的身体意志自由度也在不断强化。对于服务型制造企业所计划生产的新产品而言,通过发布处于概念成型或者设计阶段的数字孪生模型和相对应的营销内容文本达到虚实融合、以虚映实的层面,让消费者基于模型与动态变化的文本内容体验产品性能以选择更喜欢的设计方案;随后再根据反馈进行详细设计和制造,有助于让产品更好地贴合顾客的喜好。而在产品实体的规模化营销阶段,服务型制造企业可构建更多的虚拟使用场景,结合人工智能、VR/AR 等扩展现实技术(XR)以及相关可穿戴动作捕捉设备让消费者在多种虚拟场景的使用愈发真实。受众在相关界面互动反馈时,基于历史的产品数据、用户使用数据和品牌相关信息形成交互数据库,结合营销人员的行为动作信息或 AI 辅助内容生产,最终设计形成承载品牌传播功能的虚拟人形象。

最后,通过构建基于数字孪生模型和顾客使用数据的在线配置功能,结合顾客的消费偏好、消费数据、人群画像,帮助企业完成产品柔性生产和后续服务流程。当制造企业能基于数字孪生、AI 大数据、AR/VR 等元宇宙技术着力构建起相关的元宇宙社群,顾客在产品的消费和品牌共创等行为在虚拟空间形成新的线上在场形式。顾客在相关社群能以虚拟数字人的身份进行互动,人的自我意识也趋于数据化。除了对物理产品互联,还要对物理空间的人与产品进行追溯、预判和管理,形成产品全生命周期数据的闭环。此外,数字连接纽带为数字孪生的信息交互提供接口^[9],打破时间空间的限制,让生产、消费、传播和共创的界限逐渐淡化。而产品社群的元宇宙在构造之初由人所构建,其后续的扩张则依赖于顾客对其品牌、产品和服务的认同,以及人类感知和想象的界限。

四、数字孪生驱动的品牌传播创新机制:从以虚控实到人机融合

如今,国内有如海尔、航天云网和红领等企业基于工业互联网和多种技术关注顾客个性化、多样化的需求。物联网与制造企业各机器、设备、系统相连,为企业采集、分析和处理设备、生产线和生产过程等场景中的各类数据;云计算带来可靠灵活的数据存储和软件运行环境,数据会经过协议转换传至云端以供品牌价值共创流程的有序进行。数据是覆盖产品全生命周期的基础,人工智能强化了制造企业的洞察能力,实现企业内资源的智能化协调配置、管理和控制。而 VR/AR 则能增强人与虚拟空间的融合属性,突破二维场域的限制以触达产品全生命周期的多种流程。由于数字孪生对物理实体与虚拟模型进行双向映射、以虚控实的优势,产品全生命周期云端化、虚拟化将成为服务型制造未来发展的重要方向之一,这一过程的媒介属性和个人主体性也随之增强。^[13]在元宇宙视域下,数字孪生在打通用户与产品共创之间的隔阂后,拓展了服务型制造中人机融合下具身传播和品牌传播相结合的新机制。

(一) 身体在场:身体的数字化与信息化程度提升

对人工智能和数字孪生的讨论绕不开人身体和行为,同时也是在 20 世纪 80 年代以来第二代认知科学领域中的重要概念和方向之一。^[33-34]具身性的研究面向之一认为:对“身体”的理解是基础,需挖掘技术对身体的嵌入作用^[35],以及身体与环境的交互关系在认知活动中的影响。“身体”在传播学领域中往往是要被忽视的研究对象^[36],而在智能制造中更是鲜少谈论身体在生产场景中的作用。如今学者关注到数字孪生、AI 大数据等技术让人从部分的劳动中解放,但是身体的感知、协调、决策等能力与技术的结合对产品共创过程的影响则少有关注,更确切地说身体维度较少置于品牌传播和价值共创的研究范畴中。

服务型制造中的人是数字化生产和产品生产流程的参与者和劳动者,相关主体在技术的驱动下将判断、指令和决策等融入产品全生命周期中的资源优化、精准营销、服务延伸等共创过程。譬如产品前期设计的过程中,设计者通过数字孪生模型的模拟测试、顾客数据收集和及时沟通等交互形式,能让设计者更全面地考虑产品外观性能的相互协调。身体的在场原本是个体在某一场景中自我展现的方式^[37],而技术让在场的主体性、时空性有所淡化,这些特性不再限制身体时空各异的情况。而 AI、云计算技术的支持更是能将人的身体、行为意识编码为数字孪生可理解的数字信息形式,在产

品生产的流程当中人的真实身体、虚拟身体、孪生数据、功能与数据连接的五个层次便与数字孪生所蕴含的物理层、数据层、模型层和功能层内涵一致。因而数字孪生技术所构成的服务型制造元宇宙便让其中的人,以及渐趋融于虚拟空间的人都有了数字化的存在,远程在场在智能技术的影响下有了实质变化。^[38]虚拟数字人与虚拟身体在技术与文化的交织下,也成为人工智能具身传播的重要方向之一。

(二) 机能延伸:人的知觉意识在虚实空间交互映射

在生产过程中,服务型制造中关于 AI 大数据的具身性研究和 AR 虚拟现实技术下的身体经验研究和过往传播学所探讨的侧重点有所区别。^[39-40]如产品数字孪生体能推动产品的设计、生产和使用流程更为可视化、能够让人类主体在参与产品全生命周期过程中有着更多的灵活性等,同时让产品物理实体和数字孪生体相互影响与控制。但数字孪生的技术复制身体的部分知觉以及对人相关经验的模拟使得人是否在场失去原义这种问题依然需要讨论。^[34]譬如“AR/VR”在产品研发、生产制造、设备运维等环节辅助人员动作,通过虚拟数据与现实场景的结合,让新员工在虚拟环境的实操中快速获取相关经验和技能。人的身体或身体机能在进入虚拟空间后,人与系统结合的新要素将被生产,人/机器在虚拟的空间中都有了新的延伸与可能性。这种情况下宛如谭雪芳所言,构建的技术身体(知觉)则与身体本体完全分离,成为一个有着身体本体机能的数字孪生体。^[40]不止身体在技术的嵌入下得到网络化的特性,身体的机能也会被数据和信息所浸润,人的感官机能也能延伸为媒介。^[41]

若在产品的设计生产过程中引入 AR 技术,服务型制造元宇宙卷入的便不止开发生产人员和工业互联网平台中的诸多主体,顾客的身体、心智机能、价值认知在被强化的同时也将被纳入虚拟空间中。随着身体的数据化,处于虚拟空间的人体机能以及对虚拟模型的偏好需求,也将作为信息数据在元宇宙中被追踪监测、采集与流通。人类主体发挥自身能动性破除生产屏幕的局限,可在虚拟空间更自由地通过虚拟模型的设计、检测、生产和优化维护,并同步反映在产品实体中。在数字孪生技术的影响下,人在虚拟空间的数字分身作为人类肉身的延伸,以及功能和数据的传播中介,让制造服务化的属性愈发凸显。

(三) 传播共创:数字孪生刺激数字化的人类身体与机能开展自主共创

人机融合的特征影响具身传播的方式,也让服务型制造的品牌传播方式在融入身体维度后有更进一步的转变。基于数字孪生的产品共创设计和优化,让产品全生命周期中的制造流程空间集合了人、机、物等多主体,并在虚拟的场景中不断交互共创进而实现服务型制造中的情境感知、动态优化、及时反馈和智能决策。^[42]可以说,实现设备状态可视化、产品质量可追踪化、工厂运作智能化和人类主体实时交互的过程,都基于数字孪生技术映射于虚拟模型中。品牌传播在关系论中的本质是品牌与消费者及其他利益相关方形成价值关系的过程,并基于价值关系进行品牌价值整合以实现利益最大化;而在管理学层面,品牌传播是品牌资源的整合,其资源主要包括品牌、顾客和企业的三者互动,呈现企业、顾客和社会价值的最大化。其中的主要方式是基于战略组织传播,让价值认同成为品牌传播的基本,价值共享建立价值关系,价值共创形成品牌价值最大化。数字孪生等技术则让数字化的人、产品和相关设备在虚拟空间相连,人机融合的属性附着于产品全生命周期,让品牌传播和品牌共创能随着用户的身体与机能卷入度、沉浸度增加而不断深化。

在 AI 大数据技术和相关生产设备之下,服务型制造在品牌价值共创过程中不仅需要在产品设计上有所交互,在营销共创和传播共创收集利用顾客的相关资料信息做到精准营销,或许还应回归到人与人之间心智上的交互模式。技术对信息系统、数据库、工业互联网平台和咨询服务的优化,使顾客能够准确而有效地对产品全生命周期开展共创。交互过程则形成一种虚拟身体感觉器官,以此实现虚拟身体的在场。生理意义上真实具体的身体仍然是作为主体与技术共生,即具身性重视主体的身体性参与。但同时,技术带来的具身性仍强调人的知觉意识,并凸显了人的主体性特征,这也是

品牌传播需要纳入“具身性”概念的原因。正如“技术与身体的共在性,其实也是技术与情感的共在性”^[43],人的主体性建立在价值观的契合和情感的满足上。在元宇宙的视域下,受到物联网、AI 大数据、数字孪生和云计算等技术的影响,人的心智以及相关主体在品牌价值共创过程中,所产生的品牌偏好、文化认同和价值认同也能在将来被逐渐量化。这种心智需求、对产品的使用需求和文本内容的共创需求,会在元宇宙的交互机制、共创逻辑和虚拟数字人的协同中得到自由地创建、反馈和传播。这也倒逼服务型制造的传统营销传播方式,往实时性、智能化、可共创性和个性化的方向发展。最后,人、机、产品、传播内容及传播场景在虚拟空间的探索都将在一定程度上依赖顾客自主的共创,促使对产品全生命周期的参与体验、消费乃至共创都会产生全新的品牌传播效应。

五、结语

服务型制造中产品全生命周期的复杂性显而易见,其整个生命周期囊括市场调研、产品设计、生产制造、销售营销、物流运输和售后服务等过程,但是漠视相关社会网络的现象在数字孪生和元宇宙视角影响下的服务型制造中会逐渐淡去。除了产品以外,包括工厂、车间、设备、制造流程、其他资源以及人都能形成对应的数字孪生体。这体现了数字孪生的应用广泛性,从产品设计生产到最后的的服务、共创等阶段都可以发现数字孪生的身影。在以元宇宙视域为落脚点,重新审视数字孪生驱动下服务型制造和工业互联网的产品全生命周期,可以发现物理世界和虚拟世界交互共融所形成的产品共创机制和品牌传播流程依然有进一步细分的必要。

服务型制造模式下,工业互联网中的制造企业、服务性企业打破原有的企业边界形态,和顾客自发地生成网络化的关系。不同的企业提供制造产品和相应的服务,顾客则作为顾客资产和合作生产者参与虚拟产品的概念设计、产品数字孪生体构建和后续监控、调整与优化,这一过程还包含传统制造业难以涉及的精准营销、信息传播和品牌共创过程。数字孪生技术作为驱动技术,结合 AI 大数据以及 AR/VR 等技术,为服务型制造和工业互联网平台中的产品全生命周期发展提供了新的传播思路,所蕴含的合作共创理念和虚实交互的核心应用也推动着制造业的品牌传播和创新性发展。

随着元宇宙概念的不断推进,数字孪生将基于物理层、数据层、模型层和功能层对服务型制造元宇宙的未来进行不断的探索。服务型制造元宇宙在数字孪生等技术的影响下,能为顾客提供一种人机融合式的交互体验。元宇宙视域下,人的身体和机能维度构建起品牌传播在品牌价值共创阶段的新机制,推进数字化的人在虚拟场景中进行交互沟通、品牌价值认同到品牌价值共创。其中产品全生命周期管理、工业互联网运作及市场数字化营销将更快速、智能和个性化,对交互体验、情感和价值认同的数据化处理、基于数字化身体机能维度的品牌传播流程也将与数字孪生所蕴含的虚实空间形成闭环。而未来制造业中的产品全生命周期能否更迅速便捷、更智能和个性化、更具服务性,除了提升人、机、物虚实交融的程度,如何从身体在场、机能延伸和传播共创的传播学层面进一步思考制造业的品牌发展,对未来服务型制造元宇宙的形成也有着巨大的推动作用。

参考文献:

- [1] 孙林岩,李刚,江志斌等. 21 世纪的先进制造模式——服务型制造. 中国机械工程,2007,19:2307-2312.
- [2] 林文进,江志斌,李娜. 服务型制造理论研究综述. 工业工程与管理,2009,6:1-6+32.
- [3] 李刚,孙林岩,高杰. 服务型制造模式的体系结构与实施模式研究. 科技进步与对策,2010,7:45-50.
- [4] 黄双喜,范玉顺. 产品生命周期管理研究综述. 计算机集成制造系统-CIMS,2004,1:1-9.
- [5] H. B. Jun, D. Kiritsis, P. Xirouchakis. Research issues on closed-loop PLM. Computers in Industry, 2007, 8-9: 855-868.
- [6] 李晓华. 服务型制造与中国制造业转型升级. 当代经济管理, 2017, 12: 30-38.
- [7] 工业和信息化部. “十四五”信息化和工业化深度融合发展规划. [2021-11-17] <http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-12/01/5655208/files/c09d992d37384268a73a201ef284909e.pdf>.
- [8] 工业和信息化部等. “十四五”智能制造发展规划. 2021-12-28. [2021-12-31] <http://www.gov.cn/zhengce/>

- zhengceku/2021-12/28/5664996/files/a22270cdb0504e518a7630fa318dbcd8.pdf.
- [9] 庄存波,刘检华,熊辉等.产品数字孪生体的内涵、体系结构及其发展趋势.计算机集成制造系统,2017,4:753-768.
- [10] 陶飞,刘蔚然,刘检华等.数字孪生及其应用探索.计算机集成制造系统,2018,1:1-18.
- [11] 李仁旺,肖人彬.数字孪生驱动的大数据制造服务模式.科技导报,2020,14:116-125.
- [12] 刘占省,史国梁,孙佳佳.数字孪生技术及其在智能建造中的应用.工业建筑,2021,3:184-192.
- [13] 李浩,王昊琪,刘根等.工业数字孪生系统的概念、系统结构与运行模式.计算机集成制造系统,2021,12:3373-3390.
- [14] 清华大学新闻与传播学院新媒体研究中心.元宇宙发展研究报告2.0版(2022-01-21).[2022-01-25]http://news.sohu.com/a/518879074_121123919.
- [15] 张夏恒,李想.国外元宇宙领域研究现状、热点及启示.产业经济评论,2022,2:199-214
- [16] 郑满宁.元宇宙视域下的新闻产品:社会动因、实践模式和理念变革.中国编辑,2022,2:76-81.
- [17] 喻国明.元宇宙:以人为本、虚实相融的未来双栖社会生态.上海管理科学,2022,1:24-29.
- [18] 武晓青,杨明顺,高新勤等.服务型制造模式与运行框架研究.工业工程与管理,2011,2:82-86+91.
- [19] 程东全,顾锋,耿勇.服务型制造中的价值链体系构造及运行机制研究.管理世界,2011,12:180-181.
- [20] 丁兆国,金青,张忠.服务型制造企业的价值创造研究.中国科技论坛,2013,5:91-96.
- [21] 向安玲,高爽,彭影彤等.知识重组与场景再构:面向数字资源管理的元宇宙.图书情报知识,2022,1:30-38.
- [22] 喻国明,耿晓梦.何以“元宇宙”:媒介化社会的未来生态图景.新疆师范大学学报(哲学社会科学版),2022,3:1-8.
- [23] Y. Yi, T. Gong. Customer Value Co-Creation Behavior: Scale Development and Validation. Journal of Business Research, 2013, 9: 1279-1284.
- [24] C. K. Prahalad, V. Ramaswamy. Co-creation Experiences: The Next Practice in Value Creation. Journal of Interactive Marketing, 2010, 3.
- [25] 赵益维,陈菊红,姚树俊.知识管理视角下的服务型制造创新机制研究.中国科技论坛,2010,10:34-39.
- [26] 陈菊红,同世隆,姚树俊.服务型制造模式下价值共创流程机制研究——以技术革新为视角.科技进步与对策,2014,1:18-22.
- [27] 夏志杰.工业互联网的体系框架与关键技术——解读《工业互联网:体系与技术》.中国机械工程,2018,10:1248-1259.
- [28] 令狐克睿,简兆权.制造业服务化价值共创模式研究——基于服务生态系统视角.华东经济管理,2017,6:84-92.
- [29] 王昊,陈菊红,姚树俊等.基于行动者网络理论的服务生态系统利益相关者价值共创分析框架研究.软科学:1-12.
- [30] 郭亮,张煜.数字孪生在制造中的应用进展综述.机械科学与技术,2020,4:590-598.
- [31] 吴雁,王晓军,何勇等.数字孪生在制造业中的关键技术及应用研究综述.现代制造工程,2021,9:137-145.
- [32] 苗田,张旭,熊辉等.数字孪生技术在产品生命周期中的应用与展望.计算机集成制造系统,2019,6:1546-1558.
- [33] 李其维.“认知革命”与“第二代认知科学”刍议.心理学报,2008,12:1306-1327.
- [34] 於春.传播中的离身与具身:人工智能新闻主播的认知交互.国际新闻界,2020,5:35-50.
- [35] 姚曦,任文姣.从意识沉浸到知觉沉浸:智能时代广告的具身性转向.现代传播(中国传媒大学学报),2020,1:128-132.
- [36] 孙玮.交流者的身体:传播与在场——意识主体、身体-主体、智能主体的演变.国际新闻界,2018,12:83-103.
- [37] 梅洛·庞蒂.知觉现象学.姜志辉译.北京:商务印书馆,2012:511.
- [38] 克里斯·希林.身体与社会理论.李康译,北京:北京大学出版社,2010:206.
- [39] 周逵.沉浸式传播中的身体经验:以虚拟现实游戏的玩家研究为例.国际新闻界,2018,5:6-26.
- [40] 谭雪芳.图形化身、数字孪生与具身性在场:身体-技术关系模式下的传播新视野.现代传播(中国传媒大学学报),2019,8:64-70+79.
- [41] 马歇尔·麦克卢汉.理解媒介:论人的延伸.何道宽译.南京:译林出版社,2011:61.
- [42] 丁凯,张旭东,周光辉等.基于数字孪生的多维多尺度智能制造空间及其建模方法.计算机集成制造系统,2019,

6:1491-1504.

[43] 孙强. 媒介技术演进中的具身性情感研究. 新闻与传播评论, 2021, 4: 72-85.

Research on the Brand Communication Innovation Mechanism Driven by Digital Twin in the Perspective of Metaverse: Product Lifecycle Analysis Based on Service-oriented Manufacturing

Duan Chunlin, Zou Jiahuan (South China University of Technology)

Abstract: Promoting the transformation of manufacturing enterprises' action black box and the closed loop of product lifecycle into a network system which can be open, propagated and co-created, and thinking about the brand development of manufacturing industry from the perspective of communication, will play a vital role in forming the metaverse of service-oriented manufacturing in the future. At present, the service-oriented manufacturing driven by digital twin technology shows the integrated service demand and the virtual-real interaction of networking. Among them, product lifecycle involved in the industrial Internet platform is also integrated into the metaverse connotation of cooperation and co-creation. Based on this, the paper also summarizes three main application models in product lifecycle period after integrating digital twin technology with AI big data and AR/VR technologies: remote operation and monitoring based on digital twin, timely error correction and constant optimization of production processes and service stage, and promoting the extension of product design and manufacturing to the stage of brand communication. From the perspective of metaverse, with the embedding of digital twin and other technologies, the brand value identification and value co-creation formed by the combination of physical communication characteristics and brand communication mechanism are also evolving. As a result, the formation process of service-oriented manufacturing metaverse essentially includes the communication characteristics of body presence, function extension and communication co-creation. This also indicates that the whole product lifecycle will move from the stage of virtual control entity to human-computer integration, providing more possibilities for the more intelligent, personalized and service-oriented development of manufacturing.

Key words: service oriented manufacturing; product lifecycle; metaverse; digital twin; brand communication

■ 收稿日期: 2022-05-09

■ 作者单位: 段淳林, 华南理工大学新闻与传播学院, 广东广州 510006
邹嘉桓, 华南理工大学新闻与传播学院

■ 责任编辑: 刘金波