

# 融入人工智能技术的规模定制生产服务模式 发展研究

刘宇飞<sup>1</sup>, 孔德婧<sup>2</sup>, 屈贤明<sup>3</sup>

(1. 华中科技大学生命科学与技术学院, 武汉 430074; 2. 北京邮电大学现代邮政学院, 北京 100876;  
3. 中国工程院战略咨询中心, 北京 100088)

**摘要:** 基于市场需求的拉动与人工智能技术的推动, 规模定制生产正在悄然兴起。分析人工智能技术对规模定制生产服务模式的发展趋势的影响, 以及总结规模定制生产服务模式未来发展需要突破的关键技术, 就成为一项重要的研究内容。本文通过家具、家电、服装和汽车行业的案例调研和专家访谈等方法, 根据多种市场需求, 对多源跨媒体异构数据库建设、基于大数据的设计需求特征挖掘系统、虚拟体验系统及虚拟制造、全流程信息自动采集等多项关键技术的发展趋势进行分析。从顶层设计、企业、人才、金融四个方面为进一步推广融入人工智能技术的规模定制生产服务模式提出对策建议。

**关键词:** 人工智能; 发展规划; 规模定制生产; 服务模式

**中图分类号:** T-01 **文献标识码:** A

## Research on Development of Mass Customization Service Mode Integrated with Artificial Intelligent Technology

Liu Yufei<sup>1</sup>, Kong Dejing<sup>2</sup>, Qu Xianming<sup>3</sup>

(1. College of Life Science & Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China;  
2. School of Modern Post, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China;  
3. The CAE Center for Strategic Studies, Beijing 100088, China)

**Abstract:** Driven by market demands and the artificial intelligent technology, mass customization is emerging. It thus becomes significant to analyze the influence of artificial intelligent technology on the development trend of the mass customization service mode and to summarize the breakthroughs of key technologies that need to be made in the future. Through case studies and expert interviews on furniture, household appliances, clothing and automobile industries, this paper analyzes the development trends of multiple key technologies such as multi-source cross-media heterogeneous database construction, a big-data-based design requirement feature mining system, a virtual experience system and virtual manufacturing, and whole-process information automatic collection, according to various market demands. Suggestions are proposed for popularizing the mass customization service mode integrated with artificial intelligent technology from aspects of top-level design, enterprise, talent and finance.

**Keywords:** artificial intelligence; development planning; mass customization; service mode

收稿日期: 2018-06-15; 修回日期: 2018-07-11

通讯作者: 屈贤明, 中国工程院战略咨询中心, 教授, 主要研究方向为战略研究、产业发展; E-mail: qu.xianming@163.com

资助项目: 中国工程院咨询项目“新一代人工智能引领下的智能制造研究”(2017-ZD-08-03); 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目“基于产业发展路径识别的规模定制化制造技术路线图研究”(2018RC41)

本刊网址: www.enginsci.cn

## 一、前言

随着生活水平的提升,人们对于民生消费品的个性化需求逐渐增加。制造企业在提供产品使用价值的同时,满足客户的个性化需求成为制造企业提升市场占有率、增加收益的重要途径。为消费者提供定制化的产品,全面提高消费者的满意度,已经成为企业追求新的竞争优势的必然趋势 [1~4]。

规模定制生产是指对定制的产品进行规模化的生产,它把大规模生产和定制生产这两种模式的优势有机地结合起来,在保证企业经济效益的前提下满足单个消费者的个性化需求。大规模生产模式在牺牲消费者多样、多变需求的基础上具有高效率、低成本的优势;定制生产能够一定限度地满足消费者的个性化需求,然而不利于对时间、原材料、能源和人力成本的控制 [5]。规模定制生产服务模式采用了柔性的生产过程和组织结构,能够为客户提供更多样化、个性化的产品和服务,并使这些产品和服务能够与标准化、规模化生产模式制造的产品相竞争。

定制化生产方式在大型机械行业中一直有着广泛应用,然而在年产量较大的民生消费品行业,利用传统的技术手段实现小批量、多品种、短交付周期的定制化产品生产是十分困难的。新一代信息技术为定制产品的规模化生产提供了技术基础,能够有效地降低成本、节约能耗、缩短交付周期。应用于规模定制生产服务模式的新一代信息技术主要包括大数据、物联网、云计算和移动互联网技术。然而,数字化网络化基础上的规模定制生产服务模式在研发设计的精准性和产品的定制化程度上仍有待进一步提升 [6],人工智能技术将进一步推动规模定制生产服务模式的发展。

本文根据案例调研和专家访谈,深入探讨规模定制生产服务模式融入人工智能技术的必要性以及关键技术,并依据规模定制生产服务模式的发展趋势提出对策建议。

## 二、研究背景

规模定制生产正在数字技术普遍应用、网络技术支撑的前提下悄然兴起,家具、服装、家电等民

生消费品行业规模定制生产的知识积累模式和生产调度优化的驱动模式已经发生改变。

### (一) 市场需求变化推动了制造业向定制化方向发展

供给侧改革深刻影响着制造业的经营模式和理念。家电、家具、服装企业价值链逐步由以产品为中心向以客户为中心转变,规模定制生产服务模式正在影响着这三个行业的发展。为了适应消费结构升级的需要,其产品结构正在向多层次、定制化方向发展。

首先,客户需求的快速响应成为竞争焦点。一种新产品从构思、设计、试制到商业性投产,在 19 世纪大约要经历 70 年的时间,在 20 世纪两次世界大战之间则缩短为 40 年,战后至 60 年代更缩短为 20 年,到了 70 年代以后又进一步缩短为 5~10 年,而到现在只需 2~3 年甚至更短的时间,这种态势必然导致市场竞争焦点的快速转移。当差异化和低成本制造方式得以共同实现时,能够快速响应客户需求成为决定企业生存能力的重要因素。在这种情况下,差异化的市场定位成为竞争的必要条件。在此基础上,根据不同需求推行快速交货、保障高质量、低成本和重环保的市场供应便成为影响竞争优势的关键性因素。

其次,环境资源有限引发了客户的定制化需求。例如,房价上涨导致大部分居民只能购买有限的居住空间,而房屋资源的有限带来了全屋定制家具的兴起,使有限空间得到最大的使用率。越来越多的人认识到能源的珍贵,从而对家用电器的能耗和智能使用有了更高的要求。

最后,个性化追求带来了客户的定制化需求。根据需求理论,随着人们生活水平的提高,客户对于产品的基本功能获得满足之后,借助产品体现个人品味、文化修养的需求愈发彰显。客户对于服装款式的要求越来越多样化,希望得到不同于其他人的、能够彰显个人品味的服饰。再如,客户对于家电的样式也有了更多的要求,家电不再仅是传统的款式,而是可以如艺术品一样成为家的装饰。

### (二) 新一代信息技术为规模定制生产服务模式提供了技术基础

应用于规模定制生产服务模式的新一代信息技术主要包括大数据、物联网、云计算和移动互联

网。利用来自企业系统数据、商场客流数据和电子商务数据、国际贸易数据及网络评论数据等，与适用环境模型数据、地域特征与文化需求数据、流行趋势相关数据及设计模板数据等多维度数据进行集成，基于数据挖掘工具形成发展趋势动态分析报告、网络舆情报告、销售分析报告等，为企业定制生产服务需求提供决策依据。在产品、制造车间以及单元制造设备等环节应用射频识别技术和微纳传感技术，形成流通销售生产环节的透明化大数据，为制造数据共享和客户查询提供基础条件。利用云计算实现数据的备份、查询、分析及挖掘的模块化和服务化，降低企业硬件设施及软件投入成本，加快大数据应用的进度。此外，利用移动互联网平台实现需求分析、交互设计及销售服务的网络化和个性化。

在新一代信息技术的引领下，企业一方面利用用户交互平台将碎片化、个性化需求汇聚成批量订单；另一方面通过信息物理系统，促进制造工艺和流程的数字化管理与产品个性化消费需求的柔性匹配，实现规模定制生产。目前，家电、家具和服装行业的规模定制生产服务模式基本完成了数字化网络化的试点示范，个别企业对人工智能技术的应用做了初步探索。

### 三、规模定制生产服务模式的发展趋势

根据家具、家电、服装和汽车行业的案例调研和专家访谈，研究发现数字化网络化基础上的规模定制生产模式仍有待进一步提升，人工智能技术有望引领规模定制生产模式升级，突破瓶颈。

#### （一）融入人工智能技术的必要性

在数字化网络化基础上的规模定制生产模式仍有待进一步提升，主要表现在两个方面：研发设计的精准性和产品的定制化程度。

目前，研发设计主要基于客户与设计师之间的互动交流。一方面，设计师依据经验做出设计方案，由于设计师能力的参差不齐，设计方案并不一定能够满足客户的定制化需求；另一方面，定制的产品是否具备生产条件也是基于设计师的个人判断，一定程度上限制了定制产品的创意和个性化程度。实现定制产品研发设计的高效和精准需要，集成更复杂多维的数据以及更高效的数据处理和数据挖掘技术。

产品的定制化程度是满足客户需求的工艺条件，定制化产品的通用生产模块仍有进一步解构的空间，现有的数字化网络化技术尚未能有效解决更为复杂多样的生产模块加工优化。制造过程中资源能源的高效利用亦有待加强，基于数字化网络化技术能够实现自动排产，在更为复杂的生产条件下排产模型和方法仍需更新换代。

#### （二）突破瓶颈的关键技术

为了解决规模定制生产模式在家电、家具和服装行业存在的问题，研究发现：利用人工智能技术加强信息反馈和数据挖掘能力，能够实现对现有的研发设计系统、虚拟制造仿真优化系统、规模定制生产系统的升级。主要包括以下4个关键技术。

第一，多源跨媒体异构数据库建设。异构集成产品数据库、使用环境数据库、解决方案数据库和生产工艺数据库，开发网络化智能测量系统和客户需求在线交互平台采集客户数据，将客户数据、设计数据、虚拟制造数据、生产数据构建在云端，成为神经网络、深度学习等算法运行的基础。

第二，基于大数据的设计需求特征挖掘系统。基于社群生态，对客户来源信息、基本信息、个性化需求信息（包括可选性信息和产品物理信息）以及定制产品的服务信息进行采集汇聚，与异构数据库进行匹配，利用机器学习算法、深度学习模型、模式识别、文本挖掘、三维模型识别、产品使用环境模型匹配、图像处理等智能分析技术实现深度数据挖掘，实现智能解决方案推荐、智能设计师推荐、智能优化产品设计以及智能原材料采购预测等。

第三，虚拟体验系统及虚拟制造。采用多种虚拟现实技术（VR）、云渲染平台、VR互动体验技术快速实现设计方案的虚拟仿真，实现设计阶段的客户完整产品体验。采用多种调度模型和求解算法，将不同材质、不同类型的定制产品订单快速拆分再合理组织成批次，在虚拟制造系统中实现订单管理和智能排产。打通研发设计与虚拟制造之间的边界，彻底解决个性化设计与规模化生产之间的矛盾。

第四，全流程信息自动采集、生产管控与协同优化系统。通过虚拟制造、微纳传感、条码标签等手段，在规模定制产品柔性制造混流生产中，实现生产工艺、生产计划、生产状态、生产设备和品质

分析等信息的在线查询和实时管控,优化仓储、设备、质量、物流管理和销售,并完成对研发设计环节的数据反馈,达到全流程协同优化的目的。

#### 四、对策建议

为了进一步推广融入人工智能技术的规模定制生产服务模式,基于其发展趋势,本文提出如下建议。

第一,加强顶层设计和规划引导。论证规模定制生产服务模式在家具、家电和服装行业的发展趋势和中长期发展目标,并制定有效的推广策略;研究规模定制生产服务模式在其他行业的发展潜力以及发展瓶颈,例如汽车行业,引导规模定制生产模式的高效推广;监测跟踪规模定制生产服务模式发展过程中存在的新情况、新问题,加强专项问题研究,做好政策储备。

第二,激发企业活力。创新是企业快速发展的核心动力,为了激发企业活力,需要制定策略以强化知识产权保护,从而鼓励技术创新。以技术创新激发市场需求,以市场需求带动企业发展。

第三,培养促进规模定制生产服务模式发展的人才。人才是产业发展的核心,也是促进制造业进入新业态、新模式的前提条件,应着力人才的多层次多方位培养,进行教育制度改革,优化课程设计,同时加强系统性职业培训,提高从业人员的业务能力,确保人才供应,以满足规模定

制生产的快速发展。

第四,加大对规模定制生产服务模式的金融支持。加强金融政策的灵活使用,提供多种融资方式,降低企业融资成本,通过金融手段优化资源配置,降低规模定制生产创新创业投入成本与风险,同时为传统制造业转型升级提供支撑。

#### 参考文献

- [1] Pine B J. Mass customization—The new frontier in business competition [M]. Boston: Harvard Business School Press, 1993.
- [2] 李仁旺, 祁国宁, 顾新建, 等. 大批量定制生产及其实施方法初探 [J]. 中国机械工程, 2001, 12(4): 405–408.  
Li R W, Qi G N, Gu X J, et al. Study on mass customization production and its application method [J]. China Mechanical Engineering, 2001, 12(4): 405–408.
- [3] 张萍, 傅小华. 大规模定制生产及其实现机制研究 [J]. 机械制造, 2003, 41(11): 19–20.  
Zhang P, Fu X H. Mass customization and study of implementation mechanism [J]. Machinery, 2003, 41(11): 19–20.
- [4] 欧阳桃花. 中国企业产品创新管理模式研究(二)——以海尔模块经理为例 [J]. 管理世界, 2007 (10): 130–138.  
Ouyang T H. Research on product innovation management mode of Chinese enterprises (II)—Taking Haier module manager as an example [J]. Management World, 2007 (10): 130–138.
- [5] 刘洋. 汽车大规模定制化生产关键问题及运营方案研究 [D]. 上海: 同济大学(硕士毕业论文), 2014.  
Liu Y. Automotive mass customization key issue and operation study [D]. Shanghai: Tongji University (Master's thesis), 2014.
- [6] 桑红莉, 田国双. 体验经济时代的制造业定制化问题 [J]. 学术交流, 2016, 269(8): 152–156.  
Sang H L, Tian G S. The customization of manufacturing industry in the era of experience economy [J]. Academic Exchange, 2016, 269(8): 152–156.