

# 基于文献计量的个性化定制研究现状和趋势分析

董宏宇<sup>1</sup>, 吴 群<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>浙江理工大学艺术与设计学院, 浙江 杭州

<sup>2</sup>浙江省时尚设计与制造协同创新中心, 浙江 温州

<sup>3</sup>浙江大学台州研究院, 浙江 台州

收稿日期: 2023年8月14日; 录用日期: 2023年10月3日; 发布日期: 2023年10月11日

## 摘 要

个性化定制是一种根据消费者的个性化需求来制造产品或提供服务的商业模式。为了了解当前个性化定制的研究现状和趋势, 本文采用文献计量的方法, 使用软件CiteSpace将来源于Web of Science数据库的2210篇文献数据生成可视化知识图谱, 依次分析了年发文量、发文国家和机构、核心作者、高频被引文献等信息。通过关键词共现聚类图谱将个性化定制领域的研究现状总结为消费者决策与商业策略研究、产品平台和模块化设计、数字化技术与智能制造三个研究热点。并通过突现关键词分析出今后的研究趋势可能为技术创新在定制流程中的应用、用户研究的全面化及大规模个性化的模式转变。

## 关键词

个性化定制, 大规模定制, 文献计量, 知识图谱

# Research Status and Trends of Personalized Customization Based on Bibliometrics

Hongyu Dong<sup>1</sup>, Qun Wu<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>School of Art & Design, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou Zhejiang

<sup>2</sup>Zhejiang Fashion Design and Manufacturing Collaborative Innovation Center, Wenzhou Zhejiang

<sup>3</sup>Research Institute of Zhejiang University-Taizhou, Taizhou Zhejiang

Received: Aug. 14<sup>th</sup>, 2023; accepted: Oct. 3<sup>rd</sup>, 2023; published: Oct. 11<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

Personalized Customization is a business model in which products or services are provided in ac-

cordance with the individual needs of consumers. To understand the research status and trends of Personalized Customization, a bibliometric approach was adopted to generate a visual knowledge map of 2,210 literature data obtained from the Web of Science database using the CiteSpace software. The information on annual publication volume, country and institution of publication, key authors, and highly-cited references were analyzed. Through keyword co-occurrence clustering map, the research status in Personalized Customization is summarized into three research hotspots: consumer decision making and business strategy research, product platform and modular design, and digital technology and intelligent manufacturing. Based on the burst keywords, the future research trends could be the application of technological innovation in the customization process, the completeness of user research, and the paradigm transformation of Mass Personalization.

## Keywords

Personalized Customization, Mass Customization, Bibliometrics, Knowledge Graph

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

产品的个性化定制以往是面向个人或小批量需求的,需要消费者与设计者进行频繁的沟通,生产周期长且成本高昂。进入工业时代后,人们的生活水平和社会生产力都大幅提高,大众消费者对于产品的多样化需求与日俱增,而大规模生产的标准化产品越来越不能满足大众消费者的个性化需求。为了顺应市场趋势,产品制造产业找到了兼顾定制和效率的生产模式——大规模定制(Mass Customization)。大规模定制是一种大范围提供个性化产品和服务的生产策略,主要通过模块化的产品或服务设计、灵活的流程和供应链成员之间的集成来实现[1],旨在以大规模生产的成本和速度为所有用户提供任意数量的定制产品或服务。大规模定制一定程度上满足了消费者的个性化需求,增加了消费者对于品牌的忠诚度,使企业获得更多利润并提升企业竞争力,在各行各业得到了广泛关注且迅速发展,例如服装企业耐克允许用户在线定制鞋子的各部分配色、电脑品牌戴尔推出了定制电脑配置和外观的个性化服务等。然而,大规模定制模式也有许多问题,比如模式的持续运行需要合理的生产计划和管理模式,这不仅需要大量的资源投入,一旦出现问题容易导致整个系统的崩溃;不同消费者对于定制的需求不尽相同,如何平衡消费者满意度需要进一步研究。

作为个性化定制领域中的首要生产模式,大规模定制的应用至今已有二十余年,这一模式是否仍适用于日新月异的今天,其弊端是否得到解决;在物联网、云计算、人工智能等新技术飞速发展的情况下,个性化定制领域有着怎样的发展,是否有新的定制模式出现,这些问题值得探讨。因此本文旨在使用文献计量的方法,使用软件 CiteSpace 生成数据可视化的知识图谱,通过分析图谱来了解个性化定制领域的研究现状和趋势。本文的框架结构如下:第一节介绍了使用的研究方法和工具,并阐述了数据来源;第二节和第三节列举出数据可视化图谱并对其进行研究现状和研究热点的分析;第四节进行了对个性化定制领域的研究趋势的探讨;第五节进行总结归纳。

## 2. 研究方法、工具及数据来源

本文使用的研究方法是基于数据可视化软件的文献计量分析。文献计量是一种研究学术出版物的方

法,以发表的文献及其相关元数据(如摘要、关键词、参考文献)为研究对象,使用统计数据描述文献之间的关系和规律的方法[2]。本文使用的数据可视化工具为 CiteSpace 软件,是陈超美教授开发的基于科学计量学的信息可视化软件,能够将输入的文献数据转换为直观又美观的可视化知识图谱[3]。通过分析生成的知识图谱,研究者可以快速了解领域中的新发展,定位重要文献、核心学者等相关信息,找到研究热点和前沿,并分析出该领域未来可能的研究趋势[3][4]。

本文的研究样本文献来源于网站 Web of Science 的核心合集,它被认为是权威的科技文献索引工具以及文献计量调查的理想数据源[4]。检索时间为 2023 年 4 月 25 日,文献类型选择“论文”,检索式为“TS = ((Personalized Customization) OR (product customization))”,发表时间不限,共得到 2893 篇结果,筛除医学、生物学等不相关的学科分类,得到 2210 篇文献。将结果导出后输入到 CiteSpace 软件中生成知识图谱,导出格式为“纯文本文件”,导出内容选择“全记录与引用的参考文献”。由于未检索到 2007 年以前的文献数据,本文的数据分析将使用发表时间为 2007 年及以后年份的文献数据。

### 3. 个性化定制的研究现状分析

#### 3.1. 年发文量分析

年发文量是衡量一个领域在一段时间内受关注程度以及研究热度变化的重要指标。图 1 是根据检索结果生成的年发文量柱状图,该图展示了个性化定制领域中每年的文献发表数量。从图中可以看出,2007 至 2016 这些年间的年发文量比较稳定,没有明显的增幅或缩减,这段时间里关于个性化定制的研究处于平稳过渡的状态,相关理论趋于完善,没有突发的研究热点和技术突破。2014 年,增材制造的两大关键性技术选择性激光烧结(SLS)和光固化(SLA)的专利先后到期[5],同时 3D 打印设备和材料的成本大大降低,使得增材制造技术的研究进入热潮,个性化定制的研究领域也因这一技术的普及进入快速发展阶段。其次,工业 4.0 的概念被提出,预示着第四次工业革命的到来,而射频识别技术(RFID)、物联网、云计算等多项技术的发展,使得个性化定制领域产生新的变革,大规模个性化将会成为新的发展趋势[6]。2017 年起个性化定制领域的发文量逐年增长,于 2020 年达到顶峰。正当个性化定制领域的研究进入高速发展的阶段,2020 年年初突发的新冠疫情对世界经济产生了巨大影响,产品制造企业受到了前所未有的打击,从图中也可看出个性化定制领域的研究也受到了一定的阻碍。从整体来看,个性化定制一直受到很多学者们的关注,且近年来相关的研究文献数量仍在不断增多。

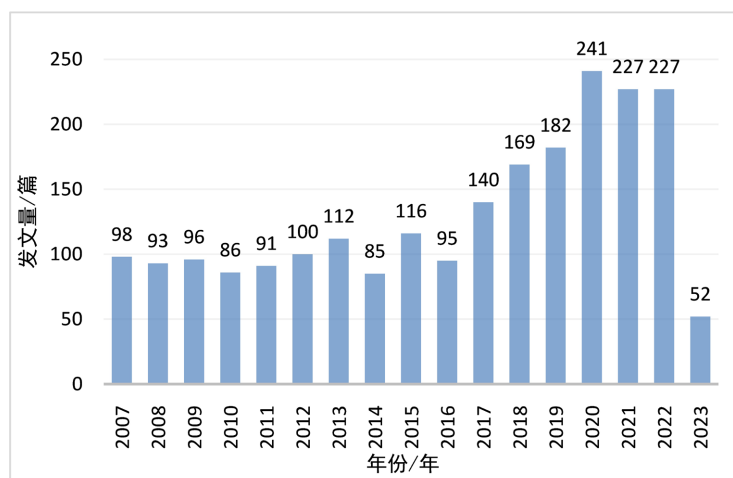


Figure 1. Bar chart of the annual paper publication number in personalized customization

图 1. 个性化定制领域文献的年发文量柱状图

### 3.2. 研究国家和机构分析

发文国家的统计数据可以展示出研究贡献国、跨国合作模式等信息[7]。为了了解各个国家的发文数量和发文国家之间的合作关系,将文献样本导入到软件 CiteSpace 中,选择分析节点为“country”,年份切片为两年(以两年的时间段划分数据),得到前十发文量国家统计表(表 1)及发文国家合作共现图(图 2)。图 2 顶部的颜色段从左到右依次代表 2007 年到 2023 年;节点代表国家,节点上环形的颜色和粗细分别代表该国发表文献的时间和对应时间段的发文数量;紫红色外圈代表该国家的中心性大于 0.1;两个节点间的连线代表国家之间的合作关系。

结合表 1 和图 2 可知,在个性化定制领域的研究较多的国家大多是经济发达且工业繁荣的国家,且各国家之间有着不同程度的合作。美国的发文量最多,中心性最高,且在每个时间段都有发文记录,说明美国与其他国家的合作强度最大,合作的国家数量及合作次数都很多。由此看来美国在个性化定制的研究领域中一直处于核心位置,一定程度上能够决定该领域的发展方向。我国的发文量位居第二,从图 2 中可看出我国对于个性化定制的研究起步于 2015 年左右,大多文献的发表时间集中在近五年,且每年的发文量逐年增多。我国在该领域的研究虽起步较晚但近年涌现了大量文献,渐渐成为研究领域中的另一支主力军。但是我国的中心性较低,与其他国家的联系强度较弱,未能产生与美国相匹配的影响力。另外,法国虽然发文量不高但有着第二高的中心性,说明法国与其他国家的合作关系较为紧密,是领域中不容忽视的研究力量;印度和澳大利亚在近两年加入了个性化定制的研究领域并迅速成为了重要的研究力量,适合作为了解领域中前沿研究热点的切入点。

Table 1. Top 10 countries by number of publications

表 1. 前十发文量国家统计表

发文量/篇	中心性	发文国家
539	0.37	美国
533	0.15	中国
160	0.1	英国
150	0.14	意大利
128	0.07	德国
112	0.35	法国
105	0.05	加拿大
81	0.11	印度
75	0.03	瑞典
73	0.05	西班牙

在 CiteSpace 中将节点类型选择为“institution”,其他设置同上,统计出发文机构的相关数据,摘取了前十发文量的发文机构数据得到表 2。由此可知,2007 年至今个性化定制领域研究发文量前十的机构中有九所是高等教育机构,说明大学是个性化定制领域研究的主力军。这些高等教育均是来自世界各地的顶尖大学或大学体系,其中四所来自美国,两所来自中国,两所来自新加坡,且进入研究领域的时间都比较早。各机构的发文量和机构之间的差别并不大,说明世界各地都在进行相应的研究,并没有出现突出的核心研究机构。

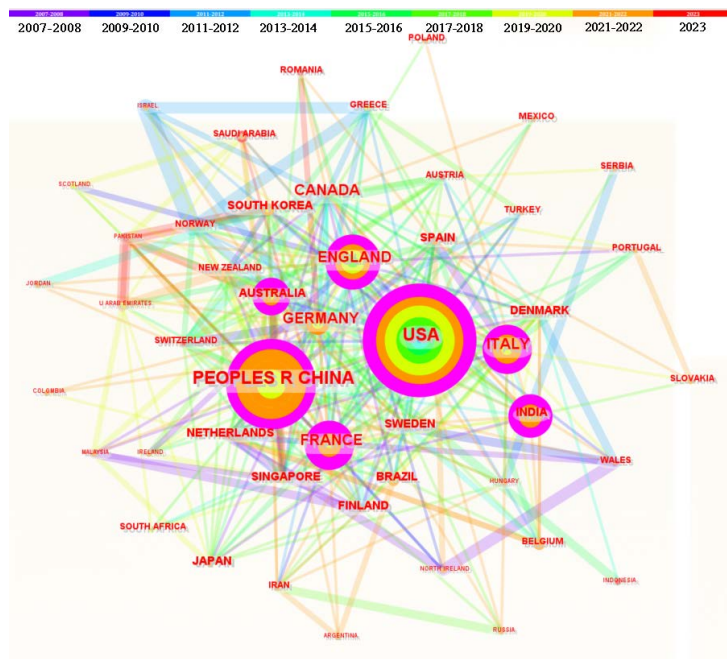


Figure 2. Co-occurrence map of cooperation among publication countries  
图 2. 发文国家合作共现图

Table 2. Top 10 institutions by number of publications  
表 2. 前十发文量机构表

发文量/篇	发文机构	首次发文年份
49	佐治亚州大学系统(USG) (美国)	2007
44	上海交通大学(中国)	2007
40	佐治亚理工学院(美国)	2007
40	香港理工大学(中国)	2008
40	帕多瓦大学(意大利)	2007
35	法国国家科学研究中心(CNRS) (法国)	2009
35	宾夕法尼亚联邦高等教育系统(PCSHE) (美国)	2007
30	宾夕法尼亚州立大学(美国)	2007
30	南洋理工大学(新加坡)	2007
30	南洋理工大学和新加坡国立教育学院(NIE) (新加坡)	2007

### 3.3. 发文作者分析

高发文量的作者是一个领域中研究工作的核心力量，通过对文献样本中的作者数据进行分析可以了解个性化定制领域主要的研究者及在该领域有重要影响的人。在 CiteSpace 中将节点类型选择为“author”，其余参数同上，得到作者合作共现图(图 3)和前十发文量作者表(表 3)。作者合作共现图可以展示出作者之间的合作网络，图中节点代表作者，连线代表合作关系，连线颜色代表首次合作的时间。从图 3 中可以看出有少量且小型的合作网络和大量孤立的合作关系，说明个性化定制领域的研究是较为分散的，作者之间的合作一般在同一地区或同一机构进行，大多数作者是以个人或团队的形式进行研究。可以看出有两个较大型研究网络，其一是以意大利帕多瓦大学的 Cipriano Forza 为核心，他与同一机构的 Alessio Trentin 在十余年里共同发表了一系列文献，涵盖了生产计划的理论研究、大规模定制的可持续发展及运营等方面，并与丹麦的研究者合作，在个性化定制的理论层面创建了一个较为完善的学术网络。另



一个以美国佐治亚理工学院的 Jianxin (Roger) Jiao 为核心, 他先后与芬兰瓦萨大学的 Petri Helo 和中国温州肯恩大学的 Bill Wang 进行合作, 分别探讨了工程产品的大规模定制范式[8]和产品配置的随机决策模型[9], 由此形成了一个多国家多作者的合作网络。

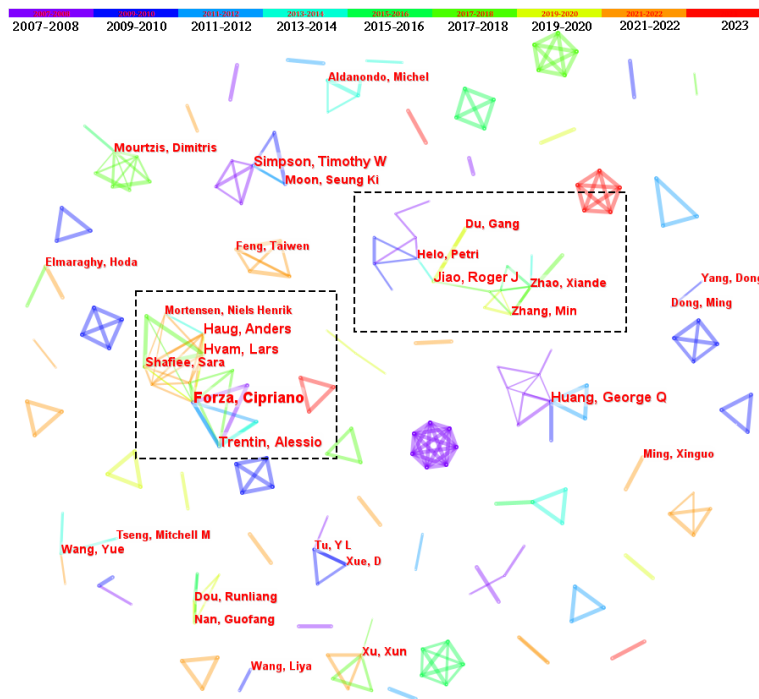


Figure 3. Map of author cooperation network  
图 3. 作者合作共现图

Table 3. Top 10 authors by number of articles published  
表 3. 前十发文章作者表

发文章量/篇	作者	首次发文章年份	所属机构	研究方向
18	Cipriano Forza	2007	帕多瓦大学(意大利)	运营管理, 质量管理, 产品架构设计等
14	Lars Hvam	2018	丹麦技术大学(丹麦)	产品配置系统、商务流程管理等
13	George Q. Huang	2007	香港理工大学(中国)	智能制造、供应链的设计和管理等
13	Alessio Trentin	2007	帕多瓦大学(意大利)	产品配置器的作用和对消费者的影响等
12	Jianxin (Roger) Jiao	2013	佐治亚理工学院(美国)	产品族设计、大规模定制理论、产品平台等
11	Timothy W. Simpson	2007	宾夕法尼亚州立大学(美国)	工程设计、产品平台和产品族设计等
11	Anders Haug	2013	南丹麦大学(丹麦)	数据质量、产品配置等
10	Sara Shafiee	2018	丹麦技术大学(丹麦)	产品配置系统等
9	Min Zhang	2015	东安格利亚大学(英国)	供应链质量管理等
9	Dimitris Mourtzis	2015	帕特雷大学(希腊)	产品服务系统、制造系统仿真等

高被引数量的作者通常在领域中具有重要影响, 根据作者共被引图可以识别出在该领域有影响力的作者, 并找出某一方向相关作者的研究课题[4]。在 CiteSpace 中将节点类型选择为“cited author”, 筛选标准选择每两年前 50 被引作者纳入统计数据, 修剪选项选择“Pathfinder”, 得到作者共被引图(图 4)和

前十高频被引作者统计表(表 4)。图 4 中节点大小代表作者的被引频次, 节点间距离越小, 作者的研究方向越接近[4]。从图 4 中可以看出高被引作者的研究领域较为集中, 没有出现拥有开创性研究的作者, 且大多数高被引作者的文献是在 2015 年左右开始被大量引用。表 4 展示了被引频次前十的作者, 高中心性表明作者在研究领域中扮演着关键的中间角色[1], 综合表 3 和表 4 进行分析可以找到个性化定制领域的关键作者。佐治亚理工学院的 Jianxin (Roger) Jiao 和宾夕法尼亚州立大学的 Timothy W. Simpson 既有着大量发文记录还有着很高的被引次数和中心性, 说明二者是个性化定制领域里推动研究进程的重要力量。Jiao 早在 1996 年便开始对大规模定制的设计方法和产品系列架构进行了研究[10], 且与逢甲大学的 Mitchell M. Tseng 有着密切的合作, 二人对产品族设计、产品平台设计、工业工程等有多方面的研究。Simpson 主要研究产品平台设计和计算机工程方面, 且与 Jiao 进行过合作, 共同研究产品平台和产品族设计的应用现状和方法[11]。而同样有着高被引次数和中心性的 Fabrizio Salvador 和 Nikolaus Franke 分别在管理学和创业学有所建树, 两人分别从商业策略和消费者需求的角度对大规模定制进行了研究, 且两人都与亚琛工业大学的 Frank T. Piller 有过不同程度的合作。

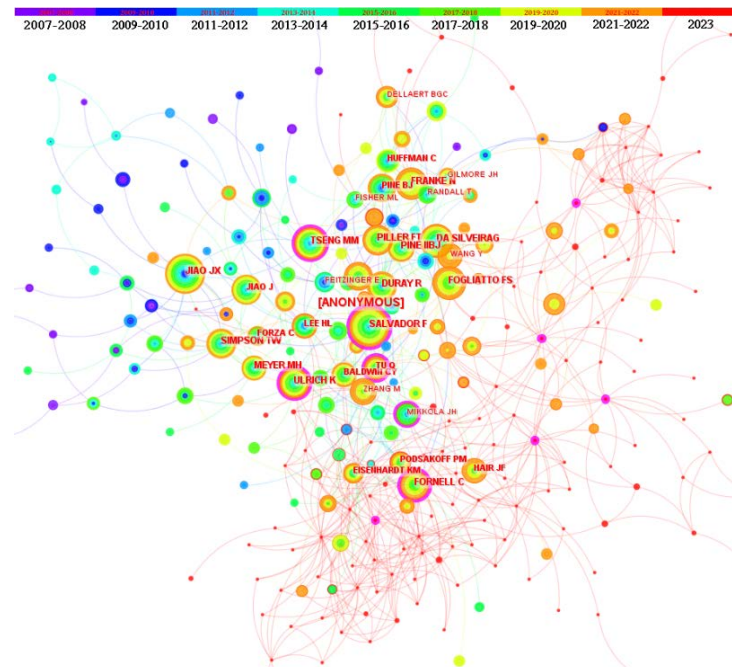


Figure 4. Map of cited authors networks  
图 4. 作者共被引共现图

Table 4. Top 10 highly cited authors  
表 4. 前十高频被引作者表

被引频次	中心性	作者	所属机构	代表文献
242	0.11	Fabrizio Salvador	IE 商学院(西班牙)	Modularity, product variety, production volume, and component sourcing: theorizing beyond generic prescriptions. (2002)
237	0.08	Jianxin (Roger) Jiao	佐治亚理工学院(美国)	Product family design and platform-based product development: a state-of-the-art review. (2007)
206	0.09	Nikolaus Franke	维也纳经济大学(奥地利)	How communities support innovative activities: an exploration of assistance and sharing among end-users. (2003)

Continued

185	0.06	Giovani J.C. da Silveira	卡尔加里大学 (加拿大)	Mass customization: Literature review and research directions. (2001)
184	0.1	Timothy W. Simpson	宾夕法尼亚州立大 学(美国)	Metamodels for computer-based engineering design: survey and recommendations. (2001)
183	0.14	Karl Ulrich	宾夕法尼亚大学 (美国)	The role of product architecture in the manufacturing firm. (1995)
179	0.12	Mitchell M. Tseng	逢甲大学(中国)	Mass customization. (2001)
178	0.07	Frank T. Piller	亚琛工业大学 (德国)	Toolkits for idea competitions: a novel method to integrate users in new product development. (2006)
178	0.02	B. Joseph Pine II	Strategic Horizons LLP 公司(美国)	The experience economy: work is theatre & every business a stage. (1999)
161	0.09	Rebecca Duray	科罗拉多大学 (美国)	Approaches to mass customization: configurations and empirical validation. (2000)

### 3.4. 高被引文献分析

样本文献所引用的参考文献代表该领域的知识库,通过分析这些数据可以了解这一领域的知识结构、重要学者和经典文献[4]。在 CiteSpace 中,节点选择“Reference”得到引用参考文献的统计表,摘取前十频次引用的参考文献得到表 5。从表中可以看出,被引文献来源涵盖了经济学、管理学、设计学等多个领域,分别从理论、应用和用户角度对大规模定制的个性化定制模式进行了研究。在理论层面, Fogliatto 等人[1]从概念、方法、经济、要素等方面对大规模定制模式进行了详细的文献综述,是个性化定制领域里的经典参考文献。而 Wang 等人[6]和 Song 等人[12]分别从定制模式的应用和改进角度提出了一种大规模个性化生产的框架和产品服务系统的设计框架。Dellaert 等人[13]对消费者进行了研究,得出定制产品的实用性和定制系统的复杂性两个要素会影响消费者对于定制配置的评价,而 Franke 等人[14]在前者的基础上提出了第三个影响因素“创造者意识”。

Table 5. Top 10 highly cited literatures

表 5. 前十高频引用参考文献表

被引 频次	作者	发文 年份	文献标题	文献来源	内容简介
52	Flavio S. Fogliatto	2012	The mass customization decade: An updated review of the literature	International Journal of Production Economics	对 2001~2010 十年间的大规模 定制领域进行了详细的文献综 述
33	Yi Wang	2017	Industry 4.0: a way from mass customization to mass personalization production	Advances in Manufacturing	提出了一个基于工业 4.0 概念 的大规模个性化生产框架
30	Min Zhang	2019	Linking supply chain quality integration with mass customiza- tion and product modularity	International Journal of Production Economics	提出了一个模型来研究大规模 定制和产品模块化对供应链质 量集成及竞争绩效的影响。
29	Nikolaus Franke	2010	The “I Designed It Myself” Effect in Mass Customization	Management Science	提出“创造者意识”是消费者 在大规模定制中做出决策的影 响因素之一
23	Wenyan Song	2017	A customization-oriented framework for design of sustainable product/service system	Journal of Cleaner Production	提出了一个产品/服务系统的 设计框架
22	Peter-J. Jost	2020	Company-customer interaction in mass customization	International Journal of Production Economics	研究大规模定制的制造商如何 根据消费者的偏好权衡成本和 利润



Continued

22	Zhiqiang Wang	2016	Effects of standardization and innovation on mass customization: An empirical investigation	Technovation	提出一个概念模型来探索创新、标准化、大规模定制能力和交付速度的关系
20	Benedict Dellaert	2005	Marketing Mass-Customized Products: Striking a Balance between Utility and Complexity	Journal of Marketing Research	研究发现定制产品的实用性和定制系统的复杂性会影响消费者对于定制系统的评价
20	Joseph F. Hair, Jr.	2019	Multivariate Data Analysis	Multivariate Data Analysis	教授多元数据分析和统计分析技术
19	Jianxin (Roger) Jiao	2004	Customizability analysis in design for mass customization	Computer-Aided Design	评估个性化定制的成本效益, 确定设计可定制性、工艺可定制性和客户感知的定制价值三个方面

#### 4. 个性化定制的研究热点分析

一篇文献的关键词概括了文章的主题, 高度提炼了作者的研究重点, 关键词在文献样本中出现的频率可以衡量相关主题在领域中的重要程度, 从而挖掘研究领域中的核心知识节点, 有助于展示知识结构和研究范式, 揭示研究领域的热点话题[4]。在软件 CiteSpace 中节点类型选择“Keyword”对关键词进行共现和聚类。图 5 为关键词共现聚类图, 展示了样本文献中关键词共现和聚类的情况, 七个色块对应七个聚类, 节点代表该聚类中的高频关键词。表 6 为出现频次前 20 的关键词列表, 中心性越高该关键词在共现网络中的中心地位越强[4]。表 7 是以 LLR 算法(log-likelihood ratio)得到的关键词聚类表, 聚类规模为该聚类中关键词的数量; 剪影值(Silhouette)可以反映聚类的同质性或一致性, 该值趋近于 1, 说明聚类结果具有说服力[7]。综合分析图 5、表 6 和表 7, 个性化定制领域当前的研究热点可分为消费者决策与商业策略研究、产品平台和模块化设计、数字化技术与智能制造三个方面。

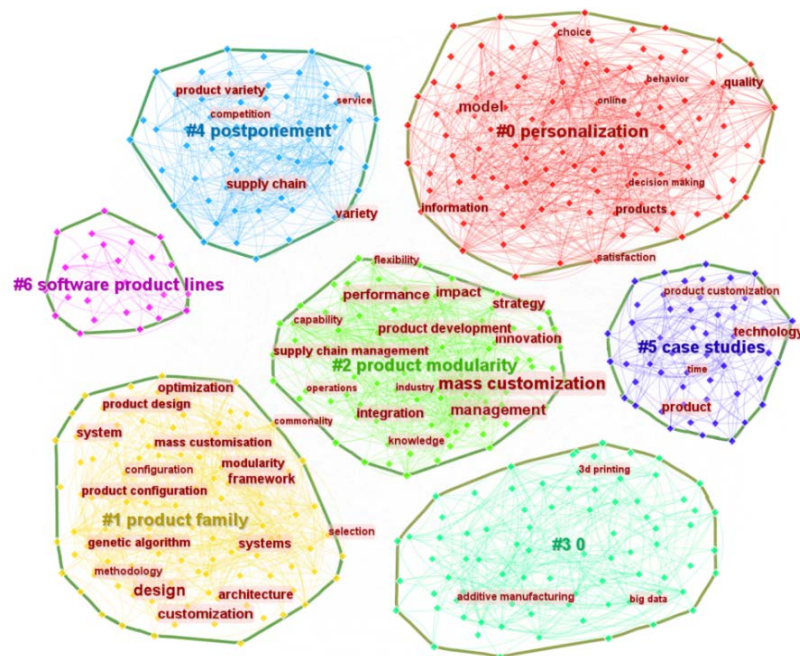


Figure 5. Keyword co-occurrence clustering map

图 5. 关键词共现聚类图

**Table 6.** Top 20 high frequency keywords  
**表 6.** 前二十高频出现关键词列表

频次	中心性	关键词	频次	中心性	关键词
722	0.02	mass customization	133	0.04	innovation
459	0.03	design	132	0.03	system
265	0.04	management	121	0.03	product
264	0.02	model	118	0.03	supply chain
207	0.03	customization	117	0.01	optimization
202	0.03	impact	108	0.01	variety
192	0.03	performance	105	0.04	technology
156	0.02	systems	102	0.03	integration
150	0.03	framework	99	0.02	product development
135	0.03	strategy	97	0.01	architecture

**Table 7.** Keyword clusters  
**表 7.** 关键词聚类列表

聚类 ID	聚类规模	剪影值	平均年份	LLR 算法得到的聚类关键词
#0	112	0.694	2014	personalization; social media; satisfaction; co-creation; loyalty
#1	111	0.681	2011	product family; product platform; product family design; product configuration; genetic algorithm
#2	88	0.789	2012	product modularity; supply chain integration; mass customization capability; supply chain management; performance
#3	81	0.749	2018	0; smart manufacturing; industry 4; industry 4.0; 3d printing
#4	61	0.792	2010	postponement; product variety; game theory; product line design; inventory
#5	52	0.673	2013	case studies; decision informatics; services; personalization; business models
#6	25	0.9	2014	software product lines; variability; case-based reasoning; feature modeling; software product line

#### 4.1. 消费者决策与商业策略研究

消费者是个性化定制的直接服务对象,也是企业制定商业策略首先考虑的因素,因此如何了解到消费者的偏好,找到影响消费者决策的因素,并依此调整商业模式以便更好地提供服务和获取利润,是个性化定制领域中的一大研究重点。聚类#0及“satisfaction”、“choice”等相关关键词显示个性化定制的研究领域中,对于消费者决策的研究非常热门,多位学者在消费者在产品定制的过程中做出的决策、对定制服务本身做出的选择、对于定制产品及定制系统的满意度等多个方面进行了研究。早在2005年Dellaert等人[13]就对消费者决策的影响因素进行了研究,发现定制产品的实用性和定制系统的复杂性分别会提高和降低消费者的满意度,且后者对前者有着负面影响,但消费者专业程度的提高会减少该影响。而Franke等人[14]在先前研究的基础上发现消费者会对自主设计的产品产生更高的购买意愿,并提议大规模定制系统需要引发消费者“我自己设计”的意识。随着研究的深入,学者们发现的消费者决策的影响因素变得全面,比如Turner等人[15]通过实验验证了复杂性对满意度的消极影响,并发现消费者定制产品时感知的掌控感和享受程度能大幅提高满意度,进而提高对定制系统提供者的忠诚度,还发现了经验思维和理性思维会对满意度有着不同的影响。

聚类#5以及“mass customization”、“business models”、“strategy”等关键词显示如何找到合适的商业模式也是个性化定制领域研究的重要一环。作为个性化定制领域应用最广泛的生产模式,大规模

定制长期作为企业商业模式制定的核心, 以大规模定制为基础的商业模式创新可以帮助企业更好地实现定制产品的商业化。商业模式的改进往往涉及到多方面因素, 除消费者需求以外还需整合供应链管理、生产过程和技术创新等方面的内容。比如 Zhang 等人[16]提出了一个模型来研究大规模定制和产品模块化对供应链质量集成的影响及供应链集成对竞争绩效的影响, 并通过 317 家全球制造商的数据验证模型, 为大规模定制企业制定商业策略提供了依据。生产技术的创新会对制造企业产生巨大影响, 同样会为个性化定制领域带来变革, 因此有学者进行了技术变革对商业策略的影响研究, 如 Kumar [17]早在 2007 年便提出大规模定制战略正逐渐转变为大规模个性化(mass personalization)战略, 认为低端个性化的公司是从事生产硬件和可配置产品的制造公司, 而高端个性化的公司是可以完全数字化配置和交付产品的服务型公司, 还提出了模式转型的技术要求, 对大规模定制模式的转型有着启示意义。这一系列的文献从多个角度对个性化定制的商业策略改进进行了全面的研究, 为整个领域的发展方向做出了指引。

#### 4.2. 产品平台和模块化设计

在个性化定制领域中, 产品平台(product platform)是指一个通用的结构或资产集合, 能够用来开发和生产多种系列衍生产品(即产品族) [18], 是实现高效生产和灵活配置的关键技术。聚类#1 及“product family”、“product configuration”等关键词显示出产品平台的研究广泛涉及到产品族设计、产品配置等众多方面, 而如何搭建灵活、高效的产品平台, 是个性化定制领域中的一个研究热点。例如 Suh 等人[19]提出了一个产品平台的设计流程, 包括识别市场和不确定因素、确定关键功能属性和设计变量、创建设计方案并确定成本等环节, 并将该方法应用到汽车产品平台的设计案例中, 证明了方法的可行性和有效性。产品平台的设计不仅需要考虑产品系列的共性和差异, 还需结合产品的定位和市场需求, 比如 Jalali 等人[20]发现运营参数(如平台设计成本和定制成本)和营销参数(如消费者对产品质量和价格的敏感度)会共同影响产品平台的设计。通过产品平台, 企业可以将大量共性部分集中设计和生产, 以减少重复开发和生产的成本, 同时提高产品的可替换性和可升级性。

模块化是一种设计思维, 指将系统分解成多个独立的模块, 每个模块拥有相对独立的功能和特性且模块之间有着不同程度的联系, 不同模块的组合可以创建出多种系统。聚类#2、#4 和“supply chain management”、“product variety”等关键词显示着研究者们对于如何让将模块化思维应用到供应链管理、产品差异化有着广泛关注。比如 Saeed 等人[21]通过 103 家制造企业的数据库验证了模块化产品架构和供应链灵活性对于绩效的积极影响, 以及二者与响应速度和成本之间的复杂关系, 有利于作为供应链管理的参考。而 Kim 等人[22]开发了一个模块化工厂平台, 将生产流程分割成多个生产车间, 通过自布局识别、快速工作站、层间信息共享等方法为新的制造流程快速部署工作站, 并通过案例研究证明该方法可以节省大量时间且能够实际应用于家电和汽车等产品的离散装配和机械车间。总而言之, 产品平台和模块化设计思维有着同样的目的, 便是作为个性化定制的制造策略帮助企业提高生产效率, 进而提高企业竞争力。

#### 4.3. 数字化技术与智能制造

近十年数字化技术得到了极大的发展, 极大地促进了制造业的发展, 也影响着个性化定制领域的方方面面。聚类#3、#6 与“smart manufacturing”、“bigdata”等关键词表明新技术正改变着个性化定制的研究领域, 且聚类的平均年份较晚, 说明数字化技术的应用是研究领域中的一个较新的研究热点。智能制造是一种基于数字化技术的制造模式, 它可以实现生产流程的自动化、智能化和可视化, 提高生产效率和质量。在个性化定制中, 智能制造往往需要整合多种数字技术, 如数字孪生、增材制造等, 以实现快速定制和灵活生产, 提高生产效率和灵活性。数字孪生是一种使用计算机构建现实物体的虚拟模型,



在虚拟环境中模拟真实情况的技术, 有研究者将其用于制造流程的仿真, 构建合适的智能制造框架。例如 Wang 等人[23]便提出了一种由数字孪生增强的数字驱动智能定制的框架, 既能使制造商通过真实数据构建的虚拟模型更深入地了解客户, 也能够让客户更好地参与到虚拟空间的定制活动中, 扩展可定制对象。增材制造技术(又名 3D 打印)是一种通过创建物体的连续横截面层来制造物品的技术[24], 其灵活性高、小批量制造成本低、生产效率高等特点使其非常适用于产品个性化定制, 因此该技术的应用也成为热门的研究方向。如 Ko 等人[25]为增材制造定制设计提出了一个设计知识表述, 确定了增材制造约束、用户的需求和能力及产品的定制特征之间的相互关系, 作为不同定制设计环境的基本参考模型。

工业 4.0 是指在数字化技术推动下的工业生产的新阶段, 其主要特点是通过互联网、物联网、云计算、大数据、人工智能等技术, 实现生产模式的数字化、智能化、自动化。工业 4.0 一经提出便受到广泛关注, 迅速成为了一个研究热点, 有很多研究者对于工业 4.0 背景下的个性化定制模式提出了见解。例如 Saniuk 等人[26]认为定制是工业 4.0 的关键要素之一, 因为它导致了大规模生产到个性化生产的范式变化, 作者证实了定制对现代消费者的重要性, 并探讨了工业 4.0 背景下的机遇和威胁, 为制造企业提供了参考范式。物联网(Internet of Things)是一种通过互联网连接各种物理设备、传感器、机器和其他物体的技术, 能够实现设备之间的数据交互和智能化控制。物联网的应用范围非常广泛, 大到智慧城市、智能交通, 小到智能家居, 也有一些研究者寻找将其应用到个性化定制的智能制造方法。例如 Ding 等人[27]研究了一个基于物联网的家具个性化定制的模式, 通过两种算法来解决订单选择(服务角度)和板材切割决策(制造角度)的问题, 以平衡用户需求和生产效率, 从而改善家具大规模定制化的生产计划实践。除此之外, 云计算、机器人、人工智能等技术也为个性化定制生产模式的改进提供了新方法, 例如 Zhang 等人[28]提出了一种利用云计算和普适机器人系统实现智能制造的架构, 探讨了如何该架构应用于产品定制, 以及如何为企业升级生产模式提供指导; Wan [29]等人提出了一个人工智能驱动的定制化智能工厂的架构, 展示了智能制造装置、智能信息交互和柔性生产线的建设, 并通过一个定制包装的案例验证了人工智能技术应用到个性化定制领域的可行性。

## 5. 个性化定制的发展趋势分析

软件 CiteSpace 可以计算出在研究领域中突然大量出现的热门关键词及出现的时间段, 以此研究某个时间段的研究热点。表 8 截取了近年出现且至今仍处于突现状态、突现强度大于 3 的关键词, 突现强度越大意味着该关键词在该时间段出现的频率越高, 依此来分析个性化定制领域未来研究热点的发展趋势。从表 8 中可以看到“工业 4.0”的词条有着极高的突现强度, 且出现时间较晚并持续至今。工业 4.0 的概念最早于 2011 年由德国提出, 旨在提高德国制造业的竞争力, 各国也纷纷推出了相似的战略, 如我国于 2015 年提出的“中国制造 2025”战略和美国“先进制造业国家战略”等。工业 4.0 标志着工业生产进入了新的发展阶段, 在此背景下, 增材制造技术的应用将会更加广泛, 成为一种不可或缺的定制技术; 机器学习、人工智能等技术将逐渐应用于个性化定制各个环节, 不仅能大大改变生产模式, 使生产线及供应链管理更加智能和高效, 也能用于更好地分析消费者需求, 进而提供更符合市场需求的产品和服务; 增强现实、数字孪生等技术的应用将会提升定制产品或服务的呈现效果, 进一步提高用户体验。如何将这些新技术应用到实际的定制流程中, 将会是未来很长一段时间的研究热点。其次, 在新技术的推动下, 开放式创新和共创模式将成为个性化定制发展的方向, 企业与消费者的联系将会更加紧密, 大规模定制的商业策略将不断做出改进, 逐渐实现到大规模个性化的转变。另外, 新技术的应用会衍生出更多挑战, 需要解决的实际问题也将变得更加复杂, 关于消费者需求和行为的研究也会更加多样化, 在技术、商业模式、管理等方面均会不断出现不同程度的研究, 以满足日益变化的市场环境。

**Table 8.** Burst keywords in recent years  
**表 8.** 近年关键词突现表

关键词	首次出现年	突现强度	突现开始年
industry 4	2019	12.47	2021
additive manufacturing	2015	6.75	2021
smart manufacturing	2019	6.6	2019
machine learning	2021	6.54	2021
industry 4.0	2019	6.29	2019
artificial intelligence	2019	4.7	2021
augmented reality	2019	4.44	2021
digital twin	2019	3.96	2021
Challenges	2017	3.81	2017
behavior	2008	3.77	2021
open innovation	2021	3.37	2021
engagement	2021	3.37	2021
future	2007	3.19	2019
co creation	2013	3.19	2019
things	2017	3.1	2019

## 6. 总结和讨论

本文使用文献计量的方法, 使用软件 CiteSpace 对来自 Web of Science 核心数据库中个性化定制领域的文献数据进行加工得到了可视化知识图谱, 以此分析领域中的研究现状及研究热点。研究发现 2017 年是个性化定制领域研究的一个转折点, 随着增材制造、大数据、云计算等技术的发展, 个性化定制领域的研究进入高速发展阶段。个性化定制领域中重要的研究国家主要是工业发达的国家, 美国始终占有着核心地位, 而我国在近年发表了大量文献但国际影响力有待提高; 大多数发文作者间的合作较少且分散, 仅有两个较大的跨国研究网络; 而引用频率高的文献多是对大规模定制的商业模式的研究, 分别从理论、应用和用户的角度进行了研究。

通过对文献样本的关键词进行共现和聚类分析, 得出个性化定制领域的研究热点为消费者决策与商业策略研究、产品平台和模块化设计、数字化技术与智能制造三个方面。第一部分围绕消费者的需求偏好展开, 研究影响消费者决策的因素, 有利于企业调整商业模式, 以便更好地提供服务和获取利润。第二部分研究着重于个性化定制的生产流程管理, 以模块化的思维构建产品平台, 构建合理的产品族, 为企业节约成本并提升生产效率。第三部分研究探讨了数字化技术的发展对个性化定制的影响, 增材制造、人工智能等技术以多种方式改变了个性化定制的商业模式及生产流程, 是当前及未来的一大研究热点。

综上所述, 随着社会发展, 生产决定消费的时代正转向为消费决定生产的时代, 个性化、多样化的消费需求将会得到更好的呈现, 个性化定制的商业模式将会成为未来产业转型的必然方向。在工业 4.0 的趋势下, 个性化定制的研究也将继续着眼于数字技术创新对于生产模式的影响, 飞速发展的人工智能也将进一步影响个性化定制各个环节。同时, 企业与消费者的互动将会更加频繁和高效, 大规模定制的商业模式也将逐渐向大规模个性化转变。企业需要不断适应和引领这一趋势, 以确保自身在竞争激烈的市场中保持优势, 准备迎接未来的机遇与挑战。

### 注释

文中所有图片均为作者自绘。



## 参考文献

- [1] Fogliatto, F.S., Da Silveira, G.J.C. and Borenstein, D. (2012) The Mass Customization Decade: An Updated Review of the Literature. *International Journal of Production Economics*, **138**, 14-25. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.03.002>
- [2] Ninkov, A., Frank, J.R. and Maggio, L.A. (2022) Bibliometrics: Methods for Studying Academic Publishing. *Perspectives on Medical Education*, **11**, 173-176. <https://doi.org/10.1007/S40037-021-00695-4>
- [3] Chen, C. (2017) Science Mapping: A Systematic Review of the Literature. *Journal of Data and Information Science*, **2**, 1-40. <https://doi.org/10.1515/jdis-2017-0006>
- [4] Lin, S., Shen, T. and Guo, W. (2021) Evolution and Emerging Trends of Kansei Engineering: A Visual Analysis Based on CiteSpace. *IEEE Access*, **9**, 111181-111202. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3102606>
- [5] 3DSourced (2021) The Complete History of 3D Printing: From 1980 to 2023. <https://www.3dsourced.com/guides/history-of-3d-printing>
- [6] Wang, Y., Ma, H.S., Yang, J.H., et al. (2017) Industry 4.0: A Way from Mass Customization to Mass Personalization Production. *Advances in Manufacturing*, **5**, 311-320. <https://doi.org/10.1007/s40436-017-0204-7>
- [7] Tan, H., Sun, J., Wenjia, W., et al. (2021) User Experience & Usability of Driving: A Bibliometric Analysis of 2000-2019. *International Journal of Human-Computer Interaction*, **37**, 297-307. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1860516>
- [8] Kristianto, Y., Helo, P. and Jiao, R.J. (2013) Mass Customization Design of Engineer-to-Order Products Using Benders' Decomposition and Bi-Level Stochastic Programming. *Journal of Intelligent Manufacturing*, **24**, 961-975. <https://doi.org/10.1007/s10845-012-0692-z>
- [9] Yang, D., Li, X., Jiao, R.J., et al. (2018) Decision Support to Product Configuration Considering Component Replenishment Uncertainty: A Stochastic Programming Approach. *Decision Support Systems*, **105**, 108-118. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2017.11.004>
- [10] Tseng, M.M., Jiao, J. and Merchant, M.E. (1996) Design for Mass Customization. *CIRP Annals*, **45**, 153-156. [https://doi.org/10.1016/S0007-8506\(07\)63036-4](https://doi.org/10.1016/S0007-8506(07)63036-4)
- [11] (2006) Product Platform and Product Family Design: Methods and Applications. Springer Science & Business Media, Berlin.
- [12] Song, W. and Sakao, T. (2017) A Customization-Oriented Framework for Design of Sustainable Product/Service System. *Journal of Cleaner Production*, **140**, 1672-1685. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.111>
- [13] Dellaert, B.G.C. and Stremersch, S. (2005) Marketing Mass-Customized Products: Striking a Balance between Utility and Complexity. *Journal of Marketing Research*, **42**, 219-227. <https://doi.org/10.1509/jmkr.42.2.219.62293>
- [14] Franke, N., Schreier, M. and Kaiser, U. (2010) The "I Designed It Myself" Effect in Mass Customization. *Management Science*, **56**, 125-140. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1090.1077>
- [15] Turner, F., Merle, A. and Gotteland, D. (2020) Enhancing Consumer Value of the Co-Design Experience in Mass Customization. *Journal of Business Research*, **117**, 473-483. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.05.052>
- [16] Zhang, M., Guo, H., Huo, B., et al. (2019) Linking Supply Chain Quality Integration with Mass Customization and Product Modularity. *International Journal of Production Economics*, **207**, 227-235. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.01.011>
- [17] Kumar, A. (2007) From Mass Customization to Mass Personalization: A Strategic Transformation. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, **19**, 533-547. <https://doi.org/10.1007/s10696-008-9048-6>
- [18] Jiao, J., Simpson, T.W. and Siddique, Z. (2007) Product Family Design and Platform-Based Product Development: A State-of-the-Art Review. *Journal of Intelligent Manufacturing*, **18**, 5-29. <https://doi.org/10.1007/s10845-007-0003-2>
- [19] Suh, E.S., De Weck, O.L. and Chang, D. (2007) Flexible Product Platforms: Framework and Case Study. *Research in Engineering Design*, **18**, 67-89. <https://doi.org/10.1007/s00163-007-0032-z>
- [20] Jalali, H., Van den Broeke, M. and Van Nieuwenhuyse, I. (2022) Platform and Product Design for Markets with Quality and Feature Sensitive Customers. *International Journal of Production Economics*, **244**, Article ID: 108354. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108354>
- [21] Saeed, K.A., Malhotra, M.K. and Abdinnour, S. (2019) How Supply Chain Architecture and Product Architecture Impact Firm Performance: An Empirical Examination. *Journal of Purchasing and Supply Management*, **25**, 40-52. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2018.02.003>
- [22] Kim, D.Y., Park, J.W., Baek, S., et al. (2020) A Modular Factory Testbed for the Rapid Reconfiguration of Manufacturing Systems. *Journal of Intelligent Manufacturing*, **31**, 661-680. <https://doi.org/10.1007/s10845-019-01471-2>
- [23] Wang, X., Wang, Y., Tao, F., et al. (2021) New Paradigm of Data-Driven Smart Customisation through Digital Twin.

- Journal of Manufacturing Systems*, **58**, 270-280. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.07.023>
- [24] Gao, W., Zhang, Y., Ramanujan, D., *et al.* (2015) The Status, Challenges, and Future of Additive Manufacturing in Engineering. *Computer-Aided Design*, **69**, 65-89. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2015.04.001>
- [25] Ko, H., Moon, S.K. and Hwang, J. (2015) Design for Additive Manufacturing in Customized Products. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, **16**, 2369-2375. <https://doi.org/10.1007/s12541-015-0305-9>
- [26] Saniuk, S., Grabowska, S. and Gajdzik, B. (2020) Social Expectations and Market Changes in the Context of Developing the Industry 4.0 Concept. *Sustainability*, **12**, Article No. 1362. <https://doi.org/10.3390/su12041362>
- [27] Ding, J., Wang, M., Zeng, X., *et al.* (2021) Mass Personalization Strategy under Industrial Internet of Things: A Case Study on Furniture Production. *Advanced Engineering Informatics*, **50**, Article ID: 101439. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101439>
- [28] Zhang, Z., Wang, X., Zhu, X., *et al.* (2019) Cloud Manufacturing Paradigm with Ubiquitous Robotic System for Product Customization. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, **60**, 12-22. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2019.05.015>
- [29] Wan, J., Li, X., Dai, H.N., *et al.* (2020) Artificial-Intelligence-Driven Customized Manufacturing Factory: Key Technologies, Applications, and Challenges. *Proceedings of the IEEE*, **109**, 377-398. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2020.3034808>