

# 社群化制造价值共创系统动力学模型构建与分析 ——以小米集团为例

余红鑫<sup>1</sup>, 耿秀丽<sup>1,2</sup>, 潘飞<sup>1</sup>

(1. 上海理工大学 管理学院, 上海 200093; 2. 上海理工大学 智慧应急管理学院, 上海 200093)

**摘要:** 针对社群化制造价值共创过程中, 影响因素识别不全面、关联关系难以量化、影响路径不清晰以及对系统的影响程度不明确等问题, 从价值共创的 4 个阶段出发, 系统识别了影响因素, 构建了一个融合客观决策试验与评价实验室法(DEMATEL)和系统动力学的社群化制造价值共创影响因素分析模型。根据影响因素的实际数据, 利用客观 DEMATEL 方法量化影响因素之间的关联关系。在此基础上, 构建系统动力学模型, 通过反馈回路分析影响因素间的影响路径, 并结合 Vensim 仿真从动态视角深入探析影响因素对社群化制造价值共创系统的影响程度。最后, 以小米集团为案例研究对象, 验证所提方法的有效性。实证结果表明, 所提方法能够有效地从静态和动态两个视角对社群化制造价值共创的影响因素进行分析。

**关键词:** 社群化制造; 价值共创; 客观 DEMATEL; 系统动力学

**中图分类号:** F 270 **文献标志码:** A

## Construction and analysis of system dynamics model for value co-creation in social manufacturing: a case study of Xiaomi Corporation

YU Hongxin<sup>1</sup>, GENG Xiuli<sup>1,2</sup>, PAN Fei<sup>1</sup>

(1. Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China; 2. School of Intelligent Emergency Management, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** In the process of value co-creation in social manufacturing (SocialM), several critical challenges persist: incomplete factor identification, unquantified correlations, unclear impact paths, and ambiguous impact levels on the system. To address these, this study systematically identified influencing factors across four stages of value co-creation and constructed an integrated analysis model

收稿日期: 2025-03-01

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(72271164, 72202137)

第一作者: 余红鑫(2000—), 女, 硕士研究生。研究方向: 社群化制造、价值共创。E-mail: xinxinyhx@163.com

通信作者: 耿秀丽(1984—), 女, 教授。研究方向: 产品服务系统、服务科学、决策理论与方法等。E-mail: xlgeng@usst.edu.cn

引文格式: 余红鑫, 耿秀丽, 潘飞. 社群化制造价值共创系统动力学模型构建与分析: 以小米集团为例[J]. 上海理工大学学报, 2026, 48(3): 375-390.

Citation: YU Hongxin, GENG Xiuli, PAN Fei. Construction and analysis of system dynamics model for value co-creation in social manufacturing: a case study of Xiaomi Corporation[J]. Journal of University of Shanghai for Science and Technology, 2026, 48(3): 375-390.

combining the objective decision-making trial and evaluation laboratory (DEMATEL) method and system dynamics. Based on the actual data of influencing factors, the objective DEMATEL method was employed to quantify the interrelationships among influencing factors. On this basis, a system dynamics model was constructed to elucidate influence pathways between factors through feedback loop analysis. Combined with Vensim simulation, the impact of these factors on the value co-creation system in SocialM was further explored from a dynamic perspective. Finally, the effectiveness of the proposed method was validated using Xiaomi Corporation as a case study. Empirical results demonstrate that the proposed method effectively analyzes the influencing factors of value co-creation in SocialM from both static and dynamic perspectives.

**Keywords:** *social manufacturing; value co-creation; objective DEMATEL; system dynamics*

基于制造业服务化、社会化及生产组织模式转变等背景，社群化制造<sup>[1]</sup>作为一种建立在分布式、社会化资源大规模协作与共享基础上的网络化制造模式正在制造业转型中发挥积极作用。社群化制造模式的关键在于通过数字化平台将分散的制造资源和用户需求动态整合，实现多元主体的协同创新与价值共创。价值共创是价值创造主体通过服务交换和资源整合而共同创造价值的动态过程<sup>[2]</sup>。因此，本文认为社群化制造价值共创是指通过构建开放、协作的社群生态，整合制造商、用户、合作伙伴等多方参与者，利用社群化制造平台实现资源共享和资源利用，共同协作参与产品设计、生产、服务等全流程创新，以实现资源优化配置、需求精准匹配和价值多元创造的新型制造模式。社群化制造价值共创是对传统制造模式的颠覆性创新，不仅能够通过多主体协作加速产品创新，更能通过用户深度参与精准满足个性化需求。已有文献主要探究了社群化制造模式本身<sup>[3]</sup>、产品定制框架<sup>[4]</sup>、社群化价值链<sup>[5]</sup>等，剖析社群化制造价值共创尚存研究空间。社群化制造价值共创研究对弥补学术界的研究不足、探索制造业新型产业生态具有重要意义。基于此，本文旨在系统识别社群化制造价值共创过程中的影响因素，深入分析影响因素之间的关联关系，进而研究影响因素间的影响路径，以及对社群化制造价值共创系统的影响程度。

关于价值共创影响因素的识别，学者们从不同角度进行了探索。王晰巍等<sup>[6]</sup>关注互动和平台能力两个维度；江瑶等<sup>[7]</sup>遵循“内部需求-外部机会-核心能力”这一研究视角；乔晗等<sup>[8]</sup>考虑平

台、用户、价值体现、技术服务 4 个方面；Meng 等<sup>[9]</sup>研究了众包创新中多主体参与的价值共创，识别了任务属性、激励机制、信任机制、平台支持、参与动机和多样性 6 大要素。上述研究主要从内外部视角、主体-客体-环境视角去识别价值共创影响因素，但没有考虑价值共创全过程。社群化制造价值共创是一个系统过程，系统的各个子阶段是相互影响递进的，通过全过程的分析可以更加全面地识别价值共创影响因素。实践中，将影响因素与具体的阶段相结合，可以为企业价值共创活动提供有针对性的指导。因此，本文参照周文辉等<sup>[10]</sup>提出的价值共创过程框架，从价值共识、价值共享、价值共生、价值共赢 4 个阶段，识别社群化制造价值共创的影响因素。

本文根据识别出的社群化制造价值共创影响因素，收集其在若干年份对应的数据，提出客观决策试验与评价实验室 (decision-making trial and evaluation laboratory, DEMATEL) 方法分析影响因素间的关联关系。在识别出系统要素关联性的基础上，模拟要素间的动态反馈机制，这是一个典型的复杂系统动态行为模拟问题。系统动力学通过构建模型，识别系统内部的因果关系与反馈结构，进而分析系统运行逻辑及其动态变化过程。本文采用研究复杂系统行为的系统动力学方法论<sup>[11]</sup>，建立影响因素间影响路径的仿真模型，通过 Vensim 仿真探究主要影响因素对社群化制造价值共创系统超额收益的影响程度。

本文探究社群化制造价值共创影响因素相关问题，弥补社群化制造领域价值共创影响因素研究的不足。从实践方面为制造业企业分析社群化制造价值共创影响因素、整合制造资源、满足客

户的大规模定制化需求提供参考。

1 社群化制造价值共创影响因素

社群化制造是一种以社群为核心，强调“用户需求驱动+制造资源协同+共创共享”的制造模式，用户不仅是产品的使用者，还是设计者和推广者，如小米通过“米粉”社群参与产品全生命周期的管理。本文旨在聚焦社群化制造价值共创中的影响因素。

在服务主导逻辑理论框架下，价值被视为由多个参与主体在互动中共同创造，而非由企业单方面传递。该理论强调资源整合、服务交换与关系互动，认为价值创造发生在产品或服务使用过程中<sup>[12]</sup>。据此，Prahalad等<sup>[13]</sup>将价值共创分为对话、获取、风险评估、透明度 4 个维度。Payne 等<sup>[14]</sup>将价值共创分为客户价值共创、供应商价值共创和互动 3 个部分。刘晓丽等<sup>[15]</sup>将价值共创划分为需求挖掘、价值促进、价值创造 3 个阶段。周文辉等<sup>[10]</sup>将价值共创过程划分为“价值共识-价值共享-价值共生-价值共赢”4 个阶段，体现了从理念协同到资源共享，再到生态协同与结果共赢的演进逻辑。周文辉等提出的价值共创过程框架建立在服务主导逻辑基础上，结合中国创业平台的案例研究发展而来，更符合中国本土企业的价值共创模式。这 4 个阶段不仅高度契合服务主导逻辑的核心主张，也为系统识别价值共创的多维影响因素提供了清晰的理论路径与结构依据。因此，本文根据周文辉等提出的价值共创过程框架，识别社群化制造价值共创的影响因素。

社群化制造价值共识阶段是价值共创的基础，社群化制造的产消者及其他利益相关者通过交流，识别与自身制造任务相关的优质合作主体和分散的制造资源。共识阶段重视聚合共创主体，并理解个体诉求。乔晗等<sup>[8]</sup>认为社群规模决定资源的多样性，社群规模会与资源、社群成员的互动密切程度，以及社群内部的生态丰富度直接相关联。张毅等<sup>[16]</sup>认为价值共创主体首先要搜索需求和资源，并达成共识，个性化需求的识别能力保障制造资源和需求实现精准匹配。因此，价值共识阶段的影响因素选择社群规模和个性化需求识别能力。

社群化制造价值共享阶段是社群化制造社区

通过交换，实现资源、能力和信息的协同和共享<sup>[17]</sup>。价值共享要从制度基础、资源支撑、技术保障等方面来保证其有效性。袁启刚等<sup>[18]</sup>指出，进行价值共享时，要密切关注合作方资源数量。范敏敏<sup>[19]</sup>提出，合理的激励机制能够促进更多主体参与到价值共享中。Zhang 等<sup>[20]</sup>认为，关键技术在促进价值共创的交互与协同中发挥着关键作用。因此，价值共享阶段的影响因素确定为制造资源数量、激励机制、关键技术支持能力。

社群化制造价值共生阶段是价值共创的关键过程，社区成员之间交互协作，充分利用获取的资源进行产品创新实现用户个性化需求，服务生态系统形成价值网络耦合，达到价值共生<sup>[21]</sup>。价值共生阶段重视异质资源的整合和多主体的协同创新。Carida'等<sup>[22]</sup>指出，资源整合是价值创造过程的关键驱动因素。Ling 等<sup>[23]</sup>认为，客户等多主体的共同参与能协助服务提供商提供更好的产品和服务。因此，价值共生阶段的影响因素选择资源整合效率和协同创造能力。

社群化制造价值共赢阶段是价值共创的最终目标，价值网络主体通过交融进行资源转化，整个社群化制造系统实现经济价值和社会价值。价值共赢阶段重视产品商业化、价值变现和长期合作关系维系。范敏敏<sup>[19]</sup>提出，企业需优化资源转化效率以快速响应市场需求，提升价值共创超额收益以保证长期价值共创。Ratnasari 等<sup>[24]</sup>指出，客户会因为满意的服务重新参与活动。Woratschek 等<sup>[25]</sup>从价值共创角度研究了顾客忠诚度，认为强化服务质量以增强用户黏性，培育顾客忠诚度以吸引更多优质参与者。因此，价值共赢阶段的影响因素选择资源转化效率、价值共创超额收益、服务质量和顾客忠诚度。

根据上述 4 个阶段的活动内容，参照相关文献，本文构建了社群化制造价值共创影响因素指标体系，如表 1 所示。

2 模型与方法

在识别社群化制造价值共创各阶段影响因素的基础上，本节探讨影响因素间的关联关系、影响路径以及因素对社群化制造价值共创系统的影响程度。首先，通过客观 DEMATEL 对社群化制造价值共创影响因素之间的关联关系进行量化。

表 1 社群化制造价值共创影响因素指标体系

Tab.1 Influencing factors of value co-creation in SocialM

| 维度   | 指标名称      | 指标解释                                                                                            | 参考来源                                                             |
|------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 价值共识 | 社群规模      | 社群规模与资源、社群成员的互动密切程度,以及社群内部的生态丰富度直接关联,为持续价值共创提供更多的可能性                                            | 乔晗等 <sup>[8]</sup>                                               |
|      | 个性化需求识别能力 | 大规模个性化定制是社群化制造的重要特征,因此准确识别客户需求对价值共创活动的开展至关重要                                                    | 张毅等 <sup>[16]</sup> 、范敏敏 <sup>[19]</sup>                         |
| 价值共享 | 制造资源数量    | 制造资源指在社群化制造模式下参与到产品全生命周期活动中的各类有形和无形制造资源的总和,具有社会化、分散化和专业化等特点。价值共享的核心是制造资源共享,有效的资源共享一定程度上取决于资源的数量 | 袁启刚等 <sup>[18]</sup> 、江平宇等 <sup>[17]</sup> 、董微微等 <sup>[26]</sup> |
|      | 激励机制      | 合理的激励机制能够促使各主体主动加入资源共享,并更积极地参与价值创造活动                                                            | Meng等 <sup>[9]</sup> 、Zhang等 <sup>[27]</sup>                     |
|      | 关键技术支持能力  | 技术是价值共同创造、服务创新和系统再造的关键资源                                                                        | Zhang等 <sup>[20]</sup> 、Akaka等 <sup>[28]</sup>                   |
| 价值共生 | 资源整合效率    | 将单一资源转化为相互关联的复合资源,高效的资源整合能够降低生产成本,同时快速吸收创新资源促进产品创新迭代                                            | Carida'等 <sup>[22]</sup>                                         |
|      | 协同创造能力    | 协同创造能够促进多方参与者的创新潜力,推动社群化制造中个性化产品和服务的创新                                                          | Ling等 <sup>[23]</sup>                                            |
| 价值共赢 | 资源转化效率    | 各利益相关主体获取所需制造资源后,有效的利用转化可以提高收益和增值分享                                                             | 范敏敏 <sup>[19]</sup>                                              |
|      | 价值共创超额收益  | 以共赢的合作方式实现价值共创,更要考虑合作主体之间的利益分配,合理的分配也能促进更多的价值共创活动的开展                                            | 邹小红等 <sup>[29]</sup> 、范敏敏 <sup>[19]</sup>                        |
|      | 服务质量      | 高质量的服务将提高客户满意度,并鼓励他们更愿意参与价值共同创造                                                                 | Ratnasari等 <sup>[24]</sup> 、Abror等 <sup>[30]</sup>               |
|      | 顾客忠诚度     | 忠诚的顾客会具有口碑效应,扩大社群规模,吸引更多人参与到价值共创活动中                                                             | Woratschek等 <sup>[25]</sup>                                      |

其次,将关联关系形成因果回路图来定性分析因素间的影响路径,并在此基础上绘制存量流量图。最后,运用 Vensim 软件进行系统动力学模型的仿真模拟,分析主要影响因素对社群化制造价值共创系统的影响程度。具体分析模型如图 1 所示。

2.1 影响因素间关联关系分析

表 1 中的影响因素可以选取量化指标,通过企业年报和官网收集指标在不同年份对应的客观

数据,客观 DEMATEL 利用 Kullback-Leibler (K-L) 散度分析指标数据年度分布变化趋势的相似度,从而获得因素之间的影响强度。

K-L 散度也称为相对熵,它是一种量化两个概率分布之间差异的非对称度量<sup>[31]</sup>。Sun 等<sup>[32]</sup>利用这种方法计算了因素之间的影响强度,其核心思想是如果系统中的两个影响因素随时间的变化趋势是一致的,说明他们的同步变化程度较高,则

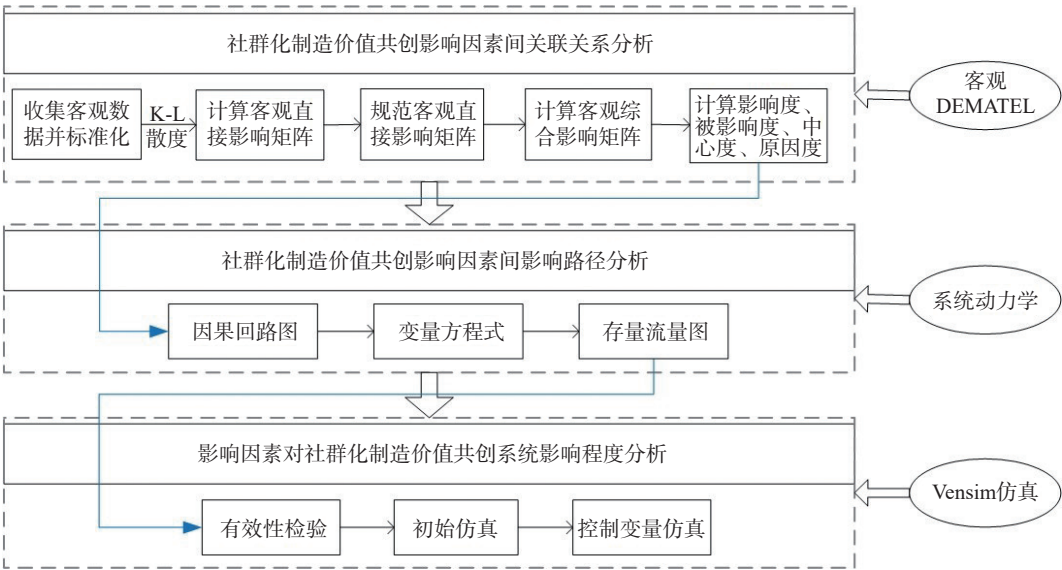


图 1 社群化制造价值共创影响因素分析模型

Fig.1 Influencing factor analysis model for value co-creation in SocialM

考虑这两个因素间存在相互影响关系。因此，如果能够测量两组分布之间随时间变化的关联程度，就可以得到两个影响因素之间的相互影响程度。客观 DEMATEL 具体步骤如下：

**步骤 1** 收集  $n$  个社群化制造价值共创影响因素在  $1\sim M$  年间的客观数据。第  $i$  个因素  $f_i$  在第  $m$  年对应的数据记为  $f_{im}$  ( $m=1, 2, \dots, M$ )，则第  $i$  个影响因素在研究期内的数据序列为

$$f_i = \{f_{i1}, f_{i2}, \dots, f_{im}\}, i = 1, 2, \dots, n$$

**步骤 2** 获取的客观数据需要进行标准化<sup>[33]</sup>，标准化后的数据  $\bar{f}_i$  为

$$\bar{f}_i = f_i \bigg/ \sum_{m=1}^M f_{im} \tag{1}$$

**步骤 3** 利用 K-L 散度客观量化因素之间的影响强度。根据概率分布  $P=\{p_1, p_2, \dots, p_m\}$  和  $Q=\{q_1, q_2, \dots, q_m\}$  ( $p_m$  和  $q_m$  是  $P$  和  $Q$  中的概率变量) 之间的 K-L 散度  $D_{KL}(P||Q)$  公式<sup>[31]</sup> 和影响强度  $S(P||Q)$  公式<sup>[32]</sup> 可知，两个影响因素对应的数据分布越相似，则 K-L 散度越小，反之则越大；K-L 散度越小则影响因素间的影响强度越大，反之则越小。根据上述公式计算得到直接影响矩阵  $G$ 。

$$D_{KL}(P||Q) = \sum_{m=1}^M p_m \ln \frac{p_m}{q_m},$$
$$S(P||Q) = \frac{1}{\varepsilon + D_{KL}(P||Q)}, \varepsilon=0.1 \tag{2}$$

$$G = \begin{matrix} & \begin{matrix} f_1 & f_2 & \cdots & f_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} f_1 \\ f_2 \\ \vdots \\ f_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & S(\bar{f}_1||\bar{f}_2) \cdots S(\bar{f}_1||\bar{f}_n) \\ S(\bar{f}_2||\bar{f}_1) & 0 \cdots S(\bar{f}_2||\bar{f}_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S(\bar{f}_n||\bar{f}_1) & S(\bar{f}_n||\bar{f}_2) \cdots & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \tag{3}$$

**步骤 4** 对  $G$  进行归一化，得到规范直接影响矩阵  $X$ 。

$$X = G/N, N = \max_{i,j=1,2,\dots,n} \left\{ \sum_{j=1}^n g_{ij}, \sum_{i=1}^n g_{ij} \right\} \tag{4}$$

式中： $N$  表示归一化因子； $\varepsilon$  为调节参数，防止分母为 0； $g_{ij}$  表示第  $i$  个影响因素  $f_i$  对第  $j$  个影响因素  $f_j$  的直接影响力。

**步骤 5** 构造综合影响矩阵  $T$ 。

$$T = [t_{ij}]_{n \times n} = X(I - X)^{-1} \tag{5}$$

式中： $I$  表示  $n$  阶的单位矩阵； $t_{ij}$  表示  $f_i$  对  $f_j$  的综合影响度。

**步骤 6** 计算各影响因素的影响度、被影响度、中心度和原因度，分别记为  $D_i$ 、 $C_i$ 、 $M_i$ 、 $R_i$ 。

影响度表示每行对应因素对所有其他因素的综合影响值；被影响度表示每列对应因素受到所有其他因素的综合影响值。中心度反映了因素在评价指标体系中的地位。如果原因度大于 0，则表示该因素对其他因素有较大的影响，这被称为原因因素；否则，它被称为结果因素。具体计算公式如下：

$$D_i = \sum_{j=1}^n t_{ij}, C_i = \sum_{j=1}^n t_{ji},$$
$$M_i = D_i + C_i, R_i = D_i - C_i \tag{6}$$

**步骤 7** 绘制中心度-原因度图。

通过客观 DEMATEL 的综合影响矩阵，帮助决策者识别出社群化制造价值共创影响因素间的关系强度。中心度-原因度图可以直观地呈现影响因素的中心度和原因度排序，并识别原因因素和结果因素。本文后续在此基础上进行系统动力学建模，研究社群化制造价值共创影响因素间的影响路径。

2.2 影响因素间影响路径分析

基于前文得到的社群化制造价值共创各影响因素的影响度、被影响度、中心度、原因度，用 Vensim 软件绘制因果回路图，对社群化制造价值共创影响因素间的影响路径进行分析，并据此设置变量之间的方程式，绘制存量流量图。具体步骤如下：

**步骤 1** 系统分析。明确社群化制造价值共创系统要解决的问题，初步划定系统的界限，确定系统的内部因素和外部因素。

**步骤 2** 系统的结构分析。确定系统中社群化制造价值共创影响因素回路及回路间的反馈耦合关系，绘制出系统的因果回路图。

**步骤 3** 建立定量规范模型。确定社群化制造价值共创系统中的状态变量、速率变量、辅助变量和变量之间的关系方程式，并结合实际情况和专家意见确定参数，绘制系统的存量流量图。

构建的定量规范模型是进行系统动力学仿真的重要基础，本文后续将在此基础上分析主要影响因素对社群化制造价值共创系统的影响程度。

2.3 影响因素对社群化制造价值共创系统的影响程度分析

根据社群化制造价值共创影响因素间的定量

规范模型，通过 Vensim 软件进行仿真分析。具体步骤如下：

**步骤 1** 模型的有效性检验。为了保证建立的社群化制造价值共创系统动力学模型能够合理反映实际情况，必须进行有效性检验。其中：直观检验是检查模型构建的逻辑合理性；运行检验是检查系统行为的稳定性。通过设置不同仿真步长，观察某一影响因素的仿真值是否发生明显变化。历史检验是检查影响因素的仿真值与实际数据的一致性，当无需追求特别高的数据精度时，主要观察仿真数据与实际数据趋势是否相似。

**步骤 2** 模型仿真。为了观察社群化制造价值共创影响因素在不同阶段发挥的作用，利用 Vensim 软件进行初始仿真。从动态视角深入探析影响因素对社群化制造价值共创系统的影响程度，进行控制变量仿真实验，并与初始仿真结果进行对比，即在其他影响因素不变的情况下，改变某一因素的参数，观察其他影响因素仿真图像的变化。

### 3 案例分析

#### 3.1 小米集团社群化制造价值共创

小米是一家以智能手机、物联网、生活类产品以及互联网服务为核心的消费电子和智能制造企业。小米的社群化制造模式是通过小米社区挖掘用户需求，并收集用户反馈，协同米粉实现产品共创；同时，围绕海量制造资源，加强与紫米、云米等生态链企业的协同创新，快速响应市场需求，实现价值共创。这种“强社群运营+生态链协同”的创新范式，为制造业价值共创提供了可学习的实践蓝本。因此，本文选择小米作为社群化制造价值共创的典型案例分析。

小米的社群化制造价值共识阶段，小米与用户、合作伙伴基于价值观、方法论和使命愿景进行沟通交流，帮助识别个性化需求、优秀的合作伙伴以及优质制造资源。小米的社群化制造价值共享阶段是与合作伙伴共享制造资源，这些资源包括消费者、供应链、品牌及渠道等。同时，通过小米社区与用户共享信息，鼓励用户参与到产品的整个生命周期中。小米的社群化制造价值共生阶段，随着生态链企业的加入，合作伙伴间的协同效应促进了小米产品的个性化和创新多样

性，这些产品涵盖智能硬件、IoT 平台、芯片研发、智能电动汽车、金融服务等领域。小米的社群化制造价值共赢阶段，通过构建开放、协同、共赢的生态系统，为用户提供满意的产品和服务，赢得顾客的信任和长久支持；与生态链企业的合作也进一步扩大了业务范围和规模，提高了小米的竞争力和市场份额；合作伙伴也借助小米的品牌影响力和渠道等优势，获得更多机会。根据这 4 个阶段的分析，采用客观 DEMATEL 和系统动力学对小米社群化制造价值共创影响因素问题进行分析。

#### 3.2 基于客观 DEMATEL 的影响因素间关联关系分析

利用 K-L 散度对社群化制造价值共创影响因素间的影响强度作出客观量化的重要保障是选取合理的量化指标，量化指标选取质量将直接影响客观 DEMATEL 的结果。本文根据小米的年报和 Chnbrand 的中国顾客满意度指数等资料，确定了客观量化小米社群化制造价值共创影响因素的具体指标，如表 2 所示，收集的客观数据如表 3 所示。原始客观数据通过式(1)进行标准化，客观 DEMATEL 的直接影响矩阵  $G$  通过式(2)、(3)进行计算，如表 4 所示。用式(4)对  $G$  进行归一化得到客观 DEMATEL 的规范直接影响矩阵  $X$ ，通过式(5)得到客观 DEMATEL 的综合影响矩阵  $T$ ，如表 5 所示。客观 DEMATEL 中各影响因素的影响度、被影响度、中心度和原因度通过式(6)得到，结果如表 6 所示，中心度-原因度图如图 2 所示。

由表 6 和图 2 可见，研究所识别的 11 个社群化制造价值共创影响因素，其中心度排序为： $f_2 > f_9 > f_{11} > f_5 > f_7 > f_{10} > f_4 > f_8 > f_1 > f_6 > f_3$ ，原因度排序为： $f_6 > f_{10} > f_1 > f_4 > f_7 > f_2 > f_9 > f_{11} > f_5 > f_8 > f_3$ 。个性化需求识别能力  $f_2$  不仅占据了影响度最大的位置，被影响度也最大。这说明个性化需求识别能力不仅对社群化制造价值共创其他因素具有显著的影响，同时它自身也极易受到多种因素的影响，因此，小米要做好个性化管理。

通过表 5 可以看出：a. 服务质量  $f_{11}$  对个性化需求识别能力  $f_2$  的影响最大，高质量的服务能够显著提升客户的信任感和归属感，满意的客户更愿意与企业分享他们的需求和偏好。b. 关键技术支持能力  $f_7$  对资源整合效率  $f_8$  和资源转化效率  $f_9$  具有重要影响。小米利用先进的技术手段来优化

表 2 小米集团社群化制造价值共创量化指标

Tab.2 Quantitative indicators of value co-creation in SocialM of Xiaomi Corporation

| 因素                | 量化指标        | 量化指标解释                                           | 单位   | 数据来源               |
|-------------------|-------------|--------------------------------------------------|------|--------------------|
| 社群规模 $f_1$        | MIUI月活跃用户   | 小米的MIUI月活跃用户数量直接反映了其用户社群的规模和活跃度                  | 10万人 | 小米集团年报             |
| 个性化需求识别能力 $f_2$   | 要素满意度       | 根据产品、服务、品牌形象要素表现的评价计算的满意度,直接反映了小米对于用户个性化需求识别的能力  | —    | Chnbrand的中国顾客满意度指数 |
| 激励机制 $f_3$        | 以股份为基础的薪酬   | 以股份为基础的薪酬旨在激励员工为公司的长期发展和价值创造做出贡献                 | 千元   | 小米集团年报             |
| 协同创造能力 $f_4$      | 智能手机收入      | 智能手机产品作为小米的核心业务,销售收入增长源于小米的协同创造能力                | 亿元   | 小米集团年报             |
| 顾客忠诚度 $f_5$       | 顾客忠诚度       | 顾客忠诚度                                            | —    | Chnbrand的中国顾客满意度指数 |
| 制造资源数量 $f_6$      | 生态链企业数量     | 生态链企业的加入可以促进更多制造资源的共享                            | 个    | 小米集团年报及网络整理        |
| 关键技术支持能力 $f_7$    | 研发费用占营业收入比重 | 研发费用占营业收入比重高,意味着小米有更多的资金用于新技术的研发,从而不断提升自身的技术支持能力 | —    | 小米集团年报             |
| 资源整合效率 $f_8$      | 存货周转率       | 存货周转率的高低可以反映出企业资源的优化配置及整合效率                      | —    | 小米集团年报及中商产业研究院     |
| 资源转化效率 $f_9$      | 生产成本效益比     | 生产成本效益比是衡量投入与产出之间关系的重要指标,是资源转化为价值的重要体现           | —    | 小米集团年报             |
| 价值共创超额收益 $f_{10}$ | 销售毛利率       | 销售毛利率反映了小米的盈利能力,是与其他利益相关者价值共创获得超额收益的重要体现         | —    | 小米集团年报             |
| 服务质量 $f_{11}$     | 中国顾客满意度指数   | 中国顾客满意度指数反映顾客对服务质量的期望,企业根据顾客反馈进行服务创新,不断提升服务质量    | —    | Chnbrand的中国顾客满意度指数 |

表 3 小米集团 2015—2023 年社群化制造价值共创影响因素数据

Tab.3 Data on the influencing factors of value co-creation in SocialM of Xiaomi Corporation from 2015 to 2023

| 因素       | 2015    | 2016    | 2017    | 2018     | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    | 2023    |
|----------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $f_1$    | 1120    | 1350    | 1710    | 2421     | 3096    | 3963    | 5089    | 5821    | 6412    |
| $f_2$    | 61.6    | 66.2    | 69.7    | 66.8     | 71.4    | 74.5    | 80      | 82.9    | 73.1    |
| $f_3$    | 690000  | 871000  | 909155  | 12380668 | 2201722 | 2328319 | 2035569 | 2497358 | 3378670 |
| $f_4$    | 537.15  | 487.64  | 805.64  | 1138     | 1221    | 1522    | 2089    | 1672    | 1575    |
| $f_5$    | 77.2    | 72.5    | 66.9    | 68.6     | 70.2    | 70.1    | 79.6    | 76.3    | 67.5    |
| $f_6$    | 50      | 77      | 89      | 100      | 290     | 310     | 330     | 400     | 430     |
| $f_7$    | 2.26%   | 3.07%   | 2.70%   | 3.30%    | 3.64%   | 3.76%   | 4.01%   | 5.72%   | 7.05%   |
| $f_8$    | 7.42    | 7.30    | 6.09    | 5.18     | 5.44    | 5.02    | 5.15    | 4.61    | 4.81    |
| $f_9$    | 1.04211 | 1.11848 | 1.15235 | 1.14531  | 1.16106 | 1.17575 | 1.21574 | 1.20466 | 1.26922 |
| $f_{10}$ | 4.04%   | 10.59%  | 13.22%  | 12.69%   | 13.87%  | 14.95%  | 17.75%  | 16.99%  | 21.21%  |
| $f_{11}$ | 68.2    | 72.4    | 71.2    | 68.5     | 72.8    | 74.5    | 80.6    | 83.1    | 73.2    |

表 4 客观 DEMATEL 中的直接影响矩阵

Tab.4 Direct influence matrix in objective DEMATEL

| 因素       | $f_1$   | $f_2$   | $f_3$   | $f_4$   | $f_5$   | $f_6$   | $f_7$   | $f_8$   | $f_9$   | $f_{10}$ | $f_{11}$ |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| $f_1$    | 0.00000 | 4.64589 | 2.16757 | 7.88497 | 4.00219 | 8.28797 | 7.18574 | 2.92256 | 4.39782 | 6.88767  | 4.37546  |
| $f_2$    | 4.38516 | 0.00000 | 2.06095 | 5.79276 | 9.59854 | 3.26375 | 7.07876 | 7.72193 | 9.83574 | 6.49004  | 9.93809  |
| $f_3$    | 1.60807 | 1.81044 | 0.00000 | 1.92196 | 1.78060 | 1.21217 | 1.79328 | 1.60757 | 1.87576 | 1.89423  | 1.78500  |
| $f_4$    | 7.94355 | 6.10269 | 2.36082 | 0.00000 | 5.30726 | 6.06332 | 6.65693 | 3.75312 | 5.68293 | 7.54109  | 5.72648  |
| $f_5$    | 3.68802 | 9.58253 | 1.93637 | 4.88972 | 0.00000 | 2.75735 | 6.17298 | 8.73977 | 9.63487 | 5.25032  | 9.81586  |
| $f_6$    | 8.34518 | 3.73662 | 1.85917 | 6.31801 | 3.24456 | 0.00000 | 5.51882 | 2.45125 | 3.53246 | 5.49678  | 3.53351  |
| $f_7$    | 6.99572 | 6.92550 | 2.27541 | 6.62953 | 6.06353 | 5.11141 | 0.00000 | 4.57200 | 6.84549 | 7.95542  | 6.63774  |
| $f_8$    | 2.61168 | 7.65395 | 1.62075 | 3.34396 | 8.73424 | 2.02310 | 4.58106 | 0.00000 | 8.09012 | 3.83954  | 8.14990  |
| $f_9$    | 4.11263 | 9.83783 | 2.07968 | 5.38606 | 9.63852 | 3.05183 | 6.93321 | 8.15826 | 0.00000 | 6.25668  | 9.86555  |
| $f_{10}$ | 6.63776 | 6.97238 | 2.31458 | 7.40299 | 5.92232 | 5.03646 | 8.07303 | 4.48752 | 6.80757 | 0.00000  | 6.58135  |
| $f_{11}$ | 4.08607 | 9.93716 | 2.00249 | 5.36974 | 9.82068 | 3.05259 | 6.77924 | 8.18209 | 9.86606 | 6.03542  | 0.00000  |

表 5 客观 DEMATEL 中的综合影响矩阵

Tab.5 Total influence matrix in objective DEMATEL

| 因素       | $f_1$    | $f_2$    | $f_3$    | $f_4$    | $f_5$    | $f_6$    | $f_7$    | $f_8$    | $f_9$    | $f_{10}$ | $f_{11}$ |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| $f_1$    | 0.399 82 | 0.604 28 | 0.197 68 | 0.541 84 | 0.574 38 | 0.432 18 | 0.581 16 | 0.477 18 | 0.596 58 | 0.553 50 | 0.595 58 |
| $f_2$    | 0.563 03 | 0.711 48 | 0.243 60 | 0.634 96 | 0.811 16 | 0.449 37 | 0.719 47 | 0.681 46 | 0.834 31 | 0.677 99 | 0.835 00 |
| $f_3$    | 0.156 72 | 0.211 40 | 0.056 71 | 0.174 64 | 0.204 05 | 0.125 27 | 0.190 23 | 0.173 50 | 0.210 84 | 0.182 92 | 0.209 49 |
| $f_4$    | 0.538 22 | 0.675 23 | 0.215 30 | 0.475 22 | 0.642 28 | 0.431 22 | 0.619 37 | 0.531 93 | 0.665 38 | 0.602 81 | 0.665 19 |
| $f_5$    | 0.528 78 | 0.804 11 | 0.231 65 | 0.596 42 | 0.655 90 | 0.422 21 | 0.678 47 | 0.668 29 | 0.800 32 | 0.634 23 | 0.802 02 |
| $f_6$    | 0.449 35 | 0.508 87 | 0.168 01 | 0.456 00 | 0.484 04 | 0.273 76 | 0.486 19 | 0.403 13 | 0.502 34 | 0.465 51 | 0.501 73 |
| $f_7$    | 0.549 17 | 0.722 57 | 0.224 55 | 0.591 23 | 0.688 01 | 0.436 98 | 0.559 90 | 0.573 19 | 0.716 66 | 0.636 42 | 0.713 52 |
| $f_8$    | 0.433 61 | 0.668 69 | 0.193 17 | 0.487 49 | 0.662 25 | 0.347 09 | 0.558 71 | 0.462 18 | 0.670 27 | 0.521 60 | 0.670 74 |
| $f_9$    | 0.553 57 | 0.832 00 | 0.241 44 | 0.623 60 | 0.804 95 | 0.441 72 | 0.710 75 | 0.681 08 | 0.699 61 | 0.668 44 | 0.827 17 |
| $f_{10}$ | 0.546 71 | 0.725 13 | 0.225 75 | 0.602 34 | 0.688 22 | 0.437 38 | 0.669 06 | 0.573 65 | 0.718 19 | 0.532 58 | 0.714 82 |
| $f_{11}$ | 0.552 27 | 0.832 24 | 0.240 10 | 0.622 41 | 0.806 23 | 0.440 93 | 0.707 91 | 0.680 76 | 0.826 76 | 0.664 81 | 0.698 32 |

表 6 客观 DEMATEL 中的影响度、被影响度、中心度和原因度

Tab.6 Influence degree, influenced degree, centrality degree and cause degree in objective DEMATEL

| 因素    | $f_1$     | $f_2$     | $f_3$     | $f_4$     | $f_5$     | $f_6$    | $f_7$     | $f_8$     | $f_9$     | $f_{10}$  | $f_{11}$  |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 影响度   | 5.554 20  | 7.161 83  | 1.895 77  | 6.062 16  | 6.822 40  | 4.698 94 | 6.412 20  | 5.675 80  | 7.084 35  | 6.433 84  | 7.072 73  |
| 被影响度  | 5.271 28  | 7.296 00  | 2.237 95  | 5.806 14  | 7.021 48  | 4.238 14 | 6.481 22  | 5.906 34  | 7.241 27  | 6.140 80  | 7.233 59  |
| 中心度   | 10.825 48 | 14.457 83 | 4.133 72  | 11.868 29 | 13.843 88 | 8.937 07 | 12.893 42 | 11.582 15 | 14.325 62 | 12.574 65 | 14.306 32 |
| 原因度   | 0.282 91  | -0.134 18 | -0.342 18 | 0.256 02  | -0.199 09 | 0.460 80 | -0.069 02 | -0.230 54 | -0.156 92 | 0.293 04  | -0.160 86 |
| 中心度排名 | 9         | 1         | 11        | 7         | 4         | 10       | 5         | 8         | 2         | 6         | 3         |

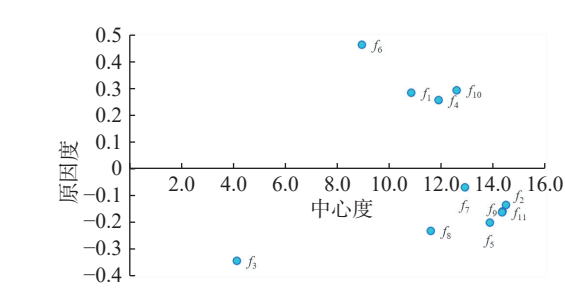


图 2 客观 DEMATEL 中的中心度-原因度图  
Fig.2 Cause-effect diagram in objective DEMATEL

资源整合流程，关键技术是小米持续创新的动力源泉，能够借此开发出更具竞争力的产品和服务，创造新的资源转化价值。c. 社群规模 $f_1$ 的中心度排名相对靠后，但它对个性化需求识别能力 $f_2$ 、关键技术支持能力 $f_7$ 有重要影响。小米利用社区深入探索客户的个性化需求，及时听取客户报告的技术问题，推动技术持续改进。同时，生态链企业提供的技术支持，都能更好地保证关键技术支持能力不断发展。

3.3 基于系统动力学的影响因素间影响路径分析  
3.3.1 因果回路图及主要反馈

本文构造的社群化制造价值共创系统反映社群化制造价值共创影响因素间的交互作用，为了更好地构建社群化制造价值共创的系统动力学模型，并确定系统边界，先作出如下假设：

假设 1 为了模型的简洁性，只考虑本文确定的影响因素对社群化制造价值共创的影响；

假设 2 暂不考虑外界突发因素以及宏观政策法律环境对社群化制造价值共创的影响。

基于客观 DEMATEL 方法得到的影响因素之间的关联关系，可以得出：社群规模会直接影响制造资源数量和个性化需求识别能力；资源整合效率会受到制造资源数量、个性化需求识别能力和关键技术支持能力的影响，进而影响协同创造能力，再到资源转化效率，最终表现为价值共创超额收益的变化；价值共创超额收益又会进一步影响小米对于服务质量的重视程度，进而影响顾客忠诚度，与社群规模紧密关联。具体分析如下：

a. 社群规模的提高提升个性化需求识别能力，并制造资源数量。小米在成立初期就吸引了大量“米粉”，用户规模的扩大有助于小米更加深入地挖掘用户的个性化需求，生态链企业的加入也促进更多制造资源的累积。

b. 关键技术支持能力作用于资源整合效率和个性化需求识别能力。关键技术支持能力的提高不仅能够让小米实现资源的优化配置，而且还有助于精准识别个性化需求。个性化需求识别能力的提高可以让小米精准分配资源，并创新利用资源。

c. 资源整合为协同创造奠定坚实基础。小米通过整合来自集团内部和生态链企业的资源，开发出更具竞争力的产品和服务。有效的资源整合可以增强价值共创多元主体之间的协同性和互补性，从而促进整体价值创造活动的开展。

d. 协同创造能力作用于资源转化效率，影响价值共创超额收益。小米社群化制造价值共创多元利益主体通过合作和协同，实现将整合后的资源转化为具体的产品、服务或价值，价值共创超额收益是资源转化的直接体现。

e. 价值共创超额收益反哺服务质量。小米通过价值共创实现的超额收益，使其能够投入更多资源用于提升服务质量。优质的服务能够增强顾客对品牌的忠诚度，忠诚的顾客会产生口碑效应，吸引更多的人加入到小米社群。

基于上述分析，本文构建的社群化制造价值共创系统因果回路图如图3所示，都是正反馈回路。具体路径如下：a. 激励机制→关键技术支持能力→资源整合效率→协同创造能力→资源转化效率→价值共创超额收益；b. 激励机制→关键技术支持能力→个性化需求识别能力→资源整合效率→协同创造能力→资源转化效率→价值共创超额收益；c. 社群规模→个性化需求识别能力→资源整合效率→协同创造能力→资源转化效率→价值共创超额收益；d. 社群规模→制造资源数量→资源整合效率→协同创造能力→资源转化效率→价值共创超额收益；e. 价值共创超额收益→服务质量→顾客忠诚度→社群规模。

本文选取小米价值共创中关键技术和制造资源驱动的两条主要路径：激励机制→关键技术支持能力→资源整合效率→协同创造能力→资源转化效率→价值共创超额收益(路径1)；社群规模→制造资源数量→资源整合效率→协同创造能力→资源转化效率→价值共创超额收益(路径2)，对其

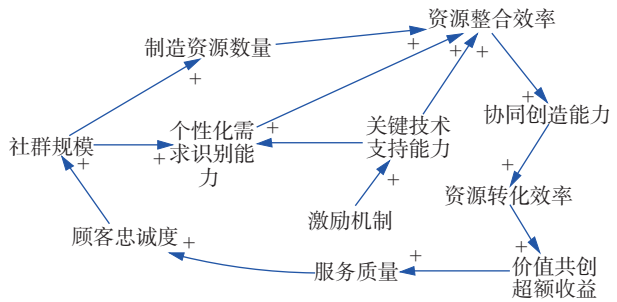


图3 社群化制造价值共创系统因果回路图  
Fig.3 Causal loop diagram of value co-creation system in SocialM

关联性、差异性和具体路径场景进行详细分析。

a. 关联性。两条路径最终均指向资源整合效率→协同创造能力→资源转化效率→价值共创超额收益，其本质是通过优化资源配置，提升协作能力和加速资源价值转化，实现价值共创收益最大化。无论是关键技术还是制造资源，最终需通过高效整合实现协同。

b. 差异性。关键技术提供协作工具，社群提供协作主体，二者共同增强协同创新能力。路径1侧重技术密集型资源，强调资源整合的质量与效率。路径2侧重分散的制造资源，强调资源整合的规模与多样性。

c. 具体路径场景。

路径1 小米设立了“百万美金技术大奖”来奖励技术创新突出的团队，激发了员工的创新动力和参与度，为技术创新提供了源源不断的动力。用户创意通过技术平台实现快速标准化处理，显著提升了生态系统的资源整合能力。基于统一的技术架构，小米高效整合跨领域资源，促进了生态链企业间的协同创新。这种深度融合的协作模式大幅提高了创意转化效率，使产品快速响应用户需求，最终实现了价值共创的超额收益。

路径2 小米依托数亿规模的活跃用户社群，构建起独特的制造资源池。通过米粉社区和开发者平台的持续运营，小米沉淀了海量用户创意、使用场景数据和专业开发者资源，这些分散的创新要素通过统一的数字化平台被高效整合。高效的资源整合机制使多主体协作能力得到大幅提升，进而使研发周期大幅缩短，加速产品迭代，最终形成了显著的价值创造优势。

3.3.2 存量流量图及主要方程设定

在社群化制造价值共创系统因果回路图的基础上，确定变量属性，设置变量方程式，绘制社

群化制造价值共创系统的存量流量图，如图4所示。

制造资源数量和社群规模反映了社群化制造价值共创的整体规模，价值共创超额收益表示社群化制造价值共创的整体效果，这3个因素都具

有累积效应，选择它们作为模型中的存量变量。模型还包括3个速率变量：社群规模增加值、制造资源增加值、价值共创超额收益增加值，以及其他辅助变量。

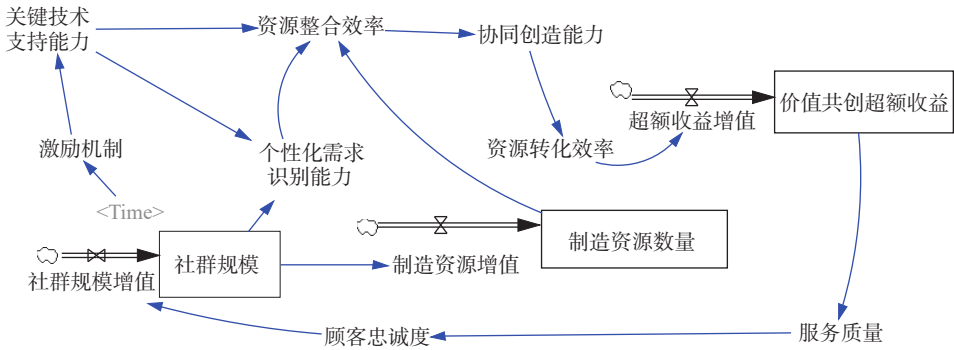


图4 社群化制造价值共创系统存量流量图

Fig.4 Stock-flow diagram of value co-creation system in SocialM

本文构建的系统动力学模型重点在于研究系统内部的反馈结构，关键在于是否能够正确反映系统的主要特征和行为模式。然而，当系统存在众多影响因素时，系统行为模式对大多数参数并不敏感，模型参数的设置无需特别高的精度<sup>[34]</sup>。本文根据小米社群化制造价值共创影响因素的客观数据和 Vensim 软件仿真调试，对社群化制造价值共创系统的参数进行设置，社群化制造价值共创模型中关键变量的计算公式如下：

$$f_{10} = \text{INTEG}(\Delta f_{10}, 0.149\ 5)$$
$$f_2 = f_1/250 + 1\ 500f_7$$
$$f_4 = \frac{2\ 000}{3} \exp\left(\frac{1}{4}(f_8)\right)$$
$$f_9 = \ln\left(\frac{2\ 000}{3}f_4\right)$$
$$f_{11} = \frac{29}{10} \ln(10^{13}f_{10})$$
$$\Delta f_{10} = \frac{2}{50} \ln\left(\frac{2}{3} \exp(f_9)\right)$$

式中，INTEG()表示系统动力学中的积分函数。

3.4 基于 Vensim 仿真的影响因素对社群化制造价值共创系统的影响程度分析

3.4.1 有效性检验

模型结构、方程式都是根据小米社群化制造价值共创特征、实际数据和专家意见来确定的，与实际情况相符，并通过了直观检验。设置3种仿真步长：1、0.5、0.25，观察价值共创超额收益的结

果。如图5所示，当仿真步长改变时，价值共创超额收益的结果基本不发生变化，说明系统行为稳定，通过了运行检验。价值共创超额收益的仿真值也与实际数据趋势相似，通过了历史检验。综上，本文构造的系统动力学模型通过了有效性检验。

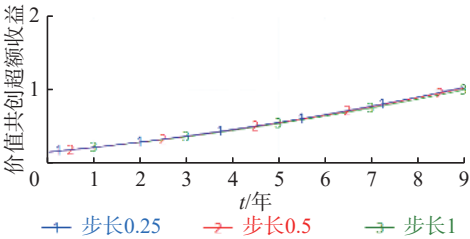


图5 模型有效性检验结果

Fig.5 Results of model validity test

3.4.2 初始仿真

将模型初始时间设置为0，最终时间设置为9，步长设置为1。利用 Vensim 软件对除了激励机制以外的其余影响因素进行仿真模拟，仿真初始结果如图6所示。仿真结果表明，在既定参数下，随着时间的推移，社群规模一直大幅增长，个性化需求识别能力和制造资源数量也随着社群规模的扩大持续增长。随着激励机制水平的提升，关键技术支持能力也在不断增强。资源转化效率的总体增长速度比较平缓。协同创造能力、价值共创超额收益一直在上升，且增长速度越来越快。

在社群化制造价值共识阶段(0~2年)，小米借助发烧友社区积攒了大量“米粉”，用户的直

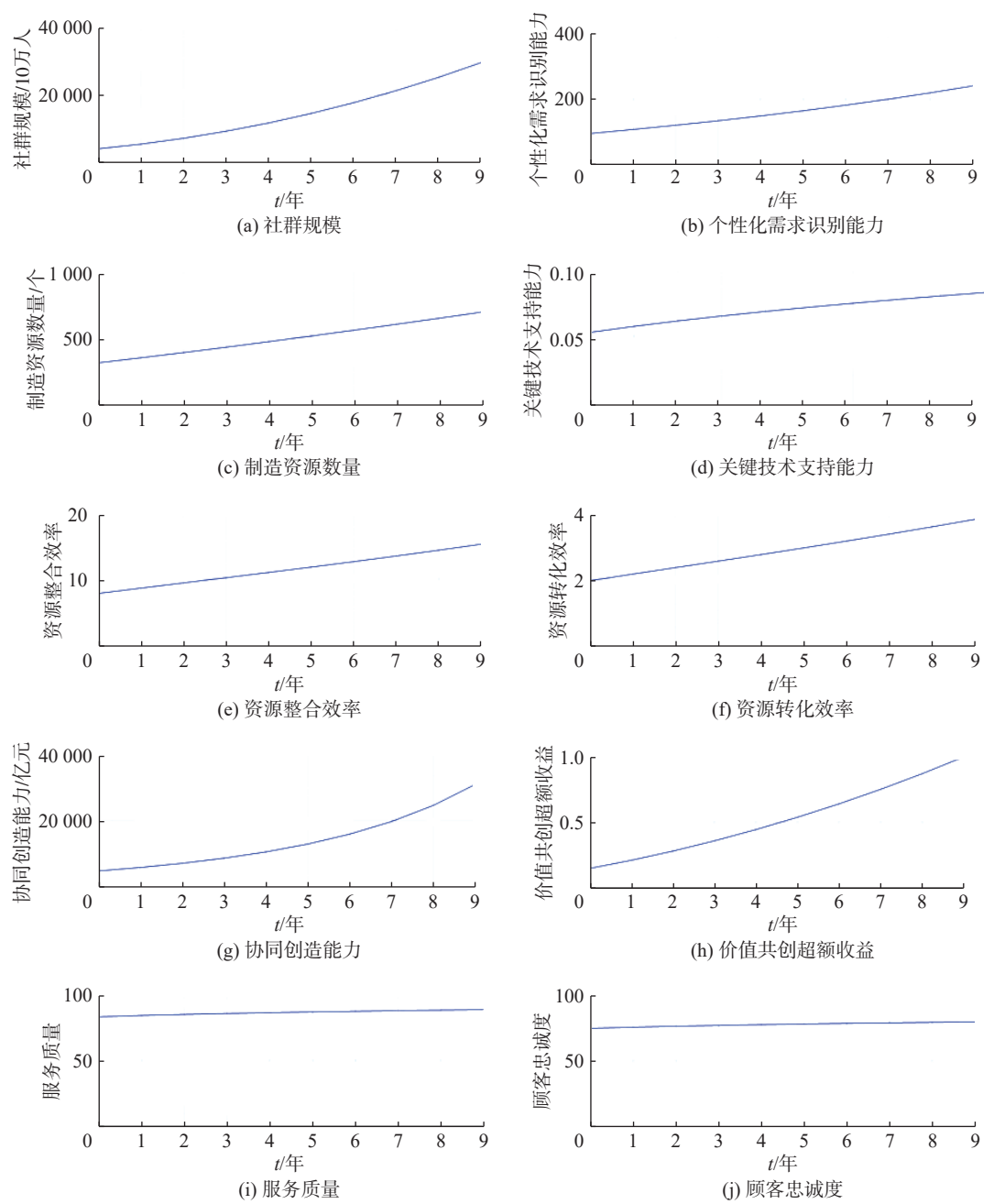


图 6 仿真结果

Fig.6 Simulation results

接参与让小米的个性化需求识别能力得到提高，但其他方面还相对薄弱。此时，价值共创超额收益的增加主要取决于社群规模和个性化需求识别能力。

在社群化制造价值共享阶段(2~4年)，随着社群规模的增长和社群文化的形成，小米进入了价值共享阶段。小米设置激励机制来吸引人才并激发他们的创新活力；小米与生态链企业共享各种关键资源，制造资源数量迅速上升；在技术研发方面展开深度合作，推动技术创新。此时价值

共创超额收益的增加主要取决于制造资源数量、激励机制和关键技术支持能力。

在社群化制造价值共生阶段(4~7年)，随着小米的个性化需求识别能力和关键技术支持能力逐步提升，推动资源整合效率也越来越高，各利益相关主体的协同创造能力也在稳步增进，共同推动了价值共创超额收益的增加。此时，价值共创超额收益的增加主要取决于资源整合效率和协同创造能力。

在社群化制造价值共赢阶段(7~9年)，资源

转化效率促进了价值共创超额收益的进一步增长。获取的超额收益让企业加大对于服务质量提升的投入，提升顾客忠诚度，从而扩大小米社群规模。此时，价值共创超额收益的增加主要取决于资源转化效率、服务质量和顾客忠诚度。

3.4.3 控制变量仿真实验

为了深入分析各阶段影响因素对社群化制造价值共创系统的影响程度，根据客观 DEMATEL 得到的影响因素中心度排名，主要选取各阶段排名靠前的因素进行控制变量仿真实验，包括个性化需求识别能力、关键技术支持能力、协同创造能力、资源转化效率、服务质量。

a. 调整个性化需求识别能力(价值共识阶段)

保持其他因素不变，将个性化需求识别能力分别降低和提高 20%，得到仿真图像，如图 7 所示。图 7(a) 价值共创超额收益的 3 条曲线重叠部分较多，表明对于价值共创超额收益而言，仅仅依靠个性化需求识别能力的提高是不够的。除了识别用户的个性化需求，更重要的是要通过多主体间的协同创新来实现个性化需求，为用户提供特色产品和优质服务。图 7(b) 资源整合效率的 3 条曲线重叠部分较少，说明随着个性化需求识别能力的提升，资源整合得以敏捷响应，进而高效优化社群化制造价值共创系统的资源配置。

b. 调整关键技术支持能力(价值共享阶段)

保持其他因素不变，将关键技术支持能力分

别降低和提高 20%，得到仿真图像，如图 8 所示。图 8(a) 中曲线的变化程度非常明显，表明关键技术支持能力对资源整合效率的影响程度很大。图 8(b) 价值共创超额收益的 3 条曲线重叠部分较少，说明关键技术支持能力对小米价值共创超额收益具有重要影响。在价值共享阶段，企业要密切关注自身的关键技术支持能力，并对生态链企业的关键技术进行评估，提高社群化制造价值共创系统的整体技术水平，帮助企业更加高效地进行资源整合。

c. 调整协同创造能力(价值共生阶段)

保持其他因素不变，将协同创造能力分别降低和提高 20%，得到仿真图像，如图 9 所示。显然，协同创造能力提高对价值共创超额收益、资源转化效率具有正向的促进作用。观察图 9(a) 和 (b) 中的图像，3 条曲线间重叠部分较少，说明协同创造能力的提升对于资源转化效率和价值共创超额收益的正向促进作用是显著的。价值共生阶段，企业要重视和社群化制造价值共创利益相关者的协同创造，围绕整合后的资源进行互动，提高社群化制造价值共创系统的整体创新水平，直接影响价值共赢阶段的资源转化，进而影响价值共创超额收益。

d. 调整资源转化效率(价值共赢阶段)

保持其他因素不变，将资源转化效率分别降低和提高 20%，得到仿真图像，如图 10 所示。

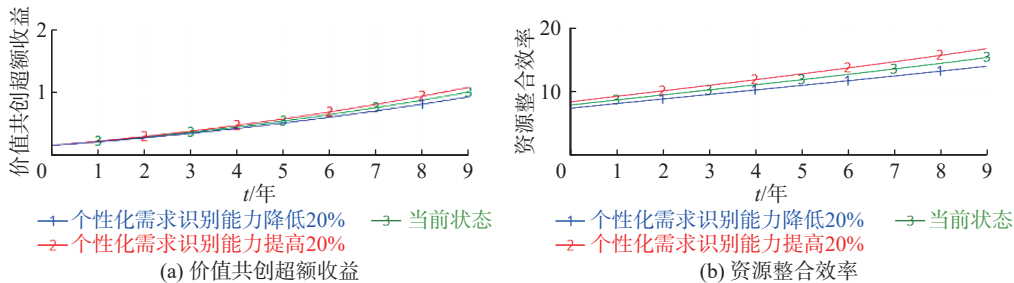


图 7 个性化需求识别能力控制变量仿真结果

Fig.7 Simulation results of control variables for identification capability of personalized requirements

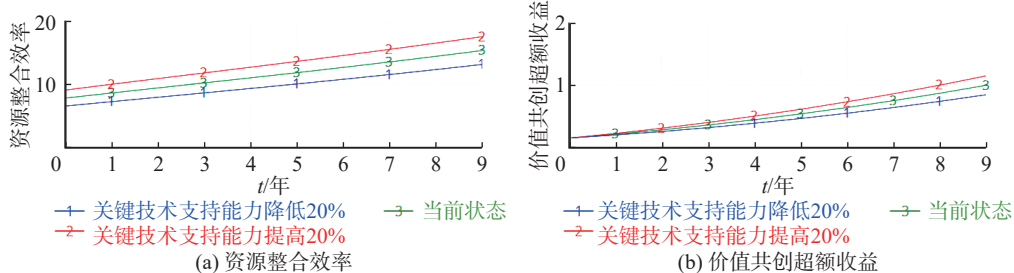


图 8 关键技术支持能力控制变量仿真结果

Fig.8 Simulation results of control variables for supporting capability of key technologies

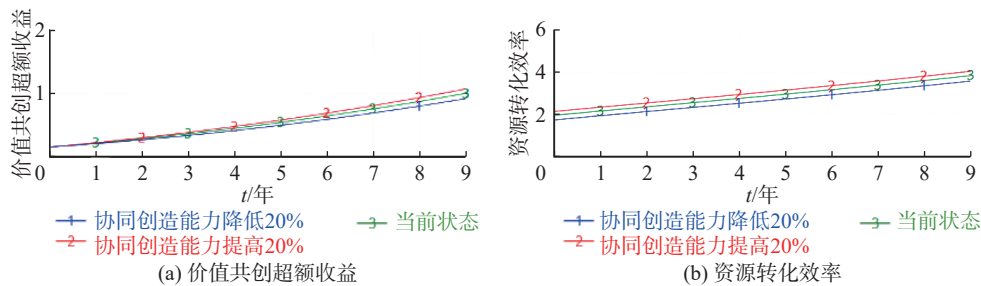


图9 协同创造能力控制变量仿真结果

Fig.9 Simulation results of control variables for collaborative creation capability

图10(a)价值共创超额收益的3条曲线之间的重叠很少，说明资源转化效率的提高对价值共创超额收益具有明显的正向促进作用。图10(b)说明资源转化效率的提高会促进协同创造能力的提升，高效的资源转化可以缩短协同创造试错的时间，加快产品研发和服务响应的速度。价值共赢阶段，企业要高度重视制造资源能否转化为实际价值，注重资源要素高效转化与价值共创主体创新协同的耦合。

e. 调整服务质量(价值共赢阶段)  
保持其他因素不变，将服务质量分别降低和

提高20%，得到仿真图像，如图11所示。显然，服务质量提高对于价值共创超额收益具有明显的促进作用。服务质量对于顾客忠诚度的提升也具有一定的影响，但总体来说顾客忠诚度变化没有价值共创超额收益变化明显。除了服务质量对顾客忠诚度的影响，真正能吸引住顾客的还是小米的独特产品和小米的品牌形象等。价值共赢阶段，企业持续改善服务质量，维护好同顾客的紧密联系，增强顾客的归属感，让顾客愿意长期参与到社群化制造价值共创活动中，促进社群化制造价值共创系统的长远发展。

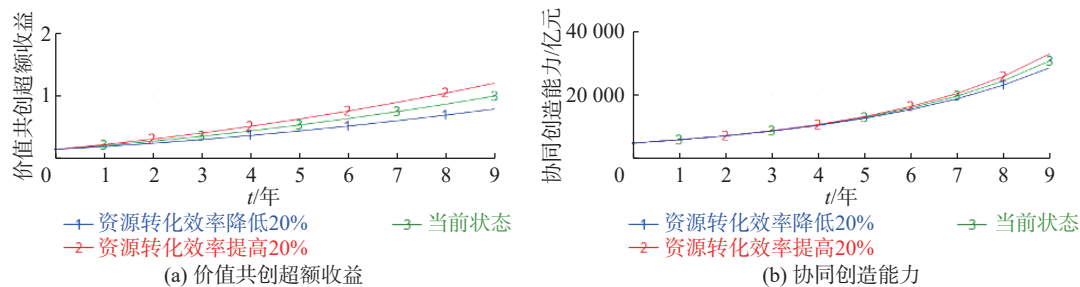


图10 资源转化效率控制变量仿真结果

Fig.10 Simulation results of control variables for resource conversion efficiency

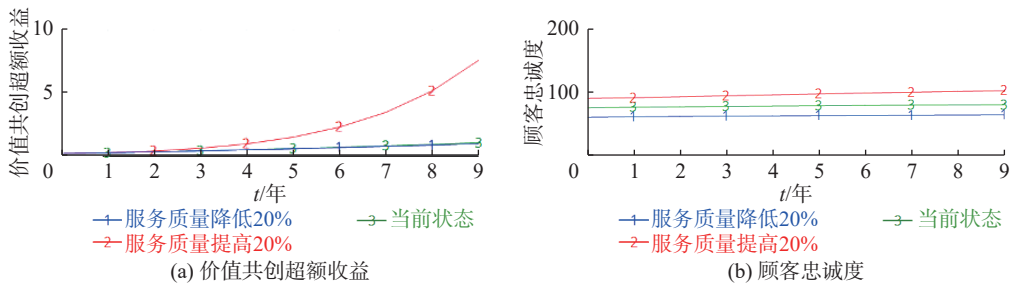


图11 服务质量控制变量仿真结果

Fig.11 Simulation results of control variables for service quality

综上，价值共识阶段企业要通过庞大的社群密切关注用户的个性化需求；价值共享阶段要注重企业自身的关键技术，并利用好生态链企业的相关技术，提高整个社群化制造价值共创系统的

技术水平；价值共生阶段要不断提高同生态链企业和用户之间的协同创造能力，开发符合用户需求和具有市场竞争力的特色产品；价值共赢阶段快速将制造资源转化带来实际的价值，同时要注重

重提高服务质量，维护好同社群化制造价值共创主体的长期合作关系。

4 结论和启示

4.1 研究结论

本文从社群化制造价值共创系统的4阶段出发，识别了影响社群化制造价值共创的因素。通过客观 DEMATEL 方法研究了影响因素之间的关联关系，并据此绘制因果回路图和存量流量图，对因素之间的影响路径进行了分析。后续对影响因素进行仿真分析，通过控制变量仿真实验探究客观 DEMATEL 中心度排名靠前的因素对于社群化制造价值共创系统的影响程度。通过对小米社群化制造价值共创的案例分

析，得出以下结论：  
a. 从静态视角看，社群化制造价值共创影响因素中，中心度排名靠前的是个性化需求识别能力、资源转化效率、服务质量、顾客忠诚度、关键技术支持能力。

b. 通过因果回路图厘清了社群化制造价值共创影响因素间的影响路径，2条主要路径是：激励机制→关键技术支持能力→资源整合效率→协同创造能力→资源转化效率→价值共创超额收益；社群规模→制造资源数量→资源整合效率→协同创造能力→资源转化效率→价值共创超额收益。

c. 初始仿真结果表明，不同影响因素在不同阶段发挥的作用是不同的。在社群化制造价值共识阶段，价值共创超额收益的增加主要取决于社群规模和个性化需求识别能力；在社群化制造价值共享和价值共生阶段，生态链企业的加入促进了制造资源的共享，个性化需求识别能力和关键技术支持能力的逐步提升也促使资源整合效率越来越高，加快多个主体的协同创造，从而促进了价值共创超额收益的进一步增长；社群化制造价值共赢阶段，小米资源转化效率也越来越高，其他因素也在稳步增进，共同推动了价值共创超额收益的增加。

d. 动态控制变量仿真实验结果表明：个性化需求识别能力的提高能够促进社群化制造价值共创中资源的优化配置，但对价值共创超额收益的影响并不显著；关键技术支持能力主要是通过影响资源整合效率来影响社群化制造价值共创系统，对价值共创超额收益的影响也较为明显；协

同创造能力的提升可以有效提高资源转化效率 and 社群化制造价值共创的收益；资源转化效率和服务质量的提高对价值共创超额收益具有明显的促进作用。

4.2 研究贡献与管理启示

本文从企业社群化制造视角出发，基于价值共创理论，构建了一个融合客观 DEMATEL 与系统动力学的社群化制造价值共创影响因素分析模型。主要研究贡献如下：

a. 在理论层面，本文丰富了社群化制造研究的理论框架，考虑到价值共创中多因素交互，揭示了社群化制造价值共创影响因素间的关联关系、影响路径以及因素对社群化制造价值共创系统的影响程度。

b. 在方法论层面，引入 K-L 散度量化影响因素间非对称作用关系，提出数据驱动的客观 DEMATEL 方法，以分析社群化制造价值共创影响因素之间的关系。

c. 在实践层面，研究结果可帮助企业识别和优化社群化制造过程中的关键影响因素，提升其在多主体价值共创过程中的效果。

以上研究成果为社群化制造价值共创提供了如下的管理启示：

a. 个性化需求识别能力、资源转化效率、服务质量是关键要素，企业要始终坚持把客户需求放在第一位，高效利用资源，不断提升产品和服务体验。最终实现“精准需求满足-高效价值交付-口碑复购循环”的价值增长模式。

b. 企业可以通过激励机制推动关键技术支持能力，提升资源整合的精准性和动态性。通过扩大社群规模增加制造资源数量，提升资源整合的多样性和覆盖广度。

c. 企业在实施价值共创战略时，应当建立分阶段管理思维：既要针对不同阶段的特点制定差异化的共创目标，又要对各阶段的关键要素进行针对性优化。这种精细化运营策略不仅能够实现各阶段效果的最优化，还能通过各环节的协同耦合，推动价值共创整体效益的持续提升。

4.3 研究不足和展望

在实际经营活动中，影响社群化制造价值共创的因素众多，未来还可以进一步完善模型中的影响因素。对社群化制造价值共创影响因素进行客观量化时，量化指标的选取也会对结果产生一定的影响，未来可以考虑选取多层级指标，更加

精确地对影响因素进行客观量化。

#### 参考文献:

- [1] 江平宇, 杨茂林, 李卫东, 等. 集体智慧研究综述及其社群化制造应用探索 [J]. 中国机械工程, 2020, 31(15): 1852-1865.
- [2] 钟琦, 杨雪帆, 吴志樵. 平台生态系统价值共创的研究述评 [J]. 系统工程理论与实践, 2021, 41(2): 421-430.
- [3] JIANG P Y, LI P L. Shared factory: a new production node for social manufacturing in the context of sharing economy[J]. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 2020, 234(1/2): 285-294.
- [4] LI Y P, WU H Y, TAMIR T S, et al. An efficient product-customization framework based on multimodal data under the social manufacturing paradigm[J]. Machines, 2023, 11(2): 170.
- [5] XIONG G Y, HELO P, EKSTROM S, et al. A case study in social manufacturing: from social manufacturing to social value chain[J]. Machines, 2022, 10(11): 978.
- [6] 王晰巍, 毕樱瑛, 李玛莉. 基于混合研究方法的元宇宙平台用户价值共创行为影响因素研究 [J]. 情报学报, 2024, 43(9): 1015-1031.
- [7] 江瑶, 程婷华, 陈旭. 数字文化产业创新生态系统价值共创机制及路径研究 [J]. 科研管理, 2025, 46(1): 63-72.
- [8] 乔晗, 徐君如, 张硕. 基于系统动力学的社群电商价值创造影响效应研究 [J]. 系统工程理论与实践, 2023, 43(9): 2615-2631.
- [9] MENG Q L, HANG Y, CHEN X J, et al. Value co-creation mechanisms of multi-agent participation in crowdsourcing innovation: a grounded theory study[J]. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 2021, 41(4): 4995-5006.
- [10] 周文辉, 陈凌子, 邓伟, 等. 创业平台、创业者与消费者价值共创过程模型: 以小米为例 [J]. 管理评论, 2019, 31(4): 283-294.
- [11] 张峥, 高明明, 陈清生. 技术引进和自主研发对中国制造业企业创新绩效影响模拟 [J]. 上海理工大学学报, 2016, 38(5): 433-439, 448.
- [12] 简兆权, 令狐克睿, 李雷. 价值共创研究的演进与展望——从“顾客体验”到“服务生态系统”视角 [J]. 外国经济与管理, 2016, 38(9): 3-20.
- [13] PRAHALAD C K, RAMASWAMY V. Co-creation experiences: the next practice in value creation[J]. Journal of Interactive Marketing, 2004, 18(3): 5-14.
- [14] PAYNE A F, STORBACKA K, FROW P. Managing the co-creation of value[J]. Journal of the Academy of Marketing Science, 2008, 36(1): 83-96.
- [15] 刘晓丽, 王志勇. C2M 电商平台价值共创过程及升级演化机制分析 [J]. 财会月刊, 2020(22): 127-134.
- [16] 张毅, 贺欣萌. 数字赋能可以纾解公共服务均等化差距吗?——资源视角的社区公共服务价值共创案例 [J]. 中国行政管理, 2021(11): 131-137.
- [17] 江平宇, 史皓良, 杨茂林, 等. 面向工业互联网的社群化制造模式及 3D 打印测试床研发 [J]. 中国科学: 技术科学, 2022, 52(1): 88-103.
- [18] 袁启刚, 温科. 创新生态开放共享关系演化博弈与动态仿真研究 [J]. 河海大学学报 (哲学社会科学版), 2022, 24(1): 100-108.
- [19] 范敏敏. 数字化视角下 C 平台多主体价值共创行为与策略研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2023.
- [20] ZHANG T T, LU C, TORRES E, et al. Value co-creation and technological progression: a critical review[J]. European Business Review, 2020, 32(4): 687-707.
- [21] 简兆权, 谭艳霞, 刘念. 数字化驱动下智慧医疗服务平台价值共创的演化过程——基于服务生态系统和知识整合视角的案例研究 [J]. 管理评论, 2022, 34(12): 322-339.
- [22] CARIDA' A, COLURCIO M, EDVARDSSON B, et al. Creating harmony through a plethora of interests, resources and actors: the challenging task of orchestrating the service ecosystem[J]. Journal of Service Theory and Practice, 2022, 32(4): 477-504.
- [23] LING E S W, CHUA B L, HAN H. In search of a reciprocal relationship in dessert cafés: linking customer perceived innovativeness to value co-creation behavior[J]. Humanities and Social Sciences Communications, 2023, 10(1): 897.
- [24] RATNASARI R T, GUNAWAN S, MAWARDI I, et al. Emotional experience on behavioral intention for halal tourism[J]. Journal of Islamic Marketing, 2021, 12(4): 864-881.
- [25] WORATSCHEK H, HORBEL C, POPP B. Determining customer satisfaction and loyalty from a value co-creation perspective[J]. The Service Industries Journal, 2020, 40(11/12): 777-799.
- [26] 董微微, 蔡玉胜, 陈阳阳. 数据驱动视角下创新生态系统价值共创行为演化博弈分析 [J]. 工业技术经济, 2021, 40(12): 148-155.
- [27] ZHANG L, CHEN F W, XIA S M, et al. Value co-creation and appropriation of platform-based alliances in cooperative advertising[J]. Industrial Marketing Management, 2021, 96: 213-225.
- [28] AKAKA M A, VARGO S L. Technology as an operant resource in service (eco)systems[J]. Information Systems and e-Business Management, 2014, 12(3): 367-384.
- [29] 邹小红, 陈金龙. 共享供应链平台价值共创行为演化博弈研究 [J]. 哈尔滨商业大学学报 (社会科学版), 2021(5): 96-111.

[30] ABROR A, PATRISIA D, ENGRIANI Y, et al. Antecedents of Muslim tourist loyalty: the role of Islamic religiosity and tourist value co-creation[J]. *Cogent Business & Management*, 2023, 10(2): 2247871.

[31] COVER T M, THOMAS J A. Elements of information theory[M]. 2nd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc. , 2006.

[32] SUN Y H, HUANG Z H, CHI F D. Analysis of systemic factors affecting carbon reduction in Chinese energy-intensive industries: a dual-driven DEMATEL model[J]. *Energy*, 2023, 285: 129319.

[33] 张语轩, 耿秀丽, 潘飞. 基于多源数据的智慧养老服务供需匹配研究 [J]. 上海理工大学学报, 2024, 46(2): 214–224.

[34] 李勇建, 李佳佳, 孙晓晨, 等. 基于系统动力学的 “制造链+平台” 双模式价值共创实现动因研究 [J]. 系统工程理论与实践, 2023, 43(12): 3549–3569.

(编辑: 丁红艺)



(上接第 363 页)

[27] 何建洪, 李林, 朱浩, 等. 新兴技术创新生态系统中主体共生演化分析 [J]. *中国软科学*, 2024(1): 186–200.

[28] 曹全垚, 肖忠东. 碳交易下考虑产业共生的制造商减排行为演化博弈分析 [J]. *系统工程*, 2023, 41(4): 22–28.

[29] NIIYAMA T, FURUHATA G, UCHIDA A, et al. Lotka-Volterra competition mechanism embedded in a decision-making method[J]. *Journal of the Physical Society of Japan*, 2020, 89(1): 014801.

[30] HUANG A, WENG P. Traveling wavefronts for a Lotka-Volterra system of type- $K$  with delays[J]. *Nonlinear Analysis: Real World Applications*, 2013, 14(2): 1114–1129.

[31] LUTHRA S, MANGLA S K. Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies[J]. *Process Safety and Environmental Protection*, 2018, 117: 168–179.

[32] FANG G C, LU L X, TIAN L X, et al. Can China achieve the Energy-saving and emission reducing objectives during the “ 13th Five-Year-Plan” ? — — a systematic evolutionary analysis[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 262: 121256.

[33] ADNER R, KAPOOR R. Innovation ecosystems and the pace of substitution: Re-examining technology S-curves[J]. *Strategic Management Journal*, 2016, 37(4): 625–648.

[34] MODIS T. Technological forecasting at the stock market[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 1999, 62(3): 173–202.

(编辑: 丁红艺)