

制造商数字化转型

——基于供应链视角

张莹

上海工程技术大学, 上海

收稿日期: 2022年7月17日; 录用日期: 2022年8月11日; 发布日期: 2022年8月22日

摘要

数字经济的迅速发展, 使制造业竞争更加激烈, 数字化转型已经成为每个制造商提高竞争力、维持可持续发展必不可少的策略。本文基于豪泰林模型, 采用博弈论的分析方法, 通过逆向归纳, 得出制造商数字化转型不仅能够满足客户的低价格要求, 还能扩大市场份额。并总结了制造商可以通过与零售商建立数据共享平台, 实现供应链协同推进数字化转型, 可以利用工业互联网平台打造自身数字化转型策略以及引进和培养数字化人才、整合ERP系统的方式实现数字化转型。

关键词

制造商, 数字化转型, 博弈, 供应链

Digital Transformation of Manufacturers

—From the Perspective of Supply Chain

Ying Zhang

Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Jul. 17th, 2022; accepted: Aug. 11th, 2022; published: Aug. 22nd, 2022

Abstract

With the rapid development of digital economy, the competition in manufacturing industry has become more intense. Digital transformation has become an indispensable strategy for every manufacturer to improve competitiveness and maintain sustainable development. Using Hotelling model and game theory analysis method, this paper concludes that digital transformation of manufacturers can not only meet customers' low price requirements, but also expand market share through backward induction. It also concludes that manufacturers can establish a data sharing

platform with retailers to realize the coordinated digital transformation of supply chain. They can use industrial Internet platform to build their own digital transformation strategy, introduce and train digital talents, and integrate ERP system to realize digital transformation.

Keywords

Manufacturer, Digital Transformation, Game, Supply Chain

Copyright © 2022 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

制造业是国家之本，是强国之基，是国家经济的命脉。制造业为其他产业提供了重要的物质基础，制造业是推动国家生产力发展的基础力量，制造业的发展水平也反映了一个国家的生产能力。

根据中国信息通信研究院发布的数据，虽然 2020 年我国受到疫情的严重冲击，但是数字经济的优势显得更加突出。2020 年数字经济规模 39.2 万亿元，占 GDP 的 38.6%。新冠病毒的突然袭击，阻碍了社会的正常运转，而数字技术却能缓解这种压力，从而激发了各行各业数字化转型的意愿，增加了数字化转型的需求。大数据、人工智能等数字技术的迅猛发展，推动了数字经济的兴起，数字化转型已成为获取竞争优势和企业差异化的途径，是拓宽企业发展空间的新策略。

随着全球经济市场的形成，“纵向一体化”经营模式的兴起以及国内产业分工的细化，再加上近年来供大于求，产品更新速度快，任何企业都不可能独立生存，都要和供应链上的其他主体合作，形成一个紧密协作的整体。从目前市场的大趋势来看，对供应链竞争的研究比企业间的竞争更有意义。

2. 文献回顾

随着数字经济的发展，越来越多的学者也开始对数字化转型展开各方面的研究。主要集中在定性分析数字化转型的效果和路径。

2.1. 数字化转型效果

何帆、刘红霞(2019)经过实证分析，认为数字化能够节约企业的成本。数字化能够降低信息不对称，减少企业的交易费用，在业务流程方面可以利用数字技术，突破传统的空间限制，降低业务流程中的匹配成本[1]。Ferreira (2019)通过多元统计分析，认为数字化转型能增强服务质量，增加市场份额[2]。戚聿东、肖旭(2020)从全景式视角强调了数字化背景下客户的重要性。认为数字化创新能够促进企业目标和治理结构以及内部管理模式的创新[3]。赵宸宇、王文春、李雪松(2021)认为除了上述几个方面之外，数字化转型还能通过优化人力资本结构来提高生产率[4]。张华、顾新(2022)从供应链竞争的视角，通过博弈论的方法，总结出制造商应该加快进行数字化转型进程[5]。

2.2. 数字化转型路径

Jin Jun (2020)识别了新产品战略、产品嵌入平台、定制化等数字化转型策略[6]。倪克金、刘修岩(2021)通过分析数字化对企业的作用机制，认为企业应该意识到数字化对企业的重要性，尤其是新冠疫情以及未来的不确定性给企业带来的冲击，企业应该分析自身的特点以及不足，定位自己未来的发展方向，在

业务流程、组织架构、文化等方面推进数字化并分阶段进行[7]。孟韬、赵非非、张冰超(2021)认为数字化不能仅停留在技术层面,要提高到企业的组织战略。进行数字化时要考虑潜在的组织能力[8]。焦豪、杨季枫等(2021)认为企业应该关注数字化背景下的商业机会,将数字资源和运营流程整合实现数字化转型[9]。安家骥、狄鹤、刘国亮(2022)基于组织变革的视角,提出制造业企业可以通过产业布局、研发部门的结构、生产销售的流程和人才四个方面的变革来推进数字化转型[10]。

既有的文献对数字化转型的效果和转型路径进行了深入分析,但大部分只是集中在整体的企业层面,而缺少基于供应链的视角对制造商的数字化转型进行探讨。本文主要考虑市场上有两条供应链,运用博弈论的方法分析制造商是否要进行数字化转型,并提出制造商数字化转型的建议。

3. 制造商数字化转型的博弈分析

本文考虑使用豪泰林模型刻画产品 i 的市场需求函数。与其他模型相比,豪泰林模型改变了以往商品完全同质的假设,引入了商品之间的差异性,即商品在空间位置上的差异,解决了“伯川德悖论”,与现实生活中消费者对商品的选择情况更接近。

豪泰林模型假定商品在物质性能上相同,商品差异主要体现在空间位置的不同;假定一个长度为 1 的城市,零售商在 $[0, 1]$ 区间的两端,消费者均匀分布在 $[0, 1]$ 之间;空间位置的差异会使消费者产生旅行成本,假定单位旅行成本为 t ;消费者都是理性的消费者,因此总成本低的商品才会更吸引消费者,即满足 $P_1 + tx = P_2 + t(1-x)$, 可以计算得到需求函数 $D_1 = x = \frac{P_2 - P_1 + t}{2t}$ 与 $D_2 = 1 - D_1$ [11]。

3.1. 问题描述与相关假设

本文假设市场中有两条供应链,如图 1 所示,每条供应链均由一个制造商 M_i , 一个零售商 R_i , 以及对应消费者组成。两个制造商生产产品 i , 产品的性能基本相同。制造商以 W_i 的价格出售给零售商 R_i , 零售商 R_i 以 P_i 的价格出售给消费者。

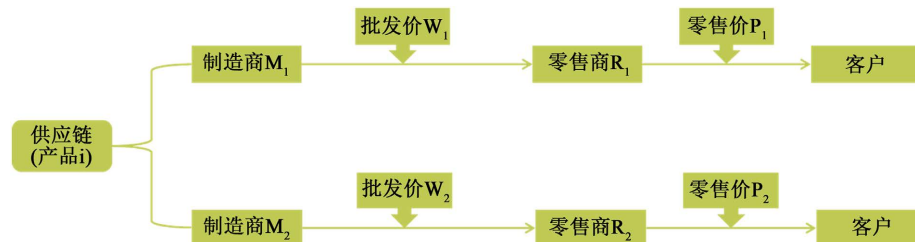


Figure 1. Basic supply chain diagram
图 1. 供应链基本图

制造商 M_i 可以选择放弃数字化转型仍然使用传统技术(T), 也可以选择数字化转型(D)。是否选择进行数字化转型最终将形成 4 种策略组合如表 1 所示。

Table 1. Strategic portfolio for digital transformation

表 1. 数字化转型的策略组合

	M_2	T	D
M_1	T	TT	TD
	D	DT	DD

通过豪泰林模型得到需求函数 $D_1 = x = \frac{P_2 - P_1 + t}{2t}$ 与 $D_2 = 1 - D_1$ 。由于制造商与零售商之间一次进货的商品数量比较大, 因此本文不考虑制造商与零售商之间由于距离产生的旅行成本。假定制造商采用传统技术的单位成本为 C , 若进行数字化转型, 则需要额外的总费用 $F_i(K_i) = Y_i K_i^2$, 但可以节约单位成本即对竞争对手造成的技术冲击为 αK_i , 进行数字化转型将对竞争对手产生技术溢出 βK_i ($0 < \beta < 1$) [12]。

基于豪泰林模型得到的需求函数以及上述相关的问题描述及假设, 得到制造商和零售商的利润函数如下:

$$\text{制造商的利润函数 } \pi_{M_i} = (W_i - C + \alpha K_i + \beta K_{3-i}) D_i - F_i$$

$$\text{零售商的利润函数 } \pi_{R_i} = (P_i - W_i) D_i$$

3.2. 均衡解

通过逆向归纳的方法求均衡解, 即零售商决定价格 P_i , 将零售商的利润函数分别对 P_1, P_2 求导得 P_1^* 、 P_2^* 。制造商决定价格 W_i , 将制造商的利润分别对 W_1, W_2 求导, 得 W_1^* 、 W_2^* 。制造商决定是否进行数字化转型 K_i 。计算得出均衡解。

① 不进行数字化, 最优解为:

$$P_1^{TT*} = \frac{36t + 9c}{9}, \quad P_2^{TT*} = \frac{36t + 9c}{9};$$

$$D_1^{TT*} = \frac{1}{2}, \quad D_2^{TT*} = \frac{1}{2};$$

$$W_1^{TT*} = \frac{9t + 3c}{3}, \quad W_2^{TT*} = \frac{9t + 3c}{3}$$

② 一方进行数字化转型(这里假设制造商 1 进行数字化转型), 最优解为:

$$P_1^{DT*} = \frac{36t + 9c - 5\alpha K_1 - 4\beta K_1}{9}, \quad P_2^{DT*} = \frac{36t + 9c - 5\beta K_1 - 4\alpha K_1}{9};$$

$$D_1^{DT*} = \frac{\alpha K_1 - \beta K_1 + 9t}{18t}, \quad D_2^{DT*} = \frac{\beta K_1 - \alpha K_1 + 9t}{18t};$$

$$W_1^{DT*} = \frac{9t + 3c - 2\alpha K_1 - \beta K_1}{3}, \quad W_2^{DT*} = \frac{9t + 3c - 2\beta K_1 - \alpha K_1}{3}$$

由 $P_1^{TT*} > P_1^{DT*}$ 、 $W_1^{TT*} > W_1^{DT*}$ 可得制造商数字化转型能够降低批发价格和零售商的零售价格。

由 $D_1^{TT*} < D_1^{DT*}$ 可得制造商数字化转型可以增加市场份额。

3.3. 结论

本文考虑两条供应链的制造商数字化转型的博弈, 研究发现, 制造商进行数字化转型能降低销售价格, 满足客户对低价格的期望。除此之外, 制造商进行数字化转型能够扩大市场份额, 推动整个供应链的发展。

4. 数字化转型策略

4.1. 供应链协同推进数字化转型

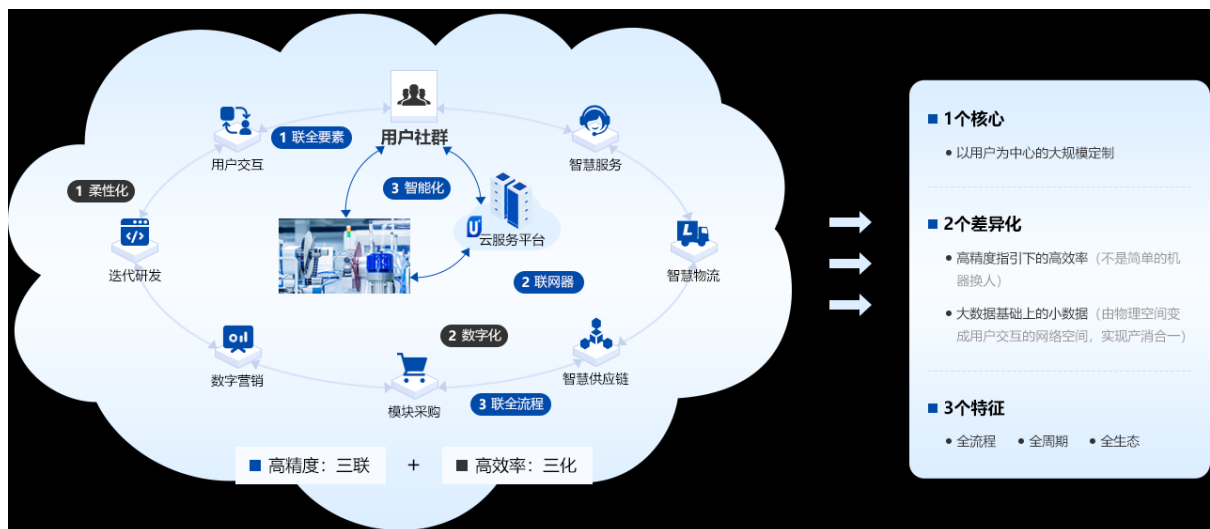
信息技术的发展, 使得市场环境变化更加不确定, 任何企业都不可能完全自给自足, 都要和供应链上的其他相关主体建立联系, 形成一个紧密协作、利益互通的整体。零售商作为直接与客户接触的对象,

能够积累到大量客户数据信息，通过对这些客户信息的分析整理，可以更全面的了解客户的购买习惯和消费倾向。作为制造商，可以与零售商合作，通过数字化技术，建立数据共享和沟通平台，制造商通过相关软件对客户数据信息进行深入分析。通过客户视角，优化业务，对客户进行个性化产品定制，满足客户对产品的高期望值，这种“以客户为中心”的个性化，不仅能够提高客户黏性，还能挖掘到潜在客户，赢得更多的客户信任，从而扩大市场份额。

4.2. 工业互联网平台打造个性化数字化转型策略

随着信息技术的发展，互联网已经延申到了制造领域，促进了工业互联网平台的迅速兴起，工业互联网将科技和制造联系起来，促进制造数字化、智能化。

例如，海尔的卡奥斯 COSMOPlat 工业互联网平台。卡奥斯成立于 2017 年，平台通过推进生产方式、生产模式、管理变革等为客户提供个性化的数字化转型策略。如图 2 可以看出，海尔的卡奥斯 COSMOPlat 通过联全要素、联网器、联全流程和柔性化、数字化、智能化实现高精度、高效率，打造柔性数字化智慧工厂，助力制造数字化。所以制造商可以寻找相关的工业互联网平台，打造自身的数字化转型策略。



(<https://im-portal.s.cosmoplat.com/>)

Figure 2. Intelligence of manufacturing

图 2. 制造智能化

4.3. 引进和培养数字化人才

数字化转型不可能只靠先进的数字技术，数字化人才是制造商进行数字化转型的动能。

从人才引进角度，制造商要与高校、科研机构等人才培养基地建立合作，沟通对人才的技能和素质要求，人才培养基地根据要求尽量调整课程体系，直接培养所需的数字化技术人才，制造商将人才组成具有创新的生产研发团队，打破传统的产品设计生产需要经过固定的流程和反复的研究，通过数字技术、云平台等迅速搜集并分析客户的需求和反馈，更准确地对产品进行测试，更新产品设计，简化研发流程。

从人才培养角度，制造商应该培养员工从数字化的角度思考问题，通过数字化工具解决问题。制定分批定期的数字化培养计划，对员工进行系统的数字化培养，从而在企业上下渲染数字化氛围，形成数字化文化。

4.4. 整合 ERP 系统

ERP 系统的出现是互联网快速发展的产物，是数字化转型的重要工具。ERP 系统是一个集成软件，能够整合企业内部的所有数据，对企业的人、财、物进行精准控制，实现企业一体化管理。制造商可以利用 ERP 系统，将 ERP 系统与智能生产系统集成，加强企业的管理，提升管理层的决策水平和产品生产效率。

5. 结束语

制造商数字化转型不仅能促进自身的企业成长和供应链的利益最大化，还关系到我国整体数字经济的发展以及制造业的水平。本文基于豪泰林模型，通过博弈论的逆向归纳法，发现制造商数字化转型能够降低产品的市场价格，满足客户需求，进一步扩大市场份额，推动整个供应链的利益最大化。在此基础上，本文提出制造商数字化转型的几点策略：第一，制造商要与零售商建立数据共享平台，满足客户个性化需求，协同推进供应链数字化转型。第二，制造商可以利用互联网工业平台，通过专业方法制定符合自己的数字化转型之路。第三，制造商要与人才培养机构合作，引进和培养数字化人才。第四，制造商可以将 ERP 系统与智能生产系统集成，加强企业的数字化管理。

参考文献

- [1] 何帆, 刘红霞. 数字经济视角下实体企业数字化变革的业绩提升效应评估[J]. 改革, 2019(4): 137-148.
- [2] Ferreira, J.J.M., Fernandes, C.I. and Ferreira, F.A.F. (2019) To Be or Not to Be Digital, That Is the Question: Firm Innovation and Performance. *Journal of Business Research*, **101**, 583-590. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.11.013>
- [3] 戚聿东, 肖旭. 数字经济时代的企业管理变革[J]. 管理世界, 2020, 36(6): 135-152+250.
- [4] 赵宸宇, 王文春, 李雪松. 数字化转型如何影响企业全要素生产率[J]. 财贸经济, 2021, 42(7): 114-129.
- [5] 张华, 顾新. 供应链竞争下制造商数字化转型的博弈均衡研究[J/OL]. 中国管理科学: 1-12. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2021.1572>, 2022-04-18.
- [6] Jin, J., Ma, L. and Ye, X.W. (2020) Digital Transformation Strategies for Existed Firms: From the Perspectives of Data Ownership and Key Value Propositions. *Asian Journal of Technology Innovation*, **28**, 77-93. <https://doi.org/10.1080/19761597.2019.1700384>
- [7] 倪克金, 刘修岩. 数字化转型与企业成长: 理论逻辑与中国实践[J]. 经济管理, 2021, 43(12): 79-97.
- [8] 孟韬, 赵非非, 张冰超. 企业转型、动态能力与商业模式调适[J]. 经济与管理, 2021, 35(4): 24-31.
- [9] 焦豪, 杨季枫, 王培暖, 李倩. 数据驱动的企业动态能力作用机制研究——基于数据全生命周期管理的数字化转型过程分析[J]. 中数字化国工业经济, 2021(11): 174-192.
- [10] 安家骥, 狄鹤, 刘国亮. 组织变革视角下制造业企业数字化转型的典型模式及路径[J]. 经济纵横, 2022(2): 54-59.
- [11] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海: 上海人民出版社, 上海三联书店, 2004.
- [12] 许恒, 张一林, 曹雨佳. 数字经济、技术溢出与动态竞合政策[J]. 管理世界, 2020, 36(11): 63-84. <https://doi.org/10.19744/j.cnki.11-1235/f.2020.0169>