科技创新

制造企业人数交互对供应链敏捷性的赋能机制

王雨秋，赵宏霞

（青岛科技大学经济与管理学院，青岛 266000）

摘要：基于人数交互赋能视角，以青岛啤酒为案例研究对象，采用探索性案例研究方法，探讨数字化背景下制造企业供应链敏捷性的实现机制。研究发现：青岛啤酒通过易读赋能、协商赋能和代理赋能，进而推动动态能力跃迁，从流程敏捷性、市场敏捷性、资源敏捷性3个维度实现供应链敏捷性。研究揭示了人数交互赋能供应链敏捷性的内在机理，为制造企业实现供应链敏捷性提升提供了理论与实践启示。

关键词：人数交互；供应链敏捷性；动态能力

中图分类号：C93-0 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)09－0033－11

经济全球化深化与数字化技术迭代重塑制造企业供应链竞争格局。消费者需求向个性化、场景化快速演进，供应链网络呈现多主体、跨地域特征，不确定性显著增加。传统静态供应链模式因响应滞后、协同壁垒高等问题，难以适配动态市场环境，供应链敏捷性成为企业构建竞争优势的核心抓手[1]。

数字化技术普及为供应链敏捷性提升提供新路径[2]，人数交互作为数字化转型的关键形态，通过数字技术搭建“人-人”“人-流程”协同网络，成为打破供应链协同壁垒的核心手段。青岛啤酒作为行业标杆企业，其数字化转型成效具有典型性。据《青岛啤酒2024年可持续发展报告》披露，该公司通过建设工业互联网“灯塔工厂”，实现生产效率提升60%，订单交付周期缩短50%；智慧供应链系统依托实时数据分析，使产品送达时间平均缩短7 d。上述实践现象表明，人数交互能够有效驱动供应链敏捷性提升，但二者之间的内在作用机理尚未得到系统性的理论阐释。

现有研究在相关领域仍存在3方面明显不足，难以充分解释制造企业人数交互赋能供应链敏捷性的核心逻辑。①理论视角局限，多数研究聚焦物联网、大数据等数字化技术的单向驱动，或仅关注资源敏捷性、流程敏捷性等单一维度[2]，缺乏对“技术-主体”融合的人数交互赋能维度的系统刻画，现有成果尚未将人数交互理论的三维框架与供应链敏捷性形成机制有效结合[3]；②传导机制缺失，关于人数交互如何通过中介变量影响供应链敏捷性的研究较为匮乏，特别是动态能力的中介作用未被充分探讨，而该能力作为衔接数据交互实践与业务效率提升的重要桥梁[4]，极有可能是二者间的核心传导路径，但现有研究尚未验证这一理论命题；③行业适配性不足，现有案例多集中于汽车、重工等资本密集型行业[3]，缺乏对食品饮料这类高时效性、短物流半径行业的针对性研究，相关研究的缺失导致理论成果的实践指导价值受限。

基于此，以青岛啤酒为案例，基于人数交互理论与动态能力理论的双重视角，采用探索性案例研究方法，系统阐释人数交互赋能供应链敏捷性的内在机制。

1 理论框架与文献述评

1.1 动态能力理论

动态能力理论是解析企业在动态环境中适配变化、构建竞争优势的关键理论，由Teece等[5]首次提出并将其界定为企业集成、构建与重新配置内外部资源的能力。在数字化转型推动数据成为核心生产要素的背景下，动态能力的价值进一步延伸，其不仅是企业整合资源、响应环境的核心能力，更逐渐成为衔接数据交互实践与业务效率提升的重

收稿日期：2025-10-17

基金项目：山东省自然科学基金(ZR2022MG041)

作者简介：王雨秋(2000—)，女，山东潍坊人，硕士研究生，研究方向为供应链敏捷性；通信作者赵宏霞(1978—)，女，内蒙古赤峰人，教授，博士研究生导师，研究方向为供应链敏捷性。

要桥梁，为探索数据驱动下的运营优化提供了关键理论支撑[4]。

从维度划分的核心框架来看，由于当前学者采用了不同的视角去定义动态能力的内涵，相应地对动态能力的维度划分也有所不同。通过对相关文献的梳理回顾，发现主要有高阶能力和流程能力两大视角。在本文中认为基于高阶能力观的划分维度开展的研究更能触及动态能力的核心逻辑，也具备更高的理论与实践价值。该理论从高阶能力视角可分为机会感知能力、资源整合能力与组织重构能力[5]，为解释企业如何通过数字赋能实现敏捷响应提供了核心框架。

在供应链语境下，动态能力被视为实现敏捷性的关键中介变量。Aslam 等[6]指出，动态能力通过增强企业对市场信号的感知、资源的灵活调配及组织结构的快速调整，直接促进供应链在流程、市场、资源等方面的敏捷表现。孙新波等[7]的案例研究也表明，数字化赋能通过激发企业动态能力，进而提升供应链整体响应速度。

1.2 人数交互赋能的内涵

人数交互（human-data interaction，HDI）源于人机交互与数据科学的交叉领域，强调人在数据解读、协商决策与智能代理中的核心作用。Mortier 等[8]从多主体视角完善概念，首次拆解出“易读性、代理性、可协商性”3 大核心维度。赋能概念源于社会发展领域，后延伸至管理学等范畴。在数字化背景下，赋能的内涵与形式不断拓展。数字化赋能促使企业借助数字技术创新数据应用场景，提升整体能力与价值创造敏捷性[7]。人数交互赋能继承并深化了这一理念，强调通过优化人与数据交互模式，赋予组织及个体在数据驱动决策、资源调配等方面更强的能力，是赋能理论在数字时代的进一步发展。

因此，现将人数交互赋能从 3 个维度拆解：①易读赋能聚焦数据流程简化处理与可理解性；②代理赋能强调人类对数据资源的控制能力；③可协商赋能关注交互中的动态关系调整。Victorelli 等[9]通过综述研究，整合既有观点，明确人数交互的本质是：人类通过特定交互方法，处理大型复杂数据集以实现数据复用、多主体协同的过程，同时指出其理论价值在于为跨领域数据交互实践提供统一框架。该理论以人类主动干预为核心、以数字技术为支撑、以多主体协同为目标，已逐步发展为兼具理论指导性与实践操作性的系统性理论。

现有研究表明，人数交互能够通过增强数据透明性、促进跨主体协作、提升决策效率等方式，强化企业的机会感知、资源整合与组织重构能力[9]，这种赋能过程为人数交互赋能激活动态能力的路径机制提供了理论基础。

1.3 供应链敏捷性的多维结构

供应链敏捷性是企业应对复杂动荡环境、维持竞争优势的核心能力[10]。借鉴 Cantele 等[10]对其内涵探讨的划分以及 Bernardes & Hanna 的三维结构，从资源、流程、市场敏捷性 3 个维度对供应链敏捷性进行解构。

（1）资源特征维度。从资源特征视角出发，围绕资源如何支撑供应链应对环境不确定性展开。Kleindorfer 和 Saad[11]指出，供应链敏捷性体现为上下游成员协同调整资源配置，以适应外界市场波动的能力。Christopher[12]进一步补充，敏捷性需以及时满足顾客需求为导向，通过资源整合或重组，提升产品与服务的响应效率。Lee[13]则从风险应对视角强调，这种能力的实现依赖于资源的冗余储备与快速调度能力。可以看出，早期对供应链敏捷性的研究多以资源为核心切入点。

（2）流程或行为维度。从流程优化与行为精简视角拓展，阐释了供应链通过何种路径实现敏捷响应。Tomlin[14]将供应链敏捷性界定为覆盖全业务链条的综合能力，强调流程间的协同适配是敏捷性的关键。在理论溯源上，Bennardes 和 Hanna[15]指出，供应链敏捷性的研究源于弹性制造、精益生产理论与供应链主体关系研究。在评价维度上，孙新波等[7]从多个视角构建评估体系，进一步明确流程层面的敏捷性需通过快速响应速度、高效信息流转、灵活流程调整实现。

（3）目标或结果维度。也有部分学者以目标或结果为导向定义供应链敏捷性，重点回答供应链敏捷性的最终价值是什么。供应链敏捷性的本质是积极响应市场需求、应对中断风险，最终目标是实现敏捷制造与精益质量的结合。王海军等[16]进一步强调，供应链敏捷性能够帮助企业在市场竞争中占据先机，同时在供应链面临中断时，快速恢复正常运营。Aslam 等[6]从实证层面验证了供应链敏捷性的目标价值。

2 研究设计

2.1 研究方法

采用单案例研究方法，原因是：①案例研究适用于探究“为何如此”和“如何实现”类问题，与研究的核心目标——揭示人数交互赋能供应链敏捷性

的机制高度契合;②青岛啤酒在数字化转型中成效显著,属于极端关键案例,能最大化呈现变量间关系;③单案例设计有助于深入捕捉人数交互、动态能力与供应链敏捷性之间的复杂互动。因此,依托扎实的理论基础与翔实的实践数据开展单案例研究,可有效突破相关机理研究中的困境,使内在逻辑得到充分展现。

2.2 案例选择

选取青岛啤酒作为单案例研究样本,深入探究其如何借助人数交互赋能激发企业动态能力,最终达成供应链敏捷性。

(1)青岛啤酒作为啤酒行业的领军企业,在品牌价值与市场表现上成绩斐然。在2025年6月举办的第22届世界品牌大会上,青岛啤酒品牌价值高达2 803.55亿元,连续多年稳坐中国啤酒品牌头把交椅。其产品畅销全球120多个国家和地区,市场影响力深远。面对行业内诸多企业在产品创新、生产效率提升、供应链优化等方面的难题,青岛啤酒已率先通过数字化转型与人数交互应用取得显著成效。例如,其打造的全球首家啤酒饮料行业工业互联网"灯塔工厂"以及"可持续灯塔工厂",借助物联网、人工智能等先进技术,订单交付时间大幅缩短50%,生产效率提升60%。在物流配送环节,依托智慧供应链实时分析消费者扫码数据,动态调整生产计划,产品送达消费者手中的平均时间较上一年缩短7 d。从消费者需求洞察、产品生产制造,到供应链配送,青岛啤酒在多个维度提升了敏捷响应能力,在行业内具有突出的代表性。

(2)青岛啤酒形成的创新模式具备跨领域推广的潜力。在生产端,其智能化改造经验可总结为一套可复制的方案,从原料采购、酿造工艺控制到产品包装,各环节通过人数交互实现精准把控,能为其他食品饮料企业提供借鉴。在市场端,青岛啤酒围绕"啤酒+文旅"构建的独特生态圈,从啤酒博物馆、时尚酒吧,到遍布全国的青岛啤酒节,这种创新的消费场景打造模式,在吸引消费者、提升品牌黏性方面成效显著,可被其他传统行业借鉴,用于挖掘自身产品的文化内涵与消费场景拓展。同时,在供应链管理方面,青岛啤酒构建的全链条、端到端数字生态,实现了从生产到销售的高效协同,为众多面临供应链升级挑战的企业提供了逻辑可复制的范例,充分体现了案例选择的逻辑可复制性原则。因此,以青岛啤酒为研究对象,深入剖析其借助人数交互赋能驱动供应链敏捷性实现的路径,极具研究价值。

2.3 数据收集

针对青岛啤酒案例的数据收集,以课题组成员开展的深入访谈与现场观察所得一手资料为核心,同时辅以企业相关领导的公开讲座及媒体采访内容、权威新闻报道、行业著作书籍与学术文献等二手资料,采用正式调研访谈与非正式调研相结合的多元数据收集方法,构建完整的证据三角链,进而确保研究成果具备扎实的切实性与有效的现实指导意义。

课题组多次前往青岛啤酒总部及旗下重点生产基地开展实地调研。首先,研究团队先后访谈了企业供应链管理中心总监、智能制造部门总经理、信息技术部负责人、生产车间一线技术骨干与操作人员、核心供应商代表及下游重点经销商等多方利益相关者,累计整理形成近40万字的访谈记录。其次,通过二手资料系统收集与本案例相关的补充信息,具体访谈对象、时间及核心内容见表1。此外,研究团队还邀请了青岛啤酒供应链管理领域的高管参与学术研讨并举办专题报告,且在调研后持续

表1 青岛啤酒调研实况与资料标记方案

数据来源	访谈对象	访谈人次	访谈主题	访谈时间/h	资料字数/万字	编码
深入访谈	中心总监	2	数据时代、数据潜能、数据未来	4.0	6.0	A1
	总经理	6	人数交互赋能、供应链敏捷性、智能制造	8.2	8.8	A2
	生产经理	10	细胞单元、人数交互赋能、定制业务	8.6	9.2	A3
	一线员工	28	数字化车间、生产变革、作业安排	8.0	7.8	A4
	供应合作商	6	合作机制、利益分配、合作效能、数据连接	2.5	3.0	A5
	客户	14	个性化服务、服务满意度、参与方式	1.5	3.6	A6
企业调研	累计参观青岛啤酒的生产车间6次,亲身体验人数交互赋能下的流水线运行状况					B1
	累计参观青岛啤酒的线下实体店4家,感受员工的工作氛围					B2
	累计参观青岛啤酒展览大厅2次,明确人数交互赋能下的客制效果					B3
二手资料	网站以及报纸、书刊的报道					C1
	内部材料(如会议手册、主题分享会和项目宣传说明等)					C2
	学术文献中的智能制造、数据以及供应链敏捷性等细节资料					C3

与企业相关负责人保持沟通，通过多重数据来源交叉验证与多个受访者观点相互印证两种方式开展数据三角验证，有效保障了研究数据的信度与效度，为后续深入剖析青岛啤酒人数交互赋能驱动供应链敏捷性的内在机理奠定了坚实的数据基础。

2.4 数据分析

以探索性案例研究逻辑为指引，首先开展数据预处理与编码，先对多源数据系统化处理构建结构化数据矩阵，其次进行理论饱和度检验，当新增数据仅重复验证既有路径，无法产生新概念与范畴、范畴关联逻辑无拓展空间，判定理论达饱和，终止编码。最后整合分析结果，明确人数交互赋能的易读、协商、代理3大维度及具体实践形态，揭示动态能力中介作用路径，提炼青岛啤酒“人数交互赋能-动态能力跃迁-供应链敏捷性提升”的典型实践模式，为后续讨论与理论模型构建提供支撑。

3 研究发现

以青岛啤酒为案例，采用探索性案例研究方法，深入剖析数字化背景下制造企业人数交互对供应链敏捷性的赋能机制。核心发现如下：青岛啤酒通过易读赋能、协商赋能与代理赋能三维度构建人数交互赋能体系，驱动机会感知、资源整合、组织重构3大动态能力跃迁，最终从流程、市场、资源3个维度实现供应链敏捷性提升，形成“人数交互赋能子维度→动态能力子维度→供应链敏捷性子维度”的精准作用路径。实现机理如图1所示。以下结合子维度作用关系进行具体阐释。

3.1 人数交互赋能流程敏捷性的内在实现机理

传统制造企业供应链流程多存在部门协同壁垒高、信息传递滞后、资源配置僵化等问题，导致生产调度响应迟缓、物流衔接效率低下，难以快速适配内外部环境变化。青岛啤酒依托人数交互技术重构供应链流程体系，通过多维度赋能打破传统流程桎梏，驱动动态能力培育，最终实现流程敏捷性的显著提升。

3.1.1 人数交互赋能

在易读赋能层面，青岛啤酒搭建全链路数据可视化平台，打通生产、库存、物流等环节的信息壁垒。一方面，通过物联网设备实时采集生产车间的设备运行参数、仓储中心的库存周转率及物流车辆的在途位置等数据，以动态仪表盘形式呈现给供应链管理、生产运营等多部门人员；另一方面，开发移动端信息查询系统，允许一线技术骨干、仓储管理员及物流调度员随时调取关键流程数据，实现数据随手可得、信息实时可视，解决传统流程中信息不对称、传递不及时的问题。

在协商赋能层面，青岛啤酒构建跨主体协同决策机制，推动供应链各环节人员高效互动。针对生产计划调整，组织生产部门、采购部门及核心供应商开展线上实时会商，基于实时订单数据与原材料库存信息，共同制定原材料采购计划与生产排程方案；在物流协同环节，建立物流调度员、经销商及第三方物流服务商的三方沟通群，通过共享配送需求、路况信息及库存余量，动态优化配送路线与卸货顺序，减少物流等待时间，打破传统流程中“各自为战”的协同壁垒。

在代理赋能层面，青岛啤酒引入全流程智能算法替代部分人工决策流程，提升流程自动化与精准化水平。在生产调度环节，部署智能排产算法，根据订单优先级、设备负荷率及工艺约束条件，自动生成最优生产工单，并实时根据设备故障、原材料短缺等突发情况调整生产序列；在库存管理环节，

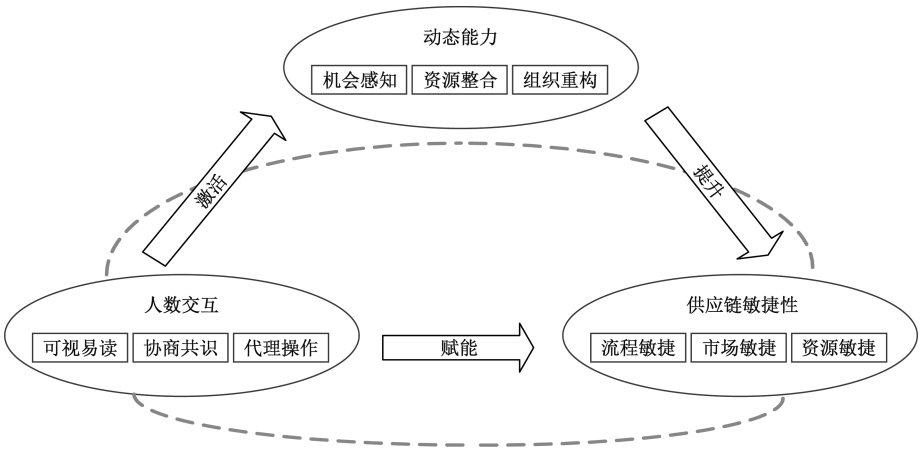


图1 青岛啤酒供应链敏捷性实现机理

运用需求预测算法结合历史销售数据、市场促销信息及天气因素,自动计算安全库存阈值,触发补货预警并推送至采购人员,实现需求驱动式库存管理,降低人工决策的主观性与滞后性。

基于此,青岛啤酒依托易读、协商、代理三维度人数交互赋能,激活动态能力,构建供应链流程协同体系。

3.1.2 动态能力

青岛啤酒依托全链路协同体系,培育出机会感知、资源整合、组织重构3大数字化动态能力。机会感知能力方面,借人数交互赋能实现数据驱动预判:全链路数据可视化平台整合生产、库存、物流、订单数据,以动态仪表盘等形式支撑实时捕捉流程异常与市场变化;智能算法结合多维度变量挖掘数据规律,提前预判风险与需求趋势,构建"数据供给-信息解读-智能预判"能力链。资源整合能力上,跨主体协同决策机制打破资源壁垒,通过线上会商、三方沟通群统筹内外部资源应对突发情况;以数据可视化为基础,智能算法优化资源配置,联动上下游构建"信息共享-协同调配-智能优化"体系,提升资源效率与适配性。组织重构能力层面,借人数交互赋能诊断流程问题,通过跨主体协同推动组织扁平化,成立跨职能小组简化决策;以智能算法倒逼运作模式升级,鼓励员工参与优化,形成"问题诊断-模式革新-运作优化"路径,实现组织柔性化转型。

3.1.3 流程敏捷性

从人数交互赋能视角出发,青岛啤酒通过培育动态能力三维度,以数据赋能流程优化、资源协同供需适配、组织柔性流程响应为核心路径,从生产、库存管理、物流配送流程实现供应链流程敏捷性提升。机会感知能力依托全链路数据可视化平台与智能算法,精准预判订单峰值与原料短缺风险,提前调整生产计划与备货策略,避免断供或积压。资源整合能力联动上下游供应商构建协同网络,推动滞销区域库存向需求旺盛区域调配,实现供需动态匹配。组织重构能力推动跨职能小组建设,实现生产订单2 h内品种切换,在物流需求波动时快速开通中转配送点,山东省内300 km区域当日送达,输送速度提升30%,充分适配供应链动态变化。青岛啤酒的人数交互赋能供应链敏捷性流程层面实现机理的具体形成过程如图2和表2所示。

3.2 人数交互赋能市场敏捷性的内在实现机理

传统制造企业在市场竞争中常陷入需求感知滞后、响应被动的困境。一方面,消费者需求从大众化向个性化、场景化快速迭代,传统调研方式难以捕捉实时偏好;另一方面,企业内部市场、研发、生产部门信息割裂,行业竞品动态监测不及时,导致产品迭代与市场需求脱节,错失竞争先机。青岛啤酒以人数交互为核心重构市场运作体系,通过多维度赋能打通"需求感知-决策制定-落地执行"全链路,驱动动态能力升级,最终实现市场敏捷性的突破性提升。

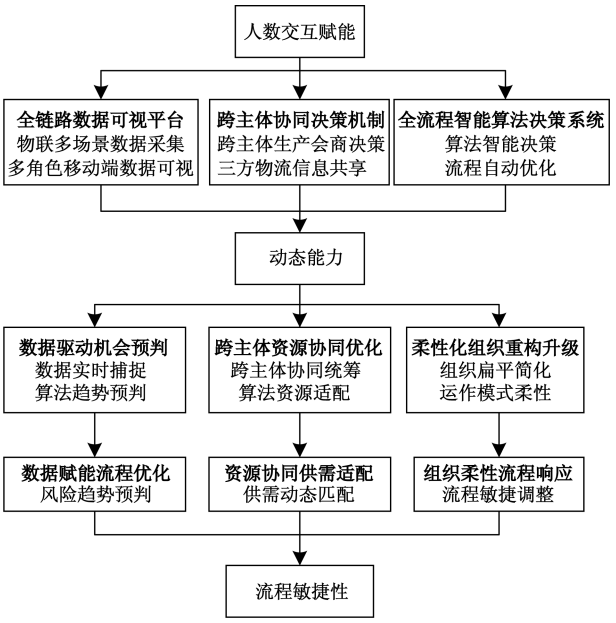


图2 人数交互赋能流程层面内在实现机理

3.2.1 人数交互赋能

在易读赋能层面,青岛啤酒打造"消费端-零售端-行业端"三位一体的市场数据中枢。①通过消费者扫码溯源、线上商城评价、线下门店销售终端系统(point of sale,POS)系统,实时采集消费行为数据与场景数据,并以动态用户画像、消费趋势折线图等形式可视化呈现;②对接全国经销商零售终端数据,实时监测各区域产品动销率、库存周转情况,识别滞销与畅销品类;③开发市场数据移动端看板,供市场、研发、销售团队随时调取,解决传统市场信息碎片化、滞后化问题。

在协商赋能层面,青岛啤酒构建内外联动的市场协同网络。针对消费者,搭建青啤会员共创平台,通过线上问卷、线下品鉴会邀请核心用户参与新品口味调试、包装设计投票,实时收集反馈并纳入产品优化方案;针对经销商,建立区域市场协同工作坊,每月共享区域消费特征、竞品促销活动,共同制定差异化推广策略;针对行业伙伴,联合餐饮连锁品牌、音乐节主办方开展场景共创计划,基于消

表 2　青岛啤酒流程敏捷性形成的过程与结果

维度	主要构念	关键词	证据示例
人数交互赋能	全链路数据可视平台	物联多场景数据采集	在车间、仓库和物流车上都装了物联网设备，能随时盯着生产机器转得怎么样、库存剩多少、货车走到哪，这些数据都能自动整理好
		多角色移动端数据可视	总部管理人员可实时查看全国 60 家工厂产能数据，经销商通过手机端一键获取库存报表与促销政策，物流调度员移动端接收温度预警
	跨主体协同决策机制	跨主体生产会商决策	核心供应商如山东奥瑞金可提前获取需求信息，双方协同调整生产计划，使供应商生产效率提升 20%，多工厂协同排程人员从 10 人减至 5 人
		三方物流信息共享	物流调度员、经销商、第三方物流商通过系统同步配送需求与路况，冷链运输温度异常 0.1 ℃即触发预警，山东省内 300 km 区域实现当日送达，输送速度提升 30%
	全流程智能算法决策系统	算法智能决策	结合订单优先级与设备负荷率自动生成方案，使品种转换时间降低 70%，单线每日可生产 20 个品种以上，订单最小起订量从3 000箱降至 15 箱，生产效率提升 50%
		流程自动优化	系统能自己算该留多少库存才安全，不够了就自动提醒采购，比以前人工盯着快多了，响应时间省了 8 成
动态能力	数据驱动机会预判	数据实时捕捉	全链路数据平台把各种数据都整合起来，做成动态仪表盘，生产出问题能马上显示，警报一秒钟就推给负责人
		算法趋势预判	智能算法能算出什么时候订单会变多，基于此，使新产品从研发到上市的时间从大半年缩短到两三个月
	跨主体资源协同优化	跨主体协同统筹	和 57 家上游供应商合作很紧密，本地就能解决 8 成的原料供应，遇到订单突然变多，能快速调资源
		算法资源适配	算法会把更多资源倾向卖得好的原浆啤酒，这两年原浆年销量达到 36.9 万瓶，春节比平时多卖 1.7 倍
	柔性化组织重构升级	组织扁平简化	把生产、采购、物流的人凑成一个小组，不用一层层报数据，决策速度快了 1 倍
		运作模式柔性	不少人工做的决策都交给算法，工厂从大批量生产改成灵活生产，订单交付周期缩短了 50%
敏捷性机制	数据赋能流程优化	风险趋势预判	智能算法结合历史订单、季节波动数据，预判节假日订单峰值与原材料短缺风险，提前 3～4 周调整生产计划与库存备货，避免生产断供或库存积压
	资源协同供需适配	供需动态匹配	将滞销区域的库存调配至需求旺盛区域，同时根据实时订单调整配送方向，如夏季将清爽型啤酒优先配送到南方市场
	组织柔性流程响应	流程敏捷调整	依托跨职能小组与柔性生产单元，生产订单变更时 2 h 内切换品种，在物流需求波动时临时开通中转配送点，快速适配供应链流程变化

费场景需求定制产品与营销方案，打破传统市场运作企业单向决策的局限。

在代理赋能层面，青岛啤酒引入市场智能决策系统替代部分人工研判。在需求预测环节，运用机器学习算法，结合历史销售数据、节假日、天气、社交媒体热度等变量，自动生成未来 3 个月各品类产品的需求预测值，精度较人工预测提升 40%；在竞品监测环节，通过自然语言处理技术抓取电商平台、社交媒体上的竞品评价、价格变动、新品上市信息；在营销投放环节，依托智能投放算法，根据不同消费群体标签匹配投放渠道与内容，实现精准触达、降本增效。

青岛啤酒通过易读赋能构建数据驱动的市场洞察基础，让各部门同步掌握市场动态；通过协商赋能激活多方参与的市场决策机制，提升决策全面性；通过代理赋能强化智能高效的市场执行能力，加速决策落地，形成感知—决策—执行闭环的市场响应体系，为动态能力培育提供支撑。

3.2.2　*动态能力*

青岛啤酒依托人数交互赋能的市场响应体系，以多维度赋能交叉驱动的逻辑，推动机会感知能力、资源整合能力、组织重构能力协同提升，为市场敏捷性提供核心动力。机会感知能力方面，借人数交互赋能实现立体化机会感知：易读赋能的市场数据中枢整合消费、零售、行业数据，以动态用户画像支撑实时捕捉显性需求与市场风险；协商赋能的协同网络通过消费者共创、经销商反馈挖掘潜在需求；代理赋能的智能决策系统依托算法识别隐性机会。资源整合能力上，多维度赋能推动市场资源整合，以数据可视化为基础，智能算法优化资源配置，联动市场、研发、供应链，提升资源与市场需求的匹配精度。组织重构能力层面，借人数交互赋能驱动市场组织重构，通过成立跨职能小组、建立市场快速响应团队，实现市场组织的柔性化转型。

3.2.3　*市场敏捷性*

青岛啤酒通过 3 大动态能力的协同作用，从需求快速响应、产品快速迭代、营销动态适配 3 个关键维度，实现市场敏捷性的全面提升。在需求响应层

面,实现快速捕捉、即时匹配:通过数据中枢发现某区域露营场景啤酒需求激增时,资源整合能力迅速协调该区域经销商增加小瓶装、便携装产品库存,将需求响应时间从传统的 15 d 缩短至 7 d。在产品迭代层面,实现快速研发、快速上市:消费者共创平台发现果味啤酒需求细化后,组织重构后的跨职能小组快速启动研发,省略传统多层审批流程,同时依托经销商反馈优化配方,将新品研发周期从传统的 12 个月缩短至 6 个月。在营销适配层面,实现动态调整、精准适配:发现竞品在 618 电商节推出大额优惠券时,快速协调电商平台、经销商调整促销策略,组织重构后的柔性营销团队立即更新广告素材、调整投放渠道,完成营销方案迭代。青岛啤酒的人数交互赋能市场层面实现机理的具体形成过程如图 3、表 3 所示。

3.3 人数交互赋能资源敏捷性的内在实现机理

传统制造企业供应链资源管理常面临 3 重困境:①原材料供需失衡,要么库存积压占用资金,要么短缺导致生产停滞;②内外资源协同不足,供应商、物流商、企业内部部门信息割裂,资源流转效率低;③资源风险应对被动,难以提前预判原材料价格波动、物流中断等问题。青岛啤酒通过人数交互

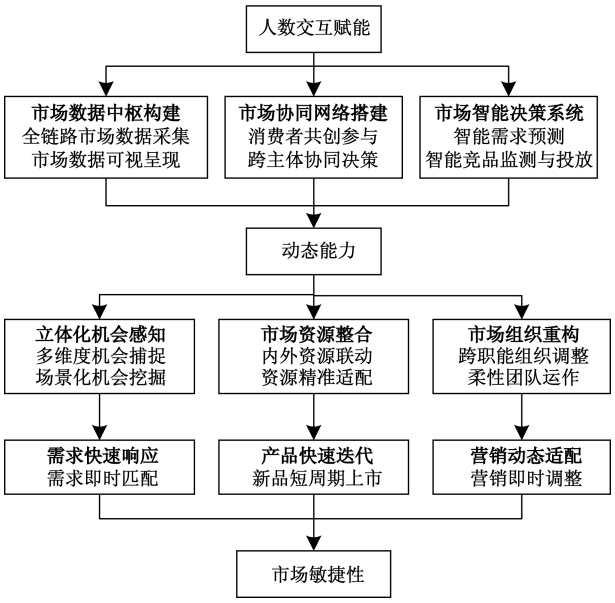


图 3 人数交互赋能市场层面内在实现机理

表 3 青岛啤酒市场敏捷性市场层面形成的过程与结果

维度	主要构念	关键词	证据示例
人数交互赋能	市场数据中枢构建	全链路市场数据采集	通过消费者扫码、线上评价、门店 POS 系统采集消费行为数据,对接经销商终端数据,实时掌握消费偏好与产品动销情况
		市场数据可视呈现	以动态用户画像、消费趋势折线图、移动端数据看板形式,将市场数据可视化,供市场、研发团队随时调取查看
	市场协同网络搭建	消费者共创参与	搭建会员共创平台,通过线上问卷、线下品鉴会邀请用户参与新品口味调试、包装设计投票,实时收集优化反馈
		跨主体协同决策	建立经销商区域工作坊、行业伙伴场景共创计划,每月共享消费特征、竞品动态,联合制定推广与定制方案
	市场智能决策系统	智能需求预测	用机器学习算法结合销售、天气、社交热度数据,预测未来 3 个月品类需求,精度较人工提升 40%
		智能竞品监测与投放	借自然语言处理抓取竞品信息,依托智能算法匹配消费群体与投放渠道,实现营销精准触达
动态能力	立体化机会感知	多维度机会捕捉	数据中枢捕捉显性需求、协同网络挖掘潜在需求、智能系统识别隐性机会,全方位感知市场机会与风险
		场景化机会挖掘	联合餐饮、音乐节等行业伙伴开展场景共创,从露营、聚会等场景中挖掘定制化产品与营销机会
	市场资源整合	内外资源联动	依据可视化数据识别资源缺口,联动经销商、生产、电商平台等,快速调配库存、调整生产与促销资源
		资源精准适配	用智能系统优化资源配置,将生产、营销资源向高需求品类、高潜力场景倾斜,减少资源错配
	市场组织重构	跨职能组织调整	成立“市场-研发-经销商”跨职能小组,省略多层审批,直接推进产品研发与市场策略落地
		柔性团队运作	建立市场快速响应小组、柔性营销团队,依托智能系统快速制定策略、更新营销素材,提升响应速度
敏捷性机制	需求快速响应	需求即时匹配	发现露营场景需求激增后,7 d 内协调经销商补小瓶装库存、推动加急生产,较传统 15 d 缩短一半时间
	产品快速迭代	新品短周期上市	捕捉果味啤酒细分需求后,跨职能小组 6 个月完成新品研发上市,较传统 12 个月大幅缩短周期
	营销动态适配	营销即时调整	监测到竞品 618 大额优惠券后,24 h 内协调平台调整促销策略、更新广告素材,完成营销方案迭代

多维度赋能打通“资源感知-配置-风险应对”全链路，驱动动态能力升级，最终实现资源敏捷性的系统性提升。

3.3.1 人数交互赋能

在易读赋能层面，青岛啤酒实现全链条资源数据易读。①针对原材料，通过物联网设备实时采集麦芽、啤酒花等核心原料的库存数量、库存位置、保质期，以库存热力图呈现，同时对接供应商生产数据，实时查看原材料在途数量、预计到货时间；②针对物流资源，整合自有物流车队、第三方物流商数据，实时监测车辆位置、载重率、运输路线拥堵情况，生成物流运力动态看板；③针对生产资源，实时采集各生产线设备负荷率、产能利用率、能耗数据，识别闲置产能，开发资源管理 App，供采购、供应链、生产团队随时查看，解决传统资源信息不透明、难追踪问题。

在协商赋能层面，青岛啤酒构建供应链资源协同生态。针对供应商，建立战略供应商协同委员会，每季度召开会议共享企业年度生产计划、原材料需求预测，共同制定联合库存计划，同时建立应急响应机制；针对物流商，组建物流资源协同联盟，实时共享各区域物流需求与运力情况，实现运力互助；针对内部部门，建立资源协同晨会制度，采购、生产、物流部门每日同步资源供需情况，避免资源错配。

在代理赋能层面，青岛啤酒引入智能资源调度系统。在库存管理环节，运用遗传算法结合生产需求、采购周期、原材料价格波动，自动计算安全库存阈值，当库存低于阈值时自动触发补货指令，并推荐性价比最高的供应商；在物流调度环节，通过路径优化算法，结合货物量、目的地、路况自动规划最优运输路线，同时实现多单合并运输，降低单位运输成本；在供应商管理环节，通过层次分析法自动从交货准时率、产品合格率、应急响应速度等维度对供应商进行评分，为供应商淘汰与合作深化提供依据，减少人工资源管理的主观性、滞后性。

综上所述，青岛啤酒通过易读赋能让资源状态“看得见”，通过协商赋能让资源协同“连得上”，通过代理赋能让资源配置“调得优”，构建“感知-协同-调度”一体化的资源管理体系，为动态能力培育奠定基础。

3.3.2 动态能力

青岛啤酒依托人数交互赋能的资源管理体系，以多维度赋能互补驱动的逻辑，推动机会感知能力、资源整合能力、组织重构能力全面提升，为资源敏捷性提供核心支撑。在机会感知上，3 大赋能维度形成资源风险与机会双感知能力，易读赋能的资源数据平台实时监测资源异常以识别短缺风险，协商赋能的协同生态依托合作方反馈预判问题并发掘优化机会，代理赋能的智能系统通过算法预测资源趋势助力提前布局，为资源敏捷性提供前瞻性保障。在资源整合上，实现内外资源协同适配，易读赋能的可视化数据明确资源存量与需求以提供决策依据，协商赋能的协同机制推动资源跨主体流动，代理赋能的智能系统优化整合效率实现资源和需求动态匹配，破解传统整合痛点，构成资源敏捷性的执行中枢。在组织重构上，驱动资源管理组织模式革新，易读赋能的实时数据反馈推动流程简化以提升决策速度，协商赋能的协同机制促进跨主体组织架构调整以打破壁垒，代理赋能的智能系统倒逼组织职能升级以增强柔性，为资源敏捷性提供组织保障。

3.3.3 资源敏捷性

青岛啤酒通过 3 大动态能力的协同作用，从资源供需匹配、资源协同流转、资源风险应对 3 个维度，实现资源敏捷性的全面提升。在资源供需匹配层面，实现精准预判、即时适配：通过智能系统预测到清爽型啤酒夏季需求将增长 50% 时，立即协调供应商增加对应原材料供应，同时调整库存布局，将原材料提前调配至靠近生产基地的仓库，缩短配送时间。在资源协同流转层面，实现高效联动、降本增效：推动供应商、企业、物流商资源无缝衔接，组织重构后的资源协同中心统一调度内外部资源。在资源风险应对层面，实现提前预判、快速处置：通过供应商健康度评分发现某核心麦芽供应商因干旱导致产能下降 30% 时，组织重构后的资源应急小组立即启动备选方案，对接 2 家备用供应商，同时调整生产计划，优先生产对该类麦芽依赖度低的产品，避免生产中断。青岛啤酒的人数交互赋能资源层面实现机理的具体形成过程如表 4、图 4 所示。

3.4 实现路径

遵照“人数交互赋能—动态能力跃迁—供应链敏捷性提升”的核心逻辑，以青岛啤酒为探索性案例研究对象，系统揭示了制造企业供应链敏捷性的实现机理，构建了人数交互赋能视角下供应链敏捷性的完整实现路径，如图 5 所示。

表 4　青岛啤酒市场敏捷性资源层面形成的过程与结果

维度	主要构念	关键词	证据示例
人数交互赋能	全链条资源数据易读	多类型资源数据采集	用物联网设备采集麦芽、啤酒花等原料的库存、保质期,物流车辆位置、载重率,生产线设备负荷率等全链条资源数据
		资源数据移动可视	开发资源管理 App,采购、供应链、生产团队可随时查看原料库存热力图、物流运力看板、产能数据,解决资源信息不透明问题
	供应链资源协同生态	跨主体资源协同	建立战略供应商协同委员会、物流资源协同联盟,每季度共享生产计划、需求预测,实时调配运力,避免资源错配
		内部资源同步	推行资源协同晨会制度,采购、生产、物流部门每日同步资源供需情况,确保内部资源流转顺畅
	智能资源调度系统	智能库存与物流调度	用遗传算法算安全库存阈值、自动触发补货,借路径优化算法规划运输路线、实现多单合并,降低运输成本
		智能供应商管理	通过层次分析法从交货准时率、合格率等维度给供应商评分,为合作调整提供依据,减少人工主观性
动态能力	资源双感知能力	资源风险感知	资源数据平台实时监测原料短缺、物流拥堵等异常,协同生态依托合作方反馈预判资源问题,提前识别风险
		资源机会挖掘	智能系统通过算法预测资源需求趋势,结合协同生态反馈发掘资源优化机会,助力提前布局资源配置
	资源协同适配能力	内外资源联动	依据可视化数据明确资源缺口,联动供应商、物流商协同调配原料与运力,推动资源跨主体高效流动
		资源动态匹配	智能系统优化资源配置逻辑,将原料、运力精准适配高需求生产线与高潜力区域,减少资源错配浪费
	资源组织柔性革新	跨主体组织调整	以柔性理念调整组织架构,打破部门与合作方壁垒,促进资源协同决策,提升资源流转效率
		组织职能柔性升级	推动组织职能适配智能调度,简化资源决策流程,强化组织柔性特质,减少应对资源变化的滞后性
敏捷性机制	资源供需精准匹配	需求预判适配	预测夏季清爽型啤酒需求增 50%后,7 d 内协调供应商加原料、调库存布局,缩短原料配送时间
	资源协同高效流转	资源无缝联动	资源协同中心统一调度,实现“供应商-企业-物流商”资源无缝衔接,提升流转效率、降低成本
	资源风险快速应对	风险即时处置	发现麦芽供应商产能降 30%后,应急小组 24 h 内对接备用供应商、调生产计划,避免生产中断

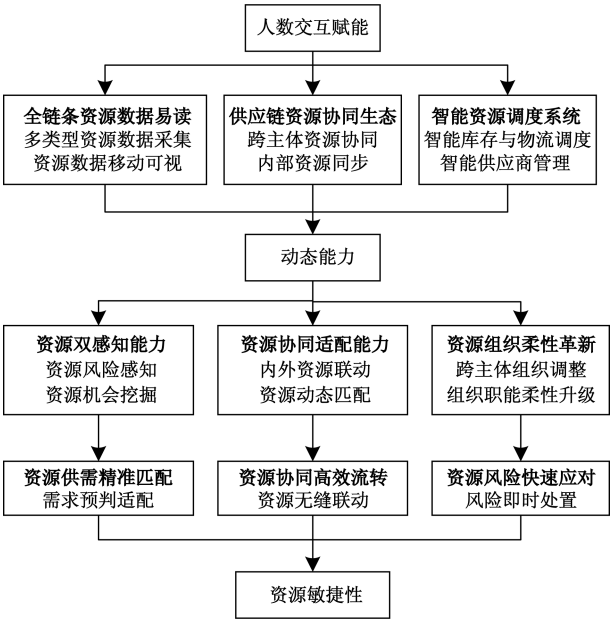


图 4　人数交互赋能资源层面内在实现机理图

4　结论与讨论

4.1　结论

(1)人数交互赋能通过易读、协商、代理三维度构建赋能体系,为动态能力培育奠定基础。易读赋能依托全链路数据可视化技术,打破组织内外部信息壁垒,保障生产、市场、资源等多维度数据实时流通与透明呈现;协商赋能通过跨主体协同机制构建互动网络,强化企业与消费者、经销商、供应商的联动共振,消除主体间协作壁垒;代理赋能借助智能算法系统替代部分人工决策,提升需求预测、资源调度、生产排程的精准度与效率。

(2)三维度人数交互赋能通过多对多作用逻辑驱动动态能力跃迁,机会感知能力在数据监测、外部反馈与算法预测的协同作用下实现立体化升级,资源协同适配能力依托资源可视化、跨主体流动与智能优化形成整合闭环,组织柔性革新能力在流程

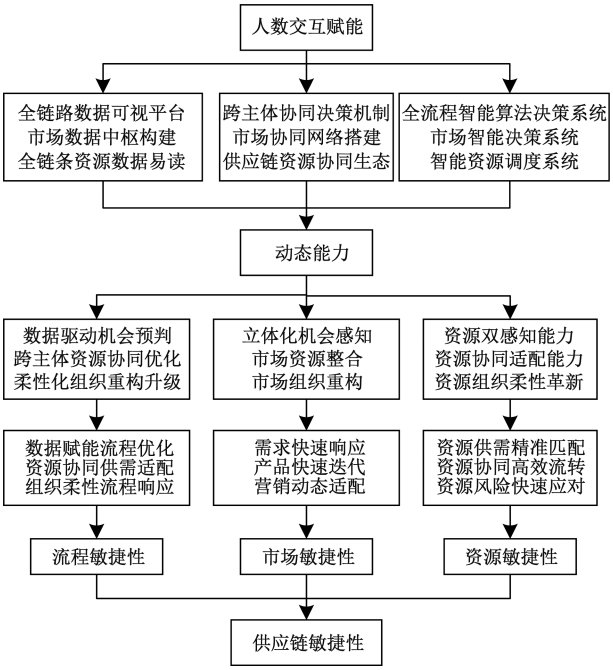


图 5　企业供应链敏捷性实现路径

优化、架构调整与职能升级的联动中完成模式革新。

(3)动态能力的全面提升为供应链敏捷性实现提供核心支撑,推动流程、市场、资源三大敏捷性维度协同优化,最终实现企业供应链对复杂市场环境的快速响应与动态适配。

4.2　理论贡献

(1)将人数交互赋能解构为易读、协商、代理赋能 3 个维度,既体现了数字化转型中技术应用的核心价值,又突出了多主体互动的关键作用,丰富了数字化赋能的维度划分框架。

(2)揭示了人数交互赋能与动态能力间多对多的复杂关联,证实单一赋能维度可同时影响多类动态能力,而单一动态能力的培育需依赖三维度人数交互赋能的协同作用,这一发现更贴合供应链复杂系统的本质特征。

(3)将人数交互赋能的作用范围拓展至企业与消费者、经销商、供应商的外部互动场景,构建了内外联动的赋能体系,为理解数字化背景下跨主体协同的实现路径提供了新的理论视角。

4.3　研究局限与未来展望

虽然系统揭示了人数交互赋能制造企业供应链敏捷性的实现机理,但受研究情境与设计的限制,仍存在两方面局限:①案例选择具有行业局限性。聚焦啤酒行业的青岛啤酒,未涵盖重工业、电子制造等其他制造领域,结论可能难以完全适配不同行业供应链敏捷性的复杂实现机理。研究设计的普适性有待验证。②采用单案例研究设计,受特定企业的发展路径、内在机理及一手资料获取的限制,研究结论的普适性需进一步通过多案例或量化研究验证。

未来研究可从 3 个方面展开:①开展多行业多案例对比研究,选取不同类型制造企业作为研究对象,深入探讨人数交互赋能下供应链敏捷性实现机理的行业差异,提升研究结论的普适性与适配性;②深化动态能力形成的微观机理研究,聚焦人数交互赋能驱动动态能力提升的具体过程与关键影响因素,为企业能力培育提供更精准的指导;③拓展研究情境与边界,探讨在数字经济与实体经济深度融合的背景下,人数交互与物联网、区块链等其他数字化技术的协同作用机制,以及不同市场环境下该实现逻辑模型的适用性差异。此外,可采用量化研究方法对研究构建的理论模型进行实证检验,进一步验证研究结论的科学性与可靠性。

参考文献

[1] 殷俊明,姜乔. 供应链突发事件与钢铁企业股价异常波动:基于巴西溃坝与澳大利亚飓风的事件研究[J]. 商业会计,2021(21):4-8.

[2] 钱雨,孙新波,孙浩博,等. 数字化时代敏捷组织的构成要素:研究框架及未来展望[J]. 研究与发展管理,2022,33(6):58-74.

[3] 马鸿佳,王亚婧. 制造企业平台化转型如何打破“数据孤岛”?基于人-数交互理论的混合方法研究[J]. 管理世界,2024,40(4):176-200.

[4] 张乙喆. 动态能力视角下人工智能技术应用对流通企业创新绩效的影响[J]. 商业经济研究,2025(12):154-157.

[5] TEECE D J, PISANO G, SHUEN A. Dynamic capabilities and strategic management[J]. Strategic Management Journal, 1997, 18(7): 509-533.

[6] ASLAM H, BLOME C, ROSCOE S, et al. Dynamic supply chain capabilities: how market sensing, supply chain agility and adaptability affect supply chain ambidexterity [J]. International Journal of Operations & Production Management, 2018, 38(12): 2266-2285.

[7] 孙新波,李祎祯,张明超. 智能制造企业数字化赋能供应链敏捷性实现机理的案例研究[J]. 管理学报,2023,20(8):1116-1127.

[8] MORTIER R, HADDADI H, HENDERSON T, et al. Human-data interaction: the human face of the data-driven society [J]. arXiv preprint arXiv: 1412.6159, 2014.

[9] VICTORELLI E Z, DOS REIS J C, HORNUNG H, et al. Understanding human-data interaction: literature review and recommendations for design[J]. International

Journal of Human-computer Studies, 2020, 134: 13-32.
[10] CANTELE S, RUSSO I, KIRCHOFF J F, et al. Supply chain agility and sustainability performance: a configurational approach to sustainable supply chain management practices[J]. Journal of Cleaner Production, 2023, 414: 137493.
[11] KLEINDORFER P R, SAAD G H. Managing disruption risks in supply chains[J]. Production and Operations Management, 2005, 14(1): 53-68.
[12] CHRISTOPHER M. The agile supply chain: competing in volatile markets[J]. InDustrial Marketing Management, 2000, 29(1): 37-44.
[13] LEE H L. The triple-A supply chain[J]. Harvard Business Review, 2004, 82(10): 102-113.
[14] TOMLIN B. On the value of mitigation and contingency strategies for managing supply chain disruption risks[J]. Management Science, 2006, 52(5): 639-657.
[15] BERNARDES E S, HANNA M D. A theoretical review of flexibility, agility and responsiveness in the operations management literature: toward a conceptual definition of customer responsiveness[J]. International Journal of Operations & Production Management, 2009, 29(1): 30-53.
[16] 王海军, 谭洁, 王天雨. 供应链复原能力与供应链竞争力关系研究: 基于动态能力的视角[J]. 管理评论, 2018(11): 223-233.

Enabling Mechanism of Human-data Interaction in Manufacturing Enterprises on Supply Chain Agility

WANG Yuqiu, ZHAO Hongxia

(School of Economics and Management, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266000, China)

Abstract: From the perspective of human-data interaction empowerment, manufacturing enterprises under the digital context were examined, with Tsingtao Brewery selected as a case study object, and an exploratory case study method was adopted to explore the realization mechanism of supply chain agility in such enterprises. The findings are as follows. Tsingtao Brewery facilitates the enhancement of dynamic capabilities through legibility empowerment, negotiation empowerment and agency empowerment, and further achieves supply chain agility in three dimensions: process agility, market agility and resource agility. The internal mechanism of human-data interaction empowering supply chain agility is revealed, and the theoretical and practical implications for manufacturing enterprises are provided to improve supply chain agility.

Keywords: human-data interaction; supply chain agility; dynamic capability