

数据赋能驱动精益生产创新

内在机理的案例研究

○ 张明超 孙新波 王永霞

摘要 本研究运用探索性案例研究方法, 构建了数据赋能驱动精益生产创新内在机理的整合性理论模型。研究结果发现, 数据赋能驱动精益生产创新遵循“数据资源行动—数据能力生成—精益价值实现”的内在机理路径, 分别从客户、流程、合作和员工层面进行赋能作用, 系统推进数据化精益生产落地实现。具体而言, 在客户赋能作用中, 通过数据需求资源沉淀, 促进客户涌现出数据设计能力, 实现生产目标精准化; 在流程赋能作用中, 通过数据作业资源调度, 促进流程构建数据制造能力, 实现生产加工精密化; 在合作赋能作用中, 通过数据关联资源整合, 促进合作商塑造数据供应能力, 实现生产配套精选化; 在员工赋能作用中, 通过数据任务资源部署, 促进员工激活数据自驱能力, 实现生产治理精细化。本研究辨析了数据化精益生产相较于传统精益生产在假设、属性、模式和效果方面的系统创新变化, 深化了数据赋能作用的机理研究, 丰富了精益生产在大数据情境中的新解读, 对指导生产企业打造数据化精益生产优势具有一定启示作用。

关键词 数据赋能; 精益生产; 数据化精益生产; 案例研究

引言

起源于日本丰田汽车的传统精益生产自传入我国以

来, 在生产制造领域得到广泛推广, 一度被业界看作是现代生产运营管理的黄金法则。传统精益生产被认为是一种能够最大限度降低企业资源消耗、提高企业生产效率和产品质量的管理模式创新。^[1]然而, 随着生产环境和要求越发复杂多变, 传统精益生产理念缺陷影响下的实践隐患也逐渐暴露出来。^[2]一方面, 企业往往过度放大传统精益生产中的“消除浪费”理念, 导致对“优化价值创造过程的进取精神”的忽视;^[3]另一方面, 传统精益生产理念在渗透范围上是局部的, 缺乏在多元价值协作活动中的广泛融入,^[1]因此现实中不少遵循传统精益生产逻辑的企业其整体生产水平仍是“非精益”的, 甚至是粗放的。

数据科学技术为传统精益生产创新升级带来了契机, 数据赋能驱动企业在客户交互、流程管控和合作方式等方面实现精益变革,^[4,5]使现代企业打造出数据化精益生产优势。现有研究虽注意到数据赋能在促进精益生产创新中的驱动作用, 但多聚焦以下两个方面: 其一, 笼统地描述性指出大数据技术或数据本身在需求交互识别、^[4,6]流程柔性敏捷、^[6]组织细粒度治理^[7]以及资源动态配置^[5]等方面的系列“精益”赋能作用, 但对于数据赋能作用的内在机理却缺乏探究; 其二, 采用决策分析、动态仿真以及网络分析等方法“原子还原地”对“万物皆数”法则下生产运营过程中的库存控制、^[8]

作者简介 张明超, 东北大学工商管理学院博士研究生, 研究方向为数据赋能、数字化转型战略; 孙新波(通讯作者), 东北大学工商管理学院教授、博士, 研究方向为组织与战略管理、管理哲学与本土管理、创新与创业管理等; 王永霞, 东北大学工商管理学院硕士研究生, 研究方向为数据赋能

基金资助 本文受国家自然科学基金项目(71672029)、辽宁省社科基金重点项目(L19AGL002)、中央高校基本科研业务经费(N2006008)资助

供应链协同优化^[9]和设备资源及人力资源管理^[10]等方面进行系列“精益”规划,进而制定精益生产过程中的资源“最优”配置策略,但对数据赋能如何“整体生成式”地驱动精益生产创新实现缺少整合性探讨。

鉴于此,本研究采用案例研究方法,以青岛酷特智能股份有限公司(以下简称“酷特智能”)为案例研究对象,探究其如何通过数据赋能驱动精益生产模式创新升级,在丰富数据赋能和精益生产相关理论研究的同时,也对指导企业借助大数据科技或手段打造数据化精益生产优势具有一定的实践意义。本研究重点关注挖掘数据赋能驱动精益生产创新内在机理和讨论数据赋能驱动下的精益生产相较传统精益生产的创新变化。

一、文献回顾

1. 数据赋能相关研究

“赋能”一词源于组织行为领域关于授权赋能的研究成果,强调下属“努力—绩效”期望或者自我效能感提升的过程。^[11]在大数据时代背景下,曾鸣提出“未来组织最重要的职能是赋能”,^[12]由此赋能再次成为商业领域的热点话题。数据挖掘与处理技术的快速发展,让一直以来静态存储的数据有了发挥出潜在价值的空间,“数据赋能”随即引起了学术界的广泛关注。数据赋能指通过大数据方式为相关作用主体赋予能量,^[13]或者相关作用主体通过挖掘、分析和利用数据资源形成之前所不具备的数据能力,创造过去不能实现的价值目标。^[14]数据赋能的关键是通过创新数据的使用场景、技能与方法来实现数据价值,在此过程中通常要求客户需求、流程作业、生产任务和关联合作等资源以数据化、标准化和联网化方式呈现。^[15]其中,数据资源的决策有用性、高速增长性、可重复开采性和功能多样性等特征决定了在利用、开发和管理等方面都将与传统资源有所不同,^[7]基于不同的开发和应用目的,还需要特定高效的数据资源行动方式。^[16]数据能力则是指依赖数据的连接、交互和智能分析,^[5]相关作用主体在价值创造方面的常规性能力被数据化加持后具有的突破性或进阶性特征的新体现。^[4]

现有关于数据赋能作用主体的研究主要有以下四个层面:一是员工赋能,指借助数据通信技术,促进员工之间信息沟通和实时交流,^[17]激发员工的工作热情和主观能动性,推动跨部门高效合作;^[18]二是客户赋能,即企业可以通过设计数据交互渠道为客户创造参与价值创造和表达自身想法的机会,针对客户真实需求实现个性化满足;^[15]三是合作赋能,即企业通过数据共创平台的

搭建,汇聚需求侧的需求数据并及时分享给供给侧的潜在利益相关者,^[6]促进合作伙伴之间资源互补与协调;^[12]四是流程赋能,即通过大数据工具、技术等的应用推动企业生产制造智能化和数据化变革,提高组织生产效率及塑造完成复杂生产目标的能力。^[15]

数据赋能是一个新兴概念,现有研究尽管注意到大数据对于相关主体的赋能作用,^[16]但更多的仍是限于描述性指出大数据及其工具或技术对作用主体的“增益”影响,^[17]对数据赋能作用的内在机理缺乏严谨性探讨,更缺乏在某一应用场景下探讨不同赋能作用之间的相互关系。

2. 精益生产相关研究

(1) 传统精益生产相关研究

传统精益生产由麻省理工学院专家 Womack 等于 1990 年在国际汽车发展计划项目中,通过总结丰田公司的生产模式和管理经验,在《改变世界的机器》一书中首次提出。^[1]Womack 认为,传统精益生产是一种能够最大限度降低企业资源消耗、提高企业生产效率和产品质量以及最大限度满足市场需求的管理模式创新。^[19]传统精益生产表现为企业人力上的精细化管理、设备设施的联合优化使用以及合作资源的准确选择,通过减少全流程环节中的库存浪费、等待浪费、动作浪费、生产过剩浪费、不良品浪费、搬运浪费和过分加工浪费,尽最大可能实现物尽其用。^[1]而现在一般意义上的精益生产是指基于生产流程、组织结构、供应链和客户关系管理等方面的系统变革,使企业生产系统能够有效应对复杂多变的市场需求,保证利益相关者最好结果的一种生产管理方式。^[9]与大规模生产模式不同,“多品种、小批量”是现代精益生产的核心特色。^[20]

但传统精益生产自身的理论缺陷限制了其应用价值的发挥:第一,传统精益生产过分关注消除浪费,严格控制或取消企业生产运营中不适应新经济的弊病。^[21]很多企业中流传颇广的是“精益就是消除浪费”,^[1]但过分关注浪费反而导致对“优化价值创造过程的进取精神的忽视”;^[3]第二,“精益”观念和活动在多局限于库存控制和生产资源计划方面,缺乏在多元价值协作活动中的广泛融入;^[1,21]第三,传统精益生产孤立地强调客户满意是保证企业长期成功的关键,忽视了对生产价值目标实现有影响的利益相关者的作用,^[22]难以针对突发状况快速协调变化。

(2) 数据化精益生产相关研究

尽管学术界目前缺乏对数据化精益生产的系统性探讨,但学者们已经注意到大数据在需求预测、产品生

产、供应链管理、组织结构变革方面展现出的系列“精益”效能,^[5]为打造数据化精益生产优势提供了条件。在需求预测方面,基于细粒度的个性数据识别使需求决策更加准确。^[4,7]通过对客户评论数据的挖掘与分析,使企业能够“精准”捕捉生产需求,^[23]由随需而变到主动发现和创造需求;^[5]在产品生产方面,大数据技术实时监测潜在的运营风险,并通过数据的交互促进制造资源自动合理调度,^[24]推动生产流程“精密”运作。^[6,24]在供应链管理方面,大数据环境下供给端与需求端实现了信息高度对称,企业跨越时空范围局限匹配优质的合作资源,^[5]实现所需资源能力的“精选”配置;^[6,25]在组织变革方面,任务资源的数据化与模型化增强了员工绩效的实时可测性,^[6]任务数据的开放透明打破了自上而下的线性工作流程,^[5]员工根据任务要求跨部门即兴合作成为现实,^[17]工作执行的“精细”度得到充分保障。^[26]尽管现有学者认识到大数据推动精益生产创新升级、迈向数据化精益生产中的关键作用,但学术界更多的是对数据化精益生产进行分解式解读,缺乏对数据化精益生产的整体生成式探讨,对数据化精益生产尚没有形成清晰的概念认知。

综上所述,在传统精益生产弊端日益暴露,逐渐与企业现实生产要求不适切的背景下,大数据及其技术推动了精益生产的创新变革,在客户需求、产品生产、组织治理以及外部合作等方面产生了由数据赋能所重新生成和定义后的“精益”价值效应。本研究将继续挖掘数据赋能驱动精益生产创新的内在机理,为生产企业打造数据化精益生产优势提供理论指引。

二、研究设计

1. 研究方法

本研究拟探究数据赋能驱动精益生产创新的内在机理,重点探究数据从哪些方面“如何”进行赋能,属于回答“如何”问题的范畴,探索性单案例研究基于丰富的数据信息和严谨的资料分析,有助于识别现象或问题背后的真相,基于理论基础与实践数据的反复对焦以期有效打开“内在机理”的黑箱。^[27,28]

2. 研究样本

本文以酷特智能作为案例研究样本诠释和发展数据赋能和精益生产等相关理论研究,首先,酷特智能在服装行业整体低迷的背景下,通过数据化变革每天可以生产4000套个性化服装,产值连续5年保持100%的增长率,充分体现了案例选取的重要性和代表性原则。^[27]其次,酷特智能在打造数据化精益生产优势的同时,也

积极对外输出生产模式转型解决方案,目前已经帮助包括电器、机械、家具和建材等在内的20多个行业、100多家企业完成了生产模式的创新升级,这种跨界输出实践证明了其数据化精益生产经验和体系具有可复制潜力。最后,酷特智能通过数据赋能重新定义了精益生产,^[29]且该企业关于精益生产创新实践资料保存较为完整,与构建数据赋能驱动精益生产创新内在机理的整合性模型的理论目标存在极大的适配性。

3. 数据收集与分析

在数据收集方面,以研究者深入访谈和现场观察为主、二手资料为辅收集数据。研究团队分别于2017年8-9月、2018年1-2月、2019年4-5月、2019年7-8月、2020年8月对酷特智能进行了5次实地调研,累积调研资料30余万字。首先,在正式访谈中,本研究团队围绕酷特智能的精益生产创新实践先后访谈了董事长、工程系统总经理、工学院副院长、一线员工、供应合作商以及客户等多方利益相关者(具体情况见表1),全面了解酷特智能精益生产创新实现的具体情节。其次,通过媒体网站、公司内部资料以及学术文献等收集与本研究相关的二手资料信息。最后,本研究团队邀请酷特智能的高管做学术交流报告,并与多位高管进行正式或非正式交流,依据多重数据来源和多个受访者两种方式进行数据的三角验证。

表1 酷特智能调研实况与资料编码方案

数据来源	访谈对象	访谈人次	访谈主题	访谈时间(小时)	资料字数(万字)	编码方案
深入访谈	董事长	3	数据时代、商业使命、数据潜能、数据未来	6	5.6	A1
	工程系统总经理	8	精益生产、数据赋能、组织变革、精益优势	6.2	6.6	A2
	工学院副院长	10	细胞单元、数据赋能、服务业务、精益生产	5.8	6.1	A3
	一线员工	23	数据车间、生产变革、作业安排、工作方式	7.2	6.8	A4
	供应合作商	9	合作机制、利益分配、合作效能	2.3	2.9	A5
	客户	12	个性化服务、服务满意度、参与方式	1.8	2.5	A6
现场观察	累计参观酷特智能生产车间5次,亲身体验数据赋能下的流水线运行状况					B1
	参观酷特智能线下实体店3家,感受员工的工作氛围					B2
	参观酷特智能展览大厅2次,明确数据赋能下的客制效果					B3
二手资料	网站以及报纸、书刊的报道					C1
	内部材料,如精益生产业务宣传手册、员工生存发展规划、生产运营指导说明和项目宣传说明					C2
	学术文献或研究中的精益生产制造、合作、数据以及服务等细节资料					C3

在数据分析方面,研究团队首先对调研所获得的质性数据进行了有条理的分类压缩,具体编码方案见表1。其次,研究团队分成两组,每组3-4名成员,采用背对背的方式进行独立编码。当每组1名成员提出观点时,

表2 开放式编码示例

典型原始资料摘录	副范畴
在线下，魔幻大巴车和实体店都可以为客户提供量体服务，积累了很多需求信息，这些都是开展设计的要素支撑。(A2)	线下信息采集
智能定制 APP 打通了客户流量的线上入口，可以获取客户的账户信息、交易记录、浏览停留行为以及评价，从而能够更加了解客户偏好。(C1)	线上行为识别
初始收集来的数据是分散的，价值含量低，需要通过大数据技术手段进行集中筛选、分析与归类，已经划分成版型数据库、款式数据库、工艺数据库和 BOM 数据库。(A2)	集成增值处理
非专业客户可以在 APP 中选择不同的服装模块进行拼凑组合，设计门槛大大降低，这都得益于后台强大的数据支撑。(A4)	自助拼凑组合
针对专业性或个性要求高的客户，允许他们充分发挥主观创造才能，并为他们提供周全的引导服务，而这类客户的个性需求数据也丰富了设计素材库。(A4)	主观探索创造
系统会及时提示我们设计上不合理的地方，在实体店内客服还会帮助我们修正偏差，有时候单凭感觉来是不行的，尽管看起来可以，却不符合实际生产的逻辑。(A6)	及时修正纠偏
客户向我们提交的就是他们最真实的需求反映，从根本上消除了过去客户与企业之间的信息不对称，这对客户和企业都是意义重大。(A4)	真实需要反映
现在就是按需生产，流水线上的每一件服装都已经有了主人，根本不存在库存问题。以需求直接驱动生产，这是生产方式升级的体现。(B1)	解决库存问题
反映整件服装个性特征的集成信息单元会被分成打版、治领、钉扣等多道工序任务要求，这种化整为零的模块化方式是提高定制效率的必要条件。(A3)	任务信息分解
待加工布片滚动到某道工序时，工人刷一下电子标签，就能知道要从事的操作的具体要求，不同时刻工人识别到的要求是不一样的。(B1)	即时要求感知
流水线同时生产上千件服装，工序之间的切换与对接很关键。需要根据工序的实时生产情况动态规划和配置任务量。(C2)	智能规划排程
根据数据指令在线生产，任何一道生产工序在原料储量、生产误差等方面的问题都实时呈现，系统根据状况自动调整，保证流水线有条不紊运行。(A4)	自动复原调控
在数据驱动下的流水线中，你根本看不到两件相同的服装。每天上千件的个性化服装都是并行生产，只有这样，才能保证高效率。(A4)	柔性并行生产
每天可以保证 4000 套个性化服装产量，还是在员工数量减少的情况下，效率提高是最直接的体现。(A3)	生产效率保证
过去定制依赖人工作业来完成，质量是参差不齐，现在都是在数据驱动下的流水线中加工作业，定制质量的稳定性得到保证，因为数据是透明和精确的，都是按数生产。(A3)	定制质量稳定
从客户下单，到收到定制服装，只需要 7 个工作日。如果所有环节都能通过数据驱动串联起来的话，定制周期甚至可以缩减至 5 个工作日。(A2)	定制周期缩减
数据驱动下全流程闭环运作，柔性制造的效率提升了，平均下来自然每件定制服装的成本也就下降了。定制成本只比大批量生产的成衣平均成本高了 10%。(C2)	定制成本降低
只要你能够提供比其他供货商更优质、价格更合适的原材料，无论资格新老，规模大小，都可以成为我们的合作伙伴。(A2)	降低准入门槛
客户个性数据进入后，合作商会收到相应由库存供应系统发出的需求信息，我们主张效率和透明，在更大范围内整合资源。(A3)	仓储信息分享
针对企业的库存需求，泛在的合作资源要竞争才能获得机会，只有提供最优解决方案的供应商才能脱颖而出，杜绝了固化合作的投机行为。(A5)	各凭实力抢单
供应合作商实现了在线化，大家共聚合力，优势互补，打破过去的信息不对称局面。也使得企业可以跨越时空范围整合优质资源。(A1)	跨界协同响应
过去针对特殊订单要求很难找到合适的供应资源，现在供应合作商都在线化了，供需之间的信息实现对称，很容易实现资源能力的对接匹配。(A3)	供需对称匹配
单靠酷特自身是做不到的，需要与合作商进行资源整合互补，酷特与合作商之间是共力、共赢、共享。(A2)	多方联动共赢
通过互联网的手段，我们可以在更大范围内寻找合作资源，并且主动选择优质的供应合作商，以保证定制服装的高质量生产。(A3)	主动择优选用
我们与供应商之间是动态合作的，都是根据客户或者库存的需要及时调整和选择优质的供应商，每次合作的对象都不同。(C2)	动态调整变化
过去员工是等着领导安排任务，现在是自驱动、自组织、自进化。根据价值创造机会员工们自发形成细胞单元承担目标任务。(A1)	随机自发组织
细胞单元成员可以罢免或者选择细胞核，细胞单元运转不好就会破裂。如果细胞单元内的员工不再能提供贡献行为，就会被细胞单元所淘汰。(A4)	秉承优胜劣汰
当发生紧急状况时，会有专业人员形成攻坚小组，集中力量解决问题后才能解散。企业后台为细胞单元的运行提供必要服务支持。(A3)	定向提供支持
员工的主观能动性得到了充分激活，他们可以自由地选择合作伙伴完成规模更大、效益更高的任务，员工成就动机超前提高。(B2)	个体能动发挥
细胞单元的员工之间是紧密合作的，因为只有成功完成战略任务后大家才会得到任务薪酬。所有人都会积极贡献自己的价值，员工之间形成能力互补效应。(A2)	紧密协作共创
员工之间在相互合作中共同学习与成长，员工与企业之间实现了利益价值观上的统一，员工的不断成长也推动了企业逐渐涉及更多的业务领域。(A2)	同步发展成长
每一项任务都可以追溯到具体某个细胞单元，甚至任何一个环节都能清晰地定位到负责人，杜绝了过去大家一起干却无人负责的局面。(A4)	专人对应专事
组织治理系统能够实时监测运营状态，并就员工或细胞单元的价值创造行为与表现及时记录和反馈，敦促其不断优化工作进程，调整能力表现。(C2)	提供信息反馈

表3 主轴式编码示例

层面	主范畴	副范畴
客户赋能	数据需求资源沉淀	线下信息采集；线上行为识别；集成增值处理
	数据设计能力涌现	自助拼凑组合；主观探索创造；及时修正纠偏
	生产目标精准化	真实需要反映；解决库存问题
流程赋能	数据作业资源调度	任务信息分解；即时要求感知；智能规划排程
	数据制造能力构建	自动复原调控；柔性并行生产；生产效率保证
	生产加工精密化	定制质量稳定；定制周期缩减；定制成本降低
合作赋能	数据关联资源整合	降低准入门槛；仓储信息分享；各凭实力抢单
	数据供应能力塑造	跨界协同响应；供需对称匹配；多方联动共赢
	生产配套精选化	主动择优选用；动态调整变化
员工赋能	数据任务资源部署	随机自发组织；秉承优胜劣汰；定向提供支持
	数据自驱能力激活	个体能动发挥；紧密协作共创；同步发展成长
	生产治理精细化	专人对应专事；提供信息反馈

其他人扮演支持或反对者的角色，直到所有人达成一致意见统一。在编码过程中，小组成员采用开放式编码的形式对质性资料进行阅读分析，在此过程中保持开放的心态，准确理解和领悟被采访者所要表达的真实意思，避免将文献或者研究者头脑中固有的框架强行嫁接到数据上。在对原始资料概念化基础上进一步将相关概念归纳范畴化，最终形成 33 个副范畴，见表 2；接下来小组成员基于对前期文献的整体把握，反复聚焦和对比副范畴间的深层关系进行系统聚类分析，进一步归纳出 12 个主范畴，见表 3；随后，结合典型例证深入探究表 4 中各个主范畴之间存在的相互关系，并分属到不同数据赋能层面；最后，通过选择式编码将主范畴进一步进行理论抽象，串联出完整的“故事逻辑线”，构建出概括全部

主范畴的核心范畴,如表4所示。在编码过程中不断在“数据—理论—模型”之间迭代和调整,^[30]直至达到理论饱和。

表4 选择式编码示例

核心范畴	释义	主范畴	释义
数据资源行动	针对不同情境下以数据化形式呈现的各类资源,企业为实现既定目标主动采取的处理行为	数据需求资源沉淀	对以数据化形式呈现的客户需求通过一定的时间、行为或手段进行积聚,并将其内化成企业资源
		数据作业资源调度	对以数据化形式呈现的物料、人力和信息等流程作业资源动态调节和配置,保证质与量的双重到位
		数据关联资源整合	对以数据化形式呈现的与生产实现相关的供应服务资源进行识别、选择与协调,从而形成系统合力
		数据任务资源部署	对以数据化形式呈现的生产任务进行合理妥善地安排和布置,使其被高效率地执行与完成
数据能力生成	依赖数据的连接、交互或分析作用,不同情境下主体的常规性价值创造能力在数据化加持后有了新内涵或激活了具有突破性或进阶性的新体现	数据设计能力涌现	在前期投入与积累基础上逐渐显现的数据化加持后的新设计能力
		数据制造能力构建	数据化加持后形成的具有进阶性的新制造能力
		数据供应能力塑造	数据化加持后增持与更新的具有突破性的新供应能力
		数据自驱能力激活	数据化加持后激发和释放的新自我驱动能力
精益价值实现	精益理念在不同生产方面实现渗透、延伸与拓展	生产目标精准化	以精确清晰的目标定位引导生产
		生产加工精密化	以精致精密的工艺水平实施生产
		生产配套精选化	以精挑细选的优质配套辅助保障生产
		生产治理精细化的	以精确且细粒度的组织治理强度推进生产

三、研究发现

本研究结合现有相关理论文献以及对调研材料编码分析研究发现,酷特智能通过挖掘和释放大数据潜能,分别从客户、流程、合作和员工层面进行赋能作用,系统性推进数据化精益生产创新实现。其中,数据赋能驱动精益生产创新遵循“数据资源行动—数据能力生成—精益价值实现”的机理路径,即通过对不同情境中的多类型数据资源采取不同的资源行动,^[16]在此过程中或通过对数据资源的再利用促进相关作用主体生成相应价值创造方面的数据能力,^[31,32]最终利用能力推动精益价值实现。以下将从不同层面展开分析数据赋能驱动精益价值实现的内在机理,构建数据赋能驱动精益生产创新内在机理的整合性理论模型。

1. 数据赋能驱动客户层面精益价值实现内在机理

(1) 数据需求资源沉淀

一方面,酷特智能通过“魔幻大巴”在各大城市商圈现场量体,配合三维自动扫描技术,只需3分钟就可以轻松获取客户的体型数据。在酷特智能的同城实体门店内,客户可以享受量体师的测量服务,又可以通过客户端远程预约上门量体。通过线下信息采集的手段,酷

特智能准确地收集起客户的个性需求数据,及时了解到客户可能存在的特殊需求。另一方面,客户可以在酷特智能定制APP的个人账户中输入三维尺寸、身高、体重、款式要求、颜色搭配和联系方式等个性需求数据,系统会根据数据指标推荐定制服装样图供客户参考。通过线下信息收集和线上行为识别,酷特智能累积了200万的异质性客户需求数据。依托先进的智能数据处理单元,经历迭代式地数据清洗、整理、转换和分类等集成增值处理过程,^[7]酷特智能建立了版型、款式、工艺和BOM(物料清单)四大数据库,广泛覆盖当下个性潮流需求。

资源沉淀强调企业通过一定时间、经历、行为和手段方式等凝聚目标资源,实现资源要素从无到有,从有到优的“积蕴”过程。^[33]酷特智能通过持续不断地线下信息收集、线上行为识别和集成增值分析,形成了强大的数据需求资源沉淀,^[17,33]具备了能够满足客户个性需求的数据储备支撑。围绕为客户提供个性化定制服务的生产宗旨,在数据需求资源沉淀基础上不断开发和完善客户交互系统的服务与功能,并在系统支持下客户逐渐涌现出基于数据交互和分析作用支撑下的设计能力。^[34]

(2) 数据设计能力涌现

基于数据需求资源沉淀所打造的主流服装款式、颜色和面料等多个功能模块均内置在客户交互系统中。客户在确认完量体数据后,可以自助方式进行拼凑组合设计。自助拼凑组合能力的涌现保证了非专业客户真实需求意愿的表达,广泛提高了消费参与的主人翁意识。正如某客户所言:“我完全不懂服装设计,但现在就跟拼图一样,可以选择自己喜欢的模块进行组合,能够穿自己亲手设计的服装非常有成就感。”对于个性化要求比较高的专业客户,他们更喜欢发挥主观能动性进行探索性创造设计。客户交互系统中已经拥有100万亿种规模的版型组合形式,能够满足驼背、凸肚、坠臀等113种特殊体型特征。当客户探索设计的全个性化服装数据导入客户交互系统后,系统会通过大数据算法开启匹配搜寻模式,一个量体数据的变化同时驱动后续上万个数据的同步变化,^[24]直至达到各类模块的最优契合。正如工程系统总经理所言:“让客户自主设计服装,在以前根本不敢想,因为企业不可能单独为某个客户重新设计版型。现在却可以借力大数据算法在版型库中自动搜寻匹配,这是支撑客户自主创新设计的根本。”主观探索创造能力的涌现使客户可以尽情地表达个性需求意愿,更代表着酷特智能真正将“客户至上”的经营理念落到实处。系统会根据数据需求资源沉淀的经验模式,

针对客户提交的需求方案提出反馈建议,帮助客户及时进行预先方案的修正纠偏,最终形成覆盖客户服装设计、个人信息和特殊要求在内的符合实际生产逻辑的整体设计方案。

(3) 生产目标精准化

客户亲身参与设计并直接提交个性需求,企业也自然地就精准捕捉到客户的真实需求反映,进而以精确清晰的目标定位引导生产。正如工学院副院长所说:“客户真正需要什么,我们就生产什么,而且还不愁卖不出去,企业的生产理念发生了变化。”生产目标精准化是实现数据化精益生产的前提,不仅推动企业实现“按需生产”,更将传统“先做再卖”的生产模式转变为“先卖后做”,每一件服装在生产之前就已经有了主人,所以对企业来说是“负库存”,成功解决了产品库存积压问题。

综上,生产企业可以针对客户个性需求,通过线下信息采集、线上行为识别和增值集成处理形成数据需求资源沉淀,并通过对数据需求资源的再利用促进客户涌现出基于自助拼凑组合、主观探索创造和及时修正纠偏的数据设计能力,有效推动企业生产目标精准化,实现了数据赋能驱动下客户层面的精益价值。

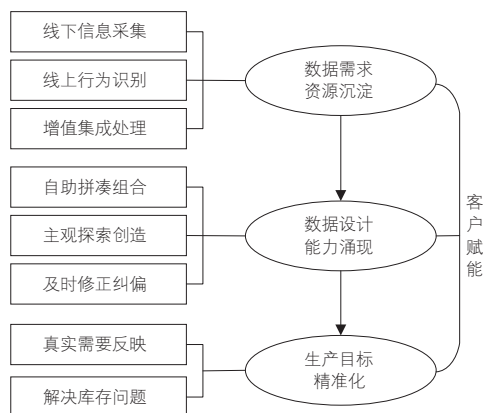


图1 数据赋能驱动客户层面精益价值实现的内在机理

2. 数据赋能驱动流程层面精益价值实现的内在机理

(1) 数据作业资源调度

当客户的数据需求集成单元进入智能制造执行系统后,就成为制造环节的作业信息资源,被系统转码并且分解成打版、裁剪、制领等多道生产工序的操作要求,随后各工序根据生产要求进行作业配料资源安排。每一单生产任务都会生成对应的RFID标签卡,内含了所需经历工序环节的统筹安排。通过任务信息分解将多批次订单变成各工序上的数据化操作要求。当随流水线转

动的布片到达每个工序时,只需用智能记录仪将RFID标签卡扫描一下,工人便可感知到即时所需的操作要求。由于一件服装涉及多个不同工序的生产操作,并且是与其他服装进行混合生产,那么各个工序之间的无缝对接就显得尤为重要。智能制造执行系统通过RFID标签卡对每一件服装生产进度全程跟踪,并及时分析各个工序的运行状况,随时进行作业排程的动态规划与调整,保证工序任务量的合理配给。正如某钉扣工序的师傅所言:“这么多的定制服装,如果一下子都流动到我这里来钉扣,肯定忙不过来,而且还容易造成流水线停滞。现在系统会评估各个工序的运行状况,智能地规划与调整每件服装的先后加工顺序,保证流水线能够稳定地并行排产。”

资源调度指借助开放链接机制对资源进行合理的调节、分析和使用,保证各类型资源在质与量上的双重保障,^[24]尤其避免资源配置的错位和冗余,^[35]为节点功能价值的正常发挥提供稳定保障。酷特智能通过任务信息分解、即时要求感知和智能规划排程的行动方式或手段,实现了数据作业资源在生产工序之间的动态调度,^[24]让复杂多变的个性化生产任务有章可循。任务信息分解是生产企业化繁为简、用规模化方式实现个性化生产的前提;即时要求感知与智能规划排程是实现生产作业中的信息资源、配料资源以及人力资源准确交互、动态匹配与整体协调优化的重要支撑。数据作业资源调度的实现推动生产流程构建了基于数据驱动的制造能力,^[36]在效率、柔性 and 调控方面发生了创新升级变化。

(2) 数据制造能力构建

智能制造执行系统根据运营数据指标预判可能阻碍流程持续正常运转的因素,并提前通过生产作业资源的重新协调与安排进行自动复原调控,有效提升生产运行韧性,及时将浪费、积压和滞后问题化解在发生之前。正如工程系统总经理所言:“现在很少在生产加工环节出现问题,全流程数据化运行,使我们可以及时识别潜在风险,真正做到了以事前主动地先发、先行应对不确定性危机。”再者,由于同一工序不同时刻工人感知到的操作要求不同,同一条流水线上很难看到两件相同的服装。正如某制领工序的师傅所言:“我一天大约要加工完成五百多种样式的衣领,上一件与下一件的样式要求是不一样的。”数据作业资源的即时调度有效支撑了多批次混合生产的快速切换,流程成功构建了柔性并行生产能力,使定制生产效率得到稳定保证。酷特智能每天可以生产4000套个性化服装,不仅保持产量规模,更显著提高了生产环节的价值含量,实现了“效率”与“质量”同步兼得。

(3) 生产加工精密化

高精度的数据信息架构提高了生产工艺的精致细密水平。^[6]一方面, 数据信息的及时透明传递推动了工人们按“数”在线生产, 智能制造执行系统能够针对突发状况进行自动复原调控, 有效减少了生产运行中的误差, 定制质量得到稳定保证; 另一方面, 定制服装是在数据驱动的流水线下游并行排产, 生产作业周期显著缩减, 从下单开始只需要 7 个工作日就可以将定制服装发送到客户手中。数据驱动的定制生产体系有效杜绝了过去工位转换、物料协调配给、审批确认等带来的成本浪费, 酷特智能的定制服装价格是同行价格的 30%, 让普通消费者也可以享受个性化生产的价值。

综上, 生产企业可以通过任务信息分解、即时要求感知和智能规划排程的行动方式或手段推动数据作业资源调度, 在此过程中促进流程构建了基于自动复原调控、柔性并行生产和生产效率保证的数据制造能力, 有效推动企业生产加工精密化, 实现了数据赋能驱动下流程层面的精益价值。

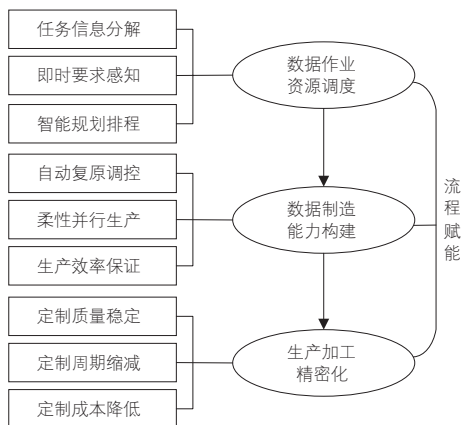


图2 数据赋能驱动流程层面精益价值实现的内在机理

3. 数据赋能驱动合作层面精益价值实现的内在机理

(1) 数据关联资源整合

酷特智能主动降低泛在合作商的价值参与准入门槛, 只要能为客户需求的满足贡献有竞争力的价值, 无论规模大小、资格新老都可以在供应协同系统中注册备案, 成为企业潜在的数据关联资源。^[37]酷特智能会及时在供应协同系统中分享仓储数据以及所需的特殊原料或服务信息, 在线的合作商凭借自身实力以竞争抢单的方式获取合作机会。企业则评估所有抢单者的历史数据记录和信誉情况, 从中选取最佳合作伙伴。通过各凭实力抢单的不确定性合作方式设计, 酷特智能与泛在合作商

建立起动态合作关系, 有效避免了长期固化合作中受制于外界合作商的问题。正如某合作商所言: “现在都是跟着订单走, 如果供应质量存在问题缺陷, 很容易被企业拉入黑名单, 所以现在信誉非常重要。”

资源整合指企业根据发展战略或市场需求对不同来源、不同层次、不同内容的资源进行识别与选择、汲取与配置及有机协调, 聚合出能够最有效支撑目标实现的集成力量。^[38]酷特智能通过降低准入门槛、仓储信息共享及各凭实力抢单的行动方式或手段, 推动了数据关联资源的高效整合。^[37,38]其中, 降低准入门槛增加了潜在的合作商数量, 拓展了利益攸关聚拢的空间; 仓储信息共享使合作商能够及时了解企业的生产需求状况; 各凭实力抢单保证企业能够实现资源最优配置。数据关联资源整合的实现推动了合作商之间的供应能力, 也在数据驱动作用下较之前发生了增持或更新。^[39]

(2) 数据供应能力塑造

定制服装的生产需要里料、衬料、填料、线等多种原材料的及时供应。数据关联资源整合促使各合作商之间塑造了跨界协同响应需求的能力,^[5,6]有效支撑酷特智能快速汇聚所需资源能力实施生产。正如工学院副院长所言: “只需要在平台发布原材料需要, 众多潜在的合作商就会积极响应, 争先恐后地向我们发起供货请求。”此外, 数据的实时确认与连接打破了以往需求侧与供给侧之间的信息不对称,^[17]酷特智能与合作商之间塑造了供需对称匹配能力, 既保证了常规性资源的及时优质满足, 又实现了特殊资源的广泛搜索与到位。通过数据关联资源整合, 酷特智能带动价值链上下游的供应商、物流商和服务商价值共创, 改变了过去“利己、独享、排他”的局面, 塑造了多方主体之间联动共赢的数据供应能力。^[5]正如某合作商所言: “只有满足客户的需要, 所有参与者才能获得收益。中间缺少了哪一个环节都不行, 因为大家是相互依存和互补的, 在不断的交流与合作中共创价值、共享利润。”

(3) 生产配套精选化

数据供应能力的塑造进一步使企业能够以精挑细选后的优质配套资源能力保障生产运行。一方面, 面对动态变化的资源能力需求, 合作商之间的跨界协同响应促使酷特智能有机会主动选择合作伙伴, 进而配置最优质的资源能力。不确定性的合作方式倒逼价值链中的节点成员不断提升供给品质, 进一步保证了企业所需资源能力的优质供应。另一方面, 多方联动共赢能力的塑造颠覆了过去企业与合作商之间的零和博弈关系, 实现了

向“良性共和博弈”的积极转变，反过来又吸引更多的合作商加入供应协同系统中，如此正向循环，酷特智能不但可以聚合优质资源能力，更能广泛联合利益合作伙伴在更多业务领域内进行价值突破与创新。

综上，生产企业可以通过降低准入门槛、仓储信息共享以及各凭实力抢单的行动方式或手段推动数据关联资源整合，促进合作商塑造基于跨界协同响应、供需对称匹配和多方联动共赢的数据供应能力，有效推动企业生产配套精选化，实现了数据赋能驱动下合作层面的精益价值。

4. 数据赋能驱动员工层面精益价值实现的内在机理

(1) 数据任务资源部署

酷特智能将生产运行过程中涉及到的人力、财务、制造、原料以及关系营销等各种职能需要分化成若干个数据任务资源包，^[24]实时在组织治理系统中发布。针对某一项特定职能任务，已经不再是过去的职能部门来完成，而是由具有相似兴趣、技能的员工随机自发组织成“细胞单元”（酷特智能内员工自发组织成的合作团体）来揽接。秉承优胜劣汰的治理理念，组织治理系统会定期对细胞单元的绩效指标数据进行评估，当确定某一细胞单元运行状态不佳时，细胞单元内的成员有权重新选择“细胞核”（相当于意见领袖），而该细胞单元也可能被其他更有竞争力的细胞单元所“吞噬”。酷特智能还配有运营服务机构，整体协调不同细胞单元之间的摩擦或合作，并为细胞单元提供所需的必要资源与服务。来自系统后台的定向到位支持促进了细胞单元的稳定运行，有效保障各项生产任务圆满完成。

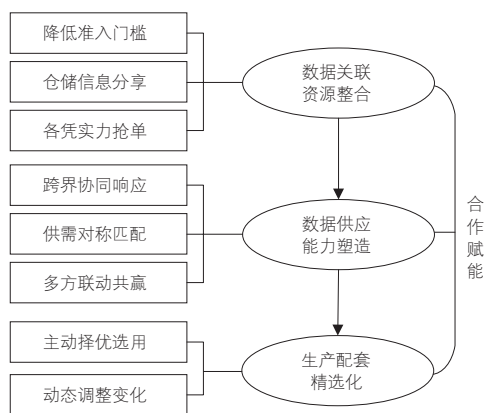


图3 数据赋能驱动合作层面精益价值实现的内在机理

资源部署强调通过安排、布置、协调和共享系统内存在使任务资源得到更有效率的并行排程、执行与完成。^[40]

酷特智能通过随机自发组织、秉承优胜劣汰以及定向提供支持的行动方式或手段，实现对数据任务资源的妥善部署。^[24,40]其中，随机自发组织有利于针对特定任务汇聚互补性创新力量；秉承优胜劣汰则提高了员工的积极性和创造性，同时也使企业避免了人力资源空转问题；定向提供支持有利于解决突发问题，保证组织持续稳定运行。数据任务资源部署的实现刺激了员工自我驱动能力的激活，^[41]使其能够充分释放自身能量，在更大领域范围内参与价值创造，员工之间以及员工与企业之间逐渐在利益价值观上达成统一。

(2) 数据自驱能力激活

生产运营中的数据任务资源都由员工自组织揽接，员工不再受传统职能部门的束缚，个体能动发挥能力得到激活。^[42]员工可以充分展现自身才能，多劳多得，主动灵活地去参与力所能及的任务。正如从事会计职能的某员工所言：“我不属于哪个部门，哪个项目需要财务核算，我就可以竞争上岗。”细胞单元本身就具有合作基因，鼓励不同背景和技能的人形成联合作战团体。优胜劣汰的合作控制机制更促使员工不得不进行密切合作，这种软硬相依的制度安排刺激了员工之间紧密协作共创能力激活。泛在的相关员工聚焦共同目标“聚沙成塔”，为生产运营提供了源源不断的创新动力。正如工程系统总经理所言：“员工之间存在竞争，也存在合作，但合作永远是大于竞争的。只有彼此之间相互合作，才能推动任务的高效完成。”另外，员工只有持续提供贡献才能不被淘汰，这反而促进员工主动学习与创新，努力尝试和接受各种价值的挑战，企业也逐渐形成“敢为争先，创新突破”的组织氛围，实现了员工与企业同步发展成长能力的激活。

(3) 生产治理精细化

数据自驱能力激活推动了企业能够以精确且细粒度的组织治理强度推进生产运行。^[7]由于职能与任务都由具备相应能力与兴趣的员工通过自我驱动来完成，充分实现了“专人对应专事”。正如从事大数据分析职能的某员工所言：“每一项任务都能被最有实力完成它的员工揽接，员工发自内心的积极性和创造性是推动任务完成的最有力保证。”再者，组织治理系统基于对生产运营数据的监测，为员工提供及时的信息反馈，敦促其不断优化进度安排与调整作业表现。正如某制版工序的员工所言：“智能系统会监测你的生产行为表现，一旦发现问题会及时发出警示，尽量把问题消解在开始的地方。”

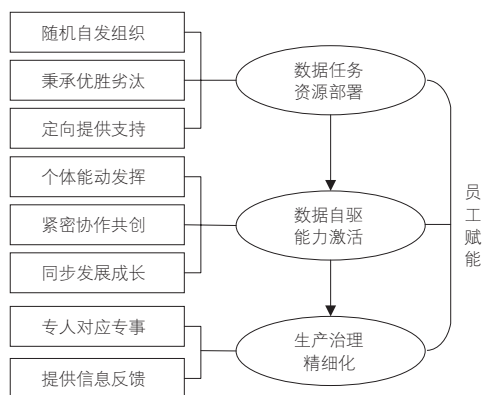


图4 数据赋能驱动员工层面精益价值实现的内在机理

综上, 生产企业可以通过随机自发组织、秉承优胜劣汰以及定向提供支持的行动方式或手段推动数据任务资源部署, 在此过程中促进员工激活了基于个体能动发挥、紧密协作共创和同步发展成长的数据自驱能力, 有效推动企业生产治理精细化, 实现了数据赋能驱动下员工层面的精益价值。

5. 数据赋能驱动精益生产创新内在机理的整合性理论模型

生产企业通过秉承和践行生产价值创造全过程数据化变革意识, 遵循“数据资源行动—数据能力生成—精益价值实现”的数据赋能作用机理路径, 整合性实现对客户、流程、合作和员工层面进行赋能, 重新生成、定义和丰富了“精益”内涵, 打造出数据化精益生产优势。

在客户层面赋能作用中, 通过数据需求资源沉淀促进客户涌现出数据设计能力, 推动生产目标精准化。由于包括流程、合作以及员工层面在内的生产价值创造活动都直接或间接以生产目标为指导, 所以客户赋能是数据化精益生产实现的首要前提; 在流程层面赋能作用中, 通过数据作业资源调度促进流程构建数据制造能力, 推动生产加工精密化, 成功将客户、员工和合作端的联合价值力量转化为产出, 所以流程赋能是数据化精益生产实现的关键基础; 在合作层面赋能作用中, 通过数据关联资源整合, 促进合作商塑造数据供应能力, 推动生产配套精选化, 为客户个性表达、流程制造和员工能动性发挥提供资源能力支持, 所以合作赋能是数据化精益生产实现的重要保障; 在员工层面赋能作用中, 通过数据任务资源部署, 促进员工激活数据自驱能力, 推动生产治理精细化, 保证了客户交互、流程运作以及合作维护工作有条不紊执行, 所以员工赋能是数据化精益生产实现的必要支撑。图5呈现了数据赋能驱动精益生产创新

内在机理的整合性理论模型。

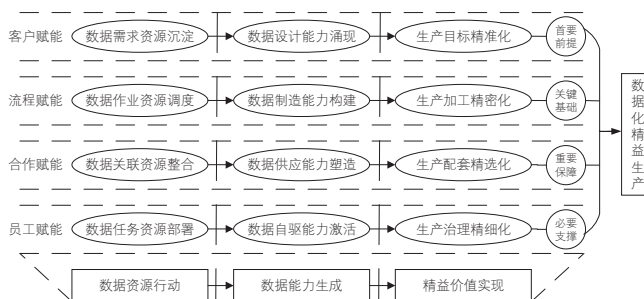


图5 数据赋能驱动精益生产创新内在机理的整合理论模型

(1) 数据资源行动

资源行动强调企业在面对不同情境需要时, 主动采取相应的资源处理方式或手段推动组织实现由资源到能力的转化。^[43] 随着数据资源成为推动生产方式创新的重要要素, 针对多类型数据资源本身的差异化处理要求, 进一步丰富了传统资源行动的方式或手段。基于此, 本研究中的数据资源行动是指为了响应或满足不同生产情境的需要, 企业针对多类型数据资源本身主动采取的资源处理方式与手段, 是发挥数据赋能作用的前提所在。例如, 为了满足多元混合排产的生产要求, 以数据作业资源调度的方式促成流程运行中以数据化形式呈现的信息资源、配料资源以及人力资源实时动态组合。由此可见, 数据资源行动一方面建立在对常规性资源以数据化形式“孪生”重现的基础上;^[44] 另一方面, 根据不同的情境要求和资源类型特征, 还需要针对数据资源采取特定的资源行动方式。

(2) 数据能力生成

企业对组织内外部资源采取有效的资源行动是生成能力的关键。^[45] 根据情境要求开展的数据资源行动同样也促进了数据能力生成。从生成表现来看, 数据能力生成是指依赖数据的连接、交互和分析作用,^[5] 相关作用主体在价值创造方面的常规性能力被数据化加持后有了新内涵或者增持了具有突破性或进阶性特征的新体现。^[4] 具体而言, 数据设计能力、数据制造能力、数据供应能力和数据自驱能力均是常规性设计、制造、供应能力和自驱能力在数据化加持后的结果。但在其进一步的现实表现中, 一部分是原有能力在数据效用下内涵发生了增值创新变化, 如基于生产效率保证的数据制造能力构建, 是由之前面向规模化生产效率的提升, 转变为现在面向个性化定制效率的提升, 内涵发生了质的升级变化; 另一部分则是依赖数据效用增持或激活的具有

突破性或进阶性的新能力体现。如基于主观探索创造的数据设计能力涌现、基于自动复原调控的数据制造能力构建等,这些都是之前不具备或难以实现的能力,但是在数据效用下都成为了现实,实现了对原有常规性设计、制造、供应能力和自驱能力的突破或进阶。从生成过程来看,不完全同于传统意义上的资源行动在前、能力生成在后的顺序逻辑,^[46]数据能力生成也存在与数据资源行动同步的情况,二者是相辅相成的,即在数据资源行动过程中就生成了相应的数据能力,数据能力的生成进一步推动与支撑数据资源行动的开展。譬如,基于自动复原调控、柔性并行生产的数据制造能力本身就是数据作业资源调度实现过程中构建起来的,而自动复原调控能力的构建能够有效排解生产运行中的突发状况,进一步促进与保证了数据作业资源的即时稳定调度。

(3) 精益价值实现

竞争性能力是企业创造价值优势的关键,^[47]生产环境中数据能力生成同样也推动了精益价值实现。本研究中精益价值实现是指“精益”理念在不同生产方面渗透、延伸与拓展。其中,生产目标精准化旨在以精准清晰的目标定位引导生产;企业摆脱了以市场经验辅助生产目标决策的滞后性与盲目性,按照客户真实需求进行个性化生产;生产加工精密化旨在以精致细密的工艺水平实施生产;企业实现了定制质量、成本和效率的兼得,推动了生产环节在“微笑曲线”中底端位置的逆转;生产配套精选化旨在以精挑细选的优质配套辅助保障生产,为多元异质性需求的满足提供了及时到位的资源服务支撑。生产治理精细化旨在以精确且细粒度的组织治理强度推进生产,保证生产运营中的每一项任务都能被专业的人才揽接并妥善完成。数据驱动下的精益价值面向生产价值创造全过程,在生产目标、生产加工、生产配套以及生产治理方面的不同精益价值反映都有其独特的功能作用,彼此之间又互为依赖与支撑,共同推动数据化精益生产这项系统工程的落地实现。

综上,大数据时代生产企业可以借力数据赋能打造数据化精益生产优势。数据化精益生产创新遵循“数据资源行动—数据能力生成—精益价值实现”内在机理路径。即生产企业需要将常规性生产资源以数据化形式“孪生”重现,并针对不同情境中的数据资源类型采取特定的资源行动方式,在此过程中或通过对数据资源的再利用,促进相关作用主体在价值创造方面生成相应的被数据化加持后有了新内涵,或者具有突破性或进阶性特征新体现的数据能力,进而支撑不同生产方面精益

价值的创造实现。

四、研究讨论、贡献与展望

1. 讨论

数据化精益生产早已超越传统精益生产中“消除浪费”的“精益”理念局限,其“精益”内涵在生产目标、生产加工、生产配套以及生产治理等方面得以延伸、丰富和拓展,实现了生产能力水平的系统性创新升级。此处立足于数据化精益生产实践,从客户、流程、合作和员工四个层面,围绕着不同层面的假设、属性、模式和效果分析数据化精益生产相较于传统精益生产的创新变化。表5呈现了数据化精益生产与传统精益生产的比较分析。

表5 数据化精益生产与传统精益生产比较分析

	传统精益生产	数据化精益生产
客户	假设 注重成本与质量 特定市场需求稳定	追求个性与多元 千人千面需求多变
	属性 被动接受	主动参与
	模式 调研先前需求制定行动规划 先做后卖	即时需求转化为目标计划 先卖后做
	效果 均衡生产 少库存 小众满足感	按需生产 负库存 个人收获感
流程	假设 集约式效率	增值式效能
	属性 自动化 信息化	智能化 数据化
	模式 看板管理 拉动式准时化	可视数据管理 针对式个性化
	效果 多品类、小批量	多品类、单定量
合作	假设 上下游共同努力	价值链共生多赢
	属性 协同 紧密	协和 动态
	模式 定向契约	随需联结
	效果 局部价值约束 及时优化调控	跨界高效匹配 泛在价值生成
员工	假设 人力资本	人才资源
	属性 尊重人性	还原人性
	模式 充分授权 以人定岗 以岗定人	自组织 自驱动 自进化
	效果 避免无效人力行为浪费	点燃自我成就动机

(1) 客户层面:传统精益生产注重以低成本和高质量满足由相似客户群体形成的特定市场需求。^[1]生产企业往往基于先前市场调研制定下一轮生产行动规划,整体生产模式秉持“先做后卖”逻辑,^[48]客户被动接受企业的价值产出。由于生产规划紧随市场需求反馈动态调整,传统精益生产基本实现均衡生产、少库存,且能够不定期地满足多个小众市场的相对个性需求。^[43]数据化精益生产能够迎合千人千面的需求多变,追求个性和多元的生产价值统一;客户有机会主动参与到生产价值创

造过程中,其即时精准的个性需求数据直接转化为生产目标计划,生产企业实现“先卖后做”的模式升级。不仅杜绝库存浪费,更创造“负库存”空间。因此,数据化精益生产是生产企业补缺确定已有的客户个性需求,而客户则充满了价值参与和个性满足的双重收获感。

(2) 流程层面:传统精益生产秉承生产现场作业的集约式效率观念,^[49]旨在通过采用先进技术、工艺和设备优化生产流程,减少浪费和无用环节,在最充分利用一切作业资源的基础上提高生产效率。^[1]随着以看板管理系统为代表的生产工具广泛引入,流程实现自动化和信息化运作,只在必要时间提供必要量的拉动式准时化生产方式,^[43]有效支撑了多品类、小批量制造能力实现。数据化精益生产中各流程节点依赖数据纽带良性互动,生产作业资源的实时动态调度与匹配造就了增值式效能;可视化数据管理系统立体、连续地记录与传达运营状况,每个工序都按照即时要求或反馈进行变化作业;智能化和数据化基因推动全流程实现了针对式个性化生产,激活了多品类、单定量的潜力,以迎合随时变化的生产要求。

(3) 合作层面:传统精益生产强调将所必需的渠道环节以及合作伙伴整合起来,上下游共同努力削减生产价值创造中产生的成本浪费。^[50]传统精益生产主张以定向契约形式将合作伙伴紧密联系在核心企业周围,追求特定市场需求下价值链成员的协同一致性。^[45]然而,面向特定市场合作伙伴之间的紧密联结也决定了传统精益生产的价值效益只会惠及到有限局部。数据化精益生产中依赖数据驱动生产企业能够快速聚合分散在价值链上下游的资源能力,共同致力于客户个性需求满足;利益攸关方之间以共生多赢的姿态构建了随需动态联结的价值合作关系,在持续地跨界高效匹配中打造了一片能够及时满足变化需要的价值场域。

(4) 员工层面:传统精益生产中员工不单是提供劳动的人,更是企业核心资本的重要组成部分。^[21]生产企业充分尊重人性,即为客户提供低成本、高质量的产品或服务同时,也要为员工创造舒适的工作环境,充分调动起员工的归属感和参与意识,^[45]创建具有高度协作精神且能独立自主工作的战斗团队。通过“以人定岗”与“以岗定人”的方式双管齐下,并对员工充分授权,在保证生产任务妥善完成的同时更要推动员工人力资本价值得到最大发挥,避免额外的无效劳动人力或行为浪费。^[1]数据化精益生产中生产企业始终坚持员工是最核心的资源,在尊重、培育和发挥员工能力的基础上,更加强调

还原员工人性,即充分满足员工个人工作意愿与诉求,让其根据自身“心性”动态选择最适合自己的价值意义,在保证生产任务得到专力完成的同时更注重点燃员工的自我成就动机。员工自发驱动,员工之间自发组织,面对任务变化组织自发进化,员工与组织之间在同步发展、共同进步中实现价值共识、共生与共赢。

2. 研究贡献与实践启示

本研究的理论贡献主要体现在:第一,深入挖掘了数据赋能驱动精益生产创新的内在机理。尽管现有学者注意到大数据技术或数据本身在生产运营场景中的系列“精益”赋能作用,^[5,6]但对于数据如何赋能进而推动精益生产创新升级的内在机理尚不清晰。本研究挖掘出数据赋能驱动精益生产创新遵循“数据资源行动—数据能力生成—精益价值实现”的机理路径,充分回应了现有学者对加强大数据从资源到价值实现的转化过程研究的呼吁。^[16]第二,以数据化精益生产为创新结果,进一步丰富和拓展了传统精益生产中的“精益”内涵。传统精益生产的“精益”理念侧重于局部现场作业的改进优化,^[1]表现为“尽一切可能消除浪费”的行为。^[3]随着生产环境的日益复杂变化,有学者认识到“精益”二字的内涵应该得到进一步拓展与延伸。^[51]本研究立足于大数据时代精益生产创新的实践背景,探析了数据化基因植入后数据化精益生产的本质,深化了精益生产在大数据情境中的新解读。数据化精益生产中的“精益”在理念上主张价值创造全过程的系统优化与性能提升,在表现上整合性体现为包括生产目标精准化、生产加工精密化、生产配套精选化以及生产治理精细化在内的全局“精益”价值行为。第三,基于系统生成观辨析了促进数据化精益生产实现的条件作用。现有文献多是关于大数据及其技术给某一特定生产运营领域带来的“精益”价值解析,^[5,23]缺乏对数据化精益生产的整体生成式探讨。本研究从客户、流程、合作和员工层面整合性探究了推动数据化精益生产实现的赋能作用机理,辨析了不同层面赋能在数据化精益生产实现中的作用。其中,客户赋能是数据化精益生产实现的首要前提,流程赋能是数据化精益生产实现的关键基础,合作赋能是数据化精益生产实现的重要保障,员工赋能是数据化精益生产实现的必要支撑。

本研究的实践启示有:第一,在大数据时代,企业家对精益生产的理念认知不能再局限于“消除浪费”层面,尤其是要注重生产价值创造过程的全局性数据化基因植入与系统优化。第二,若想充分挖掘和释放大数

据在推动生产模式创新中的“精益”潜能，生产企业首先需要对生产情境中的常规性资源进行数据化“孪生”再现，并且针对不同类型数据资源采取特定的资源行动，进而生成支撑精益价值实现数据能力。第三，数据化精益生产本身是一项复杂系统工程，不仅是在生产流程方面引入先进的管理工具那么简单。企业要通过设计数据运营架构，从客户、流程、合作与员工层面协同赋能，整合性实现生产目标精准化、生产加工精密化、生产配套精选化以及生产治理精细化，才能打造成数据化精益生产优势。第四，大数据时代生产企业的愿景和使命应主动“价值向善”，由于员工、客户和合作商都是企业的生产资源，在企业内部应创造鼓励主观能动性发挥的企业文化和灵活性的任务制度安排，给员工提供释放才能的舞台；在企业外部应主动倾听客户需求声音，并且积极转变传统“零和博弈”竞争理念，谋求与合作商之间的和谐共赢。

3. 研究局限与展望

本研究仍存在以下不足：第一，选择的案例企业是一家数据化程度较高的互联网服装企业，案例选择的“理性过度”可能导致现有结论在普适性方面存在不足，未来需要更多案例实践加以验证与完善；第二，仅从客户、流程、合作和员工层面探究了数据赋能作用下的精益生产创新内在机理及变化，对不同层面赋能作用的相互影响与关系缺少更深入的研究；第三，仅是数据化精益生产研究的开端，未来可在本文提出的整合性理论模型基础上进行跨层次的量化实证检验，不断修正与完善该理论模型。

参考文献

- [1] Womack, J. P., Jones, D. T., Roos, D.. The Machine that Changed the World. New York: Macmillan Publishing Company, 1990.
- [2] Tortorella, G. L., Giglio, R., Vandun, D.. Industry 4.0 Adoption as a Moderator of the Impact of Lean Production Practices on Operational Performance Improvement. *International Journal of Operations & Production Management*, 2019, 26(12): 57-65.
- [3] Wickens, P. D.. Lean Production and Beyond: The System, Its Critics and the Future. *Human Resource Management Journal*, 2007, 3(4): 75-90.
- [4] 陈国青, 曾大军, 卫强, 张明月, 郭迅华. 大数据环境下的决策范式转变与使能创新. *管理世界*, 2020, 36(2): 95-105, 220.
- [5] 陈剑, 黄朔, 刘运辉. 从赋能到使能——数字化环境下的企业运营管理. *管理世界*, 2020, 36(2): 117-128, 222.
- [6] 戚聿东, 肖旭. 数字经济时代的企业管理变革. *管理世界*, 2020, 36(6): 135-152, 250.
- [7] 陈国青, 吴刚, 顾远东, 陆本江, 卫强. 管理决策情境下大数据驱动的研究和应用挑战——范式转变与研究方向. *管理科学学报*, 2018, 21(7): 1-10.
- [8] 王春豪, 张杰, 马俊. 精益库存管理对企业绩效的影响研究——来自中国制造业上市公司的实证检验. *管理评论*, 2017, 29(5): 165-174.
- [9] Camuffo, A., Gerli, F.. Modeling Management Behaviors in Lean Production Environments. *International Journal of Operations & Production Management*, 2018, 34(2): 403-423.
- [10] Negrão, L. L., Godinho, M., Ganga, G. M. D.. Lean Manufacturing Implementation in Regions with Scarce Resources. *Management Decision*, 2019, 58(2): 313-343.
- [11] Conger, J. A., Kanungo, R. N.. The Empowerment Process: Integrating Theory and Practice. *Academy of Management Review*, 1988, 13(3): 471-482.
- [12] 曾鸣. 智能商业. 北京: 中信出版社, 2018.
- [13] Carmen, L. M., Pan, S. L., Ractham, P.. ICT-enabled Community Empowerment in Crisis Response: Social Media in Thailand Flooding 2011. *Journal of the Association for Information Systems*, 2015, 16(3): 174-212.
- [14] Gupta, M., George, J. F.. Toward the Development of a Big Data Analytics Capability. *Information & Management*, 2016, 53(8): 1049-1064.
- [15] 孙新波, 苏钟海. 数据赋能驱动制造业企业实现敏捷制造案例研究. *管理科学*, 2018, 31(5): 117-130.
- [16] Günther, W. A., Mehri, M. H. R., Huysman, M.. Debating Big Data: A Literature Review on Realizing Value from Big Data. *The Journal of Strategic Information Systems*, 2017, 26(3): 191-209.
- [17] 陈冬梅, 王俐珍, 陈安霓. 数字化与战略管理理论——回顾、挑战与展望. *管理世界*, 2020, 36(5): 220-236, 20.
- [18] Kathryn, A. K.. Digital Empowerment: Modeling the Relationship between Information Technology Use and Employee Empowerment. Canada: Faculty of Commerce Saint Mary's University, 1999.
- [19] Zhang, A., Luo, W., Shi, Y., Chia, S. T.. Lean and Six Sigma in Logistics: A Pilot Survey Study in Singapore. *International Journal of Operations & Production Management*, 2016, 36(11): 1625-1643.
- [20] Slomp, J., Bokhorst, J. C., Gerns, R.. A Lean Production Control System for High-variety/Low-volume Environments: A Case Study Implementation. *Production Planning and Control*, 2009, 20(7): 586-595.
- [21] Jasti, N. K., Kodali, R.. Lean Production: Literature Review and Trends. *International Journal of Production Research*, 2015, 53(3): 867-885.
- [22] Pei, X., Wang, S.. Research on the Improvement of Lean Implementation Performance Based on the Theory of Stakeholders. 2016 2nd International Conference on Education Technology, Management and Humanities Science. Atlantis Press, 2016.
- [23] He, J., Fang, X., Liu, H.. Mobile App Recommendation: An Involvement-enhanced Approach. *MIS Quarterly*, 43(3): 827-849.

- [24] 刘业政, 孙见山, 姜元春, 陈夏雨, 刘春丽. 大数据的价值发现: 4C 模型. 管理世界, 2020, 36(2): 129-138, 223.
- [25] Wang, J., Wu, X., Krishnan, V.. Decision Structure and Performance of Networked Technology Supply Chains. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2018, 20(2): 199-216.
- [26] Cappelli, P.. There's No Such Thing as Big Data in HR. *Harvard Business Review*, 2017, 6(2): 2-4.
- [27] Eisenhardt, K. M., Graebner, M. E.. Theory Building from Cases: Opportunities and Challenges. *Academy of Management Journal*, 2007, 50(1): 25-32.
- [28] Yin, R. K.. *Case Study Research: Design and Methods*. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc., 2009.
- [29] Gupta, S., Modgil, S., Gunasekaran, A.. Big Data in Lean Six Sigma: A Review and Further Research Directions. *International Journal of Production Research*, 2020, 58(3): 947-969.
- [30] Pan, S. L., Tan, B.. Demystifying Case Research: A Structured-Pragmatic-Situational (SPS) Approach to Conducting Case Studies. *Information and Organization*, 2011, 21(3): 161-176.
- [31] Vial, G.. Understanding Digital Transformation: A Review and a Research Agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 2019, 28(2): 118-144.
- [32] Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J.. Big Data and Predictive Analytics and Manufacturing Performance: Integrating Institutional Theory, Resource-based View and Big Data Culture. *British Journal of Management*, 2019, 30(2): 341-361.
- [33] Grant, R. M.. The Resource-based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation. *California Management Review*, 1991, 33(3): 114-135.
- [34] 可星, 张琳玲, 彭靖里. 企业组织能力系统涌现性度量模型及实证研究. 科研管理, 2020, 41(8): 181-192.
- [35] Zheng, P., Sang, Z., Zhong, R. Y.. Smart Manufacturing Systems for Industry 4.0: Conceptual Framework, Scenarios, and Future Perspectives. *Frontiers of Mechanical Engineering*, 2018, 13(2): 137-150.
- [36] Chaoji, P., Martinsuo, M.. Creation Processes for Radical Manufacturing Technology Innovations. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2019, 30(7): 1005-1033.
- [37] Mamonov, S., Triantoro, T. M.. The Strategic Value of Data Resources in Emergent Industries. *International Journal of Information Management*, 2018, 39(2): 146-155.
- [38] 周丹. “资源整合”与“资源重构”两大构念比较——基于资源观视角. 外国经济与管理, 2012, 34(8): 18-25.
- [39] 欧阳桃花, 曾德麟, 崔争艳, 翟宇宏. 基于能力重塑的互联网企业战略转型研究: 百度案例. 管理学报, 2016, 13(12): 1745-1755.
- [40] Yin, L., Luo, J., Luo, H.. Tasks Scheduling and Resource Allocation in Fog Computing Based on Containers for Smart Manufacturing. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2018, 14(10): 4712-4721.
- [41] 罗仲伟, 李先军, 宋翔, 李亚光. 从“赋权”到“赋能”的企业组织结构演进——基于韩都衣舍案例的研究. 中国工业经济, 2017, (9): 174-192.
- [42] 胡国栋, 王晓杰. 平台型企业的演化逻辑及自组织机制——基于海尔集团的案例研究. 中国软科学, 2019, (3): 143-152.
- [43] Sirmon, D. G., Hitt, M. A., Ireland, R. D.. Resource Orchestration to Create Competitive Advantage: Breadth, Depth, and Life Cycle Effects. *Journal of Management*, 2011, 37(5): 1390-1412.
- [44] Parmar, R., Leiponen, A., Thomas, L. D. W.. Building an Organizational Digital Twin. *Business Horizons*, 2020, 63(6): 725-736.
- [45] 张璐, 赵爽, 长青, 崔丽. 跨越组织层级的鸿沟: 企业创新能力动态构建机制研究. 管理评论, 2019, 31(12): 287-300.
- [46] Acedo, F. J., Barroso, C., Galan, J. L.. The Resource-based Theory: Dissemination and Main Trends. *Strategic Management Journal*, 2006, 27(7): 621-636.
- [47] Eisenhardt, K. M., Martin, J. A.. Dynamic Capabilities: What Are They? *Strategic Management Journal*, 2000, 21(10-11): 1105-1121.
- [48] Bhamu, J., Sangwan, K. S.. Lean Manufacturing: Literature Review and Research Issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 2014, 34(7): 876-940.
- [49] Cherrafi, A., Elfezazi, S., Chiarini, A.. The Integration of Lean Manufacturing, Six Sigma and Sustainability: A Literature Review and Future Research Directions for Developing a Specific Model. *Journal of Cleaner Production*, 2016, 139(12): 828-846.
- [50] Belhadi, A., Shari, Y. B., Touriki, F. E.. Lean Production in SMEs: Literature Review and Reflection on Future Challenges. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 2018, 35(6): 368-382.
- [51] Sangwa, N. R., Sangwan, K. S.. Leanness Assessment of Organizational Performance: A Systematic Literature Review. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2018, 26(5): 768-788.

数据赋能驱动精益生产创新

内在机理的案例研究

摘要 起源于日本丰田汽车的传统精益生产自传入我国以来，在生产制造领域得到广泛推广，一度被业界看作是现代生产运营管理的黄金法则。然而，随着生产环境和要求的越发复杂多变，传统精益生产理念缺陷影响下的实践隐患也逐渐暴露出来。一方面，企业往往过度放大传统精益生产中的“消除浪费”理念，导致对“优化价值创造过程的进取精神”的忽视；另一方面，传统精益生产理念在渗透范围上是局部的，缺乏在多元价值协作活动中的广泛融入。数据科学技术为传统精益生产创新升级带来了契机，数据赋能驱动企业在客户交互、流程管控和合作方式等方面实现系统性精益变革，使现代企业打造出数据化精益生产优势。

本研究运用探索性案例研究方法，以酷特智能为研究对象，构建了数据赋能驱动精益生产创新内在机理的整合性理论模型。研究发现，数据化精益生产创新遵循“数据资源行动-数据能力生成-精益价值实现”内在机理路径。即生产企业需要将常规性生产资源以数据化形式“孪生”重现，并针对不同情境中的数据资源类型采取特定的资源行动方式，在此过程中或通过对数据资源的再利用，促进相关作用主体在价值创造方面生成相应的被数据化加持后有了新内涵，或者具有突破性或进阶性特征新体现的数据能力，进而支撑不同生产方面精益价值的创造实现。具体而言，在客户赋能作用中，通过数据需求资源沉淀，促进客户涌现出数据设计能力，实现生产目标精准化；在流程赋能作用中，通过数据作业资源调度，促进流程构建数据制造能力，实现生产加工精密化；在合作赋能作用中，通过数据关联资源整合，促进合作商塑造数据供应能力，实现生产配套精选化；在员工赋能作用中，通过数据任务资源部署，促进员工激活数据自驱能力，实现生产治理精细化。

本研究的理论贡献主要体现在以下三个方面：第一，深入挖掘了数据赋能驱动精益生产创新的内在机理。尽管现有学者注意到大数据技术或数据本身在生产运营场景中的系列“精益”赋能作用，但对于数据如何赋能进而推动精益生产创新升级的内在机理尚不清晰。本研究挖掘出数据赋能驱动精益生产创新的机理路径，充分回应了现有学者对加强大数据从资源到价值实现的转化过程研究的呼吁[16]。第二，以数据化精益生产为创新结果，进一步丰富和拓展了传统精益生产中的“精益”内涵。传统精益生产的“精益”理念侧重于局部现场作业的改进优化，表现为“尽一切可能消除浪费”的行为。随着生产环境的日益复杂变化，有学者认识到“精益”二字的内涵应该得到进一步拓展与延伸。本研究立足于大数据时代精益生产创新的实践背景，探析了数据化基因植入后的数据化精益生产的本质，深化了精益生产在大数据情境中的新解读。第三，基于系统生成观辨析了促进数据化精益生产实现的条件。现有文献多是关于大数据及其技术给某一特定生产运营领域带来的“精益”价值解析，缺乏对数据化精益生产的整体生成式探讨。本研究从客户、流程、合作和员工层面整合性探究了推动数据化精益生产实现的赋能作用机理，辨析了不同层面赋能作用在数据化精益生产实现中的作用。其中客户赋能是数据化精益生产实现的首要前提，流程赋能是数据化精益生产实现的关键基础，合作赋能是数据化精益生产实现的重要保障，员工赋能是数据化精益生产实现的必要支撑。

实践启示方面，在大数据时代，企业家对于精益生产的理念认知不能再局限于“消除浪费”层面，尤其是要注重生产价值创造过程的全局性数据化基因植入与系统优化；再者，数据化精益生产本身是一项复杂系统工程，不仅是在生产流程方面引入先进的管理工具那么简单。企业要通过设计数据运营架构，从客户、流程、合作与员工层面协同赋能，才能打造成数据化精益生产优势。

关键词 数据赋能；精益生产；数据化精益生产；案例研究

A Case Study on the Internal Mechanism of Data Enablement Driving Lean Production Innovation

Zhang Mingchao, Sun Xinbo, Wang Yongxia

School of Business Administration, Northeast University

Abstract Since its introduction to China, the traditional lean manufacturing concept, which originated with Toyota Motor Corporation in Japan, has been widely promoted in the manufacturing sector and was once regarded as the golden rule of modern production/operations management. However, as the production environment and requirements have become more complex and varied, the shortcomings of the traditional lean manufacturing concept have come to light. On the one hand, the elimination of waste of traditional lean production is often overplayed, resulting in the neglect of the enterprising spirit of optimizing the value creation process; on the other hand, the traditional lean production concept is partial in its scope of penetration and lacks wide integration into multiple value creation activities. Data science and technology provide an opportunity to upgrade traditional lean production, enabling firms to make systematic changes in customer interaction, process control and collaboration, enabling modern firms to create a data-enabled lean production advantage.

Using an exploratory case study approach, this paper constructs an integrative theoretical model of the mechanisms underlying data enablement-driven lean manufacturing innovation, using Qingdao Kutesmart Co., Ltd. as the research subject. It finds that lean production innovation with data enablement follows the intrinsic path of datafication resource action-data-enabled capability generation-lean value realization. This means that production firms need to twin conventional production resources in the form of datafication, and take specific resource actions for different types of datafication resources in different contexts. In the process, or through the reuse of datafication resources, the relevant actors generate new data-enabled capabilities with new connotations or breakthroughs or advanced features, which in turn support the creation of lean values in different production areas. Specifically, the customer enablement, through the precipitation of datafication demand resources, promotes the emergence of data-enabled design ability of customers, so as to realize the accurate production target to guide the production. The process enablement promotes to build the data-enabled manufacturing capacity by scheduling datafication operation resources, so as to realize the production in a precise processing mode. The cooperation enablement, through the integration of datafication relevance resources, promotes partners to shape the data-enabled supply capacity, so as to guarantee the production by the selected production supporting. The employee enablement, through the deployment of datafication task resources, promotes employees to activate the data-enabled self-drive ability, so as to support the production operation by refined production governance.

The theoretical contributions of this paper are mainly in the following three areas. Firstly, it explores the underlying mechanisms of data enablement to drive lean production innovation. Although existing scholars have noted the role of big data technology or data itself as a series of lean enablers in production and operation scenarios, the underlying mechanisms of how data can enable lean production innovation are not yet clear. This paper uncovers the mechanism by which data enablement drives lean production innovation, fully responding to the call of existing scholars to strengthen the transformation process of big data from resource to value realization. [16] Second, the innovation of data-enabled lean production further enriches and expands the meaning of being lean in the traditional lean production. The concept of being lean in the traditional lean production focuses on the improvement and optimization of local site operations and is characterized by the act of doing everything possible to eliminate waste. With the increasing complexity of the production environment, scholars have recognized that the meaning of being lean should be further expanded and extended. Based on the practical context of lean production innovation in the era of big data, this paper explores the nature of data-enabled lean production after the implantation of the data gene, and deepens the new interpretation of lean production in the context of big data. Third, the conditions that facilitate the realization of data-enabled lean production are identified based on a phylogenetic view. Most of the existing literature is concerned with the value of big data and its technologies for a particular area of production and operation, but lacks a holistic generative approach to data-enabled lean production. This paper examines the mechanisms of enablement at the customer, process, cooperation and employee levels that drive the realization of data-enabled lean production, and identifies the role of different levels of enablement in the realization of data-enabled lean production. Customer enablement is the primary prerequisite for data-enabled lean production, process enablement is the key foundation for data-enabled lean production, cooperation enablement is the key guarantee for data-enabled lean production, and employee empowerment is the necessary support for data-enabled lean production. In the era of big data, entrepreneurs must no longer limit their knowledge of lean production to the elimination of waste, but must focus on the global data genetics and systematic optimization of the production value creation process. Furthermore, data-enabled lean production is a complex systemic project that goes beyond the introduction of advanced management tools in production processes. Firms need to design a datafication operation structure that enables them at the customer, process, cooperation and employee levels in order to build up the advantages of data-enabled lean production.

Key Words Data Enablement; Lean Production; Data-based Lean Production; Case Study