

电商供应链中制造型供应商生产安全治理的研究进展与展望

吴 瑞

江苏大学管理学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2026年3月11日; 录用日期: 2026年3月26日; 发布日期: 2026年5月29日

摘 要

在电商经济快速发展的背景下,“小单快反”与脉冲式需求重塑了制造业的生产逻辑,但其带来的高周转与时效压力也显著诱发了制造型供应商的生产安全风险。本文系统梳理了电商供应链中供应商生产安全治理的研究脉络。首先,从诱因机制看,电商大促等脉冲订单导致生产系统安全容量过载,极端的交付时效限制挤占了设备维保空间,并诱发一线员工产生安全捷径心理及违章行为,形成了需求侧压力向生产侧的负面传导。其次,在治理模式演进方面,研究重心正从传统的属地行政监管转向以平台流量分配权为核心的“私人规制”与政企协同下的“元规制”模式,强调利用信用分级与算法奖惩实现对供应商的动态管控。在此过程中,本文引入批判性视角,剖析了平台“算法控制”对一线“数字劳动”者产生的双重效应,并探讨了“私人规制”与公共监管之间的辩证协同关系。此外,数字赋能推动治理模式由工业互联网实时感知向大数据与人工智能驱动的“预测性治理”跃迁,显著提升了风险主动防控能力。在方法论层面,学术界广泛采用演化博弈理论分析多主体利益均衡,并运用系统动力学模拟风险传导的非线性特征。然而,针对现有定量方法的局限性,未来研究亟需引入大数据与质性访谈相融合的混合研究法,以及基于数字孪生的仿真实验法,以提升微观人因分析的深度与系统推演的保真度。最后,未来研究需进一步关注小微供应商治理的普适性、跨境电商安全标准的协同以及算法压力下的伦理关怀,以期实现电商生态效率与本质安全的深度融合与协同发展。

关键词

电商企业, 供应链, 生产安全治理

Research Progress and Outlook on Production Safety Governance of Manufacturing Suppliers in E-Commerce Supply Chains

Rui Wu

Abstract

In the context of the rapid development of the e-commerce economy, the “small-batch and fast-response” model and pulse demand have reshaped manufacturing production logic. However, the resulting high turnover and extreme time pressure have significantly induced production safety risks for manufacturing suppliers. This paper systematically reviews the research evolution of production safety governance for suppliers within the e-commerce supply chain. First, regarding the causal mechanisms, spike orders during e-commerce promotions lead to the overload of production system safety capacity. Extreme delivery time constraints squeeze equipment maintenance windows and induce safety shortcut psychology and non-compliant behaviors among frontline employees, forming a negative transmission of pressure from the demand side to the production side. Second, in terms of governance model evolution, the research focus is shifting from traditional territorial administrative supervision to “private regulation” centered on platform traffic allocation power and “meta-regulation” under government-platform synergy, emphasizing the use of credit ratings and algorithmic rewards and punishments for dynamic supplier management. In this process, a critical perspective is introduced to analyze the dual effects of platform “algorithmic control” on frontline “digital labor”, and the dialectical synergistic relationship between “private regulation” and public supervision is explored. Furthermore, digital empowerment has enabled a leap from real-time perception via the Industrial Internet of Things (IIoT) to “predictive governance” driven by big data and artificial intelligence, significantly enhancing proactive risk prevention and control capabilities. Methodologically, academia frequently employs evolutionary game theory to analyze multi-agent interest equilibrium and utilizes system dynamics to simulate the nonlinear characteristics of risk transmission. However, addressing the limitations of existing quantitative methods, future research urgently needs to introduce mixed methods integrating big data and qualitative interviews, as well as simulation experiment methods based on digital twins, to enhance the depth of micro-human factor analysis and the fidelity of system deduction. Finally, future research should further focus on the universality of governance for micro and small suppliers, the coordination of cross-border e-commerce safety standards, and ethical care under algorithmic pressure, aiming to achieve the deep integration and synergistic development of e-commerce ecosystem efficiency and inherent safety.

Keywords

E-Commerce Enterprises, Supply Chain, Production Safety Governance

Copyright © 2026 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

1.1. 研究背景与问题提出

随着互联网技术的飞速发展，电商经济已成为中国经济增长的核心引擎。根据《中国电子商务报告(2024)》显示，我国电子商务销售额持续保持增长趋势，由此驱动了制造业生产模式从传统的“大规模生产”向“小单快反”及“C2M(消费者到工厂)”模式深刻转型[1]。在电商环境下，供应链的响应速度被

视为核心竞争力，然而这种对“极速交付”的追求也给上游制造型供应商带来了巨大的安全生产挑战。

特别是在“双11”、“直播大促”等脉冲式需求冲击下，供应商往往面临极端的订单波动。研究表明，当订单需求超出生产系统的安全容量时，企业为了赶工期极易出现违章操作、设备带病运行以及临时工培训不足等现象，从而导致事故发生率显著上升[2]。制造型供应商作为电商生态系统的底层支撑，其生产安全不仅关系到产业工人的生命健康，更直接影响到整个供应链的韧性与品牌声誉[3]。因此，如何治理电商供应链中的供应商生产安全问题，已成为管理学与安全科学领域共同关注的焦点。

1.2. 核心概念界定

本文所探讨的“电商供应链”是指以电商平台为核心驱动力，通过数据流高度集成下游需求与上游供给的新型网络结构[4]。与传统供应链相比，其具有更高的数据透明度和更强的订单波动性。而“制造型供应商”则侧重于生产制造环节，而非末端物流配送。在治理维度上，本文不仅关注传统的政府属地监管，更侧重于探讨“平台治理”这一新兴模式，即电商平台利用其掌握的数字化工具对供应商实施的“私人规制”[5]。

1.3. 文献筛选原则与研究价值

尽管目前关于供应链风险管理的研究已较为丰厚，但专门针对“电商背景”下制造型供应商“生产安全”的系统性综述仍较少。多数现有研究集中在电商的物流配送安全或产品质量监管，忽视了生产端的本质安全。

本文通过在中国知网(CNKI)、Web of Science 等主流数据库中检索“电商供应链”、“供应商管理”、“生产安全治理”及“平台经济”等关键词，筛选出近十年间具有代表性的核心期刊论文及行业报告。本文的研究价值在于：首先，从压力传导视角解析电商模式如何“诱发”安全风险；其次，归纳数字化技术在安全监管中的实际应用进展；最后，为政府监管决策与平台治理体系的完善提供理论支撑。通过系统梳理该领域的演进脉络，本文旨在识别现有研究空白，并对未来“智能化、韧性化”的安全治理方向进行展望。

2. 电商模式对供应商生产安全风险的影响机理

2.1. 需求侧：极端订单波动与时效压力传导

2.1.1. 脉冲式需求对生产系统安全容量的冲击

电商模式下的需求呈现出显著的“碎片化”与“爆发性”特征。与传统供应链相对稳定的订单预测不同，电商环境下的需求往往受到大促活动(如“双11”、直播带货等)的剧烈扰动，形成巨大的“需求脉冲”[2]。这种脉冲式订单在短时间内涌入，极易导致供应商的生产负荷瞬间超过其既定的“安全容量”。

Han 等人的研究指出，生产系统的安全容量是指在保证人员、设备和环境处于受控状态下，系统所能承载的最大生产强度[2]。当订单压力突增，生产线为了维持交付率，往往采取增加班次、提升设备运行转速等手段。这种超负荷运行不仅挤占了必要的设备维保时间，导致机械故障率上升，更使得生产环境中的物理风险(如粉尘浓度积聚、噪音超标)处于失控边缘[6]。通过上述研究发现，订单波动的标准差与生产事故的发生率呈现出显著的正相关关系，即需求越不稳定，安全风险的非线性增长越明显。

2.1.2. 交付时效限制下的安全行为诱因

电商竞争的核心在于“时效性”。为了满足消费者对极致物流体验的追求，电商平台往往会对供应商设定严格的订单履约时效(Lead Time)约束。这种时效压力通过平台算法和契约条款，直接转化为一线车间的生产节奏。

行为安全管理理论认为,当时间压力达到临界点时,个体的认知负荷会发生过载,导致“安全捷径”行为的产生[7]。陈巧等通过对制造型企业一线员工的调研发现,在极端的交付压力下,工人为了追赶进度,会产生一种“风险补偿”心理,即有意识地省略必要的安全检查步骤(如不佩戴防护用具、短接安全连锁装置等)[8]。此外,电商供应链中的“小单快反”模式要求生产线频繁切换产品型号,这种高频次的转产过程伴随着大量的模具更换和工艺调整,在极短的交付限时内,人为操作失误概率(Human Error)较平稳期提升了约30%~50% [9]。

2.1.3. 算法压力与心理疲劳的协同影响

在数字化程度较高的电商供应链中,平台算法不仅监控物流,也间接监控着制造端的产出效率。这种“算法监控”形成了一种无形的电子压力。研究表明,长期的时效高压会导致一线员工产生严重的心理疲劳和生理枯竭[10]。傅贵等人的“2-4”模型强调,人的不安全行为受制于组织压力和心理状态,电商环境下的高频产出要求使得员工处于长期的应激状态,这种状态下视觉疲劳和反应迟钝是诱发机械伤人、火灾等突发安全事故的深层心理因素[7]。

2.2. 供给侧：柔性制造与安全成本的挤出效应

2.2.1. 柔性生产要求下的设备维保“挤压”

为了响应电商平台高频次的款式迭代与库存补足要求,供应商普遍采用了高度柔性的生产组织方式。然而,这种柔性化往往以牺牲设备的预防性维护时间为代价。在传统生产模式下,设备拥有固定的“停机检修期”,但在电商大促及返单高峰期,生产线处于长时间、高强度的不间断运行状态[11]。

刘位龙等人的研究指出,由于订单交付压力具有极强的时效排他性,企业往往采取“以修代养”的应激式维护策略,导致设备长期处于“亚健康”状态运行[11]。这种状态不仅增加了关键零部件疲劳断裂的风险,更使得安全连锁装置、防护罩等次要(但在事故预防中至关重要)的部件在损坏后难以得到及时修复。此外,频繁的转产要求设备进行参数的快速调整与模具重组,这种非标准化的操作过程在缺乏充分调试时间的前提下,极易引发机械伤害事故[12]。

2.2.2. 灵活用工模式下的安全培训弱化

电商供应链的订单波动性决定了供应商在劳动力供给上表现出显著的“碎片化”与“临时化”。为了平衡淡旺季的人力成本,制造型供应商大量启用劳务派遣、季节性临时工甚至“共享员工”。

蔡泽勇等人的调查发现,临时性劳动力在进入生产一线前,往往无法接受系统性的“三级安全教育”,其安全意识与岗位操作规程的熟练度远低于正式员工[13]。更深层次的问题在于,临时用工模式削弱了员工对企业的归属感与心理契约,导致其在操作过程中更容易忽视安全警示,倾向于通过非规范动作来换取更高的计件工资。研究统计显示,在电商集中交付期,涉及临时用工的安全事故占比显著高于平均水平,劳动力结构的异质性已成为供应商安全治理的薄弱环节[14]。

2.2.3. 成本竞争压力对安全投入的“挤出效应”

电商平台高度透明的价格竞争机制,压缩了中下游制造商的盈利空间。在极低的利润率驱动下,企业内部的资源配置往往向能够产生即时效益的生产环节倾斜,而具有“隐形成本”属性的安全投入则面临被挤出的困境[15]。

梅强等人的研究提出,安全投入具有明显的滞后效应与非直观性,这使得供应商在面临电商平台的“比价压力”时,倾向于削减在个人防护装备(PPE)更新、安全监控系统升级以及职业病防护设施上的开支[15]。这种“安全资产负债”的累积,虽然在短期内提升了企业的成本竞争力,但实质上降低了生产系统的安全韧性。一旦遇到极端订单脉冲,脆弱的安全防护体系极易崩溃,产生远超节省成本的巨额

事故代价。

3. 多元主体协同下的供应商安全治理模式

3.1. 平台主导的“私人规制”模式

3.1.1. 基于安全绩效的供应商准入与分级评价

在传统治理体系中，生产安全主要由政府部门通过许可制度进行前置把关。但在电商环境下，平台作为供应链的集成者，开始行使类似于“守门人”的职能。研究发现，领先的电商平台(如京东、阿里巴巴等)已将生产安全合规性纳入供应商全生命周期管理体系，建立了一套不同于国家标准的“私人规制”准入体系[5]。

周冬梅等人的研究指出，平台通过对制造型供应商进行多维度的安全评估，将评估结果作为入驻、续约的硬性指标[16]。这种评估不仅包含法律层面的证照审核，还延伸至工厂实地的职业健康安全管理体系(如 ISO 45001)认证情况。通过这种“协议规制”，平台将原本属于公共领域的安全标准转化为商业合同条款，迫使供应商在追求订单的同时必须履行安全责任。

3.1.2. “安全 - 流量”挂钩的动态激励机制

电商平台治理的核心手段是其拥有的流量分配权(即订单分发算法)。学术界广泛探讨了如何通过“流量杠杆”来破解供应商安全投入动力不足的难题。演化博弈模型证明，当平台将供应商的安全信用评分(Safety Credit Score)接入推荐算法权重时，供应商倾向于选择“积极安全投入”策略以获取更多的市场暴露机会[17]。

刘云志等人的研究进一步发现，这种基于算法的激励机制具有“优胜劣汰”的筛选效应[18]。安全表现优异的供应商能够获得“绿色标签”或大促活动的优先入驻权，这种商业信誉溢价补偿了其在安全设施上的资金支出。反之，对于发生生产事故或存在重大隐患的供应商，平台通过降权、封号等“去平台化”手段实施惩罚。这种高频次、动态化的反馈机制，弥补了政府监管在频率和时效性上的不足。

3.1.3. 基于数字化轨迹的远程审计与监控

数字化是电商平台实施私人规制的底层技术支撑。与传统政府审计依靠人工抽查不同，平台治理依赖于对供应商生产数据、能耗数据及交付轨迹的实时抓取与交叉验证。

刘妍等提出，平台可以通过分析供应商的生产峰值数据与员工打卡数据的匹配度，识别出潜在的“疲劳作业”风险区[19]。例如，当订单量远超其正常产能储备时，算法会自动触发安全预警，并要求供应商提交安全保障方案。这种基于大数据的远程审计模式，实现了从“事后追责”向“过程管控”的转变。杨昌玉的研究显示，通过这种数字化的穿透式监管，平台能够有效降低供应链中由于信息不对称导致的安全违约风险[20]。

3.1.4. 平台权力的双重效应与“算法控制”批判

尽管平台主导的“私人规制”在效率上弥补了传统监管的不足，但从批判性理论视角来看，这种治理模式不可避免地带来了平台权力的双重效应。一方面，平台通过算法将安全标准硬性嵌入交易规则，提升了供应链的安全准入门槛；另一方面，这种极端的时效与成本压缩，实质上加剧了对供应链底层工人的“算法控制”(Algorithmic Control)。在“数据即绩效”的严密监控下，制造型供应商的一线员工在某种程度上被异化为广义的“数字劳动”(Digital Labor)群体[21]。算法的隐蔽性与“去人性化”特征，使得生产节奏被极度压缩，员工丧失了劳动过程的自主性，进而不可避免地催生心理疲劳与违章捷径行为。

此外，“私人规制”的合法性(Legitimacy)、透明度与问责机制亟待审视。平台的流量分配与信用降

级规则往往是一个“黑箱”，缺乏正当的听证程序和双向申诉机制。当平台的商业逐利动机与公共安全底线发生冲突时，缺乏外部问责的私人规制极易演变为向下游转嫁风险的“算法霸权”[22]。

3.2. 政府 - 平台协同监管模式

3.2.1. 协同治理的理论逻辑：弥补“监管失灵”

在电商供应链的复杂网络中，政府作为公共权力的行使者，其监管行为往往受限于行政管辖区域和信息获取成本。台德艺等人的研究指出，传统的“命令 - 控制型”监管在面对瞬息万变的电商订单压力和分散的供应商节点时，表现出明显的滞后性[23]。

协同治理理论认为，政府应通过制度设计，引导具有信息优势的电商平台参与公共治理。这种模式不仅降低了政府的行政执法成本，还利用平台的“算法权力”实现了对供应商生产行为的精细化管控。这种从“单边监管”向“多方共治”的转型，被视为解决电商环境下供应商生产安全问题的核心逻辑[24][25]。

3.2.2. “元规制”路径下的权责划分

在政府与平台协同监管的过程中，如何界定双方的责任边界是学术界探讨的热点。侯利阳提出的“元规制”(Meta-Regulation)理论为这一问题提供了框架：即政府并不直接监管海量的供应商，而是通过监管“平台”来间接实现治理目标[26]。

此时，公共监管与“私人规制”实质上呈现出一种相互依赖又相互制约的辩证关系。私人规制具有数字化的穿透力与微观响应效率，但因其商业属性而面临民主合法性赤字；公共监管虽具备法理上的绝对合法性，却受制于“技术迟滞”与行政资源约束。因此，“元规制”的本质，是以公共监管的“合法性”与问责机制去纠偏私人规制的“黑箱”与“任性”[27]。

在这种模式下，政府的角色转变为规则的制定者和监督者，负责考核平台是否建立了完善的供应商安全审核机制及应急响应预案。王鹤霏的研究显示，当政府对平台施加合规性压力(如扣除平台分、行政约谈)时，平台会更有动力完善其内部的“私人规制”体系，从而将安全压力有效传导至制造端供应商[25]。这种“监管的监管”机制，通过层级化的责任嵌套，解决了政府触手可及的难题。

3.2.3. “互联网 + 监管”下的信息共享与联合惩戒

协同监管的有效性高度依赖于政企之间的数据互通。现有研究已经强调了建立“互联网 + 监管”大数据平台的重要性，通过整合政府的行政许可、处罚记录与平台的交易数据、评价数据，可以构建起供应商的完整安全画像[28]。

目前的治理实践中，联合惩戒机制被证明具有极强的震慑力。当政府安全生产监督管理部门将某供应商列入“安全生产黑名单”后，电商平台可以同步实施流量限制或终止合作；反之，平台通过算法识别出的疑似超负荷生产风险，亦可实时推送至政府监管系统，实现预警关口的前移[26]。这种双向反馈机制打破了政企之间的“信息孤岛”，实现了对违规供应商的立体化约束。

4. 数字化技术在供应商安全治理中的应用现状

4.1. 工业互联网与实时监控技术

4.1.1. 基于物联网(IoT)的多源安全数据感知

在电商高频订单的驱动下，供应商生产线处于高负荷运转状态。传统的“人工巡检”模式已无法覆盖高强度的动态风险。物联网技术通过在生产设备、环境节点及一线员工佩戴的穿戴式设备上部署传感器，实现了安全状态的实时数据化[17]。

傅贵等人的研究表明,利用振动传感器、温湿度传感器及电流监测模块,可以实时获取关键设备(如数控机床、注塑机等)在订单高峰期的运行参数。一旦设备因过载产生异常震动或温升,系统可早于肉眼观测触发预警[7]。此外,针对电商小微工厂环境复杂的特点,基于窄带物联网(NB-IoT)的低功耗传感器被广泛应用于监控厂房火灾隐患及危化品存储状态,通过将物理空间的安全参数转化为实时数据流,为平台实施远程风险评价提供了底层依据[29]。

4.1.2. 计算机视觉(CV)在违章行为识别中的应用

行为安全管理(BBS)是减少生产事故的核心。在电商大促期间,工人的心理压力与疲劳程度激增,极易产生习惯性违章行为。计算机视觉技术利用车间已有的监控视频流,结合深度学习算法(如YOLO系列、OpenPose),实现了对不安全行为的自动识别与干预[30]。

张泽辉等人的研究指出,目前的监控系统已能精确识别工人在生产线上的关键违章动作,如未佩戴安全帽、违规进入危险区域,以及长时间疲劳作业导致的反应迟钝。特别是在电商服装、电子组装等劳动密集型行业,视觉识别技术能够捕捉到由于追求“计件效率”而导致的违规操作(如带电维修、越位作业等)[31][32]。这种非接触式的监控方式,既弥补了现场安全管理员不足的问题,又通过实时语音播报对工人形成了有效约束。

4.1.3. 工业互联网平台的数据集成与预警决策

分散的传感器数据只有通过平台化的集成才能产生治理价值。工业互联网平台(IIP)充当了供应商生产现场与电商治理层之间的“数字桥梁”。通过将车间的MES(制造执行系统)数据与电商平台的订单流数据进行跨域融合,可以构建起供应商的“安全数字孪生”模型[33]。

吴超等人的研究强调,工业互联网平台能够对多源异构数据进行实时分析。当算法监测到供应商的能耗数据异动、设备负荷过高且工人作业时长超过安全阈值时,平台会根据预设的风险矩阵自动下发“降速指令”或风险告知书[34]。这种基于数据的即时反馈,改变了过去依赖事故后报、事后追责的被动局面,实现了安全管理从“静态准入”向“动态画像”的跨越。

4.2. 大数据与人工智能的预测性治理

4.2.1. 基于大数据的安全风险特征提取与挖掘

在电商长链条中,供应商的生产风险往往潜藏于海量的业务数据之中。大数据技术的应用不仅在于数据的“量”,更在于通过关联分析提取出能够反映安全状态的“弱信号”。

吴超、束庆玲等人的研究指出,通过整合供应商的设备能效数据、订单完成时效数据、原材料库存周转率以及员工考勤波动,可以构建出高维度的风险特征空间。例如,当订单交付周期缩短与原材料废品率提升同时出现时,大数据模型可识别出其背后的“赶工风险”特征[34][35]。这种基于全量数据的分析,打破了传统安全管理中依赖单一事故指标的局限,实现了对系统性风险演化特征的深度挖掘。

4.2.2. 机器学习驱动的事故预警模型研究

人工智能算法在复杂非线性关系的建模上具有显著优势。针对电商环境下供应商生产事故的突发性与随机性,学术界开展了大量基于机器学习(Machine Learning)的预测研究。

刘宸宇等提出了一种基于长短期记忆网络(LSTM)的事故时间序列预测模型,该模型能够有效处理具有时间依赖性的生产数据。通过分析大促前后的连续生产负荷,该模型对设备故障及火灾隐患的预测准确率显著高于传统统计模型[36]。此外,集成学习算法(如随机森林、XGBoost)也被广泛应用于供应商风险等级的自动分类。通过对历史事故案例进行深度学习,AI能够自动识别出具有“高危体质”的供应商画像,从而实现监管资源的精准投放[37]。

4.2.3. 生成式 AI 与大模型在安全决策中的潜力

随着大语言模型(LLM)等生成式 AI 技术的突破,安全治理正在进入“知识驱动”的新阶段。传统的预测模型往往只能给出“风险值”,而难以给出具体的“治理策略”。

王秉等学者强调了“数字安全科学”的重要性,指出大模型可以实时解析海量的安全规章制度、事故调查报告及操作手册,将其转化为可供供应商直接调用的“安全决策支持系统”[38]。在电商大促期间,当系统预测到某供应商可能因过度加班导致安全容量过载时,生成式 AI 能够自动为平台和供应商生成定制化的应急响应方案,包括产线动态分流建议、关键点位巡检提示等。这种从“风险预测”到“方案生成”的闭环,极大地提升了供应链安全治理的智能化水平。

4.2.4. 算法治理的伦理与黑箱挑战

尽管 AI 技术提供了强大的预测能力,但其带来的“算法黑箱”问题也引发了学界的反思。王飞跃等指出,如果治理算法过度追求效率而忽视了对供应商合理利润空间及员工休息权的保障,预测模型可能会变成压榨生产能力的“数字鞭子”,反而催生出新的安全隐患[39]。因此,构建“透明、可解释”的安全治理算法,确保 AI 决策符合本质安全的要求,是当前大数据治理研究中的重要伦理方向。

5. 研究评述与展望

综观现有文献,电商供应链供应商生产安全治理研究已形成从风险诱因剖析到多方协同治理,再到数字化技术赋能的逻辑闭环。在研究方法上,学者们广泛利用演化博弈(Evolutionary Game)分析政府、平台与供应商在安全投入中的利益博弈与策略均衡[17][40][41],并借助系统动力学(SD)模拟大促期间“订单脉冲”对生产系统安全容量的动态冲击机理[2]。

然而,现有研究方法仍存在一定的局限性。首先,演化博弈模型多基于宏观的“完全理性”或“有限理性”经济人假设,难以细腻刻画“算法控制”下由于情绪耗竭、心理契约破裂等微观人因导致的行为异化;其次,系统动力学(SD)擅长宏观因果反馈链的刻画,但在处理车间级、高颗粒度的设备动态与人员微观随机交互时,显得保真度不足。针对上述局限性,未来的研究亟需在方法论上进行深度融合与创新:

首先,鉴于单纯的定量数据难以解释数字劳动背后的伦理与心理机制,未来研究应将宏观层面的平台交易与安全大数据(客观行为轨迹挖掘)与微观层面的深度质性访谈(心理机制探究)相结合[42]。通过三角互证,深入揭示系统算法压力如何隐性转化为一线工人的心理疲劳与违章行为。

其次,突破传统数学建模的限制,利用物联网与工业互联网平台累积的实时物理数据,构建高保真度的供应链与车间级数字孪生模型。在虚拟空间中对极端“订单脉冲”进行安全压力测试与仿真实验,以非破坏性的方式预测系统崩溃的临界点,从而为预测性治理提供更为精细、动态的决策支持。

此外,未来研究需进一步关注小微供应商治理的普适性、跨境电商安全标准的协同以及算法压力下的伦理关怀,以期实现电商生态效率与本质安全的深度融合与协同发展。

6. 结论

通过对国内外关于电商供应链中制造型供应商生产安全治理研究的系统梳理,本文得出以下主要结论:

第一,治理逻辑实现了从“属地化监管”向“平台化治理”的深刻转型。电商模式带来的订单高度波动与交付时效压力,使得传统以政府为主体的静态、碎片化监管难以应对跨区域、动态化的生产风险。研究表明,电商平台凭借其拥有的“流量分配权”和“数据优势”,已实质性地承担起供应链安全规制者的职能,通过安全准入、分级评价及信用惩戒等“私人规制”手段,实现了对上游制造端风险的穿透式管控[5][16]。

第二, 治理手段正从“事后追责”全面转向“数字化预防”。工业互联网、物联网及人工智能技术的引入, 打破了供应商生产现场的“信息黑箱”。通过实时监测设备负荷、工人操作轨迹及订单压力指数, 数字化技术实现了风险的实时感知与精准预测, 极大提升了生产系统的本质安全水平。特别是基于算法的预测性治理, 为解决电商大促等极端情境下的安全容量过载问题提供了科学路径[26] [36]。

第三, 治理格局呈现出“政企协同、多方共治”的必然趋势。单一的平台规制存在权力扩张与算法霸权的隐患, 而单一的政府监管则面临信息失灵。未来的治理重点在于构建“政府元规制 + 平台私人规制 + 供应商自律”的嵌套式框架。通过信息共享、联合惩戒与政策激励, 实现公共安全目标与商业利益的动态平衡, 是确保电商供应链韧性与可持续发展的关键[26] [40]。

综上所述, 电商环境下供应商的生产安全治理已不再是孤立的工厂内部管理问题, 而是数字经济与安全科学深度交叉的系统工程。未来的研究应进一步关注中小微供应商的治理普适性、算法压力的心理补偿机制以及跨境电商环境下的治理协同, 以期构建一个更加安全、智能、公平的电商生产生态系统。

参考文献

- [1] 中国国际电子商务中心. 中国电子商务报告(2024) [R/OL]. https://dzswgf.mofcom.gov.cn/news_attachments/cdaa82d0267dff264ea2269bf1260712ce54e3ae.pdf, 2026-02-25.
- [2] Han, S., Saba, F., Lee, S., Mohamed, Y. and Peña-Mora, F. (2014) Toward an Understanding of the Impact of Production Pressure on Safety Performance in Construction Operations. *Accident Analysis & Prevention*, **68**, 106-116. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.10.007>
- [3] Christopher, M. and Peck, H. (2004) Building the Resilient Supply Chain. *The International Journal of Logistics Management*, **15**, 1-14. <https://doi.org/10.1108/09574090410700275>
- [4] 王林. 电子商务风险识别与智能管控策略——评《大数据驱动下电商平台供应链融资风险动态预警研究》[J]. 安全与环境学报, 2026, 26(3): 1232.
- [5] 蔡德发, 韩逢拾, 王艳艳. “直播带货”: 平台经济政府监管博弈分析与对策建议[J]. 时代经贸, 2024, 21(7): 59-62.
- [6] 官运华, 罗云, 张来斌. 企业安全管理诊断理论研究[J]. 中国安全科学学报, 2011, 21(1): 10-16.
- [7] 傅贵, 殷文韬, 董继业, 等. 行为安全“2-4”模型及其在煤矿安全管理中的应用[J]. 煤炭学报, 2013, 38(7): 1123-1129.
- [8] 陈巧, 刘素霞, 梅强, 等. 角色压力对员工安全行为影响的元分析: 主管支持的调节作用[J]. 中国安全科学学报, 2022, 32(5): 21-27.
- [9] 章依凌, 刘洋洋. “知识链”融合视角的服装产业集群企业协同创新研究——以浙江省服装产业为例[J]. 武汉纺织大学学报, 2023, 36(3): 82-86.
- [10] 莫俊文, 贾秀, 崔利兵, 等. 高原铁路施工人员心理灵活性对不安全行为的影响研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2026, 22(1): 175-182.
- [11] 刘位龙, 杨爽. 基于多准则决策与机器学习的医药企业库存分类研究[J]. 物流科技, 2020, 43(4): 36-39.
- [12] 孙仁山, 杨洋, 任敦虎, 等. 基于特种设备安全监管特色的双重预防机制建设研究[J]. 中国特种设备安全, 2024, 40(12): 23-26+30.
- [13] 蔡泽勇, 萧鸣山. 基于统计数据的房屋市政工程生产安全事故分析及安全管理优化策略[J]. 建筑安全, 2025, 40(12): 40-44.
- [14] 王小俊, 张礼敬, 杨鹏. 机械制造企业安全生产标准化与工伤事故关系[J]. 中国安全科学学报, 2023, 33(8): 45-50.
- [15] 梅强, 陈好, 刘素霞. 中小企业安全投入行为决策研究[J]. 中国安全科学学报, 2013, 23(8): 150-156.
- [16] 周冬梅, 江月梅, 周阳, 等. 数字平台生态系统多主体战略交互演化研究[J]. 科学学研究, 2026, 44(4): 757-769.
- [17] 程永宏, 孙超然, 吴燕芳. 考虑企业社会责任的平台供应链定价决策与融资策略研究[J/OL]. 系统科学与数学: 1-20. <https://link.cnki.net/urlid/11.2019.O1.20260303.1415.030>, 2026-03-22.
- [18] 刘志云, 樊治平. 考虑损失规避与产品质量水平的供应链协调契约模型[J]. 中国管理科学, 2017, 25(1): 65-77.
- [19] 刘妍, 刘隽, 古天龙. 弱势零售商-强势第三方电子商务平台经营博弈研究[J]. 数学的实践与认识, 2019, 49(20): 89-97.

- [20] 杨昌玉. 基于电商 B2B 的供应链集中采购模式探索[J]. 商业经济研究, 2018(6): 82-84.
- [21] 孙萍. “算法逻辑”下的数字劳动: 一项对平台经济下外卖送餐员的研究[J]. 思想战线, 2019, 45(6): 50-57.
- [22] 万国海, 王和勇. 数字化转型背景下饲料企业电子商务平台创新化运营策略分析[J]. 中国饲料, 2025(14): 161-164.
- [23] 台德艺, 潘海兰. 工业电子商务电商平台与经营者合规运营演化博弈分析[J]. 科技管理研究, 2020, 40(13): 34-42.
- [24] 马兰. 基于电子商务平台双边市场特征的网络税收征管研究[J]. 中国商论, 2015(32): 91-93.
- [25] 王鹤霏. 多元共治视角下电子商务的政府监管问题探析[J]. 延边大学学报(社会科学版), 2018, 51(3): 105-113+144.
- [26] 侯利阳. 论互联网平台的法律主体地位[J]. 中外法学, 2022, 34(2): 346-365.
- [27] 贾开, 蒋余浩. 人工智能治理的三个基本问题: 技术逻辑、风险挑战与公共政策选择[J]. 中国行政管理, 2017(10): 40-45.
- [28] 陈兵, 张浩东. 常态化监管下平台互联互通的实施路向[J]. 上海财经大学学报, 2023, 25(4): 123-137.
- [29] 秦冲. 物联网环境下优化农产品电商供应链体系路径探析——评中华工商联合出版社《基于物联网的农产品电商供应链体系研究》[J]. 价格理论与实践, 2024(8): 226.
- [30] 程欣炜, 岳中刚. 基于电商大数据的农产品短期经营风险预测研究——以家庭经营梨果种植户为样本[J]. 商业经济与管理, 2022(9): 16-29.
- [31] 张泽辉, 吴富龙, 李帆雅, 等. 面向复杂工业场景的人体姿态快速估计方法[J/OL]. 控制与决策: 1-11. <https://link.cnki.net/doi/10.13195/j.kzyjc.2025.0884>, 2026-03-11.
- [32] 龙彦江, 彭鹏, 马羚, 等. 安全管理行为对安全管理绩效影响分析方法[J]. 工程管理学报, 2020, 34(3): 103-108.
- [33] 陶飞, 刘蔚然, 张萌, 等. 数字孪生五维模型及十大领域应用[J]. 计算机集成制造系统, 2019, 25(1): 1-18.
- [34] 吴超, 王秉. 安全资源学的学科理论研究[J]. 中国安全科学学报, 2024, 34(1): 1-9.
- [35] 束庆玲. 基于多目标优化模型的电子商务供应链库存调度方法[J]. 山西师范大学学报(自然科学版), 2025, 39(4): 124-129.
- [36] 刘宸宇, 隋智勇. LSTM 模型在网络购物数据分析预测领域的应用[J]. 企业科技与发展, 2024(10): 55-58+63.
- [37] 王可月, 王轶夫, 陈馨, 等. 基于集成学习算法和 Optuna 调优的江西省森林碳储量遥感估测[J]. 生态学报, 2025, 45(2): 685-700.
- [38] 王秉, 吴超. 安全信息学论纲[J]. 情报杂志, 2018, 37(2): 88-96.
- [39] 王飞跃, 王雨桐. 数字科学家与平行科学: AI4S 和 S4AI 的本源与目标[J]. 中国科学院院刊, 2024, 39(1): 27-33.
- [40] 冯晨旭, 冯中伟, 谭春桥. 制造商入侵与电商平台信息共享博弈[J/OL]. 系统科学与数学:1-20. <https://link.cnki.net/urlid/11.2019.o1.20251223.1453.016>, 2026-03-22.
- [41] 何三明, 官振中, 任建标. 电商平台信息分享与供应商入侵的交互影响研究[J]. 工业工程与管理, 2025, 30(5): 156-166.
- [42] Creswell, J.W. and Clark, V.L.P. (2017) Designing and Conducting Mixed Methods Research. Sage Publications.