

区域产业集群绿色化转型的动力机制与数字化支持

杜阿敏

中共宿迁市宿豫区委党校

摘要：区域产业集群是促进地方经济高质量发展的核心载体，其绿色化转型不仅关系到生态文明建设与资源环境承载力的提升，更是构建新质生产力体系、推动产业现代化的重要路径。本文从动力机制、转型路径与数字化支撑三个维度入手，探讨区域产业集群绿色化转型的内在逻辑。研究认为，绿色化转型的动力机制包括政策引导、技术创新、市场驱动与社会协同四个方面；数字化支持是实现绿色转型的关键手段，通过构建数字平台、强化数据治理、促进智能制造与绿色供应链协同，可以显著提升产业集群的能效水平与生态绩效。最后，本文提出完善政策体系、加强数字基础设施、促进多元主体协同创新的实施建议，以期为区域产业可持续转型提供参考。

关键词：产业集群；绿色化转型；数字化支持；动力机制；可持续发展

绿色化转型是当代产业发展的时代主题。面对资源环境约束趋紧、国际贸易规则绿色化、国内“双碳”目标的战略要求，区域产业集群亟须突破传统的高能耗、高污染路径，迈向绿色、低碳、智能的高质量发展阶段。产业集群在区域经济结构中具有重要作用，其集聚效应不仅体现在经济规模与分工协同，更在于创新网络与生态循环的构建。随着新一轮科技革命和产业变革的加速推进，数字化技术成为推动产业绿色化转型的重要支撑力量。如何在数字化赋能背景下实现区域产业集群的绿色升级，成为实现经济增长与生态文明协同共进的重要命题。本文以区域产业集群为研究对象，分析其绿色化转型的内在动力机制、路径模式与数字化支持体系。文章旨在揭示区域绿色转型的系统逻辑，为构建高效、可持续的区域产业生态提供理论依据与实践启示。

一、产业集群绿色化转型的内涵与现实必要性

（一）绿色化转型的内涵界定

产业集群绿色化转型，是指在生态文明理念引领下，通过技术革新、结构优化、流程再造与制度创新，实现能源利用效率提升、污染物排放减少及资源循环利用的系统性变革。其核心目标在于以最小资源投入和环境成本来实现产业的高附加值与可持续发展。与传统的单企业绿色改造不同，集群绿色化强调区域层面的协同创新、资源共享与生态共治，形成多层次、网络化、互动式的绿色发展体系。

（二）区域转型的现实紧迫性

一方面，生态环境约束日益严峻。长期以来，部分地区产业集群以粗放型扩张为主，能耗高、污染重，生态承载力趋于饱和。另一方面，全球供应链的绿色

化趋势正在重塑国际竞争格局，绿色壁垒和碳关税政策使传统制造业面临外部压力。国内“双碳”战略目标的提出，更要求地方政府与企业加快绿色转型步伐。由此，绿色化转型不仅是应对环境压力的被动选择，更是抢占未来发展制高点的主动行动。

（三）新质生产力视域下的集群转型逻辑

绿色化转型是新质生产力形成的重要途径。新质生产力以创新驱动、绿色导向、数字赋能为核心特征，强调高效能与可持续的统一。区域产业集群在此过程中承担着培育绿色产业、推动技术扩散与创新生态构建的关键角色。通过绿色技术创新与数字化平台支撑，集群可在产业链各环节实现减排降碳、能效优化与价值再生，从而实现经济效益与生态效益的协同提升。

二、区域产业集群绿色化转型的动力机制分析

（一）政策引导机制

政策制度是推动绿色化转型的首要动力。国家和地方政府通过建立绿色产业发展规划、完善生态补偿机制、强化碳排放监管，为产业集群提供制度保障和激励导向。绿色金融政策、碳交易市场、政府采购绿色产品等措施，为企业转型提供了经济激励与成本补偿。同时，“先立后破”的政策原则要求在转型过程中注重平衡——先培育新产业、新技术与新市场，再逐步淘汰高耗能落后产能，确保转型的平稳性与可持续性。

（二）技术创新机制

技术创新是绿色化转型的核心驱动。以清洁生产、节能减排、废弃物资源化利用和低碳能源应用为代表的绿色技术，为产业集群提供了可持续的生产动力。同时，数字化技术的融合创新（如物联网、人工智能、

大数据分析)进一步促进生产系统智能化升级,使能耗监测、设备维护、过程控制更精准高效。创新网络的建立,尤其是产学研协同创新平台的建设,有助于突破核心技术瓶颈,加速绿色技术扩散与产业链协同。

(三) 市场驱动机制

绿色消费与绿色投资的兴起,为产业集群提供了新的市场空间。消费者对环保、低碳产品的偏好提升,倒逼企业转型升级。同时,资本市场通过 ESG 评价体系和绿色信贷政策引导资金流向绿色产业。市场机制在价格信号、品牌效应与竞争压力等多维作用下,推动企业主动采纳绿色生产模式,实现经济收益与社会价值的双赢。

(四) 社会协同机制

社会公众、媒体、非政府组织等在绿色化转型中发挥监督与共建作用。公众环保意识提升,使企业必须承担社会责任,以透明的信息披露和环境绩效展示来赢得信任。此外,社会资本与政府、企业共同构建的绿色合作网络,有助于形成多主体协同治理格局。通过政企学研社多维互动,区域产业集群能够形成稳定的绿色发展合力。

三、数字化赋能下的绿色化转型路径与实践模式

区域产业集群的绿色化转型不仅依赖政策与技术的推动,更离不开数字化的深度支撑。数字化赋能为绿色转型提供了系统性解决方案,使产业集群在能源管理、生产流程、供应链协同及生态治理等方面实现效率提升与价值再造。数字化的核心在于通过数据驱动实现“可测量、可优化、可追踪”的绿色管理体系,从而推动产业生态由线性增长向循环共生转型。

(一) 数字基础设施建设与数据治理体系

数字基础设施是绿色化转型的底层支撑。通过构建“算力—算法—数据”三位一体的数字体系,产业集群能够实现碳排放与能源使用的精细化监测和动态优化。在实践中,工业互联网平台、云计算中心和边缘计算节点已成为能效管理的核心载体。例如,建设区域能源大数据中心可实时采集各企业的能耗、排放和资源利用情况,通过数据分析实现能耗预警与优化调度,帮助企业识别高能耗环节并进行精准改进。同时,完善的数据治理体系可保证信息的安全流通与标准化管理,建立碳排放、废弃物处理、能源使用等多维指标数据库,为政府制定绿色政策与企业战略决策提供科学依据。此外,数据治理的规范化能够打破“信息孤岛”现象,实现集群内企业间的信息互通与资源共享。通过统一的数据标准、接口协议和碳核算模型,不同企业间可在共享数据基础上形成协同优

化机制,从而提升整体生态系统的运行效率与环境绩效。

(二) 智能制造驱动的绿色生产系统

智能制造是实现产业绿色升级的关键路径。借助人工智能、物联网、数字孪生等技术,企业能够实现从原材料采购到生产制造、再到产品流通的全生命周期绿色化管理。在生产环节,自动化设备结合 AI 算法可实时调整工艺参数,减少能源浪费与排放波动;在设备运维环节,通过传感器采集与算法诊断实现设备预测性维护,降低故障率与冗余能耗;在产品阶段,生态设计理念与数字仿真技术可实现材料利用率最大化与可回收性提升。

数字孪生工厂的建设尤为重要。通过虚拟模型与物理实体的实时映射,企业能够在虚拟环境中进行能效模拟与方案优化,实现从“事后治理”向“事前预防”的转变。结合区块链技术的绿色制造系统还能实现碳足迹的全程可追溯,为企业的绿色认证和碳交易提供可信凭证。智能制造的核心,不仅是提升生产效率,更在于构建一个以绿色创新为导向、以数据驱动为基础的智慧生态体系。

(三) 数字平台促进的供应链绿色协同

在产业集群层面,数字平台的建设推动了上下游企业在资源、信息与技术层面的绿色协同。通过构建区域绿色供应链平台,企业可以实现原材料、能源与废弃物的循环利用。例如,部分龙头企业可通过平台对生产过程中产生的副产品进行再分配,供周边企业作为原料使用,从而实现“产业共生”。与此同时,数字平台集成的碳排放核算与交易功能,使中小企业也能便捷参与碳市场活动,降低绿色转型的制度门槛。此外,基于区块链的可追溯体系使绿色供应链管理更加透明。每一个生产环节、运输节点与销售环节的碳排放数据均可被记录和验证,为消费者提供可量化的环境信息,推动市场形成“以绿色为荣”的正向激励机制。平台化协同不仅优化了集群内部的生态分工,还促进了跨区域产业链的协同创新,加速形成绿色产业生态圈。

(四) 区域实践模式与经验启示

我国多个地区已形成具有代表性的数字化支持绿色集群实践模式。例如,长三角地区依托工业互联网平台推进钢铁、化工等高耗能行业的能源监控与排放优化,实现区域内碳排放强度下降约 10%;珠三角地区通过数字金融与绿色信贷平台助力中小企业绿色技术改造;中西部地区则以数字农业与生态制造为突破口,构建数据驱动的生态产业链。这些案例表明,数

字化不仅是工具,更是一种重塑产业生态、提升集群竞争力的新范式。

四、结论与对策建议

(一) 研究结论

区域产业集群绿色化转型是一项系统工程,其动力机制多元、层次复杂。政策制度提供方向与约束,技术创新赋予内在驱动,市场机制形成外部压力与激励,社会协同构建共治环境。数字化支持作为重要技术路径,贯穿于产业集群绿色化的各环节,通过数据治理、智能制造和平台协同实现资源优化配置与生态效率提升。绿色化与数字化的融合,不仅推动产业结构的高端化与生态化,也助力区域形成新质生产力,增强全球竞争力。

(二) 政策与实践建议

(1) 完善政策体系与激励机制。建立以绿色标准、碳核算和生态补偿为核心的制度体系,强化财政、金融与税收支持,鼓励企业参与绿色技术创新与数字化升级。

(2) 强化数字基础设施建设。推动 5G、云计算、工业互联网等新型基础设施与绿色产业深度融合,构建开放共享的数据生态体系。

(3) 促进产学研协同创新。建立区域创新联盟和绿色技术研究院,推动高校科研机构与企业共建绿色创新平台,加速技术成果转化。

(4) 培育绿色市场与社会参与机制。扩大绿色消费和绿色金融规模,完善碳市场交易体系,引导公众形成绿色生活方式和消费理念。

(5) 推进区域差异化转型路径。根据不同区域资源禀赋与产业基础,制定差异化的绿色化发展战略,防止同质化竞争与资源浪费。

(三) 展望

未来,区域产业集群绿色化转型将进一步依托数字技术深化演进,数据驱动、智能协同与低碳创新将成为主旋律。随着政策体系完善与技术创新持续推进,我国区域产业集群有望在绿色化、智能化与全球化的交汇点上实现新的跨越式发展,形成可持续、包容、高效的新型产业生态格局。

参考文献:

- [1] 于凤霞. 加快形成新质生产力构筑国家竞争新优势[J]. 新经济导刊, 2023(Z1):20-28.
- [2] 何立峰. 健全因地制宜发展新质生产力体制机制[N]. 人民日报, 2024-07-30(006).
- [3] 金观平. 新质生产力就是绿色生产力[N]. 经济日报, 2024-06-11(001).
- [4] 黄群慧. 以新型工业化推进中国式现代化[J]. 智慧中国, 2023(5):28-31.
- [5] 何立峰. 健全因地制宜发展新质生产力体制机制[N]. 人民日报, 2024-07-30(006).
- [6] 靳晓春. 绿色发展赋能新质生产力跃升[J]. 红旗文稿, 2024(13):42-44.
- [7] 蒲清平. 加快形成新质生产力的五大着力点[J]. 先行示范区研究, 2024(2):52-61.
- [8] 张运. 因地制宜发展新质生产力的实践逻辑[N]. 中国教育报, 2024-09-12(05).