中国可持续发展评论
Chinese Sustainable Development Review
2026 年第 05 卷第 03 期
Vol. 05, No. 03, 2026

SCIENCE FOOTPRINT PRESS

综　述　　http://www.scifootprint.com/CSDR/index.html

# 数智化驱动包容性绿色增长的研究综述

王悦颖[1,2]，李怡婷[1,2]，乔亚丽[1]，孙　翊[1,2,*]

（1. 中国科学院科技战略咨询研究院，北京 100190；
2. 中国科学院大学公共政策与管理学院，北京 100049）

**摘要**：目前，全球气候变化和人口老龄化形势日益严峻，如何实现可持续发展成为了亟待研究的议题。数智化作为当前技术-经济范式演进的重要支撑，思考其如何驱动包容性绿色增长的实现十分重要。本文通过对国内外相关研究的梳理，发现数智化主要通过以下路径影响包容性绿色增长。要素配置方面，数智化可以推动产业结构的升级并增强区域发展的内生驱动力；其次，在劳动力市场方面，科技进步所带来的就业效应已经从原有的替代效应变成了补偿效应。在环境绩效方面，数智化技术的应用提升了能源利用的效率，推动了绿色技术的普及及进步并且为生态环境质量的改善提供了支持。然而，现有研究仍存在一些不足。微观层面对于企业行为异质性的反应以及决策的黑箱分析仍然不足，目前对于人工智能技术颠覆性效应的评估尚且浮于表面，有待深入探讨。此外，对于数字鸿沟、数据确权及分配不均等负外部性问题，需要进一步予以关注并思考解决方案。未来研究需要从深入探讨产业异质性与区域情境依赖性，加强政策工具的可持续性分析，关注将技术红利转化为社会福利的制度安排并建立动态跟踪与趋势分析框架。

**关键词**：数智化；包容性绿色增长；影响机理；可持续发展

**DOI**：10.48014/csdr.20260526006

**引用格式**：王悦颖，李怡婷，乔亚丽，等．数智化驱动包容性绿色增长的研究综述[J]．中国可持续发展评论，2026，5(3)：114-119.

## 1　引言

当前，人类社会可持续发展正面临全球变暖以及人口老龄化双重威胁。IPCC 第六次评估报告显示，较工业化前水平全球均温已攀升约 1.1℃。伴随极端气候事件频发，绿色转型已从各国的政策选择转变为现实倒逼下的必然路径。鉴于工业部门在碳排放中的主体地位，“2030 年前实现碳达峰行动计划”将其列为减排关键；这一导向在党的二十大报告中得到深化，即通过智能化与绿色化协同，驱动制造业实现高质量发展[1]。而人口老龄化的冲击更为深远，劳动力供给收缩以及社保与医疗体系承压已经成为明显的约束，其对消费结构与生产方式的再造也会对资源消耗与排放轨迹产生影响[2]。

数智化的深度融合为破解这种约束提供了关键的技术支持。例如，人工智能（AI）的环境治理效应目前已经得到验证，AI 借助技术创新诱导、减排投资撬动及低技能劳动力替代等路径，有效降低了污染物排放强度。数智化政策的综合效能也得到了证实，除了可以驱动城市绿色创新、提升能效与助推工业现代化之外，数智化政策对就业市场长期稳定的影响同样不可忽视[1]。数智化也为我们成功

* 通讯作者　Corresponding author：孙翊，sunyi@casisd.cn

收稿日期：2026-05-26；　录用日期：2026-07-14；　发表日期：2026-09-28

基金项目：中国科学院科技战略咨询研究院青年基金（E5X0271Q01）、中国科学院科技战略咨询研究院基础能力增强计划（E6X0051Z01）资助。

应对人口老龄化问题提供了新的思路,数智技术可以通过智能预测手段重新规划医疗资源的配置以避免浪费,机器对劳动力的替代效应也为缓解供给收缩提供了现实的路径。但是现有的研究大多局限于某一个特定的方面的评估,对于数智化驱动包容性绿色增长的系统性机制的探讨仍然有待深入。具体而言,数智化在绿色效率与社会公平间的权衡以及跨地区、制度情境下的效应异质性,与老龄化的交互机制都有待整合。

本文围绕数智化驱动包容性绿色增长这一主线对现有的文献进行了梳理,主要关注数智化的传导机制如何作用于包容性绿色增长,以及这种作用在不同情境下呈现何种异质性特征。基于此本文尝试以技术创新效应、劳动力市场结构变迁、绿色治理转型为支点对既有成果进行整合,希望可以厘清数智化影响绿色增长的内在机理,为差异化政策设计提供学理支撑。

## 2 文献综述

### 2.1 数智化

数智化(digital intelligence)并非数字化与智能化的简单叠加,而是二者深度融合后涌现的新型技术范式。它的内核在于以数据要素为基底、算法算力为引擎,依托人工智能、物联网、云计算及大数据分析等技术的应用,实现对物理世界的高效感知、决策与自主优化。和传统信息化仅停留在流程电子化层面相比较,数智化更加强调感知、决策与执行等的全链条如何进行系统协同,推动技术的转变。这一范式正在重塑产业组织形态、对要素配置逻辑进行优化并重构劳动力市场的结构,数智化的影响已经超越生产效率的边际改善,有可能对经济系统运行规则进行深层的调整,也为后续探讨包容性绿色增长奠定了关键的技术-制度分析基础。

在此技术变革背景下,数智化对劳动力市场与经济增长的影响已引发学术界的广泛关注,现有研究呈现出视角多元且结论异质的总体特征。在经济增长层面,技术创新被普遍视为驱动经济转型的关键变量。李磊等强调技术进步在促进生产率提升中的核心作用[3],张耀军与张睿勍则进一步指出,自动化技术的普及正对经济结构产生深远且非均衡的冲击,尤其在制造业岗位构成与产业空间布局方面体现明显[4]。

在就业效应方面,现有研究结论存在显著分歧。孙早和侯玉琳基于中国省级面板数据的实证分析表明,工业智能化进程加速了劳动力市场的"极化"现象,表现为自动化设备对低教育程度劳动者的替代作用增强,同时对高技能劳动力的需求持续上升[5]。Acemoglu 与 Restrepo 利用美国数据发现,工业机器人渗透率的提高与地区就业人口比率及平均工资水平的下降呈负相关关系[6]。然而,Dauth 等基于德国劳动力市场的研究则未发现机器人使用对总体就业水平产生显著性影响,提示该效应可能受制度环境、行业结构和技能匹配度等情境因素调节[7]。

在传导机制层面,现有文献亦提供了多角度的理论解释与经验证据。李磊等从替代效应、规模效应与生产率效应三重路径出发,指出工业机器人虽在整体上提升企业劳动力需求,但对传统劳动密集型行业及低技能工人的就业状况具有抑制作用[3]。张耀军和张睿勍的跨国实证进一步表明,人口年龄结构构成了自动化就业效应的关键调节变量,在老龄化程度较深的经济体中,自动化对就业的负面冲击得到了一定的对冲[4]。理论层面,学界对这一机制的尚未形成一致观点。Aghion 等侧重于将自动化视为提升资本生产率的内生机制[8];而 Acemoglu 和 Restrepo 则指出技术演进同时包含新任务创造与自动化深化两个路径,两者形成了人机关系中竞争性替代与互补性协作并存的均衡状态[6]。日本和韩国等国家的经验事实也印证了这种情境依赖性,在劳动力短缺的经济体中,数智化技术更多扮演填补人力缺口的角色,有效缓解了老龄化引致的生产率衰退;反之,在劳动力供给充裕的国家,同样的技术渗透却可能加剧结构性失业风险与收入分配失衡,凸显了技术红利释放的条件约束。

综上所述,数智化对劳动力市场及经济增长的效应并非是线性的,而是和人口年龄结构、人力资本、产业结构特征以及经济发展阶段等多重情境密切相关。现有的文献虽已识别出这些变量,但对其内在作用机制的黑箱仍未完全打开,尤其缺乏对多因素交互效应的系统性考察。后续研究有必要在

理论层面深化对情境异质性形成逻辑的阐释，并在政策实践层面超越一刀切的思维定式，构建与特定发展阶段、区域禀赋及产业生态相匹配的差异化治理框架。

## 2.2 包容性绿色增长

包容性绿色增长的概念可追溯至2007年亚洲开发银行提出的包容性增长理念，该理念侧重于强调经济增长成果的公平分配与社会参与机会的均等化[9]。2012年，世界银行在此基础之上首次正式提出“包容性绿色增长”概念，并将其界定为兼顾环境可持续性与社会公平性的发展范式。该概念内蕴效率提升、公平保障与环境保护三重属性，构成其理论框架的基本维度[10]。

当前相关研究主要集中于以下三个层面。其一，在概念内涵方面，包容性绿色增长被普遍理解为经济增长、社会公平、成果共享、资源集约利用与生态系统保护之间协同推进的发展路径。其二，在测度方法方面，现有文献主要采用两类研究路径：一类为基于多维评价指标体系的综合测度法，用于刻画区域或国家层面的整体表现[11-13]；另一类为数据包络分析法（DEA），该方法依托技术效率前沿面，评估各决策单元在资源环境约束下的效率水平[2]。

在国际层面，联合国与亚洲开发银行发布的多份政策报告已将包容性绿色增长推向全球议题的核心位置。周锐波等指出，该概念本质上是包容性增长与绿色增长两大理念的有机融合[14]。就国内政策实践而言，包容性绿色增长已上升为广泛认同的发展导向。党的十九大报告将其确立为社会主义现代化建设的重要目标，明确提出推动数字产业化与产业数字化进程，促进数字技术与实体经济的深度融合。

未来研究有必要向区域异质性的深层机理进行推进，梳理清楚差异化效应背后的逻辑。尤其需借助微观实证捕捉弱势群体在生活质量与经济参与能力提升中的真实获得感。面对人工智能、区块链等技术的加速迭代，它们在数字治理中的嵌入与调适过程，也需要学界的系统性研究。既要释放技术潜能以增进政策精准性，更要对算法歧视、数字鸿沟等衍生风险保持清醒警觉。

## 2.3 数智化对包容性绿色增长的影响

数智化驱动包容性绿色增长的作用机理目前已经有了一定的理论阐释，但既有工作大多局限于单一线性因果检验，对多重目标协同达成的内在机理尚缺少整合性的解释。就经济与社会公平而言，陈东和秦子洋研究发现人工智能的产业渗透在提升全要素生产率的同时，也借助技能溢价效应减少了阶层间收入差距，为智能化兼顾效率与公平提供了经验证据[15]。在环境治理领域吕越等刻画了数智化降低工业污染排放的传导效应，包括绿色技术创新激励、污染治理投资引导与低技能劳动力替代三个方面，在减排的同时也增进了城市能效与绿色创新绩效[1]。上述效应具有明显的空间异质性与情境依赖特征，刘亮等通过对长三角城市群进行实证证据显示，金融科技发展与生产性服务业集聚为数字化驱动区域绿色转型提供了中介支撑[11]；周锐波等的研究亦印证，工业智能对包容性绿色增长的边际效应存在显著的城市间分化，且该效应强度受制于地方财政支持与信息基础设施水平的调节作用[14]。

就政策效应识别而言，刘成坤和张茗泓借助智慧城市试点这一准自然实验，发现该政策对包容性绿色发展的促进效应具有持续性，其传导主要依托绿色技术创新、能效提升及产业结构升级三条路径[10]。不过，学界在肯定政策有效性的同时，也对其存在的潜在风险保持警醒。智慧城市的运转高度依赖海量个人数据的采集与处理，这本身就构成了一个值得警醒的问题。政策落地与学术研究均需直面数据安全与隐私保护的合规难题。而数字鸿沟衍生的排他性风险，同样构成了一道绕不开的关卡。一旦制度供给缺位，技术可及性的落差便可能将低收入者、残障人士及老年群体推向更边缘的境地，催生新型社会不平等。未来的政策设计须在效率追求与包容价值间寻求动态均衡，以防技术实践背离包容性绿色增长的本意。

现有研究表明，数智化驱动包容性绿色增长的作用机制比较复杂，其传导依托要素配置优化、劳动力结构重塑及绿色治理效能提升等多重路径。数据要素渗透与算法嵌入正深刻重构区域禀赋结构及分工网络。张毅等的研究即揭示，此过程有助

于消解要素跨域流动的制度壁垒,引导创新资源向高生产率部门集聚进而强化区域协调发展的内生动能,为弥合地区与群体间发展落差奠定了技术前提[16]。智能资本对传统劳动力存在替代效应,但Acemoglu等与蔡跃洲等的研究表明数智化在冲击旧岗位的同时亦孕育出新业态与新技能需求,驱动就业结构经历从替代到创造的动态转换[6,17]。微观层面工业机器人等设备的普及虽挤压了低技能岗位空间,却放大了高技能人才的互补价值,并加速了知识溢出进程[18,19]。这一结构转换有效吸纳了农村剩余劳动力的非农化转移,在改善城乡收入分配格局的同时也提升了劳动收入在国民收入中的比重[20]。数智工具通过对生产流程的精细化管控,正推动经济产出与环境负荷走向相对脱钩。以数据中心为例,AI算法赋能的能效管理已展现出显著的碳减排潜力[21,22]。微观上,企业借助数字化手段实现供需精准匹配,从源头缓解了资源错配问题。宏观上,智能化转型则驱动产业结构向知识密集型跃迁,在逐步替代高能耗传统模式的同时,亦促进了绿色技术的跨产业扩散,由此构筑起可持续发展的结构性支撑[23,24]。

综上数智化对包容性绿色增长的驱动机制并不是彼此割裂的,而是在互动过程中构成一个复杂适应系统,在经济增长、社会公平与生态保护之间寻求动态均衡。这个系统效能的释放具有鲜明的情境依赖性,受到了区域资源禀赋、制度环境及人力资本水平的联合制约。正是此种条件性特征,为后续研究提供了深化的空间,未来工作有必要厘清差异化情境下的作用边界,进而探索更适合的政策框架。

## 3 讨论与展望

现有的研究在讨论对包容性绿色增长的影响时多将数字化与智能化分开讨论,但是对二者深度融合所催生的数智范式仍然缺乏细致的讨论,还有很多问题有待深入研究。当前文献偏重宏观政策解读与效果评估,对中观产业场景及微观行动者层面的数智化运行机理研究较少,例如智能制造系统对基层劳动力技能结构与职业轨迹的重塑、智能农业平台对农户间收入分配格局的调整等议题。学术研究的速度较技术迭代的加速仍然较慢,大语言模型、生成式AI等新兴应用正以前所未有的速度渗透社会,对产业生态、就业形态及分配结构的长远冲击,已经超出了现有框架的解释范围。数智化在赋能绿色转型与公平增长的同时也伴随着算法歧视、数据垄断等治理难题。数据主权归属、算法歧视风险、算力基础设施的区域不均衡布局等问题,正日益被国际学术界视为制约数智化包容性效应的潜在因素[25-27]。然而,上述议题在国内文献中尚处于初步讨论阶段,系统性研究不足。

综合上述分析,未来研究有必要在以下方向着力:一是依托行业案例与准自然实验设计,深化对数智化政策因果效应的微观识别;二是构建动态面板模型与长期追踪数据,剖析技术演进对包容性绿色增长的时变影响;三是将数据治理与数字鸿沟纳入政策分析框架,探讨数智化进程中公平性保障的制度条件。上述方向的推进,将有助于弥合现有文献在微观基础、长期视角与治理维度上的三重缺口,为数智化赋能包容性绿色增长提供更为坚实的学理支撑。

**利益冲突**:作者声明没有利益冲突。

## 参考文献(References)

[1] 吕越,马明会,陈泳昌,等. 人工智能赋能绿色发展[J]. 中国人口·资源与环境,2023,33(10):100-111.

[2] 李华,董艳玲. 中国经济高质量发展水平及差异探源——基于包容性绿色全要素生产率视角的考察[J/OL]. 财经研究,2021,47(8):4-18. https://doi.org/10.16538/j.cnki.jfe.20210615.201.

[3] 李磊,王小霞,包群. 机器人的就业效应:机制与中国经验[J/OL]. 管理世界,2021,37(9):104-119. https://doi.org/10.19744/j.cnki.11-1235/f.2021.0140.

[4] 张耀军,张睿勋. 老龄化背景下机器人自动化对就业的影响研究[J/OL]. 科学学研究,2024,42(4):757-765. https://doi.org/10.16192/j.cnki.1003-2053.20230615.009.

[5] 孙早,侯玉琳. 工业智能化如何重塑劳动力就业结构[J/OL]. 中国工业经济,2019(5):61-79. https://doi.org/10.19581/j.cnki.ciejournal.2019.05.004.

[6] Acemoglu D,Restrepo P. The race between man and machine: implications of technology for growth, factor shares, and employment[J/OL]. American Economic

Review,2018,108(6):1488-1542.
https://doi.org/10.1257/aer.20160696.

[7] Dauth W, Findeisen S, Suedekum J, et al. Adjusting to robots: worker-level evidence[EB/OL]. Institute Working Paper, 2018[2026-06-02]. https://researchdatabase.minneapolisfed.org/concern/publications/g445cd32h.
https://doi.org/10.21034/iwp.13.

[8] Aghion P, Jones B F, Jones C I. Artificial intelligence and economic growth[EB/OL]. National Bureau of Economic Research, 2017[2026-06-02]. https://www.nber.org/papers/w23928.
https://doi.org/10.3386/w23928.

[9] The World Bank Group. Inclusive green growth: the pathway to sustainable development[M/OL]. Washington D. C.: Inclusive Green Growth: The Pathway to Sustainable Development, 2012[2026-06-02]. https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=3072f67d14dc1854035401d75e6b2f91.

[10] 刘成坤,张茗泓.城市能否因"智慧"而"绿色包容"?——基于中国智慧城市试点的准自然实验[J].中国人口·资源与环境,2024,34(1):175-188.

[11] 刘亮,阮俊杰,庄海涛.数智化赋能长三角城市群绿色发展的效应研究[J/OL].经济地理,2024,44(9):123-132.
https://doi.org/10.15957/j.cnki.jjdl.2024.09.013.

[12] 吴武林,周小亮.中国包容性绿色增长绩效评价体系的构建及应用[J/OL].中国管理科学,2019,27(9):183-194.
https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2019.09.018.

[13] Fan S, Huang H, Mbanyele W, et al. Inclusive green growth for sustainable development of cities in China: spatiotemporal differences and influencing factors[J/OL]. Environmental Science and Pollution Research, 2023,30(4):11025-11045.
https://doi.org/10.1007/s11356-022-22697-3.

[14] 周锐波,吴云峰,宋佳晞.共生共荣:工业智能化发展与包容性绿色增长[J].中国人口·资源与环境,2024,34(5):162-174.

[15] 陈东,秦子洋.人工智能与包容性增长——来自全球工业机器人使用的证据[J].经济研究,2022,57(4):85-102.

[16] 张毅,樊斯幔,张海波,等.数据要素市场化与制造业绿色全要素生产率:理论机制与中国经验[J/OL].统计与决策,2025,41(13):168-172.
https://doi.org/10.13546/j.cnki.tjyjc.2025.13.028.

[17] 蔡跃洲,陈楠.新技术革命下人工智能与高质量增长、高质量就业[J/OL].数量经济技术经济研究,2019,36(5):3-22.
https://doi.org/10.13653/j.cnki.jqte.2019.05.001.

[18] 丁焕峰,张蕊,周锐波.工业智能化、要素流动与创新经济地理格局[J/OL].统计研究,2023,40(8):71-85.
https://doi.org/10.19343/j.cnki.11-1302/c.2023.08.006.

[19] 杨光,侯钰.工业机器人的使用、技术升级与经济增长[J/OL].中国工业经济,2020(10):138-156.
https://doi.org/10.19581/j.cnki.ciejournal.2020.10.004.

[20] 韦东明,顾乃华,韩永辉."省直管县"改革促进了县域经济包容性增长吗?[J/OL].财经研究,2021,47(12):64-78.
https://doi.org/10.16538/j.cnki.jfe.20210816.401.

[21] 王伟龙,王健龙,谢成兴,等."中国制造2025"试点示范城市建设对城市绿色发展效率的影响[J].中国人口·资源与环境,2023,33(9):147-158.

[22] 韩江波.智能工业化:工业化发展范式研究的新视角[J/OL].经济学家,2017(10):21-30.
https://doi.org/10.16158/j.cnki.51-1312/f.2017.10.004.

[23] 师博.人工智能助推经济高质量发展的机理诠释[J].改革,2020(1):30-38.

[24] Yu L, Wang Y, Wei X, et al. Towards low-carbon development: the role of industrial robots in decarbonization in chinese cities[J/OL]. Journal of Environmental Management, 2023,330:117216.
https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117216.

[25] Bago B, Muller P, Bonnefon J F. Using generative AI to increase sceptics' engagement with climate science[J/OL]. Nature Climate Change, 2025,15(11):1176-1182.
https://doi.org/10.1038/s41558-025-02424-9.

[26] Tiwari A. Datacenters as core infrastructure of urban AI[J/OL]. Nature Cities, 2026,3(4):311-317.
https://doi.org/10.1038/s44284-026-00421-3.

[27] Wu D, Xie Y. Government data accessibility and firm dynamics: encouraging entrepreneurship or accelerating exit?[J/OL]. World Development, 2026, 200[2026-07-02]. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X25003699?pes=vor&utm_source=clarivate&getft_integrator=clarivate.
https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2025.107283.

# A Review of Research on Digital Intelligence-Driven Inclusive Green Growth

WANG Yueying[1,2], LI Yiting[1,2], QIAO Yali[1], SUN Yi[1,2,*]

(1. Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
2. School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract**: Currently, global climate change and population aging are becoming increasingly severe, making the achievement of sustainable development a pressing issue. Digital intelligence, as a key enabler of the current techno-economic paradigm shift, plays an important role in driving the realization of inclusive green growth. Through a systematic review of relevant domestic and international studies, this paper finds that digital intelligence influences inclusive green growth mainly through the following pathways. In terms of factor allocation, digital intelligence can promote the upgrading of industrial structure and strengthen the endogenous driving force of regional development. In terms of the labor market, the employment effect of technological progress has shifted from a substitution effect to a compensating effect. In terms of environmental performance, the application of digital intelligence technologies has improved energy efficiency, promoted the diffusion and advancement of green technologies, and supported the improvement of ecological quality. However, there are still some shortcomings in existing research. At the micro level, research on the heterogeneous behavioral response of firms and the "black box" of decision-making remains insufficient. Current assessments of the disruptive effects of artificial intelligence remain superficial and require further in-depth exploration. In addition, negative externalities such as the digital divide, data rights confirmation, and uneven distribution need further attention and solutions. Future research should further explore industrial heterogeneity and regional contextual dependence, strengthen the sustainability analysis of policy tools, pay attention to institutional arrangements that translate technological dividends into social welfare, and establish a dynamic tracking and trend analysis framework.

**Keywords**: Digital intelligence; inclusive green growth; impact mechanisms; sustainable development

**DOI**: 10.48014/csdr.20260526006

**Citation**: WANG Yueying, LI Yiting, QIAO Yali, et al. A Review of Research on Digital Intelligence-Driven Inclusive Green Growth[J]. Chinese Sustainable Development Review, 2026, 5(3): 114-119.

Copyright © 2026 by author(s) and Science Footprint Press Co., Limited. This article is open accessed under the CC-BY License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).