

# Exploration of Digital Empowerment for Green Transformation of Steel Enterprises

Yunna Zhang

Liaoning Institute of Science and Technology, Benxi, Liaoning, China

## Abstract

Following the proposal of the “dual carbon” strategic objectives, China has accelerated its efforts to promote green and high-quality development, with various industries striving to achieve green and low-carbon operations. Steel enterprises occupy an important position among Chinese industrial enterprises. However, they have also attracted significant attention due to their status as the largest carbon emitters and coal consumers, placing them under immense pressure to reduce emissions. The report of the 20th National Congress of the Communist Party of China once again emphasized the importance of green transformation, urging steel enterprises to accelerate their green transformation to enhance competitiveness. This study starts from the motivations for green transformation in steel enterprises, exploring the necessity of green transformation and the challenges faced. It further investigates the paths through which digitalization can empower the green transformation of steel enterprises, focusing on top-down design, digital innovation, talent development, and process improvement.

**Keywords:** Green Transformation; Steel Industry; Digital Empowerment; Digital Economy

## 数字化赋能钢铁企业绿色转型探究\*

张云娜

辽宁科技学院, 辽宁本溪

**摘要:** “双碳”战略目标提出后,我国加快推进绿色高质量发展,各行业努力实现绿色低碳。钢铁企业在我国工业企业中占有重要的地位,然而钢铁企业也因其碳排放量最大和耗煤最多的特点而备受瞩目,使其面临着巨大的低碳减排压力。党的二十大报告再次强调绿色转型的重要性,钢铁企业需加快绿色转型以提升竞争力,本研究从钢铁企业绿色转型的动因出发,探究绿色转型的必要性及面临的困境,并从顶层设计、数字化创新、人才培养和工艺改进探究数字化赋能钢铁企业绿色转型的路径。

**关键词:** 绿色转型; 钢铁企业; 数字化赋能; 数字经济

## 1 引言

在“碳达峰”“碳中和”的目标背景下,低碳绿色已逐渐成为未来全球产业发展的主旋律。钢铁行业作为资源消耗密集型产业和典型的高碳排放行业,未来要想实现钢铁工业的可持续发展,低碳绿色将是重要发展主题之一。但是,目前钢铁企业绿色转型之路并不顺利,这是因为:一方面,企业绿色转型需要付出大量成本,但短期内效果不显著,许多企业受限于资金、技术等无法实现绿色转型;另一方面,受限于环境规制、市场变化、金融支持等外部因素,部分企业出现想转但不敢转、不会转的局面。数字技术作为新质生产力,因具有创新驱动、开放融合、绿色低碳等特性,可以成为企业绿色转型的内在驱动力,能有效解决企业绿色转型中面临的技术难题。许多学者对数字化与绿色转型的关系进行实证检验,肯定了数字化对企业绿色

\*基金项目:2024年辽宁省教育厅基本科研项目“数字赋能辽宁省高碳企业绿色转型的机制及路径研究”(项目编号:2024JYTYB-01)。

转型的正向促进作用，数字技术通过加快企业绿色技术创新、提高全要素生产率等路径推动企业绿色转型。虽然学术界对企业数字化赋能企业绿色转型给予了一定的关注，但缺乏对企业数字化赋能绿色转型的实现路径的深入探讨。针对以上现实与理论瓶颈，同时为响应国家“双碳”目标与满足绿色转型的重大战略需求，本文针对数字化赋能钢铁企业绿色转型路径这一重要问题进行研究，以期为我国化工企业的绿色转型发展提供经验和借鉴。

## 2 钢铁企业绿色转型动因

钢铁行业对我国至关重要。中国是全球最大的钢铁生产国，占比 54%。中国也是全球最大的钢铁消费国，占比 52%。钢铁是我国 GDP 的重要组成，为基础设施、建筑、机械与汽车等行业提供原材料。钢铁行业是国民经济的重要支柱产业，也是高污染高耗能行业，由此成为我国绿色低碳发展的重要攻坚领域。

### 2.1 政策法规的约束与激励

中国政府提出的“双碳”目标即是明确的指南，助力钢铁行业在高端化和绿色化的路上不断前行。在全球范围内，环保对于产业发展已经不再是可有可无的选项，而是生存与发展的必需。钢铁行业作为高耗能和排放的传统产业，面临着更为严格的环保政策和市场需求。面对近年来的环保政策趋严和行业同质化竞争加剧，绿色转型升级成为钢铁企业满足高质量发展新要求的必然选择。2022 年 1 月，工信部、国家发改委和生态环境部联合印发了《关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见》，意见将推进绿色低碳作为钢铁行业高质量发展的基本原则和主要目标，绿色成为钢铁行业高质量发展的核心要求。

2024 年 8 月中共中央、国务院近日印发《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》（下称《意见》），这是中央层面首次对加快经济社会发展全面绿色转型进行系统部署。《意见》提出了一系列绿色转型方面的目标，并要求加快产业结构绿色低碳转型，其中提到大力推动钢铁、有色等行业绿色低碳转型，推进工艺流程更新升级，同时推进全国碳排放权交易市场和温室气体自愿减排交易市场建设，健全法规制度，适时有序扩大交易行业范围。这其中，钢铁业就是需要进行绿色转型的重点行业之一。

国家政策法规对钢铁行业提出了更高的要求，同时也为企业提供了转型发展的契机。面对挑战，钢铁企业应当抓住政策机遇，加快技术创新步伐，提高自身竞争力，共同推进我国钢铁行业的绿色低碳发展。

### 2.2 钢铁产业可持续发展的必然要求

2024 年 11 月 14 日，世界钢铁协会发布《可持续发展指标报告 2024 年版》。报告指出，随着气候变化、环境退化以及人们对更具包容性和韧性经济的需求日益增长，钢铁行业面临的挑战也在不断升级，因此可持续发展不仅是期望的生活方式，也是人类社会建设更美好未来的指导原则。作为现代和未来发展的基础行业，钢铁行业在推动世界可持续发展进程中发挥着关键作用。全球钢铁行业可持续发展绩效年度报告采用透明和负责任的方法，该报告是钢铁行业长期致力于可持续发展的关键证明，反映了我们在管理和减轻行业影响上取得的持续性进步，以及实施和采取的相关方案计划。该报告与联合国的可持续发展目标、《巴黎协定》等全球重点事项保持一致，表明钢铁行业满足不断发展变化的社会期望的决心，共同承担建设可持续发展未来的责任。

绿色转型对钢铁行业的可持续发展和环境保护至关重要。通过节能减排、清洁生产、绿色供应链管理、绿色金融支持以及合作共赢与交流合作等关键举措和实践，钢铁行业能够实现绿色转型，减少环境污染，为社会和经济发展做出积极贡献。只有共同努力，钢铁行业才能走向可持续和环保的未来。推进绿色低碳转型，是钢铁产业可持续发展的必然要求和有效途径。

## 3 数字化赋能钢铁企业绿色转型的三重困境

在“双碳”目标驱动下，我国钢铁行业正向绿色低碳转型推进。不过，纵使转型方向明确，路径清晰，

但路途艰辛，荆棘满布，技术不确定性高，资金压力巨大。

钢铁行业是典型的“高投入、高能耗、高排放”行业。巨大的化石能源消耗和高额的碳排放量制约钢铁行业发展，也给我国实现双碳目标带来巨大挑战。目前，我国数字化赋能钢铁企业绿色转型还存在三重困境：

### 3.1 钢铁企业数字化率低，数字化转型进度缓慢

钢铁行业数字化转型的基础相对薄弱，且关键软件、系统等技术领域专利仍处于国外垄断状态。这导致企业在推进数字化转型时，往往缺乏自主可控的核心技术支撑，难以形成具有竞争力的数字化解决方案。

目前，与金融、交通、零售、旅游等数字化转型速度较快的行业比较，钢铁企业数字化程度仍处于较低水平，在生产、运输、分析、战略等方面的智能化程度仍有欠缺。2020年，中国钢铁行业的企业数字化率仅30%。虽然近年来钢铁企业数字化转型成效明显，但是，由于钢铁产业链条层级多，生产流程复杂，物料管控难度提高，推动钢铁产业领域的数实融合依然面临不小问题与挑战，尤其是智能制造基础薄弱、行业标准和应用场景建设滞后、关键核心技术缺失，已经严重制约了钢铁企业数字化转型的顺利推进。

### 3.2 数字化管理理念不足，数字技术人才缺乏

在日益激烈的行业竞争背景下，钢铁企业正经历着对数字化转型的探索和实践。然而，从转型的效果看，目前多数企业仍处在初级阶段，面临着对数字化转型认识不清、缺少必要的顶层设计和战略规划、资金配套不到位、关键人才短缺等诸多困难与挑战。其中，最大的挑战来自企业员工的思想观念，特别是企业高层领导不主动采取变革措施、对数字化转型的重要性认识不够等，导致数字化转型难以深入推进。

数字人才基础薄弱也是钢铁企业数字化率低的主要原因之一。企业内部已有人才储备数字技能不足、IT部门难推广数字应用，业务部门仍然处于观望、高层参与度低等都是非常严峻的问题。当前大部分钢铁企业数字人才建设面临诸多问题。一是缺乏清晰的数字化战略。一些企业可能尚未制定明确的数字化战略，或者对数字化转型的益处和影响缺乏深刻的认识。二是成本高昂。培养和吸引高素质的数字人才可能需要企业进行长期的投资，包括培训、招聘、薪酬和福利等方面的支出。三是人才供给与需求不匹配。数字化领域的人才需求在不断增长，但市场上高素质的数字人才却相对匮乏。四是文化和组织变革面临挑战。培养和引进数字人才可能需要企业进行组织架构和文化上的调整，这可能会面临内部的阻力和挑战。

### 3.3 投资高，回报周期长

数字化转型需要在硬件设施、软件系统、人才培养等方面进行大量的投入。钢铁行业的设备陈旧且多样化，很多设备不具备数字化接口，难以实现互联互通。对这些老旧设备进行升级改造需要投入大量的资金和时间，而且在改造过程中还可能影响正常的生产秩序。同时，新设备的引入和与现有设备的融合也并非易事，需要考虑到兼容性、稳定性等诸多因素。对于一些资金紧张的钢铁企业来说，这是一个沉重的负担。而且，数字化转型的效果往往需要一定的时间才能显现，短期内的高投入可能会给企业带来财务压力，导致企业在数字化转型的道路上犹豫不决。

## 4 数字化赋能钢铁企业绿色转型路径

数字化技术有利于钢铁企业精准降碳，以数字化赋能钢铁企业节能降耗、治污减排，是钢铁企业实现绿色低碳转型的有效途径。

### 4.1 强化顶层设计，明确数字化、绿色发展理念

铁行业作为碳减排的重点领域，应不断完善企业绿色低碳转型框架，聚焦企业上下游主体协同、生产要素配置、管理激励约束、生产开放安全等方面突出问题，强化顶层设计，制定企业碳达峰及减碳计划、技术路线，确立企业绿色战略规划。

数字化和绿色化都是构建钢铁企业新发展格局的重要着力点和有效路径。数字化是推进数字技术与经济社会深度融合的过程，数字化推动数字经济蓬勃发展，并使其成为创新驱动发展的主阵地。绿色化是把绿色低碳融入经济社会发展各个方面的过程，绿色化推动资源能源的高效利用和技术与产品的低碳减排，推动生产方式、生活方式的变革，是碳达峰、碳中和目标提出的内在要求，也是实现高质量发展、推进人与自然和谐共生的必然要求。树立数字化和绿色化协同发展理念是钢铁企业绿色转型过程中的必然发展趋势。

## 4.2 数字化创新，数字化于绿色化协同发展

钢铁生产过程中涉及大量数据，其中仅部分数据可能在生产阶段的控制与分析中得到应用，仍有大量数据未被处理与利用，甚至还未进行挖掘，信息孤岛现象严重，缺乏系统性。我国钢铁企业很多关键核心数字化技术被国外垄断，需要依靠进口，造成数字化转型过程中存在障碍。钢铁企业应该意识到，核心科技是花钱买不到的，只有加大科技创新，把“卡脖子”难题逐个击破，推动大数据、人工智能、5G等新兴技术与传统钢铁产业的深度融合，才能扩大数字化转型给钢铁企业带来的高质量绿色发展成果，使我国由钢铁大国转型为钢铁强国。

中央网信办等十部门秘书局（办公厅、综合司）联合印发《数字化绿色化协同转型发展实施指南》（下称《实施指南》），明确了推动数字产业绿色低碳发展、加快数字技术赋能行业绿色化转型等双化协同两大发力方向。钢铁企业应进一步强化生产过程数字技术融合应用，提升钢铁企业环保治理和能耗监测水平，全面提升产业链数字化绿色化协同水平，实现钢铁企业全过程的绿色化转型，探索数字化赋能行业碳排放权交易的创新应用，探索利用区块链、大数据等数字技术，提高碳排放数据信息化管理水平。

## 4.3 推动钢铁企业数字化人才培养

数字化转型离不开高水平数字化人才，人才是钢铁企业实现高质量发展的首要资源。企业对数字化人才的需求呈上升趋势，现有企业需要大量的人工智能、智能制造、大数据等领域的专业化人才，更需要熟悉钢铁生产过程与数字化技术的复合型人才。数字化人才培养主要来自高校人才的培育与企业自身的人力资源建设。钢铁企业需要重视数字化转型相关培训，推进数字化转型学习，在企业高质量发展的同时，培养一批高质量复合型人才。钢铁企业建立适宜的人才激励与评价体系，综合数字化与钢铁生产的特点，鼓励人才在各自岗位结合工作开展数字化转型，同时吸引外部人才，充分激发人才的自我提升精神，形成奋勇争先的工作氛围。

## 4.4 利用数字技术推动研发设计和生产工艺改进，加强绿色创新

钢铁企业绿色转型应利用数字技术建立联动的产业协同发展机制，促进钢铁行业全产业链协同发展，推动钢铁企业高质量发展。钢铁企业与上下游企业紧密连接，在原料采购、产品研发、订单计划、生产控制、储存销售、物流运输、售后服务等环节，努力实现协同管理，产业融合发展，提升产业链竞争力，增强钢铁企业自身的抗风险能力。在建造阶段，将设备、施工等信息持续向虚拟工厂汇聚，实现实体工厂与虚拟工厂同步设计、同步建造，并为数字化、智能化绿色工厂的构建与运维提供坚实数据基础。同时建立绿色技术与工程设计协同模式。提高钢铁制造各工序绿色指标的标准化水平，建立钢铁绿色工艺技术库，对钢铁绿色新技术进行基础研究，开发前瞻性绿色技术；建成符合当前时代背景和要求的绿色钢厂指标标准体系，将指标体系植入钢铁项目总体设计，通过指标分解将绿色设计定量要求于每个工序，再通过建立绿色评价系统，评价包括工程投资、运维、排放在内的绿色指标，再将先进的绿色指标反馈于技术和设计。

## 5 结论

数字化赋能钢铁企业绿色转型，不仅是技术革新的体现，更是企业发展战略与环境保护理念深度融合的产物。通过全面融入数字化技术，钢铁企业得以在保障生产效率与产品质量的同时，显著降低资源消耗与环

境污染，实现了经济效益与生态效益的双赢。在这一过程中，钢铁企业借助数字化手段，对生产流程进行了深度优化与重构，使得生产更加高效、灵活且可控。同时，通过构建智能化管理系统，企业能够实时掌握生产过程中的能耗与排放情况，为制定科学的节能减排策略提供了有力支持。此外，数字化还促进了钢铁企业与上下游产业链的紧密协同，共同推动绿色供应链的建设与发展。这种协同效应不仅提升了整个产业链的环保水平，还为企业带来了更广阔的市场机遇与发展空间。未来，随着数字化技术的不断创新与应用，钢铁企业将在绿色转型的道路上迈出更加坚实的步伐，为构建绿色、低碳、循环的经济体系做出更大贡献。

## 参考文献

- [1] 王欣兰,乔翰林.数字化赋能化工企业绿色转型的机理和路径——以万华化学为例[J].财会月刊.2024(15)
- [2] 蓝海燕,李璐,刘会燕.数字化赋能湖南煤电企业绿色转型发展研究[J].中小企业管理与科技.2024(5)
- [3] 王燕.绿色技术赋能钢铁企业的绿色转型路径研究[J].经营者管理.2024.11
- [4] 刘丹丹.“双碳”目标下钢铁行业绿色转型路径研究[J].商业观察.2024,10(14)
- [5] 姜鸿亮.数字化转型对钢铁企业高质量发展的影响研究[N].世界金属导报.2023年08月12日