高碳企业循环经济生态系统构建机制、路径与对策

李俊夫

（河南省社会科学院数字经济与工业经济研究所，郑州 451464）

摘要：在资源和环境的双重约束下，资源密集型高碳企业向循环经济转型已成为其实现“双碳”目标的关键路径，但转型的复杂性、动态性及相互依赖性意味着没有一家企业可以单独实现转型，因此，构建循环经济生态系统就成为高碳企业协同实现绿色可循环转型的必然选择。通过质性研究的方法，分析和整理循环经济发展的理论前沿和实践趋势，归纳出循环经济生态系统两阶段构建模型。研究发现，高碳企业循环经济生态系统实现路径包括需求驱动、生态设计、逆向物流构建、关键循环技术支撑。在此基础上，提出循环经济生态系统“机制-路径-对策”框架模型。

关键词：循环经济；生态系统；实现路径；对策建议

中图分类号：F425 **文献标志码**：A **文章编号**：1671－1807(2026)15－0239－09

全球生态环境压力持续攀升，能源过度消耗与碳排放累积引发的气候治理难题，已成为国际社会普遍关注的核心议题。人与自然共生关系的重塑，推动绿色发展跃升为全球治理的主流价值导向。在此背景下，“双碳”目标全面嵌入中国经济社会发展顶层设计，以资源粗放投入、高排放为特征的传统线性发展模式难以为继；而依托资源集约利用、物质闭环循环为内核的循环经济，已然成为学界与产业界聚焦的前沿领域，亦是支撑绿色高质量发展的关键载体[1]。作为破解资源瓶颈、纾解生态约束的核心路径，循环经济已上升为中国经济社会高质量发展的重大战略部署。其本质是通过减量化、再利用、资源化等技术手段与治理范式，精准管控污染物排放、提升能源与再生资源利用效率，最终实现经济发展与生态承载的动态平衡、低碳永续发展目标[2]。中国对循环经济的制度建构与战略推进具备高度连续性与阶段性特征。2008 年《中华人民共和国循环经济促进法》颁布（2009 年 1 月 1 日起施行），首次以国家立法形式确立循环经济制度框架，以提高资源利用效率、保护生态环境、实现可持续发展为根本目标。自“十二五”以来，国家发展改革委统筹推进循环经济战略与专项规划编制，逐步形成梯次衔接的规划体系；2021 年《“十四五”循环经济发展规划》进一步明确构建循环型产业体系、深化资源循环利用是实现“双碳”目标的战略抓手。2024 年，中共中央、国务院印发《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》，提出壮大循环经济、推广循环型生产方式、培育循环型新兴产业等方向，从政策层面细化了循环经济落地的实施路径。

从国际格局来看，绿色低碳循环已成为全球共识与时代潮流，主要经济体均将发展循环经济作为化解资源环境约束、应对气候变化、培育经济新增长极的战略选择。欧美、日本等发达经济体相继出台新一轮循环经济发展行动计划，加速产业端循环化布局，主动应对全球资源格局重构与生态治理新挑战。与此同时，全球地缘格局深度调整，单边主义与贸易保护主义持续蔓延，全球产业链、供应链、价值链频繁遭受非经济因素冲击，国际能源及矿产资源供给的不确定性大幅增加，对中国资源安全与产业链供应链稳定形成严峻挑战。从国内现实来看，新发展格局下中国资源能源需求保持刚性增长，关键战略资源对外依存度长期高位运行，单位 GDP 资源消耗强度仍显著高于全球平均水平。“大量生产、大量消耗、大量排放”的粗放发展惯性尚未根本破除，高碳行业转型压力突出，发展循环经济既有极强的现实紧迫性，也具备广阔的提质增效与绿色升级空间[3]。

梳理现有文献发现，学界已普遍认可循环经济在调和资源消耗与经济增长矛盾中的关键价值，研究维度涵盖企业微观绿色行为优化、产业链资源协同配置、环境规制驱动机制解析等层面。但既有研究仍存在明显理论局限：多数研究停留于概念界

收稿日期：2026-04-28

基金项目：2025 年度河南省政府决策研究招标课题（2025JC003）

作者简介：李俊夫（1979—），男，河南永城人，博士，助理研究员，研究方向为数字经济、绿色发展。

定、原则阐释与静态特征描述，缺乏对循环经济系统性、整体性、动态演化性的深度解构；尤其是鲜有将生态系统理论与循环经济研究进行范式融合，对循环经济生态系统的生成逻辑、结构组态、运行规则与演化机理的探究仍处于碎片化、浅层化阶段。事实上，循环经济以多主体联动为支撑，以物质流、能量流、信息流闭环循环为内核，天然具备生态系统共生、依存、演化的典型特征，亟须依托生态系统理论开展系统性整合研究。

相较于已有研究，本文的研究在理论视角与分析框架上形成两点核心创新：①理论视角创新。突破传统单一要素、静态局部的研究范式，首次将生态系统理论引入高碳企业循环经济研究场景，构建多主体、多要素、多流态耦合的整体性分析视角，弥补现有研究理论融合不足、系统思维缺失的短板。②分析模型创新。基于高碳企业实地调研，凝练循环经济生态系统的构成维度、层级结构与耦合机制，构建适配高碳行业特征的理论分析模型，厘清系统内部要素关联、运行逻辑与演化规律，填补学界对循环经济生态系统架构刻画模糊、内在机理阐释不足的研究空白。基于此，系统调研中国高碳企业循环经济实践样态，提炼循环经济生态系统的建构逻辑与落地路径，以期为高碳行业循环经济生态体系搭建、助推“双碳”目标落地，提供理论支撑与实践范式借鉴。

1 文献述评

循环经济是工业化进程迈入中后期以后，在经济扩张与资源供给短缺、生态环境恶化之间的矛盾持续激化的情况下产生的、符合可持续发展核心理念的创新型经济发展范式[1]。其本质是在生态系统、生产过程和经济增长之间，通过无污染、无生态破坏的技术工艺流程达到良性循环，将传统的依赖资源消耗的线性增长的经济，转变为依赖生态资源循环发展的绿色经济[4]。循环经济的理论溯源最早可追溯至 Boulding[5] 的《即将到来的太空船地球经济学》，其在著作中以“废物循环”与“循环流”两大核心概念，阐释了人类生存发展能力与生态环境系统间存在的共生依存关系。Pearce 与 Turner[6] 于1990年在其著作《自然资源和环境经济学》中，首次提出“循环经济”理论分析模型，并界定原料平衡三维度：资源供给、废物消纳与利用，强调“万物互为源”的全循环逻辑。该模型的核心创新在于将传统物质层面的循环体系与“功能价值循环”维度进行有机耦合，有针对性地为化解经济增长与自然资源可持续利用间的核心矛盾提供了理论原则。其确立的两大核心原则具有明确的实践导向：①针对可再生资源，需严格管控其开发利用强度，确保资源取用速率不超越生态系统的自然再生阈值；②需将排入生态环境的废弃物总量控制在环境自身的净化承载力范围之内，以此维系经济系统与生态系统的协同平衡。后续研究群体围绕循环经济的核心概念及深层内涵展开了拓展性解析，通过理论深化形成了一系列具有学术价值的研究洞见。循环经济能够实现资源流、价值流的闭环循环，从而降低全生命周期成本，实现资源节约和环境友好的高质量发展[2]。其核心是通过物质的无限循环、转化和增值带动经济发展，采用的是可逆循环、多向转化、多级利用和无废物排放的模式，减少了自然资源的过度开发，追求无生态环境破坏和污染物的“零排放”[1]。从原料及能源的视角看，循环经济是一种协调经济增长和环境保护的解决方案，在整个经济系统中实现原料流闭环循环和原材料及能源的多阶段使用[7]。从经济的视角考虑，循环经济被认为是一种“螺旋循环系统”，在不限制经济增长和社会及技术进步的前提下，最小化物质、能源流和环境的恶化。

“生态”一词最早起源于生物学，泛指生物与生物、生物与环境之间的相互关系，生物学上的生态系统是指相互依存的生物及环境的联合体。Moore[8] 首次将生态的概念引入管理学研究领域，并在1996年出版的《竞争的衰亡》一书中对商业生态系统的概念、内涵、阶段进行了深入的探讨与分析。在书中，Moore 将商业生态系统视为经济联合体，成员包括供应商、生产者、竞争者、消费者、政府机构、社区、服务商及其他风险承担者，成员通过不断发展自己的能力和作用而共同进化，有着相互依赖、跨产业边界及非契约安排的特点[9]。循环语境下的生态系统是指将相关组织机构的协作关系和伙伴关系搭建成网，以创造有利于集体循环转型的环境，促进整个价值链（或特定区域）商业模式从线性向循环转型[10]。在循环经济生态系统中，经济增长与稀缺资源的消耗脱钩，产品和材料尽可能长时间地保持在生产性使用范围内，当它们达到使用极限时就会被有效地循环到系统中，按照资源节约和环境友好的生态循环模式组织全生命周期生产、消费和废物处理过程，解决经济持续增长与生态环境日益恶化之间的矛盾。没有一家企业是一座孤岛，对于发展循环经济的企业来讲，要实现真正的资源

循环意味着需要重新思考和改造整个价值链,与同一市场的利益相关者合作,与相邻行业和不同地区的利益相关者合作,与投资机构、政府、非政府组织、学术界合作,协同建立循环经济生态系统,并让合作贯穿于整个生态系统。发展循环经济生态系统的最终目的是建立起包含产业链及价值链上下游伙伴、消费者、政府、社区及其他利益相关者紧密合作的关系,以消费者和政策支持为基础,实现材料循环,涵盖企业与客户、消费者、供应商、合作伙伴、技术集成商及其他风险承担者的全生命周期关系。线性经济模式向循环经济生态系统转型的框架模型如图 1 所示。

2 循环经济生态系统构建机制

在经济社会由线性系统向循环经济系统转型的过程中,循环经济显著的正外部性、社会公益性以及多元主体风险共担的属性,决定了其无法依靠单一市场主体完成系统性转型,亟须具备统筹能力的核心企业牵头整合生态资源、协调关联主体。将这类核心企业界定为生态主导企业,即在循环经济生态系统中居于枢纽核心地位,凭借资源整合、技术引领与统筹管控能力,主导系统内要素流动、牵头联动多元利益主体协同转型的链主型企业[11]。在此前提下,生态主导企业需主动调整发展战略与商业模式,引领生态系统内合作主体同步完成转型变革[12];同时依托自身核心优势,在生态系统层面完成资源要素优化配置与利益相关者统筹整合[13-14],搭建完备的循环经济生态体系以推动成员协同转型。在该系统内,经济效益与生态效益并非由企业个体独立创造,而是依托多主体协同联动降低集体行动成本、共享系统综合收益,最终有效削减工业生产造成的生态损耗。

循环经济生态系统的转型重构对生态主导企业提出较高治理要求,需要其统筹整合系统内多元利益相关者的资源禀赋与能力禀赋,统一生态系统价值共识,动态调整生态系统规模与边界,并通过协商规制化解系统内部利益冲突[15]。循环经济生态系统构建属于复杂系统性工程:首先,生态主导企业需要扫描外部环境,研判前沿市场与技术演化趋势,研判政府规制与产业政策导向,结合自身商业模式特征设计共赢合作方案,择优构建新型合作关系,完成生态系统转型准备度评估。外部环境与政策环境扫描能够明晰循环范式的发展预期,帮助生态主导企业精准判断商业模式向循环范式转型的深度与范围。其次,在完成生态系统准备度评估后,多元主体资源整合、能力协同成为生态系统建构的核心环节,需要统一价值主张、完善培育机制、搭建协商机制,妥善化解系统内部主体利益冲突。

2.1 典型案例分析

选取河南省典型高碳龙头企业安阳钢铁、豫光金铅作为双案例研究样本。两家企业均属于高耗能、高排放的重工业领域,同时也是区域产业体系内典型的生态主导企业,具备突出的资源整合能力、行业话语权以及产业链统筹治理能力。在“双碳”目标与产业绿色转型的双重倒逼下,两家企业均突破单一企业内部节能减排的局限,主动牵头联动上下游供应商、加工制造企业、科研院所、地方政府等多元主体,搭建产业共生型循环经济网络,实现由线性生产范式向循环生态范式的系统性跃迁。

从转型前期筹备逻辑来看,安阳钢铁与豫光金铅均开展系统化的转型前置评估。在外部环境层面,两家企业精准研判宏观规制与行业演化趋势,依托河南省重工业绿色改造、工业固废综合利用等扶持政策,把握超低排放改造、再生资源资源化利用的产业风口,主动淘汰落后低效产能,规避行业

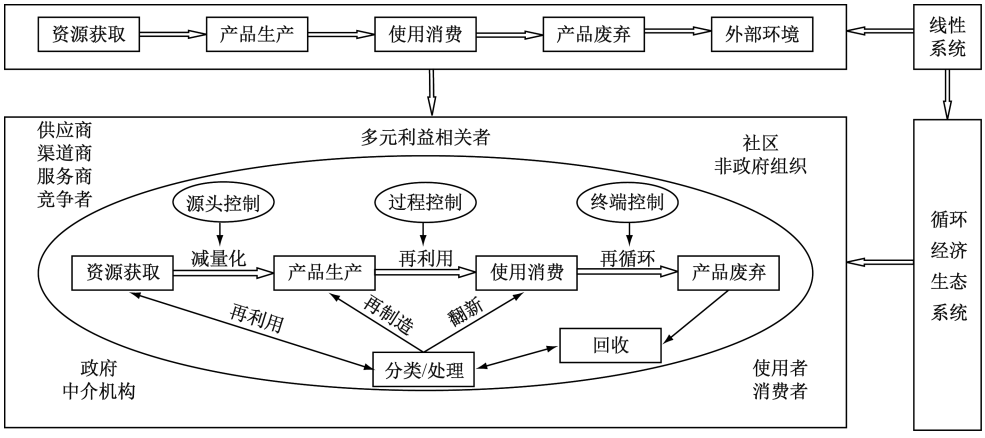


图 1 线性经济系统向循环经济生态系统转型框架模型

同质化低端竞争。在商业模式层面，安阳钢铁聚焦清洁生产逻辑，重构低碳化价值主张，搭建智能化冶炼生产体系，持续优化能耗结构与污染排放结构；豫光金铅创新构建“原生冶炼＋再生回收”双向运营模式，深度挖掘废旧蓄电池、工业废渣中的有价金属，拓宽资源循环增值渠道。在合作主体层面，两家企业严格甄别产业链关联主体，筛选资质优良、战略适配的合作对象，综合评估合作主体资源禀赋、风险承担能力与协同意愿，构筑稳定耦合的产业协作网络，为循环经济生态系统搭建筑牢合作基础。

从生态系统搭建过程来看，两家生态主导企业均依托资源编排逻辑完善生态运行体系。在标准化治理层面，豫光金铅深耕再生有色金属领域，牵头编制多项行业技术规范，统一再生冶炼生产管控标准；安阳钢铁严格对标清洁生产行业规范，实现生产全流程低碳化、标准化管控。在培育赋能层面，两家生态主导企业主动承担转型沉没成本，加大环保技改、循环基础设施投资力度，向产业链合作主体开放生产技术、运维管理经验，带动中小配套企业同步完成绿色升级。在利益协商层面，企业搭建常态化产业链协同沟通平台，围绕产能配置、收益分配、风险共担等核心议题建立协商机制，有效调和多元主体利益矛盾，合理界定生态系统合作边界，保障生态系统平稳有序运行。

综合两家企业实践特征可知，高碳企业循环经济生态系统的建构并非无序自发演化，而是呈现清晰的阶段性规律：生态主导企业首先结合外部环境、商业模式与合作主体完成转型可行性评估，甄别循环转型发展契机；而后依托标准化、培育、协商 3 类机制实现资源整合与生态扩容。该实践演化规律为本文凝练理论分析模型提供了直观的现实依据。

2.2　理论模型构建

借鉴循环经济理论、产业生态系统理论前沿研究成果，参考 Parida 等[10]产业生态系统的建构思路，并结合安阳钢铁、豫光金铅双案例的实践演化规律，凝练高碳企业循环经济生态系统两阶段建构模型，将建构过程划分为生态系统实施前评估阶段与生态系统资源编排阶段。在实施前评估阶段，依托外部环境评估、商业模式评估、合作主体评估 3 个维度，研判线性系统向循环经济生态系统转型的可行性与发展契机。其中，外部环境评估涵盖市场技术演化、环境规制政策、行业竞争格局与供应链依存关系；商业模式评估聚焦价值主张、盈利模式、核心资源、成本收入结构、互惠关系识别等核心要素；合作主体评估主要研判合作方资源能力、战略协同程度、合作质量与风险履约意愿。在资源编排阶段，依托标准化、培育、协商 3 大机制实现生态系统拓展优化：通过标准化机制中的行业规范搭建、技术标准共建、通用规范落地，统一生态系统价值共识；通过培育机制中的前期资本投入、互补业态赋能、核心知识共享，实现生态系统扩容提质；通过协商机制中的冲突协调规则、风险管控机制、准入管控体系，完成生态系统的整合治理与动态优化。循环经济生态系统两阶段构建模型如图 2[10]所示。

3　循环经济生态系统转型的实现路径

推动高碳企业从线性模式向循环经济生态系统转型，旨在系统解决传统线性模式导致的资源消耗与生态环境恶化问题，需依托系统性路径协同推进。其实现始于需求驱动的市场拉动，消费者参与

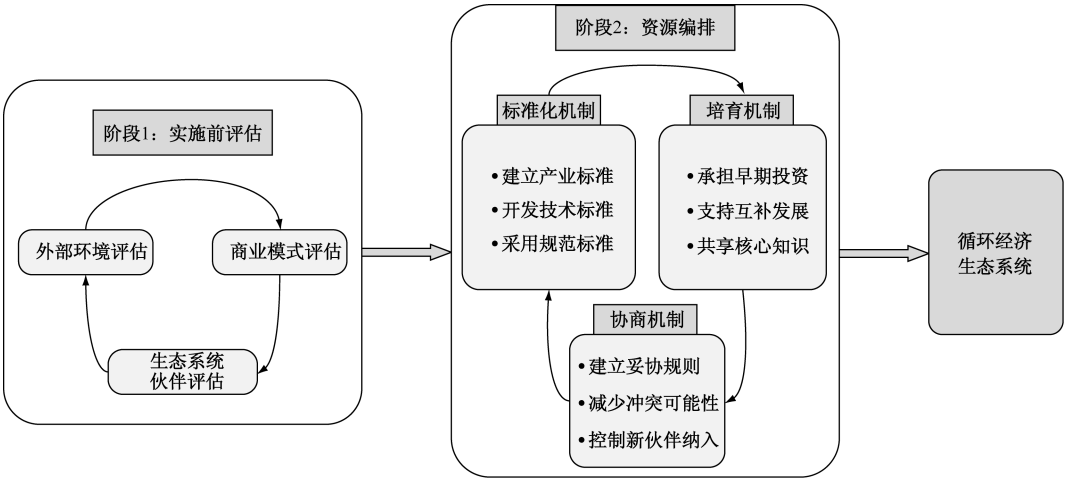


图 2　循环经济生态系统两阶段构建模型[10]

作为需求端核心动力,通过绿色消费与逆向参与行为(如废旧品规范回收)重塑市场导向[16-17]。核心在于生态设计,将循环理念前置融入产品全生命周期,从源头保障可拆解、可再制造[18]。逆向物流网络则涵盖回收、分类检测、维修再销售、拆解处置的闭环式流转,高效回收与返回产品与材料[19]。最终,关键循环技术突破(如材料分离、数字化追溯)是提升资源循环效率与规模的根本支撑,涵盖智能分选、高值化转化等技术破解效率与附加值瓶颈[20]。四者层层递进,共同构成"需求驱动-生态设计-逆向物流-技术支撑"的完整转型链路。

3.1 需求驱动:重塑消费行为的价值内核

从消费价值内核来看,消费者的核心需求并非产品本身,而是产品所承载的功能性服务与体验价值,产品本质上是功能交付与结果实现的物质载体。这一认知升级推动消费模式从"所有权导向"向"使用权导向"转型,催生了"共享经济平台""产品服务系统(PSS)"等需求驱动型商业模式创新——消费者通过租赁、共享等方式获取所需服务,无须持有产品所有权即可实现价值满足,这为循环经济的消费端变革提供了模式基础。同时,全球气候变暖与废弃物污染等环境问题的凸显,推动消费者环境意识觉醒并形成绿色消费偏好,具体表现为对低碳化、生态化产品与服务的选择倾向增强,且具备为环境友好属性支付"绿色溢价"的意愿,这种需求侧偏好倒逼企业加速绿色转型。对企业而言,需以消费者参与为核心构建循环经济协同机制:一方面,提升环境信息披露的透明度,通过专业化沟通传递产品全生命周期环保属性,消除消费者与企业间的环境信息不对称;另一方面,搭建高效反馈闭环与互动平台,建立消费者及利益相关者参与企业循环经济实践的制度化渠道,如产品生态设计意见征集、废旧产品回收流程优化建议等,通过多元主体协同推动循环经济模式落地见效。

3.2 生态设计:产品全生命周期循环

当前主流产品设计范式存在显著的"前端-后端"割裂问题,即设计环节未将产品使用后的处置与回收效率作为核心约束条件纳入决策框架。从产品生命周期理论视角看,设计作为全流程的初始环节,其方案直接决定了产品使用阶段的效能发挥与报废后材料回收的质量水平,而现有设计逻辑对循环性的关注局限于使用后阶段,未能实现"设计-使用-回收"的全链条协同,这成为制约产品高效复用与嵌入材料高值化回收的关键瓶颈。在产品价值维度上,多数中低价值产品遵循"短期使用"的设计导向,通过材料选型、结构设计等隐性手段植入"计划性过时"属性,加剧了产品快速报废与资源浪费。尤为突出的是,技术迭代速率的加快进一步放大了设计与循环性的适配矛盾——企业为抢占市场往往侧重技术创新性而非循环兼容性,导致产品在技术迭代中快速被淘汰,"产品保值性"成为行业普遍面临的挑战。上述问题共同凸显了传统线性设计范式的局限性,也印证了推动循环设计实践普及的紧迫性,亟需将全生命周期循环性要求前置融入设计环节,实现从"末端治理"向 源头防控"的转型。生态设计原则见表1[20]。

现代产品设计方法需深度嵌入循环经济核心原则,以实现消费者端产品使用寿命的延长、企业端高价值材料的高效回收及产品报废阶段废弃物的最小化。国际层面的"摇篮到摇篮认证"产品体系为此提供了系统化指引,该认证从材料属性评估、资源化再利用、可再生能源适配、全流程碳足迹管控、水资源集约管理及社会公平维度,为循环导向的产品设计搭建了标准化框架。要达成资源全量回收与产品使用周期深度拓展的目标,需推动设计原则的根本性革新,将维修便捷性、翻新可行性、再制造适配性等核心要素前置纳入设计流程。同时,伴随生产者责任延伸制度的立法完善与政策收紧,模块化架构、易维修结构、可升级组件等循环型设计方案,已逐步成为头部企业优化产品全生命周期管理的核心抓手,为循环经济模式在产业端的落地筑牢了设计层面的基础。

表1 生态设计原则[20]

设计目标	设计原则
产品成分和生产:只使用循环或可持续材料	减少或消除对材料和包装的需求
	使用可回收/可再生的材料和再制造零件
	减少库存单位和多余的库存浪费
	选择替代性强、资源消耗少、无毒的材料
	材料在设计上消除或尽量减少生产过程中的浪费
产品使用:尽可能地保持产品使用寿命,并减少使用过程中的影响	耐用、模块化、可维修/可升级、高使用效率的设计
	设计时避免一次性使用和报废
	采用技术延长产品的使用时间并实现回收
	应用循环商业模式,为共享、租赁和二次生命设计产品
产品回收:使材料或零件易于回收到价值链中	为报废后的拆卸、翻新和再制造进行设计
	选择在报废后可回收或可降解的材料

3.3 逆向物流:创建回收循环

补齐逆向基础设施短板,构建能够高效接纳闲置、废弃、损坏、低效利用等多类型废旧产品的回收体系,是推动循环经济模式规模化拓展的核心抓手。作为循环商业模式的关键支撑能力,逆向物流体系的适配性直接决定了“产品即服务”“共享经济平台”“产品使用周期延伸”“资源高值化回收”等模式的落地成效。该体系并非局限于废旧产品与物料的基础归集与整合,而是延伸至分类分选、物料分离、再生加工、高端再制造等增值环节,可实现废旧资源的价值再造;同时,其还需衔接全价值链溯源能力(即对物料成分的精准识别与动态记录)与合规性要求,涵盖跨境废弃物处置标准、生产者责任延伸制度等相关法规的适配衔接,形成“回收-增值-合规”的一体化运作逻辑。值得注意的是,逆向物流作为循环价值链的中枢环节,当前仍面临多重现实挑战:废旧产品供给存在显著的不可预测性,难以形成稳定的原料供给规模;面向消费者与回收主体的回收激励机制尚未完善,导致前端回收参与度不足;区域性资源回收网络布局不健全,存在网点覆盖盲区与物流流转堵点。这些问题共同制约了逆向物流体系对循环经济的支撑效能,也成为其体系优化需突破的核心瓶颈。

3.4 关键循环技术:技术创新驱动发展

第四次工业革命技术集群的深度应用,为资源的智能化高效利用提供了技术范式,也为循环经济的规模化、精细化发展创造了突破性机遇。这类技术体系涵盖数字技术、物理技术与生物技术3大核心领域,其核心价值在于推动商业领域构建“去自然资源依赖”的生产范式与增长模式,打破传统经济增长与资源消耗的强耦合关系。从资源利用效能来看,该技术集群可通过全流程智能监控与精准调控,大幅提升生产与资源循环环节的运行效率,从源头减少资源损耗与废弃物排放,实现资源利用的集约化转型;从产业创新维度而言,其不仅为技术与模式创新提供了底层支撑,还降低了市场准入壁垒,助力新市场主体激活存量市场空间,同时倒逼在位企业加速向循环导向的新商业模式与新市场领域转型,重塑产业竞争格局;从信息管理层面分析,技术赋能显著提升了产业链信息透明度,使企业能够快速归集、整合并深度分析全链条数据,进而实现3大核心能力的跃升:①可见性。可实时追踪设备运行状态、产品流转路径及能源与物料的动态流向,为资源调配提供精准依据。②连通性。搭建起机器终端、消费客户与决策主体间的无缝协同链路,消除信息壁垒。③灵活性。赋予企业快速修改生产设备参数、调整产品功能或重构业务流程的能力。而这3大能力正是循环商业模式落地并实现动态优化的关键技术支撑。循环经济关键核心技术分类见表2。

表2 循环经济关键核心技术分类

技术类型	内容描述	具体技术
数字技术	基于计算机、电子和通信科学的技术,利用了不断增加的信息量和物质资源的连通性	人工智能、物联网、大数据、云计算、机器学习、区块链、数字孪生等
物理技术	基于材料、能量、自然力及其相互作用的基本性能的技术	能量存储、能量收集、纳米技术、材料科学、碳捕捉和存储、物理标记、机器人技术、AR/VR等
生物技术	基于生物领域的技术,包括但不限于生物系统和活生物体,用来制造特定用途的产品及其工艺	生物能源、生物基材料、基因工程、DNA标记、细胞和组织工程、水培和气雾培

4 循环经济转型的对策与建议

中国循环经济转型是实现“双碳”目标与生态文明建设的核心路径,其推进需依托政策、技术、市场、社会多维度协同发力。以法治框架为根基的制度体系,为转型提供了刚性保障与精准激励;关键技术的攻关与产业化转化,破解了资源循环的效率与附加值瓶颈;逆向物流网络的系统化构建,打通了产业链闭环的关键堵点;绿色消费文化的培育与全民参与机制的完善,夯实了转型的社会基础。循环经济生态系统编排机制、实现路径及对策框架模型如图3所示。

4.1 完善多层级政策及标准体系

构建系统完备的政策制度体系是保障循环经济规范发展的核心支撑,需以法治为根基、标准为引领、考核为约束形成协同机制。在法治与政策细化层面,立足《中华人民共和国循环经济促进法》的核心框架,按行业类型(如再生资源回收、工业固废利用、农业循环发展等)制定差异化配套实施细则,明确政策工具的精准适配标准——财政补贴需聚焦循环经济重点项目(如逆向物流体系建设、高值化技术研发)实施定向扶持,税收减免区分企业类型与技术水平设置梯度化优惠,绿色信贷建立基于循环效益的授信评估模型,避免政策资源错配。在标准统一与衔接层面,打破区域与行业壁垒,构建全国统一的再生资源利用技术规范体系,涵盖原料纯度、加工工艺、产品质量等关键指标;同步建立循

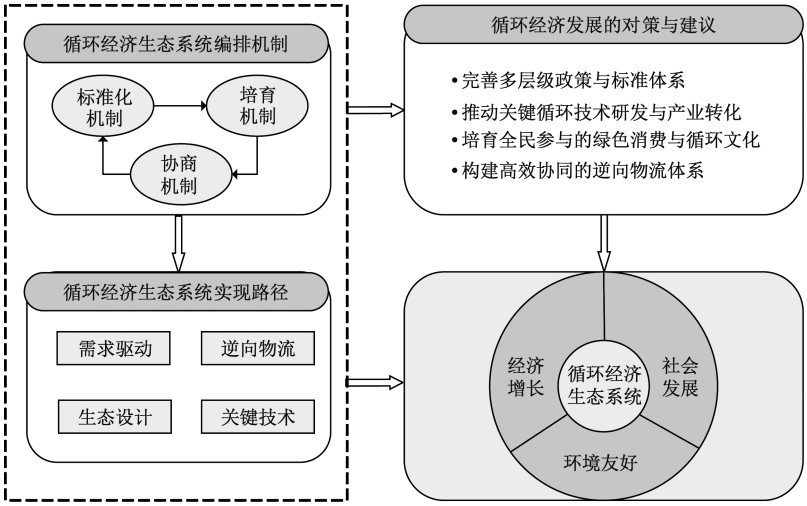


图 3　循环经济生态系统编排机制、路径及对策框架模型

环经济专项碳核算体系,量化不同环节碳减排效益并对接全国碳市场。强化地方政策与国家顶层设计的纵向衔接,鼓励地方结合资源禀赋制定差异化实施路径,形成“全国统一标准+地方特色创新”的政策格局。在执行保障层面,将循环经济核心指标(如再生资源回收率、固废综合利用率、单位产值资源消耗强度等)纳入地方政府绩效考核体系,设定刚性考核权重与奖惩机制;建立政策执行第三方评估机制,对政策落地成效、资金使用效率等进行常态化监测,通过“法治约束+标准引领+考核倒逼”的多维保障,提升循环经济政策体系的执行力与实效性。

4.2　推动关键循环技术研发与产业转化

以技术创新驱动循环经济高质量发展,需依托新型举国体制的制度优势,构建“关键技术攻关-成果转化落地-产业生态培育”的全链条推进体系。在核心技术攻坚层面,聚焦循环经济产业链关键节点的瓶颈,精准布局技术研发方向:针对新能源产业退役产物处理难题,开展废旧动力电池剩余容量检测、重组封装等梯次利用技术攻关;面向工业固废资源化痛点,研发协同活化、微晶化等高值化转化技术;围绕再生资源分拣效率瓶颈,突破智能光谱识别、自动化分选等装备技术,形成覆盖“回收-处理-再利用”全流程的核心技术矩阵。在成果转化层面,着力搭建产学研用深度协同创新平台,推动高校、科研机构的基础研究与企业的应用需求精准对接,破解技术研发与产业应用脱节问题;设立循环经济技术转化专项基金,重点支持技术中试基地建设,完善中试设备购置、工艺优化、安全性检测等配套保障,打通技术从实验室研发到规模化产业化的“最后一公里”。在产业培育层面,以核心技术突破为支撑,精准扶持一批掌握自主知识产权的循环经济高新技术企业,通过政策倾斜、资源整合等方式助力企业做大做强;依托国家级高新区、循环经济示范园区等载体,推动上下游企业集聚发展,形成“核心企业引领-配套企业协同-技术要素集聚”的产业集群,实现技术创新与产业升级的良性互动,为循环经济发展注入持续技术动能。

4.3　培育全民参与的绿色消费与循环文化

从培育循环文化的维度分析,构建全民参与的绿色消费体系是夯实循环经济消费端基础的核心举措,需从认知引导、模式革新、激励保障 3 个维度形成协同发力的闭环机制。①应开展多维度、分层次的绿色消费宣传教育,依托高校科研平台、社区科普站点、主流媒体及新媒体矩阵,构建“专业解读+场景渗透+案例示范”的立体化传播体系,系统普及循环经济的核心内涵、废旧产品规范处置的环境价值及绿色消费的实践路径,破除公众对循环消费的认知壁垒,提升其主动参与循环经济实践的主观意愿,培育全社会层面的循环消费文化。②需大力推广“以旧换新”“产品租赁”“共享使用”等新型绿色消费模式,通过政策引导与市场培育双轮驱动,鼓励零售企业、生产厂商搭建消费模式创新平台,将产品使用权与所有权进行适度分离,逐步引导消费者从“占有式消费”转向“使用权优先”的理性消费理念,以此减少产品过度购置带来的资源闲置与浪费,同时为逆向产业链提供稳定的废旧产品供给。③要建立精准化的绿色消费激励机制,由政府牵头联合行业协会、企业构建积分兑换、现金补贴、税费减免等多元奖励体系,对参与废旧家电、新

能源汽车动力电池等产品规范回收的消费者给予定向激励，同时将绿色消费行为纳入个人信用评价体系，通过正向激励强化消费端参与循环经济的内生动力，形成“认知提升-模式转型-激励固化”的消费端循环经济推进逻辑。

从培育循环文化的参与主体分析，核心主体包括居民、企业、政府、媒体。①居民侧。绿色文化推动了居民绿色生活方式的形成和传播，如绿色消费习惯的培养、低碳饮食、杜绝浪费、使用二手产品、支持环保、垃圾回收、绿色出行等。②企业侧。绿色文化也会推动企业形成绿色生产方式，如提效降耗、绿色产品设计、回收利用、推行共享商业模式、ESG(环境、社会、治理)发展等。③政府侧。从政府的角度讲，可制定家电能效体系、家电回收体系、节能产品补贴、制定可降解包装材料的强制标准等。④媒体侧。媒体对绿色文化培育和形成起着重要作用，通过各种媒体传播和解读政府碳中和政策、循环经济发展政策，进行绿色文化传播和教育。居民、企业、政府、媒体和循环文化之间的交互影响和协同演化，有力地促进了循环文化的形成与传播，加速居民和企业形成绿色循环生活和生产方式，进而实现经济社会的绿色循环转型[1,21]。

4.4 构建高效协同的逆向物流体系

构建高效协同的逆向物流体系需以“网络统筹＋技术赋能＋责任绑定”为核心逻辑，系统性破解再生资源流转瓶颈。在基础设施层面，需强化再生资源回收网络的顶层统筹规划，聚焦城乡回收体系失衡问题，推进基层回收站点标准化改造——通过明确站点建设规范、配备智能化分拣设备、统一标识管理等措施，补齐农村及偏远区域回收设施覆盖不足、标准化程度偏低的短板，构建“县-乡-村”三级联动的回收网络，实现废旧产品从消费终端到处理端的高效归集。在技术赋能层面，应发挥龙头企业的资源整合优势，引导其牵头搭建跨区域逆向物流信息共享平台，集成废旧产品溯源、供需信息发布、物流调度优化等核心功能，通过大数据算法精准匹配分散的回收网点与规模化加工企业，破解传统模式下“回收端供给分散、加工端需求集中”的供需错配难题，提升产业链流转效率。在责任约束层面，需深化生产者责任延伸制度的落地执行，通过立法明确企业在产品全生命周期的回收处置责任，细化不同行业(如新能源汽车、电子产品、包装材料)的责任量化标准，建立“生产端设计责任-流通端标识责任-报废端回收责任”的全链条责任体系。同时，配套建立责任履行考核与奖惩机制，对达标企业给予税收减免、绿色信贷倾斜等激励，对未履行责任的企业实施罚款、市场准入限制等惩戒，以刚性约束倒逼企业将回收处置成本内化于生产决策，筑牢逆向物流体系的责任根基。

参考文献

[1] 李俊夫. “双碳”背景下循环经济发展的机遇、挑战与策略[J]. 现代管理科学，2022(4)：15-23.

[2] VELEVA G B. Corporate entrepreneur collaborations to advance a circular economy[J]. Journal of Cleaner Production，2018，196：1-38.

[3] PAN S，DU M A，HUANG I，et al. Strategies on implementation of waste-to-energy (WTE) supply chain for circular economy system：a review[J]. Journal of Cleaner Production，2015，108：409-421.

[4] MOSQUERA M A F. Circular economy at micro level：a dynamic view of incumbents’ struggle and challenges in the textile industry[J]. Journal of Cleaner Production，2017，165：1391-1401.

[5] BOULDING K E. The economics of the coming spaceshipearth[M]. Baltimore：Johns Hopkins Press，1996.

[6] PEARCE D W，TURNER R K. Economics of natural resources and environment[M]. New York：Harvest Wheatsheaf，1990.

[7] GENG Y，DOBERSTEIN B. Developing the circular economy in China：challenges and opportunities for achieving leapfrog development[J]. International Journal of Sustainable Development and World Ecology，2008，15(3)：231-239.

[8] MOORE J F. The death of competition：leadership and strategy in the age of business ecosystems[M]. Boston：Harvard Business School Press，1996.

[9] JACOBIDES M G，CENNAMO C，GAWER A. Towards a theory of ecosystems[J]. Strategic Management Journal，2018，39(8)：2255-2276.

[10] PARIDA V，BURSTRÖM T，VISNJIC I，et al. Orchestrating industrial ecosystem in circular economy：a two-stage transformation model for large manufacturing companies[J]. Journal of Business Research，2019，104：186-195.

[11] 盛朝迅. 产业生态主导企业培育的国际经验与中国路径[J]. 改革，2022(10)：34-44.

[12] Ellen MacArthur Foundation. Towards the circular economy：economic and business rationale for an accelerated transition[R]. UK：Ellen MacArthur Foundation，2013.

[13] FRISHAMMAR J，PARIDA V. Circular business model transformation：a roadmap for incumbent firms[J]. California Management Review，2019(2)：5-29.

[14] SU B，HESHMATI A，GENG Y，et al. A review of

the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation[J]. Journal of Cleaner Production, 2013, 42: 215-227.

[15] GHISELLINI P, CIALANI C, ULGIATI S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems[J]. Journal of Cleaner Production, 2011, 114: 11-32.

[16] 张昊, 冯永晟, 陈丽芬, 等. 如何推动绿色消费升级?电商策略性调价行为与节能产品需求特征[J]. 管理世界, 2024, 40(7): 103-120.

[17] 龙如银, 叶向阳, 陈红. 基于"规制-立场"视角的绿色消费政策有界性失效探究[J]. 中国人口资源与环境, 2025, 35(9): 97-107.

[18] 夏西强, 李江文, 朱庆华, 等. 再制造的发展历程与未来展望[J]. 中国管理科学, 2025, 33(1): 287-296.

[19] 刘树明, 刘翔, 石艳, 等. 多维不确定环境下废旧电子产品逆向物流网络多目标鲁棒优化研究[J/OL]. 工业工程与管理, 1-20[2026-4-02]. https://link.cnki.net/urlid/31.1738.t.20251223.1148.006.

[20] LACY P, LONG J, SPINDLER W. The circular economy handbook: realizing the circular advantage[M]. London: Palgrave Macmillan, 2020.

[21] 中金公司研究部, 周子彭. 碳中和经济学: 新约束下的宏观与行业趋势[M]. 北京: 中信出版社, 2021.

Construction Mechanism, Paths, and Countermeasures of a Circular Economy Ecosystem for High-carbon Enterprises

LI Junfu

(Institute of Digital Economy and Industrial Economy, Henan Academy of Social Sciences, Zhengzhou 451464, China)

Abstract: Constrained by the dual pressures of resource scarcity and environmental degradation, the transition of resource-intensive, high-carbon enterprises toward a circular economy has become a critical pathway to achieving the "dual carbon" goals. However, the complexity, dynamism, and interdependence of this transition mean that no single enterprise can accomplish it in isolation. Consequently, the construction of a circular economy ecosystem has become an inevitable choice for high-carbon enterprises to collaboratively achieve green and sustainable transformation. Through qualitative research methods, the theoretical frontiers and practical trends of circular economy development were analyzed and synthesized, and a two-stage construction model for the circular economy ecosystem was inductively proposed. It was also found that the implementation paths for the ecosystem include demand-driven strategies, eco-design, the establishment of reverse logistics, and support from key recycling technologies. On this basis, a comprehensive framework model of "mechanism-path-countermeasure" for the circular economy ecosystem was proposed.

Keywords: circular economy; ecosystem; implementation paths; countermeasures and suggestions