

---

# 绿色创新生态系统生成机制研究

曾经纬<sup>1, 2</sup> 薛璐绮<sup>3</sup> 李柏洲<sup>2, 41</sup>

(1. 江西财经大学 工商管理学院, 江西 南昌 330032;

2. 哈尔滨工程大学 企业创新研究所, 黑龙江 哈尔滨 150001;

3. 航天信息股份有限公司, 北京 100195;

4. 哈尔滨工程大学 经济管理学院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

**【摘要】:** 推动绿色创新生态系统生成是区域经济高质量发展的重要举措。通过分析绿色创新生态系统内涵和结构, 基于超循环理论, 探讨绿色创新生态系统生成过程, 并利用江联重工集团案例分析, 明确绿色创新生态系统形成动力要素。结果表明: 绿色创新生态系统具有绿色发展性、生态性、动态演化性、高风险性和复杂性特征; 绿色创新主体之间的相互作用关系, 催生共生竞合、动态演化的超循环, 而超循环体系能够加强绿色创新主体相互作用, 推动绿色创新生态系统生成; 资源配置与匹配效应、环境规制与市场导向、用户交互与敏捷响应、共生竞合与跨界整合是绿色创新生态系统生成的重要驱动因素。

**【关键词】:** 绿色创新生态系统 生成机制 超循环

**【中图分类号】:** F204 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1001-7348(2021)13-0011-09

## 0 引言

创新生态系统以其生态性、动态性和开放性特征逐步成为创新管理的新范式<sup>[1]</sup>。以往“单打独斗”的创新范式已不合适高质量发展的新时代, 各创新主体间及其与创新环境间的协同演化成为新的发展趋势。与此同时, 面对日益严峻的环境压力, 传统粗放式经济发展模式难以为继。党的十九届五中全会指出, 要加快推动绿色低碳发展, 持续改善环境质量, 提升生态系统质量和稳定性, 全面提高资源利用效率。绿色和创新的结合契合我国新发展理念, 并且绿色创新很好地满足了“三重底线”下企业绿色发展需求<sup>[2]</sup>, 但绿色创新由于高复杂度、高成本、高风险和长周期的特点<sup>[3-4]</sup>, 企业往往难以独立完成<sup>[5]</sup>, 需要与政府、科研院所、大学、中介机构、供应商、用户等创新主体进行紧密互动合作。由此可见, 绿色创新生态系统构建愈发重要。

---

**作者简介:** 曾经纬(1994-), 男, 江西乐安人, 博士, 江西财经大学工商管理学院讲师, 哈尔滨工程大学企业创新研究所成员, 研究方向为创新管理与知识管理;

薛璐绮(1992-), 女, 黑龙江哈尔滨人, 航天信息股份有限公司工程师, 研究方向为创新管理;

李柏洲(1964-), 男, 辽宁彰武人, 博士, 哈尔滨工程大学经济管理学院教授, 哈尔滨工程大学企业创新研究所所长, 研究方向为科技创新与创新管理。

**基金项目:** 国家社会科学基金后期重点项目(19FGLA001); 国家自然科学基金项目(71774036); 黑龙江省哲学社会科学规划项目(19GLD231)

近年来,创新生态系统研究受到广泛关注,学者们对创新生态系统内涵、特征、演化、共生进行探讨,对创新生态系统有了初步认识。但学者们大多忽略了将绿色发展思想融入创新生态系统研究中,首先,环境压力和高质量发展驱使绿色创新产生,绿色创新生态系统具有新时代特点;其次,绿色创新与一般创新存在显著差异,一般意义上的创新着眼点是企业经济效益,而绿色创新力图将经济效益、社会效益和环境效益相结合,绿色创新生态系统的产生有其独特性;最后,消费者对绿色产品和服务的需求逐渐增加,绿色创新信息和知识渠道更为丰富,多主体价值共创成为趋势。绿色创新生态系统有利于各主体间形成紧密结合,发挥协同效应。那么绿色创新生态系统究竟有哪些特征?绿色创新生态系统生成过程究竟如何?如何驱动绿色创新生态系统生成?基于此,结合超循环理论,试图厘清绿色创新生态系统的生成规律,并通过案例分析进一步明确绿色创新生态系统生成机制,为提高绿色创新水平,推动区域经济高质量发展提供有益参考。

综上所述,探讨绿色创新生态系统生成机制主要有 3 个方面的考虑:第一,探讨绿色创新生态系统的内涵、结构和特征,深入了解绿色创新生态系统特点,为后续研究提供知识增量;第二,明晰绿色创新生态系统生成过程,进一步了解绿色创新生态系统生成规律;第三,明确绿色创新生态系统形成动力,对培育绿色创新生态系统具有重要借鉴价值。

## 1 文献综述

创新生态系统是学术界的研究热点,学者们从内涵、运行、演化等方面进行了探讨。关于创新生态系统内涵,Moore<sup>[6]</sup>最早将生态思想融入商业系统中,提出商业生态系统概念;Ander<sup>[7]</sup>于 2006 年提出创新生态系统概念,认为创新生态系统是指公司通过协作安排将其各自产品组合成一个连贯的、面向客户的解决方案;Nambisan & Baron<sup>[8]</sup>提出,创新生态系统是指公司和其它实体间的松散互联网络,它们围绕一组共享技术、知识或技能共同发展能力,并通过合作和竞争开发新产品与服务;Walrave 等<sup>[9]</sup>将创新生态系统定义为存在互补性资源或能力的相互依赖主体共同创造价值并将其传递给用户的网络;Granstrand & Holgersson<sup>[10]</sup>提出,创新生态系统是主体、行为、产品、制度和关系的演化集合;曾国屏等<sup>[11]</sup>认为,创新生态系统是静态视角到动态视角的转变,更加关注系统内要素之间、系统与环境间的动态演化;李万<sup>[12]</sup>利用生态学理论对创新生态系统进行诠释,通过类比隐喻发现创新生态系统是各群落间及其与创新环境之间共生竞合、动态演化的开放、复杂系统。关于创新生态系统运行,戴亦舒<sup>[13]</sup>利用案例研究方法探究创新生态系统价值共创机制,发现开放性和互补性能够实现多主体价值共创;董津津和陈关聚<sup>[14]</sup>利用海尔平台案例,从技术创新视角揭示平台生态系统形成与融合;郑少芳和唐方成<sup>[15]</sup>提出知识治理机制化解创新生态系统可能面临的知识风险;Davis<sup>[16]</sup>设计创新生态系统内部多主体之间的耦合机制,避免主体之间的不信任,从而激发团队创新。关于创新生态系统演化,Feng 等<sup>[17]</sup>通过案例方法探讨创新生态系统演化机制,发现动态能力起关键作用;曲薪池等<sup>[18]</sup>探讨绿色创新生态系统中政府、金融机构、企业三方演化博弈关系,并分析创新主体初始意愿的影响。

绿色创新作为调和经济效益与环境效益的有效手段,得到学者们广泛关注。目前来看,学者们大多关注绿色创新内涵<sup>[19]</sup>、绿色创新前因变量<sup>[20-21]</sup>和结果变量<sup>[22-23]</sup>。其中,Kutaparawong<sup>[24]</sup>认为,绿色创新是指一系列基于环境友好和可持续发展的创新活动,绿色创新前因变量主要集中于政府、市场、企业内部因素;齐绍洲等<sup>[25]</sup>发现,排污权交易试点政策会对企业绿色创新产生积极诱导作用;Bai<sup>[26]</sup>通过倾向得分匹配方法实证检验发现,政府 R&D 补贴对企业绿色创新具有正向影响;Yalabik<sup>[27]</sup>认为,相对于环境规制,市场竞争压力更能驱动企业绿色创新行为;Albort-Morant 等<sup>[28]</sup>从企业能力视角对绿色创新展开研究,具体来看,动态能力和传统能力均能显著提升企业绿色创新绩效;Martinez-Ros<sup>[29]</sup>分析企业知识资源战略与绿色创新之间的关系,其中知识搜寻与绿色创新呈现倒 U 型关系,知识深度则表现为显著正向影响。关于绿色创新结果变量,主要围绕绿色创新对绩效、竞争优势和能源强度的影响展开,如 El-Kassar<sup>[30]</sup>开发并测试绿色创新与企业绩效之间关系的整体模型,发现绿色创新对企业绩效和竞争优势具有积极影响。

综上所述,创新生态系统和绿色创新得到学术界普遍关注,但现有研究大多聚焦于一般意义创新生态系统和绿色创新影响因素,对特定创新生态系统的研究有待开展。并且,大多数研究认为创新生态系统已经存在,但对创新生态系统如何生成缺乏深入探究。绿色创新的特点导致绿色创新生态系统具有独特性,绿色创新生态系统构建对高质量发展具有积极影响,然而学者对此关注不够,绿色创新生态系统相关研究尚不深入,绿色创新生态系统生成机制尚处于“黑箱”状态。基于此,本文以绿色创新生态系统

---

为研究对象,在对其内涵、结构和特征进行分析的基础上,探讨绿色创新生态系统生成过程和动力,为培育绿色创新生态系统提供重要借鉴。

## 2 绿色创新生态系统内涵、结构与特征

### 2.1 绿色创新生态系统内涵

从创新生态系统内涵看,学者们尚未达成一致,绿色创新生态系统是创新生态系统的特殊类型,其内涵界定需牢牢把握绿色创新和创新生态系统概念。尽管绿色创新内涵存在争议,但环境效益是绿色创新的重点内容<sup>[20,25]</sup>,故将绿色创新定义为绿色产品或绿色过程的相关创新,涉及减少环境损害所产生新的或改良的工艺、技术、系统和产品,兼顾经济效益、环境效益和社会效益的创新活动。学者们从创新网络、生态系统、复杂系统等理论角度对创新生态系统概念进行阐释<sup>[9,11]</sup>,发现创新生态系统与创新系统的不同之处体现在生态性和动态性方面。

基于此,结合绿色创新和创新生态系统的特点,将绿色创新生态系统定义为以提升绿色创新能力、促进绿色创新涌现为目标,创新主体之间及其与创新环境之间通过创新要素流动联结而形成的共生竞合、动态演化的复杂系统。

### 2.2 绿色创新生态系统结构

绿色创新生态系统包括绿色创新主体和绿色创新生态环境两部分,其中绿色创新主体包括核心企业、绿色供应链上下游企业、竞争互补企业、用户、高校、科研院所、政府、中介机构、金融机构等,环境要素则包括市场环境、政策环境、经济环境、文化环境、科技环境、自然环境。

从绿色创新主体看,核心企业是绿色创新生态系统形成的基础,通过绿色供应链、产学研联盟、绿色创新网络与其它绿色创新主体形成紧密互动联系,参与绿色技术研发、绿色技术应用与产品生产、绿色技术商业化全过程,是绿色创新生态系统的重要核心组成。绿色供应链上下游企业和竞争互补企业为核心企业提供原材料、互补性资源以及竞争压力与绿色创新源动力,嵌入到核心企业绿色创新网络中,推动绿色创新持续产生。高校和科研院所绿色创新生态系统中扮演绿色知识生产者角色,作为绿色创新活动知识资源的主要提供者,输送绿色创新智力资源和知识资源,致力于绿色知识共享和绿色知识创造。政府主要通过环境规制(如环境税、排污标准)、创新补贴、绿色采购等宏观措施,直接或间接对绿色创新产生影响,是推动绿色创新的关键主体。中介机构能够联结不同创新主体,提供高质量信息咨询服务,促进各创新主体间的资源供需匹配,有利于绿色创新产生,是绿色创新的重要辅助主体。金融机构为绿色创新提供资金支持,资金资源对绿色创新主体具有重要作用,对绿色创新产品研发和推广具有显著影响。用户是绿色创新产品的终端消费者,能够体现市场需求,并为绿色创新提供原始创意和产品使用反馈,是绿色创新生态系统内绿色创新的不竭动力。

从绿色创新生态系统环境要素看,自然环境是绿色创新生态系统环境要素的重要组成部分,环境压力催生绿色创新,对绿色创新生态系统内各类绿色创新主体提出了更高要求。市场环境主要包括市场需求和市场竞争两方面,市场需求是核心企业开展绿色创新的先决条件,满足市场绿色产品需求有利于核心企业占据市场领先地位。市场竞争对绿色创新的影响具有两面性:其一,市场竞争压力过大容易导致企业间出现价格战而忽略绿色创新;其二,适度的市场竞争压力会促使核心企业加快绿色创新进程,良好的市场环境有利于绿色创新生态系统健康运行。科技环境对绿色创新生态系统的影响也非常重要,当科技环境较好时,核心企业开展绿色创新合作具有坚实的基础,有利于绿色创新产生,反之亦然。可见,科技环境是绿色创新生态系统的重要保障。文化环境主要是指绿色创新文化环境,核心企业的绿色创新意愿、政府对绿色创新的支持、金融机构提供的绿色创新资金,以及用户强烈的绿色创新产品购买意愿对绿色创新生态系统运行具有重要推动作用。经济环境主要是指某一地区的经济发展水平,较高的经济发展水平可以为绿色创新提供有力支撑,对绿色创新生态系统的影响属于宏观层面。完善的环境规制和创新政策能在很大程度上激发绿色创新,规范绿色创新活动,保障绿色创新有序进行。因此,政策环境是绿色创新生态系统环境要素的重要组成,其具体

结构如图 1 所示。从层级结构看,绿色创新生态系统可以分为绿色创新核心层、绿色创新辅助层、绿色创新环境层 3 个层级。绿色创新核心层中,核心企业与高校、用户等其他主体之间通过绿色知识流动、人才交流、信息交互形成共生竞合的绿色创新联结关系,推动绿色创新。绿色创新辅助层中,政府、金融机构和中介机构为绿色创新核心层提供政策、资金、信息等资源,促进绿色创新产生、扩散和应用。绿色创新环境层是绿色创新主体生存、演化的外部作用要素。多种环境因素共同作用下,绿色创新主体之间的关系复杂,表现出绿色创新生态系统的动态性和复杂性。

### 2.3 绿色创新生态系统特征

绿色创新生态系统内涵融合了绿色创新和创新生态系统相关概念,故绿色创新生态系统具有以下特征:

(1)绿色发展性。绿色创新生态系统的目标是促进绿色创新产生、应用与扩散,充分聚焦于创新环境效益是其最突出的特点。绿色创新生态系统中,多类型绿色创新主体之间的互动联结均围绕绿色创新,绿色发展是绿色创新生态系统的主要特征。

(2)生态性。绿色创新生态系统中存在多种创新主体共生竞合、创新群落与环境之间的动态演化,前者与自然生态系统中物种间及其与自然环境间的关系具有相似性,呈现出显著生态性特征。

(3)动态性。绿色创新生态系统中创新主体之间的关系及其所处环境并非一成不变。系统中,绿色创新主体进入或退出都会使绿色创新生态系统边界发生动态变化,主体间关系也会发生变化,如互动关系进一步加强。

(4)高风险性和复杂性。绿色创新生态系统中,创新主体的多样性和共生竞合关系以及绿色创新特点导致系统的高风险性与复杂性。绿色创新需要兼顾经济效益和环境效益,具有开发难度大、开发周期长的特点,因本身就具有高复杂性和风险性,加上与其他创新主体之间的共生竞合关系、环境规制作用以及市场对绿色创新产品与服务的认知,从而进一步提升了系统的风险性与复杂性。

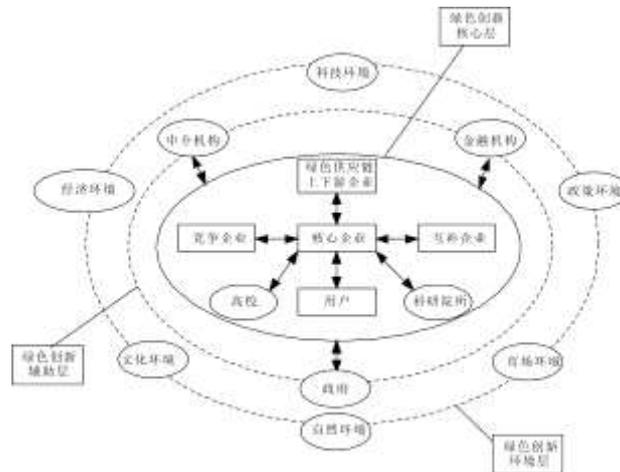


图 1 绿色创新生态系统结构

### 3 绿色创新生态系统生成过程

为进一步了解绿色创新生态系统生成过程,结合绿色创新生态系统内涵和特征,利用超循环理论对生成过程进行诠释。超循环理论由德国科学家 Eigen<sup>[31]</sup>创立,他从生物化学中的反应规律总结得出关于自组织进化的过程,将其归纳为反应循环、催化循环

和超循环,并发现3个循环呈现出依次递进规律。反应循环是催化循环的基础构成,超循环是催化循环耦合的高级形式,这在经济管理研究领域得到了广泛应用。对于绿色创新生态系统而言,由于其生态性和动态演化性特征,采用超循环理论诠释其生成过程具有很强的适用性。

反应循环是超循环理论最基础的循环模式。底物 S 在催化剂 E 的作用下生成中间产物 ES,ES 再转化为 EP,EP 最终转化为产物 P 和催化剂 E,催化剂 E 进入下一轮反应流程,如图 2 所示。从绿色创新产生过程看,绿色创新生态系统可以分为绿色知识创造、绿色产品生成和绿色产品市场化 3 个反应循环。其中,绿色知识创造反应循环涉及核心企业与高校、科研院所等绿色创新主体之间的作用关系,科研项目、绿色信息等作为反应物,科研人员、合作机制、互动机制等作为催化剂,最终得到绿色创新知识。绿色产品生成反应循环主要涉及核心企业、绿色供应链上下游企业、高校、科研院所、政府等,绿色知识、资金作为反应物,绿色供应链协调机制、利益分配机制、绿色产品研发人员等作为催化剂,多主体共创价值,最终产生绿色产品。绿色产品市场化反应循环主要涉及核心企业、政府、中介机构、竞争企业、用户之间的关系,绿色产品作为反应物,产品推广机制、用户认可度等为催化剂,最终产生经济效益、环境效益以及企业声誉和用户反馈。

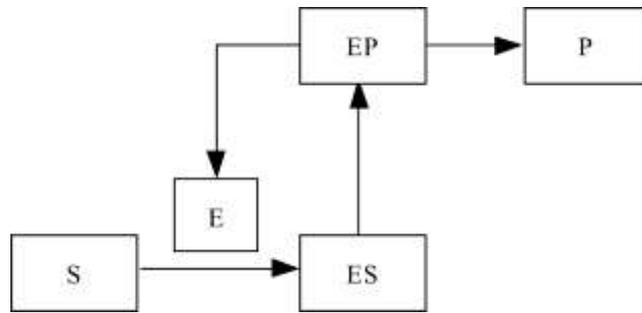


图 2 反应循环的基本过程

催化循环是由反应循环组成的高级形式,是至少存在一种能够对反应本身进行催化的中间物的反应循环,并且这种中间物是反应循环自身在相互作用过程中产生的,类似于自复制机制。对于绿色知识创造反应循环而言,所产生的绿色知识必然会成为下一阶段绿色知识创造的反应物和初始条件,同时绿色知识库得到更新,在时间序列上构成催化循环。绿色产品生成反应循环中生成的绿色产品为下一阶段绿色产品的产生积累经验,在时间序列上构成催化循环。绿色产品市场化反应循环中绿色产品市场化所产生的经济效益和环境效益,以及在市场化过程中发现的不足和用户反馈会为下一阶段绿色产品市场化循环创造条件,在时间序列上构成催化循环。从绿色创新生态系统绿色创新过程看,绿色知识创造循环中绿色知识成为绿色产品生成循环的反应物,绿色产品生成循环中产生的绿色产品成为下一阶段绿色产品市场化循环的反应物,而绿色市场化循环的生成物经济效益和环境效益能够促进绿色知识创造循环中绿色知识生产,丰富绿色知识库。由此可见,绿色过程之间形成共同作用,3 个反应循环均表现出自复制性特征,形成更高级的循环催化,如图 3 所示。

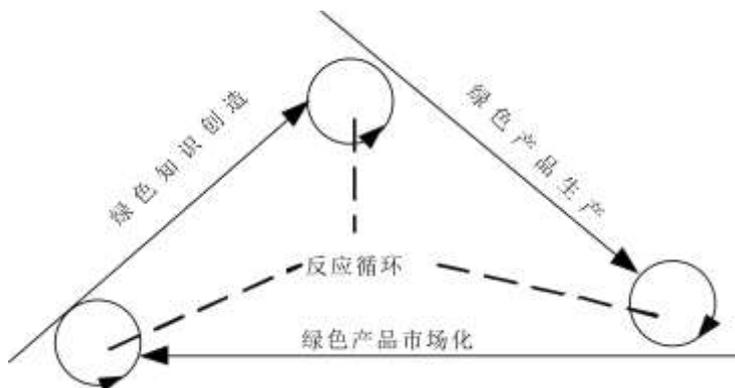


图 3 绿色创新生态系统催化循环

超循环是由多个催化循环之间互相耦合形成的,是催化循环更高级的循环形式。对于绿色创新生态系统而言,3个循环之间不仅表现出催化循环,也存在交叉循环作用。其中,绿色产品生成和市场化循环中常常伴随绿色知识创造,绿色产品性能优化能够促进其市场化效率提升,绿色产品市场化价值获取进一步为绿色知识创造和绿色产品生产提供动力,绿色知识创造、绿色产品生产和绿色产品市场化3个过程间存在相互作用,共同推动绿色创新生态系统生成与运行。在此基础上,绿色创新生态系统中核心企业、竞争互补企业、科研院所、高校、政府、中介机构、绿色供应链上下游、用户之间紧密互动,促使绿色创新生态系统发挥作用。从绿色创新生态系统主体看,核心企业和高校、科研院所进行绿色知识开发与创造,并将其应用于绿色产品设计与制造。绿色供应链下游企业提供绿色产品市场化反馈,用户则依据绿色产品实际应用情况与核心企业进行知识交互,推动绿色产品性能持续优化以及绿色知识库扩充。绿色供应链的上游供应商则根据核心企业需求提供原材料,提升产品绿色度。竞争企业通过竞争压力推动核心企业绿色创新水平提升,形成竞争机制。互补企业则提供与核心企业匹配的资源,形成相互依赖关系,助力核心企业绿色创新。在环境规制方面,政府在绿色产品生产、绿色产品性能方面对核心企业提出要求,在税收、补贴等政策上提供绿色创新激励,为核心企业绿色创新决策提供依据。中介机构为核心企业提供咨询服务,有助于完善绿色创新体系。金融机构则为核心企业绿色创新提供资金保障。结合绿色创新生态系统中的绿色创新过程和主体间的相互作用关系,多主体在催化循环过程中形成共生竞合、动态演化的超循环,如图4所示。图中,E代表绿色创新生态系统中的绿色创新主体。

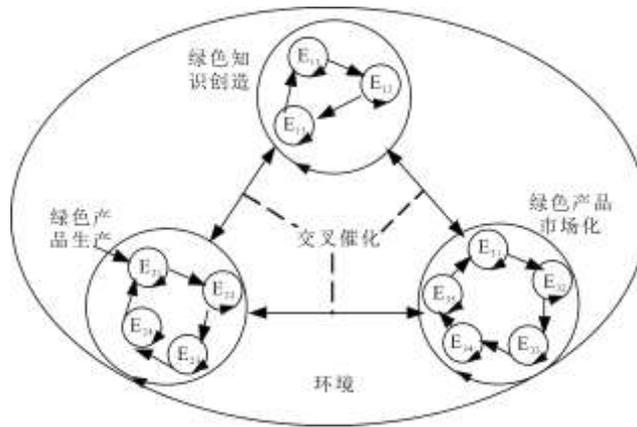


图 4 绿色创新生态系统超循环

#### 4 绿色创新生态系统生成案例分析

对于绿色创新生态系统如何生成,现有文献并未给出系统诠释,本文利用案例研究对绿色创新生态系统生成机制加以分析<sup>[32]</sup>。绿色创新生态系统形成是一个动态、长期的过程,涉及多类型绿色创新主体间的互动关系,因而选取存在核心企业的绿色创新生态系统加以探讨更具有代表性。基于此,利用单案例研究方法对绿色创新生态系统生成机制进行发掘,系统揭示绿色创新生态系统形成规律。

关于绿色创新与一般创新的区别,一般创新的着眼点为企业经济效益,而绿色创新力图将经济效益与环境效益相结合,体现出复杂性和双重外部性。由于绿色创新的特点和开放式创新趋势,企业往往选择与其他创新主体紧密联系,选取案例时需要充分考虑绿色创新生态系统特点以及资料可获取性,从而揭示绿色创新生态系统生成规律。通过广泛收集在绿色创新方面有突出贡献的公司材料,经过筛选确定江联重工集团为案例企业,以其生产的绿色创新产品——环保锅炉为研究对象。江联重工集团荣获“2019 十大绿色创新企业”称号,环保锅炉的绿色创新过程与绿色供应链上下游企业、用户、科研院所、高校、金融机构存在紧密联系,并与环境存在互动。江联重工集团前身是 1958 年江西锅炉厂和江西化工石油机械厂;1992 年,在两厂的基础上组建江西

---

锅炉化工石油机械联合有限责任公司;2001年完成股份制改造,成立江西江联能源环保股份有限公司;2010年,改制成为一家民营企业;2016年,更名为江联重工集团股份有限公司。江联重工集团的定位是专注于节能降耗、环保和资源综合利用领域。通过一手数据、公开资料收集与提炼,揭示以江联重工集团为核心的绿色创新生态系统生成机理,进一步深化绿色创新生态系统生成的理论逻辑。

#### 4.1 资源配置与匹配效应

绿色创新的复杂性和不确定性促使江联重工集团联结各类型创新主体形成绿色创新生态系统,资源配置对于绿色创新生态系统而言至关重要,如何实现高效资源配置并发挥资源匹配效应是江联重工集团绿色创新生态系统应考虑的重要问题。江联重工集团在绿色创新实践中注重人才、技术、资金、知识等资源配置,整合多类型创新主体资源特点,优化资源配置模式,发挥资源匹配效应。

##### (1) 充分重视人才资源,加快绿色创新人才培养。

为提升自身绿色创新能力,江联重工集团与高校、科研院所加强联系,如在上海同济大学、西安交通大学开设在职硕士班,与日本河濑株式会社开展人才培养,通过招聘国内优秀毕业生提升绿色技术研发实力,吸引了一大批优秀绿色创新人才,为自身绿色创新提供重要保障,充分发挥合作高校在绿色创新人才培养方面的优势,进一步发挥优势资源匹配效应。

##### (2) 完善知识合作体系,助力绿色创新能力提升。

为实现绿色技术和知识水平提升,一方面,江联重工集团加强自主创新能力建设;另一方面,江联重工集团与高校、科研院所进行联合绿色产品研发和技术攻关,形成绿色知识创造循环,并与广州能源所、华中科技大学、东北电力大学等建立战略伙伴关系,设立绿色技术研发中心,对众多绿色创新科研攻关项目形成重要技术与知识支撑。为进一步扩大国际业务,成立江联国际子公司并让中冶天津设计院参股,增强绿色创新实力和市场开发能力。通过一系列举措,江联重工集团顺利完成绿色知识与绿色创新能力积累,并发挥资源配置对绿色创新的助推作用。

##### (3) 提升企业合法性,拓宽融资渠道。

2013年江联重工集团与埃塞俄比亚国有糖业公司签订6.47亿美元的合作项目(绿色锅炉购买、安装以及相关配套设施建设)。为提升融资能力,江联重工集团首先需要获取合规合法性,通过自身绿色创新能力展示以及项目可行性获取国家商务部认可,并经过国家财政部和国务院签字批复获得向金融机构申请承保、承贷的基础资格;其次,通过中国出口信用保险公司(中国信保)的项目风险评估,依托中国信保金融服务,最后获得工商银行江西分行贷款。一系列举措使江联重工集团项目融资顺利完成,与政府职能部门、金融机构的紧密互动促使其资金配置能力提升,从而有助于绿色创新生态系统构建。

##### (4) 联合合作伙伴,发挥互补性资源匹配效应。

在埃塞俄比亚糖厂项目中,江联重工集团提供的绿色锅炉产品需要完善其它配套设施才能满足客户需求,故围绕江联重工集团的核心绿色锅炉产品进行生态系统构建。其中,中城国际工程(天津)公司完成配套土建项目,中建集团为糖厂总体安装工作提供匹配资源,广东轻工设计院则提供糖厂设计方案。多类型创新主体之间的互补性资源以及匹配效应推动整个项目顺利实施。在绿色创新驱动下,江联重工集团在积极和其他绿色创新主体的交互中获取了与核心绿色创新产品相匹配的互补性资源,成功满足客户对于糖厂节能、减排、降耗的要求,互补性资源匹配效应对整个绿色创新生态系统具有支撑作用。

基于资源基础理论,企业竞争优势基础在于企业所支配的有价值的资源<sup>[33]</sup>。资源配置能力有助于核心竞争优势形成,推动绿

---

色创新产生与推广。绿色创新生态系统中存在多创新主体之间的相互作用,优化资源配置并发挥互补性资源匹配效应,能激发多主体协同效应(葛安茹、唐方成,2019)。基于此,资源配置与匹配效应对绿色创新生态系统生成具有重要驱动作用。

#### 4.2 环境规制与市场导向

环境规制与绿色创新的关系得到学者们广泛关注,但是对于二者关系并没有得到一致结论<sup>[34]</sup>。江联重工集团发现市场上拥有同类锅炉证件的公司越来越多,产品同质化现象严重。同时,环境规制政策提出降低各种污染物排放,有效节约能源并提高资源利用率,消费者也日益关注绿色产品,愿意购买环境友好型产品。在市场导向驱动下,江联重工集团开始转变思路,实施产品差异化战略,进一步聚焦绿色创新。环境规制与市场导向的双重作用推动江联重工集团绿色创新生态系统生成。

(1)环境规制对江联重工集团锅炉产品绿色创新以及绿色创新生态系统生成具有显著推动作用。面对日益严峻的环境压力,国家出台一系列环境政策,提升大多数企业排污费用,一定程度上会增加企业运营成本,降低企业利润。江联重工集团在适应环境规制方面作出积极转变,积极联合多家高校、科研院所开展锅炉产品绿色创新活动,经过多年绿色创新合作研发和实践,相关绿色创新技术和产品取得重要突破。其中,高效低耗流化床燃煤工业设备关键技术获国家科学技术进步二等奖,生物质燃料锅炉大幅度提高了能源循环利用效率,降低了污染排放,经江西省科学技术厅鉴定认为达到国内领先、国际先进水平。江联重工集团与浙江大学联合改进的生活垃圾焚烧锅炉则提升了锅炉的耐腐蚀度与产能效率,在环境末端治理方面提供了新思路。江联重工还参与了国家标准 GB/T38553-2020《工业锅炉系统节能管理要求》和行业标准编写。这一系列绿色技术和产品的成功与环境规制之间有紧密联系,环境规制的外部推动作用激发了企业绿色创新合作。基于此,环境规制对江联重工集团绿色创新生态系统有突出作用。

(2)市场导向对江联重工集团绿色创新生态系统生成具有重要推动作用。构建市场导向的绿色创新体系是新时代高质量发展的重要趋势<sup>[35]</sup>。江联重工集团副总裁谭胜辉先生谈到“只有市场才能实现大浪淘沙后的自然净化”,充分肯定了市场的作用。事实上,江联重工集团在绿色创新方面的努力不完全取决于政府在环境规制方面的限制,早在国有企业改制阶段,江联重工集团就已经关注到市场上对绿色技术和绿色产品的需求,致力于开发绿色技术和生产节能、减排、降耗的绿色锅炉产品。面对同质化产品市场竞争加剧而市场绿色需求难以满足的局面,江联重工集团率先开展绿色创新,主动联合国内外高校、科研院所进行技术攻关,生产出国内领先的绿色创新产品并快速开展市场化与国际化。瞄准市场需求,解决环境问题是江联重工集团实现绿色创新和构建绿色创新生态系统的源动力。由相关资料可以看出,江联重工集团因为绿色创新而获得产品竞争力和企业竞争优势。在与另一家企业竞争一个项目时,江联重工集团绿色产品因节能、减排的优质性能毫无悬念地胜出。随着市场上绿色消费需求越来越大,市场导向作用越来越显著。供给侧与需求侧完美结合是市场导向发挥作用的动力。

环境规制和市场导向影响绿色创新生态系统生成过程。其中,环境规制更多地表现为外部驱动作用,市场导向则表现为基于企业对市场需求的认知而进行绿色创新的实践过程,两者相互影响、共同作用于绿色创新生态系统,是绿色创新生态系统生成的重要驱动因素。

#### 4.3 用户交互与敏捷响应

价值共创是指绿色创新生态系统主体之间通过交互协作实现价值创造的过程。从服务主导逻辑看,用户是企业产品和服务的需求对象,是重要的价值创造主体<sup>[36-37]</sup>。江联重工集团在绿色创新方面充分重视与用户之间的信息、知识、资源交互共享,致力于为用户提供节能、减排、降耗的绿色创新产品。用户交互能够提供绿色创新方向,夯实企业知识基础、拓展知识获取渠道。敏捷响应是指企业对用户需求、政策导向、合作伙伴建议快速而又不失严谨性的响应方式。对于江联重工集团而言,敏捷响应对绿色创新生态系统形成有重要作用,因为其加快了多主体之间的知识流动,缩短了核心企业响应时间,提升了价值主体之间的互动效率。

(1)开展深度用户交互,发掘潜在绿色产品需求。

为了拓宽绿色技术和产品国际化道路,江联重工集团与泰国朱拉隆功大学、中国煤科院进行深度合作,与泰国当地企业深入交互,多次对当地企业用户进行调研,形成良好的用户互动交流。通过调研发现泰国企业燃煤遇到的燃烧不彻底、能源消耗大、污染物排放多等问题,充分识别当地用户对绿色技术和产品的定制化需求。高质量的用户交互推动江联重工集团与其他绿色创新主体合作,开发能够解决泰国企业劣质煤燃烧问题的技术并将其应用于锅炉产品。江联重工集团依据用户交互发现潜在定制化绿色产品,成功打开泰国市场,进一步提升了自身国际声誉。此外,江联重工集团注重与现有和潜在用户进行交流,由于用户需求存在差异性和独特性,通过与用户交互可以发现潜在差异,这对于获取市场知识和改良现有绿色产品具有积极作用。事实上,江联重工推出的生物质燃料锅炉就得益于与潜在用户知识、信息交互过程中激发的绿色创新灵感。通过满足用户需求和实施良好的用户交互策略,江联重工集团绿色创新产品拥有较高的国内市场占有率并远销海外,形成独特的口碑效应。用户交互为江联重工集团绿色创新生态系统生成提供了强大动力。

(2)开展敏捷响应,深化绿色创新伙伴关系。

面对日益严峻的环境问题和人民日益增长的美好生活需要,江联重工集团迅速投入到绿色创新技术与产品研发生产过程中,积极与利益相关者进行互动联结,成为国内率先开展绿色锅炉技术和产品研发的企业。江联重工集团经常与用户进行深入交流,对用户建议进行可行性评估和实验室试验,并在完善绿色创新产品的基础上,加快合法性获取与市场化进程,敏捷响应的结果体现在绿色产品国内外市场占有率上。在与合作伙伴进行绿色知识创造和绿色产品生产过程中,江联重工集团始终秉持着敏捷响应的态度。在某次技术研发中,合作伙伴提出可以通过增加锅炉内的送风次数,达到控制炉内温度升高过快的效果,江联重工集团科研人员迅速进行理论论证,并及时开展试验。最终,江联重工集团与合作伙伴的联合科研团队花费较少时间测试出锅炉内送3次风可以达到最优效果,有效避免了绿色锅炉内温度过高现象,从而提升了产品能源利用率并延长了产品寿命。对用户需求、政策导向、合作伙伴建议等方面的敏捷响应,让江联重工集团把握住依靠绿色创新实现企业价值的机会,加强与各创新主体之间的联结,推动绿色创新生态系统形成。

从价值共创理论看,用户交互是获取市场知识的有效途径,敏捷响应能够提供多主体间的快速交流渠道,二者均有助于实现多主体之间的价值共创。用户交互对绿色创新生态系统中的市场化环节起重要作用,而敏捷响应贯穿于绿色创新生态系统中多主体联结互动过程,能够推动紧密关系形成。可见,用户交互和敏捷响应对绿色创新生态系统形成具有重要推动作用。

#### 4.4 共生竞合与跨界整合

共生竞合是绿色创新生态系统中主体之间关系的体现,共生是从生态学视角解释主体间的相互关系<sup>[1,38]</sup>,竞合则从竞争和合作两个方面对创新主体关系进行解释。跨界整合是核心企业绿色产品研发和市场化的重要策略,有助于开拓现有市场,扩大绿色创新网络联结,拓宽知识获取渠道<sup>[39]</sup>。共生竞合与跨界整合均有助于绿色创新生态系统生成,其中共生竞合从关系维度解释绿色创新生态系统生成机制,跨界整合则通过拓展绿色创新主体之间的关系边界推动绿色创新生态系统生成。

(1)共生竞合关系推动以江联重工集团为核心的绿色创新生态系统生成。

对江联重工集团高管访谈发现,江联重工集团脱离原有传统锅炉生产并转变为绿色锅炉生产的重要原因是行业内部竞争加剧、产品同质化严重。虽然江联重工集团产品处于国家级认定标准前列,但传统锅炉产品竞争压力剧增,企业难以维持持续竞争优势。因此,江联重工集团联合多创新主体共同开展绿色创新,试图突破原有技术轨道束缚,开发节能、减排、降耗的绿色锅炉产品。来自同行业企业的竞争压力推动江联重工集团绿色创新及绿色创新生态系统构建。在绿色锅炉产品开发过程中,江联重工集团根据自身资源需求,选择国内外重点大学(浙江大学、哈尔滨工业大学)、科研院所(中国煤科院、中冶天津设计院)、央企民企(中建集团、中城国际)、金融机构(中国信保、中国工商银行)等创新主体作为绿色创新合作伙伴,经过多阶段、长周期的绿色创

新项目合作耦合协调,绿色创新主体之间的合作关系逐渐向相互依赖、优势互补、资源匹配的共生关系转变,提高了江联重工集团绿色创新能力,进而推动绿色创新生态系统形成。此外,江联重工集团与同行业竞争企业依然存在合作关系,如共同起草锅炉节能标准,以及共同开发绿色通用专利。可见,共生竞合对绿色创新生态系统生成有积极推动作用。

## (2) 跨界整合实现绿色创新网络拓展和潜在市场开发。

跨界整合表现在与绿色供应链上下游企业、科研院所、高校、竞争企业、用户合作过程中,江联重工集团通过跨界整合获取异质性资源,在与多类型绿色创新主体之间的交互合作中实现关系转变,促进绿色创新生态系统生成与协同发展。江联重工集团通过跨界搜索,识别出绿色锅炉在冶金、石化、造纸、建材、制糖、新能源等领域具有广泛应用前景,依据不同行业产品使用特点,联合多类型绿色创新主体积极开发和改进绿色锅炉产品,通过跨界整合机制充分助力企业绿色产品和技术市场推广,丰富绿色产品应用场景,实现绿色创新网络拓展。江联重工集团的跨界整合还体现在公司的“走出去”战略上,推动优质绿色创新产品国际化,成功将绿色创新产品推广到埃塞俄比亚、印度、巴基斯坦、泰国等发展中国家,既满足发展中国家的经济发展需求,也符合发展中国家可持续发展愿景。其中,利用绿色环保锅炉的垃圾焚烧项目,由于其实现垃圾无害化处理并具有清洁能源的示范作用,被联合国列入“南南合作”推广项目。跨界整合为江联重工集团绿色创新打开新市场,推动多类型主体之间的互动联结并扩大企业绿色创新合作边界,对绿色创新生态系统生成起重要推动作用。

绿色创新主体之间表现出的共生竞合关系是绿色创新生态系统生态学特性的集中体现,而跨界整合体现为核心企业扩展绿色创新生态系统边界,吸纳多类型绿色创新主体进入该系统。从生态学理论看,二者从不同角度助力核心企业绿色创新产生,进而推动绿色生态系统形成。

## 5 结语

### 5.1 结论

促进绿色创新生态系统生成是提高绿色创新水平,推动区域经济高质量发展的重要举措。通过分析绿色创新生态系统内涵、结构和特征,基于超循环理论,明晰绿色创新生态系统生成过程,并通过江联重工集团的案例分析,明确绿色创新生态系统生成动力要素。结合理论分析和案例分析得到以下结论:

(1) 绿色创新生态系统具有绿色发展性、生态性、动态演化性、高风险性和复杂性特征。

(2) 绿色创新主体之间的相互作用关系催生共生竞合、动态演化的超循环,而超循环能够加强绿色创新主体的相互作用,推动绿色创新生态系统生成。

(3) 资源配置与匹配效应、环境规制与市场导向、用户交互与敏捷响应、共生竞合与跨界整合是绿色创新生态系统生成的重要驱动因素。

### 5.2 意义与启示

本研究的理论意义在于:其一,丰富了现有创新生态系统研究。以往研究未对创新类型加以区分,导致特定类型创新生态系统研究鲜见。本文将一般意义上的创新生态系统研究延展至绿色创新层面,更具有针对性;其二,学者大多假定创新生态系统已经存在,对创新生态系统如何生成缺乏阐释,本研究则关注绿色创新生态系统生成机制,弥补了现有研究的不足。

本研究的实践启示在于:①绿色创新生态系统生成是一个动态过程,核心企业要注重资源配置,发挥互补性资源的匹配效应,

---

加强绿色创新主体的广泛合作,寻找适宜的合作伙伴;②政府应加强宏观引导,进一步完善环境规制措施,核心企业则需顺应市场变化,进一步发掘用户绿色需求,充分发挥供给侧与需求侧匹配效应,推动绿色创新生态系统生成;③核心企业应注重与用户之间的交互,保证信息、知识交流渠道畅通,并且敏捷响应来自利益相关者的诉求,强化绿色创新主体之间的关系联结,实现多主体互动;④核心企业应发挥多主体共生竞合效应,积极开展绿色创新。此外,核心企业应避免合作僵化,拓展绿色创新网络外部联结关系,寻求问题解决途径,构建绿色创新常态化机制。

尽管本研究进行了积极探索,但囿于单案例研究,研究结论的普适性有待进一步验证。未来研究可加强对其它领域案例的收集,以提升研究效度。

#### 参考文献:

- [1]王宏起,刘梦,武川,等.区域战略性新兴产业创新生态系统稳定水平评价研究[J].科技进步与对策,2020,37(12):118-125.
- [2]王旭,王非.无米下锅抑或激励不足?政府补贴、企业绿色创新与高管激励策略选择[J].科研管理,2019,40(7):131-139.
- [3]WICKI S,HANSEN E G.Green technology innovation:anatomy of exploration processes from a learning perspective [J].Business Strategy and the Environment,2019,28(6):970-988.
- [4]王伟,张卓.创新补贴、失败补偿对企业绿色创新策略选择的影响[J].软科学,2019,33(2):86-92.
- [5]解学梅,罗丹,高彦茹.基于绿色创新的供应链企业协同机理实证研究[J].管理工程学报,2019,33(3):116-124.
- [6]MOORE J F.Predators and prey:a new ecology of competition[J].Harvard Business Review,1999,71(3):75-86.
- [7]ADNER R.Match your innovation strategy to your innovation ecosystem[J].Harvard Business Review,2006,84(4):98-107.
- [8]NAMBISAN S,BARON R A.Entrepreneurship in innovation ecosystems:entrepreneurs' self-regulatory processes and their implications for new venture success[J].Entrepreneurship Theory and Practice,2013,37(5):1071-1097.
- [9]WALRAVE B,TALMAR M,PODOYNITSYNA K S,et al.A multi-level perspective on innovation ecosystems for path-breaking innovation[J].Technological Forecasting and Social Change,2018,136:103-113.
- [10]GRANSTRAND O,HOLGERSSON M.Innovation ecosystems:a conceptual review and a new definition[J].Technovation,2020,90-91:102098.
- [11]曾国屏,苟尤钊,刘磊.从“创新系统”到“创新生态系统”[J].科学学研究,2013,31(1):4-12.
- [12]李万,常静,王敏杰,等.创新3.0与创新生态系统[J].科学学研究,2014,32(12):1761-1770.
- [13]戴亦舒,叶丽莎,董小英.创新生态系统的价值共创机制:基于腾讯众创空间的案例研究[J].研究与发展管理,2018,30(4):24-36.

- 
- [14]董津津,陈关聚.技术创新视角下平台生态系统形成、融合与治理研究[J].科技进步与对策,2020,37(20):20-26.
- [15]郑少芳,唐方成.高科技企业创新生态系统的知识治理机制[J].中国科技论坛,2018(1):47-57.
- [16]DAVIS J P.The group dynamics of interorganizational relationships[J].Administrative Science Quarterly,2016,61(4):621-661.
- [17]FENG N P,FU C,WEI F F,et al.The key role of dynamic capabilities in the evolutionary process for a startup to develop into an innovation ecosystem leader:an indepth case study[J].Journal of Engineering and Technology Management,2019,54:81-96.
- [18]曲薪池,侯贵生,孙向彦.政府规制下企业绿色创新生态系统的演化博弈分析——基于初始意愿差异化视角[J].系统工程,2019,37(6):1-12.
- [19]XIE X M,HUO J G,ZOU H L.Green process innovation,green product innovation,and corporate financial performance:a content analysis method[J].Journal of Business Research,2019,101:697-706.
- [20]GUO Q,ZHOU M,LIU N,et al.Spatial effects of environmental regulation and green credits on green technology innovation under low-carbon economy background conditions[J].International Journal of Environmental Research and Public Health,2019,16(17):1-16.
- [21]MARTÍNEZ-ROS E,KUNAPATARAWONG R.Green innovation and knowledge:the role of size[J].Business Strategy and the Environment,2019,28(6):1045-1059.
- [22]REZENDE L D A,BANSI A C,ALVES M F R,et al.Take your time:examining when green innovation affects financial performance in multinationals[J].Journal of Cleaner Production,2019,233:993-1003.
- [23]孙丽文,任相伟,李翼凡.战略柔性、绿色创新与企业绩效:动态环境规制下的交互和调节效应模型[J].科技进步与对策,2019,36(22):82-91.
- [24]KUNAPATARAWONG R,MARTÍNEZ-ROS E.Towards green growth:how does green innovation affect employment[J].Research Policy,2016,45(6):1218-1232.
- [25]齐绍洲,林岫,崔静波.环境权益交易市场能否诱发绿色创新:基于我国上市公司绿色专利数据的证据[J].经济研究,2018,53(12):129-143.
- [26]BAI Y,SONG S Y,JIAO J L,et al.The impacts of government R&D subsidies on green innovation:evidence from Chinese energy-intensive firms[J].Journal of Cleaner Production,2019,233:819-829.
- [27]YALABIK B,FAIRCHILD R J.Customer,regulatory,and competitive pressure as drivers of environmental innovation[J].International Journal of Production Economics,2011,131(2):519-527.
- [28]ALBORT-MORANT G,LEAL-MILLÁN A,CEPEDA-CARRIÓN G.The antecedents of green innovation performance:a model of

---

learning and capabilities[J]. Journal of Business Research, 2016, 69(11):4912-4917.

[29] MARTÍNEZ-ROS E, KUNAPATARAWONG R. Green innovation and knowledge: the role of size[J]. Business Strategy and the Environment, 2019, 28(6):1045-1059.

[30] EL-KASSAR A N, SINGH S K. Green innovation and organizational performance: the influence of big data and the moderating role of management commitment and HR practices[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2019(144):483-498.

[31] EISENHARDT K M. Building theories from case study research[J]. Academy of Management Review, 1989, 14(4):532-550.

[32] 李柏洲, 苏屹. 基于超循环的大型企业原始创新仿生协同演化[J]. 经济体制改革, 2010(3):59-63.

[33] GRANT R M. The resource-based theory of competitive advantage: implications for strategy formulation[J]. California Management Review, 1991, 33(3):114-135.

[34] YOU D M, ZHANG Y, YUAN B L. Environmental regulation and firm eco-innovation: evidence of moderating effects of fiscal decentralization and political competition from listed Chinese industrial companies[J]. Journal of Cleaner Production, 2019, 207:1072-1083.

[35] 汪明月, 李颖明, 毛逸晖, 等. 市场导向的绿色技术创新机理与对策研究[J]. 中国环境管理, 2019, 11(3):82-86.

[36] 姜尚荣, 乔晗, 张思, 等. 价值共创研究前沿: 生态系统和商业模式创新[J]. 管理评论, 2020, 32(2):3-17.

[37] 张丹宁, 相辉. 定制化知识密集型服务系统价值共创耦合机制研究[J]. 科技进步与对策, 2019, 36(17):66-71.

[38] 李晓娣, 张小燕. 我国区域创新生态系统共生及其进化研究: 基于共生度模型、融合速度特征进化动量模型的实证分析[J]. 科学学与科学技术管理, 2019, 40(4):48-64.

[39] 唐源, 邵云飞, 陈一君. 跨界行为、知识整合能力对企业创新绩效的影响研究: 基于知识获取和资源损耗的作用[J]. 预测, 2020, 39(4):31-37.