

循环型产业网络的演进机理研究

杨 雪 锋

[摘 要] 循环经济作为一种新型经济运行方式,在产业形态上将经历从循环型企业到循环型产业链再到循环型产业网络的演化过程。循环型产业网络是由若干在生态上产业共生共荣、在经济上价值共创共享、在关系上利益互补互惠的企业和产业链条耦合而成的产业共同体。循环型产业网络的形成是不断市场化、产业化和生态化的过程。基于此,循环经济的网络化运作在资源节约和环境保护方面将产生巨大的社会、经济和生态效应。因此,研究这种网络的形成和发展显得尤为必要。

[关键词] 循环型产业网络;演化;形成机理;治理策略

[中图分类号] F037 [文献标识码] A [文章编号] 1672-7320(2009)01-0077-08

网络作为一种组织形态已经受到多学科的广泛关注,经济学界从要素、空间、结构、制度、社会资本等若干角度,运用网络分析范式对纷繁复杂的经济现象进行研究并获得富有解释力且饶有兴趣的结论。循环经济是由物质循环流动和价值循环运动耦合而成的生态经济系统。从产业层面考察循环经济,它不仅在生态意义上具有产业共生和物质代谢的客观规律性,从而形成物料交换、能量传递的产业共生网络;而且,在经济意义上具有价值共创、利益共享的特征,并在规模交易和频繁交往中形成互补互惠的产业网络组织和社会关系网络。这种网络化的生态经济组织在资源节约和环境保护方面能够产生比单个企业或孤立的产业链条大得多的生态经济效益和社会效益。曹瑛(2007)、王兆华(2007)分别对生态工业园共生网络和区域副产品交换网络做过研究^[1](第 7-40 页)^[2](第 114-150 页),而关于循环经济发展中存在的产业网络组织现象的研究还不多见。本文拟从演化的视角对循环型产业网络的形成和发展进行探讨,寻求其演进机理。

一、循环型产业网络的基本内涵

(一)循环型产业网络的含义

1. 循环型产业网络的定义。循环经济是指根据“减量化、再利用、再循环和无害化”原则,以物质流管理方法为基础,依靠科学技术、政策手段和市场机制调控生产和消费活动过程中的资源、能源流动方式和效率,将“资源—产品—废物”这一传统的线性物质流动方式改造为“资源—产品—再生资源”的物质循环模式。在产业组织形态上,循环经济表现为循环型企业、循环型产业链和循环型产业网络三个层次。

循环型产业网络是由若干循环企业和循环型产业链结合在一起的,具有循环性、群落性和增殖性等特征的网络性经济组织。循环型产业网络既遵循产业生态系统的基本原理,也遵循产业经济组织的内在要求。在生态意义上,循环型产业网络体现为三点:即企业之间横向共生、产业链上纵向闭合以及产业网络的系统耦合,正是这三点为网络内物质的资源再生、循环利用和无害处理提供物质基础;在经济意义上,循环型产业网络表现为产业关联、价值共享和风险共担,构成网络生成和演化的利益基础。

2. 循环型产业网络的活动层次。循环经济的发展最终要落实到产业上来,循环型产业的活动层次主要集中在微观、中观和宏观三个方面:即企业、企业群落和整个国民经济。在企业层次,根据生态效率的理念,要求企业减少产品和服务的物料、能源使用量、减排有毒物质、加强物质循环、最大限度可持续地利用可再生资源、提高产品的耐用性、提高产品和服务的强度。在企业群落层次,按照产业生态学原理,建立企业群落的物质集成、能量集成和信息集成,建立企业与企业之间废物的输入输出关系。在国民经济层次,实现消费过程减量化和消费后物质能源的无害化、资源化。从一定意义上讲,循环型产业网络属于循环经济在中观层面的经济活动形态,并以网络化的组织形式存在。

3. 循环型产业网络的组成。通常由以下组成部分:(1)非生物环境,即原材料及自然资源条件;(2)生产者,包括利用基本环境要素生产出初级产品的生产者和进行深度加工和生产的生产者;(3)消费者,不直接生产“物质化”产品,但利用生产者提供的产品,供自身运行发展,同时产生生产力和服务功能的行业;(4)分解者,把工业企业产生的副产品和“废物”进行处置、转化、再利用等。它们之间存在着竞争、协作的关系,有的以核心体存在,有的以边缘形式存在。循环型产业网络就是由上述四种元素相互交叉形成的稳定持久的关系网络。

(二)循环型产业网络的相关概念解析

循环型产业网络是一种基于循环经济模式的运行在产业层面的网络化经济组织。因此,它与一些概念(如产业生态系统、产业网络和产业集群、产业链)有着紧密的联系,但也有所侧重,下面对这些概念进行比较分析。

1. 产业生态系统。产业生态学的一个重要原理就是产业共生。这种共生关系把相关企业组成一个稳定高效的系统,通过复杂的“食物链”和“食物网”,充分利用系统中的一切可以利用的物质和能源,并从国民经济的高度和广度将资源节约、环境保护引入经济运行机制。产业生态系统的生态经济功能就是利用上游产业(企业)的废弃物作为下游产业(企业)的生产原材料,把原本线形的生产过程“循环”起来,从而达到减少环境负担、获取经济利益的双重效果。循环型产业网络不仅具有产业生态系统的一般性特征,还体现出链接关系的多样性、知识学习的群体性、价值分配的共享性和交往活动的互惠性,具有更广泛的社会经济效应。

2. 产业网络和产业集群。从空间经济学角度看,普通产业网络和产业集群具有如下特征:(1)产业关联性。由若干关联产业组成,且存在着紧密的产业链条。(2)空间集聚性。产业网络的空间形式是相关产业在地理上的高度集聚。(3)系统耦合性。在系统内部各种产业、企业以一定的链条为纽带加以联结,紧密配合,发挥系统的组合功能。(4)交易成本低。强调合作、沟通以降低交易成本。(5)趋势虚拟化。在信息技术的支持下呈现虚拟化趋势,以互网络为交易平台,节省交通成本和信息成本。循环经济的物理特性、技术要求和经济效益考量都需要企业在一定地域的集中,即区域性循环产业网络。

与传统的产业网络和产业集群不同的是,循环型产业网络有自身鲜明的特点:(1)是在生态效益和环境压力的驱动下形成的,注重经济效益与环境效益的协调发展;(2)相关企业生产活动发生关系的媒介是副产品,因此其核心企业位于原料供给环节,其他企业则位于副产品消化环节;(3)由于生产活动围绕副产品而展开,对其进行最大限度地利用,因此其最终产品表现为多品种、少批量;(4)是基于资源环境目标而产生的共生体系,同时这种共生具有经济意义,并随着网络向高级演化,其经济效应愈加显著。

3. 产业链。根据产业经济学理论,产业链就是从一种或几种资源通过若干产业层次不断向下游产业转移直至到达消费者的路径,它包含产业的耦合度、关联度、专业化程度和市场化程度等四层含义。因为产业链是建立在产业内部分工和供需关系基础上的网络状系统,所以表现出纵横交错的状态。因此,普通产业链可以看作是技术、分工和市场共同作用的结果,产业(企业)之间具有高度的产业关联性和紧密的市场关系。

循环经济产业链是指企业之间试图相互利用对方的副产品(能量、水和物质),而不是把副产品作为废物来处理。其利益基础是:从供给方来看,企业希望借此从副产品和减少废物最终处置成本中受益;

从需求方来看,客户就近购买原材料或买进其他企业的副产品进行再利用而降低成本。循环经济产业链的关系纽带是资源,而非产品,基于资源的产业关联并非天然存在,因此需要通过技术创新和组织创新,使产业关联度加强,为产业链的稳定、延长和深化奠定基础。作为循环经济的高级组织形态,循环型产业网络由若干循环型企业和产业链交错链接而成的,推动物质循环在交易机制和生产过程等方面得到优化和提升。

表 1 循环型产业网络的相关概念

相关概念	学科背景	基本原理	研究对象的特征	循环型产业网络的侧重点
产业生态系统	产业生态学	工业共生理论	系统性 复杂性 生物性 封闭型	链接关系的多样性 知识学习的群体性 价值分配的共享性 交往活动的互惠性
产业网络和产业集群	空间经济学	集聚经济论和网络经济论	产业关联性、空间集聚性、系统耦合性、交易成本低、趋势虚拟化	核心企业位于原料供给环节,其他企业则位于副产品消化环节。
产业链	产业经济学	分工理论	关注产业的耦合度、关联度、专业化程度和市场化程度;是技术分工和市场共同作用的结果	基于副产品的产业关联;以资源再生、物质循环利用等为交易媒介;市场需要人为产生。

(三)循环型产业网络的生态经济效应

1. 系统性地节约资源和环境保护。循环经济是经济系统和生态系统高度耦合的经济运行机制,系统性、全面性和综合性是其基本特征^[3](第 25-26 页)。循环型产业网络是循环经济模式下的产业组织形式,这种网络化形态表现出状态的稳定性、过程的联动性和效应的整体性,将更好地实现资源节约和环境友好。

2. 规模经济性。循环经济的发展需要大规模的公共基础设施投资,产业链接的关键技术和资源化、无害化技术的研发投入以及信息网络建设。当相关产业形成网络时,这些投资就呈现出边际成本递减趋势,并具有累积增值性。进入网络的企业会因此而受益,节约自身的环境治理成本,并集约地与网络内企业进行副产品交换,周边的生态环境与经济发展也出现良性互动的状态。

3. 互补性。由于经济活动中经济行为主体可能会面临技术外部性、不完全市场竞争、市场密集度低和信息不完备等条件,经济主体不愿采取单边的率先行动。这样,单个企业甚至单个产业链的循环经济都会陷入低水平均衡陷阱。网络重要而鲜明的特征是不同的结和链之间的互补性。只有形成循环型产业网络,克服上述不利条件,产生高度互补性,才会产生较大经济效益和生态效益,并跳出低水平均衡陷阱。这种互补性不仅包括技术互补性,还有需求互补性和交易的互补性。关于互补性的讨论,限于篇幅,将另文详述。

4. 外部经济性。当循环型产业网络进入持续发展的状态时,将在生态经济效益的示范效应、资源节约和环境友好型知识外溢效应以及循环经济产业关联效应等方面形成巨大的外部经济性。这些效应在信息技术和虚拟网络的支持下产生涓滴效应,从而在更大区域、更广范围和更深层次上促进循环经济的发展。

5. 扩散效应。这种效应通过带动效应、吸纳效应和衍生效应表现出来。网络内存在几个核心企业,

它们实力雄厚,技术先进,发展循环经济的经验、知识丰富,在发展循环经济方面能够带领网络成员走向更深层次的合作;吸纳效应表现为对网络外和区域外企业的吸引力,这种吸引力来自两个方面:一是核心企业能够提供大量的、适合网外企业需要的副产品,并且在交易环节和利用技术方面都不存在障碍;二是网络自身良好的合作环境和物质循环利用的高效率对有参与需求的网外企业产生吸引力。衍生效应是产业关联中的旁侧效应在循环型产业网络中的具体化,即网络内循环经济的发展会产生新的中间需求,从而形成一系列的配套产业和服务产业。

6. 锁定效应。所谓锁定效应是指:由于经济行为主体的有限理性和他们无法预见未来的无效率,这就把经济行为主体局限在原来技术网络之中,或锁定在原来的运行平台。循环型产业网络对成员企业的锁定主要是通过技术依赖、资产专用性和关系专用性投资表现出来。

二、循环型产业网络的形成机理

(一)循环型产业网络演化的基本原理

多学科的关注推动了对循环型产业网络演化过程的认识。Brenner & Greif (2003)运用复杂科学中的自组织理论来研究产业集群动力机制,就是促进集群超越临界规模(critical mass)和集群的当地共生互动作用(symbiotic interactions)^[4](第 546-868 页)。这种研究范式对研究产业共生体系向网络化、生态化方向发展具有借鉴意义。从演化的视角考察生态经济组织是当前经济学研究中的一个亮点。循环型产业网络的演化遵循如下两点基本规律。

1. 循环型产业网络演化是一个自组织过程。根据产业生态学理论,生态产业须满足四条原则:物质循环、多样性、因地制宜和渐进演化^[5](第 253-259 页)。生态经济组织的演化不仅具有生物演化的特征,还受经济规律的支配。经济社会系统与生态系统的协调发展在产业形态上就体现为产业共生体系的演化,在经济组织形态上就体现为从单个的循环型企业向循环型产业链以及产业生态网络方向演化。从循环型企业到循环型产业网络是一个自组织过程,它不需外界指令而能自行组织、自行创生、自行演化和自主的从无序走向有序,形成有结构的、系统的过程和结果。同自然界中的生物系统一样,循环型产业网络也是一种社会经济生态系统,它之所以具有极强的竞争力,是来源于系统的自组织能力——内生发展动力。被组织是一种人造系统,一般说来,被组织系统是缺乏自我成长、自我繁衍能力的。完全靠政策设计的循环经济是不可持续的,基于此构建的生态经济网络是不稳定的,也缺乏自适应性。

2. 循环型产业网络是产业系统演化和制度创新共同作用的结果。根据企业集群理论,企业集群内的分工、信息交流和共同行动是企业集群进化的重要动力;在技术创新没有发生重大突破的前提下,工业系统的组织制度发生的演化和变迁才是产业生态化的根本原因。知识、共生、多样性和创新成为生态经济组织从简单到复杂、从单一向多样演化的主要因素。从循环型企业到循环型产业网络体现了生态经济组织作为复杂性适应系统的演变过程,其中学习、纠错、创新——从知识增进的角度提升网络的发展能力;协调、合作、多样——从关系增进的角度增强网络的生存适应能力。资源的获取难易程度和技术的可行性与经济性构成企业决策的约束条件,在资源和技术条件既定的情况下,网络还可通过内部和外部的制度创新获得经济利益。关于卡伦堡工业生态系统的经验,丹麦学者埃尔克曼曾指出:共生系统的形成是一个自发的过程,在商业基础上逐步形成的,所有企业都从中得到了好处。每一种‘废料’的供货都是伙伴之间独立、私下达成的交易。交换服从于市场规律。

(二)循环型产业网络形成的逻辑过程

循环型产业网络的形成过程是循环经济主体活动不断市场化、产业化和生态化的过程,在逻辑上可以解释为制度、结构和系统的三维变化。

1. 循环型产业网络的形成过程是一个制度变迁的过程,即环境产权不断明晰、资源和环境的外部性内部化的过程。资源环境的相对价格上升导致产权界定的制度需求增加;通过明晰资源产权,让市场上资源价格反映其价值和稀缺性,导致资源利用机会成本增加,因此资源配置和资源利用的外部性减少。

2. 循环型产业网络的形成过程是结构性变化过程, 即工业副产品利用和资源再生产业化过程。资源相对价格的上升使废弃物的利用成为可能, 当废弃物机会成本足够高时, 对废弃物的回收处理会产生利润空间, 同时也使资源再生产业化日益增加, 价格的作用引导各类资源(包括再生资源)配置效率提高, 具有帕累托效率的资源交易增加, 资源再利用和再循环流量增加, 推动废弃物资源化、市场化, 并促进资源利用和资源再生产业化的专业化, 在产权等制度安排引起的信息成本降低和市场规模扩展带来的潜在收益增加的条件下, 导致循环经济产业化。

3. 循环型产业网络的形成过程还是企业行为和产业特征的不断生态化过程。企业经营理念和战略管理的生态化取向是循环经济产业链的微观基础。生态需求和环境压力形成的政府治理责任、公众舆论压力, 从利润诱引、竞争压迫和生态约束三方面促使企业在经营管理、技术革新和制度变迁方面做出回应, 在战略上表现为竞争力的定位生态化, 价值链的提升日益偏好于资源节约和环境友好型行为, 微观主体行为的生态化倾向进而加快循环经济产业的分工细化。分工细化和市场规模的扩大相互促进, 共同推动循环经济产业链的形成; 产业链的交叉、耦合则连接成产业网络。相应地, 政府必要的制度供给、信息传播机制和风险担保机制的完善促进循环型产业网络的稳定、协调运行。

三、循环型产业网络形成的动因与路径

(一) 循环型产业网络形成的动因

上述的演化理论和逻辑过程解释了循环型产业网络形成的可能性。作为一种经济组织, 其生成在本质上应是经济主体理性选择的结果, 因此, 利益动因是其形成的根本动力, 也为其形成提供了必然性。这些动因可概括为以下几点(见图 1)。

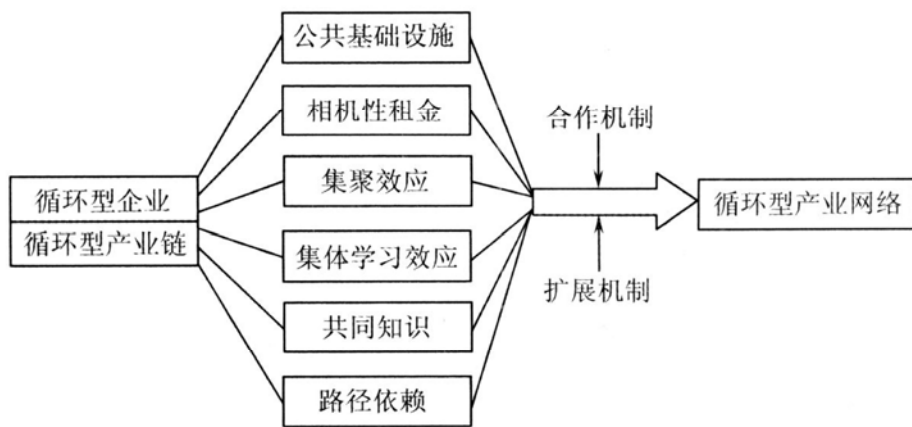


图 1 循环型产业网络形成的动因

1. 循环型产业网络中的企业集复合乎政府环境保护目的, 政府愿意且能够提供基础设施的服务与政策的优惠。这种具有公共性质的制度安排、技术服务、信息平台和基础设施, 节约了循环型企业的单个成本, 降低了网络内企业交易成本。

2. 集聚效应引导企业间的交易费用降低。各个企业通过链式或者网络式的方式连接起来, 增加了企业经营环境的稳定性, 交易的对象和范围比较稳定, 企业间交流频繁, 这样机会主义行为将大大减少。企业间长期稳定的合作将会促进企业之间形成共同价值观和经营理念, 共同的企业文化有利于保证合作的稳定。

3. 共生体系产生的学习效应导致技术创新。由于地域的接近和交易的频繁相关性, 使企业间的交流和学习加强, 容易进行缄默性知识的传递与交换, 企业可以进行联合的技术攻关, 共同承担技术创新的风险, 实现整个体系的协同进化, 保证生态工业园区中的企业相对于生态工业园区外的企业的竞争优势。

4. 可持续发展理念作为共同知识规则的建立。规则的存在可以减少因知识分散化而引发的风险; 规则作为一种共同知识, 社会成员通过遵守它来弥补理性的不足, 从而尽可能减少决策的失误。工业共

生系统内成员与内部规则之间的互动,实际上是围绕共同知识(绿色经营)的重新理解和交流的过程。而这种内部规则正好满足人类社会可持续发展的预期,企业间的知识交流就可能创造出一种共同优势,即工业系统成员之间依靠统一的规则(工业副产品的循环利用)形成战略互动,从而实现工业系统整体的规模收益递增。

5. 产业共生的路径依赖。路径依赖是通过自增强、不完全市场、交易费用和利益因素 4 种机制来形成的^[6](第 87-124 页)。自增强机制也叫收益递增机制,由规模效应、协调效应、适应性预期和学习效应构成。在工业共生过程中所建立的以工业副产品交换为纽带的网络效应,因其提高了资源的利用效率、降低了交易成本、建立了企业间的战略合作关系,而得到了系统内关联企业的认同,进而形成了一致性的规则。不完全市场则通过信息不对称、规模报酬等因素强化这些效应。交易费用和利益因素增加了制度退出的壁垒,否则前期制度变迁的投入变成沉没成本,产业生态的演化进入产业共生的路径依赖。

(二)循环型产业网络组织的形成路径

在循环经济的早期阶段,循环经济活动通常只是在单个企业内部进行,也有少量的发生在两个企业之间。这种状态的主要特征是物质流量小、副产品交易规模小、关系松散、交易活动具有偶然性。如图 2 中的 A 图所示。随着交易频率、交易规模的增加,企业为开展循环经济扩大与其他企业的合作,并为这种合作进行专用性资产投资和专用性关系投资,在循环经济合作中个别具有主导作用的企业与其他企业形成产业链。但是,有信息的不对称、链接技术的不成熟以及重要公共基础设施的缺乏,也可能没有达到足够的信任,不同产业链之间的合作还不常见。如图 2 中的 B 图所示。随着循环经济带来的生态效益和经济效益的显现,政府提供发展循环经济的“相机性租金”,并供给有利于循环经济发展的制度和设施,不同产业链之间的“墙”被拆除。一个关键企业或一项关键链接技术在不同循环型产业链之间搭建成一座桥梁,循环型产业网络的雏形便出现了。如图 2 中的 C 图所示。

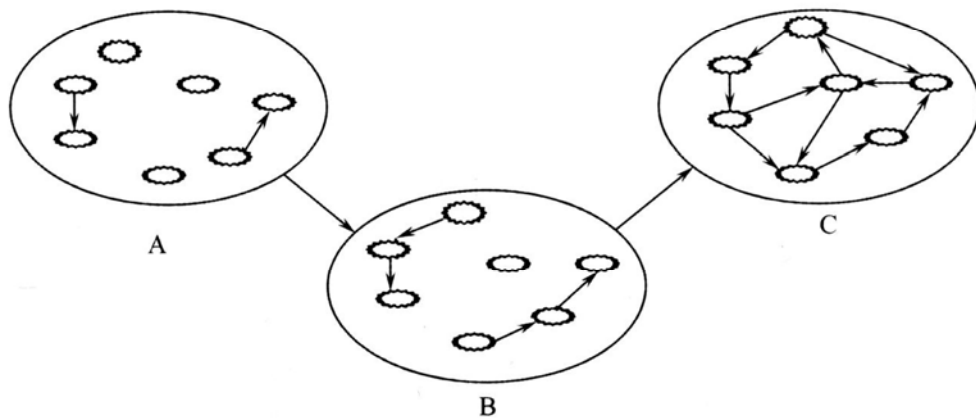


图 2 区域循环型产业网络的形成过程

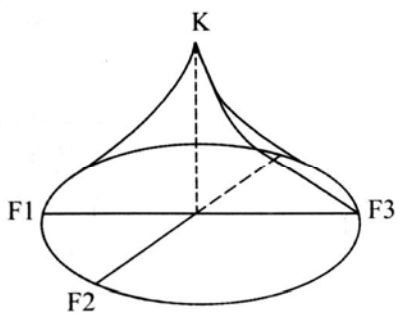


图 3 循环型产业链的产生

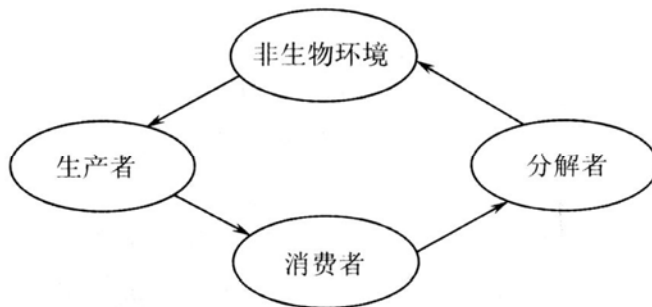


图 4 循环型产业成员企业的角色分配

从单个循环型企业演化为循环型产业网络的作用机理主要是通过合作和扩展两个途径实现的。这里借用了区域经济学家廖什的市场网络模型^[7] (第 112-153 页)。廖什的市场网络理论是基于市场区位的经济竞争过程, 本文探讨的循环型产业网络则是基于关系的合作过程和基于组织的扩展过程。假定初始的循环经济只在企业内部发生, 一个副产品供给量很大的企业通过与其他企业合作可以降低成本, 增加收益, 这里称之为核心企业。于是, 核心企业 K 的副产品传递给若干企业 (F1、F2、F3)。F1、F2、F3 在接受 K 的副产品同时也会与其他企业发生着类似的物质交换。一个循环型产业链就此产生 (见图 3)。

在循环型产业链的成员功能分配方面, 核心企业 K 通常以副产品的“生产者”角色出现, 其他企业则分别承担“消费者”和“分解者”角色 (见图 4)。核心企业即“生产者”从自然环境中获取资源为下游的“消费者”企业提供副产品, 消费者产生的其他副产品和废弃物传递给“分解者”进行资源化和无害化处理使物质回归自然。这样就构成了一个相对闭合的循环经济产业链, 在平面上表现为图 5 中 a 图。

图 5 中的 a 图是若干个产业链散落在一个区域, 每一个圆就是图 4 的平面化状态, 圆心代表的是产业链的核心企业。市场力量的自然演进和政府的理性设计不仅使产业链条更加完善, 而且还沟通了不同产业链的关系, 合作关系的强化和组织形态关系的扩展, 推动产业链在长度、广度、深度上得到扩张, 不同产业链中的个别成员之间发生副产品交换, 如图 5 中的 b 图。随着交换频率和交换规模的扩大, 不同产业链耦合在一起, 形成循环经济产业网络, 如图 5 中的 c 图。在信息技术和网络技术的支持下, 产业网络的生态经济效应持续扩大, 对网络区域外企业产生吸纳作用, 并带动循环经济相关产业的发展, 衍生出新的配套产业和服务产业。跨区域循环型产业网络和虚拟性产业网络应运而生。

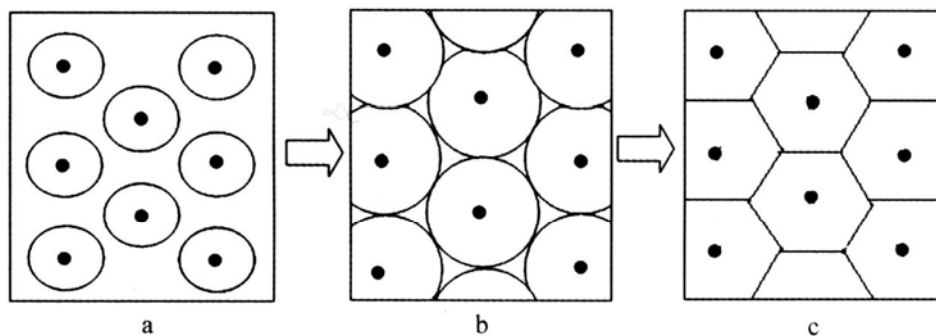


图 5 基于合作和扩展的循环经济组织网络化过程

四、循环型产业网络的治理策略

1. 提高生态网络的丰富性和多样性。生态网络的丰富性和多样性源于食物链的复杂性, 同样可以通过对产业链条的改造和建设增强循环型产业网络的丰富性和多样性。具体思路是: (1) 补链。拓展废弃物循环利用渠道, 构建新的跨行业的循环型产业链, 提高废弃物的综合利用水平。(2) 延链。通过上中下游产品延伸, 形成资源的闭路循环, 提高资源生产率。(3) 扩链。通过技术创新和工艺创新, 增加生产环节, 提高产品的质量, 优化性能。(4) 强链。淘汰改造生产规模小、资源消耗高、污染排放量大的企业、产品、装置和设备, 留出发展空间, 提升产业的竞争力。

2. 打破地域限制, 建立跨区域的循环经济网络。固定的生态园只会桎梏企业发展的灵活性, 抑制企业的创造性。通过市场体系整合、制度激励、资源共享和技术支持, 让企业更多地在政府的引导下自发合作组织成为兼具双重效益的生态经济系统。根据生态系统信息传递的原理, 在园区或者更大区域内应建立一个信息平台, 让企业可以交流各种生产信息、技术和知识并及时了解市场的变化, 使区域内企业之间具有一种自我调节机制, 能克服和消除外来的干扰, 保持自身的稳定性。

3. 打造绿色供应链。循环型产业网络的运作实际上就是物质流和信息流的时空配置。供应链本身也是一个网络, 即信息网络, 充分利用信息技术, 通过绿色供应链建设来优化循环型产业网络是一个重要思路。

4. 加强制度创新, 提高网络的紧密度。(1) 加大资产专用性投资, 增强网络对其成员的锁定。(2) 发挥非正式规则的作用, 形成信誉机制和惩罚机制。非正式契约植根于人们的文化传统或生活习惯, 这种信誉机制依赖于交易的重复性、小范围交易的信息传播和惩罚机制的有效性, 也是制度中的非正式规则, 它对于保证契约的公平及有效实施具有重要作用。(3) 通过一系列的制度安排, 规范网络内成员之间关系, 在政府推动下发挥循环型产业系统的自组织功能。(4) 培育中间性组织。可以在区域内协调沟通企业之间的关系, 提供信息服务、技术服务。

5. 建立循环型产业网络的交易机制和公共基础设施, 降低网络运行的交易成本。包括提供交易平台、交易秩序、信息披露、产品(包括“副产品”)品质检验、损害责任追偿等。循环经济在整体上具有强的正外部性, 需要在产业聚集、企业规模经济、企业间长期稳定合作方面创造更多的条件, 包括信任关系的管理、专用性资产的投资、信息共享、物质流的集成化等。

[参 考 文 献]

- [1] 曹 瑛:《生态工业园区到区域副产品交换网络——构建基于促进机构、信息中心与物流平台的区域工业生态体系》, 载《科技进步与对策》2007 年第 3 期。
- [2] 王兆华:《循环经济: 区域产业共生网络——生态工业园发展的理论与实践》, 北京: 经济科学出版社 2007 年版。
- [3] 杨雪锋:《循环经济运行机制研究》, 载《华中科技大学博士论文》2006 年版。
- [4] Brenner, Thomas. & Siegfried Greif. 2003. “The Dependence of Innovativeness on the Local Firm Population—An Empirical Study of German,” *Patents Economics & Evolution*, Max Planck Institute.
- [5] Korhonen, J. 2001. “Four Ecosystem Principles for an Industrial Ecosystem,” *Journal of Cleaner Production*, Volume 9/3.
- [6] [美] 道格拉斯·诺斯:《制度、制度变迁与经济绩效》, 刘瑞华译, 台北: 时报文化出版企业有限公司。
- [7] [德] 奥古斯特·廖什:《经济空间秩序》, 王守礼译, 北京: 商务印书馆 1995 年版。

(责任编辑 于华东)

On Evolutional Mechanism of Industrial Network in Circle Economy

Yang Xuefeng

(Business Administration College, Zhejiang University of Finance & Economics, Hangzhou 310018, Zhejiang, China)

Abstract: As a new economic model, the industrial form of circle economy develops from firms to industrial chains and to industrial network. The network is a industrial community which consists of many related firms and industrial chains with industrial symbiosis, shared value and reciprocal benefits. Its formation is a market-oriented, industrialized and ecological-oriented process. So it brings about large advantages to save resources and protect environment. Therefore, it is necessary to study the formation and stability and development of industrial network in circle economy.

Key words: industrial network in circle economy; evolution; mechanism of formation; strategies of governance