

YINGYONGJINGJIXUELUNCONG

应用经济学论丛

齐 宇 著

循环经济产业共生网络研究

XUNHUANJIJINGCHANYE
GONGSHENGWANGLUOYANJIU

南开大学出版社

应用经济学论丛

循环经济产业共生网络研究

齐宇 著

南开大学出版社

天津

图书在版编目(CIP)数据

循环经济产业共生网络研究 / 齐宇著. —天津:南开大学出版社, 2012. 9

(应用经济学论丛)

ISBN 978 -7-310-04010-0

I. ①循… II. ①齐… III. ①自然资源—资源经济学—产业经济学—研究 IV. ①F062.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 209809 号

版权所有 侵权必究

南开大学出版社出版发行

出版人:孙克强

地址:天津市南开区卫津路 94 号 邮政编码:300071

营销部电话:(022)23508339 23500755

营销部传真:(022)23508542 邮购部电话:(022)23502200

*

唐山天意印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经销

*

2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷

230×155 毫米 16 开本 10.25 印张 4 插页 125 千字

定价:25.00 元

如遇图书印装质量问题,请与本社营销部联系调换,电话:(022)23507125

前 言

产业共生作为产业生态理论的重要组成部分和循环经济的实践形式,有两个重要的理论源泉:一个是肯尼斯·博尔丁(Kenneth E. Boulding)1966年在《即将到来的宇宙飞船地球经济学》一文中所提出的宇宙飞船地球经济学思想;另一个是流行于20世纪六七十年代奥德姆兄弟(Eugene Odum, Howard Odum)的“系统生态学”理论,特别是1969年尤金·奥德姆(Eugene Odum)在《科学》杂志上发表的《生态系统的发展战略》(The Strategy of Ecosystem Development)一文中所提出的生态系统演化理论。它们分别从经济系统和自然生态系统角度出发,阐述了物质利用的“闭环”(closed loop)或“循环”(cyclic)模式对于一个物质上封闭系统可持续生存的客观性和必要性。

产业共生作为产业生态化的重要内容和途径,强调企业间的合作,从根本上将传统工业发展的“资源—产品—废物”模式转变为“资源—产品—再生资源”模式。通过模仿自然生态系统中的“共生”,实现工业系统中一个生产过程的“副产品”成为另一生产过程的原材料,从而将整个工业体系形成各种资源(能源、水和原材料)循环流动的系统,最终在提高经济效益的前提下,保护生态环境。本书从共生理论和网络化角度出发,对产业共生进行深入研究,研究结果可望丰富产业共生及循环经济理论,为推进产业生态化提供方法基础,并为政府制定相关政策提供决策参考依据。

本书首先从共生理论出发,通过类比方法,指出产业共生由产业共生单元、产业共生模式和产业共生环境三要素构成,重点剖析作为产业共生模式核心内容的产业共生界面的性质及功能;在此基础上,提出物质共生界面、价值共生界面、组织共生界面和信息共生界面的概念,分析其复合性影响;借鉴网络组织理论中“元网络”的概念,采用社会网络分析方法(SNA),从网络化研究视角出发,抽象出产业共生的网络化研究概念模型,进而采用幕景分析方法,从产业共生环境的政策博弈角度,对处于产业共生不同发展阶段中政府与企业的共生博弈关系构建动态分析框架;最后结合中国天津经济技术开发区建设工业固体废弃物产业共生网络实践和日本产业共生实践进行案例分析。

主要研究内容包括四部分:

第一部分,即本书第二章,对产业共生及其相关理论进行述评。本部分首先对“共生思想”、“产业共生”进行理论溯源,认为生物学中的共生理论是产业共生的自然思想基础;进而在探讨产业发展及其对自然环境的影响的基础上,指出现代生态经济思想为产业共生思想的孕育提供了理论支持,产业代谢理论是产业共生理论产生的先导;最后主要围绕产业共生的研究领域、研究方法以及实践等三方面,对产业共生理论进行梳理。

第二部分,即本书的第三、四章,以共生理论为指导,对产业共生及其相关内容进行系统阐释。针对产业共生理论研究中没有充分融入共生理论研究要素这一研究现状,重点从共生理论出发,探讨产业共生的构成要素,即产业共生单元、产业共生模式和产业共生环境的内涵、类型、相互间关系及产业共生产生的条件,然后对产业共生模式中的核心内容——产业共生界面进行复合性分析,指出在物质共生界面的背后,还存在价值共生界面、组织共生界面和信息共生界面,它们的共同作用决定了产业共生关系,并维系产业共生系统的动态稳定。

第三部分，即第五、六章，围绕产业共生理论中的关键要素——产业共生系统和产业共生环境，进行深入的定量化、动态化分析，尝试从两方面构建相应的分析框架：

第一，从 Ray Cote 的“可持续产业发展理论”切入，以“自适应—创新—选择性网络（Adaptation-Innovation-Selective Networking）”的网络发展分析路径为基础，借鉴网络组织理论中“元网络”的概念，提出“产业共生网络”概念，并尝试采用社会网络分析方法（SNA），从网络化研究视角出发，抽象出包括产业共生网络的大小、密度、程度、距离、直径及中心性等参数在内的产业共生网络化研究概念模型，为产业共生系统的定量化分析奠定方法基础。

第二，采用幕景分析方法，构建产业共生环境的政策博弈关系分析框架。产业共生的政策环境是产业共生网络发展、演化的主要外部影响因素，在对影响产业共生网络形成及发展的循环经济和 environment 管理政策进行归纳分类的基础上，从政策博弈分析的五个要素特征，即政策博弈参与者、支付、结果、动态政策博弈、政策博弈规则角度，对产业共生网络的行为主体——企业与政策环境的提供者——政府，进行政策博弈分析。

第四部分，即第七、八、九章，案例分析部分。以上述研究内容为理论和方法基础，分三部分进行案例研究。第一，针对中国天津经济技术开发区工业固体废弃物交换网络的实践，进行产业共生的组成要素及网络化分析；第二，结合日本川崎生态城产业共生实践，对产业共生环境进行政策的幕景分析及环境影响评估；第三，对中日两国处在不同发展阶段的产业共生实践进行比较研究。

目 录

前 言	1
第一章 引言	1
一、选题背景	1
二、研究思路和主要研究内容	5
三、研究方法	7
四、创新点	9
第二章 产业共生及其相关理论述评	11
一、产业共生思想溯源	11
二、产业共生理论研究进展述评	22
三、本章小结	32
第三章 基于共生理论的产业共生构成要素分析	34
一、共生理论在经济领域中的分析框架拓展	34
二、产业共生构成要素的理论解释	36
第四章 产业共生界面的多重性分析	42
一、产业共生界面及其多重性分析	42
二、产业共生界面对产业共生机制的影响分析	48
三、本章小结	49
第五章 产业共生的网络化分析	51
一、“网络”概念综述	51
二、产业共生的网络化分析	59
三、本章小结	68

第六章	产业共生环境的政策博弈幕景分析框架	69
一、	发达国家产业共生促进政策综述	69
二、	产业共生的政策博弈关系分析框架	77
三、	本章小结	80
第七章	案例研究（一）中国天津经济技术开发区工业 固体废弃物交换网络的产业共生分析	82
一、	产业共生的构成要素分析	82
二、	产业共生的网络结构及功能分析	92
三、	本章小结	97
第八章	案例研究（二）日本川崎生态工业园区 产业共生技术执行效果幕景分析	99
一、	川崎市产业共生模式现状及分析	100
二、	CO ₂ 排放的来源分析及减排函数的确定	106
三、	循环型政策幕景设计及评估	110
四、	本章小结	119
第九章	中日产业共生实践国际比较	121
一、	日本产业共生现象产生的条件分析	121
二、	日本产业共生对我国循环经济发展的政策启示	137
三、	本章小结	140
注 释		142
致 谢		154

第一章 引言

一、选题背景

（一）研究问题的提出

上世纪 70 年代，人们发现了丹麦卡伦堡产业共生体，“产业共生”的最初构想由此产生。产业共生体这种全新的产业发展模式改变了产业系统原有的“线性”运行模式，将大量多余副产品和废弃物再资源化，即将经济活动转变为“资源—产品—再生资源—再生产品”的循环过程，从而有利于最大限度地减少从生产到消费全过程的资源消耗和废弃物排放强度。随着循环经济理念的不断深入，产业共生体的直接实践形式——生态产业园（EIP），在全球范围内广泛迅速地发展起来。

在实践过程中，围绕区域企业和产业部门间进行副产品和废弃物交换，仍然存在诸多问题：第一，企业寻求副产品和废弃物交换的交易成本——“发现成本”非常高。企业作为经济行为主体，进行副产品交易的目的是使得企业处理处置副产品的经济收益最大化，而对废弃物的交易，则是使企业处理处置废弃物的成本最小化，一旦企业寻求副产品或废弃物的交易成本高于从中获

得的收益,即会导致交易的经济动力不足,进而威胁到产业共生关系的建立和稳定运行。第二,企业在副产品和废弃物交易方面面临潜在的交易风险。通过副产品和废弃物交易的数量和种类,可能泄露企业的生产工艺秘密,从而威胁到企业的生存和获利能力。第三,副产品和废弃物的非标准化导致下游企业的利用成本很高,从而存在相应的市场风险。

在产业共生的理论研究中,同样存在一些具有普遍性并急需解决的问题:第一,理论研究滞后于实践的快速发展。产业共生概念是从工业界企业间副产品交换的实践中受到启发而提出的,这种产生背景使产业共生的实践基础比较丰富,目前全世界大约有两万多个产业共生的实践案例也说明了这一点,但相应的理论研究基础显得比较薄弱,研究成果多表现为对实践案例的介绍,对产业共生进行理论探讨和分析的著作很少,而缺乏理论指导反过来又导致实践具有一定的盲目性。第二,理论研究的滞后导致分析方法的不规范,特别是缺乏从共生理论角度出发,对产业共生组成、产业共生模式及产业共生系统进行系统性分析的研究,这也成为制约产业共生研究深入发展的一大瓶颈。

针对上述问题,一方面,本书在理论上吸收和借鉴循环经济、产业生态学理论中蕴含的“共生”要素,尝试将共生理论系统地、全面地融入到产业共生的理论研究中来,对产业共生的组成要素、产业共生模式、产业共生系统等产业共生的基本内容进行系统的理论阐释;另一方面,在研究方法上,本书针对副产品和废弃物交换的交易成本、交易及市场风险问题,借鉴网络组织理论中“元网络”的概念,从网络化研究视角提出产业共生网络概念,并借助社会网络分析方法(SNA),初步构建产业共生的网络化概念模型,为进一步进行定量分析奠定方法基础;最后借助上述理论和方法上的尝试,结合中国天津经济技术开发区建设工业固体废弃物产业共生网络实践和日本川崎、北九州生态城的产业共生实践,

提出针对政府政策影响下的产业共生网络发展演化政策博弈幕景分析框架,并对其不同的环境影响进行定量评估。

(二) 研究意义

产业共生作为产业生态理论的重要组成部分和循环经济的实践形式,有两个重要的理论源泉:一个是肯尼斯·博尔丁(Kenneth E. Boulding)1966年在《即将到来的宇宙飞船地球经济学》一文中所提出的宇宙飞船地球经济学思想^[1];另一个是流行于20世纪六七十年代奥德姆兄弟(Eugene Odum, Howard Odum)的“系统生态学”理论,特别是1969年尤金·奥德姆(Eugene Odum)在《科学》杂志上发表的《生态系统的发展战略》(The Strategy of Ecosystem Development)一文中所提出的生态系统演化理论^[2]。它们分别从经济系统和自然生态系统角度出发,阐述了物质利用的“闭环”(closed loop)或“循环”(cyclic)模式对于一个物质上封闭系统可持续生存的客观性和必要性。

近年来,在产业活动与自然环境之间矛盾日益激化的背景下,为了解决人类的环境危机,寻求一条人类与自然和谐共生,人类生存和产业可持续发展的路径,产业生态系统理念迅速传播,并促使与之相关的产业生态学研究的深入。产业生态学首先从生态学角度切入,产业系统的生态化成为该领域的研究重点。Paul Hawken(1993)认为环境保护问题的关键是设计而非管理问题^[3]。他将产业生态系统模拟自然生态系统,第一次将生态系统的概念应用到整个产业运作之中,把各个企业的“新陈代谢”联系起来,设计出一个人工生态系统。Susan Erkman(1997)将研究视角聚焦在协调经济与环境发展的关系上,认为产业生态学是一种关于产业体系的所有组成部分及其同生物圈的关系问题的全面的、一体化的分析方法,研究产业系统如何运作、规制以及其与生物圈的相互作用,并基于对生态系统的认知,决定如何进行产业调整

以使其与自然生态系统的运行相协调^[4]。Raymond Cote (2005) 针对目前全球范围内的实践案例, 把产业生态系统看成是复杂系统的自组织演化过程, 创造性地提出“自适应、创新、选择性网络”的产业生态系统发展演化三过程, 从而为产业共生的网络化分析指明了方向^[5]。

进入 20 世纪 90 年代以来, 部分经济发达国家将循环经济作为实现环境与经济协调发展的重要途径并开始付诸实践。德国首先设立双轨系统 (Duales System Deutschland, DSD), 随后日本在 2000 年颁布了《推进循环型社会促进法》, 并以此为基础, 提出构建循环型社会 (Recycled Oriented Society) 的最终构想。这些国家以实现资源、能源最大限度地有效利用为目的, 通过建立生产与消费环状或网状的循环模式, 努力转变大量生产、大量消费、大量废弃的线性生产和消费模式。

与此同时, 产业共生也正在成为我国循环经济特别是区域循环经济的研究热点。改革开放以来的 30 年是我国经济发展、社会进步最快的时期。这一段时间内, 经济发展主要沿用了以大量消耗资源和粗放经营为特征的传统发展模式, 重发展的速度和数量, 轻发展的效益和质量, 重外延扩大再生产, 轻内涵扩大再生产, 对自然资源重开发轻保护。工业化过程中产生的污染物大量排放已经逼近或者超出环境容量, 资源的粗放式利用造成存量危机, 这种“高投入、高消耗、高污染”的发展模式不但削弱了生态环境功能, 违背自然规律, 而且直接导致了“经济增长的资源环境代价过大^[6]”的严峻局面, 并逐渐成为制约未来经济、社会可持续发展的重要因素。

从现在到 21 世纪中叶, 是中国实现第三步战略目标, 经济快速增长的关键历史时期, 如果继续坚持这种粗放型的传统发展模式, 只注重经济的数量增长, 而忽视发展质量的改善, 势必给生态环境带来更大的压力, 付出更多的代价。虽然许多工业化国

家也曾经历过类似的生态环境问题严重的发展阶段，但是我们应该清醒地看到：中国在快速的经济增长过程中，面临的生态环境约束比任何一个大国在工业化过程中所遇到的问题都更加严峻，即面临着生态环境先天不足、后天失调和加速实现工业化与城市化的双重压力。

针对我国严峻的生态环境形势，政府在陆续提出发展循环经济、转变经济增长方式、建设资源节约型和环境友好型社会等战略选择的基础上，又从科学发展的视角，进一步把建设生态文明确定为我国全面建设小康社会的重要战略目标之一，并提出到2020年基本形成节约能源资源和保护生态环境的产业结构、增长方式、消费模式，生态文明观念在全社会牢固树立的具体要求。

产业共生是产业生态化的重要内容和途径。产业共生强调企业间的合作，从根本上将传统工业发展的“资源—产品—废物”模式转变为“资源—产品—再生资源”模式。产业共生理论范畴中没有“废物”的概念，通过模仿自然生态系统中的“共生”，实现工业系统中一个生产过程的“副产品”成为另一个生产过程的原材料，从而将整个工业体系形成各种资源（能源、水和原材料）循环流动的系统，最终在提高经济效益的前提下，保护生态环境。本书从共生理论和网络化角度对产业共生进行深入研究。研究成果可望丰富产业共生及循环经济理论，为推进产业生态化提供方法基础，并为政府制定相关政策提供决策参考依据。

二、研究思路和主要研究内容

本书首先从共生理论出发，通过类比方法，指出产业共生由产业共生单元、产业共生模式和产业共生环境三要素构成，重点剖析作为产业共生模式核心内容的产业共生界面性质及功能；在

此基础上,提出物质共生界面、价值共生界面、组织共生界面和信息共生界面的概念,分析其复合性影响;借鉴网络组织理论中“元网络”的概念,采用社会网络分析方法(SNA)从网络化研究视角出发,抽象出产业共生的网络化研究概念模型,进而采用幕景分析方法,从产业共生环境的政策博弈角度,对处于产业共生不同发展阶段中政府与企业的共生博弈关系构建动态分析框架;最后结合中国天津经济技术开发区建设工业固体废弃物产业共生网络实践和日本产业共生实践进行案例分析。

主要研究内容包括四部分:

第一部分,即本书第二章,对产业共生及其相关理论进行述评。本部分首先对“共生思想”、“产业共生”进行理论溯源,认为生物学中的共生理论是产业共生的自然思想基础;进而在探讨产业发展及对自然环境影响的关系基础上,指出现代生态经济思想为产业共生思想的孕育提供了理论支持,产业代谢理论是产业共生理论产生的先导;最后主要围绕产业共生的研究领域、研究方法以及实践等三方面,对产业共生理论进行梳理。

第二部分,即本书的第三、四章,以共生理论为指导,对产业共生及其相关内容进行系统阐释。针对产业共生理论研究中没有充分融入共生理论研究要素这一研究现状,重点从共生理论出发,探讨产业共生的构成要素,即产业共生单元、产业共生模式和产业共生环境的内涵、类型、相互间关系及产业共生产生的条件,然后对产业共生模式中的核心内容——产业共生界面进行复合性分析,指出在物质共生界面的背后,还存在价值共生界面、组织共生界面和信息共生界面,它们的共同作用决定了产业共生关系,并维系产业共生系统的动态稳定。

第三部分,即第五、六章,围绕产业共生理论中的关键要素——产业共生系统和产业共生环境,进行深入的定量化、动态化分析,尝试从两方面构建相应的分析框架:

第一，从 Ray Cote 的“可持续产业发展理论”切入，在“自适应—创新—选择性网络”（Adaptation-Innovation-Selective Networking）的发展、演化分析路径基础上，借鉴网络组织理论中“元网络”的概念，提出“产业共生网络”概念，并尝试采用社会网络分析方法（SNA），从网络化研究视角出发，抽象出包括产业共生网络的大小、密度、程度、距离、直径及中心性等参数在内的产业共生网络化研究概念模型，为产业共生系统的量化分析奠定方法基础。

第二，采用幕景分析方法，构建产业共生环境的政策博弈关系分析框架。产业共生的政策环境是产业共生网络发展、演化的主要外部影响因素，在对影响产业共生网络形成及发展的循环经济和环境影响政策进行归纳分类的基础上，从政策博弈分析的五个要素特征，即政策博弈参与者、支付、结果、动态政策博弈、政策博弈规则角度，对产业共生网络的行为主体——企业与政策环境的提供者——政府，进行政策博弈分析。

第四部分，即第七、八、九章，案例分析部分。以上述研究内容为理论和方法基础，分三部分进行案例研究。第一，针对中国天津经济技术开发区工业固体废弃物交换网络的实践，进行产业共生的组成要素及网络化分析；第二，结合日本川崎生态城产业共生实践，对产业共生环境进行政策的幕景分析及环境影响评估；第三，对中日两国处在不同发展阶段的产业共生实践进行比较研究。

三、研究方法

本书以区域产业共生网络的发展、演化为核心研究内容，从共生理论切入，系统论述产业共生的基础理论，综合采用系统生

态学、产业生态学、环境经济学、博弈论等学科理论及研究方法，围绕产业共生界面、产业共生系统的网络化以及产业共生环境的政策博弈等方面，结合相关案例，对区域循环经济产业共生网络进行深入研究。

具体而言，本书采用如下研究方法：

1. 规范研究和实证研究相结合、定量分析与定性分析相结合的研究方法。从共生角度对产业共生理论进行诠释时，多采用规范研究和定性分析方法，其中辅以实证性研究，在案例分析中多采用定量分析方法。这里需要特别说明的是，从共生理论出发，构建具有说服力的产业共生理论框架是本书进行实证分析的重要理论研究基础，这就使得归纳与演绎的研究方法贯穿于研究过程的始终。

2. 静态分析与动态分析相结合的研究方法。在本书中，用共生理论对产业共生进行系统分析时，主要采用静态分析方法；对产业共生进行网络化研究，以及对产业共生网络内部结构之间、网络与外部环境之间的关系进行分析时采用动态方法。综合运用静态分析和动态分析方法对产业共生网络进行研究，以期全面准确地反映产业共生网络的内在规律。

3. 在构建产业共生网络化研究概念模型时，综合运用社会网络分析方法（SNA）、地理信息系统分析工具（GIS）和幕景分析等方法进行政策分析。社会网络分析方法是新经济社会学中的重要研究方法，用来研究行为者彼此之间的关系，行为者可以是个人、企业或者家庭，社会网络分析试图了解这些行为者的人际关系或组织关系状况，寻找这些关系存在的特征及发展、演化规律，它整合了社会理论研究中实体观察研究、数学统计、图论等学科，也基于此，能够成为对产业共生进行网络化分析的有力工具。地理信息系统作为一种直观的分析工具，结合GIS的空间分析技术，通过对空间属性数据进行差分处理，可以帮助我们分析产业共生

网络的空间分布，为决策过程提供科学依据。

另外，本书在对国内外研究现状，特别是案例研究中采用了对比、类比的分析方法。案例研究中的问卷调查是数据采集的主要途径，本书在案例分析中所采用的数据多通过问卷调查获取。

四、创新点

（一）理论创新

将共生理论系统全面地融合到对产业共生的理论探讨中，是本书对产业共生基础理论的创新。本书在探讨了产业共生构成要素，即产业共生单元、产业共生模式和产业共生环境的基础上，针对产业共生运行稳定性问题，提出产业共生模式是决定产业共生稳定性的首要因素，并用共生界面原理剖析产业共生动态稳定运行机理，指出产业共生关系的稳定性由物质共生界面、价值共生界面、组织共生界面和信息共生界面共同决定。

（二）方法创新

1. 汲取网络组织理论和社会网理论中的网络元素，特别是在“元网络”概念基础上，提出产业共生网络概念，并尝试应用社会网络分析方法（SNA）构建产业共生的网络化研究概念模型，从而在模型中对生态学 and 经济学方法的深度融合进行有益的探索。

2. 针对产业共生环境中的核心部分——政策环境，采用幕景分析方法，构建政府和企业间政策博弈关系的幕景分析框架，并根据政策博弈的要素特征对产业共生系统从网络化视角进行理论抽象，区分出传统产业共生网络、初级产业共生网络、中级产业共生网络和高级产业共生网络，为理解产业共生发展、演化规律