

产业生态系统适应是矿业城市面对发展环境变化而做出的明智选择，是区域可持续发展面临的重大科学问题。本书从产业与生态和谐发展的视角，采用适应性分析框架对矿业城市产业生态系统适应性进行了深入研究，内容涉及矿业城市产业生态系统形成、演化及其适应性机制、模式和调控对策等。

◎ 仇方道 著

Adaptability of Industrial Ecological System of Mining Cities in Northeast China

中国区域可持续发展文库

东北地区矿业城市 产业生态系统适应性研究



科学出版社

国家自然科学基金重点项目 (40635030)

江苏省区域经济学重点学科建设基金

徐州师范大学地理学一级学科建设基金

◎ 仇方道 著

Adaptability of Industrial Ecological
System of Mining Cities in Northeast China

中国区域可持续发展文库

东北地区矿业城市
产业生态系统适应性研究

科学出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

东北地区矿业城市产业生态系统适应性研究/仇方道著. —北京: 科学出版社, 2011

(中国区域可持续发展文库)

ISBN 978-7-03-029872-0

I. ①东… II. ①仇… III. ①矿业城镇—城市环境: 生态环境—城市规划—研究—东北地区 IV. ①X321.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 264629 号

丛书策划: 胡升华 侯俊琳 / 责任编辑: 侯俊琳 陈 超 韩昌福 马云川

责任校对: 张怡君 / 责任印制: 赵德静 / 封面设计: 无极书装

编辑部电话: 010-64035853

E-mail: houjunlin@mail.sciencep.com

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 2 月第 一 版 开本: B5 (720 × 1000)

2011 年 2 月第一次印刷 印张: 20 1/2

印数: 1—2 000

字数: 331 000

定价: 52.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

序

20 世纪 90 年代以来,随着全球环境变化研究战略的调整,适应性研究逐渐成为全球环境变化和区域可持续发展研究所关注的重点之一。2006 年我国颁布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)》把“全球变化与区域响应”(全球变化的区域适应问题研究)列为面向国家重大战略需求的基础研究。当前有关区域社会生态系统对气候变化的适应问题、企业对市场环境的适应问题、社会个体对社会生存环境的适应问题等方面的研究已引起国内外研究者的重视。产业作为人类经济社会活动的主旋律,是人类与生态环境相互作用的界面。因而,由产业系统与生态系统复合而成的产业生态系统是人地关系地域系统的核心。基于此,开展产业生态系统适应性研究,推动产业系统生态化转型,也是人文地理学关注的新领域。显然,仇方道博士在其专著中,以产业生态系统为切入点开展矿业城市人地系统适应性研究,为矿业城市可持续发展提供了全新的和可操作性的落脚点,具有十分重要的学术价值。

产业生态系统适应问题是矿业城市可持续发展和推进生态文明建设所面临的重大课题。矿业城市作为我国重要的能源和原材料供应基地,在带动区域经济发展、加速城市化和促进就业等方面均发挥着重要作用,但受矿产资源开发周期以及体制、机制等因素的影响,矿业城市发展面临着矿业衰退、资源枯竭、生态恶化、失业、贫困等一系列问题。客观上我们需要对矿业城市产业生态系统适应性演化规律和机制进行探讨,构建与变化了的资源环境、体制环境相适应的产业生态系统,推动矿业城市走绿色发展之路。据此,该书以东北地区为实证区域,以不同类型矿业城市为研究对象,探讨矿业城市产业生态系统适应机制、模式和调控对策,具有十分重要的应用价值。

近年来,仇方道博士先后参与了国家自然科学基金重点项目——东北地区矿业城市人地系统脆弱性与可持续性研究(40635030)、国家自然科学基金项目——东北地区产业生态系统时空格局及优化调控研究(40571041)等有关产业生态系统课题研究,同时作为核心成员先后承担通化市生态经济城市建设总体规划、基于循环经济的城市产业生态化机制

ii 东北地区矿业城市产业生态系统适应性研究

与对策等课题研究,在研究和实践的积累中,奠定了扎实的专业理论基础,增强了其科研能力。在该书中,仇方道博士将理论探索与实践应用、定性分析与定量研究有机结合起来,较系统地阐述了矿业城市产业生态系统适应性的内涵与理论分析框架、适应机制与模式。总体而言,全书具有三个方面的特点。

(1) 前沿性。该书采用适应性分析框架和产业生态学研究方法,将产业与生态整合到一个研究框架内,通过评价矿业城市产业生态系统适应能力,揭示其适应机制,并提出适应对策。其前沿性在于:①将适应性分析研究范式引入人文地理学的相关分析研究中,拓展人文地理学的研究领域;②将偏好于企业和园区尺度的产业生态系统研究拓展到城市尺度,并提出矿业城市产业生态系统组成模型;③将生态足迹、物质流分析和能值分析进行整合,形成综合性的生态经济效率评价模型,进行矿业城市产业生态系统适应能力评价。

(2) 系统性。以往关于矿业城市转型的研究,往往局限于产业转型的探讨,未能将产业转型置于矿业城市发展的大系统中,从而不能从根本上解决矿业城市可持续发展问题。该书遵循系统论思想,不仅将产业与生态结合起来,而且将产业系统适应性调整与政策、体制、战略环境等结合起来,运用所提出的矿业城市产业生态系统适应性分析框架,进行产业生态系统适应能力、适应机制和模式的探讨,增强了研究的科学性、可控性和易操作性。

(3) 实证性。该书以东北地区矿业城市为例,基于与变化了的资源环境承载力相适应的视角,开展产业生态系统适应性研究,其实证性主要表现为:①针对东北地区发展实际,分别从战略适应性机制、结构适应性机制和环境适应性机制三个方面揭示了东北矿业城市产业生态系统适应性驱动机制;②从系统结构重组与优化的视角,提出了东北地区矿业城市产业生态系统适应性模式,并界定了各模式的适用范围。在此基础上,基于增强矿业城市产业生态系统适应能力之目的,该书提出了东北矿业城市产业生态系统适应性调控对策。

适应性研究虽然被应用于不同领域,但各学科对适应性都有自己的理解和阐释,在耦合系统适应性的形成、演化、调控机制等方面尚未形成规范、完善的理论和方法体系。该书以东北矿业城市为案例,初步探讨了矿业城市产业生态系统适应性研究的理论和方法,但对矿业城市产业生态系统这一复合系统所涉及的文化、观念、管理等方面的内涵尚未进行深入探讨。希望仇方道博士能够在现有基础上,继续深化不同类型城市的产业生

态系统适应性研究，特别是从更广的视角去探索社会生态系统适应性机制、类型和模式，也希望更多的学界同仁加入这一行列，推进我国人地关系研究的具体化和可操作化。

修建军

2010年7月28日

前 言

全球环境变化意味着资源和自然灾害状况的变化,经济全球化则意味着全球范围内经济要素的重新配置,而资源和自然灾害的变化及经济要素的重新配置又引起与之相关联的生产系统的变化,包括直接受资源与灾害影响的生产水平或生产结构变化,以及为满足全球变化所引起的人类需求的改变而进行的产业结构调整(杨达源和姜彤,2005)。为响应这一变化而按照生态系统方式重构产业系统形成的产业生态系统,为人类可持续发展提供了载体支撑。产业生态系统的区域适应性体现了全球环境变化和经济全球化背景下产业系统的区域调整能力、学习能力、应变能力,以及在此基础建构的再发展能力和动态竞争力。可见,产业生态系统是区域可持续发展能力建设的载体和内容,其适应性增强的过程则是区域可持续发展能力提升的过程,是区域可持续发展面临的重大科学问题。

适应性(adaptability)是近年来在全球环境变化尤其是气候变化影响评价研究中频繁出现的一个概念(史培军等,2006)。从全球环境变化的视角看,适应是指人类社会面对预期或实际发生的全球变化的系统功能、过程或结构所产生的影响而采取的一种有目的的响应行为,其核心是趋利避害(刘春蓁,1999;葛全胜等,2004),增强社会经济系统抵御变化的能力,减少变化带来的损失(杨达源和姜彤,2005)。目前,适应性研究已成为全球环境变化和区域可持续发展研究所关注的重点之一。从自然科学领域看,学者主要关注自然环境和社会经济系统对气候变化的适应问题(Burton et al., 1998; Adger et al., 2005; Books et al., 2005; 殷永元, 2002);在人文科学领域,适应性研究的重点则放在建立增强自然环境系统和社会经济系统适应能力,以及抑制、规避风险的制度方面(Adger, 2000a)。值得地理学关注的是,适应性研究为探讨人地系统特别是产业生态系统的耦合作用机理从理论和方法方面提供了一个新的研究范式(Brooks, 2003)。Kates等(2001)认为,开展“哪些要素对那些特殊类型脆弱区、特殊的生态系统和人类生计系统等自然-社会系统脆弱性和恢复力具有决定性作用”的研究是可持续性科学的核心问题之一,而对全球环境变化的适应是降低社会经济系统脆弱性的手段;是可持续性科学关注

的热点领域。2006 年颁布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)》把全球变化的区域适应问题研究列为面向国家重大战略需求的基础研究,表明适应性研究将是未来我国经济社会发展迫切需要研究的基础性科学问题。但目前生态经济耦合系统,特别是产业生态系统如何从整体上适应区域和全球变化,仍然是相关学科的前沿课题和难题,不仅需要更多基于区域尺度的案例的充实,更需要理论和方法的深入探讨。

产业生态系统作为产业生态学的研究对象,也是生态学、经济学、环境科学等学科的研究热点,地理学对产业生态系统的研究尚处于起步阶段。所谓产业生态系统是指产业与生态环境按照一定规律相互作用、相互交织而形成的复杂而开放的复合系统。产业系统与生态环境系统之间的反馈耦合作用驱动产业生态系统的演变,其结果可能促进或限制区域社会经济系统的可持续发展。经济全球化和全球环境变化为城市尺度产业生态系统研究提供了新的视角。基于全球环境变化背景下的适应性研究框架,其所具有的空间多样性、时间多变性、要素复杂性、物质循环多重性的特征,为从城市尺度开展产业生态系统耦合作用机理研究提供有效的研究方法和工具。

矿业城市是以矿产资源开采和初加工为主的资源型城市,其产业生态系统是一种受人类活动高度干扰,且由产业系统与生态系统高度复合而形成的复杂生态经济系统。开展矿业城市产业生态系统适应性研究的目的是降低其脆弱性,提升其抵御风险的能力。因此,该研究为区域可持续发展研究提供了全新的和可操作性的落脚点。矿业城市产业生态系统适应能力强弱,除了与区域内部结构的易损性、弹性等相关外,还与系统对外界变化的敏感性有关。矿业城市多分布在生态脆弱的地区,且区位偏僻,功能单一,产业结构“一业独大”且刚性较强,对内外发展条件和环境变化反应滞后,造成产业系统的惰性和脆弱性,成为区域可持续发展的主要制约因素。在当今经济全球化和市场化深入推进的形势下,矿业城市产业生态系统发展战略稳定期趋于缩短,即存在战略适应问题。资源枯竭、资金短缺,以及技术进步、产业升级,不仅导致矿业城市产业系统衰退、就业率下降,而且也使其发展面临更大的外部竞争力,这些问题与矛盾相互交织、紧密联系、互为因果,共同构成矿业城市产业生态系统的结构适应性问题。在以追求经济增长为目标,以及“有水快流”的资源开发思想指导下,矿业城市优势资源趋于枯竭,后备资源不足,生态破坏和环境污染严重,从而其产业系统的环境适应性问题日益严重。此外,各个矿业城市均是因矿而建、布局分散,降低了城市运营效率,引发产业生态系统的空间

适应性问题。通过对矿业城市产业生态系统适应性的探讨,不仅有利于我们科学地判断矿业城市产业生态系统对经济全球化、全球环境变化等外部驱动力变化,以及资源供给能力、生态环境、产业结构和社会进步等内部驱动力变化的适应能力,而且有利于从整体上认识矿业城市社会-经济系统的主体功能,以便为决策者提供更直接、更具体、更有效的产业转型方案,满足政府的决策需求。

东北三省共有矿业城市 33 座,约占该地区城市总数的 $1/3$ (朱训, 2004), 其中地级市 14 个, 是我国矿业城市分布最为集中的地区之一。2006 年, 东北三省原油产量占全国的 33.81%, 原煤产量占全国的 8.72%, 铁矿基础储量占全国的 32.60%。在当今全球能源和资源日趋紧张的形势下, 东北地区能源和矿产资源对保障国家经济安全依然发挥着十分重要的作用 (陆大道, 2005), 因此, 振兴东北老工业基地首先要振兴矿业城市, 没有矿业城市的振兴, 就没有东北地区的再发展、再崛起。但由于受到体制、结构、市场、区位以及资源衰减等因素的制约, 原有的产业优势趋于劣化, 城市发展失去活力, 由此引发失业、社会不稳定等一系列矛盾和问题。面对矿业城市优势资源丧失的现实, 以及经济全球化、市场化的新的发展环境, 人们不禁要问, 矿业城市现有的根据过去积累的资源环境状况信息和知识建立起来的产业体系、能源体系以及经济布局等是否还能适用? 以及如何调整这些体系以适应已经和未来将可能发生的变化, 以达到趋利避害的目的? 虽然东北矿业城市的可持续发展问题已引起社会各界的广泛关注, 并在矿业城市产业转换模式、产业结构转换能力评价、接续产业发展和生态环境整治, 以及就业、教育和社会保障等方面取得大量研究成果, 但这些研究多是从某一技术层面考虑解决问题的方案, 难以达到矿业城市整体可持续发展的目标。要真正实现矿业城市可持续发展, 必须采用新理论和新方法, 深入揭示矿业城市产业生态系统的演化运行规律, 探讨产业生态系统演化机制和调控对策。矿业城市产业生态系统适应性研究为解决这一难题提供了新的研究范式。因此, 本研究不仅为东北地区矿业城市产业转型和可持续发展模式构建提供直接的科学依据, 也对我国其他地区矿业城市产业生态化转型提供借鉴和参考。

基于以上认识, 本书将产业和生态整合于统一框架之下, 从地理学与产业生态学相融合的角度出发, 采用适应性研究范式, 在对东北矿业城市产业生态系统特征及发育程度深入分析的基础上, 定量评价东北矿业城市产业生态系统的适应能力, 揭示其适应机制, 进而提出了东北矿业城市产业生态系统适应模式和调控对策。全书共分 7 章。第一章在阐释矿业城市

产业生态系统内涵及组成的基础上,对矿业城市产业生态系统适应性内涵进行科学界定,并提出矿业城市产业生态系统适应性分析框架。第二章通过对东北矿业城市产业生态系统发展环境、发展特征及其演化的深入分析,从资源环境子系统、原生产业子系统、外生产业子系统、共生产业子系统四个子系统及其系统,整体定量评价东北矿业城市产业生态系统发育程度。第三章基于适应性要素、适应性目的和发展效率等不同视角分别构建矿业城市产业生态系统适应能力评价模型,并分别从资源类型、发展阶段、城市规模、空间格局等方面刻画东北矿业城市产业生态系统适应能力的类型分异特征,并采用聚类分析方法,对东北矿业城市产业生态系统进行类型划分。第四章在简要分析矿业城市产业生态系统适应性机制内涵及要素构成的基础上,分别从战略适应性机制、结构适应性机制和环境适应性机制三个方面揭示东北矿业城市产业生态系统适应性驱动机制。第五章从系统结构重组与优化视角,提出东北矿业城市产业生态系统适应性模式,即产业拓展模式、产业革新模式和产业再生模式,并界定各模式的适用范围。第六章基于增强矿业城市产业生态系统适应能力的目的,提出东北矿业城市产业生态适应性调控对策。第七章对东北矿业城市产业生态系统适应性研究进行了总结。

本书得到了国家自然科学基金重点项目(40635030)、江苏省区域经济学重点学科建设基金、徐州师范大学地理学一级学科建设基金的联合资助。本书引用了许多专家学者的研究成果,书中虽已有标注和说明,但难免挂一漏万,敬请谅解!囿于作者水平,书中难免有不足之处,衷心期望得到学界同仁及读者的批评指正!

仇方道

2010年11月

目 录

序

前言

第一章 矿业城市产业生态系统适应性分析的理论问题	1
第一节 矿业城市产业生态系统的内涵及组成	1
第二节 矿业城市产业生态系统适应性的基本内涵与特征	13
第三节 矿业城市产业生态系统适应性分析的基本理论	24
第四节 矿业城市产业生态系统适应性分析的理论框架	41
第二章 东北地区矿业城市产业生态系统的形成与演化	45
第一节 东北地区矿业城市发展概况	45
第二节 矿业城市产业生态系统发展环境及演化	51
第三节 矿业城市产业生态系统现状特征及演化	57
第四节 矿业城市产业生态系统发育评价	67
第三章 东北地区矿业城市产业生态系统适应能力评价	94
第一节 适应能力评价的意义、原则及总体框架	94
第二节 基于适应性要素的矿业城市产业生态系统适应能力评价	101
第三节 基于适应性目标的矿业城市产业生态系统适应能力评价	147
第四节 基于发展效率的矿业城市产业生态系统适应能力评价	195
第四章 东北地区矿业城市产业生态系统适应性机制	205
第一节 矿业城市产业生态系统适应性机制内涵及要素构成	205
第二节 矿业城市产业生态系统战略适应性机制	208
第三节 矿业产业城市产业生态系统结构适应性机制	222
第四节 矿业城市产业生态系统环境适应性机制	241
第五章 东北地区矿业城市产业生态系统适应性模式	256
第一节 矿业城市产业生态系统适应性模式的内涵及特征	256
第二节 矿业城市产业生态系统适应性模式的类型	262

第六章 东北地区矿业城市产业生态系统适应性发展调控对策	273
第一节 矿业城市产业生态系统战略适应性调控对策	273
第二节 矿业城市产业生态系统结构适应性调控对策	276
第三节 矿业城市产业生态系统环境适应性调控对策	285
第七章 结论	293
第一节 基本结论	293
第二节 主要创新点	297
第三节 研究不足与展望	298
参考文献	300
后记	313

第一章

矿业城市产业生态系统适应性 分析的理论问题

第一节 矿业城市产业生态系统的内涵及组成

一、矿业城市产业生态系统的概念

(一) 生态系统

1. 生态系统的概念

生态系统是指在一定空间中共同栖居着的生物群落与其环境之间由于不断进行物质循环和能量转换而形成的统一整体（孙儒泳，1987）。由于各生物群落所处的生存环境各异，其内部物质与能量的循环、交换、传递的方式也各不相同。作为生态学最基本的概念，生态系统除被广泛应用到生态科学领域外，还应用到地理学、环境科学、产业生态学、人类学等学科，且不同的学科对生态系统的内涵都有其独到的见解。生态学认为，生态系统的基本含义是生物与生物、生物与非生物环境通过物质、能量、信息的交换而相互作用、相互联结而成的有机整体。地理学认为，生态系统不能脱离特定的地理空间而存在，往往将地理空间视为社会-经济-自然的复合生态系统。这一概念是生态系统结构、生态过程及生态功能等生态系统原理在地理学中应用的体现，它与生态学中的生态系统是有本质区别的。随着生态系统原理的广泛应用，人文科学理论也出现了人文生态系统、人类生态系统、经济生态系统等概念。人类是城市生态系统中的生产者，城市的一切设施都是由人创造的，人类用自己的汗水和智慧，把大自然改造得适合人类的心愿。人类的生命活动

2 东北地区矿业城市产业生态系统适应性研究

是生态系统中能流、物流和信息流的一部分,人类也具有其自身的再生生产过程(康慕谊,1997)。人类生态学的兴起,不仅促进了自然科学和社会科学交叉研究的深入开展,更从系统思想的高度为人类可持续发展问题的解决提供了新概念——整体人文生态系统。可见,生态系统原理为不同学科研究不同类型、不同层次、不同性质的生态系统提供了共同平台。

2. 生态系统的特征

生态系统的基本特征主要有以下四点。

(1) 整体性。生态系统的各组成成分,包括生物与其物理环境,以物质流、能量流为纽带联结成具有特定结构和功能的系统整体,特定空间范围的生态系统也通过一定的生物联系和地球化学联系,形成网络式的空间整体结构系统。

(2) 动态性。生态系统中的植物、动物等生物系统及其物理环境都处于不断发展与演化之中,使生态系统具有发生、发展、繁荣和衰亡的过程与特征。

(3) 自调控功能。生态系统的某一组成成分增多或减少,系统都会通过自调控功能,促使其向与其他组成成分协调的方向发展,从而不仅实现生物种群之间数量的协调,而且实现生物与环境之间的相互适应。

(4) 开放性。生态系统不断从外界获取物质和能量,并经过一系列的生态转化过程,将代谢产物输出,以维持生态系统的有序进化。生态系统的整体性、动态性、自调控功能和开放性特征启示我们在进行特定生态经济系统研究时,不仅要树立系统的观点、发展的观点,更要树立协调的观点和开放的观点,只有这样,才能推动区域生态经济系统的科学发展。

(二) 产业生态系统

传统的以“资源—产品—废物”为主要特征的线性产业发展模式,引起了生态环境的持续恶化,缩小了人类的相对生存空间,促使人们不得不重新审视和反思已有的经济发展道路。经过对比,人们发现以丹麦卡伦堡工业共生体为代表的“资源—产品—再生资源—再生产品”的循环型产业发展模式,不仅有利于最大限度地减少生产和消费过程中的资源使用量,而且也可以使生产与消费过程中的环境影响降到最低。在此基础上,美国学者 Frosch 和 Gallopoulos 于 1989 年提出了产业生态学和产业生态系统的

概念 (Robert and Gallopoulos, 1989)。

产业生态系统作为产业生态学的研究对象和核心概念,自提出以来就受到国内外学者的广泛关注。由于产业生态系统概念最初是通过与自然生态系统概念的类比加以阐述的,而非严格理论阐释,导致其内涵并不十分确切。不同的学者从各自的研究领域出发,对产业生态系统内涵做出不同的理解和阐释。总结国内外已有的产业生态系统概念,大致可归纳为两种观点。一种观点认为,通过产业系统内部生态关系的建立,形成“资源—产品—再生资源”的循环型资源利用模式,达到产业活动的资源环境影响最小化的目的。代表性定义有以下几种:Frosch 和 Gallopoulos (1989)认为,产业系统可以仿照生态系统从生产者流向消费者,并由分解者和清除者再循环的物质循环过程,在企业之间建立共生关系,从而促使产业系统转化为产业生态系统(industrial ecosystem); Lambert 和 Boons (2002)认为产业生态系统是指由企业间的设备共享、废弃物集中处理和废弃物、多余能量的交换等工业共生关系构成的系统组织;Cote 和 Hall (1995)认为,产业生态系统是指具有如下特征的产业系统,能够维持自然和经济资源,减少生产、物质、能量等方面的成本,提高运作效率、产品质量、工人健康状况和企业公共形象,并能及时提供由废物利用而获利的机会;Karamanos (1996)认为,产业生态学是按照自然系统来塑造产业系统,在自然系统中一种生物的产出成为另一种生物的投入,并使每个过程的效益最大化,这样可以把若干相互作用的公司和工业视为产业生态系统。这些定义基本上存在三个方面的不足(朱红伟,2008;Commoner,1997):①只注意到产业系统内部构成上的小问题,而忽视了产业与环境之间存在的更大的、根本性的互动关系问题;②产业生态系统所追求的“企业环境主义”是与企业利润最大化的目标相矛盾的;③对产业系统重构的需求与主流经济、政治环境的需求之间关系的认识过于简单。另一种观点认为,产业生态系统是由产业系统与环境系统通过相互作用、相互耦合而形成的具有特定结构和功能的复合系统(王如松,2003;陆宏芳等,2006;周文宗等,2005;王如松和杨建新,1999;李慧明等,2005)。也就是借鉴经典的生态系统概念,在产业生态系统中加入了环境因素的考虑,如王如松(2003)、王如松和杨建新(1999)认为,产业生态系统是一类具有生产、生活、供给、接纳、控制和缓冲的整合功能和错综复杂的人类生态关系的社会-经济-自然复合生态系统。Allenby 和 Cooper (1994)认为产业生态系统应包括资源开采者、制造者、消费者和废物处理者四个基本要素。Lambert 和 Boons (2002)认为产业生态系统是由企业间的设备共享、废弃物

集中处理和废弃物、多余能量的交换等产业共生关系构成的系统组织。而 Ayres (1991) 认为, 产业生态系统除了包括资源开采者、制造者 (加工者)、消费者和废物处理者的要素外, 还应包括环境。杨建新和王如松 (1998a) 也认为产业生态系统应包括生产者 (Producers)、消费者 (Consumers)、再生者 (Decomposers) 和外部环境 (Abiotic environment) 等四个基本要素。这一观点强调产业发展与生态环境的统一, 强调区域发展目标是达到经济效益、社会效益与生态效益的统一, 体现了可持续发展的根本追求。

目前产业生态系统的研究和实践主要集中在技术流程、企业和产业园区等中小尺度上 (Graedel and Allenby, 2003)。依据系统论, 局部的最优无法保证系统整体的最优, 任何产业的发展都根植于具体区域之中, 产业生态系统作为一种产业发展形式, 也必须符合产业空间布局规律, 即产业生态系统研究和实践必须进行区域性考虑 (宋涛, 2007)。城市是人类产业活动的基本单元, 城市尺度的研究必将成为产业生态系统研究尺度关注的重点 (陆宏芳等, 2006)。因此, 提升产业生态系统研究的空间尺度成为产业生态系统研究的发展趋势和推进产业生态化实践的必然要求 (Yang and Ong, 2004)。传统产业系统向产业生态系统转型的推进, 必须遵循生态链原则、系统整体性与系统成员个性相结合原则、多样性原则、多功能原则和高效性原则五项原则 (Lowe et al., 1997), 同时也必须具备技术信息管理、经济工具和政策法规三个基本条件 (Cote and Theresa, 1997)。开展产业生态实践主要涉及技术、企业群落和社区三个领域。技术领域主要研究企业内部或企业之间如何通过物理和化学作用实现资源的回收、提炼和再利用 (Allenby and Cooper, 1994); 企业群落主要关注物质交换转移到企业之间其他形式的交流与合作; 社区领域则强调企业群落与其所在地区的劳动力、自然资源、政策环境及其与社区资源的相互联系 (郭莉和苏敬勤, 2004)。

本书认为, 产业生态系统是将与产业系统密切联系的资源子系统和生态环境子系统内化为这一系统内部的构成要素, 成为产业生态系统构成和运行不可缺少的有机组成成分, 形成了包括产业子系统、资源子系统和环境子系统在内的更高层次的大系统 (图 1-1)。这一系统运行的目的并不是单纯地追求产业规模的数量扩张以及经济总量的快速增长, 而是产业子系统、资源子系统与环境子系统的协调与互动, 追求资源的可持续利用、生态环境承载力之内的经济增长, 也就是以产业与资源环境子系统之间的协同共赢、和谐发展为目标, 规划、设计产业生态系统的运行模式、机制,

形成经济合理、环境优化、资源有效的发展格局。可见，产业生态系统的这一内涵，既体现了生态与经济协调发展的理念，也体现了可持续发展的系统性思想，更是可持续发展系统整体最优目标的追求在产业生态领域的具体体现。

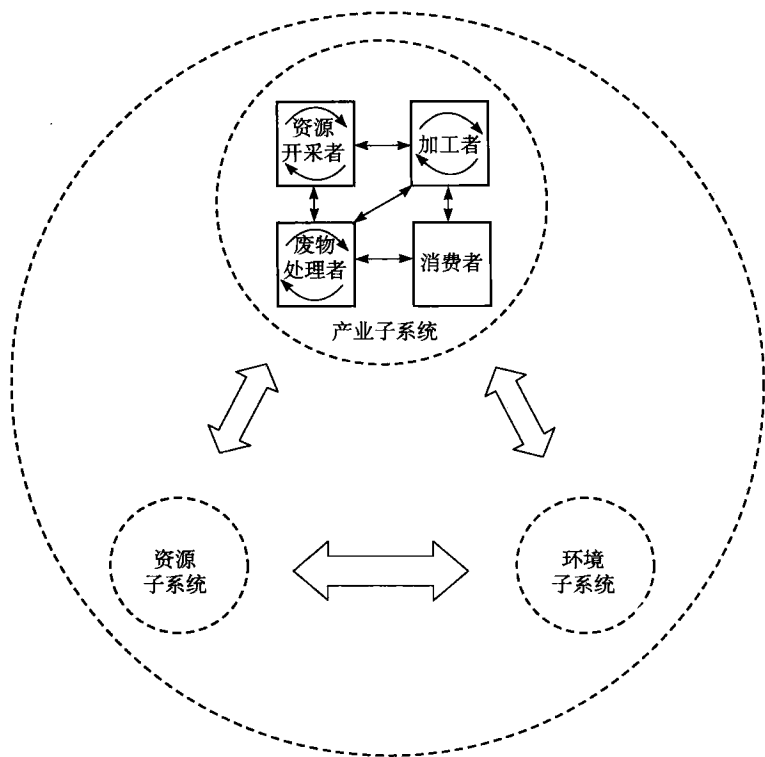


图 1-1 产业生态系统构成关系示意图

（三）矿业城市产业生态系统

1. 矿业城市的内涵及判定标准

矿业城市是一种特殊类型的城市，是指以矿产资源为对象的采掘工业及其相关的社会生产发展到一定规模后，由于人口集聚而形成的特定地域（中国大百科全书出版社编辑部等，1990）。目前学术界对矿业城市内涵的理解有两种观点（于光，2007）：一是从城市功能角度，认为矿业城市的主要功能是向社会提供矿产品及其初加工产品等；二是从资源开发与城市发展的关系角度，认为矿业城市是在开发利用能源、矿产资源基础上兴