

我国生态工业园认识和实践中的误区:隐喻的使用

王 震^{1,2}, 石 磊^{2,*}, 孙德智¹

(1. 北京林业大学环境科学与工程学院, 北京 100083; 2. 清华大学环境科学与工程系, 北京 100084)

摘要:近几年随着我国生态工业园的蓬勃发展,不可避免地出现了一些认识和实践中的误区,这些问题将会影响我国循环经济的健康开展。生态工业园在理论层面中的一个基本属性就是其概念的隐喻性,而我国的学术界和实践界都或多或少地忽视了这个问题,将研究和实践带入了一个不必要的误区。提出了工业系统与自然系统之间的双向隐喻现象,并深入分析了隐喻在科学研究中的作用和限制;总结了我国生态工业园相关的隐喻性概念及其泛化现象,进而分析了其产生的深层原因,并提出了改进建议;以工业共生不稳定现象的研究为案例初步说明了如何在产业生态学的研究中合理地使用隐喻性概念。

关键词:生态工业园;工业共生;稳定性;隐喻

文章编号:1000-0933(2009)11-6199-08 中图分类号:Q143 文献标识码:A

Debates in research and practice of eco-industrial park in China: the utilization of metaphor

WANG Zhen^{1,2}, SHI Lei^{2,*}, SUN De-Zhi¹

1 School of Environmental Sciences and Engineering, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

2 Department of Environmental Sciences and Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China

Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(11): 6199 ~ 6206.

Abstract: Following the rapid development of eco-industrial park projects in China, more and more debates appear in research and practice domains, which will influence the progress of Circular Economy. Theoretically, the concept of eco-industrial park is a kind of metaphor rather than a scientific definition. Considering this background, any unlimited utilization of a concept with metaphorical features may go to a misappropriation situation in its research and practice. Firstly, the paper figures out the “bidirectional metaphorical phenomenon” between sciences of industrial system and natural system. Then, it highlights advantages and weaknesses of using metaphorical concepts in scientific research. In view of the current situation of China, we summarize many concepts related to eco-industrial park and figure out its abusive utilization problem. Based on an analysis on its cultural background, some suggestions are provided to overcome the problem. Finally, the paper illustrates a case study about how to use this metaphorical concept in a research on the stability of industrial symbiosis.

Key Words: eco-industrial park; industrial symbiosis; stability; metaphor

无论是在自然科学还是在人文学科中,比喻的使用已经成为一个非常普遍的现象,科学的整个概念体系本身在很大程度上就是比喻式的。例如,在分子生物学中,人们用编码、解码等过程来说明生命的活动过程,使“密码(Code)”成为最常用的基因表达方式(隐喻),另外,还经常把基因说成是一种“身份”(隐喻);在化学中,常讲“苯环的结构像是六条首尾相接的蛇”(明喻)、把 C₆₀ 叫作“足球烯”(隐喻);在人文学科中,经常说

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40601037);国家“十一五”科技支撑计划课题资助项目(2007BAC16B03);北京林业大学科研启动基金资助项目

收稿日期:2008-12-24; 修订日期:2009-02-17

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: slone@tsinghua.edu.cn

“仁者若山、智者若水”(明喻)^[1,2]。可以说以“隐喻”为特点的比喻式表达方式已经成为科学发展过程中必不可少的重要元素,它对诸多学科领域起着建构性的作用。

同样,在产业生态学的研究中也经常出现这种现象。其中,“生态工业园”在本质上就是一种隐喻性概念。生态工业园是一种通过物质流或能量流传递等方式将不同行业连接起来的企业群落,园区内一家工厂的废弃物或副产物成为另一家工厂的原料或能源,形成共享资源和互换副产物的工业共生^[3~6]。近年来,生态工业园的理念已被我国学术界、政府界和企业界所广泛接受。这里需要注意的是,学术界内有许多学者认为生态学是生态工业园的基础理论之一,但究竟怎样应用目前还没有具体地深入下去。其中,一个最主要的原因就是对于生态工业园概念的“隐喻性”属性缺乏本质的认识,从而将相关研究活动和实践活动带入一个不必要的误区。

文本旨在探究生态工业园概念的这一属性,分析产业生态学中出现的隐喻性现象,揭示其在科学研究过程中的作用与限制,并总结我国生态工业园领域内相关概念的使用现状及出现的问题,最后,以具体研究实例说明隐喻性概念如何规范地应用。

1 工业系统与生态系统之间的双向隐喻现象

在生态学中,可以看到大量原本在社会经济系统中使用的概念,通过“隐喻”这一途径被用来描述自然生态系统中的各种现象或特性。例如,“生产力、敌人”分别用来构成生态学中“初级生产力、天敌”等概念^[7]。

从另一角度看,许多自然生态系统中的原生概念也可以用到以工业系统为研究对象的学科中去,20 世纪 90 年代发展起来的产业生态学就是这样一门学科。产业生态学的发展可以说是隐喻性概念不断发掘和应用的过程。其中,有许多概念已经演化出较为丰富的理论内涵或形成一套较为成熟的方法论体系,并被各国学术者、工业界、政府所广泛接受,例如“工业代谢、生命周期分析、物质流分析”^[8]等,这些概念最初都来源于对自然生态系统中生命活动、物质流动规律的隐喻式观察,并最终在工业系统的研究中找到新的定位及应用价值。

所以,包括产业生态学在内的许多学科,这种以“工业系统、自然生态系统”为对象的研究中广泛存在着大量的隐喻式概念,而且是双向的。

2 隐喻在科学研究中的作用与限制

2.1 隐喻的作用

本质上,隐喻是一种语言表达手法。英语中的“metaphor(隐喻)”一词来源于希腊语“metaphora”,该词由“meta”和“pherein”合成,意思分别为“over”和“to carry”,合起来就是“to carry over”,有“带过来,拿过来”的意思^[9]。因此,隐喻是借用属于一个事物的名称来表征另一个事物,从而暗示它们之间存在的相似之处^[10]。隐喻不仅是一种语言现象,更是随着人类认知的发展而产生的一种不可缺少的创造性思维能力。美国学者 Lakoff 和 Johnson 所著的《Metaphors We Live By》一书中将“隐喻”引入认知领域,认为隐喻除了是一种语言现象,本质上更是一种认知现象,它体现了一个语义创新和生成的过程^[1]。

由于隐喻的“语言表达手法、创新思维方式”双重功能特征,使得它在科学发展过程中有着独特的地位,这种地位在于它对科学研究过程有着“启发、辅助、传播”等方面的积极作用。在研究初始和后期阶段,隐喻式思维和表达可以:

- ① 启发学者对已有领域寻找新的探索方向;
- ② 辅助学者理清和表达还没有完全理解但已经模糊感知的事物特征;
- ③ 方便学者之间的交流和讨论;
- ④ 在研究成果得出后,一个简单、得当、准确的隐喻可使研究结果迅速和广泛地在社会中传播开来,将科学成果进一步转化为生产力。

2.2 隐喻的限制

同时,隐喻也是一把“双刃剑”,在科学研究过程中也可能起反作用。这一事实已经引起了诸多学者的关

注,其中 Matthew 和 Manfred 于 2003 年在《Science》上刊登一篇文章,强调“虽然隐喻可以为很多领域提供一些新的视角(novel insights),但也可能将研究者带入误用(misappropriation)的死胡同”^[7]。该文以“天敌(natural enemy)”在生态学研究中的许多问题为例,强调隐喻的正确使用离不开与其具体的研究对象和研究背景的紧密结合。这是在使用隐喻时往往会忽视了一个显而易见的事实:虽然本体和喻体有相似的地方,但它们的本质及所遵循的规律是不同的。以隐喻式思维为线索的研究工作在开展时,一旦将关注点越过喻体对象并达到本体对象时,就必须对本体领域的固有特征进行分析和总结,而不能把原来喻体领域内的各种特性及规律直接套用到本体领域的研究中去。

总之,隐喻的本体和喻体之间是“相似”的而不是“相同”的,在科学研究过程中只能间接借鉴,而不能直接套用。如果进行借鉴,必须遵循一定科学研究的过程。例如,假设某些喻体的特征在本体中是可能“存在的”,那么就应该作为一个新的探索方向进行科学论证,而不能想当然地认为某些隐喻性特征是绝对或无条件存在的。

3 我国生态工业园相关的隐喻性概念及问题

3.1 我国生态工业园相关的隐喻性概念

近年来,随着我国环境和资源问题的不断突出,国家提出了循环经济建设的战略要求。相应地,在学术界和实践界中,提出了一系列工业系统与自然生态系统之间隐喻性的概念。例如,“生态工业、生态工业园、生态工业系统、工业生态系统、工业生态化”等(表 1)。这些概念的使用数量较多,形式也较为类似,一方面给相关研究者和实践者之间的交流产生不便,另一方面,有的概念在使用中可能会产生误导作用。下面,以其核心概念“生态工业”为例,说明隐喻性概念在使用时常出现的两个问题。

从语言学角度看,“生态工业”的内涵非常丰富,使用起来容易造成混淆。“生态工业”可以有两种解释,分别是“模仿生态系统运作的工业”和“对生态系统友好的工业”,两类“生态工业”可以再分为许多组成要素,如图 1 所示。虽然,两种“生态工业”的最终目的都是保护生态环境,但形式和内容有所区别:

① 前者是在隐喻基础上通过模仿“生态”系统的运作方式来提升“工业”系统的效能,后者则通过改造“工业”系统各种传统的不合理行为来保护自然“生态”,可以没有模仿;

② 前者更多关注物质和能量的高效利用方式,后者则多关注更广泛的方面;

③ 前者是一种间接的保护行为,后者是一种直接的保护行为。

3.2 隐喻性概念使用中常出现的问题

由于“生态工业”内涵的非常丰富,使用起来如果上下文背景不清晰就容易产生歧义。实际上,国际上使用这个词的很少,几乎没有“eco-industry 或 ecological industry”的用法,只有“eco-industrial…”的形式,这表明“生态工业”作为一种修饰性的前缀,需要跟具体的研究领域和对象结合起来才能有实际意义。

从认知学角度看,“生态工业”的用法还容易导致错误的认知习惯。原因在于“隐喻性”思维的使用过程中往往会忽视喻体和本体之间存在的本质区别。例如,经常有作者强调“将工业系统视为一类(特定的)生态系统”,并以此作为主要依据,进而将自然生态系统的特征直接应用于工业系统中各种行为或关系的定性表达中。实质上,这是一种错误的用法。芬兰学者 Korhonen 于 2004 年以“产业生态学^①的理论”为题目,专门撰文阐述过这种工业系统与生态系统之间的本质区别。文中举了“信息流(information flows)”的例子^[11]:生态系统中的信息流与人类系统(文化系统、经济系统)中的信息流有着本质的区别。自然界中信息的储存介质是基因,信息的流动依靠繁殖;经济系统中信息的储存介质是文化(例如,语言、书籍、电影、因特网等),信息的流动也依赖于这些介质;而且,自然界的进化速度远远慢于人类社会的进化速度,由于人类社会信息的快速创造与传播,自然物种已不能适应经济系统的过度消费。所以,从根本上讲,自然系统和人类系统在本质特征

① 中文词语“产业生态学”与“工业生态学”的对应英文皆为“industrial ecology”,相同地,中文词语的“工业生态系统”与“产业生态系统”的对应英文皆为“industrial ecosystem”;出现这种现象是由于中文翻译者的个人使用习惯或理解不同(例如,认为“产业”大于“工业”,后者仅为第二产业),“industrial”被译成“产业”和“工业”两种,继而出现争议,在本文中视为同义词

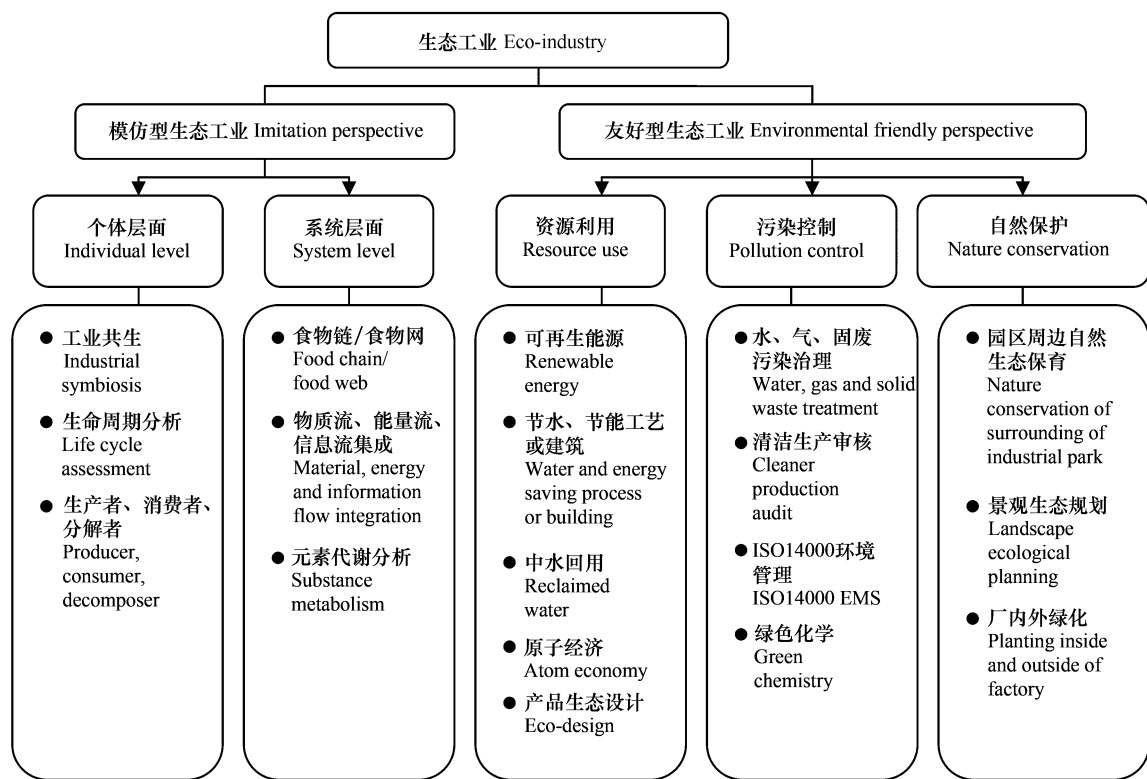


图1 “生态工业”可能包括的可持续发展领域内涵

Fig. 1 The possible elements of eco-industry development in the context of sustainable development

上有很大的区别,这些是隐喻性概念力所不能及的。

4 隐喻问题产生的深层原因及使用建议

4.1 隐喻现象的社会文化禀性

隐喻问题产生的深层原因在于对语言和文化背景的依赖性,其作用发挥的好坏取决于隐喻本身与其应用“环境”的相互影响。在科学研究中,在一个地区文化背景中产生的隐喻,被应用到另外一个地区时可能会产生一定的误用,也可能会比原来的环境更有利于知识的传播^[7]。所以,分析我国有关“生态”的文化背景就显得十分必要。

单纯从科学角度看,“生态”是一种客观存在,指自然界的生物之间和生物与周围环境之间的各种关系,它使我们联系想到“生态系统、生态恢复”等生态学概念。

然而,在我国更多时候“生态”首先是一种哲学思想,暗含着一种“天人合一”的意思。例如,《周易·文言》中说“与天地合其德,与日月合其明,与四时合其序”;《孟子·梁惠王·上》中讲“数罟不入洿池,鱼鳖不可胜食也;斧斤以时入山林,林木不可胜用也”,这些都反映了我国自古以来尊重自然、维护生态平衡的哲学思想^[12]。

其次,“生态”也是一种生活语言,认为“生态的”就是“自然的、健康的、美妙的”(例如“生态食品、生态建筑、生态社区”等);随着可持续发展观念的广泛传播,“生态”在很多场合已经成为“经济、社会、自然”三者和谐发展关系的代名词(例如,“生态城市、生态产业、生态社区”等)。

最后,“生态”才是一种科学或工程上的概念。例如,我国自古就有许多“生态工程、生态农业”的案例,它代表着一种可持续农业的工程模式和技术组合^[13]。所以,我国丰富的“生态”文化背景,使得人们经常使用的“生态化、生态工业”等词语(例如,“对工业的生态化改造”),也决定了其内涵之异常广泛、词语演化形式之多种多样(表1)。一方面,这有利于产业生态学相关观点和概念在中国的传播速度和广度;但另一方面,也

产生了上面所说的泛化与误用问题。

4.2 隐喻使用的建议

隐喻是促进科学认知的工具,但有多大价值取决于我们如何去使用它。在我国,学术界一致认为生态学是循环经济、生态工业园的理论基础,但究竟怎样结合目前还没有细致地深入下去,这实际上就是一个隐喻使用的规范化问题。

表 1 我国现有“生态工业园”相关隐喻性概念的分类和使用频率
Table 1 Types of metaphoric concepts related to eco-industrial park in China and frequency of use

分类 Type	中文(国内用法) Chinese concepts	对应英文(国际用法) English translation	频率 Frequency of use
源概念 Source concepts	生态	Eco-	—
	生态学的	Ecological	—
隐喻性概念 Metaphoric concepts	表示过程 For processes	生态化	较少 Low
		产业生态化	较少 Low
		生态现代化	中等 Middle
		生态产业	中等 Middle
	表示对象 For objects	生态工业	中等 Middle
		生态农业	较高 High
		生态旅游	较高 High
		生态建筑	较高 High
		工业生态系统	中等 Middle
		生态工业系统	较少 Low
		生态工业网络	较高 High
		生态工业园	较高 High

本文建议,在科学研究过程中隐喻性概念应该是研究的“启发”或“假设”,而不是“既成的结论”,需要随着研究的逐步深入和积累,强化其对于新领域中研究对象的科学价值。所以,在规范地进行工业系统与生态系统之间的隐喻式研究时,建议首先思考以下几个问题:

- ① 作为研究对象的本体与喻体的本质有何不同?
- ② 作为启发点的喻体的特征是什么?
- ③ 基于这种本体与喻体具有相同特征的假设,能够发现哪些本体的新的特征?
- ④ 这些新的特征对于人们认识和改进本体行为有什么积极作用?

5 隐喻如何使用的案例:工业共生不稳定现象的研究

5.1 工业共生的不稳定现象

随着国内、外生态工业园实践地不断开展,许多学者发现一些建成的工业共生出现了“不稳定”的现象。

例如,Heeres 发现美国早期生态工业园代表之一的 Cape Charles,其风能发电工业的电力产品一方面进入地方电网,另外,还在非用电高峰时把过剩的电能用作豆油生产。豆油生产的废渣作为家禽饲料,同时,豆油厂的多余热能还用作鱼塘养鱼,鱼塘的废物又被用作农业肥料。但是,由于地理位置偏远、技术水平低下、缺少经济资助等原因,这个系统已逐步停止了这些共生链接,由不稳定走向了消失^[14]。

在国内,武春友等学者也发现类似的现象:某著名生态工业园区中的核心企业高层于近年发生人事变动,继任领导在产业布局和发展战略上有不同认识,对过去已经长期运行的企业工艺流程进行业务流程重组,结果切断了原有与上下游企业之间的废物利用途径,使原先的一些共生链条发生断裂、变动^[15]。因此,从提供实践保障的角度,生态工业园稳定性的研究具有重要的现实意义^[16]。

5.2 隐喻视角下稳定性研究的冷思考

那么,工业共生的“稳定性”应该如何理解呢?针对这个问题,越来越多的国内外学者从“隐喻”的角度进

行了研究,其中,有许多学者将“生态系统稳定性”的概念及测量方法直接应用到“工业共生稳定性”的定性和定量化研究过程中。尽管这样的视角有利于研究视野的拓展,但在具体的应用中还应保持谨慎的态度。

(1) 自然生态系统的稳定性研究

从生态学角度,“生态系统稳定性”的内涵是理论生态学界研究的内容之一,也是长期争论的焦点问题之一。2004 年柳新伟等国内学者曾经对此做过综述性介绍^[17]:据统计,关于稳定性有 163 个相关定义和 70 个不同的概念,其中,经典的生态系统稳定性定义有两个方面:(1)生态系统对于干扰破坏的抵抗能力与避免能力,简称为“抵抗力(resistance)”;(2)生态系统在受到干扰破坏后恢复到最初状态的能力,简称为“恢复力(resilience)”;另外,还可以用恒定性(constancy)、惯性(inertia)、持久性(persistence)等定义来描述生态系统稳定性。其中,关于“抵抗力、恢复力”的阐述,可以用不同森林植被发生林火后的情形进行说明^[18]。例如,加利福尼亚的红木森林生态系统中红木具有厚实的树皮,因此对林火抵抗力较大,但是一旦林火超过其承受能力而灼烧以后就很难恢复,甚至失去恢复原状的能力;而灌木生态系统对林火非常敏感,但是在遭受林火以后能很快恢复。

(2) 工业共生的稳定性应该如何看待?

显然,上述自然生态系统“抵抗力、恢复力”的视角可以应用到工业系统中。例如,人们可以通过探讨一个地区不同产业结构对于金融危机的抵抗力和恢复力,来说明不同地区经济系统的稳定性。

然而,能否用自然生态系统的稳定性来解释工业共生的稳定性值得进一步商榷。本质上,“工业共生”是工业系统中的一种“特殊关系”,这种关系是建立在企业之间正常生产和消费活动的基础上,目的是工业系统在发挥“提供产品和服务”功能的同时产生“资源节约和污染物减少”的功能。当面对新的技术创新、产品种类的调整、经济环境变动等情况时,企业不得不改变或终止已有的共生关系,这是一个自然而然的过程,前面 Cape Charles 和国内案例都充分地说明了这一点。所以,“工业共生关系”只是工业系统中诸多关系的一种,可以采用“系统”的视角来观察多个层次上多种要素对“共生关系”的影响作用,但并不能将之直接作为一个“工业共生系统”(或称“工业生态系统”)来处理。正如,不能将生态系统中的“捕食关系”说成“捕食系统”一样,当然更不能说“捕食系统的抵抗力和恢复力”。

总之,采用类比的视角进行稳定性的研究是有启发意义的,但这种思路首先应该作为研究的“工具”,而不是研究“目的”。事实上,产生这一误用的根源还是在于隐喻性概念本身的不成熟和使用过程中的不规范、不谨慎的问题。“工业生态系统”一词产生的初衷是为了用来归纳一类隐喻现象,一旦使用“-system”的表达方式就容易使人想当然地认为研究对象具有系统的特征,并在潜意识中将其作为研究的理论背景。

5.3 工业共生稳定性的内涵挖掘

“工业共生关系”在现实中表现为一个个“废物或副产品链接”,那么是否这些“物质链接”的稳定性就是“工业共生”的稳定性呢?是否这些链连接的越长越稳定呢?答案显然是否定的。原因在于工业共生应该是系统层面的稳定性而非个体层面的稳定性,是行为模式的持续性而非某个物质链接存在的固定性。现实中,单个案例的物质链接的断开在很多情况下不能认为是不好的或不合理的,比如,①企业开发出了生命周期影响更小的产品种类或技术方案;②对于同一种废物或副产品,企业发现数量规模更大、经济效益更好的利用途径,或找到其他交易信誉更好的新合作企业;③原来产生废物和副产品的主产品已经没有销售市场等(企业生存靠主产品来盈利)。

所以,工业共生的稳定性应该具有以下特征:

(1)功能的稳定性 无论怎样连接或变动,工业共生应始终围绕“资源节约和污染物减少”这样一个功能;

(2)动态的稳定性 同一种废物或副产品可以根据当地经济环境的变化在多种工业共生形式中和多个企业间进行动态调整,单纯利用某一个点的稳定性来判定关系的稳定性是错误的;

(3)开放的稳定性 当有更好的产品和技术选择出现时,要适时断链,并在新的产品和技术系统中寻找

新的共生机会。

由以上分析可知,单纯强调单个工业共生链的稳定性或长度是没有意义的,关键在于维持那些具有明显资源效益和环境效益的工业共生行为的经常发生。著名的卡伦堡(Kalundborg)生态工业园就以此作为努力目标,并为之付出很大的代价,正如 Ehrenfeld^[19]所描述的:丹麦富产天然气,其价格低廉的天然气甚至可以一直输送到瑞典境内,然而为了维持现有的共生格局,卡伦堡却没有自己的天然气输气管道,那里的居民只能使用炼油厂提供的昂贵的燃气或液化气瓶;另外,石膏厂在 1995 年发现石膏中含有大量对人类造成健康危害的钒后,火电厂花大力改进其设备,以防止钒的累积。

对卡伦堡而言,技术变化、经济压力、新能源和新材料等变化都会使共生行为受到显著影响。所以,维持工业共生行为的经常发生就需要解决一些关键的问题,在此,本文提出以下两个主题供研究者和实践者参考:① 工业共生关系的影响因素及其相互作用。例如,现有的废物再利用法规体系对工业共生关系的影响、企业家的环保意识对工业共生关系的影响等。② 保障性制度的设计与运用。例如,一个个物质链接的实质上是企业实体的经济行为和环境管理的行为的组合表现,需要根据不同行业特色、地方经济和文化特色设计共生行为的游戏规则,并在关键的环节给予支持。

6 结语

综上所述,隐喻是促进事物认知和科学发展的有效工具,但其能够发挥多大价值取决于如何去使用它。在我国,学术界一致认为生态学是循环经济、生态工业园的理论基础,但究竟怎样结合目前还没有具体和深入下去,其中的一个重要原因就是忽视了概念本身的隐喻性属性。其实,要改变这种现状,就需要做到隐喻概念使用的规范化,重视研究本体和客体之间的本质区别,深入挖掘研究对象的现实价值及规律。这样,才能在认知层面构建出生态工业园的理论体系,并进一步推动相应实践工作的良性发展。

References:

- [1] George L, Mark J. *Metaphors We Live By*, Chicago: University of Chicago Press, 1980.
- [2] Fishelov D. *Metaphors of Genre: The Role of Analogies in Genre Theory*. University Park: Pennsylvania State UP, 1993.
- [3] Frosch R A, Gallopoulos N. *Strategies for Manufacturing*. Scientific American, 1989, 260 (3): 144.
- [4] Jocelyn Kaiser. In This Danish Industrial Park, Nothing Goes to Waste, Science, 1999, (285): 686.
- [5] Marian R. Chertow, Rachel L. Quantifying Economic and Environmental Benefits of Co-Located Firms, Environmental Science & Technology, 2005, 39 (17): 6535—6541.
- [6] Cote R P, Hall J. Industrial parks as ecosystems. Journal of Cleaner Production, 1995, 3 (1,2): 41—46.
- [7] Matthew K C, Manfred D L. Natural Enemies-Metaphor or Misconception?. Science, 2003, 301(4 JULY): 52—53.
- [8] Graedel T E, Allenby B R. *Industrial Ecology*. New Jersey: Prentice Hall, 1995.
- [9] Pi D M. Inspiration of metaphor theory in teaching English word. Journal of Xianqian Normal University (Social Science Edition), 2007, 29 (1): 184—186.
- [10] Wu L. Metaphor and Its Functions in Natural Science. Science, Technology and Dialectics, 2007, 24(1): 41—43.
- [11] Jouni K. Theory of industrial ecology. Progress in Industrial Ecology, 2004, 1(1-3): 61—88.
- [12] Wang S P, Qiao Q. The combination of man and universe: the ancient Chinese ecology ethnics. Land & Resources, 2002, (4): 56—57.
- [13] Li W H. *Ecological agriculture-Theory and practice of sustainable agriculture in China*. Beijing: Chemical Industry Press, 2003.
- [14] Heeres R R, Vermeulen W J V, Walle F B. Eco-industrial park initiatives in the USA and the Netherlands: first lessons. Journal of Cleaner Production, 2004, 12 (8-10): 985—995.
- [15] Wu Ch Y, Deng H, Duan N. Review on the Study of the Stability of Industrial Ecosystem. China Population, Resources and Environment, 2005, 15(5): 20—25.
- [16] Wang Z, Shi L, Jia X P. Weighted connectance for industrial communities based on structural holes theory. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(2): 810—814.

- [17] Liu X W, Zhou H C, Li P, Peng S L. A conceptual analysis of ecosystem stability. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(11): 2635—2640.
- [18] Kristiina V, John G, John W. *Ecosystem*. New York: Springer-Verlag New York, Inc., 1997.
- [19] Ehrenfeld J, Gertler N. Industrial ecology in practice: the evolution of interdependence at Kalundborg. *Journal of Industrial Ecology*, 1997, 1(1): 67—79.

参考文献:

- [9] 皮德敏. 隐喻理论对英语词汇教学的启示. *湘潭师范学院学报(社会科学版)*, 2007, 29(1): 184~186.
- [10] 吴琳. 自然科学中的隐喻及其效力. *科学技术与辩证法*, 2007, 24(1): 41~43.
- [12] 王松霏, 乔樵. 天人合一: 古代中国的生态观. *国土资源*, 2002, (4): 56~57.
- [13] 李文华. *生态农业-中国可持续农业的理论与实践*. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [15] 武春友, 邓华, 段宁. 产业生态系统稳定性研究述评. *中国人口·资源与环境*, 2005, 15(5): 20~25.
- [16] 王政, 石磊, 贾小平. 基于结构洞理论的产业生态群落关联度赋值方法. *生态学报*, 2009, 29(2): 810~814.
- [17] 柳新伟, 周厚诚, 李萍, 彭少麟. 生态系统稳定性定义剖析. *生态学报*, 2004, 24(11): 2635~2640.