

生态工业园:我国工业可持续发展的战略抉择

Eco - Industrial Park: A Strategic Option of Sustainable Development of China's Industry

王兆华 王国红 武春友

(大连理工大学管理学院 大连 116024)

纵观全球各国工业发展历程,工业在为全球带来财富的同时,也给人类的生存环境带来了巨大的威胁。目前人类因工业直接和间接造成的生态和环境破坏主要有:大气污染;水污染严重和淡水资源缺乏;天然植被破坏严重;耕地沙化、退化;垃圾泛滥,固体废物污染;生物多样性锐减;化石能源和不可再生资源濒临枯竭;酸雨灾害严重;气温升高,灾害性的气候异常;臭氧层被破坏。这十大环境和资源问题给人类带来的危害,足以被称作“生态危机”,也是人类的生存危机。因此,如何使工业在为人类造福的同时不再产生负面影响已经成为一个迫切需要解决的问题。工业生态学是为综合解决工业发展过程中各种环境问题所采取的一种系统化、一体化的理论工具体系,以该理论为基础而建立的生态工业园是实践中最为成功的应用。在生态工业园内,各种业务上具有关联关系的企业聚集在一起,一家企业产生的废物将是另一家企业的生产原料,这些企业依照顺序形成一个高效率的闭环系统(Closed Loop System),既提高了经济效益又从根本上改善了生态环境。因此,生态工业园将是解决我国工业污染问题、实现可持续发展的一条可行途径。

一、我国工业发展现状分析

自改革开放以来,特别是近20年从计划经济向市场经济过渡和转型以来,我国的经济建设、工农业生产均有了突飞猛进的发展。从行业来看,能源、冶金、化工、建材等基础工业的年增长则更高,

这些企业一般来说均为重污染型的行业。从地域来看,城市仍是重点,特别是那些以粗放经营为主的资源型、工业密集型重工业城市。迅猛发展的乡镇企业,由于技术水平低,设备陈旧;单位产品能耗高、资源消耗大;污染物排放量大,污染源数量多、分布广;生产管理不善,造成资源能源严重浪费,环境污染严重,给污染控制和管理带来很大困难。从污染来源来看,虽然我国的生活污染和农业生产带来的污染有增加趋势,但当前污染物主要来自工业,工业污染物占排放总量的70%。因此在今后相当一段时期内,工业污染防治仍将是我国环境工作的重点。

我国的耕地、淡水、能源等人均占有率不及世界人均水平的1/3~1/2,而单位产品用水量比发达国家高5~10倍,主要工业产品能耗比国外平均高40%,过量使用的水、原料、能源既造成废物污染又额外消耗人力、物力和财力。因此,如何有效地防治“三废”将直接影响到我国工业发展的整体水平。在《中国环境保护行动计划》中指出:我国工业污染防治的主要目标是:有效削减有害物质的排放,努力降低万元产值的排污量,控制住废水中化学耗氧物质排放的增长,增加SO₂治理能力,提高工业废弃物的综合利用率,逐步开展有毒有害废物的集中处理,重点防治占全国工业污染负荷85%的约9000家重点污染源,污染控制的重点产业是化学工业、冶金工业、建材和轻工业。目前,我国防治工业污染的主要措施是加强对企业的技术改造、推广清洁生产,即对生产过程与产品采取整体预防性的环境策

- 北京:中国科学技术出版社,1996
- [5] 倪绍祥,查勇,蒋建军. 我国资源与环境遥感研究的进展与展望. 南京师大学报(自然科学版),1995,18(3):81-94
- [6] 冯筠,黄新宇. 遥感技术在资源环境监测中的作用及发展趋势. 遥感技术与应用,1999,14(4):59-70
- [7] 马蔼乃. 遥感信息模型. 北京:北京大学出版社,1997
- [8] 易秀. 遥感技术在城市生态系统分析和研究中的应用. 西安工程学院学报,2000,22(2):75-78

- [9] Ridd, M. K., Liu, J., A Comparison of four algorithms for change detection in an urban environment. Remote Sensing of Environment,1998,63:95-100
- [10] Phinn, S. K., A framework for selecting appropriate remotely sensed data dimensions for environmental monitoring and management. International Journal of Remote Sensing, 1998,19(17):3457-3463
- [11] Kim, H. H., Urban heat island. International Journal of Remote Sensing,1992,13:2319-2336

(责任编辑 肖庆山)

略,以减少对人类与环境可能的危害。然而,清洁生产过于重视在单个企业内部开展系统化的污染防治工作,而忽略了不同企业的合作。对于一个地区来说,污染和生态破坏是一个系统问题,仅从单个企业着手而不考虑整体预防是无法实现区域范围内整体环境和生态改善的。清洁生产的提倡者往往不能从各种不同产业组成的工业系统的高度来审视系统内部不同成员之间的物流和能流关系,这种缺乏一体化的思想导致大量的有用资源和能源白白浪费掉,而且也往往忽视了工业发展和周围自然环境之间的和谐问题。以工业生态学为理论基础建立生态工业园既考虑到了单个企业的清洁生产问题,又鼓励园区内的企业相互交换副产品,从系统一体化的角度建立工业共生网络,提高园区的生态及资源效率。因此,建立生态工业园将是实现我国工业可持续发展的可行途径。

二、生态工业园:可持续的工业革命

生态工业园 (Eco - Industrial Park, EIP) 概念的提出基于理论界对工业生态学的不断探索和研究。1989年9月美国通用汽车公司的研究部副总裁罗伯特·福布什 (Robert Frosch) 和负责发动机研究的尼古拉斯·加罗布劳 (Nicolas Gallopoulos) 在《科学美国人》杂志上发表的题为《可持续工业发展战略》的文章正式提出了工业生态学的概念。工业生态学把整个工业系统作为一个生态系统来看待,认为工业系统中的物质、能源和信息的流动与储存不是孤立的简单叠加关系,而是可以像在自然生态系统中那样地循环运行,它们之间相互依赖、相互作用、相互影响,形成复杂的、相互链接的网络系统。此外,该理论还认为理想的工业生态系统应以完全循环的方式运行“零污染”、“零排放”,在这种状态下,没有绝对意义上的废料,对某一个部门来说是废料,对另一部门来说却可能是资源。因此,工业生态学被认为是人类社会活动中协调经济、社会和环境各系统之间关系的最为有效的理论工具 (如图1所示)。

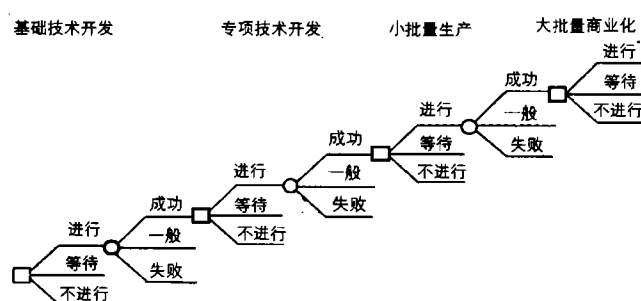


图1 工业生态学与其它领域的关系

生态工业园则是工业生态学实践应用的结果。生态工业园概念的提出可以追溯到美国 Indigo 发展研究所 Ernest Lowe 教授 (Indigo development, 1992), 他将生态工业园定义为: 一个由制造业企业和服务业企业组成的企业生物群落。它通过在包括能源、水和材料这些基本要素在内的环境与资源方面的合作和管理, 来实现生态环境与经济的双重优化和协调发展, 最终使该企业群落寻求一种比每个公司优化个体表现就会实现的个体效益之和还要大得多的群体效益。生态工业园区的目标体现在以下几个方面: 设法将人类系统与自然系统由分割转为融合; 减少对能源和材料的使用; 减少工业活动对自然系统可承受程度产生的生态影响; 保护自然系统的生态可靠性; 确保人们满意的生活质量; 维持工业、贸易和商业系统的经济可靠性。

此外, 更值得指出的是生态工业园之所以具有吸引力, 在于它为企业带来巨大经济效益的同时也为自身和周边社区带来巨大的环境效益。一是从企业层面, 通过提高材料和能源的使用效率、废物的再生利用和消除能招致法规处罚的行为等途径, 降低了园内企业生产成本、提高了企业绩效、提升了企业竞争力。同时包括废物管理、培训、采购、突发事件的处理、环境信息系统和其它支持服务在内的一般性的服务都可以在园区的企业间实现共享。二是从环境绩效改善层面, 生态工业园不仅将大量削减污染源和废物源, 而且还会减少对自然资源的需求。园区成员将通过污染防治、能源有效使用、水管理、资源再生利用等创新性的清洁生产技术, 减轻工业生产所造成的环境负担。三是从周边社区层面, 经济效益的改善和环境绩效的提高将吸引更多租客企业进入园区, 有助于形成以 EIP 为核心的经济增长极。以此为中心, 将极大牵动园区内服务业、咨询服务业等第三产业的发展, 并通过辐射、带动作用推进周围社区的发展。

由此可见, 生态工业园将环境保护与企业和社会利益有机地结合在了一起, 使各参与主体均从环境保护中获得了利益。这也是生态工业园之所以能够在世界各地推广开来的主要原因。

三、国际范围内生态工业园发展状况

生态工业园的概念一经提出就立即得到了许多国家特别是美国、加拿大等西方发达国家的重视, 并迅速付诸实践。资料显示, 截至 2001 年上半年, 加拿大波恩赛德工业园就有 1 000 多家企业入驻, 初步具备了生态工业园的雏形。在其他地方, 如亚洲、欧洲、南美洲、澳大利亚、南非和纳比米亚等地也相继建立生态工业园项目, 据初步统计, 在亚洲至少有 60 项, 仅日本就有 30 多项。

表 1 美国各地生态工业园项目的主要特征

地点	特征
查尔斯港, 弗吉尼亚洲	可持续性的技术和自然海岸特色
巴尔的摩机场, 马里兰州	现存工业园的改造、合作生产、废物回收利用
布朗斯维尔, 德克萨斯州	区域范围内的废料交换和销售
波林顿河床, 佛蒙特州	城郊的农业生态园, 生物能量, 废物处理
查塔努加, 田纳西州	市区和原军工厂的重新开发, 绿色区域, 环保技术
绿色机构, 明尼苏达州	城市市区, 小规模绿色企业孵化器, 废料的重新利用
普拉特博, 纽约州	大型军用基地的重新开发, 资源、废物和环境管理系统
伦敦德里, 新罕布什尔州	面向小规模社区
图森, 亚利桑那州	商务和居民区的整合, 面向环保的企业, 自然特色
富兰克林郡, 北卡罗莱纳州	关于能源更新和环境技术的复杂商务活动
雷蒙德, 华盛顿州	具有人造森林的新园区, 固体和液体废物的循环流动
萨根特郡, 华盛顿州	具有支持体系的新园区, 环保工业
Shady Side, 马里兰州	旧设备的更新改造、维修, 小规模的环保和技术型企业

美国是较早进行工业生态园实践的国家之一, 相当数量的生态工业园项目得到了美国环保总署 (Environmental Protection Administration, EPA) 和总统可持续发展委员会 (President Sustainable Development Committee, PSDC) 的支持。表 1 列示了美国各地生态工业园的选址及特征。

加拿大也开发了一些含有生态特征的工业园, 并于 1992 年在波恩赛德启动了“生态系统与工业园”项目, 这是对生态工业园生态特征与功能规律探索的初步研究。类似的研究在安大略湖的多伦多市波特兰工业区也相继启动, 与波恩赛德工业园一样, 这一园区内也包含大量制造企业和服务企业, 他们以废物和能量的交换联系为纽带相互衔接起来。目前, 加拿大拥有 40 座生态工业园, 其中 9 座被认为有潜力发展成为真正意义上的生态工业园。

不论在美国还是在加拿大, 以工业生态学为理论基础建立起来的生态工业园都表现出了显著的生态特性。在加拿大安大略湖的萨纳亚工业园内, 石油提炼厂、橡胶合成厂、制药厂和蒸汽发电厂以及其他可能存在联系的企业之间存在大量的共生现象。另外, 位于安大略湖的布卢斯能源中心, 就是围绕安大略湖 Hydro 核电站建立的, 目的是充分利用它的废热和蒸汽, 聚集在该中心内的企业, 通过使用这些能源可以容易地完成诸如脱水、浓缩、蒸馏、水解和加热等工业生产过程。同时, 园区中的 4 家工业企业也充分利用附近农场内生产的农产品, 形成了一个生态产业园。在加拿大的新斯科舍省 (Nova Scotia), 一家企业同时与几家企业联系, 它们实现着木材、纸纤维和碳氢化合物的循环流动, 最为显著的特征是能够实现废纸、纸板和石油的循环利用。在这些企业中也存在着其它物资的流动, 随着园区内企业的集聚, 会有越来越多的企业加入到工业共生的网络中, 使生态工业园的发展更有利于实现平衡与稳定。

四、我国建立生态工业园的对策

西方发达国家工业化革命的实践告诉我们, 要实现经济的可持续增长, 必须加强环保意识, 必须从生态的角度改造现有工业生产模式。生态工业园的提出实质上是孕育了一种可持续工业革命, 有望实现企业社会效益、经济效益、环境效益的“三赢”。然而, 在我国这样市场发育程度不高的国度推行生态工业园建设模式决非是一蹴而就的, 这需要来自政府、企业和社会的支持, 具体地做好以下几个方面的工作。

一是政策的引导和支持。为了使生态工业园在我国得到发展, 需要当地政府和园区管理部门的大力支持和推动。应推行各种优惠政策, 如金融、人员培训、税收等方面, 鼓励企业进入生态工业园, 并提倡在园区内建立生态产业链, 形成工业共生网络。同时, 还要制订必要的法规, 对生态工业园加以规范, 做到有法可依、有章可循, 特别要使用经济激励和惩罚手段, 以推动循环经济的健康发展。国外生态工业园发展的经验表明, 政策的引导和支持是生态工业园建设初期特别需要的。

二是运用工业生态学理念, 对生态工业园进行系统规划。合理的规划和正确的选址是生态工业园建设能否成功的关键一步。应根据园区的规模和引入企业的类型, 对园区内的道路交通、垃圾填埋场、能源设施 (电、热) 及污水处理设施等进行先期规划, 并使其规模和功能具有一定的回旋空间。

三是提高资源的使用效率, 并鼓励在园区内进行资源的梯次流动。在生态工业园内提倡资源的综合利用, 使废弃物资源化、减量化和无害化, 把有害环境的废弃物减少到最低限度, 这是工业生态学的一条重要原则和重要标志。废弃物的综合利用有两种方式: 一是原级资源化, 即把废弃物生成与原来相同的产品, 如将废纸生成再生纸、废玻璃生成新玻璃、废钢铁生成再生钢, 这种方式的利用可以减少原材料量的 20%~90%; 二是次级资源化, 即把废弃物变成与原来不同的新产品, 这种利用方式可减少原材料量的 25%。后一种方式模仿自然生态系统, 使资源和能源在整个工业系统中循环使用, 上家的废料成为下家的原料和动力, 尽可能把各种资源都充分利用起来, 做到资源共享、各得其利、共同发展。我国在建设生态工业园时, 也应鼓励采用这种模式。

四是运用先进的生态设计手段, 对产品进行生命周期分析。生态工业园要求把经济效益、社会效益和环境效益统一起来, 并且要充分注意到使物质循环利用, 做到物尽其用。对于产品, 要求即使在使用生命周期结束之后, 也易于拆卸和综合利用; 在产品设计中要尽量采用标准设计, 使一些装备可以便捷地升级换代, 而不必整机报废; 同时, 在产品中, 不使用或尽可能少使用有毒有害的原料。尽量

不产生或少产生对人体健康和环境的不利影响。

五是鼓励企业采用无害或低害新工艺、新技术,大力降低原材料和能源的消耗,实现少投入、高产出、低污染,尽可能把污染物消除在生产过程之中。西方国家推行生态工业园项目的实践证明,这种要求是可以做到的。以德国为例,在 GDP 增长两倍多的情况下,主要污染物减少了近 75%,收到了经济效益和环境效益“双赢”的结果。

总之,生态工业园在我国还是一种新兴事物,我们应认真学习国外的成功经验,同时结合我国的具体国情和工业特点,在一些具有代表性的重工业基地进行实验、总结经验,在此基础上进行推广,使我国工业真正走上可持续发展的道路。

参考文献

- [1] Raymond P. Co\te, E. Cohen - Rosenthal Designing eco - industrial parks: a synthesis of some experiences Journal of Cleaner Production 6(1998), 181-188
- [2] Co\te, Hall J. Industrial parks as ecosystems Journal of Cleaner Production (1995), 41-46

- [3] Lowe Ernest, Moran S, Holmes A fieldbook for the development of eco - industrial parks. Report for the U. S. Environmental Protection Agency. Oakland (CA): Indigo Development International, (1995), 67-72
- [4] President's Council on Sustainable Development Eco - Industrial Park Workshop Proceedings, Washington (DC), October 1996, 17-18
- [5] Cohen - Rosenthal E, Mc Galiard T, Bell M. Designing eco - industrial parks: the U. S. experience. Industry and Environment (UNEP) October - December 1996, 19(4)
- [6] Co\te, Ellison R, Grant J, Hall J, Klynstra P, Martin M, Wade P. Designing and operating industrial parks as ecosystems hali - fax(Nova Scotia): School for Resource and Environmental Studies, Dalhousie University, 1995
- [7] 周群艳等. 当前我国环境存在的问题. 地质技术经济管理, 2000(3)
- [8] 金锴. 经济全球化背景下的中国工业. 中国工业经济, 2001(5)
- [9] 曹凤中, 周国梅. 中国工业废水污染控制战略的审视. 环境科学与技术, 2001(2) (责任编辑 王宏章)

科技动态

用盐制造量子计算机

据英《新科学家》2002年6月1日报道:剑桥大学的 Crispin Barnes 领导的一个科研小组最近提出,他们可以用普通的盐最后制造出量子计算机。也就是说计算机的芯片是添加盐而不再是用硅制造。这种特技的优点是避免了包括用单个原子生产量子处理器的许多技术困难。

量子计算机是旨在利用原子或电子的奇特性质产生巨大处理能力的装置。过去提出的设计之一是在银白色硅中埋入的每个磷原子上安上电极。每个磷原子核或者顺时针方向或者逆时针方向旋转,这就可以用来储存单个量子信息单位。利用这些原子的旋转,电极就可以用某种方式处理这些数据,使芯片能进行计算。但使磷原子进入硅中定位并非易事,用原子力显微镜一个接一个移动磷原子既费时间又很困难。而用磷原子轰击硅的晶体则可能破坏硅的结构;而且,在埋入的磷原子上面使电极精确定位更加困难。

因此,现在 Barnes 提出了新的设想,他们认为,用盐中的钠原子代替磷原子可以把事情做得更好。他们设想的根据是,钠原子比磷原子小,小到足以从硅的晶格中穿过。因此研究人员将钠原子称为“导航原子”,因为它们是在电极下自动进入适当位置的。

在芯片上得到钠原子的方法也很简单:将芯片浸入氯化钠(普通的盐)溶液中就行。当溶液干燥时,溶液中的一些钠原子就渗入薄的硅氧化层中,然后在芯片表面沉积微小的电极,并用电极建立一个电场,利用电场吸引钠原子进入硅晶体中,并正好将一个原子定位在每个电极之下。

Barnes 称,接通电源后钠原子会自动“漂进”适当位置,并将自己“埋入”晶格之内。然后在液氮中使芯片冷冻,重新把电子连接到原子上,锁定它们的位置,这些原子就可以用于量子处理。(刘先曙)

快速化验炭疽病毒的新仪器

据英《新科学家》2002年6月29日报道:美国一家生物技术公司已制造了一种仪器,能迅速检测出炭疽病原体。该公司利用这种使用最新 PCR 技术(核酸扩增技术)的仪器,放大 DNA 片段以便更快地识别炭疽一类细菌,1次化验在 78 秒钟内就能得出结果。和该公司合作的内布拉斯加大学的 Hendrik Viljoen 声称,这是世界上运作最快的 PCR 技术。

以往鉴别可疑的细菌,唯一的方法是在实验室花几天的时间培养它。而现代的 PCR 技术可以使这一过程减少到几小时。但即使这样,也不可能快到足以挽救需要立即抢救的受害者。由于 DNA 片段必须在通过每次放大周期时暴露在不同温度下,这一过程通常是由热循环机自动进行的,而热循环机要用加热和冷却元件缓慢地加热

和冷却 DNA 周围的空气,因此利用以往的 PCR 仪器化验很费时间。

新的 PCR 仪器用的是压缩的氦气和二氧化碳而不是空气,因为氦的热传导比其他气体快。当压缩的二氧化碳释放时,它会立即使周围冷却,并增加气体在仪器中的运动速度,产生更快的热传导,缩短了放大周期。

Viljoen 用 20 种不同有机微生物(包括引起炭疽病的 *Bacillus Anthracis* 细菌)的 DNA 试样在新机器上试验了 600 多次。但加利福尼亚 PCR 制造厂的 Kurt Peterson 说,在化验速度和灵敏度之间仍有一定矛盾,超快速的化验仪器不大可能在事先毫无准备的情况下,就灵敏到足以检测出少量的病原体来。

(刘先曙)