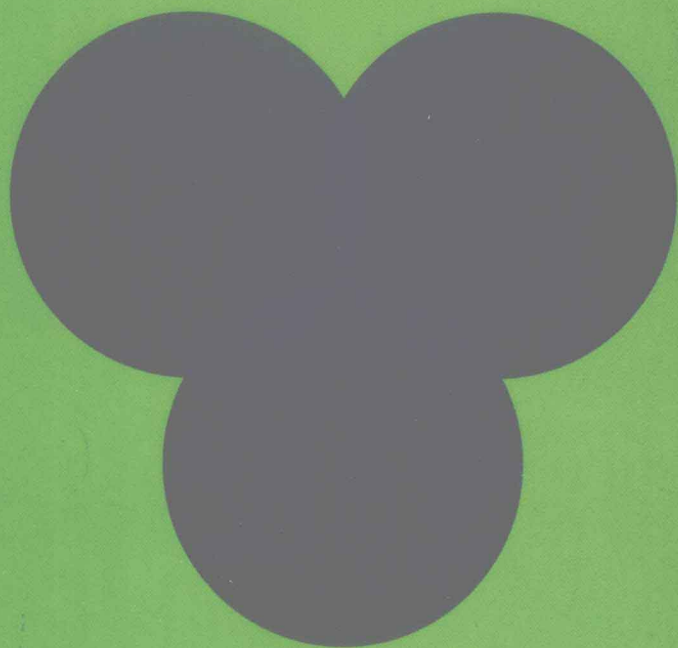


SHENGTAI GONGYEYUAN LILUN YU SHIJIAN JIAOCHENG

生态工业园理论与实践教程

崔兆杰 谢 锋 编著



中国环境科学出版社

中国环境出版社
CHINA ENVIRONMENTAL PUBLISHING HOUSE

生态工业园理论与实践教程

王德林 王 强 编著



中国环境出版社

生态工业园 理论与实践教程

崔兆杰 谢 锋 编著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

生态工业园理论与实践教程/崔兆杰, 谢锋编著. —北京: 中国环境科学出版社, 2012.1

ISBN 978-7-5111-0729-9

I. ①生… II. ①崔…②谢… III. ①工业园区—生态环境—教材 IV. ①X171

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 200512 号

责任编辑 刘 璐
责任校对 尹 芳
封面设计 何 为

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2012 年 1 月第 1 版
印 次 2012 年 1 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 17.5
字 数 324 千字
定 价 48.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

前 言

进入 21 世纪以来,可持续发展成为发展的主旋律,世界各国力求转变“生产—消费—废弃”的传统经济发展模式,仿照自然生态系统物质循环方式,建立起“生产—消费—废弃—再生利用”的可持续发展模式,实现经济效益、环境效益和社会效益的有机统一。20 世纪六七十年代,丹麦卡伦堡生态工业园的成功实践使得生态工业园的建设成为全球的主流和趋势。

生态工业园综合地运用了工业生态学和循环经济理论,把经济增长建立在环境保护的基础上,体现了人与自然和谐相处的思想,是 21 世纪经济可持续发展的一种重要模式。生态工业园通过在不同企业之间形成共享资源和互换副产品的产业共生组合,使一个企业产生的副产品或废物用作另一个企业的投入或原材料,实现物质循环利用和能量多级利用,从而形成一个相互依存、类似于自然生态系统食物链过程的工业生态系统,达到物质、能量利用的最大化和废物排放的最小化,降低经济发展和环境保护的社会成本和经济成本。

本书是一本生态工业园方面的专业教材,主要包括三部分内容。第一部分,生态工业园的理论基础,分别介绍了生态工业园的产生与发展历程、定义、类型、国内外发展状况以及生态工业园的基础理论。第二部分,生态工业园建设的技術方法,主要论述了生态工业园规划与建设的技術方法、生态工业园运行管理体系、我国及山东省生态工业园的管理规定。第三部分,生态工业园的实践范例,分别对综合类、行业类、静脉产业类生态工业园案例进行了分析。

本书每一章后都附有思考题,可供从事环境、政策法规、经济、技术、工程、建筑、商业以及相关领域的大专院校师生、工程技术人员作为教材或专业参考书,也为那些在工业、政府以及非政府组织工作的人员提供了一本介绍生态工业园及相关知识的专业书。

全书共分为八章,由崔兆杰、谢锋主编并审稿。其中,第1章由王晓菲、宋婷婷编写;第2章由刘雷、于斐编写;第3章由周艳明、张新端编写;第4章由孙晓梅编写;第5、6、7、8章由王艳艳、武光、李晓阳、杨荣共同编写。

需要指出的是,由于生态工业园的理论及实践都在快速发展和完善之中,再加上编著者时间和水平的局限,本书所列内容不完善甚至不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编著者

2010年12月

目 录

第 1 章 生态工业园概述.....	1
1.1 生态工业园产生的背景.....	1
1.2 生态工业园的定义、特征和类型.....	5
1.3 生态工业园的发展历程.....	10
1.4 建设生态工业园的目的和意义.....	15
1.5 国内外生态工业园发展情况.....	17
1.6 生态工业园的发展趋势.....	22
参考文献	23
思考题	25
第 2 章 生态工业园规划与建设基础理论.....	26
2.1 清洁生产理论	26
2.2 循环经济理论	28
2.3 产业生态学理论	33
2.4 系统论理论	45
参考文献	50
思考题	50
第 3 章 生态工业园规划与建设的技术方法.....	51
3.1 生态工业园规划的技术方法.....	51
3.2 生态工业园建设的技术方法.....	78
3.3 生态工业园的运行调控.....	95
参考文献	116
思考题	117
第 4 章 生态工业园的管理.....	118
4.1 行政管理	118
4.2 机构能力建设	119
4.3 信息管理	121

4.4 环境管理	122
4.5 公众参与	127
参考文献	128
思考题	128
第5章 生态工业园建设规定解读	129
5.1 国家生态工业示范园区管理办法解读	129
5.2 生态工业园区建设标准解读	134
5.3 山东省省级生态工业园区管理办法解读	140
5.4 山东省生态工业园区考核标准解读	144
参考文献	146
思考题	146
第6章 综合类生态工业园区案例分析	147
6.1 卡伦堡生态工业园案例分析	147
6.2 烟台经济技术开发区案例分析	151
6.3 日照经济技术开发区案例分析	163
参考文献	175
思考题	175
第7章 行业类生态工业示范园区案例分析	176
7.1 山东潍坊滨海经济开发区案例分析	176
7.2 祥光生态工业园案例分析	182
7.3 广西贵港生态工业示范园区案例分析	188
7.4 杜邦模式	192
参考文献	193
思考题	193
第8章 静脉产业类生态工业示范园区案例分析	194
8.1 日本北九州生态工业园案例分析	194
8.2 德国双轨制回收系统案例分析	197
8.3 青岛新天地生态工业示范园区案例分析	202
8.4 山东德力西再生塑料生态工业园案例分析	206
参考文献	211
思考题	211

附 件	212
附件一 国家生态工业示范园区管理办法（试行）	213
附件二 综合类生态工业园区标准（发布稿）（HJ 274—2009）	228
附件三 行业类生态工业园区标准（试行）（HJ/T 273—2006）	241
附件四 静脉产业类生态工业园区标准（试行）（HJ/T 275—2006）	249
附件五 山东省省级生态工业园区管理办法（试行）	256

第 1 章 生态工业园概述

1.1 生态工业园产生的背景

1.1.1 理论背景

工业革命以来,社会生产力迅速发展,人类改造世界的能力和规模不断扩大,对环境的干预能力也越来越大,资源消耗速度增加,污染物产生量剧增,致使环境问题越来越严重,污染事件不断发生,人们的生命安全受到了越来越大的威胁。

20 世纪 30—60 年代发生了比利时马斯河谷烟雾事件、多诺拉烟雾事件、伦敦烟雾事件、日本水俣病事件、四日市哮喘事件、米糠油事件、骨痛病事件、洛杉矶光化学烟雾事件,被称为“旧八大公害事件”。80 年代又发生了意大利塞维索化学污染事故、美国三里岛核电站泄漏事故、墨西哥液化气爆炸事件、印度博帕尔农药泄漏事件、苏联切尔诺贝利核电站泄漏事故、瑞士巴塞尔赞多兹化学公司莱茵河污染事故、全球大气污染和非洲大灾荒等“新八大公害事件”。环境公害事件的发生引起了社会各界对环境问题的重视。1962 年,美国生物学家蕾切尔·卡逊发表了《寂静的春天》一书,以生动而严肃的语言描述了杀虫剂和化肥的滥用对环境所带来的巨大危害,以触目惊心的案例警示人们破坏环境终将受到大自然的惩罚。面对工业发展所带来的生态破坏、资源耗竭等环境问题,如何系统、整体地协调工业发展与环境保护之间的关系,实现人类社会与自然生态系统和谐发展,引起了人们的重视。

20 世纪 60 年代末,美国经济学家肯尼思·E.鲍尔丁(Kenneth E. Boulding)提出了“宇宙飞船经济理论”,该理论认为地球就像在太空中飞行的宇宙飞船,这艘飞船靠不断消耗自身有限的资源而生存,如果人类不合理地开发利用环境资源,超过了地球的承载能力,就会像宇宙飞船超载那样易于崩溃和毁灭。唯一使之延长寿命的方法就是实现飞船内的资源循环,尽可能少地排出废物。同样地,地球经济系统如同一艘宇宙飞船,尽管地球资源系统比它大得多,地球寿命也长得多,但是也只有实现对资源循环利用的“循环经济”,地球才得以长存。这一理论强调指出,现代社会必须淘汰落后传统的“牛仔经济”(或称为“牧童经济”)这种不

可持续经济模式，取而代之的将是“宇宙飞船经济”，它意味着人们的经济活动开始转向遵循以反馈为特征的生态学规律，开始考虑通过源头削减、过程循环利用的途径来实现可持续发展。

1972 年，意大利的“罗马俱乐部”发表了名为《增长的极限》的研究报告，指出如果让世界人口、工业化、污染、粮食生产和资源消耗方面以现在的趋势继续下去，今后 100 年内地球经济的发展就会达到极限。虽然该报告的观点带有一定的悲观色彩，但在当时的世界上引起了巨大的震动，促使经济界和企业界开始考虑资源过度消耗的问题。

早在 20 世纪 60 年代，随着环境质量进一步恶化，就有学者提出用系统的思想研究环境问题，他们已经意识到工业过程包括原料的获得、产品加工制造、产品分配销售、产品使用、产品废弃及回收等过程，都会不同程度地产生污染。Ayres (1969) 认为环境问题与经济行为有密切关系，有必要对整个经济领域的物流进行管理。但由于在当时末端治理方式普遍被很多人接受和使用，系统思想没有得到重视。20 世纪 80 年代后，末端治理的弊端逐渐显现，系统思想又重新焕发生机。1976 年，欧共体在巴黎举行的“无废工艺和无废生产国际研讨会”上，首次提出了清洁生产的概念，其核心是消除产生污染物的根源，从源头减少污染物的产生，尽可能地回收有用的资源，达到污染物最小化及资源和能源利用的最大化；1989 年 5 月，联合国环境规划署工业与环境规划中心正式制订了《清洁生产计划》，提出了国际普遍认可的包括产品设计、工业革新、原辅材料选择、过程管理和信息获得等一系列内容和方法的清洁生产总体框架；1992 年，在联合国环境与发展大会上，清洁生产正式写入《21 世纪议程》，成为通过预防来实现工业可持续发展的专用术语。

然而清洁生产针对的只是单个企业，在企业层次的系统中通过对生产过程的控制，达到减少废物产生、提高资源利用率的目的。随着企业间的联系日益密切，人们渴望一种在工业区或地区层次的工业系统中实现清洁生产。

20 世纪 60 年代，随着生态学的迅速发展，人们开始考虑模仿生态系统，将自然生态系统的物质和能量流动规律运用到工业系统中。1989 年 9 月，以 Frosch 和 Gallopoulos 发表题为“制造业的战略”一文为标志，“产业生态学”的概念被正式提出，它认为工业生态系统应向自然生态系统学习，并可以建立类似于自然生态系统的工业生态系统。在这样的系统中，每个工业企业必须与其他工业企业相互依存、相互联系，从而构成一个复合的大系统，以便运用一体化的生产方式来代替过去简单化的传统生产方式，减少工业对环境的影响。

自 20 世纪 60 年代以来，人类从未停止思考如何平衡经济发展与环境保护的关系，无论是“宇宙飞船”理论、系统论，还是清洁生产思想、循环经济和产业生态学，都体现了一种从源头削减污染物、提高资源利用率的思想，为生态工业

园的产生做了理论铺垫。20 世纪 90 年代初, 在一些学术论文和会议报告中开始出现了“生态工业园”(Eco-Industrial Parks, EIPs)的概念。

1.1.2 实践背景

20 世纪 60 年代开始, 环境污染问题日益突出, 环境保护逐渐成为国际性问题, 环境保护运动首先在发达国家兴起。人们开始注意控制污染物的排放, 最早是通过将污染物进行稀释来达到减轻危害的目的, 同时人们开始依靠先进的科学技术对已经造成的污染进行治理, 环境污染治理技术达到了全面快速的发展, 建设和使用污水处理厂、废物填埋场和采用垃圾焚烧炉等环境技术、工艺和设备成为这一时期环境管理的主要手段。各个国家先后成立了环境保护机构, 许多国家以控制污染为目的, 通过行政措施和法律手段对“三废”进行处理。为了达到规定的排放要求, 企业不得不建设污染物处理设施, 通过环境工程手段对污染物进行净化处理。此举针对的是已经形成的污染, 因此往往只有环境效益而无经济效益, 由于没有抓住生产全过程控制和污染源削减, 生产过程中污染物的产生量很大, 需要污染治理的投资很大, 而维持处理设施的运行费用也相当高。尤其是随着政府管理力度的加大, 监测的污染物种类越来越多, 污染物的排放标准也越来越严格, 为达到排放要求, 企业在污染治理方面投入的资金也越来越高。

资源的枯竭与环境的不堪重负使得人们不得不另辟蹊径。第二次世界大战后一些发达国家为了发展经济, 改善城市布局, 建立了工业园区, 以降低基础设施和公用事业的成本, 而且各种互补性的工业企业和服务业可以对周围地区产生放大器效果, 进一步刺激经济发展。

为了减少废物产生, 提高资源利用率和企业的经济效益, 企业间开始考虑通过建立彼此间合作关系, 实现基础设施、资源能源的共享, 降低单个企业分担的成本。本着互利共生的原则, 丹麦卡伦堡(Kalundborg)工业园的几个重要企业开始了最初的尝试。

20 世纪 70 年代, 丹麦卡伦堡生态工业园的几个重要企业为了减少费用, 处理废料以及有效地利用资源, 自发地建立了企业间的合作关系, 形成了一种新的工业体系, 当地的管理部門将其称为“工业共生体”。该园区由发电厂、炼油厂、制药厂和石膏制板厂 4 个核心企业和十余家小型企业构成, 模仿生态群落的代谢关系建立了“电厂-脱硫石膏-石膏板厂”、“炼油厂-酸气脱硫-硫酸厂”等产业链, 将废物和副产品重新作为原料加以利用, 产生了明显的经济效益和环境效益。卡伦堡共生体被认为是现代生态工业园的雏形, 其在节约资源、保护环境方面的成就为生态工业园的建立和发展奠定了基础。

现在, 全球生态工业园项目以倍增的速度迅速发展, 在世界经济舞台上已逐渐开始发挥重要作用, 美国至少有 40 个社区建立了生态工业园项目, 加拿大、日

本等发达国家也相继进行了生态工业园的尝试和建设,仅在日本就有大约 60 个生态工业园项目在运行和开发。

我国工业园区随着经济体制改革,从数量和规模上都有了较快的发展。在我国,生态工业园被认为是继经济技术开发区、高新技术开发区之后的第三代产业园区。目前我国已建起广西贵港国家生态工业(制糖)示范园区、广东南海国家生态工业示范园区、内蒙古包头国家生态工业示范园区、新疆石河子国家生态工业示范园区、烟台经济技术开发区国家生态工业示范园区、潍坊海洋化工高新技术产业开发国家生态工业示范园区、青岛新天地工业园(静脉产业类)国家生态工业示范园区、鲁北国家生态工业建设示范园区等 40 多个国家生态工业试点示范园区。

广西贵港集团生态工业园是我国确立的第一个生态工业园项目。制糖工业本身是一个排污多、污染重的行业,特别是在我国这种制糖技术相对落后的国家,制糖造成的污染和浪费一直是该行业难以克服的大问题。生态工业园区的建立使废物在产业链的流动中得到多级利用,既节约了资源,又把污染物消除在生产工艺中,创造了非常可观的经济效益和环境效益。

生态工业园区作为一种新型的工业园区形式,可以有效地利用资源,减少污染物产生,使企业实现经济和环境的双重收益,为人类协调经济发展与环境保护指出了一条出路。

1.1.3 管理背景

环境污染事件早在 19 世纪就已发生,如英国泰晤士河的污染、日本足尾铜矿的污染事件,但这些偶然发生的事件并没有引起人们对环境问题的足够重视,环境问题处于无管理的状态。20 世纪 50 年代末,发达国家环境污染问题日益突出,发生了“八大公害事件”,使得环境保护逐渐进入了人们的视线。由于当时尚未搞清这些事件产生的原因和机理,所以只采取了限制措施。例如,英国伦敦烟雾事件后英国制定了法律,限制燃料的使用量和污染物的排放时间。

随后,环境污染问题日益突出,各发达国家因此相继成立了环境保护机构。当时,环境污染问题被看成是一种单纯的污染净化技术问题,狠抓了排污口的“三废”(废气、废水、废渣)治理。在法律措施上,颁布了一系列环境保护的法规 and 标准,加强法治,如日本在 1967 年制定了《公害对策基本法》,美国国会在 1969 年通过了《国家环境政策法》;1972 年,德国制定了《废物处理法》等。政府采取给工厂企业补助资金,帮助工厂企业建设净化设施;通过征收排污费或实行“谁污染,谁治理”的原则,解决环境污染的治理费用问题。在这个阶段,人们在污染治理上花费了大量资金。

1972 年 6 月 5 日至 16 日,联合国在瑞典斯德哥尔摩召开了人类环境会议,

并通过了《人类环境宣言》，冲破了以环境论环境的狭隘观点，把环境、资源和发展联系在一起，对环境污染问题，也开始实行建设项目环境影响评价制度和污染物排放浓度和总量控制制度，推行清洁生产，从单项治理发展到综合防治。20世纪70年代以来，许多国家在治理环境污染上都进行了大量投资。发达国家如美国、日本用于环境保护的费用占国民生产总值的1%~2%。但通过环境工程技术对产生的污染物进行处理处置，污染治理投资高，运营费用大，提高了企业产品的成本，损害了企业的利益，环境治理逐渐变成了制约企业发展的因素。

与发达国家相比，我国的工业发展相对较晚，但从20世纪70年代开始，也陆续出现了环境污染事件。1973年8月5日至20日，国务院委托国家计委在北京召开了全国环境保护会议，唤起了各级领导和人民群众对环境保护工作的重要性、迫切性和现实性的认识。改革开放以后，我国环保部门在防治工业污染、控制污染物排放方面做了大量工作，其中主要的控制方法为排放浓度控制法，通过制定各类污染物允许排放的浓度标准，迫使企业自觉配置排污设备，减少污染物对环境的影响。这种方法对控制重点污染源排放有毒有害污染物，减轻对环境造成破坏性污染方面起了一定作用，但随着生产和环境管理工作的发展，实践证明仅靠控制排放浓度不能从根本上解决工业污染源的排污问题，国内外又陆续提出了污染物排放总量控制法。但这两种治理方法不仅难以恢复已经破坏的环境，而且治污设备的购置和运行费用高，损害了企业的利益，对工业发展起到了一定的影响，对于正处于发展中的国家，末端治理的方式显然不是长久之计。

1992年6月，在里约热内卢召开了联合国环境与发展大会，这标志着世界环境保护工作又迈上了新的征途：探求环境与人类社会发展的协调方法，实现人类与环境的可持续发展。由此，人们意识到，必须主动地正确地协调环境与发展之间的关系，需求一种可持续的发展模式，产业界、环境学界和经济学界逐渐将目光转向工业生产的过程控制（清洁生产）以及产业生态学实践上，生态工业、生态工业园区的概念也随之被广泛接受和用于实践。

1.2 生态工业园的定义、特征和类型

1.2.1 生态工业园的定义

20世纪90年代初，随着丹麦卡伦堡生态工业园的创建、发展与闻名，在一些学术论文和会议报告中开始出现“生态工业园区”的概念，并成为可持续发展理念走向实践的重要方向之一，有关的理论与工业实践之后呈迅速发展的势头。

最早提出“生态工业园”概念的是美国Indigo发展研究所的Ernest Lowe教授，他在1992年将“生态工业园”定义为：一个由制造业和服务业组成的企业生

物群落,它通过在包括能源、水、原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^[1]。

Côté 和 Hall (1995) 从生态工业园的运作目标角度将生态工业园定义为:生态工业园是保存自然与经济资源,减少生产、物质、能量、保险与处理成本与债务,提高操作效率、质量,改善工人健康状况和公众形象,并提供来自废料利用及其规模的收益机会的工业系统^[2]。

1996 年,美国环境保护署(EPA)给出的定义是:EIPs 是一种由制造业和服务业所组成的产业共同体,他们通过在环境及物质的再生利用方面的协作,寻求环境和经济效益的增强。通过共同运作,产业共同体可以取得比单个企业通过个体的最优化所取得的效益之和更大的效益^[3]。

康奈尔研究所在 1999 年定义的生态工业园为:包括一系列不仅接近而且还有副产品输入输出关系的商务群。在其发展中,“经济和环境运作看做是在同一个飞船上,相互补充,走向成功。一个过程中产生的副产品成为另一个过程的原料。”达到促进经济活跃、减少废物和污染的目的^[4]。

我国学者柯金虎在 2002 年对 EIPs 做出如下定义:生态工业园是对工业生态学的具体运用,是指一个园区范围内,各企业进行合作,以使资源得到最优化利用,特别是相互利用废料(一个企业的废料当做另一个企业的原料)^[4]。

原国家环保总局在《生态工业园区规划指南(试行)》中对生态工业示范园的定义为:生态工业示范园区是依据清洁生产要求、循环经济理念和工业生态学原理而设计建立的一种新型工业园区,它通过物流或能流传递等方式把不同工厂或企业连接起来,形成共享资源和互换副产品的产业共生组合,使一家工厂的废物或副产品成为另一家工厂的原料或能源,模拟自然系统,在产业系统中建立“生产者—消费者—分解者”的循环途径,寻求物质闭环循环、能量多级利用和废物产生最小化。

1996 年在美国可持续发展总统委员会主办的专题讨论会上,有这样两种观点。第一种观点是:生态工业园是一个市场共同体,彼此之间以及与地方社区之间互相合作,高效分享资源(信息、原料、水、能、基础设施和自然环境),从而导致经济增长和环境质量改善“双赢”,并为市场共同体和地方社区更有效、公平地配置人力资源;第二种观点是:生态工业园是一种计划好的物质能量交换的工业体系,它寻求原材料和能源消耗的最小化,废物产生的最小化,并建立可持续的经济、生态和社会关系^[5]。

对于生态工业园的定义和内涵,虽然由于考察对象的不同而略有差异,但本质上是相同的,可以概括为两个方面:一是园区内追求物质闭路循环和能量多级利用,二是园区内各成员实现清洁生产,各成员之间形成共生的协助关系。

1.2.2 生态工业园的特征

(1) 资源循环利用是生态工业园区的主要特征。产业内部、产业之间的合作及产业与周边资源的有机结合,仿照自然生态系统物质循环方式,遵循“设计—生产—回收—再利用”的经济模式,使上游生产过程中产生的废物成为下游生产的原料,形成一个相互依存、类似于生态食物链的“工业生态系统”,从而实现资源的高效、持续利用。即以“自然耦合”的方式实现了环境污染的负外部性内部化。

(2) 系统协调稳定运行是生态工业园区的关键特征。企业间通过多种方式形成稳定、健康的产业链,生态链相互交织,联系渠道多样化,构成开环和闭合循环共存的复杂的生态链网,工业生态系统柔性强、具有长期运作的潜力和较强的自我稳定性。

(3) 基础设施共享是生态工业园区的基础特征。园区内道路、供水、供电、垃圾处理污水处理等基础设施为各个企业所共享,这样既提高了基础设施的利用率,也降低了每个企业承担的成本。同时企业的相对集中,与之相关物流、能流、信息流、人力资源、生产能力等的相应集中,可以降低企业的信息搜寻成本、物流成本等,使企业相互之间可以开展更加广泛的绿色合作。

(4) 系统开放性是生态工业园区的典型特征。生态工业园区作为一个大系统,与周边地区、外部环境之间存在着物质、能量和信息的交换。在生态工业系统内部,各个子系统也通过边界与其他 subsystem 进行资源交换、信息交换、物质交换和能量交换等。这种开放性贯穿于工业活动的全过程,如果停止,系统运行也就停止。

(5) 经济高效是生态工业园区的本质特征。通过物料循环、能源梯级利用和提高效率,降低了生产成本;通过支持性服务和公共设施的共享,减低了运营成本;企业群落集中且联系紧密,降低了运输成本。

(6) 环境质量良好是生态工业园区的内在特征。运用清洁生产工艺和生态工程,以对外污染零排放为目标实现对天然资源的循环利用,即通过综合规划、产业主体和环境协调发展,从根本上解决了发展经济和保护环境之间的矛盾。

1.2.3 生态工业园的类型

目前,对生态工业园的分类,科学界存在很多不同观点。

按照生态工业园区中各个主体的决策权和它们之间的依赖关系,生态工业园可以分为:

(1) 由一个大型集团企业自主形成的生态工业园区。在这类生态工业园区中,集团内各个行业根据各自的废物和产品组织成工业生态链,虽然园区中形成了资

源、能源重复使用的食物网链，但各个企业的最终决策权主要集中在集团上，各个企业的依赖关系由集团内部调整。

(2) 集聚型生态工业园区。在这类生态工业园区中，存在一个或几个核心企业，其他企业在某种程度上依赖于核心企业，但各个企业都拥有独立的决策权，整个生态工业的食物链是按照核心企业的指导方针运作。

(3) 虚拟型生态工业园区，如生态企业动态联盟。在这类生态工业园区中，决策权完全分布，各个主体之间是一种完全平等的关系，而且在地域分布上也不一定在同一个区域内。

一些学者认为，按照生态工业发展方式与侧重点的不同，可将生态工业园划分为三类：

(1) 零排放生态工业园 (Zero-emission EIP)，指所有企业都在同一地方，它们组成的共同体向自然生态系统的排放趋近于零；

(2) 虚拟生态工业园 (Virtual EIP)，指由不同企业构成松散的链接关系，或由相关地域的企业构成网络；

(3) 生态发展 (Eco-development EIP) 型生态工业园，主要指非产业公司应用生态工业原理进行内部管理和彼此协作，实现共同发展，通常由社会团体、地方政府和非营利机构或公司推动。

依据生态工业园内成员企业间的地域关系，可划分为地域型和虚拟型生态工业园。

(1) 地域型生态工业园：在生态工业园前面加上“地域”这一限定词，目的是为了强调这类生态工业园内的成员位于同一区域内，空间结构上类似于一般工业园区，即在一大片土地上聚集的若干工业企业及相关成员。与一般工业园区不同的是，它是按照工业生态学的原理、仿照自然生态系统的运行方式构建的。并且生态工业园的概念不再仅限于工业园区，划定不同领域的研究内容，进行不同层次、不同方向的实践活动。

(2) 虚拟型生态工业园：“虚拟”生态工业园不严格要求其成员在同一地区，它是利用现代信息技术，通过园区的数学模型和数据库的建立，首先在计算机上建立其成员间的物、能交换关系，然后再在现实中选择适当的企业组成工业生态链、网。德克萨斯州布朗斯维尔是美国—墨西哥边界上有五种运输方式的唯一地点，正困扰于贫困和失业，它是布朗斯维尔生态工业园的所在地，这个工业园也涵盖布朗斯维尔的跨边界“姊妹城”——墨西哥马塔莫罗斯。研究三角研究院 (RTI) 和因迪戈开发公司的研究人员已经考察了布朗斯维尔/马塔莫罗斯生态工业园，并把研究集中在作为该生态工业园核心的布朗斯维尔港。规划人员正在考虑一种“虚拟”生态工业园，其中不一定位于同一地点的工业企业会通过废物交换彼此联系在一起，省去了一般建园所需的昂贵的购地费用。“虚拟”生态工业园的优点在于，