

# 高新区向科技新城发展的生态产业实现路径研究

袁 宇<sup>1,2</sup>, 李福华<sup>3</sup>

(1. 青岛大学 国际商学院, 山东 青岛 266071; 2. 青岛农业大学 经济与管理学院, 山东 青岛 266109;  
3. 青岛大学 管理学院, 山东 青岛 266071)

**摘要:**从循环经济、共生理论、生态工业园和生态产业链的逻辑关系辨析入手,探索了生态产业系统的结构及生态产业链构建的4种类型,主要针对国家高新区的具体情况对改造型及混合型产业生态化路径进行了较深入研究,提出生态产业实现过程中物质循环生态产业链、能量梯级利用生态产业链、水循环利用生态产业链和信息链4条关键生态链的构建,及企业生态化、产业生态化、区域生态化3个层面生态化实现的具体途径,以及在此过程中政府、市场、企业三者的行为选择。

**关键词:**高新区;科技新城;生态产业;生态产业链;“3R”原则

**DOI:**10.6049/kjbydc.2011110398

**中图分类号:**F276.44

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-7348(2012)10-0041-05

## 1 生态产业的理论基础

### 1.1 循环经济理论

循环经济理论起源于1966年美国经济学家肯尼思·鲍尔丁提出的“宇宙飞船理论”,该理论首次从系统论的角度指出当时的“生产投入—资源消耗—产品—废弃物排放”的“单一线性式”的经济发展模式最终会导致资源枯竭,引发资源危机。因此,他提出通过对废弃物的不断再利用形成一种循环状态,从生产和消费源头解决污染和资源浪费问题,以全过程治理实现资源的最大化利用,进而实现经济可持续发展。这一思想直到90年代,经济快速发展背景下环境与资源问题开始突显,单纯的末端治理无法解决经济与环境的矛盾时才开始得到普遍重视,学者专家开始积极探索清洁生产、资源综合利用、产品生态设计开发、生态设计、可持续消费等具体的方法与手段来实现“3R”,即控制输入端,减少生产与消费流程物质量的减量化或减物质化(Reducing);在过程控制中尽可能延长产品和服务的时间强度,或使用频度的再利用原则(Reusing);控制输出端的废弃物再资源化以减少最终处理量的资源化原则(Recycling)。循环经济运行模式见图1,在实践中体现在微观层面的技术在企业层面应用的“小循环”、中观区域层面的生态产业链构建的“中循环”和宏观社会层面体现技术系统、产业系统及生态系统和谐

发展的“大循环”,见图2。

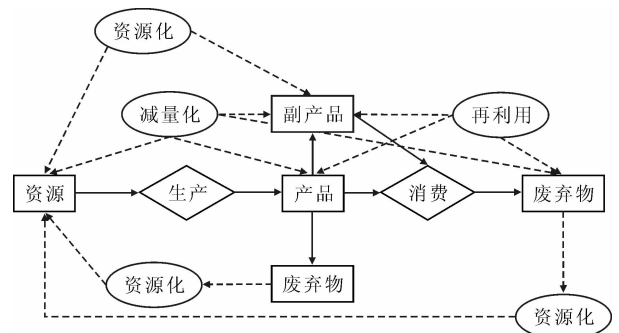


图1 循环经济运行的理想模式

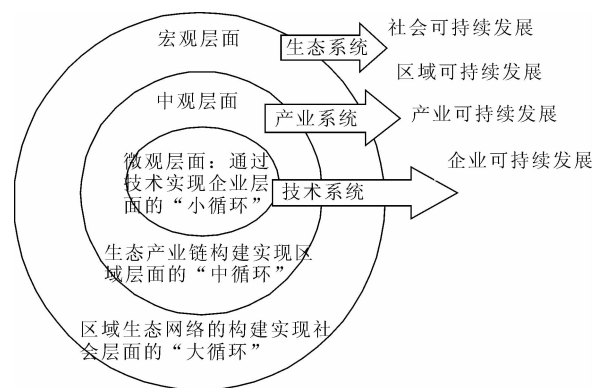


图2 循环经济实现的3个层面

收稿日期:2012-02-20

基金项目:国家软科学研究计划项目(2009GXS1D026)

作者简介:袁宇(1978—),女,山东青岛人,青岛大学国际商学院博士研究生,青岛农业大学经济与管理学院讲师,研究方向为区域经济;李福华(1963—),男,山东寿光人,青岛大学管理学院院长、教授、博士生导师,研究方向为教育经济学、人力资源管理。

### 1.2 共生理论、工业生态学、生态工业园及生态产业链

产业共生/工业共生(Industrial symbiosis)一词的产生源于将共生概念及共生关系引入工业系统研究中,工业共生的最初构想出现在1976年联合国欧洲经济委员会的“无废物技术和生产”的一篇会议论文,之后逐渐发展成工业(产业)生态学的主要思想。工业生态(Industrial Ecology)起源于美国艾尔斯的产业代谢(Industrial Ecology)思想,借助生态学的思想研究工业发展,以便研究出调整现在的生态链结构的原则和方法,建立新的物质闭循环,建立自然生态链和人工生态链结合的生态系统<sup>[1]</sup>,即通过对自然生态系统的模仿,建立起对工业系统研究的全新范式。丹麦卡伦堡公司出版的《工业共生》一书中提出,工业共生是以共生理论与工业生态学相关理论为基础,研究不同企业之间的合作关系,通过这种合作共同提高企业的生存能力和获利能力,实现对资源的节约和环境的保护。该概念着重说明企业因相互利用副产品而发生的各种合作关系。Lambert(2002)从技术角度分析了工业共生相互作用涉及的基础设施共享、废物流集中处理、物质和能量交换、接受外部企业的剩余产品和向外部企业输送系统的剩余产品5个层面。

工业生态学的一个重要研究方向是生态工业园区(Eco-Industrial Park, EIP)的设计与管理。EIP的概念最早由美国Indigo发展研究所于1992年正式提出,之后Côté Raymond(1995)、Lowe(1997)、Kassinis(1997)、Frosch(2004)等从园区的结构、目标、运行方式等角度对其进行了描述。EIP是循环经济在中观层面的实践,遵循循环经济的“3R”原则,运用工业共生物质交换和流动机制及系统科学的思想建立起区域工业共生网络,实现共生网络各节点之间副产物和废物的交换,能量和废水的逐级利用,知识、人力资源、技术资源的交换,从而形成长期合作的共生关系,以实现园区在经济效益和环境方面的协调发展。

构建生态工业链是工业生态学原理最为普遍实施的战略之一,不仅是EIP的核心结构,也是仿照自然系统食物链关系和循环经济的“3R”理论,建立起一定区域范围内企业之间的共生关系网络,以实现资源、能流的循环,实现经济效益和生态效益最大化。因此,围绕“3R”建立起的生态产业链打破了传统的“投入—产出”线性模式,建立起区域范围内“投入—产出—投入”的循环生态网络链结构,生态网络链各个节点的企业之间构建起类似生物界最基本的“生产者—消费者—分解者”的物质流、能量流、信息流循环的营养级关系,通过食物链加环与减链的办法设计生态链的链接顺序、结构,调整物质、能流、价值的转移路径及增值方式等。

### 1.3 循环经济、共生理论、生态工业园和生态产业链逻辑关系辨析

生态工业园是循环经济理论在区域层面上的应

用,其具体的产业组织途径是生态产业链的构建,遵循的原则是循环经济的核心理论“3R”理论及共生关系理论。可见,循环经济理论和共生理论是基础理论的指导,生态工业园是实践的产物,生态产业链是具体的实现路径。其逻辑关系见图3。

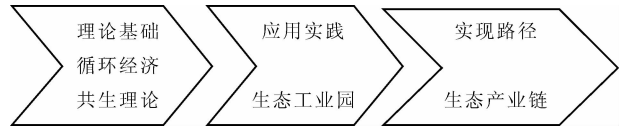


图3 循环经济、EIP、共生理论、生态产业链逻辑关系辨析

## 2 生态产业系统

生态产业系统以实现经济、自然、社会系统的协调可持续发展为目标,应用生态学、产业生态学、循环经济、可持续发展等理论,基于生态系统承载能力构建的产业共生链(网络),通过系统各环节的耦合,实现物质、资源、能量的循环利用,实现经济效益、生态效益、社会效益的最优。生态产业系统的各构成要素在区域内的生产、消费和再资源化生产的闭环中,通过建立相互之间信息、物质、能源、技术的交流交换机制,实现物质代谢、价值增减,形成一个自组织、自更新的复合系统。这也是科技新城理想的生态产业系统模式,见图4。

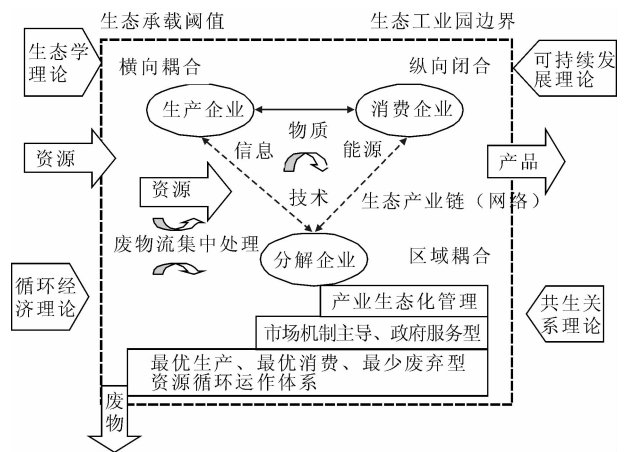


图4 生态产业系统(科技新城理想的生态产业系统)

## 3 国家高新区产业发展现状

### 3.1 国家高新区产业集聚程度较低,主导产业集聚尚处于形成初期阶段

刘会武<sup>[2]</sup>对高新区产业集聚度进行了研究,使用国家高新区2007年的统计数据测算,按照产业集聚度由高到低划分为4个等级,其中一等2家,二等18家,三等25家,四等29家,大多数国家高新区的产业特色尚不明显。国家高新区大多在政策导向下实现要素的空间集聚,按照高新区预设功能在园区内集聚相关产业的企业,企业之间缺乏专业联系性,基于专业化分

工的产业链联系较弱,尚未形成基于集群效应的区域竞争力。集群的主要增长方式以项目或企业的引进为主,缺乏根植性、创新性,产业发展基本被锁定在全球价值链的低端,产业附加值和利润空间受限;部分高新区以规模扩张为主要目标,造成结构发展不合理,园区出现“摊大饼”现象,造成土地资源的浪费,陷入粗放式的发展漩涡;或降级为跨国公司转移污染、消耗资源的加工基地,造成园区资源的过度开发和生态破坏。

### 3.2 国家高新区产业集群同构性较强

根据原国家科委制定的分类标准,高新技术产业共有 11 个领域,但目前全国高新区的产业主要集中在电子信息、生物技术、新材料、光机电一体化、新能源和高效节能这几个领域。如图 5 所示,2009 年高新区电子与信息产业占 30.4%,光机电一体化产业占 14.9%,新材料占 12.9%,生物技术占 8.3%,新能源和高效节能占 7.9%。在目前 88 个国家高新区中,现已形成产业集聚或规划发展的重点产业集群中电子信息产业 55 个、光机电一体化 34 个、生物医药 59 个、新材料 55 个、新能源 30 个、先进制造业 59 个,可见园区产业同构性较强,造成园区之间在招商引资、产品、市场销售等方面的内部竞争加剧。

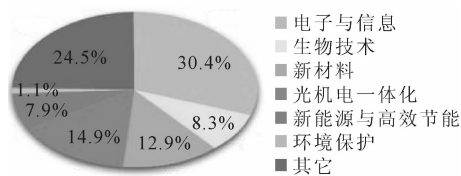


图 5 高新区企业产品销售收入按技术领域分布 (2009)

### 3.3 生态意识薄弱与高技术产业污染的特殊性造成园区生态隐患

高技术产业污染的特殊性体现为隐蔽性、滞后性、累积性、严重性等特征,往往在短期内不易表现出其较强的危害性,容易被人忽视。一旦危害性显现,其负面影响往往是长期性、不可逆、难以消除及严重的。同时在园区建设开发及招商过程中,注重短期单一的经济增长,忽视区域的生态协调性及可持续性。土地开发过程中以费用效益比作为引资的唯一标准,忽视环境价值、生态价值、人文价值等。

### 3.4 管理体制造成对环境问题的轻视及相关执行力的缺失

环境管理机构设置模式影响了其工作的重要性、自主性、协调性及可执行性。目前,我国高新区环境管理机构主要存在 3 种模式:单独机构(大连高新区、宝鸡高新区)、派出机构及特派信息员(上海张江高新区),见图 6。派出机构及特派员模式受其权力地位的影响,工作中缺乏自主性与积极性,单独机构模式在工作活动中受部门协调性的影响,导致很多实证工作开展困难。

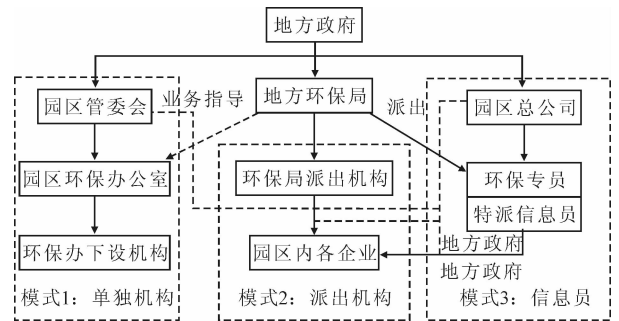


图 6 我国高新区环境管理机构及模式

资料来源:生态工业园区——理论与实证<sup>[3]</sup>

### 3.5 高新区环境管理制度不健全,生态管理初见端倪

目前,我国的环境管理制度多是针对单个企业的,针对园区的环境管理制度尚未健全,园区从建设开发、招商引资,到运行、甚至退出都缺乏必要的环境效益评价制度及相应的管理措施。我国针对生态示范园区提出了 ISO14000 环境质量管理标准认证,从社会经济发展、环境质量、环境建设、环境管理等方面,设立 26 个具体指标对高新区生态管理进行评价,包括区内 GDP、空气质量、绿化覆盖率、生活污水处理率等方面。目前,约有 2/3 的高新区通过此认证,规范了园区企业的生态化建设或改造。

## 4 高新区向科技新城发展的产业生态化类型

根据产业集群形成方式,生态产业链构建可分为市场导向自发型、政府主导规划型、改造型及混合型。

### 4.1 市场导向自发型

市场导向自发型以经济效益最大化为指导,通过企业之间副产品、废弃物的有偿或无偿交换,降低采购成本,以及副产品、废物的处理成本,同时还有效地化解了资源浪费、环境污染等问题。它是共生产业集群企业在长期的合作中,以经济效益为目标,在市场机制调控下,寻求资源配置最优化而发展起来的一种产业共生网络形式,从而实现整体效益的最大化。如丹麦的卡伦堡工业园,发展初期纯粹是企业的自发行为,在市场机制、利润主导下形成自组织、自协调的企业之间投入—产出的匹配关系。

### 4.2 政府主导规划型

政府主导规划型是在政府的主导下进行园区的规划、设计、建设、招商及管理,政府依靠行政命令、政策引导、资金支持、技术手段设计产业共生网络,根据预设的方案进行有计划的招商,筛选引入合乎要求的企业入园,在外力推动下引入相关企业,构建产业共生链条,保障产业共生链条的连续性及其良性运转。这种类型根据园区具体的产业发展情况分为新建型和改造型两种。

新建型是在园区建设初期完全根据预设的目标,遵循自然生态系统的食物链原理规划产业网络结构,有选择性地引入企业,建设园区并进行生态化、一体化管理。如我国的贵港生态工业园,以制糖产业为核心,引入发电企业、水泥企业、造纸企业、化肥厂、农场、畜牧养殖等,设计行业之间生产原材料、副产品、废弃物的相互利用与补充,通过产业匹配构建产业共生网络关系。

### 4.3 改造型

主要是在现有产业或产业集群基础上,通过生态化改造,引入链条上的空白节点,延伸产业链,完善产品、副产品、废弃物代谢产业链,扩展行业间的横向耦合,实现物质、能量、能源等的闭路循环。这种类型比较普遍,如各类开发区在一定经济发展基础上面临产业升级、结构转型、生态产业化改造等。尤其是随着产业发展到一定阶段,我国国家级高新区面临资源、环境、生态瓶颈时,提出通过高新区的“二次创业”,通过自主创新、生态协调等新目标、新标准再设计,国家高新区开始向内生型、创新型、生态型转型,即在现有园区产业发展基础上,通过产业升级、生态化改造及生态化管理,逐步建立起自主创新的生态产业网络。

### 4.4 混合型

混合型指在生态产业链构建过程中以市场调节机制为主导,政府起到支持、引导、服务的作用。①这种类型在园区内企业共生网络关系的构建、合作对象的选择、物质交换路径的确定等均通过市场机制进行调配,政府不参与具体方案的设计和运作管理,但政府需要对园区企业经营活动所产生的经济外部性进行调节,通过相应法律法规的制定,引导和规范企业的行为,促进生态工业园发展;②通过利于生态产业发展的产业政策、财政政策、税收政策等的实施,促进生态产业链的形成;③通过基金的设立或引导社会资金支持生态产业相关的研发项目,促进技术创新与应用;④提供园区的基础设施、信息平台、技术平台等,进行环境资源的投入与管理,改革环境管理体制、制度等,使其与生态产业园区的发展相适应。如卡伦堡生态工业园经过前期自发型初具产业共生网络雏形后,80年代末,政府开始从立法、政策、制度安排等方面促进产业共生网络的完善及稳定运转。

## 5 高新区向科技新城发展的生态产业构建途径

### 5.1 整体路径

高新区在优惠的政策、制度和良好的区位优势条件下,或基于区域优良的创业、企业孵化、衍生条件逐步建立发展起来,在外源动力支持下高新区通过要素集聚逐渐发展起来;部分高新区未能基于专业分工形成产业链成功转型,随着创立初期优惠条件的逐渐取

消,其慢慢失去了进一步发展的动力,最终导致高新区“空洞化”或降级。部分高新区形成根植性要素集聚,随着产业链各个环节的完善及中介服务环节的链接,从而形成根植性产业集群。因此,生态产业链构建主要是实现现有产业集群的生态化,而产业集群生态化的核心又在于建立起产业共生关系,实现要素的循环流(见图7)。通过新生产工艺流程的设计、新技术的高效利用、多层次多环节循环利用资源,降低污染及废物的排放,保持资源消耗与再生速度、废物累积速度与净化速度、产业发展与环境承载能力、共生网络活性节点之间的协调性,实现产业、经济、自然、社会生态的大和谐。

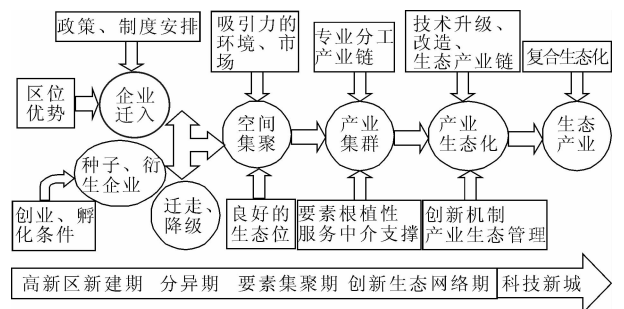


图7 生态产业构建路径

### 5.2 高新区向科技新城转型的生态产业实现途径

生态产业实现的关键是构建四类关键生态链,实现3个层次的产业生态化。

#### 5.2.1 四类关键生态链

四类关键生态链指物质循环生态产业链、能量梯级利用生态产业链、水循环利用生态产业链和信息链,见图8。

#### 5.2.2 高新区产业生态化的3个层面

高新区产业生态化的实现基本分为企业生态化、产业生态化、区域生态化3个层次。

(1)企业生态化主要是通过企业技术改造、生产工艺再设计、产品生命周期管理等,实现企业生产系统的生态化。企业确立资源最大利用、废弃物最小化的目标,通过清洁生产工艺设计、节能设备改造、企业内部副产品加工、废弃物回收处理等方式实现企业层面的生态化。利润导向的企业如果缺乏政府的规制或监督,往往缺乏生态化改造的积极性。因此,可以通过法律法规、政策导向、市场激励机制等方式调节企业的行为。

(2)产业生态化指通过同行业或跨行业企业之间围绕产品、副产品、废弃物的再生产投入,构建多条生态产业链,利用企业生产、流通、消费各环节节点的相关性,形成生态产业网络体系,实现资源、物质、能量等的企业间循环。一方面企业在市场机制引导下,基于资源的投入—产出关系建立起互利共生关系;另一方面,政府采取一定的措施,引导、辅助生态网络的建立与完善。

(3)狭义的区域生态化主要指园区生态化,即通过

基础设施、服务体系、信息平台的建设,建立起园区内能源、水、资源、信息、技术等的循环或共享系统,实现园区内产业、社会、自然生态系统的生态和谐;广义的区域生态化主要指区域互动性,即园区与其它园区,与

周边区域互动,实现较广范围的产业生态化,在更大的区域范围内配置资源,补网建立稳定柔性化的、以工业剩余物相互消耗、资源共享为主要联系的生态产业链体系。

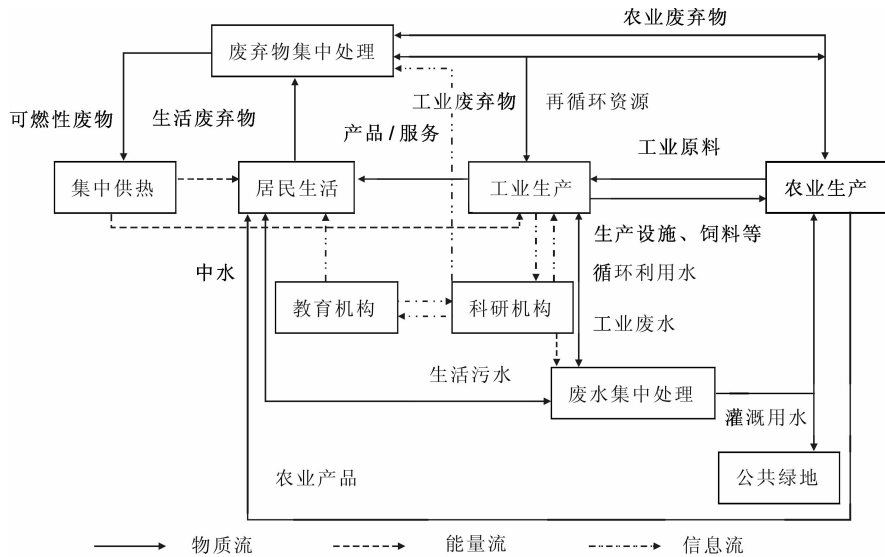


图 8 生态产业四类产业链结构

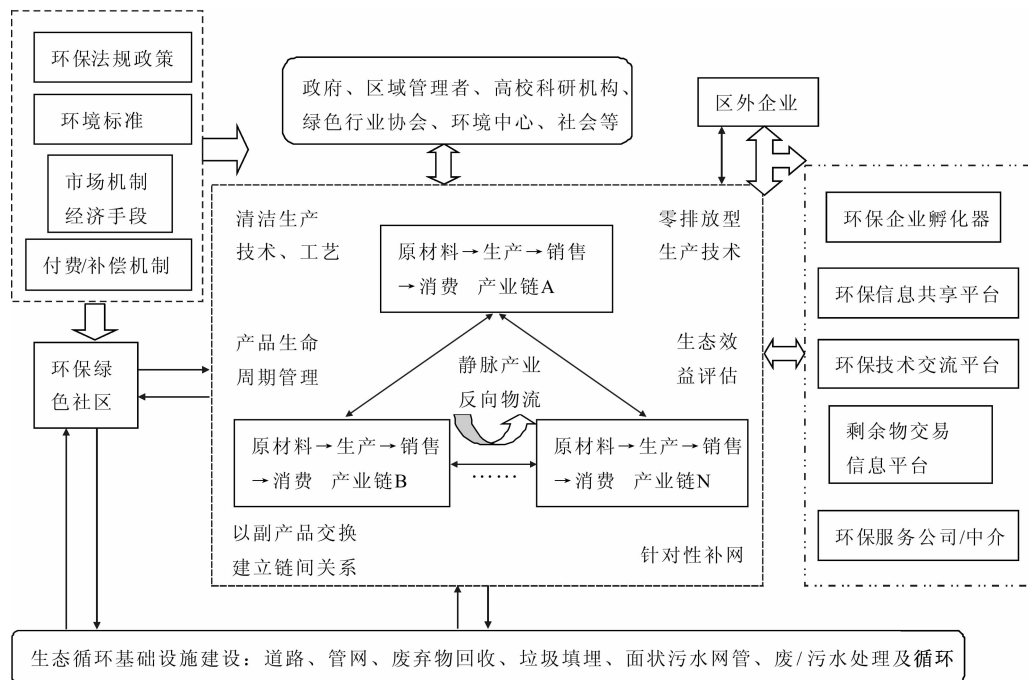


图 9 生态产业构建具体路径

5.2.3 高新区向科技新城转型的生态产业实现途径

具有一定产业基础尤其是部分已形成产业集群的高新区,在产业生态化过程中宜采用自上而下的政府规划指导与自下而上的市场自发相结合的方式。①政府从法规政策、收费补贴机制、园区准入机制、企业生态效益评价机制等方面对企业、产业、园区的生态行为进行规范引导;②政府提供或引导社会资金建设园区生态循环基础设施,如园区综合管网、废弃物回收处理

系统、水循环处理系统等投入高、回收期长的产业生态物质基础;③政府直接提供或引导相关机构为产业生态化提供信息、技术、交易交流平台、环保服务中介等,为企业物质交换搭建桥梁;④利用政策导向,推动环保产业的技术研发,为环保企业提供孵化器,扶持自主创新环保产业的发展;⑤进行园区产业链的模拟分析,并以项目引进的方式积极填补网络空白节点,促使链条完整流畅。