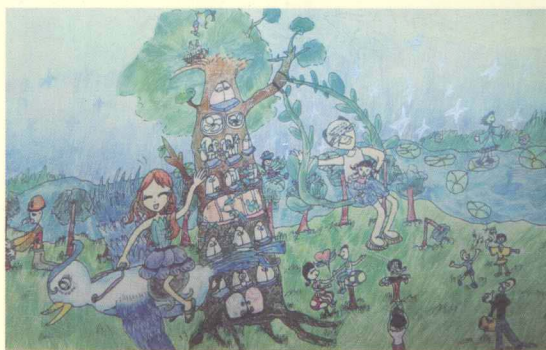




当代浙学文库
DANGDAI ZHEXUE WENKU

董颖 著

企业生态 创新的机理研究



Mechanism of Corporate

Eco-innovation



浙江大学出版社
ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

013066270

F272-05
23

董颖 著

企业生态 创新的机理研究

Mechanism of Corporate
Eco-innovation



北航

C1673766



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

浙江省社科联省级社会科学学术著作出版资金资助出版
浙江省社科规划一般课题（课题编号：11CBZZ12）

F272-05
23

图书在版编目 (CIP) 数据

企业生态创新的机理研究 / 董颖著. —杭州:浙江大学出版社, 2013.5

ISBN 978-7-308-11553-7

I. ①企… II. ①董… III. ①企业管理—生态管理
IV. ①F270-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 107068 号

企业生态创新的机理研究

董 颖 著

责任编辑 陈丽霞

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州中大图文设计有限公司

印 刷 德清县第二印刷厂

开 本 710mm×1000mm 1/16

印 张 17

字 数 305 千

版 次 2013 年 5 月第 1 版 2013 年 5 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-11553-7

定 价 48.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

前言

生态创新是环境绩效能够得到显著改善的创新。与一般创新相比较,它能够在产品或服务的整个生命周期内有效降低环境风险,并减少资源使用或环境污染所带来的负面效应。作为可持续发展转型的动力源泉,生态创新已经成为国际竞争的焦点,也是我国国家发展战略的内在组成。然而我国企业的生态化实践尚为稚嫩,生态创新能力薄弱,生态创新绩效不容乐观。当前所面临的一个紧迫任务就是如何促进企业生态创新,并进而推动我国产业结构和经济发展模式的生态化转型。

同时,创新理论与环境管理理论的交叉融合发展也逐渐使生态创新成了一个独立的学术概念。但生态创新研究刚刚起步,连定义都还存在诸多争议,研究结论也存在着冲突。尤其是,结合环境管理和创新管理的分析还非常欠缺。因此,从环境外部性视角运用创新系统理论来实证分析中国企业生态创新的要素与机理是企业界和理论界亟待研究的新兴领域。

基于现实和理论背景,本书提出了三个基本研究问题,即在中国产业背景下,(1)企业生态创新如何分类及其绩效如何测定?(2)不同的生态创新类型和环境政策对企业生态创新绩效的作用如何?(3)企业生态创新的特征要素有哪些?企业生态创新绩效的作用机制如何?

从环境保护和可持续发展的背景出发,作者理清生态创新的概念、性质及分类,综合管理学、经济学和社会学等理论视角,围绕“企业生态创新机理”这一基本研究命题,历时4年,实地调研、访谈了浙江、江苏和河南等地110余家工业企业,选取了4家典型企业进行探索性案例研究。在此基础上,为进一步探讨生态创新类型的绩

效差异及其作用机理,本书提出了三个模型,即生态创新类型与生态创新绩效的关系模型、环境政策与生态创新绩效的关系模型以及生态创新机理模型;通过对 279 家企业的有效问卷数据进行统计分析和结构方程建模,对上述所提假设及模型分别进行验证,最终得出企业生态创新的关键因素及作用机理。

本书是国内首部关于企业生态创新机理的探索性研究专著。明晰了企业生态创新类型及企业生态创新绩效的界定及度量,揭示了生态创新的尺度差异性,批判了传统环境管理对于生态创新认识的片面性,指出企业应树立和加强生态创新的全局观;对环境政策与企业生态创新绩效的关系在中国背景下进行了新的思考,引入企业类型的调节作用,提出环境政策分类指导的必要性,是对原有“环境政策—企业生态创新绩效”直接关联的突破和完善;从多重理论视角出发,构建并验证了“特征维度—能力—绩效”的企业生态创新机理模型,打开了生态创新的“黑箱”,探明了企业生态创新的四条路径,解析了生态创新的双重外部性是如何影响创新绩效的,以及环境政策的推拉效应是如何产生的,从而使生态创新的理论研究更具系统性。

总之,本书的理论和实证研究成果细化、丰富和完善了企业生态创新理论,从经济学、管理学和社会学等多重理论视角使企业层面的生态创新研究更具系统性和可指导性,为我国企业和政府推进生态创新实践和管理提供了新的、切实可行的理论与政策启示。

限于作者水平,书中错误与不足之处在所难免,敬请读者批评并不吝指正。

作者

2013 年 4 月

目 录

1	绪论	1
1.1	研究背景	1
1.1.1	生态创新是全球可持续转型的动力源泉	1
1.1.2	生态创新已经成为国际竞争的焦点	2
1.1.3	生态创新是我国国家发展战略的内在组成	4
1.1.4	企业生态创新是我国亟待提升的重点领域	5
1.2	理论背景	8
1.3	问题的提出	10
1.4	相关概念界定与说明	12
1.4.1	生态创新(EI)	12
1.4.2	生态创新绩效	13
1.4.3	环境政策	13
2	文献综述	15
2.1	生态创新的概念、性质与分类	15
2.1.1	生态创新发展的背景	15
2.1.2	生态创新的定义	19
2.1.3	生态创新的特性	23
2.1.4	生态创新的分类	24
2.2	企业生态创新的研究视角与理论基础	25
2.2.1	经济学视角	26
2.2.2	管理学视角	29
2.2.3	社会学视角	31

2.3	生态创新的绩效测量	33
2.3.1	创新绩效	33
2.3.2	环境绩效	36
2.3.3	经济绩效	38
2.3.4	可持续竞争绩效	40
2.3.5	四种绩效的关系	40
2.4	企业生态创新的影响因素与作用机理	42
2.4.1	影响因素	42
2.4.2	动力与障碍	46
2.4.3	作用机理	50
2.5	现有研究的不足及对本研究的启示	54
3	企业生态创新的类型与机理探索性案例研究	57
3.1	案例研究方法	57
3.2	研究设计	58
3.2.1	研究问题和理论预设	58
3.2.2	案例选择	60
3.2.3	数据收集	61
3.2.4	数据分析方法	62
3.3	企业生态创新典型案例的研究	62
3.3.1	A耐材企业生态创新案例(工艺EI)	65
3.3.2	B注塑机企业生态创新案例(产品EI)	68
3.3.3	C宜兴协联生态创新案例(组织EI)	71
3.3.4	D宁波纺织企业案例(末端治理)	74
3.4	数据分析	77
3.4.1	生态创新类型	77
3.4.2	生态创新的机理——自变量(维度结构)	78
3.4.3	生态创新的机理——中介变量	81
3.4.4	生态创新的机理——企业生态创新绩效	82
3.5	多案例间比较研究和初步命题提出	84
3.5.1	案例数据信息编码	84
3.5.2	生态创新的类型与企业生态创新绩效关系	85
3.5.3	生态创新的机理——维度结构与企业生态创新绩效	87
3.5.4	生态创新的机理——维度结构与中介变量	88

3.5.5 生态创新的机理——中介变量与企业生态创新绩效	90
4 生态创新类型、环境政策与生态创新绩效关系的理论模型	93
4.1 企业生态创新类型	93
4.1.1 按创新对象划分	94
4.1.2 按创新强度划分	95
4.1.3 基于环境管理模式的划分	96
4.1.4 末端治理、清洁生产、产品生态创新和组织生态创新	98
4.2 企业生态创新类型与生态创新绩效的关系模型	99
4.2.1 生态创新绩效分类及其测量	99
4.2.2 生态创新类型与企业环境绩效	101
4.2.3 生态创新类型与企业竞争绩效	102
4.2.4 环境管制对生态创新类型与绩效关系的调节作用	103
4.2.5 企业生态创新类型与生态创新绩效的关系模型	104
4.3 企业生态创新与环境政策的关系	105
4.3.1 波特假说	105
4.3.2 环境管制与生态创新的实证研究	105
4.3.3 环境政策	111
4.4 环境政策与企业生态创新绩效的关系模型	116
4.4.1 环境政策与企业环境绩效	116
4.4.2 环境政策与企业竞争绩效	117
4.4.3 调节变量(企业类型)的影响	117
4.4.4 环境政策与企业生态创新绩效的关系模型	118
5 企业生态创新机理的模型构建	121
5.1 生态创新的维度结构	121
5.1.1 技术维度	123
5.1.2 资源维度	125
5.1.3 关系维度	128
5.2 企业环境与经济的内、外部整合能力	130
5.2.1 环境与经济的内部整合能力	131
5.2.2 环境与经济的外部整合能力	132
5.3 生态创新机理的理论模型构建与假设提出	133
5.3.1 生态创新的维度结构与企业生态创新绩效	133

5.3.2	生态创新能力的中介作用	135
5.4	企业生态创新机理的理论模型及假设	139
6	企业生态创新模型的实证研究	141
6.1	研究方法	141
6.1.1	问卷设计过程	141
6.1.2	问卷的基本内容	142
6.1.3	问卷对象选择及回收	142
6.1.4	样本的描述性统计分析	143
6.1.5	结构方程建模方法	144
6.1.6	结构方程分析方法	145
6.2	模型1——生态创新类型与生态创新绩效的关系模型	147
6.2.1	假设和初始模型	147
6.2.2	变量设计	148
6.2.3	信度和效度检验	155
6.2.4	企业生态创新类型与生态创新绩效的调节效应检验	158
6.2.5	分析与讨论	161
6.3	模型2——环境政策与企业生态创新绩效的关系模型	163
6.3.1	假设和初始模型	163
6.3.2	变量设计	164
6.3.3	信度和效度检验	164
6.3.4	环境政策与生态创新绩效的调节效应检验	165
6.3.5	分析与讨论	170
6.4	模型3——企业生态创新机理	171
6.4.1	假设和初始模型	171
6.4.2	变量设计	172
6.4.3	信度和效度检验	177
6.4.4	企业生态创新机理结构方程模型检验	192
6.4.5	进一步分析与讨论	206
7	结论与展望	211
7.1	主要结论	211
7.1.1	不同的生态创新类型对企业生态创新绩效的作用	211

7.1.2 环境管制:对生态创新类型与企业生态创新绩效关系的调节作用	212
7.1.3 不同的环境政策对企业生态创新绩效的作用	212
7.1.4 企业类型:对环境政策与企业生态创新绩效关系的调节作用	213
7.1.5 “企业生态创新特征—能力—绩效”的机理模型	213
7.2 研究局限及未来研究展望	215
附录 1 企业生态创新实践的访谈提纲	217
附录 2 企业生态创新调查问卷	219
附录 3 生态创新影响因素的计量经济学研究	229
参考文献	239
索 引	261

1 绪 论

2009年12月召开的哥本哈根气候大会事前被喻为“拯救人类的最后一次机会”，然而事实表明这次大会并没有取得预期的结果。在世界范围内不断升级的争吵声中，也凸显了全球发展体系生态化转型的复杂性和艰巨性，即生态化转型不是单纯的技术创新所能完成的，也不是增量式或渐进性创新能实现的。事实上，生态化转型从全球层面落实到国家、行业和企业层面上就变成了以竞争为导向的生态创新行为。从全球及我国领先企业的经验表明，对于企业来说生态创新已成为构建全球竞争优势的有效途径。同时，创新理论与环境管理理论的交叉融合发展也逐渐使生态创新成了一个独立的学术概念，研究重心开始关注生态创新机制的作用。这构成了本书论述的现实和理论背景。

1.1 研究背景

1.1.1 生态创新是全球可持续转型的动力源泉

理解生态创新的起源和发展必须回到环境与发展这一基本矛盾上。工业革命以来的创新驱使工业这种新势力成为世界秩序的建构者，但也同时在自然界中留下了斑斑的生态烙印。显然，过去工业发展所带来的秩序并不全是人类所希冀的，人类需要再次寻求更新的秩序来替代原有毁誉参半的秩序。新秩序的建构动力应该是以生态和环境改善为动机的创新，即生态创新。

正如创新是发展的动力，生态创新是可持续转型的动力。20世

纪 60 年代工业发达国家率先采取末端治理措施整治环境污染;70 年代中期以污染预防为主目的的清洁生产开始兴起;80 年代可持续发展概念明确提出并得到了世界范围内的认可;90 年代生态工业园区建设等生态工业方面的努力开始普及;世纪之交德国和日本先后提出了循环经济和循环型社会的建设。所有这些实际上都是生态创新对于世界发展体系可持续转型的努力和体现。甚至有专家预测,在今后的 10~20 年,很有可能发生一场以绿色、智能和可持续为特征的新的科技革命和产业革命,将会改变全球产业结构和人类文明的进程。

生态创新实证研究文献表明,生态创新在实践中并不少见。例如,欧盟和经合组织(OECD)研究调查表明,86.5%的日本企业实施了清洁生产,其他国家选择清洁生产技术的比例也显著高于末端治理,如图 1.1 所示(Kemp & Foxon, 2007)。欧盟国家生态创新行为比较广泛,并且在发展过程中存在显著地从末端治理到清洁生产的转型。以废旧塑料为例,德国、法国和英国都经历了从污染治理到污染预防的转型,且存在不同的转型路径。

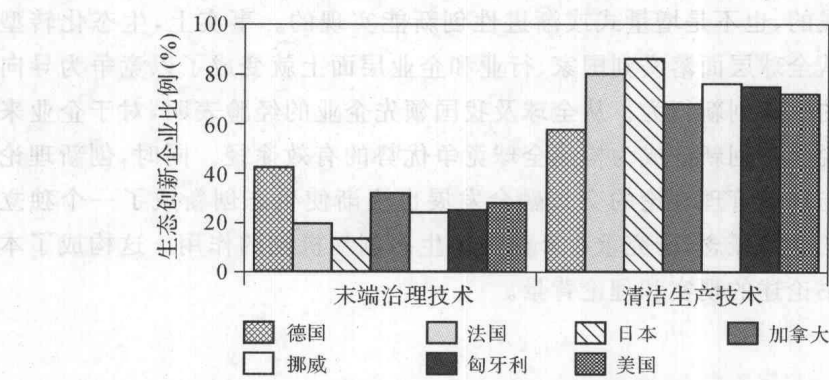


图 1.1 欧盟等 7 国末端治理与清洁生产技术选择情况

1.1.2 生态创新已经成为国际竞争的焦点

随着气候变化等全球环境问题在社会政治领域的深化和广泛化,生态创新已经成为国际竞争的焦点,发达国家和主要温室气体排放大国都制定出台了国家方案或规划计划,如表 1.1 所示。

表 1.1 主要发达国家应对全球气候变化行动及减排举措对比

国 家	GHG 减排目标	主要气候政策	行动措施	减排现状 (2005 年与 1990 年相比)
欧盟	《京都议定书》: 减排 8% 自行承诺: 2020 年减排 20%	1. 新能源战略 2. 全球排放贸易机制	大力发展可再生能源; 提倡制定行业减排机制; 将航空业纳入排放贸易体系	下降了 4%
英国	欧盟内部规定: 减排 12.5% 自行承诺: 2010 年减排 20% 2050 年减排 60%	1. 发展低碳经济 2. 经济政策、碳基金和排放贸易机制	出台《气候变化法案》; 大力发展可再生能源	增长了 15.4%
美国	温室气体排放强度降低 18%	1. 加强气候变化不确定研究 2. 加强技术研发 3. 加强国际合作	发展核能,提倡节能; 减少对石油的依赖; 加强 CCS 开发,增加碳汇	增长了 16.3%
加拿大	《京都议定书》:减排 6%	1. 采取综合措施实现减排 2. 鼓励新能源开发技术创新	加大财政投资力度; 发展可再生能源	增长了 54.2%
日本	《京都议定书》:减排 6%	1. 加强立法 2. 重在预防 3. 鼓励新能源开发	发展核电; 提高能源利用效率; 增加碳的吸收汇; 制定清洁发展机制	增长了 7.1%

资料来源:联合国气候变化框架公约

同时,日本、欧盟、美国和我国都不约而同地选择了发展新能源技术作为国际竞争的手段和途径。日本充分利用全球气候变化导致的政治发展趋势,凭借领先的节能及新能源开发技术优势,实施新能源战略,在全球太阳能、风能、地热资源、核电和燃料电池等领域都展开市场攻势,大力争夺在新能源开发方面的主导权。

美国在 2009 年 6 月通过了《清洁能源与安全法案》,这部对美国而言具有里程碑意义的法案实质上是一种国际战略威慑,即利用发展中国家对征收“碳关税”以及由此可能引发的贸易战的恐惧,迫使发展中国家来购买其新能源技术。

我国也于 2010 年 10 月出台了《国务院关于加强培育和发展战略性新兴产业的决定》,提出节能环保、新兴信息产业、生物产业、新能源、新能源汽车、高端装备制造业和新材料为 7 大新兴战略产业,明确把新能源技术定义为“把握世

界产业技术革命的新趋势”的“战略性新兴产业”。

欧盟在 2010 年 11 月出台了新能源战略,提出未来十年在基础设施等领域投资 1 万亿欧元,并拟定了 5 个优先领域:提高能效;完善统一能源市场和基础设施建设;推动技术研发和创新;对外用一个声音说话和为消费者提供安全、可靠、用得起的能源。欧盟甚至启动了以生态创新直接命名的项目,于 2007 年在“竞争力与创新框架研究项目(Competitiveness and Innovation Framework Programme)”中的“企业与创新”子项目中设立生态创新专题(Measuring Eco-innovation,简称 MEI),其目标是厘清生态创新的概念,识别建立生态创新指标及统计体系,促进各成员国有关生态创新的理解与交流(CIP,2009)。其后,又启动了生态创新观测平台(Eco-innovation Observatory)项目,为欧盟乃至全球的生态创新交流提供集成化的平台。

1.1.3 生态创新是我国国家发展战略的内在组成

我国改革开放 30 多年塑造了人类经济发展史上的“中国奇迹”(林毅夫等,1999)。在经济规模指标上,我国已经上升至世界第二位;在物质规模指标上,我国已经是世界第一,例如钢铁、煤炭、水泥、化肥和合成纤维等产销量近年来高居世界第一。同时,我国在进出口结构上发生了巨大的变化,纺织服装、五金家电、电气机械、电子信息甚至汽车等终端产品相继由进口转出口;而石油、铁矿石、铝土矿等大宗资源则相继由出口转进口。经济规模的扩张和产业结构的转变在带给我国巨额外贸顺差的同时,也带来了巨大的“生态逆差”。有关研究表明,1997—2002 年间我国隐含碳净出口量占当年碳排放总量的 12%~14%,2002 年后迅速增加,到 2006 年已达 29%(齐晔等,2008)。如果这种发展模式不转变,贸易顺差越大,则“生态逆差”越大,我国也越容易被锁定在资源高消耗、经济低产出的低水平发展轨道上。2009 年韩国公布的 G20 国力评估显示,我国综合国力排名第二,但环境管理能力却排在了倒数第三位。

同时,随着世界范围内生态化转型诉求的日渐高涨,我国生态化发展面临的国际形势也将越来越严峻。路甬祥在 2009 年机械工程学会上指出,“我国产业结构不合理,制造业水平总体上还不高,许多领域仍处于国际产业分工价值链的低端,创新能力较弱,自主核心知识产权少,大型跨国经营企业和国际知名品牌少。2006 年,美国制造业增加值率都在 40%以上,我国的制造业增加值率只有 26.2%。近 20 年,中国人均排放较低,但温室气体排放总量已趋世界前列,反映出中国经济处于工业化中期,重化工产业、制造产业仍占主体,高能耗产品出口仍占相当比重,并反映出我国节能潜力巨大,减排任务紧迫,挑战严峻”。

实际上,“生态”与“创新”更是我国当前发展亟待破解的难点。生态创新相较于传统的技术创新而言,是以减少污染、改善环境、节约能源为目的而进行的创新或者能带来良好生态效益的创新活动,可以从根本上带动和促进可持续发展及提升竞争力。中科院《2006 中国可持续发展战略报告》指出,建设节约型社会需要建立的支撑体系之一就是:加强自主创新,建设绿色科技支撑体系,重点发展促进开源节流和环境保护的科学技术。换言之,实施生态创新是实现经济、社会和自然协调持续发展的支柱,是建设创新型国家,提升企业竞争力,建设资源节约型、环境友好型社会的根本途径。

生态创新的必要性和紧迫性是显然的,问题就在于如何来促进企业生态创新并进而推动产业结构和经济模式的生态化转型。由此,应对资源环境等多重危机,我国迫切需要绿色新政来进行国家范围内的系统创新(任勇,2009)。进入新世纪后,我国提出全面建设小康社会的战略目标,提出走新型工业化道路的战略部署;2004 年前后提出需要坚持科学发展观,建设资源节约型社会;2005 年国民经济发展“十一五”规划设定了明确的节能减排目标;2007 年党的十七大明确提出要建设生态文明;2009 年循环经济促进法生效。这一系列举措强有力地表明,我国要坚定地走节约发展、清洁发展、经济又好又快发展的“生态”之路。为此,所需要的重要途径和手段就是创新,尤其是生态创新。

1.1.4 企业生态创新是我国亟待提升的重点领域

进入 21 世纪以来,除了经济全球化带来的商业挑战外,企业也面临着越来越多的来自于社会和环境的挑战。换言之,企业不仅要考虑市场份额、盈利能力或产品生命周期等核心业务,也要考虑与非客户群体、周边环境甚至生态系统等那些以往没有直接关系的事情。在某种程度上,企业的竞争力甚至存亡将越来越取决于它们能否应对可持续发展的要求。

事实上,很多成功案例表明,如果战略选择得当,来自环境的要求不仅不会削弱企业的竞争力,反而可能提升企业的竞争力。当前环境下生态创新已成为企业增长和获利的关键驱动力,能使企业获得超群的增长。生态创新企业通过创造性的技术改变,比对手更拥有竞争优势,从而在特定产业内拥有主导地位,甚至减少每个企业的环境影响,推动产业整体的可持续性。同时,生态创新也会带来经济效益的增长,例如环境成本下降,未来的环境责任减少,市场份额增加和新的市场机会,以及良好的环境形象(WBCSD,2000)。大量案例研究表明,生态创新企业由于生态效率提升及形象塑造,通常比其对手具有更强的竞争优势(Lam & Hills,2011;Frondel et al.,2007;Oltra et al.,2008)。

例如宁波贝发集团开发的“gogreen”绿色环保系列文具中,60 天内自动降

解的卷笔刀,不用订书针的订书机,木头、废旧报纸等材料做成的笔和笔记本等,成为文具行业中的亮点,受到许多国内外客商的欢迎,尤其是欧美客商大多有环保产品要求的采购预算,所以这类设计新颖的文具颇受欢迎且价格不菲,有效支撑了公司利润。即使在全球金融危机导致出口锐减的情况下,贝发仍然一枝独秀,在 106 届广交会上 3 天就拿到 3000 万订单,比上半年高出 40%。这正是因为摸准产业转型的脉搏,切入高端产业提升产品的附加值,从“制造”进入到“绿色智造”的产业拐点,其绿色订单被誉为行业的发展趋势。

全球化无疑会提升发展中国家人民的生活水平,但这些新的生活标准也会导致资源的过度使用、损耗和破坏,从而对自然环境提出更大的需求。许多经济学家和环境学家都认为国际化进程将会对环境、自然资源带来更多的压力和要求(Lerer & Scudder,1999)。新千年以来,企业毫无疑问面临着更多的商业和社会挑战,远远超出以往的市场份额、盈利能力或产品生命周期等商业问题。社会要求各公司处理和解决那些与其核心业务活动没有直接关系的问题,而可持续发展就是其中最重要的挑战。越来越多企业乃至整个产业的存亡将取决于他们是否能应对可持续发展的要求。

企业的生态创新是发展循环经济,建设资源节约型社会和环境友好型社会的前提。废物的资源化、生态效率的提高、能源与资源消耗的降低和废物的减排都需要先进的生态技术和工艺。据我国环保部门不完全统计,2003—2009 年,全国环保系统对 7000 多家重点企业组织开展了强制性清洁生产审核,对 5248 家企业进行了评估验收。2010 年 9 月和 12 月,环境保护部发布了第一批(2766 家)和第二批(1630 家)全国重点企业清洁生产公告。其中,2009 年全国有 2139 家重点企业开展了强制性清洁生产审核,有 1291 家重点企业完成了审核评估,有 1125 家重点企业完成了审核验收,提出清洁生产方案 46999 个,已经实施 42963 个;实施清洁生产方案削减化学需氧量 6.4 万吨、二氧化硫 27.7 万吨,节水 4.1 亿吨、节电 26.2 亿度,取得经济效益 115.3 亿元(环境保护部函[2010]369 号)。

然而,当前我国企业的生态创新现状并不乐观。我国清洁生产审核实践表明,同样规模的企业,强制性清洁生产审核的成本要比自愿性的高得多。例如重点企业的清洁生产审核方案主要从“达标”或“减污”角度提出,虽然社会效益、环境效益显著,但产生的经济效益不明显,对企业吸引力不足,中介机构的积极性也不高。一些重点企业清洁生产审核的目的仅仅是通过验收,未能有效开展持续性清洁生产。甚至,有的企业对“强制性清洁生产审核”存在抵触情绪(郭启民,2008)。

再以生态工业园区企业为例,我国 2000 年开始生态工业园区的试点示范,

截至目前环境保护部批准了 33 个国家级示范园区的建设,两批循环经济国家试点所确立的产业园区也是 33 个。这一数量相对于我国庞大的工业园区发展体系(仅国家级和省级开发区就超过 1500 个)明显偏小。即便如此,对这些示范园区的评估显示,企业生态化进程尚处于建设初期,且效率偏低。普遍存在着生态工业关键技术创新不足的问题,生态工业链中的物质流动过程和产品生产过程的生态化改造缺少技术支撑,制约了先进理念、管理和工具的有效发挥,一定程度上限制了物质的减量化、资源化和再利用。由于缺乏经济利益的吸引和长期制度的保证,园区企业只是暂时参与建立产业共生链,很难持续维护,更难以主动发现和建立新的产业共生链(郭莉等,2008)。生态化功能难以发挥,整体竞争力偏弱。这在很大程度上说明,单纯有良好的愿望和形式上的实践是不足以实现生态化发展的,“生态”与“创新”并不是两者的简单组合,它需要体系的系统建构与机制的科学设计。

以我国的污水处理企业为例,目前多以生物处理为基础,依靠消耗能源创造有利于微生物的生存环境,强化其降解污染物的代谢机能,从而达到改善水质的目的,也就是以消耗能源为代价换取污水的净化,因此能耗高已成为城市污水处理厂主要缺陷之一。据资料显示,1980 年日本全国污水处理厂共耗电 $22 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$,重油 10 万公升,分别占日本当年全国电力和重油消耗量的 0.1%;1990 年美国城市污水厂能耗占全国总能耗的 0.1%~0.3%。目前我国还没有全国污水厂能耗情况的准确资料,不过按一般二级生物处理电耗为 $0.30 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ 估算,即使是 1997 年的 $450 \times 10^8 \text{ m}^3$ 污水,如 25% 进行二级处理的话,年耗电将达到 $33.75 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$,占全年发电量的 0.15%。因能耗过高,多数污水处理厂深受运转费不足的困扰,部分处于停产和半停产状态,或者达不到设计处理效果。能耗高已日益成为限制城市污水处理事业进一步健康发展的主要因素,污水处理节能技术创新已成为一项迫切任务。虽然引进了国外的一些自动化控制和管理系统,应用了自动化程度较高的检测仪表,各种新工艺、新设备也大量出现并得到应用,但从全国范围来看,污水处理率整体水平不高。即使在一些自动化程度较高的污水处理厂也仍然存在很多问题:各种类型不同等级的系统控制方式并存,仍然存在巡检和人工方式;虽然大量采用各种可靠性高的、维护简便的检测仪表和在线水质分析仪表,但由于目前使用的大多是进口仪器和仪表,在使用和维护方面存在许多问题。污水处理厂控制系统的监控和通讯功能在硬件和软件开发利用方面存在极大的不足,妨碍了处理过程的高效经济运行;许多控制系统的设计和实际工艺不相符,给系统正常运行造成困难;污水处理厂的过程控制和污水处理厂的管理系统脱离,导致缺乏准确及时的原始数据和情况分析,信息冗余,准确性差,不畅通;计划能力差,使得