

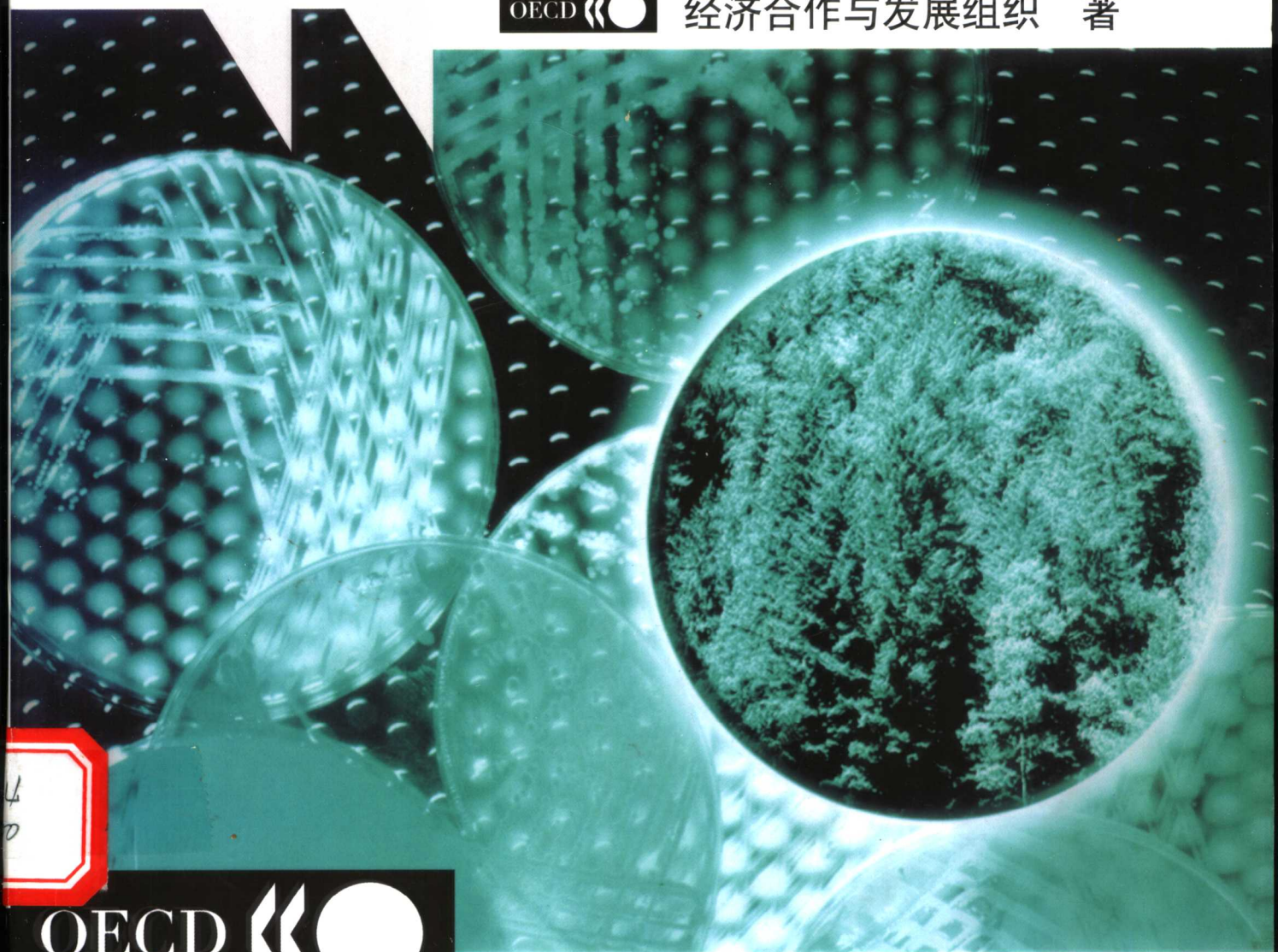
OECD 系列出版物

生物技术 在工业可持续发展 中的应用

OECD



经济合作与发展组织 著



OECD



科学技术文献出版社

OECD 系列出版物



生物技术在工业可持续发展中的应用

经济合作与发展组织 著

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

生物技术在工业可持续发展中的应用/经济合作与发展组织 (OECD) 编. —北京: 科学技术文献出版社, 2005. 1

ISBN 7-5023-4910-3

I. 生… II. 经… III. 生物技术-应用-工业经济 - 可持续发展 - 案例 - 研究 - 世界 IV. F414

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 129386 号

出 版 者 科学技术文献出版社
地 址 北京市复兴路 15 号 (中央电视台西侧) /100038
图书编辑部电话 (010) 68514027, (010) 68537104 (传真)
图书发行部电话 (010) 68514035 (传真), (010) 68514009
邮 购 部 电 话 (010) 68515381, (010) 58882952
网 址 [http://www. stdph. com](http://www.stdph.com)
E-mail: stdph@istic. ac. cn
策 划 编 辑 科 文
责 任 编 辑 金 平
责 任 校 对 唐 炜
责 任 出 版 王芳妮
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 北京金鼎彩色印刷有限公司
版 (印) 次 2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷
开 本 889×1194 16 开
字 数 257 千
印 张 8.5
印 数 1~2000 册
定 价 18.00 元

© 版权所有 违法必究

凡本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换。

序 言

经国务院批准,自 2002 年起,科学技术部以观察员的身份参加经济合作与发展组织(OECD)科技政策委员会,成为首个代表中国政府加入 OECD 的部门。

OECD 是一个重要的国家间政策协调与咨询组织,其职能主要是研究、分析和预测世界经济的发展走向,协调成员国关系,促进其合作。OECD 主要关心工业化国家的共同问题,也经常为成员国制订国内政策和确定在区域性、国际性组织的立场提供咨询并发挥协调作用。OECD 以庞大的专家队伍,对各主要领域各国政府普遍关注的问题组织调查分析,提出政策建议,是发达国家的“特殊政策论坛”,有“决策智囊”之称。OECD 的统计资料、研究成果不仅受到成员国的重视,在国际上也有广泛影响。近年来,OECD 也努力发展同非成员国的关系。

OECD 科技政策委员会是 OECD 重要的专业委员会之一,负责科技、创新及知识经济领域的工作,现设有国家科技指标专家组、生物技术工作组、科学论坛、创新和技术政策工作组。他们正在研究的知识经济中的新型科技指标、国家创新体系及相关政策都是当前科技政策领域中前沿和热点的问题。

党的十六大提出了全面建设小康社会的宏伟奋斗目标,提出了走新型工业化道路,并把科技进步与创新体现在新世纪政治建设、经济建设、文化建设的各个方面,对科技发展提出了新的更高的要求。科技部将加强原始性创新,并组织实施人才、专利和技术标准战略,提高我国的国际竞争力。把握科技全球化的趋势,加强国际科技合作,充分吸收

和借鉴世界各国在科技发展中的成功经验和做法,对于我们不断完善科技政策,提出在科技计划、规划预测、科技指标、创新政策、地域科技发展等方面新的思路都具有十分重要的意义。

我部国际合作司编辑的“OECD 系列出版物”,是在专家论证的基础上,挑选出的与我国科技发展关系密切的出版物。目的在于围绕我国科技发展所面临的政策问题,跟踪 OECD 国家在科技政策研究方面的发展趋势,关注各国的变化动态,更好地服务于新时期我国科技政策的调整。相信这套丛书的出版将会以全新的视角带给读者大量的信息,并为我国科技进步和经济发展提供更多的政策参考。

科学技术部副部长 刘燕华

《生物技术在工业可持续发展中的应用》

编 委 会

编委会主任： 刘燕华

主 编： 金 炬 王宏广 安道昌

编 委： 罗德隆 蔡嘉宁 王 震 胡忆虹
付红波 曹竹安 马延和 周国臻

译 校： 曹竹安 马延和 胡忆虹 李 寅
许正宏 刘 铭 杜晨宇 张延平
高 弘 黄英明 周国臻

前 言

2000年5月30日在柏林召开的会议上,OECD生物技术工作组(OECD Working Party on Biotechnology, WPB)的应用生物技术促进工业可持续发展特别工作小组受大会的委托进行有关调研工作,本书介绍了此次调研的研究结果。在1998年发表的一个重要报告《应用生物技术实现清洁工业产品及生产过程》中集中介绍了该特别工作小组以前所做的大量工作,本书所述的内容为该小组前期工作的进一步拓展。

为了说明各公司实施生物技术的过程以及按照成本和可持续发展标准评估生物技术之利益的方法,本书收集了大量的个例分析资料。为了研究分析个例,获取关键信息,利于比较研究,资料尽可能使用同一种格式。这份报告的主要读者对象为工业高层管理人员和政府部门的决策者。

当工业管理人员更多地了解同行所取得的成果时,他们就会受到启发,从而就有可能去研究应用生物技术的可行性;政府决策者可利用这份报告作为制定政策方针或国家计划的依据,更好地支持工业生物技术的发展。

本书的主编是Mike Griffiths博士(OECD的顾问),在此,对他为特别工作小组所做的努力表示深深的感谢。Mike Griffiths博士同编辑组工作人员一道密切合作。编辑组成员有:Ander Gram (Novozymes A/S, 丹麦); Wiltrud Treffenfeldt博士(Dow, 德国); Ulf Lange (BMBF, 德国); Terry McIntyre博士(加拿大环境协会, 加拿大); Oliver Wolf先生(欧洲委员会/JRC/IPTS, 西班牙)。OECD的Salomom Wald博士(生物技术部主任)和OECD科学、技术和产业董事会的Yoshiyasy Yabusaki博士亦给予大力支持。

OECD对工作小组的所有成员(见附录I)致以深深的谢意,特别感谢工作小组组长John Jaworski博士(加拿大工业协会, 加拿大); 副组长Brent Erickson博士(BIO, 美国) Ryuichiro Kurane博士(Kubota有限公司, 日本); Joachim Vetter博士(BMBF, 德国)和Olive Wolf先生(欧洲委员会/JRC/IPTS, 西班牙)。

Udo Koller博士(Hoffmann La-Roche, 德国); Burghard Konig博士(Biochemie, 德国); Allen Bruggink教授(DSM, 荷兰); Satoru Takamatsu博士(Tanabe Seiyaku, 日本); Jonathan Hughes博士(Ciba特殊化学品, 英国); Falmai Binns博士(Baxenden, 英国); David Glassnet博士(Dow Carrgill, 美国); Olive Wolf先生(JRC/EC/IPTS, 西班牙); Cees Buisman博士(Paques, 荷兰); Dieter Sell博士(Dechema, 德国); Azim Shariff博士(Domtar, 加拿大); Terry McIntyre博士(加拿大环境协会, 加拿大); Jun Sugiura博士(Oji Paper, 日本); Dave Dew博士(Billiton, 南非); Jeff Passmore先生(Iogen, 加拿大); Dave Knox(M-I, 美国); Allan Twynam(BP Exploration, 英国)帮助准备了个例分析,在此,向他们表示感谢。OECD非常感谢加拿大、德国、日本、英国和欧洲协会为开展这项工作所提供的经济资助。

OECD总干事负责出版该报告。需要说明的是,本报告并不一定代表OECD或其成员国的观点。此外,OECD没有认可或推荐文中所提到的工业公司、商标名称、特定的商业产品或生产过程,这一点需要特别说明。

经济合作与发展组织

根据 1960 年 12 月 14 日在巴黎签署并于 1961 年 9 月 30 日生效的经济合作与发展组织（简称 OECD）公约第 1 款的规定，OECD 旨在推进以下三个方面的政策：

——促进成员国可持续的最高水平的经济增长，增加就业机会，提高生活水平，同时维持金融稳定，并对世界经济的发展做出贡献；

——对成员国经济的健康发展及非成员国经济发展的进程做出贡献；

——对在多边、非歧视基础上并符合国际义务的世界贸易的发展做出贡献。

OECD 的初始成员国是奥地利、比利时、加拿大、丹麦、法国、德国、希腊、冰岛、爱尔兰、意大利、卢森堡、荷兰、挪威、葡萄牙、西班牙、瑞典、瑞士、土耳其、英国和美国。以下国家也陆续被接纳为成员国，按接纳的时间顺序排列如下：日本（1964 年 4 月 28 日）、芬兰（1969 年 1 月 28 日）、澳大利亚（1971 年 6 月 7 日）、新西兰（1973 年 5 月 29 日）、墨西哥（1994 年 5 月 18 日）、捷克共和国（1995 年 12 月 21 日）、匈牙利（1996 年 5 月 7 日）、波兰（1996 年 11 月 22 日）、韩国（1996 年 12 月 12 日）和斯洛伐克共和国（2000 年 12 月 14 日）。根据 OECD 公约第 13 款的规定，欧盟委员会参加 OECD 的工作。



科学技术文献出版社方位示意图

目 录

执行概要	1
背景	1
案例研究中的发现	1
结论和展望	2
第一章 背景和目的	3
简介	3
案例研究	3
读者	4
可持续发展	6
决策	7
第二章 生物技术在工业上的应用	9
可再生资源	9
生物加工	11
附录：生物乙醇	14
第三章 其他分析技术	16
总揽全局	16
生命周期评估 (Life cycle assessment, LCA)	18
可持续发展检验表	20
附录：绿色指数	21
第四章 案例研究中获得的经验	23
新工艺的起源	24
公司所做的分析和数据收集	25
决策的制定和决策者	26
过程技术	28
第五章 关键问题与结论	30
为什么采用新工艺?	30
经济效益	31
管理手段	32
分析方法	32
环境限制	33
案例研究	35
案例研究 1 核黄素 (维生素 B ₂) 的制备 (霍夫曼-拉-罗氏, 德国)	37
简介	37
技术说明	37
生命周期的评估	37
技术创新的历程	38

生产流程的比较	39
小结与结论	39
案例研究 2 7-氨基头孢烷酸研究成果 BIOCHEMIE, 德国/奥地利	40
简介	40
替代工艺的技术特点	40
优缺点	40
工艺流程的创新性说明	41
小结与结论	42
案例研究 3 应用生物技术生产抗生素头孢氨苄 (DSM, 荷兰)	43
简介	43
技术特征	43
工艺比较	44
技术创新	44
内外影响因素	45
小结与结论	45
案例研究 4 生产氨基酸的生物加工过程 (田边, 日本)	47
简介	47
固定化氨基酰化酶的使用	47
成本比较	48
固定化 E. coli 的使用	48
固定化 E. coli 和固定化假单胞菌 (<i>Pseudomonas dacunhae</i>) 的使用	49
小结与结论	49
案例研究 5 S-氯丙酸的制造 (Avecia, 英国)	51
简介	51
生产过程的技术描述	51
优缺点	52
生产过程革新的历史	52
小结与结论	53
案例研究 6 酶法合成丙烯酰胺 (三菱丽阳公司, 日本)	55
简介	55
技术特征	55
工艺特征	56
优缺点	57
对环境的影响	57
小结与结论	58
附录: 酶催化法可持续发展能力清单	59
案例研究 7 酶催化合成丙烯酸 (CIBA, 英国)	60
简介	60
工艺流程的技术描述	60
风险和收益	61
研究历程	61
小结与结论	63
案例研究 8 酶催化合成聚酯 (巴辛顿 Baxenden, 英国)	64

简介	64
技术特征	64
工艺路线的选择	65
优缺点	65
工艺革新历程	66
与决策相关的内部因素	66
外部因素	67
合作	67
小结与结论	67
案例研究 9 来自可再生资源的聚合物 (CARGILL DOW, 美国)	69
简介	69
技术说明	69
技术革新史	70
环境效益和处理方法	70
PLA 聚合物生命循环周期的调查	71
原材料生产	72
小结与结论	72
案例研究 10 植物油脱胶酶 (CEREOL, 德国)	73
简介	73
EnzyMax 工艺流程的技术特征	73
EnzyMax 工艺的优点	73
革新过程描述	74
内部因素	74
外部因素	75
合作	75
小结与结论	75
案例研究 11 蔬菜加工公司水的再利用	77
简介	77
技术特征	77
装置描述	78
运行成本	79
小结与结论	80
案例研究 12 织物处理中漂白残留物的祛除 (德国 Windel)	81
简介	81
该方法的技术特点	81
分析方法简介	82
结果	83
小结与结论	84
案例研究 13 酶法制浆漂白过程 (Leykam 公司, 奥地利)	85
简介	85
革新的目标: 生物制浆	85
生物制浆方法	86
革新的过程	86

有利因素和不利因素	86
小结与结论	87
案例研究 14 木聚糖酶用作一种纸浆漂白剂 (DOMTAR 公司, 加拿大)	88
简介	88
环境问题	88
制浆和漂白	89
改变的动力	89
研究历程	90
小结与结论	90
附录 A: 制浆用酶制剂的情况	91
附录 B: IOGEN'S 木聚糖酶企业	92
案例研究 15 木浆漂白酶的生命周期评估	93
简介	93
研究目的	93
结果和讨论	94
结论	95
案例研究 16 现场生产木聚糖酶 (Oji 纸业集团, 日本)	97
简介	97
工艺革新	97
酶的生产	98
酶生产的经验	98
成本效益	99
小结与结论	99
案例研究 17 一个无石膏的锌精炼厂 (BUDEL, ZINK, 荷兰)	100
简介	100
工艺流程描述	100
运作过程	102
对环境的影响	102
案例研究 18 浸铜技术 (BILLITON, 南非)	103
简介	103
技术特征	103
革新过程介绍	105
生产工艺的选择	106
小结与结论	106
案例研究 19 可再生燃料——从生物资源中提取乙醇 (IOGE, 加拿大)	108
简介	108
历史回顾	108
工艺流程	109
研究项目	109
经济效益	110
小结与结论	110
案例研究 20 LCA 软件评估生物乙醇燃料 (ICPET, 加拿大)	112
简介	112

目的	112
蒸汽的产生	113
汽油的生产	113
结果与结论	113
结果的解释	114
评价	115
案例研究 21 酶在油井开采中的应用 (M-1, BP 探测, 英国)	116
简介	116
传统工艺流程	116
生物技术生产的工艺流程	117
优缺点	118
实际性能	119
附录: 参编人员列表	120

框文目录

1. 不同技术的作用	4
2. 项目与计划的例子	6
3. 壳牌公司实现可持续发展所采用的方法	7
4. 赖氨酸饲料添加剂	12
5. 流程分析技术	17
6. 核黄素制造的生命周期分析	19
7. LCA 软件	20
8. 造纸业中水的再循环	23
9. 一家造纸厂的案例研究	24
10. 丙二醇	28

表格目录

1. 按行业部门和国家分类的案例	4
2. 全循环二氧化碳排放的比较	14
3. 个例中成本和环境收益	31
4. 化学法和生物法的生命周期评估	38
5. 产出之间的比较	41
6. 两种工艺流程的比较	44
7. 非连续性与连续性工艺流程的相对成本	48
8. 全球丙烯酰胺生产量	55
9. 工艺比较	56
10. 酶的发展	57
11. 能源消耗的比较	58
12. 产生二氧化碳的比较	58
13. 废物产生及处理的比较	58
14. 原材料消耗及设施比较	61
15. 常规提炼和酶催化提炼的消耗量和成本比较	74
16. 地下水质量和饮用水质量指标	77

17. 不同水资源的相对优势	78
18. 水质量典型数据	79
19. 生产过程水的操作成本	79
20. 利用 Kappazym 酶漂白的总次数	82
21. 每种机器单位时间的材料负荷	83
22. 不同机器类型节省率	83
23. 使用酶法在能源、水及时间上的节省率	84
24. 促进或阻碍市场成功的生物制浆的特点	87
25. 两过程环境影响因素分类的对比	95
26. 能源消耗产生的气体释放率	96
27. 木聚糖酶的特点	98
28. 排放物减少量与成本利用率	111

图形目录

1. 生物反应器流程	18
2. 流程图	82
3. 酶的生产运行	98
4. 生物浸出技术和冶炼技术的投资成本的比较	104
5. 生物浸出技术和冶炼技术的操作费用的比较	104
6. 主要铜产量的工艺途径	105
7. 定性等级评定	106
8. 传统汽油和不同型号 E10 燃料的能源需求的比较	114
9. 传统汽油和不同型号 E10 燃料生命周期中释放的温室气体的比较	114

执行概要

背景

1998年, OECD出版了《应用生物技术实现清洁工业产品和清洁生产过程》的报告。该报告提出了开展环境友好技术研究的诸多挑战, 阐明了各种评估工具的应用价值。但是, 仍有两个重要的问题没作出明确的回答:

- 应用生物技术的方法是否比传统工艺过程费用更低?
- 能否同时获得经济效益和环境友好?

OECD“应用生物技术促进工业可持续发展”特别工作小组已继续进行这项工作并认为:

- 应该把生物技术纳入每项工业日程中。
- 应用生物技术能获得明显的环境效益。
- 工业可持续发展是决定工业生产过程研发的核心因素。
- 在可持续发展框架中有协调经济、环境和社会需要的迫切要求。

企业通常首先分析生物技术的应用价值, 然后决定采用或摒弃某种生物技术方法。本书中的研究试图依据这些企业的经验来回答上述问题。书中收集了21例案例研究, 它们的介绍采用大致相同的格式, 以便于读者比较不同生物技术的应用。所有可收集到的案例都包括在本书中, 但并不是所有的案例都反映出了新技术的成功应用。两种生物技术的应用将作主要介绍: 可再生资源(“生物资源”)的利用以及生物体系(生物催化剂, 酶)在工业生产过程中的应用。

本书中的案例研究涉及了多种行业: 医药品、精细化工产品、大宗化工产品、食品和饲料、纺织品、制浆和造纸、矿物开采和能源开发等。这些案例研究同时也涉及到多个国家: 奥地利、加拿大、德国、日本、荷兰、英国、美国 and 南非等。

本书主要面向高级管理人员、企业管理人员和政府部门的决策者。本书的目的之一是通过展示他人的业绩, 介绍他们在决策过程中所使用的生产过程评估工具, 从而提高企业界对生物技术及其对“三重盈余”^①(triple bottom line)理念的认知。对决策者而言, 本书为意在实现可持续性发展的生物技术应用领域的拓宽及支撑国家研究开发和技术转化体系的建立提供了决策基础。本书介绍的评估工具-绿色指数(Green Index), 提出了在进行比较时需要回答的一些重要问题, 政府有关当局在R&D评估时可以使用这种工具。

案例研究中的发现

正如案例研究中明确指出, 生物技术并不一定是唯一的最佳途径; 但有时将生物技术作为系列工具之一或与其它方法整合应用时则可能是最为有效的。然而, 研究表明应用生物技术总是能降低操作成本

^① 参见 Shell's 最近出版的《促进可持续发展-管理人员的初级读本》, 可参阅他们图书馆网页 www.shell.com

和/或资金成本。从广义上讲,它可以通过降低部分或是所有的能源消耗、水资源利用,减少废水或温室气体的产生,从而促进生产过程的可持续发展以及降低对生态环境的影响。

案例研究发现决策者在制定生产计划时,首先考虑的是经济成本,然后才考虑环境友好问题。但是,有时很难将两者区分,因为减少某一项投入通常也意味着成本的降低。

环境立法可以加速企业生产过程的改变,立法的改进可以拓宽生物技术的应用。没有外部压力,仅为达到改善环境的目的,不可能促进企业转变生产方式。

以前认为,大部分政策的制定都是以类似于生命周期评估的分析方法为基础的。实际上,不同的企业所采用的决策方法各不相同。所以,本书旨在讨论这些不同的决策方法。

企业对生物技术知之甚少,因而也很少能系统地应用生物技术。一些企业通常是通过其它企业或学术机构来了解生物技术知识的。企业一旦采用了合适的技术,就会明显提高企业的后续发展。

政府决策者能控制风险平衡,比如,通过建立持续而稳定的立法基础,为促进可持续发展提供经济刺激,为不同学科的联合攻关提供研发资金。

政府部门需要认真考虑可持续发展的研发资金。因为,在很多情况下,研发资金分配在多个政府部门。此外,在多学科教育,特别是对工程师的教育,政府部门能发挥非常重要的作用。

结论和展望

本书逐步细致地探讨了工业可持续发展。文中翔实地论证了生物技术-环境友好以及生物技术-经济效益两者之间的联系。本书也准确地描述了企业管理人员是如何做出采用新技术的决定过程。读者可更深入地理解有关工业可持续发展的政策所创造的机遇和挑战。

所有的案例研究指出了可再生资源 and 新技术(比如功能基因组和代谢工程)的应用前景。应用可再生资源 and 新技术可降低原料、化工产品和燃料的生产成本,使原料、化工产品和燃料的生产更接近于环境友好的方式,因而会普遍提高工业可持续发展的程度和人民的生活质量。

今后几年中,将会看到很多大型工厂应用可再生资源生产的工业原料和化工产品,同时会在更广泛的工业生产领域中逐步应用各种生物过程。因此,关于这个主题未来的文献资料应当包括更多的案例研究。