



生物产业与生物能源 发展战略和政策分析

ShengWu ChanYe Yu ShengWu NengYuan
FaZhan ZhanLue He ZhengCe FenXi

李志军 / 著



经济科学出版社
Economic Science Press

生物产业与生物能源 发展战略和政策分析

李志军 著

经济科学出版社

责任编辑：王长廷
责任校对：徐领柱 杨海
版式设计：代小卫
技术编辑：邱天

图书在版编目 (CIP) 数据

生物产业与生物能源发展战略和政策分析/
李志军著. —北京：经济科学出版社，2010. 2
ISBN 978 - 7 - 5058 - 8960 - 6

I. ①生… II. ①李… III. ①生物技术 -
高技术产业 - 研究 - 中国②生物能源 - 高技术
产业 - 研究 - 中国 IV. ①F426. 7②F426. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 241193 号

生物产业与生物能源发展战略和政策分析

李志军 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址：北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编：100142

总编部电话：88191217 发行部电话：88191540

网址：www. esp. com. cn

电子邮件：esp@ esp. com. cn

北京中科印刷有限公司印装

880 × 1230 32 开 7.375 印张 200000 字

2010 年 2 月第 1 版 2010 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5058 - 8960 - 6 定价：26.00 元

(图书出现印装问题，本社负责调换)

(版权所有 翻印必究)

前 言

生物产业属于高技术产业，是正在快速发展的战略性新兴产业，对解决人类社会面临的资源、环境、健康、食品等重大问题具有重要支撑作用，已经成为各国经济社会发展的战略重点。生物能源既是生物产业的重要组成部分，又是重要的可再生能源。抓住当前有利时机，利用我国的现有基础和优势，加速发展生物产业和生物能源，对于培育战略性新兴产业、促进产业结构调整和优化升级，满足能源需求、改善能源结构、减少环境污染、促进经济发展，具有重要意义。

从2004年开始，我参加国家发改委组织的有关生物产业发展战略、规划和政策的研究工作，并受聘担任国家生物产业发展专家咨询委员会委员。之后，又参与国务院发展研究中心和技术经济部的有关课题研究，承担有关生物产业、生物能源方面的研究工作。期间，完成了一批研究报告和调研报告，公开发表过一些学术论文。

本书就是在以上研究工作的基础上进行整理而成的，收录了近年来我在生物产业与生物能源发展战略与

政策方面的部分研究成果。文章按内容归类，保持了原发表时的内容与形式，并注明发表的出处和时间，便于了解当时的背景和对其进行检验。附录部分收录了有关生物产业与生物能源立法、规划、政策等方面的资料，供读者参考。为便于读者了解国外生物能源发展状况，特收入“国外生物能源开发利用的现状、政策与启示”一文，由我的同事田杰棠同志提供。

多年来，我的研究工作得到了单位领导、同事、老师和朋友的关心、支持、指导和帮助。谨此一并表示衷心的感谢！

李志军
2010年1月

目 录

上篇 生物产业

生物产业发展状况及创新的一般规律与特点	3
美国生物产业融资状况、特点与趋势分析	11
我国生物产业融资状况、问题及有关建议	23
加快生物产业发展步伐 培育新的经济增长点	34
提高我国生物产业创新能力需要解决的几个问题	45
关于促进生物产业发展的若干政策建议	55

下篇 生物能源

国外生物能源开发利用的现状、政策与启示	63
生物燃料乙醇发展现状、问题与政策建议	95

目 录

生物柴油发展思路与政策建议	106
生物质发电需要加大政策扶持力度	116

附录

1. 生物产业发展“十一五”规划	127
2. 促进生物产业加快发展的若干政策	146
3. 中华人民共和国可再生能源法	154
4. 可再生能源中长期发展规划	163
5. 可再生能源发展“十一五”规划	192

上篇 生物产业

生物产业（主要包括生物医药、生物农业、生物能源、生物制造和生物环保产业）是当今具有生机和活力的先导性、战略性新兴产业，对经济社会发展具有重要带动作用。生物产业发展关系人民健康和动植物安全，在解决人类食物、资源、环境等重要问题方面发挥着越来越大的作用。作为新兴的高技术产业，生物产业是未来国际竞争的制高点，正在成为继信息产业之后新的经济增长点，对新一轮经济增长提供重要支撑，推动新一轮技术变革和产业革命，成为世界各国经济社会发展的战略重点。美、日、欧等发达国家以及印度等发展中国家都十分重视生物产业发展，纷纷出台了一系列鼓励政策。

生物产业发展状况及 创新的一般规律与特点^①

从 20 世纪 50 年代 DNA 双螺旋结构的发现以来，现代生物技术的发展日新月异，已经渗透到人们生产生活的各个领域，广泛应用于农业、食品、医药、卫生、化工、环保、能源、海洋开发等领域，在解决人类食物、健康、资源、环境等重大问题方面发挥着越来越大的作用。

1976 年 4 月 7 日，赫伯·波伊尔（Herb Boyer）和罗伯特·斯万森（Robert Swanson）在南旧金山成立了基因技术（Genetech）公司，标志着现代生物产业^②的开始。生物产业发展经历了以下几个阶段：

第一阶段，20 世纪 70 年代，以 DNA 重组技术的成功标志着生物技术的诞生及其新纪元的开始。

第二阶段，20 世纪 80 年代，以第一个基因工程药物——重组人胰岛素的上市标志着生物产业的崛起，生物技术在医药领域经历了一段快速发展时期，被称为生物技术应用的第一次浪潮。目

① 原载《国务院发展研究中心调研报告》2008 年第 102 号。

② 生物产业是以现代生物技术为基础发展起来的、专门从事生物技术产品开发、生产、流通和服务的产业群。从产业链的角度来看，它既包括为生物技术研发提供支持的设备、制剂以及相关的信息服务业，也包括运用生物技术工艺进行生产或提供服务的产业，相应的储、运、销售等需要专门的生物技术知识与技能的产业也包括在内。

前，生物医药产品占生物产业市场的70%以上，处于主导地位。

第三阶段，20世纪90年代中期，以转基因食品为标志，生物技术在农业领域迅速应用，形成了生物产业的第二次浪潮。

第四阶段，20世纪90年代后期，生物技术在工业、环保、能源、海洋、材料、信息等领域的广泛应用与融合，形成了生物产业的新浪潮。

当前，世界现代生物技术发展开始进入大规模产业化阶段，对经济社会发展的影响越来越大。主要表现在以下几个方面：

1. 生物产业发展呈上升趋势。从产业总量来说，生物产业化进程明显加快，市场规模迅速扩张。近20年来，生物产业尤其是医药生物产业，在药物审批数量、年收入量、上缴税款数量、公司总数、上市公司总数、就业人数、专利和文献数量等方面一直呈持续上升态势，整个行业的亏损没有阻挡住投资者的步伐。

从产业结构来说，各种生物产业不断涌现和成长壮大。医药生物是生物产业中的最大产业，已形成由生物技术药物、生物技术疫苗、基因治疗、组织工程、临床诊断、生物芯片和药物发现等分支组成的产业群。农业生物的焦点是转基因作物，目前转基因作物产业的总价值估计为42.5亿美元；还有转基因动物、生物农药、生物肥料等产业。工业生物涉及的产业面较广，在工业生物催化核心技术的作用下，带动生物材料、生物能源、生物环境产业等的发展并推动制药、化工、造纸、发酵等传统产业的更新换代，对经济社会的可持续发展将产生巨大影响。

从产业市场来说，生物产品份额集中的显著趋势，发达国家占据主导地位。少数发达国家在全球生物医药市场中占有绝对比重，处于产业主导地位（见表1）。在世界药品市场中，美国、欧洲和日本三大药品市场的份额超过了80%。近十年来，美国生物产业研发投入增长3.2倍，而且人均研发投入、每个公司平

均的研发投入、单位研发投入所创造的收入均有所增长。高额研发费用投入的最直接结果是新药及疫苗批准数量的增加。尤其是从美国生物技术药物批准量来看，近十年每年的批准量均为两位数，表明美国在生物技术方面的前期科研投入已经开始取得回报。

表 1 2005 年全球生物企业发展状况

	全球	美国	欧洲	加拿大	亚太地区
上市公司数据					
总收入 (百万美元)	63156	47790	9781	2584	3002
研发开支	20415	15979	3272	852	312
净收入(亏损)	4388	2128	1943	(324)	7
公司数量					
上市公司	671	329	122	81	139
私人公司	3531	1086	1491	378	577
上市和私人公司	4202	1415	1613	459	716

资料来源：Ernst & Youg 公司《超越界限：2006 全球生物技术报告》，北京生物技术和新医药产业促进中心等编译，2007 年 10 月。

进入新世纪，人类基因组测序的完成标志着生命科学研究取得重大突破，体细胞克隆、干细胞、基因治疗、生物芯片、转基因动植物等新的技术和产品不断涌现，新兴生物产业群蓬勃发展。2005 年，全球生物药品销售额达到 600 多亿美元，占整个医药工业的比重从 1995 年的不到 4% 迅速提高到 11%；全球转基因农作物种植面积达到 9000 万公顷，10 年间增长了 50 倍。全球范围内正在研制的 2000 多种生物药物 80% 已进入临床试验，6000 多例转基因动植物经批准正在进行试验。同时，生物制造、生物能源、生物环保等一批新兴产业正在快速形成。

2. 生物产业的发展方向仍然以医药为主，特别是针对各种重大疾病（肿瘤、心脑血管等疾病的基因药物）。国际上，生物技术药物开发的基本方向是寻找更有效的药物，更好、更安全的药物或者疫苗，更准确的药物剂量，更快的药物开发与批准程序，更低的医疗保健成本。据有关资料，全球研制中的生物技术药物超过 2200 种，其中 1700 余种已进入临床试验。

未来 10 年生物医药产业，重组人体蛋白、生长因子和细胞因子仍是重点；疫苗、单克隆抗体类药物将有更大的发展；基因治疗、细胞治疗将有重大突破；一些新类型产品将崭露头角，并将呈现出多元化发展趋向。肿瘤、感染性疾病、心脑血管疾病仍将是药物研制的主要焦点。AIDS、自身免疫性疾病、老年性疾病、移植排斥反应、各种慢性疾病和流行性疾病等将成为人们关注的新目标。随着人类基因组序列的破译以及功能基因组研究的深入，生物医药目前正在孕育着一场重大突破。

3. 生物技术应用领域不断扩大，一批新兴产业群正在逐步形成。近年来，生物技术进一步向化学工业、造纸工业、环保工业、能源工业等渗透和融合，生物化工、生物能源、生物环保等一批新兴产业群正在形成，标志着生物技术已开始进入国民经济社会各个领域。

转基因农作物种植面积大幅度增长，生物农业快速发展。尽管人们对转基因食品存有疑虑，但从 1996 年商业种植转基因作物以来，全球转基因作物种植面积迅速增长，已经达到 9000 万公顷，10 年间增长了 50 倍。目前，世界范围内成功转移基因的植物已达 100 余种，动物 10 余种，6000 多例转基因动植物经批准正在进行试验，转基因大豆、油菜、番茄等已先后投放市场，取得了显著的经济效益、社会效益和生态效益。转基因瘦肉型猪、高产奶牛等已达到产业化阶段。

4. 生物技术与其他学科的交叉融合发展迅速。以新药研制

为例，它所涉及的新技术既包括生物技术和高通量筛选也包括组合化学技术和计算机辅助设计。目前，生物技术与其他高技术整合形成了生物芯片、生物信息、生物材料、生物能源、生物光电、生物传感器等高新技术领域。生物芯片技术的开发和运用，又为生物学和医学基础研究、疾病诊断、新药开发、食品、农业、环保等开辟了一条全新的道路，改变生命科学的研究方式。基因组学、生物信息学、基因图像、信息传递、重组化学等方面的新进展，给医药产业发展带来新的飞跃。

5. 生物产业正在成为信息产业之后世界经济中又一个新的主导产业。生物技术对整个社会生活的强大渗透作用越来越明显，生物伦理学研究对生物技术发展的影响将会越来越大。生物信息技术、生物芯片技术、胚胎干细胞等关键技术，加上已经成熟的克隆技术、转基因技术等不仅使生物产业成为 21 世纪最重要的产业，也将深刻改变人类的医疗卫生、农业、人口和食品状况，同时生命科学及生物技术的发展也向人类社会和伦理道德提出了严峻的挑战。

生物技术革命将为人类社会提供新资源、新手段、新途径，引发医药、农业、能源、材料等领域新的产业革命，有效缓解人类社会可持续发展所面临的健康、食品、资源等重大问题，生物产业具有广阔的发展空间。预计到 2020 年，生物医药占全球药品的比重将超过 1/3，生物能源占世界能源消费的比重将达到 5% 左右，生物基因材料将替代 10% ~ 20% 的化学材料。继信息产业之后，生物产业将逐渐成为未来全球经济社会发展的又一重要推动力。

6. 许多国家把生物产业作为战略产业重点发展。近年来，在生命科学研究、生物技术创新重大突破的带动和市场需求的拉动下，世界范围内一场具有划时代意义的生物技术革命和产业革命正在逐步形成。目前，加速生物产业发展，抢占生物经济时代

制高点，保障国家生物安全，已经成为世界各国经济社会发展战略的重点。

各国纷纷制订生物产业发展战略规划，发布专项政策，成立专门机构，加速培养和吸引人才，大幅度增加对生物技术和产业化的投入，引导社会资源投入生物产业，促进生物产业在知识密集区域集聚化发展，努力抢占 21 世纪国际经济技术竞争制高点。美国力争全面保持世界领先地位。2001 年，美国生物技术研究开发经费投入高达 380 亿美元，占其民口径费的 50%。2003 年 1 月，美国启动实施了预计耗资 70 亿美元、为期 10 年的“生物盾”计划。为加快生物产业发展，美国 FDA 简化了新药申报程序，放宽了转基因大田试验的管制等，许多州出台了吸引生物技术企业，促进产业化的优惠政策措施。英国于 2000 年发表了《生物技术制胜——2005 年的预案和展望》，其战略目标是要努力保持仅次于美国的世界第二的地位。日本决心在生物经济时代再创辉煌，提出要实施“生物产业立国”战略，于 2002 年启动实施了“生物行动计划”（Bio Action Plan），具体包括 50 个指导计划、88 个基本计划和 200 个详细行动计划。印度在成为计算机软件大国后，立志成为生物产业大国。为适应生物技术快速发展的需要，1986 年印度在科学技术部单独设立了生物技术司，出台了《印度生物技术十年展望》。

生物产业属于典型的高技术产业，具有高投入、高风险、高回报、周期长的特点，开发阶段资金投入量大、成功率低、风险高，生物产业与信息技术、新材料等其他高技术产业相比，有以下一些不同的特点：

1. 研究和开发周期长。一项生物技术产品的研究与开发至少需要 5 年时间，生物药品所需的时间更长。这主要是由于生物体系的复杂性超过物理或化学体系；同时新开发的药物必须经过大量的动物实验和三期临床试验才能进入市场。因此生物技术企

业，从开办初期到成长期的时间也比较长，由于产业化的门槛比较高，从而在不同程度上制约了中小生物企业的发展。

2. 投资规模大。在美国，一种有知识产权的新药从研究开发到上市约需5亿~10亿美元，中小型生物高技术企业难以独立承担。他们一般是与大制药公司合作，以自己拥有的新药开发技术在最终的成果中享有一定比例的经济权益；有的通过发行股票集资；还有的干脆将开发到一定程度的产品，甚至整个公司卖给有实力的投资者。

3. 技术含量高。生物技术产品研究开发的每个步骤技术含量都很高，而且不同产品的研究和生产步骤往往不可相互重复应用。这就需要开发单位拥有一批基础理论和基本技能都很高的技术人才来从事研究。

4. 产品的经济效益巨大。生物技术产品（如基因药物）一旦研制成功，则具有生产成本低、市场寿命长达数十年的优势，可为企业带来非常丰厚的利润。

5. 生物技术作为智力、资金、技术密集的新兴产业，起步门槛较高，初创时期的开发费用远超过其产值，即使进入商业化生产实现盈利也要有一定的时间，具有高投入、高风险特点。

6. 大规模集约型研究。20世纪80年代中期开始的基因组的研究，使得生物技术的研究进入了大科学的运作方式，大规模、高通量、高内涵、信息化的工业运作方式成为生物技术研究的方式。世界各国建立的许多大型研究中心通常像一个大企业，拥有大量的仪器设备，针对一个特定的目标进行研究。

7. 由于研究内容的深入和研究范围的加大，多个实验室间的合作研究方式已成为当前的主要潮流。对于基因组研究和蛋白质组研究等“大科学”而言，大规模的跨单位、跨地区、跨国家的联合研究已成为主要方式。由于美国在生物技术开发方面的领先地位，研究开发向北美集中的趋势更加明显。

8. 生物学研究对实验设备的依赖日益加强。一个最先进的生物实验室，其研究经费的三分之一以上花在仪器设备上，从某种意义上说，生物产业最大的投入并不是智力，而是设备。这些仪器设备可以分为两大类：一类是以生物学原理为主设计的，例如多聚酶链放映（PCR）技术、基因芯片和蛋白质芯片等；另一类则是基于物理、化学原理的仪器，如电子显微镜、X射线衍射仪、质谱仪。