

# 我国生物技术产业发展与产业政策路线图构想

张 平, 张 晔

(武汉大学 经济与管理学院, 湖北 武汉 430072)

**摘 要** 生物技术产业是我国重点培育发展的战略性新兴产业之一。目前,我国已确定以重大技术突破和重大发展需求为基础,把生物技术产业培育成先导性、支柱性产业的战略目标。参照技术路线图的方法,根据科技部规划的产业发展总体目标和研究方向,结合目前我国生物技术产业的发展现状,针对产业发展的培育形成、快速发展和产业成熟 3 个不同阶段,对我国生物技术的产业发展路线图和产业政策路线图做了初步设计,试图为生物技术产业发展体系的构建提供理论支撑。

**关键词** 战略性新兴产业; 生物技术产业; 发展路线图; 产业政策; 生物技术

**中图分类号:** F 062.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-3456(2013)01-0001-05

战略性新兴产业是一个国家或地区实现未来经济持续增长的先导产业,对国民经济发展和产业结构转换具有决定性的促进和导向作用,具有广阔的市场前景和引导科技进步的能力,关系到国家的经济命脉和产业安全<sup>[1]</sup>。我国《国民经济和社会发展的第十二个五年规划纲要》明确了生物技术产业作为七大战略性新兴产业之一,是我国未来重点培育发展的产业。本文模拟产业技术路线图的方法,按照“国家目标—战略任务—关键技术—发展重点”的分析框架<sup>[2]</sup>,运用时间序列,针对产业发展的 3 个阶段,初步设计我国生物技术的产业发展路线图和产业政策路线图,旨在为产业持续、健康、快速发展提供理论支撑。

## 一、生物技术产业发展现状

### 1. 生物技术产业的界定

生物技术产业是以现代生物技术为基础,从事与生物技术相关产品的基础研究、应用开发、产品生产和销售<sup>[3]</sup>的产业群。科技部下发的《“十二五”生物技术发展规划》中明确了我国现阶段重点发展的生物技术细分产业,包括生物医药、生物农业、生物制造、生物能源和生物环保产业。

### 2. 我国生物技术产业发展现状

生物技术产业在我国的发展,起步于 20 世纪 70 年代初,首次将 DNA 重组技术运用于医学<sup>[4]</sup>。

然而,生物技术产业在我国真正形成和发展是在国民经济和社会发展第十一个五年规划期间。

在生物产业规模方面,国家发展和改革委员会于 2006 年制定的《生物产业发展“十一五”规划》中提出,“2010 年实现生物产业增加值达到 5 000 亿元以上,约占当年 GDP 的 2%”。2010 年,我国生物技术整体产业总产值为 3 156 亿元,相比 2006 年的总产值 2 011 亿元,增长了 57%<sup>[5]</sup>,受 2008 年金融危机的负面影响,在年增长率方面虽然保持了超过 12% 的增长速度,但是与国家规划指标有一定差距。2011 年生物技术产业总产值达 3 645 亿元<sup>[5]</sup>,但仍然没有达到 2010 年的产业规划目标。究其原因,这与生物技术产业研发周期长,前期投入巨大,产品审批严格,投资风险大等特点密切相关,也与我国金融体制尚不能有力支持创新性中小企业发展等制约因素有关。

在生物产业结构方面,目前我国的生物技术产业结构与发达国家相似。产业结构中比重最大的是生物医药产业,其 2010 年产值达到 1 340 亿元,占整体生物技术产业产值的 42.5%。其他依次为生物农业、生物制造、生物能源和生物环保产业,分别占生物技术产业的 27.2%、22.3%、6.7% 和 1.4%,见表 1。

在生物产业布局方面,我国生物技术产业是以各地生物产业基地为中心的产业集群分布。2005 年至 2008 年,国家发展和改革委员会先后确立了 4 批总计 22 个国家生物产业基地,主要分布在北京、

收稿日期:2012-09-15

基金项目:教育部人文社会科学研究规划基金项目“低碳技术创新与产业政策保障研究”(10YJA790249)。

作者简介:张 平(1957-),女,教授,博士;研究方向:产业经济理论与政策。E-mail:pzjackie@yahoo.com.cn

上海、天津、西安、长沙、深圳、广州、杭州、武汉、泰州、青岛、石家庄、哈尔滨、通化、长春、德州、郑州、南昌、南宁、昆明、重庆和成都等科研或经济发达城市。然而,目前我国生物基地,特别是生物医药园区,存在产业结构不合理、产业布局分散、低水平重复建设等问题,还未能形成专业化分工的产业集聚效应<sup>[6]</sup>。

表 1 2010 年我国生物技术产业规模和产业结构状况

	生物医药	生物农业	生物制造	生物能源	生物环保	总产值
产值/亿元	1 340	857	705	211	43	3 156
结构比重/%	42.5	27.2	22.3	6.7	1.4	100

注:资料来源于赛迪顾问《中国生物产业报告 2010—2011》。

在生物产业组织方面,我国生物技术产业已发展形成若干个龙头企业。根据新浪财经提供的生物技术产业上市公司总市值数据,生物制药板块的龙头企业包括华兰生物、智飞生物、长春高新和天坛生物;概念板块中超级细菌板块龙头企业包括康美药业和上海莱士;生物疫苗板块龙头企业包括四环生物;生物燃料板块龙头企业包括荣华实业和中粮生化;生物农业板块龙头企业包括隆平高科。然而从总体上说我国生物技术产业集中度仍然较低。

### 3. 发达国家生物技术产业发展现状——以美国为例

生物技术产业在全球范围内是个朝阳产业。在世界主要发达国家,生物技术产业处于其生命周期的成长阶段,体现在产业发展速度快,市场剪增长率,需求持续增长。2010 年全球生物技术产业总产值超过 3 590 亿美元,年均增长率在 20%~30%<sup>[5]</sup>。各国政府均高度重视生物技术产业发展。以美国为例,美国政府从 20 世纪 50 年代起,就把生物技术产业定位为基础性和战略性发展产业,并为企业提供有效的政策支持和市场引导。美国生物技术产业的特征主要体现在 3 个方面。

首先,美国的生物技术产业布局高度集中,产业集群效应明显,已经形成了波士顿、旧金山、圣地亚哥、北卡三角研究地带、西雅图、纽约、费城、洛杉矶、华盛顿和巴尔的摩等 10 个生物集群<sup>[5]</sup>。产业集群促进了集群内部企业的合作,推动新产品的开发,刺激企业创新。生物技术产业的经营风险较高,产业集群可有效提高集群内企业抗风险能力,同时降低成本,提高产业集群内企业竞争力。

其次,成熟的资本市场为美国的生物技术产业发展提供了强大的支持。生物技术产业是技术密集型和资本密集型产业,研发投入巨大,投资不确定性

较大。在美国生物技术产业的融资结构中,证券市场融资和风险投资是其中的两大支柱<sup>[7]</sup>,分别为初创企业和成长阶段企业提供融资支持。

再次,美国已初步形成生物技术产业一体化,产业链中企业分工明确,专注于各自核心竞争力的提高。例如,美国生物制药产业已形成生物技术研发企业、技术平台公司、药物发现公司、药物制造企业、药物销售企业等诸多环节组成的产业链<sup>[7]</sup>。

总体来说,美国生物技术产业的发展是成功的,我国在制定生物技术产业发展线路图时可以充分借鉴其经验。

## 二、生物技术产业发展与产业政策路线图

### 1. 我国生物技术发展总体目标规划

科学技术部于 2011 年 11 月发布了《“十二五”生物技术发展规划》,提出了我国生物技术到 2015 年的阶段性总体发展目标,见表 2。可以看出,科技部对生物技术产业未来 5 年制定的发展路径是重视基础研究积累,提高科研创新能力,培养生物技术人才,保持产业快速增长,基本形成生物产业整体布局。

表 2 “十二五”期间我国生物技术发展目标

总体目标	具体量化目标
生物技术自主创新能力显著提升,生物技术整体水平进入世界先进行列,部分领域达到世界领先水平;生物医药、生物农业、生物制造、生物能源、生物环保等产业快速崛起,生物产业整体布局基本形成,推动生物产业成为国民经济支柱产业之一,使我国成为生物技术强国和生物产业大国	发表 SCI 论文总数达到世界前 3 位 申请和授权发明专利数总数进入世界前 3 位 生物技术研发人员达到 30 万人以上,生物技术人力资源总量位居世界第一 生物产业年均增长率保持在 15% 以上

### 2. 我国生物技术研究方向规划

生物技术具有明显的二元特性,表现为生物技术的研将同时提高基础研究和应用创新水平<sup>[8]</sup>。生物技术之间以及与其他领域技术之间的交叉融合趋势逐渐增强,群体突破现象明显,带动了生物信息学、纳米生物等一些新学科的诞生<sup>[9]</sup>。因此,对生物技术研究方向的规划应同时考虑基础研究和应用开发 2 个方面。

《“十二五”生物技术发展规划》提出了我国生物技术的研究方向。其中,基础研究方面的重点研究方向包括人口与健康科学、农业科学和工业生物科学,主要依靠科技计划中的国家重点基础研究发展计划(973 计划)给予资助。应用开发方面的重点研

究方向包括“组学”技术、合成生物学技术、生物信息技术、干细胞与再生医学技术、基因治疗与细胞治疗技术等 12 个方面。应用研究方面的国家支持主要来自国家科技重大专项和国家高技术研究发展计划(863 计划)。由此可见,科技部规划“十二五”期间重点支持与生物医药产业相关的应用开发。与“十一五”规划相比较,科技部在保障基础研究经费资助的同时,将国家科技计划支持的重点从基础研究转向应用研究。国家计划实现重点技术的突破和技术成果的产业化。

### 3. 生物技术产业发展的理论分析

研究产业发展的路径,首先应该分析该产业的基本特征。生物技术产业的特征主要体现在 4 个方面。第一,生物技术具有较显著的二元特性,生物技术研究同时提高基础研究和应用创新的水平<sup>[8]</sup>,因此其技术发展对于我国整体科技水平的提高有显著推动作用;第二,生物技术产品开发周期长,前期研发投入高,中试阶段融资困难,是高风险与高收益并存的项目;第三,生物技术企业面对特殊的风险,如技术风险、市场风险、政策风险和伦理风险;第四,生物技术具有显著的正外部性和综合效益,其产业发展能够带动国民经济的整体发展。

制定生物技术产业发展路径,应综合分析其产业发展机制,制定基于不同产业生命周期阶段的目标、规划和政策。产业发展的影响因素包括动力机制、供求机制、内在机制、外在机制、决策机制和创新机制<sup>[10]</sup>。

就现阶段而言,生物技术产业发展的动力机制不足。生物技术由于其产品前期的研发试制以及中试阶段投资巨大,周期长,短时间内无法形成边际效应,难以吸引大量的长期的社会资源。再者,由于我国的资本市场尚未成熟,因此在生物技术产业发展的培育形成阶段,需要政府资金投入,引导生物产业化发展,并重点扶持大型生物技术研发企业。随着产业的发展,未来将逐步向企业为创新主导的方向发展。

供求机制方面,在全球范围内,生物医药市场仍处于成长期,生物能源等其他细分产业的市场仍在形成中,市场驱动力不足,主要仍是靠技术驱动。但随着生物技术产业进入快速发展和产业成熟阶段,市场需求必然是产业发展的主要驱动。

生物技术产业的内在机制决定了其必然是技术进步快、科技创新活跃的产业。该产业内在机制的决定性因素是科技创新和资本投入。保障科技投入

是关键,这与创新机制具有一致性。科技投入的主体应由产业培育形成阶段的政府,逐步转变为企业。在产业组织政策方面,应形成产业集群,发挥产业聚集效应。在生物技术产业的培育形成阶段,应由政府为主导,建立若干产业基地。最终实现在产业成熟阶段,形成以高等院校和科研机构密集城市为中心的生物技术集群,集群地区形成完整的产业链,并引导资本向产业集群聚集。

外在机制方面,在全球经济一体化的背景下,我国的生物技术企业应积极开展国际交流,建立国际合作关系,向国际市场融资,寻求与国际研究机构合作,并积极参与生物产业国际立法,为产业发展创造良好的国际环境。

决策机制方面,政府决策对产业发展具有非常重要的作用,政府的社会经济发展战略、产业政策、产业结构调整等直接影响着产业兴衰<sup>[10]</sup>。因而,政府在制定政策时应保持谨慎科学的态度。

### 4. 我国生物技术产业发展路线图

从科技部制定的生物技术产业发展培育形成阶段(2010—2015 年)的总体目标(表 2)出发,结合当前我国生物技术产业的研发水平、市场条件、企业发展、人才储备等发展现状,针对生物技术产业在培育形成阶段、快速发展阶段和产业成熟阶段的不同特征,对我国生物技术产业的发展战略、产业目标、主导产业、核心技术、研发机构、发展驱动、产业周期和政策重点等方面分别进行梳理,以发展路线图的形式进行总结,见表 3。从表 3 可见,发展路线图体现了生物技术产业的国家发展战略从“生物经济强国”到“世界创新中心”的转变,主导产业从生物医药过渡到生物能源,研发主体从国家机构转换为企业,产业发展从技术驱动转型为市场驱动型。

### 5. 我国生物技术产业政策路线图

在生物技术产业发展的进程中,政府现阶段的角色应该是基础研究的资助者、产业布局的设计者、产业组织的协调者和市场行业秩序的制定和监管者。然而,随着产业从培育形成阶段,进入快速发展阶段,而后达到产业成熟阶段,政府的作用和产业政策手段应该随之调整。基于此,针对生物技术产业发展的不同阶段,从行政手段、经济手段、信息诱导手段、技术手段和法律手段等 5 种产业政策手段,以及政府的组织保障措施方面,对我国生物技术产业政策做初步规划,并提出具有针对性的产业政策措施,见表 4。

表 3 我国生物技术产业发展路线图

	培育形成阶段(2010—2015年)	快速发展阶段(2016—2020年)	产业成熟阶段(2021—2030年)
发展战略提升	国家发改委提出实施“生物经济强国”的发展战略	专业化生物技术研发中心和“生物产业大国”	生物创新技术研发和产业化发展处于世界领先水平
产业目标推进	发表 SCI 论文总数达到世界前 3 位, 申请和授权发明专利数总数进入世界前 3 位, 生物技术研发人员达到 30 万人以上, 生物产业年均增长率保持在 15% 以上	生物技术产业成为国民经济支柱产业之一, 生物产业总产值达到 25 000 亿至 30 000 亿元 <sup>[11]</sup> , 占 GDP 比重超过 4%	生物技术的基础研究、应用开发和产业化整体达到世界先进水平, 打造“世界生物技术创新中心”
主导产业转变	生物医药产业	生物医药、生物能源产业	生物能源产业
核心技术研发	基因治疗与细胞治疗技术, 合成生物学技术, 转基因技术	干细胞与再生医学技术, 生物信息技术, 生物芯片与生物影像技术	生物能源产品, 生物降解技术, 生物材料
研发机构转换	国家重点实验室和国家工程技术研究中心	国家重点实验室、国家工程技术研究中心和企业	独立研究机构和企业技术研发部门
发展驱动转型	技术驱动型为主	技术驱动和市场拉动共同作用	市场拉动型为主
生命周期阶段	生物医药、生物农业产业进入成长期, 生物能源、生物制造、生物环保处于起步期	生物技术五大产业均进入产业生命周期的成长期	生物医药、生物农业、生物能源产业进入成熟期, 生物制造、生物环保处于成长期
产业政策重点	基础研究积累, 重点技术突破, 促进“政产学研”联合, 引导生物产业化发展; 重点扶持大型生物技术研发企业	重点扶持生物技术品牌, 加强产业规制; 重点支持可再生能源科学技术研究、应用示范和产业化发展 <sup>[12]</sup>	以企业为主导, 市场为导向, 产业政策为协调工具, 促进生物技术产业的可持续发展

表 4 我国生物技术产业政策路线图

产业政策手段	培育形成阶段(2010—2015年)	快速发展阶段(2016—2020年)	产业成熟阶段(2021—2030年)
准入政策	适当放宽限制, 鼓励创新; 通过国家科技计划选择项目给予资助	严格执行行业标准、技术标准和技术规范	规定生物医药和生物农业企业的最低资本金, 提高产业集中度
行政手段	培育长三角、珠三角、和京津冀 3 个综合性生物产业基地, 和东北地区、中西部地区专业性产业基地 <sup>[5]</sup>	产业布局细化, 突出地方优势, 合理配置资源, 减少重复建设的生物产业基地; 加快推进支撑产业的知识密集型服务业发展 <sup>[13]</sup>	形成以高等院校和科研机构密集城市为中心的生物技术集群, 集群地区形成完整的产业链
科技投入	保持“973 计划”和“863 计划”的支持力度, 加大国家科技支撑计划投入; 完善自然科学基金管理和资助模式, 优化学科发展外部环境 <sup>[14]</sup>	技术创新主体从国家级科研中心逐步转为企业创新团队, 鼓励企业、高校和科研机构共建	支持企业设立境外研发中心, 对企业自主创新生物产品的研发给予资助
经济手段	制定促进产学研结合的税收政策, 生物产业基地经高新技术企业资质认定后, 两年内免征所得税, 之后按 15% 的税率征收	继续实行鼓励自主创新的财税政策, 制定针对创业风险投资企业的税收优惠政策	对生物环保、生物制造产业继续实行优惠的财税政策, 对生物医药、生物农业和生物能源产业的优惠政策逐渐减少
金融政策	加强政策性金融支持, 鼓励信用机构对初创期生物企业提供贷款担保, 引导创业投资基金投向生物产业领域, 鼓励生物技术企业构建股权融资(中小板和创业板)和债务融资等多元的资本结构	构建企业和个人征信体系, 促进各类征信机构的发展; 加强与国际专业生物创业投资基金的合作; 探索知识产权质押贷款等品种创新, 支持开展未上市生物企业股权转让	建立担保机构的资本金补充和多层次风险分担机制; 扶持发展区域性产权交易市场, 拓宽创业投资退出渠道, 建立支持自主创新的多层次资本市场
信息手段	规划纲要、政府的重大经济活动等权威信息发布	鼓励现代生物技术改造传统产业	建设生物技术信息平台 and 公共服务平台
技术手段	运用技术路线图方法进行技术前瞻与规划实践, 制定行业标准, 制定生物产业技术标准和规范;	完善生物技术成果的评价体系和转让机制, 鼓励企业和科研机构参与技术标准和规范的完善	以行业协会为主体, 完善行业标准; 政府责任在于监管标准的制定, 防止垄断
法律手段	加强知识产权和产业标准化工作, 加强生物技术科研成果的登记和转移工作; 鼓励企业申报美国食品和药品管理局(FDA)等国际市场的注册与认证	开展生物技术专利研究与分析工作, 建设生物产业专利库和专利预警报告发布系统	重视专利和标准竞争, 构建以龙头企业为核心的开放式创新网络的“前端控制”机制, 进而通过专利池运作和标准平台打造自主创新平台 <sup>[1]</sup>
法律体系	制定《中华人民共和国生物安全法》; 以人本主义为价值理念, 以社会秩序为价值定位, 以公共安全为价值追求, 制定转基因生物安全法; <sup>[15]</sup>	制定《生物产业发展促进与规范法》, 引导和规范生物产业化 <sup>[16]</sup> ; 健全我国生物产业发展的法律保障体系, 完善产业安全法律规范体系 <sup>[16]</sup>	保证生物产业安全法律的有效实施, 保障生物安全, 积极参与生物产业国际立法
组织措施	成立“国家生物技术研究开发与促进产业化领导小组”, 成立“中国生物技术行业协会”	发挥行业协会的规范和监管作用; 构建政府、产业与社会之间有效的协调机制 <sup>[17]</sup>	企业为主体建立技术联盟, 降低研发风险, 强化外部资源的获取 <sup>[18]</sup>

### 三、结 语

通过对我国生物技术产业发展现状的调研,从发展战略提升、产业目标推进、主导产业转变、核心技术研发和产业政策重点等方面,分阶段探索适应我国国情的生物产业发展路径,并在产业发展体系层面上的对产业发展路线图和产业政策路线图做了初步设计。在全球经济调整的关键时期,我国实现“生物经济强国”的发展战略,需要构建更加具体、更加明晰、更加系统的产业发展规划,要充分利用各种产业政策措施,重点运用经济杠杆手段,使生物技术产业结构更加优化,产业布局更加合理,产业组织更加协调,产业政策更加有效。

### 参 考 文 献

[1] 朱瑞博. 中国战略性新兴产业培育及其政策取向[J]. 宏观经济, 2010(3):19-28.

[2] 李海丽. 国内外技术路线图典型案例[J]. 科技管理研究, 2011(22):34-36.

[3] 李志军. 生物产业发展状况及创新的一般特点[J]. 发展研究, 2008(9):14-16.

[4] 易晖陈, 德棉. 生物医药产业化的难点及其对策[J]. 科技导报, 2002(6):23-25.

[5] 赛迪顾问. 中国生物产业研究报告[R]. 北京:赛迪顾问股份有限公司, 2011.

[6] 郑超, 王伯初, 祝连彩. 中国生物技术产业化发展的现状及对策分析[J]. 重庆大学学报, 2011, 17(2):46-50.

[7] 纪云涛, 高汝熹, 陈志洪. 美国现代生物产业: 现状、特征及扶持政策[J]. 上海管理科学, 2005(3):33-36.

[8] DONALD S. Pasteur's quadrant; basic science and technological innovation[M]. Maryland: Brookings Institution Press, 1997.

[9] 张俊祥, 程家瑜, 王革, 等. 生物技术产业特性和发展战略选择研究[J]. 中国科技论坛, 2011(1):25-27.

[10] 杜靖. 产业发展理论探析[J]. 山西财经大学学报, 2009, 31(2):59-60.

[11] 刘阳. 中国五大生物产业的国际竞争力[J]. 中国经济周刊, 2010(27):38-39.

[12] 彭良才. 论中国生物能源发展的根本出路[J]. 华中农业大学学报: 社会科学版, 2011(2):1-6.

[13] 李三虎. 广州发展战略性新兴产业路线图研究[J]. 城市观察, 2011(1):119-134.

[14] 杨新泉, 吕淑梅, 陈兆波, 等. 基金层面分析我国生物产业相关基础研究的发展方向[J]. 中国农业科技导报, 2012, 14(3):1-10.

[15] 刘旭霞, 周锦培. 转基因生物安全立法: 价值理念、价值定位与价值追求[J]. 华中农业大学学报: 社会科学版, 2012(3):9-13.

[16] 刘长秋. 中国生物产业立法研究[J]. 科技与经济, 2010, 23(5):44-46.

[17] OECD. The bioeconomy to 2030; designing a policy agenda (main findings and policy conclusions)[R]. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development, 2009.

[18] 王飞绒, 陈劲. 技术联盟与创新关系研究述评[J]. 科研管理, 2010, 31(2):9-17.

## Design of Development Roadmap and Policy Roadmap for Biotech Industry in China

ZHANG Ping, ZHANG Ye

(School of Economics and Management, Wuhan University, Wuhan, Hubei, 430072)

**Abstract** Biotech industry is one of the seven strategic new industries in China. Based on major technological breakthroughs and significant market needs, Chinese government has set up its strategic goals to cultivate biotech industry into a guiding and leading industry. In accordance with the method of technology roadmapping and the overall industrial objective and research directions by Ministry of Science and Technology, this paper tries to design preliminary biotech industry development roadmap and policy roadmap that are tailored to three stages in this industry-formation, growth and maturity. This study aims to provide research basis for establishment of biotech industry development framework.

**Key words** strategic new industry; biotech industry; development roadmap; industrial policy; biotechnology