

文章编号:1671-1513(2011)05-0001-05

生物制造产业“十二五”时期发展展望

石维忱

(中国生物发酵产业协会,北京 100833)

摘要:生物制造产业是支撑社会经济可持续发展的重要保障,生物制造技术广泛应用于化工、食品、制药、造纸、纺织、采矿、能源以及环境保护等许多重要领域.生物制造对于我国加快调整经济结构、转变增长方式,节约发展、清洁发展、安全发展,建立绿色与可持续的产业经济体系具有重大战略意义.论述了生物制造产业的发展现状和存在的问题,并对其在“十二五”期间的发展思路、发展方向、发展目标进行了展望.

关键词:产业结构;发酵工业;现代生物技术;生物制造;可再生资源

中图分类号: TS101.4; TQ92

文献标志码: A

生物制造是以现代生物技术为基础,大规模生产人类所需基础化学品与材料等的一种工业方式,其目标是“两个替代、一个提升”,即以生物催化剂来取代化学催化剂的工艺路线替代,实现节能减排;以生物可再生资源取代化石资源的工业原料路线替代,实现低碳经济与工业可持续发展;以现代生物技术提升传统生物发酵技术产业,实现产业结构调整与竞争力的提升.生物制造广泛应用于化工、食品、制药、造纸、纺织、采矿、能源以及环境保护等许多重要领域,对于我国加快调整经济结构、转变增长方式,节约发展、清洁发展、安全发展,建立绿色与可持续的产业经济体系具有重大战略意义,并将在节能、降耗、减排、治污中发挥主力作用.

1 生物制造在经济发展中的战略地位

生物制造产业是生物产业重点行业之一,是关系国计民生的重要产业,已经渗透到几乎所有的工业领域,在国民经济、社会发展和提供就业机会等方面具有举足轻重的地位.“十一五”期间,我国生物制造产业一直呈高速增长态势,产业规模不断扩大.2009年我国生物制造产业产品产量达到3500万吨左右,实现总产值5500亿元,其中大宗发酵产品中

的味精、柠檬酸、赖氨酸等产品的产量和贸易量位居世界前列.生物制造产业及相关从业人数近1500万人,玉米、水稻、小麦等发酵原料的生产供应涉及近3亿农村人口.生物制造产业规模不断扩大的同时还带动食品、医药、饲料、造纸、皮革、纺织、化工、日化、能源和环保等相关行业发展,实现产值5万亿元,在国民经济发展中发挥极其重要的作用.同时我国已成为多种生物制造产品的“世界工厂”,在国际上占有举足轻重的地位.

生物制造产业在带动相关行业节能、降耗、减排、治污等方面取得了显著成效.在“十一五”期间,实现上述重点行业污染物产生量减少15%,减排化学需氧量(COD)约200万吨,降低能耗10%以上,节约用水10%以上,减少粮食使用约1000万吨.同时,生物制造对于传统生产工艺进行绿色化学技术改造,提升产品档次,建立清洁生产工艺,推动优质、高效、环保等大宗产品的发展,实现资源再利用,转变高碳经济发展模式,从产业链的各个环节寻求节能途径,具有重要的现实意义,是实现低碳经济目标、促进经济可持续发展的有效途径.

当前,我国处于工业化进程加速时期,面临着严峻的资源与环境压力,迫切需要推进CO₂减排,构建资源节约型和环境友好型社会.生物制造技术的进

收稿日期:2011-09-05

作者简介:石维忱,男,教授级高级工程师,中国生物发酵产业协会理事长、中国工业经济联合会理事、中国沼气学会常务理事、中国食品科学技术学会常务理事、国家食品营养咨询委员会委员、全国食品工业标准化技术委员会秘书长、全国节水工作技术委员会委员,长期从事发酵工程方面的研究.

步,将有利于我国传统化工、医药等行业摆脱能耗高、物耗高、污染严重等困境,实现相关制造产业的跨越式发展.生物制造产业立足于中国特色创新发展,将成为拉动中国经济腾飞的重要引擎.抓住生物科技发展的机遇,把生物制造业作为重点战略性新兴产业加快发展,对缓解经济发展瓶颈制约,实现节能减排、低碳经济发展的目标具有重大战略意义.

2 我国生物制造产业发展现状

我国生物制造产业按照“自主创新、规模发展、产业集聚、拉动内需、稳定市场”的原则,增强自主发展能力,加快产业结构优化升级,提高国际化水平,扩大产业规模,取得重要进展,表现在以下几方面.

2.1 产业规模持续扩大

我国生物制造产品主要包括大宗发酵制品、医药原料中间体、精细化学品、大宗化学品、生物材料等,2009年我国生物制造产业产品产量达到3500万吨左右,同比增长18.1%,实现总产值5500亿元,同比增长16%.生物制造产业还带动其他行业的可持续发展,实现产值5万亿元.在产业规模扩大的同时,集聚式发展的空间格局初步形成,特色区域和产业集群加速向高端延伸,中西部地区和东北地区中心城市生物制造产业快速发展,对优化区域产业布局发挥了重要作用.

2.2 自主创新能力显著增强

生物制造产业属于技术密集型产业,技术创新活跃.近年来,我国生物制造技术正在从传统发酵工业向现代生物制造产业转变,围绕医药原料中间体、精细化学品、大宗化学品、工业酶制剂等生产,一大批基因工程菌相继育成并实施产业化,数字化、自动化与自动化控制技术得到大规模应用,新产品不断涌现,新技术产业化应用步伐明显加快,产业水平快速提升.企业在科研方面的投入持续增长.据调查,研发投入约占销售收入的5.6%,最高可达10%,获得专利成果数量也逐年递增.企业创新实力逐步增强,从而带动生物制造产业技术水平不断提高、技术装备日以先进、产品质量大幅提高.目前在生物制造领域,已有近35家国家工程研究中心和近15家国家工程实验室,近60家国家级企业技术中心,对生物制造产业的科技进步起到引领和助推作用.

2.3 产业结构调整优化升级

生物制造产业所用原料主要包括粮食原料和非粮原料,粮食原料有玉米、大米、小麦等,非粮原料主要有糖蜜、玉米芯、秸秆等,原料用量最大的是玉米.

为了避免产生与饲料行业争粮,产业发展呈现新亮点,减少了玉米工业消耗.在相关政策的指引下,原料结构出现多元化,非粮原料比重明显增加.

此外,大宗工业原料正在从石油化工路线向可再生资源路线转移,乙二醇、丁醇、乙烯等大宗化学品初步实现生物法制造,生物炼制的乙二醇已形成20万吨生产规模,生物基材料已经形成15万吨的年生产能力,生物可降解塑料、聚乳酸等实现产业化,产业规模稳居世界前列.生物基乙烯加工环氧乙烷已经形成2万吨的生产装置.与传统化学方法比较,其原料消耗、废物排放量等减少50%以上.

2.4 节能减排初见成效

在国家产业政策的正确引导下,生物制造企业已经认识发展循环经济和节能减排的重要性和必要性,努力提高原料转化率、副产品综合利用率,加大行业技术改造和提升,在节能、降耗、减排、治污等方面已取得显著成效.减少化学需氧量70万吨,减少废水排放量11亿吨,并新增工业产值2000亿元.据案例分析,生物制造技术替代传统化工技术,可有效降低成本和污染,投资和操作费用一般可以下降10%~50%,能耗和水费用可以下降10%~80%.

2.5 产业国际化取得新进展

生物制造产业主要产品出口表现为稳定增长态势.2009年出口量达到440万吨,产值达到56亿元.国内生物制造企业尤其是一批拥有自主知识产权的企业成功打入了欧洲、美洲、亚洲、非洲等国家和地区.生物制造企业走出去的步伐加快,海外收入比重大幅上升,对外投资的区域和领域不断扩展.

3 我国生物制造产业发展存在的主要问题

虽然我国生物制造产业得到了快速发展,取得了很多喜人的成绩,产业规模快速增长,产业结构优化升级,但我国生物制造技术在我国制造技术领域中的作用尚未超越西方国家,仍停留在模仿和跟随发达国家的低层次水平,自主开发产品和过程很少,自主创新能力不强;产业结构有待完善,尚未形成重大产业链.同时还存在新兴产品较少,企业规模较小,缺乏龙头企业,应用领域范围与适用能力较小和促进节能减排作用没有得到充分显现等诸多问题.

3.1 自主创新能力有待进一步增强

生物制造产业研究开发投入占产业增加值虽然在生物领域最高,但针对中国国情特色创新不足,拥

有自主知识产权的生物产品相对较少,缺乏重大技术创新.在基础研究的一些关键技术领域,技术集成能力相对不足.发展中国特色的生物制造技术直接关系到节能减排效果和产业结构调整,直接影响经济社会发展全局和生物制造业的国际竞争力.因此,自主创新能力建设亟待加强和提升.

3.2 生物制造产业链有待完善

生物制造产品尤其是大宗生物制品对资源和环境领域存在依赖性,主要表现为原料利用率不高,废弃物排放量较大,资源综合利用深度不够和副产品附加值较低,对生产原料品质改良、产品后续应用技术等重视不够,未能形成功能配套的完善的产业链条体系.比如,在生物材料领域,偏重原料的生产,对材料改性及应用技术重视不足,制约了整个行业的发展.因此完善生物制造产业链是促进我国从生物制造大国向强国转变的关键因素.

3.3 拉动内需能力需要提高

生物制造产品应用涉及国民经济中众多相关消费品行业,但目前我国生物制造中大宗传统生物制品的比重占总产值70%以上,新兴生物制品发展速度缓慢,比重相对较小,满足多层次消费需求能力略显不足,增加有效供给的能力有待提高,在大力拉动内需方面动力尚有欠缺和不足.

3.4 节能减排带动作用有待进一步发挥

在激烈的市场竞争中,我国绿色清洁功能性生物制造产品逐渐成长和壮大,在产量、质量、品种和生产技术等方面都有极大的提高,大大缩短了与发达国家的差距.但其生产应用领域的开发和研究滞后,导致目前应用领域相对狭窄,涉及服务行业少,应用量相对小,通过生物制造产业促进其他行业节能减排的作用没有充分发挥和体现.

4 “十二五”时期我国生物制造产业的发展思路 and 方向

4.1 发展思路

1) 加强自主创新,提高国际竞争力.提高生物制造产业生产技术和自主创新能力,掌握一批拥有自主知识产权的核心技术,水平达到或超过世界先进水平,提高国际竞争力.生物制造产业要进一步把创新放到重要的突出位置上来,加强产业创新能力建设,促进产业技术的系统化和集成化,通过技术研发、示范、推广相结合,充分发挥核心成熟关键技术的支撑作用,带动产业竞争力的整体提升.

2) 调整产业结构,催生新兴产业.把调整产业结构作为生物制造产业加快做强的战略途径,推动企业成为研发投入的主体,加大淘汰落后产能力度,促进行业健康发展,为国民经济创造新的增长点.在产业结构调整的基础上,引导各类创新要素向企业集聚,大力培育一批具有较强资本集聚能力和跨国经营能力,拥有自主知识产权核心技术和知名品牌的行业龙头企业,发挥大企业的辐射带动作用,加快形成特色区域和产业集群,进一步促进知识、技术、人才、资金等要素向优势区域集聚,促进企业之间的分工合作,推动我国生物制造产业的集群式发展.

3) 扩大市场需求,带动产业发展.坚持以市场为主导,高水平地满足市场需求,不断创造新的市场空间.生物制造产业要针对金融危机后世界消费模式的转变,低碳经济快速发展,国内产业结构调整要求更加迫切,城乡居民消费需求升级等新形势,大力发展生物制造产业产品,满足市场需要.综合运用产业政策、财政补贴、政府采购、价格调控等手段推广绿色生物产品,创造新的市场空间.

4.2 发展方向

依据我国生物制造产业的特点、产业基础和发展情况,重点发展具有自主知识产权,对产业发展有重要支撑作用的新兴生物制造产品的产业化.根据相关的产业政策,重点发展生物基材料和精细化学品等大宗生物制造产品,如非粮燃料乙醇、乳酸与聚乳酸、1,3-丙二醇;重点开发新型酶制剂,扩大酶制剂在食品、医药等重点行业的应用范围,降低成本,节能减排,发展清洁生产;支持农产品精深加工和食品生物制造技术、装备、工艺流程的研发及规模化生产;促进传统生物制造产业技术、装备的升级改造.

5 “十二五”时期我国生物制造产业的发展目标展望

通过政策引导与市场竞争相结合,提高自主创新能力,加快产业结构和企业布局的调整,生物制造产业有望达到以下目标.

5.1 建立健全支持体系

形成有利于生物制造产业发展的政策法规体系、技术创新体系、技术标准体系、生物安全保障体系、产业组织体系和行业服务体系.

5.2 支撑引领经济社会发展

生物制造产业在国民经济中的比重进一步提高,到2015年,生物制造产业占GDP比重达3%,规

模化生产50个以上新兴消费型生物制造产品,促进消费型生物制造产值翻番,达1万亿元以上,涉及相关消费品应用行业总产值翻番,达10万亿元。生物制造技术改造提升传统产业作用更加明显,在解决资源、环境等瓶颈问题中发挥更重要的作用。

5.3 增强自主创新能力

基本建立以企业为主体、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系,形成一批水平高、机制新的工程技术中心和工程实验室。大幅提高生产技术和自主创新能力。研究开发投入占产业增加值的比重明显提高,形成一批具有自主知识产权、年销售额超过10亿元的生物技术产品,形成10个左右销售收入超50亿元的大型生物制造企业。

5.4 促进节能减排带动效应

生物技术是解决环境和资源问题的战略性技术,扩大生物酶催化等关键技术在水产、医药、纺织、造纸等重点行业的应用,能够显著提高行业的绿色和低碳指数,实现节能、降耗、减排、治污的目标,力争到2015年,实现上述重点行业污染物产生量减少20%,排放量降低15%以上,降低能耗22%以上,节约用水15%以上。通过对相关行业工艺的绿色低碳技术改造,减少温室气体排放总量10%。同时,在生物制造产业通过积极发展非粮原料,减少粮食消耗1000万吨,实现生物制造产业的绿色低碳化目标。

5.5 进一步优化产业结构

使新兴生物制造消费品、绿色生物工业品成为新的增长点。2015年之前,系统集成和推广应用30种左右高效清洁的新产品和过程,形成一批产业链条完善、特色鲜明、创新能力强的新技术产业集群。

5.6 促进石油资源替代

育成生物基材料、生物化工等产业,建设绿色、低碳与可持续发展的产业经济体系;促进精细化工产品的生物法替代化学法达20%,促进环境改善与化学工业可持续发展;促进发酵工业技术水平提高20%~30%,轻纺工业实现污染物源头控制,资源消耗与废水排放减少30%以上。相关产业规模快速增长,到2015年,生物制造产业产值达1万亿元,增加值达4000亿元以上,精细生物产业出口额显著增加。

5.7 促进天然气替代

我国天然气资源紧缺,利用我国丰富的低劣生物质生产甲烷,构建高热值的生物燃气生产体系,形成秸秆、城市污泥与生活垃圾、各类粪便等三大甲烷生产体系和城乡一体化使用生产的管网体系,2015年形成300亿立方米的天然气替代,连同相关的环

保产业和新型肥料产业,产值突破1万亿元。

在此基础上,再经过10年的努力,力争使我国生物制造产业主要经济指标进入世界前列;在关系经济社会发展全局和国家安全的关键技术领域掌握自主知识产权,国际竞争力大幅度提高。到2025年,全国生物制造产业占GDP比重达到5.5%以上,成为高技术领域的支柱产业和国民经济的主导产业。

6 我国生物制造产业的发展任务

要实现“十二五”时期我国生物制造产业的发展目标,需围绕“着力建设生物制造产业技术创新能力,重点发展生物化工、生物基材料、食品发酵、生物加工等新兴产业领域,加快生物制造的集聚化发展”这几个重点方向开展工作。

6.1 着力建设生物制造产业技术创新能力

针对生物制造业技术密集的特点和国内企业研发能力低下的国情,以整合国内有限、分散的研究资源服务于企业和产业为目的,组建跨领域、高水平、设施先进的国家工程研究中心和工程实验室,构筑生物制造工程技术平台,凝聚和培养产业技术创新人才,建立和积累我国生物制造业所需要的成套技术与核心技术,建立重要技术标准,显著提升该行业的自主创新能力,促进产业的跨越与持续发展。

在已经建立的国家工程中心、工程实验室的基础上,建设“手性生物合成国家工程实验室”、“轻纺生物加工国家工程实验室”、“生物炼制国家工程实验室”,全面提升重要精细与大宗化学品生产以及传统工业工艺过程的生物技术介入能力,促进传统化学工艺向绿色、高效的生物工艺过度,减少环境污染。

6.2 做强生物发酵产业

大力发展利用高效生物制造技术产业化生产大宗消费性新兴发酵功能食品、氨基酸、有机酸、抗氧化剂和功能性糖(醇)等生物保健品,生物色素,生物香料,功能性甜味剂和添加剂等新兴生物制造消费品,到2015年末,促进消费型生物制造产值达到1万亿元,涉及相关消费品应用行业总产值达到10万亿元;以酶工程技术和基因工程等技术为基础,加快开发生产特种复合酶制剂;以新兴生物酶催化与转化技术为基础,加快改造升级精细化工品的生物制造工艺;拓展绿色生物工业品应用领域,加大其在食品、饲料、日化、造纸和皮革等行业的应用;加快生物制造产业的传统工艺技术改造步伐,促进新技术的推广与应用,提高企业市场竞争能力,建设低投入、高产出,低消耗、少排放,可持续的国民经济体系

和资源节约型、环境友好型的低碳经济社会。以现代生物工程等生产技术为基础,针对不同生物产品进行稳定、可靠、节能的工艺设计及装备制造;开展各项放大技术研究及制造装备技术研究,实现各种技术的绿色高效化和设备的国产现代化,促进“两化”融合,并培育大型生物制造生产企业。

6.3 重点培育生物化工产业

发展生物炼制技术,利用丰富的木质纤维素生物质资源、废弃物、工业废气等为原料,进行石油化工替代产品以及大宗化工原料,如生物基乙烯、丙烷、异丙醇、化工醇、二元酸、溶剂、涂料、表面活性剂等产品的生物法制造,培育生物基化工产业,减少对石油资源的依赖,利用低劣生物质以管网形式大规模生产甲烷,构建中国特色的高燃值生物燃气生产体系,大大减少 CO₂ 排放与环境污染。发展工业生物催化与转化技术体系,深化生物精细化工产业;重点开发医药原辅料、中间体、添加剂、营养剂、农药中间体及其他农化产品等,如甾体激素、头孢氨苄、普伐他汀的酶法合成技术,手性醇、手性胺等医药中间体与手性氨基酸等化学品的生物催化技术,甘油二酯及糖基化学品等精细化工产品的生物合成技术,

取得对化学合成工艺的成本与质量优势。

6.4 大力发展生物基材料产业

着重开发生物高分子聚合物、生物基单体原料聚合物、生物质加工材料等产品,发展合成生物塑料、生化纤维、生物橡胶等新材料的微生物代谢工程改良技术,以可再生资源为原料的平台化合物生物合成技术,高分子材料聚合与改性的生物技术;进行生物质材料的生物加工、开发新型功能材料等。

6.5 推进生物加工产业

发展生物纺织、生物制浆、生物制革等轻工产业,实现产业示范,减少水资源消耗及废弃物减排。针对低品位金矿、铜矿、锰矿等矿产资源,实施生物冶炼加工工艺,提高金属提取效率,降低生产成本,节能降耗,减少污染。

生物制造产业是关系到国家发展与未来国际经济地位的战略新兴产业,但目前产业影响力尚非常有限,需要从体制、科技、产业、投资、税收、市场等方面,对生物制造技术及其产业发展进行统筹规划,制定有利于发挥人才和资源优势的生物制造技术创新和产业发展的政策体系,加快生物制造技术的应用,加速生物制造产业规模化发展。

Prospect of Biomanufacturing Industry During the Next National Twelfth Five-Year Plan Period

SHI Wei-chen

(China Fermentation Industry Association, Beijing 100833, China)

Abstract: The biomanufacturing industry is the important guarantee to support sustainable development of social economy. Biomanufacturing technology is applied widely in chemical industry, food industry, pharmacy industry, paper industry, textile industry, mining industry, energy industry and environmental protection. Biomanufacturing is of great strategic significance to accelerate economic restructuring, transform growth mode, propel economical development, clean development, and safety development, and establish green and sustainable industrial economy system. The current status and existed problems of biomanufacturing industry were presented. The development strategies, directions, and goals of biomanufacturing industry during the next National Twelfth Five-Year Plan period were proposed.

Key words: industrial structure; fermentation industry; modern biotechnology; biomanufacturing; sustainable resources

(责任编辑:叶红波)