

德国发布《生物炼制路线图》 大力推进生物经济发展

王志强

(中国 21 世纪议程管理中心, 北京 100038)

摘要: 在未来的生物经济时代, 生物炼制是从生物质原材料到最终产品实现的生产链条上关键的一环。为进一步促进生物炼制技术成熟化和市场化, 2012 年, 德国联邦政府发布了《生物炼制路线图》, 该路线图明确界定了生物炼制技术发展需求、政策背景、内涵体系和技术领域, 分析了德国生物炼制技术发展现状、优势劣势和风险挑战, 并规划了德国生物炼制技术未来行动领域。

关键词: 德国; 生物技术; 生物质能源; 生物经济

中图分类号: F451.667.2 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2013.02.001

2010 年, 德国联邦政府发布实施了《生物经济 2030: 国家研究战略》^[1], 旨在通过强化以促进生物质原材料可持续资源化和能源化应用为导向的研发创新, 实现从传统化石能源经济向生物能源经济时代跨越的总体发展目标。在未来的生物经济时代, 生物炼制是从生物质原材料到最终产品实现的生产链条上关键一环, 通过化学工艺、生物技术和机械技术研发创新, 生物炼制将大幅扩展可再生生物质原材料的应用, 成为全球经济、社会、生态、环境最终实现可持续发展目标的重要手段。为此, 2012 年德国联邦教研部和联邦农业部组织来自科学界和经济界 30 多名不同技术领域的专家共同编制了《生物炼制路线图》^[2], 明确界定了生物炼制发展需求、政策背景、内涵体系和技术领域, 详细分析了德国生物炼制技术发展现状、优势、劣势和风险挑战, 并规划了德国生物炼制技术未来行动领域。

1 生物炼制发展需求与政策背景

1.1 生物炼制发展需求

应对全球粮食安全、能源安全、资源安全和气

候变化, 保护生物多样性、自然环境, 实现经济、社会可持续发展, 是人类社会未来发展面临的重要挑战。生物炼制是生物能源经济生产链条的重要基础环节, 面临来自经济、社会、环境和科技领域巨大发展需求。

(1) “大力发展生物炼制、实现生物质原材料可持续利用”是实现能源资源可持续供给的必然选择^[3]。由于传统化石能源资源总量有限, 价格持续攀升, 在未来对可再生能源和原料的消费需求必将大幅增加。生物质能源是可再生能源重要来源, 也是唯一可以同时发电、供热和燃料动力三个领域应用的可再生能源类型。生物质原材料也是为工业生产原料的重要来源, 通过推动资源节约型技术研发, 将可实现生物质资源的高效可持续利用。

(2) “大力发展生物炼制、实现生物质原材料可持续利用”是应对全球气候变化、保护生态环境的必然选择。未来在发展高效农业生产的同时, 还要确保空气、土壤、水资源、气候系统和生态系统的整体安全。为了实现人类经济的社会可持续发展, 生命科学与生物技术领域面临的紧迫任务是实现生物质资源的节约、高效和可持续利用。世界自

作者简介: 王志强(1977—), 男, 副研究员, 主要研究方向为科技政策及可持续发展。

收稿日期: 2012-11-30

然基金会预测，未来生物经济将可在全球实现年减排二氧化碳 25 亿吨。

(3) “发展生物炼制，加强生物质材料可再生利用”也是履行国际责任，应对全球化挑战的必然选择。粮食、能源与资源供应安全，应对气候变化、保护自然环境与生态等问题不仅涉及到单个国家利益，也是一项全球性的责任。通过生物炼制技术研发，促进产品生产工艺创新，逐步向可持续生产模式过渡，这将是世界各国政府都应该担负的重要任务和国际责任。

1.2 生物炼制政策背景

生物质原材料可持续利用的理念最早起始于 15 年前。近年来，与其密切相关的生物炼制理念得到了美国、德国、法国、荷兰、巴西、印度等众多国家政府的高度重视和大力推动。美国政府已投入上亿美元用以支持生物炼制技术研发示范，并将“纤维素-生物乙醇”作为其首要发展领域。在大力支持“纤维素-生物乙醇”技术的同时，加大了对基于生物炼制的化学制品和生产材料的支持力度。近年来，生物炼制在欧盟也实现了快速发展：欧盟相继发布了《基于生物技术产品市场发展倡议》、《生物炼制合作倡议：2020 战略目标》、《生物炼制研究议程：2020》、《生物炼制展望 2030》和《欧洲生物经济战略》等战略计划。欧盟各成员国政府在生物炼制技术领域公共研发经费投入也有了大幅提升^[4]。巴西、印度和泰国等新兴市场国家也把发展生物炼制，加强生物质原材料可持续利用作为未来产业发展重点，利用本国生物质资源丰富的优势，组建大型农业、化工和能源联合企业，与北美和欧洲发达国家开展国际合作。

德国联邦政府对于大力发展包括生物质能源在内的可再生能源，促进生物质原材料可持续利用有了明确的认识。德国联邦政府认为，德国在未来必须保持包括化工原料、生产材料和生物质能源等生物炼制技术产品领域的领先优势^[5]。以此为目标，德国联邦政府在欧盟气候变化与能源主题框架下，发布实施了《生物经济 2030：国家研究战略》、《联邦政府能源规划：2050》、《气候保护倡议》、《德国高技术战略 2020：未来项目》^[6]和《联邦政府生物原材料资源和能源可持续利用行动计划》等一系列促进生物经济和生物炼制发展的战略计划。

此次最新发布的《生物炼制路线图》是德国联邦政府国家知识生物经济研究发展战略的重要组成部分。该路线图的时间跨度直到 2030 年，其目标是为生物炼制发展战略的制定实施提供指导参考。

2 生物炼制的内涵与体系界定

2.1 生物炼制系统构成

根据《生物炼制路线图》专家组的定义，生物炼制生产链条主要由 4 部分构成：原料供应，生物质原材料的制备供应；一次炼制，即对生物质原材料进行成分分离，此阶段主要采用的是物理机械技术工艺；二次炼制，即对经过一次加工后的中间产品进行转化处理，此阶段主要采用的是化学生物技术工艺；成品销售，生物炼制制成品进入销售市场。生物炼制作为整体系统包括 4 项核心要素：生物质原料、中间产品、工艺流程、最终产品。表 1 详细列出了生物炼制系统核心要素构成情况，从中可以看出，生物炼制所需生物质原材料来源丰富多样，包括陆生植物、水生植物、工业生物质废弃物、生活生物质废弃物等等，但仍可以按照其组成成分划分为：碳水化合物、脂类、蛋白质、木质素等四大基本类型。生物炼制工艺技术流程可分为：物理机械工艺（粉碎、干燥、加温、冷却、压缩、过滤、蒸馏和萃取等）、热化学工艺（焚烧、气化、热解和水热法等）、化学工艺（氧化、加氢、酯化、醚化、水解、聚合和化学催化等）、生物工艺（发酵、酶催化等）等 4 种。生物炼制的最终产品分为“工业生产原材料产品”和“生物质能源产品”两大类。

目前，与传统石化工业相比，生物炼制产品所占市场份额依然很小。2008 年，德国约有 360 万吨生物质原料用于原材料产品生产；2010 年，生物质能源占德国能源消费总量的 7.9%，占可再生能源消费总量的 71%^[7]。

2.2 生物炼制物质流程

国际能源署（IEA）对生物炼制系统及其相关技术概念做出了标准规范，并将生物炼制的“中间产品”定义为“生物炼制平台”并给出了生物炼制物质流程图，见图 1 所示。

2.3 生物炼制技术体系

按照生物炼制体系内部原料、平台、工艺和产

表1 生物炼制系统核心要素构成表

核心要素	构成		
生物质原料	陆生类	水生类	废弃物
	油料作物	藻类	农林业废弃物
	秸秆作物		工业生物废弃物
	糖料作物		生物质垃圾
	木材 木材类作物		
中间产品	低分子碳水化合物	植物纤维	榨取液
	高分子碳水化合物	动植物油料	沼气
	木质纤维	热解油料	合成气
	蛋白质		
工艺流程	物理机械工艺 热化学工艺	化学工艺 生物工艺	
	材料产品	能源产品	
最终产品	化学制品	燃料（固、液、气）	
	材料	电能	
	饲料	热能	
	食品		

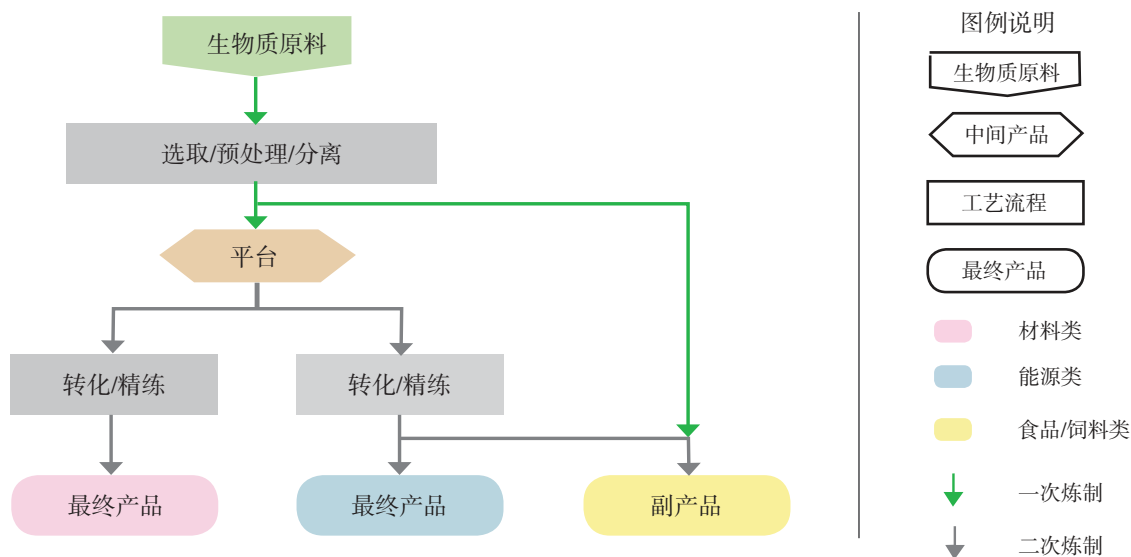


图1 生物炼制物质流程示意图

品的组成，生物炼制技术体系包括：糖与淀粉生物炼制，植物与藻类油脂生物炼制，木质纤维素生物炼制，合成气生物炼制，沼气生物炼制等技术领域。

2.3.1 糖与淀粉生物炼制

(1) 糖料生物炼制以在一次炼制过程中利用分离技术工艺获得砂糖中间产品为基本特征，在一次炼制过程中获得的砂糖可在二次炼制中用于生产乙醇等产品的发酵原料。目前，德国的主要糖料生物炼制作物是甜菜。

(2) 淀粉生物炼制以在一次炼制过程中利用分离技术工艺获得淀粉中间产品为基本特征。玉米、小麦、水稻、土豆和木薯均可作为其生产原材料，德国主要种植应用的材料是土豆、玉米和小麦。作为淀粉生物炼制中间产品，天然淀粉可直接用于食品生产加工行业。同时，淀粉在化工领域也有着广泛应用，如纸张、粘结剂、添加剂等。

2.3.2 植物与藻类油脂生物炼制

(1) 植物油脂生物炼制以通过一次炼制获得

植物油料中间产品为基本特征。从全球范围来看，植物油脂生物炼制生产原材料包括油菜籽、棉花籽、花生、大豆、葵花、橄榄、棕榈等多种油料作物。油菜和葵花是德国主要植物油料作物。植物油脂生物炼制中间产品经过二次炼制，可直接生产生物柴油用于发电、供热和动力燃料，也可以提炼脂肪酸和甘油等生产原料用于化工生产。

(2) 藻类油脂生物炼制以通过一次炼制获得藻类脂类中间产品为基本特征。目前，藻类油脂生物炼制原材料主要是微藻。微藻中富含的蛋白质成分可以直接用于饲料食品生产。微藻中富含的酯类和甘油可用于制备液体燃料，经二次炼制备生物物质燃油热值很高（是木材或农作物秸秆的 1.4~2 倍）。此外，微藻富含的维生素、硫氨酸、核黄素、吡多醇、生物素、肌醇、叶酸、泛酸钙和烟酸等成分等在医药化工领域也有着广泛应用。

2.3.3 木质纤维素生物炼制

木质纤维素生物炼制以通过一次炼制获得木质素、纤维素和半纤维素等中间产品为基本特征。木质纤维素生物炼制原料来源广泛包括：农业生产废弃物（稻草、蔗渣、玉米穗轴等）、能源作物（一年生或多年生牧草）、木材和有机废物（废纸等）等。目前，德国木质纤维素生物炼制原料主要是农业生产废弃物和木材。木质素和纤维素经过二次炼制可以用于制备葡萄糖、木糖、乙醇、有机酸、氨基酸等能源化工产品原料。

2.3.4 合成气生物炼制

合成气生物炼制在一次炼制中没有经过独立的物理分离过程，而是通过类似利用生物质有机质制备沼气的方式生产合成气。农业生产废弃物、能源作物、木材、干生物废弃物等均可以作为合成气生物炼制原料。目前，德国合成气生物炼制原料主要是农业生产废弃物和木材。合成气生物炼制的最大优势是可以经过二次炼制可以获得多种能源和化工产品，如氨及相关产品、甲醇及相关产品、费托合成产品、氢甲酰化产品等。

2.3.5 沼气生物炼制

沼气生物炼制在一次炼制中也没有独立的物理分离过程，主要利用微生物发酵工艺生产原始沼气。有机农业生产废弃物、作物秸秆、食品加工有机废弃物、城市有机废弃物和能源作物废弃物等均

可以作为沼气生物炼制原材料。原始沼气经过二次炼制可以直接用于供热、发电和汽车燃料，也可以通过净化、干燥、脱硫等工艺流程并入能源供应网络。沼气发酵的残余物可以用农业肥料生产。

3 德国生物炼制总体发展现状

在《生物炼制路线图》中，专家组利用 SWOT 分析法对德国生物炼制的优势、劣势、机遇与风险进行了综合分析，其结果见表 2。表 2 显示：德国生物炼制技术和生物产业发展在欧洲乃至世界范围仍占有领先优势，但是在未来不能忽视来自国际领域特别是美洲和亚洲地区国家的竞争。

4 德国生物炼制技术领域发展现状

目前，德国在生物炼制技术领域的技术发展成熟度不尽一致：糖与淀粉、植物油脂和木质纤维素（纤维素）等的生物炼制技术已进入商业化生产阶段；木质纤维素生物炼制（发酵工艺）、绿色生物炼制和合成气生物炼制技术处于示范阶段；藻类油脂生物炼制和沼气生物炼制尚处于实验室开发阶段。图 2 所示为分 9 个阶段列出的德国生物炼制各技术领域技术发展成熟度。在《生物炼制路线图》中，专家组还对每个单项技术领域进行了 SWOT 分析，对德国在每个技术领域拥有的优势与劣势、面临的风险与机遇进行了总结归纳。

4.1 糖与淀粉生物炼制技术领域

糖与淀粉生物炼制技术具有发展历史长和技术成熟度高的特点。糖与淀粉的化学转化和生物转化技术有一部分属于化工行业，德国在该技术领域已具备世界领先优势。

在未来，德国要通过开展生物转化技术等一系列研发活动，进一步拓展生物炼制技术的应用范围和产品领域，加大糖与淀粉生物炼制生产链条各环节的集成水平。德国在糖与淀粉生物炼制技术领域的 SWOT 分析结果见表 3。

4.2 植物与藻类油脂生物炼制技术领域

(1) 植物油脂生物炼制

德国很早就已建立起了以植物油料作物为原料提炼生产能源及其它产品的产业链条，而且相关技术工艺成熟。通过化学转化技术工艺，利用油菜籽制备生物柴油已经实现了大规模生产。

表2 德国生物炼制发展现状 SWOT 分析

态势	优势	劣势
发展现状	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 具有国际竞争力的工业与能源产业 ➢ 高效的农林产业 ➢ 良好的基础设施和地理位置 ➢ 丰富的生物质原材料应用技术经验 ➢ 生物质原材料工业与能源化利用具有领先优势地位 ➢ 强大的自然、工程、农业、林业科学领域研发力量 ➢ 强大的化工和生物技术产业基础 ➢ 高效的机械、仪器和设备产业基础 ➢ 良好的政策环境 ➢ 对生物质产品和可再生能源产品有良好社会舆论氛围 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 生物质原材料利用尚未在各产业领域全面普及 ➢ 生物质原材料供应的可持续性有待改进 ➢ 处理转化技术基础研究和应用研究不足 ➢ 没有专门支持市场导向的生物质能利用和生物精炼发展的资助计划 ➢ 生物炼制试点示范缺乏灵活性 ➢ 复杂生产系统的投资成本过高 ➢ 社会各领域对生物质原材料作物种植接受程度尚未统一
	态势	机遇
发展现状	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 工业生产原料可持续供应和高效利用方面的需求不断提高 ➢ 提升工业和能源产业国际竞争力 ➢ 提高农业、林业和农村地区发展竞争力 ➢ 扩大生物质产品和技术设备出口 ➢ 利用技术优势在国外建立生物炼制厂 ➢ 提升新兴市场国家和发展中国家农业生产结构，开放国内生物质原料进口市场，参与生物质材料国际贸易等 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 可持续发展标准的国际竞争 ➢ 有限的生物质资源 ➢ 生物质资源获取使用方面可能的冲突 ➢ 来自发达国家和新兴市场国家的竞争

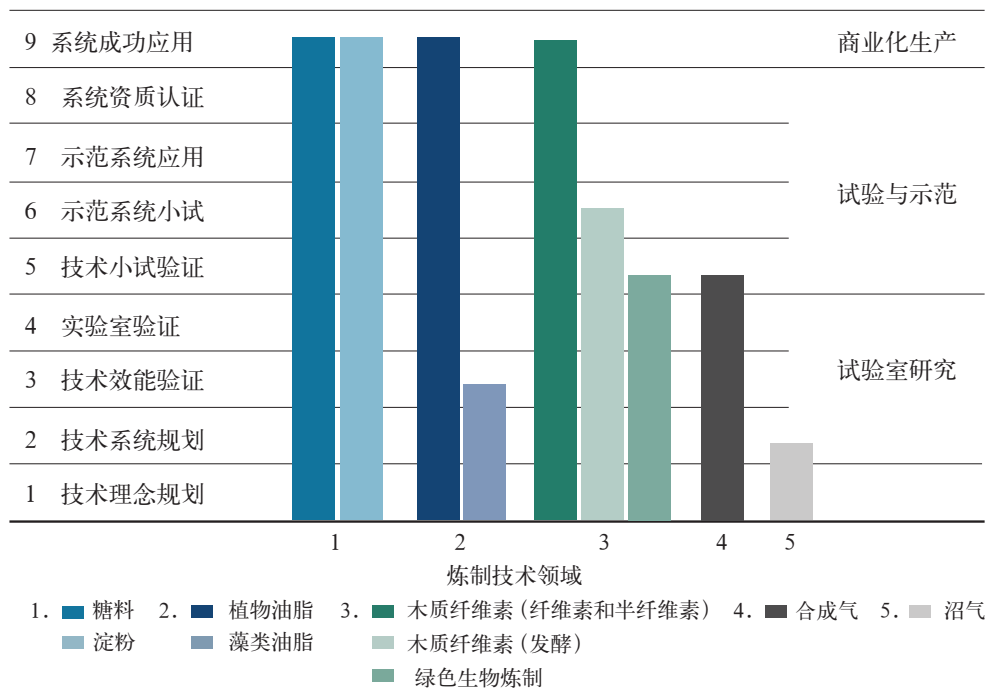


图2 德国生物炼制技术发展成熟度示意图

目前，德国植物油脂生物炼制一次与二次炼制过程尚未实现系统集成化和网络化发展，这将是该领域未来技术研发创新的重要方向。德国在植物油

脂生物炼制技术领域的 SWOT 分析结果表 4。

(2) 藻类油脂生物炼制

目前，在全球范围内包括德国藻类油脂生物炼

表 3 德国糖与淀粉生物炼制技术领域 SWOT 分析

态势	优势	劣势
现状	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 强有力的糖料和淀粉生产行业支撑 ➢ 糖料和淀粉生产行业覆盖欧洲 ➢ 本领域机械设备制造能力世界领先 ➢ 强大的生物转化技术研发能力 ➢ 国内和国际生物质原材料有保障 ➢ 国内甜菜和小麦作物产量盈余 ➢ 一次炼制技术先进 ➢ 二次炼制技术经验丰富 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 产品种类有待细化，中间产品有待创新 ➢ 集成性工业产品和生物质能源产品有待拓展 ➢ 糖料和淀粉产业与化工产业结合不足
	态势	机遇
现状	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 糖料和淀粉行业与生物炼制集成发展 ➢ 集成化学和生物技术工艺延长价值链条 ➢ 通过产业集成实现系统协同效应 ➢ 技术设备出口潜力 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 糖料和淀粉产业与巴西、美国和南亚等国相比实力不足 ➢ 来自全球农业领域竞争 ➢ 生产原材料短缺

表 4 德国植物油脂生物炼制技术领域 SWOT 分析

态势	优势	劣势
现状	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 强有力的植物油脂生产行业支撑 ➢ 植物油脂生产行业已实现全球布局 ➢ 本领域机械设备制造能力世界领先 ➢ 拥有大量研发密集型中小企业 ➢ 拥有强大技术研发创新力量 ➢ 国内和国际长链脂肪原材料有保障 ➢ 一次炼制技术先进 ➢ 二次炼制技术经验丰富 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 欧洲和德国不是短链脂肪原材料产地 ➢ 脂肪酸等衍生产品尚未实现产业化生产 ➢ 一次炼制和二次炼制尚未实现系统集成 ➢ 能源衍生产品发展滞后
	态势	机遇
现状	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 现有产业与生物炼制技术集成发展 ➢ 集成化学和生物技术工艺延长价值链条 ➢ 技术设备出口潜力 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 来自全球农业领域竞争 ➢ 生产原材料短缺

制领域尚未实现规模化和产业化发展。藻类油脂一次炼制和二次炼制工艺技术仍有待突破和提高。该领域在未来仍需继续开展长期基础研究和应用研究，以提高藻类生产效率，降低生产工艺成本，开发出更多高附加值产品。德国在藻类油脂生物炼制技术领域的 SWOT 分析结果见表 5。

4.3 木质纤维素生物炼制技术领域

木质纤维素生物炼制技术领域，纤维素生产工艺和碳水化合物发酵工艺发展进度非常不平衡。目前，基于亚硫酸盐法的木质纤维素生产工艺发展已经相对成熟。近年来，碳水化合物发酵工艺虽然已

取得了较大进展，但是由于生产成本问题尚未实现商业化。今后，随着工业生物技术进一步发展，采用碳水化合物发酵工艺的木质纤维素生物炼制将有巨大发展潜力和空间。德国在木质纤维素生物炼制技术领域的 SWOT 分析结果见表 6。

4.4 合成气生物炼制技术领域

目前，合成气生物炼制技术尚未完全实现市场化和产业化。该技术领域核心是利用合成气转化制备各类工业生产原料或能源产品（电能、热能和生物燃料），其合成气发电供热技术已经进入大规模实验阶段。在未来，液态生物质燃料炼制和化工原

表 5 德国藻类油脂生物炼制技术领域 SWOT 分析

态势	优势	劣势
现状	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 拥有大量研发密集型中小企业 ➢ 拥有强大技术研发创新力量 ➢ 本领域机械设备制造能力世界领先 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 德国不具备最佳气候地理条件 ➢ 封闭式光生物反应器造价昂贵 ➢ 营养物质循环利用问题尚未解决 ➢ 微藻生产效率相对较低 ➢ 高附加值产品开发尚不完善
态势	机遇	风险
现状	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 不需要占用耕地 ➢ 光合效率高于陆生作物 ➢ 新产品发展潜力 ➢ 高附加值产品发展潜力 ➢ 技术设备出口潜力 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 不利的自然地理环境 ➢ 强大的国际竞争对手 ➢ 北美和亚洲地区更多的竞争前研发投入

表 6 德国木质纤维素生物炼制技术领域 SWOT 分析

态势	优势	劣势
现状	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 拥有大量创新型化工与生物技术企业 ➢ 木质纤维素加工产业发展良好 ➢ 本领域机械设备制造能力世界领先 ➢ 化学与生物技术领域研发创新力量雄厚 ➢ 生产原材料在国内、欧洲和全球有保障 ➢ 生产原材料与粮食作物间无竞争关系 ➢ 具备木质纤维素和碳水化合物发酵工艺技术经验 ➢ 木质纤维素生物炼制第一批试点示范厂已在建或投产 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 原材料使用与林木环境保护间存在矛盾 ➢ 与合成气生物炼制使用原材料相同 ➢ 木质纤维素产品附加值依然偏低 ➢ 利用半纤维素生产戊糖工艺依然处于早期实验阶段 ➢ 纤维素生产技术标准未统一 ➢ 木质纤维生物炼制产业链条未实现集成 ➢ 技术工艺处于前产业化实验阶段 ➢ 产业链尚未实现与化工产业实现对接
态势	机遇	风险
现状	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 新产品的市场需求 ➢ 新产品改进优化和发展潜力 ➢ 技术设备出口潜力 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 木质纤维素生产原料应用竞争 ➢ 强大的国际竞争对手（美国、北欧） ➢ 北美和亚洲地区更多的竞争前研发投入 ➢ 北美地区大力推动生物乙醇产业发展，使欧洲地区丧失先机

料产品生产有着巨大发展潜力，有望实现替代化石原料和燃料目标。德国在合成气生物炼制技术领域的 SWOT 分析结果见表 7。

4.5 沼气生物炼制技术领域

目前，沼气生物炼制的二次炼制工艺技术还没有具备产业化发展能力。德国在沼气生物炼制技术领域拥有传统领先优势。沼气生物炼制技术领域的重点不仅是沼气生产技术工艺，而且还包括生物甲烷气向电力、热能和燃料动力产品转化技术工艺。沼气生产技术工艺（一次炼制）发展已相对成熟，但是生物质甲烷向能源产品和生产原料产品转化领域的技术成熟度依然较低。因此，《生物炼制路线

图》中未对该技术领域进行 SWOT 分析。

5 德国生物炼制未来行动领域与发展展望

5.1 德国生物炼制未来行动领域

《生物炼制路线图》指出，德国生物炼制发展在未来将面临来自产业化发展、原材料供应、技术工艺提升和实现可持续性等多领域的挑战。为了应对发展需求和风险挑战，德国就需要在这些领域采取有效的行动措施。

(1) 总体发展领域。生物炼制发展为生物质资源高效、可再生利用提供了新的发展方向。今后就需要加强应用导向性基础研究，促进德国生物炼

表7 德国合成气生物炼制技术领域 SWOT 分析

态势	优势	劣势
现状	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 生物质气化领域拥有强大研发力量 ➢ 煤炭大规模气化技术经验 ➢ 本领域机械设备制造能力世界领先 ➢ 生产原材料在国内、欧洲和全球有保障 ➢ 生产原材料与粮食作物间无竞争关系 ➢ 已经拥有合成气转化化学技术工艺 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 大型生产设备对原材料市场需求增加 ➢ 生产原材料与林木环境保护间存在矛盾 ➢ 与合成气生物炼制使用原材料相同 ➢ 产业发展需要大量资本投入 ➢ 产品种类依然不丰富 ➢ 合成气生物炼制产业链条尚未实现集成 ➢ 技术工艺处于试点示范阶段 ➢ 合成气生物转化技术还有待发展
态势	机遇	风险
现状	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 有助于实现生物质原材料高效利用 ➢ 新产品优化和发展潜力 ➢ 新兴产业的发展潜力 ➢ 技术设备出口潜力 ➢ 与全球化工产业链条实现对接的潜力 ➢ 替代煤炭等化石能源的潜力 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 木质纤维素生产原料应用领域间竞争 ➢ 强大的国际竞争对手（美国、奥地利） ➢ 北美和亚洲地区更多的竞争前研发投入

制技术体系、生产工艺和装备设施等成熟度提高，尽快促进其实现商业化运行。德国将在该领域实施 7 项行动措施：① 加大对生物炼制生产价值链研发创新经费投入力度；② 改造更新现有生物炼制生产设备；③ 研究制定技术可行、符合可持续发展理念的生物炼制发展规划；④ 在生物炼制的研发、实验、试点、示范、生产和产业化各阶段贯彻可持续发展理念；⑤ 加强生物炼制技术领域研发合作；⑥ 支持建立统一的生物炼制技术标准数据库；⑦ 加强社会对话与交流，提高生物炼制的社会接受度。

(2) 原材料供应领域。确保足够的生物质原材料供应对于生物炼制可持续发展至关重要。为了减少原材料应用和生产领域竞争，必须要对其进行合理规划设计。同时，还要通过研发创新不断提高原材料使用效率。德国在该领域的行动措施有 5 项：① 确保和扩大生物质原材料供应的资源基础；② 在德国确保粮食安全的基础上，对生物原材料季节性和区域性供应进行量化分析；③ 改造完善产业生产工艺设备，提高生物炼制原材料使用效率；④ 研究开发新型替代原材料和可持续利用的原材料；⑤ 基于新型原材料来源，构建生物炼制产业链条。

(3) 工艺技术领域。德国在该领域主要实施 3 项行动措施：① 改进提高生物质原材料化学处理、

生物处理、热处理和机械处理等一次生物炼制技术工艺或技术组合；② 研究开发新型热化学、生物、化学催化等二次生物炼制技术工艺或技术组合；③ 调整优化生物炼制产品加工和循环利用技术工艺。

(4) 可持续性领域。为了确保生物质原材料可持续利用，就需要在欧洲和世界范围内为生物炼制制定可持续发展标准和规范。这包括通过生命周期法对生物炼制对气候和环境产生的影响进行综合分析，研究制定中长期气候环境保护经济激励政策措施等。德国在该领域主要实施 3 项行动措施：① 对生物炼制产业发展进行可持续发展评估，特别是要对生物质原材料可持续供给和转化应用进行评估，同时也要对土地资源利用、资源竞争、食品价格压力，水资源短缺的问题开展综合分析；② 对生物炼制产品碳排放量进行量化分析，为可持续发展战略目标实现提供支撑；③ 量化确定生物炼制发展目标间冲突，包括食品价格压力、水资源短缺、土地利用压力、自然资源保护、生物多样性保护、社会影响等。

5.2 德国生物炼制发展展望

2009 年，德国联邦政府相继发布了《国家生物质能源行动计划》和《联邦政府原材料可持续利用行动计划》，为提高生物质原材料使用效率、推广应用基于生物质原材料的能源产品和工业产品提供政策支持。2010 年，德国联邦政府发布了由德国联邦德国联邦教研部、联邦农业部、联邦环境部、联

邦经济合作与发展部等 4 部门联合实施的《生物经济 2030: 国家研究战略》, 提出了由化石能源经济时代向知识生物经济时代跨越的目标。该研究战略总经费投入达 24 亿欧元, 经通过强化以自然资源可持续循环利用为导向的技术研发创新, 将德国发展成为可再生资源生产利用、可再生能源生产利用以及相关服务的知识生物经济创新研究国际中心, 在全球粮食安全、应对气候变化、保护资源环境等领域发挥国际领导作用。在德国联邦政府大力推动下, 德国生物产业实现了持续稳定发展。2012 年 5 月, 德国联邦教研部 (BMBF) 支持的“生物技术信息平台”对德国生物技术产业发展以及研发创新情况进行了全面调查, 并发布了《德国生物技术行业报告 2012》年度报告。该报告显示: 2011 年, 德国生物技术领域产业产值达到了 26.2 亿欧元, 就业人员数量达到 3.39 万人, 均保持了持续增长的良好态势^[8]。

2012 年, 作为《生物经济 2030: 国家研究战略》一部分, 德国联邦政府发布了《生物炼制路线图》, 在对经济、社会、技术和生态等方面综合分析基础上, 给出了德国生物炼制发展现状、发展需求以及行动领域。按照路线图计划, 德国联邦政府将定期对德国生物炼制和生物经济发展情况进行调研, 对各类支持政策措施的效果进行评估。德国联邦政府也认识到, 要实现向知识生物经济时代跨越的目标, 仍需支持开展大量研发创新活动, 不断延展生物产业生产链条。为此, 在《生物经济 2030: 国家研究战略》框架下, 德国联邦教研部设立了《创新型工业生物技术专项》, 支持经济界 (尤其是跨领域企业) 牵头联合发起成立战略性

产业研发联盟, 组织实施对促进生物经济发展和提高生物炼制技术水平有示范效应的项目。

2012 年, 首批实施的 3 家产业联盟分别是: 研发经费投入达 4 600 万欧元的“零碳足迹联盟”(Allianz Zero Carbon Footprint); 研发经费投入达 800 万欧元的“功能高聚物联盟”(Allianz Funktionalisierung von Polymeren); 研发经费投入达 3 000 万欧元的“自然生活联盟”(Allianz NatLife)。德国联邦教研部将为产业联盟提供 50% 的研发经费支持。■

参考文献:

- [1] Nationale Forschungsstrategie: BioÖkonomie 2030 [R]. Berlin: BMBF, 2010.
- [2] Roadmap Bioraffinerien [R]. Berlin: BMBF, 2012.
- [3] Forschung für nachhaltige Entwicklungen Rahmenprogramm [R]. Berlin: BMBF, 2009.
- [4] The Knowledge Based Bio-Economy (KBBE) in Europe: Achievements and Challenges [R]. Brussel: European Commission, 2010.
- [5] Biotechnologie in Deutschland: 25 Jahre Unternehmensgründungen [R]. Berlin: BMBF, 2010.
- [6] Hightech-Strategie 2020 fuer Deutschland [R]. Berlin: BMBF, 2010.
- [7] Pflanzen als Rohstoffe für die Zukunft: Neue Wege für Landwirtschaft, Ernährung, Industrie und Energie [R]. Berlin: BMBF, 2008.
- [8] Die Deutsche Biotechnologie-Branche 2012 [R]. Berlin: BMBF, 2012.

Germany Put out Roadmap of Bio-Refining and Implement the Development of Bio-Economy

WANG Zhi-qiang

(The Administrative Center for China's Agenda 21, Beijing 100038)

Abstract: In the future the bio-economy era, bio-refining is a key technology to transfer raw biomass materials to final products. In order to promote the bio-refining technology, Germany government released the *Roadmap of Bio-Refining* in 2012. The roadmap introduced the development demand, polices background, system conception and technology fields of bio-refining in Germany, analyzed its advantages, disadvantages, risks and challenges, and layout the outline for future actions. This paper made a review on the Roadmap.

Key words: Germany; biotechnology; biomass energy; bio-economy