

“十四五”生物经济发展规划系列解读 1

强化国家战略科技力量在生物经济高质量发展中的骨干引领作用

（中国科学院院士 徐涛）

生物经济是以生命科学、生物技术的发展进步和普及应用为基础的新经济形态，是国民经济的重要组成部分，对加快构建现代产业体系、保障人民生命健康具有重要战略意义。国家《“十四五”生物经济发展规划》将“坚持创新驱动”作为五大发展原则的首位，明确打造国家生物技术战略科技力量，加快突破生物经济发展瓶颈，实现科技自立自强。未来五年和更长一个时间，在《“十四五”生物经济发展规划》牵引下，我国生物领域战略科技力量将持续壮大，有力支撑生物经济高质量发展。

一、“十四五”时期是我国生物经济由大转强、实现高质量发展的关键时期

生命健康领域是新一轮科技革命和产业变革中最有望实现革命性突破的重点领域之一。据统计，在《科学》杂志创刊 125 周年时公布的 125 个最具挑战性的科学问题中，52%属于生命科学领域。生命科学研究范式正在发生深刻变革，对生物大分子和基因的研究进入精准调控阶段，从认识生命、改造生命走向合成生命、设计生命。近年来，主要国家纷纷加大对生命科学和生物医药等领域的支持力度，围绕基因组学、脑与认知科学、合成生物学、精准医疗、生物医药、高端医疗器械、生物育种、生物质能源、生物安全等领域的投入力度不断加大。特别是受到新冠肺炎疫情的冲击和影响，主要国家政府和各大生物医药企业都加大了在生物安全、疫苗和药物研发等方面的投入，客观上推动生物经济进入加速发展期。

我国也将生物经济相关领域科技创新和产业发展作为战略重点，推动生物经济取得长足进步。生物经济发展规模不断扩大，生物产业体系日趋完善，形成研发、制造与应用的完整产业链，我国已成为全球第一大原料药出口国、第二大药品和医疗器械消费市场、重要的药品研发服务贸易出口国。生物科技创新能力显著增强，研发投入和专利论文数量大幅增长，重大创新成果持续涌现。产业集聚效应显现，各类研发要素和制造环节加速集聚，围绕生物医药、生物医学工程、生物农业、生物制造等重点领域培育形成了一批各具特色的生物产业基地，成为区域经济重要的增长极。

但也要看到，我国生物经济发展还存在原始创新能力不强、关键核心技术受制于人等问题。究其原因，是我国在生物经济领域的长期持续投入不足，创新力量布局重复分散，尚未培育形成起具有国际领先水平的科研机构和具有引领带动作用的行业领军企业。

“十四五”时期是我国生物经济发展的关键时期。面对新一轮科技革命和产业变革带来的历史性机遇，以及人类社会健康可持续发展对生命健康的更高要求，各国围绕生物经济的竞争将更加激烈。我国只有成功把握这一重大战略机遇期，加快解决制约生物经济发展的关键核心技术，更好掌握生命科学领域的基础理论和原创方法，才能不断提升产业发展的质量和效益，推动我国生物经济加快实现由大转强和高质量发展。

二、强化国家战略科技力量是突破生物经济领域关键核心技术瓶颈制约、实现产业高质量发展的关键所在

强化国家战略科技力量是当前我国科技创新和经济工作的战略重点。党的十九届五中全会审议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》，将科技创新工作放在“十四五”各项重点任务的首位进行专章部署，提出的 4 个方面重点任务中，第一项就是强化国家战略科技力量。在去年两院院士大会上，习近平总书记深刻指出，“世界科技强国竞争，比拼的是国家战略科技力量”“国家实验室、国家科研机构、高水平研究型大学、科技领军企业都是国家战略科技力量的重要组成部分”，并对国家战略科技力量各重要组成部分的战略定位、应发挥的作用等提出明确要求。

生物经济能否实现创新驱动转型，加快走上高质量发展的道路，关键在于能否强化该领域国家战略科技力量的布局建设，并充分发挥好这些机构的骨干引领作用。从国际经验来看，美国、德国、英

国、法国、日本等国家，无不是通过大力支持和发展国家科研机构和高水平研究型大学，建立完善支撑生物科技发展的一流科技设施和创新平台，组织实施重大科技创新项目和工程，培育行业领军企业和完善的产业链，打造高水平生物产业集群等举措，提升本国在生物经济领域的创新能力和产业竞争力。

这是因为，各国都充分认识到国家战略科技力量往往具有多学科、建制化优势和体系化能力，具有较强的资源整合能力和引领带动能力，能够有效集聚整合各方面力量开展协同攻关，加快突破关键核心技术难题，推动科技成果加快实现产业化。在新冠肺炎疫情科技攻关过程中，很好体现了围绕国家使命、坚持目标导向、问题导向，依靠跨学科、大协作和高强度支持开展协同创新的新型举国体制优势，也充分体现了战略科技力量在集聚整合相关科研力量，开展核心技术攻关的引领作用。

三、持续做好生物经济领域国家战略科技力量建设

“十四五”时期，要按照党中央、国务院关于强化国家战略科技力量的总体部署，落实《“十四五”生物经济发展规划》明确的各项重点任务，强化国家战略科技力量对生物经济发展的支撑引领，加快实现高质量发展。

一是强化生物经济相关国家战略科技力量的优化布局和能力建设。四类国家战略科技力量各具特点和优势，要充分发挥各类创新主体的骨干引领作用，并加强战略科技力量与广大中小企业、科技金融机构等其他创新主体的协同合作，才能提升创新体系的整体效能。要围绕生物经济发展需求，高标准推进生物领域国家实验室建设，加快推进该领域国家重点实验室体系重组，瞄准科技前沿和国家战略急需，加快产出战略性、关键性重大科技成果。国家科研机构和高水平研究型大学要进一步加强基础研究和应用基础研究，强化不同学科间交叉融合，加强创新型人才培养，为解决生物经济领域关键核心技术攻关提供学科基础与人才支撑。充分发挥企业技术创新主体作用，支持行业龙头企业联合高等院校、科研院所和行业上下游企业共建创新联合体和高水平产业创新平台，联合开展关键核心技术攻关，在科技计划制定过程中充分发挥企业“出题者”作用，支持企业牵头承担重大科技项目和重大任务，打造和培育更多科技领军企业。

二是坚持“四个面向”强化生物经济领域原创性引领性科技攻关。瞄准产业变革方向和未来产业发展制高点，聚焦生命健康、脑科学与类脑研究、基因与生物技术、药物和疫苗、先进诊疗技术、精准医学、医疗器械、生物育种等方向，组织具有前瞻性、战略性的重大科技攻关，加快突破制约生物经济发展的重大科学问题和关键核心技术问题。顺应新科技革命和科研范式转型趋势，强化生物技术与信息技术、人工智能、材料技术、先进制造等新兴技术领域的融合创新。适度超前布局完善生命健康领域的重大科技基础设施，高水平推进转化医学研究设施、多模态跨尺度生物医学成像设施、模式动物表型与遗传设施等设施建设，加强已有设施开放共享。完善生物科技资源库、生物样本库、高级别生物安全实验室和生物大数据中心等科研条件平台，以及产业共性技术创新平台和转化应用平台建设，加强生命科学领域高端科研仪器设备和高端试剂等研发，提升对高水平创新活动的支撑保障能力。

三是完善国家战略科技力量支撑生物经济高质量发展的体制机制。结合生物领域创新高投入、高风险、周期长等特点，积极探索完善社会主义市场经济条件下新型举国体制，探索实行“揭榜挂帅”、“赛马”等制度。完善生命健康领域人才评价机制，健全以创新能力、质量、实效、贡献为导向的科技人才评价体系，促进科研成果加快转化。大力支持新型研发机构建设，依托新型研发机构探索更加灵活的科研管理和组织机制，推动研究与临床、研究与产业的深度融合，促进创新资源在高校、科研机构和企业间自由有序流动。深入推进药品临床审评、上市审批和临床试验管理、医保等制约生物经济发展的体制机制改革，形成更加包容审慎的适应性监管体系。

四是优化生物经济相关国家战略科技力量的区域布局。围绕国家重大区域战略，强化国家战略科技力量区域布局，发挥北京、上海、粤港澳大湾区国际科技创新中心的引领作用，强化综合性国家科学中心建设，形成引领生物经济发展的原始创新策源地和科技攻关主阵地，打造世界级生物产业创新高地。加强国家自主创新示范区、生物产业基地等区域性创新高地建设，聚焦医药健康、现代农业、生物制造等重点领域培育一批世界级龙头企业，形成生物经济高质量发展的集聚区。

生物制造产业是生物经济重点发展方向

（天津市人大常委会副主任、中科院天津工业所所长 马延和）

生物制造是利用生物体机能进行物质加工与合成的绿色生产方式，有望在能源、化工和医药等领域改变世界工业制造格局。近日，经国务院批准同意，国家发展改革委印发了《“十四五”生物经济发展规划》，明确将生物制造作为生物经济战略性新兴产业发展方向，提出“依托生物制造技术，实现化工原料和过程的生物技术替代，发展高性能生物环保材料和生物制剂，推动化工、医药、材料、轻工等重要工业产品制造与生物技术深度融合，向绿色低碳、无毒低毒、可持续发展模式转型”。可以说，大力发展生物制造产业，将助力我国加快构建绿色低碳循环经济体系，推动生物经济实现高质量发展。

一、发展生物制造产业，是贯彻新发展理念的重要体现。

当前，我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段。习近平总书记指出，高质量发展，就是能够很好满足人民日益增长的美好生活需要的发展，是体现新发展理念的发展。将生物制造作为重要发展方向，充分体现了新发展理念要求，回应了新时代广大人民群众日益增长的优美生态环境的需要，更好统筹了经济社会发展和环境保护，加快实现传统制造业绿色转型。

贯彻新发展理念、建设现代化经济体系，要进一步加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系，促进经济社会发展全面绿色低碳转型。生物制造具有原料可再生、过程清洁高效等特征，可从根本上改变化工、医药、能源、轻工等传统制造业高度依赖化石原料和“高污染、高排放”不可持续的加工模式，减少工业经济对生态环境的影响，推动物质财富的绿色增长和经济社会可持续发展。

在绿色发展方面，生物制造可以降低工业过程能耗、物耗，减少废物排放与空气、水及土壤污染，大幅度降低生产成本，提升产业竞争力。在低碳发展方面，生物制造可以利用天然可再生原料，实现化学过程无法合成、或者合成效率很低的石油化工产品的生物过程合成，促进二氧化碳的减排和转化利用，构建出工业经济发展的可再生原料路线。在循环发展方面，生物制造可以提高自然资源利用效益，实现废弃物回收利用，提升能源效率，促进产业升级，形成“农业-工业-环境-农业”的良性循环模式。以 1,3-丙二醇的生物制造为例，与石油路线相比，原料成本下降 37%，二氧化碳减排 63%，能耗减少 30%，创造了一个化纤原料摆脱石油价格体系的典型范例。

二、发展生物制造产业，是抢抓全球生物经济发展机遇的有力手段。

世界经合组织（OECD）报告曾预测，至 2030 年，OECD 国家将形成基于可再生资源的生物经济形态，生物制造的经济和环境效益将超过生物农业和生物医药，在生物经济中的贡献率达到 39%。近年来，世界主要发达经济体的生物制造产业规模不断扩大，对经济增长的贡献持续加大，生物制造被视为带动未来生物经济发展的关键力量。

美国、欧盟、英国、日本、加拿大等经济体纷纷提出或更新国家与地区生物经济发展战略，细致制定生物制造发展路线图和行动计划。美国、欧盟等 2019 年以来提出的《工程生物学：下一代生物经济的研究路线图》、《欧洲化学工业路线图：面向生物经济》等生物经济战略，均以生物制造为重点方向。日本经济省 2021 年 2 月发布的《生物技术驱动的第五次工业革命报告》，将智能细胞和生物制品列为生物经济领域优先发展方向。欧盟于 2021 年 2 月提出升级版的循环生物基欧洲联合企业计划，明确加大资金投入，通过发展生物基产业推动欧洲绿色协议目标的达成。

在科技创新驱动和战略政策引领下，我国正进入生物经济发展的重大机遇期。与此同时，新冠疫情对全球化造成的冲击仍在持续，正在引发全球产业链结构和产业格局的深刻变革。在复杂变化的国际形势下，加快建设基于绿色生物制造的现代化经济体系，构建生物制造产业双循环新发展格局，有利于我国在国际生物经济竞争中赢得主动、把握先机。

三、发展生物制造产业，是做大做强生物经济的有效举措。

在当前和今后一段时间内，我国经济仍处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动能的攻坚期，面临资源环境约束趋紧、经济增速放缓、“中等收入陷阱”等挑战。随着人类生存发展观念的转变，

人们的生产方式、消费方式和价值观念也都在发生变化，对发展科技以提高生产效率、提供优质高性能产品的需求不断增加。

近年来，生物制造底层技术与关键核心技术研发不断取得突破，正在进入快速产业化阶段，物质转化、能量利用效率大幅度提高，新产品开发速度和过程工艺的绿色环保水平大幅度提升，可再生碳原料与废弃物利用、生物塑料与生物基产品等新兴产业快速兴起，推动生物产业链重整，产业结构属性和价值属性不断增强，生物制造正在成为构建可持续发展路线和提升生物经济发展能力的战略驱动力。以抗疟药物青蒿素的生产为例，传统模式是通过种植黄花蒿，经过 18 个月生长周期才可进行提取。而利用基于合成生物的先进生物制造技术，可以构建一个人工酵母菌，通过工业化发酵的方法在几周内大量生产青蒿素。简单说，使用可控的 100 立方工业发酵罐，可以替代 5 万亩的传统农业种植。

依托生物制造技术，能够实现化工原料和过程的替代，有望彻底变革未来物质加工和生产模式。用于生物制造的可再生生物质资源包括糖、油脂、非粮生物质、有机废弃物，甚至工业废气、二氧化碳等，可以生产一系列能源与化工产品，包括基础化工原料、溶剂、表面活性剂、化学中间体，以及塑料、尼龙、橡胶等高性能生物环保材料和生物制剂，或生产原料药、疫苗和抗体药物，推动化工、医药、材料、轻工等重要工业产品制造向绿色低碳、无毒低毒、可持续发展模式转型，甚至生产淀粉、蛋白质、油脂等食品成分，颠覆未来农产品供给模式。例如，中国科学院天津工业生物技术研究所科学家团队在国际上首次实现了二氧化碳到淀粉的从头合成，使淀粉生产从传统农业种植模式向工业车间生产转变成为可能。

预计未来十年，石油化工、煤化工产品的 35% 可被生物制造产品替代，成为可再生产品，对能源、材料、化工等领域产生广泛影响。牛奶、食糖、油脂、植物药物在内的食品，以及天然产物等农业产品，一旦实现工业生物制造，将产生颠覆性影响，其全球经济规模也十分可观。目前，通过合成生物制造，已经产生了一批大宗发酵产品、可再生化学与聚合材料、精细与医药化学品、天然产物、未来食品等重大产品的生物制造，一氧化碳、甲醇以及二氧化碳等一碳原料利用方面也不断取得进展。

综上，要紧紧抓住全球新一轮科技革命和产业变革重大机遇，以打造生物经济为核心，以服务民生需求为根本，大力发展生物制造产业，夯实产业基础，加大战略投入，优化产业布局，提升创新能力，加速生物制造产业在生产、生活、生态各领域的广泛应用，深化产业国际合作，促进产业迈向价值链中高端，加速推动生物制造业高质量发展，加速成为生物经济新支柱。