引用格式：吴晓燕，陈方，单耀莹，等．全球生物制造产业关键平台设施建设现状分析与思考．中国科学院院刊，2025, 40(1): 116-126, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20240929001.
Wu X Y, Chen F, Shan Y Y, et al. Analysis and reflections on key platform facilities construction of global biomanufacturing industry. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2025, 40(1): 116-126, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20240929001. (in Chinese)

# 全球生物制造产业关键平台设施建设现状分析与思考

吴晓燕[1]　陈　方[1]　单耀莹[2]　陆安静[3*]

1 中国科学院成都文献情报中心　成都　610299
2 中国科学院　可持续发展研究局　北京　100864
3 中国电子信息产业发展研究院　北京　100081

**摘要**　生物制造作为一种新兴的生产方式，逐渐成为全球经济发展的重要趋势，受到各国的高度重视。平台设施在生物制造产业的发展中扮演着关键角色，不仅是技术创新的基石，也是将科研成果转化为实际生产和市场应用的重要支撑。文章深入调研并分析了技术创新、中试放大和产业孵化3类关键平台设施的建设目标和运作机制，重点分析了美国敏捷生物工厂等技术创新平台、欧洲生物基地中试工厂等中试放大平台，以及英国合成生物学创新知识中心等产业孵化平台。通过借鉴这些平台的成功经验，结合我国平台设施建设的现状，从创新引领、平台支撑、模式优化、能力提升、生态构建、政策护航和人才培养等方面提出了发展建议。

**关键词**　生物制造，生物产业，基础设施，中试平台，孵化平台

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.20240929001
CSTR　32128.14.CASbulletin.20240929001

生物制造是一种利用微生物、植物和动物细胞来生产化学品、材料和能源产品的先进技术[1]。它减少了对不可再生资源的依赖，并显著降低了环境污染和温室气体排放。生物制造产业作为推动未来经济发展的关键力量，正迅速崛起[2]。近年来，生物基化学品市场的增长速度远超传统化学品，生物燃料和生物塑料等新兴产品的市场份额也在不断扩大。通过基因编辑、合成生物学和大数据分析等前沿技术的支持，生

*通信作者
资助项目：中国科学院关键核心技术攻坚先导专项（C类）（XDC0110305），中国科学院文献情报能力建设专项（E4290425）
修改稿收到日期：2024年12月20日

物制造产业在生产效率和产量上取得了突破性进展，其市场竞争力得到了显著提升。

生物制造产业作为国家竞争的重点，受到全球各国政府的高度重视。美国制定了《美国生物技术和生物制造的远大目标》，强调促进生物技术创新和提升生物制造能力[①]。英国制定了《工程生物学的国家愿景》，为合成生物制造产业设定了十年战略计划[②]。与此同时，欧洲各国纷纷建立生物制造技术创新平台和中试基地，以推动该领域的发展。我国《“十四五”生物经济发展规划》明确指出要加快发展生物技术和生物产业，2023年底召开的中央经济工作会议更是将生物制造确立为战略性新兴产业，显示出我国对这一领域的高度重视和支持。

然而，生物制造产业的发展面临多重挑战。① 技术研发的“断桥”现象，即科研成果难以从实验室转化为市场应用；② 产业转化的“死亡谷”，即在中试和量产阶段失败率高，阻碍了创新技术的商业化；③“达尔文死海”挑战，即企业在激烈的市场竞争中因策略失误而面临被淘汰的风险。为帮助生物制造技术和产品成功跨越这三大关键障碍并进入市场，政府、学术界和产业界需合作建立平台设施，提供相关支持。技术创新平台通过提供先进设备和技术支持，帮助企业跨越“断桥”，将实验室成果转化为市场应用的可行技术；中试放大平台在研发到量产的过渡阶段提供必要设施，降低“死亡谷”失败风险，促进规模化生产；产业孵化平台则为新兴企业提供资源支持，帮助其应对“达尔文死海”挑战，增加市场生存机会。

本文深入分析了全球生物制造产业关键平台设施的发展状况，重点考察了技术创新、中试放大和产业孵化3类具有代表性的平台设施，分析这些平台的发展现状和成功经验，以期为我国生物制造产业的发展提供宝贵的借鉴。

## 1 技术创新平台

技术创新平台致力于将实验室技术转化为实际应用。这些平台通过提供专业设备和技术支持，助力企业将研究成果转化为可行的技术方案。平台的服务覆盖从原料到产品的全过程，确保生产链各环节的高效运转。通过缩短技术开发周期和加快商业化进程，这些平台有力地推动了行业的进步。全球具有代表性的生物制造技术创新平台包括美国敏捷生物工厂（Agile BioFoundry，ABF）、英国过程创新研究中心（The Centre for Process Innovation，CPI）、德国弗劳恩霍夫化学-生物技术过程中心（Fraunhofer Center for Chemical-Biotechnological Processes），以及丹麦诺和诺德基金会生物可持续发展中心（The Novo Nordisk Foundation Center for Biosustainability，DTU Biosustain）等（表1）。

美国敏捷生物工厂（ABF）。ABF是由美国7家国家实验室组成的联合体，包括劳伦斯伯克利、桑迪亚、太平洋西北、国家可再生能源、阿贡、洛斯阿拉莫斯和橡树岭国家实验室，每年从美国能源部生物能源技术办公室获得2 000万美元的资助。ABF建立了一个面向私营和公共部门的分布式生物制造平台，通

① Bold goals for U.S. Biotechnology and biomanufacturing. (2023-03)[2024-12-19]. https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/03/Bold-Goals-for-U. S. -Biotechnology-and-Biomanufacturing-Harnessing-Research-and-Development-To-Further-Societal-Goals-FINAL.pdf.

② National vision for engineering biology. (2023-12-05)[2024-12-19]. https://www.gov.uk/government/publications/national-vision-for-engineering-biology/national-vision-for-engineering-biology.

表1　全球代表性生物制造技术创新平台

Table 1　Global representative biomanufacturing technology innovation platforms

| 设施名称 | 成立时间 | 主要研究方向 | 最新进展 | 成功经验 |
|---|---|---|---|---|
| 美国敏捷生物工厂（ABF） | 2016年 | 工业微生物宿主开发 | 启动循环生物经济创新项目 | 采用联盟模式，结合政府投入，广泛合作，并提供种子资金支持 |
| 英国过程创新研究中心（CPI） | 2004年 | 生物基材料工艺开发 | 扩展药品制造和先进材料中心 | 提供从概念到商业化的全方位服务，依托多中心协同合作 |
| 德国弗劳恩霍夫化学-生物技术过程中心 | 2012年 | 化学-生物技术研发 | 完成BioSPRINT项目，生产生物基聚合物 | 通过跨学科合作和多元化资金支持，聚焦关键领域的研究 |
| 丹麦诺和诺德基金会生物可持续发展中心 | 2011年 | 细胞工厂开发 | 关注环保染料、燃料，以及碳捕获、利用和封存技术 | 依靠稳定的资金支持，采用数据驱动和信息管理策略 |

过产学研合作推动创新，其下属的国家可再生能源实验室（NREL）拥有集成9 000升规模生物反应器的生物化学转化示范工厂（Biochemical Conversion Pilot Plant）[③]。2023年，NREL投入近2 000万美元对其综合生物精炼研究设施（Integrated Biorefinery Research Facility，IBRF）进行设备更新，以扩大原料范围、产品种类和生产规模[④]。ABF为创新项目提供2类资金支持：种子资金（50万美元，2年）和全额资助（200万美元，3年）。ABF还积极开展研究合作促进行业发展，例如，与华盛顿大学合作开发人工智能（AI）平台预测生产工艺[⑤]；与Pow. Bio合作优化脂肪醇生产工艺[⑥]。

英国过程创新研究中心（CPI）。CPI提供全面的生物制造基础设施，规模从300升到75 000升不等，专注于支持中小企业和行业合作。位于雷德卡威尔顿的国家工业生物技术设施（National Industrial Biotechnology Facility）致力于开发创新的生物制造工艺，以降低商业化风险[⑦]；位于达灵顿的国家生物制剂制造中心（National Biologics Manufacturing Centre）配备了200升的微生物和哺乳动物细胞平台，以及13个生物安全1级（Biosafety Level 1，BSL-1）和2级（BSL-2）实验室，全面支持从研究到商业化的转化[⑧]；2023年新建的RNA卓越中心（RNA Centre of Excellence）是英国唯一能够生产脂质纳米颗粒包裹RNA疫苗的良好生产规范（GMP）设施，年产能可达

③ NREL's biochemical conversion pilot plant capabilities. (2020-09)[2025-01-02]. https://www.nrel.gov/docs/fy20osti/75884.pdf.

④ Hicks W. NREL adds lab space with new building, preps other projects. (2023-05-23)[2025-01-02]. https://www.nrel.gov/news/features/2023/nrel-adds-lab-space-with-new-building-preps-other-projects.html.

⑤ Nelson E. Agile BioFoundry, Washington University collaborate on AI-powered biomanufacturing. (2024-06-20) [2024-12-19]. https://agilebiofoundry.org/washington-university-ai-powered-biomanufacturing/.

⑥ Nelson E. Agile BioFoundry partners with Pow. Bio to test continuous fermentation platform. (2024-03-27)[2024-12-19]. https://agilebiofoundry.org/pow-bio-collaboration/.

⑦ National Industrial Biotechnology Facility. [2024-12-19]. https://www.uk-cpi.com/about/national-centres/national-industrial-biotechnology-facility.

⑧ National Biologics Manufacturing Centre. [2024-12-19]. https://www.uk-cpi.com/about/national-centres/national-biologics-manufacturing-centre.

1亿剂疫苗，为制药公司提供临床试验支持[⑨]。

德国弗劳恩霍夫化学-生物技术过程中心。该中心是弗劳恩霍夫协会（Fraunhofer Gesellschaft）下属的重要研究机构，专注于化学和生物技术研发。该中心获得德国政府、欧盟项目和工业界的多方资金支持，通过跨学科合作推动生物制造技术发展，重点关注生物资源利用、可持续化学品和能源生产[⑩]。2024年6月，该中心参与完成了BioSPRINT项目，实现硬木生物质向生物基聚合物的全流程转化。该项目汇集了8个欧洲国家的13家机构，展现了欧洲在非粮生物质利用领域的协同创新能力[⑪]。

丹麦诺和诺德基金会生物可持续发展中心。该中心在诺和诺德基金会的资助下，专注于细胞工厂的设计和开发。该中心于2020年建立了可持续生物制造工厂（Biosustain Biofoundry），该工厂基于2011—2019年积累的DBTL工作流程，结合信息科学和数据科学技术，致力于开发基因组工具和建设工业级微生物细胞工厂。该工厂已开发多项实用工具，包括基因缺失预测和蛋白质组分析软件，并配备完整的数据管理系统。目前，工厂的重点项目涵盖环保染料、燃料，以及碳捕获、利用与封存等领域。

技术创新平台是生物制造产业链的基石，直接提供关键的技术支持和人才储备。一个成功的技术创新平台必须实现3项核心功能：① 工艺创新——通过研发高效的发酵技术、分离纯化方法和智能控制系统，直接提升生产效率并降低运营成本；② 人才储备——通过建立校企合作机制和实用的培训体系，培养复合型专业人才；③ 产学研联动——通过建设联合实验室，加快科研成果的转化和技术交流。平台通过这些具体措施，推动产业的创新发展，为生物制造产业奠定可持续发展的基础。

## 2 中试放大平台

中试放大平台在生物制造产业中扮演着关键角色，主要负责工艺验证和规模化生产。根据运营模式，中试放大平台主要分为企业主导的盈利性平台和政府或科研机构主导的公益性平台。这些平台通过提供基础设施和技术支持，助力企业克服从实验室到产业化生产的技术壁垒。通过整合专家资源，平台能够解决生物制造过程中的具体难题，确保生产工艺顺利产业化并保持质量稳定。全球具有代表性的中试放大平台包括美国生物工业制造和设计生态系统（BioMADE）、欧盟Pilots4U、欧洲生物基地中试工厂（Bio Base Europe Pilot Plant，BBEPP），以及英国生物试点项目（BioPilots UK）等（表2）。

美国生物工业制造和设计生态系统（BioMADE）。BioMADE是美国国防部资助、美国制造业研究所管理的生物制造基础设施项目。BioMADE旨在美国全国范围内建立12—15个生物制造试点的设施网络，为企业提供关键服务，构建完整的生物制造生态系统。2023年，首个生物制造创新设施在美国明尼苏达州启动，包含先进的生物工业制造中试工厂[⑫]。截至2024年，BioMADE已将建设计划扩展至加利福尼亚（California）、佐治亚（Georgia）、夏威夷（Hawaii）、印第安纳（Indiana）、艾奥瓦（Iowa）和北卡罗来纳

⑨ RNA Centre of Excellence. [2024-12-19]. https://www.uk-cpi.com/about/national-centres/rna-centre-of-excellence.

⑩ Fraunhofer Center for Chemical Biotechnological Processes CBP. (2024-03) [2024-08-14]. https://www. cbp. fraunhofer. de/en/About_us.html.

⑪ BioSPRINT project concludes with significant achievements for biorefining technology. (2024-06-04)[2024-08-14]. https://www.cbp.fraunhofer.de/en/press-media/2024/biosprint-project-concludes-with-significant-achievements-for-biorefining-technology.html.

⑫ BioMADE to establish bioindustrial manufacturing infrastructure in Minnesota. (2023-06-13)[2024-12-19]. https://www.biomade.org/news/infrastructure-in-minnesota.

表2　全球代表性生物制造中试放大平台

Table 2　Global representative biomanufacturing scale-up platforms

| 机构名称 | 成立时间 | 最新进展 | 成功经验 |
|---|---|---|---|
| 美国生物工业制造和设计生态系统（BioMADE） | 2020年 | 在加利福尼亚等6个州探索生物制造设施建设 | 政府主导、多方参与，设立专门管理机构，采用灵活的会员制度和里程碑管理 |
| 欧盟Pilots4U | 2017年 | COPILOT项目接管数据库的更新和扩展工作 | 整合欧洲生物经济试点设施，更新和维护数据库，协助匹配产学研合作 |
| 欧洲生物基地中试工厂（BBEPP） | 2008年 | 发酵产能扩大3倍 | 参与大型研究项目，不断更新设备和技术，实施严格保密协议 |
| 英国生物试点项目（BioPilots UK） | 2016年 | 支持生物研究创新及产品市场化 | 形成联盟制度，提供统一的服务平台和知识产权政策 |

（North Carolina）6个州[13]。这些设施将帮助企业在本土实现从实验室到商业规模的产品开发。BioMADE设立了金牌、银牌和铜牌会员制度，面向学术机构、企业和非营利组织提供分级服务，并通过严格的评审和里程碑考核选择资助项目。此外，该机构还设立了专门的知识产权委员会以保护各方权益。

欧盟Pilots4U。欧洲在生物制造产业化方面处于领先地位，拥有丰富的示范和中试设施资源。欧盟委员会通过“地平线2020”（Horizon 2020）计划资助的Pilots4U项目，建立了一个覆盖全欧洲的中试设施网络。该项目开发了专门的数据库，提供详细的设施信息和联系方式，以方便企业和研究机构快速找到合适的测试设施。数据库涵盖了14个国家86个组织的262个资产条目，并在不断扩展。该项目还配备了在线匹配系统，直接对接设施提供方和用户，并通过定期维护确保信息的准确性和及时性。此外，Pilots4U的专家团队提供专业咨询，协助用户进行试验规划和预算编制。2024年，COPILOT项目接管了Pilots4U数据库，将更新和扩展现有数据库并开发新功能[14]。

欧洲生物基地中试工厂（BBEPP）。BBEPP是一家位于比利时根特的非盈利机构，专注于将生物基产品从实验室规模转化为工业规模。该机构由欧盟、比利时和荷兰政府联合资助，并通过提供服务和参与研究项目获得额外资金。作为SmartPilots计划的成员，BBEPP与其他欧洲设施紧密合作，以提高行业效率。该机构实行严格的保密制度和灵活的知识产权政策，并不断更新设备以保持竞争力。最近，BBEPP通过新投资将其发酵产能提升了3倍[15]。

英国生物试点项目（BioPilots UK）。BioPilots UK建立了一个全国性的开放生物制造设施网络，包括威

⑬ BioMADE names six states in review for expansion of bioindustrial manufacturing infrastructure network. (2024-03-13)[2024-08-14]. https://www. biomade. org/news/biomade-names-six-states-in-review-for-expansion-ofnbsp-nbspbioindustrial-manufacturing-infrastructure-networknbsp.

⑭ “Pilots4U powered by COPILOT” launches open calls for Co-CREATION of its new database & platform. (2024-08-26)[2025-01-02]. https://www.bbeu.org/news/press-releases/pilots4u-powered-by-copilot-launches-open-calls-for-co-creation-of-its-new-database-platform/.

⑮ Bio Base Europe Pilot Plant investeert, na recente capaciteitsverdrievoudiging, in bijkomende opzuiveringsapparatuur, online sensoren en waterzuivering. (2023-11-27)[2024-12-19]. https://www.bbeu.org/wp-content/uploads/2023/11/Persbericht_BBEPP-INVESTERINGEN_Advance-and-Release_NL_27.11.23.pdf.

尔士生物炼制卓越中心（BEACON）、生物可再生资源开发中心（Biorenewables Development Centre）、工艺创新中心（Centre for Process Innovation）、工业生物技术创新中心（The Industrial Biotechnology Innovation Centre）和生物炼制中心（The Biorefinery Centre）。这些机构在共同运营的同时，保持各自的独立性。BioPilots UK设立了统一的服务窗口，根据需求灵活调配资源，并通过技术交流和统一的知识产权政策，确保高效运作和权益保护。

生物制造中试放大平台的成功运营依赖3个关键要素。① 配备先进的实验和中试设施，以支持从小规模到中试规模的生产；② 建立专家团队和资源共享体系，以促进产学研的协作；③ 获得政府的支持，包括政策扶持和资金激励，以确保技术的高效转化和产业化落地。

## 3 产业孵化平台

产业孵化平台是生物制造产业发展的重要基石。这些平台提供办公和生产场地，并建立了广泛的产业链资源网络。它们为企业提供一站式服务，包括分析检测、认证服务、成果转化、信息咨询、投融资，以及政商关系的支持。得益于这些全面的支持，初创企业能够有效降低运营成本，提高研发效率，顺利跨越从产品到市场的“达尔文死海”，实现快速成长。全球代表性生物制造产业孵化平台包括美国加利福尼亚定量生物科学研究所（The California Institute for Quantitative Biosciences，QB3）、英国合成生物学创新知识中心（SynbiCITE）、荷兰代尔夫特生物技术园区（Biotech Campus Delft）、美国IndieBio等（表3）。

美国加利福尼亚定量生物科学研究所（QB3）。QB3成立于2000年，是一个专注于生物科学研究和商业化的孵化器网络。依托美国加利福尼亚大学10所联盟学校的支持，QB3将物理学和工程学的方法整合应用于生命科学的进步。该机构在多个校区设有孵化中心，为生命科学初创企业提供种子资金、实验室和办公场地等基础支持。通过与BayBio等行业协会合作，QB3帮助企业扩展技术和市场资源。平台注重经济效益与社会价值的平衡，致力于解决如传染病诊断和农业可持续发展等关键问题。QB3已成功孵化了多家企业，如基因编辑公司Caribou Biosciences、合成生物学公司Zymergen和分子诊断公司Lucira Health。通过与中国瀚海控股等进行国际合作，QB3不断拓展其全球影响力。

英国合成生物学创新知识中心（SynbiCITE）。SynbiCITE于2013年在伦敦帝国理工学院成立，获得了来自英国政府、个人和学术合作伙伴2 800万英镑的共同投资。该中心构建了全面的创业支持体系，包括配备尖端基因研究设备的实验室、技术和商业培训课程，以及通过创新比赛和种子基金支持初创企业的机制。SynbiCITE致力于建立产学研合作网络，已成

表3 全球代表性生物制造产业孵化平台

Table 3 Global representative biomanufacturing industry incubation platforms

| 平台 | 成立时间 | 主要资助来源 | 运营机构 | 成功经验 |
|---|---|---|---|---|
| 美国加利福尼亚定量生物科学研究所（QB3） | 2000年 | 美国州政府和联邦资金 | 加利福尼亚大学系统 | 跨学科合作，专项创新基金，技术转让办公室，共享设备 |
| 英国合成生物学创新知识中心（SynbiCITE） | 2013年 | 英国政府和私人投资 | 帝国理工学院 | 尖端设备，产业联盟，联合研究，加速器项目 |
| 荷兰代尔夫特生物技术园区 | 2018年 | 企业 | 帝斯曼公司 | 政府支持，产学研合作，共享设施 |
| 美国IndieBio | 2014年 | 企业 | 独立机构 | 加速器项目，导师指导，专业服务，丰富的网络资源 |

功孵化多家企业，如DNA合成公司Bento Bioworks和生物检测公司Nanocage Technologies。根据2018年制定的5年规划，该中心将迁至帝国理工学院的白城校区，并与布里斯托尔、爱丁堡和曼彻斯特的合成生物学研究中心（Synthetic Biology Research Centres，SBRCs）展开合作[16]。目前，SynbiCITE正积极拓展全英国范围的投资者网络和产业联盟，以进一步扩大其影响力。

荷兰代尔夫特生物技术园区。该园区由代尔夫特理工大学、帝斯曼公司和当地政府联合建立的创新基地，帝斯曼公司负责具体运营，政府提供基础设施支持。园区的资金来源主要包括项目资助、投资、租金和服务收入。通过举办创新竞赛，园区能够发现优质项目，并为企业提供创业指导和资金申请支持。作为产业孵化平台，园区提供从原料供应到产品配送的完整产业链服务，包括研发设施、中试平台和生产空间。通过与学术和研究机构的合作，该园区建立了高效的创新网络，提升了荷兰的生物制造能力。2024年4月，Plant One公司接管了园区的生物工艺试验设施，继续支持企业进行工业化验证[17]。

美国IndieBio。IndieBio是SOSV集团旗下的生物技术加速器，专注于支持解决可持续发展、食品科技和医疗健康等全球性挑战的早期企业。作为SOSV的核心项目，IndieBio通过其全球风险投资网络为企业提供种子资金、实验室设施、专业指导和商业咨询等全方位支持，特别注重合成生物学领域的创业项目。在为期4个月的孵化期内，IndieBio组织投资者对接、教育培训和路演等活动，帮助企业建立商业网络，并提供法律、财务和知识产权等专业服务，协助企业制定发展战略。该平台已成功孵化了Memphis Meats、23andMe等知名企业。2022年12月，IndieBio在纽约设立新基地以扩大孵化能力[18]。2024年7月，SOSV成立了爱尔兰生物制造基金，支持企业拓展欧洲市场[19]。

综合来看，产业孵化平台普遍采用“场地+资源+服务”模式，为企业提供实验设备、运营服务人员，以及投资和运营方案。更为重要的是，孵化器提供的“软资源”包括知识产权保护、产品设计、临床试验等关键环节的专业指导和支持，这要求其具备丰富的行业经验。此外，孵化器与风险投资机构的紧密合作，不仅为初创企业提供融资渠道，还可根据投资方的要求，有针对性地培育具有发展潜力的企业。

## 4 我国生物制造关键平台设施现状

我国自2007年起将生物制造确立为战略性产业，并通过历次五年规划持续推动其发展。2024年《政府工作报告》将生物制造定位为新的经济增长引擎，多部委正着手制定相关产业行动计划。我国在生物制造领域已实现产业规模和技术创新的重要突破，但在产业结构优化、高端产品研发和基础设施建设等方面仍需进一步提升和完善。

产业规模：制造体量持续扩大，高端领域仍显不足。近年来，凭借在发酵技术、生物资源和产业链方面的优势，我国生物制造产业已在全球市场占据重要地位，年增长率超过12%；关键产品如生物发酵制品、生物基精细化学品和生物基材料的年产量超过7 000

⑯ SynbiCITE launches new five-year strategy—Innovate UK business connect. (2018-10-02)[2024-12-19]. https://iuk.ktn-uk.org/news/synbicite-launches-new-five-year-strategy/.

⑰ Plant One Delft. [2024-12-19]. https://www.biotechcampusdelft.com/en/organisations/pod/.

⑱ SOSV’s IndieBio NY debuts new 25,000 sq. ft. office, lab and event space at 7 Penn Plaza in NYC. (2022-12-22)[2024-12-19]. https://indiebio.co/indiebio-ny-debuts-new-25000-sq-ft-office-lab-and-event-space-at-7-penn-plaza-in-nyc/.

⑲ McCranie C. Introducing SOSV’s Ireland Biomanufacturing Fund. (2024-07-17)[2024-12-19]. https://indiebio.co/introducing-sosvs-ireland-biomanufacturing-fund/.

万吨，产值逾8 000亿元（不含传统酿造业），带动下游产业规模逾10万亿元[3]。在大宗发酵产品、生物基材料、农用生物制剂和天然产物等细分市场，我国展现出显著竞争力。例如，目前我国氨基酸、柠檬酸和维生素的产量约占全球的70%，生物基材料产能约占全球的30%。在技术创新方面，我国已实现多项重大突破。例如，生物基聚乳酸生产技术已达世界领先水平，开发出全球首个大规模工业化生产长链二元酸的发酵工艺，研制出全球首个非洲猪瘟商品化疫苗，中药现代化和天然产物合成生物学研究已跻身国际先进行列。尽管如此，我国在生物药、工业酶、关键化学品等领域与欧美国家相比仍有差距。同时，大宗产品的产能过剩影响了国际竞争力，生物制造工艺也面临着环保的挑战。我国生物制造产业正处于战略性转型升级阶段，然而现有基础设施的建设水平尚未能充分满足产业发展的迫切需求。

创新能力：平台建设日趋完善，转化效率亟待提升。截至“十三五”末，我国生物制造领域已建有6个（高校/研究所）全国重点实验室、5个企业全国重点实验室、3个国家工程实验室、5个国家工程研究中心、1个国家技术创新中心和2个国家工程技术研究中心[4]。近年来，政府进一步建立了多个新的技术创新平台，包括合成生物研究重大科技基础设施（深圳）、定量合成生物学重点实验室（深圳）、国家合成生物技术创新中心（天津）、低碳合成工程生物学重点实验室（天津）和上海合成生物学创新中心等。这些平台显著增强了我国生物制造领域的研究能力，扩大了技术应用范围，并实现了从基础研究到应用开发的完整覆盖。然而，我国在生物技术转化方面存在明显短板，大多数生物技术创新难以突破实验室阶段，缺少有效的转化渠道和市场对接方式，这使创新成果难以实现商业化和规模化。

中试设施：企业平台封闭自守，公共平台效能不足。我国生物制造产业的规模正从数万亿元向数十万亿元扩张，这一增长需要更多新企业的参与。为了吸引更多参与者并加速行业发展，降低产业化门槛成为关键，这直接推动了对生物制造中试平台的需求。然而，当前企业私有平台不愿对外开放，而高校和研究所的公共平台过于侧重研究，运营效率低下，导致现有平台无法满足市场需求。因此，系统规划和建设生物制造中试平台已成为当务之急。此外，我国中试平台的运营还面临五大挑战：缺乏标准化模式、协作机制不足、服务能力有限、资金支持不足，以及人才储备不足[5]。

孵化体系：专业平台数量稀缺，配套服务亟待完备。根据工业和信息化部火炬高技术产业开发中心2018—2022年的数据，在1953家国家级科技企业孵化器中，生物科学相关的仅有56个。截至2022年，尽管我国拥有超过200家生物医药产业园区⑳，但这些园区主要服务于医疗器械和制药领域，未能充分满足生物制造的需求。此外，现有生物医药类产业园普遍存在规划不佳、重复建设、投入不足等问题，限制了创新能力和产业化水平的提升，急需系统性解决方案。由于生物制造企业普遍面临资金限制，难以从通用孵化平台获得有效支持，国家需要设立专门的产业孵化平台并提供配套资金支持。目前，专门的生物制造孵化平台数量有限。例如，深圳光明区银星合成生物产业园、上海湾区生物医药港、杭州钱湾生物港、山西合成生物产业生态园，以及北戴河生物制造产业园等，这些平台大多处于运营初期或建设阶段，其对产业的实际支持效果仍需验证。

⑳《2023中国生物医药产业园区竞争力评价及分析报告》正式发布. (2023-11-01)[2024-10-29]. https://www.cncbd.org.cn/News/Detail/14325.

## 5 未来发展建议

借鉴国际生物制造产业的成功经验，针对我国生物制造平台设施存在的不足，本文提出7个方面的建议。

（1）创新引领，构建市场导向体系。促进科研人员与企业的深入交流，全面分析市场需求，开展应用导向研究，确保研究方向对接实际需求，提高科研成果实用价值。构建产学研协同创新体系，建立联合实验室，促进技术交流与转化，整合各方资源优势，形成创新协同效应。设立专门的技术转让办公室，提供全面的技术评估、知识产权许可和转让服务，促进科研成果商业化。

（2）平台支撑，完善中试服务网络。评估现有基础设施，合理规划中试能力布局，特别关注生物基材料、生物药、工业酶和关键化学品等领域。支持龙头企业搭建产业链中试平台，开放应用场景和测试环境，促进产品研发。增设公益性生物制造中试服务机构，提供高质量产业化服务，切实解决企业实际需求。搭建信息共享平台，促进设施间资源共享和技术互通，提高整体运营效率。

（3）模式优化，提升平台运营效能。系统分析和总结平台运行经验，建立标准化运营模式，并采用多学科方法确保其灵活性。强化政策支持，推进技术创新和合作发展，建立可持续运营模式。实行多元化运营，吸引政府、科研机构、企业和社会组织共同参与投资管理，打造高效运营体系。推进平台数字化转型，引入智能管理系统。持续更新技术设备，积极参与重大研发项目。

（4）能力提升，强化孵化服务管理。建立全方位的孵化服务体系，为中小企业提供一站式支持。实施严格的项目评估机制，以确保服务成效。建立灵活的会员制度，设立专业管理团队，完善知识产权保护体系，并开展设备租赁、远程运维等创新服务模式。

（5）生态构建，打造产业协同体系。建立完整的生物制造产业生态链，整合现有研发力量和产业资源，打造集研发、生产、孵化和商业化于一体化的平台，促进区域发展。根据各地的实际情况设立专业孵化平台，结合当地资源条件、产业基础和市场机会，打造特色优势。推动区域合作和资源整合，形成互补发展格局，建立区域创新网络，共同促进产业进步。

（6）政策护航，加强扶持激励力度。设立专项资金，用于平台建设和运营，实施土地、税收和信贷优惠政策。重点支持具有带动作用的产业化项目。建立专项办公室统筹工作，指导各地区发挥生物制造优势，落实政策措施，并加强对产业化成果显著地区的支持力度。

（7）人才培养，夯实产业发展基础。实施“引进+培养”双轨战略，注重引进高层次人才，并建立内部培养体系。支持高校开设相关专业，着力培养精通产品开发、生产制造和设备管理的复合型人才。加强校企合作，鼓励企业深度参与人才培养过程，将中试平台打造为实践培训基地，提供专业的实操环境和指导。通过定期技术培训和交流活动，促进人才持续成长。建立科学的人才评价制度，完善薪酬体系和职业发展通道，以激励和留住优秀人才。

## 参考文献

1 Wei X, Luo J, Pu A Q, et al. From biotechnology to bioeconomy: A review of development dynamics and pathways. Sustainability, 2022, 14(16): 10413.

2 Viaggi D. Understanding bioeconomy systems: integrating economic, organisational and policy concepts// Keswani C. Bioeconomy for Sustainable Development. Singapore: Springer, 2019: 3-19.

3 国家发展和改革委员会创新驱动发展中心(数字经济研究发展中心), 中国生物工程学会. 中国生物经济发展报告

2024. 北京: 科学出版社, 2024.
Innovation Development Center (Digital Economy Research and Development Center) of National Development and Reform Commission, Chinese Society of Biotechnology. Report on the Development of China's Bioeconomy 2024. Beijing: Science Press, 2024. (in Chinese)

4 韩祺, 姜江, 汪琪琦, 等. 我国工业生物技术和产业的现状、差距与任务. 生物工程学报, 2022, 38(11): 4035-4042.
Han Q, Jiang J, Wang Q Q, et al. The current situation and developmental trends of industrial biotechnology and biomanufacturing in china. Chinese Journal of Biotechnology, 2022, 38(11): 4035-4042. (in Chinese)

5 王羽, 曹腾飞. 中试平台建设策略探析——以深圳清华大学研究院中试平台为例. 科技创业月刊, 2024, 37(7): 73-78.
Wang Y, Cao T F. Research on the pilot platform construction strategy: taking pilot platform of Research Institute of Tsinghua University in Shenzhen as an example. Journal of Entrepreneurship in Science & Technology, 2024, 37(7): 73-78. (in Chinese)

# Analysis and reflections on key platform facilities construction of global biomanufacturing industry

WU Xiaoyan[1] CHEN Fang[1] SHAN Yaoying[2] LU Anjing[3*]

（1 National Science Library (Chengdu), Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610299, China;

2 Bureau of Sustainable Development Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100864, China;

3 China Center for Information Industry Development, Beijing 100081, China）

**Abstract** Biomanufacturing, an emerging production method, is becoming a significant trend in global economic development and has garnered widespread international attention. Platform facilities are vital to the biomanufacturing industry's development, serving as both the foundation for technological innovation and the bridge between research outcomes and practical applications. This study analyzes three key types of platform facilities and their operational mechanisms: technology innovation platforms (exemplified by the U. S. Agile BioFoundry), pilot-scale platforms (represented by European Bio Base Europe Pilot Plant), and industry incubation platforms (illustrated by the UK SynbiCITE). Drawing from these successful examples and examining China's current platform infrastructure, this paper presents development recommendations that address innovation leadership, platform support, model optimization, capability enhancement, ecosystem building, policy guidance, and talent cultivation.

**Keywords** biomanufacturing, bioindustry, infrastructure, pilot platform, incubation platform

**吴晓燕** 中国科学院成都文献情报中心助理研究员。主要从事科技战略与创新政策、生物科技及相关领域战略情报研究工作。E-mail: wuxy@clas.ac.cn

**WU Xiaoyan** Assistant Researcher at the National Science Library (Chengdu), Chinese Academy of Sciences. Specializes in science and technology strategy, innovation policy, strategic intelligence in biotechnology and related fields. E-mail: wuxy@clas.ac.cn

**陆安静** 中国电子信息产业发展研究院生物制造研究室主任、副研究员。主要从事生物制造产业分析、市场与政策研究。E-mail: luanjing@ccidthinktank.com

**LU Anjing** Director and Associate Researcher at the Biomanufacturing Research Office, China Center for Information Industry Development. Specializes in biomanufacturing industry analysis, market research, and policy studies. E-mail: luanjing@ccidthinktank.com

■责任编辑：张勇

*Corresponding author