

# 2025 合成生物产业跨境合作 发展报告



商务部投资促进事务局



合成生物学正引领人类从“认识生命”迈向“设计生命”的新纪元。“工业生物技术”革命是继“DNA 双螺旋的发现”和“人类基因组计划”后的第三次生物技术革命，合成生物学这一融合工程学与生命科学的突破性学科正在重塑人类文明的底层逻辑。其核心是将生命系统转化为可编程的生物工厂：在生命健康产业，工程菌能精准狙击癌细胞；在农业生产中，废弃秸秆可转化为救命药物；在工业制造维度，生物合成工艺正替代高污染化工流程。麦肯锡研究显示，到 2040 年合成生物每年将创造 1.8 至 3.6 万亿美元经济价值，这场革命将重构全球 60% 的物质生产方式。

在这场决定未来的竞赛中，中国展现出独特战略价值。作为全球最大的制造业经济体，中国发酵产业产能占全球七成，生产成本大幅降低。同时，中国通过主导制定合成基因质量控制国际标准（ISO 20688-2）实现了从技术应用者向规则制定者的历史性跨越。“制造规模化 + 标准话语权”的双重优势使中国成为在合成生物领域推动全球协作的基石。当前，合成生物产业面临的根本矛盾是科技创新速度与全球治理能力的错位。具体表现为：基础研究与产业转化间的鸿沟、各国监管框架的差异以及基因编辑伦理的真空。因此，为促进全球各方合作，中国当以开放姿态通过技术共享构建全球创新共同体，规则共建引领全球治理新范式，价值传播践行普惠发展承诺。

这场技术革命终将超越技术本身，重新定义生命与自然边界，只有凝聚全球共识、统一规则框架、坚守伦理底线，人类才能在合成生物的星辰大海中描绘“各美其美，美美与共”的协作图景。

本报告由商务部投资促进事务局携手地方商务部门、产业园区、世界 500 强企业和金融机构联合发布，通过政策梳理、数据分析、案例总结和企业访谈等方式展开调查研究，旨在帮助各方了解合成生物产业在国际、国内以及跨境合作的发展状况，识别困难与挑战，并提出政策建议及展望，为地方政府、产业集群、国内外企业以及相关从业人员提供借鉴和参考。

课题组

---

# 生命健康产业跨境合作委员会介绍

---

随着经济全球化的不断深入发展，各国都在加强投资促进工作力度，越来越重视投资促进的专业性和有效性。以产业为切入点推动投资促进工作，更加符合企业发展的需求。生物医药及医疗产业是当前各国高度关注的领域，也是中国政府大力支持战略性新兴产业之一。在“务实、专业、科学、高效”理念指导下，商务部投资促进事务局牵头成立生命健康产业跨境合作委员会（以下简称“委员会”），旨在搭建公共服务平台，有效集聚各类优势资源，促进国内外生物医药及医疗生命健康企业、园区及相关各方投资合作，实现多方共赢。

委员会围绕生物医药、医疗器械、数字医疗、康养服务、中医药、生物技术、基因技术、脑科学、健康食品等重点领域搭建生命健康产业跨境合作平台，深度服务地方政府和园区、各类企业、科研院所、行业组织等，致力于强化政企沟通、集聚优质资源、促进各方合作、解决共性问题，推动产业实现开放性发展。

---

---

<b>第一章 合成生物学发展进程</b>	<b>1</b>
一、多维度重塑人类社会发展格局	2
二、产业化发展根基坚实	5
三、生命健康产业应用前景广阔	7
<b>第二章 合成生物学全球发展概况</b>	<b>10</b>
一、技术发展逐步成熟	11
二、行业政策不断完善	12
三、市场规模稳定增长	14
<b>第三章 合成生物学中国发展概况</b>	<b>16</b>
一、资本市场进入冷静期	17
二、产业化快速推进	19
三、政策支持力度不断增大	21
四、三大产业集群差异化发展	23
<b>第四章 合成生物生命健康产业跨境合作情况</b>	<b>26</b>
一、全球合作格局与战略定位	27
二、跨境合作模式创新	28
三、中国引领合成生物国际项目合作	30
<b>第五章 中国合成生物生命健康产业跨境合作展望</b>	<b>32</b>
一、构建协同创新网络	33
二、优化政策支持体系	34
三、优化发展环境	34
四、完善产业基础	36
五、打造全球化人才支撑体系	36

---

# 附件目录

---

<b>附件一：国内主要合成生物产业园区情况</b>	<b>39</b>
一、北京市昌平区	39
二、江苏省宜兴经济技术开发区	41
三、深圳市光明区	43
四、四川省浦江经济技术开发区	49
五、中国科学院天津工业生物技术研究所	50
六、重庆生物制造产业中试平台	50
<b>附件二：国际及国内合成生物学投融资案例</b>	<b>52</b>
一、2024 年国际细分领域投融资案例	52
二、2021-2025 年国内投融资案例	59
<b>附件三：合成生物重点项目及应用展望</b>	<b>61</b>
一、产业重点项目	61
二、各领域应用展望	63
<b>附件四：企业观点</b>	<b>64</b>
一、丹纳赫：突破技术转化瓶颈，贯通产业落地通道	64
二、拜耳：创新驱动生命科学进步，科技赋能可持续健康生态	66
三、江南大学、宜兴食品与生物技术研究院：合成生物产业趋势及发展建议	68

---

# 正文图表目录

---

图 1	“设计 - 合成 - 检测 - 学习” 构成合成生物学研发流程	3
图 2	合成生物应用层企业分布情况 (2025 年)	4
图 3	全球合成生物学市场规模 (单位: 亿美元)	14
图 4	2020-2050 年全球合成生物学市场经济影响预测 (单位: 万亿美元)	14
图 5	2025 年第一季度中国前沿科技领域各细分赛道融资情况	17
图 6	2015-2024 年中国合成生物学投融资事件及金额 (单位: 亿人民币)	18
图 7	2015-2024 年中国合成生物学投融资轮次及金额 (单位: 亿人民币)	18
图 8	中国主要省市合成生物学产业相关政策	22

---

# 附件图表目录

---

北京市昌平区合成生物制造产业规划	40
宜兴经开区合成生物产业“一校一院四园”空间格局	43
深圳市光明区合成生物产业园布局图	44

---

## 附件表格目录

---

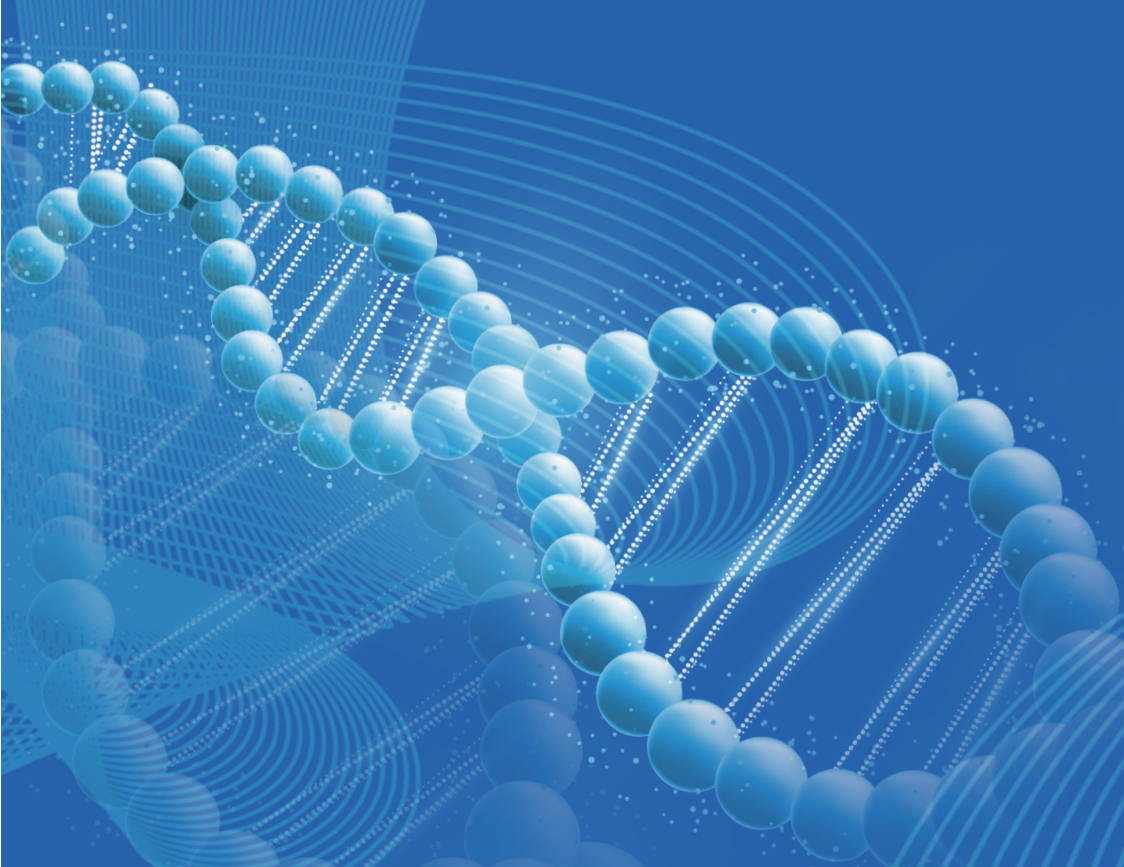
表 1	2024 年合成生物学自动化软件公司投融资案例	52
表 2	2024 年合成生物学自动化硬件公司投融资案例	53
表 3	2024 年合成生物学研究和发展业务公司投融资案例 (Top25)	54
表 4	2024 年国际合成生物学供应链公司投融资案例	55
表 5	2024 年国际合成生物学生物工程平台公司投融资案例	56
表 6	2024 年国际合成生物学产业应用公司投融资案例 (Top 20)	57
表 7	2021-2025 年合成生物学国内投融资标杆案例	59
表 8	2017-2023 年“合成生物学”重点专项	61
表 9	合成生物学在各领域的应用展望	63

---



# 第一章

## 合成生物学发展进程



合成生物学是一门以工程学思想为指导、结合了多门传统学科的新兴学科，针对特定需求从工程学角度设计构建元器件或模块，通过对生物体或细胞进行一系列重新设计与技术改造以使其具有新的能力。在此过程中，设计与构建一系列新的标准化的生物元件、组件与系统，以实现理想的生物制造能力，本质是让细胞为人类工作生产想要的物质。合成生物学正在多维度重塑人类社会的发展格局：在生命健康领域，它革新了疾病诊疗方式，从基因编辑治疗罕见病到信使核糖核酸（mRNA）技术加速疫苗研发，让更多患者获得有效治疗方案，显著提升生命质量；在食品与农业领域，利用合成生物学技术生产植物肉、无动物成分乳制品，既能满足多样化饮食需求，又能缓解资源压力，保障粮食安全；在工业制造领域，生物基材料和化学品替代传统石化产品，减少碳排放与环境污染，推动可持续发展。合成生物学不仅降低了医疗成本、丰富了食品选择和缓解了环境污染，更赋予了人们主动干预健康、参与绿色生活的能力，从根源上推动人类社会向更健康、更环保、更可持续的方向迈进，让科技发展成果真正普惠大众。

在全球层面，合成生物产业正处于迅猛发展的上升期。2025年，全球合成生物市场规模预计将达到243亿美元，同比增长27.9%，彰显出强大的增长潜力。北美和欧洲凭借深厚的科研底蕴、充足的资金投入以及成熟的政策法规体系，在合成生物领域占据领先地位。美国汇聚了众多顶尖科研院校与创新企业，在基因编辑、生物计算等前沿技术研究上成果丰硕；欧洲则依托欧盟框架下的科研合作项目，整合各国资源，在工业生物技术、农业生物制品等应用领域独具优势。中国拥有超大规模的市场需求，以及产业规模庞大的制造业、生命健康、食品、农业等，为合成生物产业发展提供了广阔的应用空间与强大的市场驱动力。

## 一、多维度重塑人类社会发展格局

合成生物学从“前沿科学”向“实用科学”发展，交织推动理论、技术、应用，在多个应用领域展现颠覆性、渗透性作用，成为产业级别投资机会。

### （一）技术内涵：以工程理念系统认知与重构生命系统

作为一门融合工程理念与生命科学的前沿交叉学科，合成生物学通过对生命系统的标准化、模块化和程序化重构，赋能基础研究与产业创新。合成生物学的核心理念在于“建物致知”与“建物致用”的融合，体现出其作为战略性颠覆技术的双重价值——既是推动基础生命科学范式变革的科研工具，也是重构产业价值链的重要引擎。其核心基于“设计 - 构建 - 测试 - 学习”（Design-Build-Test-Learn，以下简称 DBTL）的闭环模式，强调标准化、自动化、模块化原则，实现对生命系统的程序化设计与优化。

**设计：**设计是合成生物学 DBTL 循环的起始环节与理论基石。基于前期知识体系的理论支撑，严格遵循合成生物学设计原则，运用标准化生物元件库中的各类元件，对基因 / 基因组结构及代谢通路进行理性规划与设计。在这一过程中，以脱氧核糖核酸（DNA）序列为基础的标准化生物元件，特别是具备明确功能注释与表征的 DNA 元件，在构建合成生物学系统的分子蓝图中发挥着决定性作用。

**构建：**构建阶段是实现合成生物学设计蓝图的关键执行过程。这一阶段主要包括 DNA 合成、大片段基因组组装及基因编辑三大核心技术模块。其中，DNA 合成技术是合成生物学发展进程中的核心使能技术，该技术突破了生物体内 DNA 复制对天然模板的依赖，直接按照预设的 DNA 序列信息进行人工合成，为合成生物学元件和系统的构建提供了灵活、可控的物质基础。

**测试：**测试阶段是检验设计是否高效、是否精确、是否经济的重要环节。无论是单一功能的生物元件，例如酶、启动子、核糖体结合位点、转录因子结合位点等，还是复杂的逻辑线路及模块化代谢途径，经设计后均会产生大量的突变体与候选对象。在此背景下，建立高效、精确且经济可行的高通量检测平台尤为重要。通过对酶元件的表达水平、纯化效率及催化活性进行定量分析，对转录或翻译元件的调控功能以及非天然代谢途径在体内外的运行效率进行系统评估，同时深入研究细胞工厂改造后的时空调控机制及其对细胞生长、代谢流分布的影响，能实现对最优生物元件及组合的科学筛选。

**学习：**学习环节作为 DBTL 循环的反馈与优化模块，在合成生物学研究中具有承上启下的重要意义。借助系统生物学方法，综合运用多组学技术（例如基因组学、转录组学、蛋白质组学、代谢组学和表型组学等），从“基因 - RNA - 蛋白 - 代谢 - 表型”等多个维度开展系统分析，构建高精度的基因型 - 表型关联模型与代谢调控网络知识图谱。对这些数据的深度挖掘与整合，能为后续的设计优化提供理论指导。



图 1 “设计 - 合成 - 检测 - 学习” 构成合成生物学研发流程

资料来源：《合成生物学时代基于非模式细菌的工业底盘细胞研究现状与展望》

## （二）技术路径：多领域技术设计思路与原理

**生物合成路径设计与优化。**通过计算模拟与结构预测，科学家可基于宿主代谢网络重新构建合成通路，实现生物基化学品、天然药物、色素、甜味剂、香料等高附加值产品的绿色制造。

**高通量筛选与进化工程。**结合定向突变、酶库构建与自动化筛选平台，快速筛出最优表达或催化元件，显著加快产品迭代效率。

**基因电路设计与系统调控。**通过可调控启动子、反馈回路、逻辑门等构建复杂调控电路，实现基因表达精确控制、多功能动态响应，赋能治疗、传感、自动调节等复杂场景。

**宿主细胞优化与“细胞工厂”构建。**基于酵母、大肠杆菌、链霉菌、放线菌等工业菌株，通过多组学分析与代谢流调控，提升宿主稳定性与产物合成能力。

**无细胞合成平台与自动化建模系统。**利用无细胞表达系统实现“离体”表达测试，大幅缩短验证周期；自动液处理平台结合 AI 辅助设计形成“实验自动化 + 数据闭环”，推动高通量原型验证。

**新材料与 DNA 存储。**利用 DNA 的高密度信息编码能力开展分子存储系统研发，同时以生物合成方式构建功能材料、医用微结构材料等，形成“生物材料 + 数字材料”融合创新。

### （三）合成生物应用场景广泛

合成生物学行业的产品应用领域广泛，涵盖生命健康、化工能源、农业技术、食品饮料、信息技术等多个领域。生命健康，例如药物疫苗、疾病诊断、基因治疗、医美、营养保健、人工生命器官等；化工能源，例如化学品、酶制剂、生物柴油、生物乙醇、生物塑料、热稳定蛋白材料等；农业技术，例如作物改良、农业生技、功能食品等；食品饮料，例如植物替代蛋白、风味物质、功能营养素等；信息技术，例如 DNA 存储、合成生物芯片等。其中，生命健康、化工能源方向的企业最多，其应用合成生物技术的企业数量占合成生物相关总企业数量的 55.61% 及 32.11%，表明在生命健康与化工能源方向合成生物的产业化进程较快，市场吸引力较高。农业技术、食品饮料、信息技术方向企业数量占比相对较少，分别为 6.98%、4.83%、0.47%，仍有较大发展空间。

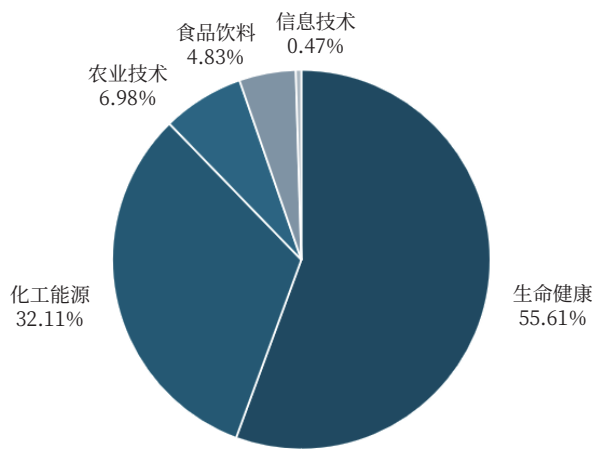


图 2 合成生物应用层企业分布情况 (2025 年)

资料来源：2025 年中国合成生物产业链梳理及投资热力地图

合成生物学正逐步从技术概念走向平台化生态，其未来发展将深刻重塑人类对生命的认知方式与产业组织方式，是中国实现“双碳”战略与科技自立自强的核心技术力量。

## 二、产业化发展根基坚实

回顾合成生物学产业化演进历程，大致可分为四个阶段，各阶段标志性成果与理念逐步构建起合成生物产业化发展的坚实根基。

### （一）早期探索阶段（2000年-2003年）：合成生物学产生与初步运用

合成生物学起源于“以工程理念重构生命系统”的思潮。在这一思潮中，产生了许多具备领域特征的研究手段和理论，特别是基因线路工程的建立及其在代谢工程中的成功运用。2000年被视为学科元年，两篇发表于《Nature》的论文首次提出了“基因波动开关”与“合成振荡器”概念，为生物系统的标准化、模块化设计提供理论依据。2003年，麻省理工学院（MIT）的汤姆·奈特教授提出“生物积木”（BioBricks）标准，使生物元件的规范化装配成为可能；同年，美国科学家通过人工设计的代谢通路实现了青蒿素前体在大肠杆菌中的表达，开启了天然药物生物制造的新时代。这些里程碑事件不仅验证了工程方法在生命系统中的可行性，也成为后续合成生物学发展的技术基座。

### （二）基础研究发展阶段（2004年-2007年）：技术积累与领域扩张趋势

随着“合成生物学 1.0”国际会议在 2004 年召开，以及国际基因工程机器大赛（iGEM）全球竞赛平台的建立，合成生物学逐步向多学科深度融合方向发展。此阶段尚属于技术积累期，基因元件的调控机制、表达系统稳定性等工程问题仍待解决，但 RNA 调控元件、转录后和翻译调控机制等新工具的探索拓展了设计维度。

尽管此阶段年度专利申请总量增长缓慢，但全球研究机构与青年科研团队的广泛参与推动了基础工具链条的标准化、自动化发展。

### （三）技术拓展应用阶段（2008年-2013年）：快速创新与应用转化

2009年MAGE技术、2011年TALEN技术、2012年CRISPR-Cas系统的接连发布，极大提升了基因组编辑的精度和效率，推动合成生物学从“基因路径设计”迈向“全基因组重构”的时代，合成生物产品开始进入商业化路径。Amyris公司利用酵母菌株大规模生产青蒿素是最早实现市场应用的范例之一。

在此期间，合成生命领域也取得了历史性突破：2008 年完成了生殖支原体的全基因组合成；2010 年制造出世界首例可自我复制的由人造基因控制的单细胞生物体“辛西娅”（Synthia）；2011 年“人工酵母基因组项目”（Sc2.0）在各国联合推动下启动，标志人类开始全面探索人造复杂真核生命系统。

#### （四）深度融合发展阶段（2014 年至今）：进一步创新及应用的开发和商业化

在多项前沿技术的协同赋能下，合成生物学正迈入以工程理念驱动的系统集成阶段，呈现出从理论创新向技术突破和产业布局加速演进的趋势。伴随自动化实验平台、人工智能、生物大数据等赋能技术的广泛应用，合成生物技术进入 DBTL 循环，具备快速原型验证和迭代优化能力。该阶段以“工程生物学”理念为核心，将设计思维全面嵌入生命系统的构建流程，推动从基因到细胞、从细胞到器官、从系统到生态的全链条技术融合。

关键技术突破包括非天然氨基酸引入系统、碳捕集下的人工淀粉合成、AI 预测蛋白结构 DNA 数字存储等，均体现合成生物正快速成为下一代通用技术平台。与半导体工业的发展路径类似，模块化、标准化和规模化已成为国际竞争的核心要素。

当前全球多个国家正加速构建国家级合成生物平台，美国、英国、新加坡等已将其纳入国家战略，中国也于 2023 年发布《中国合成生物学 2035 发展战略》，明确提出推动该领域成为科技创新与产业转型的重要支点。

### 三、生命健康产业应用前景广阔

合成生物学作为现代生物医药领域的核心使能技术，正在重塑生命健康产业。通过引入工程化、标准化、可迭代的设计范式，不仅显著提高药物研发效率，更推动医药产业链绿色化、数字化转型，其在 RNA 药物、细胞免疫疗法、微生态疗法与智能菌群工程、基因编辑、体外检测、医疗耗材与制药用酶开发、药物成分制造、中药等多个环节均展现出广泛应用前景与变革潜力。

#### （一）多元应用场景赋能生命健康产业

**RNA 药物与疫苗设计。**合成生物技术推动 RNA 分子从实验工具迈向临床药物，在 mRNA 疫苗中的应用表现尤为突出。以莫德纳公司（Moderna）为代表的多家企业依托合成平台快速合成编码抗原的 RNA 序列，大幅缩短了疫苗研发周期。在新冠疫情期间，mRNA 疫苗从解析毒株序列到启动临床试验仅用了数月时间，展现出传统疫苗技术难以企及的速度优势。这种模式已被广泛应用于癌症疫苗和自身免疫治疗等方向，成为下一代精准药物的重要组成。例如，针对黑色素瘤的个性化 mRNA 癌症疫苗，能够根据患者肿瘤的基因突变特征定制抗原序列，激发机体免疫系统精准识别并攻击肿瘤细胞，临床研究显示部分患者的无进展生存期得到显著延长。

**细胞免疫疗法与工程化活体治疗。**通过合成基因线路实现对 T 细胞、NK 细胞等免疫细胞的功能增强和靶向调控，显著提高抗肿瘤治疗的效能与安全性。例如，工程改造的嵌合抗原受体 T 细胞（CAR-T）已在血液系统肿瘤治疗中实现商业化应用，诺华的 Kymriah 和吉利德的 Yescarta 等产品，为复发或难治性急性淋巴细胞白血病、弥漫性大 B 细胞淋巴瘤等患者带来新的治疗希望，部分患者的缓解率高达 80% 以上。该疗法通过优化 CAR 结构、引入共刺激分子等手段，增强 CAR-T 细胞在实体瘤复杂微环境中的浸润、存活与杀伤能力，并有望在未来向实体瘤拓展。

**微生态疗法与智能菌群工程。**合成微生物群落被用于构建体内“活体传感器”与“活体药物工厂”，在调节肠道菌群、治疗代谢类疾病、缓解炎症性疾病方面展现出广阔前景。智能菌株可根据病灶环境自动响应，释放药效分子，实现精准、可控干预。例如，一些工程化益生菌能够感知肠道内的炎症信号（如特定细胞因子或 pH 值变化），可以启动自身携带的抗炎基因表达，从而分泌短链脂肪酸、抗菌肽等物质，调节肠道免疫平衡，改善炎症性肠病患者的症状，相关临床试验已进入 II 期阶段，初步结果显示可有效减少腹泻、腹痛等症状。

**基因编辑与遗传病治疗。**CRISPR-Cas9 及 Cas12f 等新型编辑系统已在  $\beta$  地中海贫血、杜氏肌营养不良等罕见病领域进入临床试验阶段，CRISPR-Cas9 在体细胞基因治疗方面取得了重大进展。第 61 届美国血液学年会（ASH）发布的数据显示，博雅辑因研制的针对输血依赖型  $\beta$  地中海贫血的 CRISPR-Cas9 基因编辑疗法可以高效率、高精度地修饰供体自体的 CD34+ 造血干细胞 DNA。经体外分化后，红细胞中胎儿血红蛋白水平得到显著提高。同时，该疗法单次移植的安全性在临床前研究中得到了进一步的证实。CRISPR-Cas 基因编辑技术相关专利主要布局于中国、美国和欧洲，体现了中美欧三地在该领域的创新水平和市场价值。

**体外检测与诊断工具优化。**合成生物平台助力构建新型分子探针、DNA 条形码和逻辑门控反应系统，可用于病原识别、癌症早筛、环境微量物检测等高灵敏诊断场景。基于 CRISPR 的核酸检测技术在新冠疫情实现快速商业化，具备成本低、准确率高的显著优势。例如，Sherlock Biosciences 公司开发的基于 CRISPR-Cas13 的新型冠状病毒检测试剂盒，该试剂盒能够在 1 小时内完成病毒检测，灵敏度与实时荧光定量 PCR 相当，生产制造无需复杂的仪器设备。可广泛应用于基层医疗单位和现场检测。

**医疗耗材与制药用酶开发。**合成生物手段可高效、低成本地合成医用酶（例如透明质酸酶、胰酶等）与多糖类原料（例如透明质酸），可用于外科手术、诊断试剂、化妆品与药品辅料。例如，江南大学未来食品科学中心合成生物创新团队利用合成生物学技术，借助微生物发酵生产普通分子量的透明质酸，把每公斤成本从几万元降低至几百元，实现了透明质酸大产量推广应用，使中国成为第一个有能力生产全部类型透明质酸的国家。

**药物成分高效制造。**基于合成代谢通路设计与优化，多个高附加值药物中间体已实现工业化生产。例如，Amyris 公司通过对酿酒酵母进行代谢工程改造，成功实现青蒿酸的工业化生产，能以 100 立方米工业发酵罐替代 5 万亩的农业种植。该技术每年能生产 1-1.5 亿剂次的疟疾治疗用药，约占全球总需求的一半。

**中药现代化与天然活性物质制造。**合成生物学助力破解中药中关键稀缺成分的可持续生产难题。例如，国内科研团队通过微生物合成策略突破灯盏乙素关键酶表达瓶颈，实现从头生物合成。这一技术为中药现代化与国际标准化提供了技术路径支撑。此外，对于人参皂苷、紫杉醇等多种中药活性成分，也在通过合成生物学手段构建细胞工厂进行生产，有望解决其资源稀缺、提取工艺复杂等问题，推动中医药走向国际市场。

## (二) 多点协同合作推动产业价值提升

**提升药物生产效率与质量一致性。**传统化学合成或植物提取方法受原料质量、反应条件波动等因素影响，产品质量和产量不稳定，而合成生物学方法通过精准调控细胞内代谢途径，确保批次质量一致，满足大规模药品生产需求。例如，发酵路径优化能使青蒿酸的收率达到 25 g/L，显著缩短从开发到产业化的周期。

**推动中医药现代化与国际化。**通过合成路径重构中药活性成分的制造工艺，打破原植物资源限制，提升成分纯度和批次稳定性，促进中药成分纳入国际药典体系，并消除国际市场对中药成分不明确、质量不稳定的顾虑，推动中医药在全球范围内的认可与应用，拓展国际市场份额。目前，灯盏乙素、穿心莲内酯、黄芩素等传统中药有效成分均已进入工程菌株合成试验阶段。

**降低成本并促进绿色制造转型。**与传统化学合成路线相比，合成生物途径在反应条件、能耗、水耗与副产物排放方面均具有显著优势，兼具经济可行性与环境友好性。医药企业通过“生物制造”转型，可实现“双碳”目标下的绿色发展。例如，生物法合成 1,3- 丙二醇相较于化学法，能耗降低约 30%，水耗减少约 50%，且几乎不排放有害副产物，生产成本也降低了 20%-30%，有效提升企业经济效益与环境效益。

**实现关键原料自主可控与技术国产化。**合成生物学保障中国有能力自主生产基因编辑工具、自主底盘菌株、关键代谢元件等基础材料，有助于打破技术垄断，提升医药战略物资供应链稳定性，保证中国在相关领域掌控主导权。例如，中科院深圳先进研究院的合成生物研究重大科技基础设施，基于智能化、自动化及高通量设备，搭建了合成生物生产线。该生产线用于生物元器件、复杂网络、人工细胞等多维度合成生物的合成、组装、植入、激活与测试。在面对国际形势变化、贸易摩擦等情况时，国内企业能够依靠自主研发的合成生物平台，保障关键药物原料、诊断试剂原料等的稳定供应，降低对进口的依赖，提高产业安全性。

# 第二章

## 合成生物学全球发展概况



## 一、技术发展逐步成熟

随着合成生物技术在生命健康产业的不断成熟，科研力量通过国家层面战略部署和跨国合作项目不断推动重大技术突破，加速其在疾病治疗、疫苗研发、健康管理等方向的转化应用。

### （一）研究与突破

英国在合成基因线路、工程细胞治疗等方向处于世界领先地位。帝国理工学院主导开发的“智能 CAR-T 细胞系统”引入动态逻辑门控机制，显著提升了细胞疗法在实体瘤中的疗效，2023 年进入临床前评估阶段。牛津大学开发的新型合成微生物载体平台可实现药物在肠道的精准释放，已在治疗溃疡性结肠炎的小鼠模型中展现良好疗效，有望成为微生态疗法关键技术之一。

CRISPR-Cas 家族工具在美国取得一系列治疗性突破。Editas Medicine 研发的 CRISPR 疗法对于治疗  $\beta$ -地中海贫血、视网膜色素变性等疾病具有临床价值，在  $\beta$ -地中海贫血治疗中临床试验成功率可达 94%。同时，美国合成生物公司 Synthego 开发的全自动 CRISPR 平台结合 AI 路径优化，极大提升了治疗设计效率。Moderna 在新冠疫情中率先完成 mRNA 疫苗全流程开发，成功将“序列—构建—测试”周期压缩至 63 天，成为合成生物药物平台化应用的经典范式。

### （二）项目与实践

2022 年，英国国家科研与创新署（UKRI）联合帝国理工学院、牛津大学与 7 家企业共同发起了 AI 4-EB（Artificial Intelligence for Engineering Biology）项目，旨在通过 AI 辅助基因电路设计与疾病靶点识别，实现从疾病基因组解码到治疗路径生成的闭环，加速新药开发周期。美国工程生物研究联盟（EBRC）协调国际学术与产业机构，发布《合成生物学全球研究路线图》与《微生物组工程路线图》，并在疫苗平台、抗体筛选、基因治疗等领域促成与欧盟、日本的深度协作。2023 年，世界卫生组织（WHO）牵头发起跨国多中心标准制定合作（英、美、德、日参与），推动基于 CRISPR 和 DNA 条形码的病毒检测工具标准化，打通全球合成生物检测产品进入临床的认证通道。

当前，国际上在合成生物生命健康方向的技术布局与制度创新正在从“单点突破”迈向“体系协同”。例如，英国强调技术转化平台，美国聚焦工具标准化与通用能力开放，其成功经验对中国

合成生物健康产业的跨境合作具有重要借鉴意义。下一步，中国可考虑引入 AI 协同设计平台、推动设立中英 / 中美联合实验室，并围绕共性技术建立国际联合认证机制，为合成生物医药产业出海提供制度支持与标准对接。

## 二、行业政策不断完善

为应对全球科技竞争格局，发达国家普遍将合成生物学上升为国家战略重点。目前，全球各国正基于自身比较优势，通过政策引导和平台建设形成合成生物交叉生命健康的多元合作网络，加速从基础研究到产品上市的全链条赋能。合成生物学相关政策在发展过程中不断完善，研究机构依托政策支持持续加强创新研发能力，推动从基础研究到产业化的快速转化。美国、英国等主要经济体相继出台面向生命健康产业的合成生物学专项政策，并构建多层次、多主体参与的研究平台与产业生态，形成“技术 - 资本 - 政策”协同格局。

作为发源地，美国将合成生物学视为推动生物经济与国家安全的战略核心。2006 年，美国国家自然科学基金会向新成立的合成生物学研究中心提供为期十年、总额 3900 万美元的资助，这一举措为美国合成生物学研究奠定了坚实基础。值得注意的是，美国合成生物领域采用了独特的“产学研”协同模式，将麻省理工学院（MIT）、加州大学伯克利分校等顶尖高校与安进、诺华等制药巨头紧密联结，聚集了多家美国合成生物学企业，其中包括 Amyris、Zymergen、Twist Bioscience、Codexis、Apeel Sciences、Impossible Foods、insitro 等行业绝对头部企业。2016 年，美国陆军部发布《2016—2045 年新兴科技趋势报告》，将合成生物技术列为 20 项最值得关注的科技之一，并认为“合成生物科技的进步，将促进人类跨入生物科技的新时代”。2022 年拜登政府发布行政命令，启动“国家生物技术与生物制造倡议”，联邦各部委合计投入超 20 亿美元，重点聚焦人类健康、疫苗开发、先进疗法与数据平台建设等领域。2023 年，美国白宫科技政策办公室（OSTP）发布《生物技术与生物制造宏大目标》报告，公布了政府发展目标，计划在 5 年内大幅提升合成生物学和生物制造能力，强调利用合成生物技术颠覆现有生产过程，为多样化产业布局带来新的机遇。2024 年 5 月，美国参议院通过《合成生物学推进法案》，提出设立国家合成生物学中心，旨在突破合成基因线路、细胞工程在免疫治疗与疫苗开发中的技术瓶颈。此外，美国国立卫生研究院（NIH）、高级健康研究计划局（ARPA-H）、国家自然科学基金会（NSF）等机构纷纷设立专项项目，推动合成生物用于新型治疗方案开发、疫苗制造及精准诊疗技术的开发和应用。NIH 对合成生物学相关研究年均拨款达数十亿美元，

2023 年 ARPA-H 获批 50 亿美元专项资金用于推动合成治疗工具产业化。

英国是全球最早制定合成生物学国家战略的国家之一。自 2012 年发布《英国合成生物学路线图》以来，英国政府系统构建了“科研基础—技术转化—产业应用”三位一体的发展路径。2023 年，英国科学、创新与研究部（DSIT）发布《工程生物学的国家愿景》，明确将工程生物学作为“重构英国科技强国地位”的七大关键领域之一，计划 10 年内投入超 20 亿英镑，支持新型药物、医疗器械和生物医用材料的产业化。政策落实方面，英国通过生物技术与生物科学研究理事会（BBSRC）和 UKRI 部署多项重点计划。例如，“战略性更长更广基金”（sLoLa）持续资助跨学科合成生物研究，“AI4EB 联盟”联合帝国理工学院与 10 家科研院所，推动 AI 与生物工程结合应用于疾病早筛与生物靶点识别。在平台体系方面，英国已建立 6 个跨学科研究中心、3 个博士生培训中心和 1 个技术转化创新中心，围绕合成微生物系统、工程细胞治疗、精准医疗、数据驱动生命设计等重点方向，形成国际领先的研发基础。

欧盟采取“顶层设计+成员国协同”的发展路径。2005 年，欧盟委员会成立高级别专家组，制定首份《欧洲合成生物学发展战略》。2012 年，欧洲建立了由 14 个欧盟国家参加的欧洲合成研究区域网络（ERASynbio），由欧盟第七框架计划（Seventh Framework Programme, FP7）资助，致力于提升欧洲合成生物领域的水平。2014 年，ERASynbio 发布的《欧洲合成生物学下一步行动——战略愿景》绘制了欧洲合成生物学短期（2014~2018 年）、中期（2019~2025 年）和长期（2025 年之后）的路线图。近几年，欧盟通过“地平线欧洲”计划，资助利用合成生物学进行能源和气候等领域的研究。欧盟合成生物学的市场规模仅次于美国，但欧盟在政策层面相对保守，倾向于在预防原则下审慎监管技术发展。

加拿大、澳大利亚、新加坡等国也在不断加快合成生物领域战略布局。加拿大发布《工程生物学白皮书》，推动生物制造现代化，支持个性化医疗与智能诊断；澳大利亚联邦科学与工业研究组织（CSIRO）设立“合成生物学未来科学平台”，2024 年联合发布《国家进展报告》，提出 2040 年将合成生物学产业打造为支柱性健康产业，产值预计达 300 亿澳元；新加坡设有国家合成生物研究专项计划，在新加坡国立大学设立生物医学合成中心，专注基因治疗和生物传感。

### 三、市场规模稳定增长

全球层面来看，合成生物学行业在美国、亚太地区、欧洲地区发展良好。《2025-2030 年中国合成生物行业前景预测与投资战略规划分析报告》显示，2022 年全球合成生物市场规模约为 122 亿美元，同比增长约 28.42%；2023 年约 151 亿美元，同比增长约 23.77%；2024 年约达 190 亿美元，同比增长约 25.83%；预测 2025 年全球合成生物市场规模将达到 243 亿美元。美国目前是全球合成生物学的领先者，合成生物学知名企业包括 Ginkgo Bioworks、Zymergen、Amyris 等。

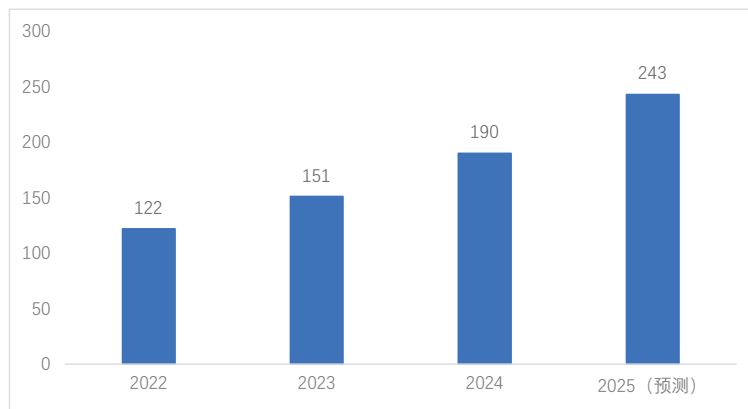


图 3 全球合成生物学市场规模（单位：亿美元）

资料来源：《2025-2030 年中国合成生物行业前景预测与投资战略规划分析报告》，锐观咨询

合成生物学对全球市场影响或将超过 5 万亿美元。根据麦肯锡分析，预计在 2030-2040 年，全球合成生物学每年带来的直接经济影响将达到 1.8 至 3.6 万亿美元，2040 年 -2050 年将达到 3.0 至 5.1 万亿美元。

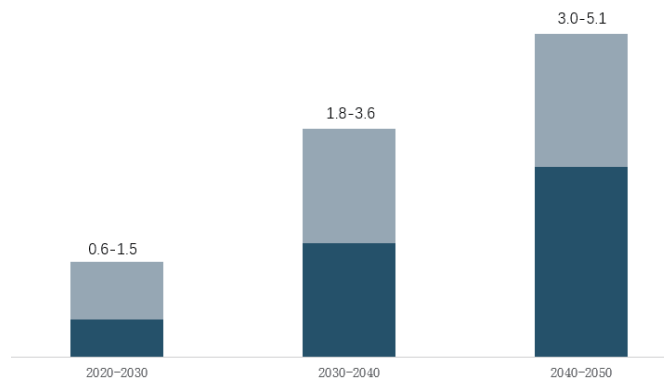


图 4 2020-2050 年全球合成生物学市场经济影响预测（单位：万亿美元）

资料来源：麦肯锡分析报告

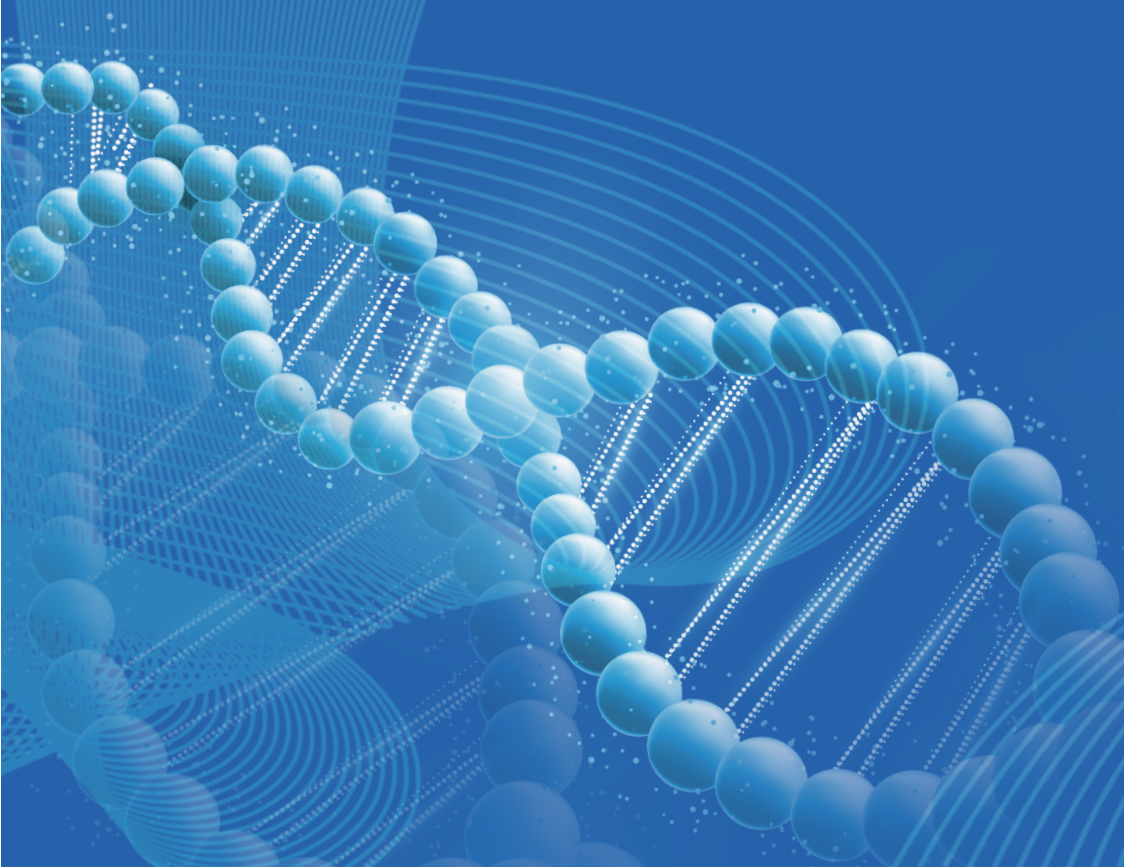
2017年-2021年，全球合成生物市场对风险投资和私募股权投资者的吸引力不断提升。2021年，合成生物市场吸引投资金额达到高点，投融资额达218亿美元。在投资者的支持下，合成生物学的技术应用及场景拓展快速发展。据多家相关机构的数据分析，2022年之后资本市场逐渐回归理性，投融资金额下降至103亿美元，整体投资走向理性、精准化。

近年来，全球合成生物学行业规模保持高速增长，行业内部的头部企业正在加速整合，亚太地区也有越来越多的新兴企业不断涌现。例如中国的华大智造、凯赛生物、云顶新耀等，日本的住友化学、Spiber株式会社等。生命健康、自动化实验设备、基因工程成为投资的热门赛道，尤其是生命健康，成为投资的首选方向，食品营养、化妆品、化工消费品等领域也不断吸引资本的更多关注。

政府机构、研究机构和大型组织加大了对于合成生物学研究的参与投入，进一步促进了未来市场规模的扩大。由于合成生物学的广泛应用，各国政府一直在为其提供研究支持。例如，2022年9月，澳大利亚新南威尔士州政府宣布投资超过600万美元用于新的合成生物学和生物制造开发计划，该计划将改善新南威尔士州的制造和生产设施及设备的获取。

# 第三章

## 合成生物学中国发展概况



## 一、资本市场进入冷静期

在政策支持与资本驱动的双重推动下，中国合成生物产业正加速向技术成熟与商业落地阶段迈进，企业通过积极拓展融资渠道、深化跨境并购与布局关键平台，持续提升全球竞争力与产业协同能力。

在国内资本市场，合成生物学赛道高度活跃，在生命健康、农业等领域的商业化进程加速，预计 2025 年全年融资规模将超 2024 年。据 IT 桔子统计，2025 年第一季度，合成生物学是最受资方青睐的新兴科技赛道，共发生 11 起投资事件，合计金额约 5.41 亿人民币，平均单笔融资金额 4600 万人民币。

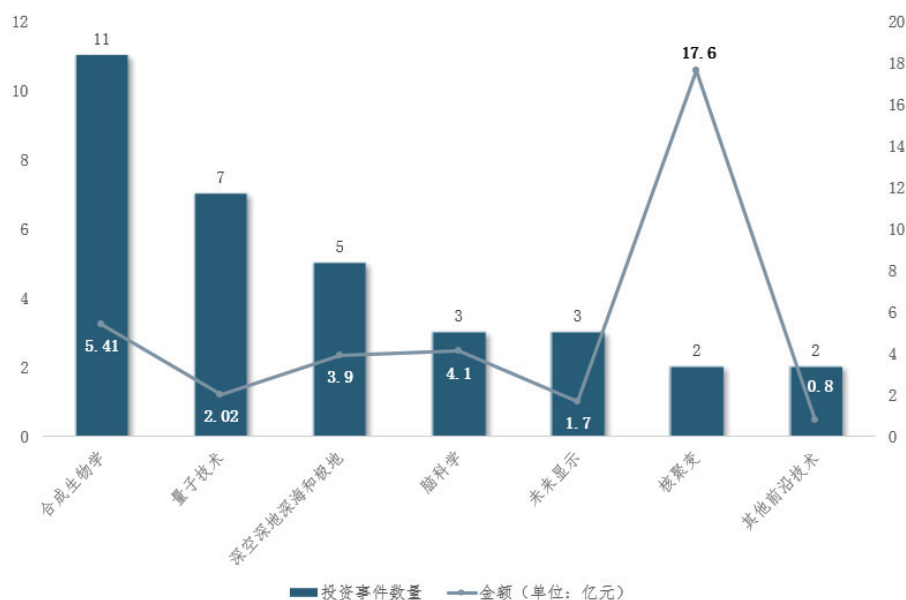


图 5 2025 年第一季度中国前沿科技领域各细分赛道融资情况

资料来源：IT 桔子，截至 2025 年 3 月 31 日数据统计

依托于中国政府对于合成生物学的顶层布局与技术投入，许多合成生物项目获得了高额投融资，推动了产业的蓬勃发展。中国合成生物市场与全球市场高度协同，2022 年，中国投融资事件为 128 件，2023 年下降为 91 件，2024 年下降至 30 件，资本市场进入相对冷静期。早期项目占比超 80%，大额融资集中于少数商业化成熟企业。同时，随着产业发展，可能出现技术转化困难、市场竞争加剧以及产品商业化落地困难等问题，影响部分企业的生存和发展，进而减缓产业增长，近两年，中国合成生物学行业实现收入规模化且业绩持续增长的公司很少，大部分企业仍在数百万、数千万元量级奋斗。



图 6 2015-2024 年中国合成生物学投融资事件及金额 (单位: 亿人民币)

资料来源:《合成生物产业发展前景及中国产业链上中下游企业分析》, 摩熵咨询

中国合成生物市场参与者众多, 包括多家上市公司和具有实力的非上市公司。其中, 凯赛生物、华恒生物、华熙生物等上市公司在市场中占据重要地位。这些公司拥有强大的资金实力和研发能力, 是市场竞争的主要力量。第二梯队则包括蓝晶微生物、弈柯莱等融资轮次在 B 轮以后的公司, 这些公司具有较高的成长潜力和市场竞争能力。2015-2024 年中国合成生物学产业相关投融资轮次主要集中在天使轮和 A 轮, 其中天使轮投融资事件为 123 件, A 轮投融资事件为 264 件, 投融资总金额主要集中在 A 轮和 B 轮。种子轮、D 轮和 E 轮投融资事件相对较少, 可能与合成生物商业化落地难, 成熟企业较少相关。

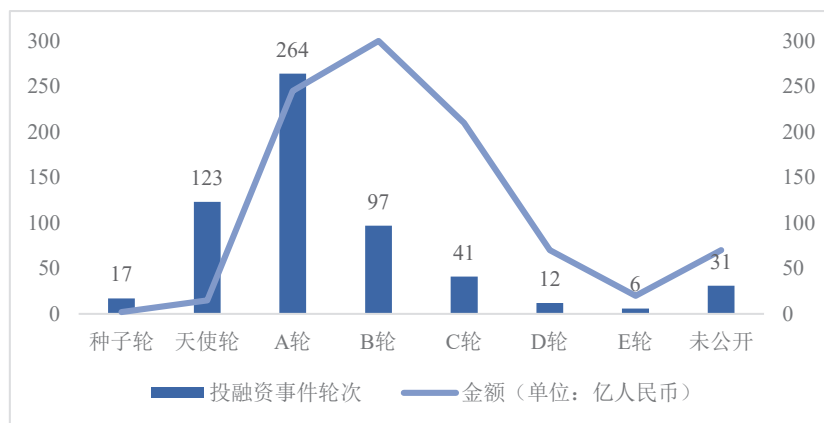


图 7 2015-2024 年中国合成生物学投融资轮次及金额 (单位: 亿人民币)

资料来源:《合成生物产业发展前景及中国产业链上中下游企业分析》, 摩熵咨询

## 二、产业化快速推进

近年来，合成生物学产业化应用快速推进，逐步从科研试验走向规模化制造，并带动中国生命健康产业结构性转型。在合成药物活性成分制造、基因治疗与 RNA 平台、微生态干预与合成菌株设计、医用材料合成等方面，合成生物学的作用日益凸显，已成为新质生产力的代表方向之一。

### （一）市场体量持续扩大，增长动能强劲

根据波士顿咨询公司（BCG）与中国生物工程协会联合调研数据，2024 年中国合成生物全产业链市场规模约为 85 亿元人民币，其中生命健康产业占比达 38%，主要集中在合成药物原料、高端制剂、中间体和核酸类产品方向。预计到 2027 年该细分市场将突破 250 亿元人民币，年复合增长率超过 25%，高于全球平均增速。

### （二）技术突破赋能新产品，新场景加速落地

目前中国合成生物生命健康产业主要围绕以下五类技术路径展开产业布局：

**合成药物活性成分制造。**中国在该领域已实现从实验室研究到产业化落地的跨越式发展，重点突破高附加值天然产物的生物合成，现已通过构建高效“细胞工厂”逐步替代传统化学合成工艺，合成以青蒿酸、紫杉醇、灯盏乙素等为代表的中药活性成分。例如，用人工酵母细胞合成生物学方法生产抗疟药原料青蒿酸，直接替代从天然植物提取的青蒿素，成本大幅降低，具有稳定而理想的低价优势，可以产生足够的数量来治疗每年 3~5 亿的疟疾感染病例；华东理工大学改造大肠杆菌合成紫杉醇前体巴卡亭 III，发酵产率达 2.1g/L；云南农业大学与中国科学院天津工业生物技术研究所（以下简称天津工业生物所）合作在酿酒酵母底盘细胞中成功构建了灯盏乙素全合成的细胞工厂，通过代谢工程改造与发酵工艺优化，灯盏乙素含量达每升 108 毫克。弗若斯特沙利文咨询公司（Frost & Sullivan）分析预测，中国合成生物学市场规模 2023 年约 200 亿元，其中医药应用占比超 50%。同时，CB Insights、麦肯锡等多家权威机构的数据显示，合成生物学在医药领域的年复合增长率约为 25%-30%，预计到 2025 年年末，将有 40% 的中药活性成分实现生物合成替代。当前技术研发正向动态调控代谢网络方向发展，例如利用 CRISPRa 技术激活沉默基因簇，进一步突破产量瓶颈。

**基因治疗与 RNA 平台。**基因编辑与 RNA 技术引领生物医药创新浪潮，形成涵盖基因编辑、mRNA 疫苗、AAV 载体等产品的完整技术矩阵。例如，上海科技大学研究团队对 Cas12f1 进行改造，显著提升了其在哺乳动物细胞中的基因编辑活性；博雅辑因的 BE4max 碱基编辑系统在遗传病治疗领域展现优势；斯微生物与百度合作，利用算法优化设计 mRNA 序列，提高了 mRNA 疫苗的温度稳定性，并建成亚洲最大 mRNA 疫苗生产基地。据麦肯锡、CB Insights 等机构分析，2023 年该领域融资规模超 85 亿元人民币，占全球总额 18%。随着艾博生物等企业完成技术积累，预计未来 3-5 年将迎来产品上市爆发期。国家药监局年度报告显示目前国内尚无基因编辑药物获批上市。

**微生物干预与合成菌株设计。**合成生物学为微生物治疗带来革命性突破，通过工程化改造菌株实现精准调控。例如，未知君生物开发的粪菌移植（FMT）胶囊，在治疗溃疡性结肠炎方面取得了突破性进展，临床缓解率达到 63%；慕恩生物的全球首个搭载活性蛋白 Amuc\_1100 质谱检测技术的二代益生菌产品，能通过定向培养技术将关键蛋白 Amuc\_1100 含量提升至常规菌株 3 倍；华大基因凭借全球领先的基因测序平台和菌种库，通过对健康人肠道分离出的微生物进行筛选，开发益生菌产品来调节肠道菌群；浙江大学爱丁堡大学联合学院 / 浙江大学鄂尔多斯鄂托克生物医药联合研究中心周民教授、钟丹妮博士团队以钝顶螺旋藻作为益生菌大肠杆菌 Nissle 1917 口服递送载体，构建了一种菌藻共生体系（EcN-SP）用于递送益生菌、促进益生菌在肠道定植及溃疡性结肠炎靶向治疗，极大地提高了益生菌在体内有效定植的能力，显著缓解了肠道炎症等疾病。目前，行业发展面临活体生物药分类标准缺失、肠道微环境实时监测技术不足等挑战，需推动相关行业部门建立相应的监管框架和技术标准。

**医用材料合成。**合成生物技术正在重塑医用材料产业格局，涵盖诊断酶、重组蛋白、生物传感器等关键领域。《全球体外诊断（IVD）市场报告》显示，诊断酶制剂占 45% 份额，重组蛋白占 30%，生物传感器占 15%。目前中国在这一领域快速发展：引航生物具有领先全球的酶催化技术，开发出 30 余项国内外首创的生物合成技术；浙江中医药大学第一附属医院研究员陈喆团队利用合成生物学技术，将海洋天然抗紫外辐射成分与重组人源 XVII 型胶原蛋白“编织”成一种透明水凝胶。随着国家药典委新增 7 种合成生物来源医用辅料标准，行业规范化程度持续提升，预计未来五年将形成百亿级市场规模。

### 三、政策支持力度不断增大

近年来，中国合成生物学政策实现从无到有、从点到面的跃升，国家与地方政府协同发力，逐步形成以重大专项牵引、多点政策响应的政策体系，体现出从“跟跑”向“并跑”的发展态势。

中国政策起步晚，但近年来支持力度逐渐增大。科技部在“十二五”期间通过“863”计划支持了首个合成生物学重大项目“人工生命元件的设计与构建”（2011年，经费1.2亿元）。2016年，《“十三五”生物技术创新专项规划》首次将合成生物技术列为“颠覆性技术”，布局了基因回路设计等关键技术。2022年，国家发改委发布《“十四五”生物经济发展规划》，明确合成生物学是关键技术创新领域，要求突破一系列核心技术，促进其在医药、农业、化工、能源等多领域的应用转化。值得关注的是，科技部2023年启动了合成生物学重点专项，拟于五年内投入15亿元，重点支持人工细胞工厂等方向，首批立项项目平均资助强度达2000万元。

聚焦地方，北京、上海、天津、江苏、广东、山西、重庆、湖北、甘肃、贵州、福建等地均明确提出了合成生物学方向的规划和布局，陆续出台支持合成生物学产业发展的落地政策。地方政府的政策实践呈现出差异化特色：

**北京：**北京市人民政府于2021年11月发布《北京市“十四五”时期国际科技创新中心建设规划》，提出建设“合成生物技术创新高地”。海淀区设立10亿元人民币专项基金，支持百济神州等企业开展基因治疗研发。中关村生命科学园建成亚洲最大的DNA合成平台，日产能达10万个碱基。清华大学、北京大学、北京化工大学等高校领跑国内合成生物学科科研。博雅辑因、微元合成、镁伽生物等头部企业也汇集于北京。

**天津：**是合成生物学研究的重要前沿阵地，有2个研究院所，其中包括总投资近20亿元人民币的国家合成生物技术创新中心。2021年8月，天津市人民政府发布的《天津市科技创新“十四五”规划》中17次提到合成生物学，天津目标成为全球合成生物技术的原始创新策源地以及合成生物学产业的战略高地。滨海新区出台“生物制造十条”，对关键技术攻关项目给予1:1配套资金支持。天津港设立特殊生物制品通关专区，进口审批时间压缩至3个工作日。

**上海：**是国内合成生物产业发源地，有3个相关研究院所，包括国内第一所合成生物学重点实验室。张江与宝山区南大合成生物产业园的双产业园布局，聚集了蓝晶微生物、凯赛生物、奕柯莱生物等头部企业。自2022年起，上海市密集发布了多项合成生物学产业相关政策。其中，《上海市

加快合成生物创新策源打造高端生物制造产业集群行动方案（2023-2025年）》提出，到2030年建设合成生物全球创新策源高地、国际成果转化高地和国际高端智造中心，基本建成具有全球影响力的高端生物制造产业集群的目标。目前，浦东新区对合成生物企业给予三年租金全免政策，张江药谷已集聚上下游企业83家。特别值得注意的是，上海试点了“合成生物产品快速审批通道”，将医疗器械注册周期缩短40%，例如某基因编辑细胞治疗项目的IND申请周期从98天缩短至41天，为创新成果转化提供制度保障。

**深圳：**前瞻布局合成生物赛道，着力融合信息技术和生物技术，有3个科研院所，其中深圳合成生物学创新研究院（深圳合成院）研究团队规模近1100人，是全球最大的合成生物学团队。2022年深圳市科技创新委员会联合深圳市发展和改革委员会、深圳市工业和信息化局发布了《深圳市培育发展未来产业行动计划（2022-2025年）》，光明区建成合成生物中试平台，提供从实验室到产业化的全流程服务，已孵化企业合计年产值超50亿元人民币。2023年，光明区发布《光明区关于支持合成生物创新链产业链融合发展的若干措施》，为全国首个合成生物领域专项扶持政策。深圳证券交易所设立“合成生物产业指数”，纳入24家上市公司。由深圳市人民政府作为主管部门，中国科学院深圳先进技术研究院（深圳先进院）牵头，投资7.22亿元人民币建设中国首个合成生物研究重大科技基础设施。深圳先进院与北京演绎科技有限公司合作成立国内首只合成生物产业基金“星博生辉合成生物产业基金”，规模2亿元，聚焦合成生物领域企业。



图8 中国主要省市合成生物学产业相关政策

资料来源：《中国合成生物学产业白皮书2024》，波士顿咨询公司

## 四、三大产业集群差异化发展

各省市依托产业基础、技术积累与开放优势，加紧布局合成生物新赛道，产业集群呈现“多极发展”特征。目前，已形成以“京津冀—长三角—粤港澳”为主体，多个区域差异化发展的合成生物生命健康产业带。

### （一）京津冀集群

京津冀地区形成合成生物制造伙伴园区计划。该计划以北京未来科学城、农业中关村核心区、天津港保税区、天津武清开发区、秦皇岛北戴河新区、石家庄国际生物医药园等地为试点，在企业服务、资源协同配置等方面推动京津冀成果转化落地。产业基础方面，北京昌平区、平谷区正在加快合成生物制造产业集聚区建设，拥有微元合成、微构工场等创新型企业及一批有能源转型和产业绿色升级需求的央国企；天津建立了生物制造领域科研院所与天开高教科创园科研成果落地机制，拥有凯莱英、康希诺等行业代表性企业；河北作为合成生物制造重要的原料与生产基地，集聚了华恒生物等龙头企业制造基地和一批制造领域骨干企业。

其中，北京昌平区重点布局生物制造相关领域，北京市已集聚的 80 余家合成生物制造领域创新企业，其中 61 家位于昌平。北京市瞄准提升全要素生产率，将基于合成生物学的更前沿引领、更精准靶向、更高附加值的生物制造作为布局重点，主导“0-1”创新（如新菌种设计、AI 算法优化），输出技术专利与标准。

天津将重点布局生物制造产业，承接“1-N”转化（如中试放大、规模化生产），提供原料供应与制造设施，打造“生物制造先导区”“细胞谷”等设施，同时利用其发达的食品产业和化工产业基础，探索相关应用。天津“生物制造谷”已吸引 GE 医疗、瑞普生物等公司，其相关产能随着企业发展逐渐提升，在部分细分领域，例如工业酶制剂等有一定规模产量。

河北省高度重视生物制造产业发展，出台了《河北省支持生物制造产业发展若干措施》，成立了河北省生物制造产业联盟，推动产业聚势突破。河北拥有丰富的生物制造基本原料，首钢朗泽等知名企业相继在河北建立生产基地，将多主体联动助推科技成果全链条转化，推动重点园区建设，以科技创新纵深推进京津冀协同发展。

## (二) 长三角集群

长三角地区以上海张江为枢纽，联动苏州生物医药产业园（BioBAY）、杭州钱塘生物制造走廊，形成全国最大的产业化基地。江南大学、中科院上海生命科学研究院等单位在酶制剂、代谢工程和生物质能源等技术研究方面表现突出，同时注重人工智能、信息技术和材料科学等多领域技术与合成生物学的整合运用，地区科研实力雄厚。

其中，上海注重提升创新策源能力，致力于建设高端生物制造产业集群，重点瞄准生物医药、先进材料、绿色低碳及美丽健康等领域，生命蓝湾已经成为上海生物医药“1+5+X”（1个核心区：张江；5个特色园区：临港生命蓝湾、东方美谷等；X个拓展区）特色产业布局的重要组成部分，承接了近年来上海40%的生物医药新增项目，已集聚150多家生物医药企业和机构，签约并落地的项目投资额超过600亿元；杭州将合成生物学产业集群建设与万亿级生物生命健康产业生态圈相结合；合肥则强调培育企业主体和创新环境；常州目标是建设长三角一流的合成生物产业创新高地，常州高新区已集聚61家合成生物企业，产值超百亿元，位于常州的昊禾生物科技公司的L-苹果酸年产能达300吨，其首批10吨L-苹果酸已销往美国市场。

## (三) 粤港澳大湾区集群

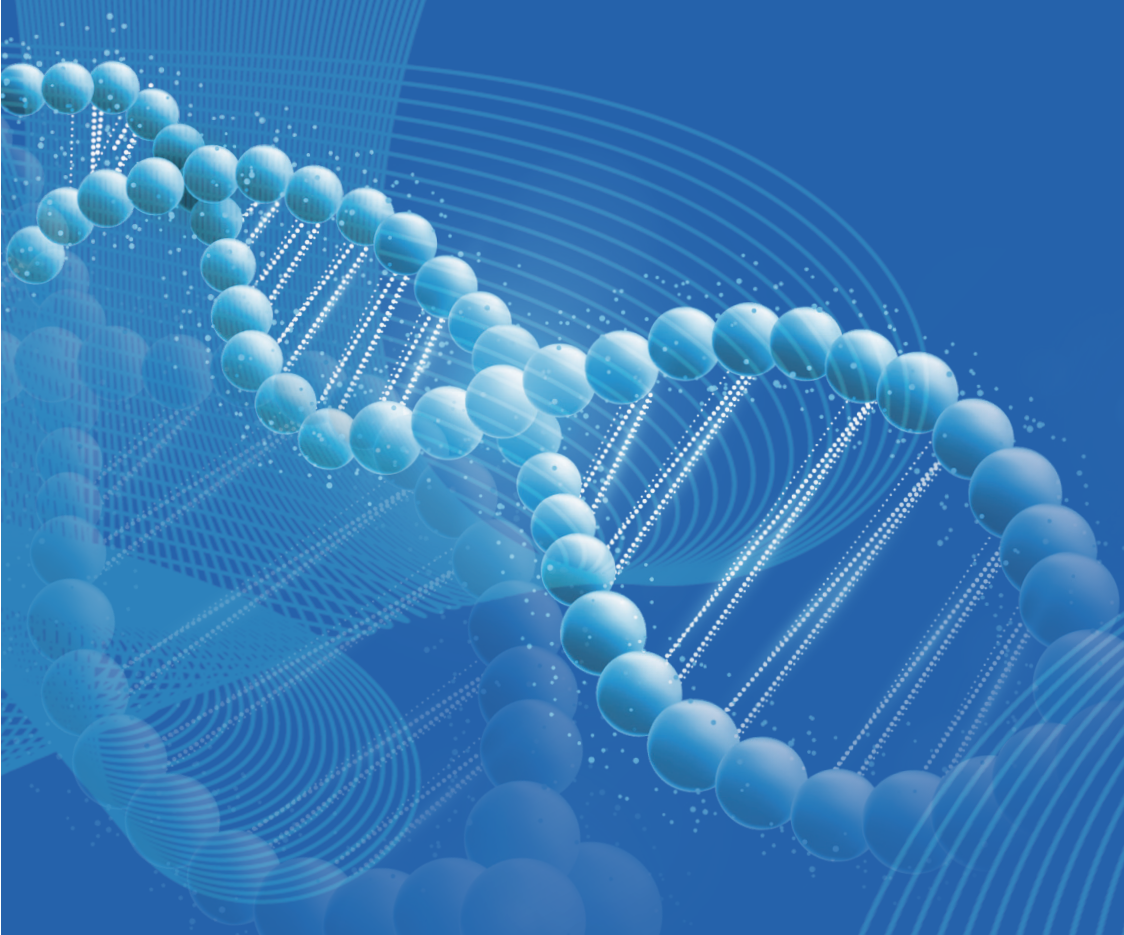
粤港澳大湾区凭借科研资源、政策环境与产业链优势，正在快速崛起为中国合成生物学发展的战略高地，通过构建“基础研究—技术攻关—成果转化”一体化协同体系，推动合成生物技术在多领域实现突破与落地。

在合成生物领域，粤港澳大湾区既有中国科学院深圳先进技术研究院合成生物学研究所、华大生命科学研究院、深圳理工大学等已取得诸多重要突破的代表性机构，又有中科欣扬、瑞德林生物、蓝晶微生物等创新型公司，使粤港澳大湾区逐步发展成为中国合成生物领域的重要一极。华大生命科学研究院已研发了自主可控的合成生物学底层工具，通过不断提升合成通量，降低合成成本，有望推动基于合成生物学的生物制造、未来农业、精准医疗、DNA存储等前沿产业的发展。在基因治疗领域，大湾区的创新型公司持续发力，使成本大幅降低，例如禾沐基因目前其以同类技术实施地中海贫血基因治疗的成本约为6万美元/例，仅为美国主流基因治疗方案价格的2%，且已有多个成功案例。在细胞治疗领域，香雪精准、普瑞金等一批创新型公司正利用大湾区的政策支持和科研环境，积极开展细胞治疗技术的研发和应用。

其中，深圳依托国家重大科技基础设施，在 DNA 合成、细胞工厂等技术方面攻坚。例如，涌源合生将长片段合成成本降低了百倍；森瑞斯生物完成贻贝粘蛋白量产，通过垂直 GPT 模型加速基因编辑设计，将研发周期从 8 个月缩至 2 周，集中攻克“卡脖子”技术，推动合成生物产业化，同时利用河套深港合作区实现跨境数据流通，促进产业转化。此外，还开辟了光伏复合材料等新赛道。光明科学城集聚 116 家企业，形成估值约 300 亿元人民币的产业集群。广州知识城计划于 2025 年启动国内最大发酵中试平台，珠海横琴的粤澳中医药产业园建成 12 条特医食品中试线。深圳合成生物产业集群将为大湾区提升合成生物产业竞争力提供强有力的支持。

# 第四章

## 合成生物生命健康产业 跨境合作情况



## 一、全球合作格局与战略定位

合成生物学是全球科技竞争的战略领域，在全球技术融合与市场一体化背景下，合成生物领域跨境合作模式多样，区域合作各有侧重。

美国将合成生物学视为推动生物经济与国家安全的战略核心，通过政策支持和产学研协同，美国在基因编辑、生物计算等前沿技术取得了丰硕的研究成果，还协调国际学术与产业机构，发布研究路线图，促成与欧盟、日本等在疫苗平台、抗体筛选、基因治疗等领域的深度协作。英国作为全球最早制定合成生物学国家战略的国家之一，在合成基因线路、工程细胞治疗等方向处于世界领先地位，通过构建多层次、多主体参与的研究平台与产业生态，形成“技术-资本-政策”联动协同格局。中国在合成生物领域积极布局，已构建起“基础研究-技术转化-产业应用”的全链条能力。

从医疗健康到农业食品，从工业制造到消费品，合成生物学的应用版图不断扩大，预计到2030年全球市场规模将突破700亿美元。合成生物学进入了全球共识、合作与竞争的快速发展时期，各国从多维度展开合作，共同促进全球合成生物学发展。

**技术互补性增强。**中国在菌种筛选、发酵工程等底层技术领域积累优势，欧美在基因编辑、AI设计等前沿技术保持领先。上海合成生物学创新中心与波士顿咨询、波士顿投资联合发布的《中国合成生物产业白皮书2024》显示，中国科研机构在合成基因质量评价等基础研究领域发表的论文占比达22%，但影响因子较高的论文数量仅为美国的40%。

**产业链深度整合。**跨国企业通过技术授权（例如凯赛生物与杜邦合作）、合资建厂（例如梅花生物收购日本协和发酵业务）等方式加速布局中国市场，将中国生物制造的成本优势与国际市场需求对接，实现从原料供应到终端产品的全链条布局。

**全球治理框架完善。**中国主导制定合成生物领域首个国际标准《生物技术 核酸合成第2部分：合成基因片段、基因和基因组的生产和质量控制要求》，该标准规定了合成双链DNA的生产和质量控制要求，为国际上从事合成基因的企业和研究机构提供了质量控制标准，有助于中国合成生物相关标准与国际接轨，提升了合成生物产品在全球市场的规范性和互认性，完善了从技术研发到产品生产的治理架构。

## 二、跨境合作模式创新

为更有效的实现产业化进程，加强国际间合作，合成生物领域正通过多维度跨境合作模式创新，构建涵盖企业协作、知识产权共享与制度联通的国际合作生态，加速技术转化与产业升级落地。

### （一）项目研究合作推进商业化

企业间、企业与研究机构各取所长，充分发挥各自优势，通过新型疗法开发研究及商业化合作，加速商业化进程及成果转化。例如，2021年，百济神州与 mRNA 疗法公司 Strand Therapeutics 共同宣布，双方已达成 3.15 亿美元合作，在实体瘤中开发和商业化 Strand 新型、多功能 mRNA 疗法。2025 年，仅三生物与新加坡淡马锡生命科学研究院实施战略合作，围绕麦角硫因在抗衰领域的科研转化，以及其在人类生殖系统功能衰退干预研究中的应用，共同构建“基础研究 - 机制探索 - 产业转化”全链条创新体系。

### （二）技术输出加强国际连结

搭建战略合作技术平台，通过技术层面的资源共享、软件开发等，增强国际间技术合作吸引力，提升跨境投融资主动性。例如，2019 年，天津工业生物所成立生物设计中心平台实验室，与亚马逊云科技共同探索生物技术和信息技术相结合的技术体系，推出了包括全球首个基于图数据库的大肠杆菌调控代谢关系知识图谱 ERMer、全流程高通量编辑序列设计云平台 AutoESD 在内的 20 多项生物计算设计工具和软件应用。晶泰科技的 AI 药物发现平台已服务辉瑞等多家跨国药企。Ginkgo Bioworks 与跨国公司和金融投资者合作建立新的合成生物学企业，由 Ginkgo Bioworks 提供细胞编程技术和知识产权，由合作方提供行业专业知识、其他资源和资金。

### （三）政策标准共同制定打通跨境合作关键环节

目前，各国政策及标准尚未完全统一是合成生物领域生命健康产业跨境合作面临的挑战之一。建议通过区域合作搭建机制，推动各国协同监管、共同制定产业标准，提升合成生物产品在全球市场的规范性和互认性，从而完善全产业链的治理框架。

区域合作机制。区域全面经济伙伴关系协定（RCEP）框架下粤港澳大湾区加强科技合作，推动科研成果转化，河套深圳园区已汇聚 160 多个高端科研项目，香港科学园深圳分园已吸引超 50 家香港科创机构和企业入驻，且于 2024 成立了国际产业中试集聚区，有 10 家中试平台获集中授牌，体现了香港在科研创新方面与深圳在成果转化方面的叠加优势。

监管协同创新。中美在合成生物学安全性问题进行非官方学术对话，围绕生物安全、生物安保和科研监管等问题深入交换意见，推动合成生物学安全发展；深圳海关所属西沥海关为辖区内的科研机构进口设备开通了“绿色通道”，针对部分环境敏感设备不宜在口岸实施查验的问题，会同地方科创部门实行联合监管，建立科研机构“白名单”。

标准制定合作。中国主导制定合成生物领域首个国际标准《生物技术 核酸合成第 2 部分：合成基因片段、基因和基因组的生产和质量控制要求》，该标准规定了合成双链 DNA 的生产和质量控制要求，为相关企业和研究机构提供了国际统一的质量规范，促进中国合成生物相关标准国际化。进一步推动了产品规范标准的全球互认，完善了合成生物产业链的治理体系。

#### （四）高校合作赋能产业活力

高校是合成生物创新型研究的关键平台，能加速跨境合作研究项目的开展，推动产业全球化。

**科研团队跨校合作。**例如，西安交通大学科研团队联合西北大学和电子科技大学等科研人员，提出了一种新型的电化学 - 生物催化耦合系统，用于将二氧化碳和甲烷转化为高价值化妆品原料依克多因。

**高校与科研机构积极开展跨境合作。**例如，浙江大学杭州国际科创中心和英国克兰菲尔德大学合作建立浙江 - 英国合成生物学与生物传感联合实验室，建立低成本快速合成生物传感器的技术体系，开展各类合成生物学与生物传感研究的协同技术攻关；中国科学院深圳先进技术研究院等与日本、韩国、马来西亚、新加坡、泰国的高校和科研机构共同发起成立合成细胞亚洲联盟，并于 2024 年签署合作备忘录。

### 三、中国引领合成生物国际项目合作

合成生物学研究主要关注理论算法的创新和底层技术的突破，生命健康作为合成生物学的重要应用领域，具有极高的产业潜力和商业化价值。加大生命健康产业研究力度，将合成生物学的理论和技术成果转化为实际的应用产品和解决方案，用于生产新型药物、治疗方案、医疗器械等，对医疗行业的发展具有重要意义。

目前，中国合成生物学的研究机构更多地依托国内同行开展合作，通过搭建国际联合实验室、建设跨境数据安全港、开发智能设计平台、优化酶工程研究等多种形式，在合成生物领域开展全球范围的技术研发协同创新，加强国际间合作，共建开放型科研平台，实现跨境产业集群协同发展。例如，天津大学合成生物学国际合作联合实验室作为综合性的创新研究平台，致力于合成生物前沿技术研究、扩展技术研究与推进应用开发，与美国、德国、英国等多个国家的顶尖合成生物研究机构在项目申请、人才培养、人员交流以及技术分享等建立紧密合作关系。

2023 年至今，中国合成生物生命健康相关融资事件逾 80 起，总规模超过 110 亿元人民币，融资热点集中在以下方面：

**早期基础平台建设成效显著。**在 AI 驱动的基础研究领域，中国企业已取得突破性进展。蓝晶微生物搭建了合成生物学研发基础设施 Synbio OS，将合成生物学的 DBTL 闭环从实验室应用拓展到工业场景，大幅缩短了研发周期及工艺开发周期，该设施已成功服务国内外近千家企业客户。自动化实验平台建设也取得了显著进展。晶泰科技智能自主实验平台可实现高通量精准实验，已在全球部署超过 300 台机器人实验工站，成为全球商业运营规模最大的人工智能实验工站集群，其机器人实验室能执行 80% 以上的常见药化反应类型，每月可积累 20 余万条反应过程数据。

**核酸与免疫平台引领全球创新。**中国企业在核酸药物领域已建立起全球竞争力。疫苗生产方面，艾博生物开发的 mRNA 疫苗将其生产成本降至 4 美元 / 剂，低于全球平均的 15 美元 / 剂，在 37°C 下存储 7 天，其有效性仅降低约 13%。基因编辑方面，锐博生物研发的 Cas12f 核酸酶具有优异的编辑特异性和较低的脱靶风险。《2025 年中国核酸药物行业市场深度研究及发展趋势预测报告》预计，到 2025 年，中国核酸药物市场规模有望突破 500 亿元人民币，届时将成为全球第二大核酸药物市场。

**中试及合同生产组织 (CMO) 服务能力跨越式提升。**中国企业在产业转化基础设施取得质的飞跃。例如，药明生物在生物制药生产设施建设方面实力强劲，2021 年已投产全球使用一次性反应器最大

的 3.6 万升 GMP 原液生产线，2025 年启动建设的成都微生物商业化生产基地，配备 1.5 万升发酵罐，预计最大发酵规模可达 6 万升；成都高新区 2023 年已认定并开放了 24 个中试平台，总投入 17.5 亿元。

**原料药工艺优化成效显著。**在工艺优化过程中，晟氏健康与国际科研团队紧密合作，借鉴前沿合成生物学理念，采用全细胞合成技术，借助发酵法实现氨基酸原料药及多肽的绿色生产。该公司通过与国际伙伴在发酵工艺优化上的协同攻关，对发酵参数、微生物菌株特性等进行深入研究与改进，使产品质量显著提升，在纯度、稳定性等关键指标上远超国际同类产品，产量大幅提高。

# 第五章

## 中国合成生物生命健康产业 跨境合作展望



## 一、构建协同创新网络

为打破合成生物领域的技术协同壁垒，增强中国在全球创新体系中的话语权，可通过构建境内或跨境协同创新网络，实现标准互认、资源共享与技术共研的深度融合，从而加速合成生物学技术的创新和应用，提升中国企业的国际竞争力。此外，通过构建“标准互认-设施共享-技术共研”三位一体的协同网络，开展国际合作将释放更多的技术资源和市场机会，进一步推动合成生物学技术的全球化发展。有关数据显示，中国合成生物学产业有望在2027年前实现跨境研发效率提升50%以上，国际标准参与度从当前的12%提升至35%，形成千亿人民币级规模的跨境技术交易市场。

### （一）标准互认：推动合成生物产品跨国合规通行

推动建立“一带一路”生物制造联盟，制定统一的国际标准。依托《生物技术核酸合成第2部分：合成基因片段、基因和基因组的生产和质量控制要求》等现有标准，优先推进基因编辑、生物制造、数据安全三类标准的跨境对接与能力互认。建议在《区域全面经济伙伴关系协定》（RCEP）与“一带一路”合作机制下，发起构建合成生物标准共识网络，加强中国与新加坡、德国、东盟国家等在检测流程、结果评价和互认机制方面的合作。推动建立“检测流程标准化、合规结果互认”的制度框架，可借鉴粤港澳大湾区检测认证结果互认试点和欧盟REACH法规互认经验，推动构建“检测一次、多区使用”的合规便利机制，减少重复检测与技术壁垒，加快产品通关，提高项目审批效率。

### （二）设施共享：打造区域间开放平台网络

建议设立跨境合成生物联合研究中心，共享实验数据与技术平台。在深圳光明科学城、天津滨海新区、上海张江等国家级中试平台的基础上，推动与新加坡淡马锡生命科学研究院、香港科学园深圳分园等载体共建中试验证通用平台，重点支持合成路径优化、高通量筛选与代谢工程测试等关键环节。探索设立“合成生物数据安全港”，引入区块链分片与零知识证明（ZKP）等机制，在确保基因组数据物理落地中国且符合《生物安全法》的前提下，支持境外合作方远程调用已加密数据分析结果，提高平台协同能力与合规安全性。

### (三) 技术共研：推动关键核心技术联合攻关

启动“全球合成生物黄金通路计划”，围绕复杂分子合成、真核底盘菌优化与 AI 辅助建模等领域建设开放技术平台，支持国际间科研机构与企业共同开发底层技术。同时，鼓励国内高校、科研机构与海外团队联合申报国家重点研发项目。例如，仅三生物与新加坡淡马锡生命科学研究院围绕麦角硫因的合作已实现“基础研究—机制探索—产业转化”的贯通，未来可设立跨境创新基金，在更多场景复制此类合作模式。建议将合成生物联合项目纳入中国科技部“一带一路”创新合作专项，提高中国在全球科研链条中的地位。

## 二、优化政策支持体系

要推动合成生物学从实验室走向产业化，需要优化政策支持体系，构建覆盖研发、审批、生产、贸易到伦理的全流程规范机制，实现能激发创新活力，又能保障技术发展与市场应用同步推进的作用和效果。

建议国家出台针对合成生物领域的专项政策支持，提供税收优惠、研发补贴和产业化，通过降低企业创新成本激励企业加大研发投入。可参照国家集成电路产业投资基金（大基金）模式，采用“母基金+子基金”架构，联合地方政府、龙头企业共同出资。税收方面，建议提高对合成生物学企业研发费用加计扣除比例，从 100% 提升至 150%（参考抗癌药研发税收政策）。此外，建议对取得国际认证的企业给予一次性补贴（最高 500 万元），目前，北京和上海已开展政策试点。

## 三、优化发展环境

### (一) 优化审批流程

建议简化合成生物学产品和技术的审批流程，缩短产品上市时间，提高市场响应速度。在医疗产品专项规范上，加快制定审批技术指南，同时建立“白名单”制度，对已通过欧洲药品管理局（EMA）或美国食品药品监督管理局（FDA）审批的合成生物药，简化国内审批流程（参考海南博鳌乐城国际医疗旅游先行区经验）。在工业产品绿色通道方面，建议在自贸试验区试点“合成生物产品快速准入清单”，对 PHA 生物塑料、人工合成淀粉等产品实行“即报即审”。

## (二) 推进多边与双边技术经贸合作机制，逐步消除技术性贸易壁垒

建议在 RCEP 框架下，探索建立“合成生物产品绿色通行清单”。目前，合成生物领域尚未形成正式国际“检测互认”机制，建议借鉴粤港澳大湾区内检测认证互认试点经验，在自由贸易试验区内设立试点，通过第三方检测机构的资格互认，实现“一次检测、多国使用”的便利化目标。此外，建议以海关、市场监管、工信以及商务部门联合建立“跨境技术性贸易应对机制”，探索建立合成生物重点产品标准库、出口国技术法规数据库、企业培训平台，以应对欧盟 REACH 法规、美国 TSCA 法规等潜在障碍，旨在为企业提供法规监测、产品申报咨询与争议协调服务，降低合规风险。

## (三) 健全知识产权保护机制

持续加强知识产权保护，建立健全的专利保护和维权机制，保护企业和科研机构创新成果，提高创新积极性。建立“合成生物学专利审查高速路”，对《专利合作条约》(PCT) 国际专利申请优先审查(审查周期从 22 个月缩短至 12 个月)，设立海外维权援助基金(首期 10 亿元)，支持企业有效应对他国贸易保护手段。

## (四) 创新支付模式

设计基因治疗跨境共付基金，创新支付方式，降低患者的经济负担，提升基因治疗的普及率。可参考德国法定医疗保险模式设计“基因治疗跨境共付基金”，由政府、药企、患者按 4:4:2 比例分担费用，首批覆盖地中海贫血基因治疗(单价 180 万美元)、脊髓性肌萎缩症治疗(单价 210 万美元)等产品。

## (五) 强化伦理审查

成立国家级合成生物学伦理委员会，制定合成生物学伦理审查指南，在基因驱动技术、人类胚胎编辑等高风险领域明确负面清单，建立项目全周期跟踪系统。

## 四、完善产业基础

### （一）建设公共技术平台

建议地方政府投资搭建工程化平台，建设合成生物学中试基地，配备工程专家团队，解决实验室成果产业化的适配与放大问题，提供工艺优化一站式服务；建设公共技术平台，提供高通量测序、基因编辑、生物合成等技术服务，降低企业研发成本，提升研发效率。

### （二）推动完善产业技术链条，建设全产业链

上游实现工具与原料自主化建设：设立“基因编辑工具开发中心”，重点突破高精度 CRISPR-Cas 系统（例如 Cas12a/Cas13）、脱靶检测技术（如 WGS-Predict 方法学验证），实现关键试剂（例如 sgRNA 文库、电转染试剂）的国产替代；布局“合成途径设计平台”，利用 AI 算法（例如深度学习模型预测代谢流优化路径）设计高效生物合成路径，降低对天然产物的依赖。

中游实现中试放大与工艺标准化：建设生物制造中试基地，配备连续发酵罐、自动化细胞培养系统等设备，提供从克级到吨级的工艺放大服务；制定区域合成生物生产标准体系，涵盖菌种保藏、发酵参数控制、纯化工艺等环节（例如 PHA 生物材料的分子量分布标准、mRNA 疫苗的包封率指标），推动区域内企业生产流程的标准化互认。

下游推动终端产品应用与市场拓展：聚焦医药、农业、环保等高需求领域，建设产品验证中心。在医药领域联合药企开展 CAR-T 细胞治疗和基因替代疗法的临床试验，推动产品在国家药品监督管理局和美国食品药品监督管理局实现双申报。

## 五、打造全球化人才支撑体系

### （一）加强人才本土培育

加强人才本土培养，政府应联合企业建立合成生物技能培训基地，面向在职人员开展短期技术培训，快速填补人才缺口；推动高校与企业联合设立合成生物专业课程；鼓励高校增设合成生物学专业，建立“生物+工程+计算机”跨学科课程体系，培养复合型人才。

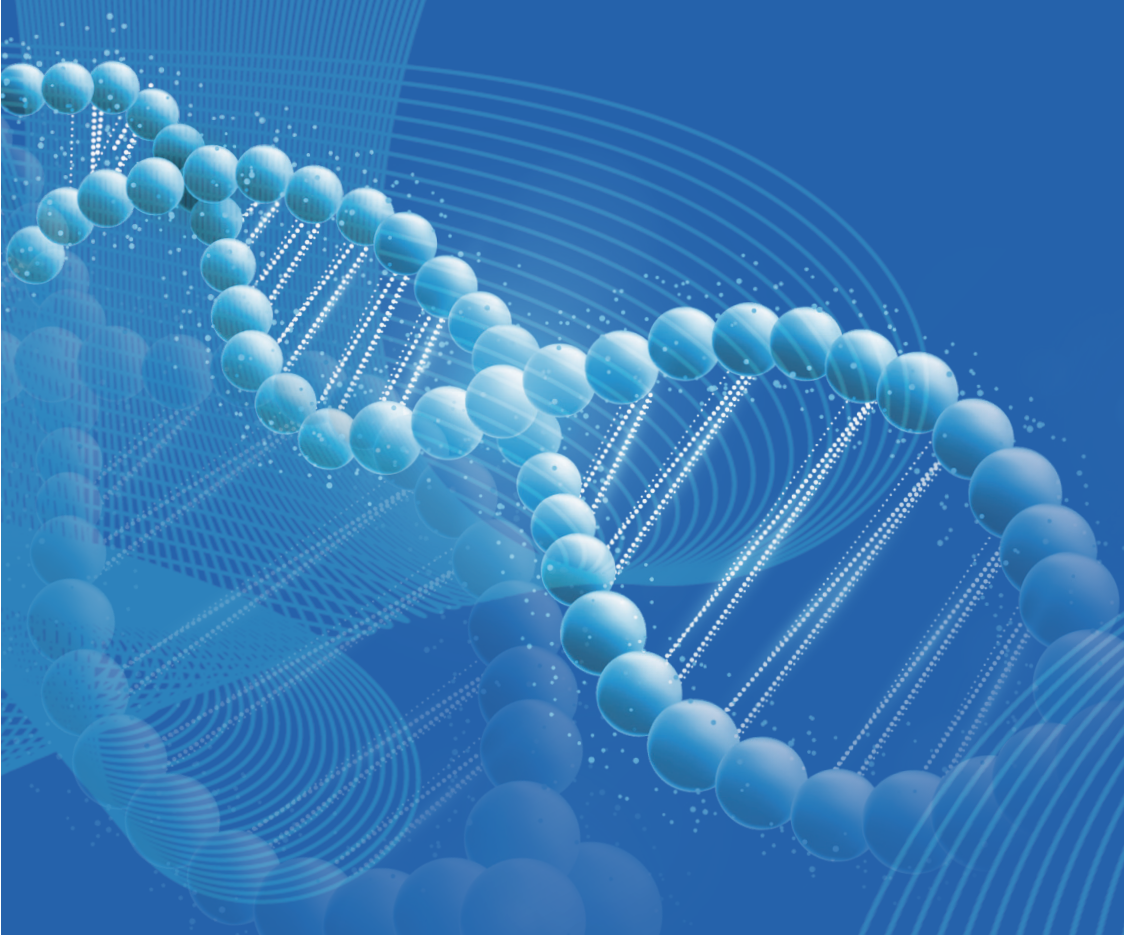
## (二) 推动跨境人才流动

推动各国签订科学护照协议，简化高端人才的出入境手续，提升跨国研发中心的人力调度效率；建立国际合成生物双学位计划，促进教育体系的深度耦合，培养具有国际视野的合成生物学人才；推出合成生物技术官认证体系，统一全球能力标准，提升从业人员的专业水平和国际认可度。

随着工程化平台与中试基地的建成投用、全产业链标准体系的贯通，以及人才“培养 - 引进 - 互认”机制的完善，合成生物学有望突破实验室成果转化瓶颈，加速医药领域颠覆性产品的规模化落地。区域协同创新网络与国际标准互认体系的深度融合，将推动中国合成生物产业实现从技术跟随到规则引领的跨越式发展，使其在全球价值链中占据核心地位。

综上所述，中国合成生物产业的跨境合作需以系统化、制度化和国际化为导向，重点围绕五大方向推进：一是构建“标准互认—设施共享—技术共研”三位一体的全球协同网络，提升跨国创新协作效率；二是加强国际规则对接与政策机制保障，推动资金、标准、审批、贸易与伦理等要素融合；三是强化跨境风险治理，构建标准协调、贸易合规与知识产权保护一体的海外应对机制；四是完善产业底座，提升平台建设能力、基础设施联通水平与供给体系韧性；五是打造全球化人才支撑体系，实现人才的本土培养、国际互认与高效流动。五大战略支柱共同构建起中国合成生物产业“技术共研、资源共建、成果共享”的新型国际合作格局，为实现从技术参与者向规则制定者的跃升奠定基础。

# | 附件



## 附件一：国内主要合成生物产业园区情况

### 一、北京市昌平区

为深入贯彻党的二十届三中全会精神和中央经济工作会议精神，全面落实北京市委、市政府关于发展合成生物制造产业的部署要求，昌平区聚焦发展新质生产力，紧紧围绕“打造合成生物制造创新策源地和产业引领区”这个总体目标，部署实施行动计划，推动产业发展取得明显成效。

一是加快前瞻布局。围绕北京“高精尖”产业方向和昌平区域产业定位，昌平区合成生物制造产业布局生物医药及美丽经济、农业及食品、环保、能源、新材料等重点领域，聚焦研发转化、高端制造、企业总部“三大环节”，构建“八个一”产业支撑体系，即：打造一个主题专业园区、组建一个国家创新中心、出台一批产业支持政策、聚集一批优质高效企业、搭建一批关键共性平台、设立一批产业发展基金、汇集一批产业骨干人才、支持一批有效应用场景。2024年1月，北京市合成生物制造产业创新发展工作推进会在昌平举办，北京市合成生物制造技术创新中心、产业集聚区、示范基地、未来产业育新基地陆续落地昌平并启动建设，开启了北京市合成生物制造产业发展的崭新篇章。

二是出台专项产业政策。2023年11月，昌平区正式发布《昌平生物制造产业发展行动计划》，在市级各部门指导下制定《昌平支持合成生物制造产业高质量发展的若干措施（试行）》，并于2024年1月正式发布。政策包含10个方面、32条举措、突出了3个特点：一是突出全链条政策集成，从创新孵化、产业集群、项目落地、推广应用等各个环节加大集成支持力度，推动产业链、创新链和价值链有机融合、协同互促；二是突出产业共性需求，围绕空间、技术、人才、金融、生态等要素支撑，精准赋能产业高质量发展；三是突出政策统筹联动，政策在制定过程中，昌平区与市级部门紧密联动，全面衔接北京市合成生物制造产业工作部署，强化属地服务保障职能，将加速重大项目、重点企业、重要平台和重磅人才落地，促进产业发展。

三是全面加快集聚区建设。统筹整合昌平区全域可利用的产业空间资源，结合现有三大主导产业空间布局，按照“统筹规划、先行启动、分步实施”的原则，有序梯次推动孵化起步区、转化加速区、高端制造区、总部办公区“四大功能组团”（见图1）。创新孵化区利用未来科学城东区“能源谷”13万平方米存量空间打造技术创新中心、产业会客厅和成果孵化空间。2024年10月，产业会客厅正

式对外亮相，2025年1月，技术创新中心已开启试运营。转化加速区首批空间利用未来科学城西区“生命谷”1.5万平方米存量空间，与丹纳赫、中科院过程所合作，共同搭建技术服务平台，加速实验室成果转化，2025年3月7日正式启动运营，赋能产业发展。2025年7月9日，合成生物制造产业集聚区正式获批北京市中小企业特色产业集群。

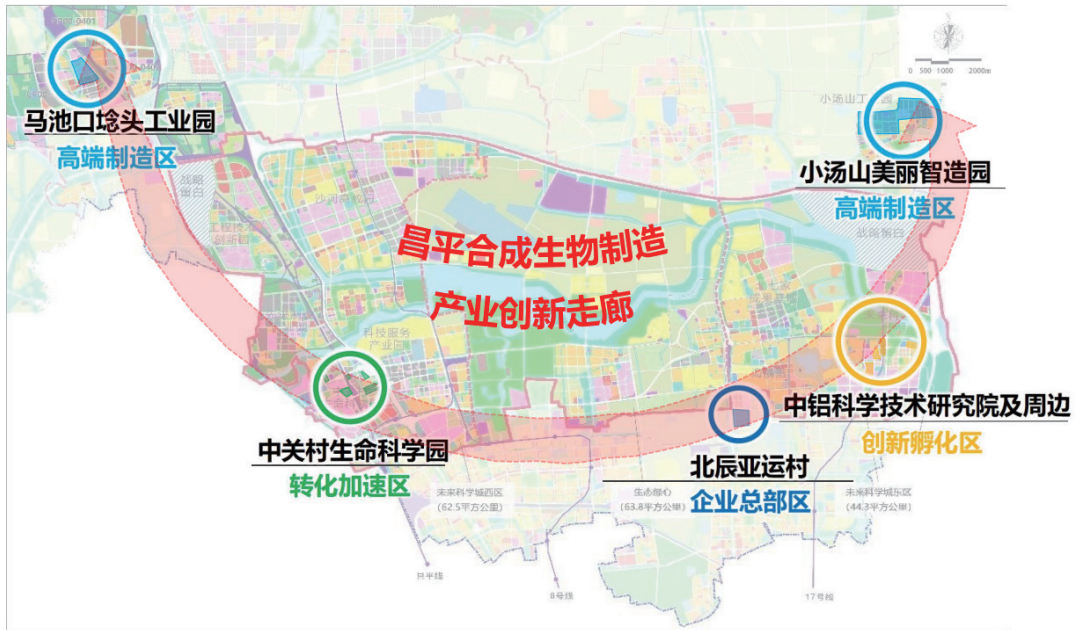


图1 北京市昌平区合成生物制造产业规划

资料来源：北京市昌平区投资促进服务中心

四是搭建关键共性技术平台。按照“政府引导、市场运作”的原则，围绕产业共性需求，聚焦设计-构建-测试-学习等重点环节，搭建菌株构建筛选、质谱检测技术应用、胶原蛋白生物制造、胞内代谢分子动态监测、分析检测、中试验证等14个关键共性技术服务平台，未来将聚焦产业需求和卡点堵点，不断完善平台支撑体系，有效支撑产业发展。

五是营造一流产业生态。产业基金方面，昌平区属国企与首发展集团合作设立两支3亿元的专项基金，与水木创投发布3.6亿元规模的大健康基金，积极对接央国企和行业龙头企业，力争再设立一批专项基金，打造更具规模的市场化基金群，发挥好政府产业基金引领作用，不断加大合成生物制造产业支持力度。品牌活动方面，昌平区积极联动高校、科研院所、行业企业举办专业论坛、展会、创新创业赛事等高品质活动。成功举办2025生命谷合成生物创新论坛、首都院士专家讲堂、北京昌平生命科学论坛合成生物制造分论坛等系列论坛活动，产业生态氛围浓厚。

六是不断加强产业集聚。通过存量培育和招商引资，围绕生物基新材料、胶原蛋白、生物育种、气体发酵等细分领域，昌平区已聚集 120 余家合成生物制造企业。这些企业在核心技术攻关和创新成果转化上表现突出，汉禾生物制备的纤维素酶突破了丹麦诺维信的技术垄断；双鹤生物的生物法生产 1,4- 丁二胺打破了荷兰帝斯曼的技术壁垒；毅态生物的气体发酵法生产丙酮、3- 羟基丁酸是全国首创技术，齐禾生科开发的大片段 DNA 精准插入工具入选 Nature 2024 年值得关注的七大技术、自然科学基金委 2023 年度“中国科学十大进展”；微元合成阿洛酮糖成为国内首个获批的采用合成生物技术生产的新食品原料。2024 年全区合成生物制造产业收入超 60 亿元，固定资产投资项目 17 个，投资超 43 亿，已初步形成产业集群，成为北京市合成生物制造产业名片。

未来，昌平区将围绕打造全国合成生物制造创新策源地和产业引领区的目标，锐意进取、真抓实干，进一步夯实产业基础，持续深化空间载体动能，加速释放“四大功能组团”产业空间，不断提升共性技术平台服务能级，完善平台服务支撑体系，强化 AI 赋能产业革命，推动创新产品顺利出海，积极构筑顶级创新生态，为北京发展新质生产力、建设国际科技创新中心注入强劲引擎！

## 二、江苏省宜兴经济技术开发区

### （一）合成生物产业发展情况

宜兴是全国知名的“教授之乡”“院士之乡”，禀赋优越、人文荟萃，产业、城市、生态、文化高位均衡。作为江苏省产业强市建设主阵地，近年来，宜兴经开区始终坚持发展新质生产力，推进新型工业化主导方向，抢滩布局三大未来产业。2024 年 GDP 达到 1207 亿元，在江苏省 118 家省级以上开发园区中排名第 13 位。随着产业经济生态日趋完善，宜兴经开区的区位、产业、空间、政策等多维特色优势日益突出，为打造长三角合成生物产业新高地提供了一方沃土。

在宜兴经开区加速产业现代化进程中，以生命健康为代表的新兴产业占比已提升至 63%，围绕合成生物产业发展，集聚了一批优质重大项目、创新平台、载体空间等产业要素。

创新端——依托江南大学宜兴研究院、陈坚院士团队，打造了食品与生物技术研究院，已聘请 14 位两院院士为科学顾问，入驻 14 个国家级人才团队，吸引了汉光生物、协联生物等原料企业。

项目端——相继引进协联生物、咪呀生物、江苏博康晟等原料端项目，红牛饮料、励成生物等

终端产品制造项目，以及盛德智能装备项目，持续放大合成生物产业“链式”效应。

载体端——建成生命健康科技产业园、老年营养食品产业园；联合协联生物、国投重点规划建设康美产业园、临津生命健康园，集土地、生物发酵纯化装置、水电热气、水处理等要素一应俱全，满足企业全周期需求。老年营养食品产业园携手中国老年学和老年医学学会，为企业提供贯通研发至终端的全链支持。

## （二）未来规划

宜兴经开区坚持以“打造长三角合成生物产业发展高地”为目标，坚持“特色引领、创新应用、开发协同、绿色发展”原则，通过搭建合成生物全链路平台支撑体系，打通合成生物创新成果的孵化、中试、产业化、规模化应用，建设区域合成生物政产学研金产业生态体系；计划到2028年，合成生物产业营收规模突破260亿元，产业链企业数量超150家；到2035年，营收规模突破600亿元，产业链企业数量超过300家，形成2-3个特色合成生物产业集群。

具体来讲，就是要构建具有宜兴经开区特色的“1+1+N”合成生物产业体系：即“1”个主导产业食品饮料，做实“合成生物+食品饮料”主导产业地位，重点发展新质蛋白、新型代糖、新型营养强化剂等产品，积极推动合成生物技术在重点高附加值/大市场体量食品原料及食品添加剂产品生产中的创新应用；同时，顺应“健康经济”“银发经济”等市场发展趋势，开展运动营养食品、维生素及膳食补充剂、特医食品等为代表的功能性食品研发培育。“1”个特色产业美妆个护，做优“合成生物+美妆个护”特色产业品牌，发挥现有透明质酸产业优势，推动产品技术升级、市场应用步伐，形成品牌影响力；重点围绕胶原蛋白、氨基酸及其衍生物、多肽、萜类化合物、天然活性化合物、以及维生素B族及衍生物等化妆品原料开展产品研发及企业引育，支持企业开展原料复配开展新型美妆个护产品研发。“N”个培育产业，做好“合成生物+生物医药、生物基材料、酶制剂、人工智能等”产业承接、联合创新等工作，打造区域特色“合成生物+”产业生态。

在空间载体打造上，将充分整合园区重点合成生物产业资源，形成“一校一院四园”全新格局。“一校”即江南大学宜兴校区，“一院”即宜兴食品与生物技术研究院，“四园”即宜兴老年营养食品产业园、生命健康产业园、合成生物康美产业园、临津生命健康产业园。



图2 宜兴经开区合成生物产业“一校一院四园”空间格局

### (三) 营商环境

围绕合成生物产业发展，宜兴经开区构建起完善的产业配套环境，拥有超300万平方的专业化、高标准的科创载体，拥有1家国家级众创空间、1家国家级科技企业孵化器、2家省级科技企业加速器，以及近百家企业创新平台；建立引导资金、天使投资、产业基金、民资对极、科技银行、向上争取等“六个融资渠道”，投、贷、保、介“四位一体”的科技金融支撑体系；在提升行政审批效率的同时，能够为企业提供产业资金和高质量发展奖励，实施“陶都英才工程”，提供科研成果产业化配套资金、厂房和住房补贴、科研经费资助、研发机构建设经费补助等政策扶持。

## 三、深圳市光明区

光明作为深圳合成生物核心布局承载区，按照深圳市培育发展未来产业的工作布局，将合成生物作为科研经济先行示范产业和未来产业之首，依托大科学装置、科研院所、人才团队、产业基金等资源集聚的独特优势，通过全面推动设施平台赋能产业发展、搭建高效成果转化体系促进“沿途下蛋”、构建全国最优产业支持政策打造一流创新生态等举措，吸引企业快速集聚，打造具有全球影响力和竞争力的合成生物创新发展高地。

## (一) 产业基本情况

截至目前，光明区已集集成生物企业 132 家，总估值超 400 亿元，产值 40.68 亿元。其中，规上企业 18 家，占比 14.4%。估值 10 亿元以上企业 12 家，占比 9.6%。

按产业链环节分类，上游工具层企业共 25 家，主要从事 DNA 合成、基因编辑与检测、底盘细胞改造、配套设备的研发与生产等领域；中游平台层企业共 37 家，主要从事 AI 辅助设计、高通量及规模化制造、CRO/CDMO 等领域；下游应用层企业共 70 家，主要从事新型疫苗、细胞与基因治疗、功能性食品、生物基材料等领域。按应用场景分类，包括医疗健康领域 56 家，食品营养领域 20 家，农业领域 9 家，化工材料领域 9 家，关键配套 34 家，技术服务 4 家。按企业发展阶段分类，包括初创企业 65 家，中试企业 33 家，量产企业 34 家。初步形成了横向协同、纵向贯通的完整生态产业体系。

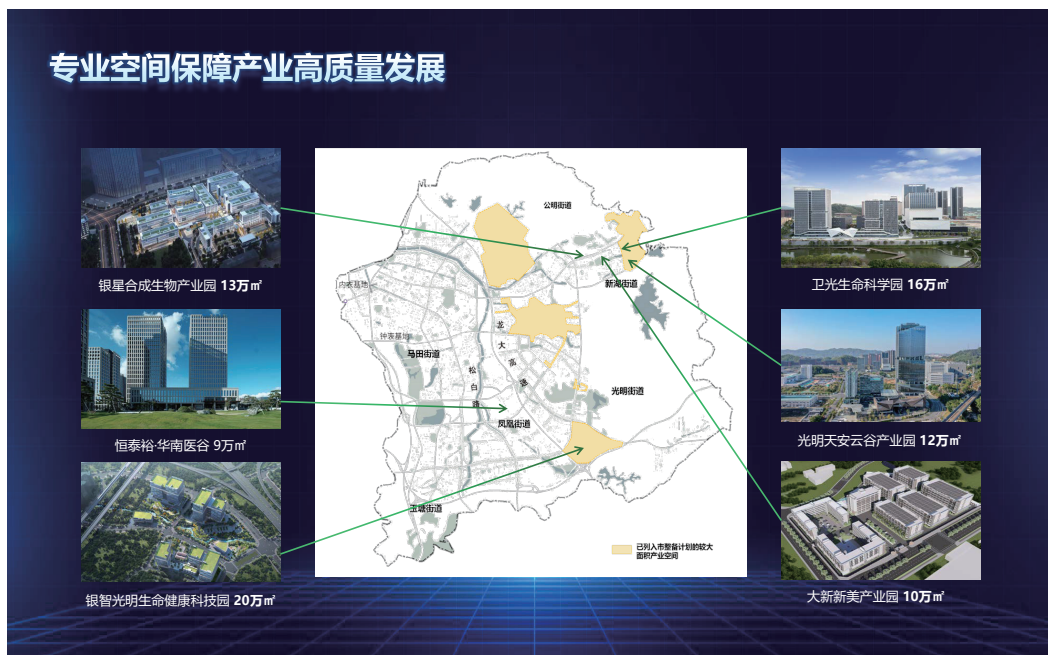


图 3 深圳市光明区合成生物产业园布局图

资料来源：广东省深圳市光明区科技创新局

## （二）重点产业园区情况

### 1. 光明银星合成生物产业园

光明银星合成生物产业园是光明区首个达 10 万平方米体量级的合成生物专业化园区，由银星投资集团有限公司与光明建发集团通过“新建+改造”方式共同开发（其中银星占股 66%，建发集团占股 34%）。项目整体占地约 9 万平方米，总建筑面积约 13 万平方米，整体容积率 1.3。项目整体划分为原集鸿发工业园、凤鸣谷和原联积工业园三大区域，共 12 栋楼，各楼栋单元均满足独栋围合的条件，可以满足企业定制化打造独门独院独栋产研空间的需求。园区各楼栋独栋建面在 9000—16000 平方米区间，每层均配置 2 部 3 吨荷载客货梯，预留污水总接口、排气管井、吊装口及卸货平台，另外提供集中蒸汽供应、双回路+柴油机供电系统等，可以满足绝大部分研发生产企业对空间硬件需求。

目前已入驻赛桥生物、广新生物等共 16 家合成生物企业。

### 2. 卫光生命科学园

卫光生命科学园由深圳市卫光生物制品股份有限公司承建，由深圳时代高科负责园区运营和项目转化，总投资 10 亿元，位于光明区科学城科教核心区，占地 100 亩，总规划建筑面积 30 万平方米，用地性质为 M1 普通工业用地，园区配备 2—3 吨的货梯、1000 吨/天的污水处理装置、24 小时不间断供应的工业蒸汽等设施。园区共分三期建设，已开园的一期、二期建筑面积共计 20 万平方米。目前，园区已引入深信生物、中科阿尔诺、粒影生物等合成生物企业落户。借势光明科学城，卫光生命科学园还重点引入了深圳湾实验室光明生物医药创新中心和深圳医学科学院。未来，园区三期计划新建 10 万平方米产业空间，预计 2025 年建设完成，形成一、二、三期共 30 万平方米的优质生命科学（合成生物）专业园区。

目前已入驻唐颐控股、华慧海洋等共 13 家合成生物企业。

### 3. 恒泰裕·华南医谷

恒泰裕·华南医谷合成生物产业园是深圳恒泰裕集团投资建设的纯自持高端产业园，位于凤凰街道同惠路 289 号，是光明区首批认定的科技创新产业园区、光明区首家合成生物产业示范园，也是光明科学城生命健康产业先行示范特色产业园。项目总占地面积约 4 万平方米，规划建筑面积 24 万平方米，用地性质为 M1 普通工业用地。园区主体建筑均按工业级的硬件标准设计建造，层高 4.5 米至 6 米，承重 500 公斤/平方米，服务企业从孵化、办公、研发、实验、中试、生产、仓储、人才

服务等全周期核心需求，配置国际路演厅、孵化器、特色商业、智慧服务、污水处理设备等。园区共分两期，一期约 16 万平方米，共 3 栋楼。1 栋、2 栋为办公大楼，3 栋为研发生产大楼，已成功引进约 70 多家企业，整体入驻率达 90% 以上。未来，二期将提高容积率为 4.0，建设约 8 万平方米产业空间，规划建设两座塔楼，其中 1 座为生命科学企业总部中心，1 座为人才配套宿舍。

目前已入驻赛陆医疗、邦泰生物等共 27 家合成生物企业。

#### 4. 银智生命健康科技园

银星·银智生命健康科技园，坐落于深圳市光明区凤凰街道光明城站南侧，项目占地约 8 万平方米，总建筑面积约 24 万平方米，整体容积率为 3.1，业态涵盖高标准研发生产用楼、公寓宿舍以及配套商业。银智生命健康科技园聚焦生物医药和医疗器械产业。园区配备超高标准厂房，各栋建筑均配有重轻型客货梯，吊装口方便运输，楼层标准层高 6-6.9 米，标准层荷载 650-1200kg/ m<sup>2</sup>，满足各种设备装置存放安装需求。此外，园区还提供专业化硬件配套，如集中式污水处理、双回路用电、第三回路供电保障（柴油发电机）、集中式蒸汽供应和集中式废气处理等，满足生命健康企业高标准的环保和用电需求。园区构建了“1+2+4”产业运营服务体系，包括体贴入微的产业服务平台、互助共享的专业技术服务平台、高品质的基础服务平台和赋能发展的投资服务平台。通过引入 30 余家优质的投资机构和 10 余家顶级银行，园区帮助企业拓宽融资渠道，解决融资难题。此外，园区还搭建了科研仪器设备共享平台，降低了初创生物企业的起步门槛，提高了园区企业仪器设备使用效率。银智光明生命健康科技园已于 2024 年 9 月 30 日完成全部主体封顶，计划 A 区 6 月底完成竣工验收，B、C 区 12 月完成竣工验收。

#### 5. 新美合成生物产业园

新美产业园（原大新新美工业园）位于新湖街道公常路 21 号，用地面积 44618 平方米，统租物业及后续新加建面积共约 8 万平方米。其中，厂房 5 栋（66742.26 平方米）、综合楼 1 栋及相关配套（9318.52 平方米）、新加建辅助配套设施（约 4473 平方米），纳管物业宿舍 2 栋（19612.94 平方米），项目合计面积约 10 万平方米。园区每栋厂房新建砖墙结构 12 米高发酵罐区（13—15 米 × 4 米，56.73 平方米—65.45 平方米）。新增 1 座 2 层的污水中转泵房，储存入驻企业预处理污水并转输至卫光生命科学园，增设高低压配电房，为后续入驻企业提供电力扩容建筑空间；预留废气排气管道，方便企业统一安排废气排出路径；增加污染防治设施及增加制冷机房配套，满足合成生物医药产业的工艺生产需求。

### （三）产业基金布局情况

#### 1. 深圳市合成生物产业基金

深圳市合成生物产业基金 100% 投资于合成生物产业领域，拟投资合成生物领域全周期，规模 15 亿元，光明区引导基金出资 1.5 亿元，占比 10%；南山、盐田、大鹏新区为出资参与区，各出资 5000 万元，各占比 3.33%。基金拟投资合成生物领域全周期，管理机构为深创投红土私募股权投资基金管理（深圳）有限公司。截至目前基金已投资项目 6 个，累计出资约 2.15 亿元。包括重庆极泽生物科技有限公司（2000 万元）、北京分子之心科技有限公司（5000 万元）、微元合成生物技术（北京）有限公司（5000 万元）、深圳赛陆医疗科技有限公司（2500 万元）、南京恩瑞恺诺有限公司（5000 万元）、深圳市灵蛛科技有限公司（2000 万元）。

#### 2. 星博生辉合成生物天使基金

星博生辉合成生物天使基金于 2023 年 10 月设立，基金拟投资合成生物产业领域初创与早期阶段，基金规模为 2 亿元。区引导基金认缴出资 5000 万元，实缴出资 2500 万元。目前已对接企业超 100 家，已投资 2 个项目共 2750 万元。分别是道生生物（深圳）有限公司（1250 万元）、深圳粒影生物科技有限公司（1500 万元）。

### （四）重点平台布局情况

#### 1. 合成生物研究重大科技基础设施

合成生物研究重大科技基础设施由深圳市人民政府作为主管部门，深圳先进技术研究院作为牵头单位，深圳市第二人民医院、深圳华大生命科学研究院作为共建单位共同建设。合成大设施以定量合成生物学为理论基础，引入智能制造、智能工厂理念，将软件控制、硬件设备和合成生物学应用进行系统整合，是实现生命体理性化、规模化、工程化设计与构建的智能系统。合成生物大设施基于信息管理系统的智能生产单元，快速、低成本、多循环地完成“设计—构建—测试—学习”的闭环，达成合成生命体的远程定制、异地设计和规模生产等目标。基于智能化、自动化及高通量设备，搭建用于生物元器件、复杂网络、人工细胞等多维度的智能产线，由人工智能驱动，全自动开展合成、组装、植入、激活、测试与再设计，迭代提高理性设计与合成生命的能力。

合成生物研究重大科技基础设施代表性服务能力如下：

(1) 基于功能岛应用的工艺能力：包括 DNA 设计与合成；DNA 片段组装、载体构建；DNA 扩增、基因序列大小验证；人工合成微生物体功能检测等。

(2) 检测服务能力：发酵工艺开发、优化和验证能力，提供国内唯一的拉曼（光谱）在线传感检测；蛋白组学、非靶向代谢组学、材料性能分析等蛋白质与代谢产物分析能力；单细胞多模态快速检测、高通量和高分辨率活细胞观察、超分辨率和三维荧光显微成像等光学分析检测能力。

## 2. 国家生物制造产业创新中心

国家生物制造产业创新中心于 2023 年 7 月 11 日由国家发展改革委批复成立，是我国生物制造领域唯一的国家级产业创新平台。国创中心围绕国家重大战略产业需求，聚焦生物制造 1—10 中试放大阶段，探索将原有从实验室到企业的线性转化模式，转变为非线性互动式模式，推动我国生物制造产业高质量发展。国创中心由中国科学院深圳先进技术研究院牵头，联合国投集团、招商局集团等 34 家产业链上下游优势单位合作共建，建设地点位于光明科学城银星合成生物产业园，总面积约 4.7 万平方米。

国创中心打造自动化生物制造平台、跨尺度生物多模态验证平台、生产工艺高通量开发平台、中试放大及 GMP 平台等六大技术平台，为加速突破产业前沿技术瓶颈提供硬件基础，围绕绿色低碳、生物农业、医疗健康领域推动一批示范性成果转化，打造技术领先、产业链条完善、竞争优势突出的生物制造产业集群。

## 3. 深圳市工程生物产业创新中心

深圳市工程生物产业创新中心，是由光明区政府和中科院深圳先进院合作，深圳先进院合成生物研究所具体牵头建设的创新创业平台，建筑面积 1.2 万多平方米。

创新中心重点布局：材料与能源，合成生物产业配套，环境与可持续发展，基础理论、建模、自动化，基因合成组装、DNA 存储与生物计算，领域相关专业传媒，生物分子、途径与线路，食品、消费品与农业，医疗健康，诊断、检测设备与技术等 9 大产业赛道。以楼上产业应用研究和楼下企业孵化管理为建设核心——应用研究依托大设施和合成院输出科研成果，开展技术合作，孵化器管理通过对接创新源头同时面向社会吸引具备核心竞争力的初创企业入驻，提供优质的创业创新环境、基础设施和高端共享实验室设备等，实现企业“拎包入住”，并在国内首个合成生物专项政策赋能下，

助力企业高质量发展。自建设运营以来，在基础运营管理、企业遴选与入驻、企业考核、活动赛事、物业服务、政策申报等方面建立了一套完备的运营管理机制。

创新中心首创的“楼上楼下创新创业综合体”模式打通从原始创新到推动创业发展的创新路径，被国家发改委列入推广深圳经验 47 条。

## 四、四川省浦江经济技术开发区

2025 年 6 月 25 日，位于四川浦江经济技术开发区的成都合成生物产业园正式挂牌成立。园区以合成生物特色产业为突破口，推动工业高质量发展，以“3+1+N”体系 + “一园三区”格局，绘就产业升级路线图。以“3+1+N”特色产业体系为支撑，以“一园三区”空间布局为载体，构建从技术研发到产业化的完整生态。

“3+1+N”即壮大生物制药、生物基新材料、生物合成食品三大主赛道；加快培育合成生物中试赋能赛道，破解“实验室成果转化难”的痛点；延伸发展微生物菌种大数据、生物制造装备等配套赛道，形成“主链强基、辅链赋能、生态协同”的产业矩阵。

在空间布局上，明确“一园三区”规划布局，总规划面积 3400 余亩，三大功能并驾齐驱。生物制造 A 区位于四川浦江经开区县城片区，主要发展生物制药、生物基新材料、合成生物食品等领域制造环节；生物制造 B 区位于四川浦江经开区寿安园区，重点发展生物制造装备等领域制造环节；合成生物技术中试转化区位于四川浦江经开区县城片区 184 地块，重点发展合成生物技术研发、小试中试、小批量产业化等环节，前瞻布局微生物菌种大数据等新业态。预计到 2030 年，浦江合成生物产业营收将突破 100 亿元人民币以上，集聚超 200 家企业，培育省级以上专精特新企业 20 家以上，建成国家级产业集群。

在核心的合成生物领域，4 家重点企业形成特色发展格局，其中安永鼎业与加拿大多伦多大学合作研发的两款重组卡介苗技术处于国际领先水平，已获中、美、英、日等六国专利授权。其中用于治疗膀胱癌的重组卡介苗已获批进行一期临床试验，结核预防用重组卡介苗正在提交临床申请。项目投产后预计实现 40 亿元产值、3.68 亿元税收。公司在研的非编码小 RNA 技术已申请国际专利，可显著提升工业菌株抗生素产量，大幅降低生产成本，同时可为更多创新药的研发提供新的小分子化合物库。

## 五、中国科学院天津工业生物技术研究所

中国科学院天津工业生物技术研究所（以下简称天津工业生物所）是由中国科学院与天津市人民政府共建、专门从事生物制造和工业生物技术研究的国立科研机构，是中国工业生物领域的战略科技力量，肩负着创新生物产业关键核心技术、发展生物制造重大颠覆性技术、支撑中国生物经济高质量可持续发展的历史使命，围绕“以可再生碳资源替代化石资源、以清洁生物加工方式替代传统化学加工方式、以现代生物技术提升产业水平”三大战略主题，重点开展工业蛋白质科学与生物催化工程、合成生物学与微生物制造工程、生物系统与生物工艺工程三个领域方向的基础研究和应用基础研究。其战略定位是以新生物学为基础、以生物体的计算与设计为核心，发展生命科学、创新工业生物技术，解决产业发展中生物体功能开发与利用的关键问题、促进产业技术创新与成果转化，服务天津、环渤海经济区及全中国的可持续发展。

天津工业生物所积极组建国家级创新平台，正在牵头建设由中国科学院与天津市人民政府共建的国家合成生物技术创新中心，组建低碳合成工程生物学重点实验室，建有工业酶国家工程研究中心、京津冀食品营养健康与安全创新平台、中国合成生物产业知识产权运营中心、生物技术国家专业化众创空间等创新平台，同时建设了生物设计、基因合成、高通量编辑与筛选、系统生物技术、结构生物学、智能生物制造等先进技术平台，致力于实现从合成生物科学到合成生物技术的转化，促进合成生物科技成果产业化。中心以建成专业化、开放共享的国家科技平台为建设目标，形成合成生物技术创新的大联合、大协同、大网络，打造中国合成生物领域战略科技力量，为国家产业技术变革与国际竞争提供战略支撑。中心将凝聚百余个创新创业团队和千余名科技人员，成为中国生物技术人才高地、合成生物科技创新的源头和产业发展的关键引擎。

## 六、重庆生物制造产业中试平台

重庆生物制造产业中试平台项目位于中新生命科技城核心区域，通过与华东理工大学合作共建“华东理工大学—重庆市璧山区生物制造创新研究院”，致力于突破生物过程在线监测、可预测发酵监测模型、发酵过程精细调控等关键技术，与40余家生物制造领域上下游企业签署合作协议，充分整合政府、高校、龙头企业力量，打造技术先进、产业适配度高的国家级合成生物中试平台。璧山区作为西部（重庆）科学城重要功能区，主动服务和融入国家战略，围绕优势产业打造创新链，

以创新链推动传统产业的转型升级和战略性新兴产业的发展，实现了经济社会高质量跨越式发展。与华东理工大学优势互补、资源共享，以共建国家级中试平台为契机，进一步在拔尖创新人才、科技创新、成果转化等方面深化合作，合力攻克“卡脖子”技术难题，推动构建以合成生物学为核心的生物制造产业体系，助力建设中新生命科技城。

## 附件二：国际及国内合成生物学投融资案例

### 一、2024 年国际细分领域投融资案例

风险投资的数据分解主要涉及技术趋势、应用领域和行业分布三个维度。合成生物学中的研究和制造的输出也依赖不同领域的支持，包括：自动化（硬件）、自动化（软件）、研发服务、供应链、生物工程平台、产业应用。其中行业应用层再仍然占据主导地位。自合成生物领域兴起以来，已有约 900 家公司涉足，并共获得了 3800 多笔投融资交易。

自动化 - 软件类别包括生物计算机辅助设计（Bio-CAD）、人工智能和机器学习（AI/ML）以及实验室操作软件。Bio-CAD 包含用于生物工程的软件工具，可用于设计和模拟生物组织、代谢途径、基因表达，以及建模其他生物过程和结构；AI/ML 用于在实验前对物理生化物质、细胞和生物体进行计算机模拟和预测；实验室操作软件用于管理实验室活动中的耗材、实验、数据和其他相关信息。自动化软件领域投融资案例举例如下：

机构名称	金额	轮次	投资者
Koloma	2.46 亿美元	B 轮	Climate Pledge Fund 等
Outpace Bio	1.44 亿美元	B 轮	Abstract 等
Koloma	5000 万美元	B 轮	Mitsubishi Heavy Industries and Osaka Gas, 等
LabGenius	4445 万美元	B 轮	Atomico 等
Modulo Bio	585 万美元	融资轮次	未知
Evogene	550 万美元	上市后股权	未知
Biotangents	292 万美元	其他轮次	Eos 等
1910 Genetics	未披露	其他轮次	Accenture Ventures 等
Avalo	未披露	A 轮	IndieBio、SOSV 等
Cyrus Biotechnology	未披露	B 轮	Alumni Ventures 等
Generate Biomedicines	未披露	其他轮次	Samsung Life Science Fund 等

表 1 2024 年合成生物学自动化软件公司投融资案例

资料来源：《Investment Trends in Synthetic Biology:2024-4Q》，SynBioBeta 2025 Investor Report

自动化硬件领域涵盖广泛，包括从完整的云实验室到实验室机器人和个人仪器制造商的所有内容，例如生物工程平台、半 / 全自动研发微流控（生物铸造厂）、自动化设备，常规实验室设备等。这些工具可以减少产业对人工的依赖，极大释放生产力。自动化硬件领域投融资案例举例如下：

机构名称	应用技术	金额	轮次	投资者
Nuclera	进一步开发其用于药物发现的蛋白质原型系统	7500 万美元	C 轮	British Patient Capital 等
CytoTronics	设计和开发内置高密度电子系统的细胞培养板	1350 万美元	种子轮	Anzu Partners 等
Volta Labs	专门为基因工程过程开发可扩展的自动化解决方案	126 万美元	其他轮次	未知
Volta Labs	专门为基因工程过程开发可扩展的自动化解决方案	426 万美元	其他轮次	未知
Biotangents	利用其 Leapfrog Assembly 平台技术开发便携式诊断设备，以快速检测牲畜中的传染病	292 万美元	其他轮次	Eos 等
Calyx	利用生物学技术，为各行业提供价格实惠且准确的传感器，用于实时检测和分析空气中的化学物质	未披露	B 轮	IndieBio、SOSV 等
DropGenie	实现基因编辑的自动化，并通过标准化科学信息加快发现速度	未披露	可转债	SOSV 等
Bionaut Labs	开发了名为 Bionauts 的遥控微型机器人，旨在革新中枢神经系统疾病的精准医疗治疗	未披露	B 轮	Alumni Ventures 等
Strados Labs	专注于使用智能生物传感器和人工智能进行呼吸监测创新	未披露	可转债	HAX、SOSV 等

表 2 2024 年合成生物学自动化硬件公司投融资案例

资料来源：《Investment Trends in Synthetic Biology:2024-4Q》，SynBioBeta 2025 Investor Report

合成生物的研发与开发服务包括解决方案搭建、疗法研发、平台技术的开发、微流控技术等。研发与开发服务领域投融资案例举例如下：

机构名称	应用技术	金额	轮次	投资者
Xaira Therapeutics	推动人工智能在药物发现和开发领域的进步	1000 万美元	A 轮	ARCH Venture Partners 等
BlueHalo	国家安全行业生产先进的工程产品，专注于培训、模拟、技术专长以及为国防、航天、导弹防御、网络和情报领域的下一代解决方案提供创新工程	7232 万美元	私募股权	未知
EvolutionaryScale	未披露	1.42 亿美元	种子轮	Amazon Web Services 等
Superluminal Medicines	通过合成生物和化学平台加速药物发现和开发流程	1200 万美元	A 轮	Catalio Capital Management 等
Triveni Bio	采用预测设计和基因编辑技术，为不同地区和市场改良作物	1.15 亿美元	B 轮	Atlas Venture 等
Attovia Therapeutics	未披露	1.05 亿美元	B 轮	Cormorant Asset Management 等
Inari	未披露	1.03 亿美元	F 轮	Canada Pension Plan Investment Board
Varda	未披露	9000 万美元	B 轮	Caffeinated Capital 等
Perfect Day	生产的乳蛋白在营养上与牛奶中的蛋白质完全相同，为传统乳制品提供了一种更可持续、更人性化的替代品	9000 万美元	E 轮	Horizons Ventures、SOSV 等
GRO Biosciences	用于进一步开发其针对多种疾病的蛋白质疗法技术	603 万美元	B 轮	Access Biotechnology 等
Spear Bio	未披露	4500 万美元	A 轮	Bio-Techne 等
Arda Therapeutics	未披露	4300 万美元	后期 IPO 轮	Alumni Ventures 等

表 3 2024 年合成生物学研究和发展业务公司投融资案例（Top25）

资料来源：《Investment Trends in Synthetic Biology:2024-4Q》，SynBioBeta 2025 Investor Report

表 3 (续)

机构名称	应用技术	金额	轮次	投资者
Senti Biosciences	从事基因回路工程，以选择性地靶向并消除癌细胞，同时保留健康细胞	3760 万美元	首次 IPO 后股权	Celadon Partners 等
Elegen	微流控技术，通过其创新技术加速生物医学领域的进步	3500 万美元	B 轮	8VC 等
Chai Discovery	未披露	3000 万美元	种子轮	Nitesh Banta 等
Asgard Therapeutics	未披露	3000 万美元	A 轮	Boehringer Ingelheim Venture Fund 等
Deep Origin	未披露	2940 万美元	融资轮次	未知
Dren Bio	未披露	2500 万美元	企业轮	Novartis 等
Applied Carbon	未披露	2150 万美元	A 轮	Anglo American 等
CytoTronics	未披露	1350 万美元	种子轮	Anzu Partners 等
Kanvas Biosciences	未披露	1250 万美元	A 轮	DCVC 等
Somite	未披露	1029 万美元	预种子轮	Astellas Venture Management 等
Cauldron Ferm	未披露	950 万美元	A 轮	Horizons Ventures 等
Baseimmune	未披露	900 万美元	A 轮	Beast Ventures 等
General Galactic	未披露	800 万美元	种子轮	BoxGroup 等

表 3 (续) 2024 年合成生物学研究和业务公司投融资案例 (Top25)

资料来源: 《Investment Trends in Synthetic Biology:2024-4Q》, SynBioBeta 2025 Investor Report

合成生物领域供应链包含提供以下服务的上游和下游公司: 医药合同生产机构 (CMO) & 医药合同研发机构 (CRO)、DNA 供应商、酶和试剂供应商、基因工具公司。合成生物供应链领域投融资案例举例如下:

机构名称	应用技术	金额	轮次	投资者
Codexis	通过生物催化工程改造酶，以创造改良版的小分子治疗药物	4000 万美元	上市后债务轮	Innovatus Capital Partners 等
Digestiva	用靶向生物催化剂来增强蛋白质的特性	1840 万美元	A 轮	Astanor Ventures 等

表 4 2024 年国际合成生物学供应链公司投融资案例

资料来源: 《Investment Trends in Synthetic Biology:2024-4Q》, SynBioBeta 2025 Investor Report

表 4 (续)

机构名称	应用技术	金额	轮次	投资者
Teknova	生物加工、生物生产和分子诊断提供广泛的生物技术服务及关键试剂	1540 万美元	首次 IPO 后股权	未知
VALANX Biotech	专注于位点特异性蛋白偶联技术，以高效开发蛋白 - 药物偶联物	未披露	种子轮	SOSV 等

表 4 (续) 2024 年国际合成生物学供应链公司投融资案例

资料来源：《Investment Trends in Synthetic Biology:2024-4Q》，SynBioBeta 2025 Investor Report

生物工程平台是指合成生物学中用于工程生物体的各种工具和技术，可应用于生物制造、环境修复和医疗保健等领域。生物工程平台利用 DNA 合成、基因编辑和基因工程方面的先进技术，精确并针对性地修改生物体的遗传密码，让生物体合成人类生产生活所需的物质。生物工程平台投融资案例举例如下：

机构名称	应用技术	金额	轮次	投资者
Inari	通过其 SEEDesign 平台使用预测设计和多重基因编辑技术，为不同地区和市场改良作物	1.03 亿美元	F 轮	Canada Pension Plan Investment Board
Perfect Day	革新无动物乳蛋白的生产	9000 万美元	E 轮	Horizons Ventures、SOSV 等
Arzeda	利用智能蛋白质设计技术和人工智能算法，为制药和工业化学品创造和制造蛋白质和酶	3800 万美元	C 轮	Bunge Ventures 等
Senti Biosciences	专注于合成生物学和基因回路工程，以开发用于治疗应用的疗法，针对靶向癌细胞同时不伤害健康细胞	3760 万美元	首次 IPO 后股权	Celadon Partners 等
Abolis Biotechnologies	提供基于微生物的高影响力生物技术创新和量身定制的工业解决方案	3500 万美元	其他轮次	Business Opportunities for L'Oréal Development 等
Cibus	发其农业精准基因编辑技术	1300 万美元	首次 IPO 后股权	Rory Riggs 等
Triplebar	用于其可持续性、生物技术和合成生物学研究	100 万美元	其他轮次	未知
Concerto Biosciences	通过绘制相互作用网络来重建微生物群落，以发明能在医学和农业中恢复健康的微生物群落集合	未披露	非股权协助	Springboard Enterprises 等

表 5 2024 年国际合成生物学生物工程平台公司投融资案例

资料来源：《Investment Trends in Synthetic Biology:2024-4Q》，SynBioBeta 2025 Investor Report

合成生物技术中的工具现已应用于制造多种产品，例如药品、诊断试剂、生物能源和消费品。随着合成生物技术的日益成熟，越来越多的早期实验成果正转化为可推向市场的产品，因此，这一领域在筹集风险投资方面已占据主导地位。迄今为止，合成生物学对医疗保健和生物制药行业的影响最大，特别是在药物和治疗领域。合成生物技术投融资案例举例如下：

机构名称	应用技术	金额	轮次	投资者
Godavari Biorefineries	甘蔗乙醇和乙醇基化学品生产商，用于化学品生产、农业研究和人类癌症治疗研究	1.66 亿美元	融资轮次	Goldman Sachs (Singapore) Pte 等
Gevo	生产化石燃料替代品异丁醇	1.46 亿美元	上市后债务轮	US Department of Energy 等
Autolus	专注于用于癌症治疗的 T 细胞编程技术	0.35 亿美元	首次 IPO 后股权	未知
Immunocore	从事基于新型 T 细胞受体的药物发现和开发，用于治疗癌症和病毒感染等疾病	0.35 亿美元	上市后债务轮	未知
ArsenalBio	开发针对实体肿瘤的可编程细胞疗法	0.325 亿美元	C 轮	ARCH Venture Partners 等
Vera Therapeutics	专注于开发创新的生物疗法和基因编辑技术，从而潜在治愈镰状细胞病和囊性纤维化等遗传性疾病	0.3 亿美元	首次 IPO 后股权	未知
CRISPR Therapeutics	专注于利用其专有的 CRISPR-Cas9 基因编辑平台开发变革性药物，以在分子层面治愈严重的人类疾病	0.28 亿美元	首次 IPO 后股权	EcoR1 Capital、SR One 等
Vera Therapeutics	专注于开发创新的生物疗法和基因编辑技术，从而潜在治愈镰状细胞病和囊性纤维化等遗传性疾病	0.25 亿美元	首次 IPO 后股权	未知
Vera Therapeutics	专注于开发创新的生物疗法和基因编辑技术，从而潜在治愈镰状细胞病和囊性纤维化等遗传性疾病	0.25 亿美元	首次 IPO 后股权	未知
Wave Life Sciences	未披露	0.2 亿美元	首次 IPO 后股权	未知
Recursion Pharmaceuticals	利用机器学习开发药物发现平台，旨在通过生物学、化学、自动化、数据科学和工程领域的创新技术来改善患者生活	0.2 亿美元	首次 IPO 后股权	未知
EGenesis	未披露	0.191 亿美元	D 轮	Alta Partners 等

表 6 2024 年国际合成生物学产业应用公司投融资案例 (Top 20)

资料来源：《Investment Trends in Synthetic Biology:2024-4Q》，SynBioBeta 2025 Investor Report

表 6 (续)

机构名称	应用技术	金额	轮次	投资者
Sana Biotechnology	未披露	0.165 亿美元	首次 IPO 后股权	未知
Sana Biotechnology	未披露	0.165 亿美元	首次 IPO 后股权	未知
Obsidian Therapeutics	未披露	0.16 亿美元	C 轮	Atlas Venture 等
Outpace Bio	未披露	0.144 亿美元	B 轮	Abstract 等
Enveda Biosciences	未披露	0.13 亿美元	C 轮	Baillie Gifford 等
Allogene Therapeutics	未披露	0.11 亿美元	首次 IPO 后股权	未知
Varda	未披露	0.09 亿美元	B 轮	Caffeinated Capital 等
Absci	未披露	0.0864 亿美元	首次 IPO 后股权	未知
Precigen	未披露	0.079 亿美元	首次 IPO 后股权	Bill Miller 等
Sutro Biopharma	未披露	0.075 亿美元	首次 IPO 后股权	未知
Bluebird Bio	未披露	0.075 亿美元	上市后债务轮	Hercules Capital 等
Korro Bio	未披露	0.07 亿美元	首次 IPO 后股权	Atlas Venture 等
GRO Biosciences	未披露	0.06 亿美元	B 轮	Access Biotechnology 等

表 6 (续) 2024 年国际合成生物学产业应用公司投融资案例 (Top 20)

资料来源: 《Investment Trends in Synthetic Biology:2024-4Q》, SynBioBeta 2025 Investor Report

## 二、2021-2025 年国内投融资案例

据不完全统计，2024 年国内合成生物制造相关的融资次数超过 60 起。结合 2025 年投融资动态，总结案例如下：

年份	公司	关键技术	投融资规模	领域
2021-2024	蓝晶微生物	通过微生物编程技术制造多种不同种类的 PHA（聚羟基脂肪酸酯）材料	4 次 B 轮和 B+ 轮融资，共达到近 19 亿，投资方包括光速光合、高瓴创投、碧桂园创投、腾讯投资、元生资本、国家混改基金等二十多家	可降解塑料产品、包装、医疗
2021-2022	酶赛生物	利用生物合成的酶制造各式各样的中间体，开发新酶和改进现有酶的性能，搭建合成生物学平台	2021 年：B+ 轮和 C 轮融资，投资方包括抚州高新区基金、鄞工创投、宁波知识产权基金以及康君资本等 2011 年：C+ 轮融资，融资金额达到数亿人民币，元生创投、普华资本等 6 家机构参与	制药、精细化工、营养品
2021-2024	士泽生物	致力于研发新型的干细胞疗法，针对神经退行性疾病，搭建先进研发平台对细胞进行精准改造和培育	2021 年：天使轮融资数千万人民币，投资方包括峰瑞资本、泰达科创、元生创投等 2022 年：数千亿的红杉中国 Pre-A 轮融资，红杉中国、礼来亚洲基金的启明创投参与；A 轮融资金额达到 2 亿人民币，投资方涵盖启明创投、礼来亚洲基金等 11 家机构 2023 年：金弘云进行了金额为千万级人民币的 A+ 轮投资 2024 年：1 亿人民币的 B 轮融资，本轮融资由泰琰/泰鲲资本领投，七晟资本及天汇资本共同投资，峰瑞资本、启明创投、礼来亚洲基金、红杉中国等老股东追加投资	生物医药、干细胞疗法
2021	柯泰亚生物	专注生物基材料与生物燃料领域，研发新型生物基材料，将农林废弃物转化成生物乙醇、生物柴油等，为食品领域提取、加工功能性原料	2021 年：天使轮融资数千万人民币，由夏尔巴投资投资 2022 年：数亿人民币的 A 轮融资，由路源码资本、食芯资本 BitsxBites 等多家知名投资；A+ 轮融资，金额为数亿人民币，斯道资本（富达亚洲）、红杉中国、源码资本等投资方加入 2023 年：2.5 亿人民币的 B 轮融资落地，由恒旭资本、斯道资本（富达亚洲）、食芯资本 BitsxBites、河南汇融等机构联合投资 2024 年：B+ 轮融资，具体金额并未透露，由恒旭资本投资	生物基材料、生物燃料、食品

表 7 2021-2025 年合成生物学国内投融资标杆案例

资料来源：公开信息整理

表 7（续）

年份	公司	关键技术	投融资规模	领域
2024	元素驱动	生物可降解材料和无豆粕日粮技术开发及产业化	近 2 亿元人民币 A 轮融资，投资方包括杭州城投产业基金、招商局创投、西湖光子和云九资本。其中，西湖光子和云九资本为再次追加投资	材料、农业
2025	瑞德林生物	将固定化酶催化技术应用于多肽、多糖、非天然氨基酸等领域产品的开发	超 5 亿元人民币 C 轮融资，投资方为基石资本、松禾资本、常德兴鑫、常德德源、白银科健，6 年 6 轮总金额超 11 亿	医药、保健品、化妆品、食品、饲料
2025	仅三生物	用于麦角硫因原料产线升级、终端产品矩阵拓展及国际标准认证体系搭建	亿元级 Pre-A 轮融资，由集富亚洲领投	医疗、消费品
2025	福莱明生物	重组蛋白在创伤修护、生殖健康、美颜抗衰等领域的应用	数千万元天使轮融资，由镜湖资本、广东医保药业和多位医药公司高管共同参与	医疗、医美

表 7（续） 2021-2025 年合成生物学国内投融资标杆案例

资料来源：公开信息整理

## 附件三：合成生物重点项目及应用展望

### 一、产业重点项目

2017年至2023年，科技部通过国家重点研发计划“合成生物学重点专项”支持合成生物领域基础研究与应用创新，涵盖染色体工程、微生物底盘细胞设计与构建、酶分子设计与进化、合成生物学技术与平台、疾病诊断与治疗、绿色化工与材料、政策法规与伦理研究等不同方向，构建实用型人工生物体系、创新合成生物前沿技术，促进生物产业创新与经济绿色增长。科技部、国家发展改革委、工业和信息化部等9部门于2022年8月印发了《科技支撑碳达峰碳中和实施方案(2022—2030年)》，其专栏5“前沿和颠覆性低碳技术”板块中明确提出了“研究基于合成生物学、太阳能直接制氢等绿氢制备技术”。合成生物学成为官方认可的推进实现“双碳”战略的科技能力之一。

分类	项目名称
染色体工程	<ul style="list-style-type: none"> <li>动物染色体设计与合成（天津大学）</li> <li>植物人工染色体的设计与合成（中国科学院遗传与发育生物学研究所）</li> <li>真核生物人工染色体的设计建造与功能研究（北京大学）</li> <li>哺乳动物性染色体大规模遗传改造新技术的建立及应用（中国科学院分子细胞科学卓越创新中心）</li> </ul>
微生物底盘细胞设计与构建	<ul style="list-style-type: none"> <li>高版本嗜盐模式微生物底盘细胞的构建（清华大学）</li> <li>高版本模式微生物底盘细胞（江南大学）</li> <li>高版本工业丝状真菌底盘构建（天津工业生物所）</li> <li>放线菌底盘适配性机理与产物高产机制研究（武汉大学）</li> <li>特殊环境微生物底盘细胞的设计与构建（上海交通大学）</li> <li>微藻底盘细胞的理性设计与系统改造（河南大学）</li> <li>微藻底盘细胞的理性设计与系统改造（中国科学院青岛生物能源与过程研究所）</li> </ul>

表 8 2017-2023 年“合成生物学”重点专项

资料来源：国家科技管理信息系统公共服务平台公开信息

表 8 (续)

分类	项目名称
酶分子设计与进化	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 基于密码子扩展的原核生物构建和酶定向进化（中国科学技术大学）</li> <li>• 开发 AI 赋能的酶定向进化和设计技术（华东理工大学）</li> <li>• 人工智能驱动的高效酶分子设计平台开发（华东师范大学）</li> </ul>
合成生物学技术与平台	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 合成生物学自动化铸造平台关键技术的研发（中国科学院深圳先进技术研究院）</li> </ul>
人造细胞	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 非天然碱基和非天然细胞设计合成及功能研究（中国科学院肿瘤与基础医学研究所）</li> <li>• 非天然噬菌体的设计合成（山东大学）</li> <li>• 基于基因密码子扩展技术的非天然真核系统的构建及其应用（中国科学院生物物理研究所）</li> <li>• 真核微生物基因组的人工设计与合成（天津大学）</li> </ul>
疾病诊断与治疗	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 新型 Cas12 基因编辑工具及其衍生工具的开发和在疾病治疗中的应用（中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心）</li> <li>• 基于合成生物学的新型活疫苗设计与开发（中国科学院微生物研究所）</li> <li>• 耐药病原菌诊疗的基因回路设计合成（广西大学）</li> <li>• 人工基因回路设计、构建及其用于代谢疾病智能诊疗的研究（华东师范大学）</li> <li>• 功能性免疫分子的人工合成及其在肿瘤免疫治疗中的应用（复旦大学）</li> <li>• 肿瘤的合成微生物线路治疗（中国科学院深圳先进技术研究院）</li> </ul>
绿色化工与材料	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高值化合物生物合成体系的智能组装及高效运行（上海交通大学）</li> <li>• 高通量新型污染物生物筛选系统构建与环境监测应用（中国科学院生态环境研究中心）</li> </ul>
政策法规与伦理研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 合成生物学伦理、政策法规框架研究（华中科技大学）</li> </ul>

表 8 (续) 2017-2023 年“合成生物学”重点专项

资料来源：国家科技管理信息系统公共服务平台公开信息

## 二、各领域应用展望

生物创新的速度和深度因应用领域而异。部分应用已展现出早期商业应用的前景，例如，CAR-T 细胞疗法已于 2020 年被证实具备商业可行性，在未来数年内可能会迅速发展。还有一些应用，例如通过基因工程植物隔离二氧化碳，虽然已有积极研究进展，但商业化仍处于起步阶段。

领域	现状 (2020 以前)	短期 (2020-2030)	中期 (2030-2040)	长期 (2040 以后)
人类健康和性能	病原体筛查	液体肿瘤的 CAR-T 细胞疗法	基因驱动预防媒介传播疾病	干细胞产生的可移植器官
	无创产前检查	液体活检	实体瘤的 CAR-T 细胞疗法	用于医学目的的胚胎编辑
农业、水产养殖和食品	标记辅助育种	植物基蛋白质	培养肉	通过增强光合作用加快生长的基因工程作物
	食品来源、安全性和真实性的遗传追踪	作物微生物组诊断和益生菌治疗	可以更快生长的基因工程动物	
消费品和服务	DTC 基因测试	基于遗传和微生物组的个性化膳食服务	基于组学数据的个人健康、营养和健康状况的生物监测传感器	基因治疗 (例如皮肤衰老)
		DTC 基因测试: 关于健康和生活方式的特殊护理		
材料、化学品和能源	药物生产的新生物路线 (例如肽)	新型材料: 生物农药 / 生物肥料 (例如 RNAi 农药)	新型材料: 生物聚合物 (例如 PLA、PET)	生物太阳能电池和生物电池
		改善现有发酵工艺: 食品和饲料成分 (例如氨基酸、有机酸)		
其他应用	用于法医的 DNA 测序	/	封存 CO <sub>2</sub>	/
		/	生物修复污染	/

表 9 合成生物学在各领域的应用展望

资料来源: McKinsey Global Institute, 国元证券研究所

## 附件四：企业观点

### 一、丹纳赫：突破技术转化瓶颈，贯通产业落地通道

丹纳赫集团（Danaher Corporation）作为全球生命科学、医学诊断、生物技术的领导者和全球医疗创新领域的领导者，旗下贝克曼库尔特生命科学（Beckman Life Science）、美谷分子仪器（Molecular Devices）、爱博才思（SCIEX）、艾杰尔-飞诺美（Agela & Phenomenex）、徕卡显微系统（Leica Microsystems）、思拓凡（Cytiva）等品牌长期为合成生物学研发提供核心工具链支撑，并致力于建设基因克隆、细胞培养、高通量筛选、蛋白纯化、合成代谢网络及功能蛋白质研究等自动化平台，覆盖合成生物学的“设计、构建、测试、学习”闭环 workflow。通过与上海张江、北京昌平等地共建产业平台，深度参与中国合成生物学产业培育。基于对合成生物学产业化瓶颈的洞察，现提出以下建议：

#### （一）针对选品难，精准引导技术端与产业端早期联动协同

合成生物学选品的核心难点在于技术转化与市场风险的动态平衡。技术层面，实验室菌种性能在工业放大中常因代谢流重构、发酵参数扰动等进入瓶颈，甚至出现倒退，例如，恒鲁生物红景天苷量产时遭遇 20 倍效率衰减。市场层面，高附加值产品易陷同质化竞争，例如，依克多因价格三年暴跌 70%。更深层矛盾在于：构建专利护城河需前期投入，但技术迭代速度可能使壁垒失效（例如 CRISPR 酶新变体快速颠覆旧体系）。企业必须在技术可行性、市场窗口期及专利生命周期三者间精准卡位。

鉴于以上情况，在此建议：

其一，政策端精准施策，引导高附加值选品，建议制定《高附加值生物制造产品目录》，重点支持医药中间体、稀缺天然产物及高增长性医美原料（例如特定胶原蛋白、功能肽、生物活性分子等）等赛道，引导资源投向高价值、差异化产品，避免低附加值同质化竞争；

其二，建立动态专利预警与场景共享联盟，推动组建产业联盟，协同监测颠覆性技术动向，建立动态专利预警机制；同时，促进应用场景数据（包括医美、医疗、材料等）共享互通，帮助企业精准识别具有明确替代空间和市场潜力的目标品类；

其三，制定统一行业标准，缩短下游验证周期：加快制定涵盖成分、纯度、安全性及关键应用性能（例如医美产品的生物相容性、功效评价指标等）的合成生物学产物统一行业标准，显著降低下游客户（特别是医美、医药、食品等严格监管行业）的验证门槛和时间成本。

## （二）针对产业转化，鼓励园区牵头建设区域性中试平台

当前合成生物学产业化面临企业研发碎片化与工程化成本高昂的叠加矛盾。一方面，初创企业普遍受限于中试能力缺失，前期投入大，缺乏跨学科团队支撑工艺放大化等问题。另一方面，分散式设备投资造成资源浪费，同类产品工艺开发重复购置设备。更深层困境在于放大过程中的“技术黑箱”：菌种代谢流在工业环境下因参数扰动出现不可预测性衰减，而中小企业既无数据积累优化模型，也无力承担单次数十万元以上的工艺验证成本。这种碎片化、高成本的试错模式严重降低技术转化效率。

破解上述困局需由产业园区牵头建设区域性共享中试平台，其核心价值在于通过资源集约与专业化服务降低转化门槛。具体实施路径包括：首先，平台配置模块化发酵系统，允许企业按需租用并共享纯化、检测等配套设备，将单次中试成本压缩至市场价以下。其次，建立工艺放大数据库与专家智库，针对共性难题提供解决方案。关键机制在于构建“需求-反馈”闭环：平台优先承接园区内药企订单，通过订单反哺技术迭代，使企业聚焦高价值产品开发而非重资产投入。

## （三）针对融资难，设立风险投资基金，分担投入，提高基金运作效能

设立政策性引导的合成生物学专项基金，参考“政府母基金+社会资本”架构，对中试阶段项目提供风险补偿，吸引社会资本流入早期技术。设立“研发里程碑付款”节点，控制风险加速转化；同步打造“需求-资本-技术”闭环生态，聚集科学家、投资人及产业链资源，通过概念验证经费联动与战略科学家委员会研判，缩短科技成果转化路径。同时，基金需构建技术价值量化体系，例如联合第三方机构开发产品性能、放大成功率等评估模型，降低投资决策摩擦成本；并建立产业协同退出机制，通过绑定园区龙头订单及搭建并购平台，推动药企收购创新标的实现退出。

## 二、拜耳：创新驱动生命科学进步，科技赋能可持续健康生态

作为全球生命科学领域的参与者和践行者，拜耳始终坚守以科技创新驱动社会进步与可持续发展的使命。合成生物学作为融合生物科学、工程技术与信息科学的前沿交叉领域，正在深刻拓宽人类对生命本质的认知边界，推动医疗健康、现代农业乃至整个生态系统的系统性变革。拜耳以“共享健康，消除饥饿”为企业核心愿景，把握技术管线赋能社会和环境的战略价值，秉持科学严谨与开放合作精神，稳健推进相关先进技术的研发与应用，积极回应全球健康挑战与粮食安全的迫切需求，致力于促进人类与自然的和谐共生。

在医疗健康领域，拜耳洞察到生物医药技术的跨代变革正依赖于合成生物学与精准细胞治疗、多维基因编辑及再生医学等尖端技术的融合创新。集团旗下聚焦细胞疗法的子公司，基于合成基因电路设计理念，构建“智能细胞疗法”平台，赋予细胞精准识别复杂病理环境并作出动态调控的能力，推动神经退行性疾病等复杂疾病的研究治疗。拜耳同步整合人工智能、大数据与系统生物学的先进工具，贯穿疾病机理剖析、靶点精准筛选、创新药物分子设计及临床研发各项流程，加速创新治疗手段的高效落地，积极应对临床难题和医疗资源分配挑战。通过与全球顶尖学术机构及创新企业的深度协同，拜耳构建了开放包容的全球创新生态系统，推动前沿药物技术与各领域融合应用，夯实了人类健康保障的技术基础。

在农业领域，拜耳积极践行绿色低碳的可持续再生农业理念，利用相关技术促进农业生态转型和资源高效利用，助力全球农业向绿色、智能与循环经济转型。通过推动微生物固氮技术在主粮作物如玉米、小麦和水稻中的研究，拜耳践行减少化肥使用、降低农业碳足迹的绿色承诺，实现从“田间到餐桌”的生态友好闭环。公司持续投入并推进生物基作物保护剂的开发，设计环境友好型杀虫剂和除草剂，以此降低传统化学农药的依赖，助力农作物抗逆性和营养价值的提升。拜耳依托 AI 与大数据辅助育种及数字表型分析技术，推进“下一代种子”创新，打造适应多样化气候与地理条件的高效作物新品系，旨在提升全球粮食体系的韧性和生产效率。通过这一系列综合创新，拜耳积极促进农业生态系统的健康演进，为应对气候变化及保障全球粮食安全注入强大科技动力。

拜耳坚定推动开放式创新战略。公司强化自身微生物和生物能源技术储备，依托系统生物学与分子设计能力，优化环保高效农药及生物解决方案的筛选和开发，助力构建产业链可持续发展生态。拜耳广泛参与并积极支持多项国际合作项目，推动基于大数据的农业生态灾害智能防控体系构建，助力精准农业与生态保护技术的协同演进。此外，借助全球创新链、初创企业与学术界的协同生态，

拜耳持续丰富技术库，加速前沿技术向农业生产实际的转化应用，推动全球农业系统向绿色低碳、高效循环的方向迈进。

展望未来，我们能够预见到合成生物学将在生命科学与农业科技领域持续重塑创新边界，成为全球健康、粮食安全与生态环境保护的核心技术驱动力。拜耳深耕中国逾 140 个年头，其“共享健康，消除饥饿”的企业愿景与中国政府的“健康中国”和“乡村振兴”战略方向高度契合。作为全球生命健康的创新领导者，这不仅彰显了拜耳对中国市场的长期承诺，也体现了我们与国家战略目标的协同发展。拜耳始终以科学理性为基石，秉持务实创新的姿态，持续聚焦技术科学进展与产业化发展路径，强化跨学科融合与全球协同创新，推动技术的伦理合规应用与社会透明对话，致力于建设责任驱动、科学引领与生态友好并重的生命科技体系。拜耳将持续布局本土创新，优化产业基础设施，强化跨界科技人才培养，推动科技成果惠及全球更多地区，携手国际合作伙伴共同应对人类健康与环境可持续发展领域的重大挑战。公司坚信，唯有充分融合经济发展目标与环境保护责任，推动多维科技的深度协同，方能筑牢建设更加健康、绿色与持续的人类未来的坚实基石。

作为全球生命科学领域的使命担当者和可持续发展的坚定践行者，拜耳将积极助力实现绿色农业、精准医疗和环境友好型产业，共同开创生命科学新时代的发展蓝图。依托合成生物学的变革力量，拜耳将持续在医药健康和现代农业等核心领域与全社会共同携手迈向一个更加健康、生态和谐且可持续发展的未来。

衷心祝愿商务部投促局撰写的合成生物学发展报告取得丰硕成果，也期待携手中国合作伙伴，共同谱写生命健康的美好篇章。

### 三、江南大学、宜兴食品与生物技术研究院：合成生物产业趋势及发展建议

合成生物产业是国家未来产业布局重点发展方向。当前，世界各国投入大量资源加快合成生物技术创新与产业化应用，竞相争夺未来产业发展先机及制高点。

#### （一）国际国内合成生物产业发展形势及趋势

在基因测序、基因合成、基因编辑等底层技术日趋成熟，以及医疗保健、工业化学品、食品等领域商业化应用加速等因素驱动下，国际国内合成生物产业发展驶入“快车道”，展现出潜力巨大的市场前景。据 CB Insights 预测，2024 年全球合成生物市场规模将达到 189 亿美元，2019-2024 年复合增长率达到 28.8%，到 2030-2040 年，合成生物技术应用将每年对全球产生 2 ~ 4 万亿美元的直接经济影响，到本世纪末生物制造可能占全球制造业产出三分之一以上。

##### 1. 发达国家合成生物产业发展形势及趋势

完善战略规划与发展路线图。欧美发达国家 21 世纪初开始布局合成生物产业，加快合成生物技术产业化步伐，不断提升合成生物产业战略地位。美国 2022 年发布《关键技术和新兴技术（CET）清单》，将合成生物列为关键生物技术子领域第一位；2023 年又制定了《美国生物技术和生物制造的明确目标》，明确合成生物关键技术战略地位，积极推动在食品、农业、大健康等重点领域落地应用。欧盟发布《面向生物经济的欧洲化学工业路线图》，设定 2030 年生物基产品或可再生原料替代份额为 25% 的发展目标。

政府资金、金融市场加大投资力度。美国 2022 年启动《国家生物经济和生物制造计划》，5 年内计划投资 10 亿美元建设生物工业制造基础设施。欧盟通过“地平线 2020”等科研框架计划持续为合成生物专项研究、基础设施建设提供资金资助。英国 2023 年发布《工程生物学国家愿景》，提出投入 20 亿英镑发展工程生物学。资本市场加大了合成生物领域投资，根据 Pitchbook 统计，2021 年全球合成生物领域融资高达 87 亿美元，融资笔数达 391 笔。2022-2023 年全球合成生物领域融资额度出现下滑，但中长期看合成生物领域融资仍有较大的潜力空间。

创新平台建设支撑产业技术突破。美国拥有一批合成生物学顶尖高校，设立“合成生物学工程

研究中心”等多个一流创新平台，底层技术及基础研究位居世界前列，2019-2023年国际合成生物学领域有影响力的论文美国占比高达40%。其它发达国家也把创新平台建设作为推动产业发展重要抓手，比如，2018年欧洲研究基础设施战略论坛（ESFRI）提出建设“工业生物技术创新与合成生物学加速器（IBISBA）”；2020年澳大利亚研究委员会（ARC）资助设立合成生物学卓越研究中心（CoESB），并在7年内为其提供3500万美元资金支持；2023年英国宣布投资1200万英镑，由巴斯大学牵头建立聚焦可持续蛋白质和人造肉的新研究中心——细胞农业制造中心（CARMA）。

### 2. 国内合成生物产业发展形势及趋势

国家战略助推合成生物产业迅速发展。《“十四五”生物经济发展规划》把合成生物学作为关键技术创新领域，促进其在医药、农业、化工、能源等多领域应用。2024年，工信部等7部门《关于推动未来产业创新发展的实施意见》，提出加快合成生物、生物育种等前沿技术产业化。上海、天津、广东、浙江、江苏、山东等地贯彻落实国家战略部署，出台配套政策支持合成生物产业发展。据统计，2023年，中国合成生物市场规模约为86.2亿美元，2024年将增长至100亿美元。

上海、深圳、天津等地合成生物产业走在前列。我国已经初步形成上海、深圳、天津三个合成生物学研究高地和产业基地。上海是我国合成生物发源地，也是我国首个合成生物科学联盟、重点实验室、专业委员会的诞生地，培育集聚了凯赛生物、恩凯赛药、昌进生物等一批头部企业。深圳获批建设国家生物制造产业创新中心，成功设立全国首个合成生物学研究所、全国首个合成生物成果转化专业园区、全国首支合成生物产业基金，2020年以来国内新增合成生物企业约40%进驻深圳。天津具有合成生物发展人才和平台优势，拥有国家合成生物技术创新中心等国家级平台，天津大学是国内最早设立合成生物学学士、硕士、博士学位点的高校，政产学研协同创新催生了一批原创性前沿新技术。

综合国际国内形势，合成生物技术及产业正处于快速发展阶段，但也面临一些问题及挑战：一是技术转化率不高，市场规模还比较小，影响成本回收及企业利润，可持续投资面临挑战；二是政策法规还不能完全适应产业发展，需完善监管政策、创新监测方式，在风险可控前提下支持新技术新业态新模式发展；三是合成生物产业发展具有全球影响，需要加强国际间合作协调，制定统一的监管框架及标准；四是全国各地区合成生物产业规划与发展出现同质化趋势，造成一定程度的无序竞争和研发资源分散，限制了合成生物学产业的全面发展。

## （二）下一步发展合成生物产业的相关建议

### 1. 加强基础研究和应用技术攻关

重点发展底层技术，超前布局前沿技术。充分利用市场机制为纽带，组建以领军企业牵头、高校院所支撑、创新主体协同的产业创新联合体，积极承接合成生物领域国家和省、市重点科技专项，加快形成具有国际影响力的合成生物领域科研成果。

### 2. 支持重大载体平台及学科建设

围绕未来食品、生物化工等重点领域，支持合成生物重点企业加快建设“国字头”创新载体，整合集聚创新资源，促进成果转化，孵化创新企业。加强合成生物学专业学科建设，支持高校设立合成生物学学院或者专业，培养专业人才。

### 3. 鼓励建设合成生物产业专业园区

支持有一定基础的地区设立合成生物产业园，出台专项扶持政策，吸引大学、科研机构和企业入驻园区，建设概念验证平台、公共技术服务平台等。同时，委托有专业背景、熟悉产业发展状况、资源整合能力强的专业化团队运营管理产业园区。

### 4. 培育一批科技创新型企业

培育一批技术型、工具型、平台型和产品型合成生物产业创新企业，鼓励企业在细分领域深耕厚植，逐步发展成为具有核心竞争力的“瞪羚”企业、“独角兽”企业、专精特新企业、高新技术企业。

### 5. 积极拓展典型应用场景

面向医药、化工、材料、食品、化妆品等合成生物主要应用领域，挖掘应用场景，促成一批有示范带动效应的标志性成果转化项目。鼓励企业获得创新药、医疗器械、化妆品新原料、新食品原料、食品添加剂新品种等市场准入。

### 6. 优化完善产业发展生态

探索建立多部门协同的“合成生物绿色审批通道”，优化研发、生产、经营和使用等各环节的配套政策和规范，开展合成生物领域伦理道德风险、生态环境风险、社会风险等方面研究与评估，合理制定适配合成生物产业发展特点的政策规划。