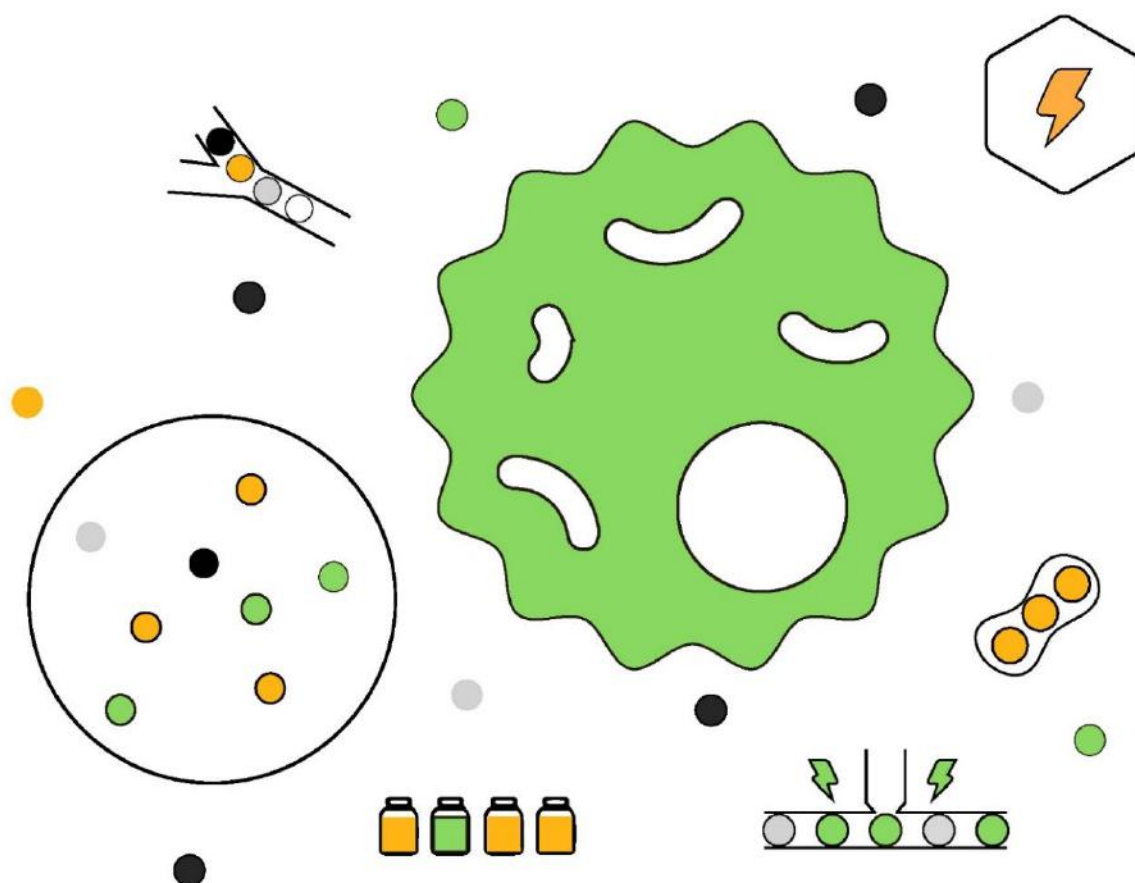




# 2023合成生物全链路 平台能力建设研究报告



# 2023合成生物全链路 平台能力建设研究报告

## 03 前言

## 04 Chapter 1 合成生物从单一品类走向全链路产业生态

- 技术创新——横跨20年，合成生物已在各领域崭露头角
- 政策加码——生物经济成为制造业转型升级新引擎
- 融资火热——规模生产在即，增量持续释放，呼吁产业协同
- 产业借鉴——化工领域也曾由单一品类走向全链路产业生态
- 行业趋势——合成生物也终将进入全产业链布局的形态
- 未来发展——解决痛点亟需合成生物全链路平台能力建设

## 11 Chapter 2 合成生物全链路平台建设的核心能力

- 技术平台核心能力——多样化底盘、模块化细胞构建、高通量自动化工具、人工智能（AI）赋能
- 规模化生产核心能力——高效发酵优化放大、大规模发酵
- 多品种产业化能力——快速商业化落地&多样化产品覆盖
- 多元化合作能力——构建多元发展的产业生态

## 21 Chapter 3 合成生物全链路平台的产业化

- 全链路平台能力建设串联合成生物学产业各发展类型
- 以市场需求为驱动开展选品和商业化
- 面向“存量替代”与“增量拓展”，宜采用不同商业化策略
- 开展应用研究，打通合成生物“一站式”解决方案
- Ginkgo——横向整合，推升核心技术壁垒
- 态创生物——多物质量产的平台型发展企业

## 37 结语

## 37 关于联合发布方

## 38 版权声明

## 前言

合成生物学是一门跨学科领域，亦是一揽子技术和方法论，将生物学、工程学和计算机科学等多个学科的知识相结合，越来越多的公司、研究机构和创业者投入到合成生物学的研发和应用中。

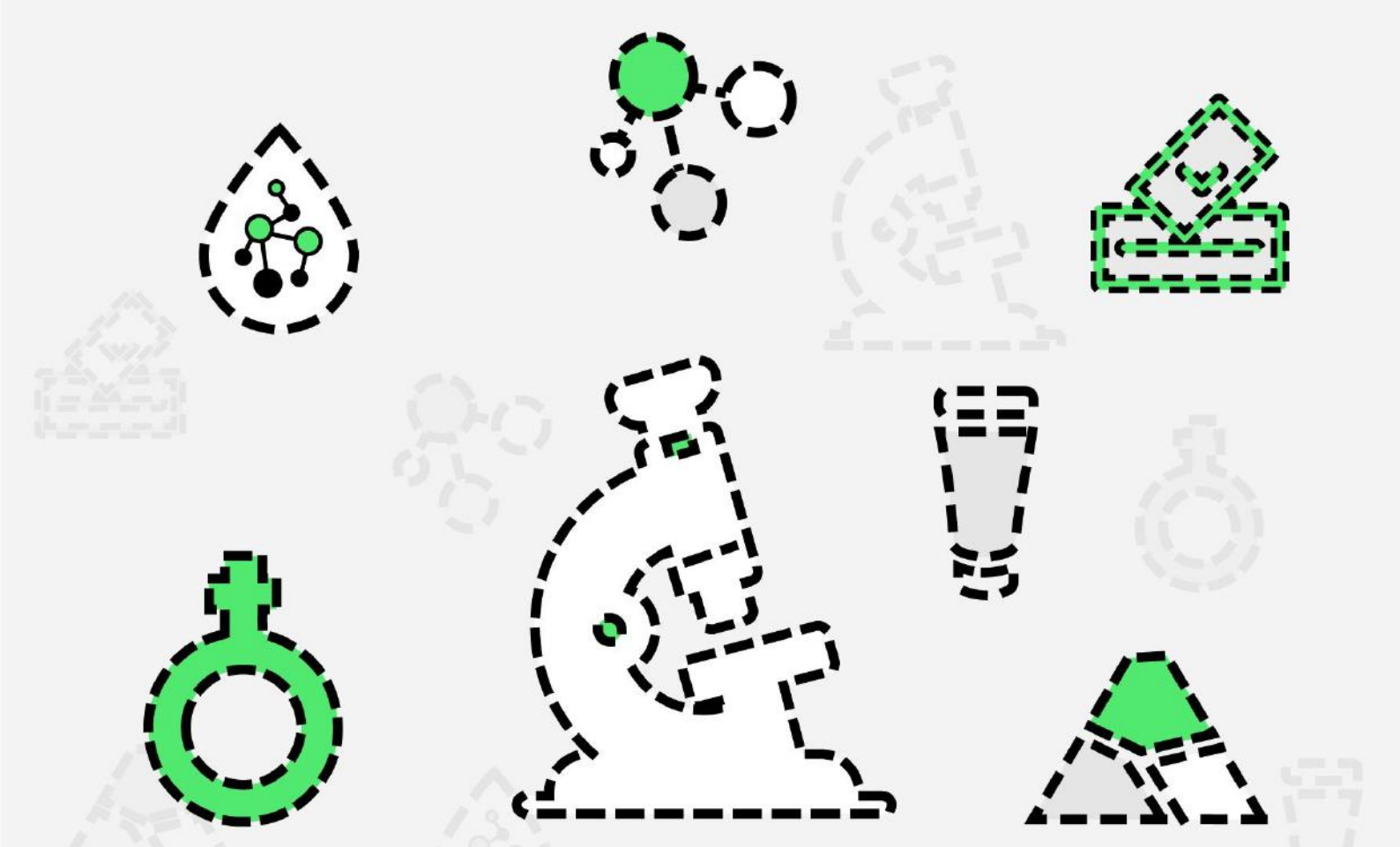
在技术层面上，合成生物学的发展得益于一系列顶尖水平的研发工具，高通量筛选、基因编辑等工具的应用使得研究人员能够更快速、高效地设计和优化生物系统。此外，工业化制造的工程能力也是合成生物全链路平台能力建设的关键所在，如智能发酵优化和分离纯化等技术的发展，为实现产业化提供了重要保障。

纵观化工行业的发展史，许多化工巨头通过由单一品类向多品类发展的道路，获得过巨大的成功，平台能力建设使得这些公司从传统的单一产品制造商转变为拥有多样化产品组合和广泛应用领域的综合性公司。平台型化工公司通过关键核心化学品、关键平台技术、关键研发能力铸就壁垒。

在合成生物向纵深发展的当下，产品品类逐渐丰富，各个垂直领域快速布局。在各公司纷纷发展纵深技术时，在众多公司被“选品”所困惑时，我们开始探讨合成生物是否存在类似于化工行业发展历程的“赢家通吃”路径。在此过程中，我们发现合成生物学在中国的落地过程中平台能力建设至关重要。

合成生物全链路平台能力建设，我们希望看到合成生物企业利用工程化的研发能力开发多管线产品，有效衔接工厂的放大生产，为市场供应稳定产能，并利用开放多元化的合作模式，实现研产销一体化、全产业链布局，形成打通上下游的完整“大平台”。从单一产品或应用领域扩展到多个产品和广泛的应用领域，凭借良性的产业生态和全面的能力实现合成生物可持续发展。

本报告聚焦合成生物全链路平台能力建设，重点关注平台化发展的推动力量、核心能力，以及平台化发展在中国落地的特色产业变革。



# Chapter 1

## 合成生物从单一品类走向全链路产业生态

- ◆ 技术创新——横跨20年, 合成生物已在各领域崭露头角
- ◆ 政策加码——生物经济成为制造业转型升级新引擎
- ◆ 融资火热——规模生产在即, 增量持续释放, 呼吁产业协同
- ◆ 产业借鉴——化工领域也曾由单一品类走向全链路产业生态
- ◆ 行业趋势——合成生物也终将进入全产业链布局的形态
- ◆ 未来发展——解决痛点亟需合成生物全链路平台能力建设

## 技术创新——横跨20年，合成生物已在各领域崭露头角

2023年3月，美国发布《美国生物技术和生物制造的明确目标》，涵盖了21个主题、49个具体目标。2022年，中国印发《“十四五”生物经济发展规划》，将生物经济作为今后一段时期中国科技经济战略的重要内容。2010年，《Science》将合成生物列为十大科学突破。2004年，合成生物学技术入选《麻省理工科技评论》“全球十大突破性技术”（TR10），上榜理由为“合成生物学将为现有领域提供许多好处，它还将在未来实现一系列我们今天甚至无法想象的应用”。

生命科学的漫长进展，催生了合成生物这样集生物理论和工程应用为一体的一揽子技术和方法论，为人类生产制造范式提供了历史性的机遇：①面对严峻环境形势，人类亟需改变现有工业文明的发展模式，转变传统工业生产方式，减少对化石燃料的依赖；②以合成生物为基础的生物制造是实现碳中和的重要途径，也是中国突破石化原料瓶颈的重大机遇；③基于合成生物的生物制造具有极大的物质分子创新潜力，拓展了人类制造能力的边界，也撬动着巨大的经济价值。



图1 | 合成生物有望对不同行业产生影响（来源：BCG、DeepTech）

2001	2003	2004	2005	2006	2008
微流控芯片	糖组学	合成生物学	代谢组学	表观遗传学	纤维素纤酶
2009	2010	2011	磁共振力显微镜	细胞核重组	2012
一百美元基因组测序	干细胞工程	分离染色体	细菌工厂	2015	纳米孔测序
	双效抗体	合成细胞	2014	超高效光合作用	2016
2017	2019	2021	基因组编辑	DNA的互联网	免疫工程
基因疗法2.0	定制癌症疫苗	mRNA疫苗	2022	2023	精确编辑植物基因
	人造肉汉堡		AI蛋白质折叠	用于高胆固醇的CRISPR	

表1 | “全球十大突破性技术”中合成生物相关技术（来源：《麻省理工科技评论》、DeepTech）

## 政策加码——生物经济成为制造业转型升级新引擎

### 生物技术和生物制造已经成为美国国家战略

2022年9月,美国启动《国家生物技术和生物制造计划》加速生物技术创新,并在多个领域发展美国的生物经济,包括健康、农业和能源等一系列行业。

具体行动包括:①利用生物技术加强供应链;②扩大美国国内生物制造;③促进美国各地的创新;④将生物产品推向市场;⑤培养下一代生物技术专家;⑥推动监管创新以增加获得生物技术产品的机会;⑦生物经济的高级测量技术和标准;⑧通过投资生物安全创新来降低风险;⑨促进数据共享以推进生物经济。

2023年3月,美国发布《美国生物技术和生物制造的明确目标》涵盖了21个主题、49个具体目标,同时每个版块中都突出生物技术和生物制造带来的可能性。

重点包括:①加强生物系统的预测建模和工程设计,创新生物制造方法;②通过扩大可再生的航空和其他战略燃料、化学品和材料;③设计更好的农作物成为生物经济原料。

气候变化解决方案 增强粮食和农业创新 提高供应链弹性  
促进人类健康 推进交叉领域进展

### 中国有望借助合成生物实现换道超车

自2018年起,科技部每年发布《国家重点研发计划“合成生物学”重点专项年度项目申报指南》,明确围绕基因组人工合成与高版本底盘细胞、人工元器件与基因线路、人工细胞合成代谢与复杂生物系统、使能技术体系与生物安全评估等4个任务部署。

2022年,发改委印发《“十四五”生物经济发展规划》,将生物经济作为今后一段时期中国科技经济战略的重要内容,加快发展高通量基因测序技术,加强微流控、高灵敏等生物检测技术研发,推动合成生物学技术创新。

2023年1月,工信部等六部门印发《加快非粮生物基材料创新发展三年行动方案》,提出到2025年非粮生物基材料产业基本形成自主创新能力强、产品体系不断丰富、绿色低碳循环低碳的创新发展生态。

新药开发 疾病治疗 农业生产 物质合成  
环境保护 能源供应 新材料开发

## 融资火热——规模生产在即，增量持续释放，呼吁产业协同

从全球合成生物领域投融资来看，根据CB Insights数据，近10年来，融资活动均以B轮及之前为主，仍在早期融资阶段，各企业处于技术发掘和产业经验积累时期，这一阶段企业的主要精力集中在如何将研发成果进行大规模生产，以及如何把生产出来的物质变成有价值的产品。

利用合成生物技术产出的原材料数量仍然较少，且尚未大规模应用到终端产品中，其带来的回报还有一定周期。短期来看，合成生物从业者仍需要共同做大市场，从技术到产品、从产品到销售的转化是聚焦合成生物领域的企业面临的痛点。

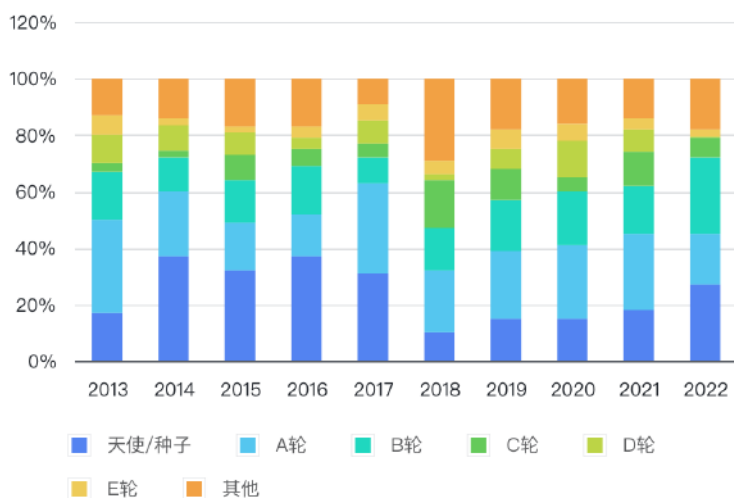


图2 | 2013-2022年全球合成生物融资轮次分布（来源：CB Insights）

企业名称*	融资时间	轮次	融资金额	简介
昌进生物	2023	A+轮	1.5亿元	新型微生物蛋白、生物合成蛋白
创健医疗	2023	B轮	超2亿元	生物材料、创新蛋白/核酸药品
擎科生物	2022	B轮	4亿元	基因科技服务
态创生物	2022	A+轮	过亿美元	多物质量产的生物制造平台
微构工场	2023	A+轮	3.59亿元	嗜盐微生物的改造和工程化应用
微元合成	2023	pre-A轮	亿元	甘露醇、阿洛酮糖生物合成
智峪生科	2023	A轮	超亿元	AI+合成生物
中科欣扬	2022	B轮	2亿元	合成生物学创新智造企业
周子未来	2023	A+轮	数千万元	细胞培养肉

表2 | 2022-2023中国部分合成生物企业融资情况（按企业首字母排序，来源：公开信息、DeepTech）

\*限于版面，仅展示各垂直领域维度的部分企业，如果您需要完整版信息，欢迎与我们联系



## 产业借鉴——化工领域也曾由单一品类走向全链路产业生态

正如化学工业在过去的几个世纪中经历了从实验室研究到工业化生产的转变, 合成生物也正经历着从基础科学研究到应用和商业化的发展过程。从本质上说, 不论化工还是合成生物, 均属于技术驱动型领域, 必须通过持续的研发、工艺改进以及新产品的推出来实现降低生产成本、满足不断变化的需求、探索新的市场领域的目标, 从而不断扩展产品范围、开辟增长机会、提高综合竞争力。

### 巴斯夫



巴斯夫从印染原料出发, 不断开创新的产品, 包括有机合成染料、用作化肥原料的氨、各种聚合物、合成维生素、用于显示器的液晶、基础杀菌剂和作物生物科技等领域新产品。以染料为例, 从开发品红、苯胺到天然染料茜素、靛蓝等, 历经30年成为了全球最大的化学品制造商。

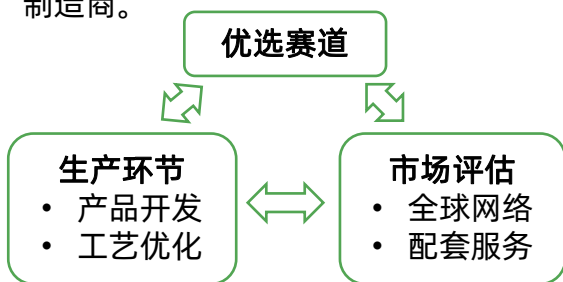


图3 | 巴斯夫染料产业发展模式 (来源: 公开信息)

通过建立广泛的产品组合和技术平台, 涵盖诸多领域, 如化学品和塑料、保健和营养、涂料和染料、农业解决方案等。平台化发展使得巴斯夫能够灵活应对市场需求的变化, 为客户提供全面的解决方案。

### 帝斯曼



早在19世纪末, DSM就首次大规模生产酵母和酶, 并于20世纪30年代首次用化学方法合成维生素。从早期的单一基础化学品研发, 到聚合物产品、化工产品、农业化工最后聚焦生命科学和材料科学。不断技术革新是帝斯曼不断前进的核心策略, 在不同的商业驱动力阶段, 利用技术延伸能力。

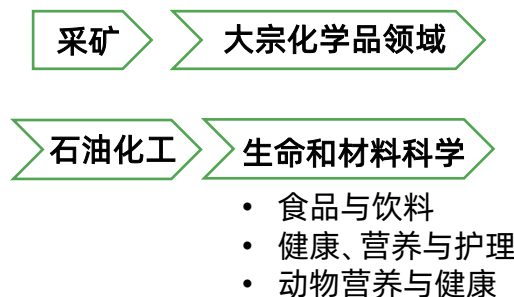


图4 | 帝斯曼发展历程 (来源: 公开信息)

平台化发展的典范之一, 从最初的煤炭化学产品公司发展成为一家专注于材料科学、营养与健康领域的综合性化工企业。通过整合不同领域的技术和产品, 帝斯曼取得了业务的多元化和持续的创新。



## 行业趋势——合成生物也终将进入全产业链布局的形态

纵观化工行业的发展史,许多化工巨头通过平台化发展的道路,获得过巨大的成功,平台能力建设使得这些公司从传统的单一产品制造商转变为拥有多样化产品组合和广泛应用领域的综合性企业。

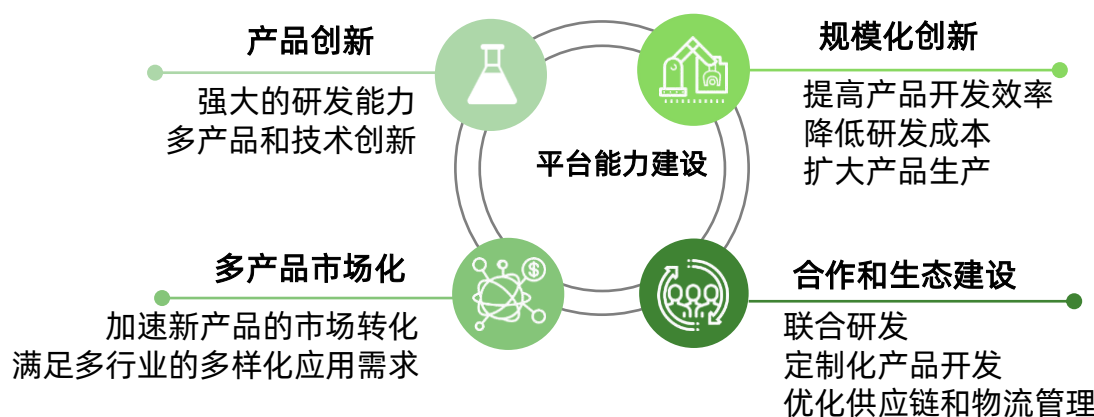


图5 | 化工产业的平台能力建设组成模块 (来源: DeepTech)

相同的逻辑也同样适用于生物经济,合成生物仍处于探索阶段,发展模式仍存在未知的可能性。随着技术落地、建厂投产、产品上市、产业融合等全链条布局,传统技术平台型企业与产品型企业的界限将趋于模糊,整体趋势在往“大平台”的方向发展,行业未来竞争核心将进入平台能力建设/研产销一体化/全产业链布局的阶段。

合成生物技术已经由过去聚焦于生物医药得到了很好的验证,发展到近期发力于高附加值产品和天然产物,未来长期价值在于生物基化学品和生物基能源。

技术机遇	先进的基因编辑	合成基因回路	高通量筛选和自动化工具	绿色可持续的生物制造
	微生物组工程	代谢工程和合成生物学工具包	无细胞生物合成	IT+BT
潜力应用	新型生物药物	精准医疗产品	诊断和检测工具	生物农业产品
	生物酶	功能性化妆品原料	高值化工产品	生物能源
	生物材料	环境治理产品	生物传感器	生物信息学与数据科学产品

表3 | 合成生物学未来竞争的商业化技术机遇和潜力产品方向 (来源: DeepTech)

## 未来发展——解决痛点亟需合成生物全链路平台能力建设

面对新的技术和产业应用, 中国的合成生物落地发展仍然存在堵点和痛点亟待解决:

- 学科交叉融合带来的研发与工程挑战
- 核心装备支撑系统仍与先进国家存在差距
- 产业规模化生产阶段高成本高风险
- 知识产权壁垒保护不够
- 提升公众认知与监管接受的社会挑战

合成生物逐步进入从技术考验到综合实力的比拼, 随着技术平台的成熟, 进一步需要打通上下游全产业链布局, 逐步形成全链路的平台能力, 并秉持包容开放的态度, 其良性的产业生态、全面的能力更有利于可持续发展。

### 工程化研发

- **引入工程化思维:** 持续挖掘生物元件, 通过系统化的设计、数学建模和计算模拟、高通量测试和数据驱动的学习过程, 加速底盘生物设计和改造的DBTL循环, 实现对生物制造系统的持续改造和多物质生产。

### 规模化生产

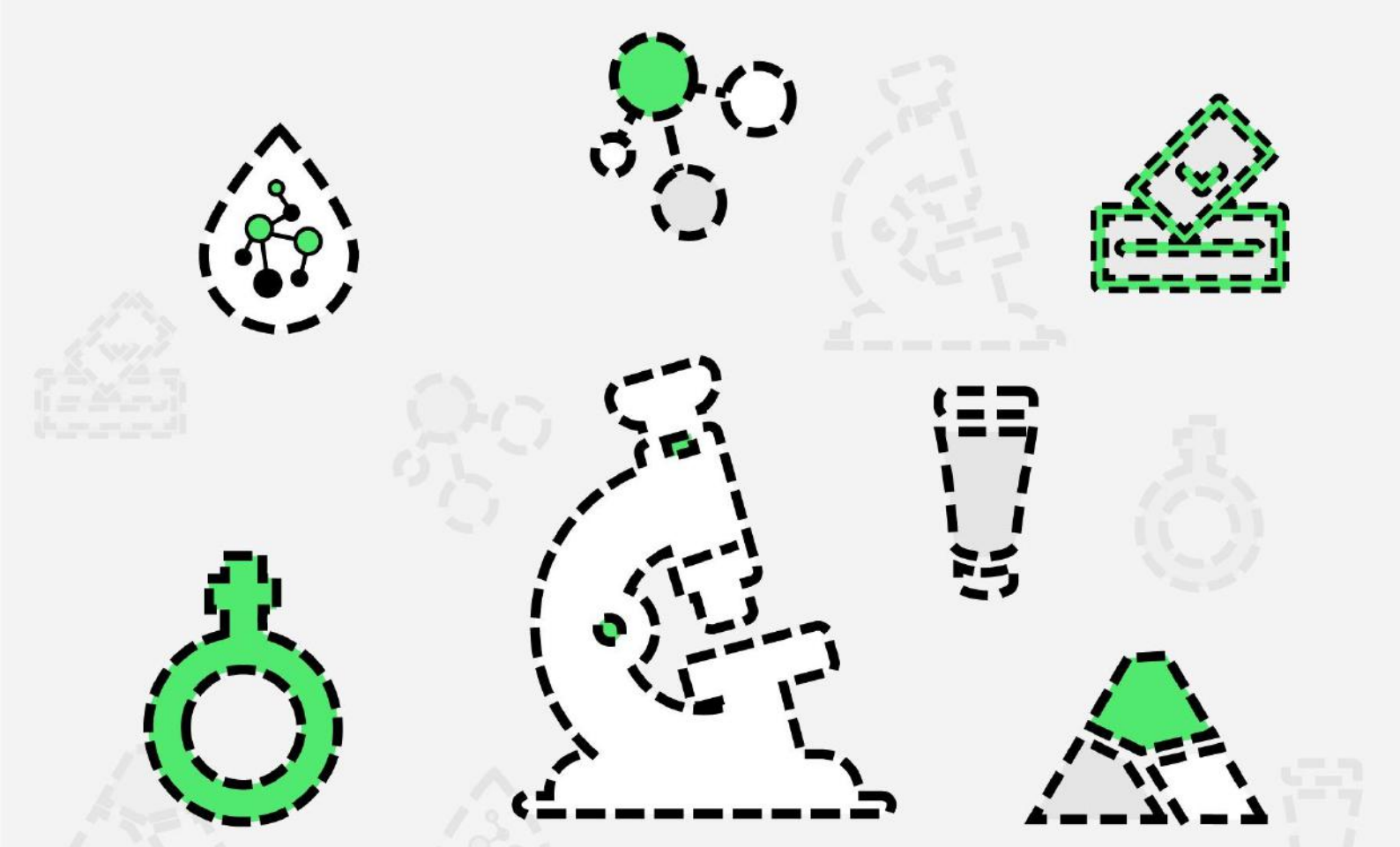
- **优化放大:** 利用先进的生物传感器、高能量平行反应器、自动化智能设备和合成生物大数据等技术, 实现物质从小试-中试-大规模工业试产等一系列工艺的快速放大和完善, 缩短小试到规模量产周期。
- **大规模精准发酵:** 目标为实现高产出和高效率的生产, 涉及工业级生物反应器的设计和操作, 优化培养条件, 监测和控制微生物的生长和代谢过程。

### 多产品商业化

- **多样化产品组合:** 能够利用合成生物学的先进技术提供多样化的产品组合, 以满足不同行业不同市场需求, 提高企业竞争力。涉及生物药物、化工、农业、生物材料、生物燃料等多个领域的产品。
- **跨领域跨行业覆盖:** 具备跨领域和跨行业的知识和技能, 与其他行业领域进行合作和整合, 实现合成生物技术和产品在不同领域的应用。

### 产业生态建设

- **开放与合作:** 与学术界、研究机构和其他企业建立合作伙伴关系。通过共享知识、技术和资源, 可以加速创新, 推动整个合成生物领域的发展。
- **持续推动产业创新发展:** 持续推动产业创新发展, 研发新的合成路径, 开发新的技术和产品, 提高产品性能和生产效率。涉及到持续的研发投入、技术改进和市场导向的创新策略。
- **人才培养:** 建立以创新为导向的人才培养体系, 注重培养跨学科的人才, 特别是在生物学、化学、物理学、计算机科学和工程等领域的人才培养。



## Chapter 2

### 合成生物全链路平台建设的核心能力

- 技术平台核心能力——
  - 多样化底盘细胞      · 模块化细胞构建
  - 高通量自动化工具    · 人工智能 (AI) 赋能
- 规模化生产核心能力——
  - 高效发酵优化放大    · 大规模发酵
- 多品种产业化能力——快速商业化落地&多样化产品覆盖
- 多元化合作能力——构建多元发展的产业生态

## 技术平台核心能力——多样化底盘细胞

底盘细胞是合成生物学中的基础平台，设计和合成的功能化生物元件、基因线路、代谢路径等生物系统需要置入底盘细胞中，从而实现理性设计的目的。在开展设计之初，需要根据目标产品的特性，选择一个性状优良的底盘细胞。底盘细胞的优劣将直接影响合成生物系统设计的成败。目前常见的底盘细胞有大肠杆菌、枯草芽孢杆菌、谷氨酸棒杆菌、酿酒酵母、巴斯德毕赤酵母等。

不同的底盘细胞具有不同的代谢途径、基因调控网络和细胞功能，在适应不同环境和培养方面也各具差异。在研发过程中，使用多样化底盘细胞可以更好地满足特定项目的需求，并针对特定需求进行优化和调整，实现特定代谢产物的生产或特定功能的实现。多样化底盘细胞的使用可以降低某个特定底盘细胞研发失败的风险。

常见底盘细胞	优点	产品应用
大肠杆菌	发酵周期短、遗传背景清晰、基因编辑工具及代谢调控策略成熟	小分子肽、弹性蛋白、氨基酸、类胡萝卜素、青蒿素
枯草芽孢杆菌	蛋白质分泌系统出色，有典型的芽孢形成能力、细胞分裂以及生物膜系统	工业酶、核黄素、乳糖-N-新四糖、透明质酸、硫酸软骨素
谷氨酸棒杆菌	擅长合成氨基酸和生物活性物质、营养需求低、底物谱广	谷氨酸、赖氨酸、有机酸、1,3-丁二醇、植物天然产物
酿酒酵母	遗传背景及代谢机制清晰、有较好的pH及渗透压耐受性	大麻素、阿片类药物、乙酰辅酶A、胰岛素、角鲨烯
毕赤酵母	极佳的蛋白分泌能力、优异的翻译后修饰、胞外内源性蛋白极少	人促红细胞生成素、人血清蛋白、胶原蛋白、乳铁蛋白

表4 | 合成生物学中常见的底盘细胞（来源：公开信息、态创生物，DeepTech）

底盘细胞的改造是为了服务于目标产物生产，同时为了适应于工业级制备，便于生产端分离纯化也是菌种改造阶段需要考虑的环节。举例来说，基于大肠杆菌展示和内含肽切割的寡肽表达和提纯方法，构建用于在宿主菌表面展示的寡肽，寡肽与展示蛋白之间使用内含肽连接，诱导表达“展示蛋白-内含肽-寡肽”融合蛋白，培养收集大肠杆菌后，内含肽自切割释放寡肽，寡肽经超滤后结晶或者干燥。此过程无需破碎菌体，也无需进行蛋白纯化，且大肠杆菌可以重复利用，是一种高效简便的寡肽生产和提纯工艺，非常适用于工业级规模的寡肽制备工艺。

## 技术平台核心能力——模块化细胞构建

模块化细胞构建从最基础的生物元件出发, 将具有特定功能的生物元件作为一个“零件模块”, 采用搭积木的方式将这些“零件模块”设计形成新的生物装置, 不同功能的生物装置以串联、反馈、前馈等形式连接, 协同运作组成更加复杂的生物系统, 从而执行特定的设计功能, 实现目标产物的生产。

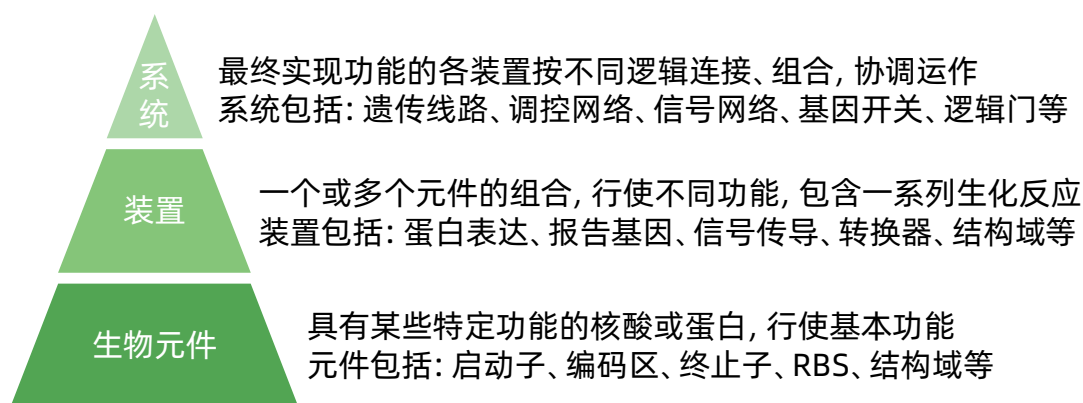


图6 | 模块化细胞构建的层级化结构: 生物元件-生物装置-生物系统 (来源: 公开信息、DeepTech)

### 模块化细胞构建具有以下优点:

标准化	将生物系统拆解为最基础的生物元件, 这些生物元件具有标准化、模块化的特征和功能, 方便研究人员更轻松地设计和组装。
可重复性	通过模块化方法, 可以将已经验证和优化的模块重复使用于不同的生物系统中, 方便研究人员更快构建新的生物系统, 避免从头设计和优化。
可扩展性	通过添加或替换模块, 可以实现逐步扩展和改进生物系统的功能, 实现更复杂的生物合成过程。
设计灵活	根据需要定制生物系统。通过组合不同的模块, 构建具有特定功能和性能的生物系统, 满足不同的应用需求。

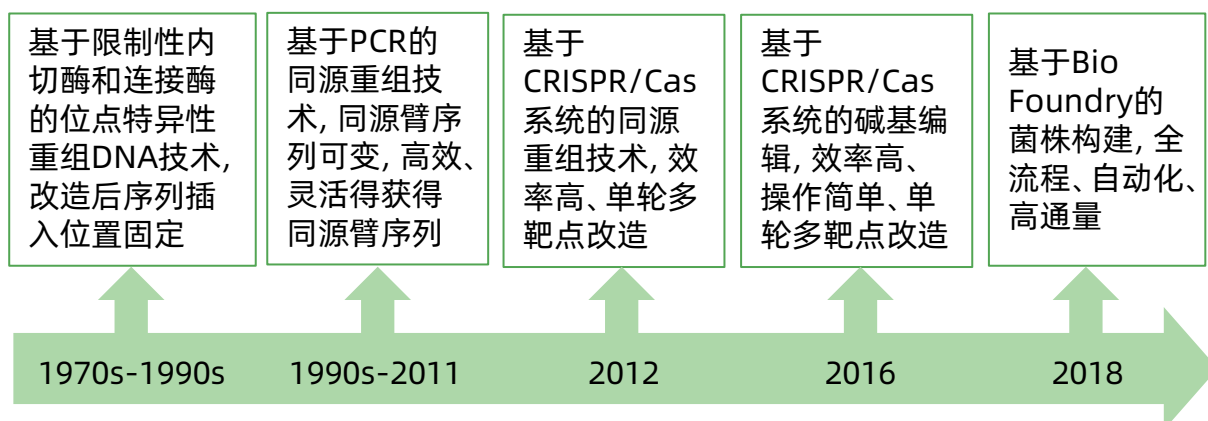


图7 | 遗传操作技术与基因编辑工具的代表性进展 (来源: 公开信息、DeepTech)



## 技术平台核心能力——高通量自动化工具

细胞构建后如何快速高效地获取到目标菌株成为合成生物学研发过程中关注的问题和壁垒。高通量筛选能力已经构成研发的核心竞争力之一，合成生物公司开始纷纷搭建自动化和高通量硬件设施，解决目标菌株高效筛选的难题。



### 微流控芯片

利用微流体技术，将液体样品和反应通道以微小尺度进行控制和操作。微流控芯片通常具备多个微型通道、阀门和泵等组件，用于并行处理多个样品的反应、分离和分析。



### 自动化液体处理工作站

实现对液体样品的高度自动化处理，包括液体分配、混合、稀释、反应等。它们通常配备液体处理臂、多通道分注器和液体处理头等组件，能够快速、准确地处理大量样品，提高实验效率。



### 高通量成像设备

常用的高通量成像设备包括高通量荧光显微镜、高通量细胞成像系统等。这些设备可用于观察和分析细胞、组织和生物标记物的动态过程，支持高通量筛选及其结果的可视化和定量分析。



### 高通量分析仪器

常用的高通量分析仪器包括高通量测序仪、高通量质谱仪、高通量流式细胞仪等。这些仪器能够同时处理多个样品，获取大量数据，并支持高通量筛选的实施。

图8 | 高通量自动化筛选的组成模块（来源：公开信息、DeepTech）

高通量自动化平台已从最初的单一设备阶段，进化到实验室自动化与智能化，然而单一设备不具有提升实验效率的能力，需要将设备融入研发平台体系中，并根据实际开发管线，积累技术经验与效率升级。在服务于多管线与不同场景中，通过数据及经验积累，以达到“二次开发”的效果。

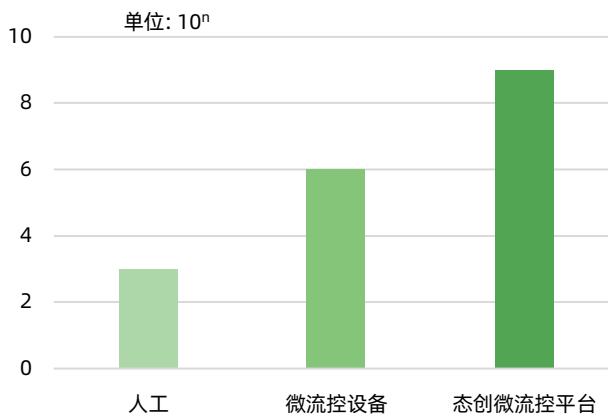


图9 | 微流控通量（来源：公开信息、态创生物）



## 技术平台核心能力——人工智能 (AI) 赋能

近年来人工智能技术发展迅速, 尤其是在深度学习和大数据处理方面进展显著, 使得人工智能在合成生物学领域的应用更加广泛和深入, 从最初应用于合成生物学的“学习”阶段, 逐渐拓展到整个DBTL循环, 并且在工程放大等领域都有所涉及。人工智能平台目标实现以下功能: ①快速准确鉴定活性物质和菌株性能; ②可控基因表达, 实现菌株智能操控; ③优化代谢通路, 实现“减负增产”; ④可控生物传感; ⑤AI酶设计; ⑥干湿实验结合, 数据可迭代优化。

- **数据分析和模式识别:** 处理大规模的生物数据, 如基因组、蛋白质组和代谢组数据等, 并应用机器学习和数据挖掘技术进行数据分析和模式识别, 发现基因与表型之间的关联、代谢途径的调控规律等, 为合成生物学的研究提供重要指导。
- **基因编辑和设计:** 预测和优化基因编辑工具 (如CRISPR) 的效果和特异性, 提高基因编辑的准确性和效率。
- **蛋白质设计和优化:** 辅助蛋白质的结构解析 (如AlphaFold)、设计和优化, 加速蛋白质工程的过程。
- **生物系统建模和优化:** 建立数学模型来描述生物系统的动态行为, 通过模拟和预测生物系统的响应和行为, 优化代谢网络等系统。
- **工程放大过程优化:** 利用大量发酵过程数据, 结合经验与理论, 通过发酵菌种验证、发酵工艺优化, 提升产量。

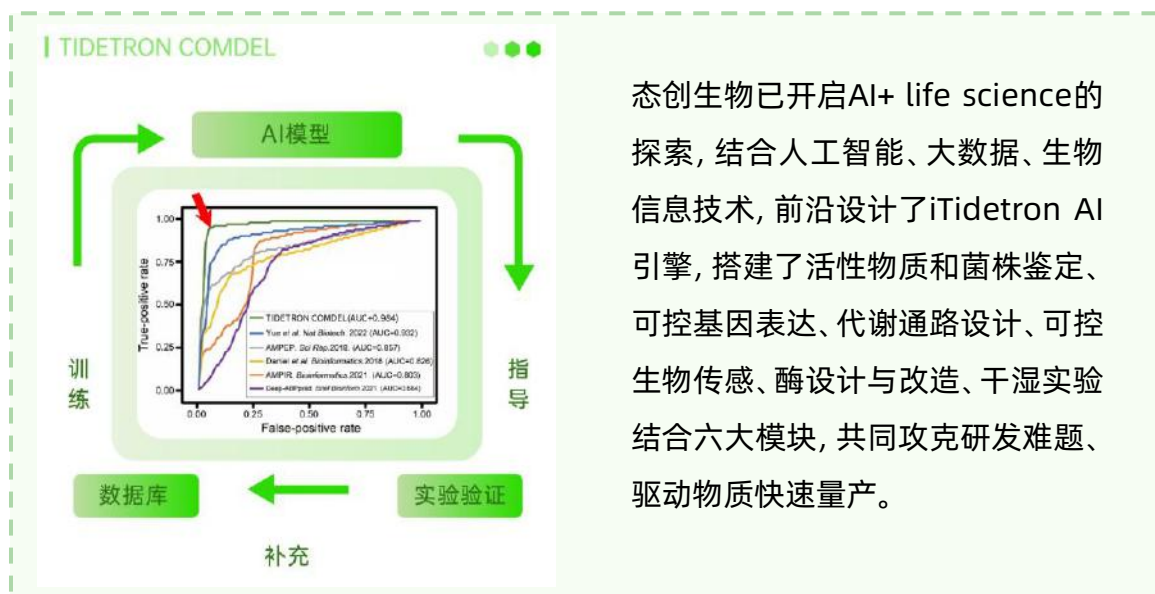


图10 | AI活性肽预测和挖掘模型 (来源: 态创生物)

态创生物已开启AI+ life science的探索, 结合人工智能、大数据、生物信息技术, 前沿设计了iTidetron AI引擎, 搭建了活性物质和菌株鉴定、可控基因表达、代谢通路设计、可控生物传感、酶设计与改造、干湿实验结合六大模块, 共同攻克研发难题、驱动物质快速量产。

## 规模化生产核心能力——高效发酵优化放大

高性能菌株从实验室走向工业化生产还需要经历小试、中试、量产等关键环节,这就需要企业构建高效发酵优化放大能力来满足高通量菌株性能验证及发酵工艺开发能力的需求,从而让实验室构建好的高性能菌株迈向大规模生产阶段。

### 生产用菌种筛选, 提升鲁棒性是关键

在工业生产中微生物需要暴露在更为复杂更为严苛的工业环境条件下完成高产高效的生产任务, 包括底物胁迫、代谢产物胁迫、环境压力等。鲁棒性是指生物系统在受到环境变化、随机事件(或细胞内噪声)和遗传变异等不确定干扰时保持其表型稳定性的一种特性。通过人工驯化、诱变筛选、定向进化等方式仍然是必要的手段。

在工业化生产过程中,文献报道产量最高的菌株大多数情况下并不能作为最终生产用菌株。通过导入外源基因或代谢通路的再设计,则微生物细胞的鲁棒性往往会被影响。通过定向进化技术,突破理性设计思路的桎梏,将合成生物学与传统的“诱变”结合到一起,配合生物传感器的加持,可以有效解决菌株在体系放大过程中出现生长不稳定、工业培养基适应性、产率产量与实验室数据差异过大等问题。

### 定向进化创新技术

PASTE (Phage-ASsociated Target Evolution system) 是一种创新的基因编辑技术, 主要用于在细胞内进行目标DNA序列的定向进化。不同于传统的CRISPR, 它用一种特殊设计的“突变酶”(mutagenic nucleases)来替代标准的Cas蛋白。这种突变酶能够在目标位点进行多次切割和修复, 从而在一个特定的DNA区域内引发多种突变。可在多个位点同时进行突变的特点, 为基因编辑带来了全新的可能性, 特别是在进行定向进化研究时, 其潜力巨大。对于工业应用, 尤其是酶设计和优化方面有着重要的价值。

- **酶工程:** 通过在特定氨基酸位点引入突变, PASTE可改进酶的活性或稳定性。
- **药物开发:** PASTE可定向进化抗体或其他蛋白, 以提高其与目标分子的亲和力。

## 规模化生产核心能力——高效发酵优化放大

### 高效优化放大打通“小试—中试—量产”路径

**先进传感器：**可以检测更多生物反应器中的参数，据此判断生物反应过程是否正常，而无需通过取样、离线检测再进行判断和调整控制策略，如发酵尾气分析、在线质谱检测、在线光谱检测、胞内代谢物实时荧光检测、发酵过程装备及数据处理自动化等。

**高通量平行反应器：**利用高通量平行反应器可以提高发酵实验的通量，更高效地实现发酵菌种验证、发酵工艺开发和放大等工作。

**发酵技术创新：**如高密度发酵技术、有氧-无氧双通道发酵、直接罐上实现菌种培养和发酵一体化等。

### 数字孪生有望成为发酵过程智能化的未来潜力

高效发酵优化放大技术正推动发酵过程向大数据发展，随着发酵数字化基础设施的逐渐完善，以及整个制造业向数字化、智能化转型升级，基于数字孪生系统的过程模拟、预测、优化策略、甚至自动优化调控等一定会进一步加速发酵过程的优化和放大进程。

在智能制造的驱动下，数字孪生整合了多属性、多维度、多应用的仿真技术，通过数字技术对物理实体对象的特征、行为、形成过程和性能进行描述和分析，并结合先进传感器、工业互联网、历史大数据等技术实现监控、预测、数据挖掘等功能。数字孪生的主要特点表现在：通过物理世界和数字世界之间的互联互通和智能化决策来实现生产过程的自组织、自适应和智能化运行。

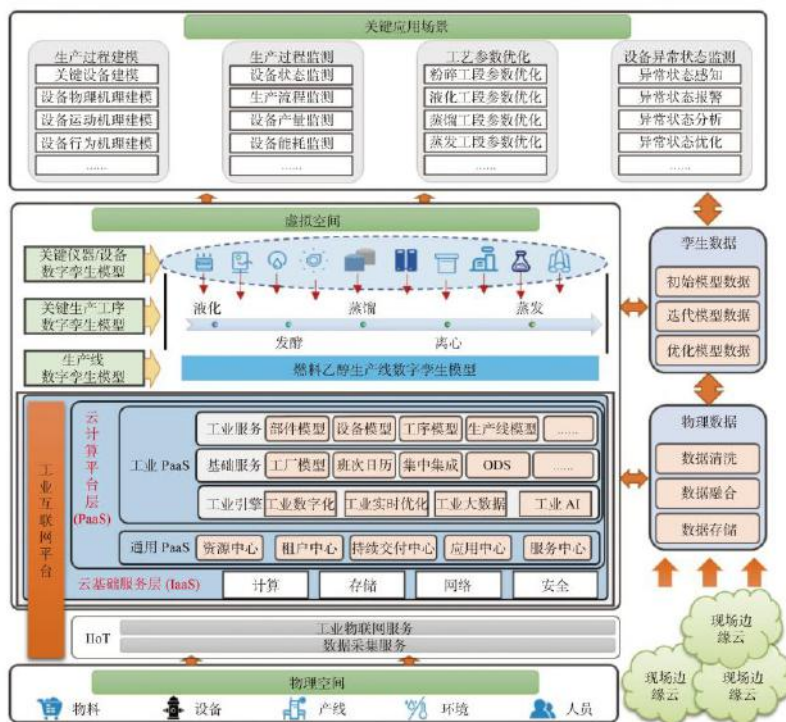


图11 | 数字孪生发酵生产框架（来源：CNKI）

## 规模化生产核心能力——大规模发酵技术

工程菌株大规模发酵的工艺开发和技术优化是工业化制造必然面临的重要课题。大规模发酵过程是多相反应体系, 从实验室小规模发酵到中试规模再到工业化生产, 发酵体积的增大会直接影响生产效率、生产成本和产品的质量稳定性。利用智能精密设备群、生物反应器的开发、数字化工艺, 运用合成生物数据驱动的逻辑, 推动传统发酵从粗放的曲线变化, 走向更深入的代谢流分析。

- **发酵工艺参数的优化:** 大规模发酵罐需要机械搅拌以保证培养基、氧气和热量的均匀分布。通过调节发酵参数, 如温度、pH、氧气供应、营养物质浓度等, 实现最佳生长和产物合成条件。
- **发酵过程的自动化和监控:** 应用自动化技术和传感器监测系统, 实时监控发酵过程中的关键参数。
- **污染控制:** 确保发酵过程的无菌条件, 采取适当的污染控制措施, 包括设备清洁和消毒、操作员培训和规范操作程序等。
- **规模放大和工艺转化:** 综合考虑设备、能源消耗、传热和质量传递等因素, 对发酵工艺进行规模放大, 实现从小规模到大规模的平稳过渡。

大规模发酵生产中, 实现绿色制造也非常重要, 如采用农作物秸秆、林业废弃物等非粮生物质原料替代粮食能源、清洁生产 (不采用化学试剂、重金属催化剂)、三低控制 (低能耗、低污染、低碳排放) 以及生物固碳等。

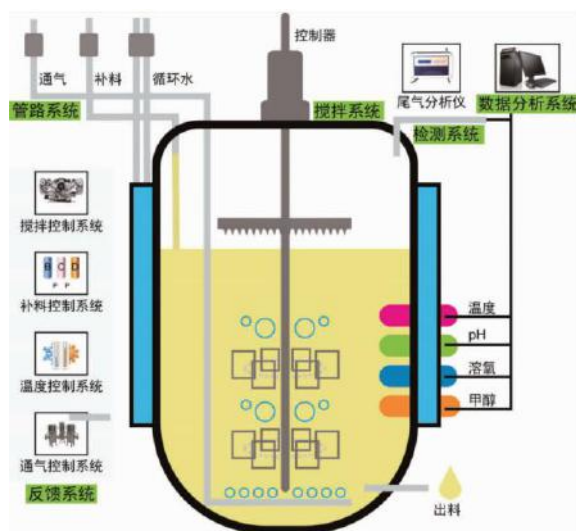


图12 | 经典发酵罐及相关控制参数 (来源: CNKI)

### 数字化中试模块

- 精密传感组合
- 普适放大算法模型
- 自动化发酵控制

### 发酵过程控制

- 发酵参数: pH、OD、温度、搅拌速度
- 取样分析: 菌体浓度、代谢产物
- 实时精密的发酵曲线检测与比对

### 数字化下游工艺

- 填料性能及成本数据分析
- 多次回收方案损失量与成本数据分析
- 提升收率、优化下游成本

图13 | 智能精密发酵控制 (来源: 态创生物)



## 多品种产业化能力——快速商业化落地&多样化产品覆盖

在竞争激烈的市场中,能够实现快速商业化落地构成了合成生物平台能力的核心竞争力和商业壁垒之一。而合成生物学平台商业转化历程包含了从基础研究到最终商业消费的全周期链条,大致可分为两个层面:

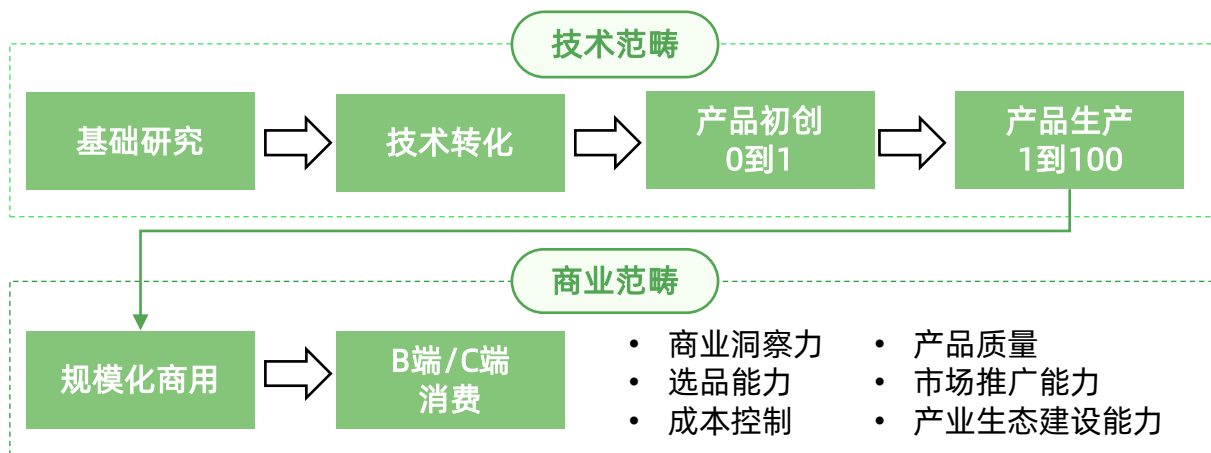


图14 | 技术与商业共同赋能多品种的产业化能力 (来源: 公开信息、DeepTech)

合成生物企业通过平台能力建设,可以提供多样化产品,实现跨行业覆盖来满足不同市场需求,从而扩大市场机会,提高企业竞争力,规避单一品种的行业周期风险,实现业务的多元化和收益的多样化。

要实现多样化产品跨行业覆盖,需要具备先进的技术优势、跨学科的团队组成、敏锐的市场洞察力、完善的供应链管理和大规模的生产能力。

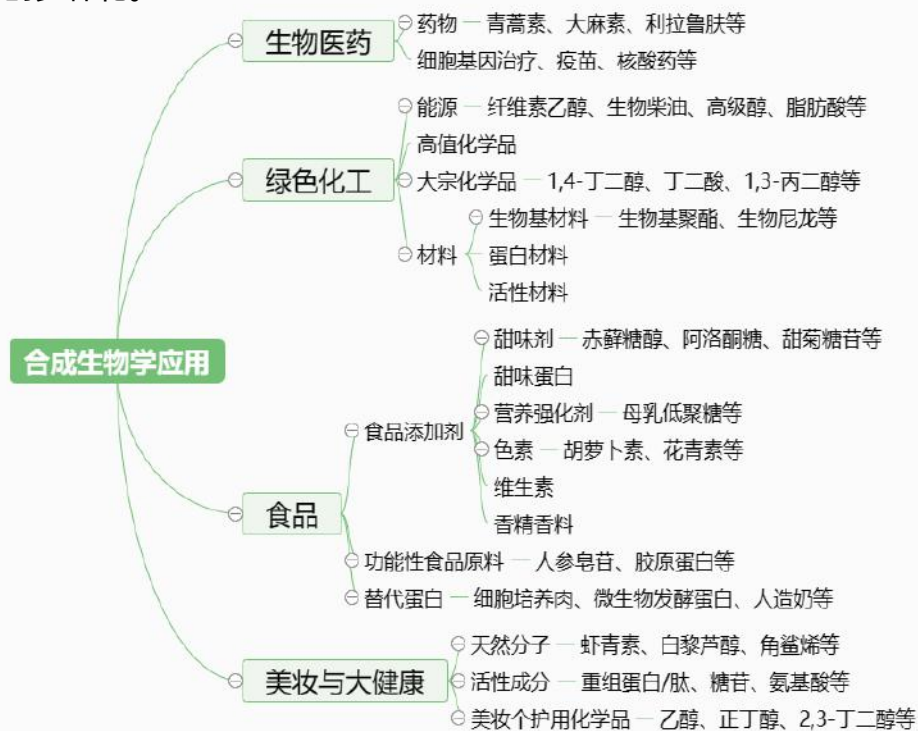


图15 | 合成生物学相关应用行业与多样化产品 (来源: 公开信息、DeepTech)

## 多元化合作能力——构建多元发展的产业生态

在全球化竞争环境下, 合成生物公司需要依托全链路平台能力建设, 通过多元化的合作, 构建全球产业生态, 来应对日渐激烈的挑战。通过与高校科研机构、产业同行、下游产品应用公司等合作伙伴打造开放合作模式, 实现资源共享与成本优化, 加速产品开发和市场推广, 以及拓展商业机会, 加快创新和发展步伐, 推动产业的进步与发展。

### 拓展专业知识和技术能力

通过与高校科研院所的合作, 公司可以跨越自身内部专业知识的限制, 拓展技术能力的范围。利用自身的全产业链布局, 协助打通科研院所的实验室小试阶段到中试放大、量产的生产链路, 加速科研成果转化。

### 实现资源共享与成本优化

开放的合作模式可以共享实验室设备、生产设施、人力资源等, 降低企业和合作伙伴的研发和生产成本。同时, 合作双方可以互相弥补双方专业知识和经验的不足提高资源的整体效益。

### 加速产品开发和市场推广

与行业领先者、合作伙伴或客户的合作可以提供市场洞察力、验证合成生物平台价值和市场渠道, 帮助更快地将产品推向市场并获得认可。合作伙伴的品牌影响力和资源支持有助于加快产品的市场渗透和推广速度。

### 拓展商业机会

通过与其他企业的合作, 可以共同开发新产品、共享知识产权, 甚至共同成立合资企业, 或者链接科研机构 and 投资方。多元化的合作模式可以整合双方的优势资源, 共同探索市场需求, 拓展产品的应用领域和市场份额。



图16 | 从0-1全链路解决方案模型 (来源: 态创生物)





# Chapter 3

## 合成生物全链路平台的产业化

- 全链路平台能力建设串联合成生物学产业各发展类型
  - ▷ 使能技术型      ▷ 技术服务型
  - ▷ 大单品导向型    ▷ 多产业链应用型
- 以市场需求为驱动开展选品和商业化
- 面向“存量替代”与“增量拓展”，宜采用不同商业化策略
- 开展应用研究, 打通合成生物“一站式”解决方案
- Ginkgo——横向整合, 推升核心技术壁垒
- 态创生物——多物质量产的平台型发展企业

## 全链路平台能力建设串联合成生物学产业各发展类型

大多数研究将合成生物按照“技术、平台、应用”的三分法对企业进行分类,当前来看已不适合当前合成生物创新企业的多管线布局。我们将合成生物公司按产品类别和管线数量的不同进行分类。值得注意的是,合成生物平台能力建设的浪潮中,技术服务型公司也可能或已经在孵化自有管线,多产业链应用型公司在打通产业链上下游后形成对外技术服务的能力。

### 使能技术型

生物制造领域的基础设施,为生物设计和研究提供了基础支持

- 仪器设备的研发、设计、制造企业,如贝克曼等生命科学仪器公司
- 合成、测序、数据库等服务企业,如金斯瑞、擎科生物等

DNA/RNA合成

测序

元件库

工具酶

菌株库

基因编辑工具

### 技术服务型

侧重打通DBTL的循环迭代,来建立一个生物体设计与软件开发的集成化平台,获得满足需求性状的微生物细胞工厂。这种模式强调技术创新和平台的建设,为合成生物提供了研发和技术支持,如Ginkgo、Codexis等。

菌株设计改造

酶工程

自动化平台

数据库服务

### 大单品型

通过核心大单品占领市场,将重点放在整个生产链的每个环节,更聚焦一类或几类产品品类的研发、生产和商业化。如Perfect Day、凯赛生物等。

生物医药  
&  
大健康

高附加值产品  
&  
天然产物

### 多产业链应用型

侧重全产业链布局、多领域应用、研产销一体化、开放合作等。技术方面建设合成生物能力平台,使企业实现技术的快速迭代和创新,并通过开放合作的模式吸引更多的创新者和创意,形成更广泛的产品线,拓展市场空间。当前各类合成生物创新型公司,大多建立了技术平台,并布局多条管线,但研产销一体化与开放合作的能力,仅有少部分企业重点布局,如态创生物等。

生物基化学品  
&  
大宗产品

农业  
&  
育种

## 使能技术型——生命科学领域广泛赋能的研发工具及服务

生命科学工具作为生物技术产业的底层支撑, 是合成生物技术发展的基石与土壤, 许多技术的发展均是建立在使能技术降本增效基础之上(如DNA合成与测序的成本指数级下降), 未来竞争的核心点仍然是核心技术和设备的开发或科研服务的摩尔定律式降本。

### • 高端仪器、试剂尚存差距

中国在原材料、规范化加工、辅助配件、在线检测等多个细分技术核心装备支撑系统领域相对落后。高端设备研发技术国外垄断, 使得国产替代研发投入回报风险高。包括核心检测仪器设备、零部件、高端仪器、生物反应器、过程传感检测、科研试剂、科研用酶、标准试剂等。生命科学工具国产替代是弯道超车的重点领域。

### • 科研服务商业化竞争充分

在中国的科研体量与增长态势下, 生命科学合成、测序等服务商的规模效应展开, 服务成本与价格下降, 当前中国已有上百家基因测序服务公司, 市场化竞争充分, 竞争优势在于紧跟前沿技术与服务成本、时效。

### • 合成生物平台化发展企业侧重于自建合成、测序平台

随着合成生物平台能力建设, 快速研发的飞轮转动, 第三方测序供应商的时效往往成为研发的限速步骤, 同时无法接入自有高通量自动化平台, 故越来越多的企业倾向于自建合成测序检测模块, 以提高整体效率。



\*仅为部分企业展示, 如果您也从事相关领域, 欢迎与我们联系交流(来源: 公开信息、DeepTech)

## 技术服务型——向市场提供平台型研发服务或研发外包

侧重菌种的设计改造、酶工程与高通量自动化系统开发, 通过软件工程、生化工具、基因工程、自动化平台、机器学习与数据科学、代码库等技术, 打通DBTL的循环迭代, 来建立一个生物体设计与软件开发的集成化技术服务平台。

- 菌株设计与酶改造, 强调节点交付能力

通过构建一套软件系统, 可模拟细胞中的代谢途径, 从而设计和预测基因修饰将会对细胞代谢途径产生的互作, 实现工程化的海量试错从而加速设计周期。新酶的发掘、认知及改造是关键步骤, 尤其是对于非天然的目标产物, 关键催化酶的构建就成了构建细胞工厂中最为关键的一步。相关菌株设计与酶改造的企业, 根据客户需求设计和定制开发微生物和关键酶, 并以此为交付产品。

- 当研发能力外溢时, 技术服务型公司会孵化自有管线

在打造高通量自动化的快速研发能力的同时, 当研发能力建设超出市场需求, 向生产制造延伸是其最佳的选择, 也是验证其研发能力和选品能力的重要手段。技术服务企业经历早期的技术平台建设后, 通过孵化自有管线、对外合作共同开发等方式, 纷纷走进垂直产业化阶段。

- 合成生物平台化发展企业, 倾向于建设自有高通量自动化平台

建设高效链接的高通量自动化模块, 包括高通量代谢系统、高效率发酵系统、超洁净纯化系统、超精准检测系统等, 通过互相协作、高效运转, 极大地提升研发效率。



\*仅为部分企业展示, 如果您也从事相关领域, 欢迎与我们联系交流 (来源: 公开信息、DeepTech)



## 大单品导向型——聚焦一类或几类产品的商业化

大单品一般具有较高的市场规模和市场总需求量或依托于某一优势技术开展的产品开发。一般情况下，聚焦从某一品类的生物构造、发酵纯化到产品改性的全链路。这种类型的企业成功实现规模化生产和商业化后具有较强的盈利能力，但也面临寻求第二增长曲线的挑战。

核心产品	代表企业			
PHA	 微构工场 PhaBuilder	 Bluepha 蓝晶微生物	 麦得发 MedPHA	
PLA	 NatureWorks	 金丹 JINDAN	 肆瓦科技	
二元酸	 CATHAY INDUSTRIAL BIOTECH	1,3-丙二醇	 GLORY 美景荣	 清大智兴 Tsingda Smart Biotech
L-丙氨酸	 华恒生物 HUAHENG BIOTECH	透明质酸	 华熙生物 BLOOMAGE BIOTECH	 爱美客 IMEiK
胶原蛋白	 巨子生物 GIANT BIOGENE	 jinbo 锦波® 生物医美	 创健医疗 TRAUTEC	
Car-T	 LEGEND BIOTECH	 CARSGEN THERAPEUTICS	 FOSUNKite ——复星凯特生物——	 IASO 驯鹿生物
mRNA	 moderna	 BIONTECH	 ABOGEN 艾博生物	 StemiRNA 斯微生物
微生态 疗法	 Rebiotix Microbiota Restoration Therapy	 MoonBiotech 慕恩生物	 XBI-ME   未知君	 零一生命 01 LIFE TECHNOLOGY
器官异种 移植	 miromatrix	 eGenesis TRANSFORMING TRANSPLANTATION	 QIHAN BIOTECH ENGINEERING LIFE	
替代蛋白	 PERFECT DAY	 昌进生物 CHANGJIN BIOTECH	 JOES FUTURE FOOD	 CellX 食未科技
基因编辑 育种	 BellaGen 舜丰生物	 乔永生科	 VINI 未来 FOR FUTURE BREEDING	 弥生生物 GENE MISSION

\*仅为部分企业展示，如果您也从事相关领域，欢迎与我们联系交流（来源：公开信息、DeepTech）

## 多产业链应用型——全链路多品类产品布局

更多聚焦于高附加值产品，如化妆品原料、天然提取物、食品添加剂等，此类产品应用覆盖广、单价高，但市场需求量往往较小，这就需要多产业链多管线产品布局，并与产业链上下游充分打通。对生产效率和规模要求较低，容易形成规模和成本优势，成熟产品市场替代，创新产品提升增量。

- 大多聚焦原料端的研发与生产，应用研究尚缺乏

上游原料的供给不能完全解决产业应用的问题，一个产品若想走通商业化的全流程，需要打通走向市场的关键一步，需要进一步进行基础研究、配方研究与应用及合规质控，为客户伙伴提供优质绿色原料及全链路解决方案。

- 根据市场需求把握选品逻辑

在选品逻辑上，需要保持市场敏锐度把握切实需求，从消费品、高价值产物入手，逐步拓展到大宗原料。在选品上需要考虑与传统生产方法比较是否具有成本优势、工艺优势、产品质量优势，是否符合市场需求，下游市场空间等。



\*仅为部分企业展示，如果您也从事相关领域，欢迎与我们联系交流（来源：公开信息、DeepTech）



## 以市场需求为驱动开展选品和商业化


当前阶段, 合成生物无法解决所有问题, 产业化的过程中, “选品”被认为是面临的重要挑战之一, 从选品到研发的成功, 往往需要经历较长的时间周期, 需要综合考虑到生产规模、准入门槛、开发难度、市场需求等因素, 前期产品如果选择没有成熟产业化的产品, 就意味着要同时承担研发、制造、销售、渠道和产品风险。

评判一家合成生物学公司的能力, 目前虽然仍以研发周期、生产性能等出发, 但产业化经验、成本控制、产品和市场的链接度等诸多方面也很重要。为了规避选品决定成败的问题, “全链路平台能力建设”是重要的方向, 建立全产业链布局的能力, 涵盖研发能力、规模量产能力、产品应用能力、商业化能力。

相较于海外合成生物企业偏向技术创新为出发点的商业化策略, 中国合成生物企业更加以市场需求为驱动, 倾向选择技术已跑通、转化程度高、门槛略低的方向优先进行商业转化。

这两个出发点的逻辑都是正确的, 但有技术不代表能把技术变成市场, 很多时候原料的市场天花板也决定了企业的天花板。如果能更全面地考虑选品和商业化, 将获得更广阔的发展空间。

故研发产品的“储备”非常重要, 当已有足够多的产品“在库”时, 可以根据市场动向、客户需求等, 掌握主动, 将储备的产品迅速推向市场。



我们也往往可以看到商业化的失败案例, 如 Amyris 于 2023 年申请破产重组, 其曾在合成法尼烯原料上取得较大成功, 通过加氢生成法尼烷用作生物燃料, 但遭遇油价大幅下降, 法尼烯作为生物燃料失败, 后通过法尼烯合成角鲨烷用作化妆品领域获得成功, 但其并没有继续提升原料方面的优势, 转而开展 C 端业务, 并拖垮公司。

相似的, Zymergen 开发了具备突破性的聚酰亚胺薄膜系列产品, 却忽略了推进后续产品落地和量产的难度, 把尚未进行市场教育、市场前景也不明朗的产品, 放到第一管线来做, 并在推广落地过程中面临较大阻力。最终于 2022 年被 Ginkgo 收购。

## 面向“存量替代”与“增量拓展”，宜采用不同商业化策略

合成生物在不同应用领域的市场情况可以大致分为两类，一类是存量替代，另一类是创新的增量拓展，两类市场对产品的要求不同：

- **存量替代**：市场的要求是融入现有供应链体系，尤其是化工类产品，以生物基产品达到“强链”和“补链”的作用，由于生物基产品与传统石油基产品的生产过程差异，涉及生物基杂质痕量检测及除杂纯化，使生物基化学品有效进入现有化工体系。
- **增量拓展**：市场对原料的接受程度不同，需要一定程度的市场教育，以高附加值产品类为例，需要在上游原料的基础上进行改进和复配，以解决活性成分在终端产品应用过程中可能出现的一系列问题和痛点，确保活性成分在终端产品中表现出色。

应用领域	生物医药&大健康	高附加值产品&天然产物	生物基化学品&大宗产品	农业&育种
市场类别	增量拓展	存量替代+增量拓展	存量替代	增量拓展
市场需求	单品价高 生产规模较小	单品价高 生产规模较小	单品价低 生产规模较大	单品价低 生产规模较大
商业化门槛	以科学与技术突破为导向	对生产效率和规模要求较低，易形成规模 and 成本优势。成熟产品市场替代，创新产品提升增量	生物基产品接入产业链能力，对成本和效率敏感	技术升级和品种换代为核心动力

表5 | 合成生物选品方向比较（来源：公开信息，DeepTech）

面对不同市场的选品逻辑不同，市场的准入门槛也不同。在选品逻辑上，需要保持市场敏锐度，把握切实需求，兼顾“产得出来”、“卖得出去”。早期规模较小时，应先发力于高价值产物，规模扩大、生产线完善后开发大宗原料、工业制剂等，以多管线布局广泛地服务于产业。医药和农业育种领域应用相对垂直，同样需要把握选品从易到难的节奏。存量替代市场应考虑如何融入产业链上下游，或以生物制造的低价格直接替换；增量拓展市场应更多考虑市场空间，选择天花板较高的垂直领域，并做好市场推广。

在合作上，开放整合产学研各界的资源，将助力凝聚各方力量攻关突破，例如尖端科研成果的转化、产业内需的关键突破等。针对不同合作伙伴的需求，在上游研发端、下游放大端、商业化落地端，开展各类合作和服务，共创共赢，共同探索更多可能性。

## 开展应用研究, 打通合成生物“一站式”解决方案

无论存量替代还是增量拓展市场, 都需要对合成生物产品开展应用研究, 包括基础研究、配方研究与应用、合规质控等方面, 以“高标准、系统化”把控从产品开发、产品应用到产品上市的每一步。同时需要建立全面系统的检测技术体系, 用以支撑产品上市前的“千锤百炼”, 从研发端即严格把控产品质量。

### 基础研究

以化妆品为例, 通过功效性研究、安全性研究、透皮性研究、稳定性研究等, 突破功效靶点、微胶囊包裹及透皮吸收效果, 保障安全性与稳定性, 打磨优质产品的同时为客户提供全面系统的产品背书。

### 配方研究与应用

进一步拓展原料应用研究、原料液态工艺研究与转化、配方研究与转化, 根据原料的定制需求、产品的落地场景、终端消费趋势, 不断优化产品应用体验。

随着政策监管力度加大, 源头原料供应端需要对原料的合规性有准确把控。需要重视新原料/产品备案/注册、原料的质控及合规性研究、产品的质控及合规性研究、国内外法律法规研究等, 积极防范各类风险, 提供安全安心、可持续的价值。

### 复配配方开发流程

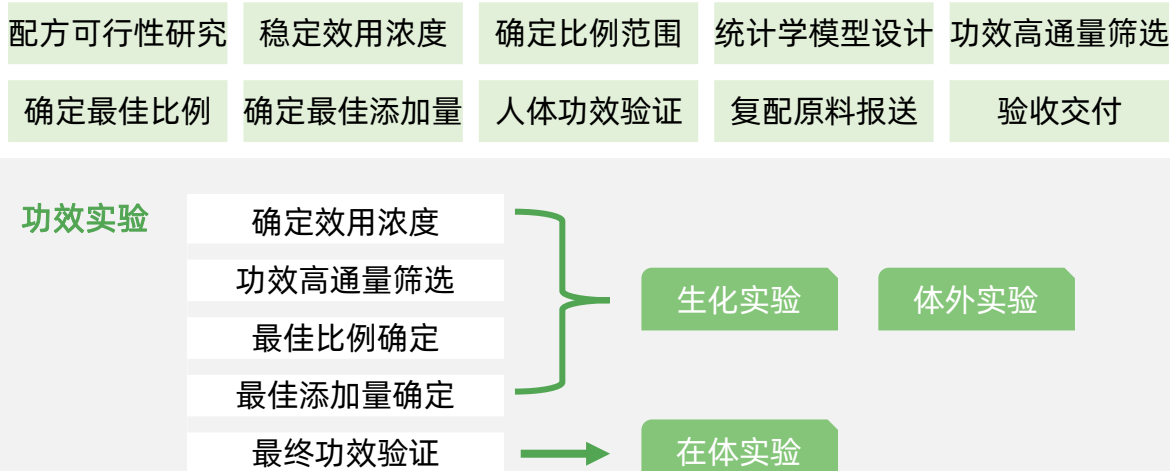


图17 | 配方研究与应用基本流程 (来源: 态创生物)

## Ginkgo——横向整合，推升核心技术壁垒

定位“生物设计公司”以菌株改造及自动化平台为核心，集成和标准化合成生物学技术，向下游客户提供标准化的合成生物学接口和解决方案。



Ginkgo的核心资产是**细胞铸造厂 (Foundry)**、**代码库 (Codebase)**，主要用于菌株设计、改造和生产技术。

- **细胞铸造厂**：根据客户需求，利用专有软件、数据库和自动化设备，开发目标菌株，通过里程碑付费和销售分成的方式，开展对外开展合作。开发可模拟细胞中的代谢途径系统，从而设计和预测细胞代谢途径（类似于数字孪生）。代谢途径设计完成后开展湿实验对细胞进行构建，小试成功后以微生物本身交付产品。
- **代码库**：收纳了大量可重复利用的生物信息（基因、菌株信息）资产，并与细胞铸造厂协作收集原始实验数据，2022年进行了大约7000万个菌株测试。在2021年推出了“细胞开发套件”为蛋白表达提供了所需的工具包，包括宿主细胞、自动化能力、设计、构建、测试指导，为客户提供服务。

Ginkgo选择通过并购、收购、投资等方式，强化业务能力并拓展新的业务出路，选择技术层面具有深度协同和互补特性的企业，是达成协同，共同发力的一种发展模式。



图18 | Ginkgo的横向整合（来源：公开信息、DeepTech）

## 横向整合, 开展广泛合作与多领域应用

Ginkgo开展了广泛的合作, 包括制药与生物技术领域、工业与环境领域、粮食与农业领域、食品领域、消费者与技术领域等多方面。



Ginkgo已经服务了多行业多客户的项目, 累计客户超过100家, 拥有广泛的终端市场, 项目涉及生物化学、新分子发现、酶优化、动物蛋白质、活细胞、生物工艺优化等。



图19 | Ginkgo的合作企业图谱 (来源: Ginkgo、DeepTech)

大多的合成生物公司倾向于垂直整合, 即在某一个赛道深耕, 并开展垂直整合与生产制造, 而Ginkgo更注重横向整合, 从而获得了高于其他企业的研发能力, 诸如拜耳、辉瑞等拥有强大研发能力的企业也有需要Ginkgo技术能力的地方, 从而体现了Ginkgo的竞争优势。与此同时, 仍然在不断提升核心竞争力, 与谷歌公司合作, 开发新型大型语言模型 (LLM), 应用于药物发现和生物安全等领域。

单纯的平台技术服务的模式也为其埋下了收入不稳定、价值与利润难以有效转换的隐患, 当平台愈发完善, Ginkgo也有可能继续向产品推进, 转向做自研产品生产管线, 如 Motif Foodworks是其在食品领域的衍生公司。



## 态创生物——多产业链应用的平台型发展企业 态创生物

态创生物通过打造合成生物平台，以技术为基础，以生产为抓手，以产品为突破，以市场为导向，四大板块互相推动、正向加速，率先实现研产销一体化、全产业链布局、可持续发展。聚焦于“医食美安”领域，与合作伙伴共建全球合成生物产业生态，同时平台的开放合作加强产业融合，将来自市场/产业的反馈给到技术创新/研发端。



### 【技术力】以技术为基础，突破行业量产瓶颈

态创生物搭建了自动化研发平台，内载菌株库与元件库、AI引擎等，极大提升研发效率，链接研发生产每一步。形成上游以元件、菌种库等平台助力细胞工程搭建；中端注重目标产物合成路径、代谢路线、表达载体等高效循环运作，通过微流控等平台提升发酵效率；下游构建完善的小试-中试-量产路径。实现多种跨领域产品量产能力。

#### • 菌株库与元件库

通过自建的菌株库与元件库，基于基因大数据平台，可按需求对底盘细胞进行针对性的组装和改造，为迅速构建合成目标物质的“细胞工厂”提供基础资源与数据储备。

#### • AI预测模型

结合高通量测序和人工智能，自主研发活性肽预测和挖掘模型，在活性物质预测和挖掘上，具有准确性高、稳定性好和实用性广等特点，可鉴定自然界中菌株的功能和用途，为构建“细胞工厂”提供强有力的支撑。2023年11月率先开放了AI抗菌肽预测和挖掘系统。抗菌肽 (AMPs) 是一种具有广谱抗菌作用的小分子活性肽，不仅耐酸碱、抗肿瘤、抗病毒，还不易产生耐药性。然而由于其序列短、多样性高、相似性低的特点，抗菌肽的研究在很大程度上仍然需要借助反复的实验验证，这就给了AI赋能的机会。



## 【技术力】以技术为基础, 突破行业量产瓶颈 态创 TIDETRON

### • 生物工程技术

运用CRISPR-Cas等多种基因编辑工具全方位提升“细胞工厂”的合成效率, 结合基因工程、酶工程等多种技术手段, 在底盘细胞中实现代谢通路的搭建和优化, 最终形成尽可能多的工程菌样本库, 极大地提高获取目标菌株的成功率。

### • 定向进化与微流控/高通量筛选

通过微流控与定向进化相结合的方式以突破传统的“理性设计”, 在“细胞工厂”合成通路中引入定向突变过程; 当前微流控平台通量可达 $10^9$ 细胞/天, 高于传统筛选方式3-4个数量级, 筛选过程也从几年缩短至几个月。



图20 | 自动化研发平台与AI辅助设计 (来源: 态创生物)

在代谢调控研发能力外, 还具有高效率发酵系统、超洁净纯化系统、超精准检测系统。如采用高密度发酵技术、有氧-无氧双通道发酵、直接罐上实现菌种培养和发酵一体化等发酵技术, 搭建了高效率、高产量的物质发酵体系。为保证产品的高纯品质, 不断提升目标产物的纯度, 采用模拟移动床色谱、超临界二氧化碳萃取、双水相分离等技术, 使大部分物质的纯度可达99%以上。基于丰富的检测分析经验, 将检测工作贯穿菌株构建、发酵、纯化等各个阶段, 从研发端就严格把控产品质量, 高效的检测系统24小时自动运行, 每月可完成3-4千个样品检测。

## 【生产力】规模化量产实现稳定产能供应



态创生物通过建设自有智能工厂，研发物质通过一系列工艺完善，最优菌株在定制的智能发酵系统中快速发酵量产，产物经分离纯化后，获取纯度高、活性好、质量稳定的目标物质。目前已覆盖美妆、食品、大宗原料、工业制剂等生产线，年度产能超万吨。

## 智能发酵，精密控制提升效率及品质

结合智能精密设备群、生物反应器的开发、数字化工艺，运用数据驱动的逻辑，推动传统发酵从粗放的曲线变化，走向更深入的代谢流分析。同时，严格把控各批次产品的一致性和质量稳定性。

## 稳定产能，自主搭建稳健供应系统

目前已建设四大生产线，年度产能超万吨：美妆数百吨、食品6000吨、大宗原料2000吨、工业制剂5000吨。通过自主搭建稳健供应系统，提供优质、绿色、稳定的原料供应及标准化服务。

## 质控管理，以高水准品质交付客户

拥有ISO14001认证、食品安全FSSC认证、EFfCI认证、天然产物COSMOS认证、FDA认证等多项国际权威认证，并贯彻质量管理体系和标准化流程操作，高水准品质交付。

## 绿色生产，生物制造迭代传统生产

加快非粮生物基原料的开发和应用。清洁生产，不采用有害化学试剂、重金属催化剂等。绿色低碳管理，达到能耗低、污染低、碳排放低。万吨级生物固碳技术年固定约3000-4000吨二氧化碳。

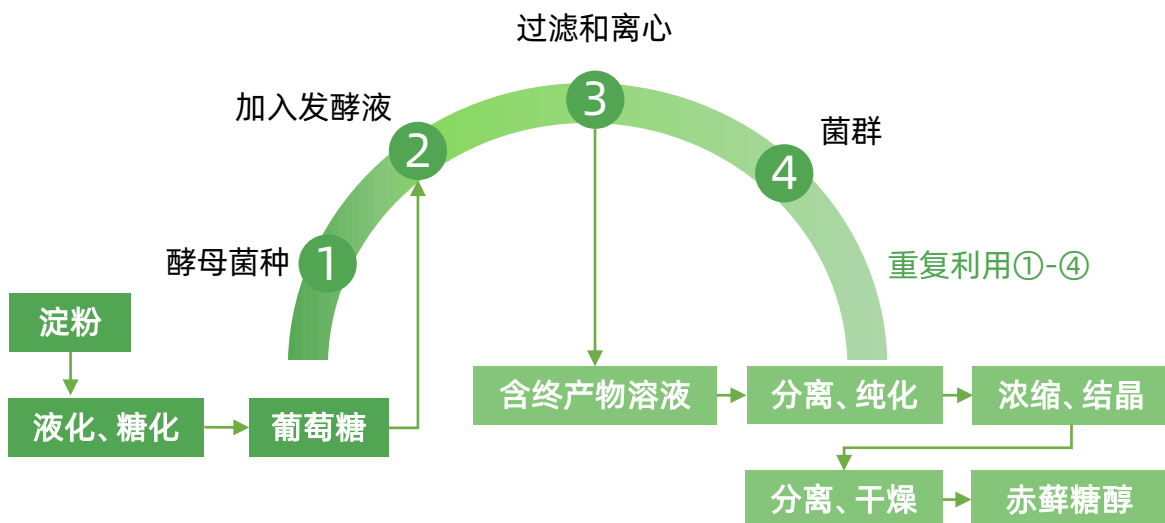


图21 | 生产工艺流程——以赤藓糖醇为例（来源：态创生物）

## 【产品力】多管线抵达“医食美安”多领域



依托底层技术的普适性及后端放大生产经验，已实现在库原料产品突破50种，满足了“医、食、美、安”多领域需求。在选品逻辑上，保持市场敏锐度把握切实需求，从消费品、高价值产物逐步拓展到大宗原料。

打造研究与应用中心全方位赋能产品，进行基础研究、配方研究与应用及合规质控，为客户伙伴提供优质绿色原料及全链路解决方案。



图22 | 以需求为导向，绿色应用覆盖医食美安（来源：态创生物）

## 以化妆品为例，研究与应用中心赋能新品

- 基础研究：**通过功效性研究、安全性研究、透皮性研究、稳定性研究等等，专注突破功效靶点、微胶囊包裹及透皮吸收效果，保障安全性与稳定性，严格打磨优质产品的同时为客户提供全面系统的产品背书。
- 配方研究与应用：**美妆板块不仅开拓了30多种纯净美肤原料，并针对化妆品行业普遍的功效痛点开发科学复配方案。精准锁定功效靶点定向设计，通过科学的实验设计&模型搭建寻找构成配方的最优组分比例，已上新多种配方，涵盖抗皱、抗氧化、舒缓修护等多种功效，并且可支持定制配方产品开发。
- 合规质控：**例如COSMOS STANDARD (COSMOS标准) 标识是全球备受信赖的有机和天然化妆品消费者的保障。态创生物目前已获得8个“COSMOS APPROVED (COSMOS原料批准)”认证，包括精氨酸/赖氨酸多肽、寡肽-1、蓝铜肽、依克多因、九肽-1、肌肽、麦角硫因、六胜肽。

以微流控技术搭建高效纳米载体系统，开发脂质体包裹，促进透皮吸收、提高水溶解度及稳定性，支持定制多效包裹物。目前已取得新型九肽-1等多项成果，透皮吸收效果提升约50%。

## 【市场力】共建全球合成生物产业生态



**从产品到市场** 态创生物拥有稳定的供应体系和强大的销售、新业务拓展团队，已打通全球100+工厂与品牌，正进入头部品牌供应体系，国内合作伙伴有伊肤泉、伊丽汇、王老吉、椰泰、春光等。合作模式主要是原料供应、配方开发及产品全链路解决方案等服务。



图23 | 产业合作案例（来源：态创生物）

**从技术到市场** 态创生物携手10+院士、30+专家，与中山大学、江南大学、南京工业大学、生物岛实验室等院校及科研机构开展合成生物技术转化合作。例如与江南大学的陈坚院士共同成立了合成生物技术联合研究中心，对母乳寡糖等物质进行研发突破和转化落地，此外还有中山大学-态创生物工程生物技术联合研究中心、未来生物材料联合研究中心、粤港澳大湾区合成生物创新技术转化中心。

- 与知名调味品品牌建立研发合作。
- 协助院校食品管线落地转化。在短时间大幅提升菌株生产效率、降低生产成本、提升产物质，并协助院校将改造后菌株连接至意向企业。
- 连接院校团队与行业头部企业进行香精香料领域联合研发。帮助连接国内头部香水品牌及世界头部香水原材料供应商，与态创生物共同研发新型香精香料原材料。
- 协助院校疫苗佐剂核心成分管线落地。连接某蒽类有机物管线与国际知名药物贸易企业，进行生产资质认证，完成院校管线的最终落地。



图24 | 态创开放平台合作，加速产业化进程（来源：态创生物）



## 结语

通过本研究报告的讨论, **我们可以看到一个初步的趋势**: 当前合成生物产业规模逐渐扩大, 各个细分领域也不断涌现出创新的产品和技术, 合成生物行业进入从技术考验到综合实力的比拼, 随着技术平台的成熟, 合成生物平台型企业逐渐具备开发多管线产品的能力, 并衔接自有工厂的放大生产, 对外供应稳定产能, 并开放多元化的合作模式, 实现研产销一体化、全产业链布局, 通过打通上下游形成一个完整的“大平台”。其良性的产业生态、全面的能力更有利于可持续发展。

**合成生物全链路平台能力建设的核心目标**: 提高合成生物学的应用效率、扩大应用范围和加速产业化进程。通过构建全面的产业核心能力, 合成生物学能够更好地满足多产品多行业多领域的产业需求, 推动创新和可持续发展。

**所需要的合成生物平台能力包括**: 完备高效的技术研发平台、全产业链布局、研产销一体化, 涵盖研发能力、规模量产能力、产品应用能力、商业化能力等。

在合成生物历经20余年的发展历程中, 合成生物既是一揽子技术和方法论, 也是一个科技和产业深度交叉的学科。需要在技术平台上加大研发投入, 以积极推动技术发展; 同时更需要积极地拓展开放包容的合作, 打造交流土壤, 使研究成果能够高效转化为具有商业价值、可落地的产品和服务。从单一产品或应用领域扩展到多个产品和广泛的应用领域, 凭借良性的产业生态和全面的能力实现合成生物持续发展。

### 态创生物

### 关于联合发布方

态创生物, 全球首批实现多种物质量产的平台型合成生物企业。通过打造合成生物平台, 以技术为基础, 以生产为抓手, 以产品为突破, 以市场为导向, 四大板块互相推动、正向加速, 在行业内率先实现研产销一体化、全产业链布局、可持续发展。以高效、安全、绿色环保的生物制造方式, 专注满足民众“医食美安”新需求, 并携手各领域合作伙伴, 共建全球合成生物产业生态。



## 版权声明

本报告由《麻省理工科技评论》中国发布,其版权归属北京演绎科技有限公司(DeepTech),《麻省理工科技评论》中国对此报告拥有唯一著作权和解释权。没有经过DeepTech及《麻省理工科技评论》中国的书面许可,任何组织和个人不得以任何形式复制、传播等。任何未经授权使用本报告的相关商业行为,DeepTech及《麻省理工科技评论》中国将依据中华人民共和国相关法律、法规追究其法律责任。

## 免责声明

本报告所载数据和观点仅反映《麻省理工科技评论》中国于发出此报告日期当日的判断。《麻省理工科技评论》中国对报告所载信息的准确性、完整性或可靠性做尽最大努力的追求,但不作任何保证。在任何情况下,本报告中的信息或表述均不构成任何投资等建议,本公司对该报告的数据和观点不承担法律责任。不同时期,《麻省理工科技评论》中国可能会发布其它与本报告所载资料、结论不一致的报告。同时《麻省理工科技评论》中国对本报告所载信息,可在不发出通知的情形下做出修改,读者应自行关注。

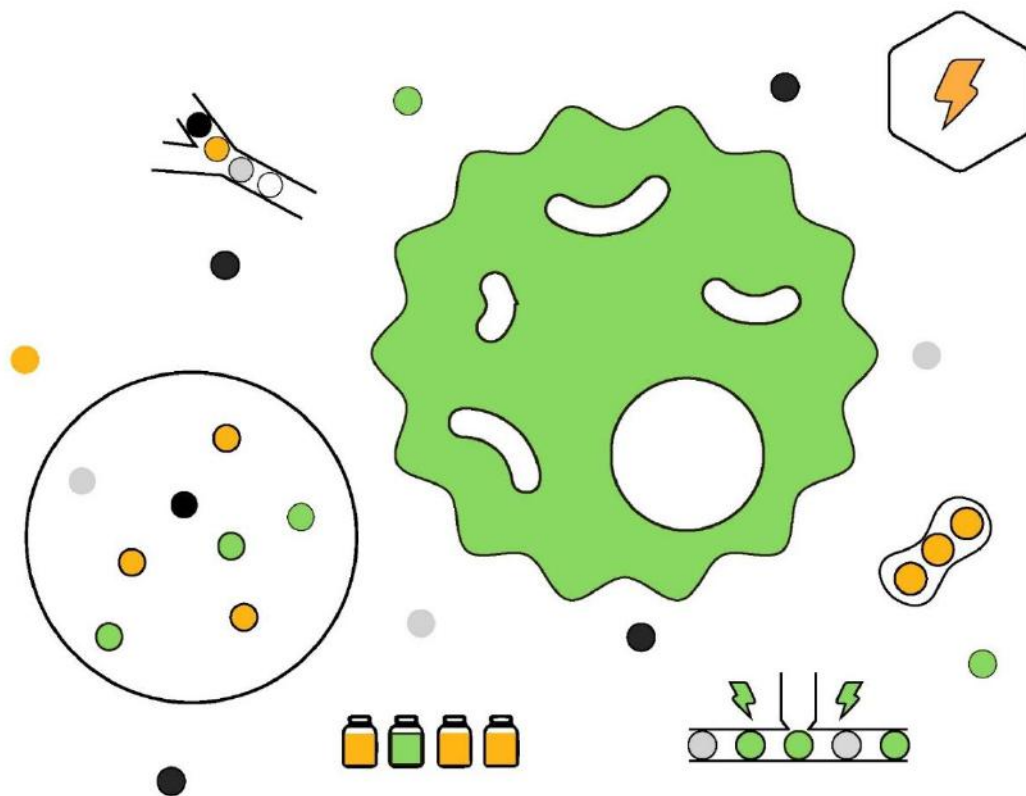
## 关于《麻省理工科技评论》中国

《麻省理工科技评论》(*MIT Technology Review*)于1899年在美国麻省理工学院创刊,是世界上历史最悠久、影响力最大的技术商业类杂志。内容覆盖广泛,涉及互联网、通讯、计算机技术、能源、新材料和生物医学领域。

2016年,《麻省理工科技评论》(*MIT Technology Review*)与DeepTech合作落地在中国,并以《麻省理工科技评论》中国为主体发掘改变世界的新兴科技,以全球新兴科技创新服务平台,影响那些关注科技及其影响的人。

## 关于 DEEPTech

DeepTech成立于2016年,是一家专注新兴科技的资源赋能与服务机构,以科学、技术、人才为核心,聚焦全球新兴科技要素的自由链接,为产业、政府、高校、科研院所、资本等科技生态的关键角色提供服务,通过科技数据与咨询、出版与影响力、科创资本实验室三大业务板块,推动科学与技术的创新进程。



@《麻省理工科技评论》中国版权所有

Find Out More

<https://www.deeptechchina.com>

<https://www.mittrchina.com>

Contact Us

[songbingran@deeptechchina.com](mailto:songbingran@deeptechchina.com) M: +86 18811152209

[research@deeptechchina.com](mailto:research@deeptechchina.com) M: +86 18813083977

Office

北京市朝阳区亮马河大厦2栋17层

浙江省杭州市余杭区仓前街道梦想小镇创业大街8幢B座

上海市徐汇区淮海中路1325号瑞丽大厦7层

广东省深圳市南山区云科技大厦7层

DEEPTech



DeepTech



态创生物