

## 合成生物学系列深度报告（二）

# 合以新质，成以造物

证券分析师：朱国广

执业证书编号：S0600520070004

联系方式：zhugg@dwzq.com.cn

证券分析师：徐梓煜

执业证书编号：S0600522080001

联系方式：xuzy@dwzq.com.cn

2024年6月18日

# 并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

- 在此前的《合成生物学深度报告（一）：合聚万物，成致未来》中，我们梳理了合成生物学的底层逻辑、技术壁垒与产业链。本报告将聚焦于合成生物学的支持性政策与合成生物学在医药、化工品和替代蛋白细分子领域，对合成生物学的发展与应用端落地进行更深入的挖掘。
- 合成生物学指通过对生物体进行有目标地设计、改造，可以实现以合成生物为工具进行物质加工与合成的新型生产制造方式。合成生物学受益于基因合成、编辑等领域内的长足进步，逐渐发展成了以“设计-构建-测试-学习”（DBTL循环）为核心的研发模式和发酵为主导的放大生产模式。合成生物学由于存在多学科交叉、对技术、成本控制、研发人员要求高，具有强壁垒属性。根据麦肯锡研究，生物制造的产品可以覆盖60%化学制造的产品，有望对未来医药、化工、食品、能源、材料、农业等传统行业带来巨大影响。
- 合成生物学优势显著，政策、资本大力支持。1) 合成生物学生产过程中产生的污染相对化学合成较少。在全球变暖，对新生产方式迫切需求的情况下，合成生物制造有望成为最优解。2) 合成生物学原料更加易得。华恒生物的丙氨酸以葡萄糖经生物发酵生产，而酶法丙氨酸需要以石油为上游原料经多步加工。3) 合成生物学制造成本更低。同类产品由于生物发酵所需反应步骤少，原料成本低，叠加无需耗费大量资金处理污染，综合成本远低于化学合成。4) 合成生物学生产效率更高。合成同样数量的蛋白质，饲养牲畜需要占用大量土地等自然资源，而合成生物学仅需发酵罐，微生物繁衍速度也高于牲畜家禽，节约大量时间成本。同时政府政策对于产业的鼓励不言而喻，在资本推动下合成生物学行业迎来了高速发展的时机。据麦肯锡的分析，预计在2030-2040年，合成生物学每年带来的经济影响将达到1.8至3.6万亿美元。据CB Insights的预测，2019年全球合成生物学市场规模约为53亿美元，到2024年将扩容至约189亿美元，2019-2024 CAGR为28.8%。
- 终端应用上，合成生物学符合新质生产力概念，相关标的有望受益。2024年4月28日，中国工程院谭天伟院士在中关村论坛年会上表示，国家部委正在联合研制国家生物技术和生物制造行动计划，并且有望在近期出台，合成生物学符合新质生产力概念有望受益。医药与化学品领域，合成生物学可以提高生产效率，节约生产成本，获取无法人工化学合成产物，完美贴合新质生产力概念，川宁生物布局医药合成生物学全产业链，上海研究所负责选品、研发、小试，伊犁生产基地负责中试和后续商业化生产；食品领域，国内微生物蛋白市场空间经测算可达508亿元，且符合国家粮食安全战略需要，富祥药业微生物蛋白已经商业化，年底将建成2万吨微生物蛋白产能；华恒生物为业绩快速增长的生物基产品制造企业，依托合成生物学生产大量下游应用广泛的化学品。
- 投资建议：
  - 关注已经攻克工业化、商业化难点的企业：重点推荐川宁生物，关注华恒生物等；
  - 产品符合国家生物制造战略需要，可能获得政策支持的企业：关注富祥药业等；
- 风险提示：产品研发风险，知识产权风险，技术发展不及预期风险，市场竞争加剧风险，原材料成本上升风险，政策风险，地缘政治风险



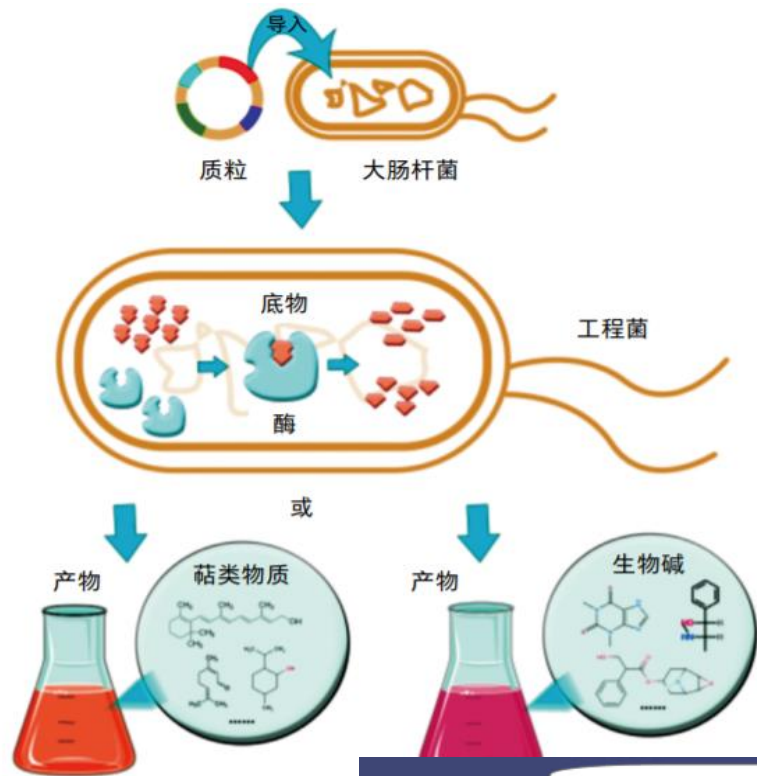
- 1、合成生物学概念再梳理：造物致知，造物致用
- 2、鼓励合成生物学发展：政策密集出台，资金持续涌入
- 3、合成生物学终端应用：微生物蛋白（食品）
- 4、合成生物学终端应用：医药与化学品
- 5、投资建议
- 6、风险提示与免责声明

# 1. 合成生物学概念再梳理：造物致知，造物致用

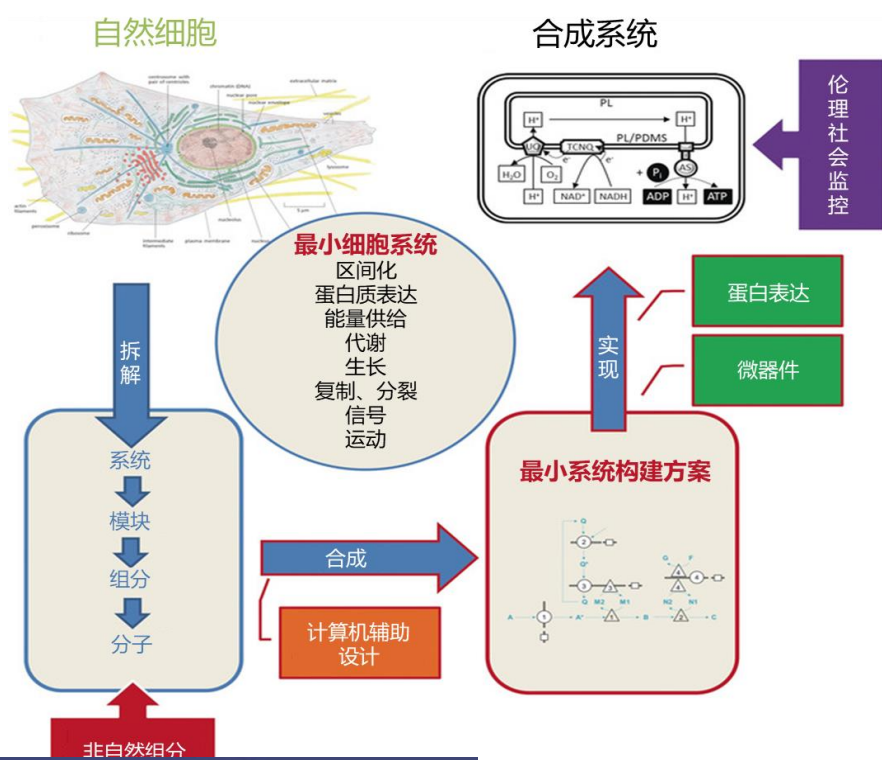
# 1.1 合成生物学概念再梳理：造物致知，造物致用

- 合成生物学是指采用工程科学研究理念，对生物体进行有目标地设计、改造乃至重新合成，创建赋予非自然功能的“人造生命”，合成生物制造是以合成生物为工具进行物质加工与合成的生产方式，有望彻底变革未来医药、化工、食品、能源、材料、农业等传统行业。合成生物学内涵主要体现在两个方面：1) 自上而下：目标导向的构建“人造生命”，使用代谢和基因工程技术为活细胞赋予新功能，“人工基因组”是其核心内容，大片段基因组操作、改造以及大规模、高精度、低成本DNA合成是关键技术；2) 自下而上：通过将“非生命”生物分子成分聚集在一起在体外创建新的生物系统，元件标准化→模块构建→底盘适配的线路以及对生命过程的途径、网络组成及其调控、设计与构建是核心内容，人工线路构建平台是其关键技术。

自上而下的改造细菌生产天然产物



自下而上的最小细胞系统构建





# 1.1 合成生物学概念再梳理：造物致知，造物致用

➤ 进入21世纪，合成生物学的发展可分为4个阶段：

## 1. 创建时期（2000-2003年）：

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；

## 2. 扩张和发展期（2004-2007年）：

工程技术进步较缓慢，领域有扩大趋势；

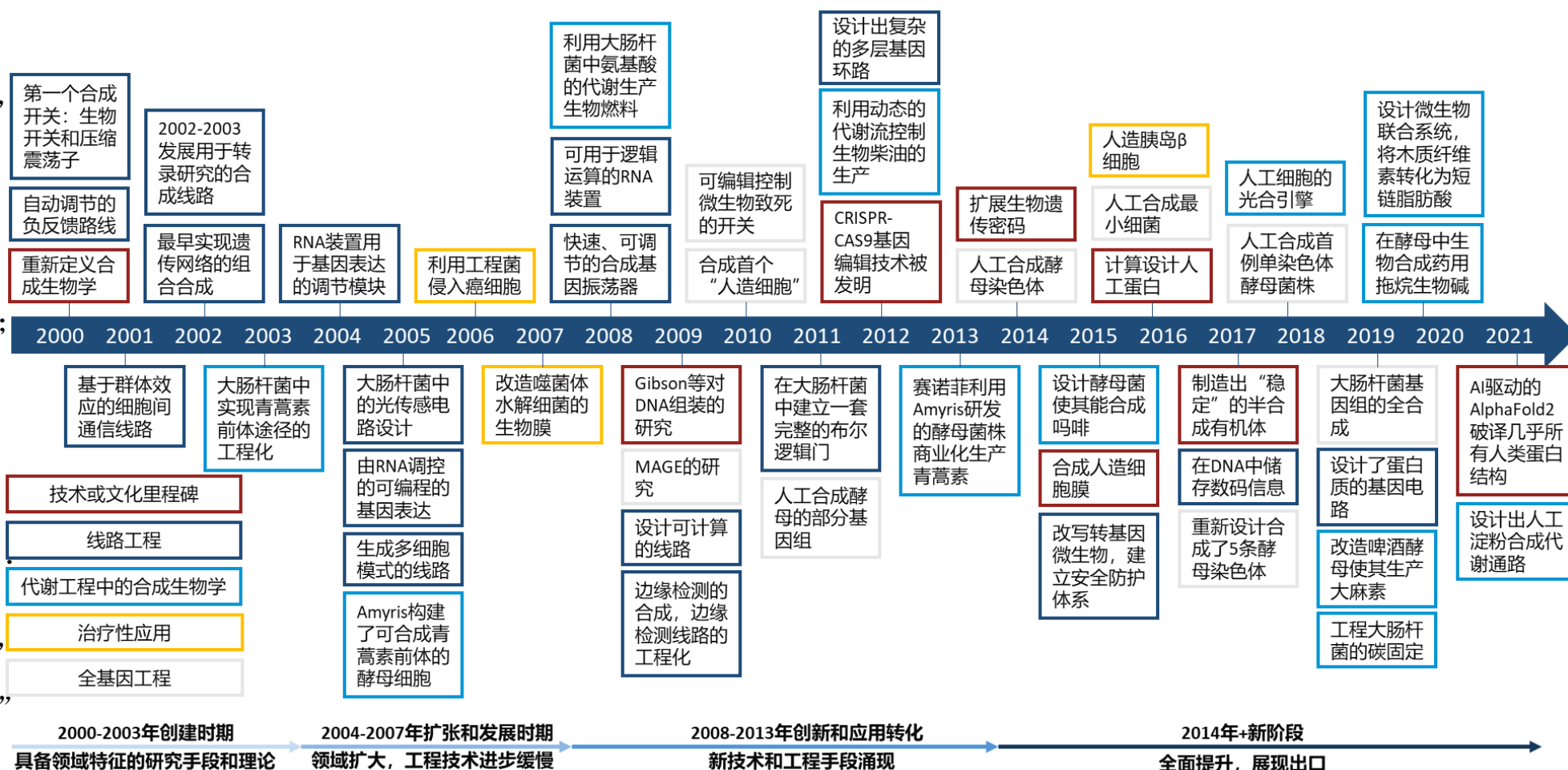
## 3. 快速创新和应用转化期（2008-2013年）：

这一阶段涌现出的新技术和工程手段使合成生物学研究与应用领域大为拓展；

## 4. 发展新阶段（2014年后）：

工程化平台的建设和生物大数据的开源应用相结合，全面推动生物技术、生物产业和生物医药“民主化”发展。

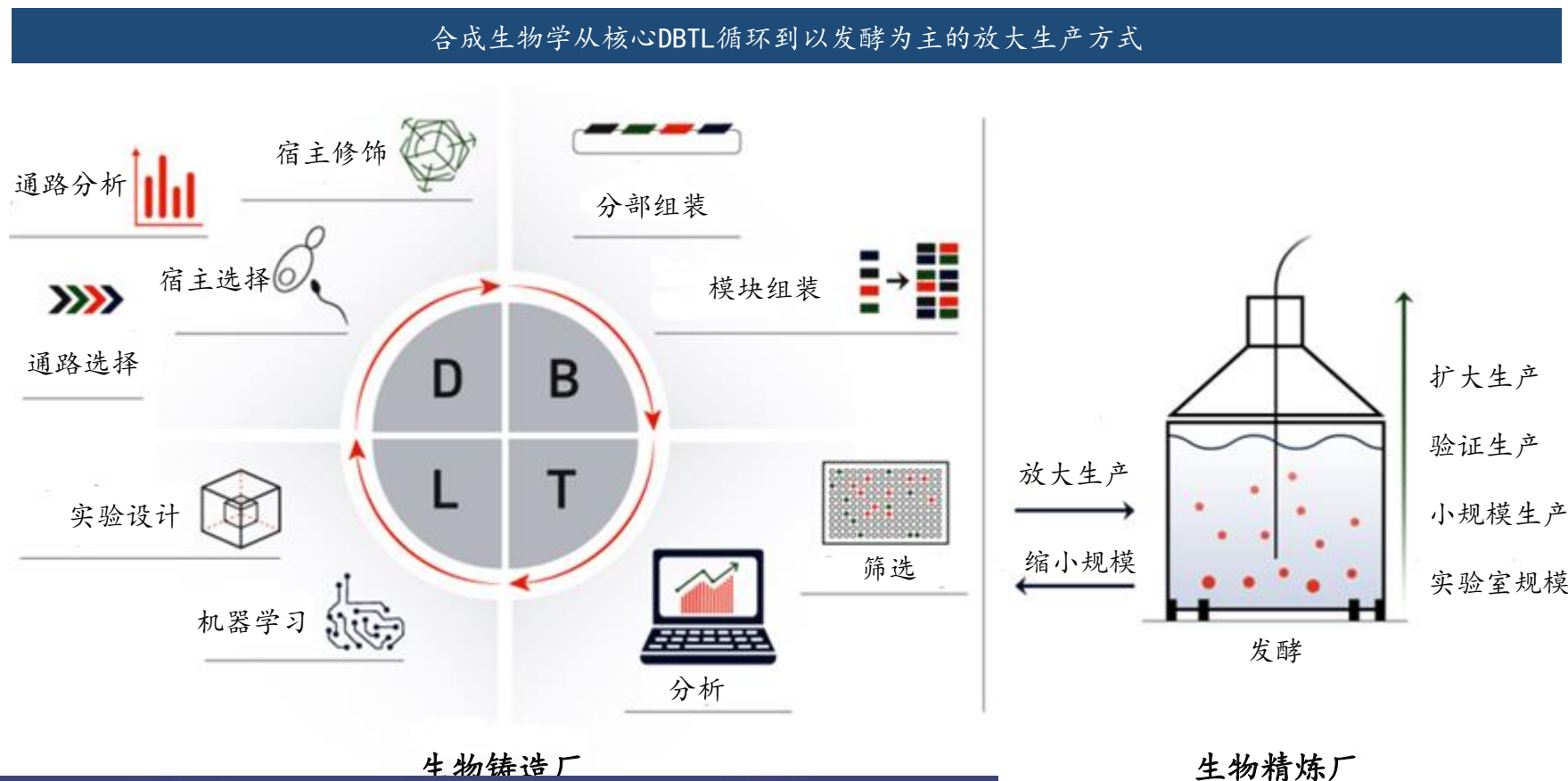
2000-2021 年合成生物学的四个阶段和代表性进展



# 1.1 合成生物学概念再梳理：造物致知，造物致用

➤ 合成生物学的目的是设计符合标准的生物系统，基于工程设计原则利用工程可预测性控制复杂系统构建的“设计-构建-测试-学习”循环（DBTL）逐渐成为合成生物学的核心策略。生命系统具有高度的复杂性，人工设计的基因线路需要海量工程化试错实验去实现预设功能。这就需要用到“设计-构建-测试-学习”（DBTL）循环过程这一工程原理。在生物制造领域，DBLT循环四个阶段循环往复可以成功构建需要的细胞，生产出合适的产品。

- **设计：**合成生物学DBTL策略的基础，在遵循一定的规则下利用现有的标准化生物元件对基因、代谢通路或基因组进行理性设计；**相关技术：**生物元件库、计算机辅助设计、代谢通路
- **构建：**在生物系统中对目标基因进行操作，构建细胞工厂，该过程包括DNA合成，大片段组装以及基因编辑；**相关技术：**DNA合成、DNA拼接和组装、基因编辑、基因测序
- **测试：**由于逻辑线路及模块化的代谢途径在通过理性或非理性设计后，都会存在大量的突变体或候选目标，因此通常需要高效、准确和经济的检测，生成相应数据，评估构建的细胞工厂的实用性；**相关技术：**微流控技术、酶活性测定、无细胞系统
- **学习：**利用测试数据，学习并随机搜索更有效地推进循环实现预期目标的原则，为下一个循环改进设计提供指导；**相关技术：**数据收集、数据分析、机器学习、建模





# 1.1 合成生物学概念再梳理：造物致知，造物致用

- **底盘细胞：**底盘细胞是合成生物学的“硬件”基础，其中常用的模式微生物有酿酒酵母、大肠杆菌、枯草芽孢杆菌、谷氨酸棒杆菌等。不同的模式微生物具有特定的优缺点，因此被应用于不同产品的生产。**相关技术：**菌株改造、菌株选择
- **发酵工程：**根据生产流程可分为上游、中游和下游三部分，上游工程主要为菌种的选育和改造，以获得生产性能良好的菌株；中游则为发酵过程控制，通过对发酵过程中各种参数的采集、分析和反馈，以达到生产最佳发酵条件；下游则是对产品的分离和纯化，采用多种技术将发酵产品从发酵液或者细胞中分离、纯化出来，在达到特定标准后制成产品。生产规模上发酵体积每增加10倍，生产成本下降37%-60%。大规模发酵罐需要机械搅拌以保证基质、氧气和热量的均匀分布，同时需要防范发酵过程中的染菌风险。

常见模式微生物

| 模式微生物   | 优点                               | 适用范围           | 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     | 非糖基化重组蛋白表达系统   | 类胡萝卜素、紫杉醇、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 | 微生物机理研究首选微生物之一 | 核苷酸、维生素、透明质酸、抗生素        |
| 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      | 蛋白质、核苷类、芳香族化合物 | 乙酰辅酶 A、香叶醇、胰岛素、柠檬烯、白藜芦醇 |
| 巴斯德毕赤酵母 | 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     | 异源蛋白的表达        | 人促红细胞生成素、人血清蛋白、胶原蛋白     |

现代发酵工艺的组成

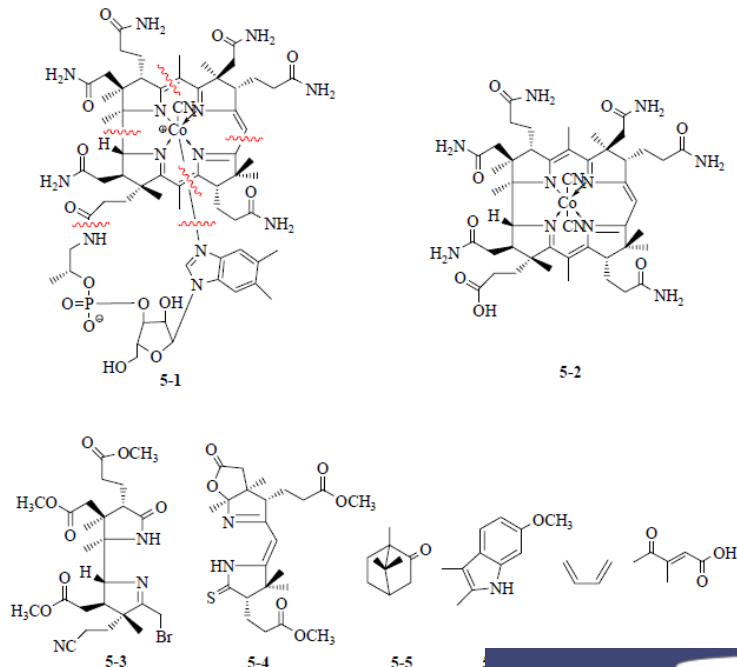


# 1.1 合成生物学概念再梳理：造物致知，造物致用

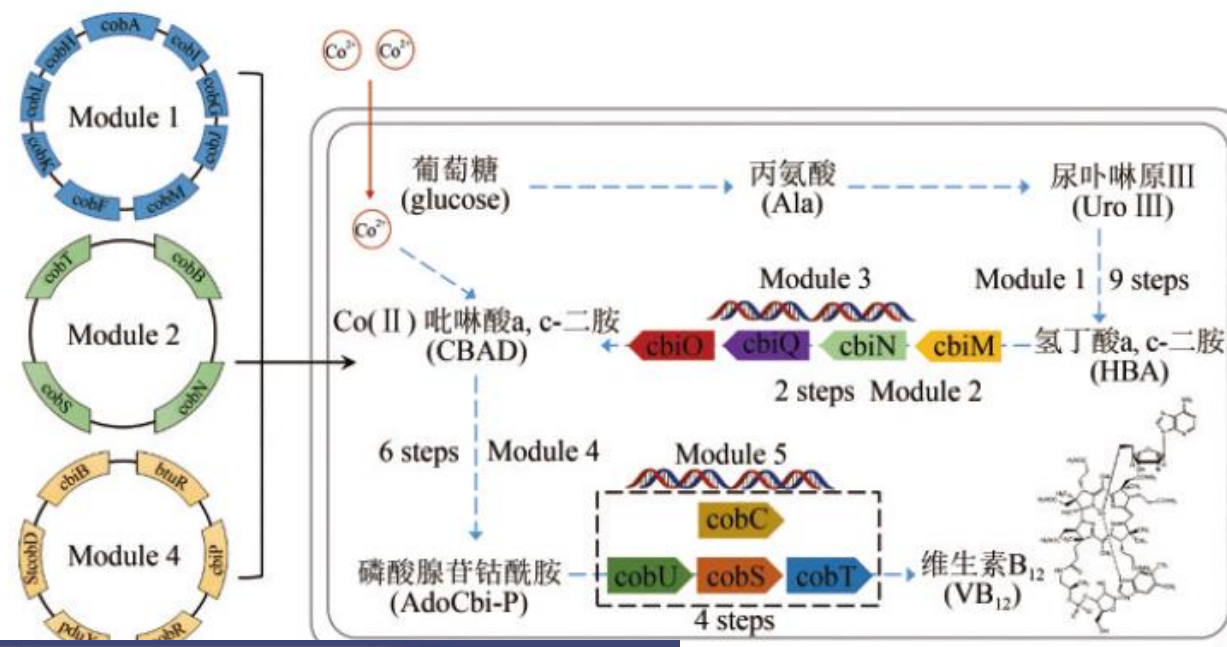
➤ 合成生物学借助菌株构建实现生物法合成高价值产物，替代传统化学合成法，从技术源头实现降本增效。以维生素B12（VB<sub>12</sub>）为例：

- 化学合成法：**经典VB<sub>12</sub>化学合成方法将VB<sub>12</sub>结构拆分为含有氰基（CN）和溴原子（Br）的片段（片段1）和含有环状硫代酰胺的片段（片段2）通过会聚反应合成，片段1需要通过以(-)-樟脑和2,3-二甲基-6-甲氧基吲哚为起始物完成全合成，片段2以丁二烯和3-甲基-4-羧基-戊-2-烯酸为起始物完成全合成，最后再完成片段1和2的全合成。该方法缺点在于有机反应步骤多，合成路线太长，无法进行大量制备。
- 生物合成法：**2018年中国科学院天津工业生物技术研究所在大肠杆菌中实现了VB<sub>12</sub>的从头合成，首先解析VB<sub>12</sub>好氧合成路径中钴整合与腺苷钴啉醇酰胺磷酸的合成机理，将来源于5种细菌中的28个基因在大肠杆菌细胞中成功异源表达，并按其人工合成途径划分为5个模块进行人工途径组装，最终实现VB<sub>12</sub>的从头合成，通过途径优化和发酵过程调控，产量达到307.00 μg/g 干细胞菌体，合成菌种发酵周期仅为工业生产菌株的1/10，极具工业应用前景。

VB<sub>12</sub>化学合成示意图



VB<sub>12</sub>从头生物合成示意图



## 1.2 合成生物学强科技属性构筑高壁垒

➤ 合成生物学具有强科技属性，从微观的基因合成到宏观的放大生产的发酵工程存在大量know-how，技术壁垒高。

1. 产业链前端以基因编辑相关技术公司为主，为元件构建提供技术支撑，技术要求包括基因合成、编辑、组装、测序等，国内主要代表公司有金斯瑞生物科技、诺禾致源。
2. 中端以合成生物学平台公司为主，通过搭建技术平台，形成项目经验积累，为下游客户提供研发支撑，国内主要代表公司有弈柯莱、蓝晶微生物。
3. 后端则以产品型公司为主，主导产品的放大生产与下游市场应用，市场可延伸至医疗、化工、食品、农业等多种领域，国内主要代表公司有凯赛生物、华恒生物、川宁生物、富祥药业等。



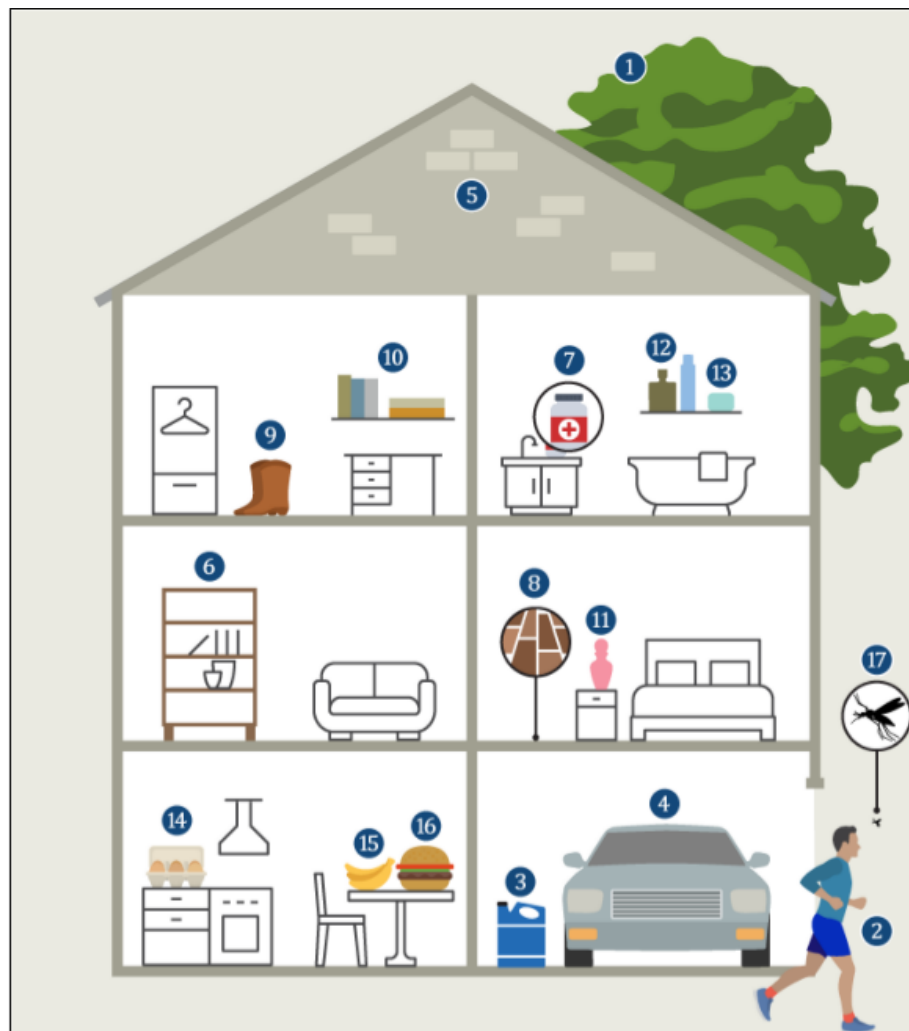


## 1.3 合成生物应用场景丰富——下游空间广阔

### ► 合成生物学具有丰富的应用领域:

1. **生命健康:** 合成生物学在医疗健康领域的应用广泛, 包括创新治疗方法(细胞免疫疗法、RNA 药物、微生物生态疗法、基因编辑相关应用)、体外检测、医疗耗材、药物成分生产和制药用酶等诸多方向。
2. **化学品、材料和能源:** 合成生物学在化工领域的应用主要包含材料和化学品、化工用酶、生物燃料等方向, 例如, 生物可降解塑料、生物燃料(生物柴油、燃料乙醇)等;
3. **农业:** 合成生物学在农业领域的应用主要涉及作物增产、虫害防治、动物饲料及作物改良等方向, 例如, 利用微生物固氮来帮助作物增产, 通过生物发酵生产蛋白质为牲畜提供蛋白饲料, 利用基因编辑技术改良作物等。
4. **食品:** 合成生物学在食品领域的应用包含肉类和乳制品、饮品、食品安全、调味剂和添加剂等多个方向。
5. **消费品:** 涉及宠物食品、皮革、护肤品等方向。

### 合成生物学部分应用实例



- 1 **American chestnut tree**  
Early versions of synthetic biology allowed scientists to engineer an American chestnut tree that is resistant to the deadly fungal disease that removed the trees from across the eastern U.S.
- 2 **Athletic gear**  
Synthetic biology was used to engineer PDO, an essential component in high-performance textiles like running and outdoor gear.
- 3 **Fuel**  
Synthetic amylases and other enzymes lower the cost of producing ethanol from grain.
- 4 **Technical fibers**  
Spider silk is both stronger and lighter than steel. Silkworms engineered to produce this spider silk may one day be used to produce safer and more efficient cars.
- 5 **Bricks**  
Biotechnology-based bricks are made with sand and bacteria fed with calcium carbonate, a key structural component of shells and coral reefs.
- 6 **Furniture**  
Silk proteins produced by engineered yeast are woven into fabrics and garments like clothing or sofas.
- 7 **Medicine**  
Synthetic biology technologies have been used to engineer immune cells to treat blood cancer.
- 8 **Wood products**  
Synthetic biology helped create an alternative to the milk-based casein protein for use in imitation wood decor and flooring.
- 9 **Synthetic leather**  
Microbes modified using synthetic biology approaches produce collagen that is formed into leather products.
- 10 **Paper**  
Microbes and enzymes modified by synthetic biology can increase the efficiency of paper production and decrease the effects of paper manufacturing.
- 11 **Perfume**  
Engineered yeast is now producing nootkatone, a food-safe product with many applications such as beverages and perfumes.
- 12 **Skin care and cosmetics**  
Oils and moisturizers for make-up and other personal care products are being produced through synthetic biology, rather than being harvested from natural sources.
- 13 **Soap**  
Soap made with oils extracted from synthetic algae instead of palm oil.
- 14 **Eggs**  
Synthetic biology created phytase for chicken and pig feed, which helps the animals absorb more nutrients from their food and reduces phosphorous waste.
- 15 **Fruit**  
Synthetic engineering helps prevent the browning process and reduces food waste.
- 16 **Meat**  
Yeast altered with synthetic biology produce large quantities of heme—one of the key components for making lab-produced beef taste like real beef.
- 17 **Mosquitoes**  
Researchers are using biotechnologies to develop engineered gene drives for population suppression and disease vector control mechanisms of mosquitoes.

1.3.1合成生物应用场景丰富——生命健康领域的十大方向

➤ 合成生物学在医疗健康多个细分领域得到广泛应用。不仅可以通过设计全新的细胞内代谢途径，使医药产品能够通过微生物细胞利用廉价糖类为原料进行合成，还可以根据不同的疾病和致病机制，进行人工设计、构建适宜的治疗性基因回路，在载体的协助下植入人体，通过纠正机体有功能缺陷的回路，实现治疗疾病的目的。

| 合成生物学在医疗健康领域的应用 |            |                                                                    |                                              |
|-----------------|------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 层面              | 方向         | 内容                                                                 | 实例                                           |
| 分子层面            | 疾病机制的认识    | 为病原体的分析、疾病机制的研究提供了全新的视角。                                           | H1N1 病毒基因组以重组的形式重建原发性无丙种球蛋白血症模型建立            |
|                 | 合成疫苗       | 通过合成生物的生物设计，直接设计mRNA、DNA疫苗，通过重编程基因以产生减毒病毒。                         | 辉瑞生物科技的mRNA疫苗                                |
|                 | 基因治疗       | （工程化设计）改造递送载体，降低载体免疫原性、增强靶向递送。作为基因治疗的疗法本身，合成基因回路，默、激活和调整所需基因表达的能力。 | 腺相关病毒（AAV）载体的改造                              |
|                 | 工程噬菌体/病毒疗法 | 使用噬菌体来对抗细菌病原体。通过工程化改造，来使其靶向特定的病原体和病理机制。                            | 工程化改造大肠杆菌特异性噬菌体 T7 来增强其杀菌能力                  |
| 细胞层面            | 疾病诊断       | 通过在细胞中设计传感电路，在发生疾病时，对体内相关的生理分子波动的检测与感应。                            | 胃肠出血检测器                                      |
|                 | 工程微生物疗法    | 伴随诊断，工程化改造微生物用于活体生物疗法。                                             | 苯丙酮尿症管线——改造大肠杆菌 Nissle 1917 表达相关酶来帮助机体代谢苯丙氨酸 |
|                 | 细胞疗法       | 工程化改造 CAR 分子进入 T 细胞使其具有额外的抗原特异性来重新定向靶细胞。                           | 工程T细胞（CAR-T）                                 |
|                 | 药物发现与生产    | 药物发现——设计基因回路，筛选特异药物。<br>药物生产——改造细胞生物合成小分子药物、单克隆抗体等。                | 新型抗结核化合物 2 - 苯乙基丁酸酯<br>抗疟疾药物青蒿素前体的生物合成       |
| 生态层面            | 微生物群落疗法    | 合成微生物群落，实现复杂生理功能治疗疾病。                                              | 改善艰难梭菌感染、自身免疫病、炎症性肠病治疗和辅助癌症免疫治疗              |
| 器官异种移植          | 器官异种移植     | 通过合成生物学技术，克服排斥反应等，实现器官的异种移植。                                       | 一位 57 岁的男性患者在马里兰大学医学中心接受了基因编辑猪心脏的移植手术        |



1.3.2 合成生物应用场景丰富——在各领域的应用将持续发展，需求不断扩大

| 合成生物学在各领域的应用前景 |              |             |               |      |      |        |         |          |           |                |                         |                    |
|----------------|--------------|-------------|---------------|------|------|--------|---------|----------|-----------|----------------|-------------------------|--------------------|
| 领域与案例          |              |             |               | 创新领域 |      |        | 转化能力    |          |           |                | 上下游合作                   | 价值链转变并调整业务战略       |
|                |              |             |               | 生物分子 | 生物系统 | 生物机器界面 | 控制度精度提高 | 改造生物能力增强 | 研发通量、产量增加 | 生物计算机之前的接口潜力加大 |                         |                    |
| 生命健康           |              |             |               | √    | √    | √      | √       | √        | √         | √              | 健康保险；辅助服务               | POCT推广；更多药物从治疗走向治愈 |
| 减少媒介传播传染病      | 基因治疗         | 新药物开发       |               |      |      |        |         |          |           |                |                         |                    |
| 农业、食品          |              |             |               | √    | √    |        | √       | √        | √         | √              | 食品零售和饭店；房地产；物流周期调整；环境友好 | 肉类价值链转变；产业链可能整合    |
| 动植物育种          | 植物CRISPR基因工程 | 植物蛋白质工程、人造肉 | 微生物数据优化农业投入   |      |      |        |         |          |           |                |                         |                    |
| 消费品、服务         |              |             |               | √    | √    | √      | √       |          |           | √              | 健康保险；医疗保健               | 价值链上移；数据服务         |
| DTC基因测试        | 微生物美容        | 基因工程宠物      | 基于组学数据个性化健康服务 |      |      |        |         |          |           |                |                         |                    |
| 材料、能源、化工       |              |             |               | √    | √    |        | √       | √        | √         |                | 时装和化学品；电子               | 价值链压缩；平台型企业        |
| 原料新生物路线        | 改进工业酶工艺      | 新型材料        |               |      |      |        |         |          |           |                |                         |                    |

1.3.2 合成生物应用场景丰富——在各领域的应用将持续发展，需求不断扩大

东吴证券  
SOOCHOW SECURITIES

➤ 不同领域合成生物相关技术的采用速度和应用发展不同。新生物路线制造药物等已在商业开始强势应用。但其他如CAR-T细胞治疗癌症的方法在2020年才在商业上可行，目前处于早期阶段，并在未来十年会迅速增加。

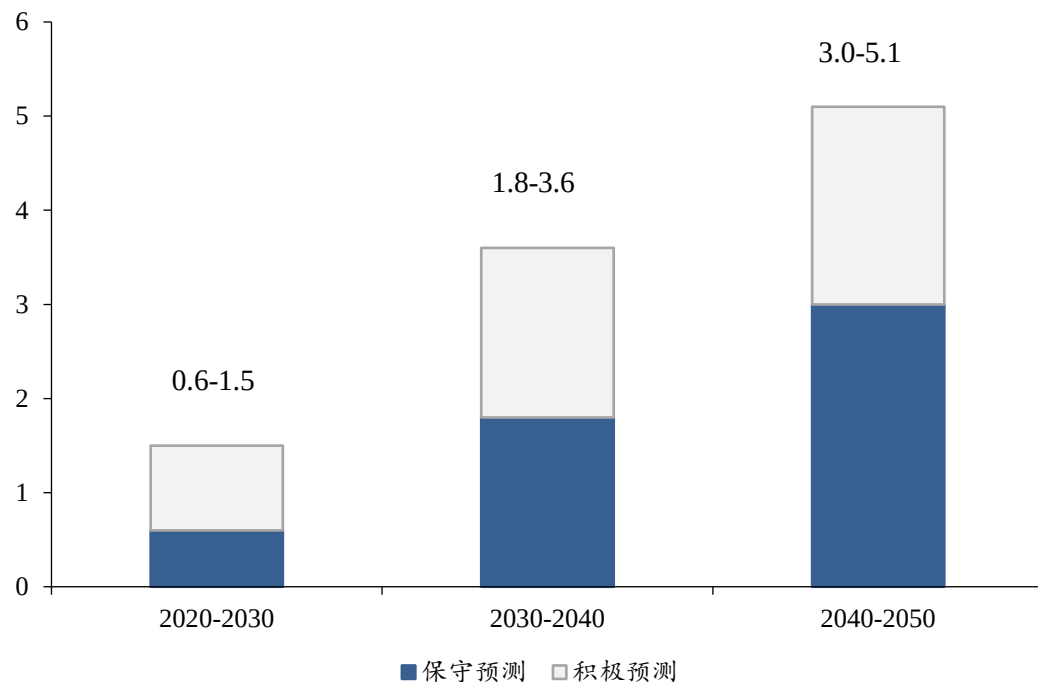
| 合成生物学在各领域的应用展望 |                             |                                                                                                                                                                                                |                             |                     |
|----------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|
|                | 2020 年以前                    | 2020-2030                                                                                                                                                                                      | 2030-2040                   | 2040 以后             |
| 生命健康           | 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、食品          | 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 |
|                | 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、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（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、能源、化工       | 新的生物合成路线——药物                | 新型材料：生物农药/生物肥料（如 RNAi 农药）                                                                                                                                                                      | 新材料——生物高分子聚合物（如 PLA 和 PET）  | 生物太阳能电池和生物电池        |
|                | 改进现有发酵工艺——生物农药和生物肥料         | 改进现有发酵工艺：<br>(1) 食品和饲料成分（如：氨基酸、有机酸）<br>(2) 工业酶（如：洗涤酶）<br>(3) 织物和染料（蘑菇皮革和蜘蛛丝）<br>(4) 生物农药和生物肥料（如 RNAi 农药）<br>(5) 化学品（如 IC 工艺化学品）<br>(6) 利用基因工程微生物提取原料（如：利用微生物提高采油率）<br>(7) 生物燃料<br>(8) 其他（如角鲨烯） |                             |                     |
|                | 改进现有发酵工艺——其他（如水凝胶、香料香精、化妆品） |                                                                                                                                                                                                |                             |                     |
| 其他应用           | 法医 DNA 测序取证                 |                                                                                                                                                                                                | 封存 CO2                      |                     |
|                |                             |                                                                                                                                                                                                | 生物修复污染                      |                     |

## 2. 鼓励合成生物学发展：政策密集出台，资金持续涌入

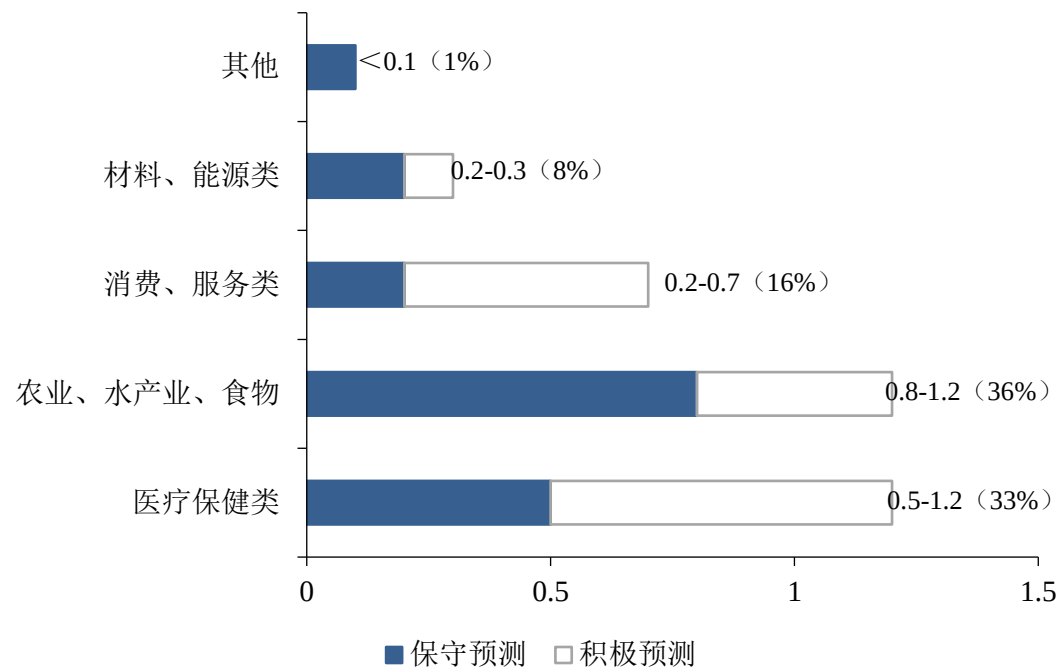
## 2.1 鼓励合成生物学发展：政策密集出台，资金持续涌入

- 合成生物将对广泛的领域产生重大的经济影响。根据麦肯锡的分析，预计在2030-2040年，合成生物学每年带来的经济影响将达到1.8至3.6万亿美元，到2025年，合成生物学与生物制造的经济影响将达到1000亿美元，同时生物制造的产品可以覆盖60%化学制造的产品，并在继续拓展边界。而应用最清晰的医疗健康领域每年受到的直接经济影响在未来20年内达到0.5至1.2万亿美元。而在这堆经济数字的背后，是碳中和背景下节能减排的实际需求、生物技术的发展带来的制造升级、政策与资金引导诱发的产业革命。

2020-2050合成生物学预计每年直接经济影响（万亿美元）



2020-2040合成生物学预计每年直接经济影响（万亿美元）

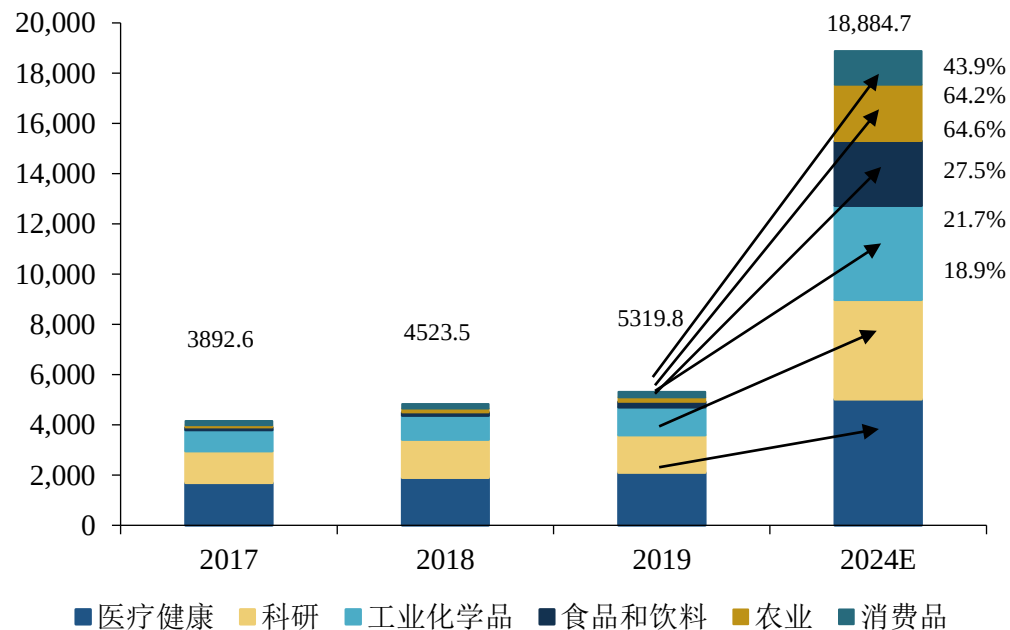




## 2.1 鼓励合成生物学发展：政策密集出台，资金持续涌入

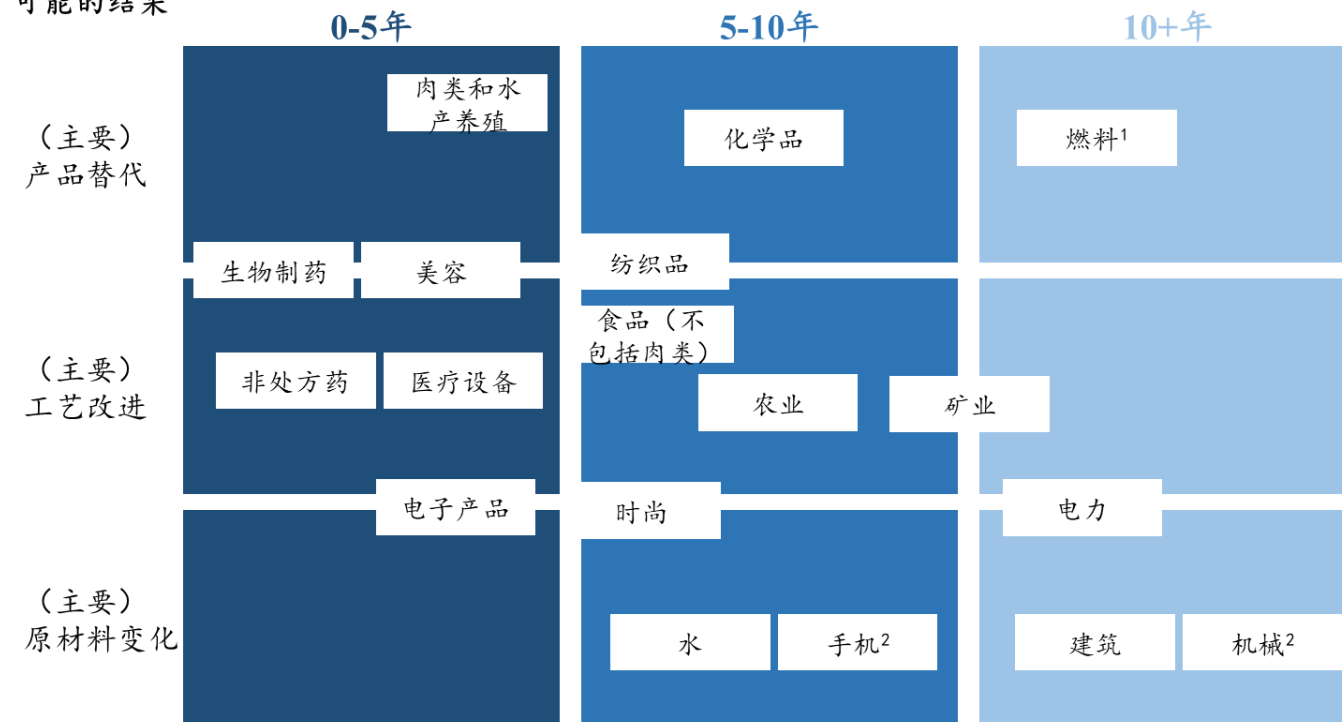
- 合成生物学应用领域广泛，在未来10年内将对各个行业产生重要影响。随着合成生物学的应用，医学、美容行业将在5年内迎来一定的产品替代和/或工艺改进，纺织品、食品、农业、化学品等各个行业也都将受到合成生物学技术进步带来的影响。
- 合成生物学行业快速扩容，预计到2024年全球市场规模将达到189亿美元。随着应用场景的增多和技术的改善，市场逐渐扩容，根据CB Insights的预测，2019年全球合成生物学市场规模约为53亿美元，到2024年将扩容至约189亿美元，2019-2024 CAGR为28.8%，其中占比最高的为医疗健康细分应用领域。

全球合成生物学应用细分领域市场规模（百万美元）



合成生物学对不同行业的预计影响时间（2022年）

可能的结果



注：1 不考虑电子设备和自动化的发展

2 摘自电子设备及手机的制造和使用

2.2 政策支持下合成生物学成为未来主流发展方向，合成生物学迎来发展机遇

➤ 中国持续出台政策助力产业发展，合成生物学符合发展新质生产力要求。从“十二五”，国家提出对生物制造技术的支持；到“十三五”，国家将合成生物技术列为引领产业变革的颠覆性技术之一。此后国家出台一系列政策支持合成生物的发展，“十四五”强调了对生物合成的应用，《2024年国务院政府工作报告》提及要加快发展新质生产力，打造生物制造等新增长引擎。在政策的大力支持下，合成生物产业也迎来了重要的发展机遇。

国内合成生物学相关政策

| 时间   | 政策                               | 发布机构            | 相关内容                                                                                                                               |
|------|----------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2012 | 《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》             | 国务院             | 支持先进生物制造科技研发，完善微生物资源中心与基因信息库，突破生物基原材料规模化生产工艺、非粮原料转化、合成生物技术、工程菌开发等关键技术，开发适用于化工、轻工、纺织等行业的生物法生产工艺。                                    |
| 2016 | 《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》             | 国务院             | 加强合成生物技术研发与应用。突破基因组化学合成、生物体系设计再造、人工生物调控等关键技术，研究推进人工生物及人工生物器件临床应用和产业化。推动生物育种、生态保护、能源生产等领域颠覆性技术创新，构建基础原料供给、物质转化合成、民生服务新模式，培育合成生物产业链。 |
| 2016 | 《国家创新驱动发展战略纲要》                   | 中共中央、国务院        | 发展引领产业变革的颠覆性技术。开发移动互联技术、量子信息技术、空天技术，推动增材制造装备、智能机器人、无人驾驶汽车等发展，重视基因组、干细胞、合成生物、再生医学等技术对生命科学、生物育种、工业生物领域的深刻影响。                         |
| 2016 | 《关于促进医药产业健康发展的指导意见》              | 国务院办公厅          | 实施绿色改造升级。利用现代生物技术改进传统生产工艺，大力推广基因工程、生物催化等生物替代技术，积极采用生物发酵方法生产药用活性物质。                                                                 |
| 2017 | 《“十三五”生物技术创新专项规划》                | 科技部             | 将合成生物技术列为“构建具有国际竞争力的现代产业技术体系”所需的“发展引领产业变革的颠覆性技术”之一。                                                                                |
| 2019 | 《关于支持建设国家合成生物技术创新中心的函》           | 科技部             | 建设国家合成生物技术创新中心，聚焦于合成生物关键核心技术和重大应用方向，重点突破工业酶和核心菌种自主构建与工程化应用的技术瓶颈制约，引领构建未来生物制造新的技术路径，形成重大关键技术源头供给。                                   |
| 2020 | 《关于扩大战略性新兴产业投资培育壮大新增长点 增长极的指导意见》 | 国家发展改革委         | 系统规划国家生物安全风险防控和治理体系建设，加大生物安全与应急领域投资，加强国家生物制品检验检测创新平台建设，支持遗传细胞与遗传育种技术研发中心、合成生物技术创新中心、生物药技术创新中心建设，促进生物技术健康发展。                        |
| 2021 | 《关于推动原料药产业高质量发展实施方案的通知》          | 国家发展改革委、工业和信息化部 | 推动生产技术创新升级。顺应原料药技术革新趋势，加快合成生物技术、连续流微反应、连续结晶和晶型控制等先进技术开发与应用，利用现代技术改造传统生产过程。                                                         |
| 2022 | 《“十四五”生物经济发展规划》                  | 国家发展改革委         | 开展前沿生物技术创新。推动合成生物学技术创新，突破生物制造菌种计算设计、高通量筛选、高效表达、精准调控等关键技术，有序推动在新药开发、疾病治疗、农业生产、物质合成、环境保护、能源供应和新材料开发等领域应用。                            |
| 2024 | 《2024年国务院政府工作报告》                 | 国务院             | 加快发展新质生产力，积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎。                                                                                                |

来源：中国政府网站，国务院，发改委，科技部，

更多免费行业报告

并购家

www.ipoipo.cn

2.2 政策支持下合成生物学成为未来主流发展方向，合成生物学迎来发展机遇

➤ 欧美国家高度重视合成生物学领域的科学研究，通过一系列科技发展规划和研究项目，从基础研究到产品研发应用全链条布局。（1）美国：2006 年，由美国国家科学基金会 (NSF) 向新成立的合成生物研究中心（SYNBERC）提供为期十年共 3900 万美元的资助，为美国的合成生物研究领域奠定了基础。（2）欧洲：顶层设计布局始于 2009 年，英国、德国、法国研究院分别发表在合成生物学行业研究报告或设立研发中心，旨在提升行业发展优先级以及指定本国未来行业发展目标。

欧美地区对合成生物的政策、资金支持

| 时间   | 部门                       | 政策、资金                                      |
|------|--------------------------|--------------------------------------------|
| 美国   |                          |                                            |
| 2006 | 美国自然科学基金会                | 投入2000万美元建立合成生物学工程中心                       |
| 2009 | 美国国家科学院、经济合作与发展组织、英国皇家学会 | 共同主办了题为“合成生物学新兴领域中的机会与挑战”的国际学术研讨会          |
| 2011 | 美国国防部                    | 宣布一项被称为“生命铸造厂”的计划                          |
| 2010 | 美国生物技术工业组织               | 总结了合成生物学的8个应用领域                            |
| 2014 | 美国DARPA                  | 发起“生命铸造厂—千分子”计划，预计生产1000个自然界不存在、独特的分子和化学模块 |
| 2014 | 美国能源部                    | 发起了三项合成生物学的应用项目                            |
| 2014 | 美国国防部                    | 将合成生物学列为21世纪优先发展的六大颠覆性技术之一                 |
| 2016 | 美国NSF                    | 发起“非酶RNA复制”项目，研究自然界原始的RNA复制                |
| 2016 | 美国国家科学院                  | 启动“合成生物学带来的新威胁识别与应对策略研究”项目                 |
| 2018 | 美国国家科学院                  | 对合成生物学可能引发的生物威胁进行了评估，并发布了《合成生物学时代的生物防御》报告  |
| 2022 | 美国白宫                     | 签署生物制造法案                                   |

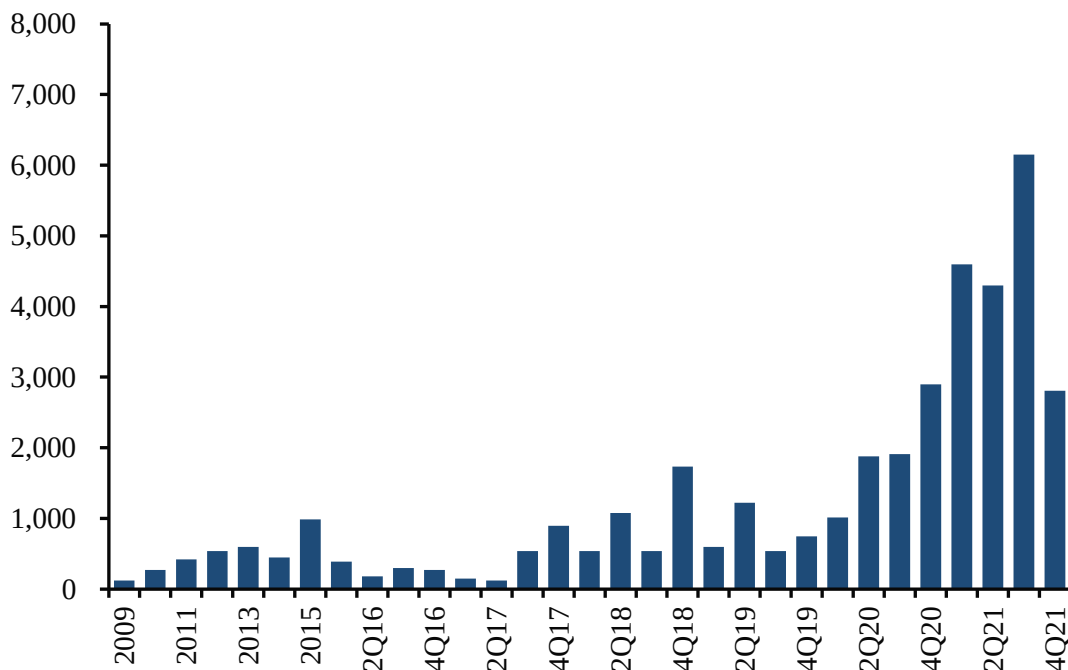
| 时间   | 部门                               | 政策、资金                                            |
|------|----------------------------------|--------------------------------------------------|
| 欧洲   |                                  |                                                  |
| 2005 | 欧盟委员会                            | 针对合成生物学展开专题讨论，并在六个框架计划下投入3200万欧元支持合成生物学研究和政策研究项目 |
| 2009 | 德国研究基金会、德国科学与工程院、德国Leopoldina科学院 | 联合发表《合成生物学——机遇与风险》的报告                            |
| 2011 | 法国高等教育与研究部                       | 发布《合成生物学发展、潜力与挑战》的报告                             |
| 2012 | 英国                               | 发布《合成生物学路线图》，推动了英国合成生物研究中心和产业中心的建立               |
| 2016 | 英国                               | 发布《英国合成生物学战略规划2016》                              |
| 2018 | 英国                               | 发布《2017年英国合成生物学初创调查》                             |
| 2018 | 英国皇家合成生物学产业转化中心                  | 提出下一个五年战略（到2023年）                                |

来源：《2010—2019年国家自然科学基金资助项目信息》

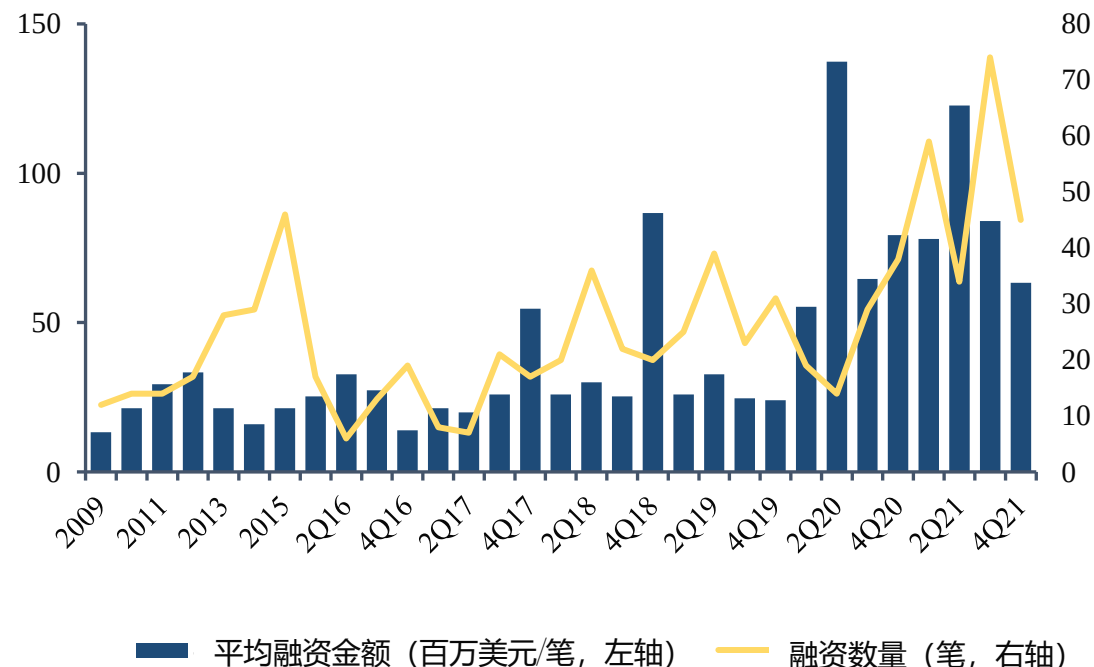
## 2.3 资金涌入合成生物赛道，合成生物产业投资正当时

- 合成生物学成为资本最看好赛道之一，全球合成生物融资快速增长。据SynbioBeta数据，2009-2021年全球合成生物融资规模快速增长，从2011年的400百万美元增长至2021年的18000百万美元，年复合增长率达46%。2021年，第四季度的2800百万美元融资金额相比前三季度略有下滑，但全年初创公司筹资金额来到18000百万美元，约为2009年-2020年筹资金额总和。2021年第四季度共发生了44笔融资，平均融资金额6330万美元。

全球合成生物学融资金额（2009-2021）（百万美元）



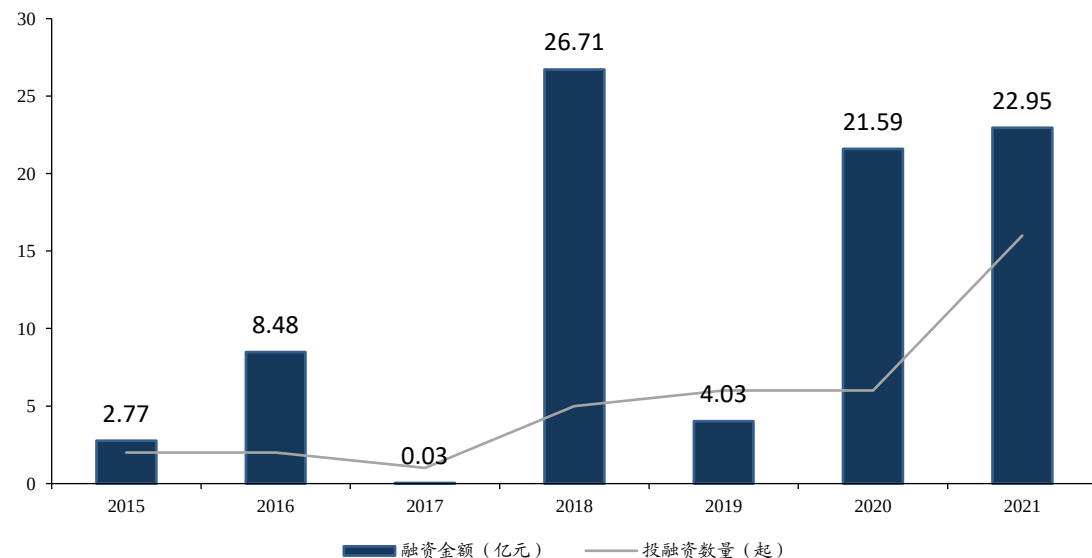
全球合成生物学年度和季度平均融资额与融资数量



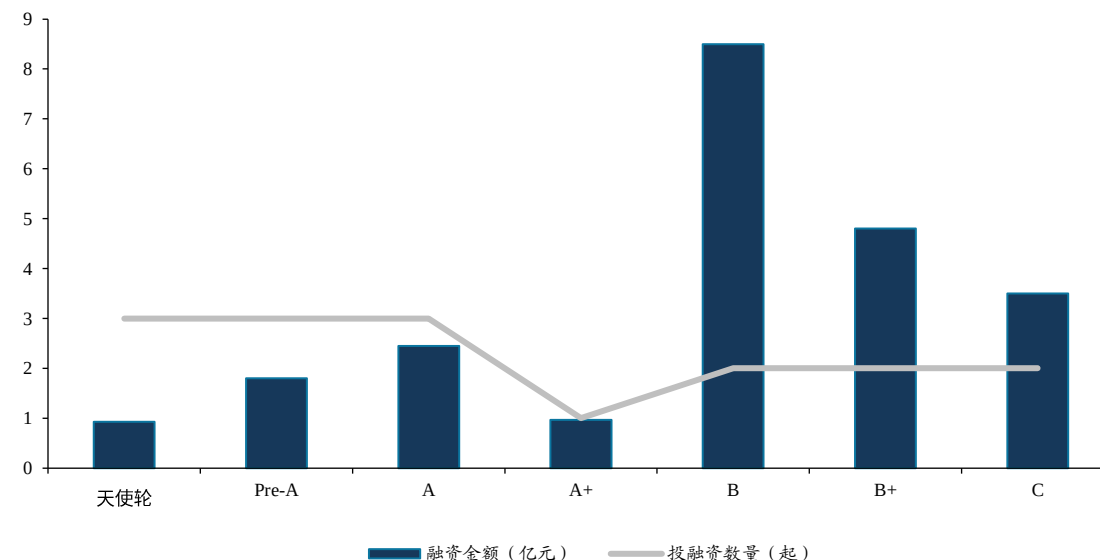
## 2.3 资金涌入合成生物赛道，合成生物产业投资欣欣向荣

- 合成生物学成为资本最看好赛道之一，全球合成生物融资快速增长。国内合成生物学投融资在2019年后重新保持增长,2021年，中国合成生物学获得投融资16起，较2020年增长10起；2021年获得22.95亿元的融资金额，较2020年增长1.36亿元。在2021年16起投融资事件中，各个初创公司融资轮次均有涉及，资本对国内合成生物学公司进展保有持续关注。
- 从技术发展、政策、投融资等方面综合来看，合成生物学正处于行业成长期，凭借其在各个领域的广泛应用前景，未来有望推动生产制造升级，带来新一轮产业革命。

中国合成生物学融资金额和投融资数量（2015-2021）



2021年中国合成生物学投融资金额、数量轮次分布



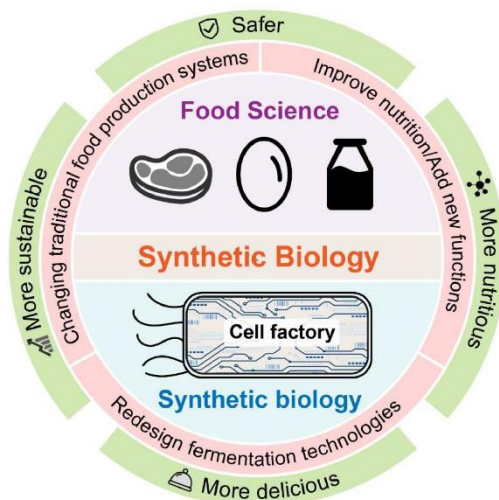


### 3. 合成生物学终端应用：微生物蛋白（食品）

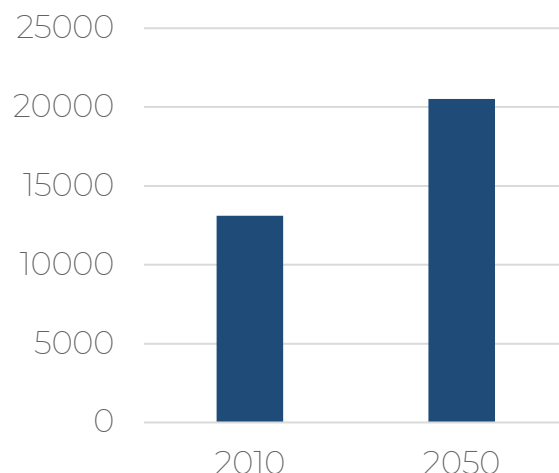
### 3 合成生物学终端应用：微生物蛋白（食品）

- 合成生物学可以提高食品生产的资源转化效率。合成生物学可以通过使用程序化的单克隆细胞工厂、工程微生物群落或无细胞生物合成平台来改善食品生产。这有利于摆脱传统农牧业的弊端，同时提高资源转化效率。世界资源研究所分析，到2050年，相比2010年粮食缺口高达56%。牛奶和肉类的的需求将更大。
- **合成肉类：**合成肉包括植物蛋白生产的植物肉、动物细胞培养的养殖肉以及其他可持续蛋白生产的肉类类似物（如藻类和真菌蛋白质）。植物肉利用大豆、小麦、豌豆等合成。养殖肉又称体外肉，通过将动物的胚胎干细胞或肌肉组织在生物反应器中增殖，然后用支架或微载体获得特定的肌纤维和大块组织。
  - **无动物生物工程奶：**使用大肠杆菌或酵母细胞工厂培养牛奶的主要成分，乳清蛋白、酪蛋白等，然后将纯化的蛋白与水、脂肪以及其他成分（低聚糖、维生素等）混合即可制成合成牛奶。
  - **食品添加剂：**用细胞工厂生产取代传统的植物提取甜味剂等。

合成生物学在食品工业中的作用



农作物产量（每年万亿卡路里）



合成肉类

**POLASTRI'S FINE MEATS**

**Omnivores, It's Grilling Season!**

Our bioreactors are culturing traditional meats from starter cells for the freshest synthetic hamburgers, chicken parts and shellfish. And we've synthesized exotic creatures to offer you the boldest, most exciting flavor profiles!

**Newly Cultured Items!**

- Boneless Skinless Spotted Owl Breast
- Hummingbird Skewers
- Tiger Steaks

|                                                     |                                                 |                                                  |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Synthetic Whole Pork Shoulder<br><b>\$16.99/ lb</b> | Synthetic Chicken Tenders<br><b>\$12/ dozen</b> | Synthetic Panda Bear Steak<br><b>\$27.99/ lb</b> |
| Synthetic Porcupine Chops<br><b>\$19.99/ lb</b>     | Synthetic Cubed Swan Meat<br><b>\$11.99/ lb</b> | Synthetic Whale Steaks<br><b>\$19.99/ lb</b>     |

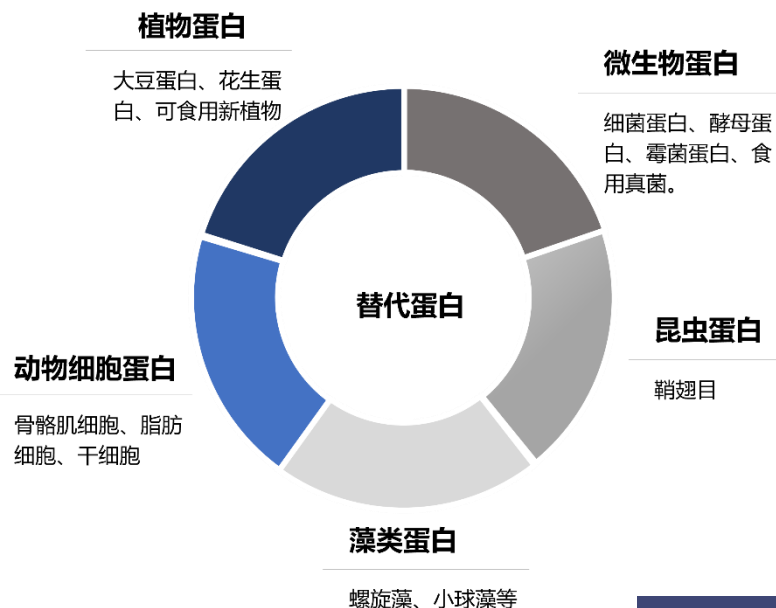
Make your selection with our virtual butcher 24 hours a day, 7 days a week  
Visit our bioreactor Mon-Fri 10am - 4pm

Automated deliveries made every hour right to your door!

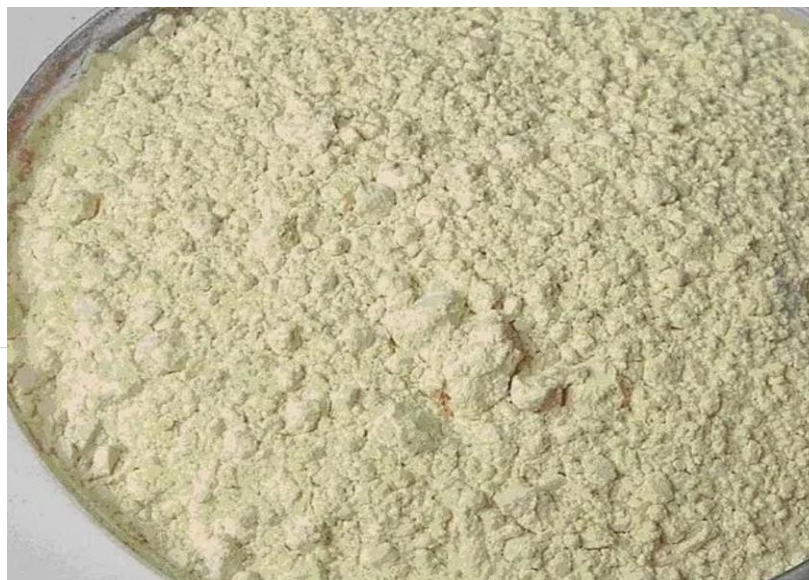
### 3 合成生物学终端应用：替代蛋白（食品）

- 联合国粮农组织将“替代蛋白质”定义为“微生物蛋白质(微藻和真菌蛋白)、昆虫基蛋白质、细胞培养肉、植物肉类替代品和乳制品替代品”。替代蛋白的兴起和发展将大大缓解传统蛋白生产方式出现的问题，如碳排放量高、能量转换效率低、土地资源占据大等，有助于实现蛋白质高质量供给，提升人类健康水平。
- 一般替代蛋白的具体分类包括：植物蛋白（以大豆蛋白为代表）、微生物蛋白（以酵母蛋白、食用真菌为代表）、昆虫蛋白、藻类蛋白、动物细胞蛋白（以各种细胞培养肉为代表）。
- 目前植物蛋白成熟度高，细胞培养蛋白和微生物蛋白国外也有产品上市。植物蛋白成熟度最高，主流的大豆蛋白已有数十年使用历史；细胞培养蛋白技术难度高，生产成本昂贵，全球仅eat just和Upside Foods两家美国企业产品获批上市；微生物蛋白海外已有部分产品实现商业化，国内安琪酵母的酵母蛋白也已获批；目前国内以安琪酵母、富祥生物、昌进生物等为代表的企业商业化进度靠前。

替代蛋白分类



大豆分离蛋白样品



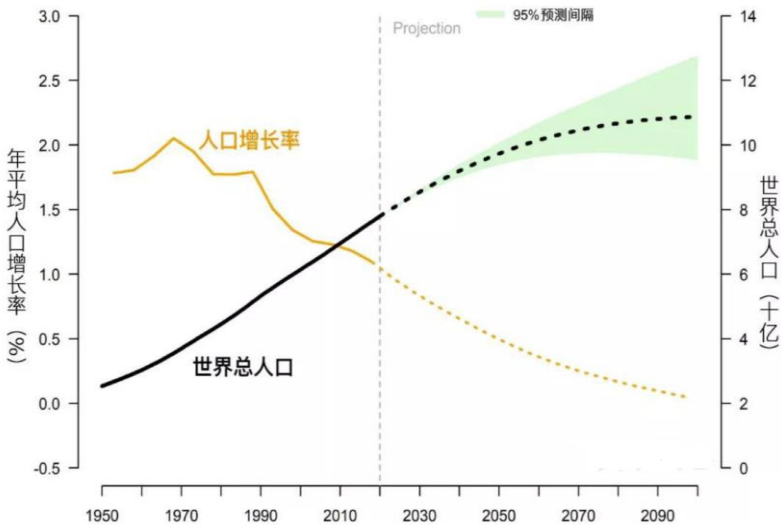
微生物（镰刀菌）蛋白样品



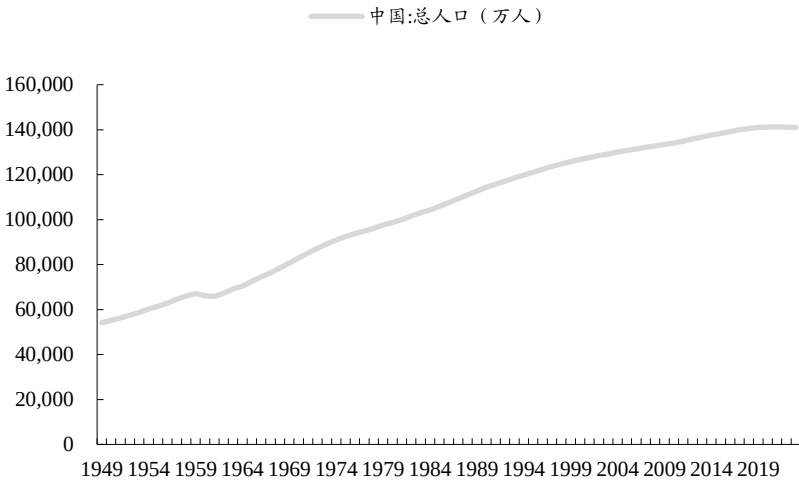
### 3.1 替代蛋白缺口扩大，市场空间广阔

- 世界人口持续增长，传统蛋白受制于获取方式已无法满足蛋白需求。2050年世界人口将达到90亿左右，食品蛋白需求增量为30-50%，达到2.65亿吨左右，存在严重缺口。我国人口从1949年的5.4亿人增长至2023年的14.1亿人，按每人每日消耗100g蛋白质计算，中国每年蛋白质需求超5000万吨。
- 替代蛋白可作为传统蛋白补充，需求量持续扩大：GFI曾指出：如果没有替代蛋白，到2050年，地球将无法养活全球近100亿人口。BCG报告显示替代蛋白市场预计在2035年可达到9700万吨，占全球蛋白质消费总量11%，对应价值2700亿美元，并将继续增长。目前，全球替代蛋白市场北美占比38%，欧洲占比31%，亚太地区占比22%。

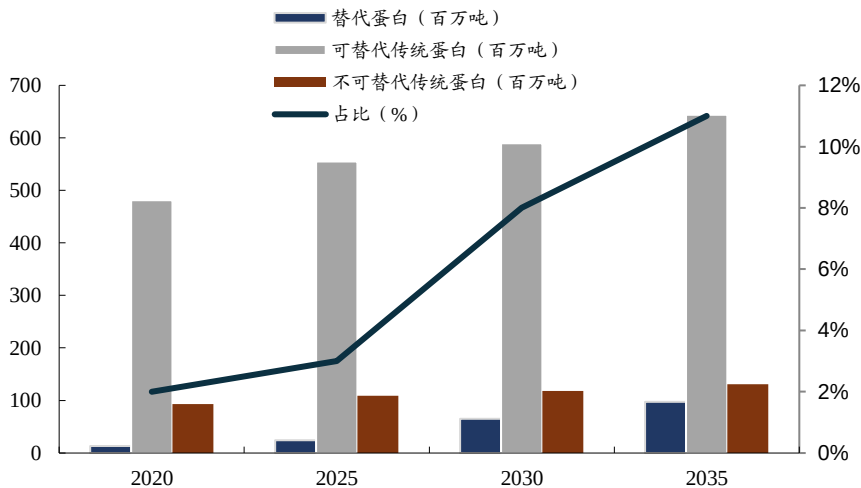
世界总人口变化趋势



中国总人口变化趋势



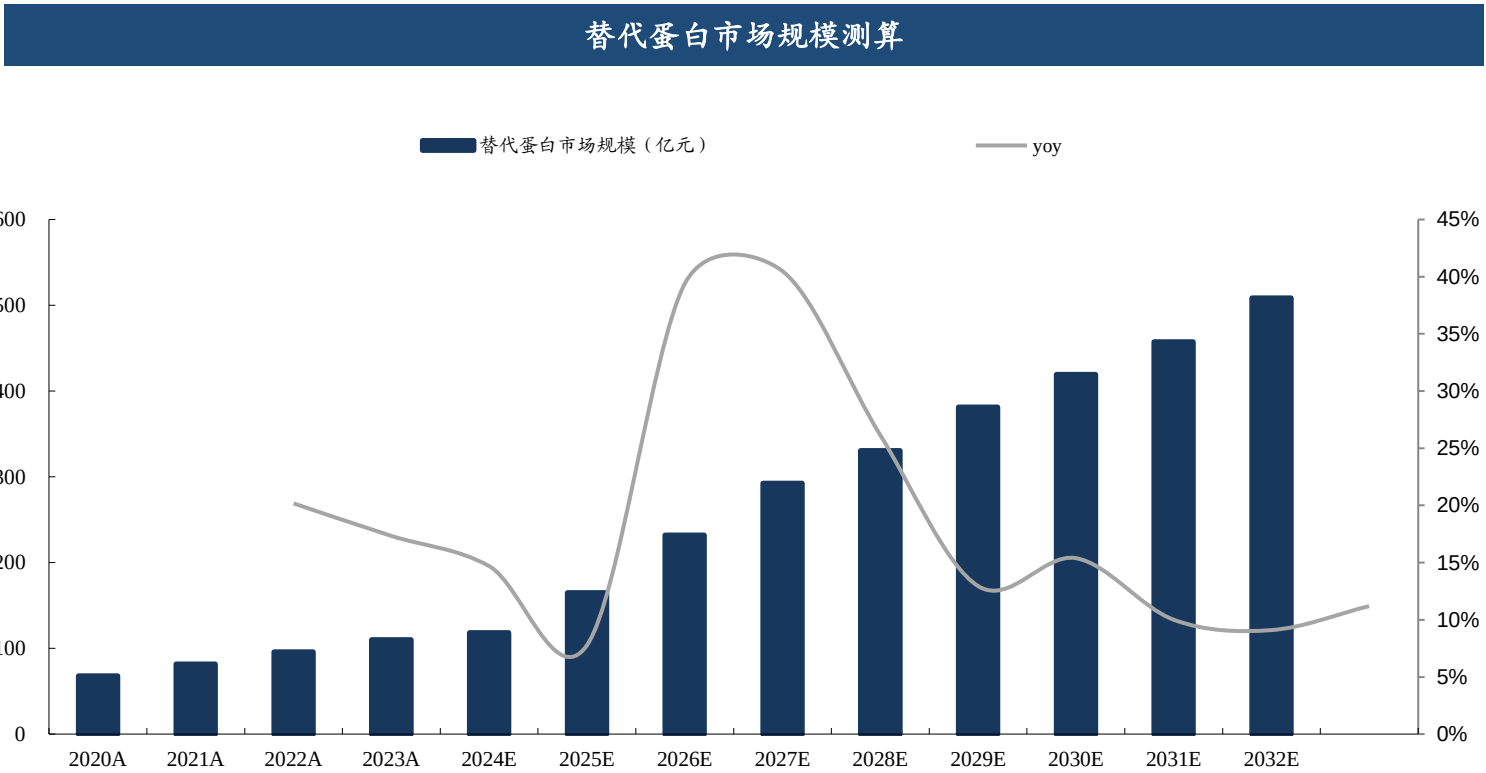
替代蛋白与传统蛋白需求变化趋势





### 3.1 替代蛋白缺口扩大，市场空间广阔

➤ 经测算，国内替代蛋白市场将保持较快速度增长，预计2032年市场规模达到508亿元。按《2023版中国居民膳食营养素参考摄入量》建议的每日蛋白质摄入量计算，中国居民平均每人每天需要摄入60克蛋白，则可计算得全年中国居民所需蛋白总量。根据BCG和Blue Horizon的研究表明，目前全球替代蛋白份额为3%，而亚太地区份额基数更低，增速更快。国内微生物蛋白用于食品预计24年11月获批，所以24-27年会有市占率的显著上升。通过市占率可算得国内年替代蛋白总需求量。已知目前大豆蛋白价格在2万元/吨以上，微生物蛋白获批后竞争格局可能导致替代蛋白整体价格下行。最后可算得替代蛋白市场总规模。测算得2024年国内替代蛋白市场规模约为118亿元，在2032年达到508亿元。

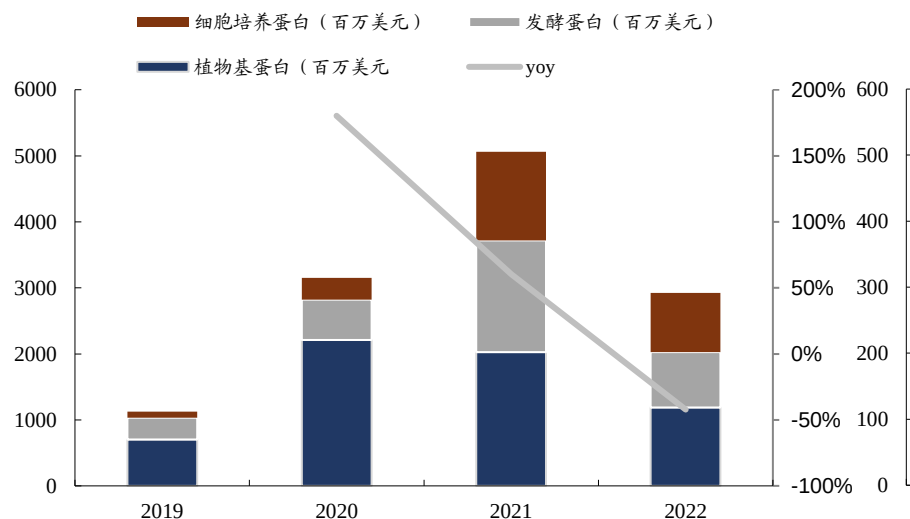




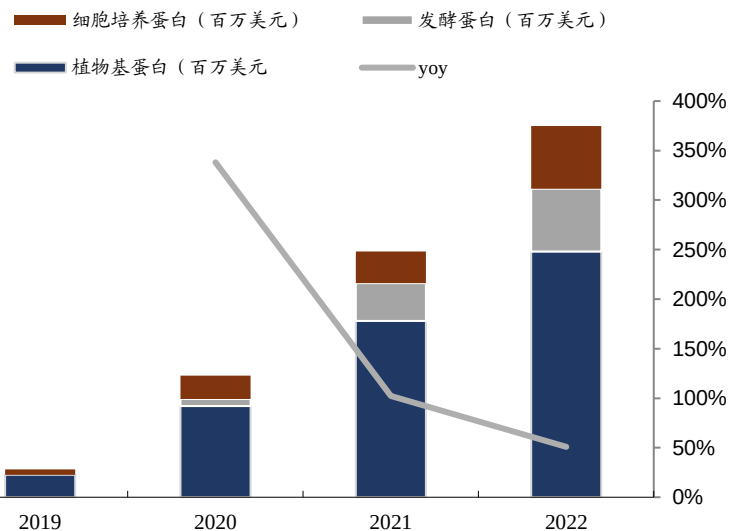
## 3.2 替代蛋白行业投融资热度高涨，亚太地区机遇丰富

- **全球替代蛋白领域投资2018年后快速升温，2022在整体投融资市场遇冷情况下仍具韧性。**据GFI数据显示，全球替代蛋白领域融资在2018年开始变热，2020年热度高涨，当年投资金额32亿美元，同比增长185%。而2022年投融资市场遇冷，替代蛋白领域投资金额仍高达29亿美元，同比下降42%，对比其他领域投资金额（气候技术-40%，金融科技-51%，食品技术融资-61%）仍具韧性。
- **亚太地区相比全球更被看好市场发展前景，2022年投资金额逆势增长43%。**分地区看，2022年在全球投资金额整体减少42%的情况下，亚太地区实现投资金额5.62亿美元，逆势增长43%，占全球投资金额比重提升至19%。亚太地区是全球肉类、海鲜和乳制品生产额最大的地区，伴随人口和经济景气度的提高，蛋白质需求持续增长，因此成为投资替代蛋白最具吸引力的地区。
- **2021年以来全球资本对技术路线的偏好由植物基转向发酵蛋白和细胞培养。**投资金额按技术路线拆分可以看出，2020年之前资金主要流向植物基蛋白企业，植物基蛋白投资金额占整体比重超60%。而21年以来资本更加偏好新技术，流向发酵蛋白和细胞培养。2022年植物基、发酵蛋白、细胞培养投资金额比例约4: 3: 3。
- **投融资金额占比表明企业与投资机构均看好新技术路径未来前景。**企业在加速布局新技术路线，而资金面上也认可新技术路线的技术优势和前景，为其提供资金以推动项目孵化、技术完善和商业化。

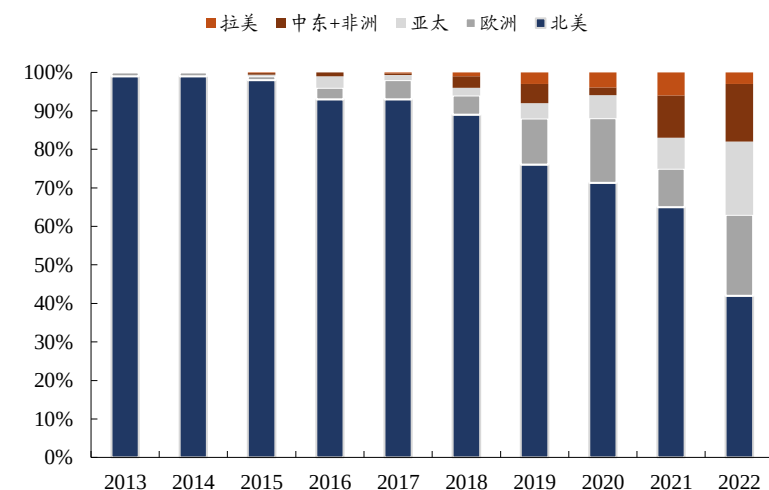
全球替代蛋白领域投资金额



亚太地区替代蛋白领域投资金额



全球替代蛋白投资金额分地区占比



3.3 政策面：全球政府鼓励替代蛋白发展

- 鼓励替代蛋白发展已成为全球共识。近年来，各国均有替代蛋白政策出台或里程碑式事件发生，且主要集中在发达国家。发达国家通常蛋白质消耗量大，又是环保主义思潮发展的沃土，对非动物来源的蛋白质需求度较高，因此成为替代蛋白发展的“桥头堡”。替代蛋白扶持政策的密集出台表明，发展替代蛋白是各国政府的战略要求，政府引导可能在这一领域带来较大投资机会。
- 我国也已多方位出台政策鼓励替代蛋白发展：习主席在全国政协十三届五次会议阐述“要树立大食物观”，向生物技术要热量、要蛋白，《“十四五”全国农业农村科技发展规划》《“十四五”生物经济发展规划》支持功能重组蛋白、人造蛋白食品研发探索。
- 替代蛋白是新质生产力的典型代表。习近平总书记在中共中央政治局第十一次集体学习时强调：“发展新质生产力是推动高质量发展的内在要求和重要着力点”“新质生产力已经在实践中形成并展示出对高质量发展的强劲推动力、支撑力”。替代蛋白作为摆脱传统种植养殖的食品蛋白获取方式具有高科技、高效能、高质量特征，是新质生产力的典型代表。

海外部分国家扶持替代蛋白相关政策

| 时间      | 国家   | 政策/事件                         | 内容                                                  |
|---------|------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 2019    | 泰国   | 泰国公共卫生部建议农村社区食用昆虫以满足其营养需求     | -                                                   |
| 2021.03 | 澳大利亚 | 成立替代蛋白委员会（APC）                | 在国家层面参与政策问题，为该行业提供集体声音，并提供一个讨论共同问题和机会的平台，实现该行业的共同愿景 |
| 2021.8  | 新加坡  | 允许培养肉进餐厅，发布“30 by 30”计划       | 首个允许培养肉进餐厅的国家，把开发替代蛋白作为2030年的目标之一                   |
| 2024.5  | 英国   | 出资1.2亿英镑给英国研究与创新署（UKRI）       | 战略发展替代蛋白                                            |
| 2024.5  | 以色列  | 《通过替代蛋白质创造一个充满活力的食品创新生态系统》白皮书 | 强调了政府在推动替代蛋白质进步方面发挥的重要作用，以以色列作为国                    |

我国扶持替代蛋白相关政策

| 时间       | 政策/事件                                     | 内容                                                  |
|----------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 2021年11月 | 关于政协第十三届全国委员会第四次会议第5062号（农业水利类475号）提案答复的函 | 将支持替代蛋白相关产业的项目支持、产业化生产和前沿探索，安排中央财政资金支持新型非粮蛋白资源的研究开发 |
| 2021年12月 | 《“十四五”全国农业农村科技发展规划》                       | 提出研究细胞培养肉、合成蛋奶油等营养型食品的制造技术                          |
| 2021年12月 | 《“十四五”生物经济发展规划》                           | 提出探索研发“人造蛋白”等新型食品，降低传统养殖业带来的环境资源压力                  |
| 2022年3月  | 习近平主席在全国政协十三届五次会议上的讲话                     | 要“树立大食物观”，发展生物科技、生物产业，向植物动物微生物要热量、要蛋白               |
| 2024年3月  | 《2024年国务院政府工作报告》                          | 加快发展新质生产力，积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎                  |

### 3.4 微生物蛋白显著优于植物蛋白、细胞培养蛋白

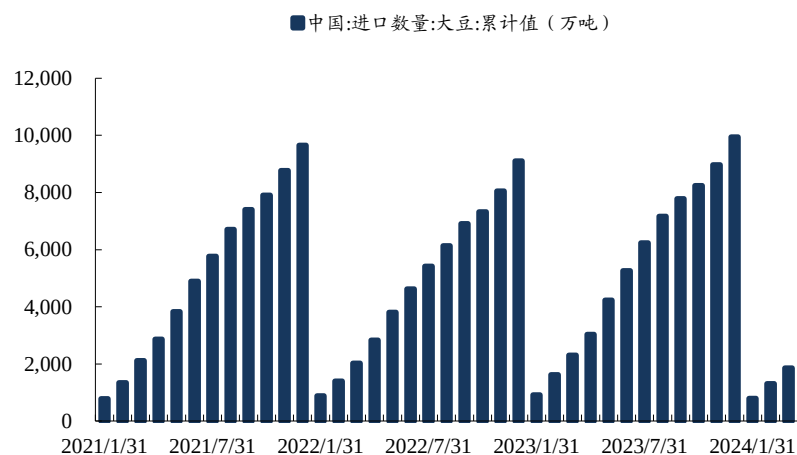
- 微生物蛋白是指通过微生物发酵合成蛋白。微生物蛋白具有很高的蛋白质含量，包含所有人体必需氨基酸，并且富含维生素和矿物质以及其他各种营养物质。
- 微生物蛋白具备以下优势：1) 高效率，微生物蛋白合成效率是养殖方式效率的上千倍；2) 健康性，高蛋白质、高膳食纤维、低脂肪、零胆固醇；3) 可降碳，生产1公斤微生物蛋白碳排放量仅为肉类 10%；4) 可持续，微生物蛋白与传统蛋白相比资源依赖性更低。

| 微生物蛋白与其他替代蛋白优劣势对比 |                          |    |                                                                                    |                                                      |                                                                           |
|-------------------|--------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 蛋白种类              | 蛋白来源                     | 价格 | 优点                                                                                 | 缺点                                                   | 代表公司                                                                      |
| 植物蛋白              | 大豆等植物                    | 低  | 生产技术成熟，成本最低                                                                        | 豆制品味道难以去除；国内大豆消费量80%以上依赖于进口，食品供应链安全与稳定性存在问题；营养程度较低。  | Beyond Meat 、 Impossible Foods等                                           |
| 微生物蛋白             | 利用微藻、细菌、真菌等微生物           | 较低 | 成本相对较低，技术进步仍存在较大降本空间；营养更丰富，平均蛋白质含量是肉类的2-2.5倍，是大豆的1.7倍，比动植物更具备经济价值；从风味、口感上来说较为接近动物肉 | 口感拟真度与动物肉仍存在一定差距。                                    | 富祥药业、Quorn、Algenol Biotech、、Enough、Mycorena AB 和 Roquette Fr è re Source等 |
| 昆虫蛋白              | 黄粉虫、黑水虻、蝗虫、蟋蟀等昆虫         | 较高 | 来源广泛，营养价值高                                                                         | 普遍范围内对昆虫作为食品的接受度较低，且口感和安全性难以得到保障，因此尚未大规模量产。          | 丰晟生态、自然创造、无两生科、Blue Protein等                                              |
| 细胞蛋白              | 利用生物组织培养技术从动物体中提取特定类型的细胞 | 高  | 可以有效规避激素和抗生素滥用，口感最接近动物肉                                                            | 由于培养基成本和反应器能耗成本居高不下，技术成熟度、法规监管、消费接受度仍存在较大挑战，商业化程度堪忧。 | MeaTech 、 Aleph Farms等                                                    |

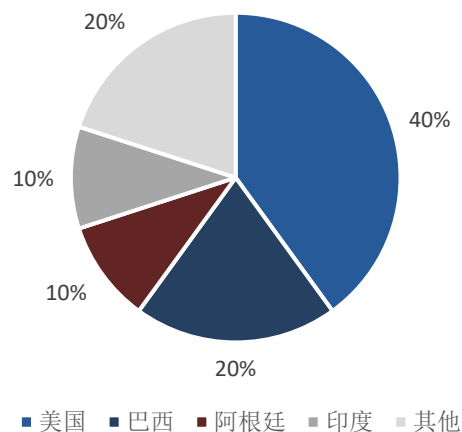
## 3.5 发展微生物蛋白符合我国战略需求

- **我国大豆严重依赖进口，植物蛋白原料短缺：**大豆这一首要蛋白质原料，我国对外依存度常年高于80%，年进口量约1亿吨。大豆主要由美国、巴西等国家掌握，严重威胁着我国的粮食安全与农业经济发展，植物蛋白原料受限。
- **植物蛋白原料为豆粕，价格波动较大。**豆粕是大豆提取豆油后的产物，蛋白含量高，通常用于提取大豆蛋白。近年来我国豆粕价格在3000元/吨到5000元/吨波动，波动幅度较大，给植物基蛋白的成本控制带来较大挑战。
- **发展微生物蛋白符合我国粮食安全的战略要求。**我们认为国内发展替代蛋白是大势所趋，主要由于可以：1) 提高蛋白制造效率，提升国民健康水平：2021年我国人均蛋白消费比日本韩国分别低30.5%和43%，而供给路径上微生物蛋白提高蛋白生产和转化效率；2) 满足国家战略需求，保证食物供给安全：我国动物蛋白缺口严重，2020年大豆产量2028万吨，消耗量11136万吨，进口大豆80%用于饲料蛋白，肉类产品缺口大于500万吨，奶类缺口约2000万吨，优质蛋白自给率严重不足，在国际上排名也较低。

中国大豆进口数量居高不下



2021年全球大豆产量占比情况



中国豆粕价格变化情况





3.6 微生物蛋白监管方式梳理

- **微生物蛋白作为新食品原料在各国均受到谨慎监管。**海外替代蛋白管理模式主要是通过发新食品原料批准许可、GRAS管理、普通食品管理（传统植物蛋白）三种。我国的新食品原料审查管理机构是中华人民共和国国家卫生健康委员会，管理要求按《新食品原料安全性审查管理办法》执行。新食品原料指在我国无传统食用习惯的以下物品：1) 动物、植物和微生物；2) 从动物、植物、微生物中分离的成分；3) 原有结构发生改变的食品成分；4) 其他新研制的食品原料。
- 目前我国食品评估中心已在替代蛋白安全性评估的技术储备方面开展大量工作：1、积极参与国际事务，跟踪细胞培养肉等替代蛋白的全球发展动态和前沿技术，与FAO共同举办细胞培养肉和精密发酵前沿动态交流会，分享前沿信息和技术；2、开展调研（细胞培养肉覆盖研发技术最成熟、生产规模最大企业；藻类蛋白80%；微生物蛋白基本全覆盖），梳理我国替代蛋白的研发情况、详细生产技术路线和工艺参数；3、研究采集深度数据：分析国内外现有管理情况以及质量控制和标准体系，提出我国替代蛋白分类管理模式，深度了解消费者对不同替代蛋白资源的接受程度，建立精准交流策略路径。4、研究安全性评估关键技术：建立风险因子危害识别和表征技术，筛选风险因子，形成不同替代蛋白资源安全性评估规范；5、研究标准和政策保障体系：从安全层面提出配套的安全控制、标准体系和政策保障支持措施；6、制定细胞培养类新食品原料安全性评审指南
- **微生物蛋白风险关键控制点：**1) 微生物获取和保藏阶段：大型食用真菌养殖过程中的重金属污染、筛选菌株的生物学和遗传学特征信息不明确等、可能会发生菌种退化现象，导致菌种活性降低，影响生长速度和蛋白产量、可能引入细菌真菌霉菌等杂菌污染并产生毒素；2) 微生物的选育和改造阶段：菌种基因稳定性变化，发生基因漂移并产生有害物质、使用亚硝酸盐、甲基磺酸乙酯、氧化亚氮和甲醛等菌种驯化诱变的化学试剂残留；3) 微生物培养基阶段：无机盐和PH调节剂等添加剂的过量使用或残留、可能引入细菌、真菌、霉菌等杂菌污染并产生毒素；4) 生物反应过程阶段：消泡剂等加工助剂的过量使用或残留、接触生物反应器等金属暴露风险；5) 微生物蛋白的加工阶段：食品添加剂的过量使用或残留。

各国微生物蛋白监管模式

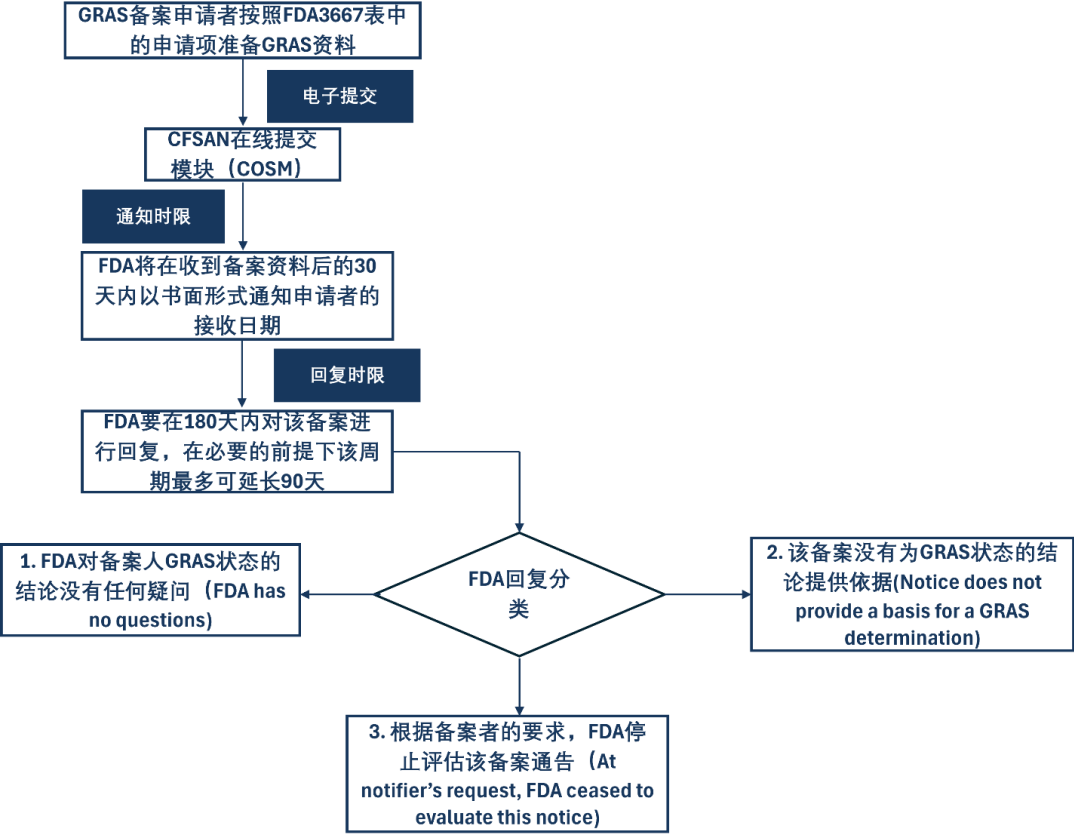
| 国家   | 监管法规                                        | 是否具有精密发酵的官方定义                                     | 申报人是否可以提交前咨询         | 有无安全评价指南                                                  |
|------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------|
| 中国   | 《食品安全法》《新食品原料安全性审查管理办法》<br>《食品添加剂新品种管理办法》   | 目前无官方标准定义。但一些精密发酵的产品已经批准使用，如一些由转基因生物生产的食品添加剂（酶制剂） | 可以                   | 《动物用转基因微生物安全评价指南》                                         |
| 欧盟   | EU2015/2283《新型食品法规》，EC1829/2003《转基因食品和饲料条例》 | 2023年欧洲食品安全委员会将精密发酵定义为“工程微生物细胞工厂在食品配料生产中的应用”      | 可以                   | 《2021转基因微生物及其产品风险评估指南》、《2012食品添加剂评价提交指南》、《2022提交酶档案的科学指南》 |
| 美国   | 《食品原料、添加剂、GRAS和包装指导文件和法规信息》                 | 无官方定义，但有相关批准产品                                    | 鼓励参与上市前审批流程的公司在提交前咨询 | GRAS或食品添加剂                                                |
| 加拿大  | 《食品药品法规》B.28新型食品                            | 无官方定义，但有相关批准产品                                    | 可以                   | 《新型食品安全评估指南》4.2微生物来源的新型食品                                 |
| 澳大利亚 | 澳大利亚《澳新食品标准法典》                              | 无官方定义，但有相关批准产品                                    | 向新型食品咨询委员会（ACNFI）咨询  | 《澳新食品申请手册》                                                |



3.6 微生物蛋白监管方式梳理

➤ 欧盟与美国对微生物蛋白的监管审批体系存在较大差异：微生物蛋白在美国按GRAS企业备案制进行监管：企业可选择自我认证（self-GRAS）后即可上市销售；申请方自我评定，FDA向公众发布GRAS通报，包括GRAS通报文件的非保密部分和FDA意见。欧盟则进行了单独立法，对产品的审批更为严格。

美国GRAS申请流程



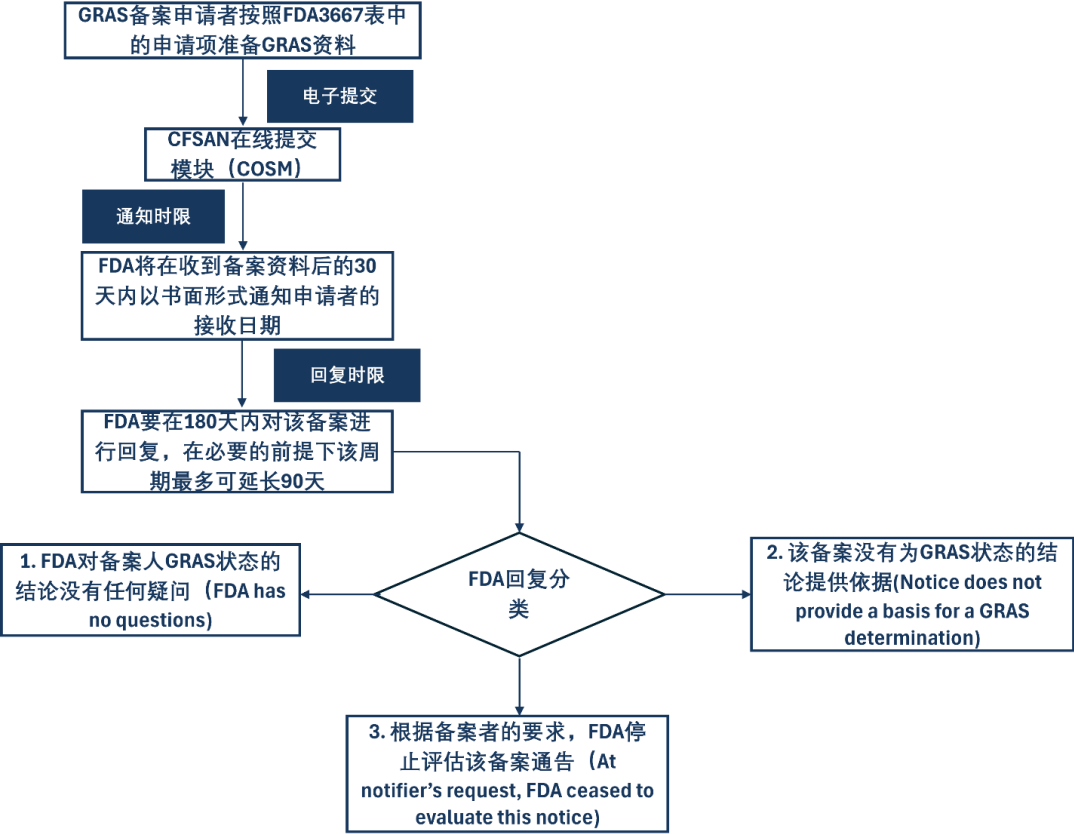
欧美微生物蛋白监管体系对比

| 欧盟                                                                                                                                                | 美国                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 欧盟以单独立法的形式建立了目前全球最为完善的法律体系，对产品的审批也最为严格。欧盟在“谨慎预防原则和实质等同原则”的基础上，制定了针对研发、生产和销售等各环节的配套法规和授权指导文件；欧盟明确了各类产品的申报、审批要求，统一了市场准入标准，制定了基于分级分类的风险评估指南和安全性管理措施。 | 美国认为现有的管理和评估体系依然有效，遵循“可靠科学原则和实质等同原则”，同时重点评估终产品和其在特定用途上的安全，而不强调是否采用了转基因技术。美国对转基因微生物来源的食品遵循基于产品用途进行评估的原则，申报时根据食品性质和具体用途，选择不同的申报程序，简化了新产品开发、审批、应用及上市销售的流程。 |

3.6 微生物蛋白监管方式梳理

➤ 欧盟与美国对微生物蛋白的监管审批体系存在较大差异：微生物蛋白在美国按GRAS企业备案制进行监管：企业可选择自我认证（self-GRAS）后即可上市销售；申请方自我评定，FDA向公众发布GRAS通报，包括GRAS通报文件的非保密部分和FDA意见。欧盟则进行了单独立法，对产品的审批更为严格。

美国GRAS申请流程



欧美微生物蛋白监管体系对比

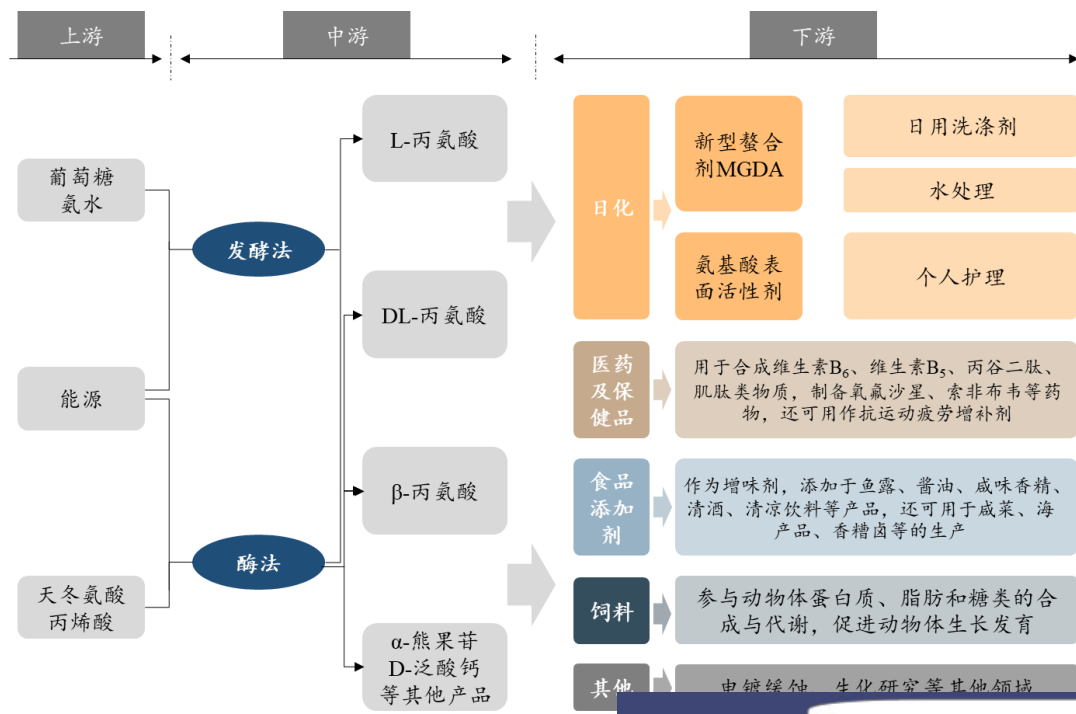
| 欧盟                                                                                                                                                | 美国                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 欧盟以单独立法的形式建立了目前全球最为完善的法律体系，对产品的审批也最为严格。欧盟在“谨慎预防原则和实质等同原则”的基础上，制定了针对研发、生产和销售等各环节的配套法规和授权指导文件；欧盟明确了各类产品的申报、审批要求，统一了市场准入标准，制定了基于分级分类的风险评估指南和安全性管理措施。 | 美国认为现有的管理和评估体系依然有效，遵循“可靠科学原则和实质等同原则”，同时重点评估终产品和其在特定用途上的安全，而不强调是否采用了转基因技术。美国对转基因微生物来源的食品遵循基于产品用途进行评估的原则，申报时根据食品性质和具体用途，选择不同的申报程序，简化了新产品开发、审批、应用及上市销售的流程。 |

## 4. 合成生物学终端应用：医药与化学品

# 4 合成生物学终端应用：医药与化学品

- 合成生物学下游应用场景丰富，潜在市场需求大的产品空间广阔，在生物制造的优势基础上有助于大宗药品与化学品快速放量。以华恒生物为例，丙氨酸是公司最主要的产品，其中：发酵法生产的L丙氨酸主要应用于日化、医药及保健品领域，酶法生产的L丙氨酸主要应用于医药及保健品、食品添加剂领域，DL丙氨酸占丙氨酸系列产品比重较少，主要应用于日化及食品添加剂领域，β丙氨酸主要应用于医药及保健品、食品添加剂等领域。公司围绕丙氨酸产业链条拓宽应用范围，获得了庞大的下游客户群体，并加速了产品放量节奏。
- 合成生物学成本优势显著，同一产品不同技术路径毛利率差异大。以L-丙氨酸为例，根据中国生物发酵产业协会数据显示，2019年丙氨酸系列产品全球需求量约5万吨，2016年至2019年间，丙氨酸全球需求量年复合增长率约14%，预计未来市场仍将会以约12%的年复合增长率快速增长，到2023年全球市场需求可达8.1万吨。据华恒生物招股书，公司同时拥有发酵法和酶法生产L-丙氨酸的工艺。在发酵法工艺下，公司以可再生葡萄糖为原料厌氧发酵生产L-丙氨酸，较传统酶法工艺大幅降低了约50%的产品成本，因此发酵法毛利率约4倍于酶法。

华恒生物选品下游应用领域广泛



丙氨酸市场需求量及增速



发酵法与酶法L-丙氨酸毛利率差异

| 产品名称     | 2019年度   |        | 2018年度   |        | 2017年度   |        |
|----------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
|          | 毛利 (万元)  | 毛利率    | 毛利 (万元)  | 毛利率    | 毛利 (万元)  | 毛利率    |
| 发酵法L-丙氨酸 | 16012.52 | 49.53% | 14867.14 | 45.69% | 12432.44 | 42.08% |
| 酶法L-丙氨酸  | 16012.52 | 10.63% | 14867.14 | 10.63% | 12432.44 | 10.34% |



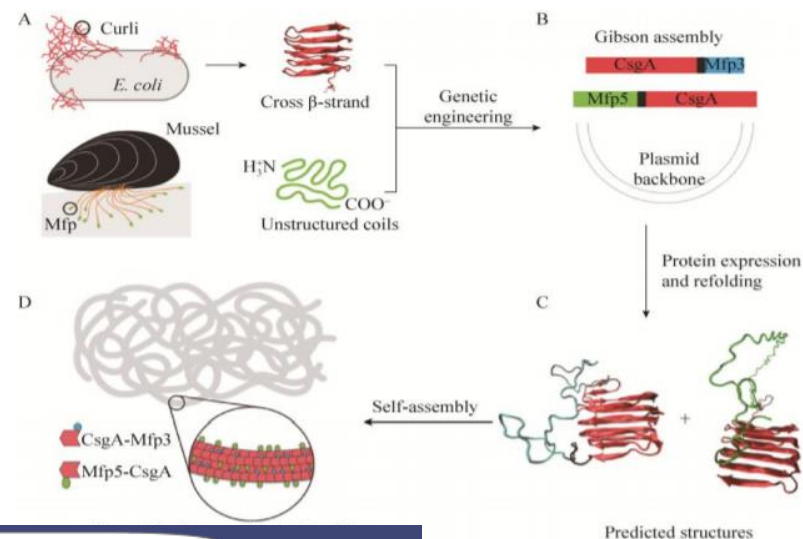
## 4 合成生物学终端应用：医药与化学品

- 合成生物学可优化药品生产能力和效率，也能生产出无法人工化学合成的产物。随着基因编辑技术与对细胞元件、功能认知的提升，使高效设计生产菌种成为可能，使得部分药品的生产效率大幅提升，也能够生产出无法人工化学合成的产物。
- 医药领域相关产品：**辉瑞mRNA新冠疫苗**：利用质粒和大肠杆菌生产疫苗，被评价为划时代的创新；**川宁生物的硫氰酸红霉素、红没药醇等抗生素/中间体**：硫氰酸红霉素为纯发酵提取得到的产品，无法人工合成。
- 合成生物学可优化化学品和材料的生产能力与效率。随着合成生物学快速发展，对细胞代谢和调控认知的深入以及技术手段的进步，使得优化改造、从头设计合成高效生产菌种成为可能，可再生化学品与聚合材料的生产能力与效率大幅提升，与此同时可大幅减少原材料和能源消耗，大幅降低生产成本。
- 材料领域相关产品：**耐用生物膜**：Zymergen开发了一种透明的生物膜，这种生物膜薄、柔韧、耐用，可用于在智能手机、电视屏幕和皮肤等多种表面传输触摸。**智能包装**：Infarm创造了一种可在物体周围折叠的可再生塑料。Earthpac利用马铃薯加工废水中的淀粉生产可生物降解的餐具和托盘。

合成生物药品



合成生物材料



## 5. 投资建议

### ➤ 选股思路：

- **选择工业化和商业化能力强的企业：**合成生物学企业攻克前期通路设计、构造底盘菌往往都能通过外延合作、自研或购买专利等方式实现，但规模化表达、工艺放大和商业化需要企业自身具备过硬实力。选取已有合成生物学产品商业化或即将成功商业化的企业。
- **差异化选品，产品竞争格局好的企业：**大宗化学品赛道相对拥挤，差异化选品的企业可独占市场，具备先发优势。
- **所在领域和产品符合国家战略需要，可能获得政策支持的企业：**例如我国蛋白质缺口大，目前植物基替代蛋白原料大豆依赖进口，发展微生物蛋白符合国家战略需要，有望得到政策支持。

➤ **投资建议：**1) 已经攻克工业化、商业化难点的企业：川宁生物、华恒生物等；2) 产品符合国家生物制造战略需要，可能获得政策支持的企业：富祥药业等；

➤ **风险提示：**1) 商业化进度不及预期风险；2) 产品销售不及预期风险；3) 政策出台不确定性风险

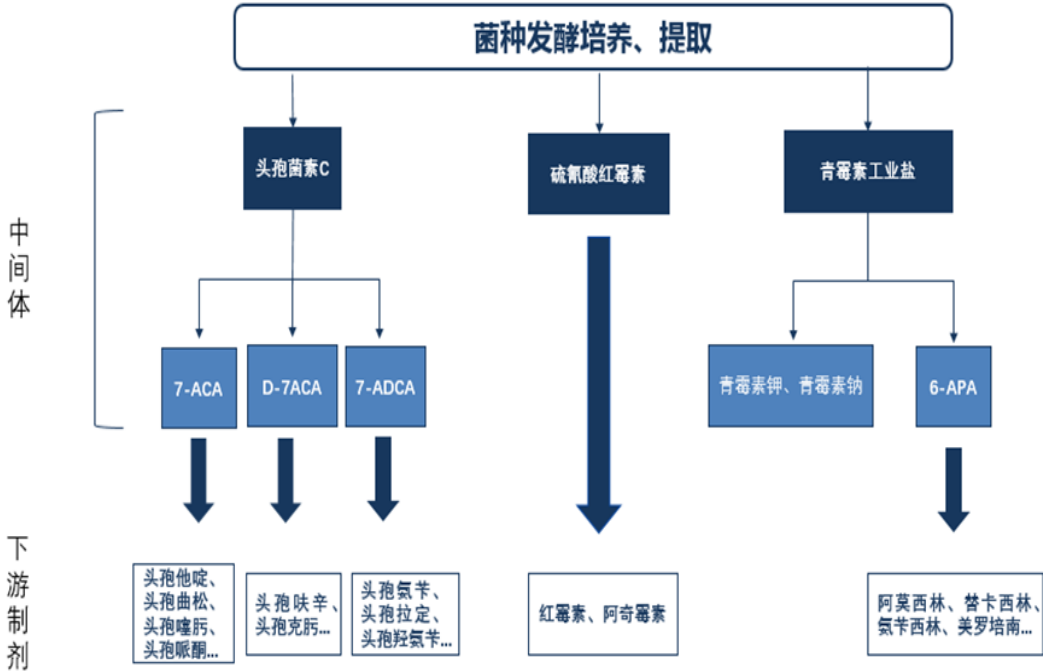
# 5.1 川宁生物：医药合成生物学成熟企业

- 川宁生物于2010年成立，主要从事发酵技术的研发和产业化，属医药中间体制造企业。公司是抗生素中间体领域规模领先、产品类型齐全、生产工艺较为先进的企业之一。
- 公司产品涵盖大环内酯类、广谱类抗生素的主要中间体。产品主要分五类：1) 硫氰酸红霉素：可用于生产红霉素、罗红霉素；2) 青霉素类中间体（6-APA、青霉素G钾盐）：可用于生产氨苄西林（钠）和阿莫西林；3) 头孢类中间体：（7-ACA、D-7-ACA、7-ADCA）：可用于生产头孢菌类药物；4) 熊去氧胆酸（粗品）；5) 辅酶 Q10 菌丝体。

川宁生物产品情况

| 名称                    | CASNO.     | 主要用途                                                                                     |
|-----------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 硫氰酸红霉素                | 7704-67-8  | 用于革兰氏阳性菌和支原体的感染；更多的作为原料药中间体用于生产红霉素、罗红霉素、阿奇霉素、克拉霉素等大环内酯类抗生素。                              |
| 6-氨基青霉烷酸（6-APA）       | 551-16-6   | 生产半合成抗青霉素类抗生素氨苄西林（钠）和阿莫西林的重要中间体。阿莫西林系广谱半合成青霉素，能抑制细菌细胞壁的合成，使之迅速变为球形破碎溶解，在杀菌速度上优于青霉素和头孢菌素。 |
| 青霉素G钾盐（青霉素工业盐）        | 113-98-4   | 青霉素G钾盐主要用于生产青霉素类抗生素和部分头孢类抗生素，可用于生产医药中间体或直接生产青霉素钾、青霉素钠及克拉维酸钾等。                            |
| 7-氨基头孢烷酸（7-ACA）       | 957-68-6   | 用于头孢他啶、头孢曲松、头孢噻肟等药物的生产。                                                                  |
| 去乙酰-7-氨基头孢烷酸（D-7ACA）  | 15690-38-7 | 用于合成头孢菌类药物，例如合成头孢氨苄、合成头孢拉定、合成羟氨苄头孢菌素等药物的生产。                                              |
| 7-氨基去乙酰氧基头孢烷酸（7-ADCA） | 26395-99-3 | 用于合成头孢氨苄、头孢拉定和头孢羟氨苄等头孢菌素类药物。                                                             |
| 熊去氧胆酸（粗品）             | 128-13-2   | 用于精制去氧胆酸、牛磺熊去氧胆酸。熊去氧胆酸可用于治疗胆结石、胆汁淤积性肝病、脂肪肝、各型肝炎、中毒性肝障碍、胆囊炎、胆道炎和胆汁性消化不良、胆汁返流性胃炎、眼部疾病等。    |
| 辅酶Q10菌丝体              | 303-98-0   | 用于合成提取辅酶Q10，可治疗心血管疾病，如病毒性心肌炎、慢性心功能不全等。                                                   |

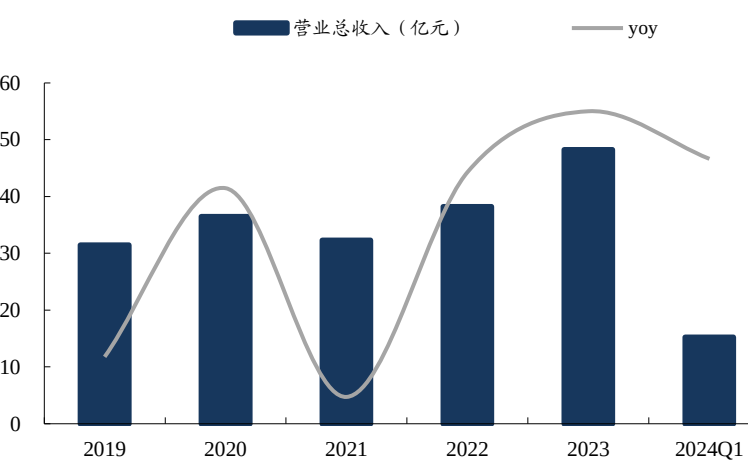
主要中间体产品与下游制剂产品关系



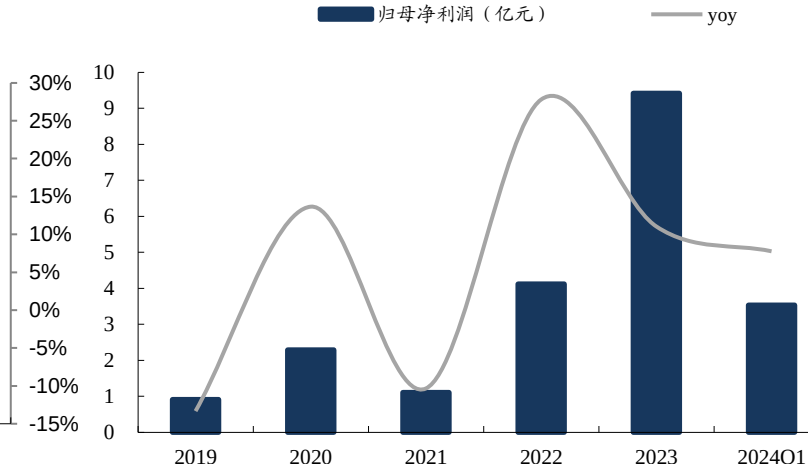
# 5.1 川宁生物：医药合成生物学成熟企业

➤ 业绩逐季度加速，看好盈利能力持续提升。2019年因为新产能加入等原因，抗生素价格有所回落；2021年由于生产经营所在地疫情防控政策影响，川宁生物10月基本处于停工状态；2022年抗生素中间体产品价格有所上涨并维持高位；2023年疫情放开后需求端持续旺盛，原料药价格处在高位，公司作为行业龙头持续收益。2024年一季度营收与归母净利润继续快速增长，增速分别为19.96%和100.98%。随着公司规模效应体现，盈利能力有望进一步提升。

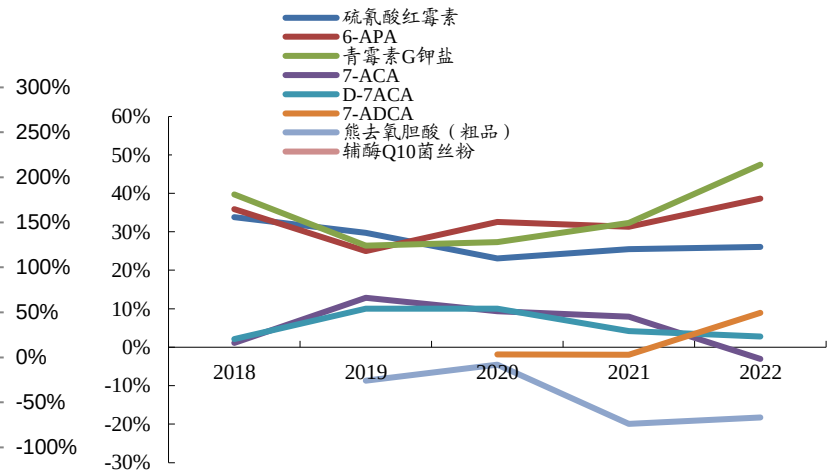
川宁生物营业总收入情况



川宁生物归母净利润情况



川宁生物各产品毛利率情况



来源：川宁生物招股书，东吴证券研究



## 5.1 川宁生物：医药合成生物学成熟企业

- 上海研究所负责选品、研发、小试，经过1.5年发展，目前已初具规模。
- 伊犁生产基地负责中试和后续商业化生产
- 选品、研发与放大生产是合成生物学破题关键，选品决定了未来市场空间，研发体现的是团队科技硬实力，放大生产是产品走向市场的通行证。1) 选品优势，4大底盘菌平台，100多可发展管线；631规划（60%原有产品，优化成本；30%高附加值品种；10%新品种，难度大）；2) 团队优势，赵华为领导的强大研发团队，采用分成制，凝聚力强；3) 大生产扩大能力，公司强项；很多研发企业交付的工艺包是10L的，没办法商业化，而公司早期考虑商业化可能。

### 川宁生物合成生物学模式

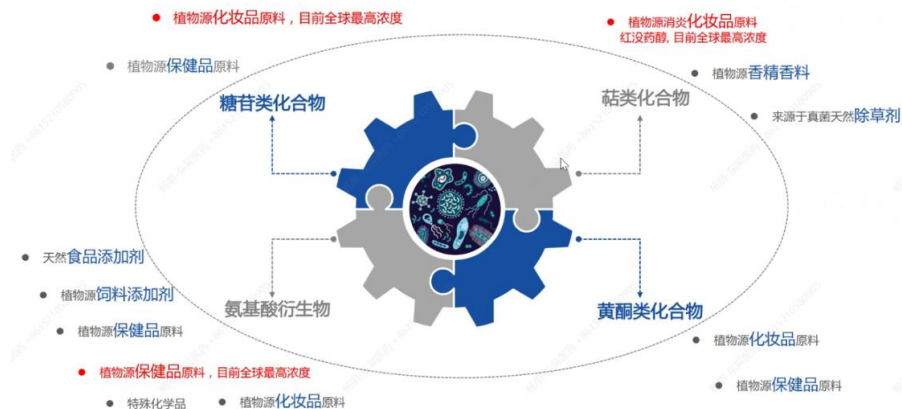
#### 从合成生物学选品、研发、到大生产全产业链



### 从研发到大生产速度快



### 四大底盘菌带来100多种化合物



# 5.1 川宁生物：医药合成生物学成熟企业

- 医药合成生物学第一股，研发管线丰富，产能丰富，项目落地在即：公司在上海建立合成生物研究院，依托强大的研发团队、4大底盘菌研发平台等，已有十余个项目管线，且部分管线有望短期落地。2023年上海研究院完成化妆品活性原料角鲨烷、饲料添加剂肌醇、保健品原料褪黑素等产品的菌种构建和小试发酵和提取工艺的优化。产能方面，合成生物学巩固新基地一期建成在即，新基地设计产能包括红没药醇 300 吨、5-羟基色氨酸 300 吨、麦角硫因 0.5 吨、依克多因 10 吨、红景天苷 5 吨、诺卡酮 10 吨、褪黑素 50吨、植物鞘氨醇 500吨及其他原料的柔性生产车间；其中红没药醇已进入销售，5-羟基色氨酸中试阶段已完成，麦角硫因等品种将进入中试阶段，即将为公司提供业绩。
- 风险提示：集采风险；产品销售不及预期；研发不及预期。

| 利润表（百万元）       | 2023A  | 2024E | 2025E | 2026E |
|----------------|--------|-------|-------|-------|
| 营业总收入          | 4,823  | 5,402 | 5,894 | 6,453 |
| 营业成本(含金融类)     | 3,300  | 3,670 | 4,019 | 4,383 |
| 税金及附加          | 67     | 73    | 82    | 89    |
| 销售费用           | 23     | 16    | 18    | 19    |
| 管理费用           | 143    | 189   | 206   | 226   |
| 研发费用           | 55     | 49    | 53    | 58    |
| 财务费用           | 61     | 51    | 45    | 7     |
| 加:其他收益         | 9      | 9     | 10    | 11    |
| 投资净收益          | -14    | -7    | -13   | -14   |
| 公允价值变动         | -1     | 0     | 0     | 0     |
| 减值损失           | -49    | 0     | 0     | 0     |
| 资产处置收益         | 1      | 1     | 1     | 1     |
| 营业利润           | 1,121  | 1,356 | 1,470 | 1,670 |
| 营业外净收支         | -4     | -29   | -9    | -2    |
| 利润总额           | 1,118  | 1,327 | 1,461 | 1,668 |
| 减:所得税          | 177    | 226   | 248   | 284   |
| 净利润            | 941    | 1,101 | 1,212 | 1,385 |
| 减:少数股东损益       | 0      | 0     | 0     | 0     |
| 归属母公司净利润       | 941    | 1,101 | 1,212 | 1,385 |
| 每股收益-最新股本摊薄(元) | 0.42   | 0.50  | 0.55  | 0.62  |
| EBIT           | 1,196  | 1,414 | 1,526 | 1,689 |
| EBITDA         | 1,747  | 2,028 | 2,157 | 2,339 |
| 毛利率(%)         | 31.57  | 32.06 | 31.81 | 32.08 |
| 归母净利率(%)       | 19.50  | 20.38 | 20.57 | 21.46 |
| 收入增长率(%)       | 26.24  | 12.00 | 9.11  | 9.48  |
| 归母净利润增长率(%)    | 128.56 | 17.06 |       |       |

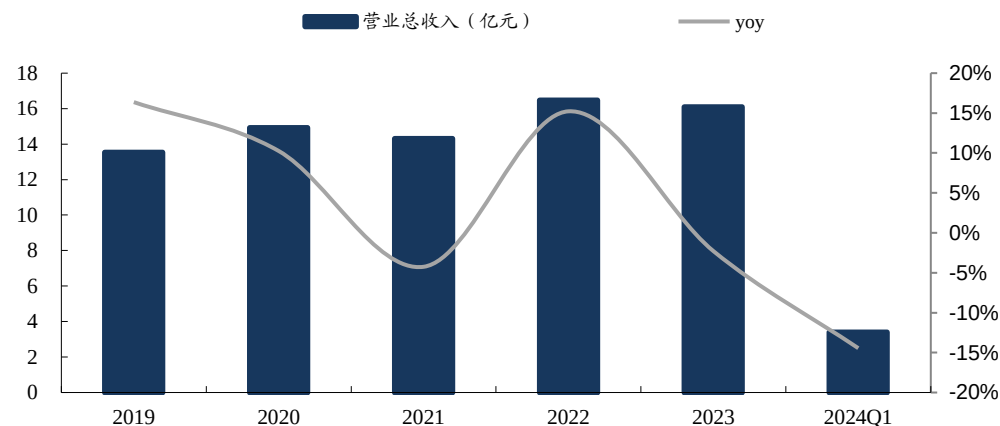
| 盈利预测与估值       | 2022A    | 2023A    | 2024E    | 2025E    | 2026E    |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 营业总收入(百万元)    | 3,820.66 | 4,823.34 | 5,402.21 | 5,894.15 | 6,452.71 |
| 同比(%)         | 18.21    | 26.24    | 12.00    | 9.11     | 9.48     |
| 归母净利润(百万元)    | 411.52   | 940.56   | 1,101.00 | 1,212.42 | 1,384.54 |
| 同比(%)         | 269.58   | 128.56   | 17.06    | 10.12    | 14.20    |
| EPS-最新摊薄(元/股) | 0.19     | 0.42     | 0.50     | 0.55     | 0.62     |
| P/E（现价&最新摊薄）  | 52.93    | 23.16    | 19.79    | 17.97    | 15.73    |

| 重要财务与估值指标      | 2023A | 2024E | 2025E | 2026E |
|----------------|-------|-------|-------|-------|
| 每股净资产(元)       | 3.13  | 3.63  | 4.17  | 4.80  |
| 最新发行在外股份（百万股   | 2,223 | 2,223 | 2,223 | 2,223 |
| ROIC(%)        | 10.94 | 12.50 | 12.11 | 11.95 |
| ROE-摊薄(%)      | 13.51 | 13.66 | 13.07 | 12.99 |
| 资产负债率(%)       | 31.22 | 29.73 | 24.06 | 24.67 |
| P/E（现价&最新股本摊薄） | 23.16 | 19.79 | 17.97 | 15.73 |
| P/B（现价）        | 3.13  | 2.70  | 2.35  | 2.04  |

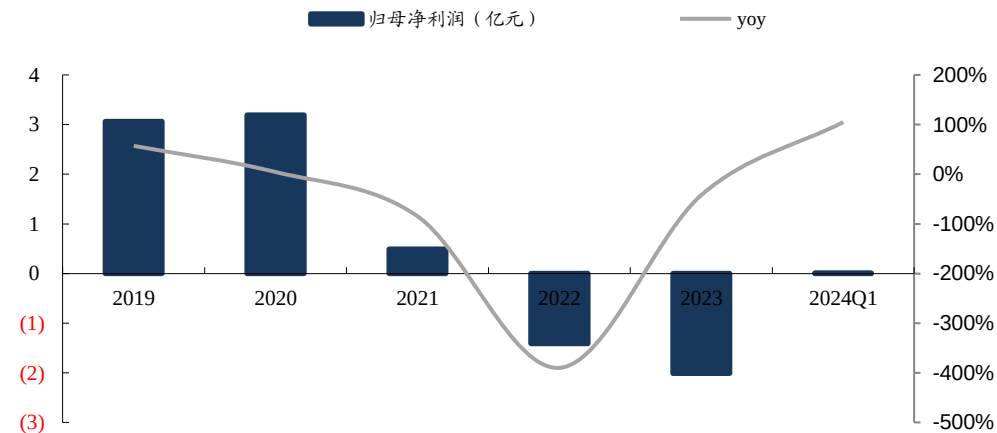
## 5.2 富祥药业：微生物蛋白领跑者

- 富祥药业成立于2002年，2009年获得药品生产许可证，2015年于深交所创业板上市。公司主营业务为β-内酰胺酶抑制剂和碳青霉烯类（培南系列）原料药，自2020年开始，公司布局万亩生物医药产业基地，业务向微生物合成蛋白质和锂电池电解液添加剂VC（碳酸亚乙烯酯）/FEC（氟代碳酸乙烯酯）延伸，目前均已实现量产并带来收入，有望成为公司新增长点。
- 公司产品包括舒巴坦系列、他唑巴坦系列等β-内酰胺酶抑制剂原料药，培南系列等高端抗生素产品，亦包括2022年上市的锂电池电解液添加剂VC/FEC和2023年上市的微生物蛋白产品，总体而言公司是一家面向下游制剂、新能源电解液、食品生产厂商的基础原材料企业。
- 从收入端看，业绩略有波动，短期承压。公司营业收入从2019年的13.54亿元增长至2023年的16.1亿元，CAGR为3.52%。2024年第一季度实现收入3.4亿元，同比下降14.45%。业绩波动主要因为：1）产品方面，原料药产品和新能源电解液添加剂产品下游价格处于阶段性低位；2）外部环境方面，2020-2022年受疫情影响，公司国内外销售、经营受到影响，收入略有波动；
- 从利润端看，2024Q1扭亏为盈。2019年至2023年归母净利润由3.06亿元下滑至亏损2.01亿元。2024年Q1实现归母净利润0.01亿元，同比增长104.87%。公司此前经历原料药下游去库存，价格低位运行的阵痛；原料端价格持续高位；以及新能源电解液添加剂业务产能爬坡，下游价格阶段性低位影响。目前下游原料药价格企稳回升，公司经营不利因素进一步减少；叠加公司降本增效举措卓有成效，公司2024Q1业绩明显改善。

富祥药业营业总收入情况



富祥药业营业总收入情况





## 5.2 富祥药业：微生物蛋白领跑者

- 公司自2020年开始布局微生物蛋白领域，已建立微生物蛋白菌种高通量筛选、高蛋白丝状真菌大规模培养与优化、蛋白分离提取与制备、风味与质构调控食品化加工等技术工艺，具备从高蛋白菌种强化、工业规模发酵生产、产品制备与品质调控的完整微生物蛋白制造技术体系。2023年公司微生物蛋白上市销售，收获1200吨订单，目前正在交付中。2024年5月，公司与中国香港绿客盟和马来西亚Ultimate公司达成合作，各拟从富祥药业三年内采购不低于6000吨微生物蛋白。

富祥药业微生物蛋白产业链示意图



富祥药业微生物蛋白工艺流程示意图



## 5.2 富祥药业：微生物蛋白领跑者

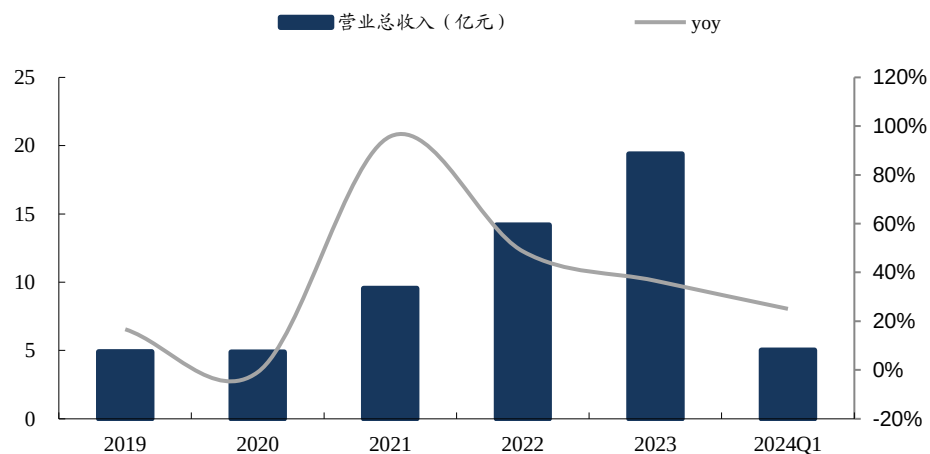
- 国内首家微生物蛋白商业化企业。替代蛋白市场空间广阔，经测算至2032年国内替代蛋白市场规模可达508亿元。公司为国内首家实现商业化公司，牵头确立行业标准，拥有专利菌种壁垒及先发优势；2024年不考虑新订单情况下已有在手订单1200吨，持续交付中。2024年5月公司与中国香港绿客盟和马来西亚Ultimateat公司达成合作，各拟从富祥药业三年内采购不低于6000吨微生物蛋白。2024年四季度将建成2万吨微生物蛋白产线，产能充足。镰刀菌微生物蛋白正在国内申报用于食品，公司长期与下游伙伴合作开发微生物蛋白制品，下游应用丰富。
- 风险提示：产品研发存在不确定性、政策出台存在不确定性



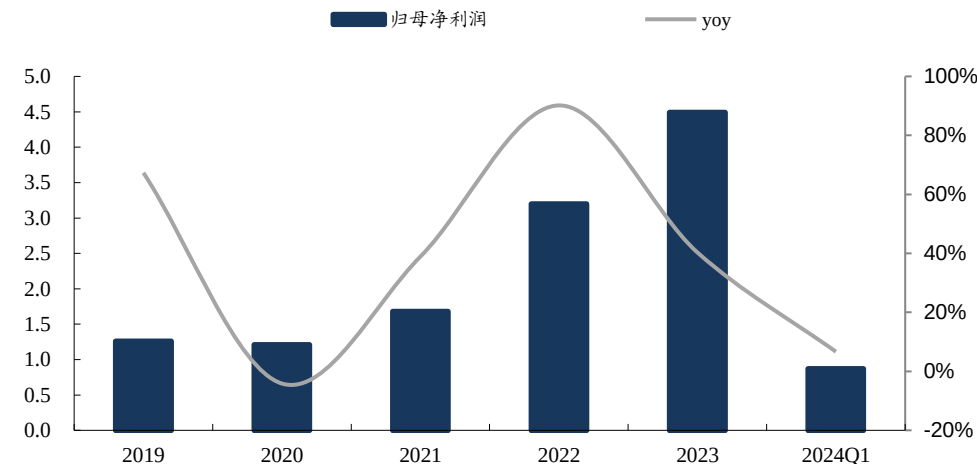
## 5.3 华恒生物：快速成长的生物基产品制造企业

- 公司是一家以合成生物技术为核心，通过生物制造方式，主要从事生物基产品的研发、生产、销售的国家高新技术企业。截至目前，公司已建成并投产的主要产品包括氨基酸系列产品（L-丙氨酸、DL-丙氨酸、β-丙氨酸、L-缬氨酸）、维生素系列产品（D-泛酸钙、D-泛醇、肌醇）、生物基新材料单体（1,3-丙二醇、丁二酸）和其他产品（苹果酸、熊果苷）等，可广泛应用于中间体、动物营养、日化护理、功能食品与营养、植物营养等众多领域。
- 公司业绩快速增长。公司收入从2019年的4.91亿元增长至2023年的19.38亿元，CAGR为23.98%。2024年Q1实现收入5.01亿元，同比快速增长25.12%。归母净利润从2019年的1.26亿元增长至2023年的4.49亿元，CAGR为28.94%。2024年Q1实现归母净利润0.87亿元，同比增长6.62%。

华恒生物营业总收入情况



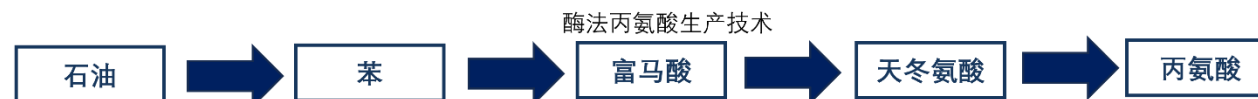
华恒生物归母净利润情况



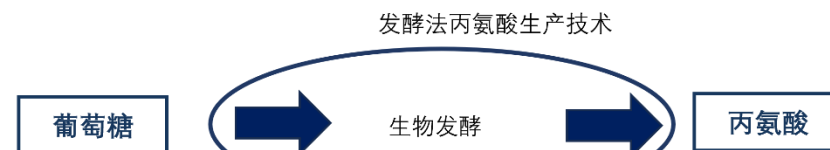
## 5.3 华恒生物：快速成长的生物基产品制造企业

- 公司具备酶法与发酵法丙氨酸生产技术，发酵法对比酶法优势显著。据公司招股书，发酵法生产路径简单，原材料易得，且生产过程绿色环保，成本低于酶法。
- 2023 年公司高质量完成赤峰基地年产 5 万吨生物基丁二酸及生物基产品原料生产基地项目和年产 5 万吨的生物基 1,3-丙二醇建设项目，秦皇岛基地建设年产 5 万吨生物基苹果酸建设项目，各项目产能有序释放，经济效益逐步显现。

华恒生物丙氨酸酶法与发酵法技术路径对比



酶法 L-丙氨酸生产技术是以 L-天冬氨酸为主要原材料，利用假单胞菌产生天冬氨酸 β-脱羧酶全细胞转化而成。由于酶法生产技术最终上游为石化原料，原材料不可再生，生产过程存在污染，成本较高，并且在 L-天冬氨酸转化为 L-丙氨酸的过程中，每生产 1 吨 L-丙氨酸理论上要排放 0.5 吨二氧化碳。酶法生产的优势在于技术更加成熟稳定，可以生产纯度更高的产品。



发酵法生产技术是以葡萄糖为主要原材料，通过生物发酵的方法进行生产。发酵法充分利用生态产物，所用的原材料易得，生产以及分离提取过程清洁高效，发酵工艺中实现了二氧化碳的零排放，符合低碳环保的洁净生产理念。发酵法的主要优势在于生产过程绿色环保，同时成本远低于酶法。

## 5.3 华恒生物：快速成长的生物基产品制造企业

- 国内合成生物学领域领先企业，生物基精细化工品和基础化工品等产品线不断丰富。选品均为下游应用广泛，需求量大的单品，如丙氨酸等。研发项目持续推进，PDO、丁二酸、蛋氨酸等产品生物法量产突破，公司5万吨/年PDO和5万吨/年丁二酸项目已经建成。根据一致预期，公司2024-2025年预计收入32.18/43.39亿元，归母净利润6.28/8.76亿元。
- 风险提示：产品销售不及预期、研发进度不及预期

## 6. 风险提示与免责声明

- **产品研发风险：**合成生物学产品存在早期研发失败的风险
- **知识产权风险：**合成生物学技术研发、落地过程中知识产权极为重要，若侵犯/被侵犯将影响公司经营
- **技术发展不及预期风险：**人工智能等新兴技术在合成生物学领域中应用仍存在不确定性
- **市场竞争加剧风险：**随着更多企业进入合成生物学赛道，市场竞争存在加剧风险
- **原材料成本上升风险：**合成生物学原材料通常来自农作物、石油化工等产品，原材料存在波动情况
- **政策风险：**政策存在不确定性
- **地缘政治风险：**政府间竞争存在不确定性



东吴证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，本公司及作者不对任何人因使用本报告中的内容所导致的任何后果负任何责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

在法律许可的情况下，东吴证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明出处为东吴证券研究所，并注明本报告发布人和发布日期，提示使用本报告的风险，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。 未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

东吴证券投资评级标准

投资评级基于分析师对报告发布日后6至12个月内行业或公司回报潜力相对基准表现的预期（A 股市场基准为沪深 300 指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普 500 指数，新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的），北交所基准指数为北证50指数），具体如下：

- 公司投资评级：
- 买入：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准在15%以上；
  - 增持：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于5%与15%之间；
  - 中性：预期未来 6个月个股涨跌幅相对基准介于-5%与5%之间；
  - 减持：预期未来 6个月个股涨跌幅相对基准介于-15%与-5%之间；
  - 卖出：预期未来 6个月个股涨跌幅相对基准在-15%以下。
- 行业投资评级：
- 增持： 预期未来6个月内，行业指数相对强于基准5%以上；
  - 中性： 预期未来6个月内，行业指数相对基准-5%与5%；
  - 减持： 预期未来6个月内，行业指数相对弱于基准5%以上。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议。投资者买入或者卖出证券的决定应当充分考虑自身特定状况，如具体投资目的、财务状况以及特定需求等，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

东吴证券研究所  
苏州工业园区星阳街5号  
邮政编码：215021

传真：（0512）62938527

公司网址： <http://www.dwzq.com.cn>

# 东吴证券 财富家园