

造物致用，合成生物赋能未来

2024年11月21日

证券分析师: 马云涛

SAC执业资格证书编码: S0020522080001

邮箱: mayuntao@gyzq.com.cn

证券分析师: 朱仕平

SAC执业资格证书编码: S0020524010001

邮箱: zhushiping@gyzq.com.cn

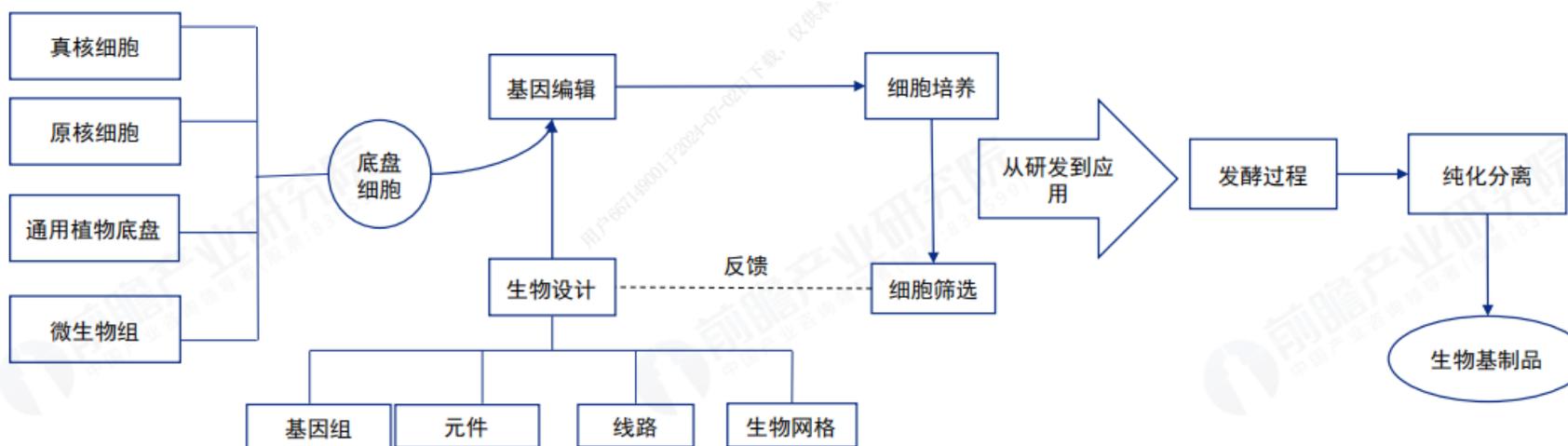
- 一、生物制造战略意义深远、商业意义重大
- 二、生物制造应用领域广泛、市场空间广阔
- 三、合成生物学产业链上下游布局各有侧重
- 四、政策加码生物制造，资本助力国内产业快速发展
- 五、国内生物制造现存挑战
- 六、风险提示

1

生物制造战略意义深远、
商业意义重大

合成生物学是一门以工程学思想为指导、多学科结合的新兴领域，以“人工设计与编写基因组”为核心，可针对特定需求从工程学角度设计构建元器件或模块。通过一系列重新设计与技术改造生物体或细胞使其具有新的能力，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。合成生物学的本质是让细胞为人类工作生产想要的物质。

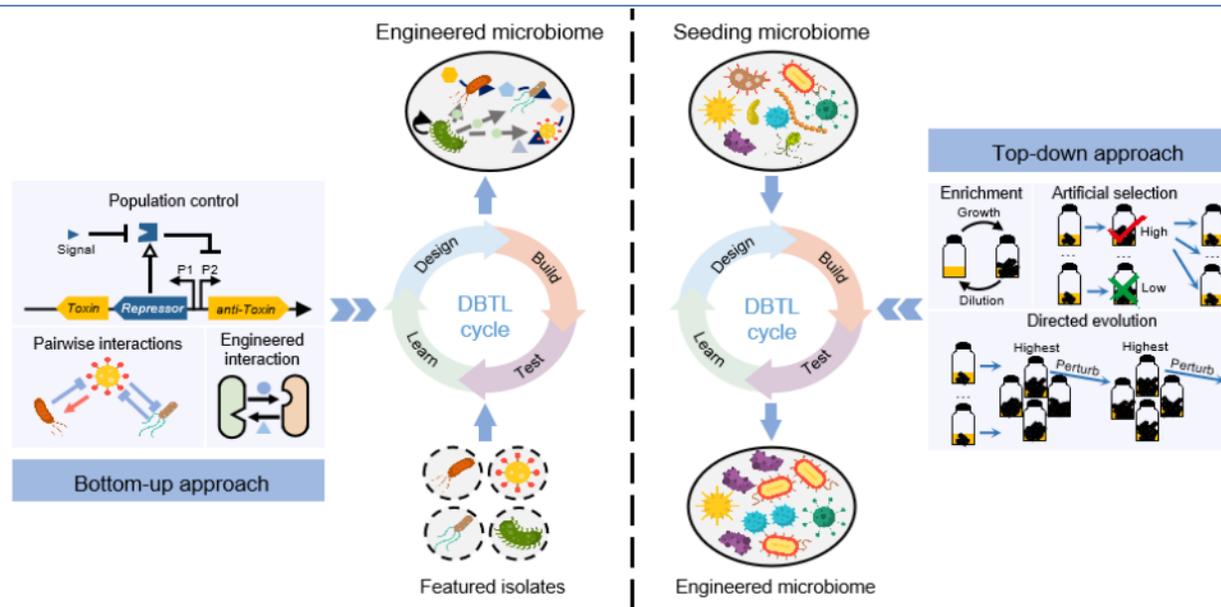
图表1：合成生物学内涵



资料来源：前瞻产业研究院，国元证券研究所

- 合成生物学区别于传统生命科学的核心特征在于其“工程学本质”，主要体现在其工程化的两大方向：
 - 1) Top-down: 应用基因工程和代谢工程等技术，将全新功能引入活细胞等生命体；也包括在此基础上设计组装的生物非生物混合系统——“自上而下”地“改造生命”；
 - 2) Bottom-up: 体外合成全新生命系统，如人工细胞等——“自下而上”地“创造生命”；
- 广义上讲，合成生物学还包括了任何对生命有机体关键要素的创新应用，如酶催化合成（催化单元）、无细胞合成（转录和翻译系统）、DNA存储（遗传密码）等。

图表2：结合DBTL循环的两种微生物组工程设计策略（“自下而上”和“自上而下”）

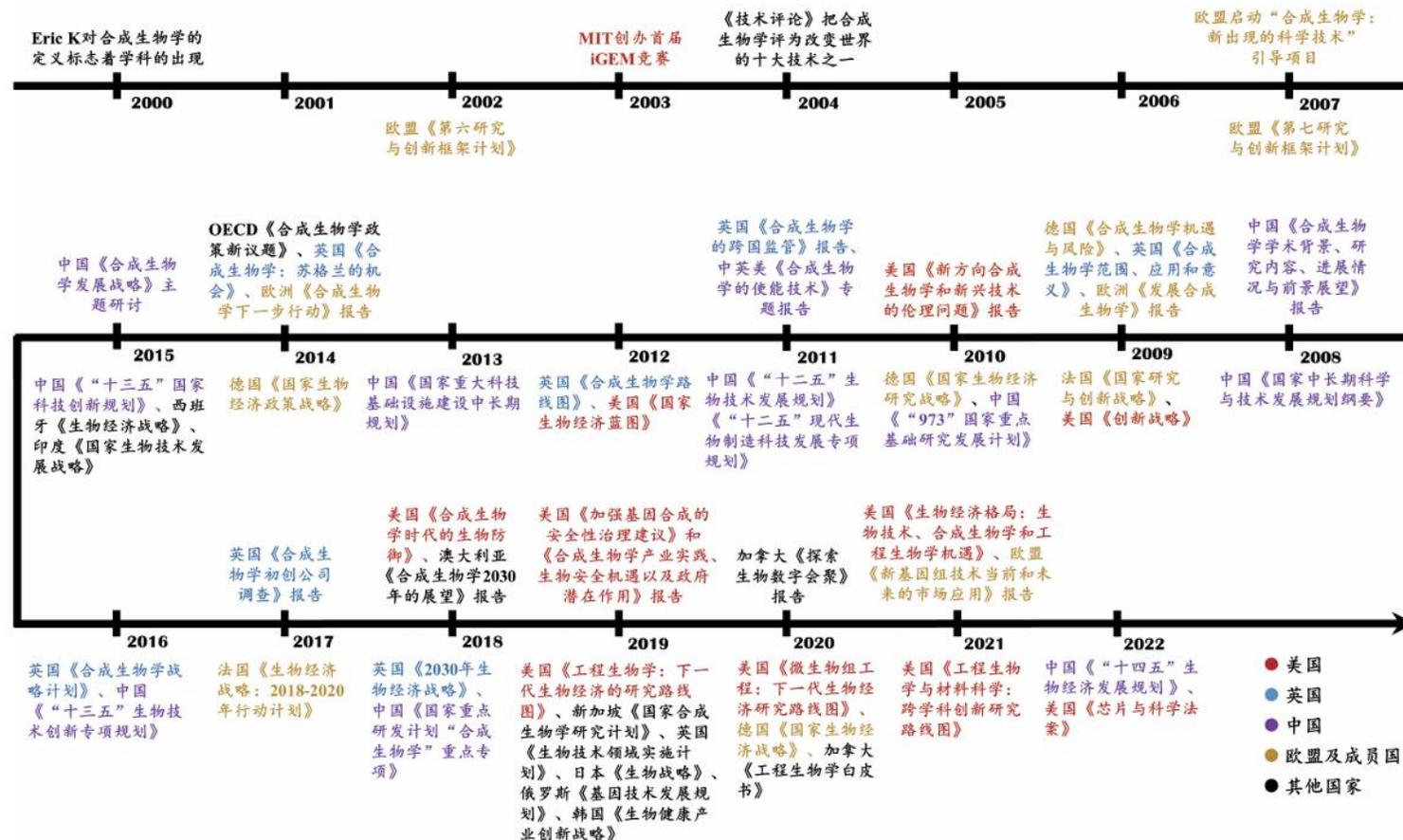


资料来源：《Guided by the principles of microbiome engineering: Accomplishments and perspectives for environmental use》Hongzhi Tang, et al., 国元证券研究所

千禧年以来，合成生物学的发展大体经历了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，全面推动生物技术创新以及相关应用的开发和商业化，代表技术包括人工密码子及非天然氨基酸系统的开发、计算/AI蛋白结构设计及预测、DNA存储等。

图表3：21世纪后合成生物学发展历程



资料来源：《全球合成生物学发展现状及对我国的启示》王晓梅等，国元证券研究所

以合成生物生产流程的特点，合成生物学被认为是绿色、环保、高效、可循环可再生的生产方式，相比化学合成工艺、天然提取工艺，有着明显的优势，被认为是最有潜力替代化学合成、天然提取等成熟工艺的新兴技术手段，被政府、资本届和产业界赋予了厚望。

天然产物是从自然界存在的动物、植物、微生物中分离提取的有机化合物，被认为是大自然赐予人类的瑰宝，也是开发药物活性分子的重要源泉，但天然产物在生物体内含量非常低，通过提取分离进行大量制备存在很大难度，从而严重制约其开发和利用。而化学合成常受制于昂贵的化学试剂、苛刻的反应条件、难控的立体选择性、冗长的合成路线以及较低的总合成效率等，同时伴有高污染，严重制约其实际规模化生产和广泛应用。

相较于传统路径，合成生物技术路径受原材料和反应条件制约更小，全基因合成途径与酶学机制，为构建细胞工厂从头异源合成天然产物提供了便利条件，同时也为合成生物学变革天然产物全合成提供契机。

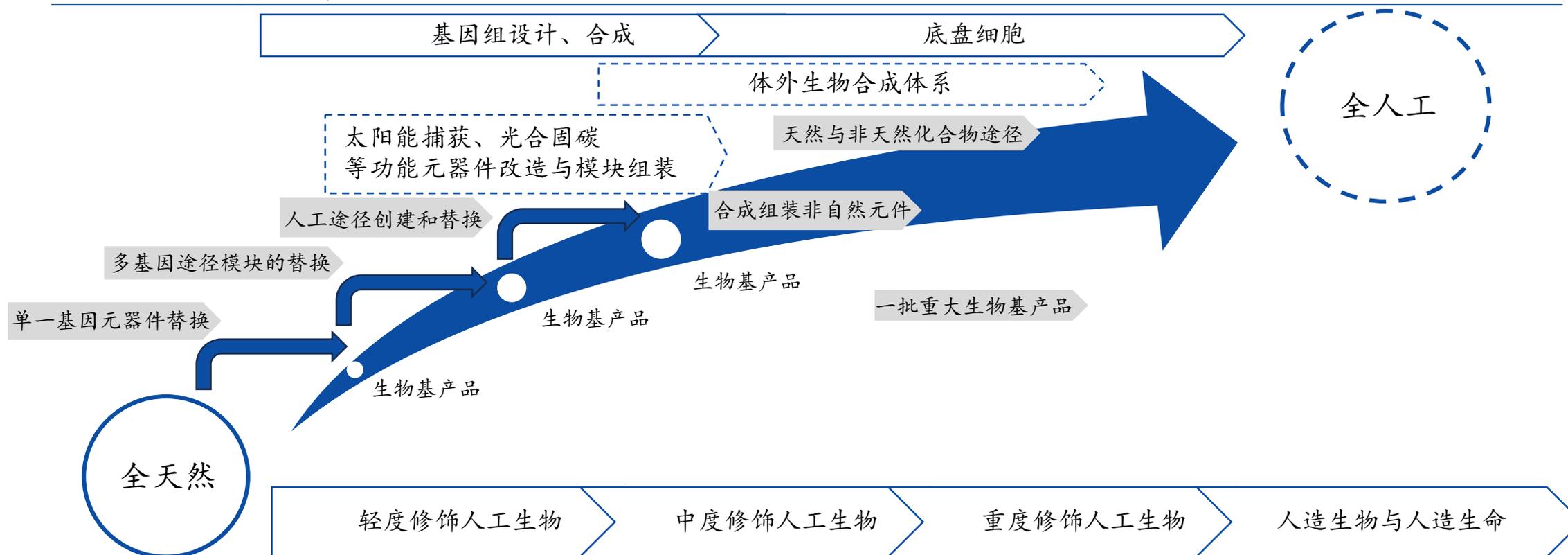
图表4：合成生物学技术路径优于传统路径

项目	传统路径		合成生物技术路径	
	天然提取法	化学合成法	体外合成生物学法	体内合成生物学法
原材料类型	生物基	石油基	石油基、生物基	生物基
技术要求	低	低	高	高
核心技术	强酸水解等	化学催化、化学拆分、天然提取等	酶的设计、改造及高产表达	基因编辑、合成途径设计及高产表达
工艺路线	长	长	较短	较短
产品成本	高	高	较低	较低
污染程度	高	高	低	低

资料来源：奕柯莱招股书，华恒生物招股书，国元证券研究所

以合成生物学为指导，设计有机化学品的高效合成路线和人工生物体系，逐渐从天然生物的轻度修饰向全人工合成的生物或生命过渡，不仅可能高效利用原来不能利用的生物质资源，也有可能高效合成原来不能生物合成、或者原来生物合成效率很低的产品。这将为突破自然生物体合成功能与范围的局限，打通传统化学品的生物合成通道，为发展先进生物制造技术、促进可持续经济体系形成与发展，提供重大机遇。

图表5：合成生物学产业发展趋势

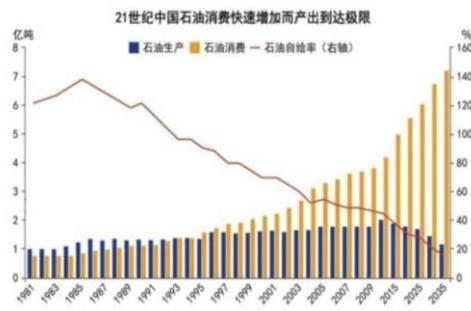


资料来源：亿欧智库，国元证券研究所

推动可持续发展的新型工业

- 两三百年之内,石油产品或者矿石资源将会被消耗殆尽
- 届时需要寻找可以替代传统石化工业的可持续发展的新型化工工业,否则将会没有原料来合成各种各样社会所需要的化工产品

图表6: 21世纪中国石油消费快速增长而产出到达极限

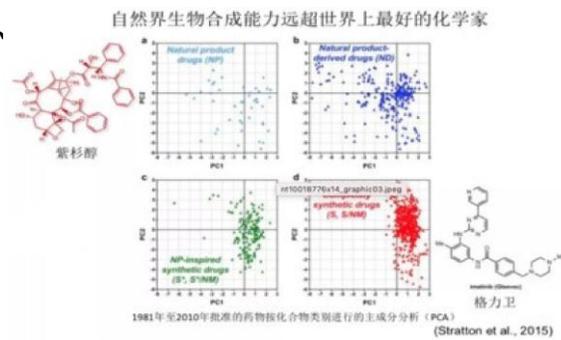


资料来源: 头豹研究院, 国元证券研究所

可合成更多结构复杂的物质

- 相较于传统化工而言,合成生物技术能够合成更多结构复杂、功能特异的小分子物质
- 以化工合成的抗癌神药格力卫是一个非常平面的分子,没有手性中心,容易合成
- 而紫杉醇有非常复杂的三维构象,在化学合成中很难解决

图表8: 1981年至2010年批准的药物按化合物类别进行的主成分分析 (PCA)

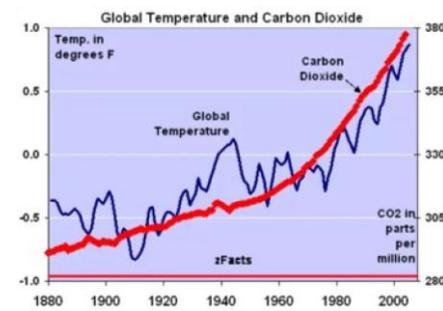


资料来源: 头豹研究院, 国元证券研究所

迎合低碳经济发展趋势

- 人类大量使用石化燃料极速加剧了全球变暖的过程
- 尽快开发和建立一种全新的可持续发展的绿色的化工体系迫在眉睫,合成生物学就是解决该问题的理想途径。相较于传统化工生产工艺,己二酸、丁二酸、1,4-丁二酸等通过合成生物技术生产将碳排放量降低了75-100%

图表7: 温室气体排放及全球变暖

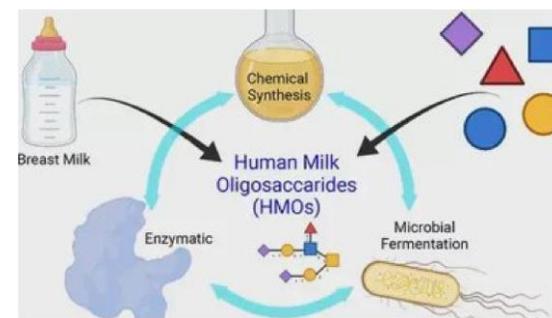


资料来源: 头豹研究院, 国元证券研究所

降低成本, 提高产出率

- 在某些产物的生产过程中,合成生物学在提升产出率、缩短反应时间、降低成本等方面展现出了显著优势
- 以母乳低聚糖为例,在1999年 Aly等人利用化学合成法合成了乳糖-N-四糖和乳糖-N-新四糖,需经历34步反应,最终的产出率仅为0.6%;2016年,基于酶类的合成法达到了95%的产出率

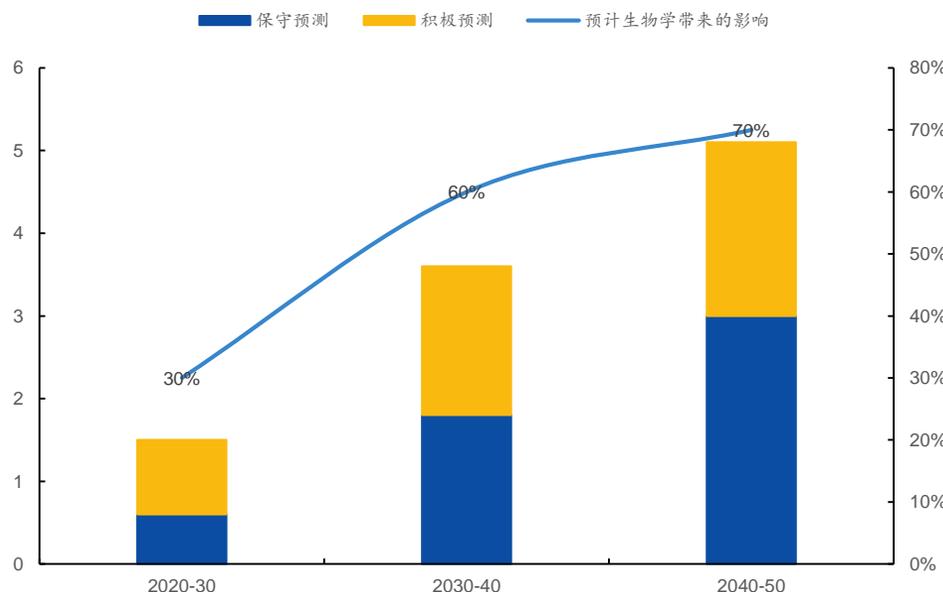
图表9: 人乳低聚糖



资料来源: 头豹研究院, 国元证券研究所

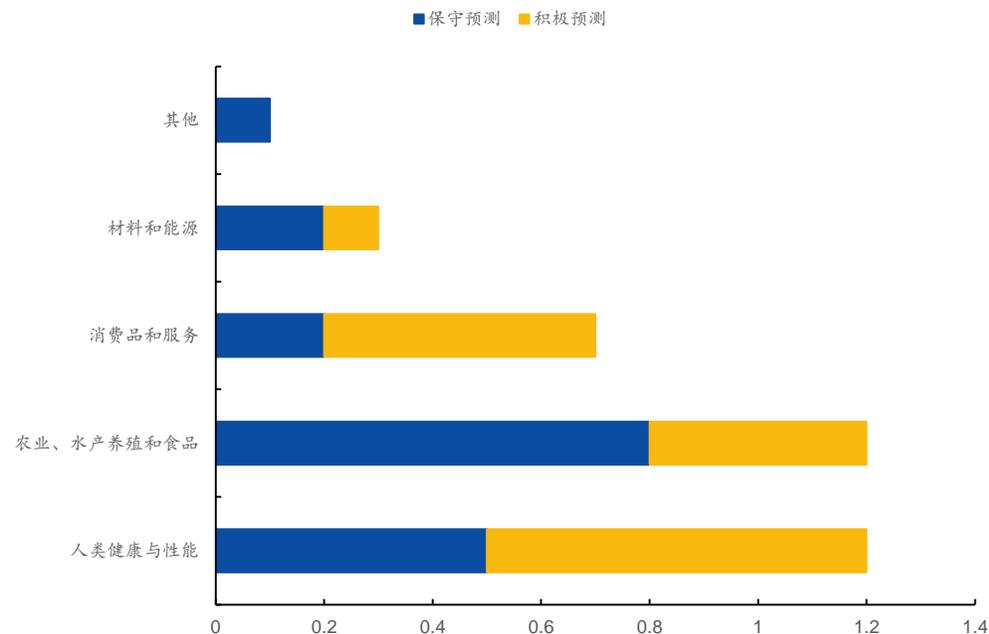
原则上全球经济物质投入中的**60%**可由生物产生。根据麦肯锡分析，在**2030-2040年**，合成生物学在各领域的应用预计将带来每年**2-4万亿美元**的经济影响，并持续扩展其应用范围，在减少疾病负担、提高质量、降低成本、环境效益等方面带来巨大的效益。分析表明，未来10-20年大多数价值出自4个领域，其中，在人类健康与性能和农业、水产养殖和食品两个重点领域，全球范围内每年直接产生的潜在影响约**1.3-2.5万亿美元**，占到潜在直接影响总额的**70%**左右；另外，合成生物学还可应用在消费品和服务、材料、化学品和能源、甚至生物机器人和生物计算等领域，未来应用前景非常广阔。

图表10：按时间2020-2050合成生物学预计直接经济影响（万亿美元）



资料来源：McKinsey Global Institute, 国元证券研究所 注：预计生物学带来的影响指合成生物学在全球经济物质产生中创造的价值占所有方式产生创造的经济物质价值的比例；评估是麦肯锡根据收集的400个按了潜在年度直接经济影响得出的，不包括生物计算机和生物机器人界面的非经济影响。这些影响评估数值并不全面，估计的数值是相对于2020年的经济，不包括人口和通货膨胀等变量的影响

图表11：按领域2020-2040合成生物学预计直接经济影响（万亿美元）



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

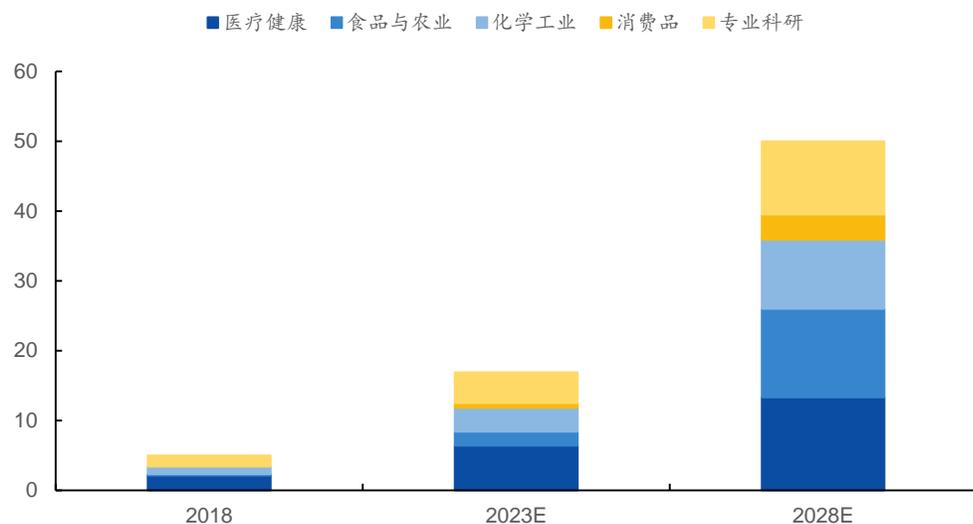
2

生物制造应用领域广泛、
市场空间广阔

合成生物产业应用领域不断拓展，市场空间高速增长

合成生物学产业的发展带来了一大批行业应用场景。**5年内**工业化成果主要围绕各大领域中先发探索话题的散点突破，如农业和食品中的少数食品添加剂、植物基替代蛋白等；**中期（5-10年）**应用进一步拓展并实现部分全新子品类的技术突破和规模化生产，如材料领域的高性能蛋白；**远期（超10年）**有望在当前科研尚处早期或技术瓶颈较大的话题上实现工业化跑通，如活体功能材料、器官再生等，另外，也预期将在生物质燃料、环保等新领域进一步发挥作用。据CB Insights、B Capital，全球合成生物学市场从2018年的53.0亿美元预期增至2028年498.0亿美元，期间CAGR超25.1%。易凯资本预测中国生物制造2023年整体规模不低于4139.2亿元，2033年将达近2万亿元，期间CAGR为16.6%，市场将处于黄金高速发展期。

图表12：全球合成生物学产业市场规模（十亿美元）



资料来源：《中国合成生物学产业白皮书2024》吴淳等，国元证券研究所

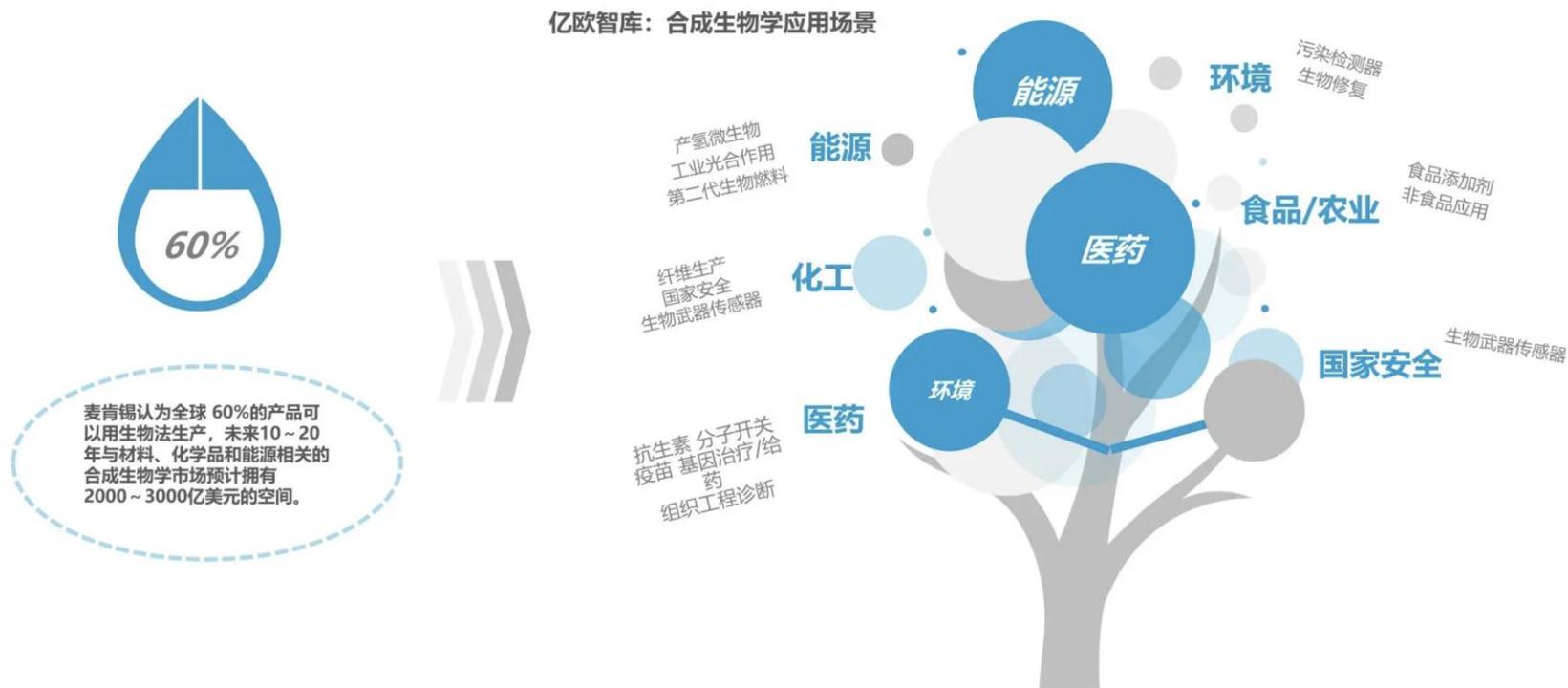
图表13：合成生物学在主要领域的发展路径图



资料来源：《中国合成生物学产业白皮书2024》吴淳等，国元证券研究所

- 合成生物学通过对生物系统的人工构建，不仅可以实现对生命的更深刻认知，从“格物致知”到“建物致知”的转化，而且还可以“建物致用”，用绿色、可持续的方法去制造人类需要的产品。
- 合成生物学的多学科融合和交叉特点使其在医药、化学品、材料、生物燃料、食品、环境等领域都表现出了广阔的应用前景。

图表14：生物制造产业主要应用前景

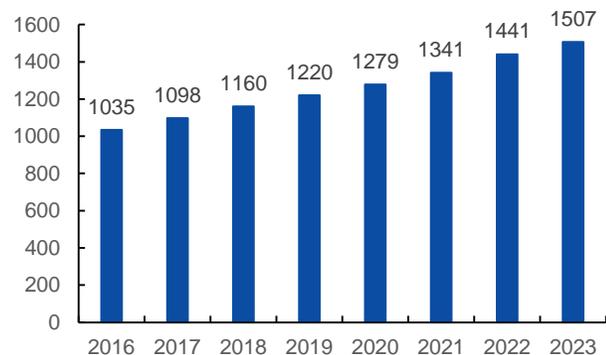


资料来源：亿欧智库，国元证券研究所

在食品与营养领域，合成生物学为大规模食品生产建立新方法，开发多种功能的替代蛋白、合成天然稀有产物，提供微生物油脂、生产食品添加剂和食品原料。相比化学合成法和天然产物提取法，全球食品业巨头帝斯曼认为合成生物学方法更可持续、成本更低，且具有质量一致性和可靠性。

据BCG，2023年全球食品饮料市场规模为6.6万亿美元，巨大的终端市场意味着食品添加剂和配料市场机会非常具有吸引力，2022年中国食品添加剂和配料行业产量达1530万吨，同比增长6.4%，销售额达1441亿元。另一个重要方向为替代蛋白，2020年全球消费了约1300万吨替代蛋白，仅占动物蛋白市场的2%，随着技术不断演进、替代蛋白市场认可度逐渐提升，且替代蛋白的销售成本快速下滑，相较传统动物蛋白成本优势越发明显，未来替代蛋白市场规模将进一步扩大，预计2035年全球替代蛋白市场消费量或达9700万吨，渗透率将达11%。

图表15：中国食品添加剂主要品种销售额（亿元）



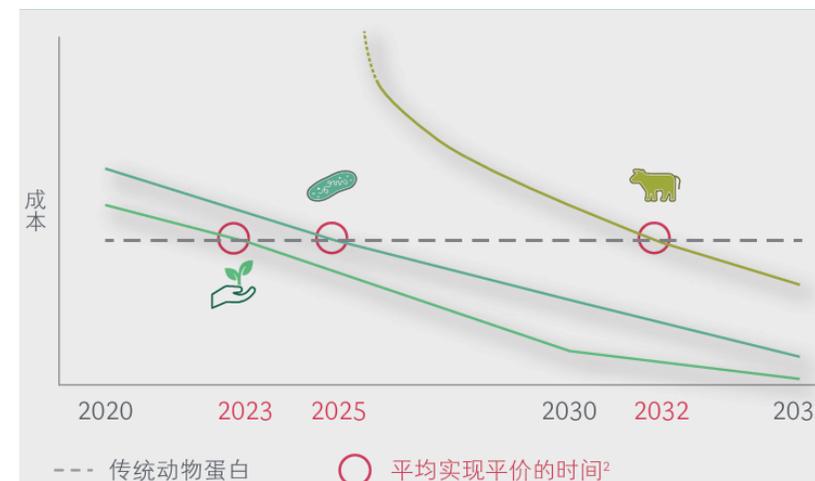
资料来源：中商情报网，国元证券研究所

图表16：替代蛋白全球消费预测（百万公吨）



资料来源：《中国合成生物学产业白皮书2024》吴淳等，国元证券研究所

图表17：不同来源替代蛋白与传统蛋白销售成本预测



资料来源：《中国合成生物学产业白皮书2024》吴淳等，国元证券研究所

生物制药产业加快创新发展步伐，抗肿瘤药、抗体药、疫苗、中药现代化等技术创新发展活跃、技术路线多元，市场需求旺盛。不断有**突破性进展**发生：

- 中国中医科学院中药资源中心等单位合作开发的**KH617新型制剂**（主要成分是榄香烯），获得美国食品药品监督管理局许可开展新药临床试验。该制剂的中国临床试验申请也已获国家药品审评中心受理，有望成为国内第一个合成生物学来源的植物天然产物新药，拟用于治疗晚期实体瘤和复发胶质母细胞瘤，实现中药资源“不种而获”的创新型开发利用。
- 浙江琿达生物成功开发并向国内外数十家科研机构商业化供应纯度**高达98%以上的衣霉素** (Tunicamycin)，衣霉素为放线菌代谢产生的一种核苷酸抗生素，具有阻断生物被膜形成的作用，可用于抑制革兰氏阳性菌、真菌和病毒的生长和繁殖，还有望用于抗肿瘤治疗。
- 清华大学、北京理工大学联合团队利用酿酒酵母构建人参皂苷的高效从头合成途径，**筛选7个具有高催化效率和底物特异性的关键酶**，经5L发酵罐发酵产量达 528.0 ± 18.0 mg/L，较此前报道高出**37.4万倍**。
- 双虹生物宣布实现“**天麻素**”生物合成的**全球首个商业化规模生产**。天麻素主要来源于化学合成和植物提取，工艺复杂且产量低，生物合成天麻素的规模化生产将能有效降低生产成本并提高市场供给。
- 中国科学院天津工业生物技术研究所与上海交通大学开展联合研究，通过高通量自动化筛选、菌株代谢改造等手段，构建了**灵芝酸在酿酒酵母中的高效异源生物合成途径**。II型灵芝酸产量超过50 mg/L，较传统人工栽培生产方式的生产效率提高2个数量级以上，II型灵芝酸是中药材灵芝主要活性成分之一。

农业是合成生物学近年来的重点研究方向之一，包括农作物（包括粮食作物和经济作物）、畜牧水产等主要领域。中国人均耕地面积少，生物技术的应用尤为关键。根据BCG研究，农业排放占全球人类活动温室气体排放总量的17%。合成生物学在农业领域的应用可以帮助减少肥料使用、减少碳排放、强化病害防控、提高生长效率等，不过行业整体发展仍处于早期阶段。

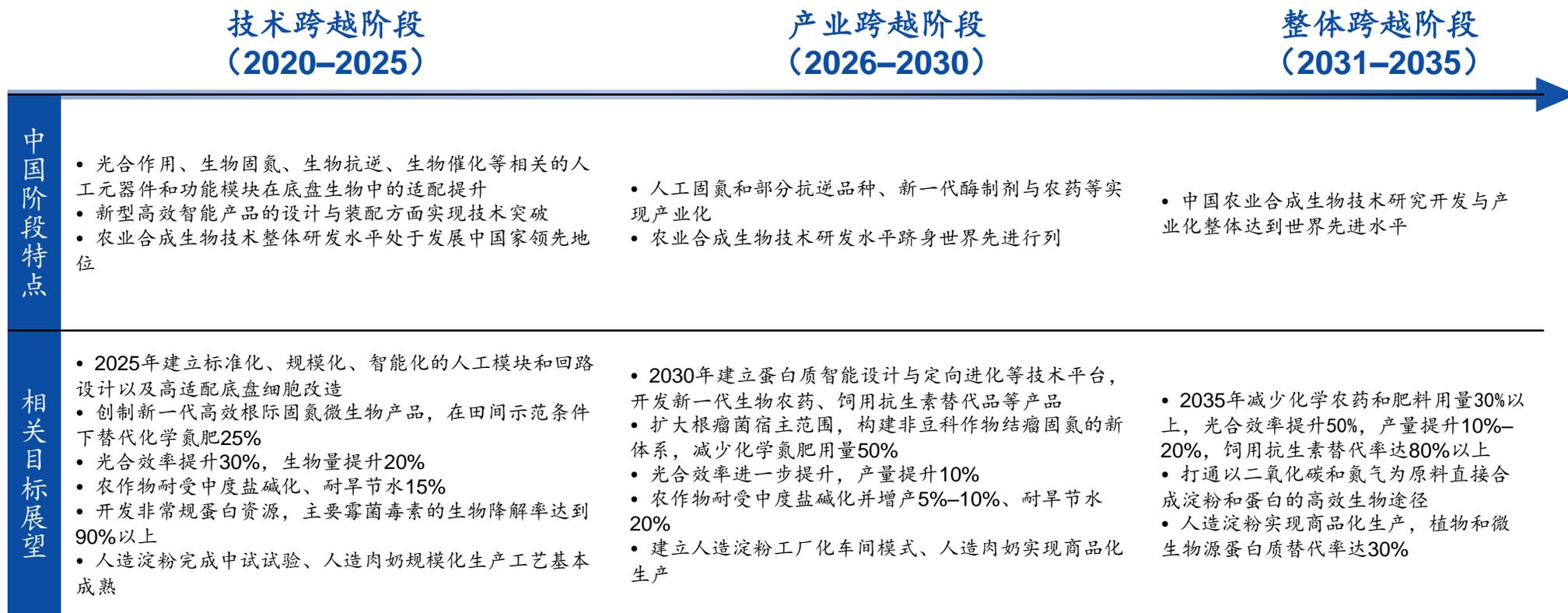
图表 18：合成生物学在农业上的应用

实际应用	方法机制	代表公司及团队	发展挑战
设计育种	野生植物驯化	李家洋院士团队	研发短板及创新不足 大部分地区育种难以集约化推广 “转基因作物”部分消费市场认可不足
	抗虫抗药作物改造 提高果实质量改造	拜耳公司（德国）	
减少农业合成肥使用	打造植物自身固氮	Cibus(美国)	基因组发展尚处较早期，且基因编辑费时 植物天然性状改造仍是难题 除部分成熟市场外，大型农业公司较少，行业发展缺乏有力投资
	作物联合固氮	Pivot Bio(美国)	
	作物共生固氮 微生物群落构建	Dow AgroSciences(美国) 马克斯·普朗克植物育种研究所（德国） Concentric Agriculture(加拿大)	
提高植物生长及农业产量	促进羧化反应	澳洲国立大学Maria Ermakova研究团队(澳大利亚)	部分地区市场对“转基因粮食”认可相对不足，存在反对声浪 中国等地区对光合作用的研究较美国相对零散化且与应用存在脱节 理论研究稳步推进，但应用实践研究大多仍处于较早期
	最小化光呼吸作用损失	中国科学院分子植物科学卓越创新中心张鹏研究团队	
	提高水分及光能利用	华南农业大学彭新湘教授团队 Gain4Crops(欧盟资助的项目) 英国格拉斯哥大学-浙江大学合作团队	
抗虫害	RNA干扰	GreenLight Biosciences(美国)	因生态原因，中国等地区生物农药审批难，周期最长可达8—10年 目前基因组研究尚不成熟
	植物合成昆虫信息素及植物源农药 开发微生物源杀虫剂	Renaissance BioScience(加拿大) 中国科学院青岛生物能源与过程研究所研究团队 中国科学院分子植物科学卓越创新中心王成树研究组及辛秀芳研究组 AgBiome(美国)	
光自养生物作为生产平台	绿色细胞工厂 作物关键酶及代谢途径改造 构建生物混合系统	上海交通大学生命科学技术学院倪俊教授团队 马克斯·普朗克分子植物生理学研究所 Ralph Bock团队（德国） 莱斯大学研究团队（美国）	基因构建存在“卡脖子”问题 长链步骤中的限速和相互调控相关问题尚未解决 核心酶的活性提升工艺尚待完善

资料来源：《中国合成生物学产业白皮书2024》吴淳等，国元证券研究所

国际上提出了农业合成生物学3个发展阶段的战略目标，即推动人工光合体系、固氮体系及生物抗逆体系3大方面的技术发展应用，这3大技术发展方向同样是中国在技术跨越阶段（2020年-2025年）的首要目标；中国还计划在2026年-2030年进入产业跨越阶段，人工固氮和部分抗逆品种、新一代酶制剂与农药等实现产业化，农业合成生物技术研发水平跻身世界先进行列；在2031年-2035年进入整体跨越阶段，中国农业合成生物技术研究开发与产业化整体达到世界先进水平。

图表19：合成生物学在农业上的应用



资料来源：《中国合成生物学产业白皮书2024》吴淳等，国元证券研究所

据BCG，2022年全球化妆品市场达约3780亿美元，增速稳定在5.8%左右，其生产成本中上游原料比重较高，以功效性护肤品为例，原料成本通常占成品销售额的10-20%，且原料是影响产品功效和安全性的主要因素。据BCG、禾大，个护是从石油基转变到生物基原料的重要行业之一，生物基产品目前占到整个行业的40%左右。以胶原蛋白和多肽类原料为典型代表的生物活性成分的开发和应用带动了中国功效性护肤品市场快速增长。据BCG，中国胶原蛋白功效性护肤品市场预计将从2022年的94亿元增至2027年的775亿元；据BCG、弗若斯特沙利文，中国多肽化妆品原料市场将从2022年的14.6亿元增至2027年的26.7亿元。

在化妆品领域，合成生物学产品开发主要有3条思路：针对高价值产品，开发全新生产路线，以传统动/植物提取物为典型代表，因目标分子清晰、商业化潜力明确，成为目前产业的主要聚焦方向；聚焦环保主题，比如天然防晒剂、着色剂等，主要是国际巨头如欧莱雅等关心的话题；寻找全新原料，但受限于缺乏明确的分子改造目标和方向，研究进展相对缓慢。

图表20：合成生物学在化妆品领域的开发思路

思路	代表产品举例
<p>开发全新路线：针对高价值产品</p> <ul style="list-style-type: none"> 传统路线较贵，使用合成生物学可有效降本 传统方法获取困难，原料稀缺，使用合成生物学可显著放量 全世界产能高度集中，有产能替代的可能性 	<ul style="list-style-type: none"> 动/植物提取物：如玻尿酸、视黄醇、角鲨烯、胶原蛋白等 <ul style="list-style-type: none"> 化学合成：如烟酰胺、麦角硫因等 其他，如甘油葡萄糖苷（被Bitop寡头垄断）
<p>开发全新路线：聚焦环保主题</p> <ul style="list-style-type: none"> 主要针对使用过程或生产过程对环境有潜在伤害的原辅料 	<ul style="list-style-type: none"> 天然防晒剂：如类菌孢素氨基酸类（MAAs）分子，shinorine、porphyra-334等
<p>寻找全新原料：如环境友好防晒剂、更强的功效产品等，但难度大</p>	<p>缺乏明确的分子设计目标是当下产品开发的最大挑战</p>

资料来源：《中国合成生物学产业白皮书2024》吴淳等，国元证券研究所

合成生物技术通过以可再生的生物质材料为原料，对石油、煤炭、天然气等不可再生资源进行替代，可提供环保、可持续发展的化工产品制造方法，能较大程度改变和颠覆以化石能源为基础的传统化工制造体系。而经过生物合成技术改良或优化的新型材料又被统称为生物基材料，生物基材料产业是一片广阔新蓝海，据易凯资本、OECD预计，目前生物基材料的替代率不到5%，潜在的替代规模接近6000亿美元。中国生物基材料正处于科研开发走向产业化规模应用关键时期，市场规模快速增长，2014-2021年期间CAGR达10.9%。2021年中国生物基材料产量700万吨、产值超过1500亿元，占化工行业总产值的2.3%，并在塑料制品、纺织纤维、医药器械、涂料、农业物资、表面活性剂等方面得到广泛应用。合成生物学在高性能材料上的应用在多种场景中具备商业化潜力，但多数仍处于初期研发阶段。

图表21：合成生物学在高性能材料的应用

大类	生物基产品子类	涉及化合物及聚合物
生物基塑料	可生物降解	聚己二酸(PBAT)、聚丁二酸丁二醇酯(PBS)、聚乳酸(PLA)、聚羟基烷酸酯(PHA)、聚己内酯(PCL)等
	不可生物降解	聚氨酯(PU)、聚对苯二甲酸丙二醇酯(PET)、聚对苯二甲酸丙二酯(PTT)、聚乙烯(PE)、聚酰胺(PA)
生物基纤维	海洋生物基纤维	海藻盐酸纤维、卡拉胶纤维、壳聚糖纤维
	生物基可再生纤维	柠檬烯、黄原胶、月桂醇、乙氧基化脂肪醇、硬脂醇、N-乙酰氨基葡萄糖、香兰素、萜类化合物等
	生物基合成纤维	聚乳酸纤维(PLA)、聚己内酯(PCL)、生物基PTT、生物基PEF、系列生物基聚酰胺、生物基PDT、生物基PET
生物基橡胶	生物基合成橡胶	衣康酸酯、生物基可降解聚酯橡胶
生物基涂料	/	生物基改性沥青卷材、生物基高分子防水卷材、生物基防水涂料
生物基复合材料	/	至少一种成分来源于生物质的生物基纤维复合材料
生物基助剂	生物基阻燃剂	含纤维素阻燃剂、含木质素阻燃剂、含壳聚糖阻燃剂、含植酸阻燃剂、含环糊精阻燃剂、含淀粉阻燃剂
	其他助剂	生物基表面活性剂、生物基润滑剂、生物基增塑剂、生物基胶黏剂、生物基清洁剂
生物基染料	/	生物基紫罗兰素及其衍生物、微生物染料

资料来源：易凯资本，国元证券研究所

目前，全球的化工材料绝大多数仍来自石油。然而，石油作为一种有限的资源，能源枯竭问题亟待解决，同时，传统化工生产带来的环境污染矛盾也日渐突出。合成生物学在大宗商品上将聚焦成本节降，实现对原有生产方式的迭代，并能实现绿色生产、环境友好、资源节约等目标。

合成生物学可合成的大宗化学品仅几十种，在整体基础化学品中占比非常有限，提升空间巨大。不少大宗化学品合成生物学法降本明显（约20%–40%），一旦技术取得突破，往往会经由龙头企业迅速抢占大量市场份额。生物能源方面，合成生物学将通过优化碳源（如用纤维素代替粮食作物）、探索新生物能源形式作用于产业发展。当前面临高昂成本和低廉价值的矛盾，一旦单位热值成本与化石燃料持平，其可再生特性将带动行业快速成长。如纤维素乙醇、生物柴油、劣质蛋白生产沼气等可实现碳源优化，生物脂肪烃、生物氢、生物电等可作为新生物能源。LanzaTech是全球第一家上市的合成生物学能源企业，已实现基于固废循环使用合碳捕捉技术的低成本液态生物燃料制备，工业废气制造航天燃油和柴油技术正在研发中。

图表22：合成生物学在大宗化学品及生物能源上的应用

	开发现状	产品举例	代表企业
大宗化学品	<ul style="list-style-type: none"> 合成生物学可合成的大宗化学品仅几十种，在整体基础化学品中的占比还非常有限，未来提升空间巨大 大宗化学品合成生物学法降本明显（约20%–40%），因此一旦技术取得突破，往往由龙头企业迅速抢占大量市场份额 	合成生物学基本实现替代：乙醇、丙二醇等 合成生物学逐步产业化/取得成本优势：乙二酸、丁二酸、1,4-丁二醇、乳酸等技术已突破，产业化在即：3-羟基丙酸、丙烯酸等	华恒生物：丙氨酸市场全球占有率超过50% 凯赛生物：长链二元酸全球占有率超过80% Amyris：垄断全球法尼烯，且甜菊糖市场占有率超过30%
生物能源	<ul style="list-style-type: none"> 合成生物学主要将通过优化碳源（如用纤维素代替粮食作物）、探索新生物能源形式两方面作用于生物能源产业发展 生物能源面临高昂成本和低廉价值的矛盾，一旦单位热值成本与化石燃料持平，其可再生特性将带动行业快速增长 	碳源优化：纤维素乙醇、生物柴油、劣质蛋白生产沼气 新生物能源形式：生物脂肪烃、生物氢、生物电	LanzaTech：全球第一家上市的合成生物学能源企业，已经实现基于固废循环使用合碳捕捉技术的低成本液态生物燃料制备，同时工业废气制造航天燃油和柴油技术正在研发中

资料来源：《中国合成生物学产业白皮书2024》吴淳等，国元证券研究所

利用生物创新的速度和程度会因应用领域的不同而不同。一些应用已经显示出早期商业应用的前景，例如CAR-T细胞疗法2020年已经证实商业上可行，虽然还在初期阶段，但2020-2030年可能会迅速发展。还有一些应用，例如通过基因工程植物隔离二氧化碳，虽然在科学研究中显示出了希望，但距离其商业可能性的实现还有很长的路要走。

图表23：合成生物学在各领域的应用展望

	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 DTC基因测试：关于健康和生活方式的特殊护理	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）
材料、化学品和能源	药物生产的新生物路线（如肽）	新型材料：生物农药/生物肥料（如RNAi农药）	新型材料：生物聚合物（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（如氨基酸、有机酸）		
其他应用	用于法医的DNA测序	/	封存CO ₂	/
		/	生物修复污染	/

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

3

合成生物学产业链 上下游布局各有侧重

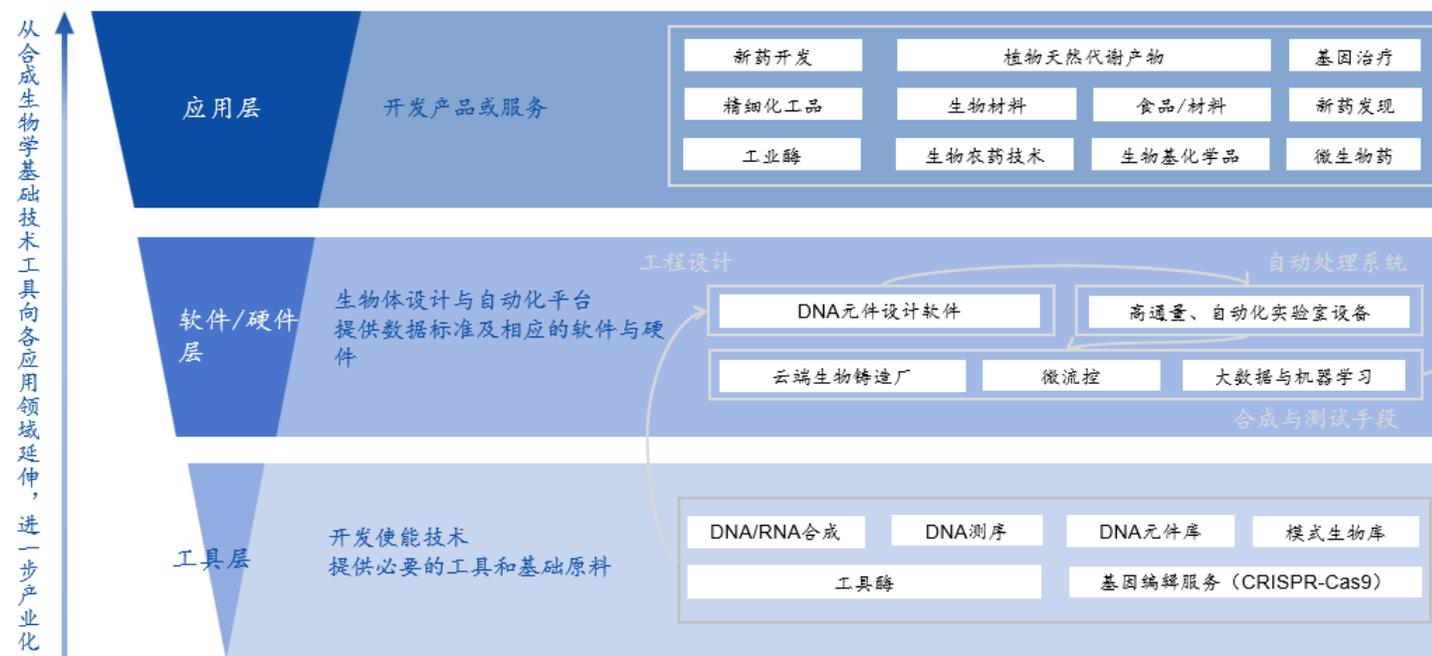
合成生物学本身的发展和增长受益于多种技术的融合，产业链可分为上、中、下游三个环节。

上游聚焦使能技术的开发，包括读—写—编—学、自动化/高通量化和生物制造等，**关注底层技术颠覆及提效降本**；

中游是对生物系统及生物体进行设计、改造的技术平台，核心技术为路径开发，注重合成路线的选择以及技术上跑通（如底盘细胞选择及改造、培养条件优化、纯化方法开发等），与下游企业相比，**更强调技术平台的通用性，潜在具备CRO属性**；

下游则涉及人类衣食住行方方面面的应用开发和产品落地，核心技术在于大规模生产的成本、批间差及良品率等的把控，与中游企业相比，**更强调应用领域的聚焦、产品的精细打磨及商业化放量**。其中在大规模生产上，**潜在具备CDMO属性**。中下游企业之间并无明确界限，现阶段行业整体尚处在产业发展早期，不少生物技术公司实质上为中下游一体化布局。

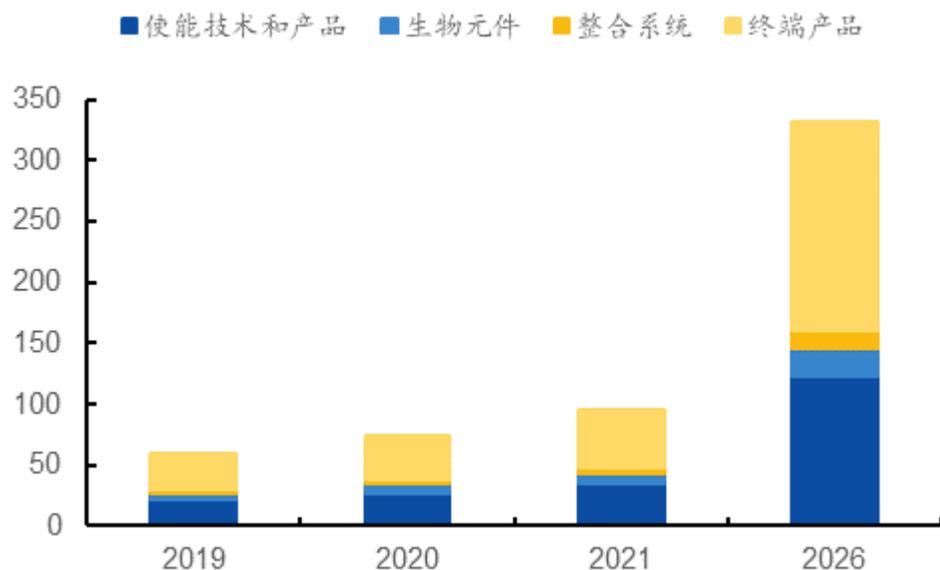
图表24：合成生物学上、中、下游产业链



资料来源：头豹研究院，国元证券研究所

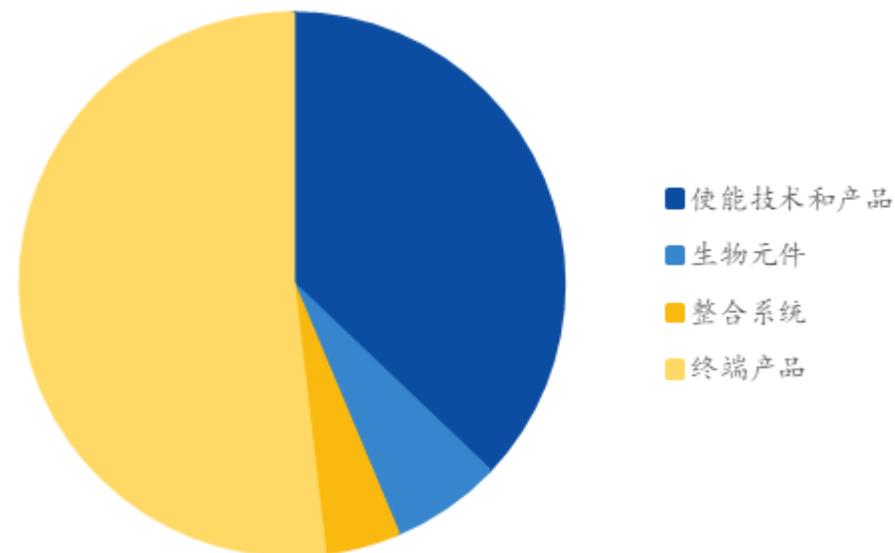
产业链价值上看，上游使能技术和产品以及下游终端产品的市场规模较大、增速较快。根据全景财经微信公众号、BCC Research数据，2021年，使能技术和产品、生物元件、整合系统、终端产品的市场规模分别为35.2亿、8亿、5.1亿和46.9亿美元，占比分别为37%、8%、5%和49%。预计到2026年，这些细分板块的规模将分别达到123.3亿、21.8亿、14.8亿和172.1亿美元，2021年-2026年的复合增长率分别为29%、22%、24%和30%。

图表25：使能技术和产品及终端产品是价值链中的重要部分（亿美元）



资料来源：全景财经微信公众号，BCC Research，国元证券研究所

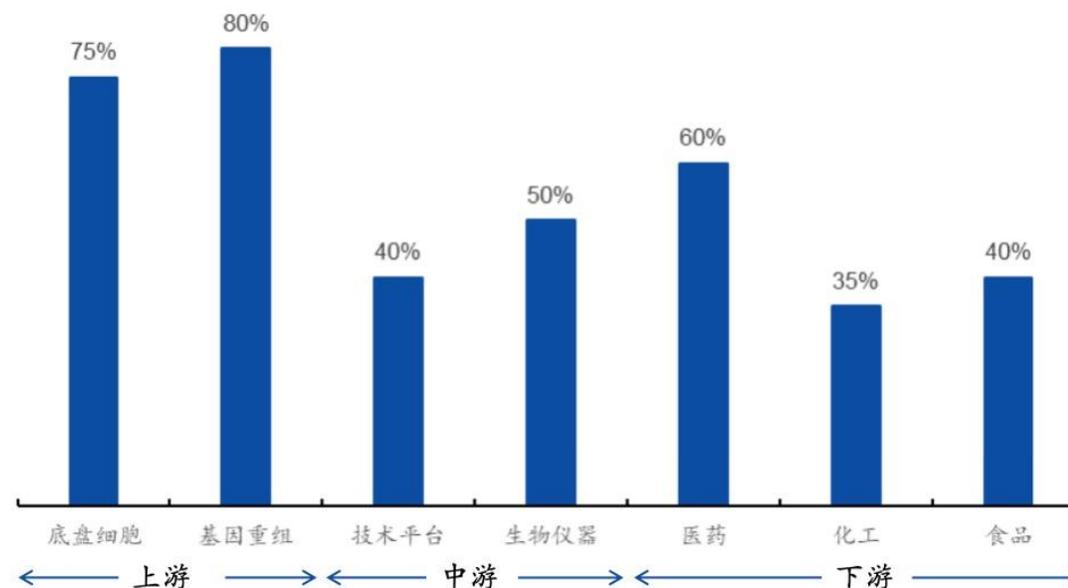
图表26：估测2026产业链中各板块价值份额占比（%）



资料来源：全景财经微信公众号，BCC Research，国元证券研究所

据前瞻产业研究院，从合成生物学产业价值链的传导的情况来看，合成生物学行业上游涉及基因工程，底盘细胞等原材料生产，由于科研含量较高，竞争者较少，研发周期较长，毛利率普遍更高，初步统计底盘细胞生产及基因重组上市企业的毛利率高达75%以及80%；中游涉及合成生物学技术平台以及生物仪器的供应，相对而言毛利率有所下降，分别约为40%及50%；下游应用市场由于行业的区别附加值有所区别，其中生物医药的毛利率更高，达到60%，而化工及食品行业的附加值则偏低。

图表27：合成生物学产业价值链分析图



资料来源：前瞻产业研究院，国元证券研究所

当前中国多项关键使能技术落后于海外，亟需快速追赶以掌握合成生物学上游话语权。

在设计环节，二代测序技术目前中外同步，三代测序技术国内生物技术公司跟进型研发起步较晚；此外，国内企业高度依赖海外数据库及工具进行相关分析和设计。

在构建环节，中国在DNA拼接上已做到与海外同步，在酶切链接、Gibson链接、酵母同源重组等技术中外无代差；对于DNA合成和基因编辑也在快速追赶，逐步突破专利封锁。

在测试环节，国内以自动化机械辅助的人工测试为主，中外当前差距较大。

在学习环节，目前国内外均处于发展初期，依赖人工经验总结及学习，海外在预测算法准确度、数据积累、不依赖注释预测算法等领域领先。

图表28：合成生物学上游使能技术中外差距对比



资料来源：《中国合成生物学产业白皮书2024》吴淳等，国元证券研究所

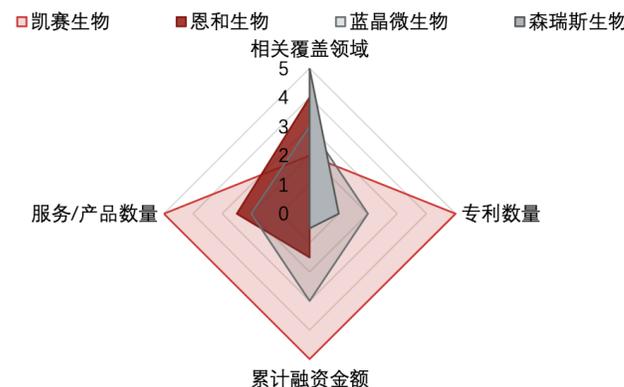
产业链中游主要为平台型企业，负责生物体构建和自动化，通过合成生物底层软件技术、硬件设备以及相应解决方案，是合成生物学发展的基础。作为中国合成生物第一股的凯赛生物在研发和商业化方面均具有领先地位。

图表29：合成生物平台型企业业务方向

代表公司	应用领域	核心技术平台	业务/产品
Ginkgo Bio	食品、工业、农业、医疗等	软件、硬件、生物设计平台	DNA 合成、测序、基因编辑等；设计合成生物元件和集成系统
Zymergen	国际企业 化工、医疗、农业	生物设计平台	聚酰亚胺薄膜、粘合剂、涂料等电子产品材料；害虫管理
Amyris	健康领域、香精香料、清洁洗护	自动化菌株改造平台	运用发酵甘蔗汁工程酵母生产青蒿素、维生素E、药物、角鲨烷产品等
恩和生物	化工、食品、制药和农业等	标准化、高通量、自动化实验平台	通过生物催化、生物转化和生物合成提供化工、食品、制药和农业等技术解决方案
凯赛生物	中国企业 工业	新型生物基平台	长链二元酸、生物基戊二胺、生物基聚酰胺
蓝晶微生物	工业、生物医药、食品	数字化原生平台、数字化生物反应器平台	化工原材料、消费品材料、医用材料，生物基新分子和生物基新材料等
森瑞斯生物	CBD、CBG、液体橡胶、医药等	生物设计平台	农业纳米材料、生物护肤品、小分子药物、航空航天材料等

资料来源：头豹研究院，国元证券研究所

图表30：合成生物平台型企业发展状况

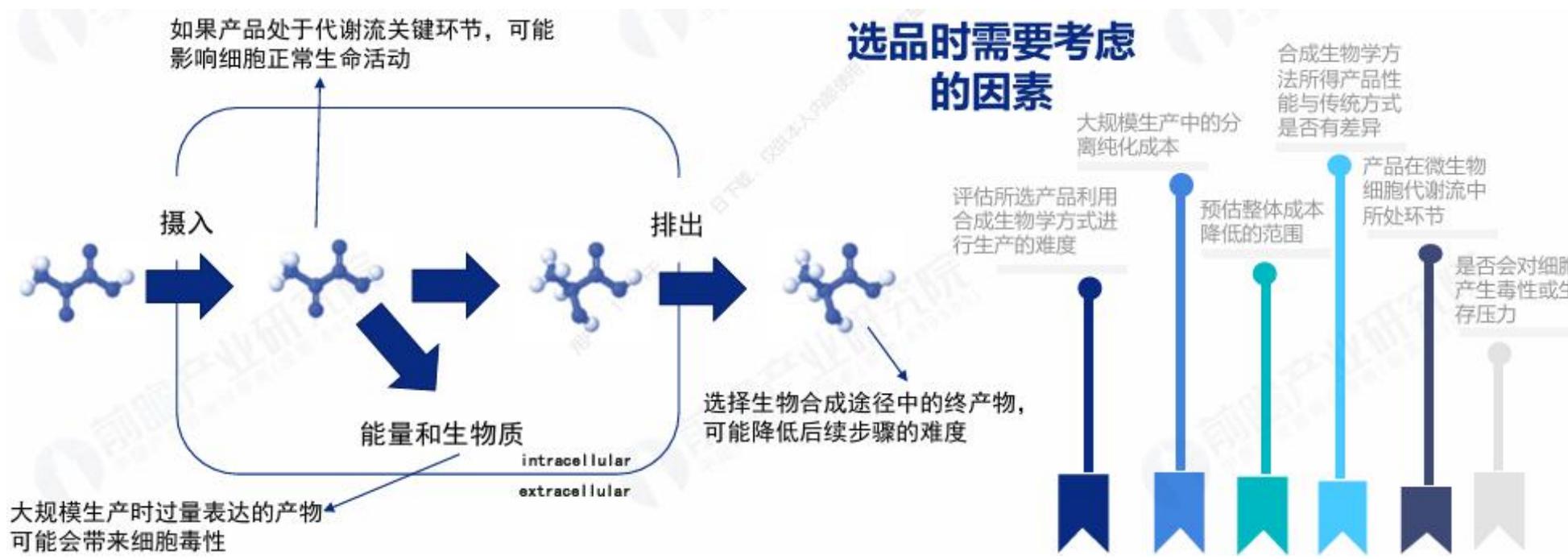


资料来源：头豹研究院，国元证券研究所

- 合成生物平台型企业主要通过合成生物底层软件技术、硬件设备以及相应解决方案，是合成生物学发展的基础。
- 以Ginkgo Bioworks、Zymergen为代表的国际企业下游涉及应用领域广泛，包括化工、食品、农业和医疗等；中国平台型企业以恩和生物、凯赛生物和蓝晶微生物为代表，凯赛生物作为合成生物第一股，专注于工业领域应用，处于行业领先地位，并在产品数量及专利数量方面具有较强优势。恩和生物和蓝晶微生物涉及领域相对广泛，具有稳定的资本支持。

选品要评估市场空间及需求刚性，成功工业化生产后商业化推广过程中是否会发生生产力过剩或产品市场需求低的问题。选品是合成生物学产品生产过程的第一个门槛，需要理性评估目标产品利用生物合成途径生成的难度，并与其他生成路径进行比较。选品还需要采用合适的方法，面临产品结构复杂，合成路线环节难度大的产品可以考虑构建生物合成与化学合成相结合的方法，提高合成生物学技术的效率，提升规模化生产成功率。除了成本及生产难度等因素，在碳中和的大背景下，环境效益也可纳入选品的考量范围内。错误的选品在进入后期商业化开发阶段后失败带来的代价较大。

图表31：选品时需考虑的因素



资料来源：前瞻产业研究院，国元证券研究所

选品失败案例

(1) Amyris-全球首家合成生物学上市企业

Amyris是以研究青蒿素起家的上市公司，2005年实现酵母生产青蒿素的技术突破，并规划了100立方米的工业发酵装置，每年可生产1亿次-1.5亿次的疟疾治疗药物，约占全球总需求的一半；然而，2013年起由于商业化进度不达预期，向消费护肤品生产转型；2023年8月宣布破产。

失败原因主要有两个，一方面是需求下降，随全球卫生环境改善，疟疾发生率逐年下降，青蒿素行业发展进入下滑期；另一方面是成本相比传统方案不具优势，随非洲大面积种植黄花蒿成功，植物提取成本下降，酵母生产优势不复存在。

(2) Zymergen-合成生物学自动化平台独角兽

Zymergen公司由Joshua Hoffman于2013年创立，主营业务为利用机器学习，大数据和人工智能等技术手段，与产业界合作，开发从农业到电子产品，从消费者保健到制药等行业材料和产品。

Zymergen于2021年4月在纳斯达克IPO，上市首日市值约36亿美元。然而，仅仅四个月后，Zymergen公司就发布了一条惊人的消息，承认主打产品光学膜存在“技术问题”，推出时间被延迟了（上市前曾表示，它的第一个产品，用于可折叠LED屏幕的光学薄膜，正在进行资格认证，将会在2021年下半年给公司带来收入）。另外，公司的首席执行官霍夫曼出局，基因组测序巨头Illumina的前首席执行官杰伊代替霍夫曼接任了临时首席执行官一职。Zymergen公司的股票在报告公布的当天下跌了69%，市场价值损失了近25亿美元。

选品成功案例

华恒生物-厌氧发酵工业化生产 L-丙氨酸的工艺技术国际领先

安徽华恒生物科技股份有限公司（以下简称“华恒生物”）是一家以合成生物为核心的高新技术企业，专注绿色科技创新和绿色价值创造，主要产品包括氨基酸、维生素和生物基材料单体等，广泛应用于中间体、动物营养、日化护理、植物营养和功能食品与营养等领域。华恒生物通过自主研发创新与产学研合作的紧密结合，已形成高效运转的研发体系。目前取得了一系列技术成果，实现了L-丙氨酸、DL-丙氨酸、 β -丙氨酸、D-泛酸钙、 α -熊果苷等产品的规模化生产，获得了良好的产业化效益。

公司的氨基酸系列产品包括丙氨酸系列、L-缬氨酸、异亮氨酸、色氨酸、精氨酸等，L-丙氨酸是公司销量最多的丙氨酸产品，主要用作生产新型绿色螯合剂 MGDA、维生素 B6 以及食品添加剂等。公司突破厌氧发酵技术瓶颈，构建了以可再生葡萄糖为原料厌氧发酵生产 L-丙氨酸的微生物细胞工厂，在国际上首次成功实现了微生物厌氧发酵规模化生产 L-丙氨酸产品，同时具备较强的生物制造技术工艺升级和迭代能力，大幅降低能源消耗及产品成本，有效拓展了下游应用领域，促进了产品的规模化应用。公司发酵法 L-丙氨酸生产工艺稳定，技术成熟，发酵过程无二氧化碳排放，同时使得 L-丙氨酸产品成本降低约 50%，与传统工艺相比，发酵法工艺下每生产 1 吨 L-丙氨酸可减少 0.5 吨二氧化碳排放量，顺应了绿色低碳、可持续的发展理念，环境效益显著。

据观研天下网，2022年，全球丙氨酸市场规模达到20.41亿元，预计全球丙氨酸市场容量将以2.3%的年复合增速增长到2028年达到23.89亿元。2019年全球丙氨酸系列产品需求约5.0万吨，其中L-丙氨酸全球市场需求约3.8-4.2万吨，2022年L-丙氨酸市场销售额达到1.4亿美元，预计2029年将达到2.0亿美元。华恒生物作为全球范围内规模最大的丙氨酸系列产品生产企业之一，现拥有 L-丙氨酸产能 2.3 万吨/年，全球市占率接近50%。

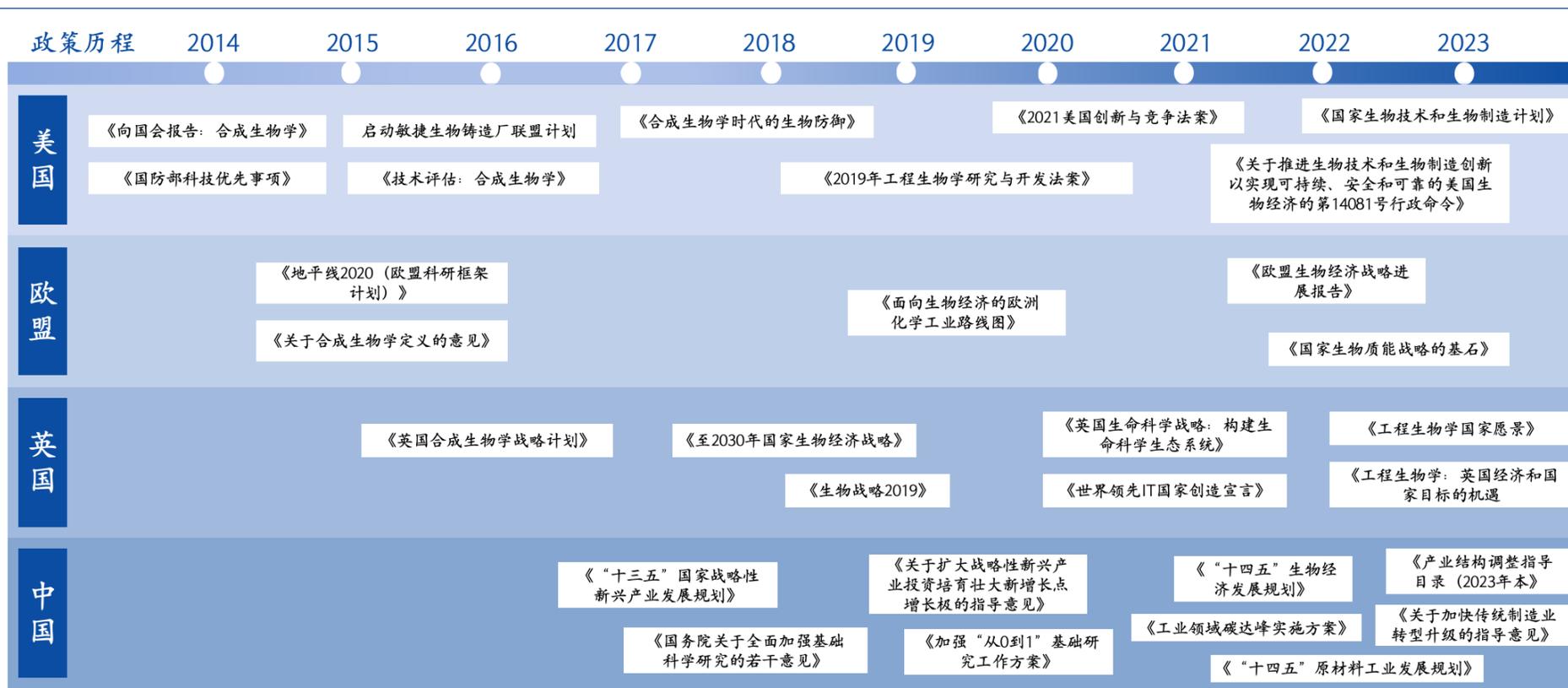
4

政策加码生物制造，
资本助力国内产业快速发展

合成生物政策发展历程：中国合成生物产业起步相对较晚

对比中国与欧美等发达国家的政策历程，中国合成生物产业起步相对较晚，但是发展速度惊人，从“十三五”开始，合成生物学被列为战略前瞻性重大科学问题和前沿共性生物技术，国家出台了一系列政策支持合成生物学的发展。

图表32：各国关于合成生物政策的发展历程



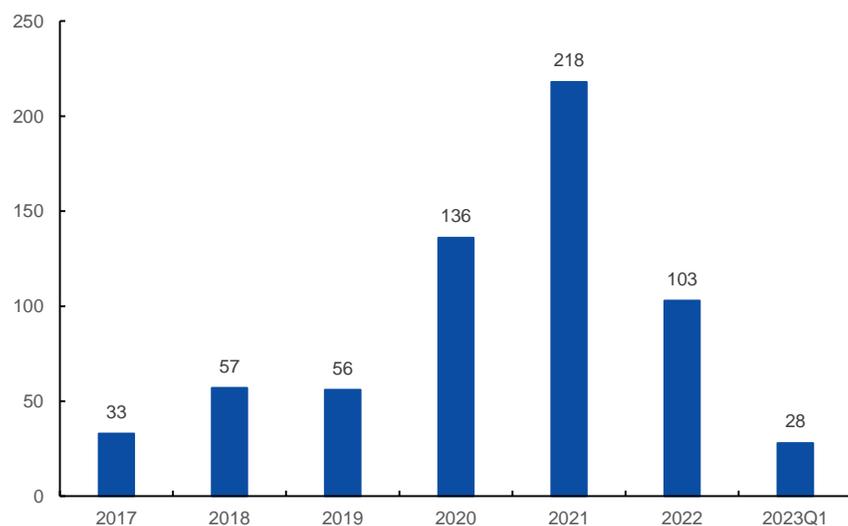
资料来源：前瞻产业研究院，国元证券研究所

聚焦地方，北京、上海、天津、江苏、广东等地，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。

- **北京市**：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》，重点研发一批高效遗传转化、精准基因编辑、合成生物技术等关键技术，构建现代化生物育种技术体系，培育一批重大动植物新品种，为保障国家粮食安全和食品安全提供品种与技术储备。
- **天津市**：2021年8月发布的《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产业的战略高地。
- **江苏省**：2021年9月江苏省政府发布《江苏省“十四五”科技创新规划》，将合成生物学作为14个战略性前瞻性重大科学问题之一，并强调重点发展农业合成生物技术2022年以来，苏州、常州等地接连推出支持合成生物学发展的相关政策。
- **上海市**：2023年9月27日发布《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高地，基本建成具有全球影响力的高端生物制造产业集群。
- **广东省**：2021年发布《广东省科技创新“十四五”规划》，提出将合成生物学领域作为“前沿技术和颠覆性技术研究”实施研发专项，以及加快建设合成生物研究重大科技基础设施等；深圳市更是从2021年起，陆续持续推出多条支持合成生物学产业发展的行动方案。

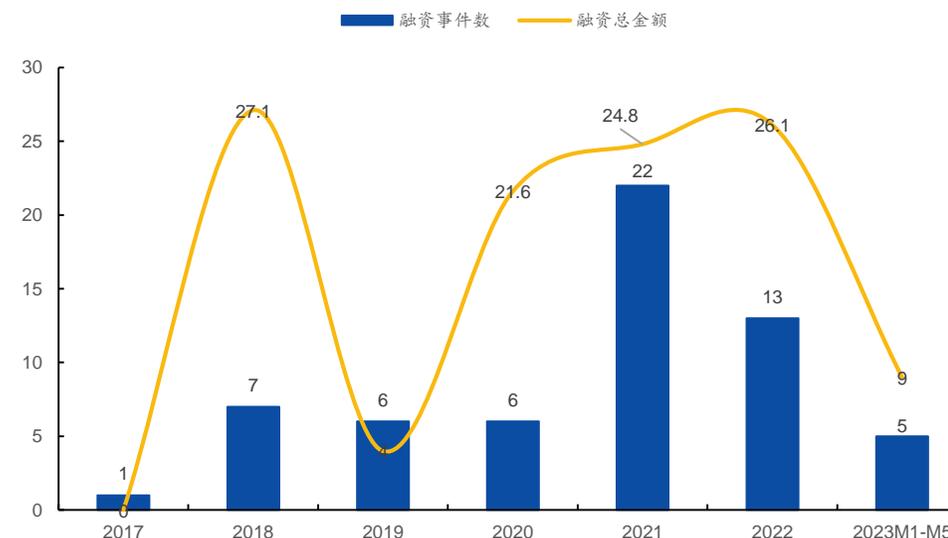
- 2020年和2021年，合成生物成为全球资本市场追捧热点，到达投融资高峰，2022年投融资金额下降至103亿美元，回归商业理性。2023年全球合成生物学方面投融资持续呈下降趋势，投资走向理性、精准化。
- 中国不断加大合成生物学的顶层布局、技术投入和政策支持，目前已有18个省（市）将“合成生物”写进“十四五”规划。中国合成生物投融资经历了2021年激增后，2022年呈下降趋势，逐渐回归商业理性。

图表34：全球合成生物学投融资金额，2017-2023Q1（亿美元）



资料来源：头豹研究院，国元证券研究所

图表35：中国合成生物学投融资，2017-2023M1-M5（亿元人民币，起）



资料来源：头豹研究院，国元证券研究所

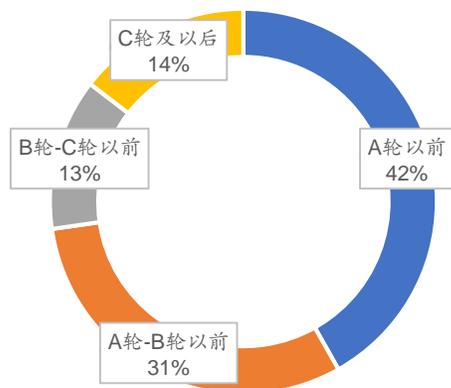
整体投融资市场保持低迷，生物制造领域逆市上升

2023年整体投融资市场依然保持低迷，而生物制造相关行业延续逆势上升的态势，这表明国内资本市场对生物制造企业持续保持高关注度。据易凯资本内部统计，2023年全年医疗健康产业完成总交易数量约1984件，与2022年全年完成2012件相比，下降了1.3%，对比2021年的2895件下降了31.4%。而在生物制造领域，2023年全年中国一级市场生物制造领域融资事件共110起，同比2022年披露的100起，增加了11%。

从融资阶段角度看，2023年中国生物制造领域市场融资轮次整体偏早期，B轮及以前的融资事件80起，占比达到72.7%。从细分领域角度来看，合成生物技术在医疗健康领域的应用仍然占据主要地位，创新药及生物技术是目前主要的应用方向，相关领域融资事件71起，占融资总数的64.5%。而随着资本市场玩家的变化，赛道中活跃的投资人逐渐由财务投资机构向产业投资人、国家队转变。2023年有43起融资事件有政府引导资金或产业资本参与，占总数的39.1%。

图表36：2023年截止12月31日国内一级市场融资情况分析（按轮次）

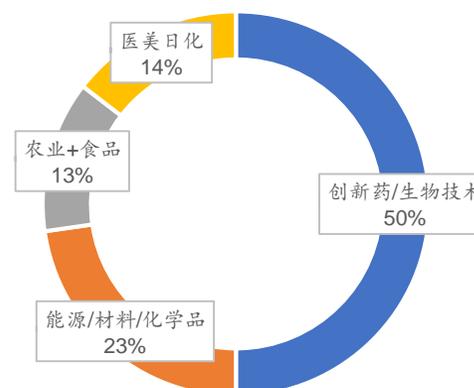
■ A轮以前 ■ A轮-B轮以前 ■ B轮-C轮以前 ■ C轮及以后



资料来源：易凯资本，国元证券研究所

图表37：2023年截止12月31日国内一级市场融资情况分析（按赛道）

■ 创新药/生物技术 ■ 能源/材料/化学品 ■ 农业+食品 ■ 医美日化



资料来源：易凯资本，国元证券研究所

▶▶▶ 单笔亿元以上交易同比增长29%，超1.5亿交易数量过半

从交易金额角度，2023年融资事件中交易金额在1500万美元或1亿人民币及以上的融资事件40起，相比2022年的31起，上升了29%。超1.5亿元以上的重点交易共22起。

图表38： 2023年生物制造产业1.5亿元以上的重大交易

序号	公司名称	融资时间	融资形式	融资规模	一级行业	产品/服务
1	新合新生物	2023/12/15	Pre-IPO轮	数亿元	创新药/生物技术	甾体中间体
2	赛陆医疗	2023/12/1	A轮	数亿元	创新药/生物技术	测序及超分辨空间组学平台
3	泰和伟业	2023/11/29	A+轮	~3亿元	创新药/生物技术	保护氨基酸系列
4	质肽生物	2023/11/27	B+轮	近2亿元	创新药/生物技术	重组蛋白药物创新平台
5	创建医疗	2023/9/16	B轮	>2亿元	创新药/生物技术	重组人胶原蛋白
6	柯泰亚	2023/9/4	B轮	2.5亿元	生物基材料/化学品	高附加值生物基产品
7	益杰立科	2023/8/30	A轮	3,200万美元	创新药/生物技术	基因编辑技术研发商
8	百斯杰生物	2023/5/29	A轮	2.5亿元	创新药/生物技术	工业酶制剂
9	斯微生物	2023/5/26	D轮	数亿元	创新药/生物技术	mRNA疫苗及纳米脂质体包裹递送
10	伟杰信生物	2023/5/22	C轮	数亿元	创新药/生物技术	动物蛋白药
11	博奥明赛	2023/5/18	B轮	2亿元	创新药/生物技术	创新生物大分子药
12	瑞凤生物	2023/4/28	Pre-B轮	数亿元	创新药/生物技术	基因合细胞治疗药物
13	典晶生物	2023/2/28	B轮	4,000万美元	创新药/生物技术	眼药产品
14	宜明细胞	2023/4/19	C+轮	1.5亿元	创新药/生物技术	基因药物CDMO平台
15	艾美斐	2023/3/13	B轮	2亿元	创新药/生物技术	新药研发企业
16	嘉晨西海	2023/2/27	A+轮	近亿美元	创新药/生物技术	mRNA疫苗
17	分子之心	2023/2/20	战略投资	数亿元	创新药/生物技术	AI蛋白质设计平台
18	蓝晶微生物	2023/2/15	B+轮	4亿元	生物基材料/化学品	PHA及其衍生物
19	微构工厂	2023/2/2	A+轮	3.59亿元	生物基材料/化学品	PHA及其他高附加值产品
20	至善唯新	2023/2/1	A+轮	2亿元	创新药/生物技术	细胞治疗
21	金斯瑞蓬勃生物	2023/1/18	C轮	2.2亿美元	创新药/生物技术	生物医药研发服务
22	EcoCeres	2023/1/12	B轮	4亿美元	生物基材料/化学品	氢化植物油、可持续航空燃料和纤维素乙醇

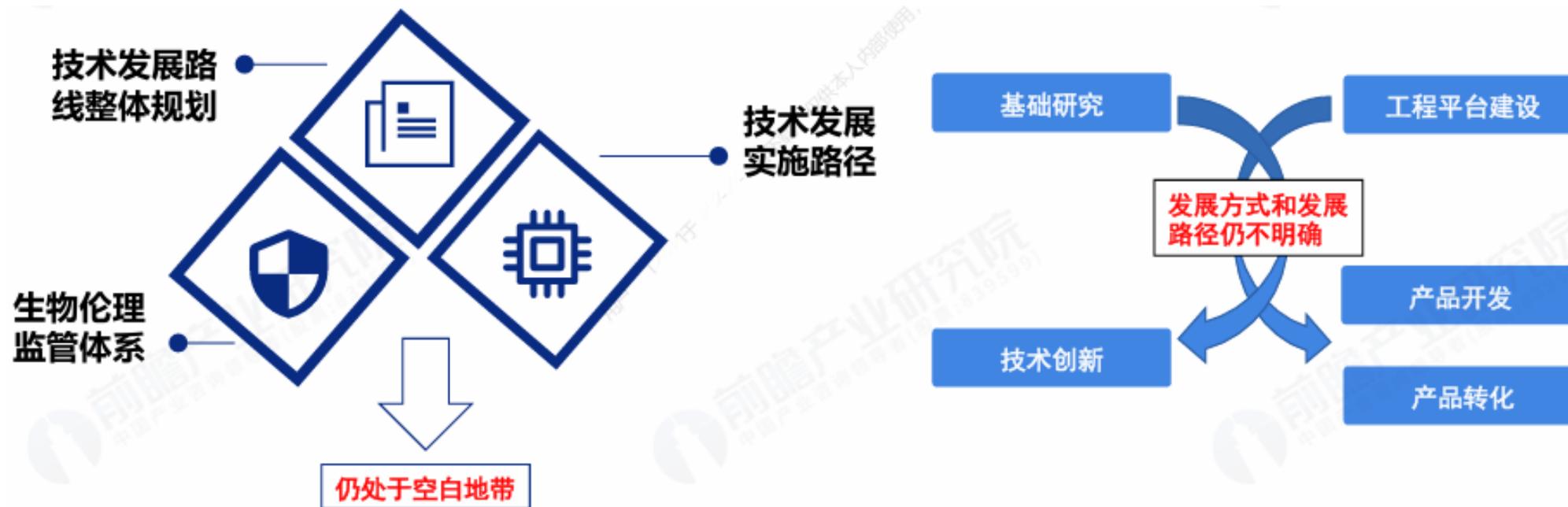
资料来源：易凯资本，国元证券研究所

5

国内生物制造现存挑战

我国从顶层设计上明确了合成生物的重要战略地位，并逐步加强了该领域的国家宏观战略谋划，但合成生物领域的长期、短期技术发展路线整体规划，技术发展实施路径、生物伦理监管体系构建等仍处于空白地带。目前，合成生物学领域的专项政策规划并未出台，如何实现从基础研究到技术创新，从工程平台建设到产品开发、产业转化等多层次、分阶段的发展方式和路径仍不明确。

图表39：许多监管领域处于空白地带

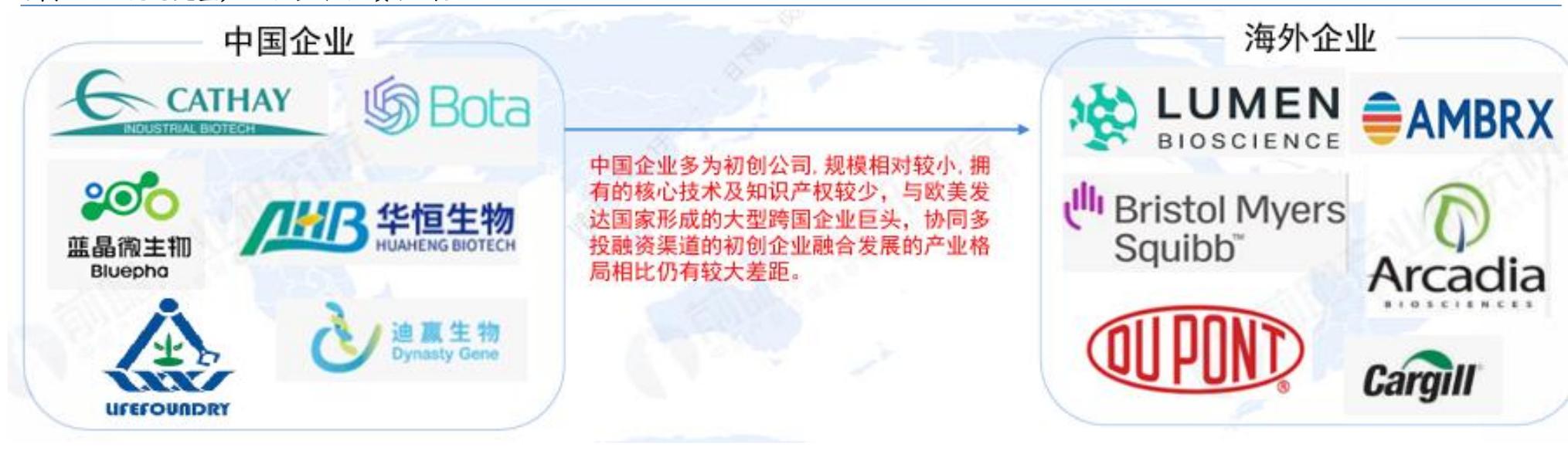


资料来源：前瞻产业研究院，国元证券研究所

我国合成生物学应用研究主要以科研院所为主体，缺乏大型产业巨头和优质初创研发企业。目前国内生物合成行业的主要代表企业为凯赛生产企业直接面临停产。生物、衍进科技和迪赢生物等，企业多为初创公司，规模相对较小，与欧美发达国家形成的大型跨国企业巨头，协同多投融资渠道的初创企业融合发展的产业格局相比仍有较大差距。

根据《2023年生物制造产业白皮书》，从产业规模看，我国生物制造核心产业增加值占工业增加值比重仅2.4%，低于美、欧、日的11%、6.2%、3.2%，在工业经济占比有待提高。从产业结构看，中高端配料及装备供给能力不足，部分关键原配料及装备依赖进口，如工业核心菌种、酶制剂等核心原配料对外依存度在70%以上；疫情期间，进口除病毒过滤器供货期由2个月延长至10个月以上，部分生产企业直接面临停产。

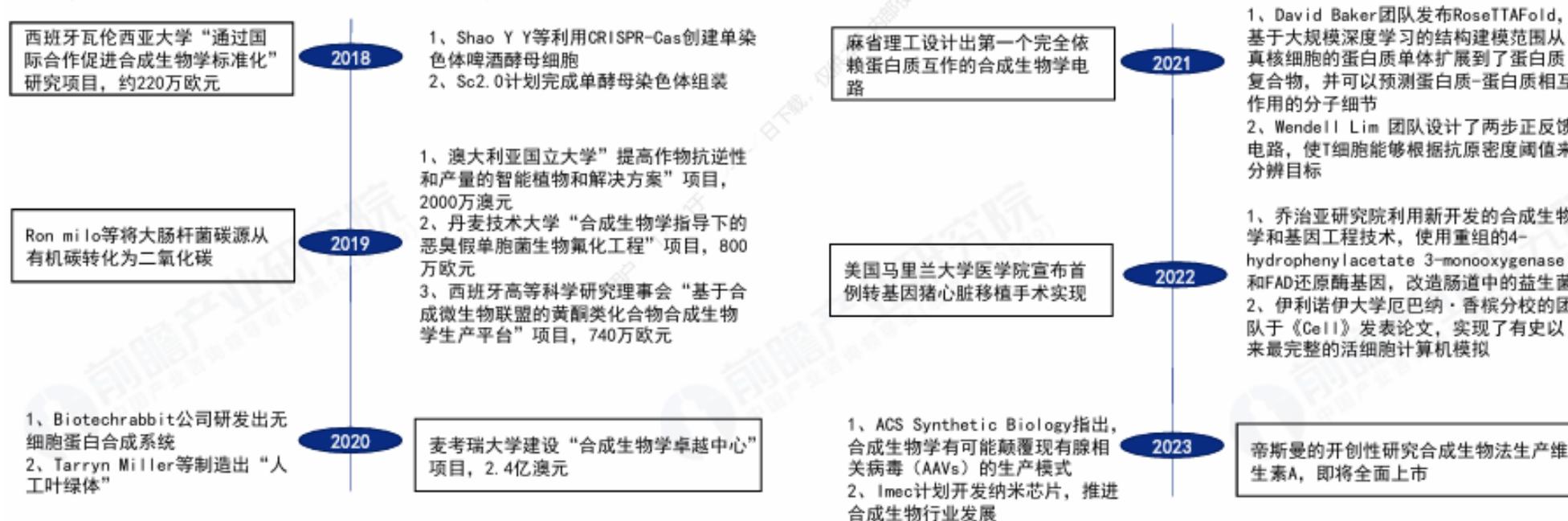
图表40：缺乏大型产业巨头和优质初创企业



资料来源：前瞻产业研究院，国元证券研究所

2015年以来，我国在合成生物领域研究发文跃居全球第二，但论文篇均影响力低于世界平均水平。我国合成生物领域论文的整体质量还不够高，且研究发文领域多集中在应用领域，论文在前沿和核心技术领域的创新能力与欧美发达国家仍有较大差距；同时，虽然国内研究机构应用研究成果凸显，但创新成果的产业化应用实践较少，科企融合度较低，对产业的推动力量较弱，近几年全球合成生物学主要研究项目和成果都集中在欧美等国家。

图表41：产业化能力不足：创新成果产业化应用实践较少



资料来源：前瞻产业研究院，国元证券研究所

学科布局不平衡不充分，与发展尚不能良好适配：

▶从生物学科整体情况看，根据《QS世界大学学科排名》，生物科学学科世界排名前50位高校中我国仅2家上榜，学术声誉、毕业生的雇主满意度、研究成果质量等方面评价结果的差距较明显

▶从专业设置看，国内二级学科主要包括生物科学、生物技术、化学工程与工业生物工程等较传统共性基础学科，生态安全、人类营养健康等新兴领域延伸布局不足

▶从课程设置看，培养方案课程设置趋同性较为严重，以“6+X”模式为主，学科特色不明显，相当一部分相关高校本科专业没有开设合成生物学专门课程

专业人才储备输送数量不足，人才流失风险加剧：

▶从人才培养看，生物信息学、合成生物学本科专业分别于2011年、2019年增设，截至2022年8月，开设院校数量分别为112所、1所，占全国高等院校数量比重仅8.8%、0.1%，设置生物信息学硕士点、博士点机构为10家、17家，合成生物学则分别为1家、2家，相关专业年毕业生数量远不能满足行业未来发展需要

▶从人才待遇方面，调研企业反映，我国中小型生物科技企业技术人员薪酬较外资企业有一定差距，如，外资企业首席研发人员月薪高于国内中小型企业2-10万元左右，人才面临流失风险加剧

市场培育机制有待健全，风险治理成为重要课题：

▶从市场培育看，各类产业基金、金融产品对生物制造相关企业、创新平台支持和资源倾斜力度有待加强，社会资本活跃度有待提升，尚未形成“政产学研金”等多元资助体系，市场规模与欧美先进国家存在差距。以生物芯片领域为例，全球市场规模超过145亿美元，美国占比超过40%，我国尚不足10%

▶对外合作方面，近年来国内企业出于拓宽海外市场、提升技术品牌竞争力等因素，国际并购投资热度大，但部分企业对收购估值、资产稳定性等判断不足，易遭受资产流失，同时，美等国收紧生物技术和生物制造领域跨境收购、技术合作审查力度，对外合作风险加剧

6

风险提示

- **产业化进度不及预期风险：**国内合成生物学企业在后端发酵纯化环节具备优势，走产品型路线具备竞争力，但产业化的放大发酵环节也存在许多不确定性，在制造端和商业化环节存在进度滞后的风险；
- **市场竞争加剧风险：**利用合成生物学的方法替代化工材料在低碳环保环节具备显著优势，但能否在成本环节具备替代优势以及替代了化学品之后是否存在生物法产品的同质化竞争的问题，都是需考虑的风险因素；
- **原材料成本波动风险：**合成生物学糖源大多来自于农作物，例如玉米、马铃薯、甘蔗、大麦、水果等，部分产品聚合过程中还需要用到化学品，原材料价格的波动会带来产品盈利的波动；
- **地缘政治风险等：**如业务所在国家或地区的法律法规、产业政策或者政治经济环境发生重大变化、或因国际关系紧张等无法预知的因素等可能造成境外经营状况带来潜在不利影响。

投资评级说明

(1) 公司评级定义

买入	股价涨幅优于基准指数 15%以上
增持	股价涨幅相对基准指数介于 5%与 15%之间
持有	股价涨幅相对基准指数介于-5%与 5%之间
卖出	股价涨幅劣于基准指数 5%以上

(2) 行业评级定义

推荐	行业指数表现优于基准指数 10%以上
中性	行业指数表现相对基准指数介于-10%~10%之间
回避	行业指数表现劣于基准指数 10%以上

备注：评级标准为报告发布日后的6个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现，其中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指数或纳斯达克指数，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。

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本人承诺报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业操守和专业能力，本报告清晰准确地反映了本人的研究观点并通过合理判断得出结论，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

证券投资咨询业务的说明

根据中国证监会颁发的《经营证券业务许可证》（Z23834000），国元证券股份有限公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询业务是指取得监管部门颁发的相关资格的机构及其咨询人员为证券投资者或客户提供证券投资的相关信息、分析、预测或建议，并直接或间接收取服务费用的活动。证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。

法律声明

本报告由国元证券股份有限公司（以下简称“本公司”）在中华人民共和国境内（台湾、香港、澳门地区除外）发布，仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。若国元证券以外的金融机构或任何第三方机构发送本报告，则由该金融机构或第三方机构独自为此发送行为负责。本报告不构成国元证券向发送本报告的金融机构或第三方机构之客户提供的投资建议，国元证券及其员工亦不为上述金融机构或第三方机构之客户因使用本报告或报告载述的内容引起的直接或连带损失承担任何责任。本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的信息、资料、分析工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的投资建议或要约邀请。本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。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。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取投资银行业务服务或其他服务，上述交易与服务可能与本报告中的意见与建议存在不一致的决策。

免责声明

本报告是为特定客户和其他专业人士提供的参考资料。文中所有内容均代表个人观点。本公司力求报告内容的准确可靠，但并不对报告内容及所引用资料的准确性和完整性作出任何承诺和保证。本公司不会承担因使用本报告而产生的法律责任。本报告版权归国元证券所有，未经授权不得复印、转发或向特定读者群以外的人士传阅，如需引用或转载本报告，务必与本公司研究所联系并获得许可。网址：www.gyzq.com.cn

国元证券研究所

合肥

地址：安徽省合肥市梅山路 18 号安徽国际金融中心 A 座国元证券
邮编：230000

上海

地址：上海市浦东新区民生路 1199 号证大五道口广场 16 楼国元证券
邮编：200135

北京

地址：北京市东城区东直门外大街 46 号天恒大厦 A 座 21 层国元证券
邮编：100027