

2024年04月13日

医药

SDIC

 **行业专题**

证券研究报告

# 合成生物学行业专题系列三：生物制造 继往开来，细分领域皆有可为

 投资评级 **领先大市-A**  
 维持评级

生物制造聚焦“替代”和“升级”两个因子，发展空间广阔。

生物制造主要以合成生物学、基因工程等创新生物技术为基础，利用廉价原料，以菌种、细胞、酶为制造工厂，规模化发酵获得目标产品。未来，依赖于传统化工、植物提取获得产品的生产方式将逐步被从传统生物发酵升级后的生物制造方式所替代，有望打开万亿规模的市场空间。根据 OECD 发布的《面向 2030 生物经济施政纲领》战略报告，全球有超过 4 万亿美元的产品通过化工方法生产，预计到 2030 年，至少有 20% 的石油化工产品可被生物基化学品替代，市场空间约为 8000 亿美元，目前的替代率不到 5%，存在约 6000 亿美元的提升空间；根据 2023 年《全球及中国植物提取物行业分析报告》，2021 年全球植物提取行业总规模达到 300 亿美元，预计中国市场 2028 年将达到 800 亿元，未来通过生物制造法替代植物提取，实现降本增效，有望打开下游市场。而目前在国内高校及研究所的助力下，生物平台已取得长足进步，模式底盘细胞的开发及驯化得到快速发展，叠加政策支持，各地区以项目资助、奖励等形式进行招商，我国生物制造产业有望迎来快速发展阶段。

生物制造各细分行业逻辑有所不同，多个赛道存在破局可能。

生物制造覆盖范围广阔，从应用领域来看，其所涉及的领域主要涵盖生物制药、生物化工、生物材料、食品行业、酶制剂、生物燃料。

- 1) 生物制药为庞大的万亿级赛道，其中，细胞与基因治疗、血液制品、重组蛋白、抗体药、疫苗等领域较多聚焦“创新产品”，天然产物赛道印证生物制造替代植物提取的逻辑可打开广阔的下游市场。
- 2) 生物化工方面，大宗化学品由化工工艺向生物制造演进，聚焦成熟品种的制造路径变革，这些品种多为低附加值的平台型化合物，生物制造主要体现成本及低碳环保优势，技术突破或将重塑行业格局，若达到百 g/L 的发酵水平有望实现产业化。
- 3) 生物材料方面，国内市场加速拓展，2021 年接近 200 亿元，当前行业重点关注“可降解”和“成本”两个因子，可降解材料领域的产业特点为生物制造技术驱动成本下降，促进下游大规模应用。《我国生物基材料产业发展对策与建议》预计 2025 年全球可降解材料产能占比将达到 62.7%。当前部分产

首选股票	目标价 (元)	评级

## 行业表现



资料来源：Wind 资讯

升幅%	1M	3M	12M
相对收益	-3.4	-14.9	-8.0
绝对收益	-6.8	-9.0	-23.2

**马帅** 分析师

SAC 执业证书编号：S1450518120001

mashuai@essence.com.cn

## 相关报告

新药周观点：创新药板块机构持仓持续提升，2023 年底达近年高峰	2024-04-07
新药周观点：首个 Claudin 18.2 靶向药物获批，国内企业处于该领域全球前列	2024-03-31
新药周观点：迈威 Nectin-4 ADC 宫颈癌数据优异，新一代 ADC 开发值得期待	2024-03-24
2024 年中药行业有哪些潜在催化	2024-03-20
新药周观点：首个 NASH 药物获 FDA 批准上市，国内 THR-β 激动剂布局快速推进中	2024-03-17

能占比较低的创新材料（如 PHA）随着生物制造技术突破，成本持续下降，蕴藏广阔的市场潜力。

- 4) 食品原料方面，生物制造创造新的食品原料可颠覆传统的食品供给格局，BCG 预测 2026 年合成生物技术影响食品饮料的行业规模将达 57 亿美元，2021-2026 年复合增长率超过 50%。麦肯锡预计 2023-2030 年之间替代蛋白领域将迎来催化，为值得关注的细分赛道。
- 5) 酶制剂方面，行业呈现海外巨头占据大部分市场份额的特点，中国在饲用酶制剂方面虽然逐步实现进口替代，但在工业酶、高端洗涤酶等领域仍落后国际领先企业，未来立足于创新驱动，向高端酶制剂领域迈进有望成为国内酶制剂企业破局的关键。
- 6) 生物燃料方面，Energen Research 预计全球生物燃料市场规模 2030 年将进一步扩张至 2843.5 亿美元，2022-2030 年 CAGR 为 7.0%。木质纤维素、二氧化碳等廉价原料开发后的大规模应用进一步降低成本以及高级醇等生物燃料品种的突破或将是下一阶段生物燃料市场持续快速增长的重要驱动力。

#### 目 建议关注标的：

- 1) **川宁生物**：合成生物技术平台优质，具备持续输出新品种的能力，抗生素中间体的产业化能力可向生物制造品种移植，多个天然产物品种有望进入放量阶段。
- 2) **富祥药业**：替代蛋白行业具备广阔的发展空间，公司通过产研合作推动微生物蛋白产业化落地，全力打造新增长极。
- 3) **金城医药**：自有生物+化学研发及产业化平台，依托主业优势，持续向生物制造领域迈进，期待天然产物品种陆续落地。

目 风险提示：技术迭代不及预期；原材料价格上涨的风险；行业监管政策变化的风险。

## 目 录

1. 生物制造替代传统生产方式，广阔空间蕴含多种机遇.....	5
1.1. 行业逻辑：生物制造替代传统工艺，创新是破局之匙.....	5
1.2. 市场空间：万亿市场可替代，细分领域待挖掘.....	6
1.3. 技术驱动：高校是重要研发平台，企业可获赋能.....	7
1.4. 政策加码：全球政策驱动，国内企业获得大力支持.....	9
2. 生物制造应用广泛，各细分领域逻辑有所差别.....	11
2.1. 生物制药：万亿市场快速增长，关注天然产物异源合成.....	13
2.2. 生物化工：替代传统化学法，工艺变革重塑细分行业格局.....	14
2.3. 生物材料：行业规模加速增长，“可降解”和“成本”是关键因子.....	16
2.4. 食品行业：生物制造颠覆传统方式，替代蛋白或将迎来催化.....	17
2.5. 酶制剂：创新驱动国产酶制剂向高端领域迈进.....	18
2.6. 生物燃料：千亿市场持续增长，关注“原料”和“品种”进展.....	19
3. 建议关注标的.....	21
3.1. 川宁生物：平台与产业基地高效协同，天然产物放量可期.....	21
3.2. 富祥药业：替代蛋白赛道蓬勃发展，公司借力构筑新增长点.....	23
3.3. 金城医药：具备生物发酵产业基础，关注天然产物品种落地.....	24
4. 风险提示.....	26
4.1. 技术迭代不及预期.....	26
4.2. 原材料价格上涨的风险.....	26
4.3. 行业监管政策变化风险.....	26

## 目 录

图 1. 从传统生产方式向先进生物制造演进.....	5
图 2. 生物制造产业链.....	5
图 3. 全球植物提取行业市场规模（单位：亿美元）.....	6
图 4. 中国植物提取行业市场规模（单位：亿元）.....	6
图 5. 各国生物制造核心产业增加值占工业增加值比重.....	6
图 6. 国内高校/研究所及企业的工程菌专利数量（项）.....	7
图 7. 国内工程菌株的专利布局（%）.....	7
图 8. 国内保有工程菌株专利的 TOP10 单位（项）.....	7
图 9. 全球生物制造相关政策情况.....	9
图 10. 中国生物制造产业布局.....	11
图 11. 生物制造产业范围.....	12
图 12. 中国生物制药市场规模预测.....	13
图 13. 生物制造在生物制药细分领域的发展逻辑.....	14
图 14. 2021 年全球植物提取行业下游应用领域需求量占比.....	14
图 15. 各品种的成本敏感度及低碳环保要求情况.....	15
图 16. 中国生物基材料市场规模情况.....	16
图 17. 全球生物基材料产能分析预测（单位：万吨/年）.....	16
图 18. 生物制造替代传统种植和养殖的食品生产方式.....	17
图 19. 食品饮料行业全球合成生物市场规模（单位：百万美元）.....	17
图 20. 合成生物学技术在食品各应用领域催化加速点预测.....	18
图 21. 全球酶制剂市场规模（单位：亿美元）.....	18
图 22. 2021 年全球酶制剂市场竞争格局.....	18

图 23. 中国酶制剂细分领域发展逻辑.....	19
图 24. 生物燃料的发展逻辑.....	19
图 25. 全球生物燃料市场规模预测（单位：亿美元）.....	20
图 26. 2019 年全球燃料乙醇市场竞争格局.....	20
图 27. 生物燃料的原料利用和品种发展趋势.....	20
图 28. 川宁生物的合成生物学的业务流程.....	21
图 29. 川宁生物的改造菌种及酶库介绍.....	21
图 30. 川宁生物历年营业收入情况.....	22
图 31. 川宁生物历年归母净利润情况.....	22
图 32. 川宁生物的合成生物产品设计产能（吨/年）.....	22
图 33. 富祥药业历年营业收入情况.....	23
图 34. 富祥药业历年归母净利润情况.....	23
图 35. 全球新蛋白市场规模（万吨）.....	24
图 36. 2035E 微生物蛋白在食用蛋白中的占比（%）.....	24
图 37. 金城医药历年营业收入情况.....	24
图 38. 金城医药历年归母净利润情况.....	24
表 1: 生物制造底盘菌株介绍.....	8
表 2: 各地生物制造相关政策及发展规划.....	10
表 3: 部分生物制造产品的开发及产业化进展.....	12
表 4: 部分生物化工产品的生物制造水平.....	15
表 5: 氨基酸的生物制造水平.....	15
表 6: 2020 年全球生物基材料产能占比(不同材料类型).....	17

## 1. 生物制造替代传统生产方式，广阔空间蕴含多种机遇

### 1.1. 行业逻辑：生物制造替代传统工艺，创新是破局之匙

生物经济通常有两种常用定义。第一种由欧盟定义，包括生物资源的生产、生物资源转化为产品和能源；第二种由美国定义，较为具体，特指研究和创新驱动型产品。而当生物经济与制造业交汇时，前者为广义上的“生物制造”，侧重创新生物技术驱动的后两者则是生物制造的子集“先进生物制造”。根据《2023年生物制造产业白皮书》，中国对生物制造的定义更多是指以工业生物技术为核心的**先进生产方式**，即以**基因工程技术、合成生物学技术**等前沿生物技术为基础，利用**菌种、细胞、酶等**生命体生理代谢机能或催化功能，通过工业发酵工艺规模化生产目标产物的制造过程。

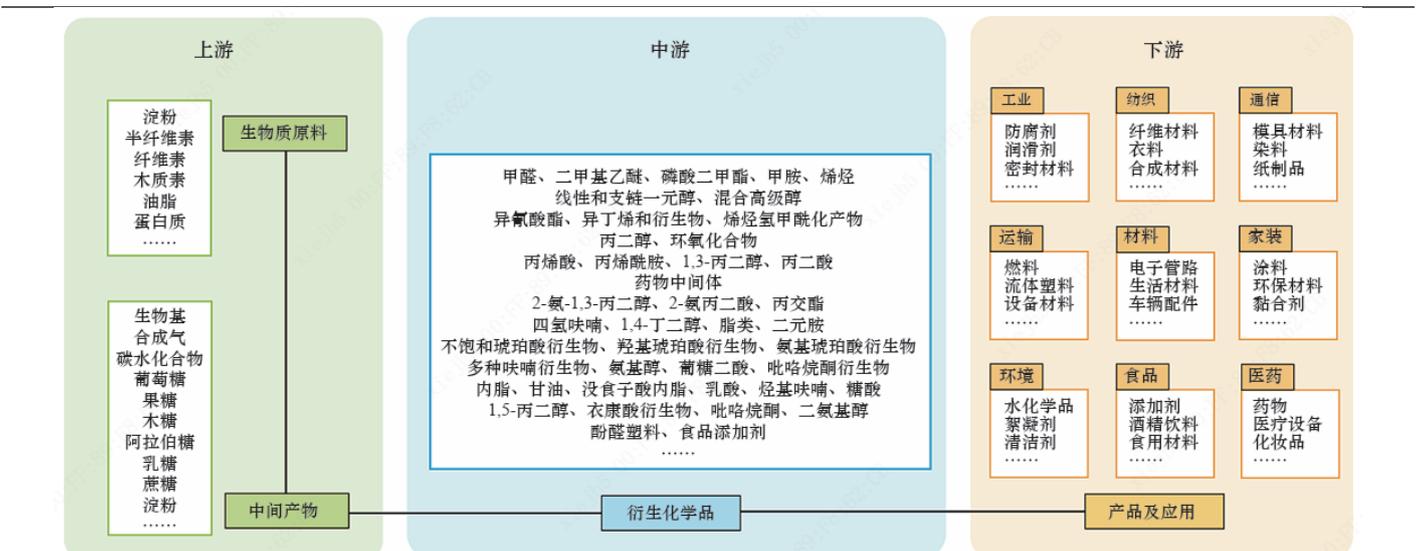
生物制造主要以合成生物学、基因工程等创新生物技术为基础，利用廉价可得的原料甚至通过捕获大气中的碳源为原料，以生物平台（菌种、细胞、酶为主要的生物工具平台）为制造工厂，规模化工业发酵获得目标产品。未来，依赖于传统化工、植物提取获得产品的生产方式将逐步被从传统生物发酵升级后的生物制造方式所替代，达到降本增效、绿色低碳环保、减少耕地使用等目的。（我们在《合成生物学行业专题系列》报告中已详细阐述合成生物技术的优势，请参考前面发布的系列报告）

图1. 从传统生产方式向先进生物制造演进



资料来源：国投证券研究中心

图2. 生物制造产业链



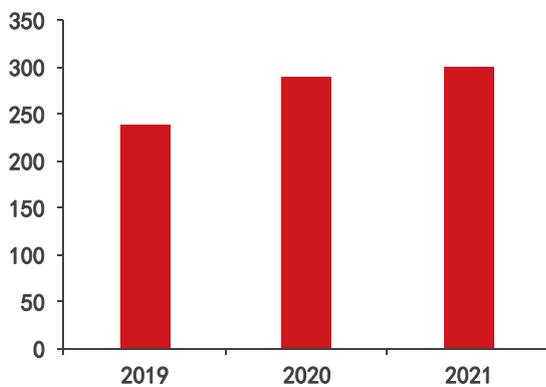
资料来源：《我国微生物制造产业的发展现状与展望》，国投证券研究中心

## 1.2. 市场空间：万亿市场可替代，细分领域待挖掘

生物制造仅替代传统化工的市场空间可达数千亿美元规模。根据 OECD 发布的《面向 2030 生物经济施政纲领》战略报告，全球有超过 4 万亿美元的产品通过化工方法生产，预计到 2030 年，至少有 20% 的石油化工产品可被生物基化学品替代，市场空间约为 8000 亿美元，目前的替代率不到 5%，相比 2020 年的提升空间达到 6000 亿美元。

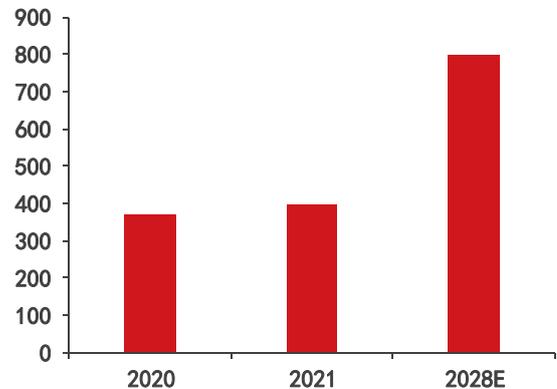
植物提取法产品需求广阔促进规模增长，生物制造印证替代逻辑可打开广阔的下游市场。根据 2023 年《全球及中国植物提取物行业分析报告》，2020 年全球植物提取物市场规模达 290 亿美元，较 2019 年的 240 亿美元相比增长 20.8%，到 2021 年全球总规模进一步达到 300 亿美元。预计中国植物提取市场 2028 年将达到 800 亿元。未来通过生物制造法替代植物提取，实现降本增效，有望进一步打开下游市场。

图3. 全球植物提取行业市场规模（单位：亿美元）



资料来源：《全球及中国植物提取物行业分析报告》，国投证券研究中心

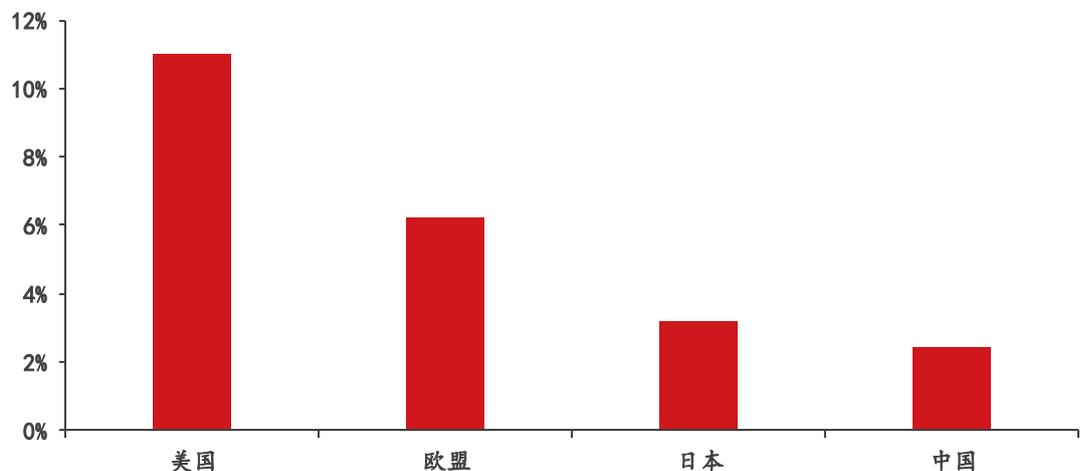
图4. 中国植物提取行业市场规模（单位：亿元）



资料来源：《全球及中国植物提取物行业分析报告》，国投证券研究中心

与发达国家相比，中国生物制造产业存在广阔发展空间。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%，与发达国家相比，我国生物制造产业在工业经济中的占比存在较大提升空间。

图5. 各国生物制造核心产业增加值占工业增加值比重



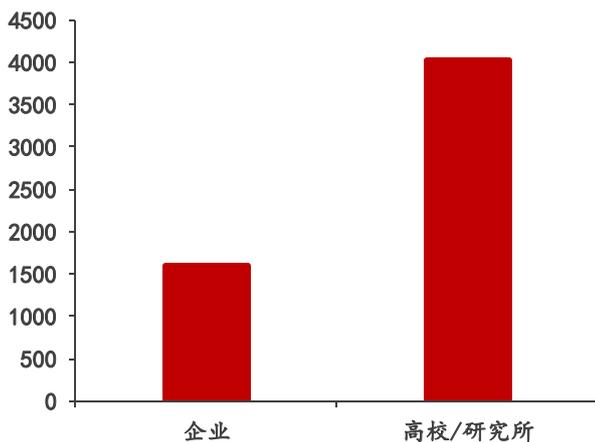
资料来源：《2023 年生物制造产业白皮书》，国投证券研究中心

美国先进生物制造产业规模近千亿美元，中国产业结构存在较大优化空间。根据 2023 年《美国生物制造：增加值、供应链、成本、可持续性和效率》报告，美国生物制造总产值为 4388 亿美元，其中，先进生物制造产值为 946 亿美元，占比约为 22%，从对环境的影响来看，生物制造环境影响占美国所有行业经济活动对环境总影响的 43%，而先进生物制造占比为 6.4%。根据《2023 年生物制造产业白皮书》，中国目前在生物制造的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，生物制造的核心平台如工业核心菌种、酶制剂等对外依存度在 70% 以上。对比来看，国内依托生物创新技术的先进生物制造产业存在较大发展空间，部分蓝海市场亟待开拓。

### 1.3. 技术驱动：高校是重要研发平台，企业可获赋能

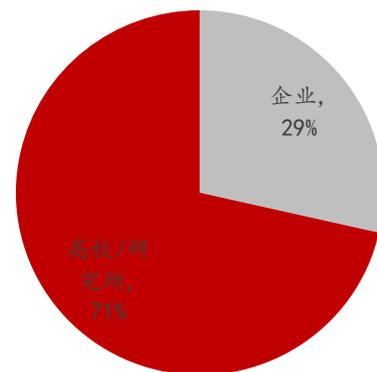
国内高校及科研院所承担重要的平台角色，可充分为具备产业化基础的企业提供技术赋能。根据国家知识产权局数据（我们基于工程菌这一合成生物学的关键词检索得到下述数据分析结果，一定程度上可以反映国内合成生物学的科研成果情况），目前国内高校和研究所拥有合成生物菌株专利最多，占比达到 71%（4022 项），企业占比 29%（1605 项），前十位均为国内知名高校及研究所。因此通过专利转化、科研合作等手段，国内具备生物发酵产业化基础的企业可快速补足科研短板，聚焦生物制造产业化。

图6. 国内高校/研究所及企业的工程菌专利数量（项）



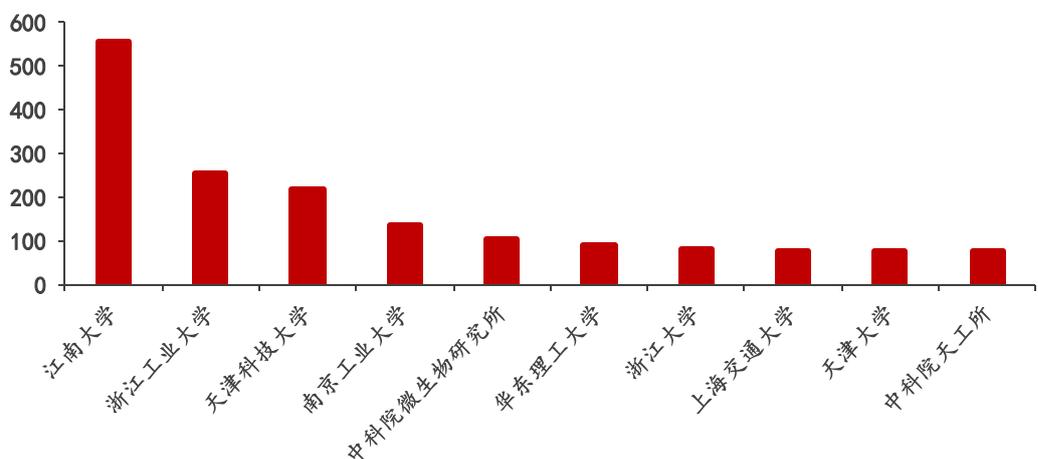
资料来源：国家知识产权局，国投证券研究中心，备注：数据分析结果基于关键词“工程菌”，时间截止至 2024 年 1 月 19 日。

图7. 国内工程菌株的专利布局 (%)



资料来源：国家知识产权局，国投证券研究中心，备注：数据分析结果基于关键词“工程菌”，时间截止至 2024 年 1 月 19 日。

图8. 国内保有工程菌株专利的 TOP10 单位 (项)



资料来源：国家知识产权局，国投证券研究中心，备注：数据分析结果基于关键词“工程菌”，时间截止至 2024 年 1 月 19 日。

工程菌是生物制造产业化落地的基础，通常分为原核和真核工程菌。随着基因编辑、基因合成、基因测序技术的迭代及成本快速下降，叠加 AI 的赋能，多种菌种已发展成为模式底盘细胞。原核模式工程菌包括大肠杆菌、枯草芽孢杆菌、谷氨酸棒杆菌；原核非模式工程菌包括需钠弧菌、拜氏不动杆菌、运动发酵单胞菌、真氧产碱杆菌、盐单胞菌等，近年来也被广泛用作底盘细胞改造。其中，大肠杆菌由于遗传操作工具成熟，是目前生物制造领域使用最广泛的底盘细胞，用于大宗化学品的生产。酿酒酵母是一种典型的真核模式底盘细胞，可用于生产有机酸、氨基酸、核苷酸、药用蛋白、工业酶制剂等。此外，其他的非传统酵母菌、丝状真菌等也逐渐被改造为模式底盘细胞工厂。

**表1：生物制造底盘菌株介绍**

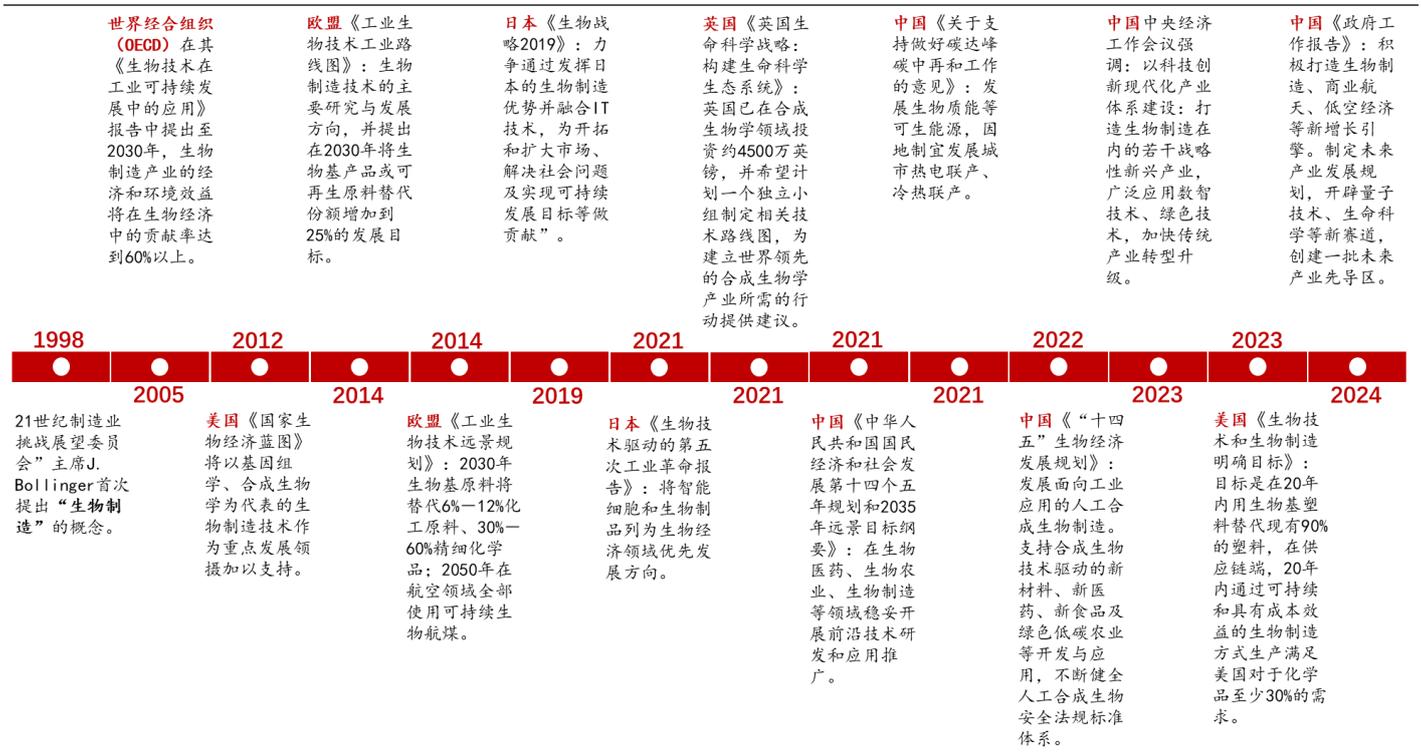
类型	菌种	底盘菌株的特征及应用领域	具体应用案例	
原核	模式细菌	大肠杆菌	遗传操作工具成熟，是生物制造领域使用最广泛的底盘细胞，是大宗化学品领域使用广泛的底盘细胞	L-丙氨酸、L-缬氨酸、D-乳酸、丁二酸、1,3-丙二醇、L-赖氨酸、L-苏氨酸等
		枯草芽孢杆菌	较多用于工业酶、核黄素的生产；由于公认安全性，被逐渐改造成为枯草芽孢杆菌细胞工厂	$\alpha$ -淀粉酶、 $\beta$ -环糊精糖基转移酶、L-天冬酰胺酶、纳豆激酶、氨肽酶等工业酶，核黄素，鲨肌醇，角鲨烯，透明质酸，硫酸软骨素，乙偶姻 (56.7 g/L)，N-乙酰氨基葡萄糖 (130 g/L)
		谷氨酸棒杆菌	重要的氨基酸生产菌株；由于其公认安全的特性，生长速度快、营养需求低、底物谱广等优势，也用于生产有机酸、醇类、植物天然产物、蛋白质等 70 余种产品，年产值超千亿元；目前其基因组 3000 余个基因中，超过 40% 的基因功能未知或缺乏实验验证，发掘其基因功能是未来方向	生产氨基酸超过 100 g/L 水平，每年用此菌株生产的 L-谷氨酸和 L-赖氨酸超过 600 万吨
	非模式细菌	需钠弧菌	生长速度快，生长周期不到 10 min，底物谱很宽，能在低氧环境中固定氮气	-
		拜氏不动杆菌	转化效率高，能够在自然状态下摄取线性 DNA 并发生同源重组，能够天然积累脂质	-
		运动发酵单胞菌	具有特殊的乙醇生产模式，是唯一能够在厌氧条件下利用 ED 途径的微生物，乙醇得率高，还能够固定氮气	-
		扬氏梭菌，产乙醇梭菌	利用一氧化碳（或二氧化碳和氢气）等一碳化合物生产乙醇等化学品	-
		真氧产碱杆菌，盐单胞菌	生物材料，如聚羟基烷酸酯（PHA）	-
	真核	酿酒酵母（典型的模式真核生物）	特征：由于其对苛刻发酵条件的耐受性、基因工程操作的高效性和公认的安全性，在真核生物中最先被发展成为细胞工厂；多用于生产有机酸、氨基酸、核苷酸、药用蛋白、工业酶制剂	$\beta$ -法尼烯 (130 g/L)、青蒿酸 (25 g/L)、游离脂肪酸 (33.6 g/L)，大麻素、灯盏乙素、阿片类药物、多种萜烯类、黄酮类、生物碱类、芳香氨基酸等
		非传统酵母	解脂耶氏酵母、克鲁维酵母、毕赤酵母、假丝酵母、汉逊酵母等	非传统酵母能够代谢甲醇或废乳清等特殊底物，或具有很宽的底物谱，生长通常较快，抗逆性较强，有些酵母胞内的乙酰-CoA 和 NADPH 供应充分，被广泛用于生产蛋白质、油脂或化学品
丝状真菌		用于生产纤维素酶、糖化酶等重要工业酶，柠檬酸、衣康酸等大宗有机酸，抗生素等次级代谢产物	黑曲霉：生产柠檬酸全球每年产量近 200 万吨，可在 3d 内生产 170g/L 柠檬酸；土曲霉：生产衣康酸水平可达 160 g/L，满足每年 10 万吨左右的衣康酸市场；稗黑粉菌能以甘油生产 196 g/L 的苹果酸；米曲霉：可以生产 165 g/L 的苹果酸；黑曲霉可以生产超过 200 g/L 的苹果酸；嗜热毁丝霉：直接以纤维素为原料生产 180g/L 的苹果酸。	

资料来源：《合成生物制造》，国投证券研究中心

### 1.4. 政策加码：全球政策驱动，国内企业获得大力支持

1998年，生物制造概念首次被提出，此后，欧盟、美国、英国、日本先后提出大力发展生物制造产业，欧盟2014年的《工业生物技术远景规划》提出到2030年生物基原料将替代6%-12%化工原料、30%-60%精细化学品，2050年在航空领域全部使用可持续生物航煤。日本在《生物战略2019》中提出，力争通过发挥日本的生物制造优势并融合IT技术，为开拓和扩大市场、解决社会问题及实现可持续发展目标等做贡献；并在2021年发布的《生物技术驱动的第五次工业革命报告》中将智能细胞和生物制品列为国家生物经济领域优先发展方向。中国2024年《政府工作报告》提出积极打造**生物制造、商业航天、低空经济**等新增长引擎。其中，生物制造产业排在首位，可见我国对生物制造产业的支持力度十分明确。

图9. 全球生物制造相关政策情况



资料来源：各政府官网，国投证券研究中心

各地快速落实政策指引，以项目资助、资金支持等形式加速生物制造产业布局。上海发布《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）》，文件对上海市2025及2030年的发展目标做了明确规划，2030年基本建成具有全球影响力的高端生物制造产业集群；杭州、北京、无锡、广东等地均以项目资助和资金支持等形式推进生物制造产业布局。

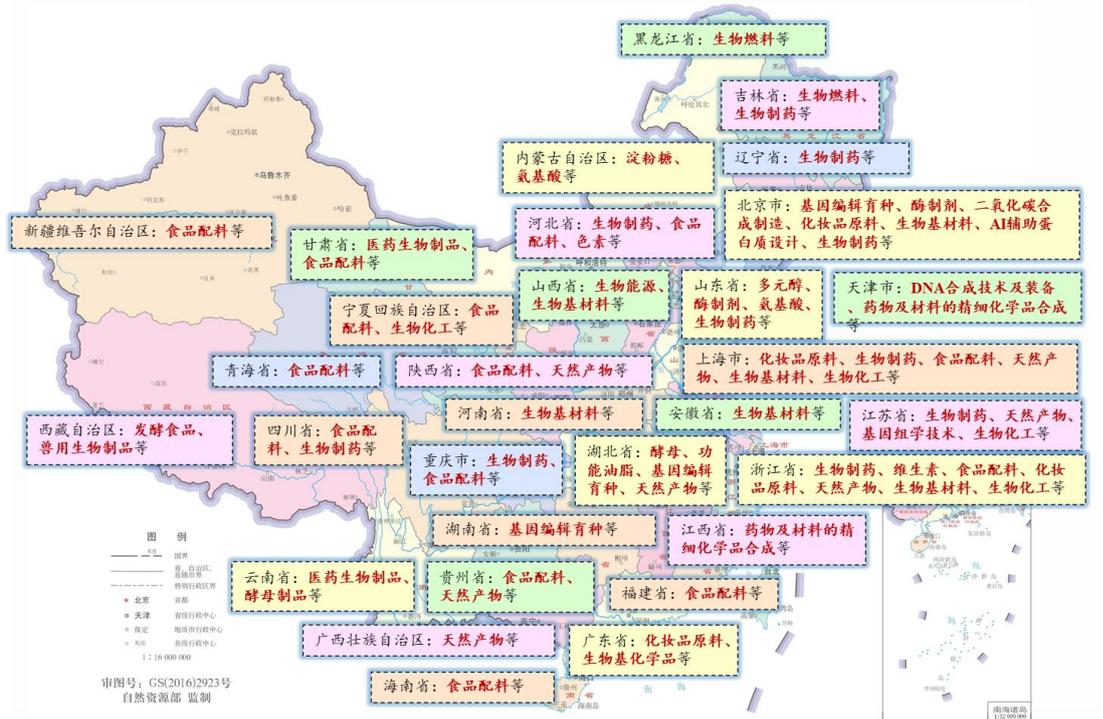
**表2: 各地生物制造相关政策及发展规划**

时间	地区	发布部门/文件	地区政策(重要内容)
2024/3/29	广东	国新办“坚定不移推动广东高质量发展 努力在推进中国式现代化建设中走在前列”发布会	广东省发改委主任、省大湾区办主任艾学峰在会上表示, 广东省要紧抓机遇, 进一步加快发展生物制造产业。一是优化生物制造产业发展布局。抓紧制定生物制造产业高质量发展行动方案, 根据技术和市场成熟度, 结合广东的创新优势和产业需求, 谋划重点方向和重点领域, 布局重点平台和重点项目。二是推动生物制造产业技术研发。统筹用好科技创新、先进制造业等专项资金, 加大对生物制造前沿和颠覆性技术创新的支持力度, 打造全球领先的生物制造创新策源地。三是促进生物制造科研成果产业化。加快建设一批中试验证平台, 进一步强化场景应用, 推动生物制造赋能医药健康、工业和材料、农业与食品、新型能源、绿色环保等重点领域。
2024/2/27	江苏无锡	《关于加快推动生物医药产业高质量发展的若干政策意见》	支持合成生物学等关键核心技术攻关, 择优给予单个项目最高500万元研发资助; 聚焦合成生物技术在生物医药、先进材料、消费品、能源和环保五大领域的应用, 推动生物制造技术研发; 支持在锡建设合成生物技术研究中心, 在合成生物学等领域建设一批高水平、国际化的生物医药重大创新平台。
2024/1/17	北京市昌平区	北京市昌平区政府《昌平区支持合成生物制造产业高质量发展的若干措施》	1. 设合成生物全球创新策源地、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; 2. 推进生物制造产业园建设; 3. 促进生物制造产业集群发展: 对世界和中国500强企业、境内外上市企业等生物制造领域头部企业迁入或在昌平区新设立总部或地区总部、功能型总部的按实缴资本给予一次性奖励。4. 提升生物制造产业创新能级: 鼓励支持重点高校、科研机构与领军企业合作; 组建国家、北京市生物制造技术创新中心; 5. 激发生物制造企业创新活力: 鼓励生物制造企业积极承接国家和北京市重大专项, 或与高校、科研机构共同参与国家、北京市关键核心技术攻关“揭榜挂帅”, 认定后给予一定比例的配套资金支持。6. 加速生物制造产业项目落地: 集中支持产业化项目落地, 对总投资达到一定规模或具有全局性、战略性的生物制造领域重大项目, 认定后可按照固定资产投资的一定比例给予资金支持。7. 布局生物制造产业服务平台: 支持关键共性平台建设, 按照“政府引导”、市场运作的原则, 围绕产业共性需求, 聚焦蛋白设计、菌株构建、工艺测试等重点环节, 布局建设一批关键性产业公共服务平台, 有效支撑生物制造产业发展, 认定后可按照实际建设投入的一定比例给予资金支持。8. 构建生物制造金融服务体系: 发挥政府产业基金引领带动作用, 充分利用各级政府产业投资引导基金和直投基金, 研究设立生物制造产业基金。
2023/1/14	江苏常州	《关于推进合成生物产业高质量发展的实施意见》和《常州市关于支持合成生物产业高质量发展的若干措施》	重点支持领域包括合成生物各细分领域技术研发、合成生物技术应用、合成生物产业配套领域全产业链条。到2027年, 常州将基本形成技术水平领先、创新创业活跃、骨干企业带动、产业园区集聚、资源保障有力、生态体系健全的发展新局面, 合成生物等生物经济新兴产业在经济社会发展中的战略地位逐步显现, 常州市合成生物产业产值超过1000亿元, 带动绿色生物制造、产业装备及高附加值生物材料等形成产业集群, 成为长三角一流的合成生物产业创新高地。招引培育科技型中小企业150家以上、高新技术企业50家以上、行业骨干企业20家以上、(潜在)独角兽企业10家以上; 争创省级创新平台2—3家, 招引集聚战略科学家、青年创新创业人才等高端人才超200名; 组织实施相关技术领域基础研究、关键核心技术攻关和科技成果转化项目超50项, 全市2—3个合成生物产业园区企业集聚数量和影响力逐步提升。
2023/1/0/11	上海市金山区	上海市金山区人民政府办公室《金山区加快推进生物制造产业高质量发展的实施意见》	加快落实“南北转型”战略, 以产业转型为核心全面统筹空间转型和治理转型。根据上海市生物医药产业“1+5+X”规划布局和生物制造产业规划布局, 金山区将逐步形成“一城一港一湾一园一谷”等“一核多点”产业布局。“一城”, 依托湾区科创城打造“生物创城”, “一港”, 是指依托上海湾区高新区打造“生物药港”, “一湾”, 是指依托碳谷绿湾打造“生物材湾”, “一园”, 指依托国家现代农业产业园打造“生物农园”, 重点发展生物育种、生物饲料、生物农药、健康食品等方向, “一谷”, 指依托上海石化、上海化工区打造“生物能谷”, 推进甲醇、乙醇等能源产品及大宗化学品生物法制造。
2023/9/28	杭州	《关于支持合成生物产业高质量发展的若干措施》	《杭州市支持合成生物产业高质量发展的若干措施》提出聚焦提升创新研发能力、促进产业集聚发展、健全生态服务体系等三个方面, 对合成生物创新研发、产业化、特色园区和公共服务平台建设等方面给予资助, 最高达1亿元, 力争实现合成生物“研发-转化-产业”协同发展。合成生物技术被浙江省政府列为九大快速成长的未来产业之一, 杭州将整合全市合成生物产业优势资源, 支持钱塘、萧山和西湖等重点发展区, 争创合成生物省级未来产业先导区, 加快构建“源头创新—成果转化—产品开发—场景应用”未来产业培育链, 加快合成生物技术在生命健康、绿色能源、材料开发等领域应用, 着力打造引领全球的合成生物产业创新高地。
2023/9/27	上海	上海市人民政府办公厅《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)》	落实国家重大战略任务牵引, 把合成生物技术作为上海高端制造业发展的重要引擎。 【2025年】 1. 新增5个以上具有国际影响力的顶尖科学家及其团队, 建立库容百万级以上的元件库, 建设服务能级覆盖长三角乃至亚太地区研发和产业发展需求的重大科技基础设施, 形成一批相关重大原创科研成果, 进入全球创新策源技术前列; 2. 开发面向基因编辑、合成与组装、线路设计与构建等具有自主知识产权的关键技术, 组建5个以上合成生物功能型平台, 实现一批具有核心竞争力的转化项目, 形成一批有产业应用价值的国际合作项目, 培育10个以上在国内外具有一定影响力的创新引领型企业; 3. 吸引5家以上企业建设区域或研发总部, 新增3至5家合成生物领域企业上市, 培育1至2家年销售收入超过10亿元的优势企业, 建设3个左右具有特色和国内领先优势的产业基地。 【2030年】建设合成生物全球创新策源地、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。
2021/8/18	北京	北京市人民政府《北京市“十四五”时期高精尖产业发展规划》	重点发展合成生物学、基因编辑等前沿领域和颠覆性技术。突破合成生物催化与转化技术、全细胞工厂技术等核心关键技术。
2021/7/30	广东省	《广东省制造业高质量发展“十四五”规划》	要加速创新药物战略布局, 大力发展抗体、蛋白及多肽、核酸等新型生物技术药物, 着力突破精准医学与干细胞、新药创制、生物安全、生物制造等关键核心技术。到2025年, 生物医药与健康产业力争实现营业收入1万亿元。

资料来源: 政府官网, 国投证券研究中心

目前国内发达地区领航生物制造发展并各有特色。根据《2023 年生物制造产业白皮书》，目前我国长三角地区为生物制造重点企业聚集最多的地区，生物制药、生物化工、生物材料、食品原料、天然产物、化妆品原料等领域均有涉及；北京、广东等省份依托科研、人才等要素优势，在原始技术创新领域占有优势；华北、华中地区骨干企业数量较多，具有良好的发展潜力；西部地区具备广袤的土地及可再生资源资源优势，在特色天然产物、食品配料的生物制造领域具备优势。

图10. 中国生物制造产业布局



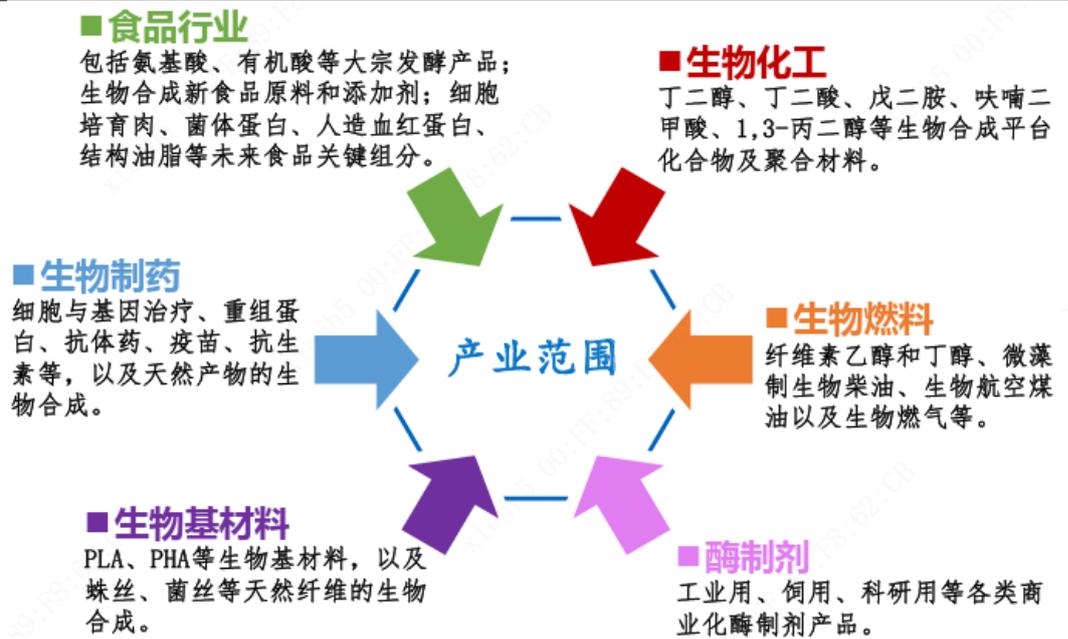
资料来源：《2023 年生物制造产业白皮书》，国投证券研究中心

## 2. 生物制造应用广泛，各细分领域逻辑有所差别

生物制造覆盖范围广阔，从应用领域来看，其所涉及的领域主要涵盖生物制药、生物化工、生物材料、食品行业、酶制剂、生物燃料。其中，生物制药包含细胞与基因治疗、重组蛋白、抗体药、疫苗、抗生素、天然产物等领域；生物化工代表品种包含丁二醇、丁二酸等大宗化合物；生物材料领域近年来可降解材料如 PHA 材料快速发展；食品领域如氨基酸、有机酸、新原料和添加剂、人造蛋白、微生物油脂等；酶制剂主要包括工业酶、饲料酶、科研试剂等；生物燃料以生物乙醇、生物柴油为代表。

各领域持续取得突破，产业化品种络绎不绝。根据《合成生物制造进展》、《合成生物制造 2022》中的研究数据，目前，氨基酸、有机酸发酵水平可达到几百 g/L 的水平，部分维生素品种生物制造法逐步替代化学合成，生物基材料 PHA 为近年来的热门赛道之一，芳香类医药、食品原料通过大肠杆菌底盘可实现几十到几百 g/L 的发酵水平，众多小分子医药中间体的手性结构可通过酶催化实现生物制造替代化学合成，天然产物领域如紫杉醇、虾青素、萜类化合物等由几 g/L 向几十 g/L 的制造水平突破，新食品原料如微生物油脂、人造肉、微生物蛋白等已走向市场。

图11. 生物制造产业范围



资料来源：《2023 年生物制造产业白皮书》，国投证券研究中心

表3: 部分生物制造产品的开发及产业化进展

类型	细分品类	具体品种	案例
大宗发酵产品	有机酸	柠檬酸、葡萄糖酸、苹果酸、衣康酸、富马酸、丙酮酸、丙酸等	柠檬酸发酵浓度超过 220 g/L，底物转化率接近 100%；L-苹果酸产量超过 180g/L
	氨基酸	赖氨酸、谷氨酸、苏氨酸、蛋氨酸等大品种；甲硫氨酸、丙氨酸、精氨酸等小品种	谷氨酸棒杆菌工程菌生产 L-谷氨酸发酵水平可达 220 g/L、L-缬氨酸 227 g/L、L-亮氨酸 40 g/L；大肠杆菌工程菌生产 L-赖氨酸可达 240 g/L、L-苏氨酸 120 g/L、L-丙氨酸 120 g/L、L-异亮氨酸 60 g/L、L-酪氨酸 55 g/L、L-苯丙氨酸 73 g/L、L-色氨酸 49 g/L，L-高丝氨酸 40 g/L
	抗生素	青霉素、头孢菌素、红霉素等	早期主要靠随机诱变来提升生产水平，近年来利用代谢工程、合成生物学技术持续改造菌种，提升生物制造水平
	维生素	维生素 B1、B2、B3、B5、B6、B7、B9、B12，维生素 C，维生素 A，维生素 D、维生素 E、维生素 K 等	维生素 B2 (核黄素) 发酵生产水平可达 30 g/L 左右，已替代化学合成；维生素 B5 (泛酸) 可以通过 D-泛解酸和 β-丙氨酸酶法合成，超过 100 g/L；发酵法生产维生素 B7 (生物素) 可以达到 15 g/L；维生素 C 两步发酵法生产可达到 100 g/L 以上，一步发酵法也在进展中
可再生化学品	丁二酸	丁二酸	大肠杆菌细胞工厂，丁二酸产量达 125g/L，与石化路线相比成本下降 20%，二氧化碳减排 90%
	戊二胺	戊二胺	酶法戊二胺生产，1t 发酵罐 6 h 内可以获得 >200g/L 的戊二胺，摩尔转化率大于 98%
	1, 4-丁二醇	1, 4-丁二醇	细胞发酵 1, 4-丁二醇产量可达 200g/L，实现万吨级生产，比石化路线减少 56% 的温室气体排放
生物基聚合物材料	聚羟基脂肪酸酯 (PHA)	PHA	盐单胞菌发酵产量达到 69 g/L
	肌醇	肌醇	酶法肌醇相比传统的植酸酸解生产工艺，磷酸污染降低 90%，成本降低 50%；大肠杆菌发酵肌醇产率可达 76g/L，产量达 0.68g/g，总碳源，葡萄糖利用率几乎达到 100%
精细与医药化学品	芳香族化合物	香草醛 (食品香料)、苯甲酸 (食品防腐剂)、对乙酰氨基酚 (抗感冒药物)、乙酰水杨酸 (抗凝药物)、左旋多巴 (治疗帕金森病药物) 等的前体	大肠杆菌底盘的左旋多巴发酵产率 57g/L，水杨酸 11.5g/L，苯乙醇 3.59g/L，香草醇 240.69mg/L，羟基酪醇 169.2g/L，没食子酸 1266.39mg/L，L-茶丙氨酸 72.9g/L，肉桂酸 1.7g/L，L-色氨酸 39.7g/L，顺,顺黏康酸 64.5g/L
	甾体激素	氢化可的松	酿酒酵母人工细胞生物转化合成氢化可的松的产量达 1.06g/L，最大生产速率达 667mg/(L·d)，较出发菌株提高 30 倍
	小分子医药中间体	具有手性胺、手性醇、手性 α/β 或 γ-氨基酸结构的小分子中间体	2021 年全球药品销售额 TOP200 的小分子药品中，手性小分子药物占比达 60% 以上。其中，有 40 种药物分子具有手性胺结构，可通过转氨酶、亚胺还原酶、氨脱氢酶和水解酶实现生物合成；有 52 种药物分子具有手性醇结构，可通过羰基还原酶生物合成
天然产物	青蒿素	中间体紫穗槐、青蒿酸	中间体紫穗槐二烯产量可达 40 g/L，青蒿酸可达 25 g/L
	角鲨烯	角鲨烯	大肠杆菌分批补料发酵角鲨烯的水平可超过 10 g/L
	紫杉醇	紫杉醇	大肠杆菌工程菌可生产超过 1 g/L 的紫杉醇
	虾青素	虾青素	工程菌株生产虾青素可以达到数百 mg/L 的水平

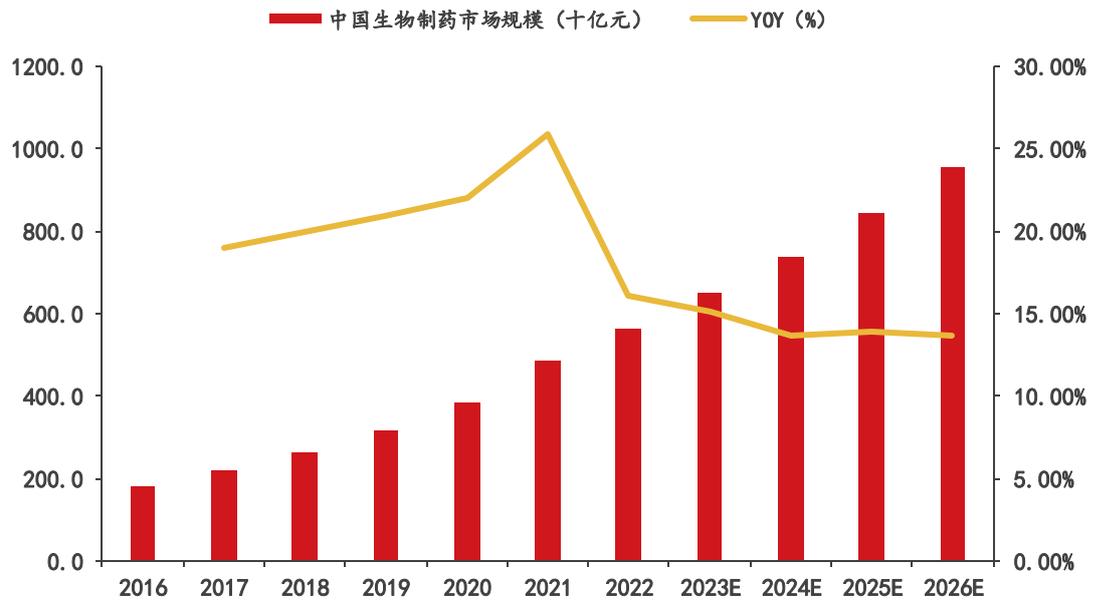
萜类化合物	α-蒎烯、香叶醇、柠檬烯、香叶醇、柠檬烯等	大肠杆菌工程菌可生产 970 mg/L 的 α-蒎烯、2 g/L 的香叶醇、2.7 g/L 的柠檬烯；酿酒酵母可以生产 1.68 g/L 的香叶醇、917 mg/L 的柠檬烯
油脂	微生物油脂	γ-亚麻酸 (GLA)、花生四烯酸 (AA)、二十碳五烯酸 (EPA)、二十二碳六烯酸 (DHA) 等营养价值高且具有特殊保健功能的功能油脂产品，相继在日本、英国、法国、新西兰等国投入市场
营养成分	植物基肉、蛋、乳制品	Impossible Foods 通过酵母细胞生产创人造牛肉关键组分血红素蛋白，结合植物蛋白组分合成人造牛肉，可节省 74% 的水，减少 87% 的温室气体排放，需要的养殖土地面积也减少了 95%，并且不含激素、抗生素、胆固醇或人造香料；ClaraFoods 公司通过酵母细胞合成乳清蛋白

资料来源：《合成生物制造进展》，《合成生物制造 2022》，国投证券研究中心

## 2.1. 生物制药：万亿市场快速增长，关注天然产物异源合成

**生物制药万亿市场持续快速增长。**根据《2023 年中国生物制药行业报告》，新冠疫情带动疫苗行业高速增长背景下，2021 年中国生物制药市场规模达到 4871 亿元，同比增长 25.9%，预计未来随着居民可支付能力的提高、患者群体的增长以及医保覆盖范围的扩大，中国生物制药市场规模将在 2026 年进一步扩大至 9577 亿元，年复合增长率为 14.5%。

图12. 中国生物制药市场规模预测



资料来源：《2023 年中国生物制药行业报告》，国投证券研究中心

**生物制药的关键词是“创新”，细分领域皆有破局可能。**从细分药物类型来看，生物制药包括细胞与基因治疗、血液制品、重组蛋白、抗体药、疫苗、医药中间体/原料药、医药天然产物等领域。而细胞与基因治疗、血液制品、重组蛋白、抗体药、疫苗等领域，由于产品附加值高，因此成本敏感度较低，生物制造的意义更多是在技术层面创新“好产品”。然而低附加值的部分小分子中间体、生物原料药、大健康原料等通常由于产能过剩因此对价格较为敏感，这也是近年来医药中间体和原料药厂商业绩承压的原因之一，通过生物制造技术升级实现破局或将是下一阶段这些企业的重要方向之一。天然产物领域通常有两个特点，一是企业可以通过生产技术革新优化毛利，如抗生素、维生素、甾体激素等；二是部分品种由于价格昂贵，需求端难以打开，生物制造带来的成本优势可让企业率先进入蓝海市场，这一特点下的创新驱动通常与企业核心技术竞争力直接相关。

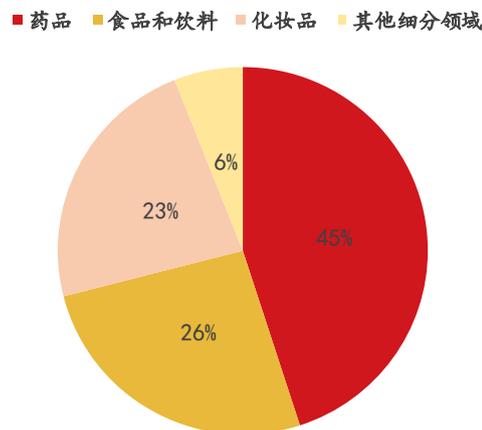
图13. 生物制造在生物制药细分领域的发展逻辑



资料来源：《2023 年中国生物制药行业报告》，国投证券研究中心

替代植物提取法，天然产物赛道值得期待。根据 2023 年 XYZ Research 发布的《全球及中国植物提取物行业分析报告》中的数据，在 2021 年全球 300 亿美元以上的植物提取产品市场中，药品领域需求量占整个植物提取物市场的比重 45%，其次为食品和饮料及化妆品领域占比分别为 26%和 23%，其余细分领域占比 6%。我们认为在侧重替代植物提取法的天然产物方面，尤其在生物医药领域，有望成为当前生物制造值得关注的细分赛道之一。

图14. 2021 年全球植物提取行业下游应用领域需求量占比

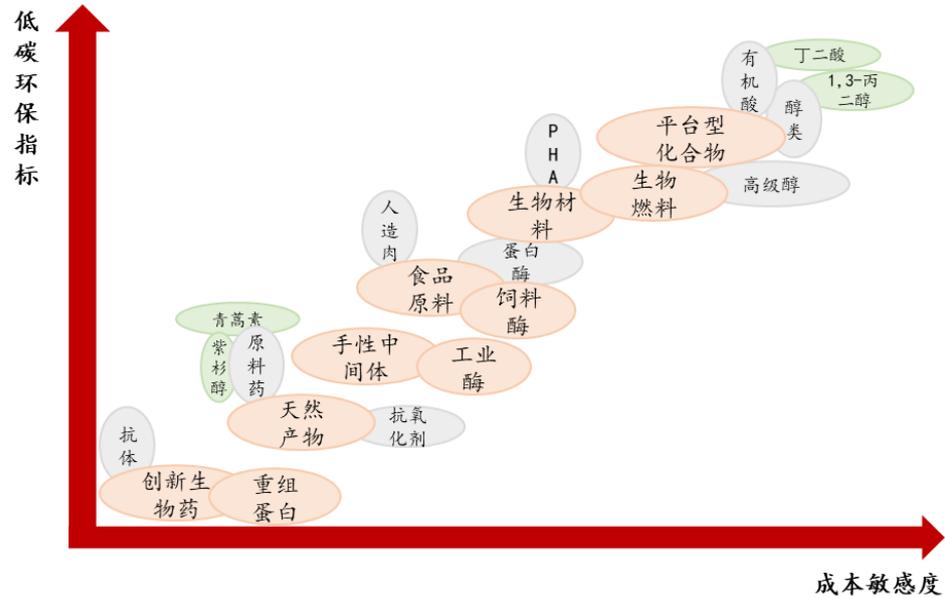


资料来源：《全球及中国植物提取物行业分析报告》，国投证券研究中心

## 2.2. 生物化工：替代传统化学法，工艺变革重塑细分行业格局

生物化工领域的发展逻辑为大宗化学品由传统化工工艺向生物制造演进，行业内更多聚焦成熟品种的制造路径变革。这些品种多为低附加值的平台型化合物，具有需求量大、成本敏感度高的特点，因此生物制造的成本及环保优势将更为明显。如目前在有机酸领域，平台化合物丁二酸、苹果酸发酵水平达到 100 g/L 以上，丁二酸生物制造法与石化路线相比成本下降 20%，二氧化碳减排 90%；1, 3-丙二醇的生物法路线相比石化路线能耗降低 40%，温室气体排放减少 20%；1, 4-丁二醇实现万吨级规模的生产，比石化路线减少 56%的温室气体排放。

图15. 各品种的成本敏感度及低碳环保要求情况



资料来源：《我国微生物制造产业的发展现状与展望》，国投证券研究中心

表4: 部分生物化工产品的生物制造水平

分类	品种	底盘细胞	生物制造水平 (发酵产量)	产业化优势
有机酸	丁二酸 (琥珀酸)	解脂耶氏酵母、琥珀酸放线杆菌、大肠杆菌	100 g/L+	与石化路线相比成本下降 20%，二氧化碳减排 90%
	反丁烯二酸 (富马酸)	大肠杆菌、酿酒酵母、米曲霉	50 - 60 g/L	-
	2-羟基丁二酸 (苹果酸)	米曲霉	150 g/L+	-
醇类	1, 3-丙二醇	大肠杆菌	135 g/L	生物路线相比石化路线能耗降低 40%，温室气体排放减少 20%
	1, 4-丁二醇 (BDO)	大肠杆菌	200 g/L	实现万吨级规模的生产，比石化路线减少 56% 的温室气体排放
胺类	戊二胺	酶法	>200 g/L	每吨戊二胺的生产成本可以控制在 1.4 万元左右

资料来源：《四碳有机酸生物合成的代谢工程研究进展》，《合成生物制造进展》，国投证券研究中心

氨基酸领域，大品种氨基酸 L-谷氨酸、L-赖氨酸、L-苏氨酸分别可达到 220、240、120 g/L 发酵水平，小品种/高附加值氨基酸在几十 g/L 水平不等，某些可达到 100g/L 发酵水平，部分品种仍采用传统理化诱变、经典代谢工程的底盘细胞，通过系统代谢工程，再到合成生物学构建底盘细胞有望进一步提升生物制造水平，此过程中行业竞争格局有望得到重塑。

表5: 氨基酸的生物制造水平

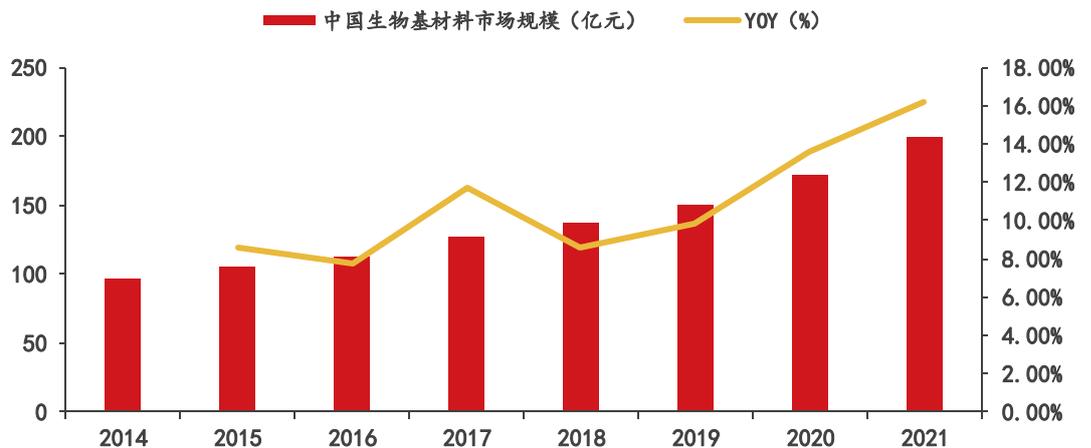
分类	品种	底盘细胞	生物制造水平 (发酵产量)
大品种氨基酸	L-谷氨酸	谷氨酸棒杆菌工程菌	220 g/L
	L-赖氨酸	大肠杆菌工程菌	240 g/L
	L-苏氨酸	大肠杆菌工程菌	120 g/L
小品种/高附加值氨基酸	L-缬氨酸	谷氨酸棒杆菌工程菌	227 g/L
	L-亮氨酸	谷氨酸棒杆菌工程菌	40 g/L
	L-丙氨酸	大肠杆菌工程菌	120 g/L
	L-异亮氨酸	大肠杆菌工程菌	60 g/L
	L-酪氨酸	大肠杆菌工程菌	55 g/L
	L-苯丙氨酸	大肠杆菌工程菌	73 g/L
	L-色氨酸	大肠杆菌工程菌	49 g/L
	L-高丝氨酸	大肠杆菌工程菌	40 g/L
	L-组氨酸	大肠杆菌工程菌	66.5 g/L
	L-脯氨酸	谷氨酸棒杆菌工程菌	120.18 g/L
	L-丝氨酸	大肠杆菌工程菌	50 g/L

资料来源：《氨基酸生产的代谢工程研究进展与发展趋势》，国投证券研究中心

### 2.3. 生物材料：行业规模加速增长，“可降解”和“成本”是关键因子

生物材料市场加速增长，2021年行业规模接近200亿元。中国是化学纤维、塑料制品生产和消费大国，根据《2023年生物制造产业白皮书》，中国化学纤维产量占世界化纤总量的70%以上。近年来在低碳环保政策驱动下，我国生物材料产业已初步形成生物基纤维素纤维、生物基合成纤维、海洋生物基纤维及生物蛋白复合纤维等生物材料产业体系，市场规模快速扩张，根据共研网数据，我国生物材料市场规模由2014年的96.9亿元增长至2021年的199.2亿元，行业增速逐年提升，CAGR达到10.9%。预计在生物制造加速替代化工法的产业驱动下，叠加合成生物技术驱动成本持续下降，生物材料市场有望得到加速拓展。

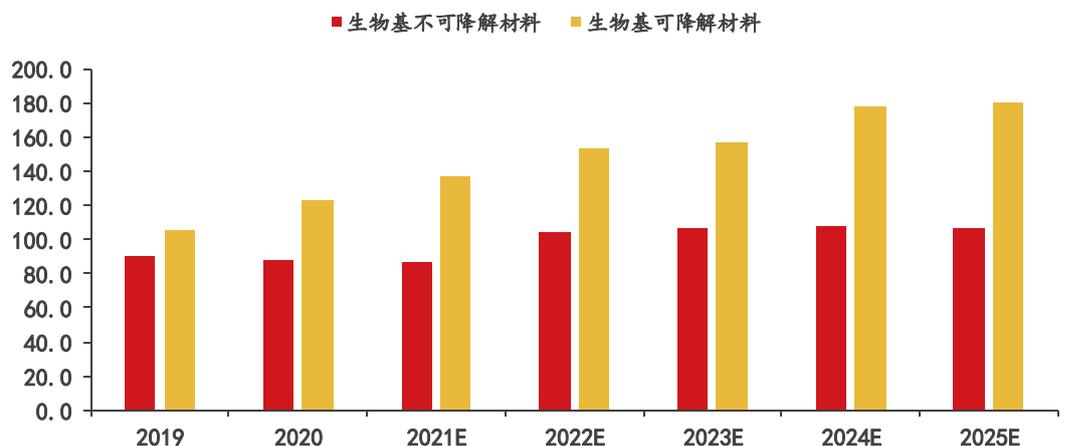
图16. 中国生物材料市场规模情况



资料来源：共研网，国投证券研究中心

生物材料领域重点关注“可降解”和“成本”两个因子。生物材料是指生物质来源塑料(非石化来源，可减碳或减少石油依赖)或生物可降解塑料(减少传统塑料的长期固废污染)，具有绿色、环境友好、资源节约等特点，是生物材料产业发展的主要方向，产业特点为生物制造技术驱动成本下降，促进下游大规模应用。根据《我国生物材料产业发展对策与建议》，2020年全球生物材料总产能达到211.1万吨/年，约占全球塑料生产能力的1%(2020年约为3.7亿吨/年)，预计2025年全球生物材料的生产能力将达到287万吨/年，其中，可降解材料将以8.0%的复合增速增长达到180万吨/年，产能占比达到62.7%，为更具市场前景的赛道，当前部分产能占比较低的创新材料(如PHA)随着生物制造技术突破，成本持续下降，有望替代广阔的不可降解材料市场。

图17. 全球生物材料产能分析预测(单位：万吨/年)



资料来源：《我国生物材料产业发展对策与建议》，国投证券研究中心

表6: 2020 年全球生物基材料产能占比(不同材料类型)

生物基可降解塑料		生物基不可降解塑料	
品种	产能占比	品种	产能占比
淀粉基	18.7%	PA	11.9%
PLA	18.7%	PE	10.5%
PBAL	13.5%	PTT	9.2%
PBS	4.1%	PET	7.8%
PHA	1.7%	PP	1.4%
其他	1.4%	其他	1.1%
-	-	PEF*	0.0%
总计	58.1%	总计	41.9%

资料来源:《我国生物基材料产业发展对策与建议》, 国投证券研究中心

## 2.4. 食品行业: 生物制造颠覆传统方式, 替代蛋白或将迎来催化

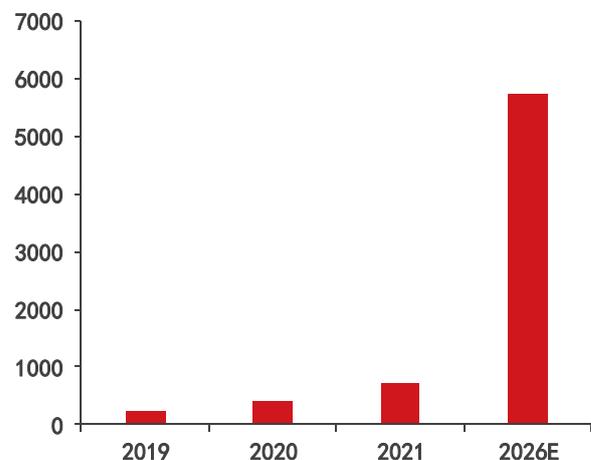
生物制造创造新的食品原料可颠覆传统的食品供给格局。据联合国预测, 2050 年全球人口将增长到 100 亿左右, 届时地球将无法为人类提供足够的食物, 从 1961 年到 2007 年, 世界人均肉类消耗量已经翻了一番, 预计 2050 年还会再翻一番。生物制造通过细胞工厂生产淀粉、蛋白、油脂以及其他营养功能因子, 将颠覆现有食品的生产与加工方式, 摆脱人类所需营养素及天然化合物对资源依赖和以环境破坏为代价的发展。根据 BCG 预测, 预计 2026 年合成生物技术影响食品饮料的行业规模将达到 57 亿美元, 2021-2026 年复合增长率超过 50%。从细分领域来看, 替代蛋白、食品添加剂、新食品原料、功能食品原料为主要赛道, 而麦肯锡预计随着合成生物技术突破, 2023-2030 年之间替代蛋白领域将迎来催化, 2030-2040 年之间功能性营养组分、细胞培养肉等领域将蓬勃发展。

图18. 生物制造替代传统种植和养殖的食品生产方式



资料来源:《合成生物制造进展》, 国投证券研究中心

图19. 食品饮料行业全球合成生物市场规模(单位: 百万美元)



资料来源: BCG, 国投证券研究中心

图20. 合成生物学技术在食品各应用领域催化加速点预测

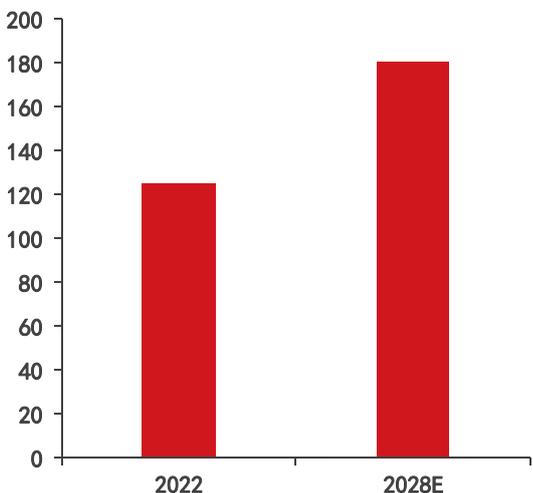


资料来源: 麦肯锡, DeepTech, 国投证券研究中心

## 2.5. 酶制剂: 创新驱动国产酶制剂向高端领域迈进

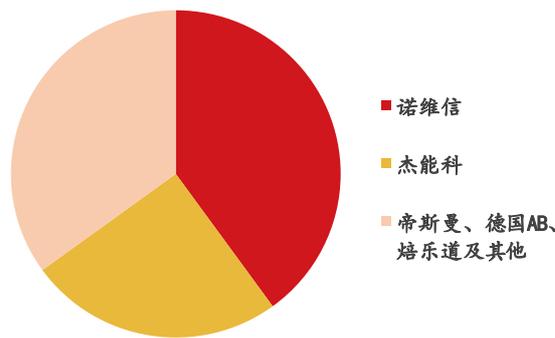
全球市场持续增长, 海外巨头占据大部分市场份额。根据 IMARC Group 数据, 2022 年全球酶制剂市场规模达到 125 亿美元, 预计 2028 年将达到 181 亿美元, 2023-2028 年期间的 CAGR 为 6.06%。从企业层面来看, 根据华经产业研究院数据, 2021 年诺维信占据全球市场约 40% 的份额, 杰能科占比 25%, 整体呈现海外龙头集中度高的特点。

图21. 全球酶制剂市场规模 (单位: 亿美元)



资料来源: IMARC Group, 国投证券研究中心

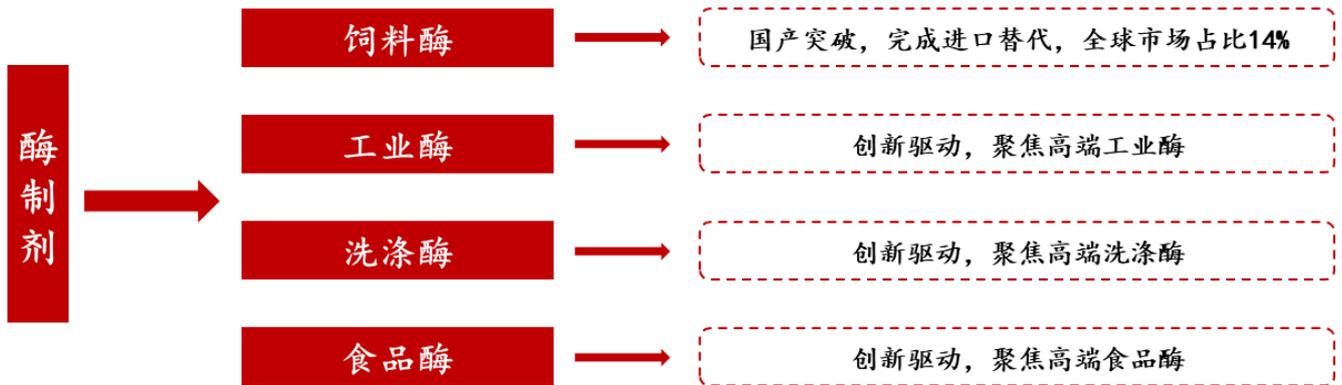
图22. 2021 年全球酶制剂市场竞争格局



资料来源: 华经产业研究院, 国投证券研究中心

生物制造在酶制剂领域的意义更多在于对酶蛋白进行分子设计和改造, 创造高性能工业酶、降低生产成本、提升产业竞争力。酶不仅参与生物制造过程, 本身也是生物制造的重要产品, 酶制剂本身是采用简单原料, 通过细胞发酵得到产品, 其下游应用领域遍布食品、纺织、饲料、洗涤剂、造纸、皮革、医药等方面。根据《我国微生物制造产业的发展现状与展望》, 中国饲用酶制剂占全球饲用酶制剂市场 14%, 但在工业酶制剂领域落后国际领先企业, 未来立足于创新驱动, 向高端酶制剂领域迈进或将是国内酶制剂企业破局的关键。

图23. 中国酶制剂细分领域发展逻辑

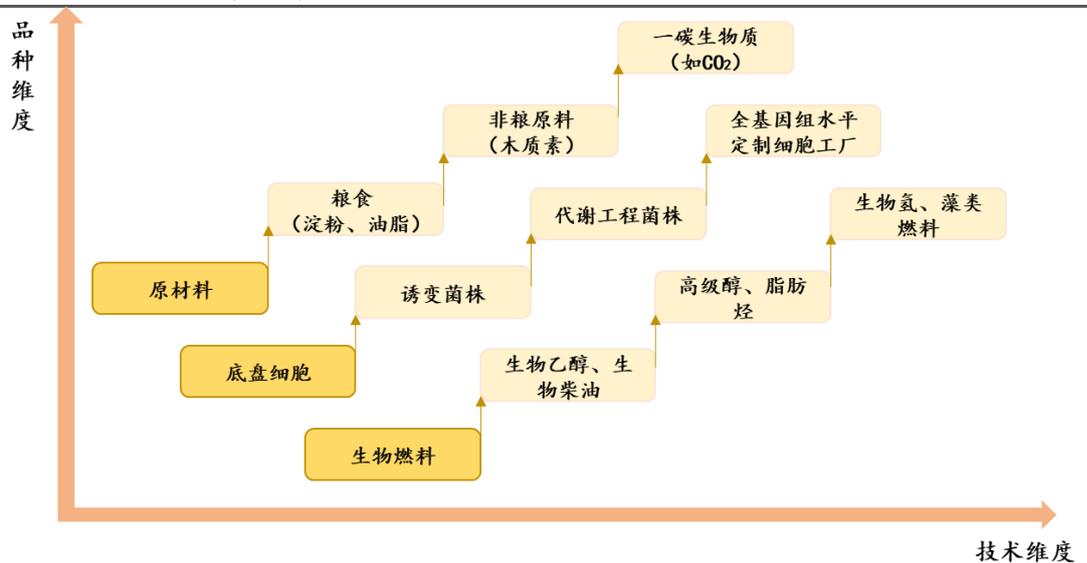


资料来源：《我国微生物制造产业的发展现状与展望》，国投证券研究中心

## 2.6. 生物燃料：千亿市场持续增长，关注“原料”和“品种”进展

生物燃料是将秸秆等植物原料利用微生物发酵制造成沼气、生物制氢、生物柴油和燃料乙醇等形式的能源。根据原料和生产方式的不同，可分为固体成型燃料、液体燃料（燃料乙醇、生物柴油、生物丁醇、生物脂肪烃等）、气体燃料（生物氢气、生物甲烷、生物质合成气等）和生物电等不同产品类型，其中受到最多关注的是生物液体燃料。生物燃料以替代化石燃料为发展逻辑，因此成本敏感度高，生产原料是重要一环，随着生物制造技术促进底盘细胞驯化，生产原料逐渐由第一代的淀粉和油脂原料向第二代非粮生物质原料（木质纤维素等）转变，产品也由传统的燃料乙醇、生物柴油扩展至生物高级醇、生物脂肪烃等品种。

图24. 生物燃料的发展逻辑

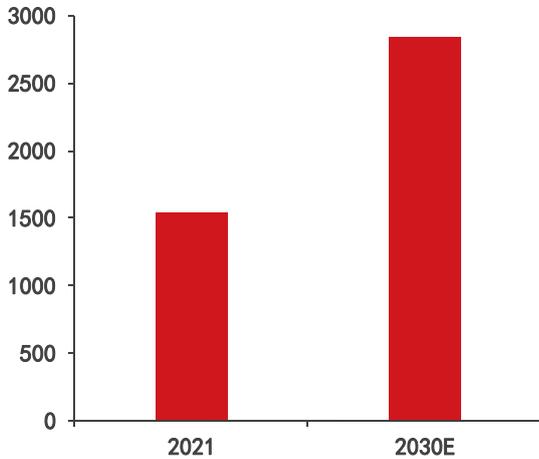


资料来源：《生物燃料高效生产微生物细胞工厂构建研究进展》，国投证券研究中心

全球千亿美元生物燃料市场持续增长，2022-2030年CAGR为7.0%。根据Energen Research数据，2021年包括生物乙醇、生物柴油等在内的全球生物燃料市场规模达到1547.6亿美元，在生物燃料成本持续降低，叠加全球政策驱动下，生物燃料将持续替代化石燃料，预计2030年市场规模将进一步扩张至2843.5亿美元，2022-2030年CAGR为7.0%。其中，生物乙醇是目前世界上应用最广泛的可再生能源，可以单独或与汽油混配制成乙醇汽油用作汽车燃料，最高混合含量达85%。根据美国可再生能源协会（RFA）的数据，2019年全球燃料乙醇年产量

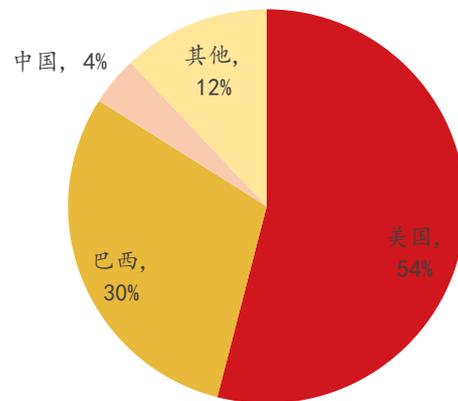
约为 291 亿吨，其中，美国和巴西分别占全球产量的 54%和 30%，中国成为第三大乙醇生产国，约占 4%。

图25. 全球生物燃料市场规模预测（单位：亿美元）



资料来源: Energen Research, 国投证券研究中心

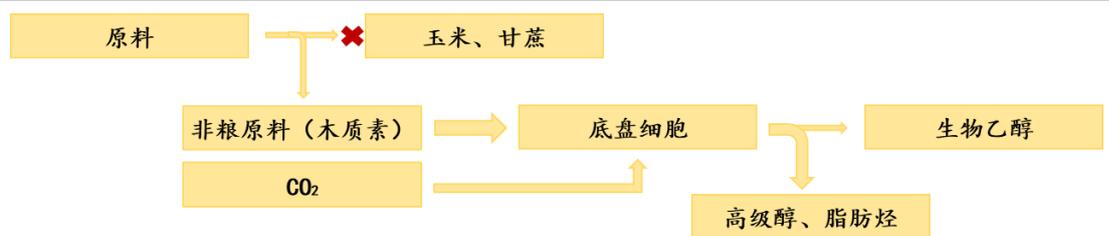
图26. 2019 年全球燃料乙醇市场竞争格局



资料来源: 美国可再生能源协会 (RFA), 国投证券研究中心

原料端，木质素及一碳气体原料利用；产品端，高级醇等开发是目前及下一阶段生物燃料市场的重点所在。以美国、巴西为代表的生物乙醇供应分别以玉米、甘蔗等粮食与经济作物为原料，存在“与人争粮，与粮争地”的问题，行业正逐步转向以木质纤维素等可再生非粮生物质为原料的第二代生物乙醇的生产。此外，相比于汽油，乙醇的能量密度低、吸湿性高，且具有腐蚀性，不利于长期储存和大量添加，而碳原子数大于 2 的高级醇，特别是丁醇、戊醇等长链高级醇具有与汽油接近的能量密度，同时兼备不吸湿与腐蚀性低的特性，可以与汽油以任意比例混合甚至完全取代汽油，因而被认为是最具前景的燃油替代品。我们认为木质纤维素、二氧化碳等廉价原料开发后的大规模应用进一步降低成本以及高级醇等生物燃料品种的突破或将是下一阶段生物燃料市场持续快速增长的重要驱动力。

图27. 生物燃料的原料利用和品种发展趋势



资料来源:《高级醇的微生物绿色制造》,《生物燃料高效生产微生物细胞工厂构建研究进展》, 国投证券研究中心

### 3. 建议关注标的

#### 3.1. 川宁生物：平台与产业基地高效协同，天然产物放量可期

公司合成生物技术平台与产业化协同作用较强。子公司锐康生物（上海研究院）负责合成生物学选品、体内/体外代谢路径构建、小试前的研发阶段，成功后向川宁的伊犁和巩留生产基地交付工艺包，产业化基地再进一步进行百公斤级的中试验证，大规模发酵，分离纯化，直至最终达到成品及开发应用。公司合成生物学研究及产业化方向聚焦大宗化学品、化妆品及保健品活性成分、医药中间体等领域。

图28. 川宁生物的合成生物学的业务流程



资料来源：川宁生物公司公告，国投证券研究中心

锐康具备体内和体外合成生物技术优势，川宁具备发酵技术、规模化生产等五大优势，分别保障持续输出高效菌种及工具酶、品种产业化落地。锐康围绕合成生物学和酶催化技术平台，在体内合成生物技术路径方面，构建高效工程菌种，目前公司已自有**大肠杆菌、酵母、链霉菌、枯草芽孢杆菌、谷氨酸棒状杆菌**共5类优质底盘菌种，选品聚焦高附加值天然保健品原料、化妆品原料、生物农药、分子砌块、医美原料及动保类产品等，延伸出包括糖苷类化合物、氨基酸衍生物、黄酮类化合物以及萜类等在内的100+化合物；体外合成生物技术路径方面，以庞大酶库作为支撑，目前拥有700万+的自主IP酶库、2000+实体酶工具箱、虚拟筛选以及全尺度模拟，可运用多种代谢推动力推动产物合成。

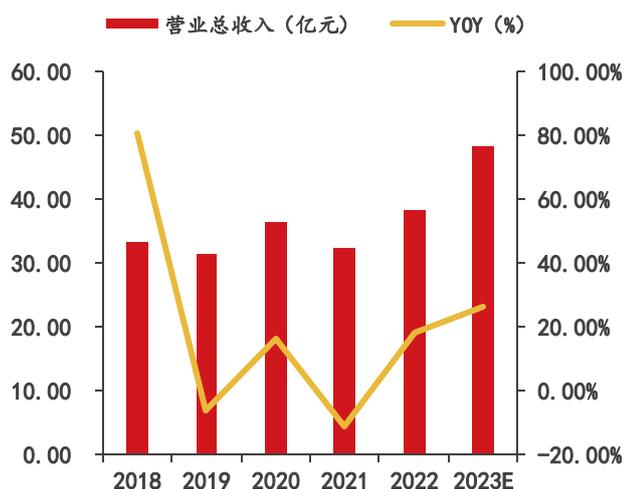
图29. 川宁生物的改造菌种及酶库介绍



资料来源：川宁生物公告，国投证券研究中心

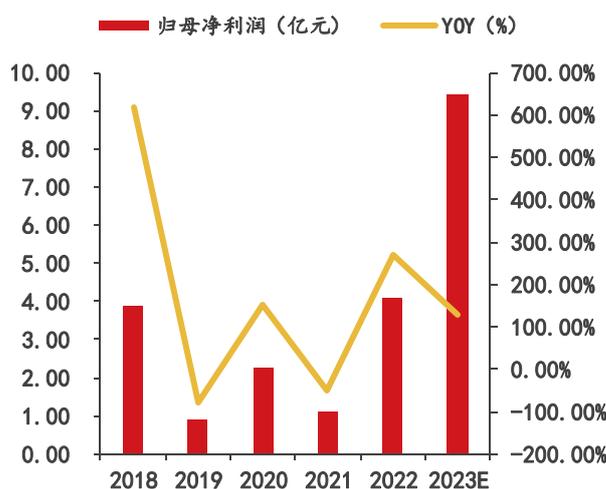
公司收入规模增长稳健，净利润高速释放。2018 年公司实现营业收入 33.49 亿元，2022 年增长至 38.21 亿元；利润端，2022 年公司实现归母净利润 4.12 亿元，同比增长 269.58%。公司核心产品包括硫氰酸红霉素、青霉素系列中间体、头孢母核，均为生物制造法产品。受益于硫氰酸红霉素、青霉素系列中间体价格持续提升，叠加公司合成生物技术能力及生物发酵产业化实力的综合助力，2023 年公司归母净利润再次实现大幅增长。根据公司 2024 年一季度业绩预告，预计 2024Q1 实现归母净利润 3.3-3.7 亿元，同比增长 88.09%-110.89%。

图30. 川宁生物历年营业收入情况



资料来源: Wind, 国投证券研究中心, 注: 2023 年数据来自公司 2023 年年度业绩快报

图31. 川宁生物历年归母净利润情况

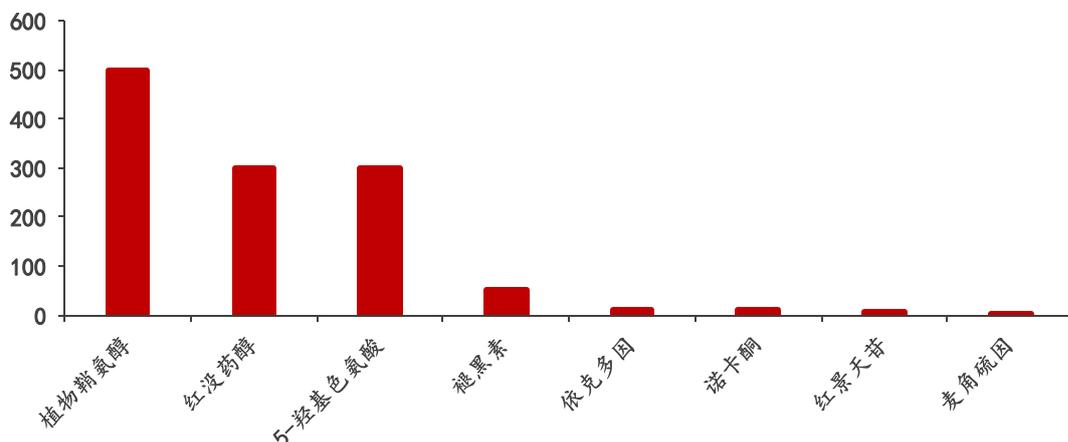


资料来源: Wind, 国投证券研究中心, 注: 2023 年数据来自公司 2023 年年度业绩快报

**选品策略明晰，核心品种有望陆续兑现。**合成生物学发展逻辑为选品-研发-规模化生产，规模化生产是商业本质。根据公司投资者关系记录，公司目前的选品的策略为 6:3:1，即 60% 的资源投入到使用合成生物学技术开发目前市场上已成熟的产品，30% 的资源投入到开发高附加值价值的产品，10% 的资源投入到创造目前市场上还没有的产品中。

**天然产物管线丰富，产能布局陆续落地。**公司绿色循环产业园位于新疆伊犁巩留县，项目分两期建设，主要建设可年产红没药醇 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基地，根据公司投资者关系记录，一期项目 2023 年 12 月进入试生产阶段，二期项目将于 2024 年开工，2025 年建成。

图32. 川宁生物的合成生物产品设计产能 (吨/年)

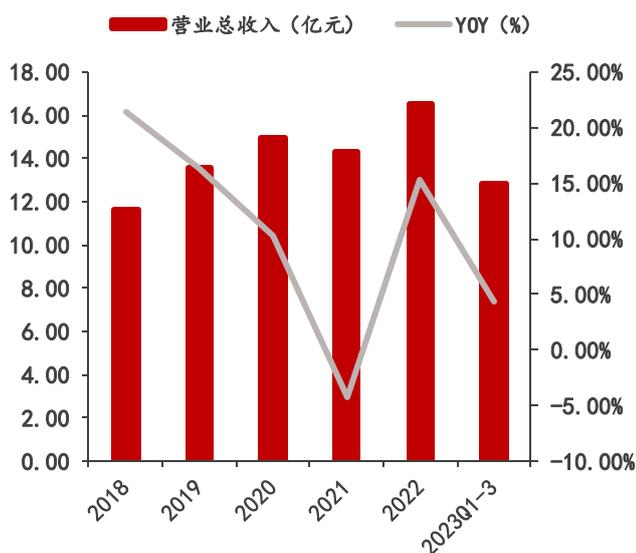


资料来源: 川宁生物公司公告, 国投证券研究中心

### 3.2. 富祥药业：替代蛋白赛道蓬勃发展，公司借力构筑新增长点

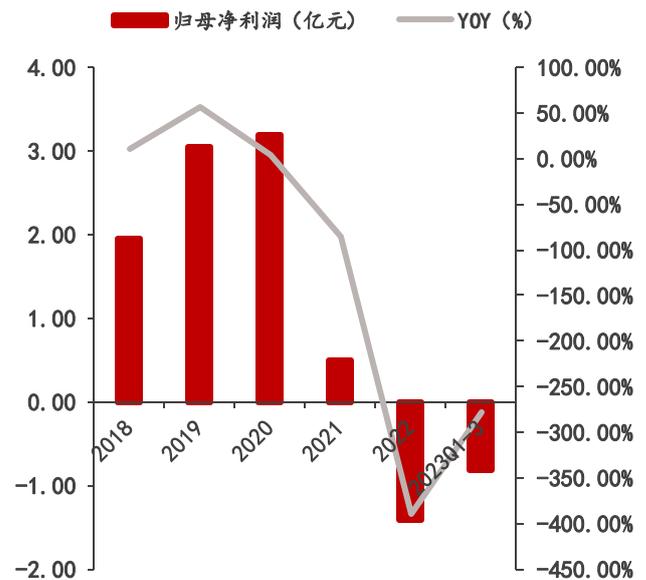
富祥药业深耕抗生素领域，已实现中间体、原料药、制剂一体化布局，是国内β-内酰胺酶抑制剂、培南类等原料药的主流供应商，此外，公司积极布局CDMO业务、锂电池新材料、合成生物学赛道，打造新增长点。近年来，公司在收入端整体呈现稳定增长趋势；利润端，受到医药原材料6-APA价格大幅提升，新增募投项目产能尚未完全释放以及新增固定资产折旧摊销增加等多重因素影响，公司利润空间受到挤压。

图33. 富祥药业历年营业收入情况



资料来源：Wind，国投证券研究中心

图34. 富祥药业历年归母净利润情况

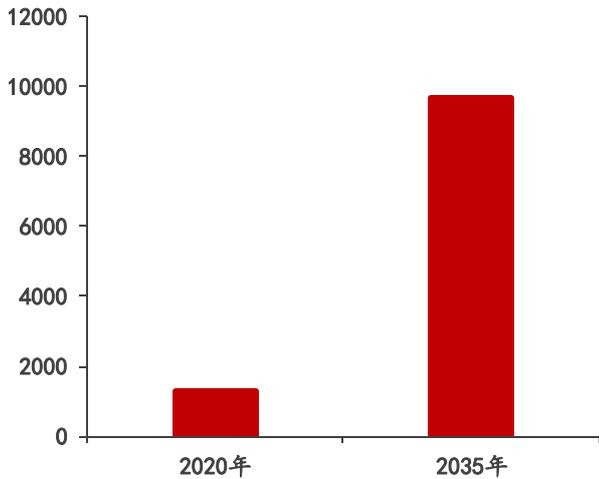


资料来源：Wind，国投证券研究中心

人口增长及环境压力驱动新蛋白市场高速发展，微生物蛋白未来市场前景广阔。新蛋白属于合成生物学与食品科学交叉的领域，随着全球人口的快速增长及环境压力，未来将形成巨大的蛋白供应缺口，根据富祥药业官网的数据，预计2054年全球食品蛋白的1/3将由新蛋白供应。据波士顿咨询的研究数据，预计全球新蛋白市场规模将从2020年的1300万吨增长到2035年的9700万吨（新蛋白主要包括植物蛋白、微生物蛋白和动物干细胞蛋白），并将占到整个蛋白供应系统的11%，而微生物来源的蛋白将占到新蛋白的22.7%（整个蛋白供应系统的2.5%）。此外，根据富祥药业官网2023年9月披露的数据，预计未来15年内，通过微生物合成的替代蛋白产品将占据约22%的全球食用蛋白市场份额，其产业规模将达到2900亿美元左右，整体市场空间十分广阔。

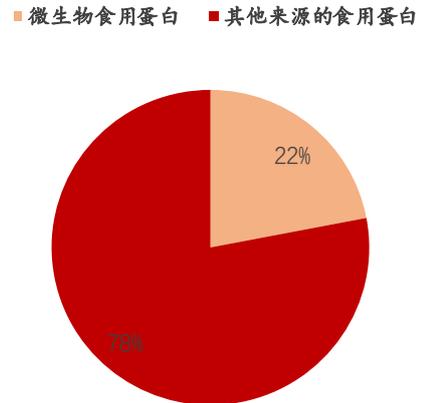
公司在原有化学平台基础上，补充生物发酵产业化基地，合成生物前景可期。根据公司官网披露资料，技术层面，2023年9月公司与国内在食品科学领域具备深厚科研能力的江南大学陈坚院士团队达成合作，未来将共同致力于微生物蛋白的研发，此外，与合成生物学领域的企业慕恩生物就微生物蛋白的开发达成合作；产业化层面，2023年公司计划于江西规划建设10个生物发酵生产车间及相关配套设施，主要产品包括生物酶制剂、食品原料项目，目前，公司已试制成功微生物蛋白（人造蛋白/人造肉），2023年11月控股子公司富祥生物拟投资建设“年产20万吨微生物蛋白及其资源综合利用项目（一期）”，预计2024年7月建成，建成后可形成年产2万吨微生物蛋白及5万吨氨基酸水溶肥的规模，根据公司公告中的项目经济效益分析数据，预计此项目满产后公司可实现年新增收入7亿元，年新增净利润1.81亿元，此微生物蛋白项目未来有望成为公司的重要增长极。

图35. 全球新蛋白市场规模 (万吨)



资料来源: 波士顿咨询, 公司公告, 国投证券研究中心

图36. 2035E 微生物蛋白在食用蛋白中的占比 (%)

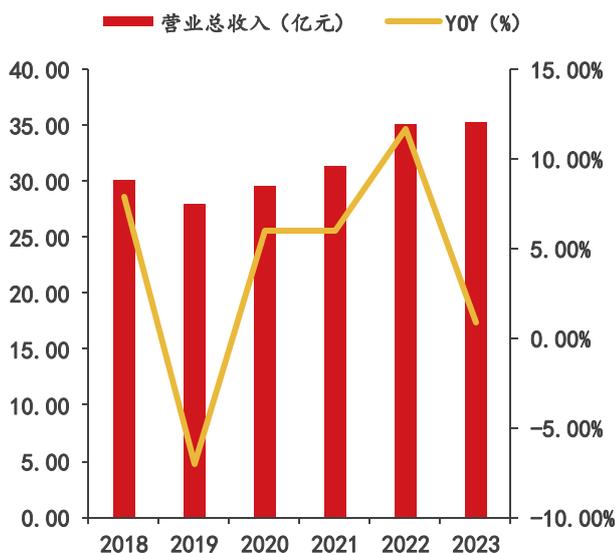


资料来源: 公司官网, 国投证券研究中心

### 3.3. 金城医药: 具备生物发酵产业基础, 关注天然产物品种落地

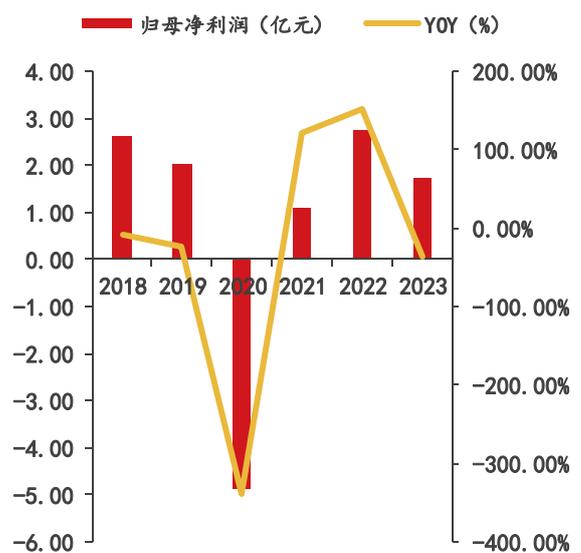
金城医药专业从事医药中间体、原料药、口服和外用制剂及注射剂的研发、生产和销售, 产品主要覆盖抗感染类、妇儿专科类、肝病类以及营养保健等领域。公司为生物原料药谷胱甘肽行业龙头, 生物合成产研布局极具国际竞争力。2018-2022 年公司收入端呈现良好增长趋势, 年均复合增长率 13.86%; 利润端, 2020 年受商誉计提减值准备因素影响, 归母净利润-4.89 亿元, 2021 年扭亏后, 2022 年公司实现归母净利润 2.73 亿元, 同比增长 153.15%。2023 年公司营收及归母净利润同比下滑主要系医药中间体/原料药市场需求变化, 价格下滑, 叠加公司 CMO 产品 HR2002 中间体未实现收入所致。根据 2024 年一季度业绩预告, 2024Q1 公司归母净利润预计同比增长 40%-70%, 主要系医药中间体板块产品及烟碱销量增加, 以及制剂板块集采产品销量增加所致。

图37. 金城医药历年营业收入情况



资料来源: Wind, 国投证券研究中心

图38. 金城医药历年归母净利润情况



资料来源: Wind, 国投证券研究中心

基于化学合成+生物合成双平台, 公司引入合成生物学技术, 谷胱甘肽、腺苷蛋氨酸等品种在技术层面有望受益, 此外公司已经实现多项基于合成生物学技术的产品落地, 烟碱、虾青素、

莱鲍迪昔 M 等新品种，其中，烟碱分为植物提取烟碱和酶法合成烟碱，合成烟碱采用化学法联合生物酶法合成，烟碱产品产率及纯度高，已实现上市销售；虾青素已完成 3000 吨/年产能建设，获批后将正式销售，合成生物业务未来有望成为公司重要增长极。

## 4. 风险提示

### 4.1. 技术迭代不及预期

生物制造是以微生物细胞工厂为核心的发酵法和以酶催化为核心的酶法生产工艺为技术支撑，对技术依赖度较高，可能存在新技术的升级迭代不及预期，导致生物制造替代传统化工法及植物提取法的进展缓慢，进而阻滞行业发展的风险。

### 4.2. 原材料价格上涨的风险

现阶段，大部分生物制造产品仍以淀粉、蔗糖等粮食来源的原料作为工业发酵的能源物质，科研人员正在研究以木质纤维素等非粮原料完成替代，因此现阶段仍然存在粮食价格上涨导致生物制造企业业绩承压的风险。

### 4.3. 行业监管政策变化风险

生物制造所处行业主管部门广泛，包括国家市场监督管理总局、工信部、发改委和科技部等，未来不排除国家出台有关部分产品的限制性规定，导致部分品种的生产及使用受限，进而影响行业发展。

## 1. 行业评级体系

收益评级:

领先大市 —— 未来 6 个月的投资收益率领先沪深 300 指数 10%及以上;

同步大市 —— 未来 6 个月的投资收益率与沪深 300 指数的变动幅度相差-10%至 10%;

落后大市 —— 未来 6 个月的投资收益率落后沪深 300 指数 10%及以上;

风险评级:

A —— 正常风险, 未来 6 个月的投资收益率的波动小于等于沪深 300 指数波动;

B —— 较高风险, 未来 6 个月的投资收益率的波动大于沪深 300 指数波动;

## 2. 分析师声明

本报告署名分析师声明, 本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格, 勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责, 保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据, 特此声明。

## 3. 本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

国投证券股份有限公司(以下简称“本公司”)经中国证券监督管理委员会核准, 取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告, 是证券投资咨询业务的一种基本形式, 本公司可以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, 并向本公司的客户发布。

## 目 免责声明

本报告仅供国投证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断，本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期，本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。同时，本公司有权对本报告所含信息在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准，如有需要，客户可以向本公司投资顾问进一步咨询。

在法律许可的情况下，本公司及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或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务，提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，无论是否已经明示或暗示，本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下，本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有，未经事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许范围内使用，并注明出处为“国投证券股份有限公司研究中心”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

本报告的估值结果和分析结论是基于所预定的假设，并采用适当的估值方法和模型得出的，由于假设、估值方法和模型均存在一定的局限性，估值结果和分析结论也存在局限性，请谨慎使用。

国投证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。

### 国投证券研究中心

深圳市

地 址： 深圳市福田区福田街道福华一路 119 号安信金融大厦 33 楼

邮 编： 518046

上海市

地 址： 上海市虹口区东大名路 638 号国投大厦 3 层

邮 编： 200080

北京市

地 址： 北京市西城区阜成门北大街 2 号楼国投金融大厦 15 层

邮 编： 100034