

合成生物学产品及行业格局梳理（一）

小品种氨基酸、尼龙、长链不饱和脂肪酸

行业研究·专题报告

基础化工·合成生物学

证券分析师：杨林
010-88005379
yanglin6@guosen.com.cn
S0980520120002

证券分析师：张玮航
021-61761041
zhangweihang@guosen.com.cn
S0980522010001

国信化工观点：

1) **合成生物学是一门发展迅速的前沿交叉学科，被誉为第三次生物技术革命，其下游应用广泛，需求正在不断扩张。**合成生物学是一门融合了生物学、信息学、基因组学、化学等多学科的交叉学科，在学习自然生命系统的基础上建立出人工生物，并制造出满足人类需求产品。合成生物学通过设计和构建细胞工厂，能够使细胞以淀粉、纤维素、CO₂等可再生碳为原料，生产重要的化工产品、天然药物、食品、生物能源等产品，合成生物学相可以实现更高的转化效率、更低的成本，更友好的路线。

2) **我国大品种氨基酸产能充沛，小品种氨基酸如丙氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、等亟需扩大产能、降低成本，通过合成生物学的手段，可有效降低小品种氨基酸生产成本。**丙氨酸在食品、医药日化等领域具有广泛应用，丙氨酸生产的化工流程温度高、压力大、酸碱强，环境污染严重。目前，工业化生产丙氨酸采用发酵法和微生物酶法代替了原有的化学合成法丙氨酸，华恒生物利用合成生物方法改造微生物突破厌氧发酵技术，使丙氨酸的生产成本较酶法降低50%；缬氨酸可以改善母猪生产性能，提高动物免疫力，在饲料行业的需求快速增长，由于缬氨酸的合成途径属于丙氨酸衍生物类型，华恒生物在具备丙氨酸厌氧发酵技术后又突破了低成本缬氨酸生物发酵技术；通过人工合成酶对丙烯酸定向加氨形成了β-丙氨酸，较传统天冬氨酸脱羧法极大的降低了产品成本。全球丙氨酸市场自2016年3.5万吨增长至2019年5万吨，年化复合增长率为13%，预计丙氨酸市场在未来四年内继续保持稳定增长，在2023年将达到8万吨，同比2019年5.1万吨增长57%；近年来全球缬氨酸市场规模保持着迅猛增长态势，全球需求量从2016年的0.73万吨增长到2019年的3.25万吨，年复合增长率高达65%。

3) **尼龙66重要上游原材料己二腈等目前国内化率仍在提升中，生物基戊二胺可实现替代法生产，长链尼龙作为具有优异的耐磨性和耐低温性，其重要的上游原材长链二元酸（DC12及DC10）可通过合成生物学实现低成本制备。**PA66主要应用领域为工程塑料和工业纤维，在汽车轻量化的趋势下其市场潜力较大，但PA66的上游原材料己二腈生产技术壁垒很高，差能由欧、美、日控制，国内仅能实现小部分生产，且成本高昂。合成生物学可通过利用赖氨酸脱羧的方式生产戊二胺，通过尼龙56对尼龙66实现替代。长链尼龙的重要原料长链双元脂肪酸传统合成方法为化学合成法或由蓖麻油分解制备，凯赛生物通过合成生物学利用简单的烷烃经过发酵即可廉价制备DC12及DC10，在全球市场占据了较高份额。

4) **营养素市场空间广阔，合成生物学大有可为。**长链不饱和脂肪酸DHA及ARA对婴幼儿记忆力、思维能力及视网膜发育具有重要作用，广泛应用与婴幼儿配方奶粉及保健品，随着人们健康意识的提高，对DHA及ARA的需求不断增加。DHA的主要生产来源为深海鱼类，但随着海洋污染加剧，鱼油DHA存在食品安全风险，且鱼油含有大量EPA，限制了其使用范围，通过生物发酵法生产的DHA有效规避了这些分险，在DHA市场中的市占率不断提高。

相关标的：“双碳”背景下合成生物学有望在未来5-10年保持高速增长，我们看好合成生物学在低成本替代现有材料及制备新材料的潜力，具备技术及成本优势的合成生物学企业将有望充分获得竞争优势。相关标的为**华恒生物、凯赛生物、嘉必优**等企业。

风险提示：原材料价格大幅波动风险；产品需求不及预期的风险；生产成本降低不及预期的风险；产品品类扩张不及预期的风险；在建项目进度不及预期的风险等。

- [1] 合成生物学概述
- [2] 小品种氨基酸
- [3] 生物基尼龙
- [4] 保健品类
- [5] 相关上市公司介绍
- 末页** 风险提示及免责声明

1

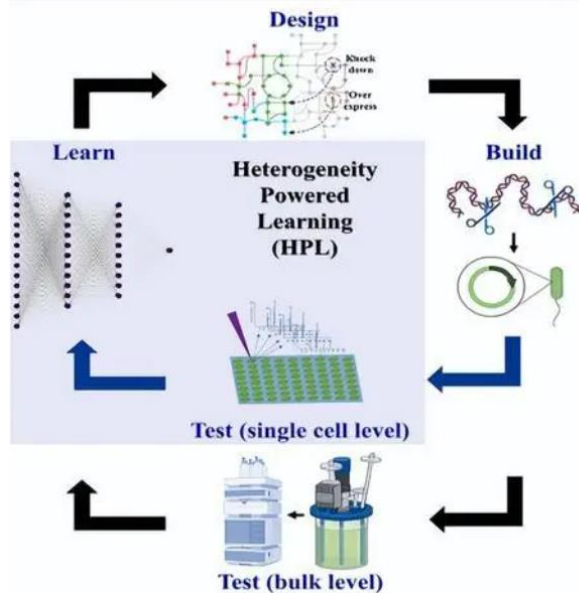
合成生物学概述

[返回目录](#)

合成生物学：多学科融合产物，生命科学的拆解和再创造的过程

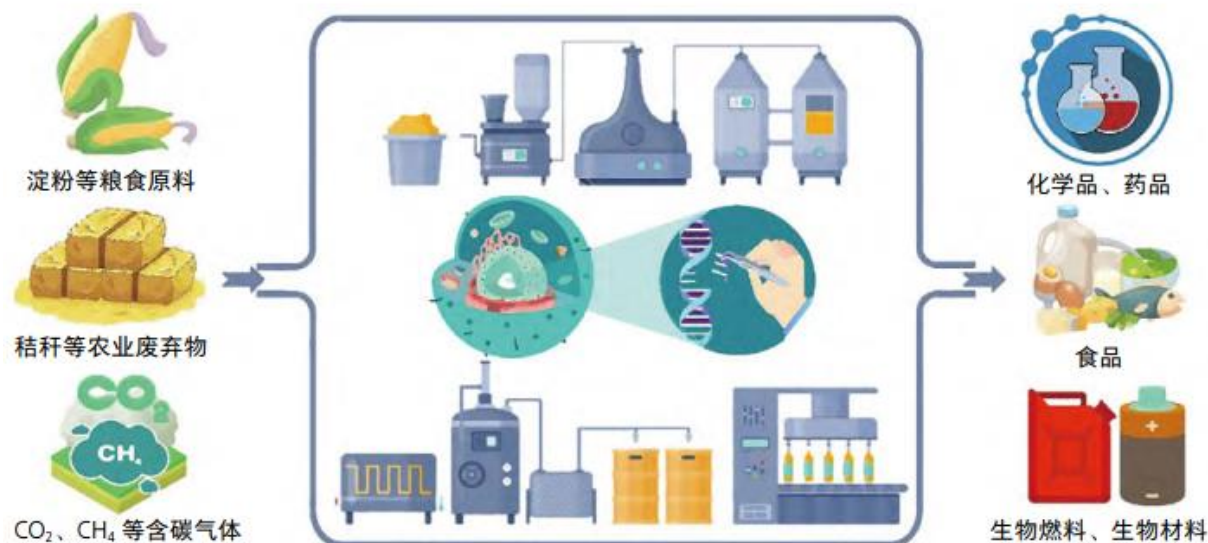
- ◆ 合成生物学是一门融合了生物学、信息学、基因组学、化学等多学科的交叉学科，在学习自然生命系统的基础上，建立人工生物，制造出满足人类需求产品。合成生物学由于实现了从“认识生命”到“设计生命”的跨越，被学界誉为第三次生物技术革命。合成生物学的核心在于经改造的底盘细胞通过其自身代谢，表达植入的特定基因从而获得目标产品，因此选择合适的底盘细胞并通过基因线路设计获得正确的代谢途径至关重要。随着代谢科学的不断发展，结合量子化学计算、AI辅助分子设计等技术通过对底盘细胞的“设计-构建-测试-学习”循环改进，实现对生物性状的定向构建与优化，满足产业化应用。合成生物学的重要原则包括标准化、去耦合和模块化。
- ◆ 目前产业中合成生物学多指用生物质通过微生物细胞工厂生产氨基酸、有机酸、抗生素等有价值细胞代谢产物。合成生物学通过设计和构建细胞工厂，能够使细胞以淀粉、纤维素、CO₂等可再生碳为原料，生产重要的化工产品、天然药物、食品、生物能源以及生物材料等产品。合成生物学可以实现更高的转化效率、更低的成本，更友好的路线。

图：DBTL循环是合成生物学的核心



资料来源：RespectM revealed metabolic heterogeneity powers deep learning for reshaping the DBTL cycle.，国信证券经济研究所整理

图：产业中的合成生物学主要指利用生物质发酵产生各种有价值产品

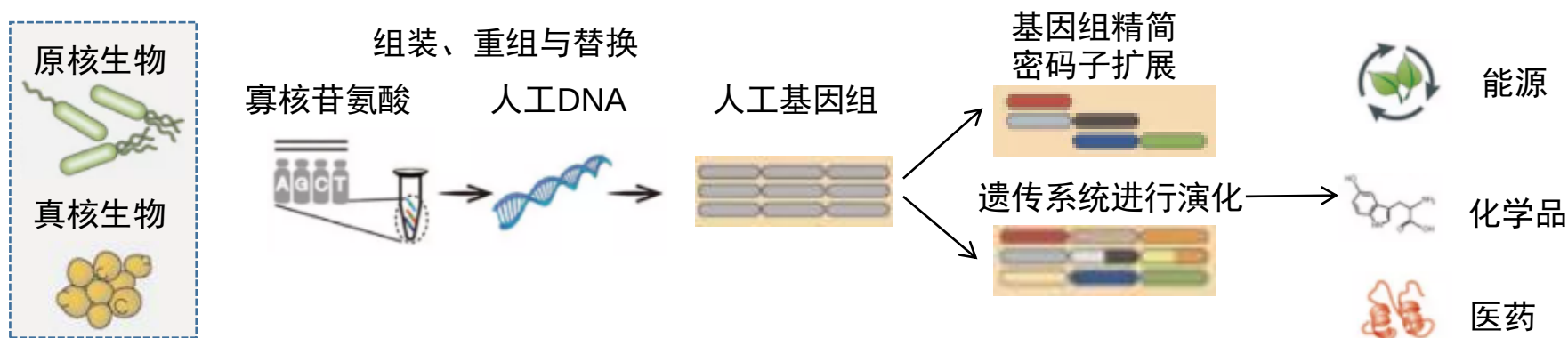


资料来源：刘虎虎, 田云. 走进合成生物学[J]. 科学, 2023, 75 (02) : 30-34+69.，国信证券经济研究所整理

合成生物学：是生物基材料来源的方式之一，对生命编程的过程

- **合成生物学原理**：以工程化设计理念，对生物体进行有目标的设计、改造乃至重新合成。设计改造生命系统，合成具有成本规模优势的产品。
- **核心原理**：用工程思维解释合成生物学，将生命系统模块化和标准化。模块化：找到“基因元件”来认识和重构生物学功能。标准化：汤姆-奈特和德鲁-安迪建立了标准生物学组件登记库。
- **计算机模拟生命**：“基因元件”重构的精准度极高，计算机模拟和人工智能可以提高合成生命的精准度，有效缩短生产周期。
- **合成新生命的方法**：
 - 1.加速筛选**：丘奇教授发明的MAGE（Multiple Automated Genome Engineering）方法可以加速生命进化，把一些随机的DNA片段和大肠杆菌混合培养，大肠杆菌有可能吃掉这些DNA片段，整合进自己的基因组，以20分钟繁殖一代的速度创造数目巨大的基因组。
 - 2.创建突变开关**：采用酵母基因组（酵母有16条染色体，1400万对碱基），在基因组里插入5000个特殊的DNA序列，遇到催化酶后，形成极端性状。
 - 3.定向进化蛋白质**：深入基因元件内部修改其结构。DeepMind采用人工智能的方法对蛋白质进行预测，用几千种已知的蛋白质结构训练神经网络算法，2周时间内预测一个蛋白质结构。

图：人工基因组的设计、合成与应用

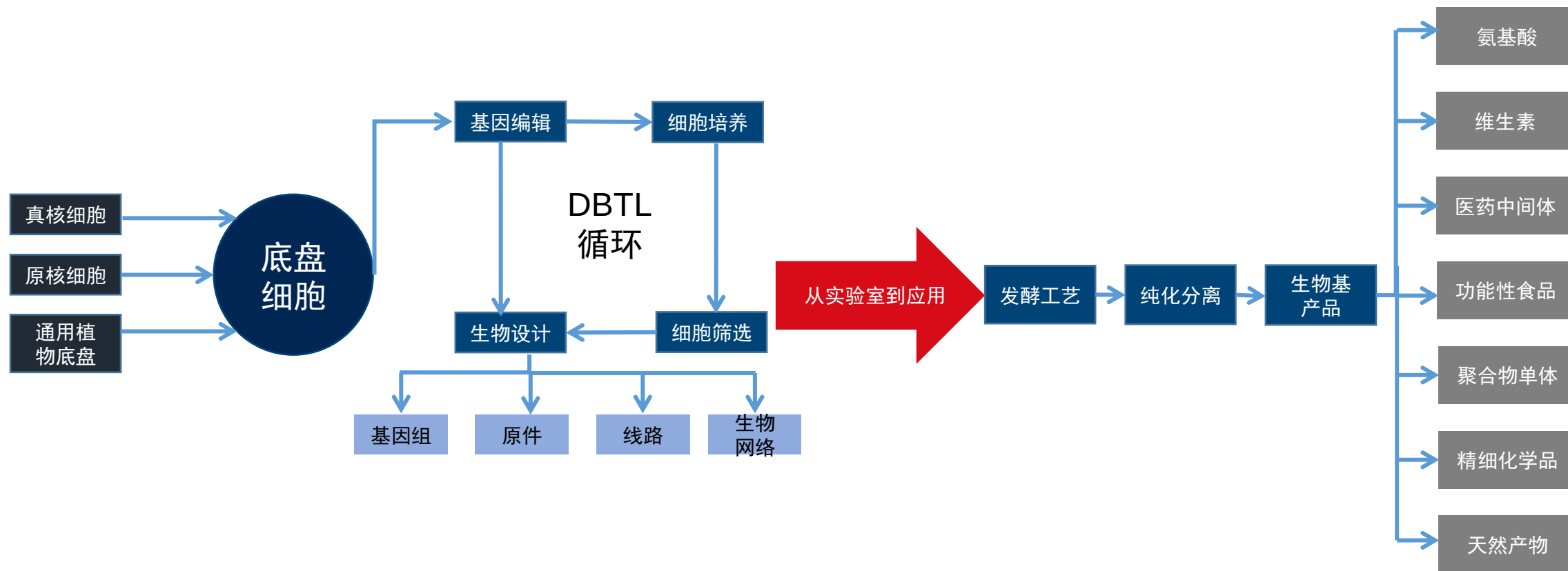


资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

合成生物学核心理念：通过DBTL循环实现设计目标

- ◆ 合成生物学的核心在于经改造的底盘细胞通过其自身代谢，表达植入的特定基因从而获得目标产品，因此选择合适的底盘细胞并通过基因线路设计获得正确的代谢途径至关重要。随着代谢科学的不断发展，结合量子化学计算、AI辅助分子设计等技术通过对底盘细胞的“设计-构建-测试-学习”循环改进，实现对生物性状的定向构建与优化，满足产业化应用。

图：合成生物学驱动生物制造的典型过程示意



资料来源：杨永富,耿碧男,宋皓月等.合成生物学时代基于非模式细菌的工业底盘细胞研究现状与展望[J].生物工程学报,2021,37(03):874-910, 国信证券经济研究所整理

合成生物学：近年来资本市场加速入场，行业产业化飞速发展

- ◆ 合成生物学最初由Hobom B. 于1980年提出来表述基因重组技术，随着分子系统生物学的发展，2000年E. KooI在美国化学年会上重新定义了“合成生物学”概念，这标志着合成生物学的正式出现，之后学科迅速发展。
- ◆ 合成生物学20余年的发展历程大致可以分为 4 个阶段：（1）合成生物学的萌芽（2000—2005年），该时期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在代谢工程中的成功运用；（2）基础研究起步期（2005—2011年），合成生物学研究开发总体上处于工程化理念日渐深入、使能技术平台得到重视、工程方法和工具不断积淀的阶段；（3）快速创新和应用转化时期（2011—2015年），这个时期涌现出了大量新技术和新工程手段，特别是人工合成基因组能力的提升，以及基因组编辑技术的突破等，从而使合成生物学的研究与应用领域大为拓展；（4）飞速发展新时期（2015 年至今），合成生物学的“设计—构建—测试—学习”等概念提出，多学科融合程度加深，叠加资本市场加速入场，行业产业化飞速发展。

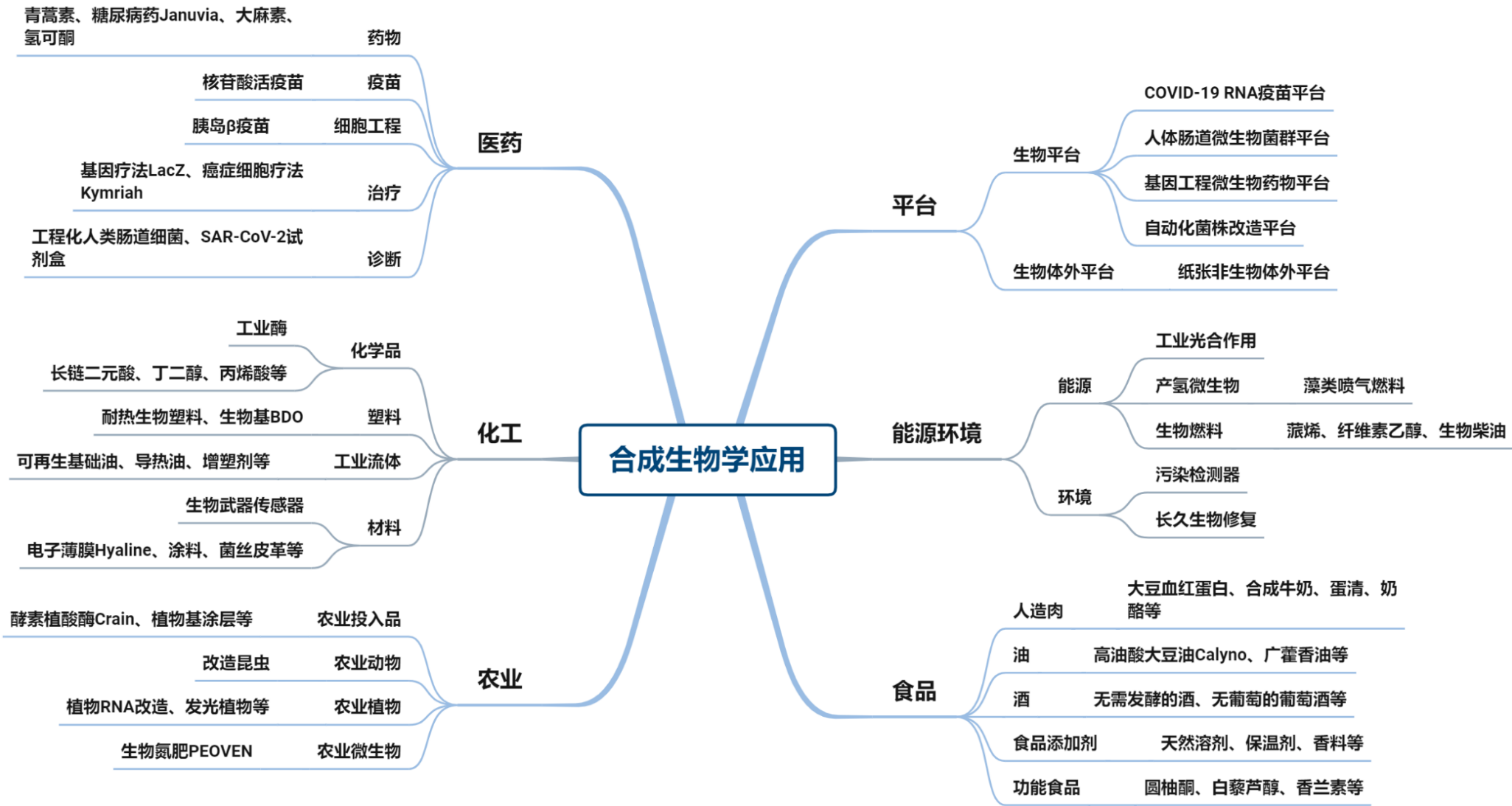
图：合成生物学各主要发展阶段



合成生物学应用领域：开发、医药、化工、能源、食品和农业等



图：合成生物学科产品可覆盖医药、能源、化工、食品等诸多领域

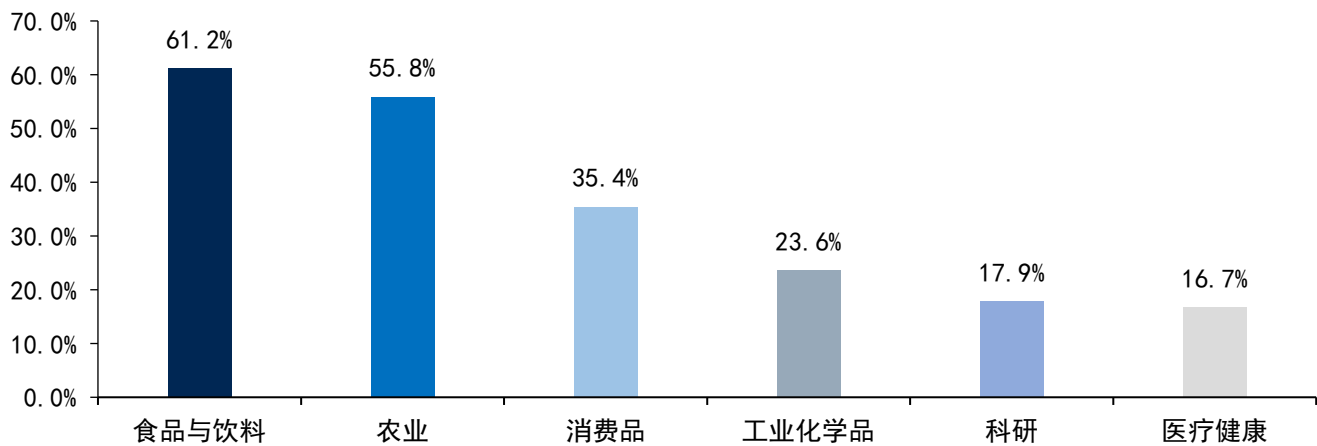


资料来源：王晓梅,杨小微,李辉尚等.全球合成生物学发展现状及对我国的启示[J].生物技术通报,2023,39(02):292-302.DOI:10.13560/j.cnki.biotech.bull.1985.2022-0352.国信证券研究所整理

全球合成生物学市场规模：有望按CAGR24%成长至2024年的188.85亿美元

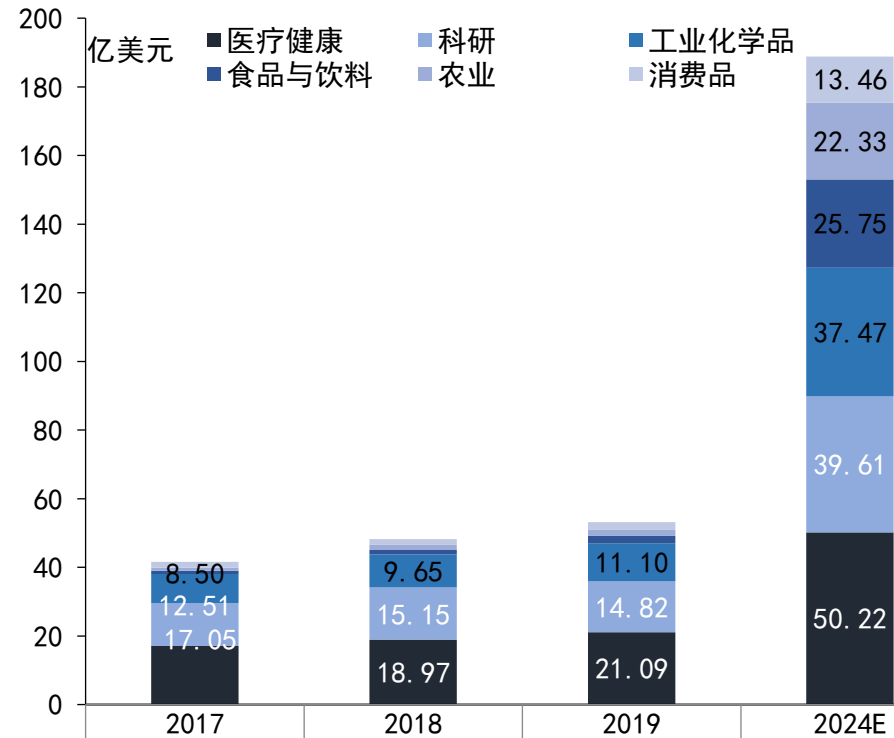
- ◆ 工业化学品产品将占合成生物学市场规模的19.8%。据BCC Research数据，2019年，全球合成生物市场规模达到53.19亿美元，预计在2024年将成长至188.85亿美元，2019-2024年CAGR达24%。从下游行业应用来看，医疗健康、科研和工业化学品为合成生物学的三大应用行业，其中医疗健康是最大的细分市场，2024年市场规模有望达到50.22亿美元，将占整体合成生物市场规模的26.6%；科研、工业化工产品则将分别占到21.0%、19.8%。据BCG预计，到2026年，2021年的三大应用方向将继续领跑，三大应用方向的全球市场规模都将超过60亿美元。
- ◆ 从细分赛道增速方面来看，由于食品和饮料以及消费品有低客单价和高频的特征，预计是未来几年增速最快的两个细分赛道，2024年市场规模分别为25.75亿美元和13.46亿美元；医疗健康和科研尽管是占比最大的两个细分赛道，增速却是最慢的。食品饮料、农业和消费产品将迎来大幅提升，并且CAGR将远超过医疗健康、科研和工业化工，迎来超过40%的高增长率。

图：2017-2024年全球合成生物学各领域市场规模的年复合增速预测



资料来源：BCC Research，国信证券经济研究所整理

图：2017-2024年合成生物学市场规模及预测（亿美元）



	2017	2018	2019	2024E
消费品	1.61	1.73	2.18	13.46
农业	1.00	1.49	1.87	22.33
食品与饮料	0.91	1.28	2.13	25.75
工业化学品	8.50	9.65	11.10	37.47
科研	12.51	15.15	14.82	39.61
医疗健康	17.05	18.97	21.09	50.22

资料来源：BCC Research，国信证券经济研究所整理

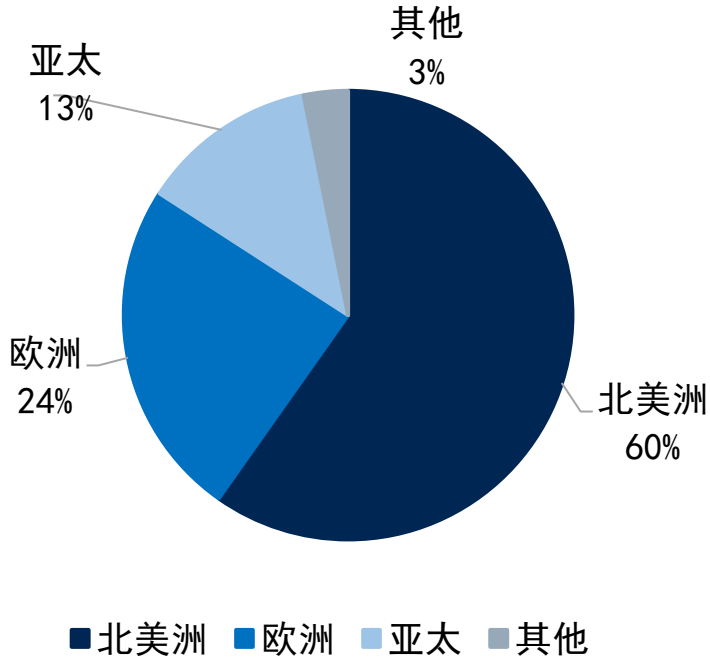
全球合成生物学市场规模：2024年亚太市场规模将达24亿美元，占比13%



- ◆ 据BCC Research数据，从地域分布来看，北美和欧洲市场仍然占据主要地位，合计占比超80%；到2024年市场规模将达到24亿美元，亚洲市场占比将达13%。其中，中国的合成生物学市场增长也很迅猛。
- ◆ 全球经济活动中60%的实物投入有望依靠生物技术获得，预计在2023年-2040年，合成生物学将每年为全球带来2-4万亿美金的直接经济效益。

图：2017-2024年合成生物学市场规模及预测（十亿美元）

图：预计2024年，全球各合成生物学市场占比



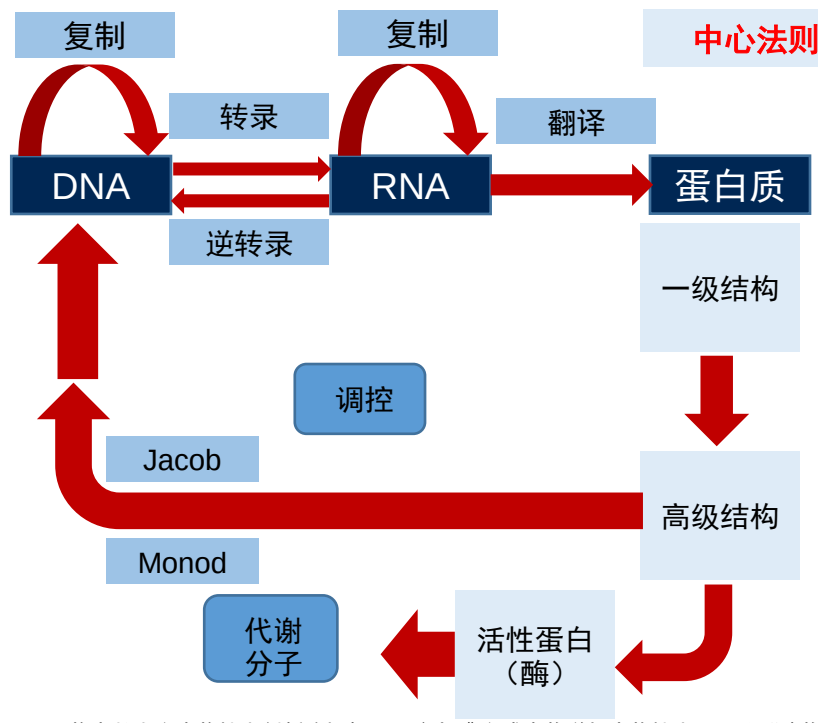
资料来源：BCC Research，国信证券经济研究所整理

资料来源：BCC Research，国信证券经济研究所整理

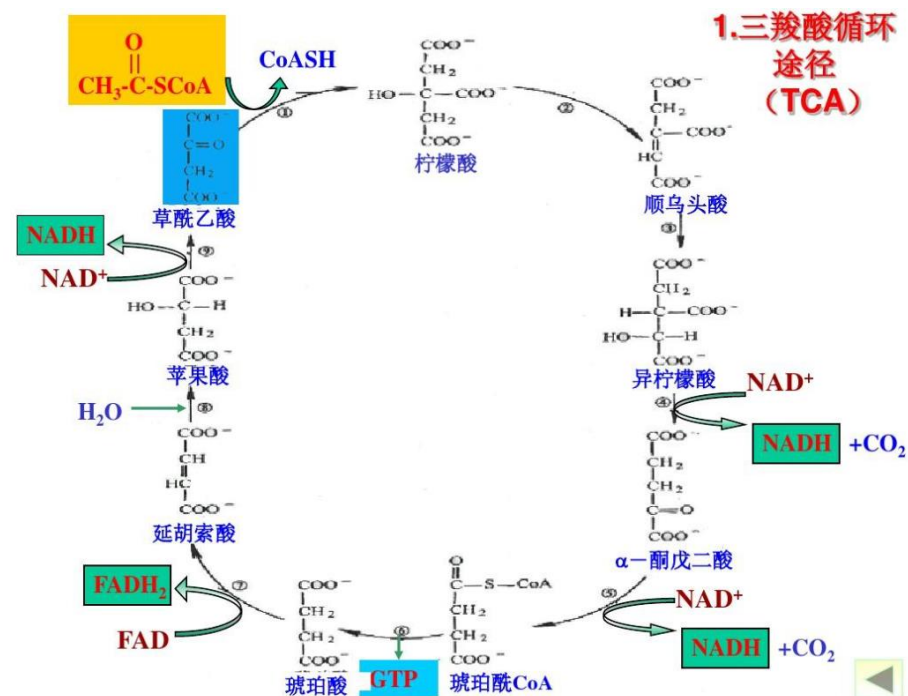
合成生物学技术壁垒一：代谢路径设计

- ◆ 设计、模拟和实验是合成生物学的基础。细胞工厂的构建首先需要创建微生物的基因组代谢网络和调控网络模型，然后在此基础上设计出目标化学品的最优合成途径，避免其他副产物的竞争，使目标化学品的合成途径在热力学上可行，合成过程能量供给充足。自然状态下，如不掺杂人为因素，微生物合成途径中各个酶的催化效率几乎不可能达到非常协调的状态，催化效率慢会限制合成的速度，催化效率快会导致中间代谢物累积使细胞“中毒”，这些都会制约细胞工厂的生产速率。因此，优化合成途径使其达到平衡协调至关重要。目前主要通过多基因调控技术及蛋白骨架技术来调整基因序列或者酶的顺序来提升催化效率。

图：通过对基因的编辑来调控整个生命系统



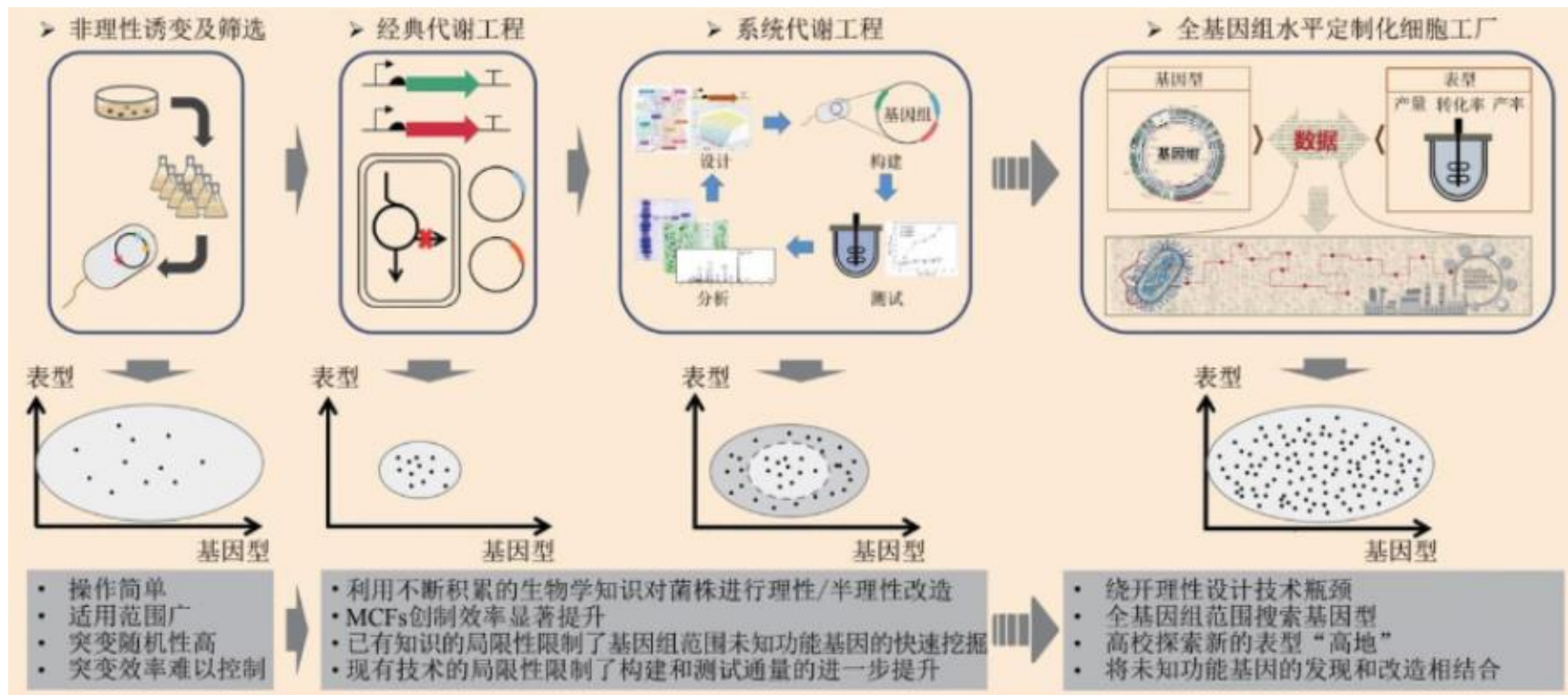
图：三羧酸循环



◆ 基因元件是指具有某种特定的生物学功能的DNA或RNA，是设计合成生物的基本单位。其主要的特性是信号接收与输入，调节信息流、代谢与生物合成功能。具有可连接性末端的标准化的基因元件被称为“生物砖”是构建细胞工厂的基础。生物模块是指一组细胞内区域化的生物器件，它们由内在功能联系在一起，执行特定的复杂功能，如代谢途径、信号转导途径、调控途径等。

◆ 生物元件与生物模块是合成生物学的工具包。通过设计—构建—检测—学习—进一步设计，反复循环，实现构造满足要求的细胞工厂，通过最后实现放大达到产业转化。

图：微生物细胞工厂设计构建的发展历程

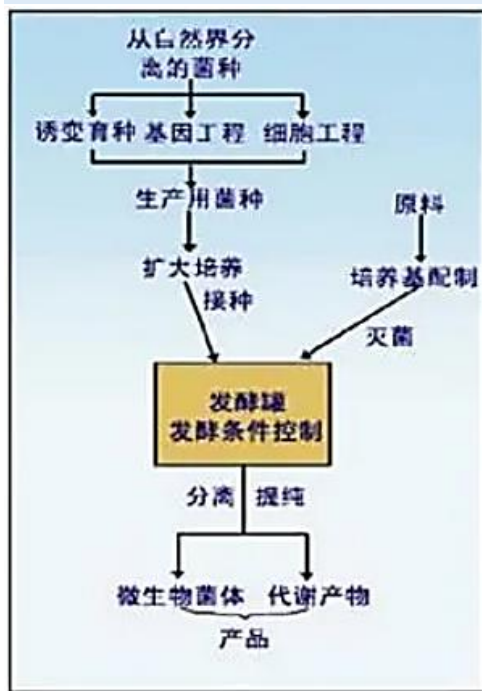


资料来源：袁姚梦,邢新会,张翀.微生物细胞工厂的设计构建：从诱变育种到全基因组定制化创制[J].合成生物学,2020,1(06):656-673., 国信证券经济研究所整理

合成生物学技术壁垒三：产业化放大及产物提纯

- ◆ 发酵放大并非所有参数直接线性放大，需要综合考虑罐体温度、溶氧、菌体、补料速度等传质、扩散动力学因素，这些因素会造成发酵结果与小试差别很大，而且有可能在不同的发酵阶段，采用不同的参数控制方式，这些都是在摇瓶小试时无法做到的。
- ◆ 发酵产物浓度较低，属于稀水液系统且成分复杂，含有目的产物、微生物细胞碎片其他代谢副产物、残留培养基无机盐等。还含有色素、热源物质、毒性物质等有机杂质并且产物稳定性低，对热、酸、碱、有机溶剂、酶、机械力等敏感，易失活或分解。这些性质都增加了产物提纯的难度。
- ◆ 分离纯化步骤有所不同，但大多数包括以下四个步骤：发酵液预处理和菌体分离、提取、精制、成品加工。

图：合成生物学生产放大流程



图：合成生物学产物分离纯化主要工艺



合成生物学产业优势一：替代化学合成或天然提取路线，提高生产经济性



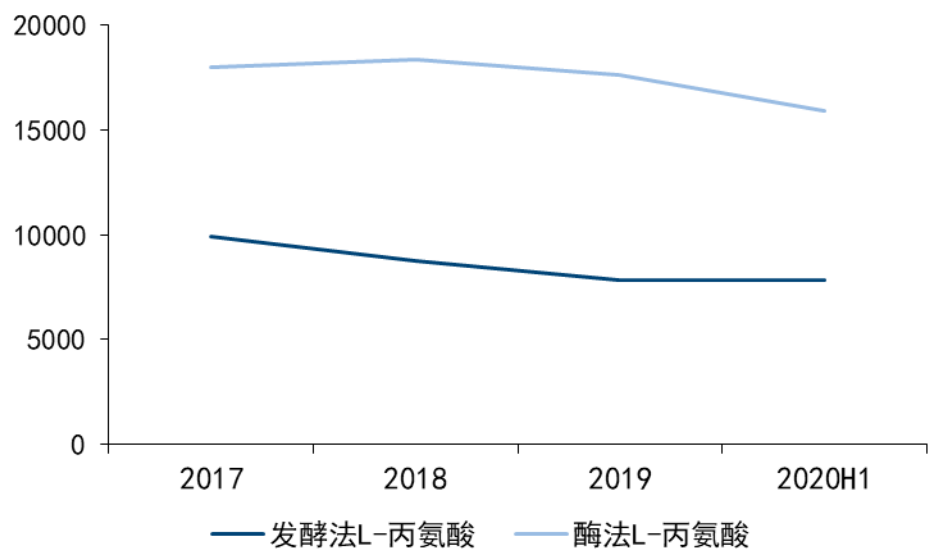
- ◆ 合成生物学路线替代化学合成或天然提取路线，可显著提高生产经济性。（1）合成生物学以淀粉等粮食原料、秸秆等农业废弃物以及CO₂等为原料，使得原材料成本占比降低。（2）相较于化学反应，合成生物学大部分反应在微生物或酶的作用下进行，反应条件更温和，产业链长度以及生产周期缩短。（3）合成生物学借助酶催化反应，酶与底物结合及催化特异性强，使得底物转化效率高，减少副产物和三废生成。
- ◆ 以丙氨酸产品为例：丙氨酸产品生产工艺历史上经历了从天然提取法、化学合成法（传统化工制造）、酶法到发酵法的技术演变，天然提取法和化学合成法存在成本过高、合成路线较长和环保压力大等问题，目前，通过合成生物学过程对菌株进行改造后丙氨酸单位成本较发酵法大幅下降。

表：各种蛋白质生产方法优劣比较

指标	天然提取法	化学合成法	酶法	发酵法 (合成生物学)
产量	低	高	高	高
成本	高	高	较高	低
核心步骤	强酸水解	化学催化	酶催化	发酵
技术要求	低	低	高	高
工艺路线	长	长	短	短
产品质量	低	高	高	高
原材料来源	可再生	石油基	石油基	可再生
环境友好度	低	低	较高	高

资料来源：华恒生物招股说明书，国信证券经济研究所整理

图：合成生物学为基础的发酵法产丙氨酸成本明显降低（元/吨）



资料来源：华恒生物招股说明书，国信证券经济研究所整理

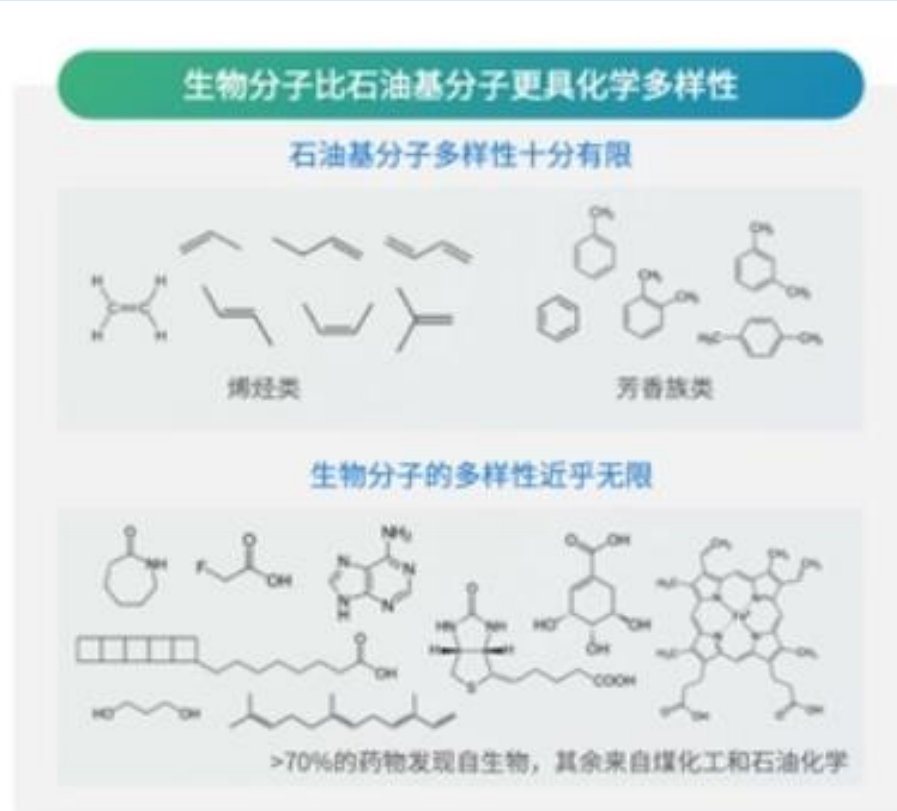
合成生物学产业优势二：制备生物基的药物、化学品或其他新材料

- ◆ 天然生物中有超过300万种的新分子和新材料尚待发掘应用，其中包括小分子和聚合物、生物大分子和生物材料等，理论上它们的多样性与石油化工产品相当。同时，在复杂的生物系统中存在着大量化工合成途径的替代方案，例如用生物合成小分子前体、用酶代替化工催化过程等。
- ◆ 某些材料利用石油的化工制造也非常困难，造价很高，甚至对于一些特殊的材料，化工方法是无法合成出来的，比如蛛丝蛋白、高分子肌动蛋白材料等，这些性质优良的材料只能通过生物法合成。

图：合成生物学可以制备大量化学方法无法制备的物质



资料来源：蓝晶微生物（Bluepha）官网，国信证券经济研究所整理



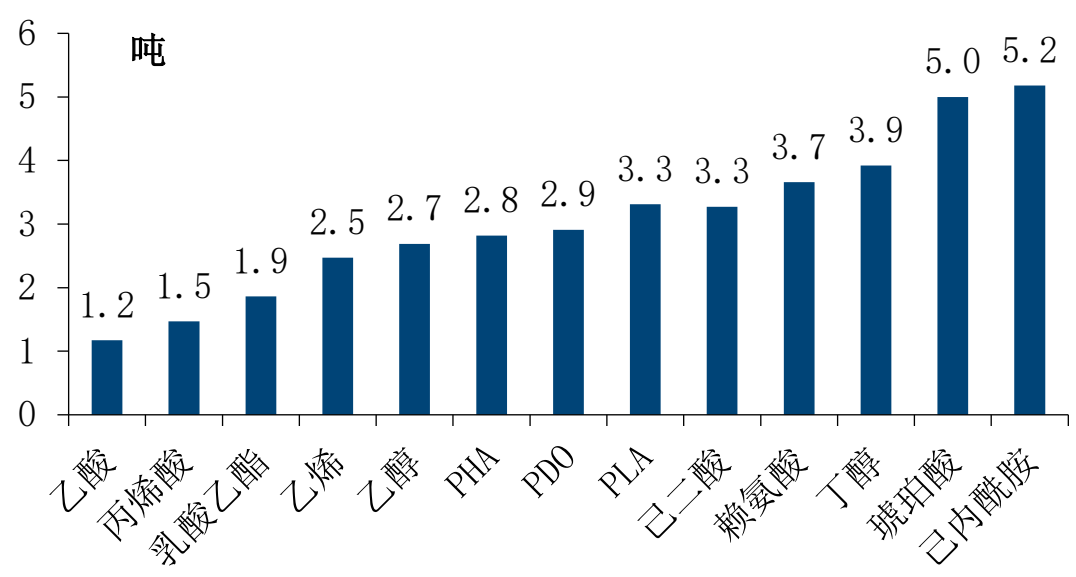
资料来源：蓝晶微生物（Bluepha）官网，国信证券经济研究所整理

合成生物学产业优势三：摆脱对化石燃料的依赖，实现材料的绿色低碳制备



◆ 合成生物学可以在原料端摆脱对化石原料的依赖，生产过程中节能减排，可以实现材料的绿色低碳制备。合成生物学可以生物质、二氧化碳为原料，生产清洁、高效、可持续的化学产品和生物能源产品，实现对不可再生资源的逐步替代。例如，经过合成生物学方法改造过的光合藻类富含大量的脂质，被称为“生物柴油”，可以一定比例添加至汽柴油中使用，以替代原有化石能源。据中科院天工所统计，与石化路线相比，目前合成生物制造产品平均节能减排30%-50%，未来潜力将达到50%-70%。世界自然基金会（WWF）预估，到2030年工业生物技术每年可降低10亿吨至25亿吨二氧化碳排放。这将对化石原料的替代、高能耗高物耗高排放工艺路线的替代及传统产业的升级产生重要的推动作用。

图：合成生物学生产大宗化工产品碳减排量（吨）



资料来源：IEA Bioenergy，国信证券经济研究所整理

表：合成生物学生产化工产品的环保及成本优势

化学品	传统工艺	生物基生产企业	CO ₂ 排放降低	成本优势
己二酸（ADA）	环己烷氧化环己酮和环己醇，再经硝酸氧化	Rennovia	85%	20-30%
丁二酸（SA）	丁烷制备马来酸酐后催化加氢	Succinity、BioAmber	75-100%	基本持平
1,4-丁二酸（BDO）	乙炔法/马来酸酐法/环氧丙烷法	Genomatica	75-100%	15-30%
L-丙氨酸	丙酮酸和氨基在辅酶的作用下生成L-丙氨酸	华恒生物	零排放	50%

资料来源：E4tech，国信证券经济研究所整理

合成生物学发展进程：技术快速迭代，发展速度有望快速爆发

- ◆ 生物技术的快速发展推动合成生物学快速爆发。由于基因测序、基因编辑、基因合成三个合成生物学底层技术成本快速发展，使合成生物学的研发门槛不断降低。
- ◆ 大数据处理、深度学习及AI辅助分子设计等信息技术的发展，实现了底盘细胞设计的快速迭代设计，加快了工程菌的研发。相关底层技术的快速发展奠定了合成生物学产业爆发的基础。

图：合成生物学底层技术发展脉络

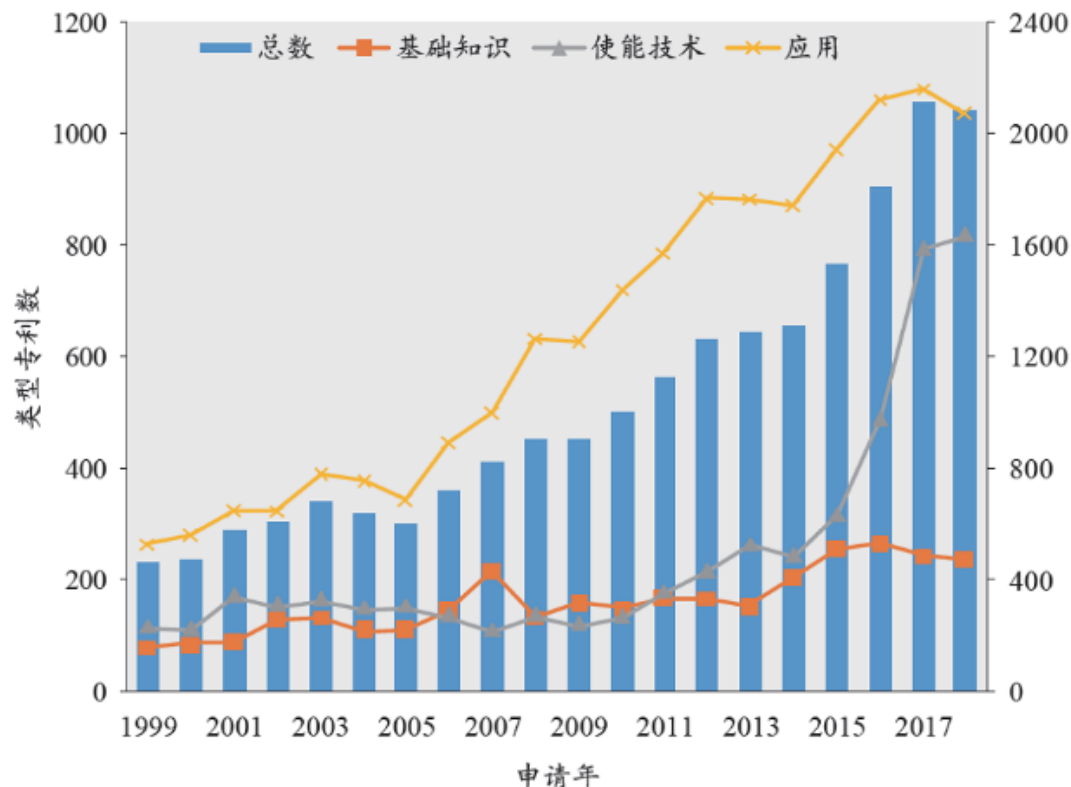


资料来源：王晓梅,杨小微,李辉尚等.全球合成生物学发展现状及对我国的启示[J].生物技术通报,2023,39(02):292-302.国信证券研究所整理

合成生物学快速发展：技术快速迭代

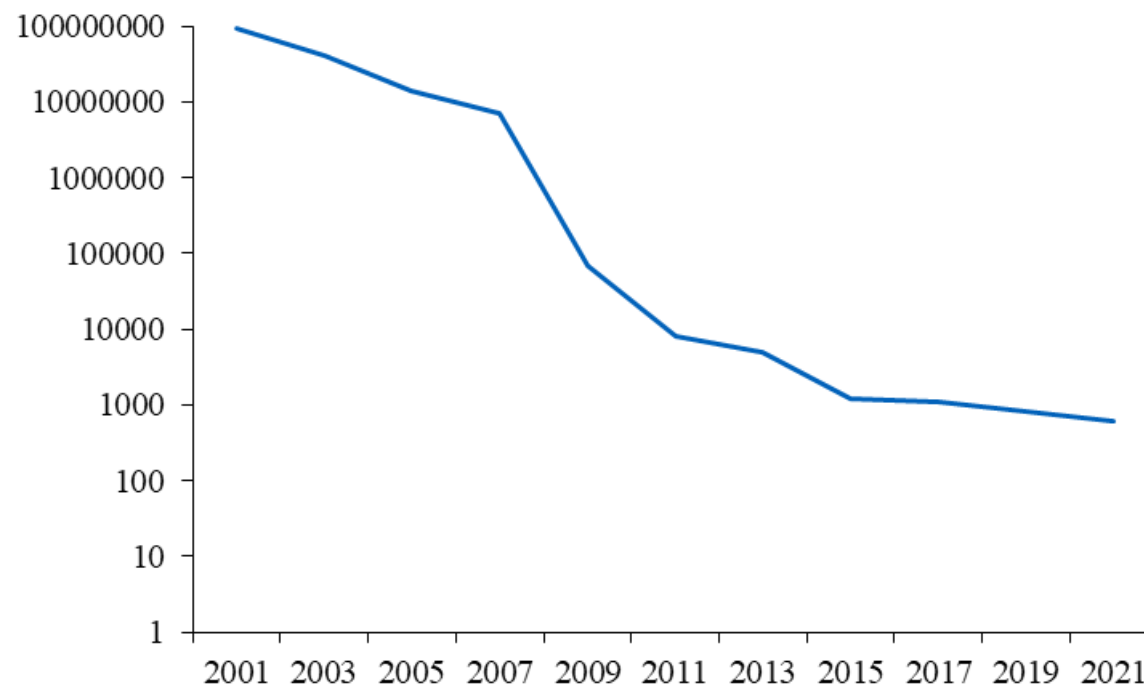
- ◆ 近20年来，合成生物学专利数量总体呈现明显增加趋势是近年来的专利研发热点之一，从基础研究到实际应用转化速度明显加快。
- ◆ 近15年，测序成本下降超10000倍，oligo合成成本下降约10倍，关键步骤成本的快速下降直接推动了合成生物学的迅猛发展。

图：合成生物学相关专利数量走势



资料来源：李玉娟, 仇华炳, 柳天晴等. 合成生物医学应用领域态势分析[J]. 集成技术, 2021, 10(04):3-16.、国信证券经济研究所整理

图：人类基因组测序成本（美元）



资料来源：NHGRI Genome Sequencing Program, 国信证券经济研究所整理

合成生物学快速发展：全球范围内政策重点鼓励推动



- ◆ 合成生物学因其巨大的潜力，已成为各国重点进行战略布局的新兴领域。拜登政府将合成生物学列为《2021美国创新与竞争法案》十大关键技术重点领域之一，同被列为重点技术的包括人工智能、半导体、量子科学等。
- ◆ 中国发布的《第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中，也明确将合成生物学列为科技前沿领域方向之一。随后，北京、上海、深圳、天津等地方政府也陆续将合成生物学列为发展规划的重点关注领域。

图：中美两国推动合成生物学政策（不完全统计）

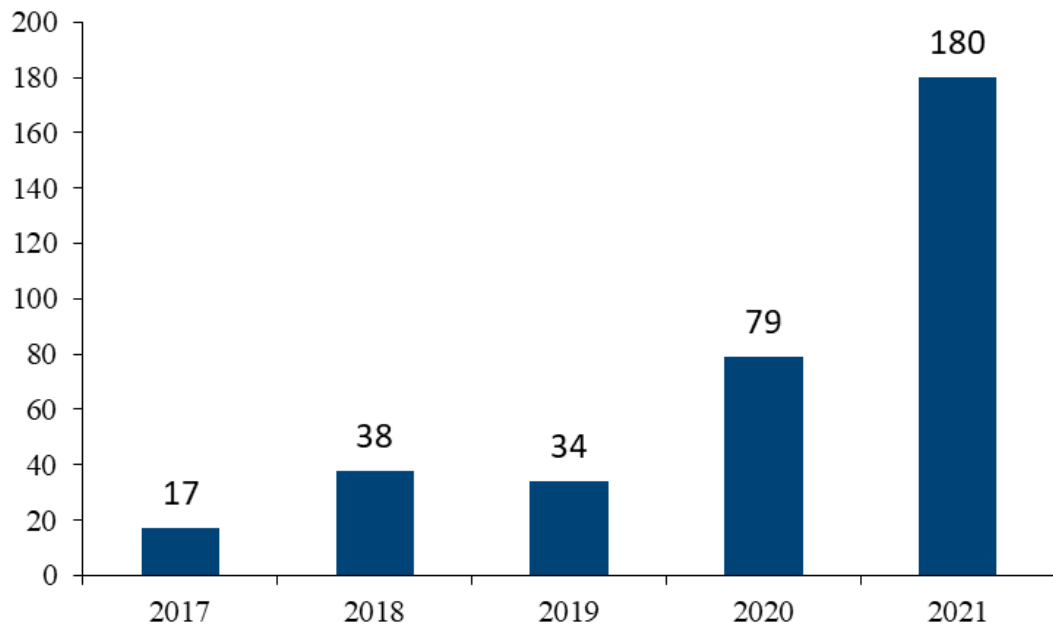
国家	时间	政策内容
中国	2022	《“十四五”生物经济发展规划》：推动合成生物学技术创新，突破生物制造菌种计算设计高通量筛选高效表达精准调控等关键技术，有序推动在新药开发、疾病治疗、农业生产、物质合成、环境保护、能源供应和新材料开发等领域应用。发展合成生物学技术，探索研发“人造蛋白”等新型食品实现食品工业迭代升级，降低传统养殖业带来的环境资源压力
	2021	《“十四五”规划和2035年远景目标纲要》：构筑产业体系新支柱，推动生物技术和信息技术融合创新，加快发展生物医药、生物育种、生物材料、生物能源等产业，做大做强生物经济
	2021	《关于推进中央企业高质量发展做好碳达峰碳中和工作的指导意见》：要大力发展绿色低碳产业，加快发展生物技术，积极发展煤基生物可降解材料，以及因地制宜发展生物质能
	2021	《“十四五”原材料工业发展规划》：规划将发展生物基材料纳入重点任务，其中促进产业供给高端化重点任务中提到，要积极开展可降解生物基材料、碳基材料、生物医用材料等关键技术，加快产业发展绿色化重点任务中提至要加快塑料污染治理和塑料循环利用推进生物降解塑料的产业化与应用
美国	2022	美国总统签署《关于推进生物技术和生物制造创新以实现可持续、安全和可靠的美国生物经济的行政命令》，旨在鼓励美国生物技术和生物制造
	2021	美国国会参议院通过了《2021美国创新与竞争法案》。在该法案中，合成生物学位列关键技术重点领域之一
	2015	美国国家研究理事会发布《生物学工业化路线图：加速化学品的先讲制造》，提出了生物制造的发展愿景并制定了多个领域的路线及目标
	2014	在美国国防部发布的《国防部科技优先事项》中，合成生物学被列为了21世纪优先发展的六大颠覆性基础研究领域之一
	2006	美国国家自然科学基金会 (NSF) 为新成立的合成生物学工程研究中心 (SynBERC) 提供3900万美元的资助

资料来源：各部委官网，新华网，国信证券经济研究所整理

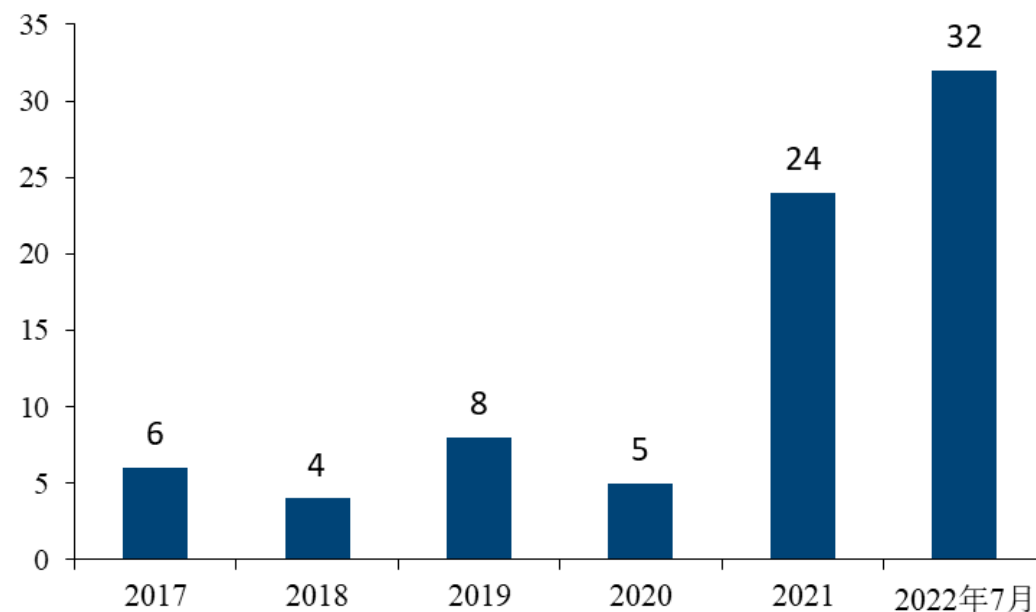
请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

◆ 资本加速入局，合成生物学带动全球投融资热潮。根据Synbiobeta数据，2020年合成生物学获得融资总和达78亿美元，约为上一峰值2018年的两倍。2021年合成生物学行业融资总额约180亿美元，又几乎是2009年以来该行业融资的总和。据华经产业研究院数据，2021年中国合成生物学获得投融资16起，较2020年增长10起，获得22.95亿元的融资金额，较2020年增长1.36亿元。2022年，合成生物学企业融资频次和数额再创新高。2022年中国合成生物学企业融资频次至少已经达到43起，融资金额已经超过66亿元，创下了新的融资纪录。

图：合成生物领域全球年度融资总额（亿美金）



图：国内合成生物学一级市场融资次数



资料来源：SynbioBeta，国信证券经济研究所

资料来源：SynbioBeta，国信证券经济研究所

合成生物学应用示例：用合成生物学的方法生产1,3-丙二醇以及PTT

◆ 生产1,3-丙二醇的方法主要有三种：

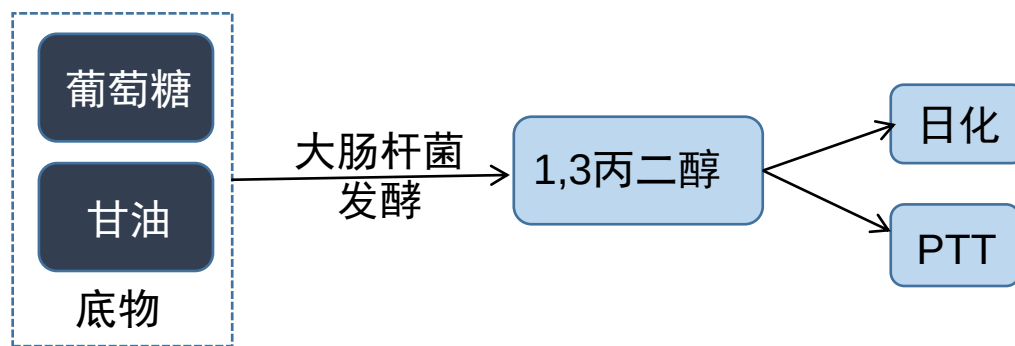
1) 化学法：有丙烯醛水合加氢法、环氧乙烷羰基合成法和丙烯醛水合加氢法。对生产原料及设备要求高，生产存在设备投资大，工艺复杂，条件苛刻，存在环境污染，且原料石油资源日益匮乏。1,3-丙二醇下游为PTT 纤维，合成生物学方法可以降低1,3-丙二醇价格，从而使PTT纤维价格具备经济性，打开市场并拉动其本身应用空间。

2) 合成生物法-以葡萄糖为原料底物的杜邦工艺：市场售价约2万/吨，质量好。

3) 合成生物法-以甘油为原料底物的苏州苏震/清华大学、美景荣/华东理工大学工艺：甘油发酵法的菌种效率低，甘油转化率60-70%，副产物有乙醇、乳酸、丁二酸、乙酸等，分离提纯复杂，需要絮凝、浓缩和精馏、脱盐等多个工序，生产成本约2万/吨。

◆ 合成生物学方法可以提高经济效益，判断经济效益三个指标：产品浓度（g/L）；单位体积生产速率（g/L/h）；摩尔转化率（mol/mol）。

图：合成生物法生产1,3丙二醇方法



资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

2

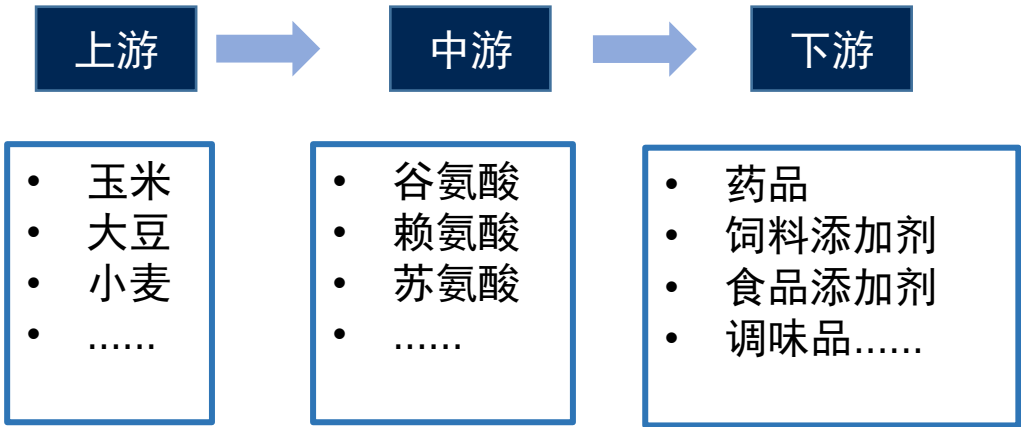
合成生物学：小品种氨基酸

[返回目录](#)

氨基酸行业概况

- ◆ 氨基酸是一种含有氨基和羧基的一类有机化合物，是构成动物营养所需蛋白质的基本物质。目前主流的氨基酸生产方法是以玉米淀粉做的葡萄糖作为碳源，补加各种无机盐及氮源，通过微生物发酵，再进行提纯得到。氨基酸具有重要的生理调控功能，是人和动物不可或缺的初级代谢产物。近年来，新型饲料添加剂、健康食品、膳食补充剂以及化妆品在内的各种终端应用市场对氨基酸的需求与日俱增。
- ◆ 2022年我国大品种氨基酸产能充沛。氨基酸、维生素和矿物质属于三大饲料添加剂。氨基酸是构成动物营养所需蛋白质的基本物质，被广泛用于畜产饲料中作为营养补充剂和生长发育促进剂，也可用于健康食品、膳食补充剂、医药产品、人工甜味剂和化妆品等市场。大宗饲料添加剂氨基酸主要包括蛋氨酸、赖氨酸和苏氨酸等。2022年，我国大品种氨基酸如赖氨酸产量255万吨，净出口144万吨，国内用量约100万吨；蛋氨酸产量44.3万吨，用量40万吨；苏氨酸产量84万吨、净出口54.5万吨。小品种氨基酸则包括缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、精氨酸、组氨酸、苯丙氨酸等，亟需扩大产能、降低成本。

图：氨基酸产业链



资料来源：华经情报网，国信证券经济研究所整理

表：大小品种氨基酸应用领域

分类	氨基酸品种	应用领域
大品种氨基酸	谷氨酸	食品、医药、工业材料
	赖氨酸	医药、营养物质、化妆品
	苏氨酸	饲料、营养添加剂、医药
	甘氨酸	食品
	蛋氨酸	饲料
小品种氨基酸	半胱氨酸	化妆品、食品、医药
	丙氨酸	食品、医药、化妆品
	苯丙氨酸	食品、饲料
	谷氨酰胺	食品
	精氨酸	医药、食品
	丝氨酸	化妆品、食品

资料来源：华经情报网，国信证券经济研究所整理

2.1

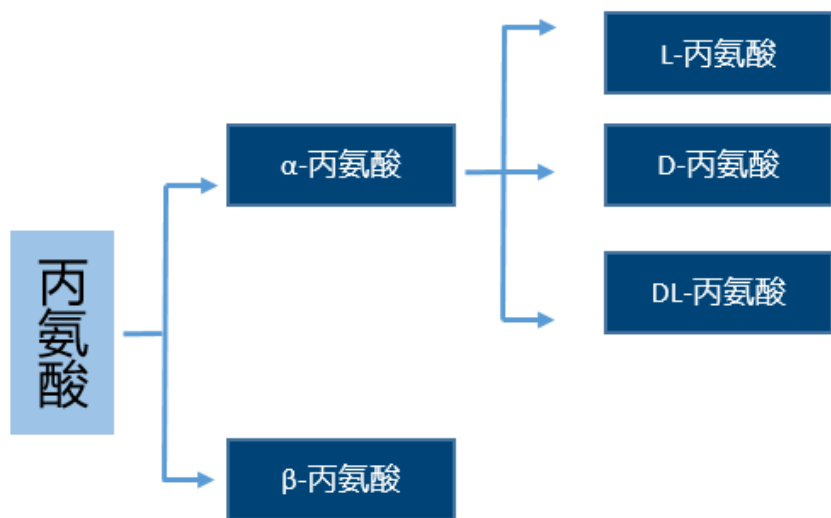
丙氨酸行业格局梳理

[返回目录](#)

丙氨酸：目前最主要应用为在日化领域制备MGDA

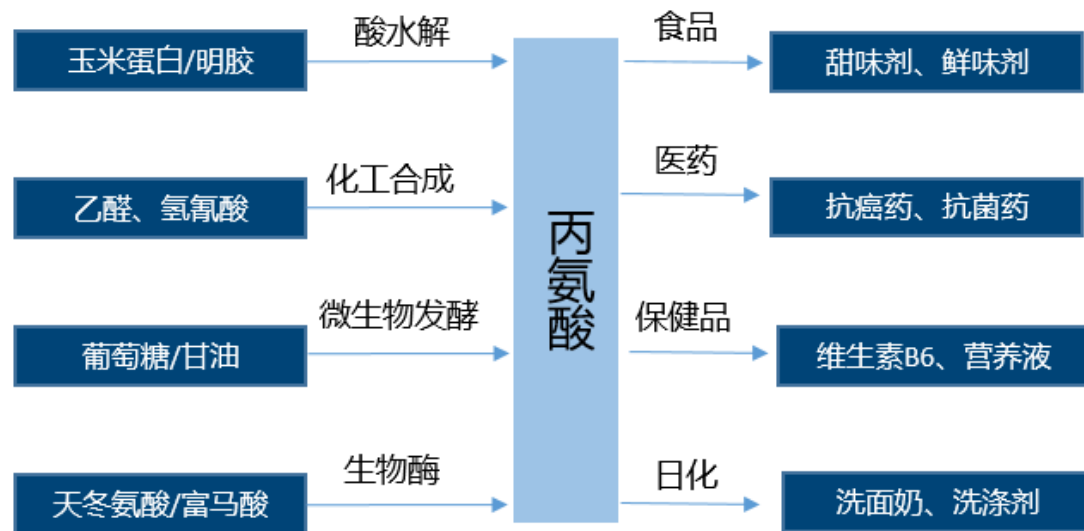
- ◆ 丙氨酸是构成蛋白质的基本单位，是组成人体蛋白质的21种氨基酸之一。丙氨酸属于小品种氨基酸，可以广泛应用在日化、医药及保健品、食品添加剂和饲料等众多领域。丙氨酸分为 α -丙氨酸和 β -丙氨酸： α -丙氨酸存在L型、D型两种立体镜像，即L-丙氨酸、D-丙氨酸。DL-丙氨酸为 α -丙氨酸的外消旋体，其中L型、D型的混合比例为1:1，L-丙氨酸可用于日化、医药、保存和饲料等众多领域，应用最为广泛。
- ◆ 丙氨酸是一种脂肪族的非极性疏水性氨基酸，在生物体中有重要生理学功能如参与糖代谢活动，在转氨反应中提供氨基，将氨基酸转化为糖原。化学法是生产丙氨酸的传统方法。然而，丙氨酸生产的化工流程温度高、压力大、酸碱强，环境污染严重。目前，工业化生产丙氨酸采用发酵法和微生物酶法代替了原有的化学合成法丙氨酸。丙氨酸目前最主要应用为在日化领域制备MGDA。

图：丙氨酸分类



资料来源：华恒生物招股说明书，国信证券经济研究所整理

图：丙氨酸产业链示意



资料来源：华恒生物招股说明书，国信证券经济研究所整理

L-丙氨酸的生产工艺：酶法和发酵法是制备丙氨酸的主流方法

目前L-丙氨酸的生产方法主要有化学合成法、水解提取法、酶转化法以及微生物发酵法。

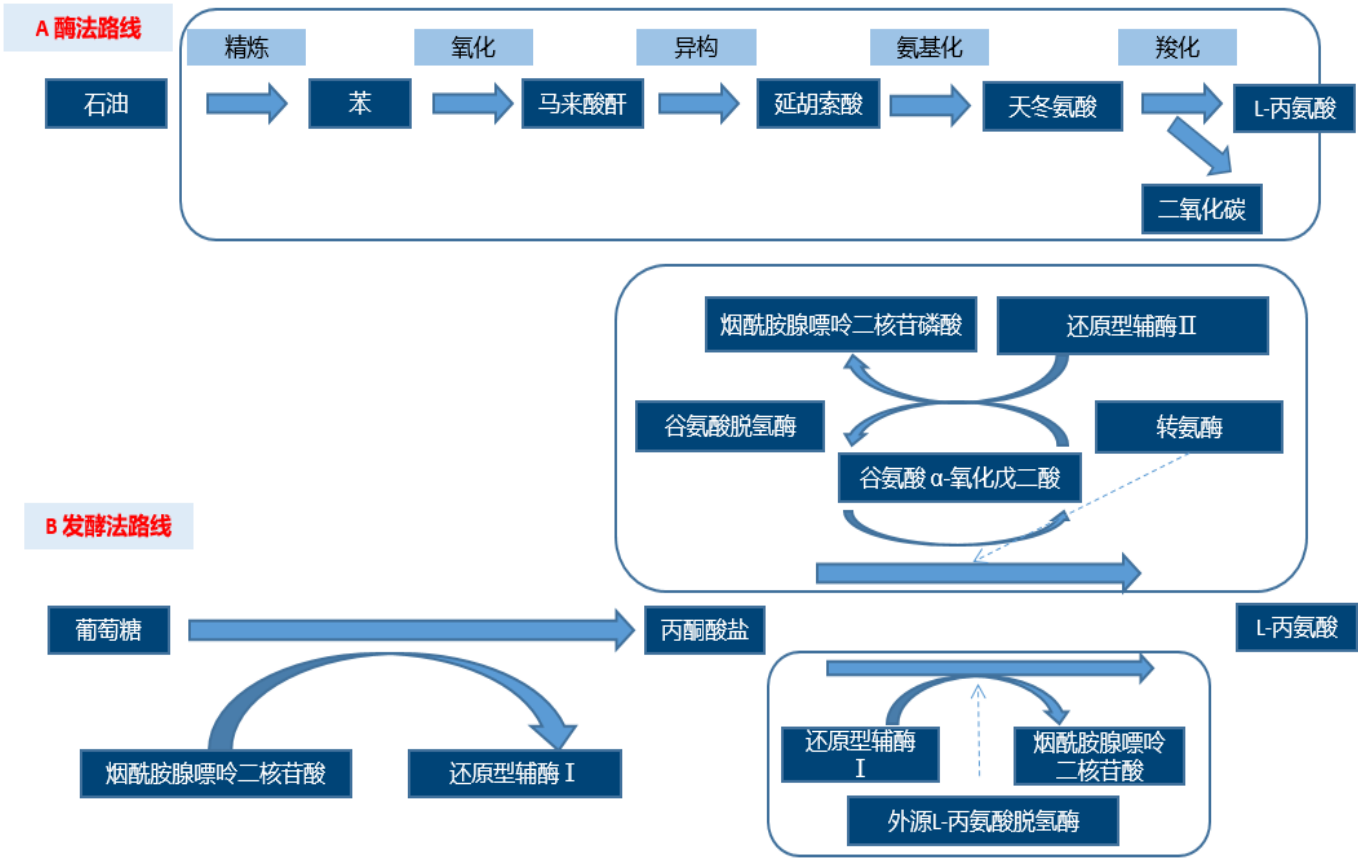
- ① 化学合成法生产的L-丙氨酸质量较差，生产过程易造成环境污染；
- ② 水解提取法生产过程较复杂，不适宜规模化和工业化生产；
- ③ 酶转化法以L-天冬氨酸作为原料，成本较高，但产品纯度高，可用于手性药物合成领域，如手性药物左氧氟沙星，市场价格也高于发酵法产品；
- ④ 微生物发酵法原料来源广泛，生产流程简单，污染小，更适合廉价大规模制造。

表：各种丙氨酸制备方法优劣比较

项目	天然提取法	化学合成法	酶法	发酵法
产量	低	高	低	高
产品成本	高	高	较高	低
核心步骤	强酸水解	化学催化	生物酶催化	微生物发酵
技术要求	低	低	高	高
工艺路线	长	长	短	短
产品质量	低	高	高	高
原材料来源	可再生	石油基	石油基	可再生
环境友好度	低	低	较高	高

资料来源：华恒生物招股说明书，国信证券经济研究所整理

图：丙氨酸主流制备方法具体流程



资料来源：刘萍萍,郭恒华,张冬竹等.L-丙氨酸厌氧发酵关键技术及产业化[J].生物工程学报,2022,38(11):, 国信证券经济研究所整理

丙氨酸市场供应格局：全球供应商主要集中于国内，华恒生物最大



国内丙氨酸生产企业主要包括华恒生物、丰原生化、烟台恒源等，国外丙氨酸生产企业主要为武藏野，全球丙氨酸产能95%以上集中在国内市场。

- ◆ **华恒生物**：目前有2.6万吨发酵法产L-丙氨酸产能，2.5万吨交替生产L-丙氨酸与L-缬氨酸产能，2000吨酶法L-丙氨酸产能，2500吨酶法DL-丙氨酸产能（用自产L-丙氨酸为原料），是全球最大的丙氨酸生产商。华恒生物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。
- ◆ **丰原生物**：安徽丰原生物化学股份有限公司成立于2016年10月位于安徽省蚌埠市固镇经济开发区，主要从事生物化工产品、有机酸系列、氨基酸系列、聚乳酸系列产品的生产、经营，并开展生物工程的科研开发。2017年发酵法3万吨L-丙氨酸生产线建成投产，2023年对该产线进行改造，最终形成年产2万吨L-丙氨酸、1万吨葡萄糖酸钠生产能力。
- ◆ **恒源生物**：烟台恒源生物股份有限公司主要产品有富马酸、L-天门冬氨酸、L-内氨酸。根据2016年技术研发中心建设项目环境影响报告披露，烟台恒源25000吨富马酸产能，25000吨L-天冬氨酸产能，10000吨聚天冬氨酸盐产能，15000吨L-丙氨酸产能。
- ◆ **武藏野**：主要生产纯天然乳酸及其盐、酯系列产品，以化学合成法生产工艺生产DL-丙氨酸。其产品主要主要供应日本市场。

表：丙氨酸行业竞争格局

企业名称	简介	产能
安徽华恒生物科技股份有限公司	公司丙氨酸系列产品业务以L-两氨酸产品为主，DL-丙氨酸和β-两氨酸占比较低。	4.75万吨
烟台恒源生物股份有限公司	主要产品为富马酸、L-天冬氨酸和以此为原料采用酶法生产工艺生产的L-丙氨酸，其L-两氨酸主要应用于医药和食品领域。	2万吨
安徽丰原生物化学股份有限公司	主要产品为新材料聚乳酸、氨基酸、有机酸系列产品，可以微生物发酵法生产L-两氨酸。	1.5万吨
武藏野株式会社	主要生产纯天然乳酸及其盐、酯系列产品，以化学合成法生产工艺生产DL-丙氨酸。武藏野是日本当地最大的DL-丙氨酸生产企业，享有日本市场绝大部分的市场。	不详

资料来源：华经产业研究院，国信证券经济研究所整理

表：国内丙氨酸主要企业L-丙氨酸性能指标对比

指标	华恒生物	丰原生化	烟台恒源
比旋光度	+14.3~+15.2	+13.8~+15.2	+14.3~+15.2
其他氨基酸	不得检出	未要求	不得检出
透光率%	≥95	≥90	未要求
硫酸盐%	≤0.02	≤0.02	未要求
灼烧残渣%	≤0.10	≤0.2	≤

资料来源：华经产业研究院，各公司公告，国信证券经济研究所整理

丙氨酸下游需求：MGDA普及拉动丙氨酸需求

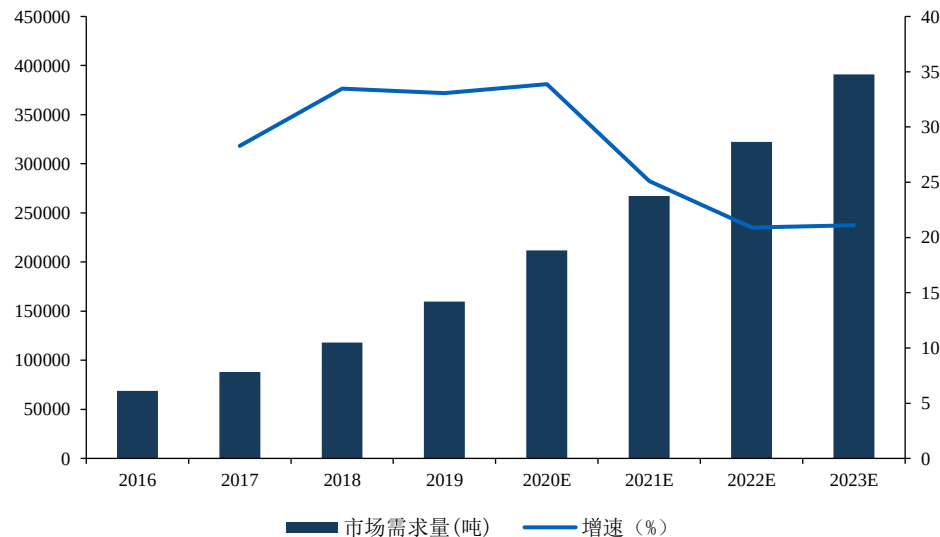
◆ 2019年度日化领域的需求量占L-丙氨酸总需求量约55%。MGDA作为一种新型螯合剂，较含磷螯合剂不会导致水体富营养化，较NTA及EDTA更易分解，毒性更低，是目前最优的螯合剂选择，主要使用在欧美国家自动洗碗机专用洗涤剂中。2010年巴斯夫于德国开始量产MGDA，用于高端洗涤剂，之后在美国、巴西不断扩大生产规模，生产装备全部建成后，巴斯夫MGDA的产能将达到17万吨。根据中国生物发酵产业协会数据显示，预计到2023年，全球MGDA的需求量将达到39.34万吨，2016年至2023年复合增长率达到28%，市场空间广阔。受到MGDA市场快速发展的推动，在日化领域中丙氨酸市场需求量保持快速增长。

表：MGDA与其他螯合剂性质对比

	螯合能力	生物降解能力	生物毒性	环境友好性
MGDA	√	√	√	√
EDTA	√	×	√	×
NTA	√	√	×	×
磷酸盐类	√	×	×	×
有机磷酸	×	×	×	×

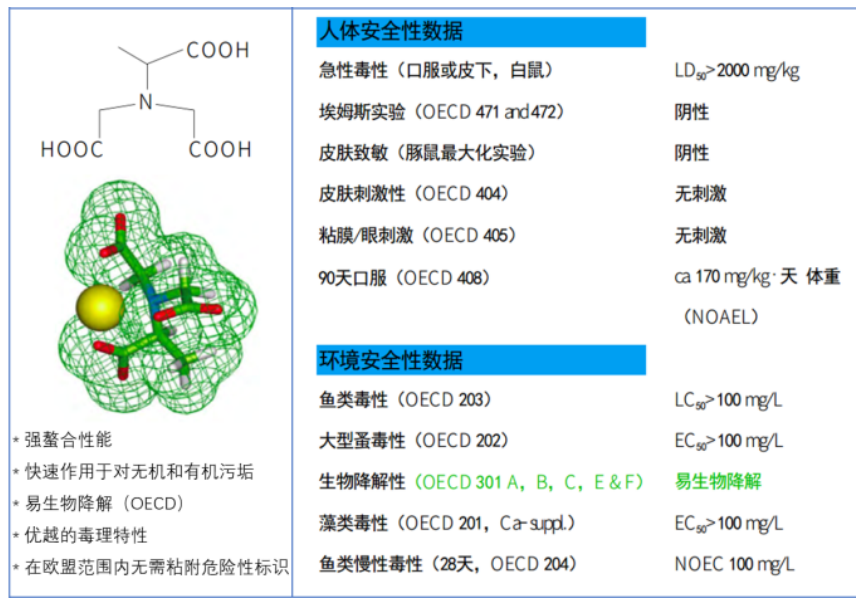
资料来源：华恒生物招股说明书，国信证券经济研究所整理

图：MGDA市场需求及增速



资料来源：中国生物发酵产业协会，国信证券经济研究所整理

图：MGDA性质简介

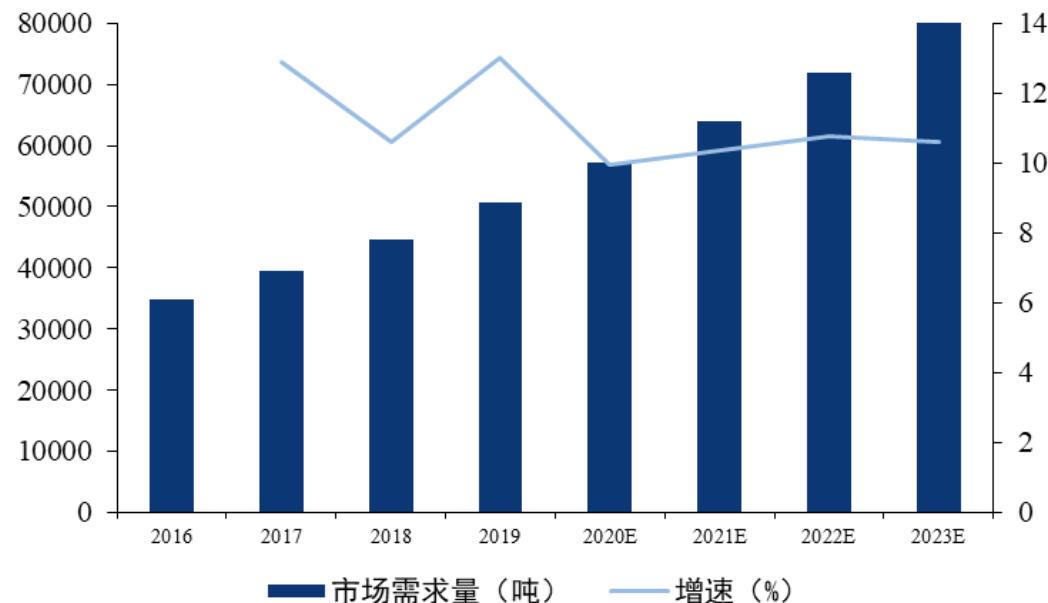


资料来源：华恒生物招股说明书，国信证券经济研究所整理

丙氨酸在表面活性剂、医药、食品添加剂等领域也具有重要应用

- ◆ L-丙氨酸还可用于合成氨基酸表面活性剂，广泛应用于氨基酸洗发水、沐浴露、洗面奶、牙膏、爽肤水、面霜等个人护理产品。氨基酸表面活性剂具有表面活性优良、刺激性小、抗菌性好、易生物降解等优点，更适合敏感性肌肤和婴幼儿；L-丙氨酸作为合成维生素B6、丙谷二肽等的原料，可作为营养强化剂或补充剂，可用于制备氨基酸注射液。在抗菌药氧氟沙星、高血压治疗药、新型多发性硬化症治疗药等领域均有应用；丙氨酸可增强鲜味，调和食物刺激性味道，起到柔和食品口感的作用，还可以引发出食材本身美味的效果，由于不含钠离子，更加安全健康，随着人们健康意识的提高，丙氨酸作为食品添加剂的市场空间也越来越大。
- ◆ 根据中国生物发酵产业协会数据显示，全球丙氨酸市场自2016年3.5万吨增长至2019年5万吨，年化复合增长率为13%；且协会预计丙氨酸市场在未来四年内继续保持稳定增长，在2023年将达到8万吨，同比2019年5.1万吨增长57%。据新思界估算，2022年全球L-丙氨酸市场规模为12.6亿美元，2023-2028年，全球L-丙氨酸市场年均复合增长率预计在5.5%左右，到2028年其市场规模可达到17.5亿美元。受益于绿色环保观念不断深入，L-丙氨酸作为合成生物材料，行业景气度将进一步提高。

图：丙氨酸市场需求及增速



资料来源：中国生物发酵产业协会，国信证券经济研究所整理

华恒生物：厌氧发酵制备丙氨酸，大幅降低能源消耗及产品成本

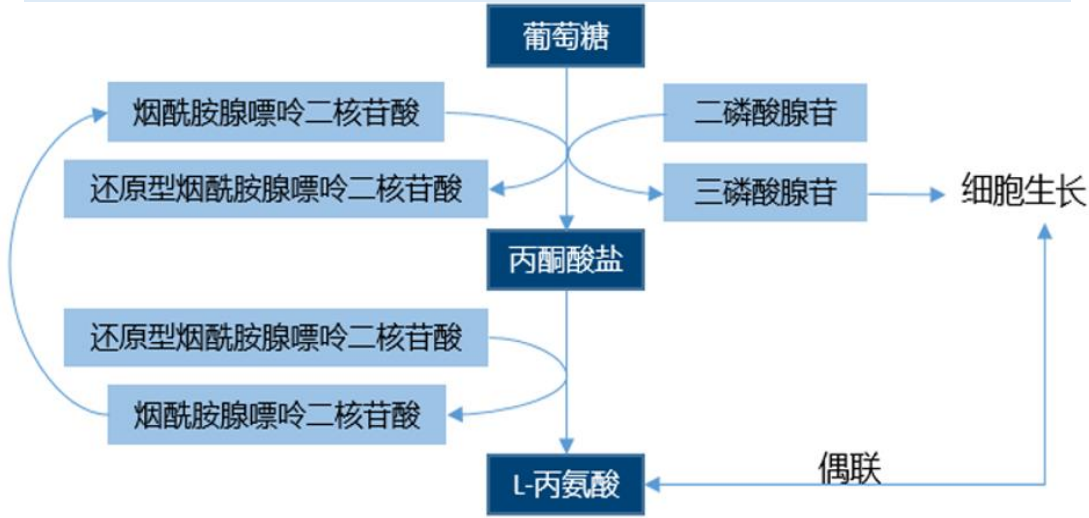


- ◆ 好氧发酵具有生长快、产量高等特点，但好氧发酵中大量碳源用于细胞生长容易造成糖酸转化率低、能耗高等问题。厌氧发酵是近年来新出现的氨基酸生产模式，具有操作简单、无需通氧、糖酸转化率高容易接近理论最大值等优势。
- ◆ 华恒生物于2011年突破了厌氧发酵法的技术瓶颈，华恒首席科学家张学礼等通过在大肠杆菌中引入来自嗜热脂肪芽孢杆菌的NADH依赖型L-丙氨酸脱氢酶替代双酶体系成功创建了L-丙氨酸合成的新途径。L-丙氨酸脱氢酶直接利用 NADH 和铵离子就可以将丙酮酸转化为L-丙氨酸，从而成功解决了还原力平衡的问题，并通过设计代谢进化的技术方案，基于细胞生长和产物合成的偶联来提升单个细胞合成效率，实现了在菌种量少的条件下高效合成目标产物。张学礼等设计的高效生产L-丙氨酸的工程菌合成效率提高了8倍，比生产速率从最初的0.10g/(g·h)提高到了0.79g/(g·h)细胞干重，菌种生产强度达到3.9g/(L·h)，糖酸转化率高达95%。值得一提的是，这是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，大幅降低能源消耗及产品成本，促进了产品的规模化应用，同时实现发酵过程二氧化碳零排放。

表：厌氧发酵与好氧发酵技术对比

项目	厌氧发酵	好氧发酵	综合比较
工艺步骤	1) 以可再生葡萄糖为原料;2) 发酵过程无需通入空气;3) 无二氧化碳排放。	1) 以可再生葡萄糖为原料;2) 发酵过程需要通入空气;3) 有二氧化碳排放。	1) 厌氧发酵无需通入空气，简化了生产步骤，节约能源且减少被污染的风险;2) 无二氧化碳排放，工艺流程短，环境友好。
技术指标	发酵周期≤40h 产品含量≥99% 转化率≥95%	发酵周期≤48h 产品含量≥98.5% 转化率≥90%	厌氧发酵发酵周期短，转化率高产品质量好。

图：丙氨酸代谢路径的设计到实现



资料来源：华恒生物招股说明书，国信证券经济研究所整理

资料来源：刘萍萍，郭恒华等《L-丙氨酸厌氧发酵关键技术及产业化》《生物工程学报》2022年11期，国信证券经济研究所整理

2.2

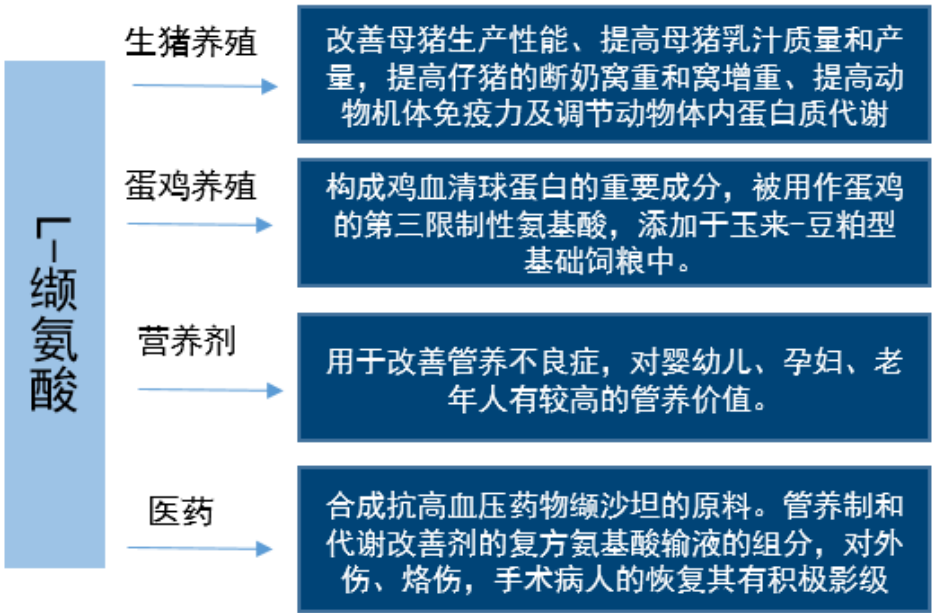
缬氨酸行业格局梳理

[返回目录](#)

缬氨酸：生物发酵法适合大规模生产

- ◆ 缬氨酸是支链氨基酸中的一种动物体自身不能合成，必须从日粮中摄取才能满足其营养需求，属于必需氨基酸。其被广泛应用于饲料、医药和食品等领域。氨基酸作为饲料添加剂由最初的L-赖氨酸、L-苏氨酸、蛋氨酸发展到现在的L-缬氨酸。在蛋鸡的生产养殖中L-缬氨酸被称为第三限制性氨基酸，在促进蛋白质合成，维持机体健康茁壮成长方面期待了发挥着不可替代的作用。
- ◆ 缬氨酸制备方法主要有四种：蛋白质水解法、化学合成法、酶法和生物发酵法，由于生物发酵法原料易得，生产成本简单，易于大规模生产，目前基本上所有厂家均采用此法生产L-缬氨酸。

图：L-缬氨酸主要用途



资料来源：观研报告网、国信证券经济研究所整理

图：L-缬氨酸主要制备方法

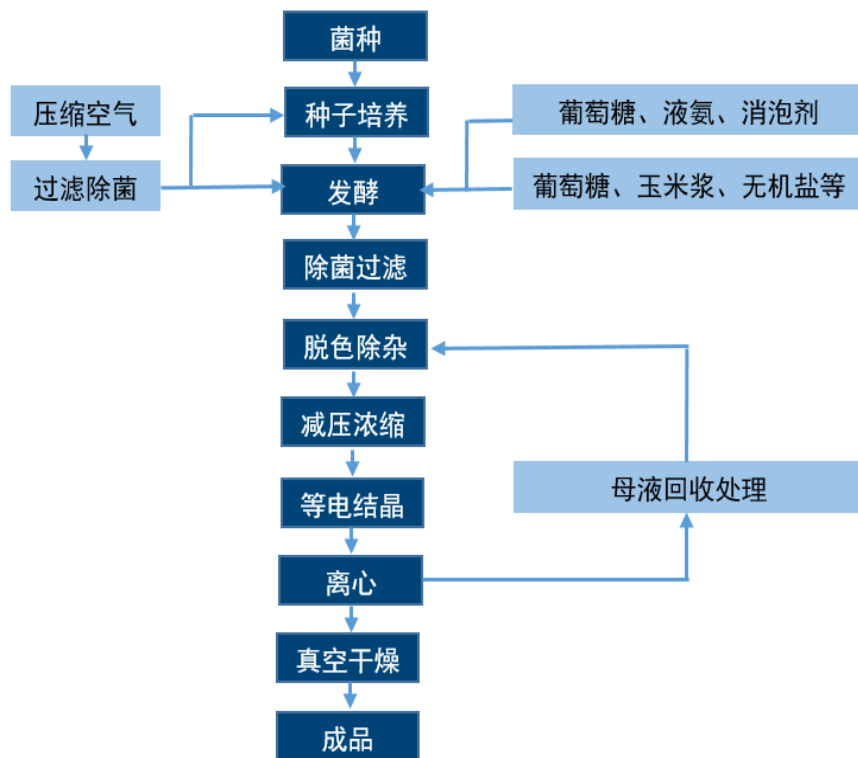
	蛋白质水解法	化学合成法	酶法	生物发酵法
过程	采用动物血粉、蚕及毛发等原料进行水解，再从水解液中分离缬氨酸	以异丁醛为原料，与氨及氢氰酸作用生成胺腈，再水解得DL-缬氨酸	混合型DL-缬氨酸为底物催化合成L-缬氨酸	以淀粉、糖质为主要原料，利用谷氨酸棒杆菌等为菌株，用葡萄糖、尿素、无机盐等做培养基经发酵、提取干燥制成
原材料	动物血粉、蚕蛹及毛发	异丁醛	合成酶	葡萄糖
规模	小	小	小	大
优点			副产物较少，提取工艺简单	成本低，生产条件温和，发酵产率较高
缺点	由于缬氨酸含量低，导致成本较高	生产成本高，反应复杂，副产物较多	原料成本高，酶易失活	

资料来源：华恒生物招股说明书，观研报告网，国信证券经济研究所整理

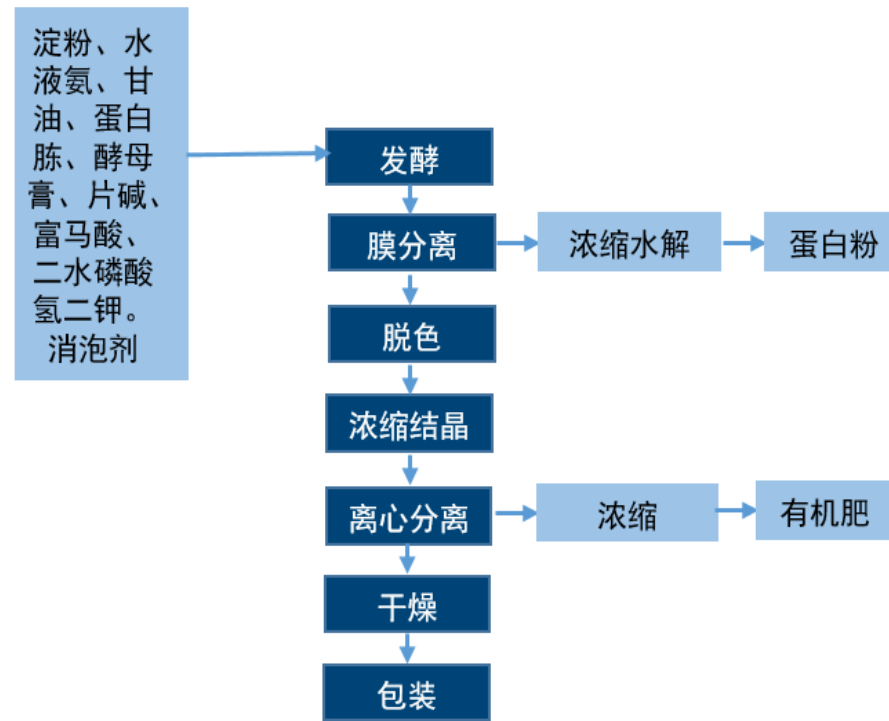
L-缬氨酸生产流程：通过好氧发酵及厌氧发酵两种方式获得

- ◆ L-缬氨酸可通过好氧发酵及厌氧发酵两种方式获得，其最大差异是利用的菌种不同，厌氧发酵糖转化率高，可有效降低生产成本。厌氧发酵在发酵时不需通入无菌空气，减少了设备投资，缩短了生产流程，也减少了发酵罐被杂菌污染的风险。
- ◆ 华恒生物公司以类似于厌氧法丙氨酸的技术工艺成功开发微生物发酵方式生产 L-缬氨酸产品，这将成为其以厌氧发酵方式进行规模化生产的又一氨基酸新品种。

图：好氧发酵L-缬氨酸生产流程



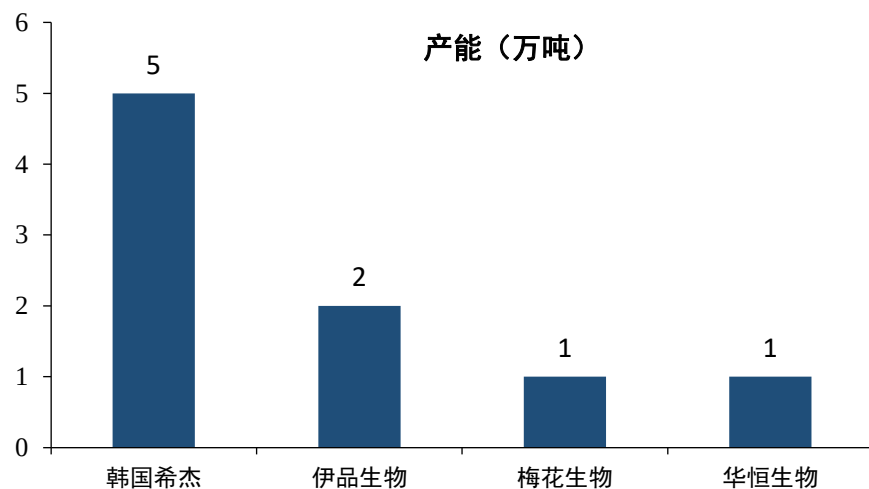
图：华恒生物厌氧发酵流程发酵L-缬氨酸生产流程



L-缬氨酸供需：全球缬氨酸供给呈寡头垄断局面，需求量增速超20%

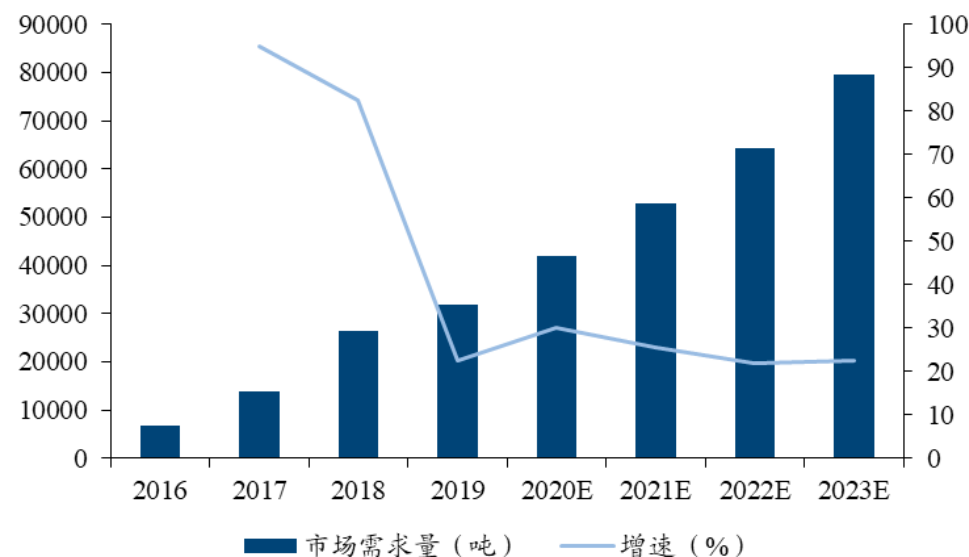
- ◆ 缬氨酸的主要生产企业为韩国希杰集团、梅花生物、伊品生物、华恒生物，金象生化、拜克生物、新疆阜丰等。由于缬氨酸与其他发酵法生产的氨基酸应用设备及生产流程近似，以上厂家产线多为柔性生产，根据市场需求生产不同的产品。博亚和讯预计，2022年国内缬氨酸产能超过13万吨/年，行业供应持续增长。
- ◆ 根据中国发酵产业协会数据显示，近年来全球缬氨酸市场规模保持着迅猛增长态势，全球需求量从2016年的0.73万吨增长到2019年的3.25万吨，年复合增长率高达65%，预计2020年至2023年，全球缬氨酸市场将以约24%的年复合增长率保持增长态势。豆粕减量替代行动以及低蛋白日粮技术的持续推广，为缬氨酸需求增长提供了契机，预计未来5年在政策推动和市场需求的带动下，该产品会进入快速增长期。

图：L-缬氨酸主要生产商产能



资料来源：观研报告网、华恒生物招股说明书，国信证券经济研究所整理

图：L-缬氨酸市场需求及增速



资料来源：中国发酵产业协会，国信证券经济研究所整理

2.3

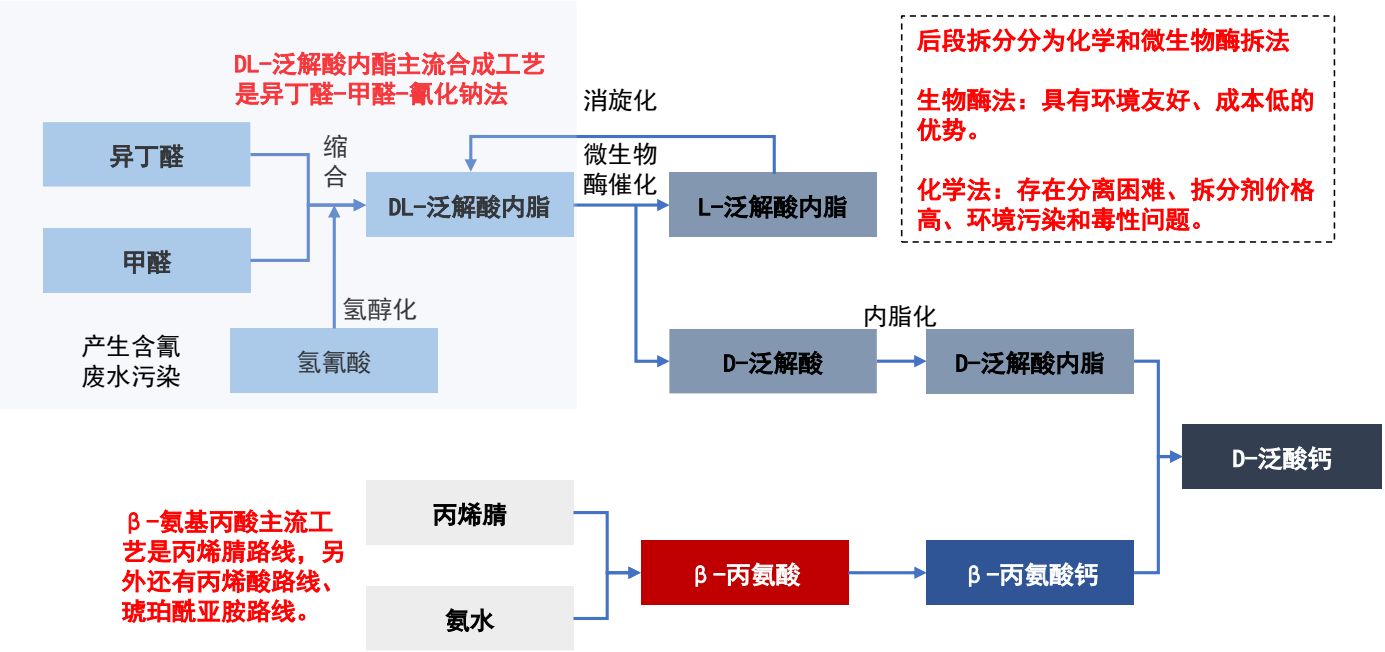
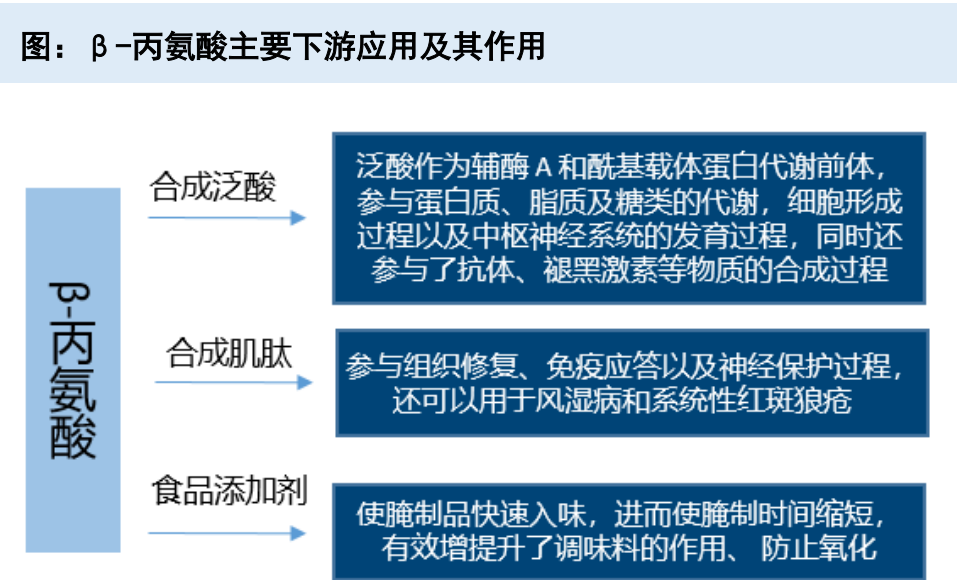
β-丙氨酸行业格局梳理

[返回目录](#)

β-丙氨酸：合成维生素B5的重要原材料之一，未来将以4.65%的年均增速增长

- ◆ β-丙氨酸是自然界中唯一存在的β型氨基酸，具备特殊的生物活性。β-丙氨酸是合成D-泛酸（维生素B5）的重要原材料之一，维生素B5也是β-丙氨酸最大的下游需求。泛酸钙是人体和动物体内辅酶A的组成部分，参与碳水化合物、脂肪和蛋白质的代谢作用，有利于各种营养成分的吸收和利用，是人体和动物维持正常生理机能不可缺少的微量物质，被广泛应用于饲料添加剂、医药、日化、食品添加剂等众多领域。目前，全球D-泛酸钙总产能约为2.8万吨，国内产能占全球近80%的市场份额。2022年全球泛酸钙市场规模达到16.13亿元，国内市场规模达到4.79亿元。预计到2028年全球泛酸钙市场规模将达到23.7亿元，市场年复合增长率预估为6.87%。
- ◆ 据贝哲斯咨询测算，2022年全球β-丙氨酸市场规模达到5.49亿元，中国β-丙氨酸市场规模达到1.45亿元。到2028年全球β-丙氨酸市场规模将达到7.12亿元，期间市场规模复合增长率将为4.65%。

图：维生素B5（泛酸钙）工艺路线：关键中间体为β-氨基丙酸和DL-泛解酸内酯



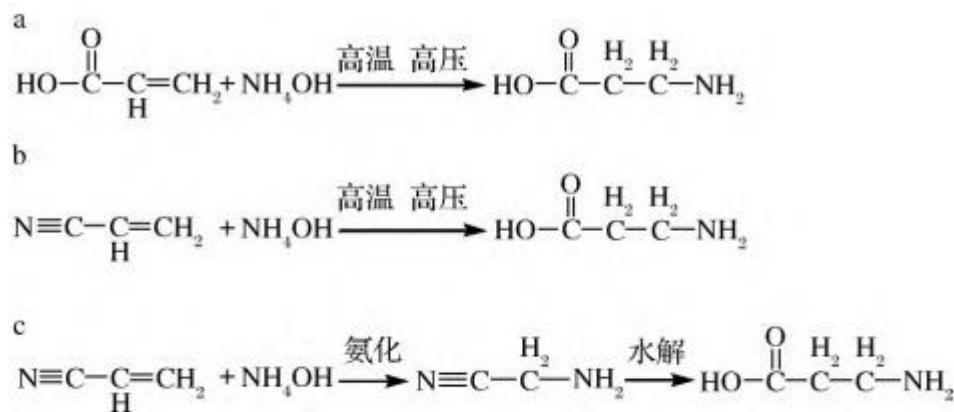
资料来源：华恒生物招股说明书，国信证券经济研究所整理

资料来源：孙志浩.泛酸系列产品生产、应用现状及展望[J].化工科技,2004(05):43-47., 国信证券经济研究所整理

β-丙氨酸：化学合成法与生物法制备

- ◆ 2016年，华恒生物成功实现了酶法生产β-丙氨酸技术的产业化，初步实现了生物制造技术对传统化工制造方法的有效替代，但是产品成本较高。经过两年多的持续研发，华恒生物于2018年底实现了以廉价易得的丙烯酸为原料，利用人工合成酶催化生产β-丙氨酸的工艺技术进一步替代了原有由L-天冬氨酸生产β-丙氨酸的工艺，实现了生物制造技术工艺的升级和迭代。
- ◆ 2022年全球维生素B5（泛酸钙）市场规模达到16.13亿元（人民币），全球主要生产企业仅6家，亿帆医药、山东新发、山东华辰、兄弟科技、帝斯曼、巴斯夫。目前年产能27000吨，其中亿帆医药是泛酸钙龙头，产能为8000吨至12000吨左右，占全球总产能40%左右。

图：β-丙氨酸化学合成方法



a - 丙烯酸氨化反应; b - 丙烯腈的氨化反应;
c - 丙烯腈的氨化水解法

图：L-天冬氨酸法合成β-丙氨酸

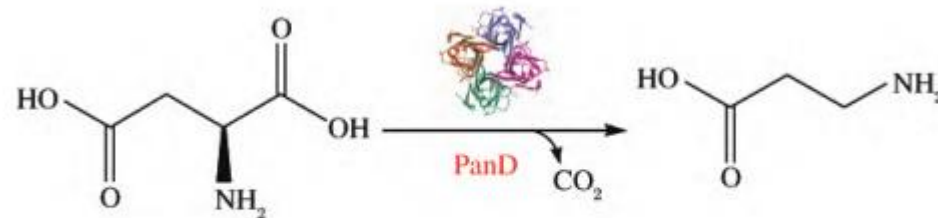
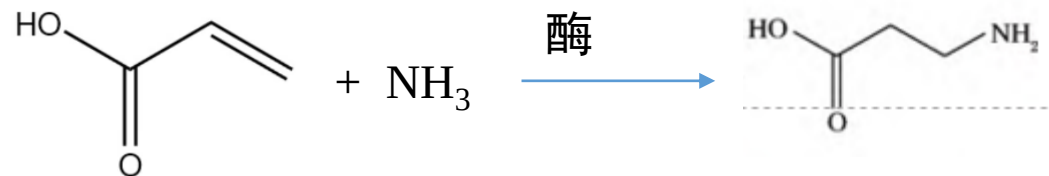


图2 PanD 催化反应方程式^[24]

资料来源：赵嫚,刘薇,成浩等.β-丙氨酸合成方法的研究进展[J].食品与发酵工业,2022,48(10):306-313，国信证券经济研究所整理

图：丙烯酸法合成β-丙氨酸

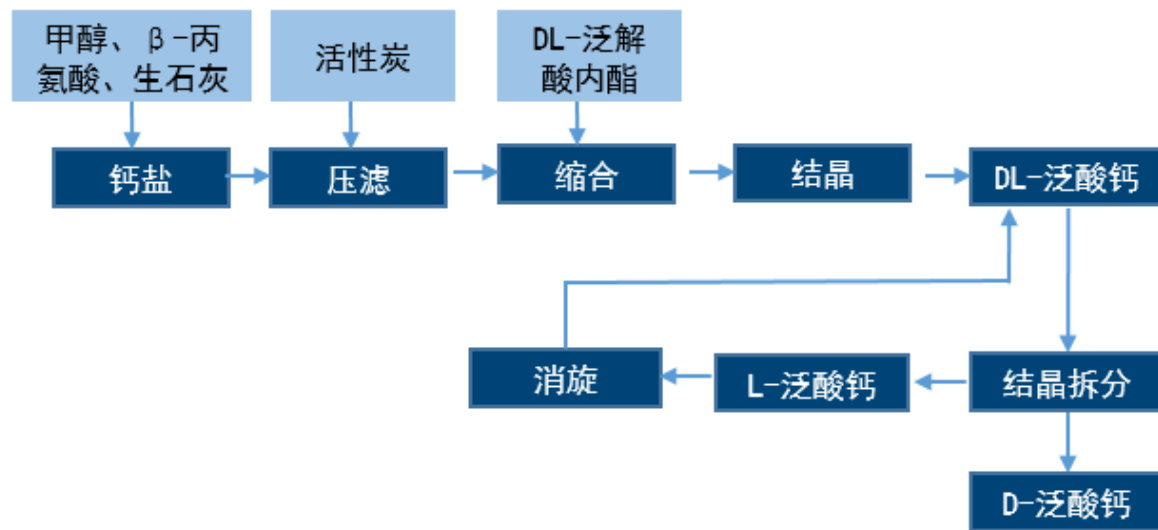


资料来源：赵嫚,刘薇,成浩等.β-丙氨酸合成方法的研究进展[J].食品与发酵工业,2022,48(10):306-313，国信证券经济研究所整理

D-泛酸钙：化学制备与生物制备流程

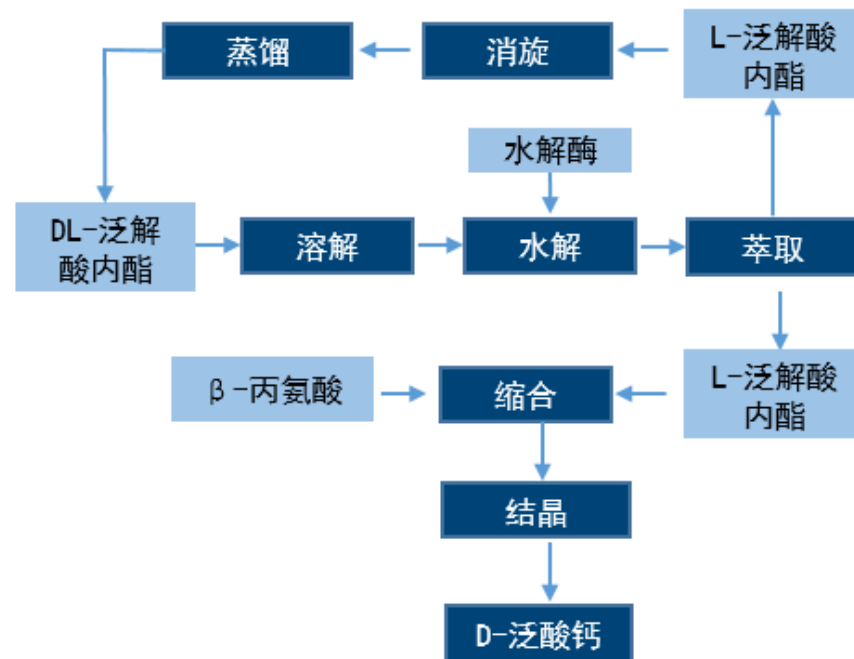
- ◆ **化学法：**是制备D-泛酸钙的传统方法，首先由DL-泛解酸内酯与 β -氨基丙酸钙反应制得DL-泛酸钙，由于DL-泛酸钙的溶解度比D型L型都大，可采用晶种诱导法将D型和L型分别析出，其中的L-泛酸钙经碱催化消旋，最终转化为D-泛酸钙。该方法技术比较成熟，但是只能生产泛酸钙，不能生产泛酸的衍生物，如泛醇。且化学拆分剂价格高，分离困难，存在毒性。
- ◆ **生物酶法：**是先拆分DL-泛解酸内酯得D-泛解酸内酯，将L-泛解酸内酯萃取分离后，再与 β -氨基丙酸钙反应制得D-泛酸钙。生物酶法生产成本低，毒性小，污染少。

图：鑫富生化化学诱导拆分法生产D-泛酸钙流程



资料来源：鑫富生化招股说明书，国信证券经济研究所整理

图：鑫富生化生物酶法生产D-泛酸钙流程



资料来源：鑫富生化招股说明书，国信证券经济研究所整理

华恒生物：全过程生物法制备D-泛酸钙优势明显



- ◆ 华恒生物β-丙氨酸生产技术以廉价易得的丙烯酸为原料，利用人工合成酶催化生产β-丙氨酸，该技术反应条件温和 反应转化率高，且具有绿色环保优势，代表着行业领先水平。丙烯腈为原料的化学合成法生产工艺，工艺的反应条件苛刻，环境压力大。
- ◆ 华恒生物制备D-泛酸钙的D-泛解酸内酯，采用了创新性的动态动力学拆分工艺，在DL-泛解酸内酯水解的同时，以酶法消旋L-泛解酸内酯，最终实现D-泛解酸内酯“一锅法”转化。相比于传统工艺，该方法避免了有机萃取溶剂的残留问题，简化了 L-泛解酸内酯二次拆分的步骤，大幅节省能源耗用，提升了产品经济性。

图：华恒生物酶法与化学法制备β-丙氨酸优劣比较

项目	华恒生物酶法	行业其他技术	综合比较
技术名称	酶法	化学合成法	酶法在能耗节约、成本降低等方面更具优势
工艺步骤	①常温常压 ②酶催化 ③以丙烯酸为原料 ④膜分离技术	①高温高压 ②化学催化 ③以丙烯腈为原料	公司技术优势主要体现在： ①常温常压，降低成本 ②生物质催化剂，环境友好 ③以更廉价易得的丙烯酸为原料，有效降低生产成本
技术指标	①反应时长小于2h ②产物浓度≥300g/L ③时空产率≥150g/L/h	不具备可对比的技术指标	技术优势主要体现在： 原子经济性高，酶活力高，大幅降低生产成本

图：华恒生物酶法与普通化学法制备D-泛解酸内酯优劣比较

项目	华恒生物技术	同行业其他技术	综合比较
β-丙氨酸制备技术	酶法	化学合成法	酶法在能耗节约、成本降低等方面更具优势
	①常温常压 ②酶催化 ③以丙烯酸为原料 ④膜分离技术	①高温高压 ②化学催化 ③以丙烯腈为原料	公司技术优势主要体现在： ①常温常压，降低成本 ②生物质催化剂，环境友好 ③以更廉价易得的丙烯酸为原料，有效降低生产成本
D-泛解酸内酯制备技术	“一锅法”酶转化	水解酶拆分、化学法消旋法	公司技术优势主要体现在： 工艺步骤简单、生产成本降低
	生产工艺拆分收率≥90%	生产工艺拆分收率≥80%	一步获得D-泛解酸内酯，缩减了反应步骤

资料来源：华恒生物招股说明书，国信证券经济研究所整理

资料来源：华恒生物招股说明书，国信证券经济研究所整理

3

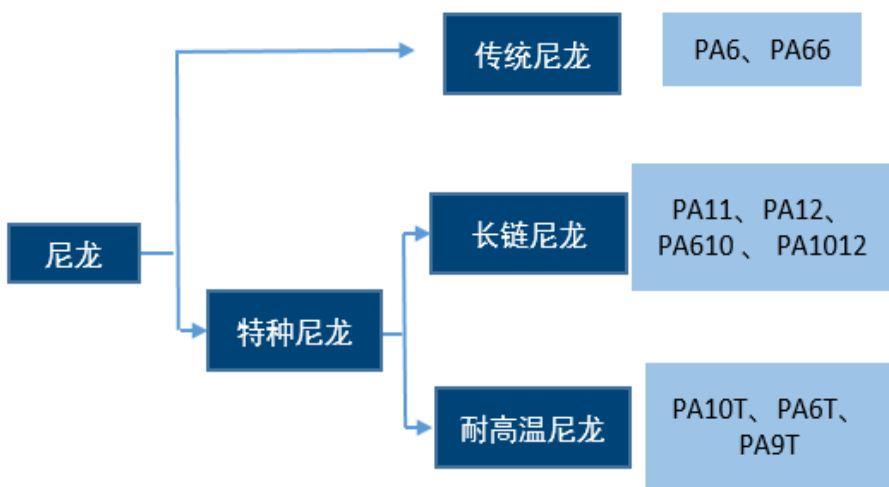
合成生物学：生物基尼龙

[返回目录](#)

尼龙（聚酰胺）概况：是五大工程塑料中产量和消费量最高的品种

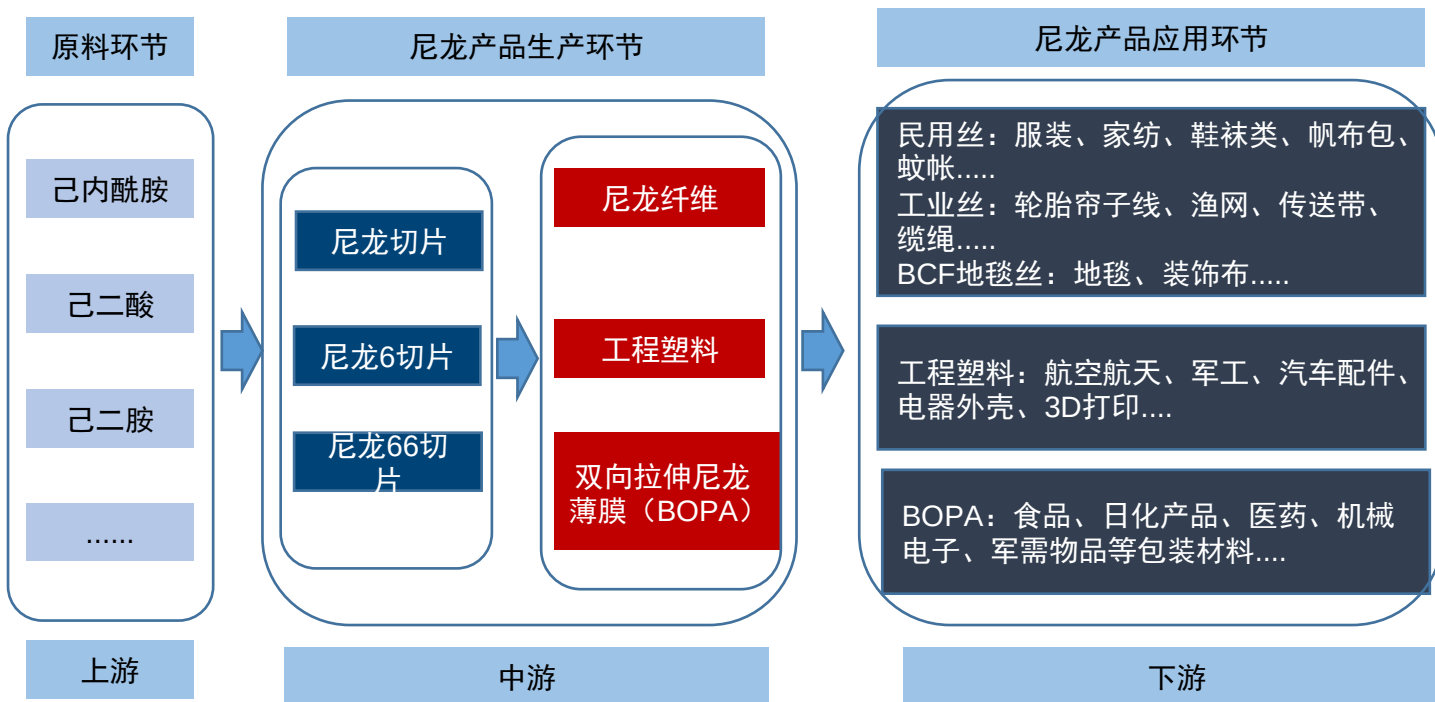
- ◆ 尼龙（聚酰胺）是一类分子主链上具有重复酰胺基团的热塑性树脂的总称，是五大工程塑料中产量和消费量最高的品种。英文名称Polyamide（简称PA）。尼龙（PA）由于高强度、高韧性、耐磨及耐冲击性等特点，在工程塑料、合成纤维、塑料薄膜、涂料和粘合剂等领域应用广泛，是五大工程塑料中产量和消费量最高的品种。尼龙上游基本原材料以纯苯为主，中间产品有环己酮、己内酰胺、己二酸、己二胺、己二腈等，下游产品主要是尼龙纤维、尼龙薄膜和尼龙工程塑料。
- ◆ 在工业分类中，通常将包含10个碳链以下的尼龙称为短碳链尼龙，主要包括尼龙6，尼龙66等。将含有10个碳链以上的尼龙称为长碳链尼龙，包括尼龙11、尼龙12，尼龙1212、尼龙1012等。

图：尼龙种类简介



资料来源：新材料在线，国信证券经济研究所整理

图：尼龙产业链



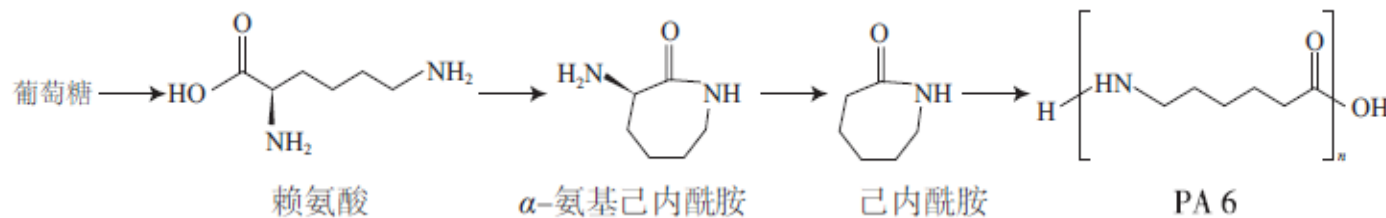
资料来源：新材料在线，国信证券经济研究所整理

生物基尼龙：生物法聚酰胺（PA）技术壁垒较高

◆ 聚酰胺（PA）是主链具有酰胺结构的线型高分子的统称，可用于塑料或者纤维，主要产品包括脂肪族PA、芳香族PA和半芳香族PA（如PA 6，PA 66，PA 610，PA 6T，PA 11，PA 46，PA 10等）。PA具有良好的力学性能、耐热性、耐磨损性、耐化学药品腐蚀性和自润滑性，且摩擦系数低，有一定的阻燃性和自熄性。PA材料优异的性能使其在工业上广泛应用于电子电器、汽车、力学组件、医疗医药等领域。随着技术的进步，PA的应用范围将更广。目前，PA产业主要以工程塑料为主要发展方向，同时进行节能环保的技术革新，使PA变得更加绿色环保。

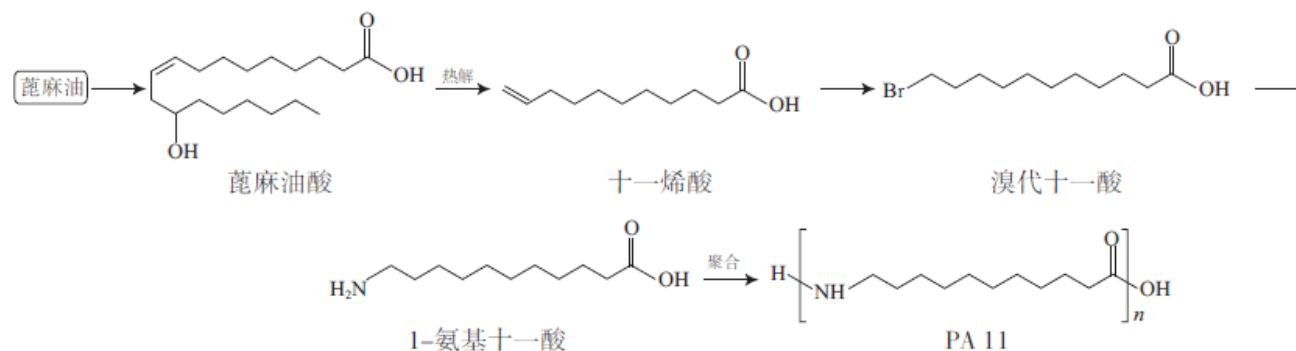
◆ 生物基PA、节能低耗以及功能化PA将是促进PA行业可持续发展的三大方向。生物制造具备较广阔的市场空间，然而生物法制造长链二元酸、生物基戊二胺、生物基聚酰胺等产品的技术开发和产业化往往需要大量的时间，且失败率极高，投资规模大，具有显著的技术壁垒。目前值得关注的是，生物基聚酰胺材料方面，【凯赛生物】公司在生物法长链二元酸、生物基戊二胺和生物基聚酰胺行业竞争中的优势地位较为突出，其基于自产的生物基戊二胺与二元酸的缩聚得到生物基聚酰胺产品，如聚酰胺-56（PA56），具有高强、耐磨、阻燃、吸湿、回弹性好等特点。

图：葡萄糖制备PA6合成路线



资料来源：戴军,尹乃安.生物基聚酰胺的制备及性能[J].塑料科技,2011,39(05):72-75, Chemical Book, 国信证券经济研究所整理

图：蓖麻油制备PA11合成路线



资料来源：戴军,尹乃安.生物基聚酰胺的制备及性能[J].塑料科技,2011,39(05):72-75, Chemical Book, 国信证券经济研究所整理

3.1

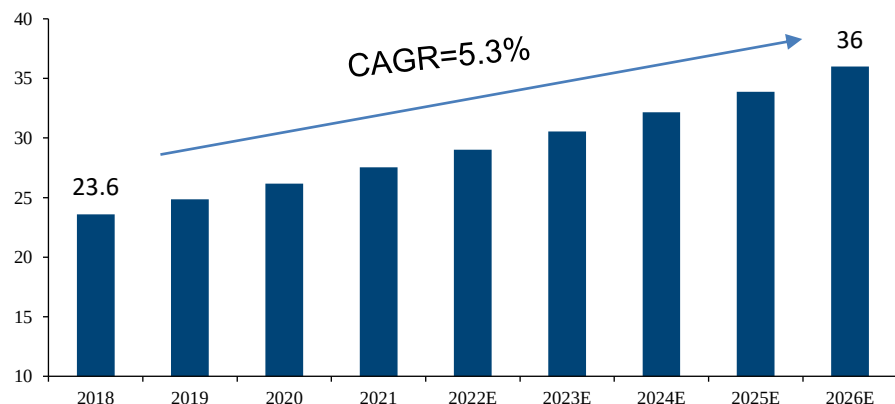
十二烷二酸（DC12）行业格局梳理

[返回目录](#)

长链尼龙：属于特种尼龙，性能优异下游应用前景广阔

- ◆ **特种尼龙主要包括长链尼龙和高温尼龙。**其中，长链尼龙是重复单体数量超过10的尼龙，产品主要包括PA12、PA11、PA610、PA612、PA410、PA1010、PA1012等。长链尼龙占据了特种尼龙的大部分，主要用于汽车热管理部件，家电、电子等对导热塑料的需求也快速增长。据Polaris Market Research，2018年全球特种尼龙市场规模约23.6亿美元，2026年全球特种尼龙市场规模将达到36.0亿美元，年复合增长率达5.3%。汽车轻量化发展趋势是特种尼龙市场规模扩大的驱动力之一。2008年至今，尼龙6与尼龙66价格约在1-4万元/吨，而长链尼龙PA12价格约为10-14吨之间，这是由于特种尼龙产品产能由少数化工巨头垄断，利润空间较大，随着国产化的推进，长链尼龙价格有望下降。
- ◆ **长链尼龙性能优异，下游应用领域广阔。**在汽车领域，长碳链尼龙是制造汽车油管的理想材料，发达国家60%-70%的长碳链尼龙用于生产汽车软管，如刹车管、输油管、离合器软管等，欧洲的汽车软管70%使用的是PA12，美国也50%的汽车软管是用PA12制成。此外长碳链尼龙还用作消音齿轮、轴承、止推垫、抗震件等；PA12、PA11等长链尼龙制作的运动零件运转时噪音低，广泛应用于录音机和中标齿轮，小型精密机械件。用长链尼龙制作电缆防护层可以提高电缆的使用寿命，用作海底光缆包覆层可以减少信号在传输过程中的损失；长链尼龙耐候性能好，符合军事装备理想的需求，可用来制备枪托、握把、降落伞盖，军用油箱、通讯设施外壳等。步兵武器轻量化趋势也增加了轻武器装备对于长链尼龙的需求；尼龙11及尼龙12还用于高级涂料和粘合剂，用于复合材料的制备。

图：2017-2026年全球特种尼龙行业市场规模（亿美元）



资料来源：华经产业研究院，国信证券经济研究所整理

图：长链尼龙制备的刹车管、海底包覆线、步枪等



资料来源：DT新材料，国信证券经济研究所整理

长碳链尼龙生产：国产化率为25%，国产化替代空间广阔

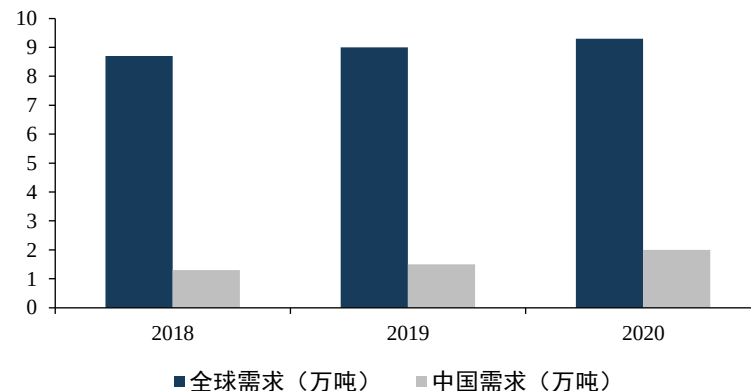
- ◆ 长链尼龙是重复单体数量超过10的尼龙，产品主要包括PA12、PA11、PA610、PA612、PA1010、PA1012等。PA610与PA612由长链二元酸与己二胺缩聚得到，己二胺碳链长度仅为6，使这两种材料的耐温性和机械性能由于长链尼龙PA11/PA12，但略低于PA6及PA66。长碳链尼龙相较PA6及PA66的优点主要有，吸水率低，尺寸和性能较为稳定，加工温度低、电性能优良、抗疲劳和抗低温性能突出。PA12与PA11性能接近，由于PA11原料为蓖麻油，各国纷纷开始用PA12代替PA11。
- ◆ 国内长碳链尼龙生产仍亟待突破，国产替代空间广阔。我国由于实现了发酵法生产二元酸，拥有了自主知识产权的牌号PA1012、PA1212，并实现了量产，其性能与PA11及PA12接近，有效降低了我国长链二元酸的进口量。据DT新材料数据，国内长链尼龙的年需求量约为8万吨，国产化率约为25%，长链尼龙长期被法国阿科玛、德国德固赛（赢创）、瑞士EMS和日本宇部兴产公司垄断，这些国外巨头覆盖了原料、单体、聚合物和复材整个产业链。但随着技术的不断提升，中国在长链尼龙领域也有了长足进步，如PA1012国产化率自2019年已经超过30%，万华化学也开始工业化生产PA12。

图：全球长链尼龙主要生产厂家



资料来源：各公司官网，国信证券经济研究所整理

图：2018-2020年全球及中国PA12市场需求



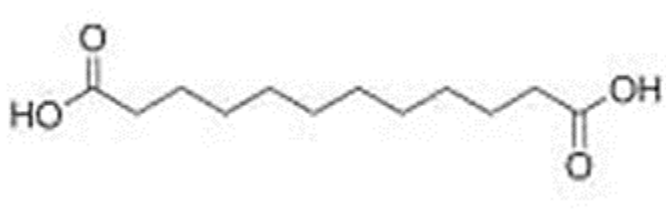
资料来源：华经产业研究院，国信证券经济研究所整理

十二烷二酸（DC12）：主要制备PA612长链尼龙

◆十二烷二酸（DC12、月桂二酸）可用于制备PA612、润滑油、高档防锈剂、高级粉末涂料、热熔胶、合成纤维以及其他聚合物。此外，近年来，长链二元酸逐渐在医药中间体及香料方面拓展新的应用领域。PA612吸水性低，尺寸稳定、耐腐蚀和低温冲击，柔韧性更好，主要应用于汽车、电器、机械等行业，如线圈骨架、电缆绝缘层、油压系统等。

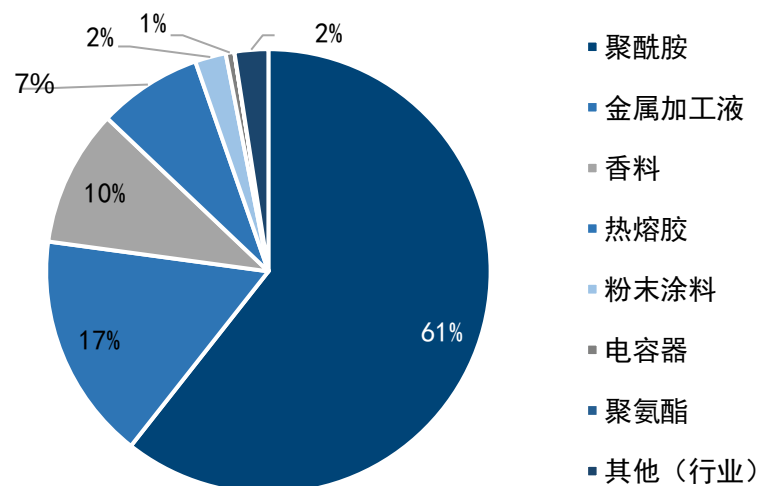
◆长链二元酸传统上以化学法生产为主。传统化学法长链二元酸（主要为DC12月桂二酸）以英威达为代表，传统化学法已自2015年底开始逐步退出市场；以生物制造方法生产的长链二元酸系列产品则经济性及绿色环保优势突出，近几年正逐步主导市场。凯赛生物以生物法生产主导市场。凯赛生产的月桂二酸拥有7.5万吨长链二元酸产能（主要为DC12及DC13），2022年长链二元酸产品销售近6万吨，产品在全球市场占有率高达八成左右，而在国内市场占比约在九成以上。国际市场上仅剩赢创及UBE建设有千吨级化学法DC12产能。

图：十二烷二酸结构式



资料来源：ChemicalBook，国信证券经济研究所整理

图：2022年凯赛生物长链二元酸下游应用（DC12为主）



资料来源：凯赛生物公司公告，国信证券经济研究所整理

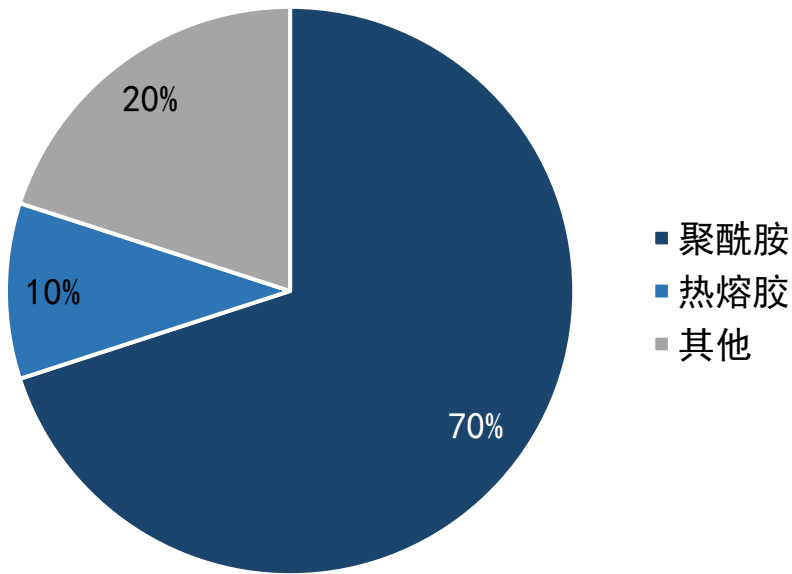
癸二酸（DC10）：用于生产多种长链尼龙、热熔胶等

◆ 癸二酸用途广泛，主要用来制取癸二酸的酯类，其酯类用途广泛，如癸二酸二丁酯、癸二酸二辛酯、癸二酸二异辛酯。这些酯类可作塑料、耐寒橡胶的增塑剂，也可用于制取聚酰胺、聚氨酯、醇酸树脂、合成润滑油、润滑油添加剂以及香料、涂料、化妆品等。也可用作生产尼龙1010、尼龙910、尼龙810、尼龙610、尼龙9的原料及耐高温润滑油二乙基己酯的原料。也是生产醇酸树脂(用作表面涂料、增塑硝酸纤维素涂料和聚氨酯树脂清漆)和聚氨基甲酸酯橡胶、纤维素树脂、乙烯基树脂及合成橡胶的增塑剂、软化剂和溶剂的原料。

表：癸二酸用途

用途	简介
生产尼龙类塑料	如尼龙9、尼龙11、尼龙211、尼龙610、尼龙612、尼龙810、尼龙1010等的主要原料之一。
增塑剂	癸二酸的酯类产品，如癸二酸二丁酯、癸二酸二辛酯、癸二酸二异辛酯等，由于低毒、耐寒、耐高温的良好特性，被作为增塑剂而广泛使用。
生产香料、涂料或化妆品	癸二酸乙酯化产品可用于生产香料、涂料或化妆品。
高温润滑油	癸二酸是生产二乙基己酯(高温润滑油)的原料。
用作表面涂料、和清漆	癸二酸是生产醇酸树脂、以及纤维素树脂、乙烯基树脂、聚氨基甲酸酯橡胶的原料。
表面活性剂	癸二酸还被运用于生产表面活性剂以及一些添加剂中。
医药行业以及液晶材料的制备	高纯度的癸二酸还可用于医药行业以及液晶材料的制备。

图：2021年全球癸二酸下游需求分布



资料来源：华经产业研究院，国信证券经济研究所整理

资料来源：华经产业研究院，国信证券经济研究所整理

癸二酸（DC10）生产工艺：蓖麻油裂解法及生物发酵法

◆ 长链二元酸生产工艺以蓖麻油裂解法为主。以工业生产和应用的十碳二元酸为例，蓖麻油裂解法主要工艺流程是蓖麻油裂解生成蓖麻油酸钠皂，然后进一步制备得到蓖麻油酸，蓖麻油酸在苯酚的存在下，加碱、加热进行高温裂解，生成十碳二元酸双钠盐，然后进一步加热、加酸、脱色、结晶得到十碳二元酸。采用蓖麻油催化裂解法制备十碳二元酸，生产过程复杂、在250~270℃的高温下进行反应，使用苯酚或邻甲酚有毒试剂，污染环境，严重制约着蓖麻油裂解法生产十碳二元酸产业的发展。

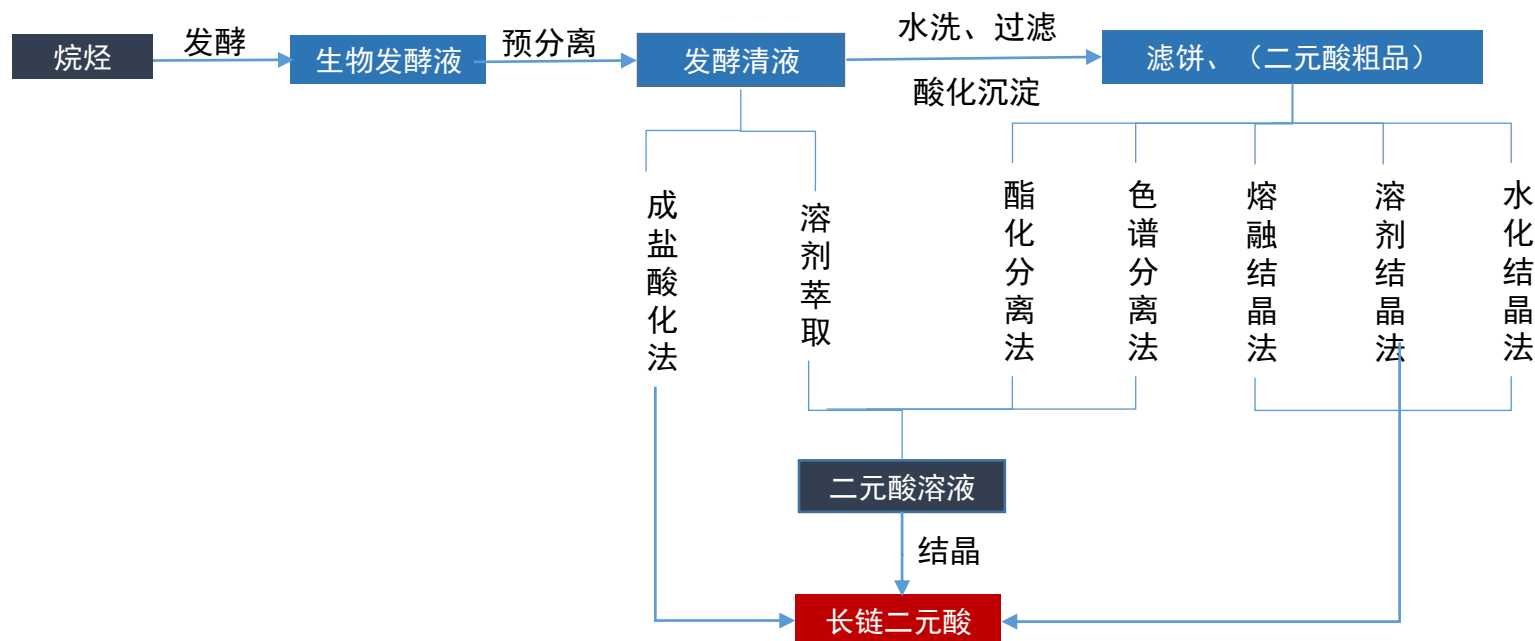
◆ 生物法主要包括将外购的烷烃粗品经过初馏塔的初步分离，再通过精馏塔进行精馏，得到合格的烷烃；再通过培养基制备、灭菌和菌种制备后进行发酵（ α, ω -氧化）；最后长链二元酸提取精制，即在发酵结束后，酸化结晶，得到长链二元酸粗品，对粗品精制后干燥得到长链二元酸成品。

图：蓖麻油裂解法制备癸二酸流程



资料来源：华经产业研究院，国信证券经济研究所整理

图：生物发酵法生产癸二酸流程

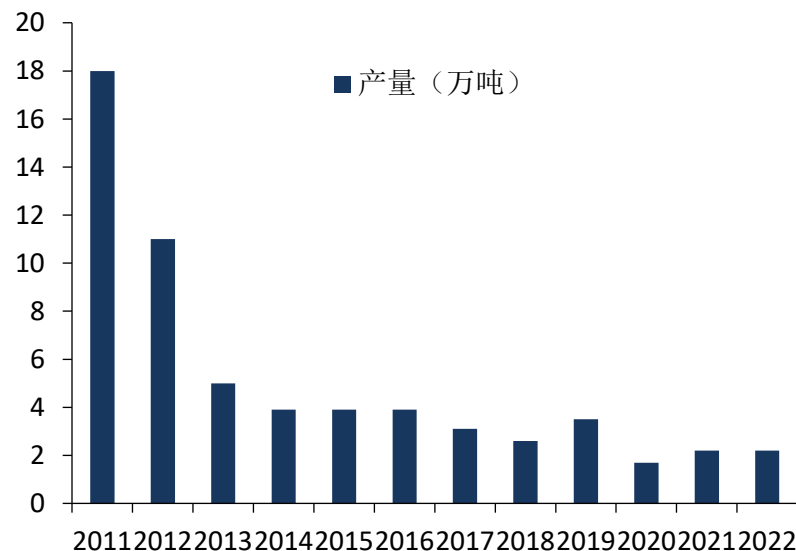


资料来源：华经产业研究院，国信证券经济研究所整理

蓖麻油：我国主要从印度进口，全球蓖麻油仍有较大的缺口

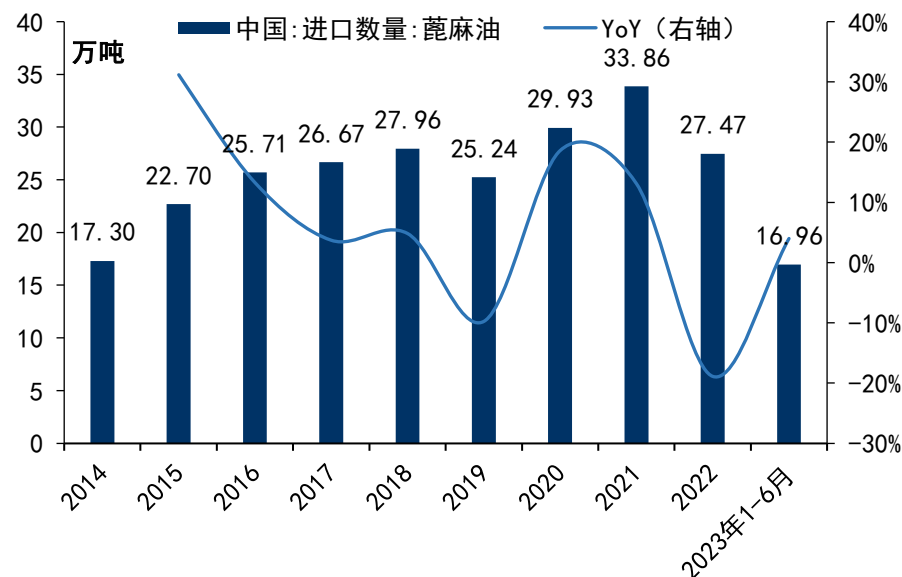
- ◆ 蓖麻是世界上十大油料作物之一，是具有特殊工业用途的重要工业油，其籽粒、叶片、茎秆、果壳综合利用价值高，可用于下游化工、航空、医药和机械制造等行业。21世纪初期，我国因劳动力不足等原因，蓖麻种植面积持续减少，蓖麻籽产量持续下降，目前已经逐渐由从蓖麻原料输出国变成进口国。据FAO数据，2000年中国蓖麻籽产量有30万吨，到2021年我国蓖麻籽产量下降至为2.1万吨。随着我国蓖麻籽产量的减少，我国每年大量进口蓖麻籽进行加工：2022年我国进口蓖麻籽1.48万吨，出口蓖麻籽40千克。
- ◆ 全球蓖麻油的供需仍不平衡，全球市场仍有缺口。从进口国来看，我国蓖麻油及其分离品进口来源较为单一，2022年我国从印度进口蓖麻油及其分离品27.34万吨，占比达99.53%。除此以外，我国还从日本、菲律宾、泰国、美国等国家少量进口这些产品。

图：近年中国蓖麻籽产量持续下滑



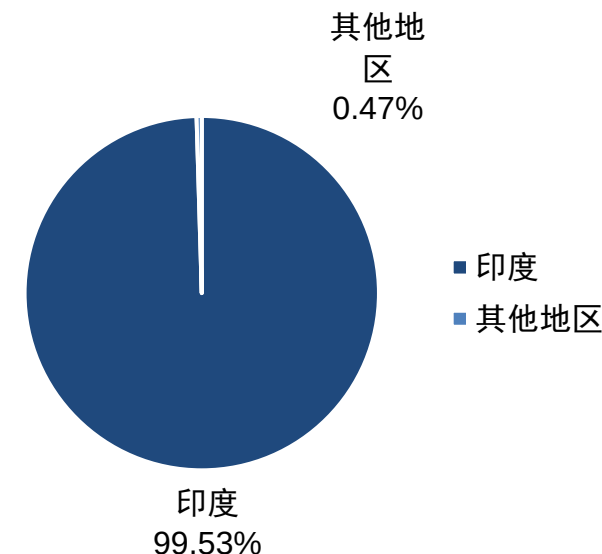
资料来源：中国海关，智研咨询、国信证券经济研究所整理

图：近年来中国蓖麻油进口情况



资料来源：中国海关总署、国信证券经济研究所整理

图：2022年我国蓖麻油及其分离品进口来源



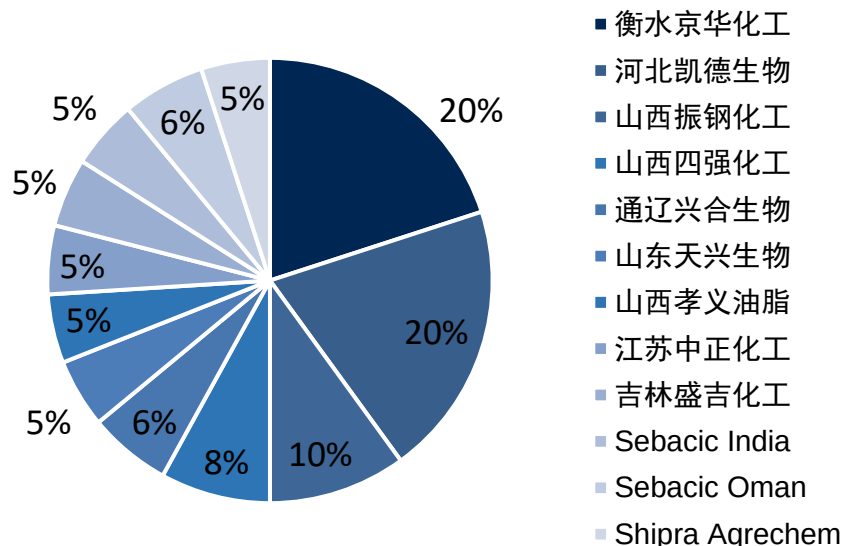
资料来源：中国海关，智研咨询、国信证券经济研究所整理

癸二酸（DC10）：中国产能占比83.92%，预计需求增速约5.5%

◆ 中癸二酸产能约占全球的83.92%。目前全球主要生产商的癸二酸产能为19.9万吨，中国产能为16.7万吨，占比83.92%，预计2024年全球癸二酸产能为28.2万吨，开工率为45.82%。主要通过蓖麻油裂解法生产，因为反应过程涉及酸碱和苯酚等有毒物质，在美国等国家癸二酸产能逐步退出。目前全球范围内在建产能包括Sebric Oman的1.8万吨癸二酸项目、南充联盛新材料的2.5万吨癸二酸和凯赛生物的生物法癸二酸。

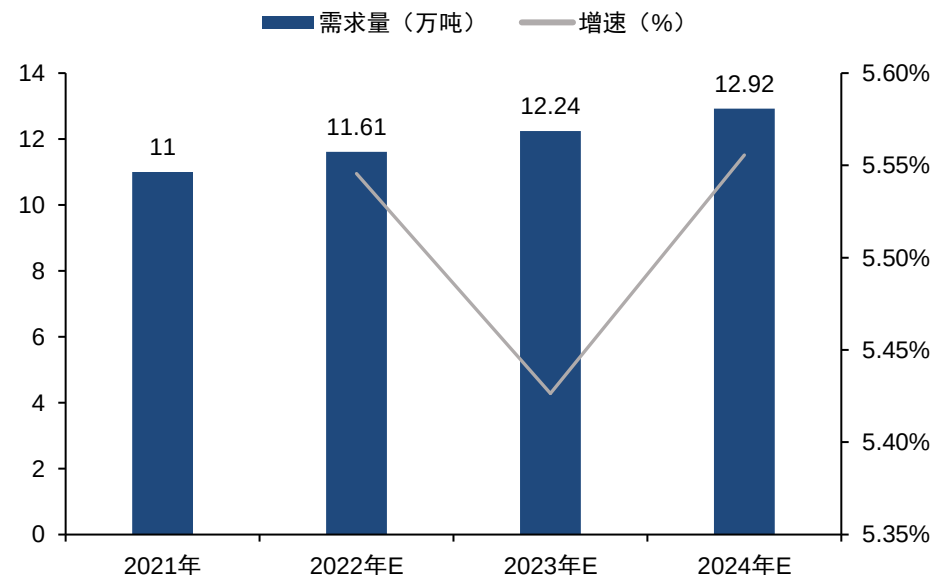
◆ 据华经产业研究院数据，2021年癸二酸全球需求规模约11万吨，预计到2024年全球癸二酸需求规模增长至12.92万吨，2018年全球癸二酸市场规模为3.85亿美元，2026年预计达到6亿美元，2018-2026年的CAGR约为5.5%

图：2021年全球癸二酸现有主要生产产能



资料来源：华经产业研究院，国信证券经济研究所整理

图：2021-2024年全球癸二酸需求量及增速



资料来源：华经产业研究院，国信证券经济研究所整理

3.3

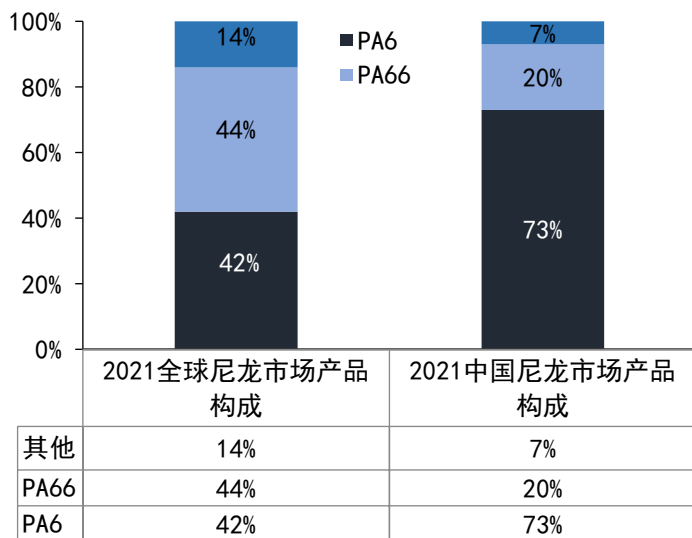
戊二胺及生物基尼龙行业格局梳理

[返回目录](#)

尼龙：主要为PA6和PA66品种，龙头加速布局PA66中

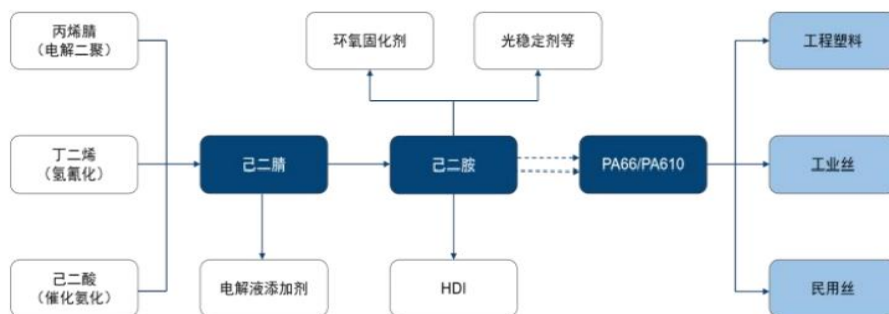
- ◆ 全球尼龙市场以短碳链的尼龙6和尼龙66为主，占比达到86%。其中PA6与PA66的消费量相近。中国由于己内酰胺国产化率大幅提高，导致尼龙6价格下降，下游市场迅速打开，而尼龙66的重要上游原材料之一己二腈国产化率较低，使尼龙66价格较高，限制了尼龙66的下游应用。中国尼龙市场中73%均为PA6，约20%为PA66。
- ◆ PA66是由己二酸和己二胺通过缩聚反应制得，己二胺是由己二腈加氢制得，而己二腈的生产工艺包括丁二烯法、丙烯腈电解二聚法和己二酸催化氢化法，目前应用最广泛较好的是丁二烯法。由于国内企业缺少己二腈的生产工艺，导致“己二腈-己二胺-PA66”产业链由海外寡头企业高度垄断，己二腈完全依靠进口，国内PA66生产企业均需进口己二腈、己二胺或PA66 盐作为原料。目前国内多家企业的己二腈技术中试成功，正处于规模化产能建设阶段，有望改变国内尼龙产业格局。**2021年国内PA66产能为59万吨，行业开工率66.03%，表观消费量52万吨，进口依赖度约49%。**受限于己二腈生产产能的缺少，我国PA66供给增长缓慢，年均复合增速仅5.8%，导致下游消费量的增长几乎停滞。从产品应用面来看，PA66在工程塑料的应用占比约60%，由于其强度高、刚性好、抗冲击、耐油、耐磨等特点，产品主要应用于汽车部件、电力和电子器件。国内作为全球第一汽车生产和消费大国，在发动机、电气部件、车身部件和安全气囊等部位均可以通过使用尼龙材料以达到轻量化和降成本的目标，PA66 需求空间巨大。待己二腈国产工艺规模化生产后，PA66需求有望在新增供给的支撑下快速增长。

图：2021年全球及我国尼龙市场产品结构占比



资料来源：新材料在线，国信证券经济研究所整理

图：传统PA66生产工艺路线



资料来源：康亚旭,崔永亮.尼龙66生产现状与发展方向预测[J].科技与创新,2016(06):49-50,国信证券经济研究所整理

图：中国尼龙66市场供需情况

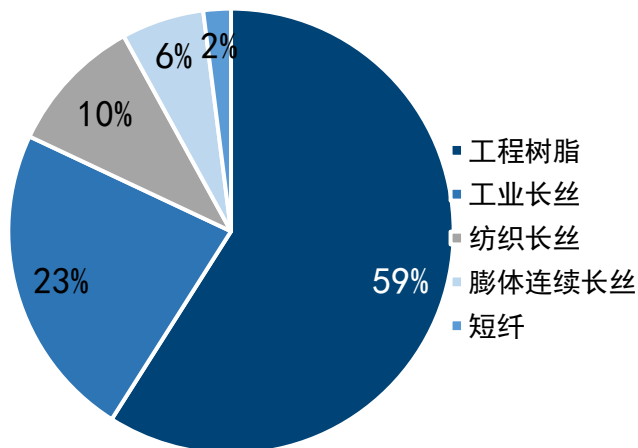


资料来源：卓创资讯，国信证券经济研究所整理

尼龙66供需情况及预测

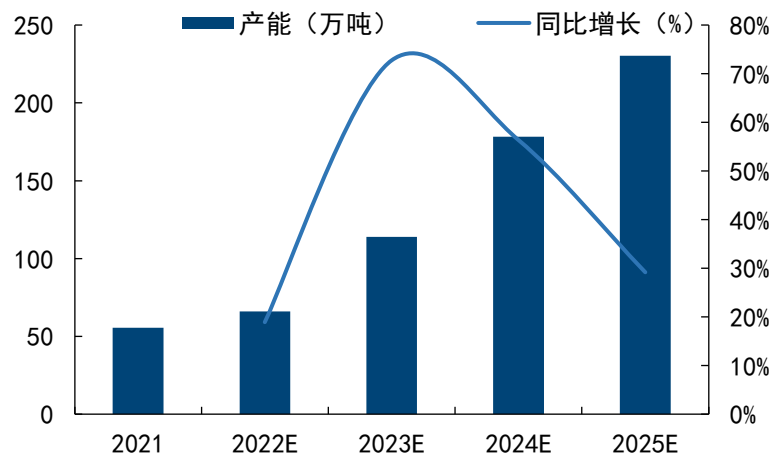
- ◆ 尼龙66工程塑料密度小、化学性能稳定、力学性能良好、电绝缘性能优越、易加工成型等，被广泛应用于汽车、电子电器、机械仪器仪表等工业领域。只有约10%作用用于纺织服装。
- ◆ 2021年中国尼龙66产能达55.5万吨，尼龙66高端产品产能主要集中在欧美地区，国内尼龙66产能近年来虽有较大幅度增长，但主要集中在中低端产品，在天辰齐翔20万吨己二腈与英威达上海40万吨己二腈分别于2022年初、2022年中期建成投产后，预计2025年中国尼龙66产能将突破230万吨。
- ◆ 高速发展的汽车行业为代表的消费市场的推动，使得国内对尼龙66的需求量逐年上升，2021年我国尼龙66表观消费量为51.58万吨，预计未来几年国内尼龙66需求将以40%速度增长，到2025年，国内尼龙66需求预计达到198万吨。

图：尼龙66主要下游需求



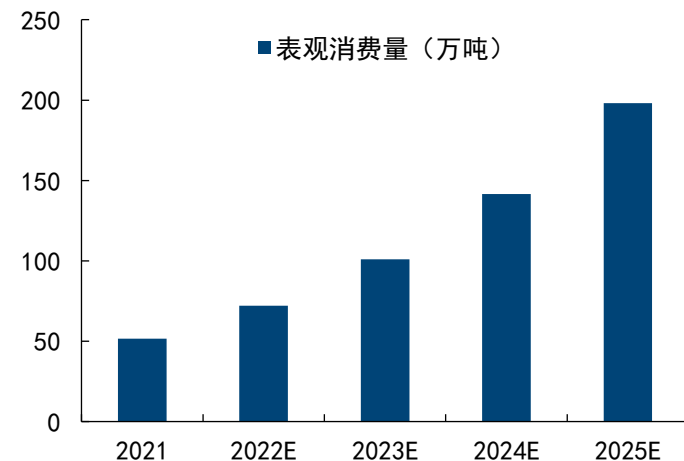
资料来源：共研网，国信证券经济研究所整理

图：尼龙66产能统计及预测



资料来源：共研网，国信证券经济研究所整理

图：尼龙66表观消费量统计及预测

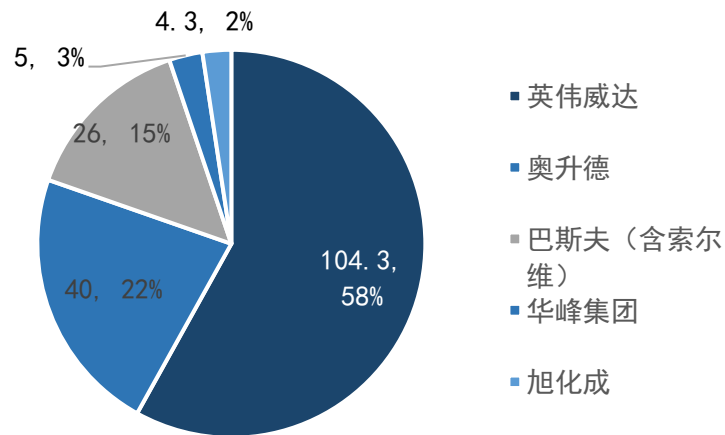


资料来源：共研网，国信证券经济研究所整理

己二胺及己二腈：市场格局梳理

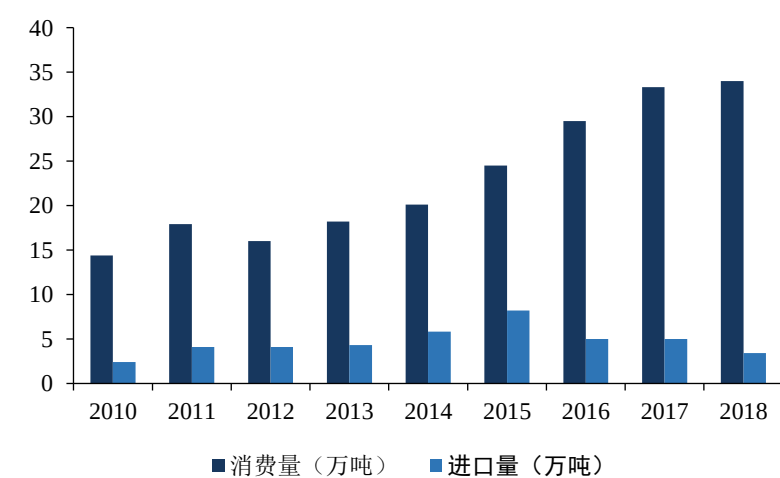
- ◆ 尼龙66的上游原料之一是己二胺，其由己二腈加氢还原生成。己二腈的生产工艺较长，催化剂体系复杂，原料之一氰化物是剧毒化工品，己二腈生产壁垒很高。2021年，世界己二腈总产能205.3万吨/年，产量为139.7万吨。己二腈生产和消费主要集中在北美、西欧和东北亚等国家或地区，其产量分别为91.0万吨、41.1万吨和7.6万吨，且己二腈生产企业均建有配套的己二胺及尼龙材料装置，大部分用于本公司己二胺及尼龙66的生产，仅英威达、法国Butachimie公司剩余部分己二腈商品外售，我国己二腈产能仅5万吨，高度依赖进口。
- ◆ 2016年法国索尔维因己二腈供应不足发生己二胺装置停产；2017年英威达美国装置因飓风洪水影响己二腈等生产；2018年己二腈、己二胺和PA66装置因运行、天气和罢工等因素，多次停产，导致近几年己二腈-己二胺-尼龙产业链各环节的价格波动很大，己二胺的价格从2016年的23000元/吨上涨到2017年12月份的28000元/吨后，在不可抗力刺激下，突然涨到80000元/吨以上。

图：世界己二腈产能分布情况（万吨，%）



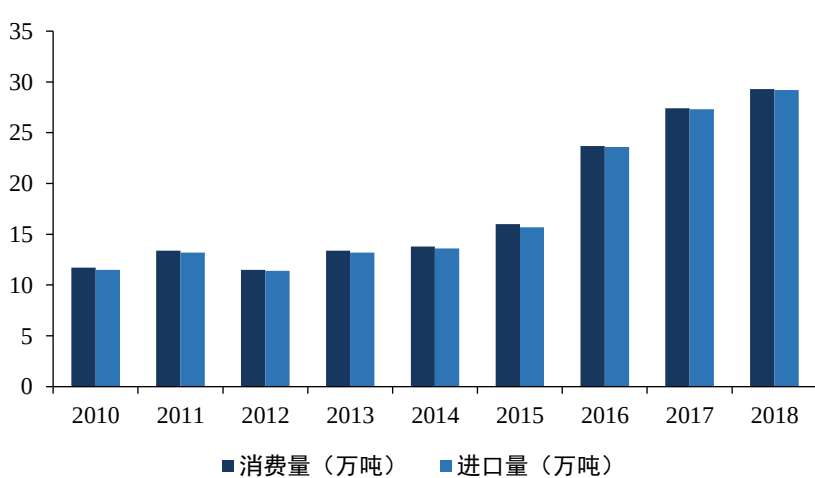
资料来源：智博睿，国信证券经济研究所整理

图：中国己二胺需求量和进口量



资料来源：智博睿，国信证券经济研究所整理

图：中国己二腈需求量和进口量



资料来源：智博睿，国信证券经济研究所整理

己二腈：生产方法及国产化进程

- ◆ 己二腈工业生产有己二酸催化氨化法、丙烯腈电解二聚法和丁二烯法三种方法，国产规模化落地在即。目前运行中的和新建的装置基本都采用副产物较少、原料消耗相对较低的丙烯腈电解二聚法和丁二烯法。国内量产己二腈的华峰集团采用己二酸法生产己二腈。己二腈生产技术被英威达、罗迪亚、首诺、孟山都、巴斯夫和旭化成等少数跨国公司垄断，国内曾经多次尝试自主建设己二腈生产装置。20世纪70年代中石油辽阳石化引进法国罗迪亚己二酸氨化法生产工艺，但由于装置能耗高、流程长、原料成本高，于 2002 年停产；山东润兴化工建设的丙烯腈电解法己二腈装置2015年 8 月发生爆炸事故，长期停产。生产技术方面，**己二酸法**投资额低，但现阶段己二酸价格偏高，且己二酸法能耗高，且副产品较多，工艺过程包含多个流程，目前主要是配套大量己二酸产能的华峰化学采用该技术。**丙烯腈法**反应过程仅需一步，产品易于精制提纯，但丙烯腈毒性和腐蚀性较强，且丙烯腈价格较高，产能规模难以扩大。相比之下**丁二烯法**反应温和，能耗低，产品收率高且质量好，是目前较好的工艺路线，但氢氰酸剧毒特性对安全要求极高。
- ◆ 近年来，己二腈国产化迎来转机，内外资都在积极扩产。英威达采用最新丁二烯技术，其温室气体排放比丙烯法制备己二腈减少60%，比己二酸法减少80%。中国化学开发出具有自主知识产权的丁二烯法制备己二腈技术，天辰齐翔用该技术于2022年成功投产。

图：己二腈生产方法对比

	丙烯腈法		丁二烯法		己二酸法	
	隔膜法	无隔膜法	氯化氨化法	直接氰化法	液相法	气相法
原料来源	广泛	广泛	广泛	广泛	广泛	广泛
原料成本	高	高	高	低	高	高
工艺过程	一般	一般	复杂	一般	复杂	复杂
能耗	高	较低	高	较低	一般	一般
规模生产	小	小	大	大	中	中
产品质量	一般	高	一般	高	一般	一般
收率	低	高	较高	高	较低	较低
环保	污染大	污染大	严重污染	污染一般	污染一般	污染一般
投资	较高	较高	高	较低	较低	较低

图：国内己二腈产能建设情况（不完全统计）

公司名称	地区	产能（万吨/年）	工艺	备注
华峰集团	重庆	30	丁二酸法	一期5万吨已投产，二期10万吨已建成
英威达	上海	40	丁二烯法	2022年12月建成
天辰齐翔新材料	山东淄博	30	丁二烯法	2022年7月投产
河南神马	河南	20	丁二烯法	一期5万吨2023年底试车
湖北三宁化工	湖北	10	己二酸法	预计23年底投产
河南峡光高分子	河南	5	丁二酸法	瑞典国际化工集团技术
陕西恒润化工	山西	1	丙烯腈法	
吉林弘泰新能源	辽宁	5	丙烯腈法	在建
扬农宁夏瑞泰科技	宁夏	2.5	己内酰胺法	投产
无锡殷达尼龙	无锡	0.5	己二酸发	投产
陕西泰丰盛合	宁夏	1	丁二烯法	开建

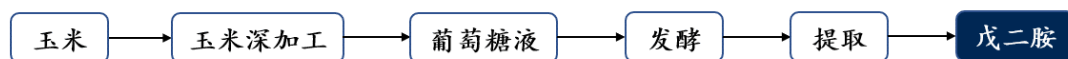
资料来源：观研天下，各公司公告，国信证券经济研究所整理

资料来源：观研天下，各公司公告，国信证券经济研究所整理

生物基尼龙56（PA56）生产工艺

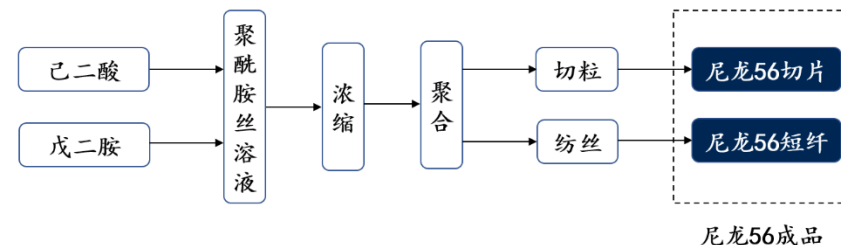
- **尼龙56原料戊二胺可采用生物法合成。**凯赛生物以天然的生物质原料高粱、玉米和小麦等为原料，利用微生物将糖类发酵制取的L-赖氨酸再转化为戊二胺，与石油基己二酸聚合研发出了生物基PA56纤维，其商品名为“泰纶”。第一步，利用玉米作为原料，经过淀粉酶和糖化酶的水解作用，将淀粉水解为葡萄糖液；第二步，通过培养基制备、灭菌和菌种制备后进行发酵；第三步，对含戊二胺的发酵液分离、精制，得到戊二胺纯品。
- **戊二胺与己二酸可以合成尼龙56。**将戊二胺和二酸（如己二酸）按照一定比例，通过成盐、浓缩、聚合，得到生物基聚酰胺熔体，再经过切粒得聚酰胺切片，或者经过熔体直纺得到聚酰胺短纤。
- **尼龙56替代尼龙66潜力巨大，国内厂商布局较少。**尼龙56产品在纺织领域拥有广泛的应用前景。作为全球最大的纺织品制造国，我国有着庞大的纺织业市场，在服装、箱包、地毯、工装等下游产业中都具备替代传统尼龙化纤等原料的潜力。在生物基聚酰胺领域，凯赛生物已建成年产10万吨聚酰胺项目；宁夏伊品生物科技股份有限公司于2017年公告投资建设生物基戊二胺及尼龙56项目，优纤科技（丹东）有限公司等公司经营范围包括聚酰胺56，产能为2万吨/年。

图：生物基戊二胺制造工艺



资料来源：凯赛生物招股书，国信证券经济研究所整理

图：生物基尼龙56制造工艺



资料来源：凯赛生物招股书，国信证券经济研究所整理

PA56与PA66性能对比：纤维性质



- ◆ **优异的物理性能：**PA56与PA6、PA66密度相当，与涤纶、PTT相比，密度明显小，具有质轻特点。PA56的玻璃化温度为45℃~50℃，低于PA66的55℃~60℃，远低于涤纶的70℃~75℃；PA56的柔软度接近羊绒，混纺产品手感更好、更柔软。PA56的熔点在260℃左右，接近PA66和涤纶的熔点，远高于PA6的熔点，可以在140℃以下长期使用。PA56强度接近PA66，高于涤纶，比棉花高1~2倍、比羊毛高4~5倍，是粘胶纤维的3倍。PA56耐磨性比棉花、羊毛、粘胶纤维好，在混纺织物中加入此类纤维，可大大提高其耐磨性、延长使用寿命、降低使用成本
- ◆ **染色性能好：**PA56纤维可用弱酸性染料、活性染料及极性较强的分散染料进行染色。在其分子结构中，主链段上的碳原子数量与PA6、PA66相近，但较PA66的二元胺少了1个碳原子，使得原本在PA66中可以生成氢键的部位存在游离状态的氢和氧，从而增加PA56的染色位点，且新增的羰基和氨基可促进纤维对水的吸收和内部迁移，使PA56的可染性提高，染色温度比PA66低，上色率高。
- ◆ **吸湿排汗性能好：**PA56标准回潮率大于5%，远高于涤纶的回潮率0.4%，甚至比PA66及PA6的回潮率4%-4.5%还高，优异的吸湿排汗率大大提升了穿着舒适度，夏季增加了服装的凉爽性，冬季减少了静电的产生。

图：各类纤维性质对比

纤维类别	PA56	PA6	PA66	PET	棉
规格	140D/72f	70D/48f	455D/144f	345D144f	
玻璃化温度（℃）	46.6	50	42	73	
熔点（℃）	255.6	220	258	268	
比重（g/cm³）	1.14	1.13	1.14	1.42	1.58
标准回潮率（%）	5.1	4.5	4.2	0.4	8.0
断裂强度（cN/dtex）	4.18	3.33	4.35	3.42	2.4-4.0
断裂伸长	26.0	30.5	25.6	27.5	22.3

资料来源：马雪松、徐晓晨等《生物基化学纤维PA56的性能与应用》《纺织导报》2019 No.8 43-46页，国信证券经济研究所整理

表：尼龙56与尼龙66性能对比

性能指标	尼龙56	尼龙66
密度/（g·cm ⁻³ ）	1.14	1.14
纤维强度/（cN·dtex ⁻¹ ）	4.3~4.4	4.5
熔融温度/℃	254	262
吸湿性	饱和吸水率达14%，吸湿性优异	饱和吸水率8%，不如棉花
柔软性	接近羊毛，手感好	不如羊毛，手感稍差
耐磨性	稍差于尼龙66，但同样优异	耐磨性最强的纤维
染色性	色深值高，可低温染色	染色浅，易露白
阻燃性	阻燃性良好	阻燃性较差

资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

PA56与PA66性能对比：工程领域应用

- ◆ **轮胎帘子布领域：**基础物理性能上PA56与PA66接近，在一定程度上PA56可以替代PA66在汽车工程材料上的应用。研究结果显示应用于轮胎帘子布时，PA56断裂强度略低于尼龙66，但其在黏合强度、断裂伸长率、耐热强力保持率、高速耐久性和降低噪声等方面优于PA66帘子布。PA56的各项性能均符合帘子布生产要求。
- ◆ **复合材料领域：**玻璃纤维增强生物基尼龙56的熔点、拉伸强度、弯曲强度和弯曲模量都介于玻璃纤维增强尼龙66和玻璃纤维增强尼龙6之间；玻璃纤维增强生物基尼龙56的耐热和耐油性能与玻璃纤维增强尼龙66、玻璃纤维增强尼龙6接近。
- ◆ **在过滤膜领域：**PA56NFN膜能够有效过滤细小颗粒，具有过滤效率高、空气阻力小、寿命长、孔径小、孔隙率高、联结支架的优良性能；同时，表现出很好的力学性能，PA56NFN过滤空气颗粒的纳滤膜的过滤效率优于传统材料如聚丙烯酸、聚丙烯腈、聚砜等制备的过滤膜。

图：子午线轮胎结构



资料来源：汽车之家，国信证券经济研究所整理

图：玻纤增强尼龙颗粒



资料来源：阿里巴巴，国信证券经济研究所整理

图：尼龙过滤膜

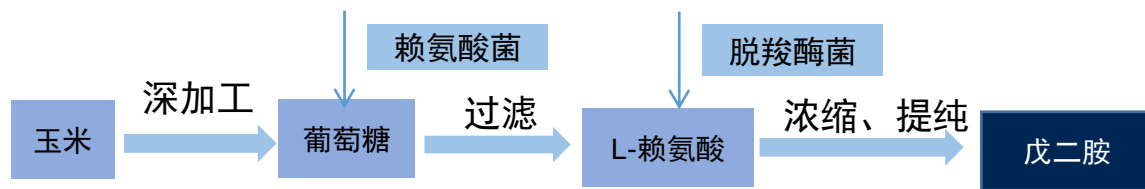


资料来源：阿里巴巴，国信证券经济研究所整理

戊二胺生产工艺：生物合成戊二胺与化学合成对比

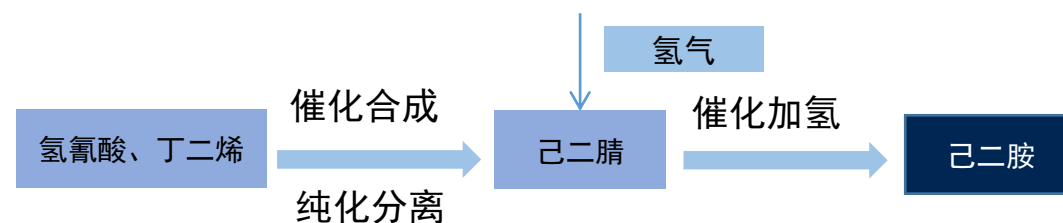
- ◆ **戊二胺（1,5二氨基戊烷）**：是重要的C5平台化合物，主要用于生产聚酰胺（尼龙）如尼龙56、尼龙510等，并可用于合成五亚甲基二异氰酸酯、脲醛树脂、环氧树脂等固化剂、有机交联剂等。传统的戊二胺生产方法主要为化学法，但该方法工艺流程较为复杂、条件苛刻。相较于化学法，以生物发酵法或赖氨酸脱羧法生产生物基戊二胺则具有环境友好等特点。
- ◆ **生物法戊二胺生产工艺**：主要是利用微生物将葡萄糖转化为赖氨酸然后以L-赖氨酸为原料，再通过脱羧酶将L-赖氨酸脱羧生成戊二胺。技术难点主要是提升赖氨酸脱羧酶活力、酶稳定性、菌体对戊二胺的耐受性、葡萄糖到戊二胺的转化率、生物基戊二胺纯化等，在工艺流程中，需通过选取活力更高、更稳定的赖氨酸脱羧酶基因来对赖氨酸脱羧酶进行改造。
- ◆ **生物法戊二胺生产工艺难度较高**。日本的味之素、东丽、三菱化学等企业合作开发了“利用微生物生产的赖氨酸脱羧酶将赖氨酸脱羧生产戊二胺”的工艺。但由于赖氨酸的成本相对较高、生物发酵法产物分离、废液后处理困难、脱羧后转化为戊二胺的重量减少，此外后续还要纯化色素、残糖、蛋白等生物杂质，并且要防止戊二胺本身的氧化成环等，未来生物法还有工艺提升、降本空间。在国内，目前具备生物基戊二胺生产能力的企业主要包括上海凯赛生物技术股份有限公司、黑龙江伊品新材料有限公司。

图：生物合成戊二胺流程示意



资料来源：凯赛生物招股说明书，国信证券经济研究所整理

图：丁二烯法合成己二胺流程示意



资料来源：凯赛生物招股说明书，国信证券经济研究所整理

戊二胺产能及原材料消耗



- ◆ 凯赛生物（乌苏）有年产5万吨戊二胺的生产能力，主要用来生产生物基尼龙，少量销售用于环氧固化剂、异氰酸酯等领域。此外公司在太原生产基地规划了50万吨/年产能生产线。
- ◆ 伊品生物在黑龙江的生产基地目前已建成1万吨/年戊二胺及2万吨每年尼龙56盐的生产线，并积极与下游聚合及服饰企业合作、开发市场。

图：凯赛生物PA56原料成本核算

科目	数量	单位
玉米	300000	t/a
硫磺	708	t/a
液氨	14389	t/a
硫酸铵	3636	t/a
氢氧化钠	1630	t/a
碳酸氢铵	41806	t/a
己二酸	69515	t/a
氨水	8104	t/a
葡萄糖	12552	t/a
硝酸钾	2615	t/a
磷酸二氢钾	2197	t/a
电	24761	wkWh/a
玉米胚芽-副产	19000	t/a
玉米纤维-副产	86190	t/a
玉米高蛋白饲料-副产	16300	t/a

资料来源：凯赛（乌苏）生物材料有限公司年产10万吨生物基聚酰胺项目环境影响报告书，国信证券经济研究所整理

3.4

PTT行业格局梳理

[返回目录](#)

PTT：集各种化纤的优良性能于一身

◆ 传统的石化方法中，聚对苯二甲酸丙二醇酯（PTT）纤维是由对苯二甲酸PX（或对苯二甲酸二甲酯）与1,3-丙二醇（PDO）经酯化（酯交换）、缩聚反应得到聚酯，再经熔融纺丝制得的。一般PTA：PDO=1.00:1.10~1.00:1.55。而生物基PTT纤维采用了来自生物质转化的1,3-丙二醇（通过对玉米、淀粉、葡萄糖以及生物柴油副产物粗甘油等通过特殊生物菌种发酵一步法制备而得），更具有环境友好性。杜邦公司即采用生物法以谷物为原料制得了生物基PTT产品Sorona，进一步制得纤维，应用于服装、地毯等方面。PTT属于不可降解生物基塑料。

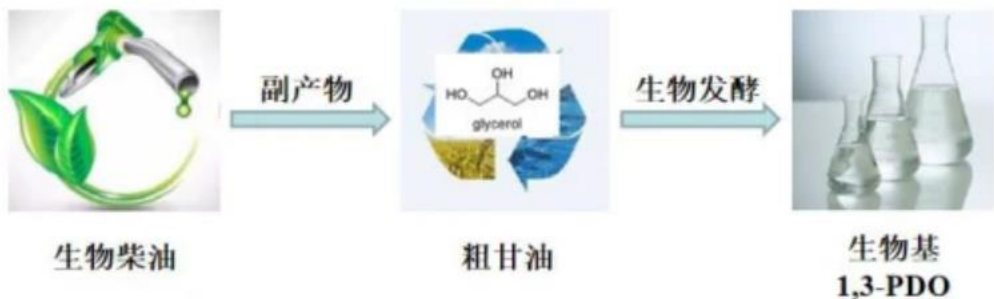
◆ PTT纤维是具备良好性能的新型高分子成纤材料，集各种化纤的优良性能于一身。生物基PTT纤维将其他各种纤维如涤纶、锦纶的优良性能集于一身，且是可回收可循环使用的绿色纤维，成为生物基纤维的新星，受到全球的关注。生物基PTT纤维与石油基PTT纤维不同的是采用了经生物法制得的1,3-PDO。该方法总费用比制备石油基1,3-PDO要便宜25%。与传统化学合成法相比，生物法具有原料来源可再生、反应条件温和、选择性好，副产物少，环境污染少等优点。

图：葡萄糖一步法和两步法转化为1,3-丙二醇



资料来源：轻纺原料网，国信证券经济研究所整理

图：生物柴油转化法制备1,3-丙二醇



资料来源：轻纺原料网，国信证券经济研究所整理

图：杜邦公司“Somalor” PTT纤维的生产和应用

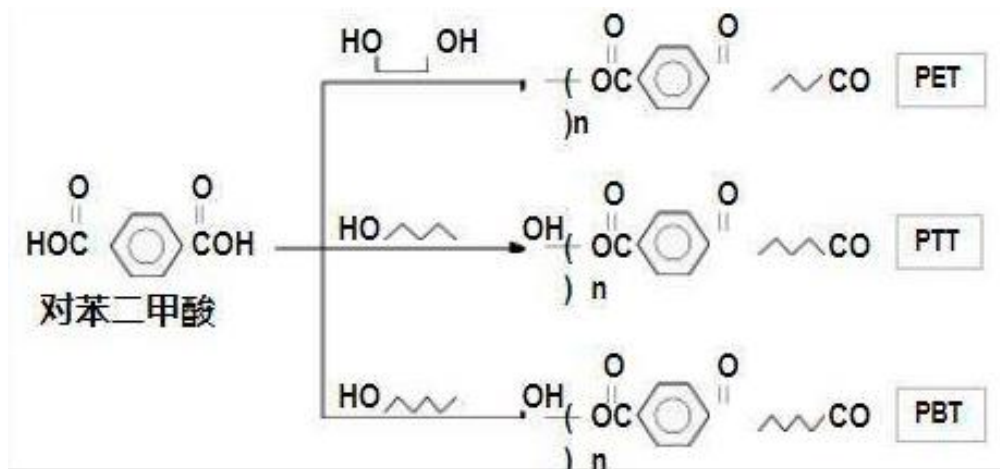


资料来源：轻纺原料网，国信证券经济研究所整理

PTT、PET、PBT对比：分子链构型及性质区别

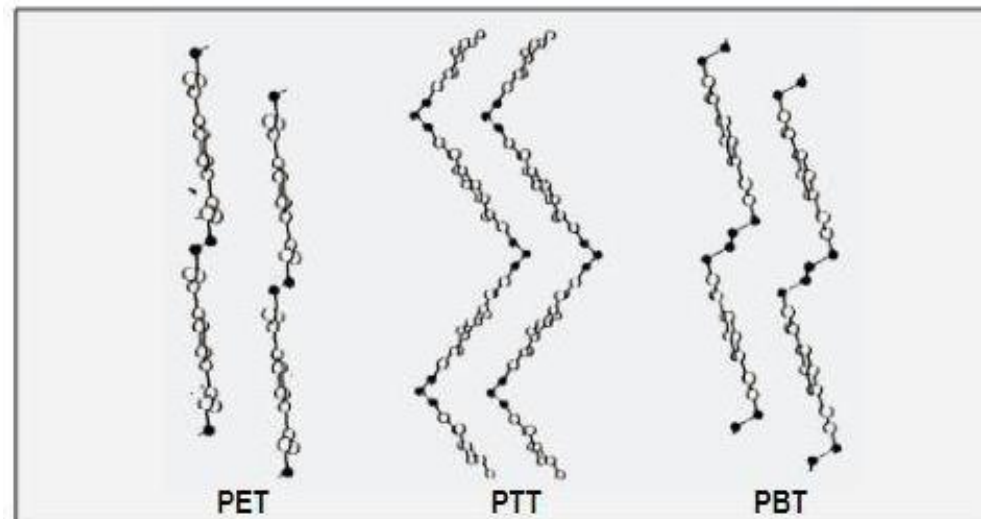
- ◆ PTT纤维最早是由壳牌化学与美国杜邦公司分别从石油和生物工艺通过对苯二甲酸（PTA）和1,3-丙二醇（PDO）聚合得到。与PET（聚对苯二甲酸乙二醇酯）、PBT（聚对苯二甲酸丁二醇酯）同属聚酯类纤维。
- ◆ PTT纤维表面光洁圆滑，是一种半结晶状热塑性聚酯。它与PBT纤维、PET纤维不同的是在PTT纤维化学结构中，有一种能量最低的反式-旁式-旁式-反式构象并由此呈现出一种明显的“Z”字形构象，同时在分子链结上PET和PBT上有两个亚甲基，而PTT分子链链接上有三个亚甲基单元，因此在分子链之间会产生“奇碳效应”，这种分子结构使得PTT纤维具有如同线圈式弹簧一样的变形能力且回弹性优于PET和PBT。

图：石化方法：制备工艺



资料来源：元琛科技，国信证券经济研究所整理

图：三种聚酯纤维分子链构型



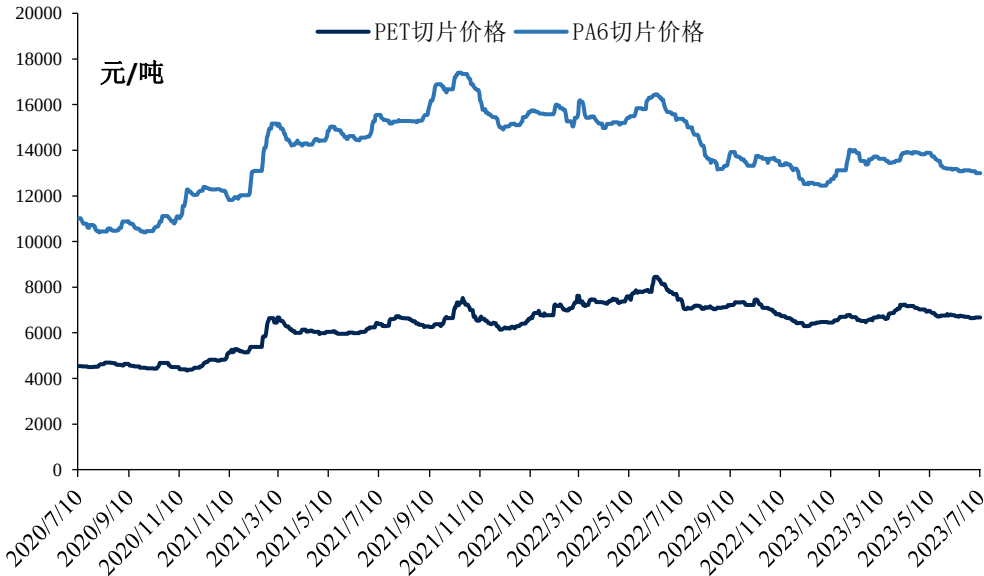
资料来源：元琛科技，国信证券经济研究所整理

◆ 由于PTT分子结构特殊性，其纤维拥有良好的内在回复性，即使经过10次20%的拉伸仍可恢复原长，弹性恢复性几乎是PET的两倍，且由于纤维模量较低，纤维手感柔软。叠加其优异抗污性能，PTT纤维十分适合制造地毯。PTT纤维玻璃化温度较PET低20摄氏度，所以PTT纤维的染色性能由于PET纤维，即使在室温常压条件下可也较为容易得染成深浓色，且有较好的染色牢度。这使得PTT可以方便的与羊毛、蚕丝、棉等天然纤维混纺。PTT面料综合了腈纶的蓬松性，PET的防污性及锦纶的柔软性，可用于生产各种高弹性及手软柔软的亲肤面料，生产工艺和方法较氨纶更简便。PET切片年均价在6770元，PA6切片年均价为13443元，而PTT切片价格则超过20000元，高企的价格直接限制了PTT的光泛应用。

图：PTT与其他主要纤维性质对比

性能项	PTT	PET	PA6	PA66
蓬松性及弹性	优	中	中	良
抗折皱性	优	优	中	良
静电	低	很高	高	高
拉伸回复性	优	差	良	优
尺寸稳定性	良	良	良	良
染色性	优	优	良	良
印花适应性	优	中	良	良
耐污染性	优	良	优	优
加工及后处理费用	低	高	中	中

图：PET切片及PA6切片价格走势



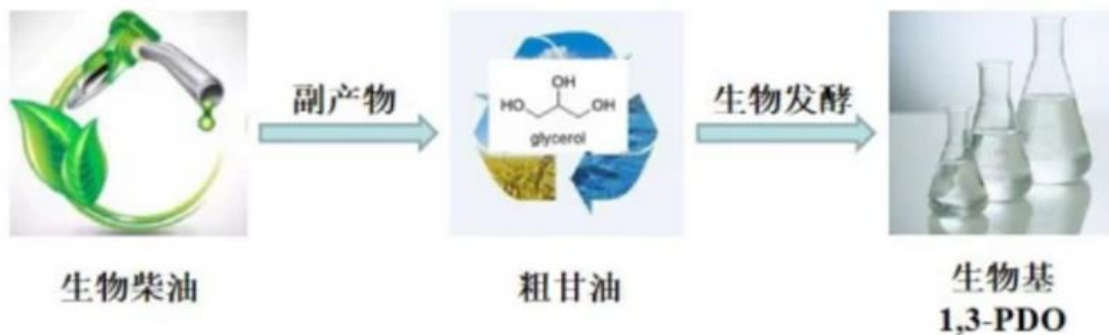
资料来源：智研咨询，国信证券经济研究所整理

资料来源：百川盈孚，国信证券经济研究所整理

生物基聚对苯二甲酸丙二醇酯纤维（PTT）

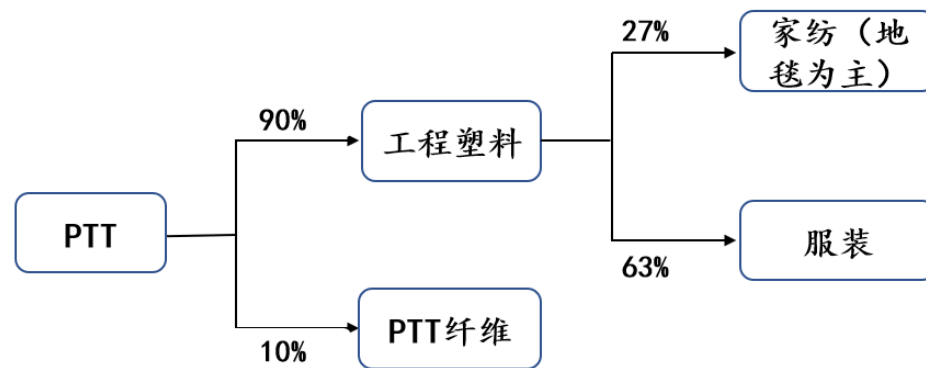
- ◆ 合成聚对苯二甲酸丙二醇酯（PTT）纤维的原料1,3-丙二醇可由合成生物学方法合成。PTT下游 90%用于合成 PTT 纤维，10%用于工程塑料。PTT 纤维目前用量以民用为主，约 27%用于家纺领域（地毯为主），63%用于服装行业。与当前用量较多的PET纤维（涤纶）、PA6/PA66纤维（锦纶）相比，PTT纤维的膨松性及弹性更好，抗褶皱性更佳，拉伸回复性更加，尺寸稳定性与印花适应性均更好，因此适用于服装领域。同时由于其较好的膨松性，较高的抗静电性、耐污染性与印花适应性，同样适用于生产地毯。
- ◆ 生物基PTT纤维与石油基PTT纤维不同的是采用了经生物法制得的1,3-PDO。该方法总费用比制备石油基1,3-PDO要便宜25%。与传统化学合成法相比，生物法具有原料来源可再生、反应条件温和、选择性好，副产物少，环境污染少等优点。

图：生物柴油转化法制备1,3-丙二醇



资料来源：中国化学纤维工业协会，国信证券经济研究所整理

图：PTT下游应用场景及用量



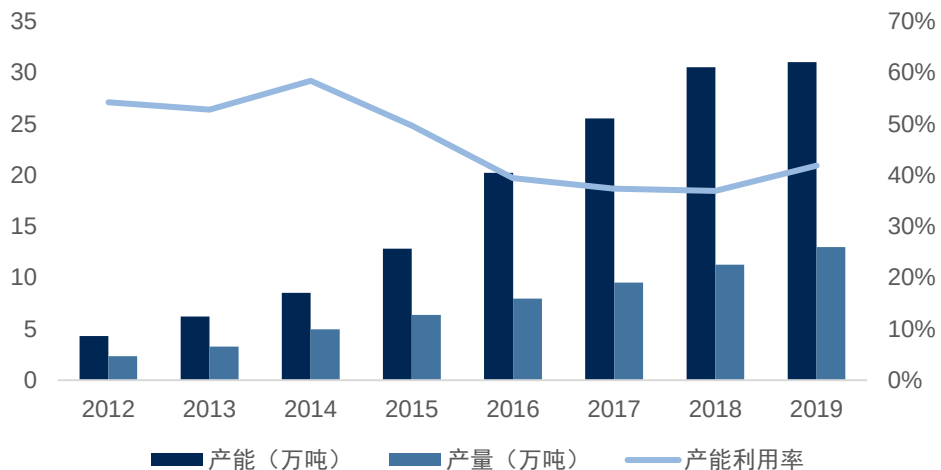
资料来源：中国产业信息网，国信证券经济研究所整理

PTT纤维产能：2023年我国PTT纤维行业产能已达到34万吨

◆ PTT的工业化生产主要受制于原料1,3-PDO。我国企业自2000年与美国杜邦公司合作生产PTT纤维及制品，直到2014年清华大学甘油发酵法制备1,3-PDO自有技术打破1,3-PDO技术垄断，截至2019年我国PTT纤维产能已经达到31万吨，产量为12.95万吨，产能利用率为41.77%。据智研咨询和我们的不完全统计，2023年我国PTT纤维行业产能已达到34万吨，其中江苏国望高科纤维有限公司、苏州苏震生物工程有限公司、吴江佳力高纤有限公司、盛虹集团下属中鲈科技发展股份有限公司、张家港美景荣化学工业有限公司及2023年底即将投产的华峰合成树脂等企业产能均在3万吨/年以上。

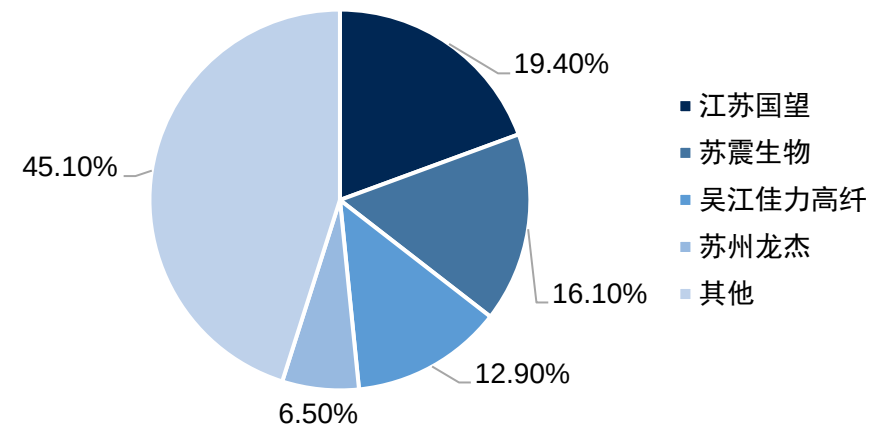
◆ 从各企业PTT纤维产能占比来看，2019年江苏国望PTT纤维产能占比为19.4%，苏震生物PTT纤维产能占比为16.1%，吴江佳力高纤PTT纤维产能占比为12.9%，苏州龙杰PTT纤维产能占比为6.5%，其他企业PTT纤维产能占比为45.1%。

图：2012-2019年我国PTT纤维行业产能、产量及产能利用率



资料来源：华经产业研究院，国信证券经济研究所整理

图：2019年我国PTT纤维行业企业产能集中度



资料来源：华经产业研究院，国信证券经济研究所整理

图：PTT生产商及产能统计（不完全统计）

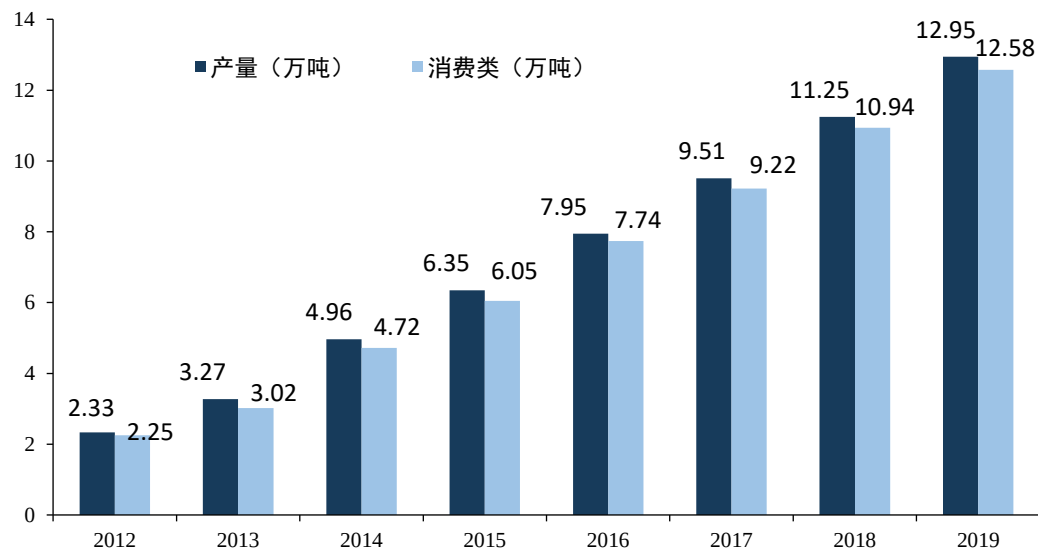
企业名称	产能：万吨/年
江苏国望高科纤维有限公司	6
苏州苏震生物工程有限公司	5
吴江佳力高纤有限公司	4
盛虹集团下属中鲈科技发展股份有限公司	3
张家港美景荣化学工业有限公	3
浙江华峰合成树脂有限公司	3（2023年底投产）
苏州龙杰特种纤维股份有限公司	2
英威达纤维（佛山、上海）有限公司	2
晓星化纤（嘉兴）有限公司	1
上海石油化工股份有限公司	0.3
其他	4.7
总计	34

资料来源：智研咨询，百川盈孚、国信证券经济研究所整理

PTT产销量变化趋势及市场规模情况

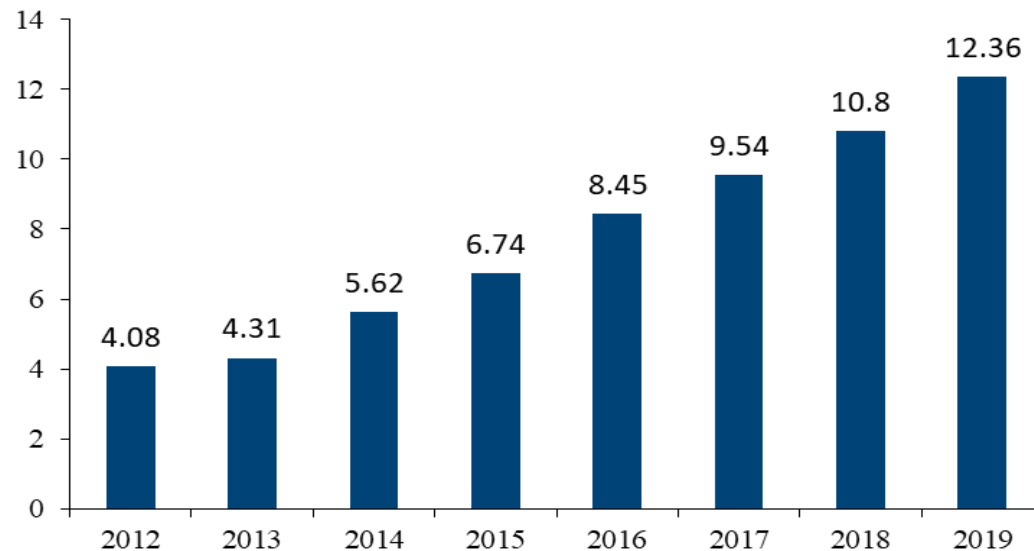
- ◆ 尽管我国近几年PTT纤维市场发展保持较高增速增长，但对比国外PTT纤维行业的发展依然相对迟缓，主要是因为1,3-PDO生产成本过高，致使PTT的价格仍较高，限制了其应用。PTT纤维下游需求大约55%为地毯领域，其余45%为其他纺织品领域。
- ◆ 据华经产业研究院及智研咨询数据，截至2019年，我国PTT纤维行业消费量为12.58万吨，同比增长15%。2019年我国PTT纤维消费量达到12.58万吨，2012-2019年复合增长率达24%；2019年我国PTT产量达12.95万吨，复合增长率为24%，增长势头迅猛。2019年全球PTT纤维市场规模为12.36亿美元，较2018年增长14.44%。

图：2012-2019年中国PTT产量与消费量



资料来源：华经产业研究院，百川盈孚，国信证券经济研究所整理

图：2012-2019年全球PTT纤维市场规模（亿美元）

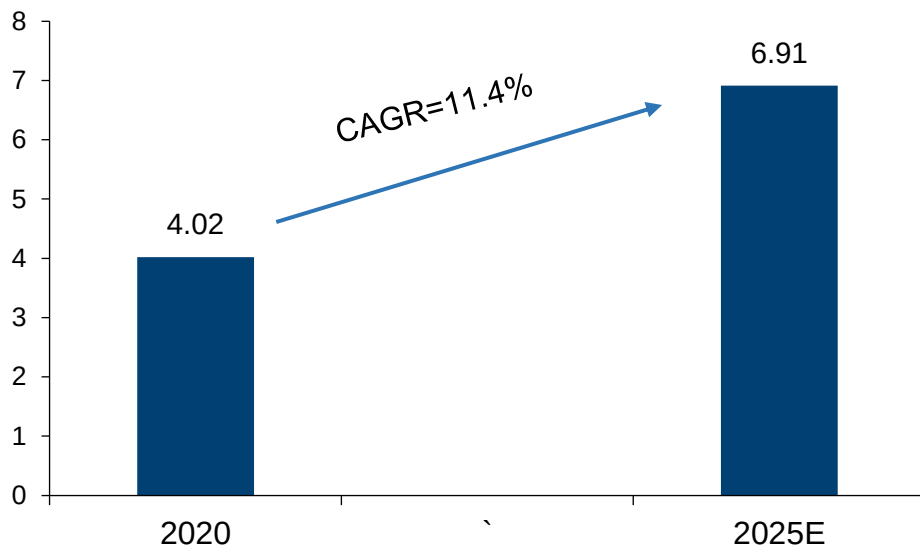


资料来源：智研咨询、国信证券经济研究所整理

1, 3-丙二醇（PDO）：PTT核心原料，市场规模快速增长

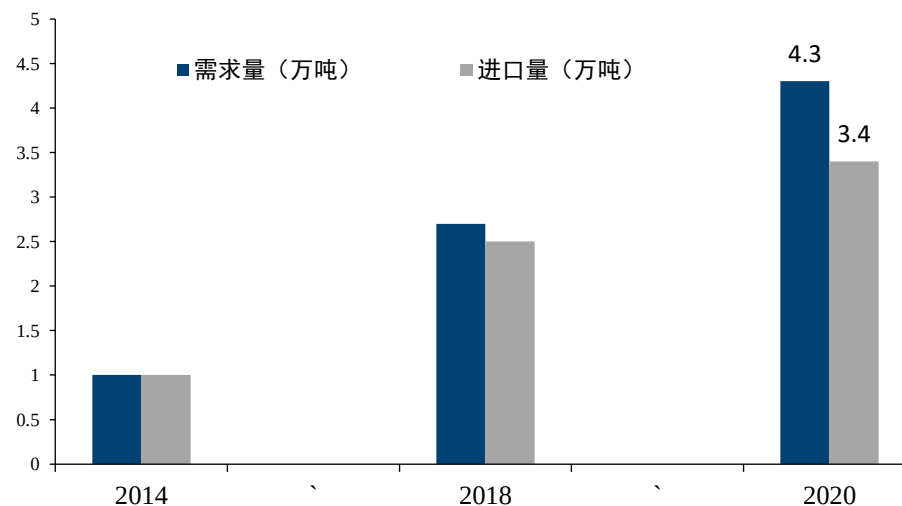
- ◆ 由于PTT规模的不断增长及1, 3-丙二醇在化妆、个护等领域不断开拓市场，1, 3-丙二醇市场规模快速扩展。据华经产业研究院数据，2020年中国约80-90%的1, 3-丙二醇（PDO）用于生产PTT聚酯、PTT纤维，少量用于化妆品和医药等领域；其中PTT聚酯下游需求结构是90%为合成纤维、10%为工程塑料。据GII预测，全球1, 3-丙二醇的市场规模在2020年达到了4.02亿美元，2025年有望增长到6.91亿美元，CAGR达到11.4%。
- ◆ 目前PDO（1, 3-丙二醇）-PTT产业链基本处于垄断状态，国际范围内1, 3-丙二醇生产基本被杜邦掌握，国内PTT纺丝企业也基本上与杜邦公司合作为主，为其生产贴牌产品。国内1, 3-丙二醇进口依赖度较大，2020年需求量约为4.3万吨，进口依赖度为78%。

图：2020-2025年全球1, 3-丙二醇市场规模及增速（亿美元）



资料来源：GII，百川盈孚、国信证券经济研究所整理

图：2014-2020年中国1, 3-丙二醇需求及进口情况（万吨）



资料来源：GII，百川盈孚、国信证券经济研究所整理

1, 3-丙二醇制备方法比较：生物法已成为主流工艺

- ◆ 1, 3-丙二醇的生产技术主要有化学法和生物发酵法两种。德固赛的丙烯醛水合氢化法、壳牌公司的环氧乙烷羰基化法是化学法的代表，但由于原料不可再生、生产过程毒性大且污染严重、生产成本低、投资额高等因素，目前这两家公司当前已经退出1, 3-丙二醇市场。
- ◆ 生物法已经成为工业化生产1, 3-丙二醇的主流工艺。生物法具有反应条件温和、过程绿色无污染、生产成本低、产物易于分离、合成的PTT色泽较化学合成法更好等优点。生物法以杜邦的发酵工艺为代表，杜邦在1, 3-丙二醇行业依靠其成本优势、产品优势处于垄断地位。生物法中葡萄糖法和甘油法并存，葡萄糖法由杜邦公司开发，通过重组大肠杆菌一步法直接合成1, 3-丙二醇；甘油法通过利用天然可转化甘油为1, 3-丙二醇的微生物进行发酵，并通过调节微生物代谢提高发酵生产强度及转化率。

表：1, 3-丙二醇项目环评原料消耗（一）

科目	年用量	单位
精甘油	23000	t/a
硫酸铵	100	t/a
酵母粉	100	t/a
聚醚消泡剂	61.92	t/a
液碱（32%氢氧化钠）	2187	t/a
磷酸氢二钾	100	t/a
活性炭	1.8	t/a
天然气	5.76*106	t/a
新鲜水	501327	t/a
电	4178万	t/a
蒸汽	123912	wkWh/a

表：1, 3-丙二醇项目环评原料消耗（二）

科目	年用量	单位
精甘油	22.68	t/a
磷酸二氢钾	51.3	t/a
磷酸二氢铵	796.3	t/a
七水硫酸镁	338.79	t/a
甜菜碱	140.9	t/a
消泡剂	3.47	t/a
片碱	1449.49	t/a
葡萄糖（60%）	187058	
酵母粉	1830.79	t/a
硫酸钾	199.1	t/a
磷酸二氢铵	439.9	t/a
次氯酸钠	0.5	wkWh/a
硫酸	2	t/a
自来水	245852.2	m3/a
电	7500万	wkWh/a
蒸汽	180051.2	m3/a

资料来源：《梁山正大菱花生物科技1万吨1,3-丙二醇项目环境影响报告书》、国信证券经济研究所整理

资料来源：《赤峰智合生物5万吨1,3-丙二醇项目环评书》、国信证券经济研究所整理

4

营养素产品(长链不饱和脂肪酸)

[返回目录](#)

4.1

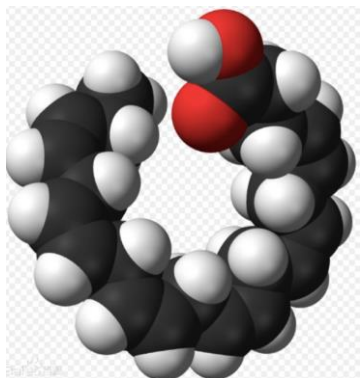
DHA行业格局梳理

[返回目录](#)

DHA：可广泛应用于营养补充剂、食品与饮料、婴幼儿配方奶粉等

- ◆ 二十二碳六烯酸（DHA，俗称脑黄金，分子式为 $C_{22}H_{32}O_2$ ，通常叫做Omega-3或多烯酸乙酯）是一种22:6 ω -3脂肪酸，是人体所必需的一种多不饱和脂肪酸。它拥有独特的分子结构和多个双键，主要存在于大脑细胞膜中，是大脑皮层及视网膜的重要成分，具有促进神经和视网膜组织发育的作用。DHA是胎儿和儿童大脑发育的一种必需营养元素：DHA可促进婴幼儿视力及智力发育，对维持脑的功能、延缓脑的衰老、预防老年痴呆症和神经性疾病、预防心血管疾病等具有积极的保健功能。DHA与ARA形成一种生理机能的平衡调节机制，共同对脂代谢、糖代谢、凝血机制、肌肉生长、睡眠及免疫反应等生理活动具有调节作用。
- ◆ 营养素产品品种繁多，不同品种的生产工艺各不相同，主要采用微生物发酵法、天然动植物提取法和化学合成法。早期DHA类物质通过分子蒸馏工艺对多富含DHA和EPA的深海鱼油（如金枪鱼油）提取，深海鱼油一般以二十碳五烯酸（EPA）和二十二碳六烯酸（DHA）混合形式存在。目前较为先进的生产工艺是用富含DHA且不含EPA的海洋微藻通过发酵工艺制得DHA，需从自然界微生物资源中筛选高产DHA的优质菌种，加强对DHA的发酵条件，代谢调控和工艺的研究。

图：DHA分子结构模型图



资料来源：嘉必优招股说明书，国信证券经济研究所整理

图：DHA对人体重要作用



资料来源：国信证券经济研究所整理

藻油DHA与鱼油DHA差异

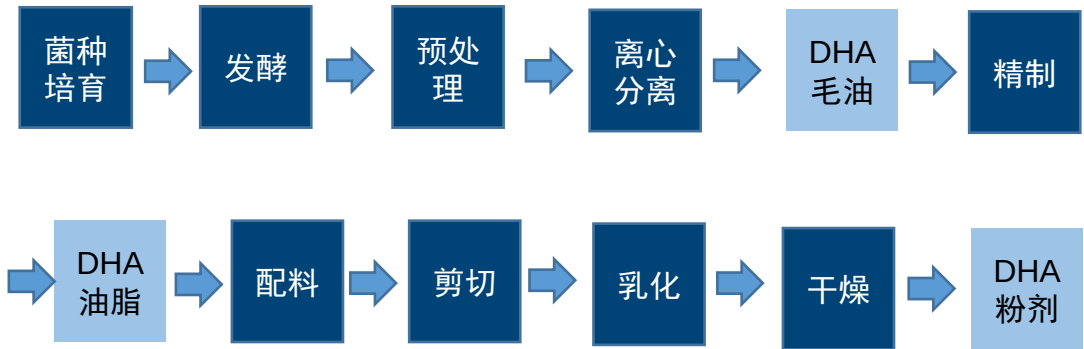
图：鱼油DHA与藻油DHA对比

	鱼油DHA	微藻DHA
来源	深海鱼类	微藻类
加工过程	鱼类直接或间接摄入含DHA食物—在体内富集DHA—被人类所捕捞(鱼类死亡后 DHA容易氧化变腥)—从体内提取出鱼油—精炼提纯获得DHA	生物反应器中发酵而成
形态	乙酯型或甘油三酯型(甘油三酯型DHA含量较低)，生物利用率较低	天然甘油三酯型，生物利用率较高
DHA含量	12%-20%左右	35%以上
资源环保	非可持续性资源	可持续性资源
重金属污染	海洋污染、汞污染严重，多种深海鱼如旗鱼和金枪鱼很有可能含甲基汞	无
腥味	鱼油从捕捞到抽提到精炼等生产过程时间长、工艺复杂，易氧化，腥味重，从而影响到最终产品的口感及风味	从发酵到提取到精炼生产时间短，连续化生产，工艺过程避光隔氧，不易氧化出腥味
适宜人群	含大量 EPA，不适合孕婴、儿童服用，只适合成年人、中老年人服用	几乎不含 EPA，适合孕婴、儿童服用

DHA藻油、DHA鱼油是两种重要的DHA来源。DHA藻油是由大型海藻中提取而来的，DHA鱼油则是从深海鱼类中提取而来的。DHA藻油中含有多多种有益的植物成分，如叶黄素、胡萝卜素等；而DHA鱼油中则含有更多的EPA脂肪酸。

- ◆ **鱼油DHA**：除了DHA外还含有EPA， EPA在人体内将代谢成前列腺环素PG3也有促进儿童性早熟的问题，世界上多家卫生健康权威机构均建议EPA含量高的鱼油不宜作为婴幼儿的摄入成分，且孕、哺期的妇女补充DHA时应该选择EPA含量少的产品。
- ◆ **藻油DHA**：采用微生物发酵方式，不受资源限制；具有食品安全和质量可控、可追溯等优点。微藻DHA中 DHA:EPA>10:1， 符合FDA/WHO推荐的婴幼儿食品中脂肪酸的比例。藻油DHA除应用于婴幼儿配方奶粉以外，还广泛应用于健康食品中，市场空间广阔在水产饲料中添加DHA能提高鱼、虾及蟹类等的孵化率成活率和生长率。

图：藻油DHA工艺流程图

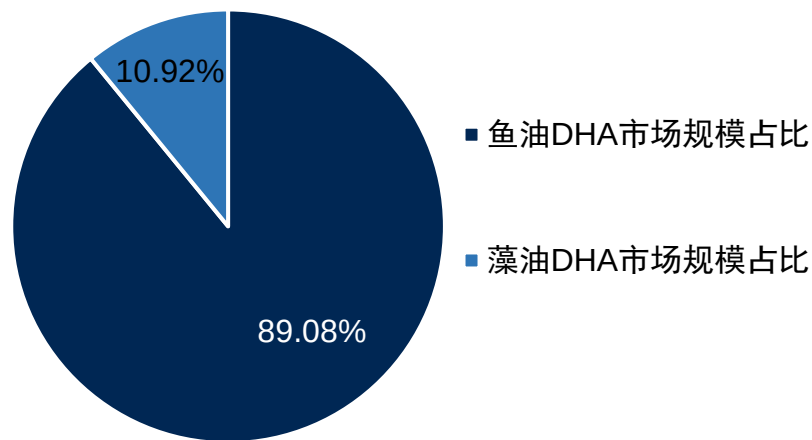


资料来源：嘉必优招股说明书，国信证券经济研究所整理

全球DHA市场规模情况

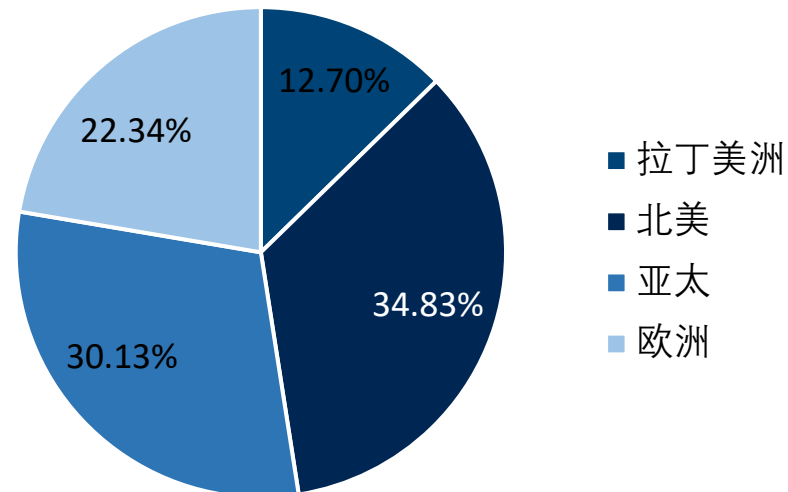
- ◆ 据智研咨询数据，2018年全球DHA市场规模为30.6亿美元，鱼油、藻油类分别约为28亿、2.6亿美元，鱼油占比超90%。在海洋国家，鱼油DHA作为渔业副产品，生产成本更低。但随着海洋资源枯竭以及环境污染问题加剧，藻油DHA成为更加环保、健康的解决方案。预计2020年全球DHA市场规模为40.34亿美元，其中藻油DHA销售规模达到3.39亿美元，鱼油DHA市场规模预计为37.0亿美元。
- ◆ Allied Market Research 预计2022年，北美是全球最大DHA市场，占据34.83%的份额，亚太地区由于婴幼儿配方食品的快速普及为第二大市场，市场占比30.13%，欧洲为第三大市场，占比22.34%。

图：2022年鱼油和藻油DHA市场规模占比



资料来源：智研咨询，嘉必优招股说明书，国信证券经济研究所整理

图：2022年全球DHA市场区域占比情况

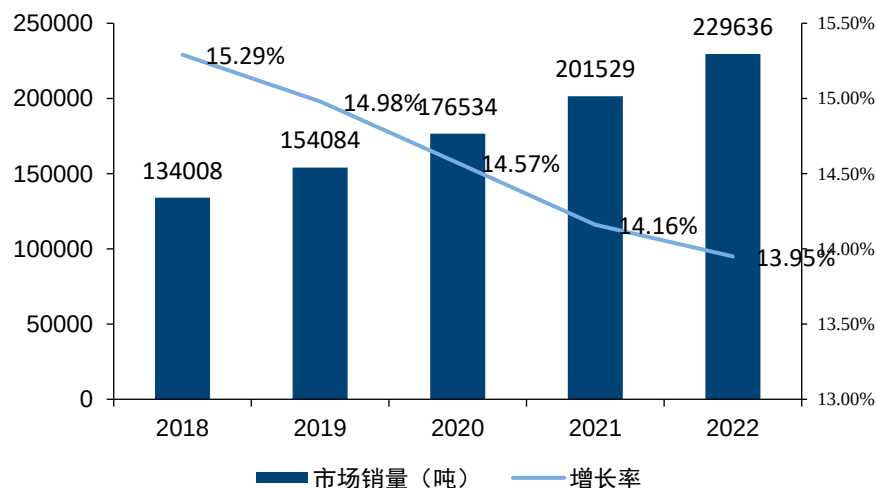


资料来源：智研咨询，国信证券经济研究所整理

藻油DHA市场规模：未来的年复合增长率有望达17.67%

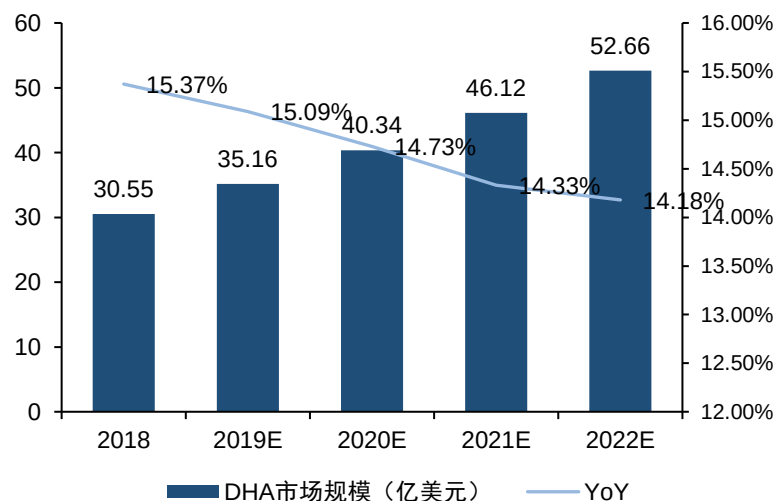
- ◆ Allied Market Research出具的研究报告显示，2018年全球DHA市场销量为13.40万吨，预计到2022年将增长至22.96万吨，年复合增长率达到14.41%，呈快速增长态势。
- ◆ 2018年全球DHA的市场规模约为30.55亿美元，预计2022年市场规模可达52.66亿美元，年复合增长率达到14.58%。其中，藻油DHA市场规模将从2018年的2.57亿美元将增长到2026年的9.45亿美元，年复合增长率为 17.67%。
- ◆ 近年来藻油DHA行业龙头企业不断强化研发和工艺改进，促成藻油DHA产品价格下行价格总体呈下降趋势。2021年我国藻油DHA产品销售均价为59.5万元/吨。

图：2018-2022年全球DHA市场销量预测



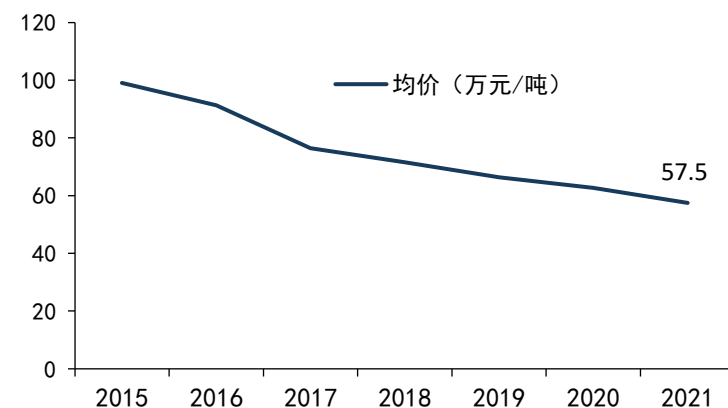
资料来源：嘉必优招股说明书，国信证券经济研究所整理

图：2018-2022年全球DHA市场规模预测



资料来源：嘉必优招股说明书，国信证券经济研究所整理

图：2018-2022年全球DHA市场规模预测



资料来源：智研咨询，国信证券经济研究所整理

DHA竞争格局：国内部分企业产品已打破了国外技术垄断



- ◆ 藻油DHA发展相对较晚，提取难度相对较大，原料成本较高，生产企业较少，优质藻油DHA原料价格达120-180美元/公斤。美国的Omega生物技术公司是较早实现藻油DHA商业化生产的企业，于2002年被美国的马泰克生物科技公司收购。2010年，马泰克被帝斯曼收购。作为全球最大的藻油DHA原料供应商之一，马泰克life's DHA产品被用于美国99%以上的婴幼儿食品市场、全球超600种产品，在藻油DHA领域的市场占有率高达50%以上，2012年以来，以嘉必优、润科生物、福星生物为代表的国内厂商突破了藻油DHA商业化生产技术，并积极扩张产能。国内企业和国外企业的差距正不断缩小。
- ◆ 随着国内行业的飞速发展，国内也涌现出润科生物、嘉必优等代表性企业，这些本土企业生产的藻油DHA占据了国内主要的市场份额，2015年我国藻油DHA产量185.99吨，2021年产量增长为626.75吨，年复合增长达到了33.44%。嘉必优2022年产量为134吨，2023年DHA产能有望从105吨增加值555吨，相应产量也有快速增长。据润科生物招股说明书披露，润科生物2020年DHA产能为150吨，产量113吨。

表：嘉必优与润科生物DHA生产指标对比		
	嘉必优	润科生物
菌群	在 45m³的发酵规模上DHA 产量达到了41.14g/L，油继续加工成为粉剂的转换率为4.11。	60m³的发酵罐上实现了工业化连续生产，DHA毛油得油率达到61g/L，油脂中DHA含量可达 5%以上，毛油继续加工成为粉剂的转换率为4.88。
纯化	通过蛋白酶破壁，毛油酸价从3.0mg KOH/g降至1.0mg KOH/g，综合得率从69%提高到95.21%。	非溶剂法提取油剂，毛油酸价从原来的>3.0mg KOH/g降至1.0mg KOH/g 及以下，综合得率从85.70%提高到96.30%。

资料来源：智研咨询，嘉必优招股说明书，国信证券经济研究所整理

4.2

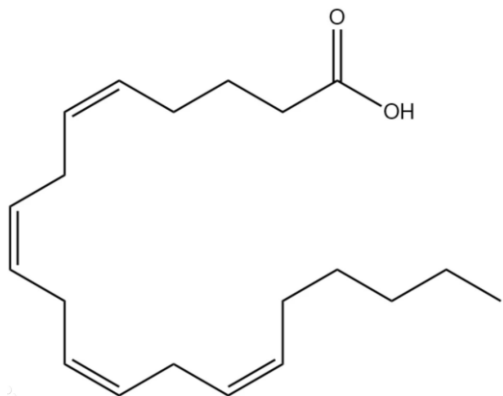
ARA行业格局梳理

[返回目录](#)

ARA：人体中含量最高、分布最广的一种多不饱和脂肪酸

◆ ARA是花生四烯酸（Arachidonic Acid, ARA）的简称，又称二十碳四烯酸，是一种是一种n-6型长链多烯不饱和脂肪酸，人体生长和发育所必需的脂肪酸之一，也是人体中含量最高、分布最广的一种多不饱和脂肪酸。尤其在脑和神经组织中，ARA的含量一般占单PUFAs的40%-50%，在神经末梢甚至高达70%，在正常人的血浆中的含量也高达400mg/L。ARA对于婴幼儿大脑和神经系统的发育至关重要。ARA是机体一系列生理调节激素的前体物质，对脂代谢、糖代谢、凝血机制、肌肉生长、睡眠及免疫反应等生理活动具有调节作用。由于婴幼儿自身合成ARA的能力较低，从外界摄入足量的ARA对婴幼儿的健康发育具有重要意义。

图：ARA分子结构模型



资料来源：ChemicalBook，国信证券经济研究所整理

图：ARA主要功能

促进婴幼儿生长发育

ARA可诱导细胞生长，刺激生长相关激素释放。

促进婴幼儿智力发育

缺乏ARA会损害中枢神经系统，引起智力和认知功能损伤。

促进婴幼儿视力发育

ARA是视网膜主要结构脂成分，维持细胞膜流动性、通透性。

预防和治疗心血管病

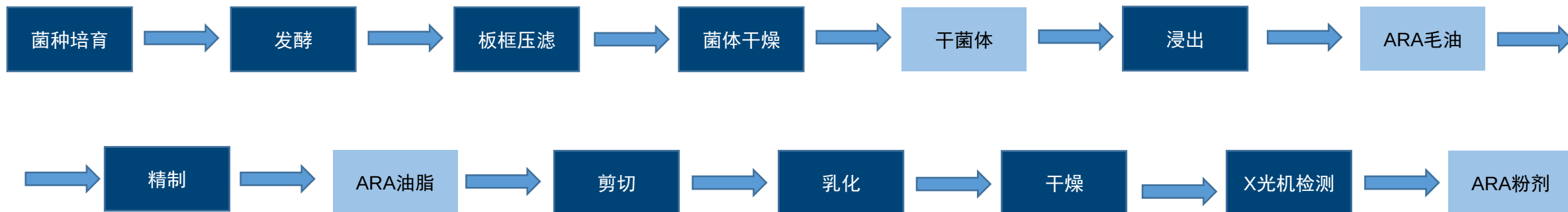
ARA作为二十碳衍生物的直接前体，对心血管系统及免疫系统具有调节作用。

资料来源：观研天下，国信证券经济研究所整理

ARA：人体中含量最高、分布最广的一种多不饱和脂肪酸

- ◆ **传统的ARA来源主要有蛋黄、动物脏器。**早期的ARA一般从动物肝脏或蛋黄中获得，但其含量非常低，无法满足市场需求。二十世纪九十年代，美国马泰克公司及日本三得利公司开始研究高山被孢霉发酵生产ARA，这种经诱变选育后的真菌能代谢并在菌丝体中积聚超过40%的ARA。1995 年，美国马泰克公司通过发酵法生产得到ARA的产品，实现工业化生产ARA产品。1998 年全球第一个添加ARA和藻油DHA的婴幼儿配方奶粉面世。随着人们对于健康、保健意识的增强，ARA作为一种重要的功能性油脂，在食品、生物医药等领域的需求逐步增长。
- ◆ **目前国内外研究主要集中在藻状菌纲的根霉属、耳霉属、被孢霉属、毛霉属，ARA尤其在长被孢霉、高山被孢霉、拉曼被孢霉、深黄被孢霉、终极腐霉最为常见。**微生物发酵中，高山被孢霉是最高效的花生四烯酸生产菌之一，高山被孢霉属于接合菌纲毛霉目被孢霉科被孢霉属。

图：ARA生产工艺流程图

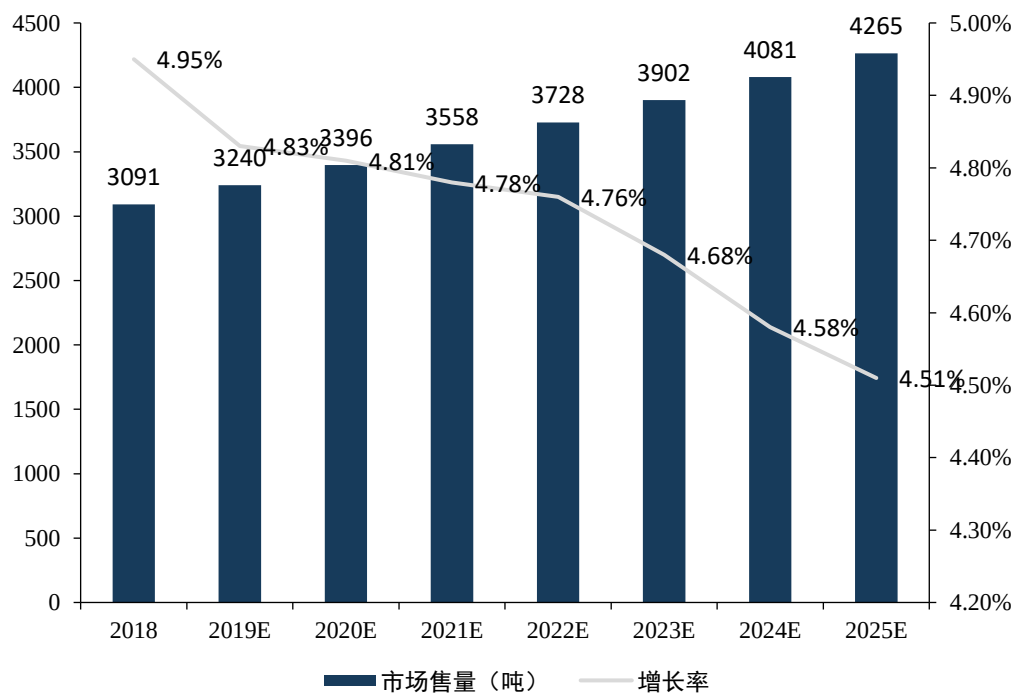


资料来源：嘉必优招股说明书，国信证券经济研究所整理

ARA市场规模及增长预测

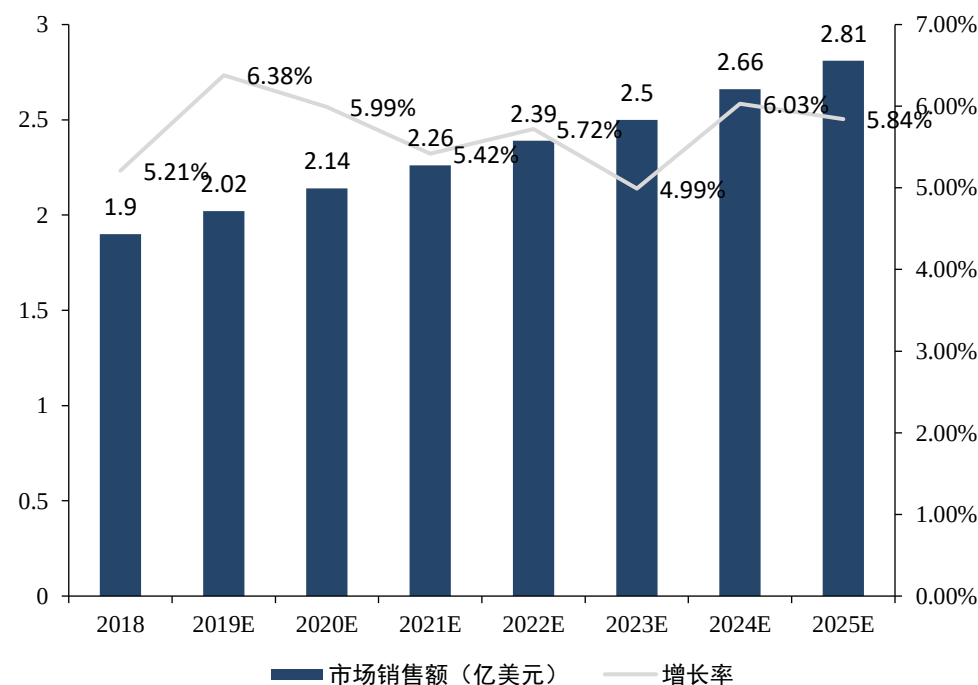
◆ ARA被作为食品营养强化剂广泛应用于婴幼儿配方食品、健康食品和药品中，直接带动全球ARA产业的持续发展。根据Grand View Research的数据，2018年全球ARA市场销量达到3091吨，预计到2025年将达到4265吨，未来几年呈温和增长态势。从市场规模来说，2018年，全球ARA市场规模达到1.90亿美元，预计到2025年将达到2.81亿美元。

图：2018-2025年全球ARA市场销量及预测



资料来源：Grand View Research，国信证券经济研究所整理

图：2018-2025年全球ARA市场规模及预测



资料来源：Grand View Research，国信证券经济研究所整理

ARA市场竞争格局：国际巨头专利将到期，嘉必优拥有最大国内市场份额



- ◆ ARA产品的国际市场方面，美国马泰克公司（Martek）曾经是全球ARA产业的主要供应商，2011年其被帝斯曼收购，并入帝斯曼营养部门。目前，帝斯曼占据全球ARA市场的主要份额，是全球最大的ARA供应商，在全球ARA市场占有率约为90。帝斯曼在全球范围内多个国家申请了ARA的专利保护，而2023年中期，帝斯曼ARA相关专利在各个国家保护期均会陆续到期。
- ◆ 国内市场方面，近年来随着发酵、提取、微胶囊技术与工艺的突破，我国陆续出现一批以ARA为主要产品的生产企业，包括嘉必优、润科生物、福星生物、罗盖特等。其中，**嘉必优是国内ARA产业的早期培育者和领军企业，拥有最大的国内市场份额**，已成为国内ARA产品市场最重要的供应商。根据公司公告，嘉必优2015年与帝斯曼签署了和解协议与加工供货协议，帝斯曼在2015-2026年向嘉必优采购一定数量的ARA产品或现金补偿，并对嘉必优海外销售范围和数量做出一定要求，这为公司的发展争取了宝贵的机会。嘉必优2023年ARA产能有望从420吨增加值570吨，2022年ARA产量为508吨。此外，国内另一ARA主要生产商为润科生物，据润科生物招股说明书披露，润科生物2020年ARA产能为150吨，产量157吨。

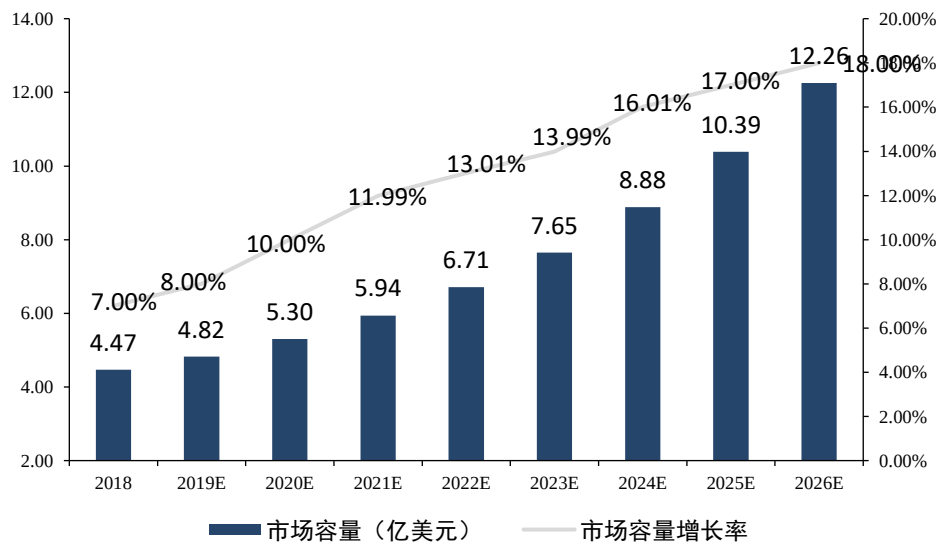
图：嘉必优与润科生物ARA生产指标对比		
	嘉必优	润科生物
菌群	在 200m³ 的发酵规模上ARA 产量达到了 16.61g/L，油脂中 ARA 含量≥42%，油继续加工成为粉剂的转换率为 3.63	100m³的发酵罐上实现了工业化连续生产，发酵生产 ARA 毛油得油率达到了19g/L，油脂中ARA 含量可达45%以上，毛油继续加工成为粉剂的转换率为3.81。
纯化	ARA 油脂提取率从86.3%提高到 91.46%。	通过闪蒸-破壁成型工艺，实现连续化提取ARA油脂，提高渗透率和提取率，提取率达到98.00%以上。

资料来源：共研网，国信证券经济研究所整理

ARA+藻油DHA市场情况：主要应用在婴幼儿配方奶粉

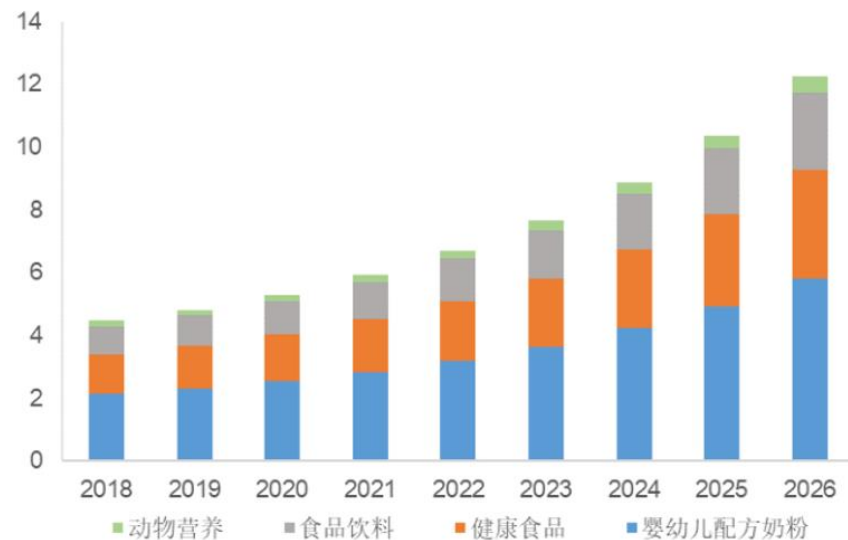
- ◆ ARA和藻油DHA广泛应用于婴幼儿配方食品、健康食品、膳食营养补充剂等领域，市场容量呈逐年增长趋势。根据咨询机构Coherent Market Insights的数据，2018年，全球ARA和藻油DHA市场容量为4.47亿美元，预计到2026年，全球ARA和藻油DHA的市场容量将达到12.26亿美元，2018年至2026年，行业内市场容量将保持13.45%的复合增长率，保持快速增长。
- ◆ 从下游应用领域来看，婴幼儿配方奶粉仍然是ARA和藻油DHA最为主要的应用领域，占市场容量的比例超过45%。据Coherent Market Insights的预计，婴幼儿配方奶粉对于ARA和藻油DHA的总需求量将从2018年的2.14亿美元提升至2026年的5.81亿美元，年复合增长率为13.30%。预计到2026年，婴幼儿配方奶粉对ARA和藻油DHA的需求将占到全行业的47.43%，市场容量为5.81亿美元。此外，健康食品对ARA和藻油DHA的需求将达到3.45亿美元，占全行业的28.18%。婴幼儿配方奶粉和健康食品是ARA和藻油DHA最主要的应用领域。

图：2018-2026年全球ARA+藻油DHA市场容量及增长率



资料来源：Coherent Market Insights，国信证券经济研究所整理

图：2018-2026年全球ARA行业应用领域分布

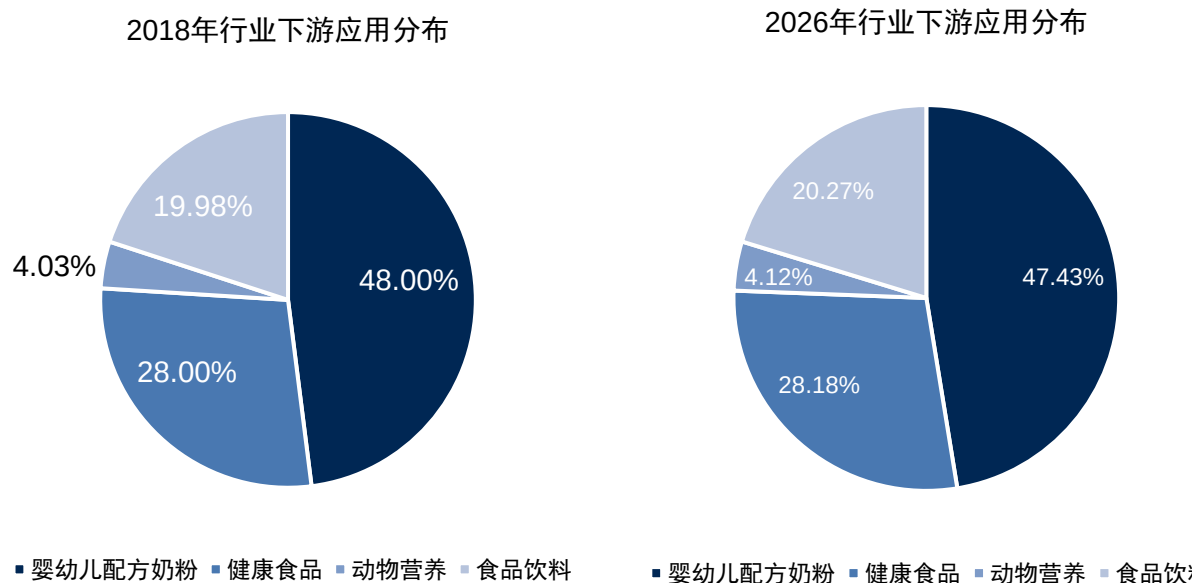


资料来源：嘉必优招股说明书，国信证券经济研究所整理

ARA+藻油DHA市场情况：北美是全球最大的需求市场

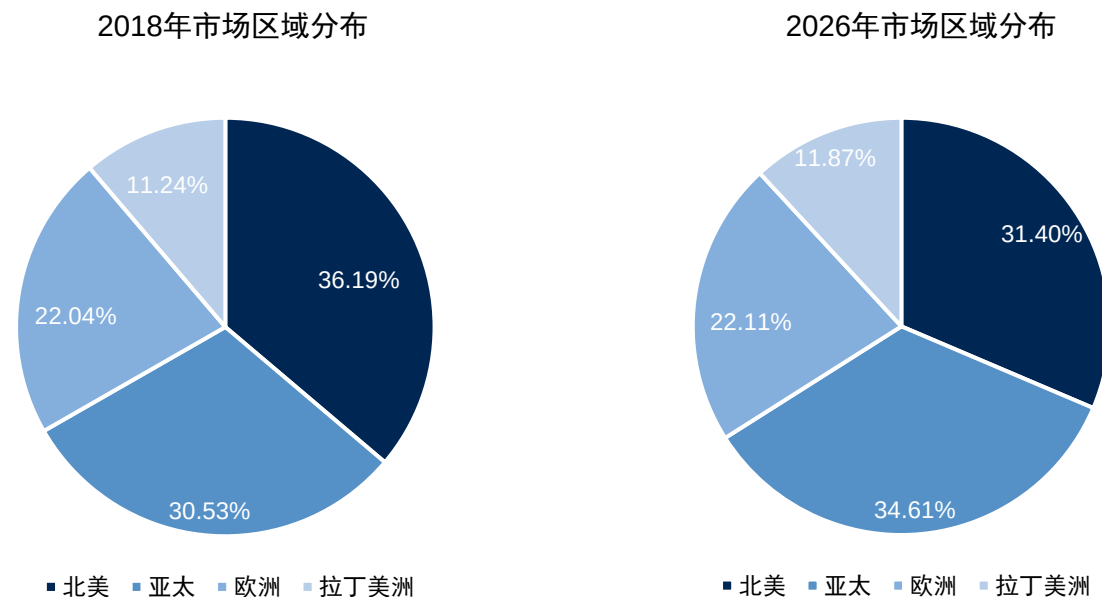
- ◆ 2018年，婴幼儿配方奶粉及健康食品合计占市场容量比例为76.00%，为ARA和藻油DHA最重要的应用领域。未来，婴幼儿配方奶粉及健康食品的行业应用仍将保持稳定的增长，到2026年，婴幼儿配方奶粉及健康食品仍将是行业内最主要的应用，预计将占据总市场容量的75.61%。
- ◆ 在区域分布方面，北美地区是全球最大的DHA市场，亚太地区受益于婴幼儿配方食品的快速增长位居第二，欧洲紧随其后，为全球第三大DHA市场。2022年，北美、亚太、欧洲DHA市场的全球占比分别为34.83%、30.13%和22.34%，其中亚太地区DHA市场的全球占比将有所提升。

图：2018及2026年行业应用领域分布对比



资料来源：嘉必优招股说明书，国信证券经济研究所整理

图：2018及2026年全球市场区域分布



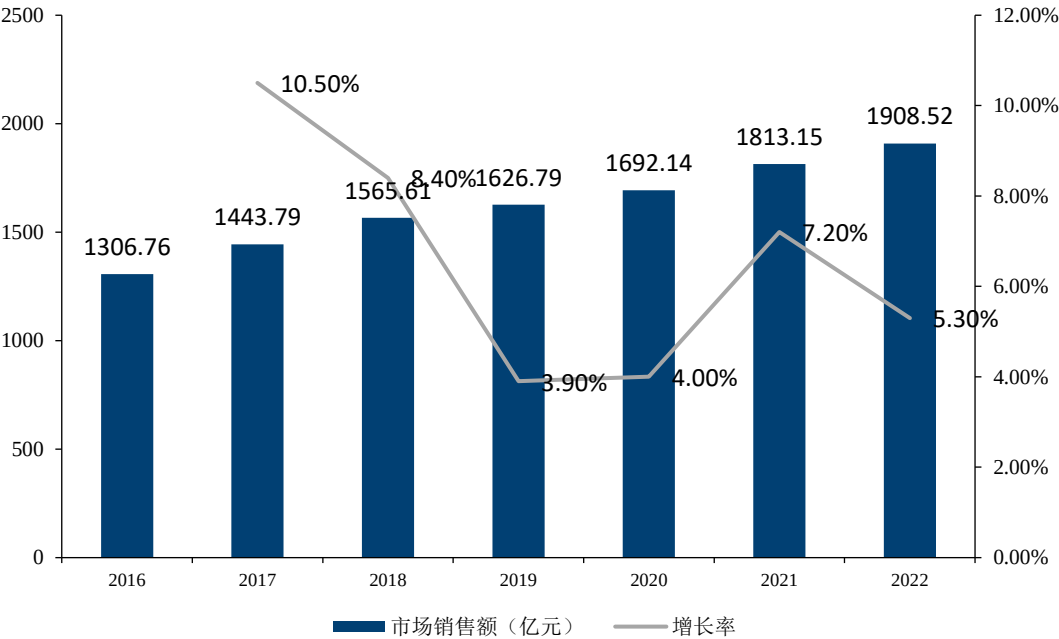
资料来源：嘉必优招股说明书，国信证券经济研究所整理

国内DHA及ARA需求：配方奶粉新国标将有望提高DHA及ARA需求



- ◆ 由于我国人口基数较大，母乳喂养率较低，我国婴幼儿配方奶粉市场一直保持增长趋势。2016年市场规模为1306亿元，据估计2022年市场规模为1909亿元，复合增长率为6.5%。
- ◆ 2021年初，国家卫健委发布了一系列新食品安全国家标准，其中包括了《婴儿配方食品》、《较大婴儿配方食品》和《幼儿配方食品》三个保障婴幼儿健康的标准，并已于2023年2月22日正式实施。新标准中对DHA、ARA等相关营养素作出了新的限量要求，2021版新国标发布后，关于DHA与ARA的含量描述从总脂肪酸含量的百分数更换为mg/kJ，描述更加清晰，且部分奶粉的DHA含量设置了最小添加量，通过换算得到，ARA及DHA的最高添加量几乎翻倍，这将极大的刺激婴幼儿奶粉市场对DHA及ARA的需求。

图：2016-2022年中国婴幼儿奶粉行业市场规模预测



资料来源：中商产业情报网，国信证券经济研究所整理

图：2010及2021版婴幼儿配方食品中关于ARA及DHA的添加标准对比

		2010版 (%总脂肪酸)	2010版换算 mg/100kJ	2021版 mg/100kJ
一段	ARA	≤1	≤10	≤19.1
一段	DHA	≤0.5	≤5	3.6-9.6
二段	ARA	≤1	≤10	≤19.1
二段	DHA	≤0.5	≤5	3.6-9.6
三段	ARA	≤1	≤10	≤19.1
三段	DHA	≤0.5	≤5	≤9.6

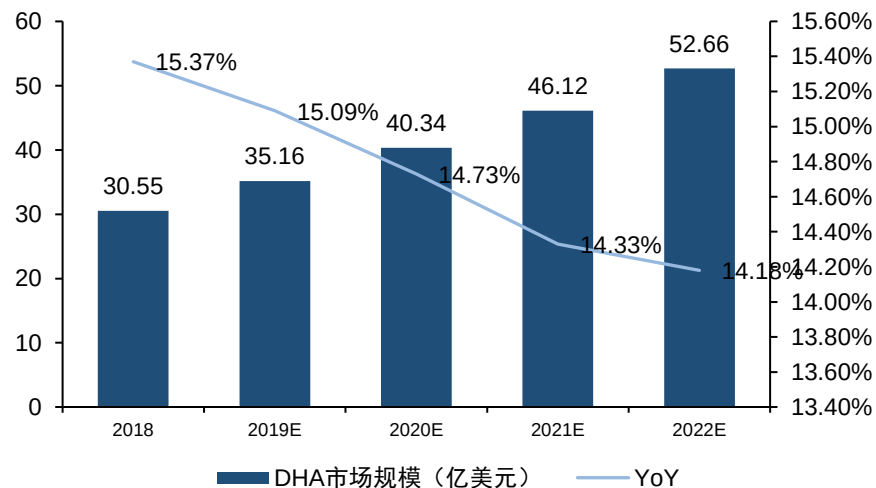
GB 10767-2010中指出，较大婴儿配方食品中，每100kJ中脂肪含量为0.7-1.4g，本次估算中以中脂肪含量为1.0g/kJ计算

资料来源：中商产业情报网，国信证券经济研究所整理

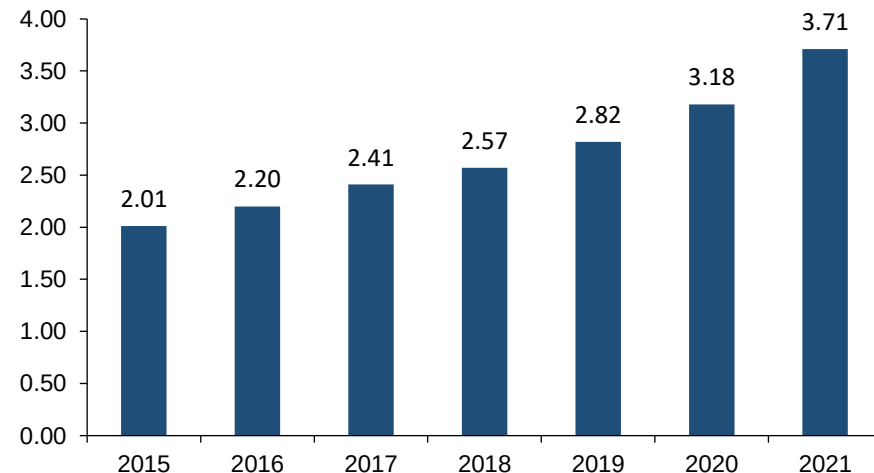
藻油DHA市场规模：国内外企业差距正不断缩小

- ◆ 受技术门槛、品牌门槛等因素，国际市场藻油DHA市场集中度高。杜邦、嘉吉（Cargill）、美国 TerraVia、巴斯夫、法国 Fermentalg、荷兰帝斯曼及其子公司马泰克、荷兰纽迪希亚、瑞士雀巢等大型国际公司在藻油DHA领域皆有较多技术储备和生产布局，其藻油DHA产品应用形式覆盖食品营养强化剂、保健品、特定药理活性的药物制剂等方方面面。
- ◆ 2012年以来，以嘉必优、润科生物、福星生物为代表的国内厂商突破了藻油DHA商业化生产技术，并积极扩张产能。国内企业和国外企业的差距正不断缩小。目前国内本土企业生产的藻油DHA占据了国内主要的市场份额。2015年我国藻油DHA产量185.99吨，到2021年产量增长到了626.75吨，年复合增长率达到了22.44%。
- ◆ 近年来藻油DHA行业龙头企业不断强化研发和工艺改进，业界主流企业单位成本的降低也促成藻油DHA产品价格下行以及需求增长的重要推力。近年来我国藻油DHA产品价格总体呈下降趋势。2021年我国藻油DHA产品销售均价为59.5万元/吨。

图：2018-2022年全球DHA市场规模预测（亿美元）



图：2015-2021年全球藻油DHA市场规模（亿美元）



资料来源：嘉必优招股说明书，国信证券经济研究所整理

资料来源：嘉必优招股说明书，国信证券经济研究所整理

5

相关公司基本情况及盈利预测

[返回目录](#)

相关公司介绍及盈利预测



- **华恒生物（688639）**：公司是一家以合成生物技术为核心，主要从事氨基酸及其衍生物产品研发、生产、销售的高新技术企业。经过在生物制造领域的多年发展，公司已在工业菌种创制、发酵过程智能控制、高效后提取、产品应用开发环节形成了完备的技术领先优势。公司产品包括丙氨酸系列产品、L-缬氨酸、D-泛酸钙和α-熊果苷等。公司目前丙氨酸系列产品产能达4.75万吨/年，主要包含发酵法L-丙氨酸、酶法DL-丙氨酸、β-丙氨酸，产品广泛应用于日化、医药、养殖等行业，公司深度绑定巴斯夫、牧原股份等行业头部企业，合作基础深厚；公司将厌氧发酵丙氨酸技术迁移到缬氨酸发酵，实现了低成本制备缬氨酸，在养殖业饲料豆粕减量趋势下，缬氨酸的需求将迎来快速发展，公司低成本制备缬氨酸技术将为公司带来丰厚利润，目前布局的支链氨基酸项目也有望依靠现有客户渠道迅速占领市场；公司通过廉价原料以酶法制备β-丙氨酸，并进一步实现了“一锅法”制备D-泛酸钙，该流程体现了高效率、高转化率、环境友好的巨大优势，并显著降低了D-泛酸钙的生产成本。公司目前积极布局丁二酸、1,3-丙二醇、苹果酸等新品，凭借深厚技术积累为公司持续发展注入动能。
- **凯赛生物（688065）**：公司主营业务为新型生物基材料的研发、生产及销售，产品包括生物法长链二元酸系列产品、生物基戊二胺、生物基聚酰胺。公司是全球生物法长链二元酸的主导者，是全球唯一可以量产DC10-18的企业，目前公司拥有长链二元酸7.5万吨产能，主要产品为DC12及DC13，山西园区的四万吨癸二酸项目已经于2022年三季度建成投产，该项目较传统蓖麻油水解裂解制备癸二酸成本优势明显，是全球第一个生物法癸二酸产业化项目，成为公司新的盈利增长点。公司具备生物基戊二胺产能5万吨、系列生物基聚酰胺产能10万吨，在尼龙66原料被卡脖子的当下，生物基尼龙66及系列产品可以广泛应用于汽车、高铁、风电等领域，实现轻量化、低排放的目标，市场空间广阔。公司在山西规划年产50万吨生物基戊二胺、90万吨聚酰胺产能，近期公司通过定增引入招商局集团，并拟与招商局签订采购生物基尼龙合同，随着生物基尼龙的放量及下游应用场景的开拓，公司业绩有望迎来快速发展。
- **嘉必优（688089）**：公司是国内营养化学品领先企业，拥有105吨DHA、420吨ARA和10吨燕窝酸产能，产品广泛应用于婴幼儿配方奶粉、保健品、动物营养等领域。公司与国际食品巨头嘉吉渊源深厚，借助嘉吉的渠道公司主要客户覆盖雀巢、达能、嘉吉、贝因美、伊利、飞鹤等国内外知名企业，客户壁垒深厚。帝斯曼ARA专利将于2023年年底全部到期，公司将享受海外市场的增量空间。国内奶粉新国标对ARA和DHA添加标准较原国标有显著提升，奶粉具体添加量有望超标准添加值，国内市场空间显著提升。随着募投产能的释放公司DHA产能有望迅速提高到555吨，ARA产能增加至570吨，公司龙头地位更加稳固。公司还积极拓展燕窝酸、胡萝卜素、母乳低聚糖等产品，加速打造公司第二成长曲线。

表：相关上市公司盈利预测及估值											
股票代码	股票名称	主营产品	股价（2023.8.11）	EPS			PE			PEG (2023E)	总市值（亿元）
				2022A	2023E	2024E	2022A	2023E	2024E		
688639.SH	华恒生物	菊酯类杀虫剂、除草剂、杀菌剂农药及制剂等	85.66	2.95	2.81	4.05	52.6	30.4	21.1	0.80	134.64
688065.SH	凯赛生物	生物基聚酰胺、DC12(月桂二酸)、DC13(巴西酸)等生物法长链二元酸系列产品和生物基戊二胺等	61.30	0.95	1.06	1.48	64.6	57.9	41.4	5.0	357.61
688089.SH	嘉必优	多不饱和脂肪酸ARA、藻油DHA及SA、发酵来源β-胡萝卜素等	20.53	0.54	0.87	1.15	84.5	23.7	17.8	0.2	34.55

资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理 备注：华恒生物、凯赛生物、嘉必优盈利预测均来自于Wind一致性预测

风险提示：

原材料价格大幅波动风险；

产品需求不及预期的风险；

生产成本降低不及预期的风险；

产品品类扩张不及预期的风险；

在建项目进度不及预期的风险等。

[返回目录](#)

免责声明

国信证券投资评级		
类别	级别	定义
股票投资评级	买入	预计6个月内，股价表现优于市场指数20%以上
	增持	预计6个月内，股价表现优于市场指数10%-20%之间
	中性	预计6个月内，股价表现介于市场指数±10%之间
	卖出	预计6个月内，股价表现弱于市场指数10%以上
行业投资评级	超配	预计6个月内，行业指数表现优于市场指数10%以上
	中性	预计6个月内，行业指数表现介于市场指数±10%之间
	低配	预计6个月内，行业指数表现弱于市场指数10%以上

分析师承诺

作者保证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理解，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有。本报告仅供我公司客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。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，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我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。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或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并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。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。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本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，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布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。



国信证券
GUOSEN SECURITIES

国信证券经济研究所

深圳

深圳市罗湖区红岭中路1012号国信证券大厦18层

邮编：518001 总机：0755-82130833

上海

上海浦东民生路1199弄证大五道口广场1号楼12楼

邮编：200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街6号国信证券9层

邮编：100032