

中信证券研究部



王喆
首席能源化工
分析师
S1010513110001



李超
首席新材料分析师
S1010520010001



盛夏
首席农林牧渔
分析师
S1010516110001

能源化工行业

评级

强于大市（首次）

核心观点

合成生物学行业迎来历史发展机遇，应用领域迅猛拓展。预计 2020-2025 年，全球合成生物市场规模将保持 22.5% 的高年均复合增速，至 2025 年突破 200 亿美元。当前合成生物领域企业商业模式可分为产品型及平台型。平台型海外巨头 Zymogen、Ginkgo Bioworks 独具创新发展模式。产品型企业打通从生物改造、发酵纯化到产品改性的全产业链，更具盈利能力。建议重点关注产品型各细分领域龙头华恒生物、凯赛生物、新日恒力、圣泉集团、科拓生物、三元生物、金丹科技、利尔化学。

■ **建物致用：合成生物学集众多优势于一身。**合成生物学广义上是指通过构建生物功能元件、装置和系统，对细胞或生命体进行遗传学设计、改造，使其拥有满足人类需求的生物功能，甚至创造新的生物系统。基于微生物细胞工厂的高效构建，众多生物基产品已成功实现产业化，如丙氨酸、1,3-丙二醇、长链二元酸、聚乳酸等，其在成本与质量、工艺路线、环境友好度等方面相较于石化基产品展现出显著优势。由于生物基材料的二氧化碳排放量大幅下降，碳中和趋势下，合成生物企业的成本优势有望进一步放大。

■ **合成生物学跃动新发展，市场空间广阔。**当下，合成生物学行业迎来历史性发展机遇，广泛应用于医疗健康、化工、农业、食品、消费品等诸多领域。根据华经产业研究院数据，2020 年全球合成生物学市场规模达 68 亿美元，同比增长 28.3%。随着核心技术不断更迭，合成生物行业规模将进一步迅速扩张，我们预计 2020-2025 年，全球合成生物市场规模将保持 22.5% 的高年均复合增速，至 2025 年突破 200 亿美元。同时，资本的目光加速向合成生物学聚集，根据 SynbioBeta 的数据，合成生物学领域的融资从 2011 年的 4 亿美元增长至 2020 年的 78 亿美元，年复合增长率高达 37%。

■ **合成生物公司百家争鸣。**国内外从事合成生物学领域的公司已多达 500 家，商业模式可分为产品型及平台型，例如海外平台型巨头 Zymogen、Ginkgo Bioworks 等。产品型公司打通从生物改造、发酵纯化到产品改性的全产业链，因而更具盈利能力；平台型企业旨在提供生物体设计与软件开发等合成生物平台，由于自身缺乏应用层面的落地产品，盈利能力受限。重点推荐各细分领域产品型龙头华恒生物、凯赛生物、新日恒力、圣泉集团、科拓生物、三元生物、金丹科技、利尔化学、金达威。

■ **风险因素：**相关公司在建项目进度低于预期的风险；玉米等生物质原材料价格波动的风险；宏观经济及下游行业波动的风险；进出口政策及国际贸易环境变化的风险；生物安全与伦理的风险。

■ **行业评级。**合成生物学在各领域的渗透率仍有大量提升空间，下游消费属性将带动行业长期稳定增长。龙头公司筑起综合竞争力的行业护城河，呈现强者更强的局面。预计行业龙头公司未来将迎来业绩和估值双重提升的戴维斯双击过程，维持行业“强于大市”评级。

重点公司盈利预测、估值及投资评级

简称	收盘价 (元)	EPS (元)			PE			评级
		20A	21E	22E	20A	21E	22E	
凯赛生物	114.23	1.10	1.45	1.93	103.8	78.8	59.2	凯赛生物
华恒生物	109.05	1.50	1.69	2.20	72.7	64.5	49.6	华恒生物
圣泉集团	32.15	1.26	0.91	1.30	25.5	35.3	24.7	圣泉集团
科拓生物	29.53	1.17	0.81	1.04	25.2	36.5	28.4	科拓生物
三元生物	104.03	2.30	3.89	5.62	45.2	26.7	18.5	三元生物
金丹科技	31.77	1.06	0.94	1.68	30.0	33.8	18.9	金丹科技
利尔化学	29.86	1.17	2.04	2.43	25.5	14.6	12.3	利尔化学

资料来源: Wind, 中信证券研究部预测

注: 股价为 2022 年 3 月 21 日收盘价

目录

建物致用：合成生物学集众多优势于一身.....	1
合成生物：建物致知，建物致用	1
生物合成集低成本、高质量、高收率、环境友好度等优势于一身.....	4
碳中和趋势下合成生物企业成本优势有望进一步放大	10
合成生物学蓬勃发展，市场空间广阔	13
合成生物浪潮已至，迎来历史性发展机遇	13
合成生物学蓬勃发展，应用领域迅猛扩展	16
新兴技术创巨量市场，吸引全球资本涌入	19
合成生物公司百家争鸣.....	21
产品型公司：生产面向市场各领域的合成生物产品	21
平台型公司：提供集成化的合成生物学平台	38
风险提示	42
行业评级	42

插图目录

图 1：合成生物学广义概念	1
图 2：合成生物学学科融合性	2
图 3：合成生物学颠覆性	2
图 4：合成生物学狭义概念	2
图 5：微生物细胞工厂发展历程	3
图 6：丙氨酸的酶法和生物发酵法生产工艺	5
图 7：华恒生物发酵法 L-丙氨酸单位成本及毛利率	6
图 8：华恒生物酶法 L-丙氨酸单位成本及毛利率	6
图 9：1,3-丙二醇三种生产工艺	6
图 10：长链二元酸的生物发酵法生产工艺	8
图 11：生物塑料与传统塑料种类	9
图 12：生物可降解塑料的现有及预计增加产能	9
图 13：生物基聚乳酸的生产工艺	9
图 14：不同种类塑料能耗系数、碳排放系数和取水系数	10
图 15：全球一次能源消费结构（2020 年）	10
图 16：全球温室气体排放来源	10
图 17：生物基材料与石化材料的温室气体排放量	11
图 18：生物基材料的温室气体减排量	11
图 19：三代生物合成技术图	12
图 20：碳排放权交易体系	12
图 21：合成生物基础科学研究代表性进展	13
图 22：合成生物学领域论文发表量	14
图 23：2020 年合成生物学领域论文按国家分布	14
图 24：基因组的“读-改-写”技术发展历程	14
图 25：人类基因组测序速度	15
图 26：人类基因组测序成本	15
图 27：世界主要国家合成生物相关政策	15
图 28：合成生物学应用领域	16
图 29：全球合成生物行业市场规模	19
图 30：全球合成生物行业市场规模按区域分布	19
图 31：全球合成生物行业细分市场占比（2019 年）	20
图 32：全球合成生物行业细分市场 2019-2024 年增速	20
图 33：全球合成生物企业融资额及同比	20
图 34：全球合成生物企业平均融资额及融资企业数	20
图 35：全球合成生物学初创公司图谱	21
图 36：产品型企业微生物发酵工艺	22
图 37：凯赛生物生物基聚酰胺生产平台	23
图 38：凯赛生物营业收入及同比	24
图 39：凯赛生物归母净利润及同比	24
图 40：凯赛生物内外销营收及外销占比	24
图 41：凯赛生物主营业务毛利率	24
图 42：华恒生物营业收入及同比	26

图 43: 华恒生物归母净利润及同比	26
图 44: 华恒生物内外销营收及外销占比	26
图 45: 华恒生物内外销毛利率	26
图 46: 新日恒力营业收入及同比	28
图 47: 新日恒力归母净利润及同比	28
图 48: 圣泉集团产业链	29
图 49: 圣泉集团营业收入及同比 (亿元)	30
图 50: 圣泉集团归母净利润及同比	30
图 51: 科拓生物主营业务	30
图 52: 科拓生物营业收入及同比	32
图 53: 科拓生物归母净利润及同比	32
图 54: 科拓生物营业收入分业务占比	32
图 55: 科拓生物主营业务毛利率	32
图 56: 金丹科技产业链	33
图 57: 金丹科技营业收入及同比	34
图 58: 金丹科技归母净利润及同比	34
图 59: 三元生物产业链	34
图 60: 三元生物营业收入及同比	35
图 61: 三元生物归母净利润及同比	35
图 62: 三元生物营业收入分业务占比	35
图 63: 三元生物主营业务毛利率	35
图 64: 利尔化学生物法 L-草胺膦合成路线	36
图 65: 利尔化学营业收入及同比 (亿元)	37
图 66: 利尔化学归母净利润及同比	37
图 67: 金达威营业收入及同比	38
图 68: 金达威归母净利润及同比	38
图 69: 金达威营业收入分业务占比	38
图 70: 金达威主营业务毛利率	38
图 71: 平台型企业技术平台	39
图 72: 平台型企业微生物开发流程	39
图 73: Zymergen 历史沿革	39
图 74: Zymergen 主要产品	40
图 75: Zymergen 营业收入及同比	40
图 76: Zymergen 归母净利润及同比	40
图 77: GinkgoBioworks 历史沿革	41
图 78: GinkgoBioworks 生物铸造平台	41
图 79: GinkgoBioworks 营业收入及同比	42
图 80: GinkgoBioworks 归母净利润及同比	42

表格目录

表 1: 代表性生物基产品	3
表 2: 合成生物学与化学工程对比	4
表 3: 全球丙氨酸主要生产企业及其生产方法	4
表 4: 丙氨酸生产工艺优势对比	5

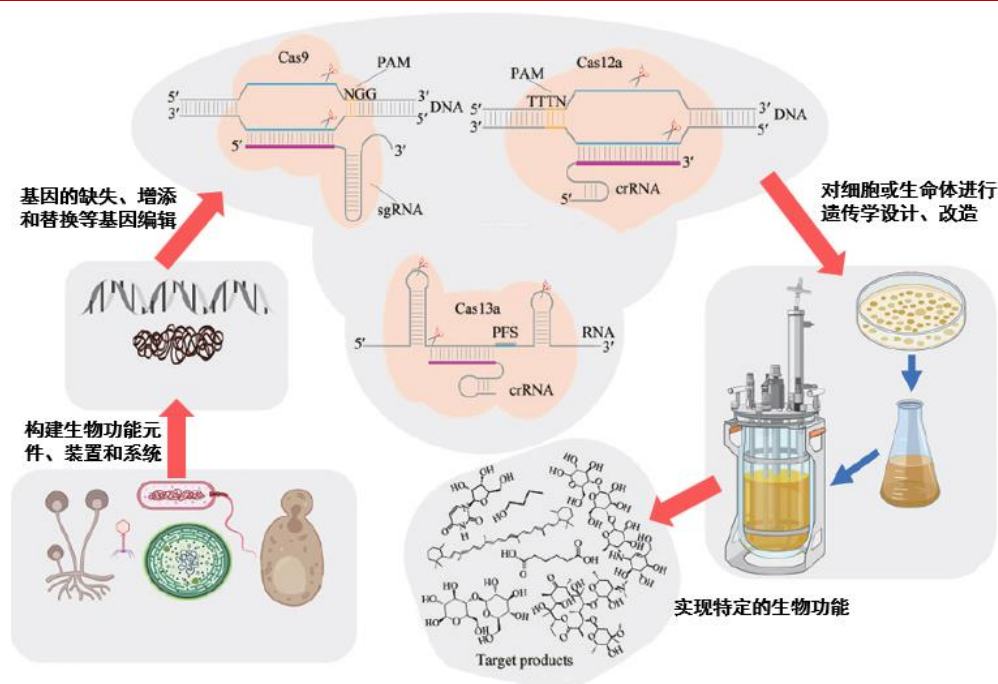
表 5: 全球 1,3-丙二醇主要生产企业及其生产方法	6
表 6: 1,3-丙二醇生产工艺优势对比	7
表 7: 全球长链二元酸生产企业及其生产方法	7
表 8: 长链二元酸生产工艺优势对比	8
表 9: 合成生物学在医疗健康领域的代表性应用	17
表 10: 合成生物学在化工领域的代表性应用	17
表 11: 合成生物学在农业领域的代表性应用	18
表 12: 合成生物学在食品领域的代表性应用	18
表 13: 合成生物学在消费品领域的代表性应用	19
表 14: 凯赛生物主要产品	22
表 15: 凯赛生物核心技术	23
表 16: 华恒生物主要产品	25
表 17: 华恒生物丙氨酸生产技术与同行对比	25
表 18: 新日恒力 5 万吨/年月桂二酸项目	27
表 19: 中科院三代微生物发酵技术对比	27
表 20: 山西中能生物基新材料生态产业园项目	27
表 21: 圣泉集团主要产品	29
表 22: 科拓生物主要产品	31
表 23: 金丹科技主要产品	33
表 24: 利尔化学主要产品	35
表 25: 金达威主要产品	37

■ 建物致用：合成生物学集众多优势于一身

合成生物：建物致知，建物致用

合成生物学广义上是指通过构建生物功能元件、装置和系统，对细胞或生命体进行遗传学设计、改造，使其拥有满足人类需求的生物功能，甚至创造新的生物系统。“建物致知、建物致用”是合成生物学的两大愿景，也就是通过建造生物体系而了解生命、通过创造生物体系来服务人类。广义上的合成生物学研究可以划分为三个层面：一是利用已知功能的天然生物模块构建新型的代谢调控网络使其拥有特定的新功能；二是基因组 DNA 的从头合成以及生命体的重新构建；三是完整的生物系统以及全新的人造生命体的创建。

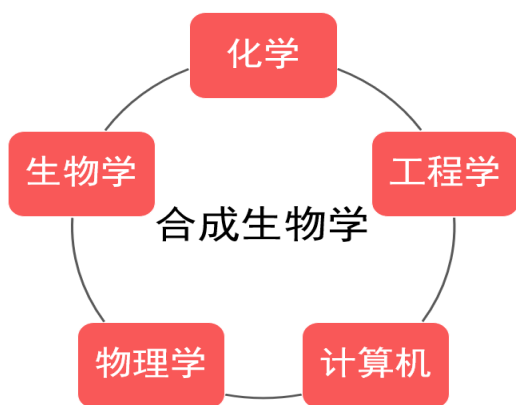
图 1：合成生物学广义概念



资料来源：《CRISPR 技术在微生物合成生物学中的应用》（汪莲，王浩君，罗云孜）

合成生物学系多学科融合，展现出重大颠覆性。合成生物学是生物学、工程学、物理学、化学、计算机等学科交叉融合的产物，有望形成颠覆性生物技术创新，为破解人类社会面临的资源与环境不足的重大挑战提供全新的解决方案。合成生物学的颠覆性表现在：一方面打破了非生命化学物质和生命物质之间的界限，“自下而上”地逐级构筑生命活动；另一方面革新了当前生命科学研究模式，从读取自然生命信息发展到改写人工生命信息，重塑碳基物质文明。

图 2：合成生物学学科融合性



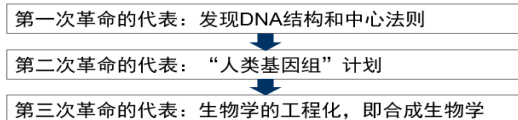
资料来源：《合成生物制造进展》（张媛媛，曾艳，王钦宏），中信证券研究部

图 3：合成生物学颠覆性

（1）打破了“非生命”与“生命”的界限



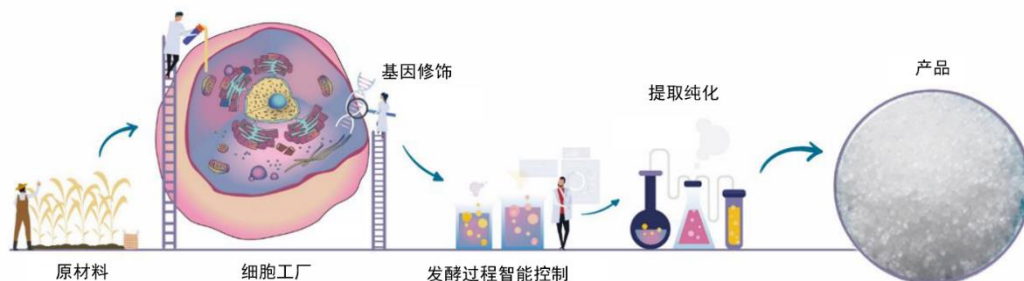
（2）实现了生命科学由理解生命到创造生命的革命



资料来源：《化学品绿色制造核心技术——合成生物学》（肖文海，王颖，元英进），中信证券研究部

产业应用中的合成生物学多为狭义概念，即利用可再生的生物质资源为原料生产各种产品。具体而言，合成生物学通过构建高效的细胞工厂，利用淀粉、葡萄糖、纤维素等可再生碳资源甚至 CO_2 为原料生产氨基酸、有机酸、抗生素、维生素、微生物多糖、可再生化学品、精细与医疗化学品等。我们所更加关注的合成生物学产业应用以微生物细胞工厂为核心，建立“原料输入—菌株培育—发酵控制—提取纯化—产品输出”的工艺路线，从而实现利用生物技术生产化学品的技术变革，并持续推进生物制造技术工艺的升级和迭代。

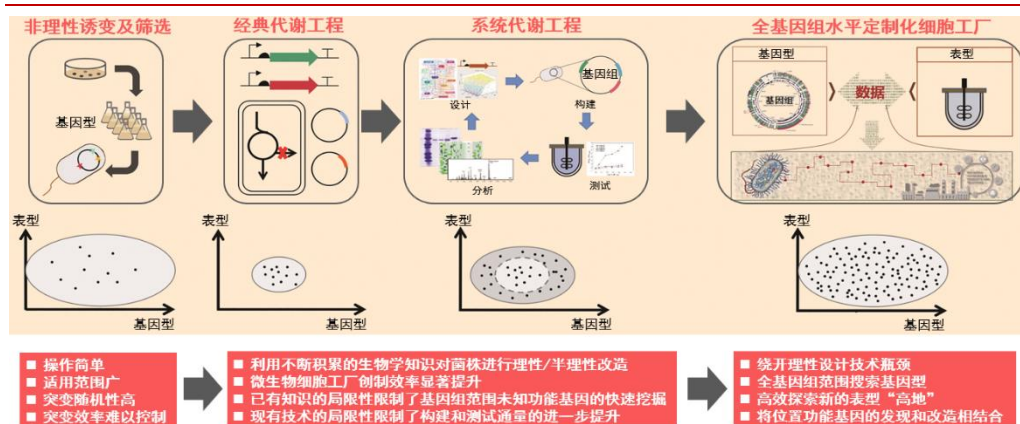
图 4：合成生物学狭义概念



资料来源：华恒生物招股书

微生物细胞工厂是合成生物学产业应用的核心环节，经历了不同的历史阶段。20 世纪 90 年代之前，主要通过非理性诱变及筛选技术获得目标产物高产菌株，“以时间（人力）换水平”。20 世纪 90 年代以来，代谢工程学科逐步创立，利用重组 DNA 技术对生物体中已知的代谢途径进行有目的的设计，构建具有特定功能的细胞工厂。但由于微生物代谢网络结构及其调控机制的复杂性，仍然需要耗费大量的时间和精力。当下，全基因组规模定制工程化细胞工厂实现创造性发展，通过将高通量技术在全基因组范围基因型空间的挖掘与改造相结合，有望获得生产效率更为高效、生产性能更加优越的下一代微生物细胞工厂。

图 5：微生物细胞工厂发展历程



资料来源：《微生物细胞工厂的设计构建：从诱变育种到全基因组定制创制》（袁姚梦，邢新会，张肿），中信证券研究部

基于微生物细胞工厂的高效构建，众多生物基产品已成功实现产业化。理论上，所有的有机化学品理论上都可以通过合成生物制造来生产。目前，包括生物基丁二酸、长链二元酸、乙醇、1,4-丁二醇、异丁醇、1,3-丙二醇、异丁烯、L-丙氨酸、戊二胺、青蒿素等在内的众多合成生物化学品已经成功实现产业化。随着合成生物学的进一步发展，以及人工智能、大数据等新技术的融合加深，未来更多的生物基产品有望通过合成生物法生产，从而促进生物经济形成，更好地服务于人类社会的可持续发展。

表 1：代表性生物基产品

化学品	微生物	原料	公司
3-羟基丙酸	大肠杆菌	-	OPXbio&DowChemical
	-	-	Perstorp
丁二酸	大肠杆菌	玉米糖	BioAmber
	大肠杆菌	蔗糖	Myriant（现名 GCInnovationAmerica）
	克鲁斯假丝酵母	-	-
	酿酒酵母	淀粉、糖类	Reverdia
	巴斯夫产琥珀酸菌	甘油、糖类	Succinity
长链二元酸	假丝酵母	玉米	凯赛生物、新日恒力
	乙醇梭菌	CO	首钢朗泽
乙醇	酿酒酵母	蔗糖、玉米糖、木质纤维素	-
	运动发酵单胞菌	-	-
	马克斯克鲁维酵母	-	-
1,4-丁二醇	大肠杆菌	糖类	Genomatica、DuPontTate&Lyle
1,3-丙二醇	大肠杆菌	糖类	DuPontTate&Lyle
乳酸	乳酸菌	玉米	金丹科技
	酿酒酵母	糖类	Gevo
异丁醇	-	-	Butalco
	-	-	Butamax
聚羟基链烷酸酯（PHA）	大肠杆菌	糖类	Metabolix（现名 Yeild10science）
法尼烯	酿酒酵母	-	Amyris
青蒿素（半合成）	酿酒酵母	-	Amyris
异丁烯	大肠杆菌	糖类	GlobalBioenergies

化学品	微生物	原料	公司
L-丙氨酸	-	葡萄糖	华恒生物
戊二胺	-	玉米	凯赛生物

资料来源：《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》（袁姚梦等），《合成生物学应用产品开发现状与趋势》（陈大明等），凯赛生物招股书，华恒生物招股书，相关公司官网，中信证券研究部

生物合成集低成本、高质量、高收率、环境友好度等优势于一身

合成生物学相较于化学工程优势显著。与化学工程相比，合成生物学以可再生生物资源替代不可再生化石资源，以绿色清洁的生物制造工艺替代高能耗高污染的石化、煤化工工艺，从而可以摆脱对石油、煤等不可再生资源的依赖，解决化学工程过程中的高耗能和高污染问题，生产过程更为安全、绿色、环保，并大幅度降低生产成本，对于促进国民经济的可持续发展至关重要。下面以生物法丙氨酸、1,3-丙二醇、长链二元酸、聚乳酸为例做具体说明。

表 2：合成生物学与化学工程对比

	合成生物学	化学工程
核心技术	生物合成途径规模化解析、元件库建设、高通量组装和优化、人造系统的调试	化学催化过程、生产工艺包
原料来源	淀粉、纤维素、二氧化碳等可再生碳资源，具有清洁、高效、可再生等特点	石油、煤等不可再生化石资源
反应条件	常温常压，反应条件温和	多需高温高压，反应条件严苛
技术壁垒	实验室验证阶段到产业化放大阶段技术瓶颈众多，一般需要经历漫长的研究探索和生产实践	技术发展相对成熟，新增技术较少，主要聚焦于现有技术的优化
技术特点	降低工业过程能耗、物耗，减少废物排放与空气、水及土壤污染，以及大幅度降低生产成本	能耗较高，二氧化碳、废水等污染物排放量大，对环境的影响程度更高
涉及学科	生命科学与工程学、系统科学、信息科学、合成科学等的交叉融合	化学、化学工程学、材料学

资料来源：《合成生物制造进展》（张媛媛，曾艳，王钦宏），华恒生物招股书，公开资料，中信证券研究部

示例一：生物法丙氨酸。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，广泛应用于日化、医药及保健品、食品添加剂和饲料等众多领域。国内丙氨酸生产企业主要包括烟台恒源、丰原生化、华恒生物等，国外丙氨酸生产企业主要为武藏野。其中，烟台恒源通过酶法生产 L-丙氨酸，丰原生化采用微生物发酵法生产 L-丙氨酸，华恒生物拥有发酵法和酶法两种生产路线，而武藏野通过化学合成法生产 DL-丙氨酸。

表 3：全球丙氨酸主要生产企业及其生产方法

公司	主要产品	生产方法
华恒生物	丙氨酸系列产品、α-熊果苷、D-泛酸钙等	发酵法和酶法生产丙氨酸系列产品
烟台恒源	富马酸、L-天冬氨酸、L-丙氨酸	酶法生产 L-丙氨酸
丰原生化	新材料聚乳酸、氨基酸、有机酸系列产品	微生物发酵法生产 L-丙氨酸
武藏野	纯天然乳酸及其盐、酯系列产品、DL-丙氨酸	化学合成法生产 DL-丙氨酸

资料来源：华恒生物招股书，中信证券研究部

酶法和生物发酵法生产丙氨酸发展成为主流工业生产技术。在丙氨酸生产工艺的技术演变中，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，工业生产丙氨酸产品的前沿工艺主要为酶法和生物发酵法。酶法由石油化工产品作起

始原料，借助酶的催化作用通过生物转化反应获得所需 L-氨基酸。生物发酵法生产氨基酸是利用微生物具有能够合成其自身所需各种氨基酸的能力，通过对菌株的诱变等处理达到过量合成 L-丙氨酸的目的。

图 6：丙氨酸的酶法和生物发酵法生产工艺



资料来源：《氨基酸工业发展报告》（杜军），中信证券研究部

生物发酵法在产品成本与质量、工艺路线、环境友好度等方面优势显著。从原料端来看，生物发酵法制备丙氨酸以可再生葡萄糖等生物物质为原料，相较于化学合成法与酶法降低了对不可再生石化资源的依赖，实现生物物质资源对化石资源的替代。从工艺端来看，生物发酵法避免了化学合成法的高温高压条件，反应条件温和且转化率高，产品质量高，发酵周期短，展现出绿色环保优势。尤其是厌氧发酵法，反应无需通入空气，减少发酵过程的污染风险，且无二氧化碳排放，相较于酶法生产 1 摩尔丙氨酸产品降低 1 摩尔二氧化碳排放量。

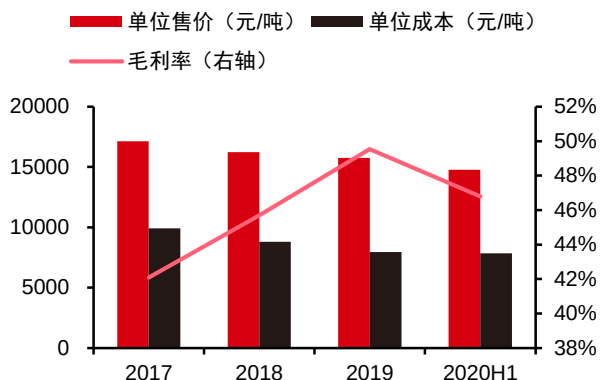
表 4：丙氨酸生产工艺优势对比

	天然提取法	化学合成法	酶法	生物发酵法
产量	低	高	高	高
产品成本	高	高	较高	低
核心步骤	强酸水解	化学催化	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：华恒生物招股书，中信证券研究部

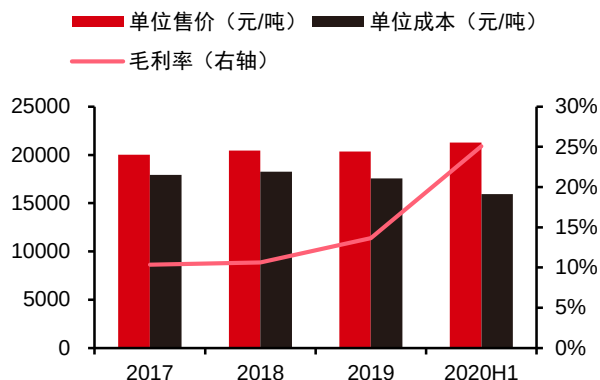
参看华恒生物以酶法和生物发酵法生产 L-丙氨酸的成本，根据其招股书披露，华恒生物近年生物发酵法生产 L-丙氨酸的平均单位成本约 8635 元/吨，而酶法生产 L-丙氨酸的平均单位成本为 17,427 元/吨，发酵法生产成本仅为酶法的一半。华恒生物发酵法 L-丙氨酸的近年平均毛利率约 46%，也远高于酶法的 25%，展现出极大的成本优势。另外，华恒生物发酵法生产 L-丙氨酸的转化率在 95%以上，而酶法通常低于 67%，是合成生物学在化学品生产领域发挥经济效益的典型实例。

图 7：华恒生物发酵法 L-丙氨酸单位成本及毛利率



资料来源：华恒生物招股书，中信证券研究部

图 8：华恒生物酶法 L-丙氨酸单位成本及毛利率



资料来源：华恒生物招股书，中信证券研究部

示例二：生物法 1,3-丙二醇。1,3-丙二醇是一种重要的化工原料，最主要的用途是作为聚合物单体合成性能优异的高分子材料 PTT 等，也可作为有机溶剂应用于油墨、印染、涂料、润滑剂、抗冻剂等行业，还可用作药物合成中间体。全球 1,3-丙二醇的主要生产企业包括 Shell、Degussa、DuPont 等，其中 Shell 和 Degussa 分别采用环氧乙烷法和丙烯醛法的化学合成方法生产 1,3-丙二醇，DuPont 与 Genencor 合作致力于以微生物发酵法生产 1,3-丙二醇。

表 5：全球 1,3-丙二醇主要生产企业及其生产方法

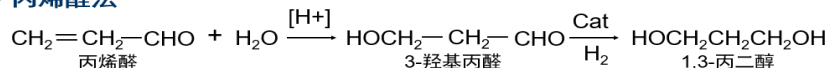
公司	厂地	产能 (万吨/年)	生产方法
Shell	美国路易斯安纳州 Gesmar	7.2	环氧乙烷法
Degussa	德国韦塞林	0.9	丙烯醛法
DuPont	美国伊利诺依州德卡杜尔	4.5	生物发酵法

资料来源：《1,3-丙二醇生产工艺的对比及选择》（韩克星），中信证券研究部

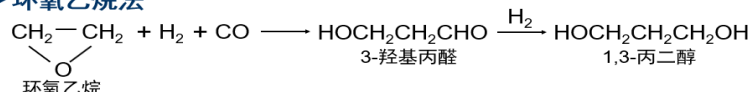
生物发酵法生产 1,3-丙二醇近年兴起。DuPont 公司采用 Genencor 的 Design-Path™ 技术，成功地将来自三种不同微生物的 DNA 组合到一个菌株上，从而一步将葡萄糖转化为 1,3-丙二醇。而丙烯醛法通过丙烯醛水合生成 3-羟基丙醛，然后液相加氢生成目的产物 1,3-丙二醇；环氧乙烷法通过环氧乙烷经氢甲酰化首先生成 3-羟基丙醛，进一步加氢反应得到 1,3-丙二醇。

图 9：1,3-丙二醇三种生产工艺

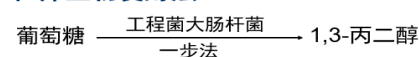
➤ 丙烯醛法



➤ 环氧乙烷法



➤ 杜邦生物发酵法



资料来源：《1,3-丙二醇生产工艺的对比及选择》（韩克星），中信证券研究部

生物法 1,3-丙二醇竞争优势显著。化学合成法因其投资高、副产物多、选择性差、操作条件苛刻、化学原料不可再生且为易燃易爆剧毒的危险品等缺点，很难形成持续性的大规模工业生产。生物转化法具有工艺选择性高、操作条件温和、原料可再生等优点。根据 1,3-丙二醇不同工艺生产成本的估算，生物发酵法生产成本约 1222 美元/吨，较丙烯醛法降低约 38%，相较于环氧乙烷法降低约 30%，优势显著。总的来看，生物发酵法已渐渐成为生产 1,3-丙二醇的重要方法，在生产成本、安全性、环境友好度等方面具有竞争优势。

表 6：1,3-丙二醇生产工艺优势对比

生产工艺	生产成本(美元/吨)	优点	缺点
环氧乙烷法	1742	工艺技术比较成熟	投资大，技术难度大，产品的分离难度大，成本高，副产物多，选择性差，操作条件需高温高压，所利用的化学原料均为不可再生的石油或煤炭资源，且环氧乙烷和丙烯醛均属易燃易爆和剧毒的危险品
丙烯醛法	1966		
葡萄糖生物发酵法	1222	工艺选择性高、操作条件温和、原料可再生	工艺技术壁垒较高

资料来源：《1,3-丙二醇生产工艺的对比及选择》（韩克星），《1,3-丙二醇的生产技术》（婷婷），中信证券研究部

示例三：生物基长链二元酸。长链二元酸（DCA）作为一种精细化学品，广泛应用于高性能长链聚酰胺、高档润滑油、高档热熔胶、粉末涂料、高等香料、耐寒增塑剂、农药和医药等诸多下游应用市场。长链二元酸的制备工艺分为植物油裂解法、化学合成法和生物发酵法三种，目前国内市场上基本采用生物发酵法，在产产能约 9.7 万吨/年；国际市场上仍存传统化学合成法约 2 万吨/年在产产能；而植物油裂解法受限于产品产量，不适用于大规模工业化生产。

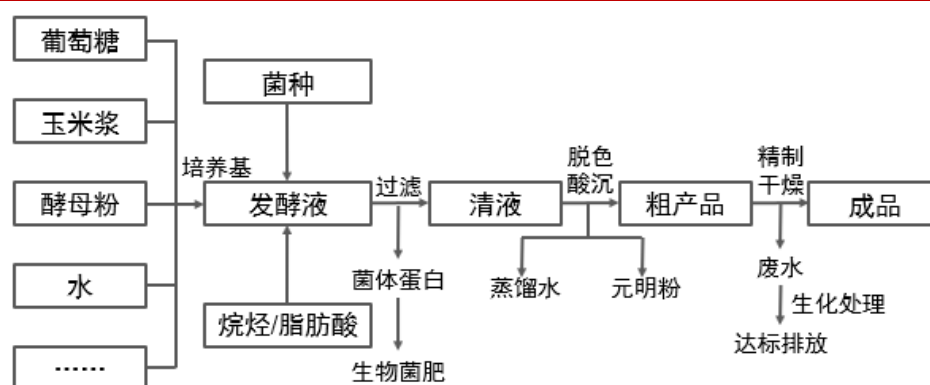
表 7：全球长链二元酸生产企业及其生产方法

生产方法	企业	产品类型	产能(万吨/年)	待投情况
生物发酵法	凯赛生物	DC10~18	7.5	预计 2022 年上半年建成投产
		DC10	4	
	新日恒力	DC12	5	2021 年 10 月月桂二酸项目正式投产，已开启二分之一产能
		瀚霖生物	DC11~13	
		广通化工	DC12~18	
化学合成法	赢创、UBE 等国外公司	DC12	2	

资料来源：中能集团生物基二元酸项目可研性报告，中信证券研究部

生物发酵法生产工艺占据主导。生物发酵法制备长链二元酸是以长链烷烃、玉米浆、葡萄糖等原料，通过工程菌胞内酶对长链烷烃氧化的特异性和专一性，将其催化合成为相同链长的长链二元酸；之后对发酵液进行多级过滤、结晶、干燥等操作，进一步提取产品。而化学合成法从某一种低碳链的二元酸开始，通过脂化、还原、溴化、氰化和腈的水解等一系列化学反应步骤，最终合成得到多 2 个或 3 个碳原子的二元酸。

图 10：长链二元酸的生物发酵法生产工艺



资料来源：新日恒力官网，中信证券研究部

生物基长链二元酸具有产品种类更丰富、成本更低及更环保等优势。化学合成法生产长链二元酸合成条件苛刻（ $>200^{\circ}\text{C}$ 、 10MPa ），合成步骤复杂，环境污染严重，且产品收率低、成本高，迄今只有十二碳二元酸(DC12)通过化学合成法工业化生产。而生物发酵法原料来源广，反应条件温和，没有环境污染，成本低、收率高，可以大规模工业化生产，展现出无可比拟的优越性。目前，生物法制备长链二元酸在我国已经取代了传统的化学合成法，逐渐从实验室研究发展到工业化生产。

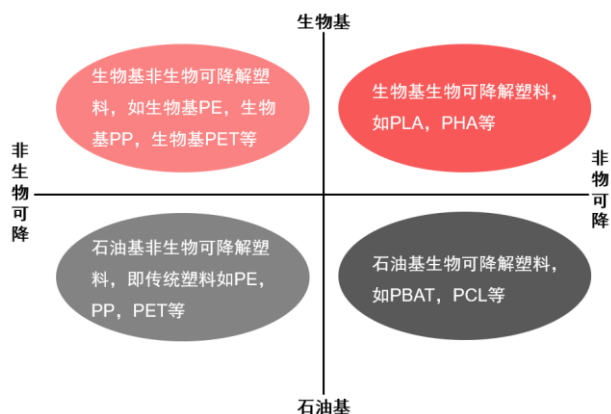
表 8：长链二元酸生产工艺优势对比

	植物油裂解	化学合成法	生物合成法
生产工艺	从蓖麻籽油、菜籽油、蒜头果油通提取出前驱体，再经氧化裂解制取。	从某一种低碳链的二元酸开始，通过脂化、还原、溴化、氰化和腈的水解等一系列化学反应步骤，合成多 2 个或 3 个碳原子的二元酸	以石化副产正烷烃或脂肪酸为原料，采用微生物发酵的方法生产长链二元酸
产物品种	DC10、DC13、DC15	迄今只有十二碳二元酸(DC12)可以通过化学方法合成，进行工业化生产	产品多样化，涵盖从 DC11~DC18 的各种长链二元酸
反应条件	氧化裂解反应条件要求适中	条件苛刻，既需高温、高压和催化剂，又需防火、防爆和防毒装置	整个生产过程在常温、常压下进行，生产条件温和
环境友好度	较为友好	强酸催化，污染严重，能耗高	不造成环境污染
工艺复杂性	较复杂	经过 9 个复杂的反应步骤	利用微生物特有的氧化能力，工艺简单
规模	受农田和气候等条件限制，产量不大	大规模工业化生产受限	规模大
纯度	~70%	$>99\%$	98.5~99.5%
收率	一般	低	高
成本	一般	高	成本低，仅为化学合成法的三分之二

资料来源：《生物合成长链二元酸新产业的崛起》（陈远童），中能集团生物基二元酸项目可研性报告，中信证券研究部

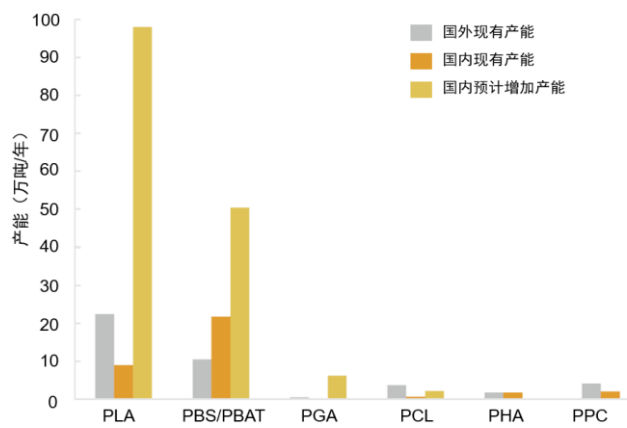
示例四：生物基聚乳酸。生物塑料是新生代塑料，是相对于石油基、不可降解的传统塑料而言的，指生物基的、生物可降解的以及二者兼具的塑料。其中，生物基生物可降解塑料一方面原料来源于可再生生物质资源，另一方面使用后可在自然环境条件下能降解成对环境无害的物质，在塑料污染治理趋紧的当下受到广泛关注。聚乳酸（PLA）是目前是全球范围内产业化最成熟、产量最大、应用最广泛的生物基生物可降解塑料，预计未来产能将大幅度提升，能缓解目前供不应求的局面。

图 11：生物塑料与传统塑料种类



资料来源：《中国塑料的环境足迹评估》（北京石油化工学院），中信证券研究部

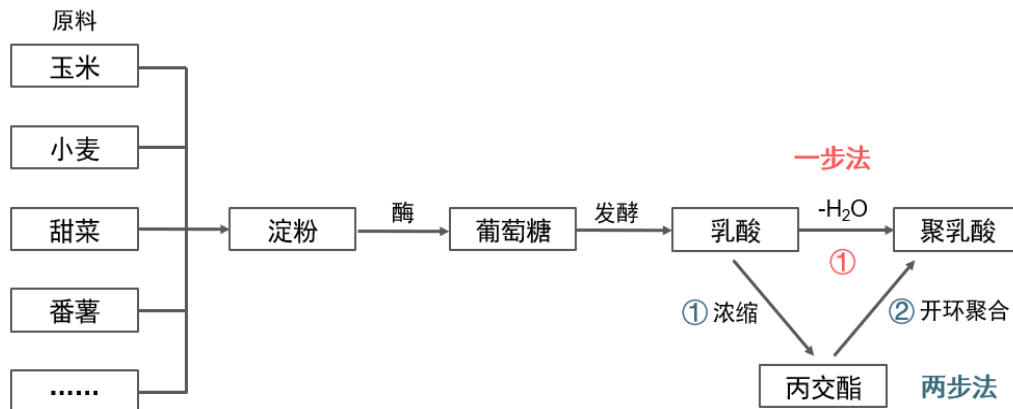
图 12：生物可降解塑料的现有及预计增加产能



资料来源：《中国塑料的环境足迹评估》（北京石油化工学院）

生物基聚乳酸由生物法乳酸聚合而成。聚乳酸的生产工艺分为以乳酸单体直接脱水缩聚的一步法，以及先将乳酸脱水生成丙交酯、再开环聚合制得聚乳酸的两步法，目前世界上生产高品质大分子量聚乳酸均采用两步法。其中，乳酸多由微生物发酵法生产得到，采用玉米、小麦、甜菜、番薯等淀粉质原料得到葡萄糖，进一步在乳酸菌的作用下发酵生产乳酸。因其工艺相对简单、原料充足、产品性能良好，生物发酵法成为世界上大部分乳酸制造企业的生产方法。

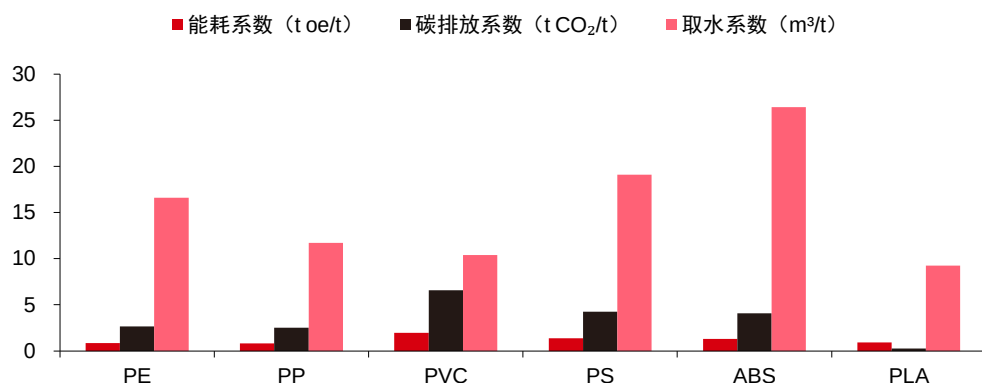
图 13：生物基聚乳酸的生产工艺



资料来源：金丹科技招股书，中信证券研究部

生物基聚乳酸塑料相较于石油基传统塑料能耗、水耗、碳排放优势显著。生物基聚乳酸塑料凭借原料的可再生性、生产使用过程中的低碳排放，以及废弃后的可生物降解性等优势，已在许多领域开始替代传统石油基塑料。根据《中国塑料的环境足迹评估》报告，以玉米为原料的聚乳酸塑料能耗、水耗及碳排放量都远低于 PE、PP、PVC、PS、ABS 等石油基传统塑料。随着世界范围内垃圾分类和“限塑令”的强制性逐步升级，生物基聚乳酸塑料替代传统塑料的进程正在加速，预计在未来具有广阔的发展前景。

图 14：不同种类塑料能耗系数、碳排放系数和取水系数

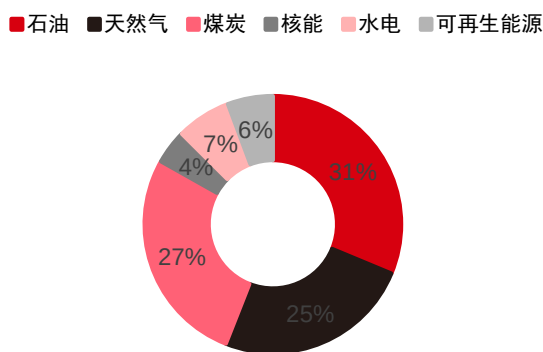


资料来源：《中国塑料的环境足迹评估》（北京石油化工学院），中信证券研究部

碳中和趋势下合成生物企业成本优势有望进一步放大

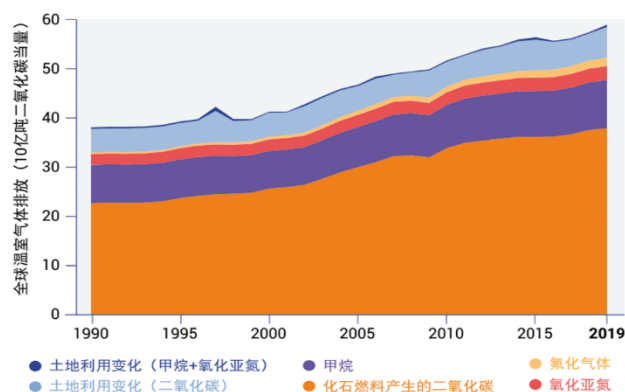
温室气体排放总量中占主导地位的是化石能源二氧化碳的排放。化石能源包括煤、石油、天然气等天然资源，是目前的主要能源来源之一，2020 年约占全球一次能源需求的 83%。然而，全球温室气体排放中有三分之二以上来自化石燃料二氧化碳的排放，因此，降低化石燃料在能源消费结构中的比例，推动化石能源向新能源加快转型，成为实现碳中和目标的必要途径之一。

图 15：全球一次能源消费结构（2020 年）



资料来源：BP 世界能源统计年鉴，中信证券研究部

图 16：全球温室气体排放来源

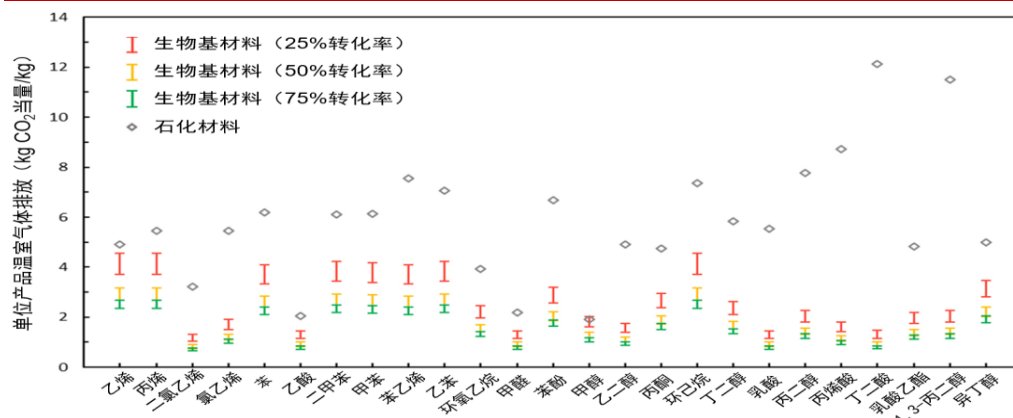


资料来源：联合国环境规划署

生物质替代化石资源生产人类必须的燃料和材料，可显著降低二氧化碳排放。利用淀粉、葡萄糖、纤维素等可再生生物资源生产得到生物基材料，大大降低了工业过程的能耗、物耗，从而减少二氧化碳排放，彰显出优秀的减排能力。据 Kefeng Huang 等于 2021 年在《Greenhouse Gas Emission Mitigation Potential of Chemicals Produced from Biomass》论文统计，除低转化率（25%）的生物甲醇外，所有生物基材料的单位温室气体排放量都低于石化材料。在保守的假设（即 25% 的转化率和高分离能耗）下，生物基材料温室气体减排量最高为 88%；在乐观的假设（即 75% 的转换率和低分离能耗）下，减排量最高可

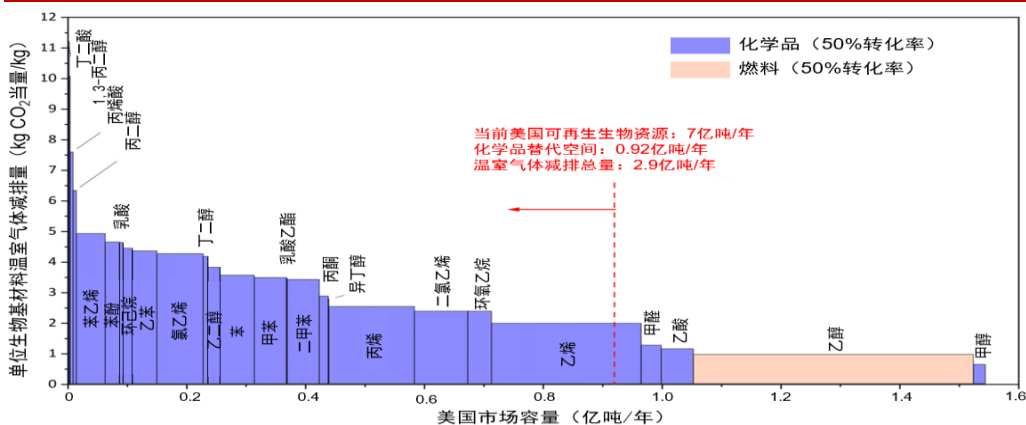
达 94%。当前，美国生物基材料替代石化材料的空间约 0.92 亿吨/年，若实现完全替代则温室气体总减排量高达 2.9 亿吨/年。

图 17：生物基材料与石化材料的温室气体排放量



资料来源：《Greenhouse Gas Emission Mitigation Potential of Chemicals Produced from Biomass》（Kefeng Huan et al.），中信证券研究部

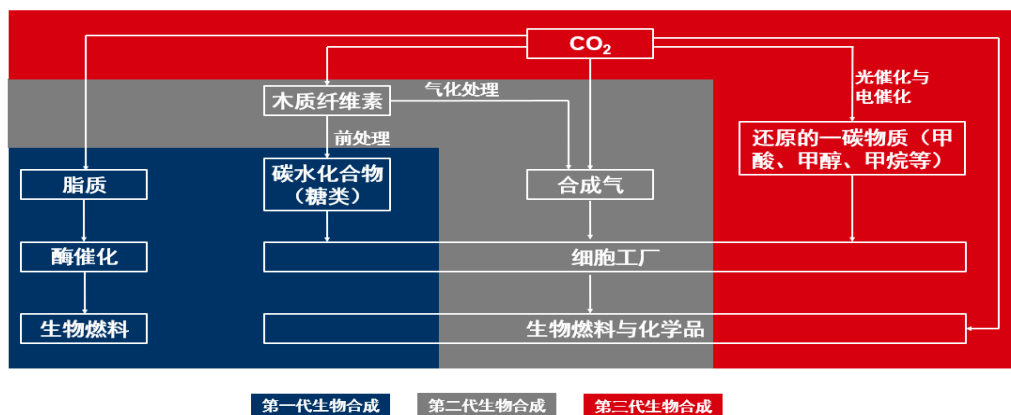
图 18：生物基材料的温室气体减排量



资料来源：《Greenhouse Gas Emission Mitigation Potential of Chemicals Produced from Biomass》（Kefeng Huan et al.）

第三代生物合成直接利用 CO₂ 生产燃料与化学品。合成生物技术历经三代革新，第一代主要以植物油、废弃食用油等为原料来合成生物燃料；第二代原料发展为非粮食类生物质，包括谷物秸秆、甘蔗渣等；第三代以大气中的 CO₂ 为原料进行微生物利用，生产燃料与化学品。目前，第三代生物合成已经取得了初步进展，已诞生成功应用并在商业化模式下进行运转的实例，例如 LanzaTech 公司与宝钢集团合作建立的利用钢厂废气 CO、CO₂ 等气体进行生物乙醇的生产。未来，随着 CO₂ 固定以及光能、电能能量捕获技术的发展，第三代生物合成有望成为二氧化碳减排的主要途径之一。

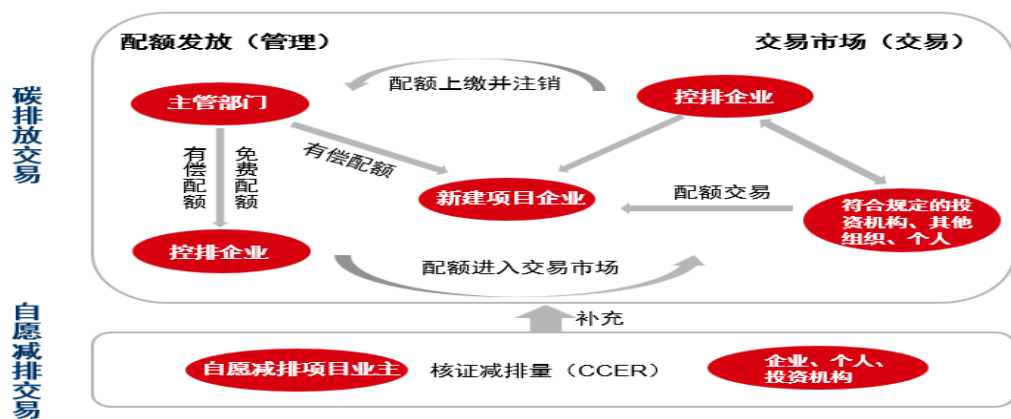
图 19：三代生物合成技术图



资料来源：《技术微生物利用二氧化碳合成燃料及化学品——第三代生物炼制》（王凯，刘子鹤，陈必强等），中信证券研究部

随着碳交易体系的推行，合成生物企业有望进一步扩大成本优势。碳排放权交易（碳交易）是把碳排放权作为商品在市场上流通，利用市场机制控制温室气体排放。政府根据企业的减排承诺，向企业分配碳排放配额。当企业的碳排放量大于其所持有的碳排放配额时，需从市场上购买碳配额；反之，如果企业持有的碳排放配额有所盈余，则可以在市场上出售以获取经济利益。未来随着碳交易体系渗透领域的扩张，低排放量的合成生物企业未超出自身碳配额时，可以通过将售盈余配额出售给高碳排放的化工企业获取一定利益，间接导致生产成本的降低，从而助力合成生物企业在碳中和背景下的快速发展。

图 20：碳排放权交易体系



资料来源：《中国碳排放交易价格与化石能源价格关联性研究》（林慧琪），中信证券研究部

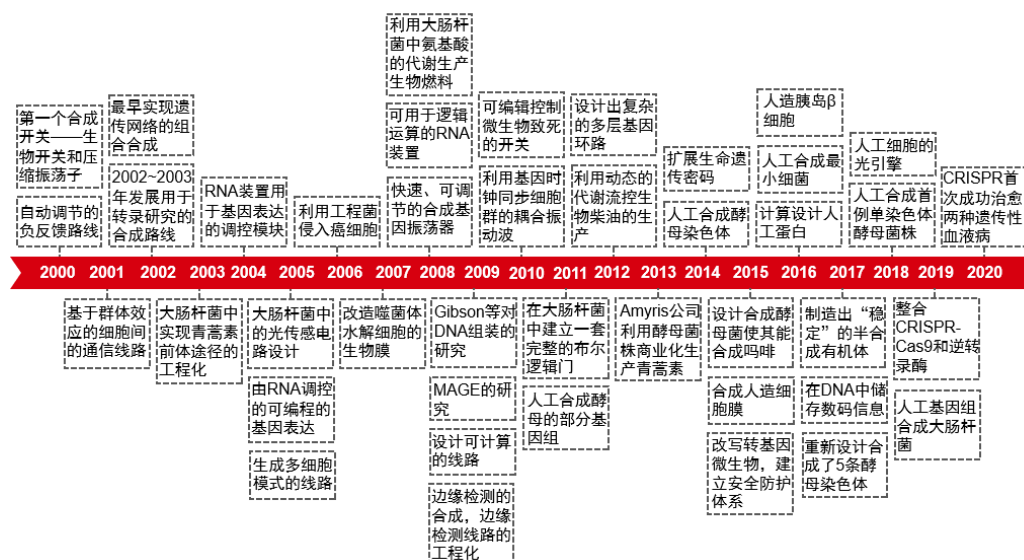
合成生物学蓬勃发展，市场空间广阔

合成生物浪潮已至，迎来历史性发展机遇

2000 年，美国科学家成功构建基因拨动开关，标志着合成生物学领域的兴起。自此，合成生物学历经数十年快速发展，成为继 DNA 双螺旋结构发现和基因组测序后的“第三次生物科学革命”。总的来看，合成生物学的发展大体经历了四个阶段：第一阶段（2005 年以前）以基因线路在代谢工程领域的应用为代表，这一时期的典型成果是青蒿素前体在大肠杆菌中的合成；第二阶段（2005~2011 年）工程化理念日渐深入，赋能技术平台得到重视，工程方法和工具不断积淀；第三阶段（2011~2015 年）基因组编辑的效率大幅提升，合成生物学技术开发和应用领域不断拓展；第四阶段（2015 年以后）合成生物学的“设计-构建-测试”循环扩展至“设计-构建-测试-学习”，生物技术与信息技术融合发展的特点愈加明显。当下，我们认为合成生物学正面临历史性发展机遇，有望创造出巨大的社会和经济价值。

机遇一：基础科学研究逐步发展成熟，为合成生物的产业应用提供了前提条件。近年来，合成生物学基础科学研究高速发展，重大突破不断涌现。例如，2013 年 CRISPR 基因编辑技术、2014 年拓展遗传密码子、2015 年工程酵母菌合成阿片类药物、2016 年新“蛋白设计”、2018 年人工合成酵母基因组、2021 年 CRISPR 首次成功治愈两种遗传性血液病等一系列颠覆性成果纷纷入选 Science 期刊年度十大科学突破。当前，合成生物学的研究已从单细胞向多细胞复杂生命体系的活动机理，人工基因线路、底盘生物定量、可控设计构建，以及人工细胞设计调控层次化、功能多样化的方向发展。

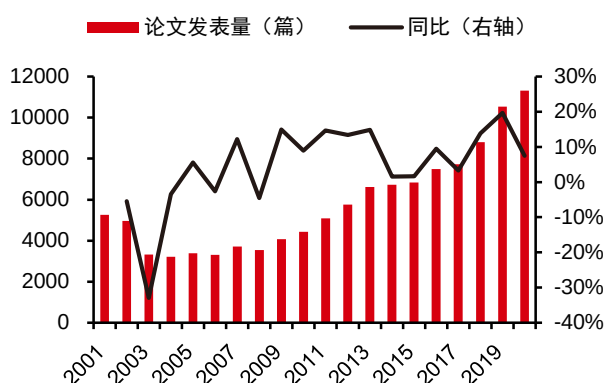
图 21：合成生物基础科学研究代表性进展



资料来源：《合成生物学：开启生命科学“会聚”研究新时代》（赵国屏），《Search-and-replace genome editing without double-strand breaks or donor DNA》（A. V. Anzalone et al.），《Complete biosynthesis of opioids in yeast》（S. Galanie et al.）等，中信证券研究部

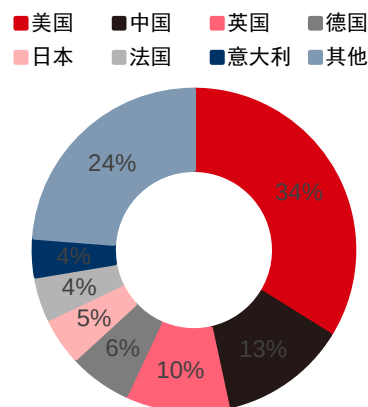
从论文发表总量来看，合成生物学在科学界的重视程度达到前所未有的高度，科研成果持续积累。根据 Web of Science 检索结果发现，近年来合成生物学的相关文章逐年增加，2020 年发表量超过 1.1 万篇，表明其自兴起逐渐引起科学界的广泛关注。截至 2020 年年底，在合成生物学研究领域，美国研究者发表的文章数量占比 34%；中国研究者占比 13%，位居全球第二，在合成生物学发展中扮演着重要角色。总的来说，基础科学研究的发展不仅将人类对生命的认识和改造能力提升到一个全新的层次，还极大地催生了生物合成学的产业应用。

图 22：合成生物学领域论文发表量



资料来源：Web of Science，中信证券研究部注：以“synthetic biology”为关键词

图 23：2020 年合成生物学领域论文按国家分布



资料来源：Web of Science，中信证券研究部注：以“synthetic biology”为关键词

机遇二：基因组“读-改-写”技术迭代进步，推动合成生物学快速发展。基因组的“读-改-写”技术是合成生物学研究的基石，基因组序列的读取是后续修改和再造的基础；基因组序列的编辑是注释序列功能的有效手段，可为基因组的从头设计提供理论支撑；基因组的合成再造可对野生型序列进行全局设计，是对基因组相关功能和调控机制的再验证和再利用。基因组的“读-改-写”技术的进步一直在不断拓展合成生物学应用的深度和广度，成为推动合成生物学快速发展的重要动力。

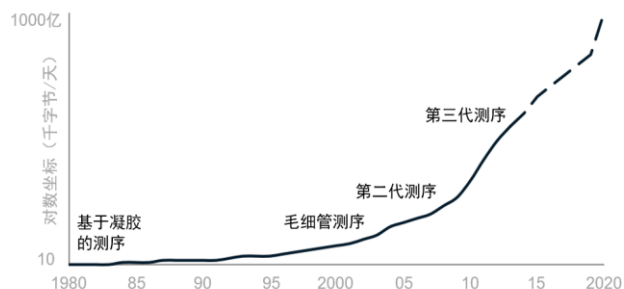
图 24：基因组的“读-改-写”技术发展历程



资料来源：《基因组的“读-改-写”技术》（王会等），中信证券研究部

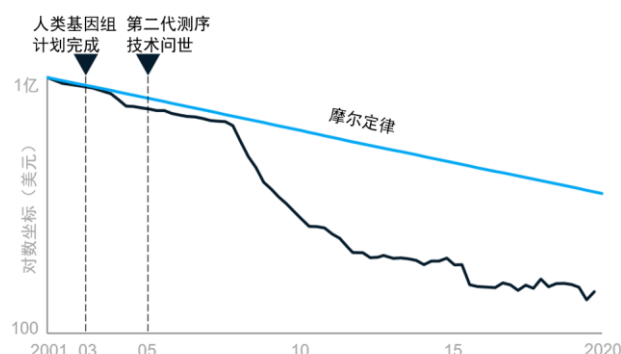
以基因测序为例，从最初的 Sanger 测序发展到二代测序以及三代测序，人类读取基因组序列的速度得到了飞跃式的提升，同时也极大地降低了测序成本，引领着复杂基因组、大型基因组从草图走向完成图时代。2003 年，人类基因组计划以近 30 亿美元的成本完成了人类全基因组的完整测序，而当前仅需花费不到 1000 美元。未来十年甚至更短时间内，基因测序成本有望降到 100 美元以下，且速度将进一步加快。

图 25：人类基因组测序速度



资料来源：麦肯锡

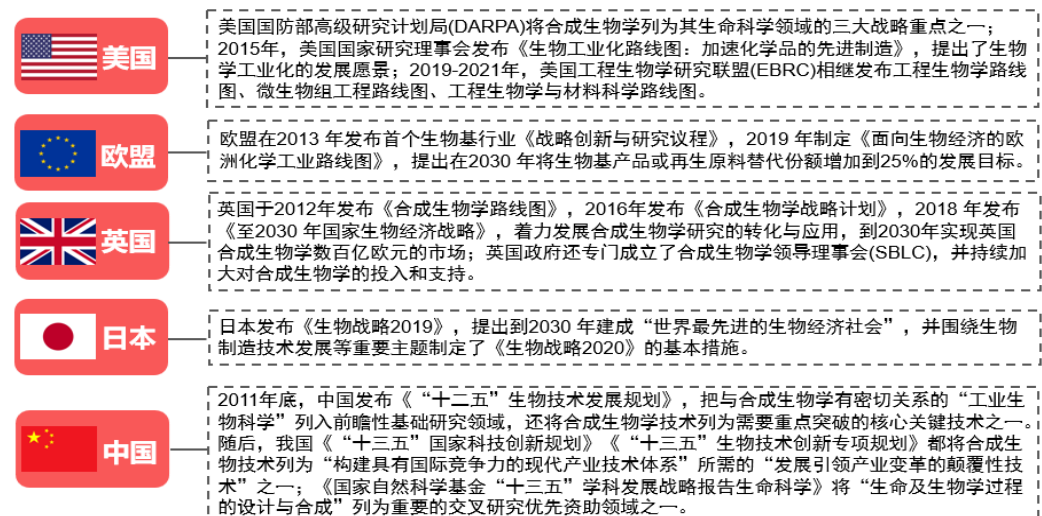
图 26：人类基因组测序成本



资料来源：麦肯锡注：图中成本非基因组测序的完全成本，仅包括与生产相关的成本

机遇三：全球各国加快部署战略规划及政策支持，驱使合成生物研究及应用不断深入。石化材料的生物制造技术是传统化工产业升级变革的主要方向，合成生物学成为世界各国必争的科技战略高地，被纷纷纳入主要经济体的重点战略发展领域。例如，美国政府通过美国国家科学基金会（NSF）、国立卫生研究院（NIH）、农业部（USDA）、国防部（DOD）等联邦机构积极支持合成生物学的基础研究和技术研发。中国合成生物学发展举措是全方位的，包括政府管理机构与科技界的大量互动，持续规划部署相关产业的发展。

图 27：世界主要国家合成生物相关政策



资料来源：《合成生物制造进展》（张媛媛，曾艳，王钦宏等），《近年我国合成生物学发展态势分析研究》（邓桦），中信证券研究部

合成生物学蓬勃发展，应用领域迅猛扩展

作为战略性新兴产业技术之一，合成生物学已展现出巨大的应用潜力。合成生物学不仅使人类对于生命本质的认知从“格物致知”上升至“建物致知”，同时也为医疗健康、农业、化工、食品和消费品等领域的重大问题解决提供了新途径，展现出前沿性、颠覆现有工业生产流程、有应用市场及能创造新的经济增长点等鲜明特征。例如，将细胞传感器用于临床医学、环境和食品监测；通过细菌、细胞来治疗疾病和帮助作物增产；利用微生物细胞工厂生产化学品、材料、燃料、植物天然成分和替代蛋白等。

图 28：合成生物学应用领域

领域与案例	创新领域	转化能力	年度潜在直接经济影响 (2030-40) 万亿美元 (占总影响百分比)	溢出到上游、下游 和辅助部门 (案例)	价值链转变并调整 业务战略 (案例)
人类健康和性能  子孙后代的健康改善  基因驱动减少媒介传播疾病  基于细胞、基因、RNA 的疾病预防、诊断和治疗  药物开发和交付的改善	 生物分子  生物系统  生物机器界面	控制和精准度提高 改造和重编程人类和非人类生物的能力增强 研发通量和产量增加 生物系统和计算机之间接口的潜力越来越大	人类健康和性能 0.5-1.3 (35%)	健康保险 (更好地风险预测和治疗效果) 辅助服务 (存储和移动的细胞疗法基础设施)	即时诊断的推广 (如囊性纤维化的基因测序) 或将分散护理 制药公司会适应治愈而不是一直在治疗的商业模式
农业、水产养殖和食品  动植物的选择性育种  植物的 CRISPR 基因工程化  植物基蛋白和实验室培养肉的增加  微生物数据帮助优化农业投入	 生物分子  生物系统	利用生物手段的物质投入 控制和精准度提高 改造和重编程人类和非人类生物的能力增强 研发通量和产量增加	农业、水产养殖和食品 0.8-1.2 (36%)	食品零售和饭店 (有新特性的食品, 植物基蛋白质和培养的蛋白质) 房地产 (更有效的农业和实验室培养肉减少了土地使用) 运输和物流会调整以生产具有新特性的产品 (更长保质期) 环境 (碳足迹较小的肉类生产)	肉类价值链将从饲养、喂养、屠宰、加工、分配, 转变为组织采样、培养基生产、活细胞培养产生肉 整合价值链, 单个参与者可在其中做很多步骤 出现销售收益目标的商业模式, 进而替代种子或农药包装等产品
消费品和服务  DTC 基因测试  基于微生物的美容产品  基因工程化的宠物  基于组学数据的个性化健康、营养和健身服务	 生物分子  生物系统  生物机器界面	控制和精准度提高 生物系统和计算机之间接口的潜力越来越大	消费品和服务 0.2-0.8 (19%)	健康保险 (基于消费者 DTC 基因测试更好地预测风险) 食品 (个性化饮食计划驱动需求变化) 医疗保健 (DTC 测试需要遗传顾问更多的支持)	价值链向上移动 (DTC 测试公司开发临床产品和服务) 数字货币的新途径 (出于研发目的将消费者数据出售给制药公司)
材料、化学品和能源  为织物和燃料开发新的生物线路  改进现有工业酶发酵工艺  开发新型材料, 例如生物聚合物  利用微生物提取原料	 生物分子  生物系统	利用生物手段的物质投入 改造和重编程人类和非人类生物的能力增强 研发通量和产量增加	材料、化学品和能源 0.2-0.3 (8%)	时装和化妆品 (可持续更高的材料, 如有微生物而非石油化学材料制成的尼龙) 电子 (基于生物的光学显示器) 消费者 (可以改善消费者生活质量的新颖材料)	价值链压缩 (设计、制造、定制都在同一地方完成) 基于平台的公司成立, 为各行各业提供服务

资料来源：麦肯锡

合成生物学为医疗健康领域的发展注入了强大动力。医药健康是合成生物学影响最大的下游领域，据麦肯锡预测，未来在全球范围内医药健康领域受到的直接经济影响约占合成生物学总影响的 35%。合成生物学在医疗健康领域的应用广泛，包括细胞免疫疗法、RNA 药物、微生态疗法、基因编辑相关应用、体外检测、医疗耗材、药物成分生产和制药用酶等诸多方向。如利用 mRNA 技术快速人工合成疫苗，利用基因编辑技术治疗遗传疾病，设计细胞行为和表型精确调控的免疫细胞治疗肿瘤，开发快速、灵敏的诊断试剂，改造微生物和合成人工噬菌体来治疗疾病，改造微生物生产医疗耗材和药物成分等。随着合成生物学技术的创新及充分应用，有望进一步助力人们对肿瘤、疟疾、菌株感染等疾病的预防、诊断以及治疗。

表 9：合成生物学在医疗健康领域的代表性应用

细分方向	代表性公司	应用实例
RNA 药物	寡核苷酸药物	Ionis
		开发的反义寡核苷酸药物 Waylivra 已获得欧盟委员会的有条件上市许可，作为家族性乳糜微粒血症综合征成年患者控制饮食之外的辅助疗法
	Alnylam	开发的 Onpatro(Patisiran)用于治疗由遗传性转甲状腺素蛋白淀粉样变性引起的多发性神经疾病
基因编辑治疗	mRNA 药物	Moderna
		开发的 mRNA-1273 破纪录地用 63 天完成从序列设计到首个受试者给药
	CRISPR/Cas9 基因编辑技术	CRISPR
细胞免疫疗法		Novartis、Kite
	CAR-T 疗法	Novartis 公司研发的 Kymriah 以及 Kite 公司研发的 Yescarta 和 Tecartus 被美国 FDA 批准上市
		南京传奇生物
体外检测领域	病毒检测	Sherlock、Mammoth
微生物疗法领域	微生态制药	Vedanta
	微生态疫苗	4DPharma
	噬菌体疗法	BiomX
医疗耗材	缝合线、纺织品等	Tepha
		微构工场
		Antheia
药物成分生产		Demetrix
		Lumen
		Merck

资料来源：《全球合成生物行业发展前沿分析》（邱伟龙，廖秀灵，罗巍等），中信证券研究部

化工领域中合成生物学发展迅速，生物路线逐步实现对传统化学路线的替代。合成生物学在化工领域的应用主要包含材料和化学品、化工用酶、生物燃料等方向。例如，利用改造后的酵母或其他微生物生产化学品、材料和油类，通过定向进化结合高通量筛选寻找在高温高酸等特殊场景拥有高活性的酶等。根据张媛媛、曾艳、王钦宏于 2021 年在《合成生物制造进展》论文预测，未来十年，预计石油化工、煤化工产品的 35%可被合成生物产品替代，从而缓解化石能源短缺等问题，对化工、材料、能源等领域产生广泛影响。

表 10：合成生物学在化工领域的代表性应用

细分方向	代表性公司	应用实例
材料	Zymergen	开发生物基聚酰亚胺薄膜 HyalineZ2，用于柔性屏、防刮屏等电子产品
	Spiber、BoltThreads	利用微生物发酵生产蜘蛛丝蛋白产品
	C16Biosciences	利用微生物发酵生产棕榈油的替代品
化学品	Nowvi	通过改造后的酵母将植物糖源(如甘蔗糖浆)转化为法呢烯，然后进行化学加工以生成基础油
	Genomatica	生产生物基 1,4-丁二醇和 1,3-丁二醇产品
	Amyris	开创性生产生物法青蒿酸
化工用酶	凯赛生物	生产生物法长链二元酸、戊二胺及聚酰胺系列产品
	华恒生物	生产生物法丙氨酸系列产品
	CinderBio	由在酸性火山热泉中提取培养的微生物制成超稳定酶，在高温高酸等苛刻场景中仍然具有高活性
	DuPont	开发 FUELZYME®α-淀粉酶等多个工业酶产品，应用于纤维素乙醇的生产处理

细分方向	代表性公司	应用实例
生物燃料	LanzaTech	利用细菌将工业废气转换成燃料乙醇以及其他产品
	Mascoma	通过生物发酵将草和木屑转化为燃料

资料来源：《全球合成生物行业发展前沿分析》（邱伟龙，廖秀灵，罗巍等），《合成生物学应用产品开发现状与趋势》（陈大明，刘晓，毛开云等），中信证券研究部

合成生物学有望推动农业持续增产，可能成为未来农业发展的方向。合成生物学在农业领域的应用主要涉及作物增产、虫害防治、动物饲料及作物改良等方向。如利用微生物固氮来帮助作物增产；利用无细胞系统生产 RNA 药物和天然产物衍生化合物来保护作物；通过基因改造控制虫害；通过生物发酵生产蛋白质为牲畜提供蛋白饲料；利用基因编辑技术改造作物等。我们认为未来农业将因合成生物学的技术发生颠覆性的变化，合成生物学的发展势必影响未来农业的走向，展现出广阔的发展空间。

表 11：合成生物学在农业领域的代表性应用

细分方向	代表性公司	应用实例
作物增产	PivotBio	研发出针对玉米作物的微生物固氮产品——促使特定的微生物在作物根部释放氮，以满足作物日常氮需求
	Agrivida	其首款产品 Grain 酵素植酸酶可以提高动物饲料的消化率，减少动物体内的营养抑制剂
虫害防治	GreenLight	开发的双链 RNA 喷剂产品可用于害虫、杂草和有害真菌的防治
	AgBiome	将微生物群落用于植物遗传性状分析、生物农药研制，以及开发新型农作物保护产品
	Oxitec	改造害虫基因，以及利用虫际传播来控制 and 减少害虫
	AgriMetis	开发天然产物衍生的化合物来保护作物免受杂草、真菌和害虫的侵害
饲料产品	Calysta	利用天然气和微生物发酵生产蛋白饲料
作物改良	DowAgroSciences	利用锌指核酸酶基因编辑技术将多种性状引入粮食作物
	Caribou	利用基因编辑技术为猪、牛和其他家畜物种开发新的性状

资料来源：《全球合成生物行业发展前沿分析》（邱伟龙，廖秀灵，罗巍等），中信证券研究部

合成生物学推动食品领域的持续创新，为食品行业的发展提供新的思路和活力。合成生物学在食品领域的应用包含肉类和乳制品、饮品、食品安全、调味剂和添加剂等多个方向。如利用微生物生产蛋白来提升人造肉的口感和营养，通过微生物来生产香料、甜味蛋白和甜味剂，通过设计和改造酶来中和毒素等。随着社会经济的发展和水平的提高，人们对食品安全、营养和风味等愈加重视，合成生物学有望在食品领域发挥更大的作用。

表 12：合成生物学在食品领域的代表性应用

细分方向	代表性公司	应用实例
肉类	ImpossibleFoods	通过改造后的酵母发酵生产豆血红蛋白，用于制作植物肉产品
	Nature'sFynd	通过改造从黄石国家公园火山温泉中发现的微生物黄球镰刀菌，来发酵生产菌类蛋白质
乳制品	PerfectDay、ClaraFoods	通过合成生物学技术来生产牛奶、蛋清和奶酪等相关蛋白产品
饮品	EndlessWest	通过使用天然植物和酵母提取物来替代传统酒中含有的味道和香气分子，并将其与谷物酒精混调来生产新型酒品
食品安全	Mars	与 ThermoFisherScientific 合作设计和生产一种能够中和黄曲霉毒素的酶
调味剂和添加剂	Miraculex、MilisBio	开发蛋白质甜味剂
	Evolva	开发生物法香兰素、白藜芦醇、L-阿拉伯糖和甜菊糖苷等香料产品
	爱普香料	开发香兰素和乙偶姻等香料产品

资料来源：《全球合成生物行业发展前沿分析》（邱伟龙，廖秀灵，罗巍等），中信证券研究部

合成生物学在消费品领域应用广泛，涉及宠物食品、皮革、护肤品等方向。如利用微生物发酵生产动物蛋白食品来满足宠物营养和健康需求，利用菌丝体或微生物发酵生产皮革，通过改造微生物来生产香料、保湿剂和活性成分等用于护肤品。未来随着消费者对天然和更加安全原料的增长需求，消费品行业正逐渐转向生物成分来源，合成生物学有望引领消费品领域的可持续创新浪潮。

表 13：合成生物学在消费品领域的代表性应用

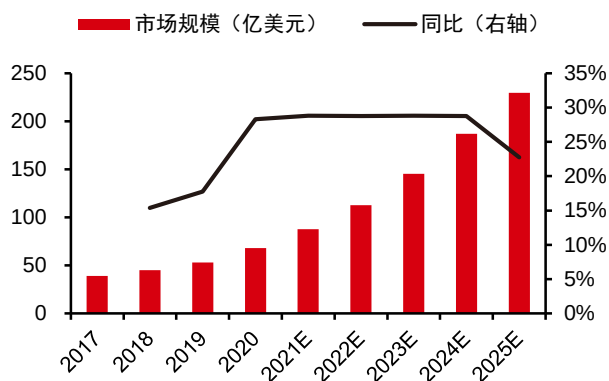
细分方向	代表性公司	应用实例
宠物食品	WildEarth	利用酵母菌发酵生产一种名为 Koji 的蛋白质，用于提供宠物狗所需的多种氨基酸
	BondPetFoods	通过从动物中提取肌肉基因并将其添加到酵母等微生物中，利用微生物发酵实现肉类蛋白的生产过程
皮制品	BoltThreads	开发培育菌丝体制作菌丝皮革的工艺
	ModernMeadow	通过改造后的酵母发酵生产胶原蛋白，继而在此基础上加工制作出皮革
护肤品	Evolva	通过改造后的酵母生产纯萜化学品诺卡酮和巴伦西亚橘烯，用于香水和护肤品
	Geltor、巨子生物	通过培养微生物发酵生产胶原蛋白产品
	Amyris	生产角鲨烯用于美容产品

资料来源：《全球合成生物行业发展前沿分析》（邱伟龙，廖秀灵，罗巍等），中信证券研究部

新兴技术创巨量市场，吸引全球资本涌入

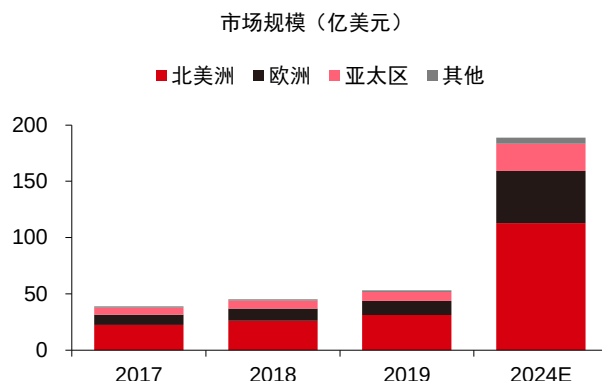
在合成生物学应用逐渐成熟的支撑下，合成生物学市场已具备成熟规模。根据华经产业研究院数据，2020 年全球合成生物学市场规模达 68 亿美元，同比增长 28.3%。随着核心技术不断更迭，行业规模有望进一步迅速扩张，CB Insights 预计 2020-2025 年，全球合成生物市场规模将保持 22.5%的高年均复合增速，至 2025 年突破 200 亿美元。从区域分布来看，全球合成生物学市场由北美洲主导，占 2019 年全球总市场规模的 58.5%；亚太区是全球第三大市场，占 2019 年全球总市场份额的 15.1%，可发展空间广阔。

图 29：全球合成生物行业市场规模



资料来源：华经产业研究院，CB Insights（含预测），中信证券研究部

图 30：全球合成生物行业市场规模按区域分布

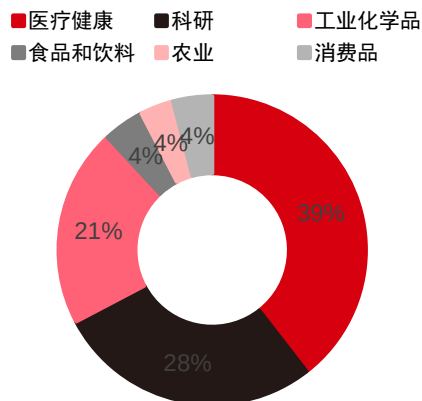


资料来源：《全球合成生物行业发展前沿分析》（邱伟龙，廖秀灵，罗巍等；含预测），中信证券研究部

从全球生物学行业细分市场来看，医疗健康领域主导了合成生物学的市场应用。根据 CB Insights 数据，2019 年合成生物学在医疗健康领域的市场规模占据了总市场规模的 39.5%。另外，化工、食品、农业、消费品等领域也是合成生物学的重要下游市场，相关细分市场空间正保持高速增长。其中，工业化学品领域是合成生物学的第三大下游市场，

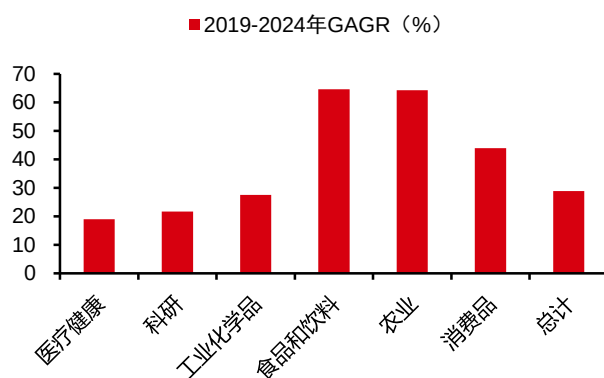
2019 年市场规模达到 11 亿美元，占合成生物总市场规模的 20.8%，CBInsights 还预计将在 2019-2024 年以 27.5% 的年复合速率持续增长，孕育着重要的市场机遇。

图 31：全球合成生物行业细分市场占比（2019 年）



资料来源：CBInsights，中信证券研究部

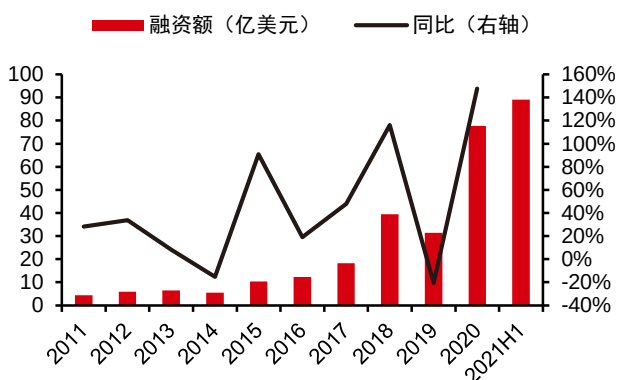
图 32：全球合成生物行业细分市场 2019-2024 年增速



资料来源：CBInsights（含预测），中信证券研究部

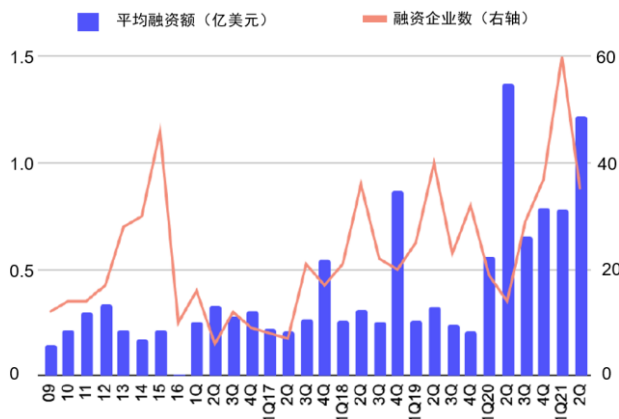
随着合成生物学市场规模的不断扩大，资本的目光加速向合成生物学聚集。根据 SynBioBeta 的数据，近十年合成生物学领域的融资大幅增加，从 2011 年的 4 亿美元增长至 2020 年的 78 亿美元，年复合增长率达 37%；仅 2021 年上半年，合成生物学领域的融资就超过 2020 年的总额，达到 89 亿美元。同时，合成生物领域企业平均融资额呈现逐年升高的趋势，表明企业的体量不断提升、规模不断扩大。从资本市场表现来看，随着市场渗透率的加快，合成生物行业有望迎来爆发期。

图 33：全球合成生物企业融资额及同比



资料来源：SynBioBeta，中信证券研究部

图 34：全球合成生物企业平均融资额及融资企业数

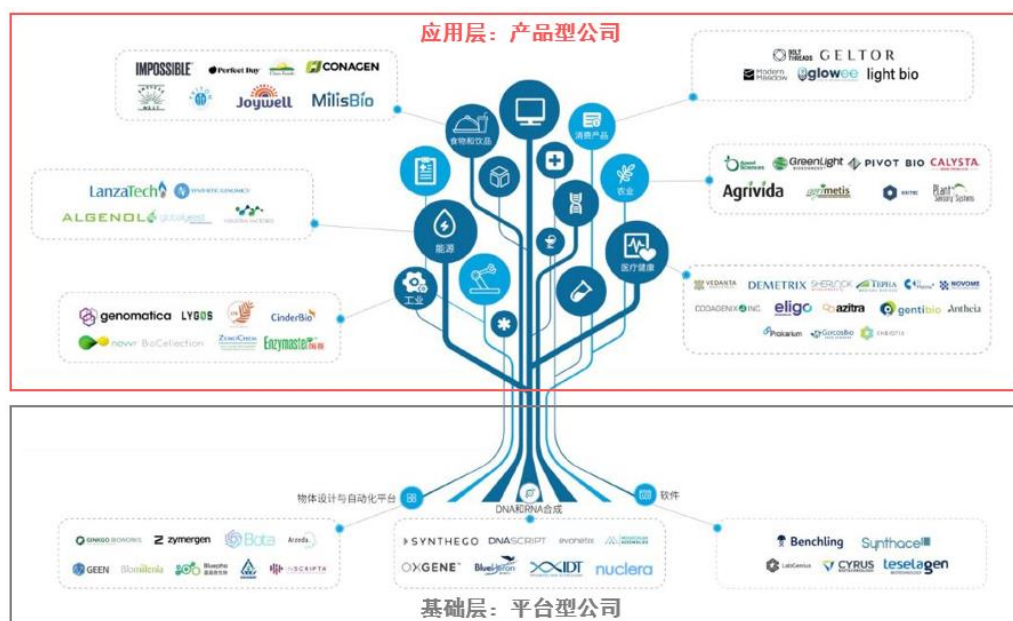


资料来源：SynBioBeta

合成生物公司百家争鸣

大批合成生物学相关公司相继成立，商业模式可分为产品型及平台型。截至目前，国外从事合成生物学领域的公司已多达 500 家，国内公司也近数十家。总体来看，合成生物学领域的公司主要分为两类：一是产品型商业模式，即借助合成生物学手段生产面向市场各领域的合成生物产品；二是平台型商业模式，旨在提供生物体设计与软件开发等平台化的集成系统。现阶段，平台型企业由于缺乏应用层面的落地产品，盈利能力受限；相比之下，产品型企业打通了从生物改造、发酵纯化到产品改性的全产业链，近年来得到快速发展，盈利水平不断提升，部分平台型企业也演化出向产品型公司转变的趋势。因此，我们更看好产品型公司的未来发展，代表性公司包括华恒生物、凯赛生物、新日恒力、圣泉集团、科拓生物、三元生物、金丹科技、利尔化学、金达威等细分领域龙头企业；同时也建议关注具备应用场景落地可能性的平台型企业，代表性公司包括 GinkgoBioworks、Zymergen 等。

图 35：全球合成生物学初创公司图谱

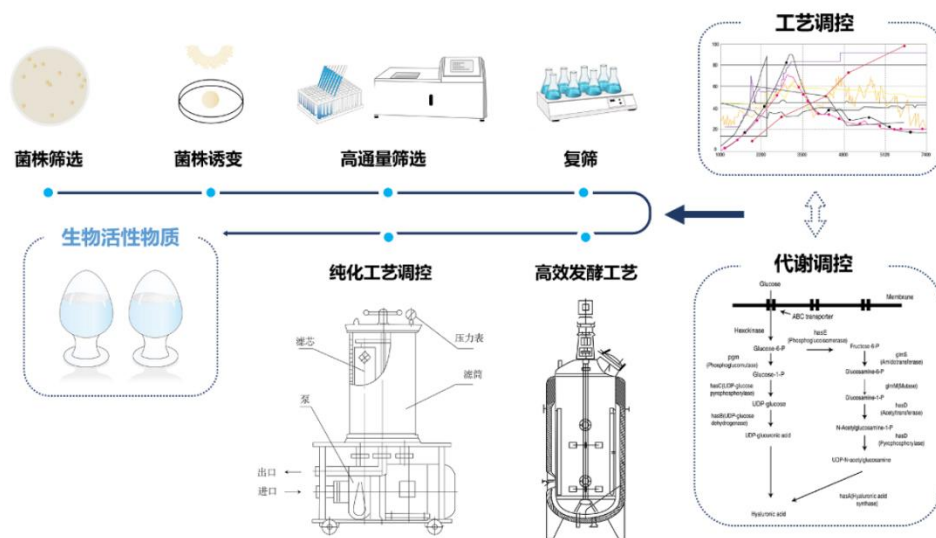


资料来源：CBInsights

产品型公司：生产面向市场各领域的合成生物产品

国内合成生物学企业以产品型为主，以微生物发酵工艺为基础。合成生物学已展现出巨大的应用潜力，催生了大量的产品导向型公司，涉及医疗健康、农业、化工、食品和消费品等诸多领域。产品型公司以微生物发酵工艺为基础，历经菌株筛选及培育、高效发酵工艺、纯化工艺调控等环节，定向生产目标产品。产品的生产从实验室验证阶段到产业化放大阶段往往需要经历漫长的研究探索和生产实践，才能在工业菌种创制、发酵过程智能控制、高效后提取等环节形成完备的技术领先优势，核心产品型企业因此受益。

图 36：产品型企业微生物发酵工艺



资料来源：华熙生物招股书

凯赛生物：生物基材料全球引领者

凯赛生物成立于 2000 年，以合成生物学等学科为基础，聚焦聚酰胺产业链，规模化产品涵盖上游长链二元酸（DC11~DC18）、戊二胺及下游生物基聚酰胺。公司生产的生物法长链二元酸系列产品在全球市场处于主导地位，按在产产能计，近年全球市占率超过 50%，并于 2018 年被工信部评为制造业单项冠军。公司与杜邦、艾曼斯、赢创、诺和诺德等国际知名企业建立了良好的商务合作关系。目前公司癸二酸、生物基聚酰胺、戊二胺等产品产能逐步释放，规模化后有望打开公司盈利空间，市场前景广阔。

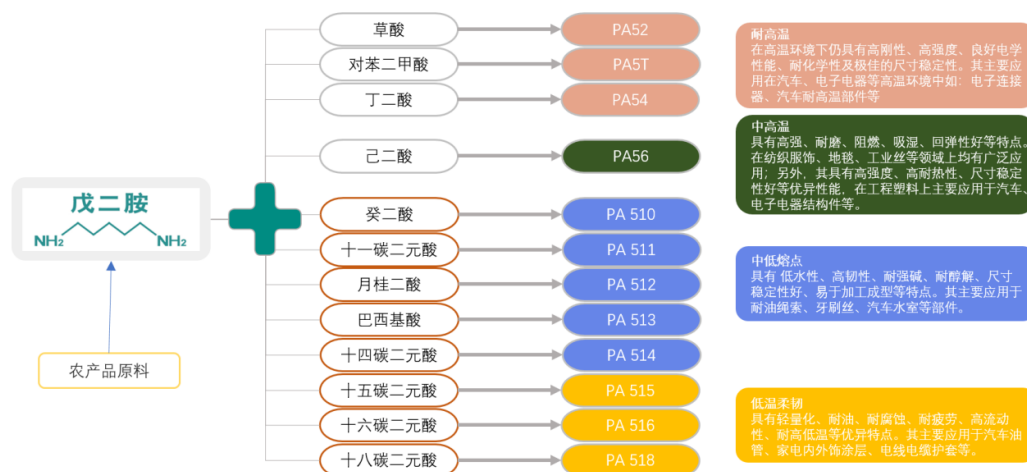
表 14：凯赛生物主要产品

产品名称	子公司	现有产能 (万吨/年)	在建产能 (万吨/年)	备注	应用领域
长链二元酸 (DC11~DC18)	凯赛金乡	4.5	-	-	高性能长链聚酰胺、香料、热熔胶、润滑油、耐寒增塑剂、粉末涂料
	乌苏技术	3	-	-	
生物基聚酰胺（PA56、PA510、PA5X 等）	凯赛金乡	0.3	-	已向客户提供产品	工程塑料、工业丝、民用丝等
	乌苏材料	-	10	2021 年中期投产，随后产能将逐步释放	
癸二酸	凯赛太原	-	4	2022 年上半年建成投产	作为聚合单体用于生产长链尼龙、癸二酸的酯类产品
生物基戊二胺	乌苏材料	-	5	2021 年上半年末投产，随后产能将逐步提升	生物基聚酰胺、环氧固化剂、异氰酸酯等

资料来源：凯赛生物公司公告，中信证券研究部

公司拥有一系列生物基聚酰胺产品的完整生产平台，产业链优势凸显。公司产品已覆盖缩聚型聚酰胺生产过程中所需的关键原材料及聚合产品，通过生物法能够生产从碳九到碳十八（目前以 DC12、DC13 为主）的各种链长的二元酸，结合自有的生物基戊二胺产品，具备通过不同单体组合得到更多高性能聚酰胺的完整平台，展现出开拓多个潜在市场的能力。如聚酰胺 56 产品性能接近通用型聚酰胺 66，戊二胺与长链二元酸（十六碳以上）聚合得到的长链聚酰胺产品具有接近聚酰胺 11、12 的低温柔韧性。

图 37：凯赛生物生物基聚酰胺生产平台



资料来源：凯赛生物招股书

四大核心技术是公司生产各类产品的基石。公司拥有合成生物学手段开发微生物代谢途径和构建高效工程菌、微生物代谢调控和微生物高效转化技术、生物转化/发酵体系的分离纯化技术、聚合工艺及其下游应用开发技术四大核心技术，均已应用于主营业务，在提升产品竞争力、降低产品成本的同时，产品质量、性能亦不断提升。随着公司持续地新技术开发和升级，不断优化生产工艺流程并引入数字化、智能化管理方式，成本优势有望进一步加强。

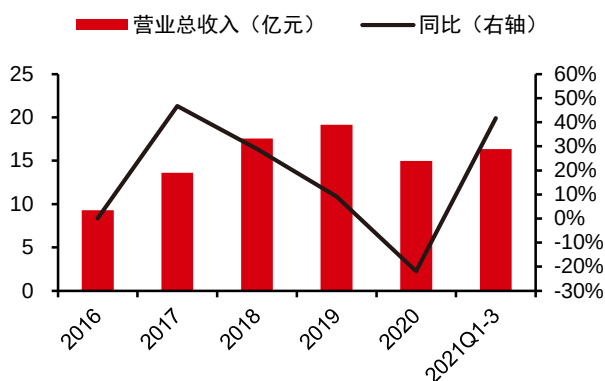
表 15：凯赛生物核心技术

序号	技术名称	主要创新点或先进性	对应工艺
1	利用合成生物学手段，开发微生物代谢途径和构建高效工程菌	现代基因工程编辑手段（如 CRISPR/Cas9 等）用于工业微生物代谢途径改造	基因工程
2	微生物代谢调控和微生物高效转化技术	利用在线传感器技术采集生物代谢过程各种生理参数，进行大数据分析，实施智能化控制过程	生物工程
3	生物转化/发酵体系的分离纯化技术	针对性地高效实现生物制造去杂质过程	生物化工
4	聚合工艺及其下游应用开发技术	研究生物材料聚合反应动力学和热力学，设计相应的生产装置和工艺，针对市场需求研究改性方法	生物高分子材料聚合与改性

资料来源：凯赛生物招股书，中信证券研究部

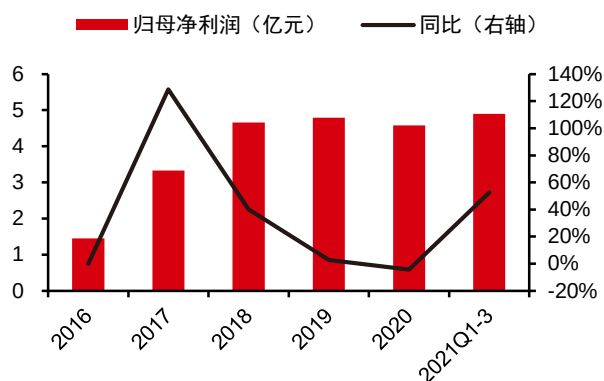
公司业绩近年来整体上行，有望进一步加速发展。2016~2019 年，公司营收及盈利持续增长，2020 年受新冠疫情的影响业绩有所下滑。2021 年以来，公司业绩恢复增长，前三个季度实现营业收入 16.3 亿元，同比增长 42%；实现归母净利润 4.9 亿元，同比增长 53%。随着癸二酸、生物基戊二胺、生物基聚酰胺新建产能的落地，公司业绩有望进一步实现大发展。

图 38：凯赛生物营业收入及同比



资料来源：Wind，中信证券研究部

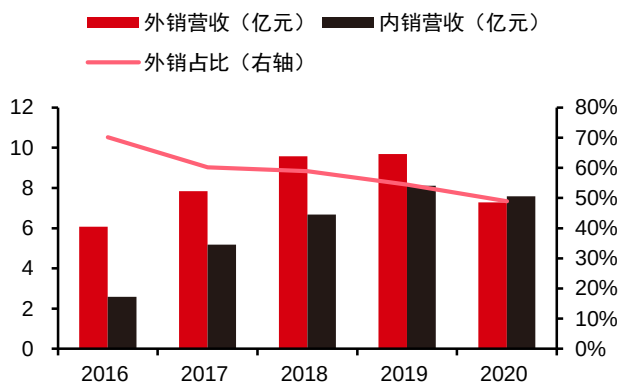
图 39：凯赛生物归母净利润及同比



资料来源：Wind，中信证券研究部

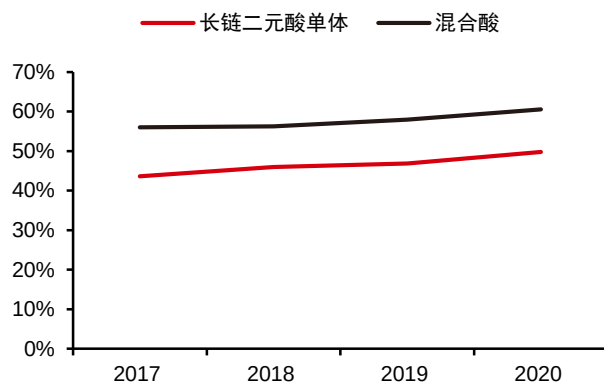
公司境内外市场逐渐扩大，主营业务毛利保持较高水平。随着与客户的业务合作关系日益稳固和合作规模的日益扩大，公司整体销售收入规模逐年扩大。生物法长链二元酸应用领域的拓展使国内市场更加得以开拓，境内收入占比逐年增加。境内市场的开拓有利于公司更充分地利用国内和国际两个市场，更好地分散单一市场风险，保障业绩平稳增长。另外，公司生物法长链二元酸技术壁垒高，毛利呈逐年上升趋势，2020 年公司生物法长链二元酸单体毛利率达到 60.6%、混合酸毛利率达到 49.8%。未来随着新产品产能扩大，工艺流程进一步改进，预计毛利率仍有较大提升空间。

图 40：凯赛生物内外销营收及外销占比



资料来源：Wind，中信证券研究部

图 41：凯赛生物主营业务毛利率



资料来源：Wind，中信证券研究部

华恒生物：合成生物细分领域的绝对龙头

华恒生物丙氨酸系列产品的生产规模居行业前列，是全球规模最大的丙氨酸系列产品生产企业之一。公司深耕自主研发，突破厌氧发酵技术瓶颈，构建了以可再生葡萄糖为原料厌氧发酵生产 L-丙氨酸的微生物细胞工厂，在国际上首次成功实现了微生物厌氧发酵规模化生产 L-丙氨酸产品，在工艺转化率、环境友好度、生产成本等方面优势显著。基于厌氧发酵法生产丙氨酸的核心技术，公司进一步布局了 L-缬氨酸、L-异亮氨酸、L-亮氨酸等产品的规模化生产，产品矩阵不断完善。

表 16：华恒生物主要产品

产品名称	现有产能（万吨/年）	在建产能（万吨/年）	备注	应用领域
L-丙氨酸	2.3	2	预计于 2023 年投产	日化、医药及保健品、食品添加剂和饲料等
DL-丙氨酸	0.25	-	-	食品添加剂、日化领域生产 MGDA
β-丙氨酸	0.1	0.3	-	合成维生素 B5、肌肽的原料之一，参与维生素泛酸和辅酶 A 的组成
D-泛酸钙	0.3	-	-	医药、日化、饲料添加剂、食品添加剂等
α-熊果苷	-	0.01	-	化妆品及杀菌、消炎领域
L-缬氨酸	-	1	预计于 2023 年投产	医药、食品、饲料等
三支链氨基酸(L-异亮氨酸、L-亮氨酸、L-缬氨酸)	-	1.6	建设期预计为 18 个月	氨基酸输液、营养强化剂等医药行业，以及洗涤剂、除草剂等领域

资料来源：华恒生物公司公告，中信证券研究部

通过多年的技术研发和实践积累，公司丙氨酸系列产品展现出卓越的技术优势。对于 L-丙氨酸产品，随着厌氧发酵工艺的不断成熟，公司厌氧发酵法生产 L-丙氨酸的产量占比较高，经济和环境效益得以显著提升，使 L-丙氨酸产品成本相较于酶法降低约 50%。对于 DL-丙氨酸和 β-丙氨酸产品，公司采用酶法工艺生产，以常温常压的温和反应条件替代了传统化学合成法，在能耗节约、成本降低等方面更具优势，为公司在丙氨酸行业中的领先地位奠定了坚实的基础。

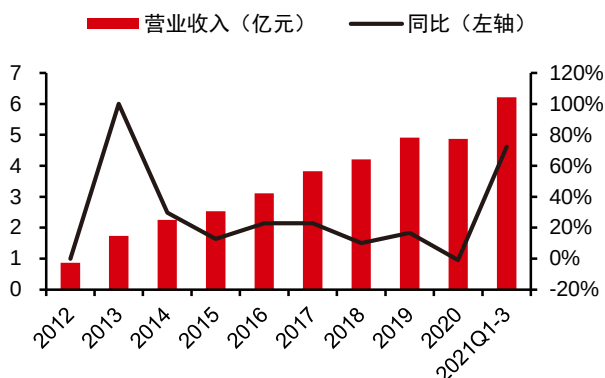
表 17：华恒生物丙氨酸生产技术与同行对比

产品	项目	公司技术	同行业其他技术	公司技术优势
L-丙氨酸	技术名称	厌氧发酵法	好氧发酵法	酶法
	工艺步骤	①发酵过程无需通入空气； ②以可再生葡萄糖为原料； ③细胞工厂； ④无二氧化碳排放	①发酵过程需要通入空气； ②以可再生葡萄糖为原料； ③细胞工厂； ④有二氧化碳排放	①以石油基产物为原料； ②生物酶； ③有二氧化碳排放，1mol 产物对应生产 1mol 二氧化碳；
	技术指标	①转化率≥95% ②产品含量≥99.0% ③发酵周期≤40h	①转化率≥90% ②产品含量≥98.5% ③发酵周期≤48h	①转化率≤67% ②产品含量≥99.0%
DL-丙氨酸	技术名称	酶法	化学合成法	
	工艺步骤	①常温常压 ②酶催化 ③膜分离技术	①高温高压 ②化学催化	①常温常压，成本较低； ②生物酶催化剂，环境友好
	技术指标	产品含量≥99.5% 酶活大于 7000U 发酵 OD≥100	产品含量≥99%	发酵酶活高，转化效率提高
β-丙氨酸	技术名称	酶法	化学合成法	
	工艺步骤	①常温常压 ②酶催化 ③膜分离技术 ④以丙烯酸为原料	①高温高压 ②化学催化 ③以丙烯腈为原料	①常温常压，成本较低 ②丙烯酸廉价易得，成本进一步降低 ③生物酶催化剂，环境友好
	技术指标	①产物浓度≥300g/L ②反应时长小于 2h ③时空产率≥150g/L/h		原子经济性高，酶活力高，大幅降低生产成本

资料来源：华恒生物公司公告，中信证券研究部

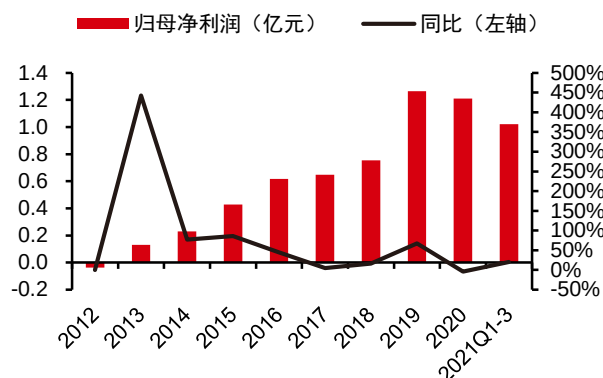
公司近年业绩总体呈上升趋势。2012-2019 年，公司营业总收入与净利润持续上升，2019 年营业总收入达 4.9 亿元，净利润达 1.2 亿元。2020 年受疫情影响，公司业绩有所下滑，营业总收入与净利润同比分别下降 0.8%、4.2%。2021 年以来，公司业绩大幅回升，2021 年前三季度营收同比增长 72%，归母净利润同比增长 20%。随着公司 L-缬氨酸、L-异亮氨酸、L-亮氨酸等项目，未来盈利有望底部复苏并继续保持增长。

图 42：华恒生物营业收入及同比



资料来源：Wind，中信证券研究部

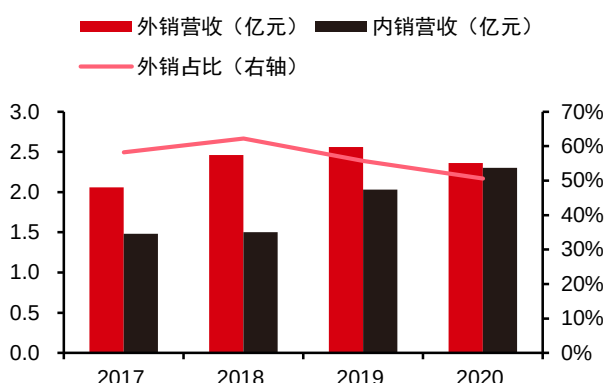
图 43：华恒生物归母净利润及同比



资料来源：Wind，中信证券研究部

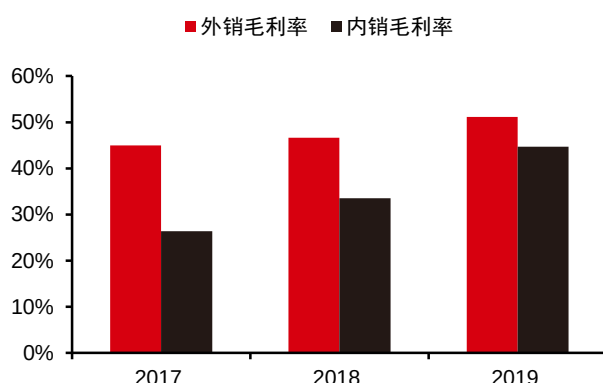
公司获跨国巨头高度认可，外销占比高。近年来，公司外销占比保持在一半以上，与巴斯夫、味之素、德之馨、帝斯曼、伊藤忠等世界化工巨头建立了良好的合作关系。同时，公司境内市场得到连年开拓，占比不断提升。根据公司招股说明书，2020 年外销、内销的收入分别为 2.4、2.3 亿元，分别占总营业收入的比例为 51%、49%。另外，公司产品的外销毛利率显著高于内销毛利率，且呈现逐年递增的态势。

图 44：华恒生物内外销营收及外销占比



资料来源：华恒生物招股书，中信证券研究部

图 45：华恒生物内外销毛利率



资料来源：华恒生物招股书，中信证券研究部

新日恒力：生物基材料顺利转型

新日恒力新建 5 万吨/年月桂二酸项目，跻身产品型合成生物企业。新日恒力于 2017 年购买中国科学院微生物研究所月桂二酸生产技术，建设 5 万吨/年月桂二酸项目，并设立子公司恒力新材负责项目的建设和运营。月桂二酸是碳链上含有 12 个碳原子的脂肪族长

链二元酸的一种，主要用于生产长链尼龙的原料。据公司公告，2021 年 10 月，月桂二酸项目正式投产，已开启二分之一产能，标志着公司转型圆梦。

表 18：新日恒力 5 万吨/年月桂二酸项目

		产能（万吨/年）	应用
主产品	月桂二酸	5	化学工业中制造高级香料、高性能尼龙工程塑料、高档尼龙热熔胶、高级润滑油、高级油漆和涂料等的重要原材料
副产品	硫酸钠	6	用于制造水玻璃、玻璃、瓷釉、纸浆、致冷混合剂、洗涤剂、干燥剂、染料稀释剂、分析化学试剂、医药品、饲料等
	生物有机肥	5	农田施肥、盐碱地改良、土壤病害防治等

资料来源：新日恒力环评报告，中信证券研究部

公司生物法制备月桂二酸源于中科院第三代微生物发酵技术，具有转化率和环保优势。早在 20 世纪 70 年代，以方心芳院士、陈远童研究员为代表的中科院微生物所两代专家就开始了生物发酵生产长链二元酸的研究。在此基础上，中科院微生物所利用现代生物技术开发出月桂二酸生产新菌种和无溶剂提取精制新一代工艺，可再生油脂替代石油烷基为原料，原料转化效率达 90% 以上，高于行业平均水平 5~10%；采用无溶剂提取，减少水排放 50%，减少二氧化碳排放 30%。

表 19：中科院三代微生物发酵技术对比

推广时间		技术特点
一代	1970s~1980s	混合长链二元酸 5t 罐规模的中试和鉴定，发酵产酸水平 60~70g/L；DC12 和 DC13 的中试和鉴定，DC12 和 DC13 发酵产酸水平都为 50g/L 左右。
二代	1990s~2000s	DC15、DC12、DC13 和 DC14 种产品的中试和 20~50t 罐规模的工业生产试验及鉴定，发酵产酸水平提高到 200g/L 左右，最高达到 250g/L 以上。
三代	2010s 至今	可再生油脂替代石油烷基为原料，原料转化效率达到 90%以上；采用无溶剂提取，减少水排放 50%，减少二氧化碳排放 30%。

资料来源：《生物合成长链二元酸新产业的崛起》（陈远童），中能集团生物基二元酸项目可研性报告，中信证券研究部

控股股东中能集团布局生物合成聚酰胺的上下游一体化，助力公司可持续发展。受产业积极政策的影响，控股股东中能集团近年来将发展生物合成长链/高温聚酰胺专业领域作为公司战略性发展的目标和方向，与大同市政府合作共建生物基新材料生态产业园。生物基新材料生态产业园的建设包括长碳链二元酸项目、生物基新材料一体化项目、煤质活性炭及环保项目三个子项目。公司产品月桂二酸是制备长链聚酰胺 PA612 和 PA1212 的主要原料，生物合成聚酰胺上下游一体化一方面利好新日恒力上游月桂二酸原料的合理利用，视市场情况调整自用与外销的比率，从而获得最大经济效益；另一方面助力下游长链聚酰胺产品建立起成本优势，实现可持续发展。

表 20：山西中能生物基新材料生态产业园项目

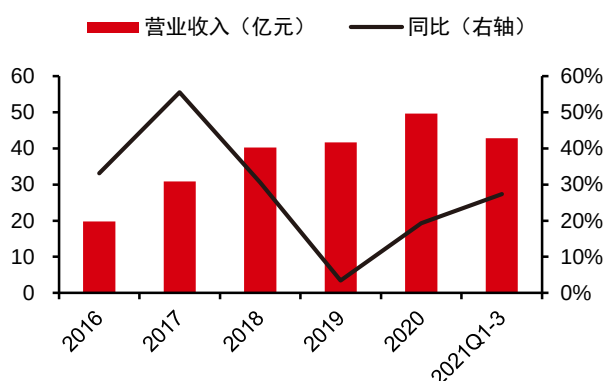
项目	建设公司	主要原料	主要产品	产能（万吨/年）	项目总投资（亿元）	预期年营收（亿元）	预期年利润（亿元）
长碳链二元酸项目	中能生物科技	玉米、石化副产品	月桂二酸	12	76.45	88.56	16.58
			己二酸	36			
生物基新材料一体化项目	恒力新材	月桂二酸、己二酸、对苯二甲酸	尼龙 PA66	12	126.85	180.8	29.71
			尼龙 PA612	8			
			尼龙 PA1212	6			

项目	建设公司	主要原料	主要产品	产能(万吨/年)	项目总投资(亿元)	预期年营收(亿元)	预期年利润(亿元)
煤质活性炭及环保项目	中能环保	原料煤、兰炭	尼龙 PA12T	3	27.69	14.09	6.88
			尼龙 PA6T	3			
			PBAT	36			
			原煤活性炭	8			
			压块活性炭	2			

资料来源：山西中能生物基新材料生态产业园项目可研性报告，中信证券研究部

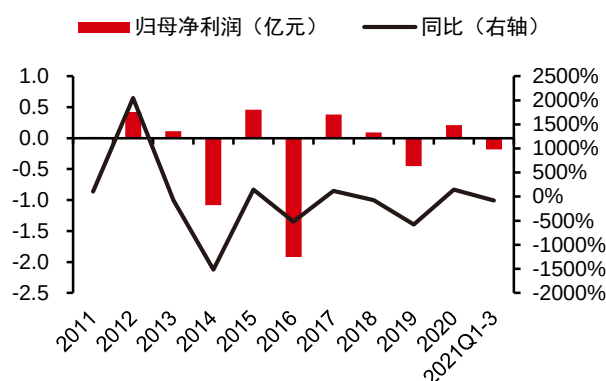
公司业绩有望底部复苏。受行业趋势、业务变动等因素的影响，公司近年来业绩波动较大。2020 年，子公司华辉环保收购宁夏天福，进一步扩大产品品种结构和规模，公司成功扭亏为盈，实现盈利 0.21 亿元，同比增长 147%。据公司公告，5 万吨/年月桂二酸项目投产后，可实现年营业收入 21.45 亿元、净利润 5.45 亿元，有望成为公司业绩的主力增长点，促进公司盈利能力底部复苏。

图 46：新日恒力营业收入及同比



资料来源：Wind，中信证券研究部

图 47：新日恒力归母净利润及同比

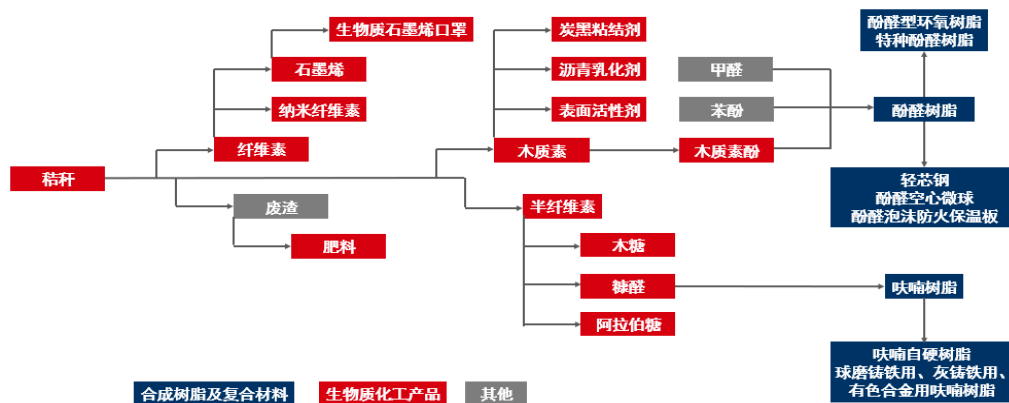


资料来源：Wind，中信证券研究部

圣泉集团：酚醛树脂行业绝对龙头

圣泉集团系国内酚醛树脂、呋喃树脂产销量最大的企业，集合成树脂及复合材料、生物质化工材料及相关产品的研发、生产、销售为一体。公司将农作物废弃物玉米芯、秸秆中的半纤维素、木质素、纤维素三大成分提纯并高效利用，形成了拥有自主知识产权的生物质精炼技术，不仅生产木糖、L-阿拉伯糖、表面活性剂等生物质化工产品，同时利用木质素、半纤维素制成木质素酚、糠醛等用于生产呋喃和酚醛树脂，形成了生物质化工产业与合成树脂产业一体化产业链条，实现了对植物秸秆的循环利用。

图 48：圣泉集团产业链



资料来源：圣泉集团招股书，中信证券研究部

公司产品沿产业链不断纵深延伸。截至 2020 年末，公司酚醛树脂、呋喃树脂产能分别达到 36 万吨/年和 10 万吨/年，产销规模均居国内第一、世界前列。同时，公司通过持续科技创新与应用拓展，产品进一步延伸至陶瓷过滤器、固化剂、涂料、保温冒口、电子级环氧树脂、高强低密度酚醛 SMC、口罩等，产品矩阵不断完善。公司通过 IPO 募投项目扩大公司酚醛树脂及其高端复合材料、陶瓷过滤器和冒口、高端电子化学品的生产能力，有利于巩固行业领先地位。

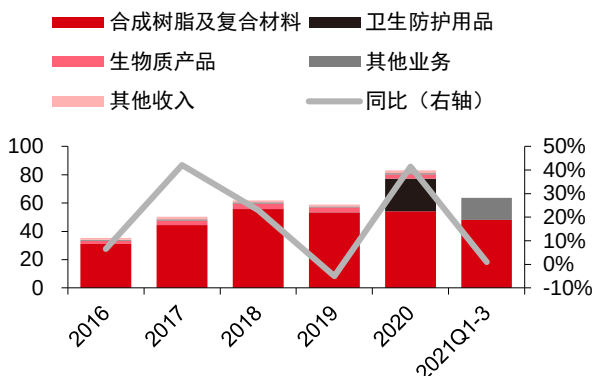
表 21：圣泉集团主要产品

产品名称	单位	现有产能	在建产能	备注	应用领域
酚醛树脂	万吨/年	36	23	2019 年通过环评，预计建设期为 24 个月	耐火材料、模具磨料、摩擦材料、铸造覆膜砂、建筑材料、表层涂料、模塑料、绝缘材料、轮胎橡胶、电子材料、酚醛泡沫、航天航空材料等
呋喃树脂	万吨/年	10	-	-	铸造工艺中作型芯粘剂，广泛用于风电、核电、汽车、机床、机车车辆、工程机械、船舶、水泵、阀门、重型机械等行业大中型复杂铸件的生产
冷芯盒树脂	万吨/年	2	-	-	在机械工业铸造工艺中作型芯粘剂，广泛应用于汽车、内燃机、农业机械等高端和精密铸件的生产
环氧树脂	万吨/年	1.3	-	-	EMC 电子封装材料、覆铜板、电子油墨等领域
陶瓷过滤器	万立方米/年	1.45	0.35	建设期为 24 个月	工程机械、汽车、石油化工及风电等行业铸造零部件的生产
涂料	万吨/年	4	-	-	汽车、风电、工程机械、船舶、泵阀等铸件生产
固化剂	万吨/年	4.6	-	-	作为催化剂与呋喃树脂配套使用，制备铸造砂型芯
木糖	万吨/年	1.5	-	-	生产木糖醇，可直接在食品、饮料中作为无热量甜味剂使用
口罩	万只/年	7.1	-	-	民用日常防护
甲醛	万吨/年	-	26	2019 年通过环评，预计建设期为 24 个月	主要用于人工合成黏合剂，如：制酚醛树脂、脲醛树脂、合成纤维、粘合剂、皮革工业、医药、染料等
轨道交通用复合材料	万立方米/年	-	1	-	应用于轨道交通、航空、汽车、船舶等领域
建筑节能系列复合材料	万平（立）方米/年	-	25	-	应用于建筑墙体保温和幕墙内保温
高端电子化学品	万吨/年	-	1.08	2019 年通过环评，预计建设期为 15 个月	应用于电子元件

资料来源：圣泉集团公司公告，酚醛高端复合材料及树脂配套扩产项目环评报告，高端电子化学品项目环评报告，中信证券研究部

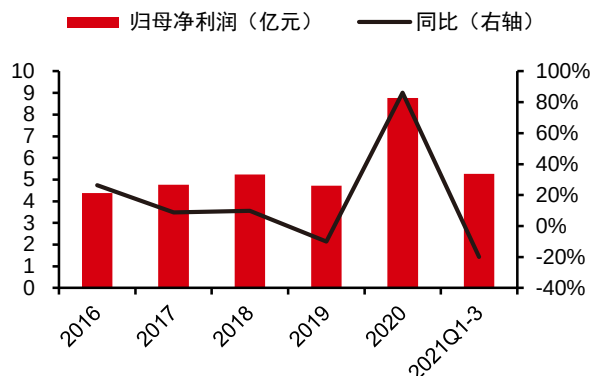
公司营收整体稳健增长，合成树脂及复合材料占比最高。2020 年，全球新冠疫情爆发，公司卫生防护用品业务大幅提升，带动业绩迅猛增长。2020 年公司实现营收 83.2 亿元，同比增长 41%；实现归母净利润 8.8 亿元，同比增长 86%。2021 年前三季度公司实现营收 63.6 亿元，同比增长 1%，扣除卫生防护用品外的业务营收实现 43%的同比增长。其中，合成树脂及复合材料营收占比最高，除 2020 年以外常年保持在 65%左右，成为公司业绩的主要增长动力。

图 49：圣泉集团营业收入及同比（亿元）



资料来源：Wind，中信证券研究部

图 50：圣泉集团归母净利润及同比

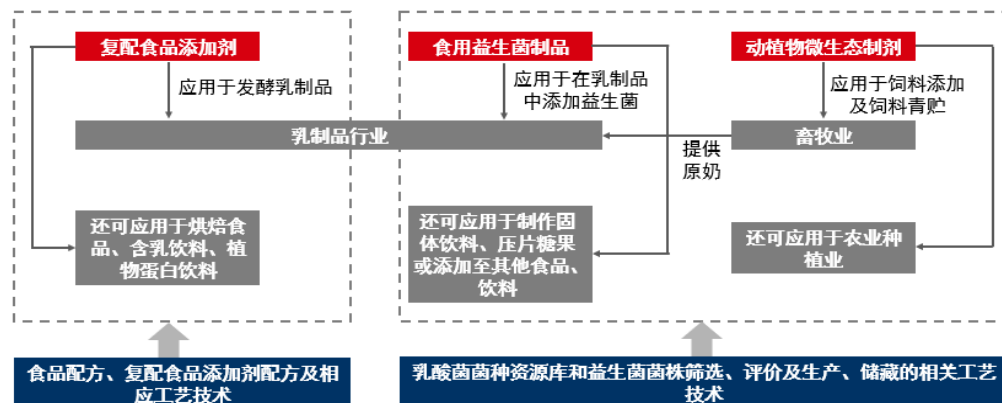


资料来源：Wind，中信证券研究部

科拓生物：国内益生菌产业第一股

科拓生物是一家主要从事复配食品添加剂、食用益生菌制品以及动植物微生态制剂研发、生产与销售的高新技术企业。公司拥有 1 万余株乳酸菌的菌种资源库，掌握了益生菌分离、筛选、评价、培养、冷冻干燥和保藏的全套技术。目前，公司形成了“两个基础，三大系列”的良好业务布局，两个基础是指食品配方、复配食品添加剂配方及相应工艺技术以及乳酸菌菌种资源库和益生菌菌株筛选、评价及生产、储藏的相关工艺技术；三大系列是指复配食品添加剂、食用益生菌制品和动植物微生态制剂。

图 51：科拓生物主营业务



资料来源：科拓生物招股书，中信证券研究部

公司三大系列产品齐头并进，彰显出巨大的发展潜力。公司的主要产品分为复配食品

添加剂、食用益生菌制品以及动植物微生态制剂。复配食品添加剂方面，公司与下游蒙牛乳业、光明乳业、完达山乳业等知名乳制品企业紧密合作，为其提供或共同开发食品配方及相应工艺技术。食用益生菌制品方面，公司具有较强的研发和技术优势，自有的干酪乳杆菌 Zhang、乳双歧杆菌 V9 和植物乳杆菌 P-8 等优势菌种已向市场成功推出。动植物微生态制剂方面，公司产品目前主要应用于反刍动物保健和饲料青贮，未来可进一步拓展至生猪、禽类、水产等领域，发展前景广阔。另外，公司新布局食品板块研发生产基地和微生态制剂生产基地，产品产能大幅提升，有助于开辟新的利润增长点。

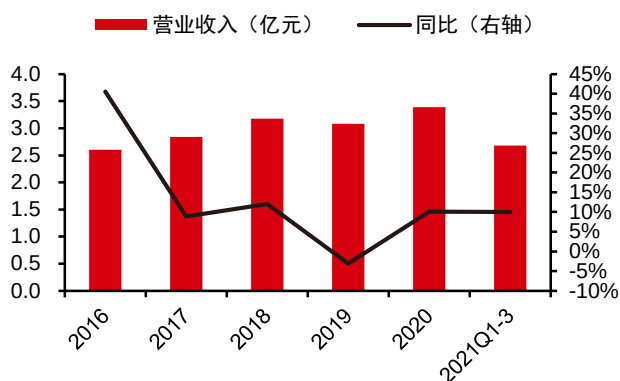
表 22：科拓生物主要产品

产品名称	现有产能 (吨/年)	在建产能 (吨/年)	备注	应用领域
复配食品添加剂	3500	10000	建设期为 36 个月	包括复配增稠剂和复配增稠乳化剂，主要应用于酸奶及其他风味发酵乳制品，同时可应用于烘焙食品、含乳饮料、调制乳和植物蛋白饮料等食品饮料
动 植 物 微 生态制剂	微生物饲料添加剂	36000	建设期为 24 个月	调节和改善动物的肠道菌群，提高饲料转化率；减少青贮在贮藏过程中营养物质的流失；改良土壤，预防土壤板结，提高肥料转化率
	农用微生态菌肥	12000		
	替抗防疫类动物用微生态菌剂	225		
食 用 益 生 菌制品	益生菌原粉	3.6	-	应用于发酵乳、乳饮料、奶粉、保健品和功能性食品等，以及动物饲料
	乳酸菌粉	30	-	
	益生菌终端消费品	100	1200	
	益生菌原料菌粉	-	400	
	酸奶发酵剂	-	100	
	后生元	-	600	

资料来源：科拓生物公司公告，中信证券研究部

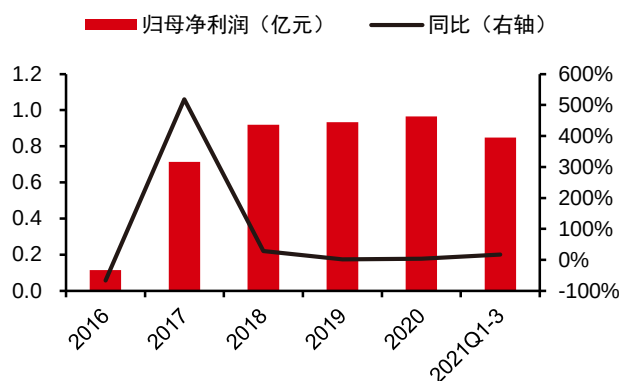
公司业绩近年来整体上行，毛利水平高位运行。2016~2020 年，公司营业收入及归母净利润持续增长，年均复合增长速率分别达到 6.8%和 70.1%。2021 年前三个季度，公司实现营收 2.7 亿元，同比增长 10.0%；实现归母净利润 0.8 亿元，同比增长 17.0%。从营收分业务占比来看，复配食品添加剂业务是公司各项业务的基础和现有业绩的基石，营收占比常年维持在 80%左右；食用益生菌制品业务在公司经营业绩中的占比不断提高，2020 年达到 23.7%。另外，公司毛利率保持高位运行，2020 年复配食品添加剂、动植物微生态制剂、食用益生菌制品毛利率分别达到 46.3%、59.8%、52.4%。

图 52：科拓生物营业收入及同比



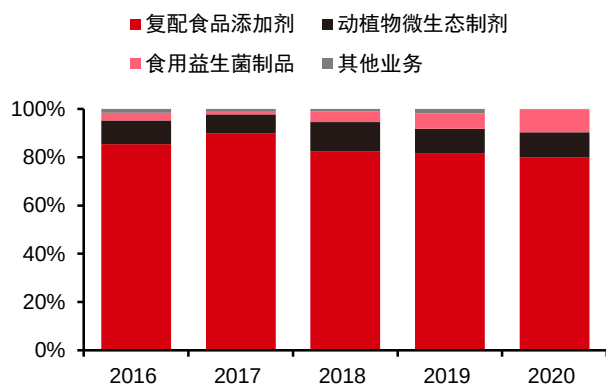
资料来源：Wind，中信证券研究部

图 53：科拓生物归母净利润及同比



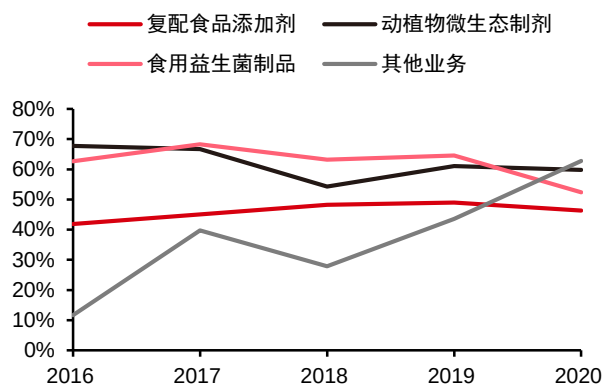
资料来源：Wind，中信证券研究部

图 54：科拓生物营业收入分业务占比



资料来源：Wind，中信证券研究部

图 55：科拓生物主营业务毛利率

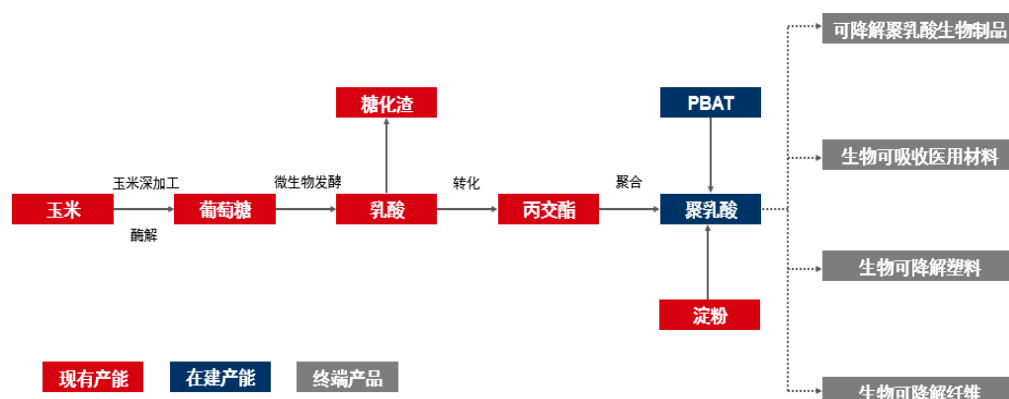


资料来源：Wind，中信证券研究部

金丹科技：聚乳酸产业链集大成者

金丹科技系国内乳酸生产规模最大的企业，拥有高效工程菌种的选育、乳酸及衍生产品的制备、提纯等多项核心技术和关键工艺。同时，公司积极布局乳酸产业链一体化，在掌握有机胍催化生产技术的基础上，进军乳酸下游可降解环保新材料丙交酯及聚乳酸领域，产业链一体化带来的规模优势和成本优势将为公司产品提供有力竞争。在可降解材料的方面，公司还进一步开发生物降解聚酯 PBAT，通过与聚乳酸、淀粉等材料共混直接生产生物降解制品以提升产品附加值。

图 56：金丹科技产业链



资料来源：金丹科技公司公告，中信证券研究部

公司产能扩张潜力大，生产规模化进一步提升。公司目前拥有乳酸产能 10.5 万吨/年，乳酸盐和乳酸酯产能 2.3 万吨/年，淀粉产能 20 万吨/年，石膏制品产能 6.5 万吨/年，各类乳酸及乳酸盐产品广泛应用于食品、饲料、生物降解材料、工业、医药等领域。另外，根据 2021 年中报，公司成功建设 1 万吨/年丙交酯生产线，已经能稳定产出符合设计要求的丙交酯产品。在建产能方面，公司计划新增乳酸产能 25 万吨/年，淀粉产能 20 万吨/年，石膏制品 20 万吨/年，PBAT 产能 6 万吨/年，规模优势进一步扩大有利于拓展发展空间。

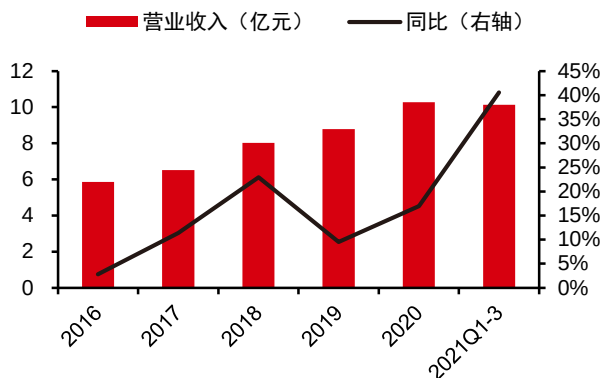
表 23：金丹科技主要产品

产品名称	现有产能 (万吨/年)	在建产能 (万吨/年)	备注	应用领域
乳酸及乳酸盐	12.8	25	5 万吨/年高光纯 L-乳酸项目预计 2021 年 10 月建成，20 万吨/年乳酸项目 2021 年下半年开工建设	食品行业中的酸味剂、pH 值调节剂、杀菌剂、风味剂等，饲料行业中的酸味剂、防腐剂、杀菌剂等，生物基可降解材料 PLA（聚乳酸）的主要原材料
淀粉	20	20	40 万吨/年淀粉项目一期 20 万吨/年建成投产	淀粉糖、食品增稠剂和稳定剂、纺织工业加浆、生物降解塑料
石膏制品	6.5	20	乳酸生产过程中的副产品	农业肥料、建筑制品、硫酸生产、油漆填料、医学材料
丙交酯	1	-	-	生产 PLA 的中间体
PBTA	-	6	预计 2022 年 9 月建成	可降解纤维材料、农用地膜、包装材料、餐具及医疗器材等
聚乳酸	-	10	2021 年下半年开工建设	

资料来源：金丹科技公司公告，中信证券研究部

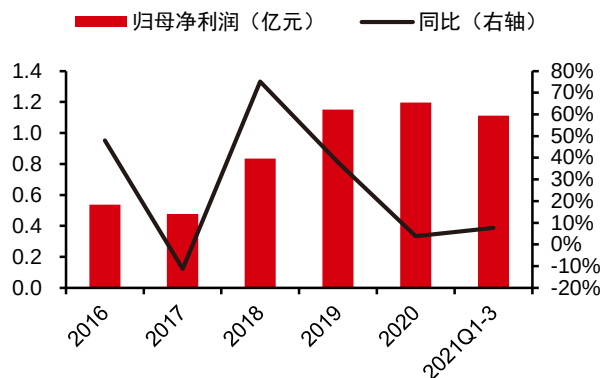
公司经营稳健，营收持续加速增长。2016~2020 年，公司营业收入及归母净利润持续增长，年均复合增速分别达到 15.1%和 22.2%。2021 年前三个季度，公司实现营收 10.1 亿元，同比增长 40.6%；实现归母净利润 1.1 亿元，同比增长 7.7%。未来，随着乳酸、聚乳酸、PBTA 等新建产能的陆续投产，公司业绩有望保持高速增长势头，经济效益大幅提高。

图 57：金丹科技营业收入及同比



资料来源：Wind，中信证券研究部

图 58：金丹科技归母净利润及同比

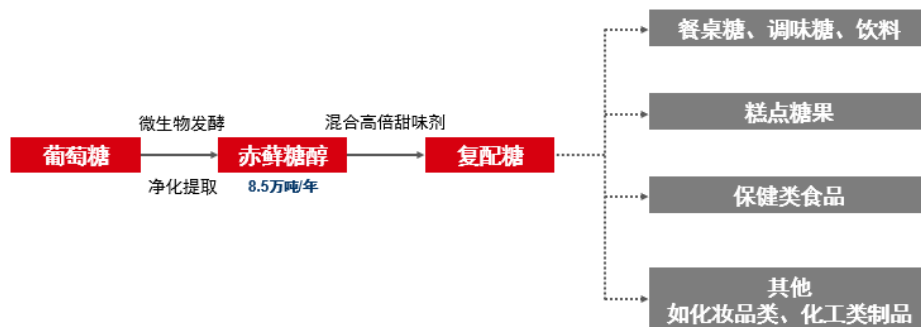


资料来源：Wind，中信证券研究部

三元生物：赤藓糖醇全球霸主

三元生物自 2007 年成立以来专注深耕赤藓糖醇产品十余年，先后攻克菌种选育、配方优化、发酵控制、结晶提取等多个环节的工艺难题，逐步发展成为全球赤藓糖醇行业内产能及产量最大、市场占有率最高的企业。截至 2021 年 6 月末，公司拥有赤藓糖醇产能 8.5 万吨/年，产能利用率超过 90%。公司 IPO 募资新建 5 万吨/年赤藓糖醇产能，预计将于 2023 年投产，市场份额有望进一步提升。公司在巩固赤藓糖醇行业优势地位的基础上，推出赤藓糖醇与甜菊糖苷、罗汉果甜苷、三氯蔗糖等高倍甜味剂复配的产品，进一步延伸了赤藓糖醇产业链，提升了公司的市场竞争力和盈利能力。

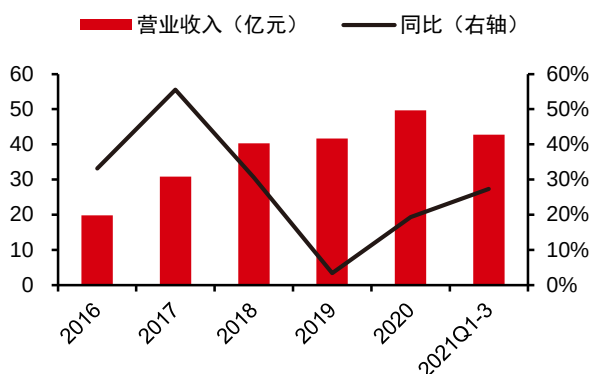
图 59：三元生物产业链



资料来源：三元生物公司公告，中信证券研究部

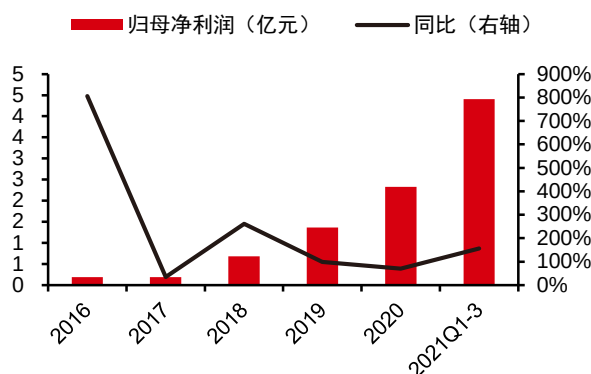
赤藓糖醇细分市场量价齐升，助力公司业绩大幅扩张。2016~2020 年，公司营业收入及归母净利润持续增长，年均复合增速分别达到 72.6%和 88.4%。2021 年前三个季度，公司实现营收 13.1 亿元，同比增长 132.3%；实现归母净利润 4.4 亿元，同比增长 155.9%。从营收分业务占比来看，赤藓糖醇业务是公司现有业绩的基石，2021H1 收入占比约 91.5%。同时，公司毛利率总体稳中有升，2021H1 达到 44.3%的较高水平。未来，随着 5 万吨/年赤藓糖醇项目的投产，公司进一步扩大龙头企业优势，业绩有望持续高速提升。

图 60：三元生物营业收入及同比



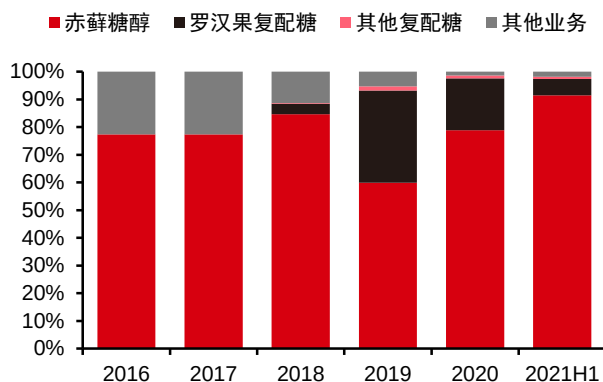
资料来源：Wind，中信证券研究部

图 61：三元生物归母净利润及同比



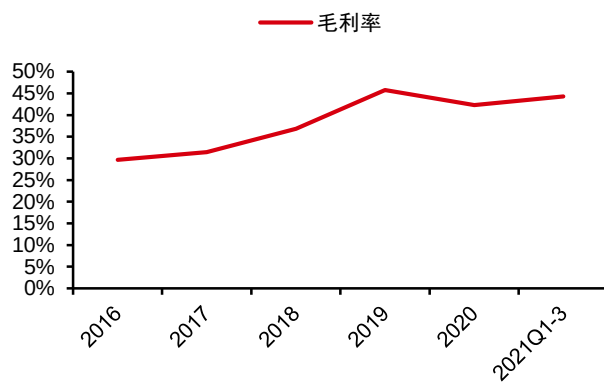
资料来源：Wind，中信证券研究部

图 62：三元生物营业收入分业务占比



资料来源：Wind，中信证券研究部

图 63：三元生物主营业务毛利率



资料来源：Wind，中信证券研究部

利尔化学：草铵膦和氯代吡啶类除草剂双龙头

利尔化学成立于 1993 年，经过近三十年发展开拓了除草剂、杀菌剂、杀虫剂三大系列共 40 余种原药、100 余种制剂以及 2-甲基吡啶等部分化工中间体。其中，公司拥有草铵膦产能 15400 吨/年，系国内最大规模的草铵膦原药生产企业；拥有毕克草产能 2800 吨/年、毒莠定产能 3000 吨/年、氟草烟 1300 吨/年，氯代吡啶类除草剂产能产量稳居国内前茅。

表 24：利尔化学主要产品

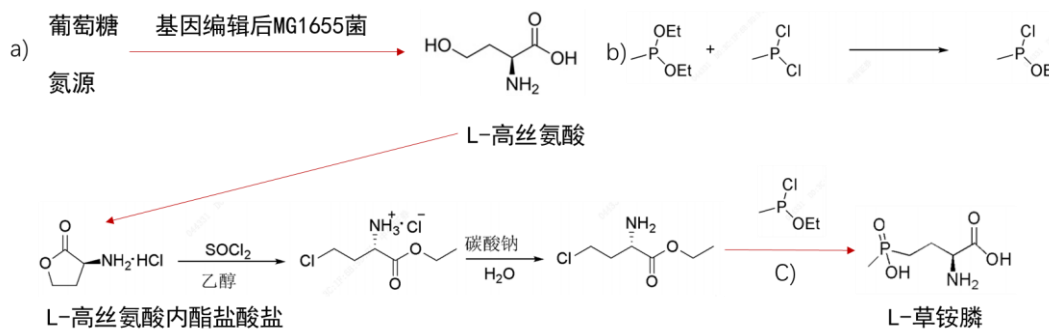
分类	主要产品	用途
农药原药	有机磷类：草铵膦	用于加工成除草剂
	吡啶类：毕克草、毒莠定、氟草烟、绿草定、炔草酯、氯氨吡啶酸	
	脲类：敌草隆、利谷隆、氟草隆、绿麦隆、异丙隆、丁噻隆、苄嘧磺隆、吡嘧磺隆	
	酰胺类：苯噻草胺、敌草胺、炔苯酰草胺	
	其他：丙炔氟草胺、噁草酮	
	三唑类：氟环唑	用于加工成杀菌剂
	其他：异菌脲	

分类	主要产品	用途
农药制剂	可湿性粉剂：屠欢、富生美、稻无草、乐邦农、杀稗丰	直接田间终端施用
	悬浮剂：尤美艳	
	可溶性粉剂：欢瑞	
	水剂：闲牛、闲飞	
	微乳剂：欢刀、雷克顿	
	乳油：独功	
化工中间体	2-甲基吡啶、2,2-联吡啶	化工中间体

资料来源：利尔化学公司公告，中信证券研究部

积极布局 L-草铵膦，依托专利技术助力行业领先。据我们统计，目前全球草铵膦的产能合计约 5.25 万吨（包含辉丰股份待复产 0.5 万吨），规划产能约 12.25 万吨；而全球草铵膦市场空间在 10 亿美金左右，折合原药用量仅 3.5 万吨/年，行业存在着产能过剩风险。与消旋的 DL-草铵膦相比，L-型草铵膦的理论效果约为外消旋产品的 1.8-2 倍，而成本上不超过消旋产品的 1.5 倍，具有较大的调价空间，有望实现对普通草铵膦的快速替代。公司在广安及绵阳基地分别规划 3000 吨/年和 30000 吨/年 L-草铵膦在建产能。从合成工艺上来看，利尔化学采用合成生物学方法，参考公司《一种 L-高丝氨酸生产菌株及其构建方法和应用》，公司通过 Lambda-Red 重组、FLP-FRT 重组和 CRISPR/Cas9 技术，对野生大肠杆菌 MG1655 进行基因的敲除和编辑，得到的 L-高丝氨酸生产菌株能够利用葡萄糖和少量氮源代谢生产 L-高丝氨酸。公司再利用自有的 MDP 经过 3 步反应即可制备高手性的 L-草铵膦，避免了丙烯醛及氢氰酸等化合物的使用，有望显著降低生产成本。

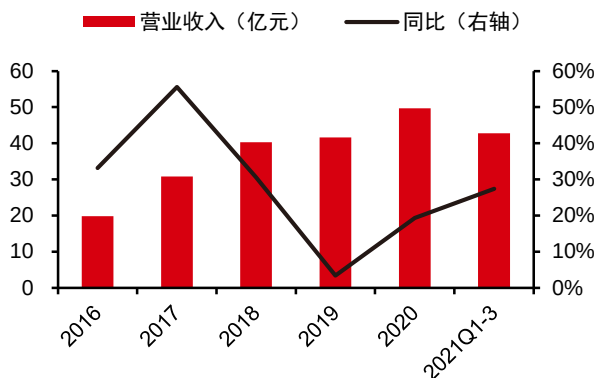
图 64：利尔化学生物法 L-草铵膦合成路线



资料来源：《一种 L-草铵膦的制备方法》（谢新开，黄晓飞，徐伟），中信证券研究部

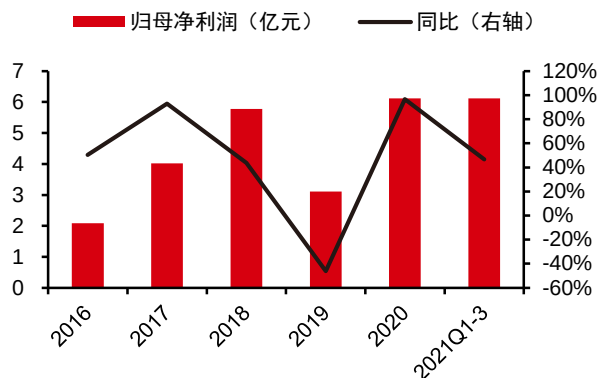
近年来公司业绩保持稳定增长。2016~2020 年，公司营业收入及归母净利润持续增长，年复合增速分别达到 25.8%和 30.9%。2021 年前三个季度，得益于主要产品销量及价格同比增加，公司实现营收 42.8 亿元，同比大幅增长 27.4%；实现归母净利润 6.1 亿元，同比大幅增长 46.8%。

图 65：利尔化学营业收入及同比（亿元）



资料来源：Wind，中信证券研究部

图 66：利尔化学归母净利润及同比



资料来源：Wind，中信证券研究部

金达威：国内营养健康全产业链龙头

金达威成立于1997年11月，逐步发展成为贯穿上游原材料供应-中游保健品生产加工-下游终端产品销售的营养健康全产业链龙头企业。营养保健食品原料产品涵盖辅酶Q10系列、维生素A系列、维生素D3系列、维生素K2系列、NMN原料等；营养保健食品终端产品包括膳食补充剂、能量补充剂、运动营养食品、功能性营养食品等。其中，公司采用具有自主知识产权的微生物发酵工艺生产辅酶Q10，目前已成为全球最大辅酶Q10生产厂家之一、国内最大的辅酶Q10出口企业。

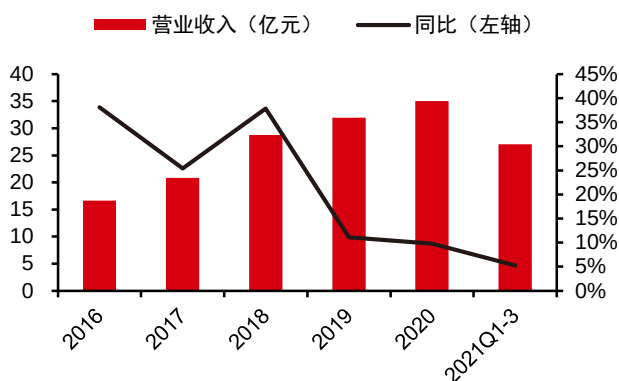
表 25：金达威主要产品

产品类别	设计产能（吨/年）	实际产能（吨/年）	在建产能（吨/年）
维生素 A	2,700	2,700	3,500
维生素 D3	1,000	1,000	1,500
辅酶 Q10	600	600	-
维生素 K2	100	100	-
NMN	500	500	-
玻尿酸	-	-	200

资料来源：金达威 2021H1 半年报，中信证券研究部

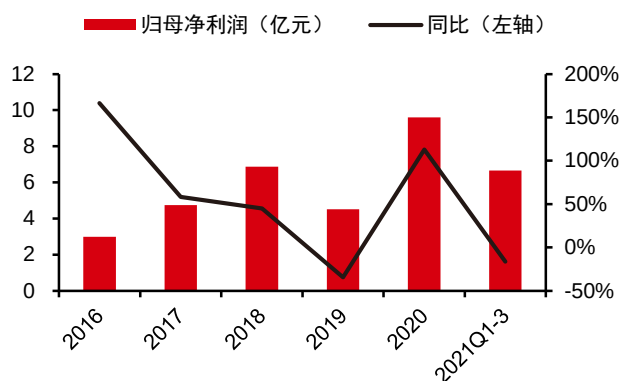
公司近年营收、利润总体稳中有升。凭借在营养保健原料端的深度布局，以及终端产品品类的多样性、成分的科学性，公司近年经营业绩稳步提升。2016~2020年，公司营业收入及归母净利润年均复合增速分别达到20.5%和33.7%。2021年前三季度，公司实现营收27.0亿元，同比增长5.3%；实现归母净利润6.7亿元，同比减少16.2%。未来随着维生素A、维生素D3、玻尿酸等新建产能的落地，公司业绩有望步入高速发展期。

图 67：金达威营业收入及同比



资料来源：Wind，中信证券研究部

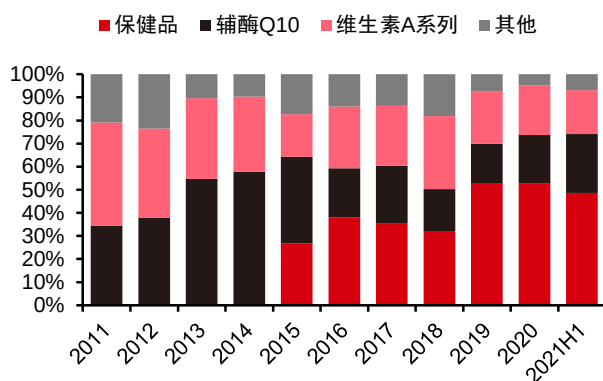
图 68：金达威归母净利润及同比



资料来源：Wind，中信证券研究部

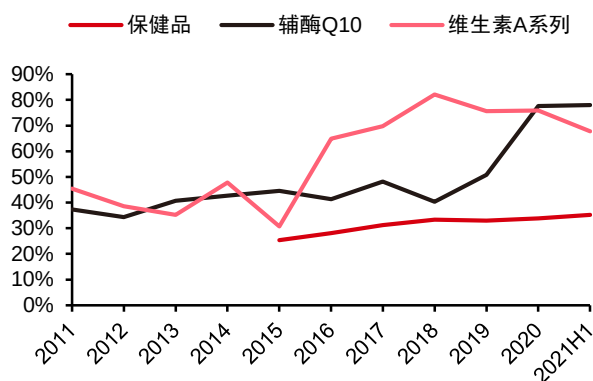
保健品终端业务比重上升，维生素 A 与辅酶 Q10 优势竞争地位保持。自 2015 年公司步入保健品终端销售业务，保健品逐步发展成为公司主营业务之一，2020 年其营收占比已达到 52.65%；同时公司保健品盈利水平呈现稳步上升态势，2021 年实现毛利率 35.19%。对于维生素 A 和辅酶 Q10 传统业务，由于公司供应端的龙头竞争力，叠加价格上扬有利因素，其毛利率维持在 70-80% 的高位运行。

图 69：金达威营业收入分业务占比



资料来源：Wind，中信证券研究部

图 70：金达威主营业务毛利率



资料来源：Wind，中信证券研究部

平台型公司：提供集成化的合成生物学平台

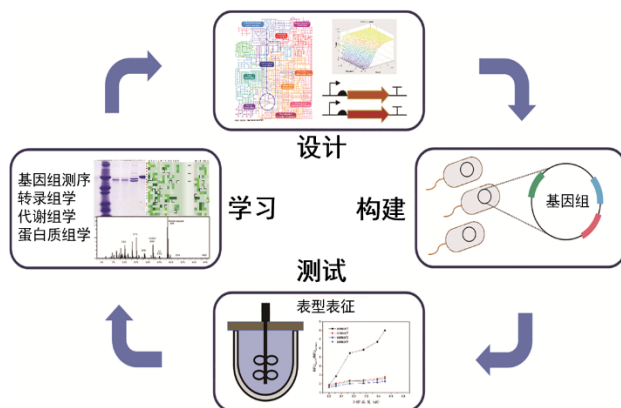
典型平台型企业多分布在国外，以微生物开发技术为基础。平台型企业依托涵盖软件工程、生化工具、自动化平台、机器学习与数据科学、代码库等理论与技术在内的集成化平台，实现从产品设计到微生物开发、最终规模化生产的进程。其中，微生物细胞工厂的开发是平台型企业的基础技术，依赖于“设计-构建-测试-学习”的循环迭代：首先利用系统生物学工具建立微生物的代谢模型，设计微生物细胞工厂改进目标；接着通过基因工程手段进行菌株构建；对菌株进行表征，并结合高通量分析或组学分析等手段对目标参数进行评估；根据分析结果，对模型进行改进；重复迭代，直至获得满足需求性状的目的微生物细胞工厂。

图 71：平台型企业技术平台



资料来源：Zymergen 公司公告

图 72：平台型企业微生物开发流程



资料来源：《微生物细胞工厂的设计构建：从诱变育种到全基因组定制创制》（袁姚梦，邢新会，张卿）

Zymergen：合成生物学领域平台型巨头

Zymergen 成立于 2013 年，总部位于加州埃默里维尔，是典型的合成生物学领域平台型公司。公司利用生化工具、机器学习、自动化等理论与技术研发创新产品与材料，经“设计-构建-测试-学习”的循环迭代最终完成从产品设计到规模化生产的进程。2014 年 1 月，公司获得 200 万美元种子轮融资，随后的几年内又分别进行了 A 至 D 轮的融资。2021 年 4 月 22 日，公司正式在纳斯达克上市，成为合成生物学产业化的一个重要的里程碑。

图 73：Zymergen 历史沿革



资料来源：Zymergen 公司公告，天眼查，中信证券研究部

公司正孕育处于不同开发阶段的 10 余款产品，涵盖电子、消费护理、农业领域。目前，公司已成功开发出 Hyaline 高光学质量 PI 薄膜产品，其展现出优良的透明度、柔性等性能，在可折叠显示器、触摸传感器面板等电子领域展现出广阔的应用前景。另外，公司还有 10 种其他产品正在开发中，涵盖电子、消费护理和农业领域。根据公司招股书，ZYM0107 耐高温光学 PI 薄膜产品预计于 2022 年发布，ZYM0101 高模量光学 PI 薄膜与 ZYM0201 天然驱虫剂产品预计于 2023 年发布。基于合成生物平台，Zymergen 预计新产品推向市场总历时约 5 年，成本约 5000 万美元。

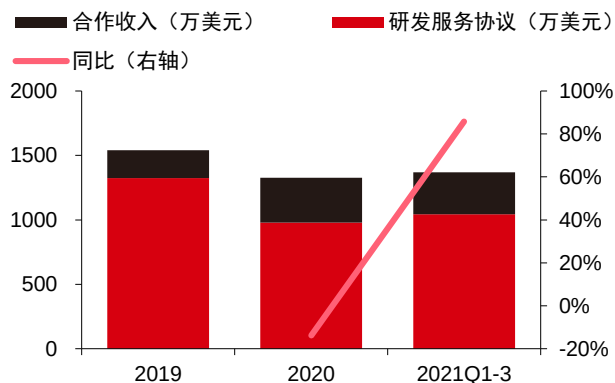
图 74: Zymergen 主要产品

	产品	描述	所处阶段			
			产品设计	微生物创造	规模化生产	发布
电子	Hyaline	高光学质量PI薄膜	○	○	○	○
	ZYM0107	耐高温光学PI薄膜	○	○	○	2022
	ZYM0101	高模量光学PI薄膜	○	○		2023
	ZYM0103	生物基环氧树脂	○			
消费护理	ZYM0201	纯天然昆虫防护	○	○	○	2023
	ZYM0205	纯天然可持续紫外线防护	○			
	ZYM0206	生物基成膜剂	○			
	ZYM0207		○			
农业	ZYM0301	固氮（合作）	○	○	○	
	ZYM0302	杀虫剂（合作）	○	○		
	ZYM0303	新型生物基除草剂	○			

资料来源: Zymergen 公司公告

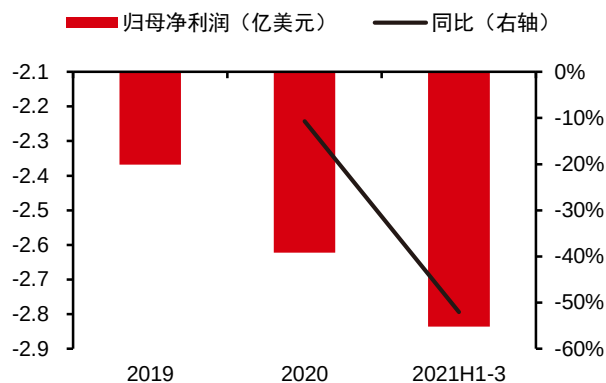
Zymergen 尚未从产品销售中获得收入, 当前收入主要来源于研发服务协议和合作收益。2021 年前三个季度, 公司实现营收 1370 万美元, 其中研发服务协议收入占比为 76.2%, 对外合作收入占比为 23.8%。此外, 由于下游市场推广受阻, 公司首款产品 Hyaline 的预期销售延缓, 2021 年前三个季度, 公司净亏损增加至 2.6 亿美元。因此, 尽管公司已经实现自动化、机器学习和合成生物学的技术融合, 真正到应用层面仍需考虑后续产品落地和量产的难度。

图 75: Zymergen 营业收入及同比



资料来源: Zymergen 公司公告, 中信证券研究部

图 76: Zymergen 归母净利润及同比

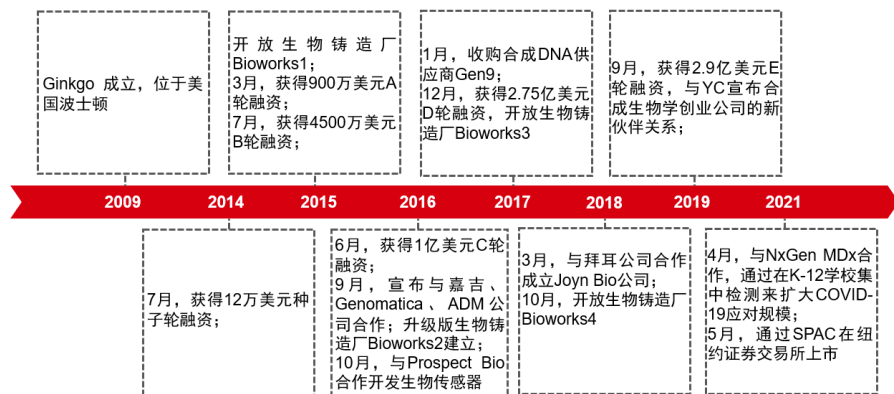


资料来源: Zymergen 公司公告, 中信证券研究部

GinkgoBioworks: 致力于生物铸造平台的独角兽企业

GinkgoBioworks 成立于 2009 年, 是一家专注于生物铸造厂、代码库以及由此产生的下游价值的合成生物独角兽企业。GinkgoBioworks 由麻省理工学院合成生物学领域专家 TomKnight 教授及几位研究生于美国波士顿创立, 以为客户提供微生物的研发服务为主要业务, 致力于对微生物进行基因改造用于生产高端化学材料或优化化工工业生产。在公开上市之前, GinkgoBioworks 已经在 9 轮融资中筹集了 8 亿美元, 其中包括比尔·盖茨资产管理公司的参投。2021 年 5 月, GinkgoBioworks 通过 SPAC 在纽约交易所上市。

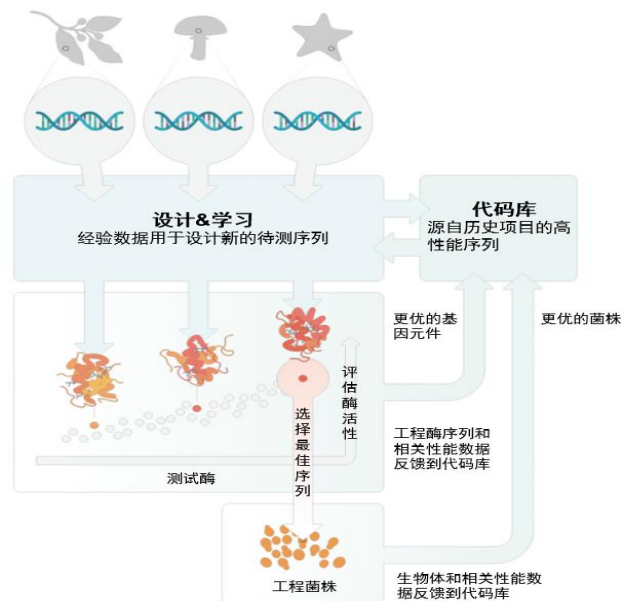
图 77: GinkgoBioworks 历史沿革



资料来源: GinkgoBioworks 公司公告, 天眼查, 中信证券研究部

GinkgoBioworks 核心竞争力为其生物铸造平台，包括生物铸造厂和代码库。生物铸造厂（Foundry）形象地来说一个巨大且高效的生物实验室，借助生物铸造平台的软硬件及自动化技术，实施标准化的细胞改造。代码库（Codebase）是包含海量基因序列的生物数据库，为生物铸造厂提供可重复使用的基因元件，公司的代码库目前囊括了开源的 34 亿基因序列以及独有的 4.4 亿基因序列。依靠生物铸造平台，公司能够高通量生产和评估菌株，根据客户规格执行各种各样的细胞编程。

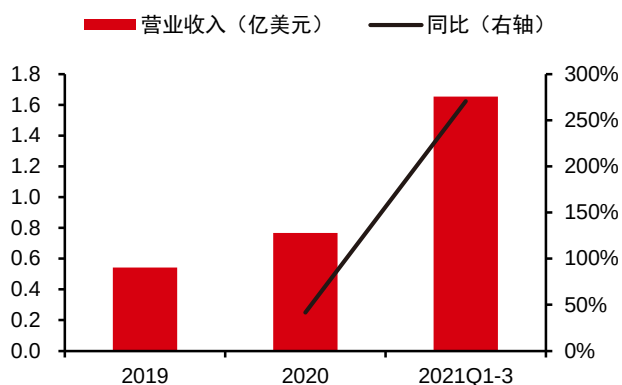
图 78: GinkgoBioworks 生物铸造平台



资料来源: GinkgoBioworks 公司公告

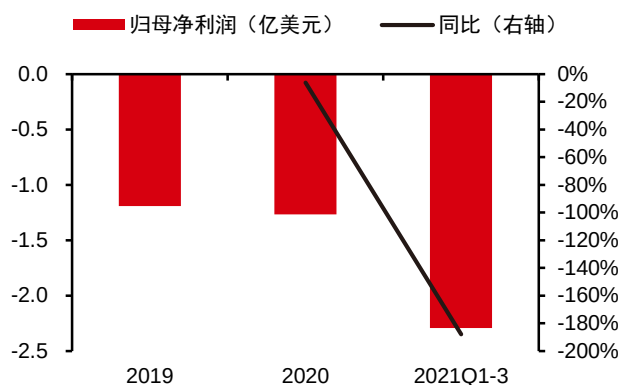
GinkgoBioworks 目前仍处于亏损状态，但生物铸造平台的快速发展使得公司营收呈现高速增长趋势。2020 年，尽管公司经营受到全球新冠疫情的影响，实现 7670 万美元营收，相较于 2019 年的 5420 万美元增长 42%。2021 年以来，公司营收大幅提升，前三季度达到 1.65 亿美元，同比增长 271%。预计未来 GinkgoBioworks 的生物铸造厂的代工收入和新项目的增长将继续推升公司业绩，实现扭亏为盈。

图 79: GinkgoBioworks 营业收入及同比



资料来源: GinkgoBioworks 公司公告, 中信证券研究部

图 80: GinkgoBioworks 归母净利润及同比



资料来源: GinkgoBioworks 公司公告, 中信证券研究部

风险提示

相关公司在建项目进度低于预期的风险;

玉米等生物质原材料价格波动的风险;

宏观经济及下游行业波动的风险;

进出口政策及国际贸易环境变化的风险;

生物安全与伦理的风险。

行业评级

合成生物学下游行业诸多, 涵盖医疗健康、化工、农业、食品、消费品等领域。作为战略性新兴产业技术之一, 合成生物学在各领域的渗透率仍有大量提升空间, 下游消费属性料将带动行业长期稳定增长。根据华经产业研究院数据, 2020 年, 全球合成生物学市场总规模达 68 亿美元, 同比增长 28.3%。随着核心技术不断更迭, 行业规模料将进一步迅速扩张, 结合 CB Insights 预测, 2020-2025 年, 全球合成生物市场规模将保持 22.5% 的年均复合增速, 至 2025 年突破 200 亿美元。

工业化学品领域是合成生物学的第三大下游市场, 孕育大批生物基产品相关企业, 呈现强者更强的局面。产品的生产从实验室验证阶段到产业化放大阶段往往需要经历漫长的研究探索和生产实践, 才能在工业菌种创制、发酵过程智能控制、高效后提取等环节形成完备的技术领先优势。因此, 短期来看, 龙头公司筑起综合竞争力的行业护城河, 呈现强者更强的局面。

维持行业“强大于市”评级, 预计行业龙头公司未来将迎来业绩和估值双重提升的戴维斯双击过程。业绩方面, 龙头公司布局生物基产品即将落地, 预计将进一步带动上述公

司迎来业绩增长。估值方面，龙头公司或布局全产业链、或打造生物合成平台，提升其综合竞争优势，因而未来估值中枢水平有望提升。

■ 相关研究

- 能源化工行业周观点 20220319—油价或将持续高位，化工板块迎来配置良机(2022-03-21)
- 合成生物行业深度报告—合成生物乘势而起，颠覆传统引领未来 (2022-03-21)
- 能源化工行业周观点 20220313—油价仍处高位，关注稳增长、农化、新能源相关板块景气周期 (2022-03-14)
- 能源化工行业周观点 20220307—能源危机忧虑持续推升油价，需求复苏驱动行业景气度回升 (2022-03-07)
- 能源化工行业跟踪点评—能源价格高企，看好煤化工、两碱龙头 (2022-03-04)
- 能源化工行业国际油价点评—能源短缺恐慌加剧，国际油价续创新高 (2022-03-03)
- 能源化工行业国际油价点评—俄乌冲突升级，油价突破 100 美元/桶 (2022-02-25)
- 能源化工行业周观点 20220221—需求复苏驱动行业景气度回升，双碳转型带来长期发展空间 (2022-02-22)
- 能源化工行业周观点 20220213—油价高位运行，看好需求复苏驱动的量价齐升 (2022-02-14)
- 能源化工行业 2022 年十大展望—把握技术变革主线，关注“双碳”、稳增长(2022-02-09)
- 能源化工行业周观点 20220207—布局短期景气上行、长期持续成长下的业绩高确定性 (2022-02-07)
- 能源化工行业新能源材料专题系列之四—光伏行业前景广阔，上游材料需求持续增长 (2022-01-13)
- 能源化工行业周观点—关注稳增长下的业绩高确定性和碳中和目标下的成长新方向 (2022-01-05)
- 能源化工行业周观点 20211213—政策发力稳增长，碳排放双控催生长期机遇(2021-12-14)
- 能源化工行业专题报告—稳增长扩内需，化工龙头迎双击 (2021-12-13)
- 能源化工行业专题报告—经济稳增长预期增强，看好低估周期标的反弹 (2021-12-06)
- 能源化工行业重大事项点评—工信部印发《“十四五”工业绿色发展规划》，工业领域双碳路线渐趋清晰 (2021-12-06)
- 能源化工行业新能源材料专题系列之三—新型锂盐 LiFSI：锂电中游材料的下一个风口 (2021-12-03)
- 能源化工行业周观点 20211130—继续推荐高景气赛道和成长高确定性标的 (2021-11-30)
- 能源化工行业氢能热点聚焦之四—地方补贴政策开始落地，氢能产业化再提速 (2021-11-04)
- 能源化工行业重大事项点评—碳中和顶层设计出台，石化化工行业面临哪些机遇与挑战？ (2021-10-27)
- 能源化工行业国际油价点评—需求旺季渐进，看好四季度油价表现 (2021-09-29)
- 能源化工行业重大事项点评—化工基本面延续上行，关注低估值个股 (2021-09-27)

分析师声明

主要负责撰写本研究报告全部或部分内容的分析师在此声明：(i) 本研究报告所表述的任何观点均精准地反映了上述每位分析师个人对标的证券和发行人的看法；(ii) 该分析师所得报酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来均不会直接或间接地与研究报告所表述的具体建议或观点相联系。

评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 到 12 个月内的相对市场表现，也即以报告发布日后的 6 到 12 个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A 股市场以沪深 300 指数为基准，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准；韩国市场以科斯达克指数或韩国综合股价指数为基准。	股票评级	买入	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅 20%以上
		增持	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于 5%~20%之间
		持有	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-10%~5%之间
		卖出	相对同期相关证券市场代表性指数跌幅 10%以上
	行业评级	强于大市	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅 10%以上
		中性	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-10%~10%之间
		弱于大市	相对同期相关证券市场代表性指数跌幅 10%以上

其他声明

本研究报告由中信证券股份有限公司或其附属机构制作。中信证券股份有限公司及其全球的附属机构、分支机构及联营机构（仅就本研究报告免责条款而言，不含 CLSA group of companies），统称为“中信证券”。

法律主体声明

本研究报告在中华人民共和国（香港、澳门、台湾除外）由中信证券股份有限公司（受中国证券监督管理委员会监管，经营证券业务许可证编号：Z20374000）分发。本研究报告由下列机构代表中信证券在相应地区分发：在中国香港由 CLSA Limited 分发；在中国台湾由 CL Securities Taiwan Co., Ltd. 分发；在澳大利亚由 CLSA Australia Pty Ltd.（金融服务牌照编号：350159）分发；在美国由 CLSA group of companies（CLSA Americas, LLC（下称“CLSA Americas”）除外）分发；在新加坡由 CLSA Singapore Pte Ltd.（公司注册编号：198703750W）分发；在欧洲经济区由 CLSA Europe BV 分发；在英国由 CLSA（UK）分发；在印度由 CLSA India Private Limited 分发（地址：孟买（400021）Nariman Point 的 Dalalal House 8 层；电话号码：+91-22-66505050；传真号码：+91-22-22840271；公司识别号：U67120MH1994PLC083118；印度证券交易委员会注册编号：作为证券经纪商的 INZ000001735，作为商人银行的 INM000010619，作为研究分析商的 INH000001113）；在印度尼西亚由 PT CLSA Sekuritas Indonesia 分发；在日本由 CLSA Securities Japan Co., Ltd. 分发；在韩国由 CLSA Securities Korea Ltd. 分发；在马来西亚由 CLSA Securities Malaysia Sdn Bhd 分发；在菲律宾由 CLSA Philippines Inc.（菲律宾证券交易所及证券投资者保护基金会）分发；在泰国由 CLSA Securities (Thailand) Limited 分发。

针对不同司法管辖区的声明

中国：根据中国证券监督管理委员会核发的经营证券业务许可，中信证券股份有限公司的经营经营范围包括证券投资咨询业务。

美国：本研究报告由中信证券制作。本研究报告在美国由 CLSA group of companies（CLSA Americas 除外）仅向符合美国《1934 年证券交易法》下 15a-6 规则定义且 CLSA Americas 提供服务的“主要美国机构投资者”分发。对身在美国的任何人士发送本研究报告将不被视为对本报告中所评论的证券进行交易的建议或对本报告中所载任何观点的背书。任何从中信证券与 CLSA group of companies 获得本研究报告的接收者如果希望在美国交易本报告中提及的任何证券应当联系 CLSA Americas。

新加坡：本研究报告在新加坡由 CLSA Singapore Pte Ltd.（资本市场经营许可持有人及受豁免的财务顾问），仅向新加坡《证券及期货法》s.4A（1）定义下的“机构投资者、认可投资者及专业投资者”分发。根据新加坡《财务顾问法》下《财务顾问（修正）规例（2005）》中关于机构投资者、认可投资者、专业投资者及海外投资者的第 33、34 及 35 条的规定，《财务顾问法》第 25、27 及 36 条不适用于 CLSA Singapore Pte Ltd.。如对本报告存有疑问，还请联系 CLSA Singapore Pte Ltd.（电话：+65 6416 7888）。MCI (P) 024/12/2020。

加拿大：本研究报告由中信证券制作。对身在加拿大的任何人士发送本研究报告将不被视为对本报告中所评论的证券进行交易的建议或对本报告中所载任何观点的背书。

英国：本研究报告归属于营销文件，其不是按照旨在提升研究报告独立性的法律要件而撰写，亦不受任何禁止在投资研究报告发布前进行交易的限制。本研究报告在英国由 CLSA（UK）分发，且针对由相应本地监管规定所界定的在投资方面具有专业经验的人士。涉及到的任何投资活动仅针对此类人士。若您不具备投资的专业经验，请勿依赖本研究报告。

欧洲经济区：本研究报告由荷兰金融市场管理局授权并管理的 CLSA Europe BV 分发。

澳大利亚：CLSA Australia Pty Ltd（“CAPL”）（商业编号：53 139 992 331/金融服务牌照编号：350159）受澳大利亚证券与投资委员会监管，且为澳大利亚证券交易所及 CHI-X 的市场参与主体。本研究报告在澳大利亚由 CAPL 仅向“批发客户”发布及分发。本研究报告未考虑收件人的具体投资目标、财务状况或特定需求。未经 CAPL 事先书面同意，本研究报告的收件人不得将其分发给任何第三方。本段所称的“批发客户”适用于《公司法（2001）》第 761G 条的规定。CAPL 研究覆盖范围包括研究部门管理层不时认为与投资者相关的 ASX All Ordinaries 指数成分股、离岸市场上市证券、未上市发行人及投资产品。CAPL 寻求覆盖各个行业中与其国内及国际投资者相关的公司。

一般性声明

本研究报告对于收件人而言属高度机密，只有收件人才能使用。本研究报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。本研究报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。中信证券并不因收件人收到本报告而视其为中信证券的客户。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。

本报告所载资料的来源被认为是可靠的，但中信证券不保证其准确性或完整性。中信证券并不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他损失承担任何责任。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

本报告所载的资料、观点及预测均反映了中信证券在最初发布该报告日期当日分析师的判断，可以在不发出通知的情况下做出更改，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与中信证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。中信证券并不承担提示本报告的收件人注意该等材料的责任。中信证券通过信息隔离墙控制中信证券内部一个或多个领域的信息向中信证券其他领域、单位、集团及其他附属机构的流动。负责撰写本报告的分析师的薪酬由研究部门管理层和中信证券高级管理层全权决定。分析师的薪酬不是基于中信证券投资银行收入而定，但是，分析师的薪酬可能与投行整体收入有关，其中包括投资银行、销售与交易业务。

若中信证券以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构为此发送行为承担全部责任。该机构的客户应联系该机构以交易本报告中提及的证券或要求获悉更详细信息。本报告不构成中信证券向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议，中信证券以及中信证券的各个高级职员、董事和员工亦不为（前述金融机构之客户）因使用本报告或报告载明的内容产生的直接或间接损失承担任何责任。

未经中信证券事先书面授权，任何人不得以任何目的复制、发送或销售本报告。

中信证券 2022 版权所有。保留一切权利。

找报告，上“数据理河”

微信小程序、知识星球、www.bj-xinghe.com、微信群（18610100296）同步分享更新