

华恒生物(688639)

持续成长的合成生物学产业领军企业

投资要点:

得益于合成生物学的技术革新和快速降本, 业内新产品层出不穷。公司将自研与专家合作模式相结合, 凭借优秀的选品、工程菌放大和产品应用推广能力, 持续推动多种产品商业化落地。生物基丙氨酸产品已成为公司利基产品, 缬氨酸、苹果酸、PDO、丁二酸、蛋氨酸等产品接续成长。

► 公司是合成生物学产业领军企业

公司总部位于合肥长丰, 专业从事生物基产品的研产销, 拥有合肥长丰、内蒙赤峰、巴彦淖尔、秦皇岛四个主要生产基地, 现有 L-丙氨酸年产能 3.2 万吨、缬氨酸产能 2.5 万吨, 并有 1.2 吨 β -丙氨酸及其衍生物、1.6 万吨三支链氨基酸、5 万吨生物基苹果酸和 5 万吨生物基丁二酸等产能在建。

► 丙氨酸业务受益 MGDA 需求增长持续强化

全球洗碗机渗透率持续提升推动 MGDA 整合剂需求加速增长, 2016 年至 2023 年复合增长率达 28%, 进而拉动原料 L-丙氨酸需求持续提升。公司创新性地实现了 L-丙氨酸低成本的厌氧发酵制备, 迅速实现了商业化, 发展成为全球生物法丙氨酸龙头企业。公司也开发了 β -丙氨酸、泛酸钙等丙氨酸衍生产品, 进一步拓展丙氨酸应用领域, 扩大业务规模。

► 多种氨基酸、新材料、日化食品等产品接续成长

丙氨酸以后公司实现了缬氨酸产品商业化, 且受益于豆粕减量替代趋势, 缬氨酸的饲料添加需求趋势性提升。在建的生物法丁二酸、PDO 新产品瞄准千亿新材料大市场, 苹果酸产品有望对 280 万吨的全球柠檬酸市场形成替代。并且公司与郑裕国院士合作, 进一步布局拥有逾 3000 亿元规模的蛋氨酸市场。公司业绩有望持续高增长, 持续商业化能力也将不断得到验证。

► 盈利预测、估值与评级

我们预计公司 2023-25 年营收分别为 19/31/39 亿元, 对应增速分别为 33%/65%/25%, 归母净利润分别为 4.2/5.9/8.0 亿元, 对应增速分别为 32%/41%/35%, EPS 分别为 2.68/3.77/5.08 元, 3 年 CAGR 为 36%。可比公司 2024 年平均 PE 为 29 倍, 鉴于考虑到公司合成生物学产业商业化能力强, 且多种新产品推动公司持续成长, 我们给予公司 2024 年 33 倍 PE, 目标价 124.4 元, 首次覆盖, 给予“增持”评级。

风险提示: 新项目推进不及预期的风险、产品价格大幅波动风险、产线染菌风险、核心菌种被泄露的风险、部分产品客户集中度较高的风险

行业: 基础化工/化学制品
投资评级: 增持(首次)
当前价格: 107.22 元
目标价格: 124.40 元

基本数据

总股本/流通股本(百万股)	157.54/101.94
流通 A 股市值(百万元)	10,930.04
每股净资产(元)	10.80
资产负债率(%)	39.44
一年内最高/最低(元)	193.65/82.21

股价相对走势



作者

分析师: 柴沁虎
执业证书编号: S0590522020004
邮箱: chaiqh@glsc.com.cn

联系人: 申起昊
邮箱: shenqh@glsc.com.cn
联系人: 李绍程
邮箱: lishch@glsc.com.cn

财务数据和估值	2021	2022	2023E	2024E	2025E
营业收入(百万元)	954	1419	1884	3116	3896
增长率(%)	95.81%	48.69%	32.83%	65.34%	25.04%
EBITDA(百万元)	238	395	608	860	1153
归母净利润(百万元)	168	320	423	594	800
增长率(%)	38.92%	90.23%	32.10%	40.52%	34.60%
EPS(元/股)	1.07	2.03	2.68	3.77	5.08
市盈率(P/E)	100.4	52.8	40.0	28.4	21.1
市净率(P/B)	14.3	11.4	9.6	7.8	6.2
EV/EBITDA	57.4	42.1	28.3	20.1	15.0

数据来源: 公司公告、iFind, 国联证券研究所预测; 股价为 2024 年 02 月 02 日收盘价

相关报告

投资聚焦

核心逻辑

合成生物学处于技术快速革新、降本的阶段，业内新产品层出不穷。公司采用自研工程菌与挖掘外部专家合作相结合的产品菌种开发模式，凭借优秀的选品、工程菌放大和产品应用推广能力，持续推动多种产品商业化落地。目前，生物基丙氨酸系列产品已成为公司利基产品，缬氨酸、苹果酸、PDO、丁二酸、蛋氨酸等产品接续成长，伴随着业绩的持续增长，公司的持续商业化能力也不断得到验证。

不同于市场的观点

合成生物学产业降本速度及新产品涌现速率被市场低估；公司独特的菌种开发模式带来的成长持续性未被市场充分认知。

核心假设

丙氨酸系列：丙氨酸系列产品 23-25 年销量预期分别为 3.6/3.9/4.2 万吨，不含税均价 1.6/1.55/1.55 万元/吨，毛利率水平整体稳定。

缬氨酸业务：缬氨酸 23-25 年销量预期分别为 4.1/4.5/4.9 万吨，不含税价格分别 2.1/1.5/1.5 元/吨，24 年预计缬氨酸业绩随产品价格下行，部分三支链氨基酸产能转产异亮氨酸/亮氨酸，24 年缬氨酸毛利率下滑后维稳。

新材料业务：丁二酸产能 24 年投产并逐步起量，24-25 年销量预期分别 0.75/1.5 万吨，不含税均价维持 1.24 万元/吨，产品毛利率随产能利用率提升、技术持续优化而稳步向上；PDO 产品权益占比近 25%，业绩暂未并入新材料板块。

苹果酸业务：苹果酸产能 24 年投产并规模化放量，24-25 年销量预期分别为 1/2 万吨，不含税均价分别 1.5/1.45 万元/吨，毛利率随产能利用率提升而稳步向上。

其他业务：肌醇、泛酸钙、熊果苷、异亮氨酸、亮氨酸等产品盈利能力持续提升，尤其异亮氨酸和亮氨酸 24 年或迎较大增长。

盈利预测、估值与评级

我们预计公司 2023-25 年营收分别为 19/31/39 亿元，对应增速分别为 33%/65%/25%，归母净利润分别为 4.2/5.9/8.0 亿元，对应增速分别为 32%/41%/35%，EPS 分别为 2.68/3.77/5.08 元，3 年 CAGR 为 36%。

采用 PE 估值法，选取凯赛生物和华熙生物为可比公司，前者为合成生物学在新材料领域的领先企业，后者为化妆品领域的合成生物学领先企业，与公司在合成生物学领域布局重心虽有差别，但具有一定可比性。2024 年可比公司 PE 平均值为 29 倍。考虑到公司合成生物学产业商业化能力强，且多种新产品推动公司持续成长，我们给予公司 2024 年 33 倍 PE，目标价 124.4 元，首次覆盖，给予“增持”评级。

投资看点

短期：关注苹果酸、丁二酸、PDO 投产并释放业绩。

中期：关注蛋氨酸项目投产并释放业绩。

长期：关注公司持续挖掘新产品并快速商业化。

正文目录

1. 公司是我国生物经济领军企业.....	5
1.1 公司发展历程	5
1.2 股权结构清晰、核心利益绑定	6
1.3 合肥、内蒙、秦皇岛多基地齐发展	6
1.4 业绩规模快速增长	8
2. 合成生物学掀起制造业技术革命.....	9
2.1 合成生物学产业技术快速发展	10
2.2 公司持续推进优质研发成果商业化	13
3. 丙氨酸利基业务持续强化.....	15
3.1 MAGA 螯合剂推动丙氨酸需求持续增长	15
3.2 丙氨酸供给相对集中、格局稳定	18
3.3 生物基丙氨酸是发展方向	19
3.4 公司丙氨酸生产工艺优势明显	19
4. 多种氨基酸、新材料、日化香料产品持续孵化.....	23
4.1 L-缬氨酸等小品种氨基酸持续发力	24
4.2 丁二酸、PDO 新材料接续发展	28
4.3 苹果酸、玫瑰精油等日化食品是又一看点.....	34
4.4 进一步布局大品类高丝族氨基酸	38
5. 深度合作巴斯夫助力多种新品快速商业化.....	41
5.1 重视知识产权和应用开发	41
5.2 深度绑定巴斯夫助力商业化	42
6. 盈利预测、估值与投资建议.....	43
6.1 盈利预测	43
6.2 估值与投资建议	44
7. 风险提示	45

图表目录

图表 1: 公司发展历程.....	6
图表 2: 公司股权结构图（截至 2024 年 1 月）	6
图表 3: 公司主要基地、产品产能情况	7
图表 4: 公司营收及其变动情况（百万元，%）	8
图表 5: 公司归母净利润及其变动情况（百万元，%）	8
图表 6: 公司 ROE 与净利率变动情况（%）	9
图表 7: 公司期间费用率变动情况（%）	9
图表 8: 各产品毛利率变动情况（%）	9
图表 9: 合成生物制造技术示意图	10
图表 10: 合成生物学:全新的研发范式	10
图表 11: 合成生物学工程化的过程示意图	11
图表 12: 基因测序成本下降曲线比摩尔定律更陡峭	12
图表 13: 细胞编程的修饰成本每年快速下降	12
图表 14: 合成生物学对不同行业的预计影响时间	13
图表 15: 张学礼为第一发明人的已授权的工程菌株构建相关的发明专利.....	13
图表 16: 丙氨酸行业产业链示意图	15
图表 17: 2016-2023 年全球丙氨酸市场需求及增速.....	16
图表 18: 2021 年各国洗碗机渗透率对比.....	17
图表 19: 2013-2022 年中国洗碗机销量及增速.....	17
图表 20: 丙氨酸行业主要竞争格局	18
图表 21: 国家和地方政府对于生物基丙氨酸的政策支持	19

图表 22:	生物发酵工艺与酶工程路线示意图	20
图表 23:	L-丙氨酸发酵法工艺流程图	20
图表 24:	L-丙氨酸酶法工艺流程图	20
图表 25:	主要的氨基酸生产工艺对比	21
图表 26:	公司 L-丙氨酸厌氧发酵生产工艺优势明显	21
图表 27:	公司的 L-丙氨酸品质更高	22
图表 28:	DL 丙氨酸产品生产工艺对比	22
图表 29:	β -丙氨酸产品生产工艺对比	23
图表 30:	D-泛酸钙产品与可比公司工艺对比	23
图表 31:	L-缬氨酸主要下游应用	24
图表 32:	全球 L-缬氨酸需求量	25
图表 33:	我国豆粕产量、消费量及消费量增速 (万吨, %)	25
图表 34:	我国大豆产量、消费量及对外依存度 (万吨, %)	25
图表 35:	杂粕缬氨酸含量明显低于豆粕 (Val%)	26
图表 36:	鸡猪对杂粕的缬氨酸吸收率低于豆粕	26
图表 37:	生物发酵法 L-缬氨酸工艺优势明显	27
图表 38:	公司缬氨酸领域现有的核心技术及在研项目	27
图表 39:	丁二酸产业链示意图	28
图表 40:	2021 年中国丁二酸需求结构	29
图表 41:	全球可降解塑料及 PBS 需求规模预测 (万吨)	29
图表 42:	中国丁二酸主要生产企业的产能及工艺情况	29
图表 43:	生物法生产丁二酸的海外企业	30
图表 44:	PDO 的产业链图	31
图表 45:	国内 1,3-丙二醇及 PTT 聚酯下游需求占比情况	31
图表 46:	1,3-丙二醇及 PTT 聚酯的需求量	32
图表 47:	中国 PTT 纤维行业产销量及开工率情况	32
图表 48:	国内外主要 PDO 企业及产能布局情况	33
图表 49:	L-苹果酸的应用领域	34
图表 50:	2015-26 年全球苹果酸市场规模情况 (亿美元)	35
图表 51:	苹果酸生产工艺	35
图表 52:	苹果酸生产企业产能	36
图表 53:	2016-2021 年中国玫瑰精油产量变化	38
图表 54:	2021 年中国玫瑰精油生产企业分布	38
图表 55:	甲硫氨酸、腺苷蛋氨酸和半胱氨酸在体内的代谢途径	39
图表 56:	近十五年蛋氨酸价格变动情况	40
图表 57:	2022 年全球蛋氨酸产能情况	40
图表 58:	公司营收测算汇总 (百万元)	43
图表 59:	可比公司估值对比表	44

1. 公司是我国生物经济领军企业

公司是一家以合成生物技术为核心，专业从事生物基产品的研发、生产、销售的国家火炬重点高新技术企业。经过多年的创新发展，公司已经成为大型通过生物制造方式规模化生产小品种氨基酸产品的企业之一。

1.1 公司发展历程

公司于 2005 年 4 月在安徽合肥成立，创立之初，其核心产品为以酶法工艺生产 L-丙氨酸、DL-丙氨酸，拥有行业领先光学纯 L-丙氨酸技术。

2011 年，公司实现了厌氧发酵法生产 L-丙氨酸关键核心技术的突破，同时拥有了发酵法和酶法生产丙氨酸产品的关键技术，并持续进行菌种优化和工艺改良，使得 L-丙氨酸产品成本降低约 50%，奠定了公司在丙氨酸行业中的领先地位。

2016 年，公司成功突破了以 L-天冬氨酸为原料酶法脱羧生产 β -丙氨酸技术，初步实现了以生物制造技术替代传统化工制造方法的 β -丙氨酸产业化生产。

2017 年，公司实现了以蔗糖和对苯二酚为原料酶法生产 α -熊果苷的技术产业化，实现了向化妆品领域的拓展延伸。

2018 年，公司创造性地实现了以廉价易得的丙烯酸为原料，酶法生产 β -丙氨酸的技术突破，进一步替代了 L-天冬氨酸酶法脱羧技术，实现了 β -丙氨酸生物制造技术的升级和迭代，产能利用率提升 60%-70%。

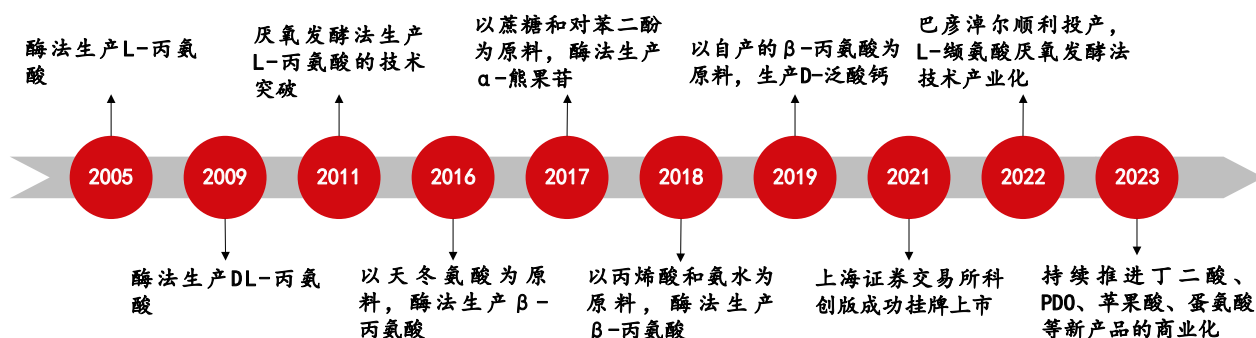
2019 年，经过两年多的技术研发，公司取得了 D-泛酸钙生产技术的突破，并以自产的 β -丙氨酸为原料，成功实现 D-泛酸钙的产业化。

2021 年，公司登陆上交所科创板上市。

2022 年，随着募集资金投资项目的实施和达产，公司推动 L-缬氨酸厌氧发酵法技术的产业化，并进一步孵化 PDO、丁二酸、苹果酸、蛋氨酸等产品，持续丰富产品类型，优化产品结构。

截至目前，公司已实现丙氨酸系列（L-丙氨酸、DL-丙氨酸、 β -丙氨酸）、缬氨酸、D-泛酸钙和熊果苷等产品的产业化生产，可应用于中间体、动物营养、日化护理、植物营养和功能食品营养等众多领域。

图表1：公司发展历程

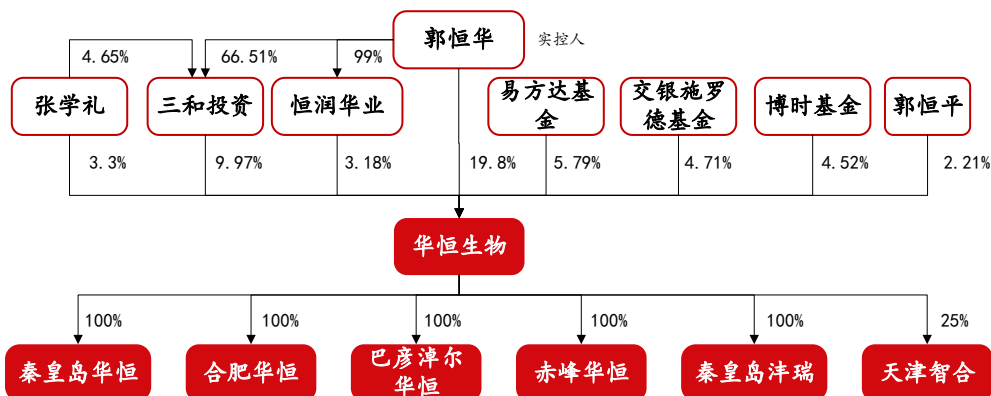


资料来源：公司公告，招股说明书，国联证券研究所

1.2 股权结构清晰、核心利益绑定

公司实控人为现任董事长兼总经理郭恒华，其直接持有公司 19.84% 的股份，通过三和投资（持股 66.51%）和恒润华业（持股 99%），间接持有公司 6.63%、3.15% 的股权；其兄郭恒平直接持有公司 2.21% 的股份，为实控人一致行动人；公司董事、首席科学家张学礼直接持有公司 3.3% 的股份；公司副总经理张东竹直接持有 1.56% 的股份。截至 2024 年 1 月，易方达基金、交银基金、博时基金重仓持有公司股份。

图表2：公司股权结构图（截至 2024 年 1 月）



资料来源：wind，国联证券研究所

公司直接控股 15 家子公司，8 家为全资子公司，其中作为项目建设主体的子公司有秦皇岛华恒、合肥华恒、巴彦淖尔华恒以及赤峰华恒。秦皇岛华恒在建项目有“5 万吨生物基苹果酸项目”；合肥华恒生物工程有限公司作为实施主体的项目为“年产 3000 吨 β-丙氨酸产业化、100 吨 α-熊果苷产业化示范及华恒生物研究院建设项目”，目前已投产；巴彦淖尔华恒负责建设“年产 16,000 吨三支链氨基酸项目”；赤峰华恒则在内蒙实施“5 万吨生物基丁二酸项目”。

1.3 合肥、内蒙、秦皇岛多基地齐发展

公司主要生产丙氨酸、缬氨酸、D-泛酸钙和 α -熊果苷等产品，其中丙氨酸包括有L-丙氨酸、DL-丙氨酸与 β -丙氨酸。2011年，公司首次成功实现技术突破，完成微生物厌氧发酵规模化生产L-丙氨酸，随后不断推进技术研发，优化生产工艺，目前在全国拥有四座基地，分别位于秦皇岛、合肥与巴彦淖尔，其中位于内蒙赤峰的基地仍在建设中。

图表3：公司主要基地、产品产能情况

生产基地	产品	现有产能 (吨)	在建产能 (吨)	生产工艺	备注
秦皇岛	L-丙氨酸	30000	/	发酵法	/
	β -丙氨酸	/	5000	发酵法	发酵法 β -丙氨酸5000吨/年技改扩产
	苹果酸	/	50000	发酵法	计划2024Q2部分产线进入试生产
合肥长丰	L-丙氨酸	2000	/	酶法	/
	DL-丙氨酸	2500	/	酶法	/
	β -丙氨酸	1000	7000	酶法	在建7000吨为 β -丙氨酸衍生物
	D-泛酸钙	300	/	酶法	/
	α -熊果苷	100	/	酶法	/
巴彦淖尔	L-丙氨酸	25000	/	发酵法	交替年产2.5万吨丙氨酸、缬氨酸
	L-缬氨酸		/	发酵法	
	三支链氨基酸		16000	发酵法	缬/异亮/亮共线，预计2023年投产
内蒙赤峰	丁二酸	/	50000	发酵法	改造扩建原30万吨玉米深加工项目，计划2024Q2部分产线进入试生产
	1,3-丙二醇(PDO)	/	50000	发酵法	计划2024年全部投产，公司占25%的权益

资料来源：公司官网、环评报告、公司公告、国联证券研究所

秦皇岛基地为丙氨酸全系列产品超级工厂，通过在2022年投产“发酵法丙氨酸5000吨/年技改扩产”募投项目，已实现每年3万吨的L-丙氨酸产能。在建产能有5000吨/年 β -丙氨酸与5万吨/年的生物基苹果酸。

合肥长丰为酶工程基地，主要生产酶工程制品，基地现有2000吨/年L-丙氨酸、2500吨/年DL-丙氨酸、1000吨/年 β 丙氨酸，并有7000吨/年的 β -丙氨酸衍生物产能正在建设。公司分别在2017年与2019年取得技术突破实现 α -熊果苷与D-泛酸钙的酶法生产，目前在合肥基地已分别实现100吨/年与300吨/年的产能。

巴彦淖尔基地，22年公司巴彦淖尔基地的IPO项目“交替生产2.5万吨丙氨酸、缬氨酸项目”已按计划建成达产，L-丙氨酸和L-缬氨酸的生产工艺基本相同，只是菌

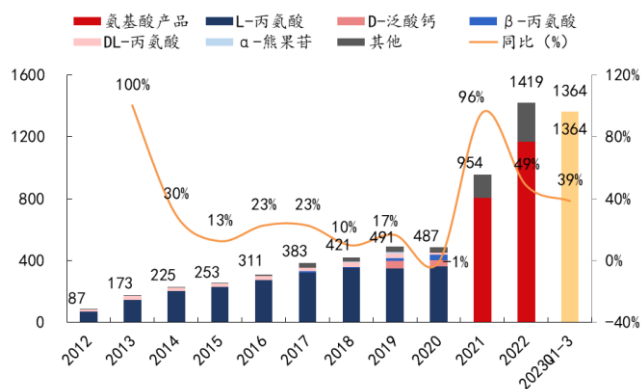
种差异，交替生产即在相同生产线上，半年生产 L-丙氨酸，另外半年转产 L-缬氨酸。巴彦淖尔基地另有三支链氨基酸超级工厂在建，主要建设“年产 1.6 万吨三支链氨基酸”项目，进一步优化产品结构。

内蒙赤峰基地定位为新材料基地，由子公司赤峰华恒与赤峰智合分别建设 5 万吨/年的生物基丁二酸与 5 万吨/年的 1,3-丙二醇，其中赤峰智合目前公司仅通过天津智合间接持有 25% 的权益。

1.4 业绩规模快速增长

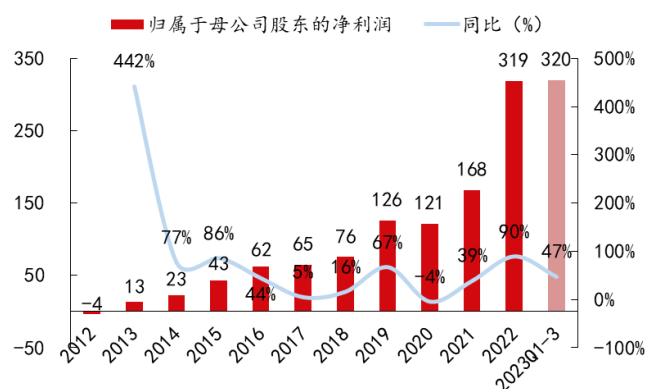
公司业绩整体持续上行。近年来，公司丙氨酸系列产品市场份额不断扩大，缬氨酸、D-泛酸钙和熊果苷等新产品逐步发力，业绩稳步上升。L-丙氨酸和 L-缬氨酸贡献了主要营收，2022 年二者收入占主营业务收入的比例达 86.4%。从 2012 年至 2022 年，公司十年间营业收入从 8,700 万元增长至 14.2 亿元，年均复合增速为 32.3%。与此同时，公司的归母净利润亦呈增长态势，从 2012 年亏损 380 万元扭亏并增长至 2022 年盈利 3.19 亿元。

图表4：公司营收及其变动情况（百万元，%）



资料来源：ifind，国联证券研究所

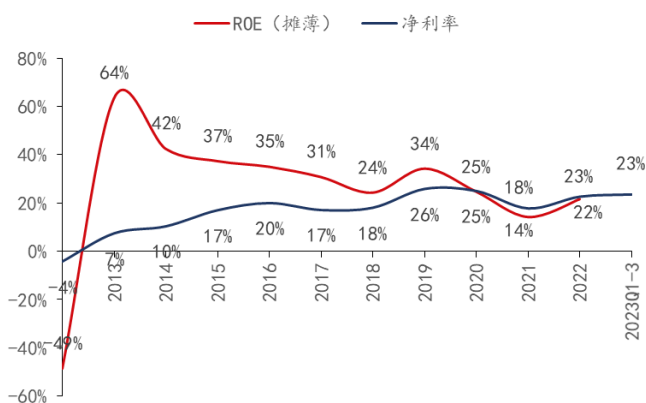
图表5：公司归母净利润及其变动情况（百万元，%）



资料来源：ifind，国联证券研究所

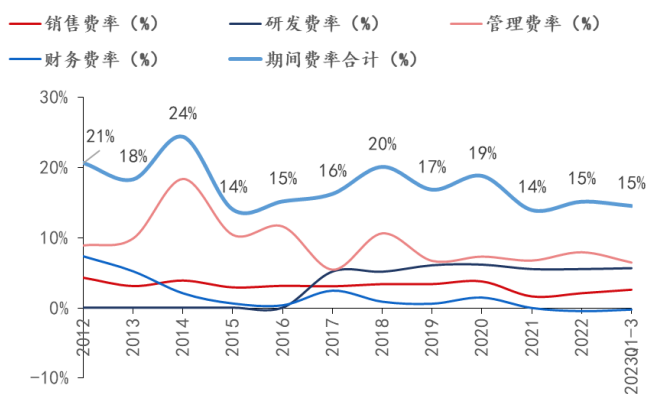
公司利润率盈利能力回升，期间费用率趋稳。2019 年，公司销售净利率突破 20%，2021 年由于原料淀粉与葡萄糖价格上涨导致公司净利率有所下滑，2022 年恢复至 22.5%。2013 年公司实现 ROE 由负转正，达到近十年最高值 63.6%，随后 ROE 持续下降，系公司投入研发生产新产品未能立即实现效益所致。2021 年公司受 IPO 募资财务摊薄及净利率下滑影响下降，2022 年后回升至 22% 以上水平。近三年公司期间费用率波动降低，稳定在 15% 左右。公司 2022 年销售/研发/管理/财务费用率分别为 2.1%/5.5%/8.0%/-0.5%。

图表6: 公司 ROE 与净利率变动情况 (%)



资料来源: ifind, 国联证券研究所

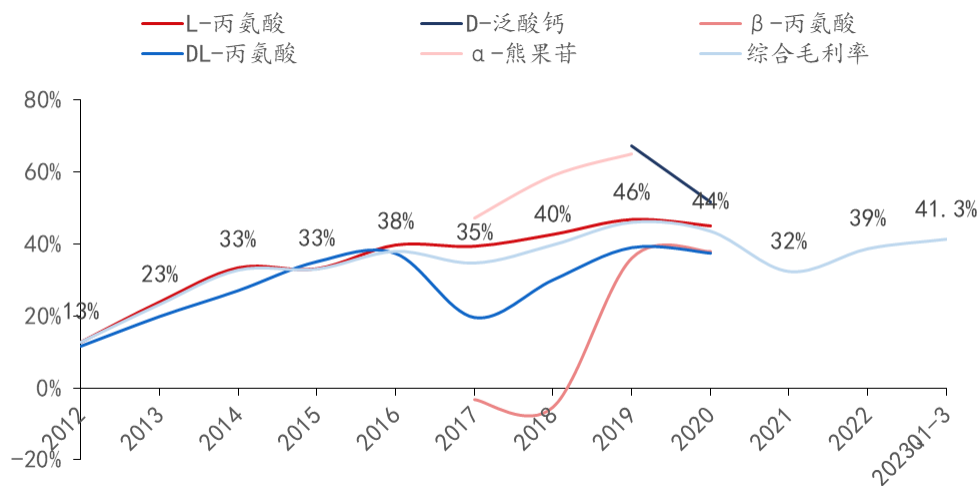
图表7: 公司期间费用率变动情况 (%)



资料来源: ifind, 国联证券研究所

分产品来看, L-丙氨酸的毛利率较为稳定, 呈缓慢上升趋势; 2017 年, DL-丙氨酸由于销量与价格均下降, 毛利率出现严重下降, 后逐步回升。2018 年以前, β -丙氨酸产能利用率低于 20% 导致出现亏损情况, 后公司实现以丙烯酸为原料酶法生产 β -丙氨酸, 使其毛利率大幅提升; α -熊果苷、D-泛酸钙虽产能不高, 但都有相对较高的毛利率。2021 年以后缬氨酸产品业绩贡献凸显, 但不再分产品披露毛利率。

图表8: 各产品毛利率变动情况 (%)



资料来源: ifind, 国联证券研究所

2. 合成生物学掀起制造业技术革命

20 世纪 50 年代聚合物技术引发制造业革命以来, 合成纤维、塑料等众多石油化工制品相继实现了商业化, 80 年代后聚合物产品商业化速率已明显放缓; 而自 20 世纪 50 年代 DNA 双螺旋结构发现以来, 生物技术持续发展、突破并不断成熟, 合成生物学作为最新一代生物制造技术, 正在推动新一轮的制造业革命。

公司重视研发创新且颇具前瞻性，联合天津工业大学研究所与张学礼教授，打造合成生物学技术和产业化平台。张学礼教授在合成生物学领域造诣颇深，在菌种构建和工程化方面均有较为丰富的经验，助力公司在合成生物学领域取得较强竞争力。

公司现已打通合成生物学全技术链条，系统掌握了大肠杆菌、酿酒酵母等多种工程菌的构建方法和产业化技术，具有了较为显著的产业领先优势，公司凭此优势在丙氨酸系列产品取得了较好的商业化成果，并有望在丁二酸、丙二醇、苹果酸、玫瑰精油等多种新品上加速实现产业化、商业化。

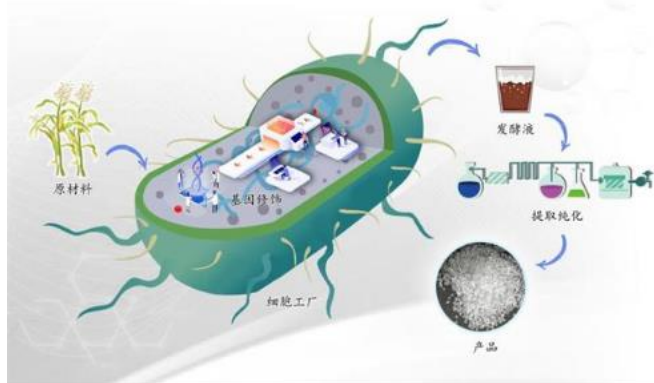
2.1 合成生物学产业技术快速发展

合成生物学（Synbio）是一门新兴的交叉学科，通过工程生物学、系统生物学和生物信息学等学科的融合，以实现生物系统的设计和改造为目的。自 20 世纪 50 年代 DNA 双螺旋结构发现以来，生物技术持续发展、突破并不断成熟，合成生物学作为最新一代生物制造技术，正在推动新一轮的制造业革命。

合成生物学在传统基因工程、代谢工程、蛋白质工程等学科的研究方法基础上，借鉴了化学、工程学、系统生物学等多学科研究思路，颠覆描述、定性、发现的研究思路，转变为可定量、可计算、可预测及工程化的模式。

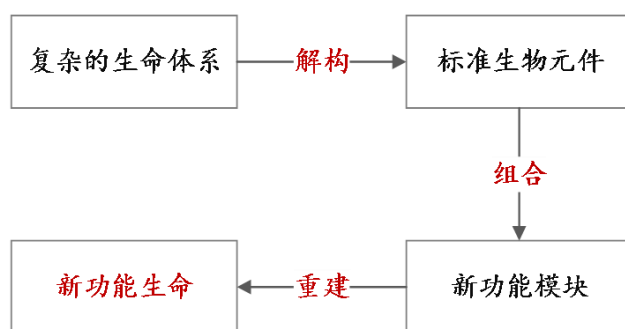
并且，合成生物学打破了传统“自上而下”方法限制，侧重“自下而上”的理念，对复杂的生命系统解构，从标准生物元件开始组合、重建，构建新功能生命以造物。

图表9：合成生物制造技术示意图



资料来源：凯赛生物招股书，国联证券研究所

图表10：合成生物学:全新的研发范式



资料来源：国联证券研究所绘制

经过 20、21 世纪几十年的理论知识和技术积累，近年来合成生物学技术快速发展，并逐渐掀起了新一轮的制造业革命。

“设计-构建-测试-学习（DBLT）”以及工程化形成了合成生物学体系，设计阶段重点在于基因测序并根据基因测序和现有模型数据进行遗传代谢途径设计；构建阶段主要是用 CRISPR 等技术对细菌或真菌的 DNA 进行定制；测试阶段采用高通量技术

“酿造”特定细胞并进行测试筛选；学习阶段则通过机器学习（ML）或人工智能（AI）来进行数据收集完善数据模型，并进入下一轮数据迭代。

合适的工程菌将被用于工程放大，用以规模生产目标产物；工艺的放大对企业生物发酵工艺的积累存在一定的考验。

随着 CRISPR-Cas9 等剪切技术的不断迭代，高通量技术、高通量筛选等技术的不断突破，以及 AI/ML 等学习技术的不断应用，合成生物学的成本快速降低，与此同时，生物制造的潜力迅速打开。

图表11：合成生物学工程化的过程示意图



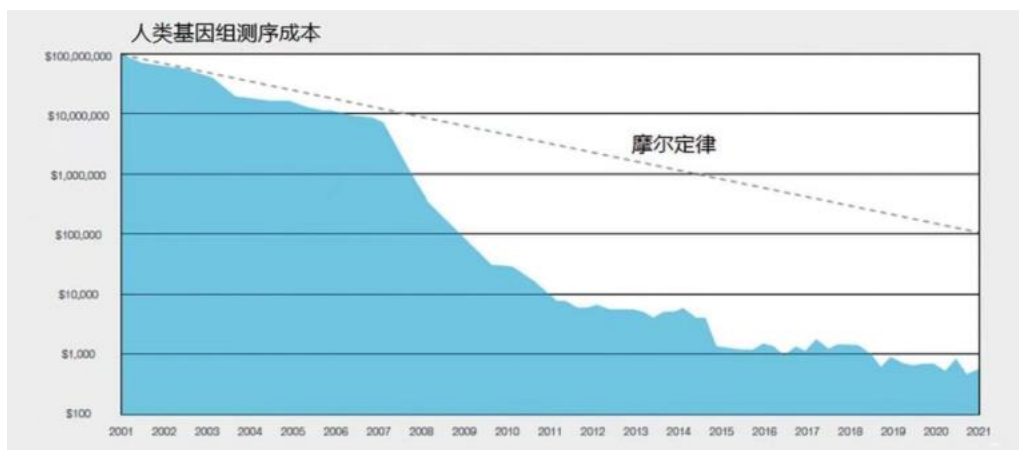
资料来源：上海市生物工程学会，国联证券研究所

技术进步令合成生物学成本快速下降，“骑士定律”带来生物制造革命的信号。

在人类基因组计划中测序和组装的成本估计在 5-10 亿美元，随着过去的 20 年 DNA 测序和合成技术进步，如今同等工作的成本不到 1000 美元。合成生物学和计算机产业在成本、可编程性（本质是 AGCT 碱基对的排序）和可扩展方面日益相似。

合成生物学的成本的快速下降与半导体行业的摩尔定律相似，Ginkgo Bioworks 将之称为“骑士定律”或“Knight’s law”，是生物制造革命即将到来的信号。

图表12：基因测序成本下降曲线比摩尔定律更陡峭



资料来源：上海市生物工程学会，国联证券研究所

图表13：细胞编程的修饰成本每年快速下降



资料来源：上海市生物工程学会，国联证券研究所

Bio-AI 带来了合成生物学底层决策方式的革新，进一步加速了合成生物学行业的发展。Bio-AI 是 AI 与合成生物学的融合，利用机器人、机器学习大规模改造生物系统，降低成本、加速研发，其将传统费时费力、周期长、依赖实验人员操作水平的生物合成过程，转化为智能全自动一体化生物合成流程，并且在工程放大等领域亦有望发挥重要作用，大幅度提高合成生物学的效率。

生物制造业潜力很大，用途非常广泛，有望对诸多行业造成颠覆性革新。根据上海市生物工程学会数据，站在 22 年末的时间节点，未来 5 年内合成生物学有望在生物制药、肉类和水产养殖、化妆品、非处方药等领域取得较大突破；5-10 年内化学品、纺织品、非肉类食品、农业等领域将受到合成生物学的较大冲击；在更远期的未来，合成生物学有望在矿业、燃料、发电、建材、机械等领域实现颠覆性革新。

图表14：合成生物学对不同行业的预计影响时间



资料来源：上海市生物工程学会，国联证券研究所

2.2 公司持续推进优质研发成果商业化

目前，公司拥有以张学礼博士为首席科学家的核心技术团队，并与中科院天工所、中科院上海生命科学研究院、中科院微生物研究所等科研机构建立了长期的合作关系。

张学礼为 2000 年上海交大学士、05 年上海交大博士，主修生物化学与分子生物学，05 至 09 年在美国佛罗里达大学微生物和细胞科学系先后任博士后、助理教授，10 年回国后任中国科学院天工所研究员、系统微生物工程重点实验室主任。

张学礼博士现主要研究方向为应用微生物代谢工程及合成生物学技术构建高效微生物细胞工厂，生产大宗化学品和植物天然产物。其发表 SCI 论文 60 余篇，被引 2000 余次，获授权中国专利 21 项和国外专利 7 项。

成果转化方面，其成功构建了生产 L-丙氨酸、丁二酸、D-乳酸、 β -榄香烯等化学品的高效微生物细胞工厂，3 个化学品已完成产业化，其中 L-丙氨酸技术在国际首次实现发酵法产业化，丁二酸和 D-乳酸技术在国内首次实现发酵法产业化，新增产值 20 亿元。

图表15：张学礼为第一发明人的已授权的工程菌株构建相关的发明专利

发明名称	第一发明人	对应产品	公开号	公开日期
一株以甘油为底物生产丁二酸的重组菌及其构建方法与应用	张学礼	丁二酸	CN109652434B	2023-03
生产 L-缬氨酸的重组大肠杆菌及其应用	张学礼	L-缬氨酸	CN113278568B	2022-10
对萜类或含萜精油耐受性提高或萜类产量提高的重组宿主细胞、其产生方法及其用途	张学礼	萜类或含萜精油	CN108085262B	2022-08

一种丙氨酸脱氢酶突变体及其在发酵生产 L-丙氨酸中的应用	张学礼	L-丙氨酸	CN111748535B	2022-07
生产 L-缬氨酸的重组大肠杆菌、其构建方法及其应用	张学礼	L-缬氨酸	CN113278641B	2022-06
同步利用葡萄糖和木糖的大肠埃希氏菌工程菌株的构建方法	张学礼	(大肠埃希氏菌)	CN112094841B	2022-06
一种产 1,5-戊二胺-丁二酸盐的重组大肠杆菌及其构建方法与应用	张学礼	1,5-戊二胺-丁二酸盐	CN112852692B	2022-05
生产 L-缬氨酸的重组微生物及构建方法、应用	张学礼	L-缬氨酸	CN113278655B	2022-05
Pn3-32-i5 蛋白及其编码基因在生产三七皂苷 R1 中的应用	张学礼	三七皂苷 R1	CN112852763B	2022-05
虾青素合成菌株构建及其应用	张学礼	虾青素	CN112852694B	2022-04
糖基转移酶及其相关材料在构建人参皂苷 Rb1 和 Rg1 的工程菌中的应用	张学礼	人参皂苷 Rb1 和 Rg1	CN110438099B	2022-04
盾叶薯蓣来源的薯蓣皂素合成相关蛋白及编码基因与应用	张学礼	薯蓣皂素	CN112708602B	2022-04
一株高产 L-丙氨酸的菌株	张学礼	L-丙氨酸	CN110904062B	2022-03
一种提高酿酒酵母生物转化生产氢化可的松产量的方法	张学礼	氢化可	CN112852651B	2022-02
一株利用葡萄糖和乙酸双碳源生产乙醇酸的大肠杆菌工程菌	张学礼	乙醇酸	CN112852656B	2022-02
一株生产异丁胺的重组大肠杆菌及其构建方法与应用	张学礼	异丁胺	CN112852695B	2021-12
生产 L-乳酸的重组大肠杆菌及其应用	张学礼	L-乳酸	CN112852693B	2021-11
一种产异丁醇和乙醇的大肠杆菌及其制备方法	张学礼	异丁醇和乙醇	CN106978379B	2020-04
一种生产番茄红素重组菌的构建方法与应用	张学礼	番茄红素	CN106434506B	2019-12
生产 β -胡萝卜素的重组微生物及构建方法与应用	张学礼	β -胡萝卜素	CN106434507B	2019-12
三萜 2 位 α -羟化酶 MAA45 及其相关生物材料与它们在制备山楂酸和科罗索酸中的应用	张学礼	山楂酸、科罗索酸	CN105802926B	2019-02
一株生产苯酚的重组菌株及其应用	张学礼	苯酚	CN104651291B	2018-06
生产丁二酸的重组大肠杆菌及其应用	张学礼	丁二酸	CN104178443B	2017-04
生产次丹参酮二烯的酿酒酵母基因工程菌及其构建方法与应用	张学礼	丹参酮二烯	CN103820344B	2016-12
生产异丁醇的重组微生物及方法	张学礼	异丁醇	CN103667163B	2016-04
一株生产番茄红素的重组菌及其应用	张学礼	番茄红素	CN103740633B	2016-01
产人参皂苷元的重组酿酒酵母及其构建方法与应用	张学礼	人参皂苷元	CN103484389B	2015-05
一种从微生物发酵液中提取丁二酸的方法	张学礼	丁二酸	CN102942472B	2015-03
生产萜类化合物的重组微生物及构建方法	张学礼	萜类	CN103087972B	2014-11
提高丁二酸产量的重组菌及构建方法	张学礼	丁二酸	CN103131663B	2014-08
生产达玛二烯和原人参二醇的重组微生物及其构建方法	张学礼	达玛二烯、原人参二醇	CN102925376B	2014-05

资料来源：企查查，国联证券研究所；注：均为已授权发明专利，不完全统计

在保证完成本职岗位工作任务的前提下，张学礼博士履行公司首席科学家的工作职责，保证本职与兼职工作的平衡关系。

在优秀的核心技术团队支持下，公司不断进行工程菌种开发和工艺优化。目前，公司已经拥有较为完善的合成生物学技术平台，开发了一系列高效的合成生物学工具和技术，包括基因编辑、代谢工程和高通量筛选等技术，使得基因组工程变得更加精准和高效，部分关键技术水平已处于国际领先地位；并且，公司建成了工业菌种创制、发酵过程智能控制、高效分离提取和产品应用开发等全产业链的技术领先优势。

此外，公司还与中科院天工所、中科院微生物研究所、北京化工大学、浙江工业

大学等科研机构建立了长期的合作关系，持续进行优质研发成果的商业化。目前，公司在丙氨酸商业化领域已至世界引领地位，熊果苷、缬氨酸、丙二醇、苹果酸、丁二酸等产品也有望接续进行产业化和商业化。同时，公司正在将生物制造领域的成功生产经验应用到其他产品当中，加速更多优质科技成果的产业化落地进程，以提升持续盈利能力，实现长足稳定发展。

3. 丙氨酸利基业务持续强化

公司凭借全球领先的专利技术，创新性地实现了 L-丙氨酸的厌氧发酵制备，并顺利实现商业化，快速发展成为全球生物法丙氨酸龙头企业。

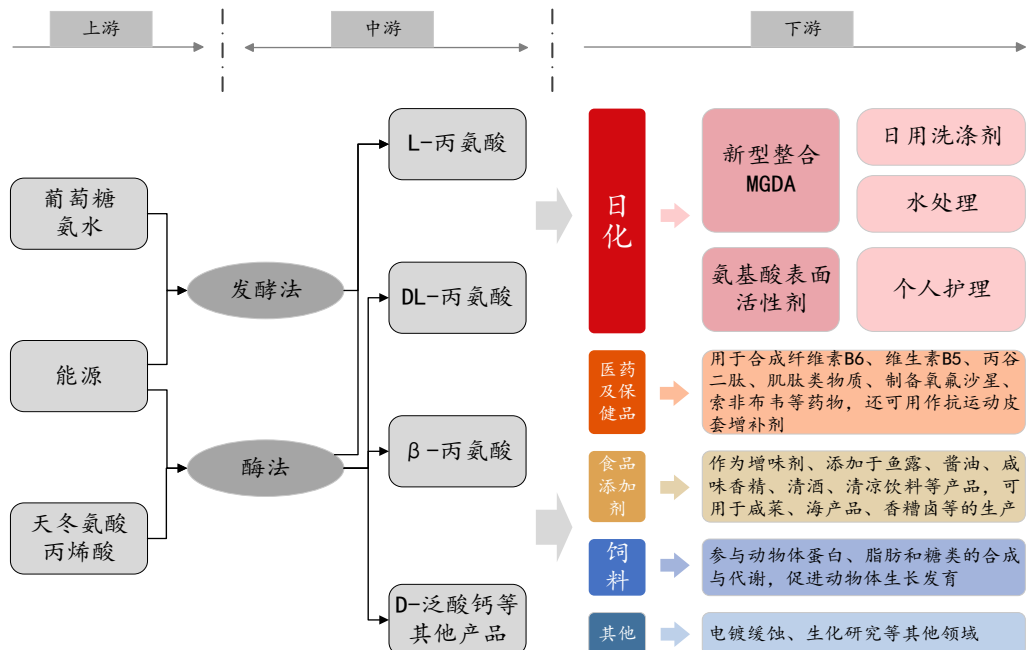
随着全球洗碗机渗透率的提升，MGDA 螯合剂需求快速增长，进而拉动原料 L-丙氨酸需求持续提升。在此背景下，丙氨酸已成为公司的利基市场，持续贡献现金流。

并且公司也开发了 β -丙氨酸、DL-丙氨酸和泛酸钙等丙氨酸产品，进一步拓展丙氨酸应用领域，扩大业务规模。

3.1 MAGA 螯合剂推动丙氨酸需求持续增长

丙氨酸化学名称为 2-氨基丙酸，是一种脂肪族非极性 α -氨基酸，是构成蛋白质的基本单位，是组成人体蛋白的 21 中氨基酸之一。丙氨酸有多种类型，常见的有 α -丙氨酸（D-丙氨酸、L-丙氨酸、DL-丙氨酸）和 β -丙氨酸，不同类型产品作用有所不同，但总体来说均被应用在医药及保健品、日化、食品及食品添加剂等领域。

图表16：丙氨酸行业产业链示意图



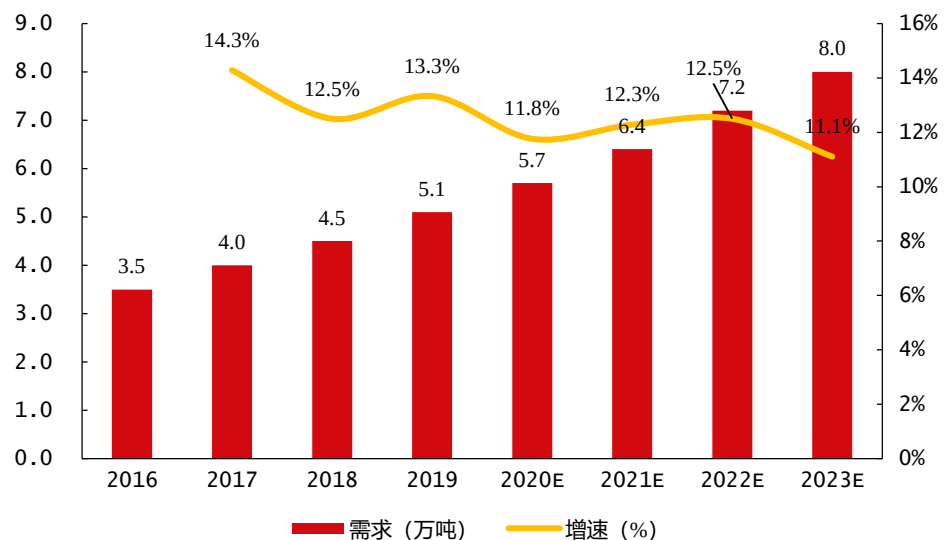
资料来源：华经产业研究院，国联证券研究所

早期丙氨酸采用化学合成法生产，生产原料多为石油产品，其生产过程中对环境产生严重的污染，且原材料不可再生，随着近年来全球和我国对于工业环保监管趋严，化学生产法逐渐被淘汰，丙氨酸开始采用酶法或发酵法生产。发酵法生产丙氨酸多以葡萄糖为原料，借助厌氧菌发酵生产丙氨酸。

具体应用上，丙氨酸可以分为四个方面，首先在食品领域可以作为添加剂替代蔗糖；其次在日化领域，丙氨酸可以生产绿色螯合剂，用于替代石化合成物；此外，在饲料领域，丙氨酸同样是重要的添加剂；最后，在医药领域，丙氨酸可以用于生产维生素 B5、B6 以及索非布韦、氧氟沙星等众多的药物。

由于丙氨酸应用领域较广，所以市场需求处于稳定增长，根据华经产业研究院数据，2019 年全球丙氨酸市场需求约为 6 万吨，并估计 19-23 年行业仍会保持 11% 左右的增长率，2023 年需求量估计达 8 万吨左右。

图表17：2016-2023 年全球丙氨酸市场需求及增速



资料来源：华经产业研究院，国联证券研究所

1) MAGA 螯合剂是丙氨酸主导需求，空间较大

L-丙氨酸的日化需求比重约 55%，合成新型环保螯合剂 MGDA 是 L-丙氨酸的主导需求。

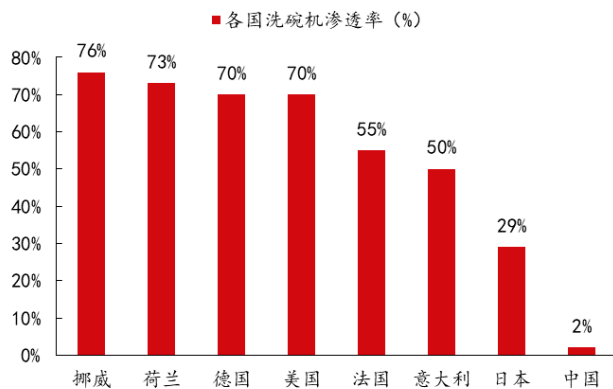
MGDA 是洗涤剂中含磷螯合剂的环保替代品，具有螯合能力强、毒理安全、自然降解、洗涤残留少等优点。含磷螯合剂对江河湖海污染严重，在全球持续推出禁磷、限磷政策背景下，MGDA 作为环保螯合剂优势突出，现主要作为含磷螯合剂的替代品添加于自动洗碗机专业洗涤剂中，避免了传统磷酸盐对环境的负面影响和对人体危害。

目前，美欧等发达国家洗碗机渗透率已达到较高水平，MGDA 整合剂应用空间较大。相比之下，中国洗碗机渗透率较低但处于快速发展阶段，据奥维云网（AVC）监测数据显示，2021 年中国洗碗机渗透率仅 2 台/百户，相较于美欧和日本尚有较大提升空间。

以洗碗机为代表的改善型厨电进入需求普及阶段，未来发展潜力较大。在近两年家电市场整体低迷的背景下，洗碗机仍保持增长态势，据奥维云网（AVC）数据，2022 年中国自动洗碗机市场销售额达到 102.5 亿元，同比增长了 2.9%，市场销量约为 190 万台，同比下降了 2.8%。根据 AVC 推总数据，2023 年洗碗机销售量及国内市场规模将提升至 194 万台、112 亿元，同比分别增长 2.3%和 9.6%。

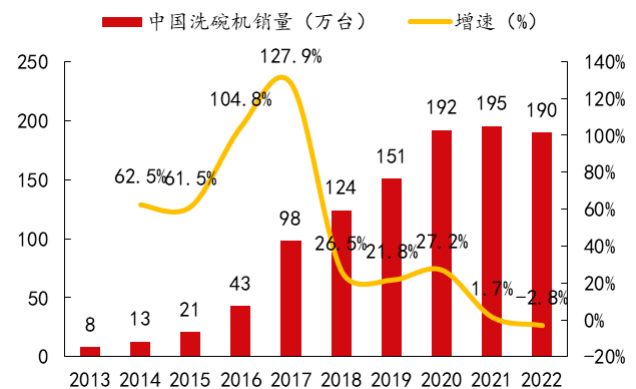
根据中国生物发酵产业协会数据显示，预计到 2023 年全球 MGDA 的需求量将达到 39.34 万吨，2016 年至 2023 年复合增长率达到 28%，市场空间广阔。

图表18：2021 年各国洗碗机渗透率对比



资料来源：奥维云网（AVC），国联证券研究所

图表19：2013-2022 年中国洗碗机销量及增速



资料来源：奥维云网（AVC），国联证券研究所

2) 食品、饮料需求随消费升级持续扩大

丙氨酸是组成人体蛋白质的非必需氨基酸之一，参与体内氨基酸的循环、氨基酸与糖源的转换，具有重要的应用价值，也是构成食物美味的要素。

在食品领域，L-丙氨酸是一种兼具甜味与鲜味的氨基酸，是天然食品添加剂，也是我国许可使用的九种增味剂之一。与其他增味剂相比，丙氨酸不仅可以增加食品的鲜味，还可缓和酸辣苦涩等味道，柔和食品口感，提高食物营养价值。在食盐和鸡精中加入 L-丙氨酸既可以增加呈味性，还能减少人体过多钠离子的摄入，现已广泛应用于饮料、奶制品、糕点及各种调味料中。

丙氨酸也能用于饮料中，既可以补充氨基酸的含量，也可以利用丙氨酸的碱性来降低酸度，因为丙氨酸是两性电解质可以调解饮料的口感。L-丙氨酸或 DL-丙氨酸可以使酒的味道更加醇正浓厚，增加了酒的甜味，并防止发泡酒老化、减少酵母气味等；

还可整合重金属，改善蔬菜饮料的口感等。

安全营养、天然保健和多样化是食品增味剂的发展趋势，丙氨酸作为具有独特风味的可以强化营养的保健型增味剂在国内外有着广泛的应用。随着人们生活质量的不断提升，丙氨酸增味剂将会越来越受到市场的欢迎，有着较大的发展潜力。

3) 饲料、医药领域亦有较大市场潜力

在饲料添加剂中，L-丙氨酸是畜禽饲料的主要营养补充成分之一，能提高饲料蛋白质的生物学价值，促进动物生长，预防疾病，还可防止饲料氧化变质，延长饲料保鲜期，在国外已普遍采用。

此外，L-丙氨酸在医药领域可用于制备组织培养基、生化试剂，同时可作为药物成分生产依那普利、索非布韦等药品，用于治疗高血压、肝病等疾病，在测定肝功能方面也有所应用。

3.2 丙氨酸供给相对集中、格局稳定

丙氨酸的消费主要集中于美国、中国、欧洲，中国是丙氨酸最大的消费国和生产国。根据新思界产业研究中心数据，中国丙氨酸的产能占全球丙氨酸产能的 85% 左右。

丙氨酸外资生产企业主要是日本武藏野化学株式会社，以化学合成法生产工艺生产丙氨酸，主要集中在食品级丙氨酸领域。

国内生产企业主要是华恒生物、丰原生化、烟台恒源等，主要采用酶法或发酵法生产工艺，其中华恒生物是全球丙氨酸龙头企业，22 年市占率将近一半。由于生产门槛较高，丙氨酸市场整体集中度高，竞争格局较为稳定。

图表20：丙氨酸行业主要竞争格局

序号	企业名称	简介
1	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-丙氨酸产品为主，DL-丙氨酸和 β-丙氨酸占比较低。
2	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-丙氨酸主要应用于医药和食品领域。
3	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-丙氨酸
4	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。武藏野作为日本当地最大的 DL-丙氨酸生产企业，销售区域主要集中在日、韩等国家，享有日本市场绝大部分的市场份额

资料来源：华经产业研究院，国联证券研究所

3.3 生物基丙氨酸是发展方向

1957 年发酵法生产谷氨酸成功前，几乎全部氨基酸产品都是采用蛋白质水解抽提法制备的；20 世纪 50 年代，随着石油化工业的发展，化学合成法逐步兴起并形成了大规模产业，但能耗、三废污染等问题是行业痛点。

近年来，随着生物技术的不断发展，以及全球气候变化、环境危机、能源短缺等问题日益凸显，以化石资源为基础的传统工业制造产业链正在经历一场绿色变革。生物制造可以有效地解决氨基酸行业面临的环保和能源压力，作为战略性新兴产业，在合成生物技术的推动下发展迅猛，目前已取得了数量众多的优质产业化成果。

传统化学合成法生产的丙氨酸质量较差，且生产的化工流程温度高、压力大、酸碱强，环境污染严重，随着工业生物技术的发展，丙氨酸的生产工艺已逐渐转向生物酶法或发酵法。公司的生物基丙氨酸及其衍生品具有环境友好、绿色可再生优势属性，顺应产业政策发展方向。

图表21：国家和地方政府对于生物基丙氨酸的政策支持

政策部门	文件名称	主要政策规划
国务院	《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》（2015 年）	生物产业属于战略性新兴产业之一，国家大力发展用于重大疾病防治的生物技术药物、新型疫苗和诊断试剂、化学药物、现代中药等创新药物大品种，提升生物医药产业水平。推进生物制造关键技术开发、示范与应用。
国务院	《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》（2015 年）	产业化：建设能源植物等生物质原料规模化生产基地，开展新型工程菌、新型酶制剂、氨基酸、寡糖和生物基材料、生物质纤维、非粮发酵、绿色生物工艺过程的产业化示范及应用。
河北省委、省政府	《关于加快培育和发展战略性新兴产业的意见》（2015 年）	生物制造，重点发展生物基高分子新材料、生物基平台化合物等产品，加快微生物和酶制剂在节能降耗、污染防治等领域的应用。

资料来源：国务院官网，国联证券研究所

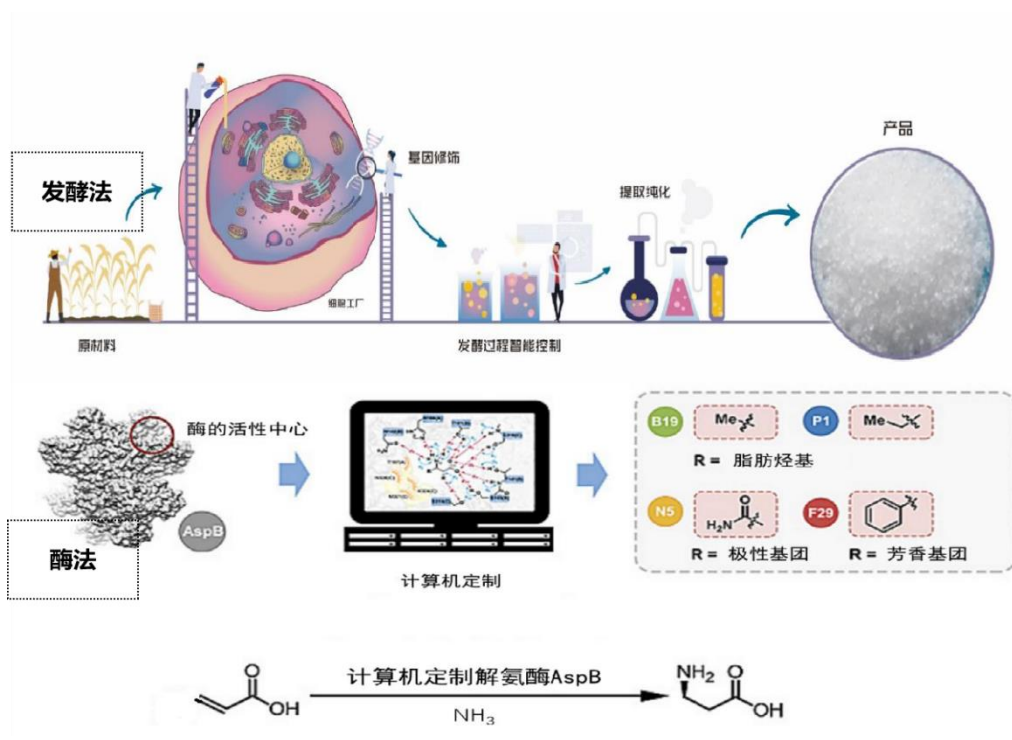
3.4 公司丙氨酸生产工艺优势明显

公司通过自主研发与产学研合作相结合的模式，开发了两种较为成熟的生物制造方式，即发酵法生产工艺和酶法生产工艺，替代了传统化学合成工艺的重污染生产方式，实现了利用生物技术生产精细化合物的技术变革。

酶法与发酵法生产氨基酸工艺均源于日本，1956 年日本日本协和发酵公司成功分离谷氨酸棒状杆菌，并于次年成功利用发酵法生产谷氨酸；1973 年日本千畑一郎等用固定化菌体成功进行了 L-天冬氨酸的生产，开创了应用酶法生产氨基酸的先例。

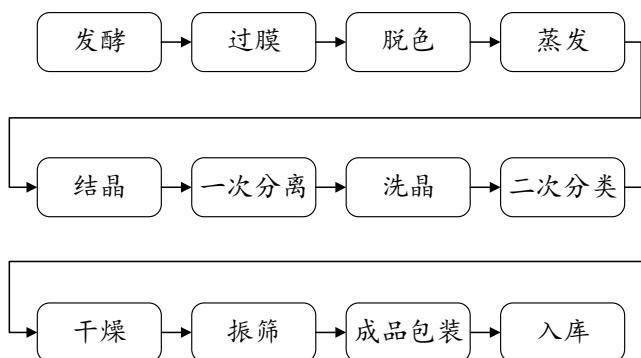
酶法和发酵法相较于传统化学合成方式工艺路线短、环境友好，但有着较高得技术要求。酶法和发酵法在生产原理和加工路线上也有着根本上的不同。

图表22：生物发酵工艺与酶工程路线示意图



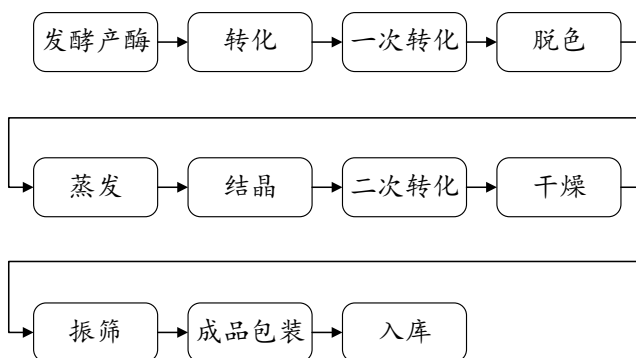
资料来源：公司招股书，国联证券研究所

图表23：L-丙氨酸发酵法工艺流程图



资料来源：公司招股书，国联证券研究所

图表24：L-丙氨酸酶法工艺流程图



资料来源：公司招股书，国联证券研究所

酶法得核心步骤是生物酶催化，需要微生物发酵产酶，再通过酶催化获得产物，而生物发酵直接通过微生物代谢获得产物；通常适合简单流程的一步或几步的催化加工，固定化酶技术的发展提高了酶的利用效率，而多级串联技术让酶工程可以完成相对复杂的加工过程。但酶需要纯化、固定，需求结构改造以提高稳定性。

发酵法是在细胞内进行复杂的生物催化、转化，不需要酶纯化步骤，但需要避免

杂菌、噬菌体污染，生化反应及工艺控制比较复杂，拥有较高的技术门槛。

与酶法相比，L-丙氨酸发酵法的成本大幅降低了约 50%，且原材料为可再生资源，同时实现发酵过程二氧化碳零排放，更加绿色环保；酶法产品的主要优势在于工业酶的高手性选择，生产出的产品手性纯度通常较高，可满足医药、食品等行业客户对高手性纯度的要求。

图表25：主要的氨基酸生产工艺对比

项目	天然提取法	化学合成法	生物酶法	生物发酵法
产量	低	高	高	高
产品成本	高	高	较高	低
核心步骤	水解抽提	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
环境友好度	低	低	较高	高

资料来源：公司招股书，国联证券研究所

1) L-丙氨酸

国内丰原生化采用微生物发酵法生产 L-丙氨酸；烟台恒源主要产品为富马酸、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；武藏野仍以化学合成法生产 L-丙氨酸。

公司自主研发厌氧发酵技术制备 L-丙氨酸，工艺优势较为显著。与好氧发酵工艺相比，厌氧发酵具有操作简单、无需通氧、糖酸转化率高易接近理论最大值等优势，因此可以实现低成本、低耗能、更加环保的生产工艺。无需通氧也大幅简化了生产步骤，同时降低了污染风险。公司 L-丙氨酸厌氧发酵工艺转化率达 95%，遥遥领先同行业耗氧发酵及酶法工艺。

图表26：公司 L-丙氨酸厌氧发酵生产工艺优势明显

项目	公司技术		同行业其他技术	综合比较
技术名称	厌氧发酵法	好氧发酵法	酶法	厌氧发酵法在环境友好、能耗节约、成本降低等方面更具优势
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 ④细胞工厂	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 ④细胞工厂	①以石油基产物为原料 ②有二氧化碳排放，1 摩尔产物对应生产 1 摩尔二氧化碳 ③生物酶	公司技术优势主要体现在：①降低了对不可再生石化资源的依赖 ②无需通入空气，简化了生产步骤，节约能源，且减少发酵被污染的风险 ③无二氧化碳排放，工艺流程短，环境友好
技术指标	①发酵周期≤40h ②产品含量≥99.0% ③转化率≥95%	①发酵周期≤48h ②产品含量≥98.5% ③转化率≥90%	①转化率≤67% ②产品含量大于等于 99.0%	公司技术优势主要体现在：发酵周期短，转化率高，产品质量好

资料来源：公司招股书，国联证券研究所

并且，公司制得的 L-丙氨酸产品拥有较高的品质，尤其在比旋光度、透光率指标方面，处于行业内领先水平。比旋光度控制区间越小，产品的稳定性越高；优异的透光率是公司产品纯度的直观体现；不仅如此，公司还规定了 L-丙氨酸产品中不得检测出其他氨基酸，产品质量处于行业领先水平。

图表27：公司的 L-丙氨酸品质更高

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	≤0.20	≤0.10

资料来源：公司招股书，国联证券研究所

2) DL-丙氨酸、β-丙氨酸、D-泛酸钙

公司丙氨酸系列产品以 L-丙氨酸产品为主，DL-丙氨酸和β-丙氨酸占比较低。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。D-泛酸钙则是β-丙氨酸进一步加工制备的产物。

公司的 DL-丙氨酸、β-丙氨酸、D-泛酸钙均通过酶法工艺生产，公司成功构建能够在温和条件下高效催化特定反应的生物酶，避免了传统化学合成法使用高污染、腐蚀性的有机溶剂带来的环境污染问题，并有效缓解了化学溶剂残留问题，进一步提升了产品质量，并使得生产过程更加安全、节能、环保。

DL-丙氨酸的同行业公司主要为武藏野，其采用传统化学合成法生产工艺，该工艺需要高温高压的反应条件，环境压力大。公司 DL-丙氨酸的酶法工艺，以常温常压的温和反应条件替代了传统高温高压的反应条件，同时后提取环节工艺简单，所获产品纯度较高，该技术获得了上海市科技进步一等奖，处于行业领先水平。

图表28：DL 丙氨酸产品生产工艺对比

项目	公司技术	同行业其他技术	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膜分离技术	①高温高压 ②化学催化	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
技术指标	发酵 OD≥100 酶活大于 7000U 产品含量≥99.5%	产品含量≥99%	公司技术优势主要体现在：发酵酶活高，转化效率提高

资料来源：公司招股书，国联证券研究所

β-丙氨酸产品的同行业公司主要包括兄弟科技、亿帆医药等，其主要采用丙烯腈为原料的化学合成法生产工艺，该工艺的反应条件苛刻，环境压力大。公司β-丙

氨酸酶法工艺以廉价的丙烯酸为原料，反应条件温和、转化率高，绿色环保优势明显，技术水平行业领先。

图表29：β-丙氨酸产品生产工艺对比

项目	公司技术	同行业其他技术	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 < 2h ②产物浓度 ≥ 100g/L ③时空产率 ≥ 150g/L/h	不具备可对比的技术指标	公司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

资料来源：公司招股书，国联证券研究所

公司采用酶法生产的β-丙氨酸制备D-泛酸钙，形成了自有业务的上下游产业链优势。公司制备D-泛酸钙的另一原料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。

D-泛酸钙产品的同行业可比公司主要包括亿帆医药、兄弟科技等，其D-泛解酸内酯原料多用水解酶拆分、化学法消旋法制备，步骤复杂且工艺收率低，公司“一锅法”酶转化技术优势明显。

图表30：D-泛酸钙产品与可比公司工艺对比

项目	公司技术	同行业其他技术	综合比较
原材料D-泛解酸内酯制备技术	“一锅法”酶转化 生产工艺拆分收率 ≥ 90%	水解酶拆分、化学法消旋法 生产工艺拆分收率 ≥ 80%	公司技术优势主要体现在：工艺步骤简单、生产成本降低 公司技术优势主要体现在：一步获得D-泛解酸内酯，缩减了反应步骤

资料来源：公司招股书，国联证券研究所

4. 多种氨基酸、新材料、日化香料产品持续孵化

公司不断寻觅优质产业人才，持续开发领先的专利技术，并在公司实现商业化。公司新产品层数不穷，继丙氨酸后，又覆盖了多种小品类氨基酸、新材料、日化香料等领域的产品。

公司布局的缬氨酸受益于豆粕减量替代趋势，并凭借较好的菌种效率，快速打开了下游饲料市场，逐渐成为公司盈利贡献的重要产品。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/528006016135006033>