

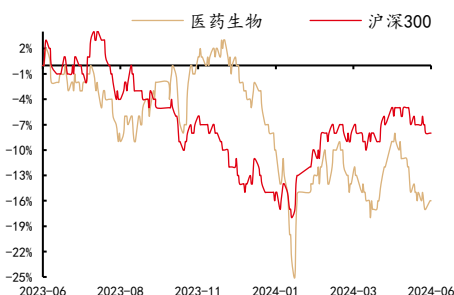
行业投资评级

强于大市|维持

行业基本情况

收盘点位	7216.72
52周最高	8843.95
52周最低	6500.61

行业相对指数表现（相对值）



资料来源：聚源，中邮证券研究所

研究所

分析师:蔡明子
SAC 登记编号:S1340523110001
Email:caimingzi@cnpsec.com

近期研究报告

《深化医药卫生体制改革 2024 年重点工作任务发布，创新药重视程度不断提升》 - 2024.06.11

合成生物学：乘政策东风，高速成长中的朝阳板块

● 发展合成生物学意义重大，医疗健康是第一大应用市场

合成生物学是一个多学科交叉的研究领域，通过设计和建造新的生物元件、功能和系统，以构建在自然界中并不存在的可控方式、生物逻辑和生产系统。发展合成生物学具有节能减排、有利于保障供应链安全、颠覆全球供给格局等重要战略和商业意义。全球多个国家出台政策，纷纷鼓励合成生物学发展，我国在 2022 年国家发改委印发的《“十四五”生物经济发展规划》中多次提及合成生物学，政策推动下行业有望迎来快速发展期。根据 BCC Research 统计，2021 年全球合成生物学市场规模约为 95 亿美元，底层使能技术的不断革新与各国政府的政策支持推动行业高速发展，预计 2026 年行业规模将达到 332 亿美元，对应 5 年复合增速约为 28%。

合成生物学可以应用于医疗健康、食品饮料、化工产业等多个领域，其中医疗健康是第一大应用市场。2021 年医疗健康合成生物学市场规模为 32.2 亿美元，预计 2026 将达到 69 亿美元，对应 5 年复合增速约为 16%，龙头公司具有先发优势，增速有望超过行业平均。合成生物学在医药行业中可应用的领域众多，包括细胞免疫疗法、RNA 药物、基因编辑疗法等创新疗法，以及体外检测、医疗耗材、药物成分生产和制药用酶等多个细分赛道。

● 从产业链中寻找机会，选品眼光和量产能力是关键

合成生物学产业链分为上中下游。上游聚焦使能技术的开发，包括测序、DNA 合成、DNA 拼接、基因编辑、定向进化、设备自动化/高通量化、虚拟测试、AI 赋能等；中游是对生物系统及生物体进行设计、改造的技术平台，注重合成路线的选择以及技术上跑通，包括底盘细胞的选择、合成细胞、菌株开发和菌株优化等；下游则涉及人类衣食住行方方面面的应用开发和产品落地，涵盖医药、能源、化工、农业、消费品等诸多行业。

就产业链规模划分来看，上游使能技术和产品以及下游终端产品的市场规模较大。2021 年，使能技术和产品、生物元件、整合系统、终端产品的市场规模分别为 35.2 亿、8 亿、5.1 亿和 46.9 亿美元，占比分别为 37%、8%、5%和 49%。合成生物学目前正处于高速发展阶段，与海外相比，中国的发酵能力更强、供应链更完整。选品和量产是成败的关键因素。

● 投资建议

我们积极看好合成生物学未来在医药领域的应用拓展，看好具备产业竞争力、在商业化阶段有所突破的企业：（1）中上游使能技术及研发相关阶段，建议关注金斯瑞生物科技、华大智造等细分领域龙头企业；（2）下游建议关注川宁生物、华东医药等具有商业化产品研发

和销售能力的代表性企业。(3) 与产业链相关的生物反应器、生物样本存储等行业也值得关注，推荐关注海尔生物；建议关注东富龙等。

● 风险提示：

政策推广不及预期风险；市场竞争加剧风险。

重点公司盈利预测与投资评级

代码	简称	投资评级	收盘价 (元)	总市值 (亿元)	EPS (元)		PE (倍)	
					2023A	2024E	2023A	2024E
000963.SZ	华东医药	未评级	31.53	553.14	1.62	1.94	19.48	16.25
688114.SH	华大智造	未评级	52.8	219.46	-1.46	-0.59	-36.12	-89.89
301301.SZ	川宁生物	未评级	13.6	302.89	0.42	0.52	32.20	26.54
688065.SH	凯赛生物	买入	47.52	277.22	0.63	0.88	87.21	62.57
688639.SH	华恒生物	未评级	92.5	145.72	2.84	3.99	32.45	23.18
300171.SZ	东富龙	未评级	13.65	104.53	0.79	0.86	17.41	16.09
688139.SH	海尔生物	买入	38.57	122.63	1.28	1.66	30.26	23.34
1548.HK	金斯瑞生物科技	未评级	8.72	181.02	-0.76	-0.26	-26.61	-4.32

资料来源：iFind，中邮证券研究所（注：未评级公司盈利预测来自 iFind 机构的一致预测）

目录

1 发展合成生物学意义重大	6
1.1 合成生物学是生物制造重要的平台技术	6
1.2 设计-构建-测试-学习 (DBTL) 循环在生产过程中持续迭代	8
1.3 技术革新驱动合成生物学行业发展	11
2 合成生物学具有广阔市场，上游与下游产值占比高	14
2.1 合成生物学行业正在经历高速增长，五年复合增速约 28%	14
2.2 发展合成生物学具有重要战略意义，多国纷纷出台政策支持	15
2.3 上游使能技术和产品以及下游终端产品在价值链中产值占比高	19
2.4 具备选品眼光与量产能力的企业更容易脱颖而出	21
3 投资建议与相关标的	25
3.1 投资建议	25
3.2 川宁生物——集成合成生物学研发、生产于一体的产品型公司	25
3.3 华东医药——深耕工业微生物领域 40 余年	27
3.4 金斯瑞生物科技——全球最大的基因供应商之一	27
3.5 华大智造——基因测序仪行业龙头企业	29
3.6 东富龙——国内制药装备龙头企业	29
3.7 海尔生物——低温存储领域领先企业	30
4 风险提示	31

图表目录

图表 1: 合成生物学应用领域广阔	6
图表 2: 合成生物学技术路径优于传统路径	7
图表 3: “自上而下”与“自下而上”设计人工细胞	8
图表 4: 合成生物学向重构生命发展	8
图表 5: 合成生物学生产过程涉及多个人工环节	8
图表 6: 合成生物学生产过程——以食品制造为例	9
图表 7: 常见模式微生物底盘细胞各有特色	9
图表 8: 合成生物学逐渐发展成了以“设计-构建-测试-学习” (DBTL 循环) 为核心的研发模式	10
图表 9: 在“设计”与“构建”环节, 中国技术水平快速追赶	11
图表 10: 合成生物学发展经过四个重要阶段	12
图表 11: 基因编辑、基因测序、基因合成技术不断迭代	13
图表 12: 基因测序技术不断发展变化	13
图表 13: 基因合成技术推陈出新	13
图表 14: 基因编辑技术效率不断提高	13
图表 15: 基因测序成本显著下降	14
图表 16: 基因合成成本显著下降	14
图表 17: 合成生物学全球市场潜力大 (亿美元)	15
图表 18: 欧美是合成生物学主要市场区域 (2021 年)	15
图表 19: 多国积极推进合成生物学政策	17
图表 20: 多地发布的合成生物学支持政策核心内容梳理	18
图表 21: 中英美三国积极推进合成生物学领域的战略规划, 论文发表数量不断攀升	19
图表 22: 报名 iGEM 赛事的人数不断上升	19
图表 23: 合成生物学产业链上中下游涉及不同类型的企业	20
图表 24: 使能技术和产品以及终端产品是价值链中的重要部分 (亿美元)	20
图表 25: 基因编辑与 DNA 测序在使能技术与产品中占比高	21
图表 26: 医疗健康产品在终端产品市场中占比高	21
图表 27: 合成生物学上游与下游毛利率较高	21
图表 28: Amyris 量产失败造成股价波动	22
图表 29: Zymergen 产品失败造成股价波动	22
图表 30: 现代发酵工艺流程	23
图表 31: 发酵工艺放大倍数逐级扩大	23
图表 32: 生物合成法生产 1,3-丙二醇具备优势	24
图表 33: Ginkgo Bioworks 收入构成	24
图表 34: Ginkgo Bioworks 项目构成	24
图表 35: PHA 海洋降解率高	25

图表 36: PHA 售价高昂	25
图表 37: 锐康生物产品管线.....	26
图表 38: 金斯瑞深耕生命科学服务与产品领域近 20 年	28
图表 39: 生命科学板块是公司核心业务之一	28

1 发展合成生物学意义重大

1.1 合成生物学是生物制造重要的平台技术

合成生物学是一个多学科交叉的研究领域，旨在整合生命科学、工程学、物理学与化学等学科，通过设计和建造新的生物元件、功能和系统，以构建在自然界中并不存在的可控方式、生物逻辑和生产系统。美国国会研究服务局于 2022 年发布的《合成/工程生物学：国会议题》报告中指出，合成生物学作为平台技术，在生物制造中发挥着至关重要的作用。生物制造利用生物系统生产重要的生物分子，应用于农业、食品、材料、能源和制药等诸多行业，根据麦肯锡预测，未来全球 60% 的物质生产可通过生物制造方式实现，合成生物学在其中可以作为基础技术，用来开发其他应用程序或生产工艺。

图表1：合成生物学应用领域广阔



资料来源：徐彦芹等. 合成生物学在生物基塑料制造中的应用. 化工学报, 2020、中邮证券研究所

狭义的合成生物学包括“自上而下”和“自下而上”两大方向。“自上而下”指将全新功能引入活细胞等生命体或生物；“自下而上”则是在体外合成全新生命系统。广义的合成生物学还包括任何对生命有机体关键要素的创新应用，如酶催化合成、无细胞合成、DNA 存储等。与传统路径相比，合成生物学与可持续发展

展的理念相契合,并且在生产过程所需的反应条件更为温和,产业链条更短、更加高效,整体具备一定的安全性。

图表2：合成生物学技术路径优于传统路径

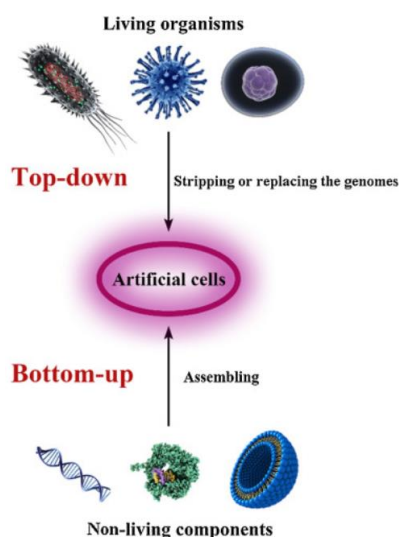
项目	传统路径		合成生物学技术路径	
	天然提取法	化学合成法	体外合成生物学法	体内合成生物学法
原材料类型	生物基	石油基	石油基、生物基	生物基
技术要求	低	低	高	高
核心技术	强酸水解等	化学催化、化学拆分、天然提取等	酶的设计、改造及高产表达	基因编辑、合成途径设计及高产表达
工艺路线	长	长	较短	较短
产品成本	高	高	较低	较低
污染程度	低	高	低	低

资料来源：奕柯莱招股书、华恒生物招股书、中邮证券研究所

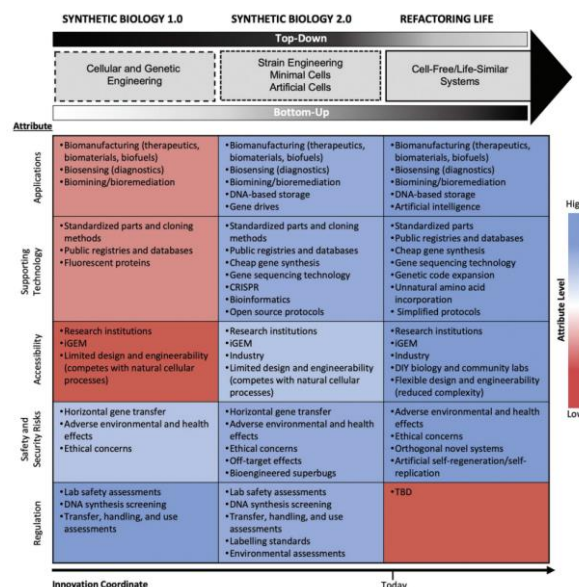
此外,合成生物学可以高效利用原来不能利用的生物质资源,合成原来不能生物合成、或者原来生物合成效率很低的产品,不断突破自然生物体合成功能与范围的局限。加拿大的科研人员 2021 年 9 月发表的题为“下一代合成生物学的新兴监管挑战”综述指出,尽管合成生物学已经取得一定的成就,目前的方法仍然受限于对现有生命系统“自上而下”的重编程,需要克服这些限制才能充分发挥合成生物的潜力。而“自下而上”设计的类生命系统能够在活细胞外(即无细胞合成生物学)发挥作用。

无细胞系统作为一种替代方案,提供了超越活细胞限制的类似生命功能。与基于细胞的方法相比,无细胞系统不受限于现有微生物,更有利于发挥主观能动性,创造新的“生命体”。由于较少受到实验条件的限制,无细胞系统能够实现快速的“设计-构建-测试-学习”的循环周期。Surto Biopharma 使用无细胞合成平台生产 ADC,生产含有非天然氨基酸的蛋白质,并将其与其它小分子进行偶联。凯莱英则将无细胞合成体系应用于高通量酶筛选,在少量酶(如 200 个酶)制备方面,预计可节约 50%的人工和节约 90%的时间。

图表3：“自上而下”与“自下而上”设计人工细胞



图表4：合成生物学向重构生命发展



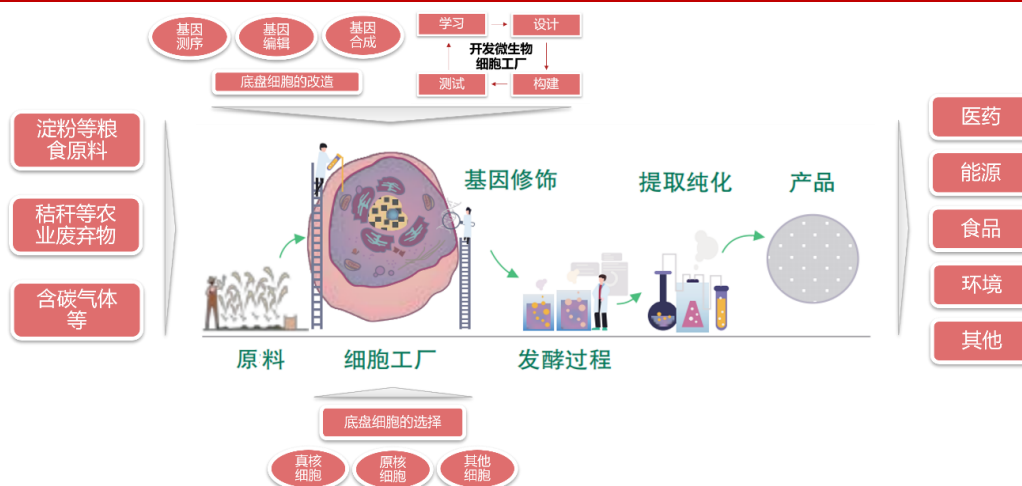
资料来源：Can Xu, Shuo Hu, Xiaoyuan Chen. *Artificial cells: From basic science to applications. Materials Today*, 2016、中邮证券研究所

资料来源：T Sheahan, HJ Wieden. *Emerging regulatory challenges of next-generation synthetic biology. Biochemistry and Cell Biology*, 2021、中邮证券研究所

1.2 设计-构建-测试-学习（DBTL）循环在生产过程中持续迭代

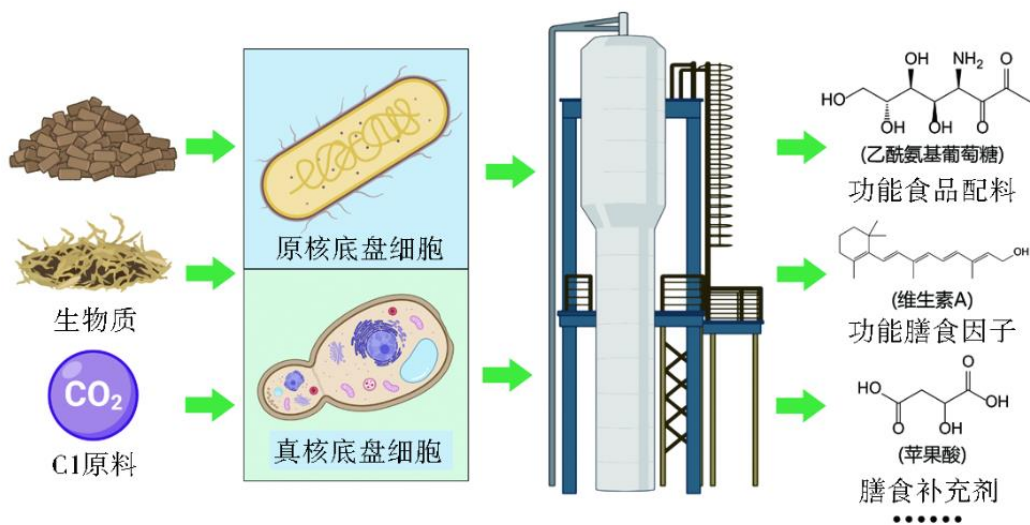
从合成生物学的解决路线方案角度分析，其体外路线主要采用酶法工艺，过程涉及到酶设计与改造、多酶级联催化、无细胞/类生命系统在体外实现生物合成；而其体内路线采用生物发酵，涉及代谢通路改造，细胞工厂合成目标产物，后续涉及提取纯化等。

图表5：合成生物学生产过程涉及多个人工环节



资料来源：亿欧智库、BCG、中邮证券研究所

图表6：合成生物学生产过程——以食品制造为例



资料来源：徐显皓, 刘龙, 陈坚. 合成生物学与未来食品. 中国生物工程杂志, 2024、中邮证券研究所

底盘细胞在合成生物学中扮演着非常重要的角色,它们是合成生物学研究和应用的基础。通过对底盘细胞的精准调控和优化,可以提高生产效率,实现更可持续和环保的生物技术解决方案。常用的模式微生物有酿酒酵母、大肠杆菌、枯草芽孢杆菌、谷氨酸棒杆菌等。

图表7：常见模式微生物底盘细胞各有特色

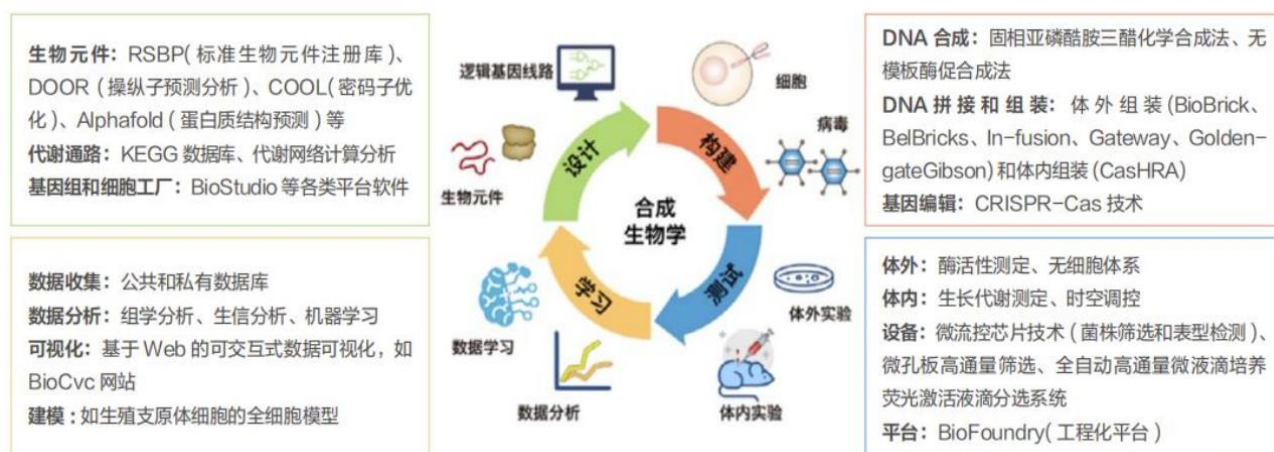
模式微生物	特点	产品应用
大肠杆菌	发酵周期短、遗传背景清晰、具有成熟的基因编辑工具以及多元化的代谢调控策略	有机醇、氨基酸、有机酸、有机胺、维生素、等多种产品
枯草芽孢杆菌	基因组测序及必需基因解析较为清晰、安全性强。被FDA认定是公认的安全菌株	鲨肌醇等、角鲨烯、透明质酸、硫酸软骨素、核黄素等
酿酒酵母	对苛刻发酵条件的耐受性、基因工程操作的高效性和公认的安全性	β -法尼烯、青蒿酸、游离脂肪酸,大麻素、灯盏乙素、阿片类药物等
谷氨酸棒杆菌	易培养、不产孢子	L-谷氨酸、L-赖氨酸、L-色氨酸、L-苏氨酸、芳香族氨基酸及支链氨基酸等

资料来源：杨永富等. 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. 生物工程学报, 2021、赵爽等. 谷氨酸棒状杆菌技术研发态势分析. 中国生物工程杂志, 2016、张晓龙等. 基于合成生物技术构建高效生物制造系统的研究进展. 合成生物学, 2021、李寅. 合成生物制造. 生物工程学报, 2022、张大伟. 枯草芽孢杆菌在系统与合成生物技术中研究进展及工业应用. 生物工程学报, 2021、艾力特生命科学、中邮证券研究所

合成生物学围绕 DBTL 循环 (Design-Build-Test-Learn), 通过持续迭代, 逐步提高微生物的性能, 从而优化微生物的代谢途径, 设计出更有效的基因装置,

获得理想的人工菌株，以期达到更高的生产效率和更优质的最终产品。设计（Design）是合成生物学 DBTL 策略的基础，指遵循一定的规则，利用现有的标准化生物元件对基因、代谢通路或基因组进行设计；构建（Build）阶段旨在利用标准元件库和基因工程技术，构建出新的菌株，包括 DNA 合成、大片段组装以及基因编辑。测试（Test）阶段通过分析测试基因构建体或经改良的生物体性能，对目标参数进行评估，因为无论是酶、单个生物元件，还是逻辑线路及模块化的代谢途径，在设计后，都会存在大量的突变体或目标候选物。学习（Learn）阶段则使用软件和/或机器学习分析数据，对模型进行优化，以提高菌株的性能，为下一个循环改进设计提供指导，过程中涉及数据收集整合、数据分析、结果可视化和建模分析等。这些分析结果将反馈到新的设计中，通过不断迭代获得性能优异的菌株，再结合发酵工程技术，利用淀粉等发酵底物进行发酵，并通过分离纯化过程，最终获得所需的目标产物。

图表8：合成生物学逐渐发展成了以“设计-构建-测试-学习”（DBTL 循环）为核心的研发模式



资料来源：川宁生物年报、中邮证券研究所

与海外相比，中国的发酵能力更强、供应链更完整。美国基础研究比中国出现早，也相对较强，表现在菌种设计的通量高，细胞工厂构建的迭代快。而中国的供应链则相对完整，同时拥有一个需求大且支付能力强的广阔市场。特别地，中国是全球发酵大国，并且新技术、新产品商业化速度较快。展开看，就生产过程中的 DBTL 循环而言，其中的设计和构建环节中外已经处于同步发展阶段，“卡脖子”风险较小，真迈生物、齐碳科技、金斯瑞生物科技、辉大基因等在该领域

有所布局。而在测试阶段，中外相比仍有一些差距；在学习阶段，行业整体仍在发展的早期，中外差距有望不断缩小。

图表9：在“设计”与“构建”环节，中国技术水平快速追赶



资料来源：BCG、中邮证券研究所

1.3 技术革新驱动合成生物学行业发展

合成生物学自 2000 年左右诞生以来，经历了四个重要的发展阶段。2000-2003 年是合成生物学的创建时期，研究者们开发出多种具有领域特征的研究手段和理论，这个时期的典型成果是在大肠杆菌中实现青蒿素前体途径的工程化。

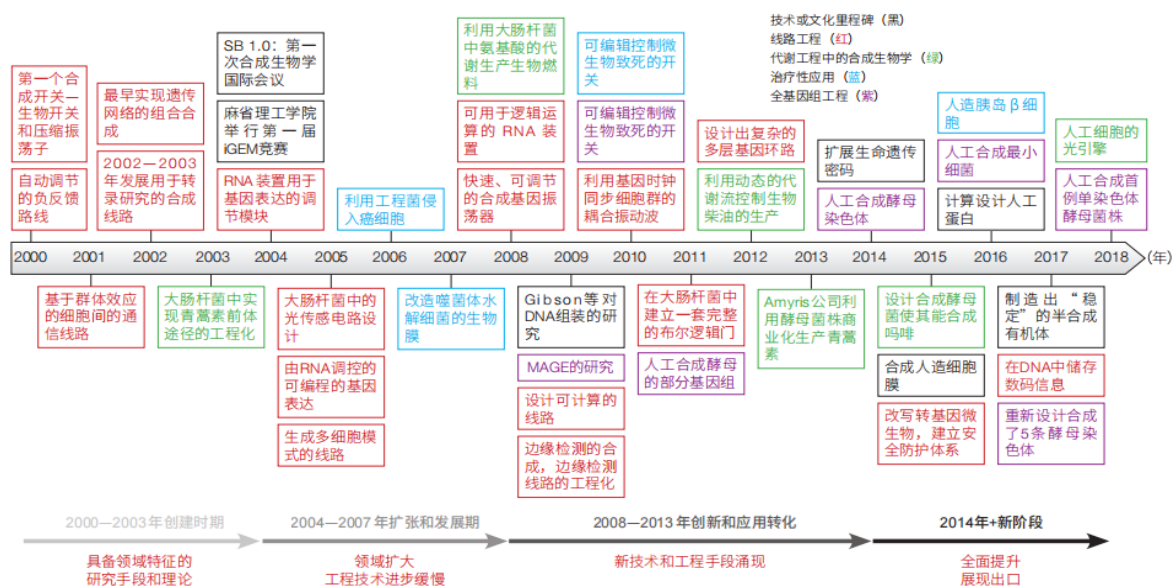
2004 年至 2007 年是合成生物学的扩张和发展期，合成生物学概念迅速推广，该领域第一个国际性会议“合成生物学 1.0”大会于 2004 年成功举办，合成生物学领域知名赛事 iGEM 竞赛也在该年首次举行。技术研发上从转录调控扩展到转录后和翻译调控，2006 年利用工程菌首次侵入癌细胞，成为工程化活体疗法的先驱。

2008 年至 2013 年，合成生物学迎来了创新和应用转化期，底层技术效率的大幅提升，推动了合成生物学技术开发和应用的不断拓展。2009 年和 2012 年转录激活因子样效应物核酸酶（TALEN）和成簇规律间隔短回文重复序列及其相关蛋白基因（CRISPR/Cas）技术的相继问世，基因编辑技术效率大幅提升，从而进一步推动了合成生物学领域向前迈进。在代谢工程领域，2008 年利用大肠杆菌中

氨基酸的代谢产物成功生产了生物燃料。2013 年，Amyris 公司利用酵母菌株成功商业化生产青蒿素。

自 2014 年以后，随着生物大数据的开源应用与生物工程化平台相结合，合成生物学进入了一个新的发展阶段。合成生物学的“设计-构建-测试”循环逐步扩展至“设计-构建-测试-学习”循环。同时，“半导体合成生物学”、“工程生物学”等新理念或学科的提出，为合成生物学的发展注入了新的活力。

图表10：合成生物学发展经过四个重要阶段



资料来源：赵国屏. 合成生物学: 开启生命科学“会聚”研究新时代. 中国科学院院刊, 2018、中邮证券研究所

合成生物学的三大基础使能技术——基因测序（“读”）、基因编辑（“改”）和基因合成（“写”）的快速发展及其所带来的成本下降是推动合成生物学行业发展的重要驱动因素。在过去的几十年里，DNA 测序技术取得了飞速的发展，从最初的 Sanger 测序技术逐步演进到第二代和第三代测序技术，较大地提高了我们解读基因组序列的能力。基因合成技术方面，成熟的柱式合成法存在依赖于危险试剂和溶剂，效率和通量低，成本较高的问题。而超高通量芯片合成技术，以芯片作为 DNA 合成的载体，能够在一次操作中合成超过十万条寡核苷酸，成本相对于柱式合成法大幅下降。

图表11：基因编辑、基因测序、基因合成技术不断迭代



资料来源：王会，戴俊彪，罗周卿. 基因组的“读-改-写”技术. 合成生物学, 2020、中邮证券研究所

图表12：基因测序技术不断发展变化

测序技术	应用	读长	优点	缺点	相关企业
一代测序	早期简单基因组测序；日常PCR产物、质粒等的测序	约1000bp	读长较长，准确度高（99.999%）	成本高，通量低	贝克曼、生工生物、擎科生物、泓迅生物
二代测序	目前大部分基因组、转录组的测序	200-500bp	成本低，通量高，准确度大于99.94%	读长短	Roche、Illumina、HiSeq技术、ABI、华大智造、擎科生物、金斯瑞、生工生物、泓迅生物。
三代测序（SMRT sequencing）	复杂基因组、全长转录组等的测序	10-100kb	读长长，准确度高，可直接检测DNA或者RNA上的修饰	测序成本高，每个SMRTcell的数据产出有限（约10Gb），文库准备需要大量的起始材料，目前读长还比较有限（约80kb）	Pacific Biosciences、Oxford Nanopore Technologies、真迈生物、诺禾致源
三代测序（nanopore sequencing）	复杂基因组的测序，结构变异的鉴定等	kb-Mb	超长读长，经济高效，可直接检测DNA或者RNA上的修饰	错误率高，对于多碱基重复存在系统误差，文库准备需要大量的起始材料	

资料来源：王会，戴俊彪，罗周卿. 基因组的“读-改-写”技术. 合成生物学, 2020、贝壳社、中邮证券研究所

图表13：基因合成技术推陈出新

技术类别	技术原理	技术特点	限制因素	相关企业
柱式合成技术	亚磷酸胺三酯化学合成法	自动化设备成熟，方便灵活，应用范围广，错误率低	成本高，通量小，合成中使用有毒试剂，长度不超过200-300nt	IDT、Affymetrix（赛默飞世尔）、金斯瑞、生工生物、擎科生物
芯片合成技术	喷雾法 光化学法 电化学法	低成本，高通量，较高品质，引物长 低成本，高通量，品质一般，引物短 低成本，高通量，较高品质，引物长	合成长度较短，准确度不高，单序合成产量低、工艺复杂不利于组装拼接	Twist、Agilent、原合生物、迪赢生物 Affymetrix CustomArray、金斯瑞、泓迅科技
超高通量芯片合成技术	半导体结合电化学	成本低高品质，超高通量	技术门槛超高、专利壁垒限制	CustomArray、金斯瑞
酶促合成技术	微阵列法/酵母体内DNA合成法/连接介导DNA合成法	技术通量及成本优势、试剂消耗量小/实现体内合成/简单易用，DNA突变率低	早期商业化阶段、技术成熟度不高、成本高	DNAScript、Nuclea、Nucleics、Molecular Assemblies、Ansa Biotech

资料来源：2022 年中国合成生物学产业发展报告、中邮证券研究所

迄今，基因编辑技术已经历了从锌指蛋白技术（ZFP）到转录激活因子样效应物核酸酶技术（TALEN），再到成簇规律间隔短回文重复序列及其相关蛋白基因技术（CRISPR/Cas）三代技术的革新。其中，第三代技术中的 CRISPR/Cas9 系统采用 RNA-DNA 识别机制，能够广泛地选择切割位点，基因编辑效率显著提高。

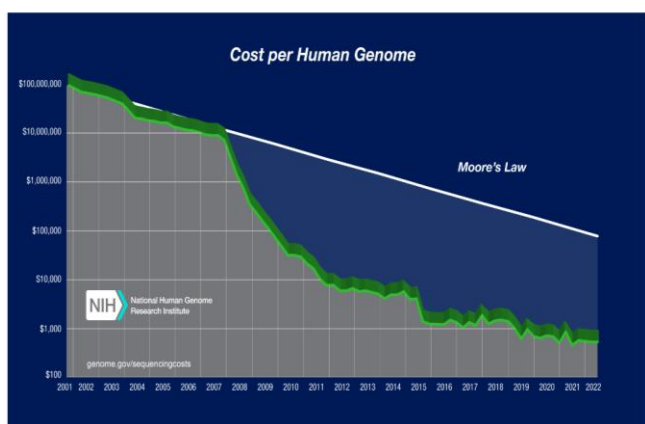
图表14：基因编辑技术效率不断提高

技术类别	出现时间	识别模式	识别长度	识别序列特点	识别精度	剪切效率	构建难易	细胞毒性	技术难度	脱靶效应
ZFN	1996	蛋白质-DNA	(3-6) x3x2bp	以3bp为单位	一般	低	难度大	大	困难	高
TALEN	2009	蛋白质-DNA	(12-20) x2bp	5'前一位为T	一般	一般	较容易	较小	较容易	低
CRISPR/Cas9	2012	RNA-DNA	20bp	3'序列为NGC	高	高	容易	小	非常容易	低

资料来源：RIMEDATA 研究院、2022 中国合成生物学产业发展报告、中邮证券研究所

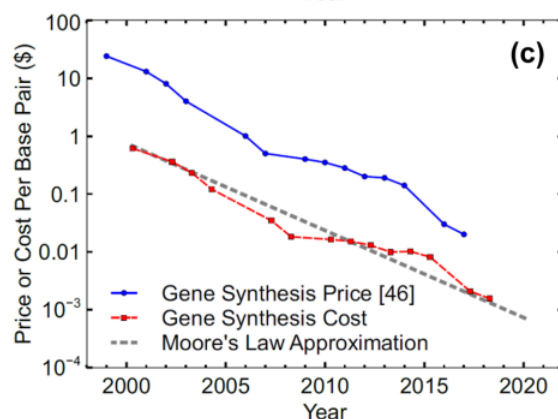
底层技术的成本不断下降也是驱动合成生物学行业发展的关键因素。人类基因组测序完成以后，基因测序的成本急剧下降，下降速度超过摩尔定律。根据 NIH 数据，2020 年人类全基因组测序的成本已由 2007 年时的 100 万美元，降低到 1000 美元以下。目前，华大智造推出的超高通量基因测序仪 T20，已将单人全基因组测序成本降低至 100 美元以内。同样地，基因合成成本也大幅下降，由 2000 年前的约 1 美元/bp 降低至 2020 年的 0.001 美元/bp 以下。

图表15：基因测序成本显著下降



资料来源：NHGRI Genome Sequencing Program、中邮证券研究所

图表16：基因合成成本显著下降



资料来源：Joseph Riolo, Andrew J.

Steckl. Comparative analysis of genome code complexity and manufacturability with engineering benchmarks. Scientific Reports, 2022、中邮证券研究所

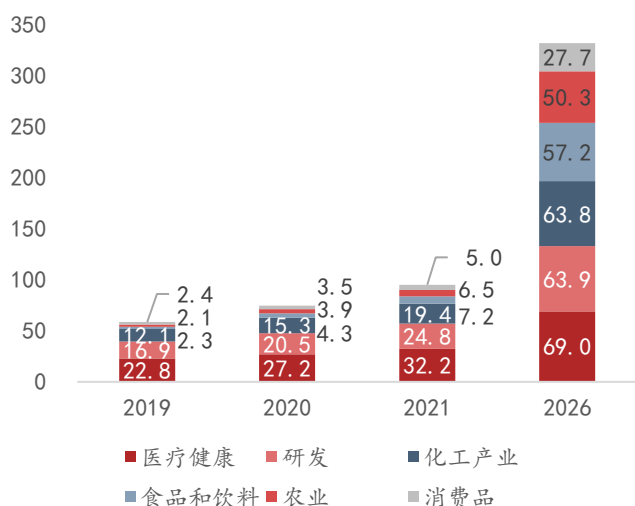
2 合成生物学具有广阔市场，上游与下游产值占比高

2.1 合成生物学行业正在经历高速增长，五年复合增速约 28%

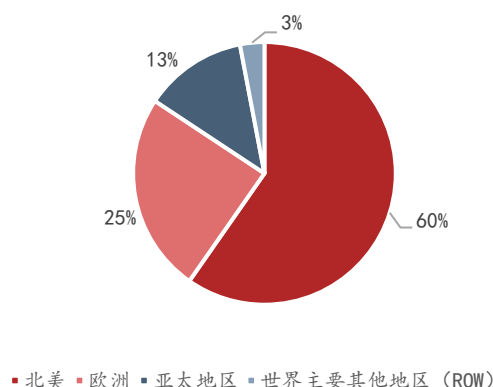
合成生物学市场潜力较大，正在经历高速增长。根据 BCC Research 统计，2021 年全球合成生物学市场规模约为 95 亿美元，预计 2026 年达到 332 亿美元，对应 2021-2026 年五年复合增速约为 28%，技术革新与政策支持促进合成生物学行业发展，行业前景广阔。合成生物学可以应用于医疗健康、食品饮料、化工产业等多个领域，其中医疗健康是第一大应用市场。2021 年医疗健康合成生物学市场规模为 32.2 亿美元，预计 2026 将达到 69 亿美元，对应 5 年复合增速约为 16%，龙头公司具有先发优势，增速有望超过行业平均。

目前合成生物学市场主要由欧美主导，从市场规模来看，首先是北美市场，其次是欧洲市场，亚太则是全球第三大市场。2021 年北美、欧洲、亚太地区和世界主要其他地区（ROW）合成生物学市场规模为 56.8 亿美元、23.4 亿美元、12.1 亿美元和 2.9 亿美元，分别占比 60%、25%、13%和 3%。

图表17：合成生物学全球市场潜力大（亿美元）



图表18：欧美是合成生物学主要市场区域（2021 年）



资料来源：BCC Research、中邮证券研究所

注：亚太地区包括澳大利亚、印度、中国、日本、韩国、马来西亚、新加坡、新西兰、菲律宾和泰国等。

资料来源：BCC Research、中邮证券研究所

2.2 发展合成生物学具有重要战略意义，多国纷纷出台政策支持

发展合成生物学具有节能减排、有利于保障供应链安全、颠覆全球供给格局等重要战略和商业意义。首先，发展合成生物学可以促进替代化石原料，达到节能减排的效果。根据世界资源研究所的统计，全球二氧化碳排放的主要来源是化石燃料的燃烧，占碳排放总量的 75.6%。为了实现《巴黎协定》中要求的 2050 年全球净零碳排放的目标，需要减少对化石能源的投资。在原料端，我们可以使用清洁的生物质或二氧化碳作为碳源，以替代传统的高污染化石原料；在生产端，可以采用高效的体外生物催化体系或细胞工厂，以替代传统的多步化学反应过程。此外，发展替代性生物燃料也有利于减少石油价格波动的影响。例如，第二次海湾战争引发了原油价格的上涨，美国政府为了应对这一问题，推出了一系列生物产业的补贴措施，旨在激励企业利用合成生物学技术，开发出能够替代石油

的生物能源。与石油化工路线相比，目前生物制造产品平均节能减排 30%至 50%，这一比例预计未来有望提高到 50%-70%。

其次，发展合成生物药也有助于保障供应链安全，打破原料或产品的进口依赖。华恒生物作为全球首家采用发酵法生产丙氨酸的企业，成功地打破了传统生产路线对石油基原料的依赖。凯赛生物建立了全球代表性的合成生物学长链二元酸生产平台，有效地打破了国内以往对长链二元酸全部依赖进口的局面，增强了国内产业的自给自足能力，并提升了国家在全球生物制造领域的竞争力。

第三，发展合成生物学，有望推动行业集中度提升，在全球形成产业竞争力。例如，华熙生物通过对于发酵种子的培养及产量优化，其玻尿酸产率从成立之初的不足 3g/L，发展到现在的 12-14g/L，远超国际平均水平，其玻尿酸市占率提升至 40%以上。类似的，通过技术改进巨子生物和锦波生物在重组胶原蛋白领域全球供给份额超过 95%。凯赛生物在全球长链二元酸市场中的供给份额超过 80%，打破了中国以往对此类原料的进口依赖。华恒生物作为全球首家采用发酵法生产丙氨酸的企业，其全球供给份额超过 50%。

基于合成生物学重要的战略意义，全球多个国家推出鼓励合成生物学的政策。美国农业部（USDA）从 2006 年开始支持合成生物学研究，随后其他机构如国家自然科学基金会（NSF）、国立卫生研究院（NIH）、能源部（DOE）、国防部（DOD）等也加入支持。2019-2021 年，美国工程生物学研究联盟（EBRC）相继发布《工程生物学：下一代生物经济的研究路线图》、《微生物组工程：下一代生物经济研究路线图》、《工程生物学与材料科学：跨学科创新研究路线图》等。

英国也是较早关注合成生物学的国家之一。2009 年英国皇家工程院（RAE）发布了《合成生物学：范围、应用和启示》报告，强调国家战略规划的重要性。2012 年，英国商业、创新与技能部（BIS）发布《英国合成生物学路线图》，提出了基础科学与工程、负责任的研究与创新、用于商业的技术、应用与市场、国际合作 5 个核心主题。2016 年，BIS 支持成立的合成生物学领导理事会（SBLC）又推出“英国合成生物学战略计划”，提出了 2030 年实现英国合成生物学上百亿欧元市场的目标。此外，德国、法国、日本、澳大利亚等发达国家在合成生物学方面也在积极布局，纷纷发布支持性政策，推动行业发展。

图表19：多国积极推进合成生物学政策

地区	时间	政策项目名称	相关内容
美国	2006	新成立合成生物学工程研究中心	美国国家自然科学基金会为其提供十年3900万美元的资助
	2011	《生命铸造工厂(LivingFoundries)》	专注于合成生物学项目的投资与开发
	2014	《向国会报告：合成生物学》	响应美国国会关于“联邦政府支持的研究和开发活动的综合合成生物学计划的要求”
	2014	《国防部科技优先事项》	合成生物学被列为21世纪优先发展的六大颠覆性基础研究领域之一
	2015	《技术评估：合成生物学》	合成生物学有潜力影响与国防部相关的广泛领域，该评估发现合成生物空间为国防部提供了一个重大机会
	2015	启动敏捷生物铸造厂(AgileBio-Foundry, ABF)联盟计划	在生物化学品、生物燃料的生物制造领域投入巨资开展研发项目，启动敏捷生物铸造厂(AgileBioFoundry, ABF)联盟计划，并于2020年新建生物工业制造和设计生态系统(BioMADE)
	2017	NSF宣布征集“用于信息处理和存储技术的半导体合成生物学(Semi SynBio)”	布局半导体与合成生物学的前沿交叉，目标是利用半导体技术整合合成生物学来创建存储系统
	2021	《2021美国创新与竞争法案》	合成生物学名列几大关键技术重点领域之一。该法案对其所有政府部门的指导中，着重强调了配合发展“合成生物学/工程生物学”
	2022	《国家生物技术和生物制造计划》	计划在未来5年内，在医药、农业、能源、环保、军工等领域投入超过20亿美金以支持生物制造业发展。其中拟在医药领域投入约14.7亿美元，农业领域投入约6.7亿美元，能源领域投入约2.6亿美元
欧盟	2013	《战略创新与研究议程》	《面向生物经济的欧洲化学工业路线图》提出在2030年将生物基产品或可再生原料替代份额增加到25%的发展目标
	2019	《面向生物经济的欧洲化学工业路线图》生物基产业联盟计划	持续资助生物制造产品的研发和行业发展
英国	2012	《英国合成生物学战略路线图2012》	提出了英国合成生物学发展的5个关键建议。在合成生物学路线图和战略规划的引导下，英国政府专门成立了合成生物学领导理事会，并持续加大对合成生物学的投入和支持
	2016	《英国合成生物学战略计划》	提出了加速生物技术产业化、商品化、新兴创意转化以及促进国际共创等五条建议，旨在到2030年实现英国合成生物学100亿欧元的市
	2018	《发展生物经济战略》	着力发展合成生物学研究的转化与应用，建立和完善合成生物技术产业创新网络式布局，推动国家工业战略的实施
日本	2019	内阁府《生物战略2019》	提出到2030年建成“世界最先进的生物经济社会”，并围绕生物制造技术发展等重要主题制定了《生物战略2020》的基本措施
	2020	文部科学省发布JST(日本科学技术振兴机构)战略目标“创新植物分子设计”	明确提出“开发有助于修改和创造生物合成途径的合成生物学方法”
德国	2010	《生物技术2020+计划》	马克思普朗克学会发起推动的合成生物学研究网络“MaxSynBio”、项目“SynBioDesign-合成生物学用于设计复杂天然物质生物系统”
法国	2009	《国家研究与创新战略》	将新兴学科“合成生物学”列为“优先挑战”
	2010	成立合成生物学实验室系统与合成生物学研究所	普及和推动本国合成生物学发展
	2011	成立合成生物学工作组	指出法国可以在该领域“争取在全球排名第二或第三”
澳大利亚	2015	合成生物学澳大拉西亚(SyntheticBiologyAustralasia, SBA)成立	与澳大利亚政府研究机构澳大利亚联邦科学与工程研究组织(CSIRO)举办会议
	2021	《国家合成生物学路线图》	自2016年以来，澳大利亚在合成生物学领域进行了大量投资，公共投资总额超过8000万美元
	2020	《加拿大工程生物学白皮书：推动经济复苏和生物制造现代化的技术平台》	在该白皮书中，加拿大专家们强调了合成生物学对加拿大的重要性

资料来源：2022 年中国合成生物学产业发展报告、亿欧智库、中邮证券研究所

国家层面与多地地方政府也陆续出台合成生物学产业支持政策。2022 年 5 月，国家发改委印发《“十四五”生物经济发展规划》，多次提及合成生物学，覆盖医疗健康、食品消费两大领域。此外，2024 年 3 月，国务院总理李强在十四届全国人民代表大会第二次会议上的政府工作报告中指出：2024 年要加快发展“新质生产力”，积极打造生物制造、商业航天、低空经济等产业作为经济新增长引

擎。北京、江苏、深圳、上海、重庆等多地政府陆续出台支持合成生物学产业发展的配套政策。

图表20：多地发布的合成生物学支持政策核心内容梳理

地区	政策文件	政策核心内容
北京	《昌平区支持合成生物制造产业高质量发展的若干措施（试行）》	推进合成生物制造产业集聚区建设、促进合成生物制造产业集群发展、提升合成生物制造产业创新能级、激发合成生物制造企业创新活力、加速合成生物制造产业项目落地、布局合成生物制造产业服务平台、构建合成生物制造金融服务体系、培育合成生物制造产业人才梯队、支持合成生物制造应用场景建设、优化合成生物制造产业发展环境。
上海	《上海市加快合成生物创新策源 打造高端生物制造产业集群行动方案(2023-2025年)》	发展重点： 基础层聚焦创新引领突破；平台层运用工具赋能转化；应用层强化产业转型发展。 重点任务： 提升基础设施和实验室能级；组建新型研发机构；加强基础与应用研究；组织攻关生物设计自动化工具；建设高能级生物制造厂；打造“一核两翼”空间；推动产业项目差异化落地；赋能优质企业梯队成长；强化产业链供应链协同发展。 保障措施： 强化多元化资金保障；探索监管政策创新；加强新技术新产品示范应用；加大多层次人才引进力度；建立专业化服务矩阵；组建产业高端智库。
江苏常州	《省政府关于加快培育发展未来产业的指导意见》	重点方向： 优先发展10个成长型未来产业（第三代半导体、未来网络、氢能、新型储能、细胞和基因技术、合成生物、通用智能、沿新材料、零碳负碳（碳捕集利用及封存）、虚拟现实）、超前布局一批前沿性未来产业。 关键举措： 突出产业创新策源、推动强企育链集群、强化场景应用牵引、加大关键要素支撑、深化产业开放合作、创新未来产业治理。 保障措施： 加强组织领导、加大支持力度、加强统计监测。
深圳	《深圳市光明区关于支持合成生物创新链产业链融合发展的若干措施》	目标任务： 瞄准“全过程创新生态链”；瞄准“企业发展痛点问题”；瞄准“全国最高最优标准”；瞄准“产业链创新链深度融合”。 主要措施： 支持合成生物战略科技力量建设；支持合成生物创新链建设；支持合成生物产业链建设；支持合成生物生态链建设。
浙江杭州	《关于支持合成生物产业高质量发展的若干措施》	提升合成生物创新研发能力： 鼓励承接国家、省重点科技专项、加强研发经费资助支持开展技术交易活动、夯实创新研发基础。 促进合成生物产业集聚发展： 谋划布局未来赛道、支持生物材料产业化、支持生物类医疗美容产品产业化、支持化妆品新原料的研发生产、鼓励生物育种产业发展、加大合成生物特色园区建设支持力度、推动重点领域项目产业化落地、支持生物制造总部企业发展。 健全合成生物生态服务体系： 重点支持合成生物公共服务平台建设、加大对专业论坛等活动的支持力度、健全人才保障机制、加强基金和融资担保支持、加强知识产权保护、加强合成生物产业要素保障。
上海徐汇区	《徐汇区关于支持合成生物产业发展的扶持意见(试行)》	支持领域： 聚焦合成生物技术领域产业发展方向，包括基因编辑、合成、测序相关基础层技术、数字化辅助研发及成果转化、生物医药领域的应用、合成生物产业配套支撑。 扶持方式： 支持创新机构建设、支持产业平台建设、促进科技成果转化、赋能优质企业梯队成长、强化产业链供应链协同发展、支持合成生物新药及医疗器械研发上市、支持产品创新和应用场景建设、加大金融赋能产业发展、加强合成生物产业空间供给、完善合成生物人才支撑体系。
江苏无锡	《滨湖合成生物产业创新发展规划》	一个目标： 到2026年，全区合成生物产业规模达到50亿，年均增幅15%以上；引育合成生物核心骨干企业超30家，雏鹰等科技“三类”企业10家以上，新增有行业影响力的顶尖科学家及团队5个以上，落地合成生物企业研发或区域总部5家以上等。 三项原则： 坚持科学引领、效率优先；坚持系统布局、科研产业联动；坚持应用技术突破、基础理论创新并举。 三条赛道： 合成生物高端仪器及核心装备制造、高价值分子大健康产品配方、科学抗衰与康养。 八大工作重点： 引育优质潜力企业、建设特色产业园区、加快推动成果转化、建设专业人才队伍、构建资金支撑体系、突破关键核心技术、造浓产业创新氛围 五道保障： 加强组织领导；强化资金保障；完善政策支持；保障知识产权；优化环保支持。
重庆	《推动成渝地区双城经济圈建设行动方案(2023-2027 年)》	提升科技创新能力。实施基础研究发展行动，聚焦前沿、新兴、交叉领域，加快在脑科学、量子科学、合成生物学等重点领域布局加强基础研究与技术创新、产业发展融通创新，完善共性基础技术供给体系。

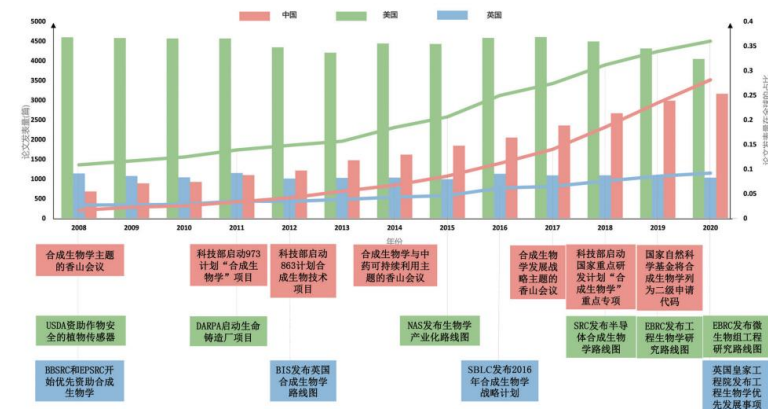
资料来源：各政府网站、中邮证券研究所

在国家大力支持下，合成生物学研发热情高涨，科研项目数量不断攀升。2010年，国家重点基础研究发展计划（“973 计划”）首个合成生物学项目启动，至 2015 年连续支持了 10 个项目，为我国合成生物学的发展奠定了重要基础。2018 年，国家重点研发计划“合成生物学”专项正式发布，重点方向围绕医药健康、环境与能源、农业与食品、工程材料等。

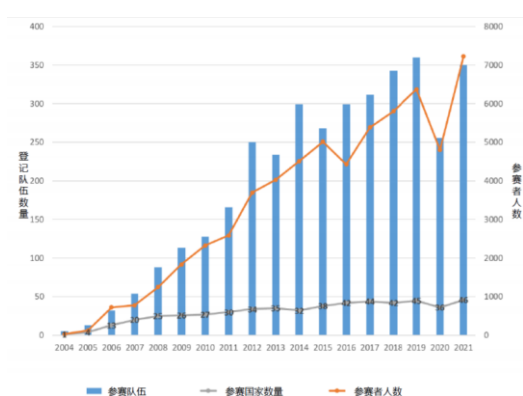
报名 iGEM（国际基因工程机器大赛）赛事的人数也在节节攀升。iGEM 是一个在合成生物学领域备受瞩目的年度竞赛，它为本地的本科生、研究生和高中生提供了一个展示才华和创新思维的平台。参赛者们运用 BioBricks 这一标准化的生物元件库，设计并构建各种基因工程系统。竞赛项目覆盖了广泛的应用领域，从简单的生物电路设计到复杂的农业解决方案，再到环境保护等全球性问题。

iGEM 始于 2003 年，由麻省理工学院（MIT）发起，参赛队伍从 2004 年的 5 支队伍增加至 2021 年的 350 支队伍。许多参赛的学生在毕业后进入该领域工作，甚至成立公司，例如美国生物技术公司 Ginkgo Bioworks 的创始人汤姆·奈特（Tom Knight），同时也是 iGEM 的创始人之一。

图表21：中美英三国积极推进合成生物学领域的战略规划，论文发表数量不断攀升



图表22：报名 iGEM 赛事的人数不断上升



资料来源：熊燕. 中美英三国合成生物学科技规划和产业发展比较分析. 生命科学, 2021、中邮证券研究所

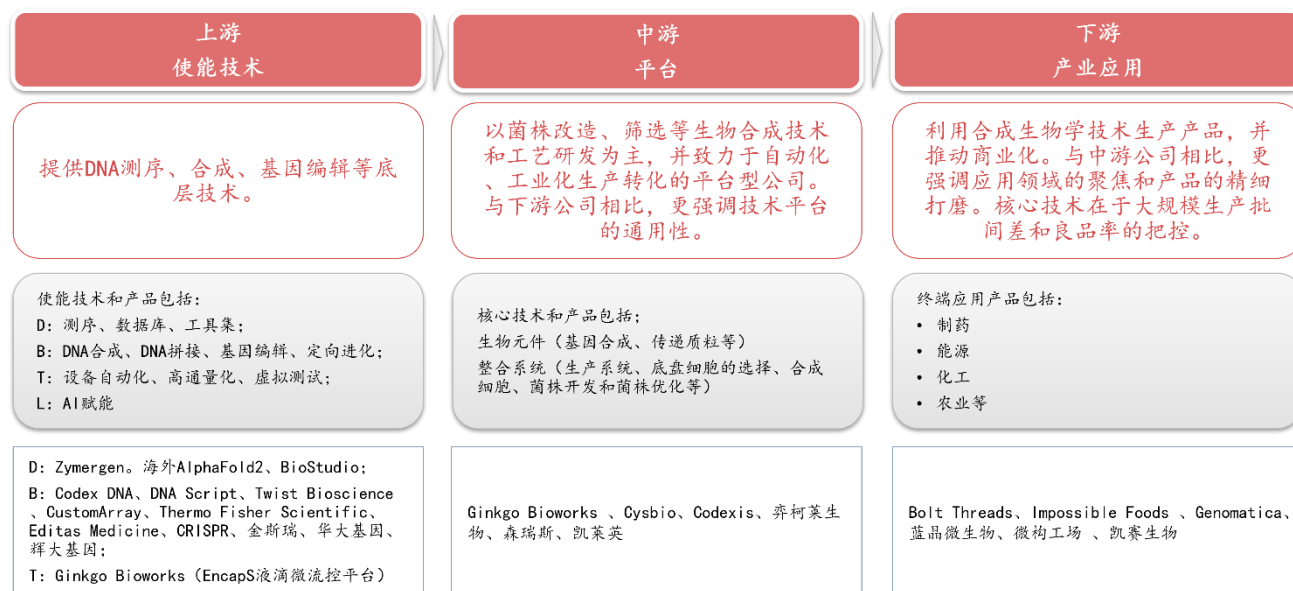
资料来源：《Synthetic/Engineering Biology: Issues for Congress》、中邮证券研究所

2.3 上游使能技术和产品以及下游终端产品在价值链中产值占比高

合成生物学产业链可分为上、中、下游三个环节。上游聚焦使能技术的开发，包括读-写-编-学、自动化/高通量化和生物制造等，关注底层技术革新以及研发上的降本增效，包括测序、DNA 合成、DNA 拼接、基因编辑、定向进化、设备自动化/高通量化、虚拟测试、AI 赋能等。中游是对生物系统及生物体进行设计、改造的技术平台，核心在于路径开发，合成路线的选择以及技术上的跑通，例如底盘细胞选择及改造、培养条件优化、纯化方法开发等。中游企业与下游企业相比，更强调技术平台的通用性，具备潜在 CRO 属性。下游则侧重应用开发和产品落地，核心技术则在于大规模生产的成本、批间差及良品率等的把控，涵盖医药、能源、化工、农业、消费品等诸多行业。其中，在医药行业中合成生物学可应用的领域众多，包括细胞免疫疗法、RNA 药物、基因编辑疗法等创新疗法，以及体外检测、医疗耗材、药物成分生产和制药用酶等多个细分赛道。与中游企业相比，下游企业更强调应用领域的聚焦、产品的精细打磨及商业化放量。中下游企业之

间并无明确界限，现阶段行业整体尚处在产业发展早期，不少生物技术公司实质上为中下游一体化布局。

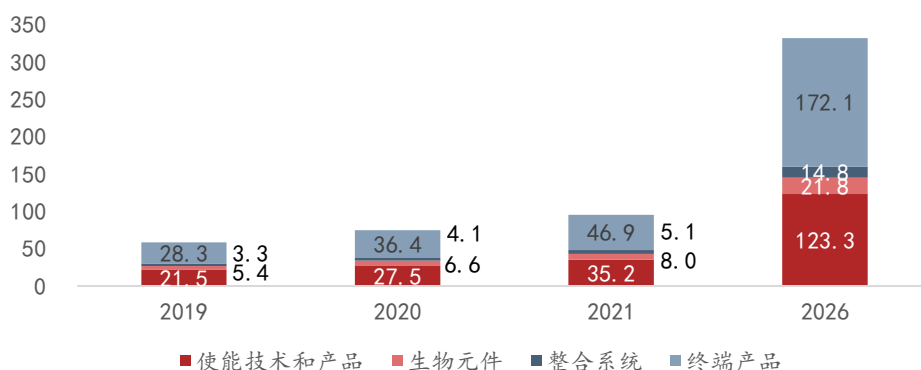
图表23：合成生物学产业链上中下游涉及不同类型的企业



资料来源：BCC Research、BCG、亿欧智库、中邮证券研究所

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

图表24：使能技术和产品以及终端产品是价值链中的重要部分（亿美元）

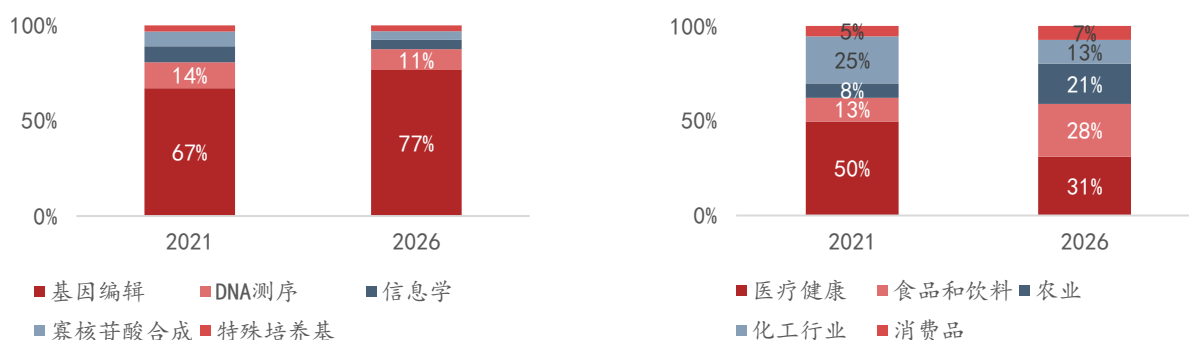


资料来源：BCC Research、中邮证券研究所

在上游使能技术和产品中，基因编辑和 DNA 测序是主要的细分领域。根据 BCC Research 数据，2021 年基因编辑和基因测序的市场规模分别为 23.6 亿美元与 4.8 亿美元，分别占上游使能技术和产品的 67%和 14%。预计到 2026 年基因编辑和基因测序的市场规模将分别达到 94.5 亿美元与 13.4 亿美元，分别占上游使能技术和产品的 77%和 11%。

就下游终端产品而言，医疗健康是第一大应用领域。2021 年医疗健康的合成生物学终端产品市场规模为 23.3 亿美元，占下游终端产品市场的 50%；预计到 2026 年该市场规模将达到 53.5 亿美元，占比为 31%，随着合成生物学学科的发展，在食品饮料、农业等应用领域得到不断延伸，然而医药依然是第一大终端产品市场。

图表25：基因编辑与 DNA 测序在使能技术与产品中占比高 图表26：医疗健康产品在终端产品市场中占比高



资料来源：BCC Research、中邮证券研究所

资料来源：BCC Research、中邮证券研究所

从毛利率水平来看，参考华大智造测序仪业务与金斯瑞生命科学服务及产品相关业务，使能技术的毛利率约在 50%-60%；而通过参考川宁生物与奕柯莱毛利率水平，我们预计下游原料药和中间体的毛利率约在 30%左右。仿制药毛利率约在 50%左右，创新药行业的毛利率相对较高，在 70%-90%左右。

图表27：合成生物学上游与下游毛利率较高

细分领域	毛利率水平
DNA合成	~55%
测序仪	~60%
原料药和中间体	~30%
仿制药	~50%
创新药	~70%-90%

资料来源：iFinD、BCG、公司公告、中邮证券研究所

2.4 具备选品眼光与量产能力的企业更容易脱颖而出

选品和量产能力是产品成败的关键。选品考验公司的战略眼光和市场敏锐度，同时具备量产能力的企业可能更具有成本优势，从而在行业竞争中脱颖而出。

Amyris——法尼烯量产失败造成股价波动

第二次海湾战争引发了原油价格的上涨，美国政府鼓励企业利用合成生物学技术，开发出能够替代石油的生物能源。然而，随着石油价格的下跌，生物能源的成本优势消失，导致许多致力于生物能源开发的公司面临着产品失败的境遇。Amyris 公司就是其中之一。

Amyris 公司于 2003 年由加州大学伯克利分校的科学家创立。公司成立之初，便致力于研发合成青蒿素，用于治疗疟疾，并且得到了盖茨基金会的资助，研发获得成功。随后公司迅速奔向金融市场，2010 年成为合成生物学领域的第一家纳斯达克上市公司。

公司产品涉及消费者健康、美容和保健三个领域。2007 年，Amyris 首次通过合成生物学方法、以甘蔗为原料生产出法尼烯。不过公司在量产时发酵储罐出现了酵母菌死亡的现象，转化率较低，规模化生产出现瓶颈，2013 年时产量仅有 400 万升，无法满足市场需求。2010 年左右美国页岩油革命导致油价下跌，生产法尼烯的成本不具备优势，该项目并未取得成功。

Zymergen——Hyaline 产品失败造成股价波动

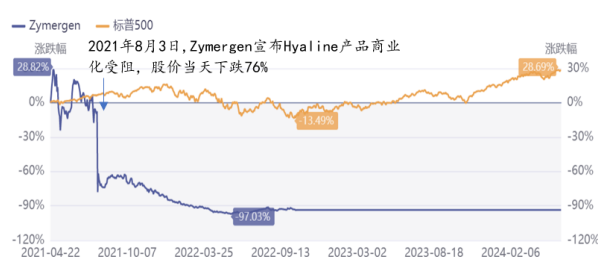
合成生物学领域独角兽公司 Zymergen 利用合成生物学技术在电子领域进行创新，2020 年自主研发出生物基聚酰亚胺薄膜 Hyaline 产品，希望借此在折叠屏手机市场取得成功。然而，由于公司产品团队没有充分了解客户的需求、以及相关工艺流程，导致市场需求远低于预期，产品的量产也未能成功。2021 年 8 月 3 日，公司宣布不再对 Hyaline 产品的营收做预期，股价出现大幅波动。2022 年 10 月，Ginkgo 公司收购了 Zymergen。

图表28: Amyris 量产失败造成股价波动



资料来源：iFinD、氨基观察、中邮证券研究所

图表29: Zymergen 产品失败造成股价波动



资料来源：iFinD、36氪、中邮证券研究所

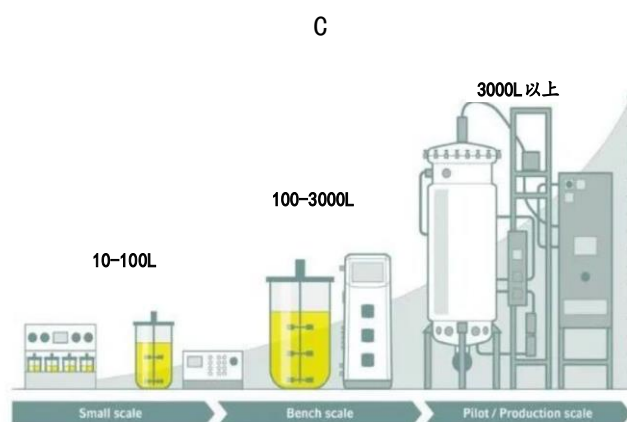
从小试放大到规模化生产是合成生物学面临的**最大难点之一**。合成生物学产品的生产规模放大过程与许多传统发酵工业中的产品生产过程相似，都遵循从实验室小试到中试试验，再到规模化生产的逐步放大路径。在实验室环境中，可以通过精确控制温度、湿度、pH 值和微生物群落等关键环境因素，确保合成生物学过程的稳定进行。但是，从实验室规模到工业规模的生产过程中，需要解决一系列的工程挑战。由于合成生物学技术对环境条件有着极高的要求，即使是微小的环境变化也可能通过“蝴蝶效应”被放大，最终导致大规模生产失败。

图表30：现代发酵工艺流程



资料来源：周景文等. 新一代发酵工程技术: 任务与挑战. 食品与生物技术学报, 2021、中邮证券研究所

图表31：发酵工艺放大倍数逐级扩大



资料来源：高大响主编《发酵工艺》、百仑生物、中邮证券研究所

杜邦公司——1,3-丙二醇量产成功后获得行业垄断地位

化工巨头杜邦就使用生物发酵法生产 1,3-丙二醇，在技术上形成了垄断。1,3-丙二醇(1,3-PDO)可以作为生产高性能聚酯材料聚对苯二甲酸丙二醇酯(PTT)的关键单体。传统化学法生产的 1,3-丙二醇代表有采用的环氧乙烷羰基化法的壳牌(Shell)公司，以及采用的丙烯醛水合氢化法的德国德固赛(Degussa)公司。但是在 21 世纪初，美国杜邦公司取得了重要突破，使用价格低廉、来源广泛的葡萄糖为底物进行发酵生产 1,3-丙二醇，在此领域形成了高度垄断。由于生物法具有更低的成本、更少的能源消耗，可以减少环境污染，随着美国杜邦生物发酵法生产 1,3-丙二醇的大规模产业化，生物法成为 1,3-丙二醇的主流生产工艺，目前 1,3-丙二醇的工业生产 90%以上是采用生物法。

图表32：生物合成法生产 1,3-丙二醇具备优势

生产方法	菌种	底物(原料)	产量(g/L)	生产速率(g/(L·h))	底物转化率(mol/mol)
天然合成	部分微生物	甘油	/	/	0.75
生物合成-杜邦公司	大肠杆菌	葡萄糖	135	3.5	0.83
生物合成-清华大学团队	谷氨酸杆菌	葡萄糖	110.4	2.3	0.99

资料来源：华经情报网、中邮证券研究所

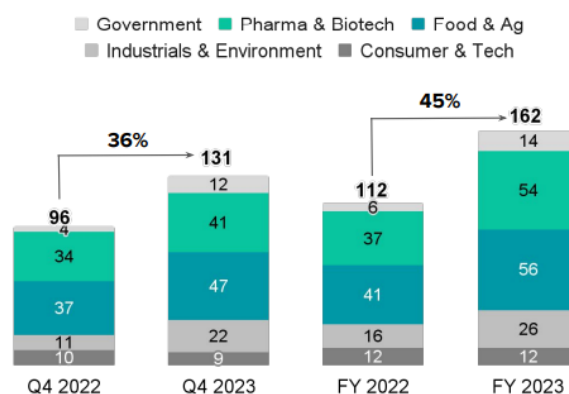
Ginkgo Bioworks——以轻资产模式运营，为客户研发出合适的分子

Ginkgo 公司于 2008 年由一群来自麻省理工学院的生物学家和软件工程师创立。与 Amyris 公司不同，Ginkgo 专注于价值链的核心环节——研发。Amyris 致力于掌控从分子研发到规模化生产，再到市场营销的整个价值链。相比之下，Ginkgo 主要聚焦于分子研发阶段，为合作伙伴或客户开发出合适的分子，随后，合作伙伴或客户将各自负责产品的制造和营销工作。2020 年 4 月，Ginkgo 助力 Moderna 进行疫苗研发。2023 年 9 月 27 日，Ginkgo 公司宣布与辉瑞达成合作关系，共同致力于开发基于 RNA 的候选药物。

图表33：Ginkgo Bioworks 收入构成

In millions of USD except new programs	Historical			Outlook
	FY2021	FY2022	FY2023	FY2024
New programs	31	59	78	100-120
Revenue				
Cell Engineering	\$113	\$144	\$144	\$165-185
Services	\$86	\$106	\$139	\$165-185
Downstream Value [®]	\$27	\$38	\$4	Not provided
Biosecurity	\$201	\$334	\$108	\$50+
Total revenue	\$314	\$478	\$251	\$215-235+

图表34：Ginkgo Bioworks 项目构成



资料来源：公司官网、中邮证券研究所

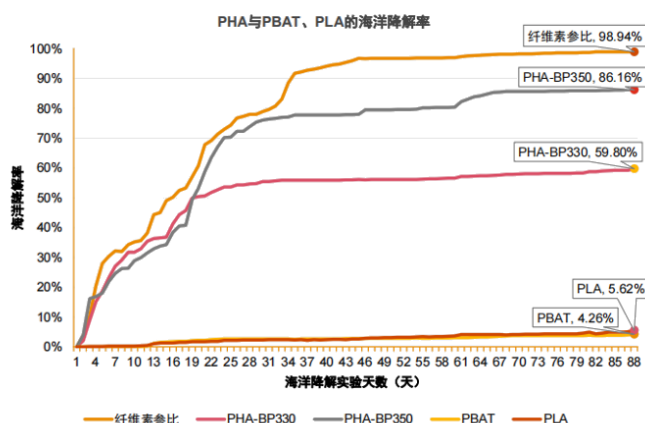
资料来源：公司官网、中邮证券研究所

蓝晶微生物——通过合成生物技术显著降低 PHA 生产成本

合成生物技术企业蓝晶微生物通过优化菌种，降低了聚羟基脂肪酸（PHA）成本 50%以上。PHA 是一种由微生物合成的高分子聚合物，它展现出与石油基化工塑料相似的物理和化学特性。这种材料在土壤和水体中能够在半年内自然分解，因此被认为是一种环保的“绿色塑料”，可以替代传统塑料，以减少“白色污染”。

尽管 PHA 具有这些优点，但其生产过程需要大量的能源消耗，这使得 PHA 的成本相对较高，限制了其在市场上的广泛应用和产业化发展。2023 年 1 月，蓝晶微生物位于江苏省盐城市、设计年产能 5000 吨的蓝晶 PHA I 期工厂试车生产成功，PHA 管线正式进入商业化阶段。

图表35：PHA 海洋降解率高



图表36：PHA 售价高昂

材料类型	单吨售价区间（元）
PHA	50,000–80,000
PLA	22,000–24,000
PBAT	20,000–25,000

资料来源：《PHA 生物可降解塑料产业白皮书》、中邮证券研究所

资料来源：《PHA 生物可降解塑料产业白皮书》、中邮证券研究所

3 投资建议与相关标的

3.1 投资建议

我们积极看好合成生物学未来在医药领域的应用拓展，看好具备产业竞争力、在商业化阶段有所突破的企业：（1）中上游使能技术及研发相关龙头企业，建议关注金斯瑞生物科技、华大智造等；（2）下游具有商业化产品研发和销售能力的代表性企业，建议关注：川宁生物、华东医药等。（3）与产业链相关的生物反应器、生物样本存储等行业也值得关注，推荐关注海尔生物；建议关注东富龙等。

3.2 川宁生物——集合成生物学研发、生产于一体的产品型公司

在合成生物学领域，川宁生物定位于集合成生物学研发、生产型一体化产品型公司。目前已构建完成选品-研发-大生产的商业化体系，已有红没药醇、5-羟基色氨酸、麦角硫因、依克多因等多个产品进入生产、销售阶段，是国内首批实现产品交付的合成生物学企业。公司全资子公司锐康生物（即川宁生物上海研究

院) 围绕高端化妆品原料、保健品原料、高附加值天然产物、生物基材料等领域进行布局, 采用前沿的合成生物学技术, 打造了完整的合成生物学技术平台。

产能方面, 公司在新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州巩留县投资建设“绿色循环产业园项目”。项目合计投资共 10 亿元, 计划有一、二期项目, 分别投资 5 亿元。主要建设可年产红没药醇 300 吨、5-羟基色氨酸 300 吨、麦角硫因 0.5 吨、依克多因 10 吨、红景天苷 5 吨、诺卡酮 10 吨、褪黑素 50 吨、植物鞘氨醇 500 吨及其他原料的柔性生产基地。该项目于 2023 年 3 月启动建设, 2023 年 12 月完成一期项目试车。

产品进度上, 锐康生物通过自主研发已向川宁生物交付的红没药醇、5-羟基色氨酸、麦角硫因、肌醇、角鲨烷、依克多因等产品。红没药醇已成功在“绿色循环产业园项目”进行生产并已进入销售阶段, 5-羟基色氨酸中试阶段已完成, 已进入试生产阶段; 麦角硫因已进入中试阶段; 肌醇小试已完成, 目前已进入中试阶段; 角鲨烷、褪黑素正在小试验证; 依克多因小试验证已完成。

图表37: 锐康生物产品管线

行业	项目	产品描述	路线设计	菌种/酶构建	摇瓶试验	5-50L小试	中试/生产	预计生产年份
化妆品原料	RCB06	化妆品原料红没药醇						2023
	RCE09	麦角硫因						2024
	RCB112	角鲨烷						2024
	RCB16	依克多因						2024
	RCB125	植物源功能化妆品原料						2024
保健品原料	RCB105	5-羟基色氨酸						2024
医药中间体	RCE00	特戈拉赞						2022
农业饲料	RCB136	饲料添加剂						2025
农业饲料	RCB14	肌醇						2024
香精香料	RCB126	植物源香精香料						2025
生物基材料	RCB138	生物基材料单体						2025

资料来源: 川宁生物年报、中邮证券研究所

3.3 华东医药——深耕工业微生物领域 40 余年

华东医药在工业微生物领域已深耕 40 余年，已有多年的微生物药物生产经验，既生产过抗生素等大宗原料药，也生产过环孢素、达托霉素、他克莫司等高难度高附加值药品。此外，公司在微生物药物研发方面也取得了显著的成就。环孢素和阿卡波糖两个产品分别荣获国家科技进步二等奖，充分证明了公司在这一领域的技术实力和创新能力。

公司工业微生物聚焦于合成生物学技术系统应用和生物医药创新发展两大业务场景。公司目前拥有以中美华东工微研发、华东合成生物学产业研究院、琿达生物和琿益生物为核心的研发集群，形成了杭州祥符桥、钱塘新区、江苏九阳、湖北美琪、安徽美华、芜湖华仁和南农动药七大产业化基地。2021 年 11 月，主导设立湖北美琪健康科技有限公司（简称美琪健康），作为公司工业微生物领域除医药领域以外首个产业化平台，推进微生物大健康产品研发、生产和销售。2021 年 12 月，公司收购华昌高科 100% 股权；2023 年 4 月，公司获得南农动药 70% 股权，持续开拓工业微生物新蓝海。公司拥有目前浙江省内最大规模的发酵单体车间和行业领先的微生物药物生产能力。覆盖菌种构建、代谢调控、酶催化、合成修饰、分离纯化等微生物工程技术各个阶段高水平研发能力，构建了微生物项目研发、中试、商业化生产、工程和公用系统保障的完整制造体系。2023 年公司工微板块剔除特定产品业务后实现收入 5.25 亿元，同比增长 20.67%。2024 年一季度工业微生物板块收入保持稳定增长，同比增长 23%。预计后续随海外市场积极拓展，国内动保业务加大线上线下市场推广及湖北美琪健康的投产，工业微生物板块业务增速有望加快。

3.4 金斯瑞生物科技——全球最大的基因供应商之一

金斯瑞生物科技深耕生命科学服务与产品领域近 20 年，是全球最大的基因供应商之一。基于公司坚实的 DNA 合成技术，公司逐步从一家基因供应商，发展为全面的全球领先的科研和生产服务商。目前已建立四大主要业务单元：生命科学服务及产品、生物制剂合约开发及生产（CDMO）、工业合成产品、综合性全球细胞疗法。

生命科学服务及产品是公司的核心业务之一，主要服务包括基因的合成与编辑、多肽合成、蛋白生产、抗体开发，主要产品包括生命科学相关试剂及仪器等。金斯瑞已经成为全球核心的基因合成供应商，市占率达到约 30% 水平。公司业务覆盖中国、北美、欧洲和亚太地区。2023 年生命科学事业群外部收入近 4.05 亿美金，同比增长 15.6%，经调整经营利润 7830 万美金，同比增长 19.4%。

百斯杰是金斯瑞的合成生物学平台，成立于 2013 年，是国内领先的酶生产企业。凭借丰富的技术经验，工程改造蛋白质并构建细胞工厂微生物菌株，生产的单酶和复合酶产品广泛应用于饲料、生物燃料、淀粉、纺织和食品等领域。2023 年工业合成生物外部收入 4290 万美元，同比增长 12.2%，剔除汇率因素影响后，核心酶制剂业务收入增速约为 22.6%；实现经调整经营利润约 200 万美元。

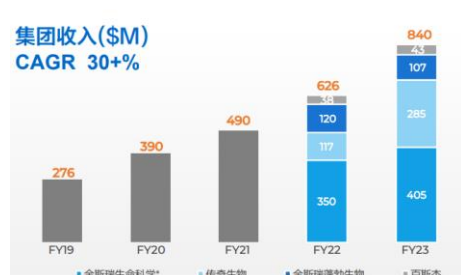
蓬勃生物是公司生物医药合同研发生产 (CDMO) 平台。致力于为基因和细胞治疗 (GCT) 药物、疫苗及抗体蛋白药物等提供从靶点开发到商业化生产的端到端 CDMO 服务。2023 年外部收入为约 1.07 亿美元，调整后经营亏损约为 2970 万美金。现金储备约为 2.587 亿美金，充足的现金储备为业务发展提供了强有力的支持。

传奇生物是公司细胞治疗平台子公司，其重磅 CAR-T 产品西达基奥仑赛上市后前七个季度的销售表现超越其他 CAR-T 上市产品，已累计治疗超过 2500 名患者。同时，公司产能持续提升，位于比利时根特的新厂房已经开始临床生产，细胞处理能力较 2023 年初实现了翻倍。公司的产能目标是在 2025 年年底支持西达基奥仑赛每年约 10,000 人份的产能。在管线推进方面，传奇生物的 BCMA 自体细胞治疗项目、针对胃癌的靶向药 LB1908 研究和治疗多发性骨髓瘤的 LB2103 项目等均在积极进展中。2023 年，传奇生物实现外部收入 2.85 亿美元，较去年增长 144.2%。调整后经营亏损收窄至 3.945 亿美金。

图表38：金斯瑞深耕生命科学服务与产品领域近 20 年



图表39：生命科学板块是公司核心业务之一



资料来源：公司官网、中邮证券研究所

资料来源：公司官网、中邮证券研究所

3.5 华大智造——基因测序仪行业龙头企业

2013 年华大集团收购了美国基因测序公司 Complete Genomics，由此发展起基因测序仪业务，2016 年，华大智造正式成立。公司是目前国内唯一、全球少数几家能够自主研发并量产从 Gb 级至 Tb 级低中高不同通量的临床级基因测序仪企业之一。公司业务布局遍布六大洲 100 多个国家和地区，在全球服务累计超过 2800 个用户，并已在全球多个国家和地区设立科研、生产基地及培训与售后服务中心等。

公司主要产品覆盖三大业务板块：基因测序仪业务板块、实验室自动化业务板块及新业务板块。在测序通量、读长、速度、成本和集成化等测序平台核心指标方面不断打破传统技术极限、实现量产，保持全球引领地位。同时，围绕测序关键核心原料组分进行源头性技术研发和工程性工艺研发，包括测序酶、MDA 酶、dNTP、染料等，进一步提高测序质量、降低测序成本。同时，公司坚持核心技术自研，应用需求驱动，围绕自动化样本处理系统、实验室流水线、试剂和耗材等自动化平台关键技术和产品布局方面开展研发，融合多种应用场景需求，实现仪器、软件、试剂及耗材的系统性开发和整合性应用。此外，公司坚持以多组学解决方案作为顶层生命科技核心工具在细胞组学、BIT 产品、生物样本库、远程超声机器人等多个方向进行开拓，不断完善业务布局。

2022 年公司与 illumina 就美国境内的所有未决诉讼达成和解，并于 2023 年正式打开欧美市场。2023 年 2 月，华大智造重磅推出超高通量基因测序仪 T20，将单人类全基因组测序成本降低至 100 美元以内，并且每年可完成 5 万例人类全基因组测序，代表了当今前沿基因测序技术，创造了全球基因测序仪单机通量和单人测序成本的新纪录。

3.6 东富龙——国内制药装备龙头企业

东富龙是国内制药装备龙头企业之一，为全球制药企业提供制药工艺、核心装备、系统工程整体解决方案的。公司 1993 年以冻干机起家，成立 30 年来，已有超 10,000 台制药设备、药品制造系统服务于全球 50 多个国家和地区的近 3,000 家全球知名制药企业。公司拥有四个核心事业部：生物工艺事业部、制剂装备事业部、工程事业部、食品工程事业部。其中，公司生物工艺板块主要为客户提供

满足小分子药物的化学原料药和中药提取原料药、大分子药物的生物原液、以及细胞与基因治疗药物的制备等应用场景中所需的各种设备、仪器、以及耗材。包括摇摆式反应器、一次性反应系统、灌流培养系统、一次性细胞分选处理系统、性层析及超滤系统、细胞&生物样本冻存系统、质粒发酵平台、mRNA 平台（在线碱裂解系统、LNP 制备系统和纳米药物递送系统）、基因载体贴壁培养平台（固定床反应器、细胞工厂操作器）、悬浮培养平台（ATF（逆转录病毒灌流）、核酸合成仪、多肽合成仪等等，可广泛应用于生物制品、疫苗、血制品、抗生素、化学药品、诊断制剂、保健品、兽药、中药等药物制造领域。

至今为止，公司拥有东富龙生命科技、东富龙德惠等 26 家境内控股子公司，13 家境外控股子公司，国内外共 8 个基础制造基地，拥有中国、美国、德国 3 个全球研发中心。2009 年公司在国内冻干设备市场市占率约为 20.47%，2021 年已达到 50%左右，是多年来国内最大的冻干机制造商。

3.7 海尔生物——低温存储领域领先企业

海尔生物成立于 2005 年，是海尔集团旗下的基于物联网转型的生命科学与医疗创新数字化场景方案服务商，面向医药企业、高校、科研机构等生命科学用户和医院、血站、基层公卫、疾控等医疗卫生等用户，提供以智慧实验室、数字医院、智慧公卫、智慧用血为代表的数字场景综合解决方案。产品及解决方案已应用于全球 150 余个国家和地区。在国内市场，覆盖了上万家医院、生物科技企

业、高校科研机构、疾控、血浆站、检测机构等终端用户。

公司聚焦生命科学和医疗创新两大领域，持续加大技术创新力度，加强全球市场体系布局。生命科学板块主要面向科研高校和制药等用户，提供包括样本管理、样本制备、生物培养、实验动物管理、危化品管理等一系列场景的智慧实验室解决方案；以及细胞复苏/扩增/培养、冻干、冻存融、无菌检查、稳定性实验等小试、中试、质控场景的制药服务解决方案，并逐渐向工业生产解决方案拓展。从自动化样本库、智慧实验室到制药工艺用户场景延伸，方案日趋多样化。医疗创新板块主要面向医院、公卫、血/浆站等用户，围绕院内用药、公共卫生、城市用血、老年人健康管理、妇幼保健等领域，不断延伸用户场景，形成满足医疗卫生体系多样化需求的创新方案矩阵。

公司率先打破国外垄断，自主研发掌握超低温制冷核心技术，并基于超低温制冷领域拓展至非存储领域，进一步提升公司成长性。在生命科学领域推出光照/霉菌培养箱、落地式高速冷冻离心机、全自动细胞培养工作站等新产品方案；在医疗创新领域推出普药配液机器人、小安瓿瓶配液机器人等新产品方案，公司产品丰富度进一步提升。

公司坚持“内生+外延”双增长引擎，外延发展以持续的高质量并购为基础。2022年10月，公司收购金卫信60%股权，加速构建数智疫苗全场景生态闭环；2022年12月，公司收购康盛生物，正式进入实验室耗材市场；2023年4月，公司收购苏州厚宏智能科技有限公司70%股权，拓展医疗自动化设备领域研发与应用；2024年5月，公司收购上海元析，打开分析仪器新版图，持续完善第二增长曲线。

4 风险提示

政策推广不及预期风险；市场竞争加剧风险。

中邮证券投资评级说明

投资评级标准	类型	评级	说明
报告中投资建议的评级标准： 报告发布日后的 6 个月内的相对市场表现，即报告发布日后的 6 个月内的公司股价（或行业指数、可转债价格）的涨跌幅相对同期相关证券市场基准指数的涨跌幅。 市场基准指数的选取：A 股市场以沪深 300 指数为基准；新三板市场以三板成指为基准；可转债市场以中信标普可转债指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普 500 或纳斯达克综合指数为基准。	股票评级	买入	预期个股相对同期基准指数涨幅在 20%以上
		增持	预期个股相对同期基准指数涨幅在 10%与 20%之间
		中性	预期个股相对同期基准指数涨幅在-10%与 10%之间
		回避	预期个股相对同期基准指数涨幅在-10%以下
	行业评级	强于大市	预期行业相对同期基准指数涨幅在 10%以上
		中性	预期行业相对同期基准指数涨幅在-10%与 10%之间
		弱于大市	预期行业相对同期基准指数涨幅在-10%以下
	可转债评级	推荐	预期可转债相对同期基准指数涨幅在 10%以上
		谨慎推荐	预期可转债相对同期基准指数涨幅在 5%与 10%之间
		中性	预期可转债相对同期基准指数涨幅在-5%与 5%之间
		回避	预期可转债相对同期基准指数涨幅在-5%以下

分析师声明

撰写此报告的分析师（一人或多人）承诺本机构、本人以及财产利害关系人与所评价或推荐的证券无利害关系。

本报告所采用的数据均来自我们认为可靠的目前已公开的信息，并通过独立判断并得出结论，力求独立、客观、公平，报告结论不受本公司其他部门和人员以及证券发行人、上市公司、基金公司、证券资产管理公司、特定客户等利益相关方的干涉和影响，特此声明。

免责声明

中邮证券有限责任公司（以下简称“中邮证券”）具备经中国证监会批准的开展证券投资咨询业务的资格。

本报告信息均来源于公开资料或者我们认为可靠的资料，我们力求但不保证这些信息的准确性和完整性。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价，中邮证券不对因使用本报告的内容而导致的损失承担任何责任。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策。

中邮证券可发出其它与本报告所载信息不一致或有不同结论的报告。报告所载资料、意见及推测仅反映研究人员于发出本报告当日的判断，可随时更改且不予通告。

中邮证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或者计划提供投资银行、财务顾问或者其他金融产品等相关服务。

《证券期货投资者适当性管理办法》于 2017 年 7 月 1 日起正式实施，本报告仅供中邮证券客户中的专业投资者使用，若您非中邮证券客户中的专业投资者，为控制投资风险，请取消接收、订阅或使用本报告中的任何信息。本公司不会因接收人收到、阅读或关注本报告中的内容而视其为专业投资者。

本报告版权归中邮证券所有，未经书面许可，任何机构或个人不得存在对本报告以任何形式进行翻版、修改、节选、复制、发布，或对本报告进行改编、汇编等侵犯知识产权的行为，亦不得存在其他有损中邮证券商业性权益的任何情形。如经中邮证券授权后引用发布，需注明出处为中邮证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节或修改。

中邮证券对于本声明具有最终解释权。

公司简介

中邮证券有限责任公司，2002 年 9 月经中国证券监督管理委员会批准设立，注册资本 50.6 亿元人民币。中邮证券是中国邮政集团有限公司绝对控股的证券类金融子公司。

公司经营范围包括：证券经纪；证券自营；证券投资咨询；证券资产管理；融资融券；证券投资基金销售；证券承销与保荐；代理销售金融产品；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问。此外，公司还具有：证券经纪人业务资格；企业债券主承销资格；沪港通；深港通；利率互换；投资管理人受托管理保险资金；全国银行间同业拆借；作为主办券商在全国中小企业股份转让系统从事经纪、做市、推荐业务资格等业务资格。

公司目前已经在北京、陕西、深圳、山东、江苏、四川、江西、湖北、湖南、福建、辽宁、吉林、黑龙江、广东、浙江、贵州、新疆、河南、山西、上海、云南、内蒙古、重庆、天津、河北等地设有分支机构，全国多家分支机构正在建设中。

中邮证券紧紧依托中国邮政集团有限公司雄厚的实力，坚持诚信经营，践行普惠服务，为社会大众提供全方位专业化的证券投、融资服务，帮助客户实现价值增长，努力成为客户认同、社会尊重、股东满意、员工自豪的优秀企业。

中邮证券研究所

北京

邮箱：yanjiusuo@cnpsec.com

地址：北京市东城区前门街道珠市口东大街 17 号

邮编：100050

上海

邮箱：yanjiusuo@cnpsec.com

地址：上海市虹口区东大名路 1080 号邮储银行大厦 3 楼

邮编：200000

深圳

邮箱：yanjiusuo@cnpsec.com

地址：深圳市福田区滨河大道 9023 号国通大厦二楼

邮编：518048