

顶层设计打出“组合拳”，创新平台能级跃升，产业链上下游加速集聚，标志性成果和重点项目相继落地—— 竞逐万亿级赛道，青岛合成生物加快“起势”

□青岛日报/观海新闻记者 耿婷婷

前不久，青岛农业大学生命科学学院杨建明教授团队与一家生物技术公司签约，以1000万元价格成功转让虾青素绿色生物制造工程菌株专利所有权，由此创下山东省虾青素绿色生物制造领域单笔专利转让金额最高纪录。

再早一些时间，山东大学微生物改造技术全国重点实验室也有重磅消息：祁庆生教授团队在基因编辑领域实现关键技术突破，将基因组编辑效率提升至96.3%，并进一步通过建立ESTAR平台，实现了多个基因位点的高效精准编辑。

两则新闻指向同一个正在加速照进现实的技术方向——合成生物。合成生物学被誉为继“DNA双螺旋结构发现”和“人类基因组测序计划”之后的第三次生物技术革命，是全球科技与产业竞争的新焦点。它正以惊人的速度从实验室走向产业端，重塑从医疗健康到材料能源的多个产业格局。

在青岛，合成生物产业已从“蓄势”走向“起势”。从山东大学的基因编辑技术突破到中国科学院青岛生物能源与过程研究所（简称青岛能源所）反式乌头酸千吨级示范线的建成，从华大基因、清原集团在上游工具层的全国领先到蔚蓝生物、中科蓝智等下游应用企业的快速成长——青岛已初步构建起覆盖“基础研究—技术创新—中试验证—产业化”的全链条产业生态。

去年年底举办的2025生物制造大会指出，我国生物制造产业总规模已达到1.1万亿元，生物发酵产品产量占全球70%以上。面对万亿级市场，青岛如何补齐短板、放大优势、加速突围？随着顶层设计打出“组合拳”、创新平台能级跃升、产业链上下游加速集聚、标志性成果和重点项目相继落地，青岛正竞逐万亿级合成生物赛道。

朝阳赛道群雄逐鹿，青岛下好“先手棋”

合成生物，通俗地说，就是像设计电路一样重新设计生命。该领域科学家将微生物细胞作为“底盘”，通过基因编辑为其安装特定的“生产线”，让它们在发酵罐里“制造”出原本需要从动植物中提取的物质。青岛农业大学那株以大肠杆菌等微生物细胞为核心底盘改造而来的绿色生物合成高产菌株，就是通过此方式把虾青素的生产成本降到了传统方式的十分之一。

正是这种“改造生命”的能力，让合成生物被推上了各国产业竞争的制高点。国家“十五五”规划建议将生物制造列为六大未来产业之一，定位其为新的经济增长点。有专家认为，合成生物在人类健康、食品安全与土壤健康、循环经济与减排、人工智能与合成生物、分布式制造五个领域的创新应用，将会创造巨大价值。

面对这条朝阳赛道，国内主要城市竞相展开布局。

2021年，深圳光明区发布了全国首个合成生物领域专项扶持政策，连续三年安排4亿元财政资金进行产业扶持；2022年，深圳将合成生物列入未来产业重点培育方向；去年8月，深圳完成了全国首个合成生物产业专项立法；今年4月，深圳又出台合成生物专项扶持政策，明确“揭榜挂帅”类项目单个最高支持3000万元，涉及重大技术系统的攻关项目单个最高支持可达1亿元，建立总规模超100亿元的产业引导基金体系……现在，仅光明区就汇聚了超130家合成生物企业，总估值近400亿元。

上海同样迎头赶上，2023年9月就发布了加快合成生物创新策源、打造高端生物制造产业集群的行动方案；今年年初，又将

创新策源能力凸显，关键技术多点突破

产业的根基和源头在创新。在青岛，山东大学青岛校区、中国海洋大学、青岛能源所、青岛农业大学、青岛科技大学等高校和科研院所所在基因编辑、底盘细胞构建、生物制造等关键方向上持续攻关，让创新策源能力加速转化为产业竞争力。

在底层技术攻坚方面，山东大学青岛校区的实力尤为突出。其微生物改造技术全国重点实验室聚焦新一代基因编辑技术、智能化酶工程技术、优质菌种创制及产业化等关键方向，突破了一批关键技术难题。例如，中国工程院外籍院士、实验室主任张友明原创开发的Red/ET基因编辑技术，拥有完全自主知识产权，突破了传统DNA克隆对编辑位点和片段大小的限制，被国际同行评价为“DNA工程技术中的革命性创新”。这项技术具有精准、不脱靶的优势，被誉为“基因神贴”，可广泛应用于细菌基因组编辑研究，让我国在基因编辑领域拥有了国际话语权。

面向产业需求，青岛能源所的技术突破同样令人瞩目。反式乌头酸在农业线虫防治、生物基化学品应用等方面极具潜力，但低效的植物提取、复杂的化学合成，无法让其实现低成本大规模生产。青岛能源所微生物制造工程中心的科研团队筛选代谢高效的丝状真菌作为“底盘”，通过改造补齐其生产反式乌头酸缺失的部分功能，构建了生产反式乌头酸的“细胞工厂”，实现了其高效合成与有效积累。现在，青岛能

合成生物技术明确列为重点发展的先导产业，构建了从顶层设计、创新激励到市场转化的完整支持框架。现在，上海合成生物学创新中心探索的“虚拟公司”模式已完成14个项目的概念验证支持，上海闵行开发区内的生物制造企业数量以年均20%的复合增长率上扬。

此外，北京经开区聚焦合成生物制造前沿领域，推出12项精准扶持举措，单项最高支持金额达3000万元；浙江、江苏、天津等省市也已具有较为完善的产业链，通过打造专业园区力推产业集群化发展……

城市间的竞逐已然白热化，青岛表现如何？

在合成生物赛道，青岛的布局并不晚。2024年12月，青岛提出打造“10+1”创新型产业体系，明确将合成生物作为生命健康产业突破发展赛道之一。去年4月出台的《青岛市合成生物创新发展行动方案（2025—2027年）》，提出底层技术迭代、平台工具增效等六大创新行动，该方案量化了发展目标：到2027年，力争突破关键技术不少于30项，形成国际先进水平创新成果不少于5项，打造标志性产业化项目不少于10项，瞪羚、专精特新、科技领军企业总计突破30家……

近年来，青岛还成立了由市领导牵头的产业发展工作专班，统筹推进园区布局、政策实施和项目落地等重要事宜；规划建设青岛科创大走廊，将合成生物作为重要任务予以推进，建设青岛市合成生物先导产业园。

顶层设计的“组合拳”，为青岛合成生物产业的发展绘出清晰的路线图。

源所以合成生物方式研制的反式乌头酸，已入选工业和信息化部首批生物制造标志性产品，并联合企业建立了国际首条千吨级生产示范线。

打通降血脂药物辛伐他汀全生物合成技术路线，在全球最大的辛伐他汀生产企业完成技术转化；实现纯天然甘油葡糖苷高纯度生产，推动其在健康领域等多个场景实现国际首次应用；让原本需要从中药大黄中提取的大黄素甲醚从发酵罐里就能直接产出……在青岛能源所，用“小生物”撬动“大产业”的尝试不在少数。

除了“单点突破”，在更大的视野中，青岛合成生物领域创新平台的能级也在持续提升。2024年年底，青岛市合成生物技术创新战略联盟成立，由市科技局指导、青岛能源所联合有关企业高校组建，面向合成生物技术产业发展重大需求凝聚创新力量。

值得关注的是，联盟成员单位之间，不同主体已经合作多年。青岛能源所、山东大学、蔚蓝生物等单位共同建设了山东省合成生物技术创新中心，致力于细胞工厂筛选、工业菌株构建、微藻绿色制造等研究；微生物技术国家重点实验室与青啤等企业的国家重点实验室合作，建立了蓝色经济区生物技术国家重点实验室联合体；华东理工大学青岛创新研究院则依托生物反应器工程国家重点实验室，在高性能菌株设计与筛选及大规模培养技术开发领域居于国内领先地位。



■山东大学微生物改造技术全国重点实验室主任张友明（前）指导学生做实验。



■华大基因实验室内，工作人员操作分析仪器。



■星赛生物实验室内，工作人员使用拉曼流式细胞分选仪Flow-RACS分析并分选样品中的功能单细胞。



■清原集团的科研人员开展研发相关工作。

青岛布局合成生物赛道

青岛合成生物产业已从“蓄势”走向“起势”，初步构建起覆盖“基础研究—技术创新—中试验证—产业化”的全链条产业生态

顶层设计

打造“10+1”创新型产业体系，明确将合成生物作为生命健康产业突破发展赛道之一；出台《青岛市合成生物创新发展行动方案（2025—2027年）》；成立由市领导牵头的产业发展工作专班，统筹推进园区布局、政策实施和项目落地等重要事宜；规划建设青岛科创大走廊，将合成生物作为重要任务予以推进，建设青岛市合成生物先导产业园

创新平台

山东大学青岛校区、中国海洋大学、青岛能源所、青岛农业大学、青岛科技大学等高校和科研院所所在基因编辑、底盘细

胞构建、生物制造等关键方向上持续攻关；青岛市合成生物技术创新战略联盟成立，持续提升创新平台能级

企业梯队

产业上游“工具层”，青岛拥有华大基因、清原集团、极智生物等企业，在基因测序、基因编辑等领域已形成全国领先优势；中游平台层，星赛生物、合生北因

等一批企业已崭露头角；在更广阔的下游应用领域，蔚蓝生物、中科蓝智、美泰科技、昌进生物等一批企业已将合成生物学应用于农业、医药、美妆等多个领域

产业链条初具规模，企业梯队加速成长

全谱分选通量的世界最高纪录，为合成生物制造提供了高端仪器的支撑。合生北因则专注于基因、细胞治疗药物早期研发CRO（即Contract Research Organization，意为“合同研究组织”）及科研服务业务，已建成了基因与细胞治疗药物CRO与概念验证平台、基础医学CRO应用场景平台、RNA药物开发服务平台，与三甲医院和高校、科研院所开展深度合作，助力多家企业完成基因和细胞治疗药物IND申报。

在更广阔的下游应用领域，蔚蓝生物、中科蓝智、美泰科技、昌进生物等一批企业已将合成生物学应用于农业、医药、美妆等多个领域。

业内将酶制剂比作工业生物技术领域的“芯片”，把高效底盘细胞比作生产这枚“芯片”的“光刻机”。在这方面，蔚蓝生物构建起酵母、芽孢杆菌、木霉、黑曲霉四大底盘细胞及对应的规模化发酵体系，并搭建行业领先的高通量筛选工作站与大数据模型等，大幅提升了酶制剂的催化效率和工业适应性。

中科蓝智是青岛合成生物领域从实验室走向产业化的典型代表。依托青岛能源所的科研成果，该企业运用合成生物技术，对螺旋藻这一“底盘细胞”进行定向改造，创制了微藻规模培养制备高值天然产物2α型甘油葡糖苷的全新产业技术，并实现标准化生产全链条贯通与产业应用。

此外，昌进生物在微生物蛋白领域持续发力，已开发出基于微生物蛋白的类奶油、类芝士、植物基冰激凌等系列产品；恒鲁生物以合成生物技术为引领，在全球范围内首次实现了基于酵母的母乳低聚糖规模化生产；喜海生物与青岛农业大学杨建明团队开展产学研合作，以光合固碳微生物技术直击行业痛点，把番茄红素获得成本降低了90%……

在山东大学青岛校区、青岛农业大学、青岛能源所等高校院所打造的坚实创新底座上，一批批企业拔节生长。全链条布局，青岛合成生物产业正加速从实验室走向生产线。

面向未来精准发力，加速迈向万亿级集群

据麦肯锡预测，未来10至20年，全球60%的产品可采用生物制造方法生产，将创造约4万亿美元的经济价值。面对这片万亿产业新蓝海，青岛已经躬身入局，但要抢占发展先机，还应该进一步自我剖析、精准发力。

记者自市科技局获悉，下一步，青岛要在成果转化、培育市场主体、完善服务体系等方面持续发力，强化产业集聚效应，增强产业链上下游之间、企业之间协同配合。

这首先要求青岛强化创新驱动，加速成果转化，贯通前沿创新和产业发展之间的道路。这一方面，青岛要建好用好山东大学微生物改造技术全国重点实验室、中国海洋大学未来海洋食品制造概念验证和中试熟化平台等高能级科创平台，补齐关键设施短板；要促进成果转化相关政策措施落地，深化“青岛好成果”等品牌路演活动，依托青岛能源所发挥好合成生

因测序仪与全国首个测序酶研发生产基地，位于崂山区的人工智能产业园为合成生物研发提供软硬件支撑。在这个基础上，要进一步完善服务体系，优化发展环境。比如，加强政策落实，细化合成生物产业扶持政策，确保各项政策落地见效；打造产业园区，加快建设合成生物产业园，完善污水处理、中试车间等配套设施，实行“一站式”服务，形成“研发—中试—生产”一体化产业生态；开放应用场景，在生物医药、农业环保、材料能源等重点领域，主动为新技术、新产品提供“试验场”……

从顶层设计的系统落到产业链条的加速成型，青岛合成生物产业正从“蓄势期”迈向“突破期”。随着创新链、产业链、资金链、人才链的深度融合，一个具有核心竞争力的产业集群雏形初显。在这条关乎未来产业格局的新赛道上，青岛正奋力跑出“加速度”。