

泰安市合成生物 **2024** 年-**2026** 年 行动计划

2024 年 **10** 月

目 录

一、发展基础	4
(一) 产业现状	4
(二) 发展形势	4
(三) 面临挑战	5
二、总体要求	7
(一) 发展思路	7
(二) 发展愿景	7
(三) 发展目标	8
三、产业重点	9
(一) 合成生物产业图谱	9
(二) 生物育种产业图谱	10
(三) 细胞基因治疗产业图谱	11
四、发展路径	13
(一) 创新技术提升行动	13
(二) 产业建链筑基行动	15
(三) 市场主体引培行动	17
(四) 产业生态协同行动	18
五、保障措施	19

（一）健全工作推进机制	19
（二）落实资源要素保障	20
（三）强化生物安全监管	21

一、发展基础

（一）产业现状

具备一定产业基础。泰安市拥有全球最大氨糖原料生产企业，该企业最早掌握发酵法氨糖生产技术并实现规模化生产，目前新建年产 2 万吨氨基葡萄糖及其他生物发酵产品项目已开工。同时，泰安市在功能性食品原料、细胞培养肉，微生物发酵蛋白、代脂代糖类等产品领域具备一定的项目和企业基础。

（二）发展形势

国家高度支持。近年来，我国高度重视合成生物产业，工信部、科技部、农业农村部等多部门密集出台加快合成生物创新发展的政策文件，把合成生物制造列为新时期确保我国经济高质量发展的战略新兴产业和未来产业。2022 年，我国发布《“十四五”生物经济发展规划》，天津、山东、上海、浙江、河南等各地政府陆续出台支持合成生物学产业发展的落地政策，明确提出了合成生物学方向的规划和布局，合成生物产业发展迎来历史机遇期。

应用前景广阔。合成生物学应用领域广泛，如医药、化工、农业、食品、能源等。目前，合成生物应用处于发展初期，产品类型较少，市场空间有待进一步释放。根据专业机构预测，预计到 2025 年，合成生物学与生物制造的经济影响将达到 1000 亿美元，生物制造的产品可以覆盖 60% 化学制造产品，

且产业应用边界持续扩展；预计在 2030-2040 年，合成生物学每年带来的经济影响将达到 1.8 至 3.6 万亿美元。

双碳战略利好。合成生物制造是一种具有潜力的绿色生产方式，合成生物制造可以降低工业过程能耗、物耗，减少废物排放，减少空气、水、土壤污染。根据国家发展和改革委员会创新和高技术发展司报告，生物制造产品与石化路线相比，平均节能减排 30%-50%，未来潜力将达到 50%-70%。根据世界自然基金会（WWF）预测，到 2030 年，工业生物技术每年将可降低 10 亿~25 亿吨的 CO₂ 排放。

技术升级迭代。合成生物学技术门槛极高，产业发展很大程度上依赖于底层技术的进步。随着基因合成、基因编辑、基因检测等底层技术的不断升级，生物信息学、人工智能、自动化、工程化平台等扩展技术不断突破，合成生物相关成本大幅下降，进一步推动产业快速发展。

（三）面临挑战

从外部看，合成生物发展主要面临两大风险：一是道德伦理风险。合成生物学设计和创造“人造生命”，打破了传统以 DNA 为遗传基础的自然进化历程，挑战了传统的以生物进化的自然法则为基础的生命伦理，带来道德伦理风险。二是生物安全风险。合成生物有可能影响自然环境中生物循环，引发跨物种杂交、繁衍增生失控等生物安全问题，可能影响生物多样性、安全性和稳定性。同时，合成生物技术可能导致致命病原体非

法传播、扩散，影响社会安全和国家安全。

从内部看，泰安市合成生物产业主要存在四方面挑战：一是缺少顶层发展规划，影响产业统筹发展、资源配置以及外部企业招引。二是泰安市合成生物相关企业只涉及合成生物生产制造环节，且大多数处于产业价值链中低端环节。三是人才基础薄弱。合成生物属于技术密集型行业，且行业处于发展初期，需要高层次的人才支撑。目前泰安市高层次人才仍然比较稀缺。四是点状分布特征明显。现有合成生物企业主要分步在泰山区、新泰市、宁阳县等多个县市区，产业协同效应、规模效应和集聚效应尚未发挥。

二、总体要求

（一）发展思路

全面贯彻落实泰安市新型工业化强市战略总体要求，坚持“创新化、绿色化、生态化、高端化”发展原则，瞄准合成生物产业发展前沿动态和趋势，以“重创新、聚产业、育企业、建生态”为工作抓手，对内激发活力、对外加强创新，重点发展合成生物制造及在医疗健康、农业食品、新能源新材料三大领域应用，巩固提升生物育种发展水平，探索布局细胞基因治疗领域，打造成为全国合成生物产业制造高地和山东省合成生物应用转化示范基地。

（二）发展愿景

全国合成生物产业制造高地。以泰安市多家具有生物发酵技术企业为基础，进一步整合拓展发酵产线，扩大下游产品覆盖面。利用山东省生物发酵产业规模全国第一的优势，支持新型发酵技术来泰成果转化，进一步提升生物制造能力，争取打造成为全国合成生物产业制造高地。

山东省合成生物应用转化示范基地。谋划建设合成生物产业基地，引进培育一批知名骨干企业，推进合成生物产学研合作平台、科技成果转移转化平台等载体建设，加强应用示范和场景创新，大力发展新技术、新产品，提升产品创新水平，将泰安市打造成山东省合成生物应用转化示范基地。

（三）发展目标

到 2026 年，合成生物发展产业体系基本完善，市场主体蓬勃发展，产业创新能力显著提高，生物技术取得较大进展，综合实力显著增强，成为泰安市高质量发展的新动能和新增长点。

——产业发展目标。合成生物产业链上游底层技术环节及中游细胞设计构建环节初见雏形，中游生产制造环节基础进一步加强，下游生物医药、生物能源、生物材料、生物食品、生物农业等应用领域布局基本完成。

——市场主体目标。生物产业领域龙头企业带动作用更加明显，打造若干细分行业龙头企业，培育或引进 1 家销售收入过亿元企业，形成龙头企业引领、中小企业协同的企业格局。

——创新能力目标。高校、院所和企业协同创新取得一定突破性进展。新增生物领域重点实验室、产业创新中心、技术创新中心、工程研究中心、企业技术中心等国家级或省级创新平台 2 个。

三、产业重点

(一) 合成生物产业图谱

积极发展合成生物生产制造环节，加快拓展“合成生物+医疗健康、农业食品、新能源新材料”三大领域应用。持续研究合成生物关键技术，推动构建技术服务平台，实现产业补链延链发展。

图 1：合成生物产业链图谱



大力发展生产制造。支持生物发酵产业全链条能力提升，推动合成生物生产环节能力体系优化升级。提升菌种选育改造能力，鼓励企业建设高通量微型发酵、定量分析化学测试和定量生物学测试技术平台，提升菌种发酵性能、生理特征及代谢瓶颈等分析能力，持续提升菌种设计、改造水平。加强发酵过程控制，完善数据采集系统、数据分析系统和反馈操作系统建设，形成“数据采集—数据分析—数据反馈—发酵条件调整—数据应用”闭环管理，确保发酵条件稳定性、持续性。丰富分

离纯化技术手段，支持探索结晶分离技术、膜分离技术、萃取分离技术等多样化技术应用。

鼓励企业技术研究。鼓励企业加大生物技术相关研发投入，引导微生态科创中心发挥创新引领作用，鼓励企业、科研院所、高校、实验室等加强合作，支持联合组建合成生物研究所、基因工程研究所等产业创新平台，引导企业适时发展基因测序、基因编辑、基因合成与组装等共性技术创新和应用，研究生物元件设计、基因线路设计、代谢通路设计等核心技术，推动技术成果产业化转化。支持建设微生物菌种库、生物元件库、蛋白质结构功能信息库等生物信息数据库。

加快重点领域应用。有序推动合成生物技术在医疗健康、农业食品、新能源新材料等领域应用，打造典型应用场景，全面提升泰安市生物产业多样化水平，推动泰安生物经济高质量发展。其中，医疗健康领域重点发展生物技术药、原料药及医药中间体、新型疫苗等产品；农业食品领域重点发展生物农药、生物饲料、替代蛋白等产品；新能源新材料领域重点发展生物燃料、生物可降解材料等产品。

（二）生物育种产业图谱

依托山东农业大学小麦育种全国重点实验室、山东农业大学登海玉米产业研究院等创新平台以及现有化肥、种业等企业基础，加快与国内重点高校、院所开展产学研用合作，重点发展创新品种研发及良种繁育环节，推动种业“育繁推”一体化

发展。

图 2：生物育种产业链图谱

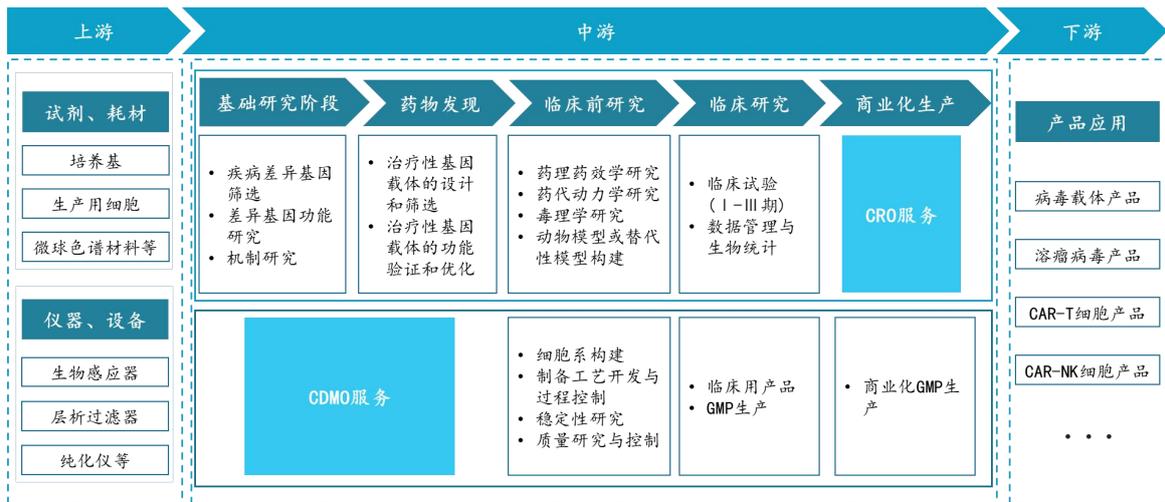


加强良种育繁。推动常规育种与生物育种技术相结合，研究应用全基因组育种、基因编辑育种、转基因育种、分子标记辅助育种、航天生物工程等前沿核心技术，加强培育优质高产、营养安全以及适应标准化生产的新品种，打造泰科麦系列、汶农系列、泰农系列等小麦、玉米品种品牌，以及黄瓜、西甜瓜、桃、百合、泰山珍稀食药菌等瓜菜菌种品牌。鼓励和引导种业龙头企业、农民合作社、行业协会等参与现代化种养基地建设，打造一批设施化、标准化、集约化、机械化的优势种业繁育基地。

（三）细胞基因治疗产业图谱

以细胞基因治疗产品及外包服务为重点进行产业拓展，延伸发展上游试剂耗材及仪器设备。

图 3：细胞基因治疗产业链图谱



积极发展细胞基因治疗产品。积极拓展 CAR-T 细胞疗法、CAR-NK 细胞疗法、病毒载体产品、细菌载体产品、质粒 DNA 产品、基因编辑系统产品、体外编辑细胞产品等重点产品。鼓励遗传病治疗、恶性肿瘤治疗、慢性病治疗、抗病毒治疗等领域成果转化及创新应用。积极规范细胞基因治疗技术标准、制备标准和临床应用，探索建立细胞基因治疗临床研究与转化应用试点，创新细胞基因治疗发展路径。

积极布局细胞基因治疗外包服务。积极布局细胞基因治疗 CDMO、CRO、CMO 等外包服务，支持细胞治疗、基因治疗等相关技术产品的研发转化。

延伸发展试剂耗材及仪器设备。支持试剂与耗材、仪器与设备的研发创新及产业化发展。开展细胞培养基、滤膜、功能鉴定试剂等关键耗材，以及切向流过滤系统、脂质体高压均质机、生物反应器、自动化封闭式细胞处理设备、过程分析技术系统等仪器设备的研发攻关与应用，促进细胞基因治疗研发及生产供应链的自主可控。

四、发展路径

（一）创新技术提升行动

1.构建技术创新体系。积极开展关键技术攻关。支持在多酶催化体系、微流控生物检测、发酵工艺放大与优化等发酵技术上实现突破，提高创新链整体效能。鼓励企业链接济南、上海、深圳等地高校、科研院所，联合开展基因测序、基因编辑、基因合成与组装等共性技术及生物元件设计、基因线路设计、代谢通路设计等核心技术研究创新。加快构建企业主体、市场导向、产学研相结合的生物技术创新体系，支持创新主体建设生物产业科研机构和技术创新战略联盟，推动产业整体提档升级；综合运用“揭榜挂帅”等方式，提高生物产业科技创新组织水平和实效。

专栏 1：合成生物关键技术

基因测序。指通过一定的技术手段分析 DNA 或者 RNA 片段中的碱基序列。目前已发展出四代测序技术。

基因编辑。对基因进行编辑或修饰，改变基因的结构、功能，以改变基因特性或表型。主要有锌指蛋白核酸酶（ZFN）、类转录激活因子效应物核酸酶（TALEN）以及 CRISPR/Cas 系统等技术，其中 CRISPR/Cas9 系统是目前最为快捷高效的基因组编辑工具。

基因合成与组装。基因合成技术指通过化学合成或酶促合成的方式人工合成 DNA 序列。化学合成法又称固相亚磷酰胺三酯化学合成法，是将 DNA 固定在固相载体上完成 DNA 链的自动循环合成；酶

促合成法只在酶的催化作用下进行 DNA 合成，是 DNA 合成技术发展的前沿方向。常用的基因组装方法可分为三类：酶依赖的 DNA 组装、非酶依赖的 DNA 组装、依赖于体内同源重组的 DNA 组装。

生物元件设计。复杂的生命系统中最基础、功能最简单的单元统称为生物元件，包括调控元件、催化元件、结构元件、操控和感应元件等。生物元件设计的目标是通过调整元件的序列和结构，使能够在特定条件下产生期望的效果。

基因线路设计。基因线路是指由一些基本生物元件构成的人工基因网络，可在活细胞中感受、整合、处理分子信号，自动地执行特定的生物功能。基因线路设计流程涉及确定设计目标、选择适当的基因元件、构建数学模型、设计回路结构、进行体外实验验证，回路优化。

代谢通路设计。调控生物体代谢途径中的基本反应、酶催化和代谢流量等，构建一条或多条新的代谢通路或优化现有代谢通路，提高化合物的产量和质量。

2.打造高能级创新平台。积极整合高校、科研院所、龙头企业的重点实验室资源，加强与省内外高端资源对接，联合打造集产学研用于一体的合成生物协同创新平台，创建国家、省级重点实验室、工程研究中心、技术创新中心、企业技术中心。按平台建设投资或成果产出为标准，以定期或滚动方式支持创新平台建设，增强企业配置创新资源和持续创新的能力。

3.培养吸引高端人才。鼓励通过学科共建、开设特色班、学生实践教学基地等方式开展校企对接合作，鼓励高校进行面

向企业的生物科技人才定制培训，提高人才实用性，鼓励企业、高校与科研机构联合培养人才，通过实施创新人才推进计划和生物产业创业孵化行动，持续推动“产学研金政”一体化合作，培育一批能够突破关键技术的产业化高端人才。积极与济南交流合作，探索建立“泰安-济南人才飞地”，实现“人在济南，知识转化在泰安”。面向全国生物产业前沿领域的知名高校和科研机构，精准实施高层次人才引进计划，采取全职全时引才、柔性引才等方式大力吸引一批科技研发人才、专业技能人才和经营管理人才，推动重点项目、重点企业人才正向流入。

（二）产业建链筑基行动

4.推进项目落地。建立重点项目库，加大对招商引资项目、现有企业新建扩建项目服务力度，提供落地补助、用地用房、运营发展、人才服务、资源对接等全过程服务。对列入省、市重点项目以及市工业推进办、产业链专班调度的项目，建立定期跟进机制，制定推进计划，协助攻克项目建设“卡脖子”环节，加快推进各类项目的落地与建设。针对投资额度大、引领作用强的重大项目，加大政策支持力度，积极推荐申报国家、省项目支持。

5.建设产业园区。规划建设泰安合成生物产业园。产业园以细胞基因治疗、生物医药、生物能源、生物材料、生物农业等基因、生物生态为重点方向，引进一批前沿性合成生物项目，布局基因技术研发中心、高端生物医药研发中心、生物育种创新研究中心及生物材料研发及测试中心等，建成引领泰安市合

成生物产业发展新高地。规划建设一批专业化园区，设立创新孵化器，为初创企业、科研团队早期创业提供低成本、便利化的发展空间。高标准建设厂区、标准厂房等基础设施，完善园区服务体系，争取实现“拎包入住”，提高合成生物优质企业吸引力。

6.搭建服务平台。建立生物经济创新公共服务平台，集成产业部门、监管部门、科技部门相关职能，链接深圳、上海、济南等先进地区相关产业资源，加快构建集科技研发、技术转移、创新孵化、信息服务等于一体的科技服务生态。引育一批科技中介服务机构，为企业提供知识产权保护、技术交易、检验检测、金融投资等专业服务。围绕研发、小试、中试到产业化的全过程，覆盖细胞工厂设计、构建、检验检测、工艺放大等环节，打造高水平、开放共享的专业技术服务平台。建立重大科技基础设施开放共享、高效使用机制，鼓励科研机构与创新型企业充分使用重大科技基础设施网络，帮助缩短研发周期、降低研发、生产成本、提高生产效率等。

专栏 2：合成生物技术服务平台

智能生物制造平台。定位于开发新技术、新方法、新装备，以更好地提供包括发酵优化与放大、产品分离纯化工艺支撑及开发服务。

酶催化服务平台。可针对特定反应类型，进行酶催化筛选，并建立相应的酶库，助力工艺研发和生产。

合成生物中试平台。可实现微生物菌剂、多聚氨基酸、生物多肽等合成生物学产品的研发改进、检验检测及生产加工。

高通量编辑与筛选平台。打造工程菌种全流程自动化构建和高通量筛选的技术体系。

生物设计平台。提供算力、蛋白功能预测设计、代谢途径设计和菌种设计等高质量服务。

（三）市场主体引培行动

7.招引培育龙头企业。充分发挥政府力量及社会力量，提高招商效率和招商质量。面向国内市场遴选一批具有影响力的商会、知名咨询公司、头部投资基金等中介机构或专家团队，以协议招商、代理招商和委托招商等形式，撬动市场化招商力量，针对性地面向合成生物生产制造，研发设计生产一体化平台，合成生物在生物医药、农业食品、新能源新材料行业应用等领域开展专业招商。实施基金招商，通过“国企+基金”“骨干企业+基金”等模式，充分发挥引导基金吸附作用，吸引社会资本投资生物医药、细胞基因治疗、生物育种等方向，推动相关龙头企业项目在泰安市产业化落地；与生物类基金开展多种形式合作，推动基金投资项目优先落地。瞄准具有行业影响力、发展潜力的龙头骨干企业，建立合成生物龙头骨干企业培育名录，集中政策资源，给予“一对一”服务，重点培育成为合成生物产业链的“链主”企业。支持龙头企业开展并购重组，整合行业优质创新资源，鼓励通过开展跨界融合、联合开发、兼并或合资等方式发展壮大，培育一批“全省龙头、全国前列”的集团和骨干企业。

8.扶持中小企业。完善企业梯度培育体系，扶持一批中小

企业，促进“小升规”。选择一批拥有核心技术、创新能力强、成长性高的中小企业，建立高成长企业培育库，联合业内知名公司、创业投资机构等，提供专业化智力服务，给予分类精准扶持。加强示范引领和政策支持，引导企业专注细分市场技术创新、产品创新和模式创新。支持企业申报国家、省、市级技术创新示范企业、专精特新中小企业、瞪羚企业、专精特新“小巨人”企业。

（四）产业生态协同行动

9.加强产业融合升级。鼓励生物产业与信息产业融合发展，前瞻研究数字技术在合成生物产业的全面渗透和深度融合应用。探索组学大数据、基因组编辑、生物计算工程、类脑人工智能工程等技术 与医疗、材料、能源、环保、育种等多领域广泛融合，催生特色数字生物产业新业态。在医疗领域，利用 5G、区块链、物联网等新一代信息技术，建立药品、疫苗从生产到使用全生命周期管理，实现医药信息系统、实验室信息系统、电子病历系统等信息的互联互通等。

10.加强应用场景建设。支持新型应用场景建设，加强对合成生物领域应用场景的顶层设计、项目发掘和引导扶持，围绕医疗、能源、材料、农业等重点发展领域场景，支持合成生物新技术、新产品和新服务率先试点示范。加强对合成生物优质产品和技术方案的宣传示范和科普，提升公众认知度，提高市场认可度。

五、保障措施

（一）健全工作推进机制

11.强化组织领导机制。完善合成生物产业发展工作机制，建立规划体系，明确各相关部门工作目标和重点任务。强化对泰安市合成生物发展的统筹协调，建立合成生物产业发展联席会议机制，研究泰安市合成生物重点工作，协调解决生物经济发展中的重大事项和难点问题。统筹泰安市生物经济发展资源，调动专家、企业等各方力量，为合成生物发展提供理论支撑和决策咨询，助力泰安市合成生物高质量发展。

12.加强政策支持。盘点现有国家、省、市政策，针对企业培植、科技创新、产业应用示范等方面进行系统梳理，形成利于产业发展的多层次、多方面支持“政策包”。坚持鼓励创新、包容审慎、协同发力，持续深化技术创新、市场应用等领域改革，加强知识产权保护，加快形成有利于泰安市合成生物产业创新发展的政策环境。

13.建立监管试错机制。聚焦生物安全、伦理监管、市场准入、环境评价等重点领域和关键环节，加强专业监管服务能力建设，强化科学监管。探索建立包容审慎的监管试错机制，对先行先试探索性失误、尚无明确限制的探索性试验中的失误，以及为推动发展的无意过失，但决策程序符合法律法规规定，且未牟取私利或者损害公共利益的单位和个人，给予容错免责。

14.健全项目管理机制。建立“情况调度、项目推进、协调服务、考核奖惩”机制，实现闭环管理。一是情况调度，实施

“三个一”调度机制，实现一月一调度，一季一通报，一年一观摩。二是项目推进。制定重点项目“任务书”、明确好“时间表”、细化好“作战图”，实行挂图作战；建立健全全生命周期管理机制，密切跟踪重点项目实施情况，针对进展较慢、动态排位较差的项目，建立详细的问题清单，进行动态分析研判，实施全过程管理。三是协调服务。畅通企业沟通渠道、主动对接需求、定向精准指导，针对性解决发展堵点、难点。四是考核奖惩。基于山东省考核要求，针对性设置考核指标。

（二）落实资源要素保障

15.建立多元化资金要素保障机制。强化财政资金支持。采取补助、贴息、投资等多种形式，支持重大成果产业化、创新能力建设、公共服务平台建设、重大关键技术研究等。发挥未来产业基金引导作用，引导各类市场化基金聚集发展，采取“招投联动”等方式，精准加大对合成生物领域的投资力度。加大企业融资支持力度。深化与银行、保险、担保等各类金融机构合作，鼓励在知识产权抵押、产品责任保险、融资增信等方面加大产品开发创新力度，支持合成生物企业利用多种金融工具筹集资金、降低成本，满足不同阶段企业融资需求。

16.加强空间资源要素保障。统筹创客空间、孵化器、加速器、产业用地等资源，实现空间资源合理优化配置，为入驻企业提供全生命周期空间保障。推广“先租后让、租让结合”产业用地供应方式，降低产业项目土地成本。增加标准厂房供给，提高产业链项目入驻和集聚效率。

17.加强能源要素保障。全面保障能源供给稳定性，强化能源存储、传输等基础设施建设，为企业提供充足且价格低廉的蒸汽保障。全面优化能源结构，提高非化石能源应用比例。鼓励企业节能减排，加大资源循环利用力度。

（三）强化生物安全监管

18.加强生物安全管理。建立生物安全风险防控责任机制，加强基因合成、基因编辑等技术研发、开发与应用活动的安全管理，严格开展实验活动及临床应用中利用新技术的风险评估，准确研判生物技术风险。探索建立专业性、区域性科技伦理审查中心，防范生物技术谬用，有效防范生物伦理风险。