

德阳市“十四五”生物经济发展规划

目 录

规划背景	5
一、规划基础	6
(一) 生物经济发展态势	6
1.全球生物技术进入变革机遇期	6
2.美、欧、日引领全球生物经济发展	7
3.新冠疫情蔓延凸显健康医疗的先导性	8
4.生物制造成为各国新兴产业布局重点	8
5.生物安全重要性日益凸显	9
(二) 德阳发展基础	9
1.生物医药特色鲜明	10
2.生物农业快速发展	10
3.生物制造加速突破	11
(三) 问题与短板	12
1.企业数量少规模小	12
2.产业链条较短	12
3.新兴领域发展滞后	12
4.发展机制有待健全	13
(四) 发展机遇	13
1.生物技术加速产业化带来市场利好	13

2.国家力推碳达峰碳中和带来产业新风口	14
3.多项改革举措为产业发展营造良好创新生态	14
4.多重战略机遇叠加有助于汇聚高端要素资源	15
二、总体要求	15
(一) 指导思想	15
(二) 发展原则	16
(三) 发展目标	16
三、做大做强生物经济重点领域	18
(一) 推动生物医药特色化发展	18
1.升级发展现代中药	18
2.壮大发展新型化学药	19
3.优化发展医疗器械	19
4.特色发展健康产品	20
5.积极发展生物制药	20
(二) 推动生物制造规模化发展	20
1.壮大提升白酒产业规模	21
2.大力发展新型发酵产品	21
3.加快布局生物基材料	22
(三) 加速生物农业产业化发展	22
1.壮大提升生物种业	22
2.做精农产品精深加工	23
3.延伸发展农用生物制品	23

(四) 积极培育“生物+”产业	24
1. 培育壮大生物环保服务	24
2. 积极发展生物大数据	24
3. 前瞻布局生物芯片	25
4. 培育发展生物技术服务	25
四、优化生物经济空间布局	25
(一) 推动重点领域差异化布局	25
(二) 明确重点区(市、县)发展重点	25
五、增强生物科技创新能力	27
(一) 加强创新平台建设	27
(二) 强化区域协同创新	27
(三) 力推科技孵化转化	27
(四) 完善创新服务生态	28
六、强化生物经济企业引育	29
(一) 积极引育产业链头部企业	29
(二) 加强专精特新企业培育	29
(三) 引导企业成链集聚发展	29
七、推动关联产业融合赋能	30
(一) 提升生物产业数字化水平	30
(二) 推动三次产业融合发展	30
(三) 丰富生物技术应用场景	31
八、加强生物资源开发保护	31

(一) 推动生物资源循环利用	31
(二) 加强生物资源保护	31
(三) 加强生物安全管理	32
九、强化要素精准匹配	32
(一) 强化政策支持	32
(二) 集聚专业人才	33
(三) 促进产融对接	33
十、环境影响评价	33
(一) 生态环境影响分析	33
(二) 影响防治措施	34
(三) 生态污染防治方案	35
十一、组织保障措施	36
(一) 加强组织领导	36
(二) 明确任务分工	36
(三) 健全统计体系	36
(四) 加强宣传引导	36
附件 生物经济专项研究	38

规划背景

生物经济是以生命科学、生物技术的发展进步和普及应用为基础，围绕保护、开发、配置、使用生物资源并提供生物技术产品和服务，形成的生产、流通、分配和消费模式及制度体系的经济形态。生物经济是建立在生物技术产品和生物产业之上的经济，主要涉及生物医药、生物医学工程、生物农业、生物制造、生物能源、生物环保、特殊食品和生物服务等领域。发展生物经济对于改善农业生产、保障粮食安全、提升健康医疗水平、改善生态环境，进而促进经济社会绿色转型具有根本性作用和深远影响。我国“十一五”以来就开始谋划生物产业发展，“十四五”规划纲要明确提出要做大做强生物经济，四川省也正在谋划建设生物经济强省。

德阳拥有丰富的生物资源和适合多种微生物生长的环境条件，在现代中药、生物发酵、生物种业等领域具备一定基础和优势。“十四五”时期是德阳经济转型发展、跨越发展的关键期，为抓住全球生物技术加速产业化带来的市场机遇，推动生物经济重点领域做大做强，带动全市产业绿色转型，依据《四川省“十四五”生物经济发展规划》《德阳市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》等上位规划，特编制本规划。

规划期限：近期规划至2025年，远期展望到2035年。

一、规划基础

(一) 生物经济发展态势

1. 全球生物技术进入变革机遇期

近年来，生物经济已成为全球经济中创新最为活跃、增长最快、影响最为深远的新兴产业。生命组学、基因编辑、合成生物学等前沿生物技术加速突破和产业化，正在引发农业生产、工业制造、医疗健康、资源环境等领域的深刻变革，有可能从根本上解决世界人口、粮食、环境、能源等影响人类生存与发展的重大问题。生物产业已成为各国提升产业竞争力的战略重点，预计2025—2030年，若干领先国家将率先迈入生物经济社会，带动全球生物经济进入深度繁荣期。生物经济将成为大国经济竞争的主战场，生物资源上升为核心战略资源，生物技术将与信息技术一并成为衡量国家综合实力的关键底层技术。

专栏1 生物技术发展历程

1. 红色生物技术——医药研发

人类基因组测序计划被公认为继原子弹、人类登月之后第三个科技史上的里程碑，推动全球生命科技进入到以蛋白质组学和生物技术药品研发为重点的新阶段。预防医学的出现推动以“治疗”为中心向以“健康”为中心的医学观念转变。借助基因芯片等先进技术手段对个人的健康状况进行检测，可针对性地运用预防及医学干预的措施，量身打造适合个人体质的个人化药物，减少医疗的盲目性及药物的不良反应。

2. 绿色生物技术——农业生物技术

农业生物技术中的基因改造技术、组织培养技术、动物胚胎移植技术，可加速改良动植物品种，以保障粮食安全，改善人类营养状况，推动新的农业革命。生物性肥料的使用可替代人类已经用了近一个世纪的化学肥料，生物性农药替代化学农药，可减少对农产品与环境的污染，甚至改善盐碱或酸性的土壤。当江河湖泊污染时，可借由生物养殖花卉、水藻及鱼类，以净化水资源，有效改善生态环境。

3. 白色生物技术——工业、能源、环保生物技术

工业生物技术的发展可协助传统产业升级，并提高生产效率、减少能源依赖。近年来，油价飙升，各国政府纷纷鼓励使用生物质酒精、生物质柴油等生物质能源，以缓解石油能源危机，甚至在未来可替代化石能源。目前，大多数塑料和聚酯纤维都是从石油中提取的化学物质制成的，而在北美和西欧，已经有一些化工公司把生物质（如玉米、水稻和草类）转变成生物材料，也就是将储存在植物中的糖运用生物技术来制造新材料的各种成分。此外，还利用各种催化物质取代化学物质来执行清洁、漂白和食品加工等工业程序。至于生态环境的污染防治，发展水污染和固体污染治理的新兴生物技术或生物修复技术，尤其是在污染物的处理中，生物方法将取代传统化学方法，利用微生物的代谢活动及各种特性，来处理各种废弃物。因此，用于废气、废水、废渣处理的基因工程及微生物技术，以及可降解生物塑料产品的产业化推广，将有效解决工业排放等环保难题，利于永续发展。

2.美、欧、日引领全球生物经济发展

从体量看，美国 2020 年生物经济规模约 4 万亿美元、占生产总值的 25%，欧盟约 2.3 万亿欧元、占 28 个成员国生产总价值之和的 15%，日本约 57 万亿日元、占生产总值的 10.4%。从发展趋势看，美国生物产业研发实力和发展水平领先全球，生物药已被广泛应用于癌症、糖尿病及其他慢性疾病治疗；欧洲拥有坚实的产业基础和技术优势，紧随美国走在世界前端；日本生物产业的发展起步虽晚于欧美，但发展平稳，引领亚洲；以中国、印度、新加坡等为代表的亚太国家的生物产业近年来快速发展，亚洲现已成为除北美、欧洲以外的全球第三大生物技术产业中心。

专栏 2 我国生物产业发展概况

我国生物产业起步相对较晚，但近年来发展迅速。“十三五”以来，我国生物产业复合增速超过 15%，2019 年产业规模超过 3.5 万亿元，在部分领域与发达国家水平相当，甚至具备一定优势。目前，我国已成为全球第一大原料药出口国、第二大药品消费市场、第三大燃料乙醇生产国和应用国，抗虫棉、植酸酶玉米、抗虫水稻等生物育种成果处于领先地位，基因检测服务能力在全球已处于领先地位。

与发达国家相比，我国生物产业的核心层面仍然存在短板，表现为关键核心技术和前瞻技术储备不足、核心装备研发落后、市场化程度低、竞争力不足，产业发展面临巨大挑战。具体看有以下几方面：

一是生命和生物安全亟待技术创新和突破。在全球生物医药市场中，我国生物医药企业数量和销售额全球占比均较低，整体仍处于跟跑状态。新冠肺炎疫情暴露了我国医疗资源不足、生物威胁监测预警网络体系建设滞后、病原微生物菌（毒）种库等技术储备不足等问题。

二是生物种业面临卡脖子风险。部分地区和品种洋种子占比超过 80%，甚至几乎完全依靠进口。洋种子不仅市场份额高，价格也远高于国内种子，甚至有的品种“进口的按粒卖、国产的论斤卖”。

三是生物制造核心基础薄弱。据中国生物发酵产业协会统计，在我国 3000 亿元规模的发酵产业背后，我国生物制药、燃料乙醇、粮食深加工、现代发酵等行业的核心菌种几乎都由国外企业垄断。丙二醇、对二甲苯、尼龙等重大化学品也遭遇全方位的专利封锁，尚未打破杜邦等国外大型化工集团的垄断。

四是生物质能源商业化程度欠缺，竞争力不足。当前，我国生物质能源生产仍然处于粮食作物和生物质原材料之间的多用途竞争和各类能源生产之间的竞争之中。我国农林废弃物能源化率仅为 1/10，生物质能源产业现状与巨大的生物质能源潜力非常不匹配。受能源利用效率、电能附加值、可再生能源电价退坡和电力市场交易等诸多因素限制，以发售电为主要盈利模式的发展方式面临巨大挑战。

3.新冠疫情蔓延凸显健康医疗的先导性

随着全球人类对生活品质追求和高质量发展需求的提高，健康医疗的重要性愈发突出。新冠肺炎疫情爆发以来，各国对健康医疗、公共卫生和生物安全问题日益重视，对生物技术、产品和服务的需求达到的历史高度，进一步凸显了生命健康、生物医药等相关产业的战略地位。包括生物医药在内的健康医疗产业具有明显的“人本”和“示范”效应，处于生物经济价值链的高端，成为生物经济的先导领域，引领带动生物制造、生物能源、生物化学品等领域加速发展。

4.生物制造成为各国新兴产业布局重点

生物制造涵盖了从生物资源到生物技术，再到生物产业的价值链，集中体现了现代生物技术在医药、农业、能源、材料、化工、环保等多个领域的应用，对经济社会可持续发展进程有重要推动作用。近年来，合成生物技术的快速发展使得以前无法实现的产品生物制造变成了可能，推动生物制造成为重新定义绿色产品和生产方式、开启下一代生物经济的重要突破口。未来，随着生物制造关键核心技术的不断突破，生物制造方式在工业领域的渗透将更加深入，颠覆性生物制造技术的产业化应用将引领新一轮生物制造产业革命。

专栏3 合成生物学重点应用领域

在医药和医疗领域，合成生物学技术不断创造出新药物和新疗法。合成生物学有助于改造和重新设计新型药物分子，改善药物分子的功能和药物递送途径，将合成生物学原理应用于人工设计治疗肿瘤的免疫细胞，可产生多样化的治疗策略。赛诺菲利用 Keasling 实验室的科研成果，将“半合成”青蒿素进行化学改造，变为一种活性药物青蒿琥酯，在 ACT 中与其他抗疟药物联合应用，推动半合成青蒿素的大规模量产，堪称合成生物学里程碑。美国麻省理工学院的科研人员运用合成生物学方法对 T7 噬菌体的尾部蛋白进行工程化改造，开发出了可以迅速对抗耐药菌感染的全新疗法。

在农业和食品领域，合成生物学正在改变粮食种植方式和食物生产方式。美国 Pivot Bio 公司将改造的微生物产品与种子一起施用于土壤中，这些微生物可以将获得的氮不断输送给植物，开创了可持续的农作物绿色施肥方式。2019 年 10 月，美国哈佛大学科学家在模拟肌肉纤维的可食用明胶支架上培育兔子和牛的肌肉细胞，制造出了人造兔肉和人造牛肉。

在消费品领域，合成生物学也创造出许多改变生活的新型生物基产品。2019 年，美国加州的 Geltor 公司推出了一款胶原蛋白护肤品，该产品含有经过生物设计和发酵生产的胶原蛋白；美国 Zbiotics 公司推出了一种生物设计的益生菌解酒剂；美国加州大学伯克利分校的研究团队通过修改 16 个基因，使酿酒酵母能够利用半乳糖来生产大麻素及其衍生物，在降低生产成本的同时，使生产过程更加高效和可靠。

在材料与化学品领域，一些公司正在研发新一代生物材料以求取代化石产品。美国 Ecovative 公司正与宜家 and 戴尔等巨头合作，生产可持续的生物基包装材料；日本生物材料公司 Spiber 正在通过基因工程微生物生产蛛丝蛋白，目前该公司已经筹集了近 2 亿美元的资金，成为日本迄今为止融资最多的初创企业之一。

5. 生物安全性日益凸显

随着基因组学、蛋白组学、遗传生物学等生命科学的发展，人类对生命本源认识不断深入，对生物安全也越来越重视，新冠肺炎疫情的肆虐更加凸显了生物安全的重要性。防范生物安全事件，提高应对生物安全事件的响应和处置能力已经成为全世界的共识。随着生物技术 in 食品、医药、化工、能源等领域的深度融合发展，与此相关的生物安全争论也愈加激烈，如转基因技术对食品安全、环境安全的影响，合成生物学、基因组编辑技术等新型两用生物技术误用、滥用和谬用风险等，一旦生物安全出现大问题，生物经济相关产业也将面临重大挫折。

（二）德阳发展基础

德阳地处龙门山脉向四川盆地过渡地带，气候温和，降雨充沛，形成了适合多种动植物和微生物生长的气候地形条件，孕育了丰富的中药材资源以及酵母菌、霉菌、食用菌等微生物菌种资源，在生物医药、生物制造、生物农业领域形成了一定

的发展基础和特色。

1.生物医药特色鲜明

生物医药是德阳的传统优势产业，产业门类相对齐全，覆盖中药种植、饮片、中成药、原料药（医药中间体）、化药制剂、医疗器械、医药包装、医药流通等领域。“十三五”期间，医药产业年均营业收入约 120 亿元，年均利润约 14 亿元，拥有规模以上企业约 50 家，其中高新技术企业 9 家。

天然药物资源丰富。境内拥有丹参、白芍、杜仲、川芎等 300 多种天然药物资源，中江丹参是中国丹参的主源优质道地药材，已获得原产地证明商标和国家地理标志保护产品；逢春制药的天然麝香约占全国 70% 市场份额。

中药材种植加工已形成一定的特色优势。已建成 4.8 万亩“中江丹参”、3.4 万亩“中江白芍”、3.5 万亩“什邡川芎”、2 万亩“什邡黄连”等中药材种植基地，培育了以逢春制药、天府神龙等 20 余户中药材加工企业，中药材年加工能力超过 15 万吨。中江县已选育中药材新品种 2 个，制定发布 10 余项地方性的技术标准，突破了中药材组织培养技术瓶颈。

2.生物农业快速发展

生物种业具备一定比较优势。依托省农科院水稻高粱研究所，累计自主育成“德字号”猕猴桃、糯质高粱、“德字号”“旌字号”水稻、油菜等农作物新品种 132 个，创建国、部、省优质农产品品牌 50 余个。农作物制种初具规模，制种基地达 7 万余亩，其中罗江是国家级杂交水稻种子生产基地县，广汉是四

川省小麦良种繁育基地县，旌阳、罗江和什邡是杂交油菜制种大县，制种面积 3 万余亩，约占全省 70%。

特色农产品种植加工规模初具。绵竹中国玫瑰谷已成为全球大马士革玫瑰三大主产区之一，玫瑰种植面积达 20000 亩，已建成精油、干花、食品、化妆品等生产线，年产玫瑰精油 1.44 吨。四川华胜农业成功研发了红实 2 号、金实 1 号等 10 多个猕猴桃新品种，同澳大利亚签订猕猴桃品种种植授权，推动我国自主培育的猕猴桃新品种首次走出国门。什邡是我国最大的黄背木耳生产基地，号称“中国黄背木耳之乡”，种植规模常年稳定在 2.3 亿袋，产量占全国一半以上。昊阳农业攻克了特级蛹虫草的工厂化栽培技术难点，开发出蛹虫草含片、浓缩浆饮料以及针剂等系列产品，大幅提升产品附加值和规模效益；明润农业开发的桑黄酒和桑黄茶系列产品已获得 4 项国家专利。

3.生物制造加速突破

白酒产业规模稳步提升。德阳作为川酒“四大主产区”之一，“十三五”期间白酒产能规模稳步提升，由 2015 年的 17.3 万千升提升为 2020 年的 21.1 万千升。截至 2020 年，全市共有剑南春、金雁酒等规上酒企 26 家，实现主营收入 170.4 亿元，实现利税 60.8 亿元，分别同比增长 22.9%和 11.2%。

酶制剂、氨基酸等新兴领域加速突破。拥有润格生物、同晟生物、华太生物等 4 户规上企业，在蛋白肽、凝结芽孢杆菌、Omega-3 酸脂系列等领域具有较强的制造能力。润格生

物通过与华中农大联合组建生物工程研究院，成功开发出蛋白和能量类高端生物饲料原料、酶制剂、菌剂、微生态制剂、水溶肥专用肽等系列产品，广泛应用于养殖、饲料、肥料等行业。

（三）问题与短板

总体看，德阳生物经济仍处于起步阶段，以传统生物产业为主，现代生物产业基础薄弱。

1.企业数量少规模小

医药企业营收规模均未超过 10 亿元，尚无“中国医药工业百强”前 50 强企业，产值占全市规上工业比重不到 5%。作为全省四大白酒主产区之一，德阳白酒规模仅为宜宾和泸州的 12%和 17%，且呈现剑南春一枝独秀的趋势，二三线酒企营收占比不到 20%，品牌影响力较弱。

2.产业链条较短

特色农产品以鲜活售卖和粗加工为主，精深加工不足。白酒产业以白酒酿造为主，向产业链上下游延展不足；上游酒粮种植环节，宜宾、泸州酒粮种植面积分别为 161.3 万亩和 100 万亩，德阳仅 0.1 万亩；下游配套环节，泸州通过打造酒业集中发展区，吸引了原粮种植、储存灌装、检验检测、仓储物流等关联配套企业 252 家，实现产值约 860.7 亿元，而德阳境内仅有相关配套企业 8 户，实现产值约 8 亿元。

3.新兴领域发展滞后

生物医药以中成药、普通化药及医疗耗材为主，新型化

药、生物制品、高端医疗器械等领域基础薄弱。生物农业领域，生物育种以常规育种手段为主，种间杂交与胚拯救、基因编辑与分子育种等技术应用少；农产品以粗加工为主，生物饲料、生物肥料、生物农药等领域规模化发展不足。生物制造以白酒等传统发酵产品为主，生物基材料、生物化学品等领域均为空白。

4.发展机制有待健全

生物经济属于新兴领域，发展高度依赖专业人才、创新资源、资金等高端要素，德阳生物经济创新基础相对薄弱，专业人才引留困难，科技金融发展滞后，一定程度上制约了新兴领域的发展。生物经济涉及部门较多，各部门对生物经济的内涵和重要性认识程度不一，部门之间缺乏统筹协调，未形成发展合力。

（四）发展机遇

德阳作为我国装备制造之都，经济以重工业为主，产业转型升级、新旧动能转换压力较大。把握生物技术加速产业化机遇，谋划开拓生物经济发展新局面，既是德阳加快新旧动能转换、实现经济高质量发展的重要抓手，也是加速经济社会绿色转型的现实需要。

1.生物技术加速产业化带来市场利好

近年来，基因编辑、合成生物技术、生物信息学等生物技术正在医学、农业、工业、环境、能源等领域展现出巨大的潜力，预计到2025年全球基因编辑市场规模年复合增速高达15%，合成生物学核心产品市场规模年复合增速超过25%。

“十四五”时期是我国生物技术攻坚和商业化应用开拓的关键阶段，在政策扶持、资本加持的推动下，生物技术大规模产业化将加速推进，预计到“十四五”末我国生物经济规模有望突破 10 万亿元。德阳在生物医药、生物农业、生物制造等领域已具备一定基础，应抓住机遇，加强前瞻谋划和布局，力争抢占发展先机、实现跨越发展。

2.国家力推碳达峰碳中和带来产业新风口

2020 年中央经济工作会议提出“双碳”战略，推动中国经济社会向全面低碳发展方式转变。工业生物过程具有原料可再生、可人工设计、过程清洁等绿色可持续发展的典型特征，可为“双碳”目标实现提供新路径。随着“双碳”战略的深入实施，预计生物固碳、生物制造、生物能源、生物环保等领域将迎来新的发展风口。德阳作为老工业基地，结构调整任务重，经济发展与资源环境之间的矛盾日益突出，应紧跟国家战略导向，大力推进生物技术融合应用和生物基材料替代，加速经济绿色转型。

3.多项改革举措为产业发展营造良好创新生态

生物产业作为我国战略性新兴产业的主攻方向，政府支持力度呈现逐步加大趋势。以医药产业为例，2020 年以来，国家药监局进行了一系列对创新药的医疗审批审评制度改革，我国创新药上市周期明显缩短。“十四五”时期是德阳深入推进改革创新、打造国家科技成果转移转化示范区的攻坚期，应坚持把发展生物经济的基点放在创新上，着力提升自主创新能力，

创新发展机制和模式，积极承接国内外生物技术转移转化，推动生物经济跨越提升。

4.多重战略机遇叠加有助于汇聚高端要素资源

随着“一带一路”建设、长江经济带发展、西部陆海新通道、新一轮西部大开发、成渝地区双城经济圈建设等多重战略的深入实施，四川人口大省、市场腹地、开放门户、战略要地的优势进一步彰显。德阳作为全省“一干多支”发展新格局中的重要主干，应抓住国家推动西部内陆开发开放、打造经济第四极的机遇，深度融入成都都市圈生物医药产业集群建设，积极争取生物经济领域国家重大生产力优先布局和政策支持，推进区域优势资源共建共享，力争在更高平台更大范围内登高望远、借势发展。

二、总体要求

（一）指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，以新发展理念为引领，紧跟全球生物技术变革趋势，围绕加快建设国家科技成果转移转化示范区、绿色发展示范区总体目标，以特色生物资源开发利用和生物科技成果转移转化为抓手，以产业化、市场化、规模化发展为导向，着力做大做强生物医药、生物制造、生物农业等重点领域，积极培育生物经济新模式新业态，大力推动现代生物技术在医药、农业、环保、能源和材料等领域的融合应用，加快打造国家生物科技成果转移转化高地

和特色生物资源循环利用示范区，推动生物经济成为德阳“十四五”经济高质量发展的新亮点和增长点。

（二）发展原则

创新引领，融合发展。加快建立以企业为主体、政产学研资介深度融合的技术创新体系，力推科技成果孵化转化，加强生物技术在农业、工业、医疗等领域的融合应用，推动产业链、创新链、价值链、供应链和要素链深度融合。

突出特色，高端发展。发挥德阳生物资源和环境条件优势，聚焦生物经济价值链高端领域和产业链高端环节，突出抓好成长前景好、带动性强的领域和细分门类，构建符合区域功能定位、特色优势突出的生物经济体系。

开放协同，集群发展。主动融入全省生物经济体系和都市圈生物医药产业集群建设，因地制宜推进生物经济空间布局，推动优质要素资源加速向园区集聚，培育形成若干具有较强竞争优势的产业集群。

绿色集约，协调发展。坚持生物资源保护与开发利用并重，强化生物资源的集约高效利用，提高优质绿色生物产品供给能力和应用推广力度，有序推进生物基产品对化石基产品的替代，促进产业开发与生态保护协调发展。

（三）发展目标

到 2025 年，生物经济规模达到 1500 亿元，成为德阳构建现代产业体系的重要支撑。建成 1-2 个特色鲜明、功能完善

的生物产业集聚区，生物技术转移转化成效突出，食用菌、酿酒微生物等特色生物资源循环利用形成特色示范，成为国家生物科技成果转移转化高地和特色生物资源循环利用示范区。

生物经济结构进一步优化。现代中药、白酒等传统领域专业化、规模化发展水平明显提升，新型发酵产品、生物基材料、农用生物制品等新兴领域实现突破。川芎、丹参、芍药、蛹虫草等中药材以及玫瑰等特色农产品精深加工链条加快完善，产品附加值明显提升。

生物技术融合应用深入拓展。生物资源综合利用率持续提升，生物工艺替代传统化学工艺、生物基材料替代化石基材料稳步推进，生物农业标准化、规模化水平显著提升，生物技术在土壤、水等环境治理中的应用进一步拓展。

生物产业创新能力显著增强。规模以上企业 R&D 水平大幅提升，建设 2-3 个省级以上创新平台，实施一批生物技术联合攻关、成果转化项目，培育壮大一批的龙头企业和科技型中小企业，力争新增 10 亿元以上企业 6 家。

社会效益逐渐显现。智慧医疗、精准医疗加速普及应用，社会化检测服务受众大幅增加。生物农业对农民增收的贡献显著提升，农户收入持续增长，农村生产生活方式绿色转型成效明显。

到 2035 年，生物经济由依赖资源产品向倚重技术产品转变，生物种业、现代中药、生物发酵等领域集群效应凸显，生

物技术和产品在工业、农业、医疗、环境、能源等领域的应用进一步深化，部分领域实现生物基产品对化石基产品的完全替代，生物经济成为德阳市经济的重要支撑。

三、做大做强生物经济重点领域

（一）推动生物医药特色化发展

按照“大产业、小切口”发展思路，以特色化、高端化、集群化为导向，深耕中成药、特色原料药、医用耗材等细分领域，大力推动细胞生物学、基因组学、蛋白质组学等现代生物技术在医药制造、医疗健康领域的广泛应用，促进医药工业由仿制跟踪向创仿并重方向转变，全力打造以医药制造为核心、医疗器械为支撑、医疗健康产品为补充的特色产业体系，到2025年实现总产值400亿元。

1.升级发展现代中药

发挥中药材资源优势，加强中药材高效利用和优势品种的深度开发，大力发展中药配方颗粒、超微饮片等新型中药饮片，中药创新药、改良型新药、古代经典名方中药复方制剂、同名同方药等中药制剂以及中药提取物，全力打造涵盖中药材种植、中药饮片加工、中成药研制、中医康养等的特色产业生态。加快丹参、川芎等道地药材种子种苗繁育基地建设，强化道地炮制工艺保护，做优做强道地药材大品种。采取“中药材基地+企业”一体化发展模式，推进非道地药材规模化、标准化种植及有效成分提取加工。积极打造涵盖中药材标准化初加

工、检测中心、全程追溯、标准化仓储、电子商务于一体的公共服务平台，提升中药产业的数字化、现代化水平。

2.壮大发展新型化学药

坚持绿色化、高端化、特色化发展导向，做大穿琥宁、炎琥宁、维生素 D、曲克芦丁、氨基酸类等现有特色产品规模，鼓励企业采用绿色工艺开发原料药（医药中间体）新品种，打造原料药品牌企业。把握国家化学药创新发展导向，鼓励并支持企业加强首仿药、新型制剂研发，加快开发一批市场容量大、临床急需的新品种，形成一批拳头产品和骨干企业。鼓励并支持企业开发环保便捷的药用包装材料、新型药用辅料以及药物发现、临床前和临床试验研究等 CRO 服务，延伸医药产品上下游产业链。抢抓药品上市许可持有人制度（MAH）全面实施机遇，鼓励化药生产企业向 CMO/CDMO 模式转型，积极引进新药注册批件，承接先发地区化学药产能转移。

3.优化发展医疗器械

立足全市医用耗材产业基础，瞄准医疗器械家庭化、智能化发展趋势，加快布局发展磷酸锆系列医用材料、植入材料、人工器官等高值耗材领域，持续壮大医用口罩、创口贴、医用消毒剂等一类、二类医疗器械领域规模，探索发展家庭便携健康产品、可穿戴医疗设备、移动医疗设备、远程医疗配套设备等智慧医疗器械产品。支持企业加大研发投入力度，丰富产品研发管线，推动抗体检测、抗原检测等体外诊断试剂产业化、

规模化发展。

4.特色发展健康产品

挖掘中药材药食同源产业价值，扩大蛹虫草、桑黄等药食两用真菌产业规模，鼓励并支持企业开展工厂化培育和规模化种植，应用现代科技开发多品类药膳、药酒、药茶、保健食品胶囊及健康饮品等功能性保健食品，具有增强免疫、辅助改善记忆、安神镇静等功能的熏香、香囊、药灸、药枕等保健用品以及特殊医学用途配方食品。

专栏4 “十四五”期间德阳生物医药产业重点项目

1. **现代中医药**：重点推进什邡马井镇川芎现代农业园区、中江逢春中药饮片基地项目、中江县龙泉山丹参白芍国家级现代农业园区建设项目、凯州逢春大健康产业暨中医药研发中心、什邡兴恒泰科技食品（药品）包装生产基地项目、西南中药材交易中心、四川川盟健康城实业有限公司 IHC 健康城项目、什邡市中医康养项目、绵竹市医养结合综合体建设项目等；

2. **新型化学药**：重点推进源基制药原料药及制剂生产项目、绵竹美大康华康新药研发基地建设项目、依科制药天然药物及化学药物研发生产及废固/液危化品处理项目、四川成试医药化工科技有限公司药用辅料及试剂生产建设项目等；

3. **医疗器械**：重点推进四川友邦医疗用品生产项目、绵竹耀隆新型多功能创可贴和敷料项目等；

4. **生物制药**：重点推进什邡泰波尔生物生产线项目等。

5.积极发展生物制药

鼓励企业优化升级动植物提取、分离、纯化技术和工艺，培育壮大酶类、多肽类、氨基酸类等动植物活性提取物、生化原料药、药物中间体等领域。把握细胞治疗、基因治疗等创新疗法快速发展的机遇，加快发展抗体药物、疫苗、CAR-T 细胞治疗技术等领域，伺机布局干细胞制剂、干细胞新药、干细胞医疗技术应用和再生医学等领域，推动相关产品和技術加速产业化。

（二）推动生物制造规模化发展

按照“高端引领、规模发展、创新应用”的发展思路，着力壮大提升白酒产业规模能级，大力推进生物技术孵化转化，强化绿色生物工艺和酶制剂产品在环保、饲料、食品、医药、工业等行业的应用推广，推动新型发酵产品、生物基材料等新兴领域规模化、集群化发展。力争到2025年，总产值突破650亿元，成为西部领先的生物制造创新发展高地。

1. 壮大提升白酒产业规模

依托剑南春产品品牌和绵竹地域品牌优势，整合德阳及周边白酒企业，打造提升“剑南春+绵竹原酒+德阳小金花”白酒多元品牌，培育形成梯度产品体系，提高德阳白酒产业显示度和市场占有率。高标准建设绵竹白酒产业园，引进配套原料初加工、白酒酿造辅料生产加工、储存罐装耗材、检验检测、会展金融等相关企业或服务机构。推动剑南春大唐国酒生态园、原酒公司生产基地、白酒产业综合平台等项目加快建设，规划建设德阳（绵竹）白酒展示馆、研发中心、白酒检验检测中心和交易中心等配套设施。

2. 大力发展新型发酵产品

发挥润格生物等龙头企业带动效应，进一步壮大微生物生态制剂、生物酶制剂产业规模，伺机发展酵素、氨基酸、功能发酵制品等新型发酵产品，提升现有产品的绿色、安全和稳定水平。鼓励支持本地企业持续深化与华中农大、四川农大、四川农科院的产学研合作，积极开展生物技术联合攻关和孵化转化，力争在新型酶制剂产品、精细化学品以及天然产物的生物

合成等领域实现突破。

专栏 5 “十四五”期间德阳生物制造重点项目

1. 推动剑南春大唐国酒生态园（二期）技改工程、原酒公司生产基地等项目加快建设，力争实现再造一个“剑南春”。
2. 推进润格生物生物饲料原料及添加剂扩建技改项目加快建设，推动重点产品尽快量产上市。
3. 推进迈特威年产 4000 吨基纤维素钠、羧甲基淀粉、脱模剂、分装复配聚丙烯酰胺项目建设。
4. 推动年产 30000 吨明胶原料一骨粒生产项目建设。
5. 推动罗江区生物发酵技术生产水溶性葡聚糖项目（二期），加快竣工达产。
6. 推动绵竹古河州白酒灌装项目建设。

3. 加快布局生物基材料

抓住国家大力推动“碳达峰”“碳中和”的历史机遇，依托德阳及周边地区丰富的生物资源，重点发展以玉米、木薯、秸秆等为原料的生物基塑料、生物基纤维、生物基橡胶等生物基新材料，以及纤维素多糖材料、维生素丁醇、聚氨基酸、环境友好表面活性剂及绿色润滑油产品等生物基化学品。

（三）加速生物农业产业化发展

按照“链条延伸、循环利用、绿色发展”的思路，着力壮大生物种业规模，提高特色农产品精深加工水平，延伸发展生物农药、生物饲料、生物肥料等农用生物制品，不断提升生物农业的产业化、规模化水平。力争到 2025 年，产值突破 200 亿元。

1. 壮大提升生物种业

依托四川省农科院水稻高粱研究所（德阳市农科院）和隆平高科，大力推进水稻、玉米等主粮产品，高粱、小麦等酿酒专用粮，以及油菜、食用菌、猕猴桃、萝卜等经济作物的新品种培育、扩繁与产业化，推动生物种业由传统经验育种向现代

化育种迭代升级，力争到 2025 年，培育农作物新品种 20 个，主要农作物良种覆盖率稳定在 96% 以上。加快推进国家级杂交水稻制种基地和杂交油菜制种基地建设，加大制种基地基础设施投入力度，提高制种基地标准化、信息化水平，力争“十四五”期间，全市农作物制种面积持续稳定在 7 万亩，年增加产值 6 亿元。强化龙头种子企业引育，打造 2-3 家拥有较强育种能力、生产技术先进、综合服务能力强的国内优势种子企业。

2. 做精农产品精深加工

以“粮头食尾”“农头工尾”为抓手，推动猕猴桃、大马士革玫瑰、蚕桑等特色农产品规模化、标准化种植和产业化、品牌化发展。支持“德字号”猕猴桃、大马士革玫瑰精油等特色产品扩大出口规模，提高品牌影响力和市场占有率。引导支持企业延伸产业链条，积极开发玫瑰茶、果酒、果汁、果醋等健康饮品，以及面膜、精油等化妆品，联动发展乡村旅游等服务业态，推动一二三产融合发展。巩固提升德阳食用菌产业特色优势，推广“产业体系专家+专业大户”种植模式，打造“菌种培育+种植+精深加工+电商营销”为一体的食用菌全产业链。

专栏 6 “十四五”期间德阳生物农业重点项目

1. 什邡市：重点推进彭州市敖平镇合力打造彭什国家级川芎产业园、黄背木耳产业园项目。
2. 广汉市：重点推进年产 10 万吨生态肥料生产基地建设项目等。
3. 旌阳区：重点推进国家制种基地建设、2.5 万亩高产优质杂交油菜制种生产基地建设等。
4. 罗江区：重点推进创兴食品海鲜菇种植周年化生产及香菇深加工生产项目等。
5. 绵竹市：重点推进绵竹玫瑰谷（一期）等。
6. 中江县：重点推进中江县龙泉山丹参白芍国家级现代农业园区建设项目、中江柚现代农业园区建设项目、中江县蚕桑产业融合示范园区建设项目等。

3. 延伸发展农用生物制品

围绕绿色生态农业发展需求，大力推进新型生物蛋白、微

生物制剂及微生物代谢物、兽用生物制品、生物肥料、生物农药等新产品的创制与推广应用。突破复合微生物菌种共生技术、微生物基因重组技术，筛选培育针对性强、高活性功能菌种，创制效果稳定的生物肥料新产品。加大生物肥料、生物农药及生物饲料等在农业种养殖中的应用推广，力争到 2025 年，绿色农用产品占比不低于 30%，有效促进德阳水体、土壤改良，加速农业绿色化转型。

（四）积极培育“生物+”产业

瞄准生物信息学、生命组学、基因编辑、合成生物学等前沿生物技术突破方向，着眼 5 年内有望形成增量突破的领域，培育壮大生物环保服务、生物芯片、生物大数据、生物技术服务等领域。

1. 培育壮大生物环保服务

聚焦环境监测、土壤治理和修复、水污染治理等领域需求，加强杀菌剂、除臭剂、生物填料等土壤改良生物制品和农业废弃物生物制剂、高效生物固氮等产品研发，推进生物环保产品和技术服务应用示范。积极开发新型高效生物反应器、高效生物脱氮除磷新工艺，加大生物处理技术在有机废水、重金属污水、生活及工业固废中的推广应用，提高水污染治理和垃圾无害化处理水平。

2. 积极发展生物大数据

把握高通量测序技术在基因组学、转录组学、蛋白质组学、代谢组学等领域应用机遇，推进生物技术与数字技术深度

融合，重点发展生物大数据采集、存储、解析及应用等领域，促进生物信息大数据在医疗、医药、健康、环境、能源等领域的应用和产业化。

3.前瞻布局生物芯片

把握生物芯片产业快速发展机遇，重点发展微阵列芯片、过滤分离芯片、介电电泳分离芯片、生化反应芯片、毛细管电泳芯片等领域，大力推动生物芯片在食品安全、新药研发、IVD、个性化医疗等领域的应用。

4.培育发展生物技术服务

把握药品和医疗器械上市许可持有人制度全面实施机遇，积极引进第三方机构，培育发展CRO、CMO、CDMO、药物安全性和有效性评价等专业服务。

四、优化生物经济空间布局

(一) 推动重点领域差异化布局

坚持全市“一盘棋”，结合各区（市、县）资源禀赋特征、产业发展基础和功能定位，按照因地制宜、分类推进和差异化布局原则，引导推动生物医药产业以绵竹、德阳高新区为核心发展区，以广汉、中江为协同发展区；生物制造以绵竹为核心发展区，广汉为协同发展区；生物农业以罗江、什邡为核心发展区，以中江为协同发展区。

(二) 明确重点区（市、县）发展重点

——绵竹市。以绵竹高新区为核心载体，重点发展现代中药、化药等生物医药，白酒、酶制剂、微生物制剂等生物发酵产

品，延伸发展保健食品、农用生物制品、生物基材料等领域。

——什邡市。以马井镇、菱华镇、湔氐镇为重点，发展川芎、黄连、厚朴等中药材，黄背木耳、蕊雪耳、蛹虫草等食用菌标准化、规模化种植及精深加工。

——罗江区。以罗江经济开发区为核心载体，重点发展生物种业、特色农产品深加工，加快推进国家级杂交水稻制种基地和杂交油菜制种基地建设。

——广汉市。以德阳高新区和小汉工业集中发展区为核心载体，重点发展化学药、生物提取物、中药制剂等领域，延伸发展医疗器械、特医食品、保健食品等领域以及生物医药 CMO、CDMO 服务，大力推动企业生产方式转型和品种结构优化。

——中江县。以中江高新区为核心载体，发挥丹参、白芍等道地药材种植基地优势，重点发展中药饮片、中药配方颗粒、中成药等现代中药以及植物提取物，延伸发展化妆品、保健食品。



五、增强生物科技创新能力

（一）加强创新平台建设

鼓励并支持企业申报国、省、市重点实验室及工程技术研究中心，鼓励支持四川省牲畜副产品活性提取物工程技术研究中心、四川省动植物微量元素安全应用工程技术研究中心、德阳市中药材分离技术重点实验室等加大动植物提取物、抗体药物等领域的研发攻关。鼓励支持种子企业联合农科院水稻高粱研究所积极开展种源“卡脖子”技术攻关，研制和推广一批优质、高产、营养、安全、适应标准化生产的农作物新品种。鼓励支持企业与四川大学、华中农业大学、哈尔滨医科大学等高校院所联合共建一批技术创新中心、产业研究院等新型研发平台，聚焦新药研发、新型发酵产品、农用生物制品等领域开展联合攻关。

（二）强化区域协同创新

深度融入成都都市圈医药产业创新生态体系，促进优势创新平台、实验室共建共享。跟踪成都创新药企业研发管线布局，积极承接成都医药企业小试、中试和商业化生产，形成“研发在成都，生产在德阳”的协同发展格局。加强与天府现代种业园的交流与合作，促进种子检测实验中心等高端平台共建共享，协同开展蔬菜、花卉、水果、中药材等良种的培育、扩繁与产业化。

（三）力推科技孵化转化

加快推进国家科技成果转移转化示范区建设，发挥德阳助

力工业创新服务中心、中科（德阳）育成中心、国家技术转移西南中心等平台作用，促进省内外高校院所生物经济关联学科带头人、实验室负责人与初创型企业信息共享和供需对接。在新药研发、生物育种等领域筛选一批科技创新项目，争取率先实现产业化，培育一批具有创新能力和核心竞争力的生物医药企业和“育繁推一体化”生物种业企业，形成“研发在高校、产业化在德阳”的发展格局。

（四）完善创新服务生态

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，整合企业、科研院所、协会资源，链接成渝地区相关产业资源，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，打造科技创新企业成长苗圃。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。

专栏 8 “十四五”时期德阳生物经济重点领域技术创新方向

1. 中医药：开展丹参、川芎、白芍等重要的药用植物种源筛选、良种繁育等关键技术研究，建设中药新药研发、保健食品研制为核心的技术创新平台，推进中药有效成分规模化高效分离与制备技术，符合中药特点的缓控释、经皮和黏膜给药技术，生产过程质量控制技术，检验检测技术，物理改性和掩味等新型制剂技术研发，针对中医诊疗优势病种，挖掘经典名方，推进现有药品文号的盘活，开发复方、有效部位及有效成分中药新药，加快推动疗效确切、剂型先进、质量稳定可靠、安全性高的中药创新药研发和产业化；

2. 化学药：推进应用原料药晶型控制、酶合成法、手性合成、微反应连续合成、分子蒸馏等新技术，制剂生产的缓释、控释技术，靶向释药、透皮和黏膜给药制剂等新剂型工艺技术，药物生产在线质量控制技术，发酵菌渣等固体废物的无害化处理和资源化利用技术，高端制剂产业化技术等研究；

3. 生物药：推进大规模、高表达抗体生产技术，抗体耦联药物（ADC）等新型抗体制备技术，新型疫苗技术，大规模悬浮细胞培养技术，重组蛋白及单抗高级结构分析技术，长效缓释、控释等生物制剂技术，极微量杂质的分析检测技术研究；

4. 干细胞与再生医学：重点突破细胞重编程、遗传分化与干细胞诱导分化技术，干细胞分离鉴定、扩增及识别技术，干细胞免疫排斥、安全植入及活体精确观测示踪等技术；

5. 工业微生物培育：重点突破新一代工业微生物高通量筛选技术，优良菌种选育、培养基优化技术，基因工程菌种选育技术，代谢工程与合成生物技术构建工业微生物菌种，特定突变

菌株诱变筛选技术；

6. 生物育种：重点突破基因编辑工具、全基因组选择模型等关键核心技术，基因组筛选技术。

六、强化生物经济企业引育

（一）积极引育产业链头部企业

聚焦高端医疗器械、生物制药、新型发酵产品、生物基材料、生物种业、农用生物制品等领域，采取“本土企业+科研院所+资源基地+应用场景”模式开展靶向招引，加快引进一批高能级科研团队和产业化项目。定期发布德阳生物经济机会清单、场景清单，主动释放生物经济发展机会。实施生物经济龙头企业培育计划，建立生物经济重点企业库，精准制定扶持政策措施，助推企业做大做强。

（二）加强专精特新企业培育

强化高新技术企业和科技型中小企业培育，鼓励企业加大研发投入力度，开发拥有自主知识产权的新产品、新工艺、新技术，提高核心竞争力。引导支持中小企业向“专精特新”方向发展，鼓励龙头企业与中小企业开展联合研发攻关和配套协作。支持企业引进高校院所先进科研成果进行转化应用，提升企业创新发展能力。

（三）引导企业成链集聚发展

聚焦生物种业、现代中药等领域，探索建立产业联盟，整合政府、企业、高校、科研院所等各类主体，促进交流合作和供需对接。推动产业链大中小企业融通发展，引导中小企业围绕产业链核心企业需求提供配套产品和服务，做长做粗中药材、动植物

提取物、新型酶制剂等领域产业链条。按照“大园区、小集中”模式，探索在绵竹高新区、中江高新区、小汉工业集中发展区等园内规划建设生物产业园区，打造一批标准厂房、孵化器、加速器等专业载体，引导生物经济企业集聚集群发展。

七、推动关联产业融合赋能

（一）提升生物产业数字化水平

推动数字技术与生物技术深度融合，加快数据储存和传输系统、数据管理系统、信息服务系统等基础设施建设，提高数据融通共享、有效整合、快速访问和高效利用能力，有效支撑药物研发、重大疾病管理与防治、公共卫生监测、农作物育种和病虫害预防等研究领域的重大发现。推动人工智能与生物技术融合，加快智能药物设计和发现，智能辅助诊疗等技术的研发和应用，提升生物服务智能化水平。

（二）推动三次产业融合发展

以白酒酿造为核心，积极向上、下游延展产业链条。扩大水稻、高粱、小麦等酿酒专用粮种植规模，为白酒产业扩能提供优质的原材料。深入挖掘德阳酒文化内涵外延，结合大唐国酒生态园、川酒文博馆等项目，优化剑南老街经营业态，全力打造集白酒展示交易、品牌塑造、酒文化知识传播、旅游休闲于一体的综合街区，推动“德阳酒”与酒粱种植加工、酒旅文化等深度融合。依托猕猴桃、大马士革玫瑰、白芍等特色农产品种植加工基地，高规格建设银谷玫瑰小镇，培育发展乡村旅游、体验经济等融合性新业态，促进一二三产融合发展。

（三）丰富生物技术应用场景

按照“整体规划、分步实施”思路，由限制到逐步禁止一次性不可降解塑料制品的生产和使用，逐步扩大生物基可降解塑料制品替代使用范围。积极开展生物农药、生物兽药、生物肥料、植物生长调节剂等农用生物制品的示范应用和推广，推进全降解农膜的研究开发与产业化。积极推进非粮食生物液体燃料的规模化加工，支持以餐饮业废油、油榨厂油渣、油料作物为原料生产生物柴油，鼓励研发新型催化剂及高效生物转化酶，提高生物质液体燃料制备转化率。

八、加强生物资源开发保护

（一）推动生物资源循环利用

加强对酒糟的综合利用，推行“酒糟 - 天然气 - 肥料 - 酒梁 - 白酒”“酒糟 - 微生物 - 微生态制剂 - 肥料 - 酒梁 - 白酒”循环产业链，带动新型发酵产品、农用生物制品等关联产业发展。加大对农作物秸秆的综合利用，加快打造“秸秆 - 基料 - 食用菌”“秸秆 - 青贮饲料 - 养殖业”循环产业链。大力推行“猪 - 沼 - 果（菜、粮、桑、林）”等循环模式，形成上联养殖业、下联种植业的生态循环农业新格局。加快推进一批生物资源综合利用示范项目，全力打造国家特色生物资源综合利用示范基地。

（二）加强生物资源保护

筑牢德阳作为长江上游支流的生态屏障，大力遏制物种多样性丧失和原生环境退化。开展德阳大熊猫国家公园建设行

动，完成区域内自然资源统一确权登记，推动生物多样性资源监测，积极向上争取国省级示范项目，助推什邡、绵竹打造大熊猫旅游文化名片。开展德阳重点农业种质资源登记和保护行动，重点保护水稻、油菜、高粱、玉米、猕猴桃等重要作物的野生近缘物种、古老地方物种、德阳特有物种等。建设德阳市中药材种质资源保护中心，联合成都中医药大学“国家中药材种质资源库”，开展丹参、白芍、川芎等道地药材和贝母、重楼、羌活、防风、黄连等野生名贵药材的遗传资源保护工作。研究划定德阳道地中药材种质资源保护区，确保中药材种质资源的纯正稳定。

（三）加强生物安全管理

落实《中华人民共和国生物安全法》和人类遗传资源管理、实验室生物安全管理条例，建立完善生物安全监管体系，开展外来物种现状调查和评估，防范外来物种入侵和生物技术谬用，做好微生物耐药控制工作。按照省上生物经济的总体布局，围绕德阳生物经济发展需求，鼓励行业部门建设一级、二级生物安全实验室。定期开展生物安全管理培训，提升各领域科研人员生物安全风险意识和应对能力，推动形成国家生物安全风险防控的“德阳经验”。

九、强化要素精准匹配

（一）强化政策支持

围绕生物经济企业全生命周期需求特点，出台支持生物产业发展的专门政策。整合政府项目计划，逐年加大在生物技术

及其产业化方面的投入，支持生物技术及产业发展。加大生物产品市场培育力度，对农民使用农业良种、生物农药、生物肥料、完全可降解生物薄膜等产品给予适当补助。

（二）集聚专业人才

紧扣产业发展需求，大力引进科技研发人才、专业技能人才和高端管理人才，推动重点项目、重点企业人才正向流入。结合生物经济发展特征，积极挖掘、选配优秀干部，强化生物经济专业知识和管理培训，加快构建专业高效的生物经济干部梯队。

（三）促进产融对接

探索设立德阳市生物经济引导基金，采取参股、跟投等方式支持优质项目落地。引导银行、证券公司、保险公司、各类投资机构以及知识产权评估、信用评级机构等专业机构为种子期、初创期、成长期、成熟期等不同成长阶段的创新型企业提供全生命周期金融服务。

十、环境影响评价

（一）生态环境影响分析

生物质资源综合开发利用、生物产业发展过程中，将产生废水、废气、噪声、固体废弃物等污染，对生态环境造成一定影响，需主动加以防治。

水环境。规划实施将造成水资源压力和水环境污染排放影响等问题，实体建筑建造、生物质综合利用过程中耗水量较大，项目施工、畜禽良种繁育、生物制品、生物基材料、生物能

源等生产过程中将产生废水，其中主要污染因子包括微生物等。

大气环境。规划实施将对大气环境造成影响，包括施工建设过程中的施工扬尘、产品加工产生的固体粉尘，以及生产经营过程中产生的二氧化硫（ SO_2 ）、二氧化氮（ NO_2 ）、臭氧（ O_3 ）、一氧化碳（ CO ）、挥发性有机物（ VOCs ）、恶臭气体、固体粉尘等污染物。

噪声环境。规划实施将产生噪声影响，主要来自于工厂生产设备、实验室大型仪器设备运行过程中产生的噪声。

固体废弃物及土壤环境。规划实施将产生固体废弃物，对土壤环境造成影响，主要来自建设施工和工农业生产的残渣。农业废弃物资源化无害化处理过程产生的沼液沼渣未充分利用，将造成环境二次污染和资源浪费。

（二）影响防治措施

规划实施要以改善环境质量、保障生态安全为目标，符合《中华人民共和国环境影响评价法》《规划环境影响评价条例》《四川省主体功能区规划》《四川省生态保护红线方案》等要求，规划的生物经济项目须进行科学选址、依法依规建设，统筹考虑生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线、生态环境准入清单的管控要求，严格保护生态环境。

建设占用土地需依法办理相关用地手续，在实施过程中要考虑规划区域整体性污染治理、生态修复与建设、生态补偿等环境保护方案，以及与周边区域开展联防联控等预防和减缓环境影响的对策措施。规划实施过程中产生的环境影响，需通过

实施一系列环保措施进行消除或减少，降低资源消耗、减少环境污染，确保符合生态环保要求。

（三）生态污染防治方案

水环境污染防治方案。规划设计合理的污水收集处理系统，严格控制一类污染物排放，按规定安装在线监控系统，确保环保设施设备正常运行和污水达标排放。园区污水收集应采用雨污分流方式，污水处理站或污水处理厂应选择先进适宜处理工艺。污水处理厂出水达到中水回用标准的，尽可能考虑中水回用。

大气污染防治方案。项目施工建设及生产经营过程中应强化源头管控，推行源头替代，尽量减少大气污染物产生。生产经营活动中产生恶臭气体的项目，应科学选址，设置合理的防护距离，并安装净化装置，设置满足环保要求的污染治理设施或采取其他措施，防止排放恶臭气体。对生产过程中产生的 SO₂、NO₂、O₃、CO、VOCs、恶臭气体、固体粉尘等，应设置除尘、除臭及废气处理装置，有效防治大气污染。重点排污单位应当安装、使用大气污染物排放自动监测设备，与生态环境主管部门的监控设备联网，保证监测设备正常运行并依法公开排放信息。

噪声控制方案。加强噪声源头控制，采取措施对声源进行降噪。针对噪声干扰区内的居民住宅、学校、医院等噪声敏感建筑，可采用增加隔声墙体、隔声窗等方式，综合解决噪声问题。

固体废弃物处理处置措施。对固体废弃物实施分类处理、处

置，做到“资源化、减量化、无害化”，实现城市及农林有机废弃物等可由专业公司重新回收利用，不能回收利用的垃圾进行安全处理处置。危险固体废弃物应委托有资质的单位定期收集并进行统一无害化处理。利用生物技术加强土壤修复及治理。

十一、组织保障措施

（一）加强组织领导

建立德阳市生物经济领导小组，统筹发改、经信、科技、商务、农业、市场监管等部门，定期召开联席会议，协同推进规划提出的重点任务和重点项目，协调解决生物经济发展过程中的重大问题。

（二）明确任务分工

将规划提出的发展目标、重点任务和重大项目，分解到各部门及区（市、县），明确进度要求、工作责任人。各部门及区（市、县）制定相应的行动计划和配套措施，确保规划任务分年度、按计划、有步骤地完成。建立绩效考核评价机制，加强对规划实施情况的跟踪分析和督促落实。

（三）健全统计体系

探索建立生物经济统计指标体系，加强行业数据收集、分析等基础工作，定期发布生物经济相关指标，及时通报重点产业、企业及产品运行情况，为预测产业发展态势、制定产业政策提供依据。

（四）加强宣传引导

建立多层次宣传渠道，凝聚“生物经济是德阳经济转型的

重要着力点”的社会共识。定期发布城市生物经济场景清单、机会清单，支持举办生物经济大会、高峰论坛以及生物经济产品展会，营造支持生物经济发展的良好氛围。

附件

生物经济专项研究

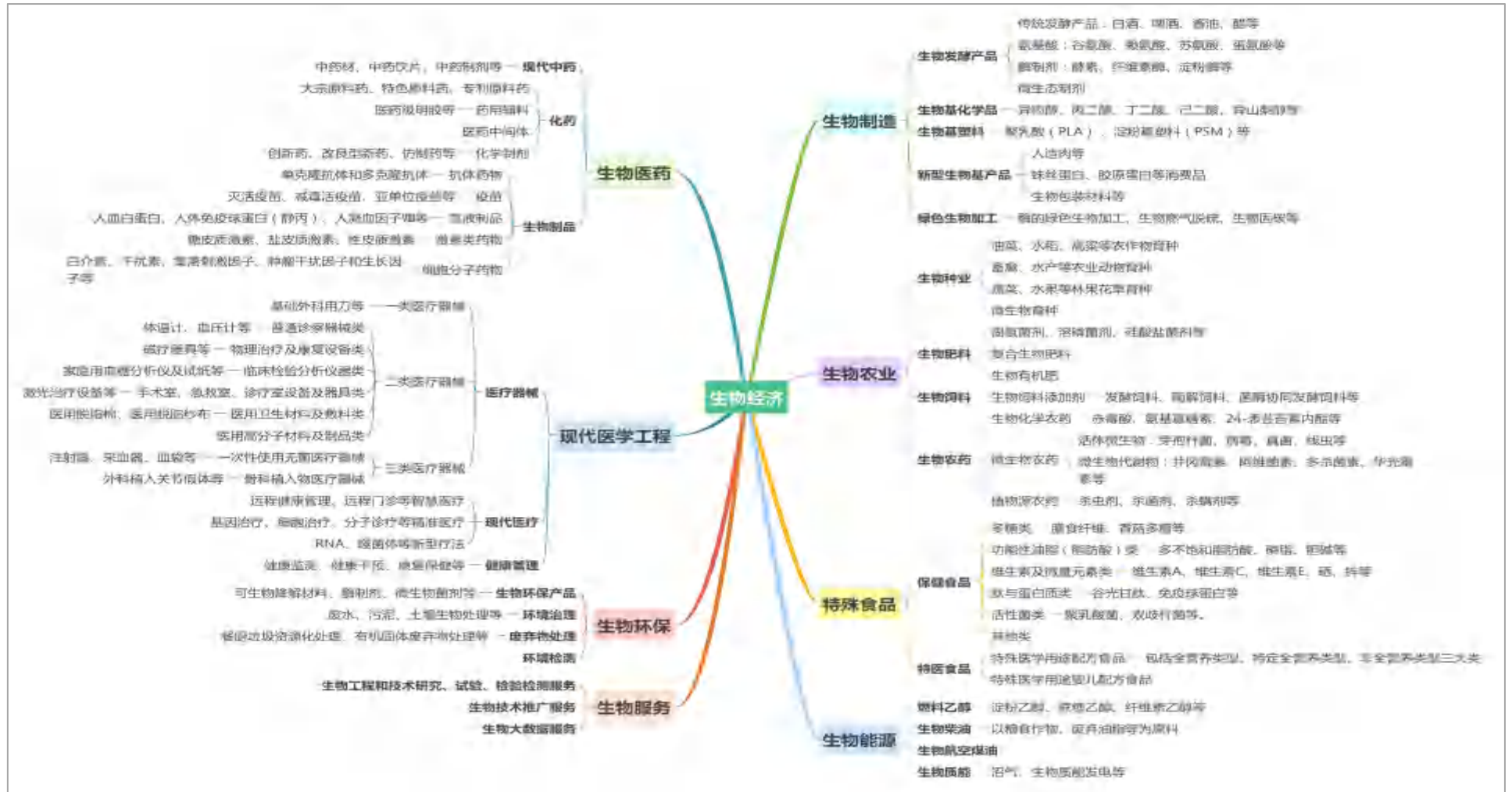
一、相关概念辨析

(一) 生物经济

当前，国内外学者对于生物经济内涵、作用与发展方向存在不同看法。一些学者认为生物经济正在成为网络经济之后的又一个经济增长点，生物产业的市场空间将是信息产业的10倍，有望在未来15年左右率先在一些国家成为支柱产业。一些学者则认为生物技术产业尚在起步阶段，发展生物经济时机还不够成熟，需要较长时间的技术积累。

根据中国学者邓心安相关研究，参照《国家战略性新兴产业分类（2018）》《中国生物产业发展报告2019》以及国家、四川省“十四五”生物经济发展规划等文件，本规划认为，生物经济是以生命科学、生物技术的发展进步和普及应用为基础，围绕保护、开发、配置、使用生物资源并提供生物技术产品和服务，形成的生产、流通、分配和消费模式及制度体系的经济形态，主要涉及生物医药、生物医学工程、生物农业、生物制造、生物能源、生物环保、特殊食品和生物服务等领域。

生物经济全景图



1.生物医药。指综合利用分子生物学、细胞生物学、遗传学、药学等科学研究成果，用于疾病预防、诊断和治疗的物质，可分为中药、化学药和生物制品三大领域。

其中中药是指以中医传统医药理论指导采集、炮制、制剂下，用于预防、治疗、诊断疾病并具有康复与保健作用的物质。根据加工工艺的复杂程度，中药可分为中药材、中药饮片和中成药。

化学药品是指从天然矿物、动植物中提取的有效成分，经过化学合成制得的药物，是缓解、预防和诊断疾病，以及具有调节机体功能化合物的统称。根据国家《药品注册管理办法》，化学药品注册按照创新药、改良型新药、仿制药等进行分类，其中创新药和仿制药均包含原料药和及其制剂。

生物制品是指应用普通的或以基因工程、细胞工程、蛋白质工程、发酵工程和酶工程等生物技术获得的微生物、细胞及各种动物和人源的组织、组织和液体等生物材料制备的，用于人类疾病预防、治疗和诊断的药品。生物制品不同于一般化学药，它是通过刺激机体免疫系统，产生免疫物质发挥功效，在人体内出现体液免疫、细胞免疫或细胞介导免疫。生物制品主要包括抗体药物、疫苗、血液制品、细胞因子等细分领域。

其中，抗体药物是生物制品类别中市场规模最大的细分领域，因为在癌症治疗中显示出较化疗等传统疗法更明显的疗效和更低的毒副作用而得到医生和患者的广泛认可。疫苗

是指用各类病原微生物制作的用于预防接种的生物制品，主要包括灭活疫苗、减毒活疫苗和亚单位疫苗等。血液制品是指各种人血浆蛋白制品，包括人血白蛋白、人胎盘白蛋白、静脉注射用人免疫球蛋白（静丙）、肌注人免疫球蛋白、人凝血因子VIII等。人血浆中92% - 93%是水，仅有7% - 8%是蛋白质，血液制品是从这部分蛋白质分离提纯制成的。细胞因子是人体内天然存在的，由免疫细胞和某些非免疫细胞经刺激合成、分泌的一类具有广泛生物学活性的小分子蛋白质，作用是结合相应受体调节细胞生长、增殖和分化、刺激造血、促进组织修复和调控免疫应答等。重组细胞因子药物是利用基因工程技术生产的细胞因子产品，作为药物可用于治疗肿瘤、感染、造血障碍等，常见的重组细胞因子药物包括白介素、干扰素、集落刺激因子、肿瘤干扰因子和生长因子等。

2.生物医学工程。指综合应用生命科学与工程科学的原理和方法，从工程学角度在分子、细胞、组织、器官乃至整个人体系统多层次认识人体的结构、功能和其他生命现象，研究和开发用于防病治病、人体功能辅助及卫生保健的人工材料、制品、装置、系统和工程技术的学科。从产品类型看，主要包括大中型医疗器械、植入性医疗器械、小型医疗设备及耗材和家用医疗设备等。

其中，大中型医疗器械是指在现代医院中，市值较高（通常在几十万至上百万、上千万）、体积较大且可供多次

使用的医疗设备，可分为诊断设备类、治疗设备类和辅助设备类。

植入性医疗器械是指借助外科手术，全部或者部分进入人体或自然腔道中，在手术过程结束后长期留在体内，或者留在体内 30 天以上的医疗器械，主要包括骨科植入器械、血管介入器械、非血管介入类器械、电生理和起搏器等。

小型医疗设备及耗材主要是指临床多学科普遍应用的价值较低的一次性医用材料，包括一次性注射器、输液器、输血器、引流袋、引流管、留置针、无菌手套、手术缝线、手术缝针、手术刀片等。根据具体用途不同，小型医疗设备及耗材可分为医用卫生材料及敷料类、注射穿刺类、医用高分子材料类、医用消毒类、麻醉耗材类、医技耗材类等。

家用医疗设备是指适用于家庭使用的医疗设备，与医院使用的医疗设备相比，家用医疗设备操作简便、体积小、携带方便，可分为检测设备类、治疗设备类和康复设备类。

3.生物农业。 主要指利用转基因、分子标记、细胞工程等现代生物技术，从事农业良种及林业新品种的培育与产业化，以及绿色农用生物制品的创制与生产，主要包括生物种业、生物农药、生物肥料、生物饲料等领域，是生物产业的重要组成部分。

生物育种是利用遗传学、细胞生物学、现代生物工程技术等方法原理培育生物新品种的过程。目前我国育种方法主要有杂交育种、诱变育种、多倍体育种、单倍体育种、细胞工程育

种、基因工程育种等，前沿育种技术主要有分子标记育种、转基因育种、基因（组）编辑育种、设计育种等。

生物农药是指利用生物活体（真菌，细菌，昆虫病毒，转基因生物，天敌等）或其代谢产物（信息素，生长素，萘乙酸，2，4-D等）针对农业有害生物进行杀灭或抑制的制剂。我国生物农药按照其成分和来源可分为微生物活体农药、微生物代谢产物农药、植物源农药、动物源农药四个部分。

生物肥料是指添加了多种微生物的复混菌肥，即采用人工方法培养多种有益微生物而制成的生物肥料。除了少部分液体肥料外，最常见的品种是固体生物肥。按原料和载体，分为生物复混肥、活性生物肥和腐殖酸生物肥等。

生物饲料指使用国家相关法规允许使用的饲料原料和添加剂，通过发酵工程、酶工程、蛋白质工程和基因工程等生物工程技术开发的饲料产品总称。生物饲料包括发酵饲料、酶解饲料、菌酶协同发酵饲料和生物饲料添加剂等。

4.生物制造。指以合成生物学、基因编辑、系统生物学、蛋白质科学等前沿科学为基础，以生物过程工程技术、智能生物装备技术等为支撑，利用生物体机能或生物质资源生产燃料、材料、化学品或进行物质加工的先进工业模式，具有清洁、高效、可再生等特点，是现代生物产业的核心。

生物发酵是生物制造产业的重要组成部分之一，涉及的产品主要包括传统发酵产品、新型发酵产品、抗生素、生物农药等，其中新型发酵产品包括氨基酸、有机酸、酶制剂、酵母、

淀粉糖、多元醇、功能发酵制品等。日本、中国、韩国等亚洲国家在传统发酵产业的微生物和细胞技术等方面具有深厚的研究基础，在氨基酸、酵母等大宗发酵行业中有较强的市场竞争优势；美国、丹麦、荷兰等国企业在酶制剂等现代发酵行业中处于技术垄断地位。

生物基材料主要指利用谷物、豆科、秸秆、竹木粉等可再生生物质为原料制造的新型材料和化学品等，包括生物基化工原料、生物基塑料、生物基纤维、生物基橡胶以及生物质热塑性加工得到的塑料材料等。生物基材料由于其绿色、环境友好、资源节约等特点，正在成为一个加速成长的新兴产业。德国 Nova 研究所报告提出，2018 年全球生物基聚合物总体产量约为 750 万吨，已经达到化石基聚合物的 2%，未来潜力巨大。

除上述以生物技术产品开发生产为主要目标的行业外，生物制造产业还涉及 DNA 合成、微生物 / 酶定制等技术服务。此外，生物制造产业还涉及一些相关仪器设备、装备系统研发等。

5.生物能源。指利用生物质经现代工艺和技术生产出来的油、气、电和固体能源产品。生物质包括植物、动物及其排泄物、垃圾及有机废水等。常见的生物能源有：燃料乙醇、生物柴油、生物沼气、生物丁醇、微藻制油、生物质发电等。

燃料乙醇指提及浓度达到 99.5% 以上的无水乙醇。

特点：可作为新兴能源，减少石油消耗，保障国家能源安

全；辛烷值高，抗爆性能好，可作为汽油添加剂，提高辛烷值，减少矿物燃料对大气污染；是可再生能源，利用农作物发酵生产乙醇，燃烧排放二氧化碳与作物在生长过程中消耗二氧化碳基本持平，可减少矿物燃料燃烧产生的二氧化碳。

生物柴油指以大豆和油菜籽等油料作物、油棕和黄连木等油料林木果实、工程薇藻等油料水生植物以及动物油脂、废餐饮油等为原料制成的液体燃料，是优质的石化柴油代替品。

特点：优良的环保性、较好的低温发动机启动性能、较好的安全性能、较好的安全性能、具有可再生性能、无需改动柴油发动机。

生物沼气指利用城市生活垃圾、农作物废料甚至污泥等分解产生的气体，主要成分为甲烷和二氧化碳，可用于发电和供热。

生物丁醇指以生物为原料，通过与乙醇相似的发酵工艺制备而成的可再生能源。

特点：碳排放量较低、蒸汽压力较低、与汽油混合与水的宽容度较大，与汽油混合比较高。

微藻制油指生长在海中的藻类，是植物界的隐花植物，通过有效的利用太阳能，进行光合作用固定二氧化碳，将无机物转化为氢、高不饱和烷烃、油脂等能源物资。

特点：薇藻生物是可再生、速生生物、对大气二氧化碳没有净增加、人工培养资源占用小。

生物质发电指利用生物质所具有的生物质能进行的发电，

是可再生能源发电的一种，包括农林废弃物直接燃烧发电、农林废弃物气化发电、垃圾焚烧发电、垃圾填埋发电、沼气发电等。

6.生物环保。主要是指利用生物技术，从事环境污染及生态环境退化等方面的治理，开发环保生物新技术、生物环保产品及相关设备。

7.特殊食品。指为满足某些特殊人群的生理需要，或某些疾病患者的营养需要，按特殊配方、特殊加工方式研制的营养补充类食品。

8.生物服务。主要指以合同方式为制药企业和研发机构在药物研发过程中提供专业化的服务，包括工程和技术研究和试验、检验检测、生物技术推广服务等。

（二）生物技术

生物技术指利用生物的机能、特性、成分或其代谢物质来制造产品或提升产品品质，以改善人类生活品质的科学技术。凡是利用生物程序，包括微生物、植物、动物等生物细胞特性或成分或其代谢物制造用品，或应用分子层次技术改善传统生产程序，以及提升人类生活质量的科学技术，均属生物技术范围。根据发展阶段，生物技术可分为传统生物技术和现代生物技术。传统生物技术包括酿造、酶的使用、抗菌素发酵、味精和氨基酸工业等，被广泛应用于生产面包、奶酪、啤酒、葡萄酒、酱油、米酒、发酵乳制品等多种食品。现代生物技术生包括基因工程、蛋白质工程、细胞工程、酶工程和发酵工程这五

大技术。其中，基因工程和细胞工程的作用是将常规菌作为特定遗传物质受体，通过结合外来基因，使之成为能表达特定多肽或蛋白的新物种——“工程菌”或“工程细胞株”。蛋白质工程、酶工程和发酵工程的作用是创造适宜新物种良好的生长与繁殖条件，实现大规模培养，以充分发挥新物种的内在潜力，为人类提供巨大的经济效益和社会效益。

1.基因工程。又称基因拼接技术和 DNA 重组技术，是以分子遗传学为理论基础，以分子生物学和微生物学的现代方法为手段，将不同来源的基因按预先设计的蓝图，在体外构建杂种 DNA 分子，然后导入活细胞，以改变生物原有的遗传特性、获得新品种、生产新产品。自 1982 年重组胰岛素批准上市以来，现已有近 40 种基因工程药物投放市场，包括胰高血糖素、生长激素、胰岛素、生长素、干扰素、单克隆抗体、疫苗、血液因子VIII等。



图 1 基因工程技术制备生物制剂流程

2.细胞工程。指应用现代细胞生物学、发育生物学、遗传学和分子生物学的理论与方法，按照人们的需要和设计，在细胞水平上的遗传操作，重组细胞的结构和内含物，以改变生物的结构和功能，即通过细胞融合、核质移植、染色体或基因移

植以及组织和细胞培养等方法，快速繁殖和培养出人们所需要的新物种的生物工程技术。细胞工程涉及的主要技术领域包括细胞培养、细胞融合、细胞拆合等方面，通过细胞工程可以生产有用的生物产品或培养有价值的植株，并产生新的物种或品系，如杂交瘤细胞由 B 淋巴细胞和骨髓瘤细胞融合而成。

3.蛋白质工程。以蛋白质分子的结构规律及其生物功能的关系作为基础，通过化学、物理和分子生物学的手段进行基因修饰或基因合成，对现有蛋白质进行改造，或制造一种新的蛋白质，以满足人类对生产和生活的需求。蛋白质工程并非直接对蛋白质分子进行改造，而是通过对基因的改造实现对天然蛋白质的改造。原因在于蛋白质均由基因编码，改变基因即完成对蛋白质的改造，且改造过的蛋白质可以通过基因遗传，而针对蛋白质的改造即使成功，也无法通过遗传延续。



图 2 蛋白质工程流程图

4.酶工程。指将酶或者微生物细胞，动植物细胞，细胞器等在一定的生物反应装置中，利用酶所具有的生物催化功能，借助工程手段将相应的原料转化成有用物质并应用于社会生活的一门科学技术。它包括酶制剂的制备，酶的固定化，酶的修饰与改造及酶反应器等方面内容。酶工程的应用主要集中于食品工业、轻工业以及医药工业中，还可以用于

能源开发、环境工程等领域。

5.发酵工程。指采用现代工程技术手段，利用微生物的某些特定功能，为人类生产有用的产品，或直接把微生物应用于工业生产过程的一种新技术。发酵工程的内容包括菌种的选育、培养基的配制、灭菌、扩大培养和接种、发酵过程和产品的分离提纯等方面。

二、生物经济的作用和意义

当前，生物经济已超出生物基产品及生物产业范畴，拓展到经济、社会和环境等各层面，对当代可持续发展产生重要影响，主要表现在以下几个方面：

（一）推动医学第四次革命，进一步提高人类健康水平，延长人类寿命

基因工程、细胞工程、组织工程和生物芯片等技术在现代医学中的广泛渗透，加速了新型疫苗、诊断技术、生物药物、基因治疗技术、再生医学的发展，人类的健康水平必将上一个新的台阶。未来的生物技术将会使人类预期寿命大幅度提高，基因编辑技术能够“剪除”有害基因，防止疾病发生；癌症疫苗将通过自身免疫杀死癌细胞，部分癌症将不再需要手术、化疗，人类将会控制住癌症和心脑血管这两大杀手，而且逐渐战胜传染病。人类长寿，现在已经成为国际研究的重点。干细胞、器官再生技术有望使人类像更换汽车零件一样，更换衰老的器官；抗衰老、健康管理等技术将使人类健康寿命延长 10 年左右，人活 90 岁成常态。

（二）推动农业第二次绿色革命，大幅提高农业数量、质量和效益

转基因技术、胚胎生物技术、克隆技术的突破加速动植物品种的更新换代以及种植业和养殖业结构的变革，分子育种技术有望将粮食产量提高 20%左右。动物生物制品和饲料生物添加剂的应用大幅度提高畜牧业生产效益，生长激素可以使家畜在不增加饲料的情况下多产 10%的肉，细胞培养技术则能够在碗中直接长出肉。生物肥料、生物农药正逐步替代化学农药和化学肥料，减少农产品与环境污染；可降解生物地膜的广泛应用将从根本上解决白色污染问题；防御农业生物灾害可以减少 10%左右的损失。

（三）推动化学工业第三次革命，发展绿色制造，加速传统产业升级

生物技术在工业生产中的广泛应用将使传统化学、食品、发酵、塑料、纺织、造纸工业生产手段发生根本性变革，大幅度降低原材料、水资源及能源消耗，减少污染物排放，推进“绿色制造”，加速传统产业升级。使用新型添加剂、保鲜剂、工业用酶等食品生物技术开发功能食品、新型发酵食品等产品，将促进第四代食品的诞生，大幅度提高食品安全水平，增加农业的附加值。化学工业将从以化石原料为基础的转变为由生物质能为原料，将用生物催化剂逐步替代化学催化，大幅度提高经济效益、减少环境污染。发酵工业不但能生产酒类、酱油、醋、味精等大宗产品，而且能够生产抗生素、维生素、生

长激素、抗衰素、生物材料、人造肉等高端生物制品，形成细胞工厂制造业。

（四）加速能源变革，将荒山、草地变为“绿色油田”

当前，生物质能正在成为推动能源生产消费革命的重要力量。利用荒山、荒坡、荒地种植能源植物，发展燃料乙醇、生物柴油、生物燃气，进行生物发电，利用生物质能部分替代日渐枯竭的化石燃料，已成为许多国家的能源战略。初步测算，我国发展生物能源，相当于开发7个大庆油田。

（五）有助于改善生态环境，再造秀美山川

合成生物技术能够使部分灭绝的生物获得再生，保护生物多样性，修复生态环境。耐盐碱、抗旱生物能够使荒山、沙漠变绿洲，部分盐碱地变良田。生物法是城市污水和工业废水处理的主导方法，采用生物处理方法在节约大量水资源的同时，每年可减少排污费用150亿-300亿元。生物处理技术已在城市垃圾处理中发挥重要作用，通过生物处理技术可产生600万吨有机肥、30亿立方米沼气¹。

（六）生物资源的深度开发将孕育一批新兴生物产业

地球上拥有十分丰富的生物资源，加强生物资源的开发利用，能够培育一批新兴产业。一是培育具有特殊用途的植物，如纤维植物、油脂植物、芳香植物、食用植物等新品种，为工业、精细化工提供重要的原料和制剂等；二是大规模筛选和提

¹数据来源于《发展生物技术，引领生物经济》，王宏广等著,2005

取微生物活性物质。研制 100 种以上抗肿瘤、抗真菌、抗病毒、酶抑制剂，新型人用、畜用和农用抗生素等微生物药物，开发和生产治疗及诊断类生物制品，并实现产业化。

（七）探索生命规律，催生新的科技革命

自从 1953 年 DNA 双螺旋结构发现以来，生物技术已经从认识生物为主，转向改造、创造生命。基因组学、后基因组学、蛋白质组学使人类对生物世界的认识水平和改造能力发生质的飞跃。随着基因编辑、器官再生、合成生命等新技术不断涌现，生物技术和信息技术的紧密融合，系统生物学研究的深入，人类对生命规律的认识已从单基因层面转向细胞、组织器官等不同层面的复杂活动，生命起源、生长、发育、衰老、死亡的奥秘不断被揭示。基因测序成本已降至最初的 300 万分之一，科学家已经能够使动物寿命延长 2 倍以上。

（八）生物技术将在保障国家安全中发挥重要作用

当前，生物安全成为保障国家安全的关键内容，主要表现在三方面：一是外来有害生物入侵威胁我国农业生产安全、经济安全和生态安全。二是新的传染病的威胁。三是生物资源安全。我国是世界上生物资源最丰富的国家之一，同时也是发达国家掠夺生物资源的重要目标地区。尽管我国生物资源流失的确切数据难以统计，但据估计，我国生物遗传资源引进和输出比例大约为 1:10，流失情况相当严重。解决生物安全问题的关键在于开发快速检测、监测技术，以及针对性的生物疫苗和疗法，生物技术将发挥不可替代的作用。

三、我国生物产业发展概况

我国生物产业虽然起步较晚，但近年来发展迅速，年均增速保持在12%以上。2010-2019年，我国生物技术产业规模从3156亿元增加到2019年的12716亿元，增长了4倍。



图3 2010-2019年我国生物产业规模（亿元）

目前，我国已成为全球第一大原料药出口国、第二大药品消费市场、第三大燃料乙醇生产国和应用国，以及重要的药品研发服务贸易出口国，抗虫棉、植酸酶玉米、抗虫水稻等生物育种成果处于领先地位，超级稻、基因检测等处于世界第一梯队，生物技术与信息技术加速融合，生物经济新产业、新业态、新模式正在加快形成。据相关学者预测，到2030年我国生物经济规模有望达到30万亿元。

（一）重点领域发展情况

1. **生物医药**。近年来，我国医药市场保持着超过全球医药市场的增速增长，2020年我国医药行业市场规模达到17919

亿元。从细分领域看，目前化学药市场持续引领，2019年市场规模达1.07万亿元，占比超过51.05%；中药市场（不含中药材）次之，2019年市场规模达7153亿元，占比超过33%；生物制剂市场规模较小，2019年市场规模达3172亿元，不足化学药市场规模的三成，约为中药市场规模的一半，占比仅为15%。

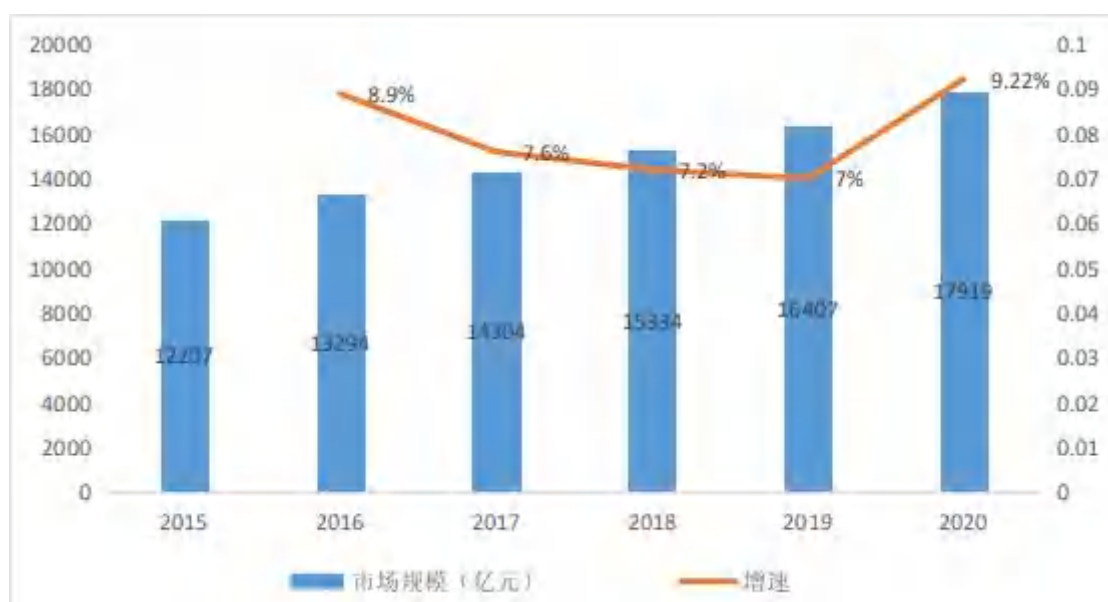


图 4 2015-2020 年我国医药工业市场规模及增速

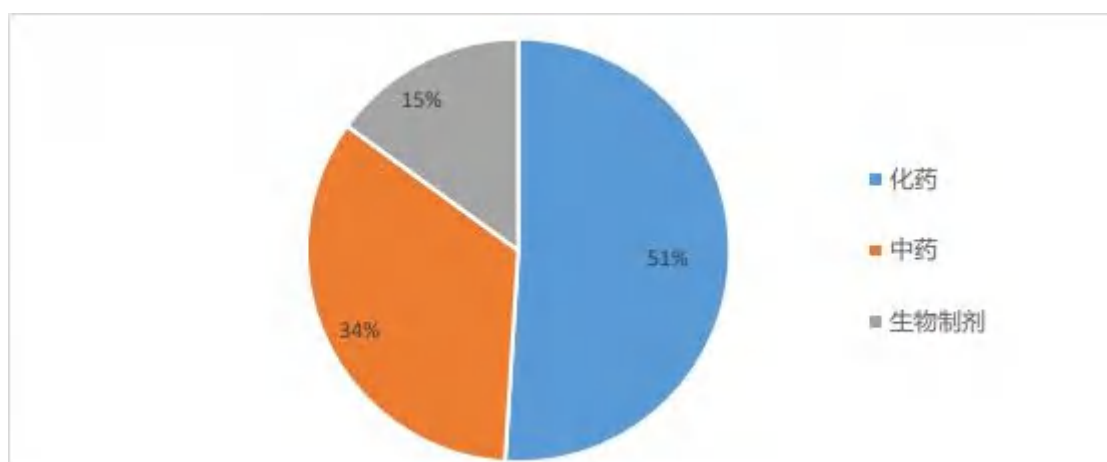


图 5 我国医药工业细分领域市场规模占比情况

抗体药物。我国抗体药物市场起步较晚，但随着肿瘤发病率和死亡率的攀升，国内抗体药物市场规模迅速攀升，截至 2019 年末，我国抗体药物市场规模达 375 亿元。但是目前我国的抗体药物仍以进口品种为主，价格普遍偏高，对患者用药造成了巨大的负担。

疫苗。我国将疫苗分为第一类疫苗和第二类疫苗。第一类疫苗是政府免费提供的疫苗，主要用于儿童补充免疫和应急免疫，包括卡介苗、乙肝疫苗、麻疹疫苗等；二类疫苗是指公民自费并且自愿接种的其他疫苗，主要包括狂犬疫苗、肺炎疫苗、宫颈癌疫苗等。近年来，我国居民生活水平和健康意识大幅提升，自愿接种疫苗热情高涨，我国疫苗市场规模快速提升。以 9 价 HPV 疫苗为例，自 2018 年获批上市以来长期处于供不应求的状态。随着新冠肺炎疫苗的相继上市，我国疫苗板块的市场规模预计将攀上新高峰。

干细胞治疗。目前，我国尚未批准任何干细胞药物上市，干细胞业务集中在上游细胞存储领域，利润率较低。近年来，国家密集出台了多项政策法规支持干细胞治疗药物研发。2020 年，海南博鳌率先启动干细胞领域落地转化试点，干细胞产品的落地转化曙光初现。截至 2020 年 11 月，我国已有 13 款干细胞新药的 IND 申请获 CDE 正式受理，其中 10 项获得批准。

2.生物发酵。我国作为国际市场上多种大宗发酵产品的重要供应国，正在加速由发酵工业大国向发酵工业强国转变。2018 年产品产量达到 2961.6 万吨，总产值 2472 亿元，新型发酵产品品种和衍生新产品持续增多。酶制剂领域，现阶段我国能够规模化生产的酶制剂种类有 30 多种，2017 年，我国酶制剂产量达到 135 万标准吨，2013 年—2017 年我国酶制剂年复合增长率为 10%，我国酶制剂市场消费量在全球总量中的占比为 9%以上。由于我国整体市场体量非常大，仍有非常大的提升空间。

3.生物基材料。我国生物基材料单体与聚合物产业发展速度较快，已形成以可再生资源为原料的生物材料单体制备、生物基树脂合成、生物基树脂改性与复合、生物基材料应用等的生物基材料产业链，形成环渤海、长江三角洲、珠江三角洲三个产业集群。生物基 1,3-丙二醇年产能约 2 万吨，已建成世界最大的年产 2 万吨生物基丁二酸的产业化生产线，以及年

产 1 万吨高光学纯度 D - 乳酸生产线；聚羟基脂肪酸酯（PHA）年总产能超过 2 万吨，产品类型和产量国际领先，聚乳酸（PLA）年产能 1 万吨，位居世界第二，二氧化碳共聚物（PPC）年产能 1 万吨以上。

4.生物能源。我国作为世界上第三大生物乙醇生产国和应用国（仅次于美国和巴西），目前已建成产能 500 万吨，在建产能合计超过 300 万吨。我国生物柴油产业发展处于成长期，生物柴油年总产能约为 350 万吨，但由于受到原料供应限制，生产装置开工率不足，尚无法满足市场需求。