

## “十三五”生物技术创新专项规划

当前，生物技术在引领未来经济社会发展中的战略地位日益凸显。现代生物技术的一系列重要进展和重大突破正在加速向应用领域渗透，在革命性解决人类发展面临的环境、资源和健康等重大问题方面展现出巨大前景。生物技术产业正加速成为继信息产业之后的又一个新的主导产业，将深刻地改变世界经济发展模式和人类社会生活方式，并引发世界经济格局的重大调整和国家综合国力的重大变化。抢占生物技术和生物技术产业的战略制高点，打造国家科技核心竞争力和产业优势，事关重大、事关全局、事关长远。根据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《国家创新驱动发展战略纲要》、《“十三五”国家科技创新规划》、《中国制造 2025》等战略部署的要求，为加快推进生物技术与生物技术产业发展，特编制本规划。

### 一、形势与需求

生物技术是 21 世纪最重要的创新技术集群之一，具有突破性、颠覆性、引领性等显著特点，并集中体现了全球科技创新发展态势的三个典型特征。一是学科交叉汇聚日益紧密，拓展了科学发现与技术突破的空间。生命科学与化学、信息、材料、工程等学科交叉融合，正在加速孕育和催生一批如合成生物技术、类

脑人工智能技术等具有重大产业变革前景的颠覆性技术。二是传统意义上的基础研究、应用研究、技术开发和产业化的边界日趋模糊，科技创新链条更加灵巧，创新周期大大缩短。如新发传染病从病原体分离鉴定到诊断试剂研制，过去往往需要不同领域专家耗费数年才能完成。随着基因测序、抗体制备等共性技术的广泛应用，现在仅需数月就能完成上述工作，为传染病防控提供了有力支撑。三是技术创新、商业模式和金融资本深度融合，各类创新要素日趋活跃，研发组织模式呈现网络化和全球化特征，研发理念不断更新，加速推动产业变革的步伐。2015年，全球生命科学领域仅并购交易就达到5460亿美元，是2006至2014年平均并购交易额的2.5倍，金融资本已成为生物技术领域创新创业的重要推手。

现代生物技术迅猛发展，取得了一系列重要进展和重大突破，加速向应用领域演进，广泛应用于绿色制造、生物医药、健康、农业、能源和环境等与国计民生和国家安全密切相关的重要领域，已经成为推动经济发展的核心驱动力。在这一战略技术领域，以发达国家为主的各国政府纷纷制定国家战略，美国发布了《国家生物经济蓝图》，欧洲推出《工业生物技术路线图》，印度公布《国家生物技术发展战略》，德国政府发布《生物经济战略》，俄罗斯通过了《俄罗斯联邦生物技术发展综合计划(2012-2020)》，韩国制定了面向2016年的《生物经济基本战略》，日本政府将“绿

色技术创新和生命科学的创新”作为国家的重点战略，加速抢占生物技术的制高点，加快推动生物技术产业革命性发展的步伐。

随着我国科技水平和综合国力的大幅提升，生物技术领域发展迅速，科技创新体系建设不断完善，科技研发能力和水平快速提升，科技成果不断涌现，支撑经济社会发展的作用不断增强。

“十二五”以来，生物技术进入了从“量的积累”向“质的飞跃”、“点的突破”向“系统能力提升”的重要时期，从以“跟跑”与“并跑”为主，向“并跑”与部分领域进入“领跑”转变。我国已连续5年在论文发表量和专利申请量方面位居全球第2位，仅2015年发表的生命科学论文就达8万多篇，申请生物技术专利2万多件。基础研究国际影响力大幅提升，在世界上首次利用小分子化合物诱导体细胞重编程为多潜能干细胞（CiPS细胞）；成功解析了人体重要功能蛋白人源葡萄糖转运蛋白 GLUT1 的晶体结构；屠呦呦研究员获得了2015年诺贝尔生理学或医学奖；技术应用与成果转化为改善民生福祉提供有力保障，自主研发的全球首个生物工程角膜“艾欣瞳”上市；手足口病（EV71型）疫苗和 Sabin 株脊髓灰质炎灭活疫苗研制成功；阿帕替尼、西达本胺等抗肿瘤新药成功上市；超级稻创造百亩连片平均亩产突破千公斤的新记录。伴随基础研究的蓬勃发展和技术创新的不断突破，我国生物技术产业规模不断壮大，一直保持着年均20%左右的增速，已成为中国经济的一个重要增长点，并形成了一批如上海张江、

天津滨海、泰州医药城、本溪药都、武汉光谷、苏州生物纳米园等有代表性的专业化高新技术园区，以及以长三角地区、环渤海地区、珠三角地区为核心的生物医药产业聚集区。

总体来看，当前全球新一轮科技革命和产业变革蓄势待发，大数据技术大大提升了生命科学与生物技术的研发效率，测序技术的突飞猛进则带动了各种组学技术的快速发展并进入临床应用，生命科学进入大数据、大平台、大发现时代。与此同时，合成生物技术展现出巨大潜力，个性化医疗和精准医学改变传统的疾病诊疗模式并推动医药产业变革，干细胞与再生医学为疾病治疗开辟了全新道路，单细胞技术、定向蛋白质组学技术、基因组编辑技术以及光遗传学技术等新兴研究方法推动生命科学向更加精确和实时的方向发展。在技术、市场、需求的耦合驱动下，生物技术及产业发展迎来战略机遇期和跨越式发展的新阶段。然而我国生物技术发展仍然面临着一系列亟待解决的问题，科技创新质量和水平仍需提高，科技支撑产业创新发展的能力还不够强，原创性科学发现和颠覆性技术缺乏，生物大数据应用、新一代基因操作等技术方向研究薄弱，生物资源保护及挖掘不足，具有自主知识产权的新型疫苗、抗体等生物制品和生物基化学品的研发能力和市场竞争力薄弱，基础研究向产业化转化的效率亟需提高，这些因素制约着我国生物技术及产业的高质量和快速发展。因此，迫切需要创新驱动发展，为建设世界科技强国、推进经济社会可

持续发展提供有力支撑。

## 二、指导思想与基本原则

### （一）指导思想

按照党的十八届五中全会“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念和建设科技强国的要求，充分发挥生物技术在经济建设和社会发展中的支撑引领作用，面向重大战略需求，瞄准生物技术基础前沿、重大关键技术、产业化应用等方向，坚持“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的方针，集中资源系统性布局，强化原始创新和集成创新，抢占生物技术竞争的战略制高点，加快培育生物技术高新企业和新兴产业，推进由生物技术大国向生物技术强国转变，为社会经济可持续发展提供坚实的科技支撑。

### （二）基本原则

**1. 坚持聚焦重大。**围绕我国现阶段和未来长远发展的重大需求，聚焦经济结构转型、惠及民生、促进社会发展的战略目标，加快推动生物技术和生物技术产业的发展，支撑“建设世界科技强国”、“中国制造 2025”等战略目标的实现。

**2. 坚持自主创新。**将自主创新作为我国生物技术发展的战略基点，培育原始创新、优化集成创新、加强协同创新，着力突破一批重大技术瓶颈，创制一批重大产品，完善涵盖基础研究、应用研究和开发研究全过程的生物技术自主创新体系。

**3. 坚持超前部署。**在“十二五”科技部署的基础上，准确把握技术前沿和战略方向，坚持超前规划和前瞻部署，使我国生物技术在“十三五”期间实现全面“并跑”，更多关键技术实现国际“领跑”。

**4. 坚持引领跨越。**充分发挥生物技术的引领性作用，强化原始创新和集成创新，促进生物技术成果转化和产业化发展，抢占国际竞争的战略制高点，引领我国传统行业的绿色转型升级，加快生物技术新兴产业培育，推动我国经济社会的跨越式发展。

### **三、发展目标**

#### **(一) 总体目标**

面向经济社会发展主战场，面向国家重大战略需求，面向世界科技前沿，到2020年，实现本领域整体“并跑”、部分“领跑”。基础研究取得重大原创性成果，突破一批核心关键技术，完善生物技术标准体系，培育一批具有重大创新能力的企业，基本形成较完整的生物技术创新体系，生物技术产业初具规模，国际竞争力大幅提升。

#### **(二) 指标体系**

生物技术作为重点发展的高新技术，在“十三五”乃至更长一段时期，需要实现更多突破，为创新驱动发展提供战略支撑。围绕总体目标的实现，将形成如下具体指标体系：

**提升生物技术原创性水平。**重点发展20-30项引领性新技术，

开发 30-50 个重大战略新产品，突破 50-80 项重大应用关键技术，推动建立生物技术领域基础通用国家标准，使生物技术水平大幅提升。

**打造生物技术创新平台。**以加快推动生物技术产业化为目标，推动建设以绿色生物制造、创新药物研发、生物医学工程为重点的若干生物技术创新中心；建设国家生物信息中心、人类遗传资源库、生物和医学大数据等战略资源平台，构建一批资源共享库及共享服务体系。

**强化生物技术产业化。**系统建立国家生物技术成果目录，完善生物技术转移服务体系，建设若干生物技术转移转化中心；加快生物技术专业化高新园区建设，打造 10-20 个产值过 100 亿的生物医药专业园区及 5-10 个产值过 100 亿的生物制造专业园区；生物技术产业在 GDP 中的比重超过 4%，使生物技术产业竞争力进一步得到提升。

## **四、重点任务**

### **（一）突破若干前沿关键技术**

#### **1. 颠覆性技术**

在生命科学与生物技术领域有较强基础的若干领域，重点部署具有重大影响、能够显著改变科技与经济社会等竞争格局的颠覆性生物技术，集中优势资源，着力原始创新，打造我国生物技术竞争新优势。

## 专栏 1：颠覆性技术

新一代生物检测技术。发展新一代基因测序技术，重视单分子技术在其中的应用和测序数据的分析解读；发展单细胞分离、基因组扩增、转录组扩增和单细胞基因组分析技术；发展生物大分子的单分子检测、荧光原位杂交技术和降噪技术；发展蛋白质测序技术、新型质谱和微流控芯片等技术；发展基因和蛋白质精准测量技术，推动生物检测技术向微量、痕量、单分子、高通量等方向发展。

新一代基因操作技术。发展精确或定量化的新型基因操作技术，真核生物细胞的基因（组）编辑技术，在工业生产和环境保护等方面具重要应用价值的新型微生物基因重组技术，促进多种基因（组）编辑手段的融合，重视基因操作的效率和通量，提高易操作性，降低脱靶性，扩大应用范围。

合成生物技术。突破人工生命元器件、基因线路和生物计算、人工生命体、人工多细胞体系设计构建调控原理，发展大片段 DNA 和人工基因组设计合成技术，设计构建重大疾病诊疗、光能和电能利用、固氮或固碳、或具有重要理论意义的人工合成生命系统，构建 DNA 合成与组装、生物计算与设计、元件模块底盘库共享平台，以及可生产化学品、材料、天然产物、药物、生物能源的人工细胞工厂，抢占合成生物学战略制高点，引领以绿色生物制造、现代生物治疗等为代表的新型生物经济发展。

## 2. 前沿交叉技术

针对复杂生命科学重大前沿方向，促进生物技术与材料科学、信息电子科学、生物医学工程等多学科的交叉融合，协同攻关，力争在微生物组学技术、纳米生物技术、生物医学影像技术



等方面取得重大突破，使相关研究水平进入世界先进行列。

## 专栏 2：前沿交叉技术

脑科学和类脑人工智能。发展脑连接图谱绘制、神经网络活动实时记录 and 调控、神经元类型及其特异性神经环路结构及功能解析等技术，以研究脑结构与功能、工作原理等方面。同时，发展认知功能障碍性脑疾病的病因筛查和分析技术，研发认知功能障碍性脑疾病的预防、诊断和治疗产品，改变相关脑部疾病的诊断和治疗现状。开发基于脑工作原理的神经网络计算、处理以及存储技术，以及神经网络芯片和神经元传感器等微处理器及设备、脑机交互等新一代智能技术，研制类脑人工智能器件及机器人，促进产业化，进而发展智能化社会服务技术及平台体系。

微生物组技术。研究人体微生物组与人群健康的关系，挖掘其中关键微生物组性状和关键基因群，开展人体营养相关的微生物组研究，开发相关产品；开展植物共生、根际和土壤微生物组的研究，研发农用微生物菌剂和环保用微生物菌剂；开展禽畜类和水产经济动物益生菌剂与肠道微生物组研究及产品开发；研究工业、环境、海洋微生物组和功能调控等技术与产品。开发高通量和高精度的处理微生物组数据的计算方法和生物信息学技术，建立相关数据中心和技术平台，进行大规模微生物组数据整合及挖掘。

纳米生物技术。开展纳米药物的靶向性和递送系统、纳米效应评估、成药性、纳米材料的生物相容性等研究；开发新型的纳米生物材料，用于生物学检测诊断、药物治疗、生物安全等领域；开展纳米生物器件研究，如纳米生物传感器和成像技术以及微型智能化医疗器械等。

生物影像技术。开展生物分子结构、三维形态与快速变化的超分辨成像，大尺度、跨层次的高分辨生物成像技术，蛋白质、多肽以及脂类等小分子化合物在生物组织中空间分布的高通量成像监控技术，单分子分辨/多分子网络调控的快速、无损、并行高通量成像监测技术，细胞、模式动物及人体整体水平的活体、三维、无损的结构与分子成像监测技术，神经系统高分辨结构与功能的三维、无损成像监测，脑功能及脑疾病的分子成像探针技术，实

现结合临床重大疾病诊疗的成像信息监测与表征的突破与应用。

### 3. 共性关键技术

面向国际生物技术前沿，围绕我国生命科学研究、生物技术研发以及农业、健康、医药、能源、环境等相关产业应用的重大需求，突破生物大数据、组学、过程工程、生命科学仪器等若干共性关键技术，集中优势资源，实现重点突破，全面提升我国生物技术产业核心竞争力。

#### 专栏 3：共性关键技术

生物大数据。开发生物大数据的集成融合技术、生物大数据标准化技术、生物大数据资源描述索引与组织技术、生物大数据搜索与共享技术、分子医学检测仪器设备及相关的信息化配套技术、医疗数据和健康数据实时追踪分析预警技术和特征性区域分析技术，构建以临床应用为导向的标准化的数据分析架构和参考流程，建立共建共享的大数据体系，形成系列疾病防控、精准医学、远程医疗方面的原创产品及服务。

组学技术。建立生命组学数据质量控制体系与标准，发展新一代基因组测序技术、定量蛋白质组鉴定分析技术、超灵敏高覆盖代谢组定量分析技术，以及表观遗传组学、转录组学、蛋白质组学、代谢组学等组学技术，研发高通量生物医学数据分析与文本挖掘技术，开发一批疾病防控、临床诊治生物靶标和生物标志物，加快组学技术与生物信息技术在疾病防控、临床诊治和生物制造、品种创制、新药开发等领域的应用。

过程工程技术。重点研究在线检测、生物过程优化和控制、发酵过程与分离耦合、产物分离、提取和精制等技术，形成精细化、集成化、系统化的生物过程和工程技术体系，实现传统化工催化与合成向绿色生物化工过程的跨越，为建立低能耗、零排放、无污染的生物绿色过程技

术产业体系提供支撑。

生命科学仪器创新研究和制造。研究提高仪器检测灵敏度、时/空间分辨率、检测通量和动态范围等核心科学问题，突破仪器稳定性、可靠性、微型化和智能化等关键技术，研制具有国际领先水平生物成像、质谱和生物传感等生命科学仪器，为全面提升我国生命科学研究水平提供支撑。

## （二）支撑重点领域发展

### 1. 生物医药

紧紧围绕民生健康和新兴产业培育的战略需求，突出创新药物、医疗器械等重大产品研制和精准化、个体化、可替代或可再生为代表的未来医学发展，重点突破新型疫苗、抗体制备、免疫治疗等关键技术，抢占生物医药产业战略制高点，力争到 2020 年实现我国生物医药整体由“跟跑”到“并跑”、部分领域“领跑”的转变。

#### 专栏 4：生物医药

免疫治疗、基因治疗等现代生物治疗技术。加强免疫检查点抑制剂、基因治疗、免疫细胞治疗等生物治疗相关的原创性研究，突破免疫细胞获取与存储、免疫细胞基因工程修饰技术、生物治疗靶标筛选、新型基因治疗载体研发等产品研发及临床转化的关键技术，提升我国生物治疗的产业发展和国际竞争力。

干细胞、生物医用材料与再生医学。重点加强干细胞的应用基础研究和转化研究，强化干细胞、生物医用材料与组织工程的交叉融合，引导我国生物医用材料产业的技术升级和细胞治疗等新治疗手段的规

范化临床应用；研发新一代血管支架、神经修复导管、骨组织人工修复材料等产品，促进组织工程产品和生物 3D 打印产品的应用转化；探索瓣膜、肝、肾等组织和类器官的人工构建，促进相关产业的跨越式发展。

重大疾病的分子分型与精准医疗。重点发展基因测序技术等新一代生命组学临床应用技术、生物大数据云计算技术和生物学分析技术；系统鉴定和优化候选标志谱物，建立疾病分型标准及技术方法，构建国家大型健康队列和特定疾病队列，建立生物学大数据共享平台；形成重大疾病的精准防诊治方案和临床决策系统，提升重大疾病的防诊治水平。

新型疫苗、抗体等重大生物制品研制。重点突破疫苗分子设计、多联多价设计、工程细胞构建、抗体工程优化、新释药系统及新制剂、规模化分离制备、效果评价等关键技术和瓶颈技术，加快新型疫苗、抗体、血液制品等重大生物制品的研发。

药物设计及新药研发。基于现代生命科学发现的潜在药物作用靶标，结合新一代计算机与人工智能技术以及结构生物学研究成果，开展药物分子计算机辅助设计技术研究，开发基于新结构、新靶点的创新药物，加强中药的经典名方、优势中药复方与活性成分的研究和开发。

生物学工程与医疗器械。重点突破新型成像技术、新型传感技术、微流光机电技术、影像导航和机器人、单细胞测序和分子诊断等技术，突破一批高端大型医疗器械与仪器设备核心零部件开发技术，健全产品评估体系及能力支撑平台，加快发展医学影像设备、医用机器人、新型植入装置、新型生物医用材料、体外诊断技术与产品、家庭医疗监测和健康装备、可穿戴设备、基层适宜的诊疗设备、移动医疗等产品。

## 2. 生物化工

针对我国经济与环境协调发展的战略需求，以绿色发展理念为指导，突破制约原料转化利用、生物制造成本、生物工艺效率方面的关键技术瓶颈，力争到 2020 年，形成我国重大化工产品绿色生物制造关键技术体系与产业示范，实现原料、过程、产品的绿色化，奠定绿色与低碳生物经济的产业基础格局。

### 专栏 5：生物化工

新一代工业发酵技术。建立工业菌种定向改造技术、高通量筛选技术、发酵基因组分析技术、生物合成途径的人工构建技术、智能发酵控制技术 & 产品分离纯化技术，发展动植物细胞大规模培养的理论体系，形成大宗化学品、精细化学品、营养化学品、天然产物生物合成等新一代发酵技术，突破国外的专利垄断，全面提升我国发酵产业的技术水平与国际竞争力。

重大化学品的生物制造。开展可降解生物材料、可再生化学品、生物基合成材料、天然产物等生物合成制造的基础研究、关键技术创新与产业应用示范；重点突破生物质原料转化利用、生物聚合物与生物基化学品合成、天然产物的生物合成等关键技术，建立高效低成本的化学品生物合成制造路线。

酶工程与工业生物催化绿色工艺。开展新一代酶制剂开发，突破化工产品的高效生物催化转化等关键技术，建立生物漂白、生物脱胶、生物制革等绿色生物过程；形成手性化学品、医药中间体、农用化学品等产品的绿色生物工艺路线，推动我国化学工业的绿色转型升级。

一碳气体的生物转化与一碳生物化工。建立一氧化碳、二氧化碳等一碳气体生物合成高值精细化学品以及乙醇和航空燃油等生物燃料的技术路线，从源头创建碳足迹显著降低的新型产业链；突破从甲醇、甲酸等一碳原料到多碳化学品的生物转化关键技术，促进一碳化工产业的绿色升级。

生物化工核心技术装备。开展菌种筛选、生物发酵、过程检测、生物分离精制等发酵装备体系的研制开发，形成高通量筛查技术装备、单

细胞分析装备、新型生物发酵传感器、微型生物反应器等新技术仪器装备，建立我国新一代生物化工技术与产业的核心技术装备体系，提高相关装备国产化水平。

### 3. 生物资源

以加强我国战略性生物资源的保护和促进生物资源开发为目标，加强生物资源功能评价及应用转化的研究，挖掘和利用极端环境下特殊生物资源，加大开发力度。力争到 2020 年，初步建立以战略性生物资源保护、高值生物资源功能评价、特有生物资源挖掘为核心的生物资源转化产业的新型模式与技术创新体系，提升我国在该领域的核心竞争力。

#### 专栏 6：生物资源

战略性生物资源保护与保藏关键技术。以发展国家生物资源保护和保藏技术为重点，建立和完善我国生物资源管理和质量控制的标准体系，全面盘点、整合和规范国内各类应用生物资源的保藏和保护，建立生物资源材料的交换、备份和共享机制；应用分子标记技术，联合开展生物资源的快速鉴定和具有自主知识产权的资源保护工作，有效扩大生物资源储备和加强开放共享；充分利用我国中医药宝库，发展以组学、合成生物学和系统生物学为特征的生物技术，推动药食同源等健康产业的发展，提升生物资源持续利用的研发与产业转化的核心竞争力。

高值生物资源功能评价与产业转化。应用生物、化学、物理等交叉学科技术进行特殊生物资源的结构、功能及其功能遗传因子的快速鉴定与分析，应用化学工程与生物合成技术对其中产业前景明确的种类加大开发力度，形成具有自主知识产权的新型生物资源产品；开发用于疾病

研究的模式动物和微生物资源,形成已揭示化学成分和结构的天然药物等;开发可用于生物能源材料的纤维素降解酶和脂肪合成酶、可用于农作物改良的野生动植物种质资源、可用于工业生物制造(如发酵)的菌株、可用于生态恢复和环境改造的微生物与藻类以及具有特殊军事用途的动植物天然产物(如色素)等。

特有生物资源挖掘与利用。以极端环境(包括青藏高原、海洋、沙漠和高辐射等极端生态环境)下动物、植物、微生物资源(包括嗜热、嗜冷、嗜酸、嗜碱、嗜盐、嗜压、嗜金、抗辐射、耐干燥和极端厌氧等微生物)研究为重点,挖掘具有潜在应用价值的特有生物资源,研究建立全国性的极端环境生物资源库与数据库,阐释对生物多样性形成机制、生命极限及其与环境相互作用规律,挖掘具有潜在应用价值的特有生物资源。在此基础上,在开展极端环境下特有生物的资源调查、物种分析以及生理生态研究基础上,应用现代生物技术和多种生物资源筛选技术,开发这些特殊生物代谢产物,建立特殊生物在环境保护和人类健康等领域的深度利用技术体系。

#### 4. 生物能源

以能源补充替代和改善生态环境为目标,以废弃生物质资源为主,培育有潜力的新型生物质资源,实现多元化资源供给。重点突破高效转化与高值利用的核心技术,加强关键工艺的工程化实践,研发集成和成套化关键设备装备。建设产品多元联产和终端产品高值利用的示范工程,为发展生物质能源战略性新兴产业提供技术支撑。力争到2020年,实现以废弃生物质资源为原料的能源补充替代和改善生态环境,重点提升木质纤维素制备燃料、玉米和秸秆燃料乙醇、秸秆和畜禽粪污制备沼气以及生物柴油等

绿色能源制造能力。

### 专栏 7：生物能源

纤维素乙醇。针对不同种类的农业秸秆和特色生物质，设计开发绿色、低成本的预处理技术；研究开发高效低成本纤维素酶、C5/C6 糖共发酵菌株及全糖共发酵生产燃料乙醇工艺，降低原料单耗与产品成本；研究开发以可发酵糖或木质纤维素为原料的高附加值产品以提高乙醇生产的经济性。建立纤维素乙醇联产高附加值产品示范基地。

生物柴油。开发以二氧化碳和富含氮/磷废水为原料的微藻制备生物柴油关键技术，以及以废弃油脂为原料生产生物柴油关键技术；优化生物柴油制备工艺，以航空燃油为突破点，建立生物柴油绿色工艺生产示范基地。

生物丁醇。研究利用不同原料路线进行丁醇低成本生物制造的技术；运用代谢工程和系统生物学技术提高产丁醇菌株对底物的利用速率、拓展其底物利用范围，优化工艺路线，建立生物丁醇产业化应用示范。

生物制氢。研究生物质制氢的基础科学问题，通过合成生物技术等现代生物技术，提高生物质转化利用效率和生物产氢能力，为大规模、低成本发酵生物制氢提供原创理论与方法体系，为应用突破提供技术基础，催生我国生物能源领域产生新的经济突破和增长点。

## 5. 生物农业

围绕我国现代农业发展的重大战略需求，瞄准农业生物应用组学、新一代生物育种技术、重大动植物疫病防控技术以及新型农用生物制品技术等国际生物农业发展前沿，突破一批生物农业关键技术，抢占产业发展的制高点，发挥生物技术在农业中的引领性作用，力争到 2020 年，使我国农业生物技术水平整体进入国



际先进行列。

### 专栏 8：生物农业

新一代农业生物育种技术。重点开展主要农作物生长与发育、产量、生物逆境与非生物逆境应答以及品质等相关重要代谢产物合成与分解途径的调控机理与调控网络研究。开发农业生物基因组的新方法与新技术，发展定向、高效、系统改良作物的分子设计育种新技术，培育一批光高效、营养高效利用、抗虫抗病、耐旱节水、抗盐碱、适宜机械化和资源高效利用的超级农作物；开展国家畜禽资源种质创新及特色优异基因资源挖掘及重要畜禽“国产化”新品种（系）及配套系培育，制定“国产化”畜禽新品种配套饲养、营养标准及规范，建设国家重要畜禽品种育种体系平台。

农业重大生物灾害防控技术。重点开展重要农业有害生物早期检测、远程监测和预警技术研究，农作物有害生物绿色防控基础理论研究，植物有害生物基因调控、生态调控、生物防治、抗药性治理、物理防治、农业措施等生物防控关键技术集成与示范；重点开展农业生物主要疫病流行病学及其风险评估研究，阐明主要病原变异及致病分子机制及畜禽天然免疫机制，开展动物用新型生物制剂创制及应用，在禽流感、口蹄疫、蝗虫、稻飞虱、稻瘟病、小麦条锈病及水产养殖病害等重大农业生物灾害防控方面取得重大突破。

新型农用生物制品关键技术。建立和完善农业生物反应器技术平台体系，突破高效、安全农业生物制剂关键技术、创制一批具有自主知识产权和重要应用前景的基因工程疫苗、生物农药、新型肥料、生物饲料添加剂新产品；开展主要农产品生物强化研究，研究微量营养元素和相关抗营养因子的调控机理，创新富含各种营养元素的优异育种材料与新品种；开展化学污染物源头控制和生物修复的前沿技术研究，开展基于靶标发现和分子识别的高通量农产品质量分子检测技术研究，为保障农

产品质量安全提供快速、灵敏和准确的检测技术手段。

## 6. 生物环保

针对我国环境保护领域技术需求，紧密围绕环境污染生物治理、废弃物的能源与资源化生物转化、环境生物安全监测与控制等重大问题，开展环境功能微生物及生物产品制剂的研发，力争到 2020 年，建立基于生物传感技术的环境监测和预测预警技术体系，提升有机废（水）物生物处理与资源化利用的高效耦合技术、特定污染土壤的生物修复技术等，抢占前沿技术的制高点，培育生物环保战略性新兴产业的增长点。

### 专栏 9：生物环保

生物环境监测预警技术。以生物功能材料对污染物的高灵敏特异性响应、倏逝波激发荧光信号识别与低损耗传输模式的信息流精密调控原理为基础，整合新兴生物、环境工程、材料、光电子和微加工技术，研发对有毒污染物快速高灵敏检测的生物传感技术与系列化仪器，实现环境中微量有毒污染物和生物毒性的在线监测和环境污染事件应急快速检测。

环境保护与生态修复新体系。研究固体废物脱毒与资源/能源化生物技术，实现固体废物生物脱毒与资源/能源化；培育具有环境保护与修复功能的生物新品种，建立种质资源库，发展、培育具有环境保护功能的微生物与植物等新品种；研究土壤生物修复技术，开展持久性和新型有机污染物土壤环境归趋、降解机理、降解产物和毒性研究，揭示土壤有机污染物和重金属的生物固化机理，开发出可应用性价值高的土壤生物修复新技术并形成体系。

## **7. 生物安全**

针对维护国家生物安全的重大需求，以及我国面临的现实与潜在的生物安全威胁，研发建立生物安全风险评估、监测预警、识别溯源、应急处置、预防控制和效果评价的技术、方法、装备和产品，解决我国生物安全领域的关键技术瓶颈与重要科学问题，构建高度整合的生物安全威胁防御系统，实现“安全评估、快速检定、可靠溯源、事后评估、能防能治”的目标。

### **(三) 推进创新平台建设**

#### **1. 加强生物技术领域大型综合性研究基地布局**

加快建设以生物技术领域大型综合性研究基地为引领的创新基础平台，依靠跨学科、大协作和高强度支持开展协同创新的生物技术研究基地。以国家目标和战略需求为导向，瞄准国际生物科技前沿，优化配置人财物资源，整合国内现有生物技术领域最有优势的创新单元，打造聚集国内外一流生物人才的高地，开展具有重大引领作用的协同攻关，重点发展引领产业变革的颠覆性技术，形成代表国家水平、国际同行认可、在国际上拥有话语权的科技创新实力，成为抢占国际科技制高点的重要战略创新力量。实现我国生物技术从“跟跑”和“并跑”向“并跑”和“领跑”的转变。

#### **2. 技术创新中心**

以绿色生物制造、创新药物研发以及生物医学工程为发展重

点，在京津冀和长三角地区等生物技术创新资源优势地区和产业集聚区，整合优势科研技术平台和人才资源，联合生物技术相关创新型企业形成产业联盟，共同组建生物技术创新中心。加快突破关键技术瓶颈，构建战略定位高端、组织运行开放、创新资源集聚、治理结构多元的技术创新综合体，形成推动生物技术创新的大联合、大协同。

### 专栏 10：技术创新中心

绿色生物合成技术创新中心。依托国内生物制造领域的优势单位，重点围绕生物制造领域的基础科学问题、关键共性技术、产业化示范等环节进行攻关，力争在 10-20 年内，打造一批产学研协同攻关的创新中心，培育和引进一批国内外知名的领军人才，促进传统石油、化工、制药等行业技术的改造升级，破解传统行业的动力不足、资源环境约束难题，打造中国版的“绿色经济增长点”。

创新药物研发技术创新中心。综合布局化学药、中药、生物药研发体系，重点推进药物发现的基础研究和关键技术、新药成药性临床前评价、药物新制剂及新释药系统、新药效果评价关键技术等研究；创新体制机制，强化跨学科协同攻关，激励原创突破和成果转化，整体提升我国药物研发自主创新能力，打造药物研发原始创新策源地，辐射带动周边区域创新发展，形成具有全球竞争力的创新药物研发高地。

生物医学工程技术创新中心。围绕高端医学影像、先进治疗、体外诊断、医用材料、专科诊疗、医疗机器人等重点方向和优先领域，开展应用研究和技术转化，推动产、学、研、医、用深度融合，提升我国医疗器械产业技术创新能力和产业竞争力。创新体制机制，强化跨学科协同攻关，促进医研体结合，激励原创突破和成果转化，整体提升我国医

疗器械研发自主创新能力，打造医疗器械研发原始创新策源地，辐射带动周边区域创新发展，形成具有全球竞争力的医疗器械研发高地。

### 3.战略资源平台

以国家目标和战略需求为导向，加强科研平台和基础设施建设，积极推进国家生物信息中心和人类遗传资源库、生物学大数据库等干库、湿库及活体库等重大战略资源平台建设，构建微生物库、生物靶标库、化合物库、合成生物技术元件库等多层级共享模式的各类资源平台，建设一批资源共享的大型生物样本、标本和种质资源库以及共享服务体系，重点支持实验动物和模式生物基础设施以及生物学资源基础设施的建设。

#### 专栏 11：战略资源平台

国家生物信息中心。以维护国家生物数据主权为目标，集中国生命科学和信息科学等多领域的优势力量，整合国内现有生物信息数据资源，推进具有国际竞争力的国家生物信息中心的建设，研发具有自主知识产权、高质量的数据管理与信息共享平台系统，以及面向海量生物信息数据资源的信息检索、数据挖掘、数据分析、注释与可视化等具有服务功能的专业软件等产品，形成规范化的生物数据分析管理体系与国家标准，满足我国生物领域研发数据汇聚管理与共享利用的重大需求，统筹管理和合理利用国家生物数据战略资源，提升大数据时代我国生物领域数据资源的分析服务能力，开创我国生物数据资源组织管理与共享利用里程碑式新局面。

人类遗传资源库。面向人口健康与国家安全需求，以建设世界一流的人类遗传资源保藏中心为目标，设计并推行中国人类遗传资源标准体系，集成与整合跨区域多中心的中国人人类遗传资源样本库，建立一个包

含信息交互平台、相关标准规范和质量控制体系的人类遗传资源样本保藏中心网络，以促进中国现有人类遗传资源的有效利用和共享为出发点，建立一系列遗传信息和表型信息采集、挖掘与分析技术体系，带动人类遗传资源保藏研究相关产业的全面发展。

生物学大数据库。充分利用已有的国家大型队列、疾病协同研究网络，发挥我国临床资源优势，推进以临床样本、临床信息、健康数据以及相关生命组学数据为一体的生物学大数据库的建设，大力开展前瞻性研究，通过跨学科、跨领域协同创新，推动精准医学等领域全链条协同攻关，以生物学大数据创新成果引领新一轮国家科技竞争以及我国生物医药与健康产业的变革和跨越发展。

#### **(四) 推动生物技术产业发展**

##### **1. 构建技术转移服务体系**

构建以生物技术成果转移转化为核心的技术转移服务体系，提升生物技术成果转化水平，系统建立国家生物技术成果目录，定期向社会发布相关成果；完善生物技术转移服务体系，培育一批运营机制灵活、专业人才集聚、服务能力突出、具有国际影响力的生物技术转移机构；围绕京津冀、长三角、珠三角等高校和科研院所密集的地区，开展体制机制改革和政策先行先试，建立生物技术合同成交额过 100 亿元的生物技术成果转化示范区，使生物技术创新体系更加完善，显著提升生物技术产业竞争力。促进科技成果向市场及产业的转移，鼓励专业的生物技术服务机构，推动生物技术服务业的发展。

##### **2. 加快专业化园区建设**

依托国家高新园区，遴选若干产业集中度高、科研资源和创新活动高度集聚、成果产出和转化能力强、科技金融体系完备的优势地区，大力推进专业园区建设；建立创新专业园区管理机制，省部会商机制，找准国家创新战略与区域经济发展的结合点，协同推进园区发展；加强部门联动探索，制定有利于园区发展的政策措施；建设生物技术园区联盟，促进成员单位间的经验分享和成果交流，优化不同地域园区间的发展布局及产业特色。

### 专栏 12：专业园区建设

生物医药专业园集聚区。遴选 10-20 个生物医药产值超过 100 亿元的优势地区，集中力量开展新型化学药、生物药、医疗器械的研发和产业化，推进中药现代化，培育创新型企业，拓展国际市场；加大体制机制改革和政策先行先试力度，培育创新创业文化，吸引聚集全球顶尖科研机构、领军人才和一流创新团队；加强技术转移和成果转化，打造原始创新策源地。在产业聚集的基础上逐步提升园区科技实力，形成具有国际竞争力的生物医药产业集群。

生物制造专业示范区。遴选 5-10 个生物制造产值超过 100 亿元的优势地区，集中力量开展生物燃料、生物基大宗化学品、工业酶制剂、高值精细化学品的研发和产业化；探索重大化学品的生物合成，以及非粮生物质的开发利用；促进传统化工产业的转型升级，在产业聚集的基础上逐步提升园区科技实力，促进具有国际竞争力的绿色生物制造产业集群的发展。

## 五、政策措施

### （一）加强科技创新组织领导，统筹生物领域技术与产业发

## 展

加强生物技术领域的组织领导，推进生物技术政策措施制定等工作。发挥专家咨询作用，汇聚科技界、产业界、经济界专家智慧，做好生物领域科技发展战略、重大任务、重大创新及产业化发展方向等的决策支撑。

### **（二）强化人才引进和培养模式，加快培育人才队伍**

积极落实《国家中长期生物技术人才发展规划（2010-2020年）》，以实验室、技术创新中心等创新平台建设为契机，突出人才、项目和基地的有机结合，培养造就一批科技领军人才和创新创业人才。加强对青年科学家支持，重点培养具有较强创新活力的生物领域青年创新型人才队伍。

### **（三）完善科技创新投入机制，提高科技资源配置效率**

加强规划任务与科技资源配置的有效衔接，建立多元化科技投入体系。结合生物技术创新特点，创新科技资金投入方式，充分发挥财政资金的杠杆作用，调动地方财政投入积极性，引导社会资本进入生物领域。加大资金投入力度，重点支持产业亟需的重大技术研究、产业关键和共性技术研究，以及鼓励技术创新成果的产业化。

### **（四）加快科技成果转移转化，培育生物产业发展新动力**

发挥科技创新在支撑发展方式转变、经济结构调整中的重要



作用，积极贯彻落实《国务院办公厅关于印发促进科技成果转化行动方案的通知》，加快生物领域重大成果的转移转化，提升各类机构的科技成果转化能力，培育专业化科技转化人才队伍，推动生物产业向价值链中高端跃升。完善技术转移机制建设，健全市场化的技术交易服务体系，加强科技成果权益管理改革，激发科研人员创新创业活力，推动科技型创新创业，通过科技创新与成果快速转化培育生物产业发展新动力。

#### **(五) 加强法律法规制度建设，营造良好创新生态与文化环境**

研究制定规范和管理科研活动的法规制度，推进《人类遗传资源管理条例》的制定，规范生命科学研究伦理，加快修订《实验动物管理条例》，构建科学合理的生物技术标准体系。加强对人类遗传资源采集、收集、买卖、出口、出境审批和高等级病原微生物实验室建设审查的行政许可管理。加强科学普及，弘扬科学精神，全面提升公民的科学素质。完善知识产权法律法规，加强知识产权保护，促进创新成果的知识产权化。

#### **(六) 扩大国际与地区合作，提升科技创新的国际化水平**

积极参与并适时发起和组织国际大科学计划和大科学工程，促进国际技术转移，以及向“一带一路”国家的技术转移转化，深化与沿线国家的交流合作。推进国际互认实验室的建设，推进

与生物领域大型跨国公司建立战略伙伴关系，积极引导和支持有条件的科研机构和企业到国外建立研究开发机构，加强对引进技术的消化、吸收和再创新。