

“合成生物学”重点专项 2025 年度 应急项目申报指南

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“合成生物学”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2025 年度应急项目申报指南。

合成生物学以生物科学为基础，以基因操纵、化学合成、计算模拟等为手段，结合工程学设计理念，对生物体进行有目标的设计、改造乃至重新合成。“合成生物学”重点专项总体目标是：创建合成生物学理论与技术体系，针对工业、农业、健康、能源、环境、材料、信息、工程等国民经济领域重大需求，开展合成生物学创新研究，夯实新一代生物技术和工程应用基础，促进生物制造变革，发展新质生产力，塑造未来生物经济。

2025 年度应急项目申报指南部署主要围绕 DNA 合成组装技术、多酶分子机器、底盘细胞设计合成技术、生物质生物转化利用技术、微生物油脂制备技术、功能活体材料绿色制造技术相关需求，拟启动 6 个研究方向，拟安排国拨经费概算约 5000 万元。

申报项目的研究内容必须涵盖一级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。项目下设课题数不超过 3 个，每个项目所含单位数不超过 4 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

本专项所有涉及人体被试和人类遗传资源的科学研究，须尊重生命伦理准则，遵守《中华人民共和国生物安全法》、《中华人民共和国人类遗传资源管理条例》、《涉及人的生命科学和医学研究伦理审查办法》、《科技伦理审查办法（试行）》及《人胚胎干细胞研究伦理指导原则》等国家相关规定，严格遵循技术标准和伦理规范。涉及实验动物和动物实验，要遵守国家实验动物管理的法律、法规、技术标准及有关规定，使用合格实验动物，在合格设施内进行动物实验，保证实验过程合法，实验结果真实、有效，并通过实验动物福利和伦理审查。

1. DNA 合成与信息存储技术

研究内容：开发克级规模的 DNA 高效合成与制造技术；突破 DNA 化学合成的芯片设备通量限制和成本限制，研发自主可控的试剂和控制软件体系，解决 DNA 信息存储可靠性、成本和信息检索瓶颈。构建 DNA 存储一体化平台，推动 DNA 信息存储场景化示范。

考核指标：大规模 DNA 制造平台合成质量达到克级，单碱基耦合率达到 99%；芯片合成仪器单通道合成序列长度不少于 100 nt，低成本芯片可控点位达到 100 万级，单轮 DNA 产物产量不低于 10 pmol；一体化平台总体通量超过 200 万种序列，信息总体解码可靠性不低于 99.9%；实现在档案存储等场景下 GB 级落地应用。

有关说明：经费概算参考数约 1000 万元，实施周期至 2028 年。

2. 多酶分子机器组装及应用

研究内容：综合运用多学科交叉技术，建立酶催化元件规模挖掘及智能优化模型，解析转氨酶、亚胺还原酶、转醛酶等分子催化机理；设计“低成本高适配”人工辅酶元件库；建立“多层次多维度”多酶组装体系，阐明多酶复合体“计量、顺序、空间”协同组装机制；发展多酶复合体的体外共固定化技术及体内分子机器组装技术，建立连续流生产工艺，实现核苷类、氨糖类 and 生物碱等高值含氮化合物的高效生物合成。

考核指标：建立酶催化元件智能发掘与设计新策略，获得功能强化的转氨酶、亚胺还原酶、转醛酶等催化元件；构建人工辅酶元件库；建立高效协同的多酶分子机器组装与调控新方法，获得核苷类、氨糖类 and 生物碱等 5 种以上多酶级联催化体系及高效微生物细胞工厂；实现 3 种产品百吨级及以上规模生产示范，相关技术指标达到国际领先水平。

有关说明：经费概算参考数约 1000 万元，实施周期至 2028 年。

3. 底盘细胞设计合成技术

本方向聚焦于特殊环境微生物和微藻体系的底盘细胞设计与合成，推动其在生物制造、环境修复等领域的规模化应用。

研究内容：

针对特殊环境微生物，挖掘耐受性、抗逆性相关功能元件；开发标准化生物功能元件库，实现元件的可移植性和跨

物种适配性；建立高效的基因组编辑技术和大片段 DNA 操作平台，优化遗传转化效率；整合功能元件，构建耐受性强、代谢通量高的特殊环境底盘细胞，并在典型工业场景中开展性能验证。

开发微藻基因组无痕编辑技术，简化基因组冗余序列，优化固碳模式和碳代谢通路以提高光能利用效率。设计合成调控模块，实现产物合成的精准控制。鉴定微藻抗逆基因，设计可移植型功能模块，提升在规模化培养中的环境适应性。构建具有高效固碳能力的微藻底盘细胞，实现工程化示范。

考核指标：获得不少于 120 个可移植的特定生物功能元件模块（不少于 30 个跨物种通用元件）；建立 3-5 套高效遗传操作系统；构建 5 种以上特殊环境底盘细胞，在高温发酵、高盐废水处理等典型工业场景中开展性能验证，核心性能指标（如耐受性、产物合成效率等）达到或超过国际同类产品水平；构建微藻底盘细胞用于生物燃料或高值产物等生产，光能转化效率提升 20%，目标产物产量提高 30% 以上，实现工程化示范，至少 2 种底盘细胞的目标产物生产成本降低 15%。

有关说明：经费概算参考数约 500 万元，实施周期至 2026 年。

4. 木质素生物转化制备高值化学品

研究内容：建立新型木质素解聚技术体系，开发离子液体、低共熔溶剂等功能溶剂，研制高效木质素解聚催化剂，阐明催化剂定向解聚木质素的催化反应机理，在功能溶剂中

构建温和、高效木质素解聚体系；构建木质素人工生物转化体系合成高附加值产品，实现异质木质素定向生物解聚转化合成单一产物。

考核指标：创制多种木质素解聚体系，实现生物可利用单体得率大于 20%；构建黏糠酸、聚羟基脂肪酸酯、芳香族化合物等 2-3 种高附加值产品生产的木质素人工生物转化体系；创建 2 条以上木质素全过程定向解聚与生物转化技术体系及标准，建立 1-2 套吨级中试示范装置。

有关说明：经费概算参考数约 1000 万元，实施周期至 2028 年。

5. 功能油脂的微生物合成

研究内容：研究产油微生物油脂合成及其调控机理，揭示油脂合成元件、人工合成途径与宿主代谢网络的适配机制；建立产油微生物新一代基因编辑技术，构筑产油微生物理化诱变、适应性进化、代谢网络重塑、表型筛选、发酵过程精准优化的全链条数智化技术及装备体系。构建多种脂肪酸及其衍生品的合成路线。建设集发酵-分离-精制工艺为一体的自动化、智能化生产示范线，推动产品的市场准入与吨级生产示范，实现重点产品的规模化生产。

考核指标：建立产油微生物新一代基因组编辑技术及装备，用于裂殖壶菌、解脂耶氏酵母、高山被孢霉等工业产油微生物和非模式产油微生物的高效遗传改造；发展万级/天的自动化菌株表型筛选系统；构建 18 种脂肪酸及其衍生品的生物合成路线；建成 1 套微生物油脂研发及制造全链条数智

化技术平台；完成 3-6 种微生物油脂产品的市场准入及吨级示范，其中 2-3 种实现百吨级规模化生产。

有关说明：经费概算参考数约 1000 万元，实施周期至 2028 年。

6. 生物群落活体功能材料的设计与构建

研究内容：利用合成生物学技术编辑并改造细胞，使其能够组装成具有自生长等生命特征的材料，可以赋能传统材料科学实现从静态到动态、从被动到主动的转变。合成微生物群落的多物种组成可以赋予系统分工协作、快速切换代谢模式等群落属性，这种群落属性的融入将极大的拓展活体材料的功能边界。开发并整合不同功能的多物种底盘细胞，设计及构建单物种自主分化体系或多物种稳定共存的合成生物群落，建立微生物群落信息交换系统，构建自主组装的生物活材料体系，设计基于生物群落互惠共生、分工协同的活体功能材料；开发可与合成生物群落适配的人工材料体系，实现在生物修复、生物医药、生物能源三个领域的范例应用。

考核指标：构建 4 种以上的底盘细胞及其共生系统；开发 3 种以上的群落密度调控系统，对群落中的细胞密度或行为进行数学建模；提出 3 种以上的生物群落自组织形成材料的设计原则，完成至少 5 种多细胞自组织的智能活体材料制备，并实现在可降解活体塑料、肿瘤治疗、二氧化碳到生物燃料转化等方面的应用，其中一种完成生产中试试验。

有关说明：经费概算参考数约 500 万元，实施周期至 2026 年。

“合成生物学”重点专项 2025 年度应急项目 申报指南形式审查条件要求

申报项目须符合以下形式审查条件要求。

1. 推荐程序和填写要求

(1) 由指南规定的推荐单位在规定时间内出具推荐函。

(2) 申报单位同一项目须通过单个推荐单位申报，不得多头申报和重复申报。

(3) 项目申报书内容与申报的指南方向相符。

(4) 项目申报书及附件按格式要求填写完整。

2. 申报单位应具备的资格条件

(1) 申报本次重点专项的项目（课题）牵头单位和参与单位应为中国大陆境内注册的科研院所、高等学校和企业等（以下简称内地单位），或由内地与香港、内地与澳门协商确定的港澳特别行政区单位（以下简称港澳单位）。内地单位应具有独立法人资格，注册时间为 2024 年 4 月 1 日前。

(2) 牵头单位和参与单位应具有较强的科技研发能力和条件，运行管理规范。

(3) 中央和地方各级国家机关不得作为牵头单位或参与单位。

(4) 牵头单位和参与单位无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

3. 项目（课题）负责人和参与者应具备的资格条件

(1) 项目（课题）负责人应具有高级职称或博士学位，

每年用于项目的工作时间不得少于 6 个月。

(2) 项目(课题)负责人应为 60 周岁以下(1965 年 1 月 1 日以后出生)。

(3) 港澳单位的项目(课题)负责人和参与者应遵守《中华人民共和国香港特别行政区基本法》《中华人民共和国澳门特别行政区基本法》和国家重点研发计划管理的相关规定,爱国爱港、爱国爱澳。

(4) 项目(课题)负责人应为该项目(课题)主体研究思路的提出者和实际主持研究的科研人员。

(5) 中央和地方各级国家机关的公务人员及港澳特别行政区的公务人员(包括行使科技计划管理职能的其他人员)不得牵头或参与申报项目(课题)。

(6) 参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家,原则上不得牵头或参与申报该重点专项项目(课题)。

(7) 项目(课题)负责人和参与者无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

(8) 项目(课题)负责人限牵头申报 1 个应急项目(课题);应急项目不计入总数限项范围。

4. 本重点专项指南规定的其他形式审查条件要求

(1) 项目须覆盖相应指南方向的全部研究内容。

(2) 项目实施周期以指南具体规定为准。项目下设课题数不超过 3 个,每个项目参与单位总数不超过 4 家。

**本专项形式审查责任人: 田金强(联系电话:
010-88225176)**