

科学技术部文件

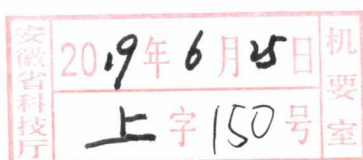
国科发资〔2019〕195号

科技部关于发布国家 重点研发计划“合成生物学”等 重点专项 2019 年度项目申报指南的通知

各省、自治区、直辖市及计划单列市科技厅（委、局），新疆生产建设兵团科技局，国务院各有关部门科技主管司局，各有关单位：

根据国务院印发的《关于深化中央财政科技计划（专项、基金等）管理改革的方案》（国发〔2014〕64号）的总体部署，按照《关于鼓励香港特别行政区、澳门特别行政区高等院校和科研机构参与中央财政科技计划（专项、基金等）组织实施的若干规定（试行）》（国科发资〔2018〕43号）及国家重点研发计划组织管理的相关要求，在2018年国家重点研发计划对港澳开放申报试点的基础上，本次“合成生物学”等3个重点专项继续对港澳

— 1 —



特区开放，鼓励港澳高校联合内地单位共同申报，现将 2019 年度项目申报指南予以发布。请根据指南要求组织项目申报工作。有关事项通知如下。

一、项目组织申报工作流程

1. 申报单位根据指南支持方向的研究内容以项目形式组织申报，项目可下设课题。项目应整体申报，须覆盖相应指南方向的全部考核指标。项目申报单位推荐 1 名科研人员作为项目负责人，每个课题设 1 名负责人，项目负责人可担任其中 1 个课题的负责人。

2. 项目的组织实施应整合集成全国相关领域的优势创新团队，聚焦研发问题，强化基础研究、共性关键技术研发和典型应用示范各项任务间的统筹衔接，集中力量，联合攻关。

3. 国家重点研发计划项目申报评审采取填写预申报书、正式申报书两步进行，具体工作流程如下：

——项目申报单位根据指南相关申报要求，通过国家科技管理信息系统填写并提交 3000 字左右的项目预申报书，详细说明申报项目的目标和指标，简要说明创新思路、技术路线和研究基础。从指南发布日到预申报书受理截止日不少于 50 天。

——项目牵头申报单位应与所有参与单位签署联合申报协议，并明确协议签署时间；项目牵头申报单位、课题申报单位、项目负责人及课题负责人须签署诚信承诺书，项目牵头申报单位

及所有参与单位要落实《关于进一步加强科研诚信建设的若干意见》要求，加强对申报材料审核把关，杜绝夸大不实，甚至弄虚作假。

——各推荐单位加强对所推荐的项目申报材料审核把关，按时将推荐项目通过国家科技管理信息系统统一报送。

——专业机构受理项目预申报。为确保合理的竞争度，对于非定向申报的单个指南方向，若申报团队数量不多于拟支持的项目数量，该指南方向不启动后续项目评审立项程序，择期重新研究发布指南。

——专业机构组织形式审查，并根据申报情况开展首轮评审工作。首轮评审不需要项目负责人进行答辩。根据专家的评审结果，遴选出 3~4 倍于拟立项数量的申报项目，进入答辩评审。对于未进入答辩评审的申报项目，及时将评审结果反馈项目申报单位和负责人。

——申报单位在接到专业机构关于进入答辩评审的通知后，通过国家科技管理信息系统填写并提交项目正式申报书。正式申报书受理时间为 30 天。

——专业机构对进入答辩评审的项目申报书进行形式审查，并组织答辩评审。申报项目的负责人通过网络视频进行报告答辩。根据专家评议情况择优立项。对于支持 1~2 项的指南方向，原则上只支持 1 项，如答辩评审结果前两位的申报项目评价相近，且

技术路线明显不同，可同时立项支持，并建立动态调整机制，结合过程管理开展中期评估，根据评估结果确定后续支持方式。

二、组织申报的推荐单位

1. 国务院有关部门科技主管司局；
2. 各省、自治区、直辖市、计划单列市及新疆生产建设兵团科技主管部门；
3. 原工业部门转制成立的行业协会；
4. 纳入科技部试点范围并且评估结果为 A 类的产业技术创新战略联盟，以及纳入科技部、财政部开展的科技服务业创新发展行业试点联盟。
5. 港澳高校牵头申报的项目，分别由香港创新科技署、澳门科学技术发展基金按要求组织推荐。

各推荐单位应在本单位职能和业务范围内组织推荐，并对所推荐项目的真实性等负责。国务院有关部门推荐与其有业务指导关系的单位，行业协会和产业技术创新战略联盟、科技服务业创新发展行业试点联盟推荐其会员单位，省级科技主管部门推荐其行政区划内的单位。推荐单位名单在国家科技管理信息系统公共服务平台上公开发布。

三、申请资格要求

1. 项目牵头申报单位和项目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、内地与澳门科技合作委员会协商确定的港澳高校（名单见附件1）。内地单位应具有独立法人资格，注册时间为2018年4月30日前，有较强的科技研发能力和条件，运行管理规范。国家机关不得牵头或参与申报。

项目牵头申报单位、项目参与单位以及项目团队成员诚信状况良好，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。

申报单位同一个项目只能通过单个推荐单位申报，不得多头申报和重复申报。

2. 项目（课题）负责人须具有高级职称或博士学位，1959年1月1日以后出生，每年用于项目的工作时间不得少于6个月。港澳申报人员应爱国爱港、爱国爱澳。

3. 项目（课题）负责人原则上应为该项目（课题）主体研究思路的提出者和实际主持研究的科技人员。中央、地方各级国家机关及港澳特区的公务人员（包括行使科技计划管理职能的其他人员）不得申报项目（课题）。

4. 项目（课题）负责人限申报1个项目（课题）；国家重点基础研究发展计划（973计划，含重大科学研究计划）、国家高技术研究发展计划（863计划）、国家科技支撑计划、国家国际科技合作专项、国家重大科学仪器设备开发专项、公益性行业科研专项（以下简称“改革前计划”）以及国家科技重大专项、国家重点

研发计划重点专项在研项目（含任务或课题）负责人不得牵头申报项目（课题）。国家重点研发计划重点专项的在研项目（不含任务或课题负责人）负责人也不得参与申报项目（课题）。

项目（课题）负责人、项目骨干的申报项目和改革前计划、国家科技重大专项、国家重点研发计划在研项目（课题）总数不得超过2个；改革前计划、国家科技重大专项、国家重点研发计划的在研项目（含任务或课题）负责人不得因申报国家重点研发计划重点专项项目（课题）而退出目前承担的项目（含任务或课题）；国家重点研发计划的在研项目（含任务或课题）负责人和项目骨干退出项目研发团队后，在原项目执行期内原则上不得牵头或参与申报新的国家重点研发计划项目。

计划任务书执行期（包括延期后的执行期）到2019年12月31日之前的在研项目（含任务或课题）不在限项范围内。

5. 特邀咨评委委员不得申报项目（课题）；参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家，不得申报该重点专项项目（课题）。

6. 受聘于内地单位或有关港澳高校的外籍科学家及港、澳、台地区科学家可作为重点专项的项目（课题）负责人，全职受聘人员须提供全职聘用的有效材料，非全职受聘人员须由双方单位同时提供聘用的有效材料，并随纸质项目预申报书一并报送。

7. 申报项目受理后，原则上不得更改申报单位和负责人。

8. 项目的具体申报要求，详见各重点专项的申报指南。

各申报单位在正式提交项目申报书前可利用国家科技管理信息系统公共服务平台查询相关科研人员承担改革前计划和国家科技重大专项、国家重点研发计划重点专项在研项目情况，避免重复申报。

四、具体申报方式

1. 网上填报。请各申报单位按要求通过国家科技管理信息系统公共服务平台进行网上填报。项目管理专业机构将以网上填报的申报书作为后续形式审查、项目评审的依据。预申报书格式在国家科技管理信息系统公共服务平台相关专栏下载。

项目申报单位网上填报预申报书的受理时间为：2019年6月18日8:00至2019年8月7日16:00。进入答辩评审环节的申报项目，由申报单位按要求填报正式申报书，并通过国家科技管理信息系统提交，具体时间和有关要求另行通知。

国家科技管理信息系统公共服务平台：

<http://service.most.gov.cn>;

技术咨询电话：010-58882999（中继线）；

技术咨询邮箱：program@istic.ac.cn。

2. 组织推荐。请推荐单位于2019年8月13日前（以寄出时间为准），将加盖推荐单位公章的推荐函（纸质，一式2份）、推

荐项目清单（纸质，一式2份）寄送中国科学技术信息研究所。
推荐项目清单须通过系统直接生成打印（项目清单应与信息系统中提交的推荐项目一致）。

寄送地址：北京市海淀区复兴路15号中信所170室，邮编：100038。

联系电话：010-58882171。

3. 材料报送和业务咨询。请申报单位于2019年8月13日前（以寄出时间为准），将加盖申报单位公章的项目预申报书（纸质，一式2份），寄送承担项目所属重点专项管理的专业机构。项目预申报书须通过系统直接生成打印。

各重点专项的咨询电话及寄送地址如下：

（1）“合成生物学”重点专项咨询电话：010-88225123，010-88225178。

寄送地址：北京市海淀区西四环中路16号4号楼中国生物技术的发展中心，邮编：100039。

（2）“变革性技术关键科学问题”重点专项咨询电话：010-68104823。

（3）“发育编程及其代谢调节”重点专项咨询电话：010-68104388。

寄送地址：北京市海淀区三里河路一号西苑饭店九号楼科学技术部高技术研究发展中心（计划与监督处），邮编：100044。

- 附件：1. 内地与香港、内地与澳门科技合作委员会协商确定的港澳高校名单
2. “合成生物学”重点专项 2019 年度项目申报指南
3. “变革性技术关键科学问题”重点专项 2019 年度项目申报指南
4. “发育编程及其代谢调节”重点专项 2019 年度项目申报指南



(此件主动公开)

附件 1

内地与香港、内地与澳门科技合作委员会
协商确定的港澳高校名单

香港中文大学

香港城市大学

香港浸会大学

香港理工大学

香港科技大学

香港大学

岭南大学

香港教育大学

香港公开大学

香港树仁大学

澳门大学

澳门科技大学

澳门城市大学

澳门理工学院

附件 2

“合成生物学”重点专项 2019 年度 项目申报指南

合成生物学以工程化设计理念，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针对人工合成生物创建的重大科学问题，围绕物质转化、生态环境保护、医疗水平提高、农业增产等重大需求，突破合成生物学的基本科学问题，构建几个实用性的重大人工生物体系，创新合成生物前沿技术，为促进生物产业创新发展与经济绿色增长等做出重大科技支撑。

2019 年本专项将围绕基因组人工合成与高版本底盘细胞、人工元器件与基因线路、人工细胞合成代谢与复杂生物系统、使能技术体系与生物安全评估等 4 个任务部署项目。

根据专项实施方案和“十二五”期间有关部署，2019 年优先支持 26 个研究方向，其中包括 5 个部市联动任务。同一指南方向下，原则上只支持 1 项，仅在申报项目评审结果相近，技术路线明显不同，可同时支持 2 项，并建立动态调整机制，根据中期评估结果，再择优继续支持。国拨经费总概算 6.0 亿元（其中，拟支持青年科学家项目不超过 5 个，国拨总经费不超过 2500 万元）。

申报单位针对重要支持方向，面向解决重大科学问题和突破关键技术进行一体化设计，组织申报项目。鼓励围绕一个重大科学问题或重要应用目标，从基础研究到应用研究全链条组织项目。鼓励依托国家实验室、国家重点实验室等重要科研基地组织项目。

项目执行期一般为 5 年。为保证研究队伍有效合作、提高效率，项目下设课题数原则上不超过 4 个，每个项目参与单位数原则上不超过 6 个。青年科学家项目可参考重要支持方向（标*的方向）组织申报，但不受研究内容和考核指标限制。部市联动任务申报分两类：一类是由深圳市科技创新委员会推荐，深圳市有关单位作为项目牵头单位进行申报（标#的方向）；另一类可由专项所有推荐渠道组织推荐，申报项目中至少有 1 个课题由深圳市有关单位作为课题牵头单位。

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《涉及人的生物医学研究伦理审查办法》《人类遗传资源管理暂行办法》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. 人工基因组合成与高版本底盘细胞构建

1.1 动物染色体设计与合成

研究内容：研究猪、小鼠等非灵长类哺乳动物人工染色体的设计原则，发展动物超大人工染色体组装与转移技术，开发基于人工染色体的异源免疫调节等技术，构建人工动物染色体的防逃逸扩散技术。

考核指标：建立动物染色体组装和移植复活技术，合成具有异源免疫调节功能的动物人工染色体长度 2 Mb 以上，基于人工染色体开发人源免疫蛋白异源表达等的策略与方法，构建 2~3 个染色体疾病动物模型，建立 2 种以上防逃逸技术。

1.2 植物人工染色体的设计与合成

研究内容：针对大豆、水稻、拟南芥等作物或模式植物，研究人工染色体的设计、组装原则与技术，发展人工染色体向植物细胞核内转移技术；开展植物信号转导通路研究，在模式植物中实现特定功能重塑。

考核指标：建立植物人工染色体的设计与构建原则，获得 10 个以上端粒、着丝粒、自主复制序列等不同人工植物染色体的关键组件；构建具有特定信号通路响应的植物人工染色体，合成染色体长度达到 2 Mb 以上。

1.3 非天然噬菌体的设计合成*

研究内容：探索非天然碱基重新谱写噬菌体密码的遗传规律，揭示非天然噬菌体在重要耐药病原体中的扩展、表达、翻译、组装等机制，研究人工噬菌体与宿主互作的分子机制及非天然噬

菌体的精准控制基本原理。

考核指标：建立非天然噬菌体的设计原则，揭示非天然噬菌体的精准控制基本原理；人工设计并合成 1~3 组含非天然碱基、非天然氨基酸噬菌体系统；获得 3~5 种精准可控的人工噬菌体，建立耐药超级菌防治、纳米载药体系等领域人工噬菌体应用评价体系，完成人工噬菌体的临床前研究。

1.4 非天然原核生物的设计构建与蛋白定向进化

研究内容：研究原核细胞基因密码子扩展的设计原则与技术，创建在基因组层面大规模改写基因密码子的新方法；探索非天然氨基酸对蛋白质结构功能的调控和增强，研究基因密码子扩展在酶定向进化中的应用。

考核指标：建立 3~5 种细菌的高效基因密码子扩展系统，实现酶等蛋白的高效表达和功能优化；实现在同一基因中同时高效编码 2~3 种非天然氨基酸；创建 2~3 种密码子重编程的天然噬菌体无法侵染的非天然细胞。

1.5 非天然真核生物的设计构建*

研究内容：在真核细胞中研究基因密码子拓展的设计原则与技术，开发同步编码多种非天然氨基酸的细胞构建技术，研究翻译系统元件在真核细胞中的正交性和兼容性。

考核指标：建立 3 种真核生物的高效基因密码子扩展系统，用于 10 种以上药物蛋白、疫苗、药物靶点蛋白定点修饰和功能

调控；完成基于基因密码子扩展的疾病诊断和治疗方法；在基因密码子中引入 5 种以上新型功能非天然氨基酸。

1.6 极端微生物底盘细胞的设计与构建

研究内容：研究极端微生物高效基因组编辑系统，设计合成稳定通用的耐热、耐盐、耐碱、耐酸等特殊功能生物器件模块，研究极端微生物代谢网络，构建适应特定环境和特殊生长条件的高版本底盘细胞，实现规模化工业应用测试。

考核指标：建立 2~4 个极端微生物分子改造平台，构建利于极端微生物功能开发的基础代谢和特征网络，获得 50 个以上稳定通用的特定生物功能器件模块；发展适用极端微生物的基因组编辑技术体系，实现大片段 DNA 在染色体上的准确插入；构建 5 个以上表达多基因代谢通路的极端微生物底盘，实现高密度培养，高效生产 3 种以上产品；实现 1 种以上产品的发酵中试。

1.7 工业微生物全基因组代谢网络模型的优化设计和构建

研究内容：采用新方法构建高质量工业微生物全基因组代谢网络模型库；针对工业微生物开发系统的代谢流计算分析方法，建立全基因组代谢网络模型与高效准确的代谢流分析软件平台；基于代谢途径的计算设计构建化学品的最佳合成途径；发展胞内能量与物质的调控技术，实现代谢网络模拟理性设计和基因表达的精准调控，实现工业菌株的高效合成。

考核指标：建立高质量工业微生物全基因组代谢网络模型

库，其中包括 3~5 个全基因组网络代谢模型，获批 1~2 项软件著作权；设计并构建 3~5 个重要化学品的高效工程菌株，目标产物产率提高 30%以上。实现 1~2 个优化工程菌的工业示范应用。

2. 人工元器件与基因回路

2.1 功能性免疫分子的定向改造与人工合成

研究内容：以恶性肿瘤等重大疾病的免疫防治为目标，开展功能性免疫分子人工合成的设计原则和技术体系研究；发展快速模块化设计和改造优化新方法；开发基于体外蛋白合成系统的人工免疫分子筛选技术；研究免疫分子表达鉴定的高通量方法和技术体系；自主研发人工合成免疫分子及相应的新技术和新平台；提高我国在原创性人工免疫分子设计方面的技术能力，实现功能性免疫分子精准、快速的定向改造与人工合成。

考核指标：掌握功能性免疫分子模块化设计、筛选、优化原则，建立功能性免疫分子人工合成和定向改造的新理论与技术；建立高通量的人工免疫分子表达、筛选、鉴定新技术体系和平台；获得 15 种以上专利授权的人工抗体、人工受体、信号分子、基因调控蛋白等人工合成免疫分子，完成 1~2 种人工免疫分子的临床前研究和临床研究申报。

2.2 代谢病诊疗基因回路的设计合成

研究内容：设计、构建实时监测体内代谢动态、实时反馈诊断、实时按需给药的智能化生物诊疗器件。创建能甄别代谢指标

异常响应过程、调节正常代谢的基因回路和定制化细胞。设计、开发新一代基因表达控制开关用于药物精准表达释放。研究工程化病毒、细菌或哺乳动物细胞用于代谢疾病诊疗一体化的基因回路的设计和控制。建立自动化、智能化、数字化精准给药的代谢疾病诊疗体系。

考核指标：建立 50~100 个用于重大代谢疾病诊断、治疗的标准化元件和模块；建立 2~5 种基于天然小分子或光遗传学的时空特异性的基因表达、编辑控制模块体系；建立 2~5 种针对糖尿病干预的基因回路人工类胰岛细胞或组织器官，实现糖尿病等至少 2 种重大代谢疾病的智能化诊疗技术。

2.3 微生物光合系统的重构与再造*

研究内容：研究微生物光合作用光能吸收系统，光合电子传递与碳同化代谢耦合等关键机制和过程。研究碳浓缩和固定同化模块在微生物光合系统中的设计、组装、调控与适配，优化微生物光合系统，提高微生物光合固碳效率。开展异源组装光合模块的底盘细胞研究，包括对真核微生物细胞基因编辑和异源表达开展研究，构建相应的高效底盘细胞。

考核指标：建立红细菌、紫球藻、衣藻、蓝细菌等高效遗传操作与基因组编辑改造技术，构建异源组装的底盘细胞和操作体系；设计构建 5 种以上碳浓缩和固定同化基因模块；鉴定 10 种以上藻胆体组装元件，并在大肠杆菌等底盘细胞中实现藻胆体主

要结构的组装和重构；完成叶绿素的异源生物合成，并实现绿藻天线复合物的异源组装；实现蓝细菌羧化体基因在底盘细胞的表达，实现羧化体在底盘细胞的功能性组装或部分组装，提高微生物光合固碳效率。

2.4 高效生物固氮回路的设计与系统优化

研究内容：针对共生结瘤寄主范围狭窄、联合固氮效率低下等瓶颈问题，设计人工非编码 RNA 等调节元件及广谱结瘤、耐铵泌铵固氮等功能模块；在固氮菌中进行高效固氮基因回路的设计、集成组装与系统优化，构建最小固氮酶基因簇、根瘤菌与非豆科植物互作的人工基因回路和高效固氮工程菌，在玉米等底盘作物中进行功能性与适配性分析；在田间条件下分析固氮节肥效率并评价其对作物生长和产量的影响。

考核指标：构建 3~5 个标准化人工高效固氮回路，创建 2~3 个广谱结瘤或高效固氮基因回路工程菌等合成固氮微生物；在固氮菌和底盘作物中实现有效适配与系统优化，大幅度增强固氮回路的耐铵泌铵能力和底盘作物的氮高效利用等抗逆能力，固氮效率比天然体系提高 1 倍以上，在田间试验条件下氮肥用量减少 25%以上。

2.5 生物工业过程监控合成生物传感系统

研究内容：针对生物工业过程实时检测的难题，研究发酵过程细胞内外代谢物积累与消长的生物传感系统。结合重要的生物

反应过程，设计特异性响应目标分子的基因回路及细胞传感器，实现检测对象的信号放大和原位读出，构建特定代谢物的生物传感系统；实现生物工业过程动态、瞬时、实时监控，优化现有发酵技术。

考核指标：针对抗生素、氨基酸、有机酸、化工醇、发酵食品等重要生化产品的生物反应过程，构建 5 种以上感知发酵/细胞培养过程中的底物、产物、代谢物和环境因子的生物传感器，应用于生物工业过程在线实时监控，显著提高生产效率。

3. 特定功能的合成生物系统

3.1 微生物化学品工厂的途径创建*

研究内容：针对传统化学品或重要生物基产品，创建新反应路径、碳原子回收、生物能供给、新化合物合成的非自然途径，研究细胞代谢网络与非自然途径回路的互作关系，解决非自然功能模块在底盘细胞中的适配问题，构建人工途径的细胞工厂；发展基因编辑重排、代谢进化等技术优化细胞工厂，提高产物转化率和生产强度；完成重要化学品微生物非自然合成路线的生产中试示范。

考核指标：突破微生物化学品工厂的代谢途径创建的关键科学问题，创建 7~10 种非自然生物合成新途径，获得不少于 5 个人工途径的细胞工厂；发展 3~5 种基因编辑重排、代谢进化等技术，实现 3~5 个细胞工厂性能优化，产物转化率接近或突破自然

理论值；实现 2~3 个产品的工程化应用示范。

3.2 新分子的生化反应设计与生物合成*

研究内容：根据化学合成原理，研究化学品合成的生化反应机制，创建全新的生化反应，设计新功能分子生物合成与生物难转化分子的人工生物酶，探索不同类型惰性碳骨架的合成或修饰方法，建立新功能分子生物合成的技术基础；开展新分子生物催化合成的微尺度规模化制备过程研究，建立新分子合成的生物系统，提高生产效率。

考核指标：阐明 10 个以上新功能分子生物催化的化学机制，设计 5~10 个催化碳链延长、碳氧化修饰、碳氮成键等反应的新酶，创建 10~20 条新分子的生物合成新途径，理论转化率超过 70%，形成基于厘米级微尺度规模化制备的酶催化创新工艺。

3.3 人造蛋白质合成的细胞设计构建及应用

研究内容：针对以蛋白质为基础的功能材料等应用需求，进行蛋白质的结构组分设计与分析，揭示蛋白质序列组成、结构特征与活性功能之间的内在关系；研究合成蛋白质产品相关宿主表达元件与功能模块的分子基础与组装编辑原理，以及蛋白质产品高效合成的代谢与调控机制，解决人造蛋白质合成细胞构建的基础问题，创建高效人造蛋白合成细胞。

考核指标：建立人造功能蛋白合成的设计原则；创建 10~20 种新型人造蛋白质功能模块；实现 3~5 种蚕丝、蜘蛛丝等新型丝

蛋白、生物水泥胶粘蛋白、新型黏附-抗污多功能蛋白等功能材料用人造蛋白的设计组装、细胞代谢重构与高效表达合成,创建2~3种人造功能蛋白高效表达细胞工厂,蛋白表达水平超过10 g/L。

3.4 甾体激素从头生物合成的人工细胞创建及应用

研究内容: 研究甾体激素生物合成途径的分子基础; 探究合成途径中关键蛋白的结构与功能, 掌握影响其位点专一性和手性专一性的分子机制; 研究甾体激素合成的碳代谢流分配与转运机制, 在微生物底盘细胞中进行合成途径的重建与优化; 发展蛋白理性改造、基因表达精确调控和细胞器改造等技术, 提升甾体激素合成能力和效率; 开发甾体激素的生物发酵合成技术, 实施应用示范。

考核指标: 突破甾体激素化合物的从头合成的非天然生物合成途径设计原则, 构建出薯蓣皂素、氢化可的松、4-雄烯二酮等重要甾体激素从头合成的人工细胞, 建立重要甾体激素全生物法合成技术, 实现吨级规模生产示范, 较传统提取工艺污染物排放减少90%以上。

3.5 微生物药物合成生物体系的网络重构与系统优化

研究内容: 针对抗肿瘤、抗感染、糖尿病治疗等重大微生物药物品种的产能提升和绿色生产的迫切需求, 以聚酮类、非核糖体肽类、氨基糖苷类的工业生产菌为研究对象, 解析其生物合成限速因子和复杂调控网络, 建立天然产物生物合成的数学模型,

阐明微生物药物的高产机制；重塑药物工业生产菌的基因组，重构其生物合成体系及其调控网络，并逐级放大、优化人工合成生物体系。

考核指标：阐明 5 种以上重大微生物药物品种的高产机制；建立 3 个以上针对不同微生物药物类型的人工智能数学模型；构建多重耐药菌抗感染药物达托霉素和非达霉素、糖尿病治疗药物阿卡波糖、抗癌药物阿霉素和安丝菌素等天然微生物药物的高产工业菌株，实现大品种微生物药物在实际生产中发酵水平提高 1 倍以上或达到 10 g/L。

3.6 活性污泥人工多细胞体系构建与应用

研究内容：针对现行活性污泥适应性差、存量高、快速处理效率低等缺点，筛选和强化活性污泥污水处理相关的功能基因元件与代谢途径；研究不同菌株共培养的兼容性与协同性规律；研究对活性污泥中复合人工生物被膜体系进行观察测量和有效调控的方法，建立用人工合成细胞提升活性污泥性能并且安全可控的策略。

考核指标：针对抗生素、微塑料、阻燃剂、表面活性剂、持久性有机污染物（POPs）和高氨氮源等难降解污染物，发掘和强化 50 种以上降解化合物的基因元件；构建 7~10 种高效的污泥功能微生物；构建能够提升活性污泥性能的复合人工活性污泥菌群 5 个以上。

3.7 合成生物肠道菌群体系构建及应用*

研究内容：针对重要肠道微生物，简化基因组调控和增加有益功能模块；针对有害肠道菌株构建人工合成菌群，结合动物模型，对消化系统疾病、代谢性疾病、精神疾病在内的诸多重大慢性疾病进行干预和治疗；设计构建特定代谢产物的细菌传感器，实现诊断肠道疾病。

考核指标：构建基因组简化的功能强化的 3~5 种肠道功能重要微生物；实现 5~10 种维生素等营养物质的移植表达；建立 3~5 种消化系统疾病、代谢性疾病等人畜重大慢病的优势工程菌干预策略，完成动物实验。

3.8 新天然与人工产物的挖掘和高效合成的平台技术

研究内容：基于海量基因组数据，通过利用合成生物学技术高通量合成以及组装潜在基因簇，打造化合物高效自动化挖掘平台，大量发现并开拓天然产物“暗物质”；针对重要类型化合物改造适合其高产的微生物底盘细胞，提供底物供给、还原力以及蛋白翻译后修饰系统，并优化比例和代谢网络，放大后进入应用，实现产业升级。

考核指标：建立一个包括从 DNA 合成、优化到基因组装，再到产物结构与功能表征的高通量自动化平台，实现针对已知基因簇化合物的短时间合成能力；挖掘并鉴定 1000 种以上新化合物；实现 1~2 种现有大品种的工艺提升或者改进；实现 5 种以上

新天然产物或人工化合物的产业应用。

4. 使能技术体系与生物安全评估

4.1 新一代 DNA 合成技术

研究内容：针对 DNA 化学合成的技术瓶颈，开发 DNA 合成的生物酶体外催化技术；开展非模板依赖的 DNA 生物酶合成、特异性碱基连接等研究；开发寡核苷酸合成功能模块、基于多酶系统的 DNA 合成错误修复技术、基于荧光能量共振或激光扫描的 DNA 合成长度检测功能模块；研制 DNA 生物合成仪。

考核指标：获得 10 个以上 DNA 生物合成酶元件；单碱基生物催化 DNA 合成速度较现有技术提高 10 倍以上；DNA 生物合成长度较现有技术提高 2~4 倍；建立自动化 DNA 生物合成技术体系，核心零部件、主要原材料与配套试剂实现国产化；DNA 生物合成综合成本降低 2~3 个数量级。

5. 部市联动项目

5.1 恶性肿瘤治疗性疫苗的设计与构建

研究内容：开展全合成、安全可控的恶性肿瘤治疗性疫苗的理论基础、设计原则、合成和评价研究；建立肿瘤新抗原的高通量、智能、模块化筛选方法，研发 AI 算法，辅助人工抗原设计，快速高效标定抗原防治效果；掌握免疫调控器件的设计和制备原则，开发系列模块化、智能化调控线路及器件。设计合成具有一定通适性的仿生颗粒及细胞器等抗肿瘤疫苗输送底盘体系，推进

治疗性疫苗的临床应用进程。

考核指标：编写完成一个自动化、智能化抗原表位预测和疫苗设计的软件，建立 2~3 个有效抗原表位预测模型；搭建 5 种以上具有调控抗原表达、转运、呈递及免疫触发过程的器件；设计合成至少 3 种以上新型佐剂及其调控器件，组装成至少两种人工 mRNA 疫苗调控人工基因回路。构建分别以人工改造细胞、合成仿生颗粒、合成细胞器等为底盘的 mRNA 疫苗搭载系统各 2 种以上；搭建至少 2 个体内、外免疫器件活性表征体系。针对肝癌、结肠癌等构建至少 10 种新型治疗性疫苗原型，完成动物测试，保护效果（如动物存活率）优于传统减毒疫苗。

5.2 细胞微环境重编程与疾病机理及其治疗的研究#

研究内容：开发蛋白质元件，特异性识别细胞微环境标志物及时空动态变化的鉴定方法；改进定量时空调控肿瘤细胞外基质分泌的模块，探索抑制肿瘤增殖和转移的治疗方案；设计骨关节炎各阶段微环境的感受器及调节器，改善软骨细胞及巨噬细胞的生物学性能；基于整合素设计信号线路，改造间充质干细胞，研究定向分化和治疗的新策略和产品原型；研究免疫细胞（如嗜中性粒细胞等）在调控肿瘤微环境中的作用及机制。

考核指标：针对细胞微环境识别、应答和调控，构建 30~50 个元件、20~30 个模块及人工基因回路，鉴定 100 种以上细胞微环境相关的蛋白质分子机器；建立 2~3 个细胞外基质信号影响肿

瘤转移、间充质干细胞分化及软骨细胞生物学性能的半定量关系，鉴定 2~3 个干预肿瘤和骨关节炎微环境的治疗靶点；发明 2~3 种以嗜中性粒细胞为介质的肿瘤治疗新策略和动物模型。

5.3 设计构建靶向实体瘤的新一代免疫细胞#

研究内容：针对肿瘤、自身免疫性疾病等复杂疾病治疗和预防，以 T 细胞、NK 细胞等免疫细胞为底盘，运用合成生物学方法，发展和设计新型细胞表面人工受体（如：嵌合抗原受体等）、细胞内部信息处理人工基因回路、功能效应分子，实现增强和精确调控免疫细胞的迁移、增殖、分化、记忆性以及安全性、有效性等功能。针对实体瘤，发展新型的合成免疫细胞，实现显著增强的肿瘤浸润性、抗原特异性、肿瘤微环境耐受以及抗肿瘤抑制等功能，为我国常见肿瘤（如肝癌、肺癌、乳腺癌等实体肿瘤）提供新的治疗策略以增强免疫细胞治疗技术在实体瘤领域的应用为研究重点，设计构建重大恶性肿瘤疾病免疫细胞治疗动物模型；人工设计新型 CAR 及感受-应答调控元件，构建能有效拮抗免疫抑制性肿瘤微环境、具有肿瘤浸润能力的新一代免疫细胞，并进行安全性验证，为肝癌、肺癌、乳腺癌、胰腺癌等多种实体瘤的防治策略提供决策支持和临床治疗手段。

考核指标：发展 2~3 类新型的抗肿瘤识别受体系统，实现可调控、多靶点等功能；设计和构建 3~5 种能否优化免疫细胞抗疾病能力的人工基因回路；发展 3~5 类针对肿瘤微环境的人工改造

免疫细胞；建立 2~3 种重大恶性肿瘤疾病免疫细胞治疗动物模型（如肝癌、肺癌、乳腺癌等），设计至少 2 种人工免疫细胞，完成安全性和有效性评价，并获得可支持进入临床研究的临床前研究数据建立肝癌、肺癌、乳腺癌、胰腺癌等重大恶性肿瘤疾病免疫细胞治疗动物模型 4 种以上；针对每种肿瘤，设计构建至少 1 种新型的 CAR 和 1~2 种感受-应答元件，研制至少 1 种免疫细胞产品，完成安全性和有效性评价，并获得可支持进入临床研究的临床前研究数据。

5.4 外源基因元器件在农作物中的适配性评价共性技术#

研究内容：围绕专项研发的新元器件、新抗逆回路、新基因设计、新转化方法等，评估其对农作物生长发育、营养品质和逆境抗性的影响，建立基于外源元器件的分子特征的适配性评价共性技术方法，系统性建立基于基因组、转录组和代谢组的评价模型、数据库和技术标准；开展有关预测评价方法和田间规模化评价技术的开发，为人工合成农作物的应用评价提供新技术、新方法和技术标准。

考核指标：建立 1 个外源基因元器件农作物适配性评价数据库，研究 10~20 项评价新方法、新技术或新技术标准。在番茄、黄瓜等 3~5 种作物中进行适配性验证，培育 5~10 个相关种质，其中 1~2 种进入示范性应用，进行或建立田间规模种植示范 50 亩以上；对外源基因元器件和植物的农艺性状、生产性能及抗逆

性等进行规模化评估。

5.5 鲁棒型人工基因元器件的设计原理与应用#

研究内容：针对生命设计过程中各种人工基因元器件功能绝缘性低、底盘通用性差和环境适配性弱等关键工程科学问题，建立生命基础过程的定量解析理论，研究多种典型模式生物中细胞内外复杂环境对人工基因元器件的功能干扰问题；设计具有超高鲁棒性的人工基因元器件，使其具备即插即用等工程化属性；开发适用于鲁棒型人工基因元器件设计、优化和组装的计算机辅助设计软件。

考核目标：建立 5~10 种包含核酸复制、转录、翻译、信号转导、生物大分子修饰等的生命基础调控过程的通用数理模型和功能预测理论；在不少于 5 种如大肠杆菌、酿酒酵母和 HeLa 细胞等模式细胞中，针对上述生命过程开发对应的元器件模块化与绝缘化设计技术，以消除或缓冲细胞外环境因素（营养、渗透压和胞外基质等）和细胞内环境因素（代谢水平、基因表达和表观遗传状态等）对人工基因元器件的干扰作用，并获得 5~10 类即插即用型基因调控元器件；开发 1 套基于上述定量设计原理的开源软件系统，以实现基因元器件设计、优化和组装过程的集成化、智能化、可视化。

“合成生物学”重点专项 2019 年度 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（包括预申报书和正式申报书，下同）内容与申报的指南方向基本相符。
- (4) 项目申报书及附件按格式要求填写完整。

2. 申报人应具备的资格条件

- (1) 项目及下设课题负责人应为 1959 年 1 月 1 日以后出生，具有高级职称或博士学位。港澳申报人员应爱国爱港、爱国爱澳。
- (2) 青年科学家项目负责人应同时具有高级职称和博士学位，所有参加人员应为 1984 年 1 月 1 日以后出生。
- (3) 受聘于内地单位或有关港澳高校的外籍科学家及港、澳、台地区科学家可作为重点专项的项目（课题）负责人，全职受聘人员须提供全职聘用的有效材料，非全职受聘人员须由双方单位同时提供聘用的有效材料，并随纸质项目申报书一并报送。

(4) 项目(课题)负责人限申报 1 个项目(课题); 国家重点基础研究发展计划(973 计划, 含重大科学研究计划)、国家高技术研究发展计划(863 计划)、国家科技支撑计划、国家国际科技合作专项、国家重大科学仪器设备开发专项、公益性行业科研专项(以下简称“改革前计划”)以及国家科技重大专项、国家重点研发计划重点专项在研项目(含任务或课题)负责人不得牵头申报项目(课题)。

国家重点研发计划重点专项的在研项目(不含任务或课题)负责人不得参与申报项目(课题)。

(5) 特邀咨评委委员不得申报项目(课题); 参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家, 不得申报该重点专项项目(课题)。

(6) 诚信状况良好, 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。

(7) 中央、地方各级国家机关及港澳特区的公务人员(包括行使科技计划管理职能的其他人员)不得申报项目(课题)。

3. 申报单位应具备的资格条件

(1) 在中国大陆境内登记注册的科研院所、高等学校和企业等法人单位, 或由内地与香港、内地与澳门科技合作委员会协商确定的港澳高校。国家机关不得作为申报单位进行申报。

(2) 内地单位注册时间在 2018 年 4 月 30 日前。

(3) 诚信状况良好, 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。

4. 本重点专项指南规定的其他形式审查条件要求

(1) 项目执行期一般为 5 年。一般项目下设课题数原则上不超过 4 个, 每个项目参与单位数控制在 6 个以内。

(2) 青年科学家项目不再下设课题, 可参考指南支持方向组织项目申报, 但不受研究内容和考核指标限制。

(3) 申报单位须提交补充协议。如涉及人体被试和人类遗传资源的科学研究, 承诺尊重生命伦理准则, 遵守《涉及人的生物医学研究伦理审查办法》《人类遗传资源管理暂行办法》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, 承诺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。

本专项形式审查责任人: 王德平 010-88225123

“合成生物学”重点专项 2019 年度 项目申报指南编制专家组

序号	姓 名	工作单位	职 称
1	张先恩	中科院生物物理研究所	研究员
2	赵进东	中科院水生生物研究所/北京大学	研究员
3	马延和	中科院天津工业生物技术研究所	研究员
4	元英进	天津大学化工学院	教 授
5	戴俊彪	中科院深圳先进技术研究院	研究员
6	赵国屏	中科院上海生命科学研究院	研究员
7	邓子新	上海交通大学生命科学技术学院	教 授
8	曹竹安	清华大学化学工程系	教 授
9	江桂斌	中科院环境中心	研究员
10	陈 薇	军事医学科学院	研究员

附件 3

“变革性技术关键科学问题” 重点专项 2019 年度项目申报指南

变革性技术是指通过科学或技术的创新和突破，对已有传统或主流的技术、工艺流程等进行一种另辟蹊径的革新，并对经济社会发展产生革命性、突变式进步的技术。“变革性技术关键科学问题”重点专项重点支持相关重要科学前沿或我国科学家取得原创突破，应用前景明确，有望产出具有变革性影响技术原型，对经济社会发展产生重大影响的前瞻性、原创性的基础研究和前沿交叉研究。

2019 年本重点专项将围绕材料、地学、信息、制造、能源、生命科学及交叉等 6 个领域方向部署项目，优先支持 39 个研究方向。同一指南方向下，原则上只支持 1 项，仅在申报项目评审结果相近，技术路线明显不同，可同时支持 2 项，并建立动态调整机制，根据中期评估结果，再择优继续支持。2019 年度专项拟部署项目的国拨概算总经费为 9.9 亿元。

申报单位根据指南支持方向，面向解决重大科学问题和突破关键技术进行一体化设计。鼓励围绕一个重大科学问题，从基础研究到应用研究全链条组织项目。鼓励依托国家重点实验室等重

要科研基地组织项目。项目应整体申报，须覆盖相应指南方向的全部考核指标。每个项目下设课题不超过 4 个，每个项目参与单位数不超过 6 家。

项目执行期一般为 5 年，申报项目特别需提出明确、有显示度的 5 年总体目标和 2 年阶段目标和考核指标（或研究进度）；立项项目实行“2+3”分段式资助，在项目执行 2 年左右对其目标完成情况进行评估，根据评估情况确定项目后续支持方式。

1. 高效热电磁全固态能源转换新材料与器件

研究内容：研究电子-声子-自旋/局域磁场相互作用及其物理新机制和新效应；同时具有高热电性能和高磁熵变等多功能新材料设计、精细结构表征及其构效关系；热电磁多功能新材料超快速制备新技术与结构控制原理；基于新材料的热电磁多功能新型器件设计与制造方法；热电磁能量转换新原理与热电磁全固态制冷原型系统。

考核指标：建立热电磁多功能特性协同调控理论与方法，发现 2~3 种热电磁全固态能源转换新材料，发展 1~2 种变革性新技术，热电磁全固态制冷原型系统制冷系数达到 3.0~4.0，制冷量 $\geq 30\text{W}$ ，工作温区 $\leq 300\text{K}$ ，温跨 $\geq 10\text{K}$ 。

2. 铌酸锂薄膜重要片上光子器件

研究内容：研究高品质铌酸锂薄膜光波导、光学微腔和光学超晶格等光学微结构的制备；研究片上光子频率高速调谐及片上

纠缠光子对产生；研究以光子频率作为量子信息编码实现量子逻辑门操作；研制片上有源光量子器件、可编程光量子信息处理芯片及片上光频梳等重要器件。

考核指标：铌酸锂单模光波导损耗达到 0.01 dB/cm 量级，微腔光学品质达到 10^8 量级；片上高速光子频率调制带宽大于 40 GHz，半波电压小于 2 V；片上双光子频率纠缠态的纠缠度大于 90%；频率编码两量子比特逻辑门操作保真度大于 85%；光频梳器件谱宽大于 300 nm。

3. 高能量密度二次电池材料

研究内容：面向新一代智能电动汽车和可穿戴式设备的需求，突破二次电池的体积能量密度和安全性瓶颈，研究分级纳米超结构负极材料反应过程原位观测和动力学性能调控技术、高能量密度梯度正极材料原位观测和界面调控技术、多级结构纳米导电材料输运性能调控技术，以及储能器件设计、材料匹配与制造工艺，研制出新一代高能量密度锂离子电池和柔性可穿戴电池。

考核指标：设计和制备高容量密度负极材料，可逆容量密度达到 1500 Ah/L 以上；设计和制备高能量密度梯度正极材料，和金属锂负极配对，该正极材料能量密度达到 3200 Wh/L 以上；建立纳米正/负极材料的中子衍射、高分辨电镜、Raman 光谱、X 射线三维成像等原位观测方法；设计和制造高能量密度二次电池，动力电池能量密度不小于 1000 Wh/L，循环寿命大于 1000 次，安

全性达到国标要求；设计和制造所有材料与人体友好的可穿戴高能量密度电池，能量密度不小于 400 Wh/L，循环寿命大于 500 次，安全性达到医用要求。

4. “石墨烯基第三代+” 深紫外固态光源器件

研究内容：发展介电衬底上石墨烯的直接生长方法，获得高质量、大面积、层数可控、掺杂浓度和晶畴尺寸可调的石墨烯薄膜，实现宏量制备；研究石墨烯上氮化物薄膜的生长机制，解决氮化物异质外延中晶格失配和热失配的瓶颈问题，建立范德华外延生长氮化物的理论模型，实现大尺寸非晶衬底上高质量氮化物的可控制备技术；研制非晶衬底上深紫外发光器件；发展基于石墨烯的器件转移技术，实现深紫外发光器件的柔性构筑。

考核指标：实现介电衬底上高质量石墨烯样品的直接生长，建立大面积（不小于 12 英寸）、层数可控（1~5 层）、缺陷密度可调、单层覆盖率 95% 以上的宏量制备方法；实现非晶衬底上 AlN 材料位错密度低于 $5 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ ，UVC 波段深紫外固态光源内量子效率大于 30%；获得柔性深紫外固态光源的原型器件；建立相应工艺示范线，具备年产 5000 片 12 英寸石墨烯玻璃的能力。

5. 宽波段光电探测材料

研究内容：针对全天候、全天时高分辨率对地成像观测需要，开展具有宽波段响应特性的光电探测材料新体系设计；研究其 n 型和 p 型杂质能级特征，并探索其掺杂和激活工艺；研究其异质

外延薄膜微观结构及界面特征演化规律，并构造其多层膜；研制宽光谱多波段光电探测原型器件，并开展其在航天光学载荷中应用价值评估考核。

考核指标：构建材料组份与禁带宽度关系数据库，实现禁带宽度介于 90 meV~4.1 eV 可调可控，实现紫外到长波红外探测的全覆盖；探索出 n 型和 p 型掺杂方案，材料的载流子浓度在 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ~ $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 的范围内可调可控；掌握其外延薄膜微观结构—宏观性质—制备工艺的内在联系，实现 2 英寸薄膜及其多层膜的异质外延生长控制；形成宽光谱多波段光电探测器件设计准则，获得器件制造工艺，所研制原型器件对紫外、可见光、中波红外、长波红外辐射的探测率分别达到 1×10^{13} Jones (350 nm, 77 K)、 1×10^{12} Jones (550 nm, 77 K)、 1×10^{11} Jones (3 μm , 77 K) 及 1×10^{10} Jones (10 μm , 77 K)。

6. 电子束层凝制备超纯净高均质高温合金

研究内容：电子束精炼高温合金中微量杂质元素去除机制及合金元素调控方法；电子束层凝高温合金均质化控制原理；高温合金的化学近程序团簇结构及超纯净合金化再设计；粉末制件与超纯母合金的组织遗传性及其疲劳性能；超纯净高均质难变形高温合金的塑性变形机理及其组织性能调控；超纯净单晶高温合金的铸造缺陷控制及力学性能评价。突破现有高温合金纯净度低、偏析高的冶金质量瓶颈，探索超纯净高均质高温合金电子束层凝

技术体系，并进行验证性应用。

考核指标：揭示高温合金电子束层凝过程中微量杂质元素及夹杂物去除机制；阐明合金元素的再分配规律及层间界面演化机制；构建高温合金中成分与结构的团簇理论模型；利用电子束层凝技术，在粉末高温合金中实现杂质元素 $O+N+S \leq 15 \text{ ppm}$ ，制作直径 $\geq 150 \text{ mm}$ 的模拟盘件，该盘件的 650°C 低循环疲劳寿命 $\geq 10^4$ 周次；在难变形高温合金中实现杂质元素 $O+N+S \leq 10 \text{ ppm}$ 的变形合金，在温度 750°C 、应力 530 MPa 条件下持久寿命 $\geq 50 \text{ h}$ ，制作直径 $\geq 150 \text{ mm}$ 的模拟盘件；在不含稀贵金属的单晶高温合金中实现杂质元素 $O+N+S \leq 6 \text{ ppm}$ ，在温度 1100°C 、应力 130 MPa 条件下持久性能 $\geq 125 \text{ h}$ ，制作高度 $\geq 82 \text{ mm}$ 单晶涡轮高压叶片样件。

7. 水伏效应材料及其制备与应用研究

研究内容：研究固液界面电荷传输和能量转换规律，研究功能材料与水相互作用生电的水伏效应机理；开展具有优异水伏效应材料的微结构设计和构效优化方法研究，发展高效水伏效应材料的宏量可控制备方法；研究水伏效应器件的长效稳定性，建立大规模集成化生产工艺，演示验证水伏效应。

考核指标：揭示水伏效应机理，建立高效水伏效应材料体系的优化设计方法；实现平方米级以上的高质量水伏效应材料的可控制备，单个水伏发电器件稳定输出电压 $\geq 10 \text{ V}$ 、电流 $\geq 10 \text{ mA}$

(功率密度 $\geq 10 \text{ W/m}^2$, 常规气候条件); 构建生电、降温、产生净水的协同生态化光伏效应演示验证系统, 每平方米光伏效应材料系统每小时使室内降温 $\geq 3 \text{ K}$ (环境温度 300 K)、产净水 $\geq 1 \text{ kg}$ 。

8. 复杂油气智能钻井理论与方法

研究内容: 研究井下智能传感器响应机理与随钻测录导一体化协同机制, 构建复杂地层参数智能表征与超前探测方法; 研究地层环境自适应的智能破岩作用机理, 探索复杂地层钻井井眼轨迹智能导向控制方法; 揭示钻井工程参数地面-井下闭环响应机制, 研究复杂地层钻井井筒稳定性智能调控方法; 研究自适应智能钻井液体系, 探索钻井液性能智能化设计、评价与调控方法; 研究钻井数据智能流动、融合与自我净化方法, 构建复杂油气钻井智能监控、诊断与决策系统。

考核指标: 突破复杂地层钻井超前探测与智能导向控制方法; 建立钻井工程参数闭环调控模型, 初步形成复杂油气智能钻井理论基础; 形成钻井工程智能监控、诊断与决策系统平台。开展深部复杂地层钻井现场试验, 储层钻遇率 $\geq 90\%$, 相同区块钻井效率提高 30%以上。

9. 深部碳、氧循环的金属同位素示踪方法研究

研究内容: 面向开拓金属稳定同位素示踪地球深部碳、氧循环的技术体系, 研究包括碳酸盐含有的二价金属元素、氧逸度敏感的变价金属元素和生命需要的金属元素的同位素高精度度分析

技术体系；研究板块俯冲和岩浆过程中金属同位素地球化学行为和分馏机制；开发多种金属同位素体系联合示踪地球深部碳、氧循环的理论和体系。

考核指标：建立多种金属同位素高精度分析技术，在精确度方面， $\delta^{26}\text{Mg}$ 优于 0.05‰、 $\delta^{44/40}\text{Ca}$ 、 $\delta^{98}\text{Mo}$ 和 $\delta^{60}\text{Ni}$ 优于 0.06‰、 $\delta^{56}\text{Fe}$ 优于 0.02‰、 $\delta^{53}\text{Cr}$ 优于 0.03‰、 $\delta^{66}\text{Zn}$ 优于 0.04‰、 $\delta^{51}\text{V}$ 优于 0.08‰；查明板块俯冲和岩浆过程中金属稳定同位素的地球化学行为和分馏机制；给出 2 个板块俯冲带深部碳、氧循环的金属同位素示踪实例；构建 Rb-Sr、Sm-Nd、Lu-Hf 等放射性同位素体系对地幔碳酸盐交代的准确定年技术，年龄精度优于 2%。

10. 俯冲带深部过程与非生物成气

研究内容：针对俯冲带为地球深部提供充足的碳源和水源，形成了甲烷气和氢气等资源，突破对这些清洁能源仅限于地表之下不到十公里的范围内的传统认识；揭示从地球深部到地表 C-H 化合物的物理化学性质和交换机制，开辟以部分烃类为代表的高压有机化学新领域。结合典型俯冲带研究，初步揭示地球深部无机成因气的运移机理。

考核指标：通过高压实验设备与多种尖端分析技术结合，确立 1~130 GPa，300~2500 K 下烷烃、环烷烃、芳香烃等的物理化学性质及其状态方程。结合岩石学研究，利用高温高压实验技术厘定 1~10 GPa，300~1200 K 下水-岩作用形成碳氢化合物的反应

机理，准确计算俯冲带 C-H 循环通量，误差在 ± 1 Mt。通过剖析西南天山和西太平洋俯冲带，提出俯冲带 C-H 化合物分离与迁移成藏的有利条件。

11. 揭示三维岩石圈物质架构的理论方法体系

研究内容：面向深部探测的重大需求，针对制约深部物质探索 and 研究的瓶颈问题，研发和集成岩石圈深部物质组成与演化的综合示踪技术，研究全岩元素 Sr、Nd、Pb 及锆石 Hf、O 等不同同位素示踪结果的关联性及其影响因素；探索岩浆岩捕获锆石信息填图等深部物质探究的新方法；对比区域深部物质示踪结果与地球物理探测、实验模拟结果，揭示其结果的相互印证与关联性；形成以深部岩石探针、特殊矿物探针及同位素填图为核心的探索深部物质性质、时空分布、三维架构、岩石圈热-化学组分及其演变过程的新方法体系。

考核指标：建立全岩 Sr、Nd、Pb 及锆石 Hf、O 等不同同位素方法示踪结果的关联性指标；构建 Mg、Fe、Ti、Zn 等新兴同位素示踪深部物质与循环的方法体系；确定区域深部物质组成架构示踪结果与地球物理探测、实验模拟结果的对应指标；构建一套探究岩石圈三维物质组成架构及其演变的理论技术方法体系；提供典型造山带和克拉通 3~4 个研究实例。

12. 油页岩原位转化开采机理与实现方法

研究内容：面向中深层油页岩有效开发利用难题，研究半封

闭体系、地层含水、地层压力、地下人工加热条件下有机质转化过程及机理；研究各向异性多孔介质与多相流体耦合条件下的原位高效传热机制及实现方法；研究高效油页岩原位转化加热新方法和机理；研究复合结构催化剂的井下原位合成机理和方法；研究地下产出物、地下环境的热力平衡、地应力平衡以及油页岩岩体变形等产生的环境地质效应。

考核指标：研制出 2~3 套油页岩原位转化条件下的动态模拟实验装置，揭示油页岩原位转化开采物理化学过程及机理，形成油页岩原位转化及油藏动态模拟技术，研发 1 套油页岩原位转化开采数值模拟软件；形成 1~2 种油页岩原位转化高效率加热新方法，油页岩油气采收率实验评价达到 60%以上；揭示油母质在催化剂的酸中心、脱氧中心上的转化途径，研制出 2~3 种催化剂，降低油母质热解反应活化能 15%以上；建立油页岩原位开采条件下生态环境质量评价指标体系。

13. 油/水/固界面浸润调控智能流体提高采收率关键材料与机理研究

研究内容：发展油/水/岩石界面浸润调控的智能流体高效开采技术，阐明定向流动、微观多相渗流及高效油水驱替机理，建立地层条件物理与数值综合模拟评价平台，开发满足油藏润湿性、温度或压差等条件的智能响应材料，高效调控岩石矿物与原油间离子水合桥，在油藏条件下有效改善原油、水、岩石间的界面活

性, 实现地下剩余油高效开采。

考核指标: 阐明油/水/岩石界面浸润调控智能流体设计和制备原理, 建立智能流体分子设计和特殊浸润表面构筑方法, 制备 2~3 种针对润湿性、温度或压差等应用条件具有环境智能响应的功能新材料, 形成油藏注入介质定向流动开发模式, 有效改善油、水、岩石三相界面效应, 实现低渗、特低渗岩心驱替效率提高到 50%、小孔波及效率提高到 60%。

14. 近地空间全天时星敏感方法研究

研究内容: 针对近地空间全天时星敏感器向小型化、自主性、高精度方向发展的瓶颈问题, 突破现有光学成像体制局限, 探索基于光线方向选择的成像新技术; 研究多视场组合恒星探测方法, 建立多视场恒星观测信息融合处理机制; 研究大气对恒星成像的干扰机理, 提出大气层内恒星观测矢量精确校正模型与方法; 研究基于全天时恒星探测的自主定位模型与误差补偿方法。

考核指标: 提出大视场高信噪比恒星探测与自主定位理论方法, 建立大气层内恒星观测矢量精确校正模型; 开展原理样机研制与技术验证, 在白天晴好天气条件下, 在海拔 3 km 实现不依赖转动/扫描机构的自主恒星探测与定姿定位, 视场 $\geq 5^\circ \times 5^\circ$, 定姿误差 $\leq 5''$ (3σ), 定位误差 ≤ 200 m (3σ), 重量 ≤ 6 kg, 功耗 ≤ 15 W。

15. 大面积薄膜器件与集成系统

研究内容: 面向物联网和人工智能等对边缘计算的需求, 突

破传统纯薄膜显示工艺器件均一性和可靠性差、难以用于边缘计算的局限，探索新型薄膜器件及其计算新架构。研究用于智能边缘计算的新型薄膜工艺晶体管（TFT）及其性能调控方法；研究高鲁棒性和高能效的多维边缘计算架构及其电路实现方法；研究支持从示例学习的纯薄膜工艺认知系统。

考核指标：TFT 开关比达 10^{10} ，亚阈值摆幅不大于 0.1 V/Dec ，迁移率不小于 $50 \text{ cm}^2/(\text{Vs})$ ；提出认知计算新架构，支持从示例学习、能容忍 30%器件失效，达到 CMOS 边缘计算架构的能效水平；集成 100×100 传感器阵列的纯薄膜工艺认知边缘计算系统，实现整体延时不大于 5 ms 、功耗不大于 1 mW 的智能交互等示范应用。

16. 基于心理生理多模态信息的精神障碍早期识别与干预方法

研究内容：针对精神障碍的早期精准量化与识别问题，突破传统基于症状描述分类诊疗方法有效指标稀缺、精确度低的局限，探索基于心理生理多模态信息的早期识别与干预技术。研究人体脑电、眼动、语音、行为、影像等多模态心理生理特征与早期精神障碍之间的关联机制，建立多模态信息模型与识别指标体系；研究多模态信息的特征融合方法与数据驱动的精神障碍早期精准分类、分层识别框架；研究生物信息反馈、运动等非药物干预模型和手段。

考核指标：建立基于心理生理多模态信息的精神障碍早期定

量化识别模型，形成生物反馈、运动等非药物干预技术体系；研制原型系统，至少包含 6 种模态，对精神障碍的早期识别率达到 90% 以上，分类、分层精确度达到 90% 以上，干预有效率达到 80% 以上；应用于学生等特定人群，经专业医疗机构验证相应指标。

17. 超大容量光纤信息传输处理基础理论及应用

研究内容：面向未来光纤通信容量数量级增长的需求，针对传统多模态复用光纤通信扩容方案的多入多出（MIMO）信号处理器规模随模态数呈平方增长、运算量随模态数呈近立方增长，从而造成信号处理瓶颈、难以实用化等问题，研究利用光纤新型模态、降低信号处理规模、实现超低运算量的模态复用系统原理和关键技术，进行系统集成与实时数据传输实验。

考核指标：提出超大容量光纤信息传输处理方法，每光纤通信容量相比传统单模光纤的现有实验室水平（80 Tb/s）增长 600 倍以上，同时运算量增长相比传统扩容方法降低 3 个数量级以上；在实际运行的数据中心或超算中心间进行输入输出数据流量相等的实时数据传输验证，传输距离不小于 100 km、容量达到 50 Pb/s。

18. 多维并行图计算模型

研究内容：针对传统串行处理计算模型不能有效处理大规模组合优化问题的挑战，研究适用于大规模图问题求解的多维并行计算模型。提出适于并行计算的多维数据结构及其运算规则，支持常规运算及多功能运算，包括连接运算、信息传递运算等；提

出适于多维并行图计算模型的计算机体系结构；寻找相适应的实现材料，如合成材料、生物材料等，研制基于新型计算模型的计算机原型系统。

考核指标：提出多维并行图计算模型，阐明新型计算理论的关键因素；给出基于新型模型的计算机体系结构；研制能高效处理图问题的信息处理计算机原型系统，处理节点数不少于 10000，求解时间相比英特尔 i7 8700 CPU 等传统计算机处理器降低 10 个数量级以上，并实现计算机漏洞搜索等典型应用验证。

19. 空间非合作目标智能附着理论方法

研究内容：针对着陆器在太空非合作目标上着陆易失控和倾覆损毁等难题，突破传统着陆器的未知环境信息、确定化策略、刚性附着模式，通过将柔性着陆体智能化环境感知融合，建立着陆器在非合作目标上自主匹配式降落。研究智能柔性稳定附着与环境自配准，非一致约束智能协同与约束导向规划，暗弱目标环境自感知与曲率制导技术，弱引力、暗目标、非合作等约束的主动智能附着技术；建立弱引力附着地面模拟系统，研制智能附着原理样机。

考核指标：提出空间非合作目标智能附着技术；完成弱引力场等效模拟与智能主动附着地面试验验证，附着系统智能节点 3 个以上，着陆位置偏差不大于 3 m，能够适应 ± 300 mm 的地形起伏；相比传统刚性附着技术，智能柔性附着系统弱引力末端容忍

速度提高 3 倍以上、末端位置具有自适应能力。

20. 面向天文观测的空间分布式合成孔径光学干涉成像理论方法

研究内容：针对天文直接观测临近系外行星的高动态、高分辨率应用背景，分析可见光波段的目标特征提取与特性表征和空间干涉阵列编队控制需求，围绕合成孔径光学干涉成像涉及的天体目标特性、阵列控制精度等因素，研究 Fizeau 型、Michelson 型及混合型阵列高分辨率、高对比度干涉成像望远镜技术，建立系统仿真模型，研究光学合成孔径系统的共相探测与控制技术、合成孔径干涉成像的基线测量及变阵技术、干涉动态图像处理与复原方法，研制干涉成像光机系统和悬浮实验平台，实现技术验证与功能演示。

考核指标：构建微重力环境下干涉成像光机系统和悬浮实验平台，分布式望远镜口径不小于 70 mm、数量不小于 3 个，至少实现两型干涉成像；针对不少于 5 种的典型合成孔径组阵场景，实现技术验证与功能演示。微重力悬浮实验验证系统干涉成像空间分辨率比单孔径提高 10 倍以上，等效合成口径不小于 800 mm，最大基线长度不小于 800 mm，干涉成像光谱带宽不小于 200 nm，Fizeau 型成像时视场不小于 1 角分。

21. 铝合金薄壁构件超低温成形制造新原理

研究内容：针对现有的冷成形与热成形两大类技术制造铝合

金整体薄壁构件存在的难题，提出铝合金超低温成形新原理；研究复杂应力状态超低温下铝合金及搅拌摩擦焊接头双增效应和成形极限提高的微观变形机制；超低温复杂加载条件下铝合金各向异性屈服与流动模型；铝合金构件超低温成形过程组织性能演变规律；铝合金复杂薄壁构件超低温成形过程缺陷形成机制与调控方法；铝合金板类/管类构件整体成形工艺、模具与超低温成形装备关键技术。

考核指标：发现超低温条件下铝合金及搅拌摩擦焊接头成形极限提高的新机制；揭示复杂加载条件下铝合金超低温宏观变形规律及缺陷形成机制；建立铝合金薄壁整体构件超低温成形工艺技术体系；研制出超低温成形设备样机（成形力 $\geq 20\text{ MN}$ ，最低成形温度低于 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）； $-190\text{ }^{\circ}\text{C}$ 超低温下，铝合金及焊缝成形极限比室温提高50%以上，壁厚均匀性提高20%以上；试制出Al-Cu、Al-Mg-Si和Al-Li合金3个系列铝合金典型样件，包括整体椭球曲面件（开口直径 $\geq 2000\text{ mm}$ 、厚径比 $\leq 3\%$ 、贴模度 $\leq 0.5\text{ mm}$ ；T6态抗拉强度 $\geq 400\text{ MPa}$ 、延伸率 $\geq 5\%$ ）。

22. 极端工况高稳定性大型天线反射面板的材料结构一体化精密制造

研究内容：面向微波探测等重大工程对大口径天线制造的需求，研究极端工况高稳定性复合材料夹层结构大型反射面板的精密制造基础理论和关键技术。主要包括：大型反射面板材料结构

一体化设计理论与方法, 高稳定性大型反射面板材料结构一体化制造理论与工艺, 微波频率选择性天线多层结构金属化反射面设计制造理论与技术, 大型天线反射面板精度检测、性能评价与模拟验证。

考核指标: 揭示宽温域大型反射面板热变形对面型精度的影响规律, 创建高稳定性大型天线反射面板材料结构一体化优化设计方法; 开发大型反射面板成型与加工工艺、微波频率选择性天线反射面制造工艺, 形成大型反射面板材料结构一体化精密制造理论与方法; 建立大型反射面板热变形分析、精度检测、性能评价与模拟验证方法; 制造亚毫米波天线反射面板样件, 尺寸 $\geq 3\text{ m}\times 4\text{ m}$, 面型精度 RMS 优于 $30\text{ }\mu\text{m}$, $-80\sim +120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围内面型精度 RMS 值变化 $\leq 10\text{ }\mu\text{m}$, 太阳吸发比 ≤ 1 。

23. 重型运载火箭薄壁结构立式装配原理及形性综合控制

研究内容: 针对重型运载火箭薄壁结构的大尺度、弱刚性、自重变形特征对装配精度和性能的影响, 研究燃料贮箱壁板变序列原位拼装的过约束定位、分片拼装过程在位检测及其误差自适应补偿方法, 形成超大薄壁结构装配偏差实时校正与精度创成新原理; 研究薄壁筒段校形的变拓扑内撑机构设计、刚度非均匀筒段的校形机构运动反解算法, 探索超大薄壁筒段偏差的整体协调校形新方法; 研究高刚度镜像对称焊接的双并联机构设计、搅拌摩擦焊镜像支撑与机器人恒力控制方法, 建立超大筒段镜像支撑

搅拌摩擦焊新技术；研究厚板搅拌摩擦焊缝厚向组织演化规律、长程焊缝搅拌摩擦焊变形控制机制，形成重型运载火箭贮箱的壁板-筒段-箱体焊铣装一体化立式装配新技术。

考核指标：揭示超大薄壁结构装配序列与偏差场的动态映射规律，发现局部刚度与整体柔度复合作用的多点超静定变形协调机制，建立镜像对称制造的轨迹-模态-频响匹配原理与协同控制方法，发展重型火箭薄壁结构立式装配工艺模式；形成超大薄壁构件整体协调校形、镜像支撑搅拌摩擦焊以及焊装误差自适应控制新技术，建立重型火箭燃料贮箱立式装配的原型实验平台，实验样件焊缝连接系数大于 0.9，对接面圆度小于 0.4 mm/1000 mm，端面同轴度小于 0.5 mm/1000 mm，面差小于 0.05 mm/1000 mm。

24. 大型复杂构件机器人化智能装备协同加工理论与方法

研究内容：针对航空航天、能源、运载等领域大型复杂构件铣削、光整、钻铆、焊接等对加工装备的特殊需求，研究大型复杂构件机器人化智能装备协同加工的新模式、新原理和新装备。主要包括：高性能机器人化加工单元的设计与控制、加工装备-工件系统现场测量与精度调控、工艺知识与多传感器信息驱动的多机智能控制、加工过程在线监控与加工质量评价、大型构件测量-加工-监控一体化验证平台等内容。

考核指标：建立机器人化智能装备多工序协同加工工艺新原理，探索大型构件重载加工过程中多机/工件系统加工质量综合保

障新机制,提出大型复杂构件多机并行加工中多源信息融合与智能化协同控制新方法,研制多机智能化加工单元,定位精度优于 $\pm 0.05\text{ mm}$,行程大于 5 m ,在超大复杂构件高效高精加工中得到演示验证,面型误差小于零件尺寸的 0.05% 、表面粗糙度 $\leq \text{Ra } 3.2$ 。

25. 余辉寿命可控高品质 LED 制造原理与技术体系

研究内容:余辉可控高品质 LED,是指基于稀土的交流 LED 余辉的光容量和释放过程调控,达到光效大幅度提升、频闪和颜色偏差进一步减小的高品质 LED,通过对其制造基础理论研究,实现其制造工艺和装备技术的突破。主要研究内容包括:余辉可控的材料陷阱中心形成机制;稀土半径、电荷和材料粒径、形貌对陷阱中心和电子传递的影响和调控机制;余辉可控微纳复合材料的设计新方法,材料组分调控中发光、散射等光功能属性;材料功能粒子可控分布;交流 LED 余辉可控微纳材料高均匀度(如辊压、旋涂、喷涂等)成膜和 LED 器件制造方法、制造工艺和技术装备。

考核指标:探明余辉可控材料的陷阱中心调控机理;揭示余辉可控微纳材料组分调控中发光、散射等光功能属性失配的机制,形成调控器件光谱及亮度、改善器件光色均匀性的 LED 制造方法和技术;相对于传统技术制造的余辉可控交流 LED 器件,新型交流 LED 器件光效不小于 130 lm/W 、频闪弥补不小于 90% ,空间颜色偏差缩小至 100 K 内(传统技术 $> 1000\text{ K}$);开发出高均匀度

交流 LED 余辉可控微纳材料成膜和 LED 器件制造方法、工艺技术及其制造装备样机。

26. 新型树脂基复合材料飞机壁板结构件形性制造

研究内容：针对轻质高强复合材料飞机壁板结构件制造的重大需求，开发兼具热塑性易加工和热固性高强度特性的新型树脂；研究复杂三维新型树脂构件的成型制造新技术和新工艺；研究新型树脂基复合材料 T 型加筋飞机壁板结构件的一体化制造新方法；研究新型树脂及其复合材料结构件制造的评价方法，包括力学性能、树脂和纤维的可回收性、制造过程的环境友好性等。解决传统热固性树脂无法三维成型制造的难题，解决传统胶结共固化方法制造效率低、装备复杂等问题，解决传统热固性树脂基复合材料无法降解回收再利用的难题。

考核指标：揭示共价键可控交联-降解机理，建立制造过程的力-热-化学模型；开发新型树脂样品，其室温强度与热固性树脂相当，且能够像热塑性树脂一样降解；实现新型树脂复杂三维结构件的成型制造；实现新型树脂基复合材料 T 型加筋飞机壁板结构件（面积不小于 $1\text{ m}\times 2\text{ m}$ ）的一体化制造；能同时回收复合材料中的树脂和碳纤维，回收的连续纤维强度下降小于 10%。

27. 气动升力协同高速列车技术的理论与方法

研究内容：在不改变现有高速铁路格局条件下，探索气动升力协同利用的高速列车设计原理和技术，实现节能降耗和提

升运营速度的目的。研究高速铁路限界约束条件下升力翼设计技术；建立升力翼与车体融合设计方法；研究横风作用、会车和隧道通过等运行场景的升力精确控制技术；研究考虑升力翼后的车体结构轻量化设计技术；建立轮/轨/车体/升力翼/流场耦合作用车辆动力学性能分析和评估方法；提出气动升力协同高速列车设计方案。

考核指标：揭示气动升力高速运行中的减阻降耗机理，形成高速铁路限界约束条件下的升力翼设计方法和技术；形成气动升力协同高速列车动力学性能评价方法和技术；形成新型高速列车设计方案并完成综合性能实验验证，在单车明线实验速度400~500 km/h条件下，气动升力等效减小车体重量20~30%，在横风作用、会车和隧道通过条件下，列车动力学性能指标满足高速列车设计规范。

28. 新型锂浆料储能电池研究

研究内容：基于浆料电极结构与材料的精细调控，发展电力储能用锂浆料电池，开发浆料电极的制备技术和电池系统的换液再生技术，降低储能电池成本，提高安全性能，实现大容量锂浆料电池的规模制备。

考核指标：电池单体容量 ≥ 300 Ah，能量密度 ≥ 100 Wh/kg，成本 ≤ 0.7 元/Wh，电池强行短路后不起火不爆炸，预计日历使用寿命 ≥ 10 年；储能示范电池系统容量 ≥ 0.2 MWh，具备换液再生

和安全剂注入维护功能。

29. 超结构多级孔柔性储能器件

研究内容：开发跨尺度、多维度、多功能基元的模块化、程序化超组装新技术，探索介孔基元与柔性功能基元可控组装，发展超结构多级孔材料的制备体系，精确调控其孔性质、微纳结构、电学和力学等物性，研究超结构多级孔材料在柔性储能器件应用中关键基础和技术问题。

考核指标：获得 5 种以上柔性超结构多级孔电极材料，形成柔性电极材料制备技术，研制 2 种以上新型柔性储能器件；柔性电池比能量 $\geq 300 \text{ Wh/kg}$ ，循环寿命 ≥ 500 次，保持率 $\geq 85\%$ ；弯折 1000 次后器件容量保持率 $\geq 90\%$ ，安全性达到国标要求。

30. 物理法处理石化废水研究

研究内容：揭示废水湍流动力学与微米级颗粒材料运动学、颗粒材料运动与污染物传递的关联分离机制，构建以废水中微米级颗粒高速自转、自公转耦合为核心的物理分离技术系统，研发以物理分离为主、生物化学方法为辅的废水处理工艺流程技术和工程装置技术。

考核指标：在废水处理整体达标排放的前提下，化学破乳剂用量减少 90% 以上，油泥、浮渣、VOCs 废气量减排达 80% 以上。研发包括海上采油平台含油废水、海上采气平台生产废水、石油炼制废水、甲醇制烯烃废水和乙烯废碱液等 5 类石化废水废液物

理分离新技术和新装备样机，装备样机含油废水处理能力可达 2 万 t/天，含油污水综合处理成本减少 50%。

31. 可隔热发电的新一代有机光伏材料与应用研究

研究内容：发展可集成于建筑、汽车玻璃发电窗等应用领域的新型高效有机光伏材料体系，研究高性能近红外波段的光敏层材料及界面层材料的宏量制备和纯化工艺，开发半透明柔性有机光伏器件新型结构；结合大面积印刷和封装工艺，建立高性能有机光伏器件模组的制造理论与方法，发展器件集成关键技术。

考核指标：实现颜色可调、红外隔热率超过 90%、功率转换效率不小于 12% 及可见光透明度大于 30% 的半透明有机光伏器件；小面积有机光伏器件功率转换效率达 18% 以上，面积 100 cm² 有机光伏组件功率转换效率达 12% 以上或当时世界最高水平；封装组件通过加速老化实验测试的稳定性达 10 年以上；建成百瓦级可隔热发电的半透明有机光伏器件的多功能一体化示范应用系统。

32. 纳米界面高效酶催化及传感体系

研究内容：面向精准医疗等未来国家战略需求，突破制约生物/纳米酶催化应用的瓶颈，开拓酶传感技术前沿。设计并构筑具有特定微观结构的酶催化反应界面，探索酶催化性能和界面结构之间的构-效关系，大幅提升酶催化速率；发展纳米酶，通过纳米酶表面微结构及组成调控，揭示纳米酶的催化机理，提高其催化

效率。基于自主研发的高效酶催化反应体系，发展下一代高效生物酶传感关键技术，应用于重大疾病诊断。

考核指标：通过酶催化反应微观界面的合理设计，在提高酶催化速率的同时，制备出适合高效酶催化反应的界面材料；阐明纳米酶催化的化学机理和生化机制，构建构-效关系理论模型，指导开发 3 种以上性能稳定的高效纳米酶，催化效率达到或接近天然酶水平，其室温工作寿命可以达到 1 年，在 4~60 °C，pH 值 3~11 的环境中稳定工作 3 个月；开发具有高稳定性、高效的酶传感器件，应用于高灵敏、高选择性血糖检测，允许误差从 $\pm 15\%$ 降低到 $\pm 10\%$ ，将血糖检测拓展到其它生化指标如乳酸、胆固醇等的精准检测；脑部神经疾病生物标志物早期诊断，检测早期阿尔茨海默症血液样本中 β 淀粉样蛋白含量，准确率达 90%以上。

33. 合成塑料降解酶的定向进化工程及应用

研究内容：分离筛选通用塑料的高效降解菌株，鉴定塑料降解酶和基因；解析塑料降解酶底物结合态高分辨晶体结构，揭示塑料降解酶的分子机制，开展酶的定向进化与改良研究，提高酶的催化活性及稳定性；实现塑料降解酶在多种表达系统中的高效表达和镜像生物学系统的酶合成，实现塑料降解酶制剂的规模化制备；开发化纤织物表面酶预处理技术和塑料生物降解处理技术。

考核指标：分离鉴定 5~8 株聚乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、聚酯、聚氨酯等 5 种通用塑料的降解菌株；鉴定 2~5 种塑料降解酶；

解析塑料降解酶的晶体结构，获得 3~6 种定向进化改良的高效降解酶制剂；实现 3~5 种含 400 个氨基酸以上的镜像塑料降解酶的全化学合成，优化合成方法，与目前常用镜像蛋白化学合成方法相比，将同等质量目标镜像蛋白的合成成本降低 30% 以上；实现 2~5 种化学合成纤维织物亲水化预处理（水接触角小于 10° ）和 2~5 种合成塑料的高效酶生物降解（降解效率 96 h 内大于 50%）。

34. 肿瘤单细胞精准捕获及高分辨单分子分析

研究内容：针对恶性肿瘤（如肝癌、乳腺癌、前列腺癌等）的发生、发展、复发、转移及耐药监测这一世界性难题，重点构建痕量肿瘤细胞的分离富集技术，发展高时空分辨单个肿瘤细胞、活细胞膜上单个生物分子及内源性生物功能分子的分析技术。研究肿瘤细胞与界面特异识别规律，构筑仿生高效分离材料与器件；发展高分辨单细胞检测分析技术，如基于微观磁学技术实现单细胞高分辨磁共振检测，精准测量单个肿瘤细胞、内微环境中细胞器在治疗前后的改变；发展高时空分辨单分子光谱分析技术，研究细胞膜上单个生物分子在外界刺激下位置与构象的特征变化；构建兼具宏观视场和介观分辨率的多目标观测跟踪技术和平台，揭示恶性肿瘤转移中多个单体肿瘤细胞的器官亲嗜性等重要规律；发展可用于临床的内源性生物功能分子信息的无损无深度限制的获取、重建与可视化新方法和新技术，研究原位介微观水平肿瘤演进与重要分子代谢异常和影像的时空关系。

考核指标：基于仿生原理的痕量循环肿瘤细胞富集技术，获得 3~5 种特异富集分离材料，达到 90% 以上的富集效率；实现单细胞磁共振探测，分辨率优于 1 μm ；高时空高分辨的单分子光谱分析技术，空间分辨率小于 5 Å、时间分辨率达到 10 ms，实现膜上生物分子位置与构像的精准测量；厘米级视场亚微米分辨率的多个单体肿瘤细胞跨尺度迁移动态成像技术，实现十亿像素计算显微动态成像；临床实现至少 5 种重要内源性生物功能分子的高灵敏 7.0T 磁共振探测，活体人体组织的空间分辨率 0.2 mm，发展非质子元素原位代谢波普新技术。

35. 基于生物纳米孔的生物大分子测序和检测

研究内容：面向长读长、高精度、小型化低成本的生物纳米孔核酸测序技术的临床应用需求，针对目前纳米孔测序技术发展的纳米孔质量差和测序精度低等问题，突破新型生物纳米孔制备和新型测序方法的瓶颈。研究各类生物纳米孔结构与功能，揭示其组装与形成的分子机制；解析各类新型纳米孔的三维结构并对其进行优化改造，系统发现和筛选适合高精度生物大分子测序和检测的新型纳米孔体系；研究新型生物纳米孔及其支撑阵列的稳定制备和生物纳米孔在支撑阵列上的上膜嵌孔技术；发展新型纳米孔核酸测序和蛋白质检测技术，实现高精度和长读长的核酸测序和高灵敏度的蛋白质检测；完成有应用价值的纳米孔测序样机。

考核指标：发现和鉴定 3~4 种具有单碱基分辨能力的新型生

物纳米孔体系，解析其原子分辨率的三维结构，阐明纳米孔组装与形成的分子机制，并对其进行优化和改造；形成 2~3 种新型纳米孔及其支撑阵列稳定制备和生物纳米孔在支撑阵列上的上膜嵌孔技术；基于以上新型纳米孔发展 DNA 测序方案，并完成基于自主原创性研发、并取得知识产权的 DNA 测序样机验证，能够实现 10 kb 长读长，序列直读（直接读出序列）、快速（大于 100 nt/s）、单次过孔 90% 以上准确率和阵列不小于 10×10 的 DNA 测序，能够对修饰核苷酸测序；基于以上新型生物纳米孔发展 RNA 和蛋白质的检测技术，在原理上展示直接 RNA 测序及蛋白质的序列识别。

36. 基于定制芯片的生物体系全原子分子动力学模拟专用机原型系统

研究内容：面向生命科学、生物医药等多学科前沿交叉领域重大需求的共性关键技术——生物体系全原子分子动力学模拟，结合我国在生物体系分子动力学模拟研究，以及自主计算机芯片与整机硬件研制方面的科技优势，在现场可编程逻辑门阵列（FPGA）软硬件协同设计环境下，通过设计各种不同函数高精度计算的硬件加速模块及各模块间的片内高速互联，开发可编程加速卡间高效通信及并行模拟算法，构建多个定制可编程加速卡软硬件协同工作的原型系统，开发解决下一代基于定制芯片百万原子生物体系毫秒级全原子分子动力学模拟的算力瓶颈问题的软

硬件协同设计技术路线。

考核指标：实现 1 套基于可编程逻辑门阵列 FPGA 硬件及其描述性编程语言的生物体系全原子分子动力学模拟软件；采用该 FPGA 原型系统完成对单个定制可编程加速卡以及定制网络互联下多个可编程加速卡整体的功能、性能 24 h 连续正常运转验证；在该原型系统中实现 2 类（脂溶性和水溶性）典型生物体系单 FPGA 卡百万原子 1 天模拟 1 ns 的计算性能。

37. 社交与情感的生物学基础和转化研究

研究内容：基于经过三万多年人工选育后家犬所展现的千变万化的各种性状、活跃的社交和丰富的情感（包括与人类的跨物种共情）等特性，建立以家犬为模式动物的社交与情感以及认知功能研究领域，揭示人类社交和情感的遗传和神经生物学机制，并在认知和精神疾病药物研发上取得突破。发展高效、精准的家犬基因编辑和克隆技术；创建家犬社交、情感和共情的定量评价体系以及大脑结构和功能分析技术和平台；突破传统动物模型的限制，推动家犬作为新一代模式动物在生命科学基础和转化应用研究中的应用。

考核指标：利用基因组、转录组、蛋白组等组学手段鉴定控制家犬社交和情感等的关键基因和蛋白调控网络；建立高效精准的家犬基因编辑和克隆技术，针对 3~5 个重要的社交和情感相关基因，创建家犬突变体模型；创建家犬大脑发育、结构和功能，

以及社交和情感检测体系和平台，筛选和测试改善社交和情感异常的候选药物，申请专利 5~8 项。

38. 类脑智能的模块化计算及其数学基础

研究内容：发展和应用数据同化、机器学习等方向的现代数学理论方法，建立功能磁共振成像、弥散张量成像、胞外生理数据等多维度、多模态高精度实验数据测量规范与标准并建立实验数据集，构建实验测量数据驱动的、以电脉冲激发整合神经元为基本计算单元的全脑神经计算模型。对某些与奖惩等高级情感相关的脑功能模块的各个测量模态下建立的计算模型、全脑计算模型与动态实验数据进行交叉验证，促进理解高级情感相关的脑功能模块以及全脑工作机制，逐步提高和完善模块计算模型、全脑计算模型的可靠性，促进新一代类脑智能算法的发展和应用。

考核指标：以电脉冲激发整合神经元为基本计算单元，建立与多尺度、多模态相关实验数据相匹配的、可以进行计算测试的脑功能神经计算模型。形成 1 套适合于大规模（不少于 1000 万个神经元）、多尺度（细胞、影像、环境交互作用）神经实验数据建模的严格数据同化、机器学习等理论方法，构建新型类脑智能模块算法 3 个，在 2 种脑重大疾病医疗诊疗等应用领域中的分析准确率较经典临床医疗诊疗方法有 10%以上的提升。

39. 集成电路设计中的新型计算方法及数学理论

研究内容：面向后摩尔时代新一代集成电路的设计与制造，

针对新型光电元件材料、纳米尺寸大区域版图工艺及半导体器件仿真、三维光刻全波模拟和电路设计优化等集成电路设计与制造中的关键问题，研究创新的计算方法与数学理论，包括：电子结构的可计算模型、高效算法及其数学理论，三维场计算的高效高精度自适应算法及后验误差控制理论，电路智能优化设计及成品率分析方法与理论。

考核指标：建立典型二维材料的可计算模型，提出高效的数值方法，为下一代光电元件材料的光电性质模拟和预测提供科学计算手段；提出新一代集成电路场路耦合模型的自适应算法、三维光刻全波仿真的快速算法以及半导体器件新型多尺度计算方法，建立算法的可靠性和误差控制等数学理论；构建新一代场路分析工具原型系统；提出智能电路优化方法，在保证精度前提下，电路优化效率相比现有算法提升至少 5 倍以上；提出成品率智能分析方法，成品率分析效率相比蒙特卡洛提高一个量级。

“变革性技术关键科学问题”重点专项 2019 年度 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（包括预申报书和正式申报书，下同）内容与申报的指南方向基本相符。

(4) 项目申报书及附件按格式要求填写完整。

2. 申报人应具备的资格条件

(1) 项目及下设课题负责人应为 1959 年 1 月 1 日以后出生，具有高级职称或博士学位。港澳申报人员应爱国爱港、爱国爱澳。

(2) 受聘于内地单位或有关港澳高校的外籍科学家及港、澳、台地区科学家可作为重点专项的项目（课题）负责人，全职受聘人员须提供全职聘用的有效材料，非全职受聘人员须由双方单位同时提供聘用的有效材料，并随纸质项目申报书一并报送。

(3) 项目（课题）负责人限申报 1 个项目（课题）；国家重点基础研究发展计划（973 计划，含重大科学研究计划）、国家高

技术研究发展计划（863 计划）、国家科技支撑计划、国家国际科技合作专项、国家重大科学仪器设备开发专项、公益性行业科研专项（以下简称“改革前计划”）以及国家科技重大专项、国家重点研发计划重点专项在研项目（含任务或课题）负责人不得牵头申报项目（课题）。

国家重点研发计划重点专项的在研项目（不含任务或课题）负责人不得参与申报项目（课题）。

（4）特邀咨评委委员不得申报项目（课题）；参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家，不得申报该重点专项项目（课题）。

（5）诚信状况良好，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。

（6）中央、地方各级国家机关及港澳特区的公务人员（包括行使科技计划管理职能的其他人员）不得申报项目（课题）。

3. 申报单位应具备的资格条件

（1）在中国大陆境内登记注册的科研院所、高等学校和企业等法人单位，或由内地与香港、内地与澳门科技合作委员会协商确定的港澳高校。国家机关不得作为申报单位进行申报。

（2）内地单位注册时间在 2018 年 4 月 30 日前。

（3）诚信状况良好，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。

4. 本重点专项指南规定的其他形式审查条件要求

项目执行期一般为 5 年。一般项目下设课题数原则上不超过 4 个，每个项目参与单位数控制在 6 个以内。

本专项形式审查责任人：车子璠 010-68104823

“变革性技术关键科学问题”重点专项 2019 年度 项目申报指南编制专家组

序号	姓名	工作单位	职称
1	郭东明	大连理工大学	教 授
2	张广军	东南大学	教 授
3	林忠钦	上海交通大学	教 授
4	包信和	中国科学技术大学	教 授
5	张清杰	武汉理工大学	教 授
6	甘中学	宁波智能制造研究院	教授级高工
7	方 忠	中科院物理研究所	研究员
8	李言荣	四川大学	教 授
9	刘忠范	北京大学	教 授
10	江 雷	中科院理化所	研究员
11	陆建华	清华大学	教 授
12	吴一戎	中科院电子所	研究员
13	郭 雷	中科院数学院	研究员
14	许瑞明	中科院生物物理所	研究员
15	金之钧	中石化石油勘探开发研究院	教 授
16	邓 军	中国地质大学	教 授
17	吴福元	中科院地质地球所	研究员

“发育编程及其代谢调节” 重点专项 2019 年度项目申报指南

“发育编程及其代谢调节”重点专项的总体目标是围绕我国经济与社会发展的重大战略需求，针对生命体发育的编程和重编程及其代谢调节机制这一核心科学问题，以重大知识创新为出发点，以揭示发育与代谢疾病的发生机制和寻找诊治策略为出口，综合利用遗传学、基因组学、蛋白质组学、代谢组学、细胞谱系标记与示踪等技术手段和模式动物及临床资源，开展战略性和前瞻性基础和应用基础研究，增强我国发育与代谢研究的核心竞争力。

按照实施方案总体安排，2019 年本专项将围绕器官发育与稳态编程及其代谢调节、营养与环境对器官发育和稳态的调节机制、代谢和发育紊乱相关疾病的发生发展机制、发育与代谢研究技术创新和资源库等 4 个重点任务部署项目，拟优先支持 15 个研究方向。同一指南方向下，原则上只支持 1 项，仅在申报项目评审结果相近、技术路线明显不同时，可同时支持 2 项，并建立动态调整机制，根据中期评估结果，再择优继续支持。国拨总经费概算约 3.95 亿元（其中，拟支持青年科学家项目 4 个，国拨总经费

不超过 1200 万元)。

申报单位针对重要支持方向，面向解决重大科学问题和突破关键技术进行一体化设计，组织申报项目。鼓励围绕一个重大科学问题或重要应用目标，从基础研究到应用研究全链条组织项目。鼓励依托国家实验室、国家重点实验室等重要科研基地组织项目。

项目执行期一般为 5 年。指南方向中拟支持的项目下设课题数不超过 4 个，每个项目参与单位总数不超过 6 个。青年科学家项目支持 35 周岁以下青年科研人员承担国家科研任务，可参考重要支持方向（标*的方向）组织项目申报，但不受研究内容和考核指标限制。

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《涉及人的生物医学研究伦理审查办法》《人类遗传资源管理暂行办法》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. 器官发育与稳态编程及其代谢调节

1.1 胚层前体细胞谱系编程机制

研究内容：研究卵裂期囊胚细胞的编程和重编程机制，包括遗传和表观遗传在该过程中的调控作用。解析中囊胚转换和合子

基因组转录激活的调控机制，胚层形成中细胞增殖、迁移、分化等行为及其动态信号调控网络，以及各胚层细胞命运区域化的遗传、表观遗传或代谢的调控作用。

考核指标：揭示 2~3 种调控中囊胚转换和胚层分化的重大机制；发现 1~2 种在胚层形成和命运分化中发挥重要作用的新的信号通路；鉴定 3~5 个不同谱系细胞的关键标志物及 2~3 个命运决定因子。

1.2 成体组织器官中细胞类型及替换*

研究内容：围绕人或动物的 1~2 种成体组织器官的细胞组成、分工协同及更新替换，研究在生理状态下，成体组织器官各种细胞更新的细胞来源、功能细胞的相互作用与动态变化规律。解析细胞更新与组织器官稳态维持的关键诱导信号和细胞内响应机制。

考核指标：发现成体组织器官细胞的 5~10 个关键标志物、功能基因和决定因子；鉴定 2~3 种多潜能细胞及其标志物，鉴定 4~5 种调控其增殖或分化的关键因子；揭示 1~2 种成体组织器官细胞更新与稳态维持的新机制。

1.3 组织器官间的发育偶联与对话机制

研究内容：重点研究一种正在形成中的组织器官对其它组织器官发育的影响，解析不同组织器官间发育偶联的细胞与分子信号基础，探究不同组织器官间信号分子的传递及响应机制，探索

相应组织器官之间协同发育出现失调的生理效应。

考核指标: 揭示一种正在形成的组织器官与其它组织器官间协调发育的 3~5 种重大的细胞与分子机制, 明确其生理和病理意义; 发现 3~5 种发育过程中组织器官间互作的关键信号或代谢物, 阐明 1~2 种组织器官协同发育失调的生理效应。

1.4 组织器官发育中内生代谢物与命运决定因子的交互作用

研究内容: 研究组织器官发育中所形成的内生代谢物及其效应蛋白在该过程中的调控作用, 分析内生代谢物信号产生和传导的分子机理, 代谢物信号与发育信号网络的整合方式与机制; 研究细胞命运决定因子对代谢网络的调控作用及其机制; 探索内生代谢物与命运决定因子互作失衡与相关病理过程的关系。

考核指标: 发现 3~5 个调节组织器官发育的重要内生代谢物, 并揭示其效应机制; 阐明 3~5 种关键命运决定信号与代谢物交互作用的重大机理, 明确其在重要组织器官发育中的调控作用。

1.5 成年个体中跨器官的代谢调控

研究内容: 系统鉴定成年个体中不同组织器官间对话的调控因子(包括代谢物), 研究这些调控因子(包括代谢物)的运输机制对靶细胞代谢的调节作用、对靶组织内不同类型细胞行为的影响、对组织稳态的调控机制。

考核指标: 发现 5~8 种成年个体中跨器官调节代谢和组织稳态的调控因子(包括代谢物), 阐明 3~5 种相应因子的生理功能

及其对靶细胞的调节作用,揭示 1~2 种跨器官代谢调控的新机制。

1.6 神经系统对代谢和能量平衡的调节

研究内容:重点研究中枢或外周神经通过胃肠道及肝脏或脂肪等组织感知营养和摄食等的机制及其对外周器官的调节作用,新型脑多肽等神经递质及周边器官和外周神经分泌的信号分子参与能量平衡的机制,中枢神经调控外周组织器官炎症和修复的机制。

考核指标:揭示 2~3 种中枢或外周神经调控外周组织器官代谢和能量平衡或炎症与修复的新机制;发现 3~5 种调控组织器官代谢平衡的新型神经肽或分泌物,揭示其生理功能和分子机制。

1.7 组织器官损伤修复的发育及代谢机制

研究内容:针对 1~2 种重要组织器官创制损伤修复动物模型,实时动态观察其修复过程;解析损伤修复中具有关键功能的细胞类型,研究其对损伤的响应机制及其在修复过程中的细胞行为;探索组织器官损伤修复的遗传或代谢调控机制,探索其与损伤修复障碍相关疾病的关系。

考核指标:鉴定 5~8 个在重要组织器官损伤修复中发挥作用的关键因子,揭示 3~5 种调控该组织器官损伤修复的细胞、分子或代谢新机制,阐释 1~2 种组织器官损伤修复障碍相关疾病的发生机制。

1.8 代谢性细胞器对组织器官发育的调节作用

研究内容:研究重要代谢性细胞器(线粒体、内质网、溶酶

体或过氧化物酶体等)在组织器官发育和代谢过程中的数量、形态及功能变化;研究其对组织器官发育的调控作用及分子机制;探索代谢性细胞器功能异常与相关疾病的发生和发展的关联。

考核指标:揭示 2~3 个组织器官发育中代谢性细胞器变化的重大规律;发现 3~5 种代谢性细胞器调控组织器官发育的重要新机制;明确代谢性细胞器异常在 1~2 种相关疾病发生中的作用。

1.9 核酸修饰与代谢对组织器官发育编程的调节

研究内容:鉴定组织器官发育中新型的核酸碱基修饰类型及代谢产物,寻找相应的酶和辅助因子,研究碱基修饰的分子机制及其对组织器官发育的调控作用。

考核指标:发现新型核酸碱基修饰类型及 3~5 个关键代谢酶;明确 2~3 种新型核酸碱基修饰对基因组转录水平的影响机制;发现 2~3 种核酸修饰与代谢途径对组织器官发育的作用机制。

2. 营养与环境对器官发育和稳态的调节机制

2.1 不同发育阶段肠道菌群及其对发育的影响*

研究内容:研究主要发育阶段肠道菌群的建立、动态变化、功能分类及次生代谢,解析肠道菌群生成的脂多糖、短链脂肪酸、特定修饰的胆汁酸等信号分子在肠道及其它组织器官发育和稳态维持中的作用,探索其分子机制。

考核指标:揭示发育中肠道菌群的动态变化,发现 3~5 种调控组织器官发育的重要肠道菌群、代谢物及 3~5 个关键响应因子,

阐明相应的作用机制，为开发新的疾病防治策略提供理论基础。

2.2 生物钟对组织器官代谢和稳态的调节作用

研究内容：研究生物钟与重要组织器官代谢的偶联关系及其分子机制，以及生物钟紊乱对重要组织器官稳态的影响和机制。筛选和鉴定生物钟与代谢偶联的关键基因，研究生物钟异常导致重要组织器官代谢紊乱的致病机制，寻找有潜在应用价值的调节生物钟的新代谢物或方法。

考核指标：揭示 3~5 种生物钟与重要组织器官代谢的偶联关系及其机制，发现 3~5 种调节生物钟的新的代谢物，阐明生物钟紊乱影响组织器官稳态维持的机制，建立 1~2 种克服生物钟紊乱的新方法。

3. 代谢和发育紊乱相关疾病的发生发展机制

3.1 生长发育期营养过剩或不足对代谢性疾病的影响及其作用机制

研究内容：研究人和动物生长发育期营养过剩或不足对各种器官发育的影响，分析遗传和表观遗传网络及代谢的变化，进而分析这些变化与成年后代谢性疾病发生的关系与机制。研究营养素调控发育机制，尤其是对代谢性疾病长期影响的机制。

考核指标：解析生长发育期营养过剩或不足引起肥胖和非酒精性脂肪肝等代谢疾病的发育与代谢机制，确定 5~10 个遗传与表观遗传标志物，鉴定 5~10 个临床干预潜在的新靶点。

3.2 应激条件下产生的获得性性状的代际传递机制*

研究内容：分析父、母在经历营养缺乏或过剩、疾病等应激条件后所出生子代的全生命周期中的发育与代谢异常，确定可再次传代的、非遗传物质改变的获得性性状，研究相应的表观遗传机制，为预警和干预提供理论基础和技术手段。

考核指标：鉴定 2~3 种可获得性遗传的代谢与发育异常的表型；揭示 2~3 种由父母应激引起子代发育与代谢异常的表观遗传学机制；发现并验证 3~5 个营养过剩或不足引起子代代代谢与发育异常的临床标志物。

3.3 器官发育缺陷的调控机制

研究内容：收集我国成人阶段表现的器质性疾病患者的样本，鉴定候选致病基因；制备动物模型，系统研究相应组织器官及其它组织器官的发育变化与代谢变化，检测基因调控和代谢网络的改变情况。

考核指标：鉴定 5~10 个组织器官发育缺陷的新致病基因，建立 5~10 个研究致病机理的动物模型，发现 5~10 种有诊断和预警价值的生物标志物。

4. 发育与代谢研究技术创新与资源库

4.1 在体基因编辑及示踪新技术*

研究内容：改进和优化个体和组织水平上的靶向基因编辑技术，完善和提高可用于谱系示踪和代谢研究的新型基因定点敲入

和敲除技术，研究有效的多基因敲入和敲除技术；发展或改进用于谱系或代谢示踪的新标记物。

考核指标：创新 2~4 种适用于发育和代谢研究的在体基因编辑技术；创新或改进 1~2 种谱系或代谢示踪标记物；提供 5 种以上可利用的新型遗传资源品系及相应的研究工具。

“发育编程及其代谢调节”重点专项 2019 年度 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（包括预申报书和正式申报书，下同）内容与申报的指南方向基本相符。

(4) 项目申报书及附件按格式要求填写完整。

2. 申报人应具备的资格条件

(1) 项目及下设课题负责人应为 1959 年 1 月 1 日以后出生，具有高级职称或博士学位。港澳申报人员应爱国爱港、爱国爱澳。

(2) 青年科学家项目负责人应同时具有高级职称和博士学位，所有参加人员应为 1984 年 1 月 1 日以后出生。

(3) 受聘于内地单位或有关港澳高校的外籍科学家及港、澳、台地区科学家可作为重点专项的项目（课题）负责人，全职受聘人员须提供全职聘用的有效材料，非全职受聘人员须由双方单位同时提供聘用的有效材料，并随纸质项目申报书一并报送。

(4) 项目(课题)负责人限申报1个项目(课题);国家重点基础研究发展计划(973计划,含重大科学研究计划)、国家高技术研究发展计划(863计划)、国家科技支撑计划、国家国际科技合作专项、国家重大科学仪器设备开发专项、公益性行业科研专项(以下简称“改革前计划”)以及国家科技重大专项、国家重点研发计划重点专项在研项目(含任务或课题)负责人不得牵头申报项目(课题)。

国家重点研发计划重点专项的在研项目(不含任务或课题)负责人不得参与申报项目(课题)。

(5) 特邀咨评委委员不得申报项目(课题);参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家,不得申报该重点专项项目(课题)。

(6) 诚信状况良好,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。

(7) 中央、地方各级国家机关及港澳特区的公务人员(包括行使科技计划管理职能的其他人员)不得申报项目(课题)。

3. 申报单位应具备的资格条件

(1) 在中国大陆境内登记注册的科研院所、高等学校和企业等法人单位,或由内地与香港、内地与澳门科技合作委员会协商确定的港澳高校。国家机关不得作为申报单位进行申报。

(2) 内地单位注册时间在2018年4月30日前。

(3) 诚信状况良好, 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。

4. 本重点专项指南规定的其他形式审查条件要求

(1) 项目执行期一般为 5 年。一般项目下设课题数原则上不超过 4 个, 每个项目参与单位数控制在 6 个以内。

(2) 青年科学家项目不再下设课题, 可参考指南支持方向组织项目申报, 但不受研究内容和考核指标限制。

(3) 申报单位须提交补充协议。如涉及人体被试和人类遗传资源的科学研究, 承诺尊重生命伦理准则, 遵守《涉及人的生物医学研究伦理审查办法》《人类遗传资源管理暂行办法》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, 承诺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。

本专项形式审查责任人: 于笑潇 010-68104388

“发育编程及其代谢调节”重点专项 2019 年度 项目申报指南编制专家组

序号	姓 名	工作单位	职 称
1	孟安明	清华大学	教 授
2	李 蓬	国家自然科学基金委生命学部	教 授
3	杨 晓	军事科学院军事医学研究院生命组学研究所	研究员
4	张 学	哈尔滨医科大学	教 授
5	季维智	昆明理工大学	教 授
6	李小英	复旦大学附属中山医院	教 授
7	黄 勋	中科院遗传与发育生物学研究所	研究员
8	王海滨	厦门大学	教 授
9	高绍荣	同济大学	教 授
10	宋保亮	武汉大学	教 授

抄送：中国生物技术发展中心，科学技术部高技术研究发展中心。

科学技术部办公厅

2019年6月11日印发
