

# 科学技术部文件

国科发资〔2021〕47号

---

## 科技部关于发布国家重点研发 计划“引力波探测”等重点 专项 2021 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，按照国家重点研发计划组织管理的相关要求，现将“引力波探测”等重点专项 2021 年度项目申报指南予以公布。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. 港澳科研单位牵头申报的项目，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、申报资格要求

1. 牵头申报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、内地与澳门科技合作委员会协商确定的港澳科研单位（名单见附件 1）。内地单位应具有独立法人资格，注册时间为 2020 年 1 月 31 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，1961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. 鼓励青年科技工作者聚焦国家重大战略任务，强化目标导向、需求牵引，积极牵头申报青年科学家项目及其他项目（课题），大胆探索新路径、新方法，更好服务于专项总体目标实现。

4. 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）。

5. 项目（课题）负责人限申报1个项目（课题）；国家科技重大专项、国家重点研发计划、科技创新2030—重大项目的在研项目（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、科技创新2030—重大项目的在研项目负责人（不含任务或课题负责人）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（课题）和国家科技重大专项、国家重点研发计划、科技创新2030—重大项目在研项目（课题）总数不得超过2个；国家科技重大专项、国家重点研发计划、科技创新2030—重大项目在研项目（含任务或课题）负责人不得因申报国家重点研发计划项目（课题）而退出目前承

担的项目（含任务或课题）。国家科技重大专项、国家重点研发计划、科技创新 2030—重大项目的在研项目（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 2021 年 6 月 30 日之前的在研项目（含任务或课题）不在限项范围内。

6. 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）。

7. 受聘于内地单位的外籍科学家及港、澳、台地区科学家可作为重点专项的项目（课题）负责人，全职受聘人员须由内地聘用单位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，并作为项目预申报材料一并提交。

8. 申报项目受理后，原则上不能更改申报单位和负责人。

9. 项目的具体申报要求，详见各重点专项的申报指南（附件 2-4）。

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（<http://service.most.gov.cn>）查询相关科研人员承担国家科技重大专项、国家重点研发计划、科技创新 2030—重大项目在研项目（含任务或课题）情况，避免重复申报。

#### 四、具体申报方式

1. 网上填报。本次申报实行无纸化申请，请各申报单位严格

遵循国家、地方各项疫情防控要求，创新工作方法，充分运用视频会议、线上办公平台等信息化手段组建研发团队，减少人员聚集，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。申报材料中所需的附件材料，全部以电子扫描件上传。确因疫情影响暂时无法提供的，请上传依托单位出具的说明材料扫描件，项目管理专业机构将根据情况通知补交。

项目申报单位网上填报预申报书的受理时间为：2021年2月26日8:00至4月20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。

2. 组织推荐。请各推荐单位于2021年4月25日16:00前通过国家科技管理信息系统公共服务平台逐项确认推荐项目，并将加盖推荐单位公章的推荐函以电子扫描件上传。

3. 技术咨询电话及邮箱：

010-58882999（中继线），[program@istic.ac.cn](mailto:program@istic.ac.cn)。

4. 重点专项业务咨询电话如下。

（1）“引力波探测”重点专项咨询电话：010-68104435。

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

（3）“发育编程及其代谢调节”重点专项咨询电话：  
010-68104388。

- 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科研单位名单
2. “引力波探测”重点专项 2021 年度项目申报指南
3. “合成生物学”重点专项 2021 年度项目申报指南
4. “发育编程及其代谢调节”重点专项 2021 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 协商确定的港澳科研单位名单

香港中文大学	职业训练局
香港城市大学	制衣业训练局
香港浸会大学	香港生物科技研究院
香港理工大学	澳门大学
香港科技大学	澳门科技大学
香港大学	澳门城市大学
岭南大学	澳门理工学院
香港教育大学	
香港公开大学	
香港树仁大学	
香港恒生大学	
香港应用科技研究院	
物流及供应链多元技术研发中心	
纳米及先进材料研发院	
香港纺织及成衣研发中心	
香港生产力促进局	

## **“引力波探测”重点专项 2021 年度 项目申报指南**

“引力波探测”重点专项的总体目标是面向引力波研究发展前沿，围绕引力波探测研究的重大科学问题和瓶颈技术，全面布局阿赫兹到飞赫兹频段、纳赫兹频段和毫赫兹频段等引力波探测研究任务，大力提升我国引力波探测研究的创新能力，培养并形成一支高水平的研究队伍。

2021 年，本重点专项拟优先支持 20 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。国拨经费总概算 5 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设计。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。项目应整体申报，须覆盖相应指南方向的全部考核指标。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不超过 6 家。

### **1. 空间引力波探测**

#### **1.1 星载激光频率预稳控制技术研究**

研究内容：激光频率在轨长期稳定度控制方案设计与论证；

激光稳频系统结构优化设计与精密光学耦合机构研制；针对星载激光稳频控制所需的真空、温度、振动环境等要求的封装、温控与屏蔽技术；星载激光频率预稳控制系统集成与性能评估。

考核指标：完成星载激光频率预稳控制方案论证；研制满足空间应用需求的星载激光频率预稳控制系统样机，通过典型力学和热循环卫星环境模拟试验，稳频激光对应波长范围1060~1068 nm，在环模测试前后光学耦合效率变化小于2%，温漂小于1%/K，温度控制不超过1mK；激光频率噪声在1mHz~0.1Hz频段内不超过30Hz/Hz<sup>1/2</sup>。

### 1.2 星载激光锁臂稳频技术与时间延迟干涉技术研究

研究内容：基于锁臂技术的星载激光稳频控制方案与数值仿真；时间延迟干涉技术方案和方法；时间延迟干涉技术数值和半物理仿真；激光锁臂稳频技术和时间延迟干涉技术的系统集成。

考核指标：完成星载激光锁臂稳频控制技术方案设计，完成时间延迟干涉技术方案设计，建立基于星载激光锁臂稳频控制技术和时间延迟干涉技术的数值与半物理仿真，在1mHz~0.1Hz频段内对激光频率噪声压制不小于6个数量级。

### 1.3 超稳和超高杂散光抑制能力的星载望远镜系统设计研究

研究内容：星载望远镜系统数值模拟；低波前畸变、光机力热集成一体化的望远镜光学设计与优化；望远镜与星间激光干涉测量系统的耦合效应研究。

考核指标：完成星载望远镜设计方案，望远镜口径大于 220 mm，视场不小于 $\pm 200\mu\text{rad}$ ，光学传输效率大于 86%，杂散光小于发射激光功率的  $10^{-10}$ 。完成卫星轨道环境影响的仿真分析，在 1mHz~0.1Hz 频段范围内，望远镜远场波前质量均方根值（RMS）不大于 $\lambda/30$ ，光程稳定性不大于  $1\text{pm}/\text{Hz}^{1/2}$ ，望远镜对出射激光指向扰动小于  $1\text{nrad}/\text{Hz}^{1/2}$ 。

#### 1.4 星载望远镜研制与装调技术研究

研究内容：星载望远镜技术研制，包括超光滑表面制造技术、高性能镀膜技术等；望远镜系统高精度装调与检测技术；望远镜系统杂散光消除与抑制技术。

考核指标：完成满足空间应用需求的星载望远镜样机，通过典型力学和热循环卫星环境模拟试验，望远镜口径大于 220mm，在 1mHz~0.1Hz 频段范围内，望远镜对出射激光指向扰动小于  $1\text{nrad}/\text{Hz}^{1/2}$ ，光学传输效率大于 86%，远场波前质量均方根值（RMS）不大于 $\lambda/30$ ，杂散光小于出射激光功率的  $10^{-10}$  分之一。

#### 1.5 超高精度星载望远镜性能测试与评估技术研究

研究内容：超高精度星载望远镜性能测试与评估方法，包括望远镜超低杂散光测量方法、系统杂散光影响分析与抑制方法等；望远镜结构微小形变测量技术。

考核指标：完成超高精度星载望远镜性能测试方案；建立超高精度星载望远镜性能测试平台，对波长范围 1060~1068 nm

的激光杂散光检测能力不大于出射激光功率的  $10^{10}$  分之一；在  $1\text{mHz}\sim 0.1\text{Hz}$  频段范围内，对望远镜结构形变所造成的光程变化测量能力不大于  $1\text{pm}/\text{Hz}^{1/2}$ 。

### 1.6 超低扰动检验质量的设计、研制与测试技术

研究内容：空间引力波探测中惯性传感器敏感探头的需求分析和方案设计；检验质量研制方法和处理技术，包括超低磁化率和剩磁矩材料的处理与优化技术、检验质量的高精度加工工艺与处理技术；超低扰动检验质量研制和性能测试。

考核指标：给出惯性传感器敏感探头方案设计，完成惯性传感器检验质量的详细方案设计；检验质量与电容极板框架兼容；检验质量磁化率小于  $1\times 10^{-5}$ ，剩磁小于  $50\text{ nA m}^2$ ，质量范围  $1.5\sim 2.5\text{ kg}$ ，表面满足光学测量需求（表面平面度小于  $0.5\mu\text{m}$ ），尺寸精度不大于  $10\mu\text{m}$ ，垂直度/平行度不大于  $10$  角秒。

### 1.7 超高稳定性电容极板框架的设计、研制与测试技术

研究内容：惯性传感器电容极板框架的需求分析和方案设计；电容极板框架材料选取与处理技术，包括无磁、高热导率、高稳定性的极板框架材料的处理与优化技术、电容极板框架的加工工艺与处理技术；超高稳定性极板框架的研制和性能测试。

考核指标：给出惯性传感器敏感探头方案设计，完成惯性传感器电容极板框架的详细方案设计；电容极板框架与检验质量兼容；电容极板框架材料选取无磁性材料，尺寸精度不大于  $10\mu\text{m}$ ，垂直度/平行度不大于  $10$  角秒。

## 1.8 检验质量电荷管理方法和技术研究

研究内容：检验质量电荷控制需求分析和仿真；检验质量电荷管理方法；检验质量电荷管理技术，包括低功耗高可靠的紫外放电光源及其真空耦合技术、电荷管理控制技术、电荷管理系统与敏感探头的接口技术等；电荷管理装置研制和性能评估技术。

考核指标：电荷管理系统能够有效与敏感探头集成，满足空间应用需求，通过典型卫星振动和热循环环境模拟试验，放电速率不小于  $2 \times 10^5 \text{ e/s}$ ，电荷控制精度不超过  $2 \times 10^{-13} \text{ C}$ 。

## 1.9 多参考质量无拖曳控制方法与技术研究

研究内容：多参考质量航天器无拖曳控制理论与方法；无拖曳系统转入科学测量模式的序列优化设计；故障情况下无拖曳状态快速估计与恢复技术；无拖曳控制数值和半物理仿真，以及无拖曳控制评估技术。

考核指标：提出满足空间引力波探测需求的多参考质量无拖曳系统初始化控制理论与方法；设计至少两种系统转入科学测量模式的切换序列；提出故障情况下无拖曳系统快速重建方法；建立无拖曳控制数值和半物理仿真平台，在  $1\text{mHz} \sim 0.1\text{Hz}$  频带内，无拖曳控制系统对检验质量引入的加速度扰动小于  $1 \times 10^{-15} \text{ m/s}^2/\text{Hz}^{1/2}$ ，检验质量相对于航天器位移控制精度不大于  $1\text{nm}/\text{Hz}^{1/2}$ 。

## 1.10 高置信度亚微牛级推进器标定方法与技术研究

研究内容：低噪声快速响应和亚微牛级高分辨推进器的地

面标定方法和技术，包括推进器分辨率、动态响应性能测试方法和技术，推进器寿命预测模型及评估方法，推进器标定系统的数学模型及应用软件开发；微小推力测量不确定来源与控制方法；亚微牛级推力测量在线标定方法。

考核指标：提出亚微牛高分辨率推进器的地面和在轨标定方法，推力测量范围  $0\sim 200\mu\text{N}$ ，测量频带范围  $0.1\text{mHz}\sim 1\text{Hz}$ ，推力测量精度不大于  $0.1\mu\text{N}$ ，噪声小于  $0.1\mu\text{N}/\text{Hz}^{1/2}$ ，动态推力测量响应时间小于  $50\text{ms}$ ，最大承载重量不小于  $6\text{kg}$ ，给出推进器寿命预测方法，完成推进器标定的数学模型及应用软件开发；提出微小推力测量不确定来源与控制方法。

#### 1.11 高精度推进器标定系统研制与性能测试技术研究

研究内容：低噪声、快响应微牛级推力测量装置的研制；推力测量装置的性能测试与标定技术；利用微牛级推力测量装置开展微牛级推进器的系统集成测试与性能评估。

考核指标：建立满足微牛级推进器性能测试与评估的微牛级推力标定与测试系统；推力测量范围  $0\sim 200\mu\text{N}$ ，测量频带范围  $0.1\text{mHz}\sim 1\text{Hz}$ ，推力测量精度不大于  $0.1\mu\text{N}$ ，噪声小于  $0.1\mu\text{N}/\text{Hz}^{1/2}$ ，最大承载重量不小于  $6\text{kg}$ ，具备满足不少于 2 种微牛级推进器标定和性能测试需求的兼容性。

#### 1.12 空间引力波探测编队系统半物理仿真研究

研究内容：空间引力波探测编队系统半物理仿真，包括星间激光干涉测量与航天器平台耦合的半物理仿真，惯性传感器

与航天器平台耦合的半物理仿真等。

考核指标：发展满足空间引力波探测需求的系统半物理仿真方法和技術，建立星间激光干涉测量与航天器平台耦合模型及半物理平台，建立惯性传感器与航天器平台耦合模型及半物理平台，完成空间引力波探测编队系统半物理仿真，确定系统核心测量载荷与航天器平台接口的关键指标体系。

### 1.13 面向空间引力波探测的引力波模板库研究

研究内容：大质量双黑洞的波源模板、提取与识别技术；极端和中等质量比旋进系统的波源模板、提取与识别技术；银河系内致密双星的波源模板、提取与识别技术；随机引力波信号提取与识别技术；宇宙弦及其他空间引力波源可能的波源模板、提取与识别技术。

考核指标：建立满足空间引力波探测需求的大质量双黑洞、极端和中等质量比旋进系统、银河系内致密双星的波形模板库，完成大质量双黑洞、极端和中等质量比旋进系统、银河系内致密双星、随机引力波及其他空间引力波源的提取与识别技术方案。

## 2. 原初引力波探测

### 2.1 原初引力波科学研究及观测台址大气建模

研究内容：研究原初引力波的量子产生机制，分析不同早期宇宙模型产生的原初引力波的性质与演化；与南天实验结合，研究宇宙微波背景辐射（CMB）反常现象；原初引力波观测台址大气建模及大气对 CMB 极化观测影响研究；大气监测数据的



统计分析，研究大气对 CMB 观测数据筛选、扫描策略的影响。

考核指标：发展通过观测数据筛选甄别早期宇宙模型的方法；提供从原初引力波中寻找新物理的方法和理论；完成 CMB 南北半球不对称等反常现象的研究；建立原初引力波实验台址的大气水汽模型，得到大气涨落的特征尺度；分析观测台址大气监测数据，为实测数据的筛选、扫描策略的制定提供理论指导。

## 2.2 原初引力波地面观测台站及其环境研究

研究内容：研制台址环境监测系统，实现对大气透射率、水汽含量、电磁环境等参量的实时监测；开展原初引力波高海拔台址的科学评估。

考核指标：完成原初引力波台址的环境监测和评估，提供不少于两年的完整测量数据及评估分析报告；高海拔候选台址应不低于 5100 米，观测季可降水汽含量中值应不高于 1mm，水汽监测精度应不低于 0.2mm。

## 2.3 原初引力波望远镜控制系统及总装测试平台研制

研究内容：研制望远镜控制系统，包括望远镜基座控制、望远镜恒温器控制、焦平面探测器状态控制、指令和数据流控制等；研制望远镜总装测试平台和系统的集成测试研究。

考核指标：完成满足原初引力波实验运行需求的控制系统，达到探测器采样率不低于 200Hz 的控制处理要求，基座控制实时性好于 5ms，位置读出时间精度好于 0.1ms；完成总装测试平台，满足在实验室进行千量级焦平面探测器阵列集成测试的需

求，低温环境最低温度不高于 300mK，稳定性好于 50 $\mu$ K。

#### 2.4 原初引力波望远镜焦平面探测器及天线核心技术研发

研究内容：用于原初引力波探测实验的焦平面探测器核心技术；宇宙微波背景辐射（CMB）望远镜焦平面天线核心技术。

考核指标：单个探测器噪声低于  $5 \times 10^{-17} \text{ W/Hz}^{1/2}$ ，探测器系统具备极化探测能力，偏振探测纯度达到 90% 以上；天线与探测器的光学耦合效率不低于 90%。

### 3. 脉冲星测时阵列引力波探测

#### 3.1 脉冲星高精度测时阵观测系统面形调控与信号处理关键技术研究

研究内容：百米级口径全可动射电望远镜全工况准实时面形测量与控制技术；超高速信号采集、混合架构实时信号处理与分析、高精度脉冲星消色散与折叠等技术；望远镜电磁兼容设计和电磁干扰检测与抑制方法。

考核指标：建立主动面准实时闭环调控平台，完成百米级天线 0.2mm 面形精度调控技术方案；建立 4GHz 带宽采样和 1024 相位点 1 毫秒周期脉冲星信号处理平台，完成相控阵接收机脉冲星测时技术方案；建立 100MHz~3GHz 频段内电磁屏蔽不低于 160dB 的实验环境和干扰检测平台，完成望远镜电磁兼容方案设计。

#### 3.2 脉冲星高精度测时阵系统环境载荷测量和机电耦合控制技术研究

研究内容：温度及风载荷作用下百米级口径全可动射电望远镜结构变形规律及测量方法；热致天线电性能变化与指向偏差的精确修正及效果评估；基于机电集成控制的望远镜抗风扰高精度补偿方法和实验验证。

考核指标：建立温度对天线结构及其电性能影响关系，构建结构温度测试与天线指向补偿系统，关键部位测量误差小于 $0.5^{\circ}\text{C}$ ；构建适用于1公里级地貌环境的风信息采集与天线风荷影响调控系统；构建基于环境载荷的机电耦合综合验证平台，为最终实现天线不大于2.5角秒的指向精度提供支持。

### 3.3 高灵敏度超宽带接收机和宽带相控阵接收机关键技术研究

研究内容：基于大口径射电望远镜超宽带馈源和接收机低噪声设计技术；基于单片微波集成电路（MMIC）技术差分低噪声放大器芯片设计；大规模相控阵馈源阵列实现方案、波束合成以及相控阵接收机设计等技术。

考核指标：超宽带馈源照射角大于 $148^{\circ}$ ，工作带宽 $0.7\sim 4\text{GHz}$ ，接收机噪声温度小于 $16\text{K}$ ；相控阵接收机噪声温度小于 $20\text{K}$ ，工作带宽为 $0.7\sim 1.8\text{GHz}$ ，阵元数量不少于96个。

# **“引力波探测”重点专项**

## **2021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 1961 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，并作为项目预申报材料一并提交。

(3) 项目（课题）负责人限申报 1 个项目（课题）；国家科技重大专项、国家重点研发计划、科技创新 2030—重大项目的在研项目（含任务或课题）负责人不得牵头申报项目（课题）。

国家科技重大专项、国家重点研发计划、科技创新 2030—重大项目的在研项目（不含任务或课题）负责人也不得参与申报项目（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科研单位。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 2020 年 1 月 31 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。每个项目下设课题数不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家。

**本专项形式审查责任人：张月 电话：010-68104435**

**“引力波探测”重点专项 2021 年度  
项目申报指南编制专家组名单**

序号	姓名	单位	职称
1	罗俊	中山大学	教授
2	曹健林	科技部	研究员
3	吴伟仁	国防科工局探月与航天工程中心	研究员
4	武向平	中科院国家天文台	研究员
5	蔡荣根	中科院理论物理研究所	研究员
6	张新民	中科院高能物理研究所	研究员
7	周泽兵	华中科技大学	教授
8	吴季	中科院国家空间科学中心	研究员
9	王斌	上海交通大学	教授

## **“合成生物学”重点专项 2021 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。

2021 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等 3 个任务部署项目。

根据专项实施方案和“十三五”期间有关部署，2021 年优先支持 25 个研究方向，其中包括 4 个部市联动任务、10 个青年科学家项目。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（青年科学家项目除外）。国拨经费总概算 3.5 亿元（其中青年科学家项目国拨总经费不超过 5000 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。青年科学家项目根据指南要求组织申报。部市联动任务分两类：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）；另一类可由所有渠道组织推荐，申报项目中至少有一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》《中华人民共和国人类遗传资源管理条例》《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. 人工基因组合成与高版本底盘细胞构建**

### **1.1 真核生物人工染色体的设计建造与功能研究**



研究内容：针对酵母及线虫或其他真核模式生物，建立和发展人工染色体的设计、构建与优化方法；利用人工染色体研究真核生物染色质结构、功能及遗传稳定的关键元件与相关分子机制；针对重要生物学过程，利用人工染色体技术，鉴定关键基因元件，设计、合成或重构相关模块或网络，实现对所研究的生物学过程的可控动态观测与调控。

考核指标：发展 2~3 种真核人工染色体的设计、构建与优化的新方法，形成平台体系。创建新一代的人工酵母染色体 1~2 条，包括人源化染色体；创建线虫人工迷你染色体；利用上述两类人工染色体，揭示与酵母和线虫染色体复制、遗传稳定、重组相关的关键元件与分子机制，并与其他真核生物染色体（包括人类染色体）作比较研究；选取 2~3 种多细胞动物特有的重要生物学过程（如个体从生长到性发育、衰老、神经退行性变、细胞凋亡或营养感知等），构建 5~10 个由关键基因元件组成的线虫人工染色体，研究体内功能，实现性别等相关功能的人工控制。

## 1.2 非天然碱基和非天然细胞设计合成

研究内容：研究天然核苷酸、脱氧核酸等类似物设计原则与合成原理，设计合成核酸类似物，阐明非天然核酸参与生命过程的基本规律。开展高效、高保真的人工镜像 DNA/RNA 体外复制与转录研究。构建含有不同点击化学结构单元的生物体元件（如单糖、DNA/RNA、氨基酸等），利用体内生物正交反

应，在不影响宿主细胞生理状态条件下，实现对宿主体内的合成生物体侵入体进行无损的可视化、无损标记，从而最大限度地保存生物侵入体的侵染能力，并在疾病动物模型中验证其功能的适用性。

考核指标：设计并合成非天然碱基 10 种以上，构建 5 个以上重编码密码子；合成 2~3 种高保真镜像 DNA/RNA 聚合酶，并通过直接筛选获得 3~4 种与重要靶标分子特异性作用的镜像适配体活性分子；构建 2~5 种含有点击化学生物元件的新型人工生物学体系，并验证其体内功能。

### 1.3 特殊微生物底盘细胞的设计与构建

研究内容：针对环境保护和生物修复过程中底物、产物、代谢物和环境因子对细胞产生影响，造成细胞活性低、生长抑制的问题，选取有重要应用价值或理论意义的特殊微生物为研究对象，研究细胞—化合物—环境之间相互作用，寻找特定功能元件（如功能性 DNA 修饰元件、全局调控元件、伴侣蛋白元器件等）；开发目标底盘微生物的高效遗传操作系统；整合特定功能元件，构建具备环境适应性强、基因编辑高效稳定的特殊微生物底盘细胞。

考核指标：获得 100 个以上稳定通用的特定生物功能元件模块（如 DNA 功能修饰元件、全局调控元件、伴侣蛋白元器件等发挥耐热、耐酸、耐碱、耐压、抗病毒等），并可以用于其他体系移植，重现功能；建立 2~3 套适用于特殊底盘细胞的遗传

操作系统；构建 5 种以上的特殊底盘细胞。

#### 1.4 微藻底盘细胞的理性设计与系统改造

研究内容：研究微藻底盘细胞设计、开发通用技术和工具，实现微藻基因组的高效无痕编辑、大片段删减和功能模块的稳定表达，设计和构建无痕工业化生产微藻技术体系；进行微藻碳代谢和调控网络的定量动态分析，研究微藻细胞代谢和生理功能模块，再设计、组装和适配高效的生物合成与调控功能模块；研究微藻底盘细胞的逆境适应机理，提升其适应力；开展合成微藻的工程化示范。

考核指标：针对具备工程化应用潜力的原核和真核微藻，建立高效遗传操作与基因组编辑技术和平台，构建 2 种以上基因组简化、具有多重可调控基因回路、可编程控制产物积累的新型微藻底盘细胞；完成 1~2 种重要微藻碳代谢和调控网络的定量动态分析，阐明微藻细胞内碳流和能量流的分配模式和调控机制，实现 1~3 个微藻代谢和生理功能模块的鉴定、重构，开发 3~5 种重要能源化工产品和高值天然产物的生物合成与调控模块，设计与构建微藻中心代谢与产物合成的新的连接途径，突破天然生物合成的调控和效能限制，实现微藻生物质和目标产品的高效固碳合成；鉴定、设计 8~10 种可移植型微藻抗逆功能元件，获得可在大规模培养条件下应用的微藻底盘细胞和细胞工厂，其中包括 1~3 种无痕工业化微藻细胞工厂，实现合成微藻制造的工程化示范。

## 2. 人工元器件与基因回路

### 2.1 人工免疫系统的设计合成与技术应用

研究内容：针对复杂疾病治疗和预防中的免疫学问题，发展免疫系统人工精确调控、定制式设计改造的理论与技术体系；通过计算机辅助设计调控元件、信号通路以及基因回路等，开发免疫细胞的功能增强和精确调控技术；发展由细胞因子、配体受体等组成的细胞间通讯系统，构建多细胞相互作用的免疫系统的设计理论与技术；开发免疫相关功能动态变化的单细胞定量分析技术，建立在单细胞水平定量测定免疫相关功能随时间变化的技术平台；发展基因载体介导的被动免疫技术，通过计算机辅助设计的信号通路、基因回路，实现人造免疫系统靶向病灶的高特异性、智能性、适应性。

考核指标：掌握人工免疫系统的设计合成原则，建立相应的创新理论与技术路径；靶向增殖、分化、死亡、记忆性以及安全性等关键环节，设计不少于5种基于T细胞、巨噬细胞、天然杀伤细胞等底盘细胞的功能优化的基因线路，构建相应的免疫细胞；建立3~5种由细胞因子、配体受体等组成的细胞间通讯系统和多细胞互作调控体系；实现1~2类基于多细胞相互作用的免疫系统；在单细胞水平建立免疫相关功能动态变化的原位多标检测和高通量定量分析技术和平台；开展针对2~3类疾病的动物水平的研究；完成1~2种基于人工免疫系统的临床前研究和临床研究申报。

## 2.2 纳米人工杂合生物系统构建及应用

研究内容: 针对人工杂合生物系统应用的重大需求, 开展基于纳米载体的人工杂合生物系统构建及应用研究。建立以纳米金, 量子点, 石墨烯, 黑磷, 金属有机框架材料、聚集诱导发光材料、仿生细胞膜、白蛋白等可示踪纳米载体为转运平台的人工杂合生物系统构建的理论体系; 以模式菌株、病毒株、细胞株和动物荷瘤模型为对象, 结合点击化学、超分子自组装等化学反应, 深入研究各纳米载体的结构、形貌及表面特征在人工杂合生物系统构建过程中的作用机理、纳米生物效应、靶向性和安全性, 建立不同纳米基因载体应用的标准化模型; 利用纳米载体完成复杂逻辑调控回路的高效导入, 构建人工杂合生物系统, 包括构建可表达生物活性分子(如胰岛素、嵌合抗原受体、核酸适配体、肿瘤抗原、糖蛋白等)和化学功能元件(如点击化学元件、光热元件、光/声动力元件等)的工程化稳定菌株、病毒株和细胞株, 以及用于肿瘤细胞生物标靶识别和肿瘤相关基因精准调控的靶向转运体系, 在动物模型中实现对癌细胞增殖迁移, 肿瘤相关基因表达的精准调控, 并研究其在临床应用方面的潜力。

考核指标: 阐明各纳米载体在纳米人工杂合生物系统构建过程中的分子机理, 建立纳米人工杂合生物系统构建原则。获得30种以上针对不同基因元件的靶向可示踪纳米基因载体工具箱, 评估其特异性、有效性和安全性, 并建立不同纳米基因载体应用的标准化模型; 针对5~10种类型的合成生物学调控模块/基因元

件, 构建具有临床应用转化潜力的纳米基因载体; 构建基于零维/一维纳米金/量子点、二维黑磷/纳米带、聚集诱导发光材料和白蛋白、细胞膜等生物仿生材料的靶向性可示踪纳米载体工具箱各 2~5 种; 构建  $\geq 3$  种的具有高生物相容性 (具有良好分散性、生物降解性、及低细胞毒性等) 的新型纳米载体。应用优化后的可示踪纳米载体, 完成 5 种以上工程化稳定菌株、病毒株和细胞株的构建, 完成 3 种以上针对动物荷瘤模型的逻辑调控回路导入, 实现动物模型中的肿瘤分类、早期诊断和治疗。

### 2.3 疾病诊断与监护生物传感系统

研究内容: 针对心血管、代谢性和恶性肿瘤等重大疾病的早期诊断和病程监护, 开展医学生物传感研究, 揭示疾病标志物分子识别与信号传递机制。采用合成生物学方法, 研究生物分子识别元件的化学计量学及信号模块空间取向与密度的精细调节, 研究识别元件偶联与自组装机制, 解决分子识别与生物传感的特异性、灵敏性等问题。设计疾病标志物多靶标的分子识别、级联信号放大和信号输出的生物传感系统, 组装、优化分子元件, 拓展生物大分子的分子识别和信号传导能力, 构建不同维度的生物纳米模块并实现多种生物标识物识别的功能性载荷, 建立快速、灵敏、多靶标、无损、微创或体内的检测技术或诊疗技术, 开发血糖生物传感—胰岛素补给监控系统、血管斑块探测与清除分子系统、肿瘤组织/细胞探测与清除分子系统等疾病诊断与监护的合成生物传感系统。

考核指标：揭示分子识别与生物传感的特异性、灵敏性的分子机制，设计合成和制备 10 种以上基于蛋白质或者核酸的生物传感元件，检测信号级联放大、灵敏度和响应速度明显优于国内外已有同类技术，形成 2~3 种便携式生物传感检测仪，用于糖尿病，心脏病等重大疾病的诊断、监护或预后，主要性能指标不低于国外同类技术，获得医疗器械注册证 2 项以上，且能用于重症床边监护、社区医院和患者家庭护理。

#### 2.4 食品安全检测的合成生物传感系统

研究内容：针对日益增长的食物安全隐患，开展食物有害分子快速检测的生物传感研究。构建对生物毒素、有害分子、掺假物等食物安全相关分子的目标识别分子文库，研究特定催化反应和目标识别能力的受体蛋白、核酸酶、适配体、核糖开关的结构与功能，研究目标分子识别构象变化、反应催化信号级联放大的过程机制，揭示生物传感信号转换放大的原理；开展非天然氨基酸和非天然核苷酸定点插入酶或核酸适体的研究，拓展生物大分子的分子识别和信号传导能力，人工设计合成非天然受体蛋白、核酸酶和适配体，设计新型受体蛋白复合酶体系或核酸-蛋白偶联体系，突破食物毒素、有害分子识别响应、信号级联放大与读出的生物分子功能限制。

考核指标：研制 5~10 种基于人工合成细胞和非细胞生物传感器，突破有害分子识别响应、信号级联放大的自然生物能力；开发 3 种以上便携式生物传感检测仪，实现 5 种以上食物安全

相关目标分子的检测，检测的灵敏度和选择性超出现有生物传感指标，并能用于现场测定。

## 2.5 基于合成微生物组的垃圾渗滤液高效修复体系

研究内容：针对垃圾渗透液的极端环境，设计高效的有机物外排蛋白泵，构建耐受高浓度污染物的人工细胞体系；针对垃圾渗液中高浓度、难降解的持久性有毒污染物，如卤代芳烃、抗生素以及新型的持久性有机污染物等，理性构建具有高效降解性和抗逆性的人工合成微生物组；解析人工合成微生物组关键元件与污染物降解过程的耦合机制；结合先进材料设计，形成可循环使用的“抗逆—降解”复合垃圾渗滤液修复系统。

考核指标：针对垃圾渗滤液中的高浓度难降解有机污染物，获得 100 个以上有机物高效外排蛋白，构建 5 个以上基于恶臭假单胞菌、嗜盐单胞菌、需钠弧菌等底盘的耐受人工细胞体系；针对高浓度、难降解的持久性有毒污染物，获得 500 个以上感知、趋化、降解元件，构建 5 个以上具有卤代芳烃（如氯代联苯、溴代萘等）、抗生素以及新型的持久性有机污染物等分解代谢通路的微生物组；利用多组学结合、酶功能验证和非靶向等技术分析污染物降解关键中间产物，解析其与人工合成微生物组关键元件的耦合机制；筛选 10 种以上新型材料构建材料—微生物复合体系，完成 5 种以上难降解有毒污染物的富集定向及强化降解（降解率 90% 以上）；实现 1~2 项垃圾渗滤液修复技术应用性示范。



## 2.6 真实环境中痕量内分泌干扰物的合成生物感知系统开发与结构识别应用

研究内容：阐明底盘生物对典型环境内分泌干扰物的识别、信号传递和响应等基因网络调控机制及关键分子，设计合成环境内分泌干扰物的感知元件、高效传感通路，构建高灵敏生物传感系统。通过定向进化提高底盘生物对典型内分泌干扰物如致肥胖物响应的耐受性、感知灵敏度与特异性。设计与优化与合成生物传感元器件相适应的实际样品提取、净化、浓缩和转溶等环境样品前处理技术，结合非靶向质谱技术和多靶点筛查技术，开发高通量细胞自动化仪器，研究环境中内分泌干扰物的多靶点生物协同效应，应用于不同实际环境介质如土壤、水体、大气及食品中痕量内分泌干扰物的感知、识别与检测。

考核指标：针对环境中存在的新型内分泌干扰物，阐明 8~10 种物质感知元件、响应通路、构建 6~8 种污染物识别、传感的人工感知生物元器件，组装 5~6 种污染物高灵敏感知合成生物系统，构建基于合成生物学和不同信号输出的微污染物效应检测设备 2~3 台，用于实际环境样品中 10 个以上的内分泌干扰物的高灵敏检测与效应分析，鉴定出 10~15 种具有重要影响的内分泌干扰物。

## 2.7 高能糖电池设计合成

研究内容：面向环保电池、可再生电能的需求，设计构建以糖类为底物的仿生生物电能转换系统；研究底物完全氧化和

化学能快速释放的生物过程机制，以及生物—非生物界面电子传递机理和调控策略；设计开发高稳定性、高效率和高适配性的生物、化学元件和生物—纳米复合器件，构建人工生物产电途径和生物电能转换系统；开发高能糖电池的构型、组装工艺和控制技术，研制相关反应装置并进行应用示范。

考核指标：突破生物能量转化和电子传递瓶颈，构建高能量密度、高输出功率和高稳定性的糖电池装置，底物氧化产电效率超过 90%，最大功率输出密度高于  $20\text{mW}/\text{cm}^2$ ，运行时间达 200 小时以上；实现为便携式和可穿戴等低功耗电子器件稳定供电的应用示范，储电量 40,000mAh 以上，电压大于 1.5V，功率输出大于 1W，稳定性 7 天以上。

### 3. 特定功能的合成生物系统

#### 3.1 组合生物合成构建新骨架人工产物

研究内容：针对重要应用目标，研究生物合成基因簇、模块、途径与化合物骨架的联系，建立基因元件与化合物骨架的映射关系；辨识新型人工化合物骨架的功能功效，发掘优效骨架分子；研究不同骨架的基因元件的重组，包括单基因序列置换，多基因的组合表达，基因簇的组合拼接等，对合成新骨架的效应；通过基因元件的合理组合，借助体外、异源表达等方式，定向合成新骨架人工产物；建立基因元件与化合物骨架的数据库，借助人工智能等信息化手段，实现骨架的合成基因查找及智能设计新骨架合成方案。

考核指标：通过组合生物合成，构建 50 种以上基于人工骨架的新产物并检测其功能，阐明新骨架的生物合成机理。确定不少于 3 种达到候选药物级别的人工组合分子，建立基因元件与化合物骨架的映射关系，并形成数据库及软件，实现新骨架的智能设计。

### 3.2 特殊酵母底盘细胞的染色体工程

研究内容：针对工业特殊酵母如克鲁维酵母、毕赤酵母、耶氏酵母等，重构酵母染色体；设计合成人工染色体，重构特殊酵母底盘细胞的代谢与调控网络；设计合成通用接口和人工调控元件，实现基因功能模块的即插即用和精密调控；构建可用于重大市场价值的化学品、酶、疫苗等产品制备的高版本底盘细胞并开展规模化工业应用研究。

考核指标：建立特殊酵母染色体重构技术 2~3 套；设计合成特殊酵母人工染色体 2~3 条；实现蛋白分泌、氧化还原、能量代谢等途径的重构；在染色体上建立通用型升级接口 5 套，实现各类功能模块的即插即用；获得染色体重构的特殊酵母高版本底盘细胞 3 个以上，实现 5 种以上外源蛋白的高效表达，表达水平达到 12g/L 以上，实现功能糖、糖醇、油脂等 2~3 种产品的万吨级规模化制备能力。

## 4. 部市联动项目

### 4.1 生物斑图形成原理的合成生物学探索

研究内容：针对生物体形态发生、器官发育以及再生医学

中生物时空结构（生物斑图）形成的关键理论问题，研究生物斑图形成的一般规律，建立细胞自组织的设计原则。针对模式微生物底盘细胞，发掘和研究产生细胞自组织的新型功能元件和调控路径；发展定量刻画不同环境中细胞微观时空行为的新技术和新平台；研究生长、运动、代谢互作等微生物个体行为与群体宏观时空分布的内在联系，多尺度研究生物斑图系统的定量规律，以发展符合微生物微观行为的、生物斑图形成与细胞自组织的创新解析理论；设计合成新型基因模块和线路，构建自发形成生物斑图的合成多细胞系统，研究人工生物斑图的定量调控机制。

考核指标：在模式微生物底盘细胞中，挖掘调控细胞群体分离、聚集和信号传导等自组织行为的正交型和模块化功能元件 5~10 种和调控路径 3~5 条；开发 2~3 个定量刻画细胞微观动态行为的新技术和平台；建立 5~10 种细胞自组织和生物斑图形成的自驱动粒子和复杂流体等多尺度数理模型和预测理论；设计和构建 3~5 种生物斑图的三维合成多细胞系统；组装至少 3 种调控生物斑图尺寸、波长和周期性等特征的人工基因线路。

#### 4.2 非天然光能自养生命的设计构建与应用#

研究内容：在能量代谢端，利用天然生物元器件、生物合成材料、多肽自组装纳米材料或无机材料，在大肠杆菌和酿酒酵母等模式生物中开发光能捕获新技术；在物质代谢端，针对 CO<sub>2</sub> 搭建人工生物固碳模块；重塑中枢代谢模式，开发适配于

固碳模块的高效细胞底盘；研究异源元件、材料对生命系统的兼容与能量传导；实现能量模块与固碳模块的对接适配；开发人工合成光能自养微生物中 CO<sub>2</sub> 到糖、醇、油脂等的生物合成技术；监测分析合成过程中蛋白质组学的差异性变化。

考核指标：发现、表征和优化不少于 10 种光能捕获的生物元件、生物合成材料、多肽自组装纳米材料或无机材料，构建不少于 3 种材料与细胞兼容的能量传递界面模式，设计构建 5 个以上 CO<sub>2</sub> 固定的关键元件；创建 5 个以上基于大肠杆菌和酿酒酵母的非天然光能自养微生物，实现 CO<sub>2</sub> 制备高碳醇、生物多糖、高附加值脂肪酸（DHA、EPA）等产品；合成 5 条以上化学蛋白质组学检测探针，定量研究人工合成光能自养生命过程中蛋白组学动态变化。

#### 4.3 病原示踪复合标记体系的设计与合成#（青年科学家项目）

研究内容：针对新型冠状病毒等重大传染性病原微生物，利用合成生物学技术设计构建病毒特异性感知和复合标记体系及假病毒体系，可视化展现病毒等与宿主的相互作用，揭示病毒等侵染过程中的关键分子事件的动态过程及机制。

考核指标：合成与优化 3~5 种病毒核酸、蛋白的特异性感知和标记的元件和模块，构建多组分复合标记的通用平台。建立病原的原位、实时、动态、单颗粒、高分辨可视化分析技术，解析 1~2 种新冠病毒等重要病原的细胞侵染机制。

#### 4.4 生物碳链延长与储能细胞的设计与构建#（青年科学家项目）

研究内容：针对甲醇或甲酸等一碳分子，从零构建具有甲基代谢能力的酿酒酵母底盘细胞；改造或重塑中枢代谢通路，实现甲基利用途径的优化适配；完成甲醇或甲酸等到高能量密度化合物自由脂肪酸（C8-C18 等）的生物合成与能量存储。

考核指标：发现、表征和优化不少于 6 个甲基代谢的分子元件；设计构建至少 4 种以上异源的甲基代谢途径；创建 3 种以上基于酿酒酵母利用甲醇或者甲酸的高效人工底盘细胞；实现甲醇等制备高能量密度、高碳长生物燃料自由脂肪酸，目标产品产量达到 10g/L 以上。

### 5. 青年科学家项目

#### 5.1 非天然人工噬菌体的设计合成

研究内容：针对认识耐药细菌在人或其他养殖动物肠道中活动及扩散规律的需求，构建非天然人工噬菌体，实现对肠道耐药菌及其与耐药相关基因的扩增、扩散、抑制、清除等细胞与分子过程实施高分辨率（原位、实时、定量）检测。在开展系统监测的基础上，结合其他手段，开展规律性研究与分析。

考核目标：构建相关的非天然人工噬菌体，针对认识耐药细菌的肠道活动及扩散规律的需求，构建相关模式动物的肠道模型，建立人工噬菌体与耐药性细菌相互作用的高分辨率实时监测和分析平台，进而开展研究并认识其规律。

## 5.2 人工噬菌体高效制剂的合成与应用

研究内容：构建人工噬菌体高效制剂，实现其在水产、畜牧、养殖、临床等的应用，并针对人工噬菌体应用对环境以及人体健康方面，建立对人工噬菌体制剂的生物安全、噬菌体制剂效价进行评估的标准体系。

研究目标：针对研究内容所涉及方面中的 1~2 个适用、实用场景，实现人工噬菌体高效制剂的制备与小规模应用；并建立与此相关的人工噬菌体制剂的生物安全、噬菌体制剂效价评估的标准体系，完成人工噬菌体的临床前研究。

## 5.3 耐药细菌诊疗的基因回路设计合成

研究内容：针对鲍曼不动杆菌、结核杆菌等胞内病原细菌与多重耐药菌，研究（创建或集成）并发展集成可感知、靶向识别和消杀元件精准释放的人工基因回路的消杀技术（含噬菌体与抗菌肽）。

研究目标：针对结核菌，形成 1~2 种可应用于临床前期研究的制剂，实现模式动物体内耐药结核菌荷菌量下降 10 倍以上。针对鲍曼不动杆菌及其他胞内感染的多重耐药菌，设计 3~5 种精准消杀基因回路，部分完成临床前研究。

## 5.4 耐药真菌诊疗的基因回路设计合成

研究内容：针对耐药真菌（特别如隐球菌），研究并构建基于基因线路的消杀技术、检测技术和药物筛选技术。

研究目标：设计 3~5 种可用于真菌耐药性筛查和消杀的基

因回路，构建 2~3 种人工设计药物筛选体系，获得 2~4 种针对耐药真菌感染的先导化合物和特异抗菌肽。

### 5.5 二氧化碳利用的人工细胞构建与应用

研究内容：构建人工细胞或者半人工细胞系统，以二氧化碳为原料开展二氧化碳生物转化。在研究人工细胞或者半人工细胞在二氧化碳固定和同化效率基础上，完善多种末端化合物合成途径设计，实现这类化合物的高效合成。

考核指标：构建 1~3 种以二氧化碳为原料的人工细胞或者半人工细胞体系，以此体系制造高碳醇、氨基酸、有机酸或生物表面活性剂等化学品，并建立生产示范装置，其示范生产成本低于现有葡萄糖发酵工艺。

### 5.6 新分子的生化反应设计与合成生物系统创建

研究内容：研究氯化铵等无机铵转化合成重要高含氮类化合物生化反应机制，设计全新的生物合成技术实现难转化分子的生物合成系统创制。

考核指标：建立 1 个包含至少 10000 种以上催化功能明确的生物酶数据库；设计并创建如杂氮环等化工难合成或非天然分子的高效生物合成新路线，完成 2~3 种产品的小试或中试测试。

### 5.7 膀胱癌免疫微环境的 DNA 信息存储

研究内容：针对膀胱癌免疫微环境中的复杂未知分子事件，构建监测膀胱癌微环境的工程化免疫细胞；利用基因编写工具



将肿瘤微环境外泌体中的生物信息识别、转换、储存于免疫细胞 DNA；对免疫细胞进行信息解读和还原，充分揭示肿瘤免疫微环境的演变进程，全面挖掘与解析促进膀胱癌发生发展的关键靶点和生物学机制。

考核指标：改造优化 3~5 个基因编辑工具，实现对 8~10 种不同类型微环境信息的感应与转换，构建外泌体特异性嵌合抗原受体库，设计构建 2~3 个免疫细胞信息编写与存储模块，开发 1~2 套与微环境相适配的信息—四进制碱基的转换编码方法，解码 DNA 储存信息并解析膀胱癌关键信号改变及调控机制。

### 5.8 重编程肿瘤微环境的新型合成免疫疗法的设计构建

研究内容：开展全合成、安全可控的重编程肿瘤微环境的免疫疗法的理论以及应用基础研究；人工设计抗体药物，构建并验证能靶向辅助性 T 细胞且有效拮抗免疫抑制的双特异性抗体；利用单细胞测序等技术无偏差表征新型合成免疫疗法的作用机理，实现合成—测试—机理—再改造的闭环。

考核指标：设计并合成出通用型的双特异性抗体 1~2 种，可靶向辅助性 T 细胞并有效拮抗免疫抑制；建立临床抗肿瘤药物的逆向工程合成平台，筛选出至少 3~5 种在重编程肿瘤微环境下具有新功效的抗肿瘤临床药物；利用单细胞测序等新技术无偏差的阐明 1~2 种新型合成免疫疗法的作用机理。

# “合成生物学”重点专项 2021 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 1961 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 1986 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，并作为项目预申报材料一

并提交。

(4) 项目(课题)负责人限申报1个项目(课题); 国家科技重大专项、国家重点研发计划重点专项、科技创新2030—重大项目的在研项目(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、科技创新2030—重大项目的在研项目负责人(不含任务或课题负责人)也不得参与申报项目(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科研单位。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2020年1月31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。每个项目下设课题数不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家。

(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。

(3) 部市联动任务申报分两类：指南方向 4.2~4.4 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)；指南方向 4.1 由专项所有推荐渠道组织推荐，申报项目中至少有一个课题由深圳市有关单位作为课题牵头单位。

**本专项形式审查责任人：王德平 电话：010-88225123**

## “合成生物学”重点专项 2021 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	北京大学生命科学学院	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	中科院分子植物科学卓越创新中心	研究员
7	邓子新	上海交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	军事科学院军事医学研究院	研究员

## **“发育编程及其代谢调节”重点专项 2021 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，2021 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与资源库等 4 个重点任务部署项目，拟优先支持 10 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 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 4.1 和 4.2 拟支持的项目下设课题数不超过 8 个，每个项目参与单位数不超过 20 个。其它指南方向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》、《中华人民共和国人类遗传资源管理条例》《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. 器官发育与稳态编程及其代谢调节**

### **1.1 灵长类组织器官前体细胞命运决定调控机制**

研究内容：胚胎着床后到原肠运动是哺乳动物早期胚胎发育

中的关键性事件。利用胚胎体外培养系统,研究猴和人从囊胚到原肠发育的时空基因调控和细胞分化进程、胚胎不同谱系细胞发育和互作机制,筛选决定胚胎质量的早期关键性标志物,研究着床后胚胎谱系分化及细胞多能性退出与维持的调控机制等。

考核指标:建立和完善猴和人体外高度模拟体内原肠发育进程的3D长时间培养体系,绘制原肠运动时空基因表达和细胞图谱,发现和明确3~5个灵长类胚胎发育和原肠运动的关键调控因子,发现1~2种新的谱系发育调控机制。

### 1.2 表观遗传修饰对组织器官发育编程的调节\*

研究内容:表观遗传对组织器官发育和稳态维持有重要的影响。探究组织器官发育中的新型表观遗传修饰模式,寻找这些新型表观遗传修饰的调节因子,研究调节因子的相互作用机制,探讨新型表观遗传修饰对组织器官发育或稳态维持的调节作用及分子机制。

考核指标:发现至少1种新的表观遗传修饰模式,明确这一新模式的关键调控因子2~3个,阐明该修饰模式在至少1种组织器官发育或稳态维持中的作用及调控规律,并揭示其作用机制。

### 1.3 分泌蛋白在组织稳态平衡中的作用\*

研究内容:组织稳态平衡是维持正常生命新陈代谢的保障。发现肠道、肾脏或骨骼等组织器官的重要分泌蛋白,研究分泌蛋白对细胞的增殖、迁移、分化等行为的作用及其机制,研究



分泌蛋白对细胞代谢的调节机制，研究分泌蛋白异常对组织器官稳态的影响。

考核指标：鉴定 10 种以上调控关键组织稳态平衡的分泌蛋白，阐明 3~5 种分泌蛋白对细胞行为、细胞代谢和组织稳态的调节机制。

#### 1.4 成年个体中跨器官的代谢调控

研究内容：系统鉴定成年个体在生理与病理状态下，不同组织器官间对话的调控因子（包括代谢物、激素与外泌体）。研究这些调控因子的运输机制及其在不同年龄、疾病条件下对靶细胞代谢的调节作用、阐明其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 种相应因子的生理病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。

#### 1.5 物种间器官再生能力差异的形成机制

研究内容：研究不同物种的心脑血管等再生组织的主要细胞来源的保守性和重要差异，实时观察其再生或损伤修复中细胞谱系和细胞互作的动态变化，探讨不同物种间其再生或损伤修复的细胞和分子机制的异同。

考核指标：揭示不同物种的相同组织器官再生的细胞来源相同性或差异性；鉴定出 3~5 个调控再生或损伤修复的关键因

子；发现 3~5 个决定再生能力差异性的关键因子。

## 2. 营养与环境对器官发育和稳态的调节机制

### 2.1 成体肠道菌群对组织器官稳态的调节\*

研究内容：研究成体肠道菌群的动态变化规律，鉴定次生代谢物及活性产物；研究肠道菌群及其活性代谢产物对肠道、免疫系统、重要代谢器官的发育与功能的调节作用与机制。重点研究脂多糖、短链脂肪酸和特定修饰的胆汁酸等信号分子调控肠道及其它组织器官发育的作用机制。研究成年机体与肠道微生物共生互作的分子基础，以及肠道菌群在成体组织器官稳态调节中作用与机制。

考核指标：揭示成年机体与肠道微生物共生关系的物质基础，发现 3~5 种成年肠道微生物的关键活性代谢产物，并阐释其在成体组织器官稳态调节中的作用与机制，阐明肠道菌群紊乱与重大疾病的关系。

### 2.2 糖脂等及其代谢中间物对关键器官发育和稳态的影响

研究内容：研究核心营养物质（糖、脂肪、氨基酸等）及其代谢中间产物调节关键组织器官（肝脏、脂肪、胰腺等）发育和代谢稳态的机制，发现具备信号分子功能的新型代谢物或鉴定已知代谢物作为信号分子的新功能，揭示代谢物信号传导的核心节点、信号转导网络和代谢物信号相关的生理病理功能，为利用核心营养物质及其代谢物调节发育、稳态和治疗疾病提供重要的理论基础。

考核指标：鉴定 10 种以上可作为信号分子调控肝脏、脂肪、胰腺等器官发育和稳态的代谢物小分子；阐明 5 种以上代谢信号分子信号转导的机制；鉴定 5 个以上调节组织器官发育和稳态的关键节点。

### **3. 代谢和发育紊乱相关疾病的发生发展机制**

#### **3.1 器官发育缺陷导致的成年疾病的调控机制\***

研究内容：基于特定的遗传性疾病，如遗传性舞蹈病、遗传性小脑失调症、成年遗传性心脑血管疾病等样本，鉴定新的致病或易感基因，通过动物模型研究相应基因突变对相关器官或组织早期发育的影响，明确其细胞和分子水平的变化。

考核指标：鉴定 3~5 个相关遗传性成年疾病的新致病基因或易感基因，建立有效的临床遗传诊断技术。

### **4. 发育与代谢研究技术创新与资源库**

#### **4.1 果蝇和线虫发育代谢资源库**

研究内容：利用个体基因修饰及细胞谱系特异的遗传操作技术，系统性大规模创建和筛选组织器官发育代谢相关的果蝇和线虫新遗传品系，利用遗传学、影像学和单细胞组学等技术手段开展果蝇和线虫发育遗传操作品系的表型分析，充实、提升和完善模式动物资源中心。

考核指标：对 1000 个以上发育代谢相关基因进行定点基因修饰或建立新的基因敲低/过表达品系，初步明确组织特异的发育代谢表型；针对这些基因，制备 500 个以上的细胞谱系特异

的遗传操作品系，揭示 50~100 个品系中细胞发育或代谢谱的变化机理；建立资源保存库，大幅提升资源中心的品系数量，建成相应品系的遗传信息、发育代谢表型分析等数据的在线查询网站，并提供资源品系的线下共享服务。

#### 4.2 猪发育及代谢突变品系的规模化创制

研究内容：利用遗传修饰技术大规模研制猪突变品系，挖掘调控猪的发育与代谢的关键基因，研究其作用机制；制备重大人类遗传性发育和代谢疾病的小型猪模型，阐明相关疾病的发病机理，探索新的治疗手段。

考核指标：创制不少于 100 个发育代谢相关基因的突变品系，建立 20~30 种类似人类遗传性发育和代谢疾病的品系，建成资源保存库，并有效开展资源共享服务。解析 5~10 个调控猪的发育与代谢的关键基因，并阐明其作用的分子机制；依托猪模型资源，探索 2~3 项人类重大遗传性发育和代谢疾病的新的治疗手段。

## **“发育编程及其代谢调节”重点专项 2021 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 1961 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 1986 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，并作为项目预申报材料一

并提交。

(4) 项目(课题)负责人限申报1个项目(课题); 国家科技重大专项、国家重点研发计划重点专项、科技创新2030—重大项目的在研项目(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、科技创新2030—重大项目的在研项目负责人(不含任务或课题负责人)也不得参与申报项目(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科研单位。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2020年1月31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。指南方向4.1和4.2拟支持的项目下设课题数不超过8个，每个项目参与单位数不超过20个。其它指南方向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。

(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。

**本专项形式审查责任人：墨宏山 电话：010-68104388**

**“发育编程及其代谢调节”重点专项  
2021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

2021年2月24日印发

---