

科学技术部文件

国科发资〔2021〕73号

科技部关于发布国家重点研发计划 “变革性技术关键科学问题” 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“变革性技术关键科学问题”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。现将有关事项通知如下。

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（<http://service.most.gov.cn>）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 2 月 29 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 8 月 31 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,详见重点专项的申报指南(附件 2)。

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

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3月30日8:00至5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5月25日16:00前通过国家科技管理信息系统逐项确认推荐项目，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。

4. 业务咨询电话：

“变革性技术关键科学问题”重点专项咨询电话：

010-68104823。

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. “变革性技术关键科学问题”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	

附件 2

“变革性技术关键科学问题” 重点专项

2021 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。2021 年本重点专项将围绕空间、电子信息、材料、地学及生命等 5 个领域方向部署项目，优先支持 34 个指南方向（其中包括 4 个青年科学家项目指南方向）。每个指南方向原则上只支持 1 项项目，仅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。每个青年科学家项目指南方向支持不超过 5 项项目。2021 年度本重点专项拟部署项目的国拨概算总经费为 6.37 亿元（其中拟支持青年科学家项目不超过 20 个，国拨总经费不超过 8000 万元）。

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。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（青年科学家项目除外）。青年科学家项目不再下设课题，项目参与单位总数不超过3家。项目设1名项目负责人，青年科学家项目负责人年龄要求，男性应为1986年1月1日以后出生，女性应为1983年1月1日以后出生。原则上团队其他参与人员年龄要求同上。根据指南方向31-34明确的研究重点，自主确定选题进行申报。

1. 月球内部圈层结构与演化过程的研究

研究内容：利用历史数据特别是嫦娥系列月球探测数据，以重、磁、电、震、热等几大核心要素，开展多物理场的综合研究，构建月球内部圈层结构模型，剖析月球内部圈层结构特性及其形成的机理，研究月球大尺度演化历史中的重大事件，构建新的月球演化理论框架；实现对月球内部圈层结构和月球演化过程认知的新突破。

考核指标：开展月球多物理场的综合研究，建立月球重力场与深部物理结构、月震与月球内部圈层结构、电磁场与月球演化、火山作用与月球热演化历史等的分析模型，构建月球的内部圈层

结构及其演化模型，提出基于“重、磁、电、震、热”的新的月球演化理论框架。

2. 空间超冷原子奇异物理性质研究

研究内容：发展空间微重力条件下制备、测量、精密调控 10~100pK 量级温度超冷原子的新方法和新思路，研究超冷原子气体的奇异物理特性。研究 10~100pK 温度下，光晶格中超冷原子的量子相变，研究这种极端条件下产生的新物态，以及这些物态的新物理性质和动力学过程；研究物质波辐射和相干特性，并对其进行精密探测，探索异核量子少体奇异分子特性；基于空间超冷原子气体，发展探测超出标准模型的新粒子与新相互作用的新思路，研究包括轴子与类轴子粒子在内的暗物质备选粒子的新奇量子态。为空间超冷原子相关科学实验提供科学依据和研究基础。

考核指标：为空间获得和精密测量 10~100pK 量级超冷原子气体，并利用光场、电场和磁场精密调控超冷玻色、费米混合原子气体提出新方法；对空间光晶格中超冷原子由于量子阻挫效应形成的新物态、超冷原子超固态等进行研究；实现物质波辐射及高精密探测的新方法，从而为探索暗物质测量和暗物质粒子新奇量子态提供新途径和新思路。

3. 新型空间高能辐射探测的重要科学问题研究

研究内容：面向新一代更高性能、国际领先的空间暗物质粒子、宇宙线和伽马射线的探测需求，开展关键科学问题研究。研

究大接收度、宽能量动态范围条件下，从海量杂乱信息中智能判选有效事例的科学问题和优化方法，充分利用多种探测器的能量、时间和簇射形状等信息，实现多种类粒子的高效准确获取；研究高精度高分辨率的电荷重建测量算法，降低高能宇宙线碎裂效应和簇射反冲效应的影响，发展多变量分析和粒子鉴别算法，提升对电子和光子的测量能力；研究核子、电子特别是伽马光子的高精度能量和方向/径迹重建算法，最大限度地修正簇射反冲效应和不同入射角度的影响；研究利用电离效应、地磁刚度、穿越辐射等多种标定手段相结合的可靠在轨标定方法，确保测量能标的准确性；开展实验进行验证。

考核指标：建立新型空间高能辐射探测实验全局智能判选有效事例优化方案；建立宇宙线电荷重建测量算法、多变量粒子鉴别算法、高精度能量和方向/径迹重建算法、各向同性粒子重建算法和粒子鉴别算法；提出全局触发效率、粒子鉴别能力、能量分辨、标定精度等关键指标的束流实验实施方案，并通过加速器束流的实验验证。

4. 天体爆发现象的高能辐射研究

研究内容：利用多波段多信使天文观测设备和手段，对双致密星并合引力波电磁对应体、X射线双星、快速射电暴、高能中微子以及伽马暴和磁星进行探测研究，研究X射线中子星和黑洞双星、快速射电暴、高能中微子以及伽马暴和磁星暴发的产生机制，破解黑洞、中子星和磁星等致密星的形成和演化以及双致密

星的并合机制，研究强引力场、强磁场、高密度下的物理规律，测量引力波速度和哈勃常数等基础物理参数。

考核指标：发现上千个伽马暴，监测上百例引力波伴随电磁辐射、高能中微子、快速射电暴和甚高能伽马射线暂现源，发现多例 X/伽马射线电磁对应体，对多个中子星和黑洞双星发现比以往能量更高的准周期振荡信号，测量多个致密星（中子星或黑洞）的基本参数（质量、磁场、自转）；确定各种类型的引力波、快速射电暴、高能中微子、甚高能伽马射线暂现源的前身星和起源，揭示其的爆发机制，在黑洞、中子星及其并合机制等方面取得一系列原创突破，对中子星和黑洞的基本性质得到更加全面和深入的理解。

5. 多源卫星数据在轨智能融合理论与方法

研究内容：面向快速获取信息的需要，探索多源卫星数据在轨智能融合新理论与新方法。研究单平台多载荷自融合系统架构，研究多源异构卫星数据信息相关性度量理论与方法，建立多星协作认知模型，突破单星分辨率与探测识别精度极限，开展多星协作对提升状态判读与动态过程预测准确性的理论与数值分析，研究基于知识与数据双驱动的多源数据智能融合方法与低能耗硬件加速计算方案，研制多源数据融合在轨处理试验系统并进行航空验证。

考核指标：建立单平台多载荷自融合系统原理方案；建立多源异构卫星数据信息相关性度量的理论基础与计算方法；基于我

国卫星资源能力建立多星协作认知体系模型；给出多星协作对提升状态判读与动态过程预测准确性的定量化分析结果；针对动态检测识别等任务，相比单星探测，基于多星数据融合的分辨率提升 2 倍，探测识别精度 $\geq 95\%$ ，对 3 万 $\times$ 3 万规模的两景卫星数据在轨融合处理时间 ≤ 5 分钟，数据类型涵盖可见光、高光谱、微波、红外等。

6. 基础三维无源元件的单片高集成度自卷曲技术

研究内容：针对微型电子系统对高集成度基础无源元件的需求，研究单片自卷曲技术。研究自卷曲结构的薄膜应力生长调控机制和异质晶体薄膜集成结构的应变诱导卷曲力学机理；提出高频、高磁导率纳米颗粒磁流体芯及其毛细注入机制；研究力-电-热多物理场耦合规律，建立等效分析模型；探索零功耗的自卷曲结构可重构方法，实现基础无源元件电性能可调。

考核指标：认识异质晶体薄膜集成结构的应力驱动卷曲原理，建立高集成度三维基础无源元件的实现方法。研制单片自卷曲技术，实现卷曲最大长度 $> 2\text{cm}$ ，内径 $< 200\mu\text{m}$ ，卷曲速度 $> 500\mu\text{m}/\text{min}$ ；研制自卷曲射频电感，电感面密度 $> 1\mu\text{H}/\text{mm}^2$ ，最大工作频率 $> 15\text{GHz}$ ；研制自卷曲功率电感，最大电感量 $> 10000\text{nH}$ ，电感体密度 $> 30\mu\text{H}/\text{mm}^3$ ，最大工作频率 $> 500\text{MHz}$ ；研制自卷曲电容，电容量为 0.01pF 到 $1\mu\text{F}$ ，电容量可调，可调范围 > 1000 倍；演示验证在 L 波段硅基收发芯片中，电感占比面积由典型值 60% 缩减到 40%。

7. 电磁矢量高分辨成像理论与系统研究

研究内容: 针对单一波束宽度范围内多目标分辨的需求, 开展基于电磁矢量的高分辨成像理论与技术研究, 突破多目标分辨的电磁衍射极限限制。研究非线性电磁矢量波前调制理论与技术, 探索可重构矢量调制材料特性同系统非线性状态数量最大化的联系; 研究基于波前非线性调制的信号处理与成像算法; 研制短基线稀疏阵列三维成像雷达原理样机, 开展飞行试验, 为电磁矢量高分辨三维成像技术应用奠定技术基础。

考核指标: 探索电磁矢量高分辨成像系统技术, 研制电磁矢量高分辨三维成像系统样机, 覆盖 L 和 Ku 波段, 完成一体化测试及多目标反演成像。L 波段实现高分辨的凝视成像, 实口径天线尺寸小于 $0.6 \times 0.9\text{m}$, 波瓣宽度 10° (H)、 14° (V), 角分辨 $< 0.2^\circ$ (H)、 7° (V); Ku 波段实现稀疏阵列下机载对地高分辨率三维成像, 天线数量 ≤ 5 , 三维分辨率 $\leq 0.1\text{m}$ (距离向) $\times 0.1\text{m}$ (方位向) $\times 0.3\text{m}$ (高度向)。

8. 红外微分体制和硅基单片集成的探测芯片技术

研究内容: 针对红外高背景辐射环境中微弱目标的红外探测跨代技术所需要的芯片技术, 构建红外成像芯片的微分体制和硅基单片集成体制; 研究微分物理量原位直接探测的方法, 基于光电联合调控对不同的光场要素实现原位集成式微分感知的技术; 研究基于胶体量子点的硅基单片集成短波红外探测芯片, 重点突破量子点的批量化合成、暗电流抑制和弱信号采集技术; 建立适

应微分体制和硅基单片集成体制的红外成像芯片关键技术。

考核指标：提出红外微分体制探测和硅基单片集成红外探测的成像芯片结构，研制出红外成像芯片并且验证高背景下微弱目标探测功能。研制长波红外微分体制芯片，芯片规模 256×256 ， $NEDT \leq 20\text{mK}$ ，盲元率 $\leq 1\%$ ，在外场红外辐射环境下相比碲镉汞长波红外成像仪对微弱信号目标探测的信杂比提高不小于 10 倍，发展的技术路线可向 1024×1024 及更大规模焦平面技术拓展；研究硅基单片集成（CMOS）胶体量子点的短波红外成像芯片，其中短波红外响应波段 $1.1 \sim 2.5\mu\text{m}$ ，芯片规模为 3072×1024 ，暗电流非制冷条件下 $< 10\text{pA/像元}$ ，外量子效率 $> 70\%$ ，盲元率 $< 1\%$ 。

9. 面向宽温域功能器件的连续组分外延薄膜技术与材料

研究内容：以宽温域实用功能器件为牵引目标，发展水平方向化学组分连续变化的外延薄膜生长技术和匹配的水平空间跨尺度表征技术；制备连续组分铁电和热电功能材料单晶薄膜；获得居里温度和热电优值等关键参量随精细组分的定量化规律；研究连续组分外延薄膜宽温域下参量调控机制；研制基于连续组分外延薄膜的宽温域连续响应功能器件。

考核指标：制备出水平方向具有连续化学组分的铁电和热电外延薄膜，单批次组分跨度 $\geq 0.1/\text{cm}$ ，实现厘米至微米量级的结构和物性跨尺度表征；连续组分外延热电薄膜在 $250 \sim 350\text{K}$ 温域内实现稳定的高热电性能，热电功率因子达到 $50\mu\text{Wcm}^{-1}\text{K}^{-2}$ ，平均 zT 值达到 1.3；连续组分铁电外延薄膜在常温附近 100K 范围

内保持介电常数可调率 $\geq 60\%$ ，器件电容可调率 $\geq 50\%$ ， Q 值 ≥ 80 ，响应时间 $\leq 100\mu\text{s}$ ，频率可调率 $\geq 25\%$ 。

10. 面向半导体集成的铁电调控新功能器件

研究内容：面向半导体集成多功能电子和光电子器件的发展需求，开展铁电氧化物薄膜和二维层状材料与第二、三代半导体相兼容的异质集成技术和可控制备工艺的研究；研究铁电-半导体界面特性及其功能器件极化调控规律，突破常规晶体管的性能瓶颈；构建铁电多功能性调控金属离子发光物理模型和技术方法，革新传统的发光触发和调制技术，研究铁电氧化物的多功能性与半导体光电特性的耦合，实现基于新机制的半导体集成的铁电功能调控光电子器件。

考核指标：发展铁电材料与第二、三代半导体的异质集成工艺，实现基于铁电调控的半导体晶体管，电流开关比 $\geq 1 \times 10^6$ ，亚阈值摆幅 $\leq 60 \text{ mVdec}^{-1}$ （常规晶管理论最小极限值）；设计并研制出 2~3 种具有自主知识产权的半导体集成的铁电氧化物原位可逆调控金属离子光电子原型器件，包括可寻址的光发射和换能的多模式一体化阵列，电控光致发光调制器和多模态存储器等，集成器件工作电压 $\leq 10\text{V}$ ，光谱动态调控范围 420~1600nm。

11. 生物过程启示的陶瓷材料室温制备关键科学问题

研究内容：研究自然制造过程中生物材料组成和显微结构形成过程的典型特征；研究生物环境、类生物环境、生长因子等条件下陶瓷材料合成和显微结构形成动力学过程，开展生物合成陶

瓷材料结构形成动力学的跨尺度理论模拟和计算；研究微纳尺度限域环境、外场（光、力、电）等辅助条件对物质传输、反应和组装致密化机制的影响，设计和研发陶瓷材料室温制备装备，优化制备工艺参数，研制宏观尺寸工程陶瓷材料。

考核指标：阐明生物基元、类生物功能基元、生长因子、生物环境等对陶瓷材料组成和结构形成动力学的影响规律，揭示限域环境、辅助外场作用下的陶瓷材料致密化机理及复杂结构表界面稳定机制，形成生物过程启示的陶瓷材料制备技术理论基础，发展相关显微结构表征技术；发展陶瓷材料室温制备新技术，研制 1~2 种宏观尺寸的工程陶瓷材料，尺寸达到 5~10cm，硬度：4~8GPa，抗弯强度：100~200MPa，弹性模量：30~70GPa。

12. 大尺寸异形构件的热防护材料及其制造技术

研究内容：面向大尺寸异形构件整体制造及热防护的需求，研究多元超高温陶瓷复合材料高温长时抗氧化机制，优化设计宽温域抗烧蚀多元超高温陶瓷组分；研究反应熔渗法制备大尺寸构件的多元超高温陶瓷生长机制，发展陶瓷与碳/碳材料结构功能一体化的梯度复合方法；研究大尺寸构件碳基体与陶瓷相的定向引入方法、应力形成机制与变形控制方法，形成大尺寸异形构件整体制造与分区域热防护制备技术。

考核指标：热防护性能指标为：2500~3000℃，2000s 线烧蚀率为 10^{-3} mm/s 量级；2500℃以下，2000s 线烧蚀率为 10^{-5} mm/s 量级。形成 1000mm 量级非回转体舱段缩比件的热防护/承载一体化

整体制造技术, 构件材料密度 $\leq 2.3\text{g/cm}^3$; 材料室温拉伸强度 $\geq 200\text{MPa}$, 室温弯曲强度 $\geq 200\text{MPa}$, 2000°C 高温拉伸和弯曲强度 $\geq 150\text{MPa}$; 完成整体构件地面热静力试验。

13. 劣质地下水改良的原位调控理论与技术研究

研究内容: 面向劣质地下水分布区安全供水的重要需求, 研究原位调控含水层条件下原生劣质地下水中氟、砷、氨氮等典型有害组分的去除机理, 构建水质改良原位调控理论体系; 开发典型原生劣质地下水中有毒组分及赋存状态的原位与现场快速检测方法, 研发劣质地下水多相态条件下有害组分反应性溶质运移模型, 探索强化吸附除氟、强化固定除砷和强化生物脱氮等原位改良技术, 建立典型原生劣质地下水原位调控的技术方法体系。

考核指标: 揭示原位调控去除地下水中氟、砷、氨氮等有害组分的机理, 建立典型原生劣质地下水改良的原位调控理论体系; 研发劣质地下水易变化学组分及赋存状态的现场快速检测技术与方法, 易变化学组分检出限低于国家饮用水标准; 形成典型原生劣质地下水的原位调控技术方法体系, 氟去除率大于 85%, 砷去除率大于 80%, 氨氮去除率大于 30~60%; 开发具有自主知识产权、可刻画调控过程的劣质地下水有害组分反应性运移模拟软件; 编制劣质地下水改良的原位调控技术指南; 完成 1~2 个典型地区的原位调控技术示范。

14. 中国东部深层高温地热的形成机制、分布特征和资源评价

研究内容: 针对中国东部深层高温地热的动力背景、生成与

聚集机制、分布规律等开展研究。通过地球物理、地质、地化综合研究，解析地幔、岩石圈和地壳结构及其热物理参数；查明中国东部新/活动构造特别是控热构造的三维分布与时空演化特征；开展有效热源分析，建立地热场晚近时期构造-热演化历史；结合地震、电、磁、重力等地球物理数据、地质地球化学资料，探索精细刻画浅部地壳热结构新的计算模型；开展干热岩结构力学成因、压裂、特别是临界 CO_2 压裂改造方法与机理研究。

考核指标：查明东部深层高温地热的动力机制，建立地质成因模式；建立东部深层高温地热生成与聚敛模式；建立以地质、地球物理数据为基础、以热流值为约束，“自下而上”的地热评估新模式；建立中国东部高温地热资源分布预测模型；提出 3~5 个高温地热资源勘探优选靶区；揭示干热岩多尺度、多场耦合下结构网络力学机制、压裂缝网起裂扩展机理，为干热岩钻采及储层改造提供岩石力学理论基础。

15. 富氮天然气成藏机制及氮资源分布预测技术

研究内容：研究有效氮源的评价参数及氮气释放机制，揭示控制氮源效率及潜力的关键因素；研究复杂地质介质中氮的运载机制及控制因素，揭示地质条件下温度、压力、介质特征对氮气运移、富集的控制；研究富氮气藏成藏过程及关键控制因素，阐明古老克拉通地台区富氮气藏、深大断裂/岩浆活动区富氮气藏、非常规天然气（页岩气、煤层气等）富氮气藏的成藏条件、动态富集过程及关键控制因素；建立氮源效率、有效性及潜力评价技术、复杂地质条

件氦气运载效能评价技术、富氦气藏成藏条件及富氦天然气有利分布区带及勘探目标预测技术，综合集成构建氦资源评价预测技术。

考核指标：初步建立富氦天然气富集成藏理论；创新性地构建以氦源效率、有效性及潜力评价技术、富氦天然气有利分布区带及勘探目标预测技术为核心的氦资源分布预测技术；提出 3~5 个富氦天然气勘探区带和目标。

16. 火星的宜居环境和生命信号探索研究

基于我国和国际上已有数据，结合火星陨石、模拟样品的实验室研究，充分参考地球类火星的极端环境条件，研究火星表面水成矿物的分布、含量和形成环境，水成地貌特征和古沉积环境演化，为生命可能产生的大概率区域提供参考；研究火星表层以下水冰分布，并寻找可能的地下宜居环境；分析火星陨石中的硫等挥发性元素的同位素组成和不同氧气含量下硫等挥发性元素的光化学反应过程；研究地球临近空间、柴达木盆地等类火星极端环境中的生物多样性、分布特征和适应机制；开发地球代表性生物标志物在模拟火星环境中的检测方法，提出若干可测量的关键检测技术指标。

17. 空间微重力燃烧的基础性研究

面向先进能源动力和高性能发动机提高能效、燃烧源污染物的控制、地面和载人航天防火技术，通过一系列的微重力燃烧实验，得到解耦浮力效应的科学实验数据，促进对燃烧现象科学本质的认识和模型的建立，推动燃烧科学和技术的创新。具体内容
包括：层流近极限燃烧特性研究；射流火焰湍流转捩及火焰结构

特性研究；载人航天火灾行为及材料防火安全研究；航空航天液体燃料燃烧机理研究；微重力燃烧的碳烟生成研究，火焰合成特种材料研究。

18. 空间环境中新材料制备原理与特种成形技术

基于空间环境的特殊条件，探索新材料变革性制备原理与特种成形技术。揭示超高温金属材料的液态热物理性质，探索空间快速凝固动力学规律；研究新型大块非晶与稀土磁性合金的空间制备与成形过程，优化非晶/纳米晶软磁合金组织和磁性能；探索空间环境中液相分离机理，发展高性能稀土镁合金特种成形技术；研究无机功能晶体的空间生长动力学及其生物学特性，实现其结构和缺陷的主动调控；建立有机功能材料和纳米复合材料的空间合成新途径，发展新型凝胶润滑材料和含浸润滑剂多孔纳米复合材料。

19. 空间胚胎发育和生命孕育研究

研究空间微重力对哺乳动物和人类生殖细胞及其支持细胞协同发育的影响，从分子、细胞、组织等多个层面，系统地探究微重力环境对生殖细胞及其支持细胞协同发育的影响；研究空间微重力下体外培养和分化胚胎干细胞为各类功能细胞、组织及器官的特性变化及基本规律；研究空间环境低敏感小鼠品系的筛选和构建，空间小鼠培养关键科学与技术问题。

20. 日一地和日球层边界探测中的重要科学问题

围绕理解日一地多圈层耦合过程和日球层边界的复杂系统开展重要科学问题研究。基于光谱成像观测研究日冕磁场、密

度、温度、速度的空间分布及其快速演化；建立太阳风结构的多视角观测的反演方法，研究其在行星际空间中的传播特征和演化规律，研究太阳风与地球磁层相互作用的关键区域（包括磁层顶、极光区和磁尾）的成像特征；建立数据驱动的内/外日球层全链条三维多元太阳风动力学演化模型，模拟背景太阳风环境及太阳风暴大尺度结构的传播与演化；研究太阳风边缘结构及动态特性，星际介质对太阳风的侵入作用；研究太阳风超热粒子及异常宇宙线的起源、加速和演化，银河宇宙线在太阳系边际的调制传输机制。

21. 基于范德华外延—剥离转印的半导体器件制作新方法

面向未来信息系统对高性能半导体器件的需求，突破衬底对器件性能的限制，探索基于范德华外延—剥离转印的器件制作新方法，实现不依赖外延关系的衬底选择，为高效率光电器件和大功率射频器件的研制提供变革技术。

22. 基于声波新原理激励小型化天线技术

面向低频天线机动化和高频天线芯片化的重大应用需求，研究多频段小型化声波激励天线新机理、新材料和新工艺，突破天线尺寸数量级缩减的技术瓶颈和传统天线辐射效率与带宽的物理极限，实现天线技术在尺寸和性能上的跨越。

23. 具有开放扩展架构的模块化移动终端技术

针对传统移动终端更新换代导致的资源浪费，研究可持续演进的模块化终端新形态，通过软件、模块升级与按需组合，支持多频

段、多体制无线接入，实现终端由封闭向开放扩展架构的转变。

24. 超铺展液滴调控技术用于高效农药利用的基础研究

面向农药高效利用的重大需求，研究农作物叶面独特的微观结构和性质对农药液滴撞击在其表面迸溅和沉积的影响机制；构筑适用于多种作物和农药的新型高效表面活性剂超铺展剂体系，与农药活性调控技术相结合，解决农药的残留问题；与高效植保装备和精准施药技术相结合，构建能够使农药喷雾在作物和杂草间靶向喷洒、高效选择性沉积、抗风雨侵蚀的颠覆性技术，突破传统方法的极限，全面提升农药利用率；推动精准农业的实用化，完成农田农药喷洒测试。

25. 高灵敏高速高温超导单光子探测材料与器件

面向自由空间光通信对轻质小型、高灵敏光子探测器的迫切需求，聚焦星间激光通信等航空航天国家重大战略，开展新型结构高温超导薄膜制备过程与跨尺度物性理论研究和工艺优化设计；揭示基于量子金属态的新型超导量子效应形成机制；建立微结构与库珀对输运特性的构效关系和评价准则；发展基于高温超导体量子金属态的高灵敏、高速单光子探测原型器件。

26. 稀土基新型电子相变半导体与敏感电阻器件

围绕国家战略，从电子材料角度变革现有突变式敏感电阻元器件技术；发展稀土镍基氧化物等新型电子相变材料的非真空制备技术并结合理论计算优化其制备工艺；发展其金属绝缘体相变温度在宽温区范围的精准设计方法；研究其高压诱导电子相变特

性与机理；研究其氢致电子相变特性、机理、与潜在器件应用；制作稀土基突变式热敏、压力敏感电阻原型器件。

27. 分布式光纤地震成像与反演的关键技术及应用研究

针对我国页岩气等非常规油气安全、高效开发关键需求，探索三分量分布式光纤地震传感技术；基于井中与地面光纤传感记录，开展裂缝发育、流体运移成像与反演方法研究，开展地下介质结构动态成像与物性参数动态反演方法研究；开展非常规油气开发现场及周边区域野外监测示范。

28. 南极冰下复杂地质环境多工艺钻探理论与方法

针对南极复杂冰下地质环境研究需求，变革现有冰层钻进及冰下地质钻探取样技术，探索面向南极恶劣地表环境和暖冰、脆冰与冰岩界面等复杂冰下地质环境的多工艺钻探取样理论与方法，提高复杂冰层钻进速度和增加冰下基岩取心长度。

29. 高铁地震学研究

针对高铁路基安全、地震预测、智慧城市地下空间探测与监测等重大问题需求，变革性地把高铁噪声源转变为可利用的优质震源，探索以高铁震源为代表的移动组合震源激发地震波场新理论，发展基于移动组合震源的地下介质结构探测、动态监测等系列新技术。

30. 高通量培养筛选鉴定健康相关微生物的关键技术

建立健康相关微生物菌自动分离培养及性状分析平台，揭示重要肠道细菌及代谢产物对“微生物—代谢—免疫”轴影响的微

观机理；建立多组学大数据分析技术与人工智能算法，揭示临床常用药、疾病与健康相关的微生物组特征以及代谢、免疫特征；建成中国健康人体微生物实体库和微生物组的健康大数据库，突破微生物组研究关键技术，发展具有应用前景的微生物组干预技术，促进新型健康药物研发。

31. 空间领域青年科学家项目

针对太阳活动和空间天气的智能预报，地月空间探索等领域中的基础科学问题开展研究。

32. 电子信息领域青年科学家项目

针对碳基结构与硅基片上集成技术、语义通信理论与编码方法、多功能毫米波无源元件设计理论与实现技术、光电融合计算加速技术等领域中的基础科学问题开展研究。

33. 材料领域青年科学家项目

针对强自旋轨道耦合材料、二维量子材料、光—电—磁功能材料、柔性材料、生物医药材料等新概念功能材料与器件领域中的基础科学问题开展研究。

34. 地学领域青年科学家项目

针对地球与生命早期协同演化的金属同位素示踪技术与原理，关键带水文生物的地球化学研究，热带、中高纬度气候系统与我国极端天气气候的关系，涡旋运动与海洋生态系统储碳过程的关系等领域中的基础科学问题开展研究。

“变革性技术关键科学问题”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。青年科学家项目负责人应具有高级职称或博士学位，男性应为 1986 年 1 月 1 日以后出生，女性应为 1983 年 1 月 1 日以后出生。原则上团队其他参与人员年龄要求同上。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 2 月 29 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，项目参与单位总数不超过 3 家，根据相应指南方向明确的研究重点，自主确定选题进行申报。

本专项形式审查责任人：车子璠，电话：010-68104823

“变革性技术关键科学问题” 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	顾逸东	中科院空间应用中心	研究员
2	王 赤	中科院空间中心	研究员
3	祝世宁	南京大学	教 授
4	陆建华	清华大学	教 授
5	吴一戎	中科院空天信息创新研究院	研究员
6	毛军发	上海交通大学	教 授
7	彭练矛	北京大学	教 授
8	方 忠	中科院物理所	研究员
9	江 雷	中科院理化所	研究员
10	张清杰	武汉理工大学	教 授
11	谢建新	北京科技大学	教 授
12	金之钧	中石化石油勘探开发研究院	教 授
13	邓 军	中国地质大学	教 授
14	吴福元	中科院地质地球所	研究员
15	许瑞明	中科院生物物理所	研究员

抄送：科学技术部高技术研究发展中心。

科学技术部办公厅

2021 年 3 月 25 日印发