

科学技术部文件

国科发资〔2023〕43号

科技部关于发布国家重点研发计划 “先进结构与复合材料”等4个 重点专项2023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，各有关单位：

国家重点研发计划深入贯彻落实党的二十大精神，坚持“四个面向”总要求，持续推进“揭榜挂帅”、青年科学家项目等科技管理改革举措，着力提升科研投入绩效，加快实现高水平科技自立自强。根据《国家重点研发计划管理暂行办法》和组织管理相关要求，现将“先进结构与复合材料”“高端功能与智能材料”“新型显示与战略性电子材料”“稀土新材料”4个重点专项2023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。项目设1名负责人，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. 整合优势创新团队，并积极吸纳女性科研人员参与项目开发，聚焦指南任务，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。鼓励有能力的女性科研人员作为项目（课题）负责人领衔担纲承担任务。

3. 国家重点研发计划项目申报过程分为预申报、正式申报两个环节，具体工作流程如下。

——填写预申报书。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公共服务平台(<http://service.most.gov.cn>，以下简称“国科管系统”)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。

预申报书应包括相关协议和承诺书。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》《关于进一步弘扬科学家精神加强作风和学风建设的意见》等要求，加强对申报材料审核把关，杜绝夸大不实，严禁弄虚作假。

预申报书须经相关单位推荐。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科管系统统一报送。

专业机构受理预申报书并组织首轮评审。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。

——填写正式申报书。对于通过首轮评审和直接进入答辩评审的项目申请，通过国科管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。

专业机构受理正式申报书并组织答辩评审。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，结合过程管理开展关键节点考核评估，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。

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。推荐单位名单在国科管系统上公开发布。

三、申报资格要求

1. 项目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，具有独立法人资格，注册时间为 2022 年 6 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、参与单位以及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，1963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。

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。中央和地方各级国家机关的公务人员（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. 参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家，原则上不能申报该重点专项项目（课题）。

5. 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。

6. 申报项目受理后，原则上不能更改申报单位和负责人。

7. 项目申报查重要求详见附件1。各申报单位在正式提交项目申报书前，可利用国科管系统查询相关科研人员承担国家重点研发计划重点专项、科技创新2030—重大项目等在研项目情况，避免重复申报。

8. 具体申报要求详见各申报指南，有特殊规定的，从其规定。

四、项目管理改革举措

1. 关于“揭榜挂帅”项目。为切实提升科研投入绩效、强化重大创新成果的“实战性”，重点研发计划聚焦国家战略亟需、应用导向鲜明、最终用户明确的攻关任务，设立“揭榜挂帅”项目。

突出最终用户作用，实施签订“军令状”“里程碑”考核等管理方式。对揭榜单位无注册时间要求，对揭榜团队负责人无年龄、学历和职称要求，鼓励有信心、有能力组织好关键核心技术攻坚的优势团队积极申报。明确榜单任务资助额度，简化预算编制，经费管理探索实行“负面清单”。

2. 关于青年科学家项目。为给青年科研人员创造更多机会组织实施国家目标导向的重大研发任务，重点研发计划设立青年科学家项目。根据领域和专项特点，采取专设青年科学家项目或项目下专设青年科学家课题等多种方式。青年科学家项目不要求对指南内容全覆盖，不下设课题，原则上不再组织预算评估，鼓励青年科学家大胆探索更具创新性和颠覆性的新方法、新路径，更好服务于专项总体目标的实现。

3. 关于部省联动。部分专项任务将结合国家重大战略部署和区域产业发展重大需求，采取部省联动方式实施，由部门和地方共同凝练需求、联合投入、协同管理，地方出台专门政策承接项目成果，在项目组织实施中一体化推动重大科技成果产出和落地转化。

4. 关于技术就绪度（TRL）管理。针对技术体系清晰、定量考核指标明确的相关任务方向，“十四五”重点研发计划探索实行技术就绪度管理。申报指南中将明确技术就绪度要求，并在后续的评审立项、考核评估中纳入技术就绪度指标，科学设定“里程碑”考核节点，严格把控项目实施进展和风险，确保成果高质量

产出。

五、具体申报方式

1. 网上填报。请各申报单位按要求通过国科管系统进行网上填报。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。

项目申报单位网上填报预申报书的受理时间为：2023年4月17日8:00至5月17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，并通过国科管系统提交，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2023年5月22日16:00前通过国科管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：

（1）“先进结构与复合材料”重点专项咨询电话：
010-68104778。

（2）“高端功能与智能材料”重点专项咨询电话：
010-68104⁴775。

（3）“新型显示与战略性电子材料”重点专项咨询电话：
010-68104778。

（4）“稀土新材料”重点专项咨询电话：010-68208208、

68207717。

- 附件：1. 项目申报查重要求
2. “先进结构与复合材料”重点专项 2023 年度项目申报指南
3. “高端功能与智能材料”重点专项 2023 年度项目申报指南及“揭榜挂帅”榜单
4. “新型显示与战略性电子材料”重点专项 2023 年度项目申报指南及“揭榜挂帅”榜单
5. “稀土新材料”重点专项 2023 年度项目申报指南



项目申报查重要求

1. 项目（课题）负责人限申报 1 个项目（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得牵头或参与申报项目（课题），课题负责人可参与申报项目（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。国家重点研发计划、科技创新 2030—重大项目的在研项目（课题）负责人和项目骨干不得因申报新项目而退出在研项目；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。

2. 涉及与“政府间国际科技创新合作”“战略性科技创新合作” 2 个重点专项项目查重时，对于中央财政专项资金预算不超过 400 万元的“政府间国际科技创新合作”重点专项项目、中央财政专项资金预算不超过 400 万元的“战略性科技创新合作”重点专项港澳台项目，与国家重点研发计划其他重点专项项目（课题）互不限项，但其他重点专项项目的在研项目负责人不得参与申报此类不限项项目。

3. 与国家自然科学基金部分项目实施联合查重。对于国家重点研发计划项目的项目（课题）负责人，需与国家自然科学基金

重大项目（限项目负责人和课题负责人）、基础科学中心项目（限学术带头人和骨干成员）、国家重大科研仪器研制项目（限部门推荐项目的项目负责人和具有高级职称的主要参与者）实施联合限项，科研人员同期申报和在研的项目（课题）数原则上不得超过2项，但国家重点研发计划中的青年科学家项目、科技型中小企业项目、国际合作类项目3类项目不在与国家自然科学基金联合限项范围内。

4. 项目任务书执行期（包括延期后执行期）到2023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。

附件 2

“先进结构与复合材料”重点专项 2023 年度项目申报指南

(仅国家科技管理信息系统注册用户登录可见)

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“先进结构与复合材料”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2023 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：面向制造强国、交通强国、航天强国建设等国家重大需求部署先进结构与复合材料研发任务，形成国产材料体系化自主研制和保障能力，实现空间应用、轨道交通、能源装备、深海深地等领域急需的关键结构与复合材料的国内自主供给。

2023 年度指南部署坚持问题导向、分步实施、重点突出的原则，围绕高性能高分子材料及其复合材料、高温与特种金属结构材料、轻质高强金属及其复合材料、先进结构陶瓷与复合材料、先进工程结构材料、结构材料制备加工与评价新技术、基于材料基因工程的结构与复合材料 7 个技术方向，按照基础研究类、共性关键技术类、应用示范类三个层面，拟启动 33 项指南任务，拟安排国拨经费 6.14 亿元。其中，拟部署 5 个青年科学家项目，拟安排国拨经费 1500 万元，每个项目 300 万元。应用示范类项

目应由企业牵头，配套经费与国拨经费比例不低于 1:1。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。除特殊说明外，每个方向拟支持项目数为 1~2 项，实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目下设课题不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家；共性关键技术类和应用示范类项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名项目负责人，项目中每个课题设 1 名课题负责人。

青年科学家项目不要求对指南内容全覆盖，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 1985 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。

本重点专项部分项目采用部省联动方式组织实施（项目名称后有标注）。部省联动应用示范类项目，由江苏省科技厅推荐，江苏省科技厅应面向全国组织优势创新团队申报项目，须在江苏省落地实施。部省联动共性关键技术类项目，各推荐渠道均可推荐申报，但申报项目中应不少于 1 个课题由江苏省有关单位作为课题牵头单位。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持

的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

1. 高性能高分子材料及其复合材料

1.1 特种聚酰胺的制备和应用关键技术（应用示范类）

研究内容：针对大型飞机亟需的高透明、高弹性、耐温聚酰胺工程塑料与纤维的应用需求，通过单体分子拓扑结构设计、嵌段排列组合、端基功能化、固相增粘等手段，合成高性能的特种聚酰胺材料，突破高透明、高回弹、耐温高强聚酰胺材料的聚合关键技术。开发高强度聚酰胺纤维帘线的结构设计及织造技术，探索表面处理新方法及工艺，满足大飞机轮胎纤维帘线-橡胶界面高粘合要求，突破聚酰胺及其复合材料先进加工制造关键技术，完成高透明聚酰胺在大飞机舷窗、聚酰胺弹性体在型号装备、超强高耐热聚酰胺纤维复合材料在大飞机轮胎领域进行应用验证。

考核指标：形成 2000 吨/年的透明聚酰胺示范生产线 1 条，产品透光率 $\geq 92.0\%$ （2 mm 厚度样片），简支梁缺口冲击强度 $\geq 10\text{KJ/m}^2$ ，拉伸强度 $\geq 60\text{MPa}$ ，耐热性 $T_g \geq 140^\circ\text{C}$ ；形成 1000 吨/年的聚酰胺弹性体示范生产线 1 条，拉伸强度 $\geq 20\text{MPa}$ ，断裂伸长率 $\geq 600\%$ ，密度 $\leq 1.05\text{g/cm}^3$ ，邵氏硬度 $\leq 24\text{D}$ ，压缩残余形变 $\leq 30\%$ 。建成年产 2000 吨/年超强高耐热聚酰胺纤维示范生产线 1 条，纤维断裂强度 $\geq 9.5\text{cN/dtex}$ ，断裂伸长率 $\geq 16\%$ ，强度保持率（ 180°C 处理 4h） $\geq 95\%$ ；纤维帘线与橡胶界面粘接强度（H 抽出力） $\geq 200\text{N/cm}$ ， $100^\circ\text{C} \times 24\text{h}$ 热空气老化 H 抽出力保持率 $\geq 85\%$ 。

关键词：聚酰胺，高透明，弹性体，纤维及其复合材料，大飞机

1.2 碳纤维三维织物复合材料轨道车辆关键承力构件制备技术及应用（共性关键技术类）

研究内容：针对轨道交通关键承力构件对低成本、轻量化、抗冲击和耐疲劳的要求，开展碳纤维三维织物结构—工艺一体化设计、三维织物预制体高效率高精度制备、三维织物复合材料高效液体成型、复合材料结构高精度加工和可靠连接、复合材料和预制体内部质量检测与评估技术等研究，形成材料、工艺和检测规范，完成轨道车辆转向架等关键承力构件的设计、制造及性能和装车验证。

考核指标：三维织物预制体长度 $\geq 2600\text{mm}$ 、宽度 $\geq 300\text{mm}$ 、壁厚 $\geq 30\text{mm}$ ，预制体密度 $\geq 0.6\text{g/cm}^3$ ，纱线取向偏差 $\leq \pm 2^\circ$ ；预制体内部质量检测缺陷定位精度优于 0.5mm ，缺陷识别分辨力优于 0.5mm ；三维织物复合材料纤维体积分数 $\geq 52\%$ ，孔隙率 $\leq 2\%$ ；三维织物复合材料转向架构件加工和制造精度满足设计要求，制造效率较预浸料/热压成形提高 $\geq 30\%$ ，成本降低 $\geq 15\%$ ，较原钢质金属结构减重 $\geq 50\%$ ，拉压超常工况 412KN 载荷作用下不出现分层或断裂，按构件规范要求通过 1000 万次疲劳试验后不出现分层和断裂， 390g 混凝土球以 250 公里/小时 90° 冲击构件后不被穿透；完成 5000 公里装车试验；形成 5 项以上标准或规范。

关键词：碳纤维，三维织物复合材料，轨道车辆承力构件

1.3 耐高温热固性树脂的设计制备与应用开发(应用示范类)

研究内容：针对我国高端制造业对热固性树脂提出的高耐高温、低介电和超韧性要求，通过树脂设计及高效合成技术、连续制备技术、纯化技术的深入研究，形成稳定批量的高性能热固性树脂制备技术，研究分子设计和结构性能之间的关系，开发耐高温、高韧性、低介电为一体的环氧树脂、新一代耐高温可溶型聚酰亚胺树脂（玻璃化温度高于 450℃）、高热力学性能无卤/无磷本征阻燃热固性苯并噁嗪树脂和耐高温易成型有机无机杂化结构—烧蚀一体化邻苯二甲腈树脂。制备的复合材料制品满足飞行器的结构力学性能设计要求，并按照考核大纲通过地面试验。

考核指标：高性能环氧树脂玻璃化温度达 260℃以上，拉伸强度达 80MPa 以上，冲击性能达 30KJ/m 以上；聚酰亚胺树脂成年产 10 吨树脂生产示范线，树脂固化物的玻璃化转变温度 \geq 450℃，氮气中 5%热失重温度 \geq 550℃，满足（高）超声速飞行器用复合材料构件的技术要求；高性能苯并噁嗪树脂成年产 100 吨树脂生产示范线，起始热分解温度（5%失重）高于 400℃，毒性试验满足大飞机的标准要求。邻苯二甲腈树脂成年产 10 吨树脂生产示范线，固化物玻璃化转变温度 \geq 500℃，500℃ 20 小时热/热氧环境考核后热失重 \leq 5%，满足可重复使用高速飞行器用复合材料构件的技术要求。

关键词：热固性树脂，环氧树脂、聚酰亚胺、聚苯并噁嗪、邻苯二甲腈树脂

1.4 大尺寸复杂型面三维机织预制体研制及应用（应用示范类，江苏部省联动任务）

研究内容：针对商用航空发动机风扇叶片耐疲劳、抗冲击、高可靠性及持续减重的迫切需求，研究三维机织预制体微结构与复合材料动静强度关联关系，重点揭示含典型工艺特征复合材料疲劳、冲击失效机理，建立预制体“微结构—工艺—材料性能”数据库；开展复杂结构预制体快速 RTM 成型适应性研究，分析缺陷形成机制，建立质量调控方法；研究大尺寸复杂型面预制体多元结构组合设计方法，开发基于形状、性能等的多目标协同设计平台，突破预制体高效、高可靠自动化制造工艺和装备成套技术；形成材料标准和工艺规范，实现其批量化稳定生产和在商用航空发动机示范应用。

考核指标：典型结构复合材料软体冲击临界损伤速度 $\geq 120\text{m/s}$ ，疲劳性能提升 10% 以上；三维机织风扇叶片预制体经纬密度波动 ≤ 0.1 根/cm，关键尺寸精度偏差 $\leq 2\%$ ，批次质量偏差 $\leq 2\%$ （批次数 ≥ 50 件），最大厚度 $\geq 50\text{mm}$ ；风扇叶片纤维体积分数 $\geq 60\%$ ，型面精度偏差 $\leq \pm 0.5\text{mm}$ ，孔隙率 $\leq 1\%$ ，关键区域孔隙直径 $\leq 0.5\text{mm}$ ，叶片重量钛合金等效空心率 $\geq 60\%$ ；形成年产 200 件以上生产线，连续化织造设备单纱张力波动 $\leq 5\%$ ，风扇叶片通过 2 倍离心载荷旋转试验、静止状态中鸟等效鸟撞试验及疲劳性能考核；实现材料在商用航空发动机风扇叶片上的典型应用；形成 3~5 项标准或规范，发明专利 10 项以上，典型结构三

三维机织预制体及复合材料性能数据库 1 套，三维机织预制体多目标协同设计平台 1 套，PCD 文件 1 套。

关键词：三维机织，预制体，复合材料，航空发动机

2. 高温与特种金属结构材料

2.1 极端环境海洋装备用关键特种合金材料制备及高效应用技术（共性关键技术类）

研究内容：针对极端环境下深水导管架平台等大型海工装备的高效制造需求，开展 420 兆帕级高强度特厚板复相组织协同调控、基于氧化物的晶内铁素体相变控制、低冷裂纹敏感性合金设计、复杂环境材料应用研究等共性技术研究工作，掌握极端环境下海洋装备用高性能材料研发、生产、高效应用成套技术，并形成示范应用。

考核指标：特种厚板屈服强度不低于 420MPa，最大厚度规格 120mm，母材及焊接接头-60℃冲击功 $\geq 50\text{J}$ ，焊接接头-20℃的 CTOD 性能 $\geq 0.25\text{mm}$ ，可适应焊接线能量 $\geq 200\text{KJ/cm}$ ，典型规格产品可实现-10℃环境温度不预热焊接，实现材料在海洋装备的典型应用 1 项。

关键词：极端环境、海洋装备、高效应用、CTOD

2.2 高强高弹钛青铜合金材料研发与应用（应用示范类）

研究内容：面向电子通讯高速率、大宽带、低延时的需求，研发高强度、高弹性钛青铜材料，开发大规格钛青铜合金熔炼过程中钛元素均匀化精确控制技术，研究成分、组织均匀性影响机

理与调控机制；开发钛青铜合金带材力学—电学性能匹配及形状尺寸精确控制技术，阐明带材微观组织—力学/电学性能—加工工艺制度之间的内在关系与相互作用机理，建立协同控制理论及方法；开发超薄带材高质量表面处理—板型协同控制技术；研究残余应力—板型—使用性能的内在关系；形成高强高弹钛青铜合金铸造、热加工成形和冷加工精密成形控制成套技术。

考核指标：开发出 0.05—0.3mm 厚高强高弹钛青铜合金带材，其中，0.05mm 厚带材：抗拉强度 $\geq 1200\text{MPa}$ ，导电率 $\geq 12\% \text{IACS}$ ，硬度 $\geq 350\text{HV}$ ；0.1—0.3mm 厚带材：带材宽度 $\geq 600\text{mm}$ ，抗拉强度 $\geq 1000\text{MPa}$ ，断后延伸率 $\geq 5\%$ ，导电率 $\geq 15\% \text{IACS}$ ，硬度 $\geq 300\text{HV}$ ， 180° 弯曲（弯芯直径等于厚度）无裂纹，翘曲度 $\leq 1/1000\text{mm}$ ，弹性模量 $\geq 127\text{GPa}$ ， 150°C 抗应力松弛：1000h，应力松弛率 $< 10\%$ ，铸锭单重 ≥ 6 吨，成品卷重 ≥ 3 吨；基于上述材料加工 2 组以上应用器件通过验证；建成年产 1000 吨的钛青铜合金带材产业化示范生产线。

关键词：钛青铜合金、高强高弹、精密成形

2.3 长寿命高稳定性轴承钢绿色高效产业化核心技术（应用示范类，江苏部省联动任务）

研究内容：针对我国先进装备制造领域对高效、绿色、经济型长寿命高稳定性轴承钢产业化的迫切需求，开展超低氧钛炉外精炼、宏观夹杂物控制关键技术研究，开发大型和特大型断面的新型高效连铸集成技术，探究高温均质化及形变工艺下的碳化物演变规

律，全面提高先进装备用高端轴承钢的稳定性和服役寿命，实现高效、绿色连铸替代模铸及电渣，完成相关产品的产业化生产。

考核指标：高碳铬轴承钢氧含量 $\leq 4.8\text{ppm}$ ，钛含量 $\leq 9\text{ppm}$ ，材料宏观纯净度 $\leq 2\text{mm}/\text{dm}^3$ ；特大断面 $\Phi 1000\sim 1200\text{mm}$ 连铸圆坯生产的风电主轴轴承满足超声波 $\Phi 1.5\text{mm}$ 当量探伤；铁路轴承用渗碳钢满足室温冲击功 $KU_2 \geq 80\text{J}$ 和超声波 $\Phi 0.5\text{mm}$ 当量探伤；建立基于碳化物的多尺度多物理场耦合疲劳寿命的预测模型； 4.5GPa 接触应力下的滚动接触疲劳额定寿命达到模铸材的 1.2 倍以上；材料利用率比模铸提高 15%；实现长寿命高稳定性轴承钢产业化能力不低于 50 万吨/年。

关键词：轴承钢，长寿命，高稳定性，绿色高效，产业化

2.4 基于薄带铸轧的低排放先进高强钢制造技术研究及应用 (应用示范类，江苏部省联动任务)

研究内容：以基于薄带铸轧工艺生产低排放热轧薄规格 $800\sim 1200\text{MPa}$ 级先进高强钢为研究对象，通过亚快速凝固热模拟关键技术，结合先进的微观组织表征手段，对钢液亚快速凝固过程中的共性科学问题展开系统研究，阐明亚快速凝固条件下薄带连铸工艺参数、铸辊设计等对界面传热行为的影响机制，明确界面传热行为、温度等对带钢表面质量、凝固结构、微观组织和力学性能的影响机理，建立成分—工艺—组织—性能关系模型，开展一系列针对汽车、工程机械等高端装备的折弯、冲压、热成形等应用技术研究，明确不同强度级别材料适用的加工成型方式。

考核指标：开发出基于薄带铸轧的低排放先进高强钢，吨钢全流程碳排放不高于 0.55t-CO₂。在成分满足 C ≤ 0.26%，Mn ≤ 2.0%，Nb+V+Ti ≤ 0.10%的情况下，典型产品（一）力学性能达到屈服强度 ≥ 800MPa，抗拉强度 ≥ 980MPa，延伸率 ≥ 10%，相对于传统高强钢 CP980 合金成本降低 10%以上；典型产品（二）屈服强度 ≥ 1200MPa，抗拉强度 ≥ 1300MPa，延伸率 ≥ 6%，相对于传统 MS1300 钢合金成本降低 8%以上。实现热轧产品厚度小于 1.5mm，最薄达到 0.8~1.0mm，厚度公差 ±30μm，表面粗糙度 Ra 稳定控制在 1.2μm 以下。

关键词：薄带铸轧，低排放，亚快速凝固，界面传热，高强钢

2.5 高原冻土公路用抗冻融高服役性能结构钢研究（青年科学家）

研究内容：针对高原冻土公路高海拔、高寒、高速环境对高服役性能钢铁材料的需求，研发抗冻融结构用高服役性能原型钢；开展预变形和模拟焊接对原型钢断裂与疲劳性能的影响研究，阐明抗低温脆断与冻融交变的韧塑化机制；探索模拟高原冻土土壤环境的实验室加速腐蚀试验方法，揭示原型钢的腐蚀行为与耐蚀机理。

考核指标：抗冻融结构用钢的屈服强度 ≥ 355MPa，屈强比 ≤ 0.80，5%残余应变量时效-40℃冲击功 ≥ 120J，典型模拟焊后的 200 万次拉-拉疲劳应力幅 ≥ 150MPa、-40℃冲击功 ≥ 60J 和 CTOD 特征值 ≥ 0.2mm，典型模拟高原冻土土壤环境的实验室加

速腐蚀试验下较传统碳钢的相对腐蚀率 $\leq 50\%$ 。

关键词：高原冻土公路，抗冻融，高服役性能，原型钢

3. 轻质高强金属及其复合材料

3.1 400~450km/h 高速列车用新型高强可焊铝合金关键技术 (共性关键技术类)

研究内容：针对 400~450km/h 更高速度等级高速列车车体承载件与长大中空薄壁件的轻量化发展需求，研究铝合金成分、多相组织与强度、疲劳、腐蚀、焊接性能的关联机理以及加工过程热/力场对型材组织性能的调控作用，开发新型高强可焊 6xxx 系铝合金型材制造全流程关键技术，突破新一代低密度高强可焊铝合金设计及型材制备关键技术；开展车体构件结构优化、典型构件试制、材料综合性能及样件应用性能评价、考核试验。

考核指标：新型高强可焊 6xxx 系铝合金：针对枕梁、牵引梁等承载结构和长大中空薄壁型材应用需求，与现用 6005A/6A01 合金型材相比，熔化焊接头系数相当，疲劳强度提高 30% 以上，抗拉强度 $R_m \geq 420\text{MPa}$ ，应力腐蚀敏感指数 $\leq 5\%$ ，实现典型构件减重 8% 以上。新型低密度高强可焊铝合金：密度较 6005A 合金降低 3% 以上，抗拉强度 $R_m \geq 400\text{MPa}$ ，疲劳强度(N7) $\geq 180\text{MPa}$ ，焊接接头系数 ≥ 0.85 ，应力腐蚀敏感指数 $\leq 5\%$ ，实现典型构件减重 10% 以上。完成 1~2 类新型高强可焊铝合金典型型材试制与考核验证，形成年产 10000 吨以上工业化生产能力。

关键词：高铁列车，车体轻量化，高强可焊，工业化生产

3.2 新型超高强韧抗疲劳及耐损伤航空铝合金板材关键技术 (共性关键技术类)

研究内容: 针对空间装备领域进一步轻量化对更高综合性能铝合金的重大需求, 聚焦超强高韧抗疲劳厚板、高强耐损伤薄板等铝合金材料, 研究超强高韧抗疲劳铝合金成分与多相组织对韧性、疲劳性能的协同作用, 高强耐损伤铝合金损伤机理及其与多相组织、环境因素的关联性等, 突破高综合性能铝合金制备关键技术, 完成材料制备工艺与应用性能的工程化验证。

考核指标: 新型 7xxx 系超高强韧铝合金厚板: 抗拉强度 $R_m \geq 650\text{MPa}$ 、屈服强度 $R_{p0.2} \geq 585\text{MPa}$, 断后伸长率 $A \geq 9\%$, 平面应变断裂韧度 $K_{Ic} \geq 25\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$, 应力集中系数 $K_t=1$ 、应力比 $R=0.06$ 、周次 $N=10^7$ 条件下纵向加载疲劳极限 $\geq 300\text{MPa}$, 厚度不低于 80mm; 新型 2xxx 系高强耐损伤铝合金薄板: 抗拉强度 $R_m \geq 500\text{MPa}$ 、断后伸长率 $A \geq 10\%$, 平面应力断裂韧度 $K_C \geq 180\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$, 应力比 $R=0.1$ 、应力强度因子 $\Delta K=30\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 条件下 T-L 向疲劳裂纹扩展 $da/dN \leq 2 \times 10^{-3}\text{mm}/\text{cycle}$, 应力腐蚀敏感因子 $\leq 5\%$, 厚度 1.0~6.0mm; 两类铝合金材料通过典型构件制造考核, 典型构件最大投影面积不低于 2m^2 。

关键词: 超高强韧, 抗疲劳, 耐损伤, 铝合金板材, 工程化验证

3.3 大厚度波纹界面钢—铝结构复合材料连续高效制备及应用 (应用示范类)

研究内容: 针对大型舰船、新能源汽车等轻量化对高性能钢

—铝结构复合材料的迫切需求，开展大厚度波纹界面钢—铝结构复合材料制备技术研发，研究钢—铝结构复合材料波纹界面协调变形、高强度复合、残余应力消除与性能增强机理，开发出大厚度波纹界面钢—铝结构复合材料轧制成形技术、矫直技术、使役性能评估与界面调控优化等技术，制定钢—铝结构复合材料标准与连续制备工艺技术规范，实现示范应用。

考核指标：大厚度波纹界面钢—铝结构复合材料总厚度 $\geq 22\text{mm}$ ，钢侧厚度 $\geq 10\text{mm}$ ，铝合金侧厚度 $\geq 10\text{mm}$ ；轧制成形后界面厚度方向拉脱强度 $\geq 130\text{MPa}$ ，界面剪切强度 $\geq 80\text{MPa}$ ， $350^{\circ}\text{C}\sim 450^{\circ}\text{C}$ 热处理 30min 后，产品厚度方向拉脱强度 $\geq 100\text{MPa}$ ，界面剪切强度 $\geq 65\text{MPa}$ ；界面结合率 100%，性能偏差低于 $\pm 5\%$ ，侧弯 90° 测试，界面无裂纹、针孔等缺陷；形成连续高效制备高性能波纹界面钢—铝结构复合材料核心工艺包；开发出 3 种以上多使役条件下钢—铝结构复合材料，申请发明专利 10 件，建成产能 ≥ 1000 吨/年的钢—铝结构复合材料轧制复合生产示范线，其中厚度 $\geq 22\text{mm}$ 的波纹界面钢—铝结构过渡接头 ≥ 2000 米/年，并在舰、船等过渡接头结构件上进行应用示范，实现减重 10%以上。

关键词：轻量化，钢—铝结构复合材料，应用示范

3.4 高强耐热 SiCp 增强铝基复合材料及其在轨道交通的应用（应用示范类）

研究内容：针对现役 SiCp/Al 制动盘及合成闸片轻质摩擦副适用速度和自主技术成熟度均较低、运维体系不健全等技术难题，

开发轨道交通用高强耐热轻质摩擦副的先进制造及运维技术，重点突破复合材料的基体—增强相协同调控和回收再使用技术、闸片材料组分设计和轻质摩擦副安全评价方法，实现高强耐热 SiCp/Al 制动盘/闸片的批量化制造及轨道交通线路示范应用，提升轻质摩擦副的速度适用性、技术经济性和服役安全性。

考核指标：SiCp/Al 制动盘本体抗拉强度 $\geq 300\text{MPa}$ ， 300°C 抗拉强度 $\geq 150\text{MPa}$ ，盘体各部分组织和成分不均匀性 $\leq 5\%$ ，孔隙率 $\leq 0.8\%$ ；SiCp/Al 制动盘成形工艺余料、不合格及服役报废制动盘材料的回收再使用率 $\geq 85\%$ ；盘/片摩擦副的干态下平均摩擦系数 $0.35 \sim 0.50$ ，闸片磨耗量 $\leq 0.6\text{cm}^3/\text{MJ}$ ，噪声低于 90dB ；建立 SiCp/Al 制动盘 ≥ 10000 片/年和合成闸片 ≥ 20000 套/年的生产示范线；在至少一条市域列车线路上实现应用示范。

关键词：SiCp/Al 制动盘，合成闸片，安全运维评价，应用示范

3.5 高性能钛合金无缝管产业化关键共性技术开发与应用（应用示范类）

研究内容：针对航空 35MPa 级液压管路系统、核动力小堆等对高性能钛合金无缝管的需求，开展高性能钛合金无缝管成形性一体化控制工艺技术研究，突破近 α 钛合金塑性加工过程中的微观结构调控、冷轧高精度尺寸及缺陷控制等全流程多因素耦合作用下的批次质量稳定性提升、综合服役性能调控与评价等关键技术，形成包括理论、设备、工艺、规范等在内的钛合金无缝管

产业化成套关键制备技术和应用评价技术，TA18 钛合金无缝管和 TA16 钛合金带筋异型管及配套焊丝实现批量应用。

考核指标：航空 35MPa 级液压管路系统用 TA18 钛合金无缝管：规格涵盖 $\Phi 6\text{mm}\sim 25\text{mm}$ ；抗拉强度 $R_m 870\sim 960\text{MPa}$ ，屈服强度 $R_{p0.2} \geq 740\text{MPa}$ ，断后伸长率 $A \geq 12\%$ ；强度 C_v 值 $\leq 3\%$ ；在 35MPa 载荷条件下通过 1000 万次弯曲疲劳实验（测试标准 HB6442）；建立航空 TA18 钛合金无缝管 ≥ 5000 米/年的生产示范线，至少在一种航空装备上实现应用示范。核动力小堆用 TA16 钛合金带筋异型管及配套焊丝：管材室温力学性能：抗拉强度 $R_m 485\sim 660\text{MPa}$ ，屈服强度 $R_{p0.2} \geq 375\text{MPa}$ ，断后伸长率 $A \geq 20\%$ ；350°C 力学性能：抗拉强度 $R_m \geq 240\text{MPa}$ ，屈服强度 $R_{p0.2} \geq 180\text{MPa}$ ；配套焊丝力学性能：抗拉强度 $R_m 440\sim 635\text{MPa}$ ，断后伸长率 $A \geq 16\%$ ；建立核动力用 TA16 钛合金无缝管 ≥ 15000 米/年的生产示范线，至少在一个核动力小堆上实现应用示范。

有关说明：由四川省科技厅作为推荐单位组织申报。

关键词：航空液压管路，核动力堆，钛合金管材，批量应用

3.6 大规格喷射成形超高强铝合金制备关键技术（共性关键技术类，江苏部省联动任务）

研究内容：针对航空航天、交通运输、核电等领域对高性能轻量化材料的需求，开发基于喷射成形快速非平衡凝固铝合金成分设计、熔体质量调控技术、大规格高合金化高均匀性铝合金锭坯喷射成形技术及智能化装备；开展大规格铝合金热—力耦合条

件下成分—组织—性能演变规律、组织均匀化与缺陷调控机理、理论模拟与预测研究；开发变形加工与热处理工艺技术，制定合金材料标准与工艺技术规范，实现高质量超高强铝合金材料批量化制备；开展典型结构件制造与应用性能评价，完成工程化应用验证。

考核指标：大规格超高强铝合金锭坯：直径 $\geq 850\text{mm}$ ，单件重量 ≥ 3 吨；晶粒呈等轴状，且平均尺寸 $\leq 100\mu\text{m}$ ；主要合金元素 Zn、Mg、Cu 宏观偏析均小于 8%；锭坯致密度 $\geq 98\%$ ；形成 5000 吨/年锭坯稳定化批量生产能力。开发出新型高性能铝合金材料，密度 $\leq 2.9\text{g/cm}^3$ ；抗拉强度 $\geq 800\text{MPa}$ 、屈服强度 $\geq 720\text{MPa}$ 、断后伸长率 $\geq 6\%$ ；室温断裂韧性 $K_{IC} \geq 23\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ ，疲劳强度 $\sigma_{-1} \geq 120\text{MPa}$ ($K_f=1$ ，室温，空气，频率 $f=40\sim 150\text{Hz}$ 之间，周次 $N=10^7$)。至少 2 种铝合金轻量化结构件在航空航天、交通运输、核电等领域装备上实现工程化应用验证。

关键词：喷射成形，大规格锭坯，超高强铝合金，工程化应用验证

3.7 新能源汽车整体式底盘轻量化材料与关键构件研发及应用（应用示范类，江苏部省联动任务）

研究内容：面向新能源汽车整体式底盘的轻量化需求，仿生协同设计平台化、模块化和高安全的整体式底盘；开发轻合金高品质锭坯的双冷场铸造技术，研究塑性变形和热处理过程中缺陷处溶质偏聚、第二相析出和织构演化机理；开发微幅振动—划擦

磨损—复杂电偶条件下的轻合金防护涂层技术；完成高性能轻合金材料与典型构件的研制与示范应用。

考核指标：7xxx 系铝合金复杂断面薄壁型材防撞梁：抗拉强度 $\geq 600\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 540\text{MPa}$ 以上，延伸率 $\geq 8\%$ ，比吸能 $\geq 40\text{kJ/kg}$ ；高强 6xxx 系铝合金型材主结构梁：抗拉强度 $\geq 440\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 400\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 8\%$ ，成本与 6061 合金相当；非稀土镁合金型材电池托盘：抗拉强度 $\geq 310\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 240\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 8\%$ ，托盘低成本环保型“化学转化+涂装”防护涂层的总厚度 $\leq 100\mu\text{m}$ ，中性盐雾寿命 ≥ 2000 小时，在镁/铝合金复杂电偶条件下的中性盐雾寿命 ≥ 500 小时，环境温度 -20°C 下的电池区温度 (20°C) 12 小时内衰减 $\leq 1.5^\circ\text{C}$ 。最终实现整体式底盘扭转刚度不低于 $15000\text{Nm}/^\circ$ ，建成上述型材的生产示范线，相关零部件产能达到 25 万件/年。

关键词：整体式底盘，铝合金，镁合金，关键构件，示范应用

3.8 高强韧抗冲击石墨烯增强钛合金复合材料设计与制备技术研究（青年科学家）

研究内容：针对国家航空、航天领域重大工程对轻质防护材料的迫切需要，探索石墨烯增强钛合金复合材料合金元素和界面设计方法，建立设计准则，掌握石墨烯增强钛合金复合材料微观结构演变规律、强韧化机制以及准静态和动态冲击条件下力学响应行为，研发新型高强韧抗冲击石墨烯增强钛基复合材料。

考核指标：设计并开发 2 类或以上高强韧抗冲击石墨烯增强

钛合金复合材料，其中复合材料密度 $\rho \leq 4.5\text{g/cm}^3$ ；弹性模量 $E \geq 120\text{GPa}$ ；室温准静态抗拉强度 $\geq 1500\text{MPa}$ ，断后延伸率 $\geq 5\%$ ；断裂韧性 $K_{IC} \geq 35\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ ； 3000s^{-1} 应变率下动态压缩应力最大值 $\geq 1750\text{MPa}$ ，动态压缩应变最大值 $>20\%$ 。

关键词：钛基复合材料，石墨烯，粉末冶金，强韧性

4. 先进结构陶瓷与复合材料

4.1 半导体用高超精密陶瓷部件研制与应用（应用示范类）

研究内容：针对半导体行业对高纯碳化硅晶舟、精密陶瓷吸盘等消耗性陶瓷部件的关键需求，开发耐高温、耐腐蚀、高纯、复杂结构碳化硅晶舟陶瓷基体的杂质控制技术、致密化技术与大面积超高纯陶瓷涂层表面改性技术；开发高热导、导电性能可调的氮化硅与氮化铝陶瓷材料体系，突破大尺寸氮化硅与氮化铝陶瓷吸盘复杂结构精密成型技术、近净尺寸烧结技术与高精度加工技术，实现高纯碳化硅晶舟、精密陶瓷吸盘等消耗性陶瓷部件示范应用。

考核指标：碳化硅晶舟基材纯度 $\geq 99.99\%$ ，弯曲强度（ 1200°C ） $\geq 170\text{MPa}$ ，涂层纯度 $\geq 99.9995\%$ ，碳化硅晶舟高度 $\geq 1000\text{mm}$ ；氮化硅陶瓷吸盘抗弯强度 $\geq 800\text{MPa}$ ，维氏硬度（ $\text{Hv}10$ ） $\geq 1500\text{kg/cm}^2$ ，热导率 $\geq 80\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，电阻率（ 20°C ） $10^{-5} \sim 10^8\Omega\cdot\text{cm}$ 可调，直径 $\geq 320\text{mm}$ ，厚度 $\leq 1\text{mm}$ ，平行度 $\leq 1\mu\text{m}$ ；氮化铝吸盘热导率 $\geq 170\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，工作面温度均匀性 $\leq \pm 0.5^\circ\text{C}@450^\circ\text{C}$ ，静电吸附力均匀性 $\leq \pm 5\%$ ；建成 10000 件/年高精度陶瓷吸盘中试生产

线，完成 2 项以上（含）高纯碳化硅晶舟、精密陶瓷吸盘等消耗性陶瓷部件在半导体制程工艺中的示范应用。

关键词：碳化硅晶舟，氮化硅陶瓷吸盘，氮化铝陶瓷吸盘，示范应用

4.2 重型燃气轮机关键隔热陶瓷材料研究（共性关键技术类）

研究内容：针对重型燃气轮机热端部件热防护对关键隔热陶瓷材料的重要需要，建立隔热瓦、超高温涂层等材料的组成结构设计及调控方法，研究隔热瓦、超高温涂层在高温热力耦合苛刻服役环境下的服役行为演化和失效机理，开发低热导、抗热震、抗冲蚀的重型燃气轮机热端部件热防护材料工程化制备技术，发展高温隔热陶瓷材料服役模拟评价、材料一致性的定量评价方法，隔热瓦与超高温涂层实现应用验证。

考核指标：陶瓷隔热瓦热导率 $2.5\pm 0.2 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ， $200\text{mm}\times 200\text{mm}\times 40\text{mm}$ 隔热瓦热震稳定性（ 1000°C -水冷）循环次数 ≥ 30 次，研发模拟高温服役环境的关键性能评价方法（水蒸气体积百分比 $\leq 12\%$ ），建立陶瓷隔热瓦基于弹性模量的材料一致性无损定量评价表征方法，隔热瓦试验服役寿命 $\geq 8000\text{EOH}$ ；超高温涂层服役温度 $\geq 1400^\circ\text{C}$ ，热导率 $\leq 1.0\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 、热膨胀系数 $\geq 10.5\times 10^{-6}\text{K}^{-1}$ ， 1500°C 热冲击寿命 ≥ 2000 次，模拟应用热循环寿命 $\geq 1000\text{h}$ ，满足应用要求。

关键词：隔热瓦，超高温涂层，定量评价，示范应用

5. 先进工程结构材料

5.1 月面建造关键结构材料及应用基础研究（基础研究类）

研究内容：针对月面工程建造的资源条件约束，以及低重力、超真空、大温差等极端环境条件，研究月面天然土体的工程性能表征、模拟与评价方法；研究月壤作为建筑基材的预处理工艺以及成形方法；研究模拟月壤成形材料构件的受力性能和服役功能性，研究不同成形技术制备工程材料的力学性能，并探究其辐射稳定性、高低温热膨胀及导热性等极端环境的功能性特征。

考核指标：制成模拟月壤不少于3种，内摩擦角、主要矿物组成比例、颗粒粒径分布与参考真实月壤相差不超过15%；形成基于模拟月壤的工程材料的制备方法不少于2种，构件的原位资源利用重量比 $\geq 98\%$ ；单个成形构件尺寸 $\geq 50\text{mm} \times 50\text{mm} \times 150\text{mm}$ ，平均抗压强度 $\geq 15\text{MPa}$ 、平均抗拉强度 $\geq 3.0\text{MPa}$ ，模拟月面环境条件下强度保留率 $\geq 30\%$ ，热膨胀系数 $\leq 10^{-5} \text{K}^{-1}$ 。

关键词：月面建造，月壤，成形技术，服役性能

5.2 低碳长寿命海底隧道结构混凝土与工程应用（应用示范类）

研究内容：针对海底隧道工程建设面临大水压、高氯盐等复杂海洋环境，研究隧道结构混凝土的损伤劣化规律与失效机理；研究新型低碳耐蚀水泥制备技术；研究隧道洞渣高效资源化利用技术；研究单层衬砌结构设计及其高性能混凝土制备技术；研究喷射混凝土、二次衬砌和大尺寸管片混凝土的绿色低碳制备和抗裂性、耐久性提升技术；开发可显著提升海底隧道结构混凝土服役寿命的新型功能性材料；建立相关标准规范，实现示范应用。

考核指标：提出低碳长寿命海底隧道结构混凝土设计方法与指标；新型低碳耐蚀水泥 CO_2 排放 $\leq 550\text{kg/t}$ ，180d 耐海水腐蚀侵蚀系数 $K_{180} \geq 1.10$ ；混凝土中洞渣利用率 $\geq 50\%$ ；高性能喷射混凝土的 8h 抗压强度 $\geq 10\text{MPa}$ ，回弹率 $\leq 10\%$ ，7d 龄期 0.5 小时吸水率 $\leq 1.8\%$ ；相对传统混凝土技术，二次衬砌及管片混凝土不开裂保证率 $\geq 95\%$ ，耐久性提升 1 倍以上；管片混凝土养护能耗降低 90% 以上；研制新技术、新材料 ≥ 5 项，编制标准或技术规范 ≥ 3 项，在海底隧道工程示范应用 ≥ 2 项。

关键词：海底隧道，混凝土，低碳，长寿命

5.3 重大海上结构碳纤维复材系泊缆索及关键应用技术（共性关键技术类，江苏部省联动任务）

研究内容：针对海洋重大工程结构建设对高耐久系泊系统需求，研发高性能碳纤维复合材料系泊缆索及其关键应用技术。具体包括：重大海洋工程系泊系统用长寿命、抗疲劳、超长低变形碳纤维复合材料缆索；海洋环境和复杂荷载作用下碳纤维复合材料系泊缆索长期服役性能演化机理与控制技术；碳纤维复合材料系泊缆索连接区的受力机理与连接技术；长寿命碳纤维复合材料系泊缆索设计方法、服役性能检测与评价技术，实现示范应用。

考核指标：碳纤维复合材料系泊缆索的拉伸强度 $\geq 2400\text{MPa}$ 、模量 $\geq 150\text{GPa}$ 、 300MPa 应力幅下疲劳寿命 ≥ 200 万次；材料吸湿率 $\leq 1\%$ ， 60°C 海水浸泡 2000 小时后拉伸强度退化 $\leq 10\%$ ，典型恶劣海洋环境与复杂受力条件下的服役寿命 ≥ 30 年；编制标准

1 部，实现工程示范应用 1 项。

关键词：碳纤维复合材料，系泊缆索，服役性能

5.4 地下工程结构用高性能纤维增强复合材料研制及应用技术（应用示范类，江苏部省联动任务）

研究内容：针对地下工程建设面临的高地应力、岩土大变形、腐蚀等复杂服役环境，研发宽力学指标域和强环境适应性的高性能纤维增强复合材料；研究纤维增强复合材料在岩土体中组合受力条件与腐蚀、地热、水压等环境条件共同作用下的服役性能与高耐久性机理；研发地下工程结构用高性能纤维增强复合材料构件与关键连接技术；研发纤维增强复合材料地下工程应用技术与检验评价技术，实现示范应用。

考核指标：地下工程结构用纤维增强复合材料不少于 4 种，线型材的抗拉强度 $\geq 2500\text{MPa}$ ，断裂延伸率 $\geq 2\%$ ；实现非直轴线的大断面型材，抗拉强度 $\geq 700\text{MPa}$ 、全截面压缩强度 $\geq 250\text{MPa}$ ；在 80°C 水浸 2000h 后的强度保留率 $\geq 80\%$ ，服役寿命 ≥ 30 年；编制标准或技术规范不少于 2 部；在大埋深隧道和滨海城市地下空间建设中实现示范应用不少于 2 项。

关键词：地下结构，纤维增强复合材料，碳纤维，耐久性能

5.5 深地资源勘探用高强韧钢管材及应用技术研究（共性关键技术类）

研究内容：针对深地资源勘探高温、高压、高地应力、腐蚀等严苛复杂环境下钻探管材高可靠需求，研究高强度管材强韧化

机理；开展高纯净钢冶炼、低偏析管坯制造、高尺寸精度轧制和热处理工艺研究；开展高抗扭接头部件和管体设计研究，研制高强韧钻杆和套管；开展关键部件双向防护技术研究，以及模拟特深井高温环境下（ $\geq 250^{\circ}\text{C}$ ）测试验证，实现钻井管材在深井中示范应用。

考核指标：165ksi 以上高强度管材夏比冲击功 $\geq 100\text{J}$ ，屈服强度 $\geq 1140\text{MPa}$ ，抗拉强度 $\geq 1200\text{MPa}$ ；高温下管材性能高于 API 标准值；钻杆接头扭转强度较 API NC 标准提高 70% 以上，高温环境下关键部件双向防护性能（耐磨性和减摩性）较传统防护技术提升 300%；形成钢管材评价标准和设计指南或规范 2 件以上，开展深地资源勘探工程示范应用 ≥ 2 处。

关键词：深地资源勘探，高强韧钢管材，应用技术

5.6 珊瑚骨料高品质利用与珊瑚骨料混凝土性能提升技术 (青年科学家)

研究内容：针对岛礁工程建设用天然骨料缺乏、珊瑚骨料品质差及其制备的混凝土耐久性低、服役寿命短的关键科学问题，开展淡水零消耗下珊瑚骨料氯离子含量控制方法与技术、珊瑚骨料改性强化与珊瑚骨料混凝土裂缝微生物自修复技术以及珊瑚骨料混凝土中钢筋防锈材料与氯离子检测技术研究，实现岛礁工程建设用珊瑚骨料的品质提升与珊瑚骨料混凝土的高性能化。

考核指标：淡水零消耗下，珊瑚骨料氯离子含量 $\leq 0.02\%$ ；新拌混凝土氯离子含量快速检测效率为 3min/次、检测精度为

400mg/L; 2天裂缝面积自修复率 $\geq 95\%$ 、修复深度 $\geq 10\text{mm}$, 形成微生物自修复标准 ≥ 1 项; 钢筋年锈蚀速度 $\leq 0.005\text{mm/a}$ 。

关键词: 珊瑚骨料, 品质提升, 裂缝修复, 高性能化

6. 结构材料制备加工与评价新技术

6.1 高性能合金复杂结构件残余应力与尺寸精准调控技术 (共性关键技术类)

研究内容: 面向航空、航天等领域复杂结构件大型化、精密化的发展需求, 针对长制程、多因素、多尺度下应力与尺寸失控问题, 开展残余应力和尺寸精准调控关键技术研发, 建立全过程残余应力表征、高效工艺设计与控制技术体系。具体包括: 大型复杂构件残余应力无损/微损伤高精度高适应性表征与多尺度应力定值技术; 结构件制造全流程中残余应力和尺寸遗传演化规律; 残余应力演化分析诊断及工艺设计集成仿真; 基于冷却场和约束控制的残余应力与尺寸精准调控技术; 典型大型复杂结构件残余应力与尺寸精准调控技术的验证应用。

考核指标: 建立高精度、高适用多尺度残余应力表征技术, 研制应力定值内控或标准样品/物质 ≥ 3 套, 表面应力测量精度 $\leq 0.08\sigma_y$ (屈服强度), 无损探测深度 $\geq 50\text{mm}$ 、应力测量精度 ≤ 150 微应变; 建成应力分析诊断与工艺设计仿真平台, 典型结构件关键工序全时刻全位置残余应力预测偏差 $\leq 0.20\sigma_y$; 发展残余应力与尺寸的精准调控技术, 在外轮廓直径 $\geq 1500\text{mm}$ 以上典型复杂结构件中应用, 使形位偏差 (不大于 $\pm 5\text{mm}$) 降低 50%以上, 体

残余应力（不大于 $\pm 0.30\sigma_y$ ）降低 30%以上；形成不少于 3 种典型大型复杂结构件残余应力与尺寸精度测量标准、控制规范及相关数据库，在航空航天等领域应用示范。

关键词：残余应力，尺寸精度，表征技术，尺寸调控，大型构件

6.2 3D 打印用高性能合金粉末高效雾化制备技术(共性关键技术类)

研究内容：针对航空航天、能源动力等领域对 3D 打印关键热端部件高使用温度、高力学性能、低制造成本的要求，开展耐热高强铝合金、高承温高强镍基合金、难熔及高熵合金等高性能粉末材料成分设计及低成本制备技术研究，探索原材料类型及制备工艺对粉末杂质含量控制、打印开裂倾向的影响规律，突破材料成分调控及纯净度控制、超音速雾化器结构设计、超高速旋转进给机构设计、粗粉返回料循环利用、高效智能制粉装备开发等关键核心技术，解决粗粉返回料循环使用问题，掌握真空感应熔炼气雾化、超高速等离子旋转电极雾化等低成本高性能合金粉末制备工艺，开发智能高效的雾化制粉装备，研制出低成本高性能的 3D 打印用合金粉末材料。

考核指标：制备出 3—5 种 3D 打印专用高性能合金粉末，粒度 $\leq 53\mu\text{m}$ 的细粉收得率 $\geq 55\%$ ，粉末球形度 $\geq 90\%$ ，松装密度达到母材密度的 55%以上，耐热高强铝合金粉末氧含量 $\leq 500\text{ppm}$ ，高承温高强镍基合金粉末氧含量 $\leq 150\text{ppm}$ ，难熔及高熵合金粉末

氧含量 $\leq 150\text{ppm}$ 。针对应用场景制备 3—5 种高性能大型复杂精密构件，耐热高强铝合金室温屈服强度 $\geq 500\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 12\%$ ， 250°C 屈服强度 $\geq 200\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 10\%$ ；高承温高强镍基合金使用温度 $\geq 1000^\circ\text{C}$ ，抗拉强度 $\geq 400\text{MPa}$ ；难熔及高熵合金强度达到锻件水平。完成真空感应熔炼气雾化制粉装备、超高速等离子旋转电极制粉装备及成套工艺自主开发，形成 3D 打印合金粉末 2000 吨/年的能力，建立高性能 3D 打印合金的材料—工艺—性能数据库。

关键词：3D 打印，合金粉末，粉末制备

6.3 先进工程结构材料痕量元素检测关键技术与表征研究 (共性关键技术类)

研究内容：针对高性能高温合金、钛合金、钢构件服役的实际应用对痕量元素检测技术提出的超低检出限、近原位—多模态高精度分析需求，研究镍基高温合金痕量元素微区分析用标准物质制备技术；基于系列高精度分析方法，研究构件痕量元素近原位—多模态表征技术；研制镍基高温合金痕量元素微区分析标准物质，建立系列高精度分析方法，建立痕量元素近原位—多模态的组织—痕量元素成分含量分布规律表征模型，开展典型构件制备全流程关键痕量元素表征验证。

考核指标：研制 3 种先进结构材料痕量元素微区分析系列标准物质，横/纵向 $10\mu\text{m}$ 内， $1\mu\text{g/g}$ 以上的杂质不确定度 $\leq 10\%$ ，包含的关键痕量元素不少于 5 种，浓度梯度不少于 3 个。建立的痕

量元素化学成分分析方法，元素种类不少于 10 种，检出限 $0.1\mu\text{g/g}$ — $10^{-3}\mu\text{g/g}$ ；建立的痕量元素三维分布分析方法，元素种类不少于 10 种，分辨率优于 10nm；建立的痕量元素价态定量分析方法，元素种类不少于 10 种，元素价态定量分析的检出限小于等于 0.2 原子百分比，深度分辨率优于 10nm；在五种典型工程结构材料上应用验证。建立可表征微米级关键痕量元素含量的近原位-多模态模型，应用于典型镍基高温合金构件制备全流程关键痕量元素表征。

关键词：镍基高温合金，痕量元素微区分析，化学成分分析，三维分布，价态分析

6.4 高品质适航级钛合金粉末制备和 3D 打印技术开发及应用（应用示范类，江苏部省联动任务）

研究内容：针对民用大飞机对批量高稳定性的钛合金粉末和 3D 打印构件的迫切需求，开展钛合金 3D 打印“粉末原材料—设计—工艺—缺陷—组织—形性”的相关性研究，开发融合大数据技术的 3D 打印用高品质钛合金粉末、激光选区熔化构件制备及检测评价技术，重点突破在材料、设备、工艺多重变异性因素影响下 3D 打印钛合金构件在批量制备过程中形性稳定化控制技术，建立符合适航认证要求的钛合金粉末、3D 打印工艺过程和构件技术规范，实现 3D 打印钛合金构件在民用大飞机上的应用示范。

考核指标：批量稳定制备 3D 打印用适航级钛合金粉末： $< 53\mu\text{m}$ 细粉收得率 $\geq 45\%$ ，氧增量不高于 150ppm，批次间粉末特

性 CV 值 < 3%; 3D 打印钛合金构件强度 $\geq 950\text{MPa}$, 断裂韧性 $\geq 90\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$, 形变量控制 $\pm 0.1\text{mm}$ 内, 批次间形性 CV 值 < 3%; 建成符合适航要求的年产 60 吨钛合金粉末和 5000 件激光选区熔化构件示范线, 完成不少于 5 种典型零件在 C919 大飞机上的批量应用。建立符合适航认证要求的钛合金粉末、3D 打印工艺过程和构件技术规范不少于 3 项。

关键词: 民用大飞机, 3D 打印, 钛合金粉末, 激光选区熔化构件, 适航认证

6.5 航天装备用超低摩擦固体润滑薄膜材料与技术 (青年科学家)

研究内容: 针对航天装备领域关键部件服役工况下磨损及润滑难题, 开发新一代航天装备用固体润滑薄膜材料。开展关键部件金属基底表面工程尺度超低摩擦磨损碳薄膜可控制备, 薄膜摩擦学行为与界面结构演化规律, 薄膜/异质配副摩擦界面原子作用机制, 薄膜模拟航天装备工况服役行为研究。揭示薄膜/配副界面电子态作用机制, 提出超低摩擦界面调控策略, 突破航天装备关键部件服役工况超低摩擦固体润滑薄膜技术, 在航天装备轴承或高速 ($> 70\text{m/s}$)、低温下 ($< -180^\circ\text{C}$) 滑动支撑系统获得典型验证。

考核指标: 金属 (轴承钢、不锈钢等) 表面膜基结合力 $> 60\text{N}$ 、薄膜厚度差 $\leq 5\%$ 、薄膜弹性恢复 $\geq 85\%$; 1GPa 接触应力下, 大气、真空 (10^{-3}Pa) 环境下摩擦系数 ≤ 0.005 , 薄膜磨损率 (与钢球配副) $\leq 10^{-10}\text{mm}^3/\text{N}\cdot\text{m}$; 轴系摩擦力矩 $< 80\text{gcm}@1\text{rpm}$, 摩擦

功耗降低 30%以上。

关键词：航天装备，固体润滑薄膜，摩擦磨损

7. 基于材料基因工程的结构与复合材料

7.1 基于材料基因工程的高品质软磁不锈钢生产过程控制技术（共性关键技术类）

研究内容：针对轨道交通对高品质软磁不锈钢研发的迫切需求和产品性能稳定性等瓶颈问题，建立不锈钢高洁净制备的热力学数据库和动力学计算模型，并通过构建多元多相瞬态预报模型，实现对制备过程中成分和洁净度精准预报及其洁净化制备；开发材料熔炼—加工变形—热处理全过程一体化的高通量实验方法，实现生产工艺参数高通量筛选；建立软磁不锈钢生产全过程工艺参数及产品性能数据库，利用机器学习方法开发数据驱动的多目标产品性能的材料成分—工艺—组织—性能一体化设计及生产过程数字控制技术，建立工业化生产全过程数字化和智能控制方法，实现产品短周期、低成本研发和高质量制造。

考核指标：建立具有我国自主知识产权的不锈钢热力学数据库，开发不锈钢制备过程热力学和动力学计算软件 1 套；开发高通量熔炼、变形、热处理一体化研究软硬件装置 1 套；建立 1 个包含 30 万个以上数据的软磁不锈钢生产全过程工艺参数及产品性能数据库，构建复杂性能同步输出条件下的算法及数学模型；开发出高品质软磁铁素体不锈钢，其夹杂物总和 ≤ 2.5 级，总氧稳定 $\leq 10\text{ppm}$ ，饱和磁感强度 > 1.3 特斯拉，矫顽力 $< 300\text{mA}$ ， $\sigma_b \geq$

600MPa, $\delta \geq 14\%$, -40°C 下 V 型缺口 $A_k \geq 27\text{J}$, 稳定性提高 50%; 产品研发周期缩短一半, 生产工序成本降低 20%以上。

关键词: 材料基因工程, 软磁不锈钢, 生产过程, 高通量实验, 智能控制

7.2 基于定构设计和高通量表征的特种聚酰胺研发 (共性关键技术类)

研究内容: 面向空天和高速列车等领域对耐温、高强、高结构稳定性特种聚酰胺的迫切需求, 开发特种聚酰胺材料智能化设计、高通量合成系统、多时空结构高通量表征、极端服役稳定性评价等技术, 建立覆盖分子设计、合成、加工及服役评价全流程的特种聚酰胺材料智能化开发流程和应用平台; 研究聚合物共聚结构、加工工艺、增强组分、界面调控等对聚酰胺材料耐热性、耐寒性、尺寸稳定性、机械性能之间的多目标、多变量、偏好性和动态性复杂定构关系, 开发新型耐温高强、高尺寸稳定特种聚酰胺产品, 突破产业化合成、连续复合等工程化技术, 实现高效低成本研发和工程应用。

考核指标: 建立 1 个包含 10 万个以上数据的特种聚酰胺材料数据库、智能化开发和应用平台 1 个, 实现 ≥ 16 个/批次高通量制备及表征; 注塑加工高通量表征尺度范围 0.1—1000nm, 时间分辨达到毫秒级, 实现 3 种以上无损表征方法联用; 开发 3 种以上特种聚酰胺复合改性产品, 其中耐温高强产品: 熔点 $\geq 335^{\circ}\text{C}$, 热变形温度 $\geq 320^{\circ}\text{C}$ (1.8MPa 下), 室温拉伸强度 $\geq 300\text{MPa}$; 高尺寸稳定产品:

线性热膨胀系数 $\leq 15\text{ppm}/^\circ\text{C}$ ，平衡吸水率 $\leq 0.8\%$ ，室温拉伸强度 $\geq 250\text{MPa}$ ；新产品研发周期缩短 30% 以上，成本降低 35% 以上。

关键词：材料基因工程，特种聚酰胺，智能化设计，高通量表征

7.3 数据驱动的高性能硬质合金和耐磨涂层一体化设计（青年科学家）

研究内容：面向深地开采等领域针对高性能硬质复合材料耐磨性和强韧性协同提升的需求，开发面向工程应用的多组元硬质合金和耐磨涂层多源异构数据库；基于热力学和动力学计算、高通量实验、数据驱动的机器学习技术，明确硬质合金和耐磨涂层的成分—组织—工艺—性能的映射关系，发展涂层—基体界面结构优化设计方法，实现新型硬质合金和耐磨涂层一体化高效设计与性能优化，为高性能硬质复合材料的智能开发提供技术支撑。

考核指标：建立硬质合金体系的相图热力学和扩散动力学数据库，元素种类不少于 15 种；建立耐磨涂层体系的相图热力学和扩散动力学数据库，元素不少于 10 种且包含制备过程获得的亚稳相；明确硬质合金和耐磨涂层的成分—组织—工艺—性能的映射关系，材料性能预测精度 $\geq 90\%$ ；研制出 3 种以上新型硬质合金和耐磨涂层一体化材料，耐磨性和强韧性协同提升 20% 以上。申请发明专利 5 项以上，软件著作权登记 2 项以上。

关键词：材料基因工程，硬质合金，耐磨涂层，智能化设计

“先进结构与复合材料”重点专项 2023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（课题）负责人应为1963年1月1日以后出生，具有高级职称或博士学位。

(2) 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38周岁以下（1985年1月1日以后出生），女性应为40周岁以下（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。

(3) 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。

(4) 参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家，原则上不能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) 中央和地方各级国家机关的公务人员（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）。

(7) 项目申报人员满足申报查重要求。

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。国家机关不得作为申报单位进行申报。

(2) 注册时间在 2022 年 6 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

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。

本专项形式审查责任人：于笑潇

“高端功能与智能材料”重点专项 2023 年度项目申报指南

（仅国家科技管理信息系统注册用户登录可见）

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“高端功能与智能材料”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2023 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：以国家重大需求为导向，支撑新一代信息技术、智能制造、新能源、现代交通、深海/深空/深地探测等重要领域的发展，补短板与建优势并举，解决高端功能与智能材料的重大基础原理、核心制备技术与工程化应用等关键问题。

2023 年度指南部署坚持问题导向、分步实施、重点突出的原则，围绕先进能源材料、关键医用与防疫材料、高端分离膜及催化材料、机敏/仿生/超材料、特种与前沿功能材料和材料基因工程应用技术 6 个技术方向，按照基础研究类、共性关键技术类、应用示范类三个层面，拟启动 44 项指南任务，拟安排国拨经费 5.4 亿元。其中，拟部署 13 个青年科学家项目，拟安排国拨经费 3900 万元，每个项目 300 万元。应用示范类项目要求由企业牵头，配套经费与国拨经费比例不低于 1:1。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。除特殊

说明外，每个方向拟支持项目数为 1~2 项，实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目下设课题不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家；共性关键技术类和应用示范类项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名项目负责人，项目中每个课题设 1 名课题负责人。

青年科学家项目不要求对指南内容全覆盖，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，青年科学家负责人年龄要求，男性应为 1985 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。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

1. 先进能源材料

1.1 中温释氢镁基复合储氢材料研发（共性关键技术类，定向委托）

研究内容：面向大规模氢储运对高效、安全、经济型镁基储氢材料的需求，针对镁基材料释氢温度高的问题，发展镁基复合储氢材料性能的理论预测模型，开发高容量、安全、长寿命中温释氢镁基复合储氢材料；开发成分和相结构可控的镁基复合储氢材料的

低成本稳定化制备技术;研究镁基复合储氢材料的吸放氢机制及热/动力学性能与稳定化方法;确定镁基复合储氢材料在服役过程中成分和相结构的演变及其对材料综合储氢性能的影响机制。

考核指标:建立镁基复合储氢材料性能的理论预测模型,开发新型镁基复合储氢材料。其中,质量储氢密度 ≥ 4.8 wt.%,放氢温度 ≤ 180 °C,释放理论储氢量90%所需时间 ≤ 15 min,放氢纯度 $\geq 99.999\%$,吸氢压力 ≤ 3.0 MPa,放氢压力 ≤ 0.1 MPa,循环2000次后有效储氢密度 ≥ 4.0 wt.%;形成百吨级储氢镁合金生产能力,合格率 $\geq 95\%$;建立分布式储能纯化示范装置。

有关说明:由重庆市科技局作为推荐单位组织申报。

关键词:镁基复合材料,固态储氢,中温释氢,储氢性能

1.2 高效低能耗电源用软磁合金集成技术开发(应用示范类)

研究内容:围绕通讯及新能源领域对先进处理芯片随功率提升导致功耗增加的问题,满足配电模式从横向到垂直供电、再到芯片异质集成的发展趋势,开发感抗类高频低损耗磁性材料及高功率密度铁芯;开发基于软磁材料的异质集成或模块集成技术;研制出通讯及新能源用高频电源模块样机,实现示范应用。

考核指标:磁粉芯1MHz下有效磁导率 ≥ 50 ,损耗 $P_{cv}(3\text{MHz}, 50\text{mT}) \leq 18\text{W}/\text{cm}^3$;电感用磁芯饱和磁感应强度 $\geq 1.2\text{T}$,有效磁导率 $\geq 40000(100\text{kHz})$;通讯芯片供电用800W以上电源异质集成样机相比横向供电效率提升1%;新能源友好并网用200kW以上电源样机效率 $\geq 98\%$,功率密度相比原有软磁材料方案提升

5%，并实现示范应用。

关键词：低损耗磁性材料，异质集成，高频电源，芯片供电

1.3 失效电池正负极材料结构与功能修复关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对大量失效锂离子电池回收流程长、效率低、成本高等问题，开发失效电池正负极材料功能与结构直接修复再利用关键技术。研究电池正负极材料性能衰减和结构劣变等失效机理，开发失效电池智能化检测与性能评估新技术；研究正负极活性物质与集流体之间精准高效剥离技术及机理；研究在分子尺度上修复失效正极材料功能与结构的原理与方法，实现正极材料的直接修复再利用；研究失效石墨负极中有机质材料的去除和结构修复方法，开发石墨负极高效修复再生技术。

考核指标：失效锂离子电池电极活性物质剥离后的损耗率 $\leq 0.5\%$ ；在同样测试条件下，直接修复的正极材料的初始容量与循环性能经过安时级单体电池验证，达到同种商业化正极材料平均水平（磷酸铁锂：0.2C 倍率时首次放电容量 $\geq 155 \text{ mAh/g}$ ，循环次数 ≥ 5000 ；三元正极材料容量 $\geq 180 \text{ mAh/g}$ （4.2V），循环次数 ≥ 2000 ）；再生石墨负极材料的回收率 $\geq 90 \text{ wt}\%$ ，再生石墨固定碳含量 $\geq 99.5\%$ ，0.2C 倍率时首次放电容量 $\geq 350 \text{ mAh/g}$ ，首次库仑效率 $\geq 93\%$ 。实现年处理百吨级的失效锂离子电池正、负极活性物质的直接修复再生中试生产示范线各 1 条。

关键词：失效电池，正负极材料，精准剥离，材料直接修复，

高效再生

1.4 塑性及宽温域热电材料宏量制备与器件集成技术（共性关键技术类）

研究内容：面向柔性电子/物联网等新兴领域和太空/海洋等应用环境对自维持免维护能源技术的迫切需求，研究开发室温附近高性能塑性无机热电材料和宽温域高稳定性热电材料，探索电热输运调控新方法，发展宏量制备技术；揭示热电材料与电极优化集成方案及复杂工况下界面微结构和性能演化规律，建立面向全温区、多场景下热电器件的设计模型与规模化集成制造技术；解析复杂工况下热电器件性能衰减机制，提出全面提升无机热电材料的热、电、力等综合使役性能的方法。

考核指标：获得室温附近高性能塑性无机热电材料，热电优值 $zT \geq 0.6$ ，功率因子 $\geq 20 \mu\text{W}/\text{cmK}^2$ ；开发 400—1000 K 平均 zT 值 ≥ 1.4 的宽温域高性能热电材料，在 1000 K 不分解不软化；实现公斤级材料宏量制备；研制归一化功率密度 $\geq 40 \mu\text{W}/\text{cm}^2\text{K}^2$ 的面外型柔性热电器件，厚度在 (0.3—1) mm、1000 次弯曲后性能衰减 $\leq 5\%$ ；研制的宽温域热电发电器件在 400—1000 K 温区能量转换效率 $\geq 10\%$ 、功率密度 $\geq 3 \text{W}/\text{cm}^2$ ；热电发电器件输出功率年衰减率 $\leq 2\%$ 。

关键词：热电材料，器件集成，电热输运，制备技术

1.5 高比能长寿命镁二次电池关键材料与技术（基础研究类）

研究内容：面向国家对储能的迫切需求，利用我国高丰度资

源，开发具有自主知识产权的镁二次电池关键材料。研究能够快速脱嵌镁离子的新型正极材料，从原子尺度探明其储镁机理与镁离子脱嵌动力学调控机制；研究防钝化的镁合金负极材料，探索镁负极无枝晶沉积的本征规律，揭示超薄塑性成形机理与钝化抑制机制，发展镁合金负极箔材加工技术；探索镁离子的传输以及在电极/电解液界面的去溶剂化机制，揭示电极/电解液界面演变规律，开发与正负极材料适配的新型镁电解质体系；开发纤维素类复合隔膜，研究其与电解质的浸润性、镁离子的扩散性能；基于所开发的材料设计并构筑全电池，通过电池材料及结构的优化，实现高比能和长寿命，推进实际应用。

考核指标：开发的储镁正极材料比容量 ≥ 170 mAh/g，在 5C 下循环寿命 ≥ 3000 次。负极材料在 3 mA/cm² 电流密度下循环寿命 ≥ 3000 次、平均库仑效率 $\geq 99.5\%$ ，厚度 ≤ 50 μ m。研发出可同时兼容正负极的镁电解质体系，电位稳定窗口 ≥ 3.5 V、离子电导率 ≥ 4.0 mS/cm。研制的安时级镁二次电池单体能量密度 ≥ 150 Wh/kg，循环 2000 次后，放电容量保持率 $\geq 80\%$ 。

关键词：镁二次电池，无枝晶镁负极，储镁正极，电化学储能

1.6 高性能超导薄膜及电子学应用（青年科学家）

研究内容：针对高灵敏度新型超导器件研制的需求，研究高性能高温超导超薄膜在沉积过程中的结晶和生长机理，开发纳米级厚度高温超导超薄膜的制备技术。设计高温超导光电薄膜器件，开发出适用的微纳加工技术。研究高温超导超薄膜的光响应特性，

探索高温超导材料在光激发过程中光子—电子相互作用。

考核指标：获得2类以上不同衬底上纳米级厚度高温超导超薄膜的制备工艺；薄膜厚度 ≤ 10 nm，超导转变温度 $T_C \geq 25$ K，转变温度宽度 $\Delta T_C \leq 1$ K；构建1个高温超导薄膜中光子—电子相互作用理论模型，设计并制备至少1种高温超导光电探测器件，对500—5000 nm的单光子探测效率达到50%以上。

关键词：高温超导，超薄膜，电子学，光响应

1.7 高性能介观电子传输层材料研究（青年科学家）

研究内容：面向新一代钙钛矿太阳能电池的应用需求，发展稳定性高、界面兼容性好、迁移率合适的电子传输层材料及其载流子浓度和能级调控策略；研制均匀分布的高结晶性、单分散、尺寸可控的纳米级电子传输层材料；开发高质量电子传输层浆料与介观电子传输层薄膜的制备技术，实现大面积均匀介观电子传输层薄膜的可控制备。

考核指标：提供新一代电子传输层材料，传输层材料纳米颗粒粒径为30 nm左右，电子传输层薄膜迁移率 ≥ 1 $\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ ，电子传输层膜厚超过2微米的光伏器件光电转换效率 $\geq 26\%$ ；面积不小于 1 m^2 基底上均匀介观电子传输层薄膜厚度差异 $\leq 10\%$ ；85度全光谱光照1000小时，介观电子传输层薄膜性能衰减 $\leq 1\%$ 。

关键词：太阳能电池，电子传输层材料，制备技术

1.8 体温调控与发电一体化的热电纤维织物（青年科学家）

研究内容：针对便携式电子设备的可持续电源供给方面的需

求，开发柔韧可编织热电纤维的新型宏量拉丝技术，研制高性能单根热电纤维材料与器件；发展热电织物的规模化特种编织技术，研制高性能可穿戴体热发电及体温调控一体化的热电纤维织物系统。

考核指标：单根高柔韧热电纤维连续拉丝长度 ≥ 50 m，抗拉强度 ≥ 40 MPa，热电优值 $zT \geq 0.8$ ；热电织物温差发电方面，在热电织物两面温差为 20°C 时，发电功率 ≥ 4 W/m²；热电织物制冷方面，在环境温度 $30^\circ\text{C}\sim 45^\circ\text{C}$ 时，实现热电制冷降温 $\geq 10^\circ\text{C}$ ，持续降温时间 ≥ 4 小时；热电织物的柔性及耐久性：在环境温度为 $-20^\circ\text{C}\sim 45^\circ\text{C}$ 时，织物的弯曲半径 ≤ 2 mm，弯曲循环稳定性 ≥ 1000 次；耐水洗稳定性 ≥ 30 次，满足织物的热湿舒适性穿着需求。

关键词：柔性纤维，热电织物，发电，制冷

2. 关键医用与防疫材料

2.1 生物适配型抗菌材料及其表面功能化关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对临床量大面广的骨、口腔、软组织修复材料及各种外科手术引起的细菌感染难题，研究具有高抗菌性、多功能化并能够促进组织功能修复的生物适配型抗菌材料及其功能化表面构建关键技术；研究修复体和/或功能化表面材料的降解性能、抗菌性能及促组织修复性能，实现正常及感染等不同微环境下性能的精准可控；研究修复过程中材料抗菌性能与促组织修复性能的选择性表达规律和协同作用机制；综合评价材料体内生物适配性能及组织修复效果。

考核指标：获得不少于 5 种生物适配型抗菌修复材料，抗菌生物活性分子层厚度在 100 纳米以内，稳定性大于 30 天，生物降解周期 180 天以内；功能化表面构建过程中，材料力学性能变化率在 5% 以内；功能化材料表面能够适应高酶、变温、动态湿润等复杂生理环境，对微环境中 pH、温度等参数变化的响应时间少于 1 分钟；响应循环次数超过 20 次；骨、软组织等修复材料对临床常见耐药菌的杀菌率大于 98%，生物被膜抑制率大于 85%；口腔修复材料的细菌粘附率降低 80% 以上，生物被膜抑制率大于 85%；材料植入体内后无炎症、排异反应，促进组织愈合和生长能力不低于材料改性前；完成 3—5 种修复材料的动物体内抗菌性能和促组织修复疗效评价。

关键词：骨修复材料，口腔修复材料，软组织修复材料，抗菌材料，生物适配

2.2 近红外二区光学诊断材料与探针（共性关键技术类）

研究内容：面向恶性肿瘤精准诊疗需求，发展光学性能精准调控新策略，开发系列原创性的近红外二区光学材料体系；建立近红外二区光学材料的合成生产工艺，实现高可控性量产制备；开发近红外二区成像检测新技术，及多源生理、病理信号的多重实时动态检测新方法；开发近红外二区光学诊断试剂在肿瘤精准检测诊断和肿瘤免疫治疗中的应用。

考核指标：获得 5—8 种高性能量子点、稀土纳米发光粒子、荧光染料等近红外二区材料，波长 1000—1700 nm，荧光寿命 1 ns

—20 μs 可调, 绝对荧光量子效率 $>30\%$ 或峰值摩尔吸光系数 $>10^6 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$, 以保证荧光亮度 $>2 \times 10^5 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$; 建立 2 种以上近红外二区光学材料规模化制备技术, 分子或颗粒化学纯度 $>95\%$; 建立近红外二区荧光强度、荧光寿命、波长等多维度、多通道、跨尺度成像技术方法, 时间分辨率 $>20 \text{ Hz}$; 实现 >5 通道多重成像检测, 宏观成像时活体穿透深度 $>1 \text{ cm}$, 光学空间分辨率 $<100 \mu\text{m}$, 显微成像时组织穿透深度 $>1 \text{ mm}$, 光学空间分辨率 $<10 \mu\text{m}$; 完成不少于 50 例的肿瘤术中快速病理检测, 检测的灵敏度和特异性均 $>90\%$ 。

关键词: 近红外二区光学材料, 荧光成像, 寿命成像, 肿瘤诊疗

2.3 构建软组织修复体的功能材料及关键技术 (共性关键技术类)

研究内容: 针对血管、心瓣膜等软组织损伤修复需求, 研究具有抗凝血功能的软组织修复功能材料及修复体构建关键技术; 研究功能材料与血液界面相互作用; 评价功能材料体内生物相容性及再生修复效果。

考核指标: 获得 2—3 种用于血管、心瓣膜修复的功能材料; 血管材料本体拉伸强度大于 15 MPa , 顺应性大于 $1\%/100 \text{ mmHg}$, 血管爆破压大于 2000 mmHg , 弹性模量 $>5 \text{ MPa}$, 断裂伸长率 $>65\%$, 缝合保持力 $>2 \text{ N}$, 体内植入 3 个月后内皮化率大于 60% ; 获得 1—2 种可用于制备组织工程瓣膜的基质材料, 极限拉伸强

度大于 3 MPa，拉伸模量大于 5 MPa，瓣膜表面一个月內实现自体內皮化率大于 60%，制备人工心脏瓣膜器件的体外脉动流试验性能符合 ISO 5840 或 GB12279 标准，疲劳试验可通过大于 5000 万次耐久性测试；完成 1—2 种上述软组织修复功能材料在实验动物水平的功能性评价。

关键词：软组织修复，抗凝血材料，血管，心瓣膜

2.4 高活性骨组织修复材料研发（共性关键技术类）

研究内容：针对骨组织修复材料生物活性低的难点问题，研发仿天然骨拓扑微纳和多级孔结构的高活性骨组织修复材料，用于超临界尺寸骨缺损的修复；研究功能活性成分在骨组织修复体的分布对调控免疫细胞、内源性干细胞招募、成骨性能、成血管和修复效率的影响和构效关系，研究骨组织修复材料调节免疫、促进骨组织修复的综合性能和成骨机制。

考核指标：研发 2~3 种用于修复骨缺损的高活性骨组织修复材料，生物相容性符合 ISO10993 或 GB/T16886 标准，孔隙率 $\geq 60\%$ ，孔径 $\geq 200 \mu\text{m}$ ，初始抗压强度 $\geq 30 \text{ MPa}$ ，压缩弹性模量 200—2000 MPa，体内 3—6 个月完全降解，超临界尺寸骨缺损完全修复，修复部位力学强度达正常宿主骨的 70%，成骨量 \geq 商用无机骨修复材料（硫酸钙，Wright）的 120%，抑制促炎型免疫细胞 \geq 商用无机骨修复材料（硫酸钙，Wright）的 150% 以上，招募内源性干细胞数量 \geq 商用无机骨修复材料（硫酸钙，Wright）的 10 倍以上，促进血管化 \geq 商用无机骨修复材料（硫酸钙，Wright）

的 2 倍以上；完成上述高活性骨组织修复材料在大动物水平的评价。

关键词：高活性骨修复，超临界尺寸骨缺损，免疫调节

2.5 分子影像探针材料（青年科学家）

研究内容：围绕肾功能精准评估与检测需求，研发具有可经肾有效清除的肾功能分子影像探针材料以及肾脏过滤、重吸收、外排等重要生理功能的无创灵敏检测方法，建立分子水平对肾脏功能定性与定量评估的技术；研究肾功能分子影像探针在多种肾脏疾病早期诊断及治疗跟踪上的应用。

考核指标：研发 3—5 种用于肾功能评估与无创检测的计算机断层扫描（CT）成像探针，探针尺寸 $<6\text{ nm}$ ，探针材料 X 射线（100 KeV）吸收系数 $>4.0\text{ cm}^2/\text{g}$ ，24 小时内肾脏清除率 $>50\%$ 注射剂量（ID），7 天内肾脏清除率 $>90\%$ ID，肝脏总摄取量 $<10\%$ ID；探针成像性能优于临床 CT 碘造影剂，达到相同肾脏皮髓质对比度所用探针剂量比临床碘造影剂剂量低 2 倍以上；探针检测肾功能损伤灵敏度优于常用的血清尿素氮和肌酐肾功能指标；完成至少 3 种肾病小动物模型的早期检测与肾功能实时监测，并利用探针阐明关键调控生物分子及细胞变化和肾病发生与发展的关系。

关键词：探针材料，分子影像，肾功能检测

2.6 生物大分子水凝胶材料（青年科学家）

研究内容：面向难愈合消化道溃疡等组织损伤修复的需求，研究基于聚氨基酸、多糖等的生物大分子水凝胶，发展响应性快

速凝胶化技术；研究生物大分子水凝胶对生物活性分子的控制释放、组织湿粘接和密封能力，及促组织修复能力。

考核指标：获得 3~4 种可注射生物大分子水凝胶，储存稳定性大于 1 年，在 32~37 °C 或 pH 1.0~4.0 条件下凝胶化时间小于 10 秒，湿粘接强度（pH 1.0~4.0 条件下）大于 30 kPa，且 1 周内粘接强度下降小于 10%；弹性模量在 30~60 kPa 可调，匹配消化道弹性模量；在消化道组织损伤模型中，水凝胶创面停留时间大于 2 周，抵抗胃壁周期性运动（10 kPa/次）且爆破压大于 20 kPa，阻止消化道内容物溢出大于 1 周，组织修复炎症期小于 1 周，实现受损组织再生修复。

关键词：生物大分子水凝胶，智能响应，组织湿粘接，组织损伤修复

3. 高端分离膜与催化材料

3.1 耐温型有机复合膜研制及膜接触器技术（共性关键技术类）

研究内容：面向化纤、医药等工业对耐温型有机复合膜的应用需求，研究膜材料耐温机理及失效机制，开发耐温型复合纳滤膜、反渗透膜等膜材料及关键制备技术；研究耐温型膜元件成型工艺及封装方法，开发耐温型有机复合膜的应用技术与成套装备，开展高温下膜运行稳定性评价研究；研究膜接触器传质分离机制，开发膜接触器的应用技术。

考核指标：开发出 2 种耐温型复合纳滤膜，截留分子量 ≤ 200 Da， MgSO_4 脱除率 $\geq 96\%$ ，耐温 ≥ 70 °C，在 10 wt% H_2SO_4 和 10

wt% NaOH 环境中，稳定运行时间 ≥ 90 天，性能衰减率 $\leq 5\%$ ，建成处理能力为千吨级/日的膜应用装置；开发 1 种耐高温复合反渗透膜，NaCl 脱除率 $\geq 99.5\%$ ，研发的膜材料在温度 $\geq 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的体系中稳定运行时间 ≥ 1 年，溶胀率、性能衰减 $\leq 10\%$ ，建成 ≥ 100 万 m^2 /年的耐温型反渗透膜规模化生产能力；开发 2 类膜接触器，在温度 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下，膜接触器传质效率提高 20%，建成处理能力不小于 10 吨/日的中试装置，1000 h 运行后膜性能衰减 $\leq 10\%$ 。

关键词：耐温型有机膜，耐温型纳滤膜，耐温型反渗透膜，膜接触器

3.2 反应过程强化用结构化催化剂关键技术与应用示范（应用示范类）

研究内容：针对绿色液相选择氧化、固体酸催化等重要化工生产反应过程强化传热、传质和突破反应平衡限制的需求，开发结构化催化剂结构优化方法、活性位的精细结构调控方法及规模化制备技术；研制面向己内酰胺高效绿色生产的微纳结构化钛硅分子筛催化剂、面向苯二酚高效绿色生产的整体式结构化钛硅分子筛催化剂、面向马来酸二甲酯绿色生产的催化—分离一体化结构化固体酸催化剂，开发相应的反应工艺并进行工业示范。

考核指标：整体式结构化催化剂载体的开孔孔隙率 $\geq 70\%$ 、抗压强度 $\geq 10\text{ MPa}$ 、导热系数 $\geq 10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ，生产能力百吨级/年规模以上；形成环己酮氨肟化微纳结构化催化剂、苯二酚合成整体式结构化催化剂和马来酸二甲酯合成整体式结构化催化剂 100

吨/年生产能力。其中，①微纳结构化钛硅分子筛催化剂在 10 万吨/年己内酰胺水体系氨肟化—溶剂重排生产装置中实现工程应用，环己酮转化率和环己酮肟选择性均 $\geq 99.9\%$ ，较传统的以叔丁醇为溶剂的反应工艺，时空收率提高 $\geq 20\%$ 、溶剂安全绿色化；②整体式结构化钛硅分子筛催化剂在 1000 吨/年苯二酚生产装置中实现工程应用，苯酚有效转化率 $\geq 85\%$ ，较传统淤浆床工艺，时空收率提高 $\geq 20\%$ 、节能 $\geq 20\%$ ；③整体式结构化固体酸催化剂在 1000 吨/年马来酸二甲酯生产装置中实现工程应用，较传统先反应后精馏工艺，时空收率提高 $\geq 20\%$ 、节能 $\geq 20\%$ 。催化剂寿命考核时间均 ≥ 1000 h，性能衰减小于 1%。

关键词：结构化催化剂，过程强化，绿色液相选择氧化，固体酸催化

3.3 高装填密度无机微孔膜的制备与应用技术（共性关键技术类）

研究内容：针对石化行业低碳烃分离能耗高的问题，研究用于低碳烃高效分离的无机微孔膜材料，开发高强度高装填密度无机载体，研究载体构型对膜机械强度和分离性能的影响；研究膜微结构的调控方法，开发先进微孔膜材料，探究烃分子选择性分离机理；开发高装填密度微孔膜的放大制备技术及膜应用装置，开展微孔膜在典型低碳烃分离中的中试评价。

考核指标：开发出高强度无机载体材料，三点抗弯载荷力 ≥ 2000 N。开发出金属有机框架、沸石分子筛等 3 种以上高装填密

度无机微孔膜材料，填装密度 $\geq 300 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 。微孔膜应用于低碳烃体系的分离因子 ≥ 100 ，渗透速率 $\geq 100 \text{ GPU}$ 。建设 $1000 \text{ m}^2/\text{年}$ 的多通道微孔膜中试生产线，单个膜元件面积 $\geq 0.2 \text{ m}^2$ ，膜组件面积 $\geq 2 \text{ m}^2$ 。开发不同应用体系的微孔膜中试应用装置 3 套，日处理量 $\geq 100 \text{ Nm}^3/\text{套}$ ；开展应用性能评价，运行考核时间 ≥ 1000 小时，烃产品纯度 $\geq 99\%$ ，分离能耗较精馏技术节 50% 以上。

关键词：微孔膜，烃分离，高装填密度，无机膜

3.4 典型污染物治理用催化剂及成套技术示范(应用示范类)

研究内容：针对化工、钢铁等行业多污染物协同治理和源头治理的应用需求，开发高效环境催化剂及反应器技术。研究污染物转化过程的强化技术和多污染物协同催化机制，开发高净化效率和高能源效率的有机物富集回收—高效催化燃烧技术；研究临氧裂解催化剂技术，开发多污染物协同净化与过程强化技术；研究高稳定性的高效水解催化材料，开发源头脱除羰基硫的催化固定床反应器；开展典型难降解污染物高效治理的工程应用示范。

考核指标：研制典型高效环境催化材料及化工多污染物催化净化新技术，运行温度 $< 400 \text{ }^\circ\text{C}$ ，有机废弃物降解效率 $\geq 99.9\%$ ，催化燃烧反应热回收利用率 $\geq 50\%$ ；净化后尾气非甲烷总烃浓度 $\leq 60 \text{ mg}/\text{m}^3$ 、 $\text{NO}_x < 30 \text{ mg}/\text{m}^3$ ，净化后尾水 COD $\leq 50 \text{ mg}/\text{L}$ ，化工无机废盐 TOC 降至 $100 \text{ mg}/\text{L}$ 以内；研制的高效羰基硫水解催化剂用于模拟高炉煤气的净化，在温度不高于 $150 \text{ }^\circ\text{C}$ 下，羰基硫转

化率 $\geq 95\%$ ，硫化氢选择性 $\geq 95\%$ ；建立多污染物协同治理催化净化示范装置 2 套，稳定运行 1000 h 以上，催化性能下降 $< 10\%$ ，运行成本下降 10%。

关键词：环境催化剂，多污染物协同治理，源头脱硫

3.5 高效水净化膜材料制备关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对水中微污染物高效脱除的应用需求，研究微液滴多尺度成膜结构单元与成膜反应界面调控机制的协同耦合技术，开发具有纳米级复合结构的分离膜材料可控制备新技术；研究膜化学组成、孔道结构和微观形貌对膜分离性能的影响规律，开发分离膜增材制造规模化制备技术及中试生产线；研究混合基质浆料快速成膜方法，研制具有梯度孔结构的超微滤膜，开发微污染地表水膜法净化工艺与成套装备。

考核指标：开发 3 种以上分离膜材料的可控制备新技术，研制的膜产品较商品化同类型膜产品分离性能提升 20%；复合膜对分子量 200 Da 以下微污染物去除率 $\geq 99\%$ ，水渗透系数 $\geq 10 \text{ L}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{bar}^{-1}$ ；超微滤膜孔径在 10—500 nm 范围内可调，对应的水渗透系数为 500—2000 $\text{L}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{bar}^{-1}$ ；建成增材制造膜中试线，膜幅宽 $\geq 0.5 \text{ m}$ ，制膜工艺的溶剂使用量降低 80% 以上；开发出 2 种以上典型微污染水处理的膜集成工艺，建成处理量 $\geq 100 \text{ t/d}$ 的应用装置，连续运行时间大于 1000 h，膜性能衰减 $\leq 5\%$ ，运行成本下降 10%。

关键词：膜材料，微污染物水处理，膜制备技术

3.6 微孔离子筛膜材料的关键技术（青年科学家）

研究内容：面向盐湖卤水、海水等直接提锂的应用需求，研制离子型共价有机框架、仿生离子通道等微孔离子筛膜。研究膜材料设计合成方法，开发仿生离子通道精密构筑关键技术，揭示一价离子在膜通道内水合—去水合行为及多尺度流固耦合关系，探索离子竞争性传递机制及其主动调控方法，开展微孔离子筛膜的验证性应用研究。

考核指标：开发出微孔离子筛膜制备关键技术，研制出 2 种以上具有自主知识产权的微孔离子筛膜，膜的锂离子通量 $\geq 10 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{h}$ ，锂镁混合体系选择性 ≥ 500 ，锂钾混合体系选择性 ≥ 20 ，膜性能考核时间 $\geq 100 \text{ h}$ 。

关键词：离子筛膜，微孔膜，锂镁分离，锂钾分离

3.7 多孔聚离子液体催化剂及应用技术（青年科学家）

研究内容：针对 CO_2 捕集与转化的应用需求，开发对 CO_2 具有高效捕集与催化转化的多孔聚离子液体；发展新型高效 CO_2 催化转化反应路线；研究离子液体多活性位点和孔道特性与反应物间相互作用及协同调控反应新机制；探索离子液体强静电微环境活化 C-O 键及 C-H、C-C 化学键重构机理；开发多孔聚离子液体的结构精准控制方法和制备技术。

考核指标：研制出 4~6 种多孔聚离子液体催化材料；开发出 2~3 个 CO_2 高效捕集与催化转化体系，其中 CO_2 与水电催化反应制备单一产物（甲烷、乙烯、乙醇等）的法拉第效率高于 80%，电流密度高于 300 mA/cm^2 ，稳定考核 100 h 以上； CO_2 耦合工艺

制碳酸二甲酯、碳酸二乙酯的产率大于 80%；构建 CO₂ 捕集与催化转化平台；掌握多孔聚离子液体材料公斤制备技术。

关键词：聚离子液体，多孔，CO₂ 转化，工程制备技术

3.8 高性能碱性离子交换膜制备技术（青年科学家）

研究内容：针对碱性环境下电解水制氢关键膜材料稳定性的问题，研究螺环和扭曲结构对离子交换膜材料稳定性的影响规律，开发低电阻、高化学稳定性碱性离子交换膜材料，研制高性能碱性离子交换膜，建立膜材料结构、离子传导与电解水制氢效率间的构效关系，评估碱性离子交换膜在电解水制氢中的稳定性。

考核指标：碱性离子电导率 ≥ 0.08 S/cm (25°C) 和 ≥ 0.18 S/cm (80°C)，氢气透过率 ≤ 0.02 mL/min·cm²，纵横向溶胀率 $\leq 10\%$ ，机械强度 ≥ 40 MPa，断裂伸长率 $\geq 50\%$ ，阳离子降解 $\leq 5\%$ (1 M NaOH 中 80 °C 下浸泡 6000 h)，厚度 ≤ 50 μm，单张膜面积 ≥ 2 m²。

关键词：离子交换膜，碱性离子电导率，电解水

4. 机敏仿生超材料

4.1 面向下一代移动通信应用的高性能电磁屏蔽复合材料（共性关键技术类）

研究内容：面向以 6G 为代表的下一代移动通信技术对高性能电磁屏蔽材料的重大需求，开展空基通讯和地基通讯电磁防护材料关键技术研究：发展 GHz/THz 多频谱兼容智能屏蔽/吸波材料设计方法，揭示材料组成及结构与宽频电磁屏蔽/吸波之间的构效关系，开发高强韧、高导热、耐高低温、耐原子氧剥离等特殊

空天地服役环境下高效电磁屏蔽复合材料，阐明力—热—电—磁多物理场耦合作用机理；研究典型模拟服役条件下材料电磁屏蔽/吸波性能演变规律以及性能稳定机制；在典型星载和地面通信设备中进行应用演示验证。

考核指标：开发的星载通信用的电磁屏蔽材料在 0.5 GHz~3 THz 频率区间和 4.3 THz 频点下材料电磁屏蔽效能 ≥ 100 dB（工作温度范围：-196~300 °C），模拟空天典型环境下屏蔽效能保持率 $\geq 90\%$ ；地面设备用电磁屏蔽材料在（0.5~75 GHz）屏蔽效能 ≥ 60 dB；有效吸波频段（吸收强度高于 10 dB） ≥ 50 GHz，最大吸收强度 ≥ 40 dB，具备优良的电连接能力。轻质材料密度低于 0.5 g/cm^3 ，压缩率 $\geq 50\%$ ；结构材料密度 $\leq 1.8 \text{ g/cm}^3$ ，拉伸强度 $\geq 90 \text{ MPa}$ ，材料断裂延伸率 $\geq 5\%$ ，热导率高于 $15.0 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ 。在星地通信设备中实现演示应用。

关键词：6G 通讯，电磁屏蔽，复合材料

4.2 用于磁共振成像图像增强的共形超构材料（共性关键技术类）

研究内容：针对磁共振成像因信噪比低而导致图像质量差和检测效率低等核心问题，开展基于人体形态学的共形超构材料磁共振图像信噪比增强机理研究；揭示非线性超构材料的频率响应规律及其对射频接收场的增强机理，发展基于非线性响应理论的超构材料智能场调控技术；开发基于低损耗材料体系与无磁性电子元件集成的超构材料，在磁共振成像设备中实现演示应用。

考核指标：开发出用于磁共振成像增强超构材料：用于膝关节、肘关节、腕关节成像的超构材料在 1.5T 成像时信噪比达到或超过目前正在使用的通用设备原配 4 通道线圈 2 倍；用于甲状腺和眼球成像的曲面型超构材料实现在 1.5 T 成像甲状腺的信噪比 \geq 头颈联合线圈单独使用的 2 倍，3.0 T 成像眼球的信噪比 \geq 头线圈单独使用的 2 倍。

关键词：图像增强，智能调控，超构材料，核磁共振

4.3 无线通信中继用信息超构材料及器件（共性关键技术类）

研究内容：研究信息超构材料对空间电磁波的散射机理和波束赋形方法，探索信息超构材料与环境的一体化建模及仿真技术；研究信息超构材料单元的快速、智能设计技术，实现以编程的方式调控电磁波特性，实现信息超构材料在无线系统中大流量、低时延的快速协同通信。

考核指标：研制出无线通信中继系统用信息超构材料，单元数大于 4000 个，每个单元可独立控制，调相范围大于等于 300 度，调制时间小于 500 ns；用于无线中继基站，在 Ka 波段水平方位角覆盖 $-60\sim 60$ 度，无线链路用户端接收信噪比提高 10 dB 以上，技术成熟度达到 4 及以上。

关键词：信息超构材料，无线通信，中继

4.4 智能光限幅吸波体超构材料（青年科学家）

研究内容：面向高铁、新能源汽车等高端装备对具有屏蔽和防护作用的节能型光限幅透明材料的重大需求，发展基于智能光

限幅吸波体的超构材料多物理场协同设计理论，阐明智能光限幅组装体对光子光电子输运转换的调控机制，开展智能光限幅吸波一体化超构材料制备及应用验证研究。

考核指标：提出光限幅透明超构材料智能调控理论。研制智能光限幅吸波体超构材料，外形尺寸不小于 $350 \times 400 \text{ mm}$ ，对入射光的入射角度不敏感，在正入射及大角度入射均保持可见光透过率 $>70\%$ ，可承受辐照剂量 $\geq 130 \text{ J/cm}^2$ ，透过辐照剂量 $\leq 7 \text{ J/cm}^2$ ，响应时间 $\leq 150 \text{ ms}$ ，X 波段吸收效能 $\geq 10 \text{ dB}$ 。

关键词：光限幅吸波体，智能玻璃，外场调控

4.5 自供能异质集成芯片用金刚石材料（青年科学家）

研究内容：针对深空、海底油井等对耐高温、耐辐射、十年以上自供能运行的传感芯片的重大需求，开发高性能增强型金刚石 pMOS 器件，实现高性能金刚石同位素电池供能单元与金刚石芯片异质集成，完成高性能金刚石与门、非门搭建，获得以电子级高定向金刚石晶圆材料为载体的、集成金刚石同位素电池与 CMOS 器件的芯片样件，并对其在高温、辐射等特殊场景进行应用验证。

考核指标：电子级高定向金刚石晶圆直径 $\geq 100 \text{ mm}$ ，杂质含量（氮、硼、硅、钨、钽、镍） $\leq 50 \text{ ppb}$ ，拉曼半峰宽 $\leq 2 \text{ cm}^{-1}$ ，高取向晶面 XRD 摇摆曲线半峰宽 $\leq 100 \text{ arcsec}$ ，氢终端方阻 $\leq 1000 \Omega/\square$ 。金刚石场效应晶体管导通电流密度 $\geq 1000 \text{ mA/mm}$ ，增强型金刚石场效应晶体管 $V_{th} < 0 \text{ V}$ 。n 型场效应晶体管导通电

流密度 ≥ 1000 mA/mm。CMOS 电压增益 ≥ 100 。金刚石同位素电池开路电压 ≥ 2 V，输出功率 ≥ 1000 nW。在环境温度 -30 到 50°C 范围内，相对于 25°C 下，同位素电池的输出功率衰减 $\leq 10\%$ 。在辐射粒子通量 $\geq 1 \times 10^{12}$ p/cm² 条件下，同位素电池输出功率衰减 $\leq 10\%$ ，且开路电压保持在 1 V 以上，nMOS 导通电流密度衰减 $\leq 10\%$ 。

关键词：金刚石晶圆，耐温耐辐射，场效应

5. 特种及前沿功能材料

5.1 高功率密度多孔介质燃烧用介质材料研制及应用（应用示范类，定向委托）

研究内容：针对燃气取热领域为实现双碳战略目标对高效、清洁燃烧技术的迫切需求，打破中、高温多孔介质燃烧技术在我国应用推广中无材可用的局面，研制适用于高功率密度多孔介质燃烧工况的多孔介质材料。研究材料微观组织/宏观拓扑结构与燃烧应用性能之间的构效关系，强化材料基础性能；开发材料表面防护技术，提升耐高温烟气腐蚀能力；开展多孔介质材料在燃烧过程中的应用性能及使役行为研究，评估材料的稳定可靠性和寿命；开发多孔介质材料工程化制备技术，并在钢铁行业热工装备上进行示范应用。

考核指标：多孔介质材料压缩强度 ≥ 15 MPa，弯曲强度 ≥ 10 MPa，热导率 ≥ 12 W/(m·K)；耐热冲击，1300 °C~室温（风冷）循环 200 次不破坏。用于燃烧器时，燃烧面可达温度 ≥ 1400 °C，

功率密度 $\geq 1.5 \text{ MW/m}^2$ 。形成多孔介质材料规模化生产能力，生产规模 $\geq 100 \text{ m}^3/\text{年}$ 。开发多孔介质燃烧装置，并在 2 个以上的钢铁生产流程中进行示范应用，较常规燃烧技术节气 10%~20%， NO_x 排放 $\leq 50 \text{ mg/Nm}^3$ ，考核时间 ≥ 2000 小时。

有关说明：定向委托辽宁材料实验室牵头组织实施。

关键词：多孔介质燃烧，介质材料，高功率密度，燃烧器

5.2 核聚变装备用难熔金属粉体材料制备产业化关键技术 (共性关键技术类)

研究内容：围绕核聚变装备对高纯纳米难熔金属粉体材料的迫切需求，研究纳米难熔金属粉体材料及其碳化衍生产物的普适制备技术与原位耦合机制；研究高纯难熔金属粉体材料及其氟化衍生产物的协同配位提纯技术与深度分离机制；研究钨基材料的构效关系并揭示其在高热负荷、协同辐照等极端环境中的长寿命运行机制；开展钨基材料在核聚变装备中的示范应用。

考核指标：短流程制备技术适用于多源原料并推广至 5 种以上难熔金属产品，粉体及其气体制品纯度均达到 6N 级，金属碳化物粉体粒径小于 50 nm；新型钨合金瞬态热冲击裂纹萌生阈值较 ITER 级钨提高 30% 以上， 20 MW/m^2 稳态热疲劳寿命超过 2000 次，中子辐照损伤指标优于 ITER 级钨；基于难熔金属的新型电极材料延伸率不低于 5%，激光泵浦灯点灯 50 发次后透光率不低于 90%；建成吨级多源原料适配的高纯纳米难熔金属粉体材料制备示范生产线，实现部件在核聚变装备中极端苛刻条件下的示范应用。

关键词：难熔金属材料，高纯粉体，纳米粉体，核聚变

5.3 聚酰亚胺特种纤维材料系列化和规模化制备关键技术 (共性关键技术类)

研究内容：针对航空航天等领域对耐辐照、耐高温等特性聚酰亚胺 (PI) 特种纤维材料的迫切需求，研究 PI 化学结构—可纺性—纤维性能之间的关系，建立 PI 分子精准设计方法和高效可控的聚合反应体系；研究高强高模 PI 纤维制备关键技术及其增强复合材料界面调控方法；攻克 PI 纤维干法纺丝过程中催化环化反应机制及高效生产工艺；开发高色牢度 PI 纤维的着色新方法及量产关键技术；研究高温、辐照、极寒条件下 PI 纤维材料的服役行为与失效机制，实现极端环境应用的产品迭代。

考核指标：高强高模 PI 纤维材料的断裂强度 ≥ 30 cN/dtex，初始模量 ≥ 1000 cN/dtex，起始分解温度 ≥ 550 °C，耐紫外线辐照强度保持率 85% 以上，建成 200 吨/年生产示范线，技术成熟度达到 6 级；耐高温 PI 纤维材料的断裂强度 ≥ 5.5 cN/dtex，起始分解温度 ≥ 560 °C，建成 3000 吨/年产业化示范线；着色 PI 纤维材料的断裂强度 ≥ 3.5 cN/dtex，极限氧指数 $\geq 33\%$ ，黑色、藏青、橘红等主要品种色牢度 4~5 级，纤维编织材料的续燃时间和阴燃时间均 ≤ 2 秒，导热系数 ≤ 0.03 W/(m·K)；完成 PI 纤维材料在卫星热控系统、平流层飞艇、紧急救援等领域 2~3 个典型场景的应用示范。

关键词：聚酰亚胺纤维材料，高强高模，纤维着色，耐候性

5.4 高能激光系统用光功能透明陶瓷材料的研制（共性关键技术类）

研究内容：围绕高能激光系统对大尺寸、低光学损耗和高光学均匀性的光功能透明陶瓷材料需求，研究高纯度、高烧结活性陶瓷粉体的批量化制备技术和陶瓷微结构调控技术；揭示陶瓷粉体—制备工艺—微观结构—光学质量—光功能特性之间的相互关系；研究光功能透明陶瓷中影响光学损耗和光学均匀性的主要因素及作用机理；研究激光服役条件下透明陶瓷中微缺陷、光损耗、光畸变等产生与演变机制；开展光功能透明陶瓷在激光系统中的应用研究。

考核指标：Yb:YAG 激光陶瓷：尺寸 $\geq 200\text{ mm}\times 150\text{ mm}\times 10\text{ mm}$ ，单程光学损耗 $\leq 0.15\% \text{ cm}^{-1}$ ，光学均匀性达 10^{-6} 量级，在高性能固体激光平台上获得应用验证并实现单链陶瓷激光输出功率 $\geq 16\text{ kW}$ ；钽铝石榴石（TAG）磁光陶瓷：尺寸 $\geq \text{F}5\text{ mm}\times 15\text{ mm}$ ，光学总损耗 $\leq 0.2\% \text{ cm}^{-1}$ ，消光比 $\geq 35\text{ dB}$ ，在高功率法拉第光隔离器上获得应用验证；电光陶瓷：尺寸 $\geq \text{F}100\text{ mm}$ ，光学均匀性 $\Delta n \leq 5\times 10^{-5}$ ，光学透过率 $\geq 69\% @ 1030\text{ nm}$ ；激光输出窗口用透明陶瓷：尺寸 $\geq 400\text{ mm}\times 600\text{ mm}$ ，光学散射损耗 $\leq 0.2\% \text{ cm}^{-1}$ ，光学吸收损耗 $\leq 0.05\% \text{ cm}^{-1}$ 。

关键词：透明陶瓷，低光学损耗，光功能，高能固体激光

5.5 超纯纳米铜粉制备及应用关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对高密度 PCB 互连领域先进线路集成工艺以

及风电、冶金等领域轴承、齿轮等高载荷部件润滑对超纯纳米铜粉的需求，突破超纯纳米铜粉可控制备、表面抗氧化和抗团聚关键技术。研制适用于高可靠性、高密度 PCB 互连领域的纳米铜基浆料，考察纳米铜粉特性对烧结体性能的影响规律，验证其在工况条件下的电气性能以及在下一代 5G 通信产品中的可靠性。研究超纯纳米铜粉结构、形貌、尺寸与润滑性能间关系规律，开发高性能纳米铜粉润滑油添加剂并实现其在高端装备领域的应用。

考核指标：超纯纳米铜粉金属基纯度 $\geq 99.997\%$ ，金属粉体平均粒径范围 5~30 nm，粒径分布可控，满足 $D_{10}/D_{50} \geq 0.1$ ， $D_{90}/D_{50} \leq 1.9$ ；建设可批量化工程应用的超纯纳米铜粉生产示范线；实现纳米铜粉关键材料在高密度 PCB 互连和高端油脂等领域的示范应用。纳米铜浆料烧结温度 $\leq 220^\circ\text{C}$ ，烧结体电阻率 $\leq 50 \mu\Omega\cdot\text{cm}$ ，界面强度 $\geq 15 \text{ MPa}$ ，满足 $-55^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ 高低温循环 1000 次的可靠性。超纯纳米铜基润滑油摩擦系数降低 20%，抗磨性能提高 30%，FZG 承载等级大于 12 级，在风力发电等高端装备领域实现示范应用不少于 2 项。

关键词：纳米铜粉，可控制备，PCB 互连，润滑

5.6 顺电高介陶瓷粉体与高容多层陶瓷电容器器件研制（基础研究类）

研究内容：围绕高性能电子、通讯等设备对高容多层陶瓷电容器（MLCC）提出的更高容量、更小尺寸的需求，研究探索顺

电高介电材料配方组成与微结构调控制备方法；研究介质材料的抗还原特性、介温特性（TCC）、偏压特性 DC-bias、DC-aging 特性等与材料组成及微结构关联机制；研究基于顺电高介电材料的典型大容量、小型化多层陶瓷电容器的制备技术；开展技术验证。

考核指标：MLCC 用顺电高介陶瓷配方粉：介电常数，1500；TCC 满足在-55~125 °C 范围内 $\leq \pm 15\%$ ；介电常数在直流偏压 2 V/ μm 下变化率小于 5%，在直流偏压 2 V/ μm 下老化率小于 5%；粉体粒径，100—150 nm，适合 $\text{N}_2\text{-H}_2$ 还原性气氛烧结，能够匹配镍内电极制作 MLCC。相比传统钛酸钡体系 0805-47 μF MLCC，利用上述粉体制备的同规格样品在相同工作电压下 ($> 5 \text{ V}$) 有效容量具备 2 倍以上优势。

关键词：大容量，MLCC，顺电介质，镍内电极

5.7 低成本气凝胶材料及制品制备与典型应用关键技术（应用示范类）

研究内容：针对建材、建筑领域碳达峰碳中和对高性能绝热新材料的迫切需求，研发低导热、耐高温、耐燃烧气凝胶胶粒构筑网络结构的生长演变机制与调控方法；攻克高性能气凝胶低成本规模化制备关键技术；研发建筑节能防火用气凝胶涂料、板材等系列产品/制品及其应用技术；研发高温窑炉节能隔热用气凝胶复合材料体系及其应用技术。构建全流程性能评价标准与应用技术规程体系，实现规模化生产与工程应用。

考核指标：开发系列气凝胶材料与制品，其中 SiO_2 气凝胶涂

覆节能系统的热阻 $\geq 0.75 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ 且隔热温差 $\geq 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ，石膏基 SiO_2 气凝胶制品等典型节能建材的导热系数降低20%，高温窑炉用气凝胶制品 $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ 导热系数 $\leq 0.06 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ；建成产能不低于1万 m^3 /年的气凝胶生产示范线，其批次稳定性 $\geq 90\%$ 且成本比现有产品降低15%；建成规模不低于5000万 m^2 /年气凝胶节能建材生产示范线；实现在建材及建筑领域示范应用不少于2项；编制国家/行业/团体标准10项以上。

关键词：气凝胶，低成本制造，建筑节能，窑炉节能

5.8 先进防伪技术用聚合物光学加密材料研制(应用示范类)

研究内容：针对传统薄膜防伪加密程度低、易仿冒等问题，开发新型光敏单体、聚合物合成、聚合物表面高精度微结构光控制备方法、表面微结构图案化的光学加密编码与原位多图像切换技术；开发外场刺激变色聚合物的多重光学响应调控以及聚合物多重加密防伪器件制备技术；开发光敏聚合物及加密薄膜批量化制备技术，开展典型场景防伪应用。

考核指标：开发出2种光敏聚合物(1种透光率 $> 90\%$ ，1种耐高温 $> 300 \text{ }^\circ\text{C}$)、1种可见光光致变色/热恢复聚合物(褪色时间 $\leq 10 \text{ s}$ ，褪色后 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 完全恢复时间 $\leq 80 \text{ s}$)、3种光热力刺激颜色变化聚合物(双开关荧光，受力发射波长变化 $> 40 \text{ nm}$ ，温度变化3种颜色变化)，建成1000吨/年光敏单体及聚合物合成示范线；开发出1套极限线宽 $\text{CD} \leq 1.5 \text{ 微米}$ 、原位叠加4个图案的加密集成技术，形成4种光热力刺激图像变化防伪产品，建成5000平

方米/年防伪薄膜示范线，完成 2 种日常消费品防伪示范应用。

关键词：光敏聚合物，光学加密，防伪，薄膜

5.9 智能仿生软材料制备与典型应用（青年科学家）

研究内容：面向航空航天领域中关键功能器件对可调变形、可控响应智能软材料的迫切需求，研发基于仿生原理的新型智能软材料：解析仿生软材料在耦合物理场中智能响应行为的动态演化规律及关键影响因素；建立智能软材料非线性变形的本构关系；探索智能仿生软材料异质异性界面稳定连接新策略；开发响应灵敏、驱动高效、耐久可靠的智能仿生软材料设计制备新方法。

考核指标：设计研制 3~4 种适用于柔性蒙皮、变形结构的基于仿生原理的新型智能软材料，满足亚音速飞行器巡航需求；宽温域（10 °C~100 °C）循环服役 20 次弯曲性能衰减 ≤ 10%；刺激响应时间 ≤ 100 ms，可重复变形次数 ≥ 50 次；单次加载断裂韧性 ≥ 8 kJ/m²；实现不少于 3 种感知驱动响应，变形温度下应变 > 100%，器件驱动应力 > 2 MPa，仿生软体驱动材料具有高空间自由度和可适应复杂环境连续变形的行为。

关键词：智能，软材料，仿生设计，可控制备，功能集成

6. 材料基因工程技术

6.1 高端集成电路铜合金材料数字化加工制备关键技术及产业化（共性关键技术类）

研究内容：围绕高端集成电路对高性能铜合金材料的需求，开发基于集成计算等材料基因工程技术、大数据与人工智能交叉

融合的高性能铜合金材料短流程、数字化制备加工关键技术；发展数据驱动的高端集成电路铜合金材料成分—工艺—组织—性能一体化设计与优化方法，阐明短流程制备加工过程组织演化与性能提升机理；发展铜合金材料短流程制备加工多尺度/全过程数字建模方法，构建铜合金材料短流程制备加工全过程数字主线，形成数字孪生模型及系统。

考核指标：形成成分—短流程工艺—组织—性能一体化设计和制备加工过程数字孪生等成套关键技术；建成铜合金材料短流程制备加工数字孪生系统1套，具备工艺调优和质量智能分析的功能，关键参数计算实时响应达到秒级，实现制备加工工艺高效智能优化和产品质量数字化精确控制。短流程数字化制备加工工艺与技术至少在2种高端集成电路铜合金材料生产中实现产业化应用，带材产品厚度0.08~0.3 mm，宽度 ≥ 620 mm，铸坯单卷重量 ≥ 5 吨，性能指标满足高端集成电路铜合金带材产品标准要求；与传统制备加工技术相比，产品研制周期缩短25%，工艺流程缩短30%以上，综合生产效率提升20%，能耗降低15%，成材率提高10%以上，产品质量一致性提高20%，生产成本降低15%。

关键词：铜合金，数字化制造，数据驱动，短流程，数字孪生

6.2 超高强韧涂层高通量制备及断裂韧性高效表征技术和装备（共性关键技术类）

研究内容：鉴于高端精密制造对合金表面硬质涂层服役性能的迫切需求，针对陶瓷涂层与金属基体因物性突变而严重影响涂

层性能与服役寿命的核心技术问题，从材料基因工程理念出发，进行多元多层、多尺度界面的高强韧涂层材料设计；并基于多场物理气相沉积原子自组装技术原理，开发高通量制备超高强韧微纳涂层技术与国产工程化装备。开发面向亚微米、微米厚度涂层断裂韧性高效表征技术及装备，阐明高强韧涂层微观失效机制。

考核指标：建立涂层设计—制备—表征平台与数据库，满足 $\geq 10^3$ 并发访问；实现多模式高强韧涂层的模型高效创建与高通量制备，涂层种类 ≥ 5 种/流程，制备效率提升1倍以上；筛选和优化2种以上微纳高强韧涂层，筛选效率提升30%以上；服役寿命3倍于传统涂层；涂层—基底结合力HF1级，纳米压痕硬度大于35 GPa，断裂韧性 K_{IC} 大于 $3 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ ；800 °C下纳米硬度大于25 GPa，蠕变速率小于 $20 \text{ nm}\cdot\text{min}^{-1}$ 。开发涂层断裂韧性等力学性能的高效表征技术及装备，实现至少1种示范应用，形成行业标准1项。

关键词：高强韧涂层，高通量制备，高效表征技术

6.3 数据驱动的取向可控功能有机高分子材料的高效开发与典型应用（基础研究类）

研究内容：面向国家在智能建筑节能、高频高速通讯以及变革性空间光调制技术等领域的重大应用需求，发展取向可控功能有机高分子材料的高效计算、高通量制备和大数据技术。以“介晶基元”作为功能有机高分子材料的关键“基因”，开展数据驱动的材料化学成分、分子取向、微观结构和物理性能等的相关性和

预测方法研究，阐明材料分子结构—化学组成—凝聚态结构—微观结构—性能之间的关联规律；研发智能调光、超低介电、高双折射、超快响应等功能有机高分子材料的高通量制备和性能高效评价技术，发展出具有自主知识产权的新型高性能取向可控功能有机高分子材料，实现典型示范应用，推动相关产业的发展。

考核指标：实现 $\geq 10^2$ 级的并发式高通量计算，建立功能有机高分子材料专用信息数据库，包含超过 10^4 种配方，满足 $\geq 10^3$ 并发访问；研制出不少于3种分子取向可控功能有机高分子材料，介电常数小于3，介电损耗小于 2×10^{-3} ，双折射率大于0.4，吸收系数小于 1 cm^{-1} （1064 nm — 1550 nm），温度灵敏度小于 0.5°C ，电场响应时间小于1毫秒；建立长度 $\geq 50 \text{ m}$ 、幅宽 $\geq 1.5 \text{ m}$ 和核心层厚度 $\leq 15 \mu\text{m}$ 的取向可控功能有机高分子薄膜卷对卷连续化加工技术；实现在6G通讯天线、卫星车载相控阵器件和全智能化建筑节能门窗贴膜中的至少2种典型示范应用。

关键词：数据驱动，功能有机高分子，取向可控，高通量制备，典型应用

6.4 基于材料基因工程的可降解生物锌合金设计与血管支架研制（共性关键技术类）

研究内容：针对不可降解血管支架植入后血管再狭窄和晚期血栓的问题，基于材料基因工程技术，研发可生物降解锌合金材料及血管支架。构建多源异构锌合金材料数据库，基于机器学习算法结合材料计算模型，研究生物锌合金“成分—工艺—组织—

性能”构效关系；开发锌合金的机器学习力场，构建生物学性能评价的计算模型；开发促进血管内皮化新技术；研究锌合金微细管材反向挤压与轧制工艺，获得成分与组织均匀的细径薄壁锌合金支架，并进行临床前验证。

考核指标：建立心血管支架锌合金数据库 1 个，构建 2—3 类成熟可靠的锌合金机器学习力场，实现 2—3 项体液环境下锌合金降解/疲劳性能评价的描述符及计算算法，基于小样本数据的锌合金典型性能预测误差小于 15%；开发 2 种以上具有自主知识产权的锌合金材料，锭坯主合金化成分标准偏差在 ± 0.2 wt%；屈服强度 ≥ 260 MPa，抗拉强度 ≥ 320 MPa，延伸率 $\geq 20\%$ ；1 年内锌合金自然时效强度衰减 $\leq 5\%$ 。微细锌合金管材表面光洁度：内表面 Ra ≤ 0.1 μm ，外表面 Ra ≤ 0.05 μm ，管材平直度 ≤ 4 mm/m。锌合金血管支架满足：壁厚 ≤ 0.10 mm，径向回弹 $\leq 5\%$ ，径向抗挤压性能 ≥ 100 KPa，疲劳寿命 $\geq 3 \times 10^7$ 次，血管支架降解速率控制在 0.04—0.06 mm/y 范围内、内皮化时间小于 1 个月。锌合金支架产品完成临床前试验许可申请。

关键词：锌合金，血管支架，多源异构数据，机器学习力场，血管内皮化

6.5 高通量生物打印仿生多相材料/细胞用于复杂组织再生 (共性关键技术类)

研究内容：针对骨—软骨、骨—肌腱、皮肤等复杂多层次组织的修复难题，利用机器学习与高通量制备技术，研究用于复杂

组织再生的多相材料/细胞体系的组成、结构和拓扑形貌，阐明多种不同组织细胞的化学信号、结构信号和微力学信号的传递规律；开发多组分材料与多细胞的仿生结构组织工程支架的高通量制备技术，研究多相材料/细胞体系中多种材料对多细胞的分布、增殖、分化的影响规律；研究多相材料/细胞体系与复杂组织再生关联评价的机器学习方法，开展大动物体内评价。

考核指标：实现>100级的并发式高通量动态模拟计算；研发出具有2种以上仿生组织工程材料，每种材料具有至少2种组织相容性功能，高通量制备仿生组织工程材料 ≥ 30 个/流程，技术成熟度达到4；细胞的存活率 $\geq 80\%$ 、存活时间 ≥ 14 天，完成在骨—软骨、骨—肌腱、皮肤等复杂组织修复中的临床前研究，大动物体内植入后12周新组织生成率 $\geq 30\%$ 、26周新组织生成率 $\geq 60\%$ ，形成一个仿生结构组织工程材料的数据分析平台。

关键词：高通量制备，生物打印，机器学习，多相材料细胞，复杂组织再生

6.6 基于人工智能的超材料跨尺度高效计算方法开发与应用 (青年科学家)

研究内容：针对超材料设计自由度高、功能灵活多样的特点，利用人工智能算法和先进拓扑优化技术，发展跨尺度、高效率的超材料设计方案。针对亚波长结构单元及空间排布设计，发展大规模、非周期结构超材料性能高效评估模型；基于专业领域知识和数据挖掘技术，耦合高效数值计算，构建数据驱动的超材料设

计参量与性能特征的机器学习模型；研究梯度优化算法、遗传算法等多目标优化算法与深度学习算法的协同机理，形成多模型、多算法融合的自适应优化理论、系统和软件，可用于电磁/光学/力学/声学/热学响应的正向预测和面向性能的逆向设计；利用基于人工智能的超材料设计开发平台，研发出多功能复合超表面、超紧凑片上超材料、超灵敏生物传感超材料、高性能光学超表面透镜等高性能超材料器件与系统。

考核指标：建成多算法融合、跨尺度超材料智能设计平台，形成完整的软件服务，其中超材料数据量>100万条，算法模型数 ≥ 10 种。针对项目所研发的典型超材料器件与系统，超材料周期单元逆向设计和性能预测时间<100ms，性能预测精度相比于全波仿真误差<5%；对大规模、非周期结构超材料，仿真规模不少于200个波长，在性能预测精度误差<10%的前提下计算耗时低于全波仿真2个数量级。基于超材料智能设计平台研发出4种具有自主知识产权的高性能超材料，包括多功能复合超表面（全息显示独立通道数 ≥ 10 ）、超紧凑片上超材料（信道复用通信带宽 $\geq 400\text{Gbps}$ ）、超灵敏生物传感超材料（生物分子检测极限 $\leq 1\text{aM}$ ）、高性能光学超表面透镜（无畸变成像视角 $>120^\circ$ ）；申请软件著作权登记不少于5件。

关键词：人工智能，超材料，跨尺度，机器学习，自适应

6.7 MEMS 材料智能腐蚀芯片及传感器（青年科学家）

研究内容：针对材料腐蚀基因工程研究中材料服役失效评价

对腐蚀数据原位实时高通量在线采集及挖掘分析的需求，研究 MEMS 材料智能腐蚀传感器芯片设计、制备及应用技术，实现具备低功耗、高稳定性及高通量采集功能的材料腐蚀芯片方案；设计具有低噪声、高精度的材料腐蚀微电流信号采集与放大电路，通过分布式网络系统实现 MEMS 腐蚀传感器的高通量数据采集、放大与运算；设计基于机器学习的智能腐蚀芯片算法，挖掘材料—环境因素—腐蚀行为规律复杂内禀关联；在电力电网、通讯系统及耐蚀新材料研发等领域应用验证。

考核指标：形成融合机器学习功能的材料智能 MEMS 腐蚀芯片及传感器，MEMS 材料腐蚀敏感元器件平面尺寸 $\leq 5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ ；材料腐蚀速率检测范围 $0.1 \sim 100 \mu\text{m} \cdot \text{a}^{-1}$ ，分辨率优于 $0.1 \mu\text{m} \cdot \text{a}^{-1}$ ，精度优于 $0.5\% \text{FS}$ ；MEMS 材料智能腐蚀芯片集成的机器学习模型数量 ≥ 5 种，用于机器学习训练的材料腐蚀失效数据库条数 ≥ 100 万条；MEMS 材料智能腐蚀传感器在耐蚀新材料研发和工程装备材料安全服役等领域实现 1~2 项示范应用。

关键词：腐蚀芯片，传感器，MEMS，人工智能

“高端功能与智能材料”重点专项 2023年度“揭榜挂帅”榜单

为深入贯彻落实国家科技创新有关部署安排，切实加强创新链和产业链对接，“高端功能与智能材料”重点专项聚焦国家战略亟需、应用导向鲜明、最终用户明确的重大攻关需求，凝练形成2023年度“揭榜挂帅”榜单，现将榜单任务及有关要求予以发布。

一、申报说明

本批榜单围绕我国高原地区极端环境下低能耗、低成本、高可靠性的用氧等应用场景，拟解决适用于高海拔环境的变压吸附制氧装置与系统等问题，拟启动1个任务，安排国拨经费不超过1700万元，拟支持项目数为1项。项目下设课题数不超过5个，项目参与单位总数不超过10家。项目设1名负责人，每个课题设1名负责人。要求企业牵头申报，配套经费与国拨经费比例不低于1:1。

榜单申报“不设门槛”，项目牵头申报和参与单位无注册时间要求，项目（课题）负责人无年龄、学历和职称要求。申报团队数量不多于拟支持项目数量的榜单任务方向，仍按程序进行项目评审立项。明确榜单任务资助额度，简化预算编制，经费管理探索实行“负面清单”。

二、攻关和考核要求

揭榜立项后，揭榜团队须签署“军令状”，对“里程碑”考核要求、经费拨付方式、奖惩措施和成果归属等进行具体约定，并将榜单任务目标摆在突出位置，集中优势资源，全力开展限时攻关。项目（课题）负责人在揭榜攻关期间，原则上不得调离或辞去工作职位。

项目实施过程中，将最终用户意见作为重要考量，通过实地勘察、仿真评测、应用环境检测等方式开展“里程碑”考核，并视考核情况分阶段拨付经费，实施不力的将及时叫停。

项目验收将通过现场验收、用户和第三方测评等方式，在真实应用场景下开展，并充分发挥最终用户作用，以成败论英雄。由于主观不努力等因素导致攻关失败的，将按照有关规定严肃追责，并依规纳入诚信记录。

三、榜单任务

1. 高原变压吸附制氧用碱土基吸附剂与制氧装置研发（应用示范类，揭榜挂帅）

需求目标：针对我国高原地区极端环境下低能耗、低成本、高可靠性的用氧需求，开发低成本高效碱土基金属制氧吸附剂材料；探明极端条件下吸附剂性能长期可靠运行机制，研究可动态调控的高效变压吸附制氧工艺；研制出适用于高海拔环境的变压吸附制氧装置与系统，实现示范应用。具体需求目标如下：

（1）碱土基金属制氧分子筛氮气吸附容量 $\geq 22\text{mL/g}$

@25 °C/101 kPa, 氮氧分离系数 ≥ 6.2 , 生产单位氧气用吸附剂成本降低 $\geq 60\%$;

(2) 在入口大气压力 55~80 kPa、温度-25 °C至 40 °C 下, 制氧装置额定产气量 $\geq 50 \text{ Nm}^3/\text{h}$, 氧气纯度 $\geq 90\%$, 制氧电耗 $\leq 0.80 \text{ kWh/Nm}^3$ 纯氧;

(3) 不同大气压力下示范装置应用 ≥ 3 套, 平均无故障工作时间 (MTBF) ≥ 2000 小时, 运行负荷在 10%~120%可调。

榜单金额: 不超过 1700 万元。

关键词: 高原环境, 变压吸附制氧, 碱土基吸附剂, 高可靠性

有关说明: 要求企业牵头申报, 西藏自治区科技厅和青海省科技厅为用户代表。

时间节点: 研发时限为 3 年。

项目执行期满 1 年: 开发低成本高效碱土基金属制氧吸附剂材料, 确定吸附剂的吸附剂性能, 并研究其在极端条件下长期可靠运行机制。

考核指标: 碱土基金属制氧分子筛氮气吸附容量 $\geq 20 \text{ mL/g}$ @25 °C/101 kPa, 氮氧分离系数 ≥ 6.0 ; 生产单位氧气用吸附剂成本降低 $\geq 55\%$ 。

项目执行期满 2 年: 确定吸附剂的配方组成及生产工艺, 进行碱土金属制氧吸附剂放大生产。研究可动态调控的高效变压吸附制氧工艺, 针对高海拔环境开发变压吸附制氧装置与系统。

考核指标: 碱土基金属制氧分子筛氮气吸附容量 $\geq 22 \text{ mL/g}$

@25 °C/101 kPa，氮氧分离系数 ≥ 6.2 。生产单位氧气用吸附剂成本降低 $\geq 60\%$ 。开发完成“入口大气压力 55~80 kPa、温度-25 °C 至 40 °C 下，制氧装置额定产气量 $\geq 50 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ，氧气纯度 $\geq 90\%$ ”的制氧工艺包。

项目执行期满 3 年：建设高海拔环境的变压吸附制氧示范装置与系统，研究装置使用环境与运行负荷调整机制，实现不同海拔下的示范应用。

考核指标：在入口大气压力 55~80 kPa、温度-25°C 至 40°C 下，制氧装置额定产气量 $\geq 50 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ，氧气纯度 $\geq 90\%$ ，制氧电耗 $\leq 0.80 \text{ kWh/Nm}^3$ 纯氧；不同大气压力下示范装置应用 ≥ 3 套，平均无故障工作时间（MTBF） ≥ 2000 小时，运行负荷在 10%~120% 可调。

“高端功能与智能材料”重点专项 2023年度项目申报指南和 榜单形式审查条件要求

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（榜单任务）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（课题）负责人应为1963年1月1日以后出生，具有高级职称或博士学位。

(2) 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38周岁以下（1985年1月1日以后出生），女性应为40周岁以下（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。

(3) 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。

(4) 参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家，原则上不能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) 中央和地方各级国家机关的公务人员（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）。

(7) 项目申报人员满足申报查重要求。

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。国家机关不得作为申报单位进行申报。

(2) 注册时间在2022年6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) “揭榜挂帅”项目（课题）负责人无年龄、学历和职称要求，项目牵头申报和参与单位无注册时间要求。

(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。

本专项形式审查责任人：雷瑾亮

“新型显示与战略性电子材料”重点专项 2023 年度项目申报指南

(仅国家科技管理信息系统注册用户登录可见)

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“新型显示与战略性电子材料”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2023 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：突破一批新型显示与战略性电子材料关键核心技术，解决制约新型显示、第三代半导体、大功率激光等产业的核心瓶颈问题，促进我国从显示大国向显示强国的转变，提升产业全链条协同创新能力和产业化技术水平，在若干战略必争领域形成优势，培育一批具有国际竞争力的龙头企业，形成各具特色的产业基地，带动形成万亿元产业。

通过本专项的实施，新型显示、第三代半导体达到国际先进水平，部分关键技术达到国际领先水平，大功率激光材料与器件部分关键技术达到国际先进水平；支撑新一代信息技术、智能制造、新能源、现代交通、深海\深空\深地探测等战略必争领域，引领产业高质量发展；实现主要电子材料自主保障，促进产业竞争力提升并支撑“双循环”新发展格局建设；提升电子和光电子材料创新能力和研发效率，引领变革性新技术，构建战略性电子

材料领域优势。

2023 年度指南部署坚持问题导向、分步实施、重点突出的原则，围绕新型显示材料与器件、第三代半导体材料与器件、大功率激光材料与器件、前沿电子材料与器件 4 个技术方向，按照基础研究类、共性关键技术类、应用示范类三个层面，拟启动 38 项指南任务，拟安排国拨经费 4.69 亿元。其中，拟部署 12 个青年科学家项目，拟安排国拨经费 3600 万元，每个项目 300 万元。应用示范类项目要求企业牵头，配套经费与国拨经费比例不低于 1:1。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。除特殊说明外，每个方向拟支持项目数为 1~2 项，实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目下设课题不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家；共性技术类和关键核心技术类项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名项目负责人，项目中每个课题设 1 名课题负责人。

青年科学家项目不要求对指南内容全覆盖，不再下设课题，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 1985 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。

本重点专项部分项目采用部省联动方式组织实施（项目名称后有标注）。应用示范类部省联动项目，由广东省科技厅推荐，广

广东省科技厅应面向全国组织优势创新团队申报项目。共性关键技术类部省联动项目，各推荐渠道均可推荐申报，但申报项目中应不少于两个课题由广东省有关单位作为课题牵头单位。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

1. 新型显示材料与器件

1.1 宽工作温区 Micro-LED 显示关键技术（共性关键技术类）

研究内容：开发宽工作温区、高发光效率 Micro-LED 芯片，以及低损伤衬底剥离技术；研发宽工作温区条件下高迁移率、低漂移、高稳定的 TFT 背板技术；研究环境温度、湿度对键合材料热力学稳定性及机械性能的影响，开发 Micro-LED 芯片与 TFT 驱动基板的高效率、高良率巨量转移和键合技术，开发缺陷检测和修复技术；突破高性能 Micro-LED 显示驱动技术，研制宽工作温区的彩色 Micro-LED 车载显示模组。

考核指标：芯片尺寸 $< 15 \times 25$ 平方微米，在 85 摄氏度和 0.5 安培/平方厘米条件下红绿蓝 Micro-LED 芯片的外量子效率 EQE 分别大于 10%、35% 和 40%；转移良率 $\geq 99.99\%$ ；彩色 Micro-LED 车载显示模组：尺寸 ≥ 8 英寸，峰值亮度 ≥ 2000 尼特，对比度 $\geq 1000000:1$ ，在亮度 2000 尼特条件下 T80 寿命 ≥ 8000 小时；-40 摄

氏度和 85 摄氏度环境条件下,亮度下降 < 50%, 对比度下降 < 50%。

关键词: Micro-LED, 宽工作温区, 车载显示, 高稳定

1.2 高性能红绿蓝激光外延材料、器件及应用研究(共性关键技术类)

研究内容: 研究红绿蓝激光二极管(LD)外延材料缺陷抑制、组分调控和器件结构等核心技术, 制备出高功率、高光效红绿蓝光 LD 器件; 研究超晶格晶体生长、极化工艺及器件制备技术, 实现高效率绿光输出; 研究 GaN 基绿光 InGaN 量子阱的生长机理、有源区设计和器件制备技术, 实现 VCSEL 绿光输出; 研究大色域激光光源模组多芯片结构设计、器件制备与封装评测技术, 实现高功率白光输出。

考核指标: 红光 LD 功率 ≥ 5 瓦、波长 640 ± 5 纳米, 绿光 LD 功率 ≥ 2 瓦、波长 530 ± 5 纳米, 蓝光 LD 功率 ≥ 12 瓦、波长 455 ± 5 纳米; 超晶格晶体周期 6.5—7.5 微米, 占空比 $50 \pm 0.5\%$, 超晶格绿光激光功率 ≥ 12 瓦, 电光转换效率 $\geq 15\%$; GaN 基绿光 VCSEL 输出功率 ≥ 1.8 毫瓦; 白光激光模块功率 ≥ 85 瓦, 色域达到 100% BT.2020; 制定国家/行业/团体标准 ≥ 2 项。

关键词: 三基色激光, LD 材料器件, 超晶格材料, 垂直腔面激光器

1.3 柔性显示 TFT 卷对卷印刷关键技术(部省联动, 共性关键技术类)

研究内容: 开展柔性显示 TFT 卷对卷印刷关键技术与墨水研

究，开展 TFT 阵列有源层、绝缘层、栅极和源漏极的卷对卷连续套印工艺验证，开发具有自主知识产权的高精度卷对卷 TFT 阵列数字化印刷工艺套印装备，实现低成本 TFT 阵列卷对卷印刷制作。

考核指标：卷对卷印刷基板幅宽 ≥ 350 毫米，基板张力波动 $< \pm 5\%$ ，套印精度优于 10 微米；TFT 阵列器件迁移率 ≥ 10 平方厘米/伏特·秒，电流开关比 $\geq 10^6$ ，像素密度 ≥ 100 像素点数/英寸，器件阈值电压均匀性 $\geq 90\%$ 。

关键词：卷对卷，TFT 阵列，连续套印，阵列数字化

1.4 新型柔性传感与光感应显示微系统（部省联动，应用示范类）

研究内容：研究高透明、高折射率、高耐磨树脂材料及其面向屏下光感应器件的应用；研究面向柔性显示屏下摄像、屏下 3D 人脸识别的原理技术和设计方案，开发适用于屏下摄像与面部识别传感系统的柔性显示屏、柔性驱动的工艺和集成技术，实现产品批量化生产及应用验证。

考核指标：树脂折射率 ≥ 1.72 ，可见光范围的透过率 $\geq 95\%$ （@100 微米厚度），摩擦系数范围为 0.05 ~ 0.11。屏下摄像区屏体物理像素密度 ≥ 400 像素点数/英寸，屏体透过率 $\geq 40\%$ ；屏下 3D 传感的屏下识别区透过率 $\geq 25\%$ ；屏下 3D 模组认假率 $< 0.002\%$ ，拒真率 $< 2\%$ ；柔性传感显示微系统在 85 摄氏度、85% 相对湿度下 240 小时工作无异常；屏下摄像和屏下 3D 传感的显示屏导入生产，量产出货显示模组数量 ≥ 1 万；制定国家/行业/

团体标准 ≥ 2 项。

关键词：柔性传感，光感应，屏下摄像，屏下识别

1.5 高效环保型发光及光提取关键材料与器件研究（共性关键技术类）

研究内容：利用机器学习、高通量计算等技术开发高效稳定、低重金属含量的钙钛矿量子点材料和 QLED 器件；开展 OLED/QLED 正面出光耦合增强的高折射率普适性材料研究，开发器件出光效率提升的光提取微纳结构与关键工艺；开发低重金属含量的钙钛矿 QLED 与 TFT 背板、光提取结构集成技术，以及光提取结构和 OLED 工艺集成技术，研制高性能全彩 OLED 柔性显示屏。

考核指标：低重金属含量的钙钛矿 QLED 器件的外量子效率：红色 $\geq 25\%$ @CIE-x ≥ 0.70 、绿色 $\geq 30\%$ @CIE-y ≥ 0.77 、蓝色 $\geq 15\%$ @CIE-y ≤ 0.14 ，在亮度 100 尼特条件下 T50 寿命分别大于 10000 小时、10000 小时、400 小时；增加光提取结构后，OLED/QLED 器件正面出光效率提升 $\geq 15\%$ ；红绿蓝 OLED 器件效率分别达到 75、190、9.5 坎德拉/安培。全彩 AMQLED 样机尺寸 ≥ 3.5 英寸，像素密度 ≥ 120 像素点数/英寸，亮度 ≥ 300 尼特；全彩 AMOLED 柔性显示屏尺寸 ≥ 6 英寸，30 度色度视角偏差 ≤ 0.014 ，环境信赖性在 85 摄氏度和湿度 85% 时 ≥ 240 小时。

关键词：钙钛矿量子点，低重金属，光提取，柔性显示

1.6 8K 激光显示控制芯片及激光显示配套材料与器件研发 (共性关键技术类)

研究内容：研究面向 8K 超高清激光投影的高速传输、多通道接口、视觉无损压缩、兼容和扩展技术；研究激光显示核心材料集成融合、表征评估，开发激光显示超高清大色域的镜头、屏幕等配套材料与器件；研究 8K 激光显示控制芯片及配套材料与器件的应用关键技术。

考核指标：8K/12bit 激光显示控制芯片，支持多通道 Display Port 接口，每通道速率 $\geq 8\text{Gbps}$ ；超高清镜头投射比 < 0.2 ，光学屏幕尺寸 ≥ 120 英寸，增益系数 ≥ 1.5 ；激光显示样机：分辨率 8K，光通量输出 ≥ 3500 流明，屏幕中心亮度 ≥ 450 尼特，色域 $\geq 100\%$ BT.2020；制定国家/行业/团体标准 ≥ 2 项。

关键词：激光显示，超高清，大色域，显示材料器件

1.7 拉伸显示材料与器件（共性关键技术类）

研究内容：研究透明自愈合基板材料、高韧性封装薄膜等拉伸显示材料和工艺；研究 TFT 和发光器件设计以及相关工艺技术，突破背板晶体管、发光系统、封装技术以及显示器件集成关键技术方案，研制拉伸显示样机。

考核指标：拉伸基板材料自愈合效率 $\geq 90\%$ ，拉伸高韧性封装薄膜撕裂强度 ≥ 20 千牛顿/米，50%应变拉伸回复率 $\geq 99.5\%$ ；拉伸背板拉伸量 $\geq 20\%$ ，器件迁移率 ≥ 10 平方厘米/伏特·秒，拉伸 1000 次后迁移率变化率 $< 5\%$ ；拉伸发光系统拉伸量 $\geq 20\%$ ，拉伸 1000

次后像素无收缩，发光效率变化率 $<5\%$ ；拉伸显示样机尺寸 ≥ 6 英寸，像素密度 ≥ 100 像素点数/英寸，亮度 ≥ 100 尼特。

关键词：拉伸显示，拉伸材料，自愈合，器件集成

1.8 柔性 OLED 光医疗材料及器件研究和应用（共性关键技术类）

研究内容：针对重大增龄退行性疾病及肿瘤的精准光疗需求，研发特定波段 OLED 器件；探讨柔性 OLED 用于重大增龄退行性疾病、体表/体腔肿瘤及其癌前病变等重大疾病治疗的生物学效应及其作用机制；开发具有高发光均匀、高适形性、剂量可控的医疗用柔性适形光疗体，研制无创光疗用穿戴式光疗仪，开展穿戴 OLED 用于重大增龄退行性疾病的临床应用示范；开发用于肿瘤靶向光动力治疗的高光功率密度柔性 OLED 器件及原理样机；形成 OLED 用于光医疗的技术方法。

考核指标：无创光疗用有机穿戴式光疗仪工作寿命 ≥ 2000 小时，有机柔性适形光疗体发光均匀性 $\geq 80\%$ （有效发光面积 ≥ 1000 平方毫米），厚度 <1.5 毫米，最小弯曲半径 <15 毫米；肿瘤靶向光动力疗法器件光功率密度 ≥ 50 毫瓦/平方厘米；研制 OLED 医疗健康创新应用设备 2 台、原理样机 1 台；开展 ≥ 4 种细胞的无创光疗效应验证；开展 ≥ 2 种动物模型的肿瘤靶向光动力治疗；开展临床应用示范 2 项；形成 OLED 面向光医疗的技术标准 1 项。

关键词：OLED 光医疗，特定波段，OLED 穿戴光疗仪，OLED 靶向光

1.9 单片集成 GaN 基可调控 Micro-LED 发光器件研究（青年科学家）

研究内容：开展新型 GaN 发光与显示集成器件结构设计，研究多层 GaN 功能薄膜外延和芯片制造工艺，以及外延界面及掺杂控制技术，突破全 GaN 电子器件和发光器件的单片集成关键技术；研究集成器件的电学性能和发光特性调控机制，研制低电压小电流控制驱动的新型 GaN 发光与显示器件。

考核指标：集成器件尺寸 $< 50 \times 100$ 平方微米，发光面积占比 $\geq 80\%$ ，电流增益 ≥ 100 ，在 3 安培/平方厘米条件下器件单位面积发光功率 ≥ 1 瓦/平方厘米。

关键词：单片集成，GaN，性能调控，发光与显示器件

1.10 量子点材料新型微流控合成技术（青年科学家）

研究内容：开发具备高性能量子点合成能力与高通量筛选特性、多段自动投料及固体与液体连续滴加、防止返混功能的新型量子点微流控合成方法，突破复杂体系量子点合成条件优化瓶颈问题；建立合成参数与发光峰位和半峰宽的高维相图与数据模型；优化量子点高通量合成和纯化工艺，研发量子点材料及其发光性能检测技术，建设基于新型微流控高通量合成方法和多种表征手段的研究平台。

考核指标：新型微流控合成的单个反应消耗反应液体积 < 200 微升；全自动采样监测功能单次最小采样体积 < 50 纳升，采样体积相对误差 $< 5\%$ ；在 100 瓦/平方厘米光强激发下量子点材

料 T90 寿命 ≥ 100 小时。

关键词：量子点，微流控，合成与纯化，高通量筛选

1.11 流体型高速响应柔性电子纸研究（青年科学家）

研究内容：研究电场响应的反射式显示流体的组成、光响应特性、运动与形变的动力学规律，建立柔性显示器件的设计理论模型；研究柔性显示薄膜中流体剪切与扰动控制的关键技术，制备抗弯折的柔性像素结构；研究灰阶精准调控驱动方案，图形化显示的印刷制备技术，以及柔性显示面板的制程工艺，研制满足视频响应的柔性电子纸样机。

考核指标：视频响应柔性电子纸样机 ≥ 5 英寸，开关响应 < 50 毫秒，灰阶 ≥ 16 ，户外对比度 $\geq 15:1$ ，功耗 < 3 毫瓦/平方英寸。

关键词：柔性电子纸，流体型，高速响应，视频显示

2. 第三代半导体材料与器件

2.1 面向智能电网的万伏千安级超大功率碳化硅电力电子器件及模块研究（共性关键技术类）

研究内容：研究超厚 SiC 材料外延生长和缺陷控制技术；研究电压控制型 SiC 电力电子器件电流提升机理与芯片设计技术，研究提升高耐压 SiC 器件可靠性的新型终端结构；开发高耐压大电流 SiC 器件关键工艺，研究芯片良率提升技术并实现全流程工艺整合；研究 SiC 模块耐高压、耐高温、低寄生参数并联封装技术，研究万伏千安级 SiC 模块可靠性评估与失效分析方法；进行万伏千安级 SiC 模块在智能电网装备中的应用验证。

考核指标：高耐压 SiC 电力电子器件用外延材料厚度 ≥ 100 微米，致命缺陷密度 < 1 /平方厘米；SiC 电力电子器件耐压 ≥ 10 千伏特，电流 ≥ 40 安培，良品率 $\geq 25\%$ ；全 SiC 二极管模块和开关管模块耐压 ≥ 10 千伏特，电流 ≥ 1000 安培，通态压降 < 7 伏特；实现万伏千安级 SiC 模块在直流断路器功率单元中的应用验证，器件最高工作结温 ≥ 175 摄氏度；申请发明专利 ≥ 10 件，编制国家/企业/团体标准 ≥ 1 项。

关键词：碳化硅，超大功率，智能电网，电力电子器件

2.2 面向新一代移动通信的氮化镓基射频电子材料与器件研究（共性关键技术类）

研究内容：研究面向亚毫米波射频器件的 SiC 衬底超薄势垒层 GaN 基异质结构的外延生长，研究面向毫米波射频器件的低射频损耗 Si 衬底 GaN 基异质结构的外延生长；面向 6G 移动通信需求，研究深亚微米 SiC 衬底 GaN 基 HEMT 器件和电路的建模、设计和关键制备工艺，研制亚毫米波射频器件和功率放大电路；研制 Si 衬底 GaN 基毫米波射频器件和射频前端电路；研究 SiC 衬底 GaN 基太赫兹 SBD 器件和倍频器。

考核指标：SiC 衬底超薄势垒层 GaN 基异质结构方阻不均匀性 $< 2.5\%$ ，Si 衬底 GaN 基异质结构方阻不均匀性 $< 3.0\%$ ，射频损耗 < 0.5 分贝/毫米@26 吉赫兹；亚毫米波 SiC 衬底 GaN 基 HEMT 电流增益截止频率 ≥ 220 吉赫兹，最高振荡频率 ≥ 520 吉赫兹，功率放大电路工作频率 ≥ 220 吉赫兹，输出功率 ≥ 20 分贝毫瓦；

Si 衬底 GaN 基 HEMT 电流增益截止频率 ≥ 100 吉赫兹，最高振荡频率 ≥ 330 吉赫兹，射频前端电路输出功率 ≥ 36 分贝毫瓦@26 吉赫兹；SiC 衬底 GaN 基太赫兹 SBD 截止频率 1.5 太赫兹，二倍频器连续波输出功率 ≥ 20 分贝毫瓦@340 吉赫兹；申请发明专利 ≥ 15 件。

关键词：6G，Si 衬底 GaN，亚毫米波，太赫兹，射频前端电路，GaN SBD，倍频器

2.3 铝镓氮基深紫外发光二极管电光转换效率提升关键技术研究（基础研究类）

研究内容：研究 AlGa_N 基深紫外新型量子限域结构及外延生长的精细调控方法和动力学规律，研究提升载流子辐射复合效率及发光偏振度的途径；研究 AlGa_N 基量子结构中轨道工程调控及改善空穴和电子平衡注入的方法；研究 AlGa_N 基量子结构中光子和电子相互作用规律及其调控方法，研究超构表面等提升光提取效率的新结构和新途径；研究 AlGa_N 基深紫外 LED 芯片制备关键工艺，探索器件工作电压、光功率协同调控的新方法。

考核指标：掌握高质量深紫外 AlGa_N 基量子结构的外延生长方法，实现 280 纳米及以下峰值波长的量子阱内量子效率 $\geq 85\%$ ，发光偏振度 $\geq 30\%$ ；Al 组分 $\geq 50\%$ 的 n 型 AlGa_N 电子浓度 $\geq 1.0 \times 10^{19}$ /立方厘米；Al 组分 $\geq 50\%$ 的 p 型 AlGa_N 电导率 ≥ 1.2 西门子/厘米，透光率 $\geq 85\%$ @（270—280 纳米波段）；实现 280 纳米及以下峰值波长深紫外 LED 电光转化效率 $\geq 15\%$ ；申请国家发

明专利 ≥ 10 件。

关键词：AlGaIn, 深紫外 LED, 量子限域结构, 电光转换效率

2.4 面向短距离高速通信用氮化镓基激光器材料与芯片研究 (共性关键技术类)

研究内容：研究高质量、低缺陷密度 GaN 基蓝、绿光激光器 (LD) 材料外延生长技术, 研究高载流子注入效率的外延结构和掺杂技术; 研究缺陷、界面和应力等对激光器性能的影响规律, 研究 GaN 基激光器的光学灾变损伤 (COD) 机制, 设计制备抗 COD 的激光器腔面膜; 优化器件 P 电极结构设计, 开发激光芯片封装技术, 改善热阻与老化特性, 研制大功率、长寿命蓝、绿光激光器及光源模组; 研究 LD 器件结构与通信调制速率的关系, 研制短距离、高速通信模组, 研究模组的光谱技术、调制技术和阻抗匹配技术。

考核指标：2 英寸蓝光激光器结构光荧光波长均匀性 $< \pm 3$ 纳米, 蓝光激光器激光波长 450 ± 5 纳米, 器件斜率效率 ≥ 1.8 瓦/安培, 光功率 ≥ 5 瓦, 在光功率 5 瓦条件下 T50 寿命 ≥ 20000 小时; 2 英寸绿光激光器结构光荧光波长均匀性 $< \pm 5$ 纳米, 绿光激光器激光波长 520 ± 10 纳米, 器件斜率效率 ≥ 0.8 瓦/安培, 光功率 ≥ 1.5 瓦, 在光功率 5 瓦条件下 T50 寿命 ≥ 20000 小时; 激光器通信模组的 3dB 带宽 ≥ 3 吉赫兹, 在自由空间中通信距离 ≥ 10 米, 通信速率 ≥ 10 吉比特/秒 (Gbps), 误码率 $< 3.8 \times 10^{-3}$; 申请发明专利 ≥ 10 件。

关键词: GaN 基激光器, 光功率, 寿命, 可见激光通信

2.5 氮化物半导体的范德华外延生长及其光电器件研究(基础研究类)

研究内容: 研究氮化物半导体与二维材料的界面物理和外延生长动力学, 发展大尺寸氮化物半导体范德华外延技术; 研究高质量 GaN 厚膜材料范德华外延技术和大面积剥离技术; 研究 AlN 在金属衬底上的范德华外延技术, 探索其低热阻器件应用; 研究基于范德华外延技术的柔性发光器件及面阵; 研究高质量氮化硼薄膜范德华外延技术, 探索其量子光源器件。

考核指标: 范德华外延制备的 GaN 材料尺寸 ≥ 4 英寸, 位错密度 $< 1 \times 10^6$ /平方厘米, 实现厚度 ≥ 300 微米的剥离技术; 金属衬底上范德华外延 AlN 材料尺寸 ≥ 2 英寸, 应力 < 0.5 吉帕斯卡; 基于范德华外延的 GaN 基柔性 Micro-LED 显示面阵发光波长 460 ± 5 纳米, 芯片尺寸 < 10 微米, 像素间距 < 50 微米, 弯曲半径 < 20 毫米, 显示面阵亮度 ≥ 3000 坎德拉/平方米; 范德华外延 BN 材料尺寸 ≥ 2 英寸, 拉曼峰半高宽 < 12 /厘米, 实现 BN 片上单光子发射器件, 二阶关联函数 $g^{(2)}(0) < 0.1$ 。申请专利 ≥ 8 项。

关键词: 范德华外延, 氮化镓, 氮化铝, 氮化硼

2.6 第三代半导体用高端金属有机源与耐高能量密度封装材料产业化技术(共性关键技术类)

研究内容: 研究低硅、低氧三甲基铝 MO 源的纯化关键工艺和产业化技术, 开发超低有机硅和氧杂质浓度的检测方法; 开发与

高耐压、大电流 SiC 功率电子器件相匹配的高温互联、高性能封装材料的批量制备关键技术,研究封装互联材料与芯片及基板之间的异质烧结行为及烧结性能;面向 UVC 波段 LED 对高透光率封装材料的需求,研制耐深紫外光、高折射率的光电器件封装胶。

考核指标:三甲基铝 MO 源产品中有机硅杂质<百万分之 0.2,氧杂质<百万分之 0.2,低硅、低氧三甲基铝年产能 ≥ 2 吨;高耐压、大电流 SiC 功率电子器件用封装材料烧结温度<300 摄氏度,导热率 ≥ 300 瓦/米·开尔文,烧结层耐受温度 ≥ 450 摄氏度;深紫外封装胶透光率 $\geq 80\%$ @275 纳米;申请发明专利 ≥ 20 件,编制国家/企业/团体标准 ≥ 2 项。

关键词:三甲基铝 MO 源,封装材料,封装胶

2.7 新能源汽车用碳化硅功率器件和充电装备产业化关键技术及其示范应用(应用示范类,定向委托)

研究内容:针对新能源汽车产业对充电设备高效、高可靠和低成本的需求,研究 1200 ~ 1700 伏特碳化硅场效应晶体管(MOSFET)电磁兼容技术、可靠性设计和产业化制造技术;基于碳化硅器件,研究双向充电拓扑和效率提升技术,研究充电站充储一体化设计和制造技术,推进基于碳化硅功率器件的充电装备示范应用;针对碳化硅功率器件及其充电模组,建立国家级体系化、网络化检测能力,开展检测实验室能力比对;研究典型应用环境、拓扑电路下,碳化硅功率器件及其充电模组性能及可靠性评价方法、相关技术规范 and 标准。

考核指标：碳化硅 MOSFET 芯片容量分别 ≥ 1200 伏特/100 安培、1700 伏/100 安培；双向充电模组容量 ≥ 40 千瓦，双向最高效率 $\geq 97\%$ ，充电桩容量 60 ~ 480 千瓦，最大配套储能容量 ≥ 200 千瓦时，55°C 环境下充电模组连续满功率运行 ≥ 3000 小时；在 3 个或以上城市的典型应用场景示范应用充电桩数量 ≥ 3000 台；建立碳化硅功率器件动静态参数、可靠性及寿命评估的公共测试服务平台，组织 3 家及以上检测实验室的测试方法和测试结果比对 ≥ 1 次；申请发明专利 ≥ 10 件，形成国家/行业/团体标准 ≥ 2 件。

有关说明：定向委托国家第三代半导体技术创新中心的建设主体单位中国电子科技集团有限公司组织实施。

关键词：碳化硅，功率电子器件，充电桩，储能

2.8 5G 移动通讯基站有源阵列用声波滤波器材料、器件及其产业化技术（应用示范类，定向委托）

研究内容：开展应力可控的铝钽氮压电薄膜和平整度可控的钽酸锂复合薄膜等滤波器用关键材料产业化制备技术研究；开展高频、大功率体声波滤波器和低插损、大带宽表面声波滤波器及双工器等器件设计技术研究；开展频率一致性控制、晶圆级封装及测试、制造执行系统排产调度等产业化关键技术研究；面向 5G 基站有源阵列对滤波器小尺寸、高性能的需求，研究声波滤波器功率、损耗、带宽等关键性能提升技术，提升批量生产成品率，实现规模应用。

考核指标：铝钽氮压电薄膜钽浓度 $\geq 20\%$ ，体声波滤波器频率覆盖范围 2.5 ~ 5 吉赫兹，带宽 160 ~ 200 兆赫兹，最大功率 ≥ 2 瓦，最小插损 < 1 分贝，抑制度 ≥ 50 分贝；钽酸锂复合衬底尺寸 ≥ 6 英寸，钽酸锂薄膜厚度均匀性控制在 $\pm 5\%$ 以内，表面声波滤波器频率覆盖范围 0.6 ~ 3 吉赫兹，温漂 < 5 百万分之五/摄氏度，品质因数 ≥ 3000 ，最大功率 ≥ 1 瓦，最小插损 < 1 分贝，抑制度 ≥ 40 分贝；双工器最小插损 < 2 分贝，隔离度 ≥ 55 分贝；声波滤波器和双工器年产能 ≥ 1 千万只，频率均匀性偏差 $< 0.1\%$ ，晶圆级封装剪切力 ≥ 90 牛顿；申请发明专利 ≥ 10 件，形成国家/行业/团体标准 ≥ 1 件。

有关说明：定向委托国家第三代半导体技术创新中心的建设主体单位中国电子科技集团有限公司组织实施。

关键词：铝钽氮压电薄膜，钽酸锂复合薄膜，声波滤波器，双工器，5G 基站有源阵列

2.9 超宽禁带氧化物超构薄膜及光电探测应用研究（青年科学家）

研究内容：研究氧化物超宽带隙功能材料光电参数（带隙、折射率）、晶相、组分间协同调控规律；研究基于超宽禁带氧化物超构功能基元谐振模式、耦合效应及光场响应机制；研究超宽禁带氧化物超构薄膜精准化、规模化制备工艺；构建基于超宽禁带氧化物超构薄膜材料的紫外探测系统。

考核指标：获得基于超宽禁带氧化物的超构薄膜材料及其紫

外光电探测系统，工作波段 250—400 纳米，光学带隙 ≥ 4.0 eV，折射率 ≥ 1.5 ；超构透镜透过聚焦效率 $\geq 80\%$ ，数值孔径 $NA \geq 0.7$ ，面阵微纳结构单元数量 $\geq 10^7$ ；超构紫外探测系统视场范围 $\geq 40^\circ$ ，光学传递函数 $MTF \geq 0.4$ （空间频率 4 线对/毫米），峰值响应度 ≥ 10 安培/瓦，峰值探测率 $\geq 2 \times 10^{11}$ 琼斯，响应时间 < 20 毫秒；申请发明专利 ≥ 5 件。

关键词：超宽禁带氧化物，超构表面，超构紫外探测系统

2.10 基于氮化镓基强量子限制结构的新型发光与光信息感知器件研究（青年科学家）

研究内容：研究 GaN 基强量子限制结构的设计及制备技术；研究 GaN 基强量子限制结构中激子产生、输运、复合机制及其与光子、表面等离激元的相互作用；探索利用强量子限制结构拓展 GaN 基材料发光、探测波长范围新方法；发展基于 GaN 基强量子限制结构的新型发光与探测器件。

考核指标：实现 GaN 基强量子限制结构电注入红光发光器件，波长 ≥ 630 纳米，器件发光元面积 $< 500 \times 500$ 平方纳米；波长 ≥ 570 纳米的表面等离极化激元激射阈值 < 1.5 千瓦/平方厘米；窄带日盲紫外探测器峰值工作波长 < 280 纳米，响应谱半峰宽 < 10 纳米，探测率 $\geq 10^{12}$ 琼斯；申请发明专利 ≥ 5 件。

关键词：GaN 基量子限制结构，新型发光器件，新型探测器件

2.11 新型钪基氮化物铁电半导体材料研究（青年科学家）

研究内容：研究纤锌矿结构高质量、Sc 组分连续可调 ScAlN

的外延生长及其缺陷、应力的演变机制和调控方法；研究 ScAlN 材料中铁电极化调控的物理规律及其失效机制和可靠性提升方法；研究高二维电子气密度、高迁移率 ScAlN/GaN 或 ScAlN/AlGaIn/GaN 异质结构的外延生长及其输运性质。

考核指标：ScAlN 外延材料 Sc 组分 0% 至 40% 可调，极化保留时间 $\geq 10^7$ 秒，电疲劳极限 $\geq 10^7$ 次；揭示 ScAlN 材料中铁电极化调控的物理规律；ScAlN/GaN 或 ScAlN/AlGaIn/GaN 异质结构二维电子气密度 $\geq 3 \times 10^{13}$ / 平方厘米，迁移率 ≥ 1300 平方厘米/伏特·秒；申请发明专利 ≥ 5 件。

关键词：ScAlN，铁电极化，ScAlN/GaN 异质结，二维电子气

2.12 基于超表面调控的氮化镓基发光器件研究（青年科学家）

研究内容：研究超表面与 GaN 基光电器件相结合实现有源光场调控的机理与设计方法；研究一体化、集成式多光学参量调控的有源光子器件的外延生长与制备方法；研究调控辐射光场波长、相位、振幅、偏振等参量的物理机理与方法；研究基于超表面的有源光子器件及其光电特性，探索在微显示与有源光子芯片领域的应用。

考核指标：GaN 基激光器出光圆偏振度 ≥ 0.9 ，450 \pm 5 纳米圆偏振光功率 ≥ 70 毫瓦，520 \pm 5 纳米圆偏振光功率 ≥ 50 毫瓦；GaN 基激光光束偏折调控角 ≥ 10 度，功率 ≥ 50 毫瓦；实现 GaN 基 Micro-LED 定向辐射调控，调控角度 ≥ 20 度；申请发明专利 ≥ 5 件。

关键词：超表面，氮化镓，光电器件，光场调控，圆偏振

3. 大功率激光材料与器件

3.1 大尺寸非线性光学晶体及器件制备与应用研究（基础研究类）

研究内容：研究深紫外/紫外及中远红外用非线性光学晶体生长机理，开发大尺寸、高光学质量晶体生长技术和方法；研究非线性光学晶体中晶格对折射率色散关系的影响和调控规律，开发中红外光参量啁啾脉冲放大器件和远红外频率转换器件；研究晶体对强激光的非线性响应机理，支撑毫焦耳级脉冲能量深紫外激光、高功率钕离子激光四倍频输出和中远红外高效输出。

考核指标： $\text{KBe}_2\text{BO}_3\text{F}_2$ （KBBF）棱镜耦合器件 $\geq 30 \times 10 \times 2.2$ 立方毫米，177.3 纳米激光单脉冲能量 ≥ 2 毫焦，脉冲宽度 < 10 纳秒；CLBO 晶体口径 $\geq \Phi 100$ 毫米，器件尺寸 $\geq 7 \times 7 \times 40$ 立方毫米，吸收系数 $< 0.0002/\text{厘米}@1064$ 纳米，光学均匀性优于 1×10^{-5} ，266 纳米激光输出功率 ≥ 20 瓦； $\text{La}_3\text{Ga}_{5.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_{14}$ （LGN）晶体口径 $\geq \Phi 100$ 毫米，光学均匀性优于 1×10^{-5} ，光学参量啁啾脉冲放大（OPCPA）器件尺寸 $\geq 75 \times 75 \times 20$ 立方毫米，损伤阈值 ≥ 10 吉瓦/平方厘米@1 微米&5 纳秒； BaGa_4Se_7 晶体尺寸 $\geq \Phi 50$ 毫米 $\times 150$ 毫米，器件尺寸 $\geq 15 \times 15 \times 50$ 立方毫米，吸收系数 $< 0.009/\text{厘米}@2$ 微米，损伤阈值 ≥ 6 焦耳/平方厘米@1 微米&5 纳秒，长波红外激光输出功率 ≥ 3 瓦@10 微米。申请发明专利 ≥ 10 件，制定国家/

行业/企业标准 ≥ 2 件。

关键词：人工晶体材料，激光技术，非线性晶体，非线性频率变换。

3.2 光纤激光器用关键无源光纤器件（共性关键技术类）

研究内容：研究大芯径双包层、三包层光纤传输光模式分布、化学刻蚀制备包层光滤除技术；研究低信号插损高功率光纤合束器器件结构参数对合束光模式分布影响、器件结构设计对放大增益的调控、低损耗低形变器件结构参数设计和器件制备技术；研究耐受高功率的小色散量与大色散量啁啾光纤光栅的设计、制作与色散测量技术。

考核指标：双包层和三包层光剥离器衰减系数 ≥ 40 分贝，可承受功率 ≥ 2 千瓦；双包层和三包层光纤合束器信号光插损 < 0.1 分贝，泵浦光反向隔离 ≥ 10 分贝，单臂承受功率 ≥ 3 千瓦；小色散啁啾光纤布拉格光栅带宽 ≥ 10 纳米，二阶色散 $0.2\sim 1.0$ 皮秒/纳米，反射率 $\geq 10\%$ ；大色散啁啾光纤布拉格光栅带宽 ≥ 10 纳米，二阶色散 $20\sim 50$ 皮秒/纳米，反射率 $\geq 60\%$ 。申请发明专利 ≥ 10 件。实现在光纤激光器上不少于 5000 只应用。

有关说明：自筹经费与国拨经费比例不低于 1:1。

关键词：激光技术，光纤激光，合束器，光剥离器，光栅。

3.3 高功率半导体激光器关键技术研究（共性关键技术类）

研究内容：开展高功率半导体激光外延材料设计、波长稳定、非吸收窗口、激光合束研究，攻克高质量外延材料生长、芯片内

置光栅、波长调谐、自动化制造等关键技术，研究波导结构、光栅构型对光学模式的调控特征。开展 766、780 纳米等新波长激光器以及 905 纳米、1550 纳米脉冲激光器研究；研究极低发散角光子晶体面发射激光技术，开展极低发散角面发射激光器可靠性及失效机理研究，研制长寿命器件。

考核指标：766、780、796、852 纳米半导体激光器单管连续功率 ≥ 10 瓦；915、976 纳米光纤耦合泵浦源模块功率 ≥ 1 千瓦，光纤芯径 200 ± 10 微米，数值孔径 < 0.22 ；808 纳米 VCSEL 阵列，准连续功率 ≥ 1 千瓦；905、940 纳米 VCSEL 阵列峰值功率 ≥ 1 千瓦@脉宽 < 10 纳秒；905 纳米边发射激光器峰值功率 ≥ 300 瓦@脉宽 < 10 纳秒，1550 纳米峰值功率 ≥ 60 瓦@脉宽 < 10 纳秒，芯片国产化达 60% 以上；940 纳米高光束质量低发散角面发射激光器，单管峰值功率 ≥ 20 瓦@脉宽 < 10 纳秒，无准直下发散角 < 0.3 度，寿命 ≥ 5000 小时，模块峰值功率 ≥ 150 瓦@脉宽 < 10 纳秒。申请发明专利 ≥ 10 件，制定国家/行业/企业标准 ≥ 3 件。

有关说明：自筹经费与国拨经费比例不低于 1:1。

关键词：半导体激光器，垂直腔面发射激光器（VCSEL），光子晶体激光器

3.4 高功率长脉冲绿光激光器技术（共性关键技术类）

研究内容：研究百纳秒调 Q 激光振荡技术、光束质量的限制机理及控制技术、激光脉冲 Gate 控制技术以及脉冲稳定性控制技术，研制高功率绿光激光器工程样机；研究高功率二极管泵浦模

块的散热系统仿真与设计、真空回流无空洞硬焊料封装技术以及漫反射腔泵浦均匀化技术，制作出高功率侧面泵浦激光模块；研究高性能 IGBT 背面退火应用中激光参数对退火深度、激活率以及退火均匀性的影响，支撑高功率绿光激光在大规模集成电路退火领域应用。

考核指标：高功率绿光激光器波长 532 纳米或 527 纳米，重复频率 3—10 千赫兹，双路合成功率 ≥ 200 瓦，脉宽 150—250 纳秒，脉冲稳定性 $< 1\%$ ，光束质量 M^2 因子为 7—18，光斑尺寸 $\Phi 5$ —7 毫米，指向稳定性 < 20 微弧度；侧面泵浦激光单模块输出功率 ≥ 400 瓦 @ ~ 1 微米，荧光分布均匀性 $\geq 92\%$ ，电光效率 $\geq 22\%$ ，泵浦源激光芯片 100% 自主可控；IGBT 背面退火深度 0~3 微米，退火硅片的最小厚度为 50 微米，激活率 $\geq 95\%$ ，退火均匀性 $< 1\%$ 。申请发明专利 ≥ 5 件。

有关说明：自筹经费与国拨经费比例不低于 1:1。

关键词：激光技术，全固态激光器，非线性频率变换，激光退火

3.5 超宽带、多模式、快速调谐飞秒光学参量振荡器（青年科学家）

研究内容：研究光学参量振荡器非线性机理和模式调控方法，突破传统光学参量振荡器输出模式难以实现超宽带快速调控的限制，研制超宽带快速调谐飞秒光学参量振荡器。

考核指标：波长切换时间 < 10 毫秒，工作波长范围 620—950

纳米且输出激光平均功率 ≥ 1.5 瓦,输出光斑模式可在高斯、矢量、涡旋光场间切换。

关键词: 激光技术, 超快激光技术, 光学参量振荡器

3.6 长荧光寿命纳米悬浮颗粒激光材料研究(青年科学家)

研究内容: 研究 Nd_2O_3 等纳米悬浮介质的荧光淬灭机制和透过率/荧光寿命的协同调控机理; 研究长荧光寿命的纳米悬浮介质的制备方法; 研究纳米悬浮介质激光输出性能。

考核指标: Nd_2O_3 等纳米悬浮颗粒材料透过率 ≥ 0.95 /厘米, 荧光寿命 ≥ 100 微秒, 激光斜率效率 $\geq 50\%$ 。

关键词: 纳米材料, 激光材料, 激光技术

4. 前沿电子材料与器件

4.1 基于 PN 结的 NLED 关键材料与器件研究(基础研究类)

研究内容: 研究电致发光型高性能纳米 PN 结和量子结构的器件结构、成分与性能调控技术, 研究纳米 PN 结的发光机理和 NLED 器件的工作机制; 研制高发光性能纳米 PN 结材料及其制备工艺; 研究低串扰低压驱动技术和纳米 PN 结型 NLED 制备技术, 研制纳米 PN 结型的红绿蓝三基色 NLED 单色原型器件。

考核指标: 制备 5—8 种电致发光型纳米 PN 结材料, 纳米 PN 结径向尺寸 < 800 纳米; 纳米 PN 结型红绿蓝三基色 NLED 单色原型器件像素密度 ≥ 10000 像素点数/英寸, 交流驱动电压峰值 < 20 伏特, 发光亮度 ≥ 3000 尼特。

关键词: NLED, PN 结, 可控制备, 原型器件

4.2 显示应用中薄膜晶体管及有机发光二极管器件工艺仿真技术（共性关键技术类）

研究内容：研究材料、结构和工艺对器件性能影响的仿真方法、模型和边界条件，开发多物理尺度的显示器件仿真工具；研究曝光、沉积、刻蚀、离子注入等工艺参数对材料质量和器件特性影响规律的仿真模型，开发应用于显示生产的工艺仿真工具；研究显示器件的有限元建模和高性能优化方法，以及异构集群上有限元软件的高效求解器和硬件加速算法模型，开发硬件加速原型系统。

考核指标：器件仿真工具支持漂移扩散方程、玻尔兹曼方程、泊松方程、量子限域分析、非准弹道传输、缺陷捕获与释放分析及载流子渗流输运方程，在变温，应力，光照等多物理场下仿真结果与实测性能误差 $<10\%$ ；工艺仿真工具的仿真结果与 G6 及以上产线量产性能误差 $<20\%$ ；有限元求解器支持百万网格高效求解，并行效率 $\geq 50\%$ ，求解精度与传统求解器差 $<3\%$ ；硬件加速器对求解器关键算法步骤的加速比 ≥ 4 。

关键词：器件仿真，工艺仿真，有限元求解器，硬件加速器

4.3 面向多维光电感知的新型光电限域材料及关键技术研究（基础研究类）

研究内容：面向具有多维光电感知能力的下一代新型电子材料，聚焦低耗能、低成本、高效率的多维度光电感知关键技术研究，设计和制备具有光场、偏振、波谱以及波前信息综合感知和

转换能力的光电限域材料及结构；发展光场、角度、波谱等多参量感知手段，揭示光电转换、波谱等多维信息识别与重构过程中的物理机制；实现材料制备、结构设计、原型器件的重大突破；支撑小型化、轻量化、多维度感知理论、方法和技术的创新发展。

考核指标：新型光电限域材料或结构 2—3 种；高速高灵敏多维度光电探测器件单元面积 2—120 平方微米；器件响应度 >1 安培/瓦或 >10 伏特/瓦，响应时间 <1 毫秒；响应波长涵盖 0.4—10 微米多个波段，偏振态检测数 ≥ 4 个，多光谱识别数 ≥ 6 。

关键词：光电感知，量子限域材料，多维信息重构，光电转换

4.4 光场 3D 智能手机显示关键技术及器件研究（共性关键技术类）

研究内容：研究光场 3D 智能手机显示屏的结构设计，开展 2D/3D 显示切换技术、眼球追踪技术和 3D 信息处理方法研究，研发超薄精密视角调控器件及其关键技术，建立匹配视觉感知特性的光场 3D 手机显示关键性能参数测试评价及优化方法，开展光场 3D 手机显示系统集成和工程化技术研究。

考核指标：视点数为 4×4 ，3D 图像出屏和入屏的深度 ≥ 20 毫米，水平垂直视角 $\geq \pm 30^\circ$ ，2D/3D 可快速切换；实现 3D 图像转换算法及播放，实现单人眼球实时追踪，追踪到图像显示完成时间 <16.7 毫秒 @60 赫兹；光场 3D 手机显示质量视觉感知模型拟合优度 ≥ 0.8 ，3D 显示亮度 ≥ 500 尼特，整机厚度增加 <2 毫米。

关键词：光场显示，光场 3D 手机显示，眼球追踪，2D/3D

切换

4.5 基于短沟道双栅 IGZO 晶体管的 2T0C DRAM 技术研究 (青年科学家)

研究内容: 研究 IGZO 半导体中各组分对缺陷态和载流子的调节机制, 研制低缺陷高迁移率的 IGZO 半导体材料; 研究尺寸微缩时双栅晶体管特性变化规律, 通过建立器件结构—工艺—性能的协同优化策略, 实现高性能超短沟道的双栅 IGZO 晶体管; 基于双栅 IGZO 晶体管, 研究新型 2T0C DRAM 存储单元集成方案, 实现大规模 DRAM 阵列集成。

考核指标: 制备高性能短沟道双栅 IGZO 晶体管器件, 满足沟道长度 ≤ 15 纳米, 开态电流 ≥ 1000 微安/微米, 关态电流 $\leq 10^{-13}$ 安培/微米, 亚阈值摆幅 ≤ 80 毫伏特/十倍电流; 基于上述双栅器件, 设计并实现新型 2T0C DRAM 存储单元, 满足存储单元只有一条位线, 并通过晶体管栅极控制实现信号读取, 保持时间 ≥ 1000 秒, 写入电压 ≤ 1 伏特, 写入时间 ≤ 10 纳秒; 实现 DRAM 阵列规模 $\geq 1K \times 1K$ 。

关键词: IGZO, DRAM, 薄膜晶体管, 集成技术

4.6 结合高 k 栅介质的二维氧化物半导体薄膜晶体管界面改善与器件应用研究 (青年科学家)

研究内容: 研究低缺陷高迁移率的新型二维氧化物半导体材料; 研制低功耗、高性能、高可靠性的二维氧化物半导体薄膜晶体管器件; 探索二维氧化物半导体与高 k 栅介质的界面缺陷态起

源并提出针对性改进方案；探究二维氧化物薄膜晶体管的热分布并优化器件热管理技术。

考核指标：研制尺寸大于4英寸、厚度均匀性大于99%、点缺陷面密度小于 10^{13} /平方厘米的新型二维氧化物半导体材料；薄膜晶体管场效应迁移率 ≥ 40 平方厘米/伏特·秒，阈值电压绝对值 ≤ 2 伏特，栅压应力下阈值电压漂移 ≤ 0.5 伏特@ $V_{gs}=10$ 伏特@100度，获得/申请发明专利 ≥ 20 件。

关键词：二维氧化物材料，高k介质，缺陷态，晶体管

4.7 无结纳米像元发光材料与器件研究（青年科学家）

研究内容：建立无结型纳米材料的发光模型，研究无结纳米半导体材料的生长条件、掺杂、晶型调控和表面构型的优化方法，研发高量子效率、窄半峰宽的纳米发光材料；研究纳米发光薄膜的制备工艺、纳米像元发光器件的结构设计与制备方法，以及低串扰低压调控驱动技术，研制低功耗、高光效的红绿蓝单色无结型纳米像元发光器件。

考核指标：无结型半导体纳米发光像元尺寸 < 800 纳米，驱动电压峰值 < 30 伏特，发光效率 $\geq 10\%$ 。

关键词：纳米像元，无结发光材料，无结发光器件，无结发光机理

“新型显示与战略性电子材料”重点专项 2023年度“揭榜挂帅”榜单

为深入贯彻落实国家科技创新有关部署安排，切实加强创新链和产业链对接，“新型显示与战略性电子材料”重点专项聚焦国家战略亟需、应用导向鲜明、最终用户明确的重大攻关需求，凝练形成2023年度“揭榜挂帅”榜单，现将榜单任务及有关要求予以发布。

一、申报说明

本批榜单围绕深空探测、月面站等应用场景，以及印刷OLED/QLED柔性显示规模化生产等需求，分别解决相关材料的设计、工艺、生产等技术问题，拟启动2个任务，安排国拨经费共计不超过3800万元，支持项目数共2项。每个项目下设课题数不超过5个，项目参与单位总数不超过10家。项目设1名负责人，每个课题设1名负责人。

榜单申报“不设门槛”，项目牵头申报和参与单位无注册时间要求，项目（课题）负责人无年龄、学历和职称要求。申报团队数量不多于拟支持项目数量的榜单任务方向，仍按程序进行项目评审立项。明确榜单任务资助额度，简化预算编制，经费管理探索实行“负面清单”。

二、攻关和考核要求

揭榜立项后，揭榜团队须签署“军令状”，对“里程碑”考核

要求、经费拨付方式、奖惩措施和成果归属等进行具体约定，并将榜单任务目标摆在突出位置，集中优势资源，全力开展限时攻关。项目（课题）负责人在揭榜攻关期间，原则上不得调离或辞去工作职位。

项目实施过程中，将最终用户意见作为重要考量，通过实地勘察、仿真评测、应用环境检测等方式开展“里程碑”考核，并视考核情况分阶段拨付经费，实施不力的将及时叫停。

项目验收将通过现场验收、用户和第三方测评等方式，在真实应用场景下开展，并充分发挥最终用户作用，以成败论英雄。由于主观不努力等因素导致攻关失败的，将按照有关规定严肃追责，并依规纳入诚信记录。

三、榜单任务

1. 面向宇航应用的抗辐照氮化镓基功率电子材料与器件研究（共性关键技术类）

需求目标：针对深空探测、月面站等场景对宇航高效率、高功率密度及高抗辐照能力供电系统与设备的重要需求，开发抗辐照氮化镓基功率电子材料、器件与电源模块，揭示总剂量效应和单粒子效应对 Si 衬底 GaN 基功率电子材料的作用机理及材料性质的变化规律、空间粒子辐照对 GaN 基 HEMT 器件的损伤机理及性能退化与材料缺陷演化和器件结构的关联规律，突破宇航用 GaN 基 HEMT 器件抗辐照加固结构设计及工艺技术、高功率密度航天电源模块的设计与封装技术，建立 GaN 基 HEMT 器件辐

照损伤的表征评估方法与可靠性评价技术体系，实现宇航应用验证。具体需求目标如下：

(1) 研发出抗辐照氮化镓基功率电子材料与器件，器件额定电压 ≥ 450 伏特，额定电流 ≥ 25 安培，导通电阻 < 25 毫欧，器件抗辐射总剂量 ≥ 300 千拉德硅，抗单粒子烧毁能力线性能量传输值 ≥ 75 兆电子伏特·平方厘米/毫克，抗单粒子烧毁能力阻断电压 ≥ 300 伏特。

(2) 研发出 GaN 基 HEMT 器件的抗辐射 DC-DC 电源模块，输入电压 ≥ 100 伏特，功率等级 ≥ 100 瓦，功率密度 ≥ 100 瓦/立方英寸，最高工作效率 $\geq 93\%$ 。

(3) 电源模块成熟度达到 3 级，实现宇航应用验证。

榜单金额：不超过 1800 万元。

有关说明：由中国空间技术研究院（航天五院）作为用户代表。

时间节点：研发时限为 3 年。

项目执行期满 1 年：研究抗辐照 Si 衬底 GaN 基功率电子材料和器件结构，研究总剂量效应和单粒子效应对 Si 衬底 GaN 基功率电子材料的作用机理，研究空间粒子辐照对 GaN 基 HEMT 器件的损伤机理，研究 GaN 基 HEMT 器件高可靠设计及封装技术。

考核指标：GaN 基 HEMT 器件额定电压 ≥ 450 伏特，额定电流 ≥ 25 安培，导通电阻 < 25 毫欧，器件抗辐射总剂量 ≥ 100 千拉德硅，抗单粒子烧毁能力线性能量传输值 ≥ 37 兆电子伏特·平方厘米/毫克。完成基于 GaN 基 HEMT 器件的抗辐射 DC-DC 电源

模块原理样机。

项目执行期满 2 年：研究突破宇航用 GaN 基 HEMT 器件抗辐照加固结构设计及工艺技术、高功率密度航天电源模块的优化与评价技术，实现器件抗辐照能力有效提升，研究器件性能退化与材料缺陷演化和器件结构的关联规律，研究器件辐照损伤的表征评估方法。

考核指标：GaN 基 HEMT 器件抗辐射总剂量 ≥ 300 千拉德硅，抗单粒子烧毁能力线性能量传输值 ≥ 75 兆电子伏特·平方厘米/毫克，抗单粒子烧毁能力阻断电压 ≥ 200 伏特。基于 GaN 基 HEMT 器件的抗辐射 DC-DC 电源模块，输入电压 ≥ 100 伏特，功率等级 ≥ 100 瓦，功率密度 ≥ 50 瓦/立方英寸，最高工作效率 $\geq 93\%$ 。

项目执行期满 3 年：研究建立 GaN 基 HEMT 器件辐照损伤的表征评估方法与可靠性评价技术体系，完成器件抗单粒子能力提升，完成器件评估和电源模块考核验证。

考核指标：GaN 基 HEMT 器件抗单粒子烧毁能力线性能量传输值 ≥ 75 兆电子伏特·平方厘米/毫克，抗单粒子烧毁能力阻断电压 ≥ 300 伏特。基于 GaN 基 HEMT 器件的抗辐射 DC-DC 电源模块功率密度 ≥ 100 瓦/立方英寸，最高工作效率 $\geq 93\%$ 。电源模块成熟度达到 3 级，实现宇航应用验证。

2. 印刷 OLED/QLED 柔性显示应用示范（应用示范类）

需求目标：集成国产化印刷 OLED/QLED 材料成果，开发出满足量产需求的墨水及墨水—印刷设备，研制出 OLED/QLED 柔

性屏，开发出像素电路设计、氧化物靶材、TFT 背板、薄膜封装及符合稳定性要求的模组，建成柔性印刷 OLED/QLED 面板示范线，实现印刷 OLED/QLED 柔性显示的规模生产及应用。具体需求目标如下：

（1）实现印刷 OLED/QLED 墨水批量化制备，完成产品化实验，导入产线规模化应用。

（2）印刷 OLED 柔性面板：TFT 迁移率 ≥ 50 平方厘米/伏特·秒，屏幕尺寸 ≥ 27 英寸，分辨率 $\geq 4K$ ；以及屏幕尺寸 ≥ 14 英寸，像素密度 ≥ 240 像素点数/英寸；视角单侧 ≥ 45 度（亮度衰减到正视角度的 50%、色度视角偏差 $\Delta u'v' \leq 0.025$ ），面板全白亮度达到 300 尼特，在亮度 300 尼特条件下 T95 寿命 ≥ 1000 小时，显示模组信赖性通过 240 小时（在 60 摄氏度和 90%湿度的条件下）。

（3）印刷 QLED 柔性面板：屏幕尺寸 ≥ 27 英寸，分辨率 $\geq 4K$ ，色域 $\geq 85\%$ BT.2020，视角单侧 ≥ 45 度（亮度衰减到正视角度的 50%、色度视角偏差 $\Delta u'v' \leq 0.025$ ）。

（4）建成柔性印刷 OLED/QLED 面板示范线，印刷 OLED/QLED 面板产能 $\geq 1K$ /月。

榜单金额：不超过 2000 万元。

有关说明：要求企业牵头揭榜，该项目成果需通过以国家新型显示技术创新中心为代表的用户单位验证测试。

时间节点：研发时限为 3 年。

项目执行期满 1 年：实现印刷 OLED/QLED 材料产品化，

产出一台不小于 14 英寸的印刷 OLED 显示样机和不小于 27 英寸的印刷 QLED 显示样机。

考核指标：印刷 OLED 柔性屏：背板 TFT 迁移率 ≥ 35 平方厘米/伏特·秒，样品屏幕尺寸 ≥ 27 英寸及 14 英寸，分辨率 $\geq 2K$ 及像素密度 ≥ 200 像素点数/英寸，视角单侧 ≥ 40 度（亮度衰减到正视角度的 50%、色度视角偏差 $\Delta u'v' \leq 0.025$ ），面板全白亮度达到 300 尼特，在亮度 300 尼特条件下 T95 寿命 ≥ 800 小时，显示模组信赖性通过 120 小时（在 60 摄氏度和 90%湿度的条件下）；印刷 QLED 柔性屏：样品屏幕尺寸 ≥ 27 英寸，分辨率 $\geq 2K$ ，视角单侧 ≥ 40 度（亮度衰减到正视角度的 50%、色度视角偏差 $\Delta u'v' \leq 0.025$ ），色域 $\geq 75\%$ BT.2020。

项目执行期满 2 年：建有一条可以进行小量试产的印刷 OLED/QLED 面板示范线，调试出一套适合于印刷 OLED/QLED 量产的工艺参数，印刷 OLED/QLED 显示样机产品性能得到稳步提升。

考核指标：印刷 OLED 柔性屏：背板 TFT 迁移率 ≥ 45 平方厘米/伏特·秒，样品屏幕尺寸 ≥ 27 英寸及 14 英寸，分辨率 $\geq 4K$ 及像素密度 ≥ 220 像素点数/英寸，视角单侧 ≥ 40 度（亮度衰减到正视角度的 50%、色度视角偏差 $\Delta u'v' \leq 0.025$ ），面板全白亮度达到 300 尼特，在亮度 300 尼特条件下 T95 寿命 ≥ 900 小时，显示模组信赖性通过 200 小时（在 60 摄氏度和 90%湿度的条件下）；印刷 QLED 柔性屏：样品屏幕尺寸 ≥ 27 英寸，分辨率 $\geq 4K$ ，视

角单侧 ≥ 40 度(亮度衰减到正视角度的50%、色度视角偏差 $\Delta u'v' \leq 0.025$),色域 $\geq 80\%$ BT.2020。

项目执行期满3年:实现印刷 OLED/QLED 面板示范线量产(产能不小于1K/月),产品性能达到客户规格要求。

考核指标:印刷 OLED 柔性屏:背板 TFT 迁移率 ≥ 50 平方厘米/伏特·秒,样品屏幕尺寸 ≥ 27 英寸及14英寸,分辨率 $\geq 4K$ 及像素密度 ≥ 240 像素点数/英寸,视角单侧 ≥ 45 度(亮度衰减到正视角度的50%、色度视角偏差 $\Delta u'v' \leq 0.025$),面板全白亮度达到300尼特,在亮度300尼特条件下T95寿命 ≥ 1000 小时,显示模组信赖性通过240小时(在60摄氏度和90%湿度的条件下);印刷 QLED 柔性屏:样品屏幕尺寸 ≥ 27 英寸,分辨率 $\geq 4K$,视角单侧 ≥ 45 度(亮度衰减到正视角度的50%、色度视角偏差 $\Delta u'v' \leq 0.025$),色域 $\geq 85\%$ BT.2020;印刷 OLED/QLED 共计实现量产产能不小于1K/月。

“新型显示与战略性电子材料”重点专项 2023 年度项目申报指南和榜单形式 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（榜单任务）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（课题）负责人应为 1963 年 1 月 1 日以后出生，具有高级职称或博士学位。

(2) 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 38 周岁以下（1985 年 1 月 1 日以后出生），女性应为 40 周岁以下（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。

(3) 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。

(4) 参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家，原则上不能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) 中央和地方各级国家机关的公务人员（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）。

(7) 项目申报人员满足申报查重要求。

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。国家机关不得作为申报单位进行申报。

(2) 注册时间在2022年6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) “揭榜挂帅”项目（课题）负责人无年龄、学历和职称要求，项目牵头申报和参与单位无注册时间要求。

(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。

本专项形式审查责任人：杨斌

“稀土新材料”重点专项 2023 年度项目申报指南

(仅国家科技管理信息系统注册用户登录可见)

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“稀土新材料”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2023 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：面向事关国计民生的新一代信息技术、先进轨道交通、节能与新能源汽车、生态环境、高端医疗器械与健康、先进制造等领域对稀土新材料的迫切需求，发展具有我国资源特色和技术急需的稀土新材料，加强稀土新材料前沿技术基础、工程化与应用技术创新，提升稀土新材料原始创新能力、产业核心竞争力和高端应用水平。

“稀土新材料”重点专项 2023 年度指南部署坚持问题导向、分步实施、重点突出的原则，围绕稀土永磁材料强基及变革性技术、新型高效稀土光功能材料及应用技术、高效低成本稀土催化材料及应用技术、稀土材料绿色智能制备和高纯化技术、稀土物化功能材料及应用技术、稀土新材料及材料基因工程等新技术应用、特种稀土功能材料及专材专用技术 7 个技术方向进行部署。按照基础研究类、共性关键技术类、应用示范类三个层面，拟启动 23 项指南任务，安排国拨经费 2.22 亿元。其中，拟部署 11 个青年科学家项目，

安排国拨经费 3300 万元，每个项目 300 万元。应用示范类项目应由企业牵头，配套经费与国拨经费比例不低于 1:1。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。除特殊说明外，每个方向拟支持项目数为 1~2 项，实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目下设课题不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家；共性关键技术类和应用示范类项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名项目负责人，项目中每个课题设 1 名课题负责人。

青年科学家不再下设课题，项目参与单位总数不超过 3 家。项目设 1 名项目负责人，青年科学家负责人年龄要求，男性应为 1985 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。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

1. 稀土永磁材料强基及变革性技术

1.1 重载汽车轮毂电机磁体制备及应用技术（共性关键技术类，定向择优）

研究内容：针对空天发射装备运输和重载汽车轮毂电机的结

构紧凑、工况复杂、多物理场深度耦合的特点，研究新型重载汽车轮毂电机钕铁硼磁体综合性能的优化以及在永磁轮毂电机中的应用技术，通过轮毂电机控制精度、温度适应性、工况适应性的试验，进一步优化电机设计和磁体应用技术。

考核指标：磁合金最高工作温度 $\geq 200^{\circ}\text{C}$ ；最高功率密度 $\geq 5.5\text{kW/kg}$ 的内转子轮毂电机用磁合金的最大磁能积 $\geq 390\text{kJ/m}^3$ 。最高转矩密度 $\geq 24\text{N}\cdot\text{m/kg}$ 的外轮毂电机用磁合金的温度系数 $|\alpha_{Br}|\leq 0.11\%/^{\circ}\text{C}$ 。磁合金在轮毂电机中得到应用，围绕内转子、外转子轮毂电机的驱动轮多物理场耦合设计建立 ≥ 2 个模型，驱动轮的最高效率 $\geq 92\%$ ，在空天发射装备运输或重载汽车上示范应用。申请发明专利 ≥ 5 项。

关键词：永磁体，轮毂电机，转矩密度

有关说明：由北京市科委、黑龙江省科技厅、浙江省科技厅作为推荐单位组织申报。

1.2 稀土永磁产业流程关键环节磁特性和缺陷检测技术（共性关键技术类）

研究内容：针对新能源汽车、5G通信等高精尖应用领域对高品质稀土永磁材料的迫切需求，重点解决各关键生产环节保障稀土永磁高品质的磁特性测量重复性差、物理缺陷漏检率高的难题，研发大幅度提高产品合格率的关键技术，实现磁体检测过程关键节点的自动化和智能化。

考核指标：最大磁能积波动在 $\pm 1.6\text{kJ/m}^3$ 以内的产品实现测量

重复性和全程测量自动化，误差范围：剩磁在 ± 1.5 mT 以内，内禀矫顽力在 ± 2.4 kA/m，不确定度达到：剩磁 0.5% ($k=2$)，内禀矫顽力 0.5% ($k=2$)，最大磁能积 1.5% ($k=2$)。内部无损快速检测精度 0.1mm 以内；产品外观缺陷漏检率 $< 1 \times 10^{-5}$ 。申请发明专利 ≥ 5 项。

关键词：永磁体，测量重复性、无损快速检测

2. 新型高效稀土光功能材料及应用技术

2.1 超高色域激光显示用新型稀土发光材料及应用技术（共性关键技术类）

研究内容：针对新一代超高色域激光显示技术的发展趋势，研究高功率密度蓝光（440~460nm）光源激发下发光材料的光致饱和规律，设计开发耐辐照的新结构/新组分/新形态的红色和绿色稀土发光材料；探索有效调控光谱特性和提升发光效率的理论依据及关键技术手段，研制高色纯度新型高光效稀土发光材料；开发基于块体/粉体等新型稀土发光材料的多组态新型 LD 封装器件，以及激光用超高色域显示的应用技术。

考核指标：研制出 ≥ 4 种激光显示用新型稀土发光材料，入射蓝光激光功率密度 20 W/mm^2 时，绿色稀土发光材料的色品坐标 $y \geq 0.64$ ，至少 1 种色品坐标 $y \geq 0.67$ ，红色稀土发光材料的色品坐标 $x \geq 0.64$ ，至少 1 种色品坐标 $x \geq 0.68$ ；老化 1000 小时，效率下降不超过 10%。采用其制成的 LD 激光封装器件（10W）的显示色域 $\geq 110\%$ NTSC、光效 $\geq 100 \text{ lm/W}$ 。申请发明专利 ≥ 10 项。

关键词：激光显示，发光效率，激光封装器件

3. 稀土材料绿色智能制备和高纯化技术

3.1 高中子吸收与慢化用稀土材料及制备技术（共性关键技术类）

研究内容：面向乏燃料后处理重大工程和小型移动堆大功率、长寿命等应用需求，研制核用高纯稀土金属原料；开发型材加工用超长、高密度、低缺陷稀土金属及合金锭坯真空熔铸技术；开发核用稀土金属及合金棒材、板材等加工成型技术；开发大尺寸多孔异性结构稀土基合金的氢化物制备技术，建立其元素成分—氢含量—组织—性能之间的内禀关系。

考核指标：中子吸收材料的吸收截面 ≥ 44000 靶恩、缺陷率 $< 0.5\%$ 、致密度 $\geq 99.5\%$ ，Al、Mg、Ti 等杂质总含量 $< 200\text{ppm}$ ，氧杂质含量 $< 500\text{ppm}$ 。中子慢化材料用稀土金属纯度 $\geq 4\text{N}5$ （不含气体杂质），其中 B、Cr、Fe、Ni 等均 $< 10\text{ppm}$ ；中子慢化材料稀土氢化物型材中氢与稀土摩尔比例 ≥ 1.75 ，外径 $\geq 180\text{mm}$ 、高度 $\geq 70\text{mm}$ 、均布孔数量 ≥ 18 个，耐受温度 $\geq 1000^\circ\text{C}$ ，寿命 $\geq 2000\text{h}$ 。

关键词：乏燃料，中子吸收与慢化

3.2 高品质铈锆钎合金智能化制备关键技术（应用示范类，定向择优）

研究内容：通过大型电解槽温度场、流场、电场、浓度场等多物理场与化学场的模拟，开展大型绿色高效熔盐电解槽及其配

套装备设计开发，研究基于物联网的稀土合金冶炼数字化关键技术与智能装备集成技术。研究熔盐电解产品在线高效检测技术。实现白云鄂博矿的高品质、低偏析铈镨钕合金稳定制备，形成产业示范。

考核指标：形成一套高品质铈镨钕合金高效制备一体化集成技术；电流效率 $\geq 83\%$ ，吨稀土金属能耗 $<7.8 \times 10^3$ kWh（@7kA \leq 电解槽电流 <20 kA）；进出料过程实现自动化，生产过程工艺条件实现智能控制，电解电源整流效率 $\geq 95\%$ ，在线测量温度精度 $<5.5\%$ ；高品质铈镨钕合金中铈含量 $\geq 50\%$ ，合金中主成份偏析 $\pm 1.5\text{wt.}\%$ ，C $<0.03\text{wt.}\%$ ，Fe $<0.15\text{wt.}\%$ ；建成年产高品质铈基稀土合金生产能力 2000 吨示范线 1 条。

关键词：铈镨钕合金，熔盐电解

有关说明：由内蒙古自治区科技厅、北京市科委、辽宁省科技厅、甘肃省科技厅作为推荐单位组织申报。

4. 稀土物化功能材料及应用技术

4.1 稀土放射性核素标记及医用（基础研究类）

研究内容：创制稀土放射性核素在水系中快速高效的标记方法，揭示稀土放射性核素标记的规律和构效关系；开发与稀土放射性核素强螯合的新型小分子多齿配体及大环衍生物类配体；构建分子、超分子组装及纳米尺度的新型稀土放射性核素标记材料；开发基于稀土放射性核素标记的大环衍生物类化合物以及微球、凝胶等功能复合材料，研究稀土核素标记材料在活体内的解离与

代谢行为，发展放射性成像示踪和治疗等生物医学应用新技术。

考核指标：创制 ≥ 5 种新型稀土放射性核素材料；建立水系中快速高效的稀土材料放射性标记方法，2 min 内标记效率 $>90\%$ ，制备过程不超过 15 min；开发 ≥ 3 种不同组成的稀土放射性核素纳米材料，其尺寸在 5—100 nm 可调，小尺寸分布为 5 ± 1 nm，尺寸大于 15 nm 的分布标准差 $<10\%$ ；开发 ≥ 4 种与稀土放射性核素强螯合的新型小分子多齿配体及大环衍生物类化合物，活体内稀土配合物的解离比例不超过 5%；开发 ≥ 5 类基于稀土放射性核素的特征功能复合材料及大环类化合物，活体内稀土放射性核素脱落比例 $<0.5\%$ ；针对生物成像、传感和治疗等生物医学应用新技术，开发 ≥ 5 种放射性稀土核素。申请发明专利 ≥ 5 项。

关键词：稀土放射性核素，核医学，介入治疗

4.2 医用影像与康复装置用新型强磁材料及应用技术（共性关键技术类）

研究内容：针对低场磁共振成像（MRI）早期影像诊断、磁性医疗机器人治疗、磁场康复理疗等特殊需求，开展极低频磁场发生专用新型强磁材料与磁路研究；探讨未来可应用于微纳米磁性机器人的稀土永磁磁体的制备与加工技术；探究极低频交变磁场（双极峰值交变频率不超过 30Hz，单极峰值变化频率不超过 20Hz）发生专用新型强磁材料的性能测试方法；发展交变磁场施磁参数标准确立和技术实现工艺；开发基于 MRI 诊断、磁性医疗机器人治疗和磁场康复理疗的一体化生命健康应用的医疗原型设备。

考核指标：便携式 MRI 样机 1 套，其中样机磁场 ≥ 0.07 T、梯度磁场强度 ≥ 20 mT/m，边界处磁场不均匀性 < 1000 ppm（@直径 $\varnothing \geq 200$ mm 球体空间），便携式 MRI 样机磁体重量减轻 64%，体积减少 20%。开发出磁粉体积分数 $\leq 20\%$ 、厚度 ≤ 400 μm 的软体磁材，其中软体磁材的剩磁 ≥ 0.15 T，矫顽力 ≥ 720 kA/m（@弯曲模量 ≥ 18 N/m²）。动态磁场治疗样机 ≥ 1 套；单频交变磁场绝对磁通变化率 $Q \geq 1.8 \times 10^4$ Mx/s，动态磁通有效距离 $L \geq 30$ mm（@ $Q > 6000$ Mx/s）。

关键词：稀土强磁材料，磁路设计，医疗原型设备

4.3 集成电路制造用纳米稀土抛光材料制备基础研究（基础研究类）

研究内容：针对集成电路超精密抛光特殊需求，开展纳米氧化铈抛光材料制备及其抛光机制基础研究。重点研究纳米氧化铈合成过程中形貌、粒径、晶体结构衍化规律和调控机制；研究设计高悬浮稳定性、高抛光速率纳米氧化铈抛光液配方，探索研磨颗粒粉体与分散介质匹配规律及其对抛光性能的影响规律。

考核指标：建立纳米氧化铈形貌、物相、表面结构与抛光性能的关联机制；细颗粒纳米高纯氧化铈粒径 D50 20 ~ 60nm，粒度分布 $(D90-D10) / (2D50) < 0.7$ ，中颗粒纳米高纯氧化铈粒径 D50 60 ~ 120nm，粒度分布 $(D90-D10) / (2D50) < 0.8$ ，粗颗粒纳米高纯氧化铈粒径 D50 120 ~ 200nm，粒度分布 $(D90-D10) / (2D50) < 1.0$ ；纳米氧化铈纯度 $\geq 99.99\%$ ；抛光速率 ≥ 300

nm/min, $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$ 选择去除比 ≥ 30 。申请发明专利 ≥ 5 项。

关键词: 稀土抛光材料, 高纯氧化铈, 集成电路

5. 稀土新材料及材料基因工程等新技术应用

5.1 电子陶瓷基板及所需钇氧化物产业化关键技术 (应用示范类)

研究内容: 重点研究重稀土氧化物前驱体可控合成技术, 前驱体剪裁和组装技术, 颗粒形貌保持的煅烧机制。研究重稀土烧结剂品种、纯度、粒度、形貌与电子陶瓷导热性及电学性质的关联关系; 研究 RE-AlN 和 RE-Si₃N₄ 电子陶瓷基板材料 (RE 代表 Y, Lu 等) 典型应用及 RE-AlN 陶瓷基板烧结剂制备技术。建立百吨级重稀土生产线应用示范。

考核指标: 重稀土氧化物粉体产品 D50 在 0.5 μm ~1.0 μm 可控, 最大粒径不超过 1.2 μm , Cl<5ppm, 产品纯度>99.99%。实现 RE-AlN 电子陶瓷基板相对致密度>99% (@重稀土离子含量在 3wt.%~20wt.%)、导热率>170W/(m·K); 承载电子器件大功率密度 $\geq 20\text{kW}/\text{cm}^2$ 、高电压 $\geq 800\text{V}$ 。建设百吨级重稀土-AlN 陶瓷基板烧结剂示范生产线一条。

关键词: 氧化物粉体, 基板相对致密度

5.2 智能电网等微纳电流芯片用稀土铁性膜制备技术 (共性关键技术类)

研究内容: 鉴于国家电网以及智能传感器、微型电机和物联网等用微纳敏感芯片对特殊稀土铁性材料高磁性能的需求, 研究

包括高丰度稀土的各类微米级稀土铁性薄膜材料的高磁性能与高附着、低应力生长技术、工程制备和微纳加工产业技术。研究基于谐振结构的新型高灵敏电流传感理论模型；研制应用于国家电网等领域的集成高性能稀土铁性膜和微米级磁体的微纳芯片级电流传感器新型器件。

考核指标：电流检测精度 $\leq 1\%$ （@范围：0~10 A）的膜材料器件，面外垂直各向异性高性能薄膜厚度 $\geq 20\mu\text{m}$ ，表面磁场 $\geq 200\text{ Oe}$ （@距离薄膜表面 $\geq 0.1\text{mm}$ ）；体积尺寸 $\leq 1\times 3\times 5\text{ mm}^3$ （@电流检测精度 $\leq 2\%$ 、范围：0~30 A）的器件用微米级体材料：表面磁场 $\geq 3\text{ kOe}$ ；应用于2种电流传感器原型器件。提供电流传感芯片 ≥ 2000 片，形成电流传感芯片2万/年的微纳制造能力。

关键词：微米级永磁材料，表面磁场，微纳敏感芯片

6. 特种稀土功能材料及专材专用技术

6.1 新型中红外稀土激光/磁光晶体及制备技术（共性关键技术类）

研究内容：针对激光加工、大气监测等领域对大功率中红外激光器的迫切需求，研发新型中红外波段稀土激光晶体，厘清中红外稀土激光晶体中稀土离子团簇结构的演变规律，建立稀土离子团簇与激光性能之间的构效关系；研究晶体生长过程中微观尺度上固液界面结晶形态和凝固机制，突破大尺寸激光晶体生长技术，加工出高质量晶体元件，实现中红外波段大功率激光输出。研发高性能稀土磁光晶体材料，实现高性能磁光晶体的制备并设

计开发相应磁光隔离器件。

考核指标：中红外稀土激光晶体：氟化物最大晶坯尺寸 $\geq \Phi 100\text{mm} \times 150\text{mm}$ ，氧化物最大晶坯尺寸 $\geq \Phi 80\text{mm} \times 120\text{mm}$ ，散射损耗 $\leq 1.5 \times 10^{-3}/\text{cm}$ ，光学均匀性优于 10^{-6} 量级， $2.7 \sim 3.0 \mu\text{m}$ 波段连续激光功率 $\geq 20\text{W}$ ，脉冲激光平均功率 $\geq 30\text{W}$ ，调 Q 激光峰值功率 $\geq 1\text{MW}$ 。磁光晶体的体吸收 $\leq 1800 \text{ ppm}/\text{cm}@1064\text{nm}$ ，Verdet 常数 $\geq 150 \text{ rad}/(\text{T} \cdot \text{m})@532\text{nm}$ ，磁光隔离器隔离度 $\geq 33\text{dB}$ ；新型磁光晶体的中红外波段透过率 $\geq 80\%$ 。申请发明专利 ≥ 15 项。

关键词：稀土激光晶体，磁光晶体，磁光隔离器件

6.2 时速大于 400 公里高铁牵引电机用钕合金与应用技术 (共性关键技术类)

研究内容：针对时速大于 400 公里高铁牵引电机实际试验情况，以及对高性能钕合金的磁、力等物理性能提出了新的要求，研究钕合金的宏观磁性、力学特性等与微观结构的关联关系；研究强磁钕合金性能调控及提升技术，搭建钕磁体牵引电机研究与试验平台。完成时速大于 400 公里高速列车用稀土牵引电机研制及集成技术开发，建立相关钕磁体的技术和标准体系。

考核指标：强磁钕合金最高工作温度 $\geq 300 \text{ }^\circ\text{C}$ ；磁通不可逆损失 $< 1\%$ ($@ 200^\circ\text{C} \times 2\text{h}$ 老化处理)；最大磁能积 $\geq 266 \text{ kJ}/\text{m}^3$ 的钕合金能耐 75g 冲击 ($@$ 频率 $10 \sim 2000\text{Hz}$ 、最大位移 0.75 mm 的高频振动试验)。钕磁体在稀土电机中的应用，功率密度提升 $\geq 10\%$ ($@$ 同等电机重量下 (700kg)，钕磁体电机转子减重 $\geq 20\%$)。

申请发明专利 ≥ 5 项。

关键词：强磁钐合金，钐磁体牵引电机

6.3 空天/临空高功率密度电机用软硬磁稀土组件材料（共性关键技术类，定向择优）

研究内容：针对航空/航天/临空驱动电机所需的高功率密度电机对稀土合金的需求，开展新型稀土软硬磁合金及组件研究；开发高强度、低损耗软磁材料。研发高强度、高磁感软磁合金及其相匹配的高剩磁高稳定性稀土永磁材料制备技术；研究材料和组件在空天/临空高功率密度电机应用新技术。

考核指标：开发出厚度 $\leq 0.2\text{mm}$ 、宽度 $\geq 250\text{mm}$ 的高强度高磁感软磁材料， $B_{800} \geq 1.8\text{T}$ ， $B_{8000} \geq 2.25\text{T}$ ， $H_c \leq 400\text{A/m}$ ， $R_{p0.2} \geq 650\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 15\%$ ；开发出厚度 $\leq 0.5\text{mm}$ 的高强度低损耗软磁材料， $B_{5000} \geq 1.59\text{T}$ ， $P_{1.0/400} \leq 40\text{W/kg}$ ，屈服强度 $\geq 750\text{MPa}$ ；永磁材料剩磁 $\geq 1.45\text{T}$ （@温度系数 $|\alpha_{Br}| \leq 0.11\%/^{\circ}\text{C}$ ），获得应用组件。申请发明专利 ≥ 4 项。

关键词：软硬磁合金，高饱和磁感，绝缘涂层

有关说明：由北京市科委、贵州省科技厅、浙江省科技厅、江西省科技厅作为推荐单位组织申报。

7. 青年科学家项目

7.1 稀土-DNA 协同多进制超高密度信息存储技术开发（青年科学家）

研究内容：针对海量数据储存对新型超高密度存储介质的迫

切需求，开发具有高效协同信息存储特性的稀土-DNA 二元信息存储体系。探索 DNA 分子诱导稀土单原子制造的高效合成及精确组装技术；研究稀土单原子、DNA 分子存储基元在原子/分子多级水平的存储特性；基于稀土单原子自身磁场极性及其 DNA 纳米技术创制同时具有碱基信息存储和稀土磁性存储特性的二元信息存储新材料；实现稀土-DNA 二元体系在同一空间信息的双重高效存储。

考核指标：建立稀土-DNA 二元协同信息存储体系理性设计和制备技术路线，实现一维/二维/三维稀土-DNA 二元存储材料的制备，实现数据信息到稀土-DNA 稀土体系的高密度存储，稀土原子空间存储密度 $\geq 100 \text{ bit}/\mu\text{m}^2$ ，DNA 存储密度 $\geq 2 \text{ bit/base}$ 。

关键词：双重高效存储，编码效率

7.2 高性能磁栅合金器件及其应用研究（青年科学家）

研究内容：研究稀土磁栅合金材料的晶粒细化调控原理；开展晶界工程调控磁畴尺度规律研究；开发稀土磁栅合金材料的信号密度提升技术；研究高密度磁栅峰谷均匀性调控和角位移磁栅传感器输出波形信号之间的数学关联模型；研究稀土磁栅合金及角位移磁栅传感器在数控机床高速电主轴应用下的服役行为。

考核指标：开发出高密度稀土磁栅合金，用于高速电主轴的角位移磁栅传感器，外径 $\leq 65\text{mm}$ ，磁信号衰减 $< 1\%$ ($@2 \times 10^4 \text{ r/min}$)；输出原始弦波信号误差 $\leq 3\%$ ($@$ 磁极数目 $\geq 512/\text{圆周}$ ，磁极间距 $\leq 0.95 \text{ mm}$)；磁栅合金表面磁场强度峰谷差（相邻极值

差异) ≥ 400 mT; 角位移磁栅传感器精度优于 10 角秒。申请发明专利 ≥ 5 项。

关键词: 磁栅合金, 传感器

7.3 近红外发光稀土闪烁晶体新材料研制及应用探索 (青年科学家)

研究内容: 针对国际近红外发光闪烁材料及探测器件发展趋势, 开展近红外发光稀土闪烁晶体新材料设计、制备与应用技术研究。研究高效近红外闪烁机理及其实现机制, 探索材料设计与性能调控核心规律, 开发适用于近红外波段闪烁材料的有效表征检测技术和评价方法; 开展新型近红外稀土闪烁晶体的高通量制备与筛选, 开发与近红外发光相匹配的光电探测器件耦合技术, 研制基于近红外稀土闪烁晶体的新型辐射探测器件。

考核指标: 开发出 ≥ 2 种以稀土作为发光中心或基质材料的近红外稀土闪烁晶体新材料, 晶体尺寸 $\geq \Phi 25\text{mm} \times 25\text{mm}$, 能量分辨率 $\leq 2\%$ (@662keV); 研制出 ≥ 1 款基于新型近红外稀土闪烁晶体的高性能核素识别仪, 能量分辨率 $\leq 2.5\%$ (@662keV)。申请发明专利 ≥ 5 项。

关键词: 稀土闪烁材料, 能量分辨率

7.4 C1-C4 烷烃高效利用稀土催化剂研究 (青年科学家)

研究内容: 针对 C1-C4 烷烃高效利用的需求, 开展甲烷裂解制高品质碳催化剂、甲烷氧化偶联催化剂、丙烷脱氢制烯烃催化剂、丙烷芳构化催化剂及高效聚合催化剂的研究, 探究稀土元素

对催化剂结构的调控规律及其协同催化作用，明晰催化剂表面与碳中间体的协同演变规律，开发 C1-C4 烷烃高效利用稀土催化剂。

考核指标：甲烷裂解制催化剂碳材料收率 $\geq 80\%$ ；甲烷氧化偶联催化剂烯烃收率 $\geq 30\%$ ；非铬丙烷脱氢催化剂烯烃收率 $\geq 32\%$ ；稀土强化聚合催化剂聚合物分子量 ≥ 500 万；低碳烷烃芳构化催化剂芳烃收率 $\geq 50\%$ 。

关键词：碳产品，低碳烃裂解

7.5 核用新型高性能稀土合金构效关系与设计研究（青年科学家）

研究内容：针对第四代反应堆堆芯结构，研发兼具更好高温力学和耐辐照肿胀性能的稀土合金。在原子层面澄清高性能稀土合金中稀土元素的存在形式，揭示高性能稀土合金原子尺度微观结构与服役性能间的构效关系；研究稀土元素添加对合金高温强化效果的影响机制；阐明稀土元素添加促进辐照空位和间隙原子的湮灭机理。开发出关键指标、关键性能优异的核用新型高性能稀土合金。

考核指标：核用新型高性能稀土合金的单锭重量不低于 150kg；700°C 的屈服强度 $\geq 300\text{MPa}$ 、断后延伸率 $\geq 20\%$ ；475°C 下离子辐照 200dpa 时，肿胀率 $\leq 0.05\%$ 。

关键词：核用稀土合金，高温力学，耐辐照肿胀性能

7.6 BiREO₃ 基 (RE=Sc, Yb 等) 稀土高温压电陶瓷及制备技术（青年科学家）

研究内容：研究稀土 Sc 离子对压电陶瓷高居里温度和高压

电常数的关键调控技术，研究 BiREO₃ 基稀土高温压电陶瓷形成镶嵌式复相结构的技术方法，研究耐高温、耐高压、低介电损耗及抗热震的结构功能一体化高温压电陶瓷制备关键技术。

考核指标：高居里温度和大压电系数的稀土高温压电陶瓷：使用温度 ≥ 300°C，居里温度 > 400°C，高温压电常数 > 400 pC/N，介电损耗 < 0.02，机电耦合系数 $Q_m > 200$ ，抗热震强度 > 100MPa，获得量产制备技术。

关键词：BiREO₃ 基，高温压电陶瓷，压电常数

7.7 多功能传感用稀土发光纳米材料和器件关键制备技术 (青年科学家)

研究内容：针对环境污染监测对低浓度有害物质的快速精准检出的重大需求，开发以我国白云鄂博稀土特色轻稀土矿生产低成本镧、钆氧化物等为主要原料的稀土发光纳米新材料，研发基于等离激元增强稀土发光机理的分子检测新技术，研发基于纳米磁靶向效应的分子选择性磁筛分—富集新技术，开发同时具备等离激元增强发光和分子磁筛分—富集特性的多功能分子传感器件。

考核指标：研制出一系列等离激元增强型稀土纳米发光新材料 (@其中 ≥ 1 种发光材料原料为白云鄂博提供的 6N 高纯度稀土氧化物)；开发多功能分子传感器件实现对复杂样品中多氯联苯等有机污染物的快速富集检测 (@待测分子筛分检测耗时 < 30 min)。

关键词：发光新材料，磁筛分—富集，检测灵敏度

7.8 耐辐照高性能稀土磁功能材料（青年科学家）

研究内容：针对外太空等领域的应用需求，设计耐低温、耐辐照和高力学特性等特殊物理属性的稀土强磁新材料。研究磁体被中子等辐照后对磁性和结构的影响规律，通过元素替代改善材料的相结构、内禀磁性以及耐低温、耐辐照、抗弯强度等宏观特性，突破磁体稳定性技术。

考核指标：高磁性能、高力学特性稀土钴永磁材料室温剩磁 ≥ 12.5 kGs，变温 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，剩磁变化率 $< 6\%$ ，抗弯强度 ≥ 220 MPa。耐超低温钕铁硼磁体在 50 K 时，剩磁 ≥ 15.2 kGs，内禀矫顽力 ≥ 72 kOe。高强韧钕铁硼的抗弯强度 > 400 MPa。磁性能衰减 $< 1\%$ （@中子辐照总剂量不低于 1.0×10^{12} n/cm²； γ 射线辐照总剂量不低于 100.0 Mrad ）。

关键词：耐低温，耐辐照，稀土强磁合金

7.9 注射成形技术制备复杂结构烧结稀土铁基合金（青年科学家）

研究内容：研发出适用于金属注射成形（MIM）的烧结稀土铁基合金磁粉。研究脱脂粉体后续烧结和热处理过程中去除碳、氢、氧等有害元素技术。研究钕磁粉或钕磁粉或稀土铁氮磁粉等不同稀土铁基磁粉表面改性和 MIM 工艺全过程关键参数对磁体化学成分、显微组织和磁性能的影响。

考核指标：粉末粒度 $D_{50} < 5\mu\text{m}$ ，磁粉在空气中 $250^{\circ}\text{C}-2\text{h}$ 氧化增重 $\leq 0.2\%$ ，磁粉的碳含量 $\leq 500\text{ ppm}$ ，注射成型工艺制备烧结

磁体剩磁 $\geq 1.2\text{T}$ ，矫顽力 $\geq 960\text{ kA/m}$ 。磁体有效工作温区 $100\text{—}400\text{ K}$ 。磁体后续机加工减重比 $\leq 10\%$ 。

关键词：稀土铁基合金粉，注射成形，致密烧结技术

7.10 原创性稀土新材料研发和稀土减量应用技术（青年科学家项目）

研究内容：研究稀土含量 $\geq 10\text{ wt.}\%$ 的关键材料中稀土的优质、减量利用技术。探索、研发稀土元素起核心作用，且具有原创性和实用性的新型稀土功能材料，其性能不低于当下同型号产品水平，研究其关键制备技术。

考核指标：

方向 1. 稀土减量利用技术：稀土减量 $\geq 5\%$ （@稀土用量占比 $\geq 10\text{ wt.}\%$ 的稀土基材料），且具有国家测试标准的 ≥ 2 个材料关键技术（如磁致伸缩、永磁、磁制冷或发光等功能材料）指标不低于原来水平。

方向 2. 稀土新材料：开发具有原创性和实用意义且稀土起核心作用的功能材料，且 ≥ 2 个关键技术指标为国际领先水平，实现技术成熟度 ≥ 5 级。

关键词：颠覆性功能材料，稀土核心作用，稀土减量

有关说明：在上述要求下自选研究方向、自选或补充研究内容和考核指标，重点关注基础性、前瞻性和颠覆性稀土新材料及制备技术，共拟择优支持 2 个项目。

“稀土新材料”重点专项 2023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（课题）负责人应为1963年1月1日以后出生，具有高级职称或博士学位。

(2) 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38周岁以下（1985年1月1日以后出生），女性应为40周岁以下（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。

(3) 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。

(4) 参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家，原则上不能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) 中央和地方各级国家机关的公务人员（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）。

(7) 项目申报人员满足申报查重要求。

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。国家机关不得作为申报单位进行申报。

(2) 注册时间在2022年6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

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。

本专项形式审查责任人：衣丰涛

抄送：科学技术部高技术研究中心、工业和信息化部产业发展促进中心。

科学技术部办公厅

2023年3月28日印发
