

## “基础科研条件与重大科学仪器设备研发”

### 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”期间国家科技创新的有关部署，国家重点研发计划启动实施“基础科研条件与重大科学仪器设备研发”重点专项。根据本重点专项“十四五”实施方案的安排，现发布 2023 年度项目申报指南。

“基础科研条件与重大科学仪器设备研发”重点专项的总体目标是加强我国基础科研条件保障能力建设，着力提升科研试剂、实验动物、科学数据等科研手段以及方法工具自主研发与创新能力；围绕国家基础研究与科技创新重大战略需求，以关键核心部件国产化为突破口，重点支持高端科学仪器工程化研制与应用开发，研制可靠、耐用、好用、用户愿意用的高端科学仪器，切实提升我国科学仪器自主创新能力和装备水平，促进产业升级发展，支撑创新驱动发展战略实施。

2023 年度指南部署围绕科学仪器、科研试剂、实验动物和科学数据等 4 个方向进行布局，按照基础研究、共性关键技术两个层面，拟支持 133 个指南方向，拟安排国拨经费概算 10.128 亿元。其中，拟支持青年科学家项目 11 个，拟安排国拨经费概算 2200

万元，每个 200 万元。

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，同一指南方向下，原则上只支持 1 项，仅在申报项目评审结果相近、技术路线明显不同时，可同时支持 2 项，并建立动态调整机制，根据中期评估结果，再择优继续支持。

申报单位根据指南支持方向，面向解决重大科学问题和突破关键技术进行设计。项目应整体申报，须覆盖相应指南方向的全部研究内容。除特殊说明外，项目实施周期一般为 5 年，项目下设课题数不超过 4 个，每个项目参与单位总数不超过 6 家。项目下设负责人 1 名，每个课题设 1 名负责人，鼓励青年科学家担任课题负责人。鼓励企业牵头申报，由企业牵头申报的自筹资金与财政资金的比例不低于 1:1。科学仪器和科研试剂两部分指南方向，高校或科研院所牵头申报的，须与从事相关领域生产并具有销售能力的企业联合申报，建立产、学、研、用相结合的创新团队。对于部省（市）联动指南，地方财政配套经费与国拨经费的比例不低于 2:1，项目申报单位须制定项目成果在参与联动的省（市）转化落地的具体方案或出具合作意向书。

青年科学家项目支持青年科研人员承担国家科研任务，下设项目负责人 1 名，不再下设课题，项目参与单位总数不超过 3 家。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（38 周岁以下）、女性应为 1983 年 1 月 1 日以后出生（40 周岁以下），原则上团队其他参与人员年龄要求同上。

专项实施过程中，涉及实验动物和动物实验，应遵守国家实验动物管理的法律、法规、技术标准和有关规定，使用合格的实验动物，在合格设施内进行动物实验，保证实验过程合法，实验结果真实、有效，并通过实验动物福利和伦理审查。涉及高等级病原微生物实验活动的，必须符合国家病原微生物实验室有关要求，并具备从事相关研究的经验和保障条件。涉及人体被试和人类遗传资源的科学研究，须遵守我国《中华人民共和国人类遗传资源管理条例》《涉及人的生物医学研究伦理审查办法》《人胚胎干细胞研究伦理指导原则》等法律、法规、伦理准则和相关技术规范。

本专项 2023 年度项目申报具体指南如下。

## 一、科学仪器

### 1. 高端通用科学仪器工程化及应用开发

原则上，使用指南名称申报，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，实施周期不超过 3 年。

#### 1.1 超高分辨静电离子阱傅里叶变换质谱仪（共性关键技术）

研究内容：针对极低丰度的蛋白质、肽和代谢物等高灵敏高分辨定性定量检测需求，突破高时间聚焦能力静电离子阱设计、高稳定动态可控高压电源、低噪声高灵敏度前置电荷放大器、高速实时时域信号向质谱转化算法以及多级差分抽气超高真空系统等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的超高分辨静电离子阱傅里叶变换质谱仪，开发相关软件

和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在蛋白质组学、代谢组学和脂类组学等领域的应用。

考核指标：质荷比分析范围优于 50Th~5000Th；最高质量分辨率  $\geq 200000$ FWHM；质量精度  $\leq 1$ ppm；信噪比  $\geq 20$ （电喷雾 1fmol 丁螺环酮或罂粟碱条件下）。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：超高分辨，静电离子阱，质谱

## **1.2 超高分辨质谱分析仪（深圳部市联动项目，共性关键技术）**

研究内容：针对生命科学、能源环境分析等领域对复杂结构分子超高分辨定性定量分析的需求，突破超高分辨质量分析器研制、气相离子解离、高速高精度测量与控制、超高分辨质谱数据处理等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的超高分辨质谱分析仪，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在生命科学探索、临床诊疗、生物制药、能源环境等领域的应用。

考核指标：质量分辨率  $\geq 10000000$ FWHM；质量精度  $\leq 1$ ppm；质量范围 50~4000amu；检测限优于 100fg 利血平；气相离子解离

技术  $\geq 3$  种。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：超高分辨，质谱分析，解离

### 1.3 高通量核酸质谱分析仪（共性关键技术）

研究内容：针对高通量基因信息检测需求，突破皮秒级离子激发和采集控制装置、高灵敏高分辨离子检测、固态纳米芯片开发及核酸检测试剂制备等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的高通量核酸质谱分析仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在医学研究、食品安全、海关检疫及农林畜牧等领域的应用。

考核指标：质量检测范围优于 1500Da~10000Da；质量准确度  $\leq 2$  (m/z)，质量检测限  $\leq 20\text{nmol/L}$ ；核酸上样量  $\leq 1\text{ng}$ ；单孔单次检测基因指标数量  $\geq 50$ ；位点检测准确度  $\geq 99.7\%$ ；单机单日检测通量  $\geq 3000$  样本。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用

户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：高通量，核酸，质谱分析

#### 1.4 超高效液相色谱仪（共性关键技术）

研究内容：针对复杂基质中痕量化合物高通量分离及定量分析需求，突破超高压传感、可变行程直线电机控制、聚合物波导流通池及双四元低压梯度超高效液相分析等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的超高效液相色谱仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用方法开发和市场推广，实现在食品、环境、制药、生命科学等领域的应用。

考核指标：超高压泵最高流速  $\geq 5\text{ml/min}$ ，最高工作压力  $\geq 150\text{MPa}$ ，压力波动  $\leq 0.5\text{MPa}$ （@ $0.2\text{ml/min}\sim 0.3\text{ml/min}$  流速及  $80\text{MPa}\sim 120\text{MPa}$  压力下）；实现二元高压梯度、四元低压梯度系统、双四元低压梯度系统等梯度形式，梯度混合精度  $\leq 0.15\%\text{RSD}$ ；自动进样器样品数  $\geq 120$  位，最小进样量  $\leq 0.1\mu\text{L}$ ，最大进样量  $\geq 50\mu\text{L}$ ，进样精密度  $\leq 0.15\%\text{RSD}$ ，交叉污染  $\leq 0.001\%$ ；超高效多波长检测器、二极管阵列检测器，基线噪声  $\leq \pm 4\mu\text{V}$ ，基线漂移  $\leq 500\mu\text{AU/h}$ ，线性范围  $\geq 2.0\text{AU}$ ；采样品频率  $\geq 100\text{Hz}$ ；开发聚合物波导流通池，波导流通池光学体积  $\leq 500\text{nL}$ ，耐压  $\geq 5\text{MPa}$ ，光程优于  $10\text{mm}\pm 0.5\text{mm}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就

绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：超高效，超高压，液相色谱分析

### **1.5 纳升液相色谱仪（安徽省部省联动项目，共性关键技术）**

研究内容：针对纳克级样品或低丰度样品中不同化合物分离分析的需求，突破纳升液相色谱、超微流量恒流输液、纳升级流量传感反馈、超微量进样、毛细管极低零死体积连接等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的纳升液相色谱仪，开发相关配套软件，实现在蛋白质组学、代谢组学及脂质组学等领域的应用，开展市场化推广。

考核指标：流量范围优于 20nL/min~2000nL/min，压力范围优于 0MPa~80MPa，保留时间重现性  $RSD \leq 0.4\%$ ，样品残留  $\leq 0.05\%$ ，进样体积优于 0.1 $\mu$ L~18 $\mu$ L，进样重现性  $RSD \leq 0.2\%$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产

制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：纳升液相，超微流量恒流输液，超微量进样

### 1.6 超高灵敏度磁共振波谱分析仪（共性关键技术）

研究内容：针对顺磁性样品分析、自旋耦合准确测定、原位化学反应监测等需求，突破超高灵敏度原子磁力计、零磁屏蔽装置、超极化装置、高精度匀场线圈、零场定量脉冲序列、零场波谱数据快速处理和波谱智能解析等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的零场核磁共振波谱仪，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在代谢组学、医药合成、能源领域等领域的应用。

考核指标：主磁场强度 $\leq 0.1\text{nT}$ ，波谱线宽 $\leq 20\text{mHz}$ ，检测基团包括 C-H、N-H、P-H 等，信号探测灵敏度 $\leq 15\text{fT}/\sqrt{\text{Hz}}$ ，信号探测带宽达到 500Hz；超极化装置仲氢富集效率优于 95%；超极化信号增强倍数优于 1000 倍；原位反应过程监测时间分辨率优于 3s。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：超高灵敏度，核磁共振，原子磁力计，零磁屏蔽



### 1.7 低场核磁共振宽频测量仪（共性关键技术）

研究内容：针对地质样本实验室氢基检测、环境地质学有机物质分析及工程建设水文地质原位勘查等需求，突破宽温环境磁体制备、超宽频带信号检测、原位非接触式高精度探测、超短弛豫组分测量、强干扰环境高分辨成像及微量元素多组分快速分析等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的低场核磁共振地质分析仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在水文地质勘测、有机污染治理及岩土工程等领域应用。

考核指标：稳定变温工作范围 $-40^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，可控极化电流强度 $\geq 200\text{A}$ ；接收带宽优于 $2\text{kHz}\sim 22\text{MHz}$ ，共振磁场范围 $0.05\text{mT}\sim 0.5\text{T}$ ；非接触式测量距离 $\geq 10\text{m}$ ，综合探测效率 $\geq 10$ 万平方米/h， $50\text{m}$ 范围内精度优于 $1\text{m}$ ；接收灵敏度优于 $1\text{mV/nT}$ ；调理系统本底噪声优于 $0.5\text{nV/Hz}^{1/2}@2\text{kHz}$ ；短弛豫核磁响应分辨能力优于 $5\mu\text{s}$ ；扰相成像分辨率优于 $100\text{ms}$ ，含 $1\text{H}$ 物质检出灵敏度不高于 $1\%$ ， $\text{H}$ 、 $\text{C}$ 、 $\text{N}$ 等有机元素及 $\text{K}$ 、 $\text{Na}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Mg}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Fe}$ 、 $\text{Ca}$ 、 $\text{Ba}$ 、 $\text{Ni}$ 等元素定量检出限不高于 $50\text{ppm}$ ，相对标准偏差 $\text{RSD}\leq 2\%$ ；单一样品检测时间 $\leq 10\text{s}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 3000$ 小时，技术就绪度达到8级；至少应用于2个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：低场核磁共振，波谱分析，超短弛豫组分测量，微量元素多组分快速分析

### 1.8 磁共振直接神经电成像仪（深圳部市联动项目，共性关键技术）

研究内容：针对脑神经活动信息获取、脑科学研究、脑疾病诊断与脑疾病药物研发等领域检测需求，突破在体无创脑神经介观尺度和毫秒活动信息获取、高稳定性高灵敏与快速神经电成像、高稳定无磁功率放大、极高灵敏信号探测、超灵敏电磁响应探针、高性能高维非线性编码、极快速高分辨神经电成像等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠的磁共振直接神经电成像仪，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在脑科学研究和重大脑疾病防治等领域的应用。

考核指标：中心工作频率  $\geq 120\text{MHz}$ ，输出功率波动  $\leq 0.3\text{dB}$ （连续 30 分钟输出），工作占空比  $\geq 10\%$ ，峰值功率  $\geq 8\text{kW}$ ；信号激发单元数  $\geq 2$  单元，信号探测单元数  $\geq 48$  单元，局部匀场单元数  $\geq 10$  单元，纳米电磁响应探针电流探测灵敏度  $\leq 200\mu\text{A}$ ，编码维度数  $\geq 4$  个，其中单维线性梯度能达到最高强度  $\geq 200\text{mT/m}$  和最高切换速度  $\geq 500\text{mT/m/ms}$ ，成像时间  $\leq 25$  毫秒/帧，空间分辨率  $\leq 1\text{mm}\times 1\text{mm}$ ，适用磁体内径  $\geq 600\text{mm}$ ，进样方向与主磁场方向一致，可移动范围  $\geq 2\text{m}$ ，步进定位精度  $\leq 0.5\text{mm}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明

确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：多模态成像，神经电成像，磁共振成像

### **1.9 高通量细胞多参数成像分析仪（共性关键技术）**

研究内容：针对亚显微形态下同时检测不同条件对细胞形态、生长、分化、迁移、凋亡、代谢途径及信号转导等影响的分析需求，突破低光毒性三维高速高分辨显微成像、快速自动对焦及长时间锁焦、全自动图像分析和数据管理等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的高通量细胞多参数成像分析仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在细胞组学、微生物学、免疫学及药物筛选等领域的应用。

考核指标：适配 6~1536 孔数的标准微孔板；激光通道数  $\geq 4$ ，支持荧光成像、明场无标记成像等成像模式；24 小时焦点漂移  $\leq 1/3$  焦深，自动对焦响应时间  $\leq 50\text{ms}$ ；成像视野  $\geq 1\text{mm} \times 1\text{mm}$ ；时间分辨率  $\geq 100$  帧/s@1024×1024 像素；横向分辨率  $\leq 200\text{nm}$ ，轴向分辨率  $\leq 500\text{nm}$ ；具备细胞计数、荧光强度分析、形态分析、3D 重构及单细胞运动特性多参数分析、长时间培养细胞世代分析、无标记细胞密度分析等功能。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产

能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：高通量，细胞，多参数，分析

### **1.10 高通量核酸片段分析仪（共性关键技术）**

研究内容：针对 DNA、RNA 等核酸样品分子的片段大小、浓度和完整性分析评估需求，突破纳升级微流体电泳、高速图像扫描和微流控芯片高压电极键合等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的高通量核酸片段分析仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在基因分型、病原体鉴定和生物样本质量控制等领域的应用。

考核指标：样本消耗量  $\leq 0.1\text{ng}$ ；自动化样本加载方式，同时处理平行通道数  $\geq 4$ ；电泳分离通道体积  $\leq 200\text{nL}$ ；单个样本分析时间  $\leq 1\text{min}$ ；样本消耗抽液体积  $\leq 3\mu\text{L}$ ；可分离的片段范围  $25\text{bp}\sim 40\text{kbp}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：核酸分析，文库质控，微流控芯片

### 1.11 循环肿瘤细胞富集和染色全自动检测分析仪（青岛部市联动项目，共性关键技术）

研究内容：针对肿瘤诊断、医学检验、生物科技等领域循环肿瘤细胞捕获与检测需求，突破肿瘤全细胞（细胞膜、细胞浆、细胞核、核仁）染色富集鉴定、微孔膜物理方法、循环肿瘤细胞捕获富集、微流控芯片等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的循环肿瘤细胞富集和染色全自动检测分析仪，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在肿瘤基础科学研究、癌症肿瘤早期筛查等领域的应用。

考核指标：热控板温度偏差  $\leq \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ ，液体流量与流速控制误差  $\leq \pm 10\%$ ，回收率  $\geq 90\%$ ， $\text{CV} \leq 10\%$ ， $R \geq 0.990$ ，实现全细胞形态（细胞膜、细胞浆、细胞核、核仁）染色、富集到的肿瘤细胞完整、能够明确区分数量不等、形态各异、大小不一的肿瘤细胞核的核仁状态，形成  $\geq 1$  种体外诊断试剂。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：肿瘤循环细胞，染色体，富集，微流控

### 1.12 超高速离心机（共性关键技术）

研究内容：针对病毒、细胞器、核酸、蛋白质、纳米颗粒等物质的分离纯化需求，突破高速高稳定驱动系统设计、高速转头开发等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的超高速离心机，开发相关软件，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在生物制药、纳米材料开发、生命科学科学研究等领域的应用。

考核指标：最高转速  $\geq 100000\text{rpm}$ ；最大离心力  $\geq 500000\text{g}$ ；温控范围优于  $-20^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；真空度  $\leq 1.3\text{pa}$ ；研制转头种类  $\geq 10$  种。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 1000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：超高速离心机，密度梯度离心，差分离心，转头，纯化

### 1.13 高灵敏度臭氧层消耗物质连续检测分析仪（共性关键技术）

研究内容：针对我国臭氧层消耗物质变化趋势研究、臭氧层消耗物质观测、温室气体履约评估等需求，突破深度除水、低温

冷阱富集、高稳定高灵敏度检测器、全流程质控等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的高灵敏度臭氧层消耗物质连续检测分析仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在国家国际履约、环境保护和气象观测等领域的应用。

考核指标：样品除水温度  $\leq -60^{\circ}\text{C}$ ，采样体积  $\geq 2.5\text{L}$ （无盲点）；冷聚焦温度  $\leq -160^{\circ}\text{C}$ ；检测因子  $\geq 50$  种（包含  $\text{SF}_6$ 、 $\text{NF}_3$ 、 $\text{CF}_4$ 、氢氟碳化物、全氟化碳等）；检出限  $\leq 10\text{ppq}$ ；重点成分检测重复性  $\leq 0.5\%\text{RSD}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：臭氧层消耗物质，高灵敏度，在线

#### **1.14 高灵敏高分辨红外激光光谱仪（安徽省部省联动项目，共性关键技术）**

研究内容：针对碳源汇及全球变化响应、水文循环与物质相互作用等对碳氢氧同位素丰度检测需求，突破窄线宽高精度激光调制、高稳定光学腔体研制、高信噪比探测等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的高灵敏高分

辨红外激光光谱分析仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广工作，实现在生态环境、地球化学等领域的应用。

考核指标：激光输出频率稳定性 $\leq 0.001\text{cm}^{-1}$ （24小时），光源线宽 $\leq 50\text{kHz}$ （1秒）；5秒测量精度 $\leq 50\text{ppb}$ （ $\text{CO}_2$ 浓度300~500ppm）且 $\leq 1\text{ppb}$ （ $\text{CH}_4$ 浓度1~3ppm）；24小时最大漂移 $\leq 100\text{ppb}$ （ $\text{CO}_2$ ）且 $\leq 2\text{ppb}$ （ $\text{CH}_4$ ）；可分析同位素气体 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ ， $^{18}\text{O}\text{-H}_2\text{O}$ 丰度测量精度 $\leq 0.1\%$ 、 $\text{D}\text{-H}_2\text{O}$ 丰度测量精度 $\leq 0.3\%$ （ $\text{H}_2\text{O}$ 浓度 $\geq 12500\text{ppm}$ ）； $^{13}\text{C}\text{-CO}_2$ 丰度测量精度 $\leq 0.15\%$ （ $\text{CO}_2$ 浓度 $\geq 380\text{ppm}$ ）； $^{13}\text{C}\text{-CH}_4$ 丰度测量精度 $\leq 1\%$ （ $\text{CH}_4$ 浓度 $\geq 1.8\text{ppm}$ ），仪器响应时间 $\leq 30$ 分钟。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障时间间隔 $\geq 3000$ 小时，技术就绪度不低于8级；至少应用于两个行业或领域。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：高灵敏、高精度、同位素测量、光谱仪

### 1.15 暗弱目标高分辨率紫外光谱仪（共性关键技术）

研究内容：针对宇宙天体观测研究、空间碎片属性辨识、行星大气测量等紫外光谱的观测需求，突破高通光效率紫外光学系统研制、高信噪比光谱探测、高精度光谱定标等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的暗弱目标高分辨率紫外光谱仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、



应用示范和产业化推广，实现在天体物理学、核物理学、行星科学和空间环境监测预警等领域的应用。

考核指标：目标星亮度等级  $\geq 15$ ，光学系统光透过率  $\geq 30\%$  ( $\lambda \leq 350\text{nm}$ )；单次曝光光谱范围 310~400nm；光谱分辨率  $R \geq 20000$ ；光谱定标精度  $\leq 5 \times 10^{-4}\text{nm}$ ；光谱信噪比  $\text{SNR} \geq 10$ （光强  $\leq 1.4 \times 10^{-6}\text{erg/sec/nm}$ ，曝光时间  $\leq 30$  分钟）。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：紫外波段，光谱探测，光谱分辨率，暗弱目标

### 1.16 超分辨扫描显微检测仪（共性关键技术）

研究内容：针对二维半导体晶圆、柔性电子、二维材料等材料及表面缺陷检测的需求，突破原子量级晶界高灵敏度全取向探测、纳米级表面缺陷高对比度超分辨成像与表征、大视场扫描自适应像差校正与仪器校准等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的超分辨扫描显微检测仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在二维半导体晶圆、柔性电子、二维材料等领域的应用。

考核指标：扫描测量范围  $\geq 300\text{mm} \times 300\text{mm}$ ，重复定位精度  $\leq 50\text{nm}$ ；显微视场  $\geq 200\mu\text{m} \times 200\mu\text{m}$ ，显微横向分辨力  $\leq 120\text{nm}$ ，

最高成像时间分辨率  $\geq 8$  帧/秒 (2048 $\times$ 2048); 可检测相邻晶格取向角差异  $0^\circ\sim 180^\circ$  晶界, 取向角检测精度  $\leq \pm 30''$ , 原子层数检测误差  $\leq 10\%$ , 颗粒缺陷检测灵敏度  $\leq 50\text{nm}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试, 平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时, 技术就绪度不低于 8 级; 至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量, 具有自主知识产权; 形成批量生产能力, 经用户试用, 满足用户使用要求。

关键词: 多模态并行测试, 显微成像, 超快测量

### 1.17 超高分辨激光汤姆孙散射光谱仪 (共性关键技术)

研究内容: 针对光刻机极紫外光源开发、等离子体薄膜沉积、等离子体表面改性、等离子体生物学以及核聚变等等离子体光谱测量需求, 突破高效率光源激励、高分辨率光谱仪研制和高抑制比光谱探测等关键技术, 开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的超高分辨激光汤姆孙散射光谱仪, 开发相关软件和数据库, 开展工程化开发、应用示范和产业化推广, 实现在半导体生产、生物研究、大科学装置等领域的应用。

考核指标: 激光波长 532nm, 脉冲能量  $\geq 100\text{mJ}$ , 脉宽  $\leq 10\text{ns}$ , 线宽  $\leq 1\text{cm}^{-1}$ ; 光谱范围 522nm~542nm, 光谱分辨率  $\leq 0.07\text{nm}$ , 抑制比  $\geq 100$  万倍, 时间分辨率  $\leq 10\text{ns}$ , 空间分辨率  $\leq 400\mu\text{m}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试, 平均故障时间间隔  $\geq 3000$  小时, 技术就绪度不低于 8 级; 至少应用于两个行业或领域。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量, 具有自

主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：汤姆孙散射，三光栅光谱仪，等离子体电子温度，等离子体电子密度

### 1.18 超宽带瞬态光谱分析仪（共性关键技术）

研究内容：针对毫米波至中、远红外波段光源激射谱、物质吸收谱的超宽带瞬态测量需求，突破快速高灵敏超宽带面阵探测器、高效稳定分光耦合、宽光谱高分辨率瞬态直接测量等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的超宽带瞬态光谱分析仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在长波光子学、物质科学、生物医学研究等领域的应用。

考核指标：光谱测量范围  $1\text{mm}\sim 2.5\mu\text{m}$  ( $10\sim 4000\text{cm}^{-1}$ )，光谱测量精度  $\leq 0.2\text{cm}^{-1}$ ，光谱测量分辨率  $\leq 0.05\text{cm}^{-1}$ ；面阵探测器单元数目  $\geq 32\times 32$ ，等效噪声功率  $\leq 100\text{pW}/\sqrt{\text{Hz}}$ ，瞬态测量时间分辨率  $\leq 1\text{ns}$ ，连续测量采集时间  $\geq 1\mu\text{s}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生

产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：光谱分析，瞬态光谱分析，宽光谱分析

### 1.19 空间微孔三维形貌非接触扫描测量仪（共性关键技术）

研究内容：针对涡轮叶片冷却孔、喷油嘴喷孔等微孔三维形貌、微孔内部形貌精密测量需求，突破高精度高效率三维非接触扫描测量、微孔内部三维形貌非接触扫描测量、空间微孔扫描测量路径离线规划等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的空间微孔三维形貌非接触扫描测量仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广工作，实现在发动机、燃气轮机等高端精密制造领域的应用。

考核指标：空间测量范围  $\geq 300\text{mm} \times 300\text{mm} \times 300\text{mm}$ ，最小测量微孔直径  $\leq 0.1\text{mm}$ ，测量精度  $\leq (0.8 + L/600)\mu\text{m}$ （L 单位：mm），垂直表面测量精度  $\leq 0.5\mu\text{m}$ ，单轴精度优于  $\pm 1\text{arcsec}$ ，单轴直线度误差优于  $\pm 2\mu\text{m}$ ，偏摆角误差优于  $\pm 2\text{arcsec}$ ，俯仰角误差优于  $\pm 8\text{arcsec}$ ，翻滚角误差优于  $\pm 3\text{arcsec}$ ，单次扫描点数  $\geq 3 \times 10^6$  点。项目完成时应通过可靠性测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：三维形貌测量，孔径内部形貌测量，微小孔径测量

## **1.20 高速高光谱荧光显微成像分析仪（青岛部市联动项目，共性关键技术）**

研究内容：针对医学、化学、材料、生物蛋白质等领域检测分析需求，突破全自动静态高光谱荧光显微成像、高光谱显微图像特征提取、样本分类算法识别和生物样本多重染色标记等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的高速高光谱荧光显微成像分析仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在生物医药、临床检验、集成电路、食品安全等领域的应用。

考核指标：装载通量 $\geq 80$ ，高光谱范围 400~720nm，波长检测分辨率 $\leq 1\text{nm}$ ，切片分辨率 $\leq 0.5\mu\text{m}/\text{pixel}$ ，全切片扫描时间 $\leq 10\text{min}$ ，自动拆分重叠标记信号量 $\geq 7$ ，具有自动连续装载目标切片功能。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 3000$ 小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：高光谱成像，荧光显微，数字扫描

## **1.21 大视场双光子显微镜（深圳部市联动项目，共性关键技术）**

研究内容：针对生命科学、临床医学、纳米材料以及半导体

技术等领域的高分辨三维观测需求，突破光学扫描镜、双光子物镜和管镜、飞秒激光器和超灵敏探测器等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠的大视场双光子显微镜，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在材料科学、药物研发、肿瘤诊断等生物学领域的应用。

考核指标：工作波长 400~1300nm，成像视野  $\geq 1.2\text{mm}$ ，成像深度  $\geq 1\text{mm}$ ，横向分辨率  $\leq 0.5\mu\text{m}$ ，纵向分辨率  $\leq 2.5\mu\text{m}$ ，成像速度  $\geq 10\text{fps}$ ，物镜放大倍率为 16 倍，数值孔径  $\geq 0.8$ ，工作距离  $\geq 2\text{mm}$ ，透过率  $\geq 70\% @ 800\text{nm}$ ，飞秒激光器工作波长 920nm，重复频率  $\geq 40\text{MHz}$ ，脉宽  $\leq 200\text{fs}$ 、平均功率  $\geq 1000\text{mW}$ ，探测波长范围 400~650nm，量子效率  $\geq 20\%$ ，暗计数  $\leq 100\text{cps}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：双光子、显微镜、大视场、高分辨

### **1.22 超分辨光声成像分析仪（深圳部市联动项目，共性关键技术）**

研究内容：针对药物代谢分析与药效评估等领域在体定量成像需求，突破多波长纳秒脉冲激光光源、高频阵列超声换能器、

多光谱定量分子成像、三维实时动态成像等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的超分辨光声成像分析仪，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在新型药物研发和生命科学研究等领域的应用。

考核指标：成像视场  $\geq 10\text{mm} \times 10\text{mm} \times 10\text{mm}$ ，成像深度  $\geq 10\text{mm}$ ，成像分辨率  $\leq 120\mu\text{m}$ ，成像速度  $\geq 10$  帧/秒；激光器脉宽  $\leq 15\text{ns}$ ，重复频率  $\geq 10\text{Hz}$ ，光谱测量范围  $680\text{nm} \sim 980\text{nm}$  和  $1170\text{nm} \sim 2500\text{nm}$ ；高频阵列超声换能器阵元个数  $\geq 512$ ，中心频率  $\geq 5\text{MHz}$ ，探测声波范围覆盖  $3\text{MHz}$  到  $7\text{MHz}$ ；功能与分子成像波长数  $\geq 10$  个，多光谱定量分子成像精确度  $\geq 80\%$ ；血流成像分辨率  $\leq 60\mu\text{m}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：三维成像，寿命成像，定量成像，单分子追踪

### **1.23 高时空分辨率光学和能谱显微 CT 双模态成像仪（共性关键技术）**

研究内容：针对生物活体器官结构、功能表征、生物组织区分等高清成像和 CT 检测需求，突破高分辨率三维成像、高光谱分辨

率探测和高分辨率 CT 成像等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠的高时空分辨率光学和能谱显微 CT 双模态成像仪，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在动物疾病模型研究、药物研发、活体器官结构和功能表征等领域的应用。

考核指标：荧光光源通道数  $\geq 5$ ；成像光谱双波段 400nm~1100nm 以及 1000nm~1700nm，高光谱波长分辨率优于 8nm，荧光光谱分离通道  $\geq 3$ ，最高分辨率  $\leq 20\mu\text{m}$ ，最大成像视场  $\geq 23\text{cm}\times 23\text{cm}$ ，扩散光层析成像体素精度  $\leq 1\text{mm}$ ，X 射线峰值能级  $\geq 50\text{keV}$ ，X 射线源峰值功率  $\geq 100\text{W}$ ，视场大小  $\geq 80\text{mm}\times 80\text{mm}$ ，空间分辨率  $\geq 6\text{lp/mm}@10\%\text{MTF}$ ，时间分辨率  $\leq 10\text{msec}$ ，低对比度可检测性  $\geq 50\text{HU}$ ，成像辐射剂量  $\leq 10\text{cGy}$ ，单次采集输出图像能级数  $\geq 10$ 。项目完成时应通过可靠性测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：成像光谱，能谱 CT，低辐射剂量

#### **1.24 大口径复杂面形高精度测量仪（共性关键技术）**

研究内容：针对空间遥感相机、激光核聚变、激光武器、天文望远等对大口径复杂面形测量需求，突破倾斜表面高精度测量、大口径凸凹面形高精度测量、大口径阵列微结构元件几何参数高



精度测量、非连续表面形状及结构参数测量与评价等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的大口径复杂曲面高精度测量仪器，开发相关软件系统，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在航天遥感、激光核聚变等研究领域的应用。

考核指标：测量范围  $\geq 850\text{mm} \times 850\text{mm} \times 200\text{mm}$ ，测量轴向分辨力  $\leq 1\text{nm}$ ，横向分辨力  $\leq 0.3\mu\text{m}$ ；可实现平面、球面、凸凹非球面、自由曲面、非连续阵列微结构元件等的几何参数精密测量，抗表面倾角优于  $\pm 18^\circ$ ，球面/非球面测量倾角达  $90^\circ$ ，PV 测量精度优于  $\pm 100\text{nm}$ 。项目完成后通过可靠性测试和第三方测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级，至少应用于两个行业领域。明确发明专利、软件著作权等知识产权数目，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户使用，满足用户使用要求。

关键词：复杂曲面、自由曲面、面形测量、大口径

### 1.25 高分辨率三维缺陷检测仪（安徽省部省联动项目，共性关键技术）

研究内容：针对半导体芯片、光子芯片、超精密光学零件等微观形貌、结构和吸收缺陷检测分析需求，突破大视场高灵敏度三维层析扫描成像、多光谱多模式高分辨显微成像、激光诱导光热显微成像、多通道数据采集与智能化处理、基于多源数据融合的缺陷分类识别等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定

可靠、核心部件国产化的高分辨三维缺陷检测仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广工作，实现在半导体集成电路、光集成电路、超精密制造等领域的应用。

考核指标：最大检测范围  $\geq 300\text{mm} \times 300\text{mm}$ ；缺陷检测灵敏度  $\leq 50\text{nm}$ ；检测模式  $\geq 4$ ；横向分辨率优于  $150\text{nm}$ ；纵向分辨率优于  $10\text{nm}$ ；光谱观察通道  $\geq 3$ ；光热吸收检测灵敏度  $\leq 10\text{ppb}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度达到 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：三维激光扫描，缺陷检测，多模式显微成像

### **1.26 高能激光微光斑动态特性测量仪（共性关键技术）**

研究内容：针对高能激光微光斑形貌、位置、传输参数动态特性等测量需求，突破高能激光微光斑无损探针传感器设计与制备、大动态范围微位移平移—旋转扫描控制与反馈补偿、微光斑扫描光功率的快速测量等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的高能激光微光斑动态特性测量仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广工作，实现激光器、激光加工、激光装备等领域的应用。

考核指标：功率范围  $30\sim 25000\text{W}$ ，波长范围  $400\sim 1700\text{nm}$ ，

光束尺寸 100~3000 $\mu\text{m}$ ，最大光功率密度  $\geq 10\text{MW}/\text{cm}^2$  (1070nm、5kW)、 $\geq 6\text{MW}/\text{cm}^2$ (1070nm、20kW)，最大光束发散角  $\leq 200\text{mrad}$ ；x、y 方向工作范围  $\geq 8\text{mm}\times 8\text{mm}$ ，z 轴最大移动距离  $\geq 120\text{mm}$ ，探针旋转最大速度  $\geq 7500\text{rpm}$ ，扫描分辨率优于 32 $\times$ 32~1024 $\times$ 1024。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：光束质量、高能激光、激光加工、高能激光装备

### **1.27 高能激光辐射光压功率计（共性关键技术）**

研究内容：针对高能激光功率实时测量需求，突破高反射率梯度反射膜层的设计与镀膜工艺、微压力传感器的研制与定标、高能激光损伤自动判定等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的高能激光辐射光压功率计，开发相关软件系统，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在激光研制、激光制造和激光装备等研究领域的典型应用。

考核指标：波长范围 800~1600nm、10.6 $\mu\text{m}$ ，激光功率测试范围 10~100kW，功率校准不确定度  $U_{\text{rel}}=2\%$  ( $k=2$ )，最大平均

功率密度  $\leq 200\text{kW}/\text{cm}^2$ ，通光孔径  $\geq 150\text{mm}$ ，响应时间  $\leq 1\text{s}$ ，能量测试范围  $10\sim 1000\text{kJ}$ ，激光能量测试误差优于  $\pm 7\%$ 。项目完成时应通过可靠性测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：光压功率计、高能激光、激光加工、高能激光装备

### 1.28 光纤频域反射测量仪（共性关键技术）

研究内容：针对倏逝场、磁场、振动场、温度场、应变场等分布同步测量的需求，突破高关联维低相干激光光源、多物理场光纤增敏、高效光频调制解调等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的光纤频域反射测量仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在生命科学、环境科学、空天科学、建筑科学、地质科学、矿物开采科学等领域的应用。

考核指标：倏逝场折射率分布测试灵敏度  $\geq 1000\text{nm}/\text{RIU}$ ，倏逝场测试长度  $\geq 0.1\text{m}$ ，倏逝场空间分辨率  $\leq 1\text{mm}$ ；磁场测量长度  $\geq 300\text{m}$ ，磁场测量分辨率  $\leq 0.1\text{mT}$ ；振动场测量长度  $\geq 200\text{km}$ ，振动测量灵敏度  $\leq 200\text{p}\epsilon/\sqrt{\text{Hz}}$ ，振动测试定位误差  $\leq 20\text{m}$ ；随机扫频带宽  $\geq 50\text{GHz}$ ，温度场分辨率  $\leq 0.1^\circ\text{C}$ （ $10\text{km}$ ），温度场测量空间分辨率  $\leq 0.1\text{m}$ （ $10\text{km}$ ）；应变场测量范围  $\geq 15000\mu\epsilon$ ，应变场

测量分辨率  $\leq 1\mu\epsilon$ , 应变场测量长度  $\geq 300m$ , 空间分辨率  $\leq 10mm$ , 核心扫频激光器完全国产化, 波长扫描范围  $1500nm\sim 1640nm$ , 扫频激光器扫描步长  $\leq 0.1pm$ , 波长扫描速度  $\geq 240nm/s$ , 边模抑制比  $\geq 48dB$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方测试, 平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时, 技术就绪度不低于 8 级; 至少应用于 3 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量, 具有自主知识产权; 形成批量生产能力, 经用户试用, 满足用户使用要求。

有关说明: 牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词: 光纤传感、倏逝场、温度场测量、振动测量

### **1.29 超高分辨率光纤光谱分析仪 (共性关键技术)**

研究内容: 针对密集波分复用光纤通信、光子集成芯片、光控相控阵雷达、分子光谱分析、光学相干成像、光纤传感、环境检测等高分辨率光谱检测与分析需求, 突破高分辨率光谱分光、高速高精度扫描控制、大动态高灵敏度分光信号获取、低杂散宽光谱光学设计及精密加工等关键技术, 开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的超高分辨率光纤光谱分析仪, 开发相关软件和数据库, 开展工程化开发、应用示范和产业化推广, 实现在光纤骨干通信网络、光电集成电路、光纤传感等领域的应用。

考核指标: 波长范围  $600nm\sim 1700nm$ , 最小光谱分辨率  $20pm$ ,

动态范围 70dB (1550nm,  $\pm 1\text{nm}$ ), 最小采样分辨率 1pm, 波长重复性  $\pm 5\text{pm}$  (1 分钟), 最大采样点数 50001; 波长范围 1200nm~1650nm, 最小光谱分辨率 5pm, 动态范围优于 73dB, 最小采样分辨率 0.5pm, 最大输入功率 +20dBm, 波长重复性  $\pm 2\text{pm}$  (1 分钟), 波长精度  $\pm 5\text{pm}$  (1550nm); 波长范围 1200nm~2400nm, 最小光谱分辨率 50pm, 动态范围 55dB, 波长精度  $\pm 50\text{pm}$  (1550nm), 最小采样分辨率 2pm, 最大采样点数 50001, 核心光机元件全部国产化。项目完成时应通过可靠性测试, 平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时, 技术就绪度不低于 8 级; 至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量; 形成批量生产能力, 经用户试用, 满足用户使用要求。

有关说明: 牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词: 光谱分析、光子集成芯片、光纤通信、光纤传感

### **1.30 场发射扫描电子显微镜 (共性关键技术)**

研究内容: 针对材料科学、生命科学、半导体制程工艺研究、工业失效分析、地质和油气勘探、纳米制造技术、转化医学超微病理等对于微纳显微结构的实验检测需求, 突破超高分辨电磁透镜设计仿真、高信噪比电子探测器、高亮度场发射源、高通量电镜成像综合控制、多模态图像融合及识别算法等关键技术, 开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的场发射扫描电子显微镜, 开发相关软件和数据库, 开展工程化开发、应用

示范和产业化推广，实现在材料纳米结构、生命组织结构以及半导体制程工艺研究等领域的应用。

考核指标：二次电子图像分辨力：1.0nm@1kV, 0.8nm@15kV, 扫描透射电子图像分辨力：0.7nm@30kV；发射类型：场发射，束流范围 5pA~100nA，加速电压范围 20V~30kV，最短驻留时间 10ns，成像通道  $\geq 4$  通道，单张图像像素  $\geq 40k \times 40k$ ，电子探测器：高角度二次电子探测器、背散射电子探测器、E-T 侧向二次电子探测器、扫描透射电子探测器、阴极荧光探测器，同时兼容新型直接电子探测器；样品重复定位精度：X/Y 方向  $\pm 10nm$ ，高放大倍率下能够完成全自动图像拼接。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：扫描电子显微镜，超高分辨，高速率

### **1.31 正电子发射计算机断层成像与磁共振双模态成像分析仪 (深圳部市联动项目，共性关键技术)**

研究内容：针对大脑神经生化活动高时空分辨率动态成像、脑疾病早期诊断、药代动力学研究等领域测试需求，突破高时间和位置分辨率超高场磁共振兼容的 PET 探测器、多通道高通量超

高场磁共振兼容正电子发射计算机断层成像、快速精准图像重建和数据校正等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的磁共振与正电子发射计算机断层成像双模态成像分析仪，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在基础医学、生命科学研究和药物研发等领域的应用。

考核指标：磁共振成中心工作频率  $\geq 400\text{MHz}$ ，单轴切换率  $\geq 9000\text{T/m/s}$ ，梯度单轴最大强度  $\geq 1000\text{mT/m}$ ，发射阵列通道数  $\geq 2$ ，探测阵列通道数  $\geq 4$ ，信号采集动态范围  $\geq 149\text{dB/Hz}$ ，空间分辨率  $\leq 50\mu\text{m}$ ；正电子计算机断层层析成像探测器晶体单元尺寸  $\leq 0.8\text{mm}\times 0.8\text{mm}$ ，成像轴向视场  $\geq 170\text{mm}$ ，成像径向孔径  $\geq 100\text{mm}$ ，成像空间分辨率  $\leq 1\text{mm}$ ，磁共振成像与断层层析成像相互影响  $\leq 5\%$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：超高场磁共振，正电子计算机断层层析成像、高灵敏度探测，高时空分辨率成像

### **1.32 X 射线吸收精细结构波谱分析仪（共性关键技术）**

研究内容：针对各个学科对 X 射线吸收精细结构谱、X 射线



发射谱测试的研究需求，攻克硬 X 射线源、Ge 弯曲晶体单色器、罗兰圆、SDD 探测器以及精密机械扫描机构等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的 X 射线吸收精细结构波谱仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在新材料研发、材料服役性能研究等领域的应用。

考核指标：X 射线功率  $\geq 3\text{KW}$ ，光通量  $\geq 10^6\text{photons/sec}$  @ (7~9keV)，具备透射模式、荧光模式 X 射线吸收精细结构谱 (XAFS)，X 射线发射谱 (XES) 测量功能，能量范围优于 4.5keV~25keV，能量分辨率优于 0.5eV，重复性  $< 50\text{meV}$  能量尺度漂移，无需重复的单色仪校准；SDD 探测器能量分辨率  $\leq 129\text{eV}$ ，实际样品测量含量检测限  $\leq 1\%$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：能谱分析，弯曲晶体单色器，X 射线源

### **1.33 三维原子探针精密测量仪（共性关键技术）**

研究内容：针对纳米尺度上微区元素三维分布高精度表征、形貌与化学元素测量需求，突破皮秒级激光控制表面场蒸发、高

精度位置敏感信号探测、三维原子尺度分辨率数据重构、高精度高灵敏度超低温样品台、皮秒级深紫外激光聚焦、高精度飞行时间质谱分析、高精度位置敏感探测、X射线耦合三维原子探针等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的三维原子探针精密测量仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在材料科学研究、材料服役性能评价等领域的应用。

考核指标：分析舱室背底真空度  $< 1 \times 10^{-10}$  Torr，温度  $< 40$  K；深紫外激光波长  $< 355$  nm，脉冲激光频率 0 kHz 到 500 kHz 调节；样品台三轴移动最小步进  $\leq 1 \mu\text{m}$ ；飞行时间质谱质量分辨能力(半高宽  $M/\Delta M > 500:1$ )；理想视场  $\geq 150$  nm；横向空间分辨率  $\leq 1$  nm，深度空间分辨率  $\leq 1$  nm；原位实验舱温度 15 度到 300 度可调节，真空度  $< 1 \times 10^{-6}$  Torr；超高真空超低温传输系统待机真空度  $< 1 \times 10^{-9}$  Torr，传输过程中载台温度  $< 120$  K，真空度  $< 1 \times 10^{-6}$  Torr。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：化学成分三维分布分析，高空间分辨率，耦合表征

### 1.34 环境空气中放射性惰性气体在线监测仪(共性关键技术)

研究内容：针对国防、核工业、环保领域中环境空气放射性

惰性气体监测分析的需求，开展环境空气中痕量惰性气体自动富集与纯化技术、基于新型探测器的 $\beta$ - $\gamma$ 符合探测技术、基于 AI 模式识别的谱分析技术、基于模拟源的自动校准技术等关键技术的研发，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的环境空气中放射性惰性气体在线监测仪，开发相关软件及数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在国防、核工业、环保等领域的应用。

考核指标：样品自动分离时间 $\leq 12\text{h}$ ；每次监测数据获取时间 $\leq 12$ 小时；对 Kr、Xe 的回收率 $> 80\%$ ；探测器本底 $\leq 0.1\text{cps}$ ；对 $^{85}\text{Kr}$ 的探测限 $< 10\text{mBq/m}^3$ ；对 $^{133}\text{Xe}$ 的探测限 $< 0.5\text{mBq/m}^3$ ；探测器对 $^{85}\text{Kr}$ 、 $^{133}\text{Xe}$ 的记忆效应 $< 0.1\%$ ；测量不确定度 $\leq \pm 15\%$ ；能量分辨 $\leq 3\% @ 661\text{keV}$ ；实现在线监测、自动标定、远程监控和无线通信等功能。项目完成时通过可靠性测试和第三方测试，平均故障间隔时间 $\geq 3000$ 小时，技术就绪度不低于 8 级；在乏燃料后处理设施辐射环境监测领域、核电厂监督性监测领域开展示范应用，明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：放射性惰性气体，氪氙核素分离，自动监测，符合测量

### 1.35 高动态燃烧场温场与产物分子浓度场成像仪（共性关键技术）

研究内容：针对高性能燃烧动力装置研发和极端燃烧环境燃烧机理研究等对航空航天极端燃烧环境的热力学参数动态测试需求，突破抗强背景光辐射的吸收光谱获取、光线偏折效应抑制、高动态海量数据高速存储与处理、高精度图像重建方法等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的高动态燃烧产物温度和气体分子浓度场成像测量仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在风洞、发动机燃烧场全视场测试等领域的应用。

考核指标：覆盖动态燃烧场全视场，进行静态和动态测试。温度和水分子浓度场成像帧率  $\geq 40\text{k}$  帧/秒；光谱测量线宽  $\leq 5\text{MHz}$ ；吸收光谱数据的测量信噪比  $\geq 40\text{dB}$ ；吸收光谱数据高速存储速率  $\geq 4.4\text{Gbyte/s}$ ；图像重建误差优于 15%；成像分辨率  $\geq 50$  像素 $\times 50$  像素；温度测量范围：300K~1200K（风洞），800K~3000K（发动机）；单路温度测量误差优于 20K@（300K~1200K）；温度测量满量程重复性误差优于 2%FS；气体分子浓度测量满量程重复性误差优于 5%。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：燃烧温场，温场动态测试，全场测试，分子浓度场成像

### 1.36 超声波显微镜（共性关键技术）

研究内容：针对工业器件及设备、材料科学等领域精密检测需求，突破超高频声波换能器、超高频脉冲激励接收、信号高速采集与预处理、复杂面型高速精密扫描、可视化三维成像检测、多层异质材料力学性能评估等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的超高频超声波显微镜，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在特种设备、先进制造等领域的应用。

考核指标：换能器频带 5MHz~1GHz；声波脉冲收发带宽 5MHz~1GHz，最大激励脉冲峰值电压  $\geq 200\text{V}$ ，激励脉冲重复频率 0.1kHz~40kHz 可调；采样频率  $\geq 2\text{GHz}$ ，具备硬采集闸门内峰值检测功能，预处理闸门通道数  $\geq 100$ ；三维成像具备层析与剖面实时显示能力；水平测试范围  $\geq 400\text{mm}\times 400\text{mm}$ ，重复精度  $\leq \pm 0.1\mu\text{m}$ ，最大扫描速度  $\geq 2000\text{mm/s}$ ；随动聚焦容差范围  $\geq 5\text{mm}$ ；成像空间分辨率  $\leq 3\mu\text{m}$ ，缺陷检测类型：疲劳微裂纹、蠕变孔洞等，缺陷检测灵敏度  $\leq 6\mu\text{m}$ ，杨氏模量和泊松比测量误差  $\leq 5\%$ ，具备工业特种设备、先进制造等领域损伤样本数据库。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识

产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：超声波显微镜，GHz 声学换能器，无损检测，声学检测显微镜

### 1.37 阵列超声导波检测仪（共性关键技术）

研究内容：针对在役管道、高铁道岔和长管拖车等重要结构的快速检测与健康监测需求，突破复杂构件超声导波声场调控、多模式阵列高效换能器、多通道相控激励与接收、高分辨率成像等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的阵列超声导波检测仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在特种设备、轨道交通等领域的应用。

考核指标：激励频率范围：10kHz~500kHz，最大激励电压  $\geq 600\text{V}$ ，峰值功率  $\geq 5\text{kW}$ ，发射波形：脉冲、窗函数调制正弦波等，通道数  $\geq 16$ ，采样分辨率  $\geq 12\text{bit}$ ，最大接收增益  $\geq 100\text{dB}$ ；换能器阵元  $\geq 16$ ；管道可检管径  $\Phi 12.7\text{mm} \sim \Phi 1422\text{mm}$ ，单次采样距离  $\geq 200\text{m}$ ，检测灵敏度：截面积损失  $\leq 0.5\%$ ；高铁道岔监测距离  $\geq 6\text{m}$ ，监测灵敏度：裂纹长度  $\leq 8\text{mm}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量

生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：阵列超声导波，压电导波换能器，磁致伸缩导波换能器，一体化检测仪

### **1.38 远距离瞬态振型测量分析仪（共性关键技术）**

研究内容：针对汽车、发动机、飞机机翼等瞬态振型测量需求，突破远距离微弱振动信号相干探测、多路信号同步采集处理和瞬态振型信号反演等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的远距离瞬态振型测量分析仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现汽车、飞机和发动机等领域的应用。

考核指标：通道数不低于 40，振动测量频率范围 0~100kHz，最大测量速度 $\pm 1.75\text{m/s}$ ，速度噪声分辨率  $0.55(\mu\text{m/s})/\text{Hz}^{1/2}$ ，最大测量距离 10m。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：远距离微弱振动探测，阵列测振，瞬态振动场探测

### **1.39 微纳米冲击压入测试仪（共性关键技术）**

研究内容：针对航空结构件、光伏器件等关键材料冲击性能的测试需求，突破力热耦合冲击工况构建、压入过程动态力学性能测试、材料微区结构瞬态演化实时监测等关键技术，开发具有

自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的微纳米冲击压入测试仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在航空装备、能源电力等领域中的应用。

考核指标：最高冲击速度 $\geq 100\text{mm/s}$ ，最高应变率 $\geq 10^5/\text{s}$ ，最大冲击能量 $\geq 500\mu\text{J}$ ，最大冲击位移 $\geq 50\mu\text{m}$ ，位移分辨率优于 $10\text{nm}$ ，最大冲击载荷 $\geq 2\text{N}$ ，载荷分辨率优于 $100\mu\text{N}$ ，温度加载范围 $-40^\circ\text{C}\sim 1000^\circ\text{C}$ ，温度均匀度 $\leq \pm 2^\circ\text{C}$ ，高速成像帧率 $\geq 10^3\text{fps}$ ；弹性波采样频率 $\geq 1\text{MHz}$ ，同时集成不少于2种原位监测技术；同步同位获取材料温度分布、微区损伤和力学性能动态响应。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 3000$ 小时，技术就绪度不低于8级；至少应用于2个领域或行业。明确论文、发明专利和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：冲击测试，微纳米压入，实时监测，动态力学性能，力热耦合

#### **1.40 远距离激光多普勒振动测试仪（深圳部市联动项目，共性关键技术）**

研究内容：针对高层建筑、桥梁、铁路高架桥等国家重大工程大型结构振动测量需求，突破远距离干涉信号多通道采集、激光散斑效应及空气扰动噪声抑制等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的远距离激光多普勒振动



测试仪，实现在飞机、火箭、飞船、土木工程、建筑等领域的应用。

考核指标：非合作目标测量距离 20m~200m，合作目标测量距离 10m~300m，频率测量范围 0.01Hz~2MHz，速度测量范围 0.001m/s~12m/s，速度噪声分辨率  $\leq 5\text{nm/s}/\sqrt{\text{Hz}}$  (10kHz)，位移测量上限  $\geq 1\text{m}$ ，位移噪声分辨率  $\leq 200\text{fm}/\sqrt{\text{Hz}}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：激光测振仪、远距离测振、多普勒频率测量

#### **1.41 物质内部结构与元素耦合高精度中子分析仪（青岛部市联动项目，共性关键技术）**

研究内容：针对航空航天精密部件、火工品与武器装备、动力电池、核工业设备、建筑桥梁、毒品与爆炸物安检、地质勘探、环境监测、考古、法医学等领域物体内部结构缺陷与成分元素分析需求，突破高产额中子源稳定性和寿命提升、高效中子慢化准直调控、宽能谱高灵敏探测、结构缺陷与成分元素耦合识别成像算法等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的物质内部结构与元素耦合高精度中子分析仪，开发

相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在航空航天、国防军工、能源动力、安检、地质、考古、涉核装备等领域的应用。

考核指标：中子源强  $\geq 1 \times 10^{10} \text{n/s}$  (DD)，靶寿命  $\geq 2000 \text{h}$ ，产额波动  $< 5\%$ ，伽马能谱测量能量范围  $100 \text{keV} \sim 11 \text{MeV}$ ；结构缺陷成像线对分辨率  $2.5 \text{LP/mm}$ ，最小可分辨结构缺陷优于  $0.2 \text{mm}$ ；元素检测种类  $> 30$  种，元素最佳检测限水平  $\leq 10 \text{ppm}$ ，元素分析准确度  $\leq 0.1 \text{wt}\%$ ，测量相对标准偏差  $\leq 0.5\%$ ；具备精准预测、一键成像、在线自动图像处理、缺陷分布与成分元素自动识别等功能，提供结构与元素耦合成像软件。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：中子检测，结构缺陷，元素分析，高精度

#### **1.42 X 射线光电子能谱分析仪（青岛部市联动项目，共性关键技术）**

研究内容：针对新能源材料、半导体芯片、生物医药等材料类型及组分分析需求，突破可调微聚焦单色化 X 射线源、电子倍增器和微通道板双探测、荷电中和、高通量离子剥离、半球电子能量分析及材料性能数据分析等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的 X 射线光电子能谱仪，开

发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现新能源、半导体、生物医药等领域的应用。

考核指标：微聚焦单色化 Al/Ag 双阳极 X 射线源，功率  $\geq 150\text{W}$ ，束斑调节范围  $50\mu\text{m}\sim 400\mu\text{m}$ ，步长  $\leq 5\mu\text{m}$ ，至少包含 Al 靶、Ag 靶；能量扫描范围  $0\text{eV}\sim 3200\text{eV}$ ，电子能量分辨率  $\leq 0.4\text{eV}$ ，二维位置分辨探测器通道数  $\geq 128$ ，电子倍增探测器计数率线性范围  $\geq 10^9\text{cps}$ ，样品腔极限真空度  $\geq 2\times 10^{-9}\text{mbar}$ ；Al-K $\alpha$  单色化射线源检测灵敏度  $\leq 1.0\text{eV}$ （Ag3d5/2，FWHM），强度  $\geq 4\text{Mcps}$ ，配置等离子体清洁模块、自动数控软件和数据分析模块。项目完成时应通过可靠性测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度达到 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：材料表面分析、元素分析、化合物结构分析

### 1.43 宽量程真空测量仪（共性关键技术）

研究内容：针对真空物理、核聚变、高能粒子束流寿命维持、集成电路薄膜表面结构重组与封装、微纳材料制备与表征等科学研究中对高精度真空测量的需求，突破电容薄膜压力传感、永磁偏置转子高质量悬浮与轴向位移精确测量、气体分子电离与干扰抑制、微弱离子流采集、数据处理与智能控制等关键技术，开发具有自主知识产权、核心部件国产化、质量稳定可靠的宽量程真空测量仪，开发相关软件，开展工程化开发、应用示范和产业化

推广，实现在加速器、集成电路等领域的应用。

考核指标：测量范围  $2 \times 10^{-9} \text{Pa} \sim 1 \text{Pa}$ ， $2 \times 10^{-9} \text{Pa} \sim 1 \times 10^{-4} \text{Pa}$  内精度优于  $\pm 15\%$ ； $1 \times 10^{-4} \text{Pa} \sim 1 \text{Pa}$  内精度优于  $\pm 0.5\%$ ；具备压力实时显示、上下限量程保护、单一气体灵敏度可设置、上位机通讯、自校准等功能。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用两个领域或者行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：真空测量，电离真空计，磁悬浮转子真空计，电容薄膜真空计

#### **1.44 高性能雷达信号模拟器（共性关键技术）**

研究内容：针对无人驾驶、智能交通安全、港口机场调度、高性能雷达研发生产等多雷达辐射源动态场景信号模拟需求，突破宽带复杂高中频信号发生、宽频段低杂散捷变链路设计、多雷达信号到达角高精度控制、多辐射源动态场景信号实时模拟等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的高性能雷达信号模拟器，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在教育科研、智能交通、工业电子等领域的应用。

考核指标：频率范围  $10 \text{MHz} \sim 85 \text{GHz}$ ，最大调制带宽  $2 \text{GHz}$ ，辐射源数量 128 个，频率/功率/调制捷变时间  $\leq 90 \text{ns}$ ，瞬时动态范

围  $\geq 90\text{dB}$ ，单边带相位噪声  $\leq -125\text{dBc/Hz}$ （10GHz 载波@10kHz 频偏），脉冲开关比  $\geq 80\text{dB}$ ，雷达信号生成方式 PDW、I/Q，最大 PDW 脉冲流密度 300 万脉冲/s，具有雷达体制脉冲压缩和脉冲多普勒模拟，具有发射、回波、杂波、脉冲包络类型矩形、梯形等信号样式，具有线性调频、非线性调频、巴克码、多相码等脉内调制类型，具有圆周、扇形、光栅等天线扫描形式，具有天线方向图辛格、高斯等模拟功能。项目完成时应通过可靠性测试和第三方测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级。至少应用于 2 个领域或行业，明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：雷达信号模拟，多辐射源，动态场景模拟

#### **1.45 宽带电磁信号全景接收与实时检测分析仪(共性关键技术)**

研究内容：针对 5G/6G 移动通信、雷达、卫星导航和卫星通信等电子系统信号宽带测试、密集捷变突发信号检测、多类型复杂调制信号识别等需求，突破全频段实时全景接收、信号高速扫描检测、智能调制类型识别、多路 DDC 并行处理等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的宽带电磁信号全景接收与实时检测分析仪，开发电磁信号检测识别分析应用软件，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在

电磁信息安全检测、超宽带雷达、6G 移动通信、电磁环境监测等领域的應用。

考核指标：频率范围 8kHz~40GHz；全景接收带宽  $\geq 40\text{GHz}$ ；实时检测与分析带宽  $\geq 8\text{GHz}$ ；检测灵敏度  $\leq -153\text{dBm}$ ；信号识别类型  $\geq 27$  种；信道化分析通道数量  $\geq 128$  路；扫描速度  $110\text{GHz/s}$ ；频率捷变信号捕获能力  $\leq 100\text{ns}$ ；全景带宽内 100% 捕获信号最短时间  $\leq 10\mu\text{s}$ 。项目完成时应通过可靠性测试和第三方测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级。至少应用于 2 个领域或行业，明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：全景接收机，实时分析，信号识别，信号分析

#### **1.46 高性能太赫兹芯片测试仪（共性关键技术）**

研究内容：针对太赫兹放大器、混频器等芯片大动态高稳定多功能便捷测试需求，突破太赫兹波导探针设计与制备、太赫兹片上校准件设计与制备、宽带大动态太赫兹信号电调谐、宽带低插损太赫兹信号隔离、太赫兹模块高密度集成等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的高性能太赫兹芯片测试仪，配合探针台完成晶圆级太赫兹芯片的测试，开发相关软件及数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在太赫兹无线通信、汽车雷达、医学传感等领域中的应用。

考核指标：工作频率  $110\text{GHz}\sim 500\text{GHz}$ ，波导探针端口驻波

≤10dB，校准片 50 欧姆负载准确度±0.3%，动态范围≥90dB，功率电调谐范围≥25dB，频率分辨率 10Hz，传输跟踪≥±0.1dB，反射跟踪≥±0.1dB，输出功率≥-8dBm，显示平均噪声电平≤-135dBm/Hz；可实现 4 英寸、6 英寸及 8 英寸等不同尺寸晶圆的测试，覆盖砷化镓、磷化铟、氮化镓、锗化硅、硅基等不同材质太赫兹芯片；具备散射参数、群延时、增益压缩、频谱分析等测试功能。项目完成时应通过可靠性测试，平均故障间隔时间≥3000 小时，技术就绪度达到 8 级。至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：太赫兹芯片，太赫兹集成电路，晶圆级在片测试，精密探针台

### **1.47 超高速数据网络测试仪（共性关键技术）**

研究内容：针对大型数据中心、高速骨干网络和云计算中的高端路由器及高端三层交换机等在东数西算、算网融合等国家重大工程中的测试需求，突破 800Gbps 大规模流量仿真、大规模流量统计、高精度时钟同步、全线速捕获和多协议仿真等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的超高速数据网络测试仪产品，开发相关软件及数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在数据中心、高速骨干网络和

云计算等领域的应用。

考核指标：单端口速率 800Gbps/400Gbps/200Gbps/100Gbps，测试端口数量 4，误码率测试范围  $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-13}$ ，时戳分辨率  $\leq 2.5\text{ns}$ ，流块数  $\geq 127$  个，发送流数  $\geq 4\text{k}$ ，接收统计流数  $\geq 32\text{k}$ ，帧长范围 64~16383 字节，每端口报文捕获缓存深度  $\geq 1\text{MB}$ ，支持 OSPF、ISIS、BGP、IGMP、MLD 等协议仿真。项目完成时应通过可靠性测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度达到 8 级。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：数字传输速率，L2/3 层协议测试，高端路由器，高端三层交换机

#### **1.48 多通道星网链信道仿真模拟器（共性关键技术）**

研究内容：针对星网链系统星上设备、星链系统地面站设备等检测需求，突破星地链路信道模拟仿真技术、星间链路信道模拟仿真技术、宽带信道模拟仿真技术等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的多通道星网链信道仿真模拟器，开发卫星信道建模相关软件和典型多场景信道模型数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在卫星通信、卫星导航、星网链系统等领域的应用。

考核指标：频率范围：6GHz~53GHz；单通道信道带宽：最



大 2GHz; 输入端口数 16 端口、输出端口数 16 端口; 通道衰落多径数: 48; 多普勒频移: 最大 1.5MHz; 卫星信道模型: C.Loo 模型, Corazza 模型, Lutz 模型, 链路群时延信道模型; 频率范围: 3MHz~6GHz; 信号带宽: 最大 1GHz; 端口数: 输入输出端口数 64 个端口, 输出端口数 64 个; 通过扩频选件 1 扩展频率范围到 6~12GHz, 通过扩频选件 2 扩展频率到 24.25GHz~29.5GHz, 或者 37~43.5GHz。通道衰落多径数: 48; 链路最大衰减范围: 0dB~150dB; 多普勒频移: 最大 1.5MHz。项目完成时应通过可靠性测试, 平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时, 技术就绪度达到 8 级。至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量; 形成批量生产能力, 经用户试用, 满足用户使用要求。

有关说明: 牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词: 卫星信道模型, 星网链信道建模, 多径衰落模拟

#### **1.49 智能网联终端多参数综合测试仪 (共性关键技术)**

研究内容: 针对智能网联汽车模组在复杂无线环境下传输速率、毫米波雷达回波定位精度、卫星信号接收灵敏度、多频段天线和射频单元有源和无源等核心指标高效精确测量的需求, 突破低频及毫米波空口信道复现、三维动态障碍物生成、空天地多径环境模拟、空口信号三维高精度采集与近远场变换等关键技术, 开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的智能

网联终端多参数综合测试仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现车载通信模组、毫米波雷达、卫星导航等领域应用。

考核指标：无线通信模拟能力需支持 3GPP 规定的 5G 典型信道模型及 LTE-V 信道模型，频段覆盖 2.6GHz、3.5GHz、5.8GHz、26GHz 等移动通信主力频段。多径时延精度高于 $\pm 3\text{ns}$ ，功率误差不大于 $\pm 1\text{dB}$ 。支持不少于 24 个多径反射体数量，毫米波角度功率谱相似度百分比超过 80%；77GHz~81GHz 频段下，支持不少于 4 个移动速度、移动方向、雷达反射截积均不同的散射体模拟；支持 GNSS 接收灵敏度、首次定位时间等指标的空口测试；支持无源天线方向图、有源 EIRP、TRP、ACLR 等关键射频天线指标测量。项目完成通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：智能网联汽车，终端测试，毫米波雷达

### **1.50 半导体器件动态伏安特性参数综合测试仪(共性关键技术)**

研究内容：针对半导体分立器件、集成电路、晶圆等半导体电性能参数特性高精密测试需求，突破大动态范围精密源输出和

测量、高分辨率电容测试、超快速脉冲信号产生和同步测量等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的精密直流参数测试仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，并实现在半导体分立器件和集成电路测试、晶圆可接受度测试等领域的应用。

考核指标：具备 $\pm 200\text{V}/1\text{A}$ 宽动态范围直流 I-V 测量和输出能力，单通道最大直流输出功率 $\geq 20\text{W}$ ；支持高分辨率直流 I-V 参数测试，最小电压/电流测量分辨率 $\leq 0.5\mu\text{V}/1\text{fA}$ ，最小电压/电流输出分辨率 $\leq 25\mu\text{V}/5\text{fA}$ ；具备多频率电容测量能力，频率范围 $\geq 1\text{kHz}\sim 5\text{MHz}$ ；具备超快速动态 I-V 测试能力，最小输出脉冲宽度 $\leq 100\text{ns}$ ，测量采样率 $\geq 200\text{MSa/s}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 3000$ 小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关仪器产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的仪器企业。

关键词：精密直流参数测试，半导体测试，晶圆测试

### **1.51 电磁多参数阵列测量仪（共性关键技术）**

研究内容：针对自然资源电磁多参数特征规律基础科学研究和复杂条件下隐伏资源勘查对多参数、高分辨、大深度的地面电磁应用等需求，突破超大功率发射、阵列式高分辨接收、多参数

抗干扰处理、感应与激电效应解耦、高精度成像等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的电磁多参数阵列测量仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在自然资源基础科学研究、多金属矿产勘查、地热与油气资源调查等领域的应用。

考核指标：测量频率范围 0.001Hz~10kHz，激电视极化率测量范围 0.005~0.9、绝对相位测量范围  $-\pi\sim\pi$ 、视电阻率测量范围 0.1~100000 $\Omega\cdot\text{m}$ ，测量参数控制精度 2%，探测深度  $\geq 600\text{m}$ ；可控源电磁场幅值、相位、视电阻率参数测量精度  $\leq 3\%$ ，地球介质电导率、磁导率等参数成像精度  $\leq 3\%$ ；发射功率 160kW，电流控制精度 0.1%，探测深度  $\geq 4000\text{m}$ ；阵列式网络测量  $\geq 60$  通道，时间同步精度  $\leq 10\text{ns}$ ，动态范围 130dB。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：阵列测量，电磁多参数，高精度成像

### 1.52 青年科学家项目（共性关键技术）

研究内容：面向科学仪器领域青年科学家，支持科学仪器相关的新方法、新原理、新材料、新技术、新工艺研究，探索前沿科技与测量测试技术深度融合，探索颠覆性测量测试技术创新，探索新思想和新思路实验验证，实现科学仪器前沿、前瞻、创新、

探索性单项技术突破，为科学仪器自主创新奠定基础。

考核指标：科研成果属于科学仪器基础材料、关键核心部件、测量算法和软件、测量数据应用、传统仪器赋能方法等形式之一，技术就绪度 4 级以上，关键核心部件成果须在相关仪器整机当中实现应用验证。

有关说明：拟支持 5 项。

### **1.53 高灵敏数字化生物气溶胶直接分析仪（共性关键技术）**

研究内容：针对生物气溶胶样品化学组分检测需求，突破人源气溶胶、动物源气溶胶、植物源气溶胶、微生物源气溶胶等生物气溶胶直接分析技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的高灵敏数字化生物气溶胶直接分析仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在呼吸系统疾病防治、生命科学研究和食品药品等领域的应用。

考核指标：气溶胶检出限  $\leq 1\text{ppb}$ （精氨酸、乙酰胆碱）；线性范围  $\geq 3$  个数量级；气溶胶自进样到信号响应时间  $\leq 3\text{s}$ ；单个样品数据处理识别时间  $\leq 10\text{s}$ ；建立各类型气溶胶数据库  $\geq 4$  个；具有高速数字化 5 个维度协同智能数据处理识别能力，具有特征分子结构确证能力、防交叉感染的生物安全防护功能。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

#### **1.54 紫外-可见光高分辨率光谱仪（共性关键技术）**

研究内容：针对紫外告警、光学跟踪、微光检测等测试需求，突破高精度光谱分光、宽光谱扫描、高精度谱图标定等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的紫外-可见光高分辨率光谱仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在光学装备、光刻机等领域的应用。

考核指标：光谱范围 190nm~1100nm；光谱分辨率  $22 \times 10^{-6} \text{nm}$ （193nm）；光谱精度  $\leq 0.1 \times 10^{-3} \text{nm}$ ；最大光谱窗口  $\leq 0.8 \text{nm}$ ；最低可探测脉冲能量  $\leq 10 \mu\text{J}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

#### **1.55 超宽带高性能噪声系数分析仪（共性关键技术）**

研究内容：针对雷达、通信、电子侦察、精确制导等电子装备以及宽禁带半导体器件对噪声性能的测试需求，突破超宽带高灵敏度噪声信号接收、高精度噪声信号检测与处理、大动态通道增益自动调整和校准、超宽带噪声源定标等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的超宽带高性能噪声系数分析仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在电子装备、5G/6G 通信和集成电路

等领域的应用。

考核指标：频率范围 10MHz~110GHz；噪声系数测量范围 0~30dB；噪声系数测量不确定度  $\leq 0.1\text{dB}$ ；增益测量范围 -20dB~+40dB；增益测量不确定度  $\leq 0.15\text{dB}$ ；测量带宽 10MHz/5MHz/3MHz/2MHz/1MHz/500kHz/300kHz/200kHz/100kHz，噪声源超噪比  $15\text{dB}\pm 8\text{dB}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

#### **1.56 毫米波与太赫兹材料电磁特性测试仪（共性关键技术）**

研究内容：针对 5G/6G 移动通信电路板材和天线材料、卫星天线材料、吸收屏蔽材料、集成电路材料、回旋行波管材料等毫米波与太赫兹材料电磁特性测试需求，突破高灵敏度太赫兹收发模块、太赫兹准光波束传输、超宽带测试夹具、材料电磁特性准确提取计算反演算法等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的太赫兹材料电磁特性测试仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在毫米波与太赫兹集成电路、通信、深空探测等领域的应用。

考核指标：频率范围 18GHz~1100GHz；动态范围  $\geq 120\text{dB}$ （18GHz~50GHz）， $\geq 110\text{dB}$ （50GHz~325GHz）， $\geq 90\text{dB}$ （325GHz~750GHz）， $\geq 60\text{dB}$ （750GHz~1100GHz）；相对介电常

数测试范围 1~30, 测试准确度  $\leq \pm 2\%$ ; 相对磁导率测试范围 1~10, 测试准确度  $\leq \pm 2\%$ ; 样品厚度  $50\mu\text{m}\sim 5\text{mm}$ ; 材料形态包括固体、薄膜、粉末、液体等。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试, 平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时, 技术就绪度不低于 8 级; 至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量, 具有自主知识产权; 形成批量生产能力, 经用户试用, 满足用户使用要求。

### 1.57 微观电磁物性自旋量子精密测量仪 (共性关键技术)

研究内容: 针对量子计算和量子通信领域对量子自旋、磁性、电流、电场、显微成像等测量和表征需求, 突破金刚石自旋量子精密测量、高分辨光学显微和扫描探针融合、多种探头模块和标准样品等关键技术, 开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的微观电磁物性自旋量子精密测量仪, 开发相关应用软件, 开展工程化开发、应用示范和产业化推广, 是现在物理科学、材料科学、生物医学和信息科学等领域的应用。

考核指标: 测量视野范围  $\geq 1000\mu\text{m}\times 1000\mu\text{m}$ ; 空间分辨率  $\leq 10\text{nm}$ ; 成像速度  $\geq 20\text{ms}/\text{pixel}$ ; 最高磁场灵敏度  $\geq 100\text{nT}/\text{Hz}^{1/2}$ ; 磁偶极矩分辨率  $\leq 10^{-16}\text{Am}^2$ ; 电磁波测量频率范围  $0\sim 18\text{GHz}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试, 平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时, 技术就绪度不低于 8 级; 至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量, 具有自主知识产权; 形成批量生产能力, 经用户试用, 满足用户使用要求。



## 2. 核心关键部件开发与应用

原则上，使用指南名称申报，每个项目下设课题数不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 4 个，实施周期不超过 3 年。

### 2.1 细聚焦氩离子源（共性关键技术）

研究内容：开发细聚焦氩离子源，突破氩离子源静电透镜设计和参数拟合等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在高精度纳米氩离子减薄仪、纳米氩离子抛光仪等仪器中的应用。

考核指标：实现静电透镜聚焦的氩离子源工作模式，氩离子加速电压 1kV~10kV 可调，离子束聚焦斑点尺寸  $\leq 100\text{nm}$ ，离子电流密度  $\leq 10\text{mA}/\text{cm}^2@100\text{nm}$ ，离子源稳定工作时间  $\geq 100$  小时。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：细聚焦，氩离子源

### 2.2 超短脉冲中子发生器（共性关键技术）

研究内容：开发超短脉冲中子发生器，突破超短脉冲中子管及其真空弧离子源、加速束流控制、强流超短脉冲中子输出等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自

主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在瞬发伽马中子活化元素分析仪、裂变中子分析仪等仪器中的应用。

考核指标：脉冲方式工作，中子管最高产额  $\geq 2.0E+08n/s$ ，工作寿命  $\geq 250$  小时，中子发生器脉冲宽度  $\leq 1\mu s$ ，脉冲频率  $10Hz\sim 20Hz$  可调，最高工作温度  $\geq 125^{\circ}C$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：超短脉冲中子管，真空弧离子源，加速器束流控制

### **2.3 大气压电喷雾与电弧等离子体离子源（共性关键技术）**

研究内容：开发可以适配于质谱仪器的高灵敏度大气压二次电喷雾电离源（SESI）和电弧等离子体离子源，突破空气动力学与电动力学复合液滴控制、层流高效率碰撞离子化、高抗吸附金属表面镀膜工艺、电弧生成、离子聚焦等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在高性能质谱仪等仪器中的应用。

考核指标：电喷雾溶剂流量  $\leq 1\mu L/min$ ，喷雾稳定性  $\leq \pm 3nA$ ，测量精度  $\leq 0.5nA$ ，与 ThermoQ-Exactive 质谱仪耦合使用时戊酮标准气体测试 LOD  $\leq 10ppt$ ，进样气路温度和离子化腔室温度控

制精度  $\leq \pm 1^{\circ}\text{C}$ ；对 VOCs 的吸附率较普通金属降低  $\geq 80\%$ ；电弧放电解离效率  $\geq 20\%$ ，解离碎片数目  $\geq 10$  个碎片离子（芬太尼），可实现固态聚合物直接裂解及电离，单次聚合物添加剂或结构分析时间  $< 1$  分钟，建立含不低于 5000 种化合物的标准谱图数据库。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：质谱，二次电喷雾离子化，电弧等离子体电离。

#### 2.4 紫外—可见—红外宽谱光源（共性关键技术）

研究内容：开发紫外—可见—红外宽谱光源，突破超高压稀有气体光源灯室封装、激光支持高密度等离子体、高平坦光谱控制、臭氧紫外屏蔽抑制、宽谱光源高效光纤耦合等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在半导体晶圆/芯片检测仪、高/超光谱成像仪等仪器中的应用。

考核指标：光谱范围优于  $170\text{nm}\sim 2100\text{nm}$ 、输出光功率  $\geq 15\text{W}$ 、辐射度  $\geq 500\text{mW}/\text{mm}^2\cdot\text{sr}\cdot\text{nm}$ 、数值孔径  $\geq 0.5$ ，光谱平坦度  $3\text{dB}\sim 5\text{dB}$ ；等离子体大小  $\leq 1\text{mm}$ ；灯室氙气压强  $\geq 10\text{MPa}$ ，屏蔽氮气纯度  $\geq 99.9999\% @ 0.14\text{MPa}$ ；项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间（寿命） $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和

软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：紫外—可见—红外宽谱光源，超高压稀有气体光源灯室，激光支持等离子体

### 2.5 中红外单频固体激光光源（共性关键技术）

研究内容：开发中红外单频固体激光光源，突破复杂谐振腔设计、腔内多物理场精确调控、非线性晶体板条泵浦与放大、外差拍频检测与腔长精密锁定等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在痕量气体分析仪、光谱传感与成像仪等仪器中的应用。

考核指标：激光中心波长范围  $3\mu\text{m}\sim 4.2\mu\text{m}$ ，线宽  $\leq 0.03\text{cm}^{-1}$ ；稳频精度为  $0.03\text{cm}^{-1}$ ，脉冲重复频率为连续波至  $2\text{kHz}$  可调，单脉冲能量  $\geq 2\text{mJ}@2\text{kHz}$ ，平均功率  $\geq 4\text{W}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：中红外激光，非线性变换，种子注入

## 2.6 电子—声子耦合超宽带激光器（青岛部市联动项目，共性关键技术）

研究内容：开发电子—声子耦合超宽带激光器；突破电子-声子耦合下的高集成自倍频激光宽波段调谐、激光波长精准控制、高稳态激光输出等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在流式细胞仪、光遗传学检测仪等仪器中的应用。

考核指标：波长范围 450nm~650nm，可调谐波段范围（500nm~520nm 和 560nm~580nm），输出波长  $\geq 8$  个，输出功率  $\geq 200\text{mW}$ ，线宽  $\leq 0.2\text{nm}$ ，偏振比  $\geq 100:1$ ，稳定性  $\leq \pm 1\%$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：可调谐激光器，流式细胞分析，荧光分析

## 2.7 真空深紫外全固态激光光源（青岛部市联动项目，共性关键技术）

研究内容：开发真空深紫外全固态激光光源，突破非线性光学器件制备、真空紫外激光非线性频率转换及高效谐波产生、集

成一体化真空紫外激光器设计等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在光电子能谱仪、半导体芯片检测装置等仪器中的应用。

考核指标：激光波长 $\leq 193\text{nm}$ ，输出功率 $\geq 10\text{mW}$ ，功率稳定度优于 $\pm 1\%$ ，线宽 $\leq 0.2\text{nm}$ ，偏振比优于 $100:1$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级；至少应用于2类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：全固态真空深紫外激光器、光电子能谱仪、半导体芯片检测

## 2.8 200kV 场发射电子枪（共性关键技术）

研究内容：开发200kV场发射电子枪，突破高能电子束长期稳定性、六氟化硫高压馈通、多级高压加速级、离子泵悬浮高电压技术等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在200kV透射电子显微镜和冷冻透射电镜等仪器中的应用。

考核指标：加速电压 $20\text{kV}\sim 200\text{kV}$ ，高压加速级6级，发射电流稳定性 $\leq \pm 0.5\text{nA/Day}$ ，枪亮度 $\geq 5\times 10^8\text{A/cm}^2\cdot\text{s}\cdot\text{rad}@200\text{kV}$ ，真空度 $\leq 9.0\times 10^{-8}\text{Pa}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级；至少

应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：透射电子显微镜，200kV 高压，场发射

### **2.9 高稳定 X 射线源（共性关键技术）**

研究内容：开发高稳定 X 射线源，突破大角度射线管高稳定低纹波电源、固态绝缘封装等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在 X 射线透射成像仪和 X 射线衍射仪等仪器中的应用。

考核指标：高压范围 0kV~70kV，调节精度  $\leq 0.1\text{kV}$ ，稳定性  $\leq 0.02\%$ ，电流范围  $100\mu\text{A}\sim 2\text{mA}$ ，调节精度  $\leq 100\mu\text{A}$ ，连续功率  $\geq 100\text{W}$ ；X 光辐射角  $\geq 50^\circ$ ；尺寸  $\leq 250\text{mm}\times 230\text{mm}\times 100\text{mm}$ ，重量  $\leq 10\text{kg}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：X 射线源，高稳定，小型化

## 2.10 微焦点金刚石复合靶 X 射线源（共性关键技术）

研究内容：开发基于金刚石基底的 X 射线源，突破金刚石内嵌金属复合靶 X 射线源的制备技术，实现微米量级光斑、高光通量输出，开展工程化开发和应用示范，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在高性能 X 射线衍射仪、荧光光谱仪等仪器中的应用。

考核指标：基于金刚石基底，实现 W、Mo、Cu、Ti、Cr、Fe、Co、Ag、Rh、Au、Pt 等至少四种靶材的金刚石复合靶 X 射线源，金属靶条宽度小于  $30\mu\text{m}$ ；高压不小于  $50\text{kV}$ ；焦点光斑尺寸  $\leq 10\mu\text{m}$ ，光通量  $\geq 5.0\text{E}9\text{photons}/\text{mm}^2/\text{mrad}^2/\text{s}$ ，48 小时内稳定性  $\leq \pm 1\%$ 。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；完成原型机研制及示范应用。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级，至少应用于 2 类仪器，形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：X 射线源，金刚石复合靶

## 2.11 多路宽范围高稳定度高压电源（共性关键技术）

研究内容：开发宽电压范围高稳定度低纹波高压电源系统，突破高压电源宽电压范围长时间稳定控制、低纹波抑制和高可靠性运行等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在透射电子显微镜、电子束曝光机等仪器中的应用。



考核指标：加速电压-100V~100kV（可调），纹波 $\leq 70\text{mV}$ ，稳定性 $\leq 10\text{ppm}/8$ 小时，抑制级电压-200V~1kV（可调），引出级电压 1kV~6kV（可调），灯丝电源电流 0A~5A（可调）/电压 0V~5V（可调）。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：电子束曝光机，电子显微镜，热场发射

## **2.12 太赫兹宽频带辐射源（共性关键技术）**

研究内容：开发太赫兹宽频带辐射源，突破太赫兹信号发生、太赫兹辐射电路与天线综合集成、太赫兹波束控制等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在太赫兹波谱分析仪、太赫兹成像分析仪等仪器中的应用。

考核指标：输出频谱范围 0.1THz~6.0THz，平均输出功率 $\geq 500\mu\text{W}$ ，频率分辨率 $\leq 1\text{MHz}$ ，具有与辐射天线集成能力。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；

形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：太赫兹、辐射源、信号发生

### **2.13 太赫兹高功率辐射源（共性关键技术）**

研究内容：开发太赫兹高功率辐射源，突破长寿命小尺寸阴极、多物理场高效率注一波相互作用、整管高效散热、高可靠与高稳定增强、高集成高压电源等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在核磁共振波谱仪、太赫兹三维成像分析仪等仪器中的应用。

考核指标：中心工作频率 263GHz（其他频率可定制），工作带宽  $\geq 1\text{GHz}$ ；连续波输出功率  $\geq 20\text{W}$ ，增益  $\geq 30\text{dB}$ ，工作电压  $23\text{kV}\pm 1\text{kV}$ ，工作电流  $100\text{mA}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：太赫兹、高功率辐射、太赫兹源

### **2.14 可调谐太赫兹辐射源（安徽省部省联动项目，共性关键技术）**

研究内容：开发可调谐太赫兹辐射源，突破高发射电流密度阴极制备、大宽高比电子束磁约束、平面金属光栅慢波系统物理建模与工程化、低损耗高效率输能系统太赫兹输能窗金属化真空

封接、高精度高可靠性组装与调试工艺等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在太赫兹近场成像仪、太赫兹空间探测仪等仪器的应用。

考核指标：中心工作频点 340GHz，频率调谐范围 $\pm 15$ GHz，输出功率 $\geq 100$ mW，连续波工作方式，永磁聚焦方式。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户试用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：太赫兹辐射，返波振荡器，带状电子注，电子调谐

### **2.15 光纤耦合间接电子探测器（共性关键技术）**

研究内容：开发光纤耦合间接电子探测器，突破荧光材料优化、CMOS 芯片光纤耦合等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在 120kV 透射电子显微镜和冷冻电子显微镜等仪器中的应用。

考核指标：相机芯片像素数量 $\geq 2048 \times 2048$ ，像素 $\leq 10\mu\text{m}$ ，光纤耦合 1:1，MTF $\geq 0.2$ （ $1/2$ Nyquist），120kV 荧光材料转化效率单电子信噪比 $\geq 3:1$ ，相机帧率 $\geq 30$ fps，坏点 $\leq 30$ 个且无大于

3×3 的坏点团簇。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：电子探测器，光纤耦合，透射电子显微镜

### **2.16 一维线性阵列 X 射线探测器（共性关键技术）**

研究内容：开发 X 射线一维线性阵列探测器，突破半导体一维像素探测器设计与制备、读出噪声或暗电流的抑制、高帧频下连续扫描等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现其在 X 射线衍射仪和残余应力分析仪等仪器中的应用。

考核指标：探测能量范围 5keV~80keV，通道数  $\geq 128$ ，像素尺寸  $\leq 50\mu\text{m}\times 10\text{mm}$ ，探测效率  $\geq 90\% @ 59.3\text{keV}$ ，能量分辨率  $\leq 1000\text{eV}$ ，达峰时间  $\leq 100\text{ns}$ ，帧速率  $\leq 100\text{Hz}$ ，动态范围：24bit。项目完成时应通过可靠性测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时；技术就绪度达到 9 级。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：低能 X 射线，线阵探测器

### 2.17 伽马射线飞行时间阵列探测器（共性关键技术）

研究内容：开发伽马射线飞行时间阵列探测器，突破高时间分辨率、高空间分辨率的闪烁晶体阵列和光电传感器阵列的光学设计和制造工艺、高速时间信号提取和时间数字转换（TDC）等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在中小型动物 PET 和人体脑部 PET 等仪器中的应用。

考核指标：闪烁晶体长度  $\geq 20\text{mm}$ ，闪烁晶体截面边长  $\leq 2\text{mm}$ ，闪烁晶体阵列大小  $\geq 8 \times 8$ ，探测器长度方向分辨率  $\leq 5\text{mm}$ ，探测器阵列解码分辨率  $\leq 2\text{mm}$ ，TDC 分辨率（FWHM） $\leq 10\text{ps}$ ，全局时钟 jitter  $\leq 5\text{ps}$ ，双探测器符合时间分辨率（FWHM） $\leq 100\text{ps}$ 。项目完成时应通过可靠性测试，项目完成时应通过可靠性测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时；技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：飞行时间，光电传感，分子影像仪器

### 2.18 低功耗低噪声超快半导体探测器（共性关键技术）

研究内容：开发低功耗低噪声超快半导体探测器，突破半导

体探测器三维电极深反应离子深刻蚀、半导体探测器三维电极多源离子注入与扩散掺杂、漏电流噪声抑制、双面三维电极连接、电荷前置放大、数字多道分析等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在 X 射线能谱仪、X 射线自由电子激光等仪器中的应用。

考核指标：抗辐照能力  $\geq 10^{16}$  neq/cm<sup>2</sup> (1MeV 中子有效剂量)，响应时间  $\leq 100$  ps，探测器漏电流  $\leq 50$  nA/像素，探测器电容  $\leq 100$  fF/像素，硅深刻蚀深度  $\geq 200$   $\mu$ m，最大功耗  $\leq 500$  nW/像素。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：飞行时间，光电传感，分子影像仪器

### **2.19 新型 <sup>3</sup>He 替代中子探测器（共性关键技术）**

研究内容：开发新型 <sup>3</sup>He 替代中子探测器，突破大面积、高效率、低功耗阵列结构探测器制备、全覆盖阵列读出、中子远距离成像和定位等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在核安全成像仪和核装置废物监测仪等仪器中的应用。

考核指标：中子探测效率  $\geq 70\% @ 4\text{\AA}$ ，位置分辨率  $\leq 1\text{mm}$ ，信号响应时间  $\leq 1\mu\text{s}$ ，有效探测面积  $\geq 1\text{m}^2$ ，伽马信号误判率  $\leq 1/10^6$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词： $^3\text{He}$  替代，中子探测器

## 2.20 超高分辨全局曝光制冷高速相机（共性关键技术）

研究内容：开发超高分辨全局曝光制冷高速相机，突破多波段平场矫正、图像坏点校正、相机 TEC 制冷和防冷凝、自适应变帧存储、相机端与采集端高速数据传输等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在液晶面板检测设备、生命科学成像仪等仪器中的应用。

考核指标：全局快门图像传感器分辨率  $\geq 152\text{MP}$ ，相机帧率  $\geq 16\text{fps}$ ，像元尺寸  $\geq 3.2\mu\text{m}$ ，TEC 制冷可以使 CMOS 图像传感器的工作温度维持在低于环境温度  $20^\circ\text{C}$  以下，控温精度  $\leq 1^\circ\text{C}$ ，支持针对单个像素点的多波段平场校正。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪

度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：TEC 制冷，防冷凝，平场校正，自适应变帧

### **2.21 高精度电子背散射衍射探测器（共性关键技术）**

研究内容：开发高精度电子背散射衍射探测器，突破高电光转换效率磷屏设计与制备、高精度多通道同步扫描控制设计、高灵敏衍射花样成像、识别与标定算法等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在扫描电子显微镜、双束显微镜等仪器中的应用。

考核指标：空间分辨率  $\leq 60\text{nm}$ ，取向精度  $\leq 0.05^\circ$ ，衍射花样采集速率  $\geq 30$  点/秒，探测器图像分辨率  $\geq 512 \times 512$ ，可高精度自动伸缩，位置精准度优于  $0.03\text{mm}$ ；集成数据库包含  $\geq 5$  万个物相，适用于相鉴定、晶粒尺寸、取向等分析。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产



制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：背散射衍射、探测器、扫描控制

### **2.22 脉冲电子捕获检测器（共性关键技术）**

研究内容：开发脉冲放电电子捕获检测器，突破高压脉冲放电、微弱信号采集、绝缘密封等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在气相色谱仪、气质联用仪等仪器中的应用。

考核指标：气体检测灵敏度 $\leq 50\text{ppt}$ ，测量重复性优于3%，检测稳定性 $\leq 4\%$ （48h），线性度 $\geq 10^4$ ，基线噪声 $\leq 3\text{pA}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级；至少应用于2类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：密封性检测，电子捕获，绝缘密封

### **2.23 氦放电离子化检测器（共性关键技术）**

研究内容：开发氦放电离子化检测器，突破辉光放电技术、脉冲放电技术、微电流放大技术等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在气相色谱仪、痕量气体分析仪等仪器中的应用。

考核指标：检测限 $\leq 1 \times 10^{-8}\text{mol/mol}$ （ $\text{CH}_4$ ），基线噪声 $\leq 0.05\text{mV}$ ，基线漂移 $\leq 0.5\text{mV}/30\text{min}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到

9级；至少应用于2类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：氮离子化，脉冲放电，气体痕量分析

### **2.24 耐高压水中溶解气体探测器（共性关键技术）**

研究内容：开发高性能、高灵敏度、耐高压水中溶解气体传感器。突破传感器敏感材料的制备、高性能选择透过膜的制备、耐高压抗干扰的传感器结构设计及传感器封装等关键技术。开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在溶解氧分析仪和溶解氢分析仪等仪器中的应用。

考核指标：溶解氧的测量范围 2ppb~500ppm，溶解氢的测量范围 0ppm~10ppm，精度：读数的 $\pm 1\%$ 或低测量范围全量程的 $\pm 1\%$ （取大者），适用温度范围  $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，适用压力范围 0bar~100bar。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：溶解氧传感器，溶解氢传感器，核工业水质监测系统

### **2.25 高灵敏双通道脉冲火焰光度检测器（共性关键技术）**

研究内容：开发高灵敏双通道脉冲火焰光度检测器，攻克可调脉冲火焰、硫磷化学发光增强以及时间分辨弱光探测等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在气相色谱仪、硫磷含量在线监测仪等仪器中的应用。

考核指标：探测通道数不少于 2 个（硫、磷），时间分辨率  $\leq 2\text{ms}$ ，弱光检测下限  $\leq 10^{-6}\text{lx}$ ；对硫的检测限  $\leq 0.8\text{pg/s}$ ，响应线性范围  $\geq 2.5$  个数量级，对硫/碳的选择性  $\geq 10^6$ ；对磷的检测限  $\leq 0.05\text{pg/s}$ ，响应线性范围  $\geq 4.5$  个数量级，对磷/碳的选择性  $\geq 10^5$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：脉冲火焰光度检测器，双通道，化学发光增强

### **2.26 超低噪声光谱探测器（共性关键技术）**

研究内容：开发超低噪声光谱探测器，突破光电探测、暗电流抑制、降低噪声等关键技术，开展工程化开发和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在化学

分子光谱原位检测仪器、生物荧光光谱分析仪器等仪器中的应用。

考核指标：光谱范围 600nm~900nm，像素数 2000×256，像素尺寸 15 $\mu$ m×15 $\mu$ m，量子效率  $\geq 80\%$ ，制冷温度  $\leq -80^{\circ}\text{C}$ ，暗电流  $\leq 0.001\text{e}^-/\text{pixel}/\text{sec}$ ，最小读出噪声  $\geq 3\text{e}^-$  (rms)，光谱最大采集频率  $\geq 30\text{Hz}$ ，最大寄存器井深  $\geq 30000\text{e}^-$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：光谱相机，低噪声，光电探测

## **2.27 宽场扫描荧光显微焦面探测器（共性关键技术）**

研究内容：开发用于低丰度、大视野生物荧光图像检测的亚纳米级探测系统。突破大视野亚纳米焦面高灵敏探测机理，亚纳米级精确调节焦面探测与微泵驱动微流控生物芯片有机耦合，亚纳米宽场视野免疫反应样品的精准操控，高灵敏高准确荧光免疫数字化定量分析等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在数字 ELISA、数字 PCR、DNA 测序仪等仪器中的应用。

考核指标：焦面探测有效面积  $\geq 300\mu\text{m}\times 300\mu\text{m}$ ，扫描视野范

围  $\geq 1\text{cm} \times 1\text{cm}$ ，扫描分辨率  $\leq 0.1\text{nm}$ ，扫描重复性  $\leq 0.1\%$ ，扫描采样率  $\geq 1\text{kHz}$ ；对 80 种以上免疫调控功能药物处理的动物血液，进行 10 个以上免疫蛋白检测，无富集探测下限  $< 50\text{fg/mL}$ ，线性动态探测范围  $\geq 4$  个数量级。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：荧光显微，焦面探测，生物检测

### **2.28 分光干涉型厚度测量模块（共性关键技术）**

研究内容：开发分光干涉型厚度测量模块，突破高精度光谱色散干涉、高精度光源调制、高速数据采集处理等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在三维形貌测量仪、厚度\膜厚测量仪等仪器中的应用。

考核指标：参考距离 9mm，测量范围 0.01mm~1.0mm，线性度  $\leq \pm 0.3\mu\text{m}$ ，分辨率  $\leq 0.01\mu\text{m}$ ，输出频率  $\geq 10\text{Hz}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批

量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：分光干涉，色散干涉，厚度测量

### **2.29 微型光学放大内窥探头（共性关键技术）**

研究内容：开发微型光学放大内窥探头，突破大景深光学变焦、大视场低畸变光学设计、高倍率低像差光学设计、多谱段立体成像等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在多光谱显微镜、力学分析孔探仪等仪器中的应用。

考核指标：视场角  $140^\circ$ ，景深  $7\text{mm}\sim 100\text{mm}$ ，放大倍率  $\geq 500$  倍（其中光学变焦  $\geq 100$  倍，电子变焦  $\geq 5$  倍），成像谱段数  $\geq 4$ ，具备立体成像功能，远端外径  $\leq 9.7\text{mm}$ ，通道内径  $\geq 2.2\text{mm}$ ，弯曲角度范围上  $\geq 210^\circ$ ，弯曲角度范围下  $\geq 90^\circ$ ，弯曲角度范围左  $\geq 100^\circ$ ，弯曲角度范围右  $\geq 100^\circ$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：内窥成像，微型光学系统，光学设计

### **2.30 低功耗高温超导量子干涉磁场探测器（青岛部市联动项目，共性关键技术）**

研究内容：开发低功耗高温超导量子干涉磁场探测器，突破双晶约瑟夫森结和高温台阶结制备、高温超导量子干涉磁场探测器 SQUID 单元结构及其阵列化设计、磁通有效面积有效提高、斯特林机低功耗/小型化等关键技术,开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在岩石磁力仪、心磁检测仪等仪器中的应用。

考核指标：噪声谱密度优于  $100\text{fT}/\sqrt{\text{Hz}}$ ，磁场量程 $\pm 50\mu\text{T}$ ；磁力仪总体积小于 10L，总重量小于 10kg，工作温度 $\geq 40\text{K}$ ，总功率小于 200W；单次测量续航时间不少于 8 小时。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：SQUID、高温超导、量子干涉

### **2.31 超高灵敏动态磁扭矩探测器（共性关键技术）**

研究内容：开发超高灵敏动态磁扭矩探测器，突破高信噪比的悬臂梁位移和振动测量、测量探头小型化，样品转角测量等关

键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在综合物性测量系统（PPMS）系统、大科学装置 45T 混合磁体等仪器中的应用。

考核指标：臂梁弹性系数  $\leq 1\text{mN/m}$ ，室温高真空下品质因子  $> 10000$ ；工作温度范围  $2\text{K}\sim 300\text{K}$ ，测量样品转角范围  $\pm 90^\circ$ ；动态磁扭矩测量灵敏度  $(\partial\tau/\partial\theta) \leq 4\times 10^{-15}\text{N}\cdot\text{m}$ ，磁矩测量灵敏度  $\leq 1\times 10^{-15}\text{A}\cdot\text{m}^2$ ；测量速度  $\leq 1$  秒/数据点，测量杆直径  $\leq 30\text{mm}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：动态磁扭矩，悬臂梁，磁性测量

### **2.32 宽场同轴三维测量模块（共性关键技术）**

研究内容：开发宽场同轴三维测量模块，突破高稳定性等相位宽场扫描测量、高精度宽场相位解调、大容量多维数据并行加速处理等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在半导体刻蚀检测仪、焊接拼缝检测仪等仪器中的应用。

考核指标：工作光中心波长  $830\text{nm}$ ，引导光中心波长  $633\text{nm}$ ；最大可测三维空间  $\geq 10\text{mm}\times 10\text{mm}\times 1.5\text{mm}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 高），最小分辨区域  $\leq 40\mu\text{m}\times 40\mu\text{m}$ ，采样频率  $\leq 240\text{ms}$ ，测量重复性  $\leq 0.1\mu\text{m}$ ，



线性度 $\leq 2.5\mu\text{m}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级；至少应用于2类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：宽场成像，同轴扫描，三维表征

### **2.33 高温高压声波换能器（共性关键技术）**

研究内容：开发耐高温、耐高压、抗振动冲击的随钻声波换能器，突破耐高温高压压电材料性能调控与大尺寸压电陶瓷元件制备、低频高发射响应声学结构设计、耐腐蚀水密封装等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在多级阵列声波测井仪、随钻声波测井仪等仪器中的应用。

考核指标：单极发射换能器：谐振频率范围优于8kHz~21kHz，谐振频率下发送电压响应级 $\geq 140\text{dB}$ ；四极子发射换能器：谐振频率范围优于1.0kHz~3.0kHz，谐振频率下发送电压响应级 $\geq 100\text{dB}$ ；适应环境：耐温 $\geq 300^\circ\text{C}$ ；耐压 $\geq 200\text{MPa}$ ，耐井下 $\text{H}_2\text{S}$ 液体腐蚀，振动 $\geq 20\text{g}/2\text{Hz}$  (rms)，冲击 $\geq 500\text{g}$  (rms)。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级；至少应用于2类仪器。明

确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：声波测井，耐高温高压，抗振动冲击

### 2.34 电容式微机械超声波换能阵列（安徽省部省联动项目，共性关键技术）

研究内容：开发电容式 MEMS 超声波换能阵列，突破 MEMS 超声换能器芯片制备、超声换能器线性阵列、高发送电压响应和接收微元多物理声协同仿真、全硅振膜高精度低应力加工等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现超声波无损检测仪器、超声显微镜等仪器中的应用。

考核指标：中心频率  $\geq 10.0\text{MHz}$ ，相对带宽  $\geq 85\%$ ，阵元数  $\geq 192$ ，立面焦点  $\geq 18\text{mm}$ ，立面孔径  $\geq 3.25\text{mm}$ ，机电转换效率  $\geq 45\%$ ，发射灵敏度  $\geq 0.8\text{kPa/V/mm}^2$ ，接收灵敏度  $\geq 5\mu\text{V/Pa/mm}^2$ ，加工精度  $\leq 1.0\mu\text{m}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：超声换能器，ASIC，CMUT

### **2.35 超声波多普勒三维流速探测器（共性关键技术）**

研究内容：研制水下三维超声波多普勒流速探测器，突破传感器形态设计、相干脉冲多普勒频移提取、流速测量、多参量影响下的流速修正等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在河流、海岸等水文研究仪器中的应用。

考核指标：流速范围 $\pm 0.01\text{m/s}\sim 7\text{m/s}$ ，准确度 $\pm 0.5\%\times$ 测量值 $\pm 1\text{mm/s}$ ，测量盲区 $\leq 3\text{cm}$ ，超声波频率 $10\text{MHz}$ ，采样输出频率 $\geq 50\text{Hz}$ ；河流适用水深 $\geq 60\text{m}$ ，海岸适应水深 $300\text{m}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级；至少应用于2类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：超声波、多普勒、液体流速

### **2.36 多种解离反应离子阱（共性关键技术）**

研究内容：开发多种解离反应离子阱，突破在离子阱内注入低能电子进行电子捕获解离、多级串联质谱流程操控等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在四极杆飞行时间质谱仪、离子阱质谱仪等仪器中的应用。

考核指标：前端可配合液质电喷雾、纳升电喷雾离子化器； $MS^n$ 级数  $n \geq 3$ ，质荷比分析范围优于  $50Th \sim 50000Th$ ，母离子质量选择分辨率  $\Delta m \leq 1Th$ ，串联裂解模式：碰撞解离（CID）、高能碰撞解离（HCD）、电子捕获解离（ECD）、活化离子电子捕获解离（AI-ECD）等，电子捕获解离（ECD）效率  $\geq 10\%$ ，注入电子能量范围  $\geq 0eV \sim 10eV$ ，最小可控能量  $\leq 1eV$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：解离反应，离子阱，自上而下（Top-down）蛋白质分析

### 2.37 低漏磁离子泵（共性关键技术）

研究目标：开发低漏磁离子泵，突破高稳定性、低电磁干扰、低漏电流等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在场发射扫描电子显微镜、场发射透射电子显微镜等仪器中的应用。

考核指标：抽速  $\geq 25L/s$ ，最大启动气压  $\leq 1 \times 10^{-4}mbar$ ，最高烘烤温度  $200^\circ C$ ，极限真空优于  $10^{-11}mbar$ ，最小检测电流  $1nA$ ，使用寿命  $\geq 30000h@1 \times 10^{-6}mbar$ ，漏电流  $\leq 15nA@5kV$ ，真空发射

电流波动  $\leq 30\text{nA}/1000\text{h}@5\times 10^{-9}\text{mbar}$ ，200mm 处磁场泄漏  $\leq 20\text{mT}$ ，200mm 处 EMI 辐射干扰不超过 63dBm；电子枪工作时真空度  $\leq 5\times 10^{-9}\text{mbar}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：电子显微镜，离子泵，低漏磁

### **2.38 低温显微物镜（共性关键技术）**

研究内容：开发低温显微物镜，突破高数值孔径、长工作距、复消色差物镜光学设计、耐低温机械设计、高精度物镜装配等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在一体式冷冻光电关联显微镜、低温荧光显微镜等仪器中的应用。

考核指标：放大倍率调节范围优于  $50\times\sim 100\times$ ，数值孔径  $\geq 0.85$ ，工作距离  $\geq 0.8\text{mm}$ ，齐焦距离 45mm，450nm~640nm 复消色差，物镜前端可工作于液氮温区，且与真空（ $10^{-5}\text{mbar}$ ）兼容。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识

产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：显微物镜，低温光学检测，真空检测

### **2.39 液氮温区低振动大冷量脉管制冷机（共性关键技术）**

研究内容：开发液氮温区低振动大冷量脉管制冷机，突破新型高效低温蓄冷材料制造、分离型减振及冷指耦合和交变流深低温两相换热等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在无液氮低温强磁场综合物性测量仪、低温扫描隧道显微镜等仪器中的应用。

考核指标：最低温度低于 2.8K，制冷量大于 1.5W@4.2K，降温至 4.2K 时间小于 60 分钟；振动  $\leq \pm 5\mu\text{m}$ ，压缩机功耗  $\leq 13\text{kW}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：脉管，大冷量，低振动

### **2.40 光学数字显微镜器件（共性关键技术）**

研究内容：开发光学数字显微镜器件，突破微纳尺度结构形变

与光场耦合及协同调控、片上大面积及结构形变可控的三维纳米制备、衍射噪声抑制、微镜器件快速光电调控等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在共焦距显微镜、成像光谱仪等仪器中的应用。

考核指标：波长范围：450nm~1700nm，特征调制频率 > 100kHz，最小像素尺寸优于 5 $\mu$ m，阵列像素数目 > 800 $\times$ 600，微镜倾斜度  $\geq \pm 12^\circ$ （相对于器件平面）。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：数字微镜器件，数字光处理，空间光调制器

#### **2.41 高精度可调谐光学滤波器（共性关键技术）**

研究内容：开发高精度可调谐窄带光学滤波器，突破大范围快速调谐、超窄滤波带宽、高稳定滤波波长控制等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在光纤解调仪、微波光子传输仪等仪器中的应用。

考核指标：滤波带宽  $\leq 2\text{GHz}$  (3dB)，带内光插损  $\leq 3.5\text{dB}$ ，波

长调谐范围  $\geq 1\text{nm}$ ，波长调谐速度  $\leq 100\mu\text{s}/\text{nm}$ ，滤波波长稳定度  $\leq 1\text{pm}/\text{小时}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：窄带，高精度，光学滤波。

#### 2.42 极端环境下压电纳米探针台（共性关键技术）

研究内容：开发极端环境下的压电纳米探针台、探针运动控制系统、人机交互系统，突破纳米尺度的样品器件的连接，定位，移动操作和单细胞样品操作等技术；开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在透射电镜、扫描电镜等仪器中的应用。

考核指标：探针台实现 X/Y/Z 三自由度的动作；X/Y 方向行程  $\geq 20\text{mm}$ ，速度  $\geq 30\text{mm}/\text{s}$ ，驱动分辨率  $\leq 2\text{nm}$ ；Z 向行程  $\geq 20\mu\text{m}$ ，驱动分辨率  $\leq 2\text{nm}$ ；探针模组高度小于 30mm；探针实现 X/Y/Z/R 四自由度下的动作，X/Y 方向行程  $\geq 5\text{mm}$ ，R 向实现  $180^\circ$  旋转，Z 方向行程  $\geq 0.5\text{mm}$ ；X/Y/Z 向定位分辨率  $\leq 100\text{nm}$ ，扫描分辨率  $\leq 2\text{nm}$ ；最大使用真空度达到  $10^{-4}\text{Pa}$ ，使用温度范围  $-45^\circ\text{C}\sim 100^\circ\text{C}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明



确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：压电，纳米探针台，样品台，人机交互，极端环境

### **2.43 电化学流体通道电极（共性关键技术）**

研究内容：开发电化学流体通道电极，突破流场稳定性、电极表面修饰、电极模块化更换、通道电极加工制造、载流子激发和检测等关键技术。开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在瞬态荧光吸收谱仪、交流阻抗仪等仪器中的应用。

考核指标：流体速度可控范围优于  $0.01\text{mL}/\text{min}\sim 10\text{mL}/\text{min}$ ；电流可控范围优于  $1\text{nA}\sim 500\text{mA}$ ，电流灵敏度  $\geq 1\text{nA}$ ，信噪比  $\geq 0.1\text{nA}$ ；光生载流子动力学探测时间灵敏度  $\geq 1\text{ps}$ ，空间分辨率  $\leq 1\mu\text{m}$ ；工作范围优于  $-40^\circ\text{C}\sim 80^\circ\text{C}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：电化学，流体通道，电极，载流子调控

### **2.44 高通量微流控精密移液器（共性关键技术）**

研究内容：开发高通量微流控精密移液器，突破液滴均匀分

配、移液模块与反应位点精准定位、流体池芯片“低死体积”及液滴碰撞后高效融合等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在自动化DNA合成仪、大片段DNA组装仪等仪器中的应用。

考核指标：开发自动化液体分配功率控制软件一套；研制“低死体积”阵列化微流控芯片至少2种，单芯片阵列密度 $\geq 1536$ ，死体积量 $\leq 0.5\mu\text{L}$ ；液滴最小分配体积达到pL级，可实现1cp~25cp动力粘度范围内试剂的可控分配；研制基于微流控的高通量精密移液器，非接触式、并行化试剂分配种类 $\geq 1536$ 种，可转移目标体积范围 $\geq 5\mu\text{L}$ ，液滴分配速率 $\geq 1000$ 滴/秒，变异系数 $\leq 6\%$ ，其他关键技术指标不低于国际同类产品。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级；至少应用于2类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：生命化学，微流控技术，高通量移液

#### **2.45 长寿命高温等离子体质谱接口锥（共性关键技术）**

研究内容：开发长寿命高温等离子体质谱接口锥，突破耐酸碱性高纯度镍/铂的材料处理工艺、超精密成型工艺及超精密表面处理工艺等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，

形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在电感耦合等离子体质谱仪、单细胞流式质谱仪等仪器中的应用。

考核指标：工作温度优于 4000K~6000K（水冷环境下）；连续工作时长  $\geq 1000$  小时；至少包含镍锥、铂锥两种类型，可满足强酸碱进样条件下使用；接口锥微孔精度  $\leq \pm 20\mu\text{m}$ ，锥度精度  $\leq \pm 0.5^\circ$ ，锥面粗糙度  $\leq 0.2\mu\text{m}$ （Ra）。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：质谱，接口锥，精密加工制造

#### **2.46 生物全组织三维成像前处理装置（共性关键技术）**

研究内容：开发高通量大尺寸珍稀生物样品快速均一、多轮标记的三维成像前处理系统。突破大尺寸哺乳动物、人源珍稀生物样品的组织异质性光散射、快速制备、自动均一、特异敏感、多轮重复标记等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在超高分辨显微镜、双光子显微镜等仪器中的应用。

考核指标：具备六维旋转实验样品仓和随机电极，兼容不同尺寸、形状的多来源生物组织和有机化学试剂，可同时处理  $\geq 12$  个

1cm×1cm×1cm 或 ≥2 个 5cm×5cm×5cm 样品制备或染色；独立程控各样本仓温度、试剂及进程，设置 4°C~40°C 温控试剂准备仓、可自动切换的样品多轮染色洗涤、加样、混匀配件；全组织样本完成制备标记总时长 ≤5 天；成像深度 ≥1.5cm，样本透明化程度 ≥90%。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 ≥5000 小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

有关说明：牵头申报单位须为具有相关部件产品研发、生产制造和市场销售基础和能力的企业。

关键词：成像前处理，生物全组织，自动标记

#### **2.47 固体样品直接进样器（共性关键技术）**

研究内容：开发固体样品气溶胶直接进样器，突破固体样品纳米级气溶胶生成、低气流脉冲激发、常压射频放电等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在电感耦合等离子体光谱仪、电感耦合等离子体质谱仪等仪器中的应用。

考核指标：低气流脉冲激发最大输出电压 ≥3000V，最大输出电流 ≥4A；常压射频放电功率 ≥50W@13.56MHz；适用固态金属及非金属样品；气溶胶粒径 ≤30nm；采样深度 ≥50μm；进样器出口载气气流 ≤1L/min。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 ≥5000 小时，技术就绪度达到 9 级；

至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：固体样品，纳米级气溶胶，低气流

#### **2.48 超光滑特种反射元件（共性关键技术）**

研究内容：开发超光滑特种合金反射镜，突破特种合金反射元件稳定化处理、表面改性、快速车削、超光滑抛光、高精度检测等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在高端晶圆缺陷检测设备光源系统、照明系统等仪器中的应用。

考核指标：基体材料：特种铝合金、特种铜合金；反射面改性材料：镍磷合金；反射器件口径  $\geq 200\text{mm}$ ；波长：193nm、248nm；中频面形偏差（ $1\mu\text{m} \leq \text{空间周期} \leq 1\text{mm}$ ）：优于  $\text{rms}1\text{nm}$ ；高频面形偏差（空间周期  $\leq 1\mu\text{m}$ ）：优于  $\text{rms}0.5\text{nm}$ ；反射率：优于  $98\% @ 248\text{nm}$ ，优于  $97.5\% @ 193\text{nm}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

关键词：超光滑，特种合金，金属反射元件，深紫外

#### **2.49 二维平面中子探测器（共性关键技术）**

研究内容：开发二维平面中子探测器，突破大灵敏区域氦三

中子管线状检测、二维平面中子探测与校准等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在核安全学、核物理学和核化学等中子监测仪器中的应用。

考核指标：热中子监测视场  $\geq 200\text{mm} \times 200\text{mm}$ ，热中子监测效率  $\geq 95\%$ ；成像横向分辨率  $\leq 900\mu\text{m}$ ，纵向分辨率  $\leq 900\mu\text{m}$ ；具有中子和伽马信号分辨能力，能量分辨率  $\geq 15\%$ （662KeV），最高探测器计数率  $\geq 100\text{kHz}$ ，探测器死时间  $\leq 10\mu\text{s}$ ；探测器增益温度率  $\leq 10\%/^{\circ}\text{C}$ ；响应时间  $\leq 100\mu\text{s}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

### 2.50 碲镉汞制冷红外探测器（共性关键技术）

研究内容：开发高性能碲镉汞制冷红外探测器，突破高量子效率宽响应碲镉汞三元化合物材料制备、低温真空杜瓦封装等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在 FTIR 红外遥测、傅里叶便携气体分析仪、台式 FTIR 等仪器中的应用。

考核指标：像元面积  $\leq 100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ ；探测响应率  $\geq 24000\text{mV/W}$ ，比探测器率  $\geq 4 \times 10^{10}\text{cm/Hz}^{1/2}\text{W}$ ，后截至波长  $\geq 16\mu\text{m}$ ，工作温度  $\geq 65\text{K}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异

地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级；至少应用于2类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

### **2.51 程控升降温与称重多功能探测器（共性关键技术）**

研究内容：开发程控升降温与称重多功能探测器，突破片上微区超高升降温速率温度调控、皮克级质量测量分辨率、实时质量变化追踪等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在热重分析仪、程序升温脱附分析仪、吸附热力学动力学参数分析仪等仪器中的应用。

考核指标：实现程序升温和质量称量功能，芯片尺寸 $\leq 2\text{mm}\times 2\text{mm}$ ；质量测量分辨率 $\leq 0.5\text{pg}$ ；质量测量范围 $1.5\text{pg}\sim 20\text{ng}$ ；片上微区面积范围 $5000\sim 20000\mu\text{m}^2$ ；温度控制范围：室温 $\sim 1000^\circ\text{C}$ ，温度分辨率 $\leq 0.1^\circ\text{C}$ ，温度波动 $\leq 0.3^\circ\text{C}$ ；程控升降温最高速率 $\geq 500^\circ\text{C}/\text{秒}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级；至少应用于2类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

### **2.52 宽频带同轴开关（共性关键技术）**

研究内容：开发宽频带同轴开关，突破宽带匹配传输、微小

零件精密成型、电磁组件可靠切换等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在矢量网络分析仪、频谱分析仪和开关矩阵等仪器中的应用。

考核指标：单刀双掷开关：频率范围 DC~110GHz，驻波比  $\leq 2.5$ ，插入损耗  $\leq 2.5\text{dB}$ ，隔离度  $\geq 50\text{dB}$ ；双刀双掷开关：频率范围 DC~67GHz，驻波比  $\leq 1.9$ ，插入损耗  $\leq 1.5\text{dB}$ ，隔离度  $\geq 60\text{dB}$ ；单刀四掷开关：频率范围 DC~67GHz，驻波比  $\leq 2.0$ ，插入损耗  $\leq 2.0\text{dB}$ ，隔离度  $\geq 60\text{dB}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

### **2.53 毫米波隔离器（共性关键技术）**

研究内容：开发毫米波波导隔离器，突破宽带高隔离度、高精度成型、定位装配、间隙波导法兰设计制造等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在毫米波频谱仪分析仪、毫米波矢量网络分析仪等测试仪器中的应用。

考核指标：工作频率范围 50GHz~75GHz，插入损耗  $\leq 3\text{dB}$ ，隔离度  $\geq 18\text{dB}$ ；工作频率范围 60GHz~90GHz，插入损耗  $\leq 3\text{dB}$ ，隔离度  $\geq 18\text{dB}$ ；工作频率范围 75GHz~110GHz，插入损耗  $\leq 3\text{dB}$ ，



隔离度  $\geq 18\text{dB}$ ；工作频率范围  $90\text{GHz}\sim 140\text{GHz}$ ，插入损耗  $\leq 3\text{dB}$ ，隔离度  $\geq 18\text{dB}$ ；工作频率范围  $110\text{GHz}\sim 170\text{GHz}$ ，插入损耗  $\leq 3\text{dB}$ ，隔离度  $\geq 18\text{dB}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

#### **2.54 磁共振成像低温探头（共性关键技术）**

研究内容：开发磁共振成像低温探头，突破高密度射频阵列、超低温制冷系统、低噪声前置放大等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在高场磁共振成像仪、波谱分析仪等仪器的应用。

考核指标：通道数  $\geq 2$ ；扫描孔径  $\geq 2\text{cm}$ ；射频探头匹配  $\leq -15\text{dB}$ ；探头温度  $\leq 30\text{K}$ ；前置放大器噪声系数  $\leq 1\text{dB}$ ；灵敏度提高（低温/常温） $\geq 4$  倍。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

#### **2.55 太赫兹超导混频器（共性关键技术）**

研究内容：开发太赫兹超导混频器，突破超导混频器芯片设计与制备、超导混频器与低温低噪声放大器集成、一维相干探测

接收机阵列集成等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在太赫兹频谱仪、太赫兹安检仪和射电天文接收机等仪器中的应用。

考核指标：探测器中心频率 0.1~0.3THz；中频带宽  $\geq 5\text{GHz}$ ；噪声温度  $\leq 7$  倍量子噪声；动态范围  $\geq 30\text{dB}$ ；像素  $\geq 1 \times 10$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

### **2.56 1560nm 激光直接激发太赫兹源（青岛部市联动项目，共性关键技术）**

研究内容：开发 1560nm 飞秒激光太赫兹源，突破极短载流子寿命高暗电阻激发电导材料制备、高效率宽谱太赫兹辐射天线结构设计、宽谱高灵敏太赫兹探测结构设计、微米厚度超晶格结构刻蚀与封装工艺优化等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在太赫兹时域光谱仪、太赫兹三维层析仪和太赫兹二维图谱分析仪等仪器中的应用。

考核指标：波长范围 1550nm~1570nm，工作频率范围 0.1~6THz；载流子平均寿命  $\leq 400\text{fs}$ ，太赫兹输出功率  $\geq 30\mu\text{W}$ ，输出功率稳定性  $\leq 1.2\%$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异

地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级；至少应用于2类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

## 二、科研试剂

### 3. 高端化学试剂研制

#### 3.1 高端元素有机试剂（共性关键技术）

研究内容：利用我国已经形成的有机硅、有机硼、有机磷等产业优势，开展广泛应用于有机与高分子合成等的硅、硼、磷类高端元素有机试剂的高效合成方法和高纯度批量制备技术研究，研发具有自主知识产权的高端和原创元素有机试剂，特别是用于新反应研究、药物合成、新型高性能有机无机杂化材料和高分子材料创制的系列高纯有机硅试剂、有机硼试剂、有机磷试剂和复合元素试剂等，促进高价值元素有机试剂实现自主可控，推动其在信息、微电子、制药和高性能新材料等领域的创新研究和应用示范。

考核指标：建立包括系列特定结构的有机硅、有机硼、有机磷等在内的重要元素有机试剂的绿色高效合成方法，发展10种以上元素有机试剂的高产率的（ $\geq 90\%$ ）、原子经济性的合成新方法。针对硅、硼、磷每种元素各开发3种以上（共10种以上）氢化物及元素—元素键新试剂；建立元素有机试剂的高效、高选择性实用合成体系及合成工艺，突破8项以上高纯度（ $\geq 99\%$ ）

批量制备（百克级）的关键技术，建立批量制备能力和质量控制标准，形成自主知识产权体系，申请发明专利 15 项以上。

关键词：元素有机试剂，合成体系，纯度，批量制备

### 3.2 前沿高技术高分子材料研发用关键单体试剂（共性关键技术）

研究内容：开展耐高/低温弹性密封、高频低介电、耐高温热防护等高技术高分子材料制备所需含氟化合物、含硅化合物、二胺、二酐、双马来酰亚胺、邻苯二甲腈、苯并环丁烯等关键单体试剂公斤级以上/批次的小批量稳定制备技术研究，建立系列关键单体试剂公斤级以上/批次的小批量制备能力示范，满足航空航天、电子信息等高新技术领域发展对高性能高分子材料应用考核的研究需求，形成具有我国自主知识产权的关键单体试剂制备技术体系，保障航空航天、电子信息等高新技术领域对高分子材料不断突破自身性能极限的研发需求。

考核指标：形成 20 种以上具有自主知识产权的高技术高分子单体试剂（弹性密封材料制备用单体纯度  $\geq 99\%$ ，水分  $\leq 100\text{ppm}$ ；高频低介电材料制备用单体纯度  $\geq 99\%$ ，金属杂质含量  $\leq 10\text{ppm}$ ；耐高温热防护材料制备用单体纯度  $\geq 98\%$ ，金属杂质含量  $\leq 100\text{ppm}$ ）制备技术体系，形成 5~10 种高品质单体百公斤级/批次规模制备能力。以相关单体制备的氟硅弹性体实现  $-130^{\circ}\text{C}\sim+500^{\circ}\text{C}$  弹性密封体系全覆盖，低介电树脂满足 40GHz 下介电损耗小于 0.003 使用要求，耐高温树脂满足耐  $500^{\circ}\text{C}$  以上高

温防护需求。形成基于国产原料的高品质关键单体试剂全流程制备工艺技术及考核评价能力，申请发明专利不少于 20 项，制定企业标准 5~10 项，申报行业或国家标准不少于 2 项。

关键词：高技术高分子，单体试剂，规模制备

### **3.3 用于高端微电子产业的超高纯配方型有机试剂（共性关键技术）**

研究内容：开展在高端微电子加工工艺和配方材料研究中使用的超高纯配方型有机试剂的纯化方法和批量生产技术研究。研发具有自主知识产权的纯化材料和纯化工艺，特别是与特定金属离子杂质具有相互作用的系列纯化材料，对以微电子制造业常用的醇类、醚类、酮类和酯类高沸点、低毒溶剂等为基质的配方型有机试剂通过过滤、吸附、反应等超高纯化手段进行纯化，满足微电子产业超高纯配方型有机试剂的需求。

考核指标：实现 2 种或以上配方型有机试剂的超高纯化，纯化得到的试剂满足单种金属离子含量  $\leq 5\text{ppb}$ ，粒径  $\geq 200\text{nm}$  的颗粒数  $\leq 100$  个/mL，形成用于超高纯有机试剂纯化的示范性集成设备 1 台，纯化量  $\geq 100\text{L/月}$ 。申请发明专利 6~15 项。

关键词：电子化学品，超纯试剂，纯化工艺

## **4. 应用于重大疾病诊断的生物医学试剂创制与应用**

### **4.1 多元素磁共振造影剂与成像技术应用（共性关键技术）**

研究内容：为多元素磁共振装备提供具有完全自主知识产权的无背景信号干扰的多元素磁共振造影剂，实现多元素磁共振影

像在生物医学应用的新突破，满足重大疾病微小病灶的早期诊断的重大需求；开发多种具备自主知识产权的包括  $^{19}\text{F}$ 、 $^{129}\text{Xe}$  等元素的多元素磁共振造影剂，并深入研究造影剂的合成制备工艺，生物相容性评价，活体成像及诊疗效果评价，推进其向临床转化。

考核指标：开发 3~5 种先进多元素  $^{19}\text{F}/^{129}\text{Xe}$  磁共振造影剂，试剂能实现活体动物特定重大疾病的多元素磁共振检测，其在磁共振成像应用中应达到接近组织病理学检测水平的诊断灵敏度，实现接近组织病理学检测水平的诊断灵敏度，可对  $<0.5\text{mm}$  的微小病灶进行精准成像，实现 1~2 种多元素磁共振造影剂的小规模量产；基于自主研发的多元素磁共振造影剂，建立 2~3 种以上的超灵敏高精度的多元素磁共振成像方法，实现靶标的  $1.0\times 10^{-12}\text{mol}$  的超低浓度磁共振检测；完成多元素磁共振造影剂的生物安全性评价和代谢动力学测试，与自主研发的高端多元素磁共振成像设备结合，形成先进多元素磁共振设备和原创多元素磁共振造影剂的集成应用示范。

关键词：多元素磁共振、磁共振造影剂、活体检测

#### 4.2 高效药物靶向递送与基因转染试剂（共性关键技术）

研究内容：构建结构多样性的可质子化类脂分子化合物库，筛选具有自主知识产权、低毒高效、稳定的基因转染试剂，在此基础上建立基因药物高效靶向递送系统，实现适配 mRNA、siRNA 及基因编辑等基因序列的包封和体内高效靶向递送；发展基因治疗药物靶向递送载体的原材料制备、合成工艺和规模化生产技术，

提高其递送效率和稳定性，降低免疫原性，应用于体内疾病预防或靶向治疗。

考核指标：构建自主知识产权的结构多样性的树枝状可质子化类脂分子化合物库（化合物数量 $\geq 150$ 个），攻克核酸包封辅料卡脖子难题；筛选靶向T细胞、巨噬细胞、干细胞和肿瘤类器官等，转染试剂递送效率达到90%，4度稳定性3~6个月；制备混合效率（ $\geq 90\%$ ）制备检测反馈（时间分辨率 $\leq 30s$ ）实现制备纳米包裹核酸颗粒研究以及治疗级制备通量（ $10\mu l/min\sim 1000ml/min$ ），粒径（ $PDI < 0.2$ ）的制备技术工艺；获得体内靶向脾脏的递送系统，完成相关自身免疫性疾病的治疗动物水平认证。

关键词：基因递送系统，转染试剂，原材料，体内靶向递送

### **4.3 拉曼光谱、光/声驱动的疾病诊断试剂研发（共性关键技术）**

研究内容：针对以拉曼光谱、光/声驱动技术在消化道肿瘤、动脉粥样硬化的精准成像诊断应用领域的试剂标准化开发为目标，开展体外高灵敏性和高准确性检测试剂、体内高特异性及高靶向递送效率成像诊断试剂的质量特性标准化研究；形成体内诊断试剂，研制相应标准物质及校准品，建立体内诊断试剂功能评价方法。开展试剂主要成分的形貌分析、粒度测量、靶向结合能力测定，研制具有拉曼光谱/磁共振/荧光/超声多尺度、多模态成像诊断性能的典型代表性功能纳米材料和标准样品/标准物质，并

基于此制定相关规范/标准。

考核指标：开发高性能表面增强拉曼光谱(SERS)探针试剂，灵敏度达到单细胞水平，肿瘤检测准确率 $\geq 90\%$ ，实现量产并建立中试生产线，获得医疗器械注册证书1~2项；研发出2~3种光/声等成像生物探针用于动脉粥样硬化诊断试剂；研制肿瘤纳米抗体及体内诊断试剂量值溯源及质量评价国家标准物质/标准样品2~3项；开发出1~2种新型荧光材料体系，达到近红外II区长波长发射( $> 1000\text{nm}$ )。发展配套质控标准试剂2项以上，形成标准或规范不少于1项，获得医疗器械注册证书 $\geq 1$ 项。

关键词：表面增强拉曼光谱,试剂,疾病诊断，多模态成像

#### 4.4 X射线/荧光医学CT造影剂标准化研究(共性关键技术)

研究内容：针对以X射线/荧光医学CT成像技术在消化道肿瘤、心脑血管疾病等的早期筛查、成像诊断与精准治疗应用领域的标准化试剂开发为目标，开展高灵敏度、高分辨率和高安全性的X射线/荧光医学CT诊断试剂的质控特性标准研究。探索试剂主要成分的靶向结合能力、细胞毒性等功能特性的科学测量体系，研制多尺度、多模态的X射线/荧光医学CT成像诊断与治疗性能的典型代表性功能纳米材料标准样品/标准物质/评测装置，并基于此制定规范标准。

考核指标：研制2~3种消化道肿瘤(结直肠癌、食管癌、肝癌等)的X射线/荧光医学CT探针试剂，肿瘤最佳成像效果不低于市售碘基造影剂(例碘美普尔或碘帕醇)，或同等成像效果所需



高 Z 元素摩尔浓度低于碘基造影剂的碘元素摩尔浓度；研制出 2~3 种 CT 探针用于心脑血管疾病（动脉粥样硬化、动脉内膜撕裂、夹层等）诊断试剂；开发 1 种高 Z 元素 CT 造影剂，完善生产工艺并实现造影剂中试生产（100L 规模），发展上述配套标准试剂 3 项以上，形成标准或规范不少于 3 项；完成第三方检测并申报医疗器械注册证书 1~2 项；X 射线/荧光 CT 影像质量关键参数测量装置探测灵敏度  $\leq 0.5\%$ ，完成 CT 造影剂在 CT 影像设备的应用评估。

关键词：CT 诊断试剂，分子影像，CT 影像设备

## 5. 标准物质

### 5.1 环境监测重点领域急需标准物质及关键技术研究（共性关键技术）

研究内容：针对环境监测重点领域量值溯源急需，开展污染物纯度定值、复杂基体检测及应急检测标准物质及关键技术研究，研制环境在线、现场及实验室监测所需的系列溶液和环境基体标准物质，包括新污染物（内分泌干扰物及抗生素类）、协同控制（颗粒物、多元气体）和国际履约（氢氟碳类、全氟化合物）等急需标准物质；开展标准物质评价和应用技术研究，在国家环境监测网进行示范。

考核指标：新污染物监测所需内分泌干扰物及抗生素类标准物质  $\geq 25$  项，不确定度  $\leq 10\%$ ；协同控制所需颗粒物、多元气体标准物质  $\geq 15$  项，不确定度  $\leq 10\%$ ；国际履约所需标准物质  $\geq 10$

项，不确定度 $\leq 10\%$ ；应急检测技术 $\geq 5$ 项；组织参加国际计量比对 $\geq 2$ 项，组织参加国内计量比对/能力验证 $\geq 3$ 项，申请发明专利 $\geq 10$ 项，申报国际互认校准与测量能力2项，在国家环境监测网300个以上监测点位开展应用示范。

关键词：标准物质，环境监测，新污染物，协同控制，国际履约

## 5.2 重大新发突发人兽共患病诊断与防控评价标准物质研究 (共性关键技术)

研究内容：围绕重大人兽共患病对精准诊断及全场景防控相关标准物质的迫切需求，开展可发掘痕量标志物的生物纳米分子自组装关键技术研究，研制跨尺度、多维度、多构型生物纳米分子标准物质；开展人兽共患病原体诊断标志物高等级测量方法研究，研制多特性量病原体诊断标准物质；开展绿色投入品抗致病因子生物活性评价计量技术和标准物质研究；开展全场景无害化防控评价关键技术研究，研制病原消杀效果评价测量装置与标准物质。

考核指标：攻克多特性量生物纳米分子、人兽共患病原诊断和防控评价等高等级测量和精准表征技术18项，研制可溯源至SI单位的国家标准物质30种，不确定度 $\leq 8\%$ ；组织/参加计量比对或能力验证4项，标准参考数据库1套，评价技术体系2套，病原消杀效果评价测量装置1台，制定计量技术规范或标准3~5项，发明专利10项。

关键词：人兽共患病，生物纳米分子，精准诊断，全场景防控，标准物质

### 三、实验动物

#### 6. 实验动物资源创制与评价

##### 6.1 特色模式动物的实验动物化研究（共性关键技术）

研究内容：基于已有实验动物的应用不足和实验生物学的研究需要，立足特色模式动物，应用无脊椎动物（2种）、水生动物（2种）、农业动物（2种）、人工驯养野生动物（2种）资源，采用动物群体遗传学、种群生物学和基因组学等方法，开展实验动物标准化培育研究。利用人工驯化、生物净化、遗传选育、资源保存、质量评价等技术，培育标准化的实验动物新品种、新品系。建立质量标准及标准化种群（除无脊椎动物外达到 SPF 级）、生物学特性数据库和生物样本库。通过有效方式将创建的实验动物新品种、新品系与现有国家实验动物资源库整合。

考核指标：开发出 8 种实验动物新品种、新品系，种群规模和质量符合相关标准规定。建立关键技术 8 项。制定人工驯化、饲养繁育、资源保存和质量评价等相关标准 30~40 个，完成微生物与寄生虫、遗传学等检测技术 20~25 项。建立实验动物新品种、新品系的生物学特性数据库，建立包含分子、细胞和组织等的生物样本库。实现创建的实验动物新资源与现有国家实验动物资源库的整合，并提供相关证明。

有关说明：考核方式为现场考察实验动物新资源种群及保存

情况；提供实验动物培育净化技术、分析、评价报告及科技论文。查验上传国家实验动物资源库的生物学特性数据和建立的生物样本库。无配套经费要求。

关键词：模式动物，标准化，新品种、新品系，质量评价。

## **6.2 心肾移植猪源供体标准化体系研究（海南部省联动项目，共性关键技术）**

研究内容：针对异种器官移植材料短缺和走向临床面临的生理相容性、免疫排斥、病原感染等关键问题，选用五指山小型猪等实验动物资源开展心脏、肾脏异种器官移植供体材料创制前期研究。研究五指山小型猪心脏和肾脏的组织结构和生理功能，阐释猪与人心脏和肾脏的生物学差异。开展五指山小型猪基因组结构和功能注释。开发猪与人主要异种抗原免疫相容性、内源性病毒安全性可控技术。探索医用级异种器官移植供体五指山小型猪高效培育技术。研究异种移植供体和器官的质控标准与检测技术。

考核指标：完成 2~3 种异种器官移植用医用级小型猪心脏和肾脏的评价筛选，建立从形态学到功能学的评价体系。绘制供体小型猪完整基因组、注释组及单细胞组高精度图谱 1~2 套。建立 2~3 种单碱基或多基因水平改造猪基因组的编辑技术，获得不同基因修饰组合的异种器官移植供体小型猪 2~3 种。建立异种器官移植供体小型猪饲养培育技术标准 1~2 个。建立异种移植供体和器官使用前评估标准 2~4 个。

有关说明：考核方式为现场考察异种器官移植供体猪的保存

情况；提供心脏、肾脏移植猪源供体评价分析、构建技术和鉴定报告，查验异种器官移植供体猪饲养与培育技术标准、使用前评估标准。经费由海南省按照 1:2 进行配套。

关键词：异种器官移植，医用级五指山小型猪，供体猪，标准化

### **6.3 药物评价用动物模型创制与应用研究（共性关键技术）**

研究内容：以小鼠、大鼠、犬和小型猪等实验动物为载体，利用基因编辑、物理干预或化学诱变等方法，创建人类重大疾病，尤其是重大传染疾病和重大脑病的疫苗或小分子药物安全性和有效性评价的实验动物模型。以整体观念、辨证论治理论为指导，创建契合中医理论、与中医临床病症特点吻合度高、适用于不同年龄段人群及症候的动物模型。开展实验动物模型生理生化、组织功能、行为表现、病理学以及不同年龄段影响等观测指标研究，进行实验动物模型数据分析和靶器官病理组织学评价，并通过数据和图像融合，全面、精准解析实验动物模型的生理学和病理学意义。建立实验动物模型生物学数据库和生物样本库。开展基于上述动物模型的疫苗、中药/民族药评价技术研究。通过有效方式将创建的实验动物模型与现有国家实验动物资源库整合。

考核指标：创建 3~6 种适用于人类重大疾病疫苗或小分子药物评价的实验动物模型，并通过评价实验验证所建的实验动物模型的适用性和可靠性。完成 8~10 种虚证（肾虚、脾虚、气虚、血虚等）、寒证、热证、痹证、温病、厥脱等常见中医证候实验动

物模型，采用 5~10 种代表性中成药或经典名方和 5~10 种有毒中药或含有毒成分的中成药，以建立的实验动物模型进行药效学和安全性评价研究，并建立符合中医临床诊断标准、适用于中医药/民族药研发与评价的实验动物模型评价技术。建立上述实验动物模型生物学数据库和生物样本库。制定以上述实验动物模型为载体的药物有效性和安全性评价技术规范。实现创建的实验动物模型与现有国家实验动物资源库的整合。

有关说明：考核方式为现场考察实验动物模型的保存情况；提供实验动物模型构建技术、分析评价和鉴定报告。查验上传国家实验动物资源库的生物学数据和建立的生物样本库。无配套经费要求。

关键词：疫苗；小分子药物；中药/民族药；实验动物模型；评价与验证；应用与整合。

## **7. 实验动物应用保障体系建设**

### **7.1 实验动物福利指标量化与评估技术研究（共性关键技术）**

研究内容：针对我国实验动物福利审查体系不健全和缺少客观评价指标的现状，遵循实验动物福利与科技创新互促发展的原则，从维护实验动物生活基本条件、身体健康和生理、心理最佳状态等方面，研究适用于我国国情的实验动物福利关键参数量化指标和测量技术。开展实验动物福利评价程序和评价技术规范研究，规范科技领域实验动物福利审查和评价技术，提升实验动物福利审查和评价工作科学化水平。开展实验动物福利相关产品及评价指标和评价技术研究。

考核指标：建立 10 项实验动物福利关键参数量化指标的测定技术，可实现数据化表达和可视化辨别，并完成相关技术规范。完成不少于 10 个实验动物福利评价程序和评价技术规范等指导性技术文件。完成不少于 3 种实验动物的福利产品研发，并建立关键性能指标和评价技术。

有关说明：考核形式为提供实验动物福利关键参数量化指标的技术文件。提供评价技术的标准操作规程。提供实验动物福利产品实物，以及评价指标和评价技术规范。无配套经费要求。

关键词：实验动物福利；评价指标；评价技术，技术规范。

## 四、科学数据

### 8. 科学数据分析挖掘技术与集成平台

#### 8.1 知识驱动的科学数据智能分析方法和系统（共性关键技术）

研究内容：针对科学数据在分析过程中缺少快速开发和固化知识的方法、难以准确自动地在动态数据上应用成熟知识的问题，面向大尺度、多模态数据，研究海量多源异构的科学数据集和知识要素的数字对象封装模型、大规模分布式数据和知识枢纽调度机制、数据驱动的知识要素的挖掘与表达方法、知识化数据分析方法与组合式执行机制等关键技术，突破多区域、高精度、长时序的科学数据与领域知识融合的技术瓶颈，研制知识驱动的科学数据智能分析软件系统，并在灾害、双碳、农业、海洋、生态等典型场景中示范应用。

考核指标：研制一套知识驱动的科学数据智能分析软件系

统，提供数据和知识枢纽基础功能、领域知识要素挖掘和分析功能、科学数据分析模型复用功能、多模态数据和多学科知识的数字对象封装功能等；封装的数字对象不少于 5 种、数量不少于 1 万个，学科知识库中的知识要素不少于 1000 万条，多条件检索效率无明显衰减并支持 1000 个以上的并发检索，分布式动态数据与知识结合的分析响应时间不超过 5 秒，关联关系准确度不低于 95%；集成多源要素融合、特征提取、关联分析、可视分析、统计分析、机器学习等方法算法不少于 6 种，学科知识化应用的工具集不少于 30 个；在灾害、双碳、农业、海洋、生态等至少 2 个典型场景进行示范应用。

有关说明：项目下设的课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目申报单位为项目实施所能提供数据支持的数据资源量不低于 60TB。如申请单位自身没有指南要求的数据量和类型，应与国内相关科学数据中心、专业机构（包含国家科学数据中心、大学和企事业单位科学数据中心及科学数据相关管理机构等）签署数据使用和软件部署的应用协议。项目研发的软件须符合国家对软件测试的相关标准，考核方式为第三方评测。项目研发过程须符合国家有关数据安全的法律法规。

关键词：科学数据，知识驱动，智能分析，软件系统

## **8.2 数据驱动的林草科学数据智能分析关键技术与应用（共性关键技术）**

研究内容：在“数据驱动科技创新”科研新范式的背景下，



研究分布式学习、模型共享互通、异构跨域计算资源协同调度等关键技术，搭建科学数据中心算力和数据资源支撑下林草科学研究专用分布式智能分析集成框架；针对林草数据多源多维异构特征，研究异构数据融合管理、分布式特征数据库构建等关键技术，开发重要林草科学基础数据融合工具组件；研究耦合机器学习与机理模型的林草资源领域代表性参数产品模拟分析预测等关键技术，开发典型场景下林草科学数据分析组件；突破多生态要素约束下适地适树（草）、植被优化配置等关键技术，研发大数据驱动的科学绿化智能辅助决策工具组件；面向“山水田林湖草沙”综合治理、国土空间科学绿化等重大命题开展应用示范。

考核指标：构建林草科学数据分布式智能分析集成框架 1 个，支持分布式学习框架不少于 2 个，分布式数据处理效率不低于单中心的 60%；研发林草科学数据融合工具组件 1 套，融合产品不少于 5 种；研发典型场景下林草科学数据分析组件 1 套，分析指标不少于 4 种；研发大数据驱动的科学绿化智能辅助决策工具组件 1 套，适配树（草）种类型不少于 20 种；形成相关专利与软件著作权；研发的分析软件和系统在我国相关科学数据中心部署应用，应用示范单位不少于 5 个，数据产品实现基于分布式环境的自动化生产和发布。

有关说明：项目下设的课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目申报单位为项目实施所能提供数据支持的数据资源量不低于 800TB。如申请单位自身没有指南要求的数据

量和类型，应与国内相关科学数据中心、专业机构（包含国家科学数据中心，大学、企事业单位科学数据中心及科学数据相关管理机构等）签署数据使用和应用协议。项目研发的软件须符合国家对软件测试的相关标准，考核方式为第三方评测。项目研发过程须符合国家有关数据安全的法律法规。

关键词：林草科学数据、分布式学习、科学绿化、智能分析系统

### 8.3 材料腐蚀数据分析挖掘技术与数字孪生系统（共性关键技术）

研究内容：研究海量多源异构材料腐蚀大数据的清洗去噪技术和缺失数据补全算法，以腐蚀监测数据为对象，研究基于相关性、因果性分析的关键特征提取与筛选方法，研究多环境参数耦合作用下金属材料与防护涂层腐蚀失效发展过程的实时预测仿真技术，构建描述真实服役环境下设施装备材料腐蚀演化过程的数字孪生系统，构建具有查询、反馈、分析、预测、预警不同功能模块的材料腐蚀评估大数据专家系统。

考核指标：形成面向自然环境联网观测腐蚀大数据的算法体系，包括数据质量提升的关键算法至少 3 项，数据信噪比提升 2 倍以上；关键特征的提取与筛选方法至少 2 项，腐蚀失效动力学过程预测仿真模型至少 2 项，预测精度  $\geq 90\%$ ；建立适用于 2~3 类典型气候环境的材料腐蚀等效加速试验和腐蚀寿命快速评估方法；建成描述 3~5 类典型材料大气腐蚀演化过程的数字孪生系统，

集成 2 种腐蚀动力学数据与 10 种以上耦合环境数据；开发集成数字孪生系统与数据查询、反馈、分析、预测、预警不同功能模块的装备材料腐蚀状态监测评估大数据专家系统不少于 2 个，语义查询反馈正确率  $\geq 90\%$ ，至少在两个工业领域开展示范性工程应用。

有关说明：项目下设的课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目申报单位为项目实施所能提供数据支持的数据资源量不低于 50 亿条。如申请单位自身没有指南要求的数据量和类型，应与国内相关科学数据中心、专业机构（包含国家科学数据中心，大学、企事业单位科学数据中心及科学数据相关管理机构等）签署数据使用和应用协议。项目研发的软件须符合国家对软件测试的相关标准，考核方式为第三方评测。项目研发过程须符合国家有关数据安全的法律法规。

关键词：材料腐蚀、数据分析软件、数字孪生、腐蚀监测

#### **8.4 面向科技文献的智能处理软件系统研发和应用（共性关键技术）**

研究内容：面向科技领域文献管理、挖掘分析、融合应用需求，开发智能抽取、规范标注、实体识别、知识组织、质量控制等知识管理工具，实现多源异构科技文献的内容揭示和深度关联；融合多类型、多模态科学数据，突破语义计算及知识推理关键技术，研发科技文献与科学数据双重驱动的知识发现软件系统；建立涵盖前沿识别、主题演化、趋势预测的算法模型库，研发科研

态势感知、多学科交叉分析、知识溯源等决策支持工具，构建科技文献与科学数据智能融合服务新生态。

考核指标:研究构建 5 个基于大语言模型科学文本智能抽取、科技文本与科学数据双重驱动的自动关联知识获取、表示和理解等方法和识别模型，识别准确率不低于 90%；面向智能制造、智能金融、智能诊疗等领域不少于 5 个科学数据典型应用场景，覆盖典型应用场景全链条数据不少于 2 亿条；研发科学大数据治理、挖掘、分析、关联、融合一站式软件工具不少于 5 套，达到工程化水平，各类工具交互输入反馈延迟低于 100 毫秒；在各场景中形成自动数据作业 workflow 应用并在 5 家以上不同领域的企业、科研机构部署应用。

有关说明:项目下设的课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目申报单位为项目实施所能提供数据支持的科技文献资源不低于 50 万篇。如申请单位自身没有指南要求的科技文献数据量和类型，应与国内相关文献情报中心或文献服务平台签署数据使用和应用协议。项目研发的软件须符合国家对软件测试的相关标准，考核方式为第三方评测。项目研发过程须符合国家有关数据安全的法律法规。

关键词:科技文献智能处理分析挖掘软件系统

## **9. 科学数据自主应用软件（青年科学家项目）**

### **9.1 科学数据分析挖掘的关键核心软件（共性关键技术）**

研究内容:面向对地观测、空间、天文、气象、灾害、矿

产、海洋、医学等学科领域对于图像类科学数据分析基础软件的迫切需求，研究领域特定的科学数据处理模型，以及基于人工智能算法的科学数据分析与挖掘方法；面向领域特定的科学数据分析场景，建立领域知识模型，研发针对多类型科学数据交互分析的领域编程语言、算法组件和领域软件工具集，能够支持面向应用场景的科学数据分析任务的快速开发，形成具有自主知识产权的分析工具、软件或软件系统，并在相关科学数据中心开展示范应用。

考核指标：技术和性能指标由申报单位自主设定，应用指标须明确学科领域和具体示范单位，成果产出（论文、专利、软著等）须明确具体数量。

有关说明：该方向为青年科学家项目，拟支持不超过2项，拟安排国拨经费概算400万元，每个200万元；青年科学家项目不再下设课题，项目实施年限3年，项目参与单位总数不超过3家。项目申报单位应该具有为软件开发提供支持的数据资源，如申请单位自身没有研发所要求的数据资源，应与相关科学数据中心、专业机构（包含国家科学数据中心、企事业单位科学数据中心及科学数据相关管理机构等）签署数据使用和软件部署的应用协议。项目研发的软件须符合国家对软件测试的相关标准，考核方式为第三方评测或同行专家评审。项目研发过程须符合国家有关数据安全的法律法规。

关键词：科学数据，分析挖掘软件

## 9.2 创新性科学数据分析挖掘技术和软件（共性关键技术）

研究内容：面向海量、多源、异构、跨时空、多层次、多尺度、跨模态的多学科信息融合需求，研发数据分析和模型分析的互操作、时空计量、模式发现、智能描述及与文本数据的关联分析挖掘技术，研究表征学习、复杂特征自动识别和快速提取、智能发现、动态匹配、关联分析推理、溯因等智能分析挖掘方法。研发具有自主知识产权的创新性软件或软件系统，并在相关科学数据中心开展示范应用。

考核指标：技术和性能指标由申报单位自主设定，应用指标须明确学科领域和具体示范单位，成果产出（论文、专利、软著等）须明确具体数量。

有关说明：该方向为青年科学家项目，拟支持不超过2项，拟安排国拨经费概算400万元，每个200万元；青年科学家项目不再下设课题，项目实施年限3年，项目参与单位总数不超过3家。项目申报单位应该具有为软件研发提供支持的数据资源，如申请单位自身没有研发所要求的数据资源，应与相关科学数据中心、专业机构（包含国家科学数据中心、企事业单位科学数据中心及科学数据相关管理机构等）签署数据使用和软件部署的应用协议。项目研发的软件须符合国家对软件测试的相关标准，考核方式为第三方评测或同行专家评审。项目研发过程须符合国家有关数据安全的法律法规。

关键词：多学科信息融合，科学数据，智能挖掘软件

### 9.3 科技文献文本内容的对象化知识表示与推理的关键技术与软件系统（共性关键技术）

研究内容：研发科技文献文本内容的细粒度、融合知识组织体系、对象化知识表示与深度挖掘关键技术；突破论文等各类异构科技资源跨域标识解析技术，兼容相关标准 CSTR、DOI 等至少 6 类标识，形成一套自主可控的科技资源标识解析软件；研究多形态多品类科技文献大数据的深度融合、大规模语义知识库自动构建与动态更新、知识计算推理与知识服务可视化交互等关键技术。研发可支撑实际应用的智能软件系统，并在相关科技文献服务机构或科学数据中心开展示范应用。

考核指标：技术和性能指标由申报单位自主设定，应用指标须明确学科领域和具体示范单位，成果产出（论文、专利、软著等）须明确具体数量。

有关说明：该方向为青年科学家项目，拟支持不超过 2 项，拟安排国拨经费概算 400 万元，每个 200 万元；青年科学家项目不再下设课题，项目实施年限 3 年，项目参与单位总数不超过 3 家。项目申报单位应该具有为软件研发提供支持的数据资源，如申请单位自身没有指南要求的科技文献数据量和类型，应与国内相关文献情报中心或服务平台签署数据使用和软件部署的应用协议。项目研发的软件须符合国家对软件测试的相关标准，考核方式为第三方评测或同行专家评审。项目研发过程须符合国家有关数据安全的法律法规。

关键词：科技文献；标识解析；知识表示；智能软件