

2023 年度国家重点研发计划“基础科研条件与 重大科学仪器设备研发”重点专项

“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。

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

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检测、

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、脂类组学和代谢领域等领域的应用。

考核指标：质荷比分析范围优于 50Th~5000Th；最高质量分辨率 $\geq 200,000$ ；质量精度 $\leq 1\text{ppm}$ ；信噪比 ≥ 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 ≥ 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）

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 $\geq 10,000,000$ FWHM；质量精度 ≤ 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 ≥ 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 ≥ 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

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 4000Da ~ 10000Da；质量准确度 $\leq 2(m/z)$ ，质量检测限 ≤ 20 nmol/L；核酸上样量 ≤ 1 ng；单孔单次检测基因指标数量 ≥ 50 ；位点检测准确度 $\geq 99.7\%$ ；单机单日检测通量 ≥ 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 ≥ 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，经指定用户试用，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

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 $\geq 150\text{MPa}$ ，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 $\leq 0.15\%RSD$ ；自动进样器样品数 ≥ 120 位，最大进样量 $\geq 50\mu\text{L}$ ，进样精密度 $\leq 0.15\%RSD$ ，交叉污染 $\leq 0.001\%$ ；超高效二极管阵列检测器基线噪声 $\leq 4\mu\text{V}$ ，基线漂移 $\leq 500\mu\text{AU/h}$ ，线性范围 $\leq 2.0\text{AU}$ 。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 ≥ 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，经指定用户试用，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）

研究内容：针对生命科学领域蛋白质分离和精细化工检测需求，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、毛细管零死体积连接等关键技术，研制微流量高压泵、零死体积毛细管接口、毛细管色谱柱等核心部件，开发具有自主知识产权的具有高分离度，稳定可靠的纳升液相色谱仪，实现在生命科学领域开展蛋白质分离的应用。

考核指标：流量范围：20～2000nL/min，压力范围：0～80MPa，保留时间重现性 $RSD \leq 0.4\%$ ，残留 $< 0.05\%$ ，进样体积 0.1～18 μ 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 ≥ 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，经指定用户试用，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，微流量高压泵，毛细管色谱柱

1.6 电子顺磁共振波谱分析仪

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，信号探测灵敏度小于 $15\text{fT}/\sqrt{\text{Hz}}$ ，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 ≥ 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：电子顺磁，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

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 $\geq 10\text{m}$ ，接收灵敏度优于 1mV/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 100ms ，含 ^1H 物质检出灵敏度不高于 1% ，K、Na、Cu、Mg、Al、Fe、Ca、Ba、Ni等元素定量检出限不高于 50ppm 。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 ≥ 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）

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 ≥ 2 单元，信号探测单元数 ≥ 48 单元，局部匀场单元数 ≥ 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 ≥ 6 个，最高强度 $\geq 200\text{mT/m}$ ，最高切换速度 $\geq 500\text{mT/m/ms}$ ，成像时间 ≤ 25 毫秒/帧，空间分辨率 ≤ 1 毫米 $\times 1$ 毫米，适用磁体内径 ≥ 600 毫米，垂直进样可移动范围 ≥ 2 米，步进定位精度 ≤ 0.5 毫米。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 ≥ 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 高通量生物分子相互作用仪

研究内容：针对蛋白质-蛋白质、DNA-蛋白质、DNA-DNA 等生物分子间相互作用的高通量定性定量分析需求，突破纳米材料修饰传感增强、免标记高特异性检测、精密微流控及生物芯片传感器等关键核心技术，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生物分子相互作用仪，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，实现在蛋白质功能研究和高通量药物筛选等领域的应用。

考核指标：测量折射率范围优于 1.33RIU~1.40RIU；折射率测量灵敏度 $\geq 6000\text{nm}/\text{RIU}$ ；结合速率常数（Ka）优于 $10^3\sim 10^9\text{M}^{-1}\text{S}^{-1}$ ；样品浓度范围优于 1pM~2mM；检测通道数量 ≥ 10 ，可同时检测生物大分子（ $\geq 10\text{kDa}$ ）和小分子（ $\leq 500\text{Da}$ ）。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 ≥ 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，经指定用户试用，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：非标记，生物分子，相互作用，高通量

1.10 高通量细胞多参数成像分析仪

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：适配多种孔数的标准微孔板；激光通道数 ≥ 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 ≥ 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 ≥ 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，经指定用户试用，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

1.11 高通量核酸片段分析仪

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 ≥ 4 ；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 25bp~40kbp。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 ≥ 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，经指定用户试用，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

1.12 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）

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、质量稳定可靠的循环肿瘤细胞富集和染色全自动检测分析仪及配套试剂，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生物医学领域的应用。

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 $\geq 90\%$ ， $\text{CV}\leq 10\%$ ， $\text{R}\geq 0.990$ ，形成 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 ≥ 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

1.13 超高速离心机

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 ≥ 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

≥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：超速离心机，密度梯度离心，差分离心，转头，纯化

1.14 蛋白质层析纯化系统

研究内容：针对生物大分子药物、单克隆抗体和重组蛋白等分离纯化的需求，突破高精度高稳定性流量控制、低漂移高灵敏检测等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的蛋白质层析纯化系统，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，实现在生命科学研究、新药研制等领域的应用。

考核指标：泵最高耐压 ≥10MPa，流速范围优于 0.01~150mL/min，流量精度 ≤±0.5%，流量重复性 ≤0.5%；波长检测范围优于 190nm~900nm，噪声 ≤0.1mAU，漂移 ≤0.5mAU/h；电导检测范围优于 0~1000mS/cm，精度 ≤±0.01mS/cm；pH 检测范围：0~14，精度 ≤±0.1。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 ≥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：蛋白质，纯化，层析

1.15 高灵敏度臭氧层消耗物质连续检测分析仪

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：采样体积 $\geq 2.5\text{L}$ ；冷聚焦温度 $\leq -160^\circ\text{C}$ ；监测因子 ≥ 50 种（包含 SF_6 、 NF_3 、 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 ≥ 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，经指定用户试用，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

1.16 高灵敏高分辨红外激光光谱仪（安徽省部省联动项目）

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 $\leq 50\text{ppb}$ （ CO_2 浓度300~500ppm）且 $\leq 1\text{ppb}$ （ CH_4 浓度1~3ppm）；24小时最大漂移 $\leq 100\text{ppb}$ （ CO_2 ）且 2ppb （ CH_4 ）；可分析同位素气体 H_2O 、 CO_2 、 CH_4 ， ^{18}O 丰度测量精度 $\leq 0.1\%$ 、D丰度测量精度 $\leq 0.3\%$ （ H_2O 浓度12500ppm）； ^{13}C - CO_2 丰度测量精度 $\leq 0.15\%$ （ CO_2 浓度380ppm）； ^{13}C - CH_4 丰度测量精度 $\leq 1\%$ （ CH_4 浓度1.8ppm），仪器响应时间 ≤ 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 ≥ 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，经指定用户试用，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

1.17 暗弱目标高分辨率紫外光谱仪

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的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：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 $R \geq 20000$ (光焦比 F/16、狭缝缝宽 $\geq 0.8\text{mm}$)；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 ≥ 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 ≥ 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

1.18 超分辨扫描显微检测仪

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超快激光扫描显微检测仪，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 ≥ 8 帧/秒（ 2048×2048 ）；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 $\leq 10\%$ 。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 ≥ 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，经指定用户试用，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

1.19 超高分辨激光汤姆孙散射光谱仪

研究内容：针对光刻机极紫外光源开发、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 ，功率 $\geq 100\text{mJ}$ ，脉宽 $\leq 10\text{ns}$ ，线宽 $\leq 1\text{cm}^{-1}$ ；光谱范围 $522\text{nm}\sim 542\text{nm}$ ，光谱分辨率 $\leq 0.07\text{nm}$ ，抑制比 ≥ 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 ≥ 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，经指定用户试用，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

1.20 超宽带瞬态光谱分析仪

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 $1\text{mm}\sim 2.5\mu\text{m}$ ($10\sim 4000\text{cm}^{-1}$)，光谱测量分辨率 $\leq 0.2\text{cm}^{-1}$ ，光谱测量精度 $\leq 0.05\text{cm}^{-1}$ ；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 $\leq 1\mu\text{s}$ 。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 ≥ 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

1.21 空间微孔三维形貌非接触扫描测量仪

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 ≥ 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，经指定用户试用，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

1.22 高速高光谱荧光显微成像分析仪（青岛部市联动项目）

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 ≥ 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 ≥ 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 ≥ 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

1.23 大视场双光子显微镜（深圳部市联动项目）

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、肿瘤诊断等生物医学领域的应用。

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 ≥ 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 ≥ 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

1.24 超分辨光声成像分析仪（深圳部市联动项目）

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 $\leq 150\mu\text{m}$ ，成像速度 ≥ 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 680nm ~ 980nm 和 1170nm ~ 2500nm，功能与分子成像波长数 ≥ 10 个。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 ≥ 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

1.25 高时空分辨率光学和能谱显微 CT 双模态成像仪

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 ≥ 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 ≥ 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 ≥ 10 。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，经指定用户试用，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

1.26 大口径复杂面形高精度测量仪

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典型应用。

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° ，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 ≥ 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

1.27 高分辨率三维缺陷检测仪（安徽省部省联动项目）

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 ≥ 4 ；横向分辨率优于 150nm ；纵向分辨率优于 10nm ；光谱观察通道 ≥ 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 ≥ 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

1.28 高能激光微光斑动态特性测量仪

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 ~ 25000W，波长范围 400 ~ 1700nm，光束尺寸 100 ~ 3000 μ 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 120mm。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 ≥ 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

1.29 高能激光辐射光压功率计

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 μ m，激光功率测试范围 10~100kW，功率校准不确定度 $U_{rel}=2\%$ ($k=2$)，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 10~1000kJ，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 ≥ 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，经指定用户试用，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

1.30 光纤频域反射测量仪

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 $\leq 0.1^\circ\text{C}$ （ 10km ），温度场测量空间分辨率 $\leq 0.1\text{m}$ （ 10km ）；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 $\geq 300\text{m}$ ，空间分辨率 $\leq 10\text{mm}$ ，核心扫频激光器完全国产化，波长扫描范围 $1500\text{nm} \sim 1640\text{nm}$ ，波长扫描速度 $\geq 240\text{nm}/\text{s}$ ，边模抑制比 $\geq 48\text{dB}$ 。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 ≥ 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，经指定用户试用，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

1.31 超高分辨率光纤光谱分析仪

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、核心部件全国产化的超高分辨率、宽谱段的系列化光谱分析仪，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 600~1700nm，最小光谱分辨率 20pm，动态范围 70dB(1550nm，±1nm)，最小采样分辨率 1pm，波长重复性 ±5pm(1 分钟)，最大采样点数 50001；波长范围 1200~1650nm，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 ±2pm(1 分钟)，波长精度 ±5pm(1550nm)；波长范围 1200~2400nm，最小光谱分辨率 50pm，动态范围 55dB，波长精度 ±50pm(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 ≥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，经指定用户试用，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

1.32 场发射扫描电子显微镜

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：20V~30kV，最短驻留时间：10ns，成像通道：4通道100MB/s同步成像，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 ≥ 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，经指定用户试用，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：电子显微镜，扫描电子显微镜，超高分辨，高速率

1.33 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)

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 ≥ 2 ，探测阵列通道数 ≥ 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 ≥ 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

1.34 X 射线吸收精细结构波谱分析仪

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 单色器、罗兰圆、SDD 探测器以及紧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 射线功率达到 3KW, 光通量 1000,000~2,000,000photons/sec.(7~9keV),具备透射模式与荧光模式 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: 4.5~25keV,能量分辨率 0.5~3eV;重复性: <50meV 能量尺度漂移, 无需重复的单色仪校准;采用高分辨罗兰环结构与球形弯曲 X 射线单色器;大面积 SDD 检测器。能够完成 1%含量实际样品测量。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 ≥ 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，经指定用户试用，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

1.35 三维原子探针精密测量仪

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、核心部件国产化的同步辐射高能X射线耦合三维原子探针，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到500kHz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 ≥ 150 nm；横向空间分辨率 ≤ 1 nm，深度空间分辨率 ≤ 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。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 ≥ 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，经指定用户试用，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

1.36 环境空气中放射性惰性气体探测仪

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 β - γ 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、性能稳定可靠、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，开展工程化开发、应用示范和产业化推广。

考核指标：样品自动分离时间 $\leq 12\text{h}$ ；对 Kr、Xe 的回收率 $> 80\%$ ；探测器本底 $\leq 0.1\text{cps}$ ；对 ^{85}Kr 的探测限 $< 10\text{mBq/m}^3$ ；对 ^{133}Xe 的探测限 $< 0.5\text{mBq/m}^3$ ；探测器对 ^{85}Kr 、 ^{133}Xe 的记忆效应 $< 0.1\%$ ；测量不确定度 $\leq \pm 15\%$ ；能量分辨 $\leq 3\% @ 661\text{keV}$ ；环境通过可靠性测试和第三方测试，平均故障间隔时间 ≥ 2000 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，经指定用户试用，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，氦氖核素分离，自动监测，符合测量

1.37 高动态燃烧场温场与产物分子浓度场成像仪

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对等航空航天极端燃烧环境的热力学参数动态测试需求，覆盖动态燃烧场全视场，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，实现电站锅炉、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。温度和气体分子浓度场成像帧率：不低于 40k 帧/秒；成像分辨率：不低于 50x50；温度测量范围：300~1200K（风洞），800~3000K（发动机）；温度测量误差：低于 20K@（300~1200K）；温度测量满量程重复性误差：2%FS 气体分子浓度测量满量程重复性误差：小于 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 ≥ 500 小时，技术就绪度不低于 7 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

1.38 超声波显微镜

研究内容：针对工业器件及设备、材料科学、生物医学等领域精密检测需求，突破超高频声波聚焦换能器、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、损伤智能识别分析等关键技术，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频声波扫描测量检测仪，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、半导体、生物医学、力学性能评估等领域的应用。

考核指标：换能器频带 5MHz~1GHz，声波脉冲收发带宽 5MHz~1GHz，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 ≥ 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 $\geq 2000\text{mm/s}$ ，空间分辨率 $\leq 3\mu\text{m}$ ，缺陷检测灵敏度 $\leq 6\mu\text{m}$ ，随动聚焦容差范围 $\geq 5\text{mm}$ ，具备工业特种设备、半导体、航空航天材料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 ≥ 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

1.39 磁致伸缩阵列超声导波检测仪

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智能检测与健康监测需求，突破复杂构件超声导波声场调控、磁致伸缩阵列高效换能器、多通道宽频脉冲功放、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、核心部件国产化的磁致伸缩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：10~500kHz，激励电压 $\geq 600\text{V}$ ，峰值功率 $\geq 5\text{kW}$ ，发射波形：脉冲、窗汉数调制正弦波等，通道数 ≥ 16 ；换能器阵元 ≥ 16 ；管道检测，管径： $\Phi 8\sim 1422\text{mm}$ ，检监测距离：20m，检监测灵敏度：截面积损失 $\leq 0.5\%$ ；道岔检监测灵敏度：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 ≥ 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：阵列导波，超声导波，磁致伸缩传感，无损检测

1.40 远距离瞬态振型测量分析仪

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 $\pm 1.75\text{m/s}$ ，速度测量精度 $0.55(\mu\text{m/s})/\text{Hz}^{1/2}$ ，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 ≥ 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

1.41 高应变率微纳米冲击力学测试仪

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：动态维氏硬度测试范围：0.5~80GPa，冲击韧度测试范围：0.01~500J/cm²，最高冲击速度≥100mm/s，最高应变率≥10⁵/s，最大冲击能量≥500μJ，最大冲击位移≥50μm，位移分辨率优于10nm，最大冲击载荷≥10N，载荷分辨率优于100μN，温度加载范围-40℃~1000℃，温度均匀度≤±2℃，高速成像帧率≥10³fps；弹性波采样频率≥1MHz，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≥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，经指定用户试用，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

1.42 远距离激光多普勒振动测试仪（深圳部市联动项目）

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1mm/s~12m/s，速度分辨率≤5nm/s/√Hz（10kHz），位移测量范围

≥1m，位移分辨率≤200fm/√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≥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

1.43 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）

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、涉核长辈等领域的应用。

考核指标：中子源强≥1e10n/s（DD），靶寿命≥2000h，产额波动<5%，结构缺陷成像线对分辨率2.5LP/mm，元素检测种类>30种，准确性和重复度≤0.5%；具备精准预测、一键成像、在线自动

图像处理、缺陷与元素分布自动识别等功能，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 ≥ 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

1.44 X射线光电子能谱分析仪（青岛部市联动项目）

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份分析需求，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、生物医药等材料科学领域的应用。

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 $\geq 50\sim 400\mu\text{m}$ ，步长 $\leq 5\mu\text{m}$ ，至少包含Al靶、Ag靶；能量扫描范围 $\geq 0\sim 3200\text{eV}$ ，电子能量分辨率 $\leq 0.4\text{eV}$ ，二维位置分辨探测器通道数 ≥ 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 $\geq 2\times 10^{-9}\text{mbar}$ ；样品尺寸 ≥ 2 英寸，样品厚度 $\geq 20\text{mm}$ ；Al- K_{α} 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 ≥ 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：材料表面分析、元素分析、化合物结构分析

1.45 宽量程高真空测量仪

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、核心元器件/原材料国产化、核心技术自主可控的全量程真空测量仪器样机，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 $2 \times 10^{-9} \text{Pa} \sim 1 \times 10^{-4} \text{Pa}$ ，最大允许误差 $\pm 15\%$ ；测量范围 $1 \times 10^{-4} \text{Pa} \sim 1 \text{Pa}$ ，最大允许误差 $\pm 0.5\%$ ；测量范围 $1 \text{Pa} \sim 1 \times 10^5 \text{Pa}$ ，精度优于 $0.25\% \text{FS}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均无故障工作时间 ≥ 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

1.46 高性能雷达信号模拟器

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、核心部件全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 10MHz~85GHz，最大调制带宽 2GHz，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，模拟雷达体制脉冲压缩、脉冲多普勒等 5 种，信号样式发射、回波、杂波，脉冲包络类型矩形、梯形等 7 种，脉内调制类型线性调频、非线性调频、巴克码、多相码等 23 种，天线扫描圆周、扇形、光栅等 13 种，天线方向图辛格、高斯等 18 种。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 ≥ 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

1.47 宽带电磁信号全景接收与实时检测分析仪

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，突破大实时带宽信号全景接收、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、核心部件国产化的电磁信号全景接收与实时检测分析仪产品，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应用。

考核指标：频率范围 8kHz~40GHz；全景接收带宽 40GHz；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 27 种；信道化分析通道数量 ≥ 128 路；扫描速度 110GHz/s；频率捷变信号捕获能力 100ns；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 ≥ 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：全景接收机，实时分析，信号识别，信号分析

1.48 高性能太赫兹芯片测试仪

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、核心部件国产化的太赫兹集成电路芯片测试仪，配合探针台完成晶圆级太赫兹芯片的测试，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、医学传感等领域太赫兹芯片设计、研制和制造中的应用。

考核指标：工作频率110GHz~500GHz，波导探针端口驻波 $\leq 10\text{dB}$ ，校准片50欧姆负载准确度 $\pm 0.3\%$ ，动态范围 $\geq 90\text{dB}$ ，功率电调谐范围 $\geq 25\text{dB}$ ，频率分辨率10Hz，传输跟踪 $\geq \pm 0.1\text{dB}$ ，反射跟踪 $\geq \pm 0.1\text{dB}$ ，输出功率 $\geq -8\text{dBm}$ ，显示平均噪声电平： $\leq -135\text{dBm/Hz}$ ；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，明确项目验收时销售数量和销

售额。

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

1.49 超高速数据网络测试仪

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，支持网络协议仿真（包括路由、组播、SDN 等），开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的 800Gbps 数据网络测试仪产品，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：单端口速率支持 800G/400G/200G/100Gbps；时戳分辨率 $\leq 2.5\text{ns}$ ；流块数 ≥ 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 ≥ 3000 小时，技术就绪度达到 8 级。申请发明专利不少于 5 项、申请标准 1 项、申请软件著作权 1 项；形成批量生产能力，项目验收时销售数量 10 台和销售额 1000 万元。

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

1.50 多通道星网链信道仿真模拟器

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；端口数I为16端口、O为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：64个I/O端口，64个O端口；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；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。项目完成时应通过可靠性测试，平均故障间隔时间 ≥ 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，明确项目验收时销售数量和销售额。

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

1.51 智能网联终端多参数综合测试仪

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汽车模组测试系统，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 ≥ 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，经指定用户试用，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

1.52 半导体器件动态伏安特性参数综合测试仪

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，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 ≥ 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，经指定用户试用，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

1.53 电磁多参数阵列测量仪

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 ~ 100000Ω.m，测量参数控制精度 2%；可控源电磁场幅值、相位、视电阻率参数测量精度 3%，地球介质电导率、磁导率等参数成像精度 3%；发射电流 120A，电流控制精度 0.1%；阵列式网络测量 ≥ 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 ≥ 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，经指定用户试用，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

1.54 自主创新科学仪器

研究内容：面向国家自然科学基金委员会重大科研仪器研制项目和中国科学院科研仪器设备研制项目，优选通过项目综合绩效考评或项目验收的、取得原理样机的、量大面广通用的原始创新科研仪器。通过专项滚动持续支持，加强工程化研制和应用开发，开展应用示范和产业化推广，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的仪器产品，开发相关软件和数据库，实现在不少于两个领域或行业的推广应用。

考核指标：项目技术指标自定，指标体系完整，达到国际先进水平或国际领先水平。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 ≥ 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：拟支持5项。须由企业牵头进行申报，且自筹资金与中央财政资金比例不低于1:1。

支持方式：定向择优（国家自然科学基金委、中科院各推荐5项）

1.55 青年科学家自主创新项目

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。

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

研究内容：研发细聚焦氩离子源，突破氩离子源静电透镜设计和参数的技术拟合等关键技术，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 $\geq 100\text{h}$ 。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：细聚焦，氩离子源

2.2 超短脉冲中子发生器

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 $\geq 250h$ ；中子发生器脉冲宽度 $\leq 1\mu s$ ，脉冲频率 10~20Hz 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 ≥ 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

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、电弧生成装置、离子聚焦装置等关键技术，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 $\leq 1\text{L}/\text{min}$ ，电喷雾电流精度 $\leq \pm 3\text{nA}$ ，与 ThermoQ-Exactive 质谱仪耦合使用时戊酮标准气体测试 LOD $< 10\text{ppt}$ ，进样气路温度和离子化腔室温度精度 $\leq \pm 1^\circ\text{C}$ ；电弧放电解离效率 $\geq 20\%$ ，解离碎片数目 ≥ 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 ≥ 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，二次电喷雾离化，电弧等离子体电离。

2.4 紫外-可见-红外宽谱光源

研究内容：开发紫外-可见-红外全谱光源，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、全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的应用。

考核指标：光谱范围 $\geq 170\text{nm}\sim 2100\text{nm}$ 、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 ≥ 0.5 ；光谱平坦度 3~5dB；等离子体大小 $\leq 1\text{mm}$ ；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（寿命） ≥ 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：紫外-可见-红外全谱光源，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

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 0.03cm^{-1} ；脉冲重复频率为连续波至 2kHz 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 ≥ 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：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）

研究内容：开发调谐波段的多波长激光器；突破电子-声子耦合下的高集成自倍频激光宽波段调谐技术、激光波长精准控制技术、高稳态激光输出技术，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、半导体芯片检测等仪器中的应用。

考核指标：波长范围450~650nm，可调谐波段范围（500~520和560~580nm），输出波长 ≥ 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 ≥ 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：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）

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 ≥ 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

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 ~ 200kV；发射电流稳定性 $\leq \pm 0.5 \text{ nA/Day}$ ；枪亮度 $\geq 5 \times 10^8 \text{ A/cm}^2 \text{srad@200kV}$ ；高压加速级 6 级；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 ≥ 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：透射电子显微镜，200kV 高压，场发射

2.9 高稳定 X 射线源

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温波电源、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 射线透射成像仪和衍射仪等仪器中的应用。

考核指标：高压范围 0~70kV，调节精度 $\leq 0.1 \text{ kV}$ ，稳定性 $\leq 0.02\%$ ；电流范围 100uA~2mA，调节精度 $\leq 100 \text{ uA}$ ，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 ≥ 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：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

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、小角散射仪、荧光光谱仪、显微 CT 以及 X 射线吸收谱仪上等高端科研仪器上的应用。

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 μm ，高压不小于 50kV，焦点光斑尺寸 $\leq 10\mu\text{m}$ ，光通量 $\geq 5.0\text{E}9\text{photons}/\text{mm}^2/\text{mrad}^2/\text{s}$ 。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 ≥ 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

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、电子束曝光机等科学仪器中的应用。

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0~5A（可调）/电压0~5V（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 ≥ 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：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

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1MHz，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 ≥ 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：自主创新仪器，国外无对标产品

关键词：太赫兹、辐射源、电子自旋

2.13 太赫兹高功率辐射源

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-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，实现在动态核极化核磁共振波谱仪、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（可定制其它频率）；工作带宽 $\geq 1\text{GHz}$ ；连续波输出功率 ≥ 20 瓦；增益 $\geq 30\text{dB}$ ；工作电压 $23\text{kV}\pm 1\text{kV}$ ；工作电流 100mA。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。

2.14 可调谐太赫兹辐射源（安徽省部省联动项目）

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、核磁共振波谱仪、等离子体时空分布诊断仪等仪器的应用。

考核指标：中心工作频点 340GHz，频率调谐范围±15GHz，输出功率≥100mW，连续波工作方式，永磁聚焦聚焦方式，金属陶瓷结构。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≥1000 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，经指定用户试用，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

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≥2048×2048；像素≤10 微米；光纤耦合 1:1；MTF≥0.2（1/2Nyquist）；120kV 荧光材料转化效率单电子信噪比≥3:1；相机帧率≥30fps；坏点≤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 ≥ 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，经指定用户试用，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：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

研究内容：开发低能量 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：5~80keV；通道数 ≥ 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 ≥ 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：低能 X 射线，线阵探测器

2.17 伽玛射线飞行时间阵列探测器

研究内容：开发伽玛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 等成像仪器中的应用。

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 ≥ 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：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

研究内容：开发用于粒子光子探测的新型超小功率、超快、超抗辐射低噪声半导体探测器，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/cm²（1MeV 中子有效剂量）；响应时间 ≤ 100 ps；探测器漏电流 ≤ 50 nA/像素；探测器电容 ≤ 100 fF/像素；硅深刻蚀深度 ≥ 200 μ m；最大功耗 ≤ 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 ≥ 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：飞行时间，光电传感，分子影像仪器

2.19 新型 ³He 替代中子探测器

研究内容：开发新型 ³He 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的应用。

考核指标：中子探测效率 $\geq 70\%$ @4Å，位置分辨率 ≤ 1 mm，信号响应时间 ≤ 1 μ s，有效探测面积 ≥ 1 m²，伽玛信号误判率 $\leq 1/10^6$ 。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 ≥ 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： ^3He 替代，中子探测器

2.20 超高分辨全局曝光制冷高速相机

研究内容：开发超高分辨全局曝光超高分辨率制冷高速相机，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、生命科学成像与机器视觉成像等仪器的应用。

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°C ，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 ≥ 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：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

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 ≥ 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 0.03mm ；集成数据库包含 ≥ 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 ≥ 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：背散射衍射、探测器、扫描控制

2.22 脉冲电子捕获检测器

研究内容：开发无放射性的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、质量稳定可靠和核心部件国产化特点的部件产品，实现在卫星、空间站、火箭等领域密封性测试领域应用。

考核指标：灵敏度：50ppt；测量重复性：3%；检测稳定性4%；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 ≥ 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

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的应用。

考核指标：检测限 $\leq 1 \times 10^{-8} \text{mol/mol}$ (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 ≥ 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：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

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，实现在核工业及海洋水质监测领域中溶解氧分析仪和溶解氢分析仪等仪器的应用。

考核指标：溶解氧的测量范围 2ppb ~ 500ppm；溶解氢的测量范围：0.00 ~ 10ppm；精度：读数的±1%或低测量范围全量程的±1%，取大者；适用温度范围：0 ~ 50℃；适用压力范围：0 ~ 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≥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，经指定用户试用，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：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

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、石油/天然气中硫磷含量在线监测仪、化学战剂探测仪等仪器的应用。

考核指标：探测通道数不少于 2 个（硫、磷）；对硫的检测限 $\leq 0.8\text{pg/s}$ ，响应线性范围 ≥ 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 ≥ 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 ≥ 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：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

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的应用。

考核指标：光谱范围 600nm~900nm，增加像素数、像素尺寸、最大采谱率、最大 registerwelldepth 等指标，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）。

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：光谱相机，低噪声，光电探测

2.27 宽场扫描荧光显微焦面探测器

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、免疫组织化学分析仪等仪器的应用。

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 ≥ 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 ≥ 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：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

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 $\leq 0.01\mu\text{m}$ 。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：分光干涉，色散干涉，厚度测量

2.29 微型光学放大内窥探头

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、力学分析孔探仪等测量仪器中的应用。

考核指标：视场角 140° ，景深 $7\sim 100\text{mm}$ ，放大倍率 500 倍，成像谱段数 ≥ 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 ≥ 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：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）

研究内容：开发低功耗高温超导量子干涉磁场探测器，双晶约瑟夫森结和高温台阶结制备、高温 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 10 升，总重量小于 10 公斤；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 ≥ 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：SQUID、高温超导、量子干涉

2.31 超高灵敏动态磁扭矩探测器

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 混合磁体等仪器的应用。

考核指标：臂梁弹性系数 $\leq 1\text{mN}/\text{m}$ ，室温高真空下品质因子 > 10000 ；工作温度范围 2K-300K，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 ≤ 1 秒/数据点。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 ≥ 3000 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

研究内容：开发宽场同轴三维测量模块，突破多波段光源高效耦合、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、焊接拼缝、芯片封装测试等测量仪器中的应用。

考核指标：工作光中心波长 830nm，引导光中心波长 633nm；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 ≥ 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：宽场成像，同轴扫描，三维表征

2.33 高温高压声波换能器

研究内容：开发耐高温、耐高压、抗振动冲击的声波换能器，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、异质曲面材料粘接、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，实现石油勘测、深地探测等资源勘测仪器中的应用。

考核指标：单极发射换能器：谐振频率 21kHz，谐振频率下发送电压响应级 140dB；偶极发射换能器：谐振频率 2.6kHz，谐振频率下发送电压响应级 120dB；四极子发射换能器：谐振频率 4kHz，谐振频率下发送电压响应级 100dB；适应环境：耐温 $\geq 175^{\circ}\text{C}$ ；耐压 $\geq 140\text{Mpa}$ ，耐井下 H_2S 、 CO_2 和 O_2 等液体腐蚀，振动 20grms/2hz，冲击 500grms。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：随钻声波测井，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）

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、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、超声显微镜等超声波仪器当中的应用。

考核指标：中心频率 $\geq 10.0\text{MHz}$ ，相对带宽 $\geq 85\%$ ，阵元数=192，立面焦点 $\geq 18\text{mm}$ ，立面孔径 $\geq 3.25\text{mm}$ 。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 ≥ 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：超声换能器，单片集成，MEMS，ASIC，CMUT

2.35 超声波多普勒三维流速探测器

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 $\pm 0\sim 4\text{m/s}$ ，精度 $\pm 0.5\%\pm 1\text{mm/s}$ ；测量盲区 $\leq 3\text{cm}$ ；超声波频率 10MHz ；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 300m 。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、多普勒、液体流速

2.36 多种解离反应离子阱

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~50000Th；母离子质量选择分辨率 $\Delta m \leq 1Da$ ；串级裂解模式：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 $\geq 10\%$ 。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：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

研究目标：开发电子显微镜专用低漏磁离子泵，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 $\geq 25\text{L/s}$ ；最大启动气压 $\leq 1 \times 10^{-4}\text{mbar}$ ；最高烘烤温度 200°C ；极限真空优于 10^{-11}mbar ；最小检测电流 1nA ；使用寿命 $30000\text{h}@1^{-6}\text{mbar}$ ；漏电流 $\leq 15\text{nA}@5\text{kV}$ ；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 ≥ 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：电子显微镜，离子泵，高压电源

2.38 低温显微物镜

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、核心元件国产化的低温显微物镜，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在原位冷冻光电关联显微镜、低温共聚焦显微镜等仪器的应用。

考核指标：放大倍率 $63\times$ （@180mm 焦距管镜），数值孔径 ≥ 0.85 ，工作距离 $\geq 0.8\text{mm}$ ，齐焦距离 45mm，450~640nm 复消色差，物镜前端可工作于液氮温区，且与真空（ 10^{-5}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 ≥ 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：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

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技术 HCXPLAPO50X 术、分离型减振及冷指耦合技术和交变流深低温两相换热技术等关键技术，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，实现在无液氮低温强磁场综合物性测量仪、稀释制

冷机和低温扫描隧道显微镜等仪器的应用。

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 60Min；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 ≥ 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：脉管，大冷量，低振动

2.40 光学数字显微镜器件

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、显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、成像光谱仪等仪器的应用。

考核指标：波长范围：450nm~1700nm；特征调制频率 $>100\text{kHz}$ ；最小像素尺寸优于 $5\mu\text{m}$ ；阵列像素数目 $>800\times 600$ ；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

研究内容：针对光信号处理中对高精度滤波的需求，开展高精度可调谐窄带光学滤波器的研发，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，形成相关的设计制备技术报告等研究成果，并开展工程化开发及应用，形成可量产的器件产品，实现在高精度光谱仪、微波光子传输组件等设备上的应用。

考核指标：滤波带宽 $\leq 2\text{GHz}$ （3dB）；带外光插损 $\leq 4\text{dB}$ ；波长调谐范围 $\geq 1\text{nm}$ ；波长调谐速度 $\leq 100\text{us/nm}$ ；滤波波长稳定度 $\leq 1\text{pm/h}$ 。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：窄带，高精度，光学滤波。

2.42 极端环境下压电纳米探针台

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，实现在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、扫描电镜和其他分析仪等仪器的应用。

考核指标：研制纳米探针台以及人机交互操作系统；探针台实现 X/Y/Z 三自由度的动作；X/Y 方向行程大于 20mm 行程，速度大于 30mm/s,驱动分辨率小于 2nm;Z 向行程大于 20um,驱动分辨率为 2nm;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 方向行程大于 5mm，R 向实现 180°旋转，Z 方向行程大于 0.5mm；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}Pa ,使用温度范围 -45°C 到 100°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 ≥ 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：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

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、电化学工作站、交流阻抗仪等仪器的应用。

考核指标：流体速度可控范围优于 0.01mL/min ~ 10mL/min；电流可控范围优于 1nA ~ 500mA；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 ≥ 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：属于自主创新关键核心部件，解决瞬态荧光吸收谱仪、电化学工作站、交流阻抗仪等仪器关键核心部件国产化问题。

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

研究内容：开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的新一代基于微流控的高通量、自动化精密移液器，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，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 1~25cp 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 ≥ 1536 种，可转移目标体积范围 $\geq 5 \mu\text{L}$ ，液滴分配速率 ≥ 1000 滴/秒，变异系数 $\leq 6\%$ ，其它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 ≥ 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：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

研究内容：开发长寿命、耐高温、抗腐蚀、高纯度的电感耦合等离子质谱（ICPMS）应用的接口锥，突破低含氧量，耐酸碱性高纯度镍、铂的材料处理工艺、超精密成型工艺，超精密微孔加工、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、高稳定性、长寿命的部件产品，实现产品在国外进口以及国内自主化的电感耦合等离子电离质谱仪中的广泛应用。

考核指标：工作温度：水冷环境下 4000~6000K；连续工作时长：大于 1000 小时；包含镍锥、铂锥两种类型，可满足强酸碱进样条件下使用；微孔加工精度： $\pm 20\mu\text{m}$ ；锥度精度： $\pm 0.5^\circ$ 以内；锥面粗糙度 $R_a < 0.2\mu\text{m}$ ；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 ≥ 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：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

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、应用是否和产业化推广，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、双光子、光片和电子显微镜等仪器的应用。

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 ≥ 12 个 $1 \times 1 \times 1 \text{cm}^3$ 或 ≥ 2 个 $5 \times 5 \times 5 \text{cm}^3$ 样品制备或染色；独立程控各样本仓温度、试剂及进程。设置 $4 \sim 40^\circ\text{C}$ 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。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：成像前处理，生物全组织，自动标记

2.47 固体样品直接进样器

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的应用。

考核指标：适用固态金属及非金属样品；气溶胶粒径 $\leq 30\text{nm}$ ；采样深度 $\geq 50\mu\text{m}$ ；进样器出口载气气流 $\leq 1\text{L}/\text{min}$ 。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，进样

2.48 超光滑特种反射元件

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、照明系统中的小批量应用。

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；波长：193nm、248nm；中频面形偏差（ $1\mu\text{m}\leq$ 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 ≥ 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：创新部件

关键词：超光滑，特种合金，金属反射元件，深紫外