

2022年
国家“基础科研条件与重大科学仪器设备研发”

2022年2月

一、科学仪器.....	3
1. 高端通用科学仪器工程化及应用开发.....	3
1.1 高分辨率二次离子质谱分析仪.....	3
1.2 单细胞质谱分析仪.....	4
1.3 高速高空间分辨生物组织成像质谱仪.....	5
1.4 快速热化学反应过程分析仪.....	5
1.5 高灵敏数字化生物气溶胶直接分析仪.....	6
1.6 多模态超高分辨率成像仪.....	7
1.7 高通量拉曼流式细胞分选仪.....	8
1.8 紫外-可见光高分辨率光谱仪.....	9
1.9 扫描式光场辐射度计.....	9
1.10 紫外光电子谱分析仪.....	10
1.11 多自由度非接触三维光学扫描仪.....	11
1.12 微探头传感器式激光干涉仪.....	12
1.13 光电集成电路及器件参数综合测试仪.....	13
1.14 全光纤非线性单光子显微光谱仪.....	13
1.15 多功能扫描探针显微镜.....	14
1.16 高分辨地球电磁特性综合测量仪.....	15
1.17 高精度超导重力仪.....	16
1.18 形貌动态显微成像仪.....	17
1.19 三维复杂结构非接触精密测量与无损检测仪.....	18
1.20 高频阵列超声成像分析仪.....	19
1.21 超宽带高性能噪声系数分析仪.....	19
1.22 天线环境效应多参数综合测试仪.....	20
1.23 毫米波与太赫兹材料电磁特性测试仪.....	21
1.24 高性能物联网综合测试仪.....	22
1.25 多通道混合信号示波器.....	23
1.26 微观电磁物性自旋量子精密测量仪.....	24
1.27 超导低温电流比较仪.....	25
1.28 自主创新科学仪器.....	25
1.29 核磁共振波谱仪.....	26
1.30 宽频带取样示波器.....	27
1.31 高灵敏手性物质离子迁移谱与质谱联用仪.....	28
1.32 活细胞超分辨高速全景成像系统关键部件研发及应用.....	28
2. 核心关键部件开发与应用.....	29
2.1 大功率端窗型 X 射线光管.....	30
2.2 450kV X 射线源.....	30
2.3 120kV 热场发射电子枪.....	31
2.4 裂解源.....	31
2.5 宽带半导体增益激光器.....	32
2.6 1560 nm 激光直接激发太赫兹源.....	33
2.7 高分辨率电源测量模块.....	34
2.8 宽带射频功率放大器.....	34
2.9 正电子断层成像探测器.....	35

2.10 抗辐照硅单光子探测器面阵.....	36
2.11 半导体伽马射线成像探测器.....	37
2.12 微型非放射离子迁移传感器.....	37
2.13 二维平面中子探测器.....	38
2.14 光谱色散式膜厚探测器.....	39
2.15 光学麦克风.....	40
2.16 高性能紫外成像探测器.....	40
2.17 碲镉汞制冷红外探测器.....	41
2.18 电磁力配衡重量检测器.....	42
2.19 可转运磁共振成像探测阵列.....	42
2.20 程控升降温与称重多功能探测器.....	43
2.21 高灵敏度大动态范围微电流计.....	44
2.22 微型比例阀.....	44
2.23 抗振动分子泵.....	45
2.24 微焦点 X 射线准直装置.....	46
2.25 宽频带同轴开关.....	47
2.26 毫米波隔离器.....	47
2.27 宽频带微型化双定向耦合器.....	48
2.28 扩口微通道板.....	49
2.29 热场发射电子源.....	49
2.30 磁共振成像低温探头.....	50
2.31 X 射线能谱探测器.....	51
2.32 高通量生物样品真空传递装置.....	51
2.33 深地声学探测器.....	52
2.34 大赫兹超导混频器.....	53

“基础科研条件与重大科学仪器设备研发”

重点专项 2022 年度项目申报指南

(征求意见稿)

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“基础科研条件与重大科学仪器设备研发”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2022 年度项目申报指南。

本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。

2022 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四个方向进行布局，拟支持 95 个项目和 9 个青年科学家项目。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。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。

除特殊说明外，所有项目均应整体申报，须覆盖全部研究内容和考核指标。项目执行期原则上为3~5年。一般项目下设的课题数不超过5个，项目所含单位数不超过10家。项目设1名负责人，每个课题设1名负责人。科研试剂和科学仪器两部分指南方向（除5.1和5.2外）须由科研机构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。

青年科学家项目（项目名称后有标注）支持青年科研人员承担国家科研任务。青年科学家项目不再下设课题，项目参与单位总数不超过3家。项目设1名项目负责人，青年科学家项目负责人年龄要求，男性应为1984年1月1日以后出生，女性应为1982年1月1日以后出生，原则上团队其他参与人员年龄要求同上。

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 2022 年度项目申报指南如下。

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，实施年限不超过 4 年。

1.1 高分辨率二次离子质谱分析仪

研究内容：针对半导体材料、新能源材料、矿产样品等材料的结构和化学成分微区原位分析需求，突破高能复合离子源、二次离子提取、高分辨质谱、高精度多接收器、质谱成像数据快速检测处理和数据重建等关键技术，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二次离子质谱分析仪，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在海洋勘测、地质矿产探测、生命科学研究和半导体器件制造等领域的应用。

考核指标：质量分析范围 2-300amu；质量分辨率 ≥ 20000 FWHM；一次离子能量 \geq 最低 10eV ~ 20keV；检测限 1ppb 量级；动态范围 ≥ 10 个数量级； $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 测试标准偏差 $< 0.5\%$ ， $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 分馏 $< 1\%/amu$ ； $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 内部精度(2 分钟) $< 0.15\%$ 。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。

1.2 单细胞质谱分析仪

研究内容：针对生物学活体或离体单细胞、单细胞内化学成分、含量和代谢分析需求，突破单细胞样品制备、代谢组学色谱质谱进样、电离源、单细胞内极性、弱极性和非极性质谱分析、肿瘤微环境和代谢重编程定性定量分析等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的单细胞质谱分析仪，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，实现在生物化学、生命科学等研究领域的应用。

考核指标：质量分析范围 50-2000Da，分辨率 LR100/MR1000/HR2000；扫描速率 ≥ 15000 Th/s；具备 MS²和 MS³功能；线性动态范围 ≥ 5 个数量级；电离源正与负模式切换时间 ≤ 30 ms；极性物质检出限达到 a mol；弱极性物质检出限达到 f mol；化合物分析 ≥ 150 种（极性、弱极性、非极性）；单细胞分析时间 ≤ 1 分钟；细胞分析通量 ≥ 50 细胞/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 ≥ 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。

1.3 高速高空间分辨生物组织成像质谱仪

研究内容：针对生命科学、环境科学、基础医学、材料科学等对生物大分子原位分析的检测需求，突破质谱成像技术所需的质谱仪高灵敏度、高速成像能力、高定量重现性能力以及高速成像处理软件等关键技术，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空间分辨生物组织成像质谱仪，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，实现在生命科学、环境科学、基础医学等领域的应用。

考核指标：成像质量范围， $M/Z \geq 20000$ （线性模式）；成像速率 >300 像素/秒；成像空间分辨率 $<10\mu\text{m}$ ；灵敏度 ≥ 200 信噪比（ 10fmol BSA ，线性模式）；质量分辨能力 ≥ 20000 （ $M/Z=3000$ ，反射模式）；扫描信号强度重现性 $RSD \leq 5\%$ （ Hb ，线性模式）；配套质谱成像高速处理软件 1 套。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。

1.4 快速热化学反应过程分析仪

研究内容：针对快速热化学反应产物生成过程特性分析

的检测需求，突破平推流微型反应器、反应物料在线脉冲伺样、高温高压热反应快速诱发、气相产物近平推流导出、全产物在线检测、产物生成反应动力学解析等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的快速热化学反应过程分析仪，开发软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在能源、化工、冶金等领域的应用。

考核指标：流体平均停留时间偏差 $\leq 10\%$ ；反应样品在线脉冲进样时间 $\leq 10\text{ ms}$ ；最高工作温度 1500°C ；最高工作压力 5.0MPa ；气相产物分析质量分辨率 $\leq 0.005\text{amu}$ ，全质量数谱图 ≥ 10 幅/s；热导检测池体积 $\leq 10\mu\text{L}$ ，检测重复性 $\leq 3.0\%$ ，线性动态范围 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 ≥ 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。

1.5 高灵敏数字化生物气溶胶直接分析仪

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 ≥ 3 个数量级；气溶胶自进样到信号响应时间 $\leq 3\text{s}$ ；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，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 ≥ 4 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，经指定用户试用，满足用户使用要求。

1.6 多模态超高分辨率成像仪

研究内容：针对动物肿瘤学、基础神经科学、代谢类疾病、基因治疗、免疫治疗、药物研发的临床前实验检测需求，突破超高分辨率小动物结构成像、分子成像、功能成像及图像重建算法、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、核心部件国产化的多模态超高分辨率成像仪，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，实现在临床前基础病理研究、药理学研究、基因治疗等领域的应用。

考核指标：多模态成像仪构成子系统 ≥ 4 个；成像视野

≥90mm;分子成像中心效率≥10%，全视野三维空间分辨率≤0.6mm，最大等效噪声计数率≥100kcps；功能成像空间分辨率≤0.3mm，灵敏度≥15000cps/Mbq;结构成像空间分辨率≤20um。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。

1.7 高通量拉曼流式细胞分选仪

研究内容：针对细胞功能分析和分选领域中，细菌、真菌、动植物和人体细胞等在单细胞精度、活体、无标记、代谢功能识别与高通量功能分选方面的检测需求，突破流式单细胞拉曼光谱采集、基于人工智能的细胞代谢表型组识别、高通量微流控细胞分选等关键技术，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拉曼流式细胞分选仪，开发相关软件和数据库，研制相应试剂盒等耗材，开展工程化研究、应用开发和产业化推广，实现在医药、工业、农业、环境和海洋等领域的应用。

考核指标：全谱自发拉曼检测，光谱空间分辨率≤0.2μm；检测通量≥3000个/分钟；分选通量≥3000个/分钟；分选准确率≥95%；分选后细胞存活率≥95%。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。

1.8 紫外-可见光高分辨率光谱仪

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 $\geq 0.8 \text{nm}$ ；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 ≥ 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。

1.9 扫描式光场辐射度计

研究内容：针对发光材料及器件、照明与显示设备、红外辐射源等对光辐射性能定量检测的需求，突破发光体光色

同步测量与校准、辐射光场分布测量与校准等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的扫描式光场辐射度计，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，实现在照明显示、交通运输和文物保护等领域的应用。

考核指标：波长范围 380nm~1100nm；光谱分辨率 $\leq 1\text{nm}$ ；亮度测量精度 $\leq \pm 3\%$ ，色坐标测量精度 ≤ 0.002 （标准 A 光源）；发光强度测量误差 $\leq \pm 2\%$ ；成像测量分辨率 ≥ 8000 万像素；成像发光面直径 $\leq 600\text{mm}$ ；扫描角度定位精度 $\leq 0.05^\circ$ ；全空间测量与重建时间 ≤ 10 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，经指定用户试用，满足用户使用要求。

1.10 紫外光电子谱分析仪

研究内容：针对材料紫外光电子发射特性和半导体表面电子结构表征等检测需求，突破真空紫外光源、真空紫外单色仪、真空紫外光电探测器等关键技术，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光电子谱分析仪，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，实现在宇航级材料和半导体材料等领域的应用。

考核指标：波长范围 115~400nm；光源功率 $\geq 100\text{W}$ ；单色仪波长分辨率 $\leq 0.1\text{nm}$ ；收集增益 ≥ 106 ；发射产额测试范围 10⁻⁶~10⁻¹el/ph；表面分析能量范围 3.2~10eV；表面分析能量分辨率 $\leq 0.01\text{eV}$ 。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。

1.11 多自由度非接触三维光学扫描仪

研究内容：针对狭小腔体、狭长管体和叶片状零件等检测需求，突破三维非接触光学旋转扫描仪整机误差补偿、基于场景定位的自动路径规划方法、适用于狭小腔体类零部件检测的复合高精度三维扫描成像探测等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的三维非接触光学旋转扫描仪，并实现在校准实验室、航空航天、国防工业和汽车工业等领域的应用验证。

考核指标：空间工作范围 $\geq 1800\text{mm}$ （直径），空间测量精度 $\leq 30\mu\text{m}$ ；复合高精度三维扫描测头测量范围 $\geq 5\text{mm}$ ，测头转速 $\geq 600\text{RPM}$ ，测量重复性 $\leq 1\mu\text{m}$ ，采样频率 $\geq 2\text{kHz}$ ，轴向分辨率 $\leq 0.5\mu\text{m}$ ，侧向分辨率 $\leq 35\mu\text{m}$ 。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 ≥ 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。

1.12 微探头传感器式激光干涉仪

研究内容：针对材料热线胀和压电效应测试表征、结构体微应变微振动监测分析、微纳传感器标定测试、高端装备超精密运动特性测试检定等狭小空间下大量程、高精度位移测量需求，突破毫米级微光学测头设计与多自由度精准装配、大幅度高带宽调频激光的精密稳频、高速位移的深亚纳米级分辨、位移解调误差实时修正等等关键技术，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，实现在精密传感器计量测试、新材料科学研究、高端装备集成校准等领域的应用。

考核指标：工作距离 10mm~600mm；微探头尺寸 $\leq\phi 6\text{mm}\times 14\text{mm}$ ；激光光源的频率调制幅度 $\geq 1\text{GHz}$ ，调制带宽 $\geq 5\text{MHz}$ ，激光光源中心频率精度 $\leq 5\times 10^{-8}$ ；测量速度 $\geq 1.5\text{m/s}$ ，位移分辨力 $\leq 0.05\text{nm}$ ，位移解调误差补偿精度 $\leq 0.4\text{nm}$ ；测量标准不确定度 $\leq 1.6\text{nm}$ （40mm）。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。

1.13 光电集成电路及器件参数综合测试仪

研究内容：针对集成硅光芯片、激光器、探测器、光纤无源器件等光电器件测试需求，突破复杂网络多参数自动测量与提取、网络参数误差校准、自动多模式化集散控制、高精密自动位移测量台等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的集成硅光在片综合参数测试仪，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，实现在集成光电子器件、高速光纤通信等领域的应用。

考核指标：光测量波长范围 1260nm~1610nm；最小探测光功率 $\leq -80\text{dBm}$ ；光输出功率动态范围 $\geq 70\text{dB}$ ；偏振损耗测量范围 $\geq 30\text{dB}$ ；光电频率响应测量带宽 $\geq 110\text{GHz}$ ；光电频率响应动态范围 $\geq 30\text{dB}$ ；最小可测频率响应 $\leq -40\text{dB}$ ；最小分析中频带宽 $\leq 1\text{kHz}$ ；测量模式：电电测量、光电测量、电光测量、光光测量。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。

1.14 全光纤非线性单光子显微光谱仪

研究内容：针对微弱荧光光谱、活体细胞与蛋白质等无

标记显微成像光谱检测需求，突破光纤非线性光源、微纳尺度发光体成像、光源光谱测量、高精度光谱图像实时处理等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的全光纤非线性单光子显微光谱仪，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，实现在纳米材料、生命科学、医药研究等领域的应用。

考核指标:单光子探测响应光谱测量范围 $0.9\mu\text{m}\sim 1.5\mu\text{m}$ ，单光子探测器量子效率 $\geq 70\%$ ；显微成像视场 $\geq 300\mu\text{m}\times 300\mu\text{m}$ ，横向分辨率 $\leq 1\mu\text{m}$ ；分子振动光谱范围 $600\text{cm}^{-1}\sim 3000\text{cm}^{-1}$ ，分子振动光谱分辨率 $\leq 15\text{cm}^{-1}$ ；脉冲时间延迟重叠控制 $\leq 0.1\text{ps}$ 。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。

1.15 多功能扫描探针显微镜

研究内容:针对纳米尺度形貌和物理性能检测的需求，突破高信噪比扫描探针显微测头、高精度低噪声测量控制、宏微纳米精度运动平台和扫描探针制造等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的扫描探针显微镜产品，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，实现在纳米材料、生物科学等领域

的应用。

考核指标：平台扫描范围 $\geq 100\mu\text{m}\times 100\mu\text{m}\times 15\mu\text{m}$ ，控制精度 $\leq 0.1\text{nm}$ （X/Y 方向），三维方向均实现闭环控制；整机噪音 $\leq 30\text{pm}$ （Z 方向），显微镜测头噪音 $\leq 20\text{fm}/\text{Hz}^{1/2}$ ，力测量灵敏度 $\geq 50\text{pN}$ ；成像速度 ≥ 1 帧/秒(256 \times 256 像素)；具备实时独立控制和数字 PID 系统，反馈回路带宽 $\geq 100\text{kHz}$ ；成像模式包括轻敲、瞬时力控制模式，实现形貌、定量力学、电流与电势、磁场成像、侧壁等成像功能，探针弹性常数可原位校准，具备在溶液、电场，磁场等环境使用能力。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 ≥ 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。

1.16 高分辨地球电磁特性综合测量仪

研究内容：针对岩矿石样本电性的实验室检测、地球内部电性结构与动力学研究等需求，突破人工电性源的超音频发射、高分辨接收，天然源电磁的低漂移、抗干扰等关键技术，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率电磁探测仪，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，实现在地球内部动力学研究、能源资源勘查、地壳上地幔结构探测等领域的应用。

考核指标：岩矿石样本电性测量：频带范围 0.01Hz~10kHz，输入阻抗 $\geq 100\text{ M}\Omega$ ，发射电流分辨率 1nA，测量电压分辨率 0.5 μV ，岩矿石样本电阻率、极化率和幅相频参数测量精度 $\leq 10\%$ ；超音频大气电磁测量：频带范围 10Hz~500kHz，发射电流 $\geq 1\text{A}$ （100kHz），接收本底噪声 $\leq 0.5\mu\text{V}$ ，通道动态范围 $\geq 120\text{dB}$ ，近地表到地下 150m 电阻率测量精度 $\leq 3\%$ ；超低频大地电磁测量：工作频带 $10^{-5}\text{Hz}\sim 1\text{Hz}$ ，本底噪声 $\leq 0.1\mu\text{V}$ ，长期漂移 $\leq 100\mu\text{V}/1000\text{h}$ ，温度漂移 $\leq 0.01\mu\text{V}/\text{C}$ ，地下 150m~100km 电阻率测量精度 $\leq 5\%$ 。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，经指定用户试用，满足用户使用要求。

1.17 高精度超导重力仪

研究内容：针对地球潮汐、内部物质迁移等地质学前沿科学研究对极微弱重力信号测量需求，突破高精度超导球制造、超导磁力梯度场精密调控、极低温下超导磁悬浮微位移测控、系统信号噪声抑制与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、核心部件国产化的高精度超导重力仪，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，实现在精密测绘、地球动力学研究、地

震监测预警和资源勘探等领域的应用。

考核指标：超导球球度 $\leq 0.1\mu\text{m}$ ，系统液氮挥发率 ≤ 0.1 升/年；重力测量范围 $\geq 1\text{mGal}$ ，重力测量分辨率 $\leq 1\text{nGal}$ ，噪声 $\leq 0.3\mu\text{Gal}/\sqrt{\text{Hz}}$ ，漂移 $\leq 0.5\mu\text{Gal}/\text{月}$ 。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。

1.18 形貌动态显微成像仪

研究内容：针对微纳传感器、微机电系统、集成电路等三维形貌和振动特性测量需求，突破飞米量级面外振动测量、纳米量级面内测振和纳米量级形貌测量等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的形貌动态显微成像仪，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，实现微纳加工与先进制造、微电子等领域的应用。

考核指标：面外振动测量频率范围0~25MHz，速度范围0~10m/s，面外位移分辨率 $\leq 50\text{fm}/\sqrt{\text{Hz}}$ ；面内振动测量频率范围0~2.5MHz，速度范围0~10m/s，面内位移分辨率 $\leq 5\text{nm}$ ；形貌垂直测量范围0~250 μm ，形貌垂直测量分辨率 $\leq 45\text{pm}$ 。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。

1.19 三维复杂结构非接触精密测量与无损检测仪

研究内容：针对空间行波管、磁控管、速调管、封装集成电路、三维封装微系统等电子封装器件关键核心部件复杂内部和外部结构精密测量与无损检测需求，突破探测信号非接触激励与接收、高分辨率扫描成像、三维结构精密测量、图像处理、缺陷智能识别评估及材料力学性能测量等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的三维复杂结构精密测量与无损检测仪，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，实现在电子封装器件缺陷检测、结构精密测量、材料力学性能测量等领域的应用。

考核指标：实现检测范围水平方向 $\geq 300\text{mm} \times 300\text{mm}$ ，垂直方向 $\geq 50\text{mm}$ ，金属和陶瓷等材料穿透深度 $\geq 10\text{mm}$ ；三维结构测量精度 $\leq 10\mu\text{m}$ ，空间分辨率 $\leq 10\mu\text{m}$ ；裂纹检测灵敏度 $\leq 20\mu\text{m}$ ，材料力学性能测量误差 $\leq 5\%$ 。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，经指定用户试用，满足用户使用要求。

1.20 高频阵列超声成像分析仪

研究内容：针对生物学高分辨实时成像、材料微观缺陷无损检测需求，突破高性能阵列换能阵列、高频阵列超声成像、高精度数字采集等关键技术，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频阵列超声成像分析仪，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，实现在生物学、材料科学研究等领域的应用。

考核指标：高密度声学换能器阵列数 ≥ 256 ，高频阵列探头中心频率 $\geq 50\text{MHz}$ ，带宽 $\geq 50\%$ ；成像深度 $\geq 10\text{mm}$ ，深度成像分辨率 $\leq 70\mu\text{m}$ ；纵向分辨率 $\leq 60\mu\text{m}$ ；实时成像速度 ≥ 200 帧/秒；二维剪切波弹性成像帧频 ≥ 2 帧/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 ≥ 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。

1.21 超宽带高性能噪声系数分析仪

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 15dB $\pm 8\text{dB}$ 。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 ≥ 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。

1.22 天线环境效应多参数综合测试仪

研究内容：针对卫星通信天线、5G/6G 通信 MIMO 天线、相控阵雷达天线等电子装备天线方向性及无线空口特性测试需求，突破宽频带分布式模块化信号发生与多通道接收、变温环境构建与精确控制、宽温低损耗测试夹具、变温环境测试误差修正与校准、微波毫米波球面近场天线测试等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国

产化的天线环境效应多参数综合测试仪，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，实现在无线通信、雷达、卫星通信和卫星导航等领域的应用。

考核指标：频率范围 1GHz~110GHz；变温范围-50℃~+100℃；温控精度 $\leq\pm 1^\circ\text{C}$ ；温控步进 $\leq 1^\circ\text{C}$ ；增益测量精度 $\leq\pm 0.5\text{dB}$ ；-20dB 副瓣测量精度 $\leq\pm 0.5\text{dB}$ （1GHz~40GHz）， $\leq\pm 0.8\text{dB}$ （40GHz~75GHz）， $\leq\pm 1.2\text{dB}$ （75GHz~110GHz）；等效全向辐射功率测量精度 $\leq\pm 0.5\text{dB}$ ；总辐射功率测量精度 $\leq\pm 0.7\text{dB}$ 。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 ≥ 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。

1.23 毫米波与太赫兹材料电磁特性测试仪

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 $\leq \pm 1\%$ ；样品厚度 $50\mu\text{m}$ ~ 5mm；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 ≥ 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。

1.24 高性能物联网综合测试仪

研究内容：针对物联网商用终端、模组和芯片、CPE 等研发检测需要，以及 5G、WiFi、蓝牙等协议标准测试需求，突破 DSS、MU-MIMO、1024-QAM 和增强 V2X 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物联网综合测试仪，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，实现在物联网终端、模组、芯片、无线局域网和工业互联网等领域的应用。

考核指标：频率范围 70MHz ~ 18GHz；输出功率 -110dBm ~ 0dBm ；接收信号电平 -80dBm ~ $+30\text{dBm}$ ；调制

与分析带宽 1200MHz；波形方式 CP-OFDM、DFT-S-OFDM；调制方式 SSB、BPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAM、1024QAM、CCK、GFSK、OFDM、DSSS、FHSS；多址方式 OFDMA、SC-FMDA； $EVM \leq -40\text{dB}$ ；支持 AWGN 模拟、多径信号模拟、接收机灵敏度测试、支持 8 天线单流和多流信号模拟与分析等功能。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。

1.25 多通道混合信号示波器

研究内容：针对 5G 通信、智能汽车、雷达、电子对抗等电子设备对宽带模拟信号和高速数字信号的测量需求，突破宽带信号调理、高速信号采集与存储、波形实时处理与荧光显示、模数混合智能触发等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的多通道混合信号示波器，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，实现在集成电路、5G 通信、雷达等领域的应用。

考核指标：模拟通道数 8 个，模拟通道带宽 $\geq 6\text{GHz}$ ，模拟通道采样率 $\geq 16\text{GSa/s}$ ，模拟通道垂直分辨率 10bit；数字通道数 16 个，数字通道带宽 $\geq 300\text{MHz}$ ，数字通道采样率 $\geq 4\text{GSa/s}$ ，数字通道垂直分辨率 1bit；波形捕获率 ≥ 20 万个波

形/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 ≥ 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。

1.26 微观电磁物性自旋量子精密测量仪

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 $\geq 20\text{ ms/pixel}$ ；最高磁场灵敏度 $\geq 100\text{nT/Hz}^{1/2}$ ；磁偶极矩分辨率 $\leq 10^{-16}\text{Am}^2$ ；电磁波测量频率范围0~18GHz。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。

1.27 超导低温电流比较仪

研究内容：针对高准确度量子电阻测量、单电子隧穿电流测量、高压离子室微弱放电电流测量和加速器粒子束流密度测量等需求，突破超高灵敏度低噪声超导量子干涉、超低泄露磁通超导屏蔽结构设计、大变比电流比率自校准、超导比率线圈低频振荡抑制、液氮气压波动滤波等关键技术，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导低温电流比较仪，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，实现在量子电阻测量、量子电流测量、高压电离室微弱电流测量等领域的应用。

考核指标：电流比例范围可连续覆盖 1:1~2048:1；电流比率不确定度 $\leq 1 \times 10^{-10}$ ($k=1$)；电流噪声 $\leq 100\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$ ；指零仪噪声 $\leq 1\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 。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 ≥ 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。

1.28 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，经指定用户试用，满足用户使用要求。

1.29 核磁共振波谱仪

研究内容：针对化学分析、生物分子结构、代谢混合物组分等检测需求，突破超高场稳态磁体设计与制造、高精度磁共振谱仪控制、高效射频激发与接收等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的核磁共振波谱仪产品，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，实现在化学化工、生命医学、食品制药和环境能源等领域的应用。

考核指标：磁场强度 $\geq 14\text{T}$ ；室温孔径 $\geq 50\text{mm}$ ；磁场稳定度 $\leq 9\text{Hz/h}$ ；磁场均匀度 $\leq 0.05\text{ppm}$ ；支持多核素频谱分析范围 ^1H 、 ^{13}C 、 ^{15}N 、 ^{31}P 、 ^{129}Xe 等；射频带宽 $50\sim 650\text{MHz}$ 以上；波谱频率分辨率 $\leq 0.003\text{Hz}$ ；射频发射通道数 ≥ 2 通道；液

氮补充时间 ≥ 150 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 ≥ 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。

1.30 宽频带取样示波器

研究内容：针对5G移动通信、光纤通信设备和高速网络设备的宽带模拟电路和高速数字电路开发与检测需求，突破85GHz采样器、超低抖动时钟产生与触发、高速时钟恢复、高精度波形采集与恢复、信号完整性分析等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的宽频带取样示波器，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，实现在光纤通信、5G移动通信、雷达、卫星通信与卫星导航等领域的应用。

考核指标：电采样模块：通道数量2；测试带宽 $\geq 85\text{GHz}$ ；采样率 $\geq 150\text{kSa/s}$ ；抖动 $\leq 80\text{fs}$ ；采样分辨率16bit；光采样模块：波长范围800~1600nm；光接收灵敏度优于-7dBm；测试带宽 $\geq 65\text{GHz}$ ；采样率 $\geq 150\text{kSa/s}$ ；抖动 $\leq 250\text{fs}$ ；采样分辨率16bit。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，用户已实际采购。

1.31 高灵敏手性物质离子迁移谱与质谱联用仪

研究内容：针对生物样品分析、临床诊断和药物开发等领域对手性分子同分异构体快速识别、高灵敏高准确定量分析的需求，突破离子迁移过程模型仿真与控制、手性物质高选择性试剂制备、手性气相离子高效选择性存储、高分辨手性气相离子构型差异分析与质量分析等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的高灵敏手性物质离子迁移谱与质谱联用仪，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，实现在生命科学、临床医学和药理学等领域的应用。

考核指标：手性分子纯度检测范围 0.1%-99.9%，离子迁移谱分辨率 ≥ 300 ；手性物质分析检出限 $\leq 10^{-10}$ 摩尔/升；质谱质量分辨率 ≥ 100000 ；手性分子分析时间 ≤ 10 分钟/样品；建立手性物质数据库 1 套。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。

1.32 活细胞超分辨高速全景成像系统关键部件研发及应用

研究内容：开发具有国际竞争力的商业化国产活细胞超

分辨高速全景三维成像系统，具备荧光及无标记相位三维超分辨率成像能力；拓展成像模态产品谱系和应用范围；实现高速高灵敏度 sCMOS 相机、高分辨率高速空间光调制器件、高速高精度扫描位移台等关键核心器件国产化。开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在细胞生物学、神经科学、临床前重大疾病病理和药物筛选等领域的应用。

考核指标:高分辨率高速空间光调制器刷新速率高于 4.5 kHz，分辨率大于 2048×2048 ，实现高速照明光调制；高速高灵敏度 sCMOS 相机读出速度大于 100 帧/s@ 2048×2048 ，读出噪声低于 $1.3e$ ，量子效率大于 90%，实现高速大视场超分辨荧光图像采集；高速高精度扫描位移台闭环运动控制，光栅尺最小读数 100 nm，二轴扫描行程 $60 \times 100\text{mm}$ ，最大位移速度 100 mm/s，实现大行程、高精度、高速扫描显微成像。活细胞超分辨高速全景三维成像系统实现荧光-无标记双模态超分辨率成像，三维活细胞超分辨率成像性能：横向分辨率优于 80nm，轴向分辨率优于 200nm，三维超分辨成像速度大于 10Hz。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；在不少于 3 个领域开展示范应用。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。

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，实施年限不超过3年。

2.1 大功率端窗型X射线光管

研究内容：开发大功率（3kW和4kW）端窗型X射线光管，突破大功率散热、铍窗窗口高温焊接、X射线激发与防护、高真空焊接与保持等关键技术，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，实现在波散型X射线荧光光谱仪、大功率X射线荧光光谱仪等仪器中的应用。

考核指标：射线管耐压 ≥ 75 kV；灯丝电压范围 $\geq (6.0-13.0)$ V（AC/DC）；灯丝电流 ≥ 10 A；额定输出功率 ≥ 4 kW；窗口直径 ≥ 18 mm；铍窗厚度 ≤ 76 μ 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，经指定用户试用，满足用户使用要求。

2.2 450kV X射线源

研究内容：开发450kV X射线源，突破高真空、绝缘材料、灯丝制造、高频高压、油冷却等关键技术，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，实现在工业CT、X射线智能在线

检测系统和 X 射线拍片机等仪器中的应用。

考核指标：高压范围 30 ~ 450kV，调节精度 1kV；电流范围 0 ~ 15mA，调节精度 0.5mA，连续功率 $\geq 800\text{W}$ ；小焦点尺寸 $\leq 0.4\text{mm}$ ，大焦点尺寸 $\leq 1.0\text{mm}$ 。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，经指定用户试用，满足用户使用要求。

2.3 120kV 热场发射电子枪

研究内容：开发 120kV 热场发射电子枪，突破电子束长时间稳定发射、高压微放电抑制和超高真空保持等关键技术，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：加速电压 60 ~ 120kV（可调）；发射能量宽度 $\geq 0.8\text{eV}$ ；发射电流稳定性 $\leq \pm 0.5\text{nA/Day}$ ；真空度 $\leq 9.0\text{E-}8\text{Pa}$ 。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，经指定用户试用，满足用户使用要求。

2.4 裂解源

研究内容: 开发裂解源关键部件, 突破多温区独立控温、超高真空下突破热解氮化硼耐温极限的加热部件设计、超高真空下能预防材料沉积堵塞的阀门设计等关键技术, 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, 实现在分子束外延系统、原子层沉积设备和真空表面处理设备等仪器设备中的应用。

考核指标: 固体材料裂解源拥有 ≥ 2 个可独立控温温区, 最高裂解温度 $\geq 1200^{\circ}\text{C}$; 气体裂解源中氢分子解离 $\geq 80\%$, 氧分子解离 $\geq 80\%$, 最高工作温度 $\geq 1900^{\circ}\text{C}$; 可控束流裂解源包含 ≥ 3 个独立控温温区, 磷元素裂解后组分比值 $P2/P4 \geq 150$ 。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。

2.5 宽带半导体增益激光器

研究内容: 开发宽带半导体增益激光器, 突破半导体 InP 基增益芯片外延生长、半导体芯片微纳制备、多参数芯片自动测试、小尺寸管壳封装等关键技术, 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, 实现在光矢量网络分析仪, 相干通信解调仪, FBG 解调仪和谐振式光学陀螺仪等仪器设备中的应用。

考核指标：中心波长： $1550\text{nm}\pm 20\text{nm}$ ；3dB 带宽 $\geq 80\text{nm}$ ；单通增益 $\geq 13\text{dB}$ （ 1550nm ）；自由空间输出功率 $\geq 0.4\text{mW}$ ；工作电流 $\leq 500\text{mA}$ ；端面反射率 $\leq 0.01\%$ （空间耦合输出端）；谐振输出光功率 $\geq 10\text{mW}$ ；谐振范围 $\geq 120\text{nm}$ ；线宽 $\leq 5\text{KHz}$ 。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。

2.6 1560 nm 激光直接激发太赫兹源

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的 1550nm 激发电光导材料制备、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 $1550\text{nm} \sim 1570\text{nm}$ ，工作频率范围 $0.1 \sim 6\text{THz}$ ；动态范围 $\geq 80\text{dB}$ 。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 ≥ 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。

2.7 高分辨率电源测量模块

研究内容：开发高分辨率电源测量模块，突破高功率密度电源产生小型化、基于脉宽调制的高分辨率电源产生和测量、基于漏电流保护的 pA 级微弱电流测量等关键技术，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，实现在半导体集成电路测试仪、半导体器件伏安特性曲线测试仪等仪器中的应用。

考核指标：±60V 高分辨率电源测量模块：输出功率 20W，电压输出范围和测量范围±60V，最小分辨率 1μV，精度≤±（0.02%+50μV），电流输出和测量 0~1A，最小分辨率 1pA，精度≤±（0.03%+100pA）；±200V 高分辨率电源测量模块：输出功率 20W，电压输出范围和测量范围±200V，最小分辨率 1μV，精度≤±（0.02%+100μV），电流输出和测量最大值 1A，最小分辨率 1pA，精度≤±（0.03%+100pA）。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。

2.8 宽带射频功率放大器

研究内容：开发宽带射频功率放大器，突破高实时性高保真度设计、射频高功率脉冲电路制造工艺、高功率密度电路、宽带增益补偿及精细幅相校准算法等关键技术，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，实现在超高场动物磁共振成像仪、超高场正电子发射断层成像与磁共振一体化动物成像仪等仪器中的应用。

考核指标：峰值功率能力 $\geq 1.5\text{kW}$ （脉冲式）；工作占空比 $\geq 10\%$ ；工作频率范围 100MHz-402MHz；支持额定工作频率个数 ≥ 3 ；增益幅相波动 $\leq 1\text{dB}/15^\circ$ （40dB 动态范围内），输出功率波动 $\leq 0.3\text{dB}$ （连续 5 分钟输出）。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，经指定用户试用足用户使用要求。

2.9 正电子断层成像探测器

研究内容：开发正电子断层成像探测器，突破超精细三维编码正电子断层成像探测器设计和制造工艺、高密度数据读出电路设计及模式补偿算法等关键技术，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，实现在超高分辨率小动物 PET/CT 活体成像仪器、小动物 PET/MR 活体成像仪等仪器中的应用。

考核指标：晶体衰减时间常数 $\leq 50\text{ns}$ ；晶体长度 $\geq 10\text{mm}$ ；探测器平面分辨率 $\leq 1\text{mm}$ ；响应深度分辨率 $\leq 4\text{mm}$ ；读出专用集成电路通道数量 $\geq 32\text{ch}$ 。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。

2.10 抗辐照硅单光子探测器面阵

研究内容：开发高性能硅单光子探测面阵，突破抗辐照 SPAD 结构设计和制备、读出电路设计和制备、光学和电学封装等关键技术，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，实现在荧光光谱分析、遥感与测距仪、激光雷达等仪器中的应用。

考核指标：面阵规模 $\geq 64 \times 64$ ；像素尺寸 $50 \sim 100\mu\text{m}$ ；波长响应范围 $350 \sim 1000\text{nm}$ ；光子探测效率 $\geq 50\%$ ；暗计数 $\leq 100\text{Hz}$ ；单光子时间分辨率 $\leq 50\text{ps}$ （ 532nm ）；串扰率 $\leq 0.1\%$ ；抗辐照能力优于 $100\text{kRad}(\text{Si})$ ；死时间 $< 50\text{ns}$ ；时间测量位数 $\geq 14\text{bit}$ ，像素视场角 ≥ 8 度。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。

2.11 半导体伽马射线成像探测器

研究内容：开发半导体伽马射线成像探测器，突破半导体像素探测器设计与制备、高精度伽马射线能谱修正和反演算法、高灵敏伽马射线成像系统集成等关键技术，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，实现射线天文望远镜和伽马相机等仪器中的应用。

考核指标：能量探测范围：10KeV~3000KeV；能量分辨率 $\leq 3\%$ @122keV、能量分辨率 $\leq 1\%$ @662keV；空间分辨率（水平方向） $\leq 1\text{mm}$ ，空间分辨率（深度方向） $\leq 1\text{mm}$ ，角度分辨率 $\leq 15^\circ$ ；本征探测效率 $\geq 90\%$ （122KeV）；灵敏度 ≥ 25000 cps/MBq（122keV）。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。

2.12 微型非放射离子迁移传感器

研究内容：开发微型非放射离子迁移传感器，突破长寿命高电流密度介质阻挡辉光放电离子源制备、高分辨率微型离子栅门制备、10 μm 级抗冲击高效渗透膜制备、低吸附金属陶瓷封接离子迁移管制备、低噪声pA级微弱脉冲电流检测器设计、低功耗高压驱动电路设计等关键技术，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，实现在化学毒剂及有毒有害气体检测仪、痕量爆炸物及毒品检测仪等仪器中的应用。

考核指标：检测灵敏度 $\leq 0.5\text{mg}/\text{m}^3$ （GB）， $\leq 1\text{ng}$ （TNT）；响应时间 $\leq 7\text{s}$ （GB）， $\leq 5\text{s}$ （TNT）；电流密度 $\geq 10\text{nA}$ ；检测器噪声 $\leq 20\text{fA}/\text{Hz}0.5@1\text{kHz}$ ，增益 $\geq 1\times 10^{10}$ ；离子栅门金属丝直径 $\leq 20\mu\text{m}$ ，金属丝间距 $\leq 300\mu\text{m}$ ；渗透膜厚度 $\leq 15\mu\text{m}$ ；一体化陶瓷迁移管气密性 $\leq 20\text{Pa}$ （ 20kPa ， 10min ）；过载恢复时间 ≤ 2 分钟（GB $20\text{mg}/\text{m}^3$ ）；重量 $\leq 500\text{g}$ ；尺寸 $\leq 120\text{mm}\times 80\text{mm}\times 50\text{mm}$ ；功耗 $\leq 2\text{W}$ 。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，经指定用户试用，满足用户使用要求。

2.13 二维平面中子探测器

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 $\leq 900\mu\text{m}$ ；

具有中子和伽玛信号分辨能力,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 ≥ 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。

2.14 光谱色散式膜厚探测器

研究内容:开发光谱色散式膜厚探测器,突破毫米级大量程纳米级精度测量、千赫兹采样速率高速数字采集、恶劣环境抗震抗污性光学探头、长时大通量高速高精度厚度解算算法等关键技术,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,实现在晶圆检测系统、制程薄膜测量系统等仪器中的应用。

考核指标:厚度测量范围 $\geq 4\mu\text{m} \sim 2000\mu\text{m}$;轴向分辨率 $\leq 1\text{nm}$;横向空间分辨率 $\leq 30\mu\text{m}$;测量速率 $\geq 4000\text{Hz}$;适应于水、油、酸等液态环境使用,适应于透明和非透明材质测厚,对热、潮湿、振动不敏感。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。

2.15 光学麦克风

研究内容：开发高精度光学麦克风，突破光学声敏感元件结构设计、纳米级偏移量干涉测量、光学声敏感元件微纳加工制造、本质安全型封装等关键技术，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，实现在局部放电超声监测仪、声成像仪、光纤水听器等仪器中的应用。

考核指标：频率响应范围 10Hz-100kHz；声压灵敏度 $\geq 1\text{V/Pa}$ (1kHz)；等效噪声水平 $\leq 25\text{dBA}$ ；最大可测声压 $\geq 115\text{dB SPL}$ ，声压响应线性度 ≥ 4 个数量级；探头直径 $\leq 8\text{mm}$ ，长度 $\leq 20\text{mm}$ ；工作温度范围 $-40^\circ\text{C} \sim 80^\circ\text{C}$ 。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，经指定用户试用，满足用户使用要求。

2.16 高性能紫外成像探测器

研究内容：开发紫外高性能成像探测器，突破高增益面阵单光子计数器制备、像素级空间光调制器与单光子计数器耦合结构设计、图像高动态范围采集、低暗计数率实现等关键技术，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，实现在原子荧光光谱仪、电感耦合等离子体原子发射光谱仪等仪器中的应

用。

考核指标：光谱响应范围 $\geq 180\text{nm} \sim 320\text{nm}$ ；探测面积 $\geq 14\text{mm} \times 10\text{mm}$ ，像元数 $\geq 1024 \times 768$ 个；像元尺寸 $\leq 14\mu\text{m} \times 14\mu\text{m}$ ；动态范围 $\geq 140\text{dB}$ ；增益 $\geq 10^7$ ；暗计数率 $\leq 1\text{cps}/\text{cm}^2$ 。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 ≥ 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。

2.17 碲镉汞制冷红外探测器

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 $\geq 100\mu\text{m}^2$ ；探测响应率 $\geq 24000\text{V}/\text{W}$ ，比探测器率 $\geq 4 \times 10^{10}\text{cm}/\text{Hz}^{1/2}\text{W}^1$ ，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 ≥ 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。

2.18 电磁力配衡重量检测器

研究内容：开发电磁力配衡重量检测器，突破电磁力补偿传感器制备、带孔微小力臂结构设计、机械力与电磁力耦合、环境误差快速综合补偿等关键技术，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，实现在称重系统、孔隙与密度测量仪等仪器中的应用。

考核指标：最大称量 ≥ 500 g，重复性 ≤ 0.30 mg；最大电子称量 ≥ 100 g，重复性 ≤ 0.06 mg；称重分辨率 0.01 mg；稳定时间 ≤ 9 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 ≥ 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。

2.19 可转运磁共振成像探测阵列

研究内容：开发可转运磁共振成像探测阵列，突破无磁化机械传动装置、磁共振兼容的转运对接接口、高密度超柔性磁共振成像探测阵列、低噪声前置放大器小型化等关键技术，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，实现在高场强磁共振成像仪、正电子发射成像与磁共振一体化成像仪等仪器中

的应用。

考核指标：探测阵列中心频率 $\geq 128\text{MHz}$ ；中心频率容差 $\pm 1\%$ ；通道数 ≥ 24 ；前置放大器噪声系数 $\leq 1\text{dB}$ ；图像信噪比 $\geq 80\%$ ；柔性程度需满足自然弯折角度 ≥ 180 度；转运设备负载 $\geq 250\text{kg}$ ；部件整体运动推力 $\leq 200\text{N}$ ；部件面板运动推力 $\leq 100\text{N}$ 。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。

2.20 程控升降温与称重多功能探测器

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 ≤ 0.5 皮克；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 ≥ 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。

2.21 高灵敏度大动态范围微电流计

研究内容：开发高灵敏度大动态范围微电流计，突破超低噪声前置放大、高分辨率数模转换、无量程切换大动态范围测量等关键技术，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，实现在气溶胶法拉第杯静电计、气相色谱仪、机动车排放超细颗粒物监测仪等仪器中的应用。

考核指标：无量程切换动态范围 ≥ 100 dB；满量程下灵敏度 ≤ 0.5 fA；零点噪声 ≤ 0.4 fA(1 σ)；响应时间 ≤ 120 ms；分辨率 ≤ 1 fA (-50 pA ~ +50 pA)；24h 零点漂移 ≤ 1 fA。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。

2.22 微型比例阀

研究内容：开发微型比例阀，突破小流量微型气体流量压力调节、在各种介质上热补偿等关键技术，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，实现在全自动气相色谱 EPC、质谱仪、原子吸收光谱仪等仪器中的应用。

考核指标：响应时间 $\leq 5\text{ms}$ ；全开闭生命周期 ≥ 3 亿次；功耗 $\leq 0.5\text{w}$ ；迟滞 $\leq 5\%$ ；压力范围 0-500psi；内外部泄露 $\leq 1\text{kPa}/30\text{min}$ （300kPa-H₂）；耐受酸、碱、氟化物、磷化物、硫化物、耐颗粒、油污和水等。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 ≥ 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。

2.23 抗振动分子泵

研究内容：开发抗振动分子泵，突破分子泵小尺寸约束条件下抽气性能优化、弱刚性复杂零部件超精密加工与装配工艺、复杂苛刻工况下环境适应性、强扰动条件下超高速稳速控制等关键技术，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，实现在便携式质谱仪、桌面式质谱仪和车载质谱仪等仪器中的应用。

考核指标：抽速 $\geq 5\text{L/s}$ （针对 N₂）；压比 $\geq 10^5$ （针对 N₂）；可启动最大前级压力 $\geq 1500\text{Pa}$ ；极限真空度 $\leq 5 \times 10^{-3}\text{Pa}$ ；额定工作转速 90000rpm；额定转速运行噪音 $\leq 65\text{dB}$ ；分子泵抗瞬态冲击强度达 $\geq 20\text{g}$ ，可任意方向放置工作，工作温度范围

-20℃ ~ 56℃；启动时间 $\leq 2\text{min}$ ；重量 $\leq 1.85\text{Kg}$ ；尺寸 $\leq 175\text{mm} \times 75\text{mm} \times 135\text{mm}$ 。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，经指定用户试用，满足用户使用要求。

2.24 微焦点 X 射线准直装置

研究内容：开发微焦点 X 射线源准直装置，突破微米级点光源配套多层膜反射镜以及多狭缝系统制造、协同组装及光路调整和检验、高精度超光滑 X 射线非球面反射镜制造等关键技术，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，实现在二维广角 X 射线衍射仪、小角 X 射线散射仪、微区 X 射线衍射仪等仪器中的应用。

考核指标：X 射线非球面反射镜面形精度 $\leq 3\text{nm}$ ，表面粗糙度光滑精度 $\leq 0.3\text{nm}$ ，中频误差平滑精度 $\leq 1.5\mu\text{rad}$ ；发散 X 射线聚焦后准直度 $\leq 0.5\text{mrad}$ ，光斑尺寸 $\leq 0.5\text{mm}$ ，X 射线通量 $\geq 1.0 \times 10^8$ 光子/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 ≥ 5000 小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。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。

2.25 宽频带同轴开关

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 ≤ 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 ≤ 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 ≤ 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 ≥ 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。

2.26 毫米波隔离器

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 90GHz-140GHz，插入损耗 $\leq 3\text{dB}$ ，隔离度 $\geq 18\text{dB}$ ；工作频率范围 110GHz-170GHz，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 ≥ 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。

2.27 宽频带微型化双定向耦合器

研究内容：开发宽频带微型化双定向耦合器，突破定向耦合器综合集成设计、微细精密加工、精密封装与装配、阻抗匹配转换等关键技术，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，实现在宽频带矢量网络分析仪、信号发生器等测量仪器中的应用。

考核指标：宽频带双定向耦合器：工作频率 10MHz-110GHz；方向性 $\geq 15\text{dB}$ ；插入损耗 $\leq 5\text{dB}$ ；回波损耗 $\leq -15\text{dB}$ ；外形尺寸 $\leq 20\text{mm} \times 20\text{mm}$ (不含同轴连接器)；毫米波

双定向耦合器：工作频率 110GHz-260GHz；方向性 20dB；插入损耗 $\leq 4\text{dB}$ ；回波损耗 $\leq -15\text{dB}$ ；外形尺寸 $\leq 20\text{mm}\times 20\text{mm}$ (不含同轴连接器)。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。

2.28 扩口微通道板

研究内容：开发扩口微通道板，突破扩口工艺造成一致性差、选择性腐蚀造成锥度尺寸难以达标等关键技术，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，实现在质谱分析仪、微光像增强器和真空荷电粒子探测器等仪器中的应用。

考核指标：开口面积比 $\geq 90\%$ ，孔间距 $\leq 15\mu\text{m}$ ，斜切角 $\leq 12^\circ$ ，扩孔同心度 $\leq 0.5\mu\text{m}$ ；暗电流 $\leq 0.5\text{pA}/\text{cm}^2$ ；增益 $\geq 10^4$ （1kV）；电阻范围 10~100M Ω 。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。

2.29 热场发射电子源

研究目标：开发热场发射电子源，突破单晶钨制备、尖

端取向和形状控制、氧化锆处理、电子枪结构设计、灯丝对中控制等关键技术，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，实现在扫描电子显微镜、透射电子显微镜等仪器中的应用。

考核指标：微尖曲率半径范围 $1.2\mu\text{m} \sim 0.4\mu\text{m}$ （可控），误差 $\leq \pm 0.05\mu\text{m}$ ；阴极温度 1750 K-1800K；栅极电压 -200 ~ -600V（可调）；角电流密度 $200\mu\text{A}/\text{sr}$ ；引出电压 3-6kV（可调）；最大电子束流 $\geq 150\text{nA}$ ；电流稳定度 $\leq 1\%$ 。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 ≥ 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。

2.30 磁共振成像低温探头

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 ≥ 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） ≥ 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 ≥ 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。

2.31 X射线能谱探测器

研究内容：开发 X 射线能谱探测器，突破大面积硅漂移探测、电荷前置放大、数字多道分析、漏电流噪声抑制、真空封装等关键技术；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 射线能谱仪、电子显微能谱分析仪等仪器以及同步辐射大科学装置的应用。

考核指标：探测器尺寸 $\geq 30\text{ mm}^2$ ；能量分辨率 $\leq 127\text{ eV}$ (Mn K)；探测元素范围 Be-Am；最大输出计数率 $\geq 300\text{kcps}$ (最大输入计数率 1000kcps)；窗口材料铍、氮化硅($\leq 100\text{ nm}$)或无窗。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。

2.32 高通量生物样品真空传递装置

研究内容：开发高通量生物样品真空传递装置，突破小样品精细操作、真空低温精密运动、低温样品镀膜等关键技

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，实现在透射电镜和扫描电镜等仪器中的应用。

考核指标：最低存储温度 $\leq -160^{\circ}\text{C}$ ；真空度 $\leq 5 \times 10^{-4}\text{Pa}$ ；运动精度 $\leq 100\mu\text{m}$ ；样品存储数量 $\geq 12\text{grids}$ ；镀膜真空度 $\leq 4\text{ Pa}$ ；镀膜样品台温度 $\leq -160^{\circ}\text{C}$ 。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。

2.33 深地声学探测器

研究内容：开发具有耐高温、耐高压、高性能和高稳定性的声学探测器，突破耐高温高压材料调控、小体积低频宽带结构以及界面粘接机理和工艺等关键技术，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，实现在三维远程声波检测仪、深地超声成像测井仪等仪器中的应用。

考核指标：单极换能器(长度伸缩)：工作频带 5-20 kHz，最高耐温 $\geq 260^{\circ}\text{C}$ ，最高耐压 $\geq 200\text{ MPa}$ ；偶极换能器(弯曲振动)：工作频带 1-4.5 kHz，最高耐温 $\geq 230^{\circ}\text{C}$ ，最高耐压 $\geq 172\text{MPa}$ ；多极接收器：工作频带 1-20 kHz，最高耐温 $\geq 230^{\circ}\text{C}$ ，最高耐压 $\geq 172\text{MPa}$ ；超声换能器：工作频带 250-700

kHz，最高耐温 $\geq 205\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，最高耐压 $\geq 172\text{MPa}$ 。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 ≥ 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。

2.34 太赫兹超导混频器

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 $0.1 \sim 0.3\text{THz}$ ；中频带宽 $\geq 5\text{GHz}$ ；噪声温度 ≤ 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 ≥ 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。