

# “基础科研条件与重大科学仪器设备研发”

## 重点专项 2024 年度项目申报指南

(征求意见稿)

### 一、科学仪器

#### 1. 高端通用科学仪器工程化及应用开发

##### 1.1 高通量核酸质谱分析仪（共性关键技术）

**研究内容：**针对高通量基因信息检测需求，突破皮秒级离子激发和采集控制装置、高灵敏高分辨离子检测、固态纳米芯片开发及核酸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，同步开展相关试剂研制，开展工程化和产业化开发，实现在重点领域应用推广。

**考核指标：**质量检测范围1500Da ~ 10000Da，质量准确度 $\leq 2(m/z)$ ，质量检测限 $\leq 20\text{nmol/L}$ ，核酸上样量 $\leq 1\text{ng}$ ，单孔单次检测基因指标数量 $\geq 50$ ，位点检测准确度 $\geq 99.7\%$ ，单机单日检测通量 $\geq 3000$ 样本。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 3000$ 小时，技术就绪度不低于8级，实现在医学研究、食品安全、海关检疫、农林畜牧等2个以上领域的应用。申报发明专利 $\geq 10$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业

标准或规范 $\geq 2$ 项，登记软件著作权 $\geq 3$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

### **1.2 高分子量生物质谱分析仪（共性关键技术）**

**研究内容：**针对天然蛋白质、非共价蛋白复合物、高分子量聚集体、mRNA、DNA、大分子药物等生物高分子的成分、分子质量、带电荷数及结构的检测需求，突破高质量分子离子源、高效离子传输及分离部件、高效离子检测器、智能化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分子量生物质谱分析仪，开发相关软件和数据库，开展工程化和产业化开发，实现在重点领域应用推广。

**考核指标：**分子量分析上限8,000,000Da(质荷比上限80,000)；质谱分辨率 $\geq 50,000$ ，带电荷数分辨率为单电荷，针对直径100埃的高分子离子迁移分辨率 $\geq 70$ ，检测限 $\leq 10\text{nmol/L}$ ，重复性 $\leq 10\%RSD$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 3000$ 小时，技术就绪度不低于8级，实现在多组学研究、生物制药、医学检测等2个以上领域的应用。申报发明专利 $\geq 10$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范 $\geq 2$ 项，登记软件著作权 $\geq 3$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

### **1.3 高可靠高灵敏在线离子色谱分析仪（共性关键技术，青岛市部市联动）**

**研究内容：**针对水体或大气中常量至超痕量阴/阳离子连续、

稳定、灵敏检测的需求，突破复杂基体前处理、高辐照及强基体干扰环境下的色谱分离技术、智能诊断及故障自动识别修复等关键技术，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可靠高灵敏在线离子色谱分析仪，开发相关软件和数据库，开展工程化和产业化开发，实现在重点领域应用推广。

**考核指标：**色谱泵最大耐压  $\geq 50\text{Mpa}$ ，流速范围  $0.001 \sim 5\text{mL/min}$ ，流量精度  $\leq 0.05\% \text{RSD}$ ，检测下限  $\leq 0.1\mu\text{g/L}$ （以  $\text{Cl}^-$  计），检测偏差  $\leq 3\%$ （180天连续运行），分离度  $\geq 1.7$ （核电站一回路高硼酸样品基体），基线噪音  $\leq 0.2\text{nS/cm}$ ，基线漂移  $\leq 2\mu\text{S}/30\text{min}$ ，抑制器抑制容量  $\geq 200\mu\text{eq}$ ，检测流量范围  $0\text{-}10\text{mL/min}$ ，电导率检测范围  $0.01\mu\text{S/cm} \text{-} 2\text{mS/cm}$ ，分辨率  $\leq 0.001\mu\text{S/cm}$ ，具有消除自在生氢气的功能，除氢率  $\geq 99\%$ ，无人干预连续运行时间  $\geq 720$ 小时。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$ 小时，技术就绪度不低于8级，实现在核电、军工、环境监测等2个以上领域的应用。申报发明专利  $\geq 10$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范  $\geq 2$ 项，登记软件著作权  $\geq 3$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

#### **1.4 多模态纳米分辨率显微镜（共性关键技术）**

**研究内容：**针对细胞原位纳米结构分析、微观病理学观测的需求，突破大景深复消色差成像、高精度单分子定位、活细胞三维成像等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核

心部件国产化的多模态纳米分辨率显微镜，开发相关软件和数据数据库，开展工程化和产业化开发，实现在重点领域应用推广。

**考核指标：** 三维高精度单分子定位：成像视场尺寸  $\geq 30\mu\text{m}$ ，成像深度  $\geq 10\mu\text{m}$ ，单分子定位精度  $\leq 2\text{nm}$ ，多色成像  $\geq 3$ 色；活细胞三维成像：成像视场  $\geq 100\mu\text{m}$ ，成像深度  $\geq 50\mu\text{m}$ ，横向分辨率  $\leq 200\text{nm}$ ，轴向分辨率  $\leq 250\text{nm}$ ，多色成像  $\geq 3$ 色，三维成像时间  $\leq 0.5\text{s}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$ 小时，技术就绪度不低于8级，实现在细胞生物学、神经生物学、免疫学等2个以上领域的应用。申报发明专利  $\geq 10$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范  $\geq 2$ 项，登记软件著作权  $\geq 3$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

### **1.5 线扫描共焦拉曼光谱显微镜（共性关键技术）**

**研究内容：** 针对微纳结构、应力、缺陷等多种类参数高精度快速检测需求，突破高精度线扫描共焦几何参数探测、高速线扫描共焦拉曼探测和多参数高精度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、核心部件国产化的高速线扫描共焦拉曼光谱显微镜，开发相关分析软件，开展工程化和产业化开发，实现在重点领域的推广应用。

**考核指标：** 可测样品范围  $\geq 300\text{mm}\times 300\text{mm}$ ，显微视场  $\geq 100\mu\text{m}\times 100\mu\text{m}$ （0.95NA），表面定焦分辨力  $\leq 10\text{nm}$ ，三维成像空间分辨力  $\leq 350\text{nm}\times 500\text{nm}\times 50\text{nm}$ ，光谱测量范围  $\geq 150\text{cm}^{-1}$ ，光

谱分辨力  $\leq 1.0\text{cm}^{-1}$ (785nm, 1200gr/mm), 波峰定位精度  $\leq 0.1\text{cm}^{-1}$ , 拉曼光谱成像空间分辨力  $\leq 350\text{nm}\times 500\text{nm}\times 1000\text{nm}$ , 拉曼光谱探测速度  $\geq 2800$ 条谱/分钟 (Si), 单次采集光谱  $\geq 400$ 条, 应力测量分辨力  $\leq 10\text{Mpa}$  (Si100)。项目完成后通过可靠性测试和第三方测试, 平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时, 技术就绪度不低于 8 级, 实现在半导体晶圆和先进材料等2个以上领域的应用。申报发明专利  $\geq 10$ 项, 形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范  $\geq 2$ 项, 登记软件著作权  $\geq 3$ 项, 经用户试用, 满足用户使用要求。

### 1.6 超快门控单光子光学相机 (共性关键技术)

**研究内容:** 针对聚变等离子体、航空发动机燃烧场等高速运动目标对超快高分辨光学成像的需求, 突破百皮秒级脉冲高压电子快门、大面阵图像高分辨增强成像、高灵敏度宽谱响应阴极封装以及高精度时序控制等关键技术, 开展强辐射环境下关键器件失效模式与整机可靠性提升方法研究, 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快门控单光子光学相机, 开发相关分析软件, 开展工程化和产业化开发, 实现在重点领域的应用推广。

**考核指标:** 时间分辨  $\leq 200\text{ps}$ ; 空间分辨  $\geq 40\text{lp/mm}$ , 记录面尺寸  $\geq 10\text{mm}\times 8\text{mm}$ ; 光谱响应范围覆盖200nm-850nm, 峰值响应量子效率  $\geq 20\%$ ; 时间抖动  $\leq 35\text{ps}$ ; 关键器件失效分析的辐照

源覆盖中子和伽马，MTBF  $\geq 3000$ h。项目完成后通过可靠性测试和第三方测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级，实现在激光聚变实验、航空发动机测试和激光增材制造等2个以上领域的应用。申报发明专利  $\geq 10$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范  $\geq 2$ 项，登记软件著作权  $\geq 3$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

### 1.7 高能激光微光斑动态特性测量仪（共性关键技术）

**研究内容：**针对高能激光微光斑形貌、位置、传输参数动态特性等测量需求，突破高能激光微光斑无损探针传感器设计与制备、大动态范围微位移平移—旋转扫描控制与反馈补偿、微光斑扫描光功率的快速测量等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的高能激光微光斑动态特性测量仪，开展工程化和产业化开发，实现在重点领域应用推广。

**考核指标：**功率范围30 ~ 25000W，波长范围400 ~ 1700nm，光束尺寸100 ~ 3000 $\mu$ m，最大光功率密度  $\geq 10$ MW/cm<sup>2</sup>（1070nm、5kW）、 $\geq 6$ MW/cm<sup>2</sup>（1070nm、20kW），最大光束发散角  $\leq 200$ mrad，xy方向工作范围  $\geq 8$ mm $\times$ 8mm，z轴最大移动距离  $\geq 120$ mm，探针旋转最大速度  $\geq 7500$ rpm，扫描分辨率  $\leq 32\times 32 \sim 1024\times 1024$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$ 小时，技术就绪度不低于8级，实现在激光器、激光加工、激光装备等2个以上领域的应用。申报发明专

利 $\geq 10$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范 $\geq 2$ 项，登记软件著作权 $\geq 3$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

### **1.8 环境多参数剖面激光相干测量仪（共性关键技术，青岛市部市联动）**

**研究内容：**针对生态环境、海洋资源勘探开发、工业生产与城市应急管理、重大自然灾害防控等对环境多要素的高精度在线监测需求，突破宽波段激光稳频、高速调制解调、弱信号相干光学检测、高灵敏度干涉测量等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的环境多参数剖面激光相干测量仪，开展工程化和产业化开发，实现在重点领域应用推广。

**考核指标：**光谱范围440nm-1650nm不少于三个典型激光波段，线宽 $\leq 20\text{kHz}$ ，相对强度噪声 $\leq -115\text{dB/Hz}$ （200kHz），解调响应速率 $\geq 25\text{kHz}$ ；水下最大探测距离 $\geq 3\text{Kd}$ （水体介质）或 $\geq 150\text{m}$ （光纤介质），水体探测空间分辨率 $\leq 0.5\text{m}$ ，温度测量精度 $\leq 0.03\text{K}$ ，盐度测量精度 $\leq 0.005\%$ ；空气探测距离 $\geq 1\text{km}$ ，垂直分辨率 $\leq 50\text{m}$ ，甲烷测量精度 $\leq 1\%$ ，二氧化碳测量精度 $\leq 0.5\%$ ，气流速度测量误差 $\leq 0.5\text{m/s}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 3000$ 小时，技术就绪度不低于8级，实现在生态环境遥感监测、海洋水体遥感监测、工业园区环境监测等2个以上领域的应用。申报发明专利 $\geq 10$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范 $\geq 2$ 项，登记软件著作权 $\geq 3$

项，经用户试用，满足用户使用要求。

### 1.9 光纤参数综合测量仪（共性关键技术）

**研究内容：**针对密集波分复用光纤通信、光纤陀螺、高能光纤激光器、相干光通信、光纤传感等领域对光纤几何参数、传输特性参数的测试需求，突破光纤端面数字图像边缘提取与标定、高精度大动态光纤远场信号大动态线性采集、高速精密扫描等关键技术，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参数综合测量仪，开展工程化和产业化开发，实现在重点领域应用推广。

**考核指标：**涂覆层直径测量范围 $100\mu\text{m}\sim 600\mu\text{m}$ ，测量精度 $\leq 0.5\mu\text{m}$ ；包层测量范围 $80\mu\text{m}\sim 500\mu\text{m}$ ，测量精度 $\leq 0.3\mu\text{m}$ ；芯径直径测量范围 $5\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$ ，测量精度 $\leq 0.3\mu\text{m}$ ；光纤远场角扫描范围 $-60^\circ\sim +60^\circ$ ，远场角扫描精度 $\leq 0.2^\circ$ ，远场分布测量动态范围 $\geq 50\text{dB}$ ，远场分布测量线性度 $\leq 1.8\%$ ；光纤模场直径测量范围 $6\mu\text{m}\sim 15\mu\text{m}$ ，光纤模场直径测量精度 $\leq 1\%$ ；截止波长测量范围 $1000\text{nm}\sim 1540\text{nm}$ ，截止波长测量精度 $\leq 1\%$ ，谱损耗测量精度 $\leq 0.02\text{dB/km}$ (1550nm波段)。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 3000$ 小时，技术就绪度不低于8级，实现在光纤骨干通信网络、光纤传感、高能光纤激光器等2个以上领域的应用。申报发明专利 $\geq 10$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范 $\geq 2$ 项，登记软件著作权 $\geq 3$ 项，经用户试

用，满足用户使用要求。

### 1.10 惯性主轴空间位姿超精密测量仪（共性关键技术）

**研究内容：**针对大型精密回转装备惯性物理量超精密测量与调控需求，突破惯性主轴倾角与偏移超精密测量、偏置误差辨识与补偿、多级转毂惯性主轴多源误差调控、大承载超精密仪器回转基准等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的惯性主轴空间位姿超精密测量仪，开展工程化和产业化开发，实现在重点领域的应用推广。

**考核指标：**惯性主轴倾角测量范围 $\sim 100'$ ，倾角测量误差 $\leq 0.1'$ ，惯性主轴偏移测量范围： $0\sim 1\text{mm}$ ，偏移测量误差 $\leq 10\mu\text{m}$ ，偏置误差测量范围 $0\sim 3\text{mm}$ ，测量分辨力 $\leq 80\text{nm}$ ，多级转毂惯性主轴误差传递模型预测准确性 $\geq 80\%$ ，惯性主轴误差相位调控准确性 $\geq 90\%$ ；仪器测量基准径向回转误差 $\leq 0.1\mu\text{m}$ ，轴向回转误差 $\leq 0.1\mu\text{m}$ ，角摆误差 $\leq 0.1''$ ，承载 $\geq 2000\text{kg}$ ，1m高度处跳动误差 $\leq 2\mu\text{m}$ ，工作台面跳动误差 $\leq 8\mu\text{m}$ ，工作台面平面度误差 $\leq 8\mu\text{m}$ ，工作台面直径 $\geq 1000\text{mm}$ ，测量高度 $\geq 2000\text{mm}$ ，测量直径 $\geq 1600\text{mm}$ 。项目完成时应通过可靠性测试，平均故障间隔时间 $\geq 3000$ 小时，技术就绪度不低于8级，实现在高速离心机、离心压气机、空天发动机等2个以上领域的应用。申报发明专利 $\geq 10$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范 $\geq 2$ 项，登记软件著作权 $\geq 3$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

### **1.11 扫描式高灵敏度微弱磁学特性检测仪（共性关键技术）**

**研究内容：**针对岩石样本微弱磁性及其分布的高灵敏度、高空间分辨率检测需求，突破室温样品高精度平面矢量磁场分布测量、检测探头低温制冷、磁学特性高分辨率扫描检测、高精度矢量磁矩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、核心部件国产化的扫描式高灵敏度微弱磁学特性检测仪，开展工程化和产业化开发，实现在重点领域应用推广。

**考核指标：**扫描范围  $\geq 30\text{mm} \times 30\text{mm}$ ，空间分辨率  $\leq 80\mu\text{m}$ ，重复定位精度  $\leq 1\mu\text{m}$ ，脉冲磁化场峰值  $\geq 1\text{T}$ 且可调，交流退磁场峰值  $\geq 0.5\text{T}$ 且可调，检测磁场灵敏度  $\leq 1.5\text{pT/Hz}^{1/2}$ ，磁矩检测灵敏度  $\leq 1.0 \times 10^{-14} \text{Am}^2$ ，磁矩方向偏差  $\leq 2^\circ$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$ 小时，技术就绪度不低于8级，实现在地质勘探、材料科学和深空探测等2个以上领域的应用。申报发明专利  $\geq 10$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范  $\geq 2$ 项，登记软件著作权  $\geq 3$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

### **1.12 高性能5G核心网仿真测试仪（共性关键技术）**

**研究内容：**针对重大网络事故场景下5G核心网网元级模拟仿真、高并发及大带宽业务场景试验验证、网络流量智能感知检测等需求，突破5G核心网媒体面高性能转发、海量并发用户模拟和基站仿真、面向5G核心网功能的分布式容器化部署机制、5G核心

网数据智能网络流量感知和安全检测、5G核心网事故场景模拟仿真等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的高性能5G核心网仿真测试仪，开展工程化和产业化开发，实现在重点领域应用推广。

**考核指标：**开发5G核心网仿真系统1套，支持媒体面总带宽 $\geq 200\text{Gbps}$ ，支持完整的5GC网元及网元之间接口协议仿真，支持用户接入、会话管理、IMS语音业务等业务场景和业务流程模拟，支持单一和多个核心网功能集成嵌入容器进行仿真功能。开发5G用户接入仿真系统1套，支持仿真并发在线用户数 $\geq 1000$ 万，支持每秒用户上线数 $\geq 10000$ 个，支持仿真基站数 $\geq 60000$ 个。开发5G核心网数据智能网络流量感知和安全检测验证系统1套，支持典型任务场景下网络流量智能化监控，支持异常检测最小可测延迟小于1毫秒。开展5G核心网仿真测试仪产业化及应用示范，支持与实网设备互联互通，覆盖至少5类网络事故场景。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 1000$ 小时，技术就绪度不低于8级，实现在通信网络运行事故推演复现、极端事故场景模拟仿真、重大变更操作方案验证等2个以上领域的应用。申报发明专利 $\geq 8$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范 $\geq 3$ 项，登记软件著作权 $\geq 4$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

### **1.13 半导体功率器件多参数综合测试仪（共性关键技术）**

**研究内容:** 针对SiC、GaN和IGBT等半导体功率器件性能参数测试需求, 突破kV/kA级大功率激励信号产生、抗强电磁干扰信号调理、瞬态激励条件下电性能参数快速表征、半导体功率器件状态判别等关键技术, 开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的半导体功率器件多参数综合测试仪, 开发相关软件和数据库, 开展工程化和产业化开发, 实现在重点领域应用推广。

**考核指标:** 电流测试范围-1000A ~ +1000A, 电流测试分辨率10fA, 电压测试范围-3000V ~ +3000V, 电压测试分辨率2 $\mu$ V, 最大测试峰值功率15kW, 最大测试频率1kHz ~ 5MHz, 频率测试分辨率10mHz, 最短测试脉冲宽度10 $\mu$ s, 导通电阻测试分辨率优于1 $\mu$  $\Omega$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方测试, 平均故障间隔时间 $\geq$ 3000小时, 技术就绪度不低于8级, 实现在新能源汽车、电力机车、电气控制、电力设备、医疗设备等2个以上领域的应用。申报发明专利 $\geq$ 10项, 形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范 $\geq$ 2项, 登记软件著作权 $\geq$ 3项, 经用户试用, 满足用户使用要求。

#### **1.14 浅海复杂环境水下多微弱物理量测试仪(共性关键技术)**

**研究内容:** 针对海洋复杂环境下微弱多物理量探测灵敏度低、测量平台干扰大、背景噪声强、微弱特征提取难等问题, 突破水下目标电-磁-声-压多物理量近零频率测量、抗扰高效率动态部署

与动静节点分布式协同布置、微弱信号高分辨率与抗干扰同步采集等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的浅海复杂环境水下多微弱物理量测试仪，开发相关软件和数据库，开展工程化和产业化开发，实现在重点领域应用推广。

考核指标：电参数测量范围 $-10\text{mV/m} \sim +10\text{mV/m}$ ，分辨率 $\leq 10\text{nV}$ ，测试带宽 $\geq \text{DC}-3\text{kHz}$ ；磁参数测量范围 $-100\mu\text{T} \sim +100\mu\text{T}$ ，分辨率 $\leq 0.1\text{nT}$ ，测试带宽 $\geq \text{DC}-3\text{kHz}$ ；声参数测试声级范围 $110\text{dB} \sim 170\text{dB}$ ，精度 $\leq \pm 3\text{dB}$ ，测试带宽 $\geq 2\text{Hz} \sim 20\text{kHz}$ ；水压场分辨率 $\leq 10\text{Pa}$ ，测试带宽 $\geq \text{DC}-0.5\text{Hz}$ ；实现 $-15\text{dB}$ 低信噪比下电-磁-声-水压等多物理参数测试，动节点动态部署速度 $\geq 10\text{km/h}$ ，平台抗扰自由度6个。项目完成时通过可靠性测试和第三方测试，平均故障间隔时间 $\geq 3000$ 小时，技术就绪度不低于8级，实现在浅海目标探测、水下资源勘测、水下通信与导航等2个以上领域的应用。申报发明专利 $\geq 10$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范 $\geq 2$ 项，登记软件著作权 $\geq 3$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

### **1.15 极低温强磁场扫描探针显微镜（共性关键技术）**

**研究内容：**针对纳米结构构筑与物性表征、量子态探测与调控等测量需求，突破极低震动无液氦制冷、高刚性扫描探头、无液氦型超导磁体、连续制冷外循环气路、亚开尔文强磁场扫描探

针显微成像等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的极低温强磁场扫描探针显微镜，开发相关软件和数据库，开展工程化和产业化开发，实现在重点领域应用推广。

**考核指标：**第一级制冷（He4）温度 $\leq 2\text{K}$ ，第二级制冷（He3）最低温度 $\leq 500\text{mK}$ ，温度稳定性 $\leq \pm 1\text{mK}$ ，水平温度漂移 $\leq 100\text{pm/h}$ ，垂直温度漂移 $\leq 50\text{pm/h}$ ，垂直方向噪音水平 $\leq 2\text{pm}$ ，最小可扫图隧穿电流 $\leq 2\text{pA}$ ，扫描头支持独立电极个数 $\geq 5$ ，垂直样品方向最大磁场 $9\text{T}$ ，低温扫描范围 $\geq 1.5\mu\text{m} \times 1.5\mu\text{m} \times 0.4\mu\text{m}$ ，原子力显微功能稳定振幅 $\leq 50\text{pm}$ ，原子力显微功能Q值 $\geq 50000$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方测试，平均故障间隔时间 $\geq 3000$ 小时，技术就绪度不低于8级，实现在低温超导、量子态表征与量子信息存储、半导体材料等2个以上领域的应用。申报发明专利 $\geq 10$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范 $\geq 2$ 项，登记软件著作权 $\geq 3$ 项，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

### 2.1 细聚焦氦离子源（共性关键技术）

**研究内容：**开发细聚焦氦离子源，突破氦离子源静电透镜设计和参数拟合等关键技术，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，开展工程化和产业化开发，实现在重点仪器上应用推广。

**考核指标：**实现静电透镜聚焦的氦离子源工作模式，氦离子

加速电压1kV~10kV可调，离子束聚焦斑点尺寸 $\leq 100\text{nm}$ ，离子电流密度 $\leq 10\text{mA}/\text{cm}^2@100\text{nm}$ ，离子源稳定工作时间 $\geq 100$ 小时。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级，应用于高精度纳米氩离子减薄仪、纳米氩离子抛光仪等2种以上仪器。申报发明专利 $\geq 3$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范 $\geq 1$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

## 2.2 光纤耦合间接电子探测器（共性关键技术）

**研究内容：**开发光纤耦合间接电子探测器，突破荧光材料优化、CMOS 芯片光纤耦合等关键技术，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，开展工程化和产业化开发，实现在重点仪器上应用推广。

**考核指标：**相机芯片像素数量 $\geq 2048 \times 2048$ ，像素 $\leq 10\mu\text{m}$ ，光纤耦合1:1，MTF $\geq 0.2$ （ $1/2\text{Nyquist}$ ），120kV荧光材料转化效率单电子信噪比 $\geq 3:1$ ，相机帧率 $\geq 30\text{fps}$ ，坏点 $\leq 30$ 个且无大于 $3 \times 3$ 的坏点团簇。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级，应用于120kV透射电子显微镜和冷冻电子显微镜等2种以上仪器。申报发明专利 $\geq 3$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范 $\geq 1$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

## 2.3 伽马射线飞行时间阵列探测器（共性关键技术）

**研究内容:** 开发伽马射线飞行时间阵列探测器, 突破高时间分辨率、高空间分辨率的闪烁晶体阵列和光电传感器阵列的光学设计和制造工艺、高速时间信号提取和时间数字转换 (TDC) 等关键技术, 形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品, 开展工程化和产业化开发, 实现在重点仪器上应用推广。

**考核指标:** 闪烁晶体长度  $\geq 20\text{mm}$ , 闪烁晶体截面边长  $\leq 2\text{mm}$ , 闪烁晶体阵列大小  $\geq 8 \times 8$ , 探测器长度方向分辨率  $\leq 5\text{mm}$ , 探测器阵列解码分辨率  $\leq 2\text{mm}$ , TDC分辨率 (FWHM)  $\leq 10\text{ps}$ , 全局时钟jitter  $\leq 5\text{ps}$ , 双探测器符合时间分辨率 (FWHM)  $\leq 100\text{ps}$ 。项目完成时应通过可靠性测试, 项目完成时应通过可靠性测试, 平均故障间隔时间  $\geq 5000$ 小时, 技术就绪度达到9级, 应用于小型动物PET和人体脑部PET等2种以上仪器。申报发明专利  $\geq 3$ 项, 形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范  $\geq 1$ 项, 经用户试用, 满足用户使用要求。

#### **2.4 新型 $^3\text{He}$ 替代中子探测器 (共性关键技术)**

**研究内容:** 开发新型 $^3\text{He}$ 替代中子探测器, 突破大面积、高效率、低功耗阵列结构探测器制备、全覆盖阵列读出、中子远距离成像和定位等关键技术, 形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品, 开展工程化和产业化开发, 实现在重点仪器上应用推广。

**考核指标:** 中子探测效率  $\geq 70\%$  ( $4\text{\AA}$ ), 位置分辨率  $\leq 1\text{mm}$ ,

信号响应时间 $\leq 1\mu\text{s}$ ，有效探测面积 $\geq 1\text{m}^2$ ，伽马信号误判率 $\leq 1/10^6$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级，应用于核安全成像仪和核装置废物监测仪等2种以上仪器。申报发明专利 $\geq 3$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范 $\geq 1$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

### **2.5 耐高压水中溶解气体探测器（共性关键技术）**

**研究内容：**开发耐高压水中溶解气体探测器，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，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，开展工程化和产业化开发，实现在重点仪器上应用推广。

**考核指标：**溶解氧的测量范围 $2\text{ppb} \sim 500\text{ppm}$ ，溶解氢的测量范围 $0\text{ppm} \sim 10\text{ppm}$ ，精度：读数的 $\pm 1\%$ 或低测量范围全量程的 $\pm 1\%$ （取大者），适用温度范围 $0^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ ，适用压力范围 $0\text{bar} \sim 100\text{bar}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级，应用于溶解氧分析仪、溶解氢分析仪等2种以上仪器。申报发明专利 $\geq 3$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范 $\geq 1$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

### **2.6 超低噪声光谱探测器（共性关键技术）**

**研究内容:** 开发超低噪声光谱探测器, 突破光电探测、暗电流抑制、噪声抑制等关键技术, 形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品, 开展工程化和产业化开发, 实现在重点仪器上应用推广。

**考核指标:** 光谱范围  $\geq 600\text{nm} \sim 900\text{nm}$ , 像素数  $\geq 2000 \times 256$ , 像素尺寸  $\leq 15\mu\text{m} \times 15\mu\text{m}$ , 光谱最大采集频率  $\geq 30\text{Hz}$ , 峰值量子效率  $\geq 80\%$ ; 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  $\leq 3\text{e}^- (\text{rms})$ , 最大寄存器阱深  $\geq 30000\text{e}^-$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试, 平均故障间隔时间  $\geq 5000$ 小时, 技术就绪度达到9级, 应用于化学分子光谱原位检测仪器、生物荧光光谱分析仪器等2种以上仪器。申报发明专利  $\geq 3$ 项, 形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范  $\geq 1$ 项, 经用户试用, 满足用户使用要求。

## 2.7 分光干涉型厚度测量模块 (共性关键技术)

**研究内容:** 开发分光干涉型厚度测量模块, 突破高精度光谱色散干涉、高精度光源调制、高速数据采集处理等关键技术, 形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品, 开展工程化和产业化开发, 实现在重点仪器上应用推广。

**考核指标:** 参考距离9mm, 测量范围0.01mm ~ 1.0mm, 线性度  $\leq \pm 0.3\mu\text{m}$ , 分辨率  $\leq 0.01\mu\text{m}$ , 输出频率  $\geq 10\text{Hz}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试, 平均故障间隔时间  $\geq 5000$ 小时,

技术就绪度达到9级，应用于三维形貌测量仪、厚度与膜厚测量仪等2种以上仪器。申报发明专利 $\geq 3$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范 $\geq 1$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

### 2.8 超高灵敏动态磁扭矩探测器（共性关键技术）

**研究内容：**开发超高灵敏动态磁扭矩探测器，突破高信噪比悬臂梁的位移与振动测量、测量探头小型化，样品转角测量等关键技术，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，开展工程化和产业化开发，实现在重点仪器上应用推广。

**考核指标：**悬臂梁弹性系数 $\leq 1\text{mN/m}$ ，室温高真空下品质因子 $> 10000$ ；工作温度范围 $2\text{K} \sim 300\text{K}$ ，测量样品转角范围 $\pm 90^\circ$ ；动态磁扭矩测量灵敏度 $\leq 4 \times 10^{-15}\text{N}\cdot\text{m}$ ，磁矩测量灵敏度 $\leq 1 \times 10^{-15}\text{A}\cdot\text{m}^2$ ；测量速度 $\leq 1$ 秒/数据点，测量杆直径 $\leq 30\text{mm}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级，应用于综合物性测量系统（PPMS）系统、大科学装置45T混合磁体等2种以上仪器。申报发明专利 $\geq 3$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范 $\geq 1$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

### 2.9 光学数字微镜器件（共性关键技术）

**研究内容：**开发光学数字微镜器件，突破微纳尺度结构形变与光场耦合协同调控、微镜器件快速光电调控、片上大面积结构形变可控的三维纳米制备、衍射噪声抑制等关键技术，形成具有

自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，开展工程化和产业化开发，实现在重点仪器上应用推广。

**考核指标：**波长范围  $\geq 450\text{nm} \sim 1700\text{nm}$ ，特征调制频率  $\geq 100\text{kHz}$ ，像素尺寸  $\leq 5\mu\text{m}$ ，阵列像素数目  $\geq 800 \times 600$ ，微镜倾斜度  $\geq \pm 12^\circ$ （相对于器件平面）。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级，应用于共焦显微镜、成像光谱仪等2种以上仪器。申报发明专利  $\geq 3$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范  $\geq 1$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

## 2.10 高精度可调谐光学滤波器（共性关键技术）

**研究内容：**开发高精度可调谐窄带光学滤波器，突破大范围快速调谐、超窄滤波带宽、高稳定滤波波长控制等关键技术，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，开展工程化和产业化开发，实现在重点仪器上应用推广。

**考核指标：**滤波带宽  $\leq 2\text{GHz}$ （3dB），带内光插损  $\leq 3.5\text{dB}$ ，波长调谐范围  $\geq 1\text{nm}$ ，波长调谐速度  $\leq 100\mu\text{s}/\text{nm}$ ，滤波波长稳定度  $\leq 1\text{pm}/\text{小时}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级，应用于光纤解调仪、微波光子传输仪等2种以上仪器。申报发明专利  $\geq 3$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范  $\geq 1$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

## 2.11 电化学流体通道电极（共性关键技术）

**研究内容：**开发电化学流体通道电极，突破流场稳定性、电极表面修饰、电极模块化更换、通道电极加工制造、载流子激发和检测等关键技术，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，开展工程化和产业化开发，实现在重点仪器上应用推广。

**考核指标：**流体速度可控范围 $0.01\text{mL}/\text{min} \sim 10\text{mL}/\text{min}$ ；电流可控范围优于 $1\text{nA} \sim 500\text{mA}$ ，电流灵敏度 $\geq 1\text{nA}$ ，信噪比 $\geq 0.1\text{nA}$ ，光生载流子动力学探测时间灵敏度 $\geq 1\text{ps}$ ，空间分辨率 $\leq 1\mu\text{m}$ ，工作范围优于 $-40^\circ\text{C} \sim 80^\circ\text{C}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级，应用于瞬态荧光吸收谱仪、交流阻抗仪等2种以上仪器。申报发明专利 $\geq 3$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范 $\geq 1$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

## 2.12 生物全组织三维成像前处理装置（共性关键技术）

**研究内容：**开发高通量大尺寸珍稀生物样品三维成像前处理系统，突破大尺寸哺乳动物和人源珍稀生物样品的组织异质性光散射、快速制备、多轮重复标记等关键技术，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，开展工程化和产业化开发，实现在重点仪器上应用推广。

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

个 $1\text{cm}\times 1\text{cm}\times 1\text{cm}$ 或 $\geq 2$ 个 $5\text{cm}\times 5\text{cm}\times 5\text{cm}$ 样品制备或染色；独立程控各样本仓温度、试剂及进程，设置 $4^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 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 $\leq 5$ 天；成像深度 $\geq 1.5\text{cm}$ ，样本透明化程度 $\geq 90\%$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级，应用于超高分辨显微镜、双光子显微镜等2种以上仪器。申报发明专利 $\geq 3$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范 $\geq 1$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

### **2.13 固体样品直接进样器（共性关键技术）**

**研究内容：**开发固体样品直接进样器，突破固体样品纳米级气溶胶生成、固体样品高空间分辨率精准定位进样、全自动选区与路径规划等关键技术，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，开发多功能全自动进样控制软件，开展工程化和产业化开发，实现在重点仪器上应用推广。

**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 $\leq 1\text{L}/\text{min}$ ，进样最小空间分辨率 $\leq 1\mu\text{m}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级，应用于电感耦合等离子体光谱仪、电感耦合等离子体质谱仪等2种以上仪器。申报发明专利 $\geq 3$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业

标准或规范 $\geq 1$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

#### **2.14 超光滑特种反射元件（共性关键技术）**

**研究内容：**开发超光滑特种合金反射镜，突破特种合金反射元件稳定化处理、超光滑抛光、高精度检测等关键技术，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，开展工程化和产业化开发，实现在重点仪器上应用推广。

**考核指标：**基体材料：特种铝合金、特种铜合金,反射面改性材料：镍磷合金；反射器件口径 $\geq 200\text{mm}$ ,波长 $193\text{nm}$ 、 $248\text{nm}$ ,中频面形偏差（ $1\mu\text{m} \leq \text{空间周期} \leq 1\text{mm}$ ） $\leq 1\text{nm}$ （rms）,高频面形偏差（空间周期 $\leq 1\mu\text{m}$ ） $\leq 0.5\text{nm}$ （rms）,反射率优于 $98\%$ （ $248\text{nm}$ ）,优于 $97.5\%$ （ $193\text{nm}$ ）。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级，应用于晶圆缺陷检测设备光源系统、晶圆缺陷检测设备照明系统等2种以上仪器。申报发明专利 $\geq 3$ 项，形成国际、国家、行业、团体、企业标准或规范 $\geq 1$ 项，经用户试用，满足用户使用要求。

## **二、科研试剂**

### **3. 高端化学试剂研制**

#### **3.1 先进高分子材料研发用关键单体试剂（共性关键技术）**

**研究内容：**开展耐高/低温弹性密封、高频低介电、耐高温热防护等先进高分子材料制备所需含氟化合物、含硅化合物、二胺、二酐、双马来酰亚胺、邻苯二甲腈、苯并环丁烯等关键单体试剂

小批量稳定制备技术研究，建立系列关键单体试剂批量制备能力示范，形成具有我国自主知识产权的关键单体试剂制备技术体系，保障航空航天、电子信息等高新技术领域对先进高分子材料不断突破自身性能极限的研发需求。

**考核指标：**形成20种以上具有自主知识产权的先进高分子单体试剂（弹性密封材料制备用单体纯度 $\geq 99.9\%$ ，水分 $\leq 100\text{ppm}$ ；高频低介电材料制备用单体纯度 $\geq 99\%$ ，金属杂质含量 $\leq 10\text{ppm}$ ；耐高温热防护材料制备用单体纯度 $\geq 98\%$ ，金属杂质含量 $\leq 100\text{ppm}$ ）制备技术体系，形成5-10种高品质单体百公斤级/批次规模制备能力。以相关单体制备的氟硅弹性体实现 $-130\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 弹性密封体系全覆盖，低介电树脂满足40GHz下介电损耗小于0.003使用要求，耐高温树脂满足耐500 $^{\circ}\text{C}$ 以上高温防护需求。形成基于国产原料的高品质关键单体试剂全流程制备工艺技术及考核评价能力，申请发明专利不少于20项，制定企业标准5-10项，申报行业或国家标准不少于2项。

#### **4. 应用于重大疾病诊断的生物学试剂创制与应用**

##### **4.1 X射线/荧光医学CT 造影剂标准化研究（共性关键技术）**

**研究内容：**针对以X射线/荧光医学CT成像技术在消化道肿瘤、心脑血管疾病等的早期筛查、成像诊断与精准治疗应用领域的标准化试剂开发为目标，开展高灵敏度、高分辨率和高安全性的X射线/荧光医学CT诊断试剂的质控特性标准研究。探索试剂主要

成分的靶向结合能力、细胞毒性等功能特性的科学测量体系，研制多尺度、多模态的X射线/荧光医学CT成像诊断与治疗性能的典型代表性功能纳米材料标准样品/标准物质/评测装置，并基于此制定规范标准。

**考核指标：**研制2~3种消化道肿瘤（结直肠癌、食管癌、肝癌等）的X射线/荧光医学CT探针试剂，肿瘤最佳成像效果不低于市售碘基造影剂（例碘美普尔或碘帕醇），或同等成像效果所需高Z元素摩尔浓度低于碘基造影剂的碘元素摩尔浓度；研制出2~3种CT探针用于心脑血管疾病（动脉粥样硬化、动脉内膜撕裂、夹层等）诊断试剂；开发1种高Z元素CT造影剂，完善生产工艺并实现造影剂中试生产（100L规模），发展上述配套标准试剂3项以上，形成标准或规范不少于3项；完成第三方检测并申报医疗器械注册证书1~2项；X射线/荧光CT影像质量关键参数测量装置探测灵敏度 $\leq 0.5\%$ ，完成CT造影剂在CT影像设备的应用评估。

### 三、实验动物

#### 5. 实验动物资源创制与评价

##### 5.1 肠道菌群与疾病相关性研究的实验动物模型创建与应用研究（共性关键技术）

**研究内容：**以无菌动物和悉生动物为基础，采用基因编辑、细胞移植、菌群移植或手术造模等技术，创建自身免疫或肿瘤免疫药物耐受、代谢性疾病和神经性疾病等与肠道菌群密切关联的

疾病实验动物模型。建立相关疾病特定肠道菌生理病理功能的评价技术体系。开展实验动物模型的表型、基因与肠道微生物的整合分析，多维度解析肠道菌群与相关疾病的发生机制。利用研发的实验动物模型开展以肠道菌群为靶点的诊疗技术和产品评价研究，为临床筛查、干预和建立新的治疗手段提供数据支持。

**考核指标：**研发5~10种人或动物来源的特定肠道菌株/群密切关联的自身免疫或肿瘤免疫药物耐受、代谢性疾病和神经性疾病的实验动物模型。每种动物疾病模型至少重现2种临床表型指标，实现肠道菌群的稳定传代(菌种传代后保留率>80%)。确定每种动物疾病模型不低于30项(包括生理生化、病理、代谢表型、免疫表型等)生物学特性数据以及肠道菌群结构特征。研究肠道菌群对肿瘤免疫、自身免疫、神经免疫的作用和影响，解析2~3种肠道菌株/群调节疾病发生的作用机制。完成2~3项以肠道菌群为靶点的免疫疾病诊疗技术的研究。建立相关疾病实验动物模型的生物学数据库和特定肠道菌株/群样本库。研发的实验动物模型须提供不少于3家企业的应用证明，并实现与国家实验动物资源库的整合。

## **5.2 药物非临床安全性评价用基因编辑实验动物模型创建与标准化研究(共性关键技术)**

**研究内容：**针对我国创新型化药、疫苗在研制及上市前的潜在致癌性、神经毒性安全性评价领域“卡脖子”问题，应用基因编

辑或干细胞打靶等技术创建实验动物模型。开展外源基因的插入位点、整合后实际序列、拷贝数、表达水平等可能影响实验动物模型表型的生物学特性研究。采用多组学、图像数据融合等技术，较全面、精准解析实验动物模型可用于药物潜在致癌性和疫苗神经毒性评价的理论基础。参照国际规范开展多中心联合验证，获得关键背景数据和真实表型数据。建立实验动物模型肿瘤谱等生物学特性数据库和生物样本库。实现实验动物模型资源共享和国产化替代。

**考核指标：**创建2~3种适用于药物潜在致癌性、疫苗神经毒性等安全性评价的实验动物模型。获得转基因在模型中的精确插入位点、拷贝数、表达谱、转基因串联模式和转基因的完整序列。完成3个周龄段（6~8周龄、19~21周龄、32~34周龄）的血液生理生化参数20项的测定（每项指标不少于15只/按性别）。建立具有单批次供应600只以上能力的标准化生产体系。基于人用药品技术要求国际协调理事会（The International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use, ICH）S1B致癌性实验设计指南，开展5~6项联合验证试验，至少1项与国外同类模型的比对实验。针对口服脊髓灰质炎疫苗（Oral polio vaccine, OPV）神经毒性评价小鼠模型，开展不少于2家的联合验证，并与经典的非人灵长类模型获得的结果进行多层次比较。申请2~3项专利。建立实验动物生物学数据

库和生物样本库，并实现与国家实验动物资源库的整合。

## 6. 实验动物应用保障体系建设

### 6.1 实验动物质量科学监管与评价技术研究(共性关键技术)

**研究内容：**针对国家科技发展新常态对实验动物科学监管的新要求，围绕实验动物资源规范化管理、生物安全与风险评估等内容，依据相关标准开展实验动物微生物和寄生虫感染调查，并结合历史数据追溯等技术手段，开展实验动物生产和使用过程中的生物安全风险分析关键技术研究。开展实验动物重要病原的生物安全控制共性技术研究，建立风险评估及控制措施的技术体系。通过对已获得行政许可和CNAS认可的实验动物机构管理能力和技术水平评估，提出我国实验动物管理新机制和新模式。

**考核指标：**完成不少于20个生产机构和20个使用机构、涵盖普通环境饲养的大动物（小型猪/实验猪、实验羊、非人灵长类动物等）和屏障环境饲养的小鼠、大鼠、鸡等不少于1000只实验动物微生物和寄生虫调查检测，与近5年的质量检测与评价数据相融合，建立科学的实验动物生产与使用的生物安全风险分析技术，形成技术报告。完成不少于10种实验动物重要病原感染的风险评估技术规范。完成不少于10项基因编辑实验动物和特色实验动物的安全风险评价技术和管理技术规范。完成对不少于20家获得行政许可和CNAS认可的实验动物机构评估，提出我国实验动物管理新机制和新模式研究报告。

## 四、科学数据

### 7. 科学数据分析挖掘技术与集成平台

#### 7.1 材料腐蚀大数据的智能分析与利用（共性关键技术）

**研究内容：**以海量多源异构材料腐蚀联网观测数据为对象，融合大数据和机器学习技术的最新进展，研究智能化数据预处理（清洗、补全）和预分析（因果推断、特征工程）方法，发展动态多环境参数耦合作用下金属材料与防护涂层腐蚀失效的预测模型与寿命评估技术，构建由领域数据-领域知识共同驱动的材料腐蚀智能分析大模型系统与利用集成平台，实现真实自然环境下材料腐蚀演化的数字孪生，支撑设施装备材料腐蚀的预测预警和防腐选材设计，并开展工程示范应用。

**考核指标：**形成面向自然环境联网观测腐蚀大数据的预处理和预分析算法体系，包括数据质量提升的关键算法至少3项，数据信噪比提升2倍以上，数据特征提取构造方法至少2项；建立适用于典型海洋及内陆环境的材料腐蚀等效加速试验和腐蚀寿命快速评估方法，腐蚀失效动态过程预测仿真模型至少2个，预测精度 $\geq 90\%$ ；构建集成数据查询、分析、预测等不同功能模块的材料腐蚀智能分析大模型系统与利用集成平台，包含不少于5个面向材料领域的知识库和不少于15种智能算法；建成描述3至5类典型材料大气腐蚀演化规律的数字孪生系统，集成2种腐蚀过程数据与10种以上耦合环境数据；至少在两个工业领域开展示范性

工程应用。

## 7.2 数据驱动的林草科学数据智能分析关键技术与应用（共性关键技术）

**研究内容：**在“数据驱动科技创新”科研新范式背景下，探索海量林草科学数据驱动的智能处理与应用模式，重点研究多源多维异构数据融合、林草领域数据产品智能解析与研制、领域大模型高效训练与推理、以及资源动态调度与弹性拓展等关键技术，构建集数据、算法和算力一体的林草科学数据智能分析平台框架；研发林草共性科学数据融合软件工具，研究耦合深度学习与机理模型的林草领域代表性参数产品全流程生产技术，开发典型场景下林草科学数据个性化研制及分析组件；突破林草大数据驱动下的科学绿化智能辅助决策全链条关键技术，解决多生态要素约束下适地适种、植被优化配置等重要技术瓶颈，聚焦林草科学数据智能应用技术在我国“三北”工程的防沙治沙三大战役等国土空间科学绿化场景的示范应用。

**考核指标：**构建林草科学数据智能应用集成平台框架1个，包含模型训练与推理、负载划分与资源调度等不少于4个功能模块，支持不少于1000个GPU模型训练，并行效率不低于30%；研发林草科学数据融合工具集1套，包含8种软件工具，支持气象（气温，降水）、土壤（相对湿度，酸碱度）、生态（水源含氧，地表蒸散发，沙化面积，水土流失面积）等不少于8种多源异构数

据的融合，数据空间分辨率不低于1km；研发典型场景下林草科学数据分析研制组件1套，研制代表性林草专题产品包括森林树种分类、森林生物量、草地生产力等不少于10种，产品真实性检验精度在75%以上；研发林草大数据驱动的科学绿化智能辅助决策工具1套，不少于3类决策模型，支持不少于300种树（灌、草）种推荐及不少于150套模式推荐；研发的软件工具和系统的相关科学数据中心部署，并在相关科研团队推广应用，在我国“三北”工程隆德县，科尔沁左翼后旗，磴口县，平凉市崆峒区，库尔勒市等不少于5个场景进行应用示范。

### 7.3 高寒区数据深度分析智能软件平台研制与应用（共性关键技术）

**研究内容：**针对国家相关重大工程建设在高寒区的基础数据供给瓶颈，开展高寒区大数据集成和数据同化软件系统研发，针对多来源、高异常、低敏感、片段化的科学数据，实现对高寒区数据的深度分析与挖掘；研发面向高寒环境数据的自动标签、清洗、辅助生成以及元数据智能抽取技术，发展人工智能技术支持的高寒区陆地数据集成与同化软件，构建AI-Ready的长时间序列、高时空分辨率的陆地关键要素数据产品；结合高寒区风、光等环境科学数据，开展高寒区新能源利用的环境、生态效应评估与精细模拟；研发高寒区多源时空数据智慧管理、多维展示与交互分析技术，构建高寒区观测-数据-模型全生存周期的一体化智能平

台，在相关科学数据中心和野外台站部署并开展示范应用。

**考核指标:**支持高寒环境观测-数据平台双向智慧链接的软件系统1套，实现观测端（含地面与遥感）边缘计算、数据质量控制和观测设备反向控制，接入数据量 $\geq 10000$ 条/秒，支持全链路纠错技术，边缘计算时间 $\leq 120$ 秒；高寒区陆地数据同化软件系统1套，产出AI-Ready陆地关键要素再分析数据集1套，时间序列 $\geq 40$ 年，空间分辨率 $\leq 5$ 公里，时间分辨率 $\leq 3$ 小时，数据量 $\geq 10$ TB；实现高寒气候区新能源利用的物候、生物量、生物多样性的观测与评估，开发光伏组件陆面模块，实现对光伏发电的水热和生态影响的精细模拟（光伏组件尺度）；支持高寒区观测-数据-模型一体化软件平台1套，支持PB级数据处理与分析，可接入观测设备 $\geq 500$ 台/套；研发的软件系统与平台在我国相关科学数据中心和高寒区野外台站（ $\geq 5$ 个）推广应用。

#### 7.4 面向基因解析与合成设计的多模态智能大模型系统研究与应用（共性关键技术）

**研究内容:**针对现有生物数据资源支撑的人工智能应用存在着数据整体规模体量不大，高质量标注数据类型单一，缺乏统一的多模态数据整合解析软件体系的现状，研发整合不同生命过程的多模态数据融合技术，解决生命科学研究中极复杂、跨维度、高动态的生命过程所带来的数据壁垒；研究融入文献注释、基因序列、表观遗传修饰等先验知识的机器学习算法，研发基于自监

督预训练的生命基础大模型软件系统；研制不同研究场景下基因表达变化的全细胞类型预测系统，并在合成生物学、再生医学，疾病靶点发现等场景进行基因、细胞及个体水平上开展基础研究到临床转化的验证与应用示范。

**考核指标：**建立一套面向生物大数据的多组学整合软件系统，可同时处理并整合涵盖至少5种哺乳动物共超过10个物种的亿级单细胞转录组、百万数量级的常规转录组、百万级表观组、十万级代谢组等原始数据，数据量超过5PB，产生高质量、标准化、多模态、面向人工智能的高效可共享数据库；开发1套用于生物先验知识提取与嵌入的深度学习计算框架，可用于有效融合3类以上多模态生物数据和5类以上先验知识并在多个下游子任务（不少于3类任务）上预测准确度较现有通用预训练模型框架提升10%以上；研发1套超十亿模型参数量，训练数据接近或达到2亿单细胞量的多组学、多物种、知识嵌入的自监督预训练数字细胞大模型预测系统，在不少于6类预测任务上的准确性达到国际领先水平（准确性指标在研发的预测系统发布时达到国际最优水平），实现不同场景下的全基因时空表达生成与重构以及细胞命运表型模拟，在单个或多个（ $\geq 2$ ）基因扰动后细胞的基因表达变化预测较目前相应方向最优的深度学习模型准确度提升20%；开发3种以上因果推断分析算法，实现推理速度较现有算法提升20%，解析10种组织器官类型在稳态和疾病状态下的关键细胞互

作机制，实现组织内不少于20种细胞类型、100个配受体网络的时空高仿真动态模拟，可验证率达70%，预测基因网络对细胞生长、代谢、凋亡等重要表型的调控轨迹，实现如干细胞命运决定、细胞生理病理状态变化等不少于3类细胞表型的基因干预调控设计，对潜在表型调控靶点的实验可验证效率提升50%，并开展不少于3个重要科学场景的基础和应用示范工程。