

“国家质量基础设施体系”重点专项 2022 年度项目申报指南

(仅国家科技管理信息系统注册用户登录可见)

“国家质量基础设施体系”重点专项目标定位是面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康，围绕科技强国、质量强国、制造强国、健康中国、数字中国等重大国家战略需求，加强国家质量基础设施体系量子化、国际化、智能化、数字化和系统化建设。本专项按照“基础研究—关键技术—集成示范”三个层次，进行全链条设计、一体化实施，围绕基础前沿和战略任务研究、关键共性技术研发、场景应用及示范三大方向部署若干重点任务。

2022 年，本重点专项拟支持 39 个研究方向，拟安排经费 5.83 亿元。其中，拟部署不超过 8 个青年科学家项目，每个项目 200 万元，拟安排国拨经费概算 1600 万元。除特殊说明外，同一指南方向下，原则上只支持 1 项，仅在申报项目评审结果相近、技术路线明显不同时，可同时支持 2 项，并建立动态调整机制，根据中期评估结果，再择优继续支持。

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 3~4 年。项目下设的课题数不超过 5 个，项

目参与单位数不超过 10 家。青年科学家项目围绕国家质量基础设施体系建设亟需，聚焦探索性科学研究和关键技术攻关，参考重要支持方向（标*的方向）组织申报，但不受研究内容和考核指标限制，论文不作为考核指标，项目不再下设课题，项目参与单位总数不超过 3 家，项目负责人年龄要求，男性年龄不超过 38 岁，女性年龄不超过 40 岁。原则上团队其他参与人员年龄要求同上。

1. 信息技术与人工智能领域 NQI 协同创新

1.1 超高清大色域激光显示关键参数评价技术及标准研究

研究内容：研究激光显示视觉效果、整机及关键器件物理特征的测量与评价关键技术，包括动态分辨率、立体色域空间、HDR（高动态范围）等关键参数主客观评价一致性，全视觉效果的激光光源、成像器件、激光显示视觉环境等设计和构建；研究激光显示标准测试图形；研究激光散斑成像及应用软件；形成散斑对比度、显示视觉效果的测量方法与验证评价体系；设计目标明确的视觉环境和观看场景，开展激光显示关键参数测量与人眼感知评价研究。

考核指标：建立超高分辨（4K/8K）、大色域（150%NTSC 以上）、HDR 影像等关键物理参数测试方法，三基色激光光源功率配比测量方法及装置，在色温 6500K 时，功率测试准确度 > 99%；形成适合激光显示的标准测试图库及不少于 5 种显示环境的视觉匹配效果测试场景，匹配准确度 > 98%；散斑测试技术新方法，

散斑对比度准确度 $> 97\%$ ；动态散斑成像检测新技术，检测帧率 $(80\sim 120)$ fps，视野范围 $\geq 20\text{cm}\times 20\text{cm}$ ；研制国家标准/行业标准（报批稿）3 项；申请发明专利 20 项，其中国际发明专利 3 项。

1.2 5G 通信终端计量与测评技术标准研究及应用*

研究内容：针对不同应用场景下工业现场的信息流动行为及特性，建立包含实时性、确定性、可靠性、安全性等要素的 5G 工业终端通信质量指标体系和一致性、互操作测试方法；研究建立 5G 终端芯片辐射和电磁敏感性的评估方法及测量装置；研究 5G 模组芯片天线的定标关键技术和传递标准；研究 5G 工业终端高清视频信号传输质量测量与定标方法；研究典型工业网络与 5G 融合的方法及映射模型，研制面向 5G 工业终端的测试工具，构建包含不同应用协议种类的 5G 工业终端通信质量测试评估系统；在典型应用场景进行应用示范。

考核指标：建立 5G 工业终端通信质量测试指标体系，构建 5G 工业网络映射模型，包含 OPC UA、Profinet 等典型的工业网络 3 种，研制国家标准/行业标准（报批稿）1 项；研制 5G 工业终端通信质量测试工具及评估系统，支持工业终端时延、抖动、可靠性、同步、通信优先级等方面的综合测试能力；研制 5G 工业终端芯片辐射与电磁敏感度测量装置 1 套，标准不确定度 $< 1\text{dB}$ ，5G 模组片上天线绝对增益测量结果的标准不确定 $< 0.5\text{dB}$ ；研制 5G 工业终端高清视频信号传输质量测量装置 1 套，测量能力覆盖码率 $> 2.97\text{Gbit/s}$ ，视频抖动标准不确定度 $< 0.05\text{UI}$ ，时延

标准不确定度 $< 0.05UI$; 申请发明专利 10 项; 在使用工业机器人、仪器仪表、视觉检测设备等 5G 工业终端的 2 个领域进行示范应用, 每个应用示范使用的 5G 工业终端数 ≥ 10 台/套。

1.3 异构设备智能计算关键技术标准研究与应用

研究内容: 针对异构设备智能计算质量评价方法和标准缺失问题, 研究面向异构设备的智能计算性能度量技术, 建立覆盖能耗、延迟、存储等多维度的计算性能评价体系; 研究端边云环境下的资源调度与算力协同机制, 构建算力资源利用效率评价模型, 建立协同智能计算关键技术标准; 研究面向多源异构数据的智能计算与隐私保护方法, 建立安全可信智能计算技术标准; 研究物联网场景下大软件在轻量设备上的加载运行方法, 构建跨设备的软件加载运行技术标准; 研制面向异构设备的端边云协同智能计算质量评估平台, 并在智慧教育、医疗等典型应用场景中进行验证。

考核指标: 研制实物与仿真结合的智能计算性能测试系统 1 套, 覆盖异构设备 ≥ 5 种, 涵盖智能计算模型 ≥ 20 种, 测量延迟误差 $\leq 10\%$, 能耗误差 $\leq 15\%$; 研制面向端边云协同的智能计算关键技术评价体系及测量系统 1 套; 建立面向多源异构数据的智能计算的数据质量、数据隐私保护强度及抗推断攻击能力等多维度评价体系; 研制跨设备软件按需加载运行的技术评估系统 1 套, 实现软件模块化加载性能测量误差 $< 10\%$; 研制面向异构设备的端边云协同分布式智能计算质量评估平台 1 套, 在智慧教育、医疗等不少于 2 种典型应用场景示范验证, 设备数量规模 ≥ 3 万台;

研制异构设备智能计算质量评价相关的行业标准（报批稿）或具有国际先进水平的团体标准 5 项。

1.4 开放可控的计算互联标准与认证技术研究

研究内容：针对云服务、HPC 集群、AI 集群需求，驱动行业数字化转型以及数字媒体服务、云会议、元宇宙等泛终端业务。研究计算互联架构标准的物理层高速信息编码、信号调制方法、数据传输完整性、低延时、高带宽利用率、多路径路由、拥塞控制、内存语义、安全、网络管理、设备管理等关键技术，制定个人计算机终端/服务器内部以及服务器与服务器间的计算互联架构标准，包括物理层、数据链路层、网络层、传输层、事务层、功能层协议及架构；研究发送信号质量、接收误码率、协议符合性等的测试方法，制定计算互联架构测试认证标准；对标 PCIe/CXL/Infiniband，满足一体化数据中心、高性能计算、AI 及异构计算等高速互联需求。

考核指标：对标 PCIe/CXL/Infiniband 技术规范，研制国家标准（报批稿）或具有国际先进水平的团体标准 3 项，包括物理层、数据链路层、网络层、传输层、事务层、功能层协议，各层包格式，软硬件接口，安全及架构规范标准等；研制发送器测试、接收器测试、协议遵从性测试相关测试认证标准 1 套；申请发明专利 15 项。

1.5 电磁兼容可视化自动检测技术与系统开发

研究内容：研究面向电磁发射和敏感要素的电磁兼容性试验方

法，宽频段、多极化、多层面的电磁场分布高速感知和检测技术，电磁兼容测量数据增强现实技术，电磁兼容自动检测智能化技术等；研制适用于集成电路、器件和大型设备检测的电磁兼容可视化自动检测系统样机；研究适用于工业现场电磁环境测试系统、计算模型和电磁态势可视化分析模型，突破组件化复杂电磁态势自主生成技术，开发自主化的工业现场电磁环境数字孪生软件。

考核指标：大型设备电磁兼容可视化自动检测系统样机 1 套，具备增强现实显示功能，近场和远场电磁发射测量频率范围覆盖 25Hz~40GHz，立体角范围 $\geq 2\pi$ ，试验中敏感自动智能判断软件的准确性 $\geq 98\%$ ，软件适用于 Windows 和 Linux 操作系统；器件和集成电路电磁兼容自动测试系统 1 套，频率范围 25Hz~50GHz，抗扰度测试脉冲场强 $> 3000\text{V/m}$ ，20%~80% 脉冲上升时间 $\leq 120\text{ps}$ ；工业现场电磁环境测试系统 1 套，频率范围 25Hz~40GHz，电场强度测量灵敏度 $< 50\text{dB}\mu\text{V/m}$ ，动态范围 $> 120\text{dB}$ ，形成自主知识产权的适用于工业现场的快速电磁数字孪生模拟软件 1 套，较传统的射线追踪、物理光学方法计算速度提升 10 倍以上，建立符合工业现场结构特征的电磁模型 ≥ 50 个；研制国家标准/行业标准（报批稿）3 项；申请发明专利 12 项；在不少于 3 套的大型设备（飞机、车辆等）和 3 个工业现场（石化、电力等）完成示范应用测试。

1.6 基于数据可信的质量信任关键技术研究与应用

研究内容：围绕质量检测可信要求，研究多元数据采集融合

技术、基于高精度时钟源的非结构化数据与物联网等结构化数据的关联技术，在采集端实现多元数据精准关联融合并形成标准化数据格式；基于数字证书和国密算法，研究多元数据分级认证签名和加密保护技术，防止伪造和篡改，实现数据可信溯源、防伪和防泄露；研发便携和固定式可信视频采集设备原型、后端系统及数据可信溯源检测验证系统，开展试点应用，建设质量检测可信系统。

考核指标：研制基于高精度可信时钟源、具备人工智能视频分析、多元数据采集融合技术、支持数据安全采集、传输、存储、共享的质量检测可信系统 1 套，数据可信签名增加延时不超过 400ms；采集端支持视频及智能分析结果等至少 7 类数据采集融合，支持基于数字证书采用符合国密安全一级或以上密码模块对多元数据分级认证签名和加密；后端系统支持多元数据验签、解密、安全分享和融合应用；研制数据可信溯源检测系统 1 套，支持不少于 7 类多元数据可信验证检测；在先进制造、环境监测、公共安全等不少于 3 个领域场景开展质量检测可信系统试点应用；研制或修订可信数据处理相关国家标准（报批稿）或具有国际先进水平的团体标准 1 项。

1.7 车载环境感知传感器计量测试关键技术研究与应用

研究内容：面向车载环境感知新型智能传感器计量与测试需求，研究特征雷达散射截面（RCS）参数、印刷电路板材料介电特性和调频连续波信号的关键计量与测试技术；研究毫米波雷达

等环境感知传感器的运动学参数校准技术；研究车载天线与空间接口性能测试（OTA）的关键计量与测试技术，构建商业应用车载天线与 OTA 测试系统；研究在复杂电磁环境下的新型智能传感器电磁照射与面向脉冲场的电磁兼容技术；研究用于新型智能传感器在整车状态下性能测试的电磁混响室测试技术，并开展 NQI 协同应用示范。

考核指标：计量检测装置 5 套：毫米波汽车雷达目标 RCS 标准不确定度 $\leq 0.15\text{dB}$ ；环境感知传感器速度标准不确定度 $\leq 0.05\%$ ，加速度标准不确定度 $\leq 0.75\%$ ；车载天线与 OTA 频率范围（0.6~6）GHz，增益主瓣标准不确定度 $\leq 0.75\text{dB}$ ；车载无线设备比吸收率频率范围（0.6~6）GHz，标准不确定度 $\leq 10\%$ ；整车级电磁混响室最大可测试整车尺寸 ≥ 8 米。申报国际互认的校准与测量能力（CMC）1 项；研制国家计量技术规范（报批稿）3 项，国家标准（报批稿）1 项；申请发明专利 5 项；开展车载传感器零部件级校准应用示范 15 次，开展车载传感器整车级电磁混响室法测试应用示范 15 次。

1.8 人车路协同无人驾驶可信性评价关键技术与标准研究

研究内容：针对动态、复杂、不确定的交通环境下，无人驾驶车辆适应性和安全性较弱的问题，研究人车路协同分布式环境的无人驾驶安全可信性评价体系；研究数据驱动的符合智能软件工程化、标准化流程的测试方法和技术；研究无人驾驶多模态感知数据融合完整性、数据安全性和隐私性、实施安全策略的计量

方法和分级；研究基于人车路协同的无人驾驶安全可信智能交互和协同技术评价体系，实现智能化识别与理解的准确性；开发可信集群无人驾驶自主管控理论及测评信息基础平台；研究特定应用领域无人驾驶可信服务规范和标准，并选取典型场景、典型区域和典型车辆进行验证和应用。

考核指标：研制面向城市道路、港口、农场等不少于 3 种典型实际场景和 2 个典型城市的无人驾驶技术可信性验证和可信性评价体系 1 套，至少落地具有国家资质的有效测试平台 1 个；研制虚实结合的人车路协同可信的无人驾驶场景测试信息基础设施平台 1 个，测试数据存储 ≥ 15 万条，组合测试方案 ≥ 20 套，研发国际先进的动态异构网络环境下信息基础设施的数据可信性分级规范与标准；开发通用可信评价计算平台 1 个，包括基于感知智能跨模态数据融合的可信性计算模型和评价分级标准，采样时间分辨率 $\leq 100\text{ms}/\text{循环}$ ；建立面向 5 类人群的人车路协同无人驾驶智能交互场景规则 1 套，形成可信智能交互和协同技术标准体系 1 套；建立数据安全与隐私保护可信性分级分类测试与评估系统 1 套，支持 ≥ 3 种模态的测试数据自动化生成技术，涉及人车路协同无人驾驶系统的可理解性、安全性、可预测性、可追溯性等四个维度；研制对应国际 SAE 等分级标准的可信性评价技术规范、行业标准（报批稿）或具有国际先进水平的团体标准 5 项。

1.9 高速智慧物流安检标准检测认证一体化关键技术研究

研究内容：基于快递和民航物流场景，研究双视角、多视角

X 射线、CT 等辐射成像技术的物流违禁品智能识别技术，研发智能检测模型与算法，建立智能识别图谱库；研究基于高速图像处理、多传感器耦合的安检稳定性技术，研发高精度、高稳定性高速智慧物流安全检测样机，研发高速智慧物流安检监控平台；研究第三方高速智慧物流安检能力评价、过程控制等质量保障体系；研究高速智慧物流安检标准体系及关键技术标准，研发基于高速成像运算技术的测试方法，研制高速智慧安检机性能检测及智能识别算法评估认证规范；选取有代表性的物流企业、检测机构开展高速物流智慧安检应用试点示范。

考核指标：建立覆盖 10 类物流违禁品的智能识别图谱库，提出智能检测模型与算法，适用于民航领域的安检许可技术和设备，数据 ≥ 200 万条；研制多传感器高速智慧物流安全检测样机 1 台，达到 3m/s 运行速度下检出率 $\geq 95\%$ ；建立高速智慧物流安检监控平台 1 个；建立第三方高速智慧物流安检质量保障体系；建立高速智慧物流安检标准体系，研制国家标准/行业标准（报批稿）5 项；研发基于高速成像运算技术的测试方法 1 项，研制高速智慧安检机性能检测工装 1 套，智能识别算法评估认证规范 1 项；申请发明专利 10 项；在不少于 5 个物流企业、检测机构试点示范。

2. 高端装备与先进制造领域 NQI 协同创新

2.1 面向光刻机的高速超精密动态校准技术研究与应用

研究内容：针对国产光刻机急需的高速超精密激光干涉仪无

法进行动态校准，导致国产光刻机工作精度难以保证的难题，研究多轴高速超精密激光干涉仪动态校准方法及其溯源体系；突破干涉仪动态校准中的超高精度溯源、多轴误差解耦测量、跨物理量时延测量等关键技术，研制面向干涉仪动态校准的参考干涉仪和校准系统；突破超精密气磁复合隔振与多模复合温度场控制技术，研制校准装置专用超精密环境控制系统；在国产先进光刻机研制生产单位建立企业级校准装置，开展示范应用。

考核指标：研制高速超精密激光干涉仪动态校准装置 1 套，并在国家最高计量技术机构建标，与国际权威计量机构进行比对验证；校准装置中参考干涉仪的激光波长相对标准不确定度 $\leq 3 \times 10^{-10}$ ，校准装置的测量范围 $\geq 600\text{mm}$ ，最大速度 $\geq 2.8\text{m/s}$ ；校准装置的位移测量分辨力 0.2nm ，标准不确定度 $1\text{nm} + 1.5 \times 10^{-9}L$ (L 为位移值)；研制国家计量技术规范（报批稿）和具有国际先进水平的团体标准各 1 项，申请发明专利 10 项；在国产先进光刻机研制生产单位建立企业级校准装置 1 套；在不少于 2 家国产深紫外步进扫描投影光刻机整机研制生产单位中开展示范应用。

2.2 测控装备智能化测评关键技术与装置研发*

研究内容：研究测控装备数字化智能化演进规律、物理实体数字化表征方法，构建从部件到系统的测控装备数字化智能化测评指标体系；研究多维数据融合的测控装备数字化智能化评价、测试、计量关键技术和评估认证模式；研制测试智能感知、自适应控制、人机交互等方面参数的测控装备物理实体测评装置；研

究数字孪生虚拟测量关键技术，构建测控装备数字孪生体测量系统；在仪表、机器人、机床等智能制造高端装备开展应用示范，研究关键参数测试标准参考与数据库。

考核指标：建立测控装备数字化智能化评估模型和指标体系 1 套；研发数字化智能化测评新技术新方法 5 项；研制测控装备物理实体测评装置 1 套，测试参数 > 8 种，测试分辨率 $< 0.2\%FS$ ，测试重复性 $RSD < 5\%$ ，支持典型标准通信协议接口和非标接口扩展能力 > 8 种，其中 6 种实现测试分辨率 $< 0.2\%FS$ ；建立测控装备数字孪生体典型测量系统 1 套，关键参数指标测量覆盖度 $> 95\%$ ；搭建测控装备数字化智能化综合测评系统，在 5 种以上典型测控装备开展应用示范，建立测试标准参考数据集 10 项、测试数据库 20 个；研制测评指标、测评方法等国家标准（报批稿）或具有国际先进水平的团体标准 5 项，国际标准（立项或推进 1 个阶段）1 项；形成评价规范、计量检定规程（报批稿）5 项；申请发明专利 10 项。

2.3 片上纳米几何量与电学量计量技术研究及应用

研究内容：研究光学器件方位角高精度溯源技术，研制片上光学偏振纳米薄膜厚度计量装置；研究片上大面积高刻线密度光栅可控制备技术，形成光栅峰谷高度一致性优化控制方法，研制光栅干涉微位移传感器；研究片上微小电容集成设计及高精度检测技术，研制飞法级片上电容标准装置；研究片上功率量热模型、热电转换及温度补偿方法，研制宽带可溯源量热芯片。

考核指标：计量装置 3 套：片上膜厚计量装置范围（1~1000）nm，标准不确定度 $\leq 0.5\text{nm}$ ；熔融石英片上电容计量装置标准不确定度 $\leq 0.02\% \times C + 50\text{aF}$ （C 为电容值）；片上功率计量装置相对标准不确定度 $\leq 3\%$ ；计量核心器件 4 种：片上光栅结构区域面积 $\geq 5\text{mm} \times 1\text{mm}$ ，刻线密度 ≥ 4500 线/mm，栅距标准不确定度 $\leq 1\text{nm}$ ；集成片上光栅的位移传感器分辨力 $\leq 0.5\text{nm}$ ，位移测量速度 $\geq 1\text{mm/s}$ ；飞法级片上电容参考标片典型偏差 $\leq \pm 5\%$ ，标准不确定度 $\leq 0.5\% \times C + 100\text{aF}$ ；片上功率参数标准芯片的电压驻波比 ≤ 1.5 （频率 10MHz~50GHz）；申请发明专利 6 项，在不少于 4 个典型场景中开展应用。

2.4 高温蠕变无损检测技术研究及应用

研究内容：针对航空发动机、燃气轮机、制氢转化炉、超临界电站锅炉等关键设备在高温下长期服役，导致早期蠕变损伤无法精准检测与评价的难题，研究镍基、铬钼、铬镍等典型高温合金材料蠕变演化过程的电、磁、声场等的微效应变化规律；蠕变导致的微小扰动信号的高效提取与精确测量技术；蠕变损伤状态的高可靠表征关键技术与评价方法；研制多物性参数蠕变检测专用装置，并在典型领域关键设备上开展应用。

考核指标：建立高温蠕变损伤的多物性参数表征模型，研发高温合金蠕变损伤电、磁、声检测与评价方法 3 项；研制铁磁性高温合金蠕变损伤磁声复合检测装置 1 套，检测近表面 3mm 内长度 $\geq 50\mu\text{m}$ 的蠕变微裂纹损伤；研制非铁磁性高温合金柔性阵

列电磁物性检测装置 1 套，检测复杂构型近表面 3mm 内长度 $\geq 50\mu\text{m}$ 蠕变微裂纹损伤；研制厚壁管件阵列式声超声检测装置 1 套，检测 100mm 厚壁管长度 $\geq 100\mu\text{m}$ 的蠕变微裂纹损伤；研制国家标准/行业标准（报批稿）3 项，在不少于 3 类典型高温设备和场景上开展应用。

2.5 高端装备智能组线与可靠性技术标准研究及应用

研究内容：面向国产高端加工装备智能组线集成的质量—可靠性融合问题，研究复杂制造过程中在线多域信号，提取装备精度与质量关键特征，获取精度性能和产品质量的映射关系；研究装备可靠性评价的快速准确加速试验方法，进行国产装备可靠性的动态建模和定量分析；研究单一要素试验到组线集成的多要素可靠性综合评价方法；研发多工序加工装备制造要素衰退试验数据采集系统，构建不同样本规模数据有效融合、分析方法；研究高柔性生产场景下的制造误差传递机制，设计结合工业互联网的高端装备智能组线方式和质量追踪控制方法；研究构建智能组线可靠性集成测试的数字孪生系统，建立面向智能组线良率的性能评估与调控体系；研究国产装备智能组线可靠性与产品质量耦合机制，揭示组线可靠性退化规律及产品精度保持性的关联性，开发装备故障诊断和组线智能维护技术。

考核指标：建立国产高端加工装备智能组线集成的质量—可靠性融合技术体系，覆盖零部件制造和整机装配两个重要环节；建立多元多工序制造过程误差传递模型、产品控形误差流状态空

间模型 2 个；研发复杂装备与产线的多元特征表征、异构数据融合、可靠性加速试验、多要素综合评价、数字孪生等核心关键技术 6 项，建立智能组线的复杂结构解析、产品质量耦合、退化规律关联等核心技术方法 3 项；研制复杂产品质量检测数据标准、国产装备及智能组线可靠性验证标等国家标准/行业标准（报批稿）或具有国际先进水平的团体标准 2 项；申请发明专利 6 项；研制国产装备及智能组线质量检测、可靠性评估、智能维护的平台原型系统 1 套，并在 2 条国产高端加工装备（机床）智能组线集成中开展应用。

2.6 工业模拟芯片设计与工艺协同可靠性质量技术及标准研究

研究内容：开发 12 英寸平台上的成套模拟芯片工艺技术，研究隔离、电源等关键工业模拟芯片工艺可靠性失效机理，研制覆盖工艺偏差的老化模型，实现电磁热复合环境下芯片设计与工艺协同可靠性精准仿真；研究高可靠器件结构及工艺实现方法，研制宽温区、抗电磁、高耐压、长寿命的定制化工艺；研究基于片内基础单元的工艺可靠性故障监测算法，研制内建自测试电路结构，实现量产过程工艺可靠性缺陷的高覆盖率检测；研制关键工业模拟芯片设计与工艺协同可靠性检测平台及技术标准；开展工业模拟芯片可靠性技术在电力、轨道交通或汽车等工业领域的示范应用。

考核指标：建立基于 12 英寸工艺偏差的工业模拟芯片工艺可靠性模型 1 套（包含 1.8V、5V、18V、40V）；研发工业模拟芯

片工艺设计协同仿真方法 1 项；建立工业模拟芯片定制化 12 英寸 BCD 工艺平台，寿命 >15 年，温度范围 $(-50\sim125)^{\circ}\text{C}$ ，40V LDMOS 器件耐压值达到 60V，隔离电容器件耐压值达到 5000Vrms；研制工业模拟芯片关键工艺参数国家标准物质 1 种，国家计量技术规范（报批稿）1 项；研制工业芯片的设计及工艺可靠性相关国家标准/行业标准（报批稿）或具有国际先进水平的团体标准 5 项；建立工业模拟芯片工艺可靠性检测平台 1 个，支持电源芯片和隔离芯片等 3 种典型工业模拟芯片；在电力、轨道交通或汽车等不少于 2 个工业领域开展工业模拟芯片可靠性技术示范应用。

2.7 微机电系统关键射频参数计量标准研究与应用

研究内容：研究微机电系统中半导体材料毫米波频段射频参数计量技术，建立原位测量方法和反演模型；研究太赫兹宽带波形参数计量技术，实现皮秒级超快信号的定标，解决电路信号完整性时域溯源问题；研究光电集成器件及光子微系统中毫米级定位量值溯源方法及单光子测距技术，解决超短距应用中光子定位参数量值溯源问题；研究环境应力下电接触和微互连电路信号完整性、电磁泄露和可靠性测试评价方法，建立电磁场模型和等效电路模型。

考核指标：研制不同原理的微机电系统半导体材料介电常数计量装置 2 套，频率 $(110\sim220)\text{GHz}$ ，标准不确定度 $<2\%$ ；研制集成电路半导体材料介电常数原位测量装置 1 套，频率 $(1\sim110)$

GHz; 研制太赫兹波形计量装置 1 套, 带宽 DC~220GHz, 上升时间测量能力 $< 3\text{ps}$, 标准不确定度 $< 0.5\text{ps}$; 研制光子链路定位参数计量装置 1 套, 标准不确定度 $< 1\text{mm}$, 在光电集成器件与机载光网络领域示范应用; 建立微机电系统电接触和互连可靠性仿真模型 1 套, 电参数测试装置 1 套, 包括时域反射、S 参数等, 测试结果和模型差异 $< 30\%$; 建立 1Hz~50GHz 的微互连电磁泄露总辐射功率测试装置 1 套, 灵敏度 $< -110\text{dBm}$, 在 5G 高频器件领域示范应用; 研制国家标准/行业标准 (报批稿) 或国家计量技术规范 (报批稿) 3 项; 申请发明专利 10 项。

2.8 精密加工原级标准及核心部件极端参数检测与评估技术研究

研究内容: 针对高端装备与核心部件精密制造及应用高质量发展需求, 开展一体化质量保障技术研究。研究加工装备原位测量、溯源、标准及评价体系; 研究核心零部件性能、关键参数指标、安全性、可靠性等综合评估及测试方法; 研究高端装备数据字典、资源数字化接入等数字化标准和测评技术; 研究工业现场在线认可模式及检验技术。

考核指标: 研制量值可溯源的加工装备激光功率、温度、几何量标准装置, 增材加工熔池温度测量范围 $(600\sim 1500)^\circ\text{C}$, 辐射法测量高纯镍 ($@1500^\circ\text{C}$) 的标准不确定度 16°C , 激光功率测量范围 $(1\sim 50)\text{kW}$, 标准不确定度 $< 1\%$, 分布式激光干涉测量网络 ≥ 6 通道; 核心零部件的关键指标及性能检测装置 ≥ 4 种,

小螺纹直径 $< 1.5\text{mm}$ ，中径标准不确定度 $\leq 1.5\mu\text{m}$ ，微孔直径 $< 1\text{mm}$ ，标准不确定度 $\leq 5\mu\text{m}$ ，微孔的深径比 $\geq 3:1$ ，动态摩擦系数测量相对标准不确定度 $< 10\%$ ，角度敏感器件标准不确定度 $0.05''$ ；主导/参与关键参数计量比对 1 项，计量标准 2 项；研制关键技术国家标准（报批稿）2 项；研制高端装备与核心部件智能检测实验室认可规范 2 项；申请发明专利 5 项。

3. 生命健康与绿色环保领域 NQI 协同创新

3.1 生命救治与监护设备智能计量及质控关键技术研究

研究内容：面向生命救治与监护设备临床使用质量保障需求，研究体外膜肺氧合系统（ECMO）、呼吸机、麻醉机等医疗设备关键参数嵌入式计量校准技术，研发可溯源的在线数据采集与计量校准装置；研究多参数监护仪、婴儿培养箱、麻醉深度监测仪的自动化或远程分布式计量技术；研究血氧与血压临床监测设备的标准化质控技术；开展医疗设备智能校准与远程、嵌入式新型质控技术的临床应用示范。

考核指标：研制校准检测装置 8 套：ECMO 在线校准装置 1 套，血泵流量（500~8000） mL/min ，最大允差（MPE）： $\pm 3\%$ ；呼吸机在线校准装置 1 套，潮气量（300~1000） mL ，MPE： $\pm 6\%$ ；麻醉气体在线监测与自动校准装置 1 套，卤化剂麻醉气体浓度 1%~6%（体积），MPE： $\pm (0.3\% + 0.05 \times \text{读数})$ ；多参数监护仪自动化检测装置 1 套，心电模拟信号电压幅度 MPE： $\pm 2\%$ ；婴儿培养箱分布式校准装置 1 套，温度测量 MPE： $\pm 0.2^\circ\text{C}$ ；麻醉深度监

测仪自动化检测装置 1 套，标准信号幅值 $1\mu\text{V}\sim 1\text{mV}$ ，MPE: $\pm 5\%$ ；无创血压模拟仪 1 套，血压示值重复性 0.1kPa ；脉搏血氧模拟仪 1 套，血氧饱和度 MPE: $\pm 2\%$ 。研制国家计量技术规范（报批稿）5 项；申请发明专利 5 项；在不少于 3 家医疗机构开展质控技术应用示范。

3.2 吸入性应激源辨识技术及儿童用品限量研究

研究内容：研究与化学应激源暴露相关的儿童使用行为规律；研发高仿真、多功能采样技术及装备，满足不同使用场景下典型儿童用品中吸入性化学应激源的采样需求；研究非靶向筛查技术，将筛查数据采集与机器学习、深度学习交叉融合，实现智能化的吸入性化学应激源辨别；针对筛查确定的化学应激源，开展迁移机理、迁移模型研究；研发化学应激源高关联伤害信息监测系统，包含多维度知识库和医疗信息采集模块，开展化学应激源联合暴露风险评估研究；研发用于确定化学应激源限量的社会经济分析方法，研究获得满足社会福利最大化的化学应激源限量。

考核指标：建立与化学应激源暴露相关的儿童行为参数数据库 1 项，样本量 ≥ 3000 人；研制高仿真采样装置 1 套，可模拟人体呼吸道/肺部生理结构及儿童呼吸特征，通气量 $(0\sim 80)\text{L}/\text{min}$ ，控制精度 $\leq 0.1\text{L}/\text{min}$ ，呼吸频率 $(0\sim 50)$ 次/ min 可调；研制被动式多功能采样装置 1 套；非靶向辨别技术 2 项，检出限达到 $(10\sim 100)\text{ng}/\text{g}$ 水平，鉴定准确率 $> 85\%$ ；研发融合人工智能的非靶向自动化快速辨别技术 1 项，处理 100 种以上未知物的数据

分析时间 < 2 小时；吸入性化学应激源迁移模型 20 项，覆盖 ≥ 5 种儿童用品；研发化学应激源高关联伤害信息监测系统 1 套、限量社会经济分析方法 1 项，涵盖消费者健康、产业发展、环境影响等维度，方法效度达到 85% 以上；研制针对限量制定的国家标准（报批稿）1 项；申请发明专利 5 项；在不少于 5 项国家或省级儿童用品风险监测活动中进行应用。

3.3 蛋白质免疫分析绝对定量方法及溯源技术研究

研究内容：针对蛋白质免疫分析量值溯源问题，研究高特异性捕获抗体免疫捕获效率，实现目标蛋白质的可控、快速和高效捕获，研制相关标准物质；研究同位素标记抗体的可控制备技术、定量结合效率、标记效率及其溯源技术，研制相关标准物质；开展蛋白质与抗体/受体之间的相互作用研究，研制蛋白质免疫活性浓度测量方法；研究蛋白质同位素标记免疫分析与电感耦合等离子体质谱（ICP-MS）绝对定量方法及溯源技术，建立不确定度评定模型；研发具备加成反应功能、满足量值溯源需求的 ICP 串级质谱。

考核指标：针对模式蛋白质，筛选单克隆捕获抗体 1~2 种，特异性 $\geq 95\%$ ，研制国家标准物质 1 种，标准不确定度 $\leq 5\%$ ；筛选单克隆定量同位素标记抗体 1~2 种，研制国家标准物质 1 种，标准不确定度 $< 5\%$ ；建立基于同位素稀释质谱法的金属元素标记效率表征方法，方法标准不确定度 $< 3\%$ ；研制同位素稀释剂国家标准物质 2 种，浓度值和丰度比标准不确定度均 $< 0.5\%$ ；抗体定

向可控固定技术 1~2 项，蛋白质免疫活性浓度测量方法 1~2 项，蛋白质同位素标记免疫分析与电感耦合等离子体质谱绝对定量方法 1~2 项，不确定度评定模型 1 套，建立溯源体系 1 套；研制专用等离子体质谱仪样机 1 台，定量重复性 $>2\%$ ，质量分辨率 <0.1 ；申请发明专利 5 项。

3.4 胎儿智能超声标准参考图谱及实时评价关键技术研究

研究内容：针对产前超声检查同质化水平低，人工超声质控无法实时评价的问题，研究产前超声影像质量控制中标准切面图像的量化标准；研究产前超声图像半自动标注技术，构建基于云技术的多中心产前超声图像标准参考数据集；研究基于人工智能的切面图像类别识别方法及关键解剖结构检测技术，结构化产前超声报告文字识别智能技术，质量控制模型超大规模并行训练性能优化技术；研发面向质量控制的智能实时教育训练系统，实现自动判图与原因分析；研究超声数据特征感知的任务随机调度模型，以及产前超声图像数据和模型并行处理技术，研发基于人工智能的产前超声检查智能质量控制系统，提出将数据计量、检测方法、智能判别流程进行固化和平台化的基本方法。

考核指标：研制胎儿超声图像数据库 1 个，覆盖我国东、中、西部地区超 200 家医院的胎儿早、中、晚 3 个典型孕期的标注图像 500 万张；开发胎儿超声人工智能质量控制系统 1 套，覆盖三级胎儿超声检查中 80 种以上的超声切面图像；研发超声影像智能质量控制新技术，实现超声图像是否标准的自动检测与非标准

原因的智能生成、标准切面判读准确率 > 94%，在研发的异构并行加速平台上检测速度 > 30 张/秒；研制智能实时教育训练系统 1 套，实现对 80 种以上超声切面图像的交互式教育与训练；建立平台在超声图像切面 AI 训练过程具备混合精度计算能力，须并行扩展到千万计算核心，满足 PB 级超声多模态数据的实时处理和分析能力；研制国家标准/行业标准（报批稿）3 项；申请发明专利 10 项；智能实时质控系统与教育训练系统分别在全国不少于 2000 家医院开展示范应用，至少覆盖东中西部地区各 2 个省份以上，系统应用后医院超声图像留存标准率提升 10%；在 150P 以上双精度和 AI 算力的混合异构计算集群算力基础设施上建立共享应用系统。

申报单位资质：牵头申报单位应在人工智能、高性能计算及超声影像智能分析与处理方面具备强大的软硬件基础和成果积累，应拥有 150P 以上双精度及 150P 以上 AI 算力的混合异构计算集群算力基础设施。

3.5 碳排放监测数据质量控制关键测量技术及标准研究*

研究内容：研究国际单位制（SI）计量溯源和国际等效的温室气体标尺体系，构建温室气体基准标尺向工作标准的量值传递体系；建立 CO₂ 气体光谱参数数据库，研究卫星遥感 CO₂ 探测技术和计量方法；研究温室气体空间分布精准测量与排放源定位技术、工业源碳排放快速现场核查方法、计量技术和标准；研究温室气体排放量反演算法，开展与统计核算法排放数据的验证分析和标准研

制；开展物联网、云计算、区块链技术在碳排放监测中的应用研究，建立典型行业实测与大数据分析的碳排放参考数据库。

考核指标：CO₂ 和 CH₄ 国家标准物质 2 种，标准不确定度 ≤ 0.05%；工业源温室气体国家标准物质 2 种，标准不确定度 ≤ 0.5%；CO₂ 分子光谱数据库 1 个，线强度标准不确定度 ≤ 0.1%；基于国产卫星数据的 CO₂ 高精度反演方法 1 项，精度 ≤ 1%；建立主要工业源排放量快速核查方法 1 项，排放量标准不确定度 ≤ 30%，1 平方公里尺度核查时间 ≤ 1 天，定位精度 ≤ 20 米；建立城市温室气体排放量反演计量方法 1 项，排放量标准不确定度 ≤ 30%，面积 ≥ 1000 平方公里；建立物联网、云计算、区块链碳排放监测可信数据平台 1 个，共识节点 4 个，形成典型行业实测与大数据分析的碳排放参考数据 4 套，数据标准不确定度 ≤ 20%；主导/参与国际比对 1 项；申请发明专利 4 项，研制国家标准（报批稿）或具有国际先进水平的团体标准或国家计量技术规范（报批稿）4 项；在不少于 6 个典型场景开展应用示范。

3.6 生物分解塑料检测与绿色认证关键技术研究

研究内容：面向生物降解性能的自动化、多通道检测需求，研制集成化的生物降解性能检测设备；针对可降解材料中常见的添加剂等健康危害因子，建立应用电纺纤维等高效分离富集样品前处理技术，系统性地改进危害物的检测方法及指标；基于高通量细胞筛选技术，建立降解材料可迁移物质与降解产物安全性评价的替代方法，以及生物可降解材料作为绿色产品的认证方法与

评价体系，并应用于国家统一推荐性认证新制度建设。

考核指标：研制自动化、集成化生物降解性能检测设备 1 套，流量（0.01~0.2）L/min，测量精度 $\pm 1\%$ ，控制精度 $\pm 1\%$ ，可联用不少于 3 种检测分析装置，研制设备在不少于 2 项省级以上产品抽检活动中进行应用；建立可降解材料中 50 种关键危害因子的前处理与仪器分析检测技术，方法检出限均达到 1mg/kg；建立快速检测技术 5 项，实现一次性检测目标物 ≥ 3 个，检测时间 ≤ 10 分钟；建立多靶点多维度的细胞毒性快速、实时高通量筛选方法 1 套，离子通道稳定表达的细胞模型 13 套；研制国家标准物质/标准样品 5 种；研制国家标准（报批稿）1 项；研制生物可降解材料的绿色产品认证实施规则 3 项，应用于国家级统一推荐性认证新制度建设 1 项；申请发明专利 10 项。

3.7 地理标志产品特色品质控制技术研究与应用

研究内容：面向中国—欧盟双边互认互保清单中的我国典型优势地理标志产品品质控制需求，研究产品独特味谱结构和特色品质指标，绘制产品味谱图，建立品质指纹库；研究基于产品特色品质与产地关联性的产区分类分级方法模型及标准，开发认证技术方案；研究产品多维组学身份特征，构建组学指纹库，开发基于区块链的产品真实产地信息溯源方法及标签；研究地理标志产品品质管控要点、程序及方法，开发全环节多主体核查技术方案；在地理标志产品保护示范区开展 NQI 要素协同的品质控制技术集成应用。

考核指标：建立地理标志产品风味图谱图库、品质指纹库和组学指纹库各 1 个（均 ≥ 10 类产品），地理标志产品产区分类分级方法、模型及认证方案 1 套；研发地理标志区块链溯源方法及溯源标签 1 套；研制地理标志产品基础通用类及质量技术要求类国家标准（报批稿）15 项，国家标准样品 5 项；研制大宗品类地理标志品质管控与核查技术方案 5 套；申请发明专利 6 项；在 5 个国家级地理标志保护示范区集成应用品质控制技术。

3.8 隐蔽管线智能化检测技术与标准研究

研究内容：针对既有建筑和住区隐蔽管线智能化检测需求，研究高分辨智能化电磁探测装备，攻克超宽带天线技术、高增益聚焦发射技术、低噪声高灵敏检测技术、高分辨拟 SAR 实时成像方法和管线异常体关键参数自主精准提取方法；研究住区范围大区域隐蔽管线快速探测技术；研发管线无损探测的便携式、低成本的专用设备；研究复杂环境下多源数据与智能模型驱动的反演定位技术，机器学习与人工智能识别技术，构建隐蔽管线多维度立体化空间仿真与建模一体化 BIM 平台。

考核指标：研发室内隐蔽管线无损探测低成本设备 1 套，20 厘米范围内分辨率 < 1 毫米，实现对管线主要参数自主提取，系统带宽 $> 900\text{MHz} \sim 4\text{GHz}$ 、天线增益 $\geq 16\text{dBi}$ 、天线半功率角宽度 $< 29.6^\circ$ 、系统动态范围 $> 60\text{dB}$ ；研发适用于住区大区域范围内快检设备 1 套，实现高分辨智能化电磁系统探测深度（0~10）米，系统本底噪声 $< 0.5\text{nV}/(\text{Hz})^{1/2}@100\text{Hz}$ 、设备总重 $< 10\text{kg}$ ；建立隐

蔽管线人工智能识别算法和模型 5 套，准确率 $\geq 95\%$ ，研制行业标准（报批稿）/具有国际先进水平的团体标准 2 项；申请发明专利 5 项。

3.9 社区适老化工效学关键技术标准研究与应用

研究内容：针对社区适老化设计和改造中的人因问题，利用工效学测量技术和小域抽样估计技术，研究社区生活情境下的老年人生理、心理、行为特性的量化表征；利用“人一机一环”系统设计、极值估计和稳健设计等方法，研究社区通用设施中视听触信息显示、空间布局、结构尺寸、力学阈值、用户界面、物理环境等人机交互要素的适老设计技术要求，研制相关标准；应用社区服务用户体验地图和卡诺（KANO）模型，研究社区服务设计、资源配置、质量控制的适老化工效学技术要求，研制相关标准；研究社区通用设施和服务适老化工效学要求符合性检测评价方法和认证规范；选取 5 个有一定基础的代表性社区，开展社区适老化试点示范，研究确立可复制、可推广的社区适老化标准化技术路径。

考核指标：建立面向社区适老化的老年人生理、心理、行为数据库 1 个，样本量 ≥ 3000 ，涵盖形态、生物力学、感知和行为特征等工效学数据项，数据条目 30 万条；研制社区通用设施人机交互适老化要求、数据统计和社区服务适老化相关国家标准（报批稿）9 项；建立社区通用设施与服务适老化相关工效学检测方法、评价技术规范 5 项；制定用于适老化设计的极值估计算法和

稳健参数设计方案各 1 套；研制定适老产品工效学测试装置 2 套，可实现社区通用设施尺寸布局与力学属性、物理环境等适老工效学指标要求的标准化测评；申请发明专利 10 项；在全国范围内建立试点示范 5 个；形成社区通用设施和服务适老化的标准化技术路径 1 套。

4. 安全与能源领域 NQI 协同创新

4.1 典型智能产品质量安全风险控制重要技术标准研究

研究内容：面向典型智能产品，建立“危害—事故—控制”驱动和 NQI 要素协同的产品质量安全风险控制模型，研究产品安全性与自主可控能力监测验证技术，研究基于“设计—制造—使用”的产品质量安全典型场景推演和风险研判关键共性控制技术；研究基于纳米材料的智能家电耐受性与失效风险控制技术，研究消费者健康安全评价技术方法；建立面向信息安全的智能家居质量安全风险控制模型，研究基于信息融合和场景体验的“产品—数据—用户”交互控制技术，研制重要技术标准；研究基于行为认知的典型智能消费品可靠性分析和用户体验评价技术，建立产品质量分级方法，研制消费品标签标识标准，构建基于物联网的消费品信息标识数据库，并开展消费品标准化试点应用。

考核指标：研发典型智能产品质量安全风险控制关键技术 15 项；研制消费品质量分级、标签标识、风险控制、质量管理、性能评价等国际标准（立项或推进 1 个阶段）2 项，国家标准（报批稿）12 项，具有国际先进水平的团体标准 5 项；建立消费品信

息标识、智能家电和智能家居等产品质量安全危害源与检测方法等数据库 2 个；建立智能产品“危害一事故一控制”知识库 1 个，消费者健康安全评价技术方法 1 项；研发用于智能家居产品信息安全异构融合检测平台 1 套，可覆盖 10 类智能产品检测；申请发明专利 5 项；消费品标准化试点应用 30 家。

4.2 入境重要商品风险防控和智慧监管关键技术研究及应用

研究内容：针对典型进口再生资源 and 再制造产品，研究构建全生命周期的环境安全风险评估模型，研发口岸智能快速检测装备，制定便利通关的口岸检验规程；针对典型进口再生塑料，研究成分一致性鉴别、安全因子快速筛查、污染物消减控制等关键技术，构建口岸溯源监管数据库和健康安全风险因子数据库，在食品接触材料高值化领域开展示范应用；针对进境重要消费品及其原料，研究多维危害识别与测量技术，安全危害因子识别和检测一体化技术；针对入境奢侈品，研究真伪鉴别和品质评价技术，构建典型奢侈品真伪鉴别数据库；针对新型合成危险化学品，研究危险特性智能关联分析与鉴别技术，构建多源异构数据库，研发便携式口岸现场快速鉴别装备。

考核指标：建立典型进口再生资源 and 再制造产品环境安全风险评估模型 1 套，研制口岸智能快速检测装备 1 套，检测时间 $\leq 30\text{min}$ ，准确率 $\geq 99\%$ ；建立进口再生塑料来源地和健康风险数据库 1 个，成分一致性鉴别、安全因子快速筛查、污染物消减控制技术 10 项，在 1~2 个食品接触材料高值化基地开展应用示范；

建立口岸入境重要商品质量安全智慧监管平台 1 个，暴露风险评估模型 1 套，消费品中危害因子检测技术和奢侈品真伪鉴别技术 8 项，典型奢侈品真伪鉴别数据库 1 个；建立 500 种入境新型合成化学品的多源异构危险特性数据库 1 个，新型合成化学品分类鉴别和危险特性评估技术 5 项，研制便携式口岸现场快速鉴别装备 1 套；研制海关技术规范 6 项，研制国家标准/行业标准（报批稿）或具有国际先进水平的团体标准 17 项，申请发明专利 11 项。

4.3 核设施安全重要辐射参量计量检测和评价关键技术研究

研究内容：针对核设施安全管理涉及的辐射监测与防护、重要辐射参量测量结果准确性和一致性不足、评价技术不完善的现状，研究 20MeV 以下单能中子注量绝对测量技术及装置，固定式环境辐射剂量仪原位校准方法及评价技术，亚秒级辐射剂量标准装置及量传方法，放射性气态流出物中 ^3H 、 ^{133}Xe 活度绝对测量方法及装置，液态流出物中 ^{137}Cs 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{109}Cd 等同质异能态核素活度绝对测量方法及装置，废水中 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、TN 等标准物质。

考核指标：计量检测装置 5 套：单能中子注量率标准不确定度 $\leq 5\%$ ；固定式环境辐射剂量仪原位校准标准不确定度 $\leq 10\%$ ；亚秒级曝光条件下 X 射线剂量标准不确定度 $\leq 5\%$ ； ^3H 、 ^{133}Xe 放射性气体活度浓度标准不确定度 $\leq 1.5\%$ ；同质异能态核素 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 活度标准不确定度 $\leq 1.3\%$ 。主导/参与国际比对 3 项；研制计量检定规程或国家计量技术规范（报批稿）2 项；研制标准物质 3 种；申报国际互认的校准与测量能力（CMC）5 项；申请发明专利 3 项。

4.4 储层地质参数高精度测量关键技术研究及应用

研究内容：针对油气储层物性、结构、流体、力学等地质参数的高精度测量需求，研发储层岩体超短半径保真（保压、保温、保质、保湿、保光）取心技术和地质参数原位无损检测技术，研制储层保真取心钻具装备和原位地质参数测试仪器，建立储层关键地质参数原位测量方法与评价体系，在地下矿产资源勘探开发领域中开展示范应用。

考核指标：研制储层深度超过 2000 米的保真取心钻具装备 1 套，实现地层环境（包括：温度、压力、物质成分、湿度、明暗度）的保真率 $\geq 95\%$ ；研制储层原位地质参数测试仪器及配套反演系统 1 套，最高测温能力 $\geq 110^{\circ}\text{C}$ ，最高测压能力 $\geq 100\text{MPa}$ ，在 $\pm 0.001\text{N}$ 的高精度下实现厘米级力学参数连续测量；建立储层岩体关键参数原位测试方法与评价体系，在 3 种地下资源储层中开展示范应用。

4.5 典型特种设备质控数字化关键技术研究与应用

研究内容：面向典型特种设备质控数字化转型需求，研究质量安全要素抽取技术和元数据规范，提出风险防控去中心化协同模型；研究基于区块链的特种设备计量认证、检验检测、许可登记等关键节点数字证书和报告共融共识技术，研制多主体数据可信传递与分布式数字化协作技术及标准；研究特种设备检验机构、监管机构、制造单位、使用单位和人员的数字画像及能力评估技术，检验监管防控资源智能匹配与调度通用方法；研发基于“设

备一场景一规范”知识图谱的现场检验监管智能辅助决策系统；研发跨区域、多主体协同的典型特种设备质控分布式云平台原型，及云边协同手持装备，并在电梯、大型游乐设施、长管拖车等典型特种设备上开展示范应用。

考核指标：典型特种设备设计制造、使用管理、检验检测、监督管理等全链条质量安全要素元数据模型 3 套；去中心化协同框架模型 1 套和数字化转型路线图报告 1 份；数字证书和报告共融共识技术方法 3 套；可信传递与分布式协作技术方法 1 套；数字画像及能力评估模型 4 套，画像字段 500 个，标签 100 个；防控资源智能匹配与调度通用方法 2 套；异质知识图谱服务系统 6 套；具有音视频采集和云边协同功能的用于现场记录和辅助决策的手持智能原型装备 2 套；具有远程诊断功能的云平台原型 1 个，接入不少于 3 个省份 2 万台电梯，2000 台大型游乐设施，5000 台长管拖车；研制国家标准（报批稿）或具有国际先进水平的团体标准 3 项；申请发明专利 10 项。

4.6 水下探测网与目标感知量值溯源关键技术研究*

研究内容：面向海洋水下探测与水下目标精准感知中的量值溯源需求，研究海洋温区固定点温度赋值及多点内插方法，建立海洋新温标温度计量装置；研究海洋水色光谱辐射度定标技术，建立光谱辐射原位校准装置；研究水下变温变压条件光学法声压复现技术，建立声压计量装置，研制高稳定性传递标准器；研究绝对重力高速测量技术，研制海洋绝对重力计量装置，建立近海

岸重力标准点位；研究小尺度磁场发生器场强控制技术，建立海洋水下磁力仪便携式现场校准装置；建立集成温、光、声、磁的多参数水下在线/原位校准平台，选取典型航线和海上试验场开展现场评价与示范应用。

考核指标：计量装置 5 套：海洋新温标温度计量装置 1 套，基准固定点 6 个，标准不确定度 0.25mK，内插仪器 10 个，年稳定性 0.2mK；海洋水色光谱辐射度校准装置 1 套，光谱辐射亮度与照度原位校准的标准不确定度分别为 0.6%和 0.5%；光学法声压复现装置 1 套，声压标准不确定度 0.25dB@（10~500）kHz、（0~5）MPa、（4~30）℃，标准水听器 1 套，稳定性 0.04dB/℃@（4~30）℃、0.30dB/MPa@（0~5）MPa；海洋绝对重力计量装置 1 套，标准不确定度 1mGal，采样率 > 3Hz，近海岸重力标准点位 1 个，标准不确定度 10μGal；海洋水下磁力仪便携式现场校准装置 1 套，磁场发生器重量 < 10kg，磁场一致性 1×10^{-6} ，磁场相对标准不确定度 5×10^{-6} ；主导/参与国际比对 3 项；申报国际互认的校准与测量能力（CMC）3 项；开展海上试验场现场评价及 3 个航次的示范应用。

5. NQI 核心仪器装置研发

5.1 国际等效高精度计量仪器和标准器研制（一期）

研究内容：研制 0.005 级三相宽频交流电能标准表，八位半标准数字多用表；研制计量型高精度平晶平面度测量仪。

考核指标：0.005 级三相宽频交流电能标准表，频率

45Hz~1kHz, 电压 (30~500) V, 电流 10mA~120A, 功率/电能标准不确定度 $1.0 \times 10^{-4} \sim 2.5 \times 10^{-5}$; 八位半标准数字多用表, 测量范围 (标准不确定度): 直流电压 200mV~1kV ($3.0 \times 10^{-6} \sim 1.9 \times 10^{-6}$), 直流电流 200 μ A~20A ($2.1 \times 10^{-4} \sim 7.0 \times 10^{-6}$), 直流电阻 2 Ω ~2G Ω ($1.0 \times 10^{-3} \sim 4.2 \times 10^{-6}$), 交流电压 (1Hz~1MHz) 200mV~1kV ($1.0 \times 10^{-2} \sim 4.3 \times 10^{-5}$), 交流电流 (1Hz~10kHz) 200 μ A~20A ($2.2 \times 10^{-3} \sim 2.0 \times 10^{-4}$); 高精度平晶平面度测量仪, 测量范围 $\Phi 300$ mm, 平面面形 PV10 值测量重复性 $\lambda/500$, RMS 值测量重复性 $\lambda/3000$, 具备抗扰动面形测量功能, 平面平晶面形绝对测量能够进行闭环自检, 光轴水平时能够实现 PV10 值 $\lambda/15$ 的参考平面对 PV10 值 $\lambda/20$ 的高精度被测平晶的测量, PV10 值标准不确定度 $\lambda/100$, 测量波长 632.8nm; 主导/参与国际计量比对 3 项; 申请发明专利 12 项。

5.2 地外行星的惯性转动参数与行星时测量装置及关键技术研究

研究内容: 面向地外行星探测任务对行星时的自主测量需求, 研究超高精度、小型化、耐空间恶劣环境的光纤陀螺仪关键技术; 研究模拟火星等行星条件下的精密测试环境构建技术; 研究低气压、辐照、低温等模拟空间环境下的超高精度光纤陀螺仪误差分析、抑制方法; 研制可用于惯性转动参数及行星时测量的超高精度、小型化光纤陀螺装置, 实现基于超高精度光纤陀螺仪的行星时间测量装置, 为地外行星时空基准提供时间测量的解决

方案；研究陀螺测量装置向国家角度和时间计量基准的远程校准技术，实现其角位置和角速率测量结果的精度保持。

考核指标：构建模拟火星条件下的精密测试环境，实现测试环境温度变化率 $< 0.1^{\circ}\text{C/h}$ ，安装底座稳定性 $< 0.1''$ ；在上述环境中的超高精度、小型化光纤陀螺仪零偏稳定性 $\leq 4 \times 10^{-6}^{\circ}/\text{h}$ （1h， 1σ ）；建立基于超高精度光纤陀螺仪的惯性转动参数及行星时间测量装置，实现模拟火星条件下的日长精度 $\leq 10\text{ms}$ ；校准陀螺测量装置的角位置标准不确定度 $\leq 0.05''$ ，角速率的相对标准不确定度 $\leq 3 \times 10^{-9}$ 。

5.3 高适应性智能化数字 X 射线 3D 在线检测关键部件及系统研制

研究内容：研究基于宽禁带氧化物的 X 射线数字成像平板探测技术，研制适应高灵敏度、高速、高动态范围的高适应性阵列式探测器；研制探测器控制电路和信号处理系统；研发面向多层集成电路、芯片等 3C 制造工业领域在线 3D 数字化 X 射线检测需求的智能化成像与检测算法软件；研制适用于多场景检测任务的原位、智能化 X 射线数字化高速 3D 检测整机系统；研究可溯源至数字化国际单位制的 X 射线探测器及智能化 3D 检测设备的数字化计量技术和在线校准补偿方法，开发机器可读的数字化计量校准测量应用系统和国际互认的数字校准证书。

考核指标：研制高灵敏度、高速、高动态范围的高适应性阵列式数字 X 射线动态平板探测器，晶体管迁移率 $30\text{cm}^2/\text{Vs}$ ，关态

电流 $< 0.1\text{pA}$ ；光电探测器像元动态响应范围 100dB ，极限分辨率 3.94lp/mm ，探测面积 $250\text{mm} \times 300\text{mm}$ ，像素矩阵尺寸 2000×2400 ，成像帧率 $\geq 30\text{FPS}$ ，探测 X 射线能量范围 $(40 \sim 150)\text{kVp}$ ；适用于多场景检测任务的原位、智能化 X 射线数字化高速 3D 在线检测整机系统 1 套，具备多层内部缺陷和结构智能化检测分析功能，3D 数据重建速率 30 秒/样品 $@300\text{mm} \times 300\text{mm}$ ，最高 3D 体分辨率 $8\mu\text{m}$ ；机器可读的数字化计量校准方法、校准测量应用系统和国际互认的数字校准证书 1 套，可溯源至数字化国际单位制，并实现 X 射线探测器像元辐射响应一致性的在线校准和补偿；研制具有国际先进水平的团体标准 2 项；申请发明专利 10 项。

5.4 高适应性现场监测有害物实时原位确证检测技术研发

研究内容：针对动物源性产品在生产、仓储、物流、交易、消费等场景下有害物检测速度慢、稳定性差、准确性不足的问题，研发适用于生产场景下的高选择性、原位检测技术；研发适用于仓储物流场景下的耐低温、高稳定性、实时检测技术；研发适用于交易消费场景下的高识别性、无损检测技术；研发高精度痕量有害物量值溯源检测及确证评价技术；集成上述场景下的有害物原位、实时、无损确证检测技术，构建高适应性、绿色检测技术体系，并应用于产品全链条现场监测。

考核指标：研发可用于动物源性产品生产场景的分离、电离一体化原位质谱检测技术 1 项，仪器分析时间 $\leq 1\text{min}$ ；研制富集、分离、电离一体化高选择性质谱离子源元件 3 件，富集效率提升

50 倍以上；研发可用于动物源性产品-20℃仓储物流场景下微纳米通道传感和磁弛豫传感技术 2 项，检测时间 $\leq 15\text{min}$ ；研制电磁传感装置 2 套，重量 $< 8\text{kg}$ ，磁传感场强 $\geq 0.5\text{T}$ ；研发擦拭式取样、多类别有害物共检的一体化原位、无损检测技术 3 项，可检测类别 ≥ 3 类；研发高精度可溯源质谱评价检测技术 1 项，检出限达纳克级，扫描速度 ≥ 2 万 amu/sec ，研制国家标准物质 3 种，主导/参与国际比对 1 项；研发用于全链条监测的高适应性、绿色检测技术 10 项；研制国家规定的食品快速检测方法 3 项，研究成果在国家级产品抽检监测计划中进行应用；申请发明专利 20 项；在 5 家国家级产品安全抽检监测承检机构开展应用示范。

6. NQI 数字化共性技术协同创新

6.1 标准数字化演进关键技术与标准研究（一期）

研究内容：研究标准内容知识表达、语义关联、用户认知模型，大规模标准语义知识库自动构建、知识计算和用户画像等关键技术，建立标准知识库，研制标准知识图谱智能建模工具；研究面向数字化演进的标准内容生成共性技术与方法，包括标准要素通用本体建模、需求识别描述及匹配、内容推荐及辅助生成、内容模块化、面向标准全生命周期的业务与数据建模等；研究面向产品全生命周期的标准机器语言描述、标准中性格式的定义、表达与交换、机器语言标记和规则提取、智能推理等共性关键技术与方法；在信息技术、建筑、航空航天、智能装备等重点领域开展标准数字化探索研究。

考核指标：研制标准数字化演进路线图，建立标准数字化基础通用国家标准体系；研制标准内容数字化原理与方法、数据交换等国家标准（报批稿）10项；建立标准机器语言描述、知识推理和计算等新技术和新方法10项；开发标准数字化工具5个，包括标准内容数字化、标准知识图谱智能建模、知识库数据接口、规则抽取及逻辑推理、数据转换等；构建不少于4个领域的标准知识库、规则库，涵盖至少5000项标准和50项标准知识元数据，数据总量10万条。申请发明专利5项。

7. 重点领域 NQI 集成应用示范

7.1 快递业绿色与智能标准化关键技术及检测认证应用研究

研究内容：研究质量基础支撑快递业绿色化和智能化发展关键技术需求，提出政策工具、研发指南及实施措施；研究快递包装、快递场地等绿色关键技术标准及检测与评价方法；研制测量智能分拣仓储设备的参考样品和基于典型场景的智能分拣、仓储系统评价与可靠性评估方法，建立认证规范体系；建立冷链仓储、运输设备应用运营可靠性的计量测试和认证评价体系；建立快递业绿色化和智能化服务指标体系、认证评价体系和第三方验证评价平台，并开展应用。

考核指标：提出质量基础支撑快递业绿色化和智能化发展的技术研发指南、政策措施及其实施意见；研制快递业绿色发展国家标准和行业标准（报批稿）3项，快递关键场所绿色评价技术规范2项，示范应用 ≥ 5 个场地，每个 ≥ 3000 平方米；研制绿色

材料计量测试装置 2 套，绿色材料检测评价参考样品 10 套，标准验证系统 1 项，建立数据库，形成数据产品；研制智能分拣机检测用参考样品 10 种，测试系统和评价规范各 1 套，在 3 种不同型号的智能分拣设备上示范应用，智能仓运维技术规范 1 套，在 ≥ 5 个智能仓储上示范应用，每个 ≥ 3000 平方米；研制冷链设备评价规范 1 套，制冷计量测试系统 1 套，在 3 种典型冷链设备上做示范应用；申请发明专利 3 项；研制认证技术规范 5 项；建设第三方认证评价服务平台 1 个，发放有效证书 10 张。

7.2 水产品溯源关键技术与监管示范应用

研究内容：围绕长江流域非法捕捞水产品查证溯源的监管需求，研究量化野生/养殖水产品表征、组分等关键技术和指标，研发便携式智能甄别设备；研究确定水产品种类特异性分子指纹标签，研发现场物种查验装置；研究基于核酸、氨基酸等多组分图谱的实验室确证技术；研究基于稳定同位素、生物地球化学等信息的多维度溯源技术；挖掘表型、组分、生境等信息，构建水产品特征数据库；借助 5G、AI、分布式终端等技术，开展上述技术装备在长江禁捕监管中的示范应用。

考核指标：研制便携式智能甄别仪、现场物种查验装置 10 台/套，其中便携式智能甄别仪集成叠置加权远程鉴定功能，现场物种查验装置可检测水产品 10 种，30 分钟内检测精度 $\geq 80\%$ ；研发针对长江刀鲚、鲢鳙等重要水产品的确证、溯源技术 6 项，其中确证技术检测精度 $\geq 90\%$ ，溯源技术精度达到长江自然水体

的省级水域；研制国家标准样品 8 个，行业标准（报批稿）或评价技术规范 6 项；建立水产品特征数据库 1 个，包括表型、组分、核酸序列等不同类型的数据库，数据量 ≥ 10 万条，与国家有关流通环节监管数据库进行数据汇交，实现非法捕捞水产品的实时在线查证与追溯；申请发明专利 10 项；便携式智能甄别仪在不少于 3 个省级市场执法主体中进行示范应用。