

“智能传感器”重点专项 2022 年度 项目申报指南

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“智能传感器”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。

本重点专项总体目标是：以战略性新兴产业、国家重大基础设施和重大工程、生命健康保障等重大需求为牵引，系统布局智能传感基础及前沿技术、传感器敏感元件关键技术、面向行业的智能传感器及系统和传感器研发支撑平台，一体化贯通智能传感器设计、制造、封装测试和应用示范环节，到 2025 年实现传感器创新研制支撑能力明显改善，产业链关键环节技术能力显著增强，若干重点行业和领域的核心传感器基本自主可控，专项推动传感器产业可持续发展。

2022 年度指南部署坚持需求牵引、场景驱动、强化体系、协同发展的原则，围绕智能传感基础及前沿技术、传感器敏感元件关键技术、面向行业的智能传感器及系统、传感器研发支撑平台等 4 个技术方向，按照基础研究、共性关键技术和应用示范三个层面，拟启动 36 项指南任务，拟安排国拨经费 5.77 亿元。其中，在智能传感基础及前沿技术方向，部署青年科学家项目，支持不超过 3 项，

拟安排国拨经费 600 万元，每个项目 200 万元；在传感器敏感元件关键技术方向，部署科技型中小企业项目，拟安排国拨经费 1000 万元，拟支持不超过 5 项，每个项目国拨经费 200 万元。为充分调动社会资源投入智能传感器的技术创新，在配套经费方面，共性关键技术类项目，配套经费与国拨经费比例不低于 1.5:1；应用示范类项目，配套经费与国拨经费比例不低于 2.5:1。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。除特殊说明外，每个方向拟支持项目数为 1~2 项，实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目下设课题不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家；共性关键技术和应用示范类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。项目设 1 名项目负责人，项目中每个课题设 1 名课题负责人。

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。

科技型中小企业项目要求由科研能力强的科技型中小企业牵头申报。项目下不设课题，项目参加单位（含牵头单位）原则上不超过 2 家，原则上不再组织预算评估，在验收时将对技术指标完成和成果应用情况进行同步考核。科技型中小企业标准参照科技部、财政部、国家税务总局印发的《科技型中小企业评价办

法》(国科发政〔2017〕115号)。

指南中“拟支持数为1~2项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这2个项目。2个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对2个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

1. 智能传感基础及前沿技术

1.1 光声量子纠缠调控机理及加速度传感器研制(基础研究类)

研究内容：针对无人潜器/飞行器长航时自主导航与定位对高精度、小体积加速度传感器的应用需求，研究光学受限空间中光子一声子耦合调控方法与纠缠机制；研究超高品质因子微敏感元件可控制造；研究噪声抑制及传感信号高效提取技术；研制光机械量子加速度传感器样机，开展技术验证。

考核指标：建立受限空间超强光子一声子耦合力学量传感模型；微敏感元件Q值优于 10^9 ；传感器敏感单元体积 $\leq 125\text{cm}^3$ ；形成加速度光量子传感器样机，精度 $\leq 10^{-10}\text{g/Hz}^{1/2}$ ，加速度计量程10mg；申请发明专利不少于2项。

1.2 精准分子识别智能增强嗅觉传感技术研究(基础研究类)

研究内容：针对嗅觉传感器在混杂气氛中对多目标分子同时识别的灵敏度低、精准性差等问题，研究高灵敏分子识别材料的设计制备方法，研制对甲基苯丙胺、二亚甲基双氧安非他明、氯胺酮等有害物质的高性能敏感材料；研究分子识别材料识别目标

分子的关键机制，分子识别材料的分子结构与其传感性能间的构效关系；研究敏感单元阵列制备与分子识别智能算法，研制感算一体化嗅觉传感器样机。

考核指标：建立分子识别传感器阵列与智能算法相融合的智能仿生嗅觉传感新模式，传感器可在混杂气体中检测甲基苯丙胺、二亚甲基双氧安非他明、氯胺酮等 3 类以上有害物质，浓度检测下限 $\leq 1\text{ppb}$ ，检测准确率 $\geq 90\%$ ，分析时间 $\leq 3\text{s}$ ，传感器检测到目标分子后可重复使用的还原时间 $\leq 15\text{s}$ ；实现在物流或者公共场所毒品检查的试用验证；申请发明专利不少于 2 项。

1.3 微机电同步共振弱力传感机理及器件研究（基础研究类）

研究内容：针对目前力学传感器小型化中机电非线性限制信噪比提升的共性问题，研究 MEMS 同步共振等非线性效应与同步共振传感机理；研究非线性 MEMS 超灵敏力学传感方法；研究微机电器件结构非线性振动多模态表征技术；研究高性能非线性 MEMS 传感电路和传感器性能测试评价技术；研制超灵敏 MEMS 力学传感器原型器件，在高精度材料原位力学测试系统等明确的场景中开展技术验证。

考核指标：建立完整的同步共振传感理论与技术体系，敏感元件平面尺寸 $\leq 5\text{mm} \times 5\text{mm}$ ；传感器同步带宽 $\geq 1\text{kHz}$ ，力检测噪声 $\leq 10\text{pN}/\text{Hz}^{1/2}$ ，力学测量量程 $50\text{pN} \sim 0.1\text{mN}$ ，标度因数 $\geq 500\text{Hz}/\mu\text{N}$ ，标度因数稳定性优于 10ppm ；动态范围 $\geq 120\text{dB}$ ；申请发明专利不少于 3 项。

1.4 非侵入式血糖持续高精度检测传感技术研究(基础研究类)

研究内容：针对血糖监测难以实现无创、持续、高精度检测的问题，研究皮下血糖非侵入式提取技术，研究血糖多方法高灵敏融合持续检测技术；研究血糖无创检测敏感元件微纳集成技术，研究血糖持续高灵敏融合检测算法；研制非侵入式血糖持续检测传感器样机，在临床血糖连续监测和穿戴设备中试用验证。

考核指标：建立一种非侵入式血糖持续高精度检测方法，血糖持续检测绝对差百分率的平均值 $\leq 15\%$ ，参考值 20/20%的一致率 $\geq 90\%$ ，误差网格 A 区的比例 $\geq 95\%$ ；传感器功耗 $\leq 0.2W$ ，智能感知血糖相关数字标志物信息 ≥ 5 种，提升血糖管理达标率至 60%以上，在医院、社会康复机构和家庭等试用验证；申请发明专利不少于 3 项。

1.5 动态非线性磁场传感机理及生物组织成像技术研究(基础研究类)

研究内容：针对生物组织磁场传感成像灵敏度不足的问题，研究磁粒子构建非线性磁场的实现方法，以及非线性磁场的高灵敏传感方法；研究非线性磁场动态调控和动态磁场高灵敏检测敏感元件，研究调控和敏感元件一体化集成技术；研究面向应用的磁粒子材料及诊断治疗手段，研制磁粒子非线性响应磁场信号处理电路和动态非线性磁场成像传感器样机；研究磁粒子与生物组织特异性分子精准靶向结合技术，以及生物组织成像评价技术，在肿瘤检测等场景验证技术先进性。

考核指标：建立动态非线性响应磁场生物医学成像关键传感技术体系，传感器可高灵敏检测基于超顺磁四氧化三铁、四氧化锰二铁等 5 种以上磁粒子的响应信号，磁粒子检测灵敏度 $\leq 100\text{nMol}$ ；典型生物组织检测灵敏度较现有磁共振技术提升 100 倍以上，检测准确率 $\geq 95\%$ ，成像分辨力优于 1mm ，视场优于 $\Phi 10\text{cm}\times 10\text{cm}$ ；申请发明专利不少于 3 项。

1.6 耐高温功能陶瓷共形制造方法与传感技术研究（基础研究类）

研究内容：针对大曲率、复杂表面的高温参数原位实时检测难题，研究耐高温功能陶瓷敏感材料在复杂表面/长路径上液相一步成型传感方法；研究新型耐高温功能陶瓷高温环境敏感机制、微尺度液相流变规律与成型成性调控方法；研究典型狭窄空间和大尺寸复杂曲面耐高温功能陶瓷多层共形制造关键技术；研制高温共形传感器原型器件，开展高超声速飞行器气动表面、工业燃气轮机燃烧室或航发高温叶片等典型模拟环境的技术验证。

考核指标：建立耐高温功能陶瓷高温共形传感理论与方法；传感器可共形结构尺寸 $\geq 1\text{m}$ 、曲率半径 $\leq 500\mu\text{m}$ ；力、热传感器敏感单元尺寸 $\leq 3\text{mm}\times 3\text{mm}\times 200\mu\text{m}$ ，界面结合强度 $\geq 50\text{MPa}$ ，耐高温性 $\geq 1300^\circ\text{C}$ ，寿命 ≥ 1 小时；应变检测灵敏度因子 ≥ 30 ；热流检测灵敏度 $\geq 20\text{mV}/(\text{W}/\text{cm}^2)$ ；申请发明专利不少于 3 项。

1.7 超高温压电材料制备及振动传感器研制（基础研究类）

研究内容：针对压电材料高温稳定性差、压电传感器件超高

温气密封难等问题，研究压电关键功能基元的温度响应规律，研究耐高温压电材料高压电活性且近零温漂调控技术；研究耐高温压电敏感元件结构设计和精密制备技术；研究封装材料、器件结构和工艺的超高温热匹配技术；研究超高温压电振动传感测试评价技术；研制超高温压电振动传感器原型样机。

考核指标：传感器最高工作温度 $\geq 850^{\circ}\text{C}$ ，量程范围不低于 $0.1\text{g}\sim 20\text{g}$ ，最大非线性度 $\leq 1\%$ ，频率响应范围至少覆盖 $50\text{Hz}\sim 3.0\text{kHz}$ ，频率响应偏差 $\leq \pm 10\%$ ，全温区灵敏度 $\geq 3.0\text{pC/g}$ ，灵敏度温漂 $\leq \pm 10\%$ ，最大横向灵敏度比 $\leq 5\%$ ，测量误差 $\leq \pm 10\%$ ；在发动机或核电系统的热端部件上完成试用验证；申请发明专利不少于4项。

1.8 高灵敏钙钛矿 X/γ射线传感原理与技术研究（基础研究类）

研究内容：针对核辐射探测、核医学成像等领域对高灵敏、低成本 X/γ射线传感器的迫切需求，研究基于钙钛矿半导体的直接转换 X/γ射线探测原理；研发高质量钙钛矿材料制备、暗电流抑制、能量分辨、专用集成电路（ASIC）设计等关键技术；研制基于钙钛矿材料的 X/γ射线传感器，开展技术验证。

考核指标：X 和 γ 射线探测灵敏度 $\geq 50000\mu\text{C}\cdot\text{Gy}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ ；X 射线传感器像素数 $\geq 256\times 256$ ，像素尺寸 $\leq 75\mu\text{m}$ ，灵敏度偏差 $\leq 5\%$ ，探测量子效率 $\geq 70\%$ ；γ 射线传感器能量分辨率 $\leq 2\% @ ^{137}\text{Cs}$ ，峰康比 ≥ 15 ；在连续辐照下传感器灵敏度降低 $\leq 10\% @ 1000\text{Gy}$ ；申请发明专利不少于3项。

1.9 光学超材料调控机理及微型气体传感器研制(基础研究类)

研究内容: 针对空间受限微环境安全监测对微型化、低功耗、多目标气体传感器长期服役性能需求, 探索基于光学超材料的气体传感新方法, 研究光学调控的超材料气体感知增强机理; 研究超材料辐射源和传感器的一体化加工方法; 研制超材料微集成气体传感器原型样机, 开展微环境中多组分气体检测, 验证技术可行性。

考核指标: 辐射源连续可调控光谱波长范围 $2\mu\text{m}\sim 12\mu\text{m}$; 含超材料辐射源、气体腔室、探测单元的集成传感器体积 $\leq 2\text{cm}^3$, 传感器功耗 $\leq 100\text{mW}$; 可识别气体种类 ≥ 8 种, 其中 CO_2 浓度探测范围 $10\text{ppm}\sim 5000\text{ppm}$ 、检测准确率 $\geq 98\%$, 其他气体检测准确率 $\geq 80\%$; 在项目预申报阶段, 需明确除 CO_2 以外其他探测气体种类及浓度范围; 申请发明专利不少于 3 项。

1.10 声学超材料增强机理及穿颅脑成像技术研究(基础研究类)

研究内容: 针对颅骨限制脑组织和血流超声成像的瓶颈问题, 探索声学超材料传感性能增强机理和方法, 研究声学超材料设计与制备技术; 研究宽带超声传感器阵列设计、制造及封装技术; 研究全颅脑高分辨超声探测成像技术, 及成像质量评价技术; 研制颅脑超声成像传感器及系统样机, 开展人体颅脑成像和功能机理验证。

考核指标: 建立满足成像要求的新型超声穿颅声场理论模

型；传感器阵列单元数 $\geq 32\times 32$ ，工作带宽 $\geq 40\%$ ；人体颅骨超声穿透效率 $\geq 70\%$ ；全颅脑超声成像分辨率优于 1mm、最小可探测血流速度 $\leq 20\text{cm/s}$ ；申请发明专利不少于 3 项。

1.11 碳纳米管生物传感芯片晶圆级制造工艺研究（基础研究类）

研究内容：针对病毒等生物量即时检验的巨大需求和传统生物传感器存在灵敏度低、检测慢、体积大等短板，研究碳纳米管薄膜场效应晶体管生物传感芯片技术，开发超高灵敏度碳纳米管生物传感芯片的晶圆级设计制造与加工方法；研制多种碳纳米管生物传感芯片，开展乡村、山区等有限医疗资源场景下病毒核酸、蛋白分子、离子的快速检测应用验证。

考核指标：建立 4 英寸晶圆碳纳米管生物传感芯片微米级光刻制备标准工艺流程，支持 5 种生物传感器工艺库，器件良率达到 60%，性能涨落低于 10%；研制出 2 种碳基生物传感器，病毒核酸检出限 ≤ 100 拷贝/毫升，血清环境蛋白标志物检出限 $\leq 1\text{fM}$ ，各标志物检测时间 $\leq 10\text{min}$ ；申请发明专利不少于 3 项。

1.12 工业传感网多协议实时处理机及芯片技术研究（共性关键技术类）

研究内容：针对工业无线传感网络协议众多，缺少兼容多种协议的协议处理机和自主芯片的共性问题，研究传感器标准接口及传感数据特征识别技术；研究支持多种通信协议的硬件引擎技术；开发兼容多种工业无线传感网络的协议处理机及芯片，在石

化、电力等行业开展技术验证。

考核指标：工业无线传感网络节点支持 IEEE1451 相关标准；内嵌传感器数据特征识别专用处理电路，支持主流工业无线传感器网络标准 WIA、ISA100.11a、WirelessHART；硬件实现数据链路层通信协议，节点时间同步精度 $\leq 500\mu\text{s}$ ；申请发明专利不少于 2 项。

1.13 高性能硅基和碳基低维材料的变革性传感特性研究（基础研究类，青年科学家项目）

研究内容：利用硅纳米线、纳米锥和石墨烯、碳纳米管等一维/二维纳米材料优异的光学、机械、电学等特性，从传感器敏感原理与机制、敏感材料与结构设计、稳定加工工艺等方面进行原创性突破，面向水声探测、紫外光传感或气压传感等研发变革性传感器原型器件，验证一维/二维纳米材料传感技术的创新性。

考核指标：研制出 1 种基于硅纳米线、纳米锥或石墨烯、碳纳米管等一维/二维纳米材料的变革性传感器原型器件。若开发硅纳米线水声传感器原型器件，灵敏度比现有同类型水声传感器提高 2 个数量级，探测频率低至 5Hz；若开发纳米锥弱紫外光电传感原型器件，紫外光吸收率 $\geq 99\%$ ，外量子效率 $\geq 120\%$ ；若基于石墨烯、碳纳米管等低维材料开发气压计等力传感器原型器件，灵敏度或分辨力等关键性能指标比现有同类型传感器有数量级的提升，敏感结构单元面积比现有同类型传感器有显著的下降。

有关说明：青年科学家项目，支持不超过 3 项。

2. 传感器敏感元件关键技术

2.1 MEMS 多力学量敏感元件及智能传感器（共性关键技术类）

研究内容：针对智能操控多力学量传感器存在的功能单一、精度低、体积大及分辨力差等问题，研究力、触觉等多维信息的协同感知共融机制和动态解耦方法；研究 MEMS 多力学量敏感元件的高集成结构设计及制造技术；研究敏感元件的性能评价和自校准技术，开发低噪声信号调理专用集成电路（ASIC）；研制 MEMS 多力学量敏感元件及智能传感器，在协作机器人、工业自动化精密操控等领域应用验证。

考核指标：多维力传感器敏感元件面积 $\leq 5\text{mm} \times 5\text{mm}$ ，每轴分辨力优于 0.01N ，精度优于 $0.5\%\text{FS}$ ；触觉敏感元件面积 $\leq 5\text{mm} \times 5\text{mm}$ ，精度优于 $0.5\%\text{FS}$ ，实现 3×3 以上阵列集成；传感器具有自校准功能；项目结题时，传感器销售量 ≥ 2000 套；申请发明专利不少于 3 项，制定国家/行业/团体标准不少于 1 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.2 高精度航空大气压力敏感元件及传感器（共性关键技术类）

研究内容：针对航空压力传感器存在的静态精度低、快速温变动态精度劣化等关键难题，研究面向高空速、快速温变和速变等复杂环境的高精度压力传感器设计技术；研究高精度压力敏感元件加工工艺；研究传感器的宽温区、快温变动态温度补偿技术和算法；研制航空大气数据高精度压力敏感元件及传感器，在飞

机大气数据测量等领域应用验证。

考核指标：静压传感器测量范围 1kPa~110kPa，精度优于 0.01%FS（全温区）；总压传感器测量范围 1kPa~265kPa，精度优于 0.01%FS（全温区）；传感器测量动态精度优于 0.04%FS@（温度变化率 10°C/min、速度 4 马赫）；传感器封装尺寸 $\leq 48\text{mm} \times 30\text{mm} \times 15\text{mm}$ ，工作温度范围 -55°C~85°C；项目结题时，传感器销售量 ≥ 1000 套；申请发明专利不少于 3 项，制定国家/行业/团体标准不少于 1 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.3 高频响三轴 MEMS 陀螺敏感元件及传感器(共性关键技术类)

研究内容：针对现有陀螺传感器延时大、频响低、体积大等问题，研究高频响三轴一体 MEMS 陀螺敏感结构设计技术；研究三轴 MEMS 陀螺仪敏感元件的批量制造与封装技术；研究具有低延时、低噪声特点的配套专用集成电路（ASIC）；研制高频响三轴 MEMS 陀螺敏感元件及传感器，在无人机和机器人姿态控制、视觉稳定平台等领域应用验证。

考核指标：三轴 MEMS 陀螺尺寸 $\leq 5\text{mm} \times 5\text{mm} \times 2\text{mm}$ ；零偏稳定性优于 5°/h，角度随机游走 $\leq 0.25^\circ/\text{h}^{1/2}$ ，延时 $\leq 0.1\text{ms}$ ，频响 $\geq 16\text{kHz}$ ；加速度敏感度 $\leq 10^\circ/\text{h/g}$ ，轴间交叉灵敏度 $\leq 1\%$ 。项目结题时，传感器销售量 ≥ 1 万套；申请发明专利不少于 3 项，制定国家/行业/团体标准不少于 1 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.4 高灵敏宽动态图像敏感元件及传感器（共性关键技术类）

研究内容：针对现有图像传感器存在灵敏度低、动态范围小等难题，研究高量子效率、高满井容量像素设计技术，以及低噪声高增益读出电路设计技术；研究像素间串扰隔离等制造工艺，以及高质量模拟和数字电路结构堆叠工艺；研发高灵敏宽动态图像敏感元件及传感器，在自动驾驶、机器人、智能交通等领域低照度、高动态成像场景应用验证。

考核指标：图像传感器分辨率 ≥ 800 万像素，像元大小 $\leq 3\mu\text{m}$ ；单帧动态范围 $\geq 90\text{dB}$ ；帧频 ≥ 60 帧/秒@12bit；读出噪声 $\leq 1.5e^-$ ，低照度成像信噪比 $\geq 1@0.15\text{lux}$ ；峰值量子效率 $\geq 85\%$ ；项目结题时，传感器销售量 ≥ 1 万套；申请发明专利不少于 3 项，制定国家/行业/团体标准不少于 2 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.5 受限空间相干光学位移传感器（共性关键技术类）

研究内容：针对高深径比狭小空间内光束焦深与位移传感距离调控难、光信号信噪比低等问题，研究受限空间内高精度相干光学位移传感技术，研究大深径比测量传感器结构可控制造方法；研究噪声抑制、高精度感知、高动态反射抗干扰和稳定性提升等关键技术；研制受限空间相干位移传感器，在发动机叶盘喉道、鼓筒内腔和火箭喷油嘴型腔等领域应用验证。

考核指标：传感器可适应 5mm~20mm 直径范围，深径比 \geq

40 的测量空间，重复精度优于 $\pm 2\mu\text{m}$ ，传感器量程上限 $\geq 3\text{mm}$ ，测量速度 ≥ 1000 点/秒；可实现漫反射、类镜面反射和镜面反射等多类型表面测量；传感器在应用验证场景条件下的信噪比 $\geq 20\text{dB}$ ，测量动态范围 $0.5\text{mm}\sim 2\text{mm}$ ；应用验证零件种类不少于 5 种；项目结题时，传感器销售量 ≥ 300 套；申请发明专利不少于 4 项，制定国家/行业/团体标准不少于 1 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.6 高精度温盐深集成光纤矢量水声传感器(共性关键技术类)

研究内容：针对深远海声场探测灵敏度低、工作水深小的难题，研究集成温盐深的高精度光纤矢量水声敏感元件的设计与制造技术，研究传感器的增敏封装技术；研究多参量光纤传感器成缆、低噪声宽频带信号解调、信号实时传输、可靠性强化等关键技术；研制高性能分布式多参数光纤矢量水声传感器，在海洋暖流流路、海洋深层等环境和运动目标探测应用验证。

考核指标：光纤矢量水声传感器声压灵敏度优于 $-132\text{dB}@1\text{kHz re rad}/\mu\text{Pa}$ ，系统等效噪声声压 $\leq 30\text{dB}@1\text{kHz re } \mu\text{Pa}/\text{Hz}^{1/2}$ ，工作频段 $10\text{Hz}\sim 1000\text{Hz}$ ，温度分辨力优于 0.1mK ，压力分辨力优于 1kPa ，盐度分辨力优于 0.005% ；传感器最大工作水深 5000m ，传感器探测空间分辨力优于米级；项目结题时，传感器销售量 ≥ 50 套；申请发明专利不少于 5 项，制定国家/行业/团体标准不少于 1 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.7 MEMS 超声换能器元件及传感器（共性关键技术类）

研究内容：针对传统超声换能器存在的体积大、带宽窄、二维阵列制备困难、难与 IC 集成等共性技术难题，研究 MEMS 高性能超声换能器元件的机—电—声多场耦合机理及阵列式结构设计技术；研究与 CMOS 兼容的 MEMS 高性能阵列式超声换能器批量化制备技术；研究高性能阵列式超声换能器驱动与信号检测电路设计技术；研制高性能 MEMS 超声换能器元件及传感器，在重大装备结构健康无损检测、个性化超声诊疗仪器等领域应用验证。

考核指标：MEMS 阵列式超声换能器元件平面尺寸 $\leq 5\text{mm} \times 5\text{mm}$ ；中心频率 $\geq 1\text{MHz}$ ，分数带宽 $\geq 120\%$ （-6dB），发射灵敏度 $\geq 1\text{kPa/V/mm}^2$ ，接收灵敏度 $\geq 20\mu\text{V/Pa/mm}^2$ ；项目结题时，传感器销售量 ≥ 1000 套；申请发明专利不少于 3 项，制定国家/行业/团体标准不少于 1 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.8 危险气液识别敏感元件及柔性传感器（共性关键技术类）

研究内容：针对目前物流仓储产业中的危险气液传感器智能程度低、体积大、不能自主运行等问题，在不改变现有包装或产品结构的基础上，开发新型室温低功耗危险气液识别敏感材料，研究具有轻薄和柔性特征的自供能敏感元件；研制低功耗柔性配套电路、无线数据传输系统以及利用环境光自供能的电源系统；批量化绿色制造危险气液敏感元件及柔性传感器，在物流仓储监测领域应用验证。

考核指标：智能识别易燃气体、可挥发腐蚀液体等气液物质

种类 ≥ 3 种，检测气液下限 $\leq 100\text{ppb}$ ；柔性薄膜晶体管电路及传感阵列 $\geq 125\times 125$ ；至少具备8位电路编码能力；无线数据传输品质因数 ≥ 35 ；项目结题时，传感器销售数量 ≥ 1 万套；申请发明专利不少于3项，制定国家/行业/团体标准不少于1项；选择规模化典型物流仓储监测应用验证不少于5家。

有关说明：由企业牵头申报。

2.9 活细胞内生物物质动态检测纳米孔传感器（共性关键技术类）

研究内容：活细胞内生命物质分析是提升重大疾病早期诊断、新药开发和精准医疗水平的关键技术，针对细胞内核酸、酶、蛋白质、神经递质等生物物质提取与动态监测的需求，研究活细胞内成分的微量取样技术和提取液中生物物质的特异性检测技术；研究原位、动态生物物质纳米孔传感技术；研制无探针生物量敏感元件及传感器，在生物、医学等领域开展应用验证。

考核指标：实现活细胞内生物物质的无探针、原位、实时检测，核酸检测限 $\leq 1\text{nM}$ ，其他生物量检测限 $\leq 10\text{nM}$ ；同时检测 ≥ 64 个活细胞；单细胞内可同时检测生物量 ≥ 10 种；连续动态监测时间 ≥ 48 小时；项目结题时，传感器销售量 ≥ 200 套；申请发明专利不少于2项，制定国家/行业/团体标准不少于1项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.10 抗体条形码微阵列超高通量快速检测生物传感器（共性关键技术类）

研究内容：针对高通量生物传感器用于疾病标志物筛查时单

片项目数少、速度慢、检测限偏高等问题，研究生化标记物抗体微阵列条形码制备方法，研发疾病标志物与微生物核酸高通量检测敏感元件，以及细胞功能评估检测敏感元件；研发快速检测、分析与辅助诊断一体化传感器及系统，在体外诊断和细胞治疗等领域开展应用验证。

考核指标：单一检测敏感元件可同时检测标记物 ≥ 10 种，检测限 $\leq 10\text{pg/mL}$ ，重复性 $\geq 95\%$ ，全自动化检测传感系统的单机检测速度 ≥ 1000 项目/小时，核酸全流程检测时间 $\leq 50\text{min}$ ；肿瘤、心血管疾病和病原微生物等检测敏感元件 ≥ 3 种；细胞功能评估检测元件单片检测参数 ≥ 10 万个（检测参数为单细胞分泌物）；项目结题时，检测敏感元件销售量 ≥ 2 万套；获得医疗器械注册证不少于 2 项，申请发明专利不少于 3 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.11 磁电耦合自供能磁场敏感元件及传感器（共性关键技术类）

研究内容：针对分布式状态感知应用中磁场传感器供能受限和灵敏度低的问题，研究磁场取能和无源磁场敏感元件的性能增强技术；研究基于磁电复合材料的磁场能量收集器件和磁场传感器的集成设计与批量制造技术；研究自供能磁场敏感元件配套的专用信号处理电路，研制磁电耦合自供能磁场敏感元件及传感器，在电力输变电智能感知、配用电网络拓扑关系识别或工业故障定位等领域应用验证。

考核指标：磁电耦合系数 $\geq 3000\text{V}/(\text{cm}\cdot\text{Oe})$ ，磁电能量收集功率密度 $\geq 0.3\text{mW}\cdot\text{Oe}^{-2}\cdot\text{cm}^{-3}$ ；磁场敏感元件的磁噪声指数 $\leq 10\text{pT}/\text{Hz}^{1/2}@1\text{Hz}$ ，非线性度优于1%；自供能磁场敏感元件体积 $\leq 5\text{cm}^3$ ；项目结题时，自供能磁场传感器销售量 ≥ 2000 套；应用于台区电力设备拓扑关系识别准确度不低于99%，单点识别时间不大于10s；申请发明专利不少于3项，制定国家/行业/团体标准不少于1项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.12 微型高精度真空度敏感元件及传感器（共性关键技术类）

研究内容：针对传统真空传感器尺寸大、量程小、精度低、功耗高等共性难题，研究微型低真空度传感器敏感芯片的结构设计和制造技术；研究具有自补偿、自校准以及故障报警功能的传感信号处理电路，研究传感器在复杂电磁环境下的抗干扰封装技术；研制微型真空度敏感元件及传感器，在磁控溅射台、高温退火炉、扫描电镜等集成电路专用装备和科学仪器领域应用验证。

考核指标：带信号处理电路的传感器封装尺寸 $\leq 40\text{mm}\times 40\text{mm}\times 55\text{mm}$ ；真空度测量范围 $1\times 10^{-5}\text{mbar}\sim 1\times 10^3\text{mbar}$ ；精度优于10%（读数）@（ $1\times 10^{-5}\text{mbar}\sim 1\times 10^{-3}\text{mbar}$ ），精度优于5%（读数）@（ $1\times 10^{-3}\text{mbar}\sim 1\times 10^3\text{mbar}$ ）；功耗 $\leq 1.5\text{W}$ ；项目结题时，传感器销售量 ≥ 5000 套；申请发明专利不少于3项，制定国家/行业/团体标准不少于1项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.13 路面气象状态敏感元件及传感器（共性关键技术类）

研究内容：针对路面气象状态传感器种类多、分辨力低、可靠性差等共性技术难题，研究路面水膜厚度、冰点温度、路面温度、覆盖物种类等敏感元件的传感机理、结构设计、加工制造、可靠性提升和软硬件集成等关键技术；研制高性能、多参数路面气象状态敏感元件及集成传感器系统，在自动驾驶车路协同、公路智能管理等领域应用验证。

考核指标：路面水膜厚度测量范围 0~8mm，分辨力优于 0.02mm，精度优于 0.1mm@0~1mm；冰点温度测量范围 -40℃~0℃，分辨力优于 0.1℃，精度优于 0.5℃@-2.5℃~0℃；路面温度测量范围 -40℃~80℃，分辨力优于 0.1℃，精度优于 0.2℃@-20℃~20℃；传感器可识别干燥/潮湿/积水/结冰/积雪等覆盖物种类；项目结题时，传感器销售量 ≥ 200 套；申请发明专利不少于 3 项，制定国家/行业/团体标准不少于 1 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.14 高精度线光谱共焦尺寸测量传感器（共性关键技术类）

研究内容：针对激光位移传感器分辨力不足，以及对弯曲、透明、多层结构测量精度差等难题，研究光谱探测阵列敏感元件结构设计及制造关键技术；研究传感器信号快速解调及处理技术；研究高精度线光谱共焦传感器设计及一体化集成技术；研制高精度线光谱共焦尺寸测量传感器，在新型显示、柔性电子、IC 检测等领域应用验证。

考核指标：探测阵列敏感元件光谱范围 $\geq 380\text{nm}\sim 780\text{nm}$ ，光谱分辨率优于 0.05nm ；传感器 Z 向尺寸分辨力优于 80nm ，横向尺寸分辨力优于 $1.0\mu\text{m}$ ，Z 向测量重复性精度优于 50nm ；传感器横向扫描线长 $\geq 4\text{mm}$ ，Z 向测量范围 $\geq 1\text{mm}$ ，测量数据采集频率 $\geq 300\text{Hz}$ ；项目结题时，传感器销售量 ≥ 200 套；申请发明专利不少于 5 项，制定国家/行业/团体标准不少于 1 项。

有关说明：由企业牵头申报。

2.15 多参数融合智能工业传感器集成技术（共性关键技术类，科技型中小企业项目）

研究内容：针对工业传感器及仪表存在的可靠性与稳定性不足、智能化水平低、功能单一、集成度低等问题，发挥企业在传感器及仪表集成开发方面的技术和组织优势，研究工业传感器及仪表多参数融合、可靠稳定封装、智能数据处理或自适应组网等单项或多项集成开发关键技术；研制基于国产传感器敏感元件的高端工业在线传感器及仪表，在制造业复杂热工量原位测量场景应用验证。

考核指标：企业可参考指南所引导的技术研究方向组织申报，但并不受限于研究内容，项目申报时需参考本方向其他指南的考核指标要求，明确申报项目的考核指标。

有关说明：科技型中小企业牵头申报，每个项目参与单位不超过 2 家，配套经费与国拨经费比例不低于 1.5: 1。支持不超过 5 项。

3. 面向行业的智能传感器及系统

3.1 飞机故障预测与健康健康管理成套传感器及应用(应用示范类)

研究内容：针对飞机供氧、液压、环控和燃油等系统故障预测与健康健康管理（PHM）对成套传感器的重大需求，突破 MEMS 压力、振动、过载、温度传感器芯片高质量加工技术，耐腐蚀、宽温区、防结冰充油封装，传感器批量标定和测试等关键技术；研制满足 PHM 系统要求的高精度压力、温度压力复合、多通道压力传感器组，振动、过载传感器芯片及模组；建立传感器生产及批量测试平台；开展多型号飞机 PHM 系统批量应用。

考核指标：建立飞机 PHM 系统双余度压力传感器、温度压力复合传感器、压力传感器组、过载传感器、振动传感器芯片和模组批量生产测试平台；实现飞机供氧、液压、环控和燃油等核心系统压力、过载、振动传感器全国产化。传感器性能指标达到：双余度压力传感器量程 0~600kPa/0~200kPa，绝压，精度 $\pm 0.5\%$ ，温度范围 $-55^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$ ；温压复合传感器量程 0~2MPa，绝压，压力精度 $\pm 0.5\%\text{FS}$ ，温度范围 $-55^{\circ}\text{C}\sim 185^{\circ}\text{C}$ ，温度精度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；多通道压力传感器组，共 11 通道，其中 3 通道表压 $-2\text{kPa}\sim 12\text{kPa}$ ，3 通道表压 0~200kPa，1 通道表压 0~2MPa，3 通道绝压 0~120kPa，1 通道绝压 0~1MPa，工作温度范围 $-55^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ ，精度 $\pm 0.6\%$ ，重量 $\leq 230\text{g}$ ；高精度过载传感器，量程 $\pm 15\text{g}$ ，精度 $\pm 0.4\%$ ，温度范围 $-55^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ ；高频振动传感器，量程 $\pm 200\text{g}$ ，带宽 10kHz，温度范围 $-55^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ 。项目结题时，面向飞机 PHM 系统，成套传感器装

机 100 台套以上，销售数量 ≥ 5000 只，申请发明专利不少于 3 项。

有关说明：由企业牵头申报。

3.2 轮胎内嵌集成传感器阵列及路面状态感知应用（应用示范类）

研究内容：针对车辆感知路面信息不精准、响应速度不及时等问题，研究适用于车辆轮胎的温度、压力、应变等多参量感知方法，以及高精度、高灵敏度多参量传感器阵列的设计技术，研究大载荷、多工况传感数据传输及供能技术；研究多参量感知传感器阵列与轮胎胎体集成设计与制造技术，研究基于智能轮胎的轮胎受力、轮胎磨损预测及路面状态感知方法，研制智能轮胎集成系统并在多种复杂场景下开展可靠性验证与示范应用。

考核指标：突破多参量传感器阵列设计与智能轮胎集成制造技术，智能轮胎温度测量范围 $-40^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ 、精度优于 0.5°C ，压力测量范围 $0\sim 1000\text{kPa}$ 、精度优于 5%，应变测量范围 $0\sim 20000\mu\text{m/m}$ ；智能轮胎基于传感器阵列可实现对路面立体信息的连续采集，空间采样率比国际现有方案提升 20 倍；智能轮胎可精确辨识沥青、碎石等路面类型不少于 8 种以及裂缝、积水等路面状态不少于 6 种，路面平整度等级辨识准确率 $\geq 95\%$ ，路面状态信息辨识时间 $\leq 10\text{ms}$ ；轮胎寿命预测精度 $\geq 90\%$ ，轮胎受力识别精度 $\geq 95\%$ ；申请发明专利不少于 10 项，制定国家/行业/团体标准不少于 2 项；项目结题时，研制出不少于 5 个型号的智能轮胎，实现小规模量产 ≥ 1000 套，示范应用场景不少于 3 类，示

范里程数 ≥ 30 万公里，单车 ≥ 5 万公里。

有关说明：由轮胎企业牵头申报。

3.3 机床切削工况刀具状态原位实时监测传感器及应用（应用示范类）

研究内容：针对精密切削加工过程中刀具状态缺乏在线感知和精度补偿的问题，研究车削和铣削两类典型刀具状态高精度原位监测的振动、力、微位移传感技术；研究刀具内嵌式集成传感器的微型化设计、制造方法；研究刀具集成多传感器交叉干扰抑制技术和传感器稳定性提升技术；研制用于机床切削工况刀具状态原位实时监测与磨损补偿的系列敏感元件、传感器和智能部件，在高精度光学元件、复合材料和特种硬脆材料等精密零件加工中示范应用。

考核指标：多传感器内嵌于刀柄一体化封装，智能车刀封装后长度及横截面尺寸均不超过原刀具 20%，智能铣刀封装后总长度不超过原刀具 30%，安装接口符合通用标准；传感器对刀具崩刃、断刀等异常切削状态响应时间 $\leq 10\text{ms}$ ，刀具磨损在线测量误差 $\leq 2\mu\text{m}$ 。切削振动传感器测量范围 $-10\text{g}\sim+10\text{g}$ ，非线性误差 $\leq 0.5\%\text{FS}$ ，交叉干扰误差 $\leq 3.0\%$ ；切削力传感器测量范围 $0\sim 200\text{N}$ ，非线性误差 $\leq 0.5\%\text{FS}$ ，交叉干扰误差 $\leq 3.0\%$ ；刀具微位移测量范围 $\geq 0.3\text{mm}$ ，刀具磨损补偿定位精度 $\leq 0.3\mu\text{m}$ ，分辨力 $\leq 10\text{nm}$ ；项目结题时，传感器系统平均故障间隔时间 ≥ 2000 小时，示范应用刀具数量 ≥ 1000 套；申请发明专利不少于 10 项，制定国家/行业/团体标准不少于 3 项。

有关说明：由刀具企业牵头申报。

3.4 强磁场高电压设备运行状态非侵入式监测传感器及系统 (应用示范类)

研究内容：针对高压输变电关键设备全面、精准、非侵入式状态感知需求，研究高电压、强磁场等复杂环境下电流/电压/温度/气体/局放测量原理与方法；研究高精度、强可靠性、微型化输变电设备传感材料与元件设计技术；研究高电压、强磁场等复杂环境下电力传感、自取能和自组网等共性关键技术；研究电流/电压/温度/气体/局放等传感器的制备、测试与自校准方法；研制变压器、组合电器、输电线路等关键设备的多参数融合微型传感监测系统，并开展示范应用。

考核指标：研制出适用于变压器、组合电器、输电线路等关键设备的多参数融合微型传感监测系统，输变电设备运行状态监测传感器实现全部国产化。非侵入式电流测量范围 1mA~40kA，测量精度优于 $\pm 1\% @ (1\text{mA} \sim 2\text{kA})$ 、 $\pm 5\% @ (2\text{kA} \sim 40\text{kA})$ ，测量频率范围 DC~1MHz；非侵入式电压测量范围 1V~500kV，测量精度优于 $\pm 2\%$ ；无源无线式温度测量范围 $-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ ，精度优于 $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ ；设备状态气体可测 CO、H₂、C₂H₂ 等不少于 5 种，CO、H₂ 检测限优于 2 $\mu\text{L/L}$ ，C₂H₂ 等其它气体检出限检测限优于 0.5 $\mu\text{L/L}$ ，支持远程自校准功能；无源无线式局放检测精度优于 $\pm 1\text{pC}$ ，无源无线传感器平均功耗低于 20 μW ；传感器敏感元件外形尺寸 $\leq 1\text{cm}^3$ ；完成不少于 2 个典型输变电工程全场景示范应用，

单网无线接入监测点数 ≥ 100 个，报警数据时延小于5ms，支持多路传感器无线自同步采集精度优于1 μ s，无线多跳组网支持宽带业务传输不少于30跳，多跳后两节点间传输速率 ≥ 2 Mbps。申请发明专利不少于5项，制定国家/行业/团体标准不少于2项。

有关说明：由电力企业牵头申报。

3.5 河流全断面鱼群信息探测传感系统及应用（应用示范类）

研究内容：针对河流和鱼道大面积全断面鱼类清晰成像和快速识别技术的共性问题，研究河流和鱼道流动水体中洄游鱼群的光学和声学成像技术及传感器设计技术；研制光源均匀、进光平衡、具有自调节功能的光学传感器；研制全程聚焦的声学传感器；研究精准探测鱼群数量、体长、运动形态、轨迹等信息的综合传感技术和感知数据智能融合算法；研制适用于河流和鱼道不同场景的鱼类资源探测传感系统，在长江鱼类保护区和青海湖等重点水域示范应用。

考核指标：传感器系统可靠性满足重点水域全断面鱼群信息探测的应用需求，形成河流和鱼道不同场景鱼类资源探测的系列化解决方案，建立重点水域鱼类资源与环境监测系统，实现鱼类资源人力巡查向精细化管理的转变，传感器实现宽度30m以上大截面水域应用。光学传感器测量范围 $\geq 6\text{m} \times 0.5\text{m}$ ，成像均匀度 $\geq 80\%$ ；声学成像传感器阵列幅面宽度0.8m~2m，探测深度0~10m，波长范围2mm~10mm；图像传感器分辨率 $\geq 1920 \times 1080$ ，帧频 $\geq 30\text{fps}$ ；传感器跟踪鱼群识别率 $\geq 90\%$ ，统计鱼群数量误差 $\leq 10\%$ ，测量鱼体长度误差 $\leq 10\%$ ；实现水温、流量和浊度等3项以上的

传感器融合感知；项目结题时，传感器通过可靠性测试，应用数量 ≥ 100 台套；申请发明专利不少于 5 项。

有关说明：由企业牵头申报。

3.6 特种力热参数传感器测试标定标准化技术及装置（共性关键技术类）

研究内容：针对极端环境用特种力热参数传感器关键特性测试标定能力不足、标准化验证方法缺失的共性问题，研究超高温、大热流、高低温—压力载荷复合、高低温—振动载荷复合等特种力热参数传感器测试标定环境构建和精准控制技术；研究超高温、大热流、高低温—压力、高低温—振动等特种力热参数传感器关键特性标准化测试标定方法；研制特种力热参数传感器测试标定用高性能传感器；研制特种力热参数传感器测试标定装置和技术标准化验证平台，面向航空航天、工业制造等领域开展应用服务。

考核指标：建立超高温、大热流、高低温—压力、高低温—振动等特种力热参数传感器的关键特性测试标定通用要求和标准体系，制定国家/行业/团体标准不少于 4 项。技术标准化验证装置和共享服务平台能力至少覆盖：温度标定范围 $-80^{\circ}\text{C}\sim 2800^{\circ}\text{C}$ ，温度标定不确定度 1% ($k=2$)；热流标定范围 $0\sim 20\text{MW}/\text{m}^2$ ，动态特性评估范围 $1\text{Hz}\sim 0.1\text{MHz}$ ，热流标定不确定度 3% ($k=2$)；压力标定范围 $0\sim 20\text{MPa}@-253^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ ， $0\sim 5\text{MPa}@25^{\circ}\text{C}\sim 800^{\circ}\text{C}$ ，压力标定不确定度 1% ($k=2$)；振动标定范围 $0.1\text{g}\sim 30\text{g}@(-253^{\circ}\text{C}\sim 800^{\circ}\text{C}, 20\text{Hz}\sim 2\text{kHz})$ ，振动标定不确定度 3% ($k=2$)。

项目结题时，服务航空航天、工业制造等行业客户数 ≥ 10 家，其中国内特种力热参数传感器主要研究单位不少于3家。

有关说明：由具有中国合格评定国家认可委员会（CNAS）资质能力的单位牵头申报。

4. 传感器研发支撑平台

4.1 多尺寸兼容的多材料体系 MEMS 研发平台(共性关键技术类)

研究内容：针对高端量子、光子、超声及毫米波等传感器研发制造急需的跨尺度、多材料体系的器件微加工需求，研究微纳米加工、跨体系集成及表征等共性关键技术；研究量子、光子、超导、超声、毫米波、超材料等传感器的标准化制备工艺；开发3/4/6/8英寸多尺寸兼容的MEMS工艺研发平台，面向行业提供不同尺寸、不同材料的集成与加工服务。

考核指标：平台兼容硅和非硅多材料体系，具备金刚石、LiNbO₃、PZT、GaO、AlN、碳化硅、石英、超导和量子材料等新材料制备能力，以及基于上述材料的结构加工工艺能力，工艺能力在不超2个平台上实现；形成多材料体系下的多芯片堆叠集成、异质集成等工艺方案；开发工艺设计工具包 ≥ 5 套；建立工艺标准和规范3~5项。项目结题时，项目执行期内服务客户100家次以上，其中服务本专项研制任务承担客户不少于10家。

4.2 MEMS 传感器芯片先进封装测试平台(共性关键技术类)

研究内容：针对高端MEMS传感器先进封装测试需求，研究

晶圆级永久键合、临时键合/拆键合，低成本硅—硅、硅—玻璃、薄膜通孔垂直互连，多层叠对准键合，激光隐形划片，多芯片晶圆级系统集成等先进封装技术；形成扇出型晶圆级封装、硅和玻璃通孔晶圆级封装、集成无源器件晶圆级封装等成套先进封装工艺；建立面向图像传感器、硅麦克风、加速度计、陀螺仪、压力传感器、红外传感器、流量传感器等高端传感器的 6/8/12 英寸兼容先进封装测试公共服务平台，面向行业开展服务。

考核指标：平台开发 10 种以上不同 MEMS 传感器的芯片封装测试解决方案，实现 100 个以上不同型号传感器芯片的批量测试，建立 3000 圆片/月的批量封装测试能力；晶圆级 CSP 封装集成至少 2 种 MEMS 结构芯片与专用集成电路（ASIC）芯片，典型硅和玻璃通孔传感器芯片最小尺寸不大于 2mm，通孔引线数不少于 4 根，对准偏差小于 0.5 μ m；达到可测试 2 类以上传感器的晶圆级测试能力，可同时测试 64 颗以上芯片，测试精度优于 0.5%；平台能够为图像传感器、硅麦克风、加速度计、陀螺仪、压力传感器、红外传感器、流量传感器等多种高端传感器提供晶圆级或系统级封装测试服务，项目结题时，服务客户 100 家次以上，累计封测传感器芯片不少于 1000 万颗，其中服务本专项研制任务承担客户不少于 10 家；建立微型化压力传感器和加速度计等典型 MEMS 传感器封装测试的标准和规范 5 项以上。

有关说明：由企业牵头申报。