

“智能传感器”重点专项 2024 年度 项目申报指南建议

(征求意见稿)

1. 智能传感基础及前沿技术

1.1 里德堡原子远红外光-可见光相干转换机理及传感器（基础研究类）

研究内容：基于里德堡原子的量子传感器具有高精度、高灵敏的特点，但在超灵敏成像方面存在感知机理不完善、技术验证不充分等问题。研究远红外光-可见光量子相干转换机理和远红外成像新原理；研究大视场远红外量子成像敏感原子气室制备及与成像组件集成技术；研究噪声荧光信号抑制、原子能级弛豫调控等关键技术；研制超灵敏高帧速远红外成像传感器。

考核指标：建立基于里德堡原子远红外光-可见光量子相干转换机理的远红外成像模型；大视场远红外成像敏感原子气室尺寸 $\geq 5\text{cm} \times 5\text{cm}$ ，集成成像光学组件的传感器整体尺寸 $\leq 20\text{cm} \times 10\text{cm} \times 15\text{cm}$ ；远红外成像传感器噪声等效功率 $\leq 5\text{fW}$ ，成像帧速 $\geq 1\text{kHz}$ ；在夜视成像、文物采集成像、工业检测等场景开展技术验证。

1.2 导波增强感知调控机制及传感器阵列（基础研究类）

研究内容：导波传感器阵列的增强感知调控可提升复杂装备

结构损伤的在线感知能力，但存在调控机制不完善、重复性差、阵列附加重量大等问题。研究导波传感器阵列激励-传感聚焦增强调控机制；研究复杂结构损伤高分辨感知方法；研究导波传感器阵列的设计制备、柔性封装和一致性调控技术；研制导波传感器阵列及轻量化增强感知调控系统。

考核指标：建立阵列激励-传感聚焦增强调控机制；导波增强感知阵列重复性优于 1%，一致性误差优于 5%；复杂结构裂纹分辨率 $\leq 1\text{mm}$ 、分层分辨率 $\leq 4\text{cm}^2$ ；阵列重量 $\leq 100\text{g/m}^2$ ；激励电压 $\geq 160\text{Vpp}$ ，瞬态激励波峰数可调；在直升机、无人机等至少 2 种复杂结构上开展技术验证。

1.3 曲面图像三维集成制造技术及传感器（基础研究类）

研究内容：曲面图像传感具有广视角和低数据冗余的显著优势，但存在大规模集成难、成像分辨率低、全彩多波长探测难等问题。研究新型光敏材料的大面积制备技术，研究低功耗高密度感存算光敏元件阵列设计制备技术；研究光敏元件与有机薄膜晶体管一体化三维集成制造技术；研究图像传感器像素单元与超表面的设计集成制造技术；研究多维光场调控方法和特征识别算法，开发高识别准确率神经网络；开发高分辨曲面全彩图像传感器系统。

考核指标：光敏元件可感知光强阈值 $\leq 0.1\text{nW/cm}^2$ ，有机薄膜晶体管迁移率 $\geq 15\text{cm}^2/\text{Vs}$ ，线性动态范围 $\geq 250\text{dB}$ ，图像传感

器单个像素功耗 $\leq 1\text{fJ}$; 曲面成像视场角 $\geq 130^\circ$, 分辨率 $\geq 450\text{PPI}$; 全彩成像综合图像识别准确率 $\geq 95\%$, 在自动驾驶、医疗成像等至少 2 个场景开展技术验证。

1.4 有机电化学晶体管原位传感机理及传感器(基础研究类)

研究内容: 有机电化学晶体管具有可直接在体液中工作、操作电压低等优点, 但仍存在传感机理不完善、信号放大能力弱、原位检测难等问题。研究有机电化学晶体管的材料界面调控技术、原位传感和信号增强机理; 研究低丰度标志物特异性识别、捕获、富集和传感技术; 研究敏感元件设计制造、阵列集成和无线传输技术; 研制有机电化学晶体管的原位生物传感器。

考核指标: 建立有机电化学晶体管的原位传感模型; 有机电化学晶体管关态电流 $\leq 100\text{pA}$, 信号放大倍数 ≥ 200 , 检测阵列 $\geq 10 \times 10$, 性能一致性 $\geq 95\%$; 单次检测唾液或组织液体积 $\leq 100\mu\text{L}$, 检测时间 $\leq 10\text{min}$, 蛋白类检测限 $\leq 100\text{fM}$ 、核酸类检测限 $\leq 10\text{fM}$ 、病原体类检测限 $\leq 100\text{CFU mL}^{-1}$, 检测准确率 $\geq 90\%$; 在冠心病、糖尿病、阿尔兹海默症等疾病标志物口腔唾液、组织液原位检测等场景开展技术验证。

1.5 宽禁带半导体纳米化感知增强机理及传感器(基础研究类)

研究内容: 宽禁带半导体纳米材料具有耐高温高压、耐强辐射、载流子迁移率高等特点, 但存在纳米化感知增强机理不完善、

测量信噪比低等问题。研究宽禁带半导体纳米化多场感知增强机理和调控机制；研究宽禁带半导体纳米材料与结构的高可控制备技术；研究硅微工艺兼容的纳米宽禁带半导体传感器的设计与制造技术；研制宽禁带半导体纳米化感知增强的微纳传感器。

考核指标：建立宽禁带半导体纳米化感知增强的传感理论模型；研制出力、光等参量传感器样机；光敏传感器像元阵列 $\geq 64 \times 64$ ，响应时间 $\leq 0.5\text{ms}$ ，比探测率 $\geq 10^{13}\text{Jones}$ ，响应度 $\geq 0.5\text{A/W}$ ；加速度传感器分辨力 $\leq 0.1\text{mg}$ ，温漂优于 $\pm 0.01\%\text{FS}/^\circ\text{C}$ ，固有频率 $\geq 20\text{kHz}$ ，工作温度范围 $-55^\circ\text{C}\sim 650^\circ\text{C}$ ；在特高压、航空发动机等场景开展技术验证。

1.6 晶粒人工取向压电陶瓷制备技术及传感器(基础研究类)

研究内容：压电陶瓷具有性能稳定可控、烧结工艺成熟以及生产成本低廉等优势，但存在压电性能不足、器件灵敏度难以进一步提升等问题。研究压电陶瓷晶粒人工取向调控方法与技术；研究高晶粒取向压电陶瓷压电性能与多尺度微观结构的构效关系；研究晶粒人工取向压电陶瓷基敏感元件的设计与制造技术；研制超灵敏磁电、水声等压电传感器。

考核指标：建立基于晶粒取向压电陶瓷的声、磁传感理论模型；材料压电系数 $d_{33} \geq 1500\text{pC/N}$ ，居里温度 $T_c \geq 250^\circ\text{C}$ ， 1kHz 频率下矫顽场 $E_c \geq 6.5\text{kV/cm}$ ；磁电传感器灵敏度优于 $1\text{pT/Hz}^{1/2}@1\text{Hz}$ ，工作频率 $0.1\text{Hz}\sim 1\text{kHz}$ ；水声传感器灵敏度优于

-190dB (re 1 V/ μ Pa) @2kHz~15kHz; 在海底监测网和跨介质通信等场景开展技术验证。

1.7 离电活性聚合物感知增强机理及传感器（基础研究类）

研究内容: 离电活性聚合物具有离子-电子双重导电机制、高灵敏等优点, 但存在导电性差、稳定性差、力学量传感机理不明等问题。研究离电活性聚合物的离子-电子传导机理及其蠕变、粘弹性、导电性对器件感知性能的增强调控机制; 研究离电活性聚合物的高灵敏压力/声感知机理及阵列式敏感结构设计方法; 研究离电活性聚合物敏感元件的高可靠制备技术; 研制基于离电活性聚合物的高性能传感器。

考核指标: 建立离电活性聚合物内部或界面电荷运动特征的传感理论模型; 离电活性聚合物电导率 $\geq 10^{-3}$ S/cm; 开发出力、声等参量传感器样机; 压力传感器测量范围-90kPa~500kPa, 灵敏度 ≥ 10 /kPa, 全量程分辨力优于 100Pa, 精度优于 1%FS, 满量程稳定性优于 1%FS@24h; 次声传感器声压灵敏度 ≥ 1 mV/Pa, 频率响应范围 0.01Hz~20Hz, 检测分辨力优于 0.5mPa/Hz^{1/2}; 在航空航天智能蒙皮、工业管路微泄漏检测等场景开展技术验证。

1.8 MEMS 力声敏感元件可靠性基础技术研究(基础研究类)

研究内容: 针对力、声等主流 MEMS 物理量传感器核心敏感元件长期服役失效机理不明确等问题, 研究敏感元件中典型 MEMS 结构的微观组织疲劳机理和微尺度疲劳模型; 研究 MEMS

结构的疲劳加速试验方法和试验技术,研究 MEMS 结构疲劳失效对敏感元件服役可靠度的影响规律;研制 MEMS 结构疲劳演化规律实时观测装置,并在典型 MEMS 力声传感器敏感元件上开展技术验证。

考核指标: 疲劳模型预测准确性 $\geq 90\%$; 气压、温度、振动等加速试验综合环境应力种类 ≥ 3 种; 疲劳寿命可靠度评估涵盖材料、工艺和载荷等多参数分散性, 评估模型准确度 $\geq 95\%$; 测试装置具备环境应力模拟、结构疲劳过程亚微米级动态监测等功能; 建立典型 MEMS 结构失效数据库、有限元三维非规则疲劳裂纹仿真模型和共享服务平台, 形成测试方法相关国家标准草案并至少完成立项; 在 MEMS 压力、声音等敏感元件上开展技术验证。

1.9 人工智能驱动的智能传感技术（基础研究类，青年科学家项目）

研究内容: 发挥人工智能在传感器材料优化、结构设计、工艺探索、性能提升等方向的技术优势, 研究敏感材料特性计算与最优材料体系挖掘模型, 研究高通量条件生成的传感器结构参数设计与优化方法, 研究传感器关键加工工艺参数自动学习优化模型, 研究传感器自校准和自适应补偿等智能算法, 研制人工智能赋能的新型智能传感器。

考核指标: 面向至少 2 类通用传感器, 开发出相应材料优化、结构设计、工艺探索、性能提升等方面的智能算法模块不少于 3

项；智能传感器设计效率或关键性能指标有数量级提升。

1.10 新型量子传感器件（基础研究类，青年科学家项目）

研究内容：利用量子力学特性和效应，发挥量子态对物理量的高精度、高灵敏探测优势，探索新型量子传感技术。从传感器敏感机理、敏感材料生长、敏感结构设计、量子态精密调控、微纳加工工艺等方面进行创新突破，研制高分辨高灵敏的量子传感原型器件，实现传感技术的颠覆性创新。

考核指标：相对于现有传感器件，在敏感机理、敏感材料、制备工艺、调控技术上实现变革性创新，新机理量子传感器原型器件（被测量除磁场、电场、力、角速度之外）传感性能较现有传感器提升至少 1 个数量级。

2. 传感器敏感元件关键技术

2.1 高稳定微型硅光陀螺敏感元件及传感器（共性关键技术类）

研究内容：针对现有高性能陀螺传感器高精度与高稳定无法兼备的问题，研究基于硅光技术的高精度、高鲁棒角速度测量方法；研究片上光波导敏感环、光学调控单元和光电探测单元的微型化设计与制备技术；研究光源芯片与敏感芯片的全集成封装技术；研究长时稳定、抗干扰的角速度测量信号处理技术；研制高精度、高稳定的微型光学陀螺传感器，在无人机、智能网联汽车等场景应用验证。

考核指标: 加速度灵敏度 $\leq 0.5^\circ/\text{h/g}$, 零偏不稳定性 $\leq 0.3^\circ/\text{h}@$ ($-45^\circ\text{C}\sim 85^\circ\text{C}$, 24h 内), 随机游走 $\leq 0.05^\circ/\text{h}^{1/2}$, 探测范围 $\pm 1000^\circ/\text{s}$, 陀螺模组尺寸 (单轴) $\leq 5\text{cm}\times 5\text{cm}\times 3\text{cm}$; 项目结题时, 传感器应用数量 ≥ 5000 只; 申请发明专利不少于 3 项, 制定国家、行业或团体标准不少于 1 项。

2.2 抗污染高频响精密气体流量传感器 (共性关键技术类)

研究内容: 针对半导体精密制造与精细化工领域对抗污染、高频响、高精度气体流量传感器的迫切需求, 研究气体流量传感器抗固体颗粒污染的结构设计技术; 研究高频响、低压损气体流量敏感元件精密设计与加工技术; 研究高频动态工况下气体流量传感器热补偿修正方法; 研究高频响气体流量动态校准技术; 研制抗污染高频响气体流量传感器, 在半导体精密制造、生物制药、精细化学等场景应用验证。

考核指标: 工作压力范围 $0\sim 1\text{MPa}$; 可检测流量频率范围 $0\sim 100\text{Hz}$, 最大流量量程 $\geq 2500\text{L}/\text{min}$, 量程比 ≥ 50 , 最大压差 2kPa ; 高频工况下 ($\geq 50\text{Hz}$) 流量基本误差限 $\leq 2.0\%$, 气体流量动态校准测量不确定度 $\leq 1/3$; 流量传感器抗污染固体颗粒直径范围 $0\sim 15\mu\text{m}$, 抗污染固体颗粒浓度范围 $0\sim 5\text{mg}/\text{m}^3$; 项目结题时, 流量传感器应用数量 ≥ 800 只; 申请发明专利不少于 3 项, 制定国家、行业或团体标准不少于 1 项。

2.3 耐压低噪 MEMS 水声传感器（共性关键技术类）

研究内容：针对水下广域监测、低照度环境成像等对高性能低成本水声传感器的迫切需求，研究机-电-声多场耦合机理及 MEMS 水声传感器的结构设计方法；研究 MEMS 敏感结构与电路芯片一体化耐压透声封装关键技术；研究传感器批量制造技术；研究传感器信号低噪声调理技术与专用集成电路；研制高性能低成本 MEMS 水声传感器及阵列，在海洋监测、水下测绘、海洋牧场等领域应用验证。

考核指标：MEMS 水声传感器最大水下工作深度 $\geq 1000\text{m}$ ，带内噪声级 $\leq 115\text{dB}(\text{re } 1\mu\text{Pa})@20\text{Hz}\sim 400\text{kHz}$ ，灵敏度 $\geq -160\text{dB}(\text{re } 1\text{V}/\mu\text{Pa})@20\text{Hz}\sim 3\text{kHz}$ ，灵敏度 $\geq -185\text{dB}(\text{re } 1\text{V}/\mu\text{Pa})@100\text{kHz}\sim 400\text{kHz}$ ，同批次传感器灵敏度一致性偏差 $\leq \pm 1\text{dB}@1\text{kHz}$ ；单通道传感器横向尺寸 $\leq 8\text{mm}$ 、重量 $\leq 5\text{g}$ ；项目结题时，传感器应用数量 ≥ 20000 只；申请发明专利不少于 3 项，制定国家、行业或团体标准不少于 1 项。

2.4 高速高对比度透视成像敏感元件及传感器（共性关键技术类）

研究内容：针对新能源电池制造、光伏能源、精密半导体电子装配、食品异物等高速流水线在线检测对高速高对比度透视成像传感器的迫切需求，研究透视成像敏感芯片的设计和规模化制造技术；研究敏感元件信号多通道像元并行读出技术；研究高对

比度分辨透视技术；研究耐辐射防护、数据扫描叠加和高速传输技术；研制高速高对比度的成像敏感元件及传感器，在新能源电池缺陷检测、光伏能源面板缺陷检测、精密半导体电子装配、食品异物检测等场景应用验证。

考核指标：像素尺寸 $\leq 100\mu\text{m}\times 100\mu\text{m}$ ，对比度分辨率 $\leq 0.2\%$ ，成像高度 $\geq 230\text{mm}$ ；线扫描频率 $\geq 30\text{kHz}$ ；成像残影 $\leq 0.2\%$ ；输出位数 $\geq 20\text{bit}$ ；项目结题时，传感器应用数量 ≥ 450 只；申请发明专利不少于3项，制定国家、行业或团体标准不少于1项。

2.5 高分辨宽温区金属磨粒检测敏感元件及传感器（共性关键技术类）

研究内容：针对能源、船舶、航空等领域高端装备各型转子、齿轮、传动轴等重要部件磨损状况在线检测对宽温区、高分辨金属磨粒在线检测传感器的需求，研究高分辨、宽温区金属磨粒检测敏感元件设计及制造技术；研究微弱金属磨粒信号高精度提取、智能识别与解析技术；研究宽温区传感器高稳定封装技术；研制金属磨粒在线检测传感器，在动力装备、传动装备磨损状况在线检测等领域应用验证。

考核指标：金属磨粒检测传感器可识别铁磁磨粒、非铁磁磨粒；传感器可适应通径范围 $7.6\text{mm}\sim 26.9\text{mm}$ ，铁磁性金属磨粒分辨力优于 $90\mu\text{m}@7.6\text{mm}$ 、 $275\mu\text{m}@26.9\text{mm}$ ，非铁磁性磨粒分辨力优于 $300\mu\text{m}@7.6\text{mm}$ 、 $530\mu\text{m}@26.9\text{mm}$ ；工作介质温度

-40°C~200°C；平均无故障工作时间 ≥ 15000 小时；项目结题时，传感器应用数量 ≥ 300 台套；申请发明专利不少于3项，制定国家、行业或团体标准不少于1项。

2.6 弱辐射检测敏感元件及传感器（共性关键技术类）

研究内容：针对海洋生态系统、渔业水产养殖、公共食品安全、医疗卫生等领域对弱辐射检测的新兴迫切需求，研究X、 γ 、 α 、 β 等不同辐射粒子检测的超灵敏传感材料，以及超低噪声传感器的设计、批量制造和封装技术；研究弱辐射传感信号的高精度处理的关键技术和读出电路；研制高灵敏、手持式弱辐射检测传感器，在环境监测、海关检疫、食品监督、医务防护等场景开展应用验证。

考核指标：敏感材料能量分辨率优于3%（662keV）；X、 γ 粒子检测传感器，能量检测范围20keV~3MeV，灵敏度优于30cps/ μ Sv/h（662keV）； α 粒子检测传感器能量检测范围3MeV~7MeV，探测效率优于25%（241Am）； β 粒子检测传感器能量检测范围155keV~3.5MeV，探测效率优于35%（90Sr-90Y）；传感器尺寸 $\leq 40\text{mm} \times 20\text{mm} \times 10\text{mm}$ ，重量 $\leq 30\text{g}$ ，功耗 $\leq 30\text{mW}$ ；传感器具备与消费电子终端互联功能；项目结题时，传感器销售数量 ≥ 10000 只；申请发明专利不少于3项，制定国家、行业或团体标准不少于1项。

2.7 大量程高精度电压敏感元件及传感器(共性关键技术类)

研究内容: 针对特高压柔性直流电网系统中电压状态实时感知测点少、复杂电压波形监测困难等问题, 研究非侵入式大量程高精度电压测量方法, 敏感信号高精度动态解耦与电压信号提取技术; 研究敏感元件设计、制造与晶圆级封装技术; 研究低功耗、高精度信号闭环检测与噪声抑制技术, 开发闭环调理集成电路; 研究直流高效自取能以及复杂电压运行边界下状态智能监测预警技术; 研制非侵入式大量程高精度电压传感器, 在特高压柔性直流电网中换流站、输电线路等场景应用验证。

考核指标: 敏感元件尺寸 $\leq 8\text{mm} \times 8\text{mm} \times 3\text{mm}$; 传感器直流电压测量范围 $0 \sim \pm 1200\text{kV}$, 带宽 $\text{DC} \sim 100\text{kHz}$; 传感器测量分辨力优于 100V , 线性度 $\leq 2\%$, 精度优于 $0.2\% \text{FS}$; 热零点漂移 $\leq 100\text{ppm}/^\circ\text{C} @ (-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C})$, 零偏稳定性 $\leq 0.2\% \text{FS} (-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C})$; 传感器综合直流取能功率 $\geq 0.8\text{W}$, 传感器功耗 $\leq 0.1\text{W}$, 无线发射模块功耗 $\leq 0.5\text{W}$, 无线通信距离 $\geq 500\text{m}$; 传感器平均无故障工作时间 ≥ 5000 小时; 防护等级达到 IP67 , 电磁兼容等级 ≥ 5 级; 项目结题时, 传感器应用数量 ≥ 1000 只; 制定国家、行业或团体标准不少于 2 项。

2.8 柔性血流多参数敏感元件及传感器(共性关键技术类)

研究内容: 针对目前可穿戴血流参数测量技术存在的探测深度浅、精度低、功能单一及自标定困难等问题, 研究高灵敏柔性

敏感元件多场耦合机理、变形保性机制及结构设计方法；研究柔性敏感元件阵列高可靠制备与封装技术；研究高时空分辨率传感阵列血流多参数测量方法、精度补偿及自标定技术；研制高精度自标定柔性血流多参数敏感元件及传感器，在心机梗塞、脑卒中等突发性高风险疾病诊断与预警应用验证。

考核指标：实现深层组织血流多参数实时无创无感监测，血流、血压、心率等参数检测种类 ≥ 3 种；血液流速检测误差优于 $\pm 5\%$ ，血压检测误差优于 $\pm 3\text{mmHg}$ ，心率检测误差优于 $\pm 1\text{bpm}$ ，连续实时监测 ≥ 48 小时，传感器平面尺寸 $\leq 8\text{cm}\times 8\text{cm}$ ，可逆形变 $\geq 15\%$ 。项目结题时，传感器应用数量 ≥ 2000 只；申请医疗器械注册证不少于1项。

2.9 新型敏感材料与传感器的设计开发（共性关键技术类，中小企业项目）

研究内容：充分发挥新材料在敏感元件性能提升上的重要作用，支持国内传感器中小企业开展压电材料、超材料、柔性材料、气敏材料等新材料在传感器领域中的创新应用，设计开发敏感元件及传感器，利用本专项前期支持的传感器研发支撑平台（传感器加工中试平台、传感器批量制造平台及传感器先进封装测试平台等）进行产品开发并在智能制造、工业检测或智慧农业等领域应用验证。

考核指标：项目申报时选定1类新型材料进行敏感元件开发，

参考本方向其他指南的考核要求，明确申报项目的技术指标。

3. 谱系化智能传感器及系统应用

3.1 石化生产泄漏风险监测传感器及安全预警应用（应用示范类）

研究内容：针对石化生产苛刻环境下关键装置泄漏监测对高性能工业传感器的迫切需求，研究持续高浓度下可燃气体高灵敏传感和防爆，抗多层保温介质干扰的厚度高精度检测，微小泄漏定量高分辨检测等技术；研究传感器批量制备和稳定性提升关键技术，研制储罐浮盘密封可燃气体传感器，带保温层管道厚度传感器，生产装置塔器密封泄漏传感器；研究多参数信号同步采集、多源数据融合及安全预警技术，开发石化生产泄漏风险多模态传感器系统；在通过认定的化工园区、大型油气储存基地、百万吨级石化生产装置等典型场景应用示范。

考核指标：储罐浮盘密封可燃气体（ CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_6 、 C_3H_6 、 C_3H_8 ）传感器检出限优于 100ppm，功耗 $\leq 3\text{mW}$ ，防爆等级优于 iaIICT4；保温管道厚度传感器测量范围 1.5mm~200mm，测量精度 $\leq \pm 0.01\text{mm}$ ，稳定性 $\leq 1\%\text{FS}/\text{年}$ ；生产装置塔器密封泄漏传感器量程 0~100sccm，精度 $\leq 0.5\%\text{FS}$ ，稳定性 $\leq 1\%\text{FS}/\text{年}$ ；数据融合泄漏风险演算、预警时间 $\leq 1\text{s}$ ，泄漏传感数据接入国家级安全风险智能化管控平台；在不少于 5 个国家原油储备库和大型石油化工园区应用示范，传感器应用数量 ≥ 10000 只；申请发明专利

不少于 5 项，制定石化生产泄漏监测相关国家、行业或团体标准不少于 2 项。

3.2 高分子提取工艺过程监测传感器及系统应用（应用示范类）

研究内容：针对高分子材料提取工艺中多相态、粘附性强等特性对高精度高可靠传感器的迫切需求，研究固液混杂介质粘度敏感元件高重复性测量关键技术，固液渐变界面位置传感信号的实时处理技术，高分子生成过程浊度传感信号的高精度处理技术，水分等残留溶剂含量测量传感器小型化在线集成技术；研究传感器批量制备和稳定性提升关键技术；研制流体粘度、界面位置、溶液浊度和残留溶剂检测系列传感器；研究基于传感数据的提取工艺质量快速评价算法，研究传感器、算法软件与控制系统集成技术；在 高分子提取工艺生产线应用示范。

考核指标：粘度传感器测量范围 $2.5\text{mPa}\cdot\text{s}\sim 50\text{mPa}\cdot\text{s}$ ，测量误差 $\pm 3.0\%\text{FS}$ ，重复精度 $\leq \pm 0.8\%$ ；界面位置传感器测量范围 $0.05\text{m}\sim 4\text{m}$ ，误差 $\pm 6\text{mm}$ ，响应时间 $\leq 3\text{s}$ ；浊度传感器分辨力 $\leq 5\text{NTU}$ ，测量误差 $\pm 1.0\%$ ，响应时间 $\leq 5\text{s}$ ；溶剂残留量传感器测量范围 $0\sim 100\%$ ，测量误差 $\pm 0.3\%$ ；传感器数据传输满足主流现场总线、工业无线等通讯协议，示范应用产线数量不少于 3 条，高分子材料提取生产效率提升 20%；传感器销售数量 ≥ 3000 只；申请发明专利不少于 4 项，制定国家、行业或团体标准不少于 2 项。

3.3 织物染整关键工艺参数在线检测传感器及系统应用（应用示范类）

研究内容：针对高附加值织物染整关键工艺参数在线检测对高稳定性、高可靠性传感器的迫切需求，研究复杂组分染液浓度传感的检测部件与清洁部件一体化关键技术，织物无损穿透能量衰减高分辨传感技术，含尘含油含湿高温腐蚀性气体特征吸收非接触式高精度传感技术，颜色在线传感光照与温度自适应补偿校正技术；基于国产传感器敏感元件，研制染液酸碱盐浓度高可靠原位检测传感器，研制纤维材料及组织结构无关性织物克重及带液量高精度传感器，研制非接触高可靠高温气体湿度传感器，研制复杂纹理染整织物颜色在线高精度测量传感器；开发织物染整关键工艺参数测控一体化系统，在织物染整典型生产场景应用示范。

考核指标：浓度传感器测量染液中 Na^+ 离子量程 $0.02\mu\text{s}/\text{cm}\sim 5000\mu\text{s}/\text{cm}@$ （温度 $\leq 100^\circ\text{C}$ 、压力 $\leq 0.5\text{MPa}$ ），电极常数 $\leq 1.0/\text{cm}$ ，测量 pH 值范围 $0\sim 14@$ （温度 $\leq 100^\circ\text{C}$ 、压力 $\leq 0.5\text{MPa}$ ），精度 0.1；克重传感器量程 $10\sim 1000\text{g}/\text{m}^2@$ 织物运行速度 $60\text{m}/\text{min}$ ，精度 $\leq 0.5\%\text{FS}$ ；带液量传感器测量织物含液量范围 $5\%\sim 150\%$ ，精度 $\leq 1\%\text{FS}$ ，可适应棉、麻、化纤等混纺纤维种类数量 ≥ 3 ；高温气体湿度传感器量程 $0.1\%\text{RH}\sim 80\%\text{RH}@$ 最高温度 300°C ，精度 $\leq 0.1\%\text{FS}$ ；颜色传感器颜色测量偏差 $\leq 0.03\Delta E^*_{ab}$

avg, 温补范围 0~50°C, 测量距离 0~120mm, 测量范围 100mm@单轴, 空间分辨率 ≥ 1024 。染液酸碱盐浓度由开环控制转变为在线闭环控制, 织物克重和带液量感知时间缩短到 10ms 以内, 高温排放气体湿度精度控制在 $\pm 2\%RH$, 颜色值感知时间缩短到 20ms 以内; 传感器平均无故障工作时间 ≥ 4000 小时; 项目结题时, 传感器应用企业数量 ≥ 50 家, 应用数量 ≥ 3000 只; 申请发明专利不少于 5 项, 制定国家、行业或团体标准不少于 2 项。

3.4 中小跨径桥群灾变轻量化监测关键传感系统及应用（应用示范类）

研究内容: 针对中小跨径桥群灾变轻量化监测对高适应、全场域、强时效、多参数、低功耗和自组网传感器及系统的迫切需求, 研究湿热、极寒天气下多点位移精密传感技术、高原地区动态微振动传感技术、多层材料隐蔽缺陷识别传感技术、低功耗多参数协同传感技术, 研究传感器小体积集成设计和封装关键技术, 研制高海拔、严寒、湿热环境下非接触式大范围变形、实时动力响应、内部病害检测、结构多参数测量系列传感器; 研究不同服役环境下传感器耐久可靠与测量准确性评价技术, 研究多层级协同快速组网技术, 研究跨区域面向风险应急与超限预警的智能算法; 在不同纬度和海拔的桥群安全监测中开展应用示范。

考核指标: 传感器可应用于海拔 3000m 以上、温度 $-40^{\circ}C \sim 80^{\circ}C$ 、相对湿度 80%~95%地区。机器视觉位移传感器及系

统测量精度 100m 内 $\pm 0.03\text{mm}@10\text{m}$ ，采集频率 $\geq 30\text{Hz}$ ，功耗 $\leq 5\text{W}$ ，单套设备测点数量不少于 10 个；雷达振动传感器及测量系统具备全场域在线测量能力，测量距离 $\leq 100\text{m}$ ，最高采集频率 $\geq 200\text{Hz}$ ，功耗 $\leq 5\text{W}$ ，振动精度 $\leq \pm 3\text{mg}$ ，位移精度 $\leq \pm 0.03\text{mm}$ ；矢量声纹测量传感器频率范围 6.3Hz~20kHz，动态范围 14.6dB~146dB，灵敏度 50mV/Pa；多参数结构动力响应传感器振动量程 3g，测量精度优于 5%FS，温度量程 $-40^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ ，倾角测量精度 $\pm 2\%$ ，声功率 0~50W，定位精度 $\leq 2\text{m}$ ，功耗 $\leq 5\text{W}$ ；开发出单体基础设施、省级、行业等多层级平台组网互联和数据质量核查软件工具 2 套；形成跨省域重大及规模化基础设施应急响应、超限报警智能算法 2 套，其中跨省域自动应急响应算法出具应急预案 ≤ 0.5 小时，超限报警实现部省桥三级响应实时同步，响应时间小于 60s；项目结题时，传感器应用数量 ≥ 10000 套，在不少于 3 个省域集群开展典型示范应用；申请发明专利不少于 5 项，制定标准规范不少于 3 项。