

“智能传感器”重点专项 2021 年度 项目申报指南建议

(征求意见稿)

国家重点研发计划启动实施“智能传感器”重点专项。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，专项引领传感器产业可持续规模化发展。

根据本重点专项工作部署，现提出 2021 年度项目申报指南建议。2021 年度指南部署坚持问题导向、场景驱动、强化体系、协同发展的原则，拟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 4 个技术方向，启动 28 项指南任务。

1. 智能传感基础及前沿技术

1.1 高精度力学量的量子传感技术研究

研究内容：面向高精度、小体积力学量的量子传感应用需求，探索高精度力学量的量子传感新机制；研究微观尺度下量子调控及增强机理；研究量子传感结构跨尺度可控制造方法；研究噪声抑制及传感信号高效提取方法；研制高精度、小体积力学量量子传感器样机，开展试用验证。

考核指标：建立新型高精度力学量的量子传感理论方法；可测力学量种类 ≥ 2 种；实现片上敏感器件集成，力检测精度优于 $10^{-19} \text{N/Hz}^{1/2}$ ；申请发明专利 ≥ 2 项。

1.2 生化量检测用太赫兹传感技术研究

研究内容：针对特殊物质生化量检测难题，探索太赫兹增强传感新机理和新方法；研究太赫兹波调控及探测机理；研究生化量传感表征方法，研究生化量太赫兹传感器设计、制造方法；研制高灵敏生化量太赫兹传感器样机，开展试用验证。

考核指标：建立太赫兹增强传感理论；可测蛋白质、核酸、多糖、脂肪等生化量种类 ≥ 2 种，综合灵敏度 0.5RIU^{-1} 以上；太赫兹发射源和探测器实现片上集成，复杂环境下特殊物质检出能力国际领先；申请发明专利 ≥ 2 项。

1.3 结构光场纳米位移传感技术研究

研究内容：针对传统光栅类位移传感器存在栅线制造精度极限的问题，探索结构光场构建理论，以及相关位移传感方法；研究结构光场的高稳定构建、高精度调控和位移解调

等关键技术；研制纳米位移传感器样机，开展精密装备上的试用验证。

考核指标：建立结构光场构建理论和位移传感方法；线位移传感精度优于 $\pm 1\text{nm}@50\text{mm}$ 量程，测量分辨力优于 0.1nm ；角位移传感精度优于 $\pm 0.1''$ ，测量分辨力优于 $0.01''$ ；在精密装备上的应用场景不少于 1 个；申请发明专利 ≥ 2 项。

1.4 人体健康监测传感器自供能关键技术研究

研究内容：针对人体多参量生物传感器在无线场景下自供能入网难题，研究从人体获取能量的自供能技术、器件和组件；研究高灵敏人体多参量生物传感器；研究自供能组件与多种生物传感结构的匹配集成技术；研制人体多参量监测自供能生物传感系统，在医联网典型场景应用验证。

考核指标：传感器可检测温度、脉搏、呼吸等人体健康信号 ≥ 5 种，传感器件结构延展性 $\geq 30\%$ ；自供能组件的能源转换效率 $\geq 25\%$ ，峰值输出功率 $\geq 50\mu\text{W}$ ；自供能生物传感系统的性能保持率满足典型场景使用时限要求；申请发明专利 ≥ 3 项，制定技术标准 ≥ 1 项。

1.5 有机框架材料及气体传感技术研究

研究内容：针对有机框架材料高性能气敏机制不完善和实现路径不明确的共性问题，研究 MOFs、COFs 等新型有机框架材料及其衍生物的气敏机制和合成方法；研究高性能气敏元件设计制造技术；研制气体传感器样机，开展试用验证。

考核指标：建立新型有机框架材料及其衍生物的气敏理论；气体传感器功耗 $\leq 1\text{mW}$ ；实现包括一氧化碳、甲醛、氨气等不少于 5 种典型气体的高选择、高灵敏、高可靠检测，传感灵敏度、选择性、稳定性等性能指标相比现有水平提高 2 倍以上；申请发明专利 ≥ 2 项。

1.6 基于超材料的力热传感增强技术研究

研究内容：针对超材料传感器在特殊场景下力、热传感灵敏度低，以及增强传感构效优化难问题，探索超材料传感性能增强调控机理和方法；研究高灵敏超材料力、热敏结构设计方法；研制基于超材料的力、热敏感元件和传感器样机，开展高温环境下力、热测量的试用验证。

考核指标：建立超材料力、热传感增强新方法；基于超材料的力、热等物理量传感器样机 ≥ 2 种；传感器面向高温力、热测量等场景，灵敏度等性能指标相比现有水平提高 2 倍以上；申请发明专利 ≥ 2 项。

1.7 耐高温聚合物先驱体陶瓷薄膜传感技术

研究内容：针对薄膜类高温传感器环境耐受性差的问题，研究新型聚合物先驱体陶瓷薄膜敏感机制与规律，研究聚合物先驱体陶瓷薄膜敏感性能调控方法；研究多层薄膜体系的高温适配性、粘附性等制造关键技术；研制聚合物先驱体陶瓷薄膜传感器样机，在发动机高温模拟环境试用验证。

考核指标：建立聚合物先驱体陶瓷薄膜传感膜层体系；

研制传感器原型样机 ≥ 3 种，薄膜敏感元件耐温 $\geq 1100^{\circ}\text{C}$ ，应变系数 ≥ 30 ，热流灵敏度 $\geq 10\text{mV/W/cm}^2$ ；申请发明专利 ≥ 2 项。

1.8 柔性植入式多模态集成感知及调控技术研究

研究内容：针对脑部植入式传感器监测功能单一、微型化和集成度低等关键问题，探索柔性植入式多模态生理生化集成传感与电调节机理，研究可长期植入生物体的微小传感器设计制造关键技术；研制传感、电调控、信号处理的集成专用芯片；研究植入传感器和体表芯片的系统封装技术；开发多参数融合智能识别嵌入式系统，开展生物体微创口下系统的功能、稳定性及安全性验证。

考核指标：建立柔性基底植入式多模态传感理论模型；传感器具备压力、氧分压、 Na^+/K^+ 离子组分等测量功能，智能识别疾病数 ≥ 3 种；信号调理芯片具有信号处理、脉冲发生和无线传输功能，总功耗 $\leq 15\text{mW}$ ；传感器植入端温度变化 $\leq 1^{\circ}\text{C}$ ，植入6个月系统测量误差 $\leq 25\%$ ；申请发明专利 ≥ 3 项。

1.9 异质微结构印刷工艺及传感器研究

研究内容：针对印刷制造薄膜类传感器结构精度低和在微圆周面上图形化加工传感器结构困难的共性问题，探索基于印刷工艺的高性能传感器异质微结构实现方法；研究微结构高精度批量制造关键加工工艺；研究传感器三维异质敏感

结构成套标准化印刷工艺；在热学量、可穿戴健康监测等面阵型传感器开展试验验证。

考核指标：薄膜最小印刷线宽可达 $50\mu\text{m}$ ，最小印刷薄膜厚度可达 $10\mu\text{m}$ ；微圆周面印刷最小偏转角度可达 20° ，印刷同轴度 $\leq 10\mu\text{m}/\text{mm}$ ；试验验证传感器种类 ≥ 3 种；申请发明专利 ≥ 3 项；制定传感器印刷工艺规范 ≥ 2 项。

1.10 微纳跨尺度结构集成的超灵敏生化传感器

研究内容：针对现有气体分子、溶液离子和生物分子等生化物质检测灵敏度低、选择性差的问题，研究跨微纳尺度复合结构超敏感生化传感方法，探索纳米效应增敏机制和信号转换机制，研究敏感界面与被测生化分子间作用的传感机理；研究纳米材料在特定敏感微区的一体化精确构筑技术；研制微纳结构一体化集成传感器原理样机，开展痕量生化传感应用验证。

考核指标：传感结构中局域选择自组装纳米材料 ≥ 2 种；NO、 Ca^{2+} 离子、抗坏血酸、多巴胺、mRNA 等生化传感原理样机 ≥ 3 种，检测限相比现有性能均提高 2 个数量级以上；芯片平面尺寸 $\leq 0.5\text{mm} \times 0.5\text{mm}$ ；申请发明专利 ≥ 3 项。

1.11 感算一体化室温红外成像探测技术研究

研究内容：针对无人驾驶、安防监控等领域红外探测芯片功耗高、智能化程度低的共性问题，研究高质量、大面积、读出电路兼容的短波红外敏感薄膜制备工艺；研究低功耗

ADC 设计技术；研制红外探测器读出电路芯片；开发红外感知的新型神经形态信号流处理算法和硬件；研制感算一体的室温红外成像芯片，开展试用验证。

考核指标：短波红外探测器室温下暗电流密度 $\leq 1\text{nA}/\text{cm}^2$ ；单路 ADC 功耗 $\leq 50\mu\text{W}@10\text{bit}$ ；成像芯片原型器件集成度 ≥ 30 万像素，信号流处理速度不低于 30fps，对相关标准测试集的目标识别率 $\geq 95\%$ ；申请发明专利 ≥ 2 项。

1.12 变革性敏感原理、材料、工艺及传感器研究

研究内容：针对各类物理、化学、生物量传感器，学习自然界，紧跟领域学科前沿，从敏感原理、敏感材料、传感器设计与制造等方面进行突破，实现颠覆性的传感技术创新。

考核指标：相对于领域已有技术，在敏感原理、敏感材料、传感器结构或制造工艺上具有变革性创新，展示具有显著技术领先性的新型传感器。

2. 传感器敏感元件关键技术

2.1 病原微生物及疾病代谢标志物敏感元件及应用

研究内容：针对目前生物传感器制造均质性低、稳定性差、抗干扰能力弱的瓶颈问题，研究酶与膜材料的结合界面特性；研究新型酶/蛋白质生物敏感元件制造技术；研究融合酶生物传感器制造关键技术；研制病原微生物及疾病代谢标志物敏感元件，并在生物检测传感器制造领域应用验证。

考核指标：开发出 15 种以上酶/蛋白质生物敏感元件，响应时间 $\leq 20\text{s}$ ；建立敏感元件标准化制造工艺，批次酶活载量差异 $\leq 2\%$ ；敏感元件信号强度 $\geq 85\%$ @连续使用 15 天；基于生物传感器研制的便携式检测仪 ≥ 3 种，测量误差 $\leq 1.5\%$ ；获得医疗器械注册证 1 项，传感器销售量 ≥ 1000 套，检测仪销售量 ≥ 100 台。

2.2 新型低功耗、高选择性气敏元件及传感器

研究内容：针对现有气敏元件功耗大、选择性不高等共性问题，研究新型室温下高性能气敏材料，研究气敏元件原位表征方法，研究低功耗新型气敏元件的工作机制；研究敏感材料的 MEMS 集成工艺；研究气敏元件稳定性和选择性提升技术；研制低功耗、高选择性 MEMS 气体传感器，开展新能源车、大气环境监测等场景应用验证。

考核指标：MEMS 气体传感器检测下限： $\text{H}_2 \leq 5\text{ppm}$ ， $\text{NH}_3 \leq 1\text{ppm}$ ， $\text{NO}_2 \leq 10\text{ppb}$ ， $\text{H}_2\text{S} \leq 10\text{ppb}$ ；传感器响应时间 $\leq 30\text{s}$ ，功耗 $\leq 5\text{mW}$ ，选择性系数 $(R_{\text{目标}}/R_{\text{干扰}}) \geq 10$ ，响应衰减 $\leq 5\%/年$ ；传感器销售量 ≥ 1 万只；申请发明专利 ≥ 2 项，制定技术标准 ≥ 2 项。

2.3 高性能高选择性离子敏元件及传感器

研究内容：针对离子敏元件灵敏度低、抗干扰能力弱等问题，研究新型离子敏感膜材料，研究表征固-液及固-固界面特性方法；研究离子敏传感器结构设计技术，研究批量制

备多通道微型离子敏传感器关键工艺；研究溶液中多种离子的检测方法和识别算法；研制多通道微型高性能高选择性离子敏传感器，开展环境水质、生化检测等应用验证。

考核指标：离子敏感膜选择性系数 ≥ 10 ；离子敏传感器具备在水质、体液等样品中多种离子的高灵敏度、高选择性检测，最低检出限 $\leq 10^{-7}\text{mol/L}$ ，线性范围 $10^{-7}\text{mol/L}\sim 10^{-1}\text{mol/L}$ ，多离子浓度测量时检测精度 $\leq 1\%$ ；传感器销售量 ≥ 1000 只；申请发明专利 ≥ 2 项，制定技术标准 ≥ 2 项。

2.4 微型高性能加速度敏感元件及传感器

研究内容：针对目前微型加速度传感器精度低和稳定性差等技术问题，研究加速度敏感元件高稳定力学模型，研究加速度敏感元件稳定性漂移抑制方法；研究敏感元件制造，集成封装和稳定性提升等关键技术；开发低噪声配套电路，研制微型化高性能加速度传感器，在航空航天航海等领域的惯性测量与导航开展应用验证。

考核指标： $\pm 3\text{g}$ 量程的加速度传感器：分辨力 $\leq 0.5\mu\text{g}$ ，零偏稳定性 $\leq 0.5\mu\text{g}$ ，标度因数稳定性 $\leq 0.5\text{ppm}$ ； $\pm 70\text{g}$ 量程的加速度传感器：分辨力 $\leq 1\mu\text{g}$ ，零偏稳定性 $\leq 1\mu\text{g}$ ，标度因数稳定性 $\leq 1\text{ppm}$ ；集成封装尺寸 $\leq 30\text{mm}\times 20\text{mm}$ ；传感器销售量 ≥ 2000 套；申请发明专利 ≥ 2 项，制定技术标准 ≥ 2 项。

2.5 微型高分辨力三轴加速度敏感元件及传感器

研究内容：针对目前加速度传感器无法同时满足高分辨率和高动态响应性能的问题，研究高分辨率和高动态响应的三轴加速度传感机制；研究宽动态范围加速度信号检测技术；研究加速度传感器集成技术；研制微型三轴加速度传感器，在机器人精密作业和高精度测量装备中开展应用验证。

考核指标：三轴加速度测量范围均在 10ng-1g 之间，传感器分辨力优于 10ng，传感器带宽 1Hz -500Hz，传感器尺寸 $\leq 50\text{mm}\times 50\text{mm}\times 50\text{mm}$ ，重量 $\leq 100\text{g}$ ；传感器销售量 ≥ 100 套；申请发明专利 ≥ 2 项，制定技术标准 ≥ 1 项。

2.6 高性能声音敏感元件及传感器

研究内容：针对声音敏感元件在小体积内实现高信噪比的共性技术难题，研究高性能声音敏感元件的结构设计方法；研究声音敏感元件的精准制造技术；研究声音敏感元件配套的 ASIC 设计技术；研制高性能声音敏感元件和硅麦克风传感器，在智能手机、降噪耳机或助听器领域应用验证。

考核指标：建立高性能声音敏感元件的精准制备技术体系；敏感元件平面面积 $\leq 1\text{mm}\times 1\text{mm}$ ；集成 ASIC 的硅麦克风传感器信噪比性能 $\geq 72\text{dB}$ ，最大声压级 $\geq 135\text{dB}$ ；传感器销售量 ≥ 500 万只；申请发明专利 ≥ 3 项，制定技术标准 ≥ 2 项。

2.7 高灵敏 MEMS 磁敏感元件及传感器

研究内容：针对小体积磁敏感元件多物理场耦合及增强

难题，研究高灵敏磁敏材料和敏感元件结构设计技术；研究磁敏元件灵敏度与线性度提升技术；研究磁敏感元件及传感器的 MEMS 制造技术；开发传感器低噪声信号调理 ASIC 电路，研制高灵敏磁敏感元件及传感器，在新能源汽车、电网等弱磁场探测领域开展应用验证。

考核指标：磁敏元件的磁场探测极限优于 300pT，低频磁噪声指数优于 100pT/Hz^{1/2}，线性度优于 1%；磁敏传感器平均故障间隔时间 ≥ 1000h；传感器销售量 ≥ 1 万只；申请发明专利 ≥ 2 项，制定技术标准 ≥ 1 项。

2.8 高性能激光气体传感器及应用

研究内容：针对我国激光气体传感器功耗大、集成度低、成品率低等技术难题，研究低功耗激光芯片设计制造技术，研究激光气体传感微型化组件技术；研究多气体交叉干扰抑制和防护等技术；研制高性能、微型化激光集成气体传感器，在新能源、煤矿、化工等行业开展应用验证。

考核指标：CO、CO₂、C₂H₄、H₂S 检测精度优于 ±(1ppm+真值 3%)，量程 0~1000ppm，交叉干扰 ≤ 10⁻⁶；激光器波长包含 4.2μm-10.5μm 波段多气体吸收谱线；功耗 ≤ 500mW，响应时间 ≤ 30s；激光气体传感组件通过相关行业安全认证，激光气体传感组件销售 ≥ 1 万只；申请发明专利 ≥ 3 项，制定技术标准 ≥ 2 项。

2.9 高性能 X 射线敏感元件及在线传感应用

研究内容：针对复杂精密工件内部结构和缺陷在线高精度快速检测困难的问题，研究 X 射线敏感的残影效应和辐射损伤改善方法；研究高分辨率 X 射线敏感元件设计技术，研制高分辨、高帧率的高性能 X 射线敏感元件；研究敏感元件高可靠封装、辐射防护、稳定性提升和高速图像传输等传感应用关键技术；研制高性能 X 射线传感器及工业 X 射线无损检测系统，在复杂型腔结构检测及尺寸测量、多膜层结构透视检测等领域应用验证。

考核指标：X 射线敏感元件的空间分辨率 $\geq 3.59\text{LP/mm}$ ，对比度分辨率 $\leq 0.5\%$ ，敏感元件辐射耐受寿命 $\geq 50000\text{Gy}$ ；成像面积 $\geq 210\text{mm}\times 210\text{mm}$ ，成像帧率 $\geq 30\text{fps}$ ，成像残影 $\leq 0.5\%$ ；销售数量 ≥ 200 套；申请发明专利 ≥ 2 项。

3. 面向行业的智能传感器及系统

3.1 深地探测极高灵敏度电磁传感器技术及深部探矿示范

研究内容：针对当前金属矿资源勘察中传感器探测深度、分辨率不足以及勘探准确度低等问题，研究高精度、高线性度宽频磁场/电磁传感器等新型传感器材料和工艺；研究高精度、高分辨率的电场、磁场和电磁场高端传感器设计制造技术与测试标定方法；研究新型传感器的抗干扰技术；研制核心部件国产化的高精度电场、磁场和电磁场高端传感器系列产品，开展找矿示范应用。

考核指标：电场传感器电极极差能 $\leq \pm 0.5\text{mV}$ ；磁场传感器噪声优于 $1\text{fT}/\text{Hz}^{1/2}@(\geq 20\text{Hz})$ ，频带宽度 $\geq 1\text{MHz}$ ；电磁场传感器噪声优于 $0.5\text{fT}/\text{Hz}^{1/2}@1000\text{Hz}$ ，带宽 $\geq 50\text{kHz}$ ；实现宽频带电场、磁场和电磁场的测量数据的反演功能；完成 2~3 处大深度金属矿勘探示范应用。

3.2 车载固态激光雷达关键技术及工程化研究

研究内容：针对现有机械旋转式激光雷达在成本、环境适应性、可靠性等方面难以满足规模化车载应用的问题，研究固态激光雷达窄线宽、高频率调制线性度的光源模块及集成化的多通道并行相干接收模块关键技术；研究高可靠大口径微振镜激光扫描和光束引导技术；研究车规级固态激光雷达规模化制造工艺；研制远距离、高测距精度、高分辨率车用固态激光雷达，并搭载自动驾驶汽车开展示范应用。

考核指标：固态激光雷达传感距离 $\geq 300\text{m}$ ，测距精度 $\leq 50\text{mm}$ ，测速精度 $\leq 0.1\text{m/s}$ ，帧率 $\geq 10\text{Hz}$ ，水平视场角 $\geq 120^\circ$ ，垂直视场角 $\geq 30^\circ$ ，角度分辨率 $\leq 0.05^\circ$ ；固态激光雷达环境适应性、可靠性通过车规级考核，建立满足不同等级自动驾驶汽车应用需求的激光雷达系统集成方案；申请发明专利 ≥ 10 项，车载激光雷达产品搭载应用车型 ≥ 2 款，销售数量 ≥ 1 万套。

3.3 汽车级高精度组合导航传感器系统开发及应用

研究内容：针对导航定位传感器不能满足汽车自动驾驶

高精度、低成本、高可靠和批量化要求的问题，研究惯性传感器芯片设计制造、ASIC 电路和封装测试等关键技术；研究惯性与卫星等组合导航模组设计技术、批量制造及快速标定技术、多传感器组合定位算法等关键技术；研制微型惯性传感器和组合导航传感器系统系列化产品，开展示范应用。

考核指标：建成微型组合导航传感器系统的设计及批量制造平台；组合导航系统姿态精度：横滚/俯仰（ 1σ ）优于 0.02° ，航向漂移（ 1σ ）优于 0.03° ；位置精度：组合定位精度优于 $2\text{cm}+1\text{ppm}$ ；惯性定位精度优于 0.1% （行程）；微惯性测量组合：陀螺仪（X/Y/Z 轴）量程 $300^\circ/\text{s}$ ，零偏稳定性（ 1σ ）优于 $1^\circ/\text{h}$ ，全温零偏误差（ 1σ ）优于 $0.01^\circ/\text{s}$ ；加速度传感器（X/Y/Z 轴）量程 10g ，零偏稳定性（ 1σ ）优于 0.05mg ，全温零偏误差（ 1σ ）优于 0.5mg ；微惯性测量组合体积 $\leq 10\text{cm}^3$ ；微型惯性传感器和组合导航传感器系统系列化产品满足 L3 及以上自动驾驶要求，通过车规认证和功能安全认证，应用车型 ≥ 3 款，销售数量 ≥ 5 万套。

3.4 特种钢生产关键参数在线检测传感技术及应用

研究内容：针对重大装备用钢铁材料从炼铁到成品工件生产工况恶劣、关键参数连续在线感知手段欠缺等问题，研究钢水温度在线检测传感器及其耐超高温连续稳定应用技术；研制高可靠炼铁、炼钢关键成分检测传感器，工件尺寸及表面缺陷检测传感器；研究恶劣环境下传感器及系统数据

可靠传输和产线集成等关键技术；开发重大装备用钢铁材料生产关键参数在线快速检测分析算法和系统，在高铁车轮钢材生产等领域开展应用。

考核指标：铁水、钢水温度检测传感器工作温度最高达到 1680°C，钢水温度原位连续检测时间 $\geq 15\text{min}$ ；线阵光学传感器可测炼铁、炼钢成分元素至少包括 Si、Mn、Cr、Ni、Ti、Fe、Cu、Al 等，谱线测试范围 190nm-500nm，重复性优于 10%@1%，关键成分在线传感分析系统工作温度大于 1300°C，响应时间 $\leq 1\text{min}$ ；运动工件外形尺寸及表面裂纹缺陷图像传感器分辨率优于 50 μm @（尺寸 $\geq 200\text{mm}\times 200\text{mm}$ ，被测工件温度范围 200°C~1100°C），图像传感系统测量精度 $\pm 3\text{mm}$ @3m \times 2.4m，采样间隔 $\leq 1\text{s}$ ；传感器及系统可靠性满足现场应用要求，形成重大装备用钢铁材料生产关键参数在线检测的成套解决方案；申请发明专利 ≥ 3 项，制定技术标准 ≥ 3 项。

4. 传感器研发支撑平台

4.1 8 英寸 MEMS 传感器加工中试平台

研究内容：针对高端 MEMS 传感器定制化加工需求，研究功能材料薄膜工艺、复合膜应力调控技术、晶圆级真空键合、异质集成等关键共性工艺技术，建立高性能 MEMS 加速度计、陀螺仪、压力传感器、红外传感器、硅基生物 MEMS 传感器等高端传感器的定制化加工成套工艺，形成标准工艺

设计工具包 (PDK), 为高端 MEMS 传感器客户提供定制化、规模化加工服务。

考核指标: 平台兼容 8 英寸 CMOS 与 MEMS 核心工艺; 具备整晶圆 ($\geq 700\mu\text{m}$) 硅通孔、多晶圆 (≥ 3 片) 键合和晶圆级真空键合能力, 键合对准精度 $\leq 0.5\mu\text{m}$, 真空晶圆键合腔内真空度 $\leq 1\text{mBar}$, 薄膜片内及片间均一度 $\leq 2\%$; 形成 5 套以上相应 PDK 和惯性传感器、压力传感器、光学传感器、生化传感器等关键产品工艺规程, 实现不少于 4 类传感器的小批量生产; 服务客户数 ≥ 300 家, 其中服务承担本专项敏感元件研制任务的客户数不少于 10 家。

4.2 MEMS 传感器批量制造及专用集成电路设计平台

研究内容: 针对国内 MEMS 传感器对批量制造平台和专用集成电路设计平台的迫切需求, 研究多种传感器敏感元件的成套制造工艺技术; 研究传感器专用集成电路设计技术; 研究传感器敏感元件与专用集成电路的一体化批量制造技术; 建立传感器标准化批量制造平台和专用集成电路设计平台, 开展批量制造代工服务。

考核指标: 批量制造平台具备硅麦克风、热电堆和温湿度等 3 种以上敏感元件成套工艺能力, 提供敏感元件制造和一体化批量制造的标准化设计规则, 建成 6000 片/月的批量生产能力; 专用集成电路设计平台形成传感器专用集成电路标准化设计规则, 提供 3 种以上传感器专用集成电路设计 IP

和产品服务；批量制造的多种传感器代工数量 ≥ 1000 万颗，一体化批量制造的传感器代工数量 ≥ 300 万颗；服务承担本专项敏感元件研制任务的客户数不少于5家。

4.3 高温传感器专用 ASIC 工艺平台开发

研究内容：针对高温传感器配套特殊应用集成电路（ASIC）制造难题，研究高温传感器 ASIC 设计、成套制造工艺、封装以及高温可靠性等关键技术；开发高温传感器 ASIC 工艺平台；研制高温压力传感器和加速度传感 ASIC 芯片，实现在高温传感器系统中的应用验证。

考核指标：建立高温传感器 ASIC 标准工艺器件模型库、高温单元库，高温传感器与专用电路的封装方法；金属电迁移可靠性寿命 ≥ 3 年@250°C，工艺控制成品率 $\geq 95\%$ ，月产能 ≥ 2000 片；ASIC 芯片工作温度 $\geq 250^\circ\text{C}$ ，温度系数小于 $1.5\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ，数字转换精度 $\geq 12\text{bit}$ ；实现高温环境下压力、加速度传感器的一体化集成；高温 ASIC 芯片应用数量 ≥ 3 万只，高温传感器销售数量 ≥ 1 万只；申请发明专利 ≥ 2 项。