

## 附件 6

# **“智能传感器”重点专项 2021 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 2021 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提升，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。

2021 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，按照基础前沿技术、共性关键技术、示范应用，拟启动 27 个项目，拟安排国拨经费 3.985 亿元。其中，在智能传感基础及前沿技术方向，拟部署青年科学家项目，支持不超过 3

项，拟安排国拨经费 900 万元，每个项目 300 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，传感器敏感元件关键技术类项目，配套经费与国拨经费比例不低于 1:1；面向行业的智能传感器及系统类项目，以及传感器研发支撑平台类项目，配套经费与国拨经费比例不低于 2:1。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。每个项目拟支持数为 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。基础前沿技术类项目下设课题数不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家，共性关键技术类和示范应用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 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

青年科学家项目（项目名称后有标注）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 1983 年 1 月 1 日以后出生，女性应为 1981 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。

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（基础前沿技术）**

### **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；研究微观以及介观尺度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 $\geq 2$ 种；实现片上敏感器件集成，申报时应明确提出可达到的量子敏感器件尺寸；传感器力检测精度优于 $10^{-20}$  N/Hz $^{1/2}$ ；力检测分辨力优于 $10^{-21}$  N；在新机制、新机理传感器和制造方法等方面，申请发明专利不少于3项。

### **1.2 生化量检测用太赫兹传感技术研究**

研究内容：针对特定生化量物质高灵敏检测难题，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、调控及探测方法；可传感钠、钾、钙等极性离子液体 $\geq 3$ 种，灵敏度达到人体生理指标浓度；可测氨基酸、蛋白质、核酸、多糖等生化量种类 $\geq 3$ 种；传感器灵敏度 $\geq 0.5$  THz/RIU，品质因子 $\geq 25$ ，频谱范围至少覆盖0.2~2 THz，测量误差 $\leq 1\%$ ；太赫兹发射源和探测器实现片上集成；

在太赫兹传感、调控和设计制造等方面，申请发明专利不少于 3 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，开展光刻机等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 $\pm 1\text{nm}@50\text{mm}$ ，测量量程不小于 150mm，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；申请发明专利不少于 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；研究自供能高灵敏人体多参量生物传感器技术；研究自供能组件与多种生物传感结构的匹配集成技术及其与人体的兼容性；研制分布式柔性可穿戴的人体多参量监测自供能生物传感器，在医联网典型场景应用验证。

考核指标：传感器可检测温度、脉搏波、呼吸波等人体健康信号 $\geq 5$ 种；传感器件满足不同检测体位的尺寸要求，结构延展性 $\geq 50\%$ ；自供能组件的能源转换效率 $\geq 25\%$ ，峰值输出功率密度 $\geq 50\mu\text{W/g}$ 且 $\geq 50\mu\text{W}/\text{cm}^3$ ；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；申请发明专利不少于 3 项，制定国

家/行业/团体标准不少于 1 项，申报时明确标准类型和项目结题时可达到的制定程序阶段。

### 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、低功耗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  $\leq 1\text{mW}$ ；实现包括硫化氢、二氧化氮、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、选择性系数、稳定性等性能指标相比现有同类产品先进水平提高 2 倍以上；最低检测限  $\leq 10\text{ppb}$ ，浓度  $100\text{ppb}$  的被检测气体响应  $\geq 5@$ 空气背景；申请发明专利不少于 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  $\geq 2$  种；传感器面向  $1000^{\circ}\text{C}$  以上高温力、热测量等场景，传感器灵敏度等性能指标相比现有同类产

品的先进水平提高 2 倍以上；申请发明专利不少于 2 项。

### 1.7 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、 $\text{Na}^+/\text{K}^+$ 离子组分等测量功能，智能识别疾病数 $\geq 3$ 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 $\leq 25\%$ ；申请发明专利不少于 3 项。

### 1.8 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；针对热学量、力学量等面阵型传感器制造，开展试验验证。

考核指标：薄膜最小印刷线宽  $50\mu\text{m}$ ，最小印刷厚度  $5\mu\text{m}$ ；微圆周面印刷最小偏转角度  $20''$ ，印刷同轴度 $\leq 10\mu\text{m}/\text{mm}$ ；试验

验证传感器种类 $\geq 3$ 种，至少包含1种可穿戴健康监测传感器；申请发明专利不少于3项，制定传感器印刷工艺标准不少于2项，申报时明确标准类型和项目结题时可达到的制定程序阶段。

### **1.9 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，研究具有普适性的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阵列原理样机，开展痕量生化传感现场应用验证。

考核指标：传感结构中局域选择自组装纳米结构的复合纳米材料种类 $\geq 2$ 种；研制出可用于现场检测的生化传感原理样机 $\geq 3$ 种， $\text{H}_2\text{S}$ 检测限 $\leq 10\text{ppb}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 检测限 $\leq 100\text{ppb}$ 、抗坏血酸检测限 $\leq 1\text{nM}$ 、多巴胺检测限 $\leq 1\text{pM}$ 、miRNA检测限 $\leq 0.1\text{pM}$ ；芯片传感平面尺寸 $\leq 0.5\text{mm} \times 0.5\text{mm}$ ；申请发明专利不少于3项。

### **1.10 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、成本高的共性问题，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和器件结构工艺；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 $\leq 1\text{nA/cm}^2$ ，响应波段覆盖 900~2000 nm；单路 ADC 功耗 $\leq 50\mu\text{W}@10\text{bit}$ ；成像芯片原型器件集成度 $\geq 300$  万像素，像素尺寸 $\leq 5\mu\text{m}$ ；信号流处理速度不低于 30fps，对 FLIR 红外数据集的目标识别率 $\geq 95\%$ ；申请发明专利不少于 2 项。

### **1.11 变革性敏感原理、材料、工艺及传感器研究（青年科学家项目）**

研究内容：针对各类物理、化学、生物量传感需求，跟踪领域学科前沿和传感器智能化发展趋势，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。

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（共性关键技术）**

### **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，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  $\geq 3$  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  $\geq 1000$  套，检测仪销售量  $\geq 100$  台。

有关说明：由企业牵头申报。

## 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，研究工作温度在  $20\sim 150^{\circ}\text{C}$  范围内的新型高性能气敏材料，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；研究气敏材料的 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  $(R_{\text{目标}}/R_{\text{干扰}}) \geq 10$ ，响应值波动  $\leq \pm 10\%/ \text{年}$ ；传感器销售量  $\geq 1$  万只；申请发明专利不少于 2 项，制定国家/行业/团体标准不少于 2 项，申报时明确标准类型和项目结题时可达到的制定程序阶段。

有关说明：由企业牵头申报。

## 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 $\geq 10$ ；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 $10^{-7}\sim 10^{-1}\text{mol/L}$ ，多离子浓度测量时检测精度 $\leq 1\%$ ；传感器销售量 $\geq 1000$ 只；申请发明专利不少于2项，制定国家/行业/团体标准不少于2项，申报时明确标准类型和项目结题时可达到的制定程序阶段。

有关说明：由企业牵头申报。

## **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；开发低噪声信号读出及处理电路，研制微型化高性能加速度传感器，在航空航天航海等领域开展惯性测量与导航应用验证。

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 $\leq 0.5\mu\text{g}$ ，全温零偏稳定性 $\leq 10\mu\text{g}$ ，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

$\leq 1\mu\text{g}$ ，全温零偏稳定性  $\leq 30\mu\text{g}$ ，标度因数稳定性  $\leq 1\text{ppm}$ ；集成封装尺寸  $\leq \Phi 30\text{mm} \times 20\text{mm}$ ；传感器销售量  $\geq 2000$  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 2 项，申报时明确标准类型和项目结题时可达到的制定程序阶段。

有关说明：由企业牵头申报。

## **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力和宽动态范围性能的问题，研究高分辨力和宽动态范围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：加速度传感器三轴动态范围均在  $10\text{ng} \sim 1\text{g}$  之间，传感器噪声  $\leq 10\text{ng}/\text{Hz}^{1/2}$ ，通频带  $1 \sim 500\text{ Hz}$ ，封装尺寸  $\leq 50\text{mm} \times 50\text{mm} \times 50\text{mm}$ ，重量  $\leq 100$  克；传感器销售量  $\geq 100$  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，申报时明确标准类型和项目结题时可达到的制定程序阶段。

有关说明：由企业牵头申报。

## **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，在助听器、

降噪耳机、智能手机或工业安全监测等领域应用验证。

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 $\leq 1.5\text{mm}\times 1.5\text{mm}$ ，封装尺寸 $\leq 3.5\text{mm}\times 3\text{mm}\times 1\text{mm}$ ；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 $\geq 500$ 万只；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，申报时明确标准类型和项目结题时可达到的制定程序阶段。

有关说明：由企业牵头申报。

## 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、电网等磁场探测领域开展应用验证。

考核指标：磁敏感元件的磁场探测极限优于  $300\text{pT}$ ，低频磁噪声指数优于  $100\text{pT}/\text{Hz}^{1/2}@1\text{Hz}$ ，线性度优于 1%；含 ASIC 的磁传感器封装尺寸 $\leq 15\text{mm}\times 15\text{mm}\times 5\text{mm}$ ，磁敏传感器平均故障间隔时间 $\geq 1000\text{h}$ ；传感器销售量 $\geq 1$ 万只；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，申报时明确标准类型和项目结题时可达到的制定程序阶段。

有关说明：由企业牵头申报。

## 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件功耗大、集成度低等技术难题，研究低功耗激光芯片设计制造技术，研究微弱传感信号采集处理的低功耗芯片技术，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、C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>S、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>和CO<sub>2</sub>检测精度优于： $\pm 1\text{ppm}@ (0\sim 25\text{ppm})$ ，测量值的 $\pm 4\%@(25\sim 1000\text{ppm})$ ；激光器波长包含4.2~10.5  $\mu\text{m}$ 波段多气体吸收谱线；功耗 $\leq 500\text{mW}$ ，响应时间 $\leq 30\text{s}$ ；传感器组件尺寸 $\leq \Phi 60\text{mm}\times 70\text{mm}$ ；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 $\geq 1$ 万只；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，申报时明确标准类型和项目结题时可达到的制定程序阶段。

有关说明：由企业牵头申报。

## 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；研究高分辨力 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力  $\geq 3.59\text{LP/mm}$ ，对比度分辨率  $\leq 0.5\%$ ，敏感元件辐射耐受寿命  $\geq 10^5\text{Gy}$ ；成像面积  $\geq 210\text{mm} \times 210\text{mm}$ ，成像帧率  $\geq 30\text{fps}$ ，成像残影  $\leq 0.5\%$ ；传感器销售数量  $\geq 200$  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，申报时明确标准类型和项目结题时可达到的制定程序阶段。

有关说明：由企业牵头申报。

### 3. 面向行业的智能传感器及系统（示范应用）

#### 3.1 深地探测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与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  $\leq \pm 0.05\text{mV}$ ，极差漂移  $\leq 100\mu\text{V}/24\text{h}$ ；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  $\geq 50\text{kHz}$ ；传感器工作温度范围  $-20\sim 50^\circ\text{C}$ ；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。

有关说明：由企业牵头申报。

### **3.2 车载固态激光雷达关键技术及工程化研究**

研究内容：针对现有机电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，研究固态激光雷达线宽窄、频率调制线性度高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  $\geq 30^\circ$ ，角度分辨力  $\leq 0.05^\circ$ ，激光点云采样率  $\geq 2.5\text{Msps}$ ，目标距离与速度的全天候检测正确率  $\geq 99.5\%$ ；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；申请发明专利不少于 10 项，制定国家标准草案不少于 1 项；车载激光雷达产品搭载应用车型  $\geq 2$  款，销售数量  $\geq 1$  万套。

有关说明：由企业牵头申报。

### **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（ $1\sigma$ ）优于  $0.02^\circ$ ，航向漂移（ $1\sigma$ ）优于  $0.03^\circ$ ；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（ $1\sigma$ ）优于  $1^\circ/\text{h}$ ，全温零偏误差（ $1\sigma$ ）优于  $0.01^\circ/\text{s}$ ；加速度传感器（X/Y/Z 轴）量程  $10\text{g}$ ，零偏稳定性（ $1\sigma$ ）优于  $0.05\text{mg}$ ，全温零偏误差（ $1\sigma$ ）优于  $0.5\text{mg}$ ；工作温度  $-40\sim 85^\circ\text{C}$ ；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 及以上自动驾驶量产车要求，通过车规认证和功能安全认证，应用车型  $\geq 3$  款，销售数量  $\geq 5$  万套。

有关说明：由企业牵头申报。

### 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：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。铁水、钢水温度检测传感器工作温度最高达到 1680℃，钢水温度原位连续检测时间  $\geq 15\text{min}$ ；成分检测传感器可测炼铁、炼钢成分元素至少包括 Si、Mn、Cr、Ni、Ti、Fe、Cu、Al 等，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℃，单次测量时间  $\leq 1\text{min}$ ；运动工件外形尺寸及表面裂纹缺陷图像传感器分辨力优于 50 $\mu\text{m}$ @( 尺寸  $\geq 200\text{mm} \times 200\text{mm}$ ，被测工件温度范围 200~1100℃)，图像传感系统测量精度  $\pm 3\text{mm}$ @3m $\times$ 2.4m，采样间隔  $\leq 1\text{s}$ ；申请发明专利不少于 3 项，制定国家/行业/团体标准不少于 3 项，申报时明确标准类型和项目结题时可达到的制定程序阶段。

有关说明：由企业牵头申报。

#### **4. 传感器研发支撑平台（共性关键技术）**

##### **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（ $\geq 3$  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，2 类以上（含 2 类）传感器良率 $\geq 85\%$ ；申请工艺相关发明专利不少于 5 项；服务客户数不少于 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；所有考核指标须在同一个平台上完成。

有关说明：由地方科技部门组织企业牵头申报。配套经费中，地方政府配套经费与国拨经费比例不低于 1:1，牵头单位承担并完成 80%以上研发任务。

#### **4.2 MEMS 传感器批量制造平台**

研究内容：针对国内 MEMS 传感器对批量制造平台的迫切需求，研究多种传感器敏感元件的湿法腐蚀、干法刻蚀、膜层沉积/生长、晶圆键合等成套制造工艺技术，MEMS 传感器批量制造标准化设计规则；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技术；建立传感器标准化批量制造平台，开展批量制造代工服务。

考核指标：建立成套的 MEMS 批量制造标准工艺规程，晶圆批量刻蚀均匀性优于 5%@深度 400 $\mu\text{m}$ 、关键膜层厚度的片内及片间一致性优于 5%。批量制造平台具备硅麦克风、压力传感器等 5 种以上敏感元件成套工艺能力，提供敏感元件制造、敏感元件与专用电路一体化制造的标准化设计规则，建成 10000 片/月的

8 英寸晶圆批量生产能力；形成传感器专用集成电路标准化设计规则，提供 5 种以上传感器专用集成电路设计 IP 和产品服务；2 类以上（含 2 类）传感器良率  $\geq 85\%$ ，批量制造的多种传感器代工数量  $\geq 1$  亿颗，一体化制造的传感器代工数量  $\geq 300$  万颗；服务客户数不少于 10 家；申请发明专利不少于 2 项。

有关说明：由地方科技部门组织企业牵头申报。配套经费中，地方政府配套经费与国拨经费比例不低于 1:1。

### 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，实现高温环境下压力、加速度传感器的一体化集成。金属电迁移可靠性寿命  $\geq 3$  年@250°C，工艺控制成品率  $\geq 95\%$ ，月产能  $\geq 2000$  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  $\geq 12\text{bit}$ ；高温 ASIC 芯片应用数量  $\geq 3$  万只，高温传感器销售数量  $\geq 1$  万只；申请发明专利不少于 2 项。

有关说明：由地方科技部门组织企业牵头申报。配套经费中，地方政府配套经费与国拨经费比例不低于 1:1。