

附件 1

2023 年度广东省重点领域研发计划 “前沿新材料”重大专项申报指南

按照《广东省科技创新“十四五”规划》《广东省重点领域研发计划“十四五”行动方案》等提出的任务和《广东省培育前沿新材料产业集群行动计划（2021-2025 年）》等有关要求，开展前沿新材料领域核心技术攻关与应用研究，产生一批产业带动性强、具有自主知识产权的新材料、新技术、新产品，支撑制造强省建设和战略性新兴产业高质量发展，打造具有全球重要影响力的前沿新材料研发和制造高地。

本专项布局智能与感知材料、电子新材料、化合物半导体材料、先进金属材料、材料基因工程与测试等 5 个专题、18 个研究方向。

专题一 智能与感知材料

方向 1.1 面向陶瓷压感芯体的特种压感关键材料的研制与产业应用

1.研究内容：

研制应用于陶瓷压力传感器的特种电子浆料，开展有机金浆料树脂酸金合成方法研究，形成稳定的树脂酸金合成方法与工艺；开展压敏电阻浆料的特殊导电相材料、玻璃粉材料、电阻浆料配

方研究，实现电阻浆料关键指标的提升与稳定工艺制程；开展热敏电阻浆料的高温系数导电相材料、玻璃粉材料以及热敏电阻浆料配方研究，实现热敏电阻浆料的关键指标提升，实现国产替代；研究陶瓷压力传感器芯体的工艺性能及应用性能，研制与其相匹配的关键设备，实现压力传感器芯体产品的产业化。

2.考核指标：

(1) 技术指标：开发国产有机金浆料：粘度 30-100Pa·s (10rpm@25°C)；浆料金含量>18wt%，单次印刷烧成膜厚度>0.3微米，无开裂、断线等缺陷；室温储存>6个月；开发国产压敏电阻浆料：压敏系数(GF)>11；电阻温度系数(TCR)<50ppm；方阻 10kΩ/□；电阻重烧变化率<±5%；85°C/85%RH 存储 1000h 后，电阻变化率<±5%；激光调阻后，85°C/85%RH 高温高湿、高/低温存储 1000h 后，电阻变化率<±5%；Ag/Pt、Ag/Pd 电极阻值偏差率<10%。开发国产热敏电阻浆料：方阻 10Ω/□~1kΩ/□；温度系数>2000ppm/°C；研发基于国产浆料的陶瓷压力传感器：灵敏度(2-4，典型值 3.0mV/V)，零点输出(0±0.05mV/V)，温度系数(±0.02%FS/°C)，稳定性(<±0.15%FS/年)。

(2) 产业化指标：项目执行期内，实现有机金浆料年产量>300kg，压敏电阻浆料年产量>150kg，热敏电阻浆料年产量>100kg。陶瓷压力传感器芯体>300万只/年，项目期内完成产品产值超过 5000 万元，利税超过 500 万元。

(3) 其它指标：申请相关发明专利不少于 10 件。

3.申报要求：须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 1500 万元。

方向 1.2 智能温控用低温热电材料与微型制冷器件的研发与产业应用

1.研究内容：

面向 5G 光通讯芯片等高端微型热电制冷应用，研制高热电性能、高力学强度的室温及以下新型热电材料；突破高强度高性能碲化铋晶棒的大尺寸拉制技术，实现热电材料的批量化可控制备；开展热电器件高服役可靠性的焊接封装技术与快速转移集成技术研究，降低界面损耗，提升单级器件制冷效率与可靠性；开展多级热电制冷器件仿真设计与垂直封装技术研究，实现低温深度制冷的个性化方案定制与开发；开展热电器件寿命考核与环境适应性验证，解决国产高端器件的可靠性差、循环次数低等问题。

2.考核指标：

(1) 技术指标：室温以下低温热电材料 $ZT \geq 0.8$ ；室温热电材料 $ZT \geq 1.2$ ，量产能力达到 10kg/天，晶棒直径 $\geq 25\text{mm}$ ，单元加工尺寸 $\leq 0.15\text{mm}$ ；单级热电制冷器件最大温差 $\geq 80^\circ\text{C}$ ，制冷功率密度 $> 20\text{W}/\text{cm}^2$ ，冷热循环寿命 ≥ 30 万次；多级热电制冷器件最大温差 $\geq 140^\circ\text{C}$ 。

(2) 产业化指标：建设微型热电制冷器件全自动化封装集成中试生产线，建立系统的高端热电制冷器件设计研发与考核验证平台，高端器件年产能力达到 30 万片/年；在 5G 光模块、医疗检

测设备领域实现核心热管理器件的国产化替代，项目执行期内，实现器件产品销售收入不少于 5000 万元。

(3) 其它指标：申请相关发明专利不少于 10 件，形成行业或权威团体标准 1 项。

3.申报要求：须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 1500 万元。

方向 1.3 5G 通信关键芯片用高性能导热吸波材料研发及应用研究

1.研究内容：

面向 5G 通信基站关键芯片散热需求，开展新型高导热填料、新型导热吸波填料、新型界面处理剂、有机硅油调配及选择、填料表面改性等技术的研究，制备高性能柔性导热吸波材料；研究不同导热填料、吸波填料复配实现超高填充量的最优配比筛选计算方法，研究填料电气特性、添加量、微观结构与复合材料吸波性能、导热性能和力学性能的关联规律；开展导热吸波材料在 5G 通信基站关键芯片散热的典型应用研究，研究在严酷温度应力、机械应力耦合作用下导热吸波材料的老化和失效机制，考察导热吸波材料对 5G 关键芯片结温及射频性能影响，形成可靠的导热吸波材料及 5G 通信设备应用解决方案。

2.考核指标：

(1) 技术指标：导热吸波材料：导热系数 $\geq 15\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ；1mm 厚度下应用热阻 $\leq 0.72\text{K}\cdot\text{cm}^2/\text{W}$ ；最大填料粒径 $\leq 160\mu\text{m}$ ；25mm/min

应力速度下压缩量为 60% 时瞬间压缩应力 ≤ 110 psi；
100MHz~24GHz 频段，隔离度 ≤ 80 dB。

通过高低温循环（-40~125℃，1000 cycle，1 cycle/h）、高温存储（125℃，1000 h）、高温高湿（85℃ & 85RH%，1000 h）等可靠性测试后，导热性能劣化 $\leq 10\%$ ，且 100MHz~24GHz 频段，隔离度 ≤ -75 dB。

(2) 产业化指标：导热吸波材料满足应用方长期可靠性要求，在至少两种 5G 典型应用场景中应用验证并在 5G 产品中得到应用；项目成果实现销售收入超过 2000 万元或者实现量产应用超过 1 万个 5G 通信设备。

(3) 其它指标：申请相关发明专利不少于 10 件。

3. 申报要求：须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4. 资助额度：资助额度不超过 1500 万元。

方向 1.4 宽谱智能光交换光学材料与器件的研制

1. 研究内容：

开展高双折射、低粘滞系数液晶材料的研究，满足超薄液晶层快速智能切换等要求；开展硅基液晶和液晶超表面器件在相位调制、偏振控制等方面的技术研究，探索结合超表面材料的硅基液晶制备工艺，降低材料量产成本；开展硅基液晶器件像素串扰问题的理论研究，降低串扰、减小像素尺寸；基于硅基超表面液晶材料和器件，开展大端口全光波长交换器件的研究；开展扩展 C+L 波段宽谱有源增益光纤的研究，探索宽频谱低噪声光纤材料

的组分设计及制备工艺，满足宽谱光交换光纤放大器要求，并研究光纤放大器器件。

2.考核指标：

(1) 技术指标：液晶材料双折射系数 ≥ 0.3 （1.55 μm 附近通讯波段），粘性系数 $\leq 120\text{ Pa}\cdot\text{s}$ ，液晶清亮点温度 $\geq 120^\circ\text{C}$ ；超表面材料插损 $\leq 0.5\text{ dB}$ ，衍射效率 $\geq 90\%$ ；硅基超表面液晶器件反射率 $\geq 80\%$ ，可支持光束偏转角度 $\geq 10^\circ$ ，切换响应时间 $\leq 10\text{ ms}$ ；全光波长交换器件端口规模支持 1×32 （C+L 波段）；宽谱增益光纤增益范围覆盖 C+L 波段（至少覆盖 1525nm-1620nm），实现光纤放大器增益达 32dB，NF $\leq 6\text{ dB}@32\text{ dB}$ 、饱和出光功率 $\geq 25.5\text{ dBm}$ 。

(2) 产业化指标：建立硅基液晶材料设计研发与验证平台，建立宽谱光交换光纤材料与放大器设计研发与验证平台；实现宽谱智能光交换器件的初步产业化，项目执行期内实现 C+L 波段波长交换器件和光放大器的运营商现网测试或试商用大于 50 部；实现本项目研究成果在 5G/F5G 通信、数据中心和云计算网络的广泛应用，支持“东数西算”算力网络的部署，实现骨干网络能耗大幅下降。

(3) 其它指标：申请相关发明专利不少于 10 件，提交行业或权威团体标准草案不少于 1 项。

3.申报要求：须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 1500 万元。

方向 1.5 聚集诱导发光智能与感知材料研发与应用

1.研究内容：

基于分子内运动受限的 AIE 机理，开展经济、环保、高效的先进 AIE 生物医用智能和感知材料研发，筛选聚集态/固态下发光效率高、光稳定性好、生物相容性好的 AIE 材料；研制性能优异的 AIE 材料，筛选稳定、免洗、长效的生物荧光探针，实现其在高灵敏和特异性的生物检测前沿交叉技术中的智能感知、识别以及动态监测等；开展具有自主知识产权 AIE 材料与技术的产业化应用研究，针对人体肿瘤标志物、心血管疾病标志物、炎症因子等开发相关试剂盒和检测设备，并完成临床验证。

2.考核指标：

(1) 技术指标：针对细胞器结构、炎症因子及肿瘤标记物等的智能传感，筛选不少于 300 种已有 AIE 材料；开发不少于 3 款针对亚细胞器如线粒体、细胞核、溶酶体等的新的 AIE 探针，具备专一的细胞器靶向能力，与商品化细胞器探针共定位系数不低于 0.9。针对人体肿瘤标志物、心血管疾病标志物、炎症因子等开发的相关试剂盒和检测设备，实现检测物质 ≥ 5 种，单台重复性 $CV \leq 5\%$ ，台间精密度 $CV \leq 8\%$ ，分析灵敏度 $\leq 10^{-8}$ M 荧光素当量，信号范围 $\geq 0 \sim 1.0 \times 10^5$ RFU，单样本报告时间 < 15 分钟，批内和批间 $CV \leq 15\%$ ，相对偏差 $\leq 10\%$ ，临床阴性符合率 $\geq 90\%$ ，阳性符合率 $\geq 90\%$ 。

(2) 产业化指标：开发针对人体内化学有害物质、血清常规检测项目检测试剂（盒） ≥ 3 种、便携式检测设备 1 款；开发针对

人体肿瘤标志物、心血管疾病标志物、炎症因子等的相关试剂盒
≥5 种、便携式检测仪 1 款；完成不少于 5000 例临床样本的检测。

(3) 其它指标：申请相关发明专利不少于 10 件，申请 CE
或 NMPA 医疗器械产品注册证书不少于 3 个。

3.申报要求：企事业单位均可牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 1500 万元。

专题二 电子新材料

方向 2.1 高分辨率图形化聚丙烯酸酯类树脂的开发及应用

1.研究内容：

开展面向 ArF 光刻胶技术需求的高分辨图形化聚丙烯酸酯类
精准树脂配方设计，研究不同树脂单体结构、树脂单体组成比例
对高分辨光刻胶性能的影响；开展精准树脂聚合控制技术开发，
研究树脂序列结构均匀性、树脂分子量及分子量分布 PDI 对高分
辨光刻胶性能的影响；开发电子级纯化技术，实现包括残留单体、
残留引发剂、残留溶剂等 ppb 级金属离子杂质纯化方案与 ppm 级
小分子杂质纯化方案；开展树脂设计、精准聚合、电子级提纯等
高分辨图形化聚丙烯酸酯类树脂关键技术及工程化，开展产品应
用于浸没式 ArF 光刻胶制造过程小试及中试研究，并实现国产浸
没式 ArF 光刻胶在 12 寸硅晶圆先进光刻工艺过程中的典型应用验
证。

2.考核指标：

(1) 技术指标：应用于浸没式 ArF 光刻胶：线条图形半周期

分辨率小于 45nm，工艺窗口：DOF>60nm@EL5%，关键尺寸均匀性 CDU<2nm。

理化指标：功能基团序列调控均匀性 U 值<8，分子量 Mw 范围 5000-10000g/mol，分子量分布 PDI 的调控<1.6。

工程化质量指标：分子量 Mw 范围<±10%，分子量分布 PDI 的波动范围<±10%，单体组成比例<±5%，金属杂质<20ppb，残留单体<200ppm，残留溶剂杂质<300ppm，水分<1%。

(2) 产业化指标：满足高分辨浸没式 ArF 光刻胶生产制备应用需要，建立高分辨图形化聚丙烯酸酯类精准树脂的示范性生产线，产品具有良好的批次稳定性，实现聚丙烯酸酯应用于浸没式 ArF 光刻胶制造，且国产浸没式 ArF 光刻胶通过 12 寸晶圆先进制程的应用验证。

(3) 其他指标：高分辨图形化聚丙烯酸酯类精准树脂配方设计、聚合物控制技术、纯化技术等申请相关发明专利不少于 10 件。

3.申报要求：须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 2000 万元。

方向 2.2 新型显示用光刻胶研发及应用

1.研究内容：

开展红、绿、蓝彩色光刻胶、黑色光刻胶（BM）、高分辨 TFT 正性光刻胶产品研制与产业化研究，并在平板显示产业中推广应用；研究设计新结构的树脂、感光剂和光引发剂，满足高分辨率、高耐热、高感光速度和宽工艺窗口的应用要求；设计新结

构的分散树脂，研究颜料分散技术；研制三类光刻胶的生产流程、品质保证、分析方法、洁净条件、应用配套工艺和大尺寸基板高速涂布技术等；建立工艺质量保证标准和体系，确保产品的批次稳定性。

2.考核指标：

(1) 技术指标：彩色光刻胶：感度 40-80 mJ/cm²，分辨率圆形开孔直径≤16 μm，色域≥94%（DCI 标准）；红色光刻胶透过率≥18%，绿色光刻胶透过率≥61.5%，蓝色光刻胶透过率≥12%；不同批次感度误差为±5%。同时满足常规显示玻璃和柔性基材的使用要求，如：UTG、CPI、PET、PC 等，可满足 100℃以内后烤固化要求。在此条件下的可靠性应达到：85℃，85% RH，240h 测试，百格测试 5B，耐 UV 测试（96h，UVA340，ΔE<3%）。

黑色光刻胶：OD 值>4.0；高阻抗 $R_s>1.0\times10^{12}$ ；低阻抗 $R_s<1.0\times10^8$ ；可调色，达到红外边框一体黑效果；深宽比>2:1，分辨率<1.5μm；除满足常规大、中、小平板显示外，也适用于微显示；膜厚 1-10μm 可调。可靠性达到 85℃，85% RH，500h 测试、百格测试 5B，耐 UV 测试（500h，UVA340，ΔE<3%）。

LTPS/OLED 用 TFT 正性光刻胶：分辨率达到 1.5 μm，感光速度 20-40 mJ/cm²，含水量≤0.5%，涂布膜厚均匀性<3%，单项金属痕量杂质≤100 ppb，颗粒数量（>0.5μm）<20 个/ml，不同批次感度误差为±5%。

(2) 产业化指标：建成 1000 吨级彩色光刻胶生产线、1000

吨级黑色光刻胶生产线以及 2000 吨级 LTPS/OLED 用 TFT 正性光刻胶生产线；建立工艺质量保证标准和体系；满足客户制程需要，并进入批量验证和应用；与客户签订正式采购协议，并持续供货 6 个月以上。

(3) 其它指标：彩色光刻胶、黑色光刻胶和 TFT 正性光刻胶各申请相关发明专利不少于 10 件。

3.申报要求：须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 1500 万元。

方向 2.3 铜蚀刻液和银蚀刻液关键技术研发及应用

1.研究内容：

开发应用于新型显示领域的铜和银金属两类蚀刻液。研究不同螯合剂、抑制剂以及辅助氧化剂的各组合配比优化工艺，研究各组分的合理设计方法及蚀刻速度、精度、选择性控制技术，获得与底层进行材料匹配、适用于高端显示面板用的铜蚀刻液和银蚀刻液；研究以双氧水、抑制剂与络合剂配方构架与混合液配制方法，实现对铜金属的高选择性高寿命蚀刻；研究混酸与绿色添加剂相互作用，并对银及合金进行选择蚀刻，实现良好的锥度轮廓（Taper Profile）及残留的良好控制。

2.考核指标：

(1) 技术指标：铜蚀刻液：最小铜承载量不低于 9000 ppm；蚀刻速率不低于 4000 Å/min，蚀刻温度 $\leq 35^{\circ}\text{C}$ ；蚀刻后，金属角度 30-70 度，光阻边缘到金属边缘距离目标值 0.7-0.9 μm ，且无残留，

倒角等；环保型蚀刻液双氧水浓度 $\leq 23\%$ ，不含氟化物；铜膜厚兼容性 2800-8000 Å；不会发生突沸现象。

银蚀刻液：蚀刻温度 $\leq 45^{\circ}\text{C}$ ，银膜厚兼容性 900~2000Å；蚀刻速率不低于 5 Å/s；蚀刻后，无金属残留、无倒角等，单侧光阻边缘到金属边缘距离目标值 0.2-1.5 μm 。

(2) 产业化指标：实现产业化应用，量产后 24 小时内特性值无明显变化，铜蚀刻液保质期 ≥ 7 天，银蚀刻液保质期 ≥ 6 个月。项目成果满足用户制程需要，与用户签订正式采购协议，持续供货 6 个月以上。实现量产应用 ≥ 300 吨。

(3) 其它指标：申请相关发明专利不少于 10 件。

3.申报要求：须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 1500 万元。

专题三 化合物半导体材料

方向 3.1 面向新能源汽车动力驱动的 8 英寸 SiC MOSFET 功率电子材料与器件的研发与产业应用

1.研究内容：

针对车规级 8 英寸 4H-SiC 衬底、外延晶圆、功率芯片及模块的关键共性技术的产业发展需求，研究大尺寸 SiC 多晶单晶竞争生长机制，建立同质大面积缺陷界面增殖模型，研究大尺寸 SiC 超厚生长工艺方法及衬底制备技术；研究大尺寸、高均匀性外延晶圆的高速厚膜生长及缺陷控制技术；研究低比导通电阻的 SiC MOSFET 元胞设计方法，研究基于栅界面缺陷控制的芯片工艺技

术；研究低寄生参数低热阻的车规级 SiC MOSFET 模块小型化封装技术；研究芯片在雪崩、浪涌、短路等极端条件可靠性评价技术及加速老化试验方法，研究失效物理（PoF）的加速寿命模型；开展器件的新能源汽车动力驱动技术研究，实现车载示范应用。

2.考核指标：

（1）技术指标：车规级 8 英寸 SiC 衬底微管密度 $\leq 0.1 \text{ cm}^{-2}$ ，衬底 XRD 摇摆曲线半高宽 ≤ 100 弧秒，电阻率 $\leq 20 \text{ m}\Omega\cdot\text{cm}$ ，TTV $\leq 10 \mu\text{m}$ ，Warp $\leq 40 \mu\text{m}$ ；8 英寸碳化硅外延晶层厚度不均匀性 $\leq 3\%$ ，掺杂浓度不均匀性 $\leq 4\%$ ，外延层 BPD 位错密度 $\leq 0.5 \text{ cm}^{-2}$ ，表面形貌缺陷密度 $\leq 0.5 \text{ cm}^{-2}$ ，外延晶片翘曲度（WARP） $\leq 40 \mu\text{m}$ ，外延晶片弯曲度（BOW） $\leq 30 \mu\text{m}$ ，外延良品率 $\geq 90\%$ ；基于 8 英寸外延晶圆的 1200V 耐压等级 SiC MOSFET 器件沟道载流子迁移率 $\mu_{\text{ch}} > 20 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ，图形外延畸变率 $< 10\% @ 5 \mu\text{m}$ ，SiC 刻蚀表面粗糙度 $< 10 \text{ nm} @ 5 \mu\text{m}$ ；单芯片的额定电压下关态漏电流 $< 250 \mu\text{A}$ ，导通电阻 $< 15 \text{ m}\Omega$ ，比导通电阻 $R_{\text{DS(on)}} < 2.7 \text{ m}\cdot\text{cm}^2$ 。器件可靠性满足 HTRB 试验 1000 小时不失效和 HTGB 试验 1000 小时阈值电压漂移量 $< 0.5\text{V}$ ，芯片工艺生产良率大于 90%；车规级 1200 V 耐压等级功率模块杂散电感 $< 10 \text{ nH}$ 、热阻 $\leq 0.16 \text{ K/W}$ 、平均工作结温 $= 175^\circ\text{C}$ ，电流能力 $> 600\text{A}$ ；车载电机控制器功率密度 $\geq 45 \text{ kW/L}$ ，峰值效率 $> 99\%$ ，电磁兼容达到装车要求。

（2）产业化指标：在广东省实现车规级 8 英寸碳化硅衬底及外延晶圆产业化，形成年产 1 万片衬底及 5 万片外延晶圆制造能

力，新增 8 英寸 SiC 外延晶圆年销售额 3 亿元以上；实现基于 8 英寸 4H-SiC 外延晶片的 1200V 耐压等级高性能 SiC MOSFET 芯片及功率模块的小批量生产，并实现不小于 5000 颗功率芯片的新能源汽车用动力逆变器的应用，达成相应器件销售收入 2 亿元以上，完成新能源汽车动力驱动装车应用不少于 500 辆。

(3) 其它指标：建立面向车规级应用的 SiC 芯片长期可靠性测试评估方法及寿命预计模型；申请相关发明专利不少于 10 件。

3.申报要求：企事业单位均可牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 2000 万元。

方向 3.2 基于蓝宝石衬底的 GaN 功率电子材料与器件研制

1.研究内容：

研究大尺寸蓝宝石衬底上高耐压高电导高均匀 GaN 异质结构外延晶圆的产业化制备技术，研究蓝宝石衬底上高质量 GaN 高阻化外延生长技术；研究高性能高可靠蓝宝石衬底 GaN 基 HEMT 器件结构设计及制备工艺技术，研究蓝宝石衬底 GaN 基 HEMT 器件的电场调控技术；开展应用于蓝宝石衬底湿法剥离的 GaN 基电子器件结构优化及外延制备技术研究，开发无需激光辅助的大面积 GaN 基器件外延的化学湿法剥离技术、蓝宝石衬底重复利用技术等；研究基于蓝宝石衬底及衬底剥离的 GaN 基 HEMT 器件的散热封装技术，研究器件的可靠性机理，探索材料中缺陷和杂质对器件性能的影响规律、研究强电场下的漏电机理，并实现器件在通用电源领域的示范应用。

2.考核指标:

(1) 技术指标: 制备 6 英寸蓝宝石衬底上的高质量 GaN 外延片, 外延片翘曲 $<\pm 50\ \mu\text{m}$, 厚度不均匀性 $<3\%$; GaN 材料 XRD 摇摆曲线宽度 FWHM(002) ≤ 180 弧秒, FWHM(102) ≤ 180 弧秒, 位错密度 $\leq 5\times 10^7\ \text{cm}^{-2}$, GaN 高阻层方块电阻 $\geq 1\times 10^{11}\ \Omega/\square$, HEMT 异质结构方块电阻 $\leq 320\ \Omega/\square$; 器件导通电阻 $\leq 200\ \text{m}\Omega$, 比导通电阻 $\leq 6\ \text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$, 耐压 $\geq 650\ \text{V}$, 关态漏电流 $\leq 1\ \mu\text{A}@650\ \text{V}$, 热阻 $<2^\circ\text{C}/\text{W}$; 在无需激光辅助的情况下, 剥离蓝宝石衬底获得连续无裂纹、无损伤外延薄膜尺寸不小于 4 英寸, 侧向腐蚀速率大于 $1200\ \mu\text{m}/\text{min}$, 剥离后的 GaN 外延层残余应变小于 $0.2\ \text{GPa}$, 单片剥离时间 < 20 分钟; 剥离面的表面粗糙度 $\text{RMS}< 20\ \text{nm}@2500\ \mu\text{m}^2$, 器件导通电阻 $\leq 16\ \Omega\cdot\text{mm}$, 开关比 $\geq 10^7$, 关态漏电流 $\leq 0.01\ \mu\text{A}/\text{mm}@650\ \text{V}$.

(2) 产业化指标: 实现可量产化的蓝宝石上 GaN 基功率电子材料和器件, 并通过 JEDEC 可靠性验证, 形成 6 英寸 5000 片以上的月产能。

(3) 其它指标: 申请相关发明专利不少于 15 件。

3.申报要求: 须由企业牵头申报, 鼓励产学研联合申报。

4.资助额度: 资助额度不超过 1500 万元。

方向 3.3 GaN 高压单片功率集成关键材料及其器件应用研究

1.研究内容:

研究适用于 GaN 高压功率集成的新型 Si 衬底 GaN 外延材料

结构，研究适用于新型 Si 衬底 GaN 外延结构的 MOCVD 外延生长技术，研究 MOCVD 生长参数对新型外延结构特性的影响规律；研究基于该新型 Si 衬底 GaN 外延材料的低电阻高稳定性功率器件结构，开发工艺制备技术，开发基于该新型 Si 衬底 GaN 外延材料的高压隔离技术，研究高压隔离结构对功率集成回路中的高压串扰效应的抑制机制；制备 200V 和 650V GaN 半桥集成电路芯片，并实现功率变换的示范验证。

2.考核指标：

(1) 技术指标：基于 4 英寸及以上新型 Si 衬底 GaN 异质结构外延层位错密度 $<1\times 10^9\text{cm}^{-2}$ ，厚度不均匀性 $<1.5\%$ ，2DEG 方块电阻 $<320\ \Omega/\square$ ，晶圆翘曲率小于 $50\ \mu\text{m}$ ，对于两种耐压等级器件，分别在@650V 和@200V 时，材料外延的纵向漏电流均小于 $10\ \text{A}/\text{cm}^2$ 。

对于 650V 集成器件，器件比导通电阻小于 $5\ \text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$ ，单管器件导通电阻小于 $140\ \text{m}\Omega$ ，阈值电压大于 1.3V，400V 漏级电压应力下动态电阻退化小于 20%，动态阈值电压漂移小于 0.5V；单片集成 GaN 半桥功率芯片耐压大于 650V，半桥电路中任一器件的源极电压在 650V 电压范围内进行变化时，对另外任一器件的导通电阻的影响小于 5%，对另外任一器件的击穿电压的影响小于 5%。

对于 200V 集成器件，器件比导通电阻小于 $0.2\ \text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$ ，单管器件导通电阻小于 $10\ \text{m}\Omega$ ，阈值电压大于 1.3V，80V 漏级电压应

力下动态电阻退化小于 20%，动态阈值电压漂移小于 0.2V；单片集成 GaN 半桥功率芯片耐压大于 200V，半桥电路中任一器件的源极电压在 200V 电压范围内进行变化时，对另外任一器件的导通电阻的影响小于 5%，对另外任一器件的击穿电压的影响小于 5%。

(2) 产业化指标：完成 200V 耐压等级 Si 衬底 GaN 功率集成器件的可控量产，在硅/化合物半导体晶圆中试线完成小试和中试试验，并通过 JEDEC 可靠性验证，形成每月 5000 片以上的产能。

(3) 其它指标：申请相关发明专利不少于 15 件。

3.申报要求：须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 1500 万元。

方向 3.4 InP 基超晶格薄膜制备及宽光谱单光子雪崩探测器研制

1.研究内容：

开展面向下一代激光雷达传感技术用 InP 基超晶格薄膜的规模化制备、硅基异质集成与光探测器件应用研究；研发高质量 InP 基超晶格薄膜外延制备技术，开发稳定气相输运及多参数协同优化工艺；开发晶圆级 InP 基超晶格薄膜向硅衬底的稳定无损转移方法，实现在硅衬底上的高质量异质键合集成；开发硅衬底上 InP 基近红外单光子雪崩探测阵列，研究其关键制造技术。建立完整的晶圆级 InP 基超晶格薄膜制备、剥离、转移和键合工艺路线和标准规范。

2.考核指标:

(1) 技术指标: 实现大面积高质量 InP 薄膜的外延制备, 薄膜尺寸 $\geq 100\text{mm}$, XRD 摇摆曲线半峰宽 ≤ 300 弧秒, 本征载流子迁移率 $\geq 4000\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$, 光致发光 $1000\pm 50\text{ nm}$; 实现 InP 基超晶格薄膜的可控剥离和大面积转移, 转移薄膜尺寸 $\geq 60\text{ mm}$, 转移后薄膜完整度 $\geq 95\%$; 硅衬底异质集成的 InP 基雪崩单光子探测器工作波长范围 $950\sim 1650\text{ nm}$, 1550 nm 波长条件下光子探测效率 $\geq 30\%$, 暗计数 $\leq 150/\text{kHz}$, 单片分辨率 $\geq 32\times 32$, 盲元率 $\leq 5\%$, 阵列击穿电压均差 $\leq 1.5\text{V}$, 像元中心距为 $\leq 150\mu\text{m}$.

(2) 产业化指标: 年产硅衬底上 InP 基近红外雪崩单光子探测器套数不低于 100 套, 新增产值不低于 1500 万元.

(3) 其它指标: 申请相关发明专利不少于 10 件.

3.申报要求: 须由企业牵头申报, 鼓励产学研联合申报.

4.资助额度: 资助额度不超过 1500 万元.

专题四 先进金属材料

方向 4.1 高性能钕铁硼辐射取向磁环关键技术研发与产业应用

1.研究内容:

面向汽车产业、精密数控机床、高端机器人等领域, 研究烧结钕铁硼辐射取向磁环成分—结构—性能的构效关系; 开展高性能烧结钕铁硼辐射取向磁环制备技术研究; 研究速凝铸带、磁粉破碎、取向成型、烧结热处理等工艺对磁环磁性能、加工性及耐

温性的影响规律，突破烧结辐射取向磁环的性能瓶颈；开发适用于多规格辐射取向成型的新工艺及装备；开发高一致性磁环批量生产新技术，建立产业化示范。

2.考核指标：

(1) 技术指标：高性能烧结钕铁硼磁环剩磁 $B_r \geq 1.35T$ ，综合磁性能（内禀矫顽力（ kOe ）+最大磁能积（ $MGOe$ ）） $H_{cj}+(BH)_{max} \geq 60$ 。多级磁环表磁不均匀性 $< 8\%$ ；磁环带轴 $150^{\circ}C$ 保温 2 小时热衰减 $< 3.5\%$ 。最大磁环直径（外径） $\geq 80mm$ ；最小磁环直径（外径） $< 8mm$ 。磁环最大高度 $\geq 60mm$ ；磁环最薄壁厚 $< 1.0mm$ 。

改善烧结炉温区均匀性，使磁环烧结过程不开裂，单炉成品率 $\geq 80\%$ ，同批次最大磁能积偏差 $< \pm 4\%$ ，不同批次最大磁能积的平均值差异 $< 1.5\%$ ；改善辐射环压机辐射取向一致性，圆周方向的磁性能波动幅度 $< 5\%$ （ $\Phi 40mm \times 40mm$ 辐射环）；高度方向最大磁能积差别小于 $2MGOe$ 。开发出 ≥ 1 套适用于大尺寸辐射环（外径范围 $50-80mm$ ）取向成型的新工艺及装备。

(2) 产业化指标：完成高性能辐射取向磁环产业化关键技术攻关，形成年产 150 万只磁环的规模化生产能力，在汽车、精密数控机床、高端机器人等领域得到示范应用，新增销售收入 1 亿元以上。

(3) 其它指标：申请相关发明专利不少于 10 件。

3.申报要求：须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 2000 万元。

方向 4.2 面向高端医疗影像设备稀土闪烁晶体与探测器件研
发

1.研究内容：

开展大尺寸、高质量 LYSO:Ce^{3+} （铈掺杂的硅酸钇锆）闪烁晶体制备及产业化技术研究，研究晶体生长温度梯度、生长气氛、晶体拉速、退火气氛等工艺条件对 LYSO:Ce^{3+} 晶体性能的影响，研究晶体的辐射光输出特性、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等离子掺杂对 LYSO:Ce^{3+} 晶体生长特性及光输出、衰减时间等关键性能的影响规律；开展 Ce^{3+} 和 Pr^{3+} 激活的新型卤化物闪烁晶体材料的设计与制备技术研究，研究制备因素对生长 $\text{LaBr}_3\text{:Ce}^{3+}$ （铈掺杂的溴化镧）晶体的光输出、能量分辨率、衰减时间的影响，实现大尺寸高质量的 $\text{LaBr}_3\text{:Ce}^{3+}$ 闪烁晶体的制备；开展新型闪烁体探测器的设计与性能研究，研究闪烁体探测器的精度、灵敏性和探测范围提升技术、光谱分析软件优化技术，推进探测器在高能物理、核医学成像、安全检查等领域的示范应用。

2.考核指标：

（1）技术指标： LYSO:Ce^{3+} 闪烁晶体：晶体直径>3 英寸，光输出>32,000 ph/MeV，能量分辨率<9%（@662keV），衰减时间<35 ns。

$\text{LaBr}_3\text{:Ce}^{3+}$ 闪烁晶体：晶体直径> 3 英寸，光输出>60,000 ph/MeV，能量分辨率<3%（@662keV），衰减时间<30 ns。

数字 PET 探测器产品：符合时间分辨率优于 300ps，能量分辨率优于 10%@662keV。与实际应用相关的空间分辨率 1-2 mm，探测效率（或灵敏度）高于 50%，探测器单元面积 50 mm x 50 mm，更大面积的探测器可由此单元扩展而成。

(2) 产业化指标：建设 3 英寸稀土闪烁晶体中试生产线 1 条，项目完成后，新增销售收入累计 5000 万元以上。

(3) 其它指标：申请相关发明专利不少于 10 件。

3. 申报要求：须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4. 资助额度：资助额度不超过 1500 万元。

方向 4.3 高性能非晶合金反射镜关键材料与器件研发及应用研究

1. 研究内容：

开展适用于空间环境、海洋环境的反射镜镜体的高性能非晶合金材料设计制备及标准化研究；开展适用于激光反射镜镜体的高性能非晶合金材料的设计制备及标准化研究；开发出适用于不同口径和尺寸的非晶合金反射镜器件结构功能一体化铸造的工艺、技术与装备；开发出高精度微纳米非晶合金反射镜阵列模具材料装备部件。

2. 考核指标：

(1) 技术指标：空间非晶合金反射镜：镜体密度低于 5.0 g/cm³，室温强度≥1.0 GPa，模量≥40 GPa，温度区间-100℃~100℃，材料强度变化不超过 10%，特定波长反射率达到 0.95 及以上，空间非

晶合金反射镜单口最大直径达 1 ± 0.3 m, 海洋非晶合金反射镜海水腐蚀抗力优于 304 不锈钢 (室温下, 3.5%NaCl 溶液中的腐蚀电位约 -0.3 V, 腐蚀电流密度约为 8×10^{-6} A/cm²) ; 激光非晶合金反射镜: 室温强度优于 1.5GPa, 表面粗糙度小于 0.5nm, 特定波长反射率达到 0.95 及以上; 非晶合金反射镜制备的导光板模具: 使用寿命 100 万次以上, 尺寸精度优于 300nm, 导光率比传统的钢模具技术提升 3%以上。

(2) 产业化指标: 项目完成后, 能够提供适用于空间领域的大口径非晶反射镜 (直径大于 0.3m 的反射镜) 样品, 具备小批量的生产能力; 能够提供小口径 (直径小于 0.3 m) 的空间反射镜样品或者海洋、激光等领域上需求的反射镜样品, 具备小规模生产的能力; 能够小批量生产非晶镜面微纳米导光板等模具。

(3) 其它指标: 非晶反射镜都能够满足适用要求, 由应用方出具应用验证报告; 申请相关发明专利不少于 10 件。

3.申报要求: 企事业单位均可牵头申报, 鼓励产学研联合申报。

4.资助额度: 资助额度不超过 1500 万元。

专题五. 材料基因工程与材料测试评价技术

方向 5.1 新型铜基复合材料高通量制备、服役评价与产业应用

1.研究内容:

开展铜基复合材料高通量制备过程组织与性能演化的多尺度建模与工艺设计研究, 开发具有自主知识产权的铜基复合材料块

体样品高通量制备技术，开发铜基复合材料粉末冶金高通量制备装置及开展高通量界面改性研究。基于原位自生增强相反应热力学、动力学行为研究，发展铜基复合材料制备科学新原理，阐明铜基复合材料协同强化机制，揭示增强相特征参量与铜基复合材料性能内在关联，研究增强相与基体界面对铜基复合材料性能的影响规律。研究铜基复合材料及构件组织、性能及微观缺陷的高通量实验表征、评价方法，构建成分—构型—工艺—界面—性能关系设计平台及多尺度计算平台，实现铜基复合材料构型的模型高效创建与计算，实现典型铜基复合材料在新一代电子信息领域的示范应用。

2.考核指标：

(1) 技术指标：开发的高导热铜基复合材料热导率 $>800\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，热膨胀系数介于 $(4\sim7)\times 10^{-6}/\text{K}$ 之间可调节，致密度 $>99\%$ ，密度 $\leq 6.0\text{ g}/\text{cm}^3$ ，热循环服役 3000 cycle ($-40\sim 125^\circ\text{C}$, $1\text{ cycle}/\text{h}$) 以上，导热性能衰减小于 20% ；开发的高耐热铜基复合材料抗拉强度 $\geq 630\text{MPa}$ ，热导率 $>360\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，电导率 $\geq 88\%$ IACS，抗高温软化温度 $\geq 900^\circ\text{C}$ ；建立支撑新型铜基复合材料研发和工艺优化的数据库1个，数据量 ≥ 20 万条；开发不同增强相的铜基复合材料高通量制备方法，粉末冶金工艺制备能力 ≥ 100 样品数/批次。

开发基于铜基复合材料功能特性（热导率、电导率、热膨胀系数、热循环服役）的高通量评价技术 ≥ 3 项，单次样品 ≥ 10 个；

建成涵盖成分—构型—工艺—界面—性能关系设计平台及多尺度计算平台，数据 $\geq 10^4$ 条；实现3种以上产品全流程快速服役评价，实现产品核心性能和工艺的显著优化。

(2) 产业化指标：建立年产500吨铜基复合材料生产线，实现典型领域产品开发及推广应用，销售不低于1亿元。

(3) 其它指标：申请铜基复合材料相关发明专利不少于15件。

3. 申报要求：企事业单位均可牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4. 资助额度：资助额度不超过1000万元。

方向 5.2 新型高性能力致电光材料高通量设计、制备与表征

1. 研究内容：

基于材料基因工程理念研究无机力致电光晶体材料的高通量制备、表征和评价的新原理及新方法，研究铈酸盐和镱酸盐/硫氧化物等力致电光晶体材料高通量制备过程组织演化模拟与工艺设计；建立材料“结构—组分—工艺—电光性能”关系的综合数学模型，实现从材料功能基元成分、数量、尺寸、结构到加工工艺过程参数调整对最终电光性能影响的自动预测；构建高通量力致电光材料表征和检测平台，开发高通量前沿新材料测试技术，形成力致电光材料的高通量制备—表征—评价全流程方案；构建面向力致电光材料研发与骨肿瘤组织杀灭应用的高通量、模块化实验平台，实现力致电光材料制备的应用示范。

2. 考核指标：

(1) 技术指标：形成 3 种以上无机力致电光晶体材料的新型高通量设计-实验-测试全流程方案，并验证可行性；研究出 3 种以上力致电光材料的新型高通量实验技术，并开发出 3 台套以上具有自主知识产权的高通量材料制备样机；力致电光材料样品制备可控组分 ≥ 3 种，样品制备通量 ≥ 100 个/批；实现表征区域 $\geq 200\ \mu\text{m}$ ，空间分辨率 $\leq 100\ \mu\text{m}$ 的原位无损表征，高通量单次检测样品数 ≥ 10 个；实现样品电/光/力性能测量速度提高 50-100 倍；开发出 3 种以上具有自主知识产权的力致电光材料，在 2 种以上新材料中实现无需预辐照供能，其中力致发光性能：波长范围 700-1600 nm，发光强度 $>100\ \text{cd/m}^2$ ，力致发光阈值 $<1\ \text{N}$ ，生物组织穿透深度 $>30\ \text{mm}$ ；力致发电性能：压电常数范围 0.5~30 pC/N，压电势范围 10~100 mV；在满足安全性的前提下，建成 ≥ 100 个/批骨肿瘤组织杀灭应用的高通量平台，筛选实现力致电光材料骨肿瘤抑制率大于 80%的高通量示范应用。

(2) 其它指标：申请软件著作权不少于 5 件，申请相关发明专利不少于 15 件。

3.申报要求：企事业单位均可牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 1000 万元。

方向 5.3 芯片用电子化学品全流程测试评价

1.研究内容：

开展针对芯片先进封装用光敏聚酰亚胺、封装用光刻胶、芯片级底部填充胶、环氧塑封料、芯片级热界面材料、临时键合材

料、封装基板用增层胶膜等关键材料的可靠性仿真、测试评价与应用验证技术研究。开展上述材料在芯片先进封装中的工艺与可靠性验证技术研究，研究关键材料在先进封装中的失效分析与可靠性评价方法，研究封装关键材料的失效模型及服役状态下的热应力可靠性分析方法和模型。开发适用于上述关键材料、工艺结构和产品的软件算法、夹具、配套附件，搭建相关测试设备及芯片用电子化学品工艺验证线，形成面向先进封装材料的可靠性模型、高端测试分析和验证评价的产业化服务能力。

2.考核指标：

(1) 技术指标：研究对象包括晶圆级封装（WLP）和面板级封装（PLP）等 2 种先进封装类型，覆盖光敏聚酰亚胺、封装用光刻胶、芯片级底部填充胶、环氧塑封料、芯片级热界面材料、临时键合材料、封装基板用增层胶膜等 7 款材料种类。

可验证线宽/线距 $\leq 5\mu\text{m}/5\mu\text{m}$ 、焊球尺寸 $\leq 30\mu\text{m}$ 、焊点间距 $\leq 40\mu\text{m}$ 的晶圆级封装结构，以及线宽/线距 $10\mu\text{m}/10\mu\text{m}$ 、盲孔深径比 $\geq 1:1$ 的板级封装结构对材料的应用要求。

形成材料/器件等 2 个层级的测试和验证指标体系，开发厚度 $5\mu\text{m}$ 的薄膜材料界面附着力测试方法和厚度 $5\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ 的薄膜介电性能测试方法，线距 $5\mu\text{m}$ 下介质材料耐电化学迁移极限能力评估方法。具备对热界面材料、底部填充胶等封装材料/器件/组件的失效分析技术能力，覆盖不少于 20 种失效模式，开发非接触的高灵敏、高精度精密测量检测和缺陷检测分析技术，三维测量精度

$\leq 10\mu\text{m}$ ，裂纹检测精度 $\leq 5\mu\text{m}$ ；建立起可靠性热应力仿真模型，建模精度 $\leq 500\text{nm}$ ，仿真结果温度精度 $\leq 10^{-3}\text{K}$ 。

建立晶圆级封装 WLP 和板级封装 PLP 的 2 条材料功能验证线。晶圆级封装 WLP 验证线后 RDL 工艺能力可到布线层数 2 层以上，板级封装 PLP 验证线具备 $515\times 525\text{mm}$ 以上板幅验证能力。

(2) 产业化指标：面向行业开展技术指导、材料分析测试与认证、工艺验证等公共服务，服务于产业链上下游企业不少于 70 家次，服务数量不少于 300 批次，实现产值规模累计不低于 2000 万元。

(3) 其它指标：制定电子封装材料测试规范不少于 5 件，申请相关发明专利不少于 10 件。

3.申报要求：企事业单位均可牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 1000 万元。

附件 1

2023 年度广东省重点领域研发计划 “通信与网络”重大专项申报指南

按照《广东省科技创新“十四五”规划》《广东省重点领域研发计划“十四五”行动方案》等提出的任务要求，紧紧抓住网络强国和粤港澳大湾区国际科技创新中心建设历史机遇，重点围绕新型网络、新一代无线通信、超宽带光通信技术等领域，部署新型算力网络系统、IPv6 关键技术、面向 6G 的无线通信系统仿真技术、空分复用光通信技术等关键技术，开发 5G/5G-A 基带处理芯片、超宽带毫米波前端芯片、基于国产芯片的分布式超大容量数据中心交换机等核心芯片器件等，筑牢我国在网络与通信领域技术研究和产业上的优势，保障我国通信产业安全。

本指南共部署新型网络、新一代无线通信、超宽带光通信等 3 个专题、14 个研究方向，具体如下：

专题一：新型网络

方向 1.1：新型算力网络系统研究与验证平台

（略）

方向 1.2：IPv6 二维路由数据平面关键技术研究与应用

1.主要研究内容：研究低开销的源地址验证表分布式生成技

术，支持路由环路检测、策略路由以及增量部署；研究源地址验证表与目的转发表混合查表技术，减少二维路由数据平面的存储开销；研究软硬件混合的二维路由数据平面流表管理技术，在应对突发流量时提升总体转发性能；研究基于流量模式的路由查找技术，提升路由查找速度；研究数据驱动的二维路由转发引擎。

2.主要技术指标：项目完成时，须研制支持数据驱动的二维路由转发引擎的智能路由器原型设备，路由器单槽位转发性能不低于 2Tbps，单机转发性能不低于 40Tbps，在不引入额外协议的前提下，源地址验证表的分布式生成协议对路由环路的检测正确率 100%，具备对源地址验证协议的部署激励性；通过源地址验证表与目的转发表的混合查找，存储开销降低 30%以上；在应对突发流量下，软硬件混合的二维路由转发尾延迟相比当前技术降低 80%以上，节省软件转发资源 40%以上；通过基于流量模式的路由查找技术，平均查表次数减少 20%以上；申请 IETF 国际标准 2 项以上；申请发明专利不少于 5 件；新增销售收入不低于 1000 万元。

3.申报要求：须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 1000 万元。

方向 1.3：基于大规模网络安全知识图谱的 APT 归因技术研究

1.主要内容：面向当前对 5G 等新型关键信息基础设施和工业企业的 APT 攻击、勒索和数据泄露攻击监测防护需求，突破

大规模 APT 攻击组织知识图谱构建技术，研究新基建场景下 APT 攻击组织本体表示及知识表征；研究威胁情报知识抽取、基于攻击技战术的认知推理、基于多模态数据感知理解、采用深度学习和大规模图计算等技术，对已知/未知 APT 组织进行归因推理；研究面向海量多模态的大数据实时认知追踪引擎，实现多维度、多层级和多要素攻击技战术感知理解和认知预测，以及 APT 组织攻击行为追踪和预警；研制基于威胁情报知识图谱和 AI 推理的 APT 攻击归因溯源平台。

2.主要技术指标：项目完成时，须构建基于情报知识图谱和 AI 推理的 APT 攻击归因溯源大数据平台；突破大规模 APT 攻击组织知识图谱的构建与运营技术，基于威胁情报（包含暗网）构建具有 1 亿以上节点和 10 亿关系边，APT 相关组织数量不低于 400 个，包含攻击武器样本、基础设施、人员等要素，大规模知识图谱实体数据挖掘准确度大于 95%；针对 5G 新基建现网环境中 10 种以上模态的数据理解，超过 1 万种攻击进行融合理解，并进行认知推理技战术，涵盖 ATT&CK 技战术类型达到 100%，支持 400 个已知 APT 组织和 5 类不同类型的未知 APT 组织的推理，并在靶场中仿真，已知 APT 组织归因推理识别准确率达到 95%，未知 APT 归因推理准确率高于 85%；支持 1Tbps 以上现网流量大数据实时溯源，响应速度低于 5 分钟；项目执行期内新申请发明专利 10 件以上。

3.申报要求：须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 1000 万元。

方向 1.4：基于国产芯片的分布式超大容量数据中心交换机关键技术研究和设备研制

1.主要内容：面向 5G 承载和数据中心网络的开放、可重构和可演进需求，研究超大容量数据中心的软件定义的开放可编程架构；研制基于信元交换的分布式数据中心转发设备，支持高密度 400GE 互联端口和超大流表容量，支持基于国密的安全特性；研究无损网络技术，满足数据中心的存储网络和高性能计算需求；研究数据中心网络流量可视化，支持大容量智能网络运维；采用我国自主知识产权的核心分组交换芯片，研制分布式超大容量数据中心交换机。

2.主要技术指标：项目完成时，数据中心交换机须支持软件定义的硬件流水线可编程开放接口，支持数据面、控制面和业务面的软件定义开放可编程；设备整机支持 576 口 400GE，单槽位支持 36 口 400GE，400GE 单端口支持大于 30ms 的大容量缓存，支持 1.5M 路由转发表，1M MAC 转发表；支持基于国密算法的 MACSec 安全功能；支持 ROCE V2 数据中心无损网络技术；支持 Inband OAM 等网络流量可视化技术。申请发明专利不少于 10 件；新增销售收入不低于 1000 万元。

3.申报要求：须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持额度：资助额度不超过 1000 万元。

专题二：新一代无线通信

方向 2.1：面向 6G 的无线通信系统仿真试验平台

1.主要研究内容：开展面向 6G 的无线通信系统及数字孪生技术的研究，包括：异质无线系统环境重构，突破复杂多场景、宽频段多维信道探测技术，建设无线空口集成化测试环境支撑无线空口精确重现；多场景通信高保真仿真，突破信息传输与特征提取、孪生频谱空间、感知通信计算融合、数据模型联合驱动的网络优化等重点技术；虚实网络模块高速互联，突破智能云边端协同理论和确定性网络传输等关键技术。

2.主要技术指标：项目完成时，须构建面向 6G 的无线通信系统数字孪生试验平台，支持不少于 40 个无线节点、20 个有线节点的数字孪生；无线环境重构支持从 sub-GHz 到 THz 频段的全频谱无线环境重构，最高频率不低于 200GHz，测试重构带宽 ≥ 2 GHz；高保真仿真可实现数据按需采集，支持复杂巨系统的 90%高保真呈现；支持不少于五个无线通信场景的仿真；虚拟网络与现实网络之间实现高速互联，互联带宽不低于 100Gbps，实现端到端时延抖动绝对值低于 0.1ms，完成虚实网络之间的动态交互及闭环迭代。

3.申报要求：企事业单位均可牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 1000 万元。

方向 2.2：面向 6G/5G-A 的高速无线通信空口技术与验证

1.主要内容：面向 6G/5G-A 移动通信对极致性能和垂直行业的应用需求，研究典型场景中的无线信道模型；研究 UDN 技术等高速无线空口技术，包括超大规模 MIMO、更高效调制、增强型编译码、改进型波形和新型多址等，构建高谱效、高能效、低时延的 5G-A 无线通信空口关键技术体系；针对稀疏信道的特征，研究新型高效的移动接入技术。

2.主要技术指标：项目完成时，须提交面向 3GPP 的高速无线通信空口技术方案，在射频链路功耗提升不超过 50%、能量效率近似不变的前提下，频谱效率较 R17 提升不小于 30%，信道状态信息反馈开销降低 10%~20%，参考信号 PAPR 降低 1~2dB；搭建软件仿真试验环境，对关键技术开展理论分析与仿真评估和试验网验证，输出分析报告。申请发明专利不少于 10 件，其中国际专利不少于 5 件。形成 3GPP 国际标准提案不少于 5 项。

3.申报要求：须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 1000 万元。

方向 2.3：自主可控的 5G/5G-A 基带处理芯片核心技术与验证

1.主要内容：研发基于 RISC-V 指令集的自主可控高性能 CPU 处理器内核；研究高性能矢量计算扩展指令集及矢量运算单元实现关键技术；研究多级缓存和缓存一致性关键技术；研究处理器流水线优化关键技术；研究 CPU 处理器针对 5G 基带处理应用场景的扩展指令，优化编译器并提供更大的编译灵活度；研究

适合大带宽、低时延、高可靠、大连接等不同场景需求的 LDPC、Polar 码硬件加速器实现方案；研究 5G 基带单芯片 SoC 整体架构，研制具有自主知识产权的 5G 基带处理器原型。

2.主要技术指标：项目完成时，须完成满足 5G/5G-A 基带要求的基于 RISC-V 的自主知识产权 CPU 处理器内核芯片，集成 LDPC、Polar 等硬件加速器，搭建完全自主知识产权的 5G 基带处理器原型。RISC-V CPU 处理器内核主频不低于 2GHz，处理器内核不少于 4 个，支持不少于 179 条矢量扩展指令，支持 L1 指令 Cache 不少于 32K 字节，L1 数据 Cache 不少于 32K 字节，L2 Cache 不少于 256K 字节，处理器的流水深度不低于 8 级，完成 14nm 及以下先进工艺的流片。5G 基带处理器支持 3GPP R17 协议的 RedCap 功能，支持不少于 20MHz 带宽，最大调制方式不低于 64QAM，收发方式不少于 1T2R，下行吞吐量不低于 168Mbps。

3.申报要求：须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 3000 万元。

方向 2.4：面向 5G/6G 的 CMOS 超宽带毫米波前端芯片关键技术与验证

1.主要研究内容：面向 5G/6G 毫米波应用需求，研发工作在 24-44 GHz 的超宽带 CMOS 相控阵前端芯片，突破前端收发芯片在带宽、线性度、精准幅相控制、功耗、镜频抑制等方面的关键技术；研究超宽带的大信号匹配技术和线性度提升技术，设计出高线性度、高效率的功率放大器；研究超宽带的幅相调控和补偿

技术，设计出高动态范围、低相位变化的可变增益放大器和宽调相范围、高相位分辨率、低增益误差的移相器；研究适合不同信号强度需求的低噪声放大器增益调节技术，设计超宽带高动态范围低噪声放大器；研究宽带低损耗开关技术；研制集成超宽带发射链路、接收链路和低损耗开关的一体化超宽带相控阵前端芯片。

2.主要技术指标：项目完成时，须研发出基于 CMOS 工艺的超宽带相控阵前端芯片，单片集成不少于 2 通道。在 24~44GHz 工作频段内，接收通道增益 $\geq 28\text{dB}$ ，发射通道增益 $\geq 28\text{dB}$ ；发射输出 $P_{1\text{dB}} \geq 13\text{dBm}$ ，接收输入 $P_{1\text{dB}} \geq -30\text{dBm}$ ；噪声系数在全频段范围 $\leq 6.5\text{dB}$ ；单通道功耗接收@DC $\leq 85\text{mW}$ ，发射效率 $\text{PAE}_{\text{max}} \geq 12\%$ 。移相精度 6 位，移相误差（rms 值） $\leq 4.5^\circ$ ，调幅精度 5 位，调幅范围 $\geq 16\text{dB}$ ，调幅寄生调相 $\leq \pm 4.5^\circ$ 。实现 10dBm 平均输出功率时 $\text{EVM} \leq 25\text{dB}$ 。申请发明专利不少于 8 件，其中国际专利不少于 3 件。一体化超宽带相控阵前端芯片须完成流片和测试。

3.申报要求：企事业单位均可牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 3000 万元。

方向 2.5：面向 5G 终端的高集成高性能有源天线模组

1.主要研究内容：研究面向手机的射频前端芯片与天线一体化技术；研究基于 Doherty 架构的大回退范围高效率功放芯片技术，研究集成无源器件（IPD）与声学谐振器混合的低损耗高带外抑制滤波器技术，研制高效率高抑制的射频前端芯片；研究手机天线小型化与效率提升技术，研究天线与前端芯片的协同融合设计技

术，研制出基于柔性材料的高效率有源天线模组，发展柔性材料及相关工艺，形成全国产化的批量生产能力。

2.主要技术指标：项目完成时，须研制出高性能高集成有源天线模组。射频前端芯片指标：频段覆盖 N77/N78/N79 频段，相同峰值功率情况下 Doherty 功放功率回退 6-10dB 时的功率效率比现有技术提升 5%以上，滤波器带内插损<1.5dB，带外抑制>45dB。有源天线模组发射指标：频段覆盖 N77/N78/N79 频段，空口(OTA)测试功率不小于 21.5dBm，功率效率比天线与前端芯片分离的设计提升 5%以上，比吸收率(SAR)小于 0.8 W/kg；有源天线模组接收指标：覆盖 4G/5G (Sub-6GHz) 的下行频段，全向接收灵敏度 TIS≤-90 dBm，比天线与前端芯片分离的设计相比提升 2dB 以上。申请发明专利不少于 10 件，其中国际专利不少于 3 件。射频前端芯片以及有源天线模组的产业化均在省内完成且国产化率 100%。

3.申报要求：须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持额度：资助额度不超过 3000 万元。

方向 2.6：卫星互联网 NTN 一体化融合研究与验证

1.主要研究内容：围绕全球覆盖、全时接入、全场景服务的通信需求，研究卫星互联网与 5G-A/6G 地面网络一体化融合架构关键技术，基于 SDN 和 NFV 的天地一体化资源可管可控技术等，并开展体系验证；研究高动态下大带宽高码率自适应调制编码星链传输技术，支持天体一体化统一空口协议栈设计；研究 gNB 天基部署的星地融合网络架构，核心网轻量化裁剪等，支持一体化

融合网络的高速移动性管理；研究天基智能计算，实现高效率计算、存储、通信和控制 4C 融合；研究高效大规模相控阵关键技术，设计收发共面相控阵通信测试系统，构建一体化融合网络验证系统，满足卫星互联网一体化融合在多轨、多星、星地覆盖区之间无缝切换的应用需求。

2.主要技术指标：项目完成时，须完成天地一体化融合弹性可重构组网半物理仿真验证平台，支持多轨、多星、星地与多协议测试。天基网络节点接入用户能力可扩展到 10000 个，星间毫米波无线传输速率最大支持 10Gbps；端到端通信链路建立时间小于 10ms，支持不小于 1000 km/h 越区无缝切换；实现天基 4C 融合，与非计算网络相比，容量提升 20%以上，实现节点能量效率大于 3×10^6 bits/J；研制 Ka/Q/V 等多频段相控阵全双工星地通信测试系统，波束数量 ≥ 8 ，EIRP ≥ 45 dBW，G/T ≥ 8 dB/K，扫描范围俯仰 $\geq \pm 60$ 度，最大接入能力不小于 1Gbps，可接入一体化融合网络仿真验证平台，完成星地传输、波束切换等测试验证。申请发明专利不少于 10 件。

3.申报要求：企事业单位均可牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 2000 万元。

方向 2.7：高通量卫星泛在信息网络关键技术研究与应用

1.主要研究内容：研究星地协同的高通量卫星泛在信息网络架构和业务承载模式优化配置方法，研究高通量卫星与地面 5G 网络融合组网方式、网络架构等关键天地泛在网络技术；研究高通量

卫星泛在信息网络 DVB-S2X 体制与 5G/5G-A 核心网融合技术，研制支持卫星与地面网异制式融合的卫星主站通信系统终端设备原型机。构建面向陆海空的泛在信息网络，完成支撑行业用户卫星泛在连接需要的终端设备，搭建卫星泛在信息网络系统平台，支撑船舶航行、森林防火等垂直行业应用。

2.主要技术指标：项目完成时，须完成卫星泛在信息网络系统平台研制与应用，并开展在轨验证工作实现中国领土及领海区域全天候稳定的高通量卫星信号覆盖，卫星网络吞吐能力达到 40Gbps 以上，关键信息节点吞吐能力达到 200Mbps 以上，卫星数据汇聚与关口节点位于广东境内。具备地面 5G/5G-A 和卫星平滑切换能力，切换时延秒级，网络化定位增强精度达到分米级，构建海域内超过 1000 艘船舶的航行态势感知应用系统，终端态势感知延迟支持秒级。构建基于卫星泛在感知的森林防火与救援指挥系统，终端态势感知延迟不大于 1 分钟，救援人员定位精度不大于 10 米。申请发明专利不少于 6 件。

3.申报要求：须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 2000 万元。

专题三：超宽带光通信

方向 3.1：基于空分复用技术的海洋大容量光纤通信系统关键技术与示范应用

1.主要研究内容：针对海洋大容量光纤通信与信道安全需求，研制具有自主知识产权的新型空分复用海洋通信光纤、海底通信

光缆、核心光子芯片、光器件及光通信系统。具体包括：优化少模光纤设计与制备以提升模式信道对海底复杂环境及海洋湍流等外界扰动的鲁棒性；研制支持大规模光波轨道角动量模式的低串扰复用/解复用光子芯片；设计基于空分复用的安全光通信架构，研究高速光纤系统中密钥高效分发机制，以及宽带加密光信号在新型光纤信道中传输损伤的均衡补偿机制；实现基于空分复用光纤光缆的海底通信系统应用示范及市场推广。

2.主要技术指标：项目完成时，须研制出支持 3 个模组（12 个模式）以上轨道角动量模式（OAM）同时传输的单芯少模光纤，1550nm 波长下基模损耗 $\leq 0.25\text{dB/km}$ ，功率耦合系数 $\leq -23\text{dB/km}$ ；研制出支持 3 个模组（12 个模式）以上轨道角动量复用解复用的光子集成芯片，芯片损耗 $\leq 6\text{dB}$ ，模式间串扰 $\leq -10\text{dB}$ ；完成基于新型空分复用光纤光缆的大容量海底保密混沌光通信传输系统实验，传输距离大于 30km，传输速率大于 10Gbps 的保密通信系统，验证单信道速率大于 1Gbps 的非交换异地密钥分发，实现高熵、高复杂度加密光信号的鲁棒产生；研制出新型海底空分复用光纤光缆，成缆后基模损耗 $\leq 0.3\text{dB/km}$ ，并在广东省外围岛屿之间海底完成基于空分复用光纤光缆的海底光纤通信系统演示验证，海底光缆长度大于 20 km，并实现单波长传输速率大于 800Gbps、传输距离大于 30km 的多波长轨道、多个角动量模式的复用传输验证，系统容量超过 100Tbps。通过行业相关应用标准的环境适应性验证试验，完成海底空分复用光通信与安全一体化系统的开发、

应用、工程化全过程，形成空分复用光纤、光缆、光子芯片、光器件以及光通信系统设备的批量生产能力。申请发明专利不少于 5 件。

3.申报要求：企事业单位均可牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 3000 万元。

方向 3.2：C+L 大容量骨干波分复用系统关键研究及验证

1.主要内容：研发 C+L 波段的超大容量长距波分系统关键部件以及系统级的设计与调优关键技术，完成 C+L 骨干波分系统的端到端构建；研制高性能 C+L 波段光纤以及宽谱高性能光放大器、高效率泵浦激光器等；研制高性能 L 波段可调激光器、高速光调制器，研究光接收机模块关键技术，研究高性能 DSP 技术，实现支持长距传输的 400Gbps L 波段相干光模块；研究 L 波段 WSS 关键技术，研究高分辨率 LCOS 芯片，研究 L 波段大端口 WSS 的光学设计，实现大端口的 L 波段 WSS；研究 C+L 端到端系统设计与调优关键技术，实现 C 到 C+L 波段平滑扩容调测、自动均衡和性能优化，达成 C+L 骨干波分系统性能最优。

2.主要技术指标：项目完成时，须研制出至少 1 套 C+L 端到端系统设备，完成实验室业务测试或实验局试商用；研制出系统核心部件单元：C+L 波段光放大器，最大增益不小于 32dB，增益谱带宽 6THz（增益谱覆盖的最长波长大于 1626nm），光放 NF<6dB，饱和光功率>23dBm；研制 C+L 波段 400G 相干光模块，BTB OSNR 容限优于 11dB（等效 50GHz 间隔）；研制 L 波段 WSS

模块，端口数>32，工作带宽大于 12THz，固有插损<8.5dB，0.5dB 通带带宽>37GHz @50GHz 间隔，端口隔离度>20dB；研制出 C+L 波段端到端系统设备，满足如下指标：实现 C+L 系统总光谱带宽大于 10THz、单纤容量 32Tbps，支持 80×400G 1600km SSMF 光纤的长途传输，支持 C 到 C+L 波段平滑扩容调测、自动均衡和性能优化，完成应用示范。申请发明专利不少于 10 件；新增销售收入不低于 5000 万元。

3.申报要求：须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 1000 万元。

方向 3.3：超大规模自动智能承载（ASON）网络技术研究及应用平台

1.主要研究内容：为支撑干线/省干一张网的超大 ASON 网络（1000 站点/3000 节点）商用部署，研究超大规模下的自动智能切换保护光网络端到端系统方案和超大型组网技术，主要包括超大型网络管理控制协议、连接协议、控制算法等关键技术；研究多域光网络管控系统架构和跨域业务协同分发机制；研究基于 AI 等技术的光网络智能故障检测、溯源、以及可抵御并发故障的差分保护算法；形成超大规模 ASON 网络端到端系统。

2.主要技术指标：项目完成时，须提出 1000 站点/3000 节点的 ASON 网络端到端系统解决方案，完成实验室业务测试或实验局试商用，全光网具备 1000 站点/3000 节点自动光网的管理和控制架构能力；具备按区划分多子网管理和控制能力，故障检测能力，

架构上可扩展：站点虚拟化，光放站点/OLA 虚化，OLA 节点数规模无限制；实现光纤链路时延自动测量，业务具备最优时延计算能力；在超大网络规模下单条业务路径计算性 $<200\text{ms}$ ；提供业务多种高可靠差异化服务能力(SLA)，抗多次故障，1+1+R(50ms)，1+R（秒级恢复）；批量业务恢复性能 $<10\text{s}/120$ 波。申请发明专利不少于 5 件。

3.申报要求：须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.资助额度：资助额度不超过 1000 万元。

2023 年度广东省重点领域研发计划“新型储能与 新能源”重大专项旗舰项目（第一批） 申报指南

为全面贯彻落实党的二十大精神和习近平总书记关于加强关键核心技术攻关的系列重要讲话精神，落实省委、省政府关于加快推动新型储能产业高质量发展的工作部署和《广东省推动新型储能产业高质量发展的指导意见》（粤府办〔2023〕4号）等提出的任务，切实攻关解决痛点难点问题，提升产业核心竞争力，拟组织实施2023年度广东省重点领域研发计划“新型储能与新能源”重大专项旗舰项目。第一批项目重点聚焦锂离子电池、钠离子电池、能源电子、智慧调控及前瞻领域等技术方向，支持项目如下。

专题一、锂离子电池技术及装备

项目 1.1 高安全低成本磷酸锰铁锂电池开发及应用

（一）研究内容

开发超长寿命、高安全性、全气候锰基储能电池，提升锂电池容量极限，应用于储能电站。包括：研究锰材料的影响机理和最优配比，开发高稳定性前驱体绿色制备工艺，研究磷酸锰铁锂正极材料低成本量产技术。开发适用于锰基正极材料的电解液用

高纯溶剂、新型锂盐和功能添加剂。研究界面包覆、负极材料预锂化、耐枝晶刺穿隔膜、大电芯结构设计等电芯制备技术，开发储能用大容量长寿命磷酸锰铁锂电池。研究锰基储能电池系统集成技术、热管理技术和管控拓扑架构，优化控制策略。研究电池失效机制，原位表征技术，多维度调控抑制锰元素溶出。

（二）考核指标

锰基磷酸盐正极材料：实现粉体压实密度 $\geq 2.40 \text{ g/cm}^3$ ，锰含量 $> 50\%$ ， 0.1C 中值电压 $\geq 3.9\text{V}$ ， 0.1C 放电容量 $\geq 158\text{mAh/g}$ ；实现材料规模化制备能力。

电解液：水分含量 $\leq 15\text{ppm}$ ；游离酸含量 $\leq 15\text{ppm}$ ；色度 $\leq 50\text{Hazen}$ ；硫酸盐含量 $\leq 2\text{ppm}$ ；氯化盐含量 $\leq 2\text{ppm}$ ；单项金属杂质含量 $\leq 1\text{ppm}$ 。

锰基储能电池：室温能量密度 $\geq 210\text{Wh/kg}$ ，室温循环寿命 ≥ 8000 次， 45°C 循环寿命 > 3000 次，室温倍率性能 $3\text{C}/1\text{C}$ 容量比 $\geq 88\%$ ， -20°C 容量保持率 $\geq 80\%$ （与室温相比），实现穿刺不爆炸、不燃烧。

锰基储能电池实现量产，成本不高于同期磷酸铁锂电池水平，新产品应用于储能电站或储能系统。电池系统循环寿命（ $1\text{P}/1\text{P}$ ） ≥ 7000 次（ $100\%\text{DOD}$ ：结合实测数据和寿命预测模型，能量保持率 $\geq 70\%$ ）。申请与核心技术相关的高质量知识产权，形成国家、行业或团体标准。

（三）申报要求和支持额度

企业牵头申报。拟支持 1 个项目，支持额度不超过 3000 万元，

采用竞争性评审、无偿资助方式。

专题二、钠离子电池技术及装备

项目 2.1 储能型钠离子电池关键材料、技术及装备研发

(一) 研究内容

研究钠离子电池正极材料、负极材料、电解液制备技术和电芯制备技术，开发长寿命、高安全、低成本的储能用钠离子电池。包括：研发长寿命、高比能、高安全钠离子电池正极材料。研究正极材料组分与体相结构、电化学反应的相关性，不同元素组成以及不同结构对材料的容量、电压、循环稳定性、结构变化等性质的作用原理；开发能够实现工程化制备的正极材料，并充分论证其原材料及工艺过程的经济性。研发高容量、高首效、高压实、长循环钠离子电池复合负极材料。优化负极材料前驱体和制备工艺，实现碳源的高度耦合交联。研究制备具有丰富封闭微孔结构的复合材料，显著提高硬碳容量。开展钠离子电池补钠技术研究，提升钠离子电池能量密度以及循环寿命。研发能够同时匹配聚阴离子、层状氧化物等正极材料的高电压工作条件的电解液或电解液添加剂。调节 SEI 改善体系稳定性，建立电解液在工作条件下的失效基础数据库，设计高稳定性电解液配方，改善产气现象。开发钠离子电池电芯的制备和测试技术，设计低电解液冗余、轻量化及长寿命电池，优化单体电池一致性，形成新工艺，制定新标准。研究钠离子电池寿命预测模型，分析不同应用工况下的衰减机理，建立相应的电池性能评价及预测体系。研发高速高质量

钠离子电池生产成套装备，搭建钠离子电池规模化生产装配示范线。

(二) 考核指标

正极材料：克容量 $\geq 140 \text{ mAh/g}$ ，平均电压不低于 3.25V 。负极材料：克容量 $\geq 350 \text{ mAh/g}$ ，负极首效 $\geq 91\%$ ，振实密度 $\geq 0.6 \text{ g/cm}^3$ ，真密度 $\geq 1.9 \text{ g/cm}^3$ ，金属杂质（Fe、Co、Cu、Ni、Al、Cr、Zn）含量 $\leq 50 \text{ ppm}$ ，平均粒径 $5\sim 9 \mu\text{m}$ 。电解液：色度 $\leq 50 \text{ Hazen}$ ，水分 $\leq 10 \text{ ppm}$ ，游离酸（HF） $\leq 50 \text{ ppm}$ 。电芯：单体电芯 $\geq 300 \text{ Ah}$ ，电芯能量密度 $\geq 150 \text{ Wh/kg}$ ，充放电寿命 ≥ 6000 次，容量保持率 $\geq 80\%$ ， -20°C 下容量保持率 $\geq 80\%$ 。电芯能效达到 95% 。

开发钠离子电池材料制备成套新装备，形成钠电正极材料、负极材料、电解液产能，建立钠离子电池生产线。为 3 家以上电池系统用户供货。申请与核心技术相关的高质量知识产权，形成国家、行业或团体标准。

(三) 申报要求和支持额度

企业牵头申报。拟支持 1 个项目，支持额度不超过 3000 万元，采用竞争性评审、无偿资助方式。

专题三、能源电子技术及装备

项目 3.1 构网型储能变流器关键技术及装备研究

(一) 研究内容

研制具有强电网适应能力的大容量构网型储能变流器，开展示范验证。包括：研究组串式、集中式、高压直挂式等不同拓扑结构的构网型储能变流器控制算法和策略；研究高短路耐受能力

的新型电路拓扑及结构设计技术，开发自主构网、主动适应与支撑电网的高功率密度、高可靠性、模块化储能变流器；研究构网型储能变流器并网优化控制技术，实现全电网场景自适应控制。研究自适应宽频振荡抑制技术和大扰动稳定控制技术，开展扰动机理分析和稳定控制算法研究。研究构网型变流器试验方法及特性评价技术，建立测试标准体系；研究规模化储能电站混合模式系统稳定机理及容量优化配置方法，开展构网型储能变流器工程示范及验证。

（二）考核指标

研制不同拓扑技术类型的构网型储能变流器样机，单机功率 $\geq 200\text{kW}$ ，最大转换效率 $\geq 99\%$ 。电网短路比适应范围为 $1\sim 100$ ；支持至少 12 台无通信互联的储能变流器自同步构网启动，启动响应时间 $\leq 2\text{s}$ ；构网型储能系统惯量响应动作 $\leq 0.1\text{s}$ ；无功电流注入响应延时 $\leq 5\text{ms}$ ，响应时间 $\leq 30\text{ms}$ ；短路故障工况下暂态响应延时 $\leq 5\text{ms}$ ，暂态过流能力 $\geq 1.5\text{p.u.}$ ，暂态支撑不少于 2s 。

实现构网型储能变流器新产品工程应用。申请与核心技术相关的高质量知识产权，形成国家、行业或团体标准。

（三）申报要求和支持额度

企业牵头申报。拟支持 1 个项目，支持额度不超过 2000 万元，采用竞争性评审、无偿资助方式。

专题四、智慧调控技术及装备

项目 4.1 基于储能的源网荷体系化调控及运营关键技术研究

与应用

（一）研究内容

研究基于储能的源网荷体系化集群建模、协同控制、多元交易关键技术，开发源网荷各侧储能即插即用并网设备与分层级调控运营系统，开展新型储能调控及市场化运营示范应用。

1.研究储能集中管理、智慧调控的基础理论和支撑技术。提出数据物联与分区安全的各侧储能电网调控层级架构，制定储能的接入规范与并网调度标准，研究储能电力全场景调控及市场运营的应用模式。

2.研究源网荷各侧储能协同控制方法和关键技术。构建源网荷储深度融合的多时间尺度供需平衡模拟仿真系统；建立机理-数据-知识智能混合驱动的储能集群协同调控模型，研究储能分解调控方法。

3.研究储能电力市场多品类交易机制及保障技术。研究面向储能的多时间尺度、多品类市场并行交易原理；研究多品类电力市场的电价设计与出清算法，构建储能交易模拟仿真平台；探索储能开放式交易竞价博弈模型。

4.开发储能调度控制智能设备与国产操作系统。研究终端软件定义技术及边缘计算搭载技术，研制支持智能开关、储能PCS、边缘计算终端设备等电力器件的储能预制式一体化监测控制系统；研制储能电力领域设备级国产化操作系统及微应用。

5.开发规模化储能集群协同控制平台系统。研究各侧储能资源

接入、精准控制、毫秒级响应等技术，开展需求响应、虚拟电厂、共享储能等储能市场化运营及调控示范。

（二）考核指标

1.储能协同调控技术：搭建源网荷储电力系统准实时/实时、稳态/动态模拟仿真系统，可支撑同时仿真规模 $\geq 1500\text{MWh}$ 储能协同调控场景。

2.储能多元交易技术：形成面向储能的电能量交易、调峰调频、备用服务、电压控制服务等多电力市场品类并行交易规则 1 套；构建面向策略行为模型的交易模拟仿真系统 1 套，算法求解时间 $\leq 20\text{s}$ ；开放式交易工具满足通信时延 $< 500\text{ms}$ 。

3.智能断路器电流采样误差 $\leq \pm 1.5\%$ ，电压采样误差 $\leq \pm 1\%$ ；边缘计算终端设备可支持 95%以上的源网荷资源通用通信协议；国产操作系统满足强实时、弱实时、非实时多种应用场景需求，系统内核及关键组件源代码自主率达 100%，实时侧中断响应及任务上下文切换时间 $\leq 30\mu\text{s}$ ；设备级微应用不少于 10 项。

4.规模化储能集群协同控制系统：储能集群控制精度不低于 99%，集群功率调节优化响应时间 $\leq 5\text{s}$ ，本地频率/电压控制响应时间 $\leq 300\text{ms}$ 。规模化储能集群协同控制系统支持千万级储能数据点接入，覆盖源、网、荷集群或储能电站接入不低于 10 个站点，总容量 $\geq 1500\text{MWh}$ 。

5.申请与核心技术相关的高质量知识产权，形成国家、行业或团体标准。

(三) 申报要求和支持额度

联合中国南方电网有限责任公司共同支持，南方电网系统自筹配套经费与财政资金比例不低于 3:1。由中国南方电网有限责任公司遴选推荐系统内骨干企业牵头申报，拟支持 1 个项目，支持额度不超过 1000 万元，采用竞争性评审、无偿资助方式。

专题五、储能前瞻技术与装备

项目 5.1 新型固态电解质成膜工艺及关键装备开发

(一) 研究内容

面向储能锂电池，开发超薄、高离子电导率固态电解质膜及成膜关键装备。包括：开发具有孔径分布均一、良好机械性能、良好耐穿刺性能的高耐热薄型多孔膜材料；开发固态电解质表面包覆技术，制备环境适应性好、界面阻抗小的固态电解质材料；研发本质安全、超薄、高离子电导率结构化固态电解质膜。建立固态电解质材料、膜结构类型与固态电解质膜性能间的关联基础数据库，阐明关键材料、膜结构类型对于固态电解质膜性能的影响机制，开发适应不同储能场景需求的高耐热、轻薄化固态电解质膜；开发固态电解质材料专用成膜装备，优化固态电解质膜成膜技术关键工艺，实现低成本规模化生产。

(二) 考核指标

高耐热薄型化多孔膜材料：具有孔结构和大小可控、孔径均一、孔隙率可调控、机械强度高特征，满足固态电解质膜的开发要求。主要参数：膜材料孔隙率范围 45~65%，厚度 $\leq 10\mu\text{m}$ 。高

耐热轻薄化固态电解质膜：高耐热性能实现 200°C/1h、膜热收缩率≤3%、破膜温度≥220°C、固态电解质膜自身不可燃，厚度≤14 μm；孔隙率 45~60%；抗拉伸强度>250MPa，离子电导率≥0.75 mS/cm；锂离子迁移数>0.6；电化学窗口>4.5 V；-20 °C时固态电解质膜离子电导率>0.1 mS/cm，应用于固态电池，单体电芯环境适用温度-20°C~80°C；热箱、针刺等安全性测试结果超过电力储能用锂离子电池国家标准（GB/T 36276）。

开发完成关键制造装备 3 套以上，实现固态电解质膜的规模化制备，实现固态电解质膜销售。产线主要参数：膜面幅宽≥1000 mm；加工速度≥50 m/min。申请与核心技术相关的高质量知识产权，形成国家、行业或团体标准。

（三）申报要求和支持额度

企业牵头申报，拟支持 1 个项目，支持额度不超过 1500 万元，采用竞争性评审、无偿资助方式。

项目 5.2：兆瓦级新一代铁铬液流电池储能技术研究

（一）研究内容

研究铁铬液流电池电极材料、离子交换膜、电解液、密封材料和储能集成与控制技术，开发兆瓦级铁铬液流电池储能系统，包括：研究高性能、宽温域关键电极材料与离子交换膜技术；研究宽温区高容量稳定性的电解液组成及其配制工艺；研究铁铬液流电池密封结构和密封橡胶材料；研究大功率高功率密度单体电堆设计、集成技术；研究恢复电池容量的再平衡电池技术；研究

数十兆瓦级液流电池储能交流并网技术；研究高效、高可靠性的液流电池储能系统集成与智能控制技术，研制兆瓦级铁铬液流电池储能系统样机。

（二）考核指标

电解质：在 0~60℃温度范围内，活性物质浓度 $>1.5\text{mol/L}$ ；高性能离子交换膜离子电导率 $\geq 50\text{mS/cm}$ ；大功率铁铬液流电池样堆：单堆功率 $\geq 60\text{kW}$ ，电流密度 $>150\text{mA/cm}^2$ ，额定功率条件下电堆能量效率 $\geq 80\%$ ；电池再平衡技术：连续循环 2000 圈系统能量效率和容量恢复率 $\geq 95\%$ 和 $\geq 90\%$ ；建设铁铬液流电池示范工程：储能时长满足 4~8 小时，AC-AC 系统效率 $\geq 70\%$ 。申请与核心技术相关的高质量知识产权，形成国家、行业或团体标准。

开发连续化电解液生产线，产能 $\geq 3000\text{m}^3/\text{年}$ ；建成电堆组装线，产能 $\geq 6000\text{ kW/年}$ ；系统功率不低于 3MW，开展系统运行示范，系统 AC-AC 效率不低于 70%。

（三）申报要求和支持额度

拟支持 1 个项目，支持额度不超过 1500 万元，采用竞争性评审、无偿资助方式。