

## 2019 年度“第三代半导体材料与器件” 重大专项申报指南

围绕国家重大战略需求和我省战略性新兴产业发展布局，结合国际第三代半导体前沿技术发展趋势，在着力打造广东第三代半导体研发、制造、应用和测试评价全产业链格局和发展优势的同时，积极进行前瞻性布局，增强未来产业优势，启动实施“第三代半导体材料与器件”重大专项。

本重点专项目标是：围绕第三代半导体关键材料、器件、模组以及可靠性测试技术等方面的迫切需求，在第三代半导体材料生长技术及设备、功率器件与模块、射频器件与模块、深紫外固态光源等方面，开展核心技术攻关与应用研究。

本专项重点部署 6 个专题，专题 1-5 部署 8 个项目，申报时研究内容必须涵盖该专题（项目）下所列的全部内容，项目完成时应完成该专题（项目）下所列所有考核指标。项目实施周期为 3-4 年，参研单位总数不得超过 10 个。专题 6 设 4 个课题，由项目单位提出具体研究内容和可考核的技术、经济指标，每个课题原则上支持 1 项，同一单位（含全资、参股、控股关联单位）支持不超过 1 项（高校除外）。所有专题除特殊说明外，鼓励大企业联合创新型中小企业、高校、科研院所等，产学研合作申报。

专题 1：第三代半导体材料生长技术和关键设备（专题编号：[20190169](#)）

项目 1.1：高质量氮化镓单晶材料制备及关键技术研究

研究内容：

1) 研究高质量低位错氮化镓 (GaN) 单晶衬底的关键制备技术：研究 GaN 的初始成核与生长中的位错拐弯与合拢的基本过程与形成机理，以及外延生长区流场温场的调控对晶体位错、应力形成的影响与优化；

2) 研究 4-6 英寸 GaN 单晶衬底的批量制造关键技术：研究大尺寸 GaN 单晶层的无裂纹外延生长及其分离技术，研究 GaN 单晶衬底的表面加工处理工艺实现 epi-ready 纳米级表面，研究工艺的稳定重复性；

3) 研究 GaN 同质外延生长过程中的关键技术：研究同质外延中的界面调控与应力形成及其优化控制，研究外延层中的晶体成核与位错密度调控，研究精准掺杂技术及其迁移率调控。

考核指标：

1) 4-6 英寸 GaN 单晶衬底的稳定量产，衬底位错密度 $<1 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$  (CL 5 点检测)，厚度 $>400 \text{ }\mu\text{m}$ ，总厚度偏差 (TTV) 小于  $30 \text{ }\mu\text{m}$ ，曲度 (BOW) 绝对值小于  $30 \text{ }\mu\text{m}$ ，表面粗糙度 $<0.1 \text{ nm}@10 \text{ }\mu\text{m} \times 10 \text{ }\mu\text{m}$ ，N 型掺杂浓度大于  $1-3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ，电阻率小于  $0.05 \text{ }\Omega/\text{cm}$ ，迁移率 $>600 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ，晶向 C 面偏 M 面偏角角度范围  $0.35^\circ \pm 0.1^\circ$ ；

- 2) 以上指标通过具有国家认证资质的第三方测试机构测试;
- 3) 申请发明专利 8 件, 围绕项目形成的创新成果发表高水平论文;
- 4) 实现 4 英寸氮化镓单晶衬底产能 5000 片/年。

**申报要求:** 本项目为产业化项目, 须企业牵头申报。

**支持方式与强度:** 无偿资助, 每项不超过 2000 万元。

## **项目 1.2: MPCVD 半导体金刚石单晶材料生长设备及关键工艺技术攻关**

**研究内容:**

- 1) 开展基于微波诱导腔体共振激发的等离子体行为模拟研究, 研制国产大功率微波等离子体化学气相沉积设备 (MPCVD);
- 2) 研制国产大功率微波发生器及其辅助设备, 提高设备的运行效率;
- 3) 通过仿真与工艺实验优化, 攻关大面积金刚石衬底的高速、高质量与高均匀性的生长难题, 制备高质量大尺寸单晶金刚石衬底。

**考核指标:**

- 1) 研制出国产 30kW 大功率 2.45 GHz 的频率发生设备, 能量幅值波动小于 5%, 频率稳定度在 1%;
- 2) 研制出国产 30kW 微波等离子体化学气相沉积设备, 实现大于 50  $\mu\text{m}/\text{h}$  的金刚石生长速率, 其 N、Si 等杂质的含量接近或

低于金刚石光致发光光谱的检测限；

3) 制备 2 英寸的单晶金刚石衬底，其 (400) 晶面的 XRD 摇摆曲线半高宽小于 50 弧秒，金刚石的一阶拉曼位移半高宽小于 4  $\text{cm}^{-1}$ ；

4) 以上指标通过具有国家认证资质的第三方测试机构测试；

5) 设备平均故障间隔时间 (MTBF) > 5000 小时；

6) 申请发明专利 10 件，围绕项目形成的创新成果发表高水平论文。

**支持方式与强度：**无偿资助，每项不超过 2500 万元。

### **项目 1.3：大尺寸氮化铝衬底材料装备开发及关键工艺研究**

#### **研究内容：**

1) 应用物理气相输运法 (PVT) 研究大尺寸氮化铝 (AlN) 单晶衬底材料，突破 4 英寸及以上单晶衬底材料装备开发及关键工艺技术；

2) 应用仿真模拟技术研究热场及结晶动力学，突破 AlN 单晶制备中存在的晶体尺寸小、扩径难、缺陷多、应力大、易开裂、产率低、成本高等多项技术难题；

3) 开发温场分区独立可控技术，研究高质量大尺寸 AlN 单晶生长关键工艺，制备出 4 英寸及以上的单晶 AlN 衬底材料；

4) 开展单晶 AlN 衬底材料在紫外光探测器和微波功率器件等中的应用。

### 考核指标：

1) PVT 法 AlN 晶体炉原理样机制造。搭建主要由高温反应腔体系统（温度 $\geq 2300$  °C）、高纯进气系统、双温区加热系统、坩埚保温系统、电控系统、监测系统及真空与尾气处理系统组成的单晶生长炉，完成国内首套 4-6 英寸 PVT 法 AlN 单晶生长炉，实现大于 100  $\mu\text{m}/\text{h}$  的 AlN 单晶生长速率；

2) 大尺寸高品质 AlN 晶体制备技术。在自主搭建的 PVT 晶体炉上进行 4-6 英寸 AlN 晶体生长工艺验证，获得 (002) 和 (102) 摇摆曲线半高宽 $\leq 100$  弧秒、透过率 $\geq 60\%$ @280 nm、位错密度 $\leq 1 \times 10^5 \text{ cm}^{-2}$ （CL 5 点检测）的 4 英寸及以上的高品质 AlN 单晶衬底材料；获得晶体良率 $> 60\%$ 、衬底成品率 $> 40\%$ 、可规模产业化的 PVT 法大尺寸 AlN 单晶制备工艺技术，实现 2 英寸 AlN 单晶衬底年产能 100 片的产业化目标；

3) AlN 衬底器件验证。基于 AlN 衬底制备深紫外 LED (240-280 nm) 器件，应答时间小于 1 ms，工作电压小于 10 V；基于 AlN 衬底的肖特基二极管 (SBD, JBSD) 和晶体管 (JFET、MOSFET) 器件，器件击穿电压大于 20 kV；

4) 以上指标通过具有国家认证资质的第三方测试机构测试；

5) AlN 单晶生长炉平均故障间隔时间 (MTBF)  $> 3000$  小时；

6) 申请发明专利 10 件，围绕项目形成的创新成果发表高水平论文。

**申报要求：**本项目有产业化目标，须不少于项目总投资 50%

的自筹经费。

支持方式与强度：无偿资助，每项不超过 2500 万元。

专题 2：第三代半导体功率器件、模块及其应用（专题编号：[20190170](#)）

项目 2.1：新能源汽车碳化硅器件及模块的研发和产业化  
研究内容：

1) 研究开发新一代高功率密度新能源车载功率半导体芯片（1200 V）设计和应用技术，建立高温碳化硅（SiC）MOSFET 及二极管芯片物理模型和行为级模型，设计高温 SiC 芯片结构，研究解决高温栅氧等温度强相关的关键工艺，形成一整套工艺流程方案，建立高温芯片测试能力和测试规范；

2) 研究针对 SiC 芯片的高温封装模块及工艺技术，研究烧结银、高温管壳、高温绝缘材料等高温模块封装材料，配合新型 SiN 绝缘覆铜板技术，实现高温模块的更优应力和热管理效果；

3) 研究高温工作条件下的多物理场耦合机制和模型，设计高温封装模块结构，研究高温条件下的多芯片并联动态均流，建立高温模块测试和可靠性试验规范；

4) 研究开发基于 SiC 的高效一体化水冷技术，提高整体散热效果和稳定性，降低模块失效机率；

5) 研究解决应用于新能源汽车的高温高功率密度功率半导体的关键技术问题。

**考核指标：**

1) SiC 二极管芯片，最高工作结温不低于 200 °C，电压能力  $\geq 1200$  V，电流能力  $\geq 50$  A；SiC MOSFET 芯片，最高工作结温不低于 200 °C，电压能力  $\geq 1200$  V，导通电阻  $\leq 40$  m $\Omega$ ；

2) 高温下的 SiC MOSFET 的物理模型和行为级模型，仿真精度不低于 10%；

3) 封装的 SiC 模块，最高工作结温不低于 200 °C，电压能力  $\geq 1200$  V，电流能力  $\geq 400$  A；

4) 新型 SiN 绝缘覆铜板热导率不低于 24 W/m·K；高温绝缘材料耐高温不低于 225 °C；

5) 以上指标通过具有国家认证资质的第三方测试机构测试；

6) 高温 SiC 芯片和模块的可靠性满足汽车标准要求，符合新能源汽车功率模块验证标准 AEC-Q101 & AQG(LV)324；

7) 申请发明专利不少于 10 项，围绕项目形成的创新成果发表高水平论文；

8) 实现量产和销售，新增产值 5000 万元。

**申报要求：**本项目为产业化项目，须企业牵头申报。

**支持方式与强度：**无偿资助，每项不超过 2000 万元。

**项目 2.2：第三代半导体大功率器件抗辐射加固技术**

**研究内容：**

针对宇航用高压功率器件需求，从碳化硅 (SiC) 材料、器件、

试验等多个层面开展抗辐射 SiC 功率器件技术研究，深入研究高压大功率 SiC 器件辐射损伤机理、表征方法及评价标准等关键科学问题，解决高压大功率 SiC 器件抗辐射材料加固、器件加固及工艺加固等关键技术问题，形成完全自主可控的抗辐射高压大功率 SiC 器件制备技术。

针对宇航用氮化镓（GaN）电力电子器件，开展质子、重粒子辐射实验，揭示 GaN 器件在辐射效应下的损伤机制；结合材料、器件等对辐射损伤机制的影响，确定影响 GaN 器件辐射退化的主要因素；在此基础上，开展 GaN 器件抗辐射加固设计研究，实现抗辐射加固，满足我国空天领域对高可靠 GaN 功率器件的需求。

#### 考核指标：

1) SiC 二极管： $BV_R \geq 1200 \text{ V}$ ， $I_F \geq 30 \text{ A}$ ，抗总剂量能力达到 300 krad (Si)，抗单粒子烧毁能力  $LET \geq 75 \text{ MeV} \cdot \text{cm}^2/\text{mg}$ ；

2) SiC MOSFET： $BV_{DS} \geq 1200 \text{ V}$ ， $V_{TH} = (3 \sim 5) \text{ V}$ ， $R_{DS(on)} \leq 80 \text{ m}\Omega$ ，抗总剂量能力达到 300 krad (Si)，抗单粒子烧毁能力  $LET \geq 75 \text{ MeV} \cdot \text{cm}^2/\text{mg}$ ；

3) GaN 功率器件： $BV_{DS} = 100 \text{ V}$ 。抗总剂量能力达到 300 krad (Si)；抗单粒子烧毁能力  $LET \geq 75 \text{ MeV} \cdot \text{cm}^2/\text{mg}$ ；3 MeV， $1 \times 10^{14}/\text{cm}^2$  质子辐射下，器件饱和漏极电流退化  $\leq 10\%$ ；

4) 以上指标通过具有国家认证资质的第三方测试机构测试；

5) 申请发明专利不少于 8 项，围绕项目形成的创新成果发表高水平论文。

支持方式与强度：无偿资助，每项不超过 2000 万元。

**专题 3：6-8 英寸硅衬底氮化镓基射频功率放大器器件关键技术研究及应用（专题编号：[20190171](#)）**

**研究内容：**

围绕 5G 移动通信低成本高性价比射频器件的核心技术需求，开展面向 6 GHz 以下和 26 GHz 毫米波段应用的硅（Si）基氮化镓（GaN）射频功率放大器器件的产业化关键技术研究；

材料方面，分别开展面向 6 GHz 以下和 26 GHz 毫米波段应用的低射频损耗 6-8 英寸 Si 衬底上 GaN 基异质结构的外延材料生长技术研究，包括对大尺寸 Si 衬底上 GaN 基外延材料的射频损耗抑制、高耐压技术、晶圆翘曲、韧性、均匀性、可重复性进行研究；

器件方面，立足自主可控，基于国内工艺线，分别开展面向 6 GHz 以下和 26 GHz 毫米波段应用的 6-8 英寸 Si 基 GaN 射频器件的 CMOS 兼容的低成本设计与制造技术研究，包括对大尺寸晶圆的离子注入隔离工艺、与 CMOS 兼容的欧姆接触工艺、栅电极工艺和微带线工艺、大栅宽源电极互联接地工艺、低器件漏电制造工艺、阈值电压提升工艺、载流子迁移率优化、衬底快速剥离及转移工艺、Si 衬底 GaN 射频器件散热优化等关键技术进行研究；

可靠性评测方面，研究器件动态电流崩塌的衰退机制及其控制方法；建立异质结构材料与器件的可靠性评价体系，研究器件的失效机理与可靠性提升技术，特别是与 JEDEC 国际质量标准体

系对接。研发适用于高频射频功放的新应用。

**考核指标：**

1) 研制出面向 6 GHz 以下通信用 6-8 寸 Si 基 GaN 异质结构晶圆，(002)、(102) 半高宽 < 300 弧秒，材料射频损耗  $\leq 0.1$  dB/mm@6GHz、方块电阻  $\leq 250 \Omega/\square$ 、方块电阻不均匀性 < 3%，翘曲 < 50  $\mu\text{m}$ ，边缘龟裂  $\leq 3$  mm，并形成 12000 片/年的产能；基于上述晶圆材料，研制出 CMOS 兼容低成本高性价比 Si 基 GaN 射频功率器件，工作频率 3.4-3.6 GHz，饱和功率  $\geq 44$  dBm、饱和效率  $\geq 48\%$ 、增益  $\geq 15$  dB、寿命  $\geq 10$  年，实现在 6-8 寸 Si 基 GaN 生产线上规模量产的能力，达成良品率批量生产连续三个批次成品率  $\geq 90\%$ ；

2) 研制出面向 26 GHz 毫米波通信用 6-8 寸 Si 基 GaN 异质结构晶圆，材料射频损耗  $\leq 0.8$  dB/mm、方块电阻  $\leq 250 \Omega/\square$ 、翘曲  $\leq 50 \mu\text{m}$ 、不均匀性  $\leq 3\%$ ，龟裂  $\leq 3$  mm，并形成 12000 片/年的产能。基于上述晶圆材料，研制出 CMOS 兼容低成本 Si 基 GaN 毫米波功放器件，工作频率 24.75-27.50 GHz，饱和功率  $\geq 37$  dBm、饱和效率  $\geq 28\%$ 、增益  $\geq 15$  dB、寿命  $\geq 10$  年，实现在 6-8 寸 Si 基 GaN 生产线上规模量产的能力，达成良品率批量生产连续三个批次成品率  $\geq 90\%$ ；

3) 掌握 Si 基 GaN 射频器件高效、无损伤的衬底快速移除技术和低应力外延膜转移工艺，解决 Si 基 GaN 大功率射频器件热导差、高频损耗高等问题，其中转移到金属等高热导衬底后器件热

阻(结到环境)最大不超过  $60^{\circ}/W$ ;

4) 以上指标通过具有国家认证资质的第三方测试机构测试;

5) 申请发明专利不少于 8 项, 围绕项目形成的创新成果发表高水平论文。

**申报要求:** 本项目有产业化目标, 须不少于项目总投资投入 50% 的自筹经费。

**支持方式与强度:** 无偿资助, 每项不超过 2500 万元。

#### **专题 4: 深紫外固态光源关键技术研究(专题编号: [20190172](#))**

##### **研究内容:**

面向高端家电、高端医疗、污水处理等产业领域对环保型高效大功率深紫外固态光源的迫切需求, 立足自主技术创新, 突破环保型高效大功率深紫外固态光源外延、芯片、封装、应用的关键技术问题, 形成具有自主知识产权的环保型高效大功率深紫外固态光源产业化制备成套关键技术。

1) 高品质衬底制备: 低位错密度、低杂质浓度、高表面平整度的 4 英寸 AlN/蓝宝石模板制备研究;

2) 高质量材料外延: 基于上述衬底, 开展高辐射发光效率深紫外量子阱结构制备和高 Al 组分 AlGa<sub>N</sub> 的高效 p 型掺杂技术研究;

3) 研究芯片、封装技术: 基于上述材料, 开发出具有优异电学特性和高光提取效率的深紫外芯片结构; 开发出高可靠性和高

深紫外透过率的新型封装技术；

4) 开发系列产品：开展应用于杀菌消毒产品的二次光学设计、流体结构设计、驱动电路设计、散热设计研究，实现产业化应用。

**考核指标：**

1) 衬底制备：4英寸 AlN/蓝宝石模板位错密度低于  $1 \times 10^7 \text{ cm}^{-2}$ ，C、Si、O 杂质浓度低于  $3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ ，表面粗糙度  $\leq 0.3 \text{ nm} @ 10 \mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$ ；

2) 材料外延：深紫外量子阱内量子效率高于 80%，4英寸晶圆上深紫外 LED 芯片发光波长片内不均匀性在  $\pm 5 \text{ nm}$  以内，高 Al 组分 AlGaIn(平均 Al 组分大于等于 40%)空穴浓度高于  $6 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ；

3) 芯片封装：深紫外固态光源芯片光输出功率  $> 35 \text{ mW} @ 100 \text{ mA}$ ，开启电压低于 6 V；新型封装技术 265-280 nm 深紫外透过率达 90%-95%以上，寿命达 5000-10000 h 以上；

4) 以上指标通过具有国家认证资质的第三方测试机构测试；

5) 应用产品：开发出过流式水杀菌消毒器等多种深紫外固态光源应用产品，并实现规模销售。新增产值不少于 5000 万元；

6) 申请发明专利不少于 8 项，围绕项目形成的创新成果发表高水平论文。

**申报要求：**本项目有产业化目标，须不少于项目总投资 50% 的自筹经费。

**支持方式与强度：**无偿资助，每项不超过 2000 万元。

**专题 5：第三代半导体功率芯片、器件、模块的可靠性分析评价技术研究及关键设备开发（专题编号：[20190173](#)）**

**研究内容：**

通过本专题的研究，开发第三代半导体功率器件和模块的可靠性关键分析评价技术，建立一套符合国际和国内标准、满足应用需求的功率半导体芯片、器件、模块可靠性分析评价方法体系和检测与认证方法，并针对第三代半导体功率器件分析评价要求，开发关键设备，开展对外分析评价和检测认证服务，牵头或参与制定相关检测分析评价国家标准。

1) 开发第三代半导体功率芯片、器件和模块的可靠性分析评价和检验检测技术，建立可靠性分析评价方法体系。

开发第三代半导体功率芯片、器件和模块的关键分析评价和检验检测技术，建立可靠性检测分析评价方法体系，包括芯片电学参数测试、功率循环测试（Power Cycling, PC）、高温反偏测试（HTRB）、高温栅极反偏测试（HTGB）、高温高湿反偏测试（H3TRB）、无损检测技术等。

研究车规级功率循环加速老化测试方法，以 IGBT 模块薄弱环节加速试验为基础，基于薄弱环节寿命分布与加速因子，研究建立加速试验加速因子模型及基于加速老化影响参数的寿命模型。

结合计算机仿真以及实验优化，研究第三代半导体功率芯片在测试过程中的结温精确监测、器件和模块的功率循环测试寿命

预测和加速老化影响因子等关键问题。

研究机械振动、温度变化与功率变化等综合作用下的器件与模块失效机理，提出基于失效机理与实验数据融合的功率器件使用寿命预测模型。

研究器件热传导路径上各层结构的热学性能，形成热测试“X射线”技术，测量器件在热量累积过程中的老化和降级，满足电学热学可靠性一体化的测试分析。

2) 针对第三代半导体功率器件分析评价要求，开发功率循环测试设备，实现器件及模块的功率循环寿命评价测试。

3) 制定第三代半导体功率器件的检测分析标准。

依据国际及国内的可靠性测试方法标准：IEC60749，JESD22A，MIL-STD-750，GB-T2423，AEC-Q101，AQG-324，开展第三代半导体系统性检测分析技术的研究，牵头或参与相关国家/行业/权威团体标准或规范的制定。

**考核指标：**

1) 建立第三代半导体功率器件功率循环寿命模型：建立一个至少包含三个参数（芯片温度差  $\Delta T_j$ ，芯片最高温度  $T_{jmax}$ ，测试电流导通时间  $t_{on}$ ）的 SiC 与 GaN 功率器件的功率循环测试寿命模型，其测试导通时间  $t_{on}$  跨度在 0.1 s 至 60 s 之间，芯片的温降  $\Delta T_j$  范围 60-120 K，最高芯片温度  $T_{jmax}$  范围为 100-175 °C，老化寿命模型的预测误差小于 15%；

建立多工况测试环境下器件可靠性寿命模型：综合温度循环、

机械震动测试与功率循环测试等多种老化测试方法，提出至少 1 种测试寿命模型，在失效机理类似的情况下，预测功率器件的使用寿命，误差小于 15%；

建立第三代半导体功率器件可靠性加速测试模型：改变高温反偏测试、高温高湿反偏测试、高温栅极反偏测试的测试条件，使测试时间缩短至三分之一，而失效机理不变。

2) 基于精确结温监测技术，分别开发针对 SiC 与 GaN 材料的功率器件功率循环测试设备：该设备最大正向负载电流不低于 200 A，正向压降不小于 5 V，栅极压降变化范围-20~+20 V，设备支持的器件不少于 6 个，水冷温度 15-80 °C，负载电流导通时间不小于 0.1 s，设备结温监测精度与红外摄像对比的差距不大于 5%；满足静态测试与动态测试的要求，具备实时采集器件瞬态温度响应曲线的能力，其采样率及测试延迟低于 1 微秒，结温分辨率 0.1 °C；

3) 分别开发 SiC 与 GaN 功率芯片、第三代半导体功率器件与模块的静态和动态电学参数测试设备，支持测试最大导通电流 1000 A，最大阻断电压 5000 V；

4) 建立符合国际和国内相关标准（IEC 60747-9, AEC Q101, AQG 324, GB/T 28046.3）的检测分析评价方法，比较不同测量结温的方法对于功率循环测试的影响，确立未来的失效标准；

5) 项目实施期内，对外提供可靠性测试与失效分析检测服务不少于 200 批次；

6) 基于研究成果开发相关检测分析设备不少于 5 种，申请发明专利 10 项，围绕项目形成的创新成果发表高水平论文。牵头或参与不少于 3 项国家/行业/权威团体标准或规范的编制，并完成标准报批稿。

**申报要求：**本专题要求具有独立法人资格的第三方检测机构牵头，联合相关目标产品应用单位申报。

**支持方式与强度：**无偿资助，每项不超过 1500 万元。

**专题 6：第三代半导体材料和器件制备研究及典型应用示范**  
(专题编号：[20190174](#))

**研究内容：**

针对第三代半导体材料和器件中具有产业化潜力的发展方向，设宽禁带氧化镓单晶材料与器件、低损耗高性能 GaN 基双向阻断功率器件、垂直结构氮化镓功率器件、氮化镓纳米阵列生长与器件制备等 4 个课题，开展材料制备、器件研制关键技术及创新应用研究。

**考核指标：**

本专题由项目申报单位提出研究内容、具体可考核的技术、经济指标和明确的工程应用方向，提出的技术指标应完备、可考核，具有国际先进性。相关技术成果需形成高价值知识产权；项目包含创新应用研究的，需提供具有展示性的原型器件、系统以及第三方检测报告。

**支持方式与强度：**无偿资助，设 4 个课题，每个课题原则上支持 1 项，每项不超过 1000 万元。