

## 附件 1

# 2022~2023 年度广东省重点领域研发计划 “纳米科技”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，在纳米科技领域开展核心技术攻关与应用研究，突破“卡脖子”关键技术、材料、工艺装备等问题，支撑粤港澳大湾区打造纳米产业创新高地。

本专项以“省区联动”的方式组织实施，重点部署重大产业化和自由申报 2 个专题，共 19 个研究方向。重大产业化专题设置 4 个方向，依托广东粤港澳大湾区国家纳米科技创新研究院牵头组织实施，实现产业带动作用强、技术成熟度高、广东需求迫切的重大产业项目落地。自由申报专题设置 15 个方向，重点围绕纳米材料、纳米器件、纳米医疗 3 个领域，布局与广东产业结合紧密、有产业化前景、具有先导性前瞻性的研究方向，培育壮大广东纳米产业；其中，设“省区联动”任务 3 个，须由广州黄埔区企业牵头申报，或产业化成果落户广州黄埔区。

原则上一个方向支持 1 项，实施周期一般为 2~3 年，联合申报单位数量不超过 6 家。项目申报时须涵盖申报方向下所列的全

部研究内容，项目验收时应完成该方向下所列全部考核指标。

**专题一：重大产业化专题（专题编号：20220119）**

（略）

**专题二：自由申报专题（专题编号：20220120）**

本专题主要开展面向纳米材料、纳米器件及纳米医疗 3 方面的核心技术攻关与产业化应用研究，共设 15 个方向，其中 3 个“省区联动”任务。

**方向 2.1：金属表面高强微纳超双疏防护膜层构建的关键技术及应用研发（省区联动）**

**1.研究内容。**

开展应用于各种金属表面材料的微纳复合结构与超双疏性能的构效关系研究，研究多功能聚合物超双疏膜层的结合力、耐磨性、稳定性等高强性能及其作用机制；研制微波等离子化学气相沉积（MPCVD）和静电喷涂专用设备；基于 MPCVD 及静电喷涂技术构筑微纳超双疏多层结构膜层，批量生产多尺度/分级微纳复合超双疏防护膜层。

**2.考核指标。**

（1）技术指标：开发出 4 种以上超双疏涂层，包括 MPCVD 制备的纳米涂层及设计合成的高分子聚合物涂层；涂层的结合强度应  $>10\text{ N}$ ；通过生产工艺控制不同类型超双疏防护膜层厚度，纳米级和微米级膜层均可实现超双疏性能，水接触角  $>150^\circ$ ，滚动角  $<5^\circ$ ，油接触角  $>140^\circ$ ，滚动角  $<10^\circ$ ；中性盐雾试验 72 小时

无明显腐蚀，膜层仍然保持超双疏性能；在强酸（pH=1）、强碱（pH=14）中浸泡 48 小时以上膜层仍保持良好超疏性能；耐磨性能满足 GB/T1768-2006 标准；研制出专用静电喷涂设备和微波等离子化学气相沉积设备，其设备稳定性在 24 小时连续工作故障率 <0.3%，产品批量合格率 >99.6%。

（2）产业化指标：项目验收时，完成具有 5000 万件以上超双疏性能产品产能的生产线建设，实现新增销售收入不低于 5000 万元；实现不少于 2 个典型的超疏水产品应用示范。

（3）其它指标：申请相关发明专利不少于 5 件。

### **3.申报要求。**

本方向为“省区联动”方向，须由广州黄埔区企业牵头申报，或产业化成果落户广州黄埔区。

### **4.支持强度。**

资助额度不超过 600 万元。

## **方向 2.2：生物质纳米纤维素及其衍生涂料的研发及产业化（省区联动）**

### **1.研究内容。**

开展基于低成本生物质原料的内部微观结构调控研究，开发温和条件下解离和提取高强度、高模量、高长径比和高结晶度的生物质纳米纤维素技术；研究生物质纳米纤维素在水性环保涂料乳化、分散和干燥过程中的作用及机制，开展生物质纳米纤维素新型环保涂料助剂的制备方法研究，开发一系列高性能生物质纳米

纤维素基零 VOC 环保涂料，并完成小试、中试和工艺验证；开展生物质纳米纤维素基环保涂料的应用技术研究，对标国家涂料相关标准研究新型生物质纳米纤维素基环保涂料的评价技术，制造具有显著涂装效果的产品。

## **2.考核指标。**

(1) 技术指标：基于不同生物质原料，研发出不少于 5 种的纳米纤维素，长径比 $>1000$ ，结晶度 $>85\%$ ，成膜后强度 $>150$  MPa，模量 $>5$  GPa；开发不少于 5 种生物质纳米纤维素基环保涂料，均应通过建材行业标准 JC/T 423-1991，且粘度在 30-50 s 以内（按 GB1743，涂-4 粘度计测定），细度 $<10\ \mu\text{m}$ ，遮盖力 $<250\ \text{g}/\text{m}^2$ 。

(2) 产业化指标：项目验收时，建成年产能达 10 吨级纳米纤维素原料的中试线和 10 吨级纳米纤维素基环保涂料的生产示范线，实现不少于 2 万  $\text{m}^2$  真实场景涂料的应用示范，新增销售收入不低于 1000 万元。

(4) 其它指标：申请相关发明专利不少于 10 件。

## **3.申报要求。**

本方向为“省区联动”方向，须由广州黄埔区企业牵头申报，或产业化成果落户广州黄埔区。

## **4.支持强度。**

资助额度不超过 1000 万元。

**方向 2.3：有毒有机物的高效纳米催化脱毒技术开发及应用示范**

## 1.研究内容。

针对 Fenton (芬顿) 氧化体系, 开展不对称电子分布诱导纳米催化剂合成及表界面特性研究, 研究内部电子的自循环过程调控、纳米尺寸效应对提升利用效率的作用, 解决金属离子流失问题, 形成稳定化的绿色催化剂; 以抗生素、农药、氯代芳烃等典型有毒有机物为对象, 研究类 Fenton 催化方法, 针对污染物的结构开展选择性降解研究, 实现高效、速率可控、定向氧化降解脱毒有机物; 研发基于高效纳米催化脱毒的有毒有机污染物深度处理集成技术及设备; 开展示范应用, 实现高效选择性处理有毒有机污染物, 不流失、无污染。

## 2.考核指标。

(1) 技术指标: 研发出高效低耗的新型自净化或类 Fenton 纳米催化剂 5 种以上, 实现材料催化过程的界面电荷自循环, 连续运行 500 次不失活; 建立多种氧化物协同催化脱毒水处理技术 1 套, 使氧化剂的利用效率比常规 Fenton 技术提升 30% 以上; 建立成套化适用有毒有机废水处理的高效水处理技术装备 1 套, 综合处理效率比常规 Fenton 催化脱毒方法提高 40% 以上, 综合处理成本比常规 Fenton 方法降低 10% 以上, 且无污泥产生。

(2) 产业化指标: 项目验收时, 建立工程示范项目 1 项, 日处理水量 2000 吨, 新增产值不低于 1000 万元。

(3) 其它指标: 申请相关发明专利不少于 5 件。

## 3.申报要求。

本方向须由广东省内企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

#### **4.支持强度。**

资助额度不超过 600 万元。

#### **方向 2.4：制冷设备防结霜超疏水纳米材料的研发及产业化**

##### **1.研究内容**

开展超疏水结构的氧化物纳米材料的批量制备方法研究，研究氧化物纳米前驱体设计、纳米粉体的可控制备、纳米粉体的表面聚合改性、官能团修饰改性、材料复合等关键技术，研究超疏水材料在批量生产条件下（吨级）的制备工艺参数及在线监测方法等；开展制冷设备防结霜超疏水纳米涂层的防结霜、融霜特性及其机理研究，深入研究材料的表面浸润性、成核过程、传热过程等，提升防结霜能力；开展制冷设备防结霜超疏水纳米材料辊涂制备工艺研究，实现辊涂线温度场分布高度可控，辊涂质量在线监测，实现材料在防结霜制冷设备样机上的应用。

##### **2.考核指标**

###### **（1）技术指标：**

超疏水材料：颗粒尺寸 $<50\text{ nm}$ ，尺寸均匀，修饰剂的含量 $>1\text{ wt.}\%$ 。

超疏水涂层：辊涂量产条件下超疏水纳米涂层接触角 $>150^\circ$ ，且在干湿循环 500 次后接触角 $>150^\circ$ ；具有良好的耐浸润性，在水中浸泡 100 天以上，保持接触角 $>150^\circ$ ；耐盐雾测试 $>1000\text{ h}$ ，且在盐雾测试 1000 h 后保持超疏水；附着力达到 0 级，能通过抗

弯曲测试，涂层无脱落，杯突测试能达到 7 mm 以上；超疏水纳米涂层在制备过程中的热固化时间 < 30 s，涂层品相良好、无斑点、无空洞；极端条件下的结融循环 > 10 次，表面冰霜的粘附力 < 50 kPa。

制冷设备：在 70% 湿度和 -5°C 的工作条件下，空调换热器（蒸发器）在 1 小时内不结霜；依据 GB/T 7725-2004 标准试验工况要求，分别完成 5 匹和 1 匹样机的应用示范。

(2) 产业化指标：项目验收时，超疏水纳米材料年产能不低于 200 吨、超疏水产品年产能不低于 2000 吨，新增销售收入不低于 5000 万元。

(3) 其它指标：申请相关发明专利不少于 5 件。

### 3. 申报要求。

本方向须由广东省内企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

### 4. 支持强度。

资助额度不超过 1000 万元。

**方向 2.5：防海洋微生物附着的表面纳米结构涂层的研发及产业化**

#### 1. 研究内容。

开展海洋微生物在不同纳米结构涂层表面的附着机理研究，研究表面纳米结构对微生物附着力的影响关系，研制新型防污树脂材料和生态友好型防污剂；开展新型防污涂料的制备工艺研究，研究防污涂层表面的组成、结构与其防污性能的关系，实现涂层

寿命、降解性、更新速率等关键特性的提升；开展新型纳米涂料的量产技术与应用技术研究，实现新型纳米涂料的规模化稳定生产，在船舶、网箱等海洋装备上完成应用示范。

## **2.考核指标。**

(1) 技术指标：防海洋污损生物附着纳米涂料满足 GB/T 6822-2014 船底防污漆通用技术条件和《2001 年国际控制船舶有害防污底系统公约》(AFS) 要求，环保性能达到国标要求；涂层附着力 $\geq 3$  MPa；涂布率 $\leq 200$  g/m<sup>2</sup>（以 80  $\mu$ m 干膜计）；涂层表面可持续自更新，静态更新速率 $\geq 2$   $\mu$ m/月，动态更新速率 $\geq 5$   $\mu$ m/月；新型防污树脂材料具有主链降解性能，降解产物分子量低于 1000 g/mol，不形成海洋微塑料；防污效果不小于 3 年（浅海挂板，评分 $\geq 85$  分，涂层无物理损伤）。

(2) 产业化指标：项目验收时，建成具有年产 100 吨特种涂料生产能力的中试线，新增销售收入不低于 1000 万元；形成不少于 1 个船舶应用示范点。

(3) 其它指标：申请相关发明专利不少于 5 件。

## **3.申报要求。**

本方向须由广东省内企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

## **4.支持强度。**

资助额度不超过 1000 万元。

### **方向 2.6：功能性纳米金属氧化物的制备及应用**

#### **1.研究内容。**

开展气相法可控制备纳米氧化铝和纳米二氧化钛等纳米氧化物的计算机模拟技术研究，建立反应装置结构-反应温度场-气流状态-粒子结构-性能关系，实现对气相法燃烧反应的调整和优化；开展气相法纳米氧化物连续性制备的关键技术研究，研究利用高能量技术调节纳米颗粒的团聚体尺寸及高效气固分离，研制可控制备纳米氧化物的关键装备；开展气相法纳米氧化物在有毒物质催化降解、高端化妆品等领域的系统性示范应用。

## 2.考核指标。

(1) 技术指标：纳米氧化铝纯度 $>99\%$ （基于灼烧产物），悬浮液  $\text{pH}>4.0$ ，灼烧减量 $<2.0\%$ ，氧化铁含量 $<500 \text{ mg/kg}$ ， $\gamma$ 晶型 $>60\%$ ，原生粒径 $<50 \text{ nm}$ ，比表面积介于  $80\text{-}100 \text{ m}^2/\text{g}$ ；纳米二氧化钛纯度 $>99.8\%$ （基于灼烧产物），混合晶型，平均原生粒径  $20\text{-}30 \text{ nm}$ ，比表面积介于  $30\text{-}70 \text{ m}^2/\text{g}$ ，4%悬浮液  $\text{pH}\geq 3.5$ ，干燥减量 $\leq 1.0\%$ ，灼烧减量 $\leq 2.0\%$ ，振实密度介于  $100\text{-}180\text{g/L}$ ，锐钛矿型和金红石型比例为  $(80\pm 10) : (20\pm 10)$ 。

研制出气相法制备纳米氧化铝、纳米二氧化钛的集成装备，包括燃烧反应器、颗粒生长炉、粉体聚集器、气固分离器；研制出功能性纳米金属氧化物试验装置 1 套。

(2) 产业化指标：项目验收时，建成具有年产 200 吨的纳米氧化铝和纳米二氧化钛的中试线，产品质量达到上述技术指标；开发新产品 3 种，在有毒物质催化降解、高端化妆品等领域实现系统性示范应用，实现国产化替代。新增销售收入不低于 5000 万

元。

(3) 其它指标：申请国内发明专利不少于 8 件，完成团体以上标准制定 2 项。

### 3.申报要求。

本方向须由广东省内企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

### 4.支持强度。

资助额度不超过 600 万元。

## 方向 2.7：高阈值电压低栅漏电的常关型 GaN 高电子迁移率晶体管研制

### 1.研究内容。

开展 GaN 高电子迁移率晶体管结构研究，实现器件在阈值电压稳定条件下降低栅漏电、提升栅耐压；开展高质量 GaN 外延生长技术、高质量 P-GaN 外延技术、栅刻蚀技术、表面钝化技术、GaN 欧姆接触技术等研究，形成可量产的工艺流程；开展器件的电学性能可靠性、表征栅的介电层击穿性能（TDDDB）研究，实现器件在功率为 125-200W 的消费类电子领域和 650V 的工业类电子、数据中心电源或新能源汽车充电桩逆变模块的应用。

### 2.考核指标。

(1) 技术指标：开发高阈值电压、低栅漏电的常关型 GaN 高电子迁移率晶体管，实现器件的阈值电压 $>3\text{ V}$ ，栅漏电( $@V_t+3\text{ V}$ ) $<0.01\ \mu\text{A}/\text{mm}$ ，栅耐压 $>15\text{ V}$ (维持 10s 以上)；器件的 $I_{ds}<0.1\ \mu\text{A}/\text{mm}$  ( $@V_g=0\text{ V}$ ， $V_d=650\text{ V}$ )。

(2) 产业化指标：项目验收时，新增销售收入 5000 万元、利税 1000 万元。

(3) 其它指标：申请项目相关发明专利不少于 10 件。

### **3.申报要求。**

本方向须由广东省内企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

### **4.支持强度。**

资助额度不超过 1000 万元。

## **方向 2.8：基于新型纳米结构增强的光谱检测器件研制**

### **1.研究内容。**

开发基于纳米光学共振机制的高精度选频技术和基于动态调谐的光谱扫描采样技术，实现宽波段高精度片上集成光谱调谐；开发纳米光色散单元与光电探测单元的原位集成器件架构，建立大波长范围内的高效光谱重构方法，研制出片上电信号输出的芯片型光谱检测技术；开发纳米-微米级光学共振结构的高精度大面积制造技术，攻克纳米光学结构、调谐单元、探测单元的集成问题，制备纳米结构增强光谱检测芯片器件。

### **2.考核指标。**

(1) 技术指标：实现片上集成高效光色散，获得超过 100 个通道的光谱检测；实现单款芯片光谱检测波长带宽达到 300 nm，系列芯片光谱检测波长范围 700-1700 nm；制备出光谱检测芯片，光谱分辨率优于 2 nm；实现 4 英寸晶圆流片，良率 >80%。

(2) 产业化指标：开展示范应用，项目验收时，新增产值不

低于 1000 万元，新增销售额不低于 1000 万元。

(3) 其它指标：申请发明专利不少于 5 件。

### 3.申报要求。

本方向须由广东省内企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

### 4.支持方式与强度。

资助额度不超过 1000 万元。

## 方向 2.9：高效日盲紫外探测材料及面阵器件研制

### 1.研究内容。

开发纳米晶氧化镓薄膜的制备技术，调控纳米晶尺寸、密度及结构；开展材料的缺陷调控与性能优化，研究纳米晶中本征缺陷对光电协同调控作用的影响及其内在机制；开展纳米晶材料与探测器各项参数与制备工艺研究，实现日盲紫外探测单元及阵列器件规模化制备；开发高性能有源矩阵面阵成像系统，实现典型应用示范。

### 2.考核指标。

(1) 技术指标：氧化镓薄膜 2 英寸及以上，带隙~4.9 eV，吸收系数 $>10^5/\text{cm}$ （吸收边），表面粗糙度 $<2\text{ nm}$ ，均匀性 $>98\%$ 。器件指标：暗电流 $\leq 10^{-12}\text{ A}$ 、光暗比 $\geq 10^9$ 、峰值响应波长~250nm、光响应度 $\geq 10^4\text{ A/W}$ 、探测率 $\geq 10^{17}\text{ Jones}$ 、 $R_{\text{max}}/R_{400\text{nm}}$ 抑制比 $\geq 10^8$ 、上升时间 $\leq 5\text{ ms}$ 、刷新时间 $\leq 1\text{ s}$ ，在  $4\times 4$  及以上像素点的面阵器件中实现：每个像素点峰值响应波长~250 nm、光响应度 $\geq 10^3\text{ A/W}$ 、 $R_{\text{max}}/R_{400\text{nm}}$ 抑制比 $\geq 10^6$ ；器件良率 $>90\%$ 。

(2) 其它指标：申请发明专利申请不少于 5 件。

### 3.申报要求。

本方向广东省内企事业单位均可牵头申报，鼓励产学研联合申报。

### 4.支持强度。

资助额度不超过 600 万元。

## 方向 2.10：新型纳米柔性触觉传感器和集成系统研制

### 1.研究内容。

开展高柔性、轻薄化、耐用的柔性压力传感器制造技术，研究高压敏性能的纳米敏感材料制备工艺，提高柔性传感器的灵敏度、分辨率和精度；研究高密度柔性压力传感器阵列的制备工艺，提高传感器阵列的像素分辨率，大幅度提升传感器阵列的可靠性和稳定性，提高传感器在 25~45°C 的检测稳定性；研究多应力复杂环境下柔性传感阵列的失效机制及可靠性综合评价技术，建立均一纳米压敏材料和传感器电极的大规模制造方法，应用于可穿戴体征监测与疾病监控，实现高灵敏度高稳定性触觉传感器及集成系统的批量制造。

### 2.考核指标。

(1) 技术指标：阵列化的触觉传感器，在每平方厘米上集成不少于 9 个传感器单元，单元一致性 >95%，最低灵敏度  $\geq 0.1$  kPa/单元，检测压强范围最大值 >100 kPa，响应时间小于 50 ms，在 25~45°C 温度范围内检测灵敏度误差 <5%，能够耐受 10 万次以

上的重复按压测试，在至少 150°弯曲以及至少 10%拉伸应变重复 1000 次以上时灵敏度误差 $<5\%$ ；建立多应力下柔性触觉传感器退化机理模型 $\geq 5$ 个，可靠性模型误差 $\leq 10\%$ ；在不少于 3 家单位进行示范应用。

(2) 产业化指标：项目验收时，新增产值不低于 1000 万元。

(3) 其它指标：申请发明专利申请不少于 5 件。

### 3. 申报要求。

本方向须由广东省内企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

### 4. 支持强度。

资助额度不超过 600 万元。

## 方向 2.11：高能量密度纳米复合介质材料与脉冲储能器件研制

### 1. 研究内容。

开展无机纳米介质材料修饰及聚偏二氟乙烯 (PVDF) 等聚合物基复合材料设计，介电复合材料的制备和储能性能及温度稳定性研究；开展多层异质复合介质储能材料的制备和储能性能研究，介电复合材料界面极化、击穿机理和耦合效应研究，探究局域电场分布对层间界面极化强度与击穿强度的影响规律；开展大面积复合介电薄膜的设计、研发与量产技术，自愈合多层纳米金属电极的制备技术研究，实现高储能密度脉冲功率电容器研制及批量化生产。

### 2. 考核指标。

(1) 技术指标：有机无机纳米复合多层介质材料电容率 $>10$  (1kHz)，击穿场强 $>600$  MV/m，可释放能量密度 $>20$  J/cm<sup>3</sup>，效率 $>80\%$ ；大面积薄膜宽度 1000 mm 以上，厚度  $7\pm 0.3$   $\mu\text{m}$ ，抗拉强度（纵向） $>98$  MPa，断裂伸长率（纵向） $>40\%$ ，热收缩率 MD $\leq 5\%$ ，TD $\leq 2.5\%$ ，最高耐温 $\geq 130^\circ\text{C}$ ，复合介质薄膜实现产业化并应用于脉冲电容，良率达到 95%以上；脉冲储能器件额定电压 $\geq 30$  kV DC，电流 10-100 kA，单个电容器容量 $>250$   $\mu\text{f}$ ，循环寿命 $>10^6$  次。

(2) 产业化指标：项目验收时，建成大面积批量拉膜产线，连续拉膜 1 万米以上，实现新增销售不低于 1000 万元。

(3) 其它指标：申请相关实用新型专利不少于 5 件，发明专利不少于 5 件。

### **3.申报要求。**

本方向须由广东省内企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

### **4.支持方式与强度。**

资助额度不超过 600 万元。

## **方向 2.12：高分子纳米血液透析膜研制**

### **1.研究内容。**

开展具有纳米微结构的国产聚醚砜高分子纳米血液透析膜的研发，研究膜层表面生物活性修饰技术、改性技术、多膜合成技术等，提升血液透析膜的血液相容性；开展高通量透析膜、低通量透析膜的制备工艺与关键制备技术研究，实现国产血液透析膜

的产业化量产；开展高通量透析膜、低通量透析膜在血液透析的临床试验研究，实现示范应用。

## 2.考核指标。

### (1) 技术指标

低通量透析器：平均孔径：2.0~3.0 nm（采用不同分子量 PEG 水溶液的分子量截留法测试）；超滤系数 $\geq 20 \text{ mL}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{mmHg}^{-1}$ （测试条件：有效膜面积  $1.6 \text{ m}^2$ ， $Q_B=300 \text{ mL/min}$ ， $\text{TMP}=100 \text{ mmHg}$ ，允许误差为 $\pm 20\%$ ）；尿素清除率  $190 \text{ mL/min}$ ，肌酐清除率  $185 \text{ mL/min}$ ，磷酸盐清除率  $180 \text{ mL/min}$ ，维生素  $\text{B}_{12}$  清除率  $120 \text{ mL/min}$ （测试条件：有效膜面积  $1.6 \text{ m}^2$ ， $Q_B=200 \text{ mL/min}$ ， $Q_D=500 \text{ mL/min}$ ， $Q_F=10 \text{ mL/min}$ ，温度： $37\pm 1^\circ\text{C}$ ，允许误差为 $\pm 10\%$ ）；水溶性聚合物（PVP）溶出量 $\leq 30 \text{ mg/支}$ （采用紫外分光光度法测试）。

高通量透析器：平均孔径：5.0~6.0 nm（不同分子量 PEG 水溶液的分子量截留法）；超滤系数 $\geq 55 \text{ mL}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{mmHg}^{-1}$ （测试条件：有效膜面积  $1.6 \text{ m}^2$ ， $Q_B=300 \text{ mL/min}$ ， $\text{TMP}=100 \text{ mmHg}$ ，允许误差为 $\pm 20\%$ ）；尿素清除率  $195 \text{ mL/min}$ ，肌酐清除率  $190 \text{ mL/min}$ ，磷酸盐清除率  $185 \text{ mL/min}$ ，维生素  $\text{B}_{12}$  清除率  $145 \text{ mL/min}$ （测试条件：有效膜面积  $1.6 \text{ m}^2$ ， $Q_B=200 \text{ mL/min}$ ， $Q_D=500 \text{ mL/min}$ ， $Q_F=10 \text{ mL/min}$ ，温度： $37\pm 1^\circ\text{C}$ ，允许误差为 $\pm 10\%$ ）； $\beta_2$ -微球蛋白筛选系数 $\geq 0.65$ ，白蛋白筛选系数 $< 0.01$ （测试条件： $Q_B=200 \text{ mL/min}$ ， $Q_F=30 \text{ mL/min}$ ）；水溶性聚合物（PVP）溶出量 $\leq 15 \text{ mg/支}$ （采用紫外分光光度法测试）。

(2) 产业化指标：突破纳米级聚醚砜中空纤维膜及铸膜生产线核心技术，制定产品技术要求（企业标准），开展材料的生物安全性和血液相容性评价，开展临床试验并形成示范应用，建立血液透析膜 GMP 标准生产线，血液透析器产品实现新增销售收入 5000 万元。

(3) 其它指标：获得 CE 认证、国际 ISO13485 认证各一项；申请相关专利不少于 5 件，其中发明专利不少于 3 件，获得相关软件著作权不少于 6 件。

### **3.申报要求。**

本方向须由广东省内企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

### **4.支持强度。**

资助额度不超过 1000 万元。

## **方向 2.13：新型免疫调控复合纳米系统研制（省区联动）**

### **1.研究内容。**

开展针对乙型脑炎病毒特性的通用新型锰基免疫调控复合纳米系统研究，研究抗原与纳米系统构效关系精准调控技术，实现免疫剂量减低和疫苗产能增加；开展基于连续微流控制备技术的通用新型复合免疫调控纳米系统研究，实现小试、中试生产的工艺、验证及质量控制的产业化；开展质量、安全性及疫苗效力等技术研究，快速推动临床评估及产业化。

### **2.考核指标。**

(1) 技术指标：获得 1 种基于通用新型免疫调控复合锰纳米

系统, 纳米系统尺寸 $\leq 300$  nm; 锰元素浓度 $\geq 3-5$  mg/mL; 在 4-25°C 存放半年稳定; 内毒素水平 $< 5$  EU/mL。

(2) 产业化指标: 项目验收时, 建成一条 500 万剂/年产能的 GMP (药品生产质量管理规范) 中试生产线; 建立生产工艺标准, 结合乙型脑炎病毒抗原完成临床前有效性、安全性评价、代谢动力学评价; 申请临床许可获得受理。

(3) 其它指标: 申请相关专利不少于 10 件。

### 3. 申报要求。

本方向为“省区联动”方向, 须由广州黄埔区企业牵头申报, 或产业化成果落户广州黄埔区。

### 4. 支持方式与强度。

资助额度不超过 600 万元。

#### 方向 2.14: 体外癌症标志物检测芯片与设备研制

##### 1. 研究内容。

开展新型高 Q 值 (品质因子)、强局域等离激元微纳结构芯片研究, 研究强局域等离激元微纳结构芯片在特异性检测中的应用技术; 研究局域表面等离激元芯片的表面修饰技术, 实现对癌症标志物 (AFP、CEA、CA199、CA125 和 NSE) 的特异性检测; 开展高精度、高重复率等离激元芯片批量生产的纳米制备技术研究, 研究局域表面等离激元芯片和微流体系统集成的封装技术; 研制高灵敏、高精密的癌症标志物成像检测系统, 实现多癌症标志物的多通道并行协同检测与成像识别。

## 2.考核指标。

(1) 技术指标：开发超高精度纳米制备技术，制备出工作在可见光区 Q 值 $>300$  的高灵敏度局域表面等离激元谐振芯片，同批芯片的谐振波长偏差 $\leq 0.1$  nm；基于局域表面等离激元的折射率传感器的灵敏值 FOM $>600$ ；实现三种以上癌症标志物的检测通道不少于 100 个。

(2) 产业化指标：开发和手机配套使用的智能化手持式癌症标志物光电检测仪新产品 1 项，实现对超微量肿瘤标志物的定量分析，减少背景干扰，实现新增销售不低于 1000 万元；获得一类医疗器械注册证 1 项；肿瘤标志物检测设备进入临床实验。

(3) 其它指标：申请发明专利不少于 5 件，其中 PCT 专利（欧盟或美国）2 件以上。

## 3.申报要求。

本方向须由广东省内企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

## 4.支持强度。

资助额度不超过 1000 万元。

**方向 2.15：四代纳米孔测序仪及配套病原微生物检测试剂的研制**

### 1.研究内容。

开展四代纳米孔测序一体化测序分析系统的研发，开发自动化提取模块、自动化建库模块、纳米孔测序仪模块和数据分析模块；开展质量控制标准和技术研究，实现 NMPA（国家食品药品

监督管理局)技术规范的中试生产,形成具备自主知识产权的四代纳米孔测序仪及相关配套产品的医疗器械;研制病原微生物检测产品,研究随机单端引物扩增技术(SISPA)和 16S 核糖体 DNA、ITS 序列扩增技术对致病细菌、真菌、病毒的联合检测方法,研制稳定、可靠、高通量、速度快、低成本的病原微生物快速检测试剂盒;开展生产工艺和质量体系研究,中试生产和产品性能评估;建立病原微生物检测技术平台,对所开发设备与产品进行临床应用。

## **2.考核指标。**

(1) 技术指标: 研制四代单分子纳米孔测序仪器示范装备 1 台,实现全自动、一体化、样本结果导出,测序准确度 99%以上;设备运转周期为:核酸提取时间 $\leq 1.5$  h,文库构建时间 $\leq 1$  h,测序及分析过程时间 $\leq 5$  h;研制四代纳米孔测序仪器配套的传染性疾病病原微生物检测试剂盒 1 个,试剂盒检测的灵敏度 95%以上,特异性 95%以上,从提取到报告的时间缩短至 8 h 内。

(2) 产业化指标: 获得医疗器械注册证书 1-2 项。

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

## **3.申报要求。**

本方向广东省内企事业单位均可牵头申报,鼓励产学研联合申报。

## **4.支持强度。**

资助额度不超过 600 万元。

## 技术就绪度评价标准及细则

技术就绪度（Technology Readiness Level, TRL）评价方法根据科研项目的研发规律，把发现基本原理到实现产业化应用的研发过程划分为 9 个标准化等级（详见列表），每个等级制定量化的评价细则，对科研项目关键技术的成熟程度进行定量评价。

表 1：技术就绪度评价标准（一般）

等级	等级描述	等级评价标准	评价依据
1	发现基本原理	基本原理清晰，通过研究，证明基本理论是有效的	核心论文、专著等1-2篇（部）
2	形成技术方案	提出技术方案，明确应用领域	较完整的技术方案
3	方案通过验证	技术方案的关键技术、功能通过验证	召开的技术方案论证会及有关结论
4	形成单元并验证	形成了功能性单元并证明可行	功能性单元检测或运行测试结果或有关证明
5	形成分系统并验证	形成了功能性分系统并通过验证	功能性分系统检测或运行测试结果或有关证明
6	形成原型并验证	形成原型（样品、样机、方法、工艺、转基因生物新材料、诊疗方案等）并证明可行	研发原型检测或运行测试结果或有关证明
7	现实环境的应用验证	原型在现实环境下验证、改进，形成真实成品	研发原型的应用证明
8	用户验证认可	成品经用户充分使用，证明可行	成品用户证明
9	得到推广应用	成品形成批量、广泛应用	批量服务、销售、纳税证据

表2：“一般硬件”技术就绪度评价细则

<b>TRL 1：明确该技术有关的基本原理，形成报告</b>	
评价细则	权重
在学术刊物、会议论文、研究报告、专利申请等资料中公布了可作为项目研究基础的基本原理	50%
明确了基本原理的假设条件、应用范围	50%
<b>TRL 2：基于科学原理提出实际应用设想，形成技术方案</b>	
评价细则	权重
明确技术的基本要素及构成特性	30%
初步明确技术可实现的主要功能	50%
明确产品预期应用环境	20%
<b>TRL 3：关键功能和特性在实验室条件下通过试验或仿真完成了原理性验证</b>	
评价细则	权重
形成完善的实施方案，有明确的目标和指标要求	30%
通过试验或仿真分析手段验证了关键功能的可行性	40%
理论分析了系统集成方案的可行性	10%
形成完善的项目开发计划	10%
评估产品预期需要的制造条件和现有的制造能力	10%
<b>TRL 4：关键功能试样/模块在实验室通过了试验或仿真验证</b>	
评价细则	权重
完成基础关键功能试样/模块/部件的开发	30%
在实验室环境下通过各基础关键功能试样/模块/部件的功能、性能试验或仿真验证	30%
试制了关键功能试样/模块/部件	10%
对各关键功能试样/模块/部件进行系统集成	10%
评估关键制造工艺	10%
关键功能试样/模块/部件设计过程文档清晰	10%
<b>TRL 5：形成产品初样（部件级），在模拟使用环境中进行了试验或仿真验证</b>	
评价细则	权重
完成各功能部件开发，形成产品初样	35%
在模拟使用环境条件下完成产品初样的功能、性能试验或仿真验证	35%
功能部件设计过程文档清晰	10%
确定部件生产所需机械设备、测试工装夹具、人员技能等	10%

确定部件关键制造工艺和部件集成所需的装配条件	10%
<b>TRL 6: 形成产品正样（系统级），通过高逼真度的模拟使用环境中进行验证</b>	
评价细则	权重
形成产品正样，产品/样机技术状态接近最终状态	35%
在高逼真度的模拟使用环境下通过系统产品/样机的功能、性能试验或仿真验证	35%
设计工程试验验证及应用方案	5%
系统设计过程文档清晰，完成需求检验	10%
确定系统产品/样机的生产工艺及装配流程	10%
确定生产成本及投资需求	5%
<b>TRL 7: 形成整机产品工程样机，在真实使用环境下通过试验验证</b>	
评价细则	权重
完成系统产品/样机的工程化开发	30%
在实际使用环境下完成系统产品/样机的功能、性能试验验证	30%
系统产品/样机开展应用测试	10%
产品/样机生产装配流程、制造工艺和检测方法等通过验证	10%
建立初步的产品/样机质量控制体系或标准	10%
验证目标成本设计	10%
<b>TRL 8: 实际产品设计定型，通过功能、性能测试；可进行产品小批量生产</b>	
评价细则	权重
实际产品开发全部完成，技术状态固化	30%
产品各项功能、性能指标在实际环境条件下通过测试	30%
完成产品使用维护说明书	10%
所有的制造设备、工装、检测和分析系统通过小批量生产验证	15%
关键材料或零部件具备稳定的供货渠道	15%
<b>TRL 9: 系统产品批量生产，功能、性能、质量等特性在实际任务中得到充分验证</b>	
评价细则	权重
产品的功能、性能在实际任务执行中得到验证	30%
所有文件归档	10%
所有的制造设备、工装、检测和分析系统准备完毕	10%
产品批量生产	20%
产品合格率可控	20%
建立售后服务计划	10%

表3：“软件”技术就绪度评价细则

<b>TRL 1：明确基本原理和算法，完成可行性研究。</b>	
评价细则	权重
正确识别该技术的关键问题和技术挑战	40%
在学术刊物、会议论文、研究报告、专利申请等资料中公布了可作为项目研究基础的基本算法	20%
明确了基本算法的条件、应用范围，确定了整体工作的可行性	40%
<b>TRL 2：完成需求分析，明确技术路线，完成概要设计</b>	
评价细则	权重
完成系统的需求分析，获得潜在的需求	20%
确定拟采用的技术路线	30%
完成技术路线相关的技术准备	10%
形成系统的概要设计	40%
<b>TRL 3：确定需求和功能，完成详细设计</b>	
评价细则	权重
确定需求边界	30%
完成关键技术的验证	30%
完成详细设计	40%
<b>TRL 4：确定软件的研发模式，完成原型系统研发，开展验证分析</b>	
评价细则	权重
完成研发实施方案及进度计划	30%
完成主框架的研发及原型系统的思想	30%
基于原型系统开展相应的验证分析	40%
<b>TRL 5：完成测试版本软件研发，进行功能、性能、安全性等测试</b>	
评价细则	权重
改善原型系统，完成测试版本研发	30%
完成测试设计	20%
开展功能、性能和安全性等测试	15%
对测试结果进行分析，形成测试分析报告	25%

规范管理研发过程中的代码、文档等	10%
<b>TRL 6: 完成正式版本软件研发，满足需求，达到设计目标</b>	
评价细则	权重
完成正式版本软件研发	30%
通过全功能测试和质量验证，反馈的问题已经修改和完善	30%
通过软件产品验收评审会，达到设计目标，可以交付外部用户试用	20%
整理各阶段问题，形成开发总结报告	20%
<b>TRL 7: 软件在实际环境中部署，交付用户试用</b>	
评价细则	权重
软件交付典型用户在受控规模内试用	35%
软件运行环境与实际环境一致，运行正常	35%
软件的使用体验获得典型用户认同	30%
<b>TRL 8: 软件在实际生产中示范应用，各项指标满足生产要求，用户认可</b>	
评价细则	权重
软件交付多个用户在实际生产中实际使用	35%
软件满足实际生产的性能、稳定性、安全性等指标要求	35%
软件的使用体验获得多个用户认可	30%
<b>TRL 9: 完成软件推广和规模化应用</b>	
评价细则	权重
软件产品的相关文档和宣传展示素材全部完成	25%
确定软件产品价格、出库销售方式、营销方式等。	20%
软件的安装、部署、维护等技术支撑和体系完善，建立售后支持系统	30%
用户在软件安装、操作、运行、部署、维护等体验良好	10%
软件性能、稳定性、安全性等满足大规模应用	15%

表4：“平台服务”技术就绪度评价细则

<b>TRL 1：提出了平台建设的基本架构，形成报告</b>	
评价细则	权重
提出平台的基本架构	40%
明确平台的功能和定位	30%
明确平台的服务领域和对象	30%
<b>TRL 2：形成了系统方案</b>	
评价细则	权重
明确服务模式和运营机制	15%
分析明确所需的关键技术和方法	30%
明确开展服务所需的人力资源和人员技能	10%
论证场景（场地、环境等）需求	20%
分析需要的硬件设备、软件资源及集成要求	25%
<b>TRL 3：开展了平台关键技术、服务模式、运营机制等研究，论证了可行性</b>	
评价细则	权重
分析确定平台关键技术的基本要素、构成及相关技术的相互影响	40%
论证关键技术的可行性	30%
论证平台服务模式和运营机制的可行性	30%
<b>TRL 4：对平台关键技术进行了验证</b>	
评价细则	权重
具备或试制了关键技术的验证载体	30%
通过实验或仿真等手段验证了关键技术	40%
建立了平台服务所需的技术系统	30%
<b>TRL 5：初步进行平台所需场地、设备等能力建设</b>	
评价细则	权重
初步完成平台场地建设，场地环境基本符合服务要求	50%
部分软硬件设备到位	40%
根据平台特点制定人员技能要求及建设计划	10%

<b>TRL 6: 基本完成平台所需场地、设备、人员及按需技术集成等能力建设, 建立服务模式和运营机制</b>	
评价细则	权重
场地建设基本完成, 环境条件符合相关规定	30%
平台软硬件设备基本到位	40%
建立服务模式和运营机制	20%
平台服务人员基本充足, 具有明确的职责和分工	10%
<b>TRL 7: 进行平台实际试用及测试, 验证关键技术、服务模式及运营机制等</b>	
评价细则	权重
进行平台的实际试用及测试	35%
平台关键技术及集成能力、服务模式和运营机制得到验证	40%
人员具有专业资格和技能证书, 满足平台服务要求	15%
形成平台建设报告	10%
<b>TRL 8: 平台建设按要求全部完成, 并得到典型用户认可</b>	
评价细则	权重
平台能力及运行得到典型用户认可	40%
平台建设按要求全部完成	40%
建立平台维护和持续发展机制	20%
<b>TRL 9: 平台正式对外提供服务, 关键技术、服务模式、运营机制等在实际服务中获得推广应用</b>	
评价细则	权重
平台正式开展对外服务	50%
平台关键技术、服务模式和运营机制等在实际任务中得到推广应用及持续改进	50%

## 高质量知识产权分析评议指引

为贯彻落实《国务院关于新形势下加快知识产权强国建设的若干意见》（国发〔2015〕71号）和《“十三五”国家知识产权保护和运用规划》（国发〔2016〕86号）关于重大经济和科技活动开展知识产权评议的相关意见要求，参照《广东省重大经济和科技活动知识产权审查评议暂行办法》（粤府知办〔2017〕11号）以及国家标准《科学技术研究项目知识产权管理》（GB/T 32089-2015）制定本指引。

### 一、评议目的

知识产权分析评议通过综合运用情报分析手段，对重点领域研发计划申报项目所涉及的知识产权，尤其是与技术相关的专利质量进行综合分析，对立项中的知识产权风险进行评估，结合申报者知识产权管理能力水平，进行综合评议，以重点考察项目研发的知识产权基础、潜在侵权风险以及保护研发成果的能力。

### 二、评议内容

知识产权分析评议从自有知识产权、专利风险以及知识产权管理能力三方面对申报项目进行综合评价。

#### （一）自有知识产权。

自有知识产权是科技研发项目在知识产权方面的基础，一方

面体现出申报者已有的技术实力和技术成果，一方面降低科技研发项目中侵犯他人知识产权的风险。

1.申报单位或申报人针对申报项目应具备一定的研发基础，具备与申报项目相关的必要的知识产权，相关知识产权权属清晰、权利有效，申报单位或申报人具有对其知识产权处分的合法性和合理性。

2.项目组人员，特别是项目负责人，近年应在项目相关技术方面有深入研究，保持与项目技术较高的匹配度及工作活跃度。

## **(二) 专利风险分析。**

对拟申报立项技术的专利风险分析能够提高研发方向的准确性，避免潜在的侵权风险。

申报单位或申报人应针对项目研发拟采用的技术方案进行现有技术检索，对相同技术方向上的主要申请人、主要专利权人，及相关重要专利申请、重要专利权进行分析，对专利技术竞争热度、产业知识产权竞争状况进行调查，分析项目研发核心技术潜在的知识产权风险和竞争关系。

## **(三) 知识产权管理能力。**

将研发成果转化为知识产权的能力，决定了科技研发项目的创新成果能否获得有效地运用、保护和管理，直接影响科技研发项目的效益。

申报单位或申报人应尽快建立或具有较完善的知识产权管理制度和专职人员，并具备对于研发获得的创新成果进行有效地运

用、保护和管理的能力。

### **三、提交材料**

申报单位或申报人应参考本指引，在可行性研究报告中填写与项目相关的知识产权情况说明。