

暨南大学“纳米智造”交叉培育联合项目指南

纳米技术作为 21 世纪颠覆性创新的核心引擎，纳米技术凭借其独特的量子效应、表面效应与小尺寸效应，成为支撑海洋材料、生物医药、光电等前沿领域突破的核心基石。当前全球 960 个显著科研方向中，高达 89% 涉及纳米科技的应用或理论基础，其影响力已深度渗透信息技术、生物医药、能源环境、先进制造及电子科学五大领域。在海洋材料领域，传统材料普遍存在强度不足、耐久性差、能耗高等问题，而纳米材料的加入则带来了颠覆性改变。碳纳米管、石墨烯等纳米材料可显著提升混凝土的抗拉强度与韧性，使其在极端环境下仍能保持结构稳定；二氧化钛纳米颗粒赋予材料表面自清洁功能，有效降低维护成本；智能纳米涂层则能根据环境温度自动调节材料的隔热与透光性能，使材料能源效率提升 25% 以上。生物医药领域是纳米技术应用的前沿阵地，其超小尺寸与高比表面积，使其成为精准医疗的理想载体。纳米药物可通过表面修饰的靶向分子精准识别癌细胞，将药物直接输送至病灶核心；且具有实时动态示踪性能，可实现疾病的早期诊断。在光电材料领域，钙钛矿纳米晶将太阳能电池的光电转换效率提升至 25% 以上，为清洁能源的大规模应用奠定基础；量子点材料凭借其窄带隙发光特性，实现了显示技术的超宽色域覆盖，带来极致视觉体验；二维纳米材料则推动晶体管进入亚 5 纳米制程，为芯片性能的持续提升开

辟了新路径。这些纳米材料的广泛应用，加速了材料、生物医学材料和信息技术的迭代升级，为新兴领域的发展提供了核心支撑。然而，纳米材料的研发与应用仍面临诸多瓶颈。传统研发高度依赖经验试错，周期长、成本高，且难以精准调控材料的微观结构与性能。因此，如何实现复杂多尺度纳米结构的精准设计、可控构筑及安全功能一体化？已成为纳米科学技术的共性问题。

为突破上述纳米技术瓶颈、实现材料产业化、释放其绿色发展潜能，亟需推进多学科交叉融合与协同创新。这不仅加速环境友好型纳米材料从实验室到产业应用的转化，培育兼具材料科学、环境工程与产业管理能力的复合型人才，更能为节能环保、绿色制造等战略性新兴产业注入创新动能，推动纳米技术向规模化、低碳化、可持续化方向发展，进一步提升暨南大学学术与产业引领地位。

本项目聚焦纳米技术在海洋材料、机器学习驱动光电材料制备及生物医学三大领域的共性挑战，通过多学科交叉融合，系统性突破纳米尺度“结构设计-精准制备-性能预测-功能集成”全链条关键技术瓶颈：

一、研究项目

1. 纳米微观结构驱动构建海洋生态友好型材料

（1）研究内容：

海洋工程作为人类开发海洋资源、拓展生存空间的重要载体，传统材料如普通混凝土、钢材等，在海洋环境中易发生氯离子侵蚀、钢筋锈蚀、结构开裂等问题，不仅导致材料结构耐久性大幅下降，增加维护成本和安全风险，还可能因材料腐蚀脱落、有毒有害物质释放等对海洋生态系统造成不可逆的破坏。在全球可持续发展战略的推动下，生态友好型海洋材料的研发已成为国际海洋工程领域的研究热点。纳米材料具有独特的尺寸效应、表面效应和量子效应，通过在材料中引入纳米微观结构，如纳米颗粒、纳米涂层、纳米纤维等，能够显著提升材料的耐腐蚀性、抗渗性、力学性能等，同时可实现材料的自清洁、自修复等功能。本项目聚焦纳米微观结构特性，研发海洋生态友好性材料，旨在突破传统海洋材料的性能瓶颈，实现海洋工程的耐久性与生态保护的协同发展，为全球海洋资源的可持续开发利用提供重要的技术支撑。

（2）研究目标：

- a. 揭示纳米微结构调控海洋材料耐盐蚀与生态兼容性的协同作用原理，为海洋生态友好型材料的设计提供理论依据。
- b. 开发海洋生态友好型纳米结构材料，减少有害海洋固体废弃物的污染，实现海洋资源的循环利用。
- c. 研发纳米动态表面调控的长效生态友好型海洋防污

涂层，显著降低海洋材料的维护成本与生态环境影响。

（3）考核指标：

- a. 构建 1-3 项纳米微观结构驱动的海洋生态友好型材料。
- b. 研发 1-3 项生态友好型海洋防污涂层。
- c. 定期开展学术沙龙。发表高水平原创论文 2-3 篇，发明专利 1-3 项。

2. 基于人工智能技术实现高性能纳米光电材料的规模化可控合成

（1）研究内容：

高性能纳米光电材料凭借独特的量子尺寸效应、表面效应和光电转换特性，为新一代光电材料的突破提供核心基础。当前，纳米光电材料发展面临关键瓶颈：传统合成技术依赖“试错法”，难以精准调控材料的尺寸、形貌与晶相结构，导致高性能纳米光电材料性能稳定性不足；规模化制备技术滞后，多数先进材料仍停留在实验室小试阶段，生产成本高昂。人工智能技术的兴起为突破上述瓶颈提供了全新路径。利用人工智能技术可高效挖掘材料结构与性能的关联规律，为突破上述瓶颈提供了全新路径。开展“基于人工智能技术实现高性能纳米光电材料的规模化可控合成”项目，突破关键核心技术、实现产业自主可控成为迫切需求，也是推动我国光电产

业升级、抢占全球科技竞争制高点的战略选择。

（2）研究目标：

- a. 揭示 AI 驱动下纳米光电材料结构-性能的关联原理。
- b. 突破高性能纳米光电材料的规模化、可控合成技术瓶颈，满足下游显示、新能源等产业的大规模应用需求。
- c. 形成 AI 与纳米光电材料合成交叉领域的技术标准与产业应用示范。

（3）考核指标：

- a. 构建 AI 驱动的光电材料合成预测模型。
- b. 开发构建 1-3 种可规模化生产的纳米光电材料。
- c. 形成 AI 技术指导纳米光电材料合成的技术标准与产业应用示范。
- d. 定期开展学术沙龙。发表高水平原创论文 2-3 篇，发明专利 1-3 项。

3. 基于纳米示踪的工程化骨修复策略及机制研究

（1）研究内容：

在应对人口老龄化与骨健康问题的科技攻关中，微观尺度的精准操控能力正成为再生医学领域的核心驱动力。这种

跨越经典物理与生物边界的技术思路，已深度渗透至细胞行为调控、智能生物材料构建及组织微环境重塑等关键环节。针对老龄化背景下骨病高发、病理微环境导致骨再生效能低下及缺乏实时监测手段等核心难题，开发聚焦于成骨/破骨细胞实时示踪与功能调控的新型纳米药物，构建具备远程调控能力的工程化细胞治疗体系，解析成骨/破骨细胞的成骨分化分子机制，揭示其在病理微环境中的作用规律，进而发展基于细胞的新型肌骨疾病治疗策略。最终为建立精准、高效的骨再生临床转化体系提供理论依据与技术支撑。

（2）研究目标：

- a. 开发超声、微环境响应等纳米药物，实现响应型交联或药物释放及实时可视化成像。
- b. 形成集“响应型”与“智能纳米材料”于一体的骨修复支架构建技术，为后续功能验证与体内评估提供核心材料。
- c. 揭示纳米药物与破骨-成骨平衡的分子机制。
- d. 评价纳米药物在骨修复治疗中的安全性与依从性，构建纳米药物精准干预策略及评价标准。

（3）考核指标：

- a. 构建 1-3 种基于响应型骨再生材料，实现骨再生和实时可视化成像。
- b. 完成 1 项对照临床试验，形成完整的临床研究数据

与报告，形成 1 套纳米药物用于骨修复的标准化干预方案与临床应用指南草案。

- c. 发表交叉学科高水平论文 1-2 篇，申请发明专利 1 项。
- d. 培养复合型人才 1-2 名（博士/硕士）。

4. 基于微量元素的纳米佐剂与疫苗开发

（1）研究内容：

缺乏安全高效的新型佐剂及其疫苗是新发突发重大传染病防控面临的重大挑战。铝佐剂、油乳佐剂、脂质纳米颗粒(LNP)等在疫苗递送中展示出良好的应用前景，但其潜在的毒副作用以及难以诱导理想的免疫反应等，极大限制了在临床的广泛使用。本研究聚焦临床重大疾病疫苗研发缺乏安全高效的新型佐剂这一重大需求，基于微量元素如 Se、Mn、Fe 等的免疫调控活性，通过剖析免疫细胞受体-配体互作的化学本质，精准调控纳米材料与不同类型抗原的相互作用，开发基于微量元素的、安全性好、可高效递送蛋白质/灭活病毒/核酸等多种抗原、诱导强效系统免疫与黏膜免疫的通用型纳米佐剂，阐明其免疫调控的化学本质与分子机制，为应对新发突发重大传染病提供新策略。

（2）研究目标：

- a. 开发具有临床转化前景的、基于微量元素的纳米佐

剂及其递送系统。

b. 揭示纳米佐剂免疫调控的化学本质与分子机制。

c. 构建纳米佐剂及其疫苗的精准免疫策略、阐明其具体机制。

(3) 考核指标:

a. 开发 1-3 种基于微量元素的纳米佐剂及其递送系统。

b. 构建 1-3 种基于微量元素的纳米佐剂及其疫苗的精准免疫策略及其评价标准，揭示其诱导强效免疫反应的化学本质与分子机制。

c. 定期开展学术沙龙。在交叉学科领域 TOP 期刊发表高水平论文 1-3 篇，申请国家发明专利 1-3 项。

d. 培养研究生 2-4 名。

5. 纳米药物的集成设计与生物应用研究

(1) 研究内容:

针对重大、高发、难治愈的疾病，如大型手术后认知功能障碍、脓毒症、消化道疾病等，现今治疗手段难以满足精准诊疗、复杂组织修复等前沿生物医学需求。通过集成设计将不同功能的纳米单元复合为一体，可实现性能互补与多功

能协同，为解决传统生物医学技术的瓶颈提供全新方案。本项目聚焦纳米材料的精准集成创新，推动纳米技术在生物医学领域的转化落地，对开发新一代疾病诊疗技术、提升我国生物医用材料领域的核心竞争力具有重要意义。

（2）研究目标：

a. 验证纳米药物改善大型手术后认知功能障碍、脓毒症、消化道等重大疾病的临床疗效，建立基于纳米药物防治的临床应用方案。

b. 揭示纳米药物调控机体蛋白活性，改善临床疗效或适应症的分子机制。

c. 评价纳米药物在相关疾病治疗的安全性及依从性，构建纳米药物精准干预策略及评价标准。

（3）考核指标：

a. 构建 1-3 种集成纳米药物，并阐明其调控机体蛋白表达改善疗效的核心机制。

b. 完成 1 项对照临床试验，形成完整的临床研究数据与报告，明确纳米药物改善疾病治疗的有效率及安全性数据。

c. 形成 1 套纳米药物防治的标准化干预方案与临床应用指南草案。

d. 在临床医学或纳米医学领域核心期刊发表高水平论文 1-2 篇。

e. 定期开展学术沙龙。培养研究生 2-3 名。

二、实施周期

2026 年 7 月 1 日-2028 年 6 月 30 日，共 2 年。