

2024 年度海南省科学技术奖提名公示内容

(适用于项目主要完成单位、主要完成人所在单位)

公示单位(公章): 武汉理工大学

填表日期: 2025 年 7 月 4 日

项目名称	基于荧光量子点的光致发光复合材料制备关键技术
提名奖项及等级	海南省技术发明奖一等奖
提名者	三亚市人民政府
项目简介(1200 字以内)	<p>该项目属复合材料领域, 聚焦基于量子点(QDs)的荧光塑料薄膜研发, 在化学传感、智能器件、信息防伪等领域应用前景广阔。QDs 具备激发光谱宽、发射峰窄、高光学稳定性等优势, 其发现与合成技术获 2023 年诺贝尔化学奖。然而, 现有有机相 QDs 表面多为疏水配体, 难以与塑料基材稳定复合, 且加工过程易引发严重荧光淬灭, 成为制约应用的核心瓶颈。自 2009 年起, 项目组在 4 项国家级、省部级科研项目支持下, 针对 QDs 分散性、荧光稳定性、基材适配加工性难题, 攻克了 QDs 单分散控制、界面定制、薄膜加工等关键技术, 为柔性显示、信息加密、高端包装等领域提供了新材料和突破性技术支撑。</p> <p>主要技术创新:</p> <p>1、荧光 QDs 单分散控制技术: 针对 QDs 团聚导致荧光衰减, 通过精准调控配体, 发明了配体含量高达 95% 的单分散修饰技术, 实现 QDs 单个分散且荧光性能保持率超 80%; 所得产物具自流动性, 为均匀复合奠定基础。同时, 提出“给体-受体”界面机制, 利用“NS 相吸”策略构建 1-10 nm 异质界面层, 有效抑制异质介质荧光淬灭, 实现了磁性荧光纳米颗粒及 QDs-QDs 结构构筑, 为多功能薄膜提供关键助剂。</p> <p>2、荧光塑料薄膜超高清印制技术: 针对 QDs 与塑料复合时</p>

	<p>溶剂和基材适配难，研制了可稳定分散于多种溶剂、适用于喷墨打印、丝网印刷、基材转印的 QDs。该 QDs 能与 PA6、PVDF 等多种塑料基材形成均匀、稳定界面结合，印制超高清荧光图案；开发出可对重金属离子、多巴胺等污染物及生物分子便携式、裸眼可视化检测的系列荧光检测芯片。同时，发明了潜指纹快速识别和高精度转印新方法，可清晰复刻三级指纹精细结构，并转移至玻璃、木材等多种基材表面，实现了微米级精细结构的精细印制与转印。</p> <p>3、荧光塑料薄膜原位复合技术：针对传统加工中荧光性能与力学、电学性能难以兼顾，创新发明了超低含量 QDs (<1%) 在聚合物基体（如 PVA、PVB、PVDF、PI、PA）中的原位复合技术。通过结构匹配，显著提升材料荧光强度、力学及电性能，适用于溶液复合、静电纺丝及熔融挤出等成膜工艺。例如：QDs/PA6 用于重金属离子秒级、裸眼检测；QDs/PVB 表面平整且荧光强度增强 130%；QDs/PI 用于航天器件封装，极端环境下耐电场击穿性能提升一倍；QDs/PVDF 实现光致与电致发光协同增强，介电性能提升近一倍，为精密器件、柔性显示等提供关键新材料支撑。</p> <p>项目获国家授权发明专利 12 项，发表 SCI 论文 40 篇。技术成果自 2009 年起应用于环境监测、食品安全检测等领域，经济与社会效益显著，推动海南省工业建设领域与战略性新兴产业技术升级与产业转型具有重大战略意义。</p>
<p>提名书 相关内容</p>	<p>[1] 董丽杰, 韩婷, 叶思霞, 等. 一种超稳定、可打印水性荧光防伪墨水及其制备方法[P], ZL202011281379.X</p> <p>[2] 董丽杰、韩婷、康弘, 等. 一种基于量子点荧光共振能量转移体系的 pH 探针及其制备方法[P], ZL202011279660.X</p> <p>[3] 董丽杰、兰嵩滢、袁野, 等. 一种制作高清晰、灵敏识别指纹的材料及指纹识别方法[P], ZL201610305157.4</p> <p>[4] 董丽杰、严莉、袁野, 等. 一种温敏性智能荧光纳米探针及其制备方法[P], ZL201510239011.X</p> <p>[5] 董丽杰、韩婷、康弘, 等. 一种基于量子点荧光共振能量转移</p>

	<p>体系的镉离子探针及其制备方法[P], ZL202011281468.4</p> <p>[6] 董丽杰、袁野、兰嵩滢, 等. 一种基于罗丹明衍生物的聚合物样品及其在水含量分析中的应用[P], ZL201610283336.2</p> <p>[7] 赵广辉、王钦、董丽杰. 一种自流动间位芳纶及其制备方法[P], ZL201210176083.0</p> <p>[8] 董丽杰、王钦、邓素芬, 等. 一种自流动对位芳纶及其制备方法[P], ZL201210174454.1</p> <p>[9] Feng Qisong, Dong Lijie, Huang Jing, et al. Fluxible monodisperse quantum dots with efficient luminescence [J]. Angewandte Chemie, 2010, 122(51): 10139-42.</p> <p>[10] Ting Han, Ye Yuan, Xiao Liang, Yang Zhang, Chuanxi Xiong, Lijie Dong*. Colloidal stable quantum dots modified by dual functional group polymers for inkjet printing. Journal of Materials Chemistry C, 2017, 5(19):4629-4635.</p>
<p>主要完成人 (排序、工作单位和贡献)</p>	<p>1.董丽杰，武汉科技大学，主持项目研究工作，建立了荧光量子点的单分散、塑料薄膜加工的等核心技术，提出了量子点塑料薄膜结构构筑以及功能实现等新方法。对技术发明点一、二、三做出了创造性贡献；取得项目相关国家发明专利 12 项、发表项目相关学术论文 40 多篇。</p> <p>2.韩婷，武汉理工大学，主持项目研究工作，参与了荧光塑料薄膜超高清印制技术、塑料薄膜加工的等核心技术，。对技术发明点二、三做出了创造性贡献；取得项目相关国家发明专利 3 项、发表项目相关学术论文 10 余篇。</p> <p>3.琚艳云，武汉理工大学，主持项目研究工作，参与了量子点塑料薄膜的加工技术及在指纹识别方面的应用。对技术发明点三做出了创造性贡献；取得项目相关国家发明专利 2 项、发表项目相关学术论文 5 篇。</p> <p>4.赵广辉，武汉理工大学，参与了荧光量子点的单分散、塑料薄膜加工的等核心技术，研究了量子点塑料薄膜的加工技术及在介电储能方面的应用。对技术发明点一、三做出了创造性贡献；取得项目相关国家发明专利 3 项、发表项目相关学术论文 5</p>

	<p>篇。</p> <p>5. 张扬，武汉理工大学，参与了塑料薄膜加工的等核心技术，研究了量子点塑料薄膜的加工技术及在介电储能方面的应用。对技术发明点二、三做出了创造性贡献；取得项目相关国家发明专利 3 项、发表项目相关学术论文 5 篇。</p> <p>6. 冯锐，武汉理工大学，参与项目研究工作，创建了 QDs-QDs 比率型荧光探针构筑技术，实现了对 pH 值的精准定量分析与可视化检测。对技术发明点一做出了突出贡献，取得项目相关国家发明专利 2 项、发表项目相关学术论文 10 多篇。</p>
<p>主要完成单位 (排序和贡献)</p>	<p>1. 武汉理工大学三亚科教创新园，武汉理工大学三亚科教创新园作为本项目完成单位，主要负责本项目的管理和调控工作。本项目系统解决了量子点塑料薄膜材料的核心科学与技术问题，构建了从材料制备、界面调控到终端应用的完整技术链。该成果对推动海南省工业建设领域（柔性显示、高端包装、信息加密）与战略性新兴产业（智慧医疗、环境监测）的技术升级与产业转型具有重大战略意义，经济与社会效益显著。</p> <p>2. 武汉理工大学，武汉理工大学作为本项目完成单位，全面负责本项目的组织与协调工作，对本项目的主要技术发明点一、二、三做出了创造性贡献。项目突破量子点单分散结构控制、荧光量子点塑料薄膜材料界面定制、薄膜加工等核心技术，攻克量子点塑料薄膜材料稳定性与荧光性能的技术瓶颈，成功研发出系列荧光塑料薄膜材料，为柔性显示、信息加密、高端包装等领域在海南建设上提供了关键新材料与突破性技术支撑。</p>

说明：涉及国外的人和组织科学技术合作奖可不用公示，其余奖项必须公示至少 7 日。