第十五届中国创造学会创造成果奖

理论创新奖

一、项目名称

超细纤维多尺度结构优化及其热质传递与协同催化机制

二、主要完成人

谢华清，于伟，张利，朱大海

三、主要完成单位

上海第二工业大学

四、项目背景（200 字以内，1-3 张照片，10MB 以内）

光催化技术利用光能激发催化剂产生光生载流子，通过电子-空穴对的氧化还原反应实现环境治理与能源利用。其优势包括以太阳能为驱动源，节能环保，高效降解有机污染物，可持续应用（如光解水制氢、空气净化），契合“双碳”目标。当前面临两大难题：一是光生载流子易复合导致催化活性低；二是催化剂与流体介质间传热传质效率低。需从反应热力学（催化剂特性）与动力学（传热传质）双层面优化性能，兼顾催化剂活性及介质传热传质效率提升。本项目的科学发现及其发展逻辑结构如图 1 所示：



图 1. 本项目科学发现及其发展逻辑结构示意图.

五、关键技术（300 字以内、列出支撑成果及评价水平）

本项目研发三大关键技术：超细纤维多尺度结构异质结制备技术实现 TiO_2/GO 复合纳米纤维规模化生产，反应速率较商用材料提升 5.6-14.8 倍；多尺度结构超细纤维颗粒传热特性研究揭示长径比对导热路径的关键作用，建立新型理论模型；传热传质强化与催化协同技术实现四环素光热转换效率 91.8%、降解效率 94.7%。成果获国家自然科学基金重大项目等支持，创制低成本高活性复合光催化剂，突破传统降解传质局限。项目理论创新突出，经济

效益显著，在环境污染治理、能源利用等领域应用前景广阔，经综合评价达国际领先水平。

六、综合效益（200 字以内、列出代表性工程、并注明工程特色）

项目综合效益显著，代表性工程包括：

零碳分布式太阳能耦合光热材料去除高浓度 COD 废水系统（合作企业：安徽久吾天虹环保），特色为解决高 COD 污水处理能耗难题，降低能耗并提升效率；

太阳能热驱动过硫酸盐/石墨烯基催化剂装置（合作企业：上海子箴环保），特色为解决高浓度难降解废水及废气达标排放问题，提升环保达标率。

两项工程均实现绿色低碳技术应用，助力“双碳”目标，经济效益与社会效益双优。