

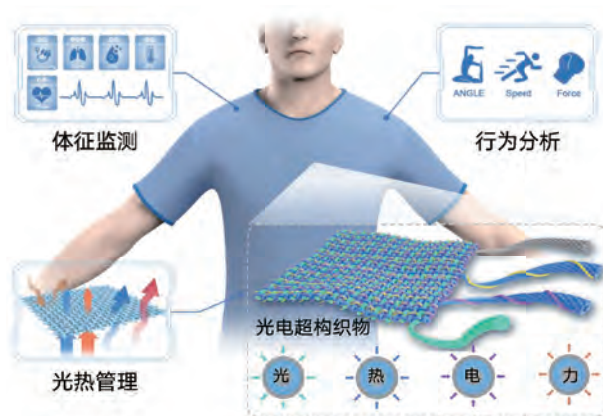
柔性光电超构织物的多物理量精准响应机制与稳定成型技术研究

主要完成单位：华中科技大学、武汉纺织大学、青岛大学、浙江大学、电子科技大学

主要完成人：陶光明、夏治刚、田明伟、马耀光、吴嘉威、于贺

获奖等级：自然科学奖一等奖

纤维具有优异的轻柔、可集成、易量产等特性，是涉及纺织、光电子、材料、物理、信息、生物医学等学科的前沿交叉研究领域。我国的基础纤维与纺织产业全球生产规模最大，但高附加值的光电功能纤维与织物技术被美国“卡脖子”。柔性光电超构功能织物的核心是利用其结构精准设计赋予纤维材料新的功能，通过规模化的先进制造技术实现织物器件的高性能。然而，目前还存在多物理量精准响应机制不明、响应界面稳定成型难、多物理量精准耦合调控难的问题。主要科学发现如下：



1. 发现微观无序 – 宏观有序结构与光 – 热物理量精准响应规律。发现了“强散射 – 高反射”的多级谐振结构理论模型对光 – 热物理场的精准耦合调控规律，阐明了微观无序 – 宏观有序结构对宽波段光波散射 / 反射调控的科学理论，实现了 92.4% 的太阳光反射率、94.5% 中红外发射率。

2. 阐明多外场耦合作用下多物理量精准调控织物的稳定成型理论。发现了织造过程中跨尺度结构的界面控制规律，阐明了热场、流体场、应力场等多外场耦合作用下纤维 – 纱线 – 织物界面结构成型理论，实现了柔性光电超构织物“100nm 至 500 μm”尺度结构的稳定成型。

3. 揭示多场景下织物的多物理量精准耦合调控机制。发现了多场景下柔性光电超构织物对太阳光辐射能与红外辐射能的响应规律，实现了汽车模型内部降温超 30℃、人体皮肤表面有效降温约 5℃。

该项目 5 篇代表作分别发表于 Science, Nano Energy, Adv. Fiber Mater., Compos. Part B Eng., J. Mater. Chem. C 等权威期刊。其中 ESI 高被引 1 篇，总他引 712 次，单篇最高他引 519 次。