

柔 / 弹陶瓷超细纤维材料的产业化关键技术及应用

项目完成单位：东华大学、嘉兴富瑞邦新材料科技有限公司、上海诚格安全装备集团有限公司

陶瓷纤维具有耐高温、导热系数低、化学稳定性好等优点，是航空航天、国防军工、个体防护等领域中关键的高温隔热材料。陶瓷纤维制备方法主要有干法纺丝、熔融喷吹、离心甩丝等，所得纤维直径通常在 $5\ \mu\text{m}$ 以上，导致材料孔径难以进一步降低、孔隙率难以进一步提高，限制了其隔热性能的提升。当纤维直径细化至 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下时，可赋予材料超小孔径、超高孔隙率等结构优势，使其在高温隔热等领域具有巨大的应用潜力。静电纺丝法是制备陶瓷超细纤维的主要途径，然而该方法存在生产速度慢、杂化纤维转化率低等问题，使其难以宏量化生产；同时，该方法所制备陶瓷材料脆性大、不具备柔 / 弹性，且无法直接加工成絮片材料，极大限制了其实际应用。

为此，该项目建立了低弧度液面的高效纺丝理论体系，发明了基于宽内径喷口的多射流纺丝技术，大幅提升了单喷口射流数量，实现了超细纤维的高速宏量制备；开发了低分子量、低含量聚合物的聚合物 / 无机胶粒纺丝液配方，在保证高固含量的同时显著提升了无机组分含量，实现了高无机组分杂化纤维的高效转化；发明了高无机组分含量纺丝射流的卷曲成纤及其三维缠结组装技术，首次实现了三维网络结构卷曲纤维絮片的一步成型；研发了柔 / 弹陶瓷超细纤维絮片的快速煅烧成型技术，创制出具有优异柔性、超弹特性的陶瓷纤维絮片，解决了陶瓷纤维材料脆性大、易断裂的难题。

项目获得授权专利 15 件，发表 SCI 论文 5 篇，建成产能 $10\ \text{万}\ \text{m}^2/\text{年}$ 的柔 / 弹陶瓷超细纤维材料生产线，相关产品已应用于应急救援、国防军工、航空航天等领域。项目显著促进了陶瓷纤维产业化技术的原始创新，提升了该产业的科技含量和核心



能力，引领了国内外陶瓷纤维领域的技术革新和产业升级。

东华大学是教育部直属、国家“211工程”、国家“双一流”建设高校，是一所以纺织、材料、设计为优势，特色鲜明的多科性、高水平大学。现有专职院士2人，资深院士2人，兼职院士17人，万人计划、长江学者、国家杰青等高层次人才60余人次，其他高级职称教师900余名。



学校现有2个国家“双一流”建设学科，1个上海高校I类高峰学科。纺织科学与工程保持国内领先，获评A+学科。同时，化学、材料科学等7个学科入围ESI全球前1%，其中材料科学学科进入全球前1%。作为国内唯一具有纺织和纤维特色的重点大学，学校注重人才建设，始终坚持科学技术原始创新，使其成为纺织科学与工程领域高层次人才培养和科技创新的重要基地。学校现拥有1个国家重点实验室、1个国家工程技术研究中心、22个省部级重点科研平台，2个国家引智基地以及国家大学科技园，2个国家级实验教学示范中心，1个国家级虚拟仿真实验教学中心，3个国家工程实践教育中心，10个国家级特色专业，29个国家级一流本科专业，2个“全国高校黄大年式教师团队”。并获批建设了国家先进功能纤维创新中心、国家先进印染技术创新中心、民用航空复合材料省部共建协同创新中心、上海市现代纺织前沿科学研究基地、“一带一路”纺织智能制造与工程国际联合实验室等一系列高水平平台。

学校坚持产学研用相结合的办学特色，承接国家重大科研任务，支撑国家产业转型升级和新兴产业发展等战略需求。大批科研成果广泛应用于国防军工、航天航空、高端装备、重大建筑工程、环境保护、生命健康、人工智能等领域，为“天宫”、“天舟”、“北斗”、“天通”、“嫦娥”做出贡献。