1. **项目名称：**低比例亚微米纤维嵌入型纺织品制备关键技术及应用
2. **项目简介：**

本项目属于纺织科学与工程领域。

纺织工业是我国支柱产业，提供了2亿多从业人员，出口创汇占比超20%。然而纺织行业广泛存在低端同质化竞争激烈，高附加值、高功能性产品制备水平低下，严重依赖进口的瓶颈问题。高功能性纺织品通常采用功能颗粒涂层、浸渍、接枝等后整理方法，不仅损伤纤维本体，影响纺织品风格和使用性能，还存在耐久性差、适用不广泛问题。为破解这一现状，我国纺织工业十三五规划中进行了深入探讨，本项目组在国家科技支撑计划和国家自科基金、上海市科委项目资助下，历经十几年攻关，实现了在纺织品中嵌入功能性亚微米纤维替代现有功能颗粒技术，将“功能”以低比例（小于1%）亚微米纤维为载体“做”进了针织、机织、非织造等纺织品中。研究取得一系列成果，主要发明点如下：

（1）发明了动平衡空间对称自由液面纺丝组件，建立了可控射流拉伸窄分布纤维制备理论和多射流控制理论，解决了传统针头静电纺制备亚微米纤维产量极低，普遍存在堵塞和多射流干扰以及纤维直径离散大的难题。实现了窄分布亚微米纤维的大批量连续生产。通过射流拉伸精确控制，将直径CV值从30-50%降低到15%以下，单纺丝组件亚微米纤维产能达到150m2/小时，是单针头的500倍以上。

（2）研发了相位补偿式多模块铺网和高取向成网技术，解决了纤网厚度方向梯度结构不可控、宽度方向均匀成网难的问题，实现了亚微米纤维梯度低比例可变嵌入成网（占网重量低于1%）。开发的热风嵌入式生产线可制备滤效＞99.99998%，滤阻＜106Pa的高效低阻亚微米非织造滤材；开发的高取向成网技术取向度大于80%，与棉网伸直平行度有很好的一致性，产能达到150万m2/年以上。

（3）发明了局部电离分层、倒置纤网三角卷边的亚微米连续“混”纺技术。将传统纤维网局部可控电离后，分层嵌入亚微米纤维，实现两者大分子间作用力级别的微观镶嵌，突破了线密度差异10000倍纤维间均匀嵌合成条成纱难题，能够在100米/分钟线速度条件下连续生产可用于针织、机织的亚微米纤维混纺纱线。

（4）研制了具备永久抗菌作用的胍盐水凝胶，通过制备低比例多级扩散水凝胶抗菌镶嵌混纺纱线，将重量百分比低于1%的抗菌亚微米纤维嵌入传统纯棉面料，解决了传统抗菌棉纺产品存在功能不稳定，效果持久性差，服用性能损失大的难题。在兼顾高效、绿色、低能耗、纤维无损伤的情况下，实现抗菌剂含量小于5‱，面料抑菌率大于99.9%，水洗50次后抑菌率仍大于99%。

本项目获国家发明专利授权44项，实用新型授权18项，发表SCI收录论文84篇。近三年实施转让专利9项，获技术转移总投资1.1亿元，形成电离镶嵌混纺生产线9条，亚微米纤维热风嵌入式非织造生产线2条，亚微米纤维抗菌混纺纱线1.62万吨，亚微米非织布310万平方米。鉴定结果为国际先进水平，近三年相关产品新增销售额6.0182亿元，新增利润达到7970万元。

1. **主要知识产权情况：**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 国别 | 知识产权类别 | 授权号 | 名称 | 核心专利 | 本年度3月31日时的有效状态 |
| 1 | 中国 | 授权发明专利 | ZL201310032194.9 | 一种伞状静电纺丝喷头及静电纺丝方法 | 是 | 有效专利 |
| 2 | 中国 | 授权发明专利 | ZL201610629977.9 | 一种直线形槽状无针式静电纺丝装置及纺丝方法 | 是 | 有效专利 |
| 3 | 中国 | 授权发明专利 | ZL201610784058.9 | 一种高效低阻静电纺纳米纤维空气过滤材料及批量化制备方法 | 是 | 有效专利 |
| 4 | 中国 | 授权发明专利 | ZL201611231525.1 | 一种具有导流作用的铺网机 | 否 | 有效专利 |
| 5 | 中国 | 授权发明专利 | ZL201710167433.X | 功能性纤维棉网导出装置 | 否 | 有效专利 |
| 6 | 中国 | 授权发明专利 | ZL201610046511.6 | 一种控制规模化静电纺丝环境温湿度的装置 | 否 | 有效专利 |
| 7 | 中国 | 授权发明专利 | ZL201110170414.5 | 一种收集取向纳米纤维装置及方法 | 否 | 有效专利 |
| 8 | 中国 | 授权发明专利 | ZL201310586642.X | 一种纳米纤维混纺复合纱线的制备方法 | 否 | 有效专利 |
| 9 | 中国 | 授权发明专利 | ZL201710103014.X | 一种安全高效持久抗菌纳米水凝胶及其制备方法 | 否 | 有效专利 |
| 10 | 中国 | 授权发明专利 | ZL201410222230.2 | 一种抗菌发热复合面料 | 否 | 有效专利 |

1. **代表性论文专著目录：**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文著作 | 通讯作者 | 被 SCI、EI收录 | 引用次数 |
| 1 | Inherent Guanidine Nanogels with Durable Antibacterial and Bacterially Antiadhesive Properties, ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS, 26, 99-102 (2019) | 覃小红、吴德群 | SCI | 0 |
| 2 | Hierarchical catalytic electrodes of cobalt-embedded carbon nanotubeicarbon flakes arrays for flexible solid-state zinc-air batteries, CARBON, 142, 379-387 (2019) | 覃小红 | SCI | 1 |
| 3 | Enhanced electrochemical properties of hierarchically sheath-core aligned carbon nanofibers coated carbon fiber yarn electrode-based supercapacitor via polyaniline nanowire array modification, JOURNAL OF POWER SOURCES, 399, 406-413 (2018) | 覃小红 | SCI | 3 |
| 4 |  Synthesis and characterization of arginine-NIPAAm hybrid hydrogel as wound dressing: In vitro and in vivo study, ACTA BIOMATERIALIA, 65, 305-316 (2018) | 覃小红、吴德群 | SCI | 15 |
| 5 | Thin MoS2 nanosheets grafted MOFs-derived porous Co-N-C flakes grown on electrospun carbon nanofibers as self-supported bifunctional catalysts for overall water splitting, JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY A, 5(45), 23898-23908 (2017) | 覃小红 | SCI | 19 |
| 6 | Flexible and Conductive Nanofiber- Structured Single Yarn Sensor for Smart Wearable Devices, SENSORS AND ACTUATORS B-CHEMICAL, 252, 697-705 (2017) | 覃小红、张弘楠 | SCI | 16 |
| 7 | Design and synthesis of porous channel-rich carbon nanofibers for self-standing oxygen reduction reaction and hydrogen evolution reaction bifunctional catalysts in alkaline medium, JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY A, 5(16), 7507-7515 (2017) | 覃小红 | SCI | 18 |
| 8 | A low filtration resistance three-dimensional composite membrane fabricated via free surface electrospinning for effective PM2.5 capture, ENVIRONMENTAL SCIENCE-NANO, 4(4), 864-875 (2017) | 覃小红、张弘楠 | SCI | 25 |
| 9 | Design of 3-Dimensional Hierarchical Architectures of Carbon and Highly Active Transition Metals (Fe, Co, Ni) as Bifunctional Oxygen Catalysts for Hybrid Lithium - Air Batteries, CHEMISTRY OF MATERIALS, 29(4), 1665-1675 (2017) | 覃小红 | SCI | 33 |
| 10 | Living nano-micro fibrous woven fabric/hydrogel composite scaffolds for heart valve engineering, ACTA BIOMATERIALIA, 51, 89-100 (2017) | 覃小红 | SCI | 16 |
| 11 | Nanofiber-structured hydrogel yarns with pH-response capacity and cardiomyocyte-drivability for bio-microactuator application, ACTA BIOMATERIALIA, 60, 144-153 (2017) | 覃小红 | SCI | 3 |
| 12 | Fabrication of Aligned Nanofiber Polymer Yarn Networks for Anisotropic Soft Tissue Scaffolds, ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES, 8(26), 16950-16960 (2016) | 覃小红 | SCI | 28 |
| 13 | Filtration properties of electrospinning nanofibers, JOURNAL OF APPLIED POLYMER SCIENCE, 102(2), 1285-1290 (2006) | 覃小红 | SCI | 224 |
| 14 | Effect of different salts on electrospinning of polyacrylonitrile (PAN) polymer solution, JOURNAL OF APPLIED POLYMER SCIENCE, 103(6), 3865-3870 (2007) | 覃小红 | SCI | 80 |
| 15 | Electrospun nanofibers from crosslinked poly(vinyl alcohol) and its filtration efficiency, JOURNAL OF APPLIED POLYMER SCIENCE, 109(2), 951-956 (2006) | 覃小红 | SCI | 80 |
| 16 | High throughput of quality nanofibers via one stepped pyramid-shaped spinneret, MATERIALS LETTERS, 106, 56-58 (2013) | 覃小红 | SCI | 34 |
| 17 | From macro to micro to nano: the development of a novel lysine based hydrogel platform and enzyme triggered self-assembly of macro hydrogel into nanogel, JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY B, 3(11), 2286-2294 (2015) | 覃小红 | SCI | 13 |
| 18 | Mass preparation of nanofibers by high pressure air-jet split electrospinning: effect of electric field, JOURNAL OF POLYMER SCIENCE PART B-POLYMER PHYSICS, 52(15), 993-1001 (2014) | 何建新 | SCI | 10 |
| 19 | Structure and properties of novel electrospun tussah silk fibroin/poly(lactic acid) composite nanofibers, JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE, 46(9), 2938-2946 (2011) | 何建新 | SCI | 20 |
| 20 | Measuring fiber orientations in nonwoven web images using corner detection by Bezier fitting curves, TEXTILE RESEARCH JOURNAL, 88(18), 2120-2131 (2018) | 王荣武 | SCI | 0 |

1. **主要完成单位：**

东华大学、河南新野纺织股份有限公司、夏津仁和纺织科技有限公司、中原工学院、河南工程学院、苏州九一高科无纺设备有限公司、苏州康富特环境科技有限公司

1. **主要完成人：**

覃小红、王荣武、张弘楠、何建新、权震震、崔世忠、吴德群、张海霞、贾琳、吴勤霞、蔡金南、王浦国、李贞兵、周海敏、曹端山

1. **提名者：**

上海市教育委员会

1. **提名等级：**

技术发明奖一等奖