

项目公示信息

项目名称：聚丙烯腈基静电纺纳米碳纤维的制备和过程机理研究

完成单位：西安工程大学

完成人：刘呈坤、孙润军、陈美玉、来侃、张昭环、贺海军、李博昱、于群、冯燕、王秋实

项目简介：项目紧密跟踪纳米碳纤维这一热点研究领域，探索利用静电纺制备大面积均匀 PAN 纳米纤维网以及定向 PAN 纳米纤维集合体的方法，并借助高速摄影机和仿真模拟等手段对其纺丝过程获得机理性认识。在此基础上，将均匀纳米纤维网和定向排列纳米纤维集合体作为原丝进行预处理、预氧化和碳化加工以制备性能良好的纳米碳纤维。静电纺制备 PAN 纳米纤维网的同时，借助气流辅助牵伸装置提高纳米纤维的结晶度，并在获得均匀纳米纤维网的基础上，对其进行水洗（去除残留溶剂）和干燥致密化处理（去除微孔以提高纳米纤维的致密程度），从而获得纳米纤维原丝，最后通过预氧化和碳化处理制备纳米碳纤维，重点研究由于尺寸显著减小使得纳米纤维区别于常规微米级 PAN 原丝的预氧化和碳化机理，以及针对纳米碳纤维应用对纤网均匀性的要求，研究纺丝参数（包括电场强度、接收距离、溶液流速、针头间距以及针头排布等）对纤维网均匀性的影响规律。另

外，针对静电纺制备定向排列纳米纤维方法简单化以及定向有序高度化的研究趋势，利用平面铝板作为接收装置，通过调整溶液性质及控制纺丝条件，抑制鞭动、曲张及裂分等不稳定性的形成，获得了沿圆周方向高度定向排列的纳米纤维集合体。重点确定泰勒锥-射流区域的稳定可控条件，明确溶液黏度、表面张力、电导率、液滴形态、纺丝参数、沉积时间和环境条件等因素与纳米纤维定向程度之间的内在关系，确定纤维从无规到定向的临界转变条件，建立纤维定向化的理论模型并揭示纤维的定向机理，阐明预处理、预氧化和碳化条件对定向纳米碳纤维结构和性能的影响规律。

主要知识产权目录(15篇代表作及专利、计算机软件著作权等)：

主要论文专著目录（限 15 条）

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页码（xx 年 xx 卷 xx 页）	发表时间	通讯作者	第一作者
1	Preparation of continuous nanofiber core-spun yarn by a novel covering method	Materials and Design	Chengkun Liu, Haijun He, Runjun Sun, Yan Feng, Qiushi Wang	2016 年 112 卷 456-461 页	2016 年	刘呈坤	刘呈坤
2	Effect of carbonization temperature on properties of aligned electrospun polyacrylonitrile carbon nanofibers	Materials and Design	Chengkun Liu, Yan Feng, Haijun He, Jing Zhang, Runjun Sun, Meiyu Chen	2015 年 85 卷 483-486 页	2015 年	刘呈坤	刘呈坤
3	Effect of temperature and holding time on preoxidation for aligned electrospun polyacrylonitrile nanofibers	Journal of Applied Polymer Science	Chengkun Liu, Runjun Sun, Kan Lai, Meiyu Chen, Zhaohuan Zhang	2013 年 130 卷 1158-1163 页	2013 年	刘呈坤	刘呈坤
4	Preparation of carbon nanofibres through electrospinning and thermal treatment	Polymer International	Chengkun Liu, Kan Lai, Wei Liu, Mu Yao, Runjun Sun	2009 年 58 卷 1341-1349 页	2009 年	刘呈坤	刘呈坤
5	Preparation of short submicron-fiber yarn by an annular collector through electrospinning	Materials Letters	Chengkun Liu, Runjun Sun, Kan Lai, Chuiqing Sun, Yaowu Wang.	2008 年 62 卷 4467-4469 页	2008 年	刘呈坤	刘呈坤
6	静电纺制备多孔纳米纤维材料的研究进展	纺织学报	刘呈坤, 贺海军, 孙润军, 李博昱, 于群	2017 年 38 卷 168-173 页	2017 年	刘呈坤	刘呈坤

7	纺丝工艺对静电纺纳米纤维包芯纱包覆性能的影响	高分子材料科学与工程	刘呈坤, 贺海军, 孙润军, 于群, 李博昱	2016年32卷 82-86页	2016年	刘呈坤	刘呈坤
8	聚焦接收电极制备定向排列纳米纤维阵列	四川大学学报	刘呈坤, 冯燕, 孙润军, 陈美玉	2015年47卷 213-218页	2015年	刘呈坤	刘呈坤
9	针头探出距离对静电纺纤维沉积状态的影响	四川大学学报	刘呈坤, 孙润军, 陈美玉, 来侃	2012年44卷 1-5页	2012年	刘呈坤	刘呈坤
10	静电纺丝法制备定向排列微/纳米纤维及其机理研究	高分子材料科学与工程	刘呈坤, 来侃, 孙润军, 陈美玉	2012年28卷 117-120页	2012年	刘呈坤	刘呈坤
11	静电纺定向排列微/纳米纤维束的湿热牵伸	高分子材料科学与工程	刘呈坤, 孙润军, 陈美玉, 张昭环	2011年27卷 94-97页	2011年	刘呈坤	刘呈坤
12	Experimental investigation on the multiple jets from a single droplet by electrospinning	2010 International Conference on Material and Manufacturing Technology	Chengkun Liu, Meiyu Chen, Runjun Sun, Weihua Zhang, Zhaohuan Zhang, Mu Yao	2010年9月 17-19日 365-369页	2010年	刘呈坤	刘呈坤

主要知识产权证明目录（限 10 条）

知识产权类别	知识产权具体名称	国家 (地区)	授权号	授权日期	证书编 号	权利人	发明人	专利有 效状态
发明专利	往复给液式无喷嘴静电纺丝装置及其制纳米纤维膜的方法	中国	ZL 201610989957. 2	2018 年 9 月 11 日	3070089	西安工程大学	刘呈坤, 于群, 贺海军, 孙润军, 陈美玉	有权
发明专利	一种气压给液式静电纺丝装置及其制备纳米纤维网的方法	中国	ZL 201610131017. X	2018 年 4 月 23 日	2900337	西安工程大学	刘呈坤, 于群, 贺海军, 李博昱, 孙润军	有权
发明专利	一种静电纺纳米纤维纱装置及纳米纤维纱的制备方法	中国	ZL 201610130682. 7	2017 年 12 月 22 日	2748658	西安工程大学	刘呈坤, 贺海军, 李博昱, 于群, 孙润军	有权
发明专利	旋转式双针头静电纺丝装置及其制备均匀纳米纤维膜方法	中国	ZL 201510278590. 9	2017 年 3 月 15 日	2419183	西安工程大学	刘呈坤, 贺海军, 孙润军, 陈美玉, 来侃	有权
发明专利	喷气辅助多针头静电纺丝装置及其制备纳米纤维网的方法	中国	ZL 201510278266. 7	2017 年 1 月 25 日	2361595	西安工程大学	刘呈坤, 王秋实, 贺海军, 孙润军, 陈美玉	无权
发明专利	利用静电纺丝工艺规模化制备纳米纤维的装置及制备方法	中国	ZL 201210461888. X	2015 年 1 月 7 日	1559036	西安工程大学	刘呈坤, 张建春, 来侃, 孙润军, 陈美玉, 姚穆	无权
发明专利	静电纺纳米丝束的碳化装置及纳米碳纤维的制备方法	中国	ZL 201110054420. 4	2012 年 8 月 22 日	1025366	西安工程大学	刘呈坤, 孙润军, 来侃, 姚穆, 张昭环, 张瑾	无权

发明专利	连续式纳米纤维网的静电纺装置及纳米纤维网的制备方法	中国	ZL 200910308667.7	2011年4月27日	768356	西安工程大学	孙润军, 刘呈坤, 来侃, 姚穆, 张妮华, 王耀武	无权
发明专利	多针V型槽滚筒式静电纺系统及纳米纤维束的制备方法	中国	ZL 200810018266.3	2010年11月3日	695515	西安工程大学	孙润军, 刘呈坤, 来侃, 王耀武, 孙垂卿, 王卫	无权
发明专利	一种静电纺纳米纤维纱线系统及纳米纤维纱线的制备方法	中国	ZL 200810018267.8	2010年6月23日	645704	西安工程大学	孙润军, 刘呈坤, 来侃, 王耀武, 孙垂卿, 王卫	无权