2023年度新疆自治区科学技术奖提名项目公示

**项目名称：**面向风电用碳纤维复合材料规模制造与应用关键技术及其产业化

**申报单位：**新疆隆炬新材料有限公司、东华大学、江苏澳盛复合材料科技有限公司、艾郎科技股份有限公司、上海工程技术大学、新疆大学

**提名单位意见：**对照自治区科技进步奖授奖条件，提名建议该项目为自治区科技进步奖一等奖。

**一、项目简介**

项目属高性能纤维与复合材料领域。风电是绿色能源，中国在技术和规模方面均处于国际领先地位。更轻更长叶片是提高风电效率和性价比的重要发展方向。应用碳纤维增强复合材料（CRFP）制造叶片主梁是叶片减轻重量，增加叶片长度的有效途径。项目团队多年持之以恒，长期开展CFRP主梁叶片、叶片用拉挤碳板、风电专用碳纤维低成本规模制造关键技术研发，并实现规模产业化。主要创新如下：

（1） 攻克CFRP大型风电叶片结构设计与验证、CFRP大型风电叶片高效规模制造等关键技术，在国内外建立6大生产基地，产品占全球市场20%，中国市场50%，正在策划新疆建立大型生产基地；

（2） 攻克风电叶片用拉挤碳板复合材料表界面调控、碳纤维与树脂匹配、快速浸润、CFRP碳板低成本高效规模制造等关键技术，建立100多条生产线，产品占全球市场30%，单家企业碳纤维用量全球最多；

（3） 研发建立高起始温度高效快速预氧化新技术、碳化裂解反应及其多级结构和微缺陷调控技术体系、碳纤维与风电复合材料基体匹配及其表界面调控技术，建立年产6000吨风电专用生产线。

项目发表论文19篇，授权发明专利10件，实用新型28件，三年累计新增产值60亿元。

项目技术对细分市场碳纤维研发、规模生产、规模应用，对支撑碳纤维规模化发展，为中国成为全球碳纤维最大应用和生产国具有借鉴意义；对支撑风电大型化等技术进步具有重要意义。

1. **推广应用情况**

项目CFRP主梁风电叶片结构设计、规模制造等关键技术在艾郎科技股份有限公司应用，在全球建立6大生产基地，产品占全球20%，中国市场50%。碳纤维与树脂匹配性、浸润性、拉挤碳板规模制造等技术在江苏澳盛复合材料科技有限公司应用，建立了100多条生产线，产品占全球市场30%，澳盛为单家企业用碳纤维全球最多。风电专用碳纤维低成本规模制造、碳纤维与风电基体树脂浸润性等技术在新疆隆炬新材料有限公司应用，建立年产6000吨生产线，产品在风电碳板全球龙头规模应用。

**三、主要知识产权目录**

**主要授权专利**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 国别 | 专利类型 | 专利名称 | 发明人 | 专利号 | 授权日期 |
| 1 | 中国 | 发明专利 | 一种碳纤维增强材料用环氧树脂体系 | 赵清新;郎鸣华;严兵;何定军;郭海军;刘腾达;刘孟强;张可可;施刘生 | ZL201711353153.4 | 2020-08-21 |
| 2 | 中国 | 发明专利 | 一种有机无机杂化的高性能树脂增韧剂及其制备方法 | 肖杰,孙泽玉,余木火,戚亮亮,闵伟,秦银乐 | ZL202210032366.1 | 2022-04-29 |
| 3 | 日本 | 发明专利 | 碳素纤维及其原丝、预氧化纤维的制造方法 | 余木火，荣怀苹，韩克清，王兆华，张毅伟，田银彩，董勤礼，赵曦，张辉 | JP 2012-502426 | 2013 |
| 4 | 日本 | 发明专利 | 预氧化纤维的制造方法 | 余木火，荣怀苹，韩克清，王兆华，张毅伟，田银彩，董勤礼，赵曦，张辉 | JP 2013-157840 | 2015 |
| 5 | 中国 | 发明专利 | 一种水性碳纤维上浆剂及其制备方法和应用 | 严兵;赵清新;施刘生;郎鸣华;何定军;张林强;刘腾达;刘圣强;张可可;钱馨馨 | ZL201810821516.0 | 2021-08-24 |
| 6 | 中国 | 发明专利 | 具有离型功能的环氧树脂、固化物及其碳纤维复合材料 | 严兵;郎鸣华;赵清新;何定军;刘成;唐许;张林强;张可可;施刘生 | ZL201910124315.X | 2021-05-18 |
| 7 | 中国 | 发明专利 | 一种碳纤维表面上浆剂及其应用 | 严兵;赵清新;施刘生;郎鸣华;何定军;张林强;刘腾达;刘圣强;张可可;钱馨馨 | ZL201810852568.4 | 2020-03-31 |
| 8 | 中国 | 发明专利 | 一种碳纤维展宽设备和工艺 | 严兵;刘成;施刘生;张可可;许文前 | ZL201610616675.2 | 2018-05-01 |
| 9 | 中国 | 实用新型 | 一种用于制造风电叶片主梁的拉挤板材的生产设备 | 刘成;施刘生;张可可;唐许;郎鸣华;严兵;许文前 | ZL201920464363.9 | 2020-02-14 |
| 10 | 中国 | 实用新型 | 一种拉挤板材的生产设备 | 刘成;赵清新;郎鸣华;唐继青;鲍王飞;詹景超 | ZL202121590086.X | 2021-12-24 |
| 11 | 中国 | 发明专利 | 风电叶片后缘粘接角区域降温方法 | 孙元荣;李成威;崔锋锋 | ZL 201710994099.5 | 2018-04-13 |
| 12 | 中国 | 发明专利 | 模具以及风电叶片腹板组件的制备方法 | 孙元荣;周宇;王含 | ZL 201710750681.7 | 2018-01-26 |
| 13 | 中国 | 实用新型 | 丝束卷绕装置及碳纤维缠绕装置 | 周游;马祥林;夏广和;朱良保;张永明;张保平;李英民;张开山;孙宝红;温廷佩;邱安军;秦刚 | ZL 202220443178.3 | 2022.06.14 |
| 14 | 中国 | 实用新型 | 一种碳纤维生产上浆液浓度的在线检测装置及生产碳纤维装置 | 张超;马祥林;朱良保;张永明;黄辽东;邱安军;夏广和;周游 | ZL 202220857220.6 | 2022.08.09 |
| 15 | 中国 | 实用新型 | 碳化炉冷却装置及碳纤维生产设备 | 邱安军;马祥林;黄辽东;朱良保;张永明;张超;雷楚彬 | ZL 202221015423.7 | 2022.07.26 |
| 16 | 中国 | 实用新型 | 具有异常检测功能的碳纤维输送装置及碳纤维生产设备 | 黄辽东;夏广和;孙宝红;马祥林;朱良保;张永明;温廷佩;程汉 | ZL 202221061596.2 | 2022.08.09 |
| 17 | 中国 | 实用新型 | 碳纤维复丝浸胶装置及碳纤维检测设备 | 张超;马祥林;程汉;袁静;朱良保;张永明;杨家忠;黄辽东 | ZL 202221061646.7 | 2022.08.12 |
| 18 | 中国 | 实用新型 | 一种碳纤维丝束用的水洗装置 | 周游;李英民;马祥林;夏广和;孙宝红;张永明;朱良保 | ZL 202221237770.4 | 2022.08.16  |
| 19 | 中国 | 实用新型 | 碳纤维氧化炉废气收集装置及碳纤维生产设备 | 周游;邱安军;任婷;刘勇;高飞;陈成冬;陈成荣;胡文龙;衡谦;刘婷;邓静;铁宇荣;朱良保;张永明 | ZL 202221533393.9 | 2022.09.16 |
| 20 | 中国 | 实用新型 | 具有组合填料的焚烧炉及碳纤维废气处理设备 | 周游;邱安军;任婷;高飞;衡谦;陈永峰;刘韬;陈百盈;刘路;铁宇荣;王萧;包林海 | ZL 202222171684.4 | 2022.12.27 |
| 21 | 中国 | 实用新型 | 一种碳纤维丝用连续上浆装置 | 周游,黄武重 | ZL 202121697757.2 | 2022.01.25 |

**主要论文19篇**

1. 余木火,赵世平,滕翠青,韩克清,顾丽霞.碳纤维表面胺基化处理提高复合材料的界面粘合性[J].纤维复合材料,1999(04):20-22+42-63.
2. 贾文品,周金利,余木火,韩克清,朱姝.聚醚砜增韧环氧树脂的力学性能及固化体系相分离[J].玻璃钢/复合材料,2017(03):5-10.
3. 蒋民强,程超,张辉,余木火,周金利.聚醚砜/环氧树脂共混体系流变特性与固化性能的研究[J].玻璃钢/复合材料,2018(03):33-37.
4. 陶雷,闵伟,戚亮亮,孙泽玉,余木火.增韧改性环氧树脂固化动力学研究及TTT图绘制[J].复合材料科学与工程,2020(10):21-29.
5. 柴进,孔海娟,张新异,余木火.水溶性环氧上浆剂对碳纤维复合材料性能影响[J].复合材料科学与工程,2020(11):32-36.
6. 任婷,马祥林,张永明.碳纤维生产废水处理装置的优化[J].化工安全与环境,2023,36(06):49-51.
7. 周游. 蓄热式焚烧炉在碳纤维生产中的应用[J].化工管理,2022(05):119-121.
8. 周游. 千吨级碳纤维连续稳定生产的影响因素及解决措施[J].化纤与纺织技术,2021,50(08):45-46.
9. 周游.千吨级碳纤维氧化炉升温提速方法及建议[J].化纤与纺织技术,2021,50(12):31-33.
10. 韩克清,严斌,田银彩,荣怀萍,余木火.碳纤维及其复合材料高效低成本制备技术进展[J].中国材料进展,2012,31(10):30-36+20.
11. 余木火,赵世平,滕翠青,韩克清,余奇平,顾丽霞.粘胶基碳纤维连续式电化学氧化表面处理(Ⅱ)碳纤维增强复合材料的界面[J].玻璃钢/复合材料,2000(02):9-13.
12. 余木火,赵世平,滕翠青,韩克清,余奇平,顾丽霞.粘胶基碳纤维连续式电化学氧化表面处理(1)—碳纤维表面的物理化学性能[J].玻璃钢/复合材料,2000(01):23-27.
13. 赵世平,袁象恺,余木火.碳纤维的电化学氧化表面处理[J].纤维复合材料,1998(04):7-9.
14. 柴进,孔海娟,张新异,余木火.含碳纳米管上浆剂上浆改性碳纤维及其界面研究[J].复合材料科学与工程,2020(08):64-69.
15. 田银彩,韩克清,余木火.不同纺丝法制备的聚丙烯腈纤维的结构与性能[J].东华大学学报(自然科学版),2017,43(03):322-327+334.
16. 张文辉,韩克清,张静洁,刘淑萍,陈磊,余木火.纺丝前热处理对聚丙烯腈结构和热性能的影响[J].合成纤维,2014,43(02):34-37.
17. 余奇平,滕翠青,余木火.国内外碳纤维上浆剂研究现状[J].纤维复合材料,1997(02):50-54.
18. Qiao M, Kong H, Ding X, Muhuo Yu. Effect of graphene oxide coatings on the structure of polyacrylonitrile fibers during pre-oxidation process[J]. RSC advances, 2019, 9(48): 28146-28152.
19. Muhuo Yu, Ruize Gao, Liangliang Qi, Yuanrong Sun, Lele Cheng, ZhonghaoMei, Mingtao Sun，Zeyu Sun Large-tow carbon fibers coated an aqueous epoxy sizing agent to enhance interfacial interactions，Journal of Macromolecular Science, Part A，2023.
20. **主要完成人情况**

|  |
| --- |
| 主要完成人情况 |
| 姓名 | 排名 | 行政职务 | 技术职称 | 工作单位（完成单位） | 对本项目的主要学术贡献 |
| 余木火 | 1 | 国重实验室副主任 | 教授 | 东华大学 | 项目第一完成人，作为东华大学高性能纤维及其复合材料领域领军人才，担任项目技术研发和成果转化总负责人，为项目创新设计及制备、生产工艺方面做出贡献。对风电叶片制备树脂增韧、快速浸润提高纤维与树脂的浸润性作出贡献；对风电用碳纤维的快速预氧化、低高温碳化以及上浆剂开发作出贡献。 |
| 张永明 | 2 | 总经理 | / | 新疆隆炬新材料有限公司 | 项目的主要完成人；为风电专用碳纤维生产线设计、建设、运行等主要技术骨干，开展风电专用碳纤维氧化碳化及表面处理研发，风电用碳纤维生产线建设和系统集成作出贡献，为碳纤维生产线技术负责人。 |
| 郎鸣华 | 3 | 科技办主任 | 高级工程师 | 江苏澳盛复合材料科技有限公司 | 本项目的主要完成人，为风电用碳板规模主要技术骨干，开展风电碳板低成本规模制造技术研发，建立快速拉挤风电碳板制备关键技术。 |
| 孔海娟 | 4 | / | 副教授 | 上海工程技术大学 | 项目的主要完成人，主要开发风电用碳纤维上浆剂，开展风电专用碳纤维氧化碳化及表面处理相关研究。。 |
| 孙元荣 | 5 | 技术总监 | 总工程师 | 艾郎科技股份有限公司 | 项目的主要完成人，为风电叶片设计、验证、制造技术研发及生产的负责人，建立叶片主梁碳纤维复合材料、叶片大型复合材料结构高效制造技术，并进行产业化。。 |
| 郭继玺 | 6 | / | 教授 | 新疆大学 | 项目的主要完成人，主要负责碳纤维表面改性，与东华大学、新疆隆炬等单位合作，开展风电专用碳纤维表面处理等研发。 |
| 周 游 | 7 | 副总经理 | / | 新疆隆炬新材料有限公司 | 项目主要完成人，主要负责风电用碳纤维的预氧化、低高温碳化等关键技术和工艺技术开发和关键装备开发，主要负责风电用碳纤维生产线建立和产品性能调控。 |
| 孙泽玉 | 8 | / | 讲师 | 东华大学 | 本项目主要完成人，主要负责风电用大丝束碳纤维碳化、风电碳板复合材料用树脂增韧、拉挤成型等技术开发。 |
| 马祥林 | 9 | 研发总监 | / | 新疆隆炬新材料有限公司 | 项目主要完成人，主要负责风电用碳纤维预氧化、低高温碳化过程中的纤维结构和性能调控，并指导风电碳纤维生产线建设。 |
| 韩克清 | 10 | 复合材料系副主任 | 教授 | 东华大学 | 主要负责碳纤维的快速低成本预氧化工艺及关键技术开发 |
| 张可可 | 11 | 副总经理 | 工程师 | 江苏澳盛复合材料科技有限公司 | 主要负责风电用碳纤维复合板的拉挤成型关键技术和工艺、关键设备的开发 |
| 夏广和 | 12 | 技术骨干 | / | 新疆隆炬新材料有限公司 | 主要负责风电用碳纤维制备过程中预氧化、低高温碳化关键技术和关键设备的开发，碳纤维生产系统开发。 |

**五、主要完成单位及创新推广贡献**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 排名 | 完成单位 | 主要贡献 |
| 1 | 新疆隆炬新材料有限公司 | 新疆隆炬新材料有限公司作为第一完成单位，主要贡献为：建立了风电专用碳纤维低成本规模制造关键技术，并通过系统工程集成，建立年产6000吨风电用碳纤维生产线，纤维产品应用于风电叶片，满足风电应用要求。  |
| 2 | 东华大学 | 东华大学作为第二完成单位，对本项目主要学术（技术）贡献如下：开展风电叶片CFRP、风电用碳板低成本规模制造、碳纤维氧化碳化、电化学表面处理、上浆剂等关键技术研发，相关成果应用在新疆隆炬新材料、澳盛复材碳板拉挤及艾郎叶片制备。。 |
| 3 | 江苏澳盛复合材料科技有限公司 | 江苏澳盛复合材料科技有限公司为主要完成单位，主要贡献为：开展风电用碳板低成本规模制造、碳纤维与风电专用基体树脂匹配性等关键技术研发，建立拉挤碳板规模制造生产线，碳板在艾郎、Vestas等风电叶片中进行应用。 |
| 4 | 艾郎科技股份有限公司 | 艾郎科技股份有限公司主要完成单位，主要贡献为：建立CFRP主梁叶片制造过程中叶片的结构设计、规模制造关键技术研发，并进行技术推广，再国内建立6大风电叶片规模制造基地。 |
| 5 | 上海工程技术大学 | 上海工程技术大学作为主要完成单位，主要贡献为：负责对本项目风电用碳纤维用上浆剂开发、碳纤维制备过程中氧化、碳化的关键技术开发，并应用于风电用碳纤维，提高碳纤维拉挤过程中纤维与树脂浸润性。 |
| 6 | 新疆大学 | 新疆大学作为主要完成单位，主要贡献为：建立碳纤维表面改性、碳纤维九宫格性能表征方法，应用于新疆隆炬新材料碳纤维开发与应用。 |

1. **完成人合作关系说明：**

本项目《面向风电用碳纤维复合材料规模制造与应用关键技术及其产业化》为各完成单位发挥各自优势，多年长期合作研究、攻关、开发的成果，从生产实践中提炼关键问题，发挥各单位优势，攻克难题，再把成果用于生产实践。根据新疆科技进步奖励办法对申报奖项时主要完成人人数限定，及项目个人创新贡献，确定了12名对本成果创新贡献最大且无异议的主要完成人，现以12名主要完成人合作关系说明如下：

第1完成人余木火，作为东华大学高性能纤维及其复合材料领域领军人才，担任项目技术研发和成果转化总负责人，为项目创新设计及制备、生产工艺方面做出贡献。第8、10完成人孙泽玉、韩克清为东华大学主要的研究人员，为风电叶片碳纤维复合材料、表面处理、结构设计与验证等做出贡献，与第1完成人共同申请专利和论文。

第7、9、12完成人张永明、周游、马祥林、夏广和为新疆隆炬新材料有限公司，技术总监及骨干，为风电专用碳纤维生产线设计、建设、运行等主要技术骨干，公司与东华大学、上海工程技术大学、新疆大学等长期合作，开展风电专用碳纤维氧化碳化及表面处理研发，共同完成取得“风电专用碳纤维规模制造关键技术与产业化”成果鉴定证书。

第3、11完成人郎鸣华，张可可为江苏澳盛复合材料科技有限公司，科技办主任及副总经理，为风电用碳板规模制造主要技术骨干，公司与东华大学、上海工程技术大学等长期合作，开展风电碳板低成本规模制造技术研发，共同完成取得“大型风电叶片用碳纤维复合材料拉挤板材规模化制造关键技术”成果鉴定证书。

第5完成人孙元荣为艾郎科技股份有限公司总工程师，为风电叶片设计、验证、制造技术研发及生产的负责人，公司与东华大学长期合作，开展叶片主梁碳纤维复合材料、叶片大型复合材料结构高效制造技术研发；共同完成取得“CFRP主梁风电叶片规模化制备关键技术与产业化”成果鉴定证书。

第4完成孔海娟是上海工程技术大学副教授，主要负责碳纤维上浆剂，与东华大学、新疆隆炬等单位长期合作，开展风电专用碳纤维氧化碳化及表面处理研发，共同完成取得“风电专用碳纤维规模制造关键技术与产业化”成果鉴定证书。

第6完成人郭继玺是新疆大学教授，主要负责碳纤维表面改性，与东华大学、新疆隆炬等单位合作，开展风电专用碳纤维表面处理等研发，共同完成取得“风电专用碳纤维规模制造关键技术与产业化”成果鉴定证书。

**七、知情同意证明**

提名成果主要完成单位、人员对本成果其他主要完成人员名单及排名知情并无异议，各自论文、论著、专利等涉及知识产权的内容同意被提名成果使用，并不在其他成果中重复使用；提名成果中作为主要技术支撑材料的论文、论著、发明专利等不涉及知识产权权属争议。