**2024年度****江苏省科学技术奖提名项目公示**

**项目名称：**海洋油气输送用耐高压耐腐蚀动态柔性立管关键技术及产业化

**所有完成人：**夏平原、季涛、陈东阳、赵绍东、陆小敏、范杨、韩东、陈江华

**所有完成单位：**江苏赛弗道管道股份有限公司、南通大学、西北工业大学、江苏正道海洋科技股份有限公司、合肥神马科技集团有限公司、江苏高升特种管业有限公司、江苏正道可燃冰管道有限公司

**项目简介：**

近年来，我国油气对外依存度逐年上升，能源安全形势十分严峻，加大海洋油气勘探开发力度是保障国家能源安全的必然要求。海洋动态柔性立管是海洋油气开采的关键装备，既要承受复杂海况中洋流、海浪的反复冲击，又要承受输送介质、海水等多重腐蚀，必须同时具备耐腐蚀、耐高压、高模量、低刚度、高强度、既柔且刚的多重特性。我国长期无法突破动态柔性立管设计制备关键技术，深度400m以上的动态柔性立管100%依赖进口，始终面临“卡脖子”困境，严重制约我国海洋油气的开发效率和效益。为打破国外技术垄断，项目组经过8年多的技术攻关，建立了包括“理论设计-关键材料-关键工艺及装备-关键施工装备及附件”的海洋油气输送用耐高压耐腐蚀动态柔性立管全流程技术体系，填补了国内空白，实现了产业链安全、供应链可控。具体技术突破如下：

（1）系统研究了海洋动态柔性立管构效关系、涡激振动特性、疲劳寿命预测技术等关键问题，构建了包含“截面特性分析-涡振特性分析-寿命预测-涡振抑制分析”的一整套系统性海洋动态柔性立管设计方法，一举攻克了我国海洋动态柔性立管复杂结构设计能力弱的问题。

（2）成功研制了能适应复杂海况的耐腐蚀、耐高压、高模量、低刚度、高强度，既柔且刚的多层复杂结构海洋动态柔性立管，填补了该领域的国内空白。产品爆破强度66.75MPa，压溃压力5.1MPa（适用于500m深海），拉伸刚度8465.5kN，正反向扭转刚度分别为5890.7N·m2/°和12108.9N·m2/°，产品性能全面超过国内同类产品，部分指标超过国外同类产品。

（3）研制了模块化多层共挤系统、高精度伺服电机反馈控制恒张力缠绕系统、扁钢带模压成型螺旋缠绕互锁异形骨架成型设备等，构建了海洋动态柔性立管一体化制备装备，大幅提升了生产效率，填补了该领域的国内空白。

（4）创新研制了高承载无托轮转盘施工装置、缆管牵引装置、高效接头装置等高效施工装置和高安全动态管连接件等关键附件，大大提升了立管的施工效率，完善了海洋动态柔性立管技术体系。

经孙以泽院士为组长的鉴定委员会鉴定，项目整体技术达到国际先进水平。

项目在江苏省创新支撑计划国际科技合作/港澳台科技合作项目“海上风电耦合制氢用氢气输送非粘结柔性管的合作研发”、中国纺织工业联合会科技指导性项目“海洋油气输送用耐腐蚀铠装柔性动态立管关键技术”等支持下，获授权发明专利20件、授权实用新型专利41件，发表论文10余篇，出版专著2本，主持制订国家标准1件，参与制订国家标准1件、行业标准4件。

项目产品已应用于中海油、中石油、中石化等公司的石油开采领域，并出口英国、俄罗斯、阿联酋、委瑞内拉等20余个国家，近两年直接经济效益超15亿元，成果在委瑞内拉国家电视台、南通电视台等媒体上得到报道，为我国海洋油气开采提供了有力的技术支撑，对保障国家能源安全及建设海洋强国具有十分重要的意义。

**代表性论文论著目录（主要知识产权和标准规范目录）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 知识产权  （标准）  类别 | 知识产权 （标准） 具体名称 | 国家 （地区） | 授权号 （标准 编号） | 授权（标  准发布）  日期 | 证书编号  （标准批  准发布部  门） | 权利人 （标准  起草单 位） | 发明人 （标准 起草人） | 知识产 权（标 准）有 效状态 |
| 1 | 发明专利 | 一种柔性复合管的翻边接头装置 | 中国 | ZL202111121509.8 | 2024-01-12 | 第6619505号 | 江苏赛弗道管道股份有限公司 | 张荣才;林豪;赵绍东 | 有效专利 |
| 2 | 发明专利 | 一种石油钻采用柔性复合高压输送管 | 中国 | ZL202411766696.9 | 2025-3-21 | 第7813416号 | 江苏赛弗道管道股份有限公司 | 韩东；赵绍东 | 有效专利 |
| 3 | 发明专利 | 一种薄带连续成型挤出模具 | 中国 | ZL202410295498.2 | 2024-10-18 | 第7447957号 | 江苏正道海洋科技股份有限公司 | 张德文;夏平原;赵绍东 | 有效专利 |
| 4 | 发明专利 | 一种柔性复合管接头连接用扣压成型设备及其使用方法 | 中国 | ZL202411080722.2 | 2024-11-22 | 第7546719号 | 江苏正道海洋科技股份有限公司 | 夏平原;赵绍东 | 有效专利 |
| 5 | 发明专利 | 一种柔性软管端部连接件及其连接方法 | 中国 | ZL202411688135.1 | 2025-2-28 | 第7762744号 | 江苏正道海洋科技股份有限公司 | 张德文;夏平原;赵绍东 | 有效专利 |
| 6 | 发明专利 | 一种复合连续管输送管线的强制电流阴极保护系统 | 中国 | ZL202210895345.2 | 2024-01-23 | 第6642427号 | 江苏正道海洋科技股份有限公司 | 赵晓;张婧瑶;王金山;李蓉;顾恺;孙维志;赵绍东；朱原原 | 有效专利 |
| 7 | 其他 | 专著-多体系统流固耦合动力学 | 中国 | ISBN978-7-122-47145-1 | 2025-03-01 | CIP数据核字第2025SC1612 | 西北工业大学 | 陈东阳；叶鹏程；黄桥高；施瑶等 | 其他有效的知识产权 |
| 8 | 发明专利 | 一种承压层钢条锁扣铠装机 | 中国 | ZL201810011851.4 | 2023-10-31 | 第6448827号 | 合肥神马科技集团有限公司 | 周章银;李跃;陈江华;范杨 | 有效专利 |
| 9 | 发明专利 | 一种用于管道与增强带材复合的缠绕机 | 中国 | ZL201610891934.8 | 2018-09-25 | 第3086450号 | 合肥神马科技集团有限公司 | 周章银；范杨；何金龙；於凤友 | 有效专利 |
| 10 | 发明专利 | 管状织物内外表面等离子体处理装置及其使用方法 | 中国 | ZL201810148434.4 | 2019-12-31 | 第3650869号 | 南通大学 | 孙启龙;蔡莹莹;季涛;高强;姚理荣;徐思峻;叶伟;王飞艳 | 有效专利 |