

纤维复材预成型体内环轨道 三维编织系列成套装备技术

项目完成单位：江苏高倍智能装备有限公司、东华大学、西安超码科技有限公司、江苏高路复合材料有限公司

高性能纤维复合材料具有轻质高强、耐高低温、耐腐蚀、抗冲击等性能，在国防军工和重要民生领域都有广泛应用，复杂曲面、大曲率、大尺寸异形结构件是国家的重大战略需求。三维编织的纤维复合材料整体性好、力学性能好，由于涉及生产国家战略特需品，国际上对装备严密封锁。立项时缺乏编织复杂曲面、大曲率、大尺寸异形结构件的装备技术，缺乏机械与纤维束系统的优化方法，缺乏三维编织的数控系统和提高编织质量的控制方法。江苏高倍、东华大学、西安超码、江苏高路联合开展纤维复材预成型体三维编织装备技术研究，取得了如下成果：



针对复杂曲面、大曲率、大尺寸异形结构件编织的行业难题，创新球面编织及锭子自适应机构、突破满锭子变轨技术，研制出内环轨道系列三维编织装备，实现了高精度、高性能和高效率编织；针对三维编织机传动系统误差影响动力学性能、锭轨间隙影响高速运动、纤维束摩擦影响编织品质、锭子张力和储纱量影响变轨等设计难题，提出机械与纤维束系统优化方法，获得主传动、

锭轨、纤维束、变轨等系统的动力学特性，为有效控制纤维束受力状态提供了理论依据；针对编织与牵引匹配、编织过程力与速度稳定、机器人牵引速度调控和大曲率结构件编织等技术难题，开发三维编织机数控系统，提出负载均衡、交叉耦合解耦的控制策略和机器人牵引速度连续平滑调控、大曲率异形结构件偏心编织方法，提高了编织过程的稳定性、精确性和一致性。装备的主要指标领先国际水平，576 锭是目前编织机的最多锭数，球面编织、满锭子编织、偏心编织为独创技术。



中国纺织工业联合会科学技术奖科技进步奖一等奖项目简介

研发的4个系列的三维编织机均已产业化。冬奥火炬外壳实现了量产，得到了国家表彰和奥组委感谢；中车青岛四方公司用满锭子编织机生产轨道列车转向架，减重50%以上；为上飞公司生产飞机隔框，获得感谢。

项目具有自主知识产权，受理发明专利47件，已授权10件，登记软件著作权5项。项目成果取得了显著的经济和社会效益，突破了复杂曲面、大曲率、大尺寸异形结构件编织技术，满足了国家重大战略需求，实现了高端编织装备自主可控；促进了装备和复材产业发展，推动了纺织行业科技进步。



江苏高倍智能装备有限公司主要从事高性能纤维复合材料装备研发、生产和销售，包括三维编织机、缠绕机、拉挤机线等，是国家高新技术企业、江苏省民营科技企业和江苏省专精特新企业，获得国家发改委重大技术装备攻关工程、江苏省重点研发计划、江苏省双创人才、黄海明珠领军人才等项目支持。

在编织装备领域取得原创性突破，打破国外封锁，实现自主创新。公司的装备产品覆盖国防军工、航空航天、轨道交通、医疗卫生、体育休闲、城市管网等领域，编织火箭筒体，导弹箱体，军机拉杆和进气道，大飞机机身隔框和地板梁，无人机主梁和起落架，光伏热场坩埚和坩埚杆，轨道列车转向架等预成型体。承担2022年北京冬奥会“飞扬”火炬碳纤维复合材料外壳的研发与量产任务，获得奥组委表扬和感谢。公司与东华大学、西安超码科技有限公司、中国石化上海石油化工集团等战略合作，公司目标是建设先进的复合材料智能装备产业基地。