

航天/深海极端环境用碳纤维 复合材料壳体关键技术与产业化

主要完成单位：武汉纺织大学、湖北航天技术研究院总体设计所、北京玻璃钢复合材料有限公司、
湖北三江航天江北机械工程有限公司、咸宁海威复合材料制品有限公司、
百思通新材料科技（武汉）有限公司、武汉理工大学、山东大学、湖北隆中实验室

主要完成人：孙九霄、初敬生、谭海英、周 睿、余 彧、丁国平、赵 飞、肖文刚、王静南、方伟格、朱雨璇、
刘 伟、杨 爽、刘魏魏、朱 波

航天 / 深海装备是捍卫国家太空发展权、深海控制权，是我国国家安全的战略基石，其极端服役环境不仅要求材料满足高承载、高耐腐、轻质等要求，还需满足耐超高温、高透声等功能。壳体结构是固体火箭和潜航器等装备的核心承力构件，传统航天 / 深海装备壳体大量采用金属材料，存在重量大、比强度和比模量低、耐腐蚀性差等问题，难以满足新一代航天 / 深海装备服役的战略需求。欧美等先进国家在航天 / 深海装备的碳纤维复合材料及技术对我国实施严苛的禁运封锁。因此，突破极端环境用碳纤维复合材料壳体制备技术，实现关键材料自主可控意义重大。

航天 / 深海极端环境用碳纤维复合材料壳体存在缠绕 - 固化精准调控困难、现有树脂体系耐高温及界面相容性差、大尺寸壳体缠绕成型控制复杂等技术瓶颈。本项目攻克了航天 / 深海极端环境用碳纤维复合材料壳体关键技术和装备，突破了技术瓶颈，形成如下创新：

在结构设计上，开发了精准调控预测方法、无筋多场耦合结构和梯度密封连接技术，实现了碳纤维复合材料壳体在极端环境下高承载、高透声及高耐蚀功能的一体化；在树脂体系上，研制了耐高温长时效环氧与高界面相容乙烯基酯两类高性能树脂，解决了湿法缠绕均相稳定性差与界面相容性差难题，大幅提升了碳纤维复合材料壳体的耐高温高压性能；在工艺装备上，研制了大尺度碳纤维复合材料壳体多丝束同步多级展纱多自由度缠绕 / 铺放协同一体化技术及装备，实现了碳纤维复合材料壳体的高可靠批量化生产。项目产品已应用于航天 / 深海关键装备领域，经济和社会效益显著。经专家委员会鉴定：大尺寸碳纤维复合材料壳体制备技术达到国际先进水平。

项目获授权发明专利 11 件，建立了多条碳纤维复合材料壳体产业化生产线，具备年产 3000 件碳纤维复合材料壳体的生产能力。项目开发的航天 / 深海极端环境用碳纤维复合材料壳体关键技术与装备，突破了国外在航天 / 深海极端环境用碳纤维复合材料领域的技术封锁，实现了碳纤维复合材料壳体的原料 - 技术 - 装备全链条自主可控，助力国家高端装备制造业的高质量发展，为维护我国太空发展自主权及深海战略主动权提供了核心技术保障，奠定了长期战略安全基础。

