

项目名称： 深渊装备耐压舱及核心组件关键技术与应用

主要完成人员： 崔维成，王芳，张建，唐文献，朱永梅，潘彬彬，胡勇，连雪海，齐继阳，姜哲

主要完成单位： 上海海洋大学，江苏科技大学，中电科（宁波）海洋电子研究院有限公司，上海彩虹鱼科考船科技服务有限公司，宝钛装备制造（宝鸡）有限公司，

项目简介：

项目属于海洋工程装备设计制造技术领域。

高端海洋装备研发是中国科技创新发展规划的国家战略。6000 至 11000 米级深渊装备是其前沿和制高点。我国深渊装备研发起步晚、技术跨越大，迫切需要理论体系拓展和技术创新，以保证国际领先地位。耐压舱是深渊装备的关键部件和承压单元，其核心技术为结构设计与安全评估。

现役耐压舱存在非对称元素敏感性高、空间利用率低等固有不足，并缺乏长期使用安全评估系统。项目组经多年持续攻关，突破了深渊装备耐压舱及核心组件服役安全评估技术瓶颈，创新了卵形仿生耐压结构，攻克了多项制造和检测关键技术，实现了工程化示范应用。整体技术达到国际先进水平，深渊耐压舱疲劳寿命预报统一方法和蛋形耐压舱仿生设计方法达到国际领先水平。主要创新如下：

（1）提出了覆盖全海深的耐压舱总体设计需求模型，建成了深渊装备耐压舱试验验证体系与设施，制定了 11000 米级的极限水深陆上和海上试验方法，为深渊耐压舱及核心组件研发和试验考核验证提供了重要支撑。

（2）在国际上首次提出了基于广义概率论和循环蠕变裂纹扩展率时域模型的深渊耐压舱疲劳寿命预报统一方法，弥补了基于累积损伤的传统低周疲劳寿命预报方法的不足；创新了超高强度钢耐压舱极限承载能力评估模型，建立了舱体实物模型抗压分析方法，研发了覆盖全海深的耐压舱设计与分析系统，填补了国内外现有船级社规范空白，为全海深载人舱设计和安全营运奠定了基础。

（3）在突破传统耐压舱技术瓶颈基础上，为克服其固有不足，创新了蛋壳、桂圆壳等卵形仿生耐压结构。建立了等厚、变厚蛋壳设计函数及超高压环境下多蛋壳连接变形协调理论，形成了蛋形耐压舱仿生设计方法，蛋形舱载荷衰减率提高 50%、空间利用率提高 30%；发现了桂圆壳仿生结构模型，桂圆舱整体抗压能力提高 10%，为开拓未来新型潜水器耐压舱创新设计与应用奠定了理论基础。

（4）攻克了深渊耐压舱及核心组件设计、制造和检测技术，发明了主被动平衡耐压装备、双半球壳密封锁紧机构、异形壳无模成形方法、大尺寸回转壳定位测量装置、复杂压力环境测试系统，实现了 11000 米级高压环境下的实时观测和极端海况下的试验考核验证，保障了深渊耐压舱及核心组件质量和服役安全性。

项目授权发明专利 41 件，其中国际发明专利 6 件；获批软件著作权 3 件；发表业界公认的高质量论文 53 篇，其中 ESI 高被引 1 篇；出版英文专著 2 部、中文专著 1 部、编著 1 部；参与制定国家标准 1 项。研究成果受中央电视台、上海东方卫视等媒体广泛报道，近三年累计新增利税 9833.6 万元，新增产值 2.4 亿元，社会经济效益显著。

项目研发的深渊装备耐压舱及核心组件关键技术，成功应用于 2 台全海深无人潜水器、5 台全海深着落器，并在全海深载人潜水器研制中发挥重要作用。无人潜水器和着落器由“张謇号”、“沈括号”母船搭载，先后 30 多次在玛索海沟、新不列颠海沟、马里亚纳海沟获得了万米深渊的宏生物、微生物、海水、沉积物样品及宝贵影像资料，产生巨大社会反响，直接推动了我国深渊科学技术发展，在深渊资源开发利用中发挥了重要的引领示范作用。