

项目名称：深海潜水器应急安全技术研发与应用

主要完成单位：上海海洋大学、江苏科技大学、江苏上誉智能科技有限公司、西安长太精密合金有限公司

主要完成人：罗瑞龙、吴瑜、殷宝吉、王芳、张建、宋婷婷、姜哲

简介：

6000 至 11000 米深海潜水器可用于海洋科学研究、海洋资源开发、海洋生态保护及海洋权益维护等。应急安全技术的研发是潜水器设计和应用过程中的关键一环，关系到潜水器能否顺利返回水面，从而确保潜水器相关的生命和财产安全。

现役大深度潜水器在应急安全技术上，存在缺乏系统性的评估模型和监测方法、可调压载系统材料选型和结构设计过于保守、应急救援策略与技术局限性大、应急抛载装置功能单一等问题。因此，需要进行基于系统最优化需求、考虑多因素影响的基础理论方法和核心技术研究，拓展现有的长期安全评估技术和监测模型，提升关键部件的优化设计技术，发展安全可靠的应急策略和抛载技术。

项目组经多年持续攻关，突破了深海潜水器长期服役安全评估和监测技术瓶颈，首创了国产超高强材料在可调压载系统中的优化应用，攻克了多项应急安全技术，实现了工程化示范应用。整体技术达到国内领先水平。创新如下：

(1) 首次在可调压载舱体上应用国产超高强度材料，提出了针对 18Ni 系超高强度马氏体镍钢的综合选材标准，建立了超高强度马氏体镍钢极限屈服计算方法，提出了马氏体镍钢推广应用的优化设计方法和改进加工工艺，建立了基于裂纹扩展速率模型的可调压载舱体寿命计算模型，填补了中国船级社规范中超高强度钢寿命计算模型的空白。

(2) 提出了多种基于动力驱动或无动力驱动的载人舱外抛载装置；创新了潜水器遭遇失事沉没重大安全事故时，利用应急通讯浮标直接与母船建立联系并支持远程遥控的救援方法；提出了载人舱脱离潜水器本体，独立逃生完成自救的应急安全策略，进一步保障了潜水器系统水下作业的安全性。

(3) 建立了基于材料缺陷扩展规律的可调压载水舱寿命预测方法和服役安全性评价技术流程；提出了瞬态温度响应的定量评估方式，设计了微裂纹图像去噪和边缘提取算法，建立了小时间域疲劳裂纹扩展率模型；建立了基于时频域和模糊向量的推进器在线故障监测和诊断方法。

本项目共计获得授权专利 20 项，其中国际发明专利 1 件；获批软件著作权 4 件；发表业界公认的高质量论文 19 篇；出版中文专著 1 部；项目核心技术成果在在役和正在研发的深海潜水器项目中发挥了重要作用。其中，两型无人潜水器由“张謇号”、“沈括号”母船搭载，在玛索海沟、新不列颠海沟、马里亚纳海沟，成功完成了 7 个潜次科考任务，获得了万米深渊的海水、沉积物、微生物和宏生物等珍贵样本，受到了中央电视台、上海东方卫视等媒体广泛报道，社会影响和效益显著。

本项目研究成果已经在江苏上誉智能科技有限公司、西安长太精密合金有限公司两家单位得到应用。本项目技术提高了水下装备的安全性，降低了外围系统的成本，提高了产品市场竞争力。2020-2022 年，应用单位累计新增产值 3208.7 万元，新增利润 529.616 万元，新增税收 417.167 万元。