

# 2024年度中国职业安全健康协会科学技术奖公示表

项目名称	复合材料气瓶安全检测与评价关键技术研究及应用
拟提名奖项及等级	科技进步奖一等奖
主要完成单位	中国特种设备检测研究院，南昌航空大学，东北石油大学，石家庄安瑞科气体机械有限公司，天津市特种设备监督检验技术研究院，武汉市锅炉压力容器检验研究所，浙江蓝能氢能科技股份有限公司
主要完成人	苑一琳，张君娇，李秋锋，俞跃，沈永娜，张强，蒋鹏，骆辉，王璇，刘彪，杨飒，徐海丰，刘亚萍，陈凡，徐亮
提名者	中国特种设备检测研究院
项目简介	<p>复合材料气瓶在全球市场的份额已达到 20%-30%，并逐步取代传统的金属气瓶。复合材料的非均质性和各向异性使其检测方法和技术要求更高，传统的检测手段难以全面评估气瓶的质量和安全性，且复合材料气瓶的制造和检验检测标准尚不完善，行业内亟需统一的技术规范和标准。因此，为解决上述问题，在国家重点研发计划、国家自然科学基金、原国家质量监督检验检疫总局质检公益科研专项项目等的支撑下，针对复合材料气瓶检验检测方法、装备缺失，动态监测手段空白，安全评价标准不统一等问题，开展一系列深入研究，经过十余年的攻关，建立了基于主被动声学 and 红外热成像技术的复合材料气瓶检验检测、动态监测、安全评价的技术保障体系，实现了复合材料气瓶动态损伤和静态缺陷的全面监测和评估。主要创新成果如下：</p> <p>1、创新了复合材料损伤 Lamb 波模态声发射评价技术，建立了模态混叠解调与分离算法，构建了复合材料各损伤阶段声发射信号模态特征图谱，揭示了复合材料损伤程度与声源模态特征的映射关系，实现了损伤机制的识别和损伤程度的量化评价。首次提出基于时间反转的虚拟加载聚焦增强技术，实现了复合材料缺陷的精确定位。结合主动声学技术实现了复合材料气瓶动态损伤定性-定位-定量评价，形成了气瓶动态损伤检测与评价标准。</p> <p>2、国内外首次建立了无损检测用红外热成像设备的性能要求，提出了基于均值滤波和邻域梯度计算的测温一致性评估方法、空间畸变率、平均绝对误差等关键参数及其测量方法，并制定了仪器评价国际标准。开发了气瓶升压过程快速检测装置，发明了塑料内胆缠绕气瓶红外检测系统及检测工艺，提出了复合材料气瓶泄露、内胆破损、分层等典型缠绕层缺陷和体积型缺陷的判定准则，实现了复合材料气瓶静态缺陷的在线快速评价。</p> <p>3、针对复合材料气瓶结合性差、应力开裂等问题，优化了纤维缠绕工</p>

艺及多种纤维材料组合，开发出高强度的复合壳层；改进了钢内胆的端部结构和咬合嵌入式铝内胆支撑结构，增强了内胆与外壳的结合强度和密封性；解决了大容积复合材料气瓶应力开裂问题，提高了复合材料气瓶的耐久性和稳定性。

项目研究成果主要包括：国际标准 1 项，国家标准 5 项，行业标准 1 项，企业标准 2 项；发明专利 7 项（授权 5 项，实审 2 项），授权实用新型 4 项；开发装置 1 套；软件著作权 3 项；研究论文 20 余篇，其中 SCI/EI 收录 16 篇，T1 级期刊 2 篇；培养高级工程师 4 人。相关成果在全国复合材料气瓶检验单位、制造单位，以及气瓶运营单位得到全面应用，仅针对 2021~2023 年 3 年时间内十余家单位统计，共产生直接经济效益约 5 亿元，间接经济效益约 3 亿元，且产生良好社会效益。