

公示材料

一、基本信息			
项目名称	中文	起重机械结构损伤识别监测评价与再制造关键技术研究	
	英文	Research on the Key Technologies of Damage Identification, Monitoring, Assessment and Remanufacturing of Crane Structures	
成果申报等级		<input checked="" type="checkbox"/> 一等奖 <input type="checkbox"/> 二等奖 <input type="checkbox"/> 三等奖	<input checked="" type="checkbox"/> 是否同意调级
主要完成人		李向东、黄凯、周超、陈序、帅飞、郭勤涛、张一辉、陈洪良、周瑾、殷晨波	
主要完成单位		江苏省特种设备安全监督检验研究院、南京航空航天大学、南京工业大学	
推荐单位(盖章)		江苏省市场监督管理局	
奖项的主要项目来源		<input type="checkbox"/> 国家级 <input checked="" type="checkbox"/> 省部级 <input type="checkbox"/> 其他	
具体计划、基金的名称和编号：1. 国家质量监督检验检疫总局科技计划项目：基于响应面法有限元模型起重机结构损伤识别与疲劳寿命预测（项目编号：2017QK005） 2. 国家质量监督检验检疫总局科技计划项目：废旧起重机械再制造关键技术研究（项目编号：2011QK129） 3. 国家质量监督检验检疫总局科技计划项目：基于应变计的起重机械结构长期实时监测技术研究（项目编号：2011QK128）			
成果的主要项目起止时间		起始： 2017-12	完成：2020-1
组织验收/鉴定单位		国家市场监督管理总局；国家质量监督检验检疫总局；国家质量监督检验检疫总局	
成果登记号	G2020-110； G2017-639； G2017-637	成果登记时间	2020 年 11 月 25 日；2017 年 11 月 23 日；2017 年 11 月 23 日

二、奖项简介

（主要技术内容、技术指标、创新点、授权知识产权情况、应用推广及取得的经济、社会效益等；限 1 页）

随着我国经济快速发展，起重机械作为国民生产和建设的重要基础装备，保有量巨大，仅纳入特种设备管理的就达到 270 多万台。其中很大一部分起重机械已经工作 10 年以上，甚至达 20 年以上，其承载结构产生了各种各样的损伤和安全隐患，极易发生重大安全事故。如何快速、高效的发现损伤，系统评估损伤对安全的影响，以及经济可靠的修复损伤，是目前行业内亟需解决的一系列难题。

本项目针对以上问题，从损伤机理出发，结合有限元仿真、监测技术和安全评价方法，探索了响应面法、时域信号特征法、模糊层次分析法、复合材料胶接法等先进方法在起重机领域的应用，研发了起重机结构损伤识别、安全评估和再制造一体化技术。创新工作如下：

（1）针对传统的起重机械结构无损检测、人工检查等常规损伤识别方法工作量大，高空作业难度大，效率低的问题，提出基于结构动态特性的损伤识别方法。建立高精度的有限元模型，其固有频率计算值与实验误差小于 4%；实现了基于固有频率变化、模态曲率改变率的起重机械结构整体损伤识别和局部损伤定位评估。

（2）针对起重机螺栓连接多，检查不方便，松动不易发现等问题，提出了基于时域信号分析的预紧力检测方法。搭建试验模型，提取螺栓松动前后的加速度响应信号，对数据进行时间序列分析，建立 AR 模型，使用主元分析法对高维的原始数据矩阵进行压缩，利用马氏距离构造基于时间序列模型参数的损伤因子，实现了起重机螺栓松动识别。

（3）针对起重机结构安全评估方法主观性强，评估准确性严重依赖人员技术水平，客观性数据不足的问题，提出基于多传感器数据融合的安全评估方法。对起重机损伤数据进行归纳分类，解析出 16 项监测和评估项目，开发了前置式小型应变数据采集装置和焊接式应变计，实现了基于多源数据的结构安全评估和寿命预测。

（4）针对补焊、铆接等常规再制造方法对母材产生附加损伤，降低抗疲劳性能的问题，引入胶接修复技术，研究了单面和双面、固化温度、裂纹长度、补片材料、补片几何参数（包括长度、宽度、厚度）、胶粘剂的剪切模量和厚度等因素对缺陷处结构应力强度因子的影响，形成了实用的胶接修复工艺，测试表明补片能承受结构总载荷的 30% 左右，有效延缓或阻止损伤发展。

本项目从理论研究到工程应用，系统性研究了起重机损伤与再制造的共性关键问题。授权发明专利 5 项、实用新型专利 4 项，登记软件著作权 3 项，代表性论文 10 篇，制订团体标准 1 项。项目成果已在多家企业推广应用，近三年新增销售额 27158 万元，新增利润 3044 万元，新增税收 1017 万元，对起重机械安全运行和实现双碳目标具有深远意义。