

## 科学技术进步奖公示内容 (2025 年度)

### 一、项目名称

起重机智能化与安全鲁棒性关键技术研究及应用

### 二、提名者

管晓宏，西安交通大学，中科院院士，教授，控制科学与工程。

### 三、提名意见及等级

为推动我国工程机械装备的高端化、智能化、绿色化创新发展，落实山东工业强省战略。针对起重机装备在起吊、运输和卸载典型环节面临的安全作业、高效控制等关键难题，研究团队在多项国家自然科学基金项目、山东省重点研发计划项目等科技项目资助下，历时数年科研攻关，突破了复杂多级摆与多机协同的强高效安全吊装、基于有益扰动的新型滑模鲁棒控制、考虑系统约束的实时最优安全避障、轨迹快速跟踪与自适应精确定位等关键技术，配套自主研发了起重机专用数据库、多级摆吊装控制器、多机智能协同作业装备等系列化软硬件产品，开发了起重机智慧作业管控平台并推广应用，实现了作业全流程安全稳定控制、三维具象化操作、实时智慧管控的闭环。

该项目聚焦起重机行业在复杂吊装、复杂作业场景、复杂工作空间下的安全高效作业难题，通过核心算法研究、关键技术攻关、装备/平台开发，形成了起重机“物理场景-数字空间”双向实时强鲁棒、高安全、高效协同作业，有效推动了行业的科技进步与产业升级。

该项目取得了系列标志性成果，授权发明专利 62 件，参编国家标准 3 部，在 TIE、TII 等顶级期刊发表高水平论文 70 余篇。该项目技术创新突出，整体达到国际先进水平，已在核电、水电、石化、轨道交通等国家重大工程中得到应用，经济效益和社会效益显著。

我单位认真阅读了提名书材料，确认提名材料真实有效，提名该项目为 2025 年度山东省科学技术进步奖二等奖。

### 四、项目简介

国产起重机行业面临着高端化装备少、智能化产品缺失等问题，在大起吊、高精度、高安全等重大工程中的核心起重机仍高度依赖国际品牌，严重制约了国家工业振兴和民族产业发展。突破起重机在起吊、运输和卸载环节的安全作业、高效控制、智慧管控等关键技术，打造国产化高端、智能起重机势在必行，且意

义重大。

在多项国家自然科学基金、山东省重大创新工程等科技项目资助下，本项目在核心算法研究、关键技术攻关、智慧装备/平台开发等方面实现了重要科技创新与技术突破。具体为：

(1) 提出了多级摆起重机自适应神经网络控制方法，发明了双起重机多目标最优协同运动规划技术。

(2) 提出了考虑系统状态约束的实时最优安全避障规划策略，发明了基于有益扰动的新型滑模鲁棒控制技术。

(3) 发明了带约束的快速跟踪与自适应精确定位技术。

(4) 开发了起重机智慧作业管控平台

相关技术及产品在秦山核电站、青岛地铁、太平湾水电厂建设等重大工程中成功应用，取得了显著的经济和社会效益。

### 主要知识产权：

[1] 欠驱动桥式吊车非线性控制，专著。

[2] 带负载摆动抑制的三维桥式吊车系统 PD-SMC 控制方法及系统，国家发明专利。

[3] 用于吊车系统的自适应控制器的控制方法、控制器及系统，国家发明专利。

[4] 二级摆型塔式吊车自适应神经网络跟踪控制方法及系统，国家发明专利。

[5] 一种二级摆动型塔式吊车系统跟踪控制方法及系统，国家发明专利。

[6] 基于有益扰动的四自由度塔式吊车系统的滑模控制方法，国家发明专利。

[7] 可消除负载摆动的塔式吊车自适应积分滑模控制器设计方法及系统，国家发明专利。

[8] 应用于智能塔机的冗余控制系统及方法，国家发明专利。

[9] Transportation for 4-DOF tower cranes: a periodic sliding mode control approach, 高水平论文。

[10] Optimal collaborative motion planning of dual boom cranes for transporting payloads to desired positions and attitudes, 高水平论文。

## 六、主要完成人

张梦华，李明，孙宁，彭伟，吴庆祥，杨桐，刘世涛，李慧强，陈晓伟，刘伟华

## 七、主要完成单位

济南大学，山东浪潮数据库技术有限公司，南开大学，山东建筑大学，中建八局第二建设有限公司，山东力山特智能科技股份有限公司，泰安市特种设备检

验研究院