

工业工程振动控制关键技术研究与应用

主要完成单位：中国机械工业集团有限公司，中国电子工程设计院，隔而固（青岛）振动控制有限公司，中国中元国际工程公司，中国汽车工业工程公司，青岛科而泰环境控制技术有限公司

主要完成人：徐建，尹学军，陈骜，俞渭雄，王伟强，娄宇，万叶青

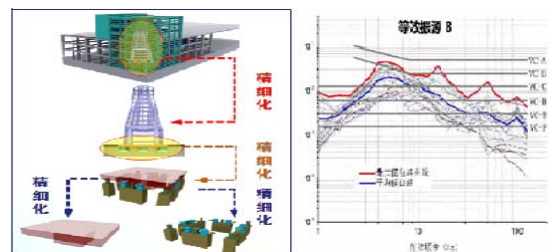
工业工程振动控制是基于土木工程的多专业综合技术，是工业装备正常运行的重要技术保障。随着我国高端工业装备不断向精密化和大型化方向发展，对生产环境的振动控制要求越来越高，振动控制的难度越来越大，而且对振动的要求比以前更加严格。我国的振动控制技术滞后于工业工程的发展，特别是精密和大型装备的振动控制技术只能从国外引进，价格昂贵，涉及到国家安全和高科技的关键技术还会受到限制，为满足我国高端装备制造业的发展需要，结合建设部下达的国家标准编制任务，针对工业工程振动控制关键技术难题，项目组开展了专题研究和工程实践，建立和完善了相关的自主知识产权体系，形成了工业工程振动控制成套技术。

二、技术成果及创新点

项目组通过十多年联合攻关，进行了理论方法、标准体系及成套技术研究，解决了工业工程振动控制关键技术难题，显著提升了我国工业工程振动控制技术水平，研究成果总体达到国际先进，部分成果达到国际领先水平。获得国家授权专利14项，其中发明专利5项，出版学术专著5部，发表论文42篇，编制国家标准2部。取得的主要科技创新成果如下：

1、提出工业工程振动控制基础性技术理论

为解决工业工程振动控制理论分析和应用中存在的难题，系统地建立了基于振动在工程介质中传递规律的工业振动控制分析方法，首次提出了振源等效量化技术和振动精细化控制技术，确定了完整的振动控制指标和评价准则，创立了工业装备复杂激励下多元振动控制理论分析方法。



振动理论分析方法

2、形成精密装备振动控制成套技术

针对精密装备振动控制中存在的计算精度、分析效率、优化控制等难题，国内外首次提出了微振动传递函数相似比快速分析算法、模型自修正和智能优化动态配置方法，建立了微振动控制系统自由度解耦分析技术、稳定低频模态分布的振动控制设计方法和复杂振动系统一体化控制技术，研制了低频微幅高性能振动控制装置，形成了精密装备振动控制成套技术。



“亚洲第一”超长振动控制系统工程

3、形成大型装备振动控制成套技术

针对大型装备振动控制中存在的分析方法、模拟试验和控制装置等难题，建立了振动控制系统整体分析技术、荷载精确定位技术和抗疲劳优化技术，国内外首次进行了大型回转装备振动控制系统模型试验研究，提出了大型冲击装备振动响应预测方法，发明了高承载、高性

能振动控制装置，形成了大型装备振动控制成套技术。

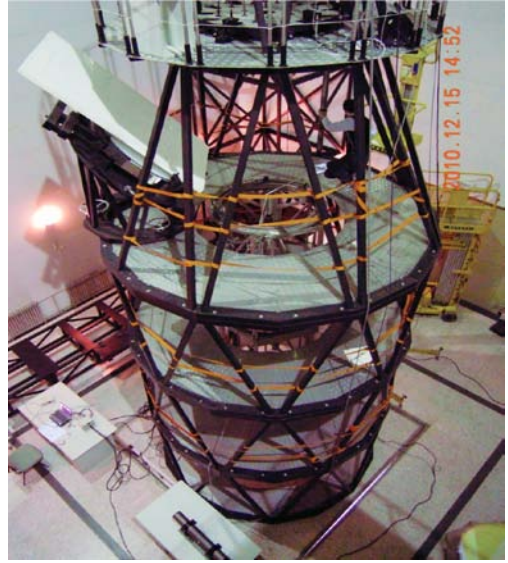
三、应用情况

本项目主要成果已广泛应用于航空航天、国防军工、天文光学、电子信息、材料工程、电力工程、机械制造等多个工业工程领域中上百个国家重点科技项目和重点工程。典型工程包括：嫦娥探月工程、风云气象卫星、光电跟踪装置、惯性制导、核潜艇、激光核聚变等项目中的精密装备试验环境振动控制保障系统；20多座核电站和火电站中的50多台大型汽轮发电机组、3座水电站中10多台水轮发电机运转平台、几十个汽车厂中数百条车身冲压生产线、数百台高精度轧辊磨床和三坐标测量机以及包括3.55万吨电动螺旋压力机在内的几十台大型成型装备等工程中的振动控制。

四、经济效益和社会效益

本项目实现了科技成果的工程化和产业化，在我国工业工程领域得到广泛应用，并直接应用于载人航天、探月工程、气象卫星、空间太阳望远镜、光电跟踪经纬仪、大光栅刻划机、核潜艇、大型三坐标测量机等多项国家重大科技专项及高端制造业工程，取得了良好的效果。近三年创造直接经济效益达42.9亿元，据不完全统计的间接经济效益近百亿元。

本项目形成的精密与大型装备振动控制成套技术研究成果，对提高我国工业装备和产业的技术水平、推动工业产业升级、提升工业装备的国际竞争力提供了有力的技术保障，具有显著的社会效益。该成果的广泛应用，不仅为重点工程的装备性能充分发挥和正常工作提供了保障，而且对周围环境和人员健康起到了保护作用。其中，中科院长春光机所和西安光机所应用本项目成果设计和建造的多个微振动控制系统，对完成“神舟五号、六号”、“天官一号”、“嫦娥一号、二号”等任务提供了至关重要的地面装调振动环境保障，为我国航天科技领域做出了巨大贡献；合肥京东方应用本项目成果为第六代薄膜晶体管液晶显示器生产线提供了重要的生产环境保障。



空间太阳望远镜装调环境控制系统

五、项目负责人



徐建：中国机械工业集团有限公司总经理兼总工程师、博士生导师，国家有突出贡献的中青年专家、入选国家“百千万人才工程”一二层次、享受国务院政府特殊津贴、中共中央组织部直接联系的专家。主编或起草国家标准和行业标准 23 部、国家标准设计 2 部，主编或合著手册、专业书 28 本，发表论文 50 余篇。获国家科技进步二等奖两项，机械工业部科技进步一等奖一项、二等奖三项，中国机械工业集团科学技术特等奖一项，建设部华夏科技进步一等奖三项，国家工程建设标准设计奖两项，机械工业部优秀设计一等奖三项、中央国家机关青年实用技术优秀奖一项。担任中国工程建设标准化协会副理事长、中国勘察设计协会副理事长、中国工程咨询协会副会长、中国国际工程咨询协会副会长、中国建筑学会结构分会副理事长、中国机械工业勘察设计协会理事长、中国工程建设标准化协会建筑振动委员会主任委员、中国振动工程学会土动力学委员会副主任委员、全国砌体结构标准技术委员会副主任委员，以及任国家科学技术奖评审专家与多个机构技术委员会委员。

作为本项目总负责人，负责项目的提出，主持技术路线的确定、振动控制理论的研究、振动控制方法的建立、科技成果的推广应用，参加振动控制装置的研制，负责工程振动标准体系的建立。主编《隔振设计规范》等 2 部国家标准，主编《建筑振动工程手册》等 4 部专著，发表《我国工程振动控制标准现状与标准体系建议》等 9 篇论文。