

2022 年度厦门市科学技术奖申报提名项目公示

一、项目名称

大跨度桥梁拉吊索智能管养成套技术研发与应用

二、提名单位（专家）

三、项目简介

桥梁是交通的重要枢纽，随着我国国民经济的高速增长和城市化进程的不断加快，跨江、跨海大桥日益增多，且向超大跨方向发展。斜拉桥的斜拉索、悬索桥和大跨度中下承式拱桥的吊杆（本文以下均简称拉吊索）是保证大跨桥梁安全的关键结构。由于大跨桥梁车流量大，服役环境复杂恶劣（强风、高温高湿），拉索劣化速度快，导致近年来大跨桥梁事故频发。因此，对在役大跨桥梁拉吊索的健康监测、安全预警及维修加固是保障大跨桥梁正常运营的重要措施。目前，我国的大跨桥梁损伤评定主要采用人工检测及评估的方式，还存在着拉吊索早期损伤检测困难、拉吊索剩余寿命与承载力的评估不准确、拉吊索养护维修更换方案科学依据不足及施工过程需要中断交通等技术短板。因此，迫切需要创新复杂环境下大跨桥梁拉吊索的智能管养成套技术。

本项目瞄准复杂环境下大跨桥梁拉吊索智能管养的国家重大需求和福建省路桥业高质量发展的地方需求，在国家和省科技项目的支持下，以高效、高精度结构健康状态评估方法为主导，结合数值模拟和现场监测，系统地建立了复杂环境下大跨桥梁拉吊索智能管养成套技术，实现了大量工程应用推广。

项目组完成国家级课题 3 项，省级课题 1 项，发表学术论文 50 余篇，参编技术标准 2 项，授权发明专利 7 件、实用新型专利 11 件、软件著作权 1 项。在中交二航局、省建筑工程质量检测中心等十余家企业推广，应用范围达十余个省份。研究成果在香港青马大桥、厦门海沧大桥、长沙湘江二桥、广州鹤洞大桥、铜陵长江公路大桥等数十项工程中应用，产生经济效益约 5.3 亿元，在中交二航局、省建筑工程质量检测中心等十余家企业

推广，应用范围达十余个省份。以全国工程勘察设计大师徐恭义教授级高工为主任的鉴定委员会的评价结论是：该项目创新成果突出，应用前景广阔，成果总体达到国际先进水平，在拉吊索早期损伤检测方法与技术方面达到国际领先。

四、主要完成单位

厦门大学、中交第二航务工程局有限公司、厦门路桥百城建设投资有限公司、厦门市路桥管理有限公司、厦门市元固建设工程有限公司

五、主要完成人及其贡献

姓名	所属单位	贡献
陈志为	厦门大学	项目负责人，负责大跨度桥梁拉吊索早期损伤多尺度检测技术与剩余寿命预测方法研究
朱慈祥	中交第二航务工程局有限公司	主要参与人，负责大跨度桥梁智能换索技术、辅助设备开发与施工工法研究
高婧	厦门大学	主要参与人，负责大跨度桥梁拉吊索智能检测、维修、加固技术研究
王华昆	厦门大学	主要参与人，负责大跨度桥梁拉吊索剩余承载力准确预测方法研究
张建霖	厦门大学	主要参与人，负责计算机视觉的桥梁拉吊索振动全自动识别研究
叶代成	厦门路桥百城建设投资有限公司	主要参与人，负责大跨度桥梁拉吊索损伤检测技术实桥应用研究
薛昕	厦门大学	主要参与人，负责大跨度桥梁拉吊索腐蚀破坏的结构剩余承载力评估
程棋锋	厦门大学	主要参与人，负责大跨度桥梁拉吊索早期损伤检测智能传感器研发

六、主要知识产权证明目录

1. 陈志为；朱松晔；蔡亲霖. 一种基于挠度影响线的桥梁局部损伤量化方法, 专利号: ZL 201610519967.X (发明专利)
2. 陈志为；刘奎铭；阮旭芝. 一种基于功率谱传递比和支持向量机的模态自动识别方法, 专利号: ZL202110055708.7 (发明专利)
3. 朱慈祥；吴俊明；马小云；盛海军；李少芳；余升友；赵东奎；王世祥. 一种可跨越桥墩和障碍柱的梁底检修平台及其使用方法. 专利号: ZL201410548268.9 (发明专利)

4. 朱慈祥; 赵东奎; 翟明; 郑波; 晏国泰; 程修龙; 王世祥; 邱林. 钢拱桥吊杆更换用的工具吊杆装置及其更换方法[P]. 专利号: ZL201210447346.7 (发明专利)
5. 王蔚; 李少芳; 晏国泰; 邱业亮; 胡先朋. 一种平行钢丝斜拉索载人检修小车. 专利号: ZL201911206783.8 (发明专利)
6. 王蔚; 李少芳; 晏国泰; 邱业亮; 胡先朋; 许可; 窦昕玥. 一种拉索外套管的安装方法. 专利号: ZL201911206788.0 (发明专利)
7. 晏国泰; 盛海军; 李少芳; 张琦; 陈进; 谢金齐; 朱慈祥; 翟明; 李凡生; 杨成武. 一种吊杆拆除更换方法. 专利号: ZL 201710283593.0. (发明专利)
8. 陈志为; 冯宇良; 刘键涛; 郭军, 基于计算机视觉的结构动位移实时监测预警网络系统, 专利号: ZL202121677597.5 (实用新型)
9. 王青海; 叶代成; 李学红; 叶志强; 钱雪; 刘佑伟; 王俊; 吴神达. 一种立柱和便于安装及维修更换声屏障的装置, 专利号: ZL202122019323.3. (实用新型)
10. 厦门大学. 结构健康监测预警系统 V1.0. 软著登字第 5703614 号 (软件著作权)

七、发表论文

1. Chen ZW(陈志为), Xu Y L, Li Q, Wu DJ. Dynamic stress analysis of long suspension bridges under wind, railway, and highway loadings[J]. Journal of Bridge Engineering, 2011, 16(3): 383-391.
2. Chen ZW (陈志为), Zhu SY, Xu YL, Li Q, and Cai QL. Damage detection in long suspension bridges using stress influence lines[J]. Journal of Bridge Engineering-ASCE, 2015, 20(3):05014013.
3. Chen ZW(陈志为), Liu KM, Yan WJ, Zhang JL, Ren WX. Two-stage automated operational modal analysis based on power spectrum density transmissibility and support-vector machines[J]. International Journal of Structural Stability and Dynamics, 2021, 21(05): 2150068.
4. 陈志为.基于健康监测系统的大跨多荷载桥梁的疲劳可靠度评估[J].工程力学, 2014, 31(07):99-105.
5. Wang H(王华昆), Yu Y, Xu W, et al. Time-variant burst strength of pipe with corrosion defects considering mechano-electrochemical interaction[J]. Thin-Walled Structures, 2021, 169: 108479.

八、著作情况

九、推广应用情况

本项目围绕大跨度桥梁拉吊索安全服役展开，提出了“诊、断、治”的总体技术思路，取得的研究成果形成了大跨度桥梁拉吊索智能管养成套技术，并积极应用在桥梁拉吊索的日常运维过程中，为省内外大跨桥梁安全运营提供了核心技术支撑，提升了我国大型桥梁管养的智能化、信息化水平。研究成果已应用于香港青马大桥、厦门海沧大桥、铜陵长江公路大桥、长沙湘江二桥、广州鹤洞大桥等工程，产生了显著的社会和经济效益。