**提名2024年度重庆市科学技术奖项目公示内容**

**一、项目名称**

山地大型复杂风敏结构抗风关键技术研发与应用

1. **提名者**

杨永斌 中国工程院院士（重庆大学，教授，土木工程）

1. **提名等级**

重庆市技术发明奖一等奖

1. **项目简介**

现代工程结构向更高、更轻、更柔方向发展，结构风致振动问题日益突出。受山地复杂环境影响，山区风场复杂多变、三维效应及大攻角特征显著，导致大跨桥梁、高层建筑、风机结构等大型复杂风敏结构气动作用机制和风致振动机理复杂，对其抗风安全提出了严峻的挑战。

针对上述背景和需求，项目组产学研用深度结合，历时10余年，围绕大跨桥梁、高层建筑、风机结构等山地大型复杂风敏结构抗风关键科学与技术难题开展研究，形成了“山地大型复杂风敏结构抗风关键技术研发与应用”标志性成果。主要创新成果如下：

1. 研发了山区风风场模拟装置与风洞试验技术，实现了山区扭转风、越山风及峡谷风风场的精确模拟，阐明了山区风场特性及其作用下风敏结构气动作用机制，揭示了山区复杂风场流固耦合作用机理，提出了山区大型复杂风敏结构的表面压力分布特征和极限风荷载评估方法，准确评估了山区大型风敏结构气动性能及抗风承载能力。

2. 发明了风敏结构新型气弹-测压和强迫振动-测压风洞试验系列装置，研发了气弹-测压和强迫振动-测压风洞试验技术，率先实现了风敏结构表面风压及位移响应的同步测量，识别了考虑振动反馈作用的风敏结构非定常非线性气动参数，构建了考虑振动反馈作用的山区风敏结构风荷载分析框架，突破了经典风致振动理论不能准测结构风致振动响应的领域难题。

3. 研发了风致结构振动精细化分析技术，实现了考虑结构振动反馈作用的CFD大涡模拟，提出了基于深度学习的改进DMD流固耦合分析方法，攻克了经典DMD不适用于风敏结构风致振动流固耦合分析的关键技术难题，揭示了风敏结构风致振动流固耦合机理，提出了融合物理信息的风敏结构风致振动风荷载及响应预测方法，实现了山地大型复杂风敏结构气动特性及气弹响应的准确预测。

4. 研发了山地复杂风敏结构风致响应抑制技术，提出了融合时空特征的改进模态分解方法，揭示了风敏结构主导频率、特征模态、流场特性之间的关联机制，提出了风敏结构多模态风致振动控制技术及措施，研发了基于气动优化的风敏结构振动控制技术，有效抑制了复杂风敏结构的风致振动响应。

以周绪红院士为组长的成果评价专家组认为，项目成果总体达到国际先进水平，其中新型气弹-测压风洞试验装置与方法和考虑流固耦合效应的涡振-驰振耦合振动响应预测方法达到国际领先水平。

**五、主要知识产权和标准规范等目录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家（地区）** | **授权号** | **授权日期** | **证书**  **编号** | **权利人** | **发明人** |
| 发明专利 | 能同时进行气弹试验和测压试验的混合风洞试验装置 | 中国 | ZL201610114058.8 | 2016/03/01 | 2781920 | 重庆大学；广东茅桥工程设计研究有限公司 | 陈增顺；谢锦添 |
| 发明专利 | 基于深度学习的高层建筑风致响应预测、训练方法及装置 | 中国 | ZL202111030346.2 | 2023/09/26 | 6356803 | 重庆大学;四川前沿空间科技有限公司 | 陈增顺；华建民；黄乐鹏；刘森云；薛暄译；谭树清；梅俊 |
| 发明专利 | 模拟风荷载作用下低矮建筑结构扭转效应的试验模型的使用方法 | 中国 | ZL201911224767.1 | 2020/09/29 | 4006383 | 重庆大学 | 陈增顺；许叶萌；华建民；黄乐鹏；王茜 |
| 发明专利 | 基于parallel CNN-GRU的风压短期预测方法、装置和计算机设备 | 中国 | ZL202210624426.9 | 2024/06/25 | 7140116 | 重庆大学 | 陈增顺；张利凯；李思佳；关腾达；徐振钢；徐涛；唐杰 |
| 发明专利 | 一种考虑气动干扰效应的同步气弹-测压风洞试验装置 | 中国 | ZL201811480648.8 | 2019/08/13 | 3491176 | 重庆大学；鲁东大学 | 陈增顺；华建民；宋军、傅先枝；黄海林 |
| 发明专利 | 一种对称布置式建筑结构同步气弹-测压-测空气力装置 | 中国 | ZL201811252572.3 | 2020/05/12 | 3790710 | 重庆大学;重庆交通大学 | 陈增顺；周建庭；王旭；黄海林；傅先枝 |
| 发明专利 | 同步测惯性力的气弹-测压新型风洞试验装置 | 中国 | ZL201711106855.2 | 2017/11/10 | 3582065 | 重庆大学;重庆交通大学 | 陈增顺；王旭；李华强；李勇；陈星宇 |
| 发明专利 | 一种强迫振动影响下建筑干扰效应实验装置 | 中国 | ZL202011439927.7 | 2020/12/11 | 4707508 | 重庆大学 | 陈增顺；张利凯；汪亚泰；赵智航；许叶萌；徐涛 |
| 发明专利 | 一种考虑风致干扰的建筑结构瞬时内压测量装置 | 中国 | ZL201811480670.2 | 2018/12/05 | 3603756 | 重庆大学;重庆交通大学；鲁东大学 | 陈增顺；董莉莉；宋军；黄海林；傅先枝 |
| 发明专利 | 模拟山区扭转风场作用下结构气弹和气动特性的风洞试验模型 | 中国 | ZL201911232384.9 | 2019/12/05 | 4022756 | 重庆大学；重庆文理学院 | 陈增顺；黄海林；傅先枝；许叶萌；王茜 |

**六、主要完成人**

陈增顺、黄乐鹏、田村幸雄、谢锦添、石立国、檀忠旭

**七、主要完成单位**

重庆大学、香港科技大学、中国建筑第二工程局有限公司