

2025年度福建省科学技术奖

提名项目公示内容

高校（盖章）：福州大学

项目名称：台风极端灾害下大跨度屋盖抗风性能与韧性提升关键技术及工程应用

提名奖种：科技进步奖

提名专家：吴学震、荣华

项目简介：

我国是世界上受台风危害最严重的国家之一，体育场、博物馆、航站楼等大型公共基础设施屋盖频繁发生风损风毁事故。这类屋盖具有“超大跨度+曲面异型+轻质柔性”的特点，与台风等三维湍流非平稳风场产生复杂的强流固耦合作用，易诱发剧烈振动、气弹失稳和风揭风毁。传统风工程技术多局限于季风等良态风条件下的刚性屋盖测压或柔性屋盖测振，无法精确反映实际柔性屋盖的流固耦合振动过程，导致参数测试不准、灾变机理不清、控制策略不足，已成为屋盖安全服役的关键技术难题。该项目历经10年攻关和工程实践，针对台风作用下大跨度异形曲面屋盖的流固耦合振动机制、破坏机理和灾变控制技术的关键科学问题，开展了深入研究，提出了一系列抗风韧性提升技术。主要创新成果如下：

1. 发明了“流场-力场-位移场”同步测试技术与试验平台：①明确了台风三维湍流非平稳风场时空特性，突破了台风风场理论建模与数值重构技术；②系统研发了“流体运动-涡旋结构-作用荷载-结构响应”同步测试技术及平台，突破了传统风工程中“流场-力场-位移场”无法同步测试的瓶颈；③结合上述成果，揭示了台风作用下柔性屋盖流固耦合振动的宏观机制、气弹失稳破坏机理与临界条件。

2. 创建了台风激励下大跨度异形曲面屋盖的随机振动解析方法与可靠度设计理论：①提出了基于实测数据与参数识别的柔性屋盖半经验涡激

力模型，精准量化流固耦合效应，提供准确的涡激力系数；②建立了考虑流固耦合作用的随机振动理论模型，明确了气弹失稳临界条件与破坏准则，为抗风设计提供理论依据；③基于该模型，提出了基于动力可靠度的抗风设计方法与气弹失稳可靠度指标，解决了风振系数分布非均匀性表征不明与等效静风荷载取值不准等设计理论难题。

3. 研发了建筑-结构协同设计平台、数智化施工工艺与非接触式声振运维系统等一系列抗台风韧性提升技术：①开发了建筑-结构协同设计平台，突破了传统设计无法平衡“结构形态-抗风性能-经济成本”的瓶颈，实现智能设计范式革命；②研发了多模态自适应数智化施工工艺，攻克了施工中“数字化重构低效”与“安装控制失准”的技术难题；③研发了长距离非接触式声振运维系统，解决了复杂服役环境下大跨结构振动实测中测点布设受限、环境干扰显著及精准识别困难等问题。

本项目研究成果丰硕，共发表学术论文40篇，总他引达到300次；获授权专利30项，其中发明专利20项。相关技术已在10余项工程中成功应用，累计新增产值超30亿元、利税超3亿元。主要成果已被纳入相关技术规程中，具有重要的工程指导价值。

主要完成单位：

福州大学，北京科技大学，福建省建筑设计研究院有限公司，中国五冶集团有限公司，中国十九冶集团有限公司，中建海峡建设发展有限公司

主要完成人及其贡献：

1. 李栋

提出项目研究计划，制定研究方案，提炼项目研究重点及创新点，并进行方案技术总指导。对“主要科技创新”的第1~3项创新点做出贡献，投入本项目工作量占本人工作总量的70%。

2. 赖志超

组织策划课题验证性试验，负责技术落地，将本项目成果应用于多个实际工程中。对“主要科技创新”的第1项创新点有贡献，投入本项目工作量占本人工作总量的60%。

3. 陈洪兵

组织策划课题验证性试验，负责运维技术研发，将本项目成果应用于多个实际工程中。对“主要科技创新”的第3项创新点有贡献，投入本项目工作量占本人工作总量的50%。

4. 陈伟恩

组织策划课题验证性试验，负责设计方案与优化，还负责技术推广应用，将本项目成果应用于多个实际工程中。对“主要科技创新”的第2项创新点有贡献，投入本项目工作量占本人工作总量的45%。

5. 姚博

组织策划风洞试验与数值模拟，还负责技术推广应用，将本项目成果应用于多个实际工程中。对“主要科技创新”的第3项创新点有贡献，投入本项目工作量占本人工作总量的40%。

6. 郭彬

组织策划课题验证性试验，参与撰写相关专利和论文，并采用数值模拟等手段研究抗风设计与工程方案优化，对“主要科技创新”的第3项创新点有创造性贡献，投入本项目工作量占本人工作总量的40%。

7. 官灿

组织策划课题验证性试验，负责施工技术研发，对“主要科技创新”的第3项创新点有创造性贡献，投入本项目工作量占本人工作总量的35%。

8. 周泽林

组织策划课题验证性试验，负责屋盖运维技术研发，还负责科技成果推广应用，将本项目成果应用于多个实际工程中。对“主要科技创新”的第3项创新点有贡献，投入本项目工作量占本人工作总量的30%。

9. 李吉

组织策划课题验证性试验，负责屋盖施工技术，还负责科技成果推广应用。对“主要科技创新”的第3项创新点有贡献，投入本项目工作量占本人工作总量的25%。

主要知识产权目录：

序号	知识产权类别	知识产权名称	授权号	国别	权利人	状态
----	--------	--------	-----	----	-----	----

1	地方标准	先张法预应力高强混凝土管桩	DBJT13-95	中国	晏音; 陈伟恩; 郭郴; 陈垦; 潘兵奇; 董伟东; 廖长毛; 陈晓; 吴其群; 黄海燕; 施志俭; 张忠; 李立; 吴建华; 林宇群; 陈钧; 高露露; 陈梓轩; 陈科; 廖文彬; 徐丽瑾	有效
2	发明专利	一种节能环保型的建筑外墙结构	CN118933216B	中国	李吉; 姚博; 吴朝忠; 姚平; 冯昊; 刘睿; 王庆丰; 刘志	有效
3	发明专利	一种钢结构建筑用连接构造及其安装方法	CN118814967B	中国	李吉; 姚平; 姚博; 周桐; 陈虎; 冯昊; 付星; 王荣; 张敏; 张理	有效
4	发明专利	一种考虑制氢成本的海上风机负载调度方法	CN119906009B	中国	李栋; 吴科达; 赖志超; 桑源; 吴凡熙; 张鸿儒; 龚匡敏; 莫向明	有效
5	发明专利	基于预测功率的制氢控制方法、系统、设备和存储介质	CN119995171B	中国	李栋; 吴科达; 赖志超; 桑源; 廖毅桢; 张鸿儒; 龚匡敏; 莫向明	有效
6	发明专利	一种风荷载以及海水飞溅潮汐耦合的氯离子侵蚀试验方法	CN118464769B	中国	李栋; 王自明; 林铭轩; 赖志超; 方诗静; 邱逸; 桑源; 林延填	有效
7	发明专利	一种磁吸内置式三维粘结滑移测试装置及其安装测试方法	CN115629038B	中国	陈洪兵; 刘晓刚; 赵洋; 赵鹤; 岳清瑞	有效
8	实用新型专利	一种用于抗震地区的新旧砖墙交接结构	CN213509717U	中国	陈伟恩; 刘静; 游文帅	有效
9	实用新型专利	一种便于快速换料的防水卷材铺设装置	CN215212432U	中国	官灿	有效
10	实用新型专利	一种用于变强度梁柱的斜交型钢混凝土梁柱节点结构	CN217204611U	中国	官灿; 程苏娟	有效

代表性论文专著目录:

代表性论文情况							
刊名	论文名称	影响	年卷页	发表时间	SCI/EI	他引	作者:排序/姓名

		因子	码		收 录 情况	次数	
Engineering Structures	Study of fluid-structure interaction of closed-type saddle membrane structure based on PIV technology	6.4	2026, 348: 121776	2025-11-15	SCI 收录	1	通 讯 作 者 : 6/LaiZhichao (赖志超); 第一作者 : 1/Li Dong(李栋); 作者:2/Qiu Yi;
Thin-Walled Structures	A novel modal shape and wavelet analysis-based damage identification method for HFSGCW	6.6	2026, 220: 114402	2025-12-14	SCI 收录	0	通 讯 作 者 : 7/Chen Hongbing (陈洪兵); 第一作者: 1/Pang Xin; 5/Li Dong(李栋);
Thin-Walled Structures	Random vibration response and reliability analysis of hyperbolic parabolic membrane structures under typhoons	6.6	2024, 205: 112444	2024-9-18	SCI 收录	14	通 讯 作 者 : 5/LaiZhichao (赖志超); 第一作者 : 1/Li Dong(李栋); 作者:2/Zhu Qiyin;
Thin-Walled Structure	Random vibration of pretensioned rectangular membrane structures under heavy rainfall excitation	6.6	2021, 164: 107856	2021-4-27	SCI 收录	20	通 讯 作 者 : 2/LaiZhichao (赖志超); 第一作者 : 1/Li Dong(李栋); 3/LiuChangjiang

其他支撑材料目录:

证明材料类型	证明材料名称	证明材料提供单位
检索查新报告	附件 1: 检索查新报告	福州大学情报检索服务中心
计划任务书或合同书、任务委托书等	附件 2: 国家自然科学基金任务书	国家自然科学基金委员会
计划任务书或合同书、任务委托书等	附件 3: 国家自然科学基金任务书	国家自然科学基金委员会
计划任务书或合同书、任务委托书等	附件 4: 中国博士后面上项目任务书	中国博士后科学基金会
检索查新报告	附件 5: 论文检索证明	福州大学情报检索服务中心
其他相关资料	附件 6: 其他知识产权	福州大学土木工程学院
其他相关资料	附件 7: 知情同意书	福州大学土木工程学院

其他相关资料	附件 8: 专利实施许可合同 备案证明	国家知识产权局
其他相关资料	附件 9: 论文下载次数证明	福州大学土木工程学院
其他相关资料	附件 10: 曾获得其他科技 奖	中国钢结构协会、中 国安全协会、华夏建 设委员会