



## 土木工程防灾国家重点实验室开放课题申请指南

(2021 年)

土木工程防灾国家重点实验室依托同济大学, 主要从事土木工程防灾领域的基础研究和应用基础研究, 为解决我国重大土木工程中关键科技问题提供技术支持。

为了充分发挥国家重点实验室科研平台的作用, 促进科研合作和学术交流, 土木工程防灾国家重点实验室本着“开放、竞争、合作”的运行机制设立开放课题, 支持与本重点实验室目前主要研究方向相关的基础研究项目, 并鼓励应用基础和交叉学术研究。

### 一、2021 年重点实验室开放课题征选内容如下:

课题 1 混凝土结构智能防灾的基础研究

课题 2 刚度突变地下结构与局部液化的非线性机制

课题 3 土木工程重大基础设施损伤远距离高速视频精准测量技术

课题 4 装配式钢筋混凝土结构抗震韧性定量评估与提升研究

课题 5 基于数据库的建筑结构设计风荷载再认识

课题 6 非线性能量阱控制超高层建筑风振响应的理论与试验研究

#### 课题 1: 混凝土结构智能防灾的基础研究

##### • 研究内容:

由于服役过程中多种荷载作用以及环境变化的影响, 既有钢筋混凝土结构或构件的承载能力存在不同程度地下降, 由此可能导致未来的地震灾害难以预测。及时发现安全隐患, 尽早做出防灾对策是当前研究的关键。为此, 需研究一种既有钢筋混凝土结构的智能防灾系统, 包括在服役过程中通过对已有抗震经验的机器学习, 对结构和构件在外部荷载和环境变化下的响应数据的甄别、处理, 识别表征结构性能智能化方法; 利用大数据和深度学习等手段, 研究结构对于未来可能遭遇地震灾害的防御能力的智能评估方法; 基于所识别的结构性能状态以及对未来可能遭遇地震防御能力的评估, 研究提升结构防震韧性的智能决策方法。

- **研究目标：**

从保障功能性和安全性出发，形成既有钢筋混凝土结构的抗震韧性提升方法和震害防御策略的智能化专家软件平台，包括：

(1) 基于当前对结构地震响应行为规律的机器化学习方法，形成结构响应数据处理、结构性能表征的智能化方法和模型；

(2) 建立结构及构件性能评估和对未来灾害防御能力的智能模拟预测系统；

(3) 建立既有结构地震防御能力的综合评估和提高防震韧性的智能决策系统。

## **课题 2：刚度突变地下结构与局部液化的非线性机制**

- **研究内容：**

刚度突变为地下结构常见现象，如道路隧道竖井、轨交车站、联络通道等，以往研究证实了刚度变化所致地震响应的差异，并可建立土-结构动力相互作用的解析分析模型。场地液化为重要的地震破坏现象，中、意、日、美、德等国家的土动力学家长期致力于场地液化条件的研究。地下结构会导致液化场地波场的改变，刚度变化结构的波场扰动所致局部液化则缺乏研究。本课题拟解决的科学问题包括：建立饱和介质的非线性波动理论，以分析结构局部散射场特征；开展波动传播试验研究，捕捉局部扰动波场的频谱特征及其对可液化场地土的影响。

- **研究目标：**

(1) 构建饱和场地非线性动力模型；

(2) 建立地下结构波动散射场的试验测试方法；

(3) 分析地下结构刚度变化段散射场与局部场地土液化机制。

## **课题 3：土木工程重大基础设施损伤远距离高速视频精准测量技术**

- **研究内容：**

高层建筑、桥梁等土木工程重大基础设施是国家经济建设和国防安全的重要目标，其损伤过程动态响应是评估和提升其安全性和稳定性的核心参数。传统传感器接触式测量方法在损毁瞬间难以提供基础设施损伤全过程的动态数据。非接触式远距离高精度高速视频测量是实现土木工程基础设施损伤精准测量的共性技术。本项目研究内容包括：高速视频测量序列影像长时间采集和远距离传输方法；海量序列影像目标智能跟踪匹配和高精度三维解算方法；基础设施关键动态参数精准估计方法。

- **研究目标：**

本项目的目标是土木工程重大基础设施损伤远距离高速视频精准测量技术和方法，主要研究目标包括：

- (1) 相机阵列序列影像公里级远距离传输和存储方法;
- (2) 高帧频序列影像目标特征的毫米级匹配跟踪和计算;
- (3) 基础设施关键动态参数精准估计方法。

#### **课题 4：装配式钢筋混凝土结构抗震韧性定量评估与提升研究**

##### **• 研究内容：**

"韧性城乡"已成为我国防灾减灾领域的研究热点和未来指导方向，韧性定量评估是保证其落地和应用的重要基础。另一方面，随着我国建筑工业化的发展，装配式钢筋混凝土结构是我国建筑结构发展的重要方向之一。与整体现浇式钢筋混凝土结构相比，装配式钢筋混凝土结构整体性相对较差，因而降低此类结构地震倒塌风险并保障其韧性，是减轻地震灾害伤亡最直接也是最有效的措施，是其抗震设计的首要目标。因此，装配式钢筋混凝土结构抗震韧性定量评估与提升研究具有重要理论意义与工程应用价值。

主要研究内容包括：装配式钢筋混凝土结构地震倒塌模拟与倒塌判别物理准则、装配式钢筋混凝土结构整体抗震可靠度分析、装配式钢筋混凝土结构精细化易损性分析、装配式钢筋混凝土结构抗震韧性定量评估与抗震韧性提升措施等。

##### **• 研究目标：**

- (1) 装配式钢筋混凝土结构地震倒塌判别物理准则；
- (2) 装配式钢筋混凝土结构整体抗震可靠度高效分析方法；
- (3) 装配式钢筋混凝土结构抗震韧性定量评估方法。

#### **课题 5：基于数据库的建筑结构设计风荷载再认识**

##### **• 研究内容：**

定量、合理评价建筑结构风荷载是抗风设计荷载规范的核心内容之一。世界上很多风工程研究机构（如日本东京工艺大学风工程研究中心和美国圣母大学灾害模拟研究所）都建立了丰富的低层、高层建筑和烟囱等高耸结构的风荷载数据库，为再认识建筑结构抗风设计规范的风荷载推荐值以及开展基于大数据分析和人工智能的设计风荷载研究提供了宝贵条件。本项目将集合传统风荷载分析方法和现代先进数据分析手段的优势，研究成果有助于完善建筑结构抗风设计规范、提出新型抗风设计理论和方法，具有重要的工程应用价值。

本课题以国际合作的方式在风工程国际合作联合实验室内进行。

##### **• 研究目标：**

- (1) 研究不充分样本数量对多种建筑（低层、高层建筑和烟囱等）承载结构和围护结构设计风荷载参数评估精度的影响；
- (2) 基于大量风洞试验结果确定峰值压力系数、倾覆力矩系数等风荷载参数

的概率分布，并计算与非超越概率对应的各种设计风荷载参数；

- (3) 研究基于人工智能的风荷载参数评估方法；
- (4) 研究合理、定量评估结构风荷载的先进方法。

## **课题 6：非线性能量阱控制超高层建筑风振响应的理论与试验研究**

### **• 研究内容：**

超高层建筑柔性大、阻尼小，在强风作用下会出现很强的风-结构耦合振动。伴随振动出现的气动刚度和气动阻尼将导致结构的自振频率和阻尼随风速发生变化，从而使得用传统阻尼器控制超高层建筑风振响应时的鲁棒性较差。非线性能量阱（Nonlinear Energy Sink）减振装置具有控制频带宽及鲁棒性好等优点，可能在超高层建筑风振控制领域中有很大优势。本项目在充分考虑超高层建筑风荷载特点基础上，探索非线性能量阱控制超高层建筑风振响应的性能并提出控制方法。

### **• 研究目标：**

- (1) 根据超高层建筑风-结构耦合振动和非线性能量阱减振理论的数学模型，建立非线性能量阱控制超高层建筑风振响应的数学模型；
- (2) 基于典型超高层建筑刚性模型测压风洞试验和大量典型工程的分析，获得具有工程意义的非线性能量阱优化参数公式；
- (3) 通过气弹模型风洞试验验证数学模型及优化参数公式的正确性；
- (4) 建立非线性能量阱减振装置控制超高层建筑风振响应的方法。

## **二、课题研究期限、经费**

课题执行时间为 2022 年 1 月 1 日~2024 年 12 月 31 日。

课题经费 50 万元。

## **三、课题申请要求**

### **1. 申请资格**

申请人应是副教授或副研究员以上，具有独立工作能力的土木工程防灾科研工作者或具有博士学位的在职科研工作者。

申请课题应符合本重点实验室的指导范围，具有明确的前沿性、开拓性，切实可行的技术路线和创新性明显的研究内容。

申请课题遵守《土木工程防灾国家重点实验室开放课题管理办法》。

### **2. 申请和审批程序**

课题申请者填写《土木工程防灾国家重点实验室开放课题申请书》，一式三份，经所在单位同意并加盖公章后，向土木工程防灾国家重点实验室申报，同时提交电子版。

重点实验室将组织相关专家对所有申请项目先进行初审，再交由实验室学术委员会进行评审，择优资助。

### 3. 申报和评审时间

开放课题申请截止日期：2021年10月25日

实验室对通过预审的课题发送答辩通知：2021年11月1日

通过预审的课题申请者出席现场答辩会：（将另行通知）

实验室发送课题批准通知时间：2021年12月31日前

课题执行起始时间：2022年1月1日。

## 四、联系方式

联系人：徐乐 Email: sldrce@tongji.edu.cn; lifrean@tongji.edu.cn;

电 话：021-65982398

地 址：上海市四平路1239号同济大学土木工程防灾国家重点实验室  
(200092)

## 五、附 录

1. 重点实验室介绍 2. 管理办法 3. 申请表格

同济大学  
土木工程防灾国家重点实验室  
2021年9月30日