

河北省科学技术进步奖提名书

(2025 年度)

一、项目基本情况

专业评审组： 房屋建筑组

项目类别： 技术开发类

项目名称		大跨空间结构风效应分析理论、关键技术与工程应用					
主要完成人		李玉学, 赵莉, 田玉基, 白硕, 李海云, 陈铁, 陈玄烨					
主要完成单位		石家庄铁道大学, 河北劳动关系职业学院, 北京交通大学		提名单位/ 提名专家		省总工会	
奖励等级志愿		二等及以上		项目涉密情况		非密	
学科分类 名称	1	结构设计				代码	5603050
	2					代码	
	3					代码	
所属国民经济行业		其他房屋建筑业					
所属产业		其他产业					
本项目涉及主要计划项目（含基金）列表							
任务来源	项目名称		项目编号	起止 年限	经费	验收 时间	科技报告 编号
国家自然科学 基金	考虑特征湍流的典型大跨屋盖 结构风荷载描述及其抗风分析 精细化		51278314	4	80	2017-03-15	
基础研究计划	基于风致动力特性类型的大跨 屋盖结构风效应分析体系研究		E201921003 1	3	10	2022-08-05	
技术创新引导 计划	非高斯强风下大跨屋盖结构风 效应分析体系关键性问题的研究		206Z5401G	3	30	2023-06-11	
授权发明专利（项数）		4	授权其他知识产权（项数）			6	
项目起止时间		起始	2008-01-01		完成	2021-01-01	

河北省科学技术厅

二、提名意见

(适用于提名单位)

提名单位	省总工会	统一社会信用代码	1313000000021851XN
通讯地址	石家庄市红旗大街 309 号	邮 政 编 码	050091
联 系 人	黄亚建	联 系 电 话	0311-67569127
电子邮箱	hbghcxgz@163.com	传 真	0311-67569191

单位提名意见 (写明提名理由): (限 300 字)

提名单位声明

声明: 本单位严格按照《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则和有关规定, 对提名书内容及全部附件材料进行了严格审查, 并按要求对候选人的政治、品行、水平、作风、廉洁等情况进行了审核把关, 确认该项目符合规定要求的提名条件, 提名材料全部内容真实有效, 且不存在任何违反科技保密等有关法律法规和侵犯他人知识产权的情形, 以及其他依规不得提名的情况。如被提名项目发生争议, 将承担相应的调查核实责任, 并积极配合处理。如有材料虚假或违纪行为, 愿意承担相应责任并按规定接受处理。

本单位承诺已认真履行了作为提名单位的义务, 并愿承担相应责任。

提名单位 (公章)

年 月 日

二、提名意见

(适用于提名专家)

提名专家情况	姓 名		身份证号	
	工 作 单 位		职 务	
	职 称		院 士	
	通 讯 地 址		邮政编码	
	电 子 信 箱		手 机 号	
	专 业 专 长			

专家提名意见 (写明提名理由): (限 300 字)

河北省科技厅

声明: 本人严格按照《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则和有关规定, 对提名书内容及全部附件材料进行了严格审查, 并按要求对候选人的政治、品行、水平、作风、廉洁等情况进行了审核把关, 确认该项目符合规定要求的提名条件, 提名材料全部内容真实有效, 且不存在任何违反科技保密等有关法律法规和侵犯他人知识产权情形, 以及其他依规不得提名的情况。如被提名项目发生争议, 将承担相应的调查核实责任, 并积极配合处理。如有材料虚假或违纪行为, 愿意承担相应责任并按规定接受处理。

本人同意作为该项目的提名专家向社会公布。

提名专家签字:

年 月 日

三、项目简介（限 1200 字）

所属科学领域

土木工程

立项背景

随着我国综合国力强劲提升，人们在体育、会展、文娱等方面需求迅猛增加，使得大跨空间结构进入大规模建设和快速发展时期。现代大跨空间结构不断向轻柔、长大方向的发展趋势使其在合理风荷载确定、精准风振响应计算以及简便适用的风效应分析方法等事关该类结构风灾防御能力提升的关键问题面临新的严峻挑战。

科学技术内容

项目历经十多年技术攻关，围绕机理揭示→模型构建→方法提出→工程验证的研究思路，突破了上述关键问题，形成了一套基于风致动力特性类型的大跨空间结构风效应分析体系，主要创新成果包括：

（1）阐明了大跨空间结构表面特征湍流发生、发展规律，揭示了特征湍流对大跨空间结构表面风荷载的影响机理，提出了考虑特征湍流影响的大跨空间结构表面风荷载描述模型；

（2）提出了大跨空间结构风效应分析中主要参振模态选取方法、多模态响应耦合效应分析理论以及兼顾多个响应目标的风效应静力等效方法；

（3）提出了大跨空间结构风致动力特性类型划分方法，制定了用于大跨空间结构抗风设计的风荷载标准，形成了一套基于结构风致动力特性类型的大跨空间结构风效应分析体系。

以上述学术成果和工程应用为基础，发表论文 36 篇，授权国家发明专利 5 项。

主要科技创新及优势特色

（1）所提出的考虑特征湍流的结构表面风荷载描述模型，相比于目前直接用风速谱描述大跨空间结构表面风荷载，所得风荷载值更精准，其抗风设计更可靠；

（2）所提出的多模态参振、模态响应耦合、风效应多目标静力等效的解决方法，较目前偏重于数学方法解决问题的思路，具有明确物理意义和理论基础，更能真实反映风荷载作用机理；

（3）建立的基于其风致动力特性类型的精细化风效应分析体系，为结构设计人员高效、便捷选用适合的风效应分析方法提供了明确的理论依据和程序遵循，实现了将现有复杂的风效应分析理论提升到较高的工程实用化阶段。

推广应用情况

截至目前，项目研究成果已经成功应用到 30 余项大跨空间结构的抗风防灾中，包括辛集国际皮革城、沙河市体育公园-体育馆、乒羽馆、石家庄润德学校 E 体育馆、多巴哥亚拿雷·罗宾逊国际机场航站楼等，为大跨空间结构的抗风安全性提供了安全保证作用与工程示范作用，通过优化设计，使得结构更加经济合理，节约了大量建设成本，产生了良好的经济和社会效益。对比部分工程应用单位采用项目研究成果前后的预算，累计节约工程建设成本数千万元。随着项目研究成果在更多工程结构中的应用，经济效益将越来越显著，目前项目的研究成果正在进一步推广应用之中。

四、项目详细内容（不超过6页）

1、立项背景

大跨空间结构以轻巧优美的造型、无内柱大空间、多功能等优点在体育场馆、会展中心、影剧院、机场航站楼等大型公共建筑中被广泛应用。特别是随着 2022 年北京携手张家口成功举办冬奥会，雄安新区“未来之城”有序推进，京津冀一体化背景下环首都机场群、沿渤海机场群以及冀中南机场群的规划建设，我省已经进入大跨空间结构大规模建设和快速发展时期，从数量、规模和跨度等发展来看，也正逐步成为大跨空间结构建设大省。

大跨空间自重轻、柔度大、自振频率低且分布密集的特点，使得其对风荷载的敏感性大大增强，其表面风荷载和由此引发的风致振动常常成为控制结构安全的主要因素。事实确实如此，该类结构遭风毁破坏的报道屡见不鲜，比如，2013 年北京首都国际机场 T3 航站楼屋顶局部遭强风掀起破坏；2015 年湛江奥体中心屋盖顶棚遭强风袭击，多处破损严重；2016 年厦航机库屋盖表面金属板也被大风掀翻，同时造成入口玻璃门被击碎。大跨空间结构风致破坏事故的不断出现，暴露出该类结构的风灾防御仍面临一系列严峻的技术挑战：

（1）体现特征湍流影响作用机理的大跨空间结构表面风荷载描述模型亟待建立

大跨空间结构体型复杂且庞大，三维钝体特性显著，结构表面的风荷载不仅受来流特性的影响，而且还会更多地受到结构自身特征湍流的影响，不符合拟定常假定。风场绕流特性的复杂性，使得至今还没有建立起合适的结构表面风荷载描述模型。在实际工程中，往往进行简单处理，忽略特征湍流的影响，直接用来流风速谱描述空间结构表面脉动风压特性，这将直接影响结构风振响应计算结果的精度。

（2）多模态参振、模态响应耦合以及风效应多目标静力等效这些大跨空间结构风效应分析理论中所特有的关键问题尚未较好解决

大跨空间结构柔度大、自振频率低、模态分布密集，结构风振响应具有多模态参振且模态响应耦合效应显著的特点。另外，大跨空间结构复杂的结构形式，使得结构设计所关心的响应控制目标较多，基于单目标的风效应静力等效分析方法难以适用。然而，如何准确选取风振响应主要参振模态、高效计及模态耦合效应，并有效得到兼顾多个响应控制目标的等效静力风荷载，这些大跨空间结构风效应分析中所特有的关键问题目前仍未较好解决。

（3）建立基于风致动力特性类型的大跨空间结构精细化风效应分析体系，是实现复杂的风效应分析理论工程化的有效途径

目前，已经建立的大跨空间结构风效应分析理论框架三个环节（结构表面风荷载确定、风振响应分析和风效应静力等效）部分分析方法与处理过程过于复杂，缺乏便于结构工程师使用的表

达形式，面对众多且繁琐复杂的处理方法，结构设计人员往往感觉无从下手，一定程度地给其工程应用带来不便。因此，根据具有不同风致动力特性类型的大跨空间结构抗风设计特点，制定相应的精细化风效应分析体系，有助于实现既有的复杂风效应分析理论工程化。

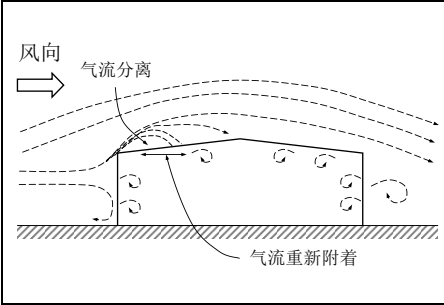
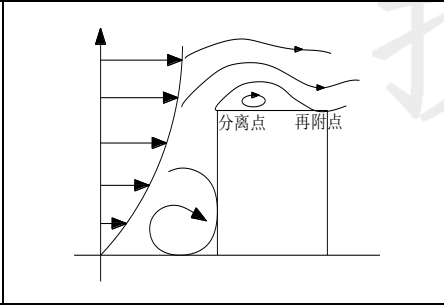
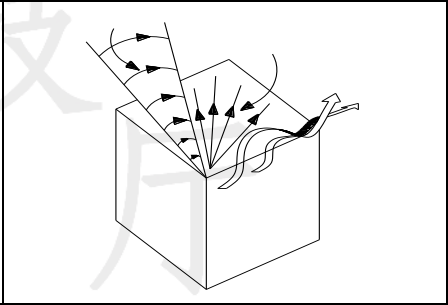
针对上述问题，团队自 2008 年开始依托国家自然科学基金等多个项目，借助理论分析、模型风洞试验和 CFD 数值模拟，在揭示特征湍流对大跨结构表面风荷载影响作用机理基础上，提出了考虑特征湍流影响的大跨空间结构表面风荷载描述模型，系统解决了多模态参振、模态响应耦合以及风效应多目标静力等效这些大跨空间结构风效应分析理论中所特有的关键问题，实现了大跨空间结构风致动力特性类型划分，形成了一套基于风致动力特性类型的大跨空间结构风效应分析体系，并进行了工程应用推广。项目对于提升理论研究成果直接服务于结构抗风设计工程技术水平，从而提升结构抵御风灾破坏能力并保证其健康发展，具有非常重要的现实意义。

2、主要科技创新

创新成果 1：阐明了大跨空间结构表面特征湍流发生、发展规律，揭示了特征湍流对大跨空间结构表面风荷载的影响机理，提出了考虑特征湍流影响的大跨空间结构表面风荷载描述模型。

(1) 阐明了大跨空间结构表面特征湍流发生、发展规律

借助典型大跨空间结构（平屋盖、悬挑屋盖、球面屋盖、柱面屋盖、鞍型屋盖）风洞试验测压数据，配合 PIV 图像显示技术和 CFD 数值模拟技术，阐明了流风场遇到大跨空间结构阻碍后产生的气流撞击、分离、再附着、旋涡脱落等特征湍流的形态和发生、发展规律，包括大跨空间结构表面柱状涡（图 2）、锥形涡（图 3）的产生规律和特点，并确定了表征其作用范围、大小、涡核位置、运动方式的特征参数，建立了此特征参数与风荷载空间分布形式间的相关关系。

		
图 1 大跨空间结构表面特征湍流	图 2 大跨空间结构表面柱状涡	图 3 大跨空间结构表面锥形涡

(2) 揭示了特征湍流对大跨空间结构表面风荷载作用机理，提出了影响大跨空间结构表面风荷载特性的关键控制参数

在得到大跨空间结构表面特征湍流发展、发展规律基础上，综合运用空气动力学、数理统计、数据处理、系统识别等理论和方法，得到了特征湍流诱导的结构表面风压场空间分布特性和时一频分布特性（频域内的频谱分布形式、时程的概率统计特性等），揭示了反映大跨空间结构风场

绕流特性和风压脉动特性的特征湍流作用机理。借助 CFD 数值模拟技术，分析了大跨空间结构几何形状参数、风场特征参数对结构表面平均风荷载和脉动风荷载分布特性的影响规律，提出了影响风荷载分布特性的关键控制参数，分别为：屋面坡度倾角、屋盖的高跨比、来流地貌类型、来流风谱、来流风向。

(3) 提出了由关键控制参数表示、考虑特征湍流影响的大跨空间结构表面风荷载描述模型

针对提出的影响大跨空间结构表面风荷载特性的关键控制参数，按重要程度对其分类，研究确定了较优的参数配置方案，研究构建了能够反映特征湍流影响规律的大跨空间结构表面平均、脉动风荷载描述模型。

创新成果 2：提出了大跨空间结构风效应分析中主要模态选取方法、多模态响应耦合效应分析理论以及兼顾多个响应目标的风效应静力等效方法。

(1) 提出了大跨空间结构风效应分析中主要参振模态的选取方法

阐明了决定模态对结构响应贡献程度的两个控制因素：(a) 荷载空间分布形状与模态形状的相关性（空间分布近似程度）强弱；(b) 模态频率高低及与风荷载中心频率的接近程度。其中，因素 (b) 可以直观判定，据此针对大跨空间结构动力特性复杂，表面作用风荷载分布亦很复杂，并无明确强相关模态，且往往存在一些高阶模态对结构响应贡献也不能忽略的具体情况，提出了两种解决方法：(a) 将空间结构表面考虑特征湍流的随机风压场进行本征正交分解，取前几阶本征模态代表风荷载的空间分布形式，将本征模态作为空间向量在模态形状向量上进行投影变换，并定义二者的相关系数，以此相关系数大小表征二者相关性强弱；(b) 经过试算在结构低阶模态中找到风振响应的主要贡献模态近似代表风荷载的空间分布形式，然后考察结构剩余高阶模态与此低阶主要贡献模态的相关性强弱，以此近似表征所考察的高阶模态与风荷载空间分布相关性强弱，从而识别高阶模态中的风荷载强相关模态。

(2) 提出了大跨空间结构多模态风振响应分析中模态耦合效应分析理论

研究了模态间特征参数（自振频率关系、模态力谱关系、阻尼比等）对模态耦合效应强弱的影响规律，揭示了模态耦合效应显著发生的内在机理和外在结构特性条件，从而提出了强耦合模态识别标准以及考虑模态响应耦合效应的总响应快速组合方法，即将模态响应耦合项从主要参振模态响应的 CQC 组合表达式中独立出来，引入模态应变能概念，分别计算脉动风荷载在模态响应耦合项上做功值及其在两独立模态共振响应上做功值，定义二者比值为模态耦合效应系数，并作为耦合效应强弱判别标准。针对模态耦合效应显著发生的大跨空间结构，总模态响应 $\sigma_{x,j}^2$ 可以表示为独立模态响应的平方和开平方组合结果再叠加由耦合效应系数表示的耦合模态项简便组合，如式 (1) 所示。

$$\sigma_{x,j}^2 = \text{diag}(\mathbf{C}_{bb})_j + \sum_{i=1}^m \sigma_{x,br,i,j}^2 (1 + c_{i,j}) + \sum_{i=1}^m \sigma_{x,r,i,j}^2 \quad (1)$$

式(1)右边第一项为背景响应,考虑了所有模态及其耦合项的贡献,其中 $\mathbf{C}_{bb}$ 为背景响应方差矩阵, j 为结构节点号;第二项为 m 阶主导模态共振响应及其与背景响应耦合项的贡献,该耦合项通过耦合效应修正系数 $c_{i,j}$ 计及,而 $c_{i,j}$ 的计算不再涉及复杂的求和与积分运算,由结构动力特性参数和风荷载参数即可方便求得,其中 $\sigma_{x,br,i,j}^2$ 为第 i 阶模态背景和共振响应耦合项方差;第三项为 m 阶主导模态共振响应平方和开方组合结果,其中 $\sigma_{x,r,i,j}^2$ 为第 i 阶模态共振响应方差。

(3) 提出了大跨空间结构风效应分析中能够兼顾多个响应目标的风效应静力等效方法

研究了大跨空间结构风振响应特性、风致破坏过程以及风致灾变动力行为,阐明了大跨空间结构风致动力特性与多个响应控制目标间的相关关系,揭示了大跨空间结构等效静力风荷载存在多个响应控制目标的内在机理。据此提出了两种多目标风效应静力等效方法:(a)利用荷载响应相关法基本原理,分别构造了大跨空间结构多目标等效方程的基本向量,实现与其风振响应计算结果完全对应,采用最小二乘法数值方法求解等效方程,得到了统计意义上能够最大程度兼顾多个响应目标的等效静力风荷载 $\mathbf{F}_{eq}$,如式(2)所示;(b)从保证结构整体安全角度,以标志结构动力灾变程度的整体性能指标-结构应变能作为结构风效应静力等效指标,兼顾结构所有节点,提出了大跨空间结构多目标等效静力风荷载 $\mathbf{F}_{eq}$,如式(3)所示。

$$\mathbf{F}_{eq} = s_1^* \mathbf{F}_{eq,1} + s_2^* \mathbf{F}_{eq,2} + \cdots + s_l^* \mathbf{F}_{eq,l} \quad (2)$$

式(2)中系数 s_i^* 为由最小二乘法得到的系数; $\mathbf{F}_{eq,i}$ 为多目标等效方程的基本向量。

$$\mathbf{F}_{eq} = \bar{\mathbf{F}}_k + \text{sign}(\bar{\mathbf{F}}_k) (\beta_b \mathbf{F}_{eq,b} + \beta_r \mathbf{F}_{eq,r} + \beta_{br} \mathbf{F}_{eq,br}) \quad (3)$$

式(3)中 $\bar{\mathbf{F}}_k$ 为结构平均风荷载; $\text{sign}(\cdot)$ 为符号函数; β_b 、 β_r 和 β_{br} 分别为三应变能等效背景、共振以及耦合项分量多目标等效静力风荷载 $\mathbf{F}_{eq,b}$ 、 $\mathbf{F}_{eq,r}$ 和 $\mathbf{F}_{eq,br}$ 的组合系数。

创新成果 3: 提出了大跨空间结构风致动力特性类型划分方法,制定了用于大跨空间结构抗风设计的风荷载标准,形成了一套基于结构风致动力特性类型的大跨空间结构风效应分析体系。

(1) 提出了大跨空间结构风致动力特性表征指标

综合考虑大跨空间结构风致动力特性表征指标的合理性、方便性和可行性,通过对传统的风致动力特性表征指标(结构关键点位移、杆件内力、支座反力等)以及标志结构动力灾变程度的整体性能指标(结构变形能、结构动能、损伤度等)的对比分析,提出将结构应变能作为结构风致动力特性表征指标。在此基础上,借助风洞试验测试结果并结合 CFD 数值模拟,阐明了大跨空间结构几何特性参数、动力特性参数以及风荷载参数对结构风致动力特性表征指标的影响规律,并确定了其中影响显著的主要参数,据此提出了由主要影响参数构成的大跨空间结构风致动力特性描述模型,如式(4)所示。

$$\eta_k = \frac{\bar{W}_k}{\bar{W}_{total}} \quad (4)$$

式（4）中 $\bar{W}_{total} = \bar{W}_b + \bar{W}_r + \bar{W}_{br}$ ； k 分别取 b 、 r 和 br ； $\bar{W}_b$ 、 $\bar{W}_r$ 和 $\bar{W}_{br}$ 分别为由主要影响参数表示的风振响应背景、共振以及耦合项分量应变能。

（2）提出了大跨空间结构风致动力特性类型评定界限、划分标准

针对工程实际中典型大跨空间结构（平屋盖、悬挑屋盖、球面屋盖、柱面屋盖、鞍型屋盖），根据其影响风致动力特性的主要参数实际取值范围，提出了大跨空间结构风致动力特性描述模型取值界限区间，并根据其不同界限区间（ ε_b 、 ε_r 和 ε_{br} 分别为与 η_b 、 η_r 和 η_{br} 对应的界限区间值）内取值时，结构风致动力特性所表现出的差异，提出了大跨空间结构风致动力特性类型评定界限和划分标准，据此将大跨空间结构不同风致动力特性类型划分为 I~IV 类，如表 1 所示。

表1 大跨空间结构风致动力特性类型划分标准

类型	指标系数			类型
	η_b	η_r	η_{br}	
I	$\eta_b < \varepsilon_b$	-	$\eta_{br} < \varepsilon_{br}$	弱耦合柔性（共振分量）
II	$\eta_b < \varepsilon_b$	-	$\eta_{br} > \varepsilon_{br}$	强耦合柔性（共振、耦合分量）
III	-	$\eta_r < \varepsilon_r$	$\eta_{br} < \varepsilon_{br}$	弱耦合刚性（背景分量）
IV	-	$\eta_r < \varepsilon_r$	$\eta_{br} > \varepsilon_{br}$	强耦合刚性（背景、耦合分量）
V	$\eta_b > \varepsilon_b$	$\eta_r > \varepsilon_r$	$\eta_{br} < \varepsilon_{br}$	弱耦合刚柔适中（背景、共振分量）
VI	$\eta_b > \varepsilon_b$	$\eta_r > \varepsilon_r$	$\eta_{br} > \varepsilon_{br}$	强耦合刚柔适中（背景、共振、耦合分量）

（3）制定了风荷载标准，形成了不同风致动力特性类型大跨空间结构风效应分析体系

表2 不同风致动力特性类型大跨空间结构风效应分析体系简表

类型	风振响应 $\hat{x}_j$	等效静力风荷载 $F_{eq,j}$
I	$g_r \sigma_{x,r,j}$	$F_{eq,r,j}$
II	$g_r \sigma_{x,r,j} + g_{br} \sigma_{x,br,j}$	$F_{eq,r,j} + F_{eq,br,j}$
III	$g_b \sigma_{x,b,j}$	$F_{eq,b,j}$
IV	$g_b \sigma_{x,b,j} + g_{br} \sigma_{x,br,j}$	$F_{eq,b,j} + F_{eq,br,j}$
V	$g_b \sigma_{x,b,j} + g_r \sigma_{x,r,j}$	$F_{eq,b,j} + F_{eq,r,j}$
VI	$g_b \sigma_{x,b,j} + g_r \sigma_{x,r,j} + g_{br} \sigma_{x,br,j}$	$F_{eq,b,j} + F_{eq,r,j} + F_{eq,br,j}$

备注：表中 g_k 、 $\sigma_{x,k,j}$ 和 $F_{eq,k,j}$ 脉动风振背景响应、共振响应及二者耦合项对应的峰值因子、响应方差和等效静力风荷载，其中 k 分别取 b 、 r 和 br 。

在划分大跨空间结构风致动力特性类型基础上，基于模态加速度法基本原理，以脉动风振背景响应和共振响应概念为基础，提出了适合不同风致动力特性类型大跨空间结构的风振响应分析方法；与风振响应分析结果协调对应，基于荷载响应相关以及响应惯性力基本原理、相关概念，

提出了能再现风振响应特性的不同风致动力特性类型大跨空间结构等效静力风荷载计算方法，据此制定了用于大跨空间结构抗风设计的风荷载标准；在此基础上，形成了一套不同风致动力特性类型大跨空间结构风效应分析体系，如表 2 所示，并借助 MATLAB、FORTRAN 语言将其整合到了同一数据平台。

3、与当前国内外同类技术比较

项目通过技术攻关和实际应用，形成了一套基于风致动力特性类型的大跨空间结构精细化风效应分析体系，并在多项大跨空间结构工程中得到推广应用，与国内外同类技术比较，具有如下显著优势特色：

（1）针对大跨空间表面风荷载更多地受到结构自身特征湍流影响的工程实践，所提出的考虑特征湍流的结构表面风荷载描述模型，相比于目前直接用风速谱描述大跨空间结构表面风荷载的做法，本项目用于结构风效应分析的风荷载取值更加准确，使得结构抗风设计结果更加可靠。

（2）在阐明大跨空间结构风振响应规律、灾变行为和风致破坏机理基础上，提出的多模态参振、模态响应耦合、风效应多目标静力等效的解决方法，较既有研究较多偏重于数学方法解决问题的思路，具有更好的理论基础，也更能真实反映风荷载作用机理。

（3）针对复杂多样的大跨空间结构，提出的风致动力特性类型划分标准，建立的基于其风致动力特性类型的精细化风效应分析体系，为结构设计人员高效、便捷选用适合的风效应分析方法提供了明确的理论依据和程序遵循，并将现有复杂的风效应分析理论进一步提升到较高的工程技术实用化阶段。

4、知识产权及标准规范等情况

项目发表论文 36 篇，授权国家发明专利 5 项，应用到 30 多项工程中，起到了示范和引领作用，有力促进了行业技术进步。

5、科技局限性

项目成果经过多年实践，在提升大跨空间结构抵御风灾破坏能力方面取得了明显进步，但仍存在以下局限和亟需改进的地方：

（1）除了从结构抗风设计计算角度，还需进一步研发有助于提升大跨空间结构抗风安全的结构构造措施；

（2）与信息技术深度融合，进一步提升研究成果的智能化应用水平，以更有利于成果的推广应用、完善和发展。

五、主要科技创新

序号	主要科技创新点	证明材料	所属学科
1	提出了大跨空间结构风致动力特性类型划分方法,制定了用于大跨空间结构抗风设计的风荷载标准,形成了一套基于结构风致动力特性类型的大跨空间结构风效应分析体系。	2.1.1,2.1.2,2.1.3 ,2.6.8,2.6.10,3.8.2	结构设计
2	提出了大跨空间结构风效应分析中主要模态选取方法、多模态响应耦合效应分析理论以及兼顾多个响应目标的风效应静力等效方法。	2.1.2,2.1.4,2.6.7 ,2.6.9,3.8.3	结构设计
3	阐明了大跨空间结构表面特征湍流发生、发展规律,揭示了特征湍流对大跨空间结构表面风荷载的影响机理,提出了考虑特征湍流影响的大跨空间结构表面风荷载描述模型。	2.6.5,2.6.6,2.6.10,3.8.1,3.8.3	结构设计

六、客观评价（不超过 2 页）

1、科技查询结论

项目委托教育部科技查新工作站(L14)对本项目的核心技术成果进行了查新工作,针对“大跨空间结构风效应分析理论、关键技术与工程应用”项目的**科学技术要点**:“提出了大跨屋盖结构风效应分析中主要模态选取、多模态响应耦合以及兼顾多个响应目标的风效应静力等效分层解决方法”以及“提出了大跨屋盖风致动力特性类型划分方法,形成了一套基于结构风致动力特性类型的大跨屋盖结构风效应分析体系”,**对应的查新点**:“通过低阶主要贡献模态间接寻找风荷载强相关高阶模态;将大跨屋盖结构风振响应模态耦合项从模态响应共振分量的 CQC 组合表达式中独立出来,定义为模态耦合效应系数,据此系数识别强耦合模态;以随机脉动风荷载作用下结构所有节点响应同时达到极值情况下应变能相等作为等效原则实现风效应多目标静力等效”以及“引入应变能概念,定义各响应分量应变能预测系数,据此系数将大跨屋盖结构风致动力特性划分为 I~VI 类(弱耦合柔性结构、强耦合柔性结构、弱耦合刚性结构、强耦合刚性结构、弱耦合刚柔适中结构、强耦合刚柔适中结构);在此基础上,制定了与风致动力特性类型相对应的脉动风振总响应组合求解策略”,**所得查新结论为:“综上所述,在上述检索范围内,除文献标记为该项目成果外,国内未见与该项目查新点内容完全相同的文献报道。”**

2、课题验收意见

主持的河北省自然科学基金项目“基于风致动力特性类型的大跨屋盖结构风效应分析体系研究”结题验收意见指出:“项目组针对大跨屋盖结构风致动力特性展开研究,建立了基于结构风致动力特性类型的大跨屋盖结构风效应分析体系,基于大跨屋盖结构风致动力特性类型,解决了其表面风荷载空间分布形式的合理表达问题,实现了结构风振响应多模态参振以及风效应多目标静力等效的分层次处理。**研究成果服务于结构抗风设计工程实践,提升了结构抗风安全,降低了因结构风灾破坏带来的不良社会影响,减少了经济财产损失。”**

主持的中央引导地方科技发展资金项目“非高斯强风下大跨屋盖结构风效应分析体系关键性问题研究”结题验收意见指出:“项目提出了大跨屋盖结构表面风荷载非高斯区域定量划分标准,建立了脉动风振响应特性类型预测方法,制定了与风振响应特性类型相对应的脉动风振总响应组合求解策略;项目以大跨屋盖结构等效静力风荷载求解为目标,建立了考虑风振响应特性类型的多目标等效静力风荷载实用分层分析方法。”

主持的河北省教育厅优秀青年基金项目“大跨屋盖结构风荷载及风效应关键问题研究”结题验收意见指出:“研究了大跨屋盖结构风振响应规律、灾变行为和风致破坏机理,揭示了多模态参振、模态响应耦合、多响应控制目标与风荷载特性以及结构动力特性间的内在联系;在把握风荷载作用机理的物理层面上,提出了大跨屋盖结构风振响应主要参振模态有效选取、模态响应耦合效应处理以及多目标等效静力风荷载分析等风致动力效应关键问题的解决方法;**研究成果对于深入把握大跨屋盖结构风振响应规律、灾变行为和风致破坏机理,准确高效的进行结构抗风设计,提高其抵御风灾破坏能力,保证其健康发展具有重要意义,具有创新性,研究成果总体达到了国际先进水平。”**

七、应用情况和效益

1. 应用情况（限 2 页）

项目坚持研究成果-工程应用支撑、反馈、提高的研发路径，截止目前，成果已在 30 余项大跨空间结构抗风防灾中推广应用，为大跨空间结构的抗风安全性提供了安全保证作用与工程示范作用，通过优化设计，使得结构更加经济合理，节约了工程建设成本，产生了良好的经济和社会效益。对比部分工程应用单位采用项目研究成果前后的预算，累计节约工程建设成本数千万元。随着本项目研究成果在更多工程结构中的应用，经济效益和社会效益将越来越显著，目前项目的研究成果正在进一步推广应用之中。选取部分工程应用情况展示说明：

2011 年 1 月-2012 年 12 月，在河北省西山迎宾馆有限公司的河北省西山迎宾馆健身中心设计过程中，应用项目提出的考虑特征湍流影响的大跨屋盖结构表面风荷载分析技术、结构风效应分析中主要参振模态选取技术、多模态响应耦合效应分析技术以及兼顾多个响应目标的风效应静力等效技术，准确得到了屋盖主体结构和围护结构的风荷载标准值，并高效进行了风振响应分析。

2016 年 1 月-2016 年 10 月，河北隆华飞宏建筑科技有限公司在沙河市体育公园-体育馆健康评估、检测以及改造提升工程中，应用项目提出的考虑特征湍流影响的大跨屋盖结构表面风荷载分析技术，对结构承受的风荷载重新进行了评估，在此基础上，应用主要参振模态选取技术、多模态响应耦合效应分析技术以及兼顾多个响应目标的风效应静力等效技术、基于风致动力特性类型的大跨空间结构风效应分析技术对结构风致效应进行了计算，同时对结构风致易损区域进行识别，据此增加了结构防风揭气动措施。

2011 年 1 月-2011 年 12 月，河北拓朴建筑设计有限公司在辛集国际皮革城大跨空间结构设计过程中，应用项目提出的考虑特征湍流影响的大跨屋盖结构表面风荷载分析技术、结构风效应分析中主要参振模态选取技术、多模态响应耦合效应分析技术以及兼顾多个响应目标的风效应静力等效技术为结构抗风设计提供了可靠依据，使得大跨空间结构有效抵御了几次强风侵袭。

2019 年 1 月-2020 年 8 月，北京华天幕墙工程有限公司在多巴哥亚拿雷·罗宾逊国际机场航站楼幕墙围护结构设计过程中，应用项目提出的考虑特征湍流影响的大跨空间结构表面风荷载分析技术，结构风效应分析中主要参振模态选取技术、多模态响应耦合效应分析技术以及兼顾多个响应目标的风效应静力等效技术，基于风致动力特性类型的大跨空间结构风效应分析技术，基于风场特征湍流的大跨空间结构风致易损区识别技术，大跨空间结构防风揭气动控制技术对此航站楼幕墙围护结构的风荷载及风效应进行了分析计算。

2. 主要应用单位情况表（不超过 15 个）

序号	应用单位名称	应用技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/ 联系电话	证明材料
1	河北隆华飞宏建筑科技有限公司	考虑特征湍流影响的大跨空间结构表面风荷载分析技术（说明：由于系统字数限制，此处仅填了部分应用技术，全部应用技术详见附件 4.1.1）	沙河市体育公园-体育馆，总建筑面积 12618.97 m ²	2016-01-01 至 2016-10-01	杨超 18931972267	4.1.1
2	路研工程科技河北有限公司	考虑特征湍流影响的大跨空间结构表面风荷载分析技术（说明：由于系统字数限制，此处仅填了部分应用技术，全部应用技术详见附件 4.1.2）	河北省石家庄市北国商城东区大跨屋盖网架结构，建筑面积约 72525m ²	2019-09-01 至 2020-10-01	杨晓强 18033878861	4.1.2
3	河北拓朴建筑设计有限公司	考虑湍流影响的大跨空间结构表面风荷载分析技术（说明：由于系统字数限制，此处仅填了部分应用技术，全部应用技术详见附件 4.1.3）	辛集国际皮革城，总建筑面积约 187026m ²	2011-01-01 至 2011-12-01	梁明金 15633838256	4.1.3
4	河北拓朴建筑设计有限公司	结构风效应分析中多模态响应耦合效应分析技术（说明：由于系统字数限制，此处仅填了部分应用技术，全部应用技术详见附件 4.1.4）	石家庄润德学校 E 体育馆，总建筑面积约 8379m ²	2008-01-01 至 2008-12-01	梁明金 15633838256	4.1.4

5	石家庄市红宾食品有限公司	考虑特征湍流影响的大跨空间结构表面风荷载分析技术（说明：由于系统字数限制，此处仅填了部分应用技术，全部应用技术详见附件 4.1.5）	红师傅速冻水饺加工厂车间和库房大跨屋盖，总建筑面积 21136.2m ²	2019-01-01 至 2021-01-01	赵淑贞 13333383156	4.1.5
6	北京华天幕墙工程有限公司	考虑特征湍流影响的大跨空间结构表面风荷载分析技术（说明：由于系统字数限制，此处仅填了部分应用技术，全部应用技术详见附件 4.1.6）	多巴哥亚拿雷·罗宾逊国际机场航站楼，总建筑面积约 11000m ²	2019-01-01 至 2020-08-01	李英伟 13780516998	4.1.6
7	河北隆华飞宏建筑科技有限公司	结构风效应分析中多模态响应耦合效应分析技术（说明：由于系统字数限制，此处仅填了部分应用技术，全部应用技术详见附件 4.1.7）	沙河市体育公园-乒羽馆，总建筑面积为 5946m ²	2017-12-01 至 2018-12-01	杨超 18931972267	4.1.7
8	河北省西山迎宾馆有限公司	结构风效应分析中主要参振模态选取技术（说明：由于系统字数限制，此处仅填了部分应用技术，全部应用技术详见附件 4.1.8）	河北省西山迎宾馆健身中心，建筑面积约 5552m ²	2011-01-01 至 2012-12-01	王昭 17733873210	4.1.8

3. 经济效益、社会效益和生态环境效益（限 2 页）

项目研究成果为大跨度空间结构的抗风设计提供了理论支持和技术保障，对于推动大跨空间结构的健康发展起到了积极作用。同时，随着研究技术成果的推广应用，不仅扩大了相关设计、施工、检测、加固、改造提升以及软件开发等单位的技术应用范围，降低了工程建设成本，增加了就业机会，而且有利促进了行业发展，提高了市场竞争力，加快了技术更新和行业优化升级。

截至目前，项目研究成果已经在 30 余项大跨空间结构中成功应用，通过借助项目所提技术成果，使得相关大跨空间结构设计、施工方案制定、健康评估结果等更加科学合理，节约了大量建设成本，产生了良好的经济效益，随着项目研究成果在更多工程结构中应用，经济效益将越来越显著。比如：2016 年 1 月-2016 年 10 月，在河北隆华飞宏建筑科技有限公司承担的沙河市体育公园-体育馆的健康评估、检测以及改造提升工程中，对比应用项目技术前后预算，节约资金约 500 万元人民币。2019 年 1 月-2020 年 8 月，北京华天幕墙工程有限公司在多巴哥亚拿雷·罗宾逊国际机场航站楼幕墙围护结构设计过程中，对比应用项目技术前后预算，节约资金约 900 万元人民币。

特别说明的是，大跨空间结构主要应用于体育场馆、会展中心、影剧院、机场航站楼等大型公共建筑中，该类大型公共建筑往往是一个地区或城市的地标，具有投资大、社会影响大的特点，同时其作为风敏感结构，在强风作用下容易受到损坏，结构一旦发生风致破坏，将产生较大的经济损失和恶劣的社会影响。通过项目研究成果的应用，有效保证了大跨空间结构这类风敏感大型公共建筑在规范要求风速下的安全，提升了其抵御风灾破坏能力，消除了在不明确风荷载作用下进行结构设计给工程带来的安全隐患，具有显著的社会效益。比如：2011 年 1 月-2011 年 12 月，河北拓朴建筑设计有限公司在辛集国际皮革城大跨空间结构设计过程中应用项目技术，结构有效抵御了几次强风侵袭，社会效益突出。2019 年 1 月-2020 年 8 月，北京华天幕墙工程有限公司在多巴哥亚拿雷·罗宾逊国际机场航站楼幕墙围护结构设计过程中应用了项目技术，项目建成以后在几次影响较大的台风作用下，结构安全性良好，大大增强了公众对此公共建筑的体验，取得了较好的社会效益。

八、主要知识产权和标准规范等目录（不超过 10 件）

序号	知识产权 (标准)类别	知识产权(标准) 具体名称	国家 (地区)	授权号 (标准编号)	授权(标准 发布)日期	证书编号 (标准批准 发布部门)	权利人 (标准起草单位)	发明人 (标准起草人)	发明专利 (标准)有 效状态	是否包含河 北省完成单 位/完成人
1	已授权发明 专利	大跨屋盖结构的风致 动力特性类型判定方 法及终端设备	中国	20201094181 2.1	2022-03-29	第 5031203 号	石家庄铁道大学	李玉学; 冯励睿; 王国安; 陈铁; 李海云; 陈玄烨; 马草原; 君保	有效专利	是
2	已授权发明 专利	大跨屋盖结构多目标 等效静力风荷载计算 方法及设备	中国	20211049049 4.6	2022-04-26	第 5114172 号	石家庄铁道大学	李玉学; 王国安; 陈铁; 李海云; 乔文涛; 张玉娥	有效专利	是
3	已授权发明 专利	一种扰流防风建筑物	中国	20231178621 4.1	2024-03-15	第 6789193 号	石家庄铁道大学	赵莉; 李玉学; 肖彬; 时瑞国; 王亚民; 王颖; 马成	有效专利	是
4	已授权发明 专利	一种测量屋面风压的 传感器装置及检测方 法	中国	20231172450 3.9	2025-01-21	第 7677438 号	石家庄铁道大学	赵莉; 李玉学; 申珑珺; 刘兴旺; 王连栓; 孙延博	有效专利	是
5	已发表论文	大跨度柱面网壳结构 风荷载特性风洞试验 研究	中国	1000-6869	2015-04-01	建筑结 构学 报	石家庄铁道大学 土木工程学院; 石 家庄铁道大学道 路与铁道工程安 全保障省部共建	李玉学; 白硕; 杨庆山; 田玉基	其他有效的 知识产权	是

							教育部重点实验室；北京交通大学结构风工程与城市风环境北京市重点实验室			
6	已发表论文	大跨度封闭式柱面屋盖脉动风荷载非高斯分布试验研究	中国	1000-6869	2019-07-01	建筑结构学报	石家庄铁道大学土木工程学院；石家庄铁道大学河北省风工程与风能利用工程技术创新中心；重庆大学土木工程学院；北京交通大学结构风工程与城市风环境北京市重点实验室	李玉学；白硕；杨庆山；田玉基	其他有效的知识产权	是
7	已发表论文	Wind Load of Low-Rise Building Based on Fluent Equilibrium Atmospheric Boundary Layer	中国	1330-3651	2023-08-01	Technical Gazette	石家庄铁道大学土木工程学院；河北劳动关系职业学院；石家庄铁道大学河北省风工程与风能利用工程技术创新中心；石家庄铁道大学道路与铁道工程安全保障教育部重点实验室	赵莉；李玉学	其他有效的知识产权	是
8	已发表论文	大跨屋盖结构脉动风振响应特性预测方法研究	中国	1000-4750	2021-07-01	工程力学	石家庄铁道大学土木工程学院；河北省风工程与风能利用工程技术创新中心；石家庄	李玉学；冯励睿；李海云；田玉基	其他有效的知识产权	是

							铁道大学道路与铁道工程安全保障省部共建教育部重点实验室; 北京交通大学结构风工程与城市风环境北京市重点实验室			
9	已发表论文	背景和共振响应的时域划分及模态耦合简化分析	中国	1004-4523	2015-04-01	振动工程学报	石家庄铁道大学土木工程学院; 石家庄铁道大学道路与铁道工程安全保障省部共建教育部重点实验室; 北京交通大学结构风工程与城市风环境北京市重点实验室	李玉学; 杨庆山; 田玉基; 向敏	其他有效的知识产权	是
10	已发表论文	The influence of multi/high-rise building on the surface wind load of low-rise building	中国	1110-0168	2022-12-01	Alexandria Engineering Journal	石家庄铁道大学土木工程学院; 河北劳动关系职业学院; 石家庄铁道大学河北省风工程与风能利用工程技术创新中心; 石家庄铁道大学道路与铁道工程安全保障教育部重点实验室	赵莉; 李玉学	其他有效的知识产权	是

九、主要完成人情况表

姓 名	李玉学	性 别	男	排 名	1
出生年月	1978-11-25	出生地	河北省安国县	民 族	汉族
身份证号	132440197811253614	归国人员	否	国 籍	中国
文化程度	博士研究生	毕业学校	北京交通大学	毕业时间	2010-07-01
技术职称	副教授	专业、专长	工程结构抗风	最高学位	工学博士
电子信箱	liyuxue2000@163.com	移动电话	15176991801	办公电话	0311-87935217
通讯地址	河北省石家庄市北二环东路 17 号石家庄铁道大学			邮政编码	050041
工作单位	石家庄铁道大学	单位性质	大专院校	注册地	河北省/石家庄市/长安区
二级单位		党 派	中国共产党	行政职务	
完成单位	石家庄铁道大学	单位性质	大专院校	注册地	河北省/石家庄市/长安区
曾获科学技术奖励情况		无			
参加本项目起止时间		自 2008-01-01 至 2021-01-01			
对本项目 主要科技 创新的 贡献	负责制定项目的总体研究方案,提出了考虑特征湍流影响大跨空间结构风荷载描述模型,大跨空间结构风效应分析中的多模态参振、模态响应耦合以及风效应多目标静力等效关键问题解决方法,基于风致动力特性类型的大跨空间结构风效应分析理论,对科技创新点 1~3 均做出了贡献。				
证明材料	2.1.1、2.1.2、2.6.8、3.8.1、3.8.2、3.8.3				
承诺: 本人同意完成人排名,自觉遵守《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则和有关规定,承诺遵守评审工作纪律,保证本人对项目的贡献及所提供的有关材料真实有效,且不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形,以及其他依规不得提名的情况。该项目是本人本年度被提名的唯一项目。本人工作单位和完成单位已知悉本人被提名情况且无异议。如产生争议,将积极配合调查。如有材料虚假或违纪行为,无条件退出本年度评审并承担相应责任。 本人签名: 年 月 日		完成单位声明: 本单位按照《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则规定对候选人在本单位期间的政治、品行、水平、作风、廉洁等情况进行了审核,不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实有效,且不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形。如发生争议,愿意积极配合调查处理工作。 工作单位声明: 本单位按照《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则规定,在征求相关纪检监察部门意见的基础上,对候选人的政治、品行、水平、作风、廉洁等情况进行了审核,不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实有效,对该完成人被提名无异议。 完成单位(公章) 工作单位(公章) 年 月 日			

九、主要完成人情况表

姓 名	赵莉	性 别	女	排 名	2
出生年月	1987-07-22	出生地	河北省石家庄市	民 族	汉族
身份证号	130123198707227248	归国人员	否	国 籍	中国
文化程度	博士研究生	毕业学校	石家庄铁道大学	毕业时间	2025-01-07
技术职称	副教授	专业、专长	大跨结构抗风	最高学位	工学博士
电子信箱	z1201987@163.com	移动电话	13831658919	办公电话	13831658919
通讯地址	河北省石家庄市红旗大街南端学院路 6 号			邮政编码	050222
工作单位	河北劳动关系职业学院	单位性质	大专院校	注册地	河北省/石家庄市/鹿泉区
二级单位		党 派	中国共产党	行政职务	
完成单位	河北劳动关系职业学院	单位性质	大专院校	注册地	河北省/石家庄市/鹿泉区
曾获科学技术奖励情况		无			
参加本项目起止时间		自 2019-09-01 至 2021-01-01			
对本项目 主要科技 创新的 贡献	根据不同风致动力特性类型大跨空间结构,研究了其结构表面风荷载特性,并提出了相应的结构气动优化措施,对第2、3 创新点做出了贡献。				
证明材料	2.1.3、2.1.4、2.6.7、2.6.10				
承诺: 本人同意完成人排名,自觉遵守《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则和有关规定,承诺遵守评审工作纪律,保证本人对项目的贡献及所提供的有关材料真实有效,且不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形,以及其他依规不得提名的情况。该项目是本人本年度被提名的唯一项目。本人工作单位和完成单位已知悉本人被提名情况且无异议。如产生争议,将积极配合调查。如有材料虚假或违纪行为,无条件退出本年度评审并承担相应责任。 本人签名: 年 月 日		完成单位声明: 本单位按照《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则规定对候选人在本单位期间的政治、品行、水平、作风、廉洁等情况进行了审核,不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实有效,且不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形。如发生争议,愿意积极配合调查处理工作。 工作单位声明: 本单位按照《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则规定,在征求相关纪检监察部门意见的基础上,对候选人的政治、品行、水平、作风、廉洁等情况进行了审核,不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实有效,对该完成人被提名无异议。 完成单位(公章) 工作单位(公章) 年 月 日			

九、主要完成人情况表

姓 名	田玉基	性 别	男	排 名	3
出生年月	1967-11-12	出生地	山东省泰安市	民 族	汉族
身份证号	32010219671112289x	归国人员	否	国 籍	中国
文化程度	博士研究生	毕业学校	东南大学	毕业时间	2002-07-01
技术职称	教授	专业、专长	工程结构抗风	最高学位	工学博士
电子信箱	yujitian@bjtu.edu.cn	移动电话	13161591172	办公电话	010-51683340
通讯地址	北京市海淀区上园村 3 号北京交通大学			邮政编码	100044
工作单位	北京交通大学	单位性质	大专院校	注册地	北京/北京市/海淀区
二级单位		党 派	群众	行政职务	
完成单位	北京交通大学	单位性质	大专院校	注册地	北京/北京市/海淀区
曾获科学技术奖励情况		无			
参加本项目起止时间		自 2008-01-01 至 2021-01-01			
对本项目 主要科技 创新的 贡献	对大跨空间结构表面风荷载特性进行了系统研究,提出了大跨空间结构风效应分析中考虑背景、共振响应耦合效应的组合方法,对第 1、2 创新点做出了贡献。				
证明材料	2.6.5、2.6.6、2.6.8、2.6.9				
承诺: 本人同意完成人排名,自觉遵守《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则和有关规定,承诺遵守评审工作纪律,保证本人对项目的贡献及所提供的有关材料真实有效,且不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形,以及其他依规不得提名的情况。该项目是本人本年度被提名的唯一项目。本人工作单位和完成单位已知悉本人被提名情况且无异议。如产生争议,将积极配合调查。如有材料虚假或违纪行为,无条件退出本年度评审并承担相应责任。 本人签名: 年 月 日		完成单位声明: 本单位按照《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则规定对候选人在本单位期间的政治、品行、水平、作风、廉洁等情况进行了审核,不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实有效,且不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形。如发生争议,愿意积极配合调查处理工作。 工作单位声明: 本单位按照《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则规定,在征求相关纪检监察部门意见的基础上,对候选人的政治、品行、水平、作风、廉洁等情况进行了审核,不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实有效,对该完成人被提名无异议。 完成单位(公章) 工作单位(公章) 年 月 日			

九、主要完成人情况表

姓 名	白硕	性 别	女	排 名	4
出生年月	1988-11-13	出生地	河北省石家庄市	民 族	汉族
身份证号	130106198811132744	归国人员	否	国 籍	中国
文化程度	硕士研究生	毕业学校	石家庄铁道大学	毕业时间	2015-01-20
技术职称	讲师	专业、专长	大跨空间结构抗风	最高学位	工学硕士
电子信箱	1062898348@qq.com	移动电话	13739772284	办公电话	13739772284
通讯地址	河北省石家庄市北二环东路 17 号石家庄铁道大学			邮政编码	
工作单位	河北工程技术学院	单位性质	大专院校	注册地	河北省/石家庄市/桥西区
二级单位		党 派	中国共产党	行政职务	
完成单位	石家庄铁道大学	单位性质	大专院校	注册地	河北省/石家庄市/长安区
曾获科学技术奖励情况		无			
参加本项目起止时间		自 2012-09-01 至 2021-01-01			
对本项目 主要科技 创新的 贡献	研究了大跨空间结构表面风荷载非高斯分布特性、风荷载描述模型，对第 1、3 创新点做出了贡献。				
证明材料	2.6.5、2.6.6				
承诺：本人同意完成人排名，自觉遵守《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则和有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证本人对项目的贡献及所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形，以及其他依规不得提名的情况。该项目是本人本年度被提名的唯一项目。本人工作单位和完成单位已知悉本人被提名情况且无异议。如产生争议，将积极配合调查。如有材料虚假或违纪行为，无条件退出本年度评审并承担相应责任。 本人签名： 年 月 日			完成单位声明：本单位按照《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则规定对候选人在本单位期间的政治、品行、水平、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形。如发生争议，愿意积极配合调查处理工作。 工作单位声明：本单位按照《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则规定，在征求相关纪检监察部门意见的基础上，对候选人的政治、品行、水平、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实有效，对该完成人被提名无异议。 完成单位（公章） 工作单位（公章） 年 月 日		

九、主要完成人情况表

姓 名	李海云	性 别	男	排 名	5
出生年月	1978-12-15	出生地	湖北省荆门市	民 族	汉族
身份证号	131002197812154633	归国人员	否	国 籍	中国
文化程度	博士研究生	毕业学校	东南大学	毕业时间	2012-01-10
技术职称	副教授	专业、专长	大跨空间结构抗风	最高学位	工学博士
电子信箱	lihy1215@163.com	移动电话	18630121550	办公电话	18630121550
通讯地址	河北省石家庄市北二环东路 17 号石家庄铁道大学			邮政编码	
工作单位	石家庄铁道大学	单位性质	大专院校	注册地	河北省/石家庄市/长安区
二级单位		党 派	中国共产党	行政职务	
完成单位	石家庄铁道大学	单位性质	大专院校	注册地	河北省/石家庄市/长安区
曾获科学技术奖励情况		无			
参加本项目起止时间		自 2012-03-01 至 2021-01-01			
对本项目 主要科技 创新的 贡献	研究了大跨空间结构风振响应特性预测方法、多目标风效应静力等效方法, 对第 2、3 创新点做出了贡献。				
证明材料	2.1.1、2.1.2、2.6.8、3.8.2、3.8.3				
承诺: 本人同意完成人排名, 自觉遵守《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则和有关规定, 承诺遵守评审工作纪律, 保证本人对项目的贡献及所提供的有关材料真实有效, 且不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形, 以及其他依规不得提名的情况。该项目是本人本年度被提名的唯一项目。本人工作单位和完成单位已知悉本人被提名情况且无异议。如产生争议, 将积极配合调查。如有材料虚假或违纪行为, 无条件退出本年度评审并承担相应责任。 本人签名: 年 月 日		完成单位声明: 本单位按照《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则规定对候选人在本单位期间的政治、品行、水平、作风、廉洁等情况进行了审核, 不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实有效, 且不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形。如发生争议, 愿意积极配合调查处理工作。 工作单位声明: 本单位按照《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则规定, 在征求相关纪检监察部门意见的基础上, 对候选人的政治、品行、水平、作风、廉洁等情况进行了审核, 不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实有效, 对该完成人被提名无异议。 完成单位 (公章) 工作单位 (公章) 年 月 日 年 月 日			

九、主要完成人情况表

姓 名	陈铁	性 别	男	排 名	6
出生年月	1981-04-06	出生地	河北省石家庄市	民 族	汉族
身份证号	130103198104060017	归国人员	否	国 籍	中国
文化程度	硕士研究生	毕业学校	石家庄铁道大学	毕业时间	2011-06-01
技术职称	副教授	专业、专长	工程结构抗风	最高学位	工学硕士
电子信箱	15530153627@163.com	移动电话	15530153627	办公电话	15530153627
通讯地址	河北省石家庄市北二环东路 17 号石家庄铁道大学			邮政编码	
工作单位	石家庄铁道大学	单位性质	大专院校	注册地	河北省/石家庄市/长安区
二级单位		党 派	中国共产党	行政职务	
完成单位	石家庄铁道大学	单位性质	大专院校	注册地	河北省/石家庄市/长安区
曾获科学技术奖励情况		无			
参加本项目起止时间		自 2015-01-01 至 2021-01-01			
对本项目 主要科技 创新的 贡献	研究了大跨空间结构风致动力特性类型划分方法以及风效应多目标静力等效方法，对第 1、2 创新点做出了贡献。				
证明材料	2.1.1、2.1.2、3.8.3				
承诺：本人同意完成人排名，自觉遵守《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则和有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证本人对项目的贡献及所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形，以及其他依规不得提名的情况。该项目是本人本年度被提名的唯一项目。本人工作单位和完成单位已知悉本人被提名情况且无异议。如产生争议，将积极配合调查。如有材料虚假或违纪行为，无条件退出本年度评审并承担相应责任。 本人签名： 年 月 日			完成单位声明：本单位按照《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则规定对候选人在本单位期间的政治、品行、水平、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形。如发生争议，愿意积极配合调查处理工作。 工作单位声明：本单位按照《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则规定，在征求相关纪检监察部门意见的基础上，对候选人的政治、品行、水平、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实有效，对该完成人被提名无异议。 完成单位（公章） 工作单位（公章） 年 月 日		

九、主要完成人情况表

姓 名	陈玄烨	性 别	男	排 名	7
出生年月	1998-04-01	出生地	河北省石家庄市	民 族	汉族
身份证号	130182199804010037	归国人员	否	国 籍	中国
文化程度	硕士研究生	毕业学校	石家庄铁道大学	毕业时间	2023-06-07
技术职称	助理工程师	专业、专长	大跨空间结构抗风	最高学位	工学硕士
电子信箱	942422443@qq.com	移动电话	13931190387	办公电话	13931190387
通讯地址	河北省石家庄市北二环东路 17 号石家庄铁道大学			邮政编码	
工作单位	石家庄市政设计研究院有限责任公司	单位性质	企业	注册地	河北省/石家庄市/长安区
二级单位		党 派	群众	行政职务	
完成单位	石家庄铁道大学	单位性质	大专院校	注册地	河北省/石家庄市/长安区
曾获科学技术奖励情况		无			
参加本项目起止时间		自 2020-09-01 至 2021-01-01			
对本项目主要科技创新的贡献	对大跨空间结构风致动力特性类型划分标准进行了研究，对第 1 创新点做出了贡献。				
证明材料	2.1.1				
承诺：本人同意完成人排名，自觉遵守《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则和有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证本人对项目的贡献及所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形，以及其他依规不得提名的情况。该项目是本人本年度被提名的唯一项目。本人工作单位和完成单位已知悉本人被提名情况且无异议。如产生争议，将积极配合调查。如有材料虚假或违纪行为，无条件退出本年度评审并承担相应责任。 本人签名： 年 月 日			完成单位声明：本单位按照《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则规定对候选人在本单位期间的政治、品行、水平、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反国家保密法律法规或侵犯他人知识产权的情形。如发生争议，愿意积极配合调查处理工作。 工作单位声明：本单位按照《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则规定，在征求相关纪检监察部门意见的基础上，对候选人的政治、品行、水平、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得提名的情况。确认该完成人情况表内容真实有效，对该完成人被提名无异议。 完成单位（公章） 工作单位（公章） 年 月 日 年 月 日		

十、主要完成单位情况表

单位名称	石家庄铁道大学			注册地	河北省/石家庄市/长安区
排 名	1	单位性质	大专院校	传 真	
联 系 人	赵雅坤	联系电话	13132235879	移动电话	13132235879
通讯地址	河北省石家庄市北二环东路 17 号石家庄铁道大学			邮政编码	050041
电子信箱	kjccgb@stdu.edu.cn			法定代表人	齐西伟
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献： 负责项目的整体策划、组织实施和完成，建立了考虑特征湍流影响的大跨空间结构表面风荷载描述模型，提出了大跨空间结构风效应分析中主要参振模态选取方法、多模态响应耦合效应分析理论以及兼顾多个响应目标的风效应静力等效方法，提出了大跨空间结构风致动力特性类型划分方法，据此制定了用于大跨空间结构抗风设计的风荷载标准，形成了一套基于结构风致动力特性类型的大跨空间结构风效应分析体系，并将技术成果进行了推广应用。					
声明：本单位同意完成单位排名，遵守《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则和有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。 法定代表人签名：_____ 单位（公章）_____ _____年 月 日 _____年 月 日					

十、主要完成单位情况表

单位名称	河北劳动关系职业学院			注册地	河北省/石家庄市/鹿泉区
排 名	2	单位性质	大专院校	传 真	
联 系 人	王连栓	联系电话	15176820886	移动电话	15176820886
通讯地址	河北省石家庄市红旗大街南端学院路 6 号			邮政编码	050222
电子信箱	1259245354@qq.com			法定代表人	张建勋

对本项目科技创新和推广应用情况的贡献:

与石家庄铁道大学合作主要共同提出了大跨空间结构风致动力特性表征指标,同时应用项目所提技术,优化了多个大跨空间结构的抗风设计,提升了结构抵御风灾破坏能力,节省了投资。

声明: 本单位同意完成单位排名,遵守《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则和有关规定,承诺遵守评审工作纪律,保证所提供的有关材料真实有效,且不存在任何违反相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为,愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议,保证积极配合调查处理工作。

法定代表人签名:

单位(公章)

年 月 日

年 月 日

十、主要完成单位情况表

单位名称	北京交通大学			注册地	北京/北京市/海淀区
排 名	3	单位性质	大专院校	传 真	
联 系 人	杨文旭	联系电话	13718755801	移动电话	13718755801
通讯地址	北京市海淀区上园村 3 号北京交通大学			邮政编码	100044
电子信箱	10069@bjtu.edu.cn			法定代表人	余祖俊

对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：

与石家庄铁道大学合作主要共同完成了考虑特征湍流影响的大跨空间结构表面风荷载描述模型、结构风效应分析中主要参振模态选取方法、多模态响应耦合效应分析理论以及兼顾多个响应目标的风效应静力等效方法，同时应用项目所提技术，优化了多个大跨空间结构的抗风设计，提升了结构抵御风灾破坏能力，节省了投资。

声明：本单位同意完成单位排名，遵守《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则和有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。

法定代表人签名：

年 月 日

单位（公章）

年 月 日

十一、第一完成人承诺书

本人作为 大跨空间结构风效应分析理论、关键技术与工程应用 项目第一完成人，已全面、准确了解河北省科学技术奖申报的法规及程序要求，已据此如实填写河北省科技进步奖提名书，现承诺如下：

1. 本项目评审等级低于所选奖励等级志愿时，接受本项目不授奖。
2. 本项目所有完成人、完成单位无不良社会信用和科研失信记录。
3. 本项目完成人合作关系真实。
4. 本项目提名书主件和附件内容真实。

5. 提名书“八、主要知识产权和标准规范等目录”中所列知识产权符合提名要求且无争议，所列论文（专著）无撤稿情况；所列知识产权、标准规范、论文等用于提名 2025 年河北省科技进步奖的情况，已征得未列入项目主要完成人/完成单位的权利人的同意，有关知情证明材料均存档备查。

6. 若由以上事项产生异议、争议，本人愿意承担相应责任，同意按相关规定处理。

特此声明。

第一完成人签字：

年 月 日

十二、第一完成单位承诺书

本单位作为 大跨空间结构风效应分析理论、关键技术与工程应用 项目第一完成单位，已全面、准确了解河北省科学技术奖申报的法规及程序要求，已据此如实填写河北省科技进步奖提名书，现承诺如下：

本单位严格按照《河北省科学技术奖励办法》及其实施细则和有关规定，承诺遵守评审工作纪律，对提名书内容及全部附件材料进行了严格审查，并按要求对候选人的政治、品行、水平、作风、廉洁等情况进行了审核，确认该项目符合规定要求的提名条件，提名材料全部内容真实有效，且不存在任何违反科技保密等有关法律法规和侵犯他人知识产权的情形，以及其他依规不得提名的情况。如被提名项目发生争议，将承担相应的调查核实责任，并积极配合处理。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并按规定接受处理。

本单位承诺已认真履行了作为被提名单位的义务，并愿承担相应责任。

特此声明。

第一完成单位（公章）

年 月 日

十三、主要附件目录

一、必备附件

1. 科技计划项目验收证书

考虑特征湍流的典型大跨屋盖 结构风荷载描述及其抗风分析 精细化(3.8.1)

基于风致动力特性类型的大跨 屋盖结构风效应分析体系研究(3.8.2)

非高斯强风下大跨屋盖结构风 效应分析体系关键性问题的研究(3.8.3)

2. 应用满两年的佐证材料

河北隆华飞宏建筑科技有限公司(4.1.1)

路研工程科技河北有限公司(4.1.2)

河北拓朴建筑设计有限公司(4.1.3)

河北拓朴建筑设计有限公司(4.1.4)

石家庄市红宾食品有限公司(4.1.5)

北京华天幕墙工程有限公司(4.1.6)

河北隆华飞宏建筑科技有限公司(4.1.7)

河北省西山迎宾馆有限公司(4.1.8)

3. 主要知识产权和标准规范等证明

已授权的发明专利——大跨屋盖结构的风致动力特性类型判定方法及终端设备(2.1.1)

已授权的发明专利——大跨屋盖结构多目标等效静力风荷载计算方法及设备(2.1.2)

已授权的发明专利——一种扰流防风建筑物(2.1.3)

已授权的发明专利——一种测量屋面风压的传感器装置及检测方法(2.1.4)

已发表论文——大跨度柱面网壳结构风荷载特性风洞试验研究(2.6.5)

已发表论文——大跨度封闭式柱面屋盖脉动风荷载非高斯分布试验研究(2.6.6)

已发表论文——Wind Load of Low-Rise Building Based on Fluent Equilibrium Atmospheric Boundary Layer(2.6.7)

已发表论文——大跨屋盖结构脉动风振响应特性预测方法研究(2.6.8)

已发表论文——背景和共振响应的时域划分及模态耦合简化分析(2.6.9)

已发表论文——The influence of multi/high-rise building on the surface wind load of low-rise building(2.6.10)

4. 检索报告

代表性论文收录引用检索证明报告(3.4.1)

5. 完成人合作关系情况汇总表

完成人合作关系情况汇总表-系统导出(5.4.1)

二、其他附件

6. 查新报告

查新报告-封面(3.1.1)

查新结论-1 (3.1.2)

查新结论-2 (3.1.3)

7. 同行专家评价（可以是鉴定意见）

河北省教育厅优秀青年基金项目“大跨屋盖结构风荷载及风效应关键问题研究”验收证书封面
(3.3.1)

河北省教育厅优秀青年基金项目“大跨屋盖结构风荷载及风效应关键问题研究”验收意见 (3.3.2)

河北省科技厅