

# 周边建筑对轻轨站房风荷载的干扰效应研究

李 晨<sup>1</sup>, 李 波<sup>1,2</sup>, 陈金科<sup>3</sup>, 郭坤鹏<sup>1</sup>

(1. 北京交通大学土木建筑工程学院, 北京 100044; 2. 结构风工程与城市风环境北京市重点实验室, 北京 100044;  
3. 中国城建设计发展集团股份有限公司, 北京 100037)

**摘要:**以典型轻轨站房为例,利用刚性模型测压风洞试验,研究了周边建筑与站房高度比分别为 0.66, 1.08, 1.50 条件下,周边建筑对轻轨站房风荷载的干扰效应。风洞试验结果表明,受周边建筑物干扰效应影响,站房受到的水平风荷载减小,当周边建筑物高度不高于站房(高度比=0.66, 1.08)时,竖向风荷载亦减小;当周边建筑物高于站房(高度比=1.5)时,在 0°-70°风向区间站房收到的竖向风荷载增大。周围建筑物使得站房周边流场中的湍流成分增加,作用于站房表面的脉动风压亦增大,当周边建筑物高于站房时,脉动风荷载的干扰效应尤为明显,水平向脉动风荷载干扰系数达到 1.8。站房表面极值风压受周边建筑影响较大,尤其是当施扰建筑高度大于站房时,该种情况下,屋盖及墙面极值风压均明显增大,其中,屋盖角区风吸力增大 12.5%,墙面角区风压力和风吸力增幅分别达到 33.5% 和 16.7%。

**关键词:**风荷载;风洞试验;轻轨站房;干扰效应;干扰因子

**中图分类号:** TU311.3; TU312<sup>+</sup>.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-4523(2021)05-0943-08

**DOI:** 10.16385/j.cnki.issn.1004-4523.2021.05.007

## 引 言

近年来,为方便人们出行,尽早完成公共交通网络化进程,轻轨修建数量逐年增加。站房是轻轨标志性建筑,为了满足功能及地标性特征,常常采用大跨空间钢结构,该种结构体系柔度大、重量轻、阻尼小,是典型的风敏感结构<sup>[1-3]</sup>。针对这一特点,国内外学者通过风洞试验得到了采用大跨空间站房风荷载分布特性,并通过风振响应分析给出了该类结构风振响应及等效静力风荷载<sup>[4-6]</sup>。需要注意的是,轻轨站房周边环境复杂,必须考虑周围建筑物的风致干扰效应。Hui 等<sup>[7]</sup>、Kim 等<sup>[8-9]</sup>、Mara 等<sup>[10]</sup>、Lam<sup>[11]</sup>针对高层建筑的风致干扰效应进行了相关研究,指出风致干扰效应会对结构风荷载分布产生较大影响,风致干扰效应不可忽视。但以上研究主要针对高层建筑的干扰效应,对于大跨度结构的风致干扰效应研究有所欠缺,李波等<sup>[12]</sup>利用多通道同步测压实验,研究了周边高层建筑对大跨度空间结构风荷载的干扰效应。研究表明,受到周边建筑影响,来流流场以及湍流成分改变,导致作用于大跨度空间结构的平均风荷载、脉动风荷载发生改变。Chen<sup>[13]</sup>研究了周边高层建筑与低矮建筑间距、建筑物高度比、

风向等因素下,低矮建筑受到的干扰效应,研究表明,周边建筑高度增加,或减小建筑物间距会导致屋盖上风压增大。可见,在大跨度空间结构主体结构、围护结构抗风设计过程中,必须考虑周边建筑的干扰效应。值得注意的是,目前专门针对轻轨站房的风致干扰效应研究还十分缺乏。

本文以最为典型的、拱形高架轻轨站房为例,通过刚性模型测压风洞试验,研究了周围建筑对轻轨站房风荷载的干扰效应,为该类结构抗风设计提供重要参考。

## 1 风洞试验概况

### 1.1 试验风场

本次试验在北京交通大学风洞实验室完成。正式试验前,首先通过尖塔和立方体粗糙元的组合,根据文献[14]的规定,按 1:100 模型缩尺比模拟了 B 类风场(地面粗糙度指数  $\alpha=0.15$ ),风场平均风速与湍流度剖面如图 1 所示,图中,  $Z, Z_r, U, U_r, \alpha$  分别为高度、参考点高度、风速、参考点处风速和风速剖面幂指数(试验中,参考点设置在模型顶点)。

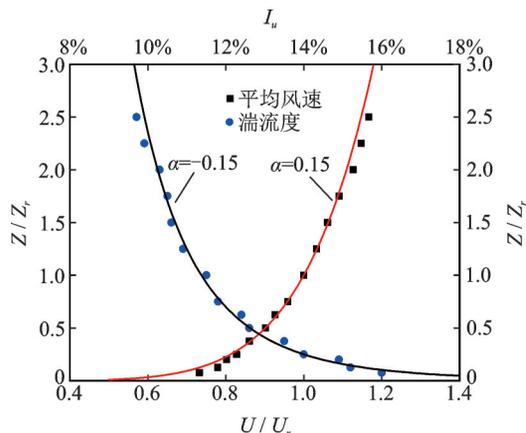


图1 平均风速与湍流度剖面

Fig. 1 Mean wind speed and turbulence intensity profiles

## 1.2 试验模型及工况设计

某典型拱形高架轻轨站房纵向长度为97 m,跨度 $B=28$  m,屋盖最高处高度 $H=19.5$  m,纵墙与屋盖相连组合成整体网壳结构(如图2所示)。该线路轻轨站房周围有大量的周边建筑,且周边建筑的高度和体量各不相同。

本次试验模型几何缩尺比选为1:100,最大阻塞率为3%。试验模型为刚性模型,试验模型采用ABS材料制作,主体模型具有足够的强度和刚度。周边建筑利用由密度板材料制作的长方体模型进行模拟(如图3所示)。

为了研究周边建筑对轻轨站房表面风压的影响,试验根据轻轨站房所处环境,设计了单工况和6个干扰工况的测压风洞试验。施扰模型尺寸为13

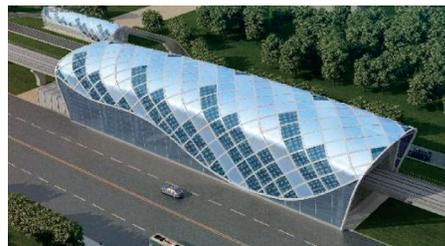


图2 轻轨站房

Fig. 2 Light rail station

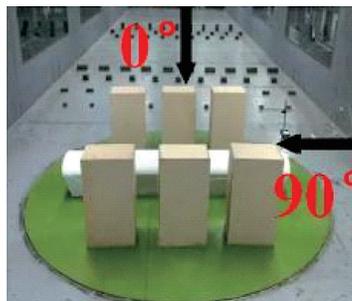


图3 试验模型图

Fig. 3 Test model

cm $\times$ 21 cm $\times$ 30 cm,试验过程中,利用不同布置方式,分为三类高度比干扰情况,三种高度比 $\hat{H}/H$ 分别为0.66,1.08,1.50,并且在各高度比条件下,施扰建筑分为单、双侧布置两种情况。结合轻轨站房一般性路况,设计周边建筑与试验模型相距为25 cm。另外,本文参考 Tamura<sup>[15]</sup>采用的建筑面积密度概念,利用线面积密度对施扰建筑进行描述,确定方式如下:周边建筑总宽度与站房长度的比值。各干扰工况信息如表1所示。

表1 干扰工况信息表

Tab. 1 Information for interference conditions

工况编号	周边建筑位置	面积密度	周边建筑相对高度	周边建筑数量
D-0.66	单侧	0.67	0.66	2
D-1.08	单侧	0.67	1.08	2
D-1.50	单侧	0.70	1.50	3
S-0.66	双侧	0.67	0.66	4
S-1.08	双侧	0.67	1.08	4
S-1.50	双侧	0.70	1.50	6

试验中,首先进行单工况测压试验,然后进行考虑周边建筑干扰效应的测压试验。屋盖及两侧墙体外表面共布置170个测点,屋盖内表面布置51个测点,采样频率312.5 Hz,每个通道连续采样20000次,采样时间64 s,测量得到的风压按照文献[16]的方法进行管道修正。

## 1.3 试验数据处理方法

为方便比较,建筑表面的风压通常采用对应于

参考点的无量纲风压系数表示<sup>[17]</sup>。

$$C_{pr}^i(t) = \frac{P_i(t) - P_0}{P_\infty - P_0} \quad (1)$$

式中 $C_{pr}^i(t)$ 为测压点 $i$ 处相应于参考点的风压系数; $P_i(t)$ 为测压点 $i$ 处测得的风压; $P_\infty, P_0$ 分别为试验中来流在参考高度处的总风压与静风压。

将站房表面风压按水平向、竖直向进行合成,水平向、竖直向风荷载,并通过下式计算水平向、竖直向风力系数,以描述作用于主体结构的风荷载特征。

$$F_d = \frac{\sum_i C_p^i \cdot \cos\alpha \cdot A^i}{\sum_i A^i} \quad (2)$$

$$F_l = \frac{\sum_i C_p^i \cdot \sin\alpha \cdot A^i}{\sum_i A^i} \quad (3)$$

式中  $F_d, F_l$  分别为水平向、竖直向风力系数;  $C_p^i$  为测点风压系数;  $A^i$  为测压点  $i$  所代表的特征面积;  $\alpha$  为测点代表的特征面的法向与水平向夹角。

本文采用干扰因子  $IF$  来衡量周边建筑对站房表面风压的影响程度,其中平均风荷载、脉动风荷载的干扰因子分别用  $IF_m, IF_f$  表示<sup>[17]</sup>:

$$IF_m = \frac{\sum_i \frac{\bar{F}_f}{\bar{F}_s} \cdot A^i}{\sum_i A^i} \quad (4)$$

$$IF_f = \frac{\sum_i \frac{\hat{F}_f}{\hat{F}_s} \cdot A^i}{\sum_i A^i} \quad (5)$$

式中  $\bar{F}_f, \hat{F}_f$  分别为干扰工况下的风力系数均值和根方差;  $\bar{F}_s, \hat{F}_s$  分别为单体工况下的风力系数均值和根方差。

考虑到风压的非高斯特征,利用 Hermite 矩模型理论<sup>[19]</sup>,计算测点风压系数的峰值因子和极值风压。

## 2 平均风荷载特征

下面将根据风洞试验结果,分析周边建筑对站房平均风荷载的干扰效应。

### 2.1 平均风压

图4给出0°风向角下,单体工况、上游施扰(工况 D-1.50, 180°风向角)、下游施扰(工况 D-1.50)、双侧施扰(工况 S-1.50)的平均风压系数分布图。

可以看出,单体工况下,平均风压对称性较好,除迎风侧立面是正压外,顶面和背风侧立面均为负压区;站房顶面边缘处出现流体分离,风吸力较大,风压系数达到-1.5,背风侧立面风吸力很小,其值仅为-0.3左右。上游施扰时,站房受施扰建筑遮挡影响,顶面负压减小,迎风侧立面由风压力变为风吸力,风压系数达到-0.4。下游单侧干扰时,顶面区域风吸力减小到-1.0左右,背风面因下游建筑阻塞效应产生的回流,使得立面风吸力减小,同时底部区域由风吸力变为风压力。双侧施扰时,站房顶面与背风面风吸力均明显减小,迎风面分布形式与上游单侧工况相似。

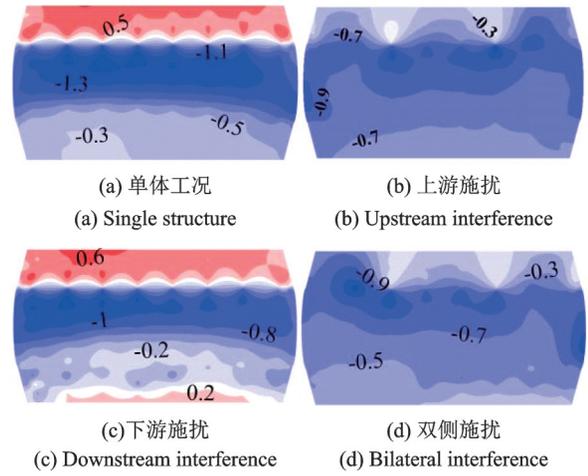


图4 0°风向角下平均风压系数分布图

Fig. 4 Distributions of mean pressure coefficient with and without interference at 0° wind angle

综上,站房周边存在干扰建筑时,立面风压受“遮挡”效应影响,风压减小甚至变号,对于屋盖顶面,当施扰建筑起“遮挡”作用时,风压减小,无“遮挡”作用时,流体分离产生的旋涡会使风压增大。

### 2.2 平均风力系数及干扰因子

图5给出了站房水平向风力系数随风向角变化曲线。

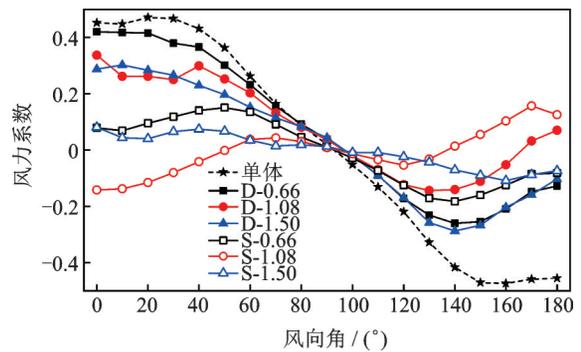


图5 水平向平均风力系数

Fig. 5 Horizontal mean force coefficient

可以看出,单体工况下,当风向角为0°-20°时,风力系数逐渐增大;随风向角度数继续增加,平均风力系数减小,90°风向角时,风力系数几乎为0;风向角为90°-180°的风力系数与0°-90°呈反对称分布。干扰工况下,站房水平向平均风力系数均小于单体工况,单侧干扰时,风力系数曲线变化规律与单体工况相近,双侧干扰时,风力系数曲线关于90°呈反对称分布。

图6给出0°风向角下水平向风力系数的干扰因子。建筑高度低于站房环境下,下游施扰时,干扰效应较小,干扰系数接近1,而上游及双侧施扰时,施扰建筑起“遮挡”效应,干扰系数在0.3左右;施扰建

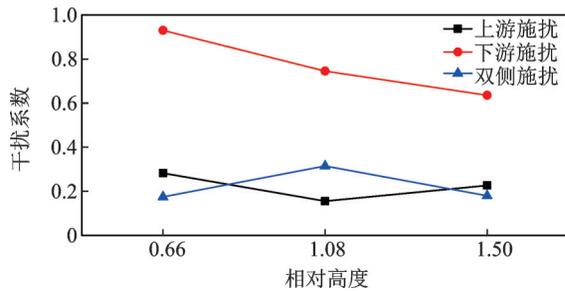


图6 水平向平均风力干扰系数

Fig. 6  $IF_m$  of horizontal mean force coefficient

筑高度与站房相近环境下,下游施扰时,平均风力干扰系数降为0.73,上游与双侧施扰时,干扰系数仍在0.3左右;施扰建筑高于站房环境下,下游施扰时,平均风力干扰系数降为0.64,上游与双侧施扰时,干扰系数仍为0.3左右。

图7给出竖直向平均风力系数随风向角的变化曲线。可以看出,在单体工况下,竖直向平均风力系数曲线关于 $90^\circ$ 呈对称分布; $0^\circ$ 风向角下,风力系数达到最大值 $-0.96$ ,随着风向角增大,风力系数减小; $90^\circ$ 风向角下达到最小值,为 $-0.14$ 。在干扰工况下,当风向角为 $0^\circ-70^\circ$ 时,除D-1.50工况外,竖直向平均风力系数均大于单体工况,风吸力较小;当风向角为 $70^\circ-130^\circ$ 时,各干扰工况竖直向平均风力系数数值小于单体工况,风吸力明显增大。风向角大于 $130^\circ$ 时,干扰规律与 $0^\circ-70^\circ$ 基本相同。

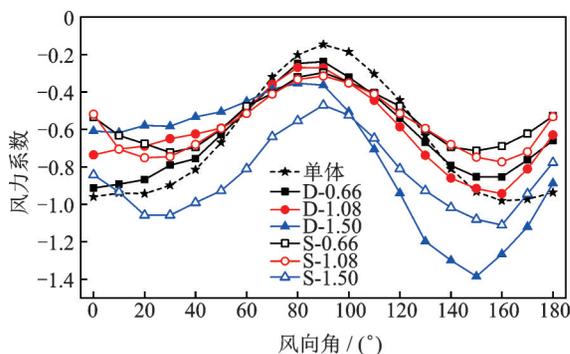


图7 竖直向平均风力系数

Fig. 7 Vertical mean force coefficient

图8给出了 $0^\circ$ 风向角时竖直向平均风力系数干扰因子。可以看出,施扰建筑高度低于站房环境下,下游施扰时,竖直向风力系数与单体工况基本相同;而上游及双侧施扰时,施扰建筑改变来流,竖直向风力系数有所减小。施扰建筑高度与站房相近环境下,下游施扰时,平均风力干扰系数为0.76;上游与双侧施扰时,干扰系数略低于郊区环境。施扰建筑高于站房环境下,下游施扰时,施扰建筑阻塞效应产生回流,使得竖向平均风力明显减小;上游及双侧施扰时,施扰建筑对站房产生的“遮挡”效应使得风力

系数有所减小,干扰系数分别为0.92,0.88。

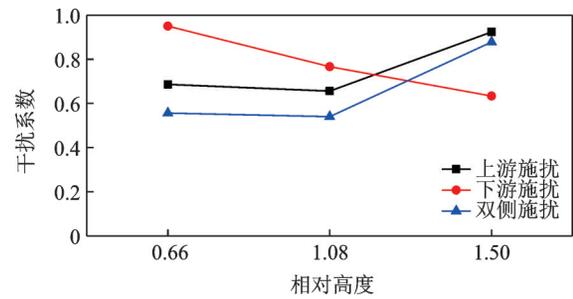


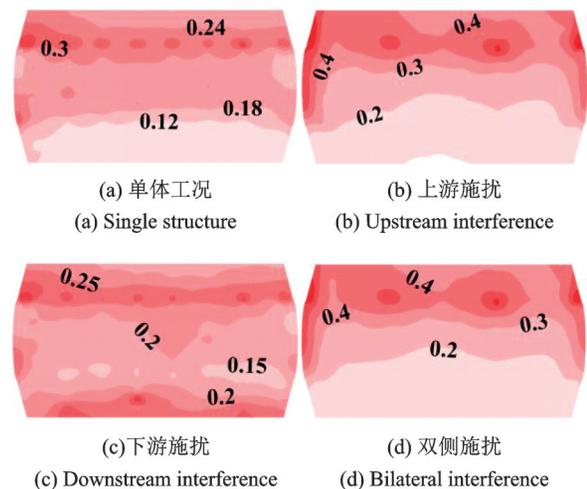
图8 竖直向平均风力干扰系数

Fig. 8  $IF_m$  of vertical mean force coefficient

### 3 脉动风荷载特征

#### 3.1 脉动风压

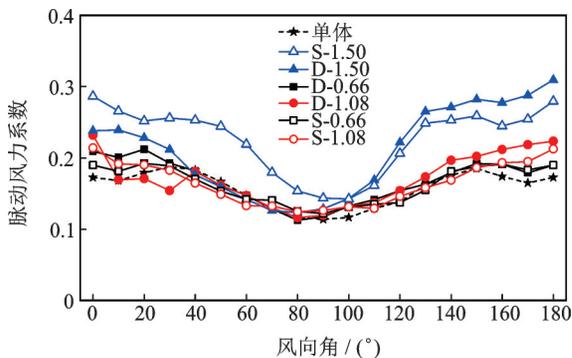
图9给出高度比为1.50工况下, $0^\circ$ 风向角时,单体工况、上游施扰(工况D-1.50,  $180^\circ$ 风向角)、下游施扰(工况D-1.50)、双侧施扰(工况S-1.50)下的脉动风压系数分布图。

图9  $0^\circ$ 风向角下脉动风压系数分布图Fig. 9 Distributions of RMS pressure coefficient with and without interference at  $0^\circ$  wind angle

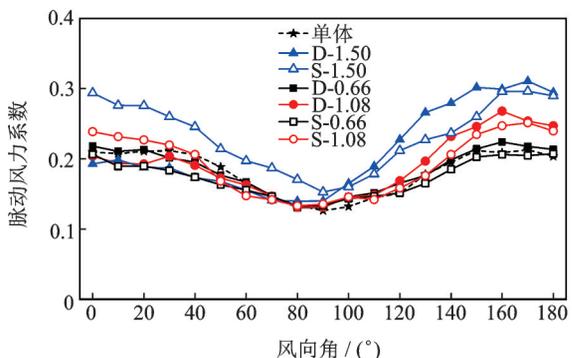
可以看出,单体工况下,脉动风压系数分布具有一定的对称性,顶面来流前缘部分根方差较大,达到0.25,其他区域有所减小,根方差降低为0.2。上游施扰时,由于施扰建筑的“遮挡”效应,增大来流中湍流成分,导致迎风侧立面脉动风压系数增大,风压系数根方差达到0.40;立面处于施扰建筑间隙的区域受“穿堂风”效应影响,脉动风压系数增大到0.45。下游施扰时,迎风面及顶面脉动风压系数变化较小,背风面受下游建筑影响,脉动风压系数增大到0.25。在双侧施扰时,迎风面及顶面脉动风压明显增大,其脉动风压系数略大于上游施扰工况。

### 3.2 脉动风力系数及干扰因子

图 10 给出水平向、竖直向脉动风力系数随风向角的变化曲线。可以看出,单体工况下,水平向脉动风力系数随着风向角增大呈先减小后增大趋势,且曲线关于 90° 对称分布,当风向角为 0° 时,脉动风力系数达到最大,为 0.2。高度比为 0.66, 1.08 时,站房水平向脉动风压系数趋势与单体工况相似,脉动风力系数受干扰较小;在高度比为 1.50 时,位于施扰建筑间隙的下游区域受到“穿堂风”效应影响,脉动风力系数明显增大。对于竖直向脉动风力系数,高度比为 0.66, 1.08 工况下,脉动风压系数与单体工况相近;高度比为 1.50 工况下,双侧施扰时,竖直向脉动风力系数在各风向角下均明显增大,而单侧施扰时,风向角 0°-100° 范围内,脉动风力系数与单体工况相近,风向角 110°-180° 时,风力系数显著增大。



(a) 水平向  
(a) Horizontal direction



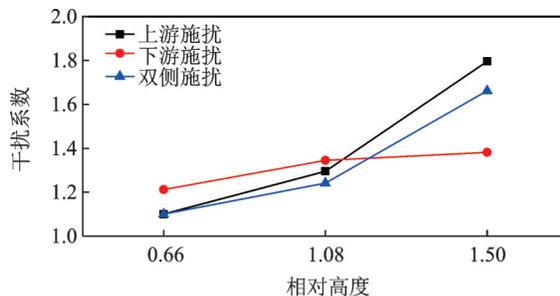
(b) 竖直向  
(b) Vertical direction

图 10 脉动风力系数

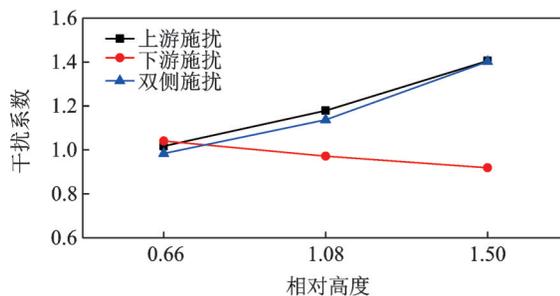
Fig. 10 RMS force coefficient

可以看出,对于水平向脉动风力干扰系数,当施扰建筑高度接近和小于站房环境下,施扰建筑改变站房周边流场环境,脉动风力系数有所增;当施扰建筑高度高于站房时,上游和双侧施扰时,脉动风力系数受扰动明显,干扰因子分别达到 1.79, 1.66。对于竖直向脉动风力系数,施扰建筑高度小于站房时,脉动风力系数基本不受施扰建筑影响;高度相接近时,

上游和双侧施扰时,脉动风力增大,干扰系数达到 1.2 左右;高度大于站房工况时,在上游和双侧施扰情况下,施扰建筑高度远大于站房高度,流场改变很大,导致脉动风力系数明显增大,干扰系数达到 1.4。



(a) 水平向  
(a) Horizontal direction



(b) 竖直向  
(b) Vertical direction

图 11 脉动风力干扰系数

Fig. 11  $I_f$  of RMS force coefficient

## 4 极值风荷载特征

### 4.1 极值风压

图 12 给出 36 个风向角下,站房在各工况下最不利风压系数极小值分布图。从图中可以看出,单体工况下,屋盖边缘极小值风压系数较大,中部区域有所减小,极小值风压系数为 -2.0;在工况 S-1.50 下,屋盖边缘极小值风压系数增大,达到 -2.5,位于施扰建筑附近的部分区域极小值风压系数变化幅度较大,达到 -3.0。

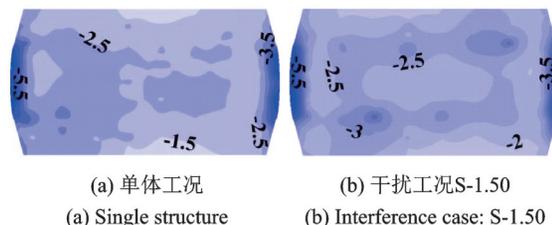


图 12 风压系数极小值

Fig. 12 Distribution of the minimum of pressure coefficient

### 4.2 分区极值风压系数及干扰系数

表 2 给出了墙面和屋盖特征分区极值风压系

表2 分区极值风压系数

Tab. 2 Partitioned extreme wind pressure coefficient

工况	屋盖角区		屋盖边区1		屋盖边区2		屋盖中区		墙面角区		墙面边区	
	极大值	极小值	极大值	极小值	极大值	极小值	极大值	极小值	极大值	极小值	极大值	极小值
单体	1.05	-3.69	0.92	-3.26	0.26	-2.43	0.24	-2.27	1.41	-2.07	1.25	-1.54
D-0.66	1.05	-3.05	0.90	-3.05	0.64	-1.73	0.19	-2.08	1.55	-2.04	0.89	-1.49
D-1.08	1.10	-2.85	0.87	-2.98	0.94	-1.92	0.21	-1.93	1.47	-2.08	0.73	-1.82
D-1.50	1.08	-2.78	0.92	-3.07	0.39	-2.87	0.17	-2.29	1.74	-2.25	1.22	-2.17
S-0.66	1.06	-3.37	0.86	-3.45	0.64	-1.83	0.13	-1.86	1.55	-2.19	0.94	-1.55
S-1.08	1.12	-3.33	0.77	-3.39	0.94	-1.97	0.23	-1.68	1.49	-2.30	0.73	-1.84
S-1.50	1.09	-3.83	0.88	-3.69	0.28	-2.73	0.05	-2.22	1.88	-2.41	1.16	-2.17

数,其中,屋盖和墙面根据规范分为边区、角区和中区,如图13所示。可以看出,施扰建筑高度小于站房时,墙面边区极值变化较小,屋面边区2风压系数极大值明显增大,其他屋面极值风压系数均减小;当施扰建筑高度与站房相近时,墙面边区风压系数极小值增大,屋盖边区2极大值明显增大,其他区域极值受施扰建筑影响减小;当施扰建筑高度大于站房时,墙面角区、边区极小值增大,屋盖各区极值风压系数变化较小。



图13 特征区域示意图

Fig. 13 Surface partition for characteristic region

图14给出了极值风压最大的屋盖和墙面角区极值风压系数对比柱状图。屋盖角区,风压系数极大值受施扰建筑影响较小,各干扰工况下,风压系数极大值均减小;风压系数极小值在单侧干扰工况下减小,双侧干扰工况下风压系数极小值增大12.5%。

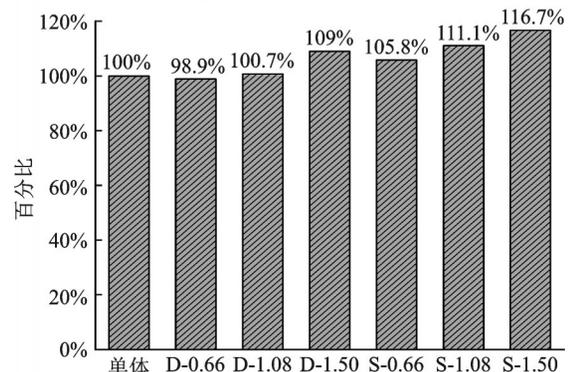
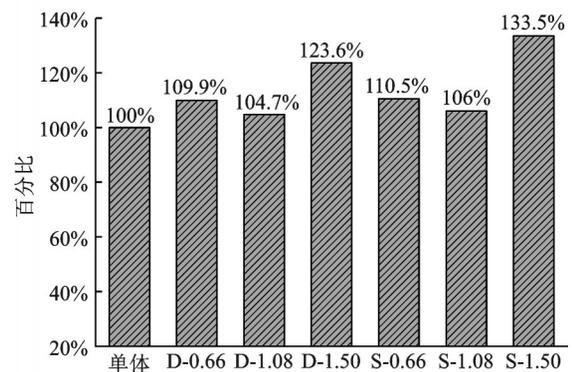
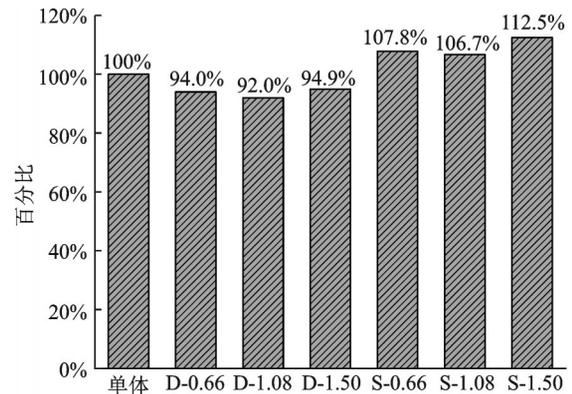
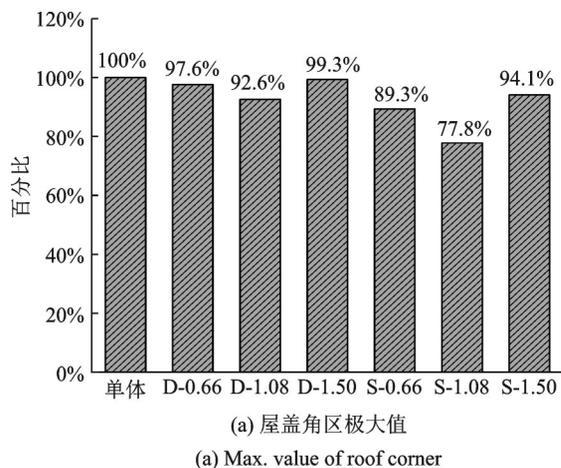


图14 分区极值风压系数柱状图

Fig. 14 Column of partitioned extreme wind pressure coefficient

墙面角区,施扰建筑高度大于站房时,墙面角区极大值明显增大,增幅达33.5%以上,其他工况增幅在10%以内;风压系数极小值受周边建筑影响,各干扰工况墙面风压系数极小值增大10%左右。可见,周边建筑对极值风荷载有较大影响,在围护结构设计中,干扰引起的极值风压变化不容忽视。

## 5 结 论

城市轻轨站房多处于城市楼群中,周围建筑对作用与建筑表面的风荷载的干扰效应显著,本文以典型轻轨站房为例,进行了刚性模型测压风洞试验,针对周边建筑对轻轨站房风荷载的干扰效应进行研究,结论如下:

(1)站房平均风荷载受周边建筑干扰明显。各干扰工况下,水平向平均风荷载减小。当施扰建筑低于或接近站房时,竖向向风荷载有所减小,干扰系数最低达到0.16;当施扰建筑高度大于站房时,竖向风荷载明显增大,而在单侧施扰工况 $0^{\circ}$ - $70^{\circ}$ 时,竖向风荷载减小。

(2)当施扰建筑高度小于或接近站房高度时,水平和竖向向脉动风荷载增大;当施扰建筑高度大于站房高度时,脉动风荷载增大最为明显,其干扰系数达到1.8。

(3)站房表面极值风压受周边建筑影响较大,尤其是当施扰建筑高度大于站房时,该种情况下,屋盖及墙面角区极值风压均明显增大,其中,屋盖角区风吸力增大12.5%,墙面角区风压力和风吸力增幅分别达到33.5%和16.7%。

### 参考文献:

- [1] Holmes J D. Wind Loading of Structures [M]. New York: Spon Press, 2001.
- [2] 李元齐,董石麟.大跨度网壳结构抗风研究现状[J].工业建筑,2001,31(5):50-53.  
Li Yuanqi, Dong Shilin. Wind-resistant research of large-span reticulated shell structures [J]. Industrial Construction, 2001, 31(5): 50-53.
- [3] Di Wu. Estimation of internal forces in cladding support components due to wind-induced overall behaviors of long-span roof structure[J]. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2015, 142: 15-25.
- [4] 柯世堂,陈少林,葛耀君.济南奥体馆屋盖结构风振动响应和等效静力风荷载[J].振动工程学报,2013,26(2):214-219.  
Ke Shitang, Chen Shaolin, Ge Yaojun. Wind-induced response and equivalent static wind load for suspended dome roof structure of Jinan Olympic Sports Hall [J]. Journal of Vibration Engineering, 2013, 26(2): 214-219.
- [5] 陈琳琳,崔会敏,郑云飞,等.大跨柱面网壳结构风荷载试验研究[J].工程力学,2019,36(Z1):189-193.  
Chen Linlin, Cui Huimin, Zheng Yunfei, et al. Experimental investigation of wind load on large-span cylindrical latticed shell [J]. Engineering Mechanics, 2019, 36(Z1): 189-193.
- [6] 田玉基,杨庆山.大跨度屋盖结构脉动风振响应的振型能量参与系数[J].振动工程学报,2007,20(3):219-223.  
Tian Yuji, Yang Qingshan. Mode energy participation factors for fluctuating wind-induced response of large-span roof structure [J]. Journal of Vibration Engineering, 2007, 20(3): 219-223.
- [7] Hui Y, Tamura Y. Pressure and flow field investigation of interference effects on external pressures between high-rise buildings [J]. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2013, 115: 150-161.
- [8] Kim W, Tamura Y. Interference effects on local peak pressures between two buildings [J]. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2011, 99: 584-600.
- [9] Kim W, Tamura Y. Interference effects on aerodynamic wind forces between two buildings [J]. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2015, 147: 186-201.
- [10] Mara T G, Terry B K. Aerodynamic and peak response interference factors for an upstream square building of identical height [J]. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2014, 133: 200-210.
- [11] Lam K M. Interference effects on wind loading of a row of closely spaced tall buildings [J]. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2008, 99: 584-600.
- [12] 李波,杨庆山,冯少华,等.周边建筑对大跨屋盖风荷载的干扰效应研究[J].实验流体力学,2010,26(5):27-30.  
Li Bo, Yang Qingshan, Feng Shaohua, et al. Research on the interference effect of surrounding buildings on the wind load of long-span roof [J]. Journal of Experiments in Fluid Mechanics, 2010, 26(5): 27-30.
- [13] Chen Bo. Wind interference effects of high-rise building on low-rise building with flat roof [J]. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2018, 183: 88-113.
- [14] 中华人民共和国建设部. GB 50009-2012, 建筑结构荷载规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.  
Ministry of Construction People's Republic of China. GB 50009-2012, Load code for the design of building

- structures [S]. Beijing: China Construction Industry Press, 2012.
- [15] Tamura Y. The interference effect of surrounding roughness on wind pressures of rectangular prism [C]. The 6th International Colloquium on: Bluff Bodies Aerodynamics & Application, Milan, Italy, 2008: 1-10.
- [16] 陈波, 骆盼育, 杨庆山. 测压管道系统频响函数及对风效应的影响 [J]. 振动与冲击, 2014, 33(3): 130-134.  
Chen Bo, Luo Panyu, Yang Qingshan. Frequency response function of a pressure measurement pipe system and its effect on structural wind effects [J]. Journal of Vibration and Shock, 2014, 33(3): 130-134.
- [17] 李波, 单文姗, 杨庆山, 等. 肋条对仿古悬挑屋盖风荷载特性的影响 [J]. 振动工程学报, 2016, 29(2): 269-275.  
Li Bo, Shan Wenshan, Yang Qingshan, et al. Effect of ribs on wind load of archaize cantilever roof [J]. Journal of Vibration Engineering, 2016, 29(2): 269-275.
- [18] Tamura Y. Actual extreme pressure distributions and LRC formula [J]. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2002, 90: 1959-1971.
- [19] 李波, 田玉基, 杨庆山. 非高斯风压时程的矩模型变换与峰值因子计算公式 [J]. 振动工程学报, 2016, 29(3): 395-402.  
Li Bo, Tian Yuji, Yang Qingshan. Moment-based transformation of non-Gaussian wind pressure histories and non-Gaussian peak factor formula [J]. Journal of Vibration Engineering, 2016, 29(3): 395-402.

## Interference effects of surrounding buildings on the wind load of light rail station

LI Chen<sup>1</sup>, LI Bo<sup>1,2</sup>, CHEN Jin-ke<sup>3</sup>, GUO Kun-peng<sup>1</sup>

(1.School of Civil Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China; 2.Beijing's Key Laboratory of Structural Wind Engineering and Urban Wind Environment, Beijing 100044, China; 3.Beijing Urban Construction Design & Development Group Co. Ltd., Beijing 100044, China)

**Abstract:** Pressure measuring wind tunnel tests using rigid model have been carried out to investigate the interference effects of surrounding buildings on the wind load of the light rail station when the height ratios between the surrounding buildings and the light rail station are 0.66, 1.08, 1.50, respectively. The test results show that the horizontal wind load of the station is decreased due to the interference effect of the surrounding buildings. When the height of surrounding buildings is less than the station (height ratio=0.66, 1.08), the vertical wind load of the station decreases. In the case of the height ratio =1.50, the vertical wind load increases when the wind angle ranges from 0° to 70°. The turbulent in the flow field is influenced by the surrounding buildings, which leads to the increase of the fluctuating wind load on the station. When the height of surrounding buildings is larger than the station, the vertical wind load increases obviously, and the interference coefficient is about 1.8. In addition, for the extreme wind load, the interference effect is also significant. When the height ratio =1.50, the extreme wind load on the roof and wall increases obviously. Specially, the extreme suction in the corner area of the roof increases by 12.5%, the increases of the extreme suction and pressure in the corner area of the wall reach 33.5% and 16.7%, respectively.

**Key words:** wind load; wind tunnel test; light rail station; interference effect; interference factor

作者简介: 李晨(1990-),男,博士研究生。电话:15901077530; E-mail:lichen\_110613@163.com

通讯作者: 李波(1978-),男,教授。E-mail: libo\_77@163.com