

文章编号:1007-6492(1999)04-(0036-03)

某高层建筑行人高度风环境试验研究

李会知

(郑州工业大学土木建筑工程学院,河南 郑州 450002)

摘要:通过缩尺比为1:300的模型风洞试验,研究了在16个来流风向下某高层建筑建成前后周围的风环境,并结合当地的气象风速资料,分析了建筑周围26个位置的行人高度风环境在坐、站、行3种情况下的舒适性状况。结果表明:该建筑周围风环境基本上满足舒适性条件,最后对个别区域提出了改善局部风环境的建议和措施。

关键词:风环境;高层建筑;风洞试验

中图分类号: TU 972.12 **文献标识码:** A

0 引言

高层建筑有时会引起周围局部地区特别是拐角或通道处的风速大增和紊乱,给周围地区带来严重的风环境问题,直接影响周围居民的生活、行人的舒适和安全。1964年,英国Croydon市建起了一座75 m高的大楼,该大楼南北长70 m,东西宽18 m,在大楼的底层中部有一宽12 m的人行通道,把西侧的商业区和东侧的街道联系起来,当楼建成后,在商业区及人行道出现了强风,引起了人们的不满。1972年,英国Portsmouth市有一位老太太在一座高16层的大厦拐角处被风吹倒而死亡,诸如此类风环境问题例子很多^[1]。现在,高层建筑及其群体所引起的周围风环境问题,已成为高层建筑设计必须预先考虑的问题之一。

台北板桥区文化路拟建一座高层建筑,该建筑由一座高35层(128.4 m)的办公大楼和一座27层的住宅楼组成,下部6层两楼联成一体,6层以上两楼分开,办公大楼为钢结构,住宅楼为钢筋混凝土结构,设计建造者非常关心大楼建成后是否会恶化周围风环境这一问题,因此,通过缩尺模型风洞试验研究了该建筑场地2 m高度风速的现状和大楼建成后,大楼底部行人活动场所和停车区域,特别是各通道、大门、楼拐角、儿童游乐场等处风的情况,从而判定建筑物周围是否会产生不利的风环境。

1 试验概况

试验是在中国空气动力研究与发展中心4 m × 3 m风洞中,宽4 m,高2.2 m,长15 m的大气边界层试验段进行的。根据台湾提供的当地气象风速资料,试验中模拟了风速剖面幂指数为0.3的大气边界层,试验模型模拟了大楼及半径为500 m以内的邻近建筑群,模型是根据台湾升阳公司提供的蓝图、场地规划制作的,缩尺比为1:300,大楼模型用有机玻璃制作,周围环境用硬泡沫塑料制作,图1是安装在风洞中的试验模型。在大楼周围26个位置各安装一个自行研制的行人高度风速^[2]传感器来测量风速,传感器对应的全尺寸高度是2 m。试验模拟了16个等间隔(22.5°)风向角,以北风为0°风向角,东风为90°风向角,据此可判断出风洞试验风向角与实际风向的对应关系。

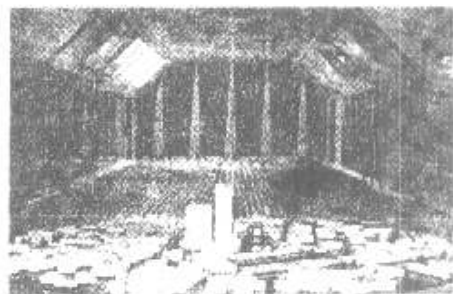


图1 安装在风洞中的模型

收稿日期:1999-05-11;修订日期:1999-06-30

作者简介:李会知(1965-),男,河南省永城市人,郑州工业大学讲师,主要从事水力学、土力学、风工程及工业空气动力学研究。

2 数据分析与应用

风环境判据^[3]指出:坐着的情况,风速 $V < 5.7 \text{ m/s}$ (界限风速);站着的情况,风速 $V < 9.3 \text{ m/s}$;行走的情况,风速 $V < 13.6 \text{ m/s}$, 当有 80% 的时间满足上述风速条件,同时每年风速超过 26.4 m/s 的次数不超过 3 次,这样就分别满足坐、站、行舒适性以及安全性条件。根据风环境判据,要判断某处是否满足舒适性要求,分 3 步:(1) 通过风洞试验得出各风向下舒适性界限风速;(2) 根据当地气象资料给出 50 年重现期的风速、风向概率统计数据;(3) 将风洞试验中得出的舒适性风速和根据当地气象资料得出的风速、风向概率统计数据结合起来,从而判定是否分别满足坐、站、行舒适性要求。

根据相似性原理和自然界梯度风风速剖面的幂指数分布规律,从风洞试验中即可得出大楼建成前后 26 个位置点分别在 16 个风向下坐、站、行舒适性界限风速对应的 10 m 标高(气象观测高度)风速。下面以其中一点为例分析说明。图 2 是根据风洞试验得出的位置 1 在大楼建成后舒适性界限风速对应的 10 m 标高风速随风向变化,从图中可以看出,北风(0°)和东风(90°)情况下,坐着的舒适性界限风速对应的 10 m 标高风速分别为 5.9 m/s 和 9.3 m/s ,也就是说,如果气象观测站测到的 10 m 标高北风风速为 5.9 m/s 或东风风速为 9.3 m/s 出现的几率超过 20%,那么,该处不满足坐着的舒适性要求。但是,在当地是否出现东风或北风以及东风风速是否超过 9.3 m/s 或北风风速是否超过 5.9 m/s 或其他值,风洞试验不能给出,必须根据当地的长周期气象风速资料分析判断。

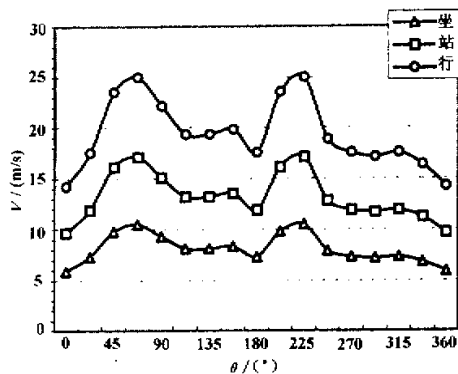


图2 舒适性界限风速

自然界梯度风风速超过某一数值发生的概率可用 Weibull 公式来描述为

$$P_\theta(V) = A_\theta \exp[-(V/C_\theta)^{K_\theta}]$$

其中: θ 为扇形风向区,取 16 个风向区时,为 22.5° 的扇形区域; $P_\theta(V)$ 为风向 θ 内,10 m 标高处风速超过 V 的概率; A_θ 为风吹过 θ 内的时间比率; C_θ , K_θ 为常数项。

通过对台湾方面提供的气象风速资料所作的概率统计分析,可得出上式中的 A_θ , C_θ , K_θ , 据此得到 50 年重现期超过任意给定风速值的风向概率。图 3 给出的只是超过 5 m/s 时各风向出现的概率,显然,以东北东方向的风出现的机会最多,可达 40%。因为风往往具有季节性,可以按照相同的原理给出夏季和冬季超过某一风速值的风向概率,以便按季节分析风环境的舒适性,为设计者提供更细化的风环境舒适性数据。

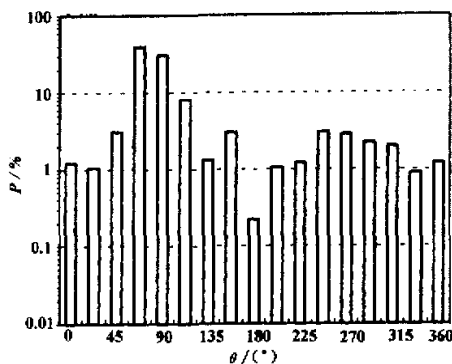


图3 风速超过 5 m/s 时的风向概率

以坐着的情况为例,分析其舒适性风速发生的概率。根据长周期的气象资料,可以分析出 θ 扇形区内 10 m 标高处超过 V 的梯度风发生的概率。根据相似性原理,从风洞试验中可以得出 10 m 标高风速与行人高度风速的比值,设其比值为 k , 即 $V = kV_{\text{sit}}$, 以 $V_{\text{sit}} = 5.7 \text{ m/s}$ 代入,就得到 θ 区内 10 m 标高处对应于坐着的舒适性界限风速的风速值,因此,代入概率关系式,就可以得到超过舒适性界限风速发生的概率 $P_{\theta i}$,对于所有风向角下风速超过 5.7 m/s ,发生的概率就为 $P_{\text{sit}} = \sum_{i=1}^{16} P_{\theta i}$,那么,满足坐着舒适性要求的风速发生的概率就为 $1 - P_{\text{sit}}$, $1 - P_{\text{sit}} > 0.8$ 时满足舒适性要求。对于站着和行走的情况,其舒适性风速的概率分析原理相同。因此可以作出舒适性风条件的概率直方图。图 4 和图 5 分别是 50 年重现期风速条件下夏季坐着和站着的舒适性概率直方图。

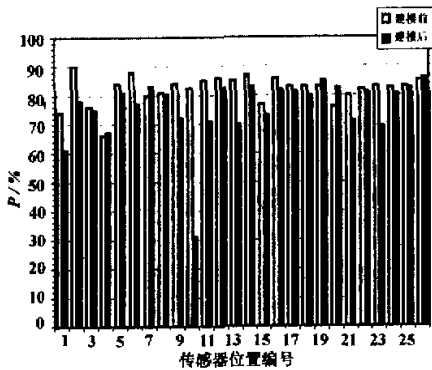


图4 坐着舒适性条件的概率直方图

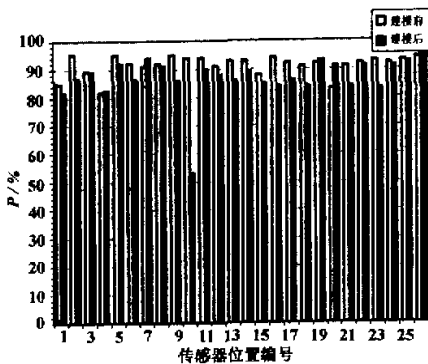


图5 站立舒适性条件的概率直方图

3 结论

基于以上分析,综合试验结果,可得出主要结

论如下:

(1) 大楼建成后对于站立和行走的情况,除位置 10(东北—西南方向主干道上的一点)外,各传感器位置的行人高度区风速是满足舒适性条件的。

(2) 一些位置风环境有所恶化,对坐着的情况满足舒适性条件要差一些,特别是大楼主通道和拐角处,不过,一般不会有行人在主通道和拐角处坐着休息。

(3) 建议在楼前儿童游乐场设立屏障,可考虑设置挡风墙或种植稠密的树木,以改善此处局部的风环境。

(4) 考虑梯度风极值风速大都出现在东北—东、东、东南—东方向,所以对这些方位要给予特别的关注,采取的防风措施应主要针对这些方位。

参考文献:

- [1] 埃米尔·希缪,罗伯特·H·斯坎伦.风对结构的作用——风工程导论[M].刘尚培,项海帆,谢黎明,译.上海:同济大学出版社,1992.
- [2] 李会知.城市建筑风环境的风洞模拟研究[J].华北水利水电学院学报,1999,20(3):34-36.
- [3] MURAKAMI S, DEGUCHI K. New criteria for wind effects on pedestrians[J]. Wind engineering & industrial aerodynamics, 1981(3):289-309.

Experimental Test of the Pedestrian Level Wind Environment Around Some High-rise

LI Hui-zhi

(College of Civil & Building Engineering, Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The pedestrian level wind environment around some high-rise is investigated by wind tunnel test. The state of comfort in the wind is predicted by combining historical wind data with wind tunnel test. The results show that wind environment around the building can create comfortable effect for walking and standing people, but not for sitting people at some points. The method to improve wind environment is proposed.

Key words: wind environment; high-rise; wind tunnel test