

doi:10.11918/j.issn.0367-6234.2016.12.023

典型台风登陆过程平均风时距转换系数分析

潘晶晶¹,赵 林¹,梁旭东²,朱乐东¹,葛耀君¹

(1.土木工程防灾国家重点实验室(同济大学),上海 200092;2.中国气象局北京城市气象研究所,北京 100089)

摘 要:为掌握中国东南沿海台风登陆过程近地面风速变化规律及影响因素,根据2005年浙江省东海塘观测塔和上海市芦潮港观测塔分别实测得到的2次典型强台风(麦莎(Matsa 0509)和卡努(Khanun 0515))登陆时段距地面10 m高度处的实时风速记录资料,计算了不同时距风速的转换系数及其概率分布.计算结果表明,风速时距转换系数服从广义极值分布, V_{3s}/V_{10min} 服从极值Ⅱ型分布, V_{30min}/V_{10min} 以及 V_{1h}/V_{10min} 服从极值Ⅲ型分布.分别处于台风远端和近端的两处观测塔的实测记录表明,A类场地下,在台风影响范围内,工程场地处台风气候条件下10 m高度处风速时距转换系数的取值及其概率分布基本保持稳定,基本不受台风路径、台风强度变化、观测点在台风风场中的相对位置以及台风登陆与否的影响.A类场地的台风气候条件下,采用基于概率统计的具有一定保证率的风速时距转换系数取值,能够为建筑结构抗风性能设计提供可靠保证.

关键词:强台风;转换系数;不同时距;广义极值分布;影响因素

中图分类号: TU375.4 文献标志码: A 文章编号: 0367-6234(2016)12-0158-07

Analysis of wind speed conversion factors of different time intervals during the passage of strong typhoons

PAN Jingjing¹, ZHAO Lin¹, LIANG Xudong², ZHU Ledong¹, GE Yaojun¹

(1.State Key Laboratory of Disaster Reduction in Civil Engineering(Tongji University), Shanghai 200092, China;

2.Institute of Urban Meteorology, China Meteorological Administration, Beijing 100089, China)

Abstract: To obtain the variation of wind speed near ground at the southeastern coastal area of China and its influence factors during the landfall process of typhoons, wind speed samples at 10 m during the landing of two strong typhoons(Typhoon Matsa 0509 and Typhoon Khanun 0515) were recorded by anemometer towers located at the regions of Donghaitang in Zhejiang Province and Luchaogang in Shanghai. Wind speed conversion factors of different time intervals and their probability distribution were calculated based on the sampling wind speeds. It is illustrated that wind speed conversion factors of different time intervals follow generalized extreme value distribution. V_{3s}/V_{10min} follows Frechet Distribution, while V_{30min}/V_{10min} and V_{1h}/V_{10min} follow Weibull Distribution. There are 2 anemometer towers, one is adjacent to the paths of typhoons, while the other one is far away from them. It shows that in typhoons' condition for terrain A, values of wind speed conversion factor keep steady and the probability distribution functions of conversion factors hold similar distribution characteristics during the landing process of strong typhoons regardless of the paths of typhoons, variation of typhoon intensity, the distance between the anemometer tower and the typhoon center and the landfall state of the typhoon. Values for wind speed conversion factors for terrain A in the condition of typhoons based on the analysis of probability statistics provide the assurance of reliability for wind resistant design of structures.

Keywords: strong typhoons; conversion factors; different time intervals; generalized extreme value distribution; influence factors

收稿日期: 2015-12-04

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973计划)(2013CB036300);
国家自然科学基金优秀重点实验室项目(51323013)

作者简介: 潘晶晶(1991—),女,硕士研究生;
赵 林(1974—),男,教授,博士生导师;
朱乐东(1965—),男,研究员,博士生导师;
葛耀君(1958—),男,教授,博士生导师

通信作者: 赵 林, zhaolin@tongji.edu.cn

随着沿海经济的快速发展,工程结构逐渐向高层和大跨度方向发展,结构柔性的大幅增加,使得风,尤其是沿海地区频繁发生的台风,逐渐成为现代结构工程设计中一项重要的影响因素.目前土木工程结构设计中,对良态风气候条件下的风特性积累了一定的研究资料,而对于台风气候条件下的风特性,由于历史记录资料的缺乏而了解不足,台风气候条件下工程场地风特性规律实测工作逐渐受到相关

部门的重视.为此,本文利用观测到的台风实测数据对台风气候条件下不同时距的风速转换及其影响因素进行研究.

1 研究背景

在工程结构设计领域,各国所使用的建筑结构荷载规范中良态风风荷载的基本风速采用的平均时距不统一,中国、前苏联、日本以及国际标准化协会 ISO 采用的平均时距为 10 min;澳大利亚采用的是 3 s;英国、加拿大采用的是 1 h.台风气候条件下基本风速的时距也没有统一标准化,中国整编的《热带气旋年鉴》^[1]对台风中心最大风速的测量最早使用的是 2 min 的平均时距,近年则主要使用 10 min.由于不同时距风速的振幅、方差等风速特征^[2-4]具有明显不同的特点,因此时距的选择对于风速特征有很大的影响,鉴于此,有学者根据实测数据对不同时距的风速转换进行对比研究,试图得到关于转换系数的规律^[5-7].

同时,中国东南沿海一带面临全球发生热带风暴最多的太平洋海域,多年来受台风导致的强风影响巨大^[8],台风特有的强烈涡旋风场特征可导致其近地风特性有别于其他天气系统风场.而台风的强随机性,又使得获取具有代表性的台风实测数据十分困难,因此世界气象组织 WMO^[9]经过多年的总结研究给出了台风条件下针对海上、陆地、离岸和离海几种不同下垫面的不同时距风速的转换系数,但 WMO 的这份技术文件中采用的资料主要来自于美国和澳大利亚,适合于中国沿海的可靠性和适用性值得商榷.广东省气象中心的蔡凝昊等^[5]和广东省气候中心的陈雯超等^[10]分别利用台风黄蜂(Vongfong 0214)以及强台风黑格比(Hagupit 0814)实测数据进行不同时距风速转换系数的计算以及不同时距风速的转换公式的拟合,从台风整体过程平均意义上给出了不同时距下风速的转换.台风作为相对小概率的灾害性气候,其发生、发展历程复杂的变化过程,台风登陆过程中其自身强度由强减弱的时间历程下,不同时距下的风速转换系数存在一定的演变规律.为此,利用浙江省台州海域东海塘观测塔和上海市东海区域芦潮港观测塔分别实测得到的 2 次强台风(麦莎(Matsa 0509)和卡努(Khanun 0515))登陆时段距地面 10 m 高度处的风速记录资料,实施基于概率统计算法的台风登陆全过程下风速转换系数分布研究,并综合考虑台风强度变化、观测点相对台风中心距离以及台风登陆状态对风速转换系数的影响.

2 观测塔及观测设备

为统计和研究中国东南沿海台风风速转换系数的特性,在气象局的帮助下,分别收集了浙江省东海塘风能观测塔和上海市芦潮港观测塔观测到的 2 个强台风麦莎和卡努近地面 10 m 高度处的实测风速数据.

东海塘观测塔,东经 121.6°,北纬 28.4°,位于浙江省温岭市松门镇东北的东海塘海湾平原地区,观测塔周边地形为开垦农田和沿海滩涂,按照 JTG/T D60-01—2004《公路桥梁抗风设计规范》^[11]东海塘观测塔周边地形应属 A 类场地,见图 1(a);芦潮港观测塔,东经 121.9°,北纬 31.85°,位于上海市浦东新区,地处东海与杭州湾交汇处的海堤内侧,附近地面为农田草地,按照 JTG/T D60-01—2004《公路桥梁抗风设计规范》芦潮港观测塔周边地形应属于 A 类场地,见图 1(b).采用 Nomad 系列机械轴测式风速记录仪,采样频率 1 Hz,测量范围 0.4 ~ 70 m/s,可在温度 -55 ~ 60 ℃ 下正常工作,保证风速记录仪在长时间的测试过程中,具有良好的稳定性、较高的可靠度和极高的准确度.



图 1 两观测塔位置及周边地形示意

Fig.1 Locations of two anemometer towers and their neighboring terrain

台风麦莎于 2005 年 7 月 31 日 20 时在菲律宾以东洋面上生成,8 月 3 日 02 时加强为台风,近中

心最大风速 45 m/s,最低气压 950 hPa,6 日 03 时 40 分在浙江玉环登陆;台风卡努于同年 9 月 5 日上午在西北太平洋洋面上形成,8 日加强为台风,近中心最大风速 50 m/s,最低气压 945 hPa,11 日 14 时 50 分在浙江台州市路桥区金清镇登陆。

东海塘和芦潮港两观测塔记录的台风麦莎和台风卡努风速样本状况见表 1 和图 2。

表 1 强台风观测记录状况

观测塔所在地	台风代号	观测记录时间
东海塘	麦莎 (Matsa 0509)	2005-08-05, 0:00—
		2005-08-06, 23:50
	卡努 (Khanun 0515)	2005-09-11, 0:00—
芦潮港	麦莎 (Matsa 0509)	2005-09-11, 23:50
		2005-08-05, 12:00—
	卡努 (Khanun 0515)	2005-08-07, 11:50
		2005-09-10, 12:00—
		2005-09-12, 11:50



图 2 台风麦莎、卡努路径以及东海塘、芦潮港观测塔位置示意
Fig.2 The path of typhoons and locations of anemometer towers in Donghaitang and Luchaogang

由图 2 结合台风有记录期间的状况可知:
1) 台风麦莎和卡努的路径和强度变化很相似,便于将两台风的实测数据进行对比,互相验证。

2) 尽管从路径和强度变化趋势上来看,两台风看起来很相似,但是两者之间还是存在区别的.一方面,根据气象台的记录,台风麦莎的十级和七级风速圈半径分别为 200 km 和 600 km 左右;而台风卡努的分别为 150 km 和 400 km 左右.可以看到,虽然台风卡努的最低气压 (945 hPa) 低于台风麦莎的 (950 hPa),即台风卡努的强度比台风麦莎大,但台风麦莎影响的区域范围大于台风卡努的,也就是说,台风卡努除台风风眼区域外产生的影响未必大于台风麦莎的.另一方面,在东海塘观测塔记录期间,东海塘观测塔始终处于台风麦莎和卡努的影响范围内;而在芦潮港观测塔记录期间,芦潮港观测塔始终位于台风麦莎的影响范围内,对于台风卡努,则是从 2005-09-11T09:00 开始 (此时台风中心气压保持为 945 hPa),观测塔进入台风影响范围.总的来看,

除了芦潮港观测塔记录台风卡努的前 9 h 之外,两观测塔始终基本位于台风影响范围内。

3) 东海塘观测塔记录的台风卡努实测数据为 1 430 min,其余 3 次记录均为 2 870 min.虽然东海塘观测塔记录的台风卡努风速样本仅 1 d 时间,几乎为其余 3 次样本记录时间的一半,但是同时,该样本记录期间也是台风卡努对东海塘观测塔所在场地的影响区间,故 4 个数据样本均有效记录了台风登陆全过程期间受影响的工程场地风速状况。

4) 从相对位置来看,东海塘观测塔距台风麦莎和卡努中心的最近距离分别在 38 和 10 km 左右,结合图 2 可知,在两台风登陆地点附近,观测塔恰巧穿过了两台风中心,也就是说,东海塘观测塔位于两台风近端.而芦潮港观测塔距台风麦莎和卡努中心的最近距离分别为 287 和 208 km,在登陆点处甚至达到了 400 km,可见,芦潮港观测塔始终位于台风的远端。

3 台风实测数据

世界气象组织在 2008 年发布的技术指引^[9]中定义风速转换系数是在确定的观测周期 (简称平均风速时距) 的平均风速与该周期内阵风风速时距为 τ 的最大风速之间的理论上的转换关系,其计算公式为

$$G_{\tau,T} = \frac{v_{\tau,T}}{v_T}.$$

式中: $G_{\tau,T}$ 为时距 τ 的平均风速和时距 T 的平均风速之间的转换系数, $v_{\tau,T}$ 为时距 T 内时距 τ 的平均风速最大值, v_T 为时距 T 的平均风速值, $T=10\text{ min}$ 。

基于 GB 50009—2012《建筑结构荷载规范》^[12]中提供的设计基准风速为地面或水平以上 10 m 高度处,100 a 重现期的 10 min 平均年最大风速 (m/s),以东海塘观测塔和芦潮港观测塔 10 m 高度处的台风风速实测数据进行风速不同时距转换系数研究,得到的实测资料见图 3、4。

从图 3、4 中可看到:由时距越短、平均风速变化越剧烈可知,时距转换系数 $V_{3s}/V_{10\text{ min}}$ 因 V_{3s} 的脉动而变化剧烈,而 $V_{30\text{ min}}/V_{10\text{ min}}$ 和 $V_{1h}/V_{10\text{ min}}$ 的时程因 $V_{30\text{ min}}$ 和 V_{1h} 变化缓慢而平滑.4 次记录除偶尔的强烈波动外,基本保持平稳波动。

4 实测数据统计分析

根据 JTG/T D60-01—2004《公路桥梁抗风设计规范》^[11]、GB 50009—2012《建筑结构荷载规范》^[12]、ANSI/ASCE Standard 7-95^[13]、NBC2010^[14]以及 AS/NZS 1170.2:2011^[15],对于近地风速的概率分布,各国风荷载规范都是在极值 I 型、II 型、III 型中选择采用.本文亦统一采用广义极值分布函数

(GEV)和极大似然参数估计法来研究台风不同时距的风速转换系数.广义极值分布(GEV)函数为

$$F(x;\mu,\sigma,\varepsilon)=\exp\left\{-\left(1+\varepsilon\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^{-1/\varepsilon}\right\},$$
$$(1+\varepsilon\frac{x-\mu}{\sigma}>0)$$

式中: μ 为位置参数, σ 为尺度参数, ε 为形状参数.

当改变形状参数 ε 的值时,可获得不同的极值分布类型.当 $\varepsilon>0$, $F(x;\mu,\sigma,\varepsilon)$ 为位置参数等于 $\mu-\sigma/\varepsilon$ 、尺度参数等于 σ/ε 的极值Ⅱ型分布(Frechet 分布);当 $\varepsilon=0$, $F(x;\mu,\sigma,\varepsilon)$ 为位置参数等于 μ 、尺度参数等于 σ 的极值Ⅰ型分布(Gumbel 分布);当 $\varepsilon<0$, $F(x;\mu,\sigma,\varepsilon)$ 为位置参数等于 $\mu-\sigma/\varepsilon$ 、尺度参数等于 $-\sigma/\varepsilon$ 的极值Ⅲ型分布(Weibull 分布).

其概率密度函数为

$$f(x;\mu,\sigma,\varepsilon)=\frac{1}{\sigma}\left(1+\varepsilon\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^{-(1+\varepsilon)/\varepsilon}\cdot$$
$$\exp\left\{-\left(1+\varepsilon\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^{-1/\varepsilon}\right\},$$
$$(1+\varepsilon\frac{x-\mu}{\sigma}>0)$$

本文基于各观测塔实测得到的 10 m 高度处的台风风速资料,结合广义极值分布函数和极大似然参数估计法,分别获得东海塘、芦潮港两观测塔 10 m 高度处台风麦莎和台风卡努不同时距风速转换系数的概率分布情况,结果见表 2 和图 5(图中仅以东海塘麦莎为例,给出台风气候条件下不同时距的风速转换系数的概率密度及其拟合结果).

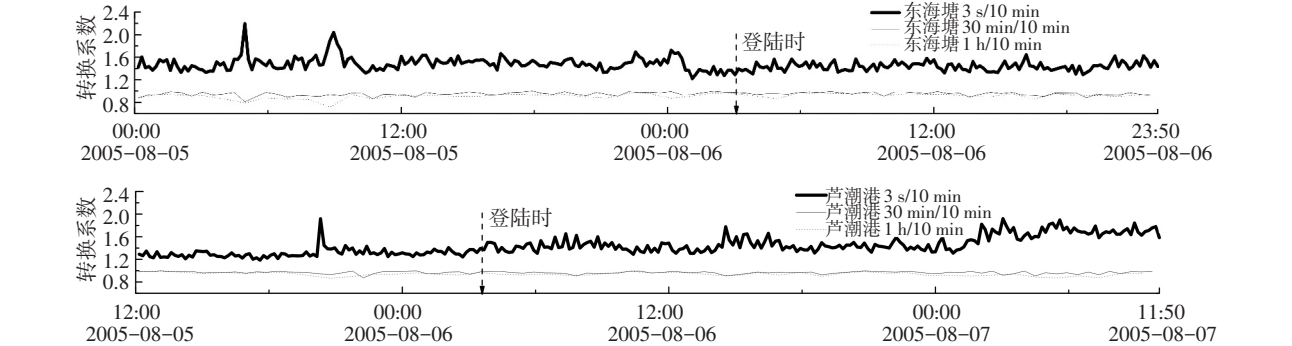


图 3 东海塘、芦潮港两观测塔台风麦莎 10 m 高度处不同时距风速转换系数

Fig.3 Conversion factors of different time intervals at the height of 10 m during typhoon Matsa

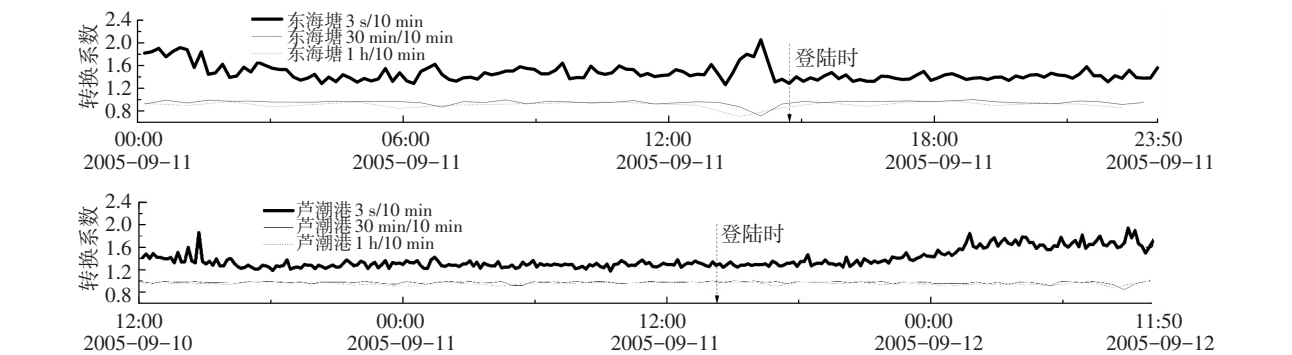


图 4 东海塘、芦潮港两观测塔台风卡努 10 m 高度处不同时距风速转换系数

Fig.4 Conversion factors of different time intervals at the height of 10 m during typhoon Khanun

表 2 东海塘、芦潮港时距转换系数概率分布参数

Tab.2 Probability distribution parameters of conversion factors over different time intervals

观测塔	转换系数	麦莎 (Matsa 0509)					卡努 (Khanun 0515)				
		分布类型	概率分布参数			分布类型	概率分布参数			分布类型	概率分布参数
			μ	σ	ε		μ	σ	ε		
东海塘	$V_{3\text{ s}}/V_{10\text{ min}}$	极值Ⅱ型	1.398	0.083	0.080	极值Ⅱ型	1.400	0.087	0.174	极值Ⅱ型	1.400
	$V_{30\text{ min}}/V_{10\text{ min}}$	极值Ⅲ型	0.942	0.035	-0.610	极值Ⅲ型	0.945	0.041	-0.769	极值Ⅲ型	0.945
	$V_{1\text{ h}}/V_{10\text{ min}}$	极值Ⅲ型	0.899	0.046	-0.670	极值Ⅲ型	0.901	0.059	-0.747	极值Ⅲ型	0.901
芦潮港	$V_{3\text{ s}}/V_{10\text{ min}}$	极值Ⅱ型	1.358	0.111	0.127	极值Ⅱ型	1.300	0.082	0.363	极值Ⅱ型	1.300
	$V_{30\text{ min}}/V_{10\text{ min}}$	极值Ⅲ型	0.963	0.026	-0.733	极值Ⅲ型	0.969	0.023	-0.746	极值Ⅲ型	0.969
	$V_{1\text{ h}}/V_{10\text{ min}}$	极值Ⅲ型	0.938	0.034	-0.552	极值Ⅲ型	0.948	0.027	-0.748	极值Ⅲ型	0.948

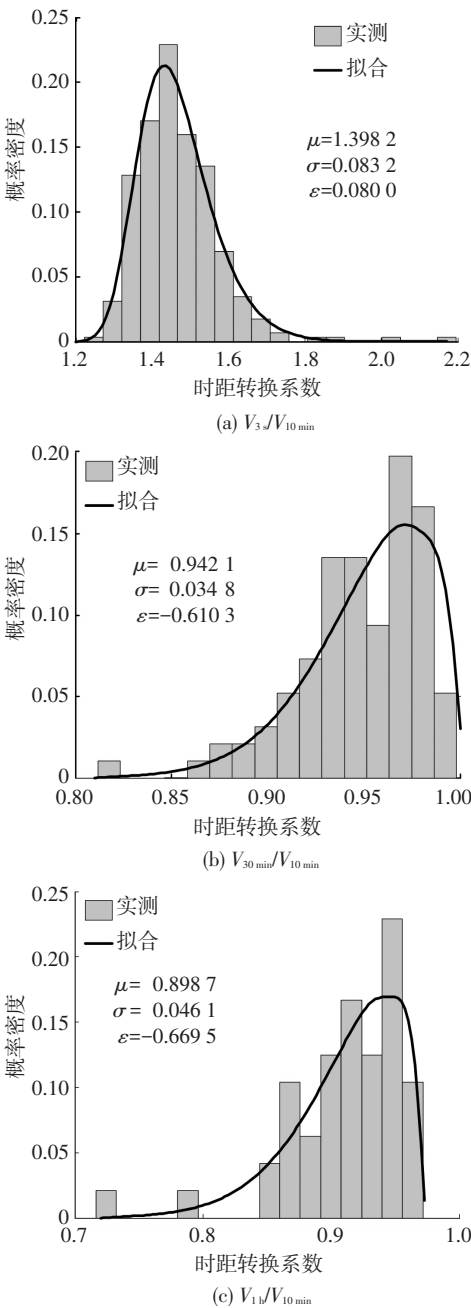


图 5 东海塘观测塔 10 m 高度台风麦莎不同时距风速转换系数概率密度曲线

Fig.5 The probability distribution of conversion factors over different time intervals at the height of 10 m during typhoon Matsa recorded by anemometer towers located in Donghaitang

结合表 2 和图 5 可看到,时距转换系数的概率分布服从广义极值分布,其中 V_{3s}/V_{10min} 服从极值 II 型分布 (Frechet 分布), V_{30min}/V_{10min} 以及 V_{1h}/V_{10min} 均服从极值 III 型分布 (Weibull 分布);除 V_{3s}/V_{10min} 的形状参数 ε 相差比较大之外,其余分布的参数基本处于一个数量级.

4.1 风速转换系数的概率分布

4.1.1 同一观测塔经历不同台风

计算同一观测塔经历不同台风时距转换系数的概率分布参数的相差比,见表 3.

表 3 同一观测塔经历不同台风时距转换系数的概率分布参数的相差比

Tab.3 Percent difference for probability distribution parameters of conversion factors at a certain site between different typhoons

观测塔	项目	相差比/%		
		$ \mu_M-\mu_K $	$ \sigma_M-\sigma_K $	$ \varepsilon_M-\varepsilon_K $
		mean(μ_M,μ_K)	mean(σ_M,σ_K)	mean($\varepsilon_M,\varepsilon_K$)
东海塘	V_{3s}/V_{10min}	0.09	4.47	74.43
	V_{30min}/V_{10min}	0.35	16.12	-23.02
	V_{1h}/V_{10min}	0.24	24.55	-11.00
芦潮港	V_{3s}/V_{10min}	4.37	30.47	96.11
	V_{30min}/V_{10min}	0.63	11.96	-1.74
	V_{1h}/V_{10min}	1.03	21.93	-30.22

注:M 表示台风麦莎 Matsa,K 表示台风卡努 Khanun.

通过上表可以看到,路径相似、强度及其变化也相似的不同台风麦莎和卡努,虽然影响范围大小不一致,但是在同一地点的时距转换系数的概率分布依然是非常接近的,其中位置参数 μ 尤为接近,相差比不超过 5%,且基本在 2% 以下,尺度参数 σ 的差异也较小,保持在 31% 以内, V_{3s}/V_{10min} 的形状参数 ε 较其他转换系数差异明显.同时,距离台风路径较近的东海塘的记录差异较远端的芦潮港更小,但这种差异较小.很明显,对于路径相似、台风强度大小及其变化趋势相似的强台风,在某确定场地的风速时距转换系数的概率分布也是相似的,其中, V_{3s}/V_{10min} 服从极值 II 型分布, V_{30min}/V_{10min} 以及 V_{1h}/V_{10min} 服从极值 III 型分布.

4.1.2 不同观测塔经历同一台风

计算同一台风在不同观测塔记录得到的时距转换系数的概率分布参数的相差比,得到表 4.

表 4 不同观测塔经历同一台风时距转换系数的概率分布参数的相差比

Tab.4 Percent difference for probability distribution parameters of conversion factors at different sites during a certain typhoon

台风	项目	相差比/%		
		$ \mu_D-\mu_L $	$ \sigma_D-\sigma_L $	$ \varepsilon_D-\varepsilon_L $
		mean(μ_D,μ_L)	mean(σ_D,σ_L)	mean($\varepsilon_D,\varepsilon_L$)
麦莎	V_{3s}/V_{10min}	2.95	28.81	45.95
	V_{30min}/V_{10min}	2.16	30.08	-18.30
	V_{1h}/V_{10min}	4.31	30.50	-19.31
卡努	V_{3s}/V_{10min}	7.41	6.16	70.21
	V_{30min}/V_{10min}	2.44	56.83	-3.04
	V_{1h}/V_{10min}	5.09	73.78	-0.08

注:D 表示东海塘观测塔,L 表示芦潮港观测塔.

比较表 3、4, 相对同一观测塔经历不同台风而言, 不同观测塔经历同一台风的时距转换系数的概率分布参数取值差异稍大一些, 但这种差异依然较小。其中, 位置参数 μ 的相差比不超过 7.5%, 尺度参数 σ 和 V_{3s}/V_{10min} 的形状参数 ε 差异明显。同时注意到, 登陆过程中, 东海塘观测塔距两台风较近, 甚至曾穿过台风眼区, 而芦潮港观测塔始终处于台风远端, 仅记录了台风风场外围的风速信息, 可见, 在台风由强减弱的整个过程中, 不管场地是经历台风眼区, 还是始终停留在台风风场外围区, 时距转换系数的概率分布差异都不大。因此, 作为结构抗风设计的风特性参考值, 台风多发区风速转换系数可采用基于概率统计的具有一定保证率的取值。

4.2 风速转换系数的影响因素

根据《热带气旋年鉴》^[1], 观测塔记录风速期间, 台风麦莎和卡努强度变化见图 6。

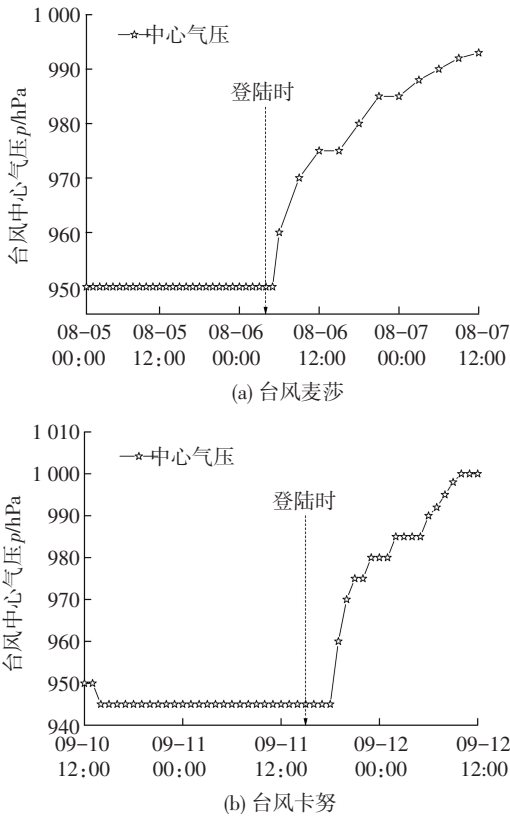


图 6 台风强度随时间的变化

Fig.6 Variation of center pressure during strong typhoons

由图 6 可知:

- 1) 在东海塘、芦潮港两处观测塔记录期间, 麦莎、卡努两台风均经历了强度从保持不变到逐渐减小的逐步衰减过程。
- 2) 结合第 3 节和第 4.1 节的分析, 虽然台风卡努的强度比台风麦莎大, 但台风卡努对两观测塔所在工程场地的影响未必大于台风麦莎产生的。
- 3) 结合台风路径可知, 强风强度衰减过程中, 台

风中心距观测塔的距离变化为先减小后增大, 这点处于台风近端的东海塘观测塔较明显, 而对远端的芦潮港观测塔影响较小。

结合风速转换系数的时程变化曲线和概率分布, 可以看到, 无论是时距转换系数变化的范围还是剧烈程度, 彼此之间并不存在明显的差异。具体地说, 台风麦莎和卡努在两观测塔记录风速期间, 台风强度保持不变时, 台风中心和观测塔之间的距离逐步减小(这一点对于处于台风近端的东海塘观测塔而言尤为明显), 而在时距转换系数的时程曲线上, 并没有看到时距转换系数有明显的增大或减小的趋势; 同时, 台风登陆前后台风强度减弱时, 台风中心与东海塘观测塔的距离逐渐增大, 与芦潮港观测塔的距离变化较小, 而两观测塔记录所得时距转换系数也没有因此发生明显的波动趋势。可见, 对于无量纲的时距转换系数而言, 由于撇去了基本风速的影响, 基本没有受到台风强度变化、台风中心与观测塔之间距离(即观测点位于台风风场的相对位置)、台风登陆与否以及观测塔距离台风路径远近的影响。这些在风速时距转换系数的概率分布上也有明显体现。故知, 时距转换系数的概率分布也较稳定, 基本不受台风强度、台风登陆与否以及场地在台风风场中位置等因素的影响, 故利用观测站实测得到台风数据获得台风不同时距转换系数具有实用价值, 研究其变化规律及概率分布对台风气候条件下的风速时距转换系数研究具有指导意义, 在台风气候条件下的土木工程结构抗风设计中, 采用基于概率统计的具有一定保证率的风速时距转换系数取值是可靠的。

5 结 论

- 1) 中国沿海台风多发区台风气候条件下近地面风速时距转换系数的概率分布服从广义极值分布, 其中, V_{3s}/V_{10min} 服从极值 II 型分布, V_{30min}/V_{10min} 以及 V_{1h}/V_{10min} 服从极值 III 型分布。
- 2) 分别处于台风路径远端和近端的两处观测塔的实测记录表明, A 类场地下, 台风的风速时距转换系数的取值情况基本比较稳定, 即, 某一工程场地、某一台风气候条件下的风速时距转换系数基本不受台风强度变化、观测点在台风风场中的相对位置以及台风登陆与否的影响。
- 3) A 类场地下, 在台风影响范围内, 工程场地所在处的台风气候条件下风速时距转换系数的概率分布较为稳定, 采用基于概率统计的具有一定保证率的风速时距转换系数取值, 能够为建筑结构抗风性能设计提供可靠保证。

参考文献

- [1] 中国气象局.热带气旋年鉴[M].北京:气象出版社,2005:30-100.
China Meteorological Administration. Yearbook of tropical cyclone [M]. Beijing: China Meteorological Press, 2005: 30-100.
- [2] CHOI E C C. Characteristics of typhoons over the South China Sea [J]. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 1978, 3(4): 353-365.
- [3] TAMURA Y, SHIMADA K, HIBI K. Wind response of a tower (Typhoon observation at the Nagasaki Huis Ten Bosch Domtoren) [J]. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 1993, 50: 309-318.
- [4] CAO Shuyang, TAMURA Y, KIKUCHI N, et al. Wind characteristics of a strong typhoon[J]. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2009, 97(1): 11-21.
- [5] 蔡凝昊, 宋金杰, 赵坤, 等. “黄蜂”边界层风速分析—台风平均风速的时距选取与强度估计[J]. 气象科学, 2009, 29(4): 461-466.
CAI Ninghao, SONG Jinjie, ZHAO Kun, et al. Typhoon mean wind speed of different time-distance and its intensity estimate based on wind speed data of boundary layer of typhoon ‘Vongfong’ [J]. Scientia meteorologica sinica, 2009, 29(4): 461-466.
- [6] SHARMA R N, RICHARDS P J. A re-examination of the characteristics of tropical cyclone winds [J]. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 1999, 83: 21-33.
- [7] SHU Shoujuan, PENG Liran. Analysis on structure of typhoon Longwang based on GPS dropwinsonde data[J]. Journal of tropical meteorology, 2011, 17(3): 193-201.
- [8] 宋丽莉, 毛慧琴, 汤海燕, 等. 广东沿海近地层大风特性的观测分析[J]. 热带气象学报, 2004, 20(6): 731-736.
SONG Lili, MAO Huiqin, TANG Haiyan, et al. Observation and analysis of Guangdong coastal gales in the near-surface layer [J]. Journal of tropical meteorology, 2004, 20(6): 731-736.
- [9] HARPER B A, KEPERT J D, GINGER J D. Guidelines for converting between various wind averaging periods in tropical cyclone conditions[R]. Geneva: World Meteorological Organization, 2009.
- [10] 陈雯超, 宋丽莉. 台风条件下不同时距的风速转换[C]//第十五届全国结构风工程学术会议. 北京:人民交通出版社, 2011.
CHEN Wenchao, SONG Lili. Wind speed conversion factors of different time intervals under the condition of the typhoon [C]//The 15th National Conference on Structural Wind Engineering. Beijing: China Communications Press, 2011
- [11] 公路桥梁抗风设计规范:JTG/T D60-01—2004 [S].北京:中华人民共和国交通部, 2004.
Wind-resistant design specification for highway bridges: JTG/T D60-01—2004 [S]. Beijing: Ministry of Transport of the PRC, 2004.
- [12] 建筑结构荷载规范:GB50009—2012 [S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2012.
Load code for the design of building structures: GB50009—2012 [S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2012.
- [13] Minimum design loads for buildings and other structures; ANSI/ASCE Standard 7-95 [S]. New York: American Society of Civil Engineers, 1996.
- [14] National building code of Canada; NBC2010 [S]. Ottawa: Canadian Commission on Building and Fire Codes, 2010.
- [15] Australian/New Zealand standard. Structural design actions; AS/NZS 1170.2:2011 [S]. Sydney: Standards Australia& Wellington/Standards New Zealand, 2011.
- (编辑 赵丽莹)
-
- (上接第 141 页)
- [11] 易洪雷, 丁辛, 陈守辉. PES/PVC 膜材料拉伸性能的各向异性及破坏准则[J]. 复合材料学报, 2005, 22(6): 98-102.
YI Honglei, DING Xin, CHEN Shouhui. Orthotropic behavior and strength criterion of PES/PVC membrane materials under tensile loading [J]. Acta Materiae Compositae Sinica, 2005, 22(6): 98-102.
- [12] 邹宗勇, 韩建, 刘杭锋, 等. PVC 建筑膜材拉伸异向性能研究[J]. 浙江理工大学学报, 2010, 27(2): 186-191.
ZOU Zongyong, HAN Jian, LIU Hangfeng, et al. Orthotropic behavior of PVC architectural membrane materials under tensile loading [J]. Journal of Zhejiang Sci-tech University, 2010, 27(2): 186-191.
- [13] AMBROZIAK A. Mechanical properties of Preconstraint 1202S coated fabric under biaxial tensile test with different load ratios [J]. Construction and Building Materials, 2015, 80: 210-224. DOI:10.1016/j.conbuildmat.2015.01.074.
- [14] 孟雷, 吴明儿. 建筑用 PTFE 膜材应力松弛和徐变性能研究[J]. 建筑材料学报, 2012, 15(2): 206-211.
MENG Lei, WU Minger. Study on stress relaxation and creep properties of PTFE membrane [J]. Journal of Building Materials, 2012, 15(2): 206-211.
- [15] 吴明儿, 慕全, 刘建明. 拉伸速度对 ETFE 薄膜力学性能的影响[J]. 建筑材料学报, 2008, 11(5): 574-579.
WU Minger, MU Tong, LIU Jianming. Influence of tensile rate on mechanical properties of ETFE foils [J]. Journal of Building Materials, 2008, 11(5): 574-579.
- [16] 上海市工程建设规范. 膜结构检测技术规程: DG/ TJ 08-2019—2007 [S]. 上海: [s.n.], 2007.
Shanghai engineering construction standard. Technical specification for inspection of membrane structures: DG/ TJ 08-2019—2007 [S]. Shanghai: [s.n.], 2007.
- [17] 周改丽. 加载速率影响系缆合成纤维拉伸力学性能的机理研究[D]. 天津: 天津大学, 2012.
ZHOU Gaili. The mechanism research of loading rate on the tensile mechanical properties of mooring synthetic fiber [D]. Tianjin: Tianjin University, 2012.
- [18] 郑开宏, 李林, 苏志辉, 等. 加载速率对 Csf/LAS 复合材料断裂特性的影响[J]. 广东有色金属报, 2001, 11(1): 51-55.
ZHENG Kaihong, LI Lin, SU Zhihui, et al. The effect of loading rate on the fracture characteristic of Csf/LAS composite [J]. Journal of Guangdong Non-ferrous Metals, 2001, 11(1): 51-55.
- [19] 方钦志, 李慧敏, 欧阳小东. 加载速率对 PC/ABS 拉伸性能的影响[J]. 高分子材料科学与工程, 2006, 22(1): 131-134.
FANG Qinzhi, LI Huimin, OUYANG Xiaodong. Effect of loading rate on the tensile properties of PC/ABS [J]. Polymer Materials Science and Engineering, 2006, 22(1): 131-134.
- [20] 傅政. 高分子材料强度及破坏行为[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
FU Zheng. Strength and fracture behavior of polymers [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2005.
- (编辑 赵丽莹)