

# 工程抗台风研究中风观测数据的可靠性和代表性判别

宋丽莉<sup>1, 2</sup> 陈雯超<sup>3</sup> 黄浩辉<sup>3</sup>

(1 中国气象局公共气象服务中心, 北京 100081; 2 中国气象局广州热带海洋气象研究所, 广州 510080;

3 广东省气候中心, 广州 510080)

**摘要:** 分析了工程抗风研究中对台风风观测数据可靠性和代表性判别的必要性以及可能对工程抗风参数的影响, 给出了基础数据质量检验、处理的方法, 初步提出了应用于工程抗台风研究的基础数据样本有效完整率标准以及台风强风数据代表性的判别依据和判别指标; 通过“黑格比”台风观测数据的实验计算和对比分析, 发现: 1) 对超声测风仪获取的高频采样测风数据以4倍截断方差法进行处理, 能够较好地提高数据可靠性; 2) 风速序列中的野点数据对工程抗风特性参数的可靠性影响显著, 即使只有2%~5%的野点数据, 对风谱参数的影响也很显著; 3) 台风强风数据的代表性判别指标应以风工程研究需要的参数在台风不同位置的特征变化为依据; 4) 台风强风数据代表性判别的基本指标是同时满足8级以上风速的风向连续转换120°以上方位角度、台风过程的风速时程曲线呈M型“双峰”型变化、“双峰”之间出现风速小于11m/s时可以判断为台风眼区。

**关键词:** 工程抗台风, 台风观测数据, 可靠性和代表性, 判别方法

## 1 引言

台风是我国沿海地区工程抗风论证中必需考虑的关键因素, 台风的风特性参数既在很大程度上决定了工程的造价, 又严重影响着工程结构的安全性, 现代超大工程和柔性结构的抗风研究除了关注平均风速外, 脉动风引起的结构振动、抖动或颤震等效应更引起工程领域的高度重视, 而获取台风这种复杂的强天气系统的三维脉动风况数据的难度十分大, 并且观测数据的不确定性很高, 因此, 台风测风数据的可靠性和代表性判别是科学地进行工程抗台风研究必备的基础工作。

风观测数据的可靠性影响因素包括观测仪器的性能<sup>[1]</sup> (数据采样的方式、分辨率、量程以及跟踪能力等)、安装方式和观测运行管理等, 而对基础数据质量的有效控制技术则是判别数据可靠性的关键; 风观测数据代表性的主要影响因素包括观测位置的区域 (或下垫面) 代表性以及因天气系统结构的不同而导致的测风数据的代表性问题, 如: 季风和锋面天气系统的环场大体呈带状分布, 而台风、龙卷等涡旋型天气系统的环场呈不规则的“环状”分布, 两种不同环流结构天气系统的测风数据所能够代表的空间范围以及对平均风况和脉动风况的代表性等均差异很大; 另一方面, 工程抗风重点关注的强风边界层特征和大气

污染研究关注的小风边界层特征也十分不同, 这些因素均可显著影响阵风系数、湍流强度、湍流尺度、风功率谱以及风攻角和风廓线等工程抗风参数的推算和取值。本文针对台风超声测风数据的可靠性和台风风观测数据代表性的判别技术和方法进行探讨, 以期工程抗台风的研究提供有效参考。

## 2 超声测风数据的可靠性判别

### 2.1 影响数据可靠性的因素

超大型工程特别是柔性结构对脉动风的作用十分敏感, 目前能够达到工程抗风研究要求的精度并可以较准确地测量强风条件下脉动风况的仪器主要是超声波测风仪。超声测风仪是利用超声波传播路径上的时间差来确定气流速度的, 其数据采样频率越高, 对环境的敏感度也越高, 气流中的雨滴、尘埃、飞虫等都会干扰声波对风速的响应, 同时, 仪器任一部件在响应和传输过程中的短暂故障都会带来信号错误, 从而产生野点数据。对台风进行风观测的最大困扰是降水, 并且往往越靠近台风中心强风区, 降雨强度越大, 从而降低了获取可靠的强风数据的机会。从2008年获取的强台风“黑格比”三维超声测风原始数据 (采样频率10Hz) 来看, 在靠近台风中心强风区, 有些样本数据 (10min) 的有效完整率不足80%, 严格来说这样的样本数据即使进行了插补订正也不适于做风谱的计算分析。

### 2.2 数据可靠性判别方法和效果

对超声测风数据的可靠性判别需要同时采取多种方法: 1) 选用具备有效数据自动识别功能的仪器来协助判别由于降水等的影响而产生的无效数据; 2) 采用可靠的机械式测风仪进行平行观测, 以其风速极值和风速、风向台风过程变化模态作为超声测风“野点”数据的判别依据; 3) 采取多倍截断方差法对原

收稿日期: 2011年5月20日

资助项目: 国家自然科学基金重点项目“登陆台风风场及其工程致灾研究” (90715031)、国家自然科学基金项目“登陆台风近地层风特性及致灾机理研究” (40775071)、国家科技部公益性行业科研专项“气象灾害对重大工程影响评估的关键技术研 (GYHY200806012) 共同资助。

第一作者: 宋丽莉 (1963—), Email: llsong@grma.gov.cn

始数据做进一步处理<sup>[2,3]</sup>, 方法如下:

对原始时间序列 $x(i)$  ( $i=1,2,\dots,n$ ), 首先根据式(1)构建其差分时间序列 $dx$ :

$$dx(i) = x(i+2) - x(i), (i=1, 2, \dots, n-2) \quad (1)$$

根据式(2)、式(3)计算序列  $dx(i)$  和  $dx(i)^2$  的平均值:

$$\overline{dx} = \frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^{n-2} dx(i) \quad (2)$$

$$\overline{dx^2} = \frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^{n-2} dx(i)^2 \quad (3)$$

式(2)、式(3)中,  $n$ 为数据序列的样本数。

再根据式(4)计算截断方差:

$$\sigma = \overline{dx^2} - \overline{dx}^2 \quad (4)$$

依据式(5)对野点进行判断:

$$\Delta = c \cdot \sigma^{0.5} \quad (5)$$

当  $|dx(i)| > \Delta$  或  $|dx(i+2)| > \Delta$  时, 则将  $x(i+2)$  视作“野点”, 对于矢量序列, 式(5)中 $c=4$ 。

根据Roland B.Stull研究的方法<sup>[4]</sup>, 对被剔除的“野点”, 根据下式进行插补:

$$v(i) = v(i-1) \cdot \gamma + (1-\gamma) \cdot \bar{v} \quad (6)$$

式(6)中,  $v(i-1)$ 为“野点”前一刻的值,  $\gamma$ 和  $\bar{v}$  分别为“野点”前100个数据样本计算自相关系数和平均值。

图1为超声测风仪观测的强台风“黑格比”过程在三维方向 ( $U_x, U_y, U_z$ ) 的0.1s时距风速序列。左列图为只经过仪器有效数据判别码判别后的数据, 可以看出, 其中仍存在大量不真的“毛刺”数据, 经过4倍标准差滤波处理后(右列图), 不真的“毛刺”数据消失了; 与平行观测的螺旋桨测风仪记录的该台风过程1s极大风速63.9m/s比较, 未经4倍标准差过滤时, 过程0.1s极大风速为77.4m/s, 经4倍标准差过滤和插补订正后的过程0.1s极大风速为65.1m/s, 数据的合理性大为提高。

为了考察数据质量控制对几种主要的风参数的影响, 利用“黑格比”过程的风速序列数据, 分别对其

在4倍标准差滤波处理前和处理后的序列, 试验计算每个(10min)样本的主风向湍流强度 $I_w$ , 阵风系数 $G$ 和摩擦速度 $u_*$ 等参数, 将原始数据进行4倍标准差滤波处理前和处理后的参数计算结果进行对比分析发现, 未经处理的数据序列的脉动风参数总体偏大, 只有少量的样本是偏小的, 其中对摩擦速度 $u_*$ 的影响最大(图2f), 处理前后两者之间差异最大的样本可达3.2倍; 处理前后对主风向的湍流强度差异最大的样本比值也达1.35倍(图2b), 但该个例数据对阵风系数的影响只在1%左右。从下垫面对台风脉动风况特性的影响判断, 上述对比分析结果只能在一定程度上代表海面下垫面的状况, 对其他类型下垫面至少在原始数据处理前后所得的风参数的“差异幅度”上出现显著不同。

为了考察数据质量控制对风谱分析结果的影响, 选取“黑格比”过程的两个强风样本(10min平均风速 $\geq 40\text{m/s}$ ), 两个风速样本在三维方向上的分量 $U_x, U_y, U_z$ 经4倍标准差滤波而剔除的无效数据分别占相应样本总数的3.5%, 4.3%, 4.8%和1.5%, 1.8%, 2.3%。对经4倍标准差滤波处理前后的数据样本, 采用完全相同的方法(快速傅立叶变换)计算其湍流功率谱, 同时对1~4Hz频率范围内的湍流谱用幂函数进行非线性拟合(图3)。可以发现, 未经4倍标准差滤波处理的数据样本(图3c, 3d)在惯性子区内(3Hz附近)出现了一个能谱值异常增大现象, 而经4倍标准差滤波处理的数据样本(图3a, 3b)则无此现象。此外, 滤波处理前(图3c, 3d)的大涡旋(低

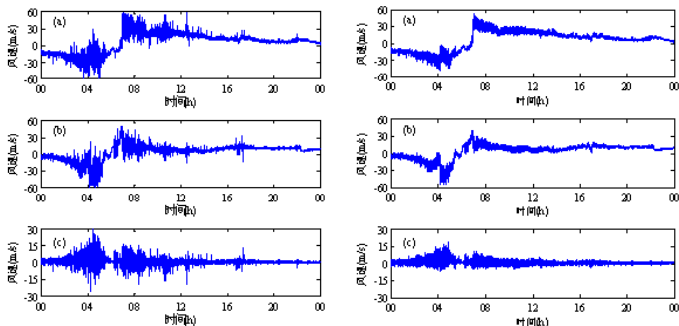


图1 强台风“黑格比”过程三维方向的(0.1s)风速序列 (a:  $U_x$ ; b:  $U_y$ ; c:  $U_z$ ; 左列: 未经过质量控制的数据; 右列: 经过质量控制的数据)

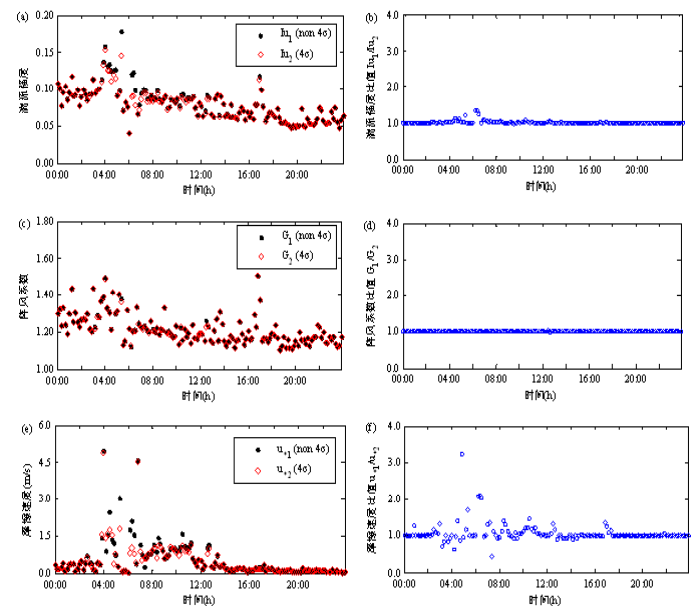


图2 “黑格比”过程主风向风速原始数据在4倍标准差滤波处理前后的湍流参数变化及对比 (a. 湍流强度; c. 阵风系数; e. 摩擦速度; b, d, f. 数据质量控制前后的参数比值)

频区能谱)近似各向同性,即 $u$ ,  $v$ ,  $w$ 三个分量的能谱曲线的变化趋势近似一致,这显然与台风条件下大涡旋接近准二维的非各向同性湍流不符,而经过滤选处理后(图3a, 3b),情况得到了很大改善, $v$ 方向的低频区能谱衰减更快,直到小于垂直运动方向的能量。

对比分析两种数据样本的湍流能谱值发现,未经4倍标准差滤选处理数据的湍流能谱普遍大于经滤选处理后的数据,这种差异在大于1Hz的高频区差异更为显著,在惯性子区(1~4Hz),未经滤选处理的数据湍流能谱值是实际情况的2~5倍。可见即使只有2%~5%的野点数据,对风谱的影响也很显著(见表1)。

鉴于上述分析结果,并根据风工程研究的精度要求,初步提出台风脉动风观测的原始数据有效完整率标准:对于10Hz采样数据来说,用于湍流功率谱分析的原始数据样本,其有效数据完整率最好大于98%,最低不应低于95%,用于其它脉动参数计算的样本,其原始数据有效完整率一般也不宜低于80%。

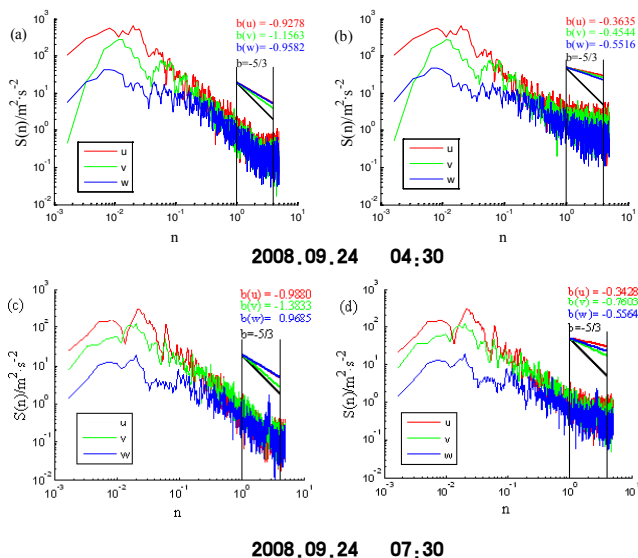


图3 台风“黑格比”期间峙仔岛塔10min风速样本的湍流谱(a, b:经过4倍标准差滤选; c, d:未经4倍标准差滤选)

### 3 台风强风数据的代表性判别

#### 3.1 台风过程单站风况特征分析

台风属中尺度天气系统,其特有的大气涡旋环流结构形成了台风过程的典型风况特征:对于台风正面经过的测站,其过程平均风速应呈M型双峰分布形态,其风向连续变化的方位角应超过 $180^\circ$ ,由此,气象部门在台风预报服务中确定台风正面影响某地的主要业务指标是气象站观测的风向连续变换了 $180^\circ$ 以上方位角。

以2008年在广东沿海获取的“黑格比”台风路径附近的峙仔岛(100m)、覃巴(80m)、吴阳(70m)3个观测塔获取的数据为例进行说明。图4



图4 “黑格比”强台风中心与观测点的相对位置

显示了强台风“黑格比”路径与3个观测塔的相对位置,其中,峙仔岛塔离台风中心最短距离为8.5km,覃巴、吴阳观测塔距离“黑格比”中心的最短距离分别为12km和18.3km。

峙仔岛、覃巴、吴阳3个塔70m高度层观测的“黑格比”台风过程10min平均风速、风向时程变化情况见图5。可以看出,在台风过程中,3个塔观测的风速均呈M型双峰变化,但3个塔的“峰顶”最大风速与“峰底”(即台风中心)的最小风速差值大小显著不同,离台风中心最近的峙仔岛的“峰顶”最大风速为 $43.7\text{m/s}$ 与“峰底”的最小风速相差 $32\text{m/s}$ ,覃巴塔和吴阳塔的这一风速差值分别是 $28.1\text{m/s}$ ,  $13.2\text{m/s}$ ,可见,台风过程的“峰顶”与“峰底”风速差可以定量体现观测点离台风中心的远近。

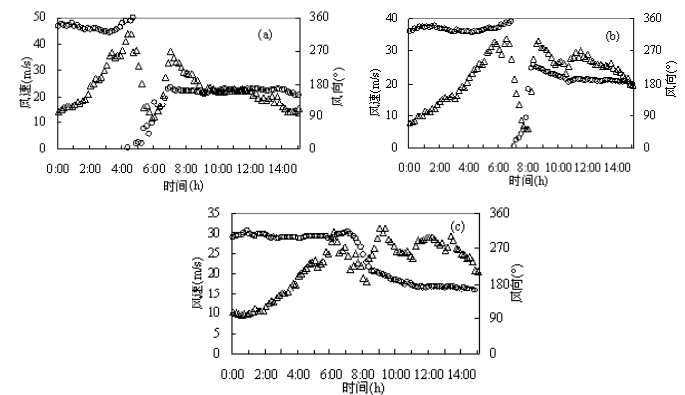


图5 强台风“黑格比”70m高度层的风速、风向时程变化(a.峙仔岛塔; b.覃巴塔; c.吴阳塔;  $\Delta$ : 风速;  $\circ$ : 风向)

图5还显示出台风过程中3个塔观测的风向角度均发生大幅度连续变化,但3个塔的方向角转换幅度也有不同,根据工程抗风研究重点关注大风这一要求,考察达到8级以上大风的风向角发现,峙仔岛塔的风向沿顺时针方向连续转换了 $210^\circ$ 方位角,覃巴塔8级以上大风风向先沿顺时针方向连续转换了 $270^\circ$ 方位角,之后又沿逆时针方向转换了 $54^\circ$ 方位角,方位角转换角度为 $216^\circ$ ;吴阳塔的8级以上大风风向沿逆时针方向连续转换了 $150^\circ$ 方位角。可见,观测点在大风时的风向角转换幅度也体现了测点离台风中心的远近。

将台风过程8级以上大风的风速、风向变化特征以风矢量的方式表达(图6),图中的每根风矢量线

表1 经4倍标准差滤选处理前、后数据序列的平均湍流能谱值对比

风速样本	分析样本	低频含能区 (0.001~0.1Hz)			桥梁结构敏感区(0.1~0.5Hz)			惯性子区 (1~4Hz)		
		$S_u$	$S_v$	$S_w$	$S_u$	$S_v$	$S_w$	$S_u$	$S_v$	$S_w$
样本1	经过4 $\sigma$ 滤选	187.247	70.380	14.083	10.752	8.185	4.427	0.493	0.368	0.308
	未经4 $\sigma$ 滤选	186.059	70.287	14.794	10.981	9.061	5.248	2.134	1.510	0.848
	两者比值	1.006	1.001	0.952	0.979	0.903	0.844	0.231	0.244	0.363
样本2	经过4 $\sigma$ 滤选	82.229	36.445	5.670	6.254	5.372	2.089	0.251	0.299	0.231
	未经4 $\sigma$ 滤选	80.443	37.262	5.801	6.659	5.902	2.250	0.772	0.632	0.441
	两者比值	1.022	0.978	0.977	0.940	0.910	0.928	0.325	0.473	0.524

的长度表示每个10min平均风速的大小，箭头所指的方向为风的来向，风矢量图可以更直观地表达出观测点观测到了台风的哪个部位的大风数据，从而可以判断实测风况数据的台风强风代表性。

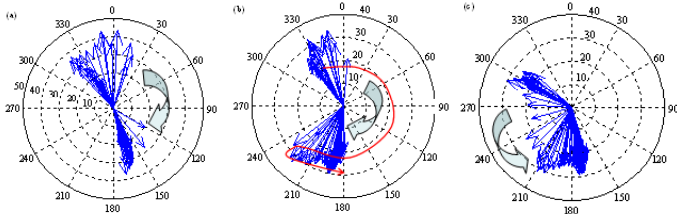


图6 台风“黑格比”过程大风在3个观测塔70m高度的风矢量变化 (a: 峙仔岛塔; b: 覃巴塔; c: 吴阳塔; 箭头指向为风的来向)

### 3.2 台风强风数据代表性判别的依据

近几年获取的台风边界层观测数据分析结果已证明了在台风中心、眼壁强风区和外围环流等不同位置上，台风近地层风场的三维结构和风的湍流特性显著不同，这些不同反映在平均风速和风向的变化上以及在较小时间和空间尺度上的湍流特性参数的变化，如湍流度、积分尺度和功率谱特性等在台风中心区（或称眼区）、眼壁强风区和外围环流区的变化特征差异显著<sup>[5,6,7]</sup>。由于现代结构工程抗台风研究十分关注强风和强涡旋共同作用下的平均和脉动风特性，而这些特性只有在靠近台风中心的眼壁强风区才能够客观、清晰地体现出来，因此，台风强风数据的代表性判别指标应以风工程研究需要的参数在台风不同位置的特征为依据。

#### 3.2.1 以台风强风阵风系数特性来判别台风强风数据的代表性

多篇文献指出，阵风系数随平均风速的增加有减小趋势，当风速增大到某一阈值后，阵风系数的趋势变化消失并只在一定的变幅内波动<sup>[8,9]</sup>，研究发现平均风速达到某一风速阈值后阵风系数就会基本保持不变<sup>[10]</sup>，多个台风观测个例研究发现，下垫面粗糙度和台风强度等因素影响这一“阈值”的大小，但这一特征至少提示

我们，强风数据样本选取首先要满足平均风速大到足以使阵风系数的趋势变化消失的风速阈值。

图7给出了峙仔岛、覃巴、吴阳3个塔10m高度层常态风况和台风“黑格比”大风期间的阵风系数与风速的关系，可以看出，阵风系数随风速的增加逐渐减小，在台风8级以上大风时，阵风系数的趋势变化基本消失，但阵风系数仍在一定的变幅内波动，覃巴和吴阳两个下垫面较粗糙的海岸塔观测塔的阵风系数波动幅度要比位于海上的峙仔岛塔大，台风强风在粗糙下垫面产生的阵风系数的较大变幅，显示了粗糙下垫面对台风的涡旋式环流的动力影响作用被显著放大。

“黑格比”等多个台风观测数据分析发现，就平均的阵风系数特征而言，8级以上大风数据可以较好地表征台风强风风况的平均阵风系数，但从粗糙度大的地区的观测个例发现，伴随台风极大风速的“双峰”可能出现阵风系数增大现象。

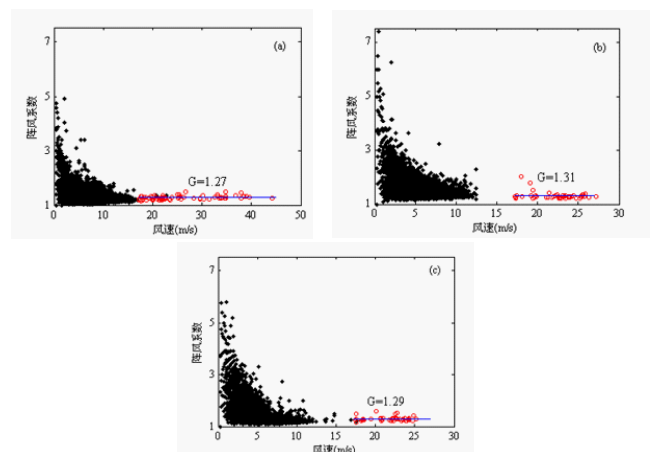


图7 常态风况和台风“黑格比”大风期间的10m高度的阵风系数与风速的关系(a: 峙仔岛塔; b: 覃巴塔; c: 吴阳塔)

#### 3.2.2 台风强风脉动风谱分析数据的代表性判别

台风强风脉动风谱分析数据的代表性，则不能单以风速大小来判断，多个台风观测个例试验计算发现，有些台风个例的强风带比较宽，即使12级以上的

风速样本,也不一定能反映出该台风眼壁强风与强涡旋共同作用下所表现出的风谱特征,相反,对于强度较弱的台风个例,即使风速较小的样本,但只要取自紧邻台风眼壁的位置,其风谱也表现出典型的台风涡旋特征。因此,要分析台风眼壁强风与强涡旋共同作用下的风谱特征,必须首先分析台风过程风况数据的时程变化特征,需要从风速的“双峰”处,选取近邻眼壁强风区中的样本数据,在严格的数据质量控制基础上去分析台风强风的风速谱。

### 3.2.3 台风强风数据代表性判别的基本指标

根据工程抗台风应用和研究重点关注台风强风及其涡旋环流共同作用的风特性这一需求,结合台风天气系统边界层风况特点,初步总结出能够代表台风眼区、眼壁强风和外围大风等较完整的过程观测数据的基本判别指标,即同时满足以下条件:1)观测点获取的8级以上风速的风向连续转换的方位角度应大于 $120^\circ$ ;2)台风过程的风速时程曲线应呈M型“双峰”型变化;3)“双峰”之间出现10min平均风速小于 $11\text{m/s}$ 时,可以判断为台风眼区经过<sup>[1]</sup>。

## 4 小结

1)对于超声测风仪获取的高频风矢量观测数据,在经仪器自带的有效数据自动识别筛选后,再采用4倍截断方差法进行数据处理可以较好地提高数据序列的可靠性,也是基础数据处理必需的步骤;

2)未经4倍截断方差处理的数据序列计算的脉动风参数总体偏大,对风谱计算的影响主要在大于 $1\text{Hz}$ 的高频区,并且即使只有 $2\%\sim 5\%$ 的野点数据,对风谱参数的影响也很显著;

3)对于 $10\text{Hz}$ 采样风观测数据来说,用于湍流功率谱分析的原始数据样本,其有效数据完整率最好大于 $98\%$ ,最低不应低于 $95\%$ ,用于其他脉动参数计

算的样本,其原始数据有效完整率一般也不宜低于 $80\%$ ;

4)台风强风数据的代表性判别指标应以风工程研究需要的参数在台风不同位置的特征变化为依据:8级以上大风数据可以较好地表征台风强风风况的平均阵风系数,但粗糙度大的地区伴随台风极大风速的“双峰”可能出现阵风系数增大现象;典型的台风强风风谱分析,需选取台风过程“双峰”处的眼壁强风样本数据才具有较好的代表性;

5)台风强风数据代表性判别的基本指标是同时满足8级以上风速的风向连续转换 $120^\circ$ 以上方位角度、台风过程的风速时程曲线呈M型“双峰”型变化、“双峰”之间出现风速小于 $11\text{m/s}$ 时可以判断为台风眼区。

### 参考文献

- [1] 张蔼琛.现代气象观测.北京:北京大学出版社,2000:99-122.
- [2] 卞林根,陆龙骅,等.青藏高原南部昌都地区近地层湍流输送的观测研究.应用气象学报,2001,12(1):1-13.
- [3] 陈红岩,等.处理时间序列提高计算湍流通量的精度.气候与环境研究,2000,5(3):304-311.
- [4] Stull R B著.杨长新,等译.边界层气象学导论.北京:气象出版社,1991:334-338.
- [5] 宋丽莉,毛慧琴,黄浩辉,等.登陆台风近地层湍流特性观测研究.气象学报,2005,63(6):915-921.
- [6] Song Lili, Pang Jiabin, Jiang Chenglin, et al. Field measurement and analysis of turbulence coherence for Typhoon Nuri at Macao Friendship Bridge. Science China Ser E-Tech Sci., 2010, 53 (10): 2647-2657.
- [7] 顾明,匡军,全涌,等.上海环球金融中心大楼顶部风速实测数据分析.振动与冲击,2009,28(12):114-118,122.
- [8] 邵伦海,李秋胜,胡非.城市地区近地强风特性实测研究.湖南大学学报(自然科学版),2009,36(2):8-12.
- [9] 史文海,李正农,张传雄.温州地区近地强风特性实测研究.建筑结构学报,2010,31(10):34-40.
- [10] Wang Binglan, Hu Fei, Cheng Xueling. Wind gust and turbulence statistics of typhoon in south China. Acta Meteorologica Sinica, 2010, 1:113-127.
- [11] 陈瑞闪.台风.福州:福建科学技术出版社,2002:414-415.

(下接43页)

## 会议信息

- ◆ WCRP公开科学会议:服务于社会的气候研究(WCRP Open Science Conference Climate Research in Service to Society),2011年10月24—28日,美国,科罗拉多州,丹佛
- ◆ 第28届交互信息处理系统(IIPS)研讨会(28<sup>th</sup> Conference on Interactive Information Processing Systems(IIPS)),2012年1月22—26日,美国,新奥尔良市
- ◆ 第三届飓风和气候变化国际峰会(Third International Summit on Hurricanes and Climate Change),2011年6月27日,希腊,罗德斯
- ◆ 第十届肯尼亚气象学会国际研讨会(10<sup>th</sup> Kenya Meteorological Society International Workshop),2011年9月20日,肯尼亚
- ◆ 蒙巴萨岛干旱区环境与水资源管理国际学术研讨会(Int'l Academic Seminar on the Management of Arid Environment and Water Resources),2011年8月15日,乌鲁木齐,中科院新疆生态与地理研究所
- ◆ 第四届全球环境变化、城市化与健康国际研讨会(The 4<sup>th</sup>

Int'l Seminar on Global Environment Change, Urbanization and Health),2011年9月10日,北京,中科院地理科学与资源研究所

- ◆ 第七届蒙古高原及其邻近地区环境与可持续发展研究国际学术研讨会(The Seventh Int'l Conference on Natural Resources and Sustainable Dept. in the Mongolian Plateau and Surrounding Regions),2011年9月26日,北京,中科院地理科学与资源研究所
- ◆ 2011年温室效应国际研讨会(2011 Int'l Symposium on Temperature Effect),2011年10月18日,北京,中科院大气物理研究所
- ◆ 国际环境和健康会议(Int'l Conference on Environment and Health),2011年12月12日,厦门,中科院城市环境研究所
- ◆ 高纬度气候变化:BJerknes成立十周年科学会议(Climate Change in High Latitudes:BJERKNES Centre 10-Year Anniversary Conference)2012年9月3—6日,挪威,皮尔根,更多信息:见<http://conference.bccr.no/>

## Some Highlights and Their Implication in the Early Progress of Numerical Weather Prediction – a Review

Ji Liren

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)

**Abstract:** In this paper, a view in retrospect is made on some highlights in the early progress of numerical weather prediction(NWP), trying to address their implications in methodological perspective. NWP as a branch of atmospheric sciences, is a subject of interdisciplinary nature and immediate practical use. In the course of its development, the raising of a new idea or the advent of a new research area in NWP, not seldom, stems from its integration with other disciplines, let alone the demand and inspiration of weather prediction practice. From this viewpoint, two streams of researches have been traced with respective headings of “from the ‘dream’ of Richardson to the recurrence of primitive equations model” and “from the initiation of using historical data in NWP to the formulation of 4-D data assimilation” in the text.

**Key words:** methodological perspective, primitive equations model, spiral –type development, initiation of using historical data, 4-D data assimilation

(上接39页)

## Reliability and Representative Assessments of Wind Observation Data in the Study of Typhoon Wind Resistance Engineering

Song Lili<sup>1,2</sup>, Chen Wenchao<sup>3</sup>, Huang Haohui<sup>3</sup>

(1 Public Meteorological Service Centre, China Meteorological Administration, Beijing 100081

2 Guangzhou Institute of Tropical and Marine Meteorology, China Meteorological Administration,

Guangzhou 510080 3 Guangdong Climate Centre, China Meteorological Administration, Guangzhou 510080)

**Abstract:** The modern large-scale engineering of typhoon wind resistance mainly focus on the analysis of near surface wind characteristics in typhoon boundary layer. Based on the near surface wind observation data of several typhoons in recent years and combined with the characteristic of non-homogeneous cyclone circulation of typhoon and the characteristic of high-frequency sampling anemometer, the necessity of reliability and representative assessment of typhoon wind observation data in the wind resistance study and its potential impact on wind resistance parameters are analyzed and the method of basic data quality test and control are given. Effective integrity rate standard of basic data and the data representative assessment criteria and index of typhoon strong wind are propounded to apply in the study of typhoon wind resistance engineering. By analyzing and comparing the values calculated by the observation data of typhoon Hagupit, the following results are found: 1) High-frequency wind data observed by ultrasonic anemometer processed by 4 times truncation variance method have a better data representative. 2) The outlier in the wind speed time series has significant impact on the reliability of wind resistance parameters. Even 2%-5% outlier can have a large effect on the wind spectrum. 3) Typhoon strong wind representative assessment index for the observation data should be abided by the variation characteristics of parameters demanded by the study of wind engineering at different positions of typhoon. 4) The basic criteria of typhoon strong wind representative assessment are the wind direction alters over 120° in succession and the wind speed curve versus time shows an “M” shape bimodal distribution. If the lowest wind speed between two peaks is less than 11m/s, it can be judged as the typhoon eye area.

**Key words:** typhoon wind resistance engineering, observation data of typhoon, reliability and representative, assessment method