

# 苏通长江公路大桥设计风速的计算与分析\*

刘 聪<sup>1)2)</sup> 黄世成<sup>2)</sup> 朱安祥<sup>3)</sup> 江志红<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>(南京信息工程大学大气科学系,南京 210044) <sup>2)</sup>(江苏省气象科学研究所,南京 210008)

<sup>3)</sup>(江苏省苏通大桥建设指挥部,南通 226009)

## 摘 要

苏通长江大桥是世界第一跨度斜拉桥,设计风速对其设计、建设、运营安全至关重要。为了合理选用大桥的设计风速,在大桥桥位长江江面、江岸、南通气象站、常熟气象站建立风速同步观测站,在桥位南岸建立 80 m 高的风梯度观测塔,2000 年 3 月 1 日至 2003 年 2 月 28 日开展地面及梯度风同步观测,获取大桥设计风速计算所需的基础资料。在分析桥位风况与当地气象站异同及桥位风速随高度变化规律的基础上,将气象站长年风速数据客观外延至桥位,采用极值频率分布拟合方法,分析计算得到大桥建设所需的设计基本风速和基准风速。分析表明:江面风速明显大于气象站,也大于江岸风速,计算值大于理论推算值。结果为大桥抗风设计提供了依据。

关键词:公路大桥;同步观测;设计风速;计算

## 引 言

苏通长江公路大桥(以下简称苏通大桥)位于江苏省东部的南通市和苏州(常熟)市之间,是交通部规划的国家重点干线公路跨越长江的重要通道。大桥路线全长 32.4 km,跨江工程总长 8206 m,主桥采用 2088 m 的双塔双索面钢箱梁斜拉桥,斜拉桥主孔跨度 1088 m,主塔高度 306 m,斜拉索长度 580 m,均列世界第一,主桥通航净空高 62 m,宽 891 m,是我国建桥史上工程规模最大、综合建设条件最复杂的特大型桥梁工程。

苏通大桥完全体现着现代大桥长、高、轻、柔的结构特点,对风的影响非常敏感,风荷载在大桥设计、施工、营运过程中至关重要<sup>[1]</sup>,尤其是桥面高度处风速的估计要科学、合理、客观,风速估计过高会造成逾亿元的损失,估计过低使工程风险增大,甚至造成不堪设想的后果。

苏通大桥桥位江面开阔,临近长江入海口,该处风力大,风期长,风况较为复杂。由于近地层的风受地理及地表状况的影响很大,桥位邻近气象站的风资料不能完全代表桥位风况,仅仅根据邻近气象站数据推算大桥的设计风速<sup>[2-3]</sup>是欠科学的,同时,采

用根据气象站资料绘制的风压图用内插方法<sup>[4-5]</sup>外推设计风速,因其分辨率粗糙,可能与桥位实际存在较大的差异,达不到苏通大桥的抗风设计要求。

为此,在苏通大桥桥位长江江面、江岸、南通气象站、常熟气象站建立风速同步观测站,在桥位南岸建立 80 m 高的风梯度观测塔,开展为期 3 年的地面风及梯度风同步观测,获取大桥设计风速计算所需的基础资料。在分析桥位风况与当地气象站异同及桥位风随高度变化规律的基础上,将气象站长年风速数据客观外延至桥位,采用极值频率分布拟合方法,分析计算得到大桥建设所需的设计基本风速和基准风速。

## 1 桥位设计风速的计算方案

按照有关规定<sup>[1,3,5]</sup>,桥梁设计基本风速为桥位距地 10 m 高度处不同重现期的最大 10 min 平均风速,常用的重现期为 10 年、30 年、50 年、100 年。而设计基准风速为桥梁结构实际高度处(如桥面)的不同重现期的最大 10 min 平均风速。不同重现期最大风速的计算是以实测年最大 10 min 平均风速序列为基础数据<sup>[3,4,6-7]</sup>,但实际桥位处一般没有气象站长年

\* 香港特别政府资助局基金(CUHK/4180/01E,CUHK/1/00C)和交通部“苏通长江公路大桥”建设项目共同资助。  
2005-06-14 收到,2005-07-28 收到修改稿。

风速序列,桥梁设计风速计算面临的首要问题就是如何为桥址处构建一个对大气状态描述尽可能准确的地面及各高度处的风速序列,达到合理再现信息的目的,这就是所谓的桥位风速数据外推重构问题。

如果资料缺失区域周围的其他地区的观测资料是存在并且可靠的,则根据流体力学的物理量分布的连续性原理,利用统计拟合方案能够补出这些缺失的资料<sup>[7-8]</sup>,也就是说,相距不远的测站处于大致相同的大型环流背景下,尽管它们的地理环境有其不同的特点,但都受到共同的环流背景制约,气象要素变化或多或少存在一定程度的统计关联<sup>[7]</sup>。据此原理,对于苏通大桥桥位处风速序列的外推重构,本文采用同步观测及数理统计方法来实现:

在桥位附近选择拥有可靠的较长连续风速观测序列的气象站,设该气象观测站的已知历史风速观测数据为数据集(矩阵)  $X_B(t_0 + t_N)$ ,在桥位建立临时观测站与邻近气象站开展地面风速同步观测,获得的短期风速观测数据为数据集  $X_B(t_0)$  和  $X_A(t_0)$ ,则需要外推的桥位处未知风速数据集为  $X_A(t_0 + t_N)$ ,如图 1 所示。

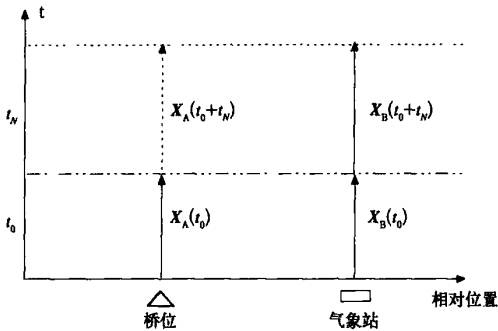


图 1 桥位风速数据外延示意图

根据统计学原理及前文分析,可以寻找数据集  $X_A(t_0)$  与  $X_B(t_0)$  之间的关系,据此,将数据集  $X_B(t_0 + t_N)$  外延到桥位得到数据集  $X_A(t_0 + t_N)$ ,作为桥位处设计基本风速计算所需风速数据的估计值。

对于设计基准风速采取在桥位开展风梯度观测,分析桥位风随高度的变化规律,并根据得到的规律,将设计基本风速推算到不同高度来得到。

## 2 同步观测站位置及观测内容

### 2.1 观测站位置

选择邻近的南通市气象站及常熟市气象站作为

基本站,在桥位江面建立地面风同步观测站,在南岸建立风梯度观测塔,均采用准入气象业务系列的 EN<sub>2</sub> 型自动测风仪,开展了为期 3 年的风速同步观测。各测站位置分别为:

① 南通市气象站(A)、常熟市气象站(B)的测风仪安装位置及高度与相应气象站的业务风观测仪器相同。测站经纬度分别为 120°53′ E, 31°59′ N 和 120°46′ E, 31°41′ N。

② 南岸风梯度观测塔(C)位于江面站偏东约 300 m 的江滩上,测站经纬度为:120°58.822′ E, 31°45.566′ N。风传感器安装在距塔身 4 m 的伸臂前端,距地面分别为 10 m, 30 m, 50 m, 70 m, 80 m。

③ 江面测站(D)位于桥位上游约 700 m 的江面,仪器安装在一固定高度的观测平台上,平台面积约 9 m<sup>2</sup>,四周均为水面,风传感器高度为海拔 14.8 m(吴淞口),距平均水面 12 m。测站经纬度为 120°58.247′ E, 31°46.213′ N。

各同步风速观测站的相对位置如图 2 所示。



图 2 风速同步观测站相对位置图

(A 为南通站, B 为常熟站, C 为梯度塔, D 为江面站)

### 2.2 同步观测时间和内容

同步观测时间:2000 年 3 月 1 日至 2003 年 2 月 28 日。

观测内容:逐日 24 次正点 10 min 平均风速及风向;逐日 10 min 平均最大风速及风向、风时;逐日极大风速及风向、风时。

## 3 地面同步观测数据的对比分析

### 3.1 平均风速及风向频率

采用 3 年逐日 24 次正点风观测数据计算得到各站各风向的 10 min 平均风速及风向频率(如表 1 所示)。可以看出,两个气象站的平均风速基本相当,而江面及江岸各风向平均风速均比邻近气象站

表 1 各测站各风向的 10 min 平均风速和频率

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
江面 风速/ ( $m \cdot s^{-1}$ )	6.1	5.7	5.6	6.3	6.7	7.2	3.9	4.1	5.1	4.4	3.7	3.7	5.3	5.8	6.6	6.6	0.0
	频率/%	8.0	6.1	6.4	6.6	15.3	13.8	6.3	5.5	3.5	5.6	2.7	1.9	3.4	4.5	5.0	5.1
江岸 风速/ ( $m \cdot s^{-1}$ )	4.8	5.0	5.1	4.7	4.3	4.0	3.2	3.4	3.5	3.4	3.0	2.7	3.4	4.8	5.9	5.5	0.0
	频率/%	4.8	7.1	8.0	8.5	8.6	9.5	7.3	6.5	6.2	5.7	3.2	1.5	3.3	3.8	6.4	8.9
南通 风速/ ( $m \cdot s^{-1}$ )	2.8	2.9	2.9	3.0	2.5	2.7	3.0	3.2	3.0	2.8	2.6	2.7	2.8	3.1	3.1	2.7	0.0
	频率/%	3.9	4.6	7.6	11.3	7.8	12.2	9.2	5.3	3.7	3.5	4.5	6.9	2.9	6.9	3.8	3.4
常熟 风速/ ( $m \cdot s^{-1}$ )	3.0	3.2	2.9	2.8	2.6	2.9	2.0	2.2	2.4	2.8	2.3	2.7	3.1	3.4	3.1	3.3	0.0
	频率/%	6.7	10.0	5.1	8.0	5.1	12.7	6.0	10.9	3.9	5.8	1.7	3.2	1.8	3.5	3.4	9.7

大得多,有的风向甚至大一倍以上,在偏东及偏北方向尤为明显。江面风速又明显大于江岸。江面风速较大值主要在偏北及偏东方向,江岸的偏北风明显大于其他风向。

计算得到江面、江岸、南通及常熟的年平均风速分别为 5.8 m/s, 4.3 m/s, 2.8 m/s, 2.8 m/s, 江面分别为江岸、南通、常熟的 1.35 倍、2.07 倍和 2.07 倍,比值明显大于以往研究结论<sup>[1,4-5]</sup>。

结果与测站所处的地理环境及地面粗糙度有关,即水面摩擦系数小于地面,水面上的风速大于地面风速,水面越宽(长),造成的增风效果越明显,符合风速与地理条件的一般规律。

各站各风向的频率分布及主导风向基本一致,差异是在频率数值上,主导风向均为偏东风,江面、江岸、南通、常熟出现频率最多的风向分别为:E,

ESE, ESE, ESE。江面及江岸静风频率明显低于邻近气象站。受特殊地形影响,江面东风频率明显高于气象站。图 3 为江面及南通观测站的风向频率玫瑰图。

统计同步观测期间各站 10 min 平均最大风速及瞬时极大风速,江面、江岸、南通、常熟日最大风速平均值分别为:10.1 m/s, 7.6 m/s, 5.6 m/s, 5.6 m/s;江面为南通、常熟的 1.84 倍。

江面各风向均能出现较大风速,最大风速主要出现在偏东、偏北方向,江岸风速分布与江面基本一致,但大多数风向的风速值小于江面。气象站的风速较大值主要出现在偏北方向,风速值明显小于江面和江岸。其结果与测站周围地理环境密切相关,也与观测期间形成大风天气的主要天气系统为冷锋系统有关。

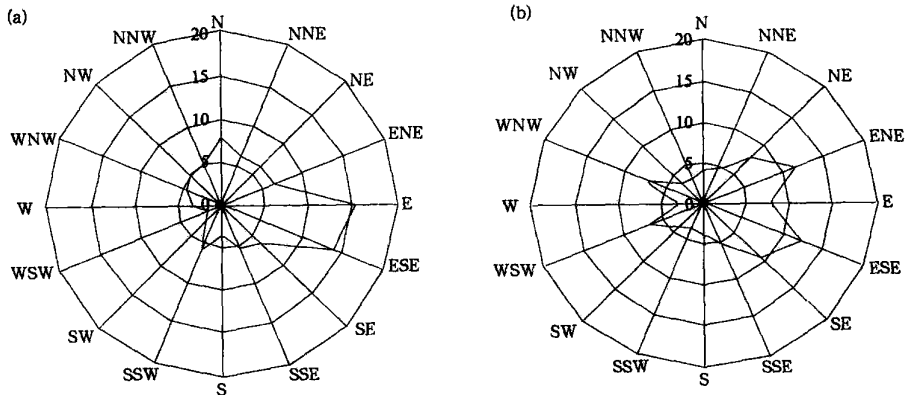


图 3 风向频率玫瑰图(单位:%) (a) 江面,(b) 南通

### 3.2 相关性分析

采用 3 年全部观测样本统计分析江面与南通、常熟日最大风速间的相关性,得到表 2。结果表明,

它们的线性相关显著,均达到 0.01 以上的信度。从统计学角度,均能看出(相关系数越大,剩余方差越小,相关越显著,线性相关关系式拟合越好),采用江

表 2 江面与邻近气象站日最大风速之间的相关分析结果

项目	相关关系式	相关系数	剩余均方差( $\sigma$ )
江面( $Y$ )与南通( $X$ )	$Y = 2.975 + 1.303 X$	0.727	1.90
江面( $Y$ )与常熟( $X$ )	$Y = 3.418 + 1.219 X$	0.698	1.98
江面( $Y$ )与南通( $X_1$ )及常熟( $X_2$ )	$Y = 2.368 + 0.836 X_1 + 0.577 X_2$	0.755	1.82

面与南通、常熟两者相关建立的方程优于用单点建立的方程。因此,在以气象站风速外延江面风速时建议采用二元回归方程。

表 3 是按风级区段统计的江面和陆地气象站平均风速的关系。可以看出,随风速的增加,江面风速与南通、常熟的倍数存在减小的情况。因此,在分析大风情况下的风速关系时,考虑当地实际及样本数量,选取南通、常熟日最大风速同时不低于 6 m/s 的 255 个样本参加计算,得到风速的相关关系式为:

表 3 按风级区段统计的江面和气象站平均风速关系

	风力		
	0—4 级(0~7.9 m/s)	5 级(8.0~10.7 m/s)	6 级(10.8~13.8 m/s)
江面/( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )	9.81	14.36	15.40
南通/( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )	5.22	8.78	11.61
江面对南通的倍数	1.87	1.64	1.33
江面/( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )	9.77	14.31	17.23
常熟/( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )	5.20	8.98	11.58
江面对常熟的倍数	1.88	1.59	1.49

从统计学原理可以知道,用一个有限的样本统计得到的变量间的关系不是数学意义上的函数关系式,式(1)只代表了平均状况。由于随机因素的影响,回归式的计算值不可能刚好等于实况,实际值总在以回归线值为中心的某个区域内摆动。对桥梁工程而言,关心的是在一定保证率下,实际值不超过计算值,考虑苏通大桥抗风设计需要的是桥位百年一遇的风速极值,因此,采用 99% 的保证率,也就是说,在 99% 的保证率前提下,实际出现值不会超过计算值。这样,当将  $X_B(t_0 + t_N)$  外延到桥位时,需对式(1)的计算值取置信度为 99% 的置信区间的上限  $\hat{Y}$ ,在计算误差为正态分布的假设下,有:

$$\hat{Y} = 2.736 + 0.488 X_1 + 0.872 X_2 + 3\sigma \quad (2)$$

#### 4 风速随高度的变化

在 500~1500 m 以下的大气摩擦层中,风随高度的变化,最常用的模拟规律为指数律,即对摩擦层

$$Y = 2.736 + 0.488 X_1 + 0.872 X_2 \quad (1)$$

式(1)中, $Y$ ,  $X_1$ ,  $X_2$  分别为江面、南通、常熟的 10 min 平均风速。方程的剩余均方差  $\sigma = 2.0$ ,复相关系数为 0.609。式(1)的复相关系数比全样本略有降低,但能通过 0.01 的显著性检验,说明其线性相关仍然显著,而且,方程更多地考虑了大风情况,对苏通大桥抗风设计而言,更加关注大风情况,因此,式(1)更具代表性。

中任一高度  $z$  上的平均风速  $\bar{v}$  和标准高度  $z_s$  上的风速  $\bar{v}_s$  有

$$\frac{\bar{v}}{\bar{v}_s} = \left| \frac{z}{z_s} \right|^\alpha \quad (3)$$

式(3)中, $\alpha$  为指数,地面粗糙度越大, $\alpha$  越大,且标准高度通常取为 10 m。而对于摩擦层的下部,即所谓的贴地层,有的研究工作者指出风速随高度的变化比较符合对数律,其表达式为:

$$\frac{\bar{v}}{\bar{v}_s} = \frac{\lg z - \lg z_0}{\lg z_s - \lg z_0} \quad (4)$$

式(4)中, $z_0$  为风速为零的高度,也与地面粗糙度有关。

根据桥位风梯度实测资料,采用各层逐日的日较大风样本(日最大风同步时,取日最大风速,不同步出现时,取正点出现的同步次大风速),按指数律计算得到指数值,全样本计算值为 0.129,  $\geq 5$  m/s 的样本计算值为 0.118。

计算 80 m 高度实际日最大风速序列与用 10 m 高度风速按指数律推求的 80 m 高度拟合风速之间

的相关性,从结果看,采用指数 0.118,其相关系数为 0.966,绝对误差平均值为 1.092,采用指数 0.129 的相关系数为 0.886,绝对误差平均值为 1.136。可见,两者相关良好,拟合误差在 1 m/s 左右。说明采用指数律计算该处风随高度的变化是合适的。采用  $\geq 5$  m/s 样本优于全样本计算结果。

我们也用对数律计算了风随高度的变化,比较拟合误差,证明指数律优于对数律。这是因为,梯度塔地处水域边缘,江面要比陆地更快到达摩擦层上部的大气层,所谓的贴地层比陆地上的要薄,所以,此处更适合指数律。

## 5 设计风速的计算

### 5.1 基础资料

① 南通市气象站 1952—2003 年实测年最大 10 min 平均风速。

② 常熟市气象站 1957—2003 年实测年最大 10 min 平均风速。

③ 江面测站、风梯度观测塔、南通市、常熟市气象站 2000 年 3 月 1 日至 2003 年 2 月 28 日实测同步风速。

### 5.2 设计基本风速的计算

根据式(2),由南通市、常熟市气象站的实测年最大 10 min 平均风速序列,求出桥位上 1952—2003 年的年最大 10 min 平均风速序列(其中 1952—1956 年 5 年的值,由江面与南通市气象站的相关关系式(略)加相应的  $3\sigma$  求得),利用规范<sup>[5]</sup>推荐的极值-I 型频率分布模型计算得到不同重现期的计算风速(表 4)。拟合的极值频率分布曲线为(图 4)。

表 4 桥位距平均水面 12.06 m( $h_1$ )和 10.00 m( $h_2$ )

风速	不同重现期的计算风速 $m/s$			
	重现期			
	10 a	30 a	50 a	100 a
$V_{h_1}$	32.8	36.2	37.7	39.8
$V_{h_2}$	32.1	35.4	36.9	38.9

对计算结果做柯尔莫哥洛夫拟合优度检验,样本理论分布函数与经验分布最大的离差  $D_n = 0.0874$ ,小于检验值  $D_{0.05} = 0.1886$ ,可见,桥位风速极值频率分布符合极值-I 型。

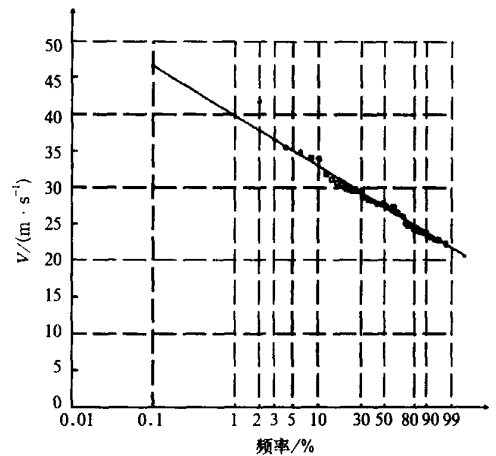


图 4 江面风速极值-I 型频率分布拟合曲线

### 5.3 设计基准风速的计算

根据大气边界层理论表明<sup>[9-10]</sup>,摩擦层中风随高度变化符合指数律,指数值取决于湍流强弱变化,但就大桥设计所考虑的边界层状态,风速随高度变化的一级微商随高度是减小的,所以 80 m 到 300 m 高度间的指数值应略小于 80 m 高度以下的值。本文将该值用到 80 m 高度以上,不仅是实际工作中在江面竖立高塔进行梯度风观测困难性,而且也注意到目前所取的 0.118 值已经小于规范推荐值,从安全性考虑,不再对此指数值作修正,而采用工程计算中指数值在摩擦层中均取同一值<sup>[1-4]</sup>的方法,即对江面指数值采用邻近岸边梯度塔的计算值。

根据设计基本风速,按照指数律公式计算得到不同高度处各重现期的计算风速(表 5)。

### 5.4 与简单外推结果的比较分析

根据南通市气象站的年最大风速序列,计算得到南通百年一遇的风速为 28.8 m/s,风压值为 0.52 kN/m<sup>2</sup>,按照以往计算方法<sup>[1,4,5]</sup>,从标准气象站换算到水面,其风压值需乘以系数 1.38,水面风压  $W = 0.72$  kN/m<sup>2</sup>,由此简单外推得到的江面风速  $V = 34.0$  m/s,明显小于计算结果,这是因为实测数据包含了更细致的特殊地理环境影响,从一般概念而言,江面各处的风速存在局地差异,以 34 m/s 作为江面各处百年一遇风速是欠妥的,大桥设计中采用简单的外推风速已不适合,而应考虑局部地理环境对风的影响。

从实测资料分析来看,江面全样本年平均风速是气象站的 2 倍左右,江面的日最大风速年平均值

表 5 各高度不同重现期的计算风速

m/s

高度/ m	重现期			
	10 a	30 a	50 a	100 a
10	32.1	35.4	36.9	38.9
20	34.8	38.4	40.0	42.2
30	36.5	40.3	42.0	44.3
40	37.8	41.7	43.4	45.8
50	38.8	42.8	44.6	47.1
60	39.6	43.7	45.6	48.1
70	40.4	44.5	46.4	48.9
80	41.0	45.3	47.1	49.8
100	42.1	46.5	48.4	51.1
120	43.0	47.5	49.4	52.2
150	44.2	48.7	50.8	53.6
180	45.1	49.8	51.9	54.8
200	45.7	50.4	52.5	55.4
220	46.2	51.0	53.1	56.1

是气象站 1.8 倍左右,按简单的对比分析外推江面百年一遇的距地 10 m 高度风速超过 50 m/s,大大超过按风压图简单外推的结果及本文计算结果,这是因为简单外推结果包含了众多小风速样本,存在不合理性。而按大风速样本统计分析,桥位风速约为气象站 1.3~1.5 倍左右,由此推算桥位风速:28.8 m/s $\times$ 1.3~28.8 m/s $\times$ 1.5,即 38.3~43.2 m/s,接近前文给出的结果。因此在计算工程设计风速时应侧重于大风样本,避免小风速样本的干扰。

## 6 小结和讨论

1) 桥位风速具有较强的局地性,受特殊地理环境影响,风速明显大于气象站,在偏东及偏西北方向上尤其明显。江面平均风速为气象站的 2 倍左右。

2) 桥位江面风速也明显大于沿岸风速,实际应用中,不能完全以江岸风速代替江面风速。

3) 桥位与邻近气象站风速存在良好线性关系,推算桥位风速时同时考虑两个气象站资料比用单个气象站资料要好,计算设计风速时应根据保证率考虑置信区间。

4) 桥位风速随高度变化规律符合指数律,指数值为 0.118,小于规范推荐值。

5) 苏通大桥设计基本风速为 38.9 m/s(百年一遇),高于按规范简单外推风速。

从分析看,对于特殊水面风速的计算,仅运用沿岸及气象站资料不能完全确定水面上的风速,在条件许可时,应建立水面风速测站。本研究为苏通大

桥抗风设计提供了依据,也为其他水面风速的推算提供了参考。

江面风速明显大于气象站,其原因主要是该处水面开阔,沿岸地形存在一定的特殊性。同时,该处还受到潮水涨落影响,当潮水涨落与风向一致时,水气相互正反馈作用,利于水面风速增速。另外,该处某种程度上还存在江陆风效应,也可能形成该处特殊的风况,它们的影响程度如何有待于进一步作小气候学研究。

## 参考文献

- [1] 项海帆,林志兴,鲍卫刚,等.公路桥梁抗风设计指南.北京:人民交通出版社,1996:1-24;68-88.
- [2] 陈正洪,向玉春,杨宏青,等.深圳湾公路大桥设计风速的推算.应用气象学报,2004,15(2):226-233.
- [3] 陈正洪,杨宏青,向玉春,等.武汉阳逻长江公路大桥设计风速值的研究.自然灾害学报,2003,12(4):160-169.
- [4] 张相庭.工程抗风设计手册.北京:中国建筑工业出版社,1998:1-44;185-208.
- [5] 中国建筑科学研究院.建筑结构荷载规范.北京:中国建筑工业出版社,2002:24-27;70-116.
- [6] 刘聪,张忠义,黄世成.桥梁气象专题研究与服务.气象科技,2004,32(6):399-403.
- [7] 么枕生,丁裕国.气候统计.北京:气象出版社,1990:35-51;266-300.
- [8] 林春育.天气学实验与诊断分析.南京:南京大学出版社,1991:69-71.
- [9] 蒋维楣,徐玉貌,于洪彬.边界层气象学基础.南京:南京大学出版社,1994:210-218;242-250.
- [10] 杨维军,王斌.二参数 Weibull 分布函数对近地层风速的拟合及应用.应用气象学报,1999,10(1):118-122.

## Analysis and Computation on Design Wind Velocity of Sutong Changjiang Highway Bridge

Liu Cong<sup>1)2)</sup> Huang Shicheng<sup>2)</sup> Zhu Anxiang<sup>3)</sup> Jiang Zhihong<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> (Department of Atmospheric Sciences, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044)

<sup>2)</sup> (Jiangsu Provincial Institute of Meteorological Science, Nanjing 210008)

<sup>3)</sup> (Constructed Headquarters of Sutong Bridge, Nantong 226009)

### Abstract

Sutong Changjiang Highway Bridge is the longest cables stayed bridge in the world at present. The correct design wind velocity is highly important to design, construction and operation of the bridge. In order to obtain the reasonable design wind velocity of the bridge, four wind observations are established both on the bank and on the bridge reach of the Changjiang River and both in Nantong and Changshu meteorological observation stations. Further more, a wind observation tower of 80 m in height is also set up on the bank at the same place to measure gradient wind, that is the wind on 10 m, 30 m, 50 m, 70 m, 80 m in height respectively. Wind simultaneous observations in four stations above mentioned and on wind observation tower are then in process from 1st March 2000 to 28th February 2003 to collect the basic data which are necessary for calculating the design wind velocity of the bridge. On the basis of contrasting the corresponding wind data from the four wind observing stations, long series history wind data from nearby meteorological observation station are extended into the bridge reach on the river. By using the gradient data, the variation law of wind velocity with height is studied. As a result, the fitting method of frequency distribution of extreme value is used here to calculate and estimate the reasonable basic designing and engineering wind velocity, which are requisite to the bridge construction. Finally, five conclusions are found as follows.

(1) Because of the influences caused by the different geographic environments, the wind velocity of the bridge reach is obviously stronger than that of the nearby meteorological stations, especially the velocities of easterly and northwesterly wind. Generally speaking, the wind velocity of the bridge reach on Changjiang River is about twice as strong as that of the nearby meteorological stations on continent.

(2) The wind velocity of the bridge reach on the river surface is also evidently stronger than that on the bank of the river, so that in practical application the wind velocity on the bank can not be substituted for that on the river surface.

(3) There is a fine linear correlation relationship between the velocities of the bridge reach and of the nearby meteorological observation stations. When calculating the velocities of the bridge reach, results obtained by using the data of two nearby stations, i.e., Nantong and Changshu observatories, are better than those gained by using the data of one nearby station only. After that, according to insurance probability the confidence interval of design wind velocity is determined.

(4) Variation of the wind velocities of the bridge reach with height is in keeping with the exponential law. Here the exponent value is equal to 0.118 which is less than recommended by standards.

(5) The wind velocity samples of equal and more than 6 m/s are chosen to compute the basic design wind velocity of Sutong Changjiang Highway Bridge. Though the result of 38.9 m/s is slightly stronger than that simply calculated in the light of standards, the bridge can resist the wind disaster which has return period of 100

years .

Therefore , the reliable scientific basis of resistance against wind disaster is provided to making designs for Sutong Changjiang Highway Bridge by the research results of this paper . What is more , the new method of calculating the wind velocity on the river surface developed in the paper may be popularized to other water surface .

**Key words :** highway bridge ; simultaneous observation ; engineering wind velocity ; computation