

# 10 分钟平均最大风速与极大风速 评估方程的建立

陈锦冠 林少冰

(广东省气象局, 广州 510080)

## 提 要

运用统计分析和气象统计预报的方法,对广东省 8 个气象站的日 10 分钟平均最大风速和日瞬间极大风速资料进行分析,发现这两种风速资料有较好的近似线性的关系。通过建立这两种风速的回归方程,获得判别这两风速记录的准确性及估计两风速数值的客观方法。

**关键词:** 10 分钟平均最大风速 瞬间极大风速 数值估计

## 引 言

每日的 10 分钟平均最大风速和瞬间极大风速是地面气象观测的项目。其中,每日的 10 分钟平均最大风速(也称日 10 分钟最大风速)资料多取自 EL 型电接风向风速仪或 EN 型风数据处理仪;每日的瞬间极大风速(也称日极大风速)资料多取自 EN 型风数据处理仪、或达因测风仪、或其它新型的测风设备。多年来,鉴别上述两风速数据的准确性,主要依靠业务人员的经验进行,随意性较大。另外,当这两项风速中有一项缺测时,若能够对缺测记录的数值进行估计,对天气和气候分析、气候评价等工作都有重要的意义。因此,有必要寻找评估这两风速记录的准确性和数值估计的客观方法。

## 1 基本思路

从地面气象观测的规定可知,平均风速实际上是一段时期内瞬间风速的平均,一段时期内的瞬间风速越大则平均风速也愈大。因此,平均最大风速与瞬间极大风速应该有一定的关系或有因果的关系,而其它气象要素与最大风速或极大风速的因果关系不太明显。因此,笔者根据统计预报方法中关于“优先选择物理意义较明显的因子”的要求,选择日极大风速为预报量,日 10 分钟最大风速为因子,通过建立两因子的回归方程,确立它们

的关系。再利用两因子的回归方程(评估方程)提出评估两风速记录正确性和数值估计的客观方法。

## 2 建立回归方程和试报结果

笔者选取了广东省有较完整最大风速和极大风速记录的汕头(59316)、汕尾(59501)、湛江(59658)、韶关(59082)、徐闻(59754)、深圳(59493)、南雄(57996)、电白(59664)和惠来(59317)共 9 个国家基本(准)站 1995~1999 年每日的 10 分钟最大风速和极大风速资料(其中,汕头、汕尾、湛江站的资料在 30 年以上)。在进行统计分析时,把 1998 年以前的资料作为回归分析资料,把 1999 年的资料作为回归方程的试报检验资料;还把惠来站的全部资料作为试报检验资料(不参加回归方程的资料统计)。为了作比较,对风资料进行归类组合,形成了多个资料来源。在进行回归分析时,不对历史资料的正确性进行判别。

具体做法:

设:日极大风速为  $Y$ ,日 10 分钟平均最大风速为  $X$ 。

假设  $X$  与  $Y$  的关系可由一元  $N$  次回归方程  $Y_i = a_0 + \sum_{i=1}^N a_i X^i$  确定。

为了对不同的回归方程的效果进行比

较,笔者对各类资料进行回归分析时,按照求取  $X$  与  $Y$  的一元  $N$  次回归方程的方法,用计算机进行回归分析,建立了一元一次、一元二次和一元三次回归方程,同时建立 95% 预报置信区间估计方程(以下简称为评估方程,  $Y_i = y_i \pm 1.96\sigma$ ),并对本资料来源 1999 年的资料和惠来站的数据进行试报检验。有关的回归分析结果和试报检验结果如下:

(1)各单站资料  $X$  与  $Y$  的相关系数(见表 1)。

(2)对单站资料进行回归分析,得出单站资料  $X$  与  $Y$  的回归方程。

以汕尾站为例,取同时有最大风速和极大风速资料的 1969~1998 年资料进行回归分析得:

表 1 各站  $X$  与  $Y$  的相关系数

站名	相关系数	站名	相关系数	站名	相关系数
汕头	0.9087	韶关	0.9562	南雄	0.9100
汕尾	0.9058	徐闻	0.9278	电白	0.8959
湛江	0.8958	深圳	0.9161	惠来	0.8880

a. 回归方程:

$$y_1 = -0.06 + 1.519x \quad (1)$$

$$y_2 = -0.08 + 1.524x - 0.0003x^2 \quad (2)$$

$$y_3 = 0.87 + 1.198x + 0.02986x^2 - 0.0006128x^3 \quad (3)$$

b. 评估方程:

$$Y_1 = -0.06 + 1.519X \pm 2.69 \quad (4)$$

$$Y_2 = -0.08 + 1.524X - 0.0003X^2 \pm 2.69 \quad (5)$$

$$Y_3 = 0.87 + 1.198X + 0.02986X^2 - 0.0006128X^3 \pm 2.67 \quad (6)$$

回归方程的各有关统计数据见表 2。

c. 回归方程对汕尾站 1999 年资料进行试报检验,结果见表 2。

(3)取汕头、汕尾、湛江、韶关、徐闻、深圳、南雄、电白 8 个站 1995~1998 年资料,建立  $X$  与  $Y$  的回归方程(因一元二次和一元三次回归方程的显著性不明显,以下仅提供一元一次回归方程):

$$\text{回归方程: } y = 0.68 + 1.529x \quad (7)$$

评估方程:

$$Y = 0.68 + 1.529X \pm 2.62 \quad (8)$$

(4)取由“EN 型风处理仪”获得极大风速数据的韶关、徐闻、深圳、南雄和电白站 1995~1998 年资料,建立  $X$  与  $Y$  的回归方程为:

$$\text{回归方程: } y = 0.71 + 1.488x \quad (9)$$

评估方程:

$$Y = 0.71 + 1.488X \pm 2.13 \quad (10)$$

(5)取由“达因风仪”获得极大风速资料的汕头、汕尾、湛江站 1995~1998 年的资料,建立  $X$  与  $Y$  的回归方程为:

$$\text{回归方程: } y = 0.63 + 1.598x \quad (11)$$

评估方程:

$$Y = 0.63 + 1.598X \pm 3.17 \quad (12)$$

式(7)、(9)、(11)的统计分析数据及用回归方程(7)、(9)、(11)试报 1999 年资料的结果见表 2。

(6)各回归方程对惠来站的数据进行试报检验结果见表 3。

(7)对回归方程作显著性检验:用  $F$  检验。在 5% 显著水平下,分子自由度为  $P =$  幂数,分母自由度为“样本数 - 幂数 - 1”。查  $F$  表得:一元一次回归方程的  $F_a = 3.85$ ,一元二次回归方程的  $F_a = 3.0$ ,一元三次回归方程的  $F_a = 2.61$ 。各回归方程的  $F > F_a$ ,通过显著性检验。

### 3 结果分析

(1)从表 1 看到,日 10 分钟平均最大风速与日极大风速确实存在着较好的近似线性关系(已分析的单站资料,相关系数均在 0.88 以上)。

(2)从表 2 看到,一元一次回归方程与一元二次、一元三次回归方程所得的结果差异较少,即一元二次、一元三次回归方程的显著性不明显(实际上,对其它站和多站的风资料进行回归分析也得到同样的结果)。所以,为了便于使用,笔者认为,10 分钟最大风速和极大风速的关系只需用一元一次回归方程确立即可。

(3)从表 2、表 3 看到,各回归方程的拟

合水平都比较好,都通过了试报检验和显著性检验。因此,可以建立一元一次回归方程来确定 10 分钟最大风速和极大风速的关系。

但应看到,各回归方程对奇异点(如最大误差)的拟合能力没有提高。

表 2 汕尾站风资料 X 与 Y 回归方程的有关统计数据(样本数 N = 10815)

方程编号	回归方程复相关系数	平均绝对误差 /m·s <sup>-1</sup>	平均相对误差 /m·s <sup>-1</sup>	最大误差 /m·s <sup>-1</sup>	绝对误差 >3m·s <sup>-1</sup> 次数占总数的百分率	绝对误差 >5m·s <sup>-1</sup> 次数占总数的百分率	绝对误差 >7m·s <sup>-1</sup> 次数占总数的百分率	绝对误差 >9m·s <sup>-1</sup> 次数占总数的百分率	超过 95% 预报置信区间次数占总数的百分率	残差方差的无偏估计量 σ	F 检验值
1	0.9058	1.01	0.00	7.9 -10.8	3.4	0.6	0.2	0.1	5.2	1.3713	49416
2	0.9058	1.01	-0.00	7.5 -10.8	3.4	0.6	0.2	0.1	5.2	1.3715	24700
3	0.9068	1.00	0.00	6.1 -10.6	3.4	0.6	0.1	0.0	5.3	1.3641	16683
1	0.83	-0.26	2.9	3.0	0.1	0.1	0.1	3.6	1.355		
2	0.83	-0.27	2.9	3.0	0.1	0.1	0.1	3.6	1.357		
3	0.81	-0.26	3.0	3.0	0.1	0.1	0.1	3.6	1.310		
7	0.8763	0.98	-0.00	14.0 -18.1	3.0	0.6	0.2	0.0	4.6	1.3402	38092
9	0.9154	0.79	0.01	13.7 -11.3	1.2	0.4	0.1	0.0	3.9	1.0884	36912
11	0.8234	1.25	0.00	6.8 -16.4	5.0	0.4	0.1	0.0	4.5	1.6190	9218
7	0.92	-0.20	3.8	3.7	0.5	0.1	0.0	5.1	1.296		
9	0.73	-0.14	2.6	1.1	0.1	0.1	无	3.0	0.979		
11	1.19	-0.27	4.4	6.7	1.0	0.2	0.1	6.1	1.618		

表 3 各一元一次回归方程对惠来站资料的试报检验结果表

方程编号	平均绝对误差 /m·s <sup>-1</sup>	平均相对误差 /m·s <sup>-1</sup>	最大误差 /m·s <sup>-1</sup>	绝对误差 >3m·s <sup>-1</sup> 次数占总数的百分率	绝对误差 >5m·s <sup>-1</sup> 次数占总数的百分率	绝对误差 >7m·s <sup>-1</sup> 次数占总数的百分率	绝对误差 >9m·s <sup>-1</sup> 次数占总数的百分率	超过 95% 预报置信区间次数占总数的百分率	残差标准差
1	1.05	-0.96	9.1 -9.1	3.4	1.1	0.6	0.2	5.1	1.455
7	0.67	-0.17	9.9 -8.3	1.7	0.8	0.5	0.2	2.3	1.104
9	0.70	-0.35	9.6 -8.6	2.1	0.9	0.5	0.2	4.5	1.156
11	0.70	0.15	10.2 -8.0	1.3	0.7	0.5	0.2	1.3	1.086

(4)从表3看到,以汕尾站资料所得的回归方程(方程1)试报惠来站的风资料时,其误差比方程(7)、(9)和(11)的误差大。这说明,以单站资料形成的回归方程的通用性较差。因此,笔者认为,通用的评估方程(多站使用的方程)应该取多站的资料进行回归分析所得的评估方程,而对于单站使用的评估方程,则也可用以本站的资料进行回归分析所得到的评估方程。

(5)笔者对估计误差较大的记录作了初步分析发现,在估计误差较大的记录中(如绝对误差超过 $\pm 5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ),并不是全部记录都是错误的。也就是说,特殊天气下的正常记录与因仪器故障、观测记录错误等所造成的错误记录都会使估计误差较大。因此,在实际作用时,当估计误差超过某值范围时,要注意结合当时的天气状况,人工判别记录是否准确。从分析的结果也可说明,本文提供的评估风速资料准确性的方法,只能较准确地评估风变化较有规律的情况,而对某些特殊天气情况(如突然阵风且维持时间短),则缺乏评估能力。

## 4 应用

### 4.1 评估10分钟平均最大风速和极大风速记录正确性的客观方法

(1)以日极大风速资料为 $Y$ 、日10分钟最大风速为 $X$ ,建立回归方程和评估方程。多站用的评估方程(如全省通用),用多站的资料进行回归分析;单站用的评估方程,则可用单站或同类仪器站的资料分析会更为准

确。当然,读者也可以应用本文所提供的方程(8)或方程(10),经检验证实可用后在本地直接使用。

(2)使用评估方程进行资料准确性的审核。把实际观测到的日10分钟最大风速值代入评估方程,以计算出的 $Y$ 值估计量与日极大风速实测记录比较,若超出95%预报置信估计区间的,应把日10分钟最大风速和日极大风速记录作为可疑记录处理,对这两记录作进一步的检查,人工判别其是否准确。

(3)把通用的评估方程(如方程(8))写入地面气象报表审核程序中,以日极大风速值在95%预报置信估计区间以外作为记录疑误提示的一个指标,实现对日10分钟最大风速与极大风速记录准确性的客观判别。

### 4.2 对极大风速或10分钟最大风速的数据估计

(1)当日10分钟最大风速记录正常、日极大风速缺测,而在业务、服务、气候评价等工作中又需要估计极大风速数值时(如台风过程出现日极大风速值缺测),可以通过评估方程(如方程(8))求出日极大风速值的估计值。

(2)当日极大风速值记录正常、日10分钟最大风速缺测,也可以通过评估方程得出10分钟最大风速估计值(最好重新建立评估方程,笔者把10分钟最大风速为 $Y$ ,极大风速为 $X$ ,取8个站的资料进行回归分析,得到回归评估方程为:最大风速 $Y = 0.86 + 0.502X \pm 1.50$ ,供读者参考)。

## Relationship between Maximum 10-Minute Average Wind Speed and Maximum Instantaneous Wind Speed and Estimating Equation

Chen Jinguan Lin Shaobing

(Guangdong Meteorological Bureau, Guangzhou 510080)

### Abstract

By using the methods of statistical analysis the data at eight observatories of Guangdong Province is studied, and it is found that there is an approximately linear relationship between the daily maximum 10-minute average wind speed and the daily maximum instantaneous wind speed. Based on the development of regression equation, the objective method of discriminating the two data' accuracy and of estimating the two wind speed values are obtained.

**Key Words:** maximum 10-minute average wind speed maximum instantaneous wind speed relationship data estimate