

河南省的风压

丁美云 庞天荷

河南省气象局资料室

1981·7·

目 录

前言

一、最大风速资料的统计	1
(一)资料的基本情况	1
(二)最大风速的高度订正	2
(三)风速资料的时次换算	2
二、最大风速资料的概率统计	10
(一)极值分布法:	11
(二)皮尔逊Ⅲ型曲线法	14
(三)几种概率计算方法统计结果的比较	17
三、风压公式	19
(一)风压公式与风压系数	19
(二)重力加速度的计算	19
(三)空气重度的计算	20
(四)风压系数(K)的确定	21
四、河南风压的分布 ..	22
(一)风压的分布 ..	22
(二)风压的取值 ..	23
五、河南最大风速的分布特点 ..	26

(一)平均最大风速的分布	27
(二)极端最大风速的分布	27
(三)最大风速的风向	28
四出现最大风速的季节	28
(五)最大风速的变化趋势	31

附录:

一经验频率
$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \text{ 值表}$$

三皮尔逊Ⅲ型曲线的高均系数 Φ 值表

前 言

风压是建筑设计中的基本依据之一。风压值的大小，取值是否适当，与各种高大建筑物、架空线路、桥梁等工程的经济、适用与安全密切相关。因此对风压的分析研究在建筑工程中具有重要位置也，是气象部门为国民经济建设服务的内容之一。

随着我省工业生产建设的不断发展，对风压数据的要求也越来越严格。为向本省工业生产、基本建设等工程设计部门提供较为合理的风压数据，根据“建筑结构荷载规范”的规定，即：“基本风压 W_0 ，系按一般空旷平坦地面，离地10米高，30年一遇的10分钟平均最大风速 V （米/秒）所确定的。”我们用数理统计方法并根据风压公式： $W_0 = \frac{1}{16} V^2$ （ W_0 为基本风压， V 为最大风速），计算出全省51个台站的基本风压值。并在此基础上，针对各站具体情况，对各地风压取值问题作了进一步分析探讨，提出了建议采用值供有关部门参考使用。

河南省的风压

一、最大风速资料的统计：

（一）资料的基本情况：

这次计算本省基本风压，选取了代表性较好的五十一个站点，1951—1980年三十年间的最大风速资料。其中34个站点自1

957年起有记录。其余16个站点的记录在25年以上。

除1954年前少数几个站点的最大风速记录外，1971年前均为风压板观测的四次或三次定时2分钟平均最大风速。自1971年开始，部分站进行自记10分钟平均最大风速与定时2分钟平均最大风速的平行观测，同时测风仪也先后由风压板改为风杯或测风仪。

(二)最大风速的高度订正：

由于建筑规范要求，计算基本风压必须使用离地面10米高处的最大风速，而我省各站点历年风仪的高度差异较大，因此需要进行高度换算。凡大于或小于10米高度的风速一律按 $V_{10}=K_h V$ 的公式订正为10米高处的风速：式中， V_{10} 为10米高度的风速； K_h 为风仪高度换算系数； V 为实测风速，见表1（此表是按对数公式：

$$V_{10}=V \cdot \frac{\lg z - \lg z_0}{\lg z_1 - \lg z_0} \quad \text{计算得出的）例如某站某年风速仪高度}$$

为13.6米。该年年最大风速为21 m/s，查表1中13.5米高的换算系数为0.96，则10米高的风速为： $V_{10}=0.96 \times 21 = 20.2 \text{ m/s}$ 。

(三)风速资料的时次换算：

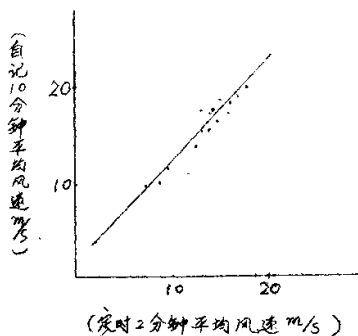
计算基本风压需用自记记录10分钟平均最大风速，而本省部分站从1971年才配风速自记仪器，多数台站点仍为定时四次或三次观测2分钟平均最大风速。由于不同观测次数和不同观测时距所得

表1 风仪高度换算系数

风仪离地高度 (米)	换算系数 (Kh)	风仪离地高度 (米)	换算系数 (Kh)
1.0	1.66	10.5	0.99
1.5	1.49	11.0	0.98
2.0	1.39	11.5	0.98
2.5	1.32	12.0	0.97
3.0	1.26	12.5	0.97
3.5	1.22	13.0	0.96
4.0	1.19	13.5	0.96
4.5	1.16	14.0	0.95
5.0	1.14	14.5	0.94
5.5	1.12	15.0	0.94
6.0	1.11	15.5	0.93
6.5	1.09	16.0	0.93
7.0	1.07	16.5	0.92
7.5	1.05	17.0	0.92
8.0	1.04	17.5	0.91
8.5	1.03	18.0	0.91
9.0	1.02	18.5	0.91
9.5	1.01	19.0	0.90
10.0	1.00	20.0	0.89

的最大风速会有很大差异，观测次数愈少漏测最大风速的可能性就愈大，而在同样的观测次数下，时距短，则风距偏大，因此必须将各种定时2分钟平均最大风速，换算为自记的10分钟平均最大风速。其换算，是通过对定时与自记风速的平行观测资料进行相关分析，建立回归方程来完成的。

具体步骤是：1. 因各站的自记风速记录年代都比较短，为了增加样本容量，对于一个区域内，选择一定数量，地形大致相仿，分布较为均匀的站点的自记与定时平行观测资料合并使用。首先以点图的方法来判断一下是否有相关关系：即以自记10分钟平均最大风速为纵座标，定时记录为横座标点，在方格纸上作出下图。

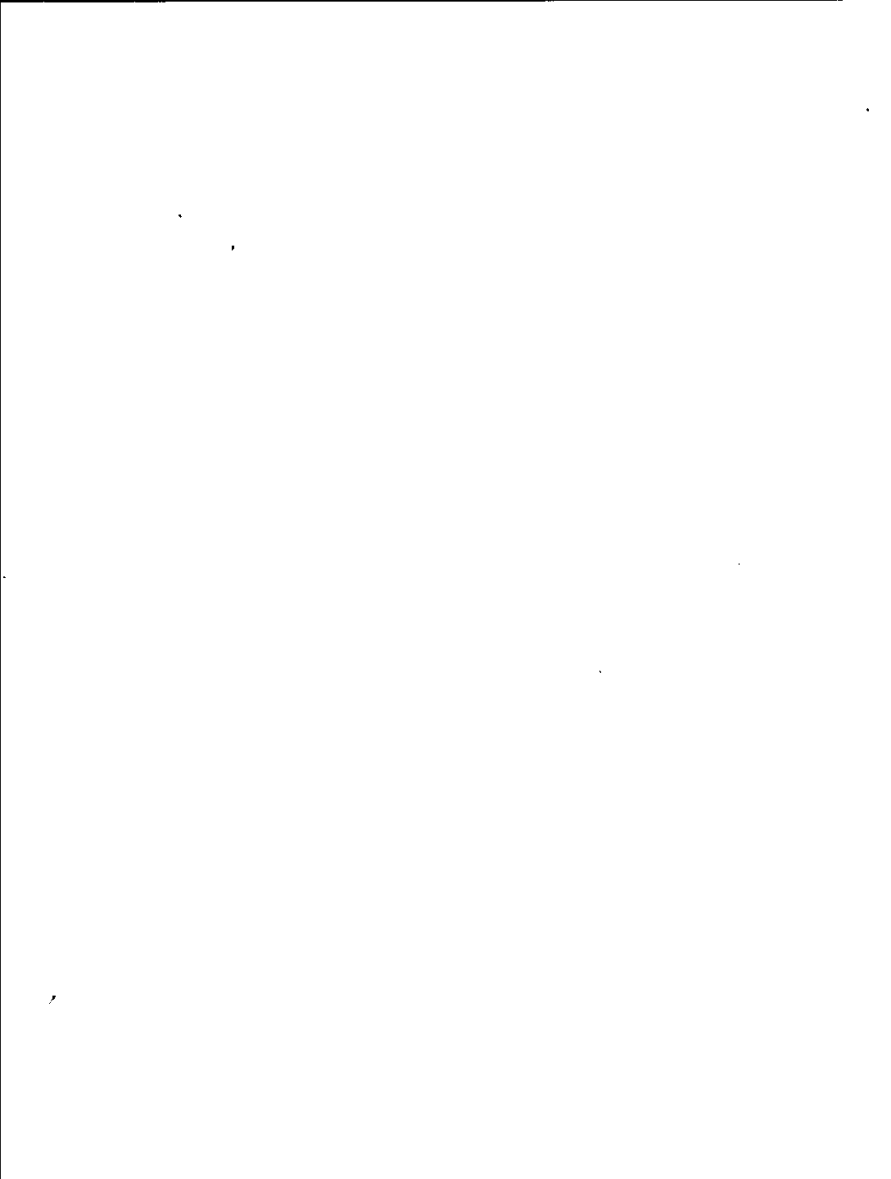


若具有一定的相关趋势，便可进一步通过计算来确定其相关程度。

2. 从图1可看出两者明显相关。于是按 $y = ax + b$ 的直线方程（其中 y 为10分钟平均最大风速， x 为定时2分钟平均最大风速），求出

回归系数 a 及 b 值。欲确定之，需先将资料如表2格式列表，并计算出有关数据。即 x 、 y 的总和与平均，模量 Kx 、 Ky ，模量差 $(Kx-1)$ 。

序 号	定时年最大 风速 (m/s)	自计年最大 风速 (m/s)	$K_x = \frac{x_1}{\bar{x}}$	(K _x -1)	(K _x -1) ²	$K_y = \frac{y_1}{\bar{y}}$	K _y -1	(K _y -1) ²	X	(K _y -1) ²
1	13.9	15.2	1.0058	0.0058	0.0000	0.9602	-0.0398	0.0016	-0.0002	0.0002
2	12.9	14.6	0.9334	-0.0666	0.0044	0.9228	-0.0772	0.0060	0.0052	0.0052
3	13.9	14.9	1.0058	0.0058	0.0000	0.9413	-0.0587	0.0034	-0.0003	0.0003
4	10.9	13.9	0.7887	-0.2113	0.0446	0.8781	-0.1219	0.0149	0.0258	0.0258
5	15.8	16.7	1.1433	0.1433	0.0205	1.0550	0.0550	0.0030	0.0079	0.0079
6	14.0	16.7	1.0130	0.0130	0.0002	1.0550	0.0550	0.0030	0.0007	0.0007
7	16.7	18.6	1.2084	0.2084	0.0434	1.1750	0.1750	0.0306	0.0365	0.0365
8	15.8	17.7	1.1433	0.1433	0.0205	1.1181	0.1181	0.0140	0.0169	0.0169
9	14.9	18.3	1.0781	0.0781	0.0061	1.1560	0.1560	0.0243	0.0122	0.0122
10	16.7	14.7	1.2084	0.2084	0.0434	0.9286	-0.0714	0.0051	-0.0149	0.0149
11	11.8	16.7	0.8538	-0.1462	0.0214	1.0550	0.0550	0.0030	-0.0080	0.0080
12	15.9	17.9	1.1505	0.1505	0.0227	1.1308	0.1308	0.0171	0.0197	0.0197
13	13.7	14.7	0.9913	-0.0087	0.0001	0.9286	-0.0714	0.0051	0.0006	0.0006
14	14.0	17.4	1.0130	0.0130	0.0002	1.0992	0.0992	0.0098	0.0013	0.0013
15	12.5	14.4	0.9045	-0.0955	0.0091	0.9097	-0.0903	0.0082	0.0086	0.0086
16	9.6	10.7	0.6946	-0.3054	0.0933	0.6759	-0.3241	0.1050	0.0990	0.0990
17	11.5	13.6	0.8321	-0.1679	0.0282	0.8591	-0.1409	0.0199	0.0237	0.0237
18	14.9	16.2	1.0781	0.0781	0.0061	1.0234	0.0234	0.0005	0.0018	0.0018
19	12.9	16.9	0.9334	-0.0666	0.0044	1.0676	0.0676	0.0046	-0.0045	0.0045
20	14.0	16.7	1.0130	0.0130	0.0002	1.0550	0.0550	0.0030	0.0007	0.0007
总和Σ	276.3	316.5			0.3688			0.2821	0.2327	0.2327
平均	13.82	15.83								



(K_y-1) 及其平方 (K_x-1)², (K_y-1)² 和 (K_x-1)(K_y-1) 的乘积等三项。

3. 求相关系数 r , 并判定其相关关系的密切程度:

$$r = \frac{\sum (K_x-1)(K_y-1)}{\sqrt{\sum (K_x-1)^2 \sum (K_y-1)^2}} \quad (1)$$

将表 2 中的有关数值代入 (1) 则有:

$$r = \frac{0.2327}{\sqrt{0.3688 \times 0.2821}} = 0.721$$

一般相关系数在 0.85 以上较理想, 如相关系数小于 0.85 但只要用 (2) 式算出误差范围 Er 能判定这个相关系数已达密切程度即可。其前提是假定系列均为正态分布, 出现或不出现的可能性均等的相关系数在 $r \pm Er$ 间, 而最大范围在 $r \pm 4Er$ 间。所以只要有 $|r| > |4Er|$ 成立, 相关系数则可认为是密切的:

$$Er = \pm 0.6745 \frac{1-r^2}{\sqrt{N}} \quad (2) \quad (\text{式中 } N \text{ 为项数})$$

将表 2 中所举例子的有关结果代入 (2) 式, 则:

$$Er = \pm 0.6745 \frac{1-0.721^2}{\sqrt{20}} = 0.07$$

$4Er = 4 \times 0.07 = 0.28$ $r > 4Er$ ($0.72 > 0.28$) 经过这一判定, 即可认为表 2 中定时年最大风速与自记年最大风速的相关

性是较为密切的。那么下边所求出的回归方程式也是有意义的。

4. 求回归方程式:

1) 求 X 与 y 的均方差:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (Kx-1)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.3688}{19}} = 0.139 \quad (3)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (Ky-1)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.2821}{19}} = 0.122 \quad (4)$$

2) 求回归系数 a 、 b :

$$a = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x} = 0.721 \frac{0.122}{0.139} = 0.6328$$

$$b = \bar{y} - r \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \bar{x} = 15.83 - 0.6328 \times 13.82 = 7.0847$$

将 a 、 b 值代入回归方程式 $y = ax + b$ 中得

$$y = 0.6328x + 7.0847 \quad (5)$$

由图 1 中可知, 各风速值的点子并不完全密集在一条直线上, 有不少点子散布在两旁, 这说明该回归线不能完全代表两现象间的关系, 而是存在着一定的误差 δ_y 。方程 $y = 0.6328x + 7.0847$ 的误差值, 可按 (6) 来估计:

$$\delta_y = \pm \sigma_y \sqrt{1 - r^2} \quad (6)$$

将以上所算出的 σ_y 、 r 代入 (6) 式

~8~

$$s_y = 0.122 \sqrt{1 - (0.721)^2} = \pm 0.085$$

在建筑设计上为考虑安全，一般取正差值（+ s_y ）。为了保险，甚至还有取 $2s_y$ 的。如在回归方程上加上 s_y 有 $y = 0.6328x + 7.0847 + 0.085$ 。不过此处 s_y 只有0.085，说明方程误差很小，不加 s_y 也是可以的。

以上是在一定区域内求算定时（4次）最大风速与自记最大风速关系式的全部过程。当然也可以用此方法求出其他观测次数（如3次、8次等）与自记10分钟最大风速的换算式。

5. 我们是用这种方法将全省分为山区、平原两大片建立关系式的。（1）平原地区，选用新乡、郑州、洛阳、商丘、驻马店、南阳、信阳、七个点，1971—1980年间的60对平行观测资料；计算出 x 与 y 的相关系数 $r = 0.631$

$$\text{回归系数 } a = 0.7709, \quad b = 4.724$$

$$\text{回归方程 } y = 0.7709x + 4.724 \quad (7)$$

$$\text{回归方程的误差值 } s_y = \pm 2.1428$$

（2）山区共选出三门峡、卢氏、栾川、林县、嵩县、西峡等六个点，1971—1980年间的42对平行观测资料，其计算结果是：

$$x \text{ 与 } y \text{ 的相关系数 } r = 0.571$$

$$\text{回归系数 } a = 0.72, \quad b = 5.41$$

$$\text{回归方程 } y = 0.72x + 5.41 \quad (8)$$

方程误差 $s_y = 2.57$

6. 将各站经高度订正后的4次定时观测的历年年最大风速, 按该站所处平原或山区, 逐年代入(7)或(8)求出各站历年自记10分钟平均最大风速。例如表3中, 是平原地区的资料, 表中经高度订正后的第一个数为 23.3 m/s , 代入方程(7), $y = 0.771 \times 23.3 + 4.724 = 22.7 \text{ m/s}$, 按比序列逐个订正即可求得各站历年自记10分钟平均最大风速。

7. 虽然(7)(8)两式的相关系数分别为 0.631 及 0.571 都不够理想, 但均达到 $|r| > |4Er|$ 的条件与删除相关图上偏离回归线较远的点子后, 再进行统计的结果做过比较, 其相关系数达 $0.81-0.82$, 但回归方程的订正值与(7)(8)式相比差值很小, 同时考虑这样带有人为的因素, 故最后决定还是用(7)(8)两式(均未加方程误差值 s_y) 分别求出平原与山区的自记10分钟平均年最大风速。

三、最大风速资料的概率统计

由于“工业及民用建筑结构荷载规范”中规定: 基本风压 w_0 需按一般空旷平坦地面, 离地10米高, 30年一遇的10分钟平均最大风速 V (米/秒) 来确定。因此对各站的风速资料, 在进行高度订正及时距换算后, 还要用概率统计方法求出各地30年一遇的10分钟平均最大风速。根据国内关于风压计算经验, 我们采用极值分布及皮

表3

重现期 (
y 值
重现期 (
y 值

极值Ⅱ型两种方法。

极值分布法：

矩法（耿贝尔方法），其计算公式为 $X = u + \frac{1}{\alpha} y$ (9)

式中 X ：若干年一遇的最大风速（m/s）；

u ：极值分布的众数；

$$u = \bar{X} - \frac{1}{\alpha} \bar{y}_n \quad (10)$$

α ：离差尺度；

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{s_x}{\delta_n} \quad (11)$$

y ：重现期（即若干年一遇的年数）。

$y = \Phi(y)$ ，由 $\Phi(y)$ 值查极值分布的反函数表得。如求 30 年一遇的重现期则 $\Phi(y) = 1 - \frac{1}{30} = 0.9667$ ，从反函数表中查得 $y = 3.39452$ 。凡计算 30 年一遇的最大风速将此数据代入式（9）即可。下附各种重现期下的 y 值表 3。

表 3 各种重现期下的 y 值

重现期 (年数)	10	15	20	30	40	50
y 值	2.2504	2.6686	2.9702	3.3945	3.6763	3.9019
重现期 (年数)	60	70	80	90	100	
y 值	4.0660	4.2617	4.4168	4.4953	4.6002	

$$\text{计算 (10) 式中的均方差 } S_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum X_i^2 - \left(\frac{1}{n} \sum X_i \right)^2} \quad (12)$$

(10)式中的 $\bar{y}_n$ 及(11)式中的 $6n$ 两值可根据 n 值(电站资料年数)由表4中查得。

表 4 $\bar{y}_n$ 及 $6n$ 值表

n	$\bar{y}_n$	$6n$	n	$\bar{y}_n$	$6n$
10	0.4952	0.9497	32	0.5380	1.1103
11	0.4996	0.9676	34	0.5396	1.1255
12	0.5035	0.9833	36	0.5410	1.1313
13	0.5070	0.9972	38	0.5424	1.1363
14	0.5100	1.0095	40	0.5436	1.1413
15	0.5128	1.0206	45	0.5463	1.1519
16	0.5157	1.0316	50	0.5485	1.1607
17	0.5181	1.0411	60	0.5521	1.1747
18	0.5202	1.0493	70	0.5548	1.1854
19	0.5220	1.0565	80	0.5569	1.1936
20	0.5236	1.0628	90	0.5586	1.2007
22	0.5268	1.0754	100	0.5600	1.2065
24	0.5296	1.0864	150	0.5646	1.2253
26	0.5320	1.0961	200	0.5672	1.2360
28	0.5343	1.1047	250	0.5688	1.2429
30	0.5362	1.1124	∞	0.5772	1.2626

现举例如下:

某平原地区站有16个定时年最大风速,按表5的形式列出:

在算出总和、平均($\bar{x}$)后,再由小一大排列,算出 x_i 的平方及其总和平均,然后再按(9)式求出10米高,30年一遇,自记10分钟平均最大风速值来

(1)当 n 为实有年数时 $n=16$

从表4中查得:

$$\bar{y}_n = 0.5157, \quad \sigma_n = 1.0316$$

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum x_i^2 - \left(\frac{1}{n} \sum x_i \right)^2} = \sqrt{336.96 - (18.29)^2} = 1.56$$

$$\frac{1}{\sigma} = \frac{s_x}{\sigma_n} = \frac{1.56}{1.0316} = 1.51$$

$$x = \bar{x} - \frac{1}{\sigma} \bar{y}_n = 18.29 - (1.51 \times 0.5157) = 17.5$$

代入公式(9) $x = u + \frac{1}{\sigma} y = 17.5 + (1.56 \times y)$, 现求重现期为30年的最大风速。从表3中查得 $y = 3.39452$, 则

$$x = 17.5 + (1.56 \times 3.39452) = 22.6 \text{ m/s}$$

(2)当 $n \rightarrow \infty$ 时从表4中查得:

$$\bar{y}_n = 0.5772, \quad \sigma_n = 1.2826$$

$$\frac{1}{\sigma} = \frac{1.56}{1.2826} = 1.22$$

$$u = 18 \cdot 29 - (1 \cdot 22 \times 0 \cdot 5772) = 17 \cdot 6$$

$$X = 17 \cdot 6 + (1 \cdot 22 \times 3 \cdot 39452) = 21 \cdot 7 \text{ m/s}$$

以上算出的 $22 \cdot 6 \text{ m/s}$ 及 $21 \cdot 7 \text{ m/s}$ 为 n 在不同条件下的 30 年一遇最大风速，分别求其基本风压得：

$$W_0 = \frac{(22 \cdot 6)^2}{16} = 31 \cdot 9 \text{ Kg/m}^2 \quad W_0 = \frac{(21 \cdot 7)^2}{16} = 29 \cdot 4 \text{ Kg/m}^2$$

二、皮尔逊 III 型曲线法：

一定概率下最大风速的计算式是：

$$X_P = X (\Phi C_v + 1) \quad (13)$$

用此式时先根据最大风速做出统计表 6。

并根据序列求出参数 C_v (离差系数) 及 C_s (偏度系数)。在满足 $C_s \geq 2C_v$ 及 $C_s < 2$ 的条件下，再以 C_s 值由“皮尔逊 III 型曲线的离均系数 Φ 值表”中查出一定重现期下的 Φ 值 (附表 2) 代入上式即可计算出各种概率下的最大风速。

现以表 6 的资料为例，说明其计算过程：

1. 将换算到 10 米高，自记 10 分钟平均年最大风速由大到小排列，算出总和及平均值 (X)，累积经验频率。 $P = \frac{m}{n+1} \%$ 。(可查附表 1)。计算模量 K_i ，模量差 $K_i - 1$ ，差值的平方 ($K_i - 1$) 立方 ($K_i - 1$) 及其总和。

2. 计算序列的离差系数 C_v 及偏差系数 C_s 。