

56-58

西北太平洋热带气旋近中心最大风速 与中心最低海平面气压的统计相关

燕芳杰 范永祥

(国家气象中心)

P 732.3

1 引言

自 1987 年美国终止西北太平洋飞机侦察台风业务以来,气象卫星云图已成为确定台风中心位置和强度的主要工具和依据。热带气旋的云型特征可用于确定其中心附近最大风速,但热带气旋中心最低海平面气压只能间接由上述风速与气压两者的统计关系求得。有关热带气旋近中心最大风速与中心最低海平面气压的关系,已有不少论述,其中 Atkinson 和 Holliday^[1]1977 年根据 1947—1974 年期间 76 次西北太平洋热带气旋中心经过海岛和沿岸测站时实测的中心气压和最大风速,导出一个关系式:

$$V_{\max} = 6.7(1010 - P_{\min})^{0.644}$$

V_{\max} 为热带气旋中心附近最大风速(海里/时,1 分钟平均), P_{\min} 为中心最低海平面气压(hPa)。

这一统计关系式和相应的相关曲线图至今仍被引用并列入亚太地区台风委员会 1992 年出版的热带气旋业务手册^[2]。

显然,这一关系式尚未考虑纬度因子的影响。由于科里奥利力随纬度增加而明显加大,对于气压场相同的热带气旋,当纬度增高时,近中心最大风速将明显减小。因此,较高纬度的科里奥利力不应忽略,必须考虑纬度订正。

此外,由于不同季节热带气旋外围环境气压场的不同,也可能对上述关系式产生影响,需要考虑季节订正。

本文将根据可信度较高的飞机侦察台风的历史资料对上述经验公式的系数进行纬度和季节订正,并列表便于查阅,提供台风预报业务应用。

2 资料

选取《台风年鉴》1975—1985 年共 11 年中,所有台风的飞机探测资料,即(台风中心探测记录)一栏的资料,共 5160 组历史样本。

3 纬度订正

Atkinson 公式可写成:

$$V_{\max} = A(1010 - P_{\min})^B$$

其中 $A=6.7$, $B=0.644$, 我们取 $0-14^{\circ}\text{N}$ ($<15^{\circ}\text{N}$), $15^{\circ}\text{N}-24^{\circ}\text{N}$ ($<25^{\circ}\text{N}$) 和 $\geq 25^{\circ}\text{N}$ 三个纬度带,把 5160 组样本资料代入上式。为了分别研究系数 A 和系数 B 随纬度的变化,需确定一个系数为常数,如求系数 A ,则定 $B=0.644$,反之,定 $A=6.7$,分别求出系数 A (表 1)和系数 B (表 2)随纬度的变化。表 1 和表 2 清楚地显示出系数 A 和 B 随着纬度的增加而减小。把求得的系数 A 和系数 B 分别代入上式并作图。图 1 表示系数 A 随纬度变化的风压关系;图 2 表示系数 B 随纬度变化的风压关系。图中 I、II、III 分别表示 $0-14^{\circ}\text{N}$, $15^{\circ}\text{N}-24^{\circ}\text{N}$ 和 $\geq 25^{\circ}\text{N}$ 的风压曲线。由图 1 和图 2 可以看出:

(1) 在最大风速小于 20 米/秒时,中心最低气压随纬度的变化不明显。

(2) 最大风速大于 20 米/秒时,中心最低

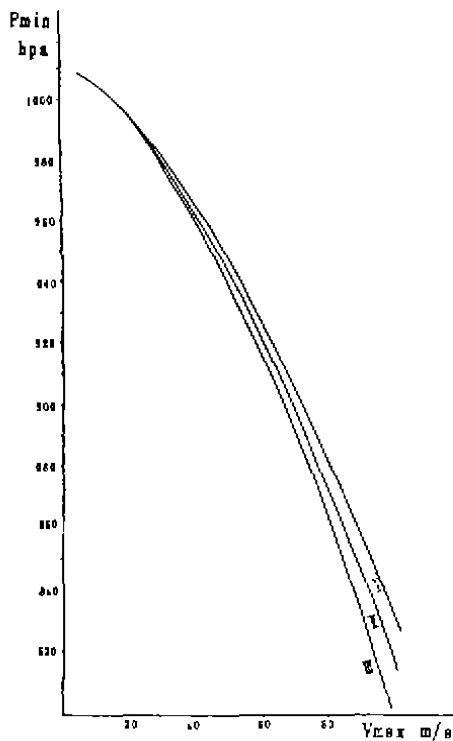


图1 热带气旋近中心最大风速与中心最低海平面气压的关系(A随纬度变化的影响)

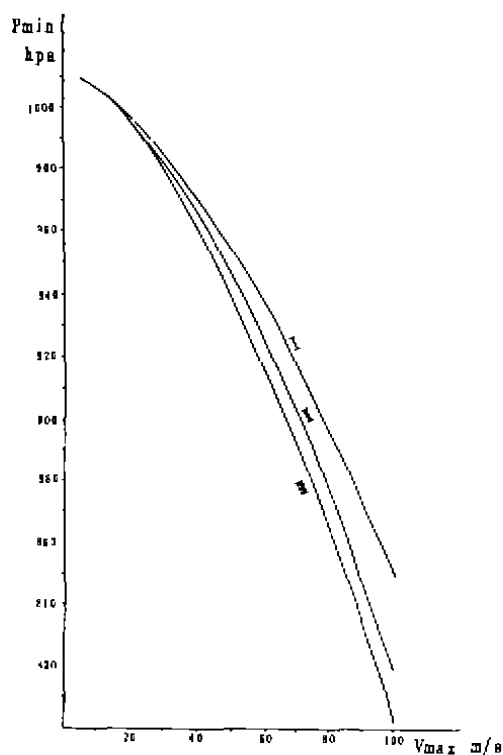


图2 热带气旋近中心最大风速与中心最低海平面气压的关系(B随纬度变化的影响)

气压随纬度变化的差值随风速的增大而加大。

(3)系数B随纬度引起的变化比系数A更为明显。

表1 系数A随纬度变化

| 纬度 | 0—14°N | 15°N—24°N | ≥25°N |
|-----|--------|-----------|-------|
| 样本数 | 1548 | 2374 | 938 |
| 系数A | 7.05 | 6.73 | 6.48 |

表2 系数B随纬度变化

| 纬度 | 0—14°N | 15°N—24°N | ≥25°N |
|-----|--------|-----------|-------|
| 样本数 | 1548 | 2374 | 938 |
| 系数B | 0.666 | 0.645 | 0.636 |

4 季节订正

仍按上述三个纬度带,分别计算12—4月和5、6、7、8、9、10、11各月的系数A(表3)和系数B(表4)。12—4月,≥25°N的样本只

有4次,系数A和B均异常偏高,不太可信。5月和8月0—14°N和11月≥25°N的系数A和B都偏高,其它各纬度带的系数A和B的月际变化,高低相间,差异不大。但在15°N—24°N纬度带,系数A和B随季节出现规律性变化(表5)。盛夏7—8月,A和B均为全年中的最小值,9—11月为次低值,12—4月为最大值。这一变化有可能反映不同季节热带气旋外围气压场的差异。在≥25°N纬度带,A和B也有类似的季节变化,但在0—14°N纬度带,在5月和8月却出现A、B高系数。这一异常变化尚待探讨。

由以上两种订正可以看出,热带气旋近中心最大风速与中心最低海平面气压的关系随纬度的变化是显著的,而且这种变化随最大风速的增大更加显著。风压关系随季节也有变化,考虑到样本不够多,为了业务使用方

表 3 系数 A 的月际变化

| 月份 | 0—14°N | | 15°N—24°N | | ≥25°N | |
|------|--------|------|-----------|------|-------|------|
| | 样本数 | 系数 A | 样本数 | 系数 A | 样本数 | 系数 A |
| 12—4 | 575 | 7.05 | 187 | 7.12 | 4 | 9.55 |
| 5 | 154 | 7.45 | 101 | 6.97 | 15 | 6.97 |
| 6 | 42 | 7.12 | 108 | 6.84 | 28 | 6.14 |
| 7 | 148 | 7.00 | 380 | 6.71 | 214 | 6.59 |
| 8 | 106 | 7.27 | 497 | 6.57 | 275 | 6.40 |
| 9 | 186 | 7.02 | 432 | 6.72 | 233 | 6.33 |
| 10 | 272 | 6.89 | 465 | 6.71 | 130 | 6.47 |
| 11 | 365 | 6.99 | 204 | 6.67 | 39 | 7.07 |

表 4 系数 B 的月际变化

| 月份 | 0—14°N | | 15°N—24°N | | ≥25°N | |
|------|--------|--------|-----------|--------|-------|--------|
| | 样本数 | 系数 B | 样本数 | 系数 B | 样本数 | 系数 B |
| 12—4 | 575 | 0.6647 | 187 | 0.6631 | 4 | 1.0941 |
| 5 | 154 | 0.6855 | 101 | 0.6572 | 15 | 0.6510 |
| 6 | 42 | 0.6650 | 108 | 0.6502 | 28 | 0.6132 |
| 7 | 148 | 0.6623 | 380 | 0.6452 | 214 | 0.6380 |
| 8 | 106 | 0.7264 | 497 | 0.6370 | 275 | 0.6295 |
| 9 | 186 | 0.6629 | 432 | 0.6453 | 233 | 0.6285 |
| 10 | 272 | 0.6578 | 465 | 0.6462 | 130 | 0.6350 |
| 11 | 365 | 0.6618 | 204 | 0.6445 | 39 | 0.6833 |

表 5 15°N—24°N 系数 A 和 B 随季节变化

| 月份 | 5—6 | 7—8 | 9—11 | 12—4 |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 系数 A | 6.90 | 6.63 | 6.71 | 7.12 |
| 系数 B | 0.654 | 0.641 | 0.645 | 0.663 |

便,暂不加入订正公式。

综合上面结果,由于系数 B 随纬度的变化比系数 A 更加显著,在实际业务中我们可以使用系数 B 随纬度变化的经验公式。把表 2 的结果代入 Atkinson 公式,分别在各纬度带的样本点聚图上做曲线(图略)。可以清楚看出:15°N—24°N 和 ≥25°N 两个纬度带内的样本点与订正后的公式曲线拟合较好;0—14°N 纬度带内的公式曲线与样本点比较随着风速的增大而上偏。在风速小时(<30 米/秒),样本点与订正公式曲线拟合较好。因此,对风速较大时的 0—14°N 纬度带内的 Atkinson 公式需要进一步订正。

我们从 5160 组样本资料中,选出 ≥25 米/秒的样本,重新计算 0—14°N 纬度带内

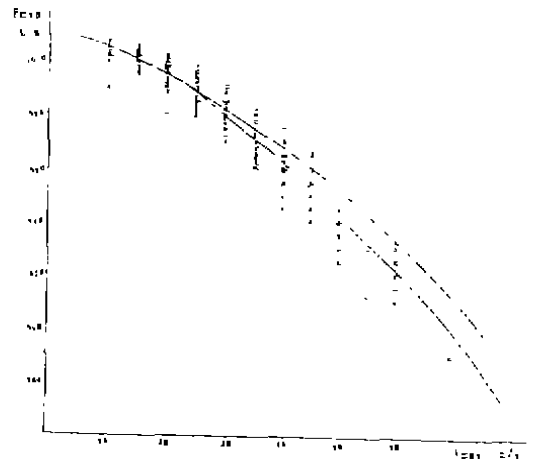


图 3 0—14°N 订正曲线与样本拟合(实线为全部样本的订正曲线,虚线为 ≥25 米/秒样本的订正曲线。图中△为 10 个样本,▲为 20 个样本)

的 B 系数,求得 $B=0.653$,把 B 代入 Atkinson 经验公式并做出公式曲线(参见图 3 的虚线),此曲线与 0—14°N 带内的样本资料

表 6 台风中心附近最大风速对应中心最低海平面气压

| 0—14°N | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $V_{max}(m/s)$ | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| $P_{min}(hPa)$ | 1000 | 995 | 988 | 981 | 974 | 965 | 957 | 947 | 937 | 927 | 916 | 905 | 893 | 881 | 869 | 856 | 842 | 829 |
| 15°N—24°N | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $V_{max}(m/s)$ | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| $P_{min}(hPa)$ | 1000 | 994 | 987 | 980 | 972 | 963 | 954 | 944 | 933 | 922 | 911 | 899 | 886 | 873 | 860 | 846 | 831 | 817 |
| ≥25°N | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $V_{max}(m/s)$ | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| $P_{min}(hPa)$ | 999 | 993 | 986 | 979 | 970 | 961 | 951 | 940 | 929 | 917 | 904 | 891 | 877 | 863 | 849 | 833 | 818 | 802 |

表 7 热带气旋 V_{max} (MWS)与 P_{min} (MSLP) 对照表

| CI 指数 | 平均最大风速 (海里/时) | 最低海平面气压 (大西洋) | 最低海平面气压 (太平洋) |
|-------|---------------|---------------|---------------|
| 1 | 25 | | |
| 1.5 | 25 | | |
| 2 | 30 | 1009 | 1000 |
| 2.5 | 35 | 1005 | 997 |
| 3 | 45 | 1000 | 991 |
| 3.5 | 55 | 994 | 984 |
| 4 | 65 | 987 | 976 |
| 4.5 | 77 | 979 | 966 |
| 5 | 90 | 970 | 954 |
| 5.5 | 102 | 960 | 941 |
| 6 | 115 | 948 | 927 |
| 6.5 | 127 | 935 | 914 |
| 7 | 140 | 921 | 898 |
| 7.5 | 155 | 906 | 879 |
| 8 | 170 | 890 | 858 |

拟合较好。

5 实用公式

通过以上对 Atkinson 经验公式订正,西北太平洋热带气旋近中心最大风速与中心最低海平面气压的关系宜采用下列实用公式:

$$0 - 14^{\circ}N \quad V_{max} = 6.7(1010 - P_{min})^{0.653}$$

$$15^{\circ}N - 24^{\circ}N \quad V_{max} = 6.7(1010 - P_{min})^{0.645}$$

$$\geq 25^{\circ}N \quad V_{max} = 6.7(1010 - P_{min})^{0.636}$$

V_{max} 为热带气旋平均最大风速,单位为海里/小时(1分钟平均), P_{min} 为热带气旋中心最低海平面气压,单位为百帕(hPa)。

为了业务值班使用方便,把以上实用公式做成表格(表 6)直接查用。

本实用公式通过对历史样本的检验,中心最低海平面气压的平均偏差为 0—3hPa,适合于业务使用。值得注意的是,目前仍被引用列入亚太台风委员会 1992 年出版的热带气旋业务手册的热带气旋 V_{max} 与 P_{min} 对照表(表 7)与我们求得的 15°N—24°N 纬度带的风压关系相当。

参考文献

- 1 Atkinson, G. D., C. R. Holliday, Tropical cyclone minimum sea level pressure/maximum sustained wind relationship for the Western North Pacific, Mon. Wea. Rev, 1977, 105(4), 421—427.
- 2 TYPHOON COMMITTEE OPERATIONAL MANUAL, 1992, WMO/TD-NO. 196 Appendix 3-c, p. 5—6.

* 胡治波、宋文英参加了本文的资料计算工作。