

# 颶風風力對空軍基地影響之或然率估計

樊滌兮譯

## Estimating The Probability of Hurricane-Force Winds Affecting An Air Base.

### 一、目的

熱帶氣旋每次預報之發佈，預報員係就所需之估計立場，採用一法或他法予以估計，述明某些固定基地所經歷破壞風之或然率。本報告之設計即旨在輔助預報員製訂此種估計。

### 二、假定

預擬一特有熱帶氣旋及其未來位置預報，則任何已給位置（即空軍基地）所將遭遇之破壞性風，係根據此位置在所預報軌跡中之地位，風的半徑發展，而決定風之破壞性及軌跡或位置預報之準確性。嚴格言，此或然率係根據位置預報及破壞性風之半徑而決定其準確性。為簡化此研究乃因位置預報之誤差影響而受限。

為述明此程序，茲製成下列假定二則：

(一) 位置預報誤差隨時間呈直線式增加。

(二) 預報向量誤差，當填出其運動之預報方向而成一垂直圓分佈時。

就確定資料之有限例證，此種假定對任何特定預報階段——主要為十二及廿四小時階段，已足敷作分速及向量預報位置誤差之標準偏差計算。（本研究包括 1000 次北太平洋 24 小時颶風預報及有數的大西洋颶風預報，證明其假定有用）

在上述假定下，在位置預報的向量誤差之分速的分佈上，將呈標準的直線式分佈且通過預報位置沿任一半徑軸均相同。選擇垂直於預報軌跡的半徑軸工作至為簡易，沿此軸分速誤差的標準偏差亦易獲得，然後一個直分佈頻率曲線即可表示百分率或一位於預報軌跡或左或右距離的實際軌跡之或然率。

上述之假定與推論過程以圖例說明可能更為清楚。（如圖一），其中 OMN 線代表原位置○於○時所作此風暴之預報軌跡，而M及N分別為 12 及 24 小時的預報位置。測站或基地假定被相等半徑（等於破壞性風之預報半

徑）之圖所包圍。（破壞性風假定所有方向均相同）如風暴中心進入此圓形區C則測站將遭受破壞性風。

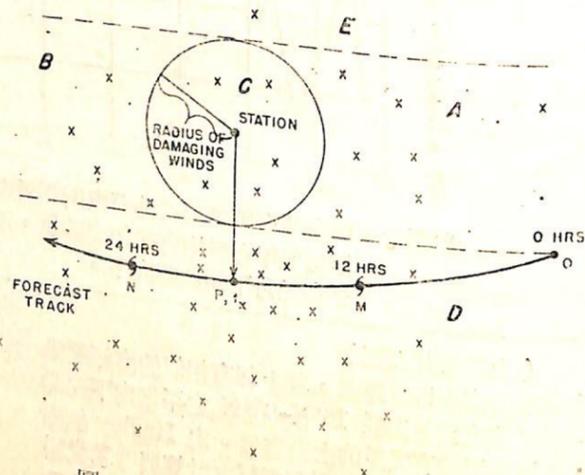
從測站垂直於預報軌跡的垂線在後者之  $t_x$  點交叉，且以內延或外延法，利用 O、M 及 N 點，當風暴被預期與 P 點相合，則表示時間之  $t_x$  點即可被決定。

如吾人想像多數之風暴正如預報於  $t_x$  相合，則實際位置即同圖一所示之許多 X。由 X 形成一圓形垂直分佈於 P 點在  $t_x$  時會合，且在 C 區內之風暴之部份，即可就此基礎予以計算。此部份即為將受強風於  $t_x$  時侵襲測站之或然率。

然而，吾人並不專門有關於  $t_x$  時的或然率，而所需瞭解者為整個風暴生命期於任何時期測站所將遭受侵襲之機會。然這些機會目前仍不能根據假定從事嚴格計算，但為實際目的一接進估計由手邊已有資料的預報統計法已可完成。

為此問題其進一步之推理係圖一中之二平行線的說明。此二平行線均垂直於 Station—P 且正切於圓，這些線與圓將全平面共分為五區：

圓區 C  
位平行線間居 C 之右的 A 區。



圖一 風暴侵襲測站之或然率結構圖

位平行線間居 C 之左的 B 區。

上平行線以北之 E 區。

下平行線以南之 D 區。

落於 C 區之 X 部份即表示  $t_x$  時破壞性風之或然率。任何時到達破壞性或然率，即需考慮 A 區與 B 區所有的 X。因平行線相近於與軌跡平行，大多數達  $t_x$  時的風暴為先在 A 區後進 C 區，且多數於進入 B 區者即為已離開 C 區者。祇有少數達  $t_x$  時之風暴中心是在 E 區及 D 區，然後進入 C 區或已通過 C 區，但其數量於初時可被認為等於以後將不經或已未經 C 區之 A 及 B 區之風暴之近似數。

綜上所述，吾人發現一定則為風暴中心於其生命史中於任何時通過 C 區之或率等於風暴中心位平行線間達  $t_x$  時之或然率。

### 三、或然率表之設計解釋

唯一情報需應用上述程序者為「熱帶氣旋位置誤差標準偏差」，至少約二種預報階段（即 12 及 24 小時）者如此。因熱帶氣旋位置預報之準確性隨地區不同而異（即太平洋與大西洋）故各區需單獨處理。北大西洋與加勒比海區颶風之誤差分析，係根據 1955 及 1956 兩全年颶風季節之資料而得。雖此僅由二年資料所製成之樣品，相信亦產生廿四小時平均向量誤差達 120 哩（根據 1955 年及 1956 年颶風季節所獲之誤差為 119 及 121 哩），至少可密切代表以後二年或三年的平均颶風誤差。

北太平洋區颶風預報誤差之獲得，係就 967 次預報在 1945—1954 年颶風季節完成者。但此數只為上述階段中所完成之約三分之一，其餘則不適於作此統計分析。在此階段中太平洋的平均 24 小時預報誤差約 150 哩。根據最近誤差顯示此值仍將保持於以後少數年代中。

就上述平均向量誤差及利用前列假定，其標準向量偏差為

$$\sigma_v = M.D. / .887,$$

式中 M.D. 為平均偏差。在此式中 M.D. 等於平均向量誤差。故

$$\sigma_v = 120 / .887 = 135 \text{ N.M.},$$

$$\sigma_v^2 = \sigma_x^2 + \sigma_y^2$$

式中  $\sigma_x$  及  $\sigma_y$  代表沿東西及南北或任何其他組直角坐標軸之標準偏差，故

$$\sigma_v / \sqrt{2} = \sigma_x = \sigma_y = \sigma_n = 135 / \sqrt{2} = 96 \text{ N.M.},$$

此為所求之標準偏差，因吾人主要着重於沿一

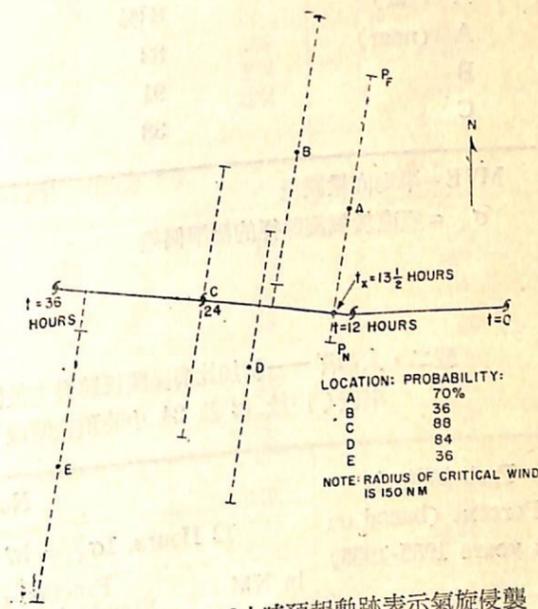
半徑軸垂直於預報軌跡預報誤差之直線式分佈。

在為 12 及 24 小時預報誤差計算直線標準偏差後，表二及表三說明指出至預報路徑之距離，其間以已給百分率或然率可預期熱帶氣旋之發生。此距離在表中將其變為沿垂直軸  $\sigma_n$  的標準偏差，單位為哩。表二可用於大西洋——加勒比海區，表三為太平洋。

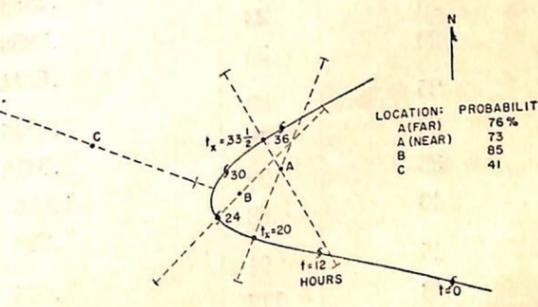
圖四為表二的圖解代表，圖五、六及七係表三之資料供給，用以分別預報 20°N 以南，20°N—30°N 及 30°N 以北之颶風預報。

### 四、藉圖解以估計或然率之程序

某些預報颶風（包括颶風）軌跡及各種測站位置（A、B、C 等）之例證和此相關可參見圖二與圖三。風暴中心之預報位置經分別註明為 0, 12, 24,



圖二 以幾近直線 36 小時預報軌跡表示氣旋侵襲測站 A, B, C, D 及 E 之或然率估計程序圖



圖三 以 36 小時複曲度預報軌跡表示氣旋侵襲測站 A, B 及 C 之或然率估計程序圖

表一、位於不同垂直距離（圖二及圖三）對 100, 120 及 140 哩平均預報向量誤差的中心或然率之比較表。

Station	MVE = 100 NM $\sigma_n = 80$ NM	120 NM 96 NM	140 NM 112 NM
On Figure 2			
A	71%	70%	67%
B	34	36	38
C	94	88	82
D	90	84	80
E	33	36	37
On Figure 3			
A (far)	83%	76%	72%
A (near)	82	73	67
B	91	85	80
C	38	41	42

MVE = 平均向量誤差

$\sigma_n$  = 垂直於氣旋路徑的標準偏差

表二、大西洋——勒加比海區颶風將發生於固定垂直距離內及預報路徑一側的中心或然率表（用於 12 及 24 小時預報階段）。

Probability in Percent (based on 2 years 1955-1956)	Normal Distances for $1\sigma_n$			
	12 Hours, $1\sigma_n = 57$ NM		24 Hours, $1\sigma_n = 96$ NM	
	In NM	Fraction of Standard Deviation	In NM	Fraction of Standard Deviation
5	7	.1257	12	.1257
10	14	.2533	24	.2533
15	22	.3853	37	.3853
20	30	.5244	50	.5244
25	38	.6745	65	.6745
30	48	.8416	81	.8416
35	59	1.036	99	1.036
40	73	1.282	123	1.282
45	94	1.645	158	1.645
48	117	2.054	197	2.054
48.9	171	3.000	288	3.000

表三、西北太平洋颶風將發生於固定垂直距離內及預報路徑一側的中心或然率表（用於 12, 24 及 36 小時預報階段）。

Probability in Percent	Normal Distances			
	For 12-Hour Forecast Period, $1\sigma_n$			
	Fraction of $\sigma_n$	S of 20°N	20°N-30°N	N of 30°N
5	.1257	9 NM	11 NM	12 NM
10	.2533	17	21	24
15	.3853	27	32	36
20	.5244	36	44	49
25	.6745	47	57	63
30	.8416	58	71	78
35	1.036	71	87	96
40	1.282	88	108	119
45	1.645	114	138	153
48	2.054	142	173	191
49.8	3.000	207	252	279
For 24-Hour Forecast Period, $1\sigma_n$				
5	.1257	15	19	21
10	.2533	31	38	42
15	.3853	47	58	64
20	.5244	65	79	87
25	.6745	83	101	111
30	.8416	104	126	139
35	1.036	127	155	171
40	1.282	158	192	212
45	1.645	202	247	271
48	2.054	253	308	339
49.8	3.000	369	450	495
For 36-Hour Forecast Period, $1\sigma_n$				
5	.1257	23	27	30
10	.2533	45	55	60
15	.3853	69	83	92
20	.5244	93	113	125
25	.6745	120	146	161
30	.8416	150	182	200
35	1.036	184	224	247
40	1.282	228	277	305
45	1.645	293	355	392
48	2.054	366	444	489
49.8	3.000	534	648	714

