



## 由風圖求飛行之風助係數

Harold Lee Crutcher 著  
殷 來 朝 譯

### 緒 論

風，可以助進飛行機，也可以阻滯飛行機，故對未來風之假定，實為飛行計劃中決定飛行與否之主要任務，近年來為了設法利用風之助益，並減低其阻力以至最小限度，會有數種新的設計方法在不斷的發展。

### 目 的

本篇目的在提示風圖 (Wind Roses) 可以利用來求得某一選定之航路上指定各點風對飛機之影響。

### 資 料 來 源

本篇所用資料係在美國北加路林那州，阿熙維爾地方的國立氣象紀錄中心所收藏者，其中包括有從一九四七年七月一日至一九五三年六月三十日五年期間的無線電測風紀錄。在實際紀錄有缺時，則從高空圖上量取資料，以期紀錄之連續完整。

### 以 前 之 研 究

風之分佈早經成為各方研究之題材，早在一九一七年，羅必蔡 (Robitzsch) 在他研究地面風時，就提出風速之分佈是按照或然率定律的，格雷革 (Gregg) 在一九一九年會發表一個公式用以計算風對飛機之影響，以後他更擴展此項研究，在一九二三及一九二四年，格氏和洪生德 (Van Zandt) 經極力探研之後，會完成其第一次的廣泛研究，題為「風對於空運之影響」。係以研究美國本土沿東西向的大陸航線上之風為目標，在此項研究中，他們指出平均風向量之用途可作為飛行計劃之工具，並提出風之效應是按常態分佈的。他們曾用海生 (Hazen) 在一九一四年所完成的算術或然率一文，來作圖表示，此乃是或然率之首次被應用於氣象學。

在此同一論文中，他們說明如欲研究南北向航線，則必須考慮側風分速的相當量。

赫斯堡格 (Hesselberg) 和白約克德 (Bjorkdal) 曾於一九二九年出版他們的亂流研究，在此文中他們又重提出風之分佈的常態性，係使用羅必蔡氏之紀錄資料以作計算根據。

紀勒特 (Giblett) 按照蘇約爾 (Sawyer) 之意見，曾發起研究風對於預定航路上飛機之影響。他也相信哥爾德 (Gold) 的相當風的觀念並說明其定義為：「假定沿航路上各點之風，將使飛機獲得相等之地速，是較為方便的。」在一九四三年，彼爾漢 (Bilhan) 更強調沿一條選定的航路上相當風分速的重要，他而且特別指出在一帶風速等於或大於飛機速度之中飛行，是不可能保持飛機在航路之上的。「相當風速」(Equivalent Winds) 這一名詞用於表示沿一條假定之地面航路的風的效應，已由國際民航組織 (ICAO) 予以採用。此處所謂正的風助就是相當順風，負的風助就是相當逆風。

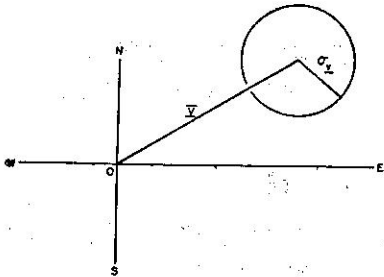
布魯克氏 (Brooks) 及其他學者根據上述研究曾做出許多精密而重要的論文。由此更將風之實際分佈知識擴展到平流層，而且貢獻了極好的計劃工具與氣象人員之手。他們特別指明標準的向量偏差與空氣密度之乘積在任何地方任何季節都是一個常數。由此可得一最好的方法來估計某一層的標準偏差，當其較低或較高層之偏差為已知時，即可由此推求該層之偏差。

此外尚有多篇著名的論文是由英國人和加拿大人所著。這些都是有關航路上相當風之研究，而不是特定地點的。因此，本篇中並未引用。關於用圖解法來求航路上風助，作者在另一論文「航路上之相當風」也有敘述。

### 自 由 大 氣 內 風 之 分 佈

自從昔人提出風之分佈屬於常態性以來，會有許多人都作如此之假定。但閩治氏 (Mintz) 曾指出此種假定並非嚴格有效，因為他曾這樣說過：「……可見平均的南北向角動量氣流之最大部份確是由於各次不屬於常態分佈的風而起。但在計算標準向量偏差的時候，由于採用常態分佈之假定所引起之誤差並不大。」

風之圓形常態分佈應能暗示高空各組風都具有有一致性，風組之不一致可能係由于不同性質之各季節之組合而產生，在不同密度之氣團邊緣與氣流邊緣地區，以及接近季風與貿易風之上限空間可能產生不一致風組之趨勢，此種分佈係趨向于橢圓形，一個風之分佈圖可能顯出橢圓形，但它也可能係由二個圓形分佈的風所組合而成之效果。



第一圖：向量平均風及其標準向量偏差。

在作圓形常態分佈之假定時，其平均可以向量 $\bar{V}$ 來表示，而標準向量偏差則以 $\sigma_v$ 來表示，照布魯克氏的說法，後者就是一個標準長度用來量度一個平均向量四周的分散度的，其意義和數量平均中之「標準偏差」相似，它可用一個圓圈在向量平均之矢頭上表示出來，其大小即等于標準向量偏差。第一圖係由赫斯堡格所作之圖加以修改而成，用以簡示此種觀念。在本文中在一個字母之下有一橫線者係表示向量，在字母之上有橫線者係表示平均。

標準向量偏差  $\sigma_v$ ，可以下式表示之：

$$\sigma_v = \left[ \frac{\sum v^2}{n} - \bar{V}^2 \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots ①$$

此式與下式相似

$$\sigma = \left[ \frac{\sum v^2}{n} - \bar{V}^2 \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots ②$$

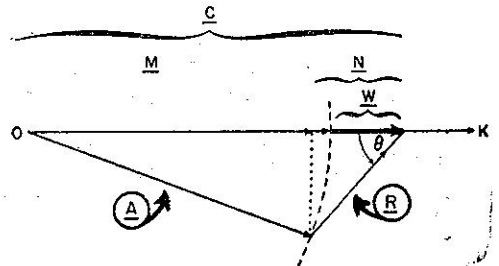
上列式中  $\sigma_v$  為標準向量偏差， $\sigma$  為標準風速偏差。在圓形常態分佈之假定下，此種稱為  $\sigma_v$  之圓圈，包圍由原點畫出之全個向量矢頭的若干百分數，此等圓圈之半徑可由下列公式求得，該項公式係由雙變數分佈之或然率函數導演出來：

$$r = \sigma_v \left[ \ln_e 1 / (1-P) \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots ③$$

上式中  $r$  即為所需之圓半徑， $P$  即為所需之百分數。

### 相當風或風助之計算

風助之向量表示如第二圖所示，其中  $O$  為飛機出發點，在沿航路之氣壓面上， $A$  為飛機之向量，即航向及航速， $A$  為航速數量， $R$  為風之向量，即風向及風速， $R$  為風速數量， $C$  為飛機所經之航程向量，即飛機所飛之方向及速度， $C$  為飛機沿航路所飛之速度數量， $\theta$  為航線與風向間之角度， $M$  為  $A$  在  $C$  上之投影， $N$  為  $R$  在  $C$  上之投影。現在，



第二圖：風助  $W$  之向量表示。

$$C = A + R = M + N \dots\dots\dots ④$$

而風助之數量  $W$  則如下式：

$$W = C - A = M + N - A \dots\dots\dots ⑤$$

$$\therefore M = [A^2 - R^2 \sin^2 \theta]^{\frac{1}{2}} ; N = R \cos \theta ; \dots\dots\dots ⑥$$

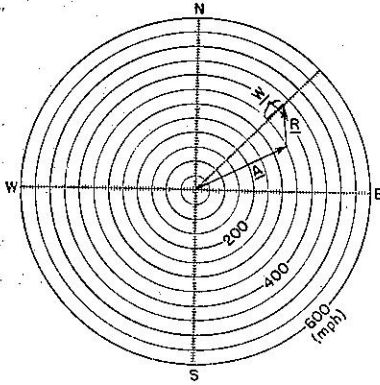
$$\therefore W = [A^2 - R^2 \sin^2 \theta]^{\frac{1}{2}} + R \cos \theta - A \dots\dots\dots ⑦$$

每一種風之觀測，均可以計算為任何航線與航速之風助。每個風助可以按階段予以分類列表，在需要時可用以製成風助分佈之圖解表示。

### 圖解風助之計算

在上節中已說明風助之計算法。現在，可製備一張航速底圖，在此底圖上可用圖解法求出一個單獨的風向量對於任何航線及航速之影響。此底圖之上覆以透明的風分佈圖，底圖與上蓋之透明圖比例尺必須相同，其底圖如第三圖所示，包括許多同心圓註明航速，以所需之速度為單位。因為此圖可以應用於任何一個航向，故可用一個刻度的比尺在圖中心軸上旋轉，轉在所選定之航向上量用。圖例中所示轉尺位置係在羅向之東北點，即經選定為所需之航路。

現在可將任何風向量之原點置於所選定之航速圈圖上，要使風向量之矢端位於所需之航路上，其風助即可從刻度尺上，由航速圈之位置至風向量之矢端，讀出其差數便是。在第三圖中之字母 A 及 R 即指第二圖中之 A 及 R。



第三圖：飛機航速之底圖及風助情況之舉例。  
 A = 飛機航向及航速。  
 R = 風速之向量。  
 W = 風助(正)。

此法適如公式⑦每個風之影響都可以求出來。如已有風之預報，便可採用任一種方法來作某特定日期之單一飛行計劃，但本文之目的乃在說明使用風圖來作較長期的計劃。

### 風 圖

有許多種風圖可用以求得風助，其中有二種是最好的。這兩種就是可能性風圖，和標準向量偏差風圖，分別論列如後。

#### 可能性風圖 (圓形的可能性表)

風圖之製作。任何一種風速的可能性表即是一種風向量的頻率分佈。此種表可以用所遇之百分率來替代原始頻數。第一表所示例子係田尼西州拉西維爾 (Nashville, Tennessee) 之風紀錄，表內係原始頻數，排列成每二十哩時一組。現在可將此可能性表換置於圓形風圖之格式，這就可稱為可能性風圖。(Contingency Wind Rose) 係用第一表的

資料作成第四圖以為範例。此種風圖應繪于透明圖面上如膠版所製者，其頻數則以畫磁鉛筆書寫，此處須予強調者就是底圖和上覆之透明圖比例尺一定要相同，方向點須顯明標註出來。因為向量頻數係分階段聯合在一起，並假定係集中在每一間隔階段之中點，故每一數值應填于其所指之扇形區之中心。

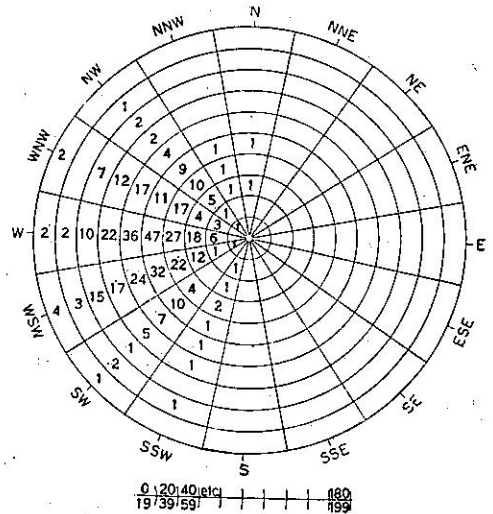
#### 可能性風圖之應用

將第四圖中之覆蓋圖面放於第三圖之底圖上，使其 N-S 線互相平行。其上覆之風圖中心，即在每一風向之矢頭上，因而也是每組風向量的矢頭上。例如第四圖中「SW」方向的第七圈中，數字5表示有五次西南風其風速在一二〇與一三九哩 / 時。要使用覆蓋圖時，其中心必須保持在所須之飛行路徑線上。

#### 第 一 表

300mb 層風之頻數一覽  
 (Nashville, Tennessee, Dec.-Feb. 1947-52)

風速(哩/時)	0-19	20-39	40-56	60-79	80-99	100-119	120-139	140-159	160-179	180-199
風 向										
SSW		1	1	2	1	1	1		1	
SW				4	10	7	5	1	2	1
WSW	1	1	12	22	32	24	17	15	3	4
W		6	18	27	47	36	22	10	2	2
WNW		3	4	17	11	17	12	7		2
NW	1	1	5	10	9	4	2	2	1	
NNW			1	1	1					
N			1		1					



第四圖：可能性風圖。

然後再移動覆蓋圖使每一扇形之頻數相繼的放在所選定的飛機航速上。每一扇形的風助頻數即可沿其航線讀出，即從覆蓋圖中心與選定航速間之差數。此等風助頻數可以組合起來而風助發生之百分率則等於或小於上述所得之值。

在實際工作中，建議採用  $0.5\text{cm} \equiv 10$  速度單位。此種比例尺需要一塊二呎見方的底圖版製成飛機航速為每時五百哩之圖。其大小當然也可減小至只用一個扇形，但必須注意練習，風圖要正確的按照需要而旋轉。

### 標準向量偏差風助圖

圓形的分佈，以前曾經指出在圓形的常態分佈中，每種半徑的圓圈即包圍了某項風分佈的百分數。我們在求風助之事實中，無意於研究風之分散情形，僅欲明瞭牠們在沿一條選定之航路上之影響。換言之，我們需要的是沿航路的分速的分佈。此係以向量平均風之矢端為中心，其分佈係一直線的而非圓的意念。標準風助偏差與標準向量偏差有二點不同：

1. 標準風助之偏差數為標準向量偏差之 0.707
2. 應用直線分佈的百分率於標準風助偏差，而不應用圓形分佈的百分率於標準向量偏差。

直線分佈的百分率求法，可以由任何統計學教科書中找到。因圖解法可能應用於任何航線之方向，故用若干圓圈來製成一個標準向量偏差風助圖，以期便利於風助之讀取。故此風圖乃係標準向量偏差之一種變形。它不描述風之分佈而只是被用來決定風助的。

第二表A 可用以決定各種圓圈之半徑，此圓圈可沿任何航線上割下所選定風助之百分數。本表中之乘數包含有上述的因數 0.707 在內。

第二表 A 截取所列風助部份之圓半徑

	觀測之百分數					
	25	50	75	90	95	99
圓半徑	$0.23\sigma_v$	$0.47\sigma_v$	$0.81\sigma_v$	$1.17\sigma_v$	$1.39\sigma_v$	$1.82\sigma_v$

必須記住其分佈係以風圖中之向量平均風之矢端為中心。環繞此中心之圓圈，截取沿指定航線總分佈百分之七十五者將在風助分佈之 12.5% 與 87.5% 之間切出中間之 75%。同理，如一圓圈切取該項分佈部份之 25% 者，其圓當自 37.5% 開始至 62.5% 為止。參看「風助圖之應用」下之舉例。

第二表 B 截取所列風助部份之橢圓向量半徑

	觀測之百分數					
	25	50	75	90	95	99
長軸及短軸之向量半徑	$0.32\sigma_a$	$0.67\sigma_a$	$1.15\sigma_a$	$1.65\sigma_a$	$1.96\sigma_a$	$2.57\sigma_a$
	$0.32\sigma_b$	$0.67\sigma_b$	$1.15\sigma_b$	$1.65\sigma_b$	$1.96\sigma_b$	$2.57\sigma_b$

### 橢圓形分佈

正如圓是橢圓的有限形式之一種，圓形分佈也是橢圓形分佈的有限形式之一，大多數研究人士均經假定風之分佈是圓形的，而橢圓分佈的發生往往足以證明其說法。有一本比較詳盡的橢圓形分佈處理法已分別印成專冊。其基本程序之內容，可在若干高級統計學書籍中關於雙變數或多項變數之標題下獲得。以下所述，風之數值係根據各地方風分佈之研究而來。包含五年期間約 450 次觀測的季節分佈。

在決定某一點之分佈時，如說明其本性是由於兩個圓形的或橢圓形分佈的結合而生，是很困難的。其判斷應根據下列數點：①所用的觀測次數，②在連續各觀測之間的相互關係，③風成分之間的相互關係，④成分之分佈，及⑤所採用的特性層，關係亦不在小。第①②兩點之影響可以解決一部份，就是將觀測次數用 2 來除，第③④兩點之影響可以從表列各風或可能性風表來計算或估計，第⑤點通常有百分之五的特性層可以應用。

胸中已具有上述之觀念後，即可作橢圓形分佈之量度。

- a. 設： $\sigma_x = \sigma_y$  則其分佈可能係屬圓形的。
- b. 設： $0.90 \sigma_x < \sigma_y < 1.10 \sigma_x$ ，可認定其分佈係圓形的，並採用  $\sigma_x = \sigma_y$ 。
- c. 設：相關係數  $r$  之大小已算出或估計得小於 0.10，則假定其真的相關為零。
- d. 設： $\sigma_y < 0.90 \sigma_x$ ，且  $-0.10 < r < +0.10$ ，則可作成長軸平行於  $x$  軸之橢圓形，若係在  $-\sigma_y > 1.10 \sigma_x$  時，則橢圓形之長軸係與  $y$  軸平行。
- e. 設： $\sigma_y < 0.90 \sigma_x$ ，而  $r > +0.10$ ，則長軸與  $x$  軸之間有一角度  $\alpha$ 。此角度當  $r$  趨近於 1 時增為  $45^\circ$  之值。 $(\tan 2\alpha = 2r \sigma_x \sigma_y / (\sigma_x^2 - \sigma_y^2))$ 。在此情形，其長軸斜向右上方。在  $r < -0.10$ ，如  $-0.20$  時，則其軸斜向左上方。

要求雖是如此，由上述(e)所求得詳細之結果，只有在少數特殊情形之下是需要的，其實這些情況很易於識別

只須觀察風表即可顯明的看出最高的相關來。假如不明顯的，就可以不去管它。當其東西與南北成分間之相關明顯時，則將其軸線轉動一個  $\alpha$  角，以求得其長短軸之位置，除去其相關，結果，其標準偏差之沿長短軸者，此處即可以  $\sigma_x$  與  $\sigma_y$  表示之，而不等于  $\sigma_x$  與  $\sigma_y$ 。但只在特殊情況下，其差數是大的。所以，除非確實需要精密計算的時候，如  $\sigma_x$  是大於  $\sigma_y$  的話，可以假定  $\sigma_a$  等於  $\sigma_x$ 。

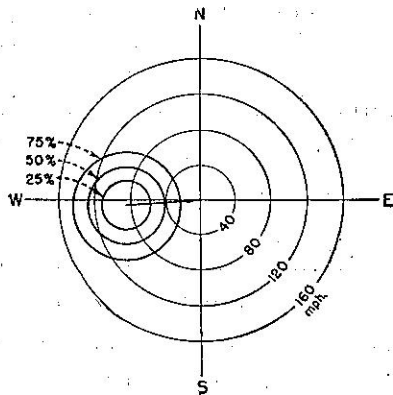
假如  $\sigma_y$  較大，則假定  $\sigma_a$  等于  $\sigma_y$ 。如其分佈係屬橢圓形的，則可以很簡單的應用直線分佈之百分數於每一分佈軸之標準偏差，以求得一橢圓，截取所需之風助之百分數。第二表 B 提供了幾種橢圓形的必要的乘數。例如，要求得一橢圓，截取風助中間的 25%，係將其沿長軸與短軸之標準偏差  $\sigma_a$  與  $\sigma_b$  各乘以 0.32，即求得所需橢圓之長短軸。

以上不過是對於問題的實際解決辦法，而非顯示其能做到之精密程度。它們比圓形分佈之應用更進一步。

### 風助圖之製作

在製作標準向量偏差風圖時，應將向量平均風之矢端置於南北軸與東西軸之交點或中心。向量平均之原點置於最多風來向之扇形內。我們也可用這種同樣的方法來製作變相的風圖以爲求風助之用，不過因爲我們是想求風助，讓我們將此向量平均之原點置於中心，並使其矢端向風所吹去之扇形內伸展。此對於實際風分佈並未有所改變，不過只需要將風圖安置一下，便可求出沿航路之風助。

在一片透明的覆蓋薄片上，用一枝臘筆尖（或針尖）劃兩條互相垂直的軸線，並註明其方向點 N, E, S 與 W。爲求風助計算之方便，將軸線之交點作向量風之原點，使向量平均風伸向風之去向。因爲這是作重疊圖用的，所以其比例必須與底圖相同，如第三圖所示，劃出向量平均風，並以此向量矢端作中心，以第二表所列之半徑，作成所需之圓或橢圓，並逐一標明之。



第六圖：標準向量偏差風圖

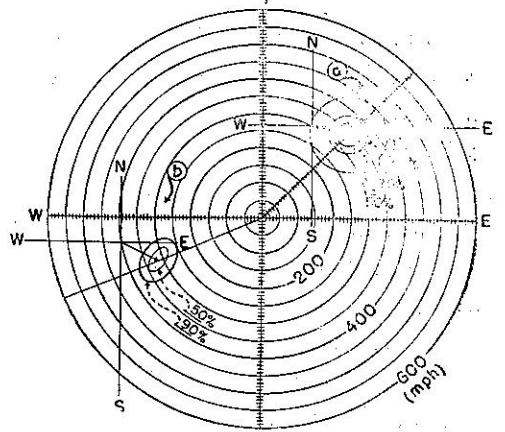
$$\bar{V} = 86 \text{ 哩/時,}$$

$$\sigma_v = 52 \text{ 哩/時,}$$

50%之風助係由 8 至 72 哩時，75%之風助係自 -14 至 94 哩時，而 99% 之風助則自 -70 至 150 哩時，這也可以如下列之讀法：有千分之五 ( $\frac{1}{2} \times 1\%$ ) 的時間，風助是 -70 哩時 (mph) 或更小 ( $-73 < -70$ )，有 12.5% 時間，風助是 -14 哩時或更小，有 87.5% 的時間，是 94 哩時或更小等。

須注意平均風助之數值無論在那條航路及航速都可以只使用向量平均風而求得。

第六圖例示田尼西州，拉西維爾地方的標準向量偏差風圖。第七圖例



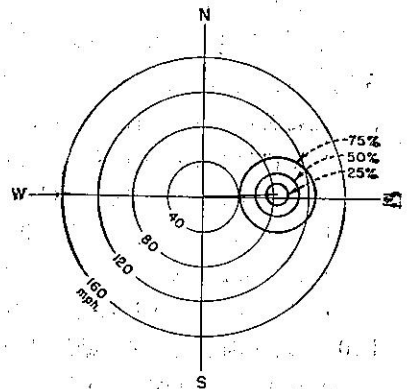
第五圖：標準向量偏差風助圖

- a. 例示圓形分佈。
- b. 例示橢圓形分佈。

### 風助圖之應用

將透明圖片置於底圖上並保持其各軸線平行。然後將  $\bar{V}$  之矢端置於所選定之飛機航速，其風助之百分數，由圓內向外者爲正，向內者爲負

，可以從航速與各圓圈和航線之交點中間之差數讀出。第五圖中例示中兼有圓形及橢圓形二種分佈，選定航速爲每時 300 哩，航向爲  $45^\circ$  (東北)，對圓的分佈讀出下列各數：平均風助爲每時 40 哩，以 40 哩時 (mph) 爲中心，



第七圖：標準向量偏差風助圖 (Nashville Tennessee)

$$\bar{V} = 86 \text{ 哩/時,}$$

$$\sigma_v = 52 \text{ 哩/時.}$$

示用以求取風助的變形風圖。

### 成效 — 實驗的成效

為求決定圖解法之功用，曾經選定田尼西州拉西維爾一個測站為實驗。資料是用一九四七—五二年，十二月、一月、二月五個冬季的300mb氣壓層。選定一條航線090°(E)及每時五百哩之航速。

風助係由前述之三個程序求出，即，①公式7，②可能性風圖，及③標準向量偏差風助圖。其風圖已在第四，第七圖例示。

第一種方法係由計算逐次風助而得之風助分佈。第二種方法是考慮每個扇形中對於每一圓中心的影響，以求其結果。由此所得之頻數即為扇形之頻數乘以由扇形中點至座標原點之單一向量之效應，第三種方法是考慮圍繞圓心的風之分佈。在逐項所得分佈之中固有差異存在，但此可以判斷僅有少許的分佈距平數，如第一表中所列的WNW方向的60—79哩時階段中之17所示。因此可知，可能性風圖與標準向量偏差風助圖均將間接的顯示較為近似的分佈值，此分佈值之近似度當可由增加觀測次數而得。

第三表 累積的風助(相當風)百分率分佈  
由計算法及圖解法得出

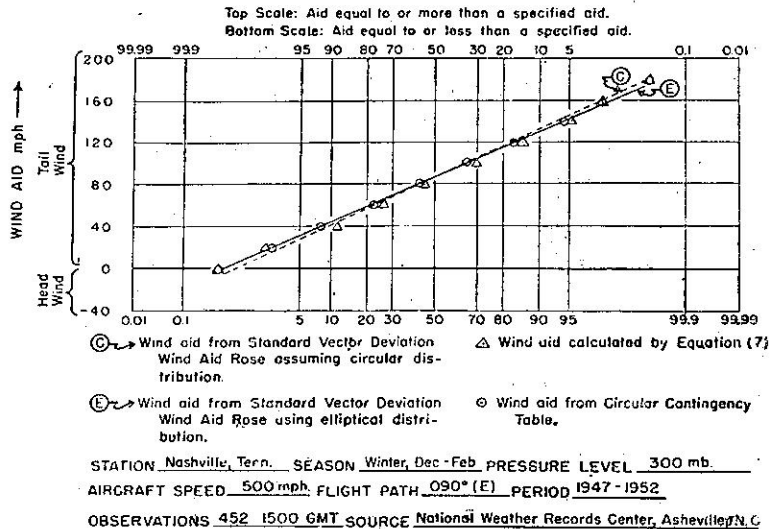
分級 段落 mph	-20	-0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
	-1	+19	39	59	79	99	119	139	159	179	199
1. 計 算 法	0.4	1.9	11.3	26.1	44.7	69.2	85.4	95.1	98.0	99.6	100.0
2. 可 能 性 風 圖	0.4	2.2	8.0	23.2	43.1	66.2	83.2	94.2	97.8	99.6	100.0
3. 標 準 向 量 風 助 圖	1.0	3.0	10.0	24.0	43.0	65.0	83.0	94.0	98.0	99.5	100.0
差 數											
1-2	0.0	-0.3	+3.3	+2.9	+1.6	+3.0	+2.2	+0.9	+0.2	0.0	0.0
1-3	-0.6	-1.1	+1.3	+2.1	+1.7	+4.2	+2.4	+1.1	+0.0	+0.1	0.0
2-3	-0.6	-0.8	-2.0	-0.8	+0.1	+1.2	+0.2	+0.2	-0.2	+0.1	0.0

逐項風助百分率分佈，已用上述三種方法分別求得並列為第三表。其間之比較差數均已列出，三十三個差數中僅有七個差數是大于2%的，兩個是大于3%的，一個是大于4%的。這是真實的情況，資料誤差並不較預期的為大，並經承認風之觀測本身之準確度約在六哩時範圍之內。賴坡 (Rapp) 曾指出可能預期之誤差約為五哩時或四·四哩時。這樣已足夠精確，每隔一小時所測得之風變率大約與此差數相近。葛布里爾(Gabriel)和裴魯西(Bellucci)曾指出在300mbs以上之平均誤差約為六哩時，而所有各高度的平均誤差則為四哩時，故無實際之顯著差異，由此即可指出其中每種方法都與其他方法一樣可用。

### 試驗的結果

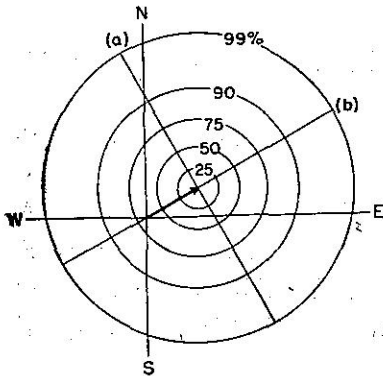
為求對單一地點實驗結果作進一步之實際研究，經選定另外四十處地方作為考驗之用。這些地點是在太平洋上、美國、及北大西洋，並經選定各種高度層、季節、與航速。

對於這些地點及其他地點之風助均經用公式⑦算出，並由美海軍印成一本「風表及其助航與阻航之效應」。



第八圖：田尼西州拉西維爾地方之風助

為期製作所需之風圖以使用圖解法求取在太平洋上及美國各地點之風助係數，曾將統計的參數  $\bar{V}$ ， $\sigma_a$  及

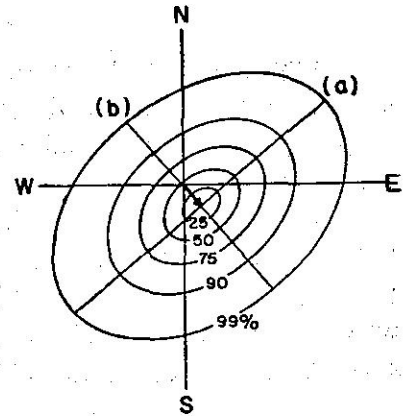


第九圖：阿拉斯加，阿大克(Adak, Alaska) 風助圖 Dec., Feb. 300mb.

$\sigma_b$  計算完成，對於大西洋各點，其參數  $\bar{V}$  及  $\sigma_v$  係由布魯克氏之論文「世界高空風」中所抄取，但在此項數值應用之前，經將上述之「風表及其助航與阻航之效應」中所刊風之分佈數字加以考察看它有無明顯的差異。如有顯明之差異，可由眼力來估計，即長軸與短軸之比例數。其  $\sigma_v$  值即可用以求得參數  $\sigma_a$  與  $\sigma_b$  之值。為

$$\sigma_v^2 = \sigma_a^2 + \sigma_b^2$$

了這個目的，可應用下列公式：因篇幅不容許列舉所有的四十處地方的風圖，此處僅選擇其中二個



第十圖：法國布爾斗克斯 (Bordeaux, France) 風助圖 Dec-Feb 700mb

地方的如第九第十圖。這兩個地方是阿拉斯加

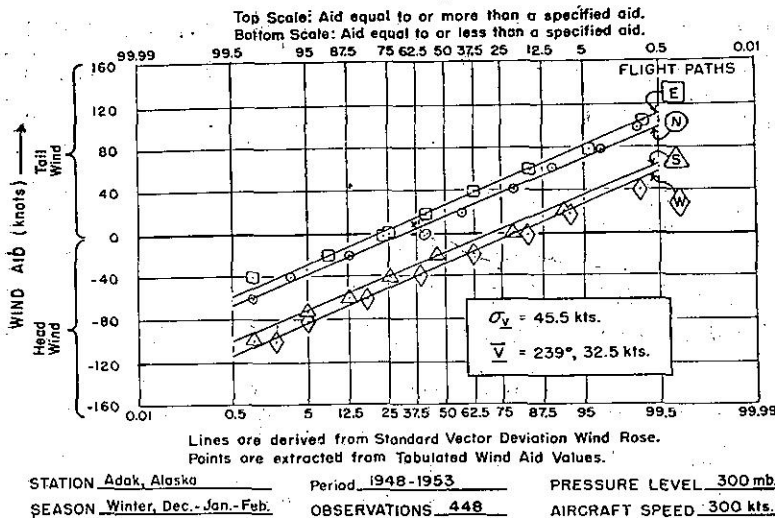
及法國的布爾斗克斯 (Bordeaux, France)，雖是用的可是冬季，但在阿大克係用 300mb 層。而布爾斗克斯則用的是 700mb 層，應注意在計算布爾斗克斯的標準向量偏差時其數值已在製作所需風圖之前，按照上節所述予以變換。

第十一第十二圖係以圖解的方式表達出按照算術的或然率論述應用二張風助圖求得之結果。這些都是用直線表示的，每一航線的分佈均經標明；N 表示一條 360° 之航路，E 表示 090° 之航路等，在第十一第十二圖之線上加註由「統計的理論應用於工程」一書所求得之數值，而本文所用之風紀錄係由實有紀錄及天氣圖所取得，絕無任何部份是根據理論的推算分佈，其兩者之符合情況良好。

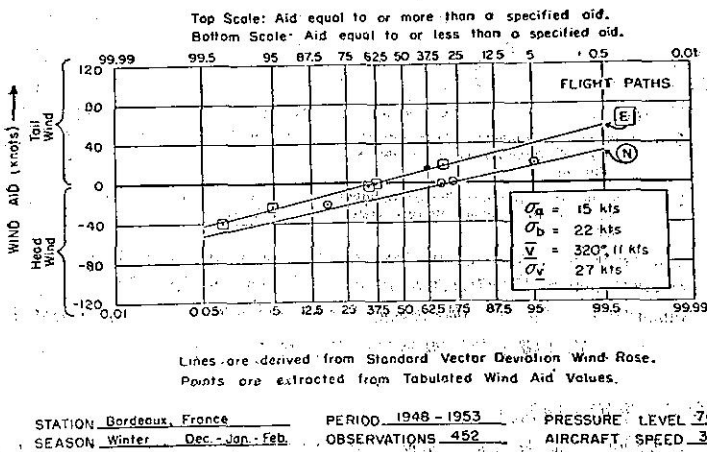
### 結 論

風助係數之需要，有的時候是異常緊急，以致無充份的時間來作必要的計算。立時能迅速獲得一個近似值可能還較在一月以後所算得之數值為有用。

應用公式②或類似之公式以求得風助，從一次一次的觀測來算，確是 (下接第8頁)



第十一圖：阿拉斯加，阿大克之風助



第十二圖：法國布爾斗克斯之風助