

# 畢德生 (Petterssen) 波動方程式

馬丁少校著 徐應璦譯

## I 假 定

畢德生演證與洛司貝氏相似之長波方程式時，假定大氣之運動為：無摩擦力，絕熱變化，運動限於水平範圍。為簡便計，首先討論氣流線族如方程式①代表者

$$\textcircled{1} \quad y - y_0 = f(x)$$

式中  $y_0$  為對每一氣流線所給予之常數。將氣流線沿  $y$  軸作平行移動，即可得其他之氣流線，首先集中注意力於氣流線之槽及脊之型式，而假定各氣流線，對稱於槽及脊。

令“ $x$ ”軸在槽或脊處，與氣流線相切，在該切點處之切線坡度為零

$$\frac{\partial y}{\partial x} = y' = 0$$

令  $K_s$  代表氣流線之曲度

$$\textcircled{2} \quad K_s = -\frac{y''}{(1+y'^2)^{3/2}}$$

在槽（或脊）處，因  $y' = 0$ ，故有  $K_s = y''$

$$\textcircled{3} \quad \frac{\partial K_s}{\partial x} = y''' = 0$$

由於在槽（或脊）處，氣流線之曲度為最大（或最小），曲度之一次微分為零；前述氣流線在槽或脊處呈對稱形式，因此在槽（脊）線上

$$\textcircled{4} \quad v = 0; \quad \frac{\partial u}{\partial x} = 0; \quad \frac{\partial q}{\partial x} = 0; \quad \frac{\partial v}{\partial y} = 0$$

式中之  $q$  = 相對旋轉率， $u$  為沿  $x$  軸方面之分速

## II 一般方程式

假定空氣之運動，對稱於氣流線之槽或脊，因此旋轉率場之脊或槽，將與氣流線之槽或脊重合。在旋轉率場中，槽或脊沿  $x$  軸方向之運動速度，依照畢德生之圖形方程式，為

$$\textcircled{5} \quad C = \frac{-\frac{\partial^2}{\partial x \partial t}}{\frac{\partial^2}{\partial x^2}}$$

應用於旋轉率場中，為

$$C = \frac{-\frac{\partial^2 q}{\partial x \partial t}}{\frac{\partial^2 q}{\partial x^2}}$$

旋轉率方程式，可書為

$$\frac{d}{dt}(q+f) = -(q+f)D;$$

式中  $q$  為相對旋轉率， $f$  為地球偏向參數， $D$  為水平方向之發散。

將前式展開為部分微分，則為

$$\textcircled{6} \quad \frac{\partial q}{\partial t} + u \frac{\partial q}{\partial x} + v \frac{\partial q}{\partial y} = -u \frac{\partial f}{\partial x} - v \frac{\partial f}{\partial y} - (q+f)D$$

方程式⑥中之微分係數，可利用方程式⑥之關係，予以計算；茲取⑥式對“ $x$ ”之微分，可得

$$\textcircled{7} \quad \frac{\partial^2 q}{\partial x \partial t} + u \frac{\partial^2 q}{\partial x^2} + v \frac{\partial^2 q}{\partial x \partial y} + \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial x} \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial f}{\partial x} - u \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} - \frac{\partial v}{\partial x} \frac{\partial f}{\partial y} - v \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} - \frac{\partial D}{\partial x} (q+f)$$

將方程式④代入方程式⑦，簡化為：

$$\frac{\partial^2 q}{\partial x \partial t} + u \frac{\partial^2 q}{\partial x^2} + 0 + 0 + \frac{\partial v}{\partial x} \frac{\partial q}{\partial y} = 0 - u \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} - \frac{\partial v}{\partial x} \frac{\partial f}{\partial y} - 0 - \frac{\partial D}{\partial x} (q+f)$$

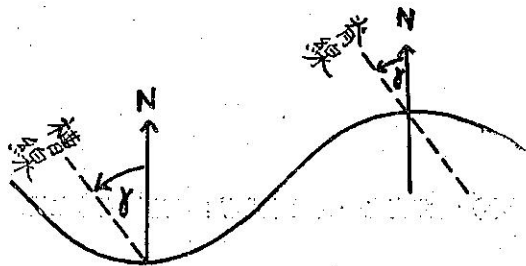
茲以  $\frac{\partial^2 q}{\partial x^2}$  除各項，並將方程式⑥代入，則得

$$C = u + \frac{u \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial v}{\partial x} \left( \frac{\partial q}{\partial y} + \frac{\partial f}{\partial y} \right) + (q+t) \frac{\partial D}{\partial x}}{\frac{\partial^2 q}{\partial x^2}}$$

### III 平行氣流線

茲引用方程式①及②，計算方程式③之值，注意  $f(x)$  對稱於氣流線之槽和脊。

首先計算  $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}$ ，假設  $\gamma$  為槽（或脊）與子午線間之交角，而令其向西方傾斜者之值為正。如下圖



在  $y$  軸指北方座標系統中， $\beta = \frac{\partial f}{\partial y}$ ；若  $y$  軸指向槽線或脊線時， $\beta$  之值即生變化，參考上圖

$$\frac{\partial f}{\partial y} = \beta \cos \gamma \quad ; \quad \frac{\partial f}{\partial x} = \beta \sin \gamma$$

已知  $\beta = \frac{2\Omega \cos \varphi}{R}$ ，式中  $\Omega$  為地球自轉角速度， $R$  為地球之半徑。

$$\frac{\partial f}{\partial x} = 2\Omega \cos \varphi \frac{\partial \varphi}{\partial x}$$

因此  $\beta \sin \gamma = 2\Omega \cos \varphi \frac{\partial \varphi}{\partial x}$

$$\text{亦即} \quad \frac{2\Omega \cos \varphi}{R} \sin \gamma = 2\Omega \cos \varphi \frac{\partial \varphi}{\partial x}$$

$$\text{由是} \quad \frac{\partial \varphi}{\partial x} = + \frac{\sin \gamma}{R}$$

$$\text{已知} \quad \frac{\partial f}{\partial x} = \beta \sin \gamma$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = \frac{\partial}{\partial x} (\beta \sin \gamma)$$

$$= \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{2\Omega \cos \varphi}{R} \sin \gamma \right)$$

$$= \frac{-2\Omega \sin \varphi \sin \gamma}{R} \frac{\partial \varphi}{\partial x}$$

$$= \frac{-2\Omega \sin \varphi \sin \gamma}{R} \frac{\sin \gamma}{R} = -2\Omega \sin \varphi \left( \frac{\sin \gamma}{R} \right)^2$$

$$\textcircled{8} \quad \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = -f \left( \frac{\sin \gamma}{R} \right)^2$$

$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}$  為方程式⑦右方分子中項目之一，由於  $R^2$  之值非常大，因此其值甚小。

⑨若氣流線為  $\frac{\partial y}{\partial x} = \frac{v}{u}$  形式時，

$$v = u \frac{\partial y}{\partial x}$$

$$\frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left( u \frac{\partial y}{\partial x} \right) = \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial y}{\partial x} + u \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}; \text{但根據方程式 (1) } \frac{\partial y}{\partial x} = 0$$

因此  $\frac{\partial v}{\partial x} = u \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = u K_s$ 。

今再計算方程式⑦中之  $\frac{\partial^2 q}{\partial x^2}$ ；根據旋轉率定義

$$q = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$$

$$\frac{\partial^2 q}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} - \frac{\partial}{\partial y} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \text{因微分之順序，可以改變。}$$

自方程式⑨，已知  $v = uy'$

$$\text{故 } \frac{\partial v}{\partial x} = uy'' + u'y'$$

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = uy''' + u'y'' + u'y'' + u''y' = uy''' + 2u'y'' + u''y'$$

$$\frac{\partial^3 v}{\partial x^3} = uy'''' + u'y''' + 2u''y'' + 2u''y'' + u''y'' + u''''y'$$

但在前述之演證中，已證明在槽或脊處， $y'$  及  $y'''$  之值均為零。簡化之乃得

$$\frac{\partial^3 v}{\partial x^3} = uy'''' + 3u''y''$$

微積分上已證明曲線之曲率方程式為

$$y'' = K_s [1 + (y')^2]^{3/2}$$

而在槽線或脊線上，因  $y' = 0$ ， $y'' = K_s$

$$\text{乃有 } y''' = K_s' = K_s [1 + (y')^2]^{3/2}$$

$$y'''' = K_s'' [1 + (y')^2]^{3/2} + K_s \frac{3}{2} [1 + (y')^2]^{1/2} (2y'y'')$$

$$y'''' = K_s'' [1 + (y')^2]^{3/2} + \frac{3}{2} K_s [1 + (y')^2]^{1/2} (2y'y'') + 3K_s' [1 + (y')^2]^{1/2} y'y'' + \frac{3}{2} K_s [1 + (y')^2]^{1/2} (2y'y'')^2 + K_s \frac{3}{2} [1 + (y')^2]^{1/2} 2y'y'' + K_s \frac{3}{2} [1 + (y')^2]^{1/2} 2y'y''$$

因為在槽線或脊線上， $y'$  及  $y'''$  之值為零，上式可簡化為

$$y'''' = K_s'' + 3K_s^3$$

本文中前已證明

$$\textcircled{10} \quad \frac{\partial^2 q}{\partial x^2} = \frac{\partial^3 v}{\partial x^3} - \frac{\partial}{\partial y} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = uy'''' + 3u''y'' - \frac{\partial}{\partial y} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

將  $y''''$  之值代入，可得

$$\frac{\partial^2 q}{\partial x^2} = u(K_s'' + 3K_s^3) + 3u''y'' - \frac{\partial}{\partial y} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

$$= u(3K_s^3 + \frac{\partial^2 K_s}{\partial x^2}) + 3K_s \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\partial}{\partial y} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

以下討論發散項並計算之

$$D = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}$$

$$\textcircled{11} \quad \frac{\partial D}{\partial x} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y}$$

$$\textcircled{12} \quad \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\partial D}{\partial x} \right) = \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} \right) = \frac{\partial}{\partial y} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}$$

因在槽或脊線上， $\frac{\partial v}{\partial x} = uy'' = uK_s$

$$\frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} = \frac{\partial^2}{\partial y^2} \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial^2}{\partial y^2} (uK_s) = K_s \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$$

因此 
$$\frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\partial D}{\partial x} \right) = \frac{\partial}{\partial y} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + K_s \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$$

假若發散項之變化近於零，則有

$$K_s \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = - \frac{\partial}{\partial y} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

將方程式⑪及⑫，代入方程式⑩；然後再將方程式⑩，代入方程式⑦，則可發現⑦式右側，第五項  $\frac{\partial D}{\partial x}$  可直接影響波動之速度；此外亦能經由發散項與  $\frac{\partial^2 q}{\partial x^2}$  之關係，以及“D”之梯度，間接影響波動速度。在無發散高度“D”假定為零，或視方程式中，該項之數值甚小，將方程式⑪及⑫之關係，代入方程式⑩，則得

$$\textcircled{13} \quad \frac{\partial^2 q}{\partial x^2} = u(3K_s^3 + \frac{\partial^2 K_s}{\partial x^2}) + K_s \left( \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - 3K_s \frac{\partial u}{\partial y} \right)$$

然後將方程式⑧，⑨及⑬，代入方程式⑦，則可得到無發散層高度之波動速度為：

$$\textcircled{14} \quad C = u + \frac{-\frac{uf \sin^2 \gamma}{R^2} + uK_s (\beta \cos \gamma - \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + K_s \frac{\partial u}{\partial y})}{u(3K_s^3 + \frac{\partial^2 K_s}{\partial x^2}) + K_s \left( \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - 3K_s \frac{\partial u}{\partial y} \right)}$$

方程式右側分子中，含  $R^2$  為分母為之一項，數值極小。

自方程式⑭，可見波之運動速度，決定於：風速及沿  $y$  軸方向風之變化，氣流線之曲率及其沿  $x$  軸方向之變化，以及洛司貝氏參數與槽或脊線對於子午線傾斜之角度及方向。

在方程式⑭中，假定氣流線彼此平行，亦即將一條氣流線，沿  $y$  軸方向移動有限之距離，即得到另外一條氣流線，此項假定，在噴射氣流軸心附近，與真實情形十分近似；但在距噴射氣流軸心相當距離之外，氣流線通常即變為收斂或發散，而方程式⑭之假定，即不存在。在噴射氣流軸心中  $\frac{\partial u}{\partial y} = 0$ ，及  $u = U$

此處  $U$  為在槽或脊線流過之最大風速，⑭式應用於噴射氣流軸心時，可書為：

$$\textcircled{15} \quad C = U + \frac{K_s (\beta \cos \gamma - \frac{\partial^2 u}{\partial y^2})}{(3K_s^3 + \frac{\partial^2 K_s}{\partial x^2}) + \frac{1}{U} K_s \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}}$$

$K_s^3$  在槽線處為正值，在脊線處為負值， $\frac{\partial^2 K_s}{\partial x^2}$  則與之相反；因此上式右側分母括號中兩項之符號相異。而最後一項，可自氣流線之幾何圖形中，明顯看出。

#### IV 正弦曲線型之氣流線

演證方程式⑮時，曾假定波動當行進之時，速度為一常數，並保持一定之形狀，今再假定氣流線之形狀，屬正弦曲線型，如方程式⑯

$$\textcircled{16} \quad y - y_0 = A_s \sin \frac{2\pi}{L} x$$

式中波軸  $A_s$  與波長  $L$  可為時間“ $t$ ”之函數，因此波動速度“ $C$ ”亦為時間“ $t$ ”之函數，自方程式⑮，可得

$$y' = A_s \cos \frac{2\pi}{L} x \times \left(\frac{2\pi}{L}\right)$$

$$y'' = -A_s \sin \frac{2\pi}{L} x \times \left(\frac{2\pi}{L}\right)^2$$

在槽脊線上時

$$\textcircled{17} \quad y'' = K_s = \pm A_s \left(\frac{2\pi}{L}\right)^2$$

式中，“正”號適用於槽線，“負”號適用於脊線；此外自方程式⑩，尚可求得

$$\textcircled{18} \quad y'''' = \frac{\partial^2 K_s}{\partial x^2} + 3K_s^2 = -\left(\frac{2\pi}{L}\right)^2 K_s$$

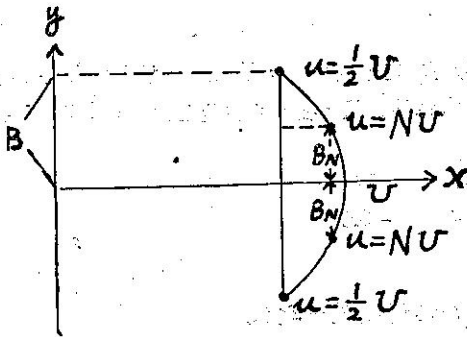
其證法如下：自方程式⑩

$$K_s = y'' = -A_s \sin \frac{2\pi}{L} x \times \left(\frac{2\pi}{L}\right)^2$$

$$y'''' = -A_s \cos \frac{2\pi}{L} x \times \left(\frac{2\pi}{L}\right)^4$$

$$y'''' = A_s \sin \frac{2\pi}{L} x \times \left(\frac{2\pi}{L}\right)^4 = -y'' \left(\frac{2\pi}{L}\right)^2 = -\left(\frac{2\pi}{L}\right)^2 y''$$

欲計算噴射氣流軸中之  $\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$ ，可參考以下圖解



令  $B_n$  代表自噴射氣流軸心，至  $u = nU$  之距離，( $0 < n < 1$ )，並以有限之微量代替微分，可得

$$\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = \frac{nU - U}{B_n} - \frac{U - nU}{B_n} = \frac{-2U(1-n)}{B_n^2}$$

大多數情況下，可令  $n = \frac{1}{2}$ ，則

$$\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = \frac{\frac{1}{2}U - U - U + \frac{1}{2}U}{B^2} = -\frac{U}{B^2}$$

式中  $B$  為噴射氣流寬度之半；(參考上圖)方程式⑩可書為

$$\textcircled{19} \quad C = u + \frac{K_s(\beta \cos \gamma + \frac{U}{B^2})}{-\left(\frac{2\pi}{L}\right)^2 K_s - \frac{1}{U} K_s \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}} \quad C = \left[ u - \beta \cos \gamma \left(\frac{L}{2\pi}\right)^2 \right] / \left[ 1 + \left(\frac{L}{2\pi B}\right)^2 \right]$$

自方程式⑩，可知洛司貝氏之長波方程式僅為其中之特殊情況。洛氏假定長波沿緯度圈運動，亦即其槽或脊與子午線平行(即  $\gamma = 0$ )，此外在演證洛氏之方程式時，假定沿  $y$  軸方面之緯流速度一致，“ $B$ ”之值為無窮大，因此

$\frac{1}{B^2} = 0$ ， $\gamma = 0$ ，經此簡化，方程式⑩乃變為

$$C = u - \frac{\beta L^2}{4\pi^2}$$

### V 停 留 波

自方程式⑩，可見當  $C=0$ ，則可得

$$\textcircled{20} L_s = 2\pi \sqrt{\frac{u}{\beta \cos \gamma}}$$

式中  $L_s$  被稱為停留波之波長，其值與洛司貝氏停留波之長，僅包含槽線傾角之餘弦一因子。

### VI 後 退 波

方程式⑩可改書為：

$$C = \frac{u - \frac{\beta L^2}{4\pi^2} \cos \gamma}{1 + \left(\frac{L}{2\pi B}\right)^2}$$

$$C = \frac{U \left(\frac{2\pi}{L}\right)^2 - \beta \cos \gamma}{\left(\frac{2\pi}{L}\right)^2 + \left(\frac{1}{B}\right)^2}$$

式右各項，除含有“ $\beta$ ”之項以外均為“正”值，同時“ $C$ ”在後退波情況下，必須為“負”值，因此後退波之速度，不能超出以下之極限。

$$\textcircled{21} C_{\text{limit}} = -\beta B^2 \cos \gamma$$

上式之來源，係假定“ $L$ ”之數值甚大，含“ $L$ ”為分母兩項之數值甚小，予以忽略而得。 $C_{\text{limit}}$  數值頗小，在中緯地帶，當  $B$  界於 300 公里與 600 公里間時， $\beta = 1.5 \times 10^{-11}$  每秒公尺。在無傾斜角之波中， $B$  與  $C_{\text{limit}}$  之對應數值表如下：

B (公里)	200	400	600	800
$C_{\text{limit}}$ 公尺/秒	-0.6	-2.4	-5.4	-9.6

觀測所及之後退波例證甚少，即或出現，速度亦甚小。

### VII 迅速運動與緩慢運動之波

( $u-C$ ) 數量之大小，取決於  $L$  與  $B$  之比率，自方程式⑩中，可指出重疊於寬廣氣流中之短波，其運動速度與  $U$  相近；重疊於狹窄氣流中之長波，其運動速度遠小於  $U$ ；長波甚至可改變為停留或後退。

例如，在寬廣氣流中有一短波重疊， $\left(\frac{1}{B}\right)^2$  之值，遠較  $\left(\frac{2\pi}{L}\right)^2$  之值為小。為證明此點，假定  $L$  為運動速度

$$“C” \text{ 相當 “U” 之百分之九十之波者。氣象學者業已求出，當 } C=0.9U, \quad L \leq 2\pi \sqrt{\frac{u}{10\beta \cos \gamma}} \approx \frac{1}{3} L_s ;$$

式中  $L_s$  為前述方程式⑩中，停留波之波長。

根據以上之討論，因為波之運動速度，遭受氣流寬度因子之影響過鉅；以往區分波之種類為：長波、中波、短波之方法，似覺不太適當。而稱之為“長狹波”（或運動速度主要決定於氣流寬度之波）及短寬波（或運動速度主要決定於風速  $U$  之波）。較為適宜。天氣圖中常見之波，極大多數界於本節所述兩極端波界之間。

在極為罕見之情況下，500 呎天氣圖中之波，有時 24 小時內運動之速度，高達  $24^\circ$  經度，但尋通常運動速度約為  $8^\circ$  至  $12^\circ$  經度。

較近海面高度之短波（氣旋波），通常較高層波之運動迅速。700 呎 200 呎高度間，波之運動速度差異有限，尋常可計算 500 呎高度波之運動速度，以代表該層間之運動情況。

### VIII 東 風 波

在低緯地帶東風氣流中重疊之波動，通常稱之為東風波。對於是項波動，為計算方便計，可令  $x$  軸指向下風（即西方）， $y$  軸指向南方，（ $x$  軸與以前討論者相同，在槽線或脊線處與氣流線相切）。在此種新選定之座標系中，

U 爲正值，而  $\frac{\partial f}{\partial y}$  爲負值，方程式⑳可改書爲

$$\textcircled{22} \quad C = \frac{U + |\beta| \left(\frac{L}{2\pi}\right)^2 \cos \gamma}{1 + \left(\frac{L}{2\pi B}\right)^2}$$

式中  $|\beta|$  指  $\beta$  之絕對值，由於方程式右側各項均爲正值，因此東風波之速度 C 亦爲正值，亦即表明東風波不能停留或後退。

自方程式⑳，可見

$$\frac{C}{U} = \frac{1 + |\beta| \left(\frac{L}{2\pi}\right)^2 \cos \gamma / U}{1 + \left(\frac{L}{2\pi B}\right)^2}$$

上式中，祇要  $\frac{1}{B^2} > \frac{\beta \cos \gamma}{U}$  之關係存在，C 與 U 之比即恒小於一，因爲  $\beta$  之值約爲  $10^{-1} \text{ sec}^{-1} \text{ m}^{-1}$ ，而 U 至少爲  $10 \text{ m Sec}^{-1}$ ；除非氣流之一半寬度，超過緯度十度否則 C 即不可能大過於 U；但是項寬廣氣流在低緯地帶中，從無出現，因此熱帶中之東風波僅能用小於 U 之速度，向西方運動。

### III $\beta$ 及 B 之重要性

前述之方程式⑳中，另有一點應予注意，即  $\frac{U}{B^2}$  之數量遠大於  $\beta \cos \gamma$  之數量。畢德生氏在其所著之噴射氣流之傳播與生長 (On the Propagation and Growth of Jet-Stream Waves) 一文中，曾列舉二者之比較數量。

西風氣流中重疊之波，若不包含有  $\beta$  之一項，則永遠不能發生後退現象。

### X 方程式(19)之準確性

克萊斯門 (Cressman) 與約翰萊遜 (Johannessen)，根據方程式⑳，計算在各種氣流寬度中之各種不同波長，約 200 個波，所得之結果，在 700 呎高度，計算之值較實際觀測所得之值略低；在 500 呎高度尙未發現系統性之誤差，平均疏散性誤差 (Mean Scattered Error) 每日在經度  $2^\circ$  之下；在 300 呎高度，系統性誤差及疏散性誤差，兩者均大，計算之結果及計算程序之描述，曾發表於 1952 年美國氣象學會所刊之氣象雜誌上。

由於演證方程式⑳時，主要之假定條件爲無發散運動，計算之結果，似乎已能證實在 600 呎與 500 呎一層間，發散之值，確實很小。此種甚小之發散數值，對於波之運動計算影響雖小，但必須注意，對於環流系統之發展與否，則非常重要。

### 轉接第 3 頁 (近年氣象業務發展的動向與儀器的進步)

使氣象觀測人員或機場管制人員，得在室內隨時可得精確雲幕高度與能見度之距離，使飛行人員不分晝夜能有確實雲高與視程的紀錄，增進降落的安全。在氣象觀測儀器上因有驚人的進步，即在氣象電信傳遞上，亦已發生一番新的改革。今日氣象電信傳遞系統，在歐美各國均已建立電動印字機網，使各國在協定的條件之下，由電動印字機自動的於定時以電碼收發傳播。時效，速率與準確程度均見大增，關於地面與高空天氣圖的播送及其他氣象資料的傳遞，經於一九五三年於華盛頓舉行的世界氣象組織天氣技術委員會，認爲『無線電傳真儀於氣象資料傳遞上，在現代爲最進步，最精確而最經濟的工具』。其發信器與記錄器的大小，僅有十八英寸長度。所能印發圖紙的尺度約爲一八乘二二英寸。現在美、英、法、日各國均已有了此類傳真天氣資料的廣播。至於氣象資料統計研究方面，各國皆用鑿孔統計機的設備。使各地氣象與氣候報告資料得以迅速整理，付諸氣象廣播，使天氣預告的效率增加，而得以配合時代與各種專業上的需要。

總之，我國氣象事業近年來雖努力以求進步，但是由於國家經費與人力上的限制，較諸氣象業務先進的國家，相去尚遠，必須迎頭趕上方能發展時代性的氣象服務。我國至今國家的民用氣象廣播中心猶未建立，各種新型氣象觀測儀器必須具備，而時代氣象通信傳遞網亦急待樹立。估計此項整體計劃所需儀器設備費用，須在五十萬美元以上。美國氣象局局長賴克寶武會稱：『商業與工業組織由氣象報告及預告所獲得的利益，與商人得知氣象消息而減少貨品的損害，實超過其國家氣象機構的預算在一百倍以上。』願國人反復斯言。而促使政府予氣象專業建設以充分經濟的援助。