

# 风符号填图的微机程序设计原理与应用

马小刚 (阜新市气象台 123000)

## 1 引言

风是最基本的气象要素之一。任何天气的产生和变化都与风有着密切的关系。由于风场能够非常直观地反映空间大气的风向、风速、切变及辐合等特征,对分析预报天气有着极其重要的作用,因此,对风的研究和预报一直是气象工作者的一个主要课题。

本文主要介绍在实时系统中直接将风的数值资料转化成风符号的原理和方法,从而,在实际业务中,可以根据需要制做多种由风符号构成的风场诊断分析图(如区域、剖面及单站图等)。

## 2 风符号的组成

风符号是由风向杆及其右前端的风速杆组成。风速杆中,每一条长划代表 4m/s,每一条短划代表 2m/s,每一个空心三角旗代表 20m/s。

## 3 风符号的几何分析

在风符号的几何分析中用到两种坐标,一是绝对坐标,即在 BASICA 语言高分辨率下(Screen 2 或 Screen 9)的屏幕坐标(取值范围  $X:0 \sim 640, Y:0 \sim 200$ ,或  $X:0 \sim 640, Y:350$ ),坐标原点(0,0)在左上角;相对坐标指在绝对坐标系下的直角坐标系,坐标原点为  $(x_0, y_0)$ 。其中,  $(x_0, y_0)$  也是屏幕上风符号位置坐标。绝对坐标与相对坐标的关系为:  $x = x_0 + x', y = y_0 + y'$  (其中  $x, y$  为绝对坐标值,  $x', y'$  为相对坐标值)。

### 3.1 4m/s 风符号的几何分析

在相对坐标图1中,设  $OA_1$  为风向杆,  $A_1B_1$  为任意位置 4m/s 风速杆,  $OA_1 \perp A_1B_1$ ,  $\angle A_1OB_1 = 30^\circ$ ,  $\angle OB_1A_1 = 60^\circ$ ,  $A_1B_1 = A_1B_2 = h$  ( $h = 10$ ), 风向角为  $\alpha$  ( $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ ),  $OB_1 = 2h$ ,  $OA_1 = \sqrt{3}h$ ,  $\angle B_1OB_2 = \beta_i$  ( $0^\circ \leq \beta_i \leq 67^\circ$ ) ( $1 \leq i \leq 10$ )。

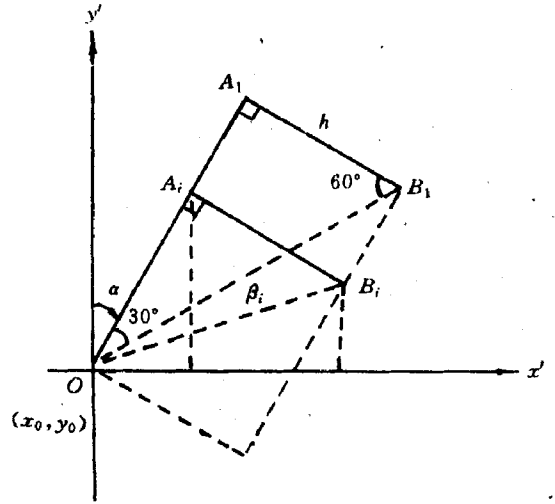


图1 4m/s 风符号的几何分析

表1 2m/s 风符号几何分析中  $\beta_i$  值

$i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\beta_i$	0.0	3.2	8.0	13.0	19.0	26.5	35.0	44.8	56.5	67.0

$A_1$  点的相对坐标为:

$$x'_{A_1} = h \operatorname{ctg}[(30^\circ + \beta_i) \pi/180] \cos[(90^\circ - \alpha) \pi/180]$$

$$y'_{A_1} = h \operatorname{ctg}[(30^\circ + \beta_i) \pi/180] \sin[(90^\circ - \alpha) \pi/180]$$

$B_1$  点的相对坐标为:

$$x'_{B_1} = h / \sin[(30^\circ + \beta_i) \pi/180] \cos\{[90^\circ - (\alpha + 30^\circ + \beta_i)] \pi/180\}$$

$$y'_{B_1} = h / \sin[(30^\circ + \beta_i) \pi/180] \sin\{[90^\circ - (\alpha + 30^\circ + \beta_i)] \pi/180\}$$

### 3.2 2m/s 风符号的几何分析

在相对坐标图2中,设  $A_1C_1$  为任意位置 2m/s 风速杆,  $\angle A_1OC_1 = 16^\circ$ ,  $\angle C_1OC_2 = \beta'_i$  ( $0^\circ \leq \beta'_i \leq 83^\circ$ ),  $A_1C_1 = h/2$

表2 2m/s 风符号几何分析中  $\beta'_i$  值(度)

$i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\beta'_i$	0.0	2.5	5.0	9.0	14.0	21.0	31.0	45.0	67.5	83.0

$A_1$  点的相对坐标为:

$$x'_{A_1} = h/2 \operatorname{ctg}[(16^\circ + \beta'_i) \pi/180] \cos[(90^\circ - \alpha) \pi/180]$$

$$y'_{A_i} = h/2 \operatorname{ctg}[(16^\circ + \beta'_i)\pi/180] \sin[90^\circ - \alpha)\pi/180]$$

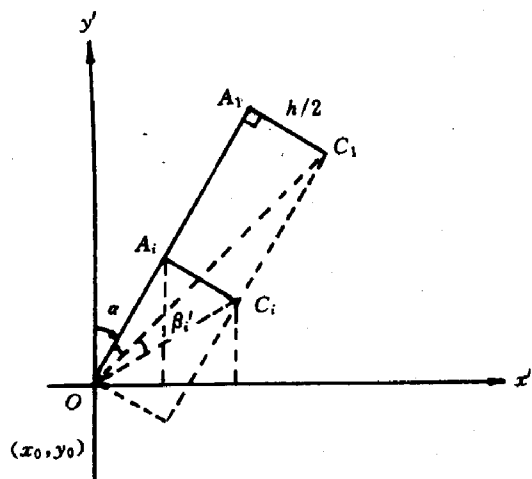


图2 2m/s 风符号的几何分析

$C_i$  点的相对坐标为:

$$x'_{C_i} = h/2 / \sin[(16^\circ + \beta'_i)\pi/180] \cos\{[(90^\circ - (\alpha + 16^\circ + \beta'_i))\pi/180]\}$$

$$y'_{C_i} = h/2 / \sin[(16^\circ + \beta'_i)\pi/180] (\sin\{[90^\circ - (\alpha + 16^\circ + \beta'_i))\pi/180\})$$

### 3.3 20m/s 风符号的几何分析

相对坐标图3中, 设  $A_i B_i A_{i+1}$  为任意 20m/s 风速杆,  $\angle A_i B_i A_{i+1} = 22^\circ$ ,  $\angle B_1 O B_i = \beta''_i$  ( $0^\circ \leq \beta''_i \leq 35^\circ$ ) ( $1 \leq i \leq 4$ )

表3 20m/s 风符号几何分析中  $\beta''_i$  值(度)

$i$	1	2	3	4
$\beta''_i$	0.0	0.8	19.0	35.0

$$A_1 A_i = (i - 1) h \operatorname{tg}(22^\circ \pi/180)$$

$$OA_i = OA_1 - A_1 A_i = h[\sqrt{3} - (i - 1) \operatorname{tg}(22^\circ \pi/180)]$$

$$OB_i = A_i B_i / \sin[(30^\circ + \beta''_i)\pi/180]$$

$A_i$  点的相对坐标为:

$$x'_{A_i} = h[\sqrt{3} - (i - 1) \operatorname{tg}(22^\circ \pi/180)] \cos[(90^\circ - \alpha)\pi/180]$$

$$y'_{A_i} = h[\sqrt{3} - (i - 1) \operatorname{tg}(22^\circ \pi/180)] \sin[(90^\circ - \alpha)\pi/180]$$

$B_i$  点的相对坐标为:

$$x'_{B_i} = h / \sin[(30^\circ + \beta''_i)\pi/180] \cos\{[90^\circ - (\alpha + 30^\circ + \beta''_i)\pi/180]\}$$

$$y'_{B_i} = h / \sin[(30^\circ + \beta''_i)\pi/180] \sin\{[90^\circ - (\alpha + 30^\circ + \beta''_i)\pi/180]\}$$

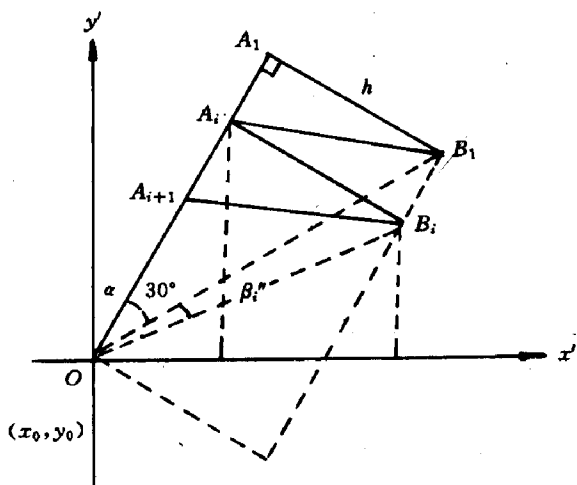


图3 20m/s 风符号的几何分析

## 4 风速的分解与填图

设  $n_4, n_2, n_{20}$  分别为 4、2、20m/s 风速杆个数;  $i_4, i_2, i_{20}$  分别为 4、2、20m/s 风速杆填图位置编号 ( $n = 0$  时不填)。

### 4.1 当风速 $0 \leq V \leq 3\text{m/s}$ 时

$$V = \begin{cases} 0 & \text{不填} \\ 1 & \text{只填风向杆} \\ 2 & n_{20} = 0, n_4 = 0, n_2 = 1, \\ & i_2 = 2n_{20} + n_4 + n_2 \\ 3 & n_{20} = 0, n_4 = 1, n_2 = 0, \\ & i_4 = 2n_{20} + 1 \sim 2n_{20} + n_4 \end{cases}$$

### 4.2 当风速 $4 \leq V < 20\text{m/s}$ 时

设  $V$  中有  $n_4$  个 4m/s 风速杆

$$n_4 = \operatorname{int}(V/4) \text{ (取整)}$$

$$\text{余数 } f = V - 4n_4$$

$$f = \begin{cases} 0 & f = 0 \text{ 时}, n_{20} = 0, n_4 = n_4, n_2 = 0, i_4 \\ & = 2n_{20} + 1 \sim 2n_{20} + n_4 \\ 1, 2 & f = 1 \text{ 或 } 2 \text{ 时}, n_{20} = 0, n_4 = n_4, n_2 \\ & = 1, i_4 = 2n_{20} + 1 \sim 2n_{20} + n_4, i_2 \\ & = 2n_{20} + n_4 + n_2 \\ 3 & f = 3 \text{ 及 } V < 19 \text{ 时}, n_{20} \\ & = 0, n_4 = n_{4+1}, n_2 = 0, i_4 \\ & = 2n_{20} + 1 \sim 2n_{20} + n_4 f \\ & = 3 \text{ 及 } V = 19 \text{ 时}, n_{20} \\ & = 1, n_4 = 0, n_2 = 0, i_{20} = 1 \sim n_{20} \end{cases}$$

### 4.3 当风速 $V \geq 20\text{m/s}$ ( $V \leq 80\text{m/s}$ ) 时

设  $V$  中有  $n_{20}$  个  $20\text{m/s}$  风速杆,

$$n_{20} = \text{int}(V/20),$$

$$\text{余数 } f = V - 20n_{20}$$

#### 4.3.1 当 $f \leq 3$ 时,

$$f = \begin{cases} 0 & f = 0 \text{ 时, } n_{20} = n_{20}, n_4 = 0, n_2 = 0, i_{20} = 1 \sim 2n_{20} \\ 1, 2 & f = 1 \text{ 或 } 2 \text{ 时, } n_{20} = n_{20}, n_4 = 0, n_2 = 1, i_{20} = 1 \sim n_{20}, i_2 = 2n_{20} + n_4 + n_2 \\ 3 & f = 3 \text{ 时, } n_{20} = n_{20}, n_4 = 1, n_2 = 0, i_{20} = 1 \sim n_{20}, i_4 = 2n_{20} + 1 \sim 2n_{20} + n_4 \end{cases}$$

#### 4.3.2 当 $4 \leq f < 20\text{m/s}$ 时,

设  $f$  中有  $n_4$  个  $4\text{m/s}$  风速杆,

$$n_4 = \text{int}(f/4),$$

$$\text{余数 } f' = f - 4n_4,$$

$$f' = \begin{cases} 0 & f' = 0 \text{ 时, } n_{20} = n_{20}, n_4 = n_4, n_2 = 0, i_{20} = 1 \sim n_{20}, i_4 = 2n_{20} + 1 \sim 2n_{20} + n_4 \\ 1, 2 & f' = 1 \text{ 或 } 2 \text{ 时, } n_{20} = n_{20}, n_4 = n_4, n_2 = 1, i_{20} = 1 \sim n_{20}, i_4 = 2n_{20} + 1 \sim 2n_{20} + n_4 \\ 3 & f' = 3 \text{ 及 } f < 19 \text{ 时, } n_{20} = n_{20}, n_4 = n_4 + 1, n_2 = 0, i_{20} = 1 \sim n_{20}, i_4 = 2n_{20} + 1 \sim 2n_{20} + n_4 \\ & f' = 3 \text{ 及 } f = 19 \text{ 时, } n_{20} = n_{20} + 1, n_4 = 0, n_2 = 0, i_{20} = 1 \sim n_{20} \end{cases}$$

即风符号是由一个风速杆、 $n_{20}$  ( $0 \leq n_{20} \leq 4$ ) 个  $20\text{m/s}$  风速杆、 $n_4$  ( $0 \leq n_4 \leq 4$ ) 个  $4\text{m/s}$  风速杆及  $n_2$  ( $0 \leq n_2 \leq 1$ ) 个  $2\text{m/s}$  风速杆组成。

## 5 风符号填图的程序设计与应用

### 5.1 程序设计

该程序可由上述分析利用 Basic 语言编制而成。程序主要由如下几个部分组成:

给定常数项:  $\beta(I)$ 、 $\beta'(I)$ 、 $\beta''(I)$ 、 $H$  及风符号在屏幕上的位置坐标  $(x_0, y_0)$ ; 输入风向、风速:  $V$ 、 $D$ ; 设置屏幕分辨率: screenz(或

screen9); 坐标计算与绘图(利用以上中的函数计算): ① 风向杆画线语句.  $\text{LINE}(x_0, y_0) - [x_0, x'_A(I), [y_0 - y'_A(I)]$ . ②  $2\text{m/s}$  风速杆画线语句.  $\text{LINE}[x_0 + x'_A(I), y_0 - y'_A(I)] - [x_0 + x'_c(I), y_0 - y'_c(I)]$ . ③  $4\text{m/s}$  风速杆画语句.  $\text{LINE}[x_0 + x'_A(I), y_0 - y'_A(I)] - [x_0 + x'_B(I), y_0 - y'_B(I)]$ . ④  $20\text{m/s}$  风速画线语句.  $\text{LINE}[x_0 + x'_A(I), y_0 - y'_A(I)] - [x_0 + x'_B(I), y_0 - y'_B(I)]$ .  $\text{LINE}[x_0 + x'_A(I+1), y_0 - y'_A(I+1)] - [x_0 + x'_B(I), y_0 - y'_B(I)]$ .

### 5.2 应用

目前, 利用风符号填图通用程序已在实时系统中实现了风场的区域、剖面、单站及  $T - \ln P$  图的诊断分析, 并可通过运行 GRAPHICS 及按 Shift - print 键实现屏幕图形硬拷贝。

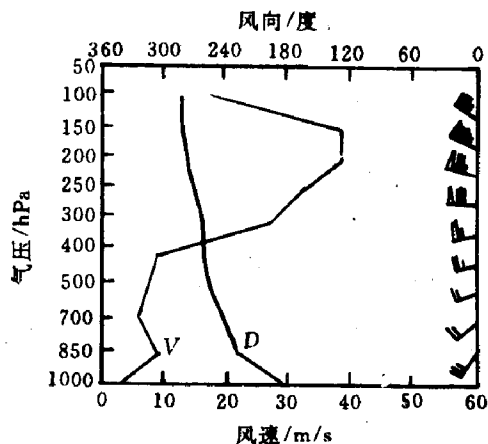


图4 1995年8月29日08时54342站单站风廓线

图4为一单站高空网风廓线图例。从图4中可清晰直观地看出某一探空测站某一时刻风随高度变化, 尤其是风的切变和急流等。

