

# 氣象雷達雨量觀測器簡介

張 擇 仕 • 沈 維 新 合 譯



## 引 言：

最近本局獲贈氣象雷達觀測器（原名 Video Integrator and Processor直譯為視頻積分處理器）一具，由花蓮站架設調整完成，開始使用，對降雨量之觀測預報，極具價值，茲特摘譯如下，以供本局有關作業同仁之參考，並祈指正。

## 概 說

雨量觀測器簡稱VIP，與氣象雷達配合工作，用以測定大氣團的降雨量（包括雨、雪、雹、霧等），其法係將 115 哩（自 10 哩至 125 哩）範圍內的雷達回波信號，按哩逐步積分，並調製成層狀回波，然後在雷達示波器上顯示出來。

雨量觀測器（VIP）為各氣象雷達的輔助儀器，大量降水回波，經該器若干鑑定處理過程，以測定降水的各種強度與範圍。簡言之，即將大量降水回波信號，以六種強度色層的調製過程，及時在雷達平面示波器（PPI）上顯示出來。圖 1 示 VIP 與 WSR-64M 型雷達連接使用。為求電路與機械上的配合，VIP 曾

作特別設計。

## 結 構

VIP 裝在 21 ½ 吋 × 14 ¾ 吋 × 18 ½ 吋即 3.4 立方呎的長方形金屬箱內，重 65 磅，所有電子設備裝在有控制面板（如圖 6）的拖箱上，而整個拖箱與控制面板又裝置在二個滑軌上，為校正與修護方便，拖箱與控制面板可以整個拖出金屬箱外，甚至可再下垂 90°。

VIP 有其獨立的電源供給部份。

## 操作型態 (Mode of Operation)

VIP 有二個基本的操作型態，一為強度面的一般顯示 (Log)。另一由人工選定黑白相間不同強度面的特別顯示 (C-Log)。除了在雷達觀測控制臺 (Console) 的等強度對數 (C-Log) 信號，對數 (Log) 信號及直線性視頻 (Lin video) 信號的操作型態以外，並可將此三種型態信號經 VIP 在別處遙用顯示。其遙用之任何一種視頻信號，均對操作時的型態互無影響。

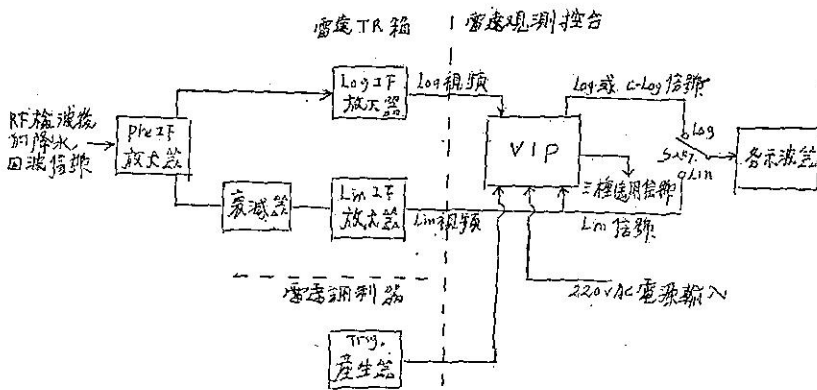


圖 1. VIP 與 WSR64M 氣象雷達連接圖

## 操作原理 (Principle of Operation)：

雨量觀測器 (VIP)，增進了氣象雷達測定大量降水強度及涵蓋的正確性，VIP 消除操作人員判斷大量降水的涵蓋與強度所感鑑定不易的困難因素，而代之以五個不等強度降水量的信號，顯示在平面示波器上，第一層是同一顏色，顯示由最小至最大強度的雷

達目標，惟無強度大小之分，其餘五層是以信號強度來分辨標準層次。雖然 VIP 係為有 Log 電路的氣象雷達而設計，但也可將 VIP 輸出作其他偏移板裝置的示波器顯示之用。(如 A-Scope)

觀測員正確判定降水強度的主要困擾乃是雷達降水回波的參差不齊，而又變動不定的波幅問題，為求

決定該降水雨量的大小，首先須確定其均勻值。

統計學上經改進而正確估計均勻值的方法，就是最簡單的平均法，VIP用這種簡單的平均技術，改進了測定降水平均值的正確性。VIP也包含平面，仰度及遠近距離的平均值。

利用雷達電磁波束軸向距離上的一段，作為空間涵蓋平均值的樣品。所謂軸向距離的平均值，就是將發射任一脈波涵蓋距離（115 哩以內）的輸入視頻信號，加以電路上的積分而成，因此信號與下式成正比

$$e = \int_{r_1}^{r_2} e dr \dots\dots\dots(1)$$

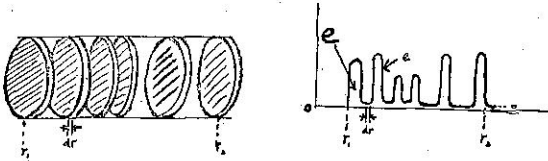


圖2. 波束回波信號

此處 e 為樣品中一個脈波所得一連串回波視頻瞬時值。如圖 2 表示 r<sub>1</sub> 為起點距離，r<sub>2</sub> 為終點距離，dr 為單位距離。

VIP的第二種平均方法，就是信號脈波束的積分和。在已知的立體樣品中，水平與仰度所包含的平均值，為連續的許多脈波信號幅度平均值所形成，其式可寫成。

$$\frac{1}{n} \sum_n e \dots\dots\dots(2)$$

此處 n 為脈波平均數，VIP 即利用對許多脈波束的平均方法，因此綜合 (1)、(2) 二式得

$$\frac{1}{n} \sum_n \int_{r_1}^{r_2} e dr \dots\dots\dots(3)$$

(3) 式為雷達作定向定時正常操作時所得一連串回波信號均勻值之理論式。

### 立體分解 (Volume Resolution)

在多色層等強度對數顯示上，就立體波束與軸距上所作之分解，必須依照掃描指向與速率，分別加以敘述，距離分解以一哩為準，是軸距的平均間段與掃描速率或指向無關，以 PPI 每分鐘三轉的掃描速率，水平分解為 2°，仰度以垂直波面高而定 (WSR-64M 型為 2°)。掃描指向的分解，由發射時總脈波數的平均值來定，若掃描速率有所變更，則掃描速率對指向所作分解的正確值也會有所改變，降低掃描速率就會增加掃描指向內的角度分解。

### 精確度 (Accuracy) :

在一已知的降水體積回波強度內，經VIP作用而

估計出一個均勻值的精確度，為一有效樣機體與回波變動性質的函數，一般降水回波的變動性質，其標準誤差定為 ±5.57db，亦即經雷達顯示之任何已知瞬間強度為 (±5.57) × 95% = ±5.29db，其誤差當為 5.29 × 2 = 10.6db。而 VIP 誤差可以下式計算：

$$\text{誤差}_{(VIP)} = 1.96\sigma_{(VIP)} = \frac{1.96\sigma_{(A11)}}{\sqrt{n_e}} \dots\dots(4)$$

σ<sub>(VIP)</sub> 代表VIP 輸出的標準誤差值。

σ<sub>(A11)</sub> 代表顯示一般降水回波變動的標準誤差值。

n<sub>e</sub> 代表有效的樣體。有效樣體等於 2° 水平方位單元內的脈波數乘以每一哩平均軸距內的脈波數。

以掃描速率一分鐘三轉為標準，則一秒鐘內轉 18°。因此轉 2° 軸間角需時為  $\frac{2^\circ}{RPS} = \frac{1}{9}$  秒。又長波來復頻(PRF) 為 164 次/秒， $\frac{1}{9}$  秒內即射出 164 ×  $\frac{1}{9} = 18.2$  次脈波。每個長脈波波寬 (P.W)<sub>L.P.</sub> 為 4 微秒。波束軸距通過每一哩的時間為 12.36 微秒。每哩內可包含  $\frac{12.36}{4} \approx 3$  個長脈波回波數。因此在 2° 水平波束涵蓋與軸距一哩的樣體中，共有回波脈波數為 18.2 × 3 = 54.6。故綜合得式：

$$\begin{aligned} n_e &= 2^\circ \times \frac{P.R.F.}{R.P.S.} \times \frac{12.36 \mu s/NM}{P.W. \mu s_{(L.P)}} \\ &= 2^\circ \times \frac{164}{3 \times 360} \times \frac{12.36}{4} = 54.6 \end{aligned}$$

代入 (4) 式即得

$$\text{誤差}_{(VIP)} = 1.96\sigma_{(VIP)} = \frac{1.96 \times 5.57}{\sqrt{54.6}} = 1.48db.$$

以 10.6db/1.48db = 7.3

換言之，即比未經VIP處理之雷達視頻信號精確度大七倍有餘。

### 識別色層與信號 (Sensing Levels and Encording)

VIP 具有識別六層特別信號幅度之能力。第一層沒有層次區分，為“有或無”極其輕微信號的一類，第二層到第五層是依照各降水回波強度的不同而分別校準得來者，參照圖 3，二、三間層的降水表示輕度降水三、四間層表示中度降水等等。

VIP輸出一種三色二週期重復程式的信號，凡能被雷達測得有關氣候的回波以灰色顯示，凡屬輕度降水類的回波以白色顯示，中度降水以黑色顯示，強度降水再以灰色顯示，非常強度降水以白色顯示，極強度降水再以黑色顯示，此灰白黑三種亮度變化的重復顯示信號圖，將陰極射線管的動特性範圍，擴展至 60 db。



圖3. 二週期色層強度識別圖

**開機說明**

\* 注意: 接到 VIP 中的電源, 由雷達觀測控制臺 (Console) 所供應, 因此雷達電源須先開動。

- (一) 將VIP 電源開關 S<sub>16</sub> 扳在ON 位置。(在VIP 背面板上)。
- (二) 此時單色層選擇按鈕 S<sub>1</sub> 至 S<sub>6</sub> 以及 C-Log, Log 按鈕中的燈均應亮。
- (三) 若要 PPI 上顯示 Log 回波信號, 即按下“Log” 按鈕。(在VIP 控制面板上)。
- (四) 不用 Log 時可將標示“R” 的復原按鈕按下。(在VIP 控制面板上)。
- (五) 若在PPI上作多色層等強度顯示, 按下“C-Log” 按鈕。(在Log 按鈕旁邊)。
- (六) 依情況需要, 可任意作單色層的適當選用。(有六個在“R” 按鈕旁)。
- (七) 觀測時水平方位每旋轉一週, 各色層指示燈 (單色層按鈕上方) 應每隔20秒, 閃閉一次。

**多色層等強度對數顯示: (Contoured Log display 簡稱 C-Log)。** 參看圖3。

PPI 上掃描顯示多色層等強度對數 (C-Log) 信號的操作過程, 如下所述:

- (一) 置雷達天線控制於水平方位轉動掃描。(每分鐘三轉)。
- (二) 將觀測控制臺 (Console) 上視頻選擇開關 S257 (圖1所示), 扳在“Log Video” 位置。
- (三) 按下“C-Log” 按鈕。
- (四) 若有單色層選擇開關正被使用, 須按下復原按鈕“R”。
- (五) 依需要而按下單色層選擇開關, 即可作需要色層的顯示, 不需要單色層選擇時, 即按下“R” 按鈕, 使恢復原狀。

VIP 可以選擇任何一種或多種強度色層, 在 PPI 示波器上以黑白二種程式顯示, 白色區域就是所選種類的顯示。舉例說: 要中度降水顯示, 只要按下VIP 控制面板上單色層選擇按鈕3 號, 即可呈現中等強度的雷達信號顯示, 顯示的降水區域即為3,4 間識別色層的中度降水, 而其他強度色層即不會出現。

**開機說明:**

- (一) 按下色層選擇復原按鈕“R”。
- (二) 再按使用中之“Log” 或“C-Log” 使復原狀。
- (三) 若要VIP 不工作, 將電源開關 S<sub>16</sub> (背面板上) Off。

**指示燈 (Summary Light):**

六個指示燈裝置在VIP 面板上, 代表六個識別色層在任何一條掃描線上回波出現的含意, 因此讓觀測員能很快鑑定顯示之回波屬何等強度, 此點非常有用。因為當示波器上分佈很多種降水回波 C-Log 顯示時, 在短暫時間內區分回波強度及是否已達最高級乃是一件非常困難的工作。

每個指示燈代表一種不同的識別色層, 因此只要已知的色層被超越, 其對應的指示燈自然會亮。一旦一個指示燈工作, 就會亮到重新復原為止。所有的指示燈, 都是每隔20秒重新閃閉一次, 正好與雷達操作時天線水平旋轉一週相吻合。

參看圖4 及圖5 之說明

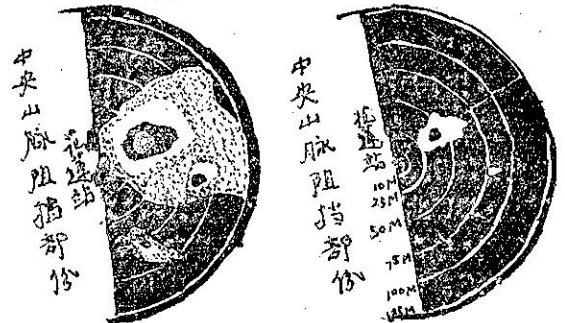
圖4. 未經VIP 回波顯示



Lin 視頻信號(未經VIP) 在PPI 之顯示情形

Log 信號在PPI 顯示

圖5. 經VIP 回波顯示



C-Log 多色層信號顯示情形 (單色層按鈕未按下)

單色層按鈕3 與4 按下 C-Log 多色層信號之顯示情形

圖6. VIP 面板圖

