

# 行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

## 「南竿機場 AWOS 汰換案」工廠訓練 出國報告書

服務機關：民用航空局飛航服務總臺

姓名職稱：邱偉銘（工務員）

邵立民（工務員）

派赴國家：美國-沙加緬度

出國期間：102/08/01~ 102/08/14

報告日期：102/10/01

## 目錄

壹、目的 .....	4
貳、過程.....	5
參、內容.....	7
1. 雲高儀.....	7
1-1. 雲高儀簡介.....	7
1-2. 雲高儀運作原理.....	8
1-3. 雲高儀設備功能描述.....	9
1-4. 雲高儀設備維護與保養.....	17
1-5. 雲高儀設備故障排除.....	19
1-6. 雲高儀設備規範.....	24
2. 能見度儀.....	25
2-1. 能見度儀簡介.....	25
2-2. 能見度儀運作原理.....	26
2-3. 能見度儀設備功能描述.....	27
2-4. 能見度與跑道視程（RVR）.....	30
2-5. 能見度儀設備調試.....	35
2-6. 能見度儀設備操作.....	39
2-7. 能見度儀設備調整校正.....	42
2-8. 能見度儀設備維護與保養.....	45
2-9. 能見度儀設備故障排除.....	46
2-10. 能見度儀設備規範.....	58
3. 溫溼度感測器.....	61
3-1. 溫溼度感測器簡介.....	61
3-2. 溫溼度感測器運作原理.....	61
3-3. 溫溼度感測器維護與保養.....	64
3-4. 溫溼度感測器設備規範.....	66
4. 雨量計.....	67
4-1. 雨量計簡介.....	67
4-2. 雨量計運作原理.....	67
4-3. 雨量計維護與保養.....	68
4-4. 雨量計設備規範.....	69
5. 氣壓感測器.....	70
5-1. 氣壓感測器簡介.....	70
5-2. 氣壓感測器運作原理.....	71
5-3. 氣壓計傳輸部分.....	73
5-4. 資料格式、編碼及指令.....	74
5-5. 氣壓感測器維護與保養.....	77

5-6. 氣壓感測器設備規範.....	77
肆、心得與建議.....	78

# 壹、目的

馬祖南竿機場自民國 92 年 1 月 23 日啟用，立刻成為臺灣馬祖間空中交通的門戶樞紐。但因南竿機場受限於地形與設施，每逢天候不佳便出現機場關閉，致使航機無法起降，尤其每年 2 月至 6 月馬祖霧季期間，航機停飛率更高，造成旅客出入馬祖不便，影響馬祖各方面之發展甚鉅。

為改善馬祖地區空中交通，政府已於 102 年 7 月 1 日在南竿機場正式啟用 03 跑道 LDA(左右定位輔助臺)設備，將航機進場標準降為雲幕高 560 呎、能見度 3200 公尺，但現有南竿機場氣象觀測設備係 91 年 12 月購置，至民國 102 年已超過該設備使用年限。大多數設備零組件與線路也出現老化現象，造成設備時有故障發生，無法有效搭配新啟用 LDA 設備發揮其最大功效。本總臺為符合所訂定之氣象裝備設置作業要點進而提升設備妥善率及氣象測報作業準確度且避免因零組件補給困難，特編列預算於 102 年進行南竿機場自動氣象觀測系統汰換，以達南竿機場自動氣象觀測系統與新啟用 LDA 設備相互加成的功能效應。

因氣象觀測設備、系統日益精進，其功能維護亦隨之創新改進，此次出國受訓除希望能藉由學習掌握新架設於南竿機場之氣象觀測儀器之結構、設計與特性，同時也希望經由接觸原廠新式氣象觀測技術了解世界其他機場自動氣象觀測系統目前建置甚至未來方向，藉此對一符合 ICAO（國際民航組織）及 WMO（世界氣象組織）相關規範之自動氣象觀測系統能有更清楚、完整的概念，以利日後機場自動氣象觀測系統的規畫及建置。

本採購案經公開招標後由麟勝科技有限公司依合約相關規定，執行為期 2 週之工廠訓練。回國後配合原廠架設以及實施維護技術研討轉移，強化其他航電維護人員能力，提昇此型裝備自維技能。

新裝備預計於今(102)年完成安裝，原廠受訓人員將參與配合得標廠商工程師進行設備之架設、功能測試及啟用等事宜，藉此可學習難得的架設實務經驗，讓理論與實務相互印證，藉此更能掌握日後維護技能，同時對於無緣參加原廠訓練的其他同仁，負起相關新系統知識傳承的重任，一同為飛安付出一份心力。

## 貳、過程

### 1. 參與人員：

邱偉銘 民用航空局飛航服務總臺 航電技術室通信/氣象設備課工務員

邵立民 民用航空局飛航服務總臺 臺北裝修區臺馬祖助航臺工務員

2. 日期：民國 102 年 08 月 01 日至民國 102 年 08 月 14 日，共計 14 日。

### 3. 行程概要(以下為臺灣地區之時間)：

102 年 8 月 01 日	搭乘長榮航空公司班機 BR-0002 出國，經美國洛杉磯轉美國航空公司班機 AA-2623 至美國沙加緬度
102 年 8 月 02 日	抵達美國沙加緬度
102 年 8 月 03 日~ 102 年 8 月 12 日	參加美國沙加緬度 Allweatherinc 公司工廠訓練
102 年 8 月 13 日~14 日	搭乘聯合航空公司班機 UA-5402 回國，經美國舊金山轉長榮航空公司班機 BR-0017 至桃園國際機場

4. 訓練課程(以下為臺灣地區之時間)：

日期	時間	課程
8月03日	08:00~12:00	1.Allweatherinc 公司沿革及部門簡介 2.基本 RS-232 信號和故障排除訓練 3.基本 RS-485 信號及模擬信號和故障排除訓練
	13:00~16:00	溫濕度計訓練
8月04日	08:00~16:00	準備及翻譯教材
8月05日	08:00~16:00	準備及翻譯教材
8月06日	08:00~16:00	氣壓計訓練
8月07日	08:00~16:00	能見度計訓練(上)
8月08日	08:00~12:00	能見度計訓練(下)
	13:00~16:00	雲高儀訓練(上)
8月09日	08:00~16:00	雲高儀訓練(下)
8月10日	08:00~12:00	雨量筒訓練
	13:00~16:00	前述所有設備實際操作訓練
8月11日	08:00~16:00	準備及翻譯教材
8月12日	08:00~16:00	準備及翻譯教材
8月13日	08:00~12:00	鄰近民用機場 AWOS 設備參觀與說明

# 參、內容

## 1. 雲高儀

### 1-1. 雲高儀簡介

本案測量雲高之儀器是採用 Allweather 公司型號 8339 的雷射雲高儀（也被稱為雲高顯示器），外型如圖 1-1，它被設計使用安裝在機場、氣象站或任何需要可靠雲幕高度資訊的地方。雷射雲高儀 8339 連續監測天空的狀態並且顯示所偵測到的雲層（最多 4 層）底部高度（最高 7500 公尺或是 25000 英尺）與雲層厚度。雲高儀 8339 依據光學雷達（或光達，LIDAR）的原理工作，以最大發射頻率 1kHz 的速率將雷射脈衝垂直射入大氣層，然後接收所有垂直散射回波作為水分子密度之分析，在水分子密度突然變化之處便被視為雲層所在地方。雷射雲高儀 8339 是由現場可更換的模組元件組裝而成，其內部自我測試的慣常程序能識別裝備出了什麼故障，並且能故障隔離出那一個模組故障以利維護人員快速故障排除。



圖 1-1：雲高儀 8339 外型

### 警告

8339 雷射雲高儀是構型等級 I 的雷射發射器，除了透過光學儀器否則在所有狀況下皆不可用雙眼目視雲高儀視窗，它會造成眼睛嚴重的傷害。

## 1-2. 雲高儀運作原理

雲高儀 8339 使用發射器將紅外線（波長 905 奈米）雷射脈波發射至大氣層（雷射脈波發射的最大頻率為 1kHz，脈波寬度為 50 ns），然後利用接收器的一個快速類比至數位轉換器，接收雷射脈波撞擊雲層水分子顆粒所產生的散射回波，運用演算法以光行進之速度與雷射脈波之回波數量分析大氣層中水分子密度及參考現在與過去歷史統計上的天空狀況，求得高準確度的雲層高度與厚度及雲層數量。雲高儀 8339 接收器的訊號接收放大增益值是可調的，在恰當的雲高偵測下能適時改變接收器訊號放大增益值及其它各種響應參數值。

藉著合併近場總量水分子的密度及已知雲高儀調校系數，然後比較現場能見度偵測器所得到的能見度值與現場各種氣象偵測器所得到的各偵測值就能經由計算得到垂直方向能見度。

雲高儀 8339 儀器包含一個外窗不潔檢波器，它控制著加熱器與吹風機，當外窗上有灰塵、水或雪時便啟動吹風機或加熱器以保持外窗潔淨。當雲高儀視窗隣到吹風機或加熱器無法潔淨需要人工清潔時，雲高儀便透過通信匯流排輸出告警訊號通知人工清潔外窗。假如雲高儀外窗沒有依照告警訊號適時得到清潔，則雲高儀偵測到雲高資料的準確度便受到質疑，因此雲高儀便又送出一個故障的訊號。雲高儀使用富有經驗的訊號分析技巧連續地監測著所偵測到的"有效範圍"（高度高於有效範圍的偵測值是不確定的值）。例如，濃霧中在雷射光束已經被完全耗盡（散射至空氣中）前雲高儀僅能看到很多小水滴而無法決定高於有效範圍的雲層高度。故知道雲高儀的"有效範圍"是很有用的，因為可能有一些雲層高於雲高儀無法看到的高度。

某些雲層是比其它雲層更難去監測到，例如這些雲層缺少被定義為雲層的邊界（即水分子密度突然變化之處）或是由稀少組成物所組合而成的雲層。而雲高儀 8339 使用具有智慧財產權的運算法卻可監測上述很難監測的雲層，這個智慧財產權的運算法讓雲高儀 8339 即使在很多艱困環境下仍然可以提供準確的雲層高度資訊。



### 1-3. 雲高儀設備功能描述

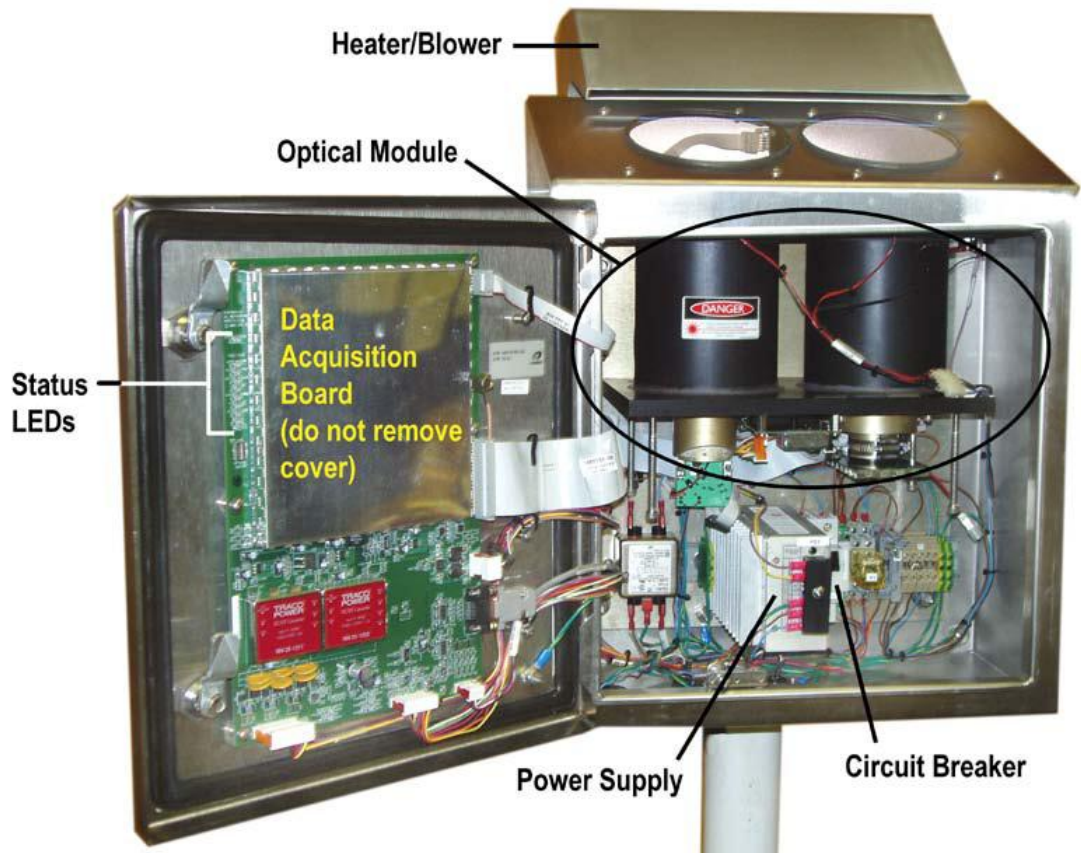


圖 1-2：雲高儀 8339 內部各模組位置圖

雲高儀 8339 被設計成可內部更換模組的裝備，使得該設備能夠在架設現場直接被維護，如圖 1-2 所示。其內部自我測試能識別出裝備出了什麼故障，並且能提供有關故障問題性質的詳細資訊，包括故障模組出現了那些相關問題。

### 1-3-1.光學模組 (Optical Module)

包含雷射發射器、雷射接收器、外窗不潔電子檢波器、聚光鏡片、干涉濾光片與高電壓切換調制器，如圖 1-3 所示。

#### 警告

光學模組在工廠被組裝完成，無法被使用者調整。雷射發射器與接收器已在原廠執行機械對齊與校正，故應該小心地避免將光學模組掉落地面或震動造成錯位而無法正常運作。光學模組不包含任何可在現場故障時就可替換的元件或是可調元件，故該模組無法正常工作就須送原廠維護。

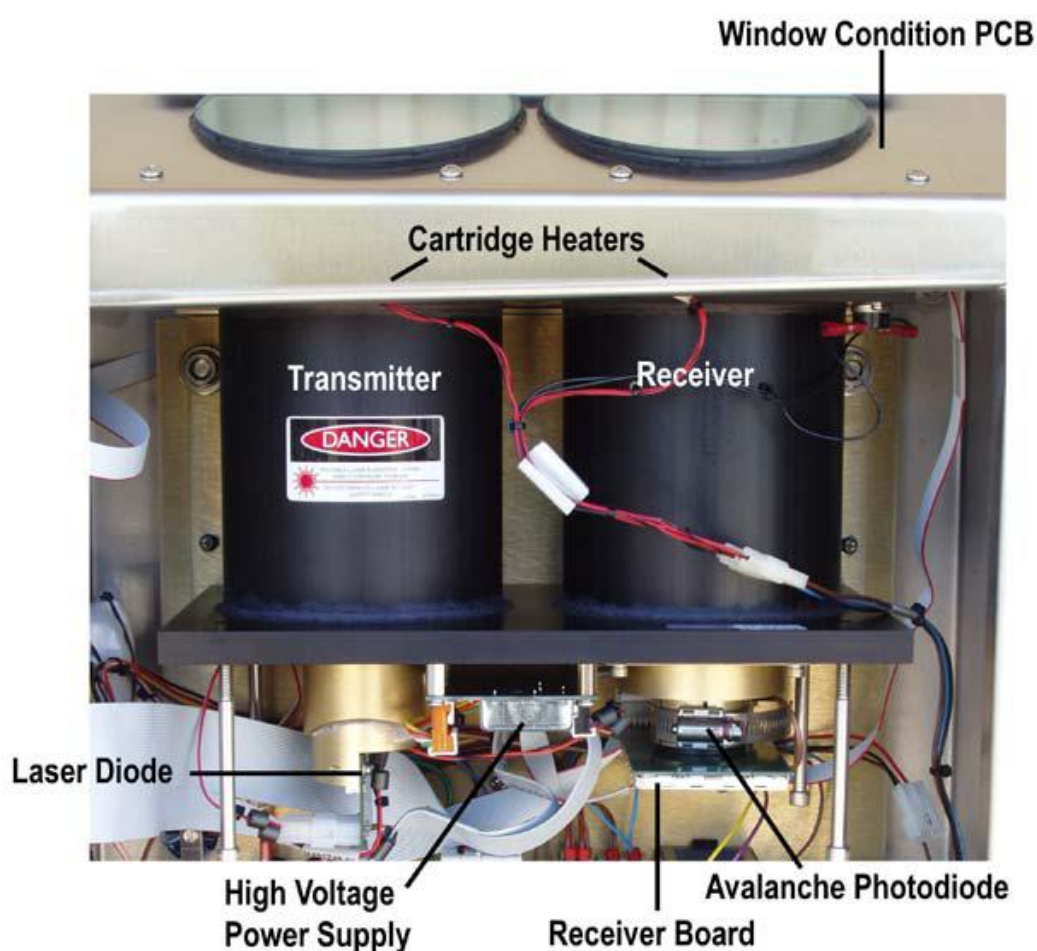


圖 1-3：雲高儀 8339 內部各模組位置圖

光學模組是由兩個 4 英寸非球面聚光鏡安裝在銅鋁合金之圓柱體結構頂上組裝完成，這個模組使用四個在現場就很容易移去的接頭安裝在雲高儀底部。發射器之發射波長為  $905\pm 10\text{nm}$  紅外線雷射，其操作溫度接近攝氏  $35^{\circ}\text{C}$ ，使用一個特製的濾波器保護雷射二極體避免其直接受到陽光損害，而接受器使用一個 3 奈米寬的干涉濾波器與許多小透鏡將紅外線光聚焦到一個累增式光電二極體上，該累增式光電二極體可運作至最高 600 伏特。

切換電壓調制器輸出兩個高直流電壓提供雷射二極體與累增式光電二極體之工作偏壓用，藉由特別設計的電子電路確保雲高儀各項參數被保持在所有操作狀態下，而內部自我測試電子電路連續地量測雷射輸出功率、接收器接收靈敏度、外窗狀態、各種電壓位準及操作溫度，反常的現象將經由通信匯流排報知給終端使用者。

兩個卡式加熱器被插入光學模組的頂端作為溫度調制保持用，使得雲高儀能在很寬的操作溫度範圍內正常工作，而外窗狀態監測電路板被安裝在光學模組接收器的頂端平板上（如圖 1-4），這塊電路板上包含決定何時須要清潔外窗的 IRLEDs 光電元件、接收器測試 LED 及一個被使用作為調制交流加熱器的溫度探針。

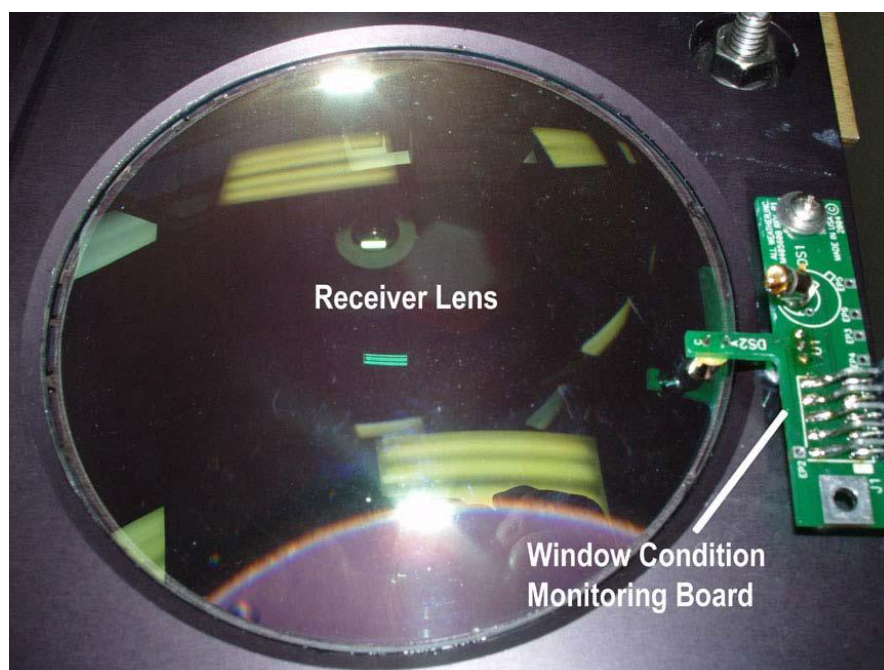


圖 1-4：外窗狀態監測電路板位置圖

一小塊電路板被安裝在雲高儀機殼頂端內，並且能透過發射器的外窗看到這塊電路板，有三個 LED 燈在這塊電路板上顯示雲高儀的各種狀態（如圖 1-5），而表格 1-1 是用來解釋它們的含意。

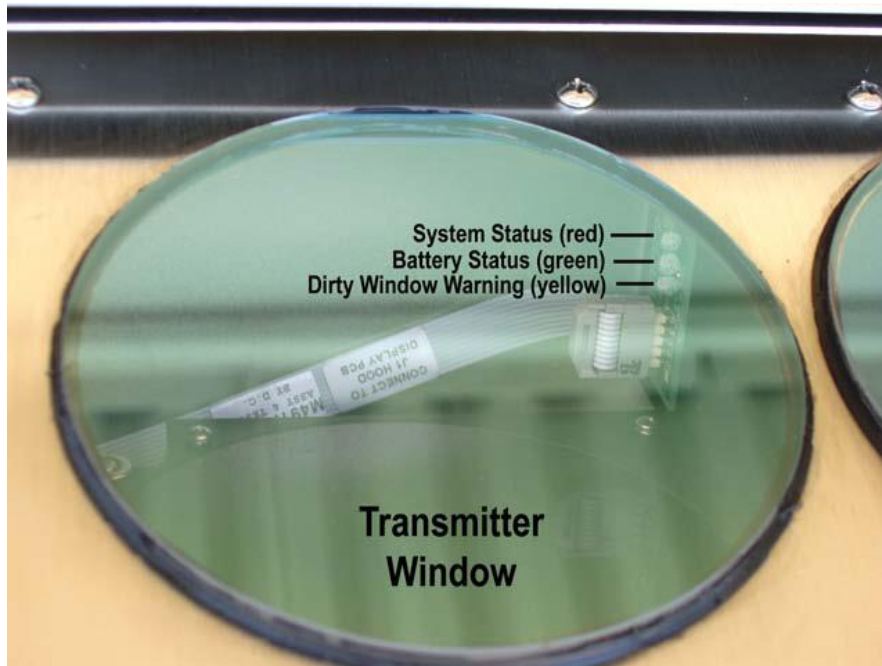


圖 1-5：雲高儀狀態 LED 燈位置圖

表格 1-1 雲高儀狀態 LED 燈所表示的含意	
名稱	含意
System Status (紅燈)	<p>當雲高儀是在無故障與無告警的穩定狀態模式時，該狀態燈持續亮著。</p> <p>當雲高儀電源是關閉時，該狀態燈是滅的。</p> <p>當雲高儀發射雷射脈波時，該狀態燈是快速閃爍著。</p> <p>當有故障或告警狀態出現時，該狀態燈是緩慢閃爍著。</p> <p>當該狀態燈是快速與緩慢混合閃爍時，代表雲高儀發射雷射脈波及有告警狀態出現。</p>
Battery Status (綠燈)	當直流供應電源是正常時，該狀態燈是亮著。
Dirty Window Warning (黃燈)	當雲高儀外窗須要清潔時，該狀態燈是亮著。

### 1-3-2. 資料擷取電路板 (Data Acquisition Board)

包含微處理器、快閃類比至數位轉換器、系統類比至數位轉換器、通訊電子電路與記憶體。

#### 注意

一條 40 百萬最大取樣率的類比轉換至數位訊號線被連接到接收器。一個微處理器控制著雲高儀所有功能，並且以 RS-232 格式經由通訊匯流排將雲高儀的各項信息傳送出去。系統的各项基本參數（系統內定的值與使用者可以設定的值）顯示如下列表格 1-2。

表格 1-2		系統運算參數
參數名稱	使用者可設定的參數值	系統內定的參數值
輸出時段間隔	30、60、120 秒	30 秒
資料格式	All Weather, Inc. 8339 format;25,000' ,auto output	All Weather, Inc. 8339 format;25,000' ,auto output
控制	本地或遠端	本地

資料擷取電路板上的各種狀態顯示 LED 燈，如圖 1-6 所示。

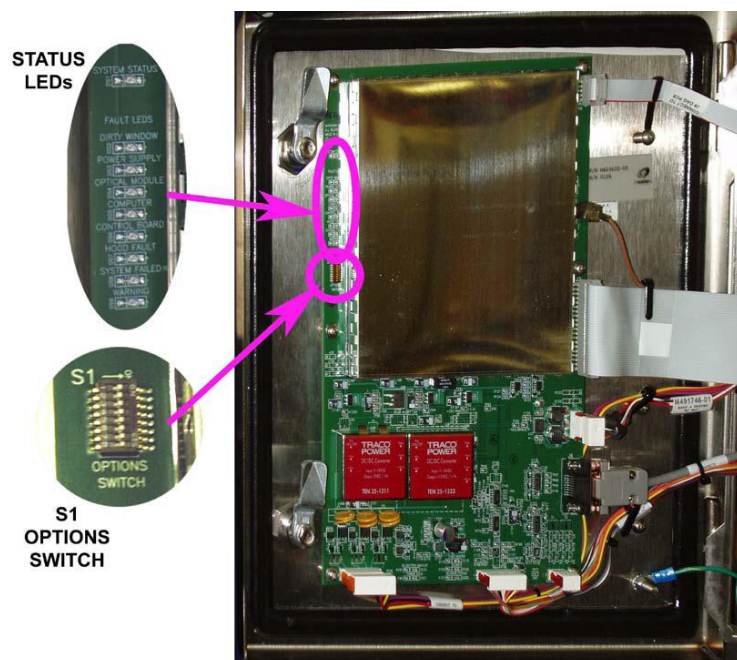


圖 1-6：資料擷取電路板上狀態 LED 燈與 SW1 指撥開關位置圖

在資料擷取電路板邊沿上的一列紅色 LED 燈顯示著雲高儀的狀態，它們的功用在表格 1-3 說明之。

名稱	含意
Dirty Window	當灰塵或溼氣堆積在雲高儀外窗；雲高儀外窗需要清潔時，該狀態燈是滅的。
POWER SUPPLY	當電源供應器模組故障時，該狀態燈是滅的。
OPTICAL MODULE	當光學模組故障時，該狀態燈是滅的。
COMPUTER	當執行演算法計算時，該狀態燈是滅的。
CONTROL BOARD	當資料擷取電路板故障時，該狀態燈是滅的。
HOOD FAULT	當安全互鎖開關是開路時，該狀態燈是滅的。
SYSTEM FAILED	當裝備出現故障時，該狀態燈是滅的。故障必須被排除使得雲高儀回到正常狀態。
WARNING	當雲高儀功能運作退化告警時，該狀態燈是滅的。雲高儀會持續工作，但應儘可能快的被檢查。

如圖 1-6 所示，一個 8 位置指撥開關被使用作為系統構型設定，該指撥開關僅有 6 個位置被使用到，剩下的兩個位置放在 ON 或 OFF 皆不會影響系統構型設定；在這個指撥開關最上面有一個箭頭，箭頭方向代表指撥開關之各別開關 ON 的位置；表 1-4 為指撥開關 SW1 之各別開關位置設定及所代表模式。

模式	1	2	3	4	5	6
30 second reporting	X	X	ON	ON	X	X
60 second reporting	X	X	OFF	ON	X	X
120 second reporting	X	X	OFF	OFF	X	X
8339 Native Format	ON	ON	X	X	X	X
8329 Format	OFF	ON	X	X	X	X
8339 ASOS Format	ON	OFF	X	X	X	X
8339 Sky Condition Format	OFF	OFF	X	X	X	X
300 Baud	X	X	X	X	OFF	OFF
2400 Baud	X	X	X	X	ON	OFF
4800 Baud	X	X	X	X	OFF	ON
9600 Baud	X	X	X	X	ON	ON

雲高儀兩個光學外窗（一個給發射器用，另一個給接收器用）放置在箱體的最頂端，它們是由高精準的浮法玻璃所研製而成，兩個外窗必須被保持乾淨且注意不可用刮的或重擊方式清潔它們。

### 警告

絕對禁止使用砂布或是衣服等粗糙製品清潔雲高儀光學外窗，應該使用異丙醇清潔雲高儀光學外窗，也絕不可使用清潔劑（如穩潔）或是玻璃防霧劑（如 Rain-X）清潔雲高儀光學外窗。

保持雲高儀內部乾燥不潮溼是非常重要的。在下雨或降水期間絕不可打開雲高儀機櫃門，一旦水汽進入雲高儀內部將很困難把水清乾，在雲高儀內部的水汽有可能在雲高儀內部玻璃表面上形成凝結物並將嚴重影響紅外線雷射光的發射與接收。

當雲高儀自我測試期間檢查到一個故障時，故障的訊息經由通信訊號線被送出去，雲高儀的故障被分類成兩個類別：Warnings 顯示時須要注意但沒有 Failure 那麼急迫，Failure 顯示雲高資料的準確度可能出現不精確問題，而且此問題應當立即被排除。當 Warnings 訊息顯示時雲高儀仍將繼續保持正常工作，但造成 Warnings 顯示的問題應當儘可能快速被排除以避免 Warnings 顯示惡化至 Failure 顯示。

雲高儀微處理器透過一組非同步的 RS-232 通信界面將資料送出，這些資料被送至資料顯示單元、控制器或是其它能讀取這些輸出訊號且能解碼它們格式的週邊裝置以形成資料通聯。本案南竿機場架設之雲高儀 8339 所採用資料封包格式為 8339 Native Format，它的各項通信參數必須被設定顯示如表格 1-5。

表格 1-5 雲高儀 8339 各項通信參數設定	
參數	設定
Baud Rate	9600
Data Bits	8
Stop Bits	1
Parity	None
Handshaking	None

8339 Native Data Format 是以下列表格 1-6 之輸出資料格式，從雲高儀傳送至週邊裝置的一個資料串。

表格 1-6 雲高儀 8339 輸出資料串格式	
TR1 AAAAAA HHHHH TTTT HHHHH TTTT HHHHH TTTT HHHHH TTTT VVVV RRRRR	
字元順序	含意
TR1	TR1 是一個識別符號，使得這個格式的系統能上到通用通信匯流排，它將資料源（雲高儀 8339）的資料傳送至資料接收器。
AAAAAA	雲高儀 8339 的狀態資料（見後面章節故障排除之狀態資料定義）。
HHHHH	以英尺為單位的雲層高度。
TTTT	以英尺為單位的雲層厚度。
VVVV	垂直能見度。
RRRRR	以英尺為單位的雲高範圍設定。

### 1-3-3. 電源供應器 (Power Supply)

接收交流供應電源並將其轉換成供應雲高儀 8339 電子電路的 13.5 VDC 直流電源。

### 1-3-4. 電源斷路器 (Circuit Breaker)

被安裝在交流輸入電源與電源供應器之間。

### 1-3-5. 加熱器/吹風機組成 (Heater/Blower Assembly)

本組成包含加熱器與吹風機。



#### 1-4. 雲高儀設備維護與保養

每月至少 1 次定期清潔雲高儀發射器與接收器兩個光學外窗（視當地情況增加清潔次數），或當雲高儀 8339 輸出資料之狀態訊息顯示須清潔雲高儀光學外窗。注意一個不乾淨光學外窗的警告訊息也可能出現在下雨、下雪與霧季期間，無論何時只要雲高儀 8339 內部電子監測到一個特定量的光學外窗模糊便會將不乾淨光學外窗的警告訊息輸出至顯示單元。

#### 警告

僅能使用異丙醇清潔雲高儀光學外窗，絕不可使用含有阿摩尼亞的市售清潔劑清潔雲高儀光學外窗，否則將損傷光學外窗上的塗層，造成光在光學外窗的發射與接收靈敏度退化（更高的雲層將不再被檢測到）。

每次清潔雲高儀光學外窗時就檢查吹風機，使用一個不透光的物體（如一張紙）覆蓋在雲高儀接收器光學外窗上，驗證吹風機約在 30 秒鐘後正常工作。每個月至少 1 次定期清潔加熱器/吹風機之空氣入風口與吹風機噴嘴（圖 1-7 所示）處的阻礙物，如蜘蛛網、樹葉或其它等物質。

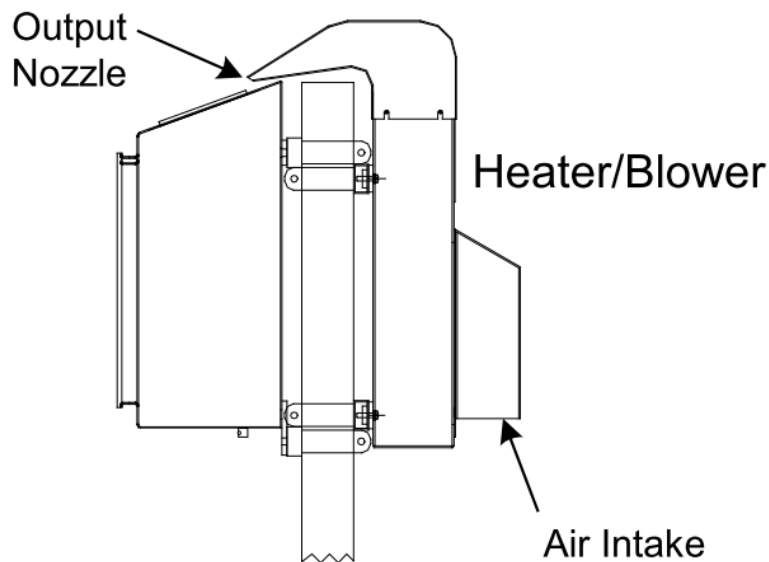


圖 1-7：雲高儀 8339 加熱器/吹風機維護保養位置圖

每四個月一次定期保養工作就是更換乾燥劑包裝。假如在保養或任何維修期間將雲高儀 8339 主機大門打開，則必須在最後主機大門關閉前把乾燥劑包裝（廠商件號：M028179-00）更換掉。為了保存乾燥劑材料，乾燥劑在船運期間被密封在塑膠袋內，將乾燥劑包裝從塑膠袋內取出，然後更換主機內左上角處束帶支架內的舊乾燥劑包裝，而密封在塑膠袋內之備份乾燥劑包裝則放置在主機內右下角處（如圖 1-8 所示）。



圖 1-8：雲高儀 8339 乾燥劑包裝更換位置圖

每年一次定期保養工作就是清潔吹風機外罩的內部。首先從吹風機外罩的後背板上移去6個螺絲，然後移去後背板。其次清除吹風機外罩內部的任何碎屑殘留物，並仔細檢查吹風機噴嘴處及清除噴嘴內的任何阻礙物。最後將後背板放回吹風機外罩上並上緊6個螺絲加以密封。

## 1-5. 雲高儀設備故障排除

實施雲高儀 8339 設備故障排除的首要步驟便是檢視雲高儀輸出資料內的狀態訊息，它是 6 個 16 進位編碼字元的狀態訊息，它在雲高儀輸出資料串中緊隨 TR1 識別符號之後。雲高儀 8339 輸出資料之各狀態訊息編碼含意如下列表格 1-7 所示。當超過一個錯誤被檢測到時，所有的錯誤被加總起來並將結果以狀態訊息編碼方式從雲高儀 8339 輸出。例如，若雲高儀 8339 裝備主機大門是開著(008000)、吹風機/加熱器電源開啟(004000)及控制電路板故障被檢測到，則合成的加總狀態訊息編碼會是 00C100 (C 在 16 進位編碼中代表 10 進位的 12)。以上面的情況為例，failure (故障) 狀況會出現，所以完整的狀態訊息編碼應是 80C100。一般狀態訊息會提供故障來源的一種好顯示，但需僅記在心不是每一個告警或故障顯示都需要動手處理它，有些故障情況會回到自己的正常狀況。例如光學外窗檢測是自我測試例行程序中的一部分，光學外窗不乾淨之警告訊息出現時，需要評估現在的天氣情況，因為突然的下雨或雪常常會觸發光學外窗不乾淨之告警訊息出現。

狀態訊息編碼	含意
800000	failure (故障) 狀況出現。
400000	warning (告警) 狀況出現。
200000	留存作為原廠工廠使用。
100000	雲高儀 8339 光學外窗不乾淨之警告。
080000	雲高儀 8339 自動增益控制 (AGC) 電路故障。
040000	電子電路電壓供應源故障。
020000	留存作為未來裝備性能提升時使用。
010000	雲高儀 8339 發射器有雷射脈衝漏失。
008000	雲高儀 8339 裝備之主機大門打開。
004000	吹風機/加熱器電源開啟。
002000	留存作為未來裝備性能提升時使用。

001000	雲高儀 8339 裝備構型故障。
000800	雲高儀 8339 發射器之雷射功率過低。
000400	留存作為未來裝備性能提升時使用。
000200	留存作為未來裝備性能提升時使用。
000100	控制電路板故障-構型故障。
000080	光學模組電路板故障。
000040	接收器電路板故障。
000020	吹風機/加熱器故障。
000010	光學模組加熱器故障。
000008	光學模組溫度過低。
000004	雷射發射器溫度控制器（控制冷或熱的晶片）故障。
000002	雷射發射器溫度過低。
000001	雷射發射器溫度過高。

雲高儀 8339 設備無法運作（從雲高儀發射器外窗看到的三個狀態 LED 燈皆是滅的）。則雲高儀 8339 設備故障排除的步驟如下列及參考圖 1-9 所示：

1. 檢查並確認主機內電源斷路開關是在"ON"的位置。
2. 檢查並確認雲高儀主機大門是在完全關的位置。
3. 打開雲高儀主機大門並且量測電源供應器上的主要直流電源，並確認電源電壓是在規範範圍內（12.5VDC 至 13.8VDC）。
4. 檢查供應電源的保險絲，當更換各型保險絲時，須使用符合雲高儀指定的保險絲，錯誤的使用保險絲型態將造成雲高儀系統上永久性的故障。

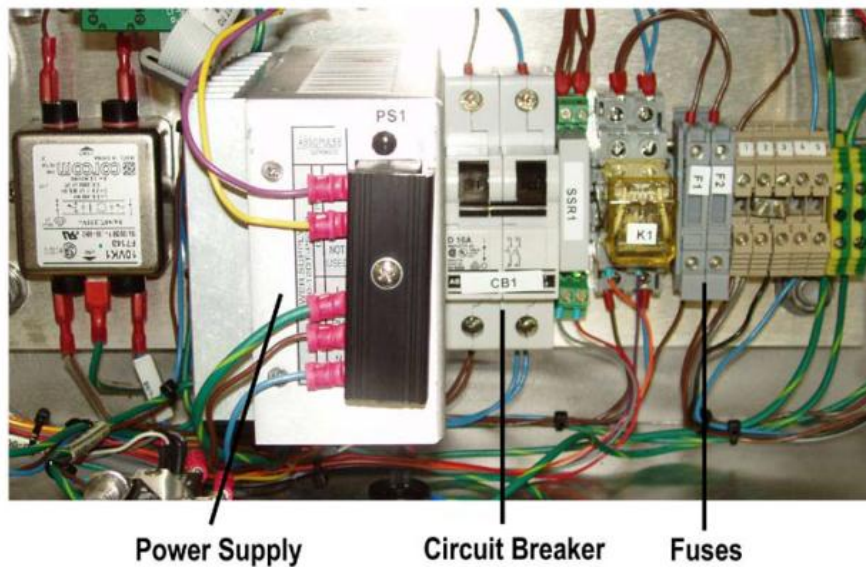


圖 1-9 雲高儀主機大門內線性滑軌上各元件

雲高儀 8339 設備可運作但無法與外界裝置通信。對通信纜線實施通連性測試；使用一個 RS-232 線上監測器實施通信檢查。

雲高儀 8339 設備模組故障。一般雲高儀 8339 設備模組中最有可能故障而須更換的首推光學模組，其次是電源供應器模組，接著是吹風機模組，而最後較少故障須更換的是資料擷取電路板。

1. 檢查資料擷取電路板上的 LED 燈（見圖 1-6），假如系統是正確地運作著（在這塊電路板上可看到的 LED 燈都是亮著及所有的電壓都完成檢查），但是電路板上的狀態 LED 燈不亮，則更換資料擷取電路板。
2. 檢查各模組之間的接頭連接（如圖 1-10、1-11 所示）。插拔這些接頭然後再將系統電源開啟。



圖 1-10 資料擷取電路板上與各模組間連接的接頭（黃圈所示）



圖 1-11 光學模組與各模組間連接的接頭（黃圈所示）

3. 假如光學模組與資料擷取電路板兩個模組皆顯示故障，則將資料擷取電路板上連接至光學模組的三條纜線接頭（如圖 1-12 所示）移去，確保資料擷取電路板不會因光學模組故障而造成故障。
4. 雲高儀 8339 設備內部自我測試無法總是 100%決定那個模組確實故障，例如在系統內溫度的讀值可能出現問題，而引起這個問題的模組有可能是資料擷取電路板上的系統類比至數位轉換器或是光學模組的溫度偵測器，在這個狀況最好的故障排除方式就是首先更換最有可能故障的光學模組。

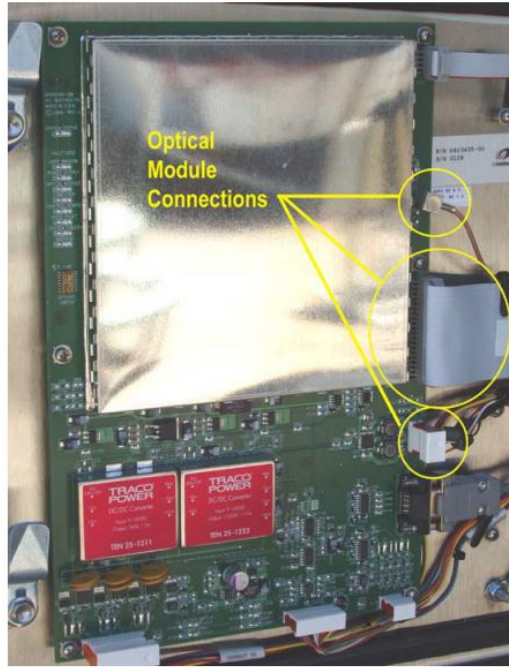


圖 1-12 資料擷取電路板上連接至光學模組間接頭（黃圈所示）

## 1-6. 雲高儀設備規範

參數	規範
雲高量測範圍	最高至 25,000 英尺
雲高量測解析度	12.5 英尺
準確度	量測範圍內誤差小於±20 英尺
雲層數量	最多四層，包括雲底與雲厚度
量測週期	可設定 30、60、120 或 180 秒間隔測量取樣乙次
操作原理	光達 (LIDAR)，脈衝二極體
發射紅外光波長	905 nm ± 10 nm
發射紅外光脈波寬度	50 ns
訊號串出型態	RS-232 訊號型態
集極型態	矽累增光二極體、可變動增益值
雷射安全性	FDA Class I, 21 CFR 1040
電源供應電壓	95 至 240 VAC, 47 至 64 Hz
雲高儀電子電路最大功率消耗	100 瓦特
雲高儀加熱器/吹風機最大功率消耗	600 瓦特
環境操作溫度	攝氏 -40 至 +60 度
環境儲存溫度	攝氏 -50 至 +70 度
環境相對溼度	0 至 100%
雲高儀主體外觀尺寸	19 英寸高*9 英寸深*16 英寸寬
雲高儀主體附帶加熱器/吹風機外觀尺寸	27 英寸高*20 英寸深*16 英寸寬
雲高儀主體附帶加熱器重量	19.5 公斤
吹風機重量	8 公斤



## 2. 能見度儀

### 2-1. 能見度儀簡介

本案赴美國學習量測能見度之儀器是 Allweather 公司型號 8365 的雙重技術能見度儀，外型如圖 2-1，它被設計作為量測大氣透明度並計算消光係數與氣象光程（MOR）值。8365 能見度儀使用透光與向前散射雙重技術，因此有能力實施空氣粒子尺寸大小的量測。8365 能見度儀以量測光波束穿透一個已知空氣樣本容積後之消光係數方式，再經由計算得到能見度值。在空氣中任何一種顆粒，如霧、雨或雪都會影響消光係數，然後這個消光係數值以它未改變的形態或被轉換成以英哩或公里的氣象光程值傳送至外部電腦。

在自動化氣象觀測系統（AWOS）中消光係數值被送到資料收集平台（DCP，Allweather 公司生產的設備，型號 1190），DCP 將消光係數值隨同偵測器的各種狀態值傳送到中央資料處理器（CDP，Allweather 公司生產的設備，型號 2090），然後 CDP 依據這些參數值計算出能見度值、變動能見度值及跑道視程值（RVR）。

8365 能見度儀使用一種能消除量測誤差與簡化校正步驟的獨特雙偵測器設計，這個偵測儀（包含光的發射器與檢波器）的偵測部分與能見度控制器電路板一起運作，而能見度控制器電路板執行發射器與檢波器的功能控制、自我內部測試與各項功能校正、資料處理及計算消光係數因子。



圖 2-1 能見度儀 8365 外型

## 2-2. 能見度儀運作原理

能見度儀 8365 光發射器之發射二極體使用 865 奈米波長之窄頻寬的振幅調變紅外線照射大氣樣本容積，照射的光粒子與大氣樣本容積內的粒子相互碰撞造成散射，此散射能量被量測在 35 度的散射角處，因為所欲量測物質（霾、霧、雨與雪）的分子顆粒尺寸大小在 35 度散射角處會提供一個線性散射訊號振幅，否則無線性將增加能見度儀設計的複雜度。能見度儀使用一個固態矽控光檢波器從大氣樣本容積檢測光的散射能量，檢波器的另一個光學干涉濾波器使得光檢波器僅能接收集中在 865 奈米波長之狹窄頻寬的紅外線光束。在光檢波器後的訊號調整器將使得與光源同相位且同調制的訊號被檢出，這種同步互鎖技能可免受背景光或來自光源雜訊的影響，因此可提供與光散射能量成正比的輸出訊號。假如量測消光係數是代表實際能見度的測定則光能量進入大氣樣本容積的確切總量必定是已知，故溫度改變光能量進入大氣樣本容積的影響必須被補償回來，同樣在發射器外窗上的污染物會引起光發射能量的下降也同樣須被補償回來。這些污染物在光傳送過程上的影響是很嚴重的，它們可分為長期影響污染物如飛塵、污物、下雨或下雪及短期影響污染物如霧等事件。

對於一般光檢波器發生檢測錯誤的源頭皆很類似，以前順向散射能見度儀的設計，在不良環境下的環境變動期間皆以執行精準絕對量測為依據，但 Allweather 公司的作法不同，能見度儀 8365 對於量測消光係數使用的是另一種技巧（見圖 2-2），那就是不依賴光發射器與檢波器所實施的絕對消光係數調校量測。而是設計兩個光發射器伴隨著兩個光檢波器作為四項參數量測，即兩對發射器/檢波器面對面直接量測光穿透大氣樣本容積的光量，及使用一對發射器/檢波器與另一對互成 35 度角的關係量測霾、霧、雨或雪所引起光散射的光量。使用這些量測參數值進行計算並產出一個絕對消光係數值，此數值不會受到發射器/檢波器外窗表面污染物或光源與各量測電子電路溫度變化的影響。

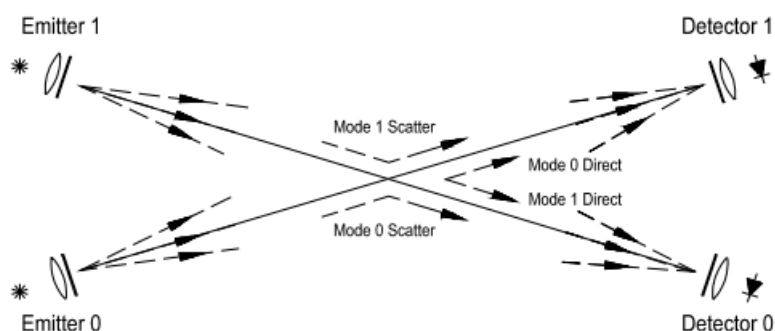


圖 2-2 能見度儀 8365 直接與散射兩項光能量量測方式

能見度儀 8365 設備內之能見度控制器電路板包含一個微處理器，它執行所有的必要計算；能見度控制器電路板透過串列通訊埠將資料輸出至外部單元。對於能見度值（以英哩數或公里數）或消光係數值中兩者任何一個資料的輸出是可程式控制，又輸出資料還包括偵測器的狀態資訊（如現在偵測器的構型、輸出模式及輸出時間平均間隔）、校正、保養及自我內部測試等各狀態值，而能見度控制器電路板能被設定為定時輸出或為一個詢問模式的運作，對於運作的平均計算從 3 分鐘至 10 分鐘一定期間內之時間平均間隔也是可由程式控制的。

透過一個可攜式資料終端機（DT）或 AWOS 資料收集平台（DCP）的內建鍵盤與顯示器，利用目錄驅動程序之格式便可實施使用者欲執行的程式。

利用插入一塊光學散射板在大氣樣本容積內的方式執行能見度儀 8365 設備的校正，這項校正是起源於美國空軍地球物理實驗室（AFGL）之能見度計功能驗證。AWOS 須要安裝一個白天/晚上鑑別器與雨量計，這些偵測器支援 AWOS 資料收集平台（DCP）以作為執行美國聯邦航空管理局（FAA）能見度之方程式演算。若 AWOS 想要計算跑道視程（RVR）則須安裝一個環繞燈光偵測器（取代白天/晚上鑑別器）與一個跑道燈光指定界面。

### 2-3. 能見度儀設備功能描述

兩個紅外線光學發射器組合與兩個光學檢波器組合在能見度控制器電路板的控制下運作，由能見度控制器電路板下指令執行模式選擇、資料收集、方程式演算處理、加熱器控制、自我測試及資料訊號通信等項工作。

圖 2-3 顯示光學發射器組合圖，能見度控制器電路板供應電源與控制邏輯，在發射器組合的機箱內電源被調整作為發射器電子電路工作電壓用，在控制邏輯程式下一個常數電流源用來驅動一個單一的紅外線發射二極體，這個發射二極體被振幅調制在 1024Hz 及 50%的工作週期，此控制邏輯程式也提供同步邏輯作為光學檢波器檢出發射器所發射的紅外線光用。能見度控制器電路板也供應加熱器電源，由一個固態溫度偵測器蒐集溫度資訊，然後再將此資訊從發射器機箱內送至能見度控制器電路板上作為判定是否供應加熱器電源。

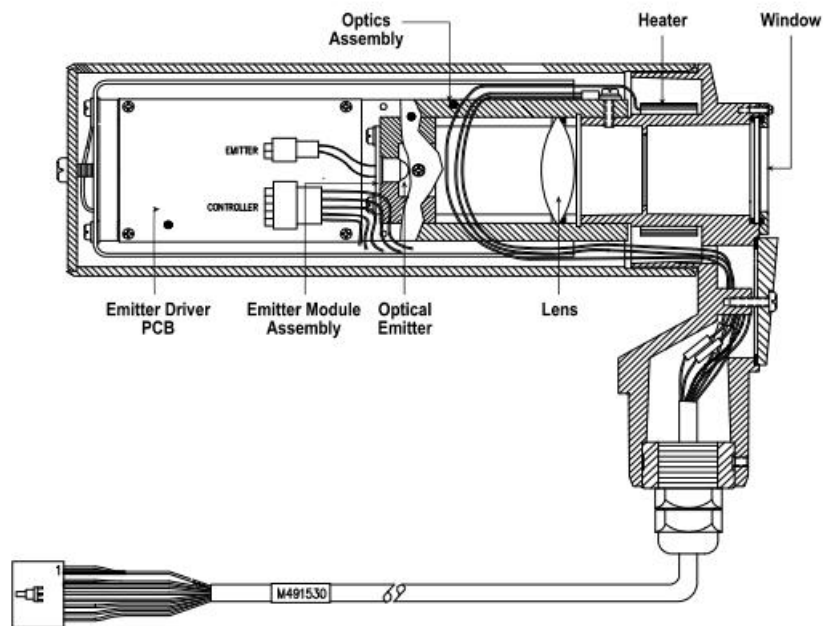


圖 2-3 光學發射器組合

圖 2-4 顯示光學檢波器組合圖，能見度控制器電路板供應電源與控制邏輯，在檢波器組合的機箱內電源被調整作為檢波器電子電路工作電壓用。來自大氣樣本容積的紅外線光輻射穿透進入到一個 1 又 3/8 英吋（3.5 公分）的孔穴，這個視域有 3 度的 1/2 角度，接著透過一片石英鏡片再穿越一塊光學帶通濾波器將紅外線光輻射聚焦起來，最後此聚焦的紅外線光穿透一個限制孔穴並照射在一個 0.0084 平方英吋的矽製光檢波器上。

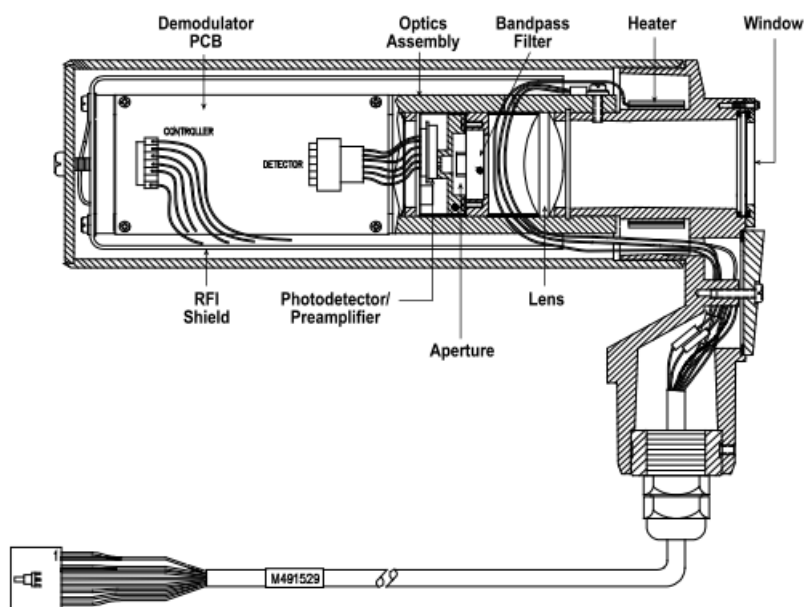


圖 2-4 光學檢波器組合

這塊光學帶通濾波器僅允許狹窄範圍波長的紅外線光穿透到光檢波器上，這個波長範圍是集中在光學發射器的發射波長。

濾波器、孔穴與矽製光檢波器是一個整合的濾波器/孔穴/檢波器/前置放大器包裝的元件，這個密封包裝以非常高靈敏度、低雜訊及寬廣動態範圍內之優越線性增益作為特色。紅外光從光檢波器/前置放大器輸出到一個具有中心頻率被調諧到光學發射器之調制頻率的主動帶通濾波器上。在光檢波器/前置放大器後的高增益放大器被設計作為紅外光散射訊號放大用。

解調器的設計是涉及到發射器調制頻率，即對於具有與發射器相同調制頻率與相位的訊號。解調器就像一個全波整流器，解調過的訊號再被濾波，訊號濾波過的輸出是正比於輸入紅外線總光量的直流電壓，此直流電壓經由電壓至頻率轉換器被轉換成數位的格式，這合成後的頻率由光學檢波器組合輸出至能見度控制器電路板作為資料處理用，此頻率格式阻絕了受污染類比訊號感應而產生的雜訊，而此雜訊來自檢波器與能見度控制電路板間的訊號傳輸纜線。

檢波器組合之光學接收靈敏度是受到能見度控制器電路板程式數位化的設定得到。數個可程式的接收訊號增益值在光檢波器/前置放大器與高增益放大器間被切換著，三個接收訊號增益值設定被使用作為涵蓋整個光學檢波器組合的動態範圍。一個接收訊號增益值設定作為直接照射與接收傳輸模式的量測用，而其它兩個接收訊號增益值設定是作為涵蓋散射模式的量測用。

能見度控制器電路板控制兩組發射器/檢波器，即對於發射器產生調制訊號參考頻率、對於檢波器產生解調制訊號參考頻率、設定所有發射器與檢波器操作模式、量測檢波器組合頻率輸出及處理消光係數之方程式、而加熱控制器在每個發射器與檢波器機箱內量測溫度，每個機箱內部都有一些固態溫度偵測器提供一個正比於機箱溫度的類比電壓，溫度控制器偵測這些訊號，並使用一個固態開關開啟與關閉 50 瓦加熱器元件。

在正常運作期間能見度偵測儀將操作在測量模式，當運作在測量模式時偵測儀在模式 0 與模式 1 之間交替更換操作，每個模式操作期間為 15 秒。每半個測量週期開啟一對新的檢波器測量（一個直接照射量測，一個 35 度角間接散射量測），每一對新的測量作為一個整合被檢查。每一個測量週期是 1 分鐘長，每個模式運作所花的時間為 30 秒。在每 30 秒量測循環結束時，一組新的量測值被取得作為消光係數參數更新用；假如因為一些理由將資料遺失，則測量值將以 MM.MMM 形態被顯示出來。

三個偵測器頭運作模式，在能見度儀 8365 功能操作中已經設計了一種特別運作模式，即是在兩對發射器與檢波器頭（共 4 個頭）中有 1 個偵測器（發射器或檢波器）頭發現故障則能見度儀 8365 仍然會持續三個偵測器頭的運作。當系統軟體裁定偵測器 4 個頭中的 1 個頭無法正常運作時，便會自動地啟動 3 個偵測器頭的運作模式，依據三個偵測器頭運作所得到的資料輸出，這個運作模式會使用另一種特別方程式演算以求得能見度值。直到系統被修復前，三個偵測器頭運作模式被設計作為一個暫時量測模式以提供能見度資料，但三個偵測器頭運作模式所提供的能見度資料被視為一個近似的資料，而且故障的偵測器頭應儘可能快速完成修復。在一些狀況下這個問題是短暫的，且系統將以它自己的方式回到完整的正常運作，監測系統的兩個狀態字將有助於故障排除的資訊，包括有那一個偵測器頭已經故障等狀態訊息。

## 2-4. 能見度與跑道視程（RVR）

能見度儀 8365 在航空應用上與額外搭配的環繞燈光偵測器及跑道燈光指定界面就能決定出跑道視程（RVR）資料。

能見度指觀察者離物體多遠時仍然可以清楚地看見該物體。氣象學中，能見度被定義為大氣的透明度，因此可以客觀地量測能見度值並且以氣象光程（MOR）方式作為代表，氣象光程的定義是色溫 2700K 的白熾燈平行光束在大氣中光通量衰減至原來值的 0.05 所需距離。氣象學之白天能見度定義為當觀察者面對霧、大氣等散射背景光觀測時，對近地面，大小適當之黑色目標物，能目視及辨認之最大距離。而氣象學之晚上能見度定義為假如晚上的照明被提升至正常白天光亮程度觀測時，大小適當之黑色目標物，能目視及辨認之最大距離；或是晚上的照明被提升至適當地強度光亮觀測時，大小適當之黑色目標物，能目視及辨認之最大距離。下列四項測定光度品質參數是以各種標準被詳細定義。

1. 光通量（符號：F，單位：流明(lm)）是光源在單位時間內發出的光量，也稱為輻射通量（或輻射功率）能夠被人眼視覺系統所感受到的那部分有效當量。
2. 發光強度（符號：I，單位：燭光或 cd 或 lm/sr）是一光源所發出的在給定方向上單位立體角內的光通量。
3. 亮度（符號：L，單位：cd/m<sup>2</sup>）是每單位面積的發光強度。
4. 照度（符號：E，單位：lux 或 lm/m<sup>2</sup>）是每單位面積的光通量。

消光係數（符號： $\sigma$ ）是正比於色溫 2700K 熾熱光源發射平行光束在大氣中行走單位距離長度的光通量損失，消光係數是因光子行進的途中被吸收與散射造成光通量衰減的測量。亮度對比（符號： $C$ ）是一個物體亮度與它背景和這個背景亮度之間差值的比例。

對比入口值（符號： $\epsilon$ ）是人眼所能察覺的亮度對比最小值，此值可讓人眼從物體背景分辨出物體之自身。對比入口值是隨著每個人不同而改變。

視覺照度門檻值（符號： $E_t$ ）是人眼從指定背景亮度中可察覺之點光源的最小照度。因此  $E_t$  值是隨著發光的各種狀況而改變。

傳輸因子（符號： $T$ ）被定義為色溫 2700K 熾熱光源發射平行光束在大氣中行走已知距離長度後在此平行光束中的剩餘光通量與原光通量之比值。這個傳輸因子也被稱為傳輸係數。而傳輸因子  $T$  值常乘於 100 被以百分比作為表示。

氣象能見度或氣象光程（MOR）是以公尺或公里作為表示，依據應用改變測量範圍。當對於天氣的氣象要求時，氣象光程讀值的比例延伸從低於 100 公尺至大於 70 公里，對於其它應用測量範圍可能有更多的限制。對於民用航空而言氣象光程讀值的比例延伸最高上限可能只是 10 公里。當應用於決定跑道視程（RVR）時氣象光程讀值的比例限制將進一步被縮減，那表示飛機的降落與起飛狀況在縮減的能見度值，跑道視程所要求的限制僅是在 50 公尺與 1500 公尺之間，對於其它應用，如公路或海上交通，依據完成測量的需要與地方會有不同的限制被要求。

量測能見度誤差值的增加正比於能見度值，並且量測的間隔比例也要考慮這個問題，這項事實反映在對於降低解析度三個線性片段之天氣報告的編碼使用，如 100 至 5000 公尺是以 100 公尺為間隔比例逐步向上編碼、6 至 30 公里是以 1 公里為間隔比例逐步向上編碼、而 35 至 70 公里是以 5 公里為間隔比例逐步向上編碼。這樣的間隔比例容許天氣報告能見度有更好的解析度勝過量測準確度，除了能見度值小於 900 公尺的狀態出現。報告能見度值也能以消光係數作為代替，消光係數之單位比例是英哩<sup>-1</sup>或公里<sup>-1</sup>，但對於本案能見度儀 8365 輸出之消光係數資料的單位比例是英哩<sup>-1</sup>。

氣象學在兩個不同方向上擴大使用能見度概念，第一能見度是眾多辨識氣團特徵理論中的一個，特別是對於大方向的氣象學與氣候學一些需求。在此能見度是大氣光狀態的代表。第二能見度是運算上與專用準則或特別應用相符合的變數，為此目的，能見度就直接地被表示為專用標誌點或能被看到光線的距離。而最重要特別應用的一點是能見度被發現於航空氣象學的助益。氣象光程（MOR）已經正式地被世界氣象組織（WMO）採用成為一般與航空上使用的能見度量測。

能見度是一個複雜的物理學現象，主要是由懸浮在大氣中固體與液體顆粒相關聯的大氣消光係數所影響，引起消光係數值的主因是大氣對光的散射勝過對光的吸收。氣象光程（MOR）從儀器量測消光係數的方法中可以被計算出來，然後能見度可以從已知的照度門檻值中被計算出來。無論如何，使用一些不變化的量測儀器是假定消光係數值是獨立於量測距離，故有一些儀器量測光通量的直接衰減及一些儀器量測光通量的散射，藉此導得消光係數值。以上簡介能見度的物理學解析對於在消光係數值各種量測之間相關的瞭解及考慮使用那些儀器測得消光係數值是有助益的。

量測能見度的基本方程式是布格-朗伯（bouguer-lambert）定律：

$$F = F_0 e^{-\sigma x} \quad (1)$$

這裏的 F 是在大氣層中路線 x 長度之後接收到的光通量，而 F<sub>0</sub> 是在 x=0 處的光通量。方程式(1)兩邊微分可得消光係數值：

$$\sigma = (-dF/F)(1/dx) \quad (2)$$

注意方程式(2)僅對單色光有效，但是對於可見光頻譜上的光通量已經有很好的近似。而傳輸因子 T：

$$T = F / F_0 \quad (3)$$

在 MOR 與各種變數間的數學關係代表著大氣層光狀態可以由布格-朗伯定律導出，從方程式(1)與(3)可將方程式(3)寫成：

$$T = F / F_0 = e^{-\sigma x} \quad (4)$$

假如方程式(4)被應用到 MOR 定義，則 T=0.05，而 x=P，方程式(4)可以被寫成：

$$T = 0.05 = e^{-\sigma P} \quad (5)$$

方程式(5)兩邊各取自然對數，則氣象光程（P）對消光係數（σ）的數學關係式是：

$$\ln(0.05) = -\sigma P \Rightarrow P = (1/\sigma) \ln(1/0.05) \cong 3/\sigma \quad (6)$$

方程式(4)兩邊各取自然對數， $\ln(T) = -\sigma x \Rightarrow (1/\sigma) = -x / \ln(T)$ ，則方程式(6)之氣象光程（P）可改寫成方程式(7)：

$$P = x [\ln(0.05) / \ln(T)] \quad (7)$$

方程式(7)是使用透程儀（Transmissometers）量測氣象光程（MOR）的基準方程式。

$$C = (L_b - L_h) / L_h \quad (8)$$



方程式(8)是白天的氣象能見度的亮度對比方程式是這裏  $L_h$  是代表地平線的亮度，而  $L_b$  是代表物體的亮度。地平線亮度的上升來自於光量子循著大氣至觀察者視線途中的光散射量增加，值得注意的是，若物體比地平線還要黑則亮度對比值  $C$  是負的，並且假如物體是黑色的( $L_b=0$ )，則  $C=-1$ 。在1924年柯契米特(Koschmieder)建立了一個關係式，那個關係式後來成為著名的柯契米特定律，即一個物體距離觀察者  $x$  之處的視亮度對比 ( $C_x$ ) 與該物體距離觀察者非常短之處的物體自身視亮度對比 ( $C_0$ ) 之間關係式，柯契米特關係式可被寫成如下式：

$$C_x = C_0 e^{-\sigma x} \quad (9)$$

方程式(9)是效的，其提供的散射係數是獨立於方位角及循著觀察者、物體與地平線之間整個路線皆有相同的照度值。假如一個黑色物體面對著地平線被觀察並且得到的視亮度對比是-0.05，因為黑色物體自身視亮度對比是  $C_0=-1$ ，則方程式(9)可簡化成：

$$0.05 = e^{-\sigma x} \quad (10)$$

比較方程式(5)與方程式(10)，顯示當一個黑色物體面對著地平線的視亮度對比大小是-0.05，則這個物體是在氣象光程 ( $P$ ) 的位置。

晚上氣象能見度。在夜晚能夠看見一個光的距離 (夜晚能見度的標識) 不能簡化成與氣象光程 (MOR) 的關係。夜晚能見度不僅依賴氣象光程與光的強度而且也依賴所有其它光源進入觀察者眼睛的照度。在1876年阿拉德 (Allard) 提出以距離 ( $x$ ) 與光消係數 ( $\sigma$ ) 為函數之已知強度 ( $I$ ) 點光源衰減定律，則點光源照度 ( $E$ ) 關係式如下所示：

$$E = I \cdot r^{-2} \cdot e^{-\sigma x} \quad (11)$$

當點光源強度大到剛好能被看到時  $E=E_t$ ，則下列式子成立：

$$\sigma = (I/r) \cdot \ln[I / (E_t \cdot x^2)] \quad (12)$$

注意方程式(6)中  $P = (I/\sigma) \cdot \ln(1/0.05)$ ，則方程式(12)可寫成：

$$P = r \cdot \{ \ln(1/0.05) / \ln[I / (E_t \cdot x^2)] \} \quad (13)$$

跑道視程（RVR）被使用在航空應用上，並且所涵蓋的視程範圍被定義為在跑道中心線上飛機駕駛員能看見跑道標識或識別跑道中心線。跑道視程的主要目的是提供飛機駕駛員、各空中交通服務部門及其它航空的使用者在低能見度期間跑道能見度之各種狀況，最特殊的是，跑道視程成為跑道狀況是否高於或低於專屬運作最低限度的一種評斷。在白天期間跑道視程的評斷是根據柯契米特定律對物體或跑道標識的氣象光程公式計算，而在夜晚期間跑道視程的評斷是根據阿拉德定律，其主要考慮的是大氣的各種狀況。

一個觀察者（如飛機駕駛員坐在駕駛艙罩內）在天空或霧的背景下能看見並分辨出各種跑道標識與小樹，假如其亮度對比是 0.05，那麼在傳輸因子（ $t$ ）或消光係數（ $\sigma$ ）是已知的情況下這些物體的最大視程範圍可以被計算出來。能見度儀 8365 能夠偵測並得到消光係數值，並使用此值確定出最大視程範圍，此計算的範圍通常被當成氣象光程（MOR）。無論如何，當白天氣象光程超出依據各種光源的跑道視程（RVR）時，氣象光程通常被引用為跑道視程。

依據各種光源跑道視程考慮下列三項因素：

1. 跑道邊燈與跑道中心線燈的強度。
2. 大氣的光學透明度是以大氣傳輸因子（ $t$ ）或消光係數（ $\sigma$ ）作為表示。
3. 視覺照度門檻值（符號： $E_t$ ），對於一個點光源或小燈被察覺到的必備條件。這關係到量測的背景照度（即燈被觀察的背景照度）。

使用能見度儀 8365（它計算消光係數-大氣的光學透明度）、環繞燈光偵測器 M488171（量測背景照度-確定出視覺照度門檻值）及跑道燈光架設介面（將跑道燈光強度資訊傳送給跑道視程運算軟體）評估跑道視程考慮的三項因素。

跑道視程（RVR）計算，為了執行跑道視程計算，跑道視程運算軟體使用背景照度、跑道燈光強度及消光係數等原始資料，再利用阿拉德與柯契米特定律來計算這些資料，然後確定出最大的跑道視程數值，並將此值回傳給系統。

確定跑道視程（RVR）使用的各項變數被定如下列所示：

1.  $K$ ：從柯契米特方程式計算得出的跑道視程（RVR）。
2.  $R$ ：從阿拉德方程式計算得出的跑道視程（RVR）。
3.  $\sigma$ ：作為柯契米特定律在白天的消光係數。
4.  $bgl$ ：以  $cd/m^2$  為單位的背景亮度。
5.  $I$ ：以燭光或  $cd$  為單位的發光強度。
6.  $E_t$ ：視覺照度門檻值。

使用柯契米特定律計算白天能見度，方程式如下列所示：

$$K = \ln(0.05) / \sigma \quad (14)$$

從下列方程式計算阿拉德之視覺照度門檻值：

$$ET = 10^{-5.7+0.64 \log(\text{bg}1)} \quad (15)$$

$$ET = (Ie^{-\sigma R}) / R^2 \quad (16)$$

從方程式(14)、(15)與(16)計算結果，選擇 R 與 K 值中的最大值，這個最大值便是跑道視程 (RVR)。RVR 值被顯示在 AWOS 系統上，被顯示的最小值是 50 公尺，而最大值是 2000 公尺。當 RVR 值小於 50 公尺時顯示器上顯示的字為 M0050，又當 RVR 值大於 2000 公尺時顯示器上顯示的字為 P2000。

## 2-5. 能見度儀設備調試

當能見度儀 8365 設備安裝好後，專屬的各項架設參數必須被鍵入，可選用型號 M403321 手持式終端機或一部型號 VT52 終端機（或可執行 Procomm 應用軟體的任何一部電腦），將它們的傳輸線接頭連接至能見度控制器电路板的 J1 接頭。在此選用型號 M403321 手持式終端機實施能見度儀 8365 設備調試。

1. 打開能見度儀 8365 設備控制器的箱門並將手持式終端機傳輸線接頭插入能見度控制器电路板的 J1 接頭上。
2. 手持式終端機將自動地電源啟動，在終端機開始從控制器接收資料後，終端機顯示器將改變至正常的能見度輸出格式顯示。

為了進入設備調試主選單，在手持式顯示鍵盤上壓"ENT"鍵，則下列選單會出現在顯示器上。

---

0=EXIT	1=D/T	2=CALIB
3=TEST	4=BOOT	5=CFG

0=EXIT 壓"0"鍵從調試選單跳出。

1= D/T 壓"1"鍵設定正確的日期與時間。

2=CALIB 壓"2"鍵將系統進入調校模式。

3=TEST 壓"3"鍵將系統進入測試模式。

4=BOOT 壓"4"鍵執行軟體或系統兩者中的一項重開機。

5=CFG 壓"5"鍵將系統進入設定模式。

日期與時間設定，在主選單上壓"1"鍵進入日期/時間選單，則下列選單會出現在顯示器上。

---

0=EXIT    1=Set Date  
2=Set Time

---

為了鍵入日期，在日期/時間選單上壓"1"鍵則顯示器會如下顯示：

---

Enter date ddmmyyyy

---

在顯示的格式下鍵入日期（例如，01082012 就是代表 2012 年 8 月 1 日），在鍵盤上壓"ENT"鍵顯示器會回到日期/時間選單。為了鍵入時間，在日期/時間選單上壓"2"鍵則顯示器會如下顯示：

---

Enter time hhmmss

---

在顯示的格式下鍵入時間（例如，133015 就是代表下午 1 時 30 分 15 秒），在鍵盤上壓"ENT"鍵顯示器會回到日期/時間選單，在日期/時間選單上壓"0"鍵則顯示器會回到主選單上。若在主選單上壓"2"鍵則系統會進入調校模式，該模式在以後的能見度儀 8365 設備調校章節會討論。

在主選單上壓"3"鍵則系統會進入測試模式，在測試模式選單中有 5 個選項，如下所示：

---

0=EXIT    1=Stat    2=Diag  
3=Mode 0            4=Mode 1

---

這些選項可讓系統在專屬的操作模式下實施內部測試。在測試模式選單上壓"0"鍵則顯示器會回到主選單上。壓"1"鍵則顯示器會將 3 個狀態字之現有值顯示出來，如下列示：

---

System Status: 0048  
0000   0001   #Cont

---

這 3 個狀態字的義意在以後的能見度儀 8365 設備資料輸出章節會討論。壓"#"鍵則系統會回到測試模式。在測試模式選單上壓"2"鍵則系統會進入診斷程式，即可執行各系統元件的一系列測試（RAM、ROM 等等），如下列示：

---

0=EXIT    1=RAM    2=ROM  
3=Pwr    4=NV RAM

---

為了執行某項測試，鍵入該項測試的數目鍵，當正在執行該項測試時，一段測試執行進行中的訊息會顯示如下列所示：

---

**RAM Test in  
progress....**

---

當已完成測試且測試成功，則訊息會顯示如下列所示：

---

**RAM Test PASS  
#=Cont**

---

壓"#"鍵則系統會回到診斷模式選單並且可以執行任其它的系統元件測試項目。當測試完成時，所有測試項目皆會傳回一個 PASS 或 FAIL 的訊息。假如傳回來的是 FAIL 訊息，代表該項測試發現問題，並且該問題必須在能見度儀 8365 設備回到正常工作前被解決。在診斷程式選單中壓"0"鍵則系統會回到測試模式選單，如下列所示：

---

**0=EXIT    1=Stat    2=Diag  
3=Mode 0            4=Mode 1**

---

在測試模式選單上壓"3"鍵則能見度儀 8365 設備之系統會進入發射器 0 開啟與發射器 1 關閉的模式 0 工作，且對於紅外線光直接接收的檢波器 1 內部訊號放大器增益值設定在低 (Lo) 增益，同時對於紅外線光散射接收的檢波器 0 內部訊號放大器增益值設定在高 (Hi) 增益。執行模式 0 的作業是為了發射器/檢波器成對的初始對準用。兩個數值會被顯示，"d00"值表示檢波器 0 間接從發射器 0 收到的散射紅外線光，而"d01"值表示檢波器 1 直接從發射器 0 收到的直射紅外線光，如下列所示：

---

**Counts:            d00=927  
d01=25136                    #=Cont**

---

以上測試可作為能見度儀 8365 設備之故障排除用，說明在以後的能見度儀 8365 設備故障排除章節會討論。

在測試模式選單上壓"4"鍵則能見度儀 8365 設備之系統會進入發射器 1 開啟與發射器 0 關閉的模式 1 工作，且對於紅外線光直接接收的檢波器 0 內部訊號放大器增益值設定在低 (Lo) 增益，同時對於紅外線光散射接收的檢波器 1 內部訊號放大器增益值設定在高 (Hi) 增益。執行模式 1 的作業是為了發射器/檢波器成對的初始對準用。兩個數值會被顯示，"d11"值表示檢波器 1 間接從發射器 1 收到的散射紅外線光，而"d10"值表示檢波器 0 直接從發射器 1 收到的直射紅外線光，如下列所示：

---

**Counts:            d11=725  
d10=25727                    #=Cont**

---

以上測試可作為能見度儀 8365 設備之故障排除用，說明在以後的能見度儀 8365 設備故障排除章節會討論。在測試模式選單上壓"0"鍵則回到主選單上。

重開機，在主選單上壓"4"鍵進入重開機選單，讓操作者可選用軟體重開機或系統重開機，而下列選單會出現在顯示器上。

---

0=EXIT    1=SW Reboot  
2=System Reboot

---

在重開機選單上壓"0"鍵則回到主選單上。

在重開機選單上壓"1"鍵則啟動軟體重開機，它將重置能見度儀之軟體而不影響能見度儀之硬體。

在重開機選單上壓"2"鍵則重置整個系統，電源將被重置及能見度儀將重新啟動。

能見度儀系統設定，能見度儀在工廠內已被設定成理想的性能以作為 AWOS 系統上特別應用，當能見度儀被使用在 AWOS 系統上則下列的各項顯示與提示皆可被省略。

在主選單上壓"5"鍵進入設定模式選單，開始系統構型設定，而下列選單會出現在顯示器上。

---

Report Type:    0=AWOS  
                  1=STD

---

在設定模式選單上壓"0"鍵則 AWOS 輸出被選用，這種構型自動地被設定並且"End of Configuration—Saving Data"訊息出現在顯示器上，然後顯示器將回到設定模式選單。

在設定模式選單上壓"1"鍵則一般性的 (STD) 輸出被選用，然後顯示器上將提示操作者輸出間隔時間的選單，如下列所示：

---

Output Int:    0=10sec  
(min)    1=1    2=5    3=10

---

選擇一個輸出間隔時間，則顯示器將前進到輸出平均間隔時間選單，如下列所示：

---

Avg Interval:    (min)  
0=3    1=5    2=10

---

選擇一個平均輸出間隔時間，則顯示器將前進到輸出類型選單，如下列所示：

---

Output    0=Vis  
Tpye:    1=Ext Coef

---

選擇一個輸出類型（能見度或消光系數），則顯示器將前進到輸出單位選單，如下列所示：

---

Units	0=miles
	1=kilometers

---

選擇一個系統輸出的單位（公里或英哩），則顯示器將前進到輸出資料傳輸率選單，如下列所示：

---

Baud:	0=300	1=1200	
	2=2400	3=4800	4=9600

---

在此鍵入的數值是作為設定資料輸出串列埠（外部電腦）之傳輸率，選擇一個傳輸率則顯示器將前進到能見度儀位址選單，如下列所示：

---

SENSOR ADDR. (0 - 9)
Enter 1 digit

---

假如有多個能見度偵測儀被連接到一部中央電腦，則本項的選擇可讓操作者對每一個能見度偵測儀皆有一個專屬的位址。當僅有一部能見度偵測儀被使用在系統上時，則正常指定位址 0 被選用。在能見度儀位址選單上鍵入 0 至 9 數目間之任何一個數目字，如此將完成系統構型設定，並且所設定的資料將被自動儲存，顯示器將如下列所示：

---

End of Configuration
Saving Data

---

一旦資料被儲存到非易失性隨機存取記憶體（RAM）後顯示器將回到設定模式選單，在設定模式選單上壓"0"鍵則顯示器回到正常的主選單上。

## 2-6. 能見度儀設備操作

下面幾項是能見度儀 8365 設備之各項操作開關。

1. 主電源開關：主電源開關是放置在交流（AC）介面電路板上，它是一塊比較小的印刷電路板，被安裝在控制器箱內的右下角落處，在能見度控制電路板的下方（見圖 2-5）。當系統工作電源由交流（AC）電源供應時，主電源開關必須被放置在 ON 的位置。
2. 電池電源開關：電池 ON/OFF 開關放置在能見度控制電路板的左上角落處（見圖 2-6），當此開關放置在 ON 位置時交流電源對電池充電或者電池電源供應系統工作電源。當供應系統工作之交流電源被斷電時，且系統不由

電池電源供應工作時，電池電源開關應放在 OFF 位置以防止電池電力被消耗殆盡。

3. 電池電源啟動開關：若安裝了一個選項的備用電池，又假如供應系統工作之交流電源被斷電時，則安裝的備用電池將自動地提供偵測器系統工作電源。無論如何，假如系統僅靠電池電源重新啟動時，電池電源啟動開關必須被壓住以啟動電池電源供應系統正常工作。電池電源啟動開關被放置在能見度控制電路板左上角落處剛好在大長方形元件U4的左邊（見圖2-6）。為了啟動電池電源必須壓住電池電源啟動開關達 3 至 4 秒之久。

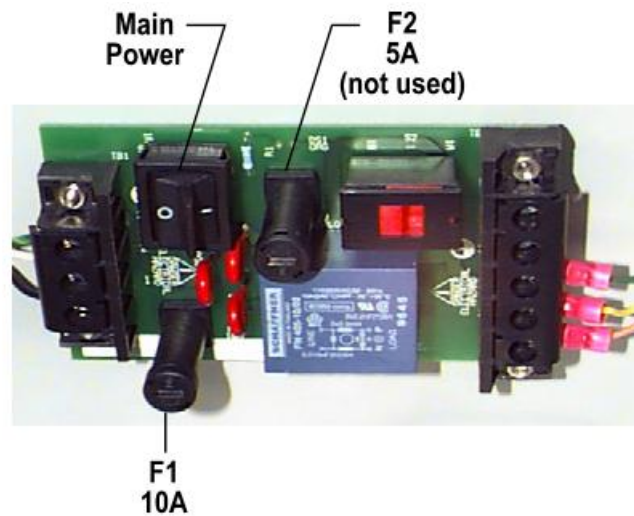


圖 2-5 交流 (AC) 介面電路板

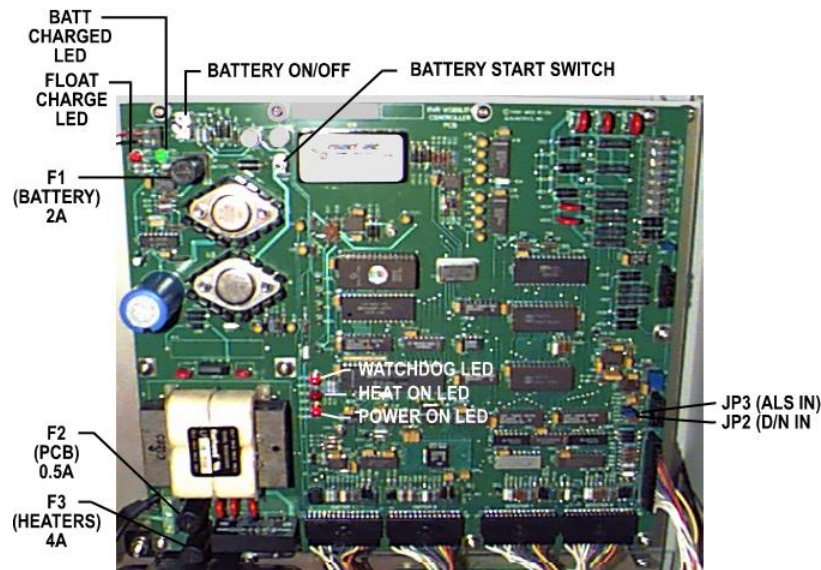


圖 2-6 能見度控制電路板元件位置圖

一系列的 LED 燈被放置在能見度控制電路板上以提供偵測器工作狀態的視覺指示，圖 2-6 也顯示這些 LED 燈放置的位址。



1. 看門狗 (WATCHDOG) LED 燈：在系統正常工作期間紅色看門狗 LED 燈會不斷閃亮，表示系統正常地工作。又若看門狗 LED 燈不亮或是保持恆亮則代表系統運作有錯誤發生。
2. 加熱器電源開啟 LED 燈：當能見度儀發射器/檢波器之偵測器頭加熱器電源開啟時此紅色 LED 燈是亮的。
3. 電源開啟 LED 燈：無論何時當交流電源供應能見度控制電路板時此紅色 LED 燈是亮的，但若由電池電源取代交流電源供應能見度控制電路板時此紅色 LED 燈是滅的。
4. 備用電池 LED 燈：兩顆用來檢查備用電池充電狀態的 LED 燈被放置在能見度控制電路板的左上角落處。當備用電池已經充電到可供使用位階時綠色電池 LED 燈亮，當備用電池已經充電到充電周期最後階段時紅色電池 LED 燈亮；當備用電池電力幾乎被耗盡後開始充電時綠色與紅色電池 LED 燈皆是滅的，直到備用電池電力幾乎完成充電的最後階段為止。

跳線，能見度控制電路板上有兩處跳線，當能見度偵測儀與白天/晚上偵測器或環繞燈光偵測器一起運作時，必須以設定跳線方式才能使得能見度偵測儀鑑別操作的模式。當白天/晚上偵測器與能見度偵測儀一同安裝時 JP2 端子須加裝跳線，而 JP3 端子的跳線須移去（見圖 2-6，JP2 與 JP3 端子位於電路板右下方）。當環繞燈光偵測器與能見度偵測儀一同安裝時 JP3 端子須加裝跳線，而 JP2 端子的跳線須移去。當無環繞燈光也無白天/晚上偵測器一同安裝時 JP2 與 JP3 端子的跳線皆須被移去。

保險絲，在能見度控制電路板上有三個保險絲，及交流 (AC) 介面電路板上有兩個保險絲（見圖 2-5 與 2-6）。在交流介面電路板上的保險絲 F2 雖然有安裝但是沒有被使用，故永遠不須被更換。而剩餘保險絲故障被更換時應使用相同額定容量的保險絲，如下列所示：

#### 交流介面電路板

F1 10A 250V, 5x20mm slow blow

#### 能見度控制電路板

F1 2A 250V, 5x20mm

F2 0.5A 250V, 5x20mm

F3 4A 250V, 5x20mm

## 2-7. 能見度儀設備調整校正

能見度儀 8365 設備能在戶外也能在戶內執行調校，當在戶外時須有 7 英哩以上的能見度且風速保持平靜的情況下才實施調校。調校期間短舵的運用可參照美國空軍地球物理實驗室之能見度計校驗，每一個校驗短舵上皆分別印有相對應的消光係數值（標記為” Cal ID #”）。

以下為使用手持式終端機進入能見度儀 8365 設備之調校模式：

1. 打開能見度儀 8365 設備控制器的箱門並將傳輸線接頭插入能見度控制器電路板的 J1 接頭上。
2. 手持式終端機將自動地電源啟動，在終端機開始從控制器接收資料後，終端機顯示器將改變至正常的能見度輸出格式顯示。

為了進入設備調試主選單，在手持式顯示鍵盤上壓"ENT"鍵，則下列主選單會出現在顯示器上。

---

0=EXIT	1=D/T	2=CALIB
3=TEST	4=BOOT	5=CFG

---

在主選單上壓"2"鍵進入調校模式選單，則下列選單會出現在顯示器上。

---

Enter Cal. ID

---

—

將顯示在校驗短舵上的 Cal ID 標記值（見圖 2-7）鍵入上述選單上，然後在顯示鍵盤上壓"ENT"鍵。注意，當鍵入小數點時須鍵入\*鍵。



圖 2-7 校驗短舵上的 Cal ID 標記值

接著按照手持式終端機顯示器上所提示事項執行各類必要的維護工作項目，例如，清潔各偵測器頭的外窗或是移去紅外光線發射與接收路線中的校驗短舵。在此段維護工作項目期間，能見度偵測儀將交替的操作在模式 0 與模式 1 以保持兩個紅外光發射器的熱平衡，當完成所提示的工作項目後須在顯示器鍵盤上壓"#"鍵。

---

**Clean Windows**  
#=Done

---

如顯示器所提示，完成 4 個偵測器頭外窗清潔後，在顯示器鍵盤上壓"#"鍵，則能見度偵測儀開始執行各項調校週期量測，而手持式終端機顯示器如下列所示：

---

**Cal. Averaging cycle**  
01

---

在顯示器上的數字將持續增加，就如同最大調校週期直到 25 為止，完成上述各項調校工作耗時約 5 分鐘。然後手持式終端機顯示器會提示操作者插入校驗短舵，如下列所示：

---

**Insert paddle**  
#=Done

---

如顯示器所提示，將校驗短舵安裝在紅外光發射器與檢波器路線中。注意，當陽光會有照射在校驗短舵的平板上而反射至紅外光接收器之處時，須將整個能見度偵測儀旋轉 90 度。當完成校驗短舵安裝後，在顯示器鍵盤上壓"# "鍵，則能見度偵測儀開始執行另一類別之各項調校週期量測，而手持式終端機顯示器如下列所示：

---

**Cal. Averaging cycle**  
01

---

在顯示器上的數字將再次持續增加，就如同最大調校週期直到 25 為止，完成上述各項調校工作同樣需耗時約 5 分鐘。然後手持式終端機顯示器會提示操作者移去校驗短舵，如下列所示：

---

**Remove paddle**  
#=Done

---

如顯示器所提示移去校驗短舵。假如上項調校前有將能見度偵測儀整個旋轉 90 度，則需將它旋轉回原來的位置。當完成前述工作項目後，在顯示器鍵盤上壓"# "鍵，則手持式終端機顯示器會提示操作者遮蓋能見度偵測儀之兩個紅外光發射器的鏡頭，如下列所示：

---

**Cover emitters.**  
#=Done

---

當完成遮蓋紅外光發射器鏡頭後，在顯示器鍵盤上壓"# "鍵，則能見度偵測儀開始執行另一類別之各項調校週期量測，而手持式終端機顯示器如下列所示：

---

**Cal. Averaging cycle**  
01

---

在顯示器上的數字將再次持續增加，就如同最大調校週期直到 25 為止，完成上述各項調校工作同樣也需耗時約 5 分鐘。然後手持式終端機顯示器會提示操作者移去紅外光發射器鏡頭的遮蓋，如下列所示：

---

**Remove covers.**  
#=Done

---

當完成紅外光發射器鏡頭的遮蓋移去後，在顯示器鍵盤上壓"#"鍵，則能見度偵測儀會依據調校量測之結果值產生一組新的調校因子值。而顯示器會將新與舊調校因子值同時顯示出來，如下列所示：

---

Cal Fctr:	Old = 54.908
	New = 54.738      #=Done

---

將新與舊的調校因子值皆記錄在工作簿中以作為未來參考用後，在顯示器鍵盤上壓"#"鍵，則手持式終端機顯示器會持續下一個顯示，如下列所示：

---

% Change = 0.3
#=Accept    *=Reject

---

上述螢幕所顯示之% Change=[(舊調校因子值-新調校因子值) / 舊調校因子值]\*100%。在正常狀況下% Change 從舊調校因子值至新調校因子值應當小於 2%。假如% Change 值是小於 2%則在顯示器鍵盤上壓"#"鍵接受新的調校因子值。假如% Change 值是大於 2%則在顯示器鍵盤上壓"\*"鍵拒絕新的調校因子值，然後重新執行能見度儀 8365 設備的調校步驟。一旦新的調校因子值被接受，則能見度儀之能見度控制電路板將使用新計算的調校因子值執行正常的量測模式。

## 2-8. 能見度儀設備維護與保養

能見度儀 8365 設備之定期維護保養被分成 2 個類型，即月保養與季保養。根據保養的時間表執行下列所述之例行保養程序，保養期間所需的工具與儀器有校驗短舵、鏡片清潔溶劑及柔軟的絨布。

月保養：

每月至少 1 次使用鏡片清潔溶劑及柔軟絨布定期清潔能見度儀紅外光發射器鏡頭與接收器鏡頭之光學外窗（視當地情況增加清潔次數）。

季保養：

每季使用鏡片清潔溶劑及柔軟絨布定期清潔能見度儀紅外光發射器鏡頭與接收器鏡頭之光學外窗，並使用校驗短舵執行能見度儀 8365 設備調校。

## 2-9. 能見度儀設備故障排除

下列三個方式中的任何一個皆可顯示能見度儀 8365 設備出現故障：

1. 能見度儀 8365 設備未完成正常的 1 分鐘測量週期。
2. 一個錯誤的能見度量測值被顯示出來。
3. 一個故障在能見度儀 8365 設備搭配手持式終端機的自我測試中被顯示出來。

為了有效率的維修能見度儀，準確的找尋設備故障源頭是有必要的。為達此目的，在各種變動情況下完成一系列的量測並將所有測量值記錄在一張診斷工作表（見表格 2-1）上是有必要的。從所有累積在診斷工作表內的測量記錄值可使得操作者很容易判斷出能見度儀內那個元件出現故障必須更換。

表格 2-1		診斷工作表				
模式	檢波器 模式識 別代碼	正常		互換傳輸纜線		旋轉偵 測器頭 180 度
		無短舵	有短舵	無短舵	有短舵	
模式 0						
模式 0						
模式 1						
模式 1						

透過型號 M403321 手持式終端機或一部型號 VT52 終端機（或可執行 Procomm 應用軟體的任何一部電腦）完成一系列的量測後就可以開始判斷能見度儀內部故障元件的隔離。為了故障隔離測試執行下列系統設定：

1. 連接型號 M403321 手持式終端機至能見度控制器電路板的 J1 接頭上。
2. 在手持式顯示鍵盤上壓"ENT"鍵則主選單會出現在顯示器上，如下列所示：

---

0=EXIT	1=D/T	2=CALIB
3=TEST	4=BOOT	5=CFG

---

3. 在主選單上壓"3"鍵則系統會進入測試模式，如下列所示：

---

0=EXIT	1=Stat	2=Diag
3=Mode 0	4=Mode 1	

---

測試模式選單上有模式 0 與模式 1 兩個測試模式可被選用，在下列 5 個不同環境組合下每個測試模式將實施一系列的測試項目。

1. 正常系統架設與傳輸線連線，及安裝校驗短舵在能見度儀系統內。
2. 正常系統架設與傳輸線連線，及取下校驗短舵在能見度儀系統內的安裝。
3. 互換兩個紅外光發射器傳輸纜線與兩個紅外光檢波器傳輸纜線，及安裝校驗短舵在能見度儀系統內。
4. 互換兩個紅外光發射器傳輸纜線與兩個紅外光檢波器傳輸纜線，及取下校驗短舵在能見度儀系統內的安裝。
5. 正常系統架設與傳輸線連線及無校驗短舵狀況下旋轉整個組合的偵測器頭 180 度。

作為故障隔離測試的第 1 個是在正常系統架設與傳輸線連線及無校驗短舵狀況下的模式 0 測試，於測試模式選單上壓"3"鍵則能見度儀 8365 設備之系統會進入發射器 0 開啟與發射器 1 關閉的模式 0 工作，且對於紅外線光直接接收的檢波器 1 內部訊號放大器增益值設定在低（Lo）增益，同時對於紅外線光散射接收的檢波器 0 內部訊號放大器增益值設定在高（Hi）增益。兩個數值會被顯示，"d00"值表示檢波器 0 間接從發射器 0 收到的散射紅外線光，而"d01"值表示檢波器 1 直接從發射器 0 收到的直射紅外線光，如下列所示：

---

Counts:	d00=650
d01=25000	#=Cont

---

將"d00"值與"d01"值記錄在診斷工作表內之正常系統架設與傳輸線連線及無校驗短舵的空格欄內，如下列表格 2-2 所示：

表格 2-2		診斷工作表-1				
模式	檢波器 模式識 別代碼	正常		互換傳輸纜線		旋轉偵 測器頭 180 度
		無短舵	有短舵	無短舵	有短舵	
模式 0	d00	650				
模式 0	d01	25000				
模式 1						
模式 1						

在模式 0 測試結果選單中壓"#"鍵，則系統會回到測試模式選單上。將校驗短舵安裝在能見度儀系統作為故障隔離的第 2 個模式 0 測試，在測試模式選單上壓"3"鍵則能見度儀 8365 設備之系統會再次進入模式 0 測試工作，兩個測試結果值（"d00"值與"d01"值）會如下列所顯示：

---

Counts:	d00=18000
d01=675	#=Cont

---



在正常系統架設與傳輸線連線及有校驗短舵的情況下將"d00"值與"d01"值記錄在診斷工作表內，如下列表格 2-3 所示：

表格 2-3		診斷工作表-2				
模式	檢波器 模式識 別代碼	正常		互換傳輸纜線		旋轉偵 測器頭 180 度
		無短舵	有短舵	無短舵	有短舵	
模式 0	d00	650	18000			
模式 0	d01	25000	675			
模式 1						
模式 1						

在模式 0 測試結果選單中壓"#"鍵，則系統會回到測試模式選單上。將能見度儀系統之供應電源關掉，從能見度控制電路板上移去紅外光發射器 0 與發射器 1 之傳輸線接頭，互換發射器 0 與發射器 1 之傳輸纜線接頭後，再接回能見度控制電路板上，隨後從能見度控制電路板上移去紅外光檢波器 0 與檢波器 1 之傳輸線接頭，互換檢波器 0 與檢波器 1 之傳輸纜線接頭後，再接回能見度控制電路板上。重新開啟能見度儀系統之供應電源，從能見度儀系統上移去校驗短舵，在測試模式選單上壓"3"鍵則能見度儀 8365 設備之系統會再次進入模式 0 測試工作，兩個測試結果值（"d00"值與"d01"值）會如下列所顯示：

Counts:	d00=625
d01=27000	#=Cont

在正常系統架設與互換傳輸線連線及無校驗短舵的情況下將"d00"值與"d01"值記錄在診斷工作表內，如下列表格 2-4 所示：

表格 2-4		診斷工作表-3				
模式	檢波器 模式識 別代碼	正常		互換傳輸纜線		旋轉偵 測器頭 180 度
		無短舵	有短舵	無短舵	有短舵	
模式 0	d00	650	18000	625		
模式 0	d01	25000	675	27000		
模式 1						
模式 1						

在模式 0 測試結果選單中壓"#"鍵，則系統會回到測試模式選單上。將校驗短舵安裝在能見度儀系統上作為故障隔離模式 0 的測試，在測試模式選單上壓"3"鍵則系統會再次進入模式 0 測試工作，兩個測試結果值（"d00"值與"d01"值）會如下列所顯示：

---

Counts:	d00=20000		
d01=600		#=Cont	

---

在正常系統架設與傳輸線連線及有校驗短舵的情況下將"d00"值與"d01"值記錄在診斷工作表內，如下列表格 2-5 所示：

表格 2-5		診斷工作表-4				
模式	檢波器 模式識 別代碼	正常		互換傳輸纜線		旋轉偵 測器頭 180 度
		無短舵	有短舵	無短舵	有短舵	
模式 0	d00	650	18000	625	20000	
模式 0	d01	25000	675	27000	600	
模式 1						
模式 1						

在模式 0 測試結果選單中壓"#"鍵，則系統會回到測試模式選單上。將能見度儀系統之供應電源關掉，所有安裝至能見度控制電路板上的傳輸線皆重新恢復回正常的安裝，放鬆支撐偵測器頭至能見度儀總成之構件螺栓並且旋轉偵測器頭 180 度。重新開啟能見度儀系統之供應電源，從能見度儀系統上移去校驗短舵，在測試模式選單上壓"3"鍵則系統會再次進入模式 0 測試工作，兩個測試結果值（"d00"值與"d01"值）會如下列所顯示：

---

Counts:	d00=650		
d01=25000		#=Cont	

---

在偵測器頭旋轉 180 度之架設與正常傳輸線連線及無校驗短舵的情況下將"d00"值與"d01"值記錄在診斷工作表內，如下列表格 2-6 所示：

表格 2-6		診斷工作表-5				
模式	檢波器 模式識 別代碼	正常		互換傳輸纜線		旋轉偵 測器頭 180 度
		無短舵	有短舵	無短舵	有短舵	
模式 0	d00	650	18000	625	20000	650
模式 0	d01	25000	675	27000	600	25000
模式 1						
模式 1						

故障隔離的下個測試是在正常系統架設與傳輸線連線及無校驗短舵狀況下的模式 1 測試，於測試模式選單上壓"4"鍵則能見度儀 8365 設備之系統會進入發射器 1 開啟與發射器 0 關閉的模式 1 工作，且對於紅外線光直接接收的檢波器 0 內部訊號放大器增益值設定在低 (Lo) 增益，同時對於紅外線光散射接收的檢波器 1 內部訊號放大器增益值設定在高 (Hi) 增益。兩個數值會被顯示，"d11"值表示檢波器 1 間接從發射器 1 收到的散射紅外線光，而"d10"值表示檢波器 0 直接從發射器 1 收到的直射紅外線光，如下列所示：

---

<b>Counts:</b>	<b>d11=625</b>	
<b>D10=27000</b>		<b>#=Cont</b>

---

將"d11"值與"d10"值記錄在診斷工作表內之正常系統架設與傳輸線連線及無校驗短舵的空格欄內，如下列表格 2-7 所示：

表格 2-7		診斷工作表-6				
模式	檢波器 模式識 別代碼	正常		互換傳輸纜線		旋轉偵 測器頭 180 度
		無短舵	有短舵	無短舵	有短舵	
模式 0	d00	650	18000	625	20000	650
模式 0	d01	25000	675	27000	600	25000
模式 1	D10	27000				
模式 1	D11	625				

在模式 1 測試結果選單中壓"#"鍵，則系統會回到測試模式選單上。將校驗短舵安裝在能見度儀系統作為故障隔離的第 2 個模式 1 測試，在測試模式選單上壓"4"鍵則系統會再次進入模式 1 測試工作，兩個測試結果值（"d11"值與"d10"值）會如下列所顯示：

---

Counts:	d11=20000	
D10=600		#=Cont

---

在正常系統架設與傳輸線連線及有校驗短舵的情況下將"d11"值與"d10"值記錄在診斷工作表內，如下列表格 2-8 所示：

表格 2-8		診斷工作表-7				
模式	檢波器 模式識 別代碼	正常		互換傳輸纜線		旋轉偵 測器頭 180 度
		無短舵	有短舵	無短舵	有短舵	
模式 0	d00	650	18000	625	20000	650
模式 0	d01	25000	675	27000	600	25000
模式 1	D10	27000	600			
模式 1	D11	625	20000			

在模式 1 測試結果選單中壓"#"鍵，則系統會回到測試模式選單上。將能見度儀系統之供應電源關掉，從能見度控制電路板上移去紅外光發射器 0 與發射器 1 之傳輸線接頭，互換發射器 0 與發射器 1 之傳輸纜線接頭後，再接回能見度控制電路板上，隨後從能見度控制電路板上移去紅外光檢波器 0 與檢波器 1 之傳輸線接頭，互換檢波器 0 與檢波器 1 之傳輸纜線接頭後，再接回能見度控制電路板上。重新開啟能見度儀系統之供應電源，從能見度儀系統上移去校驗短舵，在測試模式選單上壓"4"鍵則系統會再次進入模式 1 測試工作，兩個測試結果值（"d11"值與"d10"值）會如下列所顯示：

---

Counts:	d11=650
D10=25000	#=Cont

---

在正常系統架設與互換傳輸線連線及無校驗短舵的情況下將"d00"值與"d01"值記錄在診斷工作表內，如下列表格 2-9 所示：

表格 2-9		診斷工作表-8				
模式	檢波器 模式識 別代碼	正常		互換傳輸纜線		旋轉偵 測器頭 180 度
		無短舵	有短舵	無短舵	有短舵	
模式 0	d00	650	18000	625	20000	650
模式 0	d01	25000	675	27000	600	25000
模式 1	D10	27000	600	25000		
模式 1	D11	625	20000	650		

在模式 1 測試結果選單中壓"#"鍵，則系統會回到測試模式選單上。將校驗短舵安裝在能見度儀系統上作為故障隔離模式 1 的測試，在測試模式選單上壓"4"鍵則系統會再次進入模式 1 測試工作，兩個測試結果值（"d11"值與"d10"值）會如下列所顯示：

---

Counts:	d11=18000		
d10=675		#=Cont	

---

在正常系統架設與傳輸線連線及有校驗短舵的情況下將"d11"值與"d10"值記錄在診斷工作表內，如下列表格 2-10 所示：

表格 2-10		診斷工作表-9				
模式	檢波器 模式識 別代碼	正常		互換傳輸纜線		旋轉偵 測器頭 180 度
		無短舵	有短舵	無短舵	有短舵	
模式 0	d00	650	18000	625	20000	650
模式 0	d01	25000	675	27000	600	25000
模式 1	D10	27000	600	25000	675	
模式 1	D11	625	20000	650	18000	

在模式 1 測試結果選單中壓"#"鍵，則系統會回到測試模式選單上。將能見度儀系統之供應電源關掉，所有安裝至能見度控制電路板上的傳輸線皆重新恢復回正常的安裝，放鬆支撐偵測器頭至能見度儀總成之構件螺栓並且旋轉偵測器頭 180 度。重新開啟能見度儀系統之供應電源，從能見度儀系統上移去校驗短舵，在測試模式選單上壓"4"鍵則系統會再次進入模式 1 測試工作，兩個測試結果值（"d11"值與"d10"值）會如下列所顯示：

---

Counts:	d11=625	
D10=27000	#=Cont	

---



在偵測器頭旋轉 180 度之架設與正常傳輸線連線及無校驗短舵的情況下將"d11"值與"d10"值記錄在診斷工作表內，如下列表格 2-11 所示：

表格 2-11		診斷工作表-10				
模式	檢波器 模式識 別代碼	正常		互換傳輸纜線		旋轉偵 測器頭 180 度
		無短舵	有短舵	無短舵	有短舵	
模式 0	d00	650	18000	625	20000	650
模式 0	d01	25000	675	27000	600	25000
模式 1	D10	27000	600	25000	675	27000
模式 1	D11	625	20000	650	18000	625

在故障隔離測試期間顯示器上的各種數值顯示代表紅外光檢波器輸出頻率的計數，並且此計數會隨著接收紅外光訊號的強度而改變。顯示在上述表格 18（診斷工作表-10）內的取樣值皆是理想化數值，它意謂著當能見度儀在正常無故障運作時，其故障隔離測試示範操作會出現表格 18 之理想數值間的關係。然而實際故障隔離測試所得數值可能遠大或遠小於這些理想數值，但是當能見度儀正常地運作時這些實際所得數值之間的關係是相同於表格 18 之理想數值間的關係。相關聯數值之間的偏異是一個故障問題來源的主要顯示。在正常情況下這些關聯數值是如下列所示：

1. 在故障隔離測試期間，若能見度儀系統內無校驗短舵時，紅外光檢波器直接從發射器檢測到的直射紅外光應該是高的（數值範圍在 20,000 至 30,000），並且紅外光檢波器間接從發射器檢測到的散射紅外光應該是低的（數值範圍在 500 至 15,000）。確切的數值端視測量時的天氣狀況而定，在低能見度天氣狀況檢測到的散射數值可能升得非常高；但無論如何，在能見度儀系統內插入校驗短舵時，檢測到的散射數值將升得更高。
2. 在能見度儀系統內插入校驗短舵時，會將主要發射的紅外光能量散射出去，並且很大地降低直射穿透校驗短舵的發射紅外光能量（即模擬非常低的能見度），因此在能見度儀系統內插入校驗短舵時，紅外光檢波器直接檢測到的直射紅外光及間接檢測到的散射紅外光數值將與項目 1 所量測到的數值相反，即紅外光檢波器直接檢測到的直射紅外光數值會是低的，而間接檢測到的散射紅外光數值會是高的。

互換能見度儀發射器 0 與發射器 1，及檢波器 0 與檢波器 1，訊號傳輸纜線之故障隔離測試方式會造成能見度儀運作如同在正常操作的鏡像，操作者可藉此方式判斷故障是出現在能見度控制電路板或是 4 個能見度偵測器頭中的 1 個。直接從發射器至檢波器所收到的直射紅外光訊號是一個故障的可靠指示器，因為對於接收到一個弱的或奇怪的訊號可能無法從間接收到散射紅外光訊號那樣執行明顯地故障隔離判斷。

假如在互換能見度儀訊號傳輸纜線之後，所測到有疑問的數值仍然出現在同樣地方（即能見度偵測器所量測到的讀值是相同於互換能見度儀訊號傳輸纜線之前的讀值），則問題應該是來自於能見度控電路板出現故障。假如在互換能見度儀訊號傳輸纜線之後，所測到疑問數值出現在同樣發射器/檢波器組合之相對應新位址時，則問題應該是來自於有疑問數值之發射器/檢波器組合中的 1 個偵測器頭出現故障。

為了進一步故障隔離有疑問數值之發射器/檢波器組合中的那一個偵測器頭出現故障，只要互換兩條發射器訊號傳輸纜線（即連接發射器 0 訊號傳輸纜線至與發射器 1 接頭，與連接發射器 1 訊號傳輸纜線至與發射器 0 接頭），而兩條檢波器訊號傳輸纜線則保持正常運作的接法。假如所測到有疑問數值仍然出現在相同的檢波器，則檢波器出現故障，又如所測到有疑問數值出現在另一個檢波器，則發射器出現故障。

## 2-10. 能見度儀設備規範

參數	規範
型號 8365-A 能見度量測範圍	10 公尺至 32 公里
型號 8365-C 能見度量測範圍	10 公尺至 80 公里
準確度	量測距離小於 2 公里時+/- 2% 量測距離大於 2 公里時+/- 10%
量測型態	氣象光程（MOR）或消光係數
量測之平均間隔	3、5、或 10 分鐘
量測單位	英哩或公里

操作原理	雙重技術-直接衰減與向前散射
光源	紅外線發光二極體
光學帶通濾波器	865 nm +/- 35 nm
檢波器	矽控光二極體
散射檢波角度	35 度角
訊號串出型態	RS-485 或 RS-232 訊號型態
訊號輸出間隔	詢問式、10 秒、1 分、或 10 分
訊號輸出格式	ASCII 字元格式
訊號傳輸速率	300、1200、2400、4800 或 9600bps
串列埠參數設定	8-N-1(8 data bits,no parity,1 stop bit)
類比輸出電壓	0 側 1 伏特
類比輸出阻抗	100 歐姆
手持式終端機訊號傳輸速率	1200 bps
手持式終端機串列埠參數設定	8-N-1(8 data bits,no parity,1 stop bit)
電源供應電壓	115 VAC, 60 Hz
最大電流消耗	1.773 安培
環境操作溫度	攝氏-40 至+55 度
環境儲存溫度	攝氏-55 至+55 度

環境相對溼度	5 至 100%
環境風速	最大至 120 海浬
冰雹	最大至直徑 0.5 英吋
積冰	最大每小時 0.5 英吋
海拔	-100 至 10,000 英尺
能見度偵測儀總成外觀尺寸	155 公分長*48 公分寬*53 公分高
能見度控制器總成外觀尺寸	30 公分寬*36 公分高*15 公分深
重量	33 公斤
裝載重量	61 公斤

### 3. 溫溼度感測器

#### 3-1. 溫溼度感測器簡介

Allweather 公司生產的型號 5190-F 溫濕度計被設計作為各種各樣的監測用途使用，它們包括了量測氣溫的溫度感應器與量測溼度的溼度感應器（見圖 3-1）。



圖 3-1 溫溼度感測器 5190 外型

#### 3-2. 溫溼度感測器運作原理

溫濕度計 5190-F 使用一電容薄膜感測器量測空氣中的相對溼度，而使用電子性白金感測器 (Platinum Resistance Temperature Device) Pt1000 量測空氣中的溫度。溫濕度計 5190-F 之溫度感應器的量測範圍為  $-40\sim+60^{\circ}\text{C}$ ，誤差值小於  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ；其溼度感應器的量測範圍是  $0\sim 100\% \text{RH}$ ，誤差值小於  $\pm 1.5\%$ ，溫濕度計 5190-F 所供應的電源為直流電壓且輸入電源的電流極小，溫濕度計 5190-F 所量測的空氣中溫度訊號與空氣中相對溼度訊號被轉換成兩個線性化的電壓輸出訊號。

電源供應，溫濕度計 5190-F 所需的供應電源為 5 至 24 伏特直流電壓，而供應的電源電流至少能提供 4 毫安 (4 mA)。

輸出訊號，溫濕度計 5190-F 提供兩個線性化的電壓輸出訊號如表格 3-1 所示：

表格 3-1 溫濕度計 5190-F 線性化電壓輸出範圍		
參數	輸出電壓	溫溼度範圍
相對溼度 (RH)	0 至 1 VDC	0 至 100% RH
溫度 (TH)	0 至 1 VDC	$-40^{\circ}\text{C}$ 至 $+60^{\circ}\text{C}$

#### 注意

不可在溫濕度計 5190-F 輸出端連接一小於  $10\text{ k}\Omega$  的負載。

溫度限制：溫濕度計 5190-F 之環境操作溫度被設計在  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $+60^{\circ}\text{C}$ 。

溼度限制：溫濕度計 5190-F 之環境操作相對溼度被設計在 0 至 100% RH。

5190-F 在相對溼度為 0 和 100% 之間時仍可以操作。若因環境造成冷凝，依舊不會損壞感應器，因為白金探棒是所有氣象感應器中故障最低的感應器，本身並不需要保養，但是在凝結時存在時，將因此無法提供正確的讀數，同樣的，

若感應器引線因冷凝造成短路時，也無法繼續工作。5190-F 在低於冰點的溫度下的最大濕度讀數如下表 3-2 所示：

最大相對溼度	溫度	最大相對溼度	溫度
100%	0°C	81%	-20°C
95%	-5°C	78%	-25°C
91%	-10°C	75%	-30°C
87%	-15°C		

溫度補償，實際上，每一個製造相對溼度感應器的廠商，都需要對濕度的輸出信號做溫度補償，以便在很寬的溫度範圍內準確地作測量。因為感應器中所使用的水分子及吸濕聚合物的介電特性會隨溫度而產生變化，因此溫度補償是必須的。而 5190-F 的電子電路會自動進行補償溫度的計算，使濕度測量的準確性提高。

溫濕度計 5190-F 設備保護，與溫濕度計一同搭配的灰塵過濾器是用來保護溫濕度計 5190-F 設備。標準的金屬線篩孔過濾器對於大部分污染物都有充分的保護應用。

### 安裝地點及注意事項

安裝時須避免探頭和感應器直接暴露在太陽輻射和雨水下，所以通常會加掛如下圖之遮蔽罩(Motor Aspirated Radiation Shield；MARS)等。

安裝地點必須在一個開放通風的環境下，且感測器離地面至少 5 英尺(5 米)，若地面是混凝土或柏油路則需增加這個距離，以避免影響溫度偵測。

溫濕度計接線如下表及下圖所示，其中 Shield 是指其內的黑色線，接線時需注意供電的線路，接線不當將會損壞探頭。

Wire	Color	TB2 Terminal
Ground / -	Gray, Yellow, and Shield	4
Supply Voltage (+)	Green	3
RH	White	2
Temperature	Brown	1

表 3-3

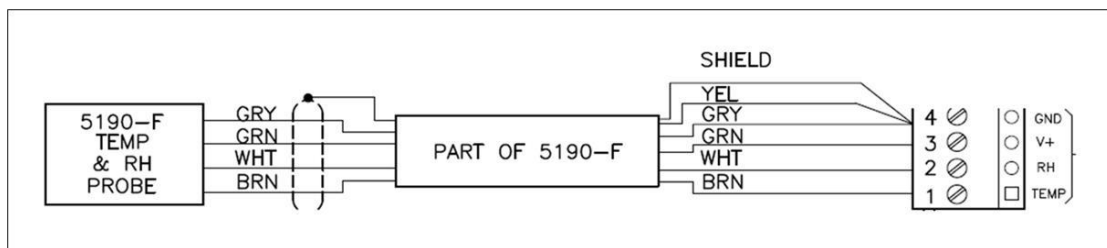


圖 3-2

### 3-3. 溫溼度感測器維護與保養。

#### 3-3-1. 灰塵過濾器的清潔與更換

灰塵過濾器應當每年至少清潔一次，端視溫濕度計量測的狀況而定。無論什麼時候清潔灰塵過濾器都盡可能不要將它從溫濕度計上取下。使用一個細小刷子清除在過濾器上所堆積的任何碎屑。灰塵過濾器須從溫濕度計上旋開後再更換它，並且須在屋內更換與安裝灰塵過濾器，如圖 3-3。



圖 3-3

#### 注意

假若移去或更換灰塵過濾器須確定不可碰到濕度感應器，因為濕度感應器對於一張白紙厚度的位移間隙差就會出現錯誤的量測值。不要移去濕度感應器探針！在安裝灰塵過濾器之前檢查濕度感應器與探針的對齊性，連接濕度感應器與探針的銅線是非常薄且容易彎曲。假如發生弄彎濕度感應器與探針間的銅線，則需使用一個又小又平坦的鉗子很輕柔的將彎曲銅線弄直，並將濕度感應器與探針對齊。不要使用尖銳的鉗子或鑷子損傷濕度感應器。

#### 3-32. 定期校正檢查

濕度感應器之長期穩定度每年都是優於 1% 相對溼度，為了獲得最大的準確度，準確度檢查每三年一次是保養的一部分，若使用的濕度感應器是暴露在嚴重污染地方則須更頻繁的準確度檢查。對於 Pt1000 溫度感測器及其相關電子電路是相當穩定的，在工廠出廠前就已調整好，之後不須校正。



### 3-3-3. 定期維護與保養

溫濕度計 5190-F 之定期保養需要準備的裝備有空氣濕度計。

#### 1. 月保養

溫濕度計 5190-F 之每月保養須包含抗輻射防護罩 8141 之總成檢查，假如有灰塵或碎屑被檢查到就須使用毛刷清除它們。

#### 2. 年度保養

溫濕度計 5190-F 之年度保養除了執行每月的保養之外，若溫濕度計之灰塵過濾器有灰塵或碎屑被檢查到就須使用柔軟小毛刷清除它們，並且使用與對比空氣濕度計檢查溫濕度計 5190-F 之相對溼度讀值之準確度，檢查步驟如下列所示：

- (1) 靠近並接鄰抗輻射防護罩 8141 入口處放置空氣濕度計，為了讓空氣濕度計之讀值穩定須等候至少 20 分鐘後才可進行步驟 2。
- (2) 實施相對溼度量測 1.5 分鐘，計錄空氣濕度計之溫度與溼球溫度，並記錄溫濕度計 5190-F 在 1 分鐘期間內的溫度與露點溫度。
- (3) 空氣濕度計溫度與溫濕度計 5190-F 溫度之個別所有平均讀值是在  $\pm 0.56^{\circ}\text{C}$  之範圍內。使用溫濕度計 5190-F 溫度平均讀值減去空氣濕度計溫度平均讀值，假如所得的差值在  $\pm 1.1^{\circ}\text{C}$  之範圍內就算通過，否則就算是量測失敗，則須更換溫濕度計 5190-F，並失敗的溫濕度計 5190-F 送回 Allweather 公司調校。

### 3-4. 溫溼度感測器設備規範

參數	規範
溼度感測器	薄膜電容器
溫度感測器	Pt100RTD
操作溫度限制	-40°C 至+60°C
相對溼度輸出訊號（線性）	0-1.0 VDC = 0 至 100% RH
溫度輸出訊號（線性）	0-1.0 VDC = -40°C 至+60°C
每一輸出最小負載	10 K $\Omega$
準確度	+/- 1.5% RH、 +/-0.1°C
量測間隔	0.7 秒
電源供應電壓	5 至 24 VDC
設備消耗電流	接近 4 毫安
電纜線長度	5 公尺
溫溼度感測器保護	金屬線網目過濾器
外觀尺寸	20.8 公分長*1.5 公分直徑
重量	120 公克

## 4. 雨量計

### 4-1. 雨量計簡介

Allweather 公司生產的型號 6011 雨量計 (Rain Gauge) 是用來量測雨量及/或雨量速率的精準偵測儀器，雨水透過機械式的入水口注滿雨量計內部之兩個小翻斗中的 1 個。對於型號 6011-A 之雨量計而言每一個滿翻斗水量代表 0.01 英吋 (0.25 mm) 的下雨量，而對於型號 6011-B 之雨量計而言每一個滿翻斗水量代表 0.01 mm 的下雨量，當翻斗運轉時會使得磁簧開關短暫的閉合短路造成雨量計數往上積累下雨量。

型號 6011 雨量計使用抗腐蝕金屬材製作而成，並且所有外部開口皆有防昆蟲與外來物之金屬網目保護。廠商資料表示，此雨量計誤差率小於 $\pm 0.5\%$ ，雨量筒圓直徑為 20.3 公分，雨量筒高為 45.7 公分 (見圖 4-1)。



圖 4-1 雨量計 6011 外型

### 4-2. 雨量計運作原理

選用雨量計 6011 上面圓形入水孔直徑為 8 英吋 (面積為 324 cm<sup>2</sup>) 的緣由，是為了妥協折衷兩個相互衝突的元件，即大取樣面積會增加雨量測量的準確度與小機械式翻斗 (tipping bucket) 實用的好處。

藉著雨量計圓形入水孔之大漏斗收集降雨量，這個大漏斗形狀的入水孔可防止進到雨量計的雨水因撞擊或蒸發而溢出雨量計，造成雨量測量的準確度下降。被收集雨量然後被漏斗形狀引導進入到雨量計內部的小入水孔，並且加注到兩個小機械式翻斗中的 1 個。當 1 個翻斗注滿雨量後，它的合成重量使得一個蹺蹺板裝置開始運轉，造成另 1 個翻斗上升替補到原來加注雨量翻斗的位置，並且原來注滿雨量之翻斗因下降傾斜而倒空翻斗內的雨水，此傾倒出來之雨水再由雨量筒的底

部被引導至雨量筒外部。而在翻斗下方有磁鐵監控翻斗的運作情形，磁鐵因磁吸作用會連結著磁簧開關，每當翻斗運轉往上升或往下降就會造成此磁簧開關有 100 ms 短暫的閉合短路，平常翻斗不運轉時此磁簧開關是在開路狀態，故當雨量計監控到磁簧開關 100 ms 短暫的閉合短路時便將雨量往上積累 1 個基本雨量。當雨量較多時，翻斗擺動的次數就會較多。因此，計算磁簧開關短路開路的次數，就可以計算出雨量的多寡。

當天候下雨時，自動化氣象觀測系統（AWOS）中會使用雨量計來修正能見度的量測。當降雨量正在下時，能見度儀所量測記錄的值是小於實際能見度值，能見度值誤差的大小程度端視降雨量的強度。為了修正能見度誤差值，AWOS 檢視雨量計的資料並依據相對應到降雨量強度的許多修正因子實施實際能見度值的修正。

### **4-3. 雨量計維護與保養**

#### **4-3-1. 雨量計之雨量筒的清潔**

雨量計 6011 的日常維護與保養僅需定期檢查入水口的盛水斗與孔道以及出水口是否有堵塞物與污垢，並將其堵塞物與污垢清除。清除掉網上所有的堵塞物與污垢。並且將網鬆開，清潔內部。有需要的話也可用中性清潔劑清洗桶子表面。

#### **4-3-2. 定期維護與保養**

雨量計 6011 之定期保養可分成月保養、季保養與年度保養。

##### **1. 月保養**

從雨量計 6011 的漏斗注水口處移去金屬網目過濾器，輕拍金屬網目過濾器使得網上所有的灰塵與碎屑被清除乾淨。

##### **2. 年度保養**

雨量計 6011 之年度保養除了執行每月的保養之外還須執行下列步驟：

- (1)雨量計 6011 之輸出是一個開關短路與開路，每一個開關短暫的短路再開路就相對等於 0.01 英吋的下雨量，所以須清除漏斗、金屬網目與翻斗上所有的灰塵與碎屑。
- (2)使用十字起子旋開雨量計 6011 之外筒下方兩顆 1/4 英吋螺栓並取下外筒，檢視雨量計底座上水平位準圓泡是否趨中，如有必要則須調整雨量計底座腳架螺絲使得水平位準圓泡趨中。
- (3)仔細檢查雨量計內部是否有受到閃電等自然外力的損傷。
- (4)使用歐姆表量測雨量計輸出之兩條訊號線，輕擊翻斗運轉一個週期確認歐姆表應有兩次短暫的短路再開路顯示。
- (5)把外筒、螺栓與金屬網目放置回原處。

#### 4-4. 雨量計設備規範

參數	規範
雨量計型態	翻斗式
雨量計 6011-A 靈敏度	最小 0.25 mm 雨量
雨量計 6011-B 靈敏度	最小 0.1 mm 雨量
雨量計 6011-A 解析度	最小 0.25 mm 雨量
雨量計 6011-B 解析度	最小 0.1 mm 雨量
接雨水開口面積	直徑 8 英吋 (20 公分) 的圓形開口
校正過的準確度	在每小時 0.5 英吋雨量下 +/- 0.5%
可重覆性	+/- 3%
防昆蟲保護	金屬細網目
容量	無限制
輸出	100 ms 之開關閉合短路
開關型態	型態 A 磁磺開關
外觀尺寸	直徑 8 英吋*高 18 英吋
重量	3.6 公斤
裝載重量	6.8 公斤

## 5. 氣壓感測器

### 5-1. 氣壓感測器簡介

氣壓感測器 7190 是起源於美國國家標準與技術研究所，使用環氧樹脂塗層鋁合金材料製作而成。廠商資料表示，此氣壓感測器解析度 0.01 hPa，7190 數位氣壓感測器外形尺寸為寬 14.5 公分、高 12 公分、深 6.5 公分（見圖 5-1）。



圖 5-1 數位氣壓感測器 7190 外型

Allweather 公司生產的型號 7190 雙重數位氣壓感測器是適用於涵蓋大範圍環境壓力與溫度的全補償數位式氣壓計，它完全合乎室溫下各種準確氣壓的量測應用與各類型自動氣象觀測站之應用需求。

氣壓感測器 7190 使用一個矽製電容完全氣壓的偵測器作為各種氣壓的應用量測，這個感應器有極優越的磁滯性與可重覆性特質，它具有低溫度依賴性及長期穩定性。它具有抗機械性與熱衝擊的設計特性。

氣壓感測器 7190 的量測原理是根據使用三個參考電容器的一個超前 RC 振盪器連續監測著電容氣壓偵測器與電容性溫度補償偵測器。為了氣壓線性化與溫度依賴，氣壓感測器的微處理器執行補償作用。

氣壓感測器 7190 內之氣壓變換器在每個溫度位階下的基本氣壓與溫度調整在氣壓感測器操作溫度範圍內組成 7 個溫度位階與氣壓感測器操作氣壓範圍內組成 7 至 9 個壓力位階。經由計算過的個別基本氣壓與溫度調整係數值被儲存在每個氣壓變換器的 EEPROM 內，使用者不能改變這些調整的基因子。

氣壓感測器 7190 內有兩個氣壓變換器，它們備有一個自我診斷的特色：使用者可以設定各種告警的上下限制，在上與下告警範圍之內氣壓變換器必須保持量測的可靠度。7190 數位氣壓感測器也能被設定成量測兩個分別的氣壓。

使用者能夠定義氣壓感測器 7190 各種的應用，各種專屬設定，如各種串列匯流排設定、平均時間、輸出間隔、輸出格式、氣壓單位及氣壓解析度。它也能選擇在電源啟動時不同的資料傳送模式，如自由作動模式、待命模式及自動傳送資料模式，也能選用每秒測量 10 次的快速傳送模式。但快速穩定的時間模式無法被選擇設定，因為在工廠已經建議內定為更長的平均時間設定以降低環境氣壓雜訊。

另外使用者能夠選用氣壓感測器 7190 的標準 RS-232 全雙工與雙向 TTL 訊號串列介面位階傳輸線輸出，也能選用 RS 485/422 兩線半雙工串列介面或具脈衝速率之脈衝輸出介面兩者中任何一個、氣壓解析度與氣壓彌補。

## 5-2. 氣壓感測器運作原理

氣壓感測器 7190 是由兩層單晶矽及兩層單晶矽間的一層玻璃組合而成（見圖 5-2）。較薄的單晶矽層是蝕刻在厚單晶矽層的兩端以產生完整的真空空隙以作為完全氣壓感測器，並且形成一個壓敏矽隔板。較厚的單晶矽層是氣壓感測器堅硬的基板並且它被一層玻璃介質所覆蓋。較薄片矽層是靜電連結至玻璃層以形成對個強又密封的連結。金屬薄膜被沈積以形成在真空空隙內部的電容電極；另一個電極則是壓敏矽隔板。

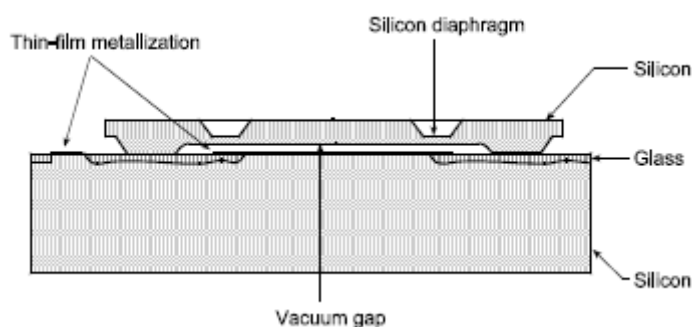


圖 5-2 數位氣壓感測器 7190 累晶結構圖

使用在氣壓感測器內之矽與玻璃材質是很小心地裝配在一起以使依賴溫度的熱膨脹係數減到最少並且使得長期的穩定度增加到最大，這個氣壓感測器被設計以完成氣壓在 1000 hPa 零溫度依賴和長期的穩定度。

電容性氣壓感測器以寬廣的動態範圍與無自我加熱效應為特色。這個極優越的磁滯性與可重覆性特質是根據單晶矽的理想彈性特質。在這個氣壓感測器中矽製材料被施以應力至僅有整個彈力範圍的少數百分比。

氣壓感測器 7190 的量測原理是根據使用三個參考電容器的一個超前 RC 振盪器連續監測著電容氣壓偵測器與電容性溫度補償偵測器。一個多工器將 5 個電容器的每 1 個電容器在一特定時間連結至 RC 振盪器，並且在一個測量週期量測 5 種不同的頻率，如圖 5-3 所示，一個電容器量測大約持續 3 ms，故整個測量週期大約有 15 ms。

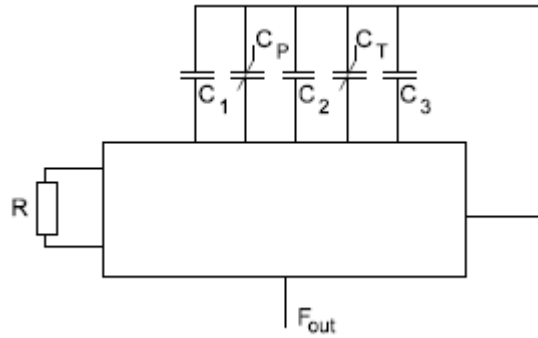


圖 5-3 具有 5 個電容器的 RC 振盪器連接圖

以減弱雜散電阻之變動及完成對時間優越量測的穩定度設計 RC 振盪器，這個電子測量原理著重在寬廣的環境溫度與相對溼度範圍及長期時間的穩定度；但同時它也能很快速的完成氣壓量測。

在快速量測模式中使用一個特別的量測演算法，在這個模式中僅有來自氣壓感器的頻率被連續地量測，而這些頻率來自三個參考電容器與來自熱補償電容器僅需每 30 秒鐘就會被更新，快速量測模式每秒就能完成 10 項量測（解析度為 1N/米平方）。

氣壓感測器 7190 由一塊微處理器電路板及兩個氣壓變換器組合而成，氣壓變換器一般被連接到相同的壓力埠，氣壓感測器有兩個壓力埠，每個氣壓變換器各自對應到一個壓力埠。

氣壓感測器 7190 有一組 RS-232 全雙工與雙向 TTL 訊號串列介面。另外氣壓感測器有下列兩者中任何一個，即一個脈衝輸出介面或一個 RS 485/422 兩線半雙工串列介面。這個 RS 485/422 介面是在氣壓感測器內部的分別選項模組，這項模組需被指定採購並且在工廠安裝。對於氣壓感測器 7190 方塊圖見圖 5-4。

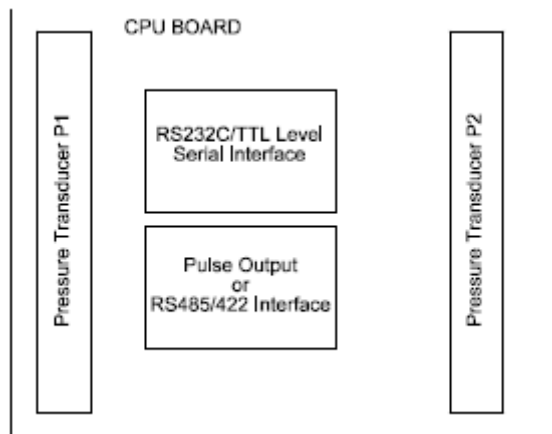
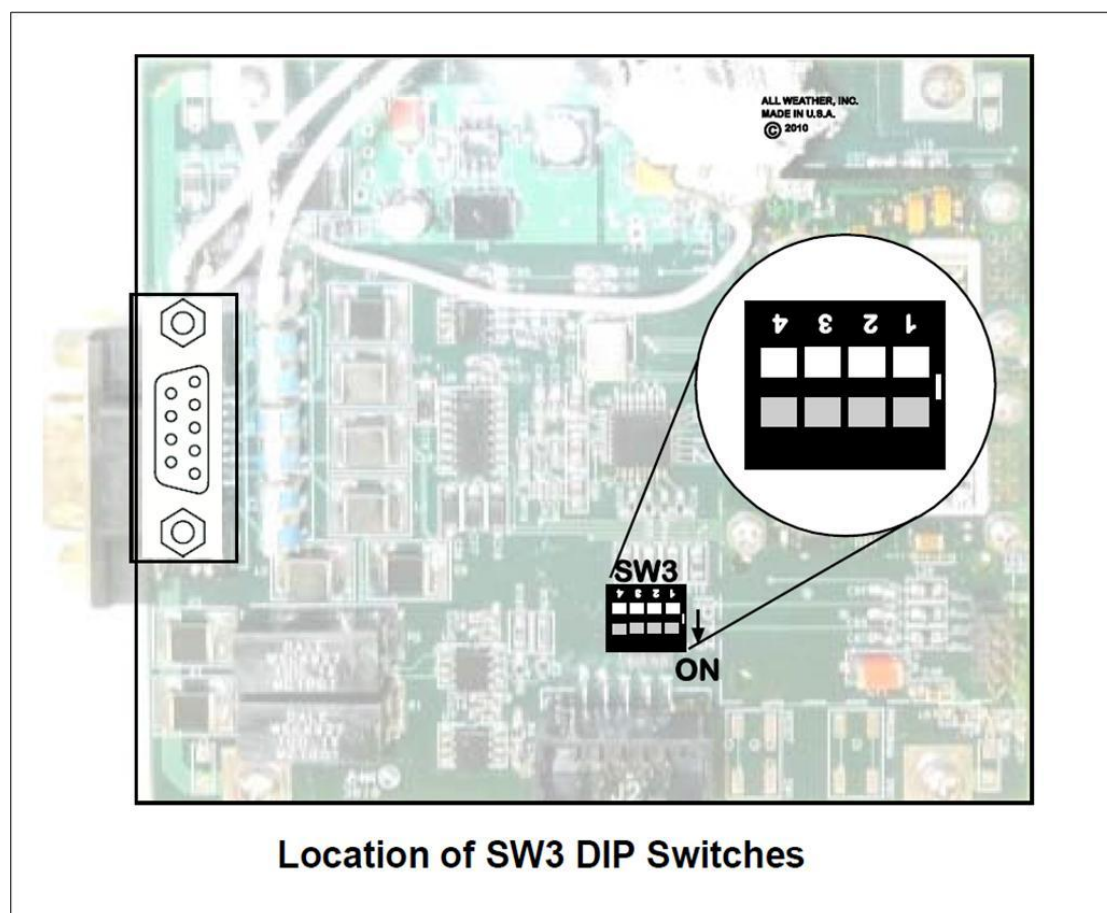


圖 5-4 氣壓感測器 7190 方塊圖



### 5-3. 氣壓計傳輸部分

7150 系列數字氣壓計其串行埠通信由四種鮑率擇一(4800 bps、9600 bps、19200 bps、57600 bps)，其選擇的 SW3 DIP 開關詳細位置如下圖所示：



每秒傳輸位元的預設值為 4800，其開關的切換如下表所列：

Baud Rate (bps)	Switch			
	1	2	3	4
DEFAULT BAUD RATE 4800	OFF	OFF	x	x
9600	ON	OFF	x	x
19200	OFF	ON	x	x
57600	ON	ON	x	x

其他連接埠設定為資料位元選擇” 8” ；同位檢查選擇” 無” ；停止位元選擇” 1” ，流量控制選擇” 無” 。

#### 5-4. 資料格式、編碼及指令

此感應器具有記錄重新啟動次數的功能，使用此功能查看時，需要輸入指令 BOOT<CR><LF>，之後將會顯示如下訊息：

```
This sensor has reset 84 times
```

此訊息顯示已經重啟過 84 次。

若要使啟動計數器復位到 0 需要輸入 CLEAR<CR><LF>，之後將會顯示如下訊息：

```
Reboot counter reset to zero
```

此訊息顯示計數器已歸零。

此感應器只有在收到使用者輸入指令後才會傳送資料流給使用者監看，指令為 SEND 0<CR><LF>，而以下為傳回之資料格式及編碼說明：

```
<SP><SP>aa.aaa<SP>bb.bbb<SP>cc.ccc<SP>[ - ]tt <SP>xx.xxx <SP>yyy
```

<SP> = 空白

aa.aaa = 氣壓感應器#1

bb.bbb = 氣壓感應器#2

cc.ccc = 氣壓感應器#3

xx.xxx = 3 小時前的氣壓趨勢增減

tt = 由氣壓感應器#1 讀出的溫度數值

<-> = 空白代表正之溫度；負號代表負之溫度

yyy = 錯誤碼，每一個 y 代表每一個壓力感應器

上述的輸出氣壓單位為汞柱；輸出溫度單位為攝氏(°C)，這些數值皆超過 5 秒平均以上。

有關 3 小時前的氣壓趨勢增減此一項目，若尚未累積 3 個小時的數據，則會顯示為\*\*.\*\*\*，此數值為所有該氣壓計內所擁有的感應器讀數進行平均所得值。

每個氣壓感應器是否有錯誤，皆有錯誤代碼表示。有安裝的氣壓感應器至少會顯示 0 或 1，未安裝的氣壓感應器將顯示為空白。若 AWOS 系統中所使用的是標準 7150 氣壓計(內有 2 個氣壓感應器)將顯示 2 組數字，最後再一個空白。錯誤碼的 0 代表沒有錯誤；錯誤碼的 1 代表氣壓感應器異常。

氣壓感應器的值除了正常顯示數值之外，若超出可偵測範圍或該氣壓感應器不存在時，將顯示為星號(\*)，如\*\*.\*\*\*。所有未安裝的氣壓感應器，將從通電後立即由系統輪詢及時顯示星號(\*)。

以下為各種參考範例：

**範例一：**

		2	9	.	9	3	2		2	9	.	9	3	5	*	*	.	*	*	*		-	2	5	*	*	.	*	*	*		0	0		7150
--	--	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---	---	--	------

氣壓感應器#1：29.932 inHg

氣壓感應器#2：29.935 inHg

氣壓感應器#3：\*\*.\*\*\* (因為型號 7150 僅有 2 個氣壓感應器)

溫度：-25°C

3 小時前的氣壓趨勢增減：\*\*.\*\*\* (因為此範例數值尚未累積至 3 小時)

錯誤碼：00\_ (氣壓感應器#1 和氣壓感應器#2 皆正常；氣壓感應器#3 未安裝)

**範例二：**

		3	0	.	4	3	2		3	0	.	4	2	5		3	0	.	4	2	9		3	7	-	0	.	0	0	7		0	0	1	7150-A
--	--	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	--------

氣壓感應器#1：30.432 inHg

氣壓感應器#2：30.425 inHg

氣壓感應器#3：30.429 inHg (因為型號 7150-A 有 3 個氣壓感應器)

溫度：37°C

3 小時前的氣壓趨勢增減：-0.007 inHg

錯誤碼：001 (氣壓感應器#1 及氣壓感應器#2 皆正常；氣壓感應器#3 異常)

範例三：

2 9 . 8 3 6 \* \* . \* \* \* \* \* . \* \* \* \* 2 1 0 0 . 0 0 2 0 7150-B

氣壓感應器#1：29.836 inHg

氣壓感應器#2：\*\*.\*\*\* (因為型號 7150-B 僅有 1 個氣壓感應器)

氣壓感應器#3：\*\*.\*\*\* (因為型號 7150-B 僅有 1 個氣壓感應器)

溫度：21°C

3 小時前的氣壓趨勢增減：+0.002 inHg

錯誤碼：0\_\_ (氣壓感應器#1 正常；氣壓感應器#2 及氣壓感應器#3 未安裝)

範例四：

\* \* . \* \* \* 3 2 . 9 2 5 3 2 . 9 5 1 - 3 8 - 0 . 0 0 1 1 0 0 7150-A

氣壓感應器#1：\*\*.\*\*\* (異常或未安裝或超出偵測範圍)

氣壓感應器#2：32.925 inHg

氣壓感應器#3：32.951 inHg

溫度：-38°C

3 小時前的氣壓趨勢增減：-0.001 inHg

錯誤碼：100 (氣壓感應器#1 異常；氣壓感應器#2 及氣壓感應器#3 皆正常)

範例五：

\* \* . \* \* \* \* \* . \* \* \* \* \* \* . \* \* \* \* \* \* \* \* . \* \* \* \* \* \* \* \* \* ALL

此為氣壓計剛通電時之情況，約 10 秒左右過後，當氣壓感應器穩定時即可回應並顯示正常數值。

## 5-5. 氣壓感測器維護與保養

### 5-5-1. 定期維護與保養

氣壓感測器 7190 之定期保養可分成月保養、季保養與年度保養。

#### 1. 月保養

氣壓感測器 7190 的月保養包含目視檢查壓力埠，並且清潔氣壓感測器上所有的灰塵與碎屑。

#### 2. 季保養

氣壓感測器 7190 的季保養包含有目清除氣壓感測器上所有灰塵與碎屑、清潔壓力埠出口、氣壓感測器壓力檢查及氣壓感測器調整。

#### 3. 年度保養

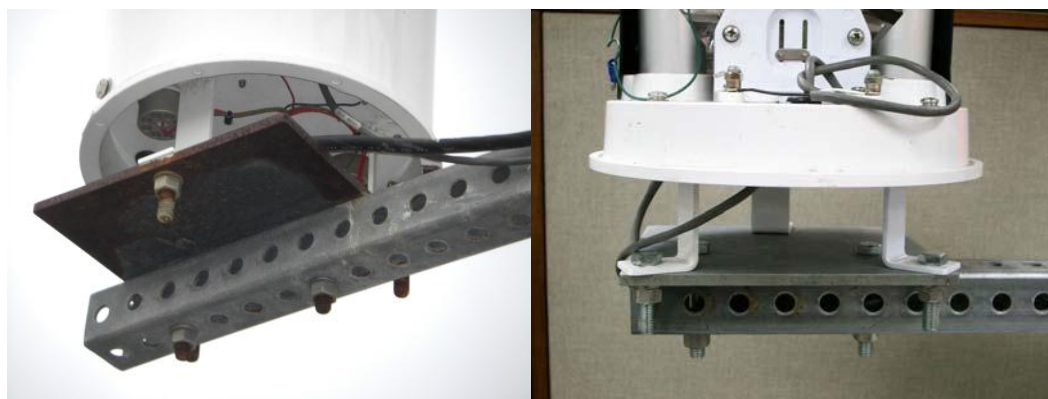
氣壓感測器 7190 的年度保養除了執行所有季保養項目，及配合一個測高儀的設定檢查，並在年度測試簿上記錄測試結果值。

## 5-6. 氣壓感測器設備規範

參數	規範
電源電壓供應	10 至 35 VDC，有相反極性保護
設備電源電流消耗	小於 25 mA（連續操作模式），小於 0.1 mA（設備關機模式）
氣壓單位	hPa、kPa、Pa、mbar、inHg、mmHg、torr、psia
解析度	0.01hPa
電源啟動一個感應器之設定時間	2 秒
回應一個感應器之響應時間	0.5 秒
快速測量模式	0.1 秒
最大氣壓上限	5000 hPa
最小氣壓下限	0 hPa
外觀尺寸	寬 5.71 英吋*高 4.72 英吋*深 2.56 英吋
重量	1 公斤

## 肆、心得與建議

本次藉著裝備新裝及汰換之際，獲派至原廠受訓，深感榮耀及肩負重大責任，原廠特別指派一位專屬講師全程陪同，講解說明所有理論與產品，針對全球各種不同環境下的機場有著不同的解決方案，許多不同的思維是我們應該學習的，像是本次訓練原廠建議雨量筒放置於易斷塔上(如下圖所示)，這與我們現今所有機場所設置的情況有所差異，原廠表示放置地面與塔上並無不同，但設置於塔上卻可以有效降低成本，減少施作複雜度。



原廠對於臺灣在各機場氣象設備的建置遠超過國際相關規範標準，但卻仍未採用超音波風速風向計深感驚訝，本次訓練廠商特別建議採用超音波風速風向計，因其沒有機械式的軸承運作，故靈敏度可有效提高，且故障率將大幅度下降，也因此次原廠建議，回國後與氣象、維護及使用單位討論後，將於本年度(102) 汰換桃園及松山機場低空風切警報系統(LLWAS)採購案中首次使用，期望將來使用及維護上能有更好的表現。

未來各種設備隨著科技進步，數位化的程度也逐漸提升，以精密元件取代機械結構的情況也越來越多，導致過去的維護方式已顯不足，維護人員亦須加強對設備資訊的掌握，如監控資料的格式、資料流程、功能設定等。為此，須有系統的建立一套維護程序，但目前實際運作上實屬困難，因總臺目前所有不論氣象、通信、助導航及雷達設備皆屬不同廠商所架設，造成產品差異性極大，使得所有設備無法整合、人員的訓練須因地制宜、各類零組件無法共用相互替換及無法統一監控等，甚至於架設完畢後，軟體的介面與硬體的擺放也須配合當地氣象及管制人員作適度的修改，諸如此類客製化的要求，也因此無形中付出了許多不必要的成本。

建議總臺的裝備採購應該朝向制式化裝備努力，並須不斷與國際交流，藉此了解現況及未來趨勢，不但容易制定標準的維護程序及建立有效的監控系統，介面也將統一化，更簡化人員的訓練，也使維護及使用上也更有效率，對此仍需要長時間進行規劃與努力，以提高本總臺服務品質。