

ASEA QL-1251型能見度儀簡介

范建華 袁修榮

修護中心

摘 要

能見度儀是一種爲了連續測量及紀錄視障情況而架設的裝備。在設計上，它在機場乃基於爲了測量RVR（跑道可見距離）及MV（能見度）等飛航氣象資料而設置。本套系統QL-1251型能見度儀最大的特色：其結合了當今二大科技—MICROPROCESSING UNIT（微處理單元）及LASER（雷射）。

然，由於本軍現行各基地任務特性不同且碍於經費等因素；空軍氣象聯隊目前僅擇桃園、嘉義、台東之處基地架設使用，期能爲日後的數值預報自動化及氣象裝備汰舊換新，建立模式並奠定良好的基礎。

一、前言

QL-1251型能見度儀、光束的獲得，是由裝置在傳送/接收單元內的一個發射器處獲得。而本套裝備和本軍氣象部隊以往所用的二套能見度儀—AN/GMQ-10，MODEL 8330在外型上最大的不同，就是它將傳送器和接收器，裝置在一組傳送/接收單元內，因此，必須在傳送/接收單元前（也就是在能見度儀前）架設一組反射器，以便把發射的光反射回傳送/接收單元內的接收器。傳送/接收單元和反射器間的距離，等於測量基綫的一半。

這套裝備是用數個測量基綫（或說反射器）來獲得最大的精確值，這是因爲用了好幾個反射器之故，而反射器的架設須依跑道長度設限，因此本軍上述三處基地架設使用的該套裝備，皆僅架裝三個反射器來獲得不同的距離，接收器是用來控制自動對準系統，指示傳送/接收單元對反射器提供最佳的測量基綫。

此外，在背景光（系統內接收器所接收的光源，除來自傳送器投射的光束以外，所可能

接收的其他光源）和跑道燈亮度上，RVR（跑道可見距離）必需計算。背景光由裝在能見度儀內的背景光表測知，背景光值是從能見度儀上和其他的資訊一起被傳送，而在跑道燈亮度上能經由一個數位的或類比的輸入或二者之一的輸入，提供資訊到守視室內指示器下方的計算單元，這項計算在跑道光強度方面能假設一些預定的水平。

前面提及QL-1251型能見度儀用數個反射器來測量，而依據測量範圍及精確值需要的不同，最多只能使用9個反射器，不過，大部份的氣象單位（測站）每套大多使用3或4個反射器。QL-1251有一個2.75秒的工作週期，並在這段時間內發射測量值（雷射光束）到在前面的反射器，以測量能見度，在盛行狀態內，反射器會供給一個在接收範圍內的信號波幅，如果能見度改變以致信號接近接收器最高或最低的限制範圍，能見度儀將會自動地改變反射器，以確保獲得正確合適的反射信號。這項特性及反射器的數量，是由設在控制邏輯內的一個PROM（可程式僅讀記憶器）

來處理。

反射器變換的正確性，傳送器與接收器的溫度是靠能見度儀內的一些控制系統來維持。輸出電源靠一具電源監視器來維持穩定的狀態，傳送器內的雷射二極體則控制電流脈波的大小，每隔64個測量週期（大約3分鐘）執行一次校驗，能見度儀的調整在校驗測量期間執行，藉校驗測量來完成內部的反射作用，並在接收器內調整光敏二極體的感光度以獲得正確的信號水平。

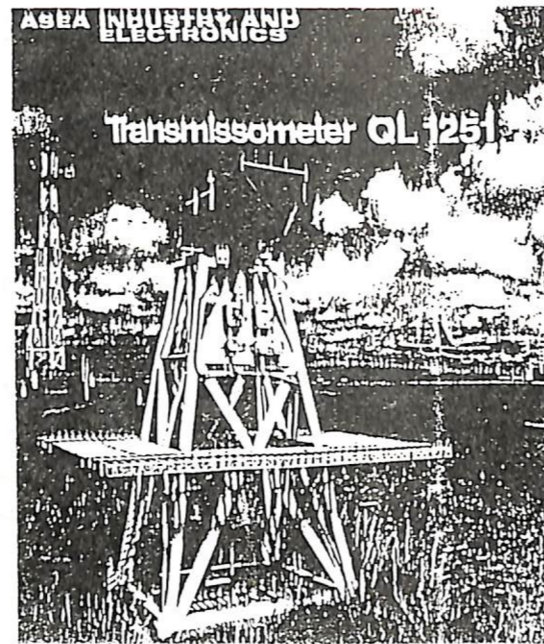
在能見度良好狀態期間，QL-1251執行一次額外的測試測量，去檢查系統的動作，每隔8次校驗測量（約24分鐘）就執行一次測試測量。在這種情形下，能見度儀是對第3個反射器執行測試測量，而這項測量在光學單元的調整上和不潔的玻璃提供一次檢查。

如果校驗或測試測量產生一次錯誤的測量，能見度儀會傳送測量值和狀態訊息到監視器顯示錯誤；QL-1251能見度儀也可藉由人工操作來核對或檢查與反射器的直綫排列情況，這項操作打開裝備的後蓋就可藉由控制面板執行。能見度的好壞對各基地飛航安全影響至鉅，故此套新引進的能見度儀值得深入探討。

二、裝備特性

一般特性

- 測量基綫數目：1~9
- 測量基綫長度：50~2600m
- 測量範圍：0~0.18m⁻¹
- （最少在4個反射器時）
- 正確測量方式：14%的 σ 值或 $\frac{6.55}{\gamma \cdot \sigma}$ %的 σ 值
- （ γ =反射器距離）
- 測量時間：1.68s
- 測量間隔：2.75s



傳送/接收單元

光的輸出

明暗度的變化：不超過波瓣的10%

傳送器

- 光源：氣態雷射二極體
- 波長：907 ± 2 nm
- 脈波電力：典型的20 W
- 脈波長度：70 ns
- 脈波重複頻率：2601 Hz

接收器

- 檢波器：光敏二極體（矽）
- 帶通濾波器： $\lambda_0 = 909 \pm 2 \text{ nm}$
 $\Delta \lambda = 7 \text{ nm}$

背景光表

- 測量範圍：2.5~15100 cd/m²
- 正確性：比15%更好
- 視綫：大約20度

信號傳送

- 信號型別：單向電路
- 通信方式：ASCII
- 傳送比例：150, 300, 600 或 1200 baud

傳送頻率：“1” 1300Hz

“0” 2100Hz

頻率穩定：大約1%

信號水平：0 dBm

信號傳導：2股電話綫

Z = 600 歐姆

最大長度限制為10 Km

溫度範圍：-40 ° ~ +50 °C

工作電壓：110, 127, 220, 或 240V

50或60 Hz

消耗功率：裝備電力為100 W

加溫器電力為300 W

外部加溫器電力為220 W

使用試波器時應跨接一個600歐姆匹配阻抗，獲得的均方根值為0.78 V。

反射器

窗

- 平面衰減常數： $\leq 2 \lambda$
- 楔形角： ≤ 7 分鐘弧光
- 偏差： ≤ 1 秒鐘弧光

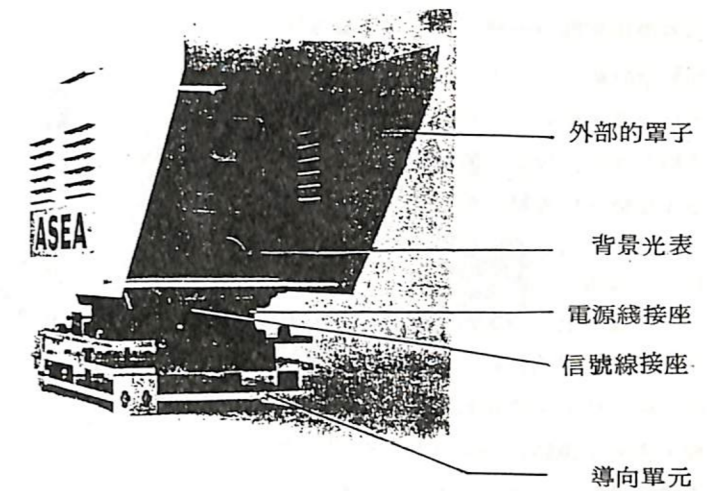
反射器

- 轉換時間：68~73 ms
- 平面衰減常數： $\leq \lambda / 4$
- 偏差角度
- QL 1252 A ≤ 12 秒鐘弧光
- QL 1252 B ≤ 3 秒鐘弧光
- QL 1252 C ≤ 1 秒鐘弧光

三、各部構造及功能簡介

QL-1251能見度儀包含下列主要

- 光學單元
- 傳送器
- 接收器
- 電源供應及控制單元
- 左邊電路板單元
- 右邊電路板單元



- 控制面板
- 背景光表
- 反射器

QL 1251能見度儀的傳送/接收單元是容納在一具業經爆破實驗證明的罩子內，為本套裝備的主機，裝置在一個在設計上能放置兩度空間測量裝備的導向單元上，並一起固定在一組特製的支架上，因此，當能見度情況改變時，它能自動地變換及對準每一個反射器。

不論傳統或新型的能見度儀內，光學單元都是相當重要的一個部份。QL-1251的光學單元被裝在二個方向軸上，其中一個裝在電源和控制單元上，另一個則在盒頂。這軸使光學單元在水平位置時旋轉，以便瞄準每個反射器；而電源及控制單元方面，是用一個步進馬達和一個差動變壓器組成，由於差動變壓器的中心被固定於光學單元的前面部份，故當光學單元轉動時，變壓器將會移動，這時控制電子的信號，將供應至工作中的光學單元上。

此時，步進馬達把光學單元轉到適當的位置，小齒輪帶動光學單元的前緣，降低了承軸。齒輪間隙被2個彈簧從光學系統上耦合，一個控制步進馬達的小齒輪背對着齒輪架，而另一個則繞綫般地圍在降低的軸承並轉動光學單元至適當的角度。

由光學單元的結構圖上不難發現，兩個球狀物的軸承裝在光學單元柱狀的中心內；而兩個稜鏡在

這裡是用來調整光綫；電源表緊靠着柱狀中心的後面裝在稜鏡的上面，光學單元後方的末端有傳送器與接收器，比較低的是傳送器，被 2 顆螺絲帽附在滑板上，而接收器就裝在傳送器的上方；旋轉式的濾光器裝在接收器的前面。用了四個濾光片；為了能夠減少光綫的方向而有不同的角度，因此濾光器裝在接收器的前方。

在設計上，傳送器被裝在光學單元後下側，它包括了一塊電路板和一個雷射 2 極體，固定在一個帕耳帖元件上，電路板是為了供應雷射 2 極體的脈波，雷射 2 極體裝在帕耳帖元件的一邊上，而一個光學的通帶濾光器，它的波長匹配雷射，將提供傳送器適量的雷射光。它被裝在接收器前方，與旋轉濾光器座連接。

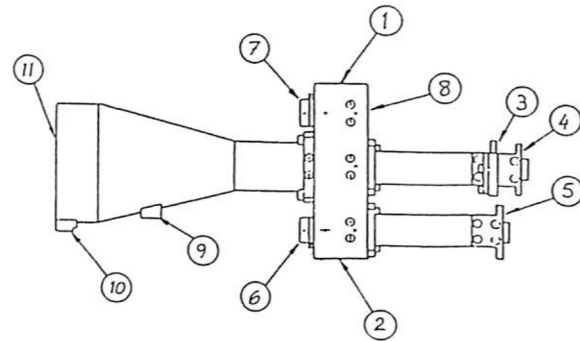
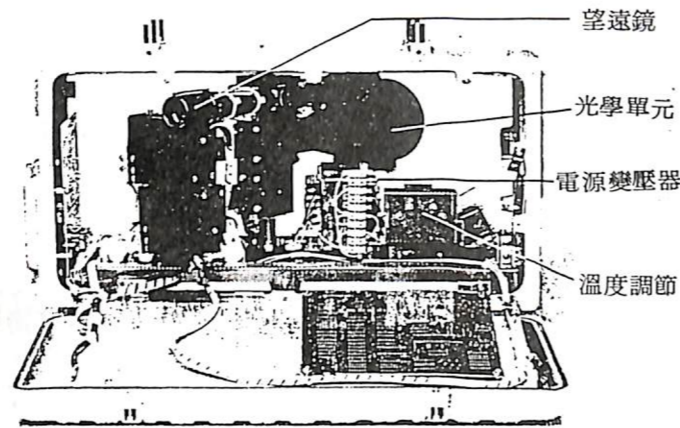
接收器，在設計上和傳送器一樣固定在光學單元後方接在帕耳帖元件上，包括一塊電路板和一個光敏 2 極體。

電源和控制單元是被安裝在一個 U 型的橫樑上，以四個螺絲固定於能見度儀的內部。這單元包含了一個電源變壓器，一塊 Q L 1251 C 型電路板，一個供光學單元用的步進馬達差動變壓器，自動控溫器、保險絲。

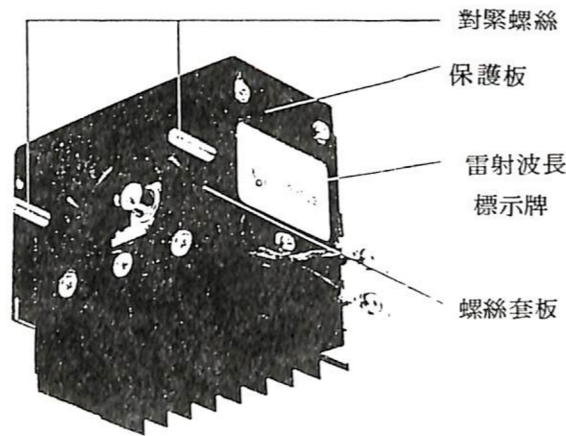
控制面板則位於能見度儀的背面，被後機殼遮蓋着，主要的功能是用來檢查及調整。包括了一組人工操控的開關，2 個用來顯示測量基綫的七段數位顯示器，反射器距離和角度微調的修整性電容電位計及在控制面板右上角的一組對偶性綫上封閉開關，另外，在反射器角度調整器的右側有二個為了監視信號水平的測試插孔，而這 2 個插孔和面板上反射器距離及角度的調整器相連接。

電路板單元，在 A S E A 原廠的系統工程師的設計裡，僅包括左、右 2 邊電路板單元的五塊電路板，但本套能見度儀內却一共有 8 塊電路板，個人乃將另外的三塊一併列為電路板單元，下面僅就這 8 塊電路板的功能，逐一的簡介如后：

Q L 1251 P 控制電路板，負責檢查電源供應的電壓及調整 LASER 溫度。



- ①軸承
- ②三稜鏡固定座
- ③旋轉濾光器固定器
- ④接收器
- ⑤傳送器
- ⑥三稜鏡固定座
- ⑦電源監視器稜鏡座
- ⑧電源監視器
- ⑨變壓器固定綫
- ⑩輸出



傳送器

Q L 1251 H 控制電路板，負責反射器位置的調整。

Q L 1251 N 背景光表電路板，負責整套裝備靈敏度的調整。

(以上為左邊電路板單元)

Q L 1251 K 信號處理電路板，負責最大電流脈波，2 極體電流脈波，崩潰式光電二極體放大值的調整及檢查距離調整。

Q L 1251 M 調變電路板，負責傳送頻率的檢查。

(以上為右邊電路板單元)

Q L 1251 F 傳送電路板或 LASER 電路板，負責雷射 2 極體電流脈波，溫度、最大電流脈波、傳送單元的調整並取代在接收器內的通帶濾光器。

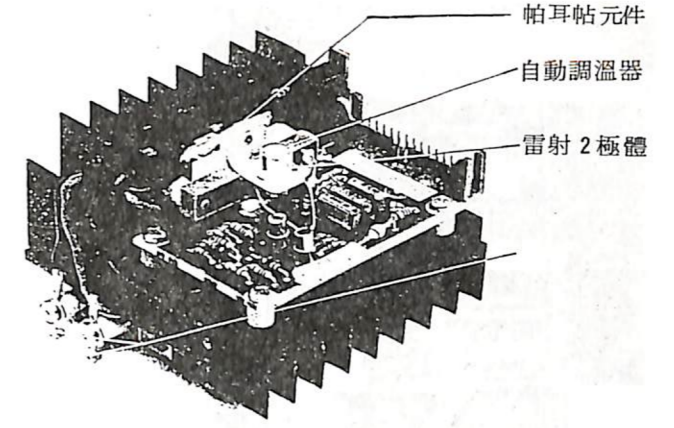
Q L 1251 G 接收電路板，位於接收器內，負責崩潰式光電 2 極體放大倍率及接收器的調整。

Q L 1251 L 控制電路板，負責調整反射器的位置及檢查距離調整。

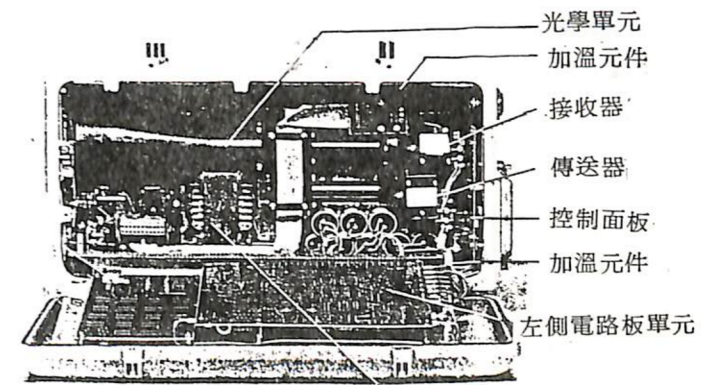
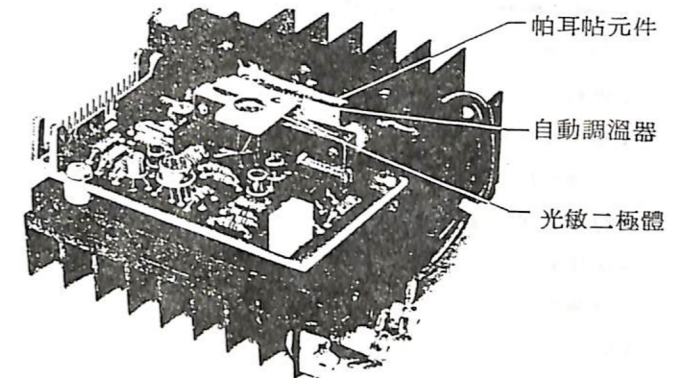
至於背景光表(僅包括一塊電路板、一個測試珠頭、一條同軸電纜與一條 BUS 綫)及反射器(將能見度儀傳送的雷射光聚集後反射回能見度儀)兩個單元，在此不多做贅述，不過，值得一提的是每個反射器內部是由六片稜鏡組成，吾人不論從反射器前面的任何一個角度向反射器望去，皆可發現您的眼睛一定位於反射器內的正中央點，因此本套系統所採用之反射器，其聚光功能之優，由此可見一斑。

四、工作原理

Q L 1251 能見度儀的操作按傳送測量、校驗及測試測量等 3 項不同的順序執行。在此，先以簡易方塊圖敘述 Q L 1251 的大致工作情形，而後再

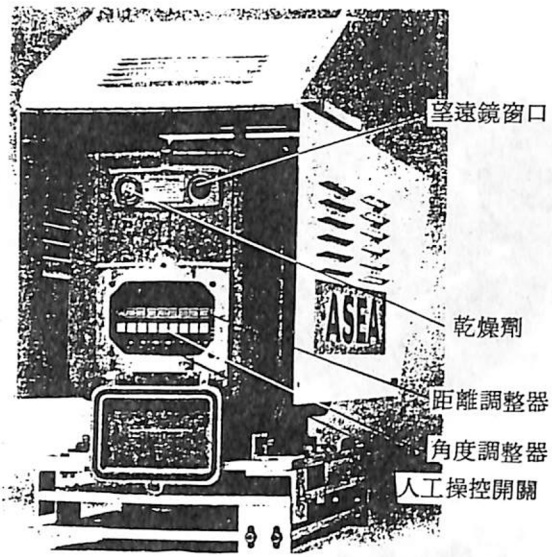


傳送器剖面圖



電源和控制單元側面圖

分別的介紹 Q L 1251 3 項測量各個的工作原理。就前面的簡易方塊圖而言，Q L 1251 能見度儀在操作上，被分為下列主要部份：



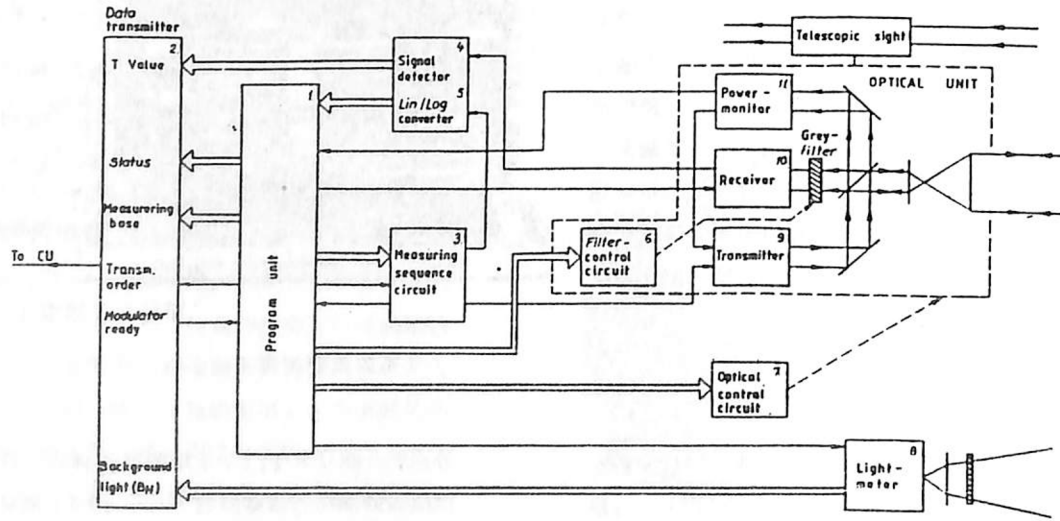
1. 程式單元 (控制邏輯)。
2. 資料傳輸器。
3. 測量順序電路。
4. 信號檢收器。
5. 綫性 / 邏輯轉換器。
6. 濾波 (光) 控制電路。
7. 光學控制電路。
8. 亮度表 (背景光表)。
9. 傳送器。
10. 接收器。
11. 電源監視器。

在傳送測量的基本原理，傳送值是程式單元先對反射器測量，然後到濾波器內轉換，再連同反射器提供一個合適的假設信號到接收器，而測量的方式是程式控制單元經由光學控制電路控制光學單元，並且藉由濾波 (光) 器控制電路控制旋轉濾光 (波) 器內的開關。

而後在測量順序電路的控制下，一次傳送測量開始，光波經光學單元穿出，對前方的反射器傳遞，再經由反射器將光波反射回來，並且直接經由光學單元，濾波器到接收器，信號從接收器被應用到信號檢收器，一次測量包含一個正確的發射值及從信號檢波器內獲得的信號水平，以這些來決定測量基綫的長度 (至反射器的距離)。

程式單元在系統的動態範圍內檢查得到的測量結果。如果信號太弱，程式單元下一次程選擇減少測量基綫，如果信號太強，下次它將增加測量基綫。當獲得一個可被接受的測量值時，程式單元將陸續送到資料傳送器，資料傳送器屆時將組合一項電訊，包含傳送值的對數 (從綫性 / 邏輯轉換器獲得)，測量基綫數目，狀態訊息 (從程式單元得知) 而背景光值由亮度表得知，這些訊息則以 ASCII 碼傳輸到守視室內自動觀測系統的 CPU 處理。

前面提到的測量基綫數目實際是反射器的數目和濾光器數目的組合；狀態訊息則指示當時的測量



Q L 1251 能見度儀簡易方塊圖

種類，裝備若有故障亦可由狀態訊息獲知。從簡易方塊圖中不難發現，一部份的光源由傳送器送到電源監視器測量，並經由一個回授電路，電源監視器使傳送器的輸出電源維持在一個預置的水平。

校驗測量則按傳送測量一樣的方式進行，選用的測量基綫為 "01"。光源的反射，在光學單元的內部產生作用，然後由一個信號檢收器檢收，而信號水平則由程式單元調整，並調變接收器的放大作用到一個預定程式值。如果正確的水平不能應用在調整的範圍內，一個校驗錯誤的信號將會送到計算單元，而這項校驗將繼續執行直到錯誤清除。如果輸出電源降到一個預定的下限，在校驗期間中還能獲得補償，並且將維持一個 "低傳送電源" 的校驗信號。

在傳送測量執行的同時，測試測量也在執行，測量基綫太短 (50 ~ 100 m 的反射器距離)，就是一個濾光器和一個大的衰減來執行。測試測量需要良好的能見度及在原先傳送測量的條件下，使用最高的測量基綫數目來完成，以本島目前之處地架設的 3 套 Q L 1251 而言，光學單元內部都有三個濾光片及使用 3 組反射器，故測試測量執行前，測量基綫數目應為 "32"，測試時使用 3 號濾片。

Q L 1251 的測量值是從測試測量獲得，必須在一個預定的程式間隔範圍內，如果測量值達到最大的間隔極限，一個測試測量錯誤的數字狀態指示將立即傳送出去。

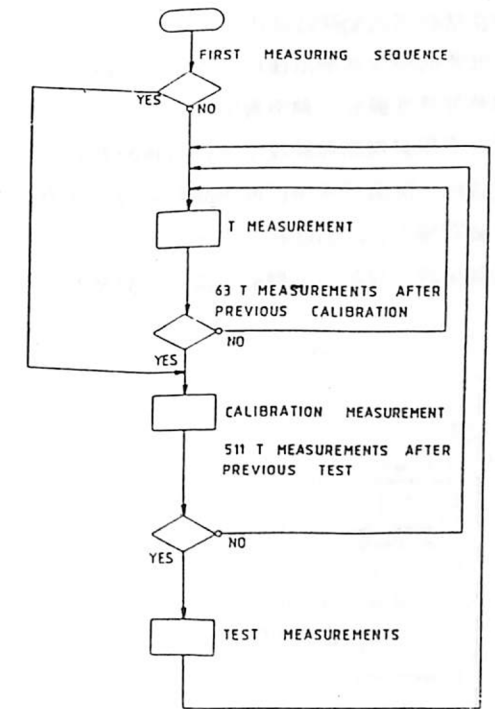
前面已經提及 Q L 1251 的操作有 3 個不同的測量順序——傳送測量、校驗測量和測試測量——為了能更進一步地了解它的工作原理，在此以四個流程圖來說明：

(一) 基本測量順序

根據流程圖所示，Q L 1251 能見度機會自動的選擇它的操作順序。

由流程圖所示，很明顯的在裝備啟動後，第一次的測量一定是校驗測量，當傳送測量開始後，能見度儀的靈敏度便調至正確值，而每執行 63 次傳送測量及靈敏度重新調整後 (約 3 分鐘的時

間)，便執行一次新的校驗測量。在測試測量期間，視野窗清潔與否及能見度儀工作情況的檢查也在執行，而這步驟在第 511 次傳送測量後執行 (約 24 分鐘的時間)，但必須在傳送測量使用最大測量基綫號碼 (32) 時才能執行。倘若校驗或測試測量的結果為負，即無法執行校驗測量，或是測試測量的結果在允許的範圍外，能見度儀便送出一個指示操作錯誤的訊號 (在 8 次校驗或測試後)，並可從守視室的顯示幕上得知裝備故障，進而由維修人員執行檢修。

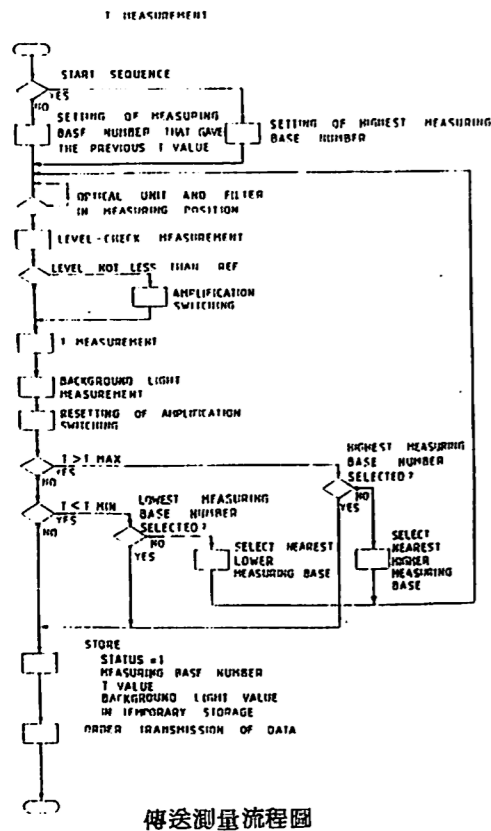


基本測量流程圖

(二) 傳送測量：

傳送測量由儲存在數個暫存器測量狀態下的控制邏輯啟動，而啟動後的第一次工作為電流量測，測量時應使用最大的測量基綫 (本軍皆為 "32")。當執行傳送測量 (非第一次的測量) 時，可以採用 "32" 的測量基綫。在正常的情况下，能見度不會很快的改變，也就是說即使因校驗測量而中斷，仍可維持能見度儀的測量基綫。

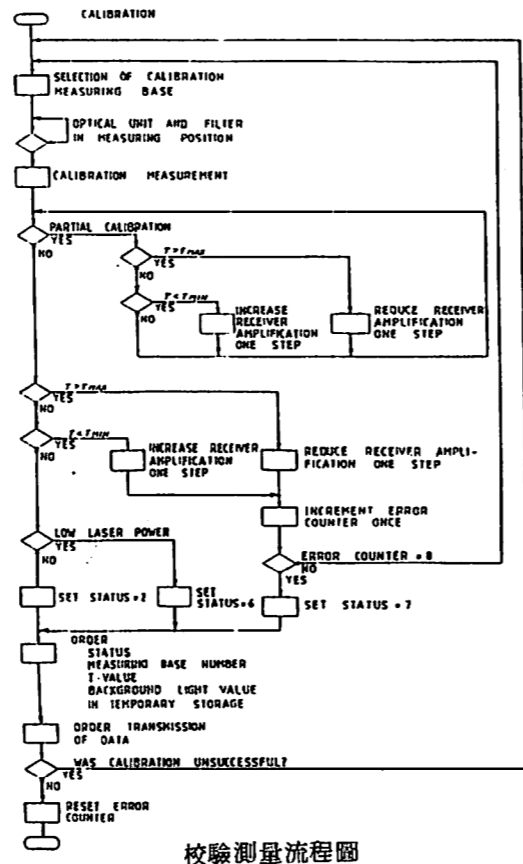
當光學單元和濾光器位於正確的位置時，應首先就檢視水平做部份的測量，若其結果超過參考位準，放大率會以 8 的因數改變，也就是說視頻放大器前的信號水平，會以 8 的因數衰減，而且 A / D 轉換器送出的輸出信號，會以等量的值增加，因此測量結果並無改變。但若大信號通過視頻放大器時水平將會降低，以使視頻放大器不致過負載。在水平檢視後，便確實地執行傳送測量，並在測量的末端時執行背景光的測量，完成傳送測量時，取對數做為結果，並使對數的值確實在接收器的動態範圍內，若非上述的情形，能見度儀的操作就不是在最大或最小的測量基線，因此能見度儀會自動地對準遠一點或近一點的反射器（即改變測量基線）並執行新的測量。以這方式能見度儀可獲得正確的測量基線，使信號水平確在接收器的動態範圍內，當獲得最理想的測量基線時，或是當選擇最大或最小測量基線二者



之一且無進一步的變化可執行時，測量結果將存在暫存器內，並啟動資料傳送器將資料傳到天氣守視室。

校驗測量

當執行校驗測量時測量基線選擇“01”，這就是說測量會因光學單元內部的反射作用而執行。校驗測量時信號被 1 號濾光器衰減，以使接收器可以得到合適的振幅。測量結果會同傳送測量一樣，與極大、最小的限制做比較，但測量基線不會有任何的改變，倒是接收器的放大率因光敏 2 極體上電壓的變化而改變。校驗測量實際是包含了 2 次局部的校驗和一次決定性的校驗，若信號水平在最大或最小的範圍外，放大率則在每一次局部校驗後即自動地調整。若最後校驗時信號水平在設定的許可範圍內，能見度儀將會轉換成傳送測量。若不在許可範圍內，則誤差計數將



會增加並執行新的校驗測量。若仍然無法完成校驗，則另一次的校驗便繼續執行，以此類推，在連續 8 次後若仍無法校驗成功，即所有的放大率調整範圍都試過了，能見度儀就會送出校驗錯誤的訊息至天氣守視室內的顯示幕，然後開始另一回合的 8 次校驗。

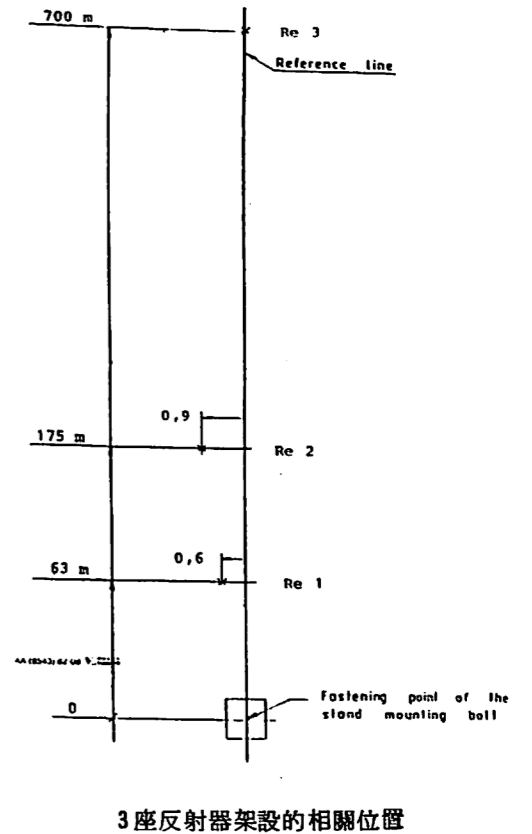
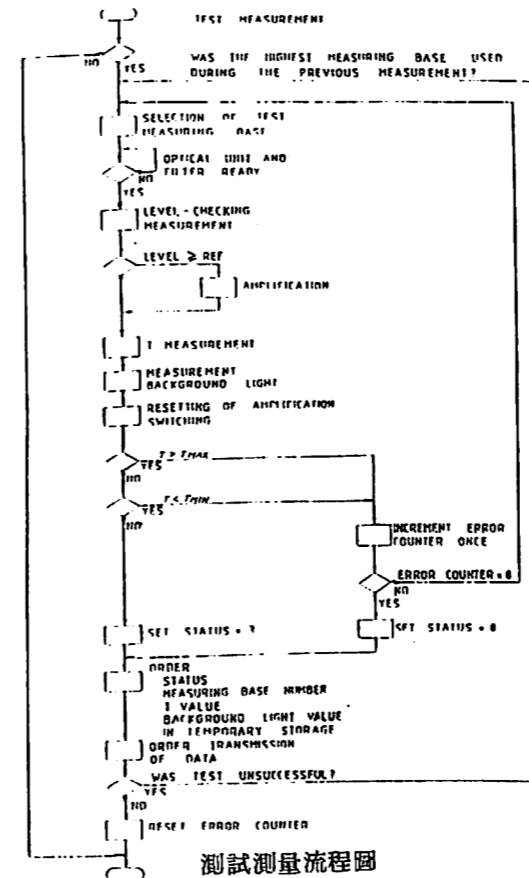
校驗測量的結果有三種不同的型態，校驗不成功為狀況 7，校驗成功為狀況 2 或狀況 6。但狀況 6 亦代表雷射的輸出功率已達極限值，必須更換雷射，校驗成功或徹底失敗的資料會被儲存並啟動資料傳送器。

測試測量

在完成傳送測量時即執行測試測量，使用“33”的測量基線號碼，即第 3 個反射器與第 3 個濾光器（3 號濾光器只有在測試測量時使用，濾

片中最黑的一個），執行上和典型的傳送測量一樣，具有信號水平的檢查，放大率的變換及傳送測量。

在測量值取對數後，就和最大傳送範圍及最小傳送範圍做比較。這種情形並不表示要改變測量基線的範圍，而是這範圍代表一次已被接受的測試測量，一旦這次測試測量被接受，能見度儀將立即轉換並執行傳送測量。若測量的值在 2 個極端限值外，誤差計數就增加一次，並重新執行測試測量。在 8 次測試失敗後或每當獲得一項被接受的結果，暫存器就會將測量結果儲存起來，測試測量有 2 種不同型態的結果。狀況 3 表示結果已被認可，反之則為狀況 8 且會啟動資料傳送器，若測試失敗，能見度儀會重新開始另一回合（8 次）的測試測量。



五、結語

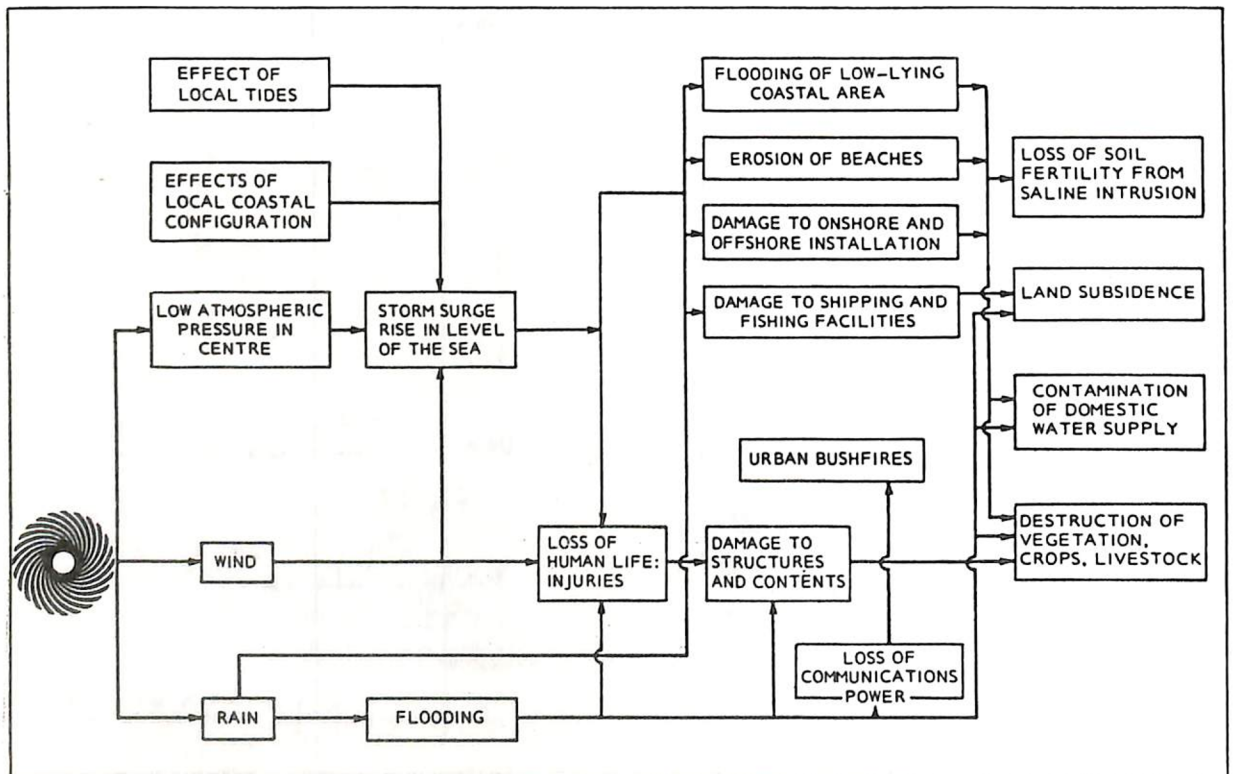
ASEA QL-1251 能見度儀，不論在設計、功能、操控及信號處理等方面，都比本軍原先使用的美製 AN/GM Q-10 能見度儀及日製 Model 8330 紅外線能見度儀先進並優越許多，經由 QL 1251 測量所得之能見度值十分精確且可信度極高，對氣象從業人員在執行天氣預測報任務時，的確具有高度的參考價值。

氣象科技的發展，可說是日新月異、一日千里，以本文介紹的能見度儀而言，由最初傳統的投光式至今日的雷射式，不但在技術上有長足的進步，

同時資料的獲得也更精確與具有代表性，但是再精良的裝備仍需要合格熟練的操作人員方足以竟功，期望凡我氣象電子官，能不斷的努力進修，加強充實本職學能，使能在學理與技術上均能確實掌握機先進而確守裝備的妥善率，並提供戰訓所需的氣象資料，以保飛安。

參考文獻

1. ASEA (1984): YL311-301E.
(Transmissometer QL-1251)
2. 楊開南，吳蔭庭校譯之最新電子名詞辭典



Potential impacts upon landfall of a tropical cyclone (after White, 1974).