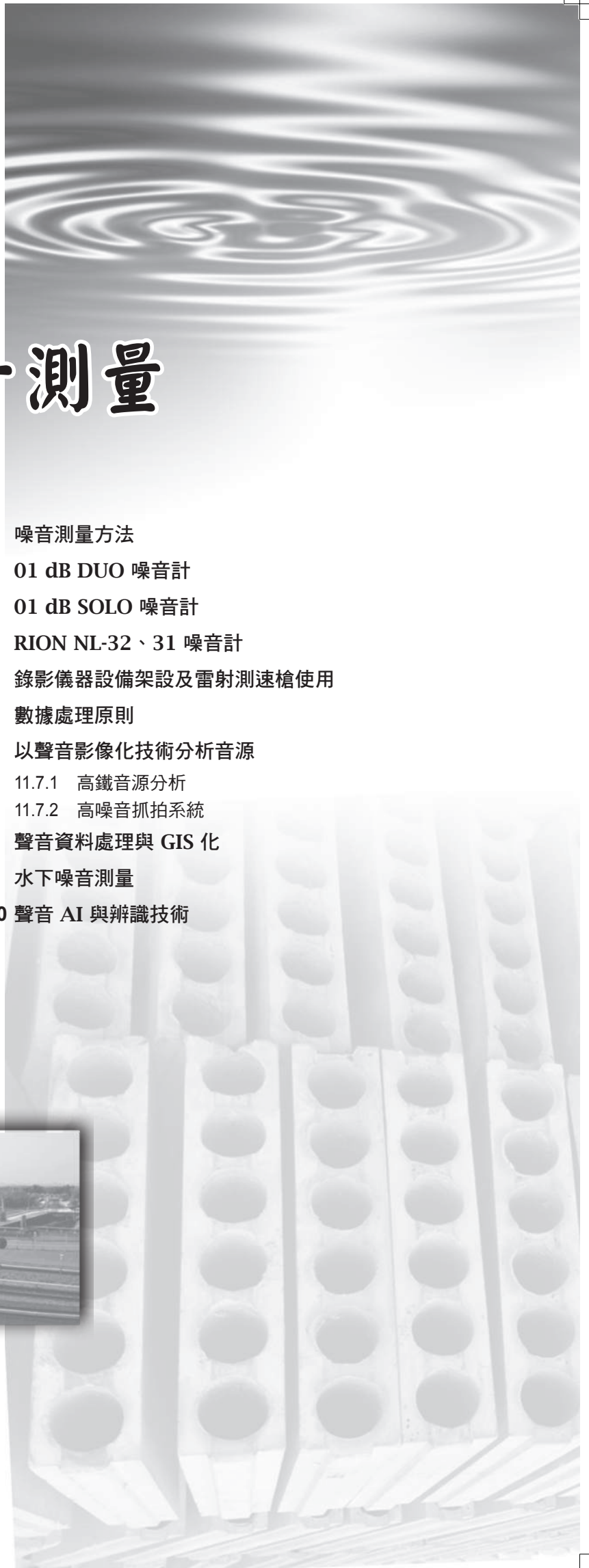
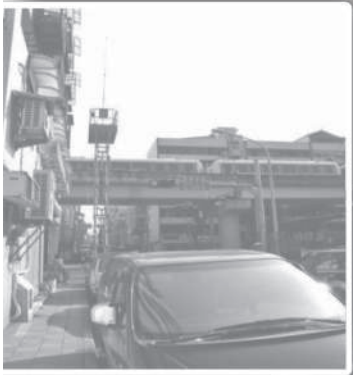


11

Chapter

噪音測量

- 11.1 噪音測量方法
- 11.2 01 dB DUO 噪音計
- 11.3 01 dB SOLO 噪音計
- 11.4 RION NL-32、31 噪音計
- 11.5 錄影儀器設備架設及雷射測速槍使用
- 11.6 數據處理原則
- 11.7 以聲音影像化技術分析音源
 - 11.7.1 高鐵音源分析
 - 11.7.2 高噪音抓拍系統
- 11.8 聲音資料處理與 GIS 化
- 11.9 水下噪音測量
- 11.10 聲音 AI 與辨識技術



行 政院環境保護署環境檢驗所 (<https://www.niea.gov.tw/>) 公告的檢測方法中有關噪音量測方法包括：

1. P206.90B 陸上運輸系統噪音測量方法 (公告日期 103/12/08)。
2. P205.93C 環境低頻噪音測量方法 (公告日期 105/11/25)。
3. P207.91C 環境中航空噪音測量方法 (公告日期 104/11/25)。
4. P201.96C 環境噪音測量方法 (公告日期 105/11/25)。

另外，環境檢驗所並沒公告有關固定式航空噪音量測方法，故經中央主管機關公告應設置自動監測設備，連續監測飛航噪音狀況之航空站，監測機場周圍地區之「機場周圍地區固定式航空噪音測量方法」(名稱暫定) 依據為行政院環境保護署公告之「機場周圍地區航空噪音防制辦法」及美國 FAA FAR (Federal Aviation Regulation) PART 150。

以下將量測方法依法規依據、方法概要、適用範圍、儀器及設備、數據處理、報告、品質管制、異常處置與修正措施等，分別說明如後。

11.1 噪音測量方法

一 法規依據

1. 陸上運輸系統噪音測量：陸上運輸系統噪音管制標準及陸上運輸系統噪音測量方法。
2. 環境低頻噪音測量：環境低頻噪音測量方法。
3. 航空噪音測量：機場周圍地區航空噪音防制辦法、FAR PART 150 (固定式) 及環境中航空噪音測量方法 (非固定式)。
4. 環境噪音測量：環境噪音測量方法。

二 方法概要

1. 陸上運輸系統噪音測量：使用符合我國國家標準 (CNS 7129 C7143) 1 型噪音計及國際電工協會標準 (International Electrotechnical Commission, IEC 61672-1) Class 1 噪音計之噪音計或上述性能以上之噪音計。
2. 環境低頻噪音測量：使用符合我國國家標準 (CNS 7129)1 級或國際電工協會 (International Electrotechnical Commission) IEC 61671-2 Class1 之噪音計 (或稱聲音位準計) 且符合 IEC 61260 Class 1 噪音計之噪音計。
3. 航空噪音測量：同「陸上運輸系統噪音測量」之噪音計，評估航空噪音之指標 (航空噪音日夜音量，DNL)。
4. 環境噪音測量：同「陸上運輸系統噪音測量」之噪音計。

三 適用範圍

1. 陸上運輸系統噪音測量：本測量方法適用於陸上運輸系統噪音之測量。
2. 環境低頻噪音測量：本測量方法適用於在室內測量固定性低頻噪音發生源之噪音測量，頻率範圍為 20 Hz 至 200 Hz 之間。

3. 航空噪音測量：

- (1) 固定式：本檢測方法適用於經中央主管機關公告應設置自動監測設備，連續監測飛航噪音狀況之航空站所在機場周圍地區。
- (2) 非固定式：本檢測方法適用於機場周圍地區非固定航空噪音監測站（設施）及室內航空噪音日夜音量之噪音測量。

4. 環境噪音測量：本測量方法適用於一般環境及固定性噪音發生源或移動性擴音設施之噪音位準測量。

四 干擾

1. 氣象條件、地形、地面情況：噪音之傳播會受到氣象條件、地形、地面情況等之影響，故測量噪音時需記錄天氣、測量點附近之風向、風速、溫度、相對濕度等之氣象條件及低頻噪音傳遞途徑附近實物或地形、地面情況。
2. 由風產生噪音的影響：噪音計之聲音感應器直接受到強風時，因風切作用而產生雜音（稱為風雜音），嚴重時無法測量正確值，故在室外測定時，可能會產生風雜音時需加裝防風罩。但防風罩也有其可使用範圍，如超過使用範圍時，應停止測量。
3. 其他會影響之環境條件：在機械類附近測量時可能會受到電場、磁場、振動、溫度、濕度、氣流等影響。若聲音感應器使用延長線時，很容易受到電場及磁場之影響；上述之影響如果大時，聲音感應器、噪音計等測定器之電子電路、指示計等都會直接受到影響，故需做防振動或防電磁場之措施。
4. 反射噪音之影響：聲音感應器或音源附近如有大型反射物時，測量時不僅有待測音源，亦有反射物之反射音加在一起，造成測量上之誤差。同時，從測量者身體之反射亦不能忽視，故不宜以手持噪音計方式測量低頻噪音。

五 儀器設備及架設

1. 陸上運輸系統噪音測量：設備需求——目前市場上所使用噪音計廠牌及型號眾多，暫說明下列三款：DUO 噪音計（參閱 11.2 節）、SOLO 噪音計（參閱 11.3 節）、RION 噪音計（參閱 11.4 節）；設備架設方式依測量地點之高程及位置，使用不同輔助機具，噪音計依其機型功能適用測量對象如下表所示：

測量對象 噪音計	快速道路	高速公路	鐵路	大眾捷運系統
01dB DUO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01dB SOLO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RION NL-31	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	—
RION NL-32	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	—

2. 環境低頻噪音測量：同上「陸上運輸系統噪音測量」。
3. 航空噪音測量：同上「陸上運輸系統噪音測量」。
4. 環境噪音測量：同上「陸上運輸系統噪音測量」。

六 測量方法

(一) 噪音計使用設定

1. 陸上運輸系統噪音測量

- (1) 聽感修正回路或稱頻率加權 (frequency-weighting)：本測量方法以聽感修正回路 A 加權測定之。
- (2) 動特性或稱時間加權 (time-weighting)：測量道路系統交通噪音使用快 (Fast, F) 特性；測量軌道系統交通噪音使用慢 (Slow, S) 特性。
- (3) 數據顯示時距：1 秒。
- (4) 動態範圍：需包含欲測音量之變化範圍。
- (5) 設定測量指標：至少需包含「陸上運輸系統噪音管制標準」(以下簡稱管制標準) 或相關環保法規所規定之項目。

2. 環境低頻噪音測量

- (1) 聽感修正回路或稱頻率加權 (frequency-weighting “A”)：本測量方法原則上以聽感修正回路 A 加權測量之，惟測量時應註記現場測量時所使用之加權名稱。
- (2) 動特性或稱時間加權 (time-weighting)：低頻噪音計動特性原則上使用快 (Fast) 特性，但音源發出之聲音變動不大時，可使用慢 (Slow) 特性。

3. 環境噪音測量：同「環境低頻噪音測量」。

建議上述量測，採用具備有同步錄音及記錄風速測量之功能的噪音計，使得噪音、風速及錄音時間可以同步量測。

(二) 風速計架設

1. 數據顯示時距：1 秒。
2. 風速計開始監測時間須與噪音計一致，並須與中原標準時間對時。

(三) 錄影機架設

1. 錄影機與噪音計監測時間須一致，並與中原標準時間對時。
2. 錄影機架設 (參考 11.5 節)。

(四) 測量步驟

1. 陸上運輸系統噪音測量

- (1) DUO 噪音計 (參閱 11.2 節)。
- (2) SOLO 噪音計 (參閱 11.3 節)。
- (3) RION 噪音計 (參閱 11.4 節)。

2. 環境低頻噪音測量

- (1) 測量人員及現場測量區域應有維護安全之基本設備 (如安全帽、反光背心 (衣)、警戒線等)。
- (2) 測量時間內測量地點須無雨路乾且外加防風罩後，可使聲音感應器測量噪音時，不受風之干擾，必要時 (尤其是風速超過 5 m/s 以上) 需提出防風罩原廠規範及功能報告，以證明在測量噪音當時風速下，聲音感應器外加防風罩，可不受風之干擾。

- (3) 測量時間內其地點位於「室內」，則應關閉室內所有可能會發生低頻之聲音（如冷氣機、除濕機、空氣清淨機等）。
- (4) 測量位置之選擇，除法令另有規定外，測量時需距離室內牆壁或其他主要反射面至少 1 m 及離窗戶約 1.5 m。所有測量位置皆距離地面或樓板 1.2 至 1.5 m；測量時如果有空房，建議可當作測量地點，即可將內部干擾減至最低。
- (5) 低頻噪音測量前先以聲音校正器確認低頻噪音計，其產生標準音源之頻率（建議頻率為 125 Hz），應於低頻（20 Hz 至 200 Hz）範圍之間，確認結果（不可進行任何調整）應符合八、品質管制之要求並且記錄之；如確認結果超過則停止測量。
- (6) 將符合規定之低頻噪音計，設定 1/3 八音度頻帶濾波器 (one-third octave bands filters) 之中心頻率 (midband frequencies) 為 20 Hz 至 200 Hz，或以 1/3 八音度頻帶全頻域濾波器測量後，使用電腦軟體設備等方法，計算中心頻率為 20 Hz 至 200 Hz 聲音之總和。
- (7) 噪音計需外接電源時，需確認供應電源之電壓是否正確，如果噪音計使用電池亦先確認電池容量，避免測量期間斷電或因電池容量不足影響噪音之擷取。
- (8) 將噪音計架設於噪音計專用三腳架上，確認噪音計穩固不會有傾斜（倒）之虞。將聲音感應器（外加防風罩）朝向欲測之發音源，且其垂直角度依發音源傳播方向而調整至最適合位置。
- (9) 如於室外測量低頻噪音，同時另架設（組裝）風速計以利配合噪音計測量時監測風速，其風速計高度宜與聲音感應器齊高，其他氣象資料得參據測點附近中央氣象局所設之監測站氣象資料。測量點在室內時，除法令另有規定外，應避免選擇在室內房間中心位置；同時低頻噪音分佈在室內會因測量位置不同而改變，故需詳實記錄測量地點位置（精確至公分）。
- (10) 噪音計動態範圍 (dynamic range) 設定，需足夠以涵蓋欲測音源之音量變化，以避免過載容量 (overload capacity) 發生。
- (11) 測量指標除噪音法令另有規定外，建議可同時記錄 L_{10} 、 L_{90} ，以利分析低頻噪音之性質與變動情況。
- (12) 測量時間除依據噪音法令外，應判斷噪音變動情況而決定之，惟須注意其至少包含發生一個代表性週期。
- (13) 依主管法規規定執行背景音量修正時，除法令另有規定外，應於上述測量後立即進行修正；其測量時間不宜過長（建議小於 30 秒）取得代表性音量即可。
- (14) 現場測量完畢後須以聲音校正器進行噪音計確認，噪音計不可進行任何調整，其確認結果應符合八、品質管制之要求並且記錄之。
- (15) 測量時如需使用儀器訊號延長線（大於 3.0 m），需檢附音量衰減報告並做適當噪音回應修正。

3. 航空噪音測量

- (1) 現場勘查：監測位置之選定依據環保署公告「機場周圍地區航空噪音防制辦法」及「環境音量標準」對於航空噪音監測指定位置之規定。而且所有現場勘查之動作均須依現地踏勘事項查核表進行，並填寫現地踏勘記錄表。

有關航空噪音測量之測定應符合下列規定：

- 測定高度：非固定式航空噪音監測聲音感應器應置於離地面或樓板 1.2 m ~ 1.5 m 之間。
 - 測定地點：測點周圍 3.5 m 範圍內無任何遮蔽物及反射物，且單一航空噪音事件最大音量與背景音量至少相差 10 dB(A)。
 - 動特性：測量航空噪音時應使用慢特性 (SLOW)。
 - 測定時間：非固定式航空噪音監測站，應蒐集連續 10 日以上之航空噪音日夜音量。
 - 氣象條件：風速須在每秒 10 m 以下。
 - 測量非固定式航空噪音監測站之航空噪音前，應先執行現地 (場) 背景音量之監測。監測 24 小時連續之小時均能音量，再計算區分為日、晚、夜三個時段之背景音量。以每時段之 L_{90} 當作監測時每天該時段內不同小時之背景音量。監測背景音量之日期不宜與監測航空噪音之日期相差太久。
 - 有關執行室內航空噪音日夜音量，其計算方法及測定條件，依「噪音管制法施行細則」第十二條規定辦理。規定如下：(1) 計算方法：依美國聯邦飛航規則第一百五十號規定，並於監測時噪音計設定為「A 加權」；(2) 測定時間：連續蒐集二十四小時之航空噪音日夜音量；(3) 測量儀器：符合國際電工協會標準一型 (Class 1) 之噪音計，頻帶範圍 20 Hz 至 20 kHz；(4) 動特性：慢特性 (SLOW)；(5) 測定地點：建築物外牆面內緣向內 1 m 處，選定門窗密閉具代表性之適當地點；(6) 測定高度：離地面或樓板 1.2 至 1.5 m 處。
 - 監測前先以噪音計 (設備) 直接讀取顯示值大於背景音量 10 dB(A) 之時間 (秒數)，以此作為初步航空事件持續時間，同時亦記錄最大音量及所屬航空公司與機型。實際監測時，如航空器有不同機型，需以錄音方式或其他適合方式 (可以利用原始數據搭配機場飛航起降資料，逐筆檢視比對再依據公式計算而得) 比對初步航空事件持續時間，俾正確決定實際航空事件持續時間。
 - 利用不同機型之事件持續時間，計算航空噪音事件持續時間內之均能音量；另亦可使用噪音專用軟體 (如觸發位準方式) 或其他經驗證適合軟體計算之。(觸發位準為可以引起噪音計自動記錄之噪音位準。例如觸發位準設定 70 dB(A)，即代表當航空噪音如大於 70 dB(A) 即開始記錄，當噪音能量漸漸降下小於 70 dB(A)，即停止記錄。另外當以專用軟體計算相關航空噪音指標，需進行軟體公式驗證，以確認公式無誤。)
 - 如有兩架以上航空器同時上升或降落，其產生噪音視為單一航空噪音事件。
 - 利用記憶卡或行動電話數據機組等適當設備，將監測數據完整儲存或傳送，惟須注意數據轉換之完整性。
 - 為確保監測航空噪音數據品質，監測期間需至少每 2 天 (例如測量連續 10 日，執行 6 次校正) 以聲音校正器或其他同等級之標準件執行噪音計校正。校正時無需關閉噪音計，惟校正時需選擇無航空噪音發生之時段。
- (2) 器材準備與檢查：依監測器材、設備與記錄清點表將儀器整備就緒，並檢查儀器是否完成定期校正 (包括每月噪音計之聲音校正器與活塞式校正器校正，以及噪音計、聲音校正器、活塞式校正器等定期外送校正)。

(3) 儀器架設

- 噪音計依現場勘查資料所決定之監測指定位置擺設。測量位置之選擇需距離任何反射物至少 3.5 m。測量人員及現場測量區域應有維護安全之基本設備，如於屋頂戶外測量須注意樓板面之障礙物等安全問題。
- 將噪音計架設於噪音計專用之三腳架上，確認噪音計穩固不會有傾斜(倒)之虞。將聲音感應器(外加防風罩)朝向欲測發音源，且其垂直角度依發音源傳播方向而調整至最適合位置。聲音感應器高度皆離地面 1.2 m 至 1.5 m 之間。
- 將 6V 蓄電池之電源線接至噪音計主機右側 Ext 6V 處(銜接蓄電池時須注意正、負極連接正確)。(噪音計需外接電源時，需確認供應電源之電壓是否正確，如果噪音計使用電池亦先確認電池容量以免量測期間斷電)。
- 架設組裝氣象測量設備，以利配合噪音計測量同時監測氣象狀況。架設風速儀與麥克風齊高且距離噪音計麥克風至少 3.5 m，並將風速儀監測時間、取樣時距與噪音計盡量一致，以同步監測風速。風速計取樣時距不可太長(每次不大於 5 秒)，以利後續與航空噪音比對。航空噪音之傳播途徑可能受到機場周圍大區域之氣象狀況影響，故必要時得蒐集機場內自動氣象監測站之相關數據，俾相互比較分析。另外風速計之顯示若非直接讀取，則應依據儀器原廠所規定轉換公式計算。
- 拍照及填寫噪音 / 振動監測工作現場記錄表。

(4) 監測前之校正

- 儀器校正參考附件：11.2 節 01dB DUO 智慧型噪音計操作及數據處理流程。11.4 節 RION NL-32 型噪音計簡介及操作流程。
- 11.3 節、01dB SOLO 噪音計操作及數據處理流程。
- 填寫噪音 / 振動現場使用記錄。
- 另外因為監測時間長達 10 天，所以巡視測站時至少每 2 天(例如測量連續 10 日，執行 6 次校正)必須執行校正，校正前先等待飛機起飛或降落後，避免校正期間有飛機經過而錯失航空噪音事件監測。接著重複校正步驟，其監測前、監測後之聲音校正偏移值不得大於「 ± 0.3 dB」(適用 RION NL-32)，若超出偏移值時應登入異常處置與修正措施記錄表並回報專案工程師監測失敗擇期重新監測。
- 將每日校正之讀值填寫於噪音 / 振動現場使用記錄內。

(5) 現場監測

- 量測人員及現場量測區域應有維護安全之基本設備(如安全帽、反光背心(衣)、警戒線等)。於現場測量時，噪音計之操作參考附件：11.2 節 01dB DUO 智慧型噪音計操作及數據處理流程。11.4 節 RION NL-32 型噪音計簡介及操作流程。11.3 節 01dB SOLO 噪音計操作及數據處理流程。
- 監測期間如有儀器異常之現象或現場有特殊狀況，須記載於噪音 / 振動監測工作現場記錄表中，若周遭環境異常則須拍照存證。

(6) 關機與撤機：須完成當日之記錄本與各式表格清單填寫。

(7) 下載航空站班機資訊：每日必須至受測航空站網站下載「到站及離站班機時刻即時資訊」，以便於對照航空噪音事件數據。

4. 環境噪音測量

- (1) 週期性或間歇性變動之噪音 (最大音量 L_{max})：測量期間中測得最大音量之數值) 評定方法，依據「噪音管制標準」規定辦理 (週期性或間歇性變動之噪音最大音量評定方法，可透過記錄歷時之噪音檢測值，確認測量期間內之週期性或間歇性變動音量數值是否超過 5 dB(A)，詳細評定方式應依據「噪音管制標準」第三條第九款)。
- (2) 其餘同「環境低頻噪音測量」。

表 11.1-1 測量方法彙整

測量對象	快速道路、高速公路	鐵路、大眾捷運系統
參考法規	陸上運輸系統噪音管制標準	
檢測方法	陸上運輸系統及道路交通噪音測量方法 (P206.90B)	
測定地點	1. 於陳情人所指定其居住生活範圍之室外地點測定者，應距離周圍建築物牆面線 1 m 至 2 m。 2. 陳情人未指定地點者，由主管機關指定陸上運輸系統營運或管理範圍外與陳情人居住生活建築物最近處之室外地點測定之，並應距離周圍建築物牆面線 1 m 至 2 m。 3. 執行補助計畫後之測量地點應於補助計畫載明之測量地點測定之。	
測定時間	1. 於陳情人指定時段進行連續測定。 2. 陳情人未指定時段則進行 24 小時連續測定。	
測定高度	離地面或樓板 1.2 m 至 1.5 m	
頻率加權	A 加權	
時間加權	Fast (道路系統)	Slow (軌道系統)
時段區分	早 / 日 / 晚 / 夜	
風速範圍	風速須在 5 m/s 以下	
背景修正	無 (道路系統)	要 (軌道系統) 註：如低於管制標準，且目的未涉及管制標準或其他環保相關法令，無需背景音量修正，惟測量結果須清楚說明。
設備需求	噪音計、校正器、氣象計、腳架、測距儀、GPS、筆電	

七 結果處理

1. 陸上運輸系統、低頻、環境噪音測量

數據處理原則參考 11.6 節，測量報告須包含下列各項：

- (1) 測量人員姓名、服務單位、測量日期、測量時間、測量日期。
- (2) 噪音計聽感修正回路及動特性。
- (3) 測量期間之氣象狀態 (風速、風向、氣溫、大氣壓力、相對濕度及最近降雨日期)。
- (4) 測量取樣時間、動特性及取樣時距；另陸上運輸系統之軌道系統事件音量之歷時時間、發生時間點與車速 (視需要)；另軌道型式 (如高架、地面、路塹等) 皆需記錄。
- (5) 測量位置 (測量地點及距地面高度、座標、聲音感應器高度等) 與音源相對位置及距離，周圍之情況 (周圍之建築物、地形、地貌、防音設施等) 均須附簡圖及照片；另測量室內低頻之情況時 (附簡圖)、室外周圍之情況 (周圍之建築物、地形、地貌、防音設施等，附簡圖)。

- (6) 噪音發生源之種類與特徵。
- (7) 測量方法、音計(含聲音校正器、風速計)廠牌、型號、序號，噪音計動特性、每秒取樣(數據)筆數(含風速計)及其確認記錄或檢定、校正之有效期限等。
- (8) 測量過程錄音或錄影資料記錄。
- (9) 測量過程若需記錄車速，使用測速槍量測該班車速(參考 11.5 節)。
- (10) 測量結果與適用標準值。
- (11) 測量期間之噪音(含確認值)、風速等原始數據應存檔備查。
- (12) 其他(特殊音源之特性及其隨時間變化性、可能影響測量結果之因素等)。
- (13) 列印設定低頻(20 Hz 至 200 Hz)噪音範圍，俾區別一般噪音之測量結果。
- (14) 測量期間噪音計、風速計之原始數據應存檔備查。
- (15) 受測噪音(L_1)與背景音量(L_2)相差最好 10 dB 以上，若其差在 10 dB 以下，則依表 11.6-1 修正之；若其差在 3 dB 以下，則另尋其他測量點。

$$L = 10 \log(10^{0.1L_1} - 10^{0.1L_2})$$

L ：指欲測量音源之測量值。

L_1 ：指受測噪音(整體音量)之測量值。

L_2 ：指背景音量之測量值。

- (16) 其他(特殊音源之特性及其隨時間變化性、可能影響測量結果之因素等)。

2. 航空噪音測量(環境中航空噪音測量)

指航空噪音防制區以外之航空噪音測量，噪音監測作業完畢後，由監測作業員將儀器上所收集之數據，經由現場的筆記型電腦儲存後，再經由儀器本身之計算軟體運算，並將收集之所有數據存入硬碟中，作為噪音之原始資料，並交回品管師儲存(五年)。品管師依據計畫需求列印所需資料，依監測結果彙整報告之重點說明如下：

- (1) 監測後之逐秒數據貼到報告電子檔步驟，依「文件編號：SA-NV-SOP006-航空噪音數據處理流程」執行。
- (2) 航空噪音時段區分說明如後：

時段	依據	環境音量標準 (99.01.21 公佈實施)
日		07:00 至 22:00
夜		00:00 至 07:00 及 22:00 至 24:00

- (3) 監測報告內容：

量測結果須列出下列各項資料：

- 量測人員姓名。
- 氣象狀態(天氣、風向、風速、氣溫、相對濕度、氣壓及最近降雨日期)。
- 量測結果。
- 適用之環境音量標準。

- 測定位置 (含 TWD97 大地座標、測定高度等) 與音源相對位置，附簡圖及照片。
 - 周圍之情況 (周圍之建築物、地形、地貌、防音設施等，附簡圖)。
 - 噪音發生源之種類與特徵。
 - 測定方法 (測定日期、測定時間、噪音計廠牌、型號、序號、動態特性、取樣時距與次數及其校正記錄與檢定、校正有效期限等)。
 - 其他經中央主管機關指定記載事項。
- (4) 有效航空噪音事件：非固定式航空噪音監測站所測得單一航空噪音值大於背景值 10 dB 者，即為有效航空噪音事件。若測得單一航空噪音值未大於背景值 10 dB，則不算是有效的航空噪音事件。

- (5) ● 顯示單一事件航空噪音之暴露位準 (sound exposure level)、一小時事件均能音量、每天航空噪音日夜音量、背景音量、航空噪音之持續時間。其相關公式如下：

$$\text{第 } i \text{ 事件航空噪音暴露位準：} L_{AEi} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T_0} \int_0^T 10^{L_{Ai}(t)/10} dt \right]$$

$T_0 = 1$ 秒， $T = L_{Ai}(t)$ 在最大音量前後向下修正至少 10 dB 內發生之時段，須涵蓋單一航空噪音事件，亦稱持續時間。

$$\text{時間 } (T) \text{ 內均能音量：} L_T = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n 10^{L_{AEi}/10} \right]$$

當 T 為一小時 (T 單位為秒)， L_T 為一小時事件均能音量。

航空噪音日夜音量 (DNL) 計算公式如下：

$$DNL = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{24} \left(\int_{0000}^{0700} 10^{[L_A(t)+10]/10} dt + \int_{0700}^{2200} 10^{L_A(t)/10} dt + \int_{2200}^{2400} 10^{[L_A(t)+10]/10} dt \right) \right]$$

$L_{A(t)}$ ：為某一小時事件均能音量。

$L_{A(t)} + 10$ ：夜間加權，00:00 至 07:00 及 22:00 至 24:00 各加權 10 dB。

十日以上之航空噪音日夜音量：

$$10 \log_{10} \frac{1}{D} \sum_{i=1}^D 10^{L_{dn}/10} ; D \geq 10$$

i ：測定時間，單位為日。

- 監測期間如遇風速超過每秒 10 m，可考慮將超過規定風速之航空噪音測值剔除，惟剔除數量與比率須記錄於量測報告中。

(6) 背景噪音計算

背景噪音可由每小時總計均能音量減去事件均能音量而得到，但不需進行背景音量修正。

$$Leq(Back) = Leq(Total) - Leq(Event)$$

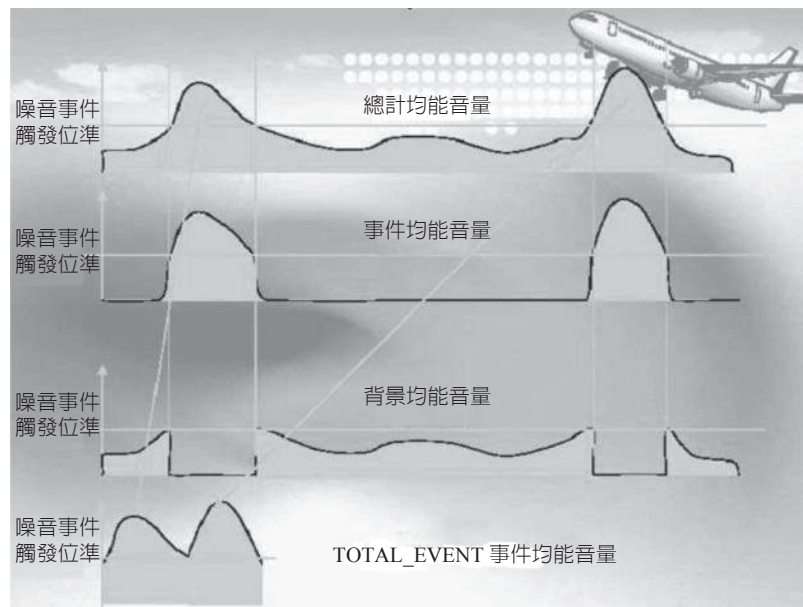


圖 11.1-1 航空背景均能音量

品質管制

1. 陸上運輸系統噪音測量

噪音監測之品管作業主要係以儀器定期校正、數據完整性及定期設備維護為主，現就相關品管作業規定說明於下：

- (1) 至少於測量前、後噪音計應依儀器原廠說明進行確認，噪音計顯示值與確認值（聲音校正器）差值之絕對值不得大於 0.7 dB，且連續兩次顯示值差之絕對值不得大於 0.3 dB。如不符合，兩次確認期間所有數據無效。
- (2) 噪音計確認係指整體測量鏈（聲音感應器連接訊號線再接至顯示器）確認，須於測量噪音前、後至少以一個頻率（於 20 Hz 至 20 kHz 範圍，建議 1,000 Hz 或其他適當頻率）執行確認。
- (3) 噪音計檢定期限為二年，檢定顯示值與校正值差值之絕對值不得大於 0.7 dB，檢定結果應符合噪音計檢定檢查技術規範。經檢定合格之噪音計若拆換零（組）件，應重新進行檢定並符合規定。
- (4) 聲音校正器須送可追溯至國家量測標準的實驗室進行校正，校正期限為一年，聲音校正器的校正結果應符合 CNS 13331 所指定之 1 級校正器的要求。即所產生實際音壓位準與對應標稱值 (nominal) 差值之絕對值不得大於 0.3 dB。
- (5) 風速計須每二年送至中央氣象局儀器檢校中心或可追溯至國家量測標準的實驗室進行校正，每一受校風速計其器差不得超過 ± 1.0 m/s（受校風速值至少有一受校點需介於 4 m/s ~ 6 m/s）。
- (6) 測速槍須每二年送至可追溯至國家標準實驗室進行確認，其誤差不得大於 $\pm 5\%$ 。
- (7) 現場測量完畢後進行噪音計確認，如不符合八、品質管制之要求，則確認前、後期間之所有噪音數據無效。
- (8) 完整性：完整性係為 $[\text{有效數據組數} \div \text{總數據組數}] \times 100\%$ ，噪音之監測取樣時距為一

秒，每小時取樣數據為 3,600 組，每小時之數據完整性必須大於 90 % (3,240 組)，才可視為有效小時記錄值，且每日有效小時記錄值，不得少於應測時數 (24 小時) 之 75 % (18 小時)。

- (9) 每月定期對噪音監測儀器執行校正、清潔與整理。
- (10) 如使用噪音計連接電腦進行測量低頻噪音 (亦謂噪音計必須連接電腦始可讀出低頻噪音各頻點之音量)，則需整套測量儀器系統 (含電腦) 一併執行檢定，其器差依八、品質管制辦理。

2. 環境低頻噪音測量

同上「陸上運輸系統噪音測量」。

另外，低頻噪音計使用之 1/3 八音度頻帶濾波器，需每二年送國內外可追溯至國家量測標準的實驗室，進行濾波器檢定並符合規定。

測量時如使用測量器取得 1/3 八音度各頻帶 (20 Hz 至 200 Hz) 音量，再以電腦軟體設備等方法計算，並注意測量數據轉騰完整性與追溯性，必要時需檢附現場測量原始數據。

3. 航空噪音測量

- (1) 儀器校正：噪音監測儀器均須執行定期委外檢定校正 (噪音計為兩年一次，聲音校正器與活塞式校正器為一年一次)、內部定期校正、以及現場測量校正等。
- (2) 噪音計每月執行外部校正時，與標準值的誤差值須小於 0.7 dB。
- (3) 每日監測前、監測後之校正偏移不得大於 ± 0.3 dB (適用 RION NL-32)。
- (4) 噪音計內部電子式校正時，與 1 kHz 的 100% 校正基準值約 104 dB 之誤差值須小於 0.5 dB。
- (5) 每月定期對噪音監測儀器做清潔與整理。
- (6) 風速計每兩年送至中央氣象局或可追溯至國家標準實驗室進行校正，受校風速值至少有二個受校點需介於 4 ~ 6 m/s 與 9 ~ 11 m/s，每一台受校風速計其器差之絕對值應小於標準件標準值 5%。

4. 環境噪音測量：同上「陸上運輸系統噪音測量」。

九 異常處置與修正措施

1. 陸上運輸系統噪音測量

- (1) 儀器異常
 - 儀器故障時，現場人員若無法解決設備問題，請更換備品。
 - DUO 儀器當機，畫面出現 Application Error，則必須重新開機。
- (2) 校正異常
 - 外部校正異常：當噪音計進行每月外部校正出現校正值與標準值誤差在 0.7 dB 以上，再次校正若仍無法符合允收標準時，應將噪音計送至儀器廠商進行維修檢查。
- (3) 電源異常
 - 進行量測時 (連接市電或蓄電池)，DUO/SOLO 噪音計內建電池正常應顯示 100 % 電量，當發現電量小於 100 % 時，表示外接電源斷電，此時噪音計使用內建電池電力，須隨時檢視噪音計電力顯示值，必要時更換蓄電池或檢查市電供電狀況。

- 進行量測時先裝上 4 顆 3 號鹼性電池並連接蓄電池，此時 NL-32/31 噪音計螢幕電池顯示應為滿格電量，若發現電池電量未滿格時，表示蓄電池電力消耗完畢，此時噪音計使用鹼性電池電力，須隨時檢視噪音計電力顯示值，必要時更換蓄電池或鹼性電池。
- (4) 資料擷取中斷：噪音計進行監測時若發生停機或當機而中斷資料擷取 (Log)，當日監測資料將分成兩個以上檔案 (File) 儲存，後續進行噪音數據處理時，需進行二筆檔案合併為一筆檔案，依序點選 File → Import → Files → .cmg 併入下一筆資料檔，完成資料檔合併後，即可進行噪音數據數理。

2. 航空噪音測量

(1) 連線異常

- 無法連線時，先向中華電信障礙台查詢通訊線路是否異常，若線路異常即刻報修；若通訊線路正常，相關人員必須至現場察看中華電信 ADSL 設備是否有紅燈，若有，請即刻向中華電信報修 (0800-080-128)，並且攜帶一張 3G 的 SIM 卡插入 DUO 設備中，待至 DUO 螢幕右上角 3G 訊號變為綠燈後，再利用任一手機傳送空白簡訊至該 3 G-SIM 卡的號碼，DUO 即會回傳 IP 位置，即可利用 FileZilla 軟體或其他 FTP 軟體下載數據資料，以便分析。
- 或攜帶 NB 至現場並以 NB 的無線網路連線到 DUO 的無線網路，利用 FileZilla 或其他 FTP 軟體下載。
- 或攜帶新的 SD 卡置換 DUO 內的 SD 卡。
- 或攜帶 NB 至現場，利用 USB 連線，並且取得數據資料。
- 或攜帶 NB 至現場並以 NB 的無線網路連線到 DUO 的無線網路，利用 FileZilla 下載。
- 若 DUO 系統當機 (Application Error……等無可抗力之當機)，則必須重新開機。
- 儀器故障時，現場人員若無法解決設備問題，請更換備品。

(2) 校正異常

- 外部校正異常：當 DUO 噪音計進行每月外部校正出現校正值與標準值誤差在 0.7 dB 以上，再次校正若仍無法符合允收標準時，應將噪音計送至儀器廠商進行維修檢查。

- (3) 電源異常：噪音計進行監測時，DUO 噪音計內裝之充電電池正常應顯示 100% 飽和充電，若發現顯示值小於 100% 時，表示市電斷電中噪音計已經開始使用蓄電池 (UPS) 電力，而噪音計充電電池可再支撐 2 日監測，請隨時檢視噪音計電力顯示值，必要時請至現場更換蓄電池 (UPS) 或檢查市電通電狀況。

- (4) 資料擷取中斷：噪音計進行監測時若發生停機或因執行外部校正而中斷資料擷取 (Log)，當日監測資料將分成兩個以上檔案 (File) 儲存，後續進行噪音數據處理時，進行六、(一) 2. (1)~(3) 開啟第一筆資料檔後，請依序再點選 File → Import → Files → cmg 併入下一筆資料檔，完成整日資料檔合併後，即可進行航空噪音事件確認。

- (5) 跨時事件處理：噪音事件若發生在相鄰兩時段之間時，以事件最大音量發生之小時為歸屬，進行航空噪音事件確認時，發現某一航空噪音事件剛好發生在 09:00 附近，且該事

件最大音量是在 08:59:55，進入 11.2 節四、(一) 2. (7) 時間圖譜參數 (Time history) 設定頁面 (圖 11.2-64)，開始時間設定在 08:00:00，結束時間設定 09:00:30，再依據六、(一) 2. (9) 程序修正持續時間。

十 儀器校正與校正誤差容許範圍

(一) 儀器委外校正

噪音監測使用之相關測量儀器必須定期送至可追溯至國家級實驗室進行儀器檢定校正，有關各項儀器之檢定校正時程及追溯方式流程說明如圖所示。

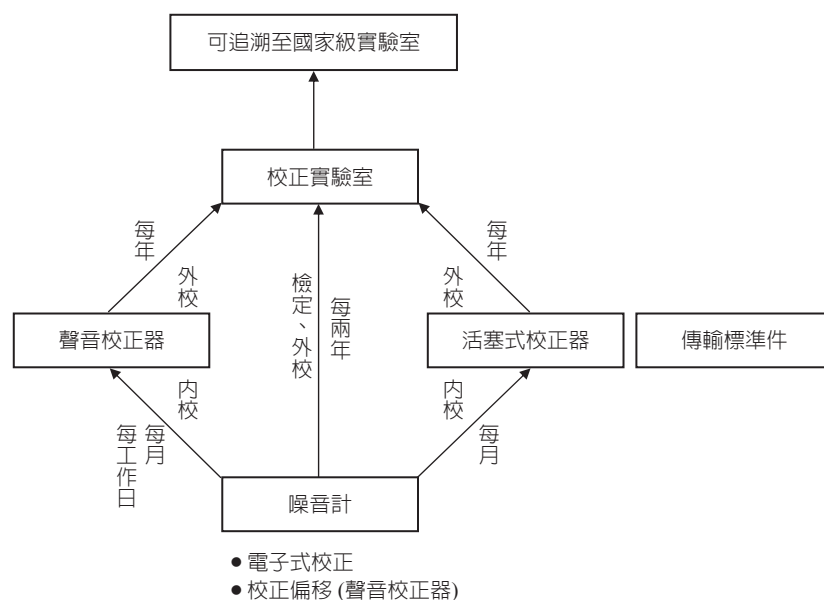


圖 11.1-2 儀器檢定校正時程及追溯圖

儀器校正頻率及容許誤差範圍：

1. 噪音計

委外檢定頻率為「每二年一次」，檢定結果呈現值與校正值之差值不得大於 ± 0.7 dB。

即由外校單位分別以兩個不同之校正用標準件 (活塞式校正器) 針對送校之噪音計進行校正測試，其儀器校正之允收標準說明如下：

外校單位使用兩個活塞式校正器，並各別輸入不同頻率 (1,000 Hz、250 Hz) 之標準音源，於頻率 1,000 Hz 之標準音源輸入值為 L_a dB，而於頻率 250 Hz 之標準音源輸入值為 L_b dB，而送校噪音計於 1,000 Hz 標準音源之顯示值為 L_c dB，於 250 Hz 標準音源之顯示值為 L_d dB，其校正允收標準 (L_e) 說明如下：

$$L_e = |L_a - L_c| \text{ 與 } |L_b - L_d|, \text{ 均須小於 } 0.7 \text{ dB。}$$

- 1/3 八音階頻帶濾波器 (RION NX-22TW)：委外低頻噪音檢查頻率為「每二年一次」，由外校單位配合噪音計分別以不同頻率檢查，其頻率包含 20 ~ 200 Hz 內高、中、低三個不同頻率，目前外校低頻檢查頻率為 125 Hz、63 Hz、31.5 Hz，其結果呈現值與設定值差值之絕對值不得大於 0.5 dB。

3. **聲音校正器 (RION NC-705)**：委外校正頻率為「每年一次」，其儀器校正之允收標準說明如下：

由外校單位使用校正用標準件 (聲音校正器) 以標準值 (頻率為 125 Hz、音壓位準 (L_p) 為 94 dB) 進行送校之音位校正器測試，由測試結果之輸出音壓位準 (L_{so} dB) 以判定是否符合儀器校正之允收標準，其校正允收標準 (L_e) 說明如下：

$$L_e = |94 - L_{so}|, \text{ 須小於 } 0.3 \text{ dB}。$$

4. **活塞式校正器 (RION NC-72)**：委外校正頻率為「每年一次」，其儀器校正之允收標準說明如下：

由外校單位使用校正用標準件 (活塞式校正器) 以標準值 (頻率為 250 Hz、音壓位準為 114 dB) 進行送校之活塞式校正器測試，由測試結果之輸出音壓位準 (L_{po} dB) 以判定是否符合儀器校正之允收標準，其校正允收標準 (L_e) 說明如下：

$$L_e = |114 - L_{po}|, \text{ 須小於 } 0.3 \text{ dB}。$$

5. **聲音校正器 (RION NC-74)**：委外校正頻率為「每年一次」，其儀器校正之允收標準說明如下：
由外校單位使用校正用標準件 (聲音校正器) 以標準值 (頻率為 1,000 Hz、音壓位準為 94 dB) 進行送校之聲音校正器測試，由測試結果之輸出音壓位準 (L_{so} dB) 以判定是否符合儀器校正之允收標準，其校正允收標準 (L_e) 說明如下：

$$L_e = |94 - L_{so}|, \text{ 須小於 } 0.3 \text{ dB}。$$

6. 風速計須每兩年送至中央氣象局儀器檢校中心或可追溯至國家級實驗室進行校正，受校風速值至少有二個受校點需介於 4 ~ 6 m/s 與 9 ~ 11 m/s，每一受校風速計其器差之絕對值應小於標準件標準值 5%。

(二) 內部定期校正

每月排定以聲音校正器校正，分別以活塞式校正器 (RION NC-72) 與聲音校正器 (RION NC-74) 進行噪音計之定期校正。

1. **以活塞式校正器校正 (適用 RION NL-32)**：將噪音計以活塞式校正器所進行之 C 加權校正測試結果 (L_p dB)，與活塞式校正器之外校合格測試結果 (輸出音壓位準： L_{po} dB) 做比較，以判定是否符合儀器校正之允收標準，其校正允收標準 (L_e) 說明如下：

$$L_e = |L_{po} - L_p|, \text{ 須小於 } 0.7 \text{ dB}。$$

2. **以聲音校正器校正**：將噪音計以聲音校正器所進行之 A 加權校正測試結果 (L_s dB)，與聲音校正器之外校合格測試結果 (輸出音壓位準： L_{so} dB) 做比較，以判定是否符合儀器校正之允收標準，其校正允收標準 (L_e) 說明如下：

$$L_e = |L_{so} - L_s|, \text{ 須小於 } 0.7 \text{ dB}。$$

(三) 測量現場校正

每次執行噪音監測時，噪音監測人員需於監測現場進行下列現場校正作業，其校正容許誤差範圍分別說明如下：

監測前後之校正偏移 (適用 RION NL-32)：噪音監測人員須於「開始監測前」與「監測完畢後」，對於使用之噪音計均需以聲音校正器進行校正並儲存校正信號，其校正測試結果 (監測前為 L_{sb} dB、監測後為 L_{sa} dB)，均與聲音校正器之外校合格測試結果 (輸出音壓位準： L_{so} dB) 做比較，以判定監測前、監測後之儀器校正偏移是否符合允收標準，有關監測前後之校正偏移允收標準 (L_e) 說明如下：

$$|L_{so} - L_{sb}| \text{ 及 } |L_{so} - L_{sa}|, \text{ 須小於 } 0.7 \text{ dB}。$$

$$\text{且 } L_e = |L_{sa} - L_{sb}|, \text{ 須小於 } 0.3 \text{ dB}。$$

十一 操作環境條件

1. 溫度範圍：0°C ~ 40°C；相對濕度：10 ~ 90 %。
2. 使用及儲藏測量儀器時，應避免水、灰塵、過高溫度與濕度及直接日曬。亦應避免有高鹽度或硫磺成分之空氣、瓦斯及鄰近儲存有化學物品。
3. 操作時勿受震擊及振動，且用畢須關閉電源。

十二 作業流程

根據現場實際監測流程及數據結果處理，彙整如圖 11.1-3。

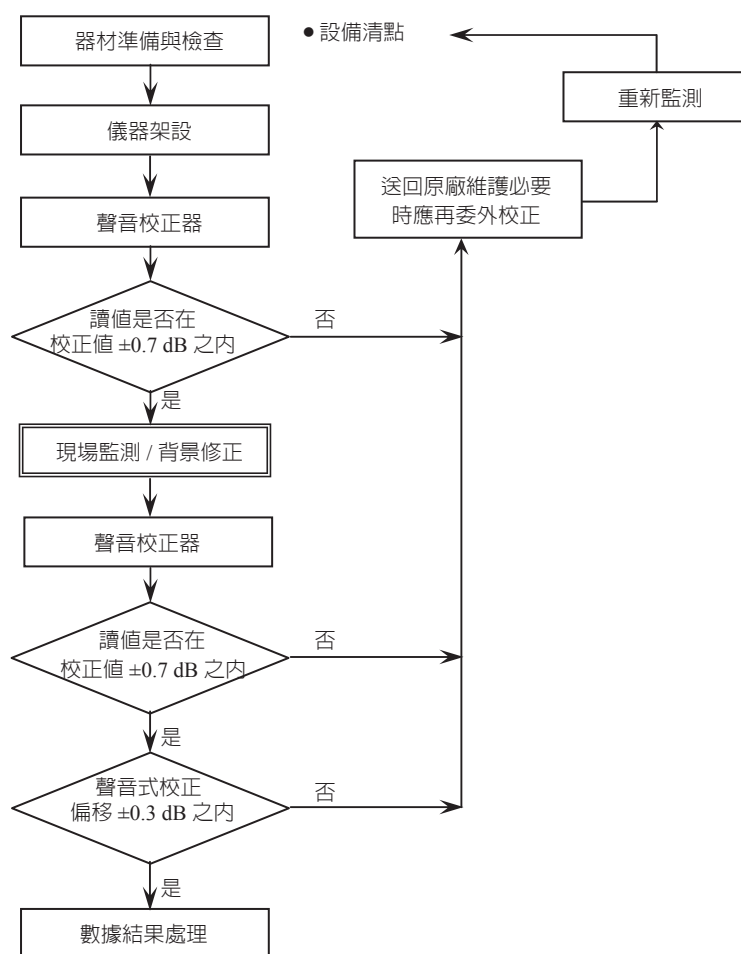


圖 11.1-3 噪音監測作業流程圖

註 1：噪音位準 (L_A)：A 加權之音壓有效值 (以下簡稱 A 加權音壓) P_A 平方除以基準音壓 P_0 ($P_0 = 20 \mu\text{Pa}$) 平方得值，再取常用對數 10 倍，表示為 $10 \times \log(P_A^2/P_0^2)$ ，單位為分貝，其符號為 dB(A)。測量聲音頻率範圍為 20 Hz 至 20 kHz；如測量 20 Hz 至 200 Hz 均能音量之低頻聲音 ($L_{eq,LF}$)，請依據 NIEA P205 執行。

註 2：均能音量 (L_{eq})：噪音位準隨時間變化時，測量時間內與此能量相同之平均平方音壓之連續一定大小之噪音位準，單位為分貝，其符號為 dB(A)。公式如下：

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} \frac{P_A^2(t)}{P_0^2} dt \right]$$

$T_2 - T_1$ = 測量時間

$P_A(t)$ = A 加權音壓

註 3：為避免測定者身體之反射，不應以手持噪音計方式測量噪音。

註 4：聲音感應器宜依據製造商原廠技術手冊之方向特性 (directional characteristics) 調整至最適角度。譬如，如使用壓力感應式 (pressure-sensitive) 之預極化電容聲音感應器 (prepolarized condenser microphone) 監測環境音量時，宜朝向四周環境最常出現欲測音源之方向，故聲音感應器不宜朝向上 (會因聲音感應器方向特性使環境音量測值均有低估現象產生)。

註 5：背景音量：除欲測量音源以外的聲音之音量，均稱為背景音量。

註 6：使用聲音校正器進行確認時，為考慮減少儀器外形誤差，聲音校正器建議使用與受校噪音計相同廠牌。

十三 備註

陸上運輸系統及道路交通噪音測量方法，依現場實際狀況需求不同可區分下列幾種儀器架設方式：

1. 三腳架 - 平面 / 高架作業。(圖 11.1-4、圖 11.1-5)
2. 支撐桿 - 延伸作業。(圖 11.1-6)
3. 高空作業車 - 高架作業。(圖 11.1-7)
4. 吊車 - 吊掛作業。(圖 11.1-8)
5. 夾牆架 - 吊掛作業。(圖 11.1-9)

我國目前無室內音量標準及「住宅區之室內音量測量方法」，一般室內環境噪音及室外噪音源通過空氣傳音引起的室內噪音污染之噪音位準測量建議，於室內測量時須距離室內牆壁或其他主要反射面至少 1 m 及離窗戶約 1.5 m，所有測量位置皆距離地面或樓板 1.2 m 至 1.5 m。



圖 11.1-4 三腳架 - 平面作業



圖 11.1-5 三腳架 - 高架作業



圖 11.1-6 支撐桿 - 延伸作業



圖 11.1-7 高空車 - 高架作業



圖 11.1-8 吊車 - 吊掛作業



圖 11.1-9 夾牆架 - 吊掛作業

(一) 聲音位準計使用方法

1. 聽感修正回路或稱頻率加權 (Frequency-Weighting)：本測量方法原則上以聽感修正回路 A 加權測定之，惟測量時應註記現場測量時所使用之加權名稱。
2. 動特性或稱時間加權 (Time-Weighting)：聲音位準計動特性原則上使用快 (Fast, F) 特性，但音源發出之聲音變動不大時，可使用慢 (Slow, S) 特性。

(二) 測量步驟

1. 測量之室內外聲學環境
 - (1) 一般室內環境噪音：門或窗應關閉，空調器等室內音源的運行狀態應關閉。無考量氣象條件。
 - (2) 室外噪音源通過空氣傳音引起的室內噪音污染：門或窗應開啟，空調器等室內音源的運行狀態應關閉。其室外氣象狀態須符合相關戶外測量之規定。
2. 於室內測量時須距離室內牆壁或其他主要反射面至少 1 m 及離窗戶約 1.5 m，所有測量位置皆距離地面或樓板 1.2 m 至 1.5 m。
 - (1) 測量範圍面積小於等於 30 m^2 (範圍誤差 $+10 \text{ m}^2$) 的室內空間，在受測空間內選取 1 個測點，測點盡量位於室內空間中央附近，並應距離反射面 1 m 以上，配置參考附圖 11.1-10。

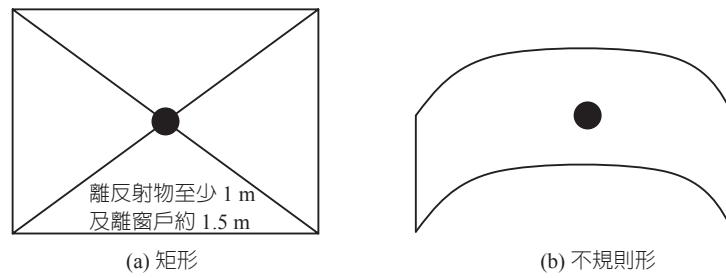


圖 11.1-10 測量範圍面積小於等於 30 m^2 (範圍誤差 $+10 \text{ m}^2$) 的室內空間測量位置參考圖

- (2) 測量範圍面積大於 30 m^2 且小於等於 100 m^2 (範圍誤差 $+10 \text{ m}^2$) 的室內空間，在受測空間內至少選取 3 個測點，測點盡量位於室內空間中央附近，並應距離反射面 1m 以上，配置參考附圖 11.1-11。
 - (3) 測量範圍面積大於 100 m^2 的室內空間，至少選取 5 個測點以上，如遇障礙物或反射面，則位移至離障礙物或反射面至少 1 m，配置參考附圖 11.1-12。
3. 測量時如需使用儀器訊號延長線 (大於 3.0 m)，須檢附音量衰減報告並做適當噪音回應修正。
 4. 聲音位準計需外接電源時，須確認供應電源之電壓是否正確或穩定，如果聲音位準計使用電池亦先確認電池容量，避免測量期間斷電或因電池容量不足影響噪音之擷取。
 5. 將聲音位準計架設於聲音位準計專用三腳架上，確認聲音位準計穩固不會有傾斜 (倒) 之虞。將聲音感應器 (外加防風罩) 朝向欲測發音源，且其角度依發音源傳播方向而調整至最適合位置。

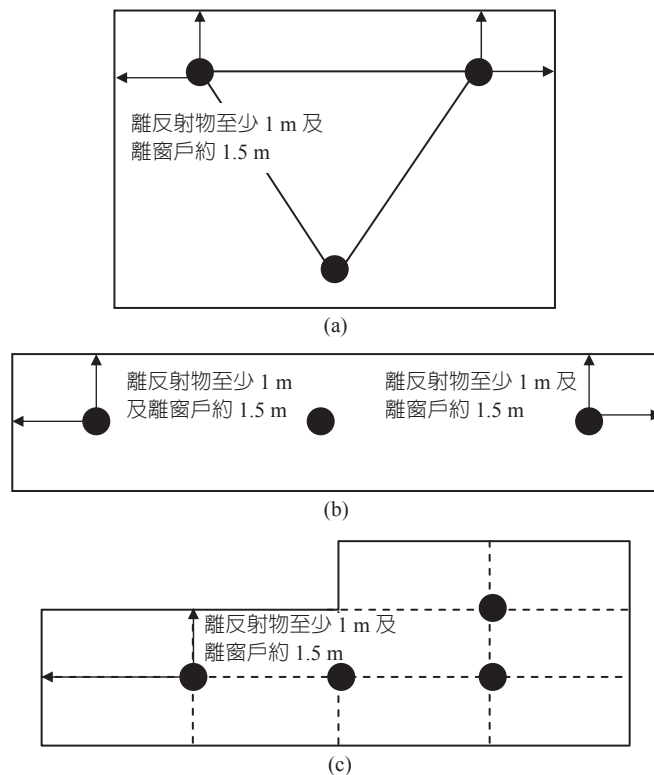


圖 11.1-11 測量範圍面積大於 30 m^2 、小於等於 100 m^2 (範圍誤差 $+10 \text{ m}^2$) 的室內空間測量位置參考圖

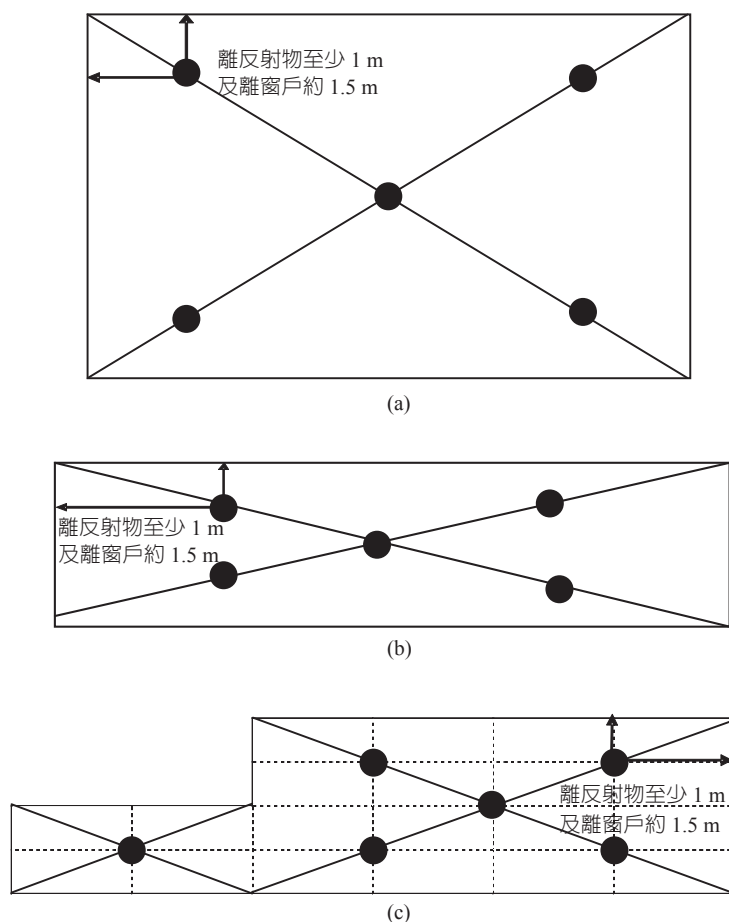


圖 11.1-12 測量範圍面積大於 100 m² 的室內空間測量位置參考圖

6. 現場測量前聲音位準計應依儀器原廠說明使用聲音校正器進行確認，不可進行任何調整並記錄確認結果，並將確認信號（音量）儲存，其結果應符合八、品質管制之要求，如超過則停止測量。
7. 聲音位準計動態範圍 (dynamic range) 設定，須足夠以涵蓋欲測音源之音量，以避免過載容量 (overload capacity) 發生。
8. 一般室內環境噪音：(非屬) 週期性或 (非屬) 間歇性變動之噪音評定方法，依據「噪音管制標準」規定辦理。
9. 室外噪音源通過空氣傳音引起的室內噪音污染
 - (1) 一般道路及陸上運輸道路系統：1 小時之均能音量 L_{eq} ，快特性。應判斷噪音變動情況而決定最適擷取時距，惟須注意其至少包含一個代表性週期噪音發生。
 - (2) 陸上運輸軌道系統：噪音事件之小時均能音量 $L_{eq,1h}$ 及平均最大音量 $L_{max,mean,1h}$ ，慢特性。將各班次列車之數據採能量平均處理。其音量擷取之方式依「陸上運輸系統噪音管制標準」等相關規定辦理。
10. 執行室內背景音量修正時，除法令另有規定外，應於上述測量後立即進行；其測量時間不宜過長（建議小於 30 秒）取得代表性背景音量即可。
11. 現場測量完畢後以聲音校正器進行聲音位準計確認，聲音位準計不可進行任何調整，並將確認信號（音量）儲存，其結果應符合八、品質管制之要求並且記錄。

11.2 01 dB DUO 噪音計

一 儀器型號

1. 01dB DUO 智慧型噪音計。
2. 適用於陸上運輸系統之軌道系統噪音及航空噪音測量。

二 儀器設備及架設

(一) 設備需求

1. 噪音計

(1) 01dB DUO 智慧型噪音計 (圖 11.2-1)

- a. 儀器具防水功能，主機底座防水塑膠套外接線路時，需以矽膠封口。
- b. 噪音計內建電池充飽電後 (100%)，可維持約 2 天測量及數據擷取，另可外接蓄電池 (UPS) 或 110V 電源。
- c. 內插 32G or 64G (速度等級 Speed Class10) 記憶卡可同時記錄測量數據及全程錄音。

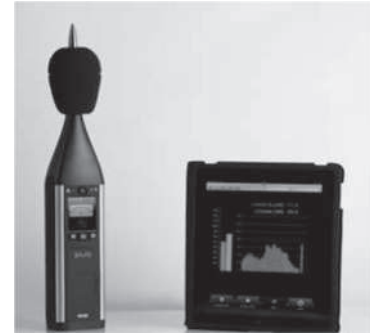


圖 11.2-1 DUO 智慧型噪音計

(2) 筆記型電腦

- a. 噪音計有兩種操控方式，第一種是噪音計直接操控，適用於短時間監測；第二種是利用 Wi-Fi 或 3G 連結 DUO 網頁操控，適用於長時間監測及儀器設定。
- b. 使用 Wi-Fi 無線傳輸遠端操控，可避免現場人員活動干擾。



圖 11.2-2

(3) 蓄電池：注意正負極接線。

(4) 三腳架 (圖 11.2-2)，航空噪音監測用三腳架 (圖 11.2-3)。

2. 音壓校正器

儀器校正必須符合 IEC 60942 Class 1 或 CNS 13331 C7222 所指定之校正器進行，其聲音校正器設定頻點至少有一點需落於低頻範圍 (20 Hz 至 200 Hz) 之間。於測量現場校正用之聲音校正器，為多頻點音位發生器，儀器廠牌型號為 RION NC-705，可切換使用頻率為 125 Hz 及 250 Hz。使用之音壓校正器有二款，說明如下：

- (1) 活塞式校正器：噪音計外部校正用之音壓校正器，儀器廠牌型號為 NC-72。(圖 11.2-4)
- (2) 聲音校正器：噪音計外部校正用之音壓校正器，儀器廠牌型號為 NC-74 及 NC-705。(圖 11.2-5 及圖 11.2-6)

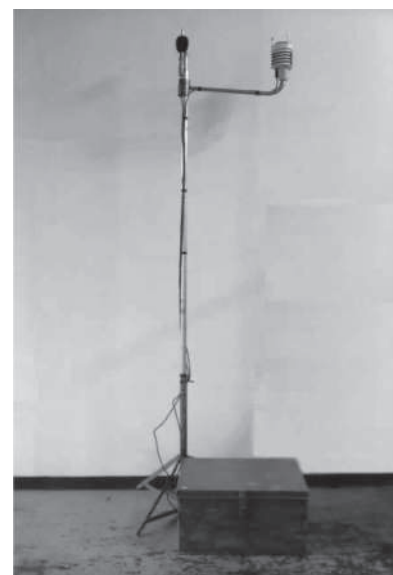


圖 11.2-3 航空噪音量測三腳架



圖 11.2-4 NC-72 校正器



圖 11.2-5 NC-74 校正器



圖 11.2-6 聲音校正器 NC-705

3. 氣象儀

- (1) 儀器廠牌 / 型號：VAISALA / WXT520 (圖 11.2-7)
- (2) 設備及材料：(圖 11.2-8)



圖 11.2-7 氣象設備圖



圖 11.2-8 電源及訊號線

- (3) 儀器規格：
 - a. 風速：0 m/s 至 60 m/s (可測至 0.1 m/sec)。
 - b. 風向：0° 至 360°。
 - c. 溫度：-52°C 至 60°C。
 - d. 濕度：0 % 至 100 % 相對濕度。
 - e. 電源：5 VDC 至 32 VDC。
- (4) 簡易氣象計：噪音測量時，所使用之氣象測量儀器以能測得風速、風向等資料為主。其他氣象資料可參考測點附近中央氣象局所設之監測站氣象資料。且架設風速計之高度宜與聲音感應器齊高。風速計可量測至 0.1 m/sec。
- (5) 其他設備：
 - a. 延長線：為了降低因折射作用及操作者聲音之影響而導致量測偏差，可將麥克風折離儀器本體而經由延長線再連接至儀器本體。
 - b. 重錘：噪音計架設於三腳架上可加附重錘予以固定，以避免被拌倒或被風吹倒。
 - c. 測距儀：視需要使用，精密度可達 ± 5 mm。所使用之雷射測距儀廠牌為 BOSCH，型號為 DLE 50，精密度：一般 ± 1.5 mm，最大 ± 3.0 mm。

4. 操控硬體及軟體

(1) 硬體

- 電腦主機 / 筆記型電腦 / 智慧型手機 (擇一即可)。
- 網路連線設備：網路線 (跳線)、網路交換器 (HUB)。
- USB 連接線 (擇一即可)。



圖 11.2-9 USB 連接線

(2) 軟體

- 下載資料軟體 FileZilla Client。
- 使用 dBTrait 分析轉換，並且顯示資料。



圖 11.2-10 FileZilla Client 下載資料軟體



圖 11.2-11 dBTrait

(二) 儀器架設

1. 噪音計

- 由主管機關通知交通營運或管理機關 (構) 於下列地點測量：
 - 於陳情人所指定其居住生活範圍之室外地點測定測量位置之選擇需距離周圍建築物牆面線 1m 至 2 m。
 - 陳情人未指定地點者，由主管機關指定陸上運輸系統營運或管理範圍外與陳情人居住生活建築物最近處之室外地點測定之，並應距離周圍建築物牆面線 1m 至 2 m。
 - 執行補助計畫後之測量地點應於補助計畫載明之測量地點測定。
 - 聲音感應器應置於離地面或樓板至少 1.2 m 至 1.5 m 之間。
- 將噪音計架於三腳架並垂直朝上，再確認噪音計穩固不會有傾斜之虞。因主機底座有許多插槽 (圖 11.2-12)，無法防水，需套上防水塑膠套 (Connectors cover)(圖 11.2-13)。
- 確認 SD 記憶卡及 3G SIM 卡已置入 DUO 儀器。
- 噪音計外接電源時，需確認供應電源之電壓是否正確。
- 拍照及填寫噪音 / 振動監測工作現場記錄表 (3NV01)。

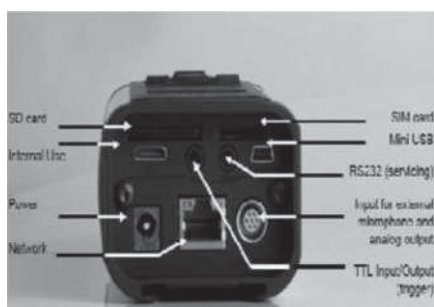


圖11.2-12



圖11.2-13

2. 氣象儀

- (1) 架設氣象儀所需設備為：DUO 噪音計、WXT520 氣象儀、氣象訊號連接線 (圖 11.2-14)。
- (2) 將氣象訊號連接線 - 氣象計訊號接頭 (2) 連接到 WXT520 氣象儀底座插槽處 (如圖 11.2-15 所示)。



圖11.2-14 氣象儀所需設備



圖11.2-15 WXT520 氣象儀底座插槽

- (3) 將氣象訊號連接線 - 氣象計訊號接頭 (1)、噪音計電源接頭、外部電源接頭連接到 DUO 噪音計底座插槽 (圖 11.2-16)，連接完成後如圖 11.2-17 所示。
- (4) 將 WXT520 氣象計架於腳架上，風向校準線必須朝向北方。(圖 11.2-18)



圖11.2-16 DUO 噪音計底座插槽



圖11.2-17 訊號線連接完成圖

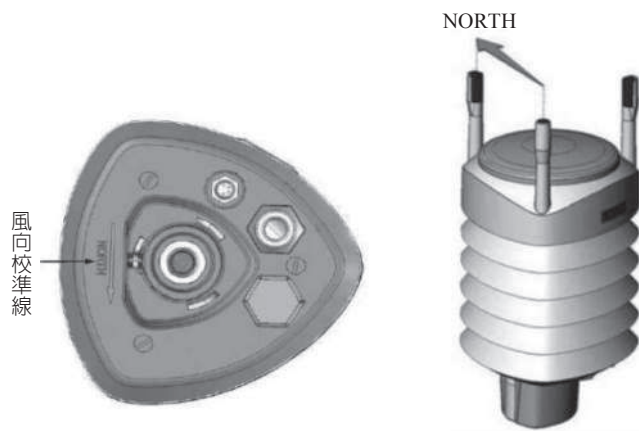


圖 11.2-18 風速風向計架設圖



圖 11.2-19 DUO 噪音計操控面板

(三) 噪音計參數設定

1. 開關機

按主機上方電源鍵，DUO 噪音計即呈現開機狀態，關機時則持續按住 2 秒即可關機。(注意：勿按超過 20 秒，否則噪音計內記憶存檔資料將永久消失)。(圖 11.2-19)

2. 操控設備連線

- (1) 開機後等待 GPS 衛星與 GSM 網路連結成功。(圖 11.2-20)
- (2) 可利用以下方式來操控 DUO。(圖 11.2-21)



圖 11.2-20

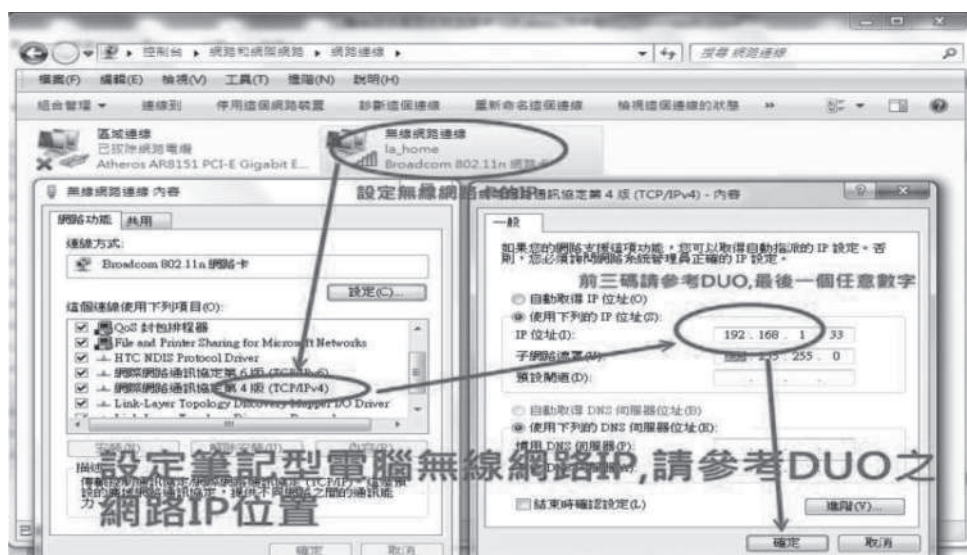


圖 11.2-21

- a. 利用筆記型電腦上的無線網路 (Wi-Fi) 或 RJ45 網路連線，筆記型電腦必須先設定固定 IP 位置 192.168.1.XX。(註：XX 為自設碼)。
- (3) 噪音計連線設定作業 (圖 11.2-22)
 - a. 利用有線或無線以瀏覽器與 DUO 噪音計連線，輸入噪音計 IP。
 - b. 進入 DUO 畫面，輸入密碼 ctc168，點選打勾處進入 dBDUO 畫面。



圖 11.2-22



圖 11.2-23

(4) 噪音計儀器狀態確認 (圖 11.2-23)

- a. 檢查電源是否充電中 (有閃電符號)。
- b. 檢查系統是否正常，若 Error 呈現紅色時表示系統故障中，可至下方功能鍵 View system log 檢視故障原因。
- c. 若有裝入 3G SIM 卡，檢查功能是否正常。
- d. 檢查時間是否正確。(GPS 自動校正)
- e. 檢查最近一筆自動電子式校正是否正常。

3. 監測組態 (Meas.config) 設定

(1) 選取主頁面 Meas.config.

噪音計內已設有四種組態 (Airplane、default、LF、LS)，其中 LF、LS 為因應陸上運輸系統噪音所設定模組，確認模組後，點選各設定頁面，檢查設定是否正確；當需修改設定時，按 Edit 功能鍵，此時頁面可更改設定。以下針對 LF、LS 進行各頁面設定說明。(圖 11.2-24)

(2) 噪音計擷取 (Store) 方式

依據「陸上運輸系統噪音及道路交通噪音測量方法」規定，頻率加權使用 A 加權，時間加權在測量道路系統交通噪音使用快特性 (Fast, F)；測量軌道系統交通噪音使用慢特性 (Slow, S)。(圖 11.2-25)

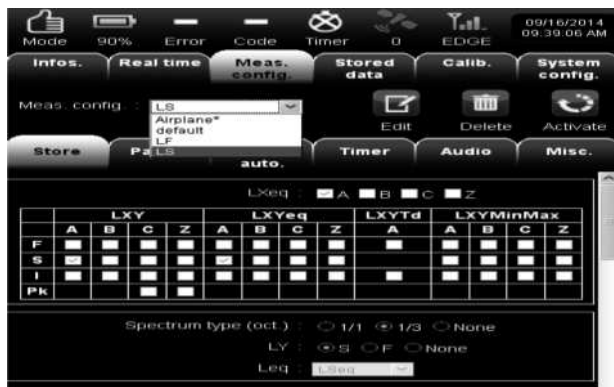


圖 11.2-24 Meas.config 頁面

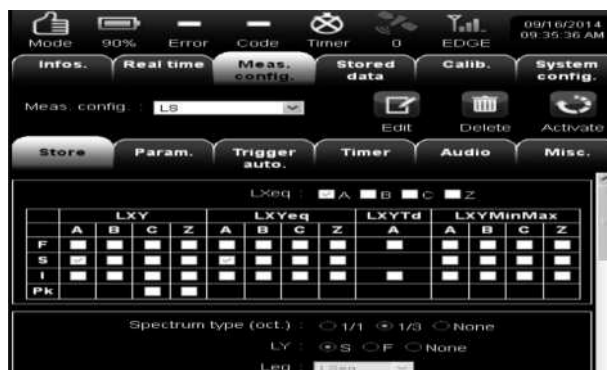


圖 11.2-25 Store 頁面

(3) 取樣時距參數 (Param)

取樣時距 (T) 設定 1 秒，觸發感應 (CT) 時間設定為 0.1 秒 (T/CT 必須是整數值)，回扣時間 (Back erase time) 是針對進行 SLM 短時間監測時，需扣除結束監測按鍵時之活動干擾聲。(圖 11.2-26)



圖 11.2-26 Param 頁面

(4) 事件自動觸發設定 (Trigger auto)

觸發噪音參數 (Trigger type) 設定 L_{Aeq} ，觸發位準可依據現場背景值來設定，為擷取完整噪音事件，觸發前設定前置時間 (Pre-trigger) 及結束後置時間 (Post-trigger)；最小持續時間 (Minimum time duration)，可依據噪音事件通過量測點持續時間來決定；結束持續時間 (End duration) 為確定事件已完成擷取，噪音值低於觸發位準設定值持續一段時間後，才會結束該事件之擷取。(圖 11.2-27 及圖 11.2-28)

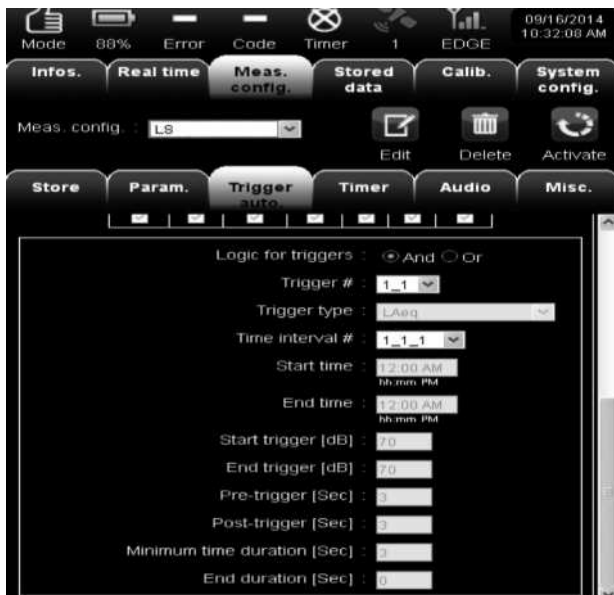


圖 11.2-27 Trigger auto. 頁面

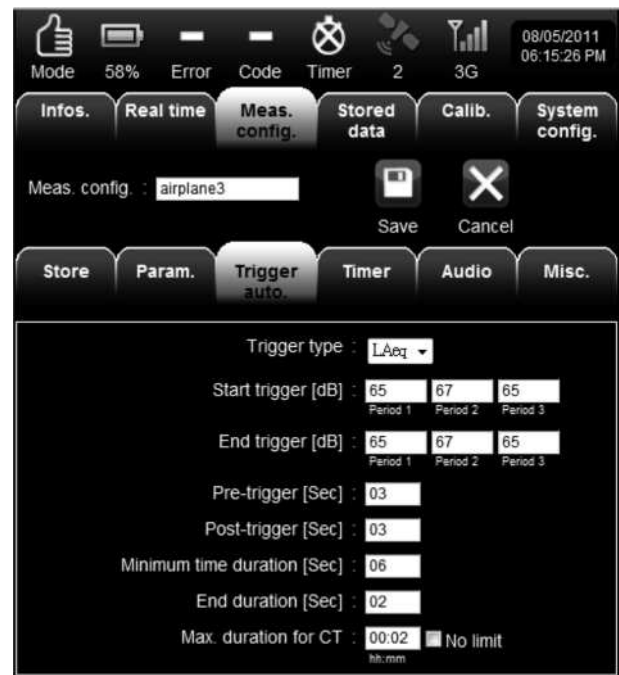


圖 11.2-28 Trigger auto. 頁面

下圖中觸發噪音參數 (Trigger type) 選定 L_{Aeq} ，圖 11.2-29 是觸發各參數之定義示意圖，觸發位準可分為三個時段設定 (時段區分是在 3.3.(7) 節 Misc. 次頁面設定說明)，可依現場背景噪音值來分時段設定，通常日間背景音量較高，觸發位準可設定較高值，觸發位準區分為開始 (Start) 及結束 (End) 設定值，必須依噪音源特性來決定，可參考逐秒圖譜確定；另為完整擷取到整個事件的歷時時間，在觸發開始前可設定觸發前置時間 (Pre-trigger)，觸發結束後可設定觸發後置時間 (Post-trigger)；最小持續時間 (Minimum time duration)，可依噪音源通過測定點時間來定義；結束持續時間 (End duration) 是為確

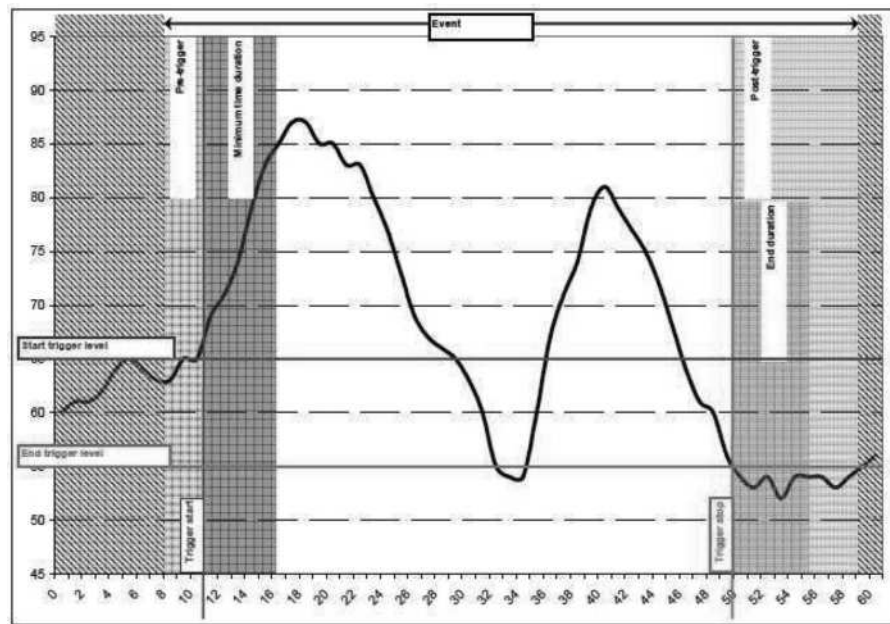


圖11.2-29 觸發參數定義示意圖

定事件已完全來定義，也就是噪音值必須低於結束觸發位準值持續一段時間後，才可結束該事件之擷取；最後最大持續時間之設定，可依噪音源活動特性來定義。

(5) 定時器設定 (Timer)

選擇 Immediate 功能，表示噪音儀器在完成測量參數設定後，隨即開始進行噪音監測。(圖 11.2-30)

(6) 錄音參數設定 (Audio)

錄音音質共有 6 種頻率，分別為 51.2、25.6、12.8、6.4、3.2 及 1.6kHz，建議設定 6.4 或 12.8 kHz 即可清楚錄音；事件觸發時自動同步錄音請務必選取肯定 (Yes)；接下來是事件手動觸發設定的一些選項，原則上不會利用此項功能。(圖 11.2-31)



圖11.2-30 Timer 頁面

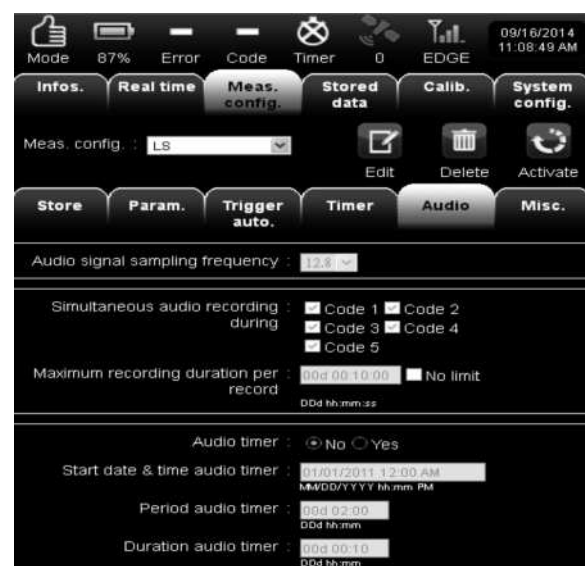


圖11.2-31 Audio 頁面

(7) 雜項設定 (Misc.)

噪音測量頻率介於 20 Hz 至 20 kHz，高通過濾頻率 (High-pass filter) 設定 10 Hz，表示頻率 10 Hz 以下聲音將被過濾掉，當有進行超低頻噪音測定時，可設定 0.3 Hz，量測時麥克風若需加裝噪音椎 (圖 11.2-32)，Noise cone 功能須設定 Yes。(圖 11.2-33)



圖 11.2-32 麥克風噪音椎



圖 11.2-33 雜項設定 (Misc.) 頁面

由於一般噪音測量頻率介於 20 Hz 至 20 kHz，高通過濾頻率 (High-pass filter) 可設定 10 Hz，也就是頻率 10 Hz 以下聲音將被過濾掉，若進行超低頻噪音測定時，可改為 0.3Hz；相對方向 (Reference direction) 是指噪音源與麥克風指向之相對角度，噪音源在地面時，相對方向為 90°，圖 11.2-32 麥克風必須加裝噪音椎 (兼作防鳥踏)，噪音源在上空時，相對方向為 0°，麥克風若加裝噪音椎，Noise cone 必須選取 Yes；有三個事件觸發時段可設定，可依現場背景噪音特性加以區隔時段，例如 6:00 am ~ 7:00 pm (上班時段 + 飛航時段)，7:00 pm ~ 11:00 pm (下班時段 + 飛航時段)，11:00 pm ~ 6:00 am (下班時段 + 非飛航時段)。

4. 校正作業

DUO 噪音計校正作業共分為二種：噪音計委外校正及定期每月外部校正。

(1) 委外校正

噪音監測使用之相關測量儀器均有定期送至可追溯至國家級實驗室進行儀器檢定校正，各項儀器之校正時程及追溯方式流程說明如下。(圖 11.2-34)

(2) 定期每月外部校正

執行外部校正時，噪音計必須在非監測中進行，選取主頁面 Calib 功能 (圖 11.2-35)，

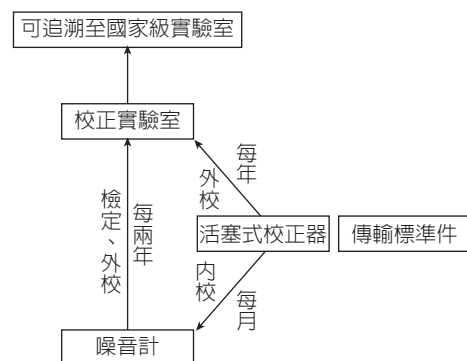


圖 11.2-34 儀器檢定校正時程及追溯圖

再進入 Acoustical calibration 次頁面，在 Calibration level 欄內輸入校正器委外校正值 (例：94.0)，麥克風套上校正器後，點選 Start calibration，噪音計隨即進行 8 秒鐘校正程序 (圖 11.2-36)，校正結束後，頁面 (圖 11.2-35) 會出現校正差值 (例：0.11)，差值小於 0.7 dB 時，點選 Valid 功能鍵儲存校正差值；若差值大於 0.7 dB，點選取消 (Cancel) 功能鍵，並重新進行校正 (選取 Redo)，再次校正若仍無法符合允收標準時，請依異常處置流程辦理。

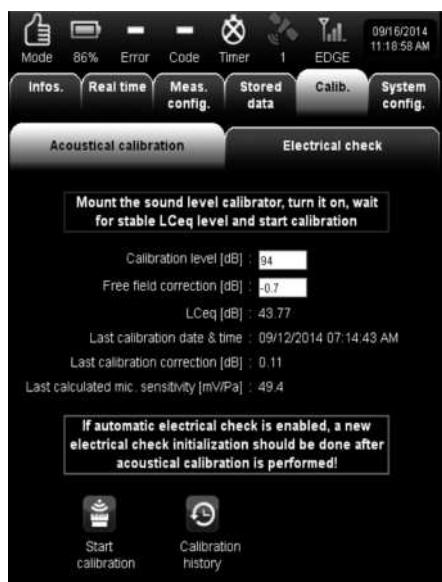


圖 11.2-35

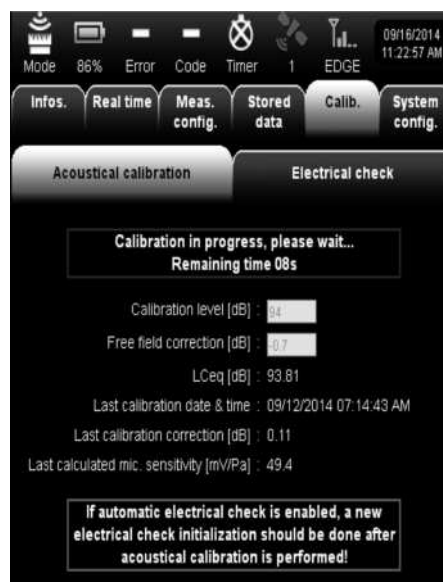


圖 11.2-36

(3) 每個測站監測開始前及監測結束後必須進行外部校正，其結果必須符合品質管制規定之允收標準內。

5. 量測監測作業

(1) 開始監測


儀器設定完成後，在 DUO 噪音計按  鈕，開始進行噪音量測 (圖 11.2-37)，並確認量測畫面是否正常 (圖 11.2-38)，或透過網路連線至 DUO 監測畫面，按 Start LOG (圖 11.2-39) 即可開始量測。



圖 11.2-37



圖 11.2-38



圖 11.2-39

(2) 結束監測

直接在 DUO 噪音計按 X 鈕，即可結束噪音量測 (圖 11.2-40) 並確認量測畫面是否停止量測 (圖 11.2-41)，或透過網路連線至 DUO 監測畫面，按 Stop (圖 11.2-42) 即可停止量測。



圖 11.2-40



圖 11.2-41



圖 11.2-42

三 數據處理 (陸上運輸系統噪音測量、環境低頻噪音測量、環境噪音測量)

(一) 噪音

1. 數據下載

從噪音計下方處取出 SD 記憶卡，將監測資料下載至電腦儲存。

2. 軌道系統 (高鐵、臺鐵、捷運) 噪音事件確認

依據環保署「陸上運輸系統噪音及道路交通噪音測量方法」結果處理規定，(T) 之定義「軌道機車車輛通過測量地點之事件歷時時間 (T1 至 T2)」，因此對監測數據及錄音檔所觸發之事件，必須進一步確認是否為軌道車輛噪音所觸發，並對事件持續時間之修正與確認，以取得正確軌道車輛噪音之暴露位準 (L_{AE})，並以 dBTrait 軟體進行數據處理。

(1) 開啟 dBTrait 軟體 (圖 11.2-43)，依序點選 File 及 Open → 開啟檔案資料夾 cmg 檔 (圖 11.2-44)。

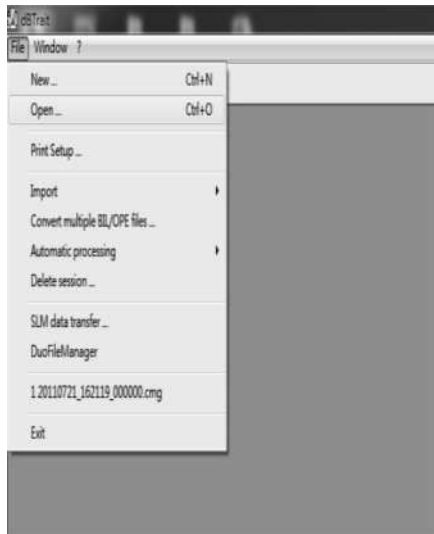


圖 11.2-43



圖 11.2-44

- (2) 開啟資料檔後，頁面隨即顯示噪音計監測參數設定值。(圖 11.2-45)
- (3) 在 dBTrait 軟體中選擇 Source → Threshold coding，出現圖 11.2-46 後，新設定 2 組陸上運輸系統觸發參數 (上行、下行)，設定完成後點選 OK。

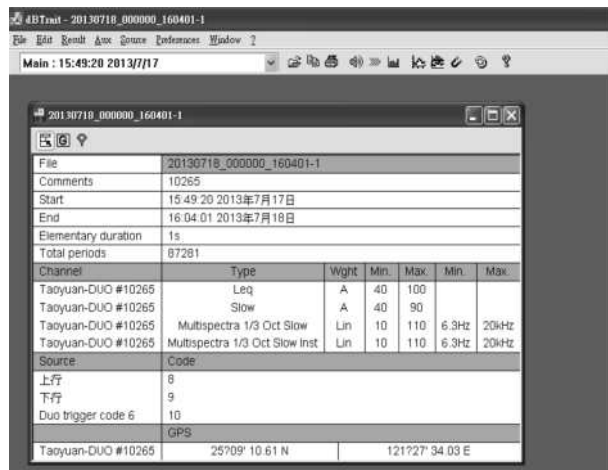


圖 11.2-45

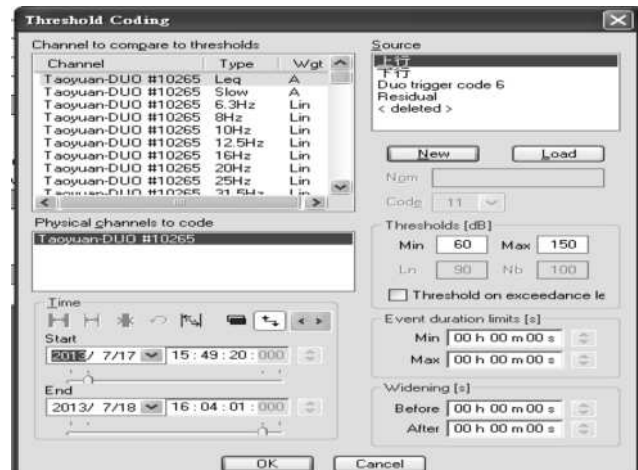



圖 11.2-46

- (4) 選取功能鍵 ，開啟圖譜參數 (Time history) 頁面 (圖 11.2-47)，在 Channel 選擇慢特性 Slow A 加權，並選擇設定上行及下行，按下 OK 出現逐秒圖表及觸發事件 (圖 11.2-48)，並依照錄影帶或委託單位提供車次班表，進行軌道車輛事件篩選。
- (5) 完成上行及下行事件篩選後，即可進行後續報告貼製，先在 Edit 功能鍵上選取 copy，進入 copy 頁面後，點選 Table data、Elementary、Visible、Plot → OK (圖 11.2-49)，再開啟「陸上運輸系統報告 (T1T2)」程式，在【逐秒值匯入】頁面 (圖 11.2-50) 顏色欄位上按選【貼上】，即完成秒值資料匯入。

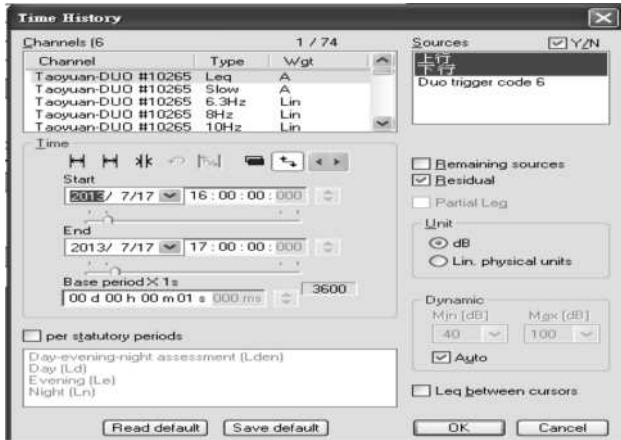


圖 11.2-47

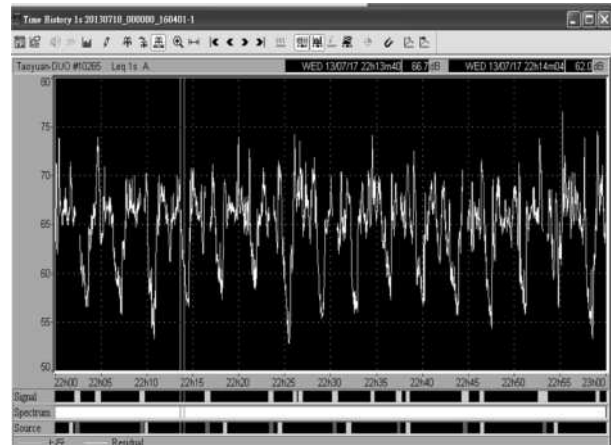


圖 11.2-48



圖 11.2-49

Order	Time	Period start	Channel 1	Leq
1	16:00:00	2013/7/17 16:00:00	77.5	56234133
2	16:00:01	2013/7/17 16:00:01	78.7	74131004
3	16:00:02	2013/7/17 16:00:02	75.4	34673685
4	16:00:03	2013/7/17 16:00:03	72.2	16595869
5	16:00:04	2013/7/17 16:00:04	71.2	13182567
6	16:00:05	2013/7/17 16:00:05	69.8	9549906
7	16:00:06	2013/7/17 16:00:06	68.8	7585776
8	16:00:07	2013/7/17 16:00:07	67.8	6025596
9	16:00:08	2013/7/17 16:00:08	68.1	6456542
10	16:00:09	2013/7/17 16:00:09	69	7943282
11	16:00:10	2013/7/17 16:00:10	70	10000000
12	16:00:11	2013/7/17 16:00:11	69.2	8317638
13	16:00:12	2013/7/17 16:00:12	68.5	7079458
14	16:00:13	2013/7/17 16:00:13	68	6309573

圖 11.2-50

(6) 接著在 Result 功能鍵選取 Airplane flyover，進入頁面後，選取 Flyover end time、Flyover duration 及 Residual Leq A (圖 11.2-51)，選定後按 OK，匯入上行或下行事件資料統計表。(圖 11.2-52)

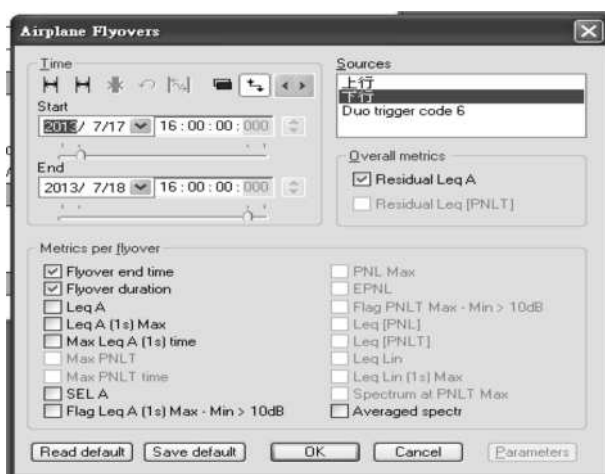


圖 11.2-51

Source	Appearance	Duration	End
下行	13/07/17 16:02:40	0:00:20	13/07/17 16:03:00
下行	13/07/17 16:10:19	0:00:21	13/07/17 16:10:40
下行	13/07/17 16:12:31	0:00:13	13/07/17 16:12:44
下行	13/07/17 16:18:10	0:00:20	13/07/17 16:18:30
下行	13/07/17 16:25:49	0:00:22	13/07/17 16:26:11
下行	13/07/17 16:33:24	0:00:23	13/07/17 16:33:47
下行	13/07/17 16:46:18	0:00:28	13/07/17 16:46:46
下行	13/07/17 16:53:06	0:00:24	13/07/17 16:53:30
下行	13/07/17 16:57:59	0:00:25	13/07/17 16:58:24
下行	13/07/17 17:03:59	0:00:24	13/07/17 17:04:23
下行	13/07/17 17:10:06	0:00:23	13/07/17 17:10:29
下行	13/07/17 17:21:54	0:00:27	13/07/17 17:22:21
下行	13/07/17 17:28:44	0:00:23	13/07/17 17:29:07
下行	13/07/17 17:33:55	0:00:23	13/07/17 17:34:18
下行	13/07/17 17:41:31	0:00:29	13/07/17 17:42:00
下行	13/07/17 17:49:23	0:00:24	13/07/17 17:49:47
下行	13/07/17 17:53:19	0:00:24	13/07/17 17:53:43

圖 11.2-52

- (7) 再進入到「陸上運輸系統報告 (T1T2)」程式，在【上行事件匯入】頁面 (圖 11.2-53) 顏色欄位上按選【貼上】，即完成上行事件匯入資料，重複上述步驟匯入下行事件資料。
- (8) 全日 24 小時之上下行各事件確認完成後，點選 File → save as (圖 11.2-54)，將監測資料檔另存新檔，即完成噪音事件處理。

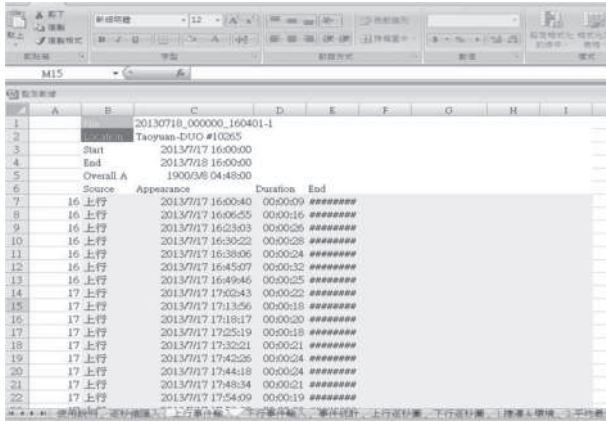


圖 11.2-53

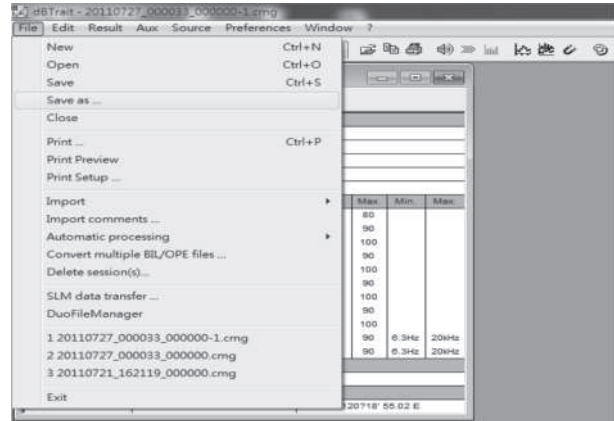


圖 11.2-54

四 數據處理 (航空噪音測量)

(一) 噪音

1. 數據下載

利用 FileZilla 連線至 DUO，如圖 11.2-55 及圖 11.2-56 所示，並且下載至電腦儲存。欲連線 IP 之設定，如圖 11.2-57 所示填入網路卡 IP 或無線網路 IP，連線帳號為 01db，密碼為 01db，以上 IP 及帳號密碼皆可依公司規定更改。

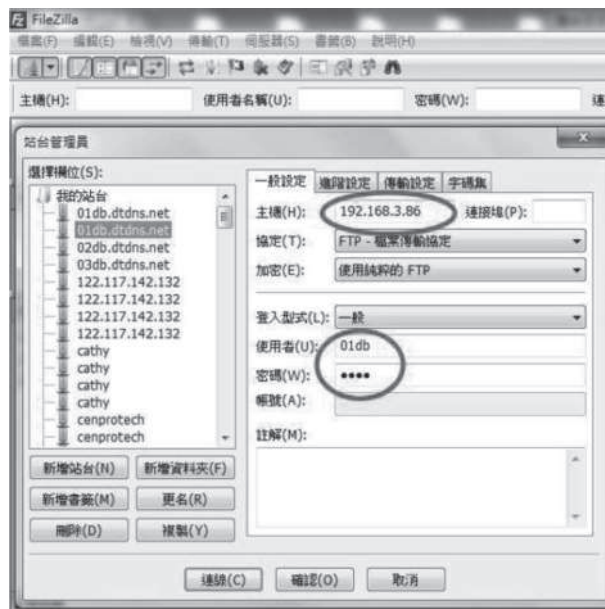


圖 11.2-55



圖 11.2-56

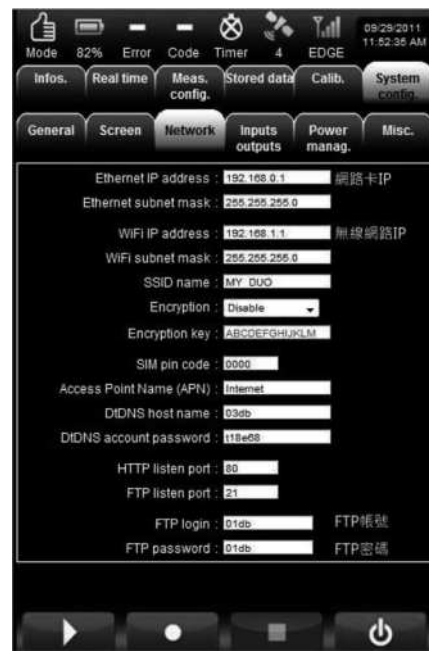


圖 11.2-57

2. 航空噪音事件確認

依據環保署「環境中航空噪音測量方法」六、(一)結果處理規定，航空噪音之持續時間 (T) 之定義是「在最大音量前後向下修正至少 10 dB 內發生之時段，需涵蓋單一航空噪音事件」，因此對監測數據及錄音檔所觸發之事件，必須進一步確認是否為航空噪音所觸發，並進一步進行持續時間之修正，正確獲得航空噪音之暴露位準 (L_{AE})，DUO 噪音計是以 dBTRAIT 軟體進行數據處理。

- (1) 進入 dBTRAIT 數據處理系統 (圖 11.2-58)，依序點選 File 及 Open。
- (2) 選取欲處理存檔資料夾 (圖 11.2-59) 中監測資料檔，例如 20110727_000033_000000.cmg 表示 2011 年 7 月 27 日清晨零時零分 33 秒 (已扣除自動校正時間) 至當日午夜零時零分零秒監測資料檔。

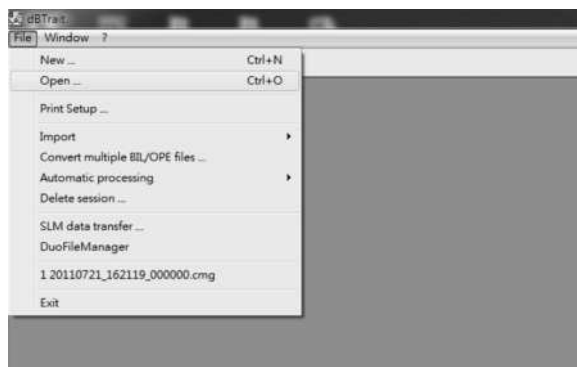



圖 11.2-58



圖 11.2-59

- (3) 開啟資料檔後，頁面隨即顯示噪音計監測參數設定值及監測位置經緯度。(圖 11.2-60)
- (4) 選取功能鍵 ，可進入 Google Map 確認監測位置是否正確。(圖 11.2-61)

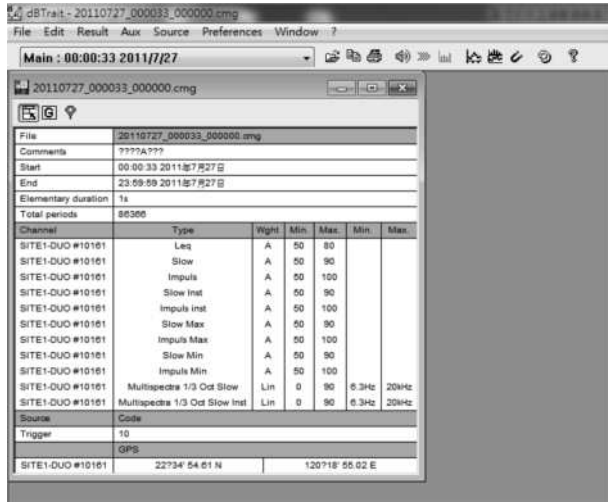


圖 11.2-60

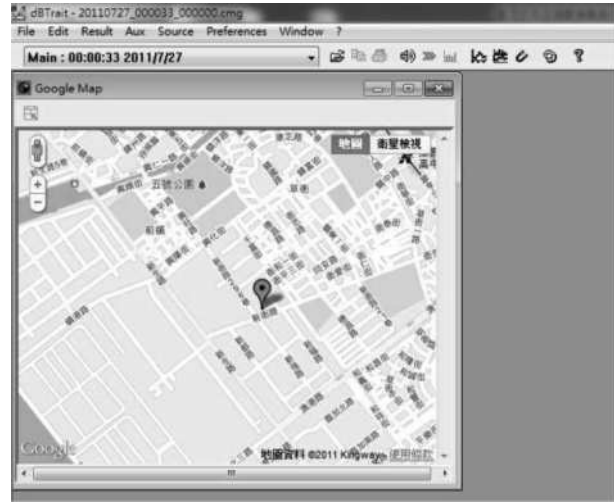



圖 11.2-61

- (5) 選取功能鍵 ，進入時間圖譜參數 (Time history) 設定頁面，確認開始時間及結束時間是否正確，由於圖譜解析度有限，全日時段時間刻度 (Base period) 設定在 10s，噪音源點選 Tigger，背景 (Residual) 亦需顯示，設定完成後，點選 OK。(圖 11.2-62)
- (6) 頁面出現 10 秒值圖譜 (圖 11.2-63)，上方兩列為兩條標線位置之監測時間及分貝值 (10 秒均能音量)，第一列是標線進入事件觸發時段內分貝值，第二列是事件觸發時段外分貝值，下方第一列是所有觸發事件發生之範圍，由圖譜可以發現飛機航班是從早上 08:00 至晚上 12:00，下方第二列是所有觸發事件發生之持續時間及錄音時段。

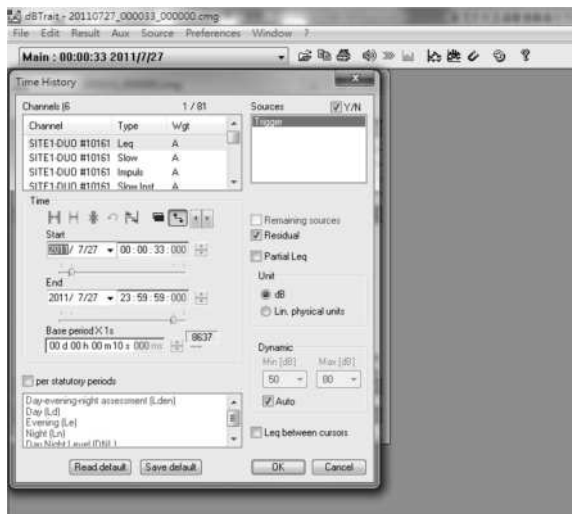


圖 11.2-62

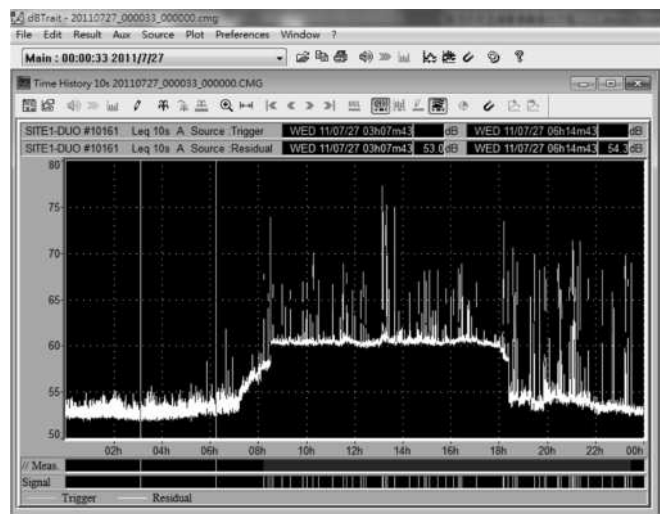


圖 11.2-63

- (7) 接下來就進入小時時段內進行各事件確認作業，點選圖 11.2-63 左上方  功能鍵，進

入時間圖譜參數 (Time history) 設定頁面 (圖 11.2-64)，開始時間設定在 08:00:00，結束時間設定 09:00:00，時間刻度 (Base period) 設定在 1s，點選 OK。

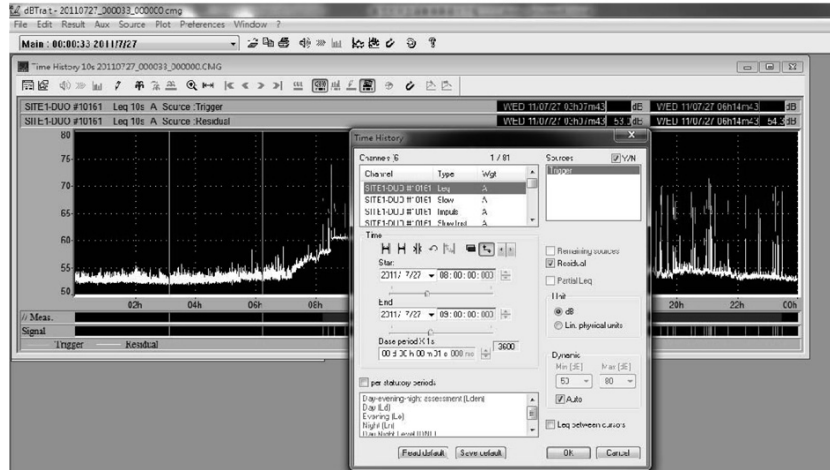



圖 11.2-64

- (8) 頁面出現 1 秒值圖譜 (圖 11.2-65)，將兩條標線拉近第一個事件 peak，點選上方放大功能鍵 ，頁面放大成圖 11.2-66，點選下方第二列錄音時段綠帶區域，確認播放之聲音是否為航空事件噪音。

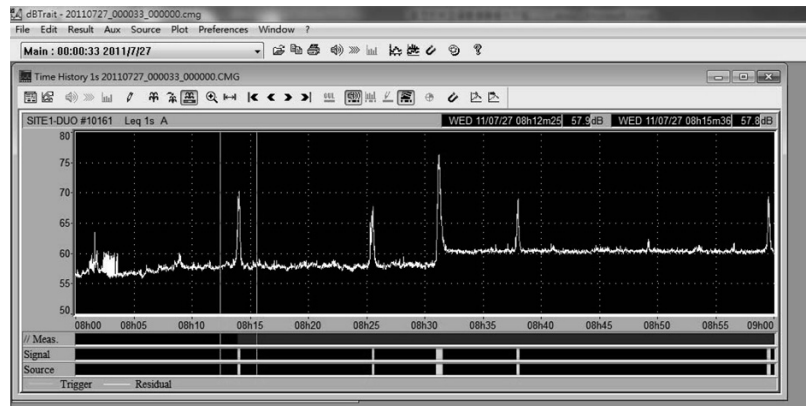


圖 11.2-65

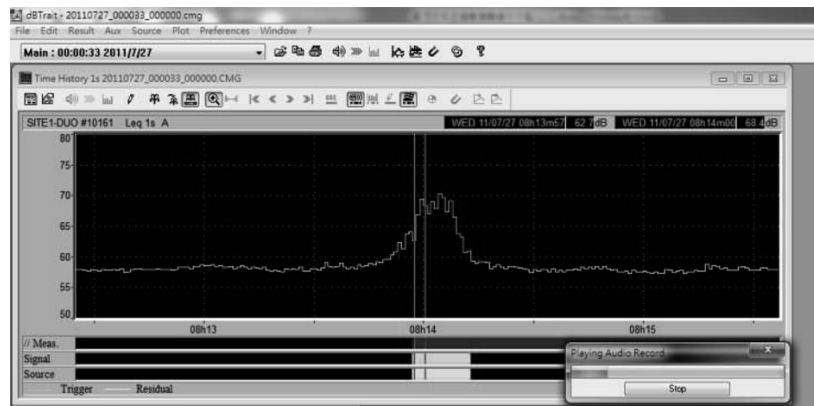



圖 11.2-66

- (9) 確認後之航空事件噪音 peak (藍色)，請依「環境中航空噪音測量方法」規定【需涵蓋單一航空噪音事件】，修正其持續時間範圍，點選頁面上方  功能鍵，頁面出現標定子頁面 (圖 11.2-67)，移動兩條標線至涵蓋整個事件範圍，點選標定頁面上 10 Trigger，再點選 OK，peak (藍色) 範圍隨即擴大，且下方噪音事件 (Source) 藍色帶區也同步擴大，目視或以標線移動方式確認 peak 範圍內 Lmax-Lmin (前、後) 大於 10 分貝，表示此事件已完成確認動作，若小於 10 分貝時，進行步驟 (8)，修正為背景噪音。
- (10) 若確認後之噪音事件非來自航空器或 Lmax-Lmin < 10，點選標定頁面上 15 Residual，再點選 OK，peak (藍色) 隨即變成白色 (圖 11.2-68)，且下方噪音事件 (Source) 藍色帶也同步消失，表示此事件修正為背景噪音，並已完成確認動作。

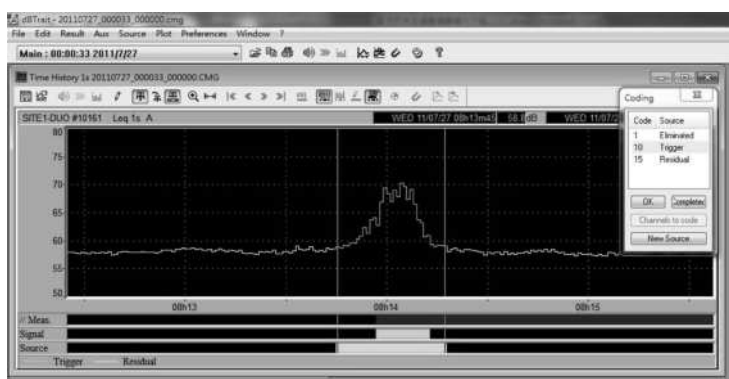


圖 11.2-67

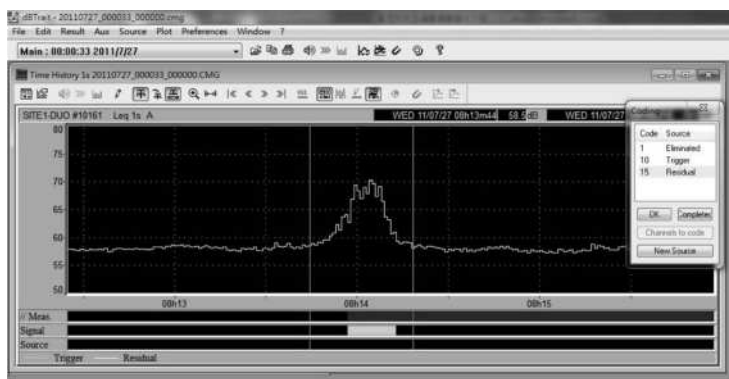



圖 11.2-68

- (11) 點選兩次圖 11.2-61 上方  功能鍵，頁面回復至圖 11.2-59，重複移動兩條標線至下一事件 Peak，依序進行步驟 (8) 至 (10) 事件確認作業；完成 08:00:00 至 09:00:00 事件確認後；再次進行檢視作業，點選 Result → Airplane Flyovers (圖 11.2-69)，將檢視時間設定為 08:00:00 至 09:00:00，勾選圖 11.2-69 中參數，確認後按 OK，畫面出現圖 11.2-70，當最後一欄 Lmax-Lmin > 10 出現 NO 之事件，請回至步驟 (8) 修正為背景噪音，修正完畢後，圖 11.2-64 自動修正為圖 11.2-71，copy 此圖製作小時噪音事件報表。

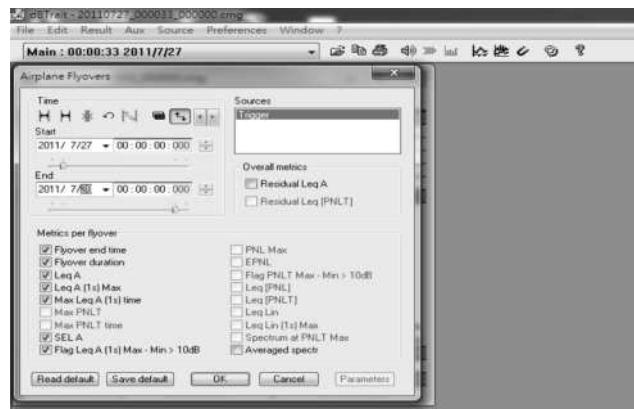


圖 11.2-69

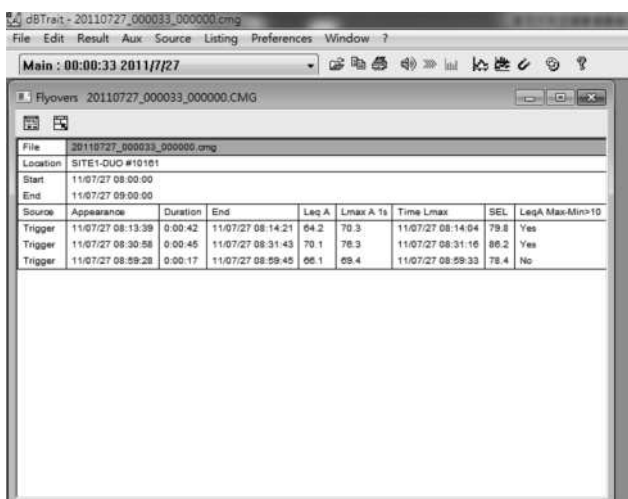


圖 11.2-70

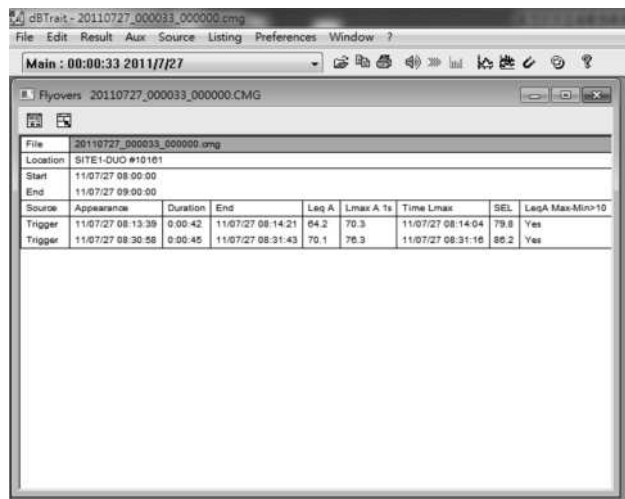


圖 11.2-71

(12) 點選頁面上方 功能鍵，進入下一小時 1 秒值圖譜 (圖 11.2-72)，重複進行各小時內事件確認作業。

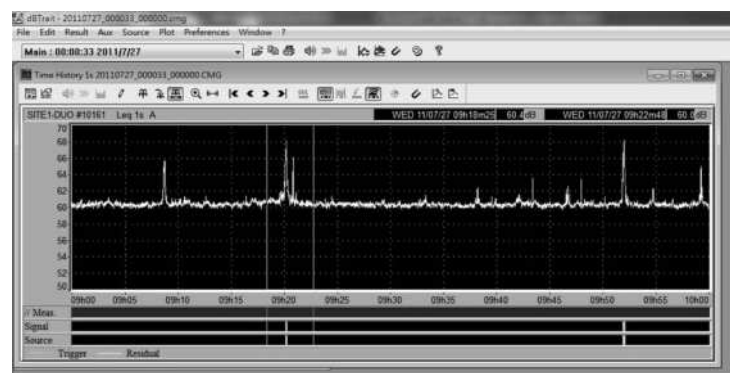


圖 11.2-72

(13) 全日 24 小時之各事件確認完成後，點選 File → save as (圖 11.2-73)，將監測資料檔另存新檔成 -1.cmg，例如 20110727_000033_000000-1.cmg，即完成航空噪音事件確認。

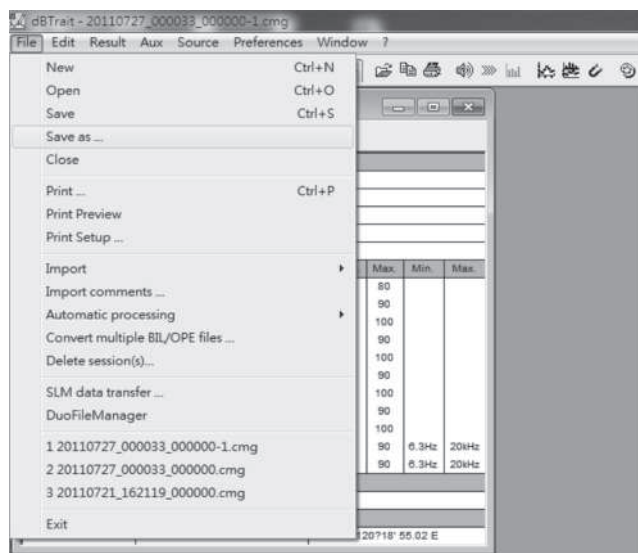


圖11.2-73

五 航空噪音報告

(一) 固定式航空噪音 A-TECH 系統篇

1. 遠端連線連入伺服器，並登入至該伺服器。



圖11.2-74

2. 點選噪音事件系統，並輸入帳號密碼。

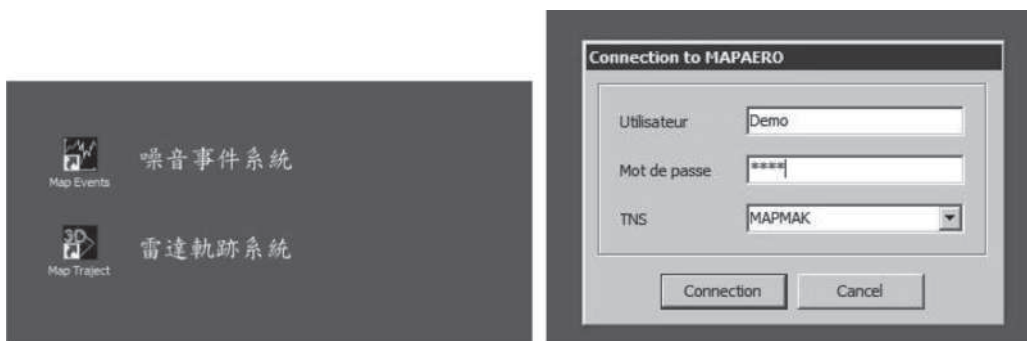


圖11.2-75

- 登入到 A-TECH MAPEVENT 系統，並選擇要檢查之測站及日期，然後開啟。

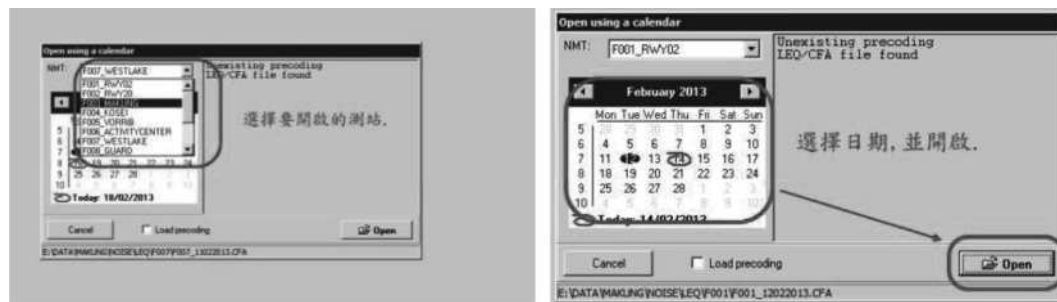


圖 11.2-76

- 開啟欲使用之日期。

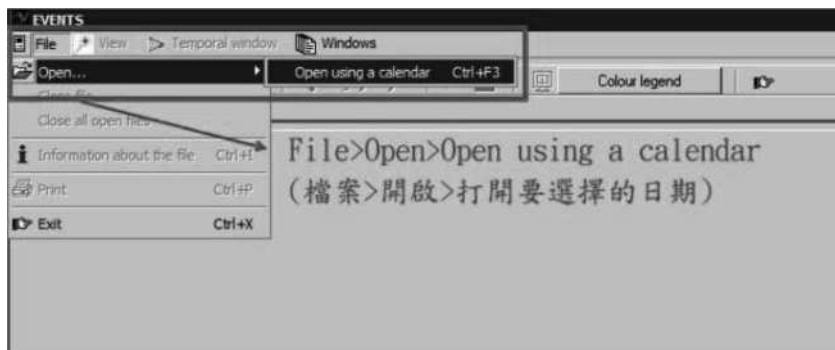


圖 11.2-77

- 反白 LEQ 欄位，並按下「接受」之按鈕。

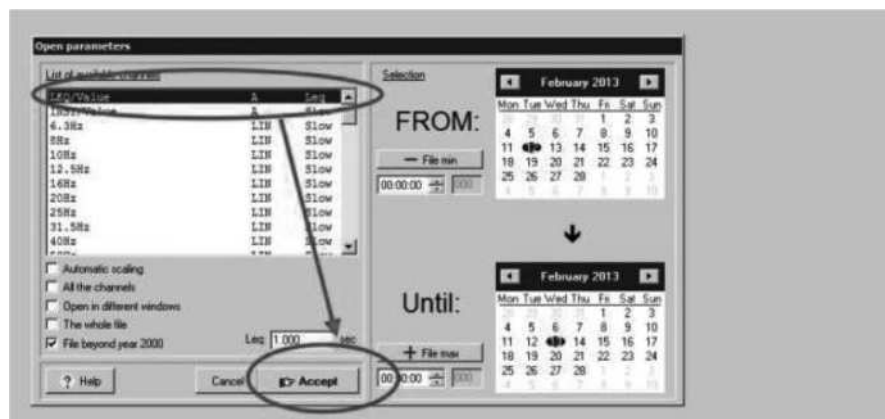


圖 11.2-78

- 按下按鈕之後即可顯示當日 24 小時之所有噪音曲線。

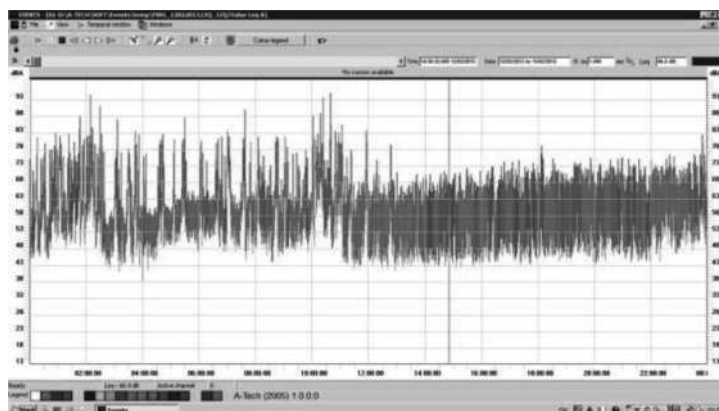


圖 11.2-79

7. 點選下方之圖示，即可出現飛航動態事件資料。

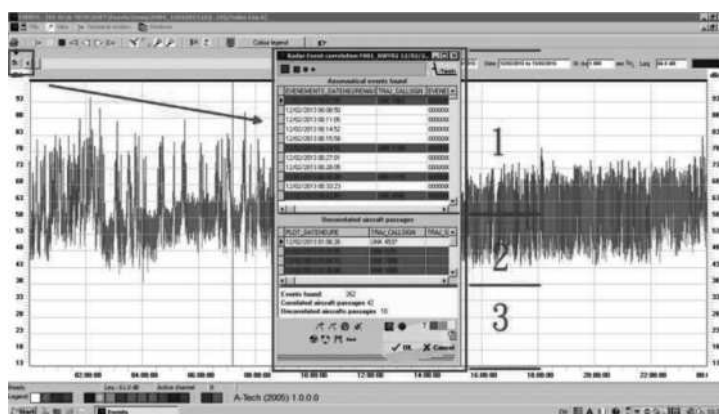


圖 11.2-80

說明：

- (1) 依據雷達站所傳輸之雷達資料，並比對 DUO 所收集之噪音事件。
 - (2) 依據雷達站所傳輸到之雷達資料，但無噪音事件資料。
 - (3) 此詳細資料可知航機架次及符合噪音事件之架次。
8. 依序檢查紅色方框內之每一個有顏色欄位，以判別是否符合噪音事件，並可剔除外在因素所產生之不合理之噪音曲線。

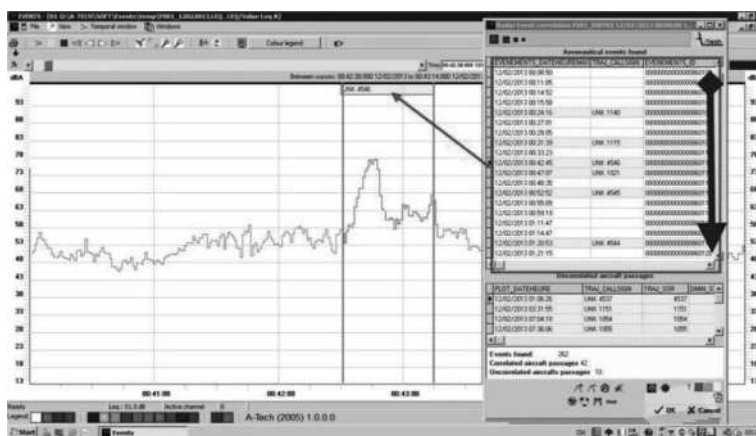


圖 11.2-81

9. 若當日雷達數據專線斷線，則可使用桃園北管之飛航動態資料來篩選，按下右下紅色方塊 GEST 後會跳出視窗 1。

步驟：

- (1) 視窗 1 與視窗 2 內之顯示時間兩視窗必須相同或接近。
- (2) 確認視窗 1 與視窗 2 所產生的噪音曲線是否合理。
- (3) 視窗 3 可能為空白，因為無雷達資料。
- (4) 使用 DBTRAIT 軟體人工聽音比對航空噪音事件曲線。
- (5) 確認後，按下左下按鈕 correlate，即可產生事件。

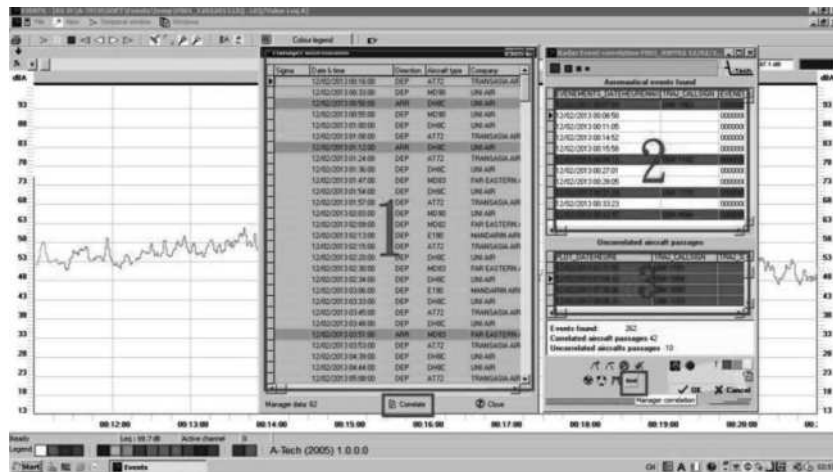


圖 11.2-82

10. 以上檢測的工作完成之後，並於每月之 5 號，系統會將該月份的資料檔 (DBF 格式) 自動下載至伺服器，以利工程師製作報告。

Name	Date modified	Type
CORREL_EVENTS	12/02/2013 14:00	File Folder
DAY_AIRPORT	12/02/2013 14:00	File Folder
DAY_NOISE	12/02/2013 13:59	File Folder
HOUR_NOISE	12/02/2013 13:58	File Folder
HOUR_WIND	12/02/2013 14:45	File Folder
MONTH_NOISE	12/02/2013 13:58	File Folder
QUARTER_NOISE	12/02/2013 13:58	File Folder
SECOND_NOISE	12/02/2013 14:45	File Folder
YEAR_NOISE	12/02/2013 13:57	File Folder

圖 11.2-83

11. 使用系統所產生之 DBF 檔案，將其 Hour_noise、Hour_wind、Day_noise 分別套入已設定好之報表格式內即可產出報告內所需要之表格。

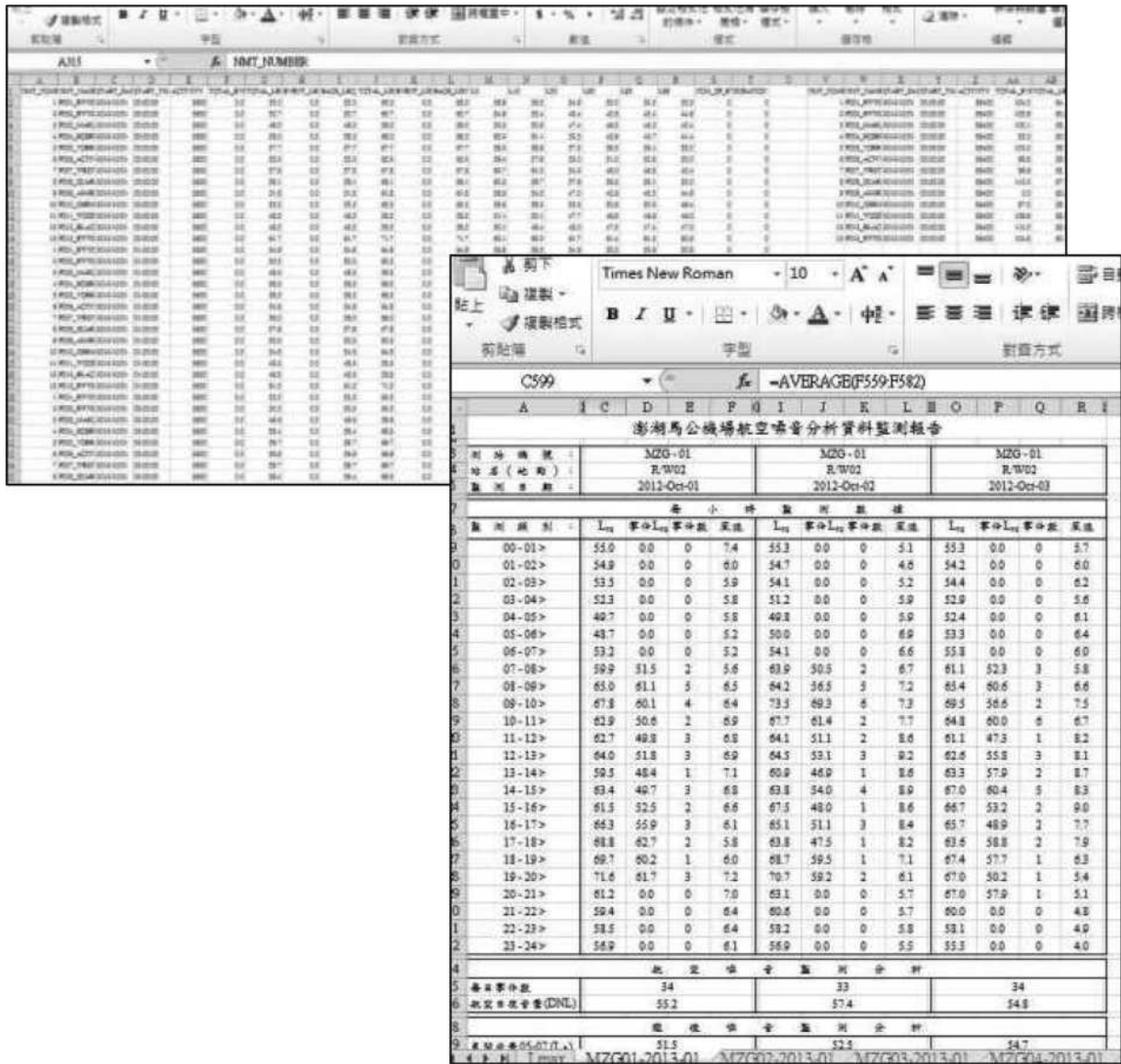


圖 11.2-84

(二) 蒐集率須達 98%

蒐集率計算方式如下：

$$\text{蒐集率} = \frac{(A \times B \times 86400) - (A \times B \times C) - D - E}{(A \times B \times 86400) - (A \times B \times C) - D} \times 100\%$$

A：監測站總數量。

B：當季天數(單位：日)。

C：每站每天自動校正時間(單位：秒)。

D：因執行噪音與風速計之外部校正、送檢定作業，或因天然災害等不可抗力因素非可歸責於機場營運或管理機關，經機場所在地直轄市、縣(市)主管機關核備者而監測站未執行監測之總時間(單位：秒)。

E：當季該機場監測站故障時間之總計(單位：秒)。

11.3 01 dB SOLO 噪音計

一 儀器型號

- 01 dB SOLO 噪音計。
- 儀器廠牌型號為 01B SOLO 噪音計屬於「精密積分型噪音計」，內建 1/1、1/3 八音階頻譜程式，其儀器內裝有蓄電池可供給主機電力，本儀器亦可外接 110V 之電源（當儀器外接電源時，此時主機電力以來自外接電源為主）。

(1) 基本款 (圖 11.3-1)(短時間採樣且採樣人員在現場)

編號	設備名稱	數量	說明
1	防風罩	1	
2	麥克風及擴大器	1	非加熱型擴大器 PRE21 S
3	噪音計主機	1	
4	電源線	1	可拆解
5	資料傳輸線	1	USB

(2) 進階款 (圖 11.3-2)(長時間採樣或採樣人員未在現場)

編號	設備名稱	數量	說明
1	戶外型防風罩	1	含防鳥踏
2	擴大器保護管	1	
3	麥克風及擴大器	1	加熱型擴大器 PRE21 W
4	噪音計主機	1	
5	麥克風延長線	1	10 m
6	電源線	1	可拆解
7	資料傳輸線	1	USB



圖11.3-1 基本款



圖11.3-2 進階款

二 儀器設備及架設

(一) 設備需求

1. 噪音計

(1) 01 dB 公司 SOLO 噪音計 (圖 11.3-3)

- 認識 01dB SOLO 噪音計外觀



圖 11.3-3 SOLO 噪音計

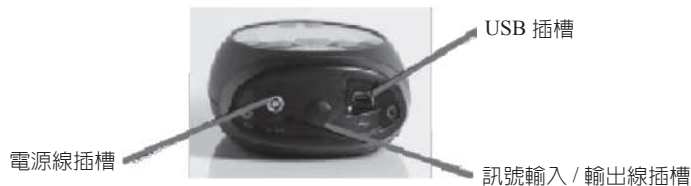


圖 11.3-4 SOLO 噪音計外觀

- 按鍵功能



圖 11.3-5 按鍵功能

- a. 噪音計內建電池充飽電後 (100%)，可維持約 1 天測量，另可外接蓄電池 (UPS) 或 110 V 電源。
 - b. 內建 2G SD 記憶卡，可儲存量測數據及錄音檔。
- (2) 筆記型電腦：下載資料使用。
 - (3) 蓄電池：使用時須注意正負極接線。
 - (4) 三腳架 (圖 11.3-6)。
2. 音壓校正器：(同 11.2 節)。
 3. 簡易氣象儀



圖 11.3-6

- 噪音測量時，所使用之氣象測量儀器以能測得風向、風速等資料之測量儀器為主。其他氣象資料可參考測點附近中央氣象局所設之監測站氣象資料。架設風速計之高度宜與聲音感應器齊高，且須每二年外送至中央氣象局執行風速校正，允收標準為 5 ± 1 m/s。
- (1) 噪音測量時，使用之氣象測量儀器以能測得風速、風向等資料為主。其他氣象資料可參考測點附近中央氣象局所設之監測站氣象資料。
 - (2) 廠牌 / 型號：Davis Weather 型號 Monitor II、Wizard III 或廠牌 Young 型號 03002 (圖 11.3-7)。
4. 數據數理軟體
 - (1) 使用 dBTrait 分析轉換，並且顯示資料 (圖 11.3-8)。

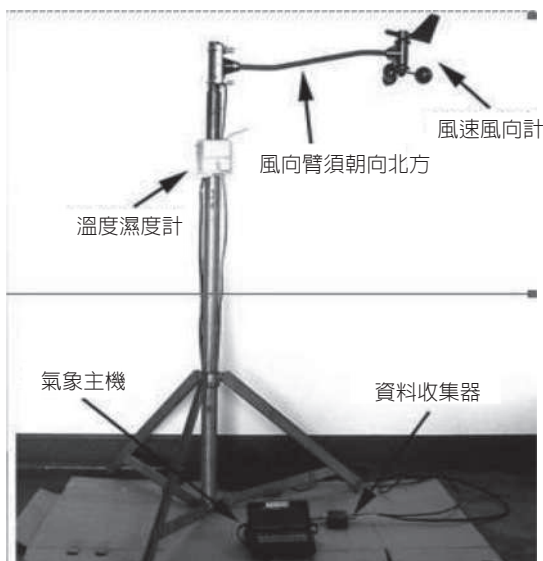


圖 11.3-7 簡易氣象設備



圖 11.3-8 dBTrait

(二) 儀器架設

1. 噪音計

- (1) 由主管機關通知交通營運或管理機關 (構) 於下列地點測量：
 - a. 於陳情人所指定其居住生活範圍之室外地點測定測量位置之選擇需距離周圍建築物牆面線 1 m 至 2 m。

- b. 陳情人未指定地點者，由主管機關指定陸上運輸系統營運或管理範圍外與陳情人居住生活建築物最近處之室外地點測定之，並應距離周圍建築物牆面線 1 m 至 2 m。
 - c. 執行補助計畫後之測量地點應於補助計畫載明之測量地點測定。
 - d. 聲音感應器應置於離地面或樓板至少 1.2 m 至 1.5 m 之間。
- (2) 將噪音計架設於三腳架上，並確認噪音計穩固不會有傾斜之虞。
 - (3) 噪音計需外接電源時，需確認供應電源之電壓是否正確。
 - (4) 拍照及填寫噪音監測工作現場記錄表 (3NV01)。

2. 簡易氣象儀

- (1) 架設氣象儀所需設備為 Davis Weather 型號 Monitor II、Wizard III 或廠牌 Young 型號 03002。
- (2) 架設風速計之高度宜與聲音感應器等高。
- (3) 氣象計之風向臂必須朝向北方。

3. 儀器校正

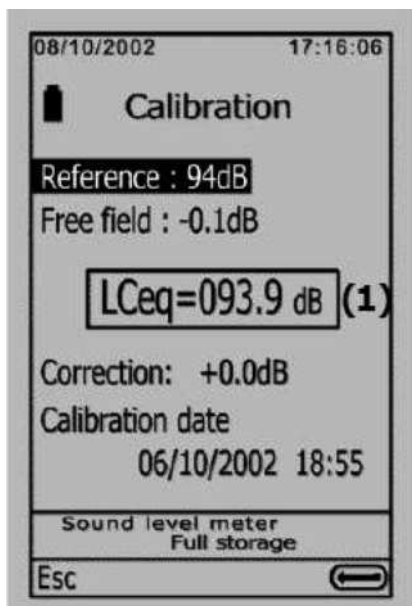


圖 11.3-9

- (1) 全頻校正：進入主畫面選擇 Calibration 功能，按下 進入 (圖 11.3-9)，進行全頻校正時，先在 Reference 欄位 (參考校正值) 調整校正器外校值，再至 Free field (自由聲場修正值) 欄位，當校正器校正頻率為 1 kHz 時，修正值為 -0.1 dB，接著套上校正器，讀值穩定後按下 ，即可完成校正程序，再按 Esc 鍵回主畫面。(圖 11.3-10)

(2) 低頻校正 (需要時)：

打開噪音計，顯示幕出現主畫面，游標一開始停在 Measure 位置，利用上下按鍵將游標移至 Calibration 位置，按下進階鍵 (4)，進行低頻校正時，先在 Reference 欄位 (參考校正值) 利用上下鍵 (5) 調整校正器外校確認值，再按右鍵 (5) 至 Free field (自由聲場修正值) 欄位，校正器校正頻率是 125 Hz 時，修正值為 0.0 dB，接

下來麥克風套上校正器，讀值穩定後按下進階鍵 (4) 並拍照儲存校正信號或於監測模式下儲存校正信號，即可完成校正程序，按下回溯鍵 (3)，回至主畫面。

(三) 噪音計量測設定

1. 在主畫面 (圖 11.3-10) 選擇 Preferences 功能，按 進入 Preferences 頁面 (圖 11.3-11)，選擇 Storage 功能，進入 Storage 頁面 (圖 11.3-12) 進行設定：
 - (1) 進入 Storage 頁面後選擇 IT 功能，設定取樣間距 (IT) 為 1 秒 (00:00:01:000)。
 - (2) 在選擇 Lp 功能，進入 Lp 頁面 (圖 11.3-13)，以標示鍵 (●) 設定儲存資料格式為 LAsp 及 LSp:Spectrum1/3 (設定後會出現 * 號)，完成所有設定後按下 確認，回至 (圖 11.3-11) 頁面。

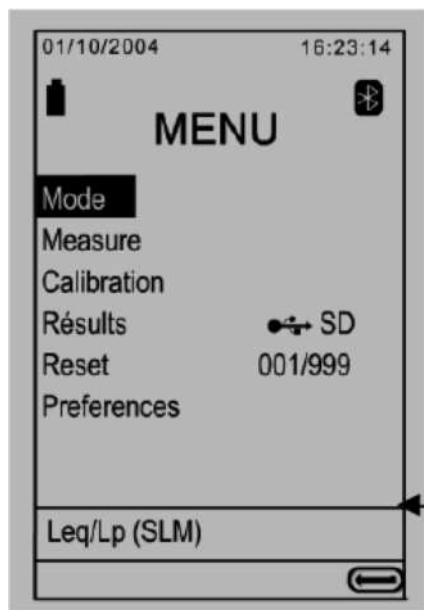


圖11.3-10

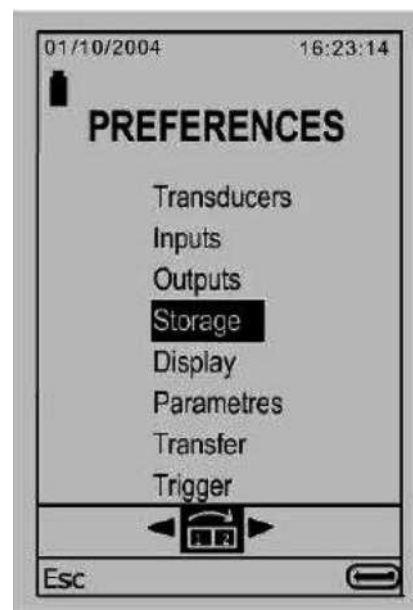


圖11.3-11



圖11.3-12

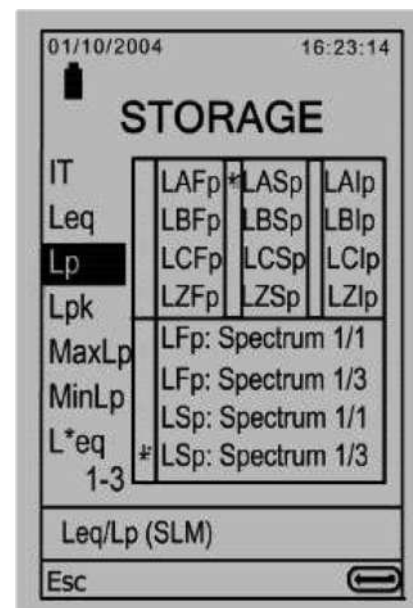
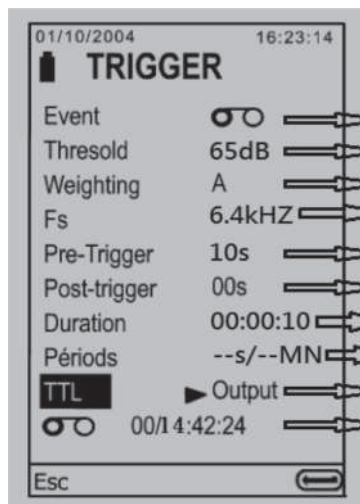


圖11.3-13

- (3) 在 (圖 11.3-11) 頁面選擇 Trigger 功能，按 進入 (圖 11.3-14) 頁面，依各項設定進行錄音功能設定，設定完成後按 確認，回至 (圖 11.3-11) 頁面。
2. 按 Esc 鍵回 (圖 11.3-10) 主畫面，選擇 Mode 功能，按 進入 (圖 11.3-15) 頁面，選擇 Full storage 功能，選擇 SD 作為數據資料儲存位置，OK 後再按 2 次 ，畫面回至主畫面 (圖 11.3-10)。
3. 再選擇 Measure 功能，按 進入 (圖 11.3-16) 頁面，選擇 Manual start 功能，再按 2 次 ，即可開始進行監測，螢幕會出現量測數據畫面 (圖 11.3-17)。



- Event 僅使用錄音功能，不必選用觸發功能
- Threshold 65dB 開始錄音門檻值，噪音值大於此值馬上啟動錄音
- Weighting A 頻率加權
- Fs 6.4kHz 錄音品質
- Pre-Trigger 10s 前延錄音時間
- Post-trigger 00s 後延錄音時間
- Duration 00:00:10 最長錄音時間
- Périods --s/--MN 間歇錄音方式，在設定分鐘內錄音指定秒數
- TTL Output 確定 TTL 訊號連接線是輸入或輸入訊號
- 00/14:42:24 2G 記憶卡剩餘錄音時間

圖 11.3-14

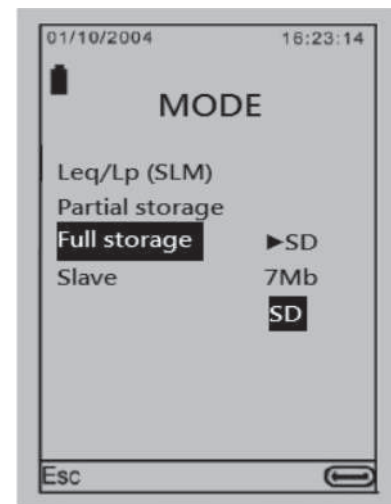


圖 11.3-15

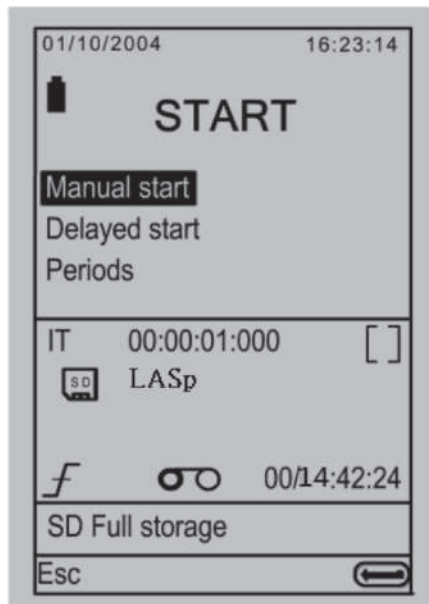


圖 11.3-16

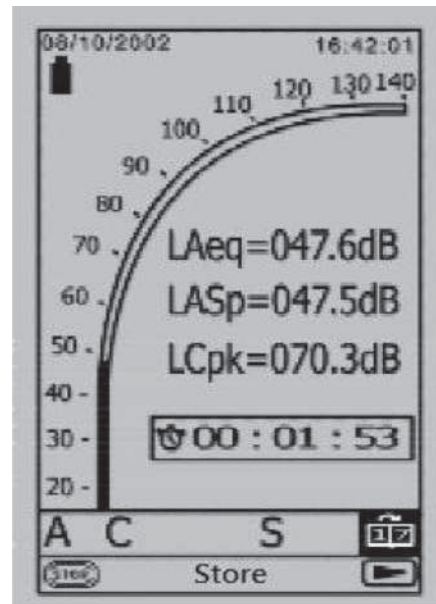


圖 11.3-17

4. 監測結束時，先按 Stop 鍵，再按 Yes 鍵，此時數據會儲存在 SD 記憶卡，畫面會回至 (圖 11.3-10) 主畫面。

(四) 校正作業

SOLO 噪音計校正作業共分為二種：噪音計委外校正及定期每月外部校正。底下就各作業方式進行說明：

1. 儀器委外校正

噪音監測使用之相關測量儀器均有定期送至可追溯至國家級實驗室進行儀器檢定校正，各項儀器之校正時程及追溯方式流程說明如下。(圖 11.3-18)

2. 定期每月外部校正

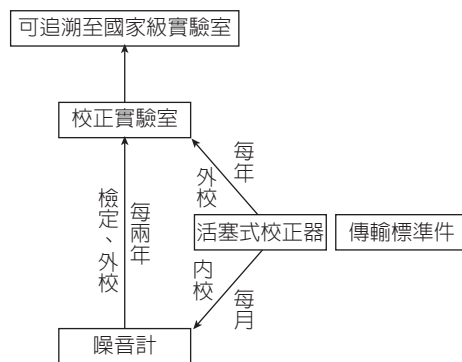






圖 11.3-18 儀器檢定校正時程及追溯圖

執行外部校正時，先至主畫面選擇 Calibration (圖 11.3-9)，進入 Calibration 頁面，在 Reference 欄位輸入校正器委外校正值 (例：94.0)，Free field (自由聲場修正值) 欄位，校正器校正頻率為 1 kHz 時修正值為 -0.1 dB。麥克風套上校正器後，待讀值穩定後按下  儲存，若差值大於 0.7 dB，需重新進行校正，再次校正若仍無法符合允收標準時，請依異常處置流程辦理。

3. 每個測站監測開始前及監測結束後必須進行外部校正，其結果必須符合質管制規定之允收標準內。

三 數據處理

(一) 噪音數據下載

1. 進入主畫面 (圖 11.3-10) 選擇 Preferences 功能，按  進入 Preferences 頁面，在選擇 Transfer 功能進行資料傳輸設定 (Transfer →  → SD)，設定後按  確認 (圖 11.3-19)。
2. 利用 USB 線連結電腦與噪音計 (圖 11.3-20)。

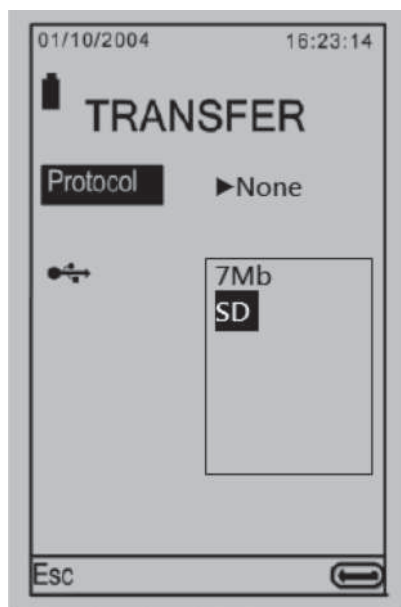



圖 11.3-19



圖 11.3-20

3. 回到主畫面 (圖 11.3-10)，選擇 Results 功能，按 ，此時電腦會偵測到噪音計並出現 SOLO 資料夾。
4. 將 SOLO 資料夾中數據檔案，備份存檔至電腦中。

(二) 軌道系統 (高鐵、臺鐵、捷運) 噪音事件確認

依據環保署「陸上運輸系統噪音及道路交通噪音測量方法」結果處理規定，(T) 之定義「軌道機車車輛通過測量地點之事件歷時時間 (T1 至 T2)」，因此對監測數據及錄音檔所觸發之事件，必須進一步確認是否為軌道車輛噪音所觸發，並對事件持續時間之修正與確認，以取得正確軌道車輛噪音之暴露位準 (L_{AE})，並以 dBTrait 軟體進行數據處理。

1. 開啟 dBTrait 軟體，依序點選 File → Import → Files (圖 11.3-21) 開啟檔案資料夾 BIL 檔 (圖 11.3-22)。

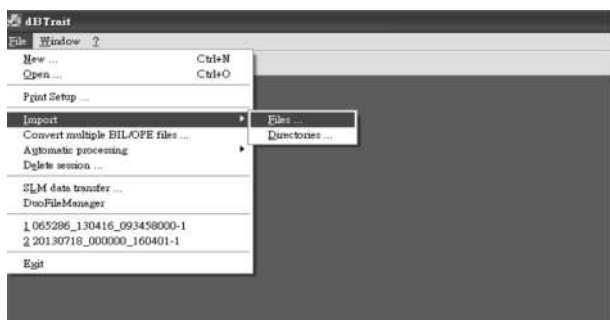


圖 11.3-21

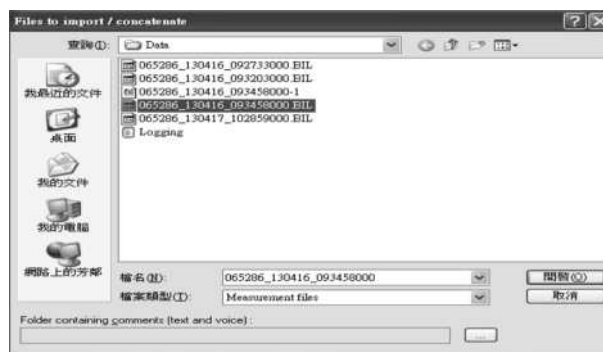


圖 11.3-22

2. 開啟資料檔後，頁面隨即顯示噪音計監測參數設定值。(圖 11.3-23)
3. 在 dBTrait 軟體中選擇 Source → Threshold coding，出現圖 11.3-24 後，新設 2 組陸上運輸系統觸發參數 (上行、下行)，設定完成後點選 OK。

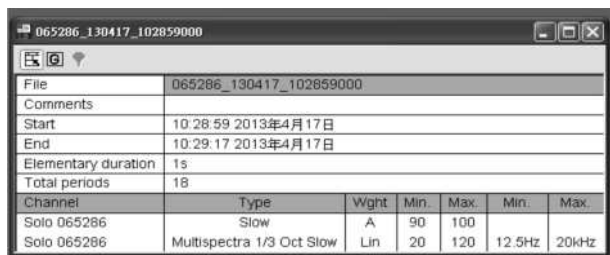


圖 11.3-23

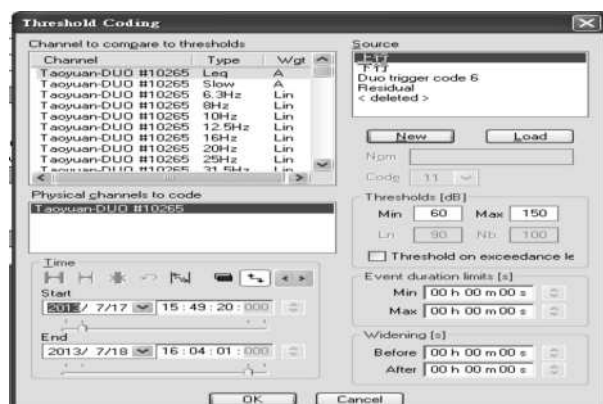



圖 11.3-24

4. 選取功能鍵 ，開啟圖譜參數 (Time history) 頁面 (圖 11.3-25)，再 Channel 選擇慢特性 Slow A 加權，並選擇設定上行及下行，按下 OK 出現 (圖 11.3-26) 逐秒圖表及觸發事件，並依照錄影帶或委託單位提供車次班表，進行軌道車輛事件篩選。

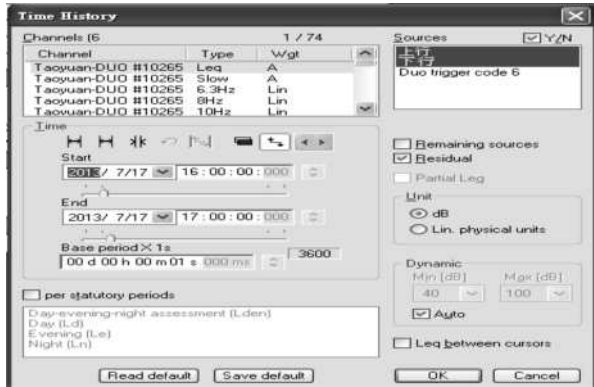


圖 11.3-25

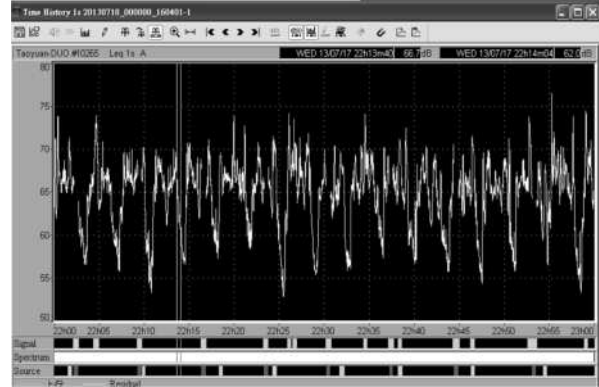


圖 11.3-26

- 完成上行及下行事件篩選後，即可進行後續報告貼製，先在 Edit 功能鍵上選取 copy，進入 copy 頁面後，點選 Table data、Elementary、Visible、Plot → OK (圖 11.3-27)，再開啟「陸上運輸系統報告 (T1T2)」程式，在【逐秒值匯入】頁面 (圖 11.3-28) 顏色欄位上按選【貼上】，即完成秒值資料匯入。

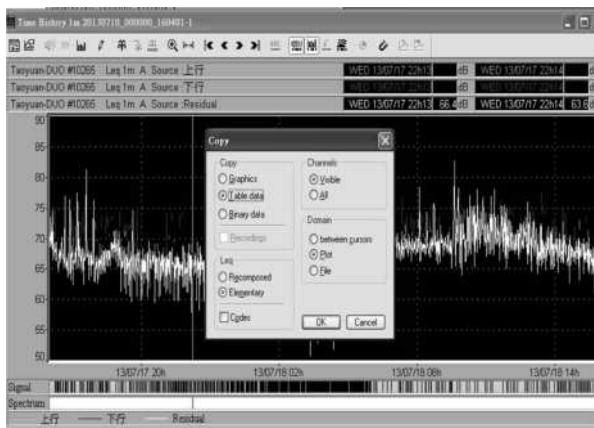


圖 11.3-27

熱次	時間	Period start	Channel 1		
1	16:00:00	2013/7/17 16:00:00	77.5		56234133
2	16:00:01	2013/7/17 16:00:01	78.7		74131024
3	16:00:02	2013/7/17 16:00:02	75.4		34673685
4	16:00:03	2013/7/17 16:00:03	72.2		16595969
5	16:00:04	2013/7/17 16:00:04	71.2		13182567
6	16:00:05	2013/7/17 16:00:05	69.8		9549926
7	16:00:06	2013/7/17 16:00:06	68.8		7585776
8	16:00:07	2013/7/17 16:00:07	67.8		6025596
9	16:00:08	2013/7/17 16:00:08	68.1		6456542
10	16:00:09	2013/7/17 16:00:09	69		7943262
11	16:00:10	2013/7/17 16:00:10	70		10000000
12	16:00:11	2013/7/17 16:00:11	69.2		8317638
13	16:00:12	2013/7/17 16:00:12	68.5		7079458
14	16:00:13	2013/7/17 16:00:13	68		6309573

圖 11.3-28

- 接著在 Result 功能鍵選取 Airplane flyover，進入頁面 (圖 11.3-29) 後，選取 Flyover end time、Flyover duration 及 Residual Leq A，選定後按 OK，匯入上行或下行事件資料統計表。(圖 11.3-30)

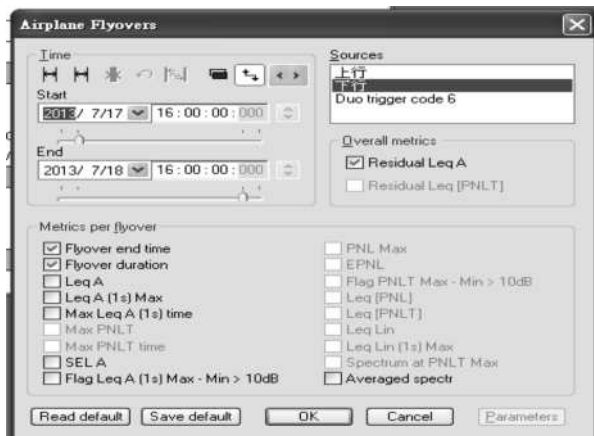


圖 11.3-29

Source	Appearance	Duration	End
下行	13/07/17 16:02:40	0:00:20	13/07/17 16:03:00
下行	13/07/17 16:10:19	0:00:21	13/07/17 16:10:40
下行	13/07/17 16:12:31	0:00:13	13/07/17 16:12:44
下行	13/07/17 16:18:10	0:00:20	13/07/17 16:18:30
下行	13/07/17 16:25:49	0:00:22	13/07/17 16:26:11
下行	13/07/17 16:33:24	0:00:23	13/07/17 16:33:47
下行	13/07/17 16:46:18	0:00:28	13/07/17 16:46:46
下行	13/07/17 16:53:06	0:00:24	13/07/17 16:53:30
下行	13/07/17 16:57:59	0:00:25	13/07/17 16:58:24
下行	13/07/17 17:03:59	0:00:24	13/07/17 17:04:23
下行	13/07/17 17:10:06	0:00:23	13/07/17 17:10:29
下行	13/07/17 17:21:54	0:00:27	13/07/17 17:22:21
下行	13/07/17 17:28:44	0:00:23	13/07/17 17:29:07
下行	13/07/17 17:33:55	0:00:23	13/07/17 17:34:18
下行	13/07/17 17:41:31	0:00:29	13/07/17 17:42:00
下行	13/07/17 17:49:23	0:00:24	13/07/17 17:49:47
下行	13/07/17 17:53:19	0:00:24	13/07/17 17:53:43
下行	13/07/17 17:57:58	0:00:23	13/07/17 17:58:21

圖 11.3-30

- 再進入到「陸上運輸系統報告 (T1T2)」程式，在【上行事件匯入】頁面 (圖 11.3-31) 顏色欄位上按選【貼上】，即完成上行事件匯入資料，重複上述步驟匯入下行事件資料。
- 全日 24 小時之上下行各事件確認完成後，點選 File → save as (圖 11.3-32)，將監測資料檔另存新檔 (.cmg)，即完成噪音事件處理。

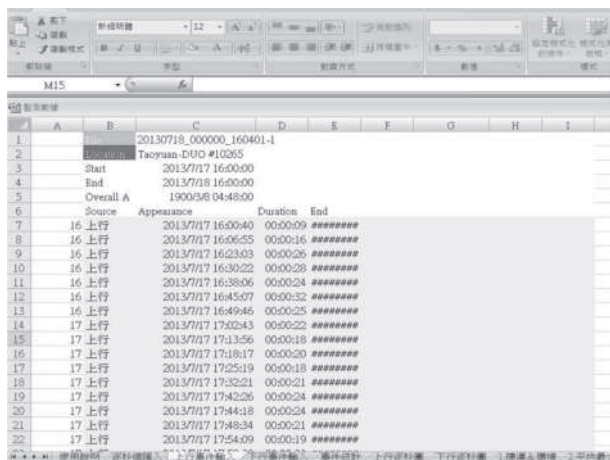


圖 11.3-31

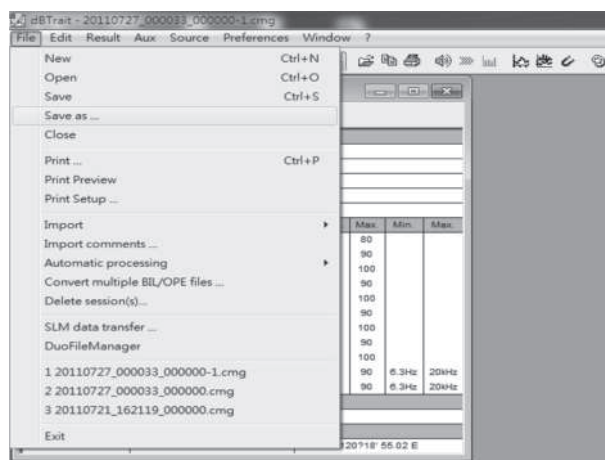


圖 11.3-32

四 注意事項

1. 電源容量

SOLO 內部配置蓄電池，一般僅存 Leq 秒值檔時，可監測 24 小時，但若存頻譜秒值檔時，則僅能監測 16 小時，因此執行長期監測時，必須外加蓄電池，再接市電，以免中途停機，另外可進入 SOLO 主功能畫面，進入 Preferences → Battery 查詢內部充電電池蓄電狀況。(圖 11.3-33)

2. 記憶體容量

SOLO 內部配置 7Mb 記憶體，僅能應付短時間監測 (同時存每秒 Leq 值及頻譜值僅 1 天)，因此建議所有監測數據皆存在 SD 卡中，可以同時存每秒 Leq 值及頻譜值達 100 天，建議每季由儀器保管人確認 SD 卡中監測數據皆已彙整完畢，進入主功能畫面 Menu → Reset → Total → Enter (進階鍵)，重整記憶體來清除舊檔案。(圖 11.3-34)

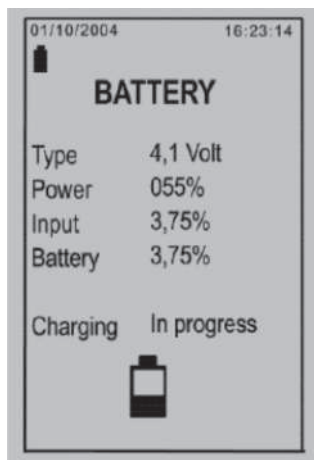


圖 11.3-33

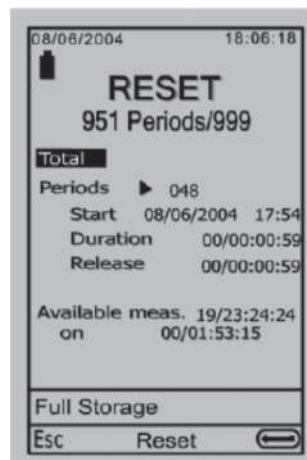


圖 11.3-34

11.4 RION NL-32、31 噪音計

一 儀器型號

1. RION NL-32、31 精密積分型噪音計。
2. 儀器廠牌型號為 RION NL-32 型噪音計屬於「精密積分型噪音計」，內裝 RION NX-22TW 低頻及 1/1，1/3 八音階頻帶濾波器程式卡，其主機裝有 4 顆鹼性電池可供給主機電力，本儀器亦可外接 6 V 之電源（當儀器外接電源又裝入電池時，此時主機電力以來自外接電源為主）。

二 儀器設備及架設

(一) 設備需求

1. 噪音計

- (1) RION 公司 NL-32 噪音計 (圖 11.4-1)：
 - a. 主機裝有 4 顆 3 號鹼性電池可供給主機電力，另可外接 6 V 蓄電池或 110 V 室電。
 - b. 內插 CF 記憶卡 (容量 128 M 至 1 G)，可儲存量測數據及錄音檔。
- (2) 筆記型電腦：下載資料使用。
- (3) 蓄電池：使用時須注意正負極接線。
- (4) 三腳架 (圖 11.4-2)。



圖 11.4-1 NL-32 噪音計



圖 11.4-2

2. 音壓校正器：(同 11.2 節)

3. 簡易氣象儀

- (1) 噪音測量時，使用之氣象測量儀器以能測得風速、風向等資料為主。其他氣象資料可參考測點附近中央氣象局所設之監測站氣象資料。
- (2) 廠牌 / 型號：Davis Weather 型號 Monitor II、Wizard III 或廠牌 Young 型號 03002 (圖 11.4-3)。

4. 數據數理軟體

- (1) 使用 Rion S-NL52 軟體分析轉換，並且顯示資料 (圖 11.4-4)。

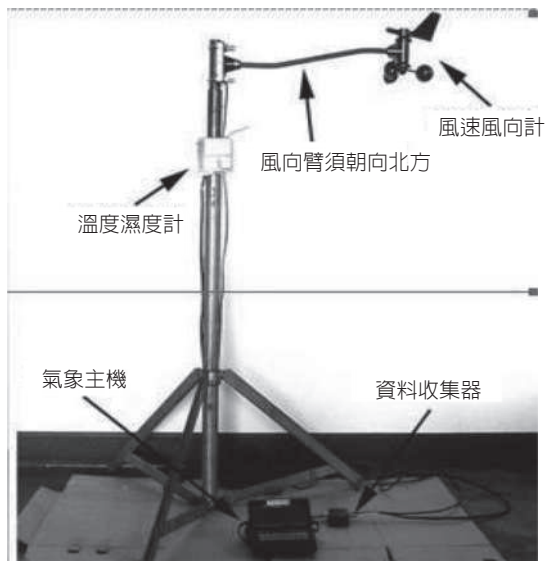


圖 11.4-3 簡易氣象設備

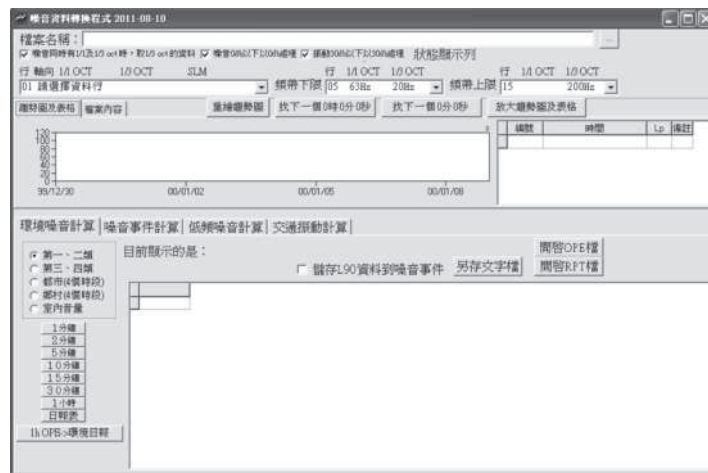


圖 11.4-4 Rion S-NL52 軟體

(二) 儀器架設

1. 噪音計

量測陸上運輸系統 ~ (高速公路及快速道路邊地區噪音)

- (1) 由主管機關通知交通營運或管理機關 (構) 於下列地點測量
 - a. 於陳情人所指定其居住生活範圍之室外地點測定測量位置之選擇需距離周圍建築物牆面線 1 m 至 2 m。
 - b. 陳情人未指定地點者，由主管機關指定陸上運輸系統營運或管理範圍外與陳情人居住生活建築物最近處之室外地點測定之，並應距離周圍建築物牆面線 1 m 至 2 m。
 - c. 執行補助計畫後之測量地點應於補助計畫載明之測量地點測定。
 - d. 聲音感應器應置於離地面或樓板至少 1.2 m 至 1.5 m 之間。

2. 簡易氣象儀

- (1) 架設氣象儀所需設備為 Davis Weather 型號 Monitor II、Wizard III 或廠牌 Young 型號 03002。
- (2) 架設風速計之高度宜與聲音感應器等高。
- (3) 氣象計之風向臂必須朝向北方。

3. 儀器校正

- (1) 聲音校正器 (NC-74) 校正
 - a. 將 1/2 吋的轉接頭裝入校正器內部，再小心地將噪音計麥克風完全套入聲音校正器中。
 - b. 以 A / C / Flat 鈕選擇頻率權衡設定 A，以 Fast / Slow 鈕選擇時間權衡為 Fast，以 Range 鈕調整位準範圍設定。
 - c. 打開校正器，讀取噪音計讀值並儲存校正信號，其聲音校正值允收標準為「聲音校正器校正值 ± 0.7 dB」。

- d. 若讀值在允收標準內，則可進行現場監測，若超過允收標準則送回廠商修護，且修復完成後，視修復是否影響噪音位準再決定應送至可追溯至國家級實驗室重新進行儀器檢定校正。

(三) 噪音計量測設定

1. 按 A / C / Flat 鈕選擇頻率權衡，設定 A 權衡。
2. 按 Fast / Slow 鈕選擇時間權衡，設定 Fast 快特性。
3. 按 Range 上、下鍵選定位準範圍，設定範圍為 20 dB 至 110 dB。
4. 按 Menu 鍵進入目錄頁面，設定儲存模式為 Auto 1 設定取樣時間 Auto 1 Samp: 1 sec。
5. 設定檔案名稱及監測時間。
6. 按 Menu 鍵離開目錄頁面。
7. 按 Store 鍵執行儲存模式，即開始量測，此時螢幕顯示 Store 並閃動中。
8. 測量結束，按 Start / Stop 鍵。
9. 監測期間如有儀器異常之現象或現場有特殊狀況，須記載於噪音 / 振動監測工作現場記錄表 (3NV01) 中，若周遭環境異常則須拍照存證。

(四) 校正作業

NL-32/31 噪音計校正作業共分為三種：噪音計委外校正、定期每月外部校正。底下就各作業方式進行說明。

1. 儀器委外校正

噪音監測使用之相關測量儀器均有定期送至可追溯至國家級實驗室進行儀器檢定校正，各項儀器之校正時程及追溯方式流程說明如下。(圖 11.4-5)

2. 定期每月外部校正

- (1) 將 1/2 吋的轉接頭裝入校正器內部，再小心地將噪音計麥克風完全套入活塞式校正器中。
 - (2) 打開噪音計電源，並完成下列設定：以 A / C / Flat 鈕選擇頻率權衡設定 C，以 Fast / Slow 鈕選擇時間權衡為 Fast，以 Range 鈕調整位準範圍設定 (NL-31 / 32 為 30 dB 至 120 dB)。
 - (3) 打開活塞式校正器電源，讀取噪音計讀值，並登入噪音每月定期校正記錄表 (4NV01) 中。
3. 每個測站監測開始前及監測結束後必須進行外部校正，其結果必須符合品質管制規定之允收標準內。

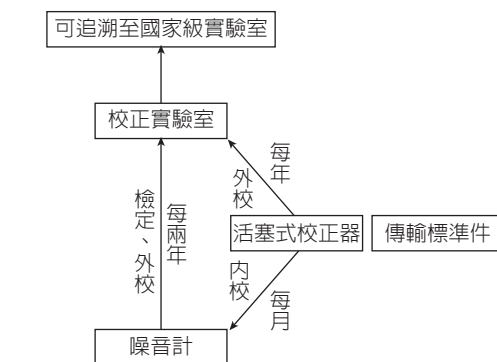


圖 11.4-5 儀器檢定校正時程及追溯圖

三 數據處理

(一) 噪音數據下載處理

1. 從噪音計側邊處取出 CF 記憶卡，將監測資料下載至電腦儲存。
2. 開啟 RION S-52 分析軟體，處理分析量測數據，完成後將 Rnh 檔轉換成 OPE 檔，並儲存在電腦，即完成噪音數據處理。

11.5 錄影儀器設備架設及雷射測速槍使用

一 錄影儀器設備及架設流程

(一) 設備需求

螢幕、鏡頭、錄影主機、12 V 電池、變壓器。

(二) 架設流程

1. 將螢幕、鏡頭、錄影主機連接至變壓器與 12 V 電池通電。(圖 11.5-1)
2. 將鏡頭與螢幕連接至錄影主機。(圖 11.5-2)



圖 11.5-1

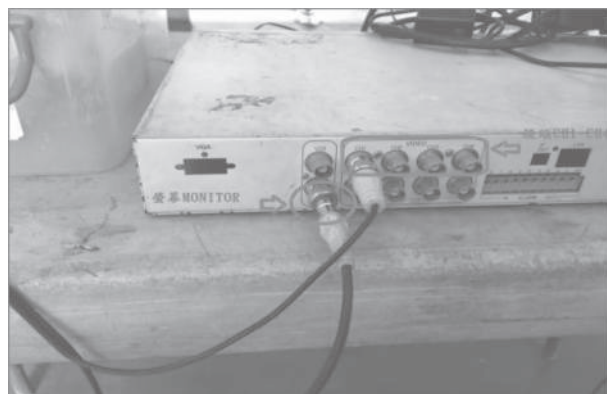


圖 11.5-2

3. 啟動錄影主機，按藍色鍵進入主選單畫面。(圖 11.5-3)
4. 進入主選單選擇系統設定，並依下列各步驟設定時間。(圖 11.5-4 ~ 圖 11.5-6)



圖 11.5-3



圖 11.5-4



圖11.5-5



圖11.5-6

5. 退出主選單開始錄影，錄影過程中畫面會出現紅點。(圖 11.5-7)
6. 監測結束後，錄影機按停止鍵停止錄影，接著按播放鍵開啟錄影檔案，進行噪音事件確認並記錄。(圖 11.5-8)

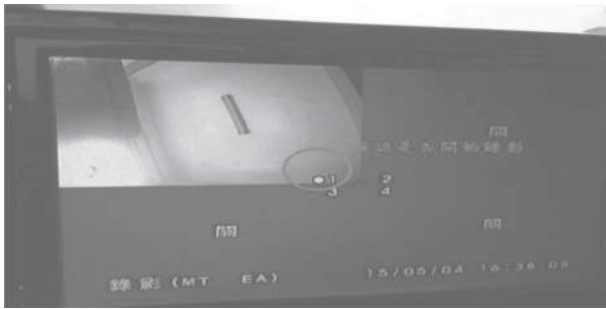


圖11.5-7

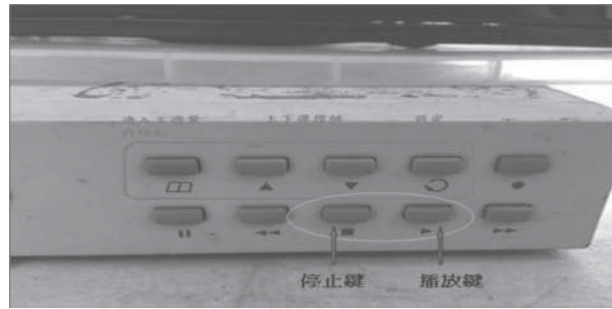


圖11.5-8

二 雷射測速槍使用流程

(一) 設備需求

雷射測速槍、標準音叉、充電電池。(如圖 11.5-9、圖 11.5-10 所示)

(二) 使用流程

1. 將充電電池與主機連接 (圖 11.5-11)，按下 Power 鍵開啟螢幕顯示 (圖 11.5-12)。



圖11.5-9



圖11.5-10



圖11.5-11



圖11.5-12

2. 取出標準音叉 (圖 11.5-13)，敲擊硬物使其產生共振，將測速槍正對標準音叉並按下綠色按鈕，螢幕隨即顯示測值，允收範圍為 $105.0 \text{ KPH} \pm 5\%$ (圖 11.5-14、圖 11.5-15)。



圖11.5-13



圖11.5-14



圖11.5-15

3. 量測車速時，雙手握住測速器與身體垂直，並與地面成水平，將測速槍朝向欲測車輛方向，測速槍和車輛連線與其行駛路線之夾角應維持在 18° 以內，按下綠色按鈕，螢幕隨即顯示測值 (圖 11.5-16、圖 11.5-17)。



圖11.5-16



圖11.5-17

11.6 數據處理原則

一 道路系統小時均能音量 ($L_{eq,1h}$)

指特定時段內一小時所測得道路系統交通噪音之能量平均值，其計算公式如下：

$$L_{eq,1h} = 10 \log_{10} \frac{1}{T} \int \left(\frac{p_t}{p_0} \right)^2 dt$$

T ：測定時間，單位為秒 (1 小時 = 3,600 秒)，

p_t ：測定音壓，單位為巴斯噶 (Pa)，

p_0 ：基準音壓為 $20 \mu\text{Pa}$ ，

n ：測定時間內取樣數 (若每秒取樣一次， $n = 3,600$)，

L_{p_i} ：各次 (1 ~ n) 取樣之音壓位準。

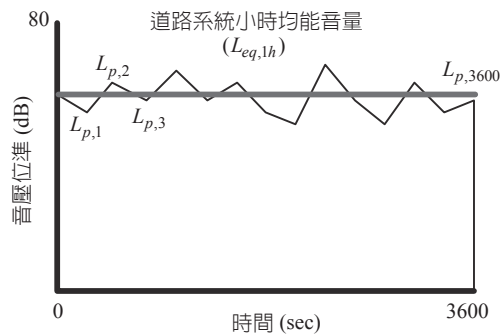


圖 11.6-1

二 軌道系統小時均能音量 ($L_{eq,1h}$)

指特定時段內一小時所測得軌道系統交通噪音之能量平均值，其計算公式如下：

$$L_{eq,1h} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{3600} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_{p,T(i)}}{10}} \right)$$

N ：一小時內通過測量地點之軌道機車車輛事件數 (實測值)，

p_t ：測定音壓，單位為巴斯噶 (Pa)，

p_0 ：基準音壓為 $20 \mu\text{Pa}$ ，

T ：軌道機車車輛通過測量地點之事件歷時時間 (T_2 至 T_1)，單位為秒，參見下圖 11.6-2。

T_1 ：低於軌道機車車輛前端通過測量地點時整體音量 10 dB(A) 之時間點，

T_2 ：低於軌道機車車輛尾端通過測量地點時整體音量 10 dB(A) 之時間點，

$L_{p,T}$ ：指軌道機車車輛通過測量地點事件於事件歷時時間 (T) 內，所測得軌道系統交通噪音之事件音量，其計算公式如下：

$$L_{p,T} = 10 \log_{10} \int_{T_1}^{T_2} \left(\frac{p_t}{p_0} \right)^2 dt = L_{eq,T} + 10 \log_{10} T$$

p_t ：測定音壓，單位為巴斯噶 (Pa)，

p_0 ：基準音壓為 $20 \mu\text{Pa}$ 。

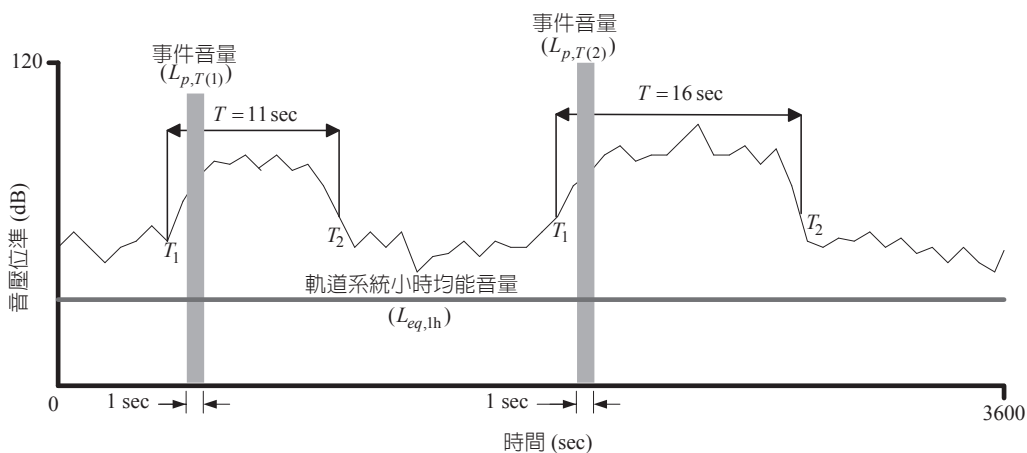


圖 11.6-2

三 軌道系統事件音量背景修正

軌道機車車輛之事件音量 $L_{p,T}$ 與事件前、後背景音量相差小於 10 dB(A) 者，應進行背景音量修正。測量地點之整體音量與背景音量相差數值 (L) 介於 3 dB(A) 至 9 dB(A) 時，則依表 11.6-1 進行背景音量修正，或以音量之能量相減計算方式進行修正。

表 11.6-1 背景音量修正表 單位：分貝 (dB(A))

L	3	4	5	6	7	8	9
修正值	-3.0	-2.2	-1.7	-1.3	-1.0	-0.7	-0.6

$$L_{p,T,修正} = 10 \log_{10} \left[10^{\frac{L_{p,t}}{10}} - \frac{1}{2} \left(10^{\frac{L_{p,t,前}}{10}} + 10^{\frac{L_{p,t,後}}{10}} \right) \right]$$

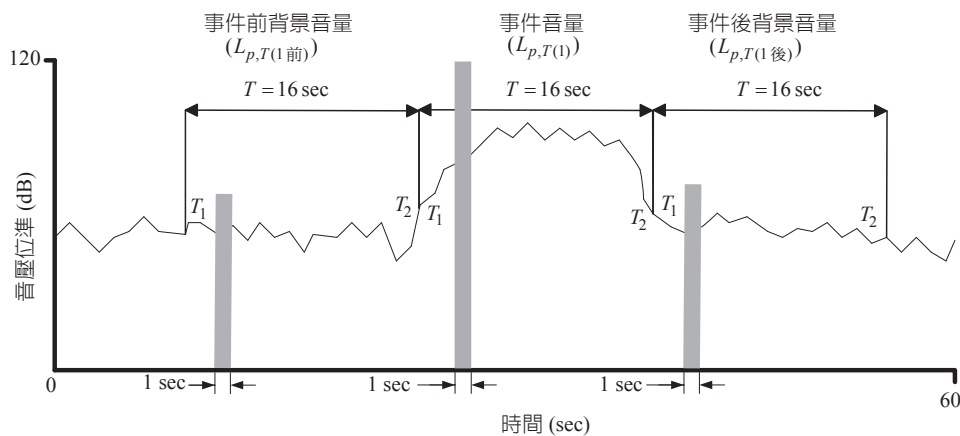


圖 11.6-3

四 軌道系統事件最大音量

軌道系統平均最大音量 ($L_{\max, \text{mean}, 1\text{h}}$)：指一小時內所測得軌道機車車輛各事件交通噪音最大音量 (L_{\max}) 之能量平均值。

$$L_{\max, \text{mean}, 1\text{h}} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_{p \max(i)}}{10}} \right) = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{N} \left(10^{\frac{L_{p \max(1)}}{10}} + 10^{\frac{L_{p \max(2)}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{p \max(N)}}{10}} \right) \right)$$

$L_{p \max}$ ：軌道機車車輛各事件交通噪音 A 加權測定之最大音量。

N ：一小時內通過測量地點之軌道機車車輛件數。

五 軌道系統事件最大音量背景修正

軌道機車車輛之最大音量 L_{\max} 與事件前、後背景均能音量相差小於 10 dB(A) 者，應進行背景音量修正。測量地點之整體音量與背景音量相差數值 (L) 介於 3 dB(A) 至 9 dB(A) 時，則依表 11.6-1 進行背景音量修正，或以音量之能量相減計算方式進行修正。

$$L_{\max, \text{修正}} = 10 \log_{10} \left[10^{\frac{L_{\max}}{10}} - \frac{1}{2} \left(10^{\frac{L_{eq, \text{前}}}{10}} + 10^{\frac{L_{eq, \text{後}}}{10}} \right) \right]$$

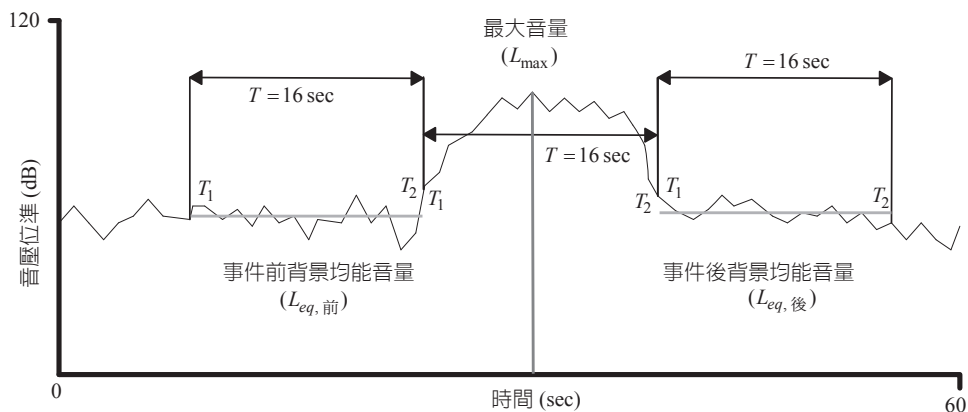


圖 11.6-4

六 複合性音量之計算及判定

指整體音量包括兩個以上交通系統所產生並合成之音量，一般常見兩種交通系統複合方式有軌道及軌道系統、軌道與道路系統以及道路與道路系統，而進行測量時，由於必須依陳情人指定之主要測定音源來進行噪音計架設及使用設定，因此軌道與道路系統複合方式尚有兩種不同測量方式，如圖 11.6-5 所示，兩種交通系統複合方式共有四種不同測量流程，以下就分別詳述各複合方式之測量流程。

(1) 軌道 A 系統 (主要音源) + 軌道 B 系統 (次要音源)

噪音計之麥克風架設時，應朝向軌道系統 A 噪音源，動特性之使用設定為慢特性 (SLOW)，測量過程中，兩軌道系統各自取得或記錄事件發生之時間，以利擷取數據並

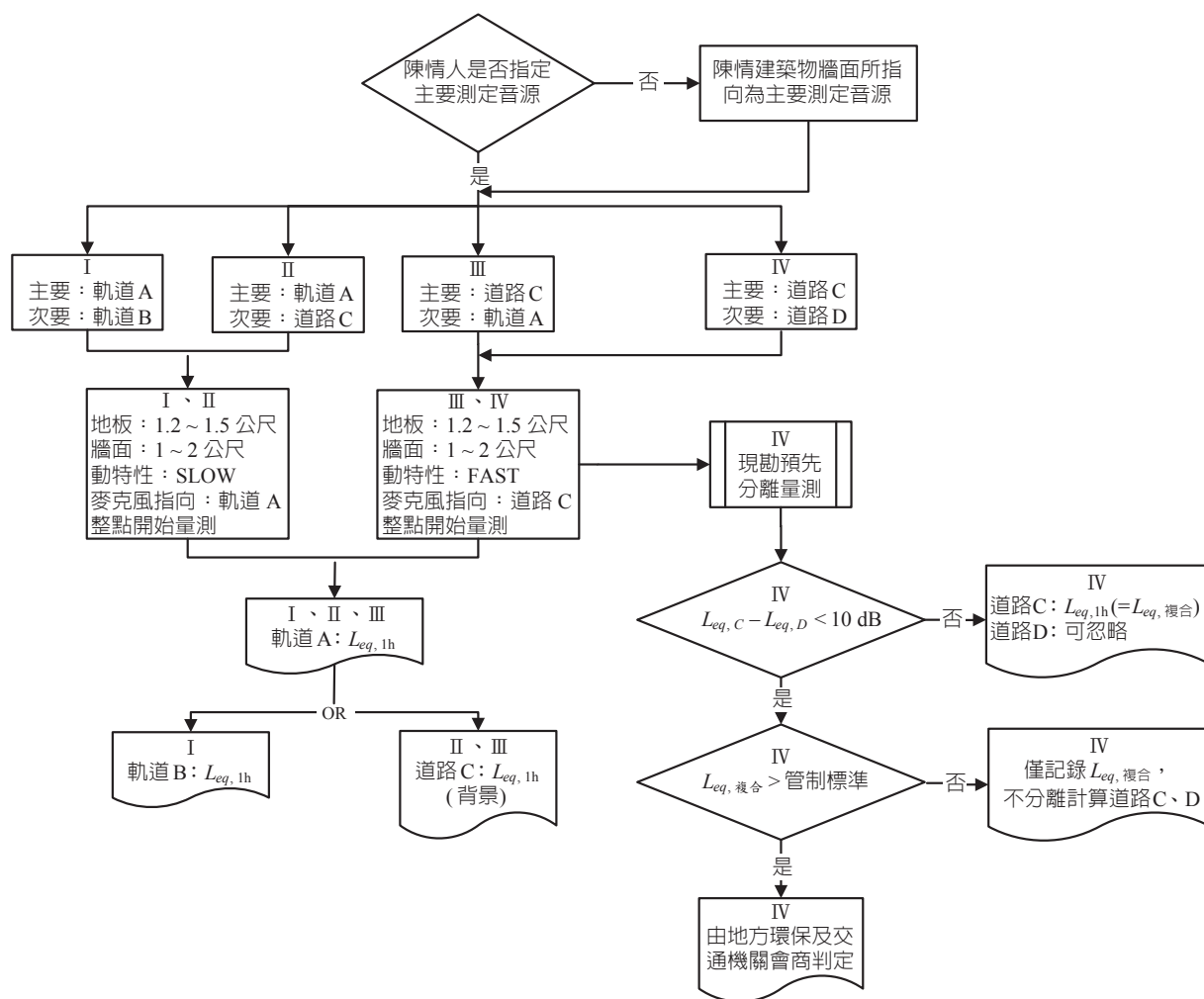


圖 11.6-5

計算軌道系統小時均能音量與平均最大音量。同一軌道系統之兩車相會時，則以單一事件音量計算；若不同軌道系統發生兩車相會時，由於事件音量無法分配，此事件音量不列入計算軌道系統小時均能音量與平均最大音量，而以各軌道系統該小時其他相同車種班次之事件音量模擬取代計算之。

(2) 軌道 A 系統 (主要音源) + 道路 C 系統 (次要音源)

噪音計之麥克風架設時，應朝向軌道系統 A 噪音源，動特性之使用設定為慢特性 (SLOW)，測量過程中，軌道系統取得或記錄事件發生之時間，以利擷取數據並計算軌道系統小時均能音量與平均最大音量。其複合性音量之小時均能音量扣除軌道系統小時均能音量，即為道路系統小時均能音量。

複合性音量之計算及判定：

$$L_{eq,1h,道路} = 10 \log_{10} \left(10^{\frac{L_{eq,1h,複合}}{10}} - 10^{\frac{L_{eq,1h,軌道}}{10}} \right)$$

(3) 道路 C 系統 (主要音源) + 軌道 A 系統 (次要音源)

噪音計之麥克風架設時，應朝向道路系統 C 噪音源，動特性之使用設定為快特性 (FAST)，測量過程中，軌道系統取得或記錄事件發生之時間，以利擷取數據並計算軌道

系統小時均能音量與平均最大音量。其複合性音量之小時均能音量扣除軌道系統小時均能音量，即為道路系統小時均能音量 (同 II 計算方式)。

(4) 道路 C 系統 (主要音源) + 道路 D 系統 (次要音源)

噪音計之麥克風架設時，應朝向道路系統 C 噪音源，動特性之使用設定為快特性 (FAST)，測量過程中，各道路系統之間音量相差數值小於 10 dB(A)，其複合性音量大於各道路系統噪音管制標準時，各系統音量鑑別程序應由直轄市、縣 (市) 主管機關會商交通營運或管理機關 (構) 後決定，並據以分析判定各交通系統音量。

七 軌道系統交通噪音數據整理流程

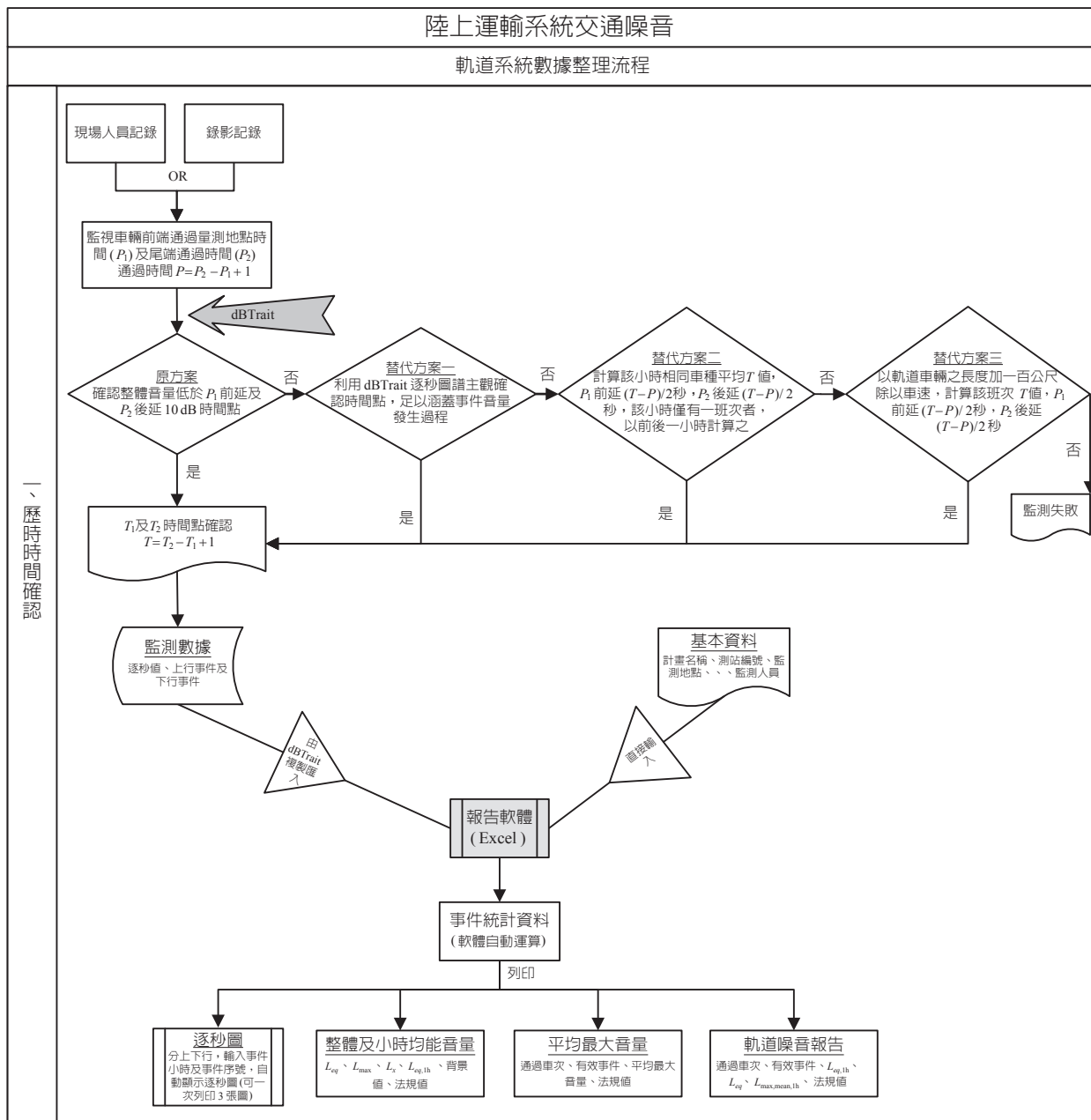


圖 11.6-6

八 數據完整性

1. 依據「環境影響評估環境監測報告書格式」規定之數據處理原則為「有效小時值一般應至少 3/4 有效值」，因此定義道路系統有效小時數據蒐集率需大於 45 分鐘；軌道系統有效小時事件蒐集率需大於 75%。
2. 道路系統有效小時數據蒐集率定義如下：
有效小時數據蒐集率 = $D/N \times 100\%$
 D ：一小時實際蒐集到之有效數據數。
 N ：一小時應蒐集到之數據數（設定每秒擷取一筆數據時，應蒐集之數據數為 3,600 筆）。
3. 軌道系統有效小時事件蒐集率定義如下：
有效小時事件蒐集率 = $V/E \times 100\%$
 V ：一小時內蒐集到之有效事件數，有效事件為測量地點整體音量與背景音量相差數值大於或等於三分貝。
 E ：一小時內通過測量地點之軌道機車車輛事件數。
4. 道路系統有效小時數據蒐集率或軌道系統有效小時事件蒐集率小於 75% 時，應停止測量，另尋其他適當測量地點或排除、減低背景音量後，再重新進行測量。

11.7 以聲音影像化技術分析音源

11.7.1 高鐵音源分析

本節以陣列式麥克風音源識別系統，對高速列車運行狀態下的噪音源及空間聲場分佈進行量測和影像分析。例如高速列車音源等效為下部噪音和上部噪音兩部分：下部噪音以輪軌噪音為主，其顯著頻帶約為 800 Hz ~ 2,500 Hz；上部噪音以集電弓之電弧放電及滑動噪音為主，其顯著頻帶約為 5,000 Hz 以上。整體而言，高速列車之主要噪音來源仍為輪軌間的滾動噪音，此與國外相關研究文獻之結果呈現一致性，透過主要噪音源及其位置與頻率等特性，可作為管理單位噪音防制之參考。

一 文獻回顧

(一) 日本

(長倉清、善田康雄，2000) 將新幹線 700 型列車之輪軌音、車頭音、列車上方氣動噪音及集電系統噪音等四種噪音源，提出了其音源聲功率計算式。茲將 700 型列車之音量關係說明如下。

$$L_{\text{輪軌}}(u) = 113.5_{(200)} + 30 \times \log_{10}(u/200) ;$$

$$L_{\text{車頭}}(u) = 95.0_{(200)} + 60 \times \log_{10}(u/200) ;$$

$$L_{\text{車體動力}}(u) = 88.0_{(200)} + 60 \times \log_{10}(u/200) ;$$

$$L_{\text{集電弓}}(u) = 97.0_{(200)} + 60 \times \log_{10}(u/200) .$$

式中之 u 表示列車速率，以車速 200 km/h 作為各噪音源之基準聲功率，可發現輪軌噪音已遠大於其他音源達 10 dB(A) 以上。另集電系統噪音主要是集電弓和接觸網的高頻振動，高速時常發生的弓網脫離和導線波磨等引起的。它主要表現為三種形式：(1) 滑動音；(2) 電弧音；及 (3) 集電弓的氣動噪音。日本新幹線在電動車組車速為 200 km/h，所測得的集電系統噪音在中高頻區 1,000 Hz、2,500 Hz 和 5,000 Hz 有三個峰值，1,000 Hz、2,500 Hz 兩峰值是由車頂面聲波反射引起的，而電弧噪音是一種寬頻帶噪音，其峰值約在 5,000 Hz 處。

(二) 法國

量測法國高速列車 (Train à Grande Vitesse, TGV) 於車速 200 km/h ~ 380 km/h 時，距軌道中心線外 25 m 處之均能音量，音量與車速之迴歸係數為 30.4 且相關係數為 0.93。此迴歸係數已經由 Deufrako 計畫檢視及 C. Mellet 等重複驗證，此約 30 之迴歸係數為常用於列車滾動噪音之預測公式中的數值。此研究確認了於普通車速下或即使車速達到約 360 km/h 時，滾動噪音仍為主要之噪音來源，其中輪軌滾動噪音約明顯出現於 2,000 Hz 及 2,500 Hz，如圖 11.7-1 所示。

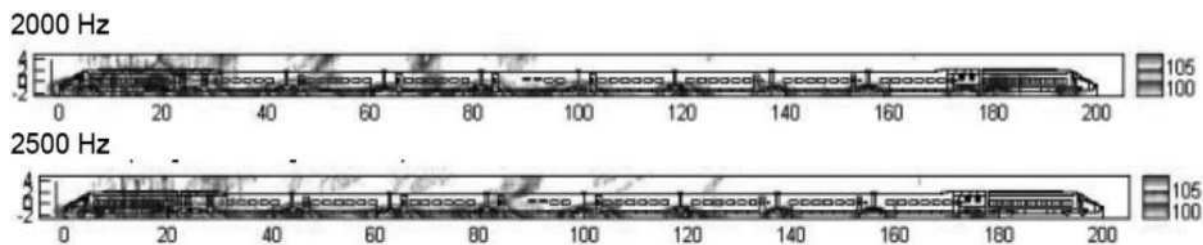


圖 11.7-1 法國 TGV 列車於車速約 320 km/h 時之 2,000 Hz 及 2,500 Hz 噪音圖

(三) 美國

運輸部聯邦鐵路管理局於 2012 年 9 月提出「高速地面運輸之噪音與振動影響評估」報告。對於鋼輪列車，鋼軌表面小的粗糙度造成輪軌接觸時，鋼輪與鋼軌輻射滾動噪音，此音源靠近軌道床，其有效高度約軌道面以上 0.6 m。滾動噪音頻譜的峰值頻率範圍約 2,000 Hz ~ 4,000 Hz，且隨著速率增加其增量比推進 (propulsion) 噪音的增加快上許多，典型的關係為列車速率對數之 30 倍。當速率約 290 km/h 時，高速氣流流經列車開始產生顯著的氣動噪音，典型的關係為列車速率對數之 60 倍 ~ 70 倍。

(四) 臺灣

(劉嘉俊、李岳謙，2014) 透過高鐵列車噪音量測數據進行迴歸分析，發現噪音量與速率對數有著約「30 倍 ($30 \log_{10}(v)$)」之關係，此結果與國外研究文獻呈現一致性。噪音量與速率對數之 30 倍關係至少可至車速約 280 km/h 左右，如圖 11.7-2 所示。

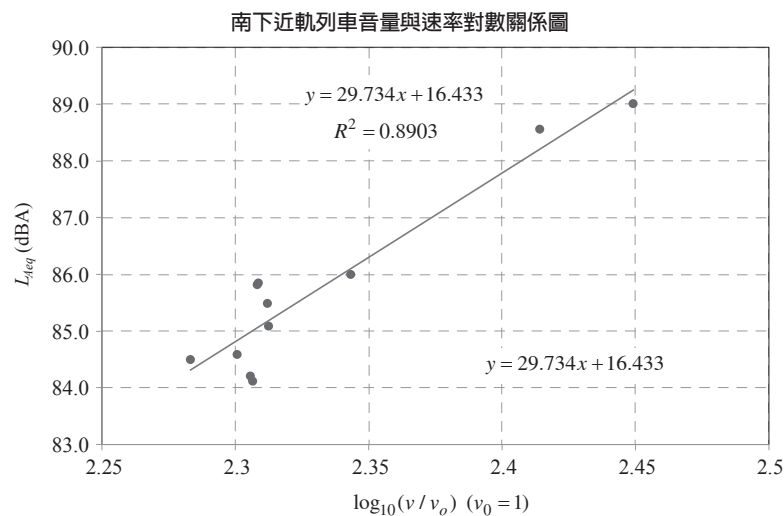


圖 11.7-2 南下近軌列車音量與速率對數關係圖

二 研究方法

1. 量測儀器：Norsonic Nor848 Acoustic Camera，擁有 256 個麥克風陣列，其最大聲壓值為 110 dB，麥克風頻寬 20 Hz ~ 20k Hz，聲音影像頻寬 125 Hz ~ 15k Hz。利用大量數位式麥克風達到準確的指向性，將影像及聲音儲存下來，現場照片如圖 11.7-3 所示。



圖 11.7-3 陣列式聲音攝影機 Nor848 Acoustic Camera

2. 分析項目：A 加權 1/3 八音階頻域。

聲音攝影機是利用大量的麥克風組合起來的陣列，將傳遞過來的聲音訊號記錄、計算之後，得到各方向的聲音強度及頻譜。這些麥克風是分佈在一個圓盤上，因為聲音傳遞到各個麥克風的時間都不相同，利用這個時間差原理，可以得到發音源的位置及強度。圓盤上裝有一個廣角攝影機，可即時得到影像並且拍下儲存，麥克風陣列同步擷取音壓值，這些資料都可以透過電腦分析軟體疊合並做進一步的分析。利用色塊變化呈現整個音壓強度分佈，定位出音源並觀察聲音的分佈。

三 量測結果

為瞭解運行列車如：輪軌音、車身音及集電弓音等之頻率發生位置。由現場聲音攝影機量測結果可歸納出：

1. 主要噪音源：在高低車速及不同頻帶範圍之下，列車運行之最大噪音源都在軌道接觸位置；而在高頻時，集電弓處也是車外噪音的主要來源部位，700T 型列車配備有低噪音型集電弓及安裝有集電弓罩，音量主要發生在電纜線附近。
2. 不同車速比較：在高頻時，集電弓處及整體列車下部輪軌音有更顯著之噪音成分。
3. 主要頻帶範圍：初步判斷輪軌音主要頻帶範圍約在 800 Hz ~ 2,500 Hz 之間；集電弓處之音源顯著頻率大約在 5,000 Hz 以上，於高低車速皆有此現象出現，推測為纜線之電弧噪音及滑動噪音。整體而言，高速鐵路噪音源以中高頻率輻射噪音為主。

4. **音量成分比例**：由上述不同頻帶範圍之噪音源特性量測結果表明，列車運行之主要音量貢獻仍來自於輪軌音，氣動噪音及集電系統噪音在總噪音能量中之貢獻比例較小。基於已營運之高速鐵路音源特性量測研究，如何減少輪軌噪音將成為有效降低高鐵列車噪音影響之議題。

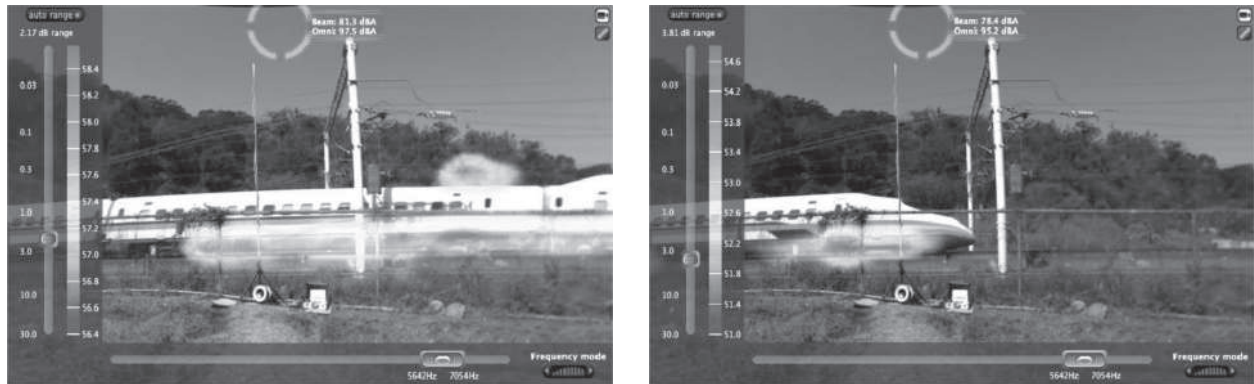


圖 11.7-4 聲音攝影機量測高速鐵路示意圖

四 結論與建議

(一) 結論

1. 經由影像化頻譜量測結果，將高速列車音源等效為下部輪軌處（音源高度較低，傳統隔音牆可部分防制）和上部集電弓處（音源高度較高，傳統隔音牆無法防制）兩部分。
2. 輪軌噪音顯著頻帶約在 800 Hz ~ 2,500 Hz 之間，亦是一般人耳敏感的頻帶範圍，成為亟需改善的噪音源，故隔音牆材質、設計及相關防制措施可參考此音源特性研擬。
3. 集電弓處之音源主要頻率大約在 5,000 Hz 以上，於高低車速皆有此現象出現，推測為集電弓和電纜線的高頻電弧噪音及滑動噪音。
4. 透過陣列式聲音攝影機之影像化分析，在高車速時未發現有明顯之氣動噪音成分（車體動力音）。
5. 不論是高車速或低車速，高速鐵路主要噪音源來自於下部輪軌，此結果與國外研究文獻呈現一致性，故站在防制高鐵噪音的立場上，應針對輪軌噪音頻帶與部位做處理；音源高度較高之集電弓附近噪音，其音量並不大。整體而言，高速鐵路之輻射噪音頻率以中高頻率為主。

(二) 建議

1. 可再進行重複量測或取得更高車速下之實驗結果，以進一步驗證國內高鐵列車音量、頻率與速率之間的關係。
2. 此次採用聲音攝影機仍無法有效真正鑑別出高鐵不同音源的確切貢獻音量，建議在行車安全許可等狀況下，音源與麥克風須很靠近，再行量測分析之。

11.7.2 高噪音抓拍系統

一 中國大陸「電子警察抓拍違法鳴號」

中國大陸上海 2016 年 9 月開始利用聲納抓拍（聲源定位）系統來取締違法亂鳴喇叭者，透

過這一方法為現場執法提供了協助，鎖定違法證據，上海市公安局交警總隊利用「聲納技術 + 現場執法」相結合的方式查處違法亂鳴喇叭。

據上海市公安局交警總隊指出，機動車違法亂鳴喇叭查處一直存在較多難處，聲源無法精



確定位，民警往往無法直接對車輛予以取證。而作為現場執法的輔助手段，聲納技術在抓拍到違法亂鳴喇叭後將會從現場截取 6 張照片，其中既有現實鳴笛車輛整體「波紋」的全景照，也會有該車車牌特寫照片，這些照片都將第一時間傳送到技術平台，便於交警在車牌資料庫中找尋到涉嫌違法亂鳴喇叭的車輛，提供輔助證據。(資料來源：<https://read01.com/zh-tw/m6kAdy.html#.WuUXLdSF5QI>)，整治違法亂鳴喇叭聲納抓拍系統 YouTube 影片可參考 <https://v.qq.com/x/page/r0024dr2gei.html> 及 <https://v.qq.com/x/page/a0025siyz5a.html>。



另外，北京亦啟動了聲納抓拍系統，只要駕駛按喇叭超過 2 秒，系統就會自動抓拍，就算同一線道有 4 輛車都能精準判斷那一輛車按的喇叭，並且能區分是煞車聲、行駛聲還是喇叭聲，一旦拍照後，車號立刻被顯示在馬路看板上，駕駛還會被罰 450 元臺幣。聲音採集設備是數個點位的麥克風陣列，對整個監控區域發聲定位，而且違規的車牌號還會顯示在黃色的螢幕上。(資料來源：<https://news.tvbs.com.tw/world/745742>)

二 新加坡高噪音車輛監控攝影 (NoivelCam) 系統

新加坡南洋理工大學發展出一 NoivelCam 系統，該系統目前在橫越快速道路之高架陸橋上架設，以估測透過高架陸橋下方之車輛的排氣管噪音。噪音量超過規定之噪音閾值的車輛，將透過 NoivelCam 系統的相機和攝影機予以追蹤和擷取。所蒐集到的證據包括擷取的音頻和錄影片段、車牌號碼的影像、和載有時戳的聲壓位準 (SPL) 數據記錄檔。在現場操作中，這些證據可作為辨識違規車輛的手段。此系統為了在快速移動的交通中進行即時處理，還需要配置一個高速處理單元，因此採用一對指向性麥克風，以滿足區域擷取快速移動噪音源的需求。同時，也採取兩階段 (即時和離線) 處理，來追蹤及分析超過規定噪音閾值之透過車輛的噪音特徵。新加坡南洋理工大學發展這套系統的流程圖和設置情形分別顯示於圖 11.7-5 和圖 11.7-6。(資料來源：Apoorv Agha 等，A Noisy Vehicle Surveillance Camera (NoivelCam) System, INTER-NOISE, Australia, 16-19 Nov. 2014)

系統包含兩個相隔 51 公分的高度指向性槍型麥克風 (Audio Technica BP4071L)，裝設在一

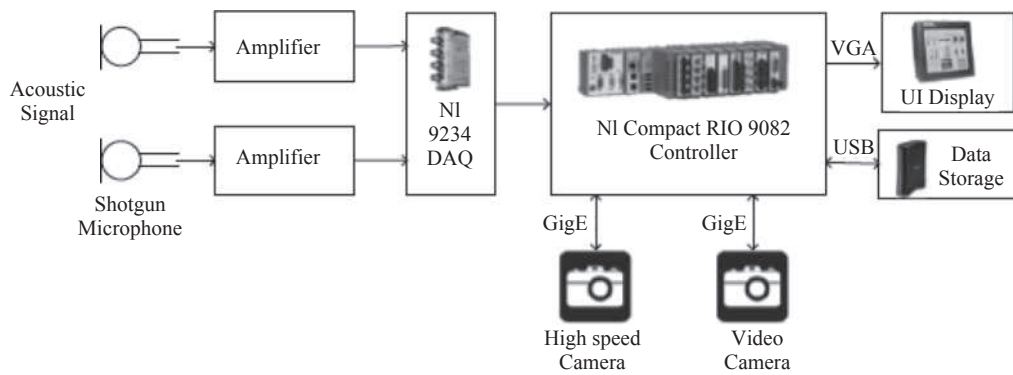


圖 11.7-5 系統流程圖

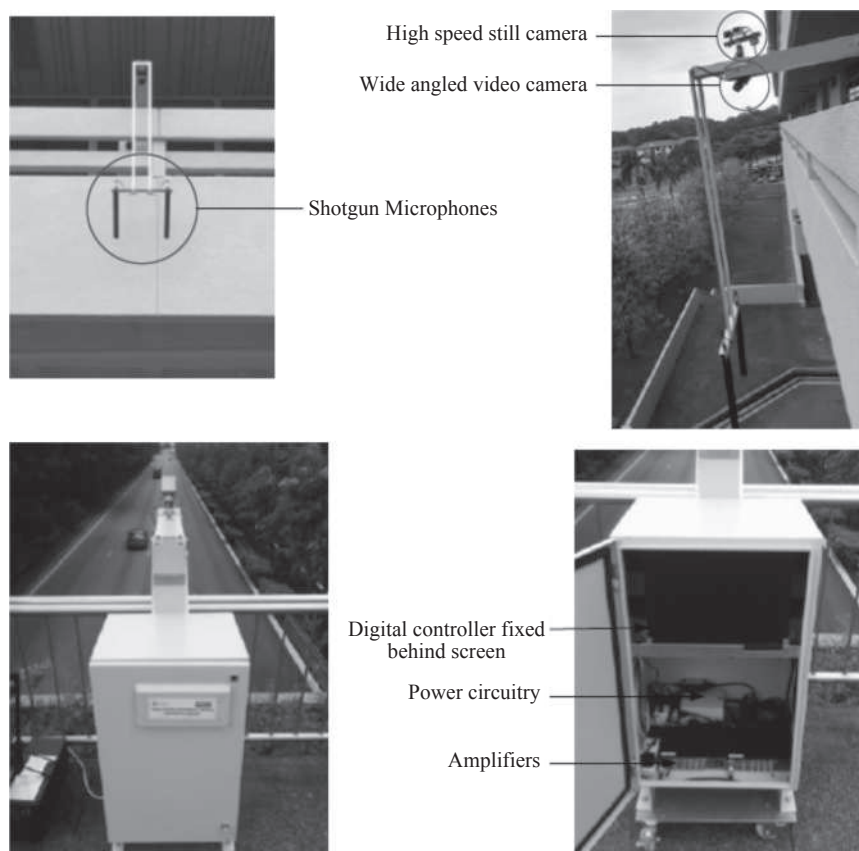


圖 11.7-6 系統設置於高架陸橋

個可折疊結構的末端，可直接監測高架結構下方的噪音。此一設置在指向性麥克風正下方形成一個直徑 3.5 m (相當於單一車道的寬度) 的有效測量範圍。可折疊結構焊接於一個堅固的鋁箱，其中裝著一個採用 Gigabit 乙太網路 (GigE) 用於擷取車牌的高速相機，和一個用於持續記錄周遭影像 / 聲音的廣角攝影機 (如圖 11.7-6 所示)。高速相機聚焦於推進距離，即距離所監測車道之測量區數公尺處。廣角攝影機則持續擷取測量區及其周邊環境的錄影畫面和聲音。高速數據擷取利用一個多通道資料擷取模組 (DAQ module)(NI 9234)。DAQ 模組連接於一個高性能控制器 (NI CRIO 9082)。如圖 11.7-6 右下角所示，該控制器牢牢安裝於螢幕後方鋁箱的上隔層內，負責所有即時和離線處理，並觸發系統內的相機和攝影機。前置放大器和電源電路等元件則裝在鋁箱的下隔層。這套系統所有外露部件均可防水，並可耐受各種天氣狀況。

圖 11.7-7 所示，演算法係採用 NI LabVIEW 圖形化編程介面建置，以發展簡單且友善使用者的圖形使用者介面 (GUI)。新加坡南洋理工大學發展之系統被設置於新加坡南洋理工大學校區內一個有高架陸橋的位置 (如圖 11.7-8 所示)。



圖 11.7-7 GUI 面板顯示最新擷取的巔峰 SPL 讀數、日期 & 時間、車牌相片、和錄影片段。麥克風陣列的 SPL 和距離排氣管高度 0.5 m 處的推估 SPL 均即時顯示，同時顯示既定的 SPL 閾值



圖 11.7-8 校準實驗設置於新加坡南洋理工大學校區內

設置的方式為兩支槍型麥克風被對稱裝置於受監測車道中線的正上方。麥克風距離地面的高度為 4.15 m，每條車道的寬度為 3.5 m。每支槍型麥克風旁邊臨時附加一支全向性麥克風。一個放置在地面，射極朝天發出白噪音的擴音器，被用來模仿車輛排氣管的噪音。每個擴音器位置進行兩次試驗，擴音器位置從受監測車道中線開始，沿著麥克風正下方的直線，朝著與車道正交

的方向移動，每次位移 0.5 m，直到相鄰車道的邊緣。每次試驗時，從擴音器播放的恆振幅白噪音，均被 4 支麥克風記錄下來（槍型麥克風和全向性麥克風各 2 支）。

藉由比較麥克風陣列與全向性麥克風陣列之計算 SPL 值，證明槍型麥克風的高信號抑制能力。槍型麥克風的方向性行為表現有助於在高速公路的實際交通情境中，抑制相鄰車道高噪音車輛的干擾。然而，值得注意的是，單單指向性麥克風還不足以完全消除錯誤觸發，因此在系統中採用了差動信號處理方法。

在實際交通情境中，當多線道高速公路的一個車道在監控中時，任何車輛之 SPL 曲線高峰均發生於最接近麥克風的進入點，只要假設麥克風處的 SPL 高於環境 SPL，此一說法便可成立。在如此情境中，最接近麥克風的進入點始終在麥克風正下方的線上，並與車道呈正相交。因此，前述校準實驗設置所產生的閾值，可被用於實際交通情境中。

三 未來發展移動式或高架（固定）式多車道機動車輛噪音照相系統

以聲學原理結合雷達測速照相系統原理，發展「高噪音抓拍」技術，「解決」噪音車輛製造噪音卻採證困難的問題，可「同步」偵測車輛的速度、多車道噪音監測及加上車牌辨識系統，改善無法音源定位及篩出多車輛個別噪音之缺點。

麥克風陣列在允許的範圍內能同時對多個音源進行精確定位，陣型的靈活配置，適應不同的音場狀況，透過音場能量分佈圖顯示，可快速找到被測音源位置（噪音足跡，Noise footprints），增加智慧型特色，譬如與 3G 模型建立介面，以利遠端監測並將數據傳送至伺服器。

麥克風陣列有遠場音源定位、音源識別、音源分離、頻譜分析等功能之優點，只需將麥克風陣列置於音源前方一定位置，並結合系統軟體，即可對噪音進行採集與分析操作簡便，可以協助消弭民眾質疑非屬使用中機動車輛的問題及進一步篩出高噪音車輛等優點。下圖 11.7-9 為挪威 Norsonic2018 推出新型的 Nor848B Acoustic Camera 麥克風陣列（資料來源：<https://web2.norsonic.com/product/324/>）。

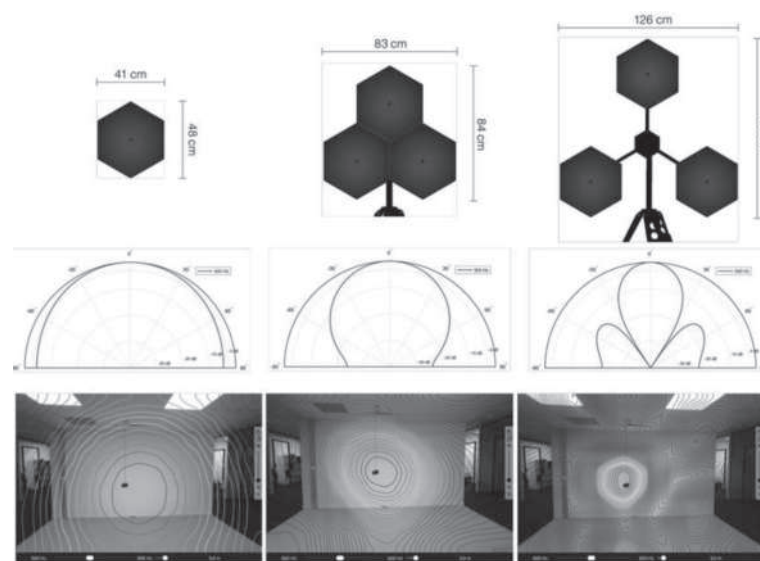


圖 11.7-9 挪威 Norsonic2018 推出新型的 Nor848B Acoustic Camera 麥克風陣列示意圖

11.8 聲音資料處理與 GIS 化

監測數據與模擬結果可以用於資料倉儲的結合，應用於地理資訊 (GIS) 系統上，使管理者或用戶端更容易瞭解監測結果，此資訊化構想呈現於以下圖示。

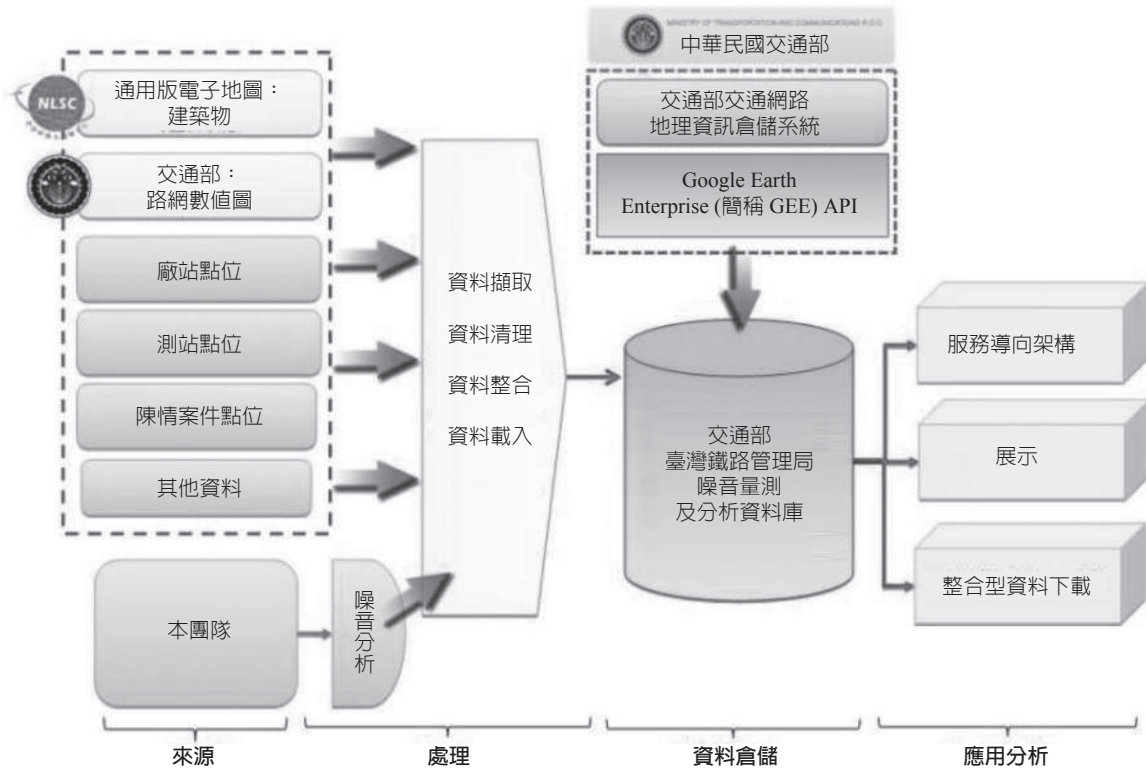


圖 11.8-1 資料處理流程

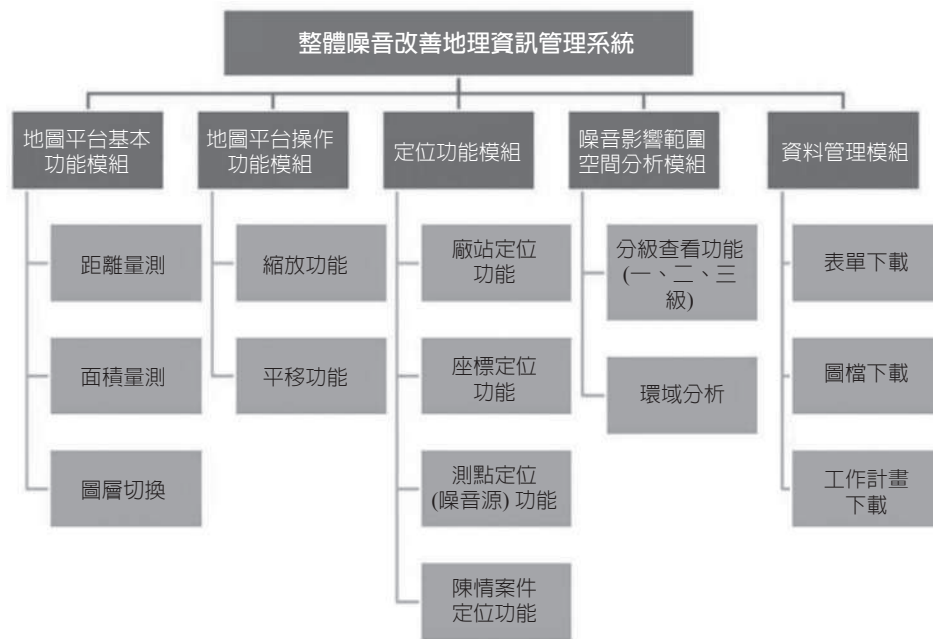


圖 11.8-2 系統功能架構圖



圖11.8-3 系統功能介紹示意圖 (1/3)



圖11.8-3 系統功能介紹示意圖 (2/3)

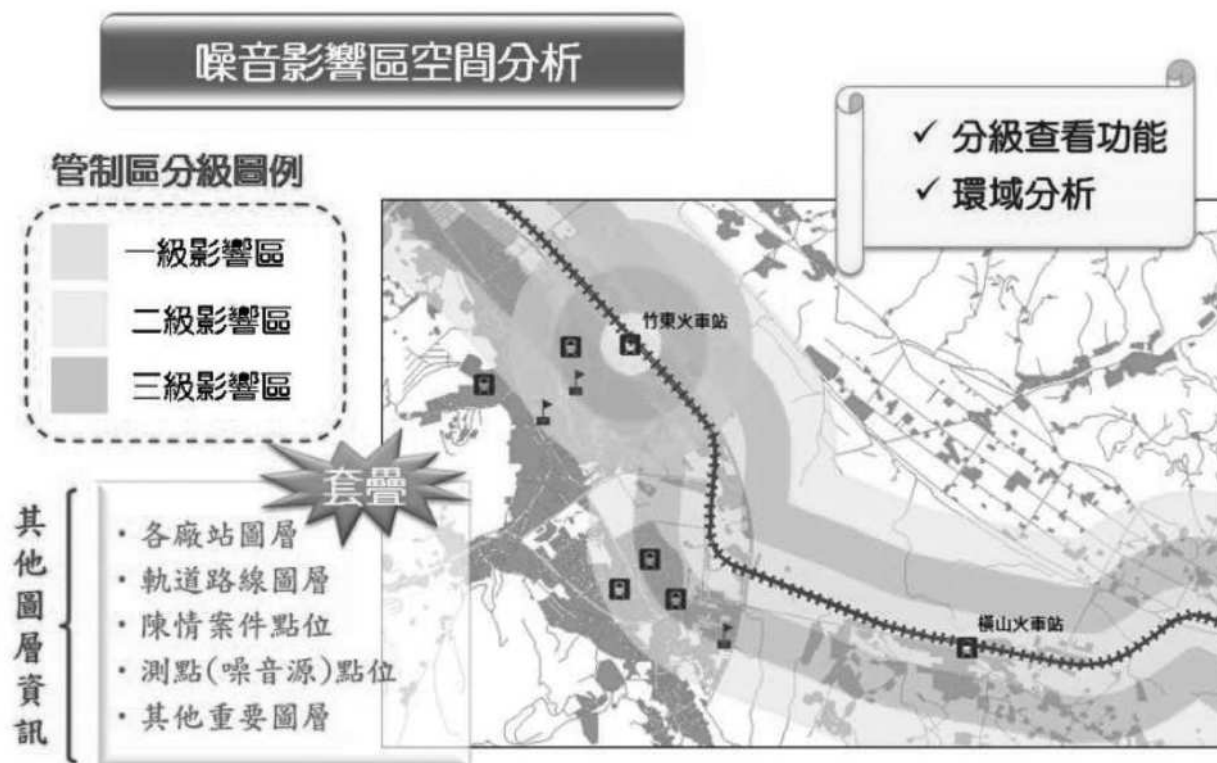


圖11.8-3 系統功能介紹示意圖 (3/3)



圖11.8-4 開發技術與工具 (1/2)



圖11.8-4 開發技術與工具示意圖 (2/2)

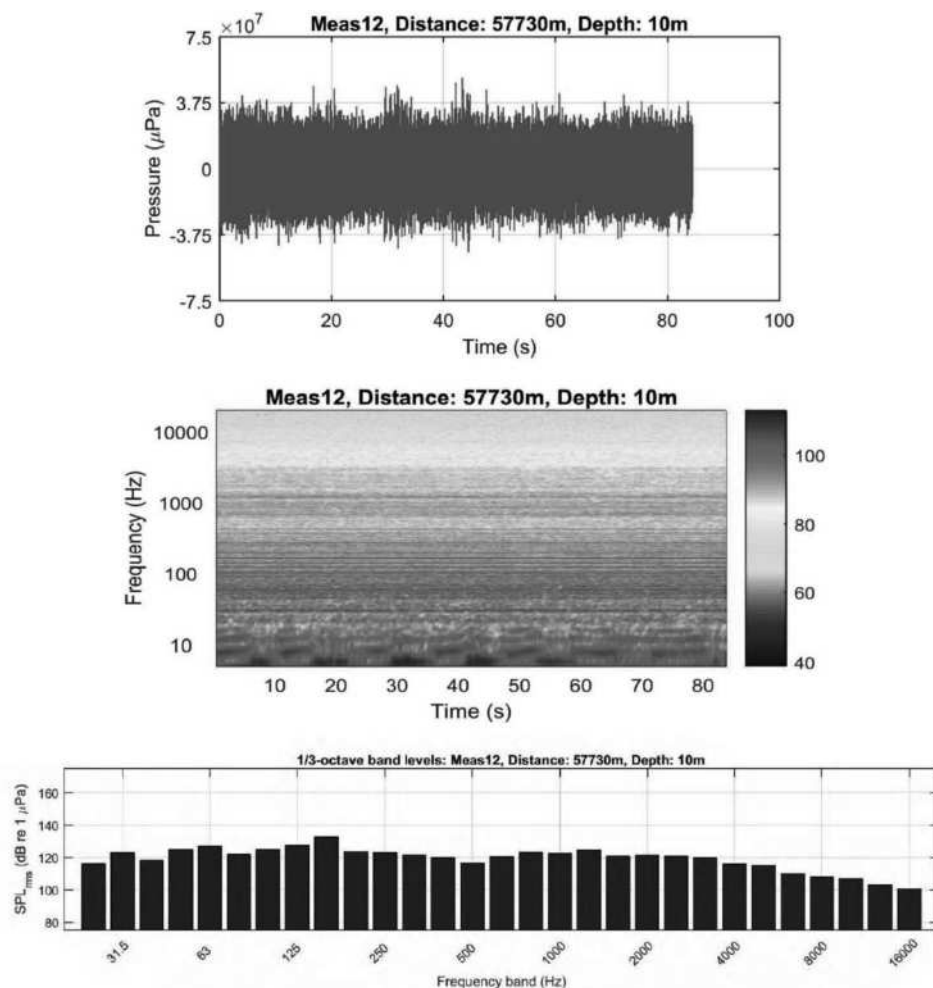


圖11.8-5 以 GIS 技術結合噪音影響範圍示意圖

11.9 水下噪音測量

全球離岸風電主要位於歐洲西風帶(北海、愛爾蘭海、波羅的海一帶)，其中英國北海的離岸風力發電場 Hornsea 1 目前仍在興建中(屬於丹麥沃旭(Orsted)擁有)，預計 2020 年投入運轉，成為全球最大的離岸風力電場，總發電量上看 1,218 MW，可供應逾 100 萬戶英國家庭的用電，此為全球最大離岸風場；而我國預計 2025 年將累計離岸風電投資額約 9,600 億元，每年約可提供約 200 億度電力，並創造約 2 萬個就業機會，同時帶動年減碳量約 1,000 萬噸，將有利於實現我國綠色能源發展，惟發展離岸風機在於施工、運轉維護，甚至除役作業所產生的水下噪音，對海洋哺乳類動物的影響研究是非常重要的環境議題，必須審慎評估及規劃水下噪音減低措施及環境監測工作。

本節介紹加拿大 Ocean Sonics 水下噪音測量設備，此設備應用於海洋工作和研究，收集水下聲音，是屬一種數位水下聽音器，可用來海洋觀測、海洋動物監測、海上風場、潮汐能、環境監測、船隻監測和檢測。水下噪音量測儀器測得的噪音訊號，其量化方式與噪音類似，另如採用頻譜圖表示時，可用 FFT (fast fourier transform) 取得八音度或 1/3 八音度的頻譜圖表示。水下噪音監測數據分析頻譜圖，如圖 11.9-1。



資料來源：TGS, “Noise Monitoring Survey Report, Seismic Survey North East Greenland, 2015”。

圖 11.9-1 水下噪音監測數據頻譜圖

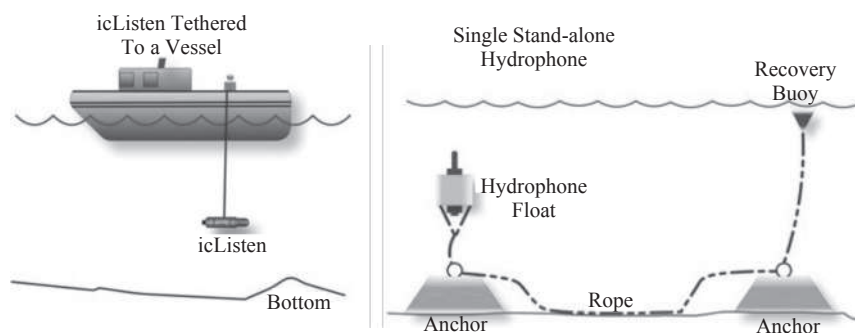
表 11.9-1 二種 icListen 型式規格與功能說明

屬性	icListen AF(L)	icListen HF
頻率	0.01 Hz ~ 12 kHz	10 Hz ~ 204 kHz
應用	地震監測 火山監測 音頻監測	寬帶噪音 海嘯乳動物 管道洩漏 超音波監測
規格		
靈敏度	-170 dBv re.uPa (-X2 -201 dBv re.uPa) ±3V full scale	
解析度	24 bit	
資料儲存	256 GB	
深度	200 / 900 / 3500 / 6000 / 7000 meters	
陣列同步	PPS / PTP / GPS	
使用者介面	Web Server / Lucy / FTP	

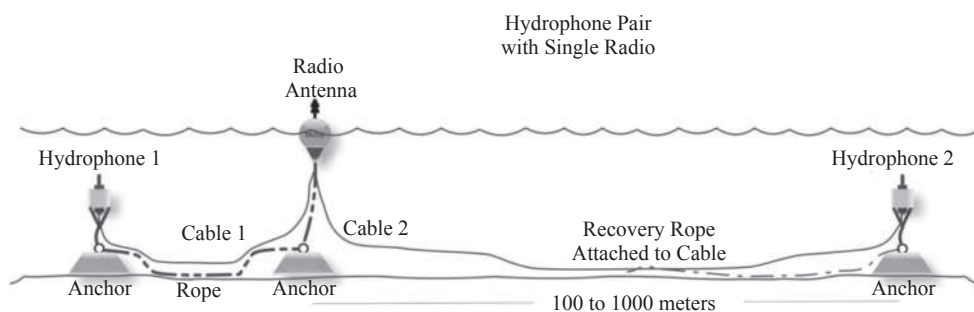
智慧型水下聽音器 (或稱水下麥克風, hydrophone) 具備類比性能、記憶數據鏈接、訊號處理 (即時頻譜分析 (FFT)、波形差異採樣率、儲存或串流式傳輸頻譜數據)、低耗電 (電池操作、通過長電纜進行操作、低功率陣列)、事件偵測 (檢測不同的事件類型、基於頻率、位準和時間、儲存數據、發送消息、儲存事件) 等功能, 將它們組合成一個完整的單元, 功能整合、可靠性高、性能好, 後續可以整合到更大的系統中、形成簡單或複雜的陣列、具備與第三方軟體的介面。

一 布設 icListen 方式

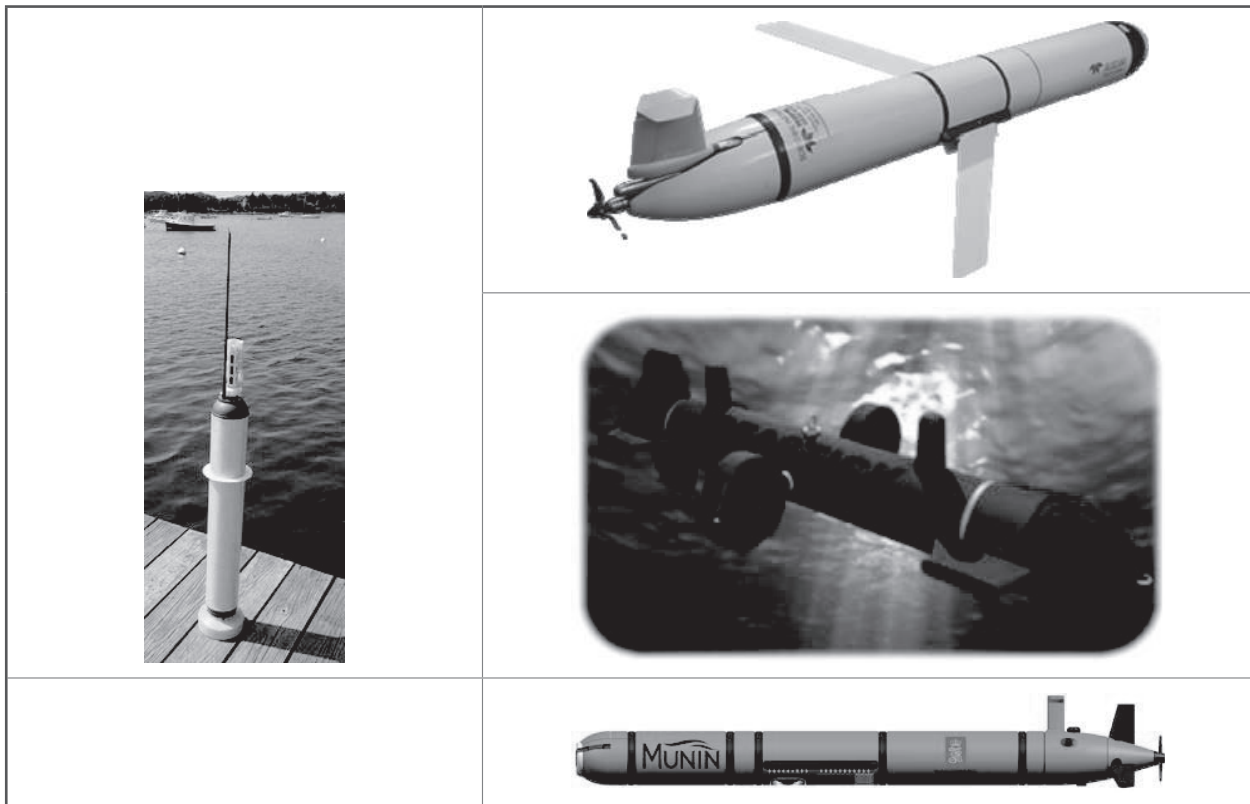
1. 繫繩到船隻 (海洋觀測站或延長線)。



2. 繫繩到浮標 (使用 ISM 無線電或蜂巢式網絡)

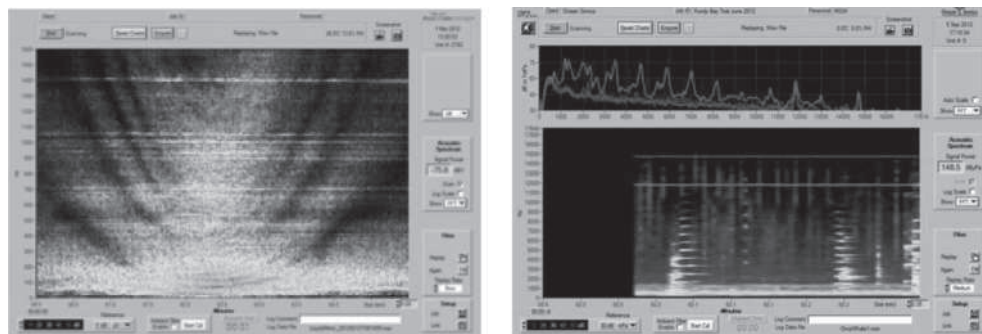


3. 無人遙控船 (掛在翼旁或船頭上，放置在無人遙控船後面拖曳，發送事件或頻譜數據)

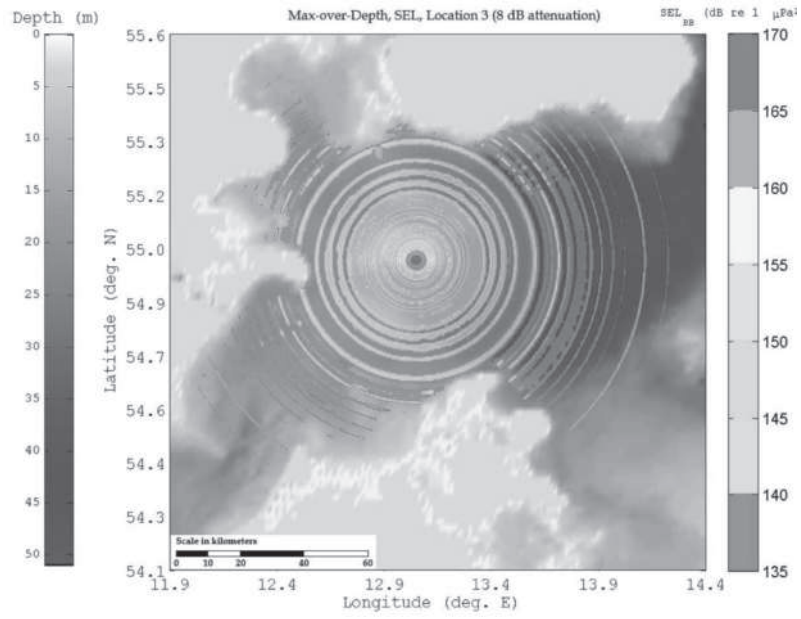


二 電腦軟體

可視化圖像聲學數據，管理水下聽音器，查看和與數據交互，檢測 / 記錄聲音事件，處理記錄的數據等功能。



藉由監測數據，可針對風力發電機組施工期間進行 NISIM 模式水下噪音模擬校估等後續工作，NISIM 模式模擬結果示意圖請詳圖 11.9-2 所示。

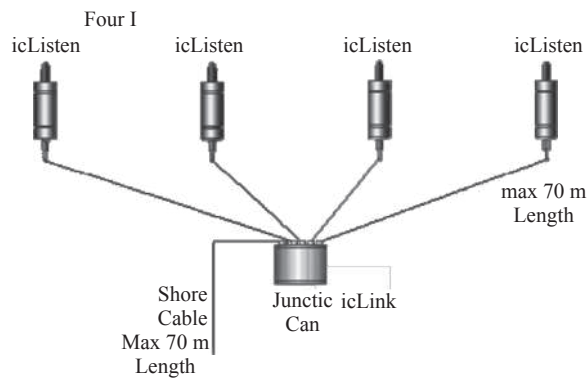


資料來源：Energinet.dk, “Kriegers Flak Offshore Wind Farm Underwater Noise Modelling EIA Technical Report, 2015”.

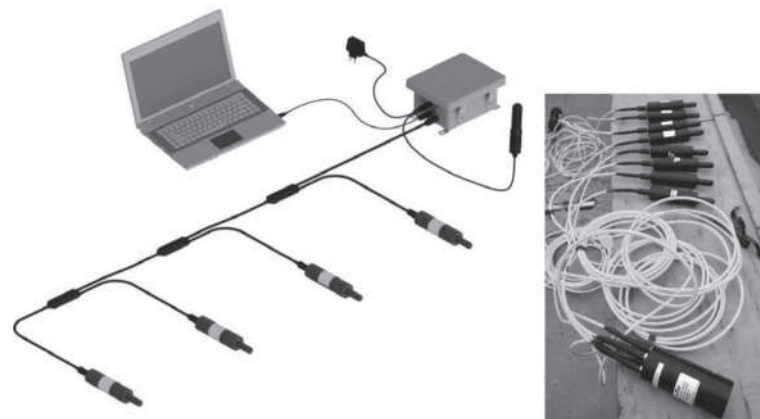
圖 11.9-2 NISIM 模式水下噪音模擬示意圖

三 水下聽音器陣列

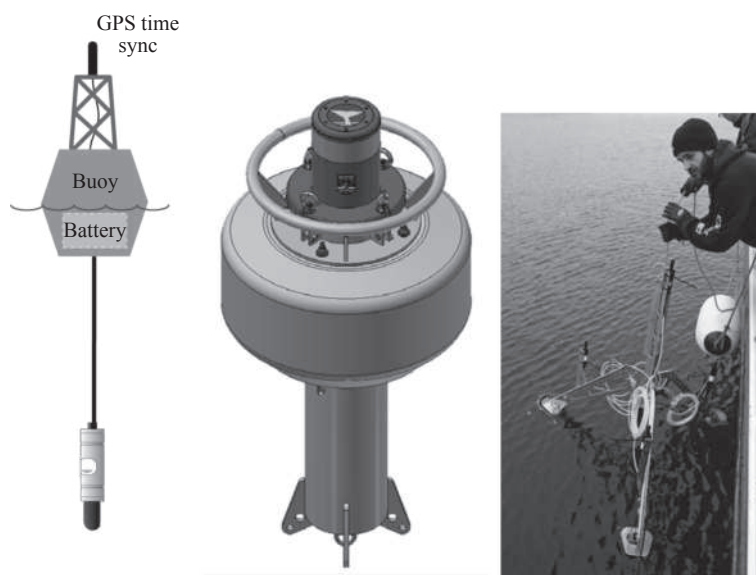
1. 使用多端口集線器連接和同步



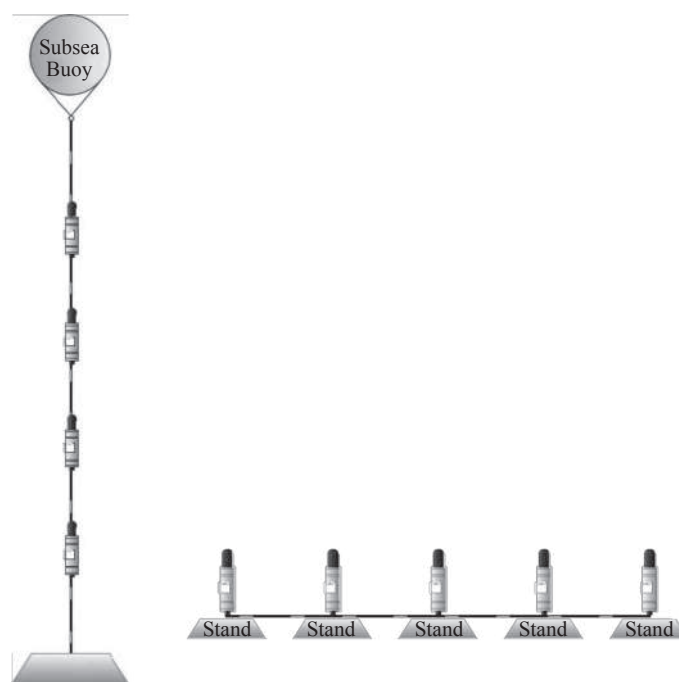
2. 使用智能電纜連接和同步



3. 使用 GPS 時間同步



4. 陣列幾何 (垂直、橫向 (水平))



11.10 聲音 AI 與辨識技術

在吵鬧的環境中如何辨別出想要聲音？需透過人工智慧 (AI, Artificial Intelligence) 技術來發展「聲音狀況辨識技術」。通常交通十字路口、公共場所或防範街頭滋事的監控解決方案，大家最先想到的技術就是監視攝影機 (CCTV)，但是攝影機本身也受限於無法在昏暗、不明亮、遠處

拍攝的明顯弱點。因此，近年來藉由聲學感測器與聲音 AI 技術，高度精準地偵測出「目標音」，藉此掌握無法從影像瞭解的事件狀況。

以往的偵測技術，是在特定環境下大量學習「目標音」，進而能夠偵測。偵測時，事先去除在該處學習到的環境噪音，來提升偵測的精準度，然而在實際環境中，也會加入無法預期的噪音。例如在喧鬧環境中，想偵測車禍、槍聲、玻璃碎裂的聲音，傳統技術的做法，是讓系統學習在該環境下所設想到各種模式的車禍、槍聲、玻璃碎裂聲音，因此，系統必須耗費數週的時間，來學習該環境下的噪音。然而，實際偵測時，若突然加入附近的施工聲音、交通聲音或街頭吵雜等未知的噪音，就會大幅降低偵測的精準度。為了提高精準度，勢必得「再學習」未知的聲音。

近年來，研發出所謂「再學習」，即 Deep Learning (深度學習) 的學習技術，一般做法上都是讓系統學習大量數據，未來還可以「聽懂」與「模仿」聲音狀況。然而，實際環境下的噪音，由於有著無限的變化，無論怎樣學也學不完的。

聲音是有限的構成聲音 (頻率結構有固定模式) 而產生，要將聲音分解成有限的構成聲音或重組構成聲音再進行辨識，需要建立「聲音資料庫」。有著大量數據之「聲音資料庫」就可以發展聲音辨識技術 (音源分離)，發揮出高度精準的偵測性能，還可以運用在室外的大規模活動監視、鬧區或小巷道等都市監控。例如在無其他噪音的環境下學習這些構成聲音，如此一來，將現場所偵測的聲音分解成構成聲音之後，再重新組成所謂「目標音」，就能正確辨識。此外，不僅是「目標音」，還可當場判斷出各個未知的噪音，因此可從現場偵測到的聲音中，計算噪音成分並自動排除。聲音 AI 與辨識技術其他用途如：

1. **聲音守護**：舉例來說，若將聲音感測器設置於獨居老人的家中，便可藉由聲音自動守護，一旦偵測到有人跌倒的聲音、求救的聲音或呻吟的聲音，便發出警報的用法。
2. **人流量計算**：將本技術搭配振動感測器，設置於百貨、大賣場、購物中心等場所，以特定的精準度來偵測男女、兒童等各種屬性的人流量。記錄一定時間的人流量後，便可用來預測每天購買行為的變化，在舉辦宣傳活動時偵測人流量變化，相信能夠作為具體量化廣告效果的工具。
3. **工作環境改善**：還能將辦公室的活絡程度、店內的客層與氣氛予以可視化。聲音感測器可辨別出笑聲與認真討論的聲音，藉此對應到辦公室內一整天工作流程。與高產能辦公室的工作流程相比，能有助於改善每天的工作。
4. **營業額提升**：生意興隆的 Pub、卡拉 OK、居酒屋、餐廳等，吵雜喧鬧的交流氣氛，透過聲音感測器化為學習模型，可用在提升一般店家營業額的對策。
5. **瘦身計畫**：若能看見親朋好友的運動情形，透過聲音感測器之記錄，用來支援更詳細的瘦身計畫，將不再是遙不可及的夢想。