

4 Chapter

航空噪音

4.1 噪音特性

- 4.1.1 飛機噪音
- 4.1.2 機場噪音
- 4.1.3 航空噪音評估指標
- 4.1.4 航道下航空噪音最大音量與評估指標

4.2 噪音預測和評估

- 4.2.1 航空噪音的預測
- 4.2.2 航空噪音的預測模式
- 4.2.3 航空噪音的評估
- 4.2.4 桃園機場第三跑道 INM 模擬評估
- 4.2.5 飛機地面噪音評估
- 4.2.6 噪音暫歇之評估

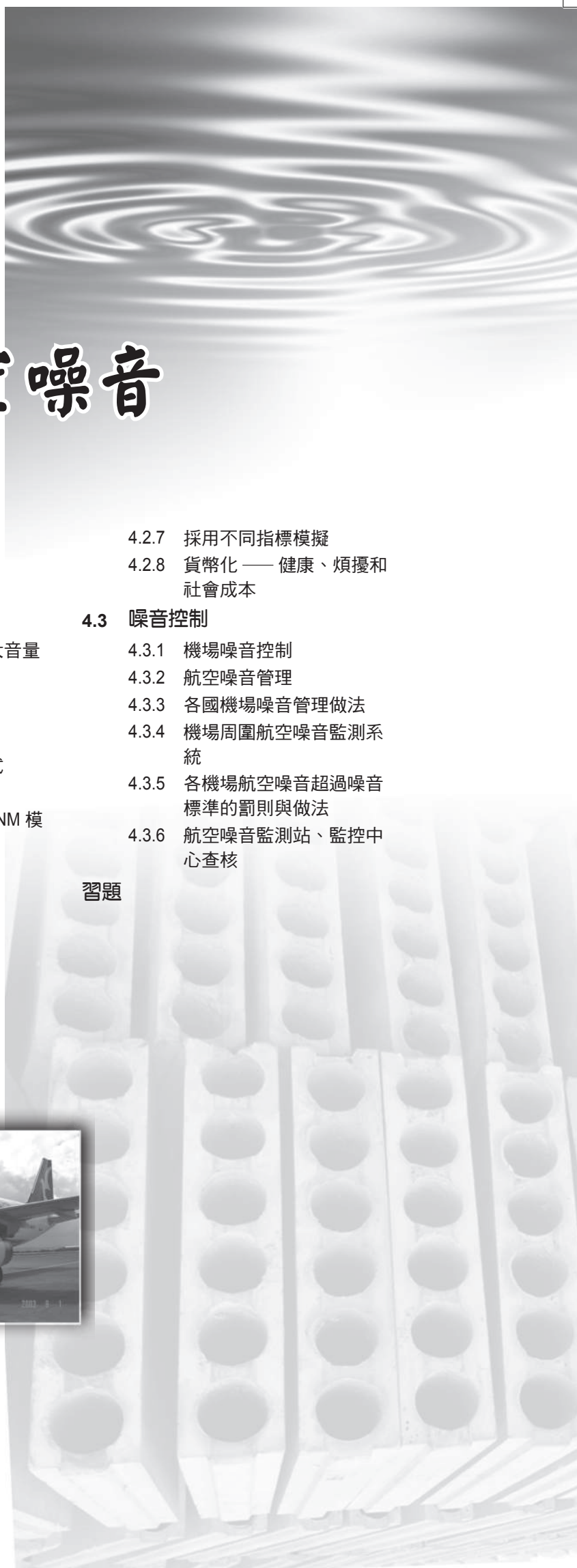
4.2.7 採用不同指標模擬

- 4.2.8 貨幣化——健康、煩擾和社會成本

4.3 噪音控制

- 4.3.1 機場噪音控制
- 4.3.2 航空噪音管理
- 4.3.3 各國機場噪音管理做法
- 4.3.4 機場周圍航空噪音監測系統
- 4.3.5 各機場航空噪音超過噪音標準的罰則與做法
- 4.3.6 航空噪音監測站、監控中心查核

習題



本章所介紹的航空噪音包括飛機和機場的噪音，將說明航空噪音的噪音源、特性及評估指標，在瞭解其特性的基礎上對機場和飛機的噪音進行測量，並對機場噪音進行預測和評估，並提出航空噪音常用的防制方法。

4.1 噪音特性

4.1.1 飛機噪音

航空噪音主要由推進器系統噪音及空氣動力噪音組成。推進器系統噪音主要由推進器噪音(螺旋槳噪音，噴氣噪音等)、排氣噪音、風扇噪音和壓縮機噪音構成，空氣動力噪音除了氣流經過機身所引發的擾動外，還有在飛機高速飛行時，由於附面層壓力起伏而在機內引起的噪音。以超音速飛行的飛機壓縮空氣所產生的衝擊波還會引發音爆。

航空噪音：指各類飛行器尤指飛機在起飛，航行和著陸時所發出的噪音。自 1903 年萊特兄弟發明飛機以來，飛機逐步得到了廣泛的應用。飛機發明初期，引擎的功率並不大，且數量稀少，因而飛機噪音並不足以對日常生活造成危害。到了 20 世紀 40 年代的時候，由於飛機引擎的功率迅速提高，飛機引擎的噪音引起了飛機設計者的注意，航空噪音也成為一個重要的社會和科學技術問題。

民航初期，航空噪音主要影響機組人員的舒適；到後來，航空噪音嚴重地影響到飛機內乘客和機組人員之間的交流。第二次世界大戰後，噴氣式飛機大量出現，帶來了巨大的噪音。飛機噪音影響機內儀器設備等的正常運作，同時也導致機體結構材料產生疲勞及損傷，甚至影響飛機的安全性。1953 年，一架英國德哈威蘭 (de Havilland) 公司生產的彗星式客機在飛行中解體，就是由於機體材料疲勞斷裂導致的。

機場對地面工作人員及生活在機場附近的居民的影響：不斷起落的飛機影響人們工作、睡眠，久之甚至會導致聽力損傷，損害了相關人員的身心健康。

螺旋槳噪音是由螺旋槳葉片在空氣中轉動時所產生的起伏力場和漩渦而引起的，它是一種無規噪音，但也含有週期性成分。排氣噪音一般比推進器噪音要小得多，而噴氣噪音則是目前人工產生連續噪音較大的噪音源，空氣動力噪音是航空噪音 600 Hz 以上噪音的主要音，但是在飛機著陸和起飛時，空氣動力噪音有可能會低於推進器噪音。下面分別介紹幾種不同類型飛機的噪音。

一 螺旋槳推進器噪音

螺旋槳飛機中，帶動螺旋槳的引擎功率一般較大。螺旋槳飛機噪音主要由螺旋槳噪音和引擎排氣噪音組成，其中螺旋槳噪音佔主要地位。在螺旋槳推力一定的條件下，螺旋槳噪音是葉片頂端速度的函數。螺旋槳噪音的頻率如公式所示：

$$f = inz / 60 \quad (4-1)$$

式中：

n ：每分鐘的轉速，

z ：葉片數，

i ：頻率諧波序號， $i=1$ 時的頻率為基頻。

二 渦輪噴氣引擎噪音

渦輪噴氣引擎透過將燃燒過後之氣體向後急速噴出，給飛機提供推力。它的運轉流程主要如下：

1. 空氣在引擎進氣口的離心壓縮機處被壓縮。
2. 壓縮空氣進入燃燒室，與霧化燃油充分混合後被點燃。
3. 燃燒後體積急速膨脹的高壓氣體向後高速噴出。

根據渦輪噴氣引擎的原理，這類引擎在運轉時，會產生三種噪音：進氣口噪音、引擎外殼振動輻射噪音、排氣噪音，其中第三種為噴氣引擎噪音的主要部分。圖 4.1-1 為渦輪噴氣引擎截面及噪音源的示意圖。



圖 4.1-1 渦輪噴氣引擎示意圖

三 渦輪風扇引擎噪音

渦輪風扇引擎由渦輪噴氣引擎發展而成，在飛機速度低於 724 km/h 時，純噴氣引擎的效率低於螺旋槳引擎，而在飛機速度高於 563 km/h 以上時，螺旋槳的高葉尖速度造成的氣流擾動會導致螺旋槳效率迅速降低。渦輪風扇引擎很好地結合了兩者的優點，達到了最高的綜合效率，在推力一定的前提下顯著減小了噪音。

渦輪風扇引擎的噪音主要由空氣動力噪音和螺旋槳噪音組成。由其運轉原理可知，渦輪風扇引擎的噴氣噪音是由內涵道和外涵道的噴氣噪音共同組成的。同時，可以通過減少其他主要的機器噪音如風扇噪音、壓縮機噪音、渦輪機噪音和燃燒噪音等來進一步降低渦輪風扇引擎的噪音。

四 直昇機航空噪音的特性

(一) 旋翼噪音

直昇機的旋翼包括主旋翼和尾部旋翼，它所產生的噪音就可分為主旋翼噪音和尾部旋翼噪音。主旋翼所產生的噪音是構成直昇機航空噪音的主要部分，其又可分為旋轉噪音、寬頻噪音和脈衝噪音。這部分噪音頻率較寬，對形成遠場噪音起決定性作用。旋轉噪音是由槳葉上載荷的週期性擾動以及槳葉厚度而引起的，可分為載荷噪音和厚度噪音，載荷噪音是旋轉噪音中重要的噪音之一，它由槳葉表面載荷對空氣的脈動激勵引起，厚度噪音由槳葉厚度引起，當槳葉旋轉時，槳葉厚度迫使周圍氣體體積位移週期性填充，由此產生噪音；寬頻噪音主要是由作用在槳葉上的隨機脈動力引起的；脈衝噪音又可分為兩種：一種為葉片 - 漩渦干涉噪音 (blade-vortex interaction noise, BVI)，另一種為高速衝擊噪音。脈衝噪音的出現會大大提高直昇機的系統噪音水準。尾部旋翼主要用來抵消主旋翼產生的扭矩，產生的噪音主要影響直昇機周圍。尾部旋翼噪音旋轉頻率相對主旋翼較高，產生頻率較高的噪音，主要影響直昇機近場，由於人耳對高頻音最敏感，所以這部分聲音對人的傷害很大。

(二) 發動機噪音

發動機噪音取決於發動機的類型，常見的發動機有：活塞發動機、燃氣渦輪發動機和衝壓式

噴氣發動機。發動機等發出的機械噪音為寬頻高頻噪音，能量主要集中在高頻區。高頻音很容易被空氣吸收，它只對直昇機的近場起作用，遠場則可以忽略它的影響。

(三) 傳動裝置噪音

傳動裝置噪音是指直昇機的包括變速箱在內的傳動裝置在直昇機運行時所產生的噪音，通過振動的傳遞，齒輪、油箱、支撐結構以及機艙本身都可以是音源。若這些結構發生共振，噪音則更為強烈。這部分噪音的頻率在 500 ~ 1,500 Hz，會嚴重影響飛行員的通訊和操作，並給機上乘客帶來很大的不適。

(四) 直昇機外部噪音和內部噪音

直昇機外部噪音特性是：噪音信號為一寬頻信號，主要能量集中在低頻，噪音來自空中，地面地形、遮擋等很難衰減飛機噪音。噪音的時間特性也很特別，人們聽到飛機噪音是由遠而近，再遠去。直昇機內部噪音特性是：噪音主要來自傳動裝置和發動機，噪音量較高，頻率集中在高頻，對艙內工作人員及乘客影響很大。直昇機航空音環境是指直昇機飛行時的各種噪音通過各種途徑在直昇機外部和內部形成的聲場環境。直昇機航空噪音按噪音來源可以分為旋翼噪音、發動機噪音和傳動裝置噪音；按噪音輻射區域來看又可分為外部噪音和內部噪音。其頻譜如圖 4.1-2 所示。

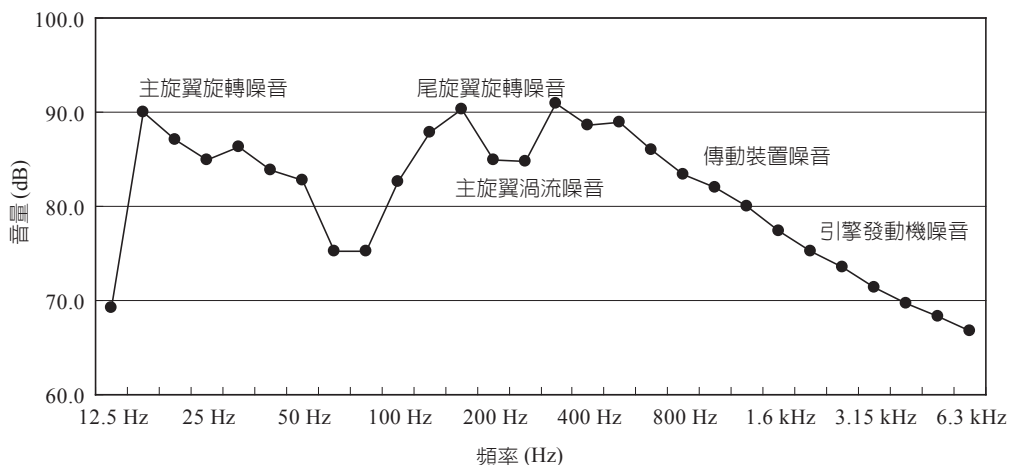


圖 4.1-2 直昇機噪音的頻譜

4.1.2 機場噪音

噪音的危害是多方面的。比如損傷聽力、影響睡眠、誘發疾病、干擾語言交談；特別強的噪音還會影響設備正常運轉，損壞建築結構等。機場噪音的影響可以分為三類：(1) 飛行時對周圍環境造成的噪音污染；(2) 飛行時噪音對機上駕駛員以及乘客的影響；(3) 機場地面噪音。機場噪音具有噪音量高、影響範圍廣、短時持續發生的特點，因此比起其他的城市區域環境噪音，對人們的危害更大，對機場工作人員和機場周圍的居民的傷害尤為嚴重。

以松山機場為例，飛機的降落遠從林口、三重就準備下降程序，低噪音型的飛機需求越顯重要，但如果飛機噪音變小，住在航空噪音等噪音線以外地區的居民所關切的問題，將不再全是個別飛機所產生的噪音，而是大量飛機越過上空所造成的累積衝擊 (cumulative impact)。航道下

方的居民他們感覺到，沒有飛機越過上空的時間消失了，以前班次少還有短暫喘息時段，如今卻沒有了；而敏感時段（如夜間和週末包機）的航空噪音事件卻比以前頻繁了。以往航空噪音的評估與管理只注意到機場周邊「近區 (close in)」之區域，這區域航空噪音的暴露值最高。然而，近幾年大家才意識到，等噪音線外圍地區居民要求限制機場活動或反對機場成長的社區壓力，已經日益升高，這些飽受噪音之苦的較「遠區」居民也受到很大的影響，因為「遠區」居民通常住在繁忙航道的下方。也就是說航空噪音問題過去一直都主要發生於機場層面，但近年來，與距離機場相當遠之主要航道相關的噪音，在某些國家也已成爲一個問題，如果「遠區」居民預期某些地區應該「很安靜」，即使在總航空噪音暴露量可能很低的情況下，民眾所感受的除了累積衝擊，噪音苦惱或干擾程度仍可能非常高。故無論「近區」或「遠區」之居民對航空噪音的反應是產生了根本的改變，我們試問：航空噪音影響的地理範圍擴大是因為民眾對航空噪音變得比較敏感 (sensitive)，還是因為機場周邊噪音暴露型態 (noise exposure patterns) 起了變化？

雖然我們不知居民對航空噪音的心理是產生了怎樣的改變，但很明顯的是，近年來機場周邊航空噪音型態，在實質上已產生了重大變化，亦即個別新型飛機變得比過去安靜得多，但飛機起降活動卻大幅增加。因此，雖然機場附近居民所接收到的總噪音暴露量 (noise dose) 或許沒有改變，甚至降低，但噪音暴露量的構成已經大不相同。今天，住在機場附近特定點上的居民可能接受到來自較多數量相對較安靜的飛機越過上空的航空噪音暴露量，而不是像過去一樣，接受到來自數量較少但聲音非常大的噪音事件的航噪音暴露量。

過去，我們對「近區」航空噪音的管理勘稱完善，我們現在需要做的是「遠區」延伸區域的防制，以便在管理航空噪音時，積極考量這些機場周邊外圍地區。住在外圍地區的居民由於距離機場太遠，並不適用隔音措施或其他國外常見的物產收購和航空地役權 (property buyouts, aviation easements)，這些居民通常住在不適合強制實施航空噪音相關土地利用規劃管制措施的地段；同樣地，他們的房屋也不適合在其產權登記和買賣文件上登載相關的噪音資訊（但連這一點我國都尚未實施，至少我國應讓人民買房子時知道我住在什麼噪音管制區中？心理上有某種程度的預防與預期，政府應加速推動噪音資訊地籍化）。

我國的航空噪音評估以航空噪音日夜音量 (DNL) 等噪音線為基礎，這些等噪音線亦作為機場周圍航空噪音管制區之劃定與補助之依據，然如何劃定這些所謂專業的等噪音線，國內並沒有一套自己的方法，也無認證方式與單位（政府應加速推動「噪音士」專業認證化，否則連要開罰單都恐受質疑）。另外，「全區噪音公開化」也是航空噪音管理的一項重要手段。就這點而言，「噪音公開化」指的不是國外在房屋產權登記和買賣文件上登載噪音資訊，而是為社區所有居民提供可取得簡單明瞭且最新的全區噪音資訊的管道。如前文所述，住在機場周邊較外圍地區的居民，通常預期自己不會受到航空噪音的干擾。因此，一旦他們發現自己竟然是住在繁忙航道的下方，其負面反應必然特別激烈。由於近年來航道追蹤和家庭電腦化的進展，可為社區提供最新全區航空噪音資訊，管理「意外噪音」，相對容易多了。

最後，如果一座機場希望獲得附近廣泛社區居民的支持，他們必須設法讓所有社區居民（包括近區及遠區居民）都深信，所有管理航空噪音選項都經過專業測試，並採行公平合理的結果。由國外經驗顯示，如果希望建立良好的社區關係（採取圓桌會議，機場—中立者—居民共同參與），機場與社區雙方的資訊交換必須充分透明，為了達到此目的，相關資訊需要以簡單易懂的描述來呈現，並顯示機場周邊廣泛地區的航空噪音影響範圍。

下面分別介紹次音速飛機、直昇機、超音速飛機在上空飛過時的噪音特點。

一 次音速飛機在上空飛過時的噪音特點

飛機在上空飛過時，與聽者距離逐漸變小，因而噪音逐漸變大。當飛機飛臨聽者頭頂時，距離達到最小值，噪音強度達到最大。此後距離逐漸變大，噪音也逐漸減小，直至消失。

二 直昇機在上空飛過時的噪音特點

一般直昇機的主轉子為主要噪音源。主轉子的噪音含有主引擎發出的噪音，葉片轉動的週期噪音和由於與轉子非週期性空氣動力相互作用引起的寬頻帶的空氣動力噪音。

三 音爆音

以超音速飛行的飛機除了推進系統產生的噪音以外，還含有因高速飛行所產生的衝擊波帶來的噪音，即音爆。當飛機做超音速飛行時，在機頭或突出部分會像水中前進的快艇一樣出現楔形

或錐形波——激波。同時飛機所發出的聲波疊加在機身後方，形成圓錐形狀的音錐。它們向外傳播時互相干擾和影響，彙集為一道包括機頭的前激波和一道尾隨機尾的後激波。這種波的厚度很小，經激波後空氣的壓強、密度、溫度都突然升高，速度立即下降。當這兩道激波波及到人的耳朵時，耳鼓膜受到突然的空氣壓強變化，便感覺是兩聲雷鳴般的巨響，稱為音爆。「音爆」只有在飛機做超音速飛行時才會出現。「音爆」的強弱及其對地面影響的大小，與飛機飛行高度有著直接的關係。若飛行高度過低，音爆能夠對地面帶來極大的破壞。音爆傳播到地面時的壓力波形狀如英文字母 N，故稱為 N 形波，N 形波的產生如圖 4.1-3 所示。圖 4.1-4 展示了 N 形波的時域和頻域特徵。

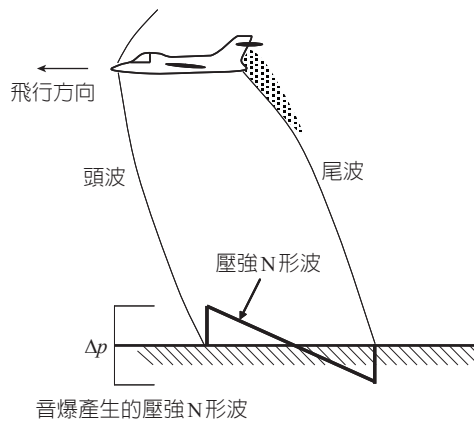


圖 4.1-3 N 形波

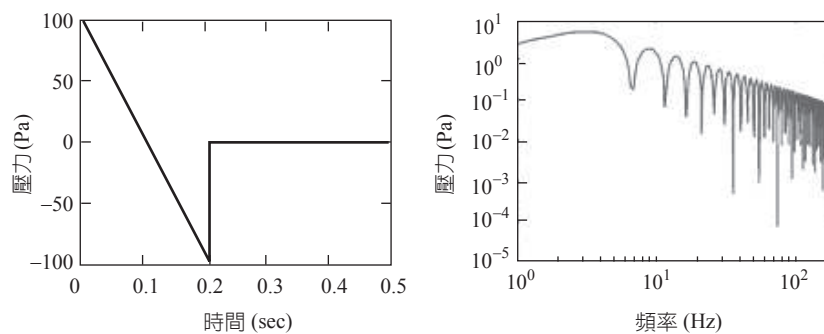


圖 4.1-4 N 形波的時域和頻域特徵

根據「協和式」和其他超音速飛機的測量資料，音爆的超壓範圍是 25 ~ 150 Pa。它一般通過三種途徑傳播到地面：直接由飛機通過大氣傳播到地面；向上的波被逆溫層折射到地面；向下的波被地面反射後再次被大氣折射回地面。

音爆的危害不僅在於其巨大的聲響和潛在的破壞力，還在於其範圍。超音速客機的機體龐大，其產生的音爆能傳播到很遠的地方。也就是說，一般飛機主要對機場附近帶來噪音污染；而超音速客機把噪音帶到了飛機航線所經過的廣大區域。故在許多國家，超音速客機是禁止過境的。世界唯一的超音速客機「協和式」被停飛，美國波音公司曾經研製的 2707 系列超音速客機計畫最後被取消，很大程度上就是因為環境尤其是噪音問題。

4.1.3 航空噪音評估指標

一 暴露噪音量 *SEL*

對於單次或離散航空噪音事件，如飛機的一次起飛或降落過程，可用 *SEL* (sound exposure level) 來表示這一噪音事件的大小。從數學上來講，它是持續噪音能量的總和，可以把它當作持續 1 秒的均能噪音，由圖 4.1-5 表明了噪音事件中的 *SEL* 音能量部分。

由於 *SEL* 將時間規範為 1 秒，因此，在航空噪音事件中它幾乎總是比最大音量重要。事實上，對於大多數飛機噪音，*SEL* 會比最大音量高 7 到 12 dB(A)。而且，由於它是積累的 (cumulative) 量度，那就意味著一個更高的 *SEL* 可以來自較大的聲音或較長的時間或聯合作用。

SEL 提供了一種描述噪音的綜合方式，在建立模型並比較噪音環境時可利用這種方式。*SEL* 值的計算公式如下：

$$L_{SE} = SEL = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_e^2} dt \right] \quad (4-2)$$

式中：

- $p_A(t)$ ：A 加權音壓值，
- p_e ：參考音壓，
- t_1 ：單一噪音事件的開始時間，
- t_2 ：單一噪音事件的結束時間，
- t_0 ：參考時間，一般取 1 秒。

例如有三個航空噪音事件，持續時間分別為 20 秒、14 秒及 10 秒。均能音量 L_{eq} 分別為 84.1 dB、79.5 dB 及 84.8 dB，將事件持續時間「壓縮」成視為 1 秒，則 *SEL* 值分別為 97.1 dB、91.0 dB 及 94.8 dB。

針對一個異常高噪音的噪音事件，一定要記錄該事件發生期間的每秒噪音值與維持的時間。單一個噪音事件的 L_{eq} 值係將該事件每秒產生的噪音量加總後平均在持續的時間內。單一個噪音事件的 *SEL* 值係將該事件每秒產生的噪音量加總後集中在一秒內而所顯示的噪音值。

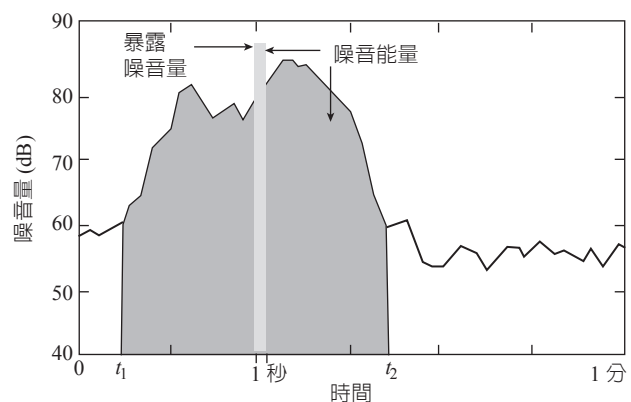
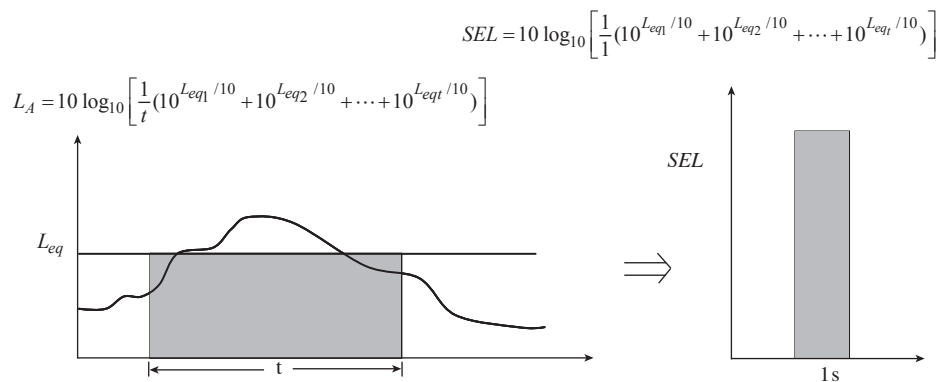


圖 4.1-5 噪音事件中的 *SEL* 音能量部分



$$L_A = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{t} (10^{L_{eq1}/10} + 10^{L_{eq2}/10} + \dots + 10^{L_{eqn}/10}) \right]$$

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{12} (10^{75/10} + 10^{77/10} + 10^{80/10} + 10^{82/10} + 10^{86/10} + 10^{88/10} + 10^{92/10} + 10^{93/10} + 10^{92/10} + 10^{87/10} + 10^{82/10} + 10^{76/10}) \right]$$

$$= 87.8 \text{ dB}$$

$$SEL = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{1} (10^{L_{eq1}/10} + 10^{L_{eq2}/10} + \dots + 10^{L_{eqn}/10}) \right]$$

$$SEL = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{1} (10^{75/10} + 10^{77/10} + 10^{80/10} + 10^{82/10} + 10^{86/10} + 10^{88/10} + 10^{92/10} + 10^{93/10} + 10^{92/10} + 10^{87/10} + 10^{82/10} + 10^{76/10}) \right]$$

$$= 98.6 \text{ dB}$$

二 感覺噪音量 PNL

克雷特 (Kryter) 等人提出了新的評估指標：噪度和感覺噪音量。其思路是，測試聽眾對不同中心頻率的頻帶噪音量的平均回應，並用噪音量 - 頻率的形式得到一個統計的倍頻帶等噪度曲線族。噪度的單位為納 (noy)，用 N_a 表示。定義在中心頻率為 1KHz 的倍頻帶上，噪音量為 40 dB 的噪音的噪度為 1 noy。將噪度轉換為 dB 指標，稱為感覺噪音量，用 PNL (perceived noise level) 表示。感覺噪音量與噪度的關係如下：

$$L_{PN} = PNL = 40 + 10 \log_{10} N_a \quad (4-3)$$

從感覺噪度來計算感覺噪音量比較複雜，實際測量中常近似地由 L_{\max} 噪音量加 13 dB 求得。

另有其他相關文獻資料，感覺噪音量的值 L_{PN} 亦可以利用噪音計測量該噪音源的 A 加權噪音值 L_A ，換算由下式表示：

$$L_{PN} \approx L_A + 12.4 \quad (4-4)$$

三 有效感覺噪音量 EPNL

當飛機飛過頭頂時，人們感覺到的噪音的幅度和頻率都在隨時間變化，因此用感覺噪音量來

評估顯然就不合適了。為此，在考慮噪音頻率特性的基礎上，有效感覺噪音量還加入了對噪音作用效果的累加，以更好地用於評估噪音對於人體的影響，提出有效感覺噪音量的評估方法。有效感覺噪音量記為 *EPNL* (effective perceived noise level)，單位 dB。它除了對純音加以校正外，還要考慮到噪音的持續時間等特性，計算比較複雜，往往需要使用電腦計算。它主要包括四個量：絕對噪音量、頻譜、最大純音及飛越頭頂的持續時間。其簡要運算式如下：

$$L_{EPN} = EPNL = PNL_{\max} + D + F = L_{PN \max} + D + F \quad (4-5)$$

式中：

D：持續時間修正量，

F：純音修正量。

且國際民航組織規定，對飛機做噪音鑒定時，採用有效感覺噪音量作為度量單位。其定義為：

$$L_{EPN} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T_0} \right) \int_{t_1}^{t_2} 10^{0.1 L_{TPNi}} dt = 10 \log_{10} \left[\sum_{i=1}^n 10^{L_{PNLT}/10} \right] - 13 \text{ PN dB} \quad (4-6)$$

或

$$= L_{EPN \max} + 10 \log_{10} \left(\frac{t_2 - t_1}{20} \right) \text{ PN dB}$$

式中：

T_0 ：基準時間，一般取 10 秒，

t_1, t_2 ：計算的起、止時間，即在最大值 $L_{TPN \max}$ 下降 10 dB 的起、止時間。

L_{TPNi} ：經過純音修正的感覺噪音量。

$$L_{TPNi} = L_{PN} + F \quad (4-7)$$

式中：

L_{PN} ：感覺噪音量 (perceived noise level)，

F：考慮噪音中純音成分的修正值。

在實際使用時，一般採用下面的近似計算方法：

$$L_{PN} = L_{A \max} + 10 \log_{10} \frac{t_2 - t_1}{20} + 13 \quad (4-8)$$

式中：

$L_{A \max}$ ：最大 A 加權噪音值，

t_1, t_2 ：計算的起、止時間，即在最大值 $L_{A \max}$ 下降 10 dB 的起、止時間。

上面兩種評估指標僅評估了某種飛機一次飛行時造成的影響，但在實際使用時要考慮的是多架不同類型的飛機在不同時間段飛行時造成的影響，下面簡單介紹幾種常用的飛機噪音污染評估指標。

四 加權有效感覺噪音量 WECPNL

加權有效感覺噪音量 (weighted equivalent continuous perceived noise level) 主要用於評估飛機飛越一次的噪音干擾程度，目前多用作評估飛機本身的噪音指標。一般在某點 (機場附近) 一天總有多架次飛機飛越，為評估某點受飛機干擾的程度。日本、中國及國際民航組織採用此指標作為評估量。其計算公式如下：

$$L_{WECPN} = \overline{L_{EPN}} + 10 \log_{10}(N_1 + 3N_2 + 10N_3) - 39.4 \quad (4-9)$$

亦有此寫法 $L_{WECPN} = \overline{L_{EPN}} + 10 \log_{10}(N_1 + 3N_2 + 10N_3) - 40$ ，單位為 dB。

式中：

$\overline{L_{EPN}}$ ：N 次飛行的有效感覺噪音量的平均值，

N_1 ：白天 (07:00 ~ 19:00) 的飛行架次，

N_2 ：傍晚 (19:00 ~ 22:00) 的飛行架次，

N_3 ：夜間 (22:00 ~ 07:00) 的飛行架次。

另一種表示方法：

分兩時段：

$$WECPNL = 10 \log_{10} \left[(5/8)10^{(ECPNL_d/10)} + (3/8)10^{(ECPNL_n/10)} \right] + S \quad (4-10)$$

式中：

$ECPNL_d$ ：白天的均能連續感覺噪音量 (07:00 ~ 22:00)，

$ECPNL_n$ ：夜間的均能連續感覺噪音量 (22:00 ~ 07:00)，

S ：季節修正因數 (夏季 +5 dB，冬季 -5 dB)。

或分三時段：

$$WECPNL = 10 \log_{10} \left[\begin{array}{l} (4/8)10^{(ECPNL_d/10)} \\ + (1/8)10^{(ECPNL_e/10)} \\ + (3/8)10^{(ECPNL_n/10)} \end{array} \right] + S \quad (4-11)$$

式中：

$ECPNL_d$ ：白天 (07:00 ~ 19:00) 的均能連續感覺噪音量，

$ECPNL_e$ ：傍晚 (19:00 ~ 22:00) 的均能連續感覺噪音量，

$ECPNL_n$ ：夜間 (22:00 ~ 07:00) 的均能連續感覺噪音量，

S ：季節修正量 (夏季 +5 dB，冬季 -5 dB)。

加權有效感覺噪音量也可以由下式近似計算：

$$WECPNL = \overline{L_{\max}} + 10 \log_{10} N - 27 \quad (4-12)$$

式中：

$\overline{L_{\max}}$ 各次飛越測得的最大 A 噪音量的平均值，

$$N = N_1 + 3N_2 + 10N_3$$

N_1 ：白天 (07:00 ~ 19:00) 的飛機架次，

N_2 ：晚上 (19:00 ~ 22:00) 的飛機架次，

N_3 ：夜間 (22:00 ~ 07:00) 的飛機架次。

實際上 *WECPNL* 物理概念很明確，它表示飛機噪音全天平均每秒鐘對人的衝擊 (感覺噪音量)。

惟因日本航空噪音評估指標將最大音量因子 ($\overline{L_{\max}}$) 納入，其航空噪音防制區劃定標準相較於美國及我國之數值來的高 (詳如表 4.1-1)，然經換算比較，日本使用 *WECPNL* 指標所劃定之航空噪音防制區與我國使用指標 *DNL* 所劃定之防制區範圍並無顯著差異。

表 4.1-1 日本航空噪音管制標準

日本航空噪音防制區		
第 1 種區域	75 <i>WECPNL</i>	相當於 62 <i>DNL</i>
第 2 種區域	90 <i>WECPNL</i>	相當於 77 <i>DNL</i>
第 3 種區域	95 <i>WECPNL</i>	相當於 82 <i>DNL</i>

五 日夜均能音量 L_{dn}

這是目前美國採用的對機場噪音的評估指標 (day-night sound level)，其計算公式如下：

$$L_{dn} = L_{SE} + 10 \log_{10}(N_d + 10N_n) - 49.4 \quad (4-13)$$

單位為 dB(A)。

式中：

$(N_d + 10N_n)$ ：考慮飛機在日夜有不同影響，經過加權後的一天飛行的總架次，

L_{SE} ：噪音暴露量，是飛機飛行一架次時某一測點經受的全部噪音換算到第 1 秒鐘的 A 加權噪音值，具體計算方法如公式 (4-2)。

對 L_{dn} 的物理概念進行分析可得：「日夜均能音量」表示飛機全天平均每秒鐘對人的衝擊 (A 加權噪音值)。

六 總噪音暴露級 $TNEL$

總噪音暴露級 (total noise exposure level) 是表示飛機噪音在統計時間內 (通常為一天) 對人的總衝擊總量，即作用在人體上的總感覺噪音量。

總噪音暴露級的計算公式如下：

$$TNEL = 10 \log_{10} \sum_{i=1}^n 10^{0.1EPNL_i} + 10 \log_{10} \frac{T_0}{t_0} \quad (4-14)$$

式中：

n ：飛機的飛行架次，

T_0 ：取 10 秒，

t_0 ：取 1 秒，

$EPNL_i$ ：表示第 i 架次的有效感覺噪音量。

七 均能連續感覺噪音量 $ECPNL$

均能連續感覺噪音量 (effective continue perceived noise level) 的計算公式如下：

$$ECPNL = TNEL - 10 \log_{10} \frac{t}{t_0} \quad (4-15)$$

式中：

t ：為規定的評估時間，如一日、一週等，單位為秒。

$t_0 =$ 取 1 秒。

八 噪音與次數指數 NNI

這是英國在 60 年代初提出的一種評估量，通常記為 NNI (noise and number index)，是一個複合變數，它考慮了平均峰值感覺噪音量和在規定期間內聽到的飛行架次數，計算公式如下：

$$NNI = \overline{PNL}_{\max} + 15 \log_{10} N - 80 \quad (4-16)$$

式中：

\overline{PNL}_{\max} ：平均峰值感覺噪音量 ($\overline{PNL}_{\max} = 10 \log_{10} [\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1 PNL(i)}]$)，

N ：指定時間裡飛機的架次。

數值 80 是煩擾度的閾限值，公式 (4-16) 中包含此值表明，上式只涉及高於 80 PNdB(A) 的噪音事件。如果感覺噪音量用 A 加權音量來近似，代入上式，則有：

$$NNI = \overline{L}_A + 15 \log_{10} N - 67 \quad (\text{dB(A)}) \quad (4-17)$$

式中：

\overline{L}_A ：加權音量平均值，

當 $NNI = 20 \sim 30 \text{ dB(A)}$ 時，則感覺有干擾，

當 $NNI = 40 \text{ dB(A)}$ 時，感覺很吵，

當 $NNI = 50 \text{ dB(A)}$ 時，感覺非常吵，

當 $NNI = 60 \text{ dB(A)}$ 時，則感覺無法容忍。

該指數對晚間或夜間出現的噪音沒有規定明確的補償。只是規定夜間容許一個較低的 NNI 值。 NNI 是第一個在英國使用的暴露指數。它是基於倫敦希思羅機場附近居民的社會調查，以及 1961 年凡堡羅 (Farnborough) 航展期間的主觀評估試驗得出的。當時噴氣飛機在英國日常生活中還是一個新事物，公眾對新機器產生的高音量噪音普遍反應強烈。而且調查的取樣較多地依賴於生活在機場跑道末端的人們，那裡的音量總是偏高。所以，公式中採用了一個較大的飛行次數的加權係數。後來發展的指數一般都改為 $10 \log_{10} N$ 。

然而， NNI 已經受時間的考驗，它一直使用了 1/4 個世紀。它被用來描述英國主要機場四周

的噪音趨勢；用於制定法律準則。借助它，房主能夠取得用於房子隔音的財政補貼，以及用以劃分其他有關城市噪音的可接受和不可接受之間的界限。倫敦機場採用 *NNI* 作為控制標準，認為當 *NNI* 為 20 ~ 30 dB(A) 時，感覺有干擾；40 dB(A) 時，感覺很吵；50 dB(A) 時，感覺非常吵；當達到 60 dB(A) 時則感覺無法容忍。

九 複合噪音評估 *CNR* 和噪音暴露預測 *NEF*

複合噪音評估是根據有效感覺噪音量和日夜的飛行次數來定義的，記為 *CNR* (composite noise rating)，計算公式如下：

$$CNR = EPNL + 10 \log_{10}(N_d + 10N_n) - 12 \quad (4-18)$$

式中：

EPNL：有效感覺噪音量，

N_d、*N_n*：分別是白天和夜間的飛行次數（架次）。

為了用一個盡可能將各種因素都考慮進去的單一數值評估機場附近的噪音干擾，在 *CNR* 的基礎上，加拿大與美國空軍部門提出了噪音暴露預測 (*NEF*, noise exposure forecast)，用以評估航空噪音暴露預測，某特別種類之飛機 *i*，在飛行路線 *j* 時，總噪音暴露預測值如下公式所示：

$$NEF = 10 \log_{10} \left[\sum_i \sum_j 10^{0.1NEF_{ij}} \right] \quad (4-19)$$

式中：

NEF_{ij}：表示在飛行路線 *j* 上飛行的 *i* 型飛機的噪音暴露預報值。

$$NEF_{ij} = ENPL_{ij} + 10 \log_{10}(N_{Dij} + 16.67N_{Nij}) - 88 \quad (4-20)$$

式中：

N_{Dij}、*N_{Nij}*：分別為白天和夜間的飛行次數（架次）。

亦可以下式表示之：

$$NEF_{ij} = ENPL_{ij} + 10 \log_{10} \left[nD_{(ij)} / 20 + nN_{(ij)} / 1.2 \right] - 75 \quad (4-21)$$

式中：

ENPL_{ij}：第 *i* 種飛機沿 *j* 飛行路線所產生之有效感覺噪音位準，

nD_(ij)：飛機種類 *i* 在飛行路線 *j* 於白天之飛行次數（架次），

nN_(ij)：同上於夜間之飛行次數（架次）。

這種方法考慮的因素比較全面，能夠更好地反映人們在實際條件下對飛機噪音的主觀感受，在澳洲、加拿大與美國已被廣泛使用。一般認為噪音暴露位準大於 *NEF* = 40 通常難為人們所接受，而位準低於 *NEF* = 30 則可以接受。*NEF* 以下簡捷式求之：

澳洲、加拿大、美國空軍航空噪音防制區	
30 <i>NEF</i>	相當於 65 <i>DNL</i>

$$N_t = N_d + 10 \times \frac{15}{9} \times N_n = N_d + 16.7N_n \quad (4-22)$$

$$NEF = \overline{L_{PN \max}} + \Delta PN + 10 \log_{10} N_t - 88 + F \quad (4-23)$$

式中：

$\overline{L_{PN \max}}$ ：最大噪音量之平均值，

N_t ：表示飛機起飛及降落次數，

N_d ：表示白天 15 小時之次數，

N_n ：表示夜間 9 小時之次數，

F ：表示純音修正量，

ΔPN ：持續時間修正量。

航空噪音事件察覺音量取最大值的日平均與預測時間的加權起降架次之和，再減 88，其計算公式如下：

$$NEF = \overline{L_{PN \max}} + 10 \log_{10} [(t_2 - t_1) / 20] + F + 10 \log_{10} N_t - 88 \quad (4-24)$$

式中：

F ：純音校正 0 ~ 3 dB。

另外表達式為：

$$NEF = \overline{L_{EPN}} + 10 \log_{10} (N_d + 16.7N_n) - 88 \quad (4-25)$$

式中：

N_d ：日間（通常為 07:00 ~ 22:00）航空器的起降架次，

N_n ：夜間（通常為 22:00 ~ 07:00）航空器的起降架次。

上式可以改寫為：

$$NEF = [\overline{L_{EPN}} + 10 \log_{10} (N_d + 16.7N_n) - 40] - 48 \text{ dB} \quad (4-26)$$

或

$$L_{WECPN} = \overline{L_{EPN}} + 10 \log_{10} (N_1 + 3N_2 + 10N_3) - 40 \text{ dB} \quad (4-27)$$

NEF 的物理概念與 L_{WECPN} 相似，也是表示航空噪音全天平均每秒鐘對人的衝擊。但是其值比 L_{WECPN} 相應較低 48 dB，而且噪音日夜不同影響只分兩段時間去考慮，不如 L_{WECPN} 分三段時間考慮的細緻。如果省略噪音日夜不同影響考慮細緻程度的差別，則可以認為： $NEF \approx L_{WECPN} - 48 \text{ dB}$ 。

一般地， NEF 都根據飛機場周圍各個地點的 NEF 計算值繪出等音線，即在同一條線上 NEF 值都相同，這個等音線可用於飛機場附近土地的規劃上。 NEF 值超過 30 就認為對土地使用可能有影響。國外研究表明， NEF 在 30 ~ 40 內，土地的使用隨各建築物的種類而異，一般作為學校建築是不允許的，而作為商業企業建築則不受限制，在 NEF 值大於 40 的區域內的建築物則必須進行隔音措施。這種方法考慮的因素比較全面，能夠更好地反映人們在實際條件下對飛機噪音

的主觀感受，在美國已被廣泛使用。

十 等干擾指數 N

法國於 60 年代末提出了等干擾指數 N (isopsophic index)。考慮這一評估量的基礎是假定工業噪音每天 8 小時工作的情況下，感覺噪音量為 96 dB(A) 是可以忍受的。白天一系列飛行的等干擾指數 N ，計算公式如下：

$$N = \overline{PNL_{\max}} + 10 \log_{10} n - 30 \quad (4-28)$$

式中：

$\overline{PNL_{\max}}$ ：一架次飛行的感覺噪音量的最大值的平均值，

n ：白天飛行次數。

對於夜間，等干擾指數的處理要複雜些，它將夜間分為 (22:00 ~ 02:00) 與 (02:00 ~ 06:00) 兩段，認為在第一段時間裡飛行的重要性為第二段時間的三倍，夜間的等干擾指數為：

$$N_n = \overline{PNL_{\max}} + 10 \log_{10}(3n_1 + n_2) - 31 \quad (4-29)$$

式中：

n_1 和 n_2 ：分別為夜間兩段時間內的飛行次數。

十一 日夜均能音量 DNL

為了考慮噪音在夜間對人們煩惱的增加，規定在夜間測得的所有噪音量均加上 10 dB (A 加權) 作為修正值，計算日夜噪音能量的加權平均，由此構成日夜均能音量這一評估量 DNL (day-night sound level)。 DNL 表示當噪音發生在 24 小時以上時，假設在夜裡 (晚上 10 點到早晨 7 點) 噪音的響度比其實際響度高 10 dB(A)。這 10 dB(A) 的補償適用於解釋人耳對於夜間噪音較為敏感，而且感覺夜間噪音更具干擾性，這是由於夜間環境噪音比白天的環境噪音小。圖 4.1-6 描述了假定的日常噪音量。

中間的包括了一小時中的 1 分鐘間隔。陰影部分代表了這一小時內發生的 16 起噪音，每起噪音都產生了 SEL 。最後，底部的圖包括 24 小時內的 1 小時間隔。陰影區域在這裡代表了聽者一整天接受的噪音量。其可表示為：

$$DNL = 10 \log_{10} \left[\frac{5}{8} 10^{0.1 \overline{L_d}} + \frac{3}{8} 10^{0.1(\overline{L_n} + 10)} \right] \quad (4-30)$$

式中：

$\overline{L_d}$ ：日間 (07:00 ~ 22:00) 的平均 A 加權噪音量，

$\overline{L_n}$ ：夜間 (22:00 ~ 07:00) 的平均 A 加權噪音量。

又可表示為

$$DNL = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{24} \left(\int_7^{22} 10^{L_A/10} dt + \int_{22}^7 10^{(L_A+10)/10} dt \right) \right] \quad (4-31)$$

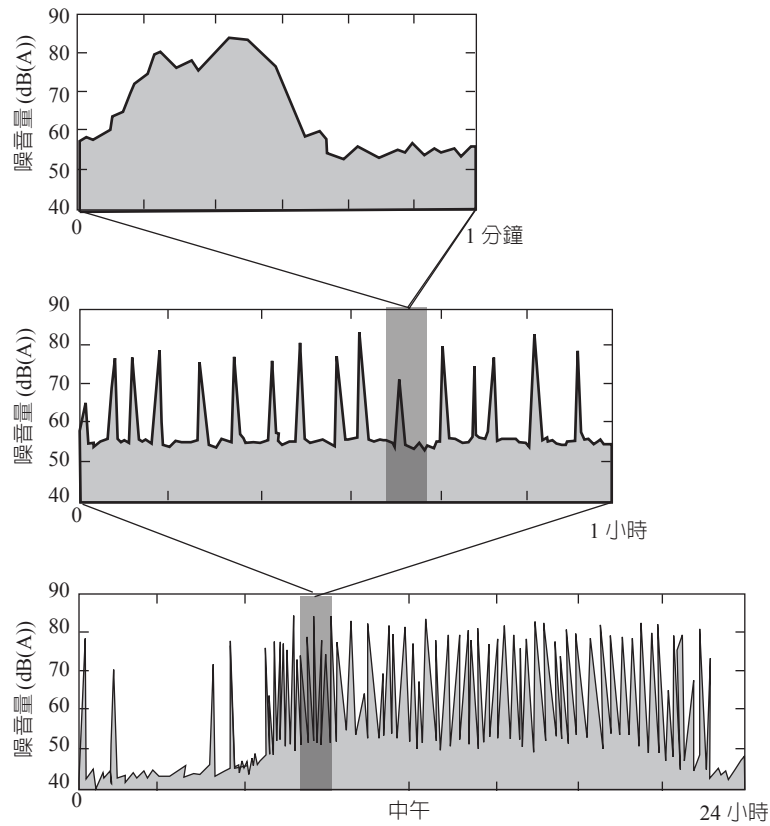


圖 4.1-6 假定的日常噪音量

式中

L_A ：每小時的事件均能音量。

$$L_A = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{3600} (10^{SEL_{E_1}/10} + 10^{SEL_{E_2}/10} + \dots + 10^{SEL_{E_n}/10}) \right]$$

式中

SEL_{E_n} ：第 n 個噪音事件的噪音暴露位準值，

Noise Event(E_n)：噪音事件，

SEL ：噪音暴露位準 (公式 4-2)，

L_{eq} ：均能音量，

DNL ：航空噪音日夜音量。

我國、美國 DNL 被廣泛接受。美國 EPA 和 FAA 都將它作為評估航空噪音的首要指標。美國聯邦航空總署飛航規則 (FAR PART 150) 所訂定之土地相容使用對策 (詳如表 4.1-2)。另考量我國國情 (土地狹小、人口密度高)，且絕大部分之機場周遭即緊鄰住家，爰將美國所訂第一級及第二級航空噪音日夜音量等噪音線分貝值之標準向下調修 5 dB(A) (第一級 65 → 60、第二級 70 → 65、詳如表 4.1-3)。

DNL 可以通過標準監測設備測量，或者通過電腦模式預測。大多數飛機噪音研究利用的是電腦估計的 DNL ，該 DNL 由所有來自單個噪音的 SEL 所決定，這裡的 SEL 由地面給定地點的

表4.1-2 美國航空噪音管制標準

美國航空噪音防制區
第一級：DNL 65 dB(A) 及 70 dB(A) 兩等噪音線間之區域。
第二級：DNL 70 dB(A) 及 75 dB(A) 兩等噪音線間之區域。
第三級：DNL 75 dB(A) 之等噪音線以內的區域。

表4.1-3 我國航空噪音管制標準

我國航空噪音防制區
第一級：DNL 60 dB(A) 及 65 dB(A) 兩等噪音線間之區域。
第二級：DNL 65 dB(A) 及 75 dB(A) 兩等噪音線間之區域。
第三級：DNL 75 dB(A) 之等噪音線以內的區域。

總噪音量組成。DNL 的計算值經常被描述為機場周圍均能暴露的噪音等值反映線（就像地形圖上標示的等高線）。DNL 等值線一般反映年平均操作狀況，它將每天平均的飛機數量、每條機場跑道的年使用頻率、周圍社區上方飛機日常飛行區域都考慮在內。

而 DNL 與 SEL 的關係如：100 Events/day SEL 94.4 dB(A) = DNL 65 dB(A), 10 Events/day SEL 104.4 dB(A) = DNL 65 dB(A), 1 Events/day SEL 114.4 dB(A) = DNL 65 dB(A)。

十二 居住區噪音均能噪音量 CNEI

居住區噪音均能噪音量 (community noise equivalent level) 類似於 DNL，它是日間、傍晚以及夜間航空噪音量加權平均。它是美國加州與丹麥常用的噪音指標。計算公式如下：

$$CNEI = 10 \log_{10} \frac{1}{24} \{ [12 \times 10^{0.1L_d}] + [3 \times 10^{0.1(L_e+5)}] + [9 \times 10^{0.1(L_n+10)}] \} \quad (4-32)$$

式中：

L_d ：日間 (07:00 ~ 19:00) 起降噪音的平均音量，

L_e ：傍晚 (19:00 ~ 22:00) 起降噪音的平均音量，

L_n ：夜間 (22:00 ~ 07:00) 起降噪音的平均音量。

十三 平均煩擾度指數 \bar{Q}

\bar{Q} 是德國表述飛機噪音平均煩擾度的指數 (mean annoyance level)，公式如下：

$$\bar{Q} = 13.3 \log_{10} [10^{\bar{L}_{PN}/13.3}] - 13.3 \log_{10} N - 47 \quad (4-33)$$

式中：

\bar{L}_{PN} ：感覺噪音量的平均峰值，

N ：飛行架次數。

又稱為煩擾指數 (disturbance index)

$$Q = 13.3 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \int_0^t 10^{L_i/13.3} dt \right] \quad (4-34)$$

式中：

L_i ：每小時均能音量，

T ：航空噪音事件時間。

十四 總噪音載荷 B

荷蘭提出了總噪音載荷 (total noise load)，用作飛機噪音對機場周圍地區群眾反應的評估量，公式如下：

$$B = 20 \log_{10} \left[\sum_{i=1}^n W_i 10^{\frac{L_i}{15}} \right] - C \quad (4-35)$$

式中：

- L_i ：第 i 個單次噪音事件的最大 A 加權噪音量 L_{Amaxi} ，
- W_i ：第 i 個噪音事件出現時間的加權係數，如表 4.1-4 所示，
- n ：噪音事件數，
- C ：常數，對一天的測量取 106，一年取 157。

表 4.1-4 加權係數

時間 /h	加權係數 /W	時間 /h	加權係數 /W
00:00 ~ 06:00	10	19:00 ~ 20:00	3
06:00 ~ 07:00	8	20:00 ~ 21:00	4
07:00 ~ 08:00	4	21:00 ~ 22:00	6
08:00 ~ 18:00	1	22:00 ~ 23:00	8
18:00 ~ 19:00	2	23:00 ~ 24:00	10

十五 平均噪音指數 \overline{NI}

噪音指數 \overline{NI} (noise index)：對 24h 內經純音修正的 A 加權噪音量進行能量平均所求得的噪音量。公式表示如下：

$$\overline{NI} = 10 \log_{10} \left[\sum_{i=1}^n 10^{0.1(L_i + 10 \log_{10}(\frac{t}{t_0}) + S + C)} \right] \quad (4-36)$$

式中：

- L_i ：1/3 倍頻程資料進行純音修正的 A 加權噪音量，
- t ：有效持續時間，公式如下：

$$t = \frac{1}{10^{0.1L_{max}}} \int_{t_1}^{t_2} 10^{0.1L(t)} dt \quad \text{或} \quad t = \frac{\sum_{i=1}^n 10^{0.1L_i} \Delta t}{10^{0.1L_{max}}} \quad (4-37)$$

- n ：取樣數，
- t_0 ：全部觀察時間，
- C ：一天中不同時間建議修正值，見表 4.1-5，
- S ：季節修正量。

S 值的選取如下：每月氣溫 $\geq 20^{\circ}\text{C}$ 的時間少於 100 小時， S 取 -5 ；每月氣溫 $\geq 25.6^{\circ}\text{C}$ 的時間超過 100 小時， S 取 5 ；其他情況取 0 。國際標準化組織 (International Organization for Standardization, ISO)、國際民航組織 (International Civil Aviation Organization, ICAO) 都推薦了航空噪音的評估方法，很多國家也提出了各自的評估方法。中國 1988 年 11 月份開始實施的機場周圍飛機噪音的測量方法和環境標準，所採用的評估量是加權均能連續感覺噪音量 $WECPNL$ ，它也是國際民航組織 (ICAO) 所推薦的評估方法，其科學性與實用性在我國飛機噪音實測、社會調查及實驗室主觀評估中得到了證明，能比較客觀地反映飛機噪音的大小及其影響程度。表 4.1-6 說明了國內外的關於航空噪音的評估指標與相關參數，而表 4.1-7 說明世界各國所使用的航空噪音評估指標與公式。

直昇機的噪音標準在 1979 年 6 月飛機噪音委員會 (committee of aviation noise, CAN) 第六次會議 (CAN6) 中被列入了附錄 16 (Annex 16) 中。這些標準是在 CAN 工作組 B 經過對直昇機的大量研究後提出來的。噪音容限的標定是在幾種直昇機噪音量平均值的基礎上稍微嚴格一點而得，目的在於鼓勵直昇機產商設計出更安靜的直昇機，但是這個標準出於對直昇機行業造成衝擊的顧慮並沒有真正地實施起來，直到 1983 年 5 月的 CAN7 (CAN 第七次會議) 中決定把容限提高 3 EPNdB(A) ，這個標準一直延用至今，基本的直昇機噪音指數是均能感覺噪音量 ($EPNL$)，單位是 $EPNdB(A)$ ，這也是唯一一個把頻率和持續時間考慮在內的航空噪音評估量。對於起飛，飛過，著陸都有不同的規定。最低的限制是在直昇機飛過時，起飛和著陸時的限制比飛過時高 $1 \sim 2 \text{ EPNdB(A)}$ 。ICAO 的標準沒有強制性，只是一個推薦的標準。由於採用的直昇機型號和使用情況的不同，各國制定了符合自己實際情況的直昇機噪音標準。表 4.1-8 整理了幾個不同國家和地區對直昇機噪音採用的主觀評估量和評估標準。

直昇機的噪音標準在 1979 年 6 月飛機噪音委員會 (committee of aviation noise, CAN) 第六次會議 (CAN6) 中被列入了附錄 16 (Annex 16) 中。這些標準是在 CAN 工作組 B 經過對直昇機的大量研究後提出來的。噪音容限的標定是在幾種直昇機噪音量平均值的基礎上稍微嚴格一點而得，目的在於鼓勵直昇機產商設計出更安靜的直昇機，但是這個標準出於對直昇機行業造成衝擊的顧慮並沒有真正地實施起來，直到 1983 年 5 月的 CAN7 (CAN 第七次會議) 中決定把容限提高 3 EPNdB(A) ，這個標準一直延用至今，基本的直昇機噪音指數是均能感覺噪音量 ($EPNL$)，單位是 $EPNdB(A)$ ，這也是唯一一個把頻率和持續時間考慮在內的航空噪音評估量。對於起飛，飛過，著陸都有不同的規定。最低的限制是在直昇機飛過時，起飛和著陸時的限制比飛過時高 $1 \sim 2 \text{ EPNdB(A)}$ 。ICAO 的標準沒有強制性，只是一個推薦的標準。由於採用的直昇機型號和使用情況的不同，各國制定了符合自己實際情況的直昇機噪音標準。表 4.1-8 整理了幾個不同國家和地區對直昇機噪音採用的主觀評估量和評估標準。

表 4.1-5 C 的修正值

	時間 /h	C
時間分兩段	07:00 ~ 22:00	0
	22:00 ~ 07:00	10
時間分三段	07:00 ~ 19:00	0
	19:00 ~ 22:00	5
	22:00 ~ 07:00	10

表 4.1-6 各國航空噪音評估指標與相關參數綜整表

國家	量度	音量	純音修正	持續時間修正	噪音事件數	日間 / 夜間	時間
美國	NEF	$EPNL$	有	有	$10 \log_{10} N$	晚上 1 架次相當於白天 17 架次	1967
國際民航組織、中國、日本	$WECPNL$	$EPNL$	有	有		分 3 段，傍晚加 5 dB，夜間加 10 dB	1970
美國	CNR	最大的 $EPNL$	無	無		分 2 段，夜間加 10 dB	
法國	N	最大的 $EPNL$	無	無		分 3 段，可變	1969
英國	NNI	最大的 $EPNL$	無	無	$15 \log_{10} N$		1963
德國	Q	PNL 平均峰值	無	有	$13.3 \log_{10} N$		1965
美國	DNL	L_A	無	有	$10 \log_{10} N$	分 2 段，夜間加 10 dB	
美國加州、丹麥	$CNEL$	L_A	無	有		分 3 段，傍晚加 5 dB，夜間加 10 dB	
南非	NI	L_A	有	有		可分為 2 段或 3 段	
荷蘭	B	L_A	無	有		不同的時間段有不同的加權係數	1968

表 4.1-7 各國使用的航空噪音評估指標與公式一覽表

國家	噪音指標	音量單位及加權時段
澳洲 Australia	$ANEF$ $10 \log_{10} \left(\sum_i g_i 10^{0.1L_i} \right) - 88$	L_i 單位 EPNdB $g_i = 1$ 07:00 ~ 19:00 $= 4$ 19:00 ~ 07:00
加拿大 Canada	NEF $10 \log_{10} \left(\sum_i g_i 10^{0.1L_i} \right) - 88$	L_i 單位 EPNdB $g_i = 1$ 07:00 ~ 22:00 $= 16.67$ 22:00 ~ 07:00
瑞典 Sweden 丹麥 Denmark	L_{den} $10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \sum_i g_i 10^{0.1L_i} \right)$	L_i 單位 dB(A), T = 86400s $g_i = 1$ 07:00 ~ 19:00 $= 3.14$ 19:00 ~ 22:00 $= 10$ 22:00 ~ 07:00
德國 Germany	L_{eq} $13.3 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \sum_i g_i \times t_i 10^{L_i/13.3} \right)$	L_i 單位 PNdB $g_i = 1$ daytime $= 10$ nighttime
法國 France	N $10 \log_{10} \left(\sum_i g_i 10^{0.1L_i} \right) - 32$	L_i 單位 dB, T = 180*86400s $g_i = 1.5$ 06:00 ~ 22:00 $= 0$ 22:00 ~ 06:00 or $g_i = 1$ 06:00 ~ 22:00 $= 5$ 22:00 ~ 06:00
英國 Great Britain	$L_{Aeq,T}$	$L_{Aeq(16h)}$ 06:00 ~ 22:00
日本 Japan 中國大陸 Mainland China	$WECPNL$ $10 \log_{10} \left(\sum_i g_i 10^{0.1L_i} \right) - 27$	L_i 單位 dB $g_i = 1$ 07:00 ~ 09:00 $= 3$ 19:00 ~ 22:00 $= 10$ 22:00 ~ 07:00
荷蘭 Netherlands	B $20 \log_{10} \left(\sum_i g_i 10^{L_i/15} \right) - 157$	L_i 單位 dB, yearly flights $g_i = 1$ 08:00 ~ 18:00 $= 2$ 06:00 ~ 08:00 ; 18:00 ~ 23:00 $= 10$ 23:00 ~ 06:00
挪威 Norway	EFN $10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \sum_i g_i 10^{0.1L_i} \right)$	L_i 單位 dB, T = 86400s $g_i = 1$ 08:00 ~ 18:00 $= 5$ 06:00 ~ 08:00 ; 18:00 ~ 24:00 $= 10$ 24:00 ~ 06:00
瑞士 Switzerland	NNI $L_i + 15 \log_{10} N - 80$	L_i 單位 PNdBmax (尖峰噪音位準 (Peak Noise Level)) N number during 06:00 ~ 22:00 (為飛機飛過數目)
美國 USA 紐西蘭 New Zealand	DNL $10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \sum_i g_i 10^{0.1L_i} \right)$	L_i 單位 dB, T = 86400s $g_i = 1$ 07:00 ~ 22:00 $= 10$ 22:00 ~ 07:00

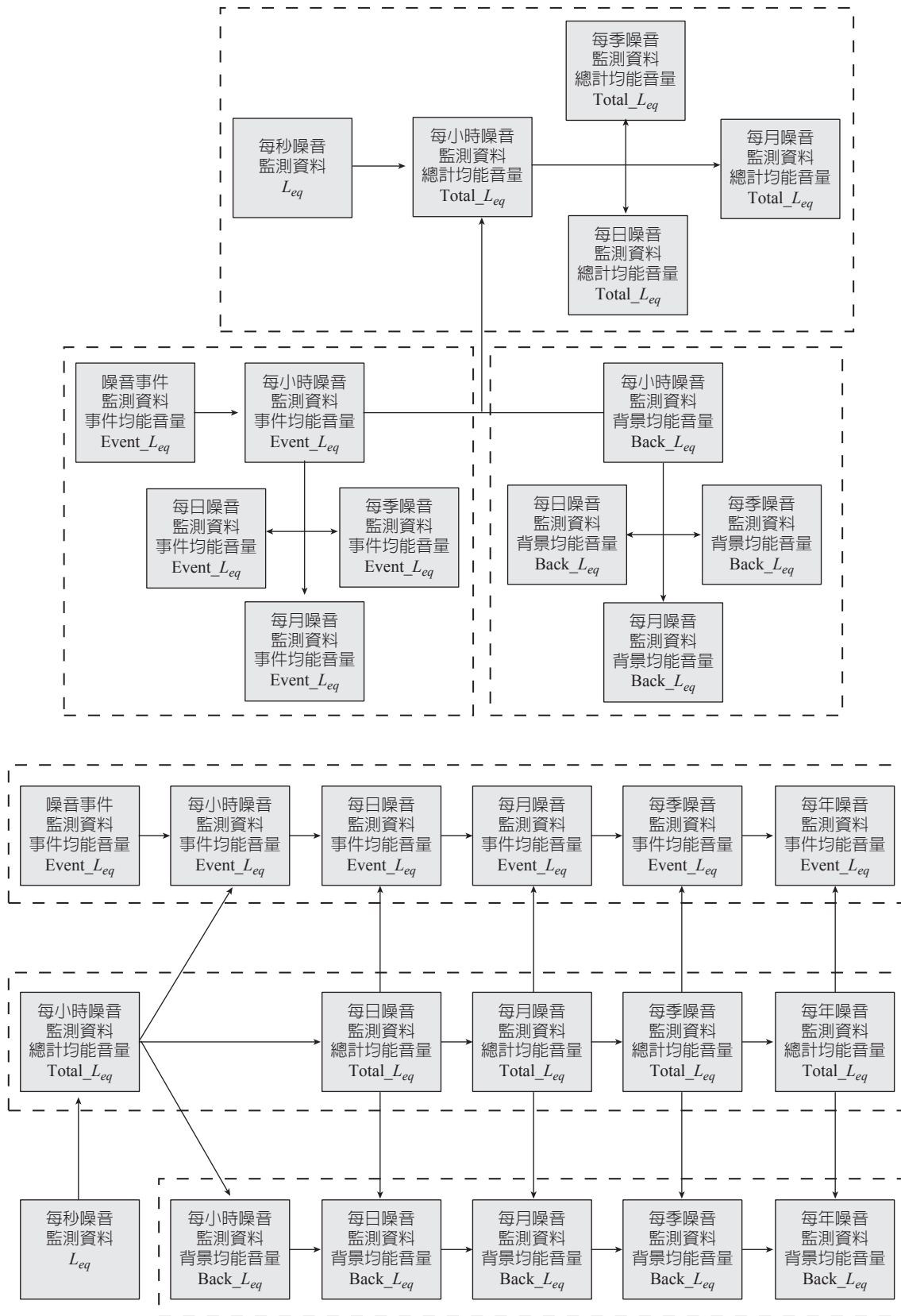
資料來源：

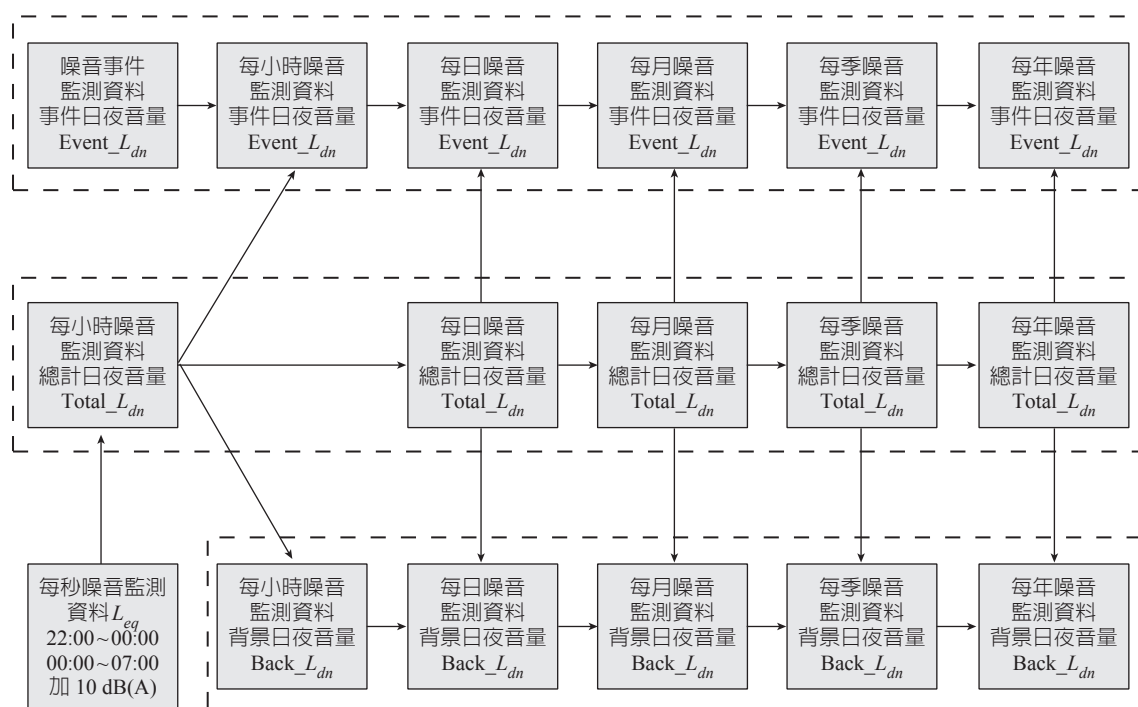
1. Aircraft noise guideline limits in Denmark.
2. Ministère des Transports. Circulaire du 6 October 1978(modificatif du 23 février 1983).
3. Air Traffic Act of 1971-03-30. Bundesgesetzblatt I 1971, 282287.
4. UK Department of Environment: Planning Policy Guidance Note PPG24-Planning and Noise. Sep. 1994(The Civil Aviation Act 1982, The Airports Act 1986, Town and Country Planning Act 1990).
5. Health and Welfare Canada: National guidelines for environmental noise control, Ottawa, Canada 1989.
6. Environmental Quality Standards For Aircraft Noise of 1973-12-27.
7. New Zealand Standard 6805, Airport Noise Management And Land Use Planning, 1992.
8. US Department of Housing And Urban Development, The Noise Guidebook, Washington DC, USA 1985.
9. Decree of Ministry of Environment 31.10.1997(Methodology for the measurement of the aircraft noise around airports), Decree of the President of the Republic 11.12.1997(Measures for the control and reduction of the noise produced by civil aircrafts).
10. Swiss Noise Protection Ordinance of 1986-12-15: The Protection of the Environment, 1983.

表4.1-8 各國直昇機噪音標準

國家/地區		評估量	全稱	運算式	時間週期	標準限值			
香港		L_{max}	最大 A 加權噪音量 (Maximum Sound Level)	單一事件中噪音量隨時間改變時測得的最大噪音量	白天 (7:00 ~ 19:00)	住宅區	85 dB(A)		
						辦公區	90 dB(A)		
加拿大		NEF	噪音暴露預報 (Noise Exposure Forecast)		24 小時	30 dB(A)			
日本		$WECPNL$	加權均能連續感覺噪音量 (Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level)	$\overline{dB(A)} + 10 \log_{10} N - 27$ $N = N2 + 3N3 + 10(N1 + N4)$ $\overline{dB(A)}$: A 加權均能音量之平均 N : 均能飛行次數	時間段	飛行 次數	區域 I	不高於 70 dB(A)	
					0:00 ~ 7:00	$N1$	區域 II	不高於 75 dB(A)	
					7:00 ~ 19:00	$N2$			
					19:00 ~ 22:00	$N3$			
					22:00 ~ 24:00	$N4$			
美國	加利福尼亞州 Anabeim	$L_{eq(24)}$	24 小時均能連續 A 加權噪音量 (24 hours A-weighted Equivalent Continuous Sound Level)	$10 \log_{10} \frac{1}{24} \int_{0:00}^{24:00} [10^{0.1L_{pA}(t)} dt]$	24 小時	住宅區	郊區	57 dB(A)	
							市內	67 dB(A)	
							市區	72 dB(A)	
	聯邦航空局 FAA	DNL	日夜均能音量 (Day-Night Average Sound Level)	$10 \log_{10} \frac{1}{24} [15(10^{0.1L_d}) + 9(10^{0.1(L_n+10)})]$	白天 (7:00 ~ 22:00) 夜間 (22:00 ~ 7:00)	不高於 65 dB(A) 19:00 ~ 22:00 嚴格 4.7 dB(A) 22:00 ~ 7:00 嚴格 10 dB(A)			
英國		$L_{Aeq,T}$	均能連續 A 加權噪音量 (A-weighted Equivalent Continuous Sound Level)	$10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^N 10^{0.1L_{Ai}} \tau_i \right]$		音暴露類型 (dB(A))			
					噪音源	A	B	C	D
					7:00 ~ 23:00	<57	57 ~ 66	66 ~ 72	>72
					23:00 ~ 7:00	<48	48 ~ 57	57 ~ 66	>66
新西蘭		L_{max}	最大 A 加權噪音量 (Maximum Sound Level)	單一事件中噪音量隨時間改變時測得的最大噪音量	24 小時	不高於 70 dB(A)			

十六 每小時噪音監測資料格式與噪音事件監測資料格式關係





4.1.4 航道下航空噪音最大音量與評估指標

飛機噪音的管制起源於人們對噪音危害的認識。20 世紀 50 年代末，人們開始關注交通引起的噪音污染，一些發達國家開始制定相關的法令法規對噪音進行控制。飛機作為常用的交通工具之一，由於其噪音具有噪音量高，影響範圍廣等特點，其航空噪音最早受到人們的重視。然而飛機起降產生的噪音，卻影響機場周圍地區居民的生活環境品質。長期處於這種噪音污染中，會對人們的生活與工作帶來重大影響，對人體心理或生理也會產生不同程度的傷害。

1972 年，第一屆國際噪音會議 (The Inter-Noise Congress) 在美國華盛頓召開，1974 年，環境聲學這一術語在第八屆國際聲學會議 (International Conference of Acoustic) 上被正式使用。這兩起重要事件標示著噪音控制與研究領域的學術化與國際化。同時，飛機噪音的相關評估和管制開始出現。1968 年，國際民航組織大會通過了一項決議，意識到機場附近噪音問題的嚴重性，並指示國際民航組織理事會制定國際規範和相關的指導資料以控制航空器噪音。1971 年，大會通過了另一項決議，承認可能與航空器活動有關的有害環境影響。這一年還通過了國際民用航空公約附件 16，處理與航空器噪音有關各項問題。後來，又成立了航空器噪音委員會 (CAN) 和航空器引擎排放委員會 (CAEE)，分別為不同類型的航空器制定噪音合格審定要求和引擎排放的具體標準。改編後附件 16 的第 I 卷包括與航空器噪音有關的規定，第 II 卷包括與航空器引擎排放有關的規定。在第 I 卷中，航空器的不同分類構成噪音合格審定的基礎。對每項分類中的航空器型號，噪音評估指標已標準化。1983 年，航空器噪音委員會和航空器引擎排放委員會合併為航空環境保護委員會 (CAEP)，作為國際民航組織理事會的一個技術委員會。自其成立以來，航空環保委員會進一步發展了附件 16 中的航空器噪音和航空器引擎排放的標準。

20 世紀 80 年代，飛機噪音的管制體系趨於形成。這個時期，制定了一系列的關於飛機噪音限值的標準和測量評估飛機噪音的標準。1978 年，國際標準化組織通過《Acoustics: Procedure for describing aircraft noise heard on the ground》(ISO 3891-1978)，描述了地面上聽到的飛機噪音

的程式。1979年，英國通過標準《Specification for frequency weighting for the measurement of aircraft noise (D-weighting)》(BS 5721-1979)，對飛機噪音測量用的D加權做了規範。德國於1984年通過了《飛機噪音的測量和評定》標準，規定了測量用的指標和參數，如何測定飛機起飛噪音等級等內容。

從20世紀90年代至今，飛機噪音的管制體系不斷完善。國際電工委員會(IEC)於1995年通過了《電聲學 航空噪音測量儀器在運輸機噪音鑒定中測量三分之一帶寬倍頻噪音量裝置的性能要求》。中國大陸對飛機噪音的管制在這一時期也有了很大發展，在1988年通過了《機場周圍飛機噪音測量方法》和《機場周圍飛機噪音環境標準》。

1999年歐盟為了降低機場周邊噪音污染，決定從2002年4月1日起禁止配有隔音器和引擎消音器的飛機入境。歐盟的理由是，裝有消音裝置不僅多耗油50%，且噪音依然會超過音量標準。由於歐洲生產的空中客機都已達到了歐盟的要求，不需要裝配隔音器。而絕大多數美國廠家製造的飛機卻都需要裝有此類裝置。針對歐盟的這一措施，美國於2000年3月向國際民航組織提起上訴。美國官員表示，歐盟的做法給美國的公司造成了超過20億美元的損失。歐盟採取這一措施後，一些官員和環保組織認為收效並不明顯。2002年4月，歐盟15個成員國的交通部長批准，決定採用國際民航組織制定的噪音標準。

為了有效的對機場周圍的航空噪音進行管制，就需要對機場周圍航空噪音進行監測。目前，世界各大機場使用較多的噪音監測系統主要有：Lochard公司的ANOMS、BAE公司的TAMIS，此外還有澳大利亞AirservicesAustralia的NFPMS和德國Topsonic的Aircraft Noise Monitoring System(請詳4.3.4節)。這些系統大都為機場周圍航空噪音的監測提供了一整套的解決方法，系統一般包括一定數量的噪音監測點、中央的控制中心以及因應的客戶終端。監測點對周圍噪音進行全天候的監控，測得的資料通過各種連接方式傳送到中央控制中心，控制中心對這些資料進行處理分析，最後將結果分別提供給機場、相關政府機構和周圍的居民，以便對噪音進行管制。

國際標準ISO/CD 20906 (Acoustics - Unattended monitoring of aircraft sound in the vicinity of airports)對固定式航空噪音監測做了規定；美國航空推薦準則(ARP)2006年發布的標準ARP4721 (Monitoring Aircraft Noise and Operations in the Vicinity of Airports)對機場周圍航空器噪音固定式監測系統做了規定。該標準為機場周圍航空噪音和操作的監測提供了工程方法，包括有人和無人守候的情況。此外，標準還對固定系統測量結果的驗證提供了因應的方法。

總之，隨著航空噪音對人們生活的影響越來越大，需要制定更加完善的法規管制和監測方法。如何進行有效的航空噪音監測，確定方便、全面的評估指標來表示航空噪音對人的影響，以及法規對最大音量管制標準是否恰當，以切實保護人的健康權等等問題，需要不斷地研究、施行。

關於航空噪音最大音量管制可以分為三個部分：航空器適航最大音量管制、日夜(加權)航空噪音和單一航空噪音最大音量管制。

一 航空器適航最大音量管制標準和相關法規

航空器類型很多，在投入航線進行營運之前必須得到航空局簽發的噪音適航合格證。各國政

府和有關機構也都非常重視航空器噪音對環境的影響，紛紛制定航空噪音的適航規範和標準。國內外有多種飛機的航空噪音適航性規範或標準，內容基本上一致，詳如表 4.1-9 所示。

表 4.1-9 國內外關於飛機航空噪音適航性規範和標準

國際民用航空組織 (ICAO)	國際民用航空公約 (CICA) 附件 16
美國聯邦航空局 (FAA)	聯邦航空條例 FAR 第 36 部
國際標準化組織 (ISO)	IS03891—78《聲音：地面上聽到的飛機噪音描述方法》
英國民用航空局	英國民航適航性要求 (BCAR) 第 N 部
中國大陸民航總局	中國大陸民用航空規章 (CCAR) 第 36 部
我國行政院環保署	民用航空器噪音管制標準

美國聯邦飛航規則第 36 號的規定，將航空器按照噪音水準 EPNdB 與最大起飛重量分為三個噪音等級。

第一階段噪音等級 (Stage 1)：當航空器在此飛航規則未被採用之前，就已經從事飛行活動，或航空器原機型第一次出廠時，即未被要求符合此噪音限制的一類民用航空器。對這類噪音航空器，規定在變換機型設計後，不得超出原噪音水準，除非修改機型後，符合第二階段噪音等級的規定；於 1971 年 9 月 17 日以後適用於此等級的航空器，無論修改機型與否，皆不得超出原適航核准的最高動力或推力，此噪音等級並無限制引擎數量。

第二階段噪音等級 (Stage 2)：此噪音等級航空器的噪音水準介於 1969 年與 1977 年之間的噪音限制標準。

第三階段噪音等級 (Stage 3)：此噪音等級航空器的噪音水準為符合修訂後的 1977 年的噪音限制標準。

以第三階段飛機為例，中國大陸民用航空規章規定的最大噪音量如下：

(一) 飛越

1. 多於三台引擎的飛機：最大重量等於或大於 385,000 公斤 (850,000 磅) 時為 106 EPNdB，最大重量從 385,000 公斤 (850,000 磅) 每減一半，則減少 4 EPN dB，直到最大重量等於或小於 20,247 公斤 (44,673 磅) 時為 89 EPNdB。
2. 三台引擎的飛機：最大重量等於或大於 385,000 公斤 (850,000 磅) 時為 104 EPNdB，最大重量從 385,000 公斤 (850,000 磅) 每減一半，則減少 4 EPNdB，直到最大重量等於或小於 28,675 公斤 (63,177 磅) 時為 89 EPNdB。
3. 少於三台引擎的飛機：最大重量等於或大於 385,000 公斤 (850,000 磅) 時為 101 EPNdB，最大重量從 385,000 公斤 (850,000 磅) 每減一半，則減少 4 EPNdB，直到最大重量等於或少於 48,195 公斤 (106,250 磅) 時為 89 EPNdB。

(二) 橫側

不管引擎的數量，最大重量等於或大於 400,000 公斤 (882,000 磅) 時，為 103 EPNdB，最大重量從 400,000 公斤 (882,000 磅) 每減一半，則減少 2.56 EPNdB，直到最大重量等於或小於 35,018 公斤 (77,200 磅) 時為 94 EPNdB。

(三) 進場

不管引擎的數量，最大重量等於或大於 280,000 公斤 (617,300 磅) 時，為 105 EPNdB，最大重量從 280,000 公斤 (617,300 磅) 每減一半，則減少 2.33 EPNdB，直到最大重量等於或小於 35,018 公斤 (77,200 磅) 時為 98 EPNdB。

二 單一航空噪音最大音量管制標準和相關法規

國外部分機場會根據當地情況，自行制定機場的條例來管制單一航空噪音。

1. 英國倫敦 Heathrow、Gatwick 和 Stansted 機場

每架起飛的飛機造成的單個噪音需要滿足政府設定的噪音限值，不同時段有不同的要求，如 94 dB(A) (7 am ~ 11 pm)，89 dB(A) (6 am ~ 7 am 和 11 pm ~ 11:30 pm)，87 dB(A) (11:30 pm ~ 6 am)，噪音限值適用於距離跑道 6.5 km 處，以 L_{Amax} (dB(A)) 評估。每個監測點實際噪音限制值為基準噪音限制值 (baseline noise limit)，加上監測點限制值修正 (limit adjustment)，再加上校準允許誤差 (calibration allowance)。監測點限制值修正的方法為：距離小於 6.5 km，每減少 100 m，噪音限制值升高 1 dB；距離大於 6.5 km，每增加 1,000 m，噪音限制值減小 1 dB；監測點高於 (或低於) 飛機場，每 10 m 增加 (或減少) 0.4 dB。以 Gatwick 機場為例，每個監測點日間的實際噪音限值見表 4.1-10。

表 4.1-10 Gatwick 機場每個監測點日間的實際噪音限制值

跑道	監測點位置編號	相對機場的高度 (m)	限制值修正 (dB(A))	校準允許誤差 (dB(A))	日間 07:00 ~ 23:00	
					基準噪音限制值 (dB(A))	監測點實際噪音限制值 (dB(A))
26L	1	+54	5.0	0.7	94.0	99.7
	3	+57	1.9	0.7	94.0	96.6
	5	+52	1.9	0.7	94.0	96.6
08R	4	+4	0.0	0.7	94.0	94.7
	6	+3	-0.2	0.7	94.0	94.5

2. 美國 Santa Monica 機場

作為城市 Santa Monica 和 FAA 之間協商的結果，確定了一個機場法令：最大噪音量為 95.0 dB(A) 單一事件噪音暴露等級 (SENEL)，噪音監測位於跑道兩端 1,500 英尺處。

3. 美國 Bob Hope 機場

經 F.A.R. 第 36 部分或 ICAO 附件 16 認證的運輸類和噴氣式飛機，橫側距離 450 m (或 0.25 海浬) 處噪音應小於等於 105.1 EPNdB (或 105.0 EPNdB)，四引擎飛機在 0.35 海浬處噪音應小於等於 103.5 EPNdB。10:00 pm 至 7:00 am 時間段內，在正常操作條件和程式下，飛機最大噪音等級需要小於或等於：

- (1) 橫側距離 450 m (或 0.25 海浬、0.35 海浬) 處測量或預測，不超過 82.2 dB(A) (或 82 dB(A)、79.1 dB(A))，根據 F.A.R. 第 36 部分附錄 C。
- (2) 1,000 英尺飛躍測量或預測不超過 85.6 dBA，根據 F.A.R. 第 36 部分附錄 F。

4. 美國 John Wayne 機場

John Wayne 機場分別在機場的北部和南部共設有 10 個固定的噪音監測點 (noise monitoring stations, NMS)，通用航空噪音條例 (The General Aviation Noise Ordinance) 對這些監測點的噪音做了限制，不同時間段的噪音限值不同。日間時間和夜間時間的噪音限值見表 4.1-11；其中，日間時間和夜間時間的規定如表 4.1-12。

表 4.1-11 John Wayne 機場不同監測點不同時段的噪音限值

航空噪音限值			
日間時間		夜間時間	
監測點	噪音限值	監測點	噪音限值
NMS 1S	101.8 dB <i>SENEL</i>	NMS 1S	86.8 dB <i>SENEL</i>
NMS 2S	101.1 dB <i>SENEL</i>	NMS 2S	86.9 dB <i>SENEL</i>
NMS 3S	100.7 dB <i>SENEL</i>	其他	86.0 dB <i>SENEL</i>

表 4.1-12 John Wayne 機場日夜時段的具體劃分規定

日間時間		
	啟程	到達
星期一至星期六	07:00 ~ 22:00	07:00 ~ 23:00
星期日	08:00 ~ 22:00	08:00 ~ 23:00
其餘時間均被認為是夜間時間，時間均以監測點處的時刻為準		

5. 加拿大 Edmonton City Centre 機場 (Blatchford Field)

日間飛機噪音限制 (07:00 ~ 22:00)：起飛小於 97 EPNdB，降落 106 EPNdB。

夜間飛機噪音限制 (22:00 ~ 07:00)：起飛小於 84 EPNdB，降落小於 93 EPNdB。

6. 日本 Osaka International 機場 (Itami)

22:00 ~ 11:00 時間內，最大噪音量不允許超過 107 dB(A)，11:01 ~ 12:00 時間段內，最大噪音量不允許超過 100 dB(A)(起飛)、107 dB(A)(降落)。

A300 型號飛機從 32L/R 跑道起飛時不可產生超過 97 dB(A) 的噪音量。

三 單一航空噪音最大音量評估指標

單一航空噪音事件可選用 L_{Amax} 或 *SENEL* 作為評估指標。各機場不同，不同時段有不同的要求，不分年份、重量、機型、起降，取單一標準。

四 監測方法

(一) 人工監測

對於地面上航空噪音的監測可參照國際標準化組織 1978 年發布的 ISO3891 《Acoustics：Procedure for describing aircraft noise heard on the ground》，該標準詳細描述了地面上聽到飛機噪音的程式。中國大陸於 1988 年發布的國家標準 GB9661_88 《機場周圍飛機噪音的測量方法》就是依據 ISO3891 規定了航空噪音的測量方法。ISO3891 規定簡要內容如下：

1. 測量條件：無雨、無雪，地面上 10m 高處的風速不大於 5m/s，相對濕度不應超過 90%、不應小於 30%；測量傳聲器應安裝在開闊平坦的地方；飛機噪音量最大值至少超過環境背景噪音量 20dB(A) 等。
2. 測量方法：包括簡要測量和精密測量。
3. 測量記錄：測量日期、測量點位置、氣溫和 10 m 高處風向和風速，飛行時間、飛行狀態、飛機型號、最大噪音量。
4. 測量內容：測量單個飛行事件引起的噪音；測量相繼一系列飛行事件引起的噪音；在一段監測時間內測量飛行事件引起的噪音。

(二) 固定式監測

機場周圍航空噪音的固定式監測應參照國際標準化組織 ISO/DIS 20906 (Acoustics-Unattended monitoring of aircraft sound in the vicinity of airports)，其主要對無人守候的機場周圍航空噪音的監測做了規定：

1. 測量條件：設備精度為 I 型，溫度在 $-25^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$ 範圍，每年至少校正一次，傳聲器與地面距離至少 4 m，推薦 10 m，傳聲器相對垂直面距離至少 6 m。
2. 度量單位：等效連續聲級、最大聲級、暴露聲級、累積百分聲級。
3. 測量類型：監測 1 秒內或更少的 L_{eq} 。
4. 操作條件：噪音事件評估需與因應的航空操作（飛航動態）配合。
5. 測量的不確定性：遵循國際標準測量不確定度的規定。

4.2 噪音預測和評估

4.2.1 航空噪音的預測

一 概述

各國評估航空噪音之指標皆不盡相同，航空噪音管制區繪製所使用之等噪音線亦有所差異，如日本 *WECPNL* 等噪音線 70 dB(A) 相當於 NEF 等噪音線 30 dB(A)、或相當 L_{dn} 等噪音線 65 dB(A)、或相當於 *DNL* 等噪音線 57 dB(A)、或相當 L_{eq} 等噪音線 66 dB(A)。

同類型的飛機，同一飛機的不同部位產生噪音的原理不同，飛機以不同的速度飛行產生的噪音不同，飛機在跑道上產生的噪音和飛機從高空掠過在地面上感受到的噪音也不同；再者，不同的時間段飛機的數目不同，在不同的背景噪音下感受到的噪音響度也不同。因此，有統一的噪音評估指標是必須的。噪音評估量是一個主觀量，它的建立必須考慮噪音對人們影響的特點。不同的頻率對人的影響不同，人耳對不同頻率的主觀反應也不同，噪音漲落對人的影響存在差異，噪音出現的時間對人的影響也不同，同樣的聲音對不同人群的反應不同。噪音的評估量就是在研究人對噪音反應各方面的不同特徵。自 60 年代以來，飛機噪音越來越引起人們的注意，由於飛機噪音很大，把一般對於公路和土木建築的評估標準用於飛機噪音的評估已經不再適用。因此現在通常採用建立在人對噪音煩惱程度的基礎上的感覺噪音量測和有效噪音量作為評量。

在過去的三十年中，人們對直昇機噪音評估方法做過許多的研究，其中以美國國家航空暨太

空總署 (The National Aeronautics and Space Administration, NASA) 組織的研究最為龐大。很多研究者和政府管理者都認為，由於直昇機噪音的低頻特性和衝擊特性，對它的評估應該採用不同於評估普通定翼飛機噪音的方法。大多數北約國家用 A 加權暴露音量 (*SEL*) 評估直昇機噪音。另一種方法是均能感覺噪音量 (*EPNL*)，ICAO 推薦的直昇機噪音標準就是基於 *EPNL*。

目前各國所採用的航空噪音評估指標不盡相同，大多數都採用感覺噪音量 *PNL* 或 A 加權噪音量來評估一次飛行事件，對於長期連續的飛行事件，國際民航組織 (ICAO) 推薦採用加權均能連續感覺噪音量 *WECPNL*，一些國家也提出了其他的評估指標。

從前面的評估指標的選取中可以看出，各個國家採用的評估標準不同。中國採用 ICAO 推薦使用的加權連續均能感覺噪音量，美國採用日夜均能音量，加拿大採用噪音暴露預報，英國採用噪音事件數指數，日本採用的則是改進後的加權連續均能感覺噪音量。在不同的評估指標的基礎上會有不同的預測模式。由於機場噪音源是多架不同類型的飛機，所以要對眾多噪音事件進行累加，而各國的累加規則不盡相同。另外，對於單個模式各國也有不同的修正方法。

但是從許多的模式的處理方法也可以看出，航空噪音預測模式一般和評估指標有關，根據評估指標選定預測點以及預測範圍。預測範圍可取航空噪音的評估範圍，也可以略大於該評估範圍。選擇座標系，得出預測點與噪音源的位置關係，根據測量的遠近把噪音源看作點音源、線音源或者面音源，應盡量使用便於計算的近似模式。

在預測點上測得的資料，根據噪音源與預測點之間的距離以及環境條件等得出噪音傳播到預測點的衰減，再做修正後得到預測點的噪音量。不同國家按相應的噪音累加計算公式得到所需預測量。為了直觀地看出航空噪音對周邊環境的影響以及便於對各個敏感點的噪音超過標準狀況做具體分析，並對航空噪音做合理的管理，一般通過某種數學方法計算並繪製出等值線圖。繪製等值線圖的方法有兩種，由預測點的佈置方法決定，一種是按方格網佈置，另一種則是按等值點佈置。

二 機場噪音暴露模式比較

各國機場噪音暴露模式的比較見表 4.2-1。

表 4.2-1 機場噪音暴露模式比較

國家 / 來源	機場噪音暴露模式	單個時間度量單位	單音修正	持續時間修正	噪音事件數	日 / 夜補償
英國	<i>NNI</i>	最大 <i>PNL</i>	無	無	$15 \log_{10} N$	時間分 2 段，夜間容許較低的 <i>NNI</i>
美國	<i>NEF</i>	<i>EPNL</i>	有	有	$10 \log_{10} N$	$K_d = 20, K_n = 1.2$ ，晚上 1 架次相當於白天 17 架次
美國	<i>CNR</i>	最大 <i>PNL</i>	無	無	$10 \log_{10} N$	時間分 2 段，夜間 +10 dB(A)
美國加州	<i>CNEL</i>	L_A	無	有	$10 \log_{10} N$	時間分 3 段，夜間 +10 dB(A)，晚上 +5 dB(A)
美國	<i>DNL</i>	L_A	無	有	$10 \log_{10} N$	時間分 2 段，夜間 +10 dB(A)
法國	<i>N</i>	最大 <i>PNL</i>	無	無	$10 \log_{10} N$	時間分 3 段，可變補償
德國	<i>Q</i>	<i>PNL</i> 平均峰值	無	有	$13.3 \log_{10} N$	
俄 (前蘇聯)	L_{reff}	最大 L_A	無	無	按飛行密度 Δ 修正	時間分 2 段，晚上 Δ 修正量加大
國際民航組織、中國、日本	<i>WECPNL</i>	<i>EPNL</i>	有	有	$10 \log_{10} N$	時間分 3 段，傍晚 +5 dB(A)，晚上 +10 dB(A)

4.2.2 航空噪音的預測模式

由於對航空噪音的實測受很多條件的限制，並且需要投入許多的人力和物力。因此，利用經驗公式或半經驗公式對航空噪音進行預估已受到相當重視。目前，對飛機噪音的預測，包括對發動機噪音等的預測基本上可達到很可信的程度，這對控制航空噪音是極為有利的。下面介紹目前國內外主要應用的航空噪音預測模式。

一 FAA (Federal Aviation Administration) 預測模式

1976 年美國提出降低航空噪音法案，重申了美國聯邦航空總局 (FAA) 必須負起降低航空噪音的職責。後來責任範圍有擴大到機場周圍土地的管制，以及為經營者執行大範圍的降低噪音提供技術及經濟上的協助。從那以後，美國聯邦航空總局 FAA 就開始研究評估航空噪音的工具和模式。目前，美國聯邦航空總局支持的兩種主要航空噪音預測模式為 INM (integrated noise model) 和 HNM (helicopter noise model)。

由於直昇機的機翼是旋轉的，情況遠比固定機翼複雜。於是，美國聯邦航空總局環境與能源辦公室於 1989 年至 1994 年委託 John A. Volpe National Transportation System Center 開發了用來估算直昇機機場周圍環境噪音影響的軟體程式 HNM，它是以 INM 第四版為基礎建立的，最後更新於 1994 年，版本為 2.2。HNM 是一個 DOS 程式，可以畫出機場周圍地區的等噪音量曲線，但它沒有一個用來收集 HNM 源資料的程式，並且當預測一個新的直昇機時，還需要改變程式的代碼才能實現。

INM 的輸入參數主要包括：機場高度與氣溫、起降跑道、飛機運行狀態、機型、飛行時間等，輸出用的評估噪音指標主要為 NEF 、 L_{eq} 及 DNL ，並可繪製等噪音曲線圖。

美國聯邦航空總署 (FAA) 於 2014 年 9 月 8 日宣布下個世代的機場噪音與排放 (emission) 模式 (aviation environmental design tool version 2b, AEDT 2b)，並已於 2015 年 5 月 29 日推出。此新的版本預期將取代 FAA 既有之航空噪音整合模式 INM (integrated noise model)；與排放及擴散模式系統 EDMS (emissions and dispersion modeling system)，因為此二模式已在噪音及空氣排放上使用了數十年。

FAA 於 2015 年 5 月以後，不再更新維護 INM 軟體資料庫，飛航環境規劃 (設計) 評估工具 (aviation environmental design tool, AEDT) 並非用以取代 INM，而是將 INM 納入 AEDT 之中，如圖 4.2-1 所示。

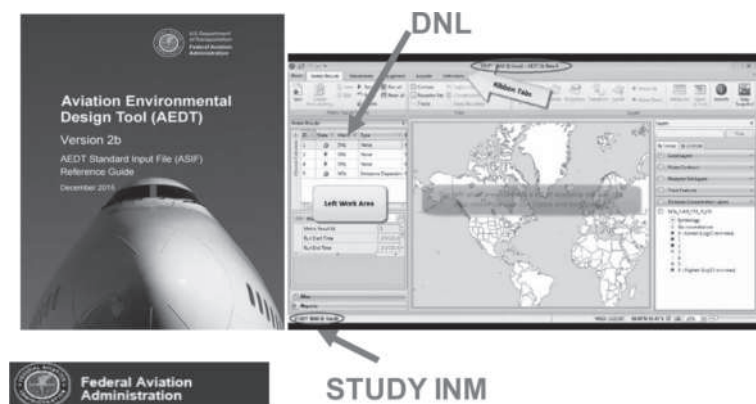


圖 4.2-1 AEDT 軟體模式示意畫面

AEDT 2b 將整合上述二模式及伴隨著最新的機場、航空器資料以提供機場業者與顧問作為發展噪音、排放及燃油消耗等結果之模擬工具。一組輸入數據 (包括：機場、航空器操作等) 將可讓使用者去發展上述全部三種類的結果並可應用於不同的飛行階段；同時也可讓使用者能夠透過一個工具去瞭解機場不同的改變。AEDT 2a 版本於 2013 年取代 NIRS (noise integrated routing system)，現階段則可應用於區域性及大尺度分析，例如：航空交通的改型設計研究。

國內為防制機場周圍地區航空噪音，維護民眾環境安寧，環保署訂定「機場周圍地區航空噪音防制辦法」，並明定航空噪音防制區劃定標準，前述劃定標準係參考美國聯邦航空總署飛航規則 (FAR PART 150) 所訂定之土地相容使用對策，所使用之指標係採用日夜平均音量 *DNL*。另考量我國國情 (土地狹小、人口密度高)，且絕大部分之機場周遭即緊鄰住家，爰將美國所訂第一級及第二級航空噪音日夜音量等噪音線分貝值之標準向下調修 5 分貝 (第一級 65 ~ 60、第二級 75 ~ 65)。

國內目前無機場使用 AEDT 模式進行噪音模擬。依據機場周圍地區航空噪音防制辦法第三條第五款規定，等噪音線係指將全年飛航資料輸入美國航空總署 (簡稱 FAA) 發展之航空噪音整合模式 (integrated noise model, INM) 所繪之封閉曲線。經查 FAA 於 2015 年 5 月以後，不再更新維護 INM 軟體資料庫，惟該資料庫內容有限，即便更新亦有許多機型不在標準資料庫中 (如 FAA 不會有我國經國號戰機相關參數或其他國家自行研發之飛機相關參數)，重點在於是否能找到相近機型進行替代或進行量測取得相關參數，進而於 INM 軟體輸入新的參數。另查飛航環境設計 (aviation environmental design tool, AEDT) 並非用以取代 INM，而是將 INM 納入 AEDT 之中，且目前在臺灣起降的飛機機型都能找到相近的機型進行替代，故目前不會造成航空噪音管制區劃定模擬上的問題。

美國聯邦航空總署 (FAA) 已發展出「飛航環境設計工具」(AEDT)，用以取代一系列建模噪音、排放及油耗的 FAA 傳統工具。這些傳統工具包括整合噪音模型 (INM)、排放與擴散建模系統 (EDMS)、和噪音整合路由系統 (NIRS)。雖然在功能性和基本方法方面，AEDT 與傳統工具有許多重疊之處，但 AEDT 有著全然不同的系統架構、設計和功能，使用者可利用共同的介面和輸入數據，建模航空噪音、油耗量和排放量。

AEDT 納入許多代表「最佳可得科學」的更新和修正，因此，AEDT 的結果與傳統工具非常不同。在發展 AEDT 的過程中，FAA 針對傳統工具和黃金標準數據 (譬如駕駛艙飛行資料記錄器數據)，做了廣泛的驗證和確認工作，以確保 AEDT 能擷取正確的飛機性能及定位數據。這些類型的驗證工作均詳載於 AEDT 的文件，可增進使用者的信心，相信 AEDT 的確是比傳統工具更精確的模型。

AEDT 更進步的演算法則，使得它在計算接收器位置噪音、等噪音線範圍、排放量和油耗量表現上，與傳統工具非常不同。這些差異是可預期的，且不應構成顧慮，因為 AEDT 所採用的方法是以「最佳可得科學」為基礎，因此其計算結果可提供更精確的環境數據。若欲瞭解 AEDT 建模方法差別之更詳細說明，AEDT 使用者可參閱提供於 FAA AEDT 網站的「AEDT2a 不確定性量化報告」和「AEDT2b 技術手冊」。若 AEDT 使用者執行品管措施後，仍得出看似異常的結果，則可聯絡 AEDT 支援小組。

天氣數據比較：AEDT 和傳統工具均容許使用者在研究中輸入天氣數據 (氣溫、氣壓、相對濕度和風力)。飛機在航道上之性能表現，以及噪音、排放量及油耗量之計算，均取決於這些天

氣參數。譬如：氣溫可能影響引擎推力；風力可能影響飛機爬升力；濕度可能影響噪音從飛機位置傳播至地面的方式。相較於高濕度環境，低濕度環境的音量通常較低，因為當環境濕度較低時，大氣吸收隨之增加。

AEDT 有多項優於 INM 和 EDMS 的改良。分述如下：

1. **預設天氣數據**：AEDT 中的預設天氣數據與 INM 不同，因為 AEDT 的預設天氣數據是針對其所建模的特定機場建立的 (如有需要，使用者可客製化預設天氣數據)。這點與 EDMS 倒是一致的，因為 AEDT 的數據和 EDMS 一樣，都是取自相同的 30 年正常狀態數據。
2. **地面 vs 高逼真度天氣**：AEDT 中的飛機性能天氣數據與 INM 和 EDMS 不同，因為 AEDT 可提供依飛機高度及位置而變化之天氣數據 (「高逼真度」天氣)，而傳統工具僅提供地面天氣數據。

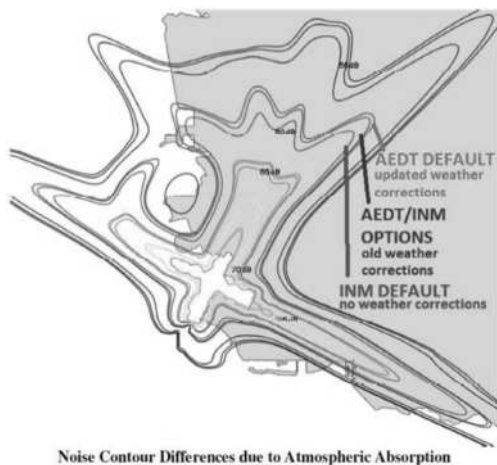
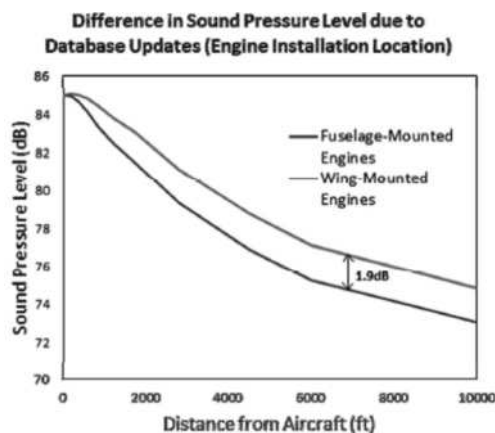


圖 4.2-2 因大氣吸收造成之等噪音線差異

3. **天氣對噪音影響之計算方法**：INM 提供兩種計算天氣對噪音影響的方法：未調整天氣方法 (SAE-AIR-1845) 和 機場特定天氣方法 (SAE-ARP-866A)。AEDT 與 INM 不同，因為 AEDT 除提供上述兩種方法外，還提供一種代表「最佳可得科學」之新的機場特定天氣方法 (SAE-ARP-5534)。對於有關 FAA 行動的噪音分析，FAA 要求必須採用 SAE-ARP-5534 建模。這三種方法之大氣吸收差異如圖 4.2-2 所示。
4. **飛機特性**：針對某些機型，AEDT 可根據噪音量、油耗量和機身及引擎標繪之變化，提供飛機數據更新。

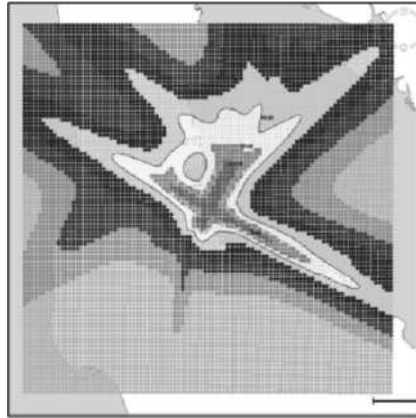


飛機航道兩側的噪音量取決於飛機引擎的位置，因為就對側的接收器而言，飛機的機身可能部分遮住其中一個引擎。在 AEDT 中，此一影響已被建模為部分橫向衰減調整。其對引擎安裝於機翼下方飛機的影響，不同於引擎安裝於機身的飛機 (見圖)。這兩種引擎位置對飛機航道兩側造成的噪音差異可能高達 1.9 dB，實際差異則視地形而定。三種機型 (737QN、MD81 和 SABR80) 的引擎位置在 AEDT 中做了更新，因為在 INM 中這些機型的引擎

位置被錯置。AEDT 中的其他飛機則未更新。此一更新提升了 AEDT 的精確性。在未來著重前述三種機型的研究中，此一更新的影響將尤其明顯。與 EDMS 一樣，AEDT 中的每種機型均被分配有關機身和引擎的數據。無論是在 AEDT 或 EDMS 中，當無法提供特定機身之數據時，便採用最能代表該型飛機的數據。此一方式也適用於飛機引擎。在 AEDT 中，某些機型的機身和引擎標繪圖，均已根據最新的機身及引擎數據予以更新。對於機身和引擎標繪圖均已更新的少數機型，AEDT 和 EDMS 中的油耗量和排放量結果不同。就某些引擎而言，EDMS 的油耗量和排

放量數據是錯誤的。已發現的錯誤油耗量和排放量數據，在 AEDT 中均已修正。這些錯誤絕大多數都僅限於非 ICAO 認證引擎（如活塞引擎和渦輪螺旋槳引擎）。

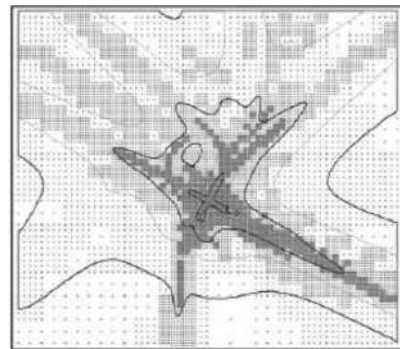
等噪音線：AEDT 的等噪音線計算方法與 INM 不同。在這兩種工具中，計算噪音量以標劃等噪音線區域，是以接收器網格為基礎。AEDT 計算等噪音線網格的方法與 INM 不同。有些方法採用變量空間等噪音線網格，以縮短運算執行時間，同時增進等噪音線品質。這些方法摘述如下：



Fixed Grid (AEDT & INM)

- equally spaced contour grid
- can result in contour that do not close in INM
- AEDT will not output contours that do not close.
- available in both AEDT and INM

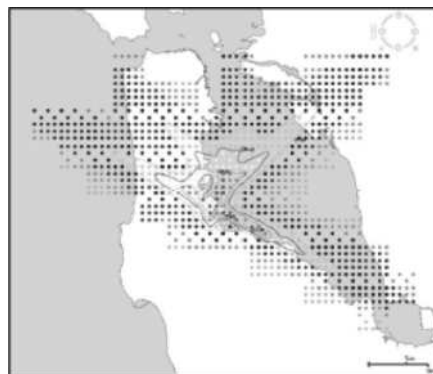
固定網格 (AEDT & INM)：等距等噪音線網格、等噪音線可能無法閉合 (INM)、AEDT 不會有等噪音線無法閉合情形、AEDT 和 INM 均提供此方法。



Recursive Grid (INM only)

- irregular spaced contour grid
- outer edge of the grid is defined
- start with large grid, and add in additional points in areas with noise level changes
- can still result in contours that do not close
- available in INM only

遞迴網格 (僅 INM)：不規則間隔等噪音線網格、網格外緣已有定義、開始時採取大網格，然後在噪音量變化處增加網格點。等噪音線仍可能無法閉合，僅 INM 提供此方法。

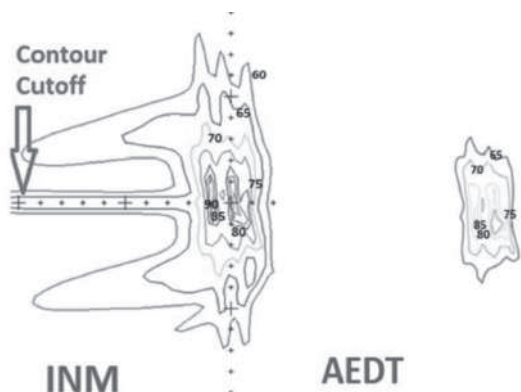


Dynamic Grid (AEDT only)

- irregularly spaced contour grid
- start with small grid, and expand grid points until the contours close
- ensures contours selected for analysis will close
- contours that do not close.
- Available in AEDT only

動態網格 (僅 AEDT)：不規則間隔等噪音線網格、開始時採取小網格，然後擴大網格點，直到等噪音線封閉。確保用於分析的等噪音線均可封閉，僅 AEDT 提供此方法。

註：由於 INM 遞迴網格與 AEDT 動態網格的固有差異，僅 INM 的固定網格可被納入 AEDT。



等噪音線封閉：採用固定網格或邊界檔 (boundary file) 時，等噪音線可能延伸至超出接收器網格的範圍。AEDT 和 INM 處理此情況的方法不同。

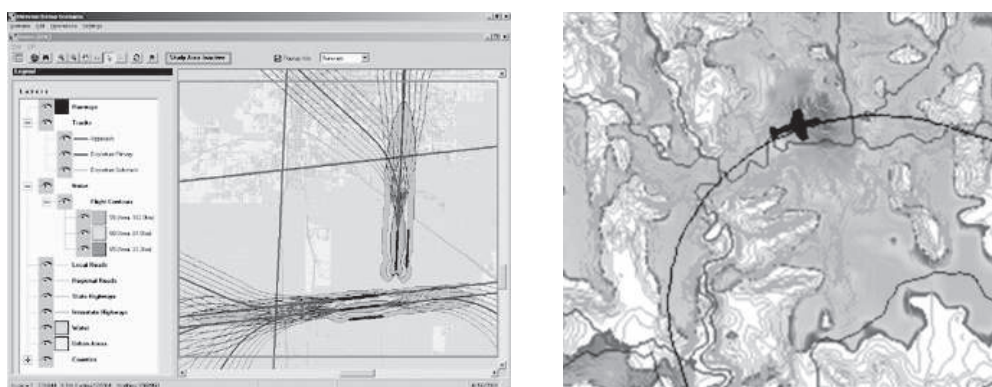
當等噪音線延伸至網格之外時：INM 標繪延伸等噪音線時，往往標出錯誤的範圍 (即「等噪音線切斷」) —— 藉由擴大等噪音線網格的範圍，可避免此一現象。AEDT 僅標繪成功封閉的等噪音線 —— 藉由擴大等噪音線網格的範圍或利用動態網格，可避免此一現象。

二 Noisemap 模式

Noisemap 是由美國空軍於 19 世紀 70 年代發展起來的一種預測機場周圍航空噪音的模式，它主要用於軍用機場噪音的模擬和預測。

使用這個模式預測時可分為兩步：第一階段建立資料庫，以人工的方式輸入機場、試車台、飛行操作等相關資料；第二階段用其程式計算航空噪音及非噪音 (如地面試車噪音) 的等噪音量曲線，最後利用繪圖程式繪出我們所需的總等噪音線圖。

後來，Wyle 實驗室基於 Noisemap 模式發展了 NMSim (noise model simulation)。NMSim 可以預測包括航空噪音、鐵路、高速公路在內的所有交通噪音。



資料來源：<http://www.wylelabs.com/products/acousticsoftwareproducts/nmsim.html>

圖 4.2-3 NMSim 噪音模擬示意圖

三 德國 CadnaA-AzB 模式

德國 CadnaA-AzB 模式為德國 DataKustik 公司 (<http://www.datakustik.de>，DataKustik GmbH，Software, Technische Dokumentation und，Ausbildung für den Immissionsschutz，Gräfelinger Str. 133 A，D-81375 München，Fon.: +49 - (0)89 - 7007 629 - 0，Fax: +49 - (0)89 - 7007 629 - 89，E-Mail:

info@datakustik.de) 依 DIN、RLS-90 及相關室外聲學原理 (ISO 9613、TA-Larm、DIN 18005、VDI 2714、VDI 2720、RLS 90、Schall 03、AL 28、STL 86) 所發展之模組，亦為 CadnaA 之子程式，屬視窗版軟體，作業環境為 WINDOWS 系統。CadnaA-AzB 具有模擬航空噪音之功能，當輸入航空器種類、機場環境高程、溫度、起降跑道、飛航運作情形、機種組成、飛航發生時刻 (日間、傍晚或夜間) 及其航道使用頻率、敏感點、環境屬性等物件之資料後，透過程式進行計算，輸出結果包括敏感受體音量及等噪音線圖。評估指標：小時均能音量 (L_{eq})、最大音量 (L_{max})。可輸入 Lin、A、B、C、D 等頻率加權特性不同頻帶之聲功率噪音位準，頻譜無特殊限制。輸入 (施工) 機具、操作時間、敏感點、環境屬性、噪音防制設施 (隧道內襯吸音性) 等物件之屬性資料後，透過程式進行計算，輸出結果包括有無噪音防制措施前後之敏感受體預測點的均能音量。目前受到多處機場 (如 Munich, Stuttgart, Cologne/Bonn, Frankfurt, Hamburg, Düsseldorf etc.) 認可使用，用以作為可能受影響之鄰近地區噪音模擬，如圖 4.2-4 之示意。

四 德國 SoundPLAN 軟體模式 (Version7.4)

為德國 Braunstein+B Berndt GMBH 公司 (<http://www.soundplan.com/>，E-Mail: bbgmbh@soundplan.de) 依 DIN、AzB 及 DES 所發展之模組，屬視窗版軟體，作業環境為 WINDOWS 系統。SoundPLAN 軟體之噪音評估模式具有模擬航空噪音之功能，當輸入地形高程、敏感點、建築

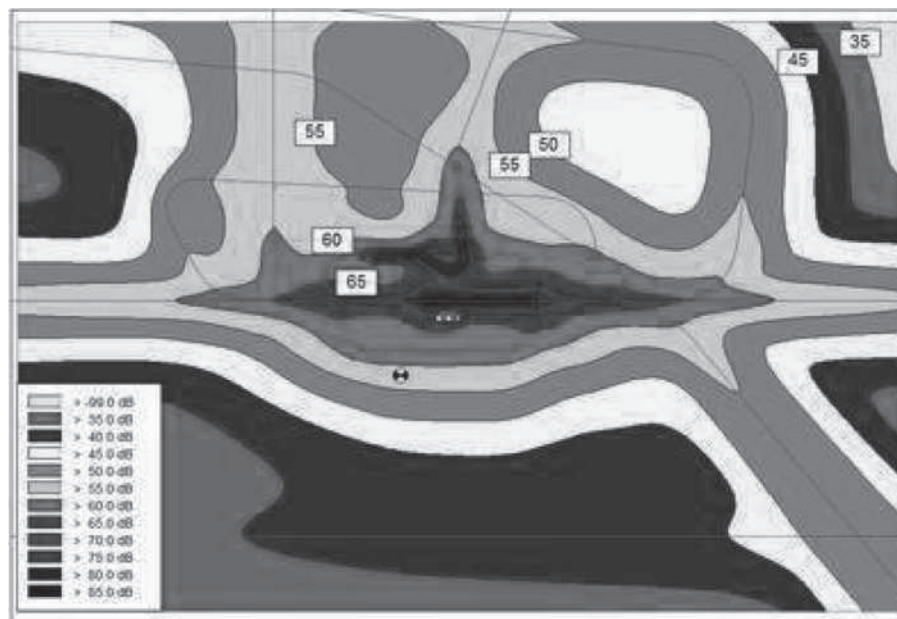


圖 4.2-4 CadnaA-AzB 模式輸出圖例

物、音源及其他資料後，模式可以算出指定受音點的噪音值或以等音線圖表示整個區域噪音的分佈狀況。

評估指標包括：小時均能音量 (L_{eq})、最大音量 (L_{max}) 皆可，頻譜無特殊限制，屬於電腦軟體模式。SoundPLAN 7.3 版本將交通噪音、工業噪音和航空噪音整合在一起。計算按照歐洲標準 (ECAC Doc. 29 第 2 版，ECAC Doc 29 第 3 版也是美國 INM 軟體的基礎) 規定的方法。所有噪音類型都集成在一個軟體環境裡，可以對飛行器、巡航、發動機測試、輔助電源、行李處理、空

調以及各種交通噪音統一處理。可以從 EUROCONTROL 或者美國 INM 中通過圖形界面輸入公共飛行器的資料庫並採用相同的算法進行計算。

飛行器噪音建立模型的關鍵是提出現有或者規劃中的機場的噪音等噪音線圖，並顯示不同工況、規劃、未來的飛機和噪音控制措施的效果。圖 7.2-1 提出了土耳其伊斯坦布爾機場的噪音等噪音線圖。SoundPLAN 還被用來研究大法蘭克福地區的噪音分佈，並提出飛機噪音的貢獻。研究涉及 2 百萬建築物，7,500 平方公里的地區和 36 G 的地形數據。處理過程中，SoundPLAN、GIS 系統和 Oracle 資料庫需要綜合使用。

輸入航空器種類、機場環境高程、溫度、起降跑道、飛航運作情形、機種組成、飛航發生時刻(日間、傍晚或夜間)及其航道使用頻率、敏感點、環境屬性等物件之資料後，透過程式進行計算，輸出結果包括敏感受體音量及等噪音線圖，如圖 4.2-5 之示意。

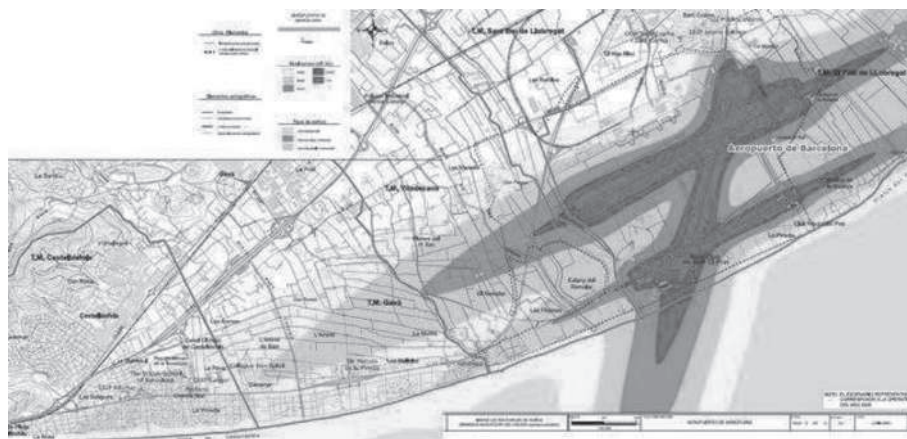


圖 4.2-5 SoundPLAN 軟體模式輸出圖例

五 美國 NEF (Noise Exposure Forecast) 模式

NEF (噪音曝露預測值) 預測評估模式為美國聯邦航空總署 (Federal Aviation Administration, FAA) 根據航空器噪音、機場各種各樣的聲音和可使用的資料發展而成 (<http://www.tc.gc.ca/CivilAviation/>)。用以評估飛機噪音曝露預測，一般認為噪音曝露位準大於 NEF = 40 通常難為人們所接受，而位準低於 NEF = 30 則可以接受。無特殊限制 (營運量、飛行狀況)。評估位置：飛行場及周圍地區。可應用於各種地區，例如一個住宅區域應該 NEF 值為 30 或更低；而當 NEF 值超過 30 時，便不宜作為住宅區之用途。若規劃 NEF 值為 40，則這個區域可劃定為工業區和娛樂區。目前受到多處美國、加拿大之機場認可使用，用以作為可能受影響之鄰近地區噪音模擬。通常亦使用 $DNL = NEF + 35$ 為參考值。

六 西班牙 Canarina CUSTIC 模式

為西班牙 Canarina Environmental Software 公司發展之商業用軟體 (<http://www.canarina.com/environmentalindex.htm>, 38300 LA OROTAVA, Canary Islands Santa Cruz de Tenerife, SPAIN)，屬視窗版軟體，作業環境為 WINDOWS 系統。軟體之噪音評估模式具有模擬環境影響及航空噪音之功能，當輸入地形高程、敏感點、建築物、音源及其他資料後，模式可以算出音源分佈大小、

指定受音點的噪音值或以等音線圖表示整個區域噪音的分佈狀況。

評估指標包括：小時均能音量 (L_{eq})、最大音量 (L_{max}) 皆可，頻譜無特殊限制，屬於電腦軟體模式。輸入航空器種類、機場環境高程、溫度、起降跑道、飛航運作情形、機種組成、飛航發生時刻 (日間、傍晚或夜間) 及其航道使用頻率、敏感點、環境屬性等物件之資料後，透過程式進行計算，輸出結果包括敏感受體音量及等噪音線圖，如圖 4.2-6 之示意。



圖4.2-6 CUSTIC 軟體模式輸出圖例

七 法國 MITHRA 模式

MITHRA 是 01dB-Stell 公司發布的音傳播預測軟體。該軟體考慮了對某一地域進行噪音預測中最重要的一些變量，如建築布局、地形學、隔音牆、地面類型、氣象因素等。通過選擇合適的模型，MITHRA 可容易被配置成公路噪音、鐵路、機場和工業噪音預測的專用工具。地形資訊可以方便地從數字化的電子表格定義，或者通過 DSX 和 GIS 格式的文件輸入，甚至可以用可選的專用模組直接在螢幕上數字化。MITHRA 代表了法國 CSTB 近 20 年系統方法研究的積累，自 1987 年就成為功能性的軟體。MITHRA 得到的結果已經被很多現場測量證實是有效的。噪音預測的計算全面集成了 NMPB 方法和 ISO9613-2 方法，包括各方法的變量。MITHRA 對 Windows 98, ME, NT 和 2000 全面兼容，用戶界面最佳化、運行速度快，可用於環境噪音評估。圖 4.2-7 顯示了航空噪音預測模組結果示意圖，該模組能夠模擬機場附近的噪音等音量圖。如同其他模組，地形圖、地面效應、反射和衍射、氣象效應都包括在模型中。飛行路徑資訊可從 INM 軟體輸入。

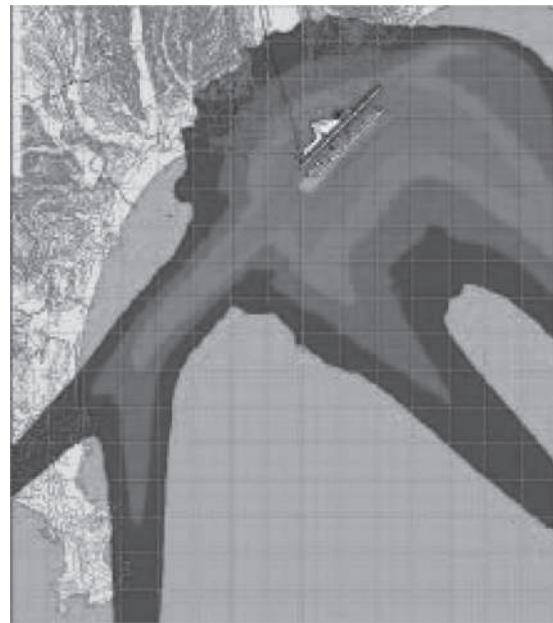


圖4.2-7 MITHRA 航空噪音模式輸出圖例

八 英國 ANCON 模式

為英國 Civil Aviation Authority (UK Department of Transport, Greville House, 37 Gratton Road, Cheltenham, England) 使用之視窗版預測評估軟體，作業環境為 WINDOWS 系統。軟體之噪音評估模式具有模擬環境影響及航空噪音之功能，當輸入地形高程、敏感點、建築物、音源及其他資料後，模式可以算出音源分佈大小、指定受音點的噪音值或以等音線圖表示整個區域噪音的分佈狀況。

評估指標：小時均能音量 (L_{eq})、最大音量 (L_{max})、暴露音量 (LSE)，屬於電腦軟體模式。 NNI (Noise and Number Index (NNI)) 係在英國發展出來的指標，亦用於評估航空噪音，航空噪音事件察覺音量最大值的日平均與起降架次加權之和，再減 80。輸入航空器種類、機場環境高程、溫度、起降跑道、飛航運作情形、機種組成、飛航發生時刻 (日間、傍晚或夜間) 及其航道使用頻率、敏感點、環境屬性等物件之資料後，透過程式進行計算，輸出結果包括敏感受體音量及等噪音線圖，如圖 3.1-10 之示意。 NNI 值可用以評估飛機飛過數目及噪音對機場附近居民及一般社會民眾的影響程度，同時在機場興建前預測或興建後測定，亦可繪製 NNI 的等噪音曲線，以評估航空噪音的影響。倫敦機場採用 NNI 作為控制標準，認為當 NNI 為 20 dB ~ 30 dB 時，感覺有干擾；40 dB 時，感覺很吵；50 dB 時，感覺非常吵；當達到 60 dB 時則感覺無法容忍。

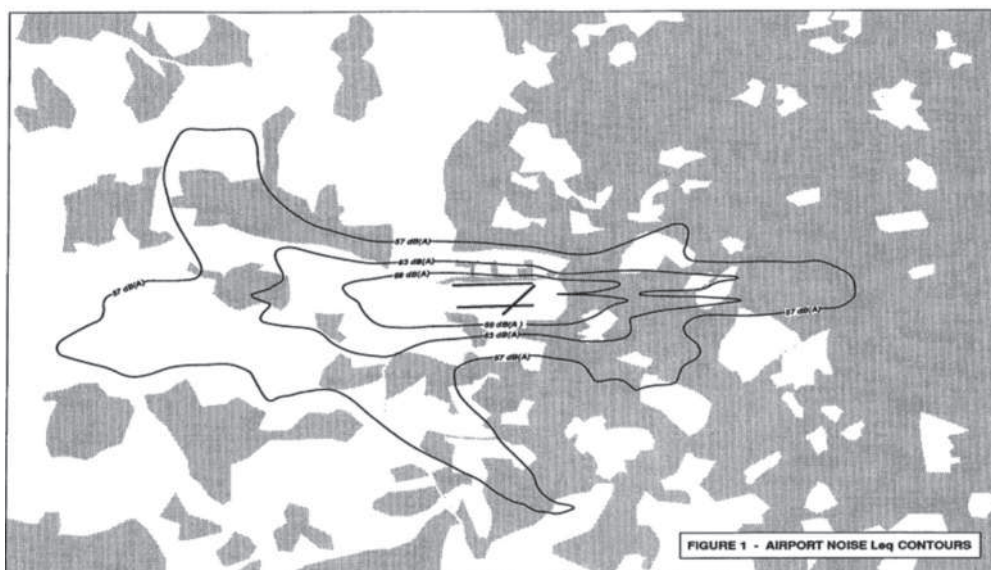


圖 4.2-8 ANCON 軟體模式輸出圖例

前述相關軟體的不同在於用戶界面和數據輸入輸出各有特色，但計算的基本原理差異不大，都按照相對應的標準和規範進行計算，SoundPLAN 和 CadnaA 都可以使用 INM 的資料庫和計算方式。因此，美國聯邦航空總署 (FAA) 的整合性噪音模式 INM 是目前相對比較權威的軟體，而且其準確性通過機場噪音相容性計畫不斷修正提高。

關於航空噪音模擬和預測目前沒有相對應的國際標準，歐洲和美國採用類似的方法進行計算，且都採用 INM 的飛機噪音資料庫。INM 基於 SAE AIR 1845 標準，採用噪音功率距離 (Noise-Power-Distance, NPD) 數據來估計各種飛行情況和環境條件下的噪音大小。INM 使用年平均的輸入條件，用於估計長期的平均影響，因此它不是用來預測單事件噪音量。總之，INM 不

是一個精細的聲學模型，很難精確比較測量值和 INM 的預測值，目前沒有文獻說明預測準確性能在 3 dB(A) 之內。FAA 的機場噪音相容性計畫指出使用監測數據回饋修正航空噪音管制區等噪音線圖。

除了上述的幾種預測模式外，一些國家也發展了其他的機場周圍航空噪音的預測模式，如丹麥 DELTA 的 DANSIM 模式 (danish airport noise simulation model) 以及美國國家公園管理局發展的 NPSODSSM (national park service overflight decision support system model)。

4.2.3 航空噪音的評估

一 航空噪音評估流程

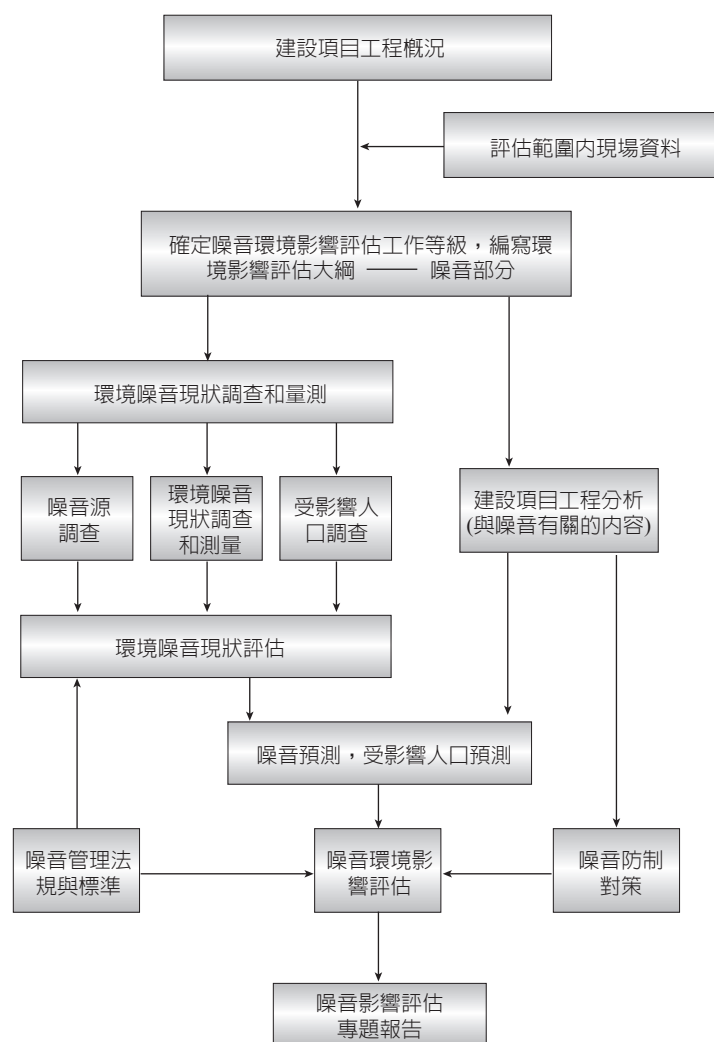


圖4.2-9 航空噪音影響評估流程圖

二 航空噪音評估方法

(一) 我國

我國依據「開發行為環境影響評估作業準則」第 58 條規定訂定「航空噪音評估模式技術規範」，模式名稱說明如表 4.2-2。

表 4.2-2 航空噪音評估模式

適用機場	模式名稱
固定翼飛機起降的機場	整合噪音模式 (INM)
迴旋翼飛機或直昇機起降的飛行場	直昇機噪音模式 (HNM)

噪音管制法施行細則 (民國 99 年 3 月 11 日) 第十二條本法第十八條第二項所定室內航空噪音日夜音量，其計算方法依美國聯邦飛航規則第一百五號規定，並於監測時噪音計設定為「A 加權」。測定時間連續蒐集二十四小時之航空噪音日夜音量，慢特性 (SLOW)。

環境音量標準 (民國 99 年 1 月 21 日) 第二條專有名詞定義及計算公式如航空噪音日夜音量 (DNL)，同 (4-30) 式及 (4-31) 式：用於評估航空噪音之指標，其計算公式如下：

$$DNL = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{86400} \left(\int_0^{25200} 10^{[L_A+10]/10} dt + \int_{25200}^{79200} 10^{[L_A]/10} dt + \int_{79200}^{86400} 10^{[L_A+10]/10} dt \right) \right] \quad (4-38)$$

式中：

L_A ：航空噪音事件持續時間內均能音量。

第五條航空噪音環境音量標準如下：

區域	航空站類型	全年航空噪音日夜音量
非屬各級航空噪音防制區之區域	噴射飛機及螺旋槳飛機起降之航空站	60 dB(A)
	供直昇機起降之航空站	52 dB(A)

(二) 中國

在 2002 年由中國國家環境保護總局和中國民用航空總局聯合頒布的《環境影響評估技術導則——民用機場建設工程》中明確的規定了對於機場附近的噪音評估方法。其中就包括了《環境影響評估技術導則——聲環境》中規定的各項指標，具體的評估範圍與噪音監測點分佈方法如下：

1. 新建機場環境噪音現狀評估

- (1) 評估範圍包括機場跑道兩側各 1~2 km，跑道兩端延長線各 5~8 km 的區域。公路交通噪音：機場進場公路兩側各 100 m 內的區域。
- (2) 噪音監測點布設：在機場調查範圍內現有居民區、學校、醫院等噪音敏感點布設，但重點要佈置在現有噪音源對噪音敏感目標有影響的那些點上。當機場調查範圍內沒有明顯的噪音源，且噪音量較低 (<45 dB(A))，噪音現狀監測點可選擇 1~3 個監測點。
- (3) 現狀評估：按照都市區域環境噪音測量方法中規定進行測定，得出各監測點日間和夜間的 A 加權均能音量、超過標準情況和主要音源。

2. 機場改擴建環境噪音現狀評估

- (1) 評估範圍包括機場飛機現行飛行狀況以及周圍影響：依據機場飛行架次，飛行程式具體確定，一般為機場跑道兩側各 1~2 km，跑道兩端延長線各 5~8 km 的區域，但大型機場應該根據飛行程式適當擴大調查範圍。機場周圍噪音敏感目標：居民區、學校、醫院等，並在 1:50,000 地形圖上標註敏感目標位置及座標。

- (2) 噪音監測點布設：根據機場飛行程式、機場周圍人口分佈和飛機噪音預測的需要，一般在跑道兩端各 3 km (大型機場應適當擴大) 和跑道兩側各 500 m 範圍內的重點敏感目標布設監測點。
- (3) 現狀評估：在每個測點測量不同機型起飛降落時最大 A 加權噪音量及其持續時間，每種機型測量起降狀態均不少於 3 次，並確定測點和跑道的相對位置，根據測量結果計算出各測點的實測 *WECPNL*，對該實測結果進行校核，根據從機場當局得到的飛機飛行動態等資料在網格點上計算出 *WECPNL* 值，按照 5 dB(A) 的間隔在 1:50,000 包括機場區域在內的地形圖上畫出等值圖。由等值圖，計算出各類噪音量覆蓋面積，提出各點噪音量下的敏感目標和人口數。

3. 進場公路交通噪音現狀評估

- (1) 評估範圍包括交通流量、車速：按日間和夜間分別統計進場道路大、中、小型車的小時流量、車速。道路狀況：公路寬度、結構、路面材料、坡度，公路與敏感點間的地貌。進場道路兩側噪音敏感點：在進場公路兩側各 100 m 範圍內，調查敏感點數量、結構狀況、受影響的人數。
- (2) 噪音監測點布設：在進機場公路兩側，根據以點代線的原則，選擇不同距離敏感點進行監測，監測點一般為 2~3 個。
- (3) 現狀評估：根據都市環境測量方法得到環境噪音值，按都市區域噪音標準進行現狀評估，提出監測點噪音量，超過標準狀況，說明超過標準原因。

4.2.4 桃園機場第三跑道 INM 模擬評估

一 法令依據

(一) INM 模擬評估

依據「機場周圍地區航空噪音防制辦法」(民國 98 年 6 月 8 日行政院環境保護署環署空字第 0980047907 號令修正發布) 第三條本辦法用詞，定義如下：

五、等噪音線：將全年飛航資料、輸入美國航空總署發展之航空噪音整合模式 (Integrated Noise Model, INM) 所繪之封閉曲線。

第四條 航空噪音防制區分為三級，其劃定原則如下：

1. 第一級航空噪音防制區

- (1) 具有供噴射飛機及螺旋槳飛機起降之航空站，且航空噪音日夜音量六十分貝以上與未達六十五分貝二等噪音線間之區域。
- (2) 具有主要供直昇機起降之航空站，且航空噪音日夜音量五十二分貝以上與未達五十七分貝二等噪音線間之區域。

2. 第二級航空噪音防制區

- (1) 具有供噴射飛機及螺旋槳飛機起降之航空站，且航空噪音日夜音量六十五分貝以上與未達七十五分貝二等噪音線間之區域。

- (2) 具有主要供直昇機起降之航空站，且航空噪音日夜音量五十七分貝以上與未達六十七分貝二等噪音線間之區域。

3. 第三級航空噪音防制區

- (1) 具有供噴射飛機及螺旋槳飛機起降之航空站，且航空噪音日夜音量七十五分貝以上之等噪音線內之區域。
- (2) 具有主要供直昇機起降之航空站，且航空噪音日夜音量六十七分貝以上之等噪音線內之區域。

前項等噪音線及各級航空噪音防制區航空噪音日夜音量之計算，依美國聯邦飛航規則第一百五十號規定。

第一項主要供直昇機起降之航空站，指該航空站前二年直昇機起降架次，逾其航空器總起降架次百分之五十。

(二) 航空噪音固定監測站規劃

依據「機場周圍地區航空噪音防制辦法」(民國 98 年 6 月 8 日行政院環境保護署環署空字第 0980047907 號令修正發布) 第六條 經中央主管機關公告應設置自動監測設備，連續監測其所在機場周圍地區飛航噪音狀況之航空站，應自公告之日起一年內完成設置並運作一年後，於每季結束次月十五日前，檢具附錄一規定之監測報告書向直轄市、縣(市) 主管機關以電子網路傳輸或書面申報。

前項自動監測設備應具有自動且連續蒐集十日以上航空噪音日夜音量之功能；自動監測設備設置之地點及數量，應包含跑道兩端起降航線下方各一點及試車區一點；其他設置地點及數量，應依航空噪音影響範圍及航空噪音敏感地區分佈狀況，由主管機關協商機場營運或管理機關於機場周圍指定位置設置自動監測設備，並至少有一套備品。

依前項規定設置自動監測設備之地點應包含下列位置：

1. 機場跑道頭兩端向外二公里內延伸線兩側。
2. 飛行高度為三千英尺以下之航道下方。
3. 各級航空噪音防制區內。
4. 航空噪音敏感地區。
5. 其他經主管機關指定之位置。

(三) 應設置自動監測設備連續監測機場周圍地區飛航噪音狀況之航空站

有關各機場須申報之報告，依據噪音管制法 (97.12.03) 第十六條之規定：「經中央主管機關公告之航空站，應設置自動監測設備，連續監測其所在機場周圍地區飛航噪音狀況。

前項監測結果，應作成紀錄，並依規定向當地主管機關申報。

第一項機場周圍地區航空噪音防制措施、防制區劃定原則、航空噪音日夜音量測定條件、申報資料、程序及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。」

依據行政院環境保護署民國 98 年 6 月 1 日環署空字第 0980046860 號公告「應設置自動監測設備連續監測機場周圍地區飛航噪音狀況之航空站」如下：臺北松山機場、臺灣桃園國際機場、海軍航空指揮部(桃園基地)、陸軍航空六〇一旅(桃園龍潭基地)、空軍四九九聯隊(新竹機場)、空軍四二七聯隊(臺中清泉崗機場)、陸軍航空六〇二旅(臺中新社基地)、空軍四九五聯隊(嘉義水上機場)、空軍四四三聯隊(臺南機場)、陸軍飛行訓練指揮部(臺南歸仁基地)、

高雄小港機場、空軍官校(高雄岡山基地)、空軍四三九聯隊(屏東機場)、臺東豐年機場、空軍七三七聯隊(臺東志航基地)、空軍四〇一聯隊(花蓮機場)、澎湖馬公機場、金門尚義機場。

二 工作方法

依據航空噪音評估模式技術規範執行模擬評估，INM 為美國聯邦航空總署 (FAA) 環境與能源辦公室 (office of environment and energy) 於 1978 年公告之航空噪音預測模式，提供聯邦飛航規則第一五〇號噪音相容性規劃及聯邦航空總署一〇五〇號命令環境評估及衝擊說明使用之模式。

INM 7.0d 版進行校估與模擬評估，模式提供了進場、起飛及使用後燃器噪音辨識資料，噪音、馬力、距離曲線圖，操作剖面辨識資料，操作程序點及步驟、襟翼使用、噴射馬力、一般馬力、螺旋馬力等資料，跑道端、航線辨識、定義描述、進離場與衝場操作頻率資料，輸出矩陣、噪音評估指標選項等資料庫。

此外本軟體須輸入機場與跑道座標等基本資料，該機場起降航空器型式、替代機種、噪音曲線、操作剖面、各種航線定義與其全年日平均使用架次，以及航空噪音評估指標、等音線顯示數量、輸出大小及紙張的比例等，經由模式推估後，可得到顯現該機場全年日夜平均航空噪音影響程度之等噪音線圖。

三 工作成果

(一) 校估模擬

1. 等噪音線之變異情形

104.10 ~ 105.09 年等噪音線面積較 103.10 ~ 104.09 增加 2.054 平方公里。面積增加係 104.10 ~ 105.09 較 103.10 ~ 104.09 增加 21833 架次。105.07 ~ 105.09 季等噪音線面積較 104.07 ~ 104.09 增加 15.263 平方公里。面積增加係 105.07 ~ 105.09 較 104.07 ~ 104.09 增加 6426 架次。

表 4.2-3 等噪音線面積變化分析表

等噪音線範圍	年等噪音線面積 (km ²)				增減	
	103.10 ~ 104.09		104.10 ~ 105.09			
	面積	百分比	面積	百分比	面積	百分比
60 dB 內總面積	67.375		69.429		2.054	
60 dB ~ 65 dB	38.749	57.51%	39.427	56.79%	0.678	-0.72%
65 dB ~ 75 dB	24.695	36.65%	25.810	37.17%	1.115	0.52%
>75 dB	3.931	5.83%	4.192	6.04%	0.261	0.20%
等噪音線範圍	季等噪音線面積 (km ²)				增減	
	104.07 ~ 104.09		105.07 ~ 105.09			
	面積	百分比	面積	百分比	面積	百分比
60 dB 內總面積	53.197		68.460		15.263	
60 dB ~ 65 dB	30.242	56.85%	38.520	56.27%	8.278	-0.58%
65 dB ~ 75 dB	19.481	36.62%	25.766	37.64%	6.285	1.02%
>75 dB	3.474	6.53%	4.174	6.10%	0.700	-0.43%

2. 飛航動態資料變化分析

105 年 7~9 月航空器架次較 104 年 7~9 月增加 6426 架次；其中 05L-23R 跑道使用次數增加 1882 架次，05R-23L 跑道使用次數增加 4544 架次。104.10~105.09 航空器架次較 103.10~104.09 增加 21833 架次；其中 05L-23R 跑道使用次數增加 19243 架次，05R-23L 跑道使用次數增加 2590 架次。

105 年 7~9 月航空器架次較 104 年 7~9 月增加 6426 架次；其中 GR1 航線增加 4616 架次，NP1 航線減少 4088 架次，NP2 航線增加 5511 架次。104.10~105.09 航空器架次較 103.10~104.09 增加 21833 架次；其中 AJ1 航線減少 3177 架次，GR1 航線增加 4766 架次，NP2 航線增加 5511 架次。

105 年 7~9 月航空器架次較 104 年 7~9 月增加 6426 架次。104.10~105.09 航空器架次較 103.10~104.09 增加 21833 架次。起降時段須配合機場當地天候、運量與對飛機場天候進行調整，降低對機場周遭居民之干擾。

表 4.2-4 跑道使用次數統計表

跑道	104 年 7~9 月	105 年 7~9 月	增減	103.10 104.09	104.10 105.09	增減
05L	0	16064	16064	68632	61157	-7475
23R	29383	15201	-14182	5989	32707	26718
05R	0	16120	16120	76863	105087	28224
23L	25819	14243	-11576	64842	39208	-25634
總計	55202	61628	6426	216326	238159	21833

表 4.2-5 航線使用次數統計表

航線	104 年 7~9 月	105 年 7~9 月	增減	103.10 104.09	104.10 105.09	增減
AJ1G	0	797	0	0	797	0
AJ1M	13202	11543	1659	52405	49864	-2541
AJ1T	2333	1573	-760	9642	9006	-636
AN1A	4727	2996	-1731	22130	25131	3001
AN1B	3844	2737	-1107	10623	9716	-907
AP1	2	2	0	6	3	-3
AU1A	5	76	71	46	94	48
BK1A	3373	3583	210	17223	18904	1681
BK1B	2667	3265	598	7818	7958	140
CS1	100	3	-97	477	163	-314
GN1B	0	0	0	1	0	-1
GR1A	563	3108	2545	2214	4930	2716
GR1B	677	2748	2071	1419	3469	2050
KS1M	3	0	-3	10	4	-6
ILS	1408	1342	-66	5717	6458	741
MG1A	20	18	-2	110	109	-1
MG1B	21	21	0	50	44	-6

表4.2-5 航線使用次數統計表(續)

航線	104年 7~9月	105年 7~9月	增減	103.10 104.09	104.10 105.09	增減
NP1B	500	0	-500	1855	2646	791
NP1G	229	0	-229	1082	917	-165
NP1K	3352	0	-3352	15515	17177	1662
NP1P	7	0	-7	36	3	-33
NP2G	0	442	442	0	442	442
NP2M	0	4468	4468	0	4468	4468
NP2R	0	137	137	0	137	137
NP2T	0	464	464	0	464	464
OT1B	69	0	-69	249	7	-242
OT1G	241	186	-55	613	595	-18
OT1K	3074	2482	-592	7730	8384	654
OT1P	12	2	-10	21	6	-15
OT1T	456	311	-145	1340	1158	-182
OT2G	0	206	206	0	206	206
OT2M	0	1667	1667	0	1667	1667
OT2R	0	76	76	0	76	76
OT2T	0	366	366	0	366	366
PA1A	2244	3109	865	11745	14154	2409
PA1B	1735	2778	1043	5379	6023	644
SA1A	1654	1887	233	7819	8668	849
SA1B	1392	1672	280	3903	3786	-117
SP1	0	81	81	0	81	81
SU1M	13	20	7	47	58	11
SU1T	0	66	66	0	66	66
TE1B	0	3	3	0	3	3
TG1A	3958	3929	-29	19929	21301	1372
TG1B	3321	3464	143	9172	8650	-522
總計	55202	61628	6426	216326	238159	21833

3. 起降統計

105年7~9月航空器架次較104年7~9月增加6426架次。104.10~105.09航空器架次較103.10~104.09增加21833架次。

表4.2-6 起降次數統計表

跑道	104年 7~9月	105年 7~9月	增減	103.10 104.09	104.10 105.09	增減
起飛	27572	30779	3207	108152	118938	10786
降落	27630	30849	3219	108174	119221	11047
總計	55202	61628	6426	216326	238159	21833

4. 目前航空器機型說明如後

種類	航空器機型
噴射機	B727 系列 (包含：B727-200)、B737 系列 (包含：B737-300、B737-400、B737B2、B737-800、B737-N9、B737-700)、B747 系列 (包含：B747-200、B747-20A、B747-20B、B747G2、B747-400、B747SP)、B757 系列 (包含：B757PW、B757RR)、B767 系列 (包含 B767-300、B767-400、B767CF6、B767JT9)、B777 系列 (包含：B777-200、B777-300)、A300 系列 (包含：A300、A30062)、A310 系列 (包含：A310)、A320 系列 (包含：A320、A32023、A321、A32123、A319)、A330 系列 (包含：A330、A332、A333、A33034)、A340 系列 (包含：A340、A343、A346)、AN124、BAE146、CL610、CNA550、CNA560、FAL900、H40XP、G200、GIV、GLEX、GLF5、GV、MD11 系列 (包含：MD11GE、MD11PW)、MD80 系列 (包含：MD82、MD83)、MD90 系列 (包含：MD9025、MD9028)
螺旋槳	BEC90、BEC99、BEC200、BEC350、C130、LEAR45、LEAR46、LEAR47、LEAR48、PC12
直昇機	BK117、UH1H

5. 各機型起降統計

105 年 7~9 月航空器架次較 104 年 7~9 月增加 6426 架次；104.10~105.09 航空器架次較 103.10~104.09 增加 21833 架次。桃園國際機場主要都是國際線，以大型噴射機為主，其中 A330 系列及 B747 系列兩種加起已達 45~50% 左右。

表 4.2-7 航空器起降次數統計表

航線	104 年 7~9 月	105 年 7~9 月	增減	103.10 104.09	104.10 105.09	增減
7373B2	15	2	-13	15	22	7
737400	701	642	-59	2911	2503	-408
737700	566	1477	911	2201	5106	2905
737800	3010	3083	73	12315	12105	-210
747200	1542	1550	8	6105	6039	-66
74720A	6	10	4	22	30	8
74720B	236	232	-4	598	1029	431
747400	9018	8483	-535	36546	34087	-2459
747SP	52	229	177	141	678	537
757PW	6924	7976	1052	27145	31024	3879
757RR	2	56	54	6	92	86
767300	86	108	22	379	401	22
767400	905	859	-46	3869	3659	-210
767CF6	147	225	78	467	721	254
767JT9	56	113	57	184	275	91
777200	508	282	-226	1986	1449	-537
777300	5195	6076	881	20486	23473	2987
A300	1596	1505	-91	5117	5877	760
A30062	67	154	87	352	511	159
A310	12	12	0	72	62	-10
A319	40	211	171	581	622	41
A320	552	785	233	2426	2557	131
A32023	1162	2746	1584	4451	6376	1925
A321	118	264	146	248	739	491

表 4.2-7 航空器起降次數統計表 (續)

航線	104 年 7~9 月	105 年 7~9 月	增減	103.10 104.09	104.10 105.09	增減
A32123	3164	3088	-76	11257	14502	3245
A330	7599	7641	42	32421	30810	-1611
A33034	1170	1085	-85	3907	4415	508
A340	2496	2031	-465	10810	10235	-575
AN124	0	0	0	2	2	0
BAE125	0	0	0	0	2	2
BEC100	8	4	-4	12	11	-1
BEC90	0	0	0	2	0	-2
BEC99	3	0	-3	9	10	1
BK117	242	307	65	1022	1149	127
BK118	14	12	-2	32	56	24
C130	0	0	0	4	8	4
C20	15	6	-9	67	50	-17
CL610	890	1050	160	3742	3896	154
CL611	4	0	-4	20	2	-18
CNA501	2	0	-2	3	1	-2
CNA550	3	4	1	12	4	-8
CNA560	0	0	0	1	0	-1
DALPHA	0	0	0	2	4	2
DHC7	2	0	-2	2	0	-2
E50P	0	0	0	0	1	1
F10062	2	55	53	3	270	267
F10065	64	0	-64	189	4	-185
FAL20A	0	2	2	1	7	6
FAL900	14	37	23	29	93	64
FAL901	0	0	0	0	2	2
FAL902	0	0	0	0	11	11
FAL903	0	0	0	0	12	12
FAL905	0	0	0	0	6	6
FAL906	0	0	0	0	16	16
G200	110	128	18	426	546	120
G550	13	14	1	115	52	-63
GIV	85	79	-6	140	275	135
GLEX	4	15	11	41	50	9
GLF4	0	0	0	0	1	1
GLF5	0	2	2	10	2	-8
GV	44	64	20	226	227	1
MD11GE	4126	5629	1503	12658	20721	8063
MD11PW	239	346	107	1251	1079	-172
MD82	91	97	6	336	397	61
MD83	177	113	-64	712	373	-339
MD9025	2100	2736	636	8218	9390	1172
PC12	0	0	0	0	1	1
UH1H	5	3	-2	21	29	8
總計	55202	61628	6426	216326	238159	21833

表4.2-8 105年第三季噪音監測資料分析表

單位：DNL-dB(A)

監測值 測站	105年第三季原始資料				105年第三季分析資料			
	4月	5月	6月	平均	4月	5月	6月	平均
R/W05L	75.4	75.1	74.4	75.0	74.7	74.5	73.8	74.4
R/W05R	71.7	70.3	71.1	71.1	71.1	69.7	70.5	70.5
R/W23R	74.5	76.1	75.9	75.6	73.6	75.1	75.1	74.7
坑口活動中心	58.0	62.7	62.1	61.4	57.8	62.3	61.8	61.0
菓林活動中心	54.0	56.6	56.5	55.9	53.8	56.4	56.2	55.6
觀音幼兒園	53.8	52.0	54.5	53.6	51.7	50.5	51.7	51.3
大園區公所	65.2	65.6	63.5	64.9	64.3	64.5	62.8	63.9
藍埔里長家	59.3	60.7	60.9	60.4	57.0	60.0	59.9	59.2
山東里活動中心	60.4	60.6	61.6	60.9	59.5	59.9	60.8	60.1
新奇屋幼兒園	55.4	54.6	57.7	56.1	52.6	53.8	56.1	54.4
海湖國小	64.3	62.3	62.4	63.1	61.0	61.3	61.6	61.3
R/W23L	72.6	70.7	72.9	72.2	71.7	69.8	72.0	71.3
大園國小	73.6	74.6	74.8	74.4	72.9	73.9	74.1	73.7
溪海國小	67.7	67.6	67.8	67.7	66.4	66.9	67.1	66.8
新坡國小	62.7	61.1	62.4	62.1	60.6	60.4	61.7	60.9
廣福里民宅	65.1	66.0	66.2	65.8	64.2	65.2	65.5	65.0
竹圍國小	61.5	62.7	63.1	62.5	60.6	61.8	62.3	61.6

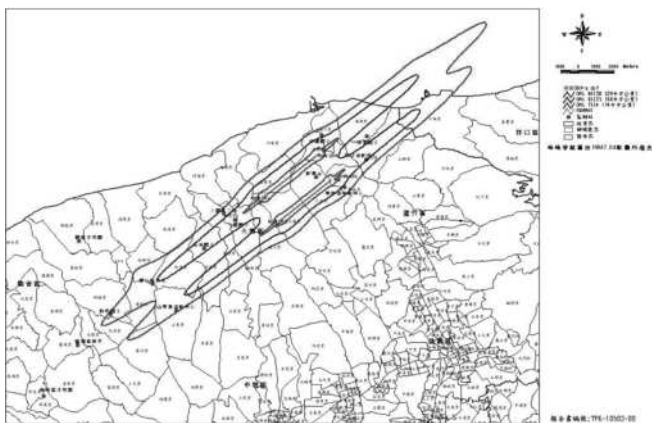


圖4.2-10 桃園國際機場 105.07 ~ 105.09 季航空噪音等噪音線圖

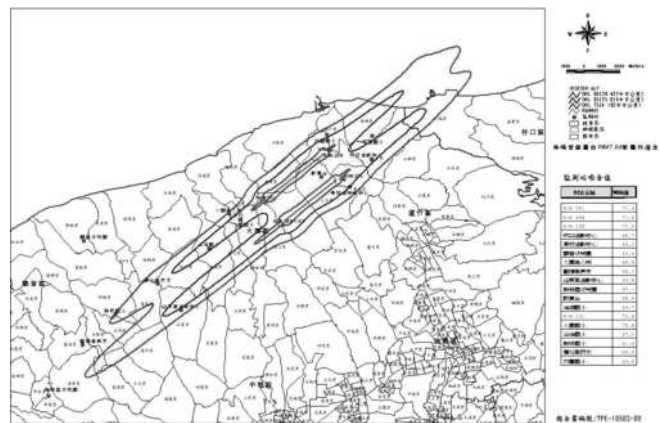


圖4.2-11 桃園國際機場 104.10 ~ 105.09 年航空噪音等噪音線圖

表4.2-9 105年各監測站模擬值與實測值航空噪音防制區對照表
(年：104.10 ~ 105.09 季：105.07 ~ 105.09)

測站所在 村里位置	測站名稱	監測站所在村 里航空噪音防 制區級別	監測站位置 航空噪音防 制區級別	年(季) 單位：DNL-dB(A)			
				模擬值		實測值	
				年	季	年	季
大海里	R/W05L	一、二、三	三	71.2	72.6	72.7	74.4
大海里	R/W05R	一、二、三	二	71.7	71.2	70.8	70.5
竹圍里	R/W23R	一、二、三	二	72.4	73.8	74.0	74.7
菓林里	坑口活動中心	一、二、三	二	66.6	65.1	63.9	61.0
菓林里	菓林活動中心	一、二、三	一	62.1	58.1	59.2	55.6

表 4.2-9 105 年各監測站模擬值與實測值航空噪音防制區對照表 (續)
(年：104.10 ~ 105.09 季：105.07 ~ 105.09)

測站所在村里位置	測站名稱	監測站所在村里航空噪音防制區級別	監測站位置航空噪音防制區級別	年(季) 單位：DNL-dB(A)			
				模擬值		實測值	
				年	季	年	季
樹林里	觀音幼兒園	—	無	54.3	56.5	54.9	51.3
田心里	大園區公所	二、三	二	60.8	62.7	61.9	63.9
藍埔里	藍埔里長家	—	—	59.1	59.2	59.1	59.2
山東里	山東里活動中心	—、二	—	63.7	61.2	61.8	60.1
新生里	新奇屋幼兒園	—	無	57	56.5	55.5	54.4
海湖里	海湖國小	—、二	—	63.6	62.4	63.6	61.3
菓林里	R/W23L	—、二、三	二	71.9	71	72.2	71.3
橫峰里	大園國小	—、二、三	二	75.7	76.3	72.7	73.7
溪海里	溪海國小	—、二	二	67.1	67.9	65.8	66.8
新坡里	新坡國小	—	—	61.3	61.7	60.3	60.9
廣福里	廣福里民宅	—、二	—	65.8	66.4	63.4	65.0
竹圍里	竹圍國小	—、二、三	—	63.5	63.6	62.4	61.6

各監測站模擬值與實測值差值 ± 3 dB(A) 內，故依此校估後模型進行第三跑道模擬工作。

(二) 模擬結果

利用校估後模型，進行第三跑道目標年 2042 年之運量 (依據「桃園國際機場第三跑道先期規劃期末報告」知 491,080 架次) 模擬工作，輸入參數包括：機場與跑道座標、起降航空器型式、操作剖面、跑道分配比例、各機型之起降架次比例、飛航動態資料與各種航線定義與其全年日平均使用架次等。

由於航機噪音分佈主要受航路及到離場程序影響，然第三跑道飛航程序及航路等因子仍有待後續階段研議，因此本案參考目前雙跑道系統之相關程序，並考慮第三跑道位置後來進行模擬工作，其他假設如下：

第三跑道使用模式：混合起降模式。

第三跑道起降量：佔機場總量 1/3。

在 2027 年第三跑道完成時，60 ~ 65 dB(A) 範圍約 57.127 平方公里、65 ~ 75 dB(A) 範圍約 30.81 平方公里、75 dB(A) 以上範圍約 4.792 平方公里，分別較 2016 年現況增加之範圍約為 1.45 倍、1.19 倍及 1.14 倍。

營運後至計畫目標年 2042 年之 60 ~ 65 dB(A) 範圍約 61.027 平方公里、65 ~ 75 dB(A) 範圍約 49.853 平方公里、75 dB(A) 以上範圍約 7.397 平方公里，分別較 2016 年現況增加之範圍約為 1.55 倍、1.93 倍及 1.76 倍，顯示 DNL 等噪音線區域範圍隨各年運量增高而擴大。

第三跑道 INM 初步模擬成果如下圖表所示。

表4.2-10 桃園國際機場第三跑道等噪音線面積變化分析表

等噪音線範圍	等噪音線面積 (km ²)		增減
	2016 年	2027 年 (第三跑道完工)	
60 dB ~ 65 dB	39.427	57.127	17.7
65 dB ~ 75 dB	25.81	30.810	5.0
>75 dB	4.192	4.792	0.6
等噪音線範圍	等噪音線面積 (km ²)		增減
	2016 年	目標年 2042 年	
60 dB ~ 65 dB	39.427	61.027	21.6
65 dB ~ 75 dB	25.81	49.853	24.043
> 75 dB	4.192	7.397	3.205

說明：2016 年總架次為 238,159 架次，104.10 ~ 105.09 時間；2027 年總架次為 345,092 架次；2042 年總架次為 491,080 架次，資料來源：「桃園國際機場第三跑道先期規劃期末報告」。

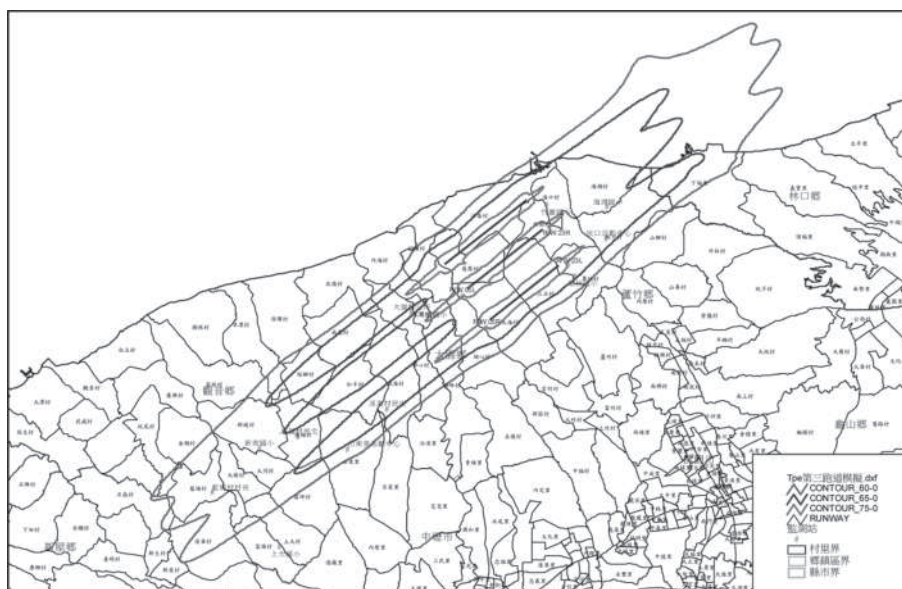


圖4.2-12 桃園國際機場第三跑道 INM 模擬圖

4.2.5 飛機地面噪音評估

飛機地面噪音源包括：

- 滑行。
- 輔助動力系統 (APUs)。
- 原地等待。
- 等待地點之間移動。

一 噪音事件音量和減噪措施之評估

此評估內容考慮的是各種有助於降低飛機地面噪音影響之物理及作業減噪措施的表現。評估時分別考量有 / 無設置物理減噪措施的噪音量，並盡可能考量潛在作業措施的效果，物理減噪措

施 (如周圍土堤、隔音牆和圍牆) 有助於降低機場噪音暴露、噪音事件音量、降低源自飛機滑行和原地等待的噪音量。

利用傳統物理減噪措施無法大幅降低源自飛機輔助動力系統 (APUs) 的噪音，於停機位的地勢較高、近民宅、空曠或停機位廣，傳統物理減噪措施降低飛機 APUs 噪音的效果有限，需另案透過策略性停機位選址，可大幅降低 APU 運轉所產生的噪音，有助於降低較敏感時段 (如夜間) 的噪音。

二 暴露人口之評估

舉例，英國 AMEC 環境和基礎建設有限公司針對 Heathrow 機場進行 $L_{Aeq, 16 \text{ hr}}$ 、 L_{den} (CNEL) 和 $L_{Aeq, 8 \text{ hr}}$ 等指標進行了暴露人口數評估。AMEC 做了一項噪音暴露人口數評估，比較 2030 年和 2040 年有 / 無第三條跑道之道路交通噪音。這項評估考量了 DMRB 所定義之「短期」噪音量變化幅度。暴露人口數評估考慮兩項重要噪音暴露閾值：

- 57 dB $L_{A10, 18 \text{ hr}}$ (相當於 WHO 所定義的 55 dB $L_{Aeq, 16 \text{ hr}}$)。
- 68 dB $L_{A10, 18 \text{ hr}}$ – 用於根據隔音規範 (1975 年) 進行法定隔音評估之噪音暴露閾值。
- 一如飛機地面噪音之評估，暴露人口數評估亦未將人口成長納入考量。

對於暴露人口數評估，透過等噪音線 (INM 所繪之封閉曲線) 套繪 GIS 圖層，進而確定戶數、每一家戶的人口數。由於噪音模型的空間層面很詳細，若要掌握新戶資料，必須知道新住宅的確切位置，而暴露人口數評估未考慮人口成長因素。雖然噪音暴露將會增加，但物理減噪措施將有助於減少暴露飛機地面噪音最嚴重的人口數。

三 減噪措施之評估

英國 AMEC Environment & Infrastructure UK Limited, Heathrow Airport Limited Heathrow's North-West Runway Air and Ground Noise Assessment 中做了一項路側隔音牆之潛評估，這項評估針對英國交通噪音指標 $L_{A10, 18 \text{ hr}}$ 噪音度量，分別考量有 / 無減噪措施之噪音，並以噪音變化地圖的形式來展現減噪措施的表現，如圖 4.2-13 所示。

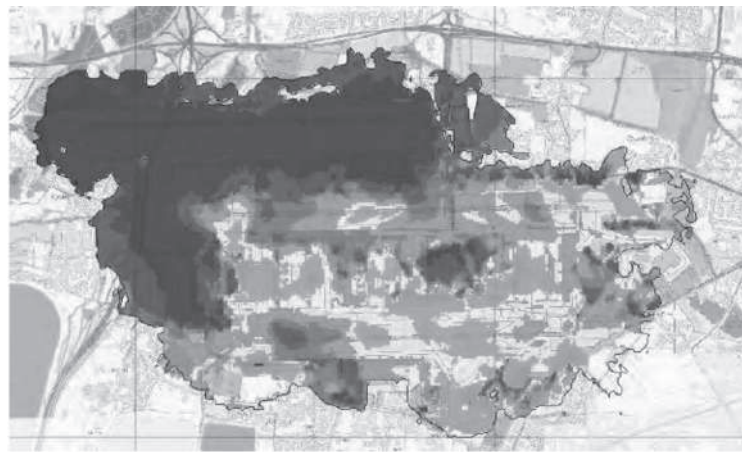


圖 4.2-13 飛機地面噪音之變化 ($L_{Aeq, 16 \text{ hr}}$) 示意圖

4.2.6 噪音暫歇之評估

目前沒有一致認同的方法可用來評估航空噪音暫歇 (Assessment of Respite) 或其對當地社區的價值，暫歇是可能造成干擾的噪音量和飛機飛越角度變化的一個函數，這兩個層面都是爭論的主題。譬如，飛機什麼時候被視為會造成干擾？以及什麼頻率是可以被接受的？因此，相關分析和辯護就變得非常複雜。

在缺乏一致認同方法的情況下，實有必要發展一套當前和未來針對可能之空域選項評估暫歇程度的方法。重點是要發展一套簡單易懂的方法。因此，最後決定的方法排除了噪音相關層面和可接受航班頻率等因素，而僅考慮一個區域是否有被飛機飛越。這套方法的關鍵層面包括：

- 噪音暫歇的研究範圍包括如下：
 - ◆ 距離機場 15 哩範圍內。
 - ◆ 此一範圍反映絕大多數投訴的發生區域，且比標準等噪音線範圍大得多。
 - ◆ 就今天的 3 度下滑道而言，進場飛機的飛行高度約 4,500 呎。就更大的 3.2 度下滑道而言，飛行高度則為 5,000 呎。離場飛機的飛行高度則為 6,000 呎 AAL (above aerodrome level, 機場平面以上)。
 - ◆ 所有航道均被定義為從 PBN 中心線兩側各延伸 500 公尺的寬 1 公里的廊道。PBN 已通過試驗證明，能夠維持一貫而精準的航道，飛機擴展範圍通常為 300 公尺左右。因此，500 公尺廊道被認為已相當充分，足以合理定義所謂「直接飛越上空」的涵意。
- 若一間房舍座落於進場或離場航道的 1 公里廊道範圍內，在任何特定模式下，當飛機飛行在 15 哩範圍內時，該房舍便被認為被飛機飛越上空。
- 若一間房舍被飛機飛越 (即位於模式航道之廊道範圍內)，該房舍便被認為在該模式下未獲得暫歇機會。
- 在所定義的時段內，每個方向的模式都被假設為均勻輪換。隨著模式的輪換，房舍處於航道廊道範圍內的模式數也被計算，這些時段均被視為房舍未獲得暫歇。
- 當一間房舍不在特定模式之航道廊道範圍內時，該房舍便被認為在該特定模式期間獲得暫歇。
- 在任何模式期間，飛機起降次數或班機頻率均未被納入考量 (即從 1 ~ 100 班次都有可能)。

舉例來說，若一間房舍在四分之一的西向模式中處於航道廊道範圍內，則該房舍可能有 25% 的時間被飛機飛越，因此，在西向起降作業中，該房舍獲得 75% 的噪音暫歇機會。若該房舍在任何東向模式中均不處於航道廊道範圍內，則在東向起降作業期間，該房舍擁有 100% 的噪音暫歇。確定模式輪換過程中所提供的暫歇程度和東向及西向起降作業之可能比例後，便可能進一步確定一個區域一年內被飛機飛越的大致天數。譬如，以前述房舍的暫歇情況為例，若一個區域在一個西向模式中有飛機飛越，而沒有任何東向模式有飛機飛越，且西向和東向起降作業的佔比分別為 80% 和 20%，則該區域一年中可能有 20% 的天數被飛機飛越。

4.2.7 採用不同指標模擬

採用 INM 模式中不同指標 $DNL(L_{dn})$ 、 SEL 、 L_{AMAX} 、 L_{Aeq} 與 L_{den} (CNEL) 模擬，配合 GIS 地理資訊系統、雷達軌跡系統，以實際反映受噪音影響之區域，可協助補助作業的進行 (注意觸發

位準設越低其 L_{Aeq} 值會較低，但事件暴露位準 SEL 值會較高)。其中影響模擬準確度的因素包括：

1. 飛行軌跡的偏差

飛機起降必須經過規定點才開始轉入出曲線軌跡。實際上，不少駕駛員都是提前轉彎的，這與軟體提供的飛機航跡差別很大。

2. 面建築、樹木等隔音牆的影響

雖然進行修正，但橫向衰減修正中沒有考慮房屋建築、樹木等隔音牆的影響，這在飛機接近跑道，高度很低時影響更大，從而對預測情況有所影響。

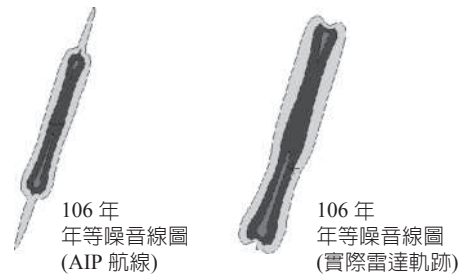


圖4.2-14 採用 AIP 航線或實際雷達軌跡模擬結果差異圖

3. 起飛點、著陸點、起飛角、著陸角的差別

每架飛機由於發動機的功率，飛機的重量不同以及飛機性能，駕駛員的操作等都會使這些數值發生變化，有時差別還是比較大的，會超過軟體的規定範圍，而預估程式只能近似取某一平均值或按照軟體規定取值進行計算。

4. 擬合曲線及公式的誤差

如各型飛機的起、降聲距離曲線，橫向衰減仰角修正曲線以及飛機軌跡擬合曲線等。

5. 氣象條件的影響

由於大氣的壓力、溫度、濕度，尤其是風速都會對預測的準確度造成影響。

6. 實測資料的誤差

透過實測資料來預測機場周圍整體噪音分佈情況，然而實測資料在監測過程中往往可能由於儀器等因素導致實測資料的不準確，這樣在注意預測其他點噪音的時候就會產生一定的誤差。

根據採用 INM 模式，目前可進行航空噪音模擬指標如 DNL (L_{dn})、 SEL 、 L_{AMAX} 、 L_{Aeq} 與 L_{den} ($CNEL$) 等，並畫出等噪音線圖。

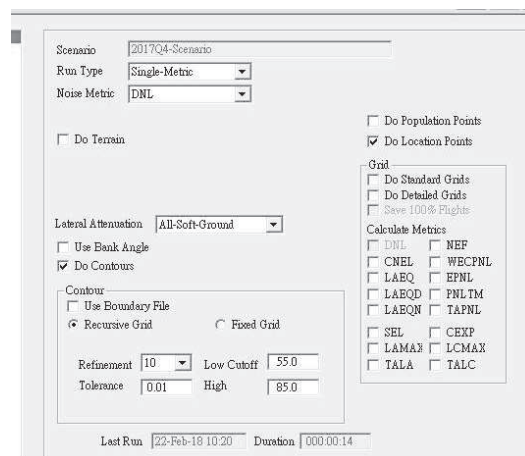


圖4.2-15 INM 模式之指標示意圖

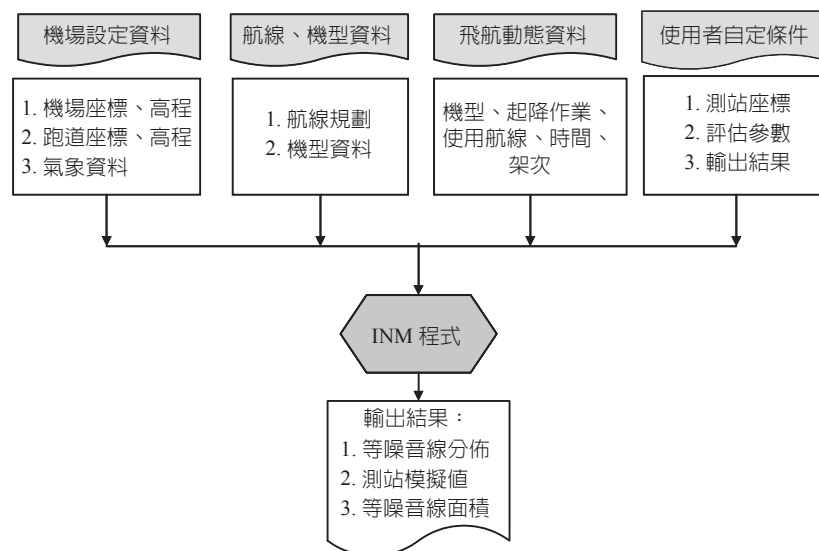


圖 4.2-16 INM 模式航空噪音等噪音線產生流程圖

機場周圍飛機航空噪音事件是相互離散的，每一個航空噪音事件又是突發的高噪音量事件，各航空噪音事件之間又被安靜的狀態隔開。若按照等能量原理並加權換算成一天或一小時內平均每秒對人的衝擊，結果可能對人的影響並不大，也就是說等能量原理對持續時間較短，噪音量較高的衝擊突發的聲可能並不適用。因此，未來噪音監測中還要考慮單一噪音事件的最大音量管制。

由表 4.2-11 所示知等噪音線之面積， $DNL (L_{dn})$ 60 dB(A) ~ 65 dB(A) 69.563 km²、65 dB(A) ~ 75 dB(A) 30.544 km²、> 75 dB(A) 4.211 km²； SEL 60 dB(A) ~ 65 dB(A) 3016.885 km²、65dB(A) ~ 75 dB(A) 2602.997 km²、> 75 dB(A) 1798.786 km²； L_{AMAX} 60 dB(A) ~ 65 dB(A) 1457.843 km²、65 dB(A) ~ 75 dB(A) 964.372 km²、> 75 dB(A) 275.126 km²； L_{Aeq} 60 dB(A) ~ 65 dB(A) 30.273 km²、65 dB(A) ~ 75 dB(A) 11.113 km²、> 75 dB(A) 1.971 km²； $L_{den} (CNEL)$ dB(A) ~ 65 dB(A) 72.540 km²、65 dB(A) ~ 75 dB(A) 32.108 km²、> 75 dB(A) 4.576 km²。若採用其他不同指標如 SEL 、 L_{AMAX} 、 L_{Aeq} 與 $L_{den} (CNEL)$ 來表示 60-65-75 等噪音線之面積，其中 SEL 面積最大，其次 L_{AMAX} ，再其次 $L_{den} (CNEL)$ ，影響範圍最小為 L_{Aeq} 之等噪音線，而 $DNL (L_{dn})$ 與 $L_{den} (CNEL)$ 相近。

表 4.2-11 不同指標 DNL 、 SEL 、 L_{AMAX} 、 L_{Aeq} 與 L_{den} 60-65-75 等噪音線之面積一覽表

	60 dB(A) ~ 65 dB(A) 105.01 ~ 106.12 (km ²)	65 dB(A) ~ 75 dB(A) 105.01 ~ 106.12 (km ²)	> 75 dB(A) 105.01 ~ 106.12 (km ²)
$DNL (L_{dn})$	69.563	30.544	4.211
SEL	3016.885	2602.997	1798.786
L_{AMAX}	1457.843	964.372	275.126
L_{Aeq}	30.273	11.113	1.971
$L_{den} (CNEL)$	72.540	32.108	4.576

由表 4.2-12 所示知， DNL 等噪音線所圍之面積與 SEL 、 L_{AMAX} 、 L_{Aeq} 與 $L_{den} (CNEL)$ 面積相同時之音量，當 $DNL (L_{dn})$ 為 60-65-75 dB(A) 時， SEL 為 104-109-120 dB(A)(如圖 4.2-17 所示)、 L_{AMAX} 為 84-88-99 dB(A)、 L_{Aeq} 為 55-60-70 dB(A) 與 $L_{den} (CNEL)$ 為 60-65-76 dB(A)。其中若以

SEL 為評估指標，則影響最大，從數學上來說，它是持續噪音能量的總和，可以把它當做持續 1 秒的均能噪音。由於 SEL 將時間規範為 1 秒，因此，在噪音事件中它幾乎總是比最大音量重要。

表 4.2-12 等噪音線圖之 DNL 與 SEL 、 L_{AMAX} 、 L_{Aeq} 與 L_{den} 面積相同時之音量一覽表

$DNL (L_{dn})$ dB(A)	SEL dB(A)	L_{AMAX} dB(A)	L_{Aeq} dB(A)	$L_{den} (CNEL)$ dB(A)	105.01 ~ 106.12 面積 (km^2)
50	94	74	—	—	320.015
55	99	80	50	55	145.487
60	104	84	55	60	69.563
65	109	88	60	65	30.544
70	115	94	65	70	10.648
75	120	99	70	76	4.211
80	125	—	75	80	1.845
85	130	—	80	85	0.817

航道定義參考：英國 AMEC 環境和基礎建設有限公司 (AMEC Environment & Infrastructure UK Limited) 「希思羅機場的西北跑道空中和地面噪音評估，Heathrow Airport Limited Heathrow's North-West Runway Air and Ground Noise Assessment, 2014 年 6 月 18 日」：精準導航 (Precision Based Navigation, PBN) 中心線向兩側各延伸 500 公尺，距離機場約 28 km 遠，寬 1 公里的廊道，定義所謂「直接飛越上空」的涵意。當採取 PBN 航道起降時，飛機航跡呈現高度精準性和一貫性 (Routes are presented as a 1km corridor representing 500 m either side of a PBN-based centre line to a distance of approximately 15 nmi from the airport. To provide reference and context routes are drawn over a typical day of westerly or easterly flight tracks.)。另在飛機迴轉時，航跡通常仍集中在約 300 公尺的範圍內，而直線飛行時，航跡集中的表現更佳。因此，直徑 1 公里寬的廊道可被視為未來飛機航跡最糟情況之最大覆蓋範圍。

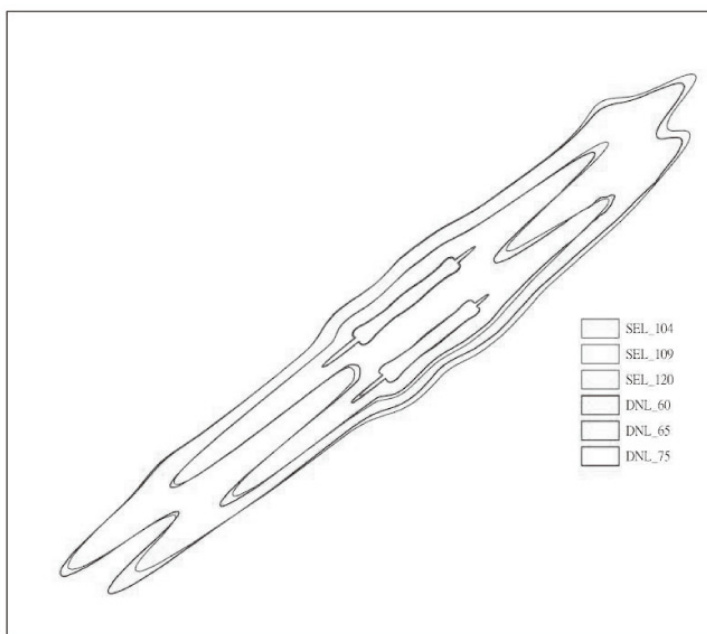


圖 4.2-17 DNL 60-65-75 面積與 SEL 104-109-120 面積相同時之等噪音線圖

以下模擬參數係依據臺灣桃園國際機場公司 105 年度及 106 年度所申報之等噪音線圖、實際監測紀錄等資料，透過 INM 模式進行模擬，同時進行不同航道（廊道）定義、不同評估指標與各級航空噪音防制區等噪音線討論之。

由表 4.2-11 所示知等噪音線之面積，若採用其他不同指標如 SEL 、 L_{AMAX} 、 L_{Aeq} 與 L_{den} ($CNEL$) 來表示 60-65-75 等噪音線之面積，其中 SEL 面積最大，其次 L_{AMAX} ，再其次 L_{den} ($CNEL$)，影響範圍最小為 L_{Aeq} 之等噪音線，而 DNL (L_{dn}) 與 L_{den} ($CNEL$) 相近。

過去對於機場噪音補助影響範圍之劃定皆依照「開發行為環境影響評估作業準則」及「航空噪音評估模式技術規範」規定，以固定翼飛機起降機場噪音整合模式 INM (integrated noise model) 作為主要的航空噪音預測模式，INM 的輸入參數透過模擬評估飛機起降時對於機場周遭地區所造成的噪音影響。

由表 4.2-12 所示知， DNL 等噪音線所圍之面積與 SEL 、 L_{AMAX} 、 L_{Aeq} 與 L_{den} ($CNEL$) 面積相同時之音量，當 DNL (L_{dn}) 為 60-65-75 dB(A) 時， SEL 為 104-109-120 dB(A)、 L_{AMAX} 為 84-88-99 dB(A)、 L_{Aeq} 為 55-60-70 dB(A) 與 L_{den} ($CNEL$) 為 60-65-76 dB(A)。其中若以 SEL 為評估指標，則影響最大。

以我國機場周圍地區航空噪音防制辦法（民國 98 年 6 月 8 日行政院環境保護署環署空字第 0980047907 號令修正發布）第三條本辦法用詞，定義：「三、最大音量 (L_{Amax})：單一航空噪音事件所測得音量之最大值，單位為分貝」為航空噪音評估指標知， DNL (L_{dn}) 60-65-75 dB(A) 等噪音線所圍之面積，與 L_{AMAX} 84-88-99 dB(A) 面積相同， DNL 模擬值與民眾的瞬間感受 L_{AMAX} 模擬值差異約 24 dB(A)， DNL (L_{dn}) 75 dB(A) 與 L_{AMAX} 99 dB(A) 相當，影響頗大。

「航道下敏感地區」航空噪音防制區與「機場附近敏感地區定義」如後：

1. 「航道下敏感地區」航空噪音防制區定義為：位於航道下方屬 DNL 60-65-75 (或 DNL 60-65-70) 三級等噪音線航空噪音防制區。
2. 「機場附近敏感地區」定義為：位於航道下方屬 DNL 75 (或 DNL 70) 等噪音線航空噪音防制區，且距跑道端半徑 500 m (或 1,000 m)，或受地面噪音影響範圍內。

4.2.8 貨幣化 — 健康、煩擾和社會成本

例如英國機場委員會建議一種將「飛機噪音貨幣化」的方法。然而，英國機場委員會也承認，就飛機噪音貨幣化而言，目前並沒有一致認同的方法。顯然地，貨幣化飛機噪音的影響是一個重要課題，因為如此將促使英國決策當局在考慮擴增機場容量之重大經濟利益時，同時將飛機噪音的社會和環境成本納入考量。然而，沒有任何方法是完美無缺的，且各種可能的方法都有其限制和不確定性，英國希思羅承認貨幣化噪音影響的價值和挑戰，在向英國機場委員會提交的噪音討論報告中，建議成立一個代表不同利害關係人利益的專家小組，研擬出一種適合機場委員會業務採用的方法。

綜合上述，未來機場減噪策略與目標建議如後：

1. 較安靜的飛機：持續發展採用噪音較小的飛機技術，或允許噪音較小的飛機降落。
2. 較安靜的機場設計：對跑道位置和位移跑道頭進行最佳化整體規劃，以便將受影響人口數減

- 至最少，例如增設第三跑道，或三級航空噪音防制區範圍內土地及房屋，皆徵收或購買。
3. **較安靜的起降**：利用新的機會，透過運作措施，降低噪音影響，包括跑道模式輪換 (Runway (mode) Rotation)、夜間飛行管理、和天下滑角進場 (steeper approaches)。
 4. **較安靜的空域**：根據不同的政策目標，規劃和提供三個空域選項，以降低噪音對地面的影響。
 - (1) 選項 1：將被飛機飛越的總人口數減至最少。
 - (2) 選項 2：將被飛機飛越的新人口數減至最少。
 - (3) 選項 3：盡可能擴大噪音暫歇 (respite) 機會。
 5. **較安靜的地面作業**：降低源自飛機地面作業和平面聯外道路交通的噪音，例如電動化。
 6. **目標**：「帶領機場走更遠」(Taking airport further) 和「較安靜的機場」(A quieter airport)。

4.3 噪音控制

4.3.1 機場噪音控制

飛機在高空所產生的噪音並不會對地面造成太大的影響，然而在機場附近頻繁起降的飛機，所產生的噪音卻會極大地影響和妨礙航道下方與機場周邊地區人員的正常生活。相對於本書前幾章所提到的各種噪音控制手段，機場噪音的處理方法大不一樣。從根本上來說，只有降低飛機的噪音才能真正地降低機場的噪音，機場噪音控制有其局限之處。本節主要討論如何從機場角度出發來降低飛機噪音對周邊地區環境的危害。

目前在國際上已經得到廣泛使用的機場噪音控制方法主要有以下幾種：

一 加強飛行程式的管理

合理安排飛機在機場的起降能夠達到降低噪音的目的。目前一般採用如下方法：

1. 對飛機進出場航線進行最佳化，即環保航線，避開居民區生活區等噪音敏感之地區。若噪音敏感地區處於跑道延長線上，但是距跑道較遠，可規定飛機起飛或著陸時按照一定角度飛行，以避開這些區域，減少噪音對人的影響；如果噪音敏感區處於跑道延長線上並且距跑道較近時，則應當規定靠近噪音敏感區的跑道一端不准飛行，而只在跑道的另一端起飛著陸，如果飛機班次較多機場無法調度，可適當放寬規定，允許飛機在有噪音敏感區的一端著陸，但不許起飛，因飛機起飛時的噪音相比於降落時更大；當噪音敏感區在跑道的某一側時，須規定飛機起飛著陸只沿另一側飛行，或在離開噪音敏感區足夠距離的地方繞過。
2. 對跑道的使用進行最佳化。應當盡量避免飛機在距離噪音敏感地區近的跑道起飛和降落，以減小對噪音敏感地區的噪音影響，特別是在夜間時段。
3. 合理安排飛機班次。對於機場來說，為了取得最大的經濟效益，就必須起降盡可能多班次的飛機，然而頻繁起降的飛機所產生的噪音也會對周邊居民造成影響。一般而言，人在晚上對噪音比較敏感，因此晚上應當盡可能減少航班數，並且優先安排低噪音飛機的航班。

各國機場對夜間航班都有限制政策。有些機場在夜間完全禁止飛機起降，如雪梨機場，夜間有七小時不許任何飛機起降；另一些機場只允許噪音低的螺旋槳飛機起降。而香港、倫敦、東京

和巴黎的機場允許延誤的飛機降落。倫敦希思羅 (Heathrow) 機場對飛機起降實行暫態噪音強度限額制度。實行這些政策的目的是盡可能地減少夜間機場的噪音。

飛機起飛和降落時採用消音程序。通過合理地控制飛機起飛和降落時的姿態、動力等要素，能夠在噪音、燃油、安全等方面取得一個平衡點。

國際民航組織 (ICAO) 於 1996 年底對起飛消音程序進行了修訂，提出兩種方案，分別用於減輕跑道末端和跑道延伸方向的噪音影響。ICAO 建議的用於減輕跑道末端噪音影響的起飛消音程序為：(1) 飛機離地並爬升至 240 m 以上；(2) 減油門，但至少要保持在一台引擎不工作情況下的最後起飛爬升速度；(3) 按規定收襟翼或縫翼；(4) 高於機場地面 900 m 後，增速至航路爬升速度，過渡到正常航路爬升程式。用於減輕跑道方向一定距離處噪音影響的起飛消音程序與上述程式類似，只是交換一下第 2 步和第 3 步的次序。

二 合理規劃機場及其周邊地區土地使用

(一) 合理安排機場選址

機場應當規劃在地廣人稀且不易對周邊造成噪音污染的地區；同時，機場的交通必須較為快速便捷，否則會影響機場的貨運和客運效率。一般而言，機場宜建在郊區，以避免對人口密集地區的噪音污染，同時使用機場高速公路及捷運來將機場與交通發達地區連通。對於這點世界各國均已有的豐富的經驗，且歸於都市規劃範疇，本書不予討論。

(二) 合理規劃土地使用減少機場的周邊噪音敏感地區

雖然此方法無益於減少噪音，但能減少受機場噪音影響的人數。對於不同用途的建築物，其噪音敏感程度均不同，如住宅區、醫院、學校等地極易受噪音騷擾，應當盡可能地遠離機場；而重工業區對噪音不敏感，可優先靠近機場。最後，制定出能夠滿足各個建築物的規劃方案。我國噪音管制法 (民國 97 年 12 月 3 日總統華總一義字第 09700253151 號令修正公佈) 第十八條：直轄市、縣 (市) 主管機關應依下列原則，檢討、規劃各級航空噪音防制區內之既有土地使用及開發計畫：

1. 第一級航空噪音防制區：應檢討現有土地使用及開發計畫。
2. 第二級航空噪音防制區：不得新建學校、圖書館及醫療機構。
3. 第三級航空噪音防制區：不得新建學校、圖書館、醫療機構及不得劃定為住宅區。

前項學校、圖書館及醫療機構採用之防音建材，於新建完成後可使室內航空噪音日夜音量低於 55 dB(A)，並經當地主管機關許可者，不受前項不得新建規定之限制，且不得向各目的事業主管機關申請補助。

目前國際上採用的基本構想是對機場周邊的地區根據噪音進行劃分，但是具體劃分的策略各國不盡相同，一般可分為粗略型和精細型兩種。粗略型只將機場周邊地區分為兩個區域，即噪音污染區和非噪音污染區，此方法簡單靈活，然而不一定能達到最好的土地利用；精細型通過詳細測定各地區噪音強度，將機場周邊地區劃分為若干等級，以達到最高的土地利用，然而土地用途不夠靈活。兩種方法各有優劣，實際應用時可根據具體情況來取得降低噪音效果和靈活性的平衡。

(三) 使用機場建築物也可達到隔音牆的效果

機場在沒有飛機起降時的主要噪音為噴氣引擎試車噪音。試車產生的噪音具有一定的指向性，因此可在靠近機庫的地方進行引擎試車，利用機庫的遮蔽效果來降低特定方向的噪音。機庫對試車噪音的遮蔽效應可達 10~25 dB(A)。

三 採用隔音措施

對受噪音影響地區的建築物應用隔音措施，對處於噪音敏感區的建築物，應採取隔音措施，在機場附近，可以佈置隔音牆，也可以在建築物內部放置隔音、吸音裝置，由於機場收取旅客費用而營運，我國在噪音管制上的管理，以噪音管制標準第五條娛樂場所、營業場所管制標準來管制機場地面所有的噪音。樹林是很好的隔音牆，但是若種植不當反而會引來過多飛鳥。機場附近過多的飛鳥容易在飛機起降時造成鳥擊事故，影響機場安全，因此在種植前需要謹慎考慮樹林的方位、樹種及大小等要素。通過最佳化建築物的設計，在建築物內再對各個房間進行噪音敏感度的評估，將最需要安靜的房間放在最安靜的角落，也可達到降低部分重要房間噪音的目的。

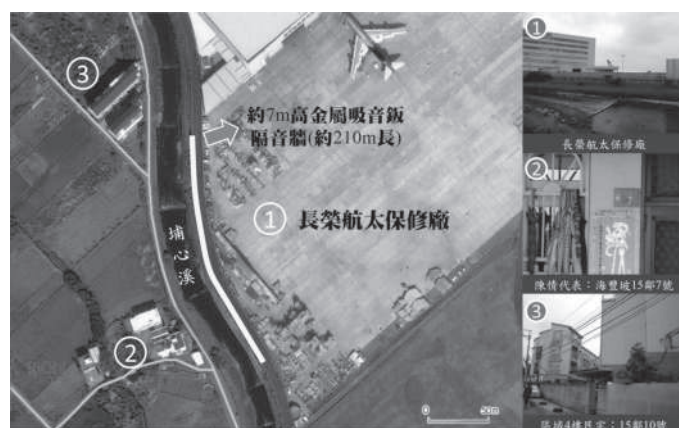
案例：民眾反映「長榮航太保修廠」緊鄰大園區埔心里 15 鄰，住戶長期受飛機維修引擎怠機、修護作業敲打聲、冷氣空調室外機、航機等待起飛等噪音干擾；另機場「東北角貨機停機坪」緊鄰竹圍里周邊住戶，亦反映長期受飛機怠速、貨機卸貨、擴音器聲及航警局打靶等干擾情事，因而要求儘速改善。桃園市政府環境保護局進行為期一週的連續 24 小時噪音測量，桃園機場公司及相關業者配合改善作業，依據測量結果，再提出後續解決改善方案。

長榮航太保修廠測量結果「日間、晚間及夜間」等 3 時段之結果均超過「噪音管制標準」第四條「工廠(場)噪音管制標準」。東北角貨機停機坪測量結果「晚間及夜間」等 2 時段之結果超過「噪音管制標準」第五條「營業場所噪音管制標準」，2 處代表地點之測量結果均超過「噪音管制標準」之規定，故管理機關據此提出相關之噪音改善工程評估規劃報告，以減輕機場營運所帶來之航空噪音影響。

(一) 環境狀況說明

1. 長榮保修廠

於民眾陳情要求改善前，管理機關已自主採取設置隔音牆之防制措施。於保修廠外側之環場道路邊已設置「約離地 7 m 高、約 210 m 長」之金屬吸音鈹隔音牆，藉以控制噪音的傳播。經現場檢視，部分金屬鈹表面有生鏽剝蝕之狀況，惟吸音棉並無殘破剝脫；另隔音牆底部與周界圍牆之間有空隙，恐有聲音從隔音牆底部洩漏音之問題，詳如圖 4.3-1 所示。



資料來源：水利署地理資訊倉儲中心及本計畫履勘。

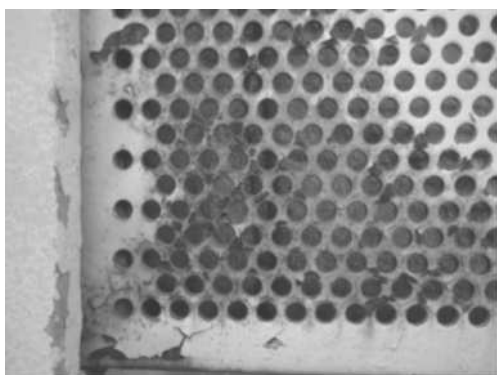
圖 4.3-1 長榮航太保修廠之衛星空拍圖



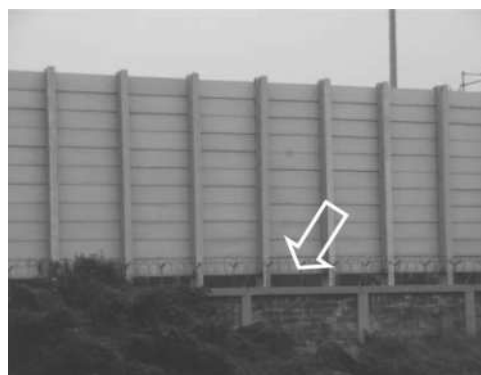
環場道路邊(周界圍牆處)隔音牆



約離地 7 m 高、約 210 m 長



部分金屬板表面有生鏽剝蝕之狀況



隔音牆底部之空隙漏音

圖 4.3-2 長榮航太保修廠既有防制措施之現場照片

本案之民宅位處鄉村地區，周邊無其他工廠、娛樂營業等較為複雜的場所噪音干擾，住家前方小徑平時車流量亦不多，故由現場環境初判可知噪音增量應明顯來自於機場內之噪音。

建物外牆建材屬鋼筋混凝土 (RC) 或加上磚造，隔間材料為磚牆，故以建材特性而言，牆面已有適度之噪音衰減度。因敏感點高度、住家是否直接面向機場及距離遠近等之不同，而各有其空間特性，依據不同空間特性，而有不同程度之噪音影響。該路段有 2 個小群聚住家 (7 號及 10 號)，即可能受噪音影響的範圍，本改善計畫為陳情人所在位置及附近居民共同承受之噪音影響問題，故具有「公共性、區域性及長期性」之背景特性。因此，須從上述之角度作噪音防制措施之整體分析評估與規劃設計。

2. 貨機停機坪

目前東北角貨機停機坪之周界僅有圍牆與外界區隔，尚無隔音牆之設置。民眾目視即可看到飛機停在住家前方，亦覺得日常生活受到噪音干擾，無隔音牆為民眾陳情要求改善之主因，詳如圖 4.3-3 所示。

本案之民宅位處鄉村地區，近旁無其他工廠、娛樂營業等較為複雜的場所噪音干擾，住家前方小徑平時車流量相當稀少，故由現場環境初判可知噪音增量應明顯來自於飛機停靠、卸貨等噪音。

建物外牆建材屬鋼筋混凝土 (RC) 或加上磚造，隔間材料為磚牆，故以建材特性而言，牆面已有適度之噪音衰減度。因敏感點高度、住家是否直接面向停機坪及距離遠近等之不同，而各有其空間特性，依據不同空間特性，而有不同程度之噪音影響。由圖 4.3-4 及現地

勘查知，該路段有 2 個小群聚住家，目前緊鄰圍牆之第一排建物尚未有民居，即可能受停機坪噪音影響的範圍，屬於區域敏感受體分佈。

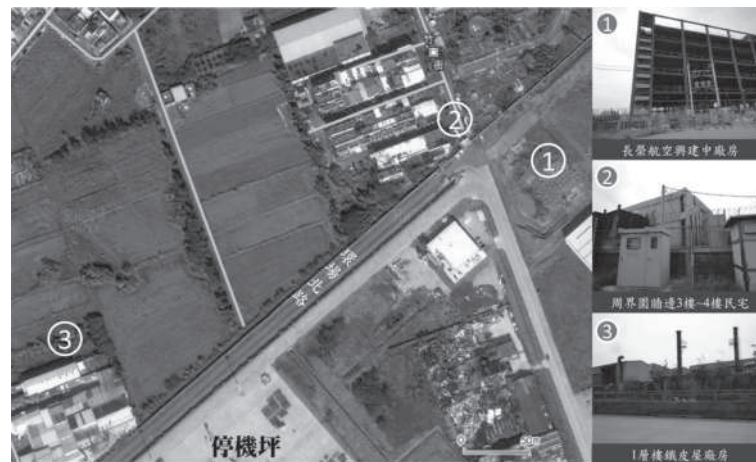


目前無設置隔音牆



僅有周界圍牆與外界隔離

圖 4.3-3 東北角貨機停機坪既有防制措施之現場照片



資料來源：水利署地理資訊倉儲中心。

圖 4.3-4 東北角貨機停機坪之衛星空拍圖

(二) 改善前超過噪音管制標準之量測結果及其成因分析、影響程度

1. 長榮航太保修廠

「日間、晚間及夜間」等 3 時段均有「超過」標準之情形。

- (1) 日間：平均值約 64.3 dB(A) ~ 67.7 dB(A)，有 3 日超過標準 (21 ~ 23 日、24 ~ 25 日)，相較標準 67 dB(A) 之差值為 -2.7 dB(A) ~ 0.7 dB(A)。
- (2) 晚間：平均值約 60.9 dB(A) ~ 66.0 dB(A)，連續 7 日均超過標準 (21 日 ~ 28 日)，相較標準值 57 dB(A) 之差值為 3.9 dB(A) ~ 9.0 dB(A) 不等。
- (3) 夜間：平均值約 56.8 dB(A) ~ 62.9 dB(A)，連續 7 日均超過標準 (21 日 ~ 28 日)，相較標準 52 dB(A) 之差值為 4.8 dB(A) ~ 10.9 dB(A) 不等。

以時段別做評估，「晚間及夜間」時段係屬量測值較容易超標、對受體點之影響程度較大及噪音超標值較多之時段，亦為一般民眾亟需休憩安寧且對於噪音感受較為敏感之時段。

陳情量測代表點各時段之逐時均能音量 L_{eq} 與環境背景音量 L_{90} 之差值遠大於 10 dB(A)，代表場內營運對於周遭環境產生噪音增量的影響，將使得整體環境音量提高。此高噪音增量，將使人耳有強烈的感覺，恐造成居民煩惱，致抱怨陳情。

藉由環境現況調查及前述分析，可歸納目前陳情民宅主要之噪音成因如下，針對可能原因加以改善，應對音量之降低有所裨助。

- (1) 主要噪音源 (優先改善音源)：保修廠及航道。
- (2) 音源特性：噪音量主要來自於飛機維修引擎怠機、修護作業敲打聲、冷氣空調室外機、航機等待起飛等噪音干擾。
- (3) 有無其他音源：位處鄉村地區加以住家前方小路鮮有車輛經過，故無明顯之其他背景音源的干擾。
- (4) 主要超標時段 (優先改善時段)：晚間及夜間時段之管制標準較嚴格，故由量測結果知，該二時段較容易超標且民眾亟需休憩，須優先改善。
- (5) 音源型式：民宅與音源之間的距離仍不足以讓聲波隨距離有效發散衰減，且隔音牆長度及高度恐不足夠，受到「直接音及繞射音」之影響。

2. 貨機停機坪

「晚間及夜間」等 2 時段均有「超過」標準之情形。

- (1) 日間：平均值約 59.1 dB(A) ~ 63.2 dB(A)，無超過標準之天數，相較標準值 67 dB(A) 之差值為 -7.9 dB(A) ~ -3.8 dB(A) 不等。
- (2) 晚間：平均值約 59.2 dB(A) ~ 64.0 dB(A)，連續 7 日均超過標準 (21 日 ~ 28 日)，相較標準值 57 dB(A) 之差值為 2.2 dB(A) ~ 7.0 dB(A) 不等。
- (3) 夜間：平均值約 56.3 dB(A) ~ 63.3 dB(A)，連續 7 日均超過標準 (21 日 ~ 28 日)，相較標準 52 dB(A) 之差值為 4.3 dB(A) ~ 11.3 dB(A) 不等。

以時段別做評估，「晚間及夜間」時段係屬量測值較容易超標、對受體點之影響程度較大及噪音超標值較多之時段，亦為一般民眾亟需休憩安寧且對於噪音感受較為敏感之時段。現陳情量測代表點之逐時均能音量 L_{eq} 與環境背景音量 L_{90} 之差值遠大於 10 dB(A)，代表停機坪對於周遭環境產生噪音增量的影響，將使得整體環境音量提高。

藉由環境現況調查及前述分析，可歸納目前陳情民宅主要之噪音成因如下，針對可能原因加以改善，應對音量之降低有所裨助。

- (1) 主要噪音源 (優先改善音源)：飛機停機坪。
- (2) 音源特性：噪音量主要來自於飛機怠速、貨機卸貨及擴音器聲等噪音干擾。
- (3) 有無其他音源：位處鄉村地區加以住家前方小路鮮有車輛經過，故無明顯之其他背景音源的干擾。
- (4) 主要超標時段 (優先改善時段)：晚間及夜間時段之管制標準較嚴格，故由量測結果知，該二時段較容易超標且民眾亟需休憩，須優先改善。
- (5) 音源型式：民宅與停機坪之間的距離仍不足以讓聲波隨距離有效發散衰減，且目前僅有周界圍牆而無隔音牆設置，民宅曝露於「直接音及繞射音」聲場環境之下。

(三) 所採取相關噪音防制措施內容說明

1. 長榮航太保修廠

依現地狀況及參考居民意見有關實體隔音牆屏障措施改善等可以優先考量調整。完成相關改善作為後，對於減音應有相當之裨助，將降低噪音對於住戶之影響，以此展現管理機關改善誠意，俾降低民怨，既有隔音牆存在有下列之問題：

- (1) 隔音牆底部縫隙洩漏音。
- (2) 部分金屬鈹表面生鏽剝蝕（吸音棉並無殘破剝脫）。
- (3) 隔音牆高度不足。
- (4) 隔音牆長度不足。

本案反映環境現況及民眾溝通意見之防制措施規劃如下之說明。除評估單項措施之防制效果，亦包括下述不同措施的搭配使用評估。

- (1) 底部增設漏音防止板：評估隔音牆底部有無漏音對於敏感點之音量影響情形。
- (2) 加高既有 7 m 隔音牆之高度：評估既有高度增高至 10 m。
- (3) 延伸隔音牆長度（新設長度共約 166 m）：將隔音牆左右（前後端點）延長，包括：編號 3 的區域 4 樓民宅，並從住家端點範圍續向左（北邊）延長 50 m；及陳情量測代表點海豐坡 15 鄰 7 號既有處向右（南邊）延長 50 m，以防止繞射音之影響。

藉由噪音預測軟體模擬評估，隔音牆底部增設漏音防止板對於低樓層有改善效果，且民眾目視即可察覺空隙被「補滿（心裡可能覺得舒適）」；隔音牆即使加高至 10 m 其減音成效相當有限，既有 7 m 已具有相當高度規模且超標已達 10.9 dB(A)，風壓荷重及結構安全等需多加考量且成本效益差，故不建議之；隔音牆前後端點延長除了為民眾陳情意見外，亦有一定保護效果。防制措施詳如圖 4.3-5 所示。

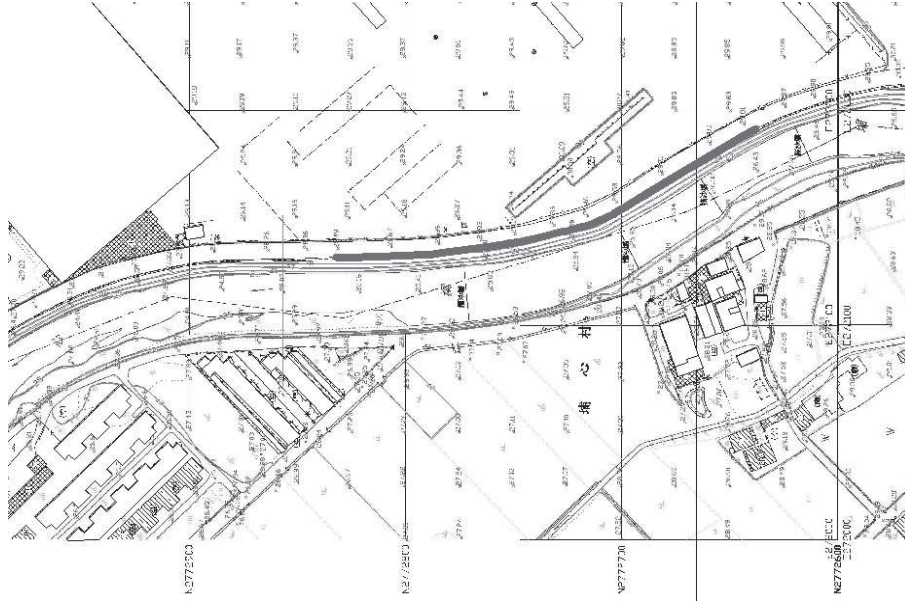
2. 貨機停機坪

本案例反映環境現況及民眾溝通意見之防制措施為新設置隔音牆。

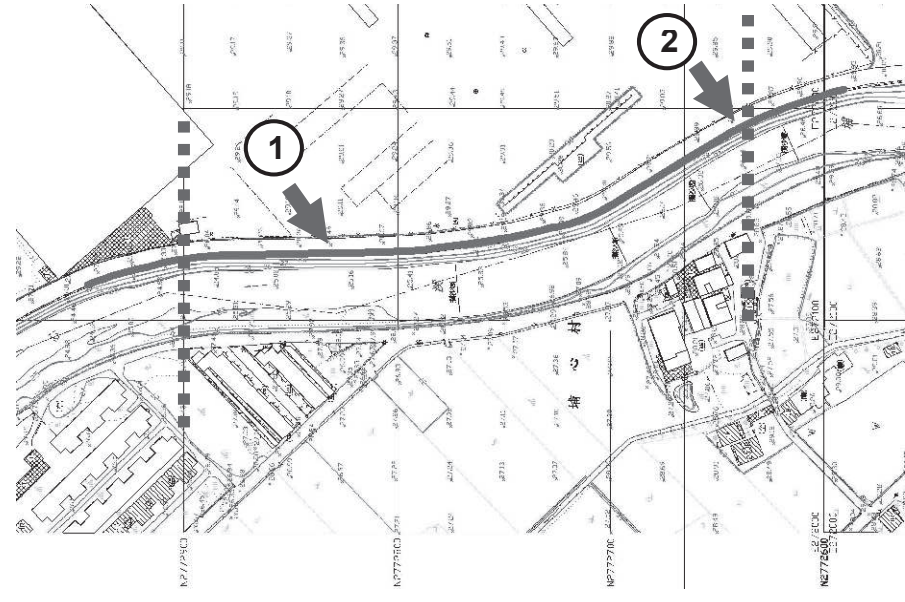
- (1) 評估高度：分別為 4 m、5 m、6 m 及 7 m。
- (2) 評估長度：包括 2 個小群聚住家，分別為：

陳情量測代表點海方厝 18 號區域住家及前方最靠近停機坪之磚造民房（圖 4.3-6 之 (2/2) 的編號 2）。長度為由廢棄綜合展示場館端點向右（北邊）延長 20 m，因場館為聲音屏障，此延長 20 m 與場館重疊部分為防止繞射音影響，向左（南邊）設置到路塹土坡轉彎處，總長度約 258 m。環場北路轉彎處圍牆邊之 3 樓～4 樓民宅（圖 4.3-6 之 (1/2) 的編號 2）。長度由轉彎處向左（南邊）涵蓋住宅範圍並從住家端點範圍續延長 50 m，以防止繞射音之影響，總長度約 170 m。

藉由噪音預測軟體模擬評估，6 m 高及 7 m 高之隔音牆減音效果對整體區域而言差異不大，故建議若在經費有限狀況之下，可以 6 m 高為防制措施並預留未來可能加高之基礎荷重。本案例建議之防制措施詳如圖 4.3-6 所示。



現況 7 m 高隔音牆長度約 210 m (圖中粗線)



箭頭表既有隔音牆位置，虛線表延長 50 m，新設長度共約 166 m



空隙與圍牆邊增設漏音防止板



北邊端點 (右上圖編號 1)



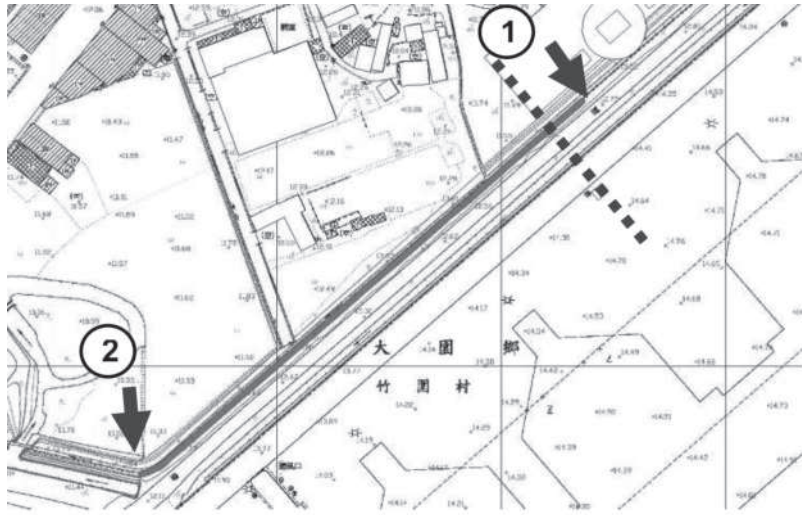
北邊端點涵蓋民宅並延長 50 m



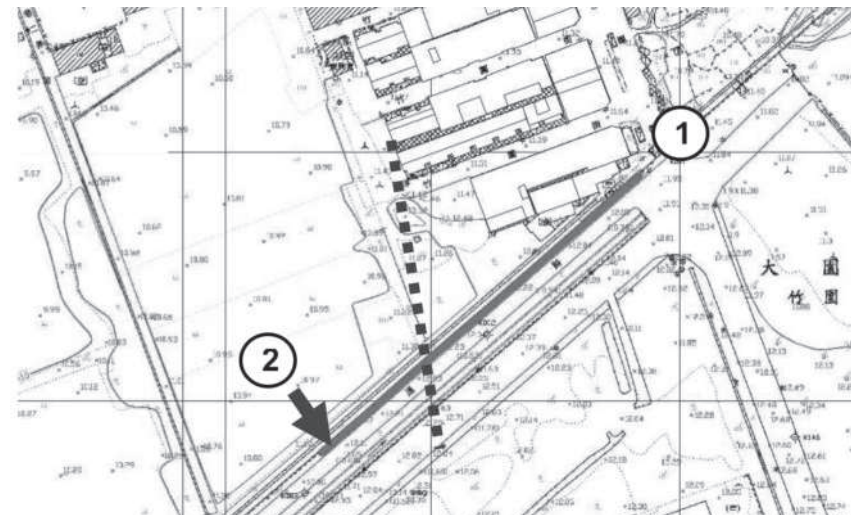
南邊端點 (右上圖編號 2) 延長 50 m

註：噪音防制措施之實際施作長度、位置等視現場狀況略做調整。

圖 4.3-5 長榮航太保修廠隔音牆防制措施之建議設置範圍示意圖



起：場館端點延長 20 m (虛線)，終：路塹土坡轉彎處，新設長度約 258 m (圖中粗線)



轉彎處向左(南邊)涵蓋住宅範圍並延長 50 m (虛線)，新設長度約 170 m (圖中粗線)



起：展示場館端點延長 20 m (上圖編號 1)



終：路塹土坡轉彎處(上圖編號 2)



起：環場北路轉彎處(上圖編號 1)



終：涵蓋住宅並延長 50 m (上圖編號 2)

圖 4.3-6 東北角貨機停機坪隔音牆防制措施之建議設置範圍示意圖

(四) 採取噪音防制措施之改善功能評

依據現地量測檢核結果，將陳情點周邊地形、地物等納入三維聲場模型建構，以對該路段所受之噪音影響做整體通盤之考量。為避免降低模式預測之精確度，故採取數值圖檔方式進行模擬，已將模型之環境條件近似於改善路段。軟體三維聲場模型如圖 4.3-7 所示。

1. 長榮航太保修廠

為呈現所採取之防制措施的減音成效，瞭解各樓層改善後之噪音影響程度，故除了陳情量測代表點海豐坡 15 鄰 7 號 (1 樓~2 樓頂)，亦於現況未設置隔音牆之 15 鄰 10 號 (1 樓~4 樓頂) 分別設置受音點。對於 7 號 1 樓約有 1.5 dB(A) 之減音量，且此措施民眾目視即可察覺空隙被「補滿 (心裡可能覺得舒適)」。將設置漏音防止板及既有隔音牆延長等二項措施搭配考量，除了 7 號 2 樓及頂樓較無改善效益外，對於 7 號 1 樓及 10 號住家有約 0.8 dB(A)~2.0 dB(A) 之減音量。本案例防制措施之功能係以陳情民宅之噪音影響狀況做分析，評估涵蓋不同樓棟及樓高之噪音影響程度 (非只針對代表陳情量測點及高度)，並就整體噪音狀況為比較基礎後，全面考量下所獲得之結果。本案之音源因距離隔音牆之設置位置較遠 (屏障越近音源效果越佳)，故針對不同隔音牆措施之改善效果有限，各樓層仍無法符合噪音管制標準。惟透過設置漏音防止板及既有隔音牆左右 (前後端點) 皆延長，民眾之視覺及心理應有所感受且反映居民殷切之期盼，體會到管理機關改善之誠意。

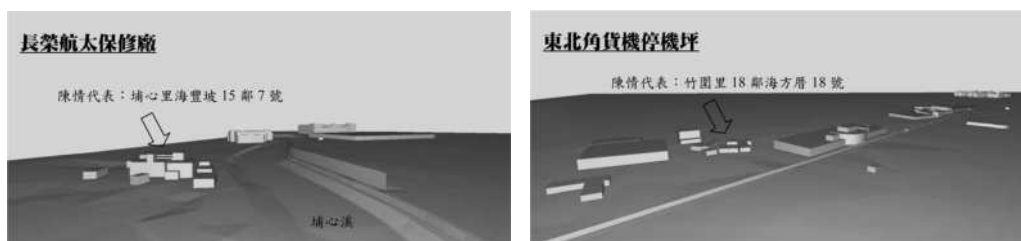


圖 4.3-7 現況 CadnaA 軟體三維聲場模型圖



圖 4.3-8 長榮航太保修廠漏音防止板及隔音牆左右延長夜間等音線水平剖面分佈圖 (15 鄰 7 號民宅，模擬高度為離地約 7.5 m 高度處)

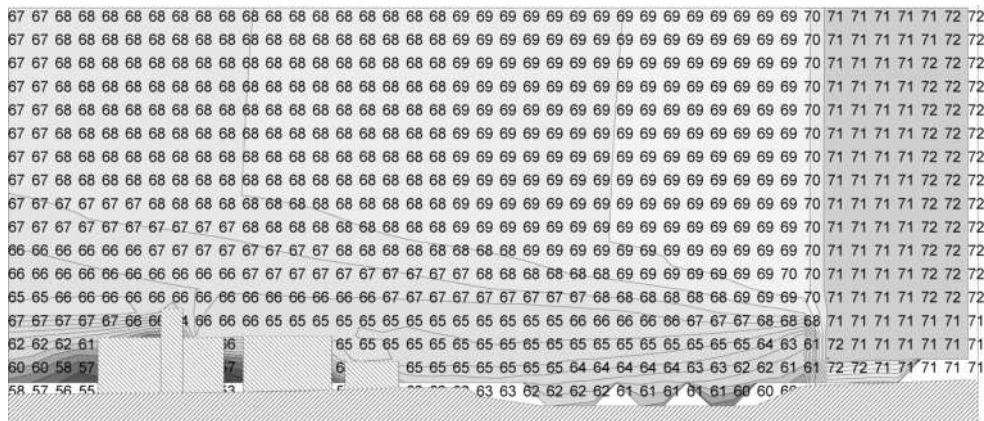


圖4.3-9 長榮航太保修廠漏音防止板及隔音牆左右延長夜間等音線垂直剖面分佈圖 (15 鄰 7 號民宅，較靠近隔音牆之建築物)

2. 東北角貨機停機坪

為呈現所採取之防制措施的減音成效，瞭解各樓層改善後之噪音影響程度，故除了陳情量測代表點竹圍里 18 鄰海方厝 18 號 (1 樓及頂樓)，亦於最接近周界之 1 層樓磚瓦 L 型民宅、環場北路轉彎處民宅 (1 樓 ~ 4 樓頂) 分別設置受音點。設置 6 m 高隔音牆之功能分析，對於陳情區域海方厝民宅之不同樓層約有 2.2 dB(A) ~ 3.5 dB(A) 之減音量；環場北路轉彎處民宅不同樓高約有 0.5 dB(A) ~ 1.9 dB(A) 之減音量。設置 7 m 高隔音牆之功能分析，對於陳情區域海方厝民宅之不同樓層約有 2.8 dB(A) ~ 4.2 dB(A) 之減音量；環場北路轉彎處民宅不同樓高約有 0.8 dB(A) ~ 2.3 dB(A) 之減音量。本計畫防制措施之功能係以陳情民宅之噪音影響狀況做分析，評估涵蓋不同樓棟及樓高之噪音影響程度 (非只針對代表陳情量測點及高度)，並就整體噪音狀況為比較基礎後，全面考量下所獲得之結果。本案例之音源主要來自於停機坪裝卸貨之航機，距離隔音牆之位置較遠，故設置不同高度之隔音牆改善的效果有限，除日間時段之外，各樓層仍無法符合噪音管制標準。而 6 m 高及 7 m 高之隔音牆減音效果對整體區域而言其差異不大，故建議若在經費有限狀況之下，可以 6 m 高為防制措施並預留未來可能加高之基礎荷重。

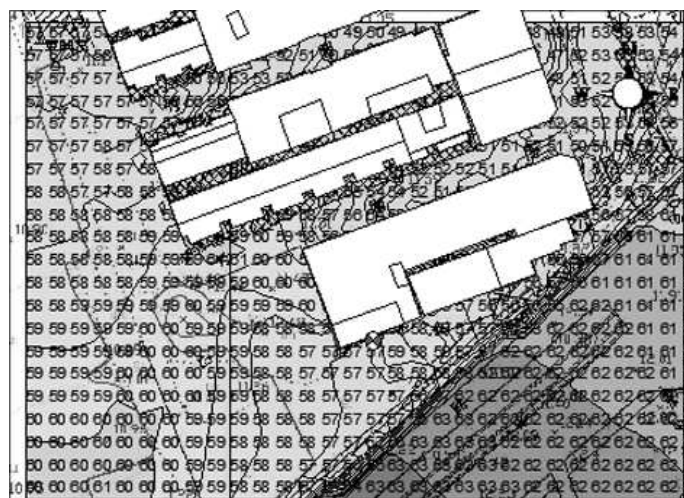


圖4.3-10 東北角貨機停機坪設置 6 m 高隔音牆夜間等音線水平剖面分佈圖 (環場北路轉彎處民宅，模擬高度為離地約 4.5 m 高度處)

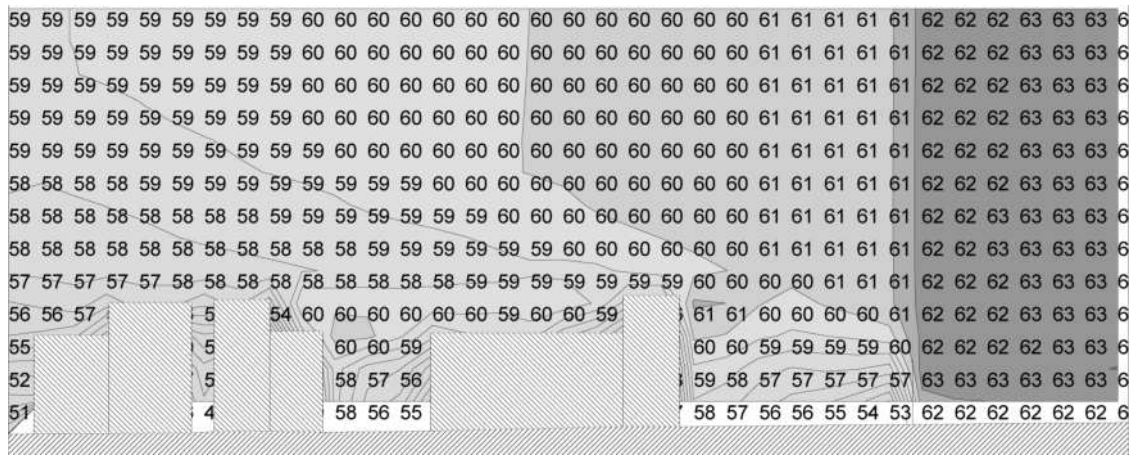


圖4.3-11 東北角貨機停機坪設置 6 m 高隔音牆夜間等音線垂直剖面分佈圖（環場北路轉彎處 4 層樓民宅）

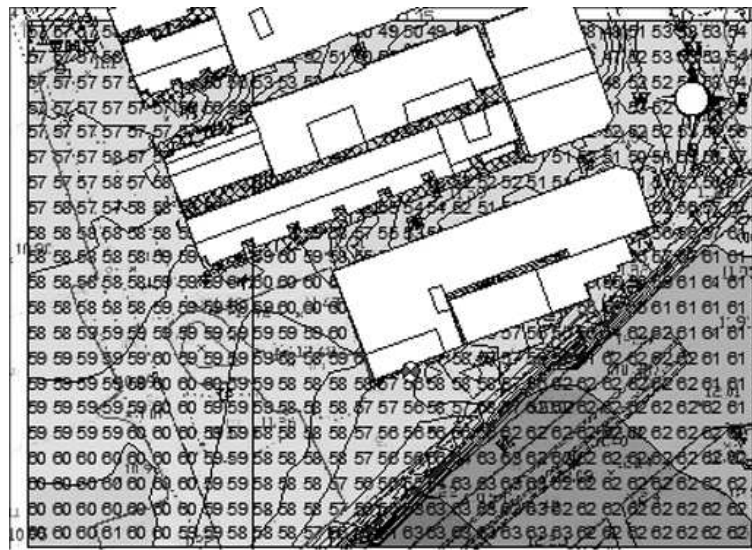


圖4.3-12 東北角貨機停機坪設置 7 m 高隔音牆夜間等音線水平剖面分佈圖（環場北路轉彎處民宅，模擬高度為離地約 4.5 m 高度處）

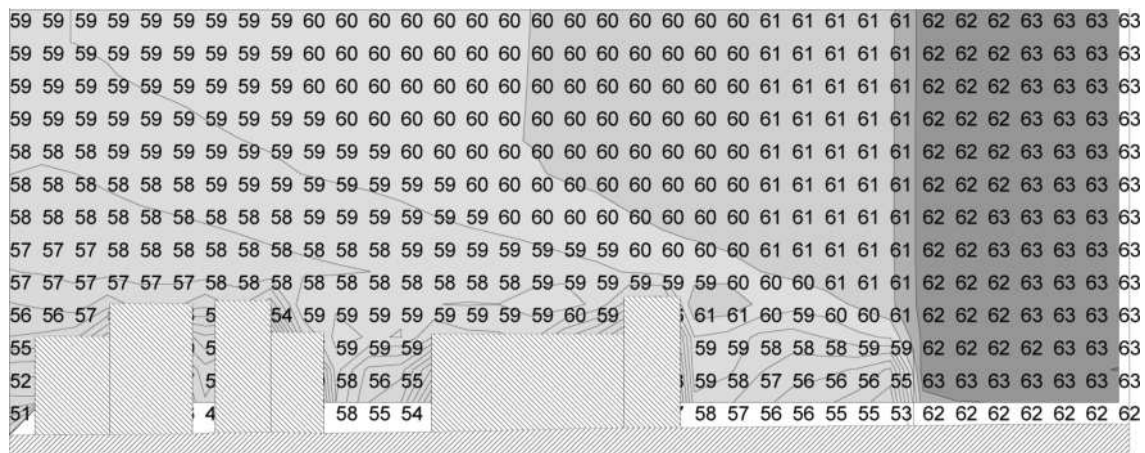


圖4.3-13 東北角貨機停機坪設置 7 m 高隔音牆夜間等音線垂直剖面分佈圖（環場北路轉彎處 4 層樓民宅）

4.3.2 航空噪音管理

我國為配合民國 97 年 12 月 3 日噪音管制法修正公佈施行，依據第十一條第一項之授權修正「民用航空器噪音管制標準」(98.07.16)，民用航空器噪音管制標準係依據國際民航組織西元 1993 年 7 月修訂之「國際民航公約第十六號附約環境保護第一冊航空噪音第三版」內容訂定相關標準。另依據噪音管制法第十一條第三項之授權修正「民用航空器噪音管制辦法」第一條、第九條、第十一條修正。行政院環境保護署民國 98 年 6 月 1 日公告「應設置自動監測設備連續監測機場周圍地區飛航噪音狀況之航空站」，包括：臺北松山機場、臺灣桃園國際機場、海軍航空指揮部(桃園基地)、陸軍航空 601 旅(桃園龍潭基地)、空軍 499 聯隊(新竹機場)、空軍 427 聯隊(臺中清泉崗機場)、陸軍航空 602 旅(臺中新社基地)、空軍 455 聯隊(嘉義水上機場)、空軍 443 聯隊(臺南機場)、陸軍飛行訓練指揮部(臺南歸仁基地)、高雄小港機場、空軍官校(高雄岡山基地)、空軍 439 聯隊(屏東機場)、臺東豐年機場、空軍 737 聯隊(臺東志航基地)、空軍 401 聯隊(花蓮機場)、澎湖馬公機場、金門尚義機場，並依機場周圍地區航空噪音防制辦法規定向當地主管機關申報監測結果。

目前全國共有 17 座公告應設置自動監測設備連續監測機場周圍地區飛航噪音狀況之航空站，共有 201 座固定式航空噪音監測站。

首先彙整各機場航空噪音監測站之數量、操作維護公司、所在地縣市政府環境保護局現況，列表說明如後：

機場名稱	測站數量	測站數量 (站)	操作維護公司	機場所在地 縣市政府 環境保護局
1. 臺北松山機場		15	臺灣思百吉股份有限公司	臺北市
2. 臺灣桃園國際機場		18	臺灣思百吉股份有限公司	桃園市
3. 桃園龍潭基地(陸軍 601 旅)		8	佳利得有限公司	桃園市
4. 新竹機場(499 聯隊)		10	維呈顧問股份有限公司	新竹市
5. 臺中清泉崗機場(427 聯隊)		10	山衛科技股份有限公司	臺中市
6. 臺中新社基地(陸軍 602 旅)		4	佳利得有限公司	臺中市
7. 嘉義水上機場(455 聯隊)		15	臺灣思百吉股份有限公司	嘉義縣
8. 臺南機場(443 聯隊)		14	臺灣思百吉股份有限公司	臺南市
9. 臺南歸仁基地(陸軍飛行訓練指揮部)		17	佳利得有限公司	臺南市
10. 高雄小港機場		13	中環科技事業股份有限公司	高雄市
11. 高雄岡山基地(空軍官校)		9	山衛科技股份有限公司	高雄市
12. 屏東機場(439 聯隊)		12	臺灣思百吉股份有限公司	屏東縣
13. 臺東豐年機場		7	臺灣思百吉股份有限公司	臺東縣
14. 臺東志航基地(737 聯隊)		11	佳利得有限公司	臺東縣
15. 花蓮機場(401 聯隊)		19	山衛科技股份有限公司	花蓮縣
16. 澎湖馬公機場		13	中環科技事業股份有限公司	澎湖縣
17. 金門尚義機場		6	臺灣思百吉股份有限公司	金門縣
	17 座	201 座	5 家公司	12 縣市

航空噪音條例(英國)分三個等級：國際條例、歐洲條例和國內相關條例，國際條例由國際民航組織 ICAO 制定，適用於其成員國，ICAO 在飛機噪音排放方面已經制定了嚴格的標準，規

定了不同飛機起降所允許的最大噪音量，成員國的飛機運作必須符合標準，ICAO 還要求成員國在機場噪音管理方面考慮：

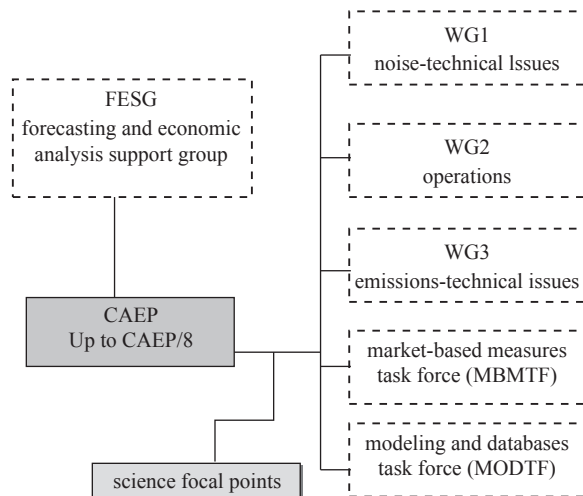
1. 減小飛機自身噪音。
2. 土地使用計畫。
3. 飛機運作程式的改變。
4. 限制高噪音飛機的使用。

我國雖非聯合國會員國，但仍以聯合國下之國際民航組織 (International Civil Aviation Organisation, ICAO) 所制定或提出之規範與準則為依歸。其次，由於近年來亞洲太平洋經濟合作會議 (Asia-Pacific Economic Cooperation, APEC) 已舉行多次相關之會議，會議結果亦值得我國參考；在其他國際政府組織方面，則以歐盟執委會 (European Commission, EC) 積極推動相關事務，有些政策或措施不僅值得探討，更對我國航空業有一定程度之影響。除了上述官方組織之外，民間航空公司與機場相關協會之做法亦值得瞭解與參考。因此，本節所納入回顧之民航相關單位與組織包括：ICAO；APEC；歐盟執委會；國際航空運輸協會 (International Air Transport Association, IATA)；國際機場理事會 (Airports Council International, ACI)。

一 ICAO 之民航環保政策與規範

於第二次世界大戰之後航空業的快速發展，產生了一系列的政治上和技術上的問題，故需要一個國際間的組織來協調。因此，全球 52 個國家於 1944 年參加了在芝加哥召開的國際會議，簽訂了「國際民用航空公約」(通稱「芝加哥公約」(Chicago Convention))，按照公約 ICAO 於 1947 年正式成立。ICAO 是聯合國下專責管理和發展國際民航事務的機構，其相關規範被所有國際民航組織的成員國之民航管理機構所遵守。ICAO 針對航空運輸環境影響主要著重於飛機噪音與飛機引擎污染物 (aircraft engine emissions) 之影響，其中飛機引擎污染物主要帶來機場周邊之空氣污染以及全球氣候變遷效應。ICAO 有關航空運輸環境影響之議題均由成立於 1983 年之航空運輸環境保護委員會 (Committee on Aviation Environmental Protection, CAEP) 負責，又分為五個工作小組與一個支援小組。其中兩個工作小組負責飛機噪音技術面與操作面之減量；而其他三個工作小組則負責有關降低飛機污染物之影響，探討包括：技術面、操作面與市場經濟措施 (market-based measures, MEM)(例如：污染物交易、空污費與自願性措施)；支援小組則提供經濟效益與環境影響等相關之資料 (參見圖 4.3-14 之 CAEP 組織結構)。於 2010 年 2 月 CAEP 已召開第八次會議，每次會議成果報告均會提交與 ICAO 理事會 (ICAO Council) 討論，主要之政策課題，再提交予每三年開會一次之 ICAO 大會 (ICAO Assembly) 進行最後審查與確認。而最近一次之第 37 屆 ICAO 大會乃於 2010 年 9 月 28 日至 10 月 8 日召開為期兩週之會議。ICAO 之組織結構請參閱圖 4.3-15。2007 年第 36 屆 ICAO 大會修正 ICAO 民航環保政策宣言，其中包括：12 個附錄 (Appendix A-L)，分別探討有關如何降低噪音與污染物課題。而近年 ICAO 對於飛機引擎污染物所帶來的環境影響，已從過去只著重飛機地面操作的區域空氣品質影響，擴展到現今全球性的廢氣排放所帶來的氣候變遷效應。除此之外，近年來 ICAO 亦積極投入有關替代油料之發展課題。因此，本節接著將說明 ICAO 針對各項民航環保噪音課題之政策與做法。

ICAO 針對飛機產生之噪音主要政策建議採用 balanced approach (平衡做法)，此包括：由



資料來源：CAEP brochure, 2010。

圖4.3-14 ICAO 下之 CAEP 組織結構



資料來源：ICAO Environment Branch, 2010。

圖4.3-15 ICAO 組織結構 - 環境影響議題

發生源減少噪音 (使用低噪音機型)、土地使用規劃與管理、降低噪音之飛機操作程序與營運限制。此外，ICAO 亦提出機場徵收噪音費之執行準則。分別說明如下：

1. 由發生源減少噪音 (reduction of noise at source)

ICAO 主要透過逐漸嚴格之飛機噪音認證，達到航空業者使用低噪音機型 (quieter aircraft) 之目標。附約 16 第一冊中已明訂飛機之各種噪音監測標準。1977 年以前生產之噴射機與螺旋槳機型為 Chapter 2 噪音認證，而 1977 至 2005 年間生產之機型需通過 Chapter 3 之認證；從 2006 年起新式機型則需通過 Chapter 4 之認證，或現有之 Chapter 3 機型亦可申請 Chapter 4 噪音認證。

2. 土地使用規劃與管理 (land-use planning and management)

透過有效之機場周邊土地使用規劃與分區作業，亦可降低對於鄰近居民之影響，ICAO 附約 16 中提出機場規劃手冊——土地使用與環境控制，其中包括：各種減少、控制或預防噪音對周遭居民影響之做法，以及幾個會員國所採用之措施。此外，為了能夠有一致之噪音衡量方式，ICAO 也提出計算機場等噪音線之準則與方法。

3. 降低噪音之飛機操作程序 (noise abatement operational procedures)

透過飛機操作之方式達到減少噪音之目的，包括：優先跑道與飛行路線設計，以及飛機起降階段之較低噪音進離場程序；ICAO 有關飛機噪音降低程序之建議亦包括於附約 16 中飛航導航服務——飛機操作。

4. 營運限制 (operating restrictions)

此種做法主要是限制高噪音之飛機於機場起降。90 年代許多機場已禁止或限制 Chapter 2 飛機起降；而目前則有許多機場限制高噪音之 Chapter 3 飛機起降，但 ICAO 建議此種限制必須依照飛機或特定機型對於所考量之機場所產生之噪音影響後採行。

5. 噪音費 (noise charges)

透過噪音費之徵收，其收入可投注於機場噪音防制措施，因此，ICAO 建議噪音相關費

用之徵收應以所需之噪音防制成本為基礎，相關之規範則於機場經濟手冊與機場與飛航導航設施費用中。

二 歐盟執委會

EC 主要遵循 ICAO 的 balanced approach 訂定噪音相關之政策與規範，於 2002 年 3 月制定有關歐盟機場噪音規則與操作方式之營運限制，但因機場特性不同而有不同之做法。歐盟之噪音管理主要包括四項準則：

- 從噪音源降低噪音；
- 土地使用規劃與管理措施；
- 減少噪音之飛機操作方式；
- 飛機營運限制。

而此噪音管理法令之主要目標為：

- 歐盟有一致之規範，減少機場周邊受噪音影響之居民；
- 對於歐盟境內航空運輸產業有一定之市場規範；
- 機場容量應考量環境影響而訂定；
- 個別機場可達成不同之噪音減量目標；
- 利用最符合成本效益之方式，達成環境保護目標。

此外，2002 年 6 月另訂定一法令要求主要機場需使用 2006 年之資料，繪製使用統一噪音指標之等噪音線圖，每 5 年修正一次；並需提出且發表噪音減量行動方案與計畫。2008 年 EC 已針對歐盟機場進行噪音操作限制之彙整與檢討，瞭解其法令之施行成效。

三 ACI 對於機場環境影響之建議策略

ACI 為一非營利事業之組織，屬全球機場工會性質之組織，擁有全球 179 個國家的 575 個會員營運全球 1,633 個機場；底下設立五個分部，包括：非洲、亞太地區、歐洲、北美、拉丁美洲與加勒比海地區。自 2007 年之後，ACI 於 2010 年發表之最新機場與環境、飛機噪音與社區關係、氣候變遷等三份政策宣言，內容涵蓋永續性、噪音、氣候變遷與溫室氣體、區域空氣品質、水資源與廢棄物、環境管理系統等主題。

除了遵循 ICAO 的 balanced approach 之外 (即如前述所言由噪音源、土地使用規劃、飛機操作程序、營運限制以及其他相關噪音限制做法等)，ACI 另外建議機場可採行下列措施：

- 考量噪音之降落費機制：降落費依照飛機噪音大小加成或給予折扣，或是徵收噪音費 (如我國即是採取此做法)；
- ACI 提出之噪音評比指標 (aircraft noise rating index, NRI)：有鑑於 ICAO Chapter 4 機型已開始使用，ACI 於 2010 年提出新版之 NRI，以 Chapter 3 的三種 ICAO 認證噪音規範值為基準 (起飛、側向與進場噪音)，然後計算每一機型搭配不同發動機時噪音低於此一基準的個別與累計差距，將各種機型依據其相對噪音量區分為 8 類，分別為 R1 至 R8 (ACI, 2010d)。全球已有數個採取此方式進行飛機噪音分類，而收取不同之降落費，日本東京成田機場為率先採用此做法之機場。但值得注意的是，此種計算方式採用相對之噪音量，因此新式之大機型

(例如：A380 或 B777-300 等) 則通常歸類至 R5 ~ 7 等噪音表現較好之類別 2。

- 其他降低地面噪音源之做法：如限制試車、加建隔音設備等。

在相同之營運環境與噪音下，與鄰近居民之關係將會影響居民之感受以及承受噪音之程度；ACI 建議主要可採行之做法如下：

- 噪音抱怨：給予方便之管道，並妥善處理抱怨個案。
- 環境報告：定期出版環境年報，或於網頁公告噪音監控、交通量、噪音與環境保護做法等。
- 噪音指標：等噪音線圖可適用於規劃或補助工作，但為明確展現居民感受，應採用大眾可容易瞭解之不同噪音指標。例如：雪梨機場採用不同指標與簡易噪音資訊軟體 (transparent noise information package, TNIP) 值得參考。
- 社區互動平台：建立社區與機場之互動平台，使機場資訊與社區需求可進行便利之雙向溝通。

表 4.3-1 各國國際組織噪音政策與措施比較

組織	噪音
ICAO	<ul style="list-style-type: none"> ● 由發生源減少噪音。 ● 土地使用規劃與管理。 ● 降低噪音之飛機操作程序。 ● 營運限制。 ● 噪音費 (市場措施)。
APEC	遵循 ICAO 規範。
EC	遵循 ICAO 規範之外，另： <ul style="list-style-type: none"> ● 統一歐盟各國噪音指標之等噪音線圖。
IATA	遵循 ICAO 規範。
ACI	遵循 ICAO 規範之外，另： <ul style="list-style-type: none"> ● 考量噪音之降落費機制，ACI 噪音評比指標。 ● 機場施行 EMS。

綜合言之，地區居民可能會因此反對建造基礎設施或擴建機場，造成機場增加運量上的限制與約束。全球多數機場均依照 ICAO 的政策建議採用 balanced approach (包括：由發生源、土地使用規劃與管理、降低噪音之飛機操作程序、營運限制以及噪音費) 管理機場噪音問題。此飛機噪音問題可採用之措施又可大致分類為管制 (regulations) 和經濟手段 (economic instruments) 兩方面來進行。在管制方面又可包括：飛航操作、地面操作和機場營運管制等三方面，詳細之管制手段涵蓋：

(一) 在飛航操作 (flight operations) 方面

1. 飛航航線規劃 (環保航線)(preferred noise route, PNR)：避開住宅密度高之航線規劃。
2. 噪音管制進離場程序 (noise abatement procedures on landing and takeoff, NAP)：航線規劃避開住宅密集區域，許多主要之歐洲與美國機場，通常機場當局與主要飛航之航空公司會共同測試研擬，在不影響飛機操作安全之情況下，使用各機型之噪音干擾最小之飛航操作程序；例如：荷蘭 Amsterdam Airport Schiphol 與 AirFrance-KLM 航空、華盛頓 Reagan 機場與紐約 Kennedy 機場等。

3. 優先跑道使用規劃 (preferential runway systems)：跑道起飛或降落之指派；可為噪音影響較小之某一跑道，在天氣狀況許可下優先指派；或跑道輪替使用，分散對鄰近居民噪音之影響程度等。此方式需要先進之飛航管理系統 (air traffic management, ATM)，航管人員可在不影響飛航容量之下，達到噪音干擾最小之目標。例如：美國波士頓 Logan 機場使用 ENPRAS (Enhanced Preferential Runway Assignment System)，協助航管人員指派飛機之起降 (de Neufville and Odoni, 2003)。

(二) 在地面操作 (surface operations) 方面

1. 拖曳飛機 (towing of aircraft)：包括將飛機拖曳至維修棚廠或另外一個登機門。
2. 引擎發動或測試時間與地點之管制。
3. APU (auxiliary power unit) 之使用限制。
4. 飛機滑行時引擎之 Reverse Thrust 之限制。
5. 滑行起飛之飛機數量限制：避免尖峰時間太多飛機停等於跑道起點，可於不影響跑道容量之情況下，降低噪音以及引擎污染物排放量。

(三) 在機場營運管制方面

1. 時間帶指派 (slot allocation) 參考飛機之噪音等級，進行航空公司機型與班次時間規劃：歐洲數個機場，例如：荷蘭 Schiphol 機場將飛機噪音納入 slot coordination 以進行時間帶之規劃。
2. 營運限額 (operating quota)、夜間限額 (night quota)：通常為各種不同機型給訂一噪音額度，將各種機型依飛航降次計算噪音總額，不可超過政府規定之夏季、冬季或一年之總營運限額。例如：英國 Heathrow 機場即使用此一規範。噪音總量限制 (noise budget、noise limit)：噪音之影響範圍或戶數不可超過一給訂之限制。例如：荷蘭 Schiphol 機場每年於等噪音線圖 (noise contour) 內之噪音總影響戶數與涵蓋範圍，需於荷蘭政府之規定內。禁止 Chapter 2 或噪音量大之 Chapter 3 飛機使用，或老舊飛機使用限制。例如：荷蘭 Amsterdam 機場多年前已禁止 Chapter 2 之飛機起降，並進一步針對 Chapter 3 飛機引擎之旁通比 (bypass ratio) 限制部分機型之使用。宵禁 (night curfews)：通常為夜間至清晨禁止飛機起降 (但各機場之宵禁時間或相關規定均不同)，星期假日有時有不同之宵禁限制；有些機場甚至針對違反宵禁規定之航班課徵重罰 (penalty)，例如：英國 London-Heathrow 機場。噪音罰款徵收 (Noise penalty)：可屬噪音管制方式之一。全球許多機場已徵收噪音罰款，徵收之時機包括：偏離航道、違反晚間營運限制、超過最大容許噪音值。

(四) 舊金山國際機場 (SFO) 的靜飛計畫

舊金山國際機場 (SFO) 的靜飛計畫 (Fly Quiet Program 一項由飛機噪音減降辦公室 (aircraft noise abatement office) 負責執行的機場 / 社區圓桌會行動方案。靜飛計畫之目的是為鼓勵航空公司在舊金山灣區盡可能以寧靜飛行的方式運作。一旦靜飛計畫實施成功，可望同時降低單一事件噪音量和機場周邊的整體噪音量。(資料來源：<https://www.flysfo.com/community/noise-abatement/fly-quiet>)。

靜飛計畫包含以下六大元素：

1. 機隊噪音品質評分 (fleet noise quality rating)

靜飛計畫藉由機隊噪音品質評分制度，評定各家航空公司的機隊在 SFO 實際運作之噪音貢獻量。航空公司通常擁有各式各樣的機型，並依據運作及市場考量調配航班。對於運作噪音較小或新一代飛機的航空公司，靜飛計畫給予較高的評分或等級。反之，運作較老舊或噪音較大飛機的航空公司，便得到較低的評分。此一評分制度之目的在於公平比較各家航空公司的表現 — 不僅根據航空公司所擁有的機隊，更要看航空公司安排特定機型在 SFO 起降的頻率。

2. 噪音超標評分 (noise exceedance rating)

消除高噪音事件是 SFO 和機場 / 社區圓桌會議 (airport/community roundtable) 的長期目標。因此，機場當局在每個噪音監控點上，規定單一事件最大噪音限值。設定閾值之目的是為了抓出噪音量高於典型飛機運作的飛機。當一架飛越上空的飛機所產生的噪音量高於特定監控點之最大可容許分貝值時，這架飛機便超過噪音閾值，因而被認定為噪音超標事件。噪音超標事件可能發生於飛機進場、離場、或起飛前滑行期間。噪音超標事件之實際作業模式、機型、和航空公司名稱都會被記錄下來。

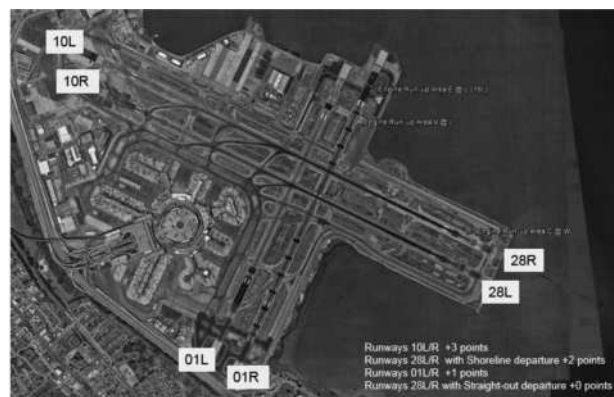
3. 夜間優先跑道利用評分 (nighttime preferential runway use rating)

降低夜間噪音 (尤其是避免干擾睡眠) 是 SFO 飛機噪音減降計畫之關鍵目標。SFO 的夜間優先跑道利用計畫於 1988 年實施，其目標為在 1:00 am ~ 6:00 am 時段，盡可能增加飛越海域的班機數，同時盡量減少飛越陸地和人口密集地區的班機數，以期降低機場周邊社區在夜間所承受的飛機噪音。

雖然由於風力、天候、及其他操作因素，無法 100% 的時間都落實這項計畫，但 SFO、機場 / 社區圓桌會議、美國聯邦航空總署 (FAA)、和航空公司共同努力，只要條件許可，盡可能充分利用夜間優先跑道。這項計畫屬自願性質，其如何遵循係由正機師自行酌情決定。慶幸的是，由於深夜期間機場活動較少，利用飛越海域離場程序的頻率高於白天是很容易做到的。靜飛計畫提供額外資訊，供各方評量此一程序之實施成效。

4. 海岸線離場品質評分 (shoreline departure quality rating)

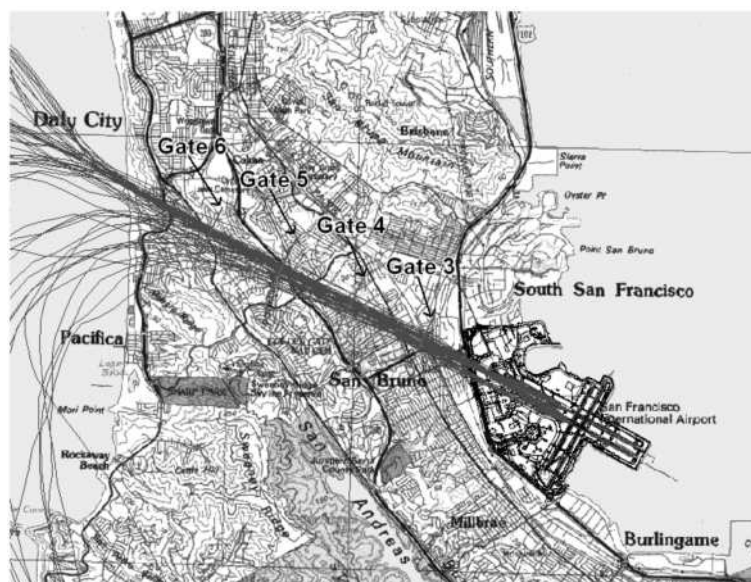
利用 SFO 28 L/R 跑道離場的飛機若採用海岸線離場程序，靜飛計畫評分制度也會將其納入評量。此一主要採取目視飛航規則 (VFR, visual flight rules) 的離場程序，在飛機起飛不久，即將飛機往東北方向引導，以便將飛機噪音維持在遠離機場西北方的住宅區域。讓飛機維持在第 101 號公路東側飛行，將可使飛機飛越的區域主要為工業區和商業區，而非住宅區。為了評鑑各家航空公司採取海岸線離場程序時的表現，SFO 利用第 101 號公路作為參考點，劃出一條空中走廊。這條空中走廊始於 28 L/R 跑道盡頭西北北方約 1 哩處，沿著第 101 號公路向北延伸，持續延伸進入布里斯本城 (city of Brisbane)。





5. 間隙離場品質評分 (gap departure quality rating)

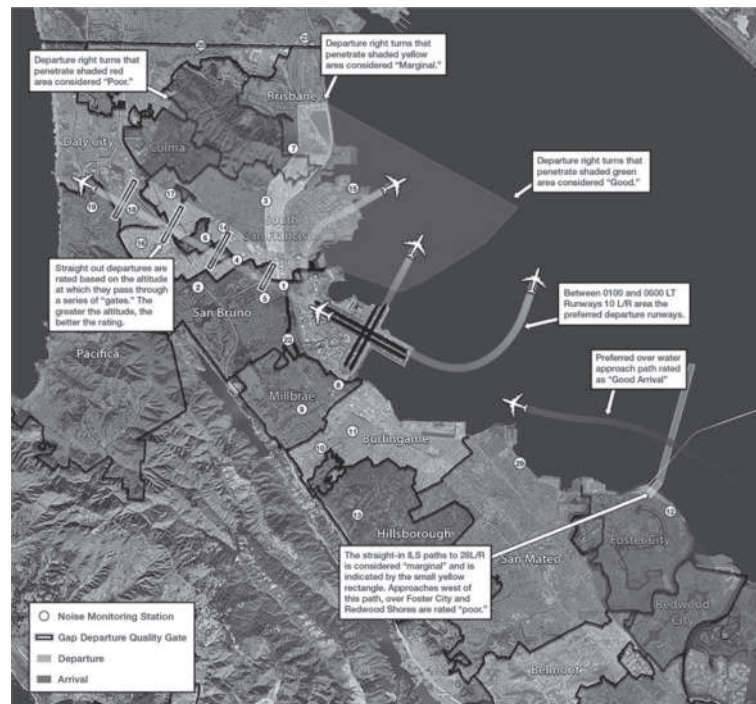
利用 SFO 28 L/R 跑道離場的飛機經常採取間隙離場程序直接離場。此一程序將空中交通引導至一個飛越 SFO 西北地區諸城市的航道，包括南舊金山、聖布魯諾、戴利城和帕斯菲卡 (south San Francisco, San Bruno, Daly City, and Pacifica)。為了降低此一特定地區的噪音，靜飛計畫將間隙離場品質評分納入評鑑類別。由於「飛機越高越安靜 (higher is quieter)」，離場航道沿線都會記錄飛機的高度。在特定的監控點或閘口上 (間隔約 1 哩)，靜飛計畫都會依據飛機的高度評分。飛機飛得越高，得分越高。



6. 福斯特城進場品質評分 (Foster city arrival quality rating)

進場品質評分制度是最新納入靜飛計畫的類別。為了進一步降低周邊社區的夜間噪音，這套制度在設計上希望在 11:00 pm ~ 6:00 am 之間，盡可能導引飛機飛越海灣利用 28 L/R 跑道進場。在此時段，利用 28 L/R 跑道進場的航空公司，將會依其飛機所採取之進場航道 (飛越海灣或社區) 接受評鑑。飛越海灣進場的飛機評分較高，飛越社區進場的飛機評分則較低。

天氣狀況良好時，飛機通常利用 28 L/R 跑道進場。在 9 哩最終著陸距離進入 28L 跑道的飛機，將直接飛越福斯特城上空。最終利用 28R 跑道進場的飛機，則是沿著福斯特城海岸線飛行。在一天中的任何時候，28R 跑道都是採取「寧靜橋目視進場航道 (quiet bridge visual approach path)」的飛機最優先利用的跑道。寧靜橋目視進場航道距離海灣外海岸線約 0.75 哩，從東方和南方進場的飛機都會採取此一航道。從北方進場的飛機也可參與評分，請求航管塔台准予採取右順風邊 (right downwind) 飛越海域，或採取左順風邊 (left downwind) 飛越住宅區。為了評鑑各家航空公司的進場表現，SFO 在機場周邊區域劃定兩個閘口 (two gates) 和一條空中走廊 (corridor)，以記錄班機進場時所採取的航道，並評鑑其表現屬優良、邊際或不佳 (good, marginal and poor)。為了發掘出表現不佳的航班，SFO 劃定一個形狀類似棒球內場，範圍涵蓋福斯特城和紅木海岸大部分地區的空中走廊。邊際閘門 (marginal gate) (黃色線) 之設計是為發掘出沿著福斯特城外緣或緊鄰海岸線飛行的班機。優良閘門 (綠色線) 則往外延伸至海灣大部分地區，其目的是為發掘出飛越海域降落 SFO 的飛機。



4.3.3 各國機場噪音管理做法

一 英國

英國政府運輸部 (Department for Transport) 出版航空運輸白皮書 (航空運輸未來發展方向)(UK Department for Transport, 2003)，明訂未來 30 年英國民航發展策略架構，考量經濟、社會與環境影響下平衡發展。其中在環境影響方面，主要著重於機場周邊之飛機噪音與空氣品質，而在全球影響範圍部分則為氣候變遷議題。此外，於 2006 年時並發表進度報告，說明已達成之目標與做法 (UK Department for Transport, 2006)。所應遵循之準則包括控制噪音衝擊，且逐年降低。方法包括：

1. 制定更嚴格之飛機噪音與污染物排放標準。
2. 鼓勵機場營運者、航空公司與飛航服務提供者採行更環保之飛機操作方式。
3. 汰換舊式機型之使用，改以環保績效良好之機型。
4. 使用經濟誘因（經濟誘因主要包括：降落費或航路費用依照噪音或污染物排放等級徵收，或是建立污染物交易市場），鼓勵新式技術使用，降低噪音與污染物。
5. 與產業界或學術單位合作，進行有關新式科技之發展與研究。
6. 機場周邊使用土地規劃或管理措施。

基本目標為限制甚至減少機場周邊受噪音影響之居民數，採行之措施包括：

1. 鼓勵低噪音之引擎與機型之研究發展，希望於 2020 年能減少飛機噪音至現有水準的一半。
2. 將 ICAO 的噪音管制架構（指的是 balanced approach 之四項做法）納入現有的英國相關法令中。
3. 施行歐盟 2002/49/EC 法令，從 2007 年起許多機場需定期完成等噪音線圖，2008 年起需提出具體之行動方案。
4. 加強中央或地方政府對機場噪音之管制。
5. 使用經濟措施，包括：降落費依照飛機噪音等級訂定，徵收之噪音費用需回饋至噪音防制與補償措施中。

二 荷蘭

荷蘭運輸部全名為「運輸、公共事務與水資源管理部」(Ministry of Transport, Public Works and Water Management) 與環境部為「住宅、空間規劃與環境部」(Ministry of Housing, Spatial Planning and The Environment) 於 2009 年 4 月共同發表荷蘭航空運輸白皮書，其中說明航空運輸願景為在永續生存環境下追求創新與具競爭力之經濟發展。在有關環境保護部分，主要強調減少 CO₂ 與溫室氣體排放量，以及降低噪音影響。Schiphol 機場將持續改善噪音影響，以維持於歐洲機場低噪音影響之位置。此外，在 2020 年以前荷蘭政府、Schiphol 機場與北荷蘭省（機場所在省分），個別將投資一千萬歐元於改善機場周遭受噪音影響較嚴重區域之環境品質。

三 法國

法國雖然並未發表民航環境保護白皮書，但其 2008 年 1 月由政府之運輸、環境與民航等部門，會同法國航太工業、法荷航空 (Air France-KLM)、巴黎機場公司 (Aéroports de Paris)、法國機場工會與航空公司工會等，於巴黎共同簽署航空產業環境保護協定，在噪音方面，法荷航空承諾在中期可將噪音影響降至 2005 年的水準。此外，法國政府所徵收之航空噪音稅 (tax on aviation noise nuisance, TNSA)，將依照飛機之噪音績效，提高其係數值，收取不同之降落費，以確認有更強之誘因，促使航空公司汰換機隊，並改善機場周邊住家噪音防制工作。

四 美國

美國 FAA 於 2005 年 1 月更發表航空運輸與污染物之報告，說明問題之重要性、現況、目前管制方式與未來之空污減量可行方式 (FAA, 2005)；而 2007 年 2 月，FAA 發表了新的航空運輸財政法案 (The Next Generation Air Transportation System Financing Reform Act 2007)，當中

提出了數項空污減量的新方案。在 NextGen 願景報告中主要提出幾個相關計畫之計畫書，如：機場合作研究計畫 (airport cooperative research program) 以及環境改善示範計畫 (environmental mitigation demonstration pilot program)。CLEEN (continuous lower energy, emissions and noise) 為未來 10 年研究發展減低能源使用、污染物排放、噪音等科技的國際顧問團 (consortium) 合作約定，此約定對研究發展確實起了很大的鼓勵作用。除了發展新科技之外，與機場的規劃與環境改善相關之計畫尚包括：機場合作研究計畫，其為一項永久性計畫，將從機場改進計畫 (airport improvement program, AIP) 中每年對機場環境研發的補助增加五百萬美金，當中包括：減少社區噪音滋擾、減少航空廢氣排放以及保持水質三大項目。

五 加拿大

加拿大政府運輸部 (Transport Canada) 與加拿大航空運輸協會 (The Air Transport Association of Canada, ATAC) 與加拿大飛航服務提供組織 (Nav Canada) 共同合作提升飛航績效，做法包括：

1. 持續提升導航系統績效。
2. 噪音減量操作最佳化。
3. 飛機地面操作最佳化。
4. 機場操作環境影響績效評估。
5. 提升機場設計。
6. 溫室氣體減量最佳措施分析。

六 香港

香港民航處每年出版環保報告，2011 年已出版第十二份週年環保報告，其中於民航環保政策方面主要列出噪音政策 (香港民航處，2011)，包括：

1. 與社區和其他受噪音影響的人士保持溝通，以及處理有關投訴 (受影響家庭) 等問題。
2. 監控飛機噪音。
3. 就減少噪音措施的可行性徵詢各相關者的意見：主要相關者為航空公司、機場以及受影響家庭，其他相關者包括：飛機乘客、托運人、貨物承攬業者與航空業雇員。
4. 制定和推行措施，以減少飛機噪音對社區的影響。

報告中並列出 2010 年之整體環保表現，此外，在噪音減量方面，於晚上 11 時至翌日 7 時之時段內，從香港國際機場東北方進場之航機中，大部分皆使用 CDA。

七 澳洲

澳洲政府於 2009 年 12 月公佈了澳洲首次的國家航空政策白皮書 (National Aviation Policy White Paper)(Australian Government, 2009)。此白皮書涵蓋四大部分，分別為「航空與經濟發展」、「飛安與保安」、「航空基礎建設」與「航空運輸與永續發展」；在「航空與永續發展」部分則包括：航空運輸於降低全球碳排放之角色，以及減少航空噪音的衝擊等兩大課題。在降低噪音影響方面，主要之政策目標：「在瞭解機場對經濟的重要性同時，需有效管理飛機噪音對於機場周邊與航線下居民之影響」。澳洲政府將採用各種不同之措施管理航空噪音，降低飛航噪音之衝擊。主要做法將包括：

1. 淘汰老舊之 Chapter 3 機型：例如 B727 家族之機型。
2. 維持既有之夜間宵禁以及飛機起降次數限制。
3. 透過最近之機場主計畫修訂，降低飛航噪音之衝擊。
4. 將強化 Airservices Australia，於其組織下成立噪音資訊與抱怨處理專責人員，負責分發噪音相關資訊以及處理噪音抱怨。
5. 藉由 TNIP 之網路互動應用，使得相關人士可以容易取得並瞭解噪音相關訊息。
6. 透過機場內與周邊之規劃以及與社區之互動，將與航空產業及社區居民共同處理噪音衝擊問題。

與民眾有效溝通為降低機場環境影響以及政策推動最有效之工具之一；在永續性方面，統整社會、經濟、環境與營運為一重要之策略。

回顧歐洲（英國、荷蘭、法國）、亞洲（香港、新加坡與澳洲）與北美（美國、加拿大）共 9 個國家之民航環保相關政策與措施，統整回顧之國家民航環保做法，包括：噪音、空氣污染、溫室氣體等措施之差異，一併說明如後。

表 4.3-2 各國民航噪音政策與措施比較

國家	整體政策報告	噪音
英國	民航白皮書	- 鼓勵低噪音引擎發展； - 將 ICAO 做法納入法令； - 歐盟等噪音線圖； - 加強機場噪音管制； - 使用經濟措施。
荷蘭	航空運輸白皮書	- Schiphol 機場持續為低噪音機場；
法國	政府與航空產業簽環保協定	- 改善機場周邊噪音防制工作。
德國	國家環境保護計畫	- 各機場減少噪音影響。
美國	航空運輸與環境報告（國家願景計畫）	- 深入之科學研究與瞭解； - 提升 ATM 現代化； - 鼓勵新航空器研發。
加拿大	政府與航空產業簽環保協定	- 持續提升導航系統績效； - 噪音減量操作最佳化； - 飛機地面操作最佳化； - 機場操作環境影響績效評估。
香港	民航處環保報告	- 與社區受噪音影響居民溝通，處理投訴案件； - 監控飛機噪音； - 徵詢各相關單位意見； - 施行減少飛機噪音措施。
澳洲	國家航空政策白皮書	- 維持夜間宵禁與起降限制； - 修訂機場主計畫； - 飛航服務公司下成立噪音抱怨處理部門； - 使用透明噪音資訊軟體，網路互動應用； - 機場周邊規劃與社區互動。
新加坡	民航環境政策	- 機場噪音管理措施。
臺灣	民航白皮書	- 有效減少噪音污染。

另外 ICAO 針對航空運輸環境影響主要著重於飛機噪音與飛機引擎污染物 (aircraft engine emissions) 之影響，其中飛機引擎污染物主要帶來機場周邊之空氣污染以及全球氣候變遷效應。ICAO 有關航空運輸環境影響之議題均由成立於 1983 年之航空運輸環境保護委員會 (Committee

on Aviation Environmental Protection, CAEP) 負責，又分為五個工作小組與一個支援小組。其中兩個工作小組負責飛機噪音技術面與操作面之減量；而其他三個工作小組則負責有關降低飛機污染物之影響，探討包括：技術面、操作面與市場經濟措施 (market-based measures, MEM)(例如：污染物交易、空污費與自願性措施)；支援小組則提供經濟效益與環境影響等相關之資料。ICAO 針對噪音課題之政策與做法。

ICAO 針對飛機產生之噪音主要政策建議採用 balanced approach (平衡做法)，此包括：由發生源減少噪音 (使用低噪音機型)、土地使用規劃與管理、降低噪音之飛機操作程序與營運限制。此外，ICAO 亦提出機場徵收噪音費之執行準則。分別說明如下：

一 由發生源減少噪音 (reduction of noise at source)

ICAO 主要透過逐漸嚴格之飛機噪音認證，達到航空業者使用低噪音機型 (quieter aircraft) 之目標。附約 16 第一冊中已明訂飛機之各種噪音監測標準。1977 年以前生產之噴射機與螺旋槳機型為 Chapter 2 噪音認證，而 1977 至 2005 年間生產之機型需通過 Chapter 3 之認證；從 2006 年起新式機型則需通過 Chapter 4 之認證，或現有之 Chapter 3 機型亦可申請 Chapter 4 噪音認證。而各種機型噪音值資料庫 (noisedB database) 之建置則於 2006 年之 6 月完成。

二 土地使用規劃與管理 (land-use planning and management)

透過有效之機場周邊土地使用規劃與分區作業，亦可降低對於鄰近居民之影響，ICAO 附約 16 中提出機場規劃手冊——土地使用與環境控制，其中包括：各種減少、控制或預防噪音對周遭居民影響之做法，以及幾個會員國所採用之措施。此外，為了能夠有一致之噪音衡量方式，ICAO 也提出計算機場等噪音線之準則與方法。

三 降低噪音之飛機操作程序 (noise abatement operational procedures)

透過飛機操作之方式達到減少噪音之目的，包括：優先跑道與飛行路線設計，以及飛機起降階段之較低噪音進離場程序；ICAO 有關飛機噪音降低程序之建議亦包括於附約 16 中飛航導航服務——飛機操作。CAEP/5 會議之建議則發表於 2001 年 11 月。

四 營運限制 (operating restrictions)

此種做法主要是限制高噪音之飛機於機場起降。90 年代許多機場已禁止或限制 Chapter 2 飛機起降；而目前則有許多機場限制高噪音之 Chapter 3 飛機起降，但 ICAO 建議此種限制必須依照飛機或特定機型對於所考量之機場所產生之噪音影響後採行。

五 噪音費 (noise charges)

透過噪音費之徵收，其收入可投注於機場噪音防制措施，因此，ICAO 建議噪音相關費用之徵收應以所需之噪音防制成本為基礎，相關之規範則於機場經濟手冊與機場與飛航導航設施費用中。本計畫建議未來方向說明如後：

(一) 規劃

1. 噪音監控、大數據 (智慧型城市) 與等噪音線圖。

2. 進行未來五年 (或飽和運量) 等噪音線圖預測。
3. 研究限制高噪音機型使用。

(二) 社區參與

1. 建立噪音抱怨處理系統。
2. 建立「飛航寧靜」(fly quiet) 報告，將航空公司與機場地勤承租商依照其噪音減量作業成效進行評比，每月公告並獎勵績優公司 (參考舊金山機場)。
3. 成立社區噪音參與小組，成員需包括社區、民意代表。
4. 發展並維護社區噪音網頁，甚至包含飛航軌跡資料。
5. 使用地理資訊系統分析噪音抱怨區域。

(三) 改善措施

1. 限制飛機引擎試車時間與區域。
2. 施行噪音防制計畫。
3. 建立優先跑道使用系統。
4. 建造隔音牆。
5. 施行夜間宵禁。
6. 限制飛機反推力使用。
7. 公告受噪音影響之住宅區域。

(四) 公共關係

1. 社區居民溝通計畫。
2. 機場員工節約能源與資源回收教育訓練。
3. 展現機場環境保護成效，公告能源使用效率與環保績效。
4. 規劃機場觀景區域。

4.3.4 機場周圍航空噪音監測系統

機場周圍航空噪音問題一直都是一個嚴重的社會問題，其對周圍的居民區有很大的影響，國外很早就開始了對機場周圍航空噪音的監測，並開發了因應的機場周圍航空噪音的監測系統。

目前，世界上應用廣泛的監測系統主要有 Lochard 公司的 Airport Noise & Operations Management System (ANOMS)、BAE 公司的 Total Airport Management Information System (TAMIS)，此外還有澳大利亞 AirservicesAustralia 的 Noise and Flight Path Monitoring System (NFPMS) 和德國 Topsonic 的 Aircraft Noise Monitoring System。下面對這些系統做一簡單介紹。

一 Lochard 公司的 ANOMS

ANOMS System 9 是 Lochard 公司推出的第 5 代技術平台，是迄今為止最先進、最全面的噪音分析工具。ANOMS System 9 由一系列組件構成，如圖 4.3-16 所示。

巡迴器：一個可靠性高、維護費用低的設備，用來蒐集、存儲並且安全可靠地傳輸各種資訊，結合這些資訊建議一個最完整的操作和噪音影響圖。巡迴器靈活的體系結構支援各種不同的

連接 (串列通信、撥號上網、TCP/IP) 和來自不同設備 (噪音監測儀、雷達系統、照相機等等) 的輸入信號。

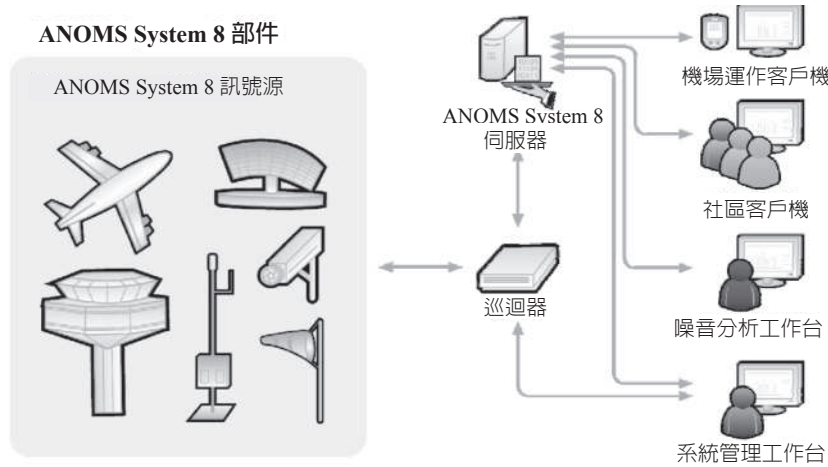


圖4.3-16 ANOMS System 9 的組成

BAE 公司的 TAMIS

TAMIS 是一組資料蒐集和分析的工具，被用來支援航空噪音控制程式，通過強大的、圖形的分析工具使資料視覺化。TAMIS Communicator / Pocket Communicator：通過個人電腦或可攜式電腦與噪音監測網路進行交互。TAMIS Digital Recorder/Player：基於 PC 的對 ATC (空中交通管制) 的無線電頻率和來自噪音監測的音頻進行記錄和重放的設備。Noise Monitors：噪音監測設備，大多可以連續工作 10 年以上而無需修理或替換。圖 4.3-17 提出 TAMIS 的系統概述。

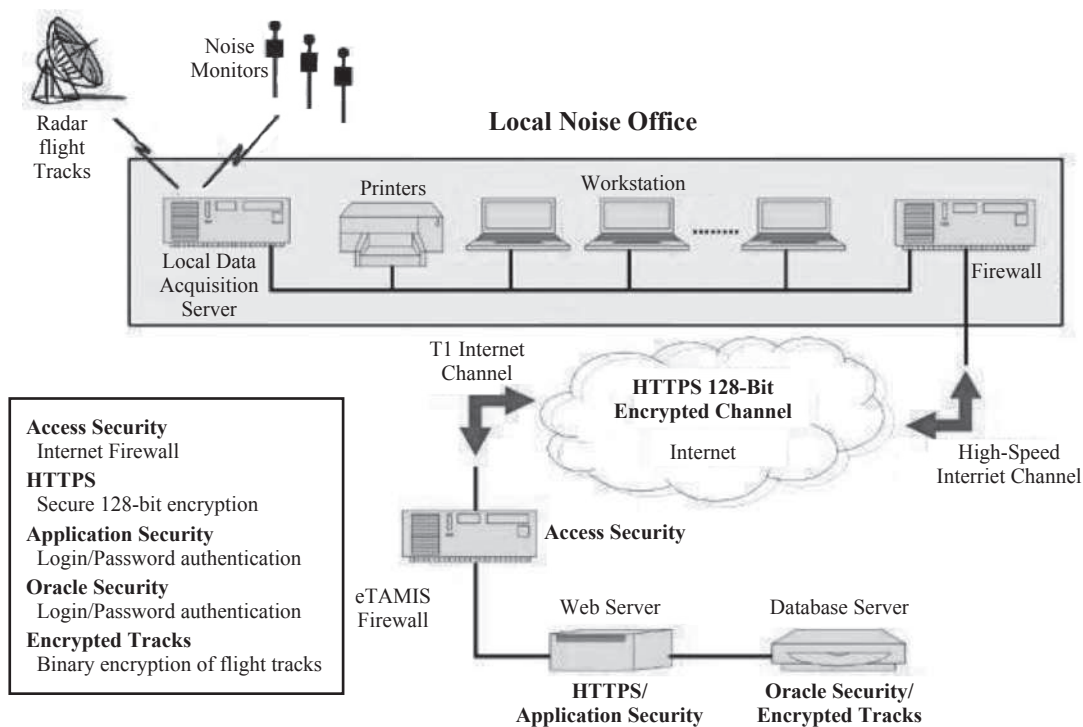


圖4.3-17 TAMIS 系統概述

三 澳大利亞的 NFPMS

NFPMS 系統會自動並且有規律為每個機場生成報告，報告對噪音航空器運作的資料分別做出表格和圖形的總結。這些報告還包括航空器的運作統計，例如各種航空器和運作模式的跑道使用。系統編製了由一幅機場及周邊的地圖組成的軌跡密度圖，用彩色對在選定時間內機場周圍航空器飛行的數量做了編碼。系統可以通過定義航空器預計經過的窗戶及走廊來對航空器軌跡做自動分析，標明並列出遠離定義的區域及高度的航跡，這個分析在航空器型號的說明或者飛行路線方面具有選擇性，NFPMS 是一個有價值的工具，幫助機場周圍航空器操作的環境管理，從更廣義的層面上來看，來自系統的資料有益於航空交通控制的計畫編制和交通分析，並且增強航空空間和跑道的利用。Airservices Australia 蒐集的資訊主要用於：

1. 決定航空器在整個噪音暴露中的貢獻。
2. 探測航空器飛行時噪音量的發生。
3. 估計噪音控制的操作和行政程式已經遵守這些程式的效果。
4. 幫助對航空空間利用的計畫編制。
5. 驗證噪音預測和預測技術。
6. 幫助有關當局對機場周邊區域的土地的利用規劃。
7. 為來自政府、國會、工業組織、聯邦機場、公眾及個人的問題提供報告和答覆。
8. 幫助回復來自民眾對航空器噪音產生的抱怨。

四 TOPSONIC 的 Aircraft Noise Monitoring System

Topsonic 是世界領先的航空噪音監測和建模系統的廠商，利用先進的技術，他們致力於長時期噪音監測的整合系統的開發、安裝及銷售，通過改變配置來適應不同客戶的需求。他們的產品機場噪音和飛行航跡監測系統已被廣泛使用，目前德國超過 70% 的機場已經安裝了 Topsonic 的固定和移動系統，此外世界上的其他許多機場也都安裝了這一系統。國際標準 ISO/CD 20906 (Acoustics - Unattended monitoring of aircraft sound in the vicinity of airports) 對固定式航空噪音監測做了規定；美國航空推薦準則 (ARP) 2006 年發布的標準 ARP4721 (Monitoring Aircraft Noise and Operations in the Vicinity of Airports) 對機場周圍航空器噪音固定式監測系統做了規定。該標準為機場周圍航空噪音和操作的監測提供了工程方法，包括有人和無人守候的情況。此外，標準還對固定系統測量結果的驗證提供了因應的方法。

總之，隨著航空噪音對人們生活的影響越來越大，需要制定更加完善的法規管制和監測方法。如何進行有效的航空噪音監測，確定方便、全面的評估指標來表示航空噪音對人的影響，以及法規對最大音量管制水準是否恰當，以切實保護人的健康權等等問題。

4.3.5 各機場航空噪音超過噪音標準的罰則與做法

整理國外各機場航空噪音超過標準之罰則、實際執行做法與各部會間實際執行運作供參考。就所蒐集之資料而言，目前國際間對於航空器噪音超過標準有相關罰則以「美國機場及英國機場」為主，而噪音管制標準及噪音費罰則幾乎各不相同，即各個機場有其自己之做法，補充說明如表 4.3-3 所示。

4.3.6 航空噪音監測站、監控中心查核

依行政院環境保護署「執行航空噪音監測站、監控中心查核及機場周圍地區航空噪音監測報告書審查指引」資料知，以往航空噪音監測站、監控中心曾發現噪音監測資料漏失、檔格式不符規定、基本專業知識嚴重不足、不熟悉系統操作等情形。為建立航空噪音監控(測)中心查核及機場周圍地區航空噪音監測報告書審查標準作業程序，環保署特擬訂「執行航空噪音監測站、監控中心查核及機場周圍地區航空噪音監測報告書審查指引」，以協助縣市環保局執行航空噪音監控(測)中心查核及機場周圍地區航空噪音監測報告書審查，並將查核結果報知機場管理單位進行改善或建議提升監測設備與能力，以確保航空噪音監測之品質及正確性。

查核項目包括(一)航空噪音監測站查核、(二)航空噪音監控中心查核、(三)航空噪音監測報告書審查及(四)航空噪音監測站觸發位準設定步驟說明，分別說明如後。

(一) 航空噪音監測站查核

1. 全天候戶外型麥克風。
2. 噪音監測分析儀。
3. 噪音儀保護箱。
4. 風速計風杯(外觀)是否完整。
5. 數據機(或寬頻網路)功能是否正常。
6. 麥克風支柱是否完整。
7. 水泥基座是否完整。
8. 電力系統完整性(是否具備不斷線系統，至少可同時供電數據機及儀器)。
9. 噪音儀器(計)檢定、聲音校正器校正及氣象儀器校正記錄影本(含備品；噪音監測分析儀器與噪音計(麥克風)序號需採原配對檢定使用，不可任意拆換零(組)件、修理、調整或改造)。
10. 定期維護檢查記錄表。
11. 電信線路完整性。
12. 避雷設施完整性。
13. 監測站訊號線是否外露。
14. 人員是否熟悉監測站之操作維護。
15. 航空噪音監測站查核記錄表 4.3-4。

(二) 航空噪音監控中心查核

1. 噪音監測資料蒐集軟體。
2. 飛航資料統計軟體。
3. 噪音資料蒐集電腦主機。
4. 地理資訊系統是否最新。
5. 數據機(或寬頻網路)功能是否正常。
6. 人員操作熟悉程度。
7. 噪音監測參數(各監測站觸發位準與持續時間)。

表 4.3-3 國外各機場航空噪音超過標準之罰則與實際執行做法一覽表

項次	國家	城市	機場名稱	噪音值單位	噪音管制標準	噪音費罰則																																																									
1	美國	New York	John F Kennedy Intl.	PNdB	在靠近社區之「起飛」跑道的航空器飛行路徑下的噪音量監測，起飛的航空器不得超過 112 PNdB。	每架航空器起飛違反此規則，航空公司須支付 250 美金。																																																									
2	美國	New York	LaGuardia	PNdB	在靠近社區之「起飛」跑道的航空器飛行路徑下的噪音量監測，起飛的航空器不得超過 112 PNdB。	每架航空器起飛違反此規則，航空公司須支付 250 美金。																																																									
3	美國	Newark	Newark Liberty Intl	PNdB	在靠近社區之「起飛」跑道的航空器飛行路徑下的噪音量監測，起飛的航空器不得超過 112 PNdB。	每架航空器起飛違反此規則，航空公司須支付 250 美金。																																																									
4	美國	Boston	General Edward Lawrence Logan Intl	dB(A)	為了減少在居住區以北的噪音影響，對跑道 4L「起飛」之限值為 73 dB(A)；跑道 22R「降落」之限值為 78 dB(A)。	違反上述規定的處罰為每件罰款 50 美金至 500 美金不等。																																																									
5	美國	Santa Ana	John Wayne	dB SENEL (Single Event Noise Exposure Level)	<p>1. 商用限值 (Commercial Airlines Noise Limits)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="8">Monitor Number</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1S</th> <th>2S</th> <th>3S</th> <th>4S</th> <th>5S</th> <th>6S</th> <th>7S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CLASS A</td> <td>101.8</td> <td>101.1</td> <td>100.7</td> <td>94.1</td> <td>94.6</td> <td>96.1</td> <td>93.0</td> </tr> <tr> <td>CLASS E</td> <td>93.5</td> <td>93.0</td> <td>89.7</td> <td>86.0</td> <td>86.6</td> <td>86.6</td> <td>86.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>2. 通用限值 (General Aviation Noise Limits)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">日間 *</th> <th colspan="2">夜間</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NMS 1S</td> <td>101.8 dB</td> <td>NMS 1S</td> <td>86.8 dB</td> </tr> <tr> <td>NMS 2S</td> <td>101.1 dB</td> <td>NMS 2S</td> <td>86.9 dB</td> </tr> <tr> <td>NMS 3S</td> <td>100.7 dB</td> <td>All Others</td> <td>86.0 dB</td> </tr> </tbody> </table> <p>適用於通用飛航操作</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>* 日間 (當地時間)</th> <th>起飛 (離場)</th> <th>降落 (進場)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>星期一至星期六</td> <td>0700 to 2200</td> <td>0700 to 2300</td> </tr> <tr> <td>星期日</td> <td>0800 to 2200</td> <td>0800 to 2300</td> </tr> </tbody> </table> <p>其他時間皆視為夜間時段。時間係由每個監測站的時間而定。</p>	Monitor Number									1S	2S	3S	4S	5S	6S	7S	CLASS A	101.8	101.1	100.7	94.1	94.6	96.1	93.0	CLASS E	93.5	93.0	89.7	86.0	86.6	86.6	86.0	日間 *		夜間		NMS 1S	101.8 dB	NMS 1S	86.8 dB	NMS 2S	101.1 dB	NMS 2S	86.9 dB	NMS 3S	100.7 dB	All Others	86.0 dB	* 日間 (當地時間)	起飛 (離場)	降落 (進場)	星期一至星期六	0700 to 2200	0700 to 2300	星期日	0800 to 2200	0800 to 2300	<p>1. 商用限值</p> <p>(1) 取消該類航空器的資格。</p> <p>(2) 罰款高達 500 美金。</p> <p>(3) 取消航空承運的資格。</p> <p>2. 通用限值</p> <p>於任一個或多個監測站超過標準，「違規通知」將會給航空器的註冊者。該「違規通知」適用於航空器擁有者、航空公司和航空器。「違規通知」從違反日期之後 3 年內有效。</p> <p>如果 3 年期間內有 3 個違反通用的噪音條例發生，航空器擁有者、航空公司以及航空器，會受到機場為期 3 年的使用拒絕。</p>
Monitor Number																																																															
	1S	2S	3S	4S	5S	6S	7S																																																								
CLASS A	101.8	101.1	100.7	94.1	94.6	96.1	93.0																																																								
CLASS E	93.5	93.0	89.7	86.0	86.6	86.6	86.0																																																								
日間 *		夜間																																																													
NMS 1S	101.8 dB	NMS 1S	86.8 dB																																																												
NMS 2S	101.1 dB	NMS 2S	86.9 dB																																																												
NMS 3S	100.7 dB	All Others	86.0 dB																																																												
* 日間 (當地時間)	起飛 (離場)	降落 (進場)																																																													
星期一至星期六	0700 to 2200	0700 to 2300																																																													
星期日	0800 to 2200	0800 to 2300																																																													
6	美國	South Lake Tahoe	Lake Tahoe Airport	dB(A)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>夜間 (20:00 ~ 08:00)</th> <th colspan="2">77.1 dB(A) (進場及離場)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">日間 (08:00 ~ 20:00)</td> <td>84 dB(A)</td> <td>進場</td> </tr> <tr> <td>80 dB(A)</td> <td>離場</td> </tr> <tr> <td>86 dB(A)</td> <td>進場：運輸超過 60 個座位</td> </tr> </tbody> </table> <p>註：每個航班到達及離開均執行噪音監測。</p>	夜間 (20:00 ~ 08:00)	77.1 dB(A) (進場及離場)		日間 (08:00 ~ 20:00)	84 dB(A)	進場	80 dB(A)	離場	86 dB(A)	進場：運輸超過 60 個座位	<p>1. 商用航空器</p> <p>如果超出 AC36-3H 的噪音限制，就被要求須在機場做噪音測試 (操作都是基於季平均值)。</p> <p>2. 私人航空器單一事件監測</p> <p>第一次違反罰款 1,000 美金或禁令 (如果做噪音測試可免除)。第二次違反罰款 5,000 美金或禁令。隨後的每次違反罰款 2,500 美金或禁令。</p>																																															
夜間 (20:00 ~ 08:00)	77.1 dB(A) (進場及離場)																																																														
日間 (08:00 ~ 20:00)	84 dB(A)	進場																																																													
	80 dB(A)	離場																																																													
	86 dB(A)	進場：運輸超過 60 個座位																																																													

表4.3-3 國外各機場航空噪音超過標準之罰則與實際執行做法一覽表(續)

項次	國家	城市	機場名稱	噪音值單位	噪音管制標準		噪音費罰則
					時間	標準	
7	美國	San Diego	Montgomery Field	dB(A)	06:30 ~ 23:30	最大噪音值 88 dB(A) 或 SENEL 值 94 dB(A)	噪音限值只在住宅區適用。違者處以罰款，最高為 250 美金。
					23:30 ~ 06:30	最大噪音值 70 dB(A) 或 SENEL 值 76 dB(A)	
8	美國	Santa Monica	Santa Monica Airport	dB(A)	聖莫尼卡城市和 FAA 之間的協議結果，機場條例建立了從聖莫尼卡機場兩端 1,500 英尺處設置最大噪音量 95.0 dB(A) 的單一噪音事件暴露位準 (SENEL, Single Event Noise Exposure Level)。		對噪音限值重複違規者，將逐步罰款 (2,000 美金、5,000 美金、10,000 美金)，並不得使用此機場。(符合機場條例是強制性的，除非因天氣、空中交通管制指令或淨空、空中緊急情況或其他安全方面的考慮，而須做出必要的偏差)
9	美國	Van Nuys	Van Nuys Airport	dB(A)	起飛 A 加權最大音量：夜間 22:00 ~ 07:00 「離場」限值，任何固定翼航空器產生 74 dB(A) 或更高的音量無法於宵禁時段起飛。第 3 階段航空器 (較新的或修改噴射引擎航空器) 不受宵禁影響直到 23:00。		該條例違反者將支付民事罰款：範圍從首次違規 750 美金至 3 次違規以上 3,500 美金，該航空公司將被禁止使用機場。宵禁不適用於直昇機、緊急航班或軍用航空器。降落亦不受限制。
10	英國	Birmingham	Birmingham International	dB(A)	1. 日間：06:01 ~ 23:29 限值 92 dB(A)。 2. 夜間：23:30 ~ 06:00 限值 87 dB(A)。		1. 日間：「離場」航空器超過 92 dB(A) 時，罰款 500 英鎊，每超過滿 1 dB(A) 加罰 150 英鎊。 2. 夜間：「到場或離場」航空器超過 87 dB(A) 時，罰款同上。 這些附加費存放至社區信託基金 (為一個註冊的慈善機構)，支持在受機場營運影響之地區的社區項目、計畫。
11	英國	Manchester	Manchester	dB(A)	1. 日間：07:00 ~ 23:00 限值 90 dB(A)。 2. 夜間：23:00 ~ 23:29 限值 82 dB(A)；23:30 ~ 05:59 限值 81 dB(A)；06:00 ~ 06:59 限值 82 dB(A)。		每架航空器「起飛或重飛」後應以最可能的安靜方式操作，在相關監測站超過標準時，日間罰 750 英鎊；夜間除罰 750 英鎊之外，每超過 1 dB(A) 加罰 150 英鎊。 徵收噪音處罰之目的是鼓勵飛行員以最可能的安靜方式操作和鼓勵航空公司採用更安靜的航空器。全部的罰款捐贈給 Manchester 機場社區信託基金。
12	英國	Castle Donington, Derby	East Midlands	dB(A)	夜間 23:00 ~ 07:00 起飛之航空器		夜間 23:00 ~ 07:00 「起飛」之航空器超過標準時，罰款 750 英鎊，每超過 1 dB(A) 加罰 150 英鎊。
						限值 dB(A)	
					Aircraft with a QC on departure of 8 or 16	See para 13	
					Aircraft with a MTOW of 300 tonnes or greater	92	
					Aircraft with a MTOW greater than 100 tonnes but less than 300 tonnes.	87	
Aircraft with a MTOW of 100 tonnes or less.	83						
QC = quota count (as defined in the UK AIP Supplement)							

表 4.3-3 國外各機場航空噪音超過標準之罰則與實際執行做法一覽表 (續)

項次	國家	城市	機場名稱	噪音值單位	噪音管制標準	噪音費罰則																			
13	英國	Glasgow	Glasgow	dB(A)	1. 日間：06:00 ~ 23:30 限值 94 dB(A)。 2. 夜間：23:30 ~ 06:00 限值 87 dB(A)。	1. 不超過 3 dB(A)，罰款 1,000 英鎊。 2. 超過 3 dB(A) 或更多，罰款 2,000 英鎊。																			
14	英國	Luton	Luton	dB(A)	<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">日間航班</td> <td>06:00 ~ 22:59 (當地時間)</td> <td>星期一至星期六</td> </tr> <tr> <td>07:00 ~ 22:59</td> <td>星期日</td> </tr> <tr> <td>> 94 dB(A)</td> <td>400% 附加費</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">夜間航班</td> <td>23:00 ~ 05:59</td> <td>星期一至星期六</td> </tr> <tr> <td>23:00 ~ 06:59</td> <td>星期日</td> </tr> <tr> <td>> 82 ~ 85 dB(A)</td> <td>300% 附加費</td> </tr> <tr> <td>> 86 ~ 89 dB(A)</td> <td>500% 附加費</td> </tr> <tr> <td></td> <td>> 超過 89 dB(A)</td> <td>600% 附加費</td> </tr> </table> <p>日間：06:00 ~ 22:59 (星期一至星期六)，07:00 ~ 22:59 (星期日) 夜間：23:00 ~ 05:59 (星期一至星期六)，23:00 ~ 06:59 (星期日)</p>	日間航班	06:00 ~ 22:59 (當地時間)	星期一至星期六	07:00 ~ 22:59	星期日	> 94 dB(A)	400% 附加費	夜間航班	23:00 ~ 05:59	星期一至星期六	23:00 ~ 06:59	星期日	> 82 ~ 85 dB(A)	300% 附加費	> 86 ~ 89 dB(A)	500% 附加費		> 超過 89 dB(A)	600% 附加費	降落費及導航服務費合計之 300% 至 600% 的噪音附加費。
日間航班	06:00 ~ 22:59 (當地時間)	星期一至星期六																							
	07:00 ~ 22:59	星期日																							
	> 94 dB(A)	400% 附加費																							
夜間航班	23:00 ~ 05:59	星期一至星期六																							
	23:00 ~ 06:59	星期日																							
	> 82 ~ 85 dB(A)	300% 附加費																							
	> 86 ~ 89 dB(A)	500% 附加費																							
	> 超過 89 dB(A)	600% 附加費																							
15	英國	London	Stansted Airport Limited	dB(A)	1. 日間 07:00 ~ 23:00「離場」限值，任何固定監測站為 94 dB(A)。 2. 夜間 23:00 ~ 23:29「離場」限值，任何固定監測站為 89 dB(A)。 3. 日間 23:30 ~ 06:00「離場」限值，任何固定監測站為 87 dB(A)。	1. 日間 07:00 ~ 23:00 不超過 3 dB(A)，罰款 1,000 英鎊；超過 3 dB(A) 每分貝追加 250 英鎊。 2. 夜間 23:00 ~ 23:29 不超過 3 dB(A)，罰款 1,000 英鎊；超過 3 dB(A) 每分貝追加 1,000 英鎊。 3. 夜間 23:30 ~ 06:00 不超過 3 dB(A)，罰款 1,000 英鎊；超過 3 dB(A) 每分貝追加 1,000 英鎊。																			
16	比利時	Grâce-Hollogne	Liege Airport	dB(A)	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">根據噪音地圖，各區域的噪音限值</td> </tr> <tr> <td>AREA</td> <td>L_{Aeq} (1s) MAX</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>87 dB(A)</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>82 dB(A)</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>77 dB(A)</td> </tr> </table>	根據噪音地圖，各區域的噪音限值		AREA	L_{Aeq} (1s) MAX	B	87 dB(A)	C	82 dB(A)	D	77 dB(A)	每個違反罰款 200 歐元至 7,500 歐元。(規則、限值和罰款表為 Walloon Region decree 於 2004 年 1 月 29 日所公告)									
根據噪音地圖，各區域的噪音限值																									
AREA	L_{Aeq} (1s) MAX																								
B	87 dB(A)																								
C	82 dB(A)																								
D	77 dB(A)																								
17	泰國	Bangkok	Suvarnabhumi International	dB	103 dB	2006 年 11 月宣布航空器超過 103 dB 將禁止在機場工作。航空公司將被機場要求出示經認證的噪音值證書。																			

資料來源出處及年份：「Airports with Noise and Emissions Restrictions」，波音公司網站。

拜訪日期：2016 年 11 月 7 日，網址：<http://www.boeing.com/commercial/noise/list.page>。

8. 故障維修記錄。
9. 標準作業程序。
10. 監控中心工作日誌。
11. 陳情專線設置。
12. 監測報告書。
13. 改善計畫書。
14. 使用 INM 最新版軟體。
15. 航空噪音監控中心查核記錄表 4.3-5。
16. 每秒風速記錄。
17. 噪音儀器 (計) 檢定、聲音校正器校正及氣象儀器校正記錄 (含備品)。
18. 防風球 (罩) 性能證明文件 (風速可量測範圍)。

(三) 航空噪音監測報告書審查

1. 報告書章節與內容方面。
2. 等噪音線圖方面。
3. 光碟片之申報電子檔資料方面。
4. 報告書書面資料方面 (附錄盡量使用電子檔存成光碟片資料)。

(四) 航空噪音監測站觸發位準設定步驟說明

1. 確認採樣時，風速小於 10 m/s 的氣候條件下，進行樣本監測 (注意防風球 (罩) 性能與風速實驗值、儀器可量測範圍)。
2. 在有航空器的飛航時段期間，連續監測 2 小時 ~ 3 小時；若有夜間飛行，須在該時段再監測一次；或有雷達資料，建議若監測站鄰近其他噪音源時，可於尖峰時段測一次，非尖峰時段測一次。
3. 一般做法是以背景噪音加 10 dB(A)，當成噪音觸發位準，而背景噪音是參考 L_{90} ，即查看連續監測的每小時採樣數據 L_{90} ，以 L_{90} 為背景噪音，取 L_{90} 平均值後，至少加 10 dB(A) 以上，以避免監測到非航空器噪音。(若外島地區或臨海地區或空曠地區因受季節風速大之影響，風雜音較大 (如澎湖、金門)，應視當時狀況修正 (有飛航雷達資料，但若峰值圖形異常，且又同時有航空器飛行經過，可剔除噪音事件資料，並且對於有疑慮的噪音事件可聽錄音檔資料)。
4. 在採樣監測時段，同時記錄每一個航空器經過架次的「持續時間」；同時記錄監測點的非航空器的高噪音持續時間。
5. 若監測點的非航空器的高噪音經常發生，則必須更換監測點，或更換防風球 (罩)，以避免影響航空器的噪音監測。
6. 若監測點的非航空器的高噪音偶爾發生，且持續時間不長，則以航空器的持續時間為主，選擇最短的航空器噪音持續時間，並建議再減 2 秒 ~ 5 秒為設定標準，以避免忽略航空器噪音，或考慮更換監測點。(若監測設備功能允許，則可考慮再增加最大持續時間，一旦噪音持續超過，且 < 10 dB(A)，則該噪音事件也不予以記錄)。

7. 以上設定應定期檢討，原因如下：
 - (1) 季節性氣候影響。
 - (2) 飛航程序及航線等的改變 (參考 AIP 飛航指南)。
 - (3) 監測點背景條件的改變。
8. 觸發位準之設定必須考慮環境背景音量及航空噪音之均能音量。環境背景音量及航空噪音比風雜音大 10 dB(A) 以上。

在固定式噪音監測站部分，戶外式麥克風與分析儀，透過 ADSL 將資料主動回傳至噪音監控中心；各監測站噪音監測資料主動回傳至資料儲存伺服器，在監控中心端，裝設資料儲存伺服器及桌上型電腦，透過桌上型電腦至資料庫伺服器調閱資料，以確保資料的安全性。

(一) 監控中心查核 (搭配參考「航空噪音監控中心查核記錄表」)

1. 請受查核 (機場) 人員就定位並開啟程式。
2. 請受查核 (機場) 人員依照查核記錄表之內容依序操作，查核人員則依照查核記錄表之內容依序檢查。查核順序 (略以) 如下：
 - (1) 「噪音監測資料蒐集軟體」
 - A. 即時即示圖功能測試。
 - 甲、即時噪音：全頻及低頻、所有測站同時顯示。
 - 乙、即時氣象：風速及風向、所有測站同時顯示。
 - 丙、即時值可顯在 Google map 或其他類似網頁地理圖資。
 - 丁、每秒噪音及風速即時及歷史關係值顯示。
 - 戊、每秒 1/1 及 1/3 頻譜即時及歷史值顯示。
 - B. 噪音監測站即時狀態測試 (記錄斷電時間、通訊連線時間、記憶體剩餘容量、氣象連線狀況)。
 - C. 系統參數設定功能測試 (噪音事件觸發位準及持續時間)。
 - D. GIS 功能測試。
 - E. 資料蒐集功能測試。
 - F. 噪音監測資料查詢、顯示及列印。
 - G. 氣象監測資料查詢、顯示及列印。
 - H. 陳情資料輸入。
 - I. 陳情資料查詢，可顯示噪音事件數據及噪音事件錄音檔播放。
 - J. 監測報表功能顯示 (依據環保署格式要求製作)。
 - K. 監測資料統計功能 (依據環保署法規要求製作)。
 - L. 噪音監測自我診斷功能檢測 (記憶容量不足警示、主電源斷電及復電記錄、通訊斷訊及連線記錄等)。
 - M. 噪音事件錄音檔查詢顯示及播放。
 - N. 具備發生風速 10 m/s 時的噪音篩檢；即原始值與篩檢值。
 - O. 分別顯示噪音與風速關係、及噪音與風向關係。
 - P. 其他。

- (2) 「飛航資料統計軟體」
 - A. 飛航功能資料輸入 (或雷達軌跡系統) 功能測試。

航空噪音事件應經確認並將非航空噪音事件標註及排除後進行計算，非航空噪音事件則列入背景噪音計算，以確保資料正確率，依據 ISO-20906 對於航空噪音事件判斷，應依飛航動態資料及航空器位置資訊 (如雷達資料等) 進行航空噪音事件判斷，如無飛航動態資料、雷達軌跡系統及航空器位置資訊與航空噪音事件進行關聯，則應記錄噪音事件聲音檔以進行航空噪音事件確認。
 - B. 判讀、警示功能測試。
 - C. 飛航資料日期、檔名建檔測試。
 - D. 軟體動態資料、統計軟體功能測試。
 - E. 統計時段功能測試。
 - F. 其他。
- (3) 「噪音資料蒐集電腦主機」
 - A. 電腦硬體規格查核是否符合設備需求。
- (4) 「地理資訊系統」
 - A. ArcView GIS 系統功能測試。
 - B. INM 系統檢測，使用最新版本。
 - C. 機場周圍附近最新地理資訊資料 (兩年內之電子圖資)。
 - D. 電腦主機硬體規格測試。
 - E. 其他。
- (5) 「數據機 (或寬頻網路)」
 - A. 數據機 (或寬頻網路) 或通訊伺服器硬體設備是否符合需求。
 - B. 工作環境是否雜亂，室內溫度是否適當。
 - C. 傳輸訊號 (例如 ADSL、3G、GPRS、Wireless LAN 通訊線路) 是否正常。
 - D. 其他。
- (6) 「人員操作熟悉程度」
 - A. 瞭解 (口頭詢問) 操作人員對於噪音蒐集軟體及地理資訊系統操作是否順暢熟悉。
- (7) 「噪音監測參數」
 - A. 檢查各監測站觸發位準與持續時間。
 - B. 其他。
- (8) 「相關記錄」
 - A. 檢查對於硬體及軟體故障是否有維修記錄手冊。
 - B. 自動校正記錄。
 - C. 外部校正記錄。
- (9) 「標準作業程序」
 - A. 系統軟體及儀器的故障手冊是否有建置。
 - B. 系統軟體及儀器故障申告是否有建置申報記錄。

- C. 陳情案件建檔記錄。
- D. 系統軟體及儀器的操作手冊是否有建置。
- E. 其他。
- (10) 「監控中心工作日誌」
 - A. 工作日誌是否有製作或缺損。
- (11) 「陳情專線設置」
 - A. 陳情專線設置與否。
 - B. 陳情專線號碼。
- (12) 「監測報告書」
 - A. 監測報告書是否有製作。
 - B. 監測報告書格式是否符合「機場周圍地區航空噪音防制辦法」附錄一、檢測報告書之格式內容。
- (13) 「改善計畫書」
 - A. 是否有製作改善計畫書(視需要)。
- (14) 其他。

(二) 監測站查核 (搭配參考「航空噪音監測站查核記錄表」)

機場噪音監測系統以戶外式長期監測為設計前提，於測站端配有專用全天候機箱及大容量儲存硬碟 (建議至少 32 GB)，依據設定的觸發條件自動記錄航空噪音事件並同步錄音，能通過各種天候考驗並提供穩定的監測品質。噪音監測分析儀器與噪音計 (麥克風) 序號需採原配對檢定使用，不可任意拆換零 (組) 件、修理、調整或改造。

1. 請受查核 (機場) 人員就定位。
2. 請受查核 (機場) 人員依照查核記錄表之內容依序操作，查核人員則依照查核記錄表之內容依序檢查。查核順序如下：
 - (1) 「全天候戶外型麥克風」
 - A. 麥克風外觀材質檢測是否為不鏽鋼材質。
 - B. 麥克風的防風球是否破損或老化。
 - C. 麥克風上的防鳥踏是否合 (堪) 用。
 - D. 防風球 (罩) 性能證明文件 (風速可量測範圍)。
 - E. 其他。
 - (2) 「噪音監測分析儀」
 - A. 儀器的噪音即時顯示功能是否正常。
 - B. 風速即時顯示功能是否正常。
 - C. 不斷電系統功能是否運作正常。
 - D. 噪音監測分析儀的自動校正功能是否正常。
 - E. 系統關機後，能否將記錄保存關機前所監測之資料。
 - F. 其他。(功能升級參考)

- ◆ 量測動態範圍：一段式，無需調整，至少 20.0 dB(A) ~ 130 dB(A) 動態範圍。
- ◆ 頻率範圍：20 Hz ~ 20 kHz (或更寬)。
- ◆ 頻率計權：A、C、Z 等計權可供選擇。
- ◆ 時間計權：Fast、Slow、Impulse、Peak 等三種計權可供選擇。
- ◆ 監測資料儲存容量至少 32 GB：至少可保存 30 天原始監測數據，儲存數據包括：每秒噪音、風速 (每秒風速、每小時平均風速及每小時最大風速)、噪音事件 (開始及結束時間、事件 SEL、事件 L_{eq} 、事件 L_{max} 、事件 L_{min} 時間、事件持續時間)、小時噪音 (L_{eq} 、 L_{max} 、 L_{min} 、 L_x)。
- ◆ 自動校驗測試，可設定每日自動校正 1 次 ~ 4 次。
- ◆ 噪音事件同步錄音，每筆可記錄至少 59 秒以上之事件噪音錄音檔，以備後續分析和噪音源識別。
- ◆ 同步量測氣象 (至少含風速及風向) 資料，風速計記錄逐秒風速。具備螢幕顯示，可顯示噪音及 1/3 頻譜即時值、查詢噪音及氣象歷史監測值。
- ◆ 遠端即時操控。

(3) 「噪音儀保護箱」

- A. 保護箱的外觀是否清潔。
- B. 保護箱內部是否乾淨清潔。
- C. 保護箱內的鎖孔墊片是否老化及生鏽造成漏水。
- D. 風速計風杯 (外觀) 是否完整或破損。
- E. 檢測數據機 (或寬頻網路) 及風速、風向等氣象儀功能是否正常連線運作。
- F. 麥克風支柱是否完整無缺損及鏽蝕。
- G. 水泥基座是否完整無缺損。
- H. 電力系統有無接地、是否加裝突波器。
- I. 噪音儀檢定及校正記錄影本是否完善及有無定期送驗。
- J. 定期維護記錄表有無確實填寫。
- K. 電信線路是否完整無缺損。
- L. 避雷設備是否完善完整，接地銅片是否完整無鏽蝕。
- M. 監測站訊號線是否外露，有無塑膠管套保護。
- N. 口頭詢問以瞭解人員是否熟悉監測站儀器之操作維護。
- O. 是否具備不斷電電瓶及功能是否正常。不斷電系統具備可提供散熱風扇、寬頻數據機、噪音計及氣象儀 24 小時連續操作。
- P. 其他。

(4) 「氣象儀」

- A. 先進超音波感應器，無移動部件 (如風杯、風向架)。
- B. 同步量測風速，並將量測數據直接儲存至噪音分析儀與噪音同步量測。
- C. 風速量測範圍為 0 m/s ~ 30 m/s。
- D. 解析度為 0.1 m/s。

- E. 精確度：±0.3 m/s。
 - F. 能夠儲存至少 30 天原始風速資料之記憶容量。
 - G. 遇斷電或停電等事故時，事故發生前所測得之風速監測記錄亦會完整保存於噪音分析儀內。
- (5) 其他。

表 4.3-4 航空噪音監測站查核記錄表

查核機場：_____

查核時間：_____年_____月_____日

麥克風序號：_____

測站名稱：_____

噪音監測分析儀序號：_____

天氣：_____

查核項目	查核狀況	現場查核注意要點	備註
一、全天候戶外型麥克風			
1. 麥克風桿支柱外觀是否採用不生鏽材質且外觀無污損	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，建議改善	麥克風支柱是否有鏽蝕現象？請於備註說明情形。	
2. 麥克風上之防風球是否有老化脆化的現象並無附著異物？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，建議改善	防風球有老化現象則勾選 [<input type="checkbox"/> 是] 欄位。	
3. 麥克風上之防鳥踏是否堪用？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，建議改善	—	
4. 防風球(罩)性能證明文件(風速可量測範圍)	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	證明文件影本。	
二、噪音監測分析儀			
1. 噪音即時顯示功能是否正常	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，建議升級	LCD 顯示功能是否正常。	
2. 風速即時顯示功能是否正常	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，建議升級		
3. 不斷電系統功能是否運作正常	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，建議升級	不斷電系統至少可同時供電數據機及儀器運作正常。	為使斷電時儀器運轉時間加長，不斷電系統僅連接儀器。
4. 噪音監測分析儀之自動校正功能是否正常	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，建議升級	自動校正功能執行校正時數據是否正確。	
5. 重新開機後，所有關機前的監測資料是否仍儲存在記憶體內	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，建議升級	1. 於現場重新開機後現場儀器是否資料還儲存於記憶體。 2. 儀器時間是否有偏差。	
三、噪音儀保護箱			
1. 保護箱外觀是否清潔	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，建議改善	檢查其外觀是否確實有除鏽保養。	
2. 內部是否清潔	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，建議改善	檢查其內部是否有灰塵或昆蟲進入。	
3. 鎖孔墊片是否清潔	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，建議改善	檢查墊片是否老化造成漏水。	
四、風速計			
1. 氣象儀(外觀)是否完整：風速計風杯或超音波風速感應器	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否，建議改善	1. 若風杯或超音波風速感應器有破損，請勾「否」，並於備註說明情況。 2. 檢查現場數據是否正確。 3. 無風杯設計請備註說明。	

表4.3-4 航空噪音監測站查核記錄表(續)

查核項目	查核狀況	現場查核注意要點	備註
五、電力系統、通訊設施及設備外觀部分			
1. 數據機(或寬頻網路)及風速、風向氣象儀功能功能是否正常	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否, 建議改善	1. 檢查數據機(或寬頻網路)功能是否正常。 2. 檢查數據機(或寬頻網路)是否與監測中心連線。 3. 檢查風速、風向是否與監測中心連線。	
2. 水泥基座是否完整	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否, 建議改善	水泥基座是否有損壞? 若有, 請於備註說明情形。	
3. 電力系統完整性	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否, 建議改善	1. 是否有接地箱。 2. 是否加裝突波器。 3. 不斷電系統是否正常。	
4. 監測站訊號線是否外露	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否, 建議改善	訊號線容易受電磁干擾所以最好再以塑膠管套於外面。	
5. 避雷設備是否完善完整, 接地銅片是否完整無鏽蝕	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否, 建議改善	避雷系統「接地電阻值」建議 < 10Ω, 以避免設備損壞。	
六、文書表格			
1. 噪音儀器(計)檢定、聲音校正器校正及氣象儀器校正記錄影本	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否, 建議改善	請確定儀器是否有定期送檢, 並且檢查校正記錄影本。 噪音監測分析儀器與噪音計(麥克風)序號需採原配對檢定使用, 不可任意拆換零(組)件、修理、調整或改造。	(含備品)
2. 定期維護檢查記錄表	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否, 建議改善	檢查該機場維護檢查記錄表是否有確實維修保養。	
七、其他建議事項			
1. 人員是否熟悉監測站之操作維護	<input type="checkbox"/> 熟悉 <input type="checkbox"/> 不熟悉, 建議改善	現場詢問瞭解。並於備註說明操作人員熟悉程度。	

備註一：請查核人員於備註欄簡要說明查核狀況為「否」之情形。

備註二：環保局可依需要修正此查核表內容。

表4.3-5 航空噪音監控中心查核記錄表

查核機場：_____

查核時間：_____年 _____月 _____日

類別	項目	狀況	原因或說明	查核重點
一、 噪音 監測 資料 蒐集 軟體	1. 即時顯示圖	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議升級		顯示各噪音監測站位置。
		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議升級		顯示噪音監測站一秒鐘之 L_{eq} 。
		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議升級		監測值超過監測站所設定之觸發位準，會自動更改顏色以警示監控中心操作人員。
	2. 噪音監測站即時狀態	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議升級		可於同一畫面中即時顯示所有測站每一秒鐘之噪音值，資料更新時間為每秒一次。
		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議升級		可在此畫面下載任一噪音測站監測資料。
	3. 參數設定功能	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議升級		可自監控中心對遠端測站設定各項參數（每小時、每日、噪音事件、自動校正、自動對時）及參數（噪音事件閾值、持續時間）。
	4. GIS 功能	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議升級		資料蒐集軟體本身需能讀取並顯示 SHP、SHX、DBF 等 ArcView 檔案。
	5. 資料蒐集功能	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議升級		可設定時間自動回傳每個監測站之資料，無需使用者手動傳回資料；使用者亦可手動將噪音監測資料回傳至監控中心。
<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議升級			可蒐集測站之噪音事件錄音檔案。	
6. 監測報表	<input type="checkbox"/> 完整 <input type="checkbox"/> 缺漏，建議改善		航空噪音 DNL 值。	
	<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符，建議改善		「機場周圍地區航空噪音防制辦法」附錄二、自動監測設備之監測內容及監測記錄格式。	
	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		列印功能。	
7. 監測資料統計功能	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		「機場周圍地區航空噪音防制辦法」附錄二、自動監測設備之監測內容及監測記錄格式。	
8. 噪音監測自我診斷功能	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議升級		具備噪音監測自我診斷功能：主電源消失及復原、備用電源電壓過低時、電源供應器溫度過高、儀器保護箱被開啟時、麥克風訊號過低、噪音監測系統無法執行自動校正時（失敗、成功、放棄）、儀器箱門開啟及關閉。	
二、 飛航 資料 統計 軟體	1. 軟體須具有輸入飛航資料（或雷達軌跡系統）功能	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議升級		1. 輸入欄位至少須包含時間、班次、機型、跑道、起降及航線等欄位。 2. 飛航功能資料輸入（或雷達軌跡系統）功能測試是否正常。
	2. 軟體具有檢查、判斷、警示之功能	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議升級		軟體具有檢查及判斷是否正確並警示之功能。
	3. 飛航資料以日期為檔案名稱	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議升級		逐一建立檔案並置於同一目錄下以便於管理。
	4. 軟體須具備將使用者所輸入之飛航動態資料，統計成 INM 軟體所需之檔案	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議升級		OPS_FLT.DBF 檔。
	5. 具備統計某時段功能	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議升級		可由使用者自行設定之機型及航線，並具備將統計結果以報表輸出之功能。
三、蒐集噪音資料電腦主機		<input type="checkbox"/> 完整 <input type="checkbox"/> 缺漏，建議改善		1. CPU：Intel Pentium 4-1.6 G (含) 以上。 2. 記憶體：256 MB DDR RAM (含) 以上。 3. 40 GB (含) 以上硬碟機。 4. DVD-ROM。 5. 螢幕。 6. 滑鼠、鍵盤。

表 4.3-5 航空噪音監控中心查核記錄表 (續)

類別	項目	狀況	原因或說明	查核重點
				7. 合法作業系統軟體一套。 8. 噪音監測及噪音管理系統主伺服器。 (或功能更好)
四、地理資訊系統	1. ArcView GIS	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議改善		使用非 ArcView GIS 圖資系統請說明。
	2. INM 或 HNM 資料庫建置	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議改善		請說明使用之 INM 或 AEDT 版本，建議使用最新版本。
	3. 建立機場周圍最新之地理資訊	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議改善		噪音監測站之位置加入系統中(兩年內之電子圖資)。
	4. 電腦主機	<input type="checkbox"/> 完整 <input type="checkbox"/> 缺漏，建議改善		CPU：Intel Pentium 4-1.6 G (含) 以上。 256 MB DDR RAM (含) 以上。 40 GB (含) 以上硬碟機一台。 DVD-ROM 一台。 螢幕一台。 (或功能更好)
五、數據機(或寬頻網路)	1. 數據機(或寬頻網路)或通訊伺服器	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議改善		ADSL 網際網路通訊方式。 Multi I/O 卡(序列介面多工卡)。 電源、連接埠：電源、作業環境、溫度。
	2. 線路	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 異常，建議改善		傳輸訊號(例如 ADSL、3G、GPRS、Wireless LAN 通訊線路)是否正常。
六、人員操作熟悉程度		<input type="checkbox"/> 熟悉 <input type="checkbox"/> 不熟，建議改善		噪音蒐集軟體操作。 地理資訊系統操作。
七、噪音監測參數(各監測站觸發位準與持續時間)		<input type="checkbox"/> 完整 <input type="checkbox"/> 缺漏，建議改善		各監測站觸發位準與持續時間操作與記錄。
八、相關記錄		<input type="checkbox"/> 完整 <input type="checkbox"/> 缺漏，建議改善		是否有： 1. 檢查對於硬體及軟體故障是否有維修記錄手冊。 2. 自動校正記錄。 3. 外部校正記錄。
九、標準作業程序		<input type="checkbox"/> 完整 <input type="checkbox"/> 缺漏，建議改善		是否有： 1. 系統軟體及儀器操作標準作業程序。 2. 儀器故障排除標準作業程序。
		<input type="checkbox"/> 完整 <input type="checkbox"/> 缺漏，建議改善		是否有： 系統軟體儀器故障申告(向環保局報備)標準作業程序
		<input type="checkbox"/> 完整 <input type="checkbox"/> 缺漏，建議改善		是否有： 陳情案件標準作業程序。
十、監控中心工作日誌		<input type="checkbox"/> 完整 <input type="checkbox"/> 缺漏，建議改善		
十一、陳情專線設置		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議改善		TEL： 聯絡人：
十二、監測報告書		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議改善		監測報告內容須符合「機場周圍地區航空噪音防制辦法」附錄一、監測報告書之格式內容。
		<input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符，建議改善		
十三、改善計畫書		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無，建議改善		
其他備註：				

備註一：請查核人員於「原因或說明」欄簡要說明查核情形。

備註二：環保局可依需要修正此查核表內容。

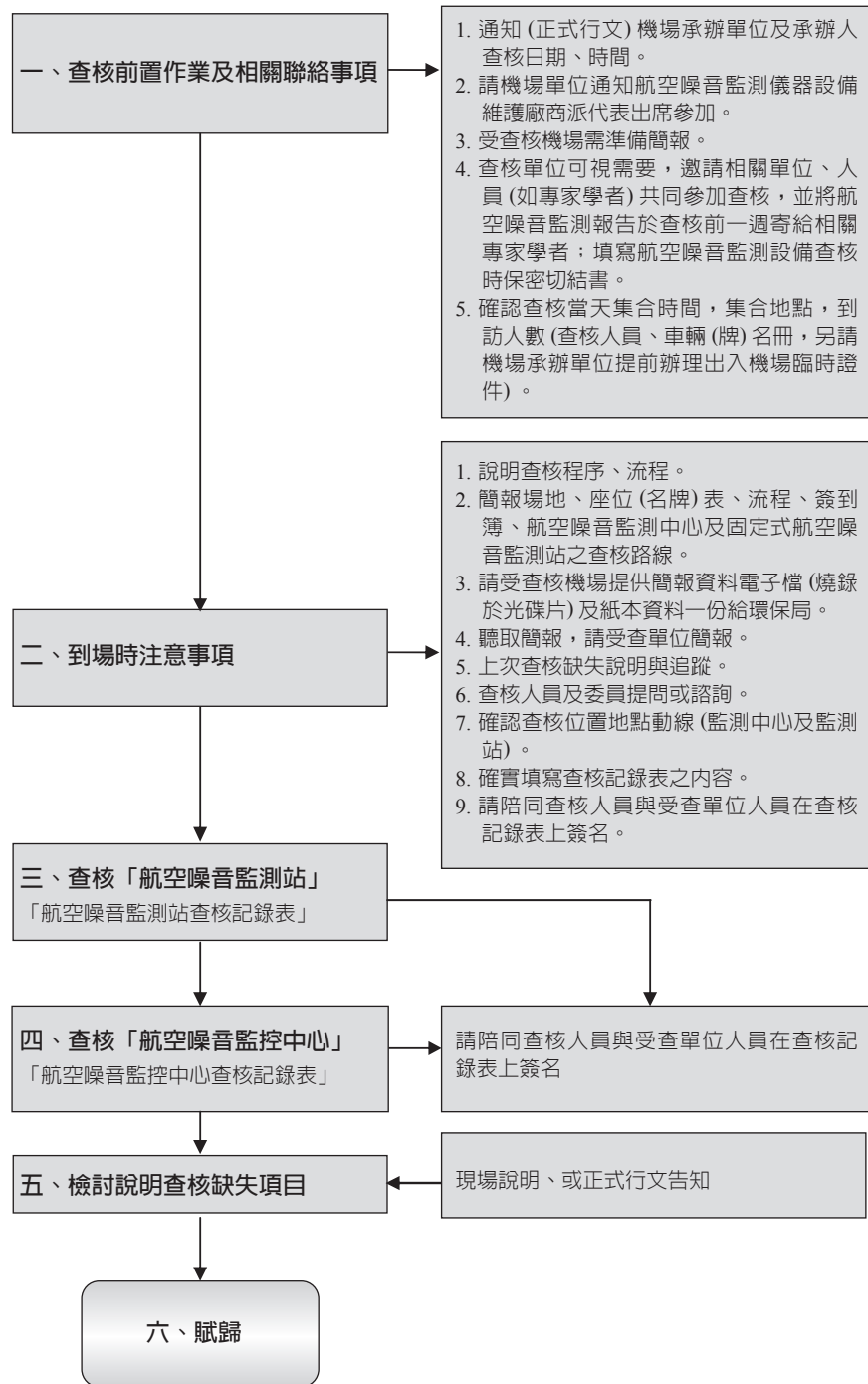


圖4.3-18 查核流程圖