

航空噪音評估指標對社區影響應用之研究

王世傑

新鼎系統股份有限公司主任工程師

台北市 115 南港路三段 52 號 5 樓

電話：02-2785-3839 Fax：02-27820180

E-mail：schwang@acs.com.tw

摘要

雖然各種噪音評估指標的單位都是分貝，然而實務上為了作為病學量表、施政績效、補助排序等評估，或以篩選出特定噪音（如交通噪音）的影響及音量，或以時段、事件音量、心理干擾度等加權方式，發展出各種評估指標，近年來日本為了因應噪音的時間累積量，考量以均能音量（Leq）替代原有的 L₅₀ 環境音量評估指標；美國也曾為了突顯單一飛航事件噪音對社區居民的影響，而將航空總署規定使用的 L_{dn} 航空噪音評估指標改為單一噪音事件音量（SENEL）並依此一指標評估結果作為各飛航架次有無違反噪音管制規定之依據；我國也面臨了民眾認為政府採用具有時間累積及特定噪音源音量分離計算特性的評估指標，並能評價民眾對單一噪音事件瞬間心理感受及生理反應，因而要求以單一事件最大音量為噪音評估指標，本文將以各國航空噪音評估指標的特性，佐以國外實例及施政考量，探討國內航空噪音指標要兼顧心理與生理影響時，在實務應用上須考量的狀況及各項影響的因素。

關鍵字：PSI：空氣污染指標；DNL：航空噪音日夜音量；Leq：均能音量；

EPNdB：有效察覺音量

壹、前言

由於噪音本身不似空氣品質或水質具有殘留性，無法透過採樣送到實驗室化驗，得到各種污染物成份及組合量，所以長久以來為了突顯欲測音源的音及其影響特性，除了背景噪音修正扣除環境其他噪音影響，更發展出運用持續時間、中心頻帶或單一噪音事件擷取等加權計算方式的各種噪音評估指標，例如用在評價道路交通的 TNI，飛機噪音評價的 EPNdB，比較環境與特定噪音評價的統計音量 L₅₀ 與 L₁₀，及建築物防音效果的 STC、D 曲線，這些不同指標的計算方式，大多是為了施政上的需要，或做為道路主管機關改善興建隔音牆的減音效果，航空主管機關建築物安裝防音設施的補助順序排列的基準，也可能做為稽查處分的依據，有別測量高噪音對人體心理與生理影響的病學指標（TWA、SEL）這些績效指標須可以明顯區分特定噪音源及其音量，也可以評量政府施政的成效。

這些運用頻率加權、時間加權、最大音量累算等方式的噪音評估指標無非是要能明確地

自環境噪音中區分出欲測音源的音量，就以我國現有噪音管制法令所規定的指標，就有 10 分鐘的均能音量（噪音管制標準）、時段均能音量（環境音量標準）、航空噪音日夜音量（機場周圍地區航空噪音防制辦法）、勞工曝露劑量（勞工安全衛生設施規則），還有中國國家標準規範的產品檢驗的音強度、建築物音壓級、材料測試的吸音率等等，近來有些人提出噪音是否可以比照空氣品質管理採取單一指標，那也可能是要考量病學量表的指標與施政績效指標可否合併，指標要怎樣涵蓋民眾或社區反應，下文將介紹空氣污染指標的含義，以航空噪音評估指標的例子說明上述問題。

貳、正文

第一章 空氣污染指標

空氣污染防治施政上，為了表達空氣品質對人體的影響，藉由單一簡易的指標，作為評估空氣品質是否惡化的量表，透過指標度量的嚴重程度，輕者提醒民眾配合採取必要保護措施，重則由政府採取緊急應變對策，這個簡易的空氣污染指標日（小時）PSI 的計算係採取 PM₁₀（懸浮微粒）、SO₂（二氧化硫）、CO（一氧化碳）、O₃（臭氧）、NO₂（二氧化氮）五種空氣污染物的日副指標日（小時）之最大值，這五種副指標的計算方式如表 1 及表 2，對單一或特定空氣污染源，這五種污染物成份及濃度均不同，稽查取締時，檢測個別污染物濃度可以做為超過排放標準的處分依據，但民眾因居住生活的環境品質卻是全面的影響，所以 PSI 是就主要空氣污染物（副指標）整體評價後，所計算的環境品質綜合性的空氣污染指標。

表 1 空氣污染物日副指標值計算方式

項號	副指標	計算方式
1	PM ₁₀	由當日 24 小時，求 PM ₁₀ 1~24 時污染物濃度平均值，以內插法對應 PSI 折線圖所得之值為 PM ₁₀ 日 PSI 值。
2	SO ₂	由當日 24 小時，求 SO ₂ 1~24 時污染物濃度平均值，以內插法對應 PSI 折線圖所得之值為 SO ₂ 日 PSI 值。
3	CO	由當日 24 小時往前推 17 小時，求 CO8~24 時，17 筆自該小時往前推 8 小時之濃度移動平均，求該 17 個移動平均之最大值，以內插法對應 PSI 折線圖所得之值為 CO 日 PSI 值。
4	O ₃	由當日 24 小時，求 O ₃ 1~24 時污染物濃度平均值，以內插法對應 PSI 折線圖所得之值為 O ₃ 日 PSI 值。
5	NO ₂	由當日 24 小時，求 NO ₂ 1~24 時污染物濃度平均值，以內插法對應 PSI 折線圖所得之值為 NO ₂ 日 PSI 值。

表 2 空氣污染物小時副指標值計算方式

項號	副指標	計算方式
1	PM ₁₀	由當時往前推 24 小時，求 PM ₁₀ 連續 24 小時污染物濃度平均值，以內插法對應 PSI 折線圖所得之值為 PM ₁₀ 小時 PSI 值。
2	SO ₂	由當時往前推 24 小時，求 SO ₂ 連續 24 小時污染物濃度平均值，以內插法對應 PSI 折線圖所得之值為 SO ₂ 日 PSI 值。
3	CO	由當時往前推 12 小時，求 CO 該 12 小時往前 8 小時之污染物濃度移動平均，求該 12 個移動平均之最大值，以內插法對應 PSI 折線圖所得之值為 CO 日 PSI 值。
4	O ₃	由當時往前推 12 小時，求 O ₃ 連續 12 小時污染物濃度平均值，以內插法對應 PSI 折線圖所得之值為 O ₃ 日 PSI 值。
5	NO ₂	由當時往前推 12 小時，求 NO ₂ 連續 12 小時污染物濃度平均值，以內插法對應 PSI 折線圖所得之值為 NO ₂ 日 PSI 值。

第二章 航空噪音評估指標

飛機須逆風起降，飛到空中還必須與在同一個空域的其他飛機保持垂直與水平區隔，所以飛機在飛行時使用的跑道方向及航線受到天候與空中交通狀況的影響，也因此機場跑道兩端向外延伸的地區受到航空噪音的影響程度也會不同，飛機型式與飛行架次也是影響航空噪音量的因素，機場每一天航班的分布會因營運的需求而不同，所以航空噪音評指標要能準確地表達航空噪音量，需要考量以下因素：

1. 時間累積因素：飛機起降的跑道方向及使用的航線因風向及風速而改變，評價整年季節循環變化的噪音生成量才能公平地表現機場跑道兩側地區的噪音影響程度。
2. 航空器與架次：將每次飛機飛行的噪音量與高於環境噪音的持續時間計入，才能充分表達不同航空器型式的音量與架次多寡對總體航空噪音量的貢獻度。
3. 生活習慣因素：夜間是民眾睡眠或居家休息的時刻，對環境安寧的需要特別高，在傍晚休憩或夜間睡覺的時段給予噪音不同程度的加權，亦即同一噪音事件音量在該二時段發生時，經由加權後可能增加為數倍或十幾倍。

表 3 是世界上許多國家使用的航空噪音評估指標，其中澳州、加拿大、德國、瑞士著重飛機噪音量的頻率特性，使用 EPNdB 為度量單位；丹麥、法國、日本、荷蘭、挪威、美國、紐西蘭則選擇以飛機最大音量為度量單位；英國使用日間 16 個小時的 A 加權均能音量，其優點是計算簡便、容易量測，這些指標有一個共同點就是對每天飛機在不同時段起降產生的噪音量予以不同程度的加權，這種措施可以配合民眾生活習慣或社區需求，藉由加重敏感時段飛機起降的噪音量，間接地讓航空公司或機場單位調整航班。

雖然上述的評估指標已經考慮到飛機型式、飛行路徑、起降時段，但在實施上仍然有許多民眾認為與飛機瞬間飛越帶來的震撼感受有很大的落差而無法接受，有人提出採用單一

表 3 各國使用航空噪音評估指標一覽表

國家	噪音指標	音量單位及加權時段
澳洲 Australia	ANEF $10\log\left(\sum_i g_i l_i 0^{0.1L_i}\right) - 88$	Li in EPNdB g _i =1 7:00~19:00 =4 19:00~7:00
加拿大 Canada	NEF $10\log\left(\sum_i g_i l_i 0^{0.1L_i}\right) - 88$	Li in EPNdB g _i =1 7:00~22:00 =16.67 22:00~7:00
丹麥 Denmark	LDEN $10\log\left(\frac{1}{T}\sum_i g_i l_i 0^{0.1L_i}\right)$	Li in dB(A _X), T=86400s g _i =1 7:00~19.00 =3.14 19:00~22:00 =10 22:00~7:00
德國 Germany	Leq(4) $13.3\log\left(\frac{1}{T}\sum_i g_i \times t_i l_i 0^{\frac{L_i}{13.3}}\right)$	Li in PNdB g _i =1 daytime =10 nighttime
法國 France	IP $10\log\left(\sum_i g_i l_i 0^{0.1L_i}\right) - 32$	Li in dB(A _{Smx}); T=180*86400s g _i =1.5 6:00~22:00 =0 22:00~6:00 or g _i =1 6:00~22:00 =5 22:00~-6:00
英國 Great Britain	L _{Aeq,16h}	L _{Aeq} 06:00~22:00
日本 Japan	WECPNL $10\log\left(\sum_i g_i l_i 0^{0.1L_i}\right) - 27$	Li in dB(A _{Smax}) g _i =1 7:00~19:00 =3 19:00~22:00 =10 22:00~7:00
荷蘭 Netherlands	B $20\log\left(\sum_i g_i l_i 0^{\frac{L_i}{15}}\right) - 157$	Li in dB(A _{max}), yearly flights g _i =1 8:00~18:00 =2 8 6:00~8:00 ; 18:00~23:00 =10 23:00~6.00
挪威 Norway	EFN $10\log\left(\frac{1}{T}\sum_i g_i l_i 0^{0.1L_i}\right)$	Li in dB(A _X), T=86400s g _i =1 8:00~18:00 =1..10 6:00~8:00 ; 18:00~24:00 =10 24:00~6:00
瑞士 Switzerland	NNI Li+15log N-80	Li in PNdB _{max} N number during 6:00~22:00
美國 USA 紐西蘭 New Zealand	LDN $10\log\left(\frac{1}{T}\sum_i g_i l_i 0^{0.1L_i}\right)$	Li in dB(A _X), T=86400s g _i =1 7:00~22:00 =10 22:00~7:00

事件最大音量，但是究竟以何種航空器、那一條航線為基準會成為實務上面臨的困難，美國加州橘郡的 John Wayne 機場 (JWA) 周圍一帶住戶生活富有，並不需要政府補助防音設施，但認為有理由要求較其他地區更佳的環境品質，在集體抗爭促使航空公司罷飛後，居民發現

對當地商務影響甚大，經由聯邦航空總署協調後，全美只有該處採取單一噪音事件社區音量（SENEL）管制每一班飛機起降的噪音量；不過考慮到政府補助建築物設置防音設施的防制效果是全天候的，再加上天候因素左右機場兩側噪音影響程度，採用全年噪音平均量是較為合理的，事實上在補助排序上音量大小不若順序位置來得重要，使用全年當中最大的全日音量對排序結果產生不同程度的扭曲，就失去作為施政指標的客觀性與公平性了。

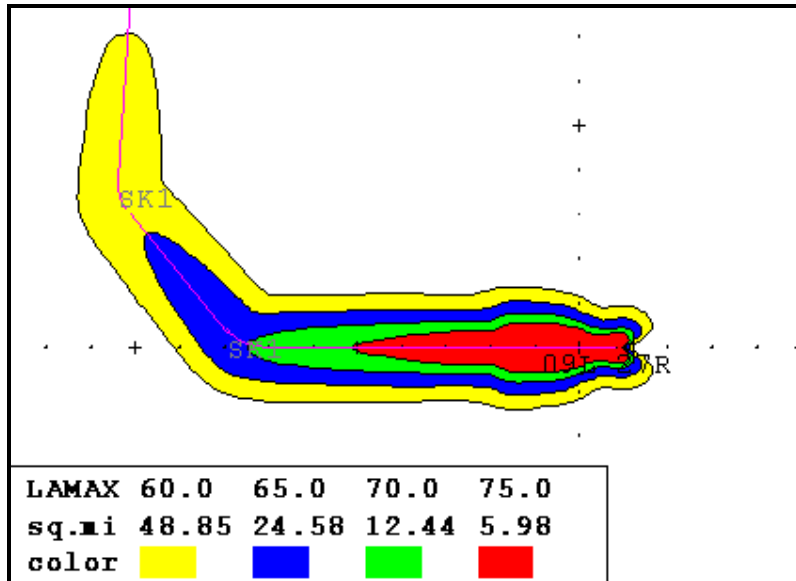


圖 1 MD-82 在跑道 27R 離場等噪音線圖

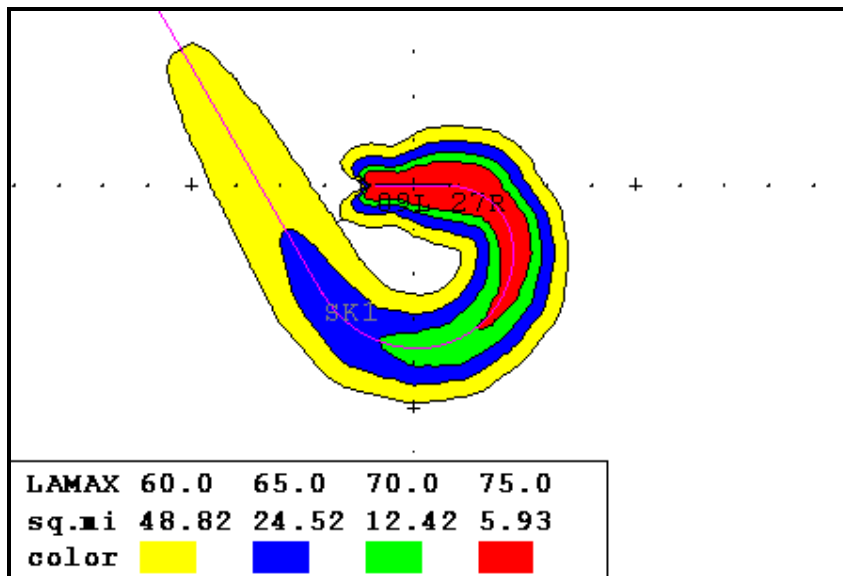


圖 2 MD-82 在跑道 09L 離場等噪音線圖

參、結論

空氣污染指標係以數值表現環境品質，主要在評估環境中各種不同的空氣污染物（副指標）組成對人體造成的影響程度，如果噪音影響方面要基於此精神選用適當的單一指標，均能音量（Leq）包含了時間累積，又可以在夜間加權成為日夜音量（Ldn）航空噪音日夜音量（DNL）是結合每一架飛機持續每秒均能音量積分值，以及夜間加權 10 分貝計算而得，不僅考慮到每一架飛機機種與航行狀況不同產生噪音量，更考慮到社區居民生活習性與敏感時段對環境安寧的需要。

肆、參考文獻

1. 中文參考文獻

- (1) 蘇德勝，噪音原理及控制，台隆書店，June，1995。
- (2) 江哲銘、林芳銘、王世傑，研修航空器及機場噪音管制相關法令及防制計畫，行政院環境保護署，EPA-89-U1F1-03-002，Dec.，2000。

2. 英文參考文獻

- (1) 德國環保署，Regulations for Community Noise，inter-noise 94，August，1994。
- (2) Keith ADAMS，AIRCRAFT NOISE—FROM PHYSICAL MEASUREMENT TO COMMUNITY ANNOYANCE，The Eighth Western Pacific Acoustics Conference，7-9 April，2003。