

航空噪音評估指標

JACOB LIU

撰寫原則：與「第12章 噪音之評估」、「第28講噪音法規與指標」有關

用於航空噪音的評估指標越來越多，一般它們都考慮航空噪音的兩個基本量度：?單架飛機的噪音量變化；?飛機飛航的次數。航空噪音評估指標詳細的特徵列於表（1-1）中。

表1-1 各種噪音評估量度的特徵

來源	量度	音量	純音修正	持續時間修正	噪音事件數	晝間/夜間
美國	NEF	L_{den}	有	有	$10 \log N$	分一段時間/+10dB
國際民航組織	L_{WECPN}	L_{EPN}	有	有		2或3段時間/+5dB
中國						日本
美國	CNR	最大的 L_{FN}	無	無	$15 \log N$	分2段時間/+10dB
法國	N	最大的 L_{FN}	無	無		分3段時間/可變
聯合王國	\overline{NNT}	最大的 L_{FN}	無	無	$13.3 \log N$	
德國	\bar{Q}	A	無	有		
美國	L_{dn}	A	無	有	$10 \log N$	分2段時間/+10dB
美國加州	CNEL	A	無	有		分3段時間/+5和10dB
南非	\overline{NI}	A	有	有		

資料來源：高等教育出版社，「環境工程手冊」，中國北京，2000.01。

上述各評估指標的第一項除 \bar{Q} 外，前面的係數都是10，對於 \bar{Q} 為什麼取13.3，有點缺乏嚴

格的依據，但它確實來自德國主觀測試與調查結果。

對於第二項如果寫成 $K \log N$ ，則 K 值除了10以外，則有15和13.3兩個不同的數值，它們分別是 \overline{NNI} 和 \overline{Q} 。那麼 K 值究竟取多少較為合適？看來並沒有一個確定的值，因為這和噪音本身的特性有關。

隨著現在A加權測量的廣泛應用， L_{PN} 或 L_{EPN} 有時就直接用dB (A) 表示，但它和PNdB或

EPNdB之間有一差值，這一差值大致為『13』，
$$L_{EPN} = L_{Amax} + 10 \log \frac{t_2 - t_1}{20} + 13(dB)$$

因而如果計算結果得到的 L_{PN} 和 L_{EPN} 是用dB (L_{PN}) 表示的，可將其轉換為dB (A)。那？

所有由 L_{PN} 和 L_{den} 推導出的評估噪音值也均可用dB (A) 表示。表1-2列出一些國家航空噪音的常用評估噪音值的限制範圍，標準值的適用區域也列在表1-2中。

表1-2 在噪音暴露量度與公眾反應或土地使用等級之關係

(表中數字為對應的dB值)

美國NEF	對噪音可能有某些抱怨，噪音可能干擾某些活動	個別的反應可能包括反覆的強烈抱怨，並且可能有團體的控訴。住宅、學校、教堂等類房屋的建築設計，如果沒有對這種情況的徹底分析，不得同意	可能有嚴重的噪音問題，在這種情況下如果對噪音沒有徹底的分析，不得進行任何種類房屋建築的設計	
美國CNR	基本上是不抱怨者所希望的。噪音偶然可能干擾居民正常活動	可能有個別的強烈報怨，也可能有團體的控訴	個別的反應可能包括反覆的強烈抱怨，預期會有團體的控訴	
法國N	房屋建築的類型不受限制	避免發展新的居住建築	供居住用的房屋建築必須有足夠的空間	除了機場建築外，禁止建造其他任何建築

德國 \bar{e}	房屋建築的類型不受限制，但是在該區的邊界附近地區不得新建醫院建築	需有控制噪音的設施	只限於建造緊急情況下使用的居住建築	不得建造居住建築
聯合王國 NNI	不能容忍的干擾夜間	不能容忍的干擾晝間		
荷蘭 B	允許建住宅建築	不允許建住宅建築		
南非 \bar{NI}	建設的住宅區限制範圍			
中國 L $WECPN$	允許特別需要安靜的建築，純居民區、文教機關區	一級商業與居民混合區、工業、商業、少量交通與居民混合區		

資料來源：高等教育出版社，「環境工程手冊」，中國北京，2000.01。

有關航空噪音在英國係使用NNI（Noise and Number Index）為評估基準。根據ISO有關資料，將NNI與平均性吵鬧程度的關係表示為如下：當NNI60時，平均吵鬧程度已達相當程度；當NNI45時，平均吵鬧程度為中等；當NNI35時，平均吵鬧程度僅屬輕微；當NNI在10以下時；平均吵鬧程度為正常範圍。另在英國亦根據NNI，將有關利用機場附近的土地區分加區分為3類：

Zone I：NNI白天60，夜間45以上，適用工廠、倉庫、完全隔音的飯店。

Zone II：NNI50（35）~60（45）適用隔音的住宅。

Zone III：無隔音的住宅。

表1-3為WECPNL70及75數值與NNI與尖峰能量之關係，根據該表顯示，所謂WECPNL70~75者略與NNI35~45相同。各種噪音評估指標的單位都是分貝，然而噪音的影響及音量，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（ L_{eq} ）替代原有的 L_{50} 環境音量評估指標。

表1-3 WECPNL與NNI的關係

WECPNL	架數	尖峰的平均能量	NNI
70	25	81dBA	35.0
	50	78	36.5
	100	75	38.0
	200	72	39.5
	300	70	40.5
75	25	86	40.0
	50	83	41.5
	100	80	43.0
	200	77	44.5
	300	75	45.5

註：係假定黃昏（19：00~22：00）的飛機次數佔20%，夜間（22：00~7：00）的非航次數為0計算者。

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_{den} 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，並能評估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標。表1-4是世界各國使用的航空噪音評估指標。表1-5是世界各國機場噪音的限值標準。

其中澳州、加拿大、德國、瑞士著重航空噪音量的頻率特性，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。

直昇機飛行噪音特性是屬於『單一噪音事件特性』，這類噪音在國際上較常採行的評估指標有：均能音量 L_{eq} 、最大音量 L_{max} 及單一事件噪音曝露位準EPNL等三種，我們需規劃適用我國之直昇機航空噪音評估指標，可能民眾較能接受。

表1-4 世界各國使用的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 $10\log\left(\sum_i g_i 10^{0.1L_i}\right) - 88$	Li 單位 EPNdB gi=1 07:00~19:00 =4 19:00~07:00
加拿大 Canada	NEF $10\log\left(\sum_i g_i 10^{0.1L_i}\right) - 88$	Li單位EPNdB gi=1 07:00~22:00 =16.67 22:00~07:00
瑞典Sweden 丹麥Denmark	L_{den} $10\log\left(\frac{1}{T} \sum_i g_i 10^{0.1L_i}\right)$	Li單位dB(A), T=86400s gi=1 07:00~19:00 =3.14 19:00~22:00 =10 22:00~07:00
德國 Germany	$L_{eq} (4)$ $13.3\log\left(\frac{1}{T} \sum_i g_i \times t_i 10^{\frac{L_i}{13.3}}\right)$	Li單位PNdB gi =1 daytime =10 nighttime
法國 France	IP $10\log\left(\sum_i g_i 10^{0.1L_i}\right) - 32$	Li單位dB(ASmx); T=180*86400s gi =1.5 6:00~22:00 =0 22:00~6:00 or gi =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 中國大陸 Mainland China	WECPNL $10\log\left(\sum_i g_i 10^{0.1L_i}\right) - 27$	Li單位dB(Asmax) (各次最大A特性噪音量) gi =1 07:00~09:00 =3 19:00~22:00 =10 22:00~07:00

荷蘭 Netherlands	B $20\log\left(\sum_i g_i 10^{\frac{L_i}{15}}\right) - 157$	Li單位dB(Amax), yearly flights gi=1 08:00~18:00 =2 6:00~08:00 ; 18:00~23:00 =10 23:00~06:00
挪威 Norway	EFN $10\log\left(\frac{1}{T}\sum_i g_i 10^{0.1L_i}\right)$	Li單位dB(AX), T=86400s gi =1 08:00~18:00 =5 06:00~08:00 ; 18:00~24:00 =10 24:00~06:00
瑞士 Switzerland	NNI $L_i + 15\log N - 80$	Li單位PNdBmax (尖峰噪音位準 (Peak Noise Level)) N number during 6:00~22:00 (為飛機飛過數目)
美國USA 紐西蘭 New Zealand	L_{dn} $10\log\left(\frac{1}{T}\sum_i g_i 10^{0.1L_i}\right)$	Li單位dB(AX), T=86400s gi =1 07:00~22:00 =10 22:00~07:00

資料來源：

1. Aircraft noise guideline limits in Denmark.
2. Ministere des Transports. Circulaire du 6 October 1978(modificatif du 23 fevrier 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 Mistry 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1-5 世界各國機場噪音的限值標準一覽表

國家	噪音指數	標準值/dB	$L_{Aeq, 24h}$, dB	規定
澳大利亞	ANEF	<20	<53	無限制
		20~25	53~58	新住宅有隔音設施
		>25	>58	不允許蓋新住宅
加拿大	NEF	≤ 25	≤ 57	無限制
		28~30	60~62	新住宅有隔音設施
		>35	>68	不允許蓋新住宅
中國	WECPNL	≤ 70	≤ 54	無限制
丹麥	L_{den}	≤ 55	≤ 51	無限制
		>55	>51	不允許蓋新住宅
		>65	>61	在哥本哈根機場住宅可採用隔音設施
法國	IP	<84	<62	無限制
		84~89	62~71	現有住宅隔音設施
德國	$L_{Aeq(4)}$	<62	<62	無限制
		67~75	67~75	新住宅有隔音設施
		>75	>75	不允許新蓋住宅，現有住宅隔音設施
英國	$L_{Aeq, 15h}$	≤ 57	≤ 55	無限制
		57~75	55~64	新住宅隔音設施
		>66	>64	反對蓋新住宅
		>72	>70	不准蓋新住宅
日本	WECPNL	<70	<54	無限制
		>85	>69	隔音設施
荷蘭	B	≤ 35	≤ 50	無限制
		>35	>50	不准建新居民區
		>40	>53	不准蓋新住宅
		40~50	53~60	現有住宅隔音設施

紐西蘭	L_{den}	≤ 55	≤ 52	無限制
		55~65	52~62	新住宅隔音設施
		> 65	> 62	不准建新居民區
挪威	EFN	≤ 60	≤ 55	無限制
		> 60	> 55	不准建新居民區
		60~70	55~65	隔音設施
瑞典	L_{den}	< 55	< 51	無限制
瑞士	NNI	> 45	> 62	不准建新居民區
		45~55	62~72	隔音牆
美國	L_{den}	≤ 65	≤ 62	無限制
		65~70	62~67	不主張蓋新住宅
		70~75	67~72	不主張新開發
		> 75	> 72	不准新開發

資料來源：本計畫整理。

上表說明，各國對機場噪音的評估採用的噪音指標差異很大，14個國家就使用了11種指標，而亞洲只有台灣、中國和日本有機場噪音標準。