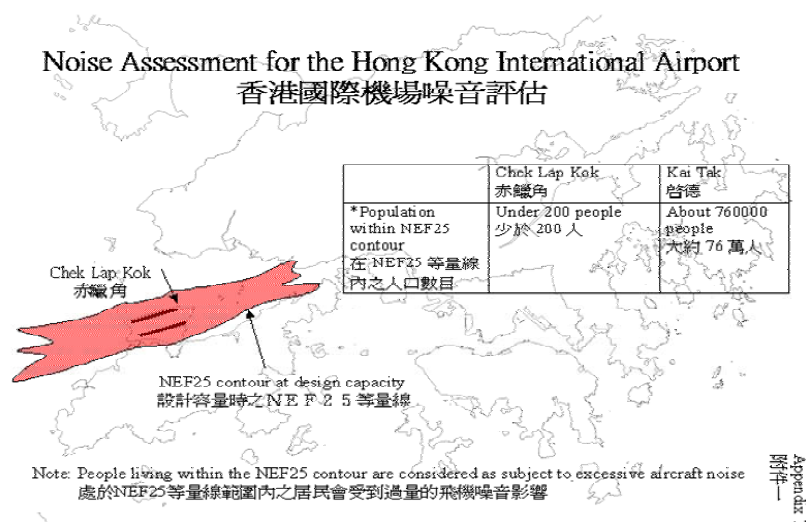


規劃適用台灣地區之噪音推估模式

jacob liu

1.香港之噪音推估模式

香港有關的政府部門對航空噪音在機場範圍以外之地區所造成的影響評估，是根據國際民航組織（ICAO）及美國聯邦航空局(FAA)所訂定的指引來進行，使用美國聯邦航空局綜合噪音模型（INM），制定及繪出飛機等噪音線。飛機運作所造成的噪音影響，利用航空噪音預測(NEF)等噪音線來評估，NEF 等噪音線的評估方法，是綜合了在日間及晚上經過的飛機的飛行時間長短，噪音水平，音調特色及飛機升降次數所計算出的一個數字。赤臘角新機場是根據《香港規劃標準及準則》而採用了『NEF25』等噪音線為準則來規劃對噪音影響敏感的土地用途，這準則較啟德機場所採用的 NEF30 更為嚴格，並和很多先進國家所採用的標準相若。根據機場管理局於 1991/1992 年所進行的新機場運作環境影響評估及一九九八年的檢討報告，只有少數北大嶼山沙螺灣的居民是位處於新機場在設計容量下運作時所產生的 NEF25 等噪音線範圍內而被視為受到高於土地用途規劃所訂的航空噪音水平的影響。下圖顯示新機場在設計容量下運作時所產生的 NEF25 等噪音線。



新機場和啟德機場受航空噪音影響的人口數目列表如下：

	啓德機場	香港國際機場
NEF25 等噪音線範圍內的人口數目	約 760,000 人	少於 200 人
NEF30 等噪音線範圍內的人口數目	約 380,000 人	0

2.我國直昇機航空噪音評估模式

我國依「開發行為環境影響評估作業準則」第四十九條規定訂定：「航空噪音評估模式技術規範」，乃辦理環境影響評估作業時，航空噪音模式之使用，此航空噪音模式係指美國航空總署之噪音整合模式及直昇機噪音模式，並於 92.1.9 環署綜字第 0920002576 號公告。而航空噪音模式之使用，應考量開發行為及區位環境之特性、機場內起降航空器類型及營運特性及模式之限制條件，航空噪音模式所需之資料包括機場基本資料、全年氣象監測平均值、起降航空器型式、飛行操作程序、預估全年單日各起降航線的操作頻率等。有關「航空噪音評估模式技術規範」中直昇機噪音模式（HNM）使用指南說明如后：

(一)適用性

- 1.機場類型：供迴旋翼飛機（直昇機）起降之機場。
- 2.污染源種類：包括民用直昇機、軍用直昇機起降及其地面滑行與停機等產生噪音之活動。
- 3.評估位置：飛行場及周圍地區。
- 4.評估指標：時段均能音量（ L_{Aeq} ）、航空噪音日夜音量（DNL）。

(二)基本限制

- 1.營運量：無限制。
- 2.飛行狀況：無限制。

(三)模式內容

模式種類：電腦軟體模式。

(四)模式說明

HNM 為美國聯邦航空總署環境與能源辦公室（The FAA Office of Environment and Energy）於 1989 年至 1994 年委託 John A. Volpe National Transportation System Center 開發之直昇機噪音預測模式，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。

表 1-1 HNM 模式輸入摘要表

項號	資料名稱	資料項目／描述	資料內容	度量衡單位
1	機場	名稱		—
		標高		ft/m
		氣溫		°C/°F
2	機坪	代碼	最多三碼	
		座標	X,Y 軸	ft/m/nmi
3	直昇機	機種	描述及轉速	Rotor/rpm
4	起飛	航線	航線名稱	—
			機坪	—
			起始角度	deg
			直飛、左轉、右轉	—
			距離、轉彎角度、轉彎半徑	ft/m/nmi ; deg
			飛行型式	—
		剖面	距離	ft/m
			高度	ft/m
			停留時間／速率	sec/kts
		飛行動態	機種	—
			航線	—
			剖面	—
			每日(日、夜間)平均架次	次
		航向(盤旋、著地)	—	

5	進場	航線	航線名稱	—
			機坪	—
			起始角度	deg
			直飛、左轉、右轉	—
			距離、轉彎角度、轉彎半徑	ft/m/nmi ; deg
			飛行型式	—
		剖面	距離	ft/m
			高度	ft/m
			停留時間／速率	sec/kts
		飛行動態	機種	—
			航線	—
			剖面(盤旋、著地)	—
			每日(日、夜間)平均架次	次
			航向	—
6	滑行	航線	航線名稱	—
			機坪	—
			起始角度	deg
			直飛、左轉、右轉	—
			距離、轉彎角度、轉彎半徑	ft/m/nmi ; deg
			飛行型式	—
		剖面	距離	ft/m

			高度	ft/m
			停留時間/速率	sec/kts
		飛行動態	機種	—
			航線	—
			剖面(盤旋、著地)	—
			每日(日、夜間)平均架次	次
			航向	—

註：1.美國航空總署建議最好採用英制，可減少輸出等噪音線圖的誤差。

2.起飛剖面的飛行型式(MODE)有靜態 GIDLE (Ground Idle)、FIDLE (Flight Idle & ground wheeled taxi)、HIGE (Hover in Ground Effect & airborne taxi) 及 HOGE (Hover out of Ground Effect) 四種；動態有 TO (Takeoff)、APPR (Approach for Landing) 及 LFLO (Level Flyover) 三種。

3.進場剖面的飛行型式(MODE)有靜態 GIDLE (Ground Idle)、FIDLE (Flight Idle & ground wheeled taxi)、HIGE (Hover in Ground Effect & airborne taxi) 及 HOGE (Hover out of Ground Effect) 四種；動態有 TO (Takeoff)、APPR (Approach for Landing) 及 LFLO (Level Flyover) 三種。

4.滑行剖面的飛行型式(MODE)有靜態 GIDLE (Ground Idle)、FIDLE (Flight Idle & ground wheeled taxi)、HIGE (Hover in Ground Effect & airborne taxi) 及 HOGE (Hover out of Ground Effect) 四種；動態有 TO (Takeoff)、APPR (Approach for Landing) 及 LFLO (Level Flyover) 三種。

HNM 模式目前尚無法評估直昇機低頻音的特性及其所產生的震動感覺，該模式所繪製的直昇機等噪音線僅就人耳可聽範圍且響度較明顯的中高頻帶噪音量。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平均航空噪音影響程度之等噪音線圖。

計算式一：

$$L_{eq}(p) = 10 \log \left[\sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \right]$$

L_i ：早上為上午 5 時至上午 7 時前之每小時直昇機噪音事件均能音量。

日間為上午 7 時至晚上 8 時前之每小時直昇機噪音事件均能音量。

晚上為晚上 8 時至晚上 10 時前之每小時直昇機噪音事件均能音量。

夜間為 0 時至上午 5 時及同時晚上 10 時至 12 時前之每小時直昇機噪音事件均能音量。

$$\text{計算式二： } DNL = 10 \log \left(\left(\frac{1}{365} \right) \sum 10^{\frac{L_{dni}}{10}} \right)$$

$$\text{亦即 } DNL = 10 \log \left\{ \frac{1}{86400} \left[\left(\sum_{i=1}^m 10^{\frac{L_i}{10}} \times D_i \right) + \left(\sum_{j=1}^n 10^{\frac{L_j+10}{10}} \times D_j \right) \right] \right\}$$

L_i ：當日 7 時至 22 時前各航空噪音事件均能音量。

D_i ：當日 7 時至 22 時前各航空噪音事件持續時間。

L_j ：當日 22 時至翌日 7 時前各航空噪音事件均能音量。

D_j ：當日 22 時至翌日 7 時前各航空噪音事件持續時間。

(五)模式來源

Donna G. Warren

Federal Aviation Administration (<http://www.faa.gov>)

Office of Environment and Energy

800 Independence Avenue S.W., Room 900W

Washington, DC 20591

1976 年美國"降低航空噪音法案"提出，美國聯邦航空總署(FAA)必須負責降低航空噪音音量，後又擴展至負責增進機場鄰近土地相容使用能力，以及提供直昇機機場和飛機場經營者執行大範圍的降低噪音計畫時，技術及經濟上的協助。因此，發展出 Heliport Noise Model (HNM)提供處理直昇機機場鄰近噪音的電腦輔助軟體。它能夠描繪出直昇機機場鄰近地區的等噪音線圖，以及決定鄰近地區各獨立的局部受音點上的噪音量。

在 1989 年 10 月至 1994 年 2 月期間，John A. Volpe, National Transportation Systems Center 發展到 HNM2.2 版，另外，FAA 又請 Kendrick 公司設計出 HNM2.2 表單界面的原型。HNM2.2 是以固定翼航空噪音分析軟體 INM 第四版為基礎建立的。為使 HNM 可以處理更複雜的直昇機飛行行為，FAA 計畫發展 3.0 版以結合 INM 模式。此外，HNM2.2 並提供了選單互動界面來輸入全部資料。雖然選單程式顯示選項中有數位圖表選項，但是因為相容性問題尚未完全測試妥善，故在 HNM2.2 中將之設為無法選用。

最新版使用於一般機場的 INM (Integrated Noise Model) 已經於 2003 年 4 月發行至第 6.1 版。FAA 為了使 HNM 也能夠使用 INM 中的 NMPlot 繪製等音線功能、可選擇多種噪音指標功能以及影響分析功能，目前 FAA 正進行將 HNM 合併到 INM 中，並加強在使用者輸入、顯示功能，支援新的 GIS 標準以及計算能力上，其中將 HNM 包含在內。

HNM 所決定在直昇機機場鄰近地區的噪音量是以航空噪音日夜音量(DNL)表示，而由於人們在晚上對噪音的敏感度較高，因此與 INM 模式一樣，在晚上 10 點至次日早上 7 點時，予以加權 10dB。

一、HNM 使用方式簡介

在使用 HNM 時，必須輸入下列資料：

- (一) 機場高程與氣溫。
- (二) 機場定位。
- (三) 機型與其噪音資料。
- (四) 直昇機飛行剖面。
- (五) 起飛剖面。
- (六) 降落剖面。
- (七) 滑行(taxi)剖面。
- (八) 起飛軌跡及操作。
- (九) 降落軌跡及操作。
- (十) 滑行軌跡及操作。

取其重點分述如下：

(一) 機場高程與氣溫

高程與氣溫資料包含機場海拔(ft)，以及噪音量測時期平均日氣溫，一般利用年平均氣溫，若在夏季氣溫較高時監測，則以夏日平均氣溫表示。

(二) 機場定位

建立機場幾何座標與週遭環境的相關性。首先定義一座標系統來描述機場位址，其量測單位可以為公尺、英尺或海哩 (nm)。一般採向東、向北為正。

(三) 直昇機型與噪音資料庫

HNM 提供的機型如表 1-2 所示；另於 1998 年 2 月提出替代機型的等值對應表(表 1-3 所示)。

表 1-2 HNM 模式直昇機噪音資料庫

Name	1. Description	Max TOW (磅)	# Engines	# Blades	HNM #
B212	Bell 212 (UH-1N) (CH-135) (Huey)	10,500	2	2	1
S61	Sikorsky S-61 (CH-3A)	19,000	2	5	2
S64	Sikorsky S-64 (CH-54B)	42,000	2	6	3 (no data)
CH47D	Boeing Vertol 234 (CH-47D)	48,500	2	6	4
H500D	Hughes 500D	2,550	1	5	5
BO105	Boelkow BO-105	5,070	2	4	6
B47G	Bell 47G	2,950			7 (no data)
SA330J	Aerospatiale SA-330J (Puma)	15,432	2	4	8

B206L	Bell 206L (LongRanger)	4,000	2	2	9
A109	Agusta A 109	5,730	2	4	10
SA341G	Aerospatiale SA-341G/342 (Gazelle)	3,970	1	3	11
H300C	Hughes 300C	1,900	1	3	12 (nodata)
S65	Sikorsky S-65 (CH-53)	37,000	2	6	13
S70	Sikorsky S-70 (UH-60A)	20,250	2	4	14
S76	Sikorsky S-76	10,000	2	4	15
SA365N	Aerospatiale SA-365N (AS 365N) (Dauphin)	8,488	2	4	16
SA355F	Aerospatiale SA-355F (AS 355) (TwinStar)	5,070	2	3	17
SA350D	Aerospatiale SA-350D (AS 350) (Astar)	4,300	1	3	18
B222	Bell 222	7,800	2	2	19
R22HP	Robinson R22HP	1,300	1	2	20 (nodata)
BK117	Boelkow BK-117	6,283	2	2	21 (nodata)

註：Max Tow：最大起飛重量。

表 1-3 HNM 模式替代機種表

Name	Description	Max TOW (磅)	# Engines	# Blades	Equivalency
B204	Bell 204 (UH-1A/B/C/E/FL)	9,500	1	2	B212 (1)
B205	Fuji-Bell 205B (UH-1H)	9,500	1	2	B212 (1)
B206B	Bell 206B (JetRanger)	3,350	1	2	B206L (9)
B230	Bell 230	8,400	2	2	B222 (19)
B412	Bell 412	4,500	2	4	BO105 (6)

BOH58	Bell OH-58 (Kiowa)	3,000	1	2	SA341G (11)
S330	Schweizer 330	2,230	1	3	H500D (5)
S58	Sikorsky S-58	13,000	2	4	S76 (15)
SA316	Aerospatiale SA 316B (Alouette III)	4,850	1	3	SA350D (18)
SA332	Aerospatiale SA-332 (Super Puma)	10,000	2	4	SA330J (8)
OH6A	Hughes	2,400	1	5	H500D (5)
R44	Robinson	2,400	1	2	H500D (5)
R22HP(#20)	Robinson R22HP	1,300	1	2	H500D (5)
B407	Bell 407	5,000	1	4	SA350D (18)
B430	Bell 430	9,000	2	4	S76 (15)
MD500	McDonnell Douglas MD500	3,000	1	5	H500D (5)
BK117 (#21)	Boelkow BK-117	6,283	2	2	B22 (19)

HNM 的資料基礎提供七種操作模式的噪音資料集，四種靜態操作模式為 GIDLE（地面試車）、FIDLE（地面滑行）、HIGE（低空盤旋）、HOGE（高空盤旋）；三種移動模式為 TO（起飛）、APPR（降落）、LEFO（橫向）。

上述各操作模式已由 HNM 建立其噪音量資料，利用八個不同距離量測其噪音值（SEL）。

（四）直昇機飛行剖面

由上述直昇機噪音資料庫得知，HNM 模式須詳細描述各種飛行操作狀態，模式才能正確選取其資料庫內各噪音值，而能模擬其等噪音線，因此，正確的飛行剖面是必要的。HNM 中使用了三種剖面：起飛、降落及巡航。因為直昇機的操作方式有許多種，所以很難將之歸類成若干種類的標準剖面，然而在 HNM 中將每一特殊的機型操作作用近似的剖面則是必須的，在每一段的剖面中，需要輸入下列四項值：操作模式、從起點到該點的地面距離、距機場的高程(ft)、該點的速度(節)

或是在該點的期間(sec)，如果是在固定模式下。每一段至少含三個剖面，最多含 14 個。

(五) 滑行(taxi)剖面

在起飛及降落剖面所有 13 種的操作模式皆可運用於滑行剖面。

(六) 起飛軌道及其操作模式的描述

起飛軌道描述必須包含模擬在飛行路徑上所需之資料，包含直行距離 heading 等。

3.HNM 使用要點

最新版使用於一般機場的 INM (Integrated Noise Model) 已經於 2003 年 4 月發行至第 6.1 版。FAA 爲了使 HNM 也能夠使用 INM 中的 NMPLOT 繪製等音線功能、可選擇多種噪音指標功能以及影響分析功能，目前 FAA 正進行將 HNM 合併到 INM 中，並加強在使用者輸入、顯示功能，支援新的 GIS 標準以及計算能力上，在 2004 年時推出第 7 版的 INM，其中將 HNM 包含在內。

茲簡述 HNM 模式模擬時注意要點：

1. 世界直昇機資料庫涵蓋機種仍不足，尤在軍用直昇機部份。
2. 基於上述原因，HNM 模式模擬值與實測值有落差，須進行模擬校正。

(二) 由於直昇機之機動性能，不易取得實際飛行路徑，故以操作手冊記載之標準航線評估，會與實際有所差異(此乃直昇機駕駛員可能不依所規定航線飛行)，因此模擬成效有限。

(三) HNM 之機場定位，皆以平面 X、Y 向量表示之，若考慮地球經緯度之曲線影響，則較易出現誤差。

(四) HNM 模式本身未提供數位圖表功能，須輸出 HPGL 格式再由其它繪圖軟體出圖。

(五) 因欠缺滯空航線及斜對角加成效應及類似五邊起降程序等輸入資料，造成飛行剖面軌跡誤差。

(六) HNM 模擬之等噪音線圖常有曲線無法封閉之情況發生，且因使用 DNL 評估指標造成等噪音線涵蓋範圍不大，與實測值亦有所差異。

