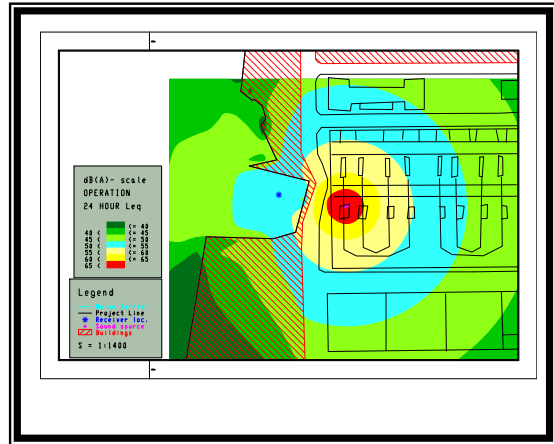


## 第 13 章 噪音預測模式

### 學習目標

研讀本章之後，學習者應能夠：

1. 了解噪音預測模式種類。
2. 了解道路系統預測模式。
3. 了解鐵路系統預測模式。
4. 了解廠區系統預測模式。
5. 了解飛航系統預測模式。
6. 了解室內噪音預測模式。



### 摘要

噪音評估模式其種類很多，因此如何去選擇適當的模式來使用就成為重要的課題。如果能夠選用適當的模式，將有助於提昇預測結果的準確度並縮短工作時間。

目前噪音評估模式分為四大類「道路系統」、「鐵路系統」、「廠區系統」、「飛航系統」及「室內噪音」，各類模式再區分如下：

1. 道路系統噪音模式
  - 高速公路噪音模式
  - 一般道路噪音模式
  - 高架道路噪音模式
  - 隧道出口道路噪音模式
2. 鐵路系統噪音模式
  - 捷運噪音模式
  - 一般鐵路噪音模式
  - 高速鐵路噪音模式
3. 廠（場）區噪音模式
4. 飛航噪音模式
5. 室內噪音模式

本章目前就各模式的功能特性做一分類歸納與整理，以使讀者更有效率的去使用模式、了解模式。

## 第一節噪音預測模式種類

依據國內外的研究，噪音之預測模式可分類為經驗公式、解析模式、電腦模式及模型實驗等四種，說明如下：

### 1.經驗公式

經驗公式多應用在道路及鐵路噪音模式，係將噪音之測值和交通狀況（車速、交通量、號誌等）、道路及鐵路條件（縱剖面）及道鐵路週邊環境條件（地形、地面、植栽、氣候等條件）等因素，利用多元迴歸（Multiple Regression）建立成相關方程式或曲線圖，然後導出交通噪音預測模式。

### 2.解析模式

解析模式應用在道路時，係由研究單一車輛所產生之噪音，建立道路上各種車流狀況的噪音模式，包含(1)假設車流產生的聲音導自線性音源（Acoustic Line Source）之每單位長度之聲功率，所有車輛均等分配構成連續性線音源之聲音位準測定模式；(2)車輛間距為等距分配，構成不連續的音源，而誘導出音源沿一假設等量單車道之聲音位準測定模式。

### 3.電腦模式

此方法在道路及鐵路之應用係利用電腦模擬車流行駛於所定之構造及線形的道路及鐵路上所可能產生之交通噪音。模擬之條件主要包括有道路構造及線形、地形、遮音體、車流量及空氣衰減、繞射、距離衰減等因素。近年來此類模式發展日益普遍，由於其具有利用電腦快速運算的強大功能，並可配合相關周邊設備輸出圖表，對於提供快速準確的模擬結果，有很大的幫助。

### 4.模型實驗之預測

日本有使用在道路噪音之應用實例，係以模型使交通、道路及環境條件之重現而進行實驗，可掌握音壓位準及傳播特性。

上述四種模式中，第一種方法所建立的噪音預測模式屬於經驗法則，受研究當地交通狀況變化影響，但基本上仍係導自統計多元迴歸分析之基本觀念及方法之應用，故易為人所接受，因此傳統上交通噪音預測模式的發展趨勢偏重於此。

第二、三種方法所建立的噪音預測模式屬於理論分析和系統之模擬可以設定各種交通狀況，經由數學及聲學理論模擬演算複雜的交通狀況，在以往實際應用上較為困難，惟近年來電腦模式受到電腦軟體功能快速發展，電腦模式因可利用電腦快速運算的強大功能，反而發展出許多功能完整的噪音電腦模式而成為目前應用上的主流。

第四種方法適於道路構造及週邊地形環境複雜之狀況，當上述其他各種方法難以掌握其變化時為唯一之有效方法，但必須要有相當之設備及設施。因此本計畫所建立之噪音查詢系統將以經驗公式及電腦模式為主。

## 第二節噪音預測模式

為瞭解國內外目前常用之噪音預測模式種類及特性，將收集各類噪音預測模式，主

要包括下列五種模式：

1. 「道路系統」：
  - (1) 一般道路：
    - a. 日本運輸省交通公害研究所模式
    - b. 施鴻志模式
    - c. 張富南模式
    - d. 彭保華模式
    - e. Traffic 模式
    - f. Soundplan 模式
  - (2) 高架道路：
    - a. 彭保華模式
    - b. Soundplan 模式
  - (3) 高速公路：
    - a. 黃傳先模式
    - b. 張富南、施鴻志之噪音模式
    - c. 林炳坤模式
    - d. Stamina&Optima 模式
    - e. Soundplan 模式
  - (4) 隧道：徐淵靜、林聰德之噪音模式。
2. 「鐵路系統」：
  - (1) 一般鐵路：
    - a. 姚惠祥模式
    - b. 郭宏亮和盧天鴻模式
    - c. Soundplan 模式
  - (2) 高速鐵路：
    - a. 法國 TGV 模式
    - b. Soundplan 模式
  - (3) 捷運：
    - a. Mrtnoise 模式
    - b. Soundplan 模式
3. 「廠區系統」：
  - a. ENM 模式
  - b. MRT 模式
  - c. Soundplan 模式
4. 「飛航系統」：Noisemap 模式
5. 「室內噪音模式」：Soundplan 模式

行政院環境保護署自民國 91 年起，陸續公告「噪音評估模式技術規範」，其內容包括現階段認可之噪音模式、模式中所需之資料、限制條件等，以為使用之依據，以下就「噪音評估模式技術規範」分別說明如后。

行政院環境保護署依據開發行為環境影響評估作業準則第四十九條規定訂定之「道路交通噪音評估模式技術規範」（91.2.15 環署綜字第 0910011361 號）說明如后。

**表 13-1 模式及其適用條件表**

道路分類	模式名稱
高速公路、快速公路	<ul style="list-style-type: none"> <li>● RLS-90：Soundplan</li> <li>● Cadna-A</li> <li>● ASJ</li> <li>● TNM</li> </ul>
主要幹道、次要幹道及地區公路	<ul style="list-style-type: none"> <li>● RLS-90：Soundplan</li> <li>● Cadna-A</li> <li>● ASJ</li> <li>● TNM</li> <li>● 施鴻志模式：<math>Leq=69.6-19.0\log D+0.55PT+7.2\log Q+2.5RF</math></li> <li>● 張富南模式：<math>Leq=38.1+12.3\log Q+0.247PT+ 2.22RF</math></li> </ul>

資料來源：行政院環境保護署。

行政院環境保護署依據開發行為環境影響評估作業準則第四十九條規定訂定「鐵路交通噪音評估模式技術規範」（92.1.9 環署綜字第 0920002576 號），目前認可之噪音模式如表 13-2 所示。

**表 13-2 鐵路交通噪音評估模式及其適用條件表**

鐵路分類	模式名稱
一般鐵路	郭宏亮鐵路交通噪音預測模式
	Soundplan 噪音評估模式
	Cadna-A 噪音評估模式
	Mithra 噪音評估模式
大眾捷運系統	Soundplan 噪音評估模式
	Cadna-A 噪音評估模式
	Mithra 噪音評估模式
	Peterson 修正模式

資料來源：行政院環境保護署。

行政院環境保護署依據開發行為環境影響評估作業準則第四十九條規定訂定之「航空噪音評估模式技術規範」（92.1.9 環署綜字第 0920002576 號），目前認可之噪音模式如表 13-3 所示。

表 13-3 模式及其適用條件表

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)

資料來源：行政院環境保護署。

### 第三節 噪音預測模式整合比較

#### 1. 經驗公式整合比較結果

經驗公式整合比較表詳表 13-4 所示，主要在比較噪音指標與國內法規之配合性，資料蒐集的難易程度以及有無繪圖及隔音牆設計功能，一般而言，其均缺乏繪圖及隔音牆設計之功能而僅能計算原始之噪音量，就國內使用之普遍性及建立模式之難易程度予以適當選擇。

表 13-4 經驗公式整合比較表

道路型態	出處	與國內法規之配合性	資料蒐集之難易程度	繪圖功能	隔音牆設計	備註	
一般道路	日本運輸省交通公害研究所	否	易	否	否	✓	
	施鴻志	是	易	否	否		
	張富南	是	易	否	否		
	彭保華	是	易	否	否		
	Traffic	是	易	否	否		
	高架道路	彭保華	是	易	否	否	✓
隧道	徐淵靜、林聰德	是	易	否	否		
高速公路	黃傳先	是	易	否	否	✓	
	張富南、施鴻志	是	易	否	否		
鐵路系統	一般鐵路	姚惠祥	否	易	否	否	✓
	郭宏亮、盧天鴻	否	難	否	否		
	高速鐵路	德國	是	難	否	否	✓
		法國	是	易	否	否	
	日本	否	易	否	否		
捷運系統	Mrtnoise	是	易	否	可	✓	

註：「✓」表可用噪音電腦模式替代模擬。

資料來源：習良孝、王志遠、劉嘉俊，「噪音模式於環境工程上之應用」，中興工程顧問股份有限公司，民國 88 年。

#### 2. 電腦模式整合比較結果

噪音電腦模式整合比較結果詳表 13-5 所示，說明如下：

##### (1) 道路模式

目前之道路噪音電腦模式主要有 Mithra、Cadna-A、Stamina& Optima 及 Soundplan。而 Mithra、Cadna-A、Soundplan 模式因其功能強大，已日漸為國內各大工

程顧問公司或業主指定使用。

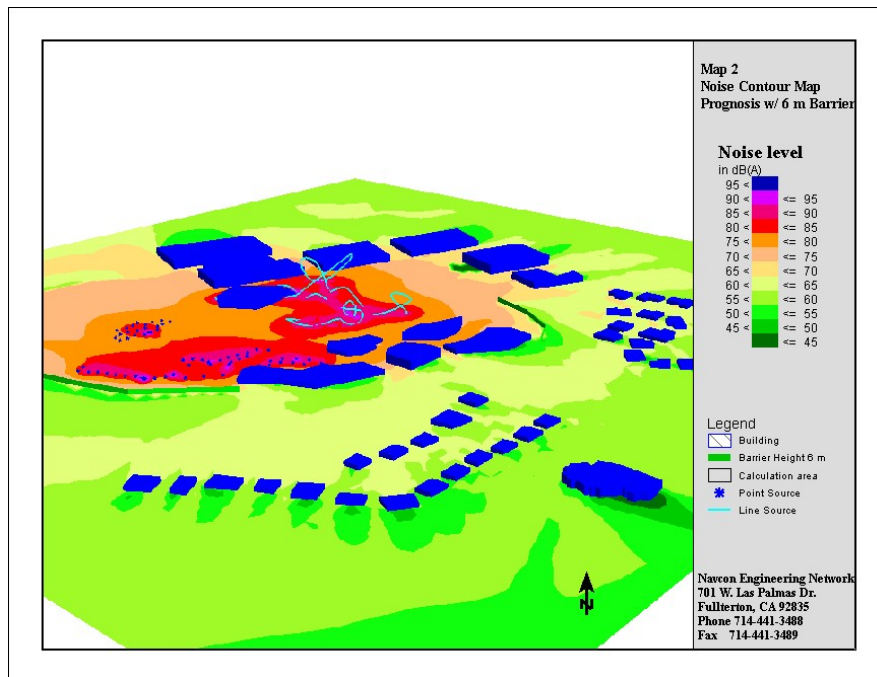


圖 13-1 Soundplan 道路噪音電腦模擬示意圖

(資料來源：<http://www.soundplan.com/>)

## (2) 鐵路模式

Mithra、Cadna-A、Soundplan 模式可應用在高速公路、一般鐵路及捷運系統，操作簡便且實用精確，適於可行性及規劃、環評等初步評估的應用。

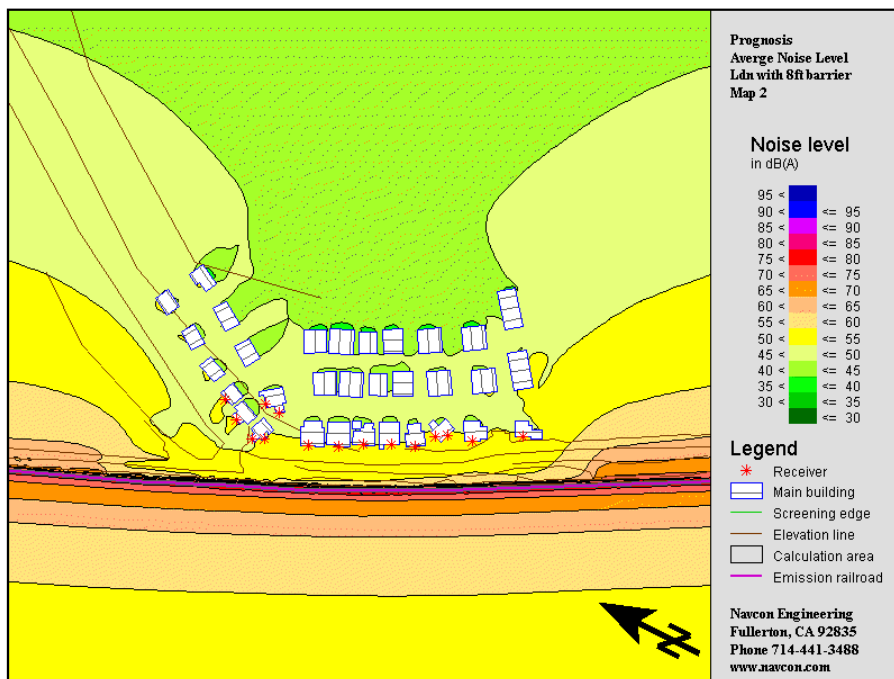


圖 13-2 Soundplan 鐵路噪音電腦模擬示意圖

(資料來源：<http://www.soundplan.com/>)

### (3)廠(場)區模式

廠(場)區大多案例用於規劃設計或環評階段，Mithra、Cadna-A 及 Soundplan 使用最廣泛的廠(場)區噪音模式，其功能尚稱完整，故對大部份的案件皆可應用。

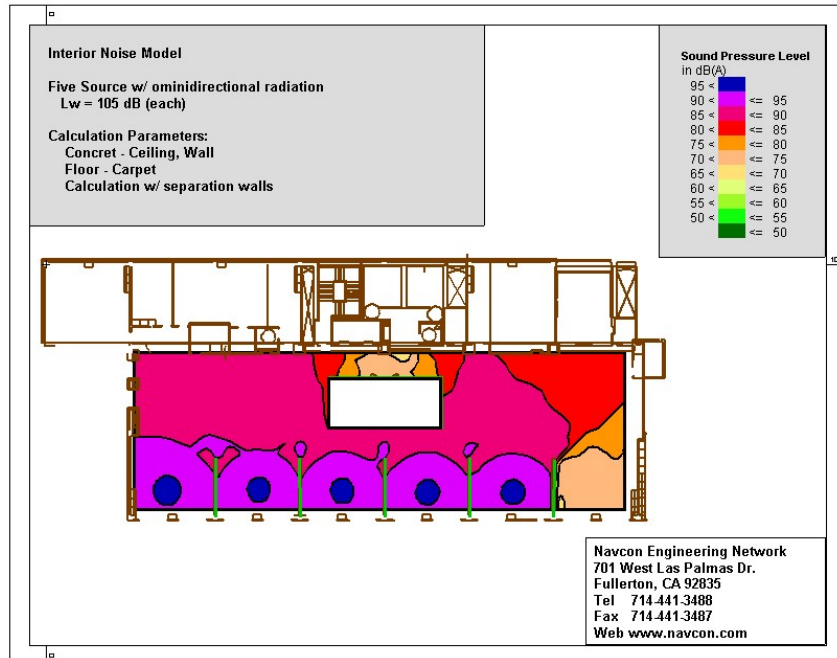


圖 13-3 Soundplan 廠(場)區噪音電腦模擬示意圖

(資料來源：<http://www.soundplan.com/>)

表 13-5 噪音電腦模式整合比較表

類別	模式名稱	出 處	模式特性	繪圖功能	隔音牆 設計功能	適 用 階 段		
						可行性及規劃	環評	設計
道路 模式	Stamina&Optima	美國 FHWA 3.0 版 1991 年	僅適用高速公路，且輸出入不便	無	有	V	V	V
	Soundplan	德國 B.B 公司 6.0 版 2002 年	功能、資料庫完整，適用於一般、高架及高速公路	彩色繪圖	有	V	V	V
	Mithra	法國 SCTB (建築科學與技術中心) 1987 年			有			
	Cadna-A	德國 DataKustik 公司 2000 年			有			
鐵路 模式	Mrtnoise	美國 MGA 公司 1991 年	操作簡單，但對複雜地形及遮蔽物等影響因子無法考慮	無	有	V	V	-
	Soundplan	德國 B.B 公司 3.7 版 1994 年	功能、資料庫完整、適用於一般及高速鐵路、捷運系統	彩色繪圖	有	V	V	V
	Mithra	法國 SCTB (建築科學與技術中心) 1987 年			有			
	Cadna-A	德國 DataKustik 公司 2000 年			有			
廠 (場) 區 模 式	ENM	澳州 RTA 公司 1.0 版 1989 年	功能完整、操作簡單	彩色繪圖	有	V	V	V
	Mrtnoise	美國 MGA 公司 1991 年	操作簡單，但對地形及遮蔽物等影響因子無法考慮	無	無	V	V	-
	Soundplan	德國 B.B 公司 6.0 版 2002 年	功能、資料庫完整	彩色繪圖	有	V	V	V
	Mithra	法國 SCTB (建築科學與技術中心) 1987 年						
	Cadna-A	德國 DataKustik 公司 2000 年						
飛航 噪音 模式	INM	美國空軍 6.0 版 1990 年 Federal Aviation Administration ( <a href="http://www.faa.gov">http://www.faa.gov</a> ) Office of Environment and Energy	原發展用於軍用機，國內民航局認模式， 功能、資料庫完整	彩色繪圖	無	V	V	V
室內 噪音 模式	Soundplan	德國 B.B 公司 6.0 版 2002 年	功能、資料庫完整、適用於一般室內規劃 設計	彩色繪圖	無	V	V	V

資料來源：參考中興工程顧問股份有限公司習良孝、王志遠、劉嘉俊，「噪音模式於環境工程上之應用」資料整理。

#### (4) 飛航噪音模式

行政院環境保護署規定訂定「航空噪音評估模式技術規範」(92.1.9 環署綜字第 0920002576 號)，即目前依據「機場周圍地區航空噪音防制辦法」中第三條第五款之規定，所謂飛航等噪音線係指「將全年飛航資料，輸入美國航空總署發展之整合噪音模式(INM)所繪之封閉曲線」，換言之，國內民航機關僅認可由 INM 模式所繪出的飛航等噪音線。

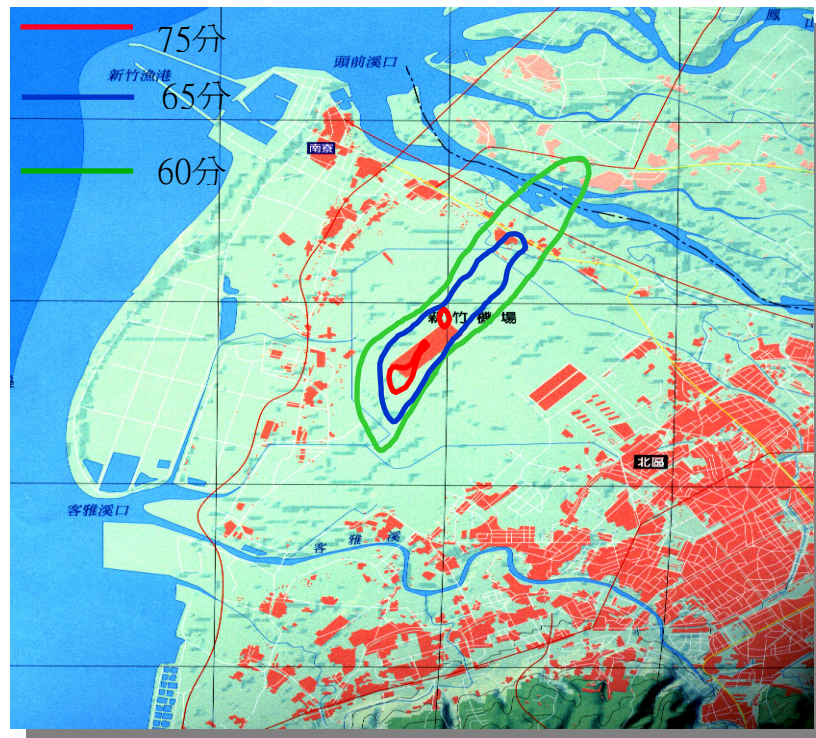


圖 13-4 INM 飛航噪音電腦模擬示意圖

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 150 號噪音相容性規劃及聯邦航空總署 1050 號命令環境評估及衝擊說明使用之模式。

INM 模式內建之航空器音源資料庫隨版本新增而增加，以 6.0 版而言，計有 226 種航空器，另外 263 筆替代機種資料，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。

### (5) 室內噪音模式

室內噪音模式大多案例用於室內規劃設計，Soundplan 使用最廣，其功能尚稱完整，可處理室內音源。

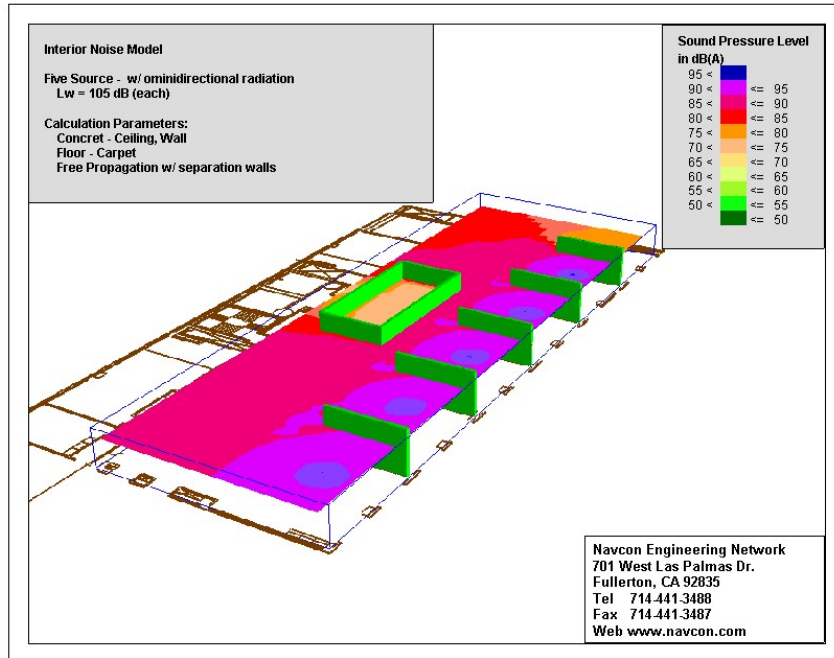


圖 13-5 Soundplan 室內噪音電腦模擬示意圖

(資料來源：<http://www.soundplan.com/>)

### 關鍵詞彙

經驗公式  
解析模式  
電腦模式  
道路系統  
一般道路

高架道路  
高速公路  
隧道  
鐵路系統  
一般鐵路

高速鐵路  
捷運  
廠區系統  
飛航系統  
噪音評估模式技術規範

### 自我評量題目

1. 什麼是噪音經驗公式？
2. 什麼是噪音解析模式？
3. 什麼是噪音電腦模式？
4. 請列舉道路系統噪音預測模式？

5. 請說明目前噪音評估模式分類？
6. 請列舉道路系統噪音模式？
7. 請列舉鐵路系統噪音模式？
8. 請列舉廠（場）區噪音模式？
9. 請列舉飛航噪音模式？
10. 請比較噪音電腦模式？

### 參考文獻

1. 習良孝、王志遠、劉嘉俊，「噪音模式於環境工程上之應用」，中興工程顧問股份有限公司，民國 88 年。
2. 彭保華，「台北市建國南北高架橋道路噪音之研究」，國立交通大學碩士畢業論文，民國 73 年。
3. 施鴻志，「都市聯外幹道交通噪音預測模式」，運輸計畫月刊十卷二期，民國 70 年。
4. 管道一，「都市道路交通噪音模式之研究」，國立交通大學，碩士畢業論文，民國 70 年。
5. 黃傳先，「高速公路交通噪音之研究」，國立交通大學，碩士畢業論文，民國 71 年。
6. 張富南，「公路斷面型態對交通噪音傳送之影響」，成大碩士論文，民國 72 年。
7. 姚惠祥，「鐵路交通噪音預測模式之研究」，交通大學碩士論文，民國八十年六月。
8. 徐淵靜，「交通噪音傳播特性及防制之研究」，行政院國會專題研究，民國八十年七月。
9. 盧天鴻、郭宏亮，「鐵路沿線噪音及地面振動之研究」，環境保護，VOL.10,NO.2，第 55~77 頁，民國七十六年十二月。
10. 盧天鴻、郭宏亮，「鐵路沿線噪音預測之檢討」，環境保護，VOL.11，NO.1，民國七十七年六月。
11. 徐淵靜、姚惠祥，「鐵路交通噪音預測模式之研究-以台鐵西部幹線為例」，中華民國運輸學會第六屆學術論文研討會論文集[二]，第二冊，第 255~271 頁，民國八十年七月。
12. 施鴻志等人，「交通噪音預測方法與曝露推估模式建立之研究」，行政院環境保護署委託，民國八十年六月。
13. 林炳坤，「道路交通噪音均能音量預測模式之研究」，交通大學碩士論文，民國 78 年。

14. 金安公造，「道路環境」，技術書院，1988年8月。
15. 日本建築學會，「騷音的評價法」，彰國社，1981年1月。
16. 黃傳先、徐淵靜，「高速公路（台北至林口段）交通噪音特性及影響之研究」，國內環境科學技術與問題研討會論文集（台北），七十三年六月，第126頁。
17. 徐淵靜、陳昭華、林炳坤，「高速公路交通噪音預測模式及防音設施之研究」，中華民國運輸學會第四論文研討會，民國78年7月，第707頁。
18. 黃展南、彭保華，「台北市高架道路噪音之研究」，台北市政府工務局新工處，民國74年7月。
19. 彭保華、徐淵靜，「台北市建國南北高架道路交通噪音預測與居民噪音心理反應之研究」，交大慶校90週年都市運輸問題研討會論文專集，民國75年5月。
20. 交通部台灣區國道高速公路局，「中山高速公路交通噪音污染改善規劃」，民國79年12月。
21. 施鴻志，「機車行駛噪音測試及分析」，中華民國音響學會，第一屆學術研討會論文集，PP.193~201，民國77年11月。
22. 劉嘉俊，「城市道路環境噪音控制」，環保月刊第17期P.159，民國91年。
23. 行政院環境保護署，「道路交通噪音評估模式技術規範」，民國92年2月。
24. 行政院環境保護署，「鐵路交通噪音評估模式技術規範」，民國92年1月。
25. 行政院環境保護署，「航空噪音評估模式技術規範」，民國92年1月。
26. BRAUNSTEIN+BERNDT GMBH，「Manual Soundplan VERSION3.6」，PP.3，1994年。
27. Soundplan 模式，德國 Braunstein+Berndt GMBH 公司，2002年。
28. Cadna 模式，德國 DataKustik 公司，2000年。
29. Mithra 模式，法國 SCTB(建築科學與技術中心)，1995年。