

出國報告(出國類別：開會)

出席「2009年國際噪音年會」案 出國報告

服務機關： 行政院環境保護署
姓名職稱： 林怡君高級環境技術師
派赴國家： 加拿大
出國期間： 98年8月21日至8月28日
報告日期： 98年11月27日

出席「2009年國際噪音年會」案

• 摘要

近年來我國經濟成長快速，民眾對環境品質追求日益殷切，本署近年積極擴大管制範圍，並了解先進國家噪音管制現況，俾與世界各國接軌；國際噪音年會為年度噪音盛會，分別就噪音之法規及管制等項目，進行論文發表，本年會於加拿大首都渥太華舉辦，共計 625 篇論文發表。

為將我國噪音執行成果予國際各國周知，本署亦提出「我國醫院及圖書館室內音量噪音現況及未來管制趨勢」論文，會後更有來自日本等國代表，針對本論文踴躍討論，且準備寧靜標識貼紙及由本署署長拍攝之靜標識宣導短片於現場播放，引起廣大迴響。

此外，並聆聽：音景、社區及低頻噪音、公共場所音學及噪音地圖和行動計畫等相關論文發表，可作為我國未來擬訂噪音相關法規及管制策略之參考。

目 次

壹、目的	4
貳、行程	5
參、過程	6
肆、心得及建議	35
伍、附件	43

附件一 於 2009 年「國際噪音年會」(Internoise 2009 Conference) 年會發表之論文及簡報內容--「我國醫院及圖書館室內音量噪音現況及未來管制趨勢」
--Proposal for Recommended Values of Noise Level for Indoor Public Places in Hospitals and Libraries of the Republic of China (Taiwan)

附件二 公務出國期間國外人士個人資料彙整表

附件三 「國際噪音年會」簡報資料

壹、目的

近年來我國經濟成長快速，國民所得提高，民眾逐漸體認到環境保護的重要性，而對環境品質的追求亦日益殷切，企盼有一安寧的生活環境。本署近年積極研修相關噪音管制規，擴大噪音管制範圍，並積極了解世界各國有關噪音相關管制措施、法規及管制現況，俾便與世界各先進國家接軌，引進先進噪音管制技術及法規，以達成維護居家環境安寧之目的。

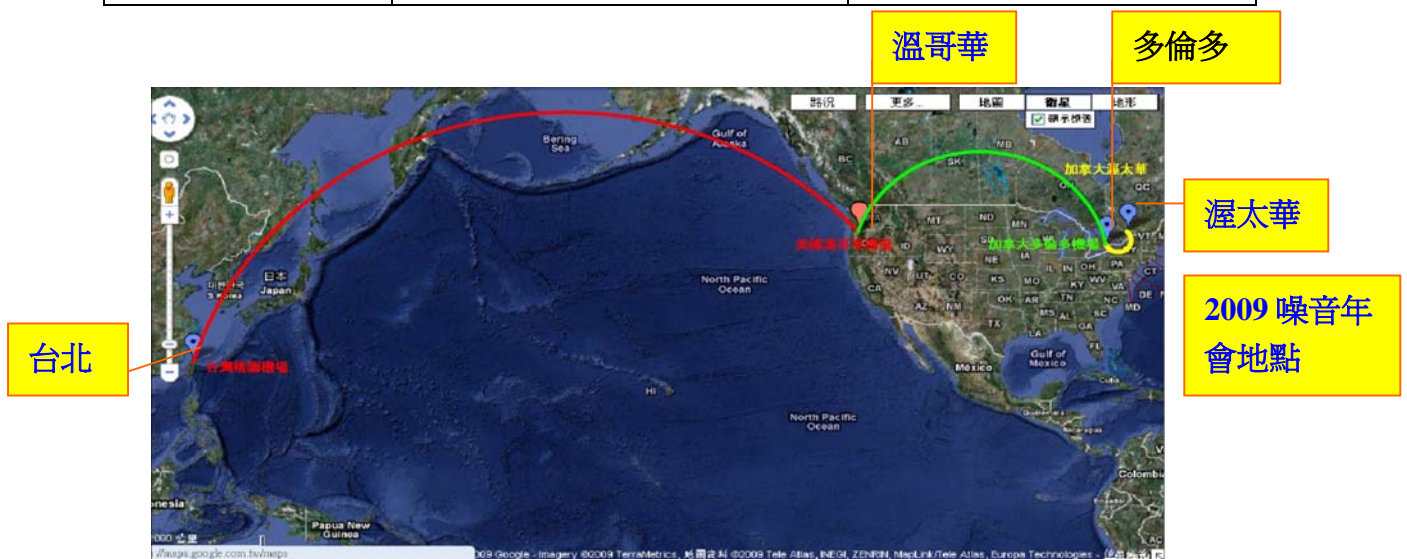
國際噪音年會為世界主要國家均踴躍參加之噪音盛會，各國產、官、學界專家學者，分別就有關噪音及振動之法規及管制等項目與層面，進行論文發表及討論；本（2009）年度噪音國際年會於加拿大首都渥太華舉辦，共有來自世界各國代表，共計 625 篇論文於此年會發表。

為將我國噪音執行成果提供國際各國周知，本年度國際噪音年會中，本署針對「我國醫院及圖書館室內音量噪音現況及未來管制趨勢」，提出一份論文發表 --Proposal for Recommended Values of Noise Level for Indoor Public Places in Hospitals and Libraries of the Republic of China (Taiwan)，會後更有來自英國及瑞典及與日本等國家代表，針對我國提出之論文踴躍討論，本署亦準備寧靜標識貼紙及由 署長拍攝之寧靜標識宣導短片，於現場播放，引起廣大迴響。

此外，並至各會場聆聽世界各國有關：音景、社區噪音、軌道系統噪音與振動、低頻噪音、振動與衝擊、替代能源設施的噪音和噪音控制、公共場所音學及噪音地圖和行動計畫等相關論文發表，可作為我國未來擬訂噪音相關法規及管制策略之參考，並有效解決噪音陳情問題，維護環境安寧。

貳、行程

活動日期	活動地點	活動內容
98年8月 21日(五)	台北至加拿大溫哥華	啓程
98年8月 22日(六)	加拿大溫哥華至多倫多至渥太華	轉機及抵達會議地點
98年8月 23日(日)	加拿大渥太華	參加「2009年國際噪音年會」
98年8月 24日(一)	加拿大渥太華	參加「2009年國際噪音年會」
98年8月 25日(二)	加拿大渥太華	參加「2009年國際噪音年會」
98年8月 26日(三)	加拿大渥太華	參加「2009年國際噪音年會」 並進行論文發表
98年8月 27日(四)	加拿大渥太華至溫哥華	轉機
98年8月 28日(五)	加拿大溫哥華至台北	返程



圖檔資料來源:Google map

參、過程：參加「2009 年國際噪音年會」

- (一) 本年會為世界主要國家均踴躍參加之噪音盛會，各國專家學者，分別就有關噪音及振動之法規及管制等項目與層面，進行論文發表及討論；本(2009)年度噪音國際年會於加拿大首都渥太華舉辦，共有來自世界各國代表，共計 625 篇論文於此年會發表。
- (二) 針對「我國醫院及圖書館室內音量噪音現況及未來管制趨勢」，提出一份論文發表--Proposal for Recommended Values of Noise Level for Indoor Public Places in Hospitals and Libraries of the Republic of China (Taiwan)，會後更有來自英國及日本等國家代表，針對我國提出之論文踴躍討論，本署亦準備寧靜標識貼紙及由署長拍攝之寧靜標識宣導短片於現場播放，引起廣大迴響；簡報內容及論文全文收錄於附件 2。
- (三) 聆聽相關論文發表，瞭解世界各國目前有關：音景 (Soundscapes)、社區噪音 (Community Noise)、軌道系統噪音與振動 (Railway Noise and vibration)、低頻噪音、振動與衝擊 (Low frequency、noise、vibration and shock)、替代能源設施的噪音和噪音控制 (Noise and noise Control From Alternative Energy Facilities)、公共場所音學 (Public space Acoustics)、噪音地圖和行動計畫 (Noise Maps and Action Plans) 等之研究現況與管制方式，可作為我國未來擬訂噪音相關法規及管制策略之參考，提供相當有用之資訊。



2009 年國際噪音年會大會會場

(四)「2009年國際噪音年會」與本署相關之議題，包括：

1.98.08.24 (星期一)：

序號	時間	論題	論文
1	09 : 20	音景 Soundscapes	音景於城市規劃之評估流程 Soundscapes: an urban planning process map
2	10 : 00	音景 Soundscapes	當地居民參與音景設計的意義 The significance of participation and initiative of local residents in soundscape design
3	10 : 40	社區噪音案例研究 Case studies in Community Noise	在 INM and AEDT對起飛後噪音 影響之模擬案例研究 The effects of behind start of take-off roll modeling in INM and AEDT; A case Study
4	11 : 00	社區噪音案例研究 Case studies in Community Noise	噪音和土地使用規劃之創新 Land-use planning, noise and innovation
5	11 : 20	社區噪音案例研究 Case studies in Community Noise	意外的噪音的陳情，在不利的條件 Unexpected Noise Complaints at Unfavourable Conditions
6	11 : 40	社區噪音案例研究 Case studies in Community Noise	氣象聲學模擬關於戶外音傳播 的應用和驗證 Application and validation of a meteorological- acoustical model for outdoor sound propagation
7	13 : 20	軌道系統噪音與 振動 Railway Noise	高層建築鐵路噪音預測模型 Prediction Model of Railway Noise

		and vibration	at High-rise Buildings
8	14 : 40	軌道系統噪音與 振動 Railway Noise and vibration	發展新一代機車駕駛室被動和 主動的噪音控制 Development of Passive and Active Noise Control for Next Generation Locomotive Cabs
9	15 : 00	軌道系統噪音與 振動 Railway Noise and vibration	商業活動機車駕駛室減噪 在心理，生理和管理的價值 The Psychological, Physiological, and Regulatory Value of Commercial Active Noise Reduction in Locomotive Cabs
10	15 : 40	軌道系統噪音與 振動 Railway Noise and vibration	預測軌道交通與地面振動剪力 波速度分布 Prediction of Rail transit Ground vibration with Shear-Wave Velocity Profiles
11	16 : 40	軌道系統噪音與 振動 Railway Noise and vibration	預測地面列車的振動傳播使用 振動繁殖試驗II ：效應的振動背景衡量流動性 轉移 Predicting Ground-Borne Train Vibration Using Vibration Propagation Testing II: Effects of Background Vibration on Measured Transfer Mobility

2.98.08.25 (星期二):

序號	時間	論題	論文
12	09:20	低頻噪音、振動與衝擊 Low frequency, noise、 vibration、and shock	現場測量低頻噪音和申訴人的反應 On-Site Measurement of Low Frequency Noise and Complainant's Responses
13	09:40	低頻噪音、振動與衝擊 Low frequency, noise, vibration, and shock	個體對於低頻噪音感覺的差異 Individual Differences in Low-Frequency Noise Perception
14	10:00	低頻噪音、振動與衝擊 Low frequency, noise, vibration, and shock	分析鍋爐房的低頻噪音 Analysis of annoying low frequency noise boiler-rooms
15	10:40	替代能源設施 的噪音和噪音控制 Noise and noise Control From Alternative Energy Facilities	風力發電和噪音 Wind Farms and Noise
16	11:20	替代能源設施 的噪音和噪音控制 Noise and noise Control From Alternative Energy Facilities	風力發電機噪音標準和規 章指導之趨勢 Apparent Trends in Wind Turbine Generator Noise Criteria and Regulation Guidance
17	13:20	替代能源設施 的噪音和噪音控制 Noise and noise Control From Alternative Energy	替代能源工業噪音問題的 概述 Overview of Noise Issues in the Alternative Energy Industry

		Facilities	
18	13:40	替代能源設施 的噪音和噪音控制 Noise and noise Control From Aternative Energy Facilities	風力發電機噪音診斷 Wind Turbine Noise Diagnostics
19	14:20	替代能源設施 的噪音和噪音控制 Noise and noise Control From Aternative Energy Facilities	加拿大安大略省對於風力 發電計畫噪音評價指標之 最新發展說明 Recent Developments in Assessment Guidelines for Sound from Wind Power Projects in Ontario, Canada, with a Comparison to Acoustic Audit Results
20	15:00	替代能源設施 的噪音和噪音控制 Noise and noise Control From Aternative Energy Facilities	以噪音感知指標作為風力 發電計畫噪音評價 Using the Noise Perception Index for Assessing Wind Turbine Noise

3.98.08.26(星期三)

序號	時間	論題	論文
21	09 : 20	公共場所音學 Public space Acoustics	實地測量和主觀評價 在東京及其周圍車站的聲 學環境 Field Measurement and Subjective Evaluation of Acoustical condition of Railway station

			in and Around Tokyo
22	10 : 00	公共場所音學 Public space Acoustics	初步擬訂中華民國醫院及 圖書館 室內公共場所音量建議值 The Establishment of Measurement Standards and Evaluation Indicators for Noise Quality at Hospitals and Libraries in Taiwan (我國發表之論文)
23	11:00	噪音地圖和行動計 畫 Noise Maps and Action Plans	愛爾蘭依 2002/49/EC 指令 之噪音地圖及行動計畫 Noise Mapping and Action Planning in Ireland under Directive 2002/49/EC
24	11:40	噪音地圖和行動計畫 Noise Maps and Action Plans	與噪音行動規劃相關之噪 音地圖分析程序 Procedures to Analyze Noise Maps in Connection with Noise Action Plans

(五)會議內容：

1.98 年 8 月 24 日(星期一)09：20 --音景於城市規劃之評估流 (Soundscapes: an urban planning process map) (英國)

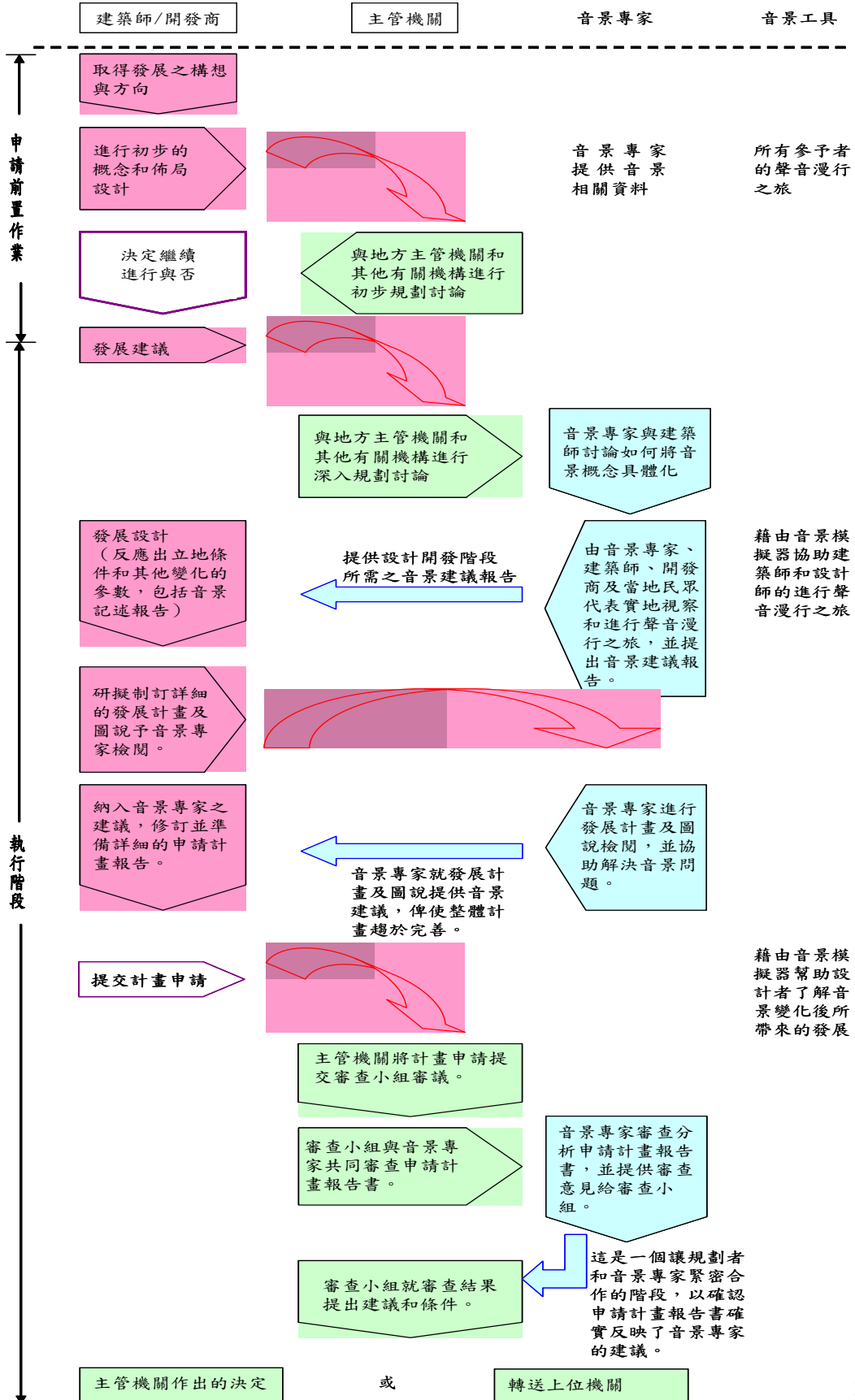
Soundscape 為聲音 (sound) 加上景觀 (風景) (scapes) 的合成字，翻譯成中文可稱之為「聲音景觀」或「聲音風景」簡稱為「音景」。音景的研究是一個多樣化的科學組合，其包括音響、心理聲學、心理學、社會學、建築、地理、景觀規劃、工程、音樂、聲音藝術和人類學等，而這一系列的科學研究採取的音景包括對於客觀、主觀衡量的定量和定性的方法，藉由這些專業人士來共同參與構思、評估及設計音景。音景的一個優勢是，它不僅注重音環境、噪音等的消極面，也包含積極面，因此它是和音品的研究和方法有著密切相關的。

過去我們多藉由數字的標準來對噪音進行規範與管制，而在英國，對於多年來的民眾陳情事件進行了解後，已改由源頭面進行思考，如何於開發建設規劃階段即對聲音或噪音的問題進行處理；這增加了另一個層面的考慮，也就是如何將音景的概念被納入城市設計中。下圖的概念是表示怎樣將音景可納入英國的規劃流程，它著眼於採取規劃申請需通過並獲取同意的方式，角色集中在開發商、建築師、主管機關、音景專家和地方人士，並納入音景模擬之使用。

流程圖中顯現了在整個規劃申請期間，建築師、開發商和音景專家之間的關係，並可以確定於各適當的時間點將音景專業知識有效地納入規劃中，也指出了發展音景之工具和方法。音景在申請前置作業階段即為必須考慮的一個組成部分設計，而不是在事後才進行補充，這也意味著在設計過程中，音景專家諮詢必須於規劃之初即進行。

在早期規劃階段即將音景概念納入規劃中，有機會藉其有系統的聽到和評估音景變化所帶來的城市發展和設計變更差異。舉例來說，在當前城市結構中，新樓放置在某一方向，可藉由模擬來確定音景帶來的影響，任何消極的音學效果是可以及早發現和減輕的；同樣，於規劃過程中納入具

專業技能的音景專家，並使用音景工具(如聲音漫行之旅及音景模擬)，任何積極的音景效果也可以在此被確定和提高，有可能產生積極的城市音景經驗。



2.8月24日(星期一) 10:00--當地居民參與音景設計的意義(日本) (The significance of participation and initiative of local residents in soundscape design)

本篇研究的目的是顯示當地居民參與音景設計的意義，對於音景的設計，基本上必須反映一些個人或社會所理解環境中的具體聲音。

作者藉由日本三個明顯的音景設計案件(Hirano 音景博物館、Rentaro Taki 博物館及在長崎的聲音設計計劃)，進行了調查研究和實地聽證會，以進行分析比較。儘管結果有一些表面上的差異存在於這三個案件之間，但由結果得出之結論是當地居民的參與和主動性是不可或缺的。此外，為了構建一個有關對當地居民參與的正式函數理論，作者建議進一步實地分析音景設計案件的調查是刻不容緩。

3.8月24日(星期一) 10:40--在 INM and AEDT 對起飛後噪音影響之模擬案例研究 (The effects of behind start of take-off roll modeling in INM and AEDT; a case study) (美國)

對於機場周邊的這些社區居民而言，飛機離港時的噪音問題是有特別意義的。由於機場範圍和社區的活動區域極為鄰近，因此對聯邦航空管理局 (FAA) 而言，準確地模擬起飛噪音是非常重要的。在過去，綜合噪音模擬 (INM) 一直是美國聯邦航空局為機場噪音研究的首選噪音模擬工具；而目前正在研發的航空環境設計工具 (AEDT)，將會是取代美國聯邦航空局的新一代環境噪音模擬工具。所有的 AEDT and INM 噪音模擬，對於在起飛噪音的模擬上都使用兩個參數：

- (1)飛機和作業場所的噪音數據；
- (2)平均起飛後調整方向性(SOTR)：

在飛機和作業場所的噪音數據乃使用 INM/AEDT 數據資料庫中的數據，包括噪音-功率-距離 (NPD) 數據和 1/3 倍頻帶光譜數據，而這些數據已經常由飛機製造商和聲學顧問更新，並已通過嚴格查

核和驗證過程；而在 SOTR 方向性調整則是根據目前進行的最新飛機數據。

在聯邦航空管理局的航空環境設計工具(AEDT) 近來努力更新了有關飛機開始起飛後方向性的噪音問題。擬議修訂有關飛機開始起飛後方向性噪音問題係根據經驗所得，而且其主要將影響到在附近機場的飛機噪音模擬結果。本文除介紹了目前在 INM 和 AEDT 有關最新開始起飛後方向性調整的資訊，在案例研究中則是對飛機開始起飛後方向性噪音問題經研修後的影響進行評估。幾個單一飛機離港的模擬用在 AEDT 帶有當前和修訂飛機開始起飛後方向性噪音問題的研究；此外，也製作一些完整的機場模型，期藉由機場完整的宏觀角度來說明這些影響。

研究結果表示，實施改變開始起飛後方向性調整執行建議將有利於 AEDT 和 INM。調整建議將能代表當前的機群，並可在模擬中個別考慮噴氣式飛機和渦輪螺旋槳飛機相關的方向性問題。雖然 SOTR 方向性調整建議的效果可以忽略不計的一些完整機場的研究，但它將對目前有機群的社區和其他機場跑道附近對噪音敏感的地區，更準確地考慮反應飛機的起飛噪音。

4.8 月 24 日(星期一)11：00--噪音和土地使用規劃之創新（荷蘭） (Land-use planning, noise and innovation)

在荷蘭噪音和土地使用規劃之間是緊密相連的。想要解決讓人覺得降低生活品質及土地發展可能性的噪音污染問題，作者認為需要有創新的作法。有太多環境噪音污染改善案件可以證明，藉由創新作法的幫助的確是有效的解決辦法。作者認為事實上還有很多的解決方案可以使用，只是受到各種門檻或反對者的限制，有時是一些額外的研究、有時只是一個允許實際施行的實驗，大部分的問題還是金錢和繼續執行的政治勇氣。

荷蘭已經在公路、鐵路和空中交通方面，執行所有以噪音源為導向的減噪防制措施。例如：道路：雙層排水瀝青路面、靜音輪胎、城市運輸系統使用靜音冷卻系統；鐵路：鋼軌阻尼設施，更好的煞車系統；空中交通：不同的飛行路線等。而這些措施可帶來的好處包括：低噪音、更寧靜的活動、更多土地利用規劃的可能性等。

一切有關噪音及土地發展的活動都須受到相關噪音標準的限制，在任何土地利用計劃啓動前，必須要檢查未來噪音增量是否都低於所在位置的發展標準。而且，在土地發展規劃上是需要有創新的作法來改善環境品質，即如前述對噪音源採取有效的防制措施等，俾使社會成本變換成社會福利。

5.8 月 24 日(星期一)11：20—不良環境條件下，意外的噪音陳情 Unexpected Noise Complaints at Unfavourable Conditions (荷蘭)

在 90 年代出現很多來自鹿特丹 (Rotterdam) 工業區對面居民的陳情案件，自那時以來，即在陳情位置及周邊進行了許多調查。除了設立噪音監測網外，當發生陳情時專家隨即深入分析，聆聽那些被懷疑是噪音而被陳情的聲音，而這些被陳情的聲音聽起來像是嗡嗡聲，類似發動機噪音。

經過調查研究發現，這些噪音即便是離工廠有段距離，那些噪音還是很大聲。由於其間並沒有任何異常的工業行爲，故專家認為，氣象條件(例如一個逆溫度分佈)可能是造成滋擾的原因。此外，專家發現一個奇怪的現象，就是大部分的陳情案件之最高噪音值均發生於一沿著 Oostvoorne 與涉嫌工業兩點直線上的海風垂直位置上。

根據調查研究可以得出一個結論：在 Oostvoorne 很多噪音陳情都發生在相反的氣象條件下。儘管陳情經常出現在 Oostvoorne，但那些企業已獲得的環境許可證，也沒有不正常的工業條件。大部分

陳情都出現在每年的第一季以及在傍晚和夜間時期，而且遺憾的是每年陳情的數目都較往年成長許多。稽查員在陳情地點確實聽到一些吵鬧的異音，也據此展開了相關量測工作，但都沒有預期中的結果。因此需要對此進行更深入的研究，透過實測數據並且與更多的變數結合；據推測，氣象條件在噪音傳播上發揮有重要作用。

6.8 月 24 日(星期一) 11:40--氣象聲學模擬關於戶外音傳播的應用和驗證 (Application and Validation of a meteorological-Acoustical model for outdoor sound propagation) (荷蘭)

在 Europort/Maasvlakte 地區因為工業噪音的問題，引起了前所未有的抗議聲浪。為此，荷蘭政府對 Europort/Maasvlakte 地區到 Oostvoorne 城市的噪音影響做了調查，而本文則介紹了其聲音傳播模擬結果、量測結果與同時期陳情報告的比較。

對於聲音傳播是藉由氣象聲學模擬進行，該模擬適用距離為 1 到 10 公里。由於垂直方向的風和溫度梯度沿著傳播路徑可以有很大差距，尤其是對於由土地和水的組合地區而言；故為了詳細描述氣象情況，作者使用了中尺度氣象模型，輸入 HiRLAM 的氣象資料。

為了驗證測量，作者使用 16 個揚聲器作為聲源，再藉由兩個聲音的位置點劃出三條測量線，並且分成下午，晚上和夜間的時間進行聲音測量，同時也在兩地執行幾個高度的氣象測量。

由這次為期兩天的氣象聲學模擬和實地聲學測量結果之比較中顯示出良好的一致性。在數個月時間內，該模擬一直被用來深入分析陳情報告與 excess attenuation 之關聯性。結果顯示，一個“有利的”氣象條件最多可提供高達 20 分貝音量的音量落差，這給陳情者提供了一個很好理由。即使 excess attenuation 仍低於 0 分貝，音量的增加就可能導致陳情事件的發生。

7.8 月 24 日(星期一)13：20-高層建築鐵路噪音預測模型

Prediction Model of Railway Noise at High-Rise Buildings (日本)

在日本自 1960 年起，控制鐵路沿線的噪音問題已是不可避免的強大社會需求。為了採取適當的鐵路沿線噪音對策，我們有必要了解構成鐵路沿線噪音的來源及特性。此外，來自於居住在面對鐵路路軌高層建築內民眾的陳情案件，最近有著明顯增加的趨勢。因此，有必要對接近高樓大廈的鐵路沿線噪音作出更深入的了解。

本文介紹了適用於不同地點(包括高層建築)之預測鐵路噪音模擬。適當的高層建築預測噪音模擬應將通過列車的垂直指向性噪音及隔音屏障和車輛表面之間的多重反射聲納入考慮範圍。首先，藉由實地測量、比例模型試驗及經驗公式推導，對車輛較低部分的噪聲輻射垂直方向模式進行研究。其次，藉由聲學比例模型實驗檢驗隔音屏障和車輛表面之間的多重反射聲效應，其結果表明，使用 image sources model 是可以模擬多重反射聲效應的。最後，作者提出了適用於不同地點(包括高層建築)之預測鐵路噪音模擬。

8.8 月 24 日(星期一)14:40--發展新一代機車駕駛室被動和主動的噪音控制 (Development of Passive and Active Noise Control for Next Generation Locomotive Cabs) (美國)

近年來機車駕駛室的噪音環境一直是 FRA 的關注焦點。2006 年 10 月 FRA 修訂現有機車駕駛室的職業噪音標準。噪音標準係以 A 加權測定噪音值，必須符合職業安全和管理局對於一般工作場所的噪音標準【 $\leq 85\text{dB(A)}$ 】。由於最近的研究表明，低頻率的聲音對聽力損失以及疲勞有著重要的貢獻。因此，在以低頻音佔主要來源的駕駛室中，而 FR A 的標準僅著墨在 A 加權噪音值，這可能不足以保證安全的工作環境。

本文介紹了 FRA 發展新一代機車駕駛室被動和主動的噪音控制的可行性；被動和主動的噪音控制處理，兩者都是爲了要達到預防聽力損失和人員疲勞的法規標準值。作者藉由機車駕駛室模型來試驗被動和主動噪音控制減少低頻噪音的可行性。

在被動噪音控制處理部份(應用阻尼材料及吸音材料於駕駛室內)，通過安裝在駕駛室外之外部揚聲器系統播放粉紅噪音，實地量測被動噪音控制處理前後機車駕駛室內之音量；根據其實驗結果顯示，在 200 至 10000Hz 削減 6 至 10dB，但被動噪音控制處理對於 200Hz 以下的防制，基本上是無效的。

在主動噪音控制處理部份，其著眼於消除從柴油發動機的典型噪音頻譜發現的關鍵音。根據其實驗結果顯示，關鍵音在 57Hz、67Hz、89Hz 這三個頻率均減少約 30dB，特別是位於一個人坐在座位上的頭部位置空間(大約三英尺)，而這個空間是圍繞在一個人前傾和向一旁座位就座等任何可能的運動空間。有一些學者評論這樣的防制減量結果似乎並不引人注目，但研究者認爲，由於在這樣低的頻率範圍，人類的聽力系統是無法聽到的，而這樣的防制減量對於預防聽力損失和人員疲勞，效果可能不錯。

9.8 月 24 日(星期一)15:00--商業活動機車駕駛室減低噪音值在心理、生理和管理的價值 (The Psychological, Physiological, and Regulatory value of Commercial Active Noise Reduction in Locomotive Cabs)(美國)

雖然，主動減少噪音(ANR)系統已被證明可有效的減少噪音，但對供應商而言，應用 ANR 系統以降低機車車廂內噪音是一項挑戰，因爲控制價值遠低於生理或心理的價值。

例如聯邦法規的工作場所噪音暴露值通常藉由 A 加權制定，如

此一來即降低考量整體噪音級的低頻部分；對於在工作場所設置標準而言，使用 A 加權測定聲音信號是不恰當的，這樣做的效果將減少其價值。

在安裝 ANR 系統之代表車廂的案例研究還提出了將重點放在缺乏管制和非管制之間的影響。本文提出了審查噪音評估方法和噪音法規，然後介紹了對於中型貨運，重型貨運和高速客運在機車技師耳朵位置錄得聲音的光譜比較。其研究表示，噪音管制測量的目的是評估某一噪音對健康和安全的影響。以聯邦法規的機車駕駛室噪音量測來說，目前全球均依賴於一個公認的頻率加權，而非健康或安全的影響。不過由最近的低頻噪音對生理和心理影響的調查顯示，許多人對沒有選擇 A 加權評估低頻音環境的健康及安全的影響感興趣，這將有助於尋求一些其他模式的看法。此外，ANR 系統可以為機車駕駛室中低頻和低頻音調主導之環境提供重要的室內減噪，但如果貧乏的聯邦法條持續發生降低考量整體噪音級的低頻部分影響時，則普遍接受 ANR 系統的速度將變慢。

10.8 月 24 日(星期一)15:40-預測軌道交通與地面振動剪力波速度分布 (Prediction of Rail transit Ground vibration with Shear-Wave Velocity Profiles) (美國)

聯邦公共交通管理局建議環境影響評估中有關從軌道交通系統經由地面傳播的噪音和振動的測試程序，這些程序的概念是藉由土壤介質傳播振動的線源反應 (LSR)。藉由將 1/3 倍頻帶轉換為力和速度，進而衡量其之間的流動性，反應並回歸到距離之上，再利用積分方式計算出代表火車之線源反應。作者基於地震波速度的垂直分佈進行了傳遞函數之數值計算，同時還開發了影響環境分析中軌道交通振動的一個數字；該方法採用了地震反射模擬和測量速度分佈，以常數 Q 值假設這方面的功耗。

鐵路運輸系統地面振動產生的頻率範圍大約是 8~ 80Hz，同時通過測量所得之地震波速度剖面得知，第一次到達的剪力波和壓縮波在更高頻率，剪力和擴張係數因此可能靠使用常數 Q 值模擬的發散關係而定。

地震反射模擬已經採用作著和其他從鐵路運輸來的地面振動預測。根據土壤和軌道的交互作用，列車產生地面振動的範圍大約在 20~ 250Hz，但典型的峰值約為 50Hz。高頻振動的衰減通常在較遠的距離，因此低頻振動的主要關注的仍然是在遠距離，經過適當調整波傳播數值模擬，以提供遠距離反應估算的方法。

所有用於壓縮和剪力的地震反射模擬，其垂直異質性土壤的輸入參數包括土壤密度和彈性係數，這些可以基於從土壤鑽孔調查所得縱向地震波，其為第一次抵達或階段抵達的剪力波和壓縮波速度獲得。一般而言，地震檢波器的頻寬約在 10~250Hz 之間，其上下限值取決於土壤性質。由於地震檢波器的數據篩選能力極強，因此在高頻率的剪力和膨脹係數可以由剪力波和壓縮波速度測定，而問題預測集中在較低的頻率。

本文討論了地震波發散作用和假設必須利用垂直地震剖面速度預測火車的地面振動，包括一些實測比較及地面振動反應預測。根據其研究表示，影響因子 Q 值和地面振動反應中地震速度發散數值預測，在“高速”土壤(如過壓密冰磧物)的低頻部分造成重大影響，對於 Q 值在 5 至 10 的沖積土，其結果將是更加明顯。也就是說，在估計誤差比較上，高 Q 值土壤對照於其他土壤，其在低頻的發散影響相對較少，而低 Q 值土壤發散作用將更為顯著。另一方面，估計剪力和壓縮係數應該說明了地震測量系統的反應與低 Q 質土壤的發散作用是有關的。使用簡單的回歸分析推斷近場短偏移去反應大偏移，對於遠距離的預測可能導致不切實際的結果；因此，地震模擬對於遠距離的推斷可能是有價值的，特別是經由近程

振動反應數據來校準的地震模擬。此外，另一種垂直地震剖面分析是表面波譜法（SASW 法），該方法提供了估計土壤的剪斷剛性和損耗因子作為函數屬性的可能性；SASW 法正是精確數值預測及異質性土壤所需的資料，也許可以實現改善土壤的特性及改善測量和預測之間的反應。

11.8 月 24 日(星期一)16:40-預測地面列車的振動傳播使用振動試驗 II：效應的振動背景衡量流動性轉移

(Prediction Ground - Borne Train Vibration Using Vibration Propagation Testing II : Effects of Background Vibration on Measured Transfer Mobility)
(美國)

從振動傳播測試所獲得之經驗數據是預測北美鐵路傳輸系統所產生之地面振動所不可或缺之要項；而背景振動對於測試數據是否正確則將有很大的影響性。在實務經驗上，量測振動源與受體點間之傳遞動性(transfer mobility, TM)為一重要項目，因為其將被用來預測鐵路系統運行所產生的地面振動。其量測過程包括使用脈衝器去產生振動訊號，並量測受體點的振動脈衝，其所施的力與反應之間的關係即稱為傳遞動性(transfer mobility, TM)；若其結果具一致性，即代表受體點的反應與輸入的力呈現線性相關。伴隨著傳播路徑而造成衰減的增加或受體點背景振動的增加，則所量測到之結果將變差，此情形將反映在 TM 一致性減少的情況上。

為了解受體點的背景振動如何去影響傳遞動性(transfer mobility, TM)，作者假設受體點的背景振動將會增加所量測到的 TM，如此將導致高估火車運輸時所造成之振動。為驗證此一假設，乃挑選一在具有較低背景振動之地點的 TM 來做測試，並在原始訊號中加入不同強度的隨機噪音去重新計算 TM 值；之後與未加入隨

機噪音的 TM 做比較，以了解背景振動如何影響 TM 之量測，探討在不同的噪音層級、不同的衝擊(impact)與不同的噪音乘數(Noise Multipliers)下，所獲得的一致性(coherence)與 TM 情形。

根據實驗結果顯示，噪音的增加會導致 TM 增加並減少一致性，而藉由落錘(dropped weight)方式所產生的振動訊號在較高頻與較低頻下具有較少的能量，因此在較高頻與較低頻下此種現象更顯著。

假設受體點的背景振動將導致 TM 的高估，在本文獻中已獲得證實。結果顯示：即使在環境中反應訊號小於周圍的振動，如果有足夠數目的衝擊(impact)，就有可能得到正確的 TM。要得到正確的 TM 所需要之衝擊數目決定於訊號噪音比，當訊號噪音比減少，所需的衝擊數目隨之增加。此分析與任何量測皆有關係，例如：當反應訊號被背景振動遮蔽時(如：量測距離大於 50 公尺、在室內量測、在交通繁忙的道路量測)，此分析證實了在此類環境中量測的 TM，將是 TM 值的上限。對於如何獲得有效之 TM 數據，文章中也提供指導方針：

- (1)當一致性大於 0.3 時，量到具有 20 個衝擊的 TM 將與真正的 TM 差 2~3 分貝左右。
- (2)如一致性小於 0.3 時，量到的 TM 將大於真正的 TM；在低頻率或高頻率狀況下，甚至超過 20 分貝之多。
- (3)當周圍振動遮蔽了反應訊號，增加衝擊的數目將增加 TM 估計的正確性。

12.8 月 25 日(星期二) 09:20--現場測量低頻噪音和陳情人的反應 (On-site measurement of low frequency noise and complainant's responses) (日本)

所謂「聽覺閾值」(hearing threshold)是指在 50%的機會中，

個體能聽到的最小聲音的音量。由最近有關低頻聲音的調查顯示，在該地區有許多源自低頻聲音的聽力閾值陳情案件。

據研究發現，在老化對閾值的影響上，相較於高頻來說，低頻的影響較小；對於老年人來說，儘管他們在高頻部份有著聽力損失，但在低頻部份則仍保持良好的聽覺靈敏度。典型的低頻聽覺閾值測量標準誤差約為 5~6dB，而這個個人閾值的差異表示，有可能是對於低頻聲音敏感的人在正常聽覺閾值下也可以察覺到低頻聲音；此外，生理的特點如耳鳴等，也影響了低頻噪音的檢測。

以上種種的個別因素皆干擾了陳情原因的判斷，究竟陳情的原因是低頻噪音亦或是他們的生理狀況。因此，要釐清陳情反應、低頻噪音環境和找到該住宅之低頻噪音源就變得非常困難。而且，對於陳情而言，一般短期內的現場測量是沒有辦法給予足夠的解釋，因為我們無法掌握被懷疑的噪音出沒的時間點。因此，有必要對低頻噪音和陳情反應，進行長時間的現場同步評估和測量。

有幾項研究調查是透過實地量測錄製低頻聲和陳情人反應，來研究二者之間的關係；結果顯示，當我們在評估低頻陳情案件時，現場測量噪音和長期反應是必須的作為。一般來說，一些 1/3 倍頻帶的標準和正常的聽力閾值，已用於判定陳情案件中低頻成分的影響。但是，絕對位準標準的意義取決於陳情人的感性及其他因素(如噪音環境狀況)；因此在許多情況下，引起陳情的低頻聲音往往低於標準；因此，以陳情人反應為方向的現場測量和分析是重要的。而對於聲音屬性連同陳情人的反應而言，在找出產生影響低頻成分上的觀測時間序列變化可能是有用的。此外，在陳情人反應和聲音屬性之間的定量關係，將對陳情案件的量測結果，提供更有說服力的解釋。

對於低頻噪音和陳情人反應進行現場同時測量和評估的方法研究早已行之有年。為了瞭解人們受到低頻音環境帶來困擾的原

因，因而開發出一個對低頻噪音和煩惱反應之現場量測系統。該系統可以對 5 個頻道進行 FFT 和 1 / 3 倍頻帶分析，並且有足夠的頻率分辨率；而其中四個頻道分析用於室內噪音量測，另一個則對戶外量測。在測量過程中，陳情人還可以操作開關，俾利於當陳情人發現目標噪音開始和結束時，可對目標噪音進行量測。這個系統的優點是我們可以很容易找到陳情人主觀反應事件的噪音和其噪音物理特性(如時間趨勢和頻率特性)之間的關係，而且於噪音量測過程中還同步收集陳情人的反應。開發的系統也提出了幾種方法來找到造成煩擾的主頻率和主要聲壓級頻譜，該方法還可就聲音物理屬性和陳情人反應之間的關係產生量化(相關係數及反應百分比)，本文即說明了系統開發和量測結果的例子。

13.8 月 25 日(星期二) 09：40--個體對於低頻噪音感覺的差異 (Individual Differences in Low-Frequency Noise Perception) (丹麥)

大部分的環境噪音是低頻的性質，所以人類在低頻聽力的相關知識是很重要的，以防止不良噪音的影響。爲了了解人們對給定的噪音的可能反應，承認現有個體靈敏度的差異是非常重要的。從標準化的數據(如聽力閾值在 ISO 389:2005 和等響度級曲線在 ISO 226:2003)可以看出聽力的敏感度變爲朝向較低的頻率，並似乎遵循平順的單調曲線。由於這些標準是根據平均數據來的，有一種可能的假設就是隨機取樣下之正常人的聽力會類似這些形狀曲線。但是，最近的非侵入性測量的傳遞函數(耳道和基底膜的壓力差也被稱爲向中耳傳遞函數(FMETF))顯示出了共振特性，其看作下降(近 45Hz)和峰值(接近 60Hz)，斜率增加約 6dB / 倍頻帶的頻率。這一 FMETF 變化的斜率歸因於螺狀體(helicotrema)的分流效應，其爲在非常低的頻率的壓力，藉由耳蝸管的上下方之間的缺口，使其

壓力相等。如果這一顯著的共振特性是正常聽力的一部分功能，我們可以從標準曲線 ISO 389-7:2005 和 ISO 226:2003 假定每個人有一個狹窄的頻率範圍，在這個狹窄的頻率範圍的敏感性較高，另一個地方是低於預期。為了探討如果在 FMETF 發現的共振特性正在影響靈敏度以及低頻率的聲音的看法，乃進行 FMETFs 和 ELC 各個項目的量測和比較。

初步研究已經進行，以便查看共振特性是否有此客觀衡量的功能，而且是否也同樣出現在知覺的數據中。藉由優良的頻率解析度 (20 Hz ~100 Hz) 對 FMETFs 和 ELC 進行五項受測項目的測定。對於 FMETF 的這 5 項受測項目已進行了在每個耳朵範圍 20-250 赫茲的測定，聽力閾值和等響度級曲線也在同一頻率範圍進行測定。

這 5 項受測項目在各自的 FMETF 都有各自的共振特性，其共振特性的下降和峰值存在實際頻率的差異，峰值的變化在其中一項受測項目 45Hz 至另一項受測項目 70Hz 之間；而這些差異很可能是因為身體在耳蝸的實際差異，就相同主題其左、右耳的 FMETF 是相似的。

對於前述兩個論題，在 ELC 可以看出一個明確的共振特性，但另一個論題並沒有明顯的數據。標準等響度級曲線的斜率在共振特性的頻率區域間變化，但是只有兩項受測項目有明確的共振特性在他們的 ELC。這意味著，對這些受測項目耳蝸的非線性處理補償了低頻的共振。看來在實際感知是有著個別差異的，而且是沒有反映在 ISO 226 標準等響度級曲線上。承認這些個體的差異是非常重要的，因為他們可能有助於解釋為什麼有些人討厭的低頻聲音其他人卻聽不見。為了歸納更具體的結果，是需要對更多項目再進行更深入的研究。

14.8 月 25 日(星期二)10：00-分析鍋爐房的低頻噪音

(Analysis of annoying low frequency noise boiler-rooms)

(斯洛伐克共和國)

低頻聲音其定義為具有頻率低於 160Hz 的聲音。低頻聲音總是隨時環繞在我們的四周，但隨著人們的對低頻音靈敏度的差異，並不是所有人都能察覺到低頻音的存在。可是當低頻噪音干擾到我們的日常生活時，問題就產生了。根據調查顯示，受訪者對於低頻、中頻及高頻聲音的影響都有著不同的看法。因此更需要詳細調查使民眾感到困擾的低頻聲音來源及傳播條件。

鍋爐或鍋爐房是一個重要的低頻噪音來源，為此作者乃針對設在住宅區的鍋爐或鍋爐房進行音能傳輸條件和低頻噪音增加之研究。研究首先調查公寓住家其室內及室外鍋爐房(廠)的聲音傳輸能量，跟著提出對於這類鍋爐房(廠)的低頻噪音防制措施。最後，同時提出如何有效地評估低頻噪音。

研究顯示，高強度的低頻噪音或低頻振動有一種建築結構共振發展的傾向。鍋爐或鍋爐房的低頻噪音和振動，不但容易透過建築結構進行傳遞，且可傳輸至距離很遠的地方。建築物中若含有低頻噪音和振動，容易降低建築物使用者的舒適度與工作能力。在防制工作上，對於鍋爐或鍋爐房機具設備的定期保養維修，並且使用適當的防音設施則可以大幅降低噪音的強度。而評估室內的低頻音環境，可使用噪音評價曲線或平衡噪音標準曲線來進行。

15.8 月 25 日(星期二)10：40 風力發電和噪音 (Wind Farms and Noise) (加拿大)

本文為加拿大安大略省環境部門(Ontario Ministry of the Environment)所提出之風力發電設備噪音及各國相關風機噪音管制情形進行回顧。提出目前各國之風力發電機組管制方向多考量不

同風速影響下之噪音限制值，且考量與環境背景噪音之差異影響。各國現行使用之指標亦有所不同，多以 LAeq or LA90, 10 min. 為評估指標，其各國之噪音限制值多在 35~50dB(A)間。

同時針對加拿大安大略省之風力發電設施噪音管制進行說明，其加拿大現行針對風力發電設施之噪音管制方法為考量 10 米高處之不同風速下，針對鄉村地區及都會地區訂有不同之噪音管制值，如下表所示。

加拿大安大略省風力發電噪音管制表

Table 1: Ontario Noise Assessment Limits

Wind Speed (m/s) @ 10 m height	4	5	6	7	8	9	10	11
Wind Turbine Noise Criterion (Rural Areas)	40	40	40	43	45	49	51	53
Wind Turbine Noise Criterion (Urban Areas)	45	45	45	45	45	49	51	53

此篇文章中同時亦有安大略省環境部門所進行之風機噪音量測之時間變化及頻譜變化說明，以其量測結果影響顯示風機噪音在 31.5 Hz 下最大噪音值可達 62.5 dB(A)。並於此文中彙整國際上對於風機低頻與對人體健康影響之相關文獻。

16.8 月 25 日(星期二)11:20 風力發電機噪音標準和規章指導之趨勢 (Apparent Trends in Wind Turbine Generator Noise Criteria and Regulation Guidance) (美國)

本文主要說明在美國，大型替代能源如風力發電機設施計畫中需針對環境影響評價實踐與允許的過程提出適合規劃，其主要考慮需能隨國家，縣和自治市而變化的適用的噪音法律，法令和規章。有時，規章包含噪音門檻。這篇文章從多種國際來源評論相關風力發電機設施的適當噪音管制標準和管制趨勢的兩個議題。

其文章中針對現行各國所用來進行風機噪音管制的指標進行彙整，包括：Leq, Lmax, L10, L50, L90 等，並指出需同時考量包括頻譜、純音等影響，而風機噪音亦同時受量測點環境影響背景之定義。本文出提出美國目前各州對於風力發電設施噪音管制所使用之指標與管制標準外，亦針對目前各國際上之管制情形進行彙整，分析各國目前針對風力發電機之管制作業上多以 L90 作為背景音量之評價指標，同時多以背景影響量增量 5 dB(A) 作為管制值。另以固定管制值標準進行管制者，則多使用 Leq 為指標，其管制標準多訂在 35~45 dB(A)間。

本文中亦提對風機噪音之低頻噪音影響進行討論，提出低頻噪音之管制值應可以 C 加權之 Leq 與 A 加權之 L90 兩者大於 20 dB 或最大值需小於 50 dB(C)作為管制限制。

17.8 月 25 日(星期二)13：20 替代能源工業噪音問題的概述 (Overview of Noise Issues in the Alternative Energy Industry) (美國)

本文主要針對現行各種先進發展中之替代能源之噪音問題進行概述，包括：水電，地熱，海洋熱能，太陽熱，太陽光電，以及風能等。除先回顧於美國境內目前各項大型替代能源發展情形與分佈情形進行說明，並分析其各項替代能源發展之比例。本文同時亦彙整美國境內大型電廠及相關大型發電設施之噪音源聲壓值，如表 2 所示，並指出以大型風力發電設施而言，其標準化為 100 MWe 之電廠，其所產生之噪音聲功率值約為 120 dB(A)。

表 美國境內各項大型替代能源噪音聲功率分析表

Table 1.
Comparison of Estimated Overall A-Weighted Sound Power Levels (dBA) for Various Types of Equipment and Power Plants (Normalized to 100 MWe Plant).

Type of Equipment and Plant	LwA (dBA)*	Notes
<u>Coal Delivery Equipment (also have ash handling equipment - precipitators, trucks and dozers)</u>		
Coal Car Shakers (w/modest bldg.)	122	
Rotary Car - Open	119	
Rotary Car (w/enclosure)	111	
Bucket Ladder Unloaders	114	
Clam Shell Unloaders	120	
Coal Transfer Towers	116	
Coal Crushers (w/ bldg.)	93	
Coal Mill (w/ bldg.)	82	
<u>In Buildings</u>		
Large Boilers	77	
Large Axial and Centrifugal Fans	90	
Small Feedwater Pumps	81	
Large Feedwater Pumps	93	
Large Steam Turbine Generators	84	
Compressors	86	
Building Ventilation Systems	90	
<u>Heat Exchangers</u>		
Mechanical Draft Cooling Towers	101	
Air-Cooled Condensers (ACCs)	96	
Transformers (common to all)	96	
<u>Plant types normalized to 100 Mwe (w/o heat exchangers and transformers)</u>		
Coal-Fired Plant	103 to 123 (w/coal delivery)	add heat exchanger & transformers
Diesel Engine Simple Cycle Plant	103	add transformers
Gas Turbine Simple Cycle Plant	100	add transformers
Gas Turbine Combined Cycle Plant	94	add heat exchanger & transformers
Gas Turbine Combined Cycle Plant (w/quite significant treatment)	89	add heat exchanger & transformers
Nuclear	90	add heat exchanger & transformers
Hydroelectric	<80	add transformers
Geothermal	<100	add heat exchanger & transformers
Ocean Thermal	<85	add transformers
Biomass & Waste	103 to 114 (w/fuel delivery)	add heat exchanger & transformers
Landfill Methane Gas Capture	103	add transformers
Solar - Vapor Cycle	<85	add heat exchanger & transformers
Solar - Photovoltaic	<<80	add transformers
Wind - 100 MWe (whole project)	120	add transformers
Wind - 7.5 MWe (estimate effective at a receptor)	109	add transformers
*A-weighted sound power level normalized to 100 MWe plant (w/typical noise mitigation treatments).		

18.8 月 25 日(星期二)13:40 風力發電機噪音診斷 (Wind turbine noise diagnostics) (加拿大)

本文主要針對風力發電機設施之噪音特性進行摘要說明，指出風機的尺寸成爲其噪音影響診斷特別困難之主要影響因素，並指出其因轉子葉片的向下旋轉所造成之噪音影響爲主要噪音，其預測值之影響值可由 1 dB 至 6 dB。其指出風機的聲學類似於傳統的螺旋槳噪音。有鑑於與空氣力學與氣流上移動所造成之聲學影響，這篇文章主要在描述考慮風輪

機的獨特的特徵時與聲音產生的物理學一致的一個簡單的來源模型。

19.8月25日(星期二)14:20 加拿大安大略省對於風力發電計畫噪音評價指標之最新發展說明 (Recent Developments in Assessment Guidelines for Sound from Wind Power Projects in Ontario, Canada, with a Comparison to Acoustic Audit Results Using the Noise Perception Index for Assessing Wind Turbine Noise) (加拿大)

本文針對加拿大安大略省環境部門(Ontario Ministry of the Environment)對於其境內風力發電計畫之噪音評價提出最新發展說明，其以國際標準--ISO 9613 和 IEC 61400-11 為原則，考量風速及風機聲功率與背景影響情形進行噪音評價方式之說明。其提出現行之噪音管制準則為進行以均能音量指標(L_{eq})並配合地上 10 米處之風速值進行管制值之修正，建議未來應朝向以背景音量影響增減 5 dB(A)之方向進行修正，如下圖所示，並透過與民眾諮詢溝通進行檢討。

Figure 1: Summary of Provincial Sound Level Limits

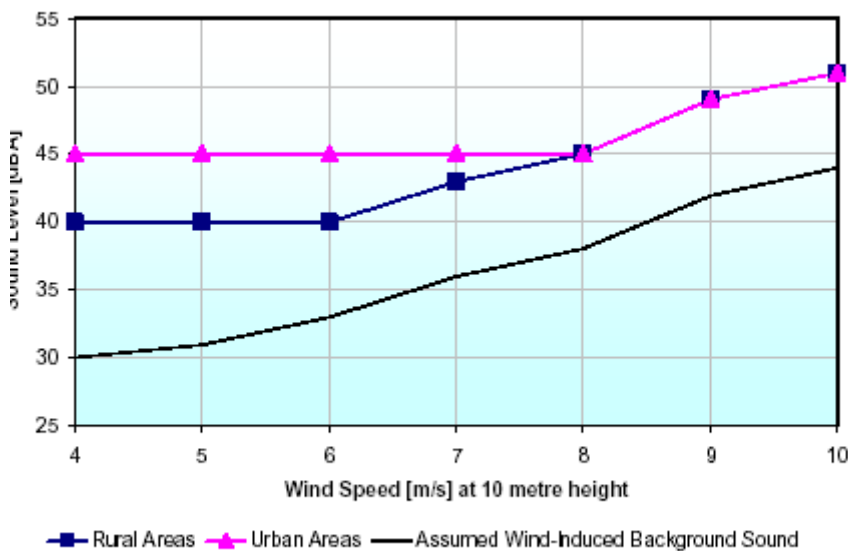


圖 加拿大安大略省環境部門提出之風機噪音管制圖

20.8月25日(星期二)15:00 以噪音感知指標作為風力發電計畫噪音評價 (Using the Noise Perception Index (NPI) for assessing wind turbine noise) (美國)

本文針對美國境內之風機噪音提出以噪音感知指標(Noise Perception Index, NPI)作為進行風力發電設施計畫之噪音管制評估方法。針對 NPI 之內容進行說明，並以其維吉尼亞州相關風機量測研究資料提出 NPI 之主要評估指標說明。

其使用 NPI 指標進行風力發電設施之噪音評價時，其建議量測期間至少進行一週之長期量測作業，並以每小時之 LA90 為評估指標，而噪音影響則以與環境影響增量 3 dB(A)為評價標準。並以其美國實例說明噪音感知指標(NPI)之評估方法與程序。

21.8月26日(星期三)09:20 實地測量和主觀評價在東京及其周圍車站的聲學環境 (Field Measurement and Subjective Evaluation of Acoustical condition of Railway station in and Around Tokyo) (日本)

近年來在日本的火車站多出一項功能，就是提供旅客一個駐足的場所，例如餐廳和商店。為了使這些設施具有吸引力以及改善車站的舒適度，日本學者認為需要去對車站的音環境加以評估，以改善車站的舒適度。

為提高車站舒適度，車站已經配備了無障礙設施如自動扶梯和電梯，而車站的舒適度乃是由幾個因素所構成，也包含著車站音環境，但過去並沒有仔細考慮去改善音環境。

為了解旅客對於車站舒適度的感受，作者乃於 SN 車站大廳進行“在這個車站大廳什麼是你覺得最重要的舒適度因素？”的調查，調查同時大廳的噪音值約為 68 分貝。調查結果顯示，“視覺因

素”如清潔或天花板的高度等排名第一，而“噪音因素”約佔 20%，這是排名第二的答案。因此，我們可以知道，在車站大廳舒適度的評估上，音環境是一個重要因素。

車站內有著許多的噪音源，如火車、乘客和廣播系統。此外，許多車站通常使用聲學反射材料(如瓷磚，金屬板和石膏板)進行裝飾、也因此造成許多車站的噪音值高、混響時間長，影響了旅客聽取廣播系統宣布內容的清晰度。

作者為了解車站的音環境及民眾感受度，乃對在東京及其周圍車站的音環境進行客觀的實地測量和主觀評價試驗，結果歸納如下：

- (1)在東京及其周圍車站大廳之 $L_{eq}(10min)$ 差不多在 60 dB(A)至 70dB(A)。
- (2)在有使用吸音材料的車站大廳其混響時間為 1.5 秒~1.7 秒；而未使用吸音材料的車站大廳其混響時間則超過 2.0 秒。
- (3)有關民眾感受度主觀評價試驗的結果是：
 - A. 選擇“有點安靜”的情況下噪音值約 60dB(A)；
 - B. 選擇“尚可接受”的情況下噪音值約 65 dB(A)；
 - C. 選擇“有點吵”的情況下噪音值約 70 dB(A)。
- (4)有關聽力困難測試主觀評價試驗的結果是：
 - A. 在噪訊比為 0dB 時，60%的受測者認為有聽力上的困難；
 - B. 在噪訊比超過 7dB 時，幾乎所有的受測者都認為聽力上的清晰度良好。

22.8 月 26 日(星期三)10:00 初步擬訂中華民國醫院及圖書館室內公共場所音量建議值 (The Establishment of Measurement Standards and Evaluation Indicators for Noise Quality at Hospitals and Libraries in Taiwan) (我國)

醫院及圖書館不但為民眾最常接觸的室內公共場所之一，使用

者年齡層分布也較為廣闊。我國為確保民眾享有環境安寧之權益，於全國 45 處醫院及 25 處圖書館進行室內音量量測，並於量測同時進問卷調查（醫院共 1,408 份，圖書館共 494 份），同時進行頻譜分析，確定易發生噪音源類型、分布及音量影響。最後，初步擬訂醫院及圖書館室內公共場所音量建議值（醫院 $L_{Aeq}(hr) = 60dB(A)$ 、圖書館 $L_{Aeq}(hr) = 50dB(A)$ ）及量測方法，再藉由宣導手冊及推行寧靜標識，以降低醫院及圖書館室內音量。



inter-noise 2009		2009 August
Innovations in practical noise control		Ottawa, Canada
PROVINCES I	WEDNESDAY, AUGUST 26	
	PUBLIC SPACE ACOUSTICS	
09:00	Effect of Noise and Reverberation on Sound Localization of Acoustic Guide Signal for Visually Impaired Persons in Public Spaces	Hiroshi Sato, Masayuki Morimoto, Hayato Sato
09:20	Field Measurement and Subjective Evaluation of Acoustical Condition of Railway Station in and Around Tokyo	Yasuhiro Izumi, Hiroshi Sato, Hayato Sato, Masayuki Morimoto
09:40	Acoustical Characteristics in Ground and Underground Railway Station with Different Platforms	Yoshiharu Soeta, Ryota Shimokura
10:00	The Establishment of Measurement Standards and Evaluation Indicators for Noise Quality at Hospitals and Libraries in Taiwan	I-Chuan Lin, Ching-Shi Yang, Yei-Rui Hsieh, Hui-Chen Chien, Li-Chung Chou
10:20 - 10:40	BREAK	
10:40	Auralization for Public Spaces	Jonah Sacks

2009.08.26 簡報會場、會議議程及與國外與會專家合影

23.8月26日(星期三)11:00 愛爾蘭依 2002/49/EC 指令之噪音地圖及行動規劃 (Noise Mapping and Action Planning in Ireland under Directive 2002/49/EC) (歐盟)

本文主要說明歐盟各會員國目前依據 2002/49/EC 指令進行噪音地圖繪製作業，指出各會員國於 2007 年需進行首次策略性噪音地圖之繪製作業，並於 2008 年進行首次噪音地圖行動規劃草案，本文並針對各會員國進行噪音地圖繪製作業之時程進行說明，如圖 2 所示。

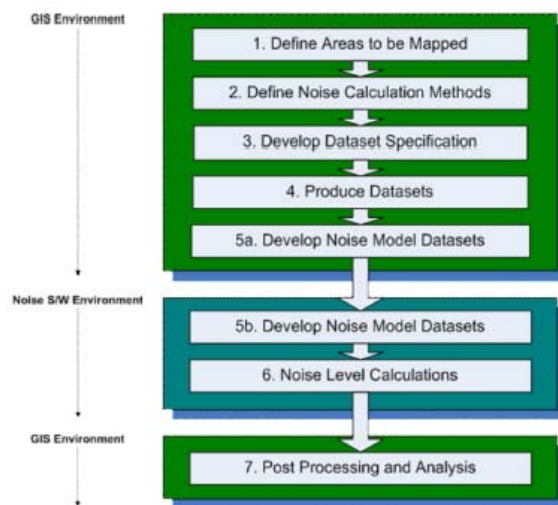


Figure 1: Overview of noise mapping process

噪音地圖繪製程序概述

24.8月26日(星期三)11:40 與噪音行動規劃相關之噪音地圖分析程序 (Procedures to Analyze Noise Maps in Connection with Noise Action Plans. Procedures to analyse noise maps in connection with noise action plans) (德國)

本文主要針對已完成首次噪音地圖繪製之地區，將進一步進行行動規劃草案時，可使用地理資訊系統(GIS)配合相關模擬軟體進每資料分析及建立相關資料庫之規劃，如影響建物數與面積，建物樓層數，建物型式，住宅區人口數等分析。並於本文中以實例進行行動規劃草案之相關分析作業及分析結果，以建物數與不同噪音影響等級進行分析。

參、心得與建議

一、心得

(一) 國際噪音年會為世界各國產官學界就有關噪音問題，分別以法規及管制層面，邀集世界各國人員舉辦之國際會議，世界主要國家均踴躍參加此盛會共計 625 篇論文於此年會發表，本次出席「2009 年國際噪音年會」，不僅讓世界各國了解「我國醫院及圖書館室內音量噪音現況及

未來管制趨勢」，並將我國今年推動「寧靜標識」之相關成果提供與會國家代表周知，以分享我國推動室內音量品質維護及對民眾教育宣導之方式。會議中我國噪音管制成效及寧靜標識推動成果廣受世界矚目，並有許多國家與會人士向我方請益，希望將相關經驗提供其他國家參考，以維護民眾居家環境之安寧，營造寧適良善之生活氛圍。

(二)有關音景 Soundscapes 之新思維：

【音景】對我國而言為一新穎之觀念，過去我們多藉由噪音值的標準來對噪音進行規範與管制，此乃消極之管制作為，若於整體開發規劃相關建築構造時，即建構令人愉悅的音品景色，則將讓開發案之音景成為都市(或鄉村)的一個新風貌。

過去於開發計畫審議階段，相關的影響評估工作對於噪音多著墨於噪音源之污染防制處理，其必須合乎相關管制標準，國外目前有關整體空間配置、各種音源是否譜出令人愉悅的樂章…等皆投入相當研究。在英國，現已改由源頭面進行思考，亦即如何於開發規劃階段即對聲音或噪音的問題進行處理，而這處理除了噪音源之污染防制工作外，也包括將音景的概念納入城市設計之中，值得我國參考。

(二) 有關低頻噪音之新作爲

民國 81 年 6 月本署發布「噪音管制標準」後，對於民眾受噪音該如何量測及規範已有相關管制規定可以依循，然而執行多年來地方環保單位在執行噪音陳情稽查作業時，也發現了一些問題需要解決，例如許多環保局反應(尤其是都會型環境)對於一些冷卻水塔、馬達及 PUB 營業場所的噪音陳情案件，依照原有的「噪音管制標準」內方法量測結果，多數都能符合管制音量值，當這類案例增多時代表著「噪音管制標準」內容無法達到這類環境的保護目的，必須要進一步的研究調整。經過初步探討後發現，這些場所的噪音源具有頻率較低的共

同特性。

由於「噪音管制標準」是採用 A 加權的評估指標，這也是國際通用的頻率加權，但 A 加權會對低頻音有較多(相對於中、高頻)的衰減，相對地就比較無法評價出這類噪音問題的干擾，因此如要解決這類噪音陳情的稽查問題，就必須在現有的「噪音管制標準」內容另外增加低頻噪音的管制，因此本署在 92 年起即有專案計畫開始針對低頻噪音進行探討。

就我國而言，低頻噪音主要發生源：有壓縮機、送風機、冷卻水塔、引擎、抽水機、輸送帶、鍋爐、冷氣器、洗衣機、冰箱、汽車、鐵橋、隧道、爆發、地震、打雷、風等。此外，個人對於低頻噪音之差異性很大，有可能很多房屋中只有一間有陳情，有可能同一房屋內之居住者中只有一人有陳情，有時不是低頻噪音的問題，是陳情人有耳鳴之故。

在低頻噪音的管制上，本署已逐步針對民眾噪音陳情案件數量排名前幾位的娛樂營業場所、工廠(場)、營建工程等進行低頻噪音管制值的研擬，並自 94 年 7 月 1 日起開始實施低頻噪音管制，96 年低頻噪音總稽查數為 4556 件，不合格件數為 615 件，不合格率為 13.5%，較一般噪音不合格率高出 2.3 倍左右；97 年低頻噪音總稽查數為 6972 件，不合格件數為 459 件，不合格率為 6.6%；98 年 1~3 季低頻稽查結果，總稽查數為 5,053 件，不合格數為 384 件，不合格率 7.6%。低頻噪音管制實施迄今，頗受民眾好評，且低頻噪音陳情案件約較同期減少 2 成左右。顯示低頻噪音確實嚴重影響民眾環境安寧，將其納入管制的方向是正確的。

此外，檢測不合格的營業場所大部分是低頻噪音設施隔音防振墊片未安裝或安裝不恰當，或設施老舊需進行維護，改善大多可符合標準，頗受民眾好評。

(三)有關公共場所音學

隨著社會的發展與生活水準的提高，室內噪音問題已經越來越受到重視。目前，大部分世界各國自身均已頒佈相關的標準、規範，惟我國在這一方面付之闕如；例如日本及美國的圖書館室內音量標準介於 45~50 dB(A)，醫院等候區室內音量標準介於 45~50 dB(A)，室內月台列車進出站室內音量標準介於 80~85 dB(A)，室內車站大廳及月台迴響時間介於 1~1.5s…等。而為提昇我國圖書館、醫院及軌道系統室內公共場所音量品質，本署已於近年進行全國圖書館、醫院及部分軌道系統室內公共場所室內音量測定工作，並提出相關公共場所的室內音量建議值。

於本次會議中，我國與世界各國分享了醫院及圖書館室內公共場所音量建議值的擬訂及【寧靜標識】的甄選、推行活動。其中【寧靜標識】之構思、甄選、成果及推行活動…等，對於與會來賓而言是個相當新穎的作法，會中不斷對此部份的相關細節提出詳細的詢問，並就此進行熱烈的討論。

會中日本學者分享了在東京及其周圍車站聲學環境的實地測量和主觀評價研究，而本署今年度亦已對高速鐵路、台北捷運及高雄捷運軌道系統室內車站大廳、月台或聯絡道進行了室內音量測定；藉由比較二者之研究結果發現，在室內音環境的情況極為相似：

1. 車站大廳之 $L_{eq}(10min)$ 差不多都在 60 dB(A) 至 70dB(A)。
2. 在東京及其周圍車站，有使用吸音材料的車站大廳其混響時間為 1.5 秒~1.7 秒；而東京及其周圍車站與我國台北捷運臺北車站、高速鐵路桃園站，屬未使用吸音材料的車站大廳，其混響時間則超過 2.0 秒。
3. 有關車站噪音現況民眾感受度的結果是：
 - (1) 選擇“普通”的情況下噪音值約 60dB(A)；
 - (2) 選擇“尚可接受”的情況下噪音值約 65 dB(A)；

(3)選擇“有點吵”的情況下噪音值約 70 dB(A)。

但日本另外亦進行了有關聽力困難測試主觀評價試驗，其結果如下所示，此一試驗我國亦可學習，以了解室內場所迴響時間的影響，進而產生一個軌道系統室內場站優良音環境之良性循環。

(1)在噪訊比為 0dB 時，60%的受測者認為有聽力上的困難；

(2)在噪訊比超過 7dB 時，幾乎所有的受測者都認為聽力上的清晰度良好。

二、建議

(一)對於國內已開發計畫案未來可嘗試加入音景的概念並進行研究，以了解將音景概念納入開發設計後，民眾對於其環境音品的感受度。

(二)未來應強力推行「寧靜標識」，期使「寧靜標識」就有如推行以久之禁煙標誌一樣，若能全面張貼於旅客、民眾容易駐足停留之位置，相信定能產生潛移默化之效果，而此舉不但無礙室內之景觀，更能提升業者之企業形象。

(三)未來應持續針對其他室內公共場所音量進行研究，對象包括機場、一般鐵路、客運汽車、學校（含托兒所）各種教室、住宅公寓、辦公室、旅館飯店、餐廳、展覽（示）館、音樂(演講)廳、購物中心、百貨公司、超市…等公共場所，以與世界各國室內噪音管制接軌，提高國人之生活水準。

(四)為了解迴響時間對室內場所音品的影響，進而產生一個室內場所優良音環境之良性循環，未來可嘗試進行聽力困難測試主觀評價試驗。

(五)參與國際噪音年會議可吸取各國相關經驗，同時蒐集現行世界各國相關噪音資訊，以與世界各國接軌。並能將我國經驗與其他國家分享，將國內外資訊進行交流，以提供我國未來研擬噪音管制策略之參考，並找尋未來可能適用我國之政策及最佳管理方案，可因應我國日益增加之噪音問題，以有效解決噪音陳情問題，維護環境安寧。

最後，以美國前總統約翰甘迺迪演講上所說的一段話作為結語----We all inhabit this small planet, we all breathe the same air, we all cherish our children's future!!於現今氣候變遷，全球暖化議題日趨嚴重，環境問題愈趨複雜的情形下，不僅噪音污染，另包括空氣污染、水源污染及土壤污染等情形皆日益嚴重之情況下，人類唯有以資源共享的心胸，來看待並重視環境問題，才能將人類智慧與能力發揮至極限，共同為環境保護而努力，讓我們的下一代有更美好的前途！

附件一-

(一) 論文摘要

The Establishment of Measurement Standards and Evaluation Indicators for Noise Quality at Hospitals and Libraries in Taiwan

To develop recommended values and the grading system for indoor noise quality at hospitals and libraries suitable for the situation of our country, to analyze and investigate the distribution of noise sources easily occurred inside hospitals and libraries and demand self-improvement by the management of respective hospitals and libraries. This project are as follows: Completing indoor noise measurement for hospitals and libraries and developing recommended values of indoor noises for public places suitable for the situation of our country, making reference of the measurement indicators and methods on indoor noises for public places adopted by foreign countries, during which the work conducted include: 1) measurement of indoor noises for libraries and hospitals, of which the results showed that for hospitals, 46% comply with $L_{Aeq(hr)}=60\text{dB(A)}$ and 42% comply with $L_{\text{日}}=60\text{dB(A)}$ while for libraries, 54% comply with $L_{Aeq(hr)}=50\text{dB(A)}$ and 52% comply with $L_{\text{日}}=50\text{dB(A)}$; 2) analysis of questionnaire survey in conjunction with noise measurement; 3) recommendation of indoor noise limits for libraries at $L_{Aeq(hr)}=50\text{ dB(A)}$ and for hospitals at $L_{Aeq(hr)}=60\text{dB(A)}$. Completing data collection and field investigations, to determine the distribution of noise sources easily occurred inside hospitals and libraries, during which the work conducted

include: 1) identifying moving noise sources at hospitals as being wheelchairs, hospital beds, medical record trolleys, uproarious noises, talking noises, cellphone rings, kids playing, nurses running, medical professionals calling for patients, and fixed noise sources as being drinking machines, interior air conditioners, printers at registration offices, number calling, paging and television, elevator arrival reminders, medical professionals meeting rooms and nursing stations; 2) identifying moving noise sources at libraries as being talking noises, cellphone vibrations (rings), book trolleys and walking noises, and fixed noise sources as being moving of desks/chairs, opening/closing of doors, air conditioners, restrooms, drinking machines and turning pages of newspapers; 3) holding consulting meetings to collect opinions from all walks of life; 4) measuring the low frequency noise levels (20 ~ 200 Hz, $L_{eq, LF}$) at the 8 DOH hospitals as between 30.7 and 38.8 dB(A), which comply with the noise control standards; 5) identifying the most noisy departments at hospitals as being the Department of Laboratory Medicine, the Department of Traditional Chinese Medicine, and the Department of Pharmacy.

(二) 論文全文

Ottawa, Canada
INTER-NOISE 2009
2009 August 23-26

Proposal for Recommended Values of Noise Level for Indoor Public Places in Hospitals and Libraries of the Republic of China (Taiwan)

I-chun Lin¹, Ching-Shi Yang, Yein-Rui Hsieh, Huichen Chien, Li-Chung Chou
Department of Air Quality Control and Noise Control
EPA Office
Taipei, Republic of China (Taiwan)

ABSTRACT

Hospitals and libraries are among the most frequently visited indoor public places by the public, of which the age distribution is comparatively wide. In order to ensure the rights of the public to enjoy a tranquil environment, we conducted indoor noise measurements for 45 hospitals and 25 libraries around the country. In the meantime, we also conducted a questionnaire survey (1,408 interviews for hospitals and 494 for libraries) and spectrum analysis in order to determine the sources, distribution and impact of the noises. Finally, the recommended values of noise level for indoor public places in hospitals and libraries were proposed (for hospitals, $L_{Aeq}(hr) = 60\text{dB}(A)$; for libraries, $L_{Aeq}(hr) = 50\text{dB}(A)$), the measurement methods were explained, and a publicity and education manual and a quietness mark were introduced in order to reduce the indoor noise level in hospitals and libraries.

1. INTRODUCTION

As a country with a well-established National Health Insurance program and lots of hospitals, it is comparatively inexpensive and convenient to go to the hospital for medical advice in our country. As a matter of fact, people in our country are used to go to a hospital for medical treatment. Talking noise is one of the main noise sources in hospitals. Libraries are popular places for people to read books and newspapers so it is more

¹ Email address: iclin@sun.epa.gov.tw

necessary to maintain a quiet environment in libraries. Old large-size air conditioning equipment, vibrating/ringing of mobile phones and talking noise form the common noises in libraries.

2. Noise level determination and recommended values for noise control in indoor public places

2.1 Measuring method

2.1.1 Sound level meter

The sound level meter used in this measuring method complies with the CNS 7129 Type I and IEC 61260 Class 1 standards.

2.1.2 Measuring method

1. Usage of the sound level meter

(1) Hearing correction loop: A-weighted

(2) Dynamic quality: Fast mode

(3) Measuring time: every hour and last for 24 hours

2. Location of the sound level meter and number of measuring points

(1) When taking measurements in a room with an area ≤ 30 m² (error tolerance: +10 m²), choose one measuring point near the center of the room and keep it at least 1 meter away from any reflection surfaces. The doors and windows of the room should be closed.

(2) When taking measurements in a room with an area > 30 m² and ≤ 100 m² (error tolerance: +10 m²), choose at least 3 measuring points near the center of the room and keep them at least 1 meter away from any reflection surfaces. The doors and windows of the room should be closed.

(3) When taking measurements in a room with an area > 100 m², choose at least 5 measuring points and keep them at least 1 meter away from any obstacles or reflection surfaces. The doors and windows of the room should be closed.

2.2 Questionnaire findings

1. 1408 respondents for hospitals

(1) Status and analysis of indoor noise level of hospitals

According to the results of the questionnaire survey, 28.5% of the respondents thought that the indoor noise problem of hospitals was not serious, over half of the respondents (56.3%) thought the problem was ordinary, and only 15.3% of the respondents thought the problem was serious. In terms of the indoor noise sources in hospitals, talking noise makes the most noise, accounting for 44.8% of the total noise, among which

29.4% derives from the waiting area and 27.8% from the lobby of the hospital. The second important noise source in hospitals is the clamoring noise, accounting for 30.8% of the total noise. 70.7% of the respondents thought that the sound-absorbing effect in hospitals was ordinary, 11.6% thought the sound-absorbing effect was good, and 17.7% thought the sound-absorbing effect was poor. In terms of soundproof effect, 68.8% of the respondents thought that the soundproof effect in hospitals was ordinary and 17.2% thought the soundproof effect was good. With regard to the indoor echoing, over 70 percent of the respondents (71.9%) thought that there was an echoing problem in hospitals, among which 36.4% thought the problem was not serious, 56.5% thought the problem was ordinary, and only 7.1% thought the problem was serious. In terms of the noise expectation of the public for hospitals, over 30 percent of the respondents (34.7%) expect the indoor area of hospitals to be in a state of quietness.

(2) Impact and analysis of indoor noise level in hospitals

For the duration of the interviews, the indoor sound level was measured as 55.1 ~ 60.0 dB for the bulk of the time, accounting for 30.9%, followed by the 60.1 ~ 65.0 dB sound level range, accounting for 28.8% of the time. In terms of the impact of the indoor noises on the respondents, over 40 percent of the respondents (41.6%) said that they were not bothered by the indoor noises, 51.3% of the respondents thought that the bothering of indoor noises was bearable, and only 8.1% of the respondents thought the bothering was unbearable. With regard to the interference level of the indoor noises, 41.9% of the respondents were slightly bothered by the indoor noises in their thinking and reading while 2.3% felt annoyed with the indoor noises.

2.494 respondents for libraries

(1) Status and analysis of indoor noise level of libraries

According to the results of the questionnaire survey, over half of the respondents (54.2%) thought that the indoor noise problem of libraries was not serious, over 40 percent of the respondents (41.7%) thought the problem was ordinary, and only 4.1% of the respondents thought the problem was serious. In terms of the indoor noise sources in libraries, 28.4% of the respondents thought that talking noise was the main indoor noise source in libraries, followed by vibrating/ringing of mobile phones (23.6%), and then moving of tables and chairs (14.5%). According to the respondents, the noisiest time period was from 8 a.m. to 12 p.m. (55.4%),

followed by the time period from 12 p.m. to 4 p.m. (42.9%). 62.0% of the respondents thought that the sound-absorbing effect in libraries was ordinary and 22.9% thought the sound-absorbing effect was good. In terms of soundproof effect, 58.9% of the respondents thought that the soundproof effect in libraries was ordinary and 23.0% thought the soundproof effect was good. With regard to the indoor echoing, over 60 percent of the respondents (67.7%) thought that there was an echoing problem in libraries, among which over half of the respondents (51.6%) thought that the problem was not serious. In terms of the noise expectation of the public for libraries, over 70 percent of the respondents (74.0%) expect the indoor area of libraries to be in a state of quietness.

(2) Impact and analysis of indoor noise level in libraries

For the duration of the interviews, the indoor sound level was measured as 45.1 ~ 50.0 dB for the bulk of the time, accounting for 32.3%, followed by the 50.1 ~ 55.0 dB sound level range, accounting for 30.2% of the time. In terms of the impact of the indoor noises on the respondents, over 50 percent of the respondents (61.3%) said that they were not bothered by the indoor noises, 36.6% of the respondents thought that the bothering of indoor noises was bearable. With regard to the interference level of the indoor noises, 69.8% of the respondents were not bothered by the indoor noises in their thinking and reading while 27.1% felt a little annoyed with the indoor noises.

2.3 Results of sound level measurement and recommended values

2.3.1 Hospitals

As shown in figures 2.3-1 and 2.3-2, 46% comply with $L_{Aeq}(hr) = 60dB(A)$ and 42% comply with $L_d = 60dB(A)$.

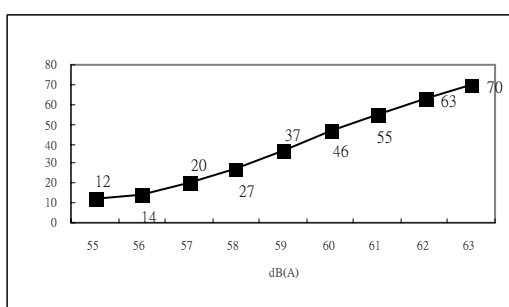


Fig. 2.3-1 Line chart of conformance rate of $L_{Aeq}(hr)$ for hospitals

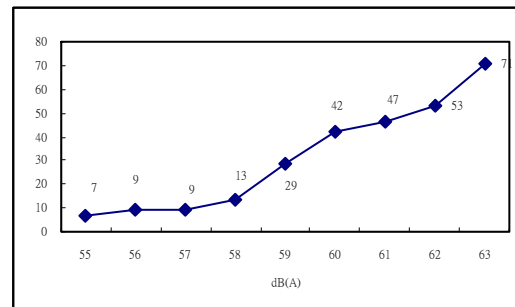


Fig. 2.3-2 Line chart of conformance rate of L_d for hospitals

2.3.2 Libraries

As shown in figures 2.3-3 and 2.3-4, 54% comply with $L_{Aeq}(hr) = 50dB(A)$, 77% comply with $L_{Aeq}(hr) = 53dB(A)$, 52% comply with $L_d =$

50dB(A), and 72% comply with $L_d = 53\text{dB(A)}$.

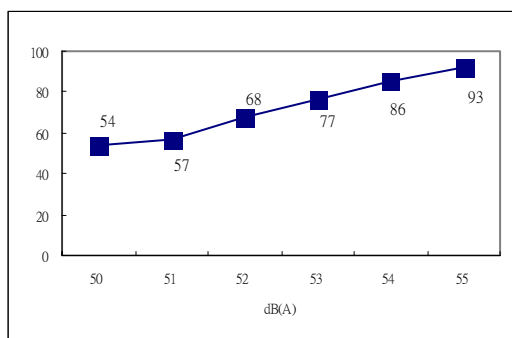


Fig. 2.3-3 Line chart of conformance rate of $L_{Aeq}(hr)$ for libraries

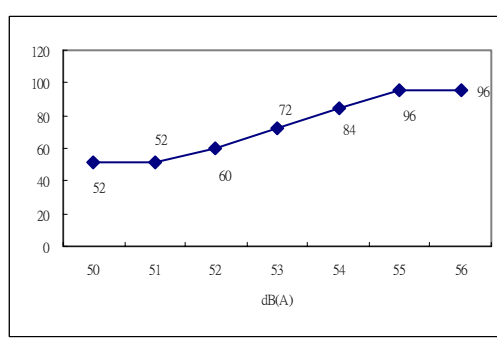


Fig. 2.3-4 Line chart of conformance rate of L_d for libraries

3. Quietness Mark

In March 2009, the Environmental Protection Administration (EPA) made public the “Quietness Mark”, which is composed of a house, a hushing sign and a smiling face, to remind the public of the necessity to keep quiet in public places.

At the same time, EPA made an education film with EPA minister Stephen Shen playing the role of the “Quietness Ambassador” to exhort the public to speak softly in public places.



4 Conclusions and recommendations

4.1 Conclusions

4.1.1 Conduct indoor noise measurements in public service areas and statistical analysis of the results

1. In the public service areas of hospitals, 46% comply with $L_{Aeq}(hr) = 60\text{dB(A)}$ and 42% comply with $L_d = 60\text{dB(A)}$.

2. As far as L_d is concerned, in comparison among public service areas of hospitals in northern, central, southern and eastern areas, those in the central area are the noisiest.

3. L_d in public service areas of hospitals in various areas is directly related to the number of people in the space. Normally, the more the people in the space, the higher the L_d .

4. In the public service areas of libraries, 54% comply with

$L_{Aeq}(hr) = 50dB(A)$ and 52% comply with $L_d = 50dB(A)$.

5. L_d in public service areas of libraries in various areas is directly related to the number of people in the space. Normally, the more the people in the space, the higher the L_d .

4.1.2 Recommended values for indoor noise control in public service areas of hospitals and libraries and their grading systems

1. The recommended value for indoor noise control in public service areas of hospitals is proposed as $L_{Aeq}(hr) = 60dB(A)$.

2. The recommended value for indoor noise control in public service areas of libraries is proposed as $L_{Aeq}(hr) = 50dB(A)$.

3. The grading system for public service areas of hospitals is proposed.

Table 4.1-1 Table of grades of L_d conformance rate for libraries

L_d	Premium grade (Quiet)	First grade (Moderate)	Second grade (Improvement needed)
	Noise level $\leq 45dB(A)$	$45dB(A) < \text{noise level} \leq 50dB(A)$	Noise level $> 50dB(A)$
Number of conforming libraries	3	10	12
Conformance rate (%)	12	40	48

Table 4.1-2 Table of grades of $L_{Aeq}(1hr)$ conformance rate for libraries

$L_{Aeq}(hr)$	Premium grade (Quiet)	First grade (Moderate)	Second grade (Improvement needed)
	Noise level $\leq 45dB(A)$	$45dB(A) < \text{noise level} \leq 50dB(A)$	Noise level $> 50dB(A)$
Number of conforming libraries	23	85	92
Conformance rate (%)	12	43	46

4.1.3 Distribution of noise sources in public service areas of hospitals and libraries

1. Public service areas of hospitals

(1) Space-related: Registration & Cashier, Dispensary, Laboratory Department, waiting areas and Emergency Room (ambulances).

(2) Equipment-related: drinking water machines, air conditioning equipment, printers at the registration office, medical record trolleys, and elevator arrival reminders.

(3) People-related: uproarious talking, mobile phones, kids clamoring, nurses running, medical professionals talking to patients, nursing stations and medical professionals meeting rooms.

(4) Others: concerts (performances), paging and television, number calling, blood donation or other charity activities.

2. Public service areas of libraries

(1) Space-related: sanitation and drinking water facilities, service counters and discussion room.

(2) Equipment-related: drinking water machines, air conditioning equipment, printers, copy machines, coin-op copy machines (printers).

(3) People-related: mobile phones, chatting/talking, kids clamoring, and running.

3. Departments with higher noise level in public service areas of hospitals

In terms of departments of hospitals, the Laboratory Department, Department of Traditional Chinese Medicine, and Department of Pharmacy have higher noise levels with the following reasons:

(1) As a place for samples collection (such as blood drawing and blood pressure testing...etc.), the Laboratory Department is always crowded with inpatients and outpatients of various departments for sample taking. The noise level at the department is relatively higher because of the abundance of people, who are not familiar with the procedures and tend to ask about them in a higher voice. Other noise sources at the department include nurses giving instructions of sampling (due to the abundance of people, they tend to raise their voices) and number calling...etc.

(2) The patients of the Department of Traditional Chinese Medicine are mostly senior citizens, who usually speak in a higher voice (probably due to hearing difficulties or other illnesses).

(3) As a place for prescription pick-up, the Dispensary of the Department of Pharmacy is always crowded with inpatients and outpatients of various departments to receive their prescription. The noise level at the department is relatively higher because of the abundance of people.

4. Frequency spectrum at public service areas of the 8 DOH hospitals

Being almost flat within 63 Hz ~ 1000 Hz octave band, the frequency spectrums at the 8 DOH hospitals are very similar. When the

frequency is higher than 1000 Hz, the noise level decreases gradually. On the other hand, when the frequency is lower than 63 Hz, the noise level increases gradually. The flat spectrum normally includes the voice band. In the lower frequency band, the noises are nearly definitive to have been caused by heating, ventilating and air conditioning systems. The low frequency noise is very common in buildings of various departments and is very likely to be connected to air conditioning systems.

5.Low frequency noise at public service areas of the 8 DOH hospitals.

The $L_{eq,LF}$ (20 Hz ~ 200 Hz) at the 8 DOH hospitals are measured as between 30.7 and 38.8 dB(A).

6.Comparison with WHO standards

When comparing with WHO standards and typical speaking volumes, the measured noise levels are obviously much higher than WHO standards (by at least 20 dB(A) in average) and typical speaking noises (by up to 45 ~ 50 dB(A)), indicating that medical professionals often have to raise their voices to block out the noises and get themselves heard.

4.2 Recommendations

4.2.1 Install noise monitoring alerting systems at the public service areas of hospitals and libraries. When the noise exceeds indicator values, the system will automatically reveal or report the situation to the hospital or library and people on the scene to softly advise them to quiet down.

4.2.2 Actively advise people getting into the public service areas of hospitals and libraries of the things that need their cooperation or attention.

1.Public service areas of hospitals

Talk in a lower voice; Keep quiet; Turn down the ringing volume of mobile phones or switch to vibrating mode; Take heed of clamoring kids; Refrain from running or quarrelling

2.Public service areas of libraries

Talk in a lower voice; Switch to vibrating mode for mobile phones; Move tables/chairs gently; Open/close doors quietly; Turn books and newspapers softly

4.2.3 Propose a recommended value for indoor noise at public service areas of hospitals as $L_{Aeq}(1hr) = 60$ dB(A).

4.2.4 Public service areas of libraries

1.Regarding soundproof facilities: Enhance sound insulation arrangements; Lay carpets; Install sound absorbing panels on the ceiling

2.Regarding space planning: Keep the reading room distant from sanitation and drinking water facilities; Separate the service counter, periodical reading room and general reading room from each other; Arrange a separate discussion room

3.Regarding equipment replacement: Adopt mute electronic buttons for drinking water machines; Use low noise air conditioning equipment; Reduce the noise of computer printers and copy machines

4.Regarding publicity and education enhancement: Turn off mobile phones or switch to vibrating mode; No chatting and talking; Take heed of clamoring and running kids

4.2.5 Public service areas of hospitals

1.Regarding soundproof facilities: Enhance sound insulation arrangements; Lay carpets; Install sound absorbing panels on the ceiling

2.Regarding space planning: Separate registration area and waiting area from each other; Arrange a recreation area

3.Regarding equipment replacement: Adopt mute electronic buttons for drinking water machines; Use low noise air conditioning equipment; Reduce the noise of printers at the registration office; Replace manpower delivery of medical records to each medical treatment room for trolleys

4.Regarding publicity and education enhancement: No clamoring; Reduce talking voice; Turn off mobile phones or switch to vibrating mode; Take heed of clamoring kids; Advise nurses to refrain from running; Advise medical professionals to talk to the patients in a lower voice; Refrain from shouting and yelling near the nursing station

5.Others: Improve the National Health Insurance program to avoid overcrowdedness with patients; Replace soft music for the noisy radio and TV; Turn down the number calling ring

4.2.6 It is advisable to improve public education, stick posters, deliver publicity and education manuals and provide volunteers at the public service areas of hospitals or libraries.

REFERENCES

1. ANSI S3.5-1997. American National Standard Methods for calculation of the Speech Intelligibility Index. Acoustical Society of America, New York.
2. British Standards: BS 8233:1999 Sound insulation and noise reduction for buildings.
3. World Health Organization document: Guidelines for Community Noise(1999).
4. ISO 9568:1993 Cinematography -- Background acoustic noise levels in

- theatres, review rooms and dubbing rooms.
5. British Building Bulletin 93 The Acoustic design of schools.
 6. British Health Technical Memorandum 2045 Acoustics-design considerations.
 7. ISO/CD 10140-5 Acoustics -- Determination of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 5: Qualifications.
 8. ISO 717-1 2006 Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation in buildings and of interior building elements - Amendment 1: Rounding rules related to single number ratings and single number quantities.
 9. ISO 17624: 2004 Acoustics -- Guidelines for noise control in offices and workrooms by means of acoustical screens.
 10. ASTM E413-04 Classification for Rating Sound Insulation.
 11. AS 2107-1987 Acoustics - Recommended design sound levels and reverberation times for building interiors.
 12. AS 2436 Guide to Noise Control on Construction, Maintenance and Demolition Site.
 13. ANSI S12.9-Part 4-2005 Quantities and Procedures for Description and Measurement of Environmental Sound - Part 4: Noise Assessment and Prediction of Long-term Community Response.
 14. ISO 1996-1:2003 Acoustics -- Description, measurement and assessment of environmental noise -- Part 1: Basic quantities and assessment procedures.
 15. ISO 1996-2:1987 Acoustics -- Description and measurement of environmental noise -- Part 2: Acquisition of data pertinent to land use.
 16. ISO18233:2006 Acoustics--Application of new measurement methods in building and room acoustics.
 17. ISO/CD10140-2 Acoustics--Determination of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 2: Airborne measurement principles.
 18. ISO/TR140-13:1997 Acoustics -- Measurement of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 13: Guidelines.

附件二公務出國期間國外人士個人資料彙整表

會議/ 活動 名稱	姓名	單位及 職稱	國別	專長 領域	會晤 日期	聯絡 電話	電子 郵件	我方 接洽者 姓名 職稱	交流內 容	備註
出席 「200 9年 國際 噪音 年會」 案	Koji Nagahata	Associate professor Fukushima University	日本	噪音	98.0 8.26	81-02 4-548 -5154	nagahata@ss.fukushima-u.ac.jp	林 怡 君	運輸系統低頻 噪音檢測方 式。	
同上	Hiroshi SATO	Senior Research Institute for Human Science & Biomedical Engineering	日本	噪音	98.0 8.26	81-29 -861- 6827		林 怡 君	討論有關音量 品質問題。	