

5 Chapter

都市噪音

5.1 噪音特性

- 5.1.1 噪音源
- 5.1.2 都市噪音特性

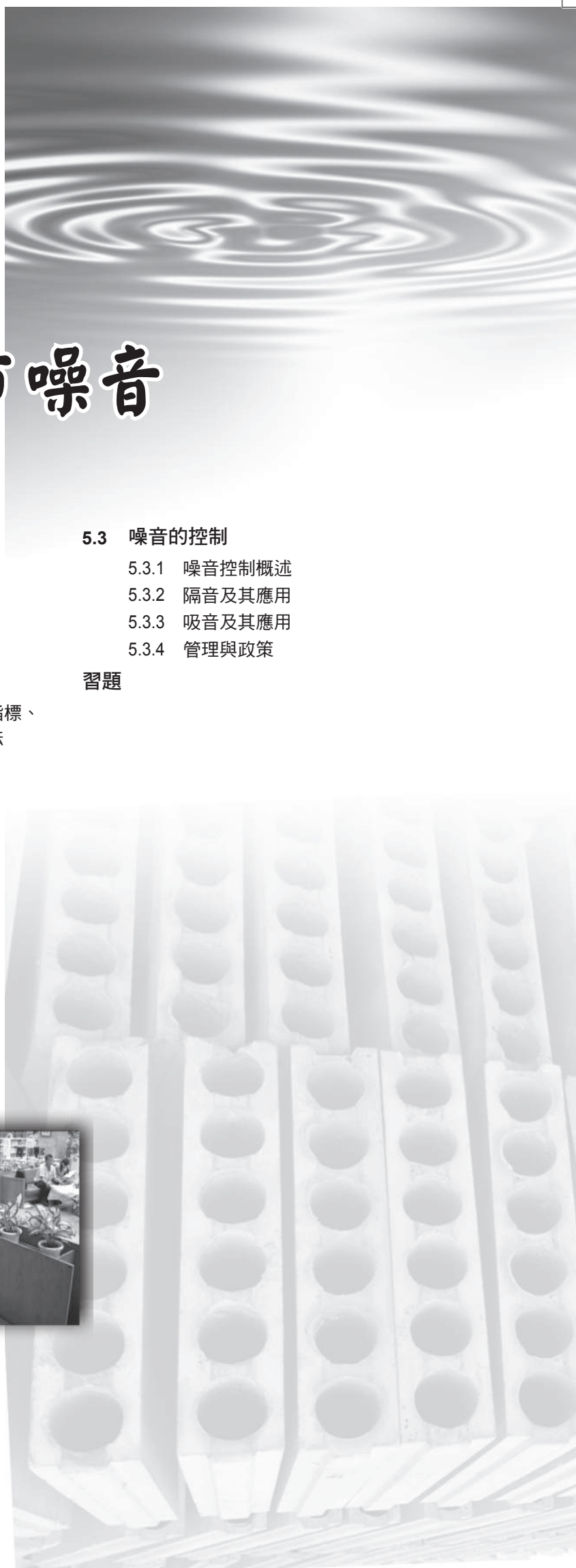
5.2 噪音評估和預測

- 5.2.1 都市噪音的評估
- 5.2.2 都市噪音預測
- 5.2.3 國外室內噪音規範指標、
測量方法和管制方法

5.3 噪音的控制

- 5.3.1 噪音控制概述
- 5.3.2 隔音及其應用
- 5.3.3 吸音及其應用
- 5.3.4 管理與政策

習題

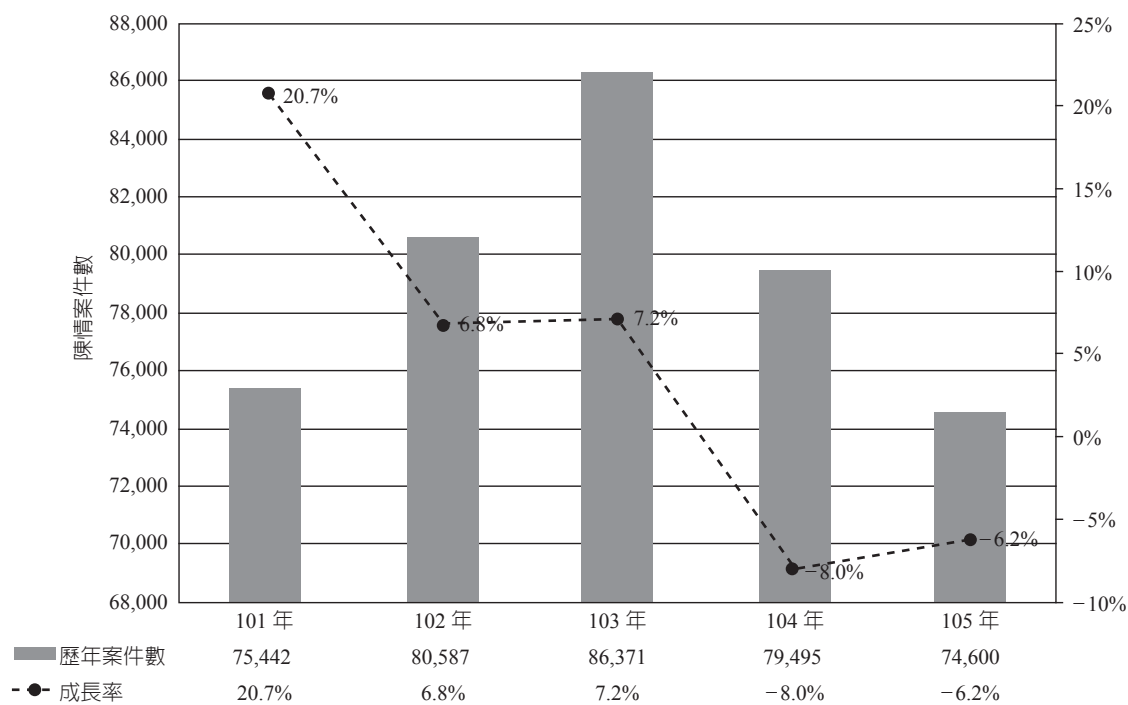


在 城市中有各種的噪音源，道路噪音、鐵路噪音、工廠噪音、娛樂噪音、學校噪音、營建噪音、飛機噪音、船舶噪音、民俗噪音等混合在一起形成城市的環境噪音。這些噪音源有的已經在環境標準中確定下來，有的則還沒有。本章的都市噪音 (urban noise) 主要指一般地區、住宅、近鄰 (neighborhood) 以及各種社區活動 (community activities) 中產生的都市生活噪音，不包括特殊地區的噪音、都市交通噪音以及營建噪音 (construction noise)。本章將介紹都市噪音的噪音源及其特性、評估和預測方法，最後將介紹都市噪音常用的控制方法。

5.1 噪音特性

5.1.1 噪音源

依據環保署 106 年噪音管制紀實統計資料顯示，104 年至 105 年陳情案件處理件數已有下降趨勢，101 年至 105 年噪音陳情案件數及年成長率如圖 5.1-1 所示。



資料來源：環保署中華民國 102 ~ 106 年環境保護統計年報。

圖 5.1-1 噪音陳情案件處理件數變化情形 (101 ~ 105 年)

表 5.1-1 為近 5 年來噪音陳情案件處理件數依音源別進行之分類統計分析，顯示娛樂、營業場所與營建工程噪音為每年陳情案件中處理案件數量最多的音源別類型，近 5 年均達 1 萬 8 千件以上。除了與民眾陳情管道增加有關外 (目前陳情管道包括：電話、行動裝置 APP 及 e-mail 等)，另因各縣市環保局依據噪音管制法第 8 條及第 9 條擴大噪音管制範圍，民眾陳情之近鄰噪音案件若符合公告事項，則從警察機關轉移至環保單位處理，因此亦增加許多近鄰噪音之陳情案件。各類噪音陳情案件處理件數與百分比及各類陳情案件處理件數比較如表 5.1-1；各類噪音陳情案件成長率如表 5.1-2 所示。

表 5.1-1 各類噪音陳情案件處理件數與百分比 (101 ~ 105 年)

年份	工廠(場)	娛樂營業場所	營建工程	擴音設施	交通噪音	軍事機關	其他	合計
101 年	8,074	21,553	28,095	9,783	193	29	7,675	75,442
	(10.7%)	(28.6%)	(37.2%)	(13.0%)	(0.3%)	(0.0%)	(10.2%)	
102 年	7,915	21,411	30,190	11,232	198	27	9,550	80,587
	(9.8%)	(26.6%)	(37.5%)	(13.9%)	(0.2%)	(0.0%)	(11.9%)	
103 年	7,930	22,871	31,034	13,982	198	36	10,215	86,372
	(9.2%)	(26.5%)	(35.9%)	(16.2%)	(0.2%)	(0.0%)	(11.8%)	
104 年	7,404	22,977	26,139	11,682	157	46	10,976	79,495
	(9.3%)	(28.9%)	(32.9%)	(14.7%)	(0.2%)	(0.1%)	(13.8%)	
105 年	7,249	22,093	22,951	10,167	157	27	11,956	74,600
	(9.7%)	(29.6%)	(30.8%)	(13.6%)	(0.2%)	(0.0%)	(16.0%)	
合計	38,572	110,905	138,409	56,846	903	165	50,695	396,495
	(9.7%)	(28.0%)	(34.9%)	(14.3%)	(0.2%)	(0.0%)	(12.8%)	
近 5 年平均	7,714	22,181	27,682	11,369	181	33	10,139	79,299

資料來源：環保署中華民國 102 ~ 106 年環境保護統計年報。

表 5.1-2 各類噪音陳情處理案件年成長率 (101 ~ 105 年)

年份	工廠(場)	娛樂營業場所	營建工程	擴音設施	交通噪音	軍事機關	其他	合計
101 年	27.2%	19.3%	25.4%	18.7%	28.7%	81.3%	6.0%	20.7%
102 年	-2.0%	-0.7%	7.5%	14.8%	2.6%	-6.9%	24.4%	6.8%
103 年	0.2%	6.8%	2.8%	24.5%	0.0%	33.3%	7.0%	7.2%
104 年	-6.6%	0.5%	-15.8%	-16.4%	-20.7%	27.8%	7.4%	-8.0%
105 年	-2.1%	-3.8%	-12.2%	-13.0%	0.0%	-41.3%	7.8%	-6.2%

資料來源：環保署中華民國 102 ~ 106 年環境保護統計年報。

以噪音管制區類別進行統計，各類管制區中陳情案件處理數統計如表 5.1-1 所示，陳情案件處理數以第三類管制區所佔比例最高，101 至 105 年所佔比例平均近六成；其次依序為第二類管制區 (37.0%) 及第四類管制區 (5.9%)；第一類管制區陳情案件數所佔比例最低 (0.1%)。陳情時段於各類噪音管制區內，皆以日間為主，各年所佔比例均達 50% 以上；其次為夜間時段。

表 5.1-3 各管制區噪音陳情案件處理數與百分比 (101 ~ 105 年)

區別	第一類管制區		第二類管制區		第三類管制區		第四類管制區	
	案件數	百分比	案件數	百分比	案件數	百分比	案件數	百分比
101 年	72	0.10%	28,060	37.21%	43,755	58.03%	3,515	4.66%
102 年	69	0.09%	30,366	37.71%	46,503	57.75%	3,585	4.45%
103 年	134	0.16%	30,871	35.79%	50,060	58.03%	5,202	6.03%
104 年	41	0.05%	28,999	36.53%	45,141	56.87%	5,200	6.55%
105 年	70	0.09%	28,449	38.16%	40,190	53.91%	5,844	7.84%
合計	386	0.1%	146,745	37.0%	225,649	57.0%	23,346	5.9%

資料來源：環保署中華民國 102 ~ 106 年環境保護統計年報。

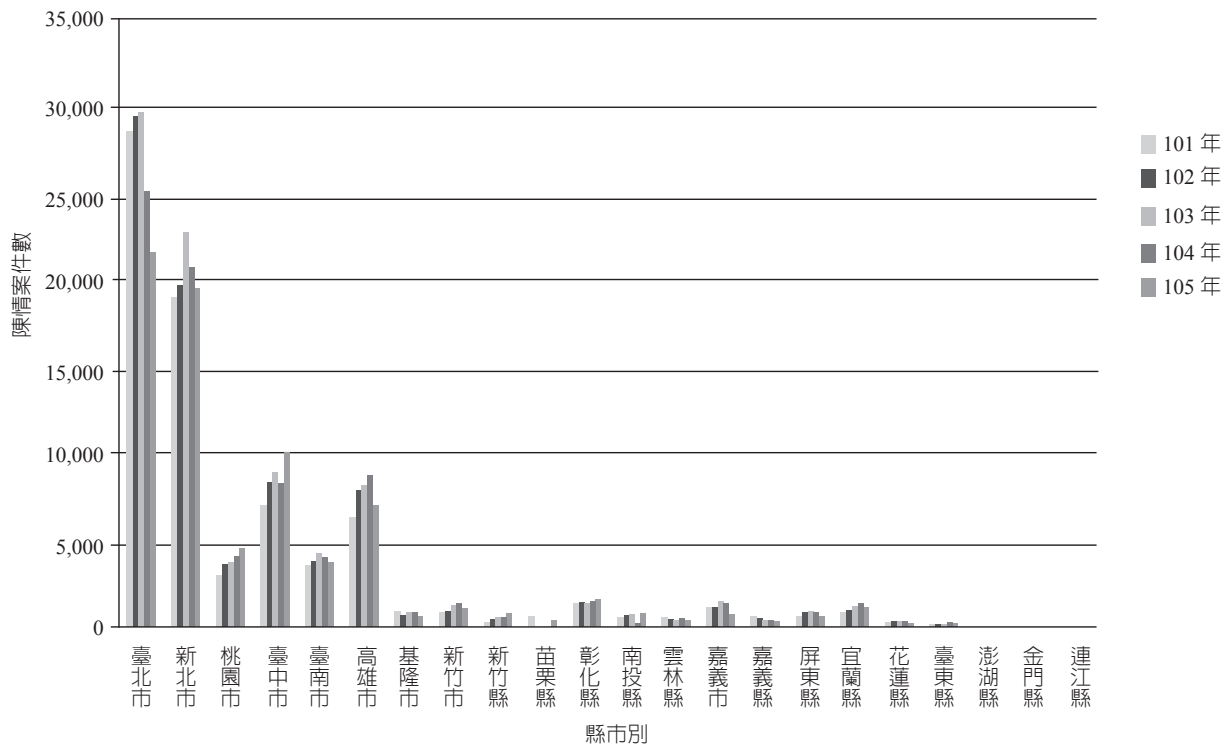
噪音陳情案件處理統計依縣市別區分如表 5.1-4 及圖 5.1-2、圖 5.1-3 所示，其中可見近五年陳情案件集中於六都地區，而大臺北地區的臺北市加上新北市的陳情案件，佔所有噪音陳情案件總數比例一半以上。顯示都會區因人口密集，噪音源相當鄰近民宅，長期受到噪音干擾，且都會區 1999 陳情專線使用率普及，造成噪音陳情案件數較其他地區高。由上述資料顯示，噪音陳情案件會隨著都會區之工作生活型態不同，導致陳情案件的類別不同。

表 5.1-4 各縣市噪音陳情案件處理統計表 (101 ~ 105 年)

年度	101 年		102 年		103 年		104 年		105 年		5 年總計	
	案件數	百分比	案件數	百分比	案件數	百分比	案件數	百分比	案件數	百分比	案件數	百分比
臺北市	28,566	37.86%	29,404	36.49%	29,701	34.39%	25,115	31.59%	21,506	28.83%	134,292	33.87%
新北市	18,945	25.11%	19,710	24.46%	22,723	26.31%	20,592	25.90%	19,519	26.16%	101,489	25.60%
臺中市	6,964	9.23%	8,323	10.33%	8,914	10.32%	8,207	10.32%	4,447	5.96%	36,855	9.30%
臺南市	3,505	4.65%	3,674	4.56%	4,202	4.87%	4,024	5.06%	10,047	13.47%	25,452	6.42%
高雄市	6,316	8.37%	7,792	9.67%	8,017	9.28%	8,643	10.87%	3,748	5.02%	34,516	8.71%
宜蘭縣	787	1.04%	958	1.19%	1,143	1.32%	1,341	1.69%	6,977	9.35%	11,206	2.83%
桃園市	2,922	3.87%	3,557	4.41%	3,646	4.22%	4,049	5.09%	578	0.77%	14,752	3.72%
新竹縣	279	0.37%	442	0.55%	482	0.56%	483	0.61%	1,016	1.36%	2,702	0.68%
苗栗縣	581	0.77%	34	0.04%	44	0.05%	54	0.07%	683	0.92%	1,396	0.35%
彰化縣	1,336	1.77%	1,365	1.69%	1,327	1.54%	1,424	1.79%	286	0.38%	5,738	1.45%
南投縣	501	0.66%	661	0.82%	721	0.83%	209	0.26%	1,524	2.04%	3,616	0.91%
雲林縣	442	0.59%	409	0.51%	330	0.38%	376	0.47%	833	1.12%	2,390	0.60%
嘉義縣	516	0.68%	384	0.48%	344	0.40%	290	0.36%	351	0.47%	1,885	0.48%
屏東縣	621	0.82%	789	0.98%	881	1.02%	788	0.99%	764	1.02%	3,843	0.97%
臺東縣	144	0.19%	128	0.16%	147	0.17%	192	0.24%	257	0.34%	868	0.22%
花蓮縣	239	0.32%	271	0.34%	262	0.30%	242	0.30%	535	0.72%	1,549	0.39%
基隆市	900	1.19%	678	0.84%	846	0.98%	843	1.06%	1,057	1.42%	4,324	1.09%
新竹市	774	1.03%	885	1.10%	1,184	1.37%	1,336	1.68%	206	0.28%	4,385	1.11%
嘉義市	1,078	1.43%	1,099	1.36%	1,413	1.64%	1,270	1.60%	194	0.26%	5,054	1.27%
澎湖縣	25	0.03%	20	0.02%	26	0.03%	16	0.02%	69	0.09%	156	0.04%
金門縣	1	0.00%	4	0.00%	19	0.02%	1	0.00%	2	0.00%	27	0.01%
連江縣	—	0.00%	—	0.00%	—	0.00%	—	0.00%	1	0.00%	1	0.00%
總計	75,442	100.00%	80,587	100.00%	86,372	100.00%	79,495	100.00%	74,600	100.00%	396,496	100.00%

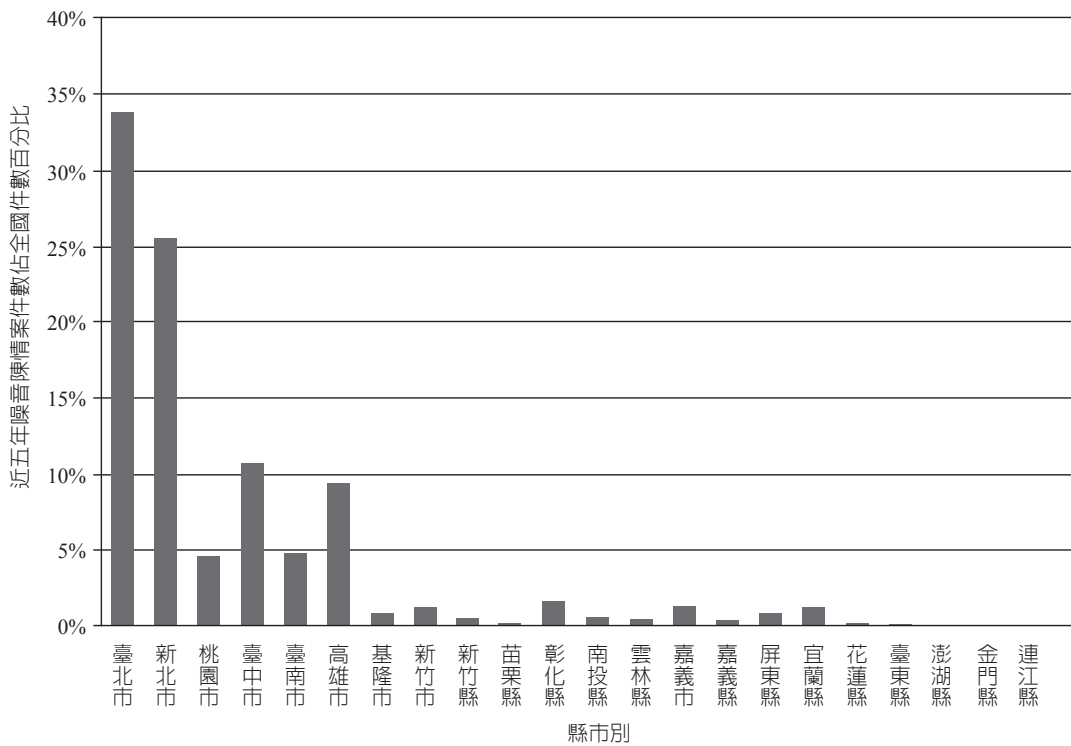
資料來源：環保署民國 102 ~ 106 年環境保護統計年報。

都市噪音 (即社會生活噪音) 的來源主要包括鄰里 (neighborhood) 噪音 (住宅區噪音)，例如家庭生活噪音、娛樂設備噪音、家用電器噪音、寵物叫聲、卡拉 OK、打牌、玩樂器、室內裝潢、街頭小販的叫賣聲；文教區噪音，例如學校各類活動產生的噪音；醫院噪音，主要指醫院中各種活動產生的對周邊環境有影響的噪音；娛樂休閒噪音，主要指歌廳、KTV、舞廳等的經營活動產生的對外界造成影響的噪音；也包括諸如民俗噪音、高音喇叭促銷音、餐館的音響和喧鬧聲、婚喪喜慶噪音、射擊 (漆彈)、狩獵等活動可能產生的噪音，可以看出，都市噪音的噪音源來源廣泛，且音源可能處於流動狀態。



資料來源：環保署中華民國 102 ~ 106 年環境保護統計年報。

圖 5.1-2 各縣市噪音陳情處理案件比較圖 (101 ~ 105 年)



資料來源：環保署中華民國 102 ~ 106 年環境保護統計年報。

圖 5.1-3 各縣市噪音陳情處理案件百分比 (101 ~ 105 年)

我國目前各縣市環保局依據噪音管制法 (民國 97 年 12 月 3 日) 第八條規定辦理相關如同「行為」管制之公告。

噪音管制法第八條：噪音管制區內，於直轄市、縣(市)主管機關公告之時間、地區或場所不得從事下列行為致妨害他人生活環境安寧：

1. 燃放爆竹。
2. 神壇、廟會、婚喪等民俗活動。
3. 餐飲、洗染、印刷或其他使用動力機械操作之商業行為。
4. 其他經主管機關公告之行為。

大致可分為八大類之禁止從事妨礙安寧行為，整理如表 5.1-5。

表 5.1-5 縣市環保局依噪音管制法第八條規定辦理公告情形彙整

轄區型態類別		都會型										鄉村型												
		臺北市	新北市	桃園市	臺中市	臺南市	高雄市	宜蘭縣	基隆市	新竹市	新竹縣	苗栗縣	彰化縣	南投縣	雲林縣	嘉義市	嘉義縣	屏東縣	臺東縣	花蓮縣	澎湖縣	金門縣	連江縣	
縣市別		臺北市	新北市	桃園市	臺中市	臺南市	高雄市	宜蘭縣	基隆市	新竹市	新竹縣	苗栗縣	彰化縣	南投縣	雲林縣	嘉義市	嘉義縣	屏東縣	臺東縣	花蓮縣	澎湖縣	金門縣	連江縣	
公告時間		105 11 03	104 07 01	105 03 01	104 01 27	104 08 10	105 11 25	105 11 07	103 07 16	103 07 03	102 12 18	104 05 06	104 02 26	103 01 29	106 02 10	103 01 24	102 12 19	105 12 12	103 06 13	104 12 22	99 04 13	—	—	
禁止從事妨礙安寧行為		105 11 03	104 07 01	105 03 01	104 01 27	104 08 10	105 11 25	105 11 07	103 07 16	103 07 03	102 12 18	104 05 06	104 02 26	103 01 29	106 02 10	103 01 24	102 12 19	105 12 12	103 06 13	104 12 22	99 04 13	—	—	
禁止時段		22 5 08	22 5 08	22 5 08	22 5 08	22 5 07	22 5 08	22 5 08	22 5 08	22 5 06	22 5 07	22 5 06	22 5 07	22 5 06	22 5 07	22 5 06	22 5 06	22 5 07	22 5 05	22 5 08	23 5 05	24 5 05		
爆竹煙火		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
爆竹煙火(學校、圖書館及醫療機構其周圍五十公尺內)		●		●	●	●	●	●				●	●	●	●									
使用擴音設施	民俗活動	從事神壇、廟會、婚喪等民俗活動。	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
		從事神壇、廟會、婚喪等民俗活動。(學校、圖書館及醫療機構其周圍五十公尺內)	●		●	●	●	●	●				●	●	●	●								
		從事禱告、誦經、使用法器或使用擴音設施播放經文、詩歌等行為。	●	●	●					●						●								
	室外集會及遊行	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●		●				●			
	音樂表演活動			●	●																			
	商業廣告	從事商業廣告行為	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
		移動式商業廣告車輛	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●			●	●	●	●	●	●	
	夜市攤販				●								●					●		●				
	競選活動				●	●																		
	使用樂器致發出聲響		●																					
跳舞及強身				●										●			●							
非屬營業用卡拉 OK	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
動力機械	營建工程	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	室內敲打施工	●	●	●	●	●	●		●	●	●		●	●		●	●			●				
	使用動力機械操作從事餐飲、洗染、印刷等商業行為	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	不得運轉引擎試車或使用動力機械從事清洗修理、改裝車輛之商業行為致妨害他人生活環境安寧		●	●																				
	使用吹葉機從事環境清理作業行為														●									
汽車防盜器																	●							
全日不得有未依承諾運轉噪音發生源致妨害他人生活環境安寧之行為							●									●				●				

表 5.1-5 說明各縣市各類禁止從事妨礙安寧行為之公告現況，例如：(1) 燃放爆竹及煙火：燃放爆竹、燃放爆竹及煙火；(2) 擴音設備：擴音設備、民俗擴音設備、商業擴音設備、集會遊行擴音設備；(3) 卡拉 OK：非屬營業用卡拉 OK；(4) 動力機械及工程：工程動力機械、商業動力機械、裝修工程；(5) 汽車防盜器鳴響；(6) 冷卻水塔、緊急備用發電機等設施；(7) 妨礙他人安寧；(8) 民俗活動。

統計分析目前我國 25 個縣市環保局依噪音管制法第九條第一項第六款規定辦理公告情形，大致可分為四類公告範圍分別對 20 種設施辦理公告需符合噪音管制標準；其中四類公告範圍所涵蓋之對象略有不同，而各縣市於四類公告範圍中並無重複，但在設施項目部分，則略有不同，表 5.1-6 為我國各縣市各類範圍之公告現況，表 5.1-7 為各縣市各項設施之公告現況。

表 5.1-6 我國各縣市各類範圍之公告現況

公告範圍種類	基隆市	臺北市	臺北縣	桃園縣	新竹市	新竹縣	苗栗縣	臺中市	臺中縣	彰化縣	南投縣	雲林縣	嘉義市	嘉義縣	臺南市	臺南縣	高雄市	高雄縣	屏東縣	宜蘭縣	花蓮縣	臺東縣	澎湖縣	金門縣	連江縣
各類管制區內，非屬工廠、娛樂場所、營業場所、營建工程等場所或工程範圍內			•	•	•	•				•	•	•		•		•			•	•	•	•	•	•	•
各類噪音管制區內之住宅、公寓大廈、機關、團體、學校等非娛樂場所、非營業場所	•	•					•		•				•		•			•							
各類噪音管制區內住宅大樓及一般住宅								•																	
各類噪音管制區內，除本法第七條第一項第一款至第四款以外之建築物																	•								

一 住宅區噪音

居民住宅區噪音主要包括居民活動噪音，如社會交際，外出時車輛的發動與停車、防盜器產生的噪音；家庭生活噪音，如家用電器產生的噪音，室內娛樂產生的噪音；社區動(寵)物鳴(吠)叫聲；社區警報、廣播聲等，屬於近鄰噪音，後面章節會再說明。

住宅區大部分的噪音作用時間較短，音暴露量相對較高。而其他生活設備，如冰箱、空調等工作時間較長，在其噪音值不高的情況下造成的噪音影響也會較大。生活中使用的設備的工作噪音值，如縫紉機噪音為 50~80 dB(A)，電視機噪音為 60~83 dB(A)，而洗衣機噪音為 50~80 dB(A)。因此，其往往會對周圍環境中的居民的生活或多或少造成干擾，影響人們日常的活動和睡眠。

二 文教區噪音

文教區噪音主要是指學校以及其他文教區域中的各種活動產生的對周圍環境造成影響的噪音。以學校噪音為例，其主要包括：教學活動噪音，如老師授課、學生朗讀活動產生的噪音等；室外活動噪音，如室外體育課、課後活動及上下課鐘聲、廣播聲的噪音等。

表 5.1-7 縣市環保局依噪音管制法第九條規定辦理公告之設施類別彙整

轄區型態類別	都會型						鄉村型																
	縣市別	臺北市	新北市	桃園市	臺中市	臺南市	高雄市	宜蘭縣	基隆市	新竹市	新竹縣	苗栗縣	彰化縣	南投縣	雲林縣	嘉義市	嘉義縣	屏東縣	臺東縣	花蓮縣	澎湖縣	金門縣	連江縣
公告時間	1030102	1021230	1041218	1040127	1060425	1030109	990526	1000929	1010924	1021210	991115	1051017	990827	1010319	1060405	1021219	1051205	990520	1000222	990413	1050115	960123	
設施類別																							
空調系統	●																						
空調冷氣				●				●															
空調(通風)系統		●	●		●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
冷氣機		●	●		●		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
抽(排)風機	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
風扇								●															
冷卻水塔	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
冷凍(冷藏)櫃	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
馬達(含抽水馬達)	●		●					●	●			●			●	●							
馬達				●																			
抽水馬達		●		●	●	●	●			●	●		●	●			●	●	●	●	●	●	●
發電機	●			●	●	●		●							●								
發電機(含固定及移動式)		●	●				●		●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●
變壓器	●	●	●	●	●	●				●	●	●			●	●	●		●				
自動捲門	●			●					●														
機械式停車設備	●			●				●				●											
非營業用卡拉 OK		●		●		●				●	●		●	●	●	●		●	●	●	●	●	●
卡拉 OK							●																
擴音設備或音響設備所發出之聲音	●								●														
集會遊行使用擴音設施				●			●		●														
民俗活動使用擴音設施				●																			
從事禱告、誦經、使用法器或使用擴音設施播放經文、詩歌等行為。															●								
使用擴音設施												●											
裝修工程	●	●		●	●	●	●		●	●	●		●	●	●	●		●	●	●	●	●	●
以手持工具、手持機械或逕以機械等方式，從事敲擊、鑽孔、鋸切、釘合、打磨或其他產生施工噪音之行為			●					●				●					●						

教室內不同的活動產生的均能音量的差別可以達到 20 dB(A)，其噪音值在 50 ~ 70 dB(A) 的範圍內。一般教室的背景噪音值均值大約為 45 dB(A)，其中通風系統的噪音值大約為 25 ~ 55 dB(A)，而學生的活動噪音大約為 60 ~ 70 dB(A)，文教區噪音的頻率範圍一般為在 63 ~ 8,000 Hz 的頻率範圍內。

三 醫院噪音

醫院噪音主要來自醫院中的各類診治、人們間的交流、住院病人生活產生的噪音，人來往產生的噪音，以及儀器設備使用產生的噪音等。因此，醫院噪音源具有來源廣泛且人多噪音大的特點。

世界衛生組織 (World Health Organization, WHO) 頒布的標準指出，醫院噪音的 L_{Aeq} 需要維持在 45 dB(A) 以下。而對我國醫院噪音進行測量的結果顯示，部分醫院 L_{Aeq} 噪音一般超出世界

衛生組織規定標準 20 ~ 40 dB(A)，甚至有醫院 L_{Amax} 大於 100 dB(A) 情形發生。同時，有資料顯示，自 20 世紀 60 年代至今，醫院噪音維持著一種穩步上升的趨勢。其中，白天的噪音值大約以每年 0.38 dB(A) 的速度，由 1960 年的 57 dB(A) 上升至 2005 年的 72 dB(A)，而夜晚噪音值則大約以每年 0.42 dB(A) 的速度，由 1960 年的 42 dB(A) 上升至 2005 年的 60 dB(A)。

一般醫院頻譜在 63 Hz ~ 1,000 Hz 八音階頻帶之間幾乎是扁平的，在較高頻率時，逐漸減降，而在 63 Hz 以下時，則逐漸升高。扁平頻譜部分通常包含語音頻帶，而在低頻，幾乎確定是由暖氣、通風和空調噪音所造成的。各單位中的低頻噪音在建築物中非常普遍，且很可能與空調系統有關。醫院公共服務區頻譜及音量影響說明如圖 5.1-4 所示。

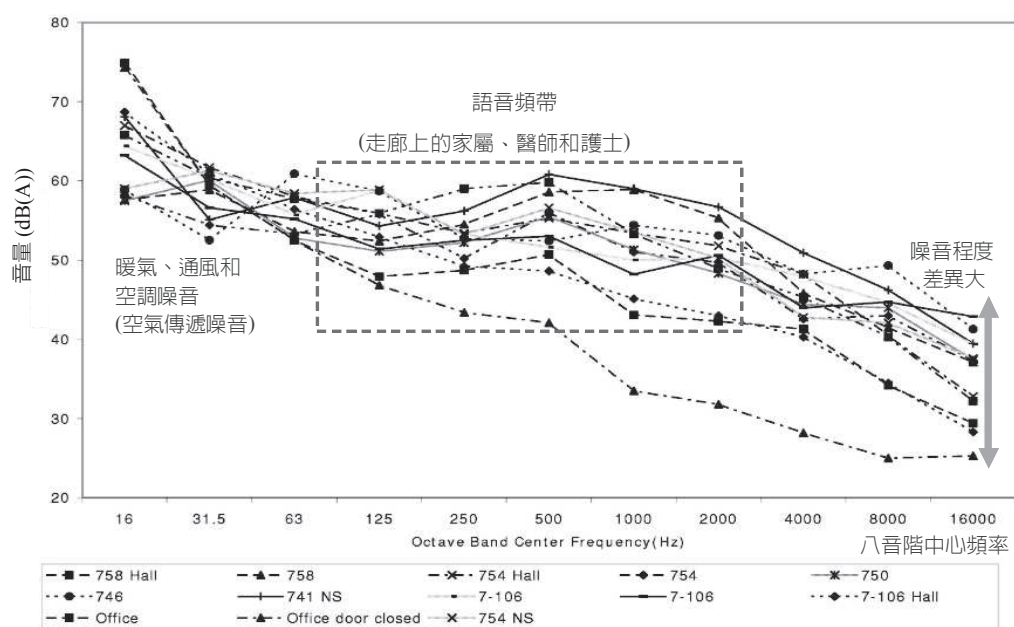


圖 5.1-4 不同位置測得之頻譜圖 (以美國約翰霍普金斯醫院為例)

噪音測量值與 WHO 準則和典型說話噪音量的比較，顯然地，測量到的噪音量大幅超過 WHO 準則——在平均噪音量上至少超過 20 dB(A)，此外，測量到的所有噪音量均超過兩人溝通的典型說話噪音量達 45 ~ 50 dB(A)，意味著醫護人員經常需要拉高嗓門，才能壓過噪音聽到對方，因此我們有理由擔心，有朝一日在醫院裡可能即使用喊叫的，也很難進行口頭溝通。

四 娛樂休閒噪音

娛樂休閒噪音主要是指人們在特定場所 (比如歌舞廳、音樂、KTV) 或者一般場所 (如空曠的場地) 進行娛樂休閒活動產生的對周圍環境有影響的噪音。人們的日常生活時間中只有 5% 左右用於娛樂休閒活動，但其產生的噪音污染量卻是日常生活噪音總量的 65%。因此，娛樂生活噪音是部分一般居民生活噪音的最大來源。依娛樂場所的不同，將娛樂噪音分為兩類：

(一) 固定場所娛樂噪音

主要指演唱會、歌舞廳、酒吧、音樂廳、KTV 等場所正常營業時產生的對周邊環境造成的

影響的噪音干擾。以迪斯可舞廳或搖滾音樂會為例，其內部噪音值在 100 dB(A) 左右，而在古典音樂音樂會上，其噪音一般小於 90 dB(A)，酒吧音量則在 85 dB(A) 以上，因此，會對其內部的人員造成一定的聽力、生理或者心理上的傷害。

(二) 一般娛樂場所噪音

比如空曠場地上進行的各類娛樂活動可能造成的對周圍環境有影響的噪音。以狩獵場和射擊場為例，其噪音達 130 ~ 170 dB(A) 左右，這會對周圍環境造成較大的影響。

五 商業噪音

商業噪音主要是指在商業區或者商業混合區進行各種交易活動等產生的對周邊環境以及其區域內人員造成不良影響的噪音。商業噪音主要來源於商店、超市等各種交易市場中的各種商業活動產生的噪音(比如進行促銷、交易時產生的噪音)，各種促銷活動引起的噪音，以及人流來往產生的噪音。街頭小販的叫賣聲一般也可以認為是商業混合區裡產生的噪音。可以看出，商業區人口密度變化大，噪音源廣泛而且移動變化，噪音干擾不容易預測。

六 民俗噪音

我國信仰自由，民俗活動豐富，例如媽祖遶境、鹽水蜂炮等慶典活動多，造成活動沿線或區域噪音的影響。

5.1.2 都市噪音特性

世界衛生組織關於都市噪音的報告指出，長期暴露在超過一定標準的都市噪音下會對人的生理、心理方面產生一定的傷害，其中，最主要的傷害來自聽覺系統的退化、聽力的損失以及耳聾耳鳴等現象。而各種不同的都市噪音源由於其場所的不同，對人體的傷害也不盡一致。比如住宅區噪音主要對人的正常生活造成影響，比如人們之間的交流，夜間的睡眠等；醫院噪音則除了對其內部人員的工作生活產生影響以外，還可能影響到病人傷口的癒合、疾病的慢癒等；學校噪音則可能影響到教學活動、師生交流以及其聽覺系統等。

一 住宅區噪音的特點及其影響

住宅區噪音主要來源於在家庭對生活設備的使用，如使用真空吸塵器、洗衣機、割草機等產生的噪音，使用音響，電視機以及其他一些業餘活動產生的對外界造成影響的噪音，社會交際產生的噪音，社區內寵物(尤其是狗)的叫聲等。住宅區噪音會對居民的生活產生較大的干擾。其中，社區中狗的叫聲往往成為鄰里噪音中最令人煩惱的部分。

一般的社會交際或者各種業餘活動的噪音具有一定的突發性，因此較難進行測量和分析。而家庭在生活中使用到的各種生活設備則具有較好的可預測測量性，其中空調和冰箱是對人們產生較大噪音干擾的生活設備。

(一) 空調噪音

1. 空調噪音的特性

空調產生的噪音主要包括空氣動力噪音以及機械噪音，其中又可分為：壓縮機殼體振動產生的噪音；電動機振動產生的噪音；風扇噪音。在空調噪音的三個音源中，壓縮機機殼的

振動以及由此產生的噪音可以看作是一個分散式的單極源 (monopole) 區域，發動機的振動則可以看作是偶極子 (dipole) 輻射源，而風扇引起的噪音可以看作是偶極子輻射源，另一方面其引起的空氣流噪音也可以看作是四極子 (quadrapole) 輻射源。在空調系統產生的噪音中，對人體干擾最大的噪音源來自發電機振動產生的頻率為 120 Hz 的噪音。不考慮空調中壓縮機、製冷器以及風扇可能造成的噪音，專門對其進出口氣流以及其機箱產生的噪音進行測量，可以得到在流量為 2,250 CFM (cubic feet per minute) 氣流進出口以及機箱的噪音頻譜，如圖 5.1-5 所示。

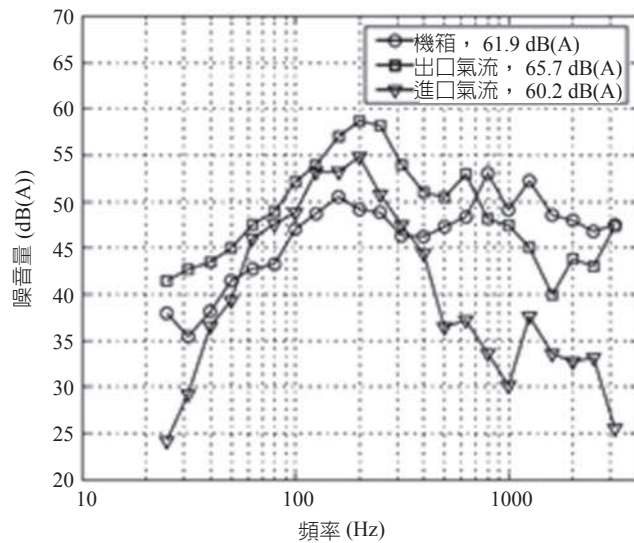


圖 5.1-5 空調各部分的噪音頻譜

分析圖 5.1-5 可以知道，在整個頻段內，排氣管的噪音佔據主導地位，噪音值達到了 65.7 dB(A)，機箱的噪音值次之，進氣管的噪音最小，只有 60.2 dB(A)。對其頻譜進行比較發現，中低頻段時排氣管的噪音一直處於主導地位，且其在 200 Hz 處達到了最大值。而高頻 (頻率大約在 700 Hz 以上) 機箱的噪音佔據主導地位，其較排氣管噪音高出了大約 5 dB(A)，較進氣口噪音音量甚至高出了將近 15~20 dB(A)。考慮到高頻時被動吸音較好的效果這個因素，機體箱有如此高的高頻噪音這種現象不可忽視。

空調噪音與其流量有關係。圖 5.1-6 所示為不同流量下空調各個部分的噪音情況。

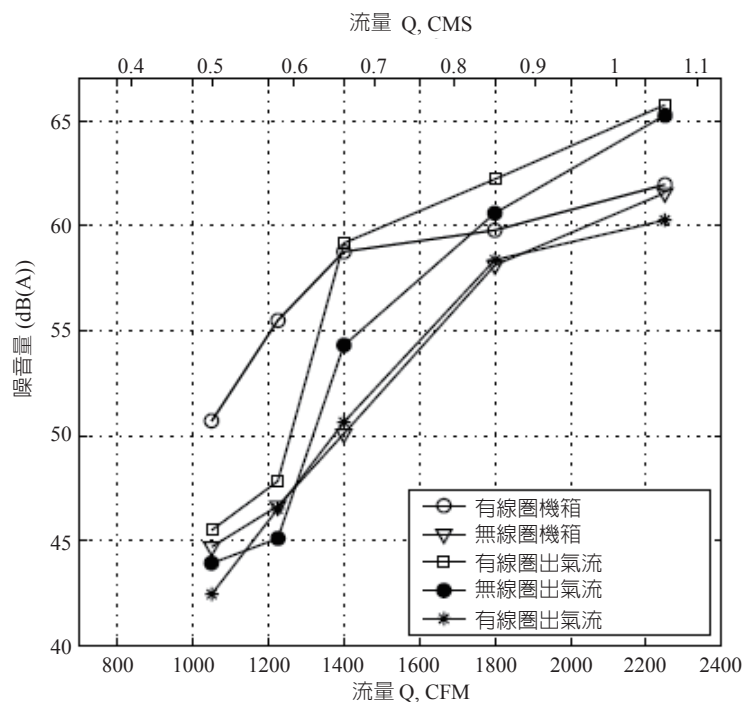


圖 5.1-6 不同流量下空調各部分的噪音

測量各種規格的空調在額定功率工作下時各部分的噪音值如表 5.1-8 所示：

表 5.1-8 室外測得各種規格空調的噪音情況 單位：(dB(A))

空調額定功率 (W)	風扇壓縮機同時開啟	只有風扇開啟	只有壓縮機開啟
3500	52.8	50.6	47.1
5000	57.9	56.7	51.7
7500	58.5	56.9	54.9

當空調有裝置百葉窗時，受到排氣口與百葉窗之間的相互影響，戶外測得的空調噪音將大於原未曾安置百葉窗時的噪音。根據空調有無百葉窗，可以得到不同的頻譜示意圖如圖 5.1-7。

一般圓形的百葉窗噪音排放較方形的百葉窗小，增大百葉窗鋼鐵的直徑也可以減小噪音排放量，但是，這會影響到空調的通風和散熱效果。

2. 空調噪音的影響

空調打開時不僅對其室內環境產生噪音干擾，而且也會對周圍環境中的居民產生干擾。有研究說明，空調噪音與周圍環境噪音的信噪比 (SNR 或 S/N, signal to noise ratio, 又稱為訊噪比，狹義來講是指放大器的輸出信號的電壓與同時輸出的噪音電壓的比，常常用分貝數表示。設備的信噪比越高，表明它產生的雜音越少，也就是說，信噪比越大，說明混在信號裡的噪音越小，聲音重播的音質量越高，否則相反。信噪比一般不應該低於 70 dB(A)，高檔音箱的信噪比應達到 110 dB(A) 以上) 是衡量其噪音影響的一個重要參數，相對噪音的噪音值，其更適合用於噪音影響的預測。人體對不同信噪比下的空調噪音的反應曲線如圖 5.1-8 所示。

從圖 5.1-8 可以看出，當空調聲音與周圍環境噪音的信噪比小於 5 dB(A) 時，人體對空調噪音基本沒有感覺；從 5 dB(A) 到 10 dB(A) 中間，噪音反應 (煩惱度) 開始增強，但是反應依然不強烈。考慮到室內要求噪音為 45 ~ 50 dB(A)，可以知道空調噪音在 50 dB(A) 以下時基本上不會對居民造成影響，甚至達到 55 dB(A)，其影響也相對較弱。

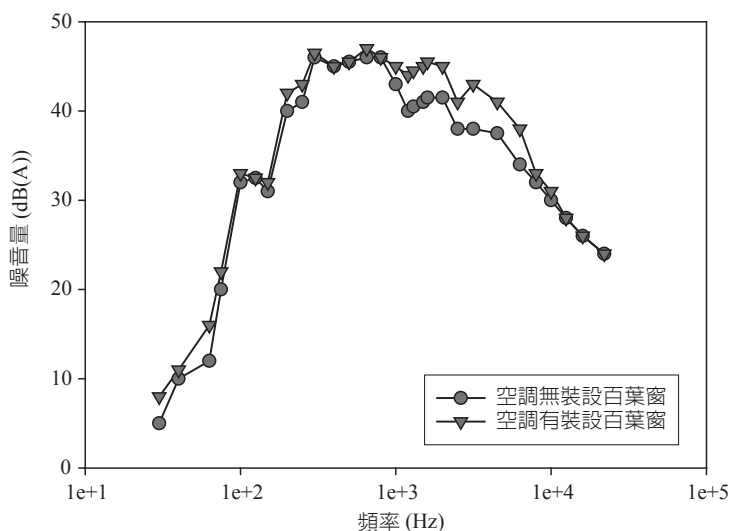


圖 5.1-7 百葉窗對空調噪音的影響

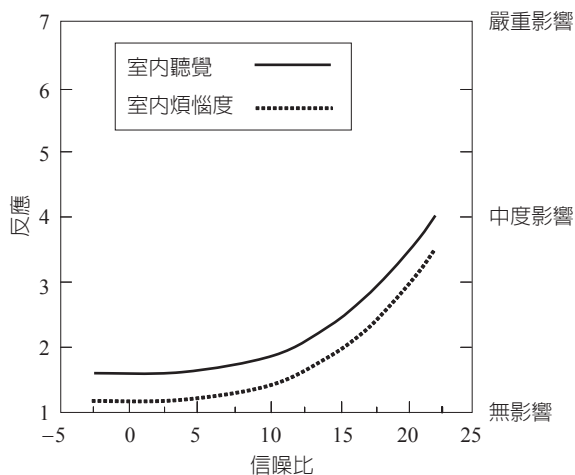


圖 5.1-8 噪音反應與信噪比關係

當室內的背景噪音不一樣的時候，人們對不同強度的空調噪音的反應也不一樣。分別取高背景噪音為 62.6 dB(A) 以及相對低的背景噪音 57.4 dB(A) 兩種環境，研究發現，在這兩種環境下，相同噪音反應需要的空調噪音均能音量差別大約為 5 dB(A)，亦即在高背景噪音的環境下，人們對空調噪音感受的靈敏度下降了 5 dB(A)，這也從另一個方面反應了信噪比這個參數比噪音值這個參數更適合用於空調噪音對人的影響的預測。

(二) 冰箱噪音

1. 冰箱噪音特性

壓縮機和風扇是引起消費者抱怨的冰箱噪音的主要來源。由於冰箱處於全天候工作的情況下，因此，即使在其噪音值不大，也會對居民產生噪音干擾。生產商對於冰箱噪音的測量一般在消音室中進行，而實際中冰箱的生活環境與消音室差別較大，冰箱、工作產生的噪音也不一樣，因此需要在實際環境中對其噪音進行測量。實際生活環境中測得冰箱噪音均能音量大約為 40 dB(A)。

冰箱噪音主要由三部分構成：正常環境下的噪音，壓縮機和風扇發動機的位置一般處於冰箱的底部，屬於這類噪音；變動環境下的噪音，節氣閥和製冷劑產生的噪音一般可以視為變動環境下噪音；混合狀態下的噪音。對實際環境中的冰箱噪音進行測量發現，冰箱背部的噪音值比其前面的噪音值高出 5~10 dB(A)，其側面的噪音值與前面的噪音值則有 2~3 dB(A) 的差別。將其在實際環境中測量得到的噪音頻譜曲線與消音室中測得的噪音頻譜曲線進行對比，得到如圖 5.1-9 所示的結果。

從圖 5.1-9 可以看出，實際生活環境中冰箱噪音經過牆面板面的反射，在高頻段音量提高了 15~20 dB(A)，整個頻段內的實際生活環境中冰箱噪音均能音量較消音室中測得的冰箱噪音均能音量高了 10 dB(A) 左右。

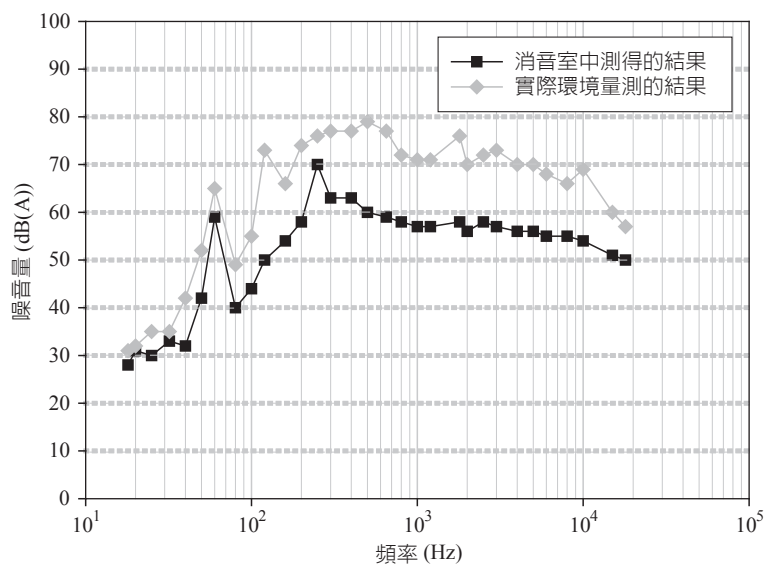


圖 5.1-9 冰箱噪音頻譜曲線，黑色為實際環境測量曲線，灰色為消音室中測得的結果

2. 冰箱噪音的影響和控制

對居民對冰箱噪音的反應程度的調查發現，當冰箱噪音的均能音量達到 40 dB(A) 時，1/3 的居民反映其受到了噪音的干擾。因此，需要採取一定的措施降低冰箱噪音。常用的簡單的減小冰箱噪音的方法中，改變背面板的形狀可以減小壓縮機的噪音大約 2 dB(A)；在冰箱背後放置彈性體也可以減小其整體噪音大約 2 dB(A)；而將通風噪音從製冷間和機械室中分隔開，或者將壓縮機的振動傳播路徑分隔可以將噪音減小大約 4 dB(A)。均能音量約超過 35 dB(A) 的冰箱將會對人們的工作生活產生干擾，而產生波動噪音的冰箱對人造成的干擾往往更大。

總之，住宅區噪音會干擾人們之間的相互交流，並使人感到煩惱。世界衛生組織規定室內噪音值需保持白天均能音量為 35 dB(A)，而夜晚噪音值需要保持在 30 dB(A) 以下。超過限值的噪音會使人體產生緊張反應，並對人們之間的交流造成一定的影響。同時住宅區噪音會干擾人們的睡眠。當夜晚均能音量超過 30 dB(A)，或者突發噪音達到 45 dB(A) 時，不僅可能造成人們睡眠的減少，還有可能直接將人從睡夢中驚醒，嚴重影響人的休息。

(三) 近鄰噪音

近鄰噪音種類繁多，如鄰居吵鬧、樂器演奏及動物叫聲等，均屬不具持續性或不易量測類型，這些噪音問題多需依「社會秩序維護法」所推之「公寓大廈管理條例」加以管制處理，處理單位則為警察機關、公寓大廈管理委員會或縣市政府工務單位。彙整近鄰噪音種類項目、相關適用管制法令及主管單位如表 5.1-9 所示。

表 5.1-9 近鄰噪音種類、適用管制法令及主管單位

項次	近鄰噪音項目	相關管制法令	主管單位
1	鄰居製造之喧鬧聲 (如小孩跑跳、鄰居吵鬧、電視音響、樂器演奏、搬動物品等) 以及屋簷滴水或花園澆灌所產生之滴水聲	社會秩序維護法第 72 條第 1 項第 3 款	警察機關
		公寓大廈管理條例第 16 條第 1 項	直轄市、縣市政府工務局
2	車輛進出公寓大廈地下停車場所製造之噪音	公寓大廈管理條例第 16 條第 1 項	直轄市、縣市政府工務局
3	大樓公設產生之噪音 (如管線水錘聲、共用抽水馬達、電梯等)	公寓大廈管理條例第 16 條第 1 項	直轄市、縣市政府工務局
4	飼養動物之吠叫聲(如貓、狗、鳥等)	社會秩序維護法第 72 條第 1 項第 3 款	警察機關
		公寓大廈管理條例第 16 條第 4 項	直轄市、縣市政府工務局
5	鐵捲門開關之聲音	社會秩序維護法第 72 條第 1 項第 3 款	警察機關
6	汽車防盜器產生之噪音	社會秩序維護法第 72 條第 1 項第 3 款	警察機關

資料來源：環保署噪音管制資訊網及相關法令。

為有效處理近鄰噪音問題，內政部警政署針對「製造不具持續性或不易量測而足以妨害他人生活安寧」的近鄰噪音處理方式，於 91 年 8 月 29 日以警署行字第 0910152132 號函知各地方警察局，請各地方警察局應依據社會秩序維護法查處。此外，行政院針對犬隻等動物噪音問題的處理方式，亦於 93 年 1 月 15 日以院臺農字第 0930080650 號函知相關單位，請警察機關依據社會秩序維護法查處。爰此，臺北市政府為提升近鄰噪音處理效率，自 97 年起於「1999」陳情專線通報項目中，將有關噪音陳情類別區分為「場所與設施噪音舉發」及「人與動物噪音處理」，其中「場所與設施噪音舉發」仍由環保局處理，而「人與動物噪音處理」則歸由警察機關處理。

依臺北市政府統計資料顯示，「人與動物噪音處理」部分之案件，每月約有 1,000 至 2,000 餘件，顯見近鄰噪音問題確有其嚴重性。因此，藉由環保機關通報警察機關處理，可有效提升處理效率，並協助民眾解決相關近鄰噪音問題；另透過宣導及協助各公寓大廈管理委員會訂定規約，亦能有效降低庶民間之干擾性噪音。

由於近鄰噪音的管轄權責多非屬環保機關，但一般民眾的認知只要是噪音問題就找環保局，因此針對近鄰噪音之處理程序，提出相關應對機制，說明如下：

1. 建置聯繫管道

環保機關接獲近鄰噪音陳情案件，經由環保、警政橫向聯繫管道將相關資訊提供警察機關，並視案件特性由環保局會同警察共同處理，以有效處理近鄰噪音陳情案件。

2. 釐清權責

對於施行「1999」陳情專線之直轄市、縣市，可參酌臺北市施行之經驗，將相關近鄰噪音項目由噪音項目中獨立分出並釐清權責歸類予警察機關或工務建管單位處理，以有效處理近鄰噪音問題並減低環保單位之負擔。依現行公務體制，犬隻等動物製造噪音之妨害通常發生於深夜，而以警政單位之處理較為及時，相關案件之查處，仍宜由警政單位依「噪音管制法」第6條規定，先予受理申訴案件，並依前述相關法令處理，倘案件情節重大或當事人不願配合積極改善，則可由「動物保護法」執行單位依法將製造噪音動物沒入。

3. 協助社區管委會訂定規約

對於一般公寓大樓住戶間的近鄰噪音糾紛，屬警察機關或工務建管單位管轄，分別依社會秩序維護法或公寓大廈管理條例等相關規定辦理。

(四) 透過傳播媒體加強宣導

為加強民眾瞭解相關近鄰噪音處理相關資訊，透過傳播媒體以帶狀廣告方式加以宣導，提升民眾的同理心，有效減少近鄰噪音發生之頻率，並提供民眾有效處理程序。

(五) 循司法途徑解決

近鄰噪音發生時日若久，易造成糾紛，加深鄰居間之忿恨，此時兩造間往往不肯退讓，且部分案件已非行政法令可以解決，因此可建議兩造循非訟（例如鄉鎮市調解、公害糾紛調處等）或民事訴訟等司法程序加以處理。

(六) 協調營建主管機關增訂住宅用建築物樓板衝擊音規範

由於不少近鄰噪音陳情案件係由於受到鄰居喧鬧聲如樓上住戶小孩跑跳、樂器演奏所致，除了民眾本身需自我約束外，營建主管機關在訂定綠建築隔音規範外，亦應針對一般建築物門、窗、隔間牆、樓板之隔音性能，於建築物施工規範中增訂基本要求規範，以減輕隔鄰間衝擊音之影響；此外，並建議營建主管機關針對室內裝修施工制定相關管理規範，以有效管控室內裝修噪音之影響。

二 文教區噪音的特點及其影響

以學校噪音為例，學校噪音主要來源於教室電器設備產生的噪音，如教室內使用的多媒體儀器產生的噪音，通風系統噪音，教學活動產生的噪音，課外活動產生的噪音等。可以看出，文教區人口密度大且其變化也大，噪音隨時間變化較大。如各區圖書館公共服務區之 L_{\square} 音量大小與人數多寡有直接關係，大致上受測空間人數越多， L_{\square} 音量越大。文教區噪音會對其中的老師和學生的工作學習產生較大的影響，不僅會引起人們不適，也將會影響到師生之間的交流以及教學的正常進行。

文教區噪音主要由下面四個方面的噪音組成：

(一) 教室噪音

教室內進行的教學活動產生的噪音是學校噪音的一個重要來源，可以將教室內的噪音分為以下兩個部分：

1. 教室背景噪音

教室背景噪音包括教室內的通風系統、使用到的教學儀器、學生活動產生的噪音以及其他教室帶來的噪音。一般可以只考慮通風系統、學生的活動以及其他教室造成的影響。

教室的通風系統噪音大約在 33 ~ 48 dB(A)，其均值大約為 41(4.0) dB(A) (括弧內的數表示統計資料的標準差，下同)；學生活動噪音，噪音值大約在 30 ~ 50 dB(A) 的範圍內，均值大約為 42(4.0) dB(A)；總的背景噪音音量大約在 35 ~ 50 dB(A) 的範圍內，均值約為 45.4(3.5) dB(A)。上課期間的學生活動的噪音主要來自同學之間低音的交談。因此，當周圍環境噪音增加時 (如通風系統噪音增加)，學生間的交談音也會相應變大，教室的背景噪音得到更大的增強。

一般上課的教室背景噪音比空置教室的背景噪音高出 5 ~ 10 dB(A)，最安靜的活動 (如默讀) 與最吵鬧的活動噪音相差則可達 20 dB(A) 以上。此外，教室的背景噪音也往往受到周圍教室的影響。表 5.1-10 為 Zannin 等人測得的空置教室受到周圍教室的影響的背景噪音。

表 5.1-10 空置教室受到周圍教室影響的背景噪音

學校教室	L_{Aeq}	L_{Amax}	L_{Amin}
A	59.4	76.1	46.4
B	63.2	76.0	51.9
C	51.1	71.1	40.2
D	59.1	70.3	52.1
E	60.7	75.1	47.9

Hodgson 等人 (1999 年) 提出使用經驗公式對教室的背景噪音進行預測。對於通風噪音，考慮其機器的型號、功率、與受音點的距離以及教室的聲學特性等，得到通風噪音音量 VN 計算下式 (5-1) 所示的經驗公式：

$$VN = 57.6 + 10.3 \log_{10} n + 0.68W - 21.3 \log_{10} A_0 \quad (5-1)$$

式中：

n ：學生的數量，

W ：房間的寬度，

A_0 ：工作中的教室的總吸收面積。

對於學生活動噪音，考慮到學生的數量、教師的語音音量以及房間的聲學特性，可以得到學生活動噪音 SA 經驗公式如 (5-2) 式：

$$SA = 9.22 + 6.4 \log_{10} n + 0.71SL - 8.0 \log_{10} A_0 + 1.53I_{sex} \quad (5-2)$$

式中：

N ：學生數量，

SL ：教師語音音量，

A_0 ：工作中的教室的總吸收面積，

I_{sex} ：性別因素，男性教師值取 0，女性教師值取 1。

2. 語音音量

語音音量是指老師在授課過程聲音的大小，教師的說話聲音的大小將很大程度上影響到師生之間的交流。語音音量根據教師的性別差異略有不同。男性教師與女性教師的授課聲音的音量差均值在 ± 1.3 dB(A) 左右，也就是女性教師的聲音一般較男性教師低 2.6 dB(A)。而考慮聲音傳播中的衰減和吸收，教室前排和後排獲得的語音音量差別的均值為 ± 1.5 dB(A)。在 Hodgson 等人 (1999 年) 對教師語音音量的測量中，音量大約在 43.0 ~ 59.0 dB(A) 的範圍內，均值約為 50.8(3.7) dB(A)(演說者正前方 1 m 處測得)。

不同的授課方式下，教師的語音音量也會不一樣，根據 Sato 等人測得的結果，教師的語音均值為 65.3(3.9) dB(A)，其中在課程朗讀時，均能音量約為 64.2(4.1) dB(A)，而授課演講音量則約為 67.0(3.2) dB(A)。教師往往還會根據教室背景噪音、教室體積、學生數量的不同，適當提高或者降低其語音音量，以便學生能較好地接受資訊。教室體積與教師語音音量的關係一般如表 5.1-11 所示：

表 5.1-11 教室座位數和演講音量的關係

教室座位數	< 30	30 ~ 80	> 80
演講音量 /dB(A)	62	65	66

其他人測得的教室中的各種噪音信號音量如表 5.1-12 所示：

表 5.1-12 測教室噪音均能音量

參考資訊	語音音量 dB(A)	學生活動噪音 dB(A)	通風系統噪音 dB(A)	信噪比
Markides	40 ~ 70	50 ~ 70	40 ~ 55	- 4.5 語音均值
	57.5(8.4)	61.0(5.5)	46.1(5)	+ 11.5 通風均值
Houtgast	48 ~ 63	45 ~ 50	45 ~ 50	3 ~ 15
	56.9(5.1)	47.4(3.1)	47.4(3.1)	9.5(4.6)
Pekkarinen 和 Viljanen	58 ~ 79	40 ~ 58	23 ~ 49	0 ~ 35
	67(5)	49(6)	33(5)	-
Pearsons, Bennett 和 Fidell	59.5 ~ 63.5	-	-	-
	-(5)	-	-	-

Hodgson 等人 (1999 年) 提出使用經驗公式對語音音量 SL 進行預測，考慮到教師的性別、學生活動噪音的強度、音源與受音點的距離以及房間的聲學特性，得到如下所示的預測公式：

$$SL = 48.5 - 2.6I_{sex} + 0.58SA - 4.0 \log_{10} r - 11.7 \log_{10} A_0 + 0.013V \quad (5-3)$$

式中：

r ：音源與受音點的距離，

V ：房間的體積。

(二) 室外噪音

學校室外噪音主要是指：課外活動或者室外教學活動中產生的對周圍環境造成影響的噪音，學生上下課產生的噪音，上學放學噪音，人流來往造成的噪音，以及就餐等活動造成的生活噪音等。以操場廣播進行體操為例，其噪音值大約為 80 ~ 90 dB(A)。室外噪音一般持續的時間較短，具有一定的週期性，雖然噪音量較高，但是對周邊環境影響不大，因此不是學校噪音的主要方面。

學校噪音不僅會干擾師生之間的交流，還會引起師生煩惱，造成聽力障礙，並對學生的閱讀理解能力造成影響。長期暴露在學校噪音之下還會導致注意力的不集中，影響學習工作的效率。

Hodgson 等人 (1999 年) 的測量結果說明，課堂上測得的學生接收到的語音信噪比為在 2.1 ~ 14.8 dB(A) 之間，均值為 7.9(3.1) dB(A)。可以知道，課堂上信噪比沒有達到正常交流需要的信噪比至少為 15 dB(A) 的要求。因此，學生與老師之間的交流可能會受到噪音的干擾，而有聽力缺陷或者非母語的學生，對語音的理解能力將會受到更大的干擾。

上課期間，室內噪音約 60 ~ 70 dB(A)，儘管此時噪音值略微偏高，學生對噪音的反應並不明顯，只有部分學生表示噪音對其學習造成了干擾。相關研究還發現，噪音對男孩女孩工作的干擾沒有太明顯的差別，但是女生的學習更容易受到噪音干擾的消極影響。教師對噪音干擾的感受往往比學生的感受更為強烈，其聽力受到噪音的損傷反應也越大。不同年齡段的學生對噪音干擾的反映也不一樣，年紀小的學生往往比年紀大的學生更容易受到噪音干擾的影響。統計發現，學生和老師都認為教室內學生的講話聲、桌椅的摩擦聲是干擾最明顯的噪音音源。一般認為，老師能夠對學生受到噪音的干擾的反應進行評估，將老師對學生受干擾做出的評估與學生自己感覺到的噪音干擾的評估進行比較，卻發現其相關度很低。這也反映出外界很難對個體受到的噪音干擾進行評估的現狀。

學校噪音還會對教室內學生的學習能力造成影響，年齡越小，其理解能力受到噪音的影響越大，13 歲以下的孩子尤其明顯。而降低教室的背景噪音，減小其餘響時間 (或稱迴響時間、殘響時間) 將提高孩子對語言的理解能力。教室中背景噪音往往以直達音或者早期反射音的形式到達學生耳內，因此在教室內鋪設吸音材料並不能減小其對學生的影響。

(三) 圖書館公共服務區易發生噪音源類型

1. 空間方面：廁所及飲水設施、櫃檯、討論室。
2. 設備方面：飲水機、空調設備、電腦列印、影印機、投幣影印 (列表) 機。
3. 人的因素方面：手機、聊天及交談、小孩喧鬧、跑步聲。

(四) 圖書館公共服務區音量

圖書館公共服務區的 L_{\max} 、 $L_{\text{日}}$ 和 L_{\min} ，在同一量測空間中，三者測量值差異不大，圖 5.1-10 顯示圖書館的音量變化不大（當然有極少數老舊、經費少、管理差之圖書館例外）。

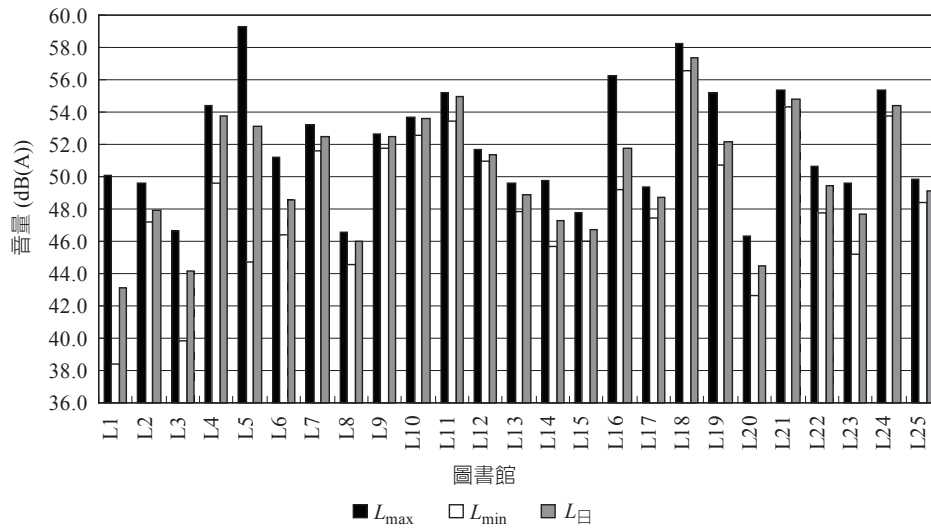


圖 5.1-10 全臺圖書館 L_{\max} 、 $L_{\text{日}}$ 和 L_{\min} 關係圖

三 醫院噪音的特點及其影響

醫院噪音主要來源於醫院中的生活噪音，通風系統、醫療設備引起的噪音、手推車引起的噪音、工作活動噪音、警報聲等。因此，醫院噪音的噪音源廣泛，噪音源移動頻率高，具有穩定的較大人口密度。醫院公共服務區之 $L_{\text{日}}$ 音量大小與人數多寡有直接關係，大致上受測空間人數越多， $L_{\text{日}}$ 音量越大。由於醫院的特殊功能，醫院噪音可能引起病人的焦慮，對其神經系統造成影響，影響其睡眠品質，造成心血管的不良反應，使發病率增加，並造成傷口癒合速度減緩、康復期延長等後果。醫院噪音還會干擾醫務人員間的交流，使其注意力下降，造成短期記憶力下降、神經系統緊張以及聽力損傷等。

1. 大約 11 pm 至 7 am 之間是「安靜」時段。
2. 在院內所有場所及任何時間， L_{Aeq} 都顯示存在著嚴重的噪音問題。
3. 沒有任何場所的 L_{Aeq} 符合現行世界衛生組織準則 (WHO Guideline)。
4. 均能音量介於 50 ~ 60 dB(A) 之間。
5. 在 63 ~ 2,000 Hz 八音階頻帶上，頻譜通常是扁平的，頻率低於此頻帶時噪音量較高，頻率達到 2,000 Hz 以上時，噪音量則逐漸下降。
6. 在夜間，許多單位的噪音量即使有降低，也非常有限。
7. 過去 45 年來蒐集自各個醫院的數據顯示，無論在白天或夜間，噪音量都呈現升高的趨勢。

醫院中各部門由於其具體工作活動以及病人群體的不同，噪音的特點以及其對病人職員的影響也各不相同：

(一) 急診室與醫院公共服務區噪音

在急診室出入口處測得噪音達到最大，均能音量在 65 ~ 75 dB(A) 的範圍內，這可能是因為出入口人來人往的影響，噪音量較大。在急診室或公共服務區 (等候區、領藥區、掛號批價區) 各個區域的測量結果發現，不同的區域均能音量的變化大，某些區域偶爾安靜偶爾吵雜，沒有格外吵雜的區域，也沒有格外安靜的區域。

醫院公共服務區的 L_{max} 、 L_{\square} 和 L_{min} ，一般而言，在同一量測空間中，三者測量值差異頗大。幾乎可以確定的是，測量值反映出不同受測單位之活動差異——如民眾較多或電視播放音量較大的受測空間，噪音量相對也較高。

此外，由於急診部門一般靠近醫院入口處，其噪音值往往較住院部門高出 5 ~ 10 dB(A)。而我國在公共服務區，噪音的均能音量也在 65 ~ 70 dB(A) 的範圍內，遠高於世界衛生組織提出的醫院噪音限值，也高於美國環境保護部提出的醫院噪音限值，若以日本及美國的醫院等候區室內音量標準介於 45 ~ 50 dB(A)，我國確實有再進步的空間。

(二) 手術室噪音

手術室的噪音會因手術的類型、手術進行階段的不同而不同。Jonathan 等人 (2007 年) 對 Johns Hopkins 醫院的手術室進行了研究。在此之前，已有工作對諸如主動脈冠狀動脈旁路移植手術、扁桃體切除手術、截骨術等手術期間的噪音進行了研究測量，也有學者對手術室的背景噪音進行了相關的研究。但是，這些研究大部分沒有註明測量儀器的時間檔設置情況，很多工作甚至沒有提及其中使用的均能噪音的時基大小。Jonathan 等人 (2007 年) 提出了如下各類型手術測得的均能音量 (5 分鐘或者 30 分鐘均能音量) 如表 5.1-13 所示。

表 5.1-13 不同手術類型均能噪音 L_{Aeq} 及其範圍

手術類型	手術數量	均能噪音 L_{Aeq} (dB(A))	變化範圍 (dB(A))	時間範圍 (min)
兒科矯形外科	2	58.0	57.0 ~ 59.0	66 ~ 84
胸部手術	4	63.0	61.5 ~ 63.5	59 ~ 240
腸胃手術	9	63.0	55.0 ~ 69.0	39 ~ 293
心臟手術	10	63.5	57.0 ~ 68.0	40 ~ 319
泌尿科手術	11	63.5	55.5 ~ 67.0	31 ~ 157
兒科泌尿手術	2	64.0	64.0	39 ~ 150
神經外科	8	64.5	60.0 ~ 67.5	74 ~ 510
耳鼻喉科	4	65.0	53.0 ~ 66.5	36 ~ 76
兒科整形	4	65.0	62.0 ~ 68.5	51 ~ 117
整形外科	19	66.5	56.5 ~ 70.5	19 ~ 37
整形	3	67.0	59.0 ~ 69.0	35 ~ 548

從表 5.1-13 的測量結果可以看出，各種手術中其均能音量 L_{Aeq} 分佈在 53 ~ 70.5 dB(A) 之間，而其均值 L_{Aeq} 在 58 ~ 67 dB(A) 範圍內。同時對手術期間的噪音峰值 L_{peak} 進行測量統計發現，手術期間其噪音的峰值基本上很多會超過 90 dB(A)。以峰值 95 dB(A) 作為標準，可以評估較大噪音發生的頻率。統計還發現，一些手術如小兒整形手術、心臟病手術以及泌尿科手術等，最大的

噪音值 L_{Amax} 超過了 120 dB(A)，且其峰值超過 110 dB(A) 的機率並不低，因此有可能對外科工作人員的聽力造成損害。相反的，腸胃手術、胸部手術期間的最大噪音值相對較低，其均能音量也相對較低，噪音峰值較少超過 95 dB(A)。由於只有當信噪比達到 15 dB(A) 或以上的時候，語音的清晰度才能得到保證。因此，在手術室中只有語音音量達到 70 ~ 85 dB(A) 時才能保證交流的語音清晰度。而正常人的交流語音大概 L_{Aeq} 在 55 ~ 65 dB(A) 的範圍內，因此，在手術室中需要大聲的說話才能保證正常的交流，否則容易造成交流的誤解。

Tsiou 等人 (2008 年) 對希臘 (Greek) 醫院的手術室噪音測量得到結果顯示，Greek 醫院的手術室中最大的均能音量 L_{Aeq} 為 71.9 dB(A)，其中 L_1 為 84.7 dB(A)， L_{10} 為 76.2 dB(A)， L_{99} 為 56.7 dB(A)。他們同時對手術的主刀醫生，手術組其他成員，護士分別進行了噪音調查。結果說明，手術室工作人員一般將下面幾種噪音源視為手術室主要的噪音來源：大聲交談噪音；機器工作產生的噪音；外來噪音；空調噪音。麻醉師往往對大聲交談產生的噪音很敏感，而護士受到機器工作噪音以及空調噪音的干擾更大，而醫生則往往認為外來噪音對其工作產生了較大的干擾。同時，主刀醫生較多地認為大聲交談產生的噪音也對其產生了干擾，相反，手術組其他成員則對空調噪音更為敏感。造成醫護人員對噪音敏感差異的主要原因可能是普通醫護人員往往每天在手術室中工作的時間更長，因此交談聲，空調噪音等長期穩定噪音的干擾可能更大。而外科醫生則不需要每天進行手術，因此外部的突發噪音對其干擾更大。Tsiou 等人 (2008 年) 測得手術室噪音中各音源的噪音值如表 5.1-14 所示。

表 5.1-14 手術期間各噪音源的噪音

手術期間噪音源	噪音量 L_{Aeq} (dB(A))	手術期間噪音源	噪音量 L_{Aeq} (dB(A))
天然氣的連接和斷開	106	麻醉師的托盤	84.7
設備的移動 (木基架)	100	咳嗽	84.2
工具的使用	94.8	拆包	84.0
物體落地聲音	94.5	脫手套	84.0
裝消毒材料金屬箱的處理	94.0	麻醉機器的警報	84.0
大聲交談，笑聲	90.2	戴手套的聲音	83.0
開門，關門，敲門	87.8	透熱療法噪音	77.0
打噴嚏	87.4	必要的討論聲音	75.0
書籍的打包及處理	85.8	其他因素	>90
抽氣設備	85.5		

(三) 加護病房噪音

Tsiou 等人 (2008 年) 在希臘 Evgenidion 醫院的加護病房測得的噪音，均能音量達到了 60.3 ~ 67.4 dB(A)，其中 L_{99} 為 52.7 ~ 59.7 dB(A)， L_1 則達到了 70.7 ~ 79.2 dB(A)。其測得 72 小時內各噪音源的 8 小時均能音量分佈如表 5.1-15 所示。

(四) 神經重症監護病房

Ryherd 等人 (2008 年) 對神經重症加護病房 (neonatal intensive care unit, NICU) 的噪音進行了研究，並討論了其噪音對病人產生重症加護病房 (intensive care unit, ICU) 綜合症的影響。對

表 5.1-15 加護病房噪音源分佈

穩定或類穩定 噪音源	噪音量 $L_{Aeq(8h)}$ (dB(A))	突發噪音源	噪音量 $L_{Aeq(8h)}$ (dB(A))
人們間討論	75 ~ 81	門	85
開啟氧氣瓶噪音	70 ~ 77	天然氣供應的連接和斷開	88
空調	60 ~ 67	抽屜盒壁櫥的開啟和關閉	85.7
開啟抽氣機	70 ~ 82	儀器，擔架	90.3
呼吸器	49 ~ 72	電話，對講機	70 ~ 77
		警報儀器	84
		桌椅凳的不當使用	78
		物體落地 (尤其金屬)	88 ~ 92
		大聲說話	90

醫護人員和病人分別進行的噪音暴露測量說明，醫護人員受到的噪音污染比病人嚴重。病人的噪音均能音量 L_{Aeq} 處於 53 ~ 58 dB(A) 的範圍內，且白天的均能音量較夜晚均能音量高出大約 4 dB(A)。病人受到的噪音的影響與環境背景噪音的變化有關。背景噪音中存在一段平穩區域，此時噪音值 L_{Aeq} 約 47 ~ 48 dB(A)，這一段時間內有助於病人的復元。此時的背景噪音主要和通風噪音和醫學儀器的工作有關。醫護人員受到的噪音均能音量 L_{Aeq} 在 65 ~ 71 dB(A) 的範圍內，其音量高於病人的噪音均能音量。91% 的醫護人員認為噪音對其日常工作產生了消極的影響，其中 66% 的人員認為噪音具有刺激性干擾，而 66% 的醫護人員對噪音感到疲憊，43% 的醫護人員則認為噪音使其無法集中精神，也有 40% 的醫護人員因此受到了緊張性頭痛的困擾。而近 96% 的醫護人員認為重症監護病房的噪音對重症監護病房 (ICU) 綜合症的產生具有一定的影響。

(五) 初生嬰兒重症室

Williams 等人 (2007 年) 對初生嬰兒重症室的噪音情況進行了研究。初生嬰兒重症室護理等級分為三級：單獨護理，2 級護理，3 級護理。其中 2 級護理不需要機械通風或者許多的藥物治療，3 級護理需要較 2 級護理更為精細的看護，而單獨護理房中的病人則是需要隔離治療的病人。不同的初生嬰兒重症室測得的各類型護理房內的噪音不一樣，對重症室 A, B 分別測量，得到如圖 5.1-11。

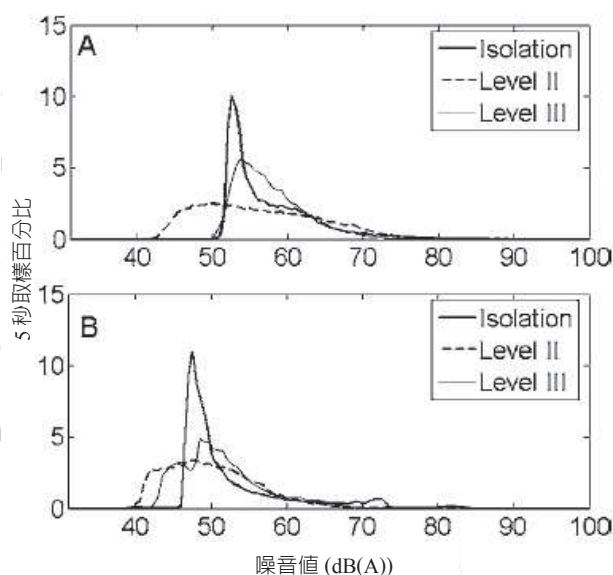


圖 5.1-11 不同重症室三種護理房的噪音分佈

可以看出，在三種護理等級的護理房中，2 級護理房的噪音分佈最分散，這種護理房可能較為嘈雜也可能是三種房間中最為安靜的。B 重症室中，2 級護理的噪音要較其他兩種護理房內噪音低，而 A 重症室中，2 級護理的噪音相對於其他兩種護理房內噪音音量反而更高。

醫院公共服務區易發生噪音源類型：

1. **空間方面**：掛號批價處、藥局區、檢驗科與候診區、急診室（救護車）。
2. **設備方面**：飲水機、空調設備、掛號處印表機聲音、病歷推車、電梯到樓提示聲。
3. **人的因素方面**：喧嘩談話、手機聲、小孩喧鬧、護士小姐奔跑聲、醫護人員與就醫患者說話、護理站、醫護人員會議室。
4. **其他**：音樂會（表演）、廣播及電視、叫號鈴聲、捐血或慈善（其他）活動。

醫院科別來分，以檢驗科、中醫科和藥劑科音量較大，原因如：

1. 檢驗科為採取檢體處（抽血、量血壓……之類的），民眾較不清楚流程因而容易大聲詢問，加上各科門診民眾多會至此檢驗（採取檢體），人數較多，音量也相對提高，其他同時音源有護士採取檢體時，說明應注意事項（因人數較多，說明時音量相對提高）、叫號聲等。
2. 中醫科多為年長者，交談聲音普遍較大（可能患有重聽或其他疾病）。
3. 藥劑科多為藥局或領藥處，各科門診多會到此領藥，人數較多，音量也相對較高。

改善醫院噪音環境有多方面途徑，國內外應從事以下努力：

第一，我們不但要描繪出現有噪音環境的特徵，還必須瞭解產生這些噪音的原因。基於此一目的，我們注意到，醫院裡缺乏採用吸音材料的情形是出了名的。這多半是因為考量感染控制、磨損和成本的結果。然而，目前市場已可提供一些材料，既可滿足醫院在這些方面的要求，又能符合相關建材特性標準。

第二，隨著醫院內作業場所日益縮小和自動化程度升高，在噪音環境下溝通已成為日益重大的問題。未來應著手與醫護人員的合作計畫，思考有助改善語音辨識度的溝通問題技術解決方案。尤其，立體聲接收的優點尚未被利用於醫院環境中的聲響系統，因此，我們正在努力證明立體聲系統的效果，並結合其優點於聲響系統中。

第三，國外文獻顯示，醫院內絕大多數的語音警示並未帶來任何後續行動，毫無疑問，這些警示反而成為致令病患和訪客不舒服的主要來源。因此，如何有效利用醫院內的語音警示，使其既能達到維護病患安全的目的，又不至於成為惱人的噪音，不失為一個適宜的研究方向。

大多數人都可能出入醫院，更有許多人需要長時間待在醫院裡。醫院噪音顯然仍是個研究不足和瞭解不夠的問題。我們的目標就是要以具有意義的方法來改變此一現況。

總之，目前的醫院噪音往往超過世界衛生組織提出的噪音限值，其對病人與醫護人員的影響會產生較大的影響，主要強調在以下幾個方面：

1. 引起病人血壓上升，情緒緊張，產生焦慮，睡眠品質降低。
2. 引起病人疼痛感的增加，提高了麻醉藥的使用量。
3. 病人住院時間增長，暴露在噪音環境中，病人的康復速度變慢。
4. 醫護人員的交流受到干擾，手術失誤率增加。

四 娛樂休閒噪音的特點及其影響

娛樂休閒噪音由於其位置的不一致，分為固定場所噪音和一般場所娛樂的噪音。固定場所的娛樂噪音具有一定的週期性。比如迪斯可舞廳或者酒吧，在營業時間段內其噪音排放量較大，而在非營業時間內其噪音排放量相對較小，並且周而復始。一般場所的娛樂噪音則具有相對較強的

隨機性，在活動進行的階段，周圍環境受到的噪音干擾會很大，而平時周邊可能處於一個相對安靜的環境。

一般酒吧噪音的 $L_{Aeq(8h)}$ 均能音量達到了 90 dB(A) 以上，處於 95 ~ 105 dB(A) 之間。Pedrero 等人 (2006 年) 對西班牙馬德里市不同階層和年齡段的人們的日常活動測量得到了如表 5.1-16 所示的關於娛樂休閒噪音的音量。

表 5.1-16 不同類型娛樂休閒活動的均能音量及其變化範圍

活動類型	佔日常活動的時間	L_{Aeq} (dB(A))	L_{Aeq} 範圍 (dB(A))
戶外運動	0.04	82.1	67.5 ~ 85.8
室內運動	0.14	77.9	62.7 ~ 83.6
各種戶外活動	0.35	82.0	55.1 ~ 89.0
夜總會	0.63	96.7	85.4 ~ 102.3
咖啡廳	2.20	82.9	65.3 ~ 94.8
觀看足球賽	0.06	88.8	88.8 ~ 88.8
網吧	0.01	59.7	59.7 ~ 59.7
電影院	0.33	79.3	70.3 ~ 83.7
教堂活動	0.06	75.2	69.2 ~ 77.8
迪斯科舞廳	0.05	95.2	90.7 ~ 99.8
搖滾樂會	0.11	98.4	94.5 ~ 99.8
博物館和劇院	0.02	81.9	81.9 ~ 81.9
旅館	0.41	82.8	71.7 ~ 91.2
音樂會	0.06	87.6	87.6 ~ 87.6

娛樂活動噪音主要對其中的參與者的聽力帶來損害。根據世界衛生組織的規定，雇員的工作環境噪音的 $L_{Aeq(8h)}$ 不能超過 85 dB(A)，採用耳罩等噪音衰減措施時， $L_{Aeq(8h)}$ 不能超過 90 dB(A)。酒吧內的環境噪音已經超過世界衛生組織規定的標準。而夜總會或者迪斯科舞廳的 L_{Aeq} 比酒吧的噪音值高出 5 ~ 10 dB(A)，其中的雇員將受到更嚴重的噪音干擾。Fleming 對迪斯科舞廳的測量發現，迪斯科舞廳內員工的 L_{Aeq} 為 94 ± 2 dB(A)，且不同的測量方法獲得的均能噪音音量並不一樣。採用定點法測量得到的結果比讓員工隨身攜帶傳聲器 (麥克風) 測量得到的均能音量小了大約 2.8 dB(A)。分析認為，定點法測量並未考慮到員工出入舞場附近時 L_{Aeq} 可能很高這個情況。一般迪斯科舞廳的噪音 $L_{Aeq(8h)}$ 可達 95 ~ 97 dB(A)。對其內部工作的播音員 (DJ) 受噪音影響的聽力靈敏度進行測試發現，近 70% 的播音員出現了暫時性的聽力下降，而有 75% 的播音員出現耳鳴的情況，這也說明，長期處於迪斯科舞廳這種環境下，會帶來聽力的損傷。

五 商業區噪音的特點及其影響

商業區噪音來源廣泛，主要來源於人們交流產生的噪音，人流來往的噪音，以及其中使用到的各種設備的噪音等，也包括周圍環境中可能帶來的交通噪音的污染，車輛啟動停止時產生的噪音等。Korfall 等在黎巴嫩的一些地方的測得的商業區噪音其 L_{Aeq} 大約在 69 ~ 72 dB(A) 的範圍內。對比《聲環境品質標準》提出的商業區噪音限值可以知道，其超出限值約 10 ~ 20 dB(A)。而 Pedrero 等人 (2006 年) 對西班牙馬德里市的各種商業區域測量得到了如表 5.1-17 所示的均能噪音結果。

商業區的噪音會對其中的工作人員以及其他成員產生一定的影響：

1. 干擾正常交流的進行。商業區繁雜的噪音會影響人們之間的交流，並干擾人們的思考。
2. 造成聽力的損傷。長期暴露在商業區噪音環境下，會造成人聽力的退化，而時間過長，則有可能引起永久性的傷害。

表5.1-17 不同商業環境下均能音量的差別

購物環境	佔日常生活時間百分比 (%)	均能音量 L_{Aeq} (dB(A))	L_{Aeq} 範圍 (dB(A))
購物中心	0.05	80.6	74.0 ~ 85.4
百貨商店	0.52	80.6	60.6 ~ 89.0
集市	1.19	82.5	68.5 ~ 84.2
超市	0.05	76.7	66.2 ~ 81.5
小商店	0.74	68.7	64.2 ~ 79.3

5.2 噪音評估和預測

5.2.1 都市噪音的評估

目前對都市生活噪音進行評估的噪音評估指標主要有以下幾種：

一 A 加權音量 L_A

A 加權音量是 40 phon 等響曲線而設計的加權網路“A”噪音值，使接受的噪音通過時對人耳不敏感的低頻有較大的衰減，高頻稍有放大。A 加權均能音量考慮了人耳對低頻噪音敏感性差的頻譜特性，對低頻有較大的修正量，能夠較好地反映人耳對各種噪音的主觀評估，且易於測量，故廣泛用於噪音計量中。由於 A 加權均能音量是個寬頻帶的度量，不同頻譜的噪音對人體產生的危害可能不同，但可以具有相同的 A 加權音量，因此 A 加權均能音量不能全面準確地反映噪音的危害程度，它主要適用於寬頻帶穩態噪音的一般測量，單位是 dB(A)。

二 A 加權均能音量 L_{Aeq}

L_{Aeq} 是一個連續的 A 加權均能音量，根據噪音的能量它等效於整個觀測期間在觀測場所實際存在的起伏噪音，A 加權均能音量可用於測量持續時間不同的起伏噪音，但對個別持續時間極短，脈衝噪音值較大的噪音值不能正確地反映，即危害程度不同的噪音仍可能具有相同的 A 加權均能音量，因此，其主要用於起伏噪音的統計測量。 L_{Aeq} 的特點：它等效於一連續穩定的噪音，在測量週期內此穩定噪音和實際起伏噪音具有相同 A 加權能量，對間歇的峰值音量較敏感，單位是 dB(A)。

三 日夜均能音量 L_{dn}

日夜均能音量 L_{dn} 是考慮到噪音在夜間對人影響更大，將夜間噪音增加 10 dB(A) 加權處理後，用能量平均的方法得出 24 小時 A 加權音量的平均值，單位是 dB(A)。

四 噪音污染級 L_{NP}

綜合能量平均值和動特性 (用標準偏差表示) 兩者的影響而提出的對噪音評估指標, L_{NP} 的定義為:

$$L_{NP} = L_{Aeq} + 2.56 \delta \quad (5-4)$$

式中:

2.56δ : 測試音量值的標準偏差 dB(A),

L_{NP} : 常用於評估都市環境噪音或起伏的交通噪音。

五 日日夜均能音量 L_{den}

歐盟執委會於 1996 年 11 月公佈「未來噪音政策綠皮書」, 制定歐盟基本噪音政策。同時成立九個工作小組, 精選專家研擬噪音調和策略措施與技術。歐盟的議會與決策機構 (Council) 已於 2002 年 6 月 25 日通過指令 Directive 2002/49/EC, 同年 7 月 18 日生效。明訂歐盟環境噪音指標 L_{den} (又稱為 LEU) 與 L_{night} (又稱為 LEU.N)。環境噪音在此定義為在內部環境中 (例如在家、家附近、在公園及在學校) 感受到的人為活動 (道路交通、鐵路、航空、工業、育樂與營建) 所產生的聲音。相當於我國一般地區環境音量。

噪音指標 L_{den} 呈現日 - 晚 - 夜擾人噪音程度, 以 dB 為單位。此指標在歐盟一些國家中已被採用於航空噪音指標。其數值與日 - 夜指標 L_{dn} 很相近, 後者在美國廣為應用, 一些歐盟國家也使用於航空噪音上。同時為了保護睡眠時間, 也就是夜晚, 特別制定「夜間噪音指標 L_{night} 」。此 L_{night} 指標的數值降低代表減少睡眠之干擾及一些其他特殊影響。歐盟噪音指標 LEU 與 LEU.N 皆容易解說、依據感覺、極為簡單、與物理量有關、引用少數指標, 具有有效性、實際應用性、透明化、易執行性、及一致性。24 小時的噪音指標如公式 (5-5) 所示:

$$L_{den} = 10 \log_{10} \frac{1}{24} \left(12 \times 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \times 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right) \quad (5-5)$$

式中:

日間時段為 12 小時,

晚間時段為 4 小時校正係數為 5 dB,

夜間時段為 8 小時校正係數為 10 dB。

而世界衛生組織 (WHO) 提出了如表 5.2-1 所示的特殊區域內的噪音限值。因此, 測得各區域的噪音均能音量以後, 也可以使用表 5.2-1 對噪音進行評估。

目前對都市生活噪音傳播之評估步驟如: 各噪音源音量之確立 → 噪音源至敏感點路徑傳播之衰減量計算 → 敏感點噪音量之計算及是否符合噪音管制標準。敏感點噪音量至室內受音點噪音量之評估步驟如: 敏感點噪音量之計算 → 敏感點噪音量至受音建築物外牆或窗戶路徑傳播之衰減量計算 → 受音建築物外牆或窗戶之隔音量 → 經外牆或窗戶傳播至室內中間點之噪音量計算 → 檢討室內噪音量是否符合室內噪音管制標準。

表 5.2-1 特殊區域的噪音限值 (WHO)

特定環境	主要健康效應	L_{Aeq} (dB(A))	時段 (h)	L_{Amax} (dB(A)) F 特性
戶外生活區	嚴重煩擾，白天和傍晚	55	16	
	中等煩擾，白天和傍晚	50	16	
住宅，室內，臥室	語音清晰度，中等煩擾，白天傍晚，睡眠干擾，夜間	35 30	16 8	45
學校教室，幼稚園，室內	語音清晰度，資訊提取的干擾，資訊交流	35	上課期間	
幼稚園臥室，室內	睡眠干擾	30	睡眠期間	45
學校操場，戶外	煩擾 (外部音源)	55	運動期間	
醫院病房，室內	睡眠干擾，夜間	30	8	40
	睡眠干擾，白天和傍晚	30	16	
醫院治療室，室內	干擾休息和痊癒	#1		
工業區，商業區，購物、交通區域戶外和室內	聽力損傷	70	24	110
慶典，節日和娛樂活動	聽力損傷 (顧客：< 5 次 / 年)	100	4	110
公共場所演講，戶外和室內	聽力損傷	85	1	110
耳機、聽筒中的音樂	聽力損傷 (自由場值)	85 #4	1	110
玩具，火警警報，輕武器的衝擊噪音	聽力損傷 (成年人)			140 #2
	聽力損傷 (兒童)			120 #2
室外公園和保護區	安寧的擾亂	#3		

#1：越低越好。
 #2：音壓峰值 (不是 f 檔測得的， L_{Amax})，距離耳朵 100 mm 處測量。
 #3：現有的戶外安靜區域需得到保持，需要保持較低的外來噪音入侵自然背景噪音的比率。
 #4：根據耳機在自由場的值。

表 5.2-2 各設備噪音量測值

設備名稱	樣本數	噪音量範圍 (dB(A))	噪音量平均值 (dB(A))
馬桶	19	64.3 ~ 77.7	71.1
洗衣機	14	53.5 ~ 68.8	60.7
窗型冷氣機室內噪音	8	50.8 ~ 67.5	58.1
窗型冷氣機室外噪音	6	57.5 ~ 70.1	63.3
抽水機	6	67.8 ~ 87.2	74.3
沉水式抽水機	2	55.6 ~ 59.8	57.7
抽油煙機室內噪音	14	56.1 ~ 74.9	65.5
抽油煙機室外噪音	2	60.3 ~ 65.2	62.8
冰箱	2	40.6 ~ 45.4	43.0
分離式冷氣室外機	1	—	69.3
分離式冷氣室內機	2	55.0 ~ 61.1	58.1
地下室汽車出入口	5	60.3 ~ 74.2	69.0
地下室抽風機噪音	7	65.5 ~ 80.6	72.5
地下室抽風機出口噪音	3	64.4 ~ 84.8	75.8

5.2.2 都市噪音預測

國內外對都市噪音(生活噪音)的預測模型研究相對較少。由於都市噪音一般具有噪音來源廣泛、音源變化、人口密度變化大等特點，一般可以使用經驗公式或者使用衰減模型等對噪音的變化趨勢進行預測。模型的建立需要一定的資料積累，預測出都市噪音的發展趨勢，NOISE MAPPING(噪音地圖)模型可以應用於都市區域噪音的預測中。但是，其主要關注的是都市道路交通噪音、工業噪音等，社會生活噪音處於比較次要的位置。以下分別說明國際上環境噪音污染指標。我國噪音污染指標現以「環境音量不合格時段數百分比」作為策略績效目標之指標。另一常用噪音污染指標為「陳情案件件數」。當陳情案件減少並不能完全代表噪音污染已減少；但是噪音陳情案件增加確實代表有問題發生，民眾不滿。同一陳情人對同一事件可能多次陳情，或多位陳情人對同一噪音事件重複陳情，而造成陳情案件增加，因此案件增加的數量無法完全反映出噪音污染源是否增多或是噪音嚴重的程度。以下列舉國際標準組織(ISO)、歐盟與歐洲道路主管會議(CEDR, Conference of European Directors of Roads)之環境污染評量指標。

一 國際標準組織(ISO)

目前在 ISO 1996-1:2003 及 ISO 1996-2:2007 中詳細規範環境噪音的描述、量測與評估方法並包括不同音源評估修正量方法。以下針對音源評估修正量做一說明：

(一) 加入修正量之原因

對交通運輸音源的煩惱反應會隨運輸模式的不同而不同，通常發現，對相同的音量，航空噪音比道路交通噪音更能引起人們的煩惱，還發現，同樣是在中到高音量，鐵路噪音比道路交通噪音引起的煩惱度要小，可能僅適用於較短的(通常 12 到 20 節車廂)列車的情況。現存的數據沒有將此結論談到較長的(通常 50 到 100 節車廂)列車或時速超過 250 km/h 的高速列車上。對於連續的工業噪音，沒有足夠的資料顯示噪音劑量與反應之間的關係。一些國家的實驗顯示：儘管工業噪音不包含明顯的單頻音或衝擊音，其引起的煩惱度要高於道路交通噪音引起的煩惱度。一些國家認為，由工業噪音(及近鄰噪音)引起的煩惱度取決於聲音突現。然而，許多工業噪音本質上或者具有單頻性(風機和泵機)，或者具有衝擊性，由於這些特性，評估這些聲音時要加上修正量。對一天中時間段的修正量現在已被許多國家接受，ISO 1996 推薦對晚間、夜間和週末使用修正量。相關管理機構可決定是否採用一天中時間修正量這一選項。

(二) 修正量

由於對不同音源、不同聲音特性和不同時間等的噪音煩惱度不同，應在測量或預測的聲級上加上一個修正量。對於單一事件，這類修正量被用於每個可用事件的暴露位準；對於連續音源，這類修正量被用於測量或預測的等效連續音壓級。在適當與方便的時候，一天中不同時段的修正量可用於暴露位準或等效連續音壓級。由於不同時間的修正量對所有音源在測量時間內是恆定的，結果也是同樣的。例如：可以對晚間每架飛機的暴露位準加上 5 dB 或者對晚間飛機的等效連續音壓級加上 5 dB，結果是一樣的。表 5.2-3 包含了推薦的修正量。大多數情況下，對不同的音源種類，這些修正量給出的是一個範圍。

表 5.2-3 根據音源種類和一天內不同時間段的典型位準修正量 (dB)

類型	詳述	修正量
音源	道路交通	0
	飛機	3 ~ 6
	鐵路 ^a	-3 ~ -6
	工業	0
音源特性	常規脈衝 ^b	5
	高脈衝	12
	高能脈衝 ^c	$L_{RE} = 2 L_{CE} - 93$ (當 $L_{CE} \geq 100$ 時) $L_{RE} = 1.18 L_{CE} - 11$ (當 $L_{CE} < 100$ 時)
	顯著單頻 ^d	3 ~ 6
時間段	晚間	5
	夜間	10
	週末日間 ^e	5

a. 鐵路修正量不用於較長的以內燃機車牽引的或時速 250 km/h 以上的列車。
b. 有些國家採用客觀顯著試驗以判定音源是否為常規脈衝。
c. L_{RE} 為修正後的暴露位準； L_{CE} 為 C 加權暴露位準。
d. 如果不能確定是否存在顯著單頻成分，ISO 1996-2 提供了檢驗其存在的測量方法。
e. 週末日間修正量加在有關機構定義的 L_d 上。

另一個廣泛用於描述社會噪音環境的方法是評估由一天內不同時段的修正位準得到全天的複合修正位準。例如：日 / 夜音量的修正，由式 (5-6)：

$$L_{Rdn} = 10 \log_{10} \left[\frac{d}{24} \times 10^{(L_{Rd} + K_d)/10} + \frac{24-d}{24} \times 10^{(L_{Rn} + K_n)/10} \right] \quad (5-6)$$

式中：

d ：日間的小時數，

L_{Rd} ：日間修正位準，包含對音源和聲音特性的修正量，單位為 dB，

L_{Rn} ：夜間修正位準，包含對音源和聲音特性的修正量，單位為 dB，

K_d ：週末日間的修正量，

K_n ：週末夜間的修正量。

可用類似的公式得到一個日間、晚間與夜間的修正位準 L_{Rden} ，如下式 (5-7) 所示：

$$L_{Rden} = 10 \log_{10} \left[\frac{d}{24} \times 10^{(L_{Rd} + K_d)/10} + \frac{e}{24} \times 10^{(L_{Re} + K_e)/10} + \frac{24-d-e}{24} \times 10^{(L_{Rn} + K_n)/10} \right] \quad (5-7)$$

式中：

e ：晚間的小時數，

L_{Re} ：晚間修正位準，包含對音源和聲音特性的修正量，單位為 dB。

有關主管部門應規定一天的持續時間選擇以及一天時間段的組成。

二 歐盟

歐盟執委會於 1996 年 11 月公佈「未來噪音政策綠皮書」，制定歐盟基本噪音政策。同時成立九個工作小組，精選專家研擬噪音調和策略措施與技術。歐盟的議會與決策機構 (Council) 已

於 2002 年 6 月 25 日通過指令 Directive 2002/49/EC，同年 7 月 18 日生效。明定歐盟環境噪音指標 L_{den} (又稱為 LEU) 與 L_{night} (又稱為 LEU.N)，並針對道路交通、鐵路，機場附近航空噪音、及工業噪音制定暫行計算方式。環境噪音在此定義為在內部環境中 (例如在家、家附近、在公園及在學校) 感受到的人為活動 (道路交通、鐵路、航空、工業、育樂與營建) 所產生的聲音，相當於我國一般地區環境音量。

噪音指標 L_{den} (呈現日 - 晚 - 夜擾人噪音程度，以 dB 為單位。此指標在歐盟一些國家中已被採用於航空噪音指標。其數值與日 - 夜指標 L_{dn} 很相近，後者在美國廣為應用，一些歐盟國家也使用於航空噪音上。同時為了保護睡眠時間，也就是夜晚，特別制定「夜間噪音指標 L_{night} 」。此 L_{night} 指標的數值降低代表減少睡眠之干擾及一些其他特殊影響。歐盟噪音指標 LEU 與 LEU.N 皆容易解說、依據感覺、極為簡單、與物理量有關、引用少數指標，具有有效性、實際應用性、透明化、易執行性、及一致性。24 小時的噪音指標如公式 (5-8) 所示：

$$L_{den} = 10 \log_{10} \frac{1}{24} \left(12 \times 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \times 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right) \quad (5-8)$$

其中：

- 日間時段為 12 小時，
- 晚間時段為 4 小時校正係數為 5 dB，
- 夜間時段為 8 小時校正係數為 10 dB。

此外，LEU.N 定義為 8 小時。週日應有獨立的時段分割時刻及噪音指標數值。測量噪音須離地面 4 公尺。任何噪音運算與測量都應排除建築物之反射效應，但是由測量點下方直接從地面反射之效應，需要盡可能的減少。可是沿聲音傳輸路線的地面狀況及遮蔽物的效應必須考量在內。

除以上各點外，歐盟已決定 2004 年 5 月 1 日接納匈牙利、捷克、波蘭、斯洛維尼亞、愛沙尼亞、立陶宛、拉脫維亞、塞浦路斯、馬爾他及斯洛伐克等十國新會員國，歐盟噪音指標將在其 25 個會員國中共同執行。為了能與已開發國家直接比較噪音狀況與交換政策措施資訊，能合理討論航空噪音與高速鐵路噪音的國際情勢，能監測全國噪音以利於發展出一套平衡中央與地方政府之噪音污染減量政策；為對各種噪音控制策略的相對成本與福利能有一致性之比較，需要統一之指標；若將計算與測量技術合理化，及導致技術單純化，並能降低儀器系統與計算的成本。

歐盟各會員國必須在 2005 年 7 月 18 日前，提交道路交通噪音、鐵路噪音、機場附近航空噪音、工業活動噪音，需以 L_{den} 與 L_{night} 為基準之限定值，並說明此限定值之執行狀況。並規定每五年更新一次噪音圖。歐盟指令 Directive 2002/49/EC 中尚未制定管制值，將留待數年後累計數據較完整時再研議，目前暫由各會員國自訂。

三 歐洲道路主管會議

歐洲道路主管會議 (CEDR, Conference of European Directors of Roads) 其工作包括：在 2005 ~ 2009 的策略計畫中降低道路交通噪音對沿線住宅之影響。其主要目標之一為針對歐洲國道噪音的管理與減輕議題做知識與經驗上的分享。在 2010 年 4 月發表了關於噪音管理與減輕對策的報告，內容提及 L_{Aeq} 與 L_{den} 此二指標，主要內容如下：

噪音的標準值與相關指引隨著國家而有著極大的不同。 L_{Aeq} 與 L_{den} 這兩種指標由於其定義、時段與計算的噪音模式不同，因此彼此之間很難去做比較，解決的基本方法為使用相同的計算模式。

在會員國中，最廣泛使用的道路交通噪音指標為 L_{Aeq} ，其不像用於環境噪音評估與管理的 L_{den} 指標須對晚間與夜間時段做“dB”之加權修正。部分會員國已經提議將 L_{Aeq} 更換為 L_{den} 指標。由於各會員國 L_{Aeq} 其時段的定義、模式與指標不均相同，造成比較 L_{Aeq} 與 L_{den} 之間關係的困難與複雜性。事實上，目前在歐洲並無 L_{Aeq} 與 L_{den} 之間關係的標準。在丹麥與法國，其使用的方程式為 $L_{den} = L_{Aeq} + 3$ ；荷蘭為 $L_{den} = L_{Aeq} - 2$ ；英國則為 $L_{den} = L_{Aeq} + 5$ 。由於 L_{Aeq} 的定義不均相同，因此相同程度的噪音在歐洲各國會產生不同的 L_{Aeq} 值。

部分國家使用 L_{den} 作為指標，對於新建的國道而言，室外噪音值 L_{den} 為 48 ~ 60 dB(A)，而最普遍的標準值則為 55 dB(A)。

對於荷蘭新的住宅區，其自治市必須遵守下述噪音限值之規定：

1. 首選限值 (preferred noise limit) : $L_{den} - 48$ dB(A)。
2. 最高可容許限值 (highest allowable noise limit) : $L_{den} - 58$ dB(A)。
3. 室內限值 (indoor limit) : $L_{den} - 33$ dB(A)。

而各國沿著國道之住宅區室外噪音與室內噪音限值如表 5.2-4 與 5.2-5 所示。由表中可以發現各國所採用的指標與時段均不甚相同，除了盧森堡與西班牙尚未對室外噪音限值訂出標準之外，其餘 18 個國家均已訂定。對於室外噪音限值採用 L_{den} 指標而言，新建高速公路 (new motorways) 標準介於 48 ~ 60 dB(A) 之間；修護現行高速公路 (modification existing motorways) 標準介於 53 ~ 68 dB(A) 之間；現行高速公路 (existing motorways) 標準介於 55 ~ 68 dB(A) 之間。

對於有訂定室內噪音限值的國家相對的少許多，目前只有 11 個國家訂定。對於室內噪音限值採用 L_{den} 指標而言，新建高速公路 (new motorways) 標準介於 30~33 dB(A) 之間；修護現行高速公路 (modification existing motorways) 標準介於 30 ~ 43 dB(A) 之間；現行高速公路 (existing motorways) 標準則無規定。而盧森堡與西班牙為室外與室內噪音限值皆無訂定的二國家。

表 5.2-4 沿著國道之住宅區室外噪音限值與指引

國家	新建高速公路標準	修護現行高速公路標準	現行高速公路標準
Austria: day	55 dB(A) L_{Aeq} (06 ~ 19)	60 dB(A) L_{Aeq} (06 ~ 19)	60 dB L_{den} (1)
Austria: night	45 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 06)	50 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 06)	50 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 06)
Belgium (NL): day	65 dB(A) L_{Aeq} (07 ~ 19)	65 dB(A) L_{Aeq} (07 ~ 19)	65 dB(A) L_{Aeq} (07 ~ 19)
Denmark: full day	50 dB(A) L_{Aeq} (00 ~ 24) (2)	50 dB(A) L_{Aeq} (00 ~ 24) (2)	65 dB(A) L_{Aeq} (00 ~ 24)
Denmark: full day	55 dB(A) L_{Aeq} (00 ~ 24) (3)	55 dB(A) L_{Aeq} (00 ~ 24) (3)	65 dB(A) L_{Aeq} (00 ~ 24)
Estonia: day	60 dB(A) $L_{pA,eq,T}$ (07 ~ 23) (4)	60 dB(A) $L_{pA,eq,T}$ (07 ~ 23) (4)	no limits
Estonia: night	55 dB(A) $L_{pA,eq,T}$ (23 ~ 07) (5)	55 dB(A) $L_{pA,eq,T}$ (23 ~ 07) (5)	no limits
Finland: day	55 dB(A) L_{Aeq} (07 ~ 22)	55 dB(A) L_{Aeq} (07 ~ 22)	55 dB(A) L_{Aeq} (07 ~ 22)
Finland: night	50 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 07) (6)	50 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 07) (6)	50 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 07) (6)
France: day	60 dB(A) L_{Aeq} (06 ~ 22) (7) (8)	60 dB(A) L_{Aeq} (06 ~ 22) (10)	for instance: 68 dB(A) L_{den} (12)
France: night	55 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 06) (7) (9)	55 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 06) (11)	for instance: 62 dB(A) L_{Aeq} (12)
Germany: day	59 dB(A) L_{Aeq} (06 ~ 22) (13)	59 dB(A) L_{Aeq} (06 ~ 22) (13)	70 dB(A) L_{Aeq} (06 ~ 22) (15)
Germany: night	49 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 06) (14)	49 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 06) (14)	60 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 06) (16)

表5.2-4 沿著國道之住宅區室外噪音限值與指引 (續)

國家	新建高速公路標準	修護現行高速公路標準	現行高速公路標準
Greece: day	67 dB(A) L_{Aeq} (08 ~ 20)	67 dB(A) L_{Aeq} (08 ~ 20)	67 dB(A) L_{Aeq} (08 ~ 20)
Iceland: full day	55 dB(A) L_{Aeq} (00 ~ 24)	65 dB(A) L_{Aeq} (00 ~ 24)	no limits
Ireland	60 dB(A) L_{Aeq} (17)	60 dB(A) L_{den} (17)	no limits
Italy: day	65 dB(A) L_{Aeq} (06 ~ 22) (18)	65 dB(A) L_{Aeq} (06 ~ 22) (18)	70 dB(A) L_{Aeq} (06 ~ 22) (19)
Italy: night	55 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 06) (18)	55 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 06) (18)	60 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 06) (20)
Latvia: day	55 dB(A) L_{Aeq} (07 ~ 19) (21)	55 dB(A) L_{Aeq} (07 ~ 19) (21)	55 dB(A) L_{Aeq} (07 ~ 19) (21)
Latvia: evening	50 dB(A) L_{Aeq} (19 ~ 23) (21)	50 dB(A) L_{Aeq} (19 ~ 23) (21)	50 dB(A) L_{Aeq} (19 ~ 23) (21)
Latvia: night	45 dB(A) L_{Aeq} (23 ~ 07) (21)	45 dB(A) L_{Aeq} (23 ~ 07) (21)	45 dB(A) L_{Aeq} (23 ~ 07) (21)
Lithuania: day	65 dB(A) L_{Aeq} (06 ~ 18) (21)	65 dB(A) L_{Aeq} (06 ~ 18) (21)	65 dB(A) L_{Aeq} (06 ~ 18) (21)
Lithuania: even.	60 dB(A) L_{Aeq} (18 ~ 22) (21)	60 dB(A) L_{Aeq} (18 ~ 22) (21)	60 dB(A) L_{Aeq} (18 ~ 22) (21)
Lithuania: night	55 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 06) (21)	55 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 06) (21)	55 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 06) (21)
Luxembourg	to be determined	to be determined	to be determined
Netherlands: f.day	48 dB L_{den} (preferred limit) (22)	53 dB L_{den} (preferred limit) (22)	65 dB L_{den} (23)
Netherlands: f.day	58 dB L_{den} (highest limit) (22)	68 dB L_{den} (highest limit) (22)	65 dB L_{den} (23)
Norway: full day	55 dB(A) L_{den} (24)	55 dB(A) L_{den} (24)	no limits
Poland: day	55 dB(A) L_{Aeq} (06 ~ 22) (25) (26)	55 dB(A) L_{Aeq} (06 ~ 22) (25) (26)	55 dB(A) L_{Aeq} (06 ~ 22) (25) (26)
Poland: night	45 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 06) (25) (27)	45 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 06) (25) (27)	45 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 06) (25) (27)
Portugal: day	55 dB(A) L_{Aeq} (07 ~ 22) (28)	55 dB(A) L_{Aeq} (07 ~ 22) (28)	55 dB(A) L_{Aeq} (07 ~ 22) (28)
Portugal: night	45 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 07) (29)	45 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 07) (29)	45 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 07) (29)
Spain: day & night	not yet fixed	not yet fixed	not yet fixed
Slovenia: full day	55 dB(A) L_{den} (30) (31) (32)	55 dB(A) L_{den} (30) (31) (32)	55 dB(A) L_{den} (30) (31) (32)
Sweden: full day	55 dB(A) L_{Aeq} (00 ~ 24) (33)	55 dB(A) L_{Aeq} (00 ~ 24) (33)	55 dB(A) L_{Aeq} (00 ~ 24) (33)

備註：

- In AT: L_{den} 的時段為日間 (06 ~ 19 時)、晚間 (19 ~ 22 時) 及夜間 (22 ~ 06 時)。
- In DK: 指娛樂區域 (假日的住宅區、綠地與營地)。
- In DK: 指住宅區或公共場所 (醫院與學校)。
- In EE: 新計畫區域為 55 dB(A)。
- In EE: 新計畫區域為 45 dB(A)。
- In FI: 當計畫新的住宅區時為 45 dB(A)。
- In FR: 在中度噪音影響的住宅區 (日間 < 65 dB(A), 夜間 < 60 dB(A))。
- In FR: 在其他區域為 65 dB(A) L_{Aeq} (06 ~ 22)。
- In FR: 在其他區域為 60 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 06)。
- In FR: 指當在修正之前的交通噪音低於新道路的限值, 否則為 65 dB(A)。
- In FR: 指當在修正之前的交通噪音低於新道路的限值, 否則為 60 dB(A)。
- In FR: 國家噪音政策對於熱點 (hot spots) 之定義: 使用不同的噪音指標均超過標準值。
- In DE: 對於住宅區、市中心、村莊與混合區域為 64 dB(A)。
- In DE: 對於住宅區、市中心、村莊與混合區域為 54 dB(A)。
- In DE: 對於住宅區、市中心、村莊與混合區域為 72 dB(A)。
- In DE: 對於住宅區、市中心、村莊與混合區域為 62 dB(A)。
- In IE: L_{den} 的時段為日間 (07 ~ 19 時)、晚間 (19 ~ 23 時) 及夜間 (23 ~ 07 時)。
- In IT: 指對於高速公路及主要道路 250 公尺範圍內之區域。
- In IT: 指對於高速公路及主要道路 100 公尺範圍內之區域 (A-zone); 100 公尺範圍內之區域 (B-zone) 則為 65 dB(A)。
- In IT: 指對於高速公路及主要道路 100 公尺範圍內之區域 (A-zone); 150 公尺範圍內之區域 (B-zone) 則為 55 dB(A)。
- In LV and LT: 另有最大噪音限值 (提高 5 dB(A))。
- In NL: L_{den} 的時段為日間 (07 ~ 19 時)、晚間 (19 ~ 23 時) 及夜間 (23 ~ 07 時)。
- In NL: 指對於現行的道路政策目標。
- In NO: L_{den} 的時段為日間 (07 ~ 19 時)、晚間 (19 ~ 23 時) 及夜間 (23 ~ 07 時)。
- In PL: 指對於只有一戶家庭的住宅; 若有多戶家庭則要提高 5 dB(A)。
- In PL: 在市中心為 65 dB(A) L_{Aeq} (06 ~ 22)。
- In PL: 在市中心為 55 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 06)。
- In PT: 指在噪音敏感區域, 否則為 65 dB(A) L_{Aeq} (07 ~ 22)。
- In PT: 指在噪音敏感區域, 否則為 55 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 07)。
- In SI: L_{den} 的時段為日間 (06 ~ 18 時)、晚間 (18 ~ 22 時) 及夜間 (22 ~ 06 時)。
- In SI: 指對於安靜的地區, 其他地區則有更高的限值。
- In SI: 對於 $L_{Aeq,day}$ 的限值为日間 (06 ~ 18 時) 55 dB(A); 晚間 (18 ~ 22 時) 50 dB(A); 夜間 (22 ~ 06 時) 45 dB(A)。
- In SE: 有 $L_{AFmax,outdoor}$ 限值 (70 dB(A))。

表 5.2-5 沿著國道之住宅區室內噪音限值與指引

國家	新建高速公路標準	修護現行高速公路標準	現行高速公路標準
Austria	no indoor limits	no indoor limits	no indoor limits
Belgium (NL)	no indoor limits	no indoor limits	no indoor limits
Denmark: full day	30 dB(A) L_{Aeq} (00 ~ 24) (1)	30 dB(A) L_{Aeq} (00 ~ 24) (1)	no indoor limits
Estonia: day	40 dB(A) $L_{pA,eq,T}$ (07 ~ 23) (2)	40 dB(A) $L_{pA,eq,T}$ (07 ~ 23) (2)	40 dB(A) $L_{pA,eq,T}$ (07 ~ 23) (2)
Estonia: night	30 dB(A) $L_{pA,max}$ (23 ~ 07)	30 dB(A) $L_{pA,max}$ (23 ~ 07)	30 dB(A) $L_{pA,max}$ (23 ~ 07)
Finland: day	35 dB(A) L_{Aeq} (07 ~ 22)	35 dB(A) L_{Aeq} (07 ~ 22)	35 dB(A) L_{Aeq} (07 ~ 22)
Finland: night	30 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 07)	30 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 07)	30 dB(A) L_{Aeq} (22 ~ 07)
France	no indoor limits	no indoor limits	no indoor limits
Germany	no indoor limits	no indoor limits	no indoor limits
Greece	35 dB(A) L_{Aeq} (00-24)	35 dB(A) L_{Aeq} (00-24)	35 dB(A) L_{Aeq} (00-24)
Iceland	30 dB(A) L_{Aeq} (00-24) (3)	40 dB(A) L_{Aeq} (00-24) (4)	—
Ireland	no indoor limits	no indoor limits	no indoor limits
Italy	no indoor limits	no indoor limits	no indoor limits
Latvia: day	40 dB(A) L_{Aeq} (07-19)	40 dB(A) L_{Aeq} (07-19)	40 dB(A) L_{Aeq} (07-19)
Latvia: evening	35 dB(A) L_{Aeq} (19-23)	35 dB(A) L_{Aeq} (19-23)	35 dB(A) L_{Aeq} (19-23)
Latvia: night	30 dB(A) L_{Aeq} (23-07)	30 dB(A) L_{Aeq} (23-07)	30 dB(A) L_{Aeq} (23-07)
Lithuania: day	45 dB(A) L_{Aeq} (06-18) (5)	45 dB(A) L_{Aeq} (06-18) (5)	45 dB(A) L_{Aeq} (06-18) (5)
Lithuania: even.	40 dB(A) L_{Aeq} (18-22) (5)	40 dB(A) L_{Aeq} (18-22) (5)	40 dB(A) L_{Aeq} (18-22) (5)
Lithuania: night	35 dB(A) L_{Aeq} (22-06) (5)	35 dB(A) L_{Aeq} (22-06) (5)	35 dB(A) L_{Aeq} (22-06) (5)
Luxembourg	no indoor limits	no indoor limits	no indoor limits
Netherlands: f.day	33 dB L_{den}	43 dB L_{den}	(6)
Norway	30 dB(A) L_{den}	30 dB(A) L_{den}	42 dB(A) L_{ekv}
Poland	no indoor limits	no indoor limits	no indoor limits
Portugal	no indoor limits	no indoor limits	no indoor limits
Slovenia: day	40 dB(A) L_d	40 dB(A) L_d	40 dB(A) L_d
Slovenia: night	35 dB(A) L_n (7)	35 dB(A) L_n (7)	35 dB(A) L_n (7)
Spain	no indoor limits	no indoor limits	no indoor limits
Sweden	30 dB(A) L_{Aeq} (00-24) (8) (9)	30 dB(A) L_{Aeq} (00-24) (8) (9)	30 dB(A) L_{Aeq} (00-24) (8) (9)

備註：
1. In DK：當有新蓋的房屋其大廈條例需要訂定室內限值為 30 dB(A)。
2. In EE：新計畫區域為 35 dB(A)。
3. In IS：對於只有一層的樓房與 summer cottages 區域為 45 dB(A)。
4. In IS：對於只有一層的樓房與 summer cottages 區域為 45 dB(A)。
5. In LT：另有最大噪音限值 (提高 10 dB(A))。
6. In NL：實際上已訂有一室外的標準可以把室內限值大約視為 45 dB L_{den} 。
7. In SI：此夜間標準意指在夜間時段內的尖峰小時值。
8. In SE：有一 $L_{AFmax,indoor}$ 限值 (45 dB(A))。
9. In SE：假使室內噪音值大於此限值 10 dB(A) 必須採取某些減輕噪音影響的作為。

5.2.3 國外室內噪音規範指標、測量方法和管制方法

隨著社會的發展與人們生活水準的提高，室內噪音問題已越來越受到人們的重視。本節著重從室內噪音的規範指標與具體測量方法上說明室內噪音的現狀，先介紹了一般性室內噪音規範指標、測量方法、管制方法和室內噪音控制技術。然後針對各類具體建築、場所、交通工具，詳細的提出其室內噪音具體規範指標及具體測量方法。

一 一般性室內噪音規範指標

中國大陸《民用建築設計通則》(GB50352-2005) 規定了民用建築各類主要用房的室內允許噪音值，如表 5.2-6 所示。

表 5.2-6 室內允許噪音值 (日間)

建築類別	房間名稱	允許噪音值 (dB(A))			
		特級	一級	二級	三級
住宅	臥室、書房	—	≤ 40	≤ 45	≤ 50
	起居室	—	≤ 45	≤ 50	≤ 50
學校	有特殊安靜要求的房間	—	≤ 40	—	—
	一般教室	—	—	≤ 50	—
	無特殊安靜要求的房間	—	—	—	≤ 55
醫院	病房、醫務人員休息室	—	≤ 40	≤ 45	≤ 50
	門診室	—	≤ 55	≤ 55	≤ 60
	手術室	—	≤ 45	≤ 45	≤ 50
	聽力測聽室	—	≤ 25	≤ 25	≤ 30
旅館	客房	≤ 35	≤ 40	≤ 45	≤ 55
	會議室	≤ 40	≤ 45	≤ 50	≤ 50
	多用途大廳	≤ 40	≤ 45	≤ 50	—
	辦公室	≤ 45	≤ 50	≤ 55	≤ 55
	餐廳、宴會廳	≤ 50	≤ 55	≤ 60	—

註：夜間室內允許噪音值的數值比日間小 10 dB(A)。

國際標準組織 (ISO) 在 1971 年提出的環境噪音允許標準中規定：住宅區室內環境噪音的允許音量為 35 ~ 45 dB(A)，規定出各種房間的允許噪音值限值如表 5.2-7 所示。對於不同時間，按表 5.2-8 進行修正，對於不同地點按表 5.2-9 進行修正。

表 5.2-7 住宅和各房間的允許噪音值限值

場所	允許噪音值 (dB(A))	
播音室、錄音室、禮堂、電影院、會議室	30 ~ 40	
教室、圖書館、實驗室	38 ~ 42	
醫院病房、手術室	38	
居住區	鄉村住宅	34
	郊區住宅	38
	市區住宅	42
	郊區公寓	38
	市區公寓	42
	辦公室	46 ~ 50
	旅館	42
	餐廳	50
	商店	54
廠房	66 ~ 85	

表 5.2-8 對不同時間的修正

時間	修正值 (dB(A))
白天	0
晚上	-5
深夜	-10 ~ -15

表 5.2-9 對不同地點的修正

地區	修正值 (dB(A))
鄉村住宅、醫療地區	0
郊區住宅、小馬路	+5
都市住宅	+10
附近有工廠或主要大街	+15
都市中心	+20
工業地區	+25

此外，工業與民用建築的允許噪音值如表 5.2-10 所示，可供參考。

表 5.2-10 工業與民用建築的允許噪音值

建築類型	無人佔用的空房間	噪音評估數	dB(A)
播音室和錄音室	播音室	15	30
	錄音室	15	30
	電視室(無聽眾)	20	34
	電視室(有聽眾)	25	38
觀眾廳	音樂廳	20	34
	電影院	25	38
學校	教室	25	38
	圖書館	30	42
住所	農村住宅	20	34
	郊區住宅	25	38
	都市住宅	30	42
醫院	病房	25	38
辦公室	小辦公室	35	46
	大辦公室	40	50
飯店	餐廳	40	50
商店	百貨商店	45	54
	超級市場	45	54
旅館	客房	30	42
	門廳	35	46
體育館	體育館	35	46
	游泳池(室內)	40	50
工廠	機器廠廠房	65	70
	木工廠、電廠廠房	65	65

二 一般性室內噪音具體測量方法

(一) 測量儀器

中國大陸《聲學環境噪音測試方法》(GB/T3222-94) 規定：測量儀器準確度為 2 型 (包括 2 型) 以上的積分式噪音計或噪音統計分析儀 (具有噪音自動監測的功能)，其性能符合《噪音計電、聲性能及測量方法》(GB3785) 和《積分平均噪音計》(GB/T17181) 的要求。「測量儀器和聲校準器應按 JJG699、JJG176、JJG778 的規定定期檢定；測量前後使用聲校準器校準測量儀器的示值偏差不大於 2 dB，否則測量無效」。

(二) 儀器設置

測量時噪音計或傳聲器(麥克風)可以手持,也可以固定在三角架上,使傳聲器(麥克風)指向被測音源,為了盡可能減少反射影響,要求傳聲器(麥克風)離地面高 1.2 m,與操作者距離 0.5 m 左右,距牆面和其他主要反射面不小於 1 m,離窗不小於 1.5 m。

此外,《工業企業噪音測量規範》(GBJ122-88)規定:對非生產場所的室內噪音測量,測量噪音時,傳聲器(麥克風)應置於測點上距地面高 1.2 m 處,傳聲器(麥克風)應指向影響較大的音源。

(三) 測量條件

《民用建築隔音設計規範》(GBJ118-88)規定:允許噪音值的基本參量,應採用 A 加權均能音量。允許噪音值應為日間開窗條件下的標準值,且噪音特性為穩態噪音。允許噪音值的測量,應在影響最嚴重的噪音源發聲時進行。對使用中不需開窗的建築,例如有空調的房間,允許噪音值指關窗情況下的噪音值。

《工業企業噪音測量規範》(GBJ122-88)規定:對非生產場所的室內噪音測量,測量噪音時,室內聲學環境(門與窗的啟與閉,打字機、空調器等室內音源的運行狀態),應符合正常使用條件。

美國沙加緬度市(Sacramento 加州首府)《噪音控制法令》規定:室內噪音測量時,窗戶的開閉狀態應隨季節符合正常使用情況。

此外,所有標準都沒有明確說明噪音測量是在有人還是無人的情況下,但本報告認為應在室內無人佔用、空調系統正常運轉條件下測量。但測量條件首先應滿足對室內噪音規範、標準中所用噪音評估指標的解釋(指對允許噪音值和背景噪音的測量條件的說明,視場所不同而不同)時所規定的各項環境條件。

(四) 測量時間

中國大陸《聲學環境噪音測試方法》(GB/T3222-94)規定:室內噪音的測量應在日間、夜間兩個不同時段內進行:日、夜時間應按地區經度、季節變化和地區生活習慣綜合考慮劃定,一般日間為 06:00~22:00 時段,夜間為 22:00~06:00 時段;「測量一般選擇在星期一至星期六的正常工作日,如果星期日以及不同季節環境噪音有顯著差異,必要時可要求做相應的測量,或長期連續測量」。

此外,《公共場所噪音測定方法》(GBT18204.22-2000)規定:文化娛樂場所、商場(店),測定營業前 30 min,營業後 30 min,營業結束前 30 min 的噪音 dB(A)。旅店業、圖書館、博物館、美術館、展覽館、醫院候診室、公共交通等候室、公共交通工具均在營業後 60 min 測定。

澳洲昆士蘭《噪音測量指南》規定:室內噪音測量時間應在人的活動期間。測量的時間間隔 T 應足夠長,以保證測量資料能代表室內噪音的真實狀況。

(五) 佈點要求

首先節錄各標準、規範對室內噪音測量的佈點規定:

《工業企業噪音測量規範》(GBJ122-88)對於非生產場所:「辦公室、設計室、會議室、醫

室、托兒所、倉庫等室內噪音測量，一般應在室內居中位置附近選 3 個測點取其平均值……傳聲器（麥克風）應置於測點上距地面高 1.2 m 處，傳聲器（麥克風）應指向影響較大的音源」；

《聲學環境噪音測量方法》(GB/T 3222-94) 對於建築物內的測量：「這些測量應在所需測試的噪音影響的環境中建築物內進行。測量位置最好離牆面或其他反射面至少 1 m，離地面 1.2 ~ 1.5 m，離窗 1.5 m 處」；

《公共場所噪音測定方法》(GBT18204.22-2000) 規定：對於較大的公共場所（大於 100 m²）距音源（或一側牆壁）中心劃一直線至對側牆壁中心，在此直線上取均勻分佈的三點為監測點；較小的公共場所（小於 100 m²）在室中央取一點為監測點。

《民用建築隔音設計規範》(GBJ118-88) 對於通常室內場合：

對於住宅、學校、醫院、旅館、辦公樓及商業建築中面積小於等於 30 m² 的房間，在被測房間內選取 1 個測點，測點位於房間中央；對於面積大於 30 m²、小於等於 100 m² 的房間，選取 3 個測點；對於面積大於 100 m² 的房間（例如，開敞式辦公室、商場等），可根據具體情況，最佳化選取能代表該區域室內噪音水準的測點及測點數量。

測點分佈應均勻且具代表性，測點應分佈在人的活動區域內。對於開敞式辦公室，測點可佈置在辦公區域；對於商場，測點可佈置在購物區域。測點的佈置應滿足下列條件：

1. 測點距地面的高度應為 1.2 ~ 1.6 m。
2. 測點距房間內各反射面的距離應大於 1.0 m。
3. 各測點之間的距離應大於 1.5 m。
4. 測點距房間內噪音源的距離應大於 1.5 m。

註：對於較擁擠的房間，上述測點條件無法滿足的情況下，測點距房間內各反射面的距離應大於 0.7 m。

對於間歇性非穩態噪音的測量，測點數可為一個。測點應設在房間中央，測點距房間各反射面的距離應大於 1.0 m，測點距地面的高度應為 1.2 ~ 1.6 m」；《建築隔音評估標準》(GBJ 121-88) 對《民用建築隔音設計規範》的上述佈點補充說明為：「對於面積較大的房間，例如開敞式辦公室、商場等，由於情況複雜，所以在這裡沒有提出確定測點數量的具體規定。對於這類場所的測點的選取和佈置原則是：測點分佈應均勻，同時測點應設在人的活動區域內。例如：開敞式辦公室，測點可設在辦公區域；商場，測點可設在購物區域及收銀處；超市，測點可設在購物通道內及收銀處。」中國大陸專利《民用建築室內噪音測量與評估方法》在現有規範基礎上對室內噪音測量的最佳化如下：「選定測量點指的是在室內四個方向和中間各設置 1 個測點位，測量點位離牆面或反射面 0.5 m，離地面 1.2 ~ 1.5 m……，所述的選定測量點還包括在結構傳聲的敏感處設置點位；對於戶外噪音源通過空氣傳聲引起的室內噪音污染，還包括在面向外部噪音源的窗或閘外設置點位」。

綜合以上節錄，測量佈點方法建議如下：

1. 測點分佈應均勻且具代表性，測點應分佈在人的活動區域內
 - (1) 測點距地面的高度應為 1.2 ~ 1.6 m；
 - (2) 測點距房間內各反射面的距離應大於 1.0 m，離窗大於 1.5 m；
 - (3) 各測點之間的距離應大於 1.5 m；

- (4) 測點距房間內噪音源的距離應大於 1.5 m，當房間較小時，測點距房間內各反射面的距離應大於 0.7 m。
2. 對於住宅、學校、醫院、旅館、辦公樓及商業建築中面積小於等於 30 m² 的房間，在被測房間內選取 1 個測點，測點位於房間中央；對於面積大於 30 m²、小於等於 100 m² 的房間，選取 3 個測點；對於面積大於 100 m² 的房間（例如，開敞式辦公室、商場等），可根據具體情況，最佳化選取能代表該區域室內噪音水平的測點及測點數量。
3. 對於間歇性非穩態噪音的測量，測點數可為一個。
4. 應該在結構傳聲的敏感處設置點位；對於戶外噪音源通過空氣傳聲引起的室內噪音污染，還需要在面向外部噪音源的窗或門外設置點位。

國外佈點要求如下：

美國沙加緬度市（加州首府）《噪音控制法令》規定：室內噪音測量時，測點應靠近受影響區域，離牆、天花板和地板的距離至少 4 英尺。

澳洲昆士蘭《噪音測量指南》規定：室內噪音測量時，測點距牆至少 1 m，離地面的高度為 1.2 ~ 1.5 m，離窗戶的距離至少 1.5 m。

(六) 測量方法

《民用建築隔音設計規範》(GBJ118-88) 提出了通常室內場合噪音測量的詳細實施方法，節錄如下：

1. 對於穩態噪音，在各測點處測量 A 加權均能音量，儀器時間計權特性為「慢」特性，測量時間週期為 5 秒，取平均值；並將各測點的測量值進行能量平均。
2. 對於音量隨時間變化較複雜的持續的非穩態噪音，在各測點處測量 10 min 的均能音量 A 加權。將各測點的測量值進行能量平均。
3. 對於間歇性非穩態噪音，用噪音計或其他聲學測量儀器的「快」特性測量最大 A 加權，同時記錄下 0.5 小時內噪音的間歇時間，計算出噪音所佔的時間比例。依相關規定進行修正。
4. 當建築物內部的設備噪音是影響室內噪音的主要噪音源時，如電梯噪音、水泵噪音等，室內噪音的測量是測量設備處於正常運行狀態下，設備完成一個有代表性的運行過程的均能音量 A 加權。
5. 在進行室內噪音測量時，若主觀判斷噪音中含有可聽純音，應在測量 A 加權或均能音量 A 加權的同時測量該 A 加權或均能音量 A 加權所對應的線 1/3 八音度頻帶頻譜，並依相關規定進行修正。

(七) 讀數方法

穩態與近似穩態噪音用快特性讀取指示值或平均值；週期性變化噪音用慢特性讀取最大值並同時記錄時間變化特性；脈衝噪音讀取峰值和脈衝保持值；無規則變化噪音用慢特性，每隔 5 秒讀一個暫態 A 加權；每個測點連續讀取 100 個資料代表該測點的噪音分佈。

(八) 資料記錄

測量資料一般直接由噪音計或其他測量儀器讀出，讀數的方法為：每隔 5 秒讀一個暫態 A

加權，每個測量點要連續讀取若干個資料值，記錄於環境噪音測量資料表中，讀數時還應判斷主要噪音來源。

(九) 評估指標

在公共場所噪音標準中，規定用 L_{Aeq} 作為評估值，用 L_{10} 、 L_{50} 、 L_{90} 作為分析依據。對於公共場所的一般性監測，可分別求出各點的 L_{50} ，然後進行合成或平均計算作為公共場所噪音的判定依據。

(十) 資料處理

1. 累積百分音量 L_{10} 、 L_{50} 、 L_{90}

累積百分音量 L_N 的計算方法為：將在規定時間內測得的所有暫態 A 加權數據 (例如 100 個資料)，按音量的大小順序排列並編號 (由大到小)，則第一個 L_1 就是最大值。第 10 個值 L_{10} 表示在規定時間內有 10% 的時間的音量超過此音量，它相當於在規定時間內噪音的平均峰值 (事件噪音)； L_{50} 第 50 個資料，表示在規定時間內有 50% 的時間的音量超過此音量，它相當於在規定時間內噪音的平均值； L_{90} 為第 90 個資料，表示在規定時間內有 90% 的時間的音量超過此音量，它相當於在規定時間內噪音的背景值。

2. 均能音量 L_{Aeq}

均能音量 L_{Aeq} 可由式 (5-9) 計算：

$$L_{Aeq} = 10 \log_{10} \left(\sum_{i=1}^n 10^{0.1L_{Ai}} \right) - 10 \log_{10} n \quad (5-9)$$

式中：

n ：在規定的時間 T 內採樣的總數， $n = T/\Delta t$ ，

Δt ：採樣測量的時間間隔， s ，

L_{Ai} ：第 i 次測量的 A 加權，dB。

由於環境噪音標準中都用 A 加權，故如不加說明則均能音量就是 A 加權均能音量，並常簡單地用符號 L_{eq} 表示。

當 $n = 100$ 時，則均能音量表示如式 (5-10)：

$$L_{Aeq} = 10 \log_{10} \left(\sum_{i=1}^n 10^{0.1L_{Ai}} \right) - 20 \quad (5-10)$$

如果資料 L_{Ai} 遵從正態分佈，則均能 (5-11) 音量可用公式 (5-11) 近似計算：

$$L_{Aeq} = L_{50} + \frac{d^2}{60} \quad (5-11)$$

式中：

d ： L_{10} 與 L_{90} 之差。

(十一) 結果表示

噪音的測量結果用均能音量 L_{Aeq} 來表示，該點的噪音水準用累積百分音量的 L_N 表示其音量的分佈。

(十二) 結果修正

對不同的噪音特性 (包括峰值因素、頻率特性、持續時間和起伏等)，需對噪音測量值進行修正，修正方法如表 5.2-11。

表 5.2-11 根據噪音特性對噪音測量值的修正方法

噪音特性		修正值 dB(A)	
穩態 噪音	持續穩態的噪音	0	
	脈衝性穩態噪音 (如捶擊、鉚接聲)	+5	
	含有可聽純音的穩態的噪音 (如狗叫、蜜蜂的嗡嗡聲)	+5	
非 穩態 噪音	間歇噪音	在半小時內噪音所佔時間的百分數	-
		56 ~ 100	0
		18 ~ 56	-5
		6 ~ 18	-10
		< 6	-15
	音量隨時間起伏，變化較複雜的噪音 (如交通噪音)	0	

三 一般性室內噪音管制方法

總體上說，都市室內噪音的管制是一項綜合工程，包括：法制建設、都市規劃、建設管理、環境評估、建築設計、聲學設計等多個相關領域，涉及政府、規劃管理部門、交通管理部門、建設管理部門、環境監察管理與評估部門、建設設計部門、開發商、業主等多個單位和個人。由於待建、已建項目分別對應的室內噪音管制措施在很多地方存在較大區別，下面對應這兩類情況分別展開討論。

(一) 中國大陸室內噪音管制的流程

1. 待建專案的室內噪音管制流程

待建專案室內噪音管制流程如圖 5.2-1。

2. 已建專案的室內噪音管制流程

已建專案室內噪音管制流程如圖 5.2-2。

(二) 中國大陸室內噪音管制的步驟

1. 待建專案的室內噪音管制步驟

(1) 立法與執法

制定相關法律並嚴格強制執行是室內噪音管制的先決條件。國外多數國家有相關法令對室內噪音加以強制管制；中國大陸已頒布《中華人民共和國環境噪音污染防治條例》用以控制環境區域噪音，但尚無類似條款專門用於室內噪音的控制。

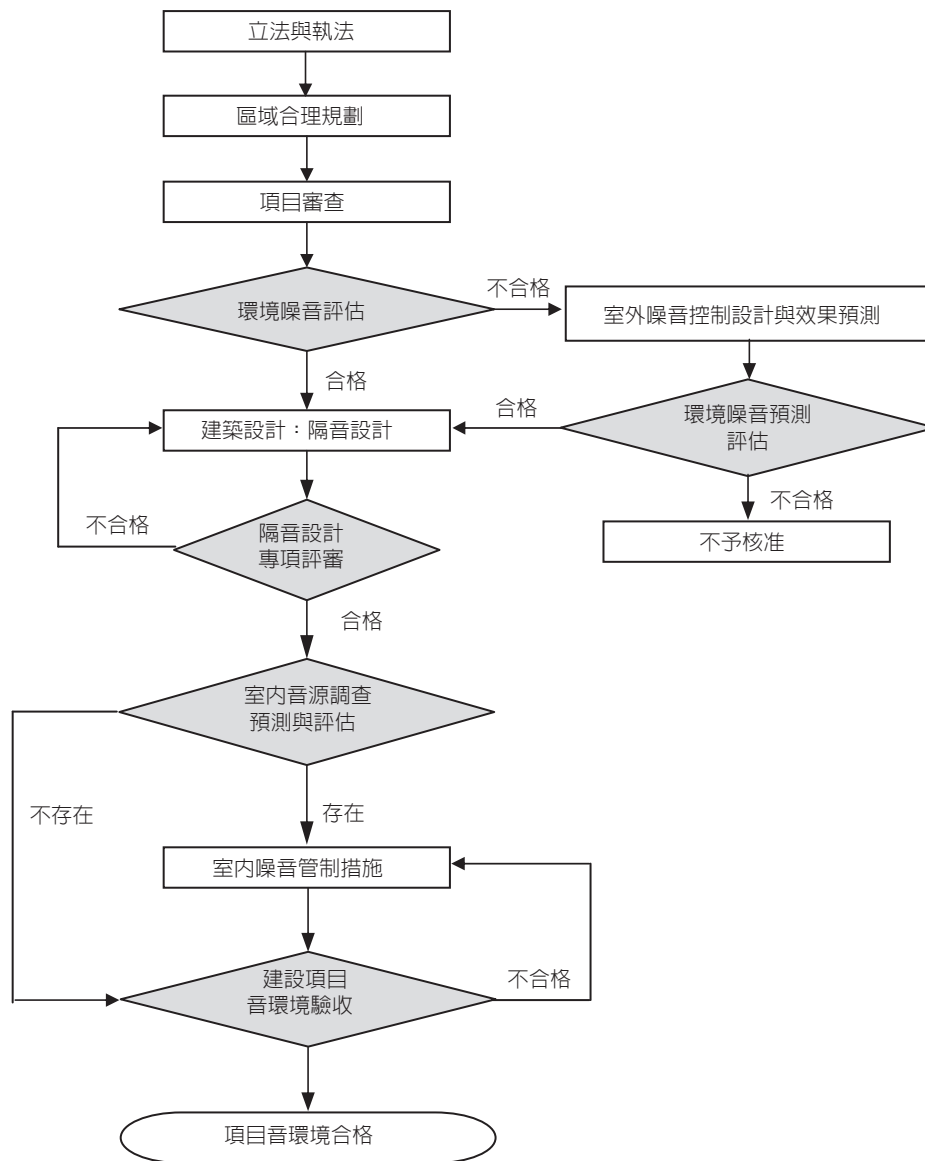


圖 5.2-1 待建項目室內噪音管制流程圖

(2) 城區合理規劃

在總體規劃中，應該按噪音等級將都市合理分區，建立或完善都市主城區的區域環境「噪音地圖」(noise map)，並由環境監測部門給予經常更新。噪音地圖在歐洲多數大都市採用(如：倫敦、伯明罕、巴黎、阿姆斯特丹、布魯塞爾、柏林、日內瓦、羅馬尼亞、布拉格、赫爾辛基等)，它使用直觀清晰的方式反映區域環境噪音分佈的基本狀況，能幫助決策者方便合理地規劃都市以防止環境噪音的擴散，為人們掌握控制噪音的主動權提供可能。

在規劃城區時，參照噪音地圖，盡量使音環境要求較高的場合(如住宅、文教、醫療場合)遠離噪音源和高噪音區，並可將對噪音不敏感的建築物排列在該類建築周邊臨交通幹線上，以形成周邊式的隔音牆。同時應盡量避免交通幹線(包括機場、航線和鐵路線)鄰近和穿行音環境要求較高的區域。

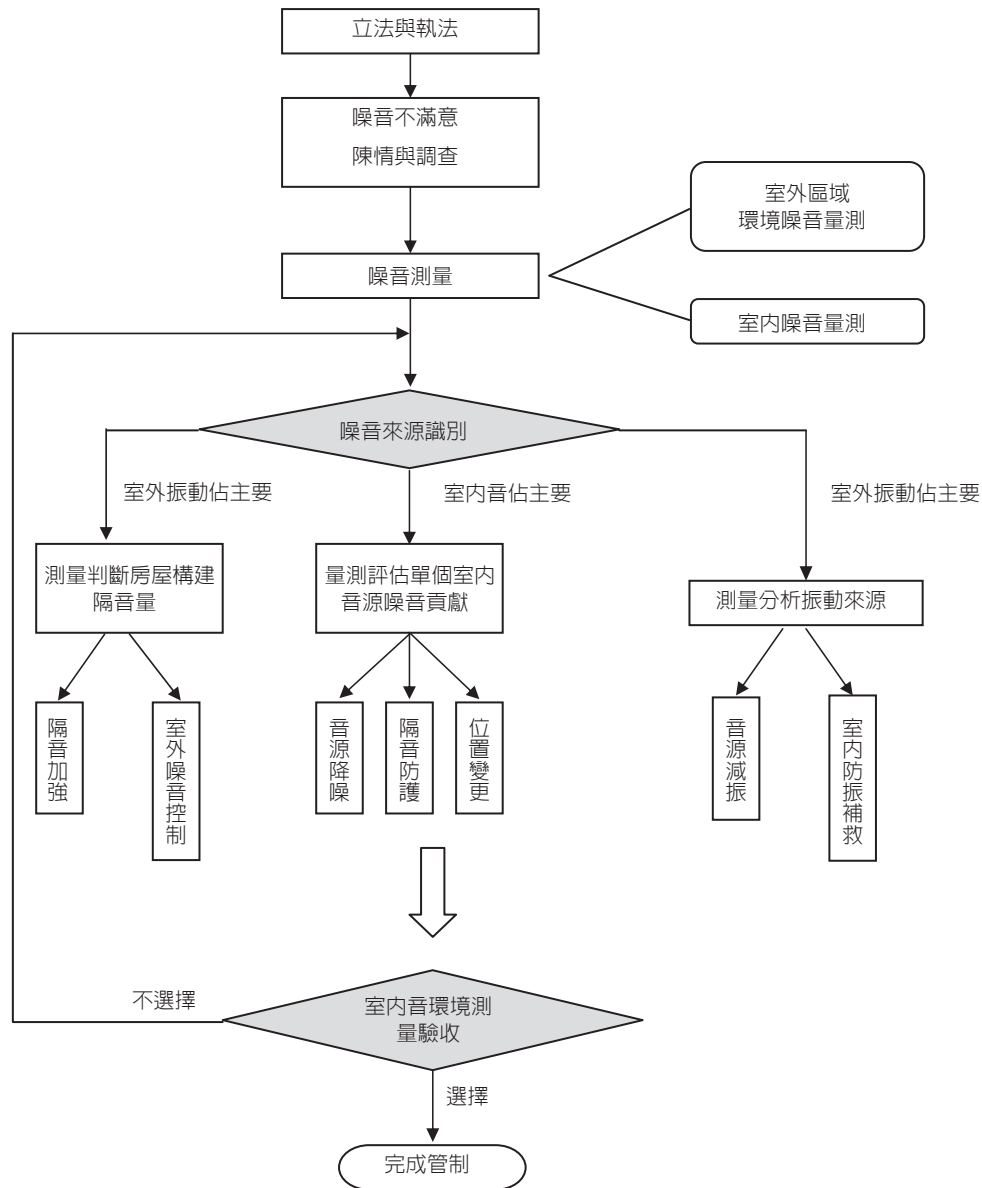


圖 5.2-2 已建項目室內噪音管制流程圖

(3) 項目審查與監管

將區域環境噪音超標情況作為強制性法規寫入建設專案審查要求與條件，加大並規範環境影響評估中噪音影響評估的權重因數與測量預測方法。

(4) 環境影響評估

在規劃住宅、文教、醫療等對音環境敏感的建築時，中國大陸要求需要委託具有乙級以上資質的環境影響評估單位對建設前後周圍環境噪音加以正確合理的測量與預測，對噪音影響展開重點評估。對於區域環境噪音現狀達不到建設專案所處類別的要求時，開發商必須展開積極有效的「室外噪音控制」設計工作，並委託環評單位對控制措施效果進行合理預測，結論必須有據可依。對於採取控制措施後，仍無法出具可靠論據證明能達到所處類別要求的建設專案，建設專案管理部門將不予核可。

(5) 建築設計

待建專案的結構設計過程，中國大陸要求必須包含建築聲學設計專項。設計單位必

須配備有專門的建築聲學設計師，且該人員需持有國家或省級統一認證的建築聲學職業資格證書。

待建專案的隔音設計要求，需嚴格遵照《民用建築隔音設計規範》中的相關內容。在設計評審時，需包括隔音設計評審專項，進行專門評審且具有一票否決權。

(6) 室內噪音隱患評估

對室內音環境要求高的場所，建議業主在室內裝修、擺設前專門組織人力對將來可能存在的室內音源與戶間噪音給予合理預測、隱患評估與措施設計。

2. 已建專案的室內噪音管制步驟

(1) 立法與執法

該部分與待建專案相關內容相一致。

(2) 噪音不滿意度舉報與調查

政府、環境管理部門應該開通順暢的環境噪音污染、噪音擾民的陳情管道，並有義務對其中問題較突出的室內噪音案例進行追蹤與調查。建議在各個社區建立完備的「噪音不滿意度調查」(noise complaint investigate) 與「危機處理」(crisis-process) 機制，以迅速發現室內噪音問題地點並有效給予處理。

(3) 噪音測量

對問題地點首先需同時開展室外區域環境噪音測量和室內噪音測量工作，相關測量方法與要求請參照「一般性室內噪音具體測量方法」。測量室外區域環境噪音時，應分別在室外、室內佈點測量，室內測點宜分別測量窗戶開、關兩種狀態下室外區域環境噪音的影響，以確定門、窗等的實際插入損失。

在測量室內噪音源的噪音影響時，首先應調查清楚所有潛在的噪音源，然後應在各測點分別針對每個噪音源單開的情況進行測量，以確定各處各噪音源的影響分佈，同時需在室內重點防護位置加以額外佈點。

當調查發現室外有大型振動源（如變壓器、冷源熱泵機組）鄰近時，需使用振動感測器依據《振動與衝擊對建築物振動影響的測量和評估基本方法及使用導則》(GB/T14124-1993) 進行振動測量與評估。以上測量在室內佈點位置需保持一致。

(4) 噪音來源識別

按照多個聲場疊加則聲能量線形疊加的原理，正確處理測量到的資料，分別計算出各室外噪音源、各室內噪音源在室內各測點處的噪音能量及其所佔百分比，以確定室內各處各來源噪音影響貢獻值，識別主要噪音源。

(5) 採取措施

測量分析後需針對不同情況分別採取措施以保護室內重點防護點（區）：

當主要是室外聲影響時，應根據具體情況針對性進行「室外噪音控制」和建築隔音加強的措施。

當主要是室內聲影響時，應瞭解清楚具體單個噪音源在重點保護點的影響貢獻值，並分別採取：音源降噪、隔音防護（隔音罩、擋聲板和室內隔音牆等）以及安裝位置變更等措施。

對於主要由室外振動引發的影響情況，必須詳細調查建築周圍（包括地下）所有配套設施，重點是變壓器、冷源熱泵機組、中央空調器等大型裝置。對振動源本身需採取隔振、減振措施，特殊場合下需同時在室內進行減振補救：將現有地板改造成浮築樓板，甚至在現有房間內浮築建造一個嵌套房間（房中房）。

四 一般性室內噪音控制技術

噪音的防制主要是控制音源的輸出和聲的傳播途徑，以及對接收者進行保護。包括吸音、隔音、消音等措施。

目前，國內外採用「吸音降噪」方法進行噪音控制已非常普遍，一般效果約為 6 ~ 10 dB(A)。其設計步驟歸納如下：

1. 瞭解噪音源的聲學特性。如音源總聲功率級 L_w ，或測定距音源一定距離處各個頻帶音量與總音量 L_p ，以及確定音源指向性因數 Q 。
2. 瞭解房間的聲學特性。幾何尺寸、估算各個壁面各個頻帶的吸音係數 α_1 、房間常數 R_1 。最後，由噪音允許標準所規定的噪音，求出需要的降噪量。
3. 根據所需降噪量，求相應的房間常數 R_2 ，或總吸音量 A_2 ，平均吸音係數 α_2 。
4. 確定了材料的吸音係數後，合理選擇吸音材料和結構，並注意安裝方法。注意材料強度、施工難易程度、經濟性、裝飾性及防火、防潮等。吸音降噪只能降低迴（餘）響聲音，對直達聲無效。只靠吸音降低噪音 10 dB 以上，幾乎不可能。

五 學校

(一) 室內噪音具體規範指標

1. 中國大陸指標

中國大陸的《民用建築隔音設計規範》(GBJ118-88) 對學校建築中各種教學用房及教學輔助用房按照安靜程度給予分類，並分別制定了相關的允許噪音值，如表 5.2-12。同時對於特別容易分散學生聽課注意力的干擾噪音（如演唱）時，所有類別房間對應允許噪音值的數值減去 5 dB(A)。

表 5.2-12 學校室內允許噪音值

房間類別	允許噪音值 (dB(A))
有特殊安靜要求的房間	≤ 40
一般教室	≤ 50
無特殊安靜要求的房間	≤ 55

其中有特殊安靜要求的房間指語言教室、錄音室、閱覽室等；一般教室指普通教室、史地教室、合班教室、自然教室、音樂教室、琴房、視聽教室、美術教室等；無特殊安靜要求的房間指健身房、舞蹈教室；以操作為主的實驗室；教師辦公及休息室等。

2. 其他各國指標

WHO 的環境噪音指南中對學校教室的背景噪音建議為 35 dB(A) 以下，同時對於有聽力障礙的學生該背景值需更低。

國際標準組織 (ISO) 在 1971 年提出的環境噪音允許標準中規定教室、實驗室的允許噪音值為 38 ~ 42 dB(A)。

英國按照學校不同房間類型從連續均能 A 加權、突發噪音、室內餘響和語言傳輸指數分別指定了允許限值，表 5.2-13 列出了連續均能 A 音量和突發噪音的允許值，為保證教學資訊的有效傳遞，教學房間的語言傳輸指數 (STI) 需大於 0.6。

美國採用的 NC 等級中關於學校各類房間內的噪音指標如表 5.2-14 所示。

表 5.2-13 英國對學校各類房間內的噪音允許值

房間類型	$L_{Aeq,T}$ (dB(A))	L_{Amax} (dB(A))
托兒所活動間	35	65
小學教室	35	60
中學教室	35	60
聲樂教室	35	55
集會禮堂	35	60
食堂餐廳	45	65

表 5.2-14 美國學校各類房間內的噪音指標 (NC)

房間類型	NC 指標	對應的 $L_{Aeq,T}$ (dB(A))
演講廳與教室	25 ~ 30	35 ~ 40
開放式教室	35 ~ 40	45 ~ 50
電影室、電影院	30 ~ 40	45 ~ 50
圖書館	35 ~ 40	40 ~ 50
劇院	20 ~ 25	30 ~ 65
私人住宅	25 ~ 35	35 ~ 45
旅館	40 ~ 45	50 ~ 55
電視、廣播學習室	15 ~ 25	25 ~ 35
錄音間	15 ~ 20	25 ~ 30
音樂廳、朗誦廳	15 ~ 20	25 ~ 30
體育館	45 ~ 55	55 ~ 65

歐洲使用的 NR 等級中的相關指標如表 5.2-15。

丹麥國家標準對教室內部噪音指標見表 5.2-16。

表 5.2-15 歐洲各類文教場合的噪音指標 (NR)

房間類型	NR 曲線
圖書館、博物館	NR35
學校	NR35

表 5.2-16 丹麥教室內部噪音指標

時段	dB(A)	dB(A)	dB(A)
	L_G (1 ~ 20 Hz)	$L_{Aeq,LF}$ (20 ~ 200 Hz)	L_{Aeq} (20 ~ 20 kHz)
學校教室	85	30	40

(二) 室內噪音具體測量方法

學校各建築室內噪音的具體測量方法請參考「一般性室內噪音具體測量方法」節。

近年來，國外對教室聲學研究的重點已經從早期的室內外噪音及其影響的分析轉移到室內語音清晰環境的研究上來了，室內語音清晰環境相比單純的環境背景噪音更為綜合，考慮的因素更多。室內聽聞環境以語言可懂度作為評估指標，而評估量也由環境背景噪音轉為了信噪比 (NR)、迴響時間 (RT)、語言清晰度指數 (AI) 和語言傳輸指數 (STI) 等。

對應於新的評估指標，世界衛生組織以及英國、美國等許多歐美國家都已經建立或著手建立相應的教室室內聲學環境方面的新的標準或規範。如英國按照學校不同房間類型從 A 加權均能音量、突發噪音、室內餘響和語言傳輸指數分別指定了允許限值，部分參數見「室內噪音具體規範指標」部分。

六 住宅公寓

(一) 室內噪音具體規範指標

1. 中國大陸指標

中國大陸的《民用建築隔聲設計規範》(GBJ118-88) 對住宅室內噪音指標給予了限定，如表 5.2-17。

表 5.2-17 住宅室內允許噪音值

房間名稱	允許噪音值 (dB(A))			
		一級	二級	三級
臥室、書房	白天	≤ 40	≤ 45	≤ 50
	夜晚	≤ 30	≤ 35	≤ 40
起居室	白天	≤ 45	≤ 50	≤ 50
	夜晚	≤ 35	≤ 40	≤ 40

2. 其他各國指標

WHO 的環境噪音指南中對住宅室內噪音的指導限值定為：臥室內的連續噪音要求小於 30 dB(A)，突發聲的 L_{Amax} 需小於 45 dB(A)，且噪音計檢波指示器使用「快」回應進行測量；住宅室內連續噪音要求需小於 35 dB(A)，詳見表 5.2-18。

表 5.2-19 提出了英國標準 BS 8233:1999 規定的住宅室內允許噪音值設計指南值。

表 5.2-18 WHO 對住宅室內噪音的指導限值

環境	$L_{Aeq,T}$ dB(A)	時間 (小時)	L_{Amax} dB(A)
住宅室內	35	日間 16	—
臥室	30	夜間 8	45

表 5.2-19 英國住宅室內允許噪音值設計指南值

房間名稱	允許噪音值 (dB(A))
起居室	30 ~ 40
臥室 (夜間)	30 ~ 35

美國主要使用 NC (noise criterion) 等級來指定室內噪音限值，見表 5.2-20。

歐洲對應採用的是 NR (noise rating) 曲線進行評估和限定，見表 5.2-21。

表 5.2-20 美國公寓室內噪音指標 (NC)

房間類型	NC 指標	對應的 $L_{Aeq,T}$ dB(A)
公寓	25 ~ 35	35 ~ 45

表 5.2-21 歐洲私人住宅室內噪音指標 (NR)

房間類型	NR 曲線
私人住宅	NR30

紐西蘭國家標準對住宅內部噪音限值見表 5.2-22。

丹麥國家標準對住宅內部噪音指標見表 5.2-23。

表 5.2-22 紐西蘭住宅內部噪音限值

時段	$L_{Aeq,T}$ dB(A)	L_{Amax} dB(A)
白天	45 ~ 55	
夜間	35 ~ 45	70 ~ 75

表 5.2-23 丹麥住宅內部噪音指標

時段	dB(A)	dB(A)	dB(A)
	L_G (1 ~ 20 Hz)	$L_{Aeq,LF}$ (1 ~ 200 Hz)	L_{Aeq} (20 ~ 20 kHz)
夜間	85	20	30/25
白天	85	25	30

美國沙加緬度市 (加州首府)《噪音控制法令》規定：在任何公寓住宅、市政廳、兩人或多人居住單元，在 22:00 ~ 07:00 期間，室內噪音應滿足：每小時內噪音超過 45 dB(A) 的累計時間不超過 5 分鐘；每小時內噪音超過 50 dB(A) 的累計時間不超過 1 分鐘；任何時刻噪音都不能超過 55 dB(A)。否則，產生超過此限值的噪音是違法行為。若環境噪音超過了此限值，則相應標準提高 5 dB(A)。

(二) 室內噪音具體測量方法

住宅公寓室內噪音的具體測量方法請參考「一般性室內噪音具體測量方法」節。此時測量應分日夜進行，一般日間為 06:00 ~ 22:00 時段，夜間為 22:00 ~ 06:00 時段。

七 辦公室

(一) 室內噪音具體規範指標

1. 中國大陸指標

中國大陸的《辦公建築設計規範》(JGJ 67-2006) 對辦公建築主要房間室內允許噪音值的限定如表 5.2-24。

表 5.2-24 中國大陸辦公建築主要房間室內允許噪音值

房間類別	允許噪音值 (dB(A))		
	一類辦公建築	二類辦公建築	三類辦公建築
辦公室	≤ 45	≤ 50	≤ 55
設計製圖室	≤ 45	≤ 50	≤ 50
會議室	≤ 40	≤ 45	≤ 50
多功能廳	≤ 45	≤ 50	≤ 50

辦公建築的分類如表 5.2-25。

表 5.2-25 辦公建築分類

類別	示例	設計使用年限	耐火等級
一類	特別重要的辦公建築	100 年或 50 年	一級
二類	重要辦公建築	50 年	不低於二級
三類	普通辦公建築	25 年或 50 年	不低於二級

其中「特別重要的辦公建築」可以理解為：國家級行政辦公建築，部省級行政辦公建

築，重要的金融、電力調度、廣播電視、通信樞紐等辦公建築以及建築高度超過該結構體系的
最大適用高度的超高層辦公建築。

北京市建築設計研究院聲學研究室對中國大陸辦公室、會議室允許噪音值推薦值的推薦
值見表 5.2-26。

表 5.2-26 中國大陸辦公室、會議室允許噪音值推薦值

房間類別		允許噪音	
		評估曲線 NC--NR--	單值 (dB(A))
辦公	辦公室	35	40
	設計室、製圖室	40	45
	會議廳	25	30
會議	會議室	30	35
	多功能廳	35	40

此外，中國大陸《民用建築隔音設計規範》(GBJ 118-88) 對旅館建築中辦公用房的室內
允許噪音值做了限值。

2. 其他各國指標

國際標準組織 (ISO) 在 1971 年提出的環境噪音允許標準中規定辦公室的允許噪音值為
46 ~ 50 dB(A)。

英國標準視通常的辦公場合包括：圖書館、單人辦公室、博物館、開放式辦公室、會議
室等，並分別指定了允許噪音值限值，如表 5.2-27。

表 5.2-27 英國辦公場合允許噪音值限值

場所類別	允許噪音值 $L_{Aeq,T}$ dB(A)	
	好	一般
圖書館、單人辦公室、博物館	40	50
開放式辦公室	35	45
會議室、主管室	35	40

美國使用 NC 等級指定各類辦公場合的允許噪音值指標如表 5.2-28。

表 5.2-28 美國各種辦公場合室內噪音指標 (NC)

場所類別	NC 指標	對應的 $L_{Aeq,T}$ dB(A)
會議室	25 ~ 30	35 ~ 40
單人辦公室	30 ~ 35	40 ~ 45
開放式辦公區	35 ~ 40	45 ~ 50
商業設備區、機房	40 ~ 45	50 ~ 55
法院、法庭	30 ~ 40	40 ~ 50
教堂	30 ~ 35	40 ~ 45

歐洲採用的 NR 曲線對各類辦公場合的室內噪音限定如表 5.2-29。

表 5.2-29 歐洲使用的各類辦公場合室內噪音指標 (NR)

場所類別	NR 曲線
會議室	NR30
圖書館、博物館、法院、主管室	NR35
普通單人辦公室	NR40
開放式辦公室	NR45
帶商業設備的辦公區	NR50

日本建築學會編制的日本室內噪音的適用等級見表 5.2-30。為保持原表的完整，部分和辦公地點噪音適用等級無關的內容沒有刪除。

表 5.2-30 日本室內噪音適用等級

建築物	房間用途	噪音水準 (dB(A))			噪音等級		
		1 級	2 級	3 級	1 級	2 級	3 級
集中住宅	居室	35	40	45	N-35	N-40	N-45
賓館	客房	35	40	45	N-35	N-40	N-45
辦公地點	高官辦公室	40	45	50	N-40	N-45	N-50
	會議室、接待室	35	40	45	N-35	N-40	N-45
學校	普通教室	35	40	45	N-35	N-40	N-45
醫院	病房 (個人)	35	40	45	N-35	N-40	N-45
音樂廳、演奏廳、歌劇廳		25	30	—	N-25	N-30	—
劇場、多用大廳		30	35	—	N-30	N-35	—
錄音室		20	25	—	N-20	N-25	—

註：選自日本《建築設計資料集成》。

丹麥國家標準對辦公室內部噪音指標見表 5.2-31。

(二) 室內噪音具體測量方法

辦公建築室內噪音的具體測量方法請參考「一般性室內噪音具體測量方法」節。此時測量時間為開始辦公之後 60 min 開始測量。對於開敞式辦公室，測點分佈應均勻，設在辦公區域。

表 5.2-31 丹麥辦公室內部噪音指標

時段	dB(A) $L_G(1 \sim 20 \text{ Hz})$	dB(A) $L_{Aeq,LF}(1 \sim 200 \text{ Hz})$	dB(A) $L_{Aeq}(20 \sim 20 \text{ kHz})$
辦公室	85	30	40

八 旅館

(一) 室內噪音具體規範指標

1. 中國大陸指標

中國大陸《旅館建築設計規範》(JGJ 62-90)對一到四級旅館的噪音限值如表 5.2-32。

表 5.2-32 旅館建築室內噪音限值

場所類別	噪音標準 (NR)			
	一級	二級	三級	四級
客房	30	35	35	50
餐廳、宴會廳	35	40	40	55

中國大陸的《民用建築隔音設計規範》(GBJ118-88)對旅館建築內部各種房間制定的室內允許噪音值見表 5.2-33。

表 5.2-33 中國旅館建築各種房間允許噪音值

房間名稱	允許噪音值 (dB(A))			
	特級	一級	二級	三級
客房	≤ 35	≤ 40	≤ 45	≤ 55
會議室	≤ 40	≤ 45	≤ 50	≤ 50
多用途大廳	≤ 40	≤ 45	≤ 50	—
辦公室	≤ 45	≤ 50	≤ 55	≤ 55
餐廳、宴會廳	≤ 50	≤ 55	≤ 60	—

2. 其他各國指標

國際標準組織 (ISO) 在 1971 年提出的環境噪音允許標準中規定旅館的允許噪音值為 42 dB(A)。

美國使用 NC 等級來指定旅館各種房間的室內噪音及空調系統噪音指標，如表 5.2-34。

表 5.2-34 美國旅館各種房間的內部噪音指標 (NC)

房間類型	NC 指標	對應的 $L_{Aeq,T}$ dB(A)
單獨客房或套房	30 ~ 35	35 ~ 45
會議廳或宴會廳	25 ~ 35	35 ~ 45
服務與設備區	40 ~ 45	45 ~ 50
大廳、走廊、休息室	35 ~ 40	50 ~ 55
公寓	25 ~ 35	35 ~ 45

歐洲使用 NR 曲線來指定旅館各種房間的室內噪音及空調系統噪音指標，如表 5.2-35。

日本建築學會編制的日本室內噪音標準中對賓館客房的噪音限值規定如表 5.2-36 所示。

表 5.2-35 歐洲旅館各種房間的室內噪音指標 (NR)

房間類型	NR 曲線
客房或套房	NR35
大廳、走廊、盥洗室	NR40

表 5.2-36 日本賓館客房的室內噪音限值

客房等級	噪音水準 (dB(A))	噪音等級
1 級	35	N-35
2 級	40	N-40
3 級	45	N-45

(二) 室內噪音具體測量方法

旅館建築室內噪音的具體測量方法請參考「一般性室內噪音具體測量方法」節。此時測量應分日夜進行，一般日間為 06:00 ~ 22:00 時段，夜間為 22:00 ~ 06:00 時段。

九 餐廳

(一) 室內噪音具體規範指標

中國大陸的《飲食建築設計規範》(JGJ64-89) 提出了餐廳的室內噪音指標，如表 5.2-37。

表 5.2-37 餐廳的室內噪音指標 (NC)

房間類別	噪音標準
一級餐廳、飲食廳	NC40
二級餐廳	NC50

中國大陸的《民用建築隔音設計規範》(GBJ118-88) 對旅館內餐廳、宴會廳規定了室內允許噪音值，見表 5.2-33。

國際標準組織 (ISO) 在 1971 年提出的環境噪音允許標準中規定餐廳的允許噪音值為 50 dB(A)。

(二) 室內噪音具體測量方法

餐廳建築室內噪音的具體測量方法請參考「一般性室內噪音具體測量方法」節。此時應測定營業前 30 min，營業後 30 min，營業結束前 30 min 的噪音。

十 展覽館、圖書館

(一) 室內噪音具體規範指標

所有標準都沒有提出展覽館的室內噪音規範，但可參照圖書館的室內噪音規範。

中國大陸的《圖書館建築設計規範》(GBJ 38-99) 提出了圖書館的室內允許噪音值，如表 5.2-38 所示。

表 5.2-38 圖書館內噪音分區及允許噪音值標準

分區	房間名稱	允許噪音值 (dB(A))
I 靜區	研究室、專業閱覽室、縮微、珍善本、輿圖閱覽室、普通閱覽室、報刊閱覽室	40
II 較靜區	少年兒童閱覽室、電子閱覽室、集體視聽室、辦公室	50
III 鬧區	陳列廳(室)、讀者休息區、目錄廳、出納廳、門廳、洗手間、走廊、其他公共活動區	55

國際標準組織 (ISO) 在 1971 年提出的環境噪音允許標準中規定圖書館的允許噪音值為 38 ~ 42 dB(A)。

(二) 室內噪音具體測量方法

展覽館、圖書館的室內噪音的具體測量方法請參考「一般性室內噪音具體測量方法」節。此時的噪音測定應在營業後 60 min 進行。

十一 音樂廳、演奏廳、劇場、電影院

(一) 室內噪音具體規範指標

中國大陸的《劇場建築設計規範》(JGJ 57-2000) 規定：「劇場內各類噪音對環境的影響，應按現行國家標準《都市區域環境噪音標準》GB 3096 執行。」同時採用 NR 曲線對觀眾席背景噪

音限定如表 5.2-39 所示。此外，《劇場建築設計規範》(JGJ 57-2000) 還規定了劇場輔助用房的室內背景噪音限值，如表 5.2-40 所示。

表 5.2-39 觀眾席背景噪音限值

觀眾席類別	NR 曲線
甲等	NR25
乙等	NR30
丙等	NR35

表 5.2-40 劇場輔助用房的室內背景噪音限值

房間名稱	背景噪音 (NR)
聲控室	≤ 30
排練廳	≤ 35
樂隊排練廳	≤ 30
合唱排練廳	≤ 35
琴房、調音室	≤ 30
同聲翻譯室	≤ 35

中國大陸的《電影院建築設計規範》(JGJ 58-88) 規定：在放映機、通風或空氣調節系統均開啟時，空場觀眾席的噪音：甲等電影院不應超過 40 dB(A)；乙、丙等電影院不應超過 45 dB(A)。設置身歷聲時，噪音均不應超過 40 dB(A)。

國際標準組織 (ISO) 在 1971 年提出的環境噪音允許標準中規定播音室、錄音室、禮堂、電影院的允許噪音值為 30 ~ 40 dB(A)。

日本建築學會編制的日本室內噪音標準中對音樂廳、演奏廳、歌劇廳、劇場、多用大廳、錄音室的噪音限值規定如表 5.2-41 所示。

歐洲使用的 NR 曲線對部分商業與公共場合的噪音指標限定如表 5.2-42。

表 5.2-41 日本音樂廳等建築的室內噪音限值

房間名稱	噪音水準 (dB(A))		噪音等級	
	1 級	2 級	1 級	2 級
音樂廳、演奏廳、歌劇廳	25	30	N-25	N-30
劇場、多用大廳	30	35	N-30	N-35
錄音室	20	25	N-20	N-25

表 5.2-42 歐洲部分商業與公共場合的噪音指標 (NR)

場所類別	NR 曲線
音樂廳	NR25
劇院、電影院	NR30

(二) 室內噪音具體測量方法

音樂廳、演奏廳、劇場、電影院等建築的室內噪音的具體測量方法請參考「一般性室內噪音具體測量方法」節。不同的是測量的 A 加權在意義上有區別，如劇場的觀眾席測量的是背景噪音，這時應滿足背景噪音的測量環境，而現有的標準均未對背景噪音在時間與空間上做一個嚴格統一的規定，建議背景噪音的定義為：在測點處，在測量時段內與被測噪音同時存在的所有其他噪音。

在測電影院的室內噪音時，應滿足「在放映機、通風或空氣調節系統均開啟時，空場觀眾席」的條件。

十二 購物中心、百貨公司、超市

(一) 室內噪音具體規範指標

中國大陸《商店建築設計規範》(JGJ48-88) 規定：「商店營業廳通風設備允許噪音值，頂層宜取 45 ~ 55 dB(A)，底層宜取 50 ~ 60 dB(A)；當周圍環境噪音較低時，採用下限允許值，當周圍環境噪音較高時，採用上限允許值。」

百貨商店、超級市場的允許噪音值見表 5.2-43。

國際標準組織 (ISO) 在 1971 年提出的環境噪音允許標準中規定商店的允許噪音值為 54 dB(A)。

歐洲使用的 NR 曲線對部分商業與公共場合的噪音指標限定如表 5.2-44。

表 5.2-43 百貨商店、超級市場的允許噪音值

無人佔用的空房間	噪音評估數	dB(A)
百貨商店	45	54
超級市場	45	54

表 5.2-44 歐洲部分商業與公共場合的噪音指標 (NR)

場所類別	NR 曲線
衣帽間、夜總會、商店	NR40
百貨公司、超市、小賣部	NR45

(二) 室內噪音具體測量方法

購物中心、百貨公司、超市的室內噪音的具體測量方法請參考「一般性室內噪音具體測量方法」節。此時應測定營業前 30 min，營業後 30 min，營業結束前 30 min 的噪音。

十三 體育館

(一) 室內噪音具體規範指標

中國大陸《體育館聲學設計及測量規程》(JGJT131-2000) 規定：「體育館噪音對環境的影響應符合現行國家標準《都市區域環境噪音標準》GB3096 的規定。當體育館比賽大廳、貴賓休息室、擴聲控制室、電視評論員室和擴聲播音室無人佔用時，在通風、空調、調光等設備正常運轉條件下，室內背景噪音限值宜符合相關規定。」並提出體育館比賽大廳等房間的室內背景噪音限值如表 5.2-45 所示。體育館的允許噪音值見表 5.2-46。

表 5.2-45 體育館比賽大廳等房間的室內背景噪音限值

房間種類	室內背景噪音限值
比賽大廳	NR-35
貴賓休息室	NR-30
擴聲控制室	NR-35
電視評論員室	NR-30
擴聲播音室	NR-30

(二) 室內噪音具體測量方法

體育館的室內噪音的具體測量方法請參考「一般性室內噪音具體測量方法」節。但測量條件與測量方法有不同之處。中國大陸《體育館聲學設計及測量規程》(JGJT131-2000) 規定：體育館的室內噪音的測量應在「無人佔用時，在通風、空調、調光等設備正常運轉條件下」，「測量時，比賽大廳的門、窗、窗簾的狀態均應與實際使用時的狀態一致。測量時，擴聲系統中調音台的音調調節器應置於「平直」位置。測點的選取應符合下列規定：

表 5.2-46 體育館的允許噪音值

無人佔用的空房間	噪音評估數	dB(A)
體育館	35	46
游泳池(室內)	40	50

1. 所有測點與牆面的距離均應大於 1.5 m。在觀眾席(含主席臺、裁判席、活動觀眾席)區，測

- 點距地面高度應為 1.2 m。在比賽場地，測點距地面高度應為 1.6 m。
- 對於對稱的比賽大廳，測點可在比賽大廳的 1/2 區域或 1/4 區域內 (包括對稱軸線附近，偏離對稱軸線 1.5 m 內) 選取；對於非對稱的比賽大廳，測點應在整個比賽大廳內選取。測點分佈應均勻並具代表性。
 - 傳輸頻率特性、傳聲增益、最大音量的測點數，在觀眾席區宜選測量區域內座席數的千分之五，且不得少於 8 點；在比賽場地內，不應少於 3 點。
 - 聲場不均匀度的測點數，在觀眾席區宜選測量區域內座席數的六十分之一；在比賽場地內不應少於 5 點。
 - 迴響 (餘響 (reverberation) 或混響) 時間、背景噪音的測點數，在觀眾席區不應少於 6 點，在比賽場地內不應少於 3 點。」

此外還規定了相關的測量方法，詳細內容請參閱《體育館聲學設計及測量規程》的「聲學測量」部分。

十四 醫院

(一) 室內噪音具體規範指標

中國大陸《民用建築設計通則》(GB50352-2005) 規定了醫院各類房間的室內允許噪音值，如表 5.2-47 所示。

表 5.2-47 室內允許噪音值 (日間)

房間名稱	允許噪音值 (dB(A))			
	特級	一級	二級	三級
病房、醫務人員休息室	—	≤ 40	≤ 45	≤ 50
門診室	—	≤ 55	≤ 55	≤ 60
手術室	—	≤ 45	≤ 45	≤ 50
聽力測聽室	—	≤ 25	≤ 25	≤ 30

註：夜間室內允許噪音值的數值比日間小 10 dB(A)。

表 5.2-48 WHO 對醫院室內噪音的指導限值

房間類型	$L_{Aeq,T}$ dB(A)	L_{Amax} dB(A)
病房	30	40
治療或觀察室	35	—

中國大陸《綜合醫院建築設計規範》(JGJ 49-88) 規定：放射科 X 線治療室室內允許噪音值不應超過 50 dB(A)。醫院病房的允許噪音值為 38 dB(A)，相應的噪音評估數為 25。國際標準組織 (ISO) 在 1971 年提出的環境噪音允許標準中規定醫院病房、手術室的允許噪音值為 38 dB(A)。

WHO 環境噪音指南中有關醫院室內噪音的指導限值如表 5.2-48。

英國使用 NR 曲線對醫院各類房間內的機械設備噪音和室內背景噪音值都給予了限定，如表 5.2-49。

表 5.2-49 英國醫院室內機械設備噪音和背景噪音限值 (NR)

房間類型	機械設備噪音	室內背景噪音
手術室、特護室	30	30
密談室、會議室、診療室	30	35
報告廳	30	35
住院病房、等待室	30	40
工作室、娛樂室、咖啡間	35	40
普通辦公室	35	45
走廊、實驗室	40	50
洗手間、廁所、廚房	45	50

美國採用的 NC 等級中對醫院室內噪音提出的指標見表 5.2-50。

其他歐洲地區使用的 NR 曲線對醫院室內噪音限定的指標見表 5.2-51。

表 5.2-50 美國醫院室內噪音指標 (NC)

房間類型	NC 指標	對應的 $L_{Aeq,T}$ dB(A)
特護室	25 ~ 30	35 ~ 40
操作室	25 ~ 30	35 ~ 40
病房	30 ~ 35	40 ~ 45
實驗室	35 ~ 40	45 ~ 50
走道	30 ~ 35	40 ~ 45
公共區	35 ~ 40	45 ~ 50

表 5.2-51 歐洲醫院室內噪音指標 (NR)

房間類型	NR 曲線
醫院病房	NR30
手術室	NR35

(二) 室內噪音具體測量方法

醫院的室內噪音的具體測量方法請參考「一般性室內噪音具體測量方法」節。此時的噪音測定應在營業後 60 min 進行。

十五 針對機場、鐵路、客運汽車、遊艇碼頭、地鐵車站大廳的室內噪音

(一) 室內噪音具體規範指標

國內外無機場、鐵路、客運汽車、遊艇碼頭、地鐵車站大廳的室內噪音規範指標，建議參照中國大陸《都市區域環境噪音標準》(GB3096-1993)、《機場周圍飛機噪音環境噪音標準》(GB9660-1988)、《都市軌道交通車站站台聲學要求和測量方法》(GB14227-2006)、《都市港口及江河兩岸區域環境噪音標準》(GB11339-19989) 等標準。

表 5.2-52 地下鐵道車站站台噪音限值

限值等級	限值 (L_{eq})
一級	80
二級	85

表 5.2-53 地下鐵道車站站台餘響時間限值

限值等級	限值 (T)
一級	1.5
二級	2.0

(二) 室內噪音具體測量方法

機場、鐵路、客運汽車、遊艇碼頭、地鐵車站大廳的室內噪音的具體測量方法請參考「一般性室內噪音具體測量方法」節和馬大猷《噪音與振動控制工程手冊》。

十六 針對機場、鐵路、客運汽車、遊艇碼頭、地鐵的車廂、司機室的室內噪音

(一) 室內噪音具體規範指標

表 5.2-54 鐵路機車司機室內噪音限值

車型	穩態噪音 / dB(A)	添加間歇噪音後的均能音量 L_{eq} / dB(A)
內燃機車	80	85
電力機車	78	85
蒸汽機車	85	90

中國大陸《鐵路機車司機室允許噪音值值》(GB/T3450-1994) 提出了鐵路機車司機室內噪音限值，如表 5.2-54 所示。

中國大陸《鐵道客車噪音的評定》(GB/T12816-1991) 提出了鐵道客車車內噪音標準限值，如表 5.2-55 所示。

表 5.2-55 鐵道客車車內噪音標準限值平均穩態 A 加權 L_A /dB

車種	允許噪音值 (不大於)	車種	允許噪音值 (不大於)
軟席臥車 (空調、非空調)	65	行李車 (空調) 乘務員室	68
硬席臥車 (空調、非空調)	68	行李車 (非空調) 乘務員室	70
軟席座車 (空調、非空調)	68	行李車 辦公室	75
硬席座車 (空調)	68	郵政車 (空調乘務員室)	68
硬席座車 (非空調)	70	郵政車 (非空調乘務員室)	70
硬席座車 (市郊車)	75	郵政車 辦公室	75
餐車 (空調餐車)	68	發電車 辦公室	80
餐車 (非空調餐車)	70	發電車 (非空調乘務員室)	70
餐車 廚房	75		

註：本標準適用於標準軌距鐵路上運行的新造普通全金屬座車、臥車、行李車、郵政車、餐車、發電車和上述車種的合造車噪音評估。不適用於動車組的車輛噪音評估。

中國大陸《地下鐵道電動車組司機室、客室噪音限值》(GB/T11392-1994) 提出了地下鐵道電動車組司機室、客室噪音標準限值，如表 5.2-56 所示。

表 5.2-56 地下鐵道電動車組司機室、客室噪音標準限值

地點	等級	地面線路測量	地下線路測量
司機室	一級	74	84
	二級	77	87
	三級	80	90
客室	一級	76	86
	二級	79	89
	三級	82	92

中國大陸《海洋船舶噪音規定》(GB5979-1986) 提出了遠洋和沿海船舶艙室內的噪音限值，如表 5.2-57 所示。

表 5.2-57 遠洋和沿海船舶艙室內的噪音標準限值

部位		限值 L_p /dB(A)	
機艙區	有人值班機艙主機操縱處	90	
	有控制室或無人的機艙	110	
	機艙控制室	75	
	工作間	85	
駕駛區	駕駛室	65	
	橋樓兩翼	70	
	海圖室	65	
	報務室	60	
起居室	臥室	60	
	醫務室、病房	60	
	辦公室、休息室、接待室等艙室	65	
	廚房	機械設備和專用風機不工作	70
		機械設備和專用風機正常工作	80

中國大陸《內河船舶噪音規定》(GB5980-1986) 提出了內河船舶艙室內的噪音限值，如表 5.2-58 所示。

表 5.2-58 內河船舶艙室內的噪音標準限值

部位		L_p 限值 /dB(A)		
		I 等	II 等	III 等
機艙區	有人值班機艙主機操縱處	90		
	有控制室或無人的機艙	110		
	機艙控制室	75	78	—
	工作間	90		
駕駛區	駕駛室	65	70	70
	報務室	65	70	—
起居室	臥室	60	65	70
	醫務室	60	65	—
	辦公室、休息室等艙室	65	70	75
	廚房	80	85	85

(二) 室內噪音具體測量方法

飛行中飛機艙內音量的測量方法，其對測量位置的規定如下：

1. 客艙

應在沒有乘客或乘務員(工作人員)時，測量乘客或乘務員座位典型頭部位置處的音壓信號。傳聲器(麥克風)應垂直向上放在座位中心線上，距頭枕 $0.15\text{ m} \pm 0.025\text{ m}$ ，在空椅墊

上方 $0.65\text{ m} \pm 0.05\text{ m}$ 。客艙測點數量和分佈取決於飛機座位安排以及具體的實驗目的。乘客艙測點的選擇應保證代表客艙的音環境。

2. 機組人員工作區

音壓信號測量應放在典型的機組人員頭部位置。在飛行員處，麥克風要放在有代表性的坐姿頭部高度，距典型的耳朵位置 0.1 m 以內，那裡通常是語言通信的接收位置，測量時要有機組人員就坐。機艙人員站立處的測量要在機組人員不在場時進行，麥克風應距地板 $1.65\text{ m} \pm 0.1\text{ m}$ 高。不在客艙的機艙人員座位位置的測量應按 1. 的規定進行，折疊座椅應處於使用狀態。

3. 機組休息室

音壓信號測量應在機組成員休息狀態時的頭部位置進行，測量時機組成員不應在場。麥克風應放在床墊、毯子或頭枕上方 $0.15\text{ m} \pm 0.02\text{ m}$ 。如果頭部位置靠牆，那麼麥克風距牆應不小於 0.15 m 。

4. 麥克風安裝

為減少包括持麥克風延伸杆或支撐設備的操作人員引起的干擾和阻擋影響，麥克風用支架或延伸杆安裝在固定的位置，測試中如果有氣流影響麥克風，則麥克風應安裝防風罩，可從廠家提供的資料或其他實驗資料獲知無風狀態下座位頻率和聲入射角度函數的風罩插入損失。

機場、鐵路、客運汽車、遊艇碼頭、地鐵的車廂、司機室的室內噪音的具體測量方法的其他詳細內容請參閱馬大猷《噪音與振動控制工程手冊》。

目前國內外針對各類建築、場所、交通工具的室內噪音具體規範指標及測量方法。值得注意的是：針對室內噪音，有的規範採用允許噪音值，有的採用背景噪音，它們是兩個不同的概念，需要不同的測量條件。一般情況下，採用的都是允許噪音值，對於電影院、劇場和音樂廳等採用背景噪音。

5.3 噪音的控制

在建築物中採取隔(吸)音措施時，一般多是將對住戶最有影響的部分作為對象，並假設外部噪音來討論建築物的隔(吸)音效果。通常，隔(吸)音措施都是在建築用地周邊、建築物自身和材料構成等方面實施，而無論是在那個方面進行實施，都關係到整體規劃和成本，如果沒有適當的隔(吸)音設計，是達不到目標中的隔(吸)音效果的。此外，外牆、窗戶、換氣孔等各個部位的隔(吸)音平衡也很重要。有時，在那裡實行隔(吸)音措施甚至會改變經濟負擔方，對都市噪音源採取隔(吸)音措施已成為一個重要的社會問題。

5.3.1 噪音控制概述

都市噪音由於其音源多樣，影響廣泛，因此需要對都市噪音逐步制定相關的法律法規，並採取一定的技術手段控制其噪音的污染排放，噪音控制措施方法分別說明如後。

一 制定相關的法規

(一) 我國

有關我國針對娛樂場所、營業場所、擴音設施噪音管制，爰依據民國 98 年 9 月 4 日行政院環境保護署環署空字第 0980078173 號令修正發布之「噪音管制標準」。

其中時段區分三段，日間：第一、二類管制區指上午六時至晚上八時；第三、四類管制區指上午七時至晚上八時。晚間：第一、二類管制區指晚上八時至晚上十時；第三、四類管制區指晚上八時至晚上十一時。夜間：第一、二類管制區指晚上十時至翌日上午六時；第三、四類管制區指晚上十一時至翌日上午七時，指特定時段內所測得音量之能量平均值。頻率範圍及指標包括 20 Hz 至 20 kHz 之均能音以 L_{Aeq} 表示，20 Hz 至 200 Hz 之均能音量以 $L_{Aeq,LF}$ 表示，測量時間則選擇發生噪音最具代表之時刻或陳情人指定之時刻測量。

其中「噪音管制標準」第五條 娛樂場所、營業場所噪音管制標準值如下，單位 dB(A)：

管制區	音量	時段	頻率	20 Hz 至 200 Hz			20 Hz 至 20 kHz		
				日間	晚間	夜間	日間	晚間	夜間
第一類				35	35	30	55	50	40
第二類				40	35	30	60	55	50
第三類				40	40	35	70	60	55
第四類				40	40	35	80	70	65

第七條 擴音設施噪音管制標準值如下：

管制區	音量	時段	日間	晚間	夜間
			第一類	60	50
第二類	75	60	50		
第三類	80	65	55		
第四類	85	75	65		

第八條 其他經主管機關公告之場所及設施之噪音管制標準值如下：

管制區	音量 dB(A)	時段	頻率	20 Hz 至 200 Hz			20 Hz 至 20 kHz		
				日間	晚間	夜間	日間	晚間	夜間
第一類				35	35	30	55	50	35
第二類				40	35	30	60	55	45
第三類				40	40	35	70	60	50
第四類				40	40	35	80	70	60

(二) 中國

中國於 1996 年頒布的《中華人民共和國環境噪音污染防治法》是中國第一部關於噪音污染的立法法律。它對社會生活噪音污染的防制進行相關的規定，而 2008 年中國頒布的《社會生活環境噪音排放標準》則專門對社會生活噪音的排放標準和測量標準進行了規定，使得中國有了第一部專門針對社會生活噪音控制的法律。中國《噪音污染防治法》中規定社會生活噪音防制的條例主要有以下幾條：

1. 在都市市區噪音敏感建築物集中區域內，因商業經營活動中使用固定設備造成環境噪音污染的商業企業，必須按照國務院環境保護行政主管部門的規定，向所在地的縣級以上地方人民政府環境保護行政主管部門申報擁有的造成環境噪音污染的設備的狀況和防制環境噪音污染的設施的情況。
2. 新建營業性文化娛樂場所的邊界噪音必須符合國家規定的環境噪音排放標準，不符合國家規定的環境噪音排放標準的，文化行政主管部門不得核發營業執照。經營中的文化娛樂場所，其經營管理者必須採取有效措施，使其邊界噪音不超過國家規定的環境噪音排放標準。
3. 禁止在商業經營活動中使用高音廣播喇叭或者採用其他發出高噪音的方法招攬顧客。在商業經營活動中使用空調器、冷卻塔等可能產生環境噪音的設備、設施的，其經營管理者應當採取措施，使其邊界噪音不超過國家規定的環境噪音排放標準。
4. 禁止任何單位、個人在都市市區噪音敏感建築物集中區域內使用高音廣播喇叭。在都市市區街道、廣場、公園等公共場所組織娛樂、集會等活動，使用音響器材可能產生干擾周圍生活環境的過大音量的，必須遵守當地警察機關的規定。
5. 使用家用電器、樂器或者進行其他家庭內娛樂活動時，應當控制音量或者採取其他有效措施，避免對周圍居民造成環境噪音污染。
6. 在已竣工交付使用的住宅樓進行室內裝潢活動，應當限制作業時間，並採取其他有效措施，以減輕、避免對周圍居民造成環境噪音污染。

二 合理規劃

合理的都市規劃佈局，完善都市功能區的劃分，使人們的辦公、學習、居住遠離工業區、公路、鐵路等地區，將音源和人們的生產生活隔離開來。噪音地圖 (noise mapping) 可以應用於都市的規劃之中，為制定各功能區的分部的規劃提供相對應的參考依據，使得功能區的建立更完善。另外相同的道理，利用建築物合理的規劃佈局和遮蔽物進行隔音設計，於周邊環境設置隔音措施控制其噪音的污染排放，表 5.3-1 中以道路交通噪音為例，表示出了測量隔音性能時的測量專案和測量方法。

三 加強人民的環境意識，進行社會道德教育

社會生活噪音的噪音源來源廣泛，而人民的社會生活產生的噪音是其中很重要的一部分。加強人民的環保意識，進行社會道德教育成為社會生活噪音防制的一個重要工作。

四 降低噪音源的強度

社會生活噪音包括生活設備噪音 (比如家用電器產生的噪音，通風系統造成的噪音)、工作

表 5.3-1 道路交通噪音隔音性能的研究專案和方法

研究專案	研究方法
外部噪音量與頻率特性	建築用地的邊界、用地內部、垂直方向上的實測 依據實測得的通過車輛數套用公式 根據類似例子進行類推
修正外壁面噪音聲級	入射角度、反射物、陽臺的影響 遮蔽物、後壁反射、隔板的影響 規定外壁面噪音測量點與牆壁之間的距離
規定室內目標值	規定不同建築的等級 不同用途房間的規定 規定室內噪音測量點位置
外壁隔音性能的設計和選材	算出目標隔音量 窗戶與換氣口的隔音性能 外壁的隔音性能、綜合隔音性能 規定隔音性能誤差 窗框的種類組合 玻璃的厚度和組合 窗框隔音性能穩定性的研究 雙重表單的空氣層和吸音材料 選擇密封材料 制定施工制度
建築物施工	窗框的隔音調整 換氣孔的隔音調整
確認隔音性能	規定確認方法 測量室內音壓 測量和修正音壓差 測量房間吸音能力
確認設計目標值的正確性	聽取使用者的意見 聽取提供者的意見 分析使用者的意見

設備噪音 (比如醫院各種設備儀器產生的噪音, 學校教學儀器產生的噪音, 各種促銷活動使用到的喇叭等) 等各種電器的噪音。可以通過新技術的應用, 減小噪音源的音功率, 也可以採用消音器等消音措施降低音源的強度, 減低各種生活設備向外輻射的噪音。而對於室內活動產生的對外界造成影響的噪音, 可以通過諸如在地板鋪地毯, 使用橡膠地板, 鋪設吸音材料等措施減小其活動噪音的產生。

另上述設備如變壓器、泵機組等大型裝置鄰近建築時, 經常引發建築結構振動, 並通過結構聲傳遞至室內牆面與地面進而污染室內場合的音環境。這類問題的解決辦法是對相關大型裝置進行減振、隔振處理。裝置減振措施包括: 安裝減振墊、減振器; 隔振措施包括: 開挖隔振溝、安裝浮築隔振地板等。

五 抑制噪音向外傳播

可以通過對建築結構進行合理的規劃, 減小室內噪音對周圍環境造成的影響, 比如通過合理的建築設計減少歌舞廳內的噪音對外界產生的影響。也可以通過採取隔音措施等減小傳播到外面的噪音量。對於交通噪音可以建立隔音牆抑制噪音的傳播, 而對於室內生活噪音, 則可以通過使用隔音牆隔音窗的減小噪音向外的傳播。對於各種電器設備也可以通過合理的利用隔音罩, 減小其向外輻射的噪音。

六 接收者的防護

處於社會生活噪音污染環境下噪音的接收者，可以通過減少暴露在噪音環境中的時間、帶上防護耳罩、隱形隔音牆等方式減小其受到噪音的影響。

5.3.2 隔音及其應用

隔音 (soundproof 或 noise suppression) 是噪音控制工程降低噪音的基本方法之一，也是應用於住宅建築防止噪音、降低噪音的重要措施。通過隔音處理，可以獲得一個安靜的環境，一方面是不讓外界噪音傳入，另一方面是不讓強噪音源向外輻射。應用於住宅建築消除噪音的隔音結構，主要包括隔音牆 (sound barrier)、隔音窗 (soundproof window)、隔音罩 (noise enclosure) 等。通過隔音牆和隔音窗的應用，可以降低室內噪音對外界造成的影響，而通過隔音罩的應用，則可以降低各種生活設備向外界輻射的噪音，從而達到控制噪音的目的，下面分別討論各項隔音的方法：

一 在建築周邊進行隔音措施

利用陽臺、室外走廊、屋簷、隔板等進行隔音。陽臺和走廊的扶手用什麼材料製作，一般來說是由美觀和安全性，以及防風、防火等大的因素來決定的，但噪音也是其中的一個因素。為了進行有效的遮蔽，就會設計在陽臺及走廊的空間中形成反射音干涉效果，就像海岸邊的防波堤一樣經過設計可起到很好的消音效果。

一旦外部噪音減弱，打開窗戶也不會太受到噪音的干擾，和僅僅依靠開口部進行隔音的現狀相比，從換氣和通風方面來說居住環境可以變得很好。但這種方法卻不經常被採用，還是由於受到規劃問題以及成本問題的約束。關於陽臺的消音效果，最近通過實驗進行了研究，發現在某些條件下可以使噪音降低數分貝，從降低外部噪音自身來說是很有意義的，我們期待著通過今後的研究及實施的效果來對這種方案進行檢驗。

陽臺的遮蔽效果受到噪音的入射方向、被遮擋面積、未被遮擋面積、陽臺底部的反射、陽臺空隙的面積等影響，這有可能無法通過計算來進行充分的分析，有時也必須要進行實驗或是實地考察。實際上，在扶手的空隙中安裝金屬板或塑膠板的例子很多，這被認為可以遮蔽噪音以及降低噪音的入射面積。對於高層建築來說，其上部的噪音的入射方向是由下往上，如果將陽臺板做成沒有縫隙的板狀的話，對其上面一層的陽臺的底部來說入射範圍將變小，這在與噪音源比較接近時可以起到很好的實質性消音效果。

在通過增大隔板、屋簷等進行消音的時候也要按照上述標準，與噪音源的位置關係有關的因素對採取何種方案影響很大。隔板通常在設計時只考慮用於隔開相鄰的陽臺和作為緊急避難道路時的功能，但其實也可以抵禦從側面射入的噪音。雖然關於隔板面積和空隙等方面需要進行討論，但是如果仔細研究的話，也是一個可以實施的隔音手段。

二 在周邊設置封閉的走廊或是房間

不將陽臺、走廊或是套廊開放，而將其作為外壁，用牆壁和窗戶來隔音的方法，很自然可以獲得很高的隔音性能，並且除噪音以外也比較容易維持其他的環境要素，當然會增加成本。隔音空間越大，吸音能力越強，隔音效果就越好，在通常的設計中走廊或陽臺的大小是比較固定的。

當然也必須考慮到這些面積被算進建築面積的可能性。出於預防災害的考慮有時需要添加其他設備。在夏天，由於日曬在東西南面會產生熱負荷，因此能選擇北面走廊是最好的。在冬天還可以成為曬太陽的房間。在隔音的諸多方法中，這是規模最大的設計。

三 在窗和換氣口採取措施

一般情況下我們幾乎完全依靠窗、換氣口、門等開口部進行隔音。這些部位可以列舉出以下特徵：從面積較大的房屋到中等西式房間等面積比較小的房屋，開口部位變化很大；與牆壁相比通常隔音性能較差；比較容易選定隔音性能的等級等。從來沒有在窗戶和門都打開的情況下規定室內目標值一說。也就是說，除去出入的時間以及由於噪音源的時間性而安靜下來的時段，在隔音設計上有一個「封閉起來生活」這一個前提。這在生活上產生的問題是由於換氣和通風的需要，不得不依靠空調設備或是機械進行換氣的時間變長，從而影響到房間的開放感和室內空氣品質。

雖然有上述這樣一個前提，但是要到達隔音的目的相對來說自由度比較高，並且有針對性能惡化的修復方法，因此外部噪音隔音 = 窗隔音的思想也就固定了下來。

噪音的改善使用隔音門或隔音窗才有隔音效果，即使空間呈密封（關閉）狀況，惟密封後室內溫度可能會上升，所以加裝空調系統，同時為了降低室內二氧化碳濃度，需設置通風消音箱，又空調系統出口、風管等需加裝消音器，這意味著必須有空調設備但又不能讓噪音進入。本計畫中最需要注意的部分係如何運用窗型或分離式冷氣，以達到空調效率又不會讓空調設備產生之噪音進入，而進步國家都採用換氣消音箱來避免噪音傳入，又兼具通風效果。

在高層建築或是周圍的風環境不好的地方，作為對強風採取的防風措施而使用封閉性好強度大的窗框和玻璃，在這種場合常常由於防風的要求超過了隔音的負荷，而帶來了隔音性能的提高。

換氣口由於一般開口面積比較小且存在縱深，也被認為具有一定程度的隔音效果。同時有必要和窗戶放在一起綜合考慮平衡隔音性能。換氣口為圓形且直徑在 100 cm 的時候，如果內外存在 30 dB(A) 左右的音壓差，常常採用防噪音型換氣口，而如果聲壓差超過 35 dB(A)，則最好使用具有足夠隔音性能的防噪音型換氣口。

四 外牆、屋頂的隔音措施

木製建築、鋼筋建築的外牆本身的隔音性能有時也成為研究的一個項目。從結構上來講，這些建築物最基本的考慮就是不想增加重量，為了隔音而增加重量將影響到建築物的結構本身。對於木製建築來說，原則是盡可能採取周邊措施和距離衰減，從而降低對牆壁和屋頂的噪音負荷。此外，利用多重結構也有可能提高其隔音性能。建築隔音的基本原理是「品質定律」，即牆體越厚、重整體隔音效果越好。對於隔音室、隔音罩和隔音屏，一般而言，隔音構件隔音量應大於「目標隔音量」5 dB(A) 以上。常用的屋頂大都是輕質鋼筋水泥，並已有適度的噪音衰減度（遮音效果大於 35 dB(A)），如要進一步加強噪音改善的效果，應由屋頂及牆柱之結構負載，聲音穿透的路徑量測，增加質量或於屋內上方加石膏板等方式著手。另常用牆材是鋼筋水泥或磚造，鋼筋水泥的噪音隔離度很高（遮音效果可大於 50 dB(A)），所以鋼筋水泥牆一般是不需要改善的，老舊建築如使用木造牆或其他材料如壓克力塑膠片、金屬牆面板等則有必要加裝第二道牆。頂樓

的部分可以藉改善噪音穿透率或增加屋頂質量來解決噪音穿透的問題，臺灣的屋頂大都是輕質鋼筋水泥，並已有適度的噪音衰減度 (STC 大於 35 dB(A))，如要進一步加強噪音改善效果，應由屋頂及牆柱之結構負載，聲音穿透的路徑量測，增加質量或於屋內上方加石膏板等方式著手。

五 隔音牆體

住宅建築的牆板會對噪音起到隔音的作用。最早的牆使用黏性混凝土實心磚，可以視為單層隔音牆，穿透性差，這種牆板的隔音效果與牆的密度、厚度有關。25 cm 厚的磚牆已具有適宜的空氣音隔音量，而在混凝土樓板上鋪放某些軟的墊層，對隔絕撞擊音也會有相當好的效果。

二戰之後，建築設計趨於減小房屋的重量，較輕的房屋重量導致了牆體厚度的減小，此時發展出帶孔牆板、輕質夾心牆板等。此後發展了雙層牆技術，使得在減小牆體質量的情況下，牆體隔音效果也達到了加強。

六 隔音門、隔音窗

門：噪音由門縫中洩漏所致，加強門縫及門與門框之氣密是改善門噪音穿透的第一步。建議改善方式：增加門的面密度；使用實心門；在空心的金屬門中填充玻璃纖維；更換門及門框；在門底部採用密合設施。

窗戶：窗戶通常有 15 dB(A) ~ 30 dB(A) 內外差的隔音效果，具體的隔音量由窗框的形狀、玻璃厚度 (種類)、密封結構、施工等決定。要確保達到規定的效果，對隔音性能進行仔細的品質管制是非常重要的，其原因就是縫隙的大小對高頻區的隔音性能有著很大影響。惟窗戶是主要的噪音侵入處，常見的是單層玻璃及鬆動的外框，使窗戶成為噪音侵入的關鍵點，而窗戶遮音效果常小於 20 dB(A)。建議改善方式：使用厚層玻璃來阻隔低頻噪音；使用雙層玻璃；使用獨立而厚重的窗框；在玻璃邊緣加裝合成橡膠襯墊；填塞窗戶縫隙。

由中華民國建築學會「建築學報 66 期增刊 (技術專刊)」2008 年 12 月資料知，各國建築物隔音相關法令規定比較，說明如表 5.3-2 所示。

七 窗戶

窗戶是噪音進入室內主要的地方，臺灣常見的是單層玻璃及鬆動的外框，使窗戶成為噪音侵入的關鍵點，而臺灣的窗戶 STC 常小於 20 dB，噪音常經由鬆動的窗戶間隙穿透。

表 5.3-2 各國建築物隔音相關法令規定之比較

國家	建築物容許噪音值	空氣隔音性能要求 (dB)		樓板衝擊音性能要求 (dB)	牆體構造圖說之隔音要求	建物隔音量測之實驗標準
臺灣	無規定	無規定	無規定	無規定	僅以文字規定牆壁構造	無規定
美國	無規定	STC 50 (現場 STC 45)	STC 50 (現場 STC 45)	IIC 50	無規定	ASTM E90 E413 E492 E336
日本	無規定	透過損失相當於 D-40	無規定	無規定	僅以文字規定牆壁	JIS A 1419-1
澳洲	無規定	STC 50 (臥室與鄰居浴廁相鄰)	無規定	不低於 STC 45	以文字及圖說規定構造方式及單位重量	AS 1276

建議施工改善方式：

1. 增加玻璃的厚度。
2. 使用雙層玻璃，如 3 mm + 3 mm 或 5 mm + 3 mm 厚玻璃。
3. 使用獨立而厚重的窗框。
4. 在玻璃邊緣加裝合成橡膠襯墊。
5. 使用厚積層玻璃來阻隔低頻噪音。
6. 填塞窗戶縫隙。

八 門

噪音由門縫中洩漏所致，加強門縫及門與門框之氣密是改善門噪音穿透的第一步。

建議施工改善方式：

1. 增加門的面密度。
2. 使用實心的門。
3. 在空心的金屬門中填充玻璃纖維。
4. 更換門及門框。
5. 在門底部採用密合設施。

門窗由於其面密度較小，且存在縫隙，因此隔音效果不理想。而其所佔面積小，低頻共振常發生在音頻敏感區。因此，門窗的隔音顯得較為重要。專用的隔音門常採用重型多層材料的複合門。而隔音窗則可以採用雙層窗或者中空玻璃構成的窗。門窗的隔音標準如表 5.3-3 所示。

表 5.3-3 門窗隔音標準

	1 級	2 級	3 級
平拉門	≥ 35	≥ 30	≥ 25
推開門		≥ 30	≥ 30
平拉窗	≥ 35	≥ 30	≥ 25
推開窗		≥ 30	≥ 30

建築物隔音窗及隔音門措施示意圖請詳圖 5.3-1 所示。



氣密隔音窗



兩段式落地隔音門

圖 5.3-1 隔音窗及隔音門措施示意圖

九 隔音罩

隔音罩是將音源封閉在一個相對較小的空間內，以減小音源向周圍空間輻射噪音的一種罩形結構。通常無法在音源處降噪，而又允許將音源封閉起來的時候，可以使用隔音罩對其進行隔音處理，隔音效果一般在 10~30 dB(A)，高的可以達到 40~50 dB(A)，經過處理的隔音罩其隔音量能達到 100 dB(A)。因此，可以將隔音罩應用到一些生產生活的設備中，降低其向外輻射的音功率。

5.3.3 吸音及其應用

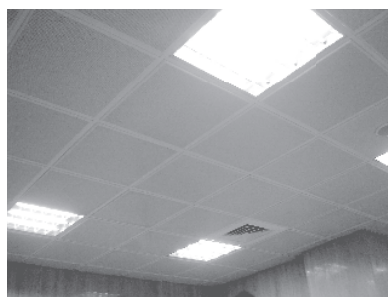
吸音 (absorption) 技術也常用於住宅建築內，通過在住宅內鋪設吸音材料，可以降低其內部噪音值，防止室內噪音向外輻射造成影響，室內吸音技術用來降低室內噪音音量的消音效果，隨房間的大小、窗戶的大小、位置、數量、受音點的位置等條件而變化，但變化不大。另雖然不只是為了提高吸音力，但若增加窗簾的厚度的話，也可以帶來一定的隔音效果，雖然效果並不大，但在高頻區則具有充分的改善效果，因窗簾是否一直拉上是一個問題，但在睡眠時放下窗簾卻是非常有效的。

室內裝飾用的毛毯以及床、沙發、書架、桌椅等物品的擺設由於是由居住者的生活方式決定，因此很難說成是措施，但根據受音位置的不同也能帶來少許的噪音的降低。此外在採用木地板、混響 (或餘響、殘響) 時間 (reverberation time, RT) 比較長的房間裡也可以稍微緩和混響所帶來的不快感。

住宅吸音側牆包括鋁纖維材質、軟木材質、懸掛吸音物 (各樣的軟質材料，如棉、麻、絲、毛類，或其他類纖維織品)、壁掛等都是可用之物、環保吸音棉 (黏貼型)、壁毯 (厚絨布材質)、共振裝置。



礦纖吸音天花板



礦棉吸音天花板



纖維吸音天花板



吸音地毯



纖維吸音天花板



吸音圓筒

圖 5.3-2 室內吸音材料與設施示意圖

地板或地毯包括吸音毯、厚重的(羊毛)地毯、減振隔音板，如加裝吸音的地面材料，(常用的材料如海綿狀發泡材料)，面層需為耐磨材料，易於保養、消毒和打掃。對醫療院所，所採用施做之隔音或吸音設備，其材料必須使用有抗菌性，又同時容易消毒者。

吸音天花板包括礦(岩)棉材質、礦纖材質、金屬纖維材質、PVC 塑膠材質、木纖材質、共振裝置。裝設具備強力吸音與隔熱之功能之天花板，尤其在中高頻率更能展現其獨特的消音性能，如注意接合施工，更能增加聲音的反射。材料如氟化聚合物塗裝之沖孔鋁板、多孔玻璃纖維吸音棉、吸音襯墊、天花板墊片、膠合劑、吸音填縫劑等。而安裝方面須注意以下幾點：

1. **吊筋**：各方向每隔 1,000 mm 至少設置一吊筋，吊筋應按每一房間或處所個別布設，視需要於梁、管道、柱、格柵等天花板穿越物周圍設置額外之吊筋，以支撐框架。
2. **懸掛結構**：主骨架及槽型吊架不得緊靠牆面及隔間牆，每一跨之天花板至少應有 2 支主吊架。
3. **吸音單元**：天花板塊之各邊緣應與金屬支撐緊密接合並排列整齊，板塊之布設應妥為安排，盡可能減少小於 1/4 面積之板塊。
4. **牆面或邊緣之收邊條**：天花面與垂直牆面交接處應設置收邊條，收邊條交會處應以斜角相接，或裝角蓋。
5. **固定夾**：天花系統板及燈具位置周圍均應加固定夾。
6. **填縫**：管道或電源插座等天花板穿越物周圍之所有接縫均應予以填彌封。牆之立柱或收邊材上應塗以一道連續之吸音填縫劑。
7. **防振系統**：依相關規定將懸吊系統做防振處理。

而在各種生產(生活)設備，如空調、通風機等上附加消音器等結構，可以降低其向外輻射噪音的功率，實現生活噪音的控制。

一 吸音材料

吸音技術可以應用於室內噪音的消滅，目前的吸音材料主要有以下幾種：

(一) 多孔吸音材料

多孔材料是主要的吸音材料，材料的內部有很多間隙和氣泡，因此透氣性較好。多孔吸音材料的吸音主要是兩種音能的消耗方式：其一，聲波在多孔吸音材料中傳播時由於材料內部聲學阻尼的存在，會導致不停地發生摩擦消耗能量；其二，聲波在通過材料內部時，空氣與纖維材料完全接觸，振動中產生的熱能通過熱傳導的形式傳遞出去。使用多孔吸音材料進行吸音處理時，材料表面的飾面、溫度、氣流以及材料後面的空氣層都會對材料的吸音性能產生影響，典型的多孔吸音材料成品如岩棉、玻璃棉等。

(二) 成型天花吸音板

這是一種將纖維質材料加工成型的用於天花板的吸音結構。由於其為板狀結構，因此，其低頻吸音主要由於板的振動。而對於中高頻的噪音，其吸音原理與多孔材料的相似，其典型的產品如岩棉吸音板、玻璃棉吸音板等。

(三) 柔性材料

指的是具有獨立氣泡或者與其相近的泡沫塑料。柔性材料一般沒有透氣性，但是具有彈性。因此，其與多孔吸音材料的吸音機理不同，而是通過彈性的振動，克服材料內部的摩擦消耗音能。典型的成品如氯乙炔泡沫等。

(四) 膜狀材料

代表如聚乙烯薄膜，一般跟多孔吸音材料配合使用。

(五) 板狀材料

主要通過振動吸音，代表如膠合板等。

(六) 穿孔板結構

穿孔板主要是在金屬板、膠合板等硬質板上進行穿孔，並在背後設置一定厚度的空氣層之結構。其吸音性能取決於板的厚度、空氣層厚度、穿孔率等。穿孔板的吸音主要是共振吸音。板的穿孔和其後面的空氣層構成一個亥姆霍茲共鳴器，通過聲波在共振時空氣層的快速振盪摩擦消耗能量。

二 消音器

消音器 (muffler) 一般應用到生產 (生活) 設備上，可減小其向外輻射的噪音。比如行業標準 HJ/T 16-1996 規定的通風消音器 (ventilation) 的標準如下表 5.3-4。

表 5.3-4 消音器的規格標準說明表

消音器類型	插入損失 dB(A)/m	阻力係數
直管式	≥ 15	≤ 1.2
複合式	≥ 15	≤ 1.2
片式	≥ 15	≤ 1.2
折板式	≥ 18	≤ 1.4
盤式	≥ 10	≤ 1.4
彎式	≥ 5	—

消音器主要分為阻性消音器 (resistive muffler) 和抗性消音器 (reactive muffler)。阻性消音器以消耗音能為目的，而抗性消音器在管道中並不消耗能量。消音器的類型很多，請詳本書消音章節，此處不一一列舉。

三 其他

其他的噪音防制措施如植栽設置、美化環境、張貼宣導海報、消音護欄、吸音板皆或多或少可降低室內音量。



盆景美化



消音護欄



吸音板



宣導海報

圖 5.3-3 室內其他噪音防制措施示意圖

表 5.3-5 列出一些常用措施的實用效果。

表 5.3-5 利用不同的城市規劃方法控制交通噪音

控制噪音方法	實用效果
居住區遠離道路	距離增加 1 倍，噪音降低 4 ~ 5 dB(A)
合理區域規劃	噪音降 5 ~ 10 dB(A)
利用商店等公共場所做臨街建築隔離噪音	噪音降 7 ~ 15 dB(A)
道路兩側採用專門設計的隔音牆	噪音降 7 ~ 15 dB(A)
減少交通流量	流量減一倍，噪音降 3 dB(A)
減少行駛速度	每減少 10 km/h，噪音降 2 ~ 3 dB(A)
減少車流量中重型車輛比例	每減少 10%，噪音降 1 ~ 2 dB(A)
增加臨街建築的窗戶隔音效果	噪音降 5 ~ 20 dB(A)
臨街建築的房間合理布局	噪音降 10 ~ 15 dB(A)
禁鳴喇叭	噪音降 2 ~ 5 dB(A)

5.3.4 管理與政策

一 社區噪音管理

近幾十年來，社會對於處理社區噪音之重要性的認知，已有長足的進步。一般關注的焦點在於與交通及產業有關的主要噪音源，因為這類型噪音影響的人數較多。為管理噪音而訂定之噪音量限制及噪音防制政策與方法準則，為進一步防制社區噪音提供了基礎。本文針對發展及實施最適當噪音管理與防制政策之某些成果及仍將面臨的若干挑戰，提出了探討。人類聚落的噪音（一般稱之為社區噪音或環境噪音）已被公認為世界各地的重大問題。如果我們說，居住或出入社區的每一個人人都暴露於別人所製造的噪音中，且某種程度遭受那些噪音的煩擾或干擾，應該不算言

過其實。雖然住在都市或城鎮的人，暴露於這些噪音的頻率比較高，但即使是尋求寧靜田園生活的人，仍難免受到他人活動所產生噪音的干擾。社區噪音已是老問題了。

正如古羅馬詩人兼作家尤維諾 (Juvenal) 針對城市發展曾抱怨的：「重型武器拖行狹窄街道的隆隆聲，和趕牛人的咒罵聲，簡直讓聾人都會被從睡夢中吵醒……。」在中古時代的歐洲，馬車行駛在鵝卵石上發出的噪音，也造成問題。當時針對這些問題所實施的防制措施，與我們今天所採取的噪音防制措施並無不同。當時的做法包括禁止馬車在夜間行駛城市街道，以免擾人清夢，或在道路上填補稻草或泥土，以使得路面產生較少的噪音。從古羅馬時代以來，噪音無論在形式或音量上和其所影響的居民數量上，都不斷在增加。本節將考量過去幾十年來社區噪音管理與防制的某些層面，探討噪音防制的成效，及未來仍需面對的挑戰。

由於隨著都市及城鎮人口密度的增加，受噪音影響的人數越來越多，社區噪音已成為不容忽視的問題。國際和國家機構已經認知到，發掘、消滅及管理環境噪音以降低其負面影響的重要性。歐盟 2002/49/EC 指令第一段開宗明義便說道：達到高度的健康及環境防護，是社區政策的一環。其所追求的目標之一即是噪音防護。在未來噪音政策綠皮書中，歐盟委員會將環境噪音視為歐洲主要環境問題之一。環境噪音帶來的負擔可能高達 100 ~ 160 萬 DALYs。這意味著，在西歐國家中 (包括歐盟會員國)，每年與交通有關的噪音至少造成 100 萬健康壽命年的損失。出現這樣的統計數字，各國負責社區福祉的機關，再也無法忽視此一問題的嚴重性。

WHO 近年已開始從事制定噪音暴露目標準則的工作，已制定的標準包括 1999 年的社區噪音準則 (Community Noise Guidelines)，和 2009 年的歐洲夜間噪音準則 (Night Noise Guidelines For Europe)。另一個積極尋求消滅社區噪音之道的重要機構為國際工程及技術科學學院委員會 (CAETS)，CAETS 也在進行各式各樣的其他活動。這些活動包括 CAETS 噪音防制技術委員會 (NCTC) 的成立。NCTC 被賦予的任務是：為創造一個比較沒有噪音的世界，在有關技術選項方面，積極扮演依據科學支援噪音決策者的角色。

過去幾十年來，環境噪音是個嚴重問題，對社區居民造成很大的影響，因此必須採取行動來降低噪音的影響。雖然大多數西方國家已經明確定義了噪音政策，試圖降低過度的噪音暴露，但在開發中國家，在如何讓這些國家認知噪音問題的重要性，及鼓勵他們採行適當的噪音防制政策，以維護社區居民的健康及福祉方面。

(一) 訂定噪音限值

任何噪音政策都需要設定目標，並建立確保遵從這些目標的機制。達到此一目的之最實際方法，就是訂定標準或噪音排放限值。這些限值不但是對噪音源負責單位及受影響社區一項清楚宣示，也讓我們可以對噪音進行量化評估。選擇噪音限值時，其他研究的健康影響和劑量——反應關係的調查結果，可作為噪音限值的指導基礎。建立這些關係的調查，需要大量樣本數，因此，大部分這類工作均被導向影響大量社區的噪音影響——主要為交通噪音源。

有關社區噪音反應的研究報告中，已有許多發展及定義劑量——反應關係的個別研究，但仍有大量數據存在於不同的調查中。例如「鐵路優惠」(railway bonus) 是噪音反應多樣性的一個實例，並指出此一現象為建立國際噪音劑量關係的嘗試帶來挑戰。分析許多調查發現的「鐵路優惠」現象顯示，在同等噪音暴露下，鐵路噪音造成民眾煩擾的比例低於道路交通噪音。國際鐵路聯盟 (International Union of Railways) 在其有關噪音煩擾修正因子的報告中，質疑「鐵路優惠」之

說，尤其是依照新建及延伸鐵路線路的狀況評斷，因為亞洲的研究並未顯示，鐵路噪音的煩擾度較輕。

儘管在世界各地，交通噪音所影響的人數都是最多的，但社區內還有其他導致煩擾反應的噪音源。這些噪音源包括產業、基礎建設(如風力發電)和燃氣電廠。此外，還有當地噪音，包括室外音樂會、節慶及運動活動、和吵鬧的鄰居。主管機關在處理這些噪音源發展噪音政策時，經常參考其他國家針對類似噪音樣態訂定準則和限值。

(二) 噪音之評估

一旦制定了政策和噪音限值，很重要的是，還要擬定一套噪音評估程序，以確保噪音限值的遵從。過去幾十年來，噪音量測技術已有了長足的進步。現在即使是基本型噪音計，也具有處理及儲存功能，可提供各種公制的噪音值。有了更純熟的噪音記錄功能，量測人員甚至不必到現場測量噪音，現在量測人員可在遠端接收信號，亦可將信號儲存起來，留待稍晚再聽取。可能不用多久，可能連在監控點做處理和緩衝儲存都不必了，取而代之的是，只需在感應器節點處裝一個傳感器，便可將儲存及數據分析傳送至中央電腦，例如「聲實驗室網際網路」(internet of sound observatories)，進行大數據分析，進一步實現智慧型都市的一環。

當所調查的噪音源明顯就是區域內的主要噪音源時，譬如接近繁忙道路、機場和工業設施的區域，噪音之監控和評估便很簡單直接。然而，如果新活動的目標音量高於背景，但仍不出區內的環境噪音，噪音評估便比較具挑戰性。譬如鄉村區內的礦場，由於是鄉村區，背景噪音非常低，但鄉村日常活動所產生的環境噪音卻高得多。噪音限值之訂定，通常以 10 或 15 分鐘內背景噪音加 5 dB 作為準則。量測接近低背景噪音的噪音量時，區域內任何其他噪音都可能影響量測結果，因此，要確定礦場是否遵從噪音限值，就變得非常困難。另一個考量是，即使礦場噪音遠低於噪音限值，但由於礦場噪音在本質上與日常鄉間活動噪音不同，因此礦場噪音的特徵很容易被注意到，進而導致居民時有煩擾的抱怨。

另一個正常噪音評估方法容易產生局限的實例是休閒活動噪音，譬如大鵬灣賽車場。當住宅區距離賽車運動場不遠，這時賽車運動噪音非常突顯，聽得很清楚，也很容易量測，並與噪音限值做比較。然而，如果距離再遠些，賽車奔馳發出的噪音，可能融入背景，但仍聽得很清楚。這可能是因為車輛噪音的頻率特徵，或者是因為每輛賽車短暫起伏時間的噪音，又或者是因為車輛繞行賽車場一圈所花時間差不多而產生的重複性噪音。因此所造成的結果是，居民非常關切賽車場噪音，但量測及評估這類型噪音卻非常不容易。

(三) 制定政策

制定噪音政策最重要的是訂定適當的噪音限值(標準)，和確保遵從噪音限值的機制。就監管機關的立場而言，一項成功的噪音政策，是在執行後可將社區噪音陳情訴願數量減至最低的政策。一項成功的噪音政策，是一項成本效益合理且可行的噪音防制解決方案。就社區的立場而言，一項成功的噪音政策，是能夠為他們帶來滿意的聲環境，提供遭受噪音干擾時的訴願機制，並證明他們的關切點有獲得考量的政策。而有效的政策需要容許在滿足社區期待的前提下採取彈性做法。如果噪音防制解決方案被要求遵從通常適用於其他產業或事業的噪音目標，而倡議者認為這些方案對他們來說不合理或不可行，便可透過談判達成協議。只要社區居民有參與討論，他

們或許願意接受略高於一般的噪音標準，只要社區能得到某種回饋，譬如限制開工時段，或為社區提供回饋。

許多努力都著重於針對影響人口數較多的噪音源提供準則。至於社區內的其他噪音源，國際間的相關指導便較少。尤其，當社區也從噪音活動中受益時，彈性做法便更顯得重要了。娛樂活動的噪音便是一個例子。在娛樂活動中，社區中的某些居民從中獲益，但也有部分居民可能受到不利影響。譬如，一個社區或許擁有居民一同到廣場或某條街上享受音樂的傳統。譬如，美國紐奧良波本街 (Burbon St) 的爵士音樂節、澳洲布里斯班的佛特谷 (Fortitude Valley)，針對這些情況比較務實的做法是，將這類區域明定為特區，不適用一般的噪音限值 (標準) 政策，如我國採用的行為管制，包括運作時段限制和擴音設備的限制。

二 歐盟噪音政策

歐盟的環境噪音影響著很多人的健康，其中不乏早逝的案例。歐盟環境噪音問題也對經濟造成重大衝擊。歐盟監管架構提出不同的方案，試圖處理環境噪音問題，並降低其健康影響風險，做法包括訂定有關噪音地圖、行動計畫和源排放限制的責任。但監管機構延宕執行和歐盟缺乏企圖心，導致在歐盟制定一套有效的噪音消減政策始終無法完成。

(一) 歐盟的環境噪音問題

世界衛生組織和歐盟聯合研究中心 (WHO-JRC) 針對歐洲有關環境噪音的疾病負擔進行了估計，結果發現西歐城市地區每年喪失 160 萬健康壽命年。根據「歐洲環境疾病負擔 (EBD)」研究計畫的初步結果，在依公眾健康影響程度評估的眾多環境壓力源中，交通噪音排名第二。此外，報告所呈現的趨勢是，在歐洲，噪音暴露日益嚴重，而其他壓力源 (如二手煙、戴奧辛和苯暴露) 則逐漸減緩。有關第一回合歐洲策略性噪音繪圖的評估顯示，歐盟都會區內約有 4,800 萬人在夜間暴露於 50 dB 以上的道路噪音中。流行病學證據顯示，長期暴露於高環境噪音的人，罹患心血管疾病 (如心肌梗塞) 的風險增加，這項發現也獲得每年歐盟 27 國 (EU-27) 有 10 ~ 20,000 人因環境噪音而早逝的估計數據支持，因此，噪音污染不但有損人們健康，也因醫療支出增加和工作生產力降低而影響人們的福祉。根據最近的一項估計，歐盟每年因為這些損失而造成的社會成本為 400 億歐元 (約佔 EU GDP 0.4%)。此外，從社會經濟學觀點看來，大約有 15,000 個工作基本上在提供噪音污染消減服務，其估計年營收約為 200 億歐元 (約佔 EU-27 GDP 0.2%)。此外，環境噪音也是房價的一個經濟參數。在中歐，此一經濟參數估計為每房產每 dB 25 歐元。

歐洲議會和歐盟委員會的「環境噪音之評估及管理指令」(2002/49/EC) (END) 要求，歐盟會員國 (MS) 從 2007 年 6 月 30 日開始，必須根據第 7(1) 條，以五年為期，為所有主要道路、鐵路、機場和都會區繪製策略性噪音地圖。歐盟會員國主管機關 (CA) 將可運用策略性噪音地圖，來決定行動計畫的優先順序。歐盟委員會則可利用策略性噪音地圖，來評估暴露於噪音的人數。這些資訊也可讓一般民眾明白，他們暴露於噪音的程度，以及當前已採取哪些行動來降低他們的噪音暴露，使其低於可能危害民眾健康的程度。

END 的目的之一是在全歐盟建立一套共同的環境噪音暴露評估方法。基於這個目的，指令中定義了一系列共同噪音指標。歐盟會員國則根據 END 第 7 條繪製策略性噪音地圖。為了改善

噪音暴露之估計，END 第 6.2 條授權歐盟委員會制定決定噪音指標 L_{den} 及 L_{night} 的共同評估方法。

評估結果顯示，在歐盟會員國之間，要提出一致且可比較的暴露過高噪音人口數據，仍然非常困難，困難的原因在於：(1) 歐洲所要求的策略性噪音繪圖不完全；(2) 歐盟層級所報告之數據品質及格式不一；(3) 所採用之評估方法不同；(4) 有關需繪圖道路之選擇和建築物內人口之分佈的策略不同；(5) 用於健康影響評估之劑量 - 反應曲線無法取得或過時。

(二) 歐盟之環境噪音管理

END 訂有整體政策，其目的在發掘以避免、預防或降低環境噪音暴露之負面及有害影響為目的之歐盟共同方法。END 要求歐盟會員國針對主要道路、鐵路、機場及大都會區，繪製策略性噪音地圖，並擬訂行動計畫，以評估及管理噪音暴露。然而，END 並未設定必須納入行動計畫之任何限值或特定措施。此外，END 也未提出執行這些計畫之法定要求。END 是發展社區措施的基礎，以利在源頭降低噪音，並告知民眾噪音暴露狀況及其對健康的影響。還有一些其他歐洲法案，也規定在源頭（如公路、機場、鐵路、戶外設施、休閒飛機和家電用品）管理噪音。有關噪音源的立法，可以補 END 的不足，因為從源頭降低噪音，有助於明顯降低接收者的噪音暴露。

由於歐盟有關噪音源的現行法規不是依據噪音對健康影響的最近證據制定的，因此有必要制定更適當的噪音防制政策。因此，目前有一些法律文件正在根據建議條文進行修正，建議條文之內容包括汽車噪音量、歐盟機場之噪音相關作業限制、以及鐵路技術規格互通性 (TSI) 標準更新。所有建議條文均有納入健康益處考量和戶外設備噪音法規之校估。

1. 降低機動車輛之噪音排放

目前機動車輛之噪音限制係由歐盟 70/157/EEC 指令和聯合國歐盟經濟委員會第 51 號規範 (UNECE Regulation no. 51) 處理。歐盟 70/157/EEC 指令規定了機動車輛噪音限值及詳細的量測要求。這項指令經過多次修正，主要是為因應歐洲車種組合的改變。這些修正之目的是為了讓型式 - 核准噪音限值更加可信賴。就這點而言，修正的主要重點在於，根據最新現況降低可容許噪音限值，譬如 1995 年的修正。然而，1995 年的噪音限值降低，並未發揮預期的作用，且後繼的研究也證明，指令中所描述的量測程序，已無法反映現實生活的駕駛行為，譬如，量測程序無法精確代表實際的交通噪音特徵。因此，機動車輛測試方法，必須反映現實世界的駕駛狀況。但這還不夠，因為如果引進新的測試方法，而未同時降低可容許噪音量標準，則實際等於容許製造商生產噪音較大的車輛。有鑑於前述現行測試方法所產生的問題，UNECE 噪音工作小組於 2007 年頒布了新的測試方法。為了監控新測試方法的適用情形，新方法與現行測試方法平行適用，兩種方法之結果均被呈報歐盟委員會 (EC)，作為評估新方法之適宜性的依據。新測試方法包含加速測試及恆速測試，其目的在於讓測試更能代表今天城市中的一般駕駛狀況。UNECE 第 51 號規範明定適用兩種型式 - 核准測試方法——現行測試方法和建議之新測試方法。兩年的兩法並行期過後，將進行檢討評估，以確定新方法之潛在適用性，並量化採用新方法對現行可容許噪音限值的影響。

歐盟委員會於 2011 年 12 月提出的一項道路車輛噪音規範建議案，這些新規定僅適用

於新車輛，歐洲的既有車輛將不受影響。這項建議案以兩階段方法對輕型及中型車輛適用新限值。兩階段分別為降低 1~2 dB(A) 噪音量。至於重型車輛，第一階段的噪音限值为降低 1dB(A)，第二階段則為降低 2 dB(A)。根據歐盟委員會和歐洲議會最新的政治協商結果，新規範將提高原建議噪音限值約 2 dB，並將實施時間延後數年。如此一來，30 年內整體利益將不會超過 2 dB，因此，環境噪音暴露情形，將大體上維持原樣。

由於市場正逐漸轉向發展環境友善及替代動力車輛 (如汽電共生、生質燃料、氫動及電動車輛)，前述規範符合歐盟委員會現在產業政策——「21 世紀歐洲汽車業競爭力提升方案」(CARS 21) 中的建議。CARS 21 於 2005 年推出，其目的在於提供短、中、長期公共政策之建議，並建立歐洲汽車業監管框架 (兩階段新噪音限制 + 前置時間)。

2. 歐洲機場作業限制

歐盟委員會頒布引進社區機場噪音相關作業限制的 2002/30/EC 指令，採行國際民航組織 (ICAO) 的「平衡法」(balanced approach) 概念。此一飛機噪音管理概念包含四個主要元素，並要求謹慎評估所有不同的消滅噪音選項，包括在源頭消滅飛機噪音、土地利用規劃及管理措施、噪音消滅操作程序、和作業限制。這項指令並允許主管機關對「勉強達標飛機」(marginally compliant aircraft) 施以限制，譬如僅符合噪音標準 5 dB 以內的飛機。雖然這項指令確實發揮了若干正面效果，但其影響卻是非常有限的。因此，歐盟委員會於 2011 年 12 月提出一項引進機場噪音相關作業限制的建議案，以取代 2002/30/EC 指令，這項建議案之目的在於修改現行歐洲機場周邊噪音策略。建議案提出三項符合平衡法概念的建議：

- (1) 結合本地理想措施消滅航空噪音：(a) 在源頭消滅噪音 (如較安靜的飛機)；(b) 機場周邊地區實施較佳的土地利用管理；(c) 採行作業噪音消滅程序 (如採用特定跑道、路線或程序)；(d) 實施噪音相關作業限制 (如夜間禁飛或逐步淘汰噪音較大的飛機)。
- (2) 選擇最符合成本效益的措施。
- (3) 推行噪音相關作業限制要滿足以下前提：主管機關立場穩固；根據研究和諮詢結果，判定確實存在噪音問題；確定作業限制是符合成本效益的解決方案。

在處理飛機噪音方面，歐盟委員會的其他活動包括兩項主要的聯合計畫——Clean Sky 和 SESAR。這兩項計畫的重點均為目的性研發，希望透過採用噪音較小的飛機及執行噪音消滅作業措施，達到消滅機場噪音的目的。

「清淨天空」(Clean Sky) 是歐盟委員會與航空業共同執行的一項公民營合作計畫，其目的在於促進有關航空環境影響之重大步驟變革。七年期間將編列 16 億歐元預算的 Clean Sky 計畫，可望加速技術突破性發展，並縮短在全尺寸驗證機上測試過之更清淨新方案的上市時間，進而為消滅航空之環境足跡做出重大貢獻 (如排放及噪音消滅和綠色生命週期)。Clean Sky 計畫也支援 ACERE (歐洲航空研究諮詢委員會) 所設定的目標——即 2020 年之前消滅每航班之感知噪音量 50%。

SESAR 即「歐洲航管基礎建設現代化計畫」(European air traffic control infrastructure modernisation programme) 的簡稱，其目的為發展新一代航管 (ATM) 系統，以確保未來 30 年全球航空運輸之安全與順暢，同時改善其「環境表現」，並將其與單一歐洲天空 (SES) 「表現方案」關聯在一起。

3. 歐洲鐵路噪音政策

目前歐洲鐵路局 (ERA) 正在依其授權進行 TSI Noise 的修正程序，ERA 於 2013 年底向 EC 提出修改 TSI Noise 的建議。歐盟委員會無法預知 ERA 工作小組的研究結果，但降低噪音限值 (新車輛) 和併入高速列車噪音要求已被列入歐盟委員會的議程中。值得注意的是，對既有鐵道車輛適用噪音限值未在規劃中，主要是因為受限於法律基礎：互通性指令並未授權將互通性措施 (如 TSIs) 應用於鐵道車輛，因此在相關 TSI 正式生效前，尚無法對既有鐵道車輛適用噪音限值。歐盟委員會鼓勵會員國針對火車噪音量徵收噪音差別化軌道通行費 (NDTAC)，建立單一歐洲鐵路區徵收此一費用的可能性。

4. 戶外機具噪音之處理

目前有兩項規範，其中之一簡稱機具指令 (2006/42/EC)，這項指令適用於一般定義範圍內之所有類型機具，不限於戶外使用機具，該指令著重於機具設計和製造之協同一致的健康及安全要求，其中一個層面就是噪音排放，該指令主要從操作員職業安全的觀點來看待機具噪音的問題。相反地，戶外設備指令 (OED)(2000/14/EC) 則僅關注噪音排放現象。因此，這項指令僅適用於戶外使用的機具。此外，該指令著重於噪音排放對整體環境的影響。

實際上，戶外設備指令規範之所有類型機具，都在機具指令的管轄範圍內。因此，這些設備的製造商或參與歐盟市場供應鏈之各方，必須分別符合這兩項法案的要求，以確保他們的產品能夠完全遵循歐盟規範。為了執行實施中的行政簡化方案，歐盟委員會委託一家外部顧問公司，進行以某種方式將這兩項指令合併為一的研究。

製造商及其他各方在處理這兩項指令時所面臨之任何困難，都因機具指令和戶外設備指令規範噪音排放，所採行的方法不同，而變得更形複雜。前者採行的是傳統「新方法」模型 (後稱「新立法框架」)，詳列機具設計及製造之各項主要要求，參照新先進技術，提供一致的標準，以便將相關風險降至最低。附帶的使用說明及銷售文宣中有關噪音量的資訊揭露要求，可作為此一方法的補充規範。相反地，戶外設備指令明確列舉其規範之設備類型，並依所適用條文，將設備分列於兩個清單。針對大部分設備類型，只有要求在設備上標示保證噪音量。至於其餘類型設備，則會要求噪音量必須低於特定限值。此外，戶外設備指令封面印有決定噪音量所採用之標準。

(三) 環境噪音之健康風險評估

除了從源頭消滅噪音，更重要的是，若要推動整體噪音消滅政策，我們必須評估行動的風險及優先順序。確切地說，公共衛生政策仰賴的是量化風險評估，以利制定環境品質標準，並管理社區內環境噪音源暴露。根據 END，歐盟會員國正在評估及文件化 (繪製策略性噪音地圖) 其國內之環境噪音源暴露，包括公路、鐵路、飛機和產業噪音。END (附錄 III) 建議採用劑量 — 效應關係，來評估環境噪音對民眾之疾病負擔。

2010 年 EEA 噪音良好規範指南 (EEA Good Practice Guide on Noise) 為特定健康指標問題之暴露 - 反應關係，提供進一步釐清，並提出空中交通噪音與煩擾度和道路交通噪音與缺血性心臟病之間暴露反應關係的既有數據摘要。此外，2011 年 WHO 發行源自環境噪音之疾病負擔，也討論了有關特定健康指標問題之暴露 - 反應關係。因此，有關劑量 - 反應關係之額外準則需求，可謂已經受到重視。

新噪音源也需要建立劑量 - 反應關係，如風力渦輪機、高速鐵路和空調系統。量化額外因素的影響也很重要，譬如隔音措施、安靜牆面、附近綠地的影響、高噪音事件之頻度與分佈和頻譜層面 (如低頻噪音)。其他因素也應納入考量，如天花板裝設方式和減噪建築。另外還需要建立有效的睡眠中暴露噪音之心血管反應劑量 - 反應曲線。

根據流行病學噪音研究統合分析，初步暴露 - 反應曲線係由道路交通噪音與心肌梗塞和飛機噪音與高血壓之間的關係導出。這些曲線可用於評估社區噪音對心血管影響之環境疾病負擔。進一步研究將必須探討噪音影響之可能性別差異，包括不同噪音源之綜合影響，和噪音及空氣污染的綜合影響，尤其是道路交通的影響，因為道路交通同時是噪音和空氣污染的排放源。鐵路噪音也需要更多關注，因為鐵路貨運交通日益頻繁，尤其是夜間行駛。