

教育部安全衛生教育中心 安全衛生通識課程

噪音危害預防

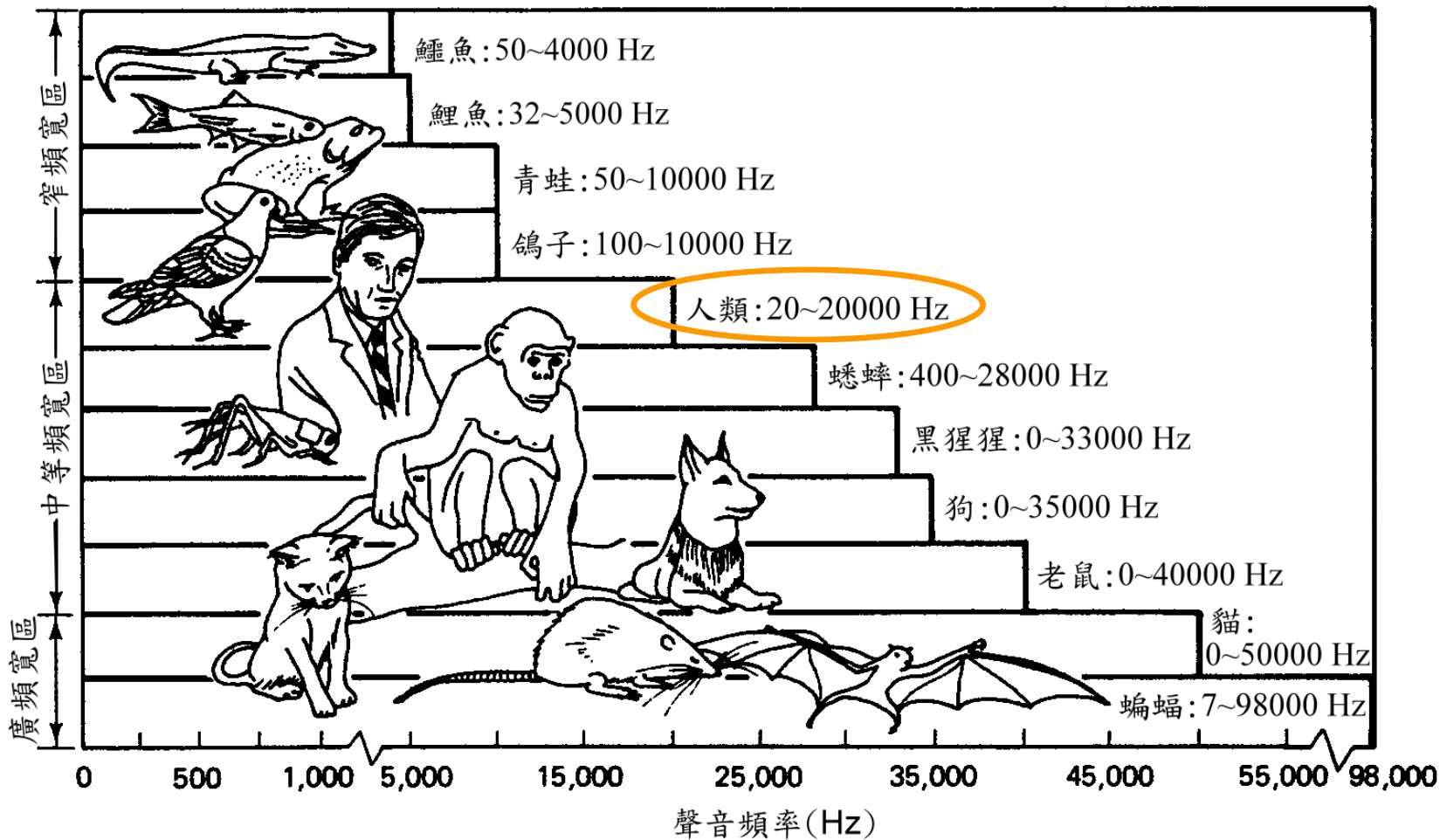
1. 聲音之認識

- **週期**是指一個質點振動往返所需要的時間，這樣往返一次叫做一個週期，其單位為秒/週 (second/per cycle)。
- **波長**是聲波經過一個完整週期的距離。
- **頻率**是指一個單位時間內（例如，每秒），所完成之週波數，其單位為「週期/秒」。頻率是週期的反比，亦和波長成反比，一般頻率都是用赫 (Hz) 來表示。

1.1 聲音的來源與分類

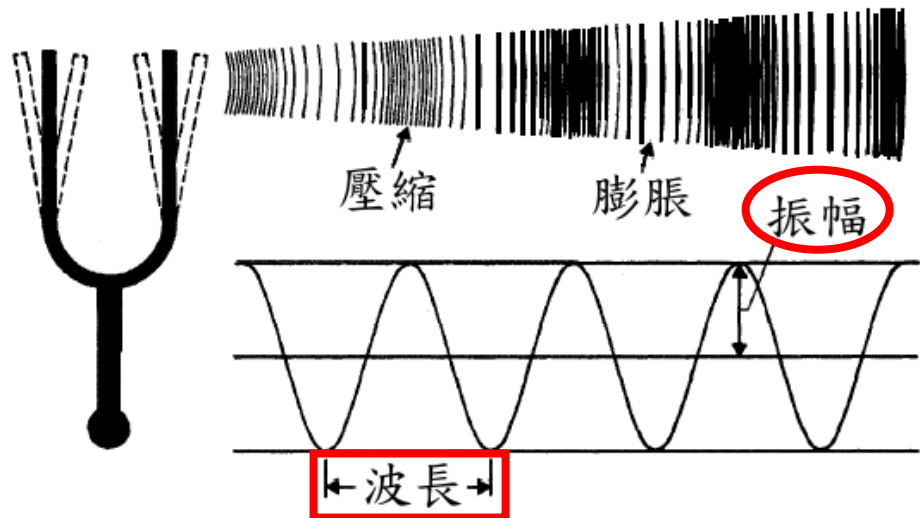
- 聲音是指任何一種壓力的變化(來自物體或分子的振動)，經由水、空氣或其他介質的傳播，能被人耳所偵測到的機械能。
- 聲音可依其波長不同而形成聲譜，分成三大部份：
 1. 可聽見音，是指人耳可聽見的聲音頻率範圍，約在20至20000Hz之間；
 2. 超低頻音，是頻率在20Hz以下之聲波；
 3. 超高頻音，指在20000Hz以上之聲波。

不同動物可聽見之聲音頻率範圍



1.2 聲音特性之認識 (1/3)

- 聲波是屬於疏密波，也就是質點振動的方向和聲波的傳播方向平行，因此當聲波通過介質時，介質來回振動而形成有疏有密的情形，這種疏密現象又會造成壓力的變化，故又稱為壓力波。



1.2 聲音特性之認識 (2/3)

- 聲音的傳播是一種能量的傳遞，同時這種傳播是要有介質的存在，就如空氣中的氣體分子就是一種介質，而所謂的介質可以是固體、液體或是氣體。
- 一般而言，密度愈大的介質其傳音的速度愈快。就同一物質而言，聲音傳遞速度為：
 - 固體 5000 m/s
 - 水 1500 m/s
 - 空氣 300 m/s

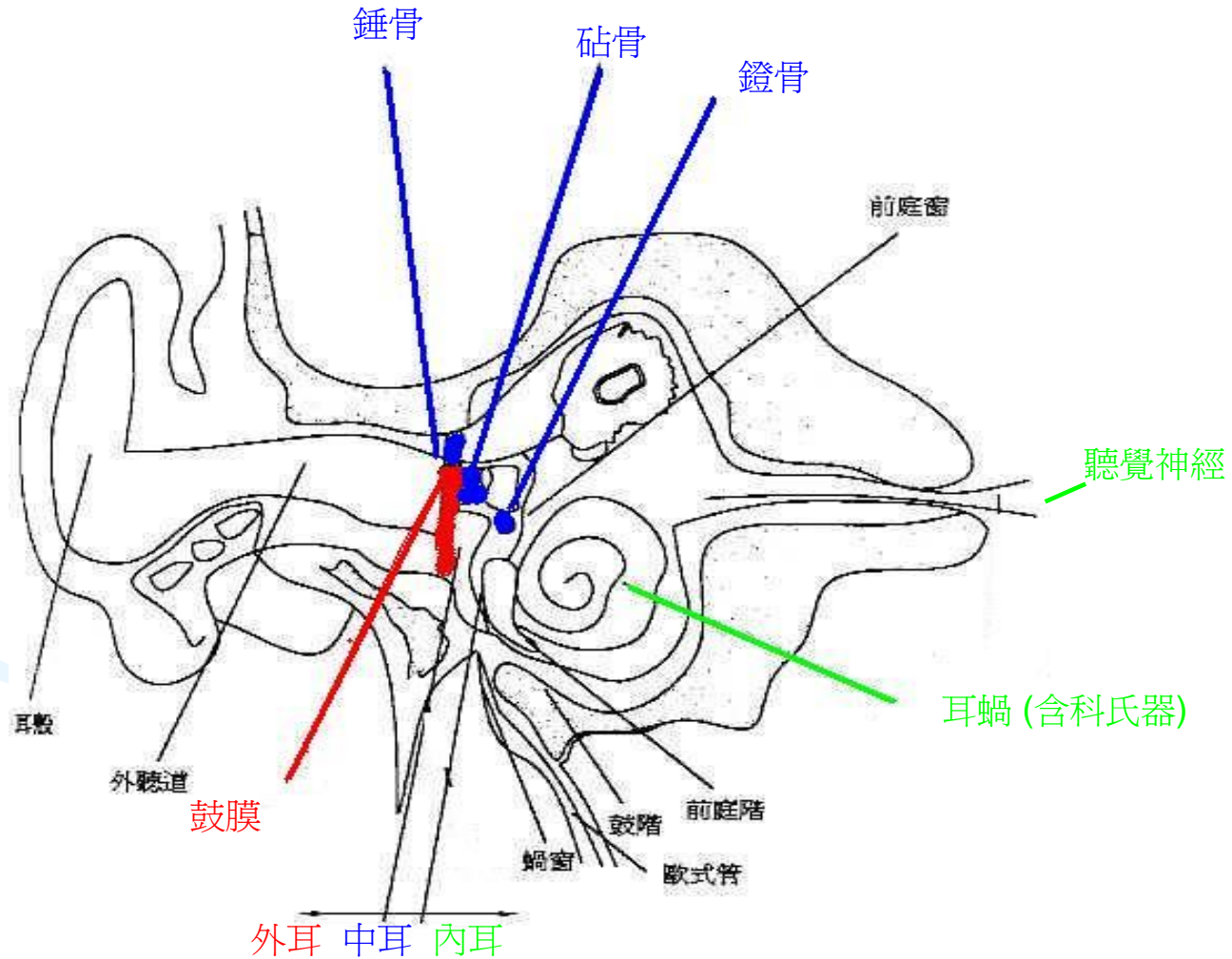
1.3 耳朵構造與功能 (1/2)

- 人體的聽覺能力來自聽覺系統，其構造主要分成三個部份，即外耳、中耳和內耳；外耳司聲音收集，中耳司聲音傳導與放大，而內耳則負責將聲音轉變為神經衝動以便經由聽覺神經傳至大腦的聽覺中樞產生聽覺。

1.3 耳朵構造與功能 (2/2)

- 人耳對不同頻率的聲音，會產生不同的失真現象。譬如外耳道的長度約2.5~3.0 cm，直徑0.7cm，所以其共振頻率約在3000Hz左右，因此在該頻率附近的聲音會被放大，故較能被人耳敏感偵測到，並可較佳的抵銷掉內耳的液體阻抗。

1.3 耳朵構造與功能



1.4 噪音的定義

- 噪音係屬聲音之一種，凡不規則不協調的音波在同一時間存在，使人感到厭煩者稱為噪音。它是非常主觀的。
- 如讓人感覺喜悅且舒服的聲音則是樂音或是悅音，會使人心情愉快。
- 以法規規定而言，**超過管制標準**之所有聲音。



1.5 噪音的來源

常見的噪音來源包括：

- 工業噪音：工廠機械設備運轉或建築工地施工機械所產生的聲音。
- 交通噪音(含航空噪音)：機動車輛、飛機、火車與輪船的噪音。
- 社區噪音

1.5.1 工業噪音 (1/2)

- 工業噪音主要是工廠機械動力設備等產生的噪音。電子工業與輕工業的噪音約在90dB以下；機械工業的噪音在**80~120 dB**之間。
- 工廠噪音不僅嚴重影響工人健康與安全生產，而且干擾附近居民，設在住宅區內的工廠噪音干擾更為明顯。

1.5.1 工業噪音 (2/2)

- 建築施工噪音主要是城市施工現場各種機械噪音。建築施工雖然對某一地區是暫時性的，但對整個城市與建築工人來說，却是經常性的。
- 打樁機、混凝土攪拌機、推土機、運料車等的噪音A權衡音壓級皆在 90 dB 以上。

權衡電網

- **A 權衡電網：**
 - 所量出結果最能與人的觀感一致。
- **B 權衡電網：**
 - 幾乎不用於一般噪音量測。
- **C 權衡電網：**
 - 常見於評估防音防護具的防音性能、工業機器或產生噪音測定。
- **D 權衡電網：**
 - 飛航噪音使用。

1.5.2 交通噪音

- 交通噪音主要是機動車輛、飛機、火車與輪船的噪音。飛機與機場噪音，在一些已開發國家已成為主要的噪音污染源。
- 航空噪音係指航空器起降、滑行、航機維修、試車與其他相關機具運作而產生。
- 市區內交通幹線上的機動車輛噪音(主要為載重卡車與摩托車等的噪音)，已成為城市的主要噪音，約佔城市噪音源的 40 % 以上。

1.5.2 交通噪音

- 城市交通幹線的噪音其 **A 權衡均能音壓級** 可達 65 ~ 75 dB，汽車鳴笛較多的地方甚至在 80 dB 以上。
- 汽車噪音主要是發動機、冷卻風扇、送氣與排氣系統運轉時產生的噪音，車體振動、剎車時產生的噪音，以及輪胎滾動時與路面撞擊所形成的噪音。汽車高速行駛時主要是輪胎噪音。

1.5.3 社區噪音

- 社區噪音，包括群眾集會、廟會、娛樂宣傳活動、超級市場、學校操場、家用電器及住宅建築結構內水管、通風管線、電梯或冷氣機等所產生的噪音。這類噪音分佈較廣，所以**影響範圍較大**。

2. 噪音對人之危害

- 噪音對人體健康之影響取決於聲音強度與頻率，產生之健康危害，可分為聽覺性效應與非聽覺性效應兩種：
- 聽覺性效應主要是指噪音引起的聽力損失
- 非聽覺性效應則是指因噪音而引起身體其他器官或系統的失調或異常，亦包括噪音導致的交談溝通障礙、厭煩及工作士氣低落，甚至引起不舒適感。

2.1 聽覺性效應

- 聽覺性效應主要是指噪音引起的聽力損失，主要可分為：
- 所謂聽力損失 (Hearing Loss) 是指人耳朵所能聽見聲音最小值的敏感度降低 (即聽力閾值的提高)。
- 人耳對於不同頻率之聲音敏感度各不相同，通常對高頻音較敏感而對低頻音較不敏感。
- 由噪音引起之聽力損失最先發生於 4000 Hz 左右。

2.1 聽覺性效應（續）

聽覺的形成

- 聲波由耳殼收集，經鼓膜進入中耳
- 聲波藉中耳聽小骨鏈之槓桿作用及鼓膜與耳蝸底部之卵圓窗的面積比而放大約22倍，放大後之聲波使耳蝸內之淋巴液振盪。
- 基底膜上之毛細胞因振盪導致覆膜上之聽覺神經傳出神經衝動，神經衝動傳出至大腦形成聽覺。

2.1 聽覺性效應 (續)

聽力損失，主要可分為：

1. 感音性聽力損失 (Sensorineural Hearing Loss)
— 由內耳引起
 - a. 暫時性聽力損失；
 - b. 永久性聽力損失；
 - c. 老年性聽力損失 (老年性失聰，Presbycusis)
2. 傳音性聽力損失 (Conductive Hearing Loss) —
由中耳引起

2.1.1 暫時性聽力損失

- 暫時性聽力損失 (Temporary Threshold Shift, TTS) — 係指噪音暴露而引起，降低人耳對微弱聽覺信號的辨別能力，一般是聽覺疲勞所致，只要經過適當的休息，不再暴露於噪音環境就可以恢復正常聽力。

2.1.2 永久性聽力損失

- 若長期處於噪音環境下，毛細胞因長期刺激而無法復原，聽力損失將由暫時性聽力損失轉變為永久性聽力損失 (Permanent Threshold Shift, PTS)。此時內耳毛細胞因萎縮退化結果，已無法產生聽覺。
- 當連續暴露於強大噪音之下過久，永久性聽力損失便會逐漸顯現。
- 高頻率聲音造成之聽力損失較低頻率聲音嚴重，人耳最敏感的頻率範圍為 4000 Hz，故永久性聽力損失會從 4000 Hz 處開始產生，再由兩旁擴展出去。

2.1.2 永久性聽力損失（續）

- 永久性聽力損失 (PTS) — 是指噪音暴露而引起的聽力損失，其乃長期刺激累積的結果，內耳之毛細胞或柯氏器受損、退化。
- 永久性聽力損失可能經由耳朵外傷、服用藥物及耳毒性物質暴露所造成。



2.1.3 老年性失聰

- 老年性聽力損失（或稱老年性失聰，Presbycusis）—— 主要是由於年齡增長，生理自然老化所引起的聽力損失。

2.1.4

那些情形要懷疑聽力受到傷害？

1. 下班後耳朵仍有嗡嗡聲。
2. 和人談話時，覺得變小聲或聽不清楚。
3. 把電視或收音機的聲音轉得十分大聲。
4. 在吵雜的環境中辨識語音的能力變差。
5. 別人發覺你說話變大聲。
6. 聽不到門鈴或電話鈴聲。
7. 聽音樂時覺得音質改變。

2.2 非聽覺性效應

- 非聽覺性效應則是指因噪音而引起身體其他器官或系統的失調或異常，其主要係透過對自主神經系統，網狀神經系統及大腦皮質的刺激而引起。
- 噪音暴露亦會導致交談溝通障礙、厭煩及工作士氣低落，甚至引起不舒適感。

2.2.1 交談溝通障礙

- 噪音暴露無論在工作、社交與家庭生活層面，都會造成不良的影響。它會使人在心理上產生緊張、恐懼不耐等反應，甚至降低工作效率，造成工作人引起的聽力障礙，其影響不可輕忽。
- 語言交談上之困難除由聽力損失所引起外，亦可由於聲音被遮蔽 (Masking) 所引起。

2.2.2 厭煩

- 所謂厭煩 (Annoyance) 是指因為噪音暴露而引起不愉快的主觀感覺。
- 在噪音暴露環境下，人體的內分泌系統可能受到影響而導致違常，進而造成情緒不佳，亦可能因為遮蔽作用導致與他人溝通困難而產生厭煩情形。

2.2.3 其他健康影響

- 噪音除造成聽力損失外，亦可能影響其他生理作用：
 1. 睡眠干擾：使人不易入睡、失眠
 2. 消化系統：腸胃不適、食慾不佳
 3. 心血管循環系統：血壓升高及心跳速率增加
 4. 內分泌系統：腎上腺分泌增加
 5. 呼吸系統：呼吸不順暢
 6. 肌肉骨骼系統：四肢與脊柱的屈肌反應
 7. 其他：驚嚇、疲勞等



3. 噪音管制法規

3.1 環境噪音管制標準

噪音管制法

- 噪音管制法施行細則
- 噪音管制標準
- 機場周圍地區航空噪音防制辦法
- 噪音管制區劃分原則
- 易發生噪音設施設置及操作許可辦法
- 機動車輛噪音管制辦法
- 民用航空器噪音管制辦法
- 環境音量標準
- 汽車噪音檢驗處理辦法

3.1 環境噪音管制標準

(A) 工廠(場)噪音管制標準、(B) 娛樂場所、營業場所噪音管制標準、
 (C) 擴音設施噪音管制標準 單位: dB

管制區		第四類	第三類	第二類	第一類
音量、 時段	早(註1)、 晚(註2)	75 ^A	65 ^A	55 ^A	45 ^A
		70 ^B	65 ^B	60 ^B	50 ^B
		80 ^C	70 ^C	65 ^C	50 ^C
	日間(註3)	80 ^A	70 ^A	60 ^A	50 ^A
		80 ^B	75 ^B	65 ^B	55 ^B
		85 ^C	80 ^C	75 ^C	60 ^C
	夜間(註4)	70 ^A	55 ^A	50 ^A	40 ^A
		65 ^B	55 ^B	50 ^B	40 ^B
		65 ^C	55 ^C	50 ^C	40 ^C

(註1) 早：指上午五時至上午七時。(註2) 晚：指晚上八時至晚上十時(鄉村)或十一時(都市)。(註3) 日間：指上午七時至晚上八時。(註4) 夜間：指晚上十時(鄉村)或十一時(都市)至翌日上午五時。

3.1 環境噪音管制標準

- 第一類管制區：指環境亟需安寧之地區。
- 第二類管制區：指供住宅使用為主且需要安寧之地區。
- 第三類管制區：指供工業、商業及住宅使用且需維護其住宅安寧之地區。第四類管制區：指供工業使用為主且需防止嚴重噪音影響附近住宅安寧之地區。

3.1 環境噪音管制標準

營建工程噪音管制標準

單位: dB

管制區(音量)		機械名	打樁機	空氣壓縮機	破碎機 鑿岩機	推土機、壓路機、挖土機、其他
		均能音量 (Leq)	第一、二類	75(50)	70(50)	70(50)
	第三、四類	80(65)	75(65)	75(65)	70	
最大音量 (Lmax)	第一、二類	100	85	85	80	
	第三、四類					

括弧內音量適用時段，在第一、二類管制區為晚上七時至翌日上午七時，在第三、四類管制區為晚上十時至翌日上午六時，未加括弧者為其他時間適用。

3.1 環境噪音管制標準

- 機場周圍航空噪音管制區之劃定標準 (機場周圍地區航空噪音防制辦法)

第一級航空噪音管制區：航空噪音日夜音量60 dB及65 dB兩等音壓線間之區域。

第二級航空噪音管制區：航空噪音日夜音量65 dB及75 dB兩等音壓線間之區域。

第三級航空噪音管制區：航空噪音日夜音量75 dB之等音壓線以內的區域。

3.2 勞工安全衛生設施規則

- 雇主對於發生噪音之工作場所，應依左列規定辦理：
 1. 勞工工作場所因機械設備所發生之聲音超過**90dB**時，雇主應採取工程控制、減少勞工噪音暴露時間。
 2. 勞工噪音暴露工作日八小時日時量平均不超過規定值或相當之劑量值。
 3. 任何時間不得暴露於峰值超過**140dB**之衝擊性噪音或**115dB**之連續性噪音。
 4. 勞工八小時日時量平均音壓級超過**85dB**或暴露劑量超過**50%**時，雇主應使勞工戴用有效之耳塞、耳罩等防音防護具。
 5. 噪音超過**90dB**之工作場所，應標示並公告噪音危害之預防事項，使勞工周知。

3.3 勞工健康保護規則

- 噪音在85dB以上之作業稱為特別危害健康之作業，應於其受僱或變更其作業時，實施各該特定項目之特殊體格檢查與每年的定期特殊健康檢查。
- 具有心血管疾病、聽力異常者，不適合從事噪音作業。
- 特殊體格及健康檢查紀錄，應至少保存十年。

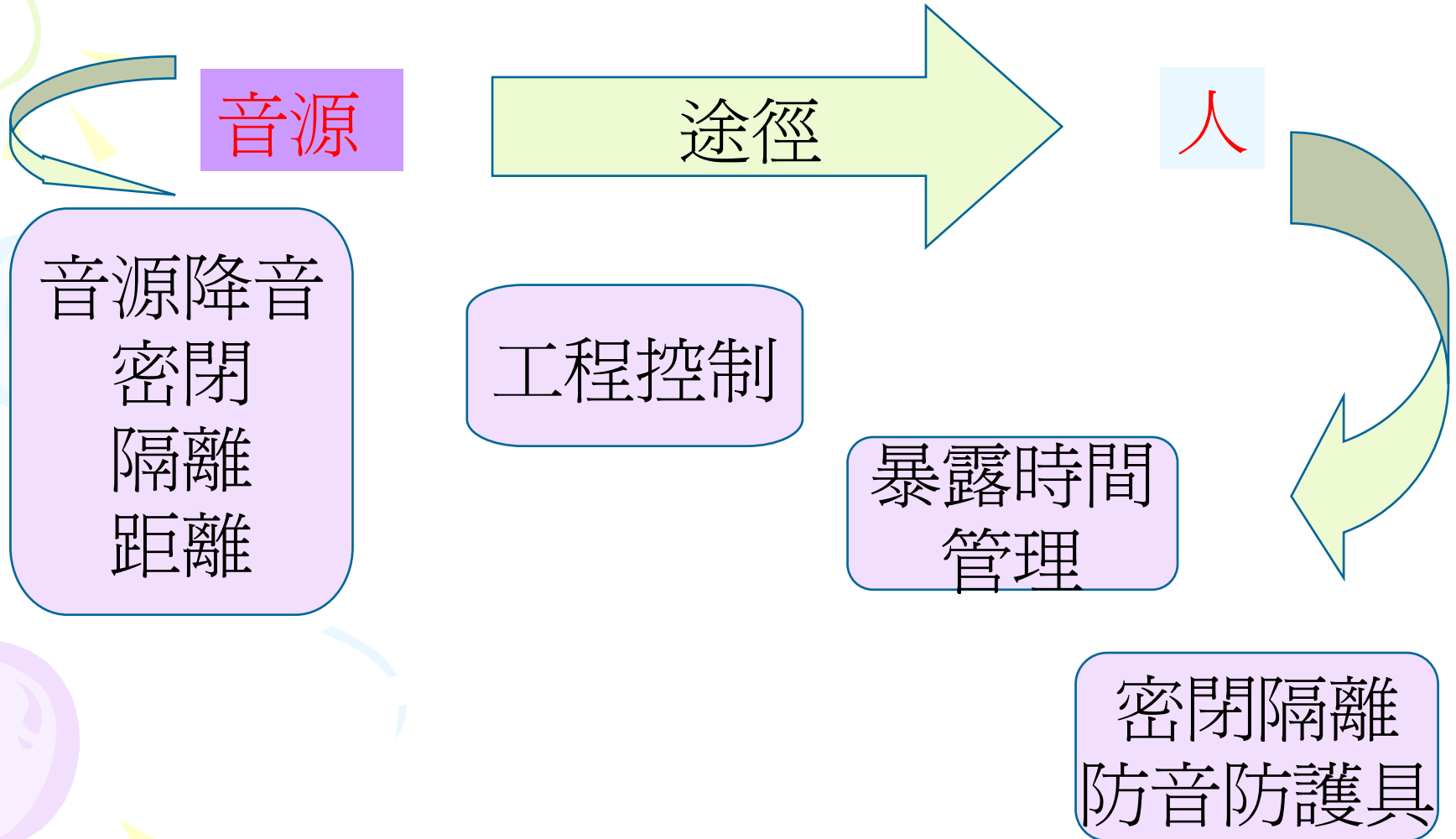
3.4 勞工作業環境測定實施辦法

- 勞工噪音暴露工作日八小時日時量平均音壓級在八十五分貝以上之作業場所，應每六個月測定噪音一次以上。
- 測定結果依下列規定記錄，並保存三年：
 1. 測定時間 (年、月、日、時)。
 2. 測定方法。
 3. 測定處所。
 4. 測定條件。
 5. 測定結果。
 6. 測定人員姓名(含資格文號及簽名)，委託測定時需包含測定機構名稱。
 7. 依據測定結果採取之必要防範措施事項。



4. 噪音控制概念

噪音危害防護途徑





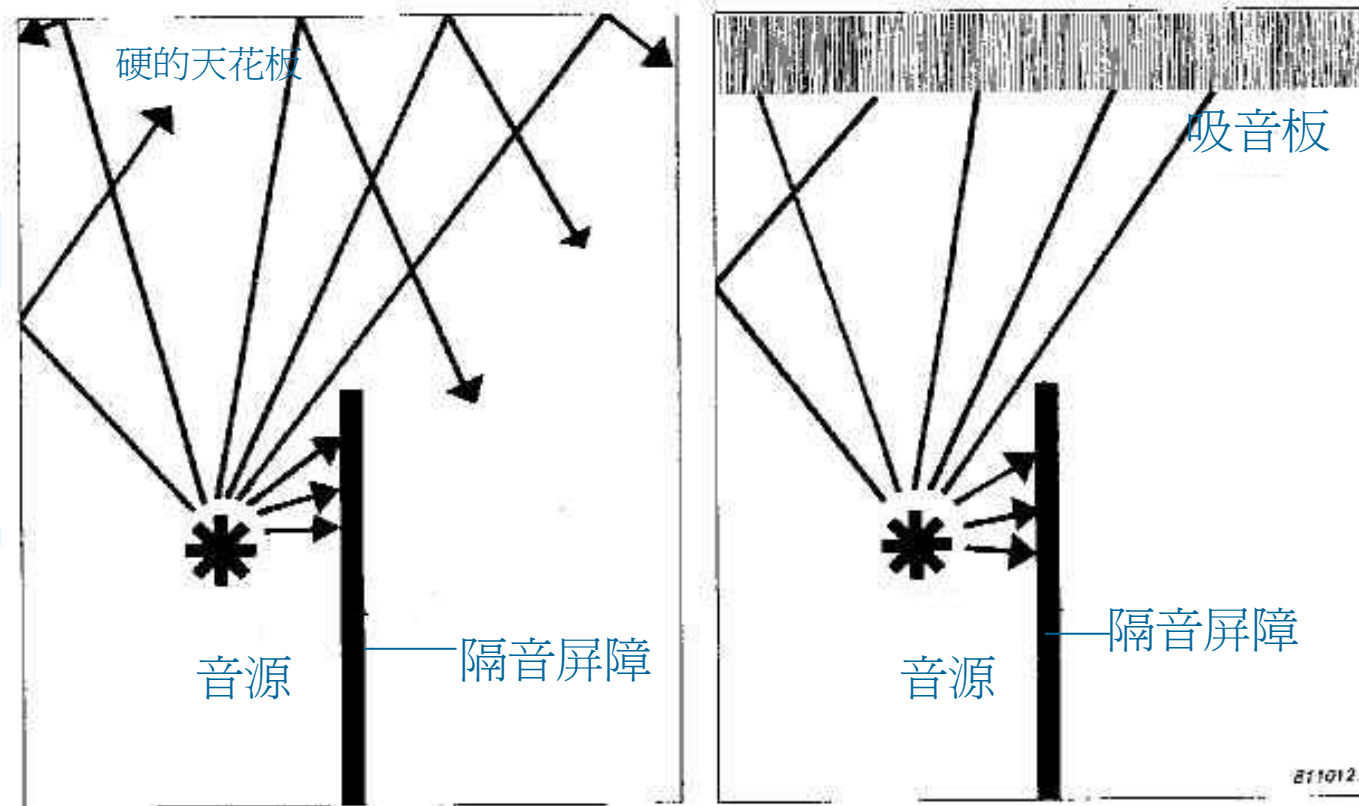
工程控制方法

- 音源控制
 - (1) 音源音量降低 (振動隔離或阻隔處理)
 - (2) 隔離噪音發生源
 - (3) 拉長距離
- 傳播路徑之工程控制
 - (1) 密閉隔離
 - (2) 吸音
 - (3) 隔音牆
 - (4) 振動隔離
 - (5) 消音
 - (6) 慣性塊

吸音控制處理

- 在聲音的傳音路徑或反射牆面上，置入吸音材料（吸音材料常為多孔性材料），使聲音在內部傳送過程中轉變成熱能而使聲音衰減。這種利用吸音材料使聲音被吸收降低之方法稱為吸音控制處理。
- 吸音處理主要適用在反射音之衰減最有效果。

設置隔音屏障與吸音天花板配合使用



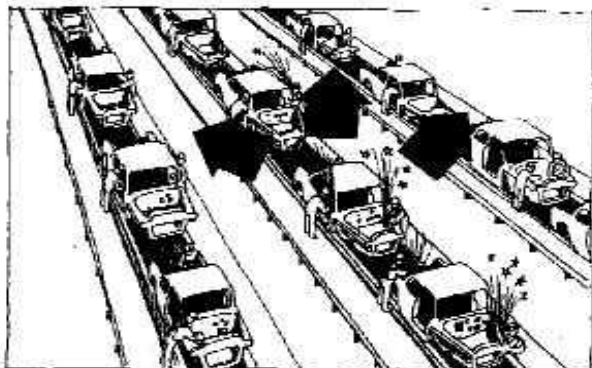
吸音材料種類

吸音材料種類	代表材料
多孔材料	玻璃棉、岩棉、渣棉、發泡棉、脂材料、木片水泥板、吸音用軟質纖維板
開孔材料	開孔石膏板、開孔石棉水泥板、開孔合板、開孔鋁板、開孔鐵板
板狀材料	合板、石棉水泥板、石膏板、塑膠板、金屬板

隔音控制處理

- 隔音材料之密度較高，非多孔性材質，吸音性差，可降低聲音傳遞以密封音能或阻隔音能。
- 隔音材料主要用來限制或阻擋空氣音從材料的一側通過至另一側，為高密度、無孔隙之隔音屏障 (barrier)，該設置屏障乃直接阻隔聲音或將牆壁增厚來減少聲音的傳送稱為隔音。一般以傳送損失 (transmissionloss, TL) 表示其性能，TL值愈大表示遮音性能愈強，即聲音傳遞損失愈大。

隔音屏障應與吸音天花板配合使用



較安靜生產線

吵鬧生產線

較安靜生產線

吸音障板



吸音屏障

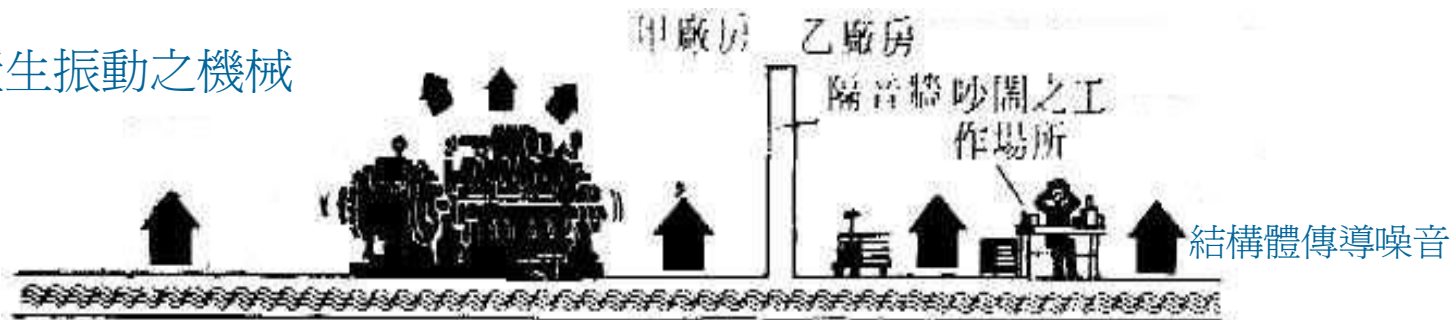
常用之隔音材料

種類		代表性材料
均質構造		均質板、合板
中空構造		二數均質板，中間設有空氣(air space)
三明治型	多孔材三明治	中空構造內空氣間充填多孔材料
	彈性材三明治	中空構造內空氣間充填發泡材料
	剛性材三明治	中空構造內空氣間加入剛性材角以表面材接著
	蜂巢式三明治	中空構造內空氣間加入蜂巢核角以表面材接著

振動隔離設置以控制噪音

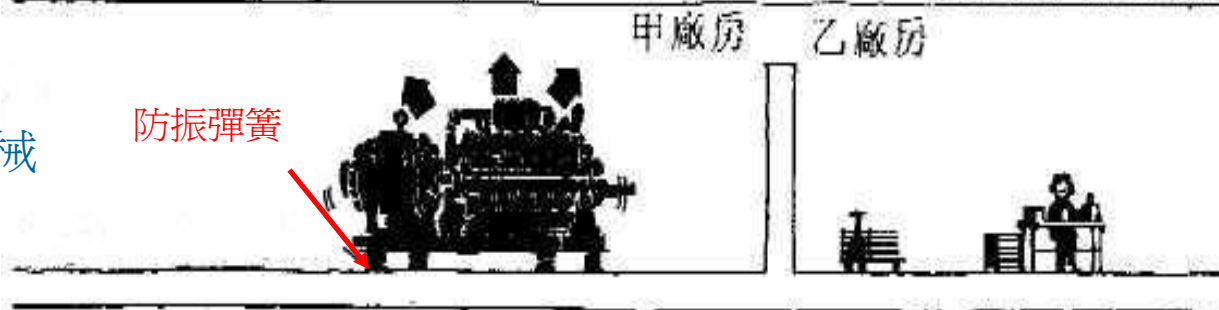
產生振動之機械

無隔振



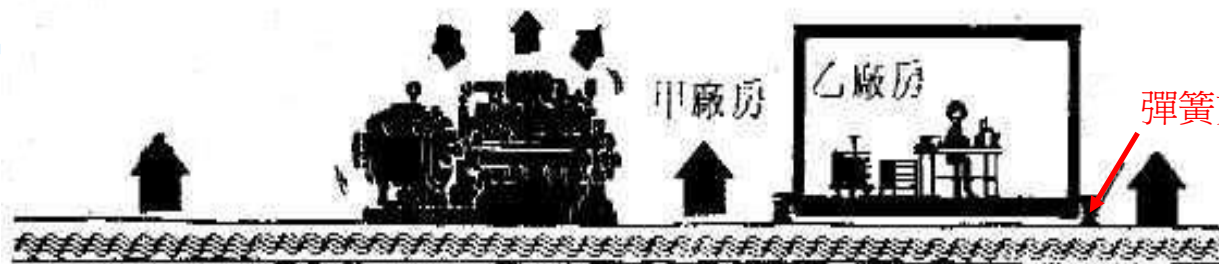
已隔離之機械

防振彈簧

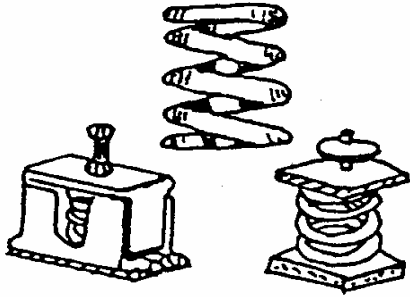


隔離佳廠房

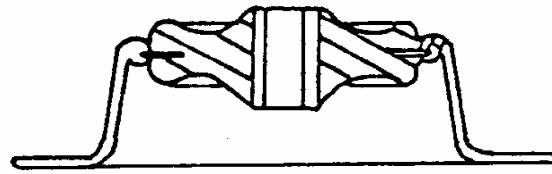
彈簧支撐



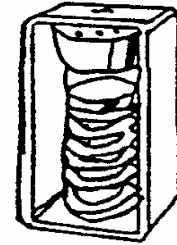
常見之振動隔離裝置



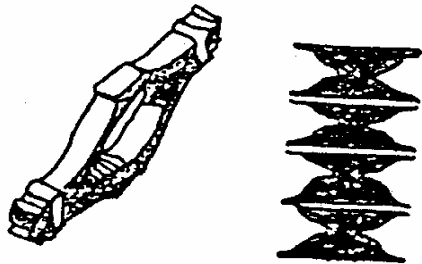
(a) 彈簧裝置



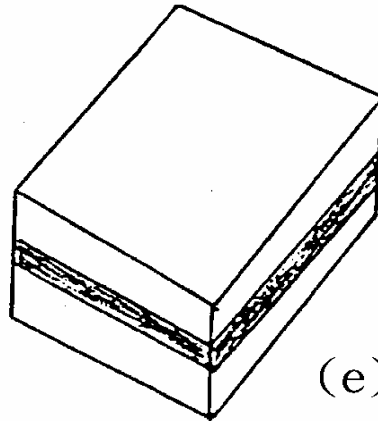
(b) 橡膠



(c) 彈簧組合裝置



(d) 塑膠夾裝置



(e) 波浪或板狀軟墊

噪音危害預防之行政管理控制

- 1) 減少噪音暴露時間
- 2) 提供使用適當防音防護具
- 3) 標示公告噪音危害預防事項
- 4) 實施噪音特殊體格檢查
- 5) 考量不適合噪音作業之勞工
- 6) 實施作業環境測定

聽力（防音）防護具的種類

- 耳罩:低頻音
- 耳塞:高頻音
- 特殊型聽力防護具



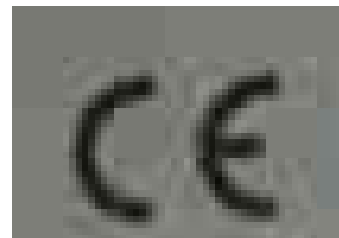
選擇聽力防護具的原則

※符合標準及規範:正字標章或CE標章

※聲衰減值的要求: NRR

※配戴時的防音性能

※使用者舒適性與接受性



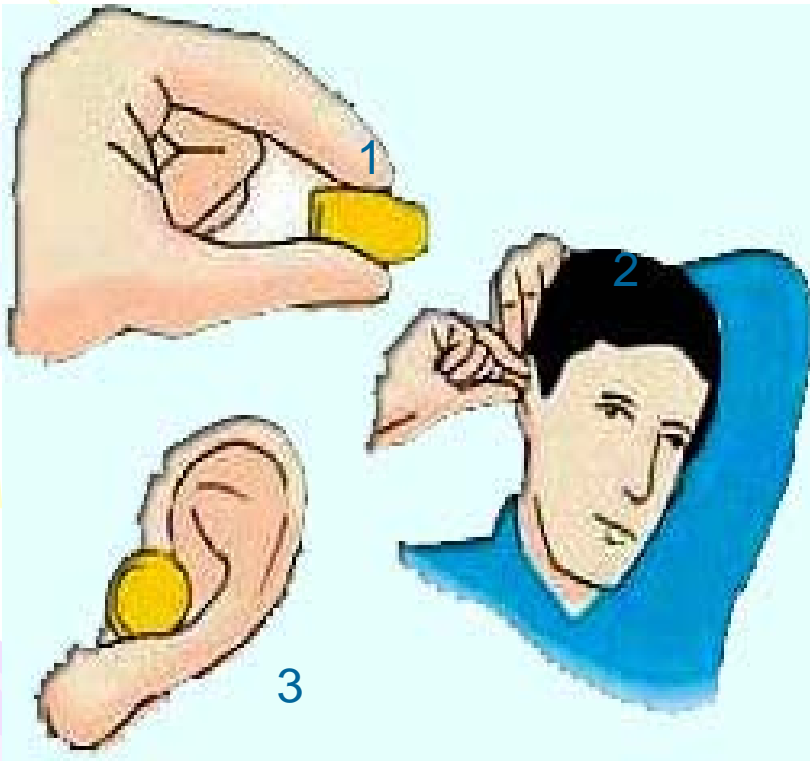
耳罩的佩戴方法

1. 分辨耳護蓋的方向。
2. 調整頭帶至最大位置。
3. 儘量將頭髮撥離耳朵。
4. 戴上耳罩，確定耳朵在耳罩內。
5. 用姆指向上向內固定耳護蓋，並用中指調整頭帶，使之緊貼頭頂。
6. 如不合用，需更換其他耳罩。
7. 切莫用力拉扯頭帶，使其失去彈性。



耳塞的佩戴方法

1.利用食指與拇指搓揉壓縮耳塞至適合個人耳道大小



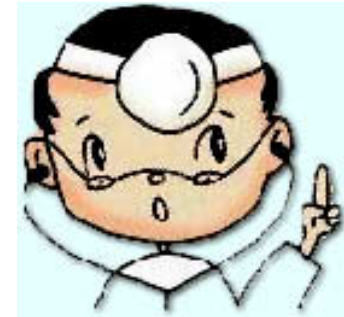
2.穿戴右耳時，藉由左手由腦後繞至右耳位置，將右耳往上拉提拉直右耳耳道，再將右手所持耳塞慢慢置入耳道內適當位置。

3.調整右耳固定耳塞位置，並等待耳塞膨脹至與耳道密合。

4.取下耳塞時宜緩慢，可避免吸力傷害耳朵。有中耳炎和外耳炎時不宜戴耳塞

使用耳塞、耳罩應注意事項?

1. 隨時調整佩戴情形
2. 檢查更換
3. 清潔維護
4. 個人專屬



注意雙手衛生與清潔 個人專屬 不宜共用



勞工暴露時間管理

- 勞工於噪音作業場所暴露量超過法令標準，若工程控制技術或自動化作業尚難以克服或無法承擔成本時，可用暴露時間管理

- 輪班制
- 工作輪調



勞工聽力保護計畫之訂定

- 執行聽力保護計畫的目的為『控制噪音危害，避免噪音引起之聽力損失』，落實完整的聽力保護計畫要項應包括：

1. 噪音作業場所調查與測定。
2. 噪音工程控制規劃。
3. 勞工暴露時間管理。
4. 聽力檢查及其管理。
5. 防音防護具選擇及使用。
6. 勞工教育訓練。
7. 資料建立與保存。

結語

- 如何保護聽力及避免噪音暴露的危險是確保生活品質非常必要的工作，是我們每個人的責任。
- 過度的噪音暴露將使我們的聽力受損，若聽力受損後，是無法以藥物獲得治療，其人生將是灰暗無光的。