

噪音危害預防

黃小林 副教授
嘉南藥理科技大學職業安全衛生系

何謂噪音？

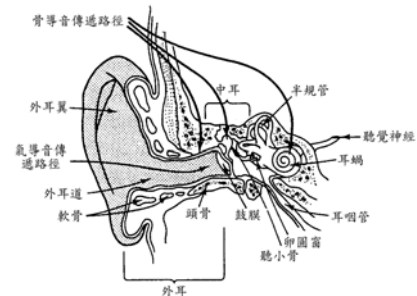
- 廣義地泛指所有不喜歡的聲音。
- 凡是人所不喜歡、覺得不悅耳或音量過大的聲音，都可以稱為噪音。
- 不規則不協調的音波在同一時間存在，使人感到厭煩者稱為噪音。
- 健康角度：則是指因其音量過大致使暴露者感到不舒適的聲音。

噪音對人體健康影響

- 心理層面：可能引起緊張、煩躁、注意力不集中等症狀。
- 生理層面：除最為直接的聽力損失外，尚可能造成影響血壓，增加心臟血管病發生率，導致消化性潰瘍等。
- 注意：工作場所中所發生的噪音，除對人體健康的影響外，另需注意噪音的遮蔽效應可能導致工作者忽略或沒注意到聲音型態警示訊號而引起工安意外。

聽覺產生途徑

- 人耳的構造主要分為外耳、中耳及內耳三大區域。



聲音之傳遞

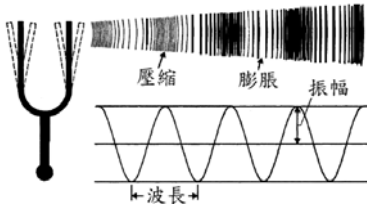
- 聲音→外耳傳入→耳膜→三小聽骨補償作用→內耳的耳蝸→柯氏體上的上萬個毛細胞感應→刺激傳入大腦→人聽到聲音。
- 氣導傳音：聲音經由上述過程，即經過耳廓、外耳道、中耳至內耳聽神經細胞
- 骨導傳音：經由骨骼組織直接傳遞至內耳或經由中耳傳至內耳聽神經細胞

何謂聲音？

- 聲音是一種能量的傳遞，聲音傳播需有介質(media)存在。
- 例如空氣中氣體分子。
- 介質可為固體、液體或是氣體。
- 一般而言，密度愈大之介質其傳音速度愈快。
- 同一物質之聲音傳遞速度為：固體 > 液體 > 氣體。

聲音之壓力

- 聲波屬於疏密波：質點振動的方向和聲波的傳播方向平行。
- 當聲波通過介質時，介質來回振動形成疏密情形而導致壓力變化，故又稱為壓力波。



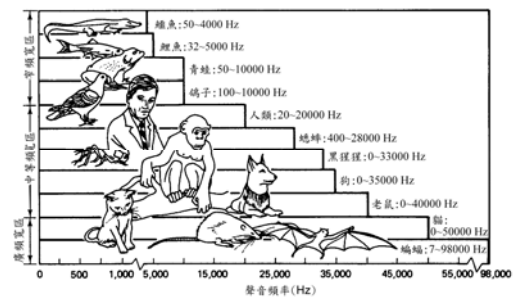
聲音之認識

- 週期：一個質點振動往返所需要的時間，往返一次稱為一個週期，其單位為秒/週(second/per cycle)。
- 波長：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。

聲波之分類

- 聲波依其波長不同而形成聲譜，共可分成三大部份：
- 1. 可聽見音：是指人耳可聽見之聲音頻率範圍，約在20至20000Hz之間。
- 2. 超低頻音：頻率在20Hz以下之聲波。
- 3. 超高頻音：頻率在20000Hz以上之聲波。

不同動物可聽見之聲音頻率範圍



人類聽閾範圍

- 一健康成年人的聽閾範圍介於20~20000Hz。
- 比較靈敏的範圍約在1000~4000Hz。
- 語言帶的頻率範圍則為500~2000Hz間。

噪音之健康危害

1. 傳導性聽力損失：即為傳遞聲音的組織因物理性或病理性因素破壞造成聽力的損失。
 - 例如耳膜破裂、中耳炎導致三小聽骨病變等。
2. 感音性聽力損失：長期暴露於高噪音環境下，因而造成毛細胞損傷。
 - 暫時性聽力損失：若暴露時間較短，離開噪音環境後損傷的部分可逐漸恢復其功能
 - 永久性聽力損失：暴露時間過長造成毛細胞死亡，那麼就會造成，無法治癒回復。

老年性失聰

- 老年性聽力損失(或稱老年性失聰)
- 主要是由於年齡增長，生理自然老化所引起的聽力損失。
- 人類的聽覺系統隨著年齡增長，會呈現退化的現象，暴露於噪音環境者，易造成高頻率(3k、4kHz)感音性聽力損失。
- 年齡愈大，高頻率的聽覺靈敏度愈差。

注意

- 應留意的是由於人的語言頻帶介於500~2000Hz，而聽力損失往往卻是從最敏感的4000Hz開始，再逐漸往兩邊蔓延。
- 暴露者常因不易察覺而忽略了對自身聽力的保護，到影響語言帶有所感知時中高頻聽域部分已損失嚴重。
- 然聽力損失具有累積性及不可回復的特性，因此應隨時留意週遭聲音音壓級是否過大，有無危害聽力之虞，法規明定的噪音作業場所(日時量平均音壓級超過85dB)。

聲音的單位

- 一般我們以分貝(dB)來表示，就是指聲波施加在我們耳膜上的壓力。

噪音源	分貝
低聲說話	30~40
一般說話	60~70
吸塵器	80
車床	90~95
印刷機、紡織機	100
迪斯可舞廳	110
噴射機起飛	120...耳朵開始疼痛

噪音對人體還有什麼影響？

- 非聽覺性效應：因噪音而引起身體其他器官或系統的失調或異常。
- 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。

噪音影響生理作用

1. 睡眠干擾：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



噪音可以習慣嗎？

在噪音環境中聽隨身聽可以減少噪音傷害嗎？

- 很多人以為噪音是可以適應的，此觀念是錯誤的。
- 在自以為習慣噪音的時候，噪音對人體的危害仍持續存在。
- 在噪音環境中聽隨身聽，距離耳朵更近，暴露更大的音量，反而增加聽力危害。



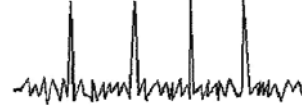
噪音種類

- (1)變動性噪音：最常見的一種噪音形式，不論是工廠、交通、人聲，或是卡拉OK舞廳所引起的噪音均包含其中。它包含了人類能聽見聲音頻率的最大範圍(20赫至20000赫)。



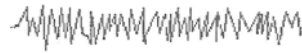
(2)衝擊性噪音

- 若有一聲音從發出到最大振幅的時間不大於35毫秒，此聲音稱為衝擊性噪音，如營建工地的打樁聲。



(3)連續性噪音

- 如果兩次噪音的衝擊間隔小於0.5秒時，即為連續性噪音，如工廠的機器運轉聲或是吸塵器所發出的聲響。



哪裡有噪音呢？

- 工作場所：工廠(紡織廠、汽車製造廠、鋼鐵廠)、機場、正在營建的工地等。
- 營業場所：百貨公司、PUB、餐館夜市等。
- 娛樂場所：KTV、舞廳、電動遊樂場、卡拉OK等。
- 居住環境：飛機經過路線、車輛、吹風機、熱門音樂等。



如何知道勞工噪音暴露量？

- 依勞工作業環境測定實施辦法規定：於噪音之室內作業場所，其勞工工作日時量平均音壓級超過八十五分貝時，應每六個月測定一次以上。



噪音測定目的

- 與行政規章所定標準做評估比較。
- 判定是否有噪音危害因素存在。
- 決定噪音暴露勞工群執行聽力保護計畫的優先順序。
- 特定噪音源診斷、噪音控制對策所需之基本資料取得。
- 評估實施噪音控制成效。

作業環境測定

- 測定前應先進行現場訪視，尋找最大暴露危險群。
- 測量人員依法應僱用乙級以上作業環境測定人員或委由執業之工礦衛生技師或其他經由中央主管機關認可之作業環境測定機構。



勞工如何保護自己

1. 瞭解何謂噪音作業？

- 我國的法規「勞工安全衛生法設施規則」規定：
 - 勞工工作場所因機械設備所發生之聲音超過90分貝時，雇主應採取工程控制，減少勞工噪音暴露時間，應標示並公告噪音危害之預防事項，使勞工周知。
 - 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。
 - 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。

勞工健康保護規則

- 規定工作環境如在85分貝以上，即為特別危害健康作業。
- 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。

為什麼訂85分貝以上為噪音作業？

- 在85分貝的環境下工作十年，2000赫的聽力是保持正常的，但是4000赫的聽力平均減低了10分貝。
- 在90分貝的環境下工作十年，則2000赫的聽力平均減低了3分貝，4000赫的聽力減低了17分貝。



勞工暴露噪音音壓級及其工作日容許暴露時間表

工作日容許暴露時間 (小時)	A 權噪音音壓級 (dBA)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1	105
$\frac{1}{2}$	110
$\frac{1}{4}$ 或更少	115

暴露劑量之計算

- 勞工工作日暴露於二種以上之連續性或間歇性音壓級之噪音時，其暴露劑量之計算方法為：

$$\frac{\text{第一種噪音音壓級之暴露時間}}{\text{該噪音音壓級之容許暴露時間}} + \frac{\text{第二種噪音音壓級之暴露時間}}{\text{該噪音音壓級之容許暴露時間}} + \dots = 1$$

其和大於一時，即屬超出容許暴露劑量。

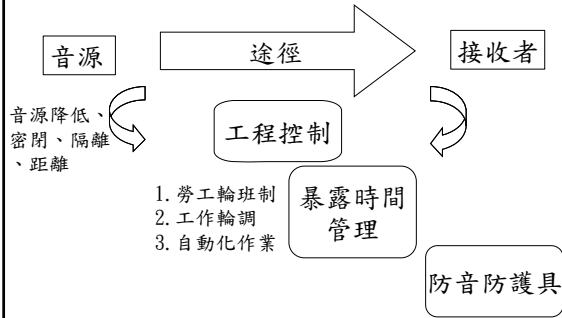
- 測定勞工八小時日時量平均音壓級時，應將八十分貝以上之噪音以增加五分貝降低容許暴露時間一半之方式納入計算。

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) 別人發覺你說話變大聲。
- (4) 聽不到門鈴或電話聲。
- (5) 聽音樂時覺得音質改變。
- (6) 把電視或收音機的聲音轉得十分大聲。
- (7) 在吵雜的環境中辨識語音的能力變差。



如何保護自己不受噪音的傷害呢？



噪音源之控制

1. 機械設備之更換與消音器設計：

➢ 例如減少零件磨擦、調整運轉速度、封閉音量之大之機組、改善通風系統等。

2. 物料運輸過程之改善：

➢ 例如避免物件衝擊碰撞、使用軟橡膠頭承受衝擊、調整輸送速度，以皮帶取代滾筒等

3. 噪音源振動之衰減：

➢ 例如隔離振動源、使用阻尼物質、加裝減振設備、減小共振面積等

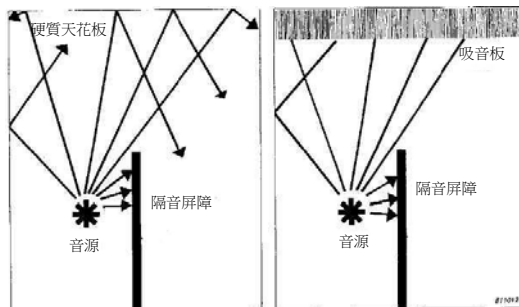
噪音傳播途徑之控制

- 將噪音源包覆減少噪音輻射面積、設置隔音屏障、貼附適當之吸音材減少反射音、增加音源與受音者距離等。
- 主動控制技術之應用：利用聲波相位干涉原理，產生一反相波相消，多應用於風管產生之聲音控制。
- 受音者暴露的降低控制：例如作業人員隔離於隔音室內。

噪音工程控制方法

- 噪音工程控制主要乃針對噪音源、傳遞途徑與受音者三方面予以控制處理。
- 吸音處理
 - 在聲音的傳音路徑上，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。
 - 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

- 隔音材料密度較高(20~80lb/ft²)，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。
- 隔音材料結構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)，這種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都稱為隔音。
- 一般以傳送損失(transmission loss, TL)表示其性能，TL值愈大表示遮音性能愈強。

隔音材料種類

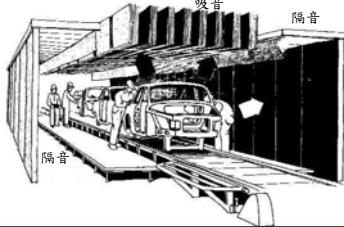
種類	代表性材料	
均質構造	均質板、合板	
中空構造	二數均質板，中間設有空氣(air space)	
三明治型	多孔材三明治	中空構造內空氣間充填多孔材料
	彈性材三明治	中空構造內空氣間充填發泡材料
	剛性材三明治	中空構造內空氣間加入剛性材角以表面材接著
	蜂巢式三明治	中空構造內空氣間加入蜂巢核角以表面材接著

吸音與隔音並用

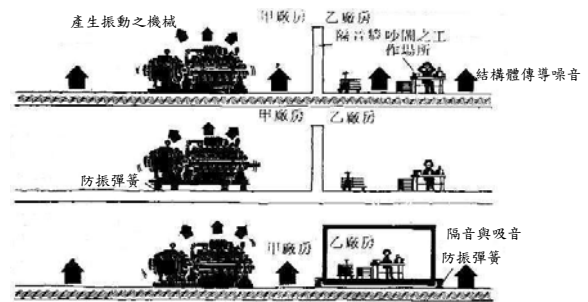
較吵生產線



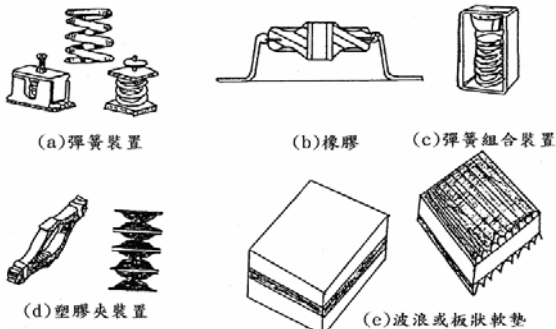
較安靜生產線



振動隔離設置以控制噪音



常見之振動隔離裝置



進行勞工暴露時間管理

- 當勞工於噪音作業場所中暴露量超過法令標準時，若工程控制技術上難以克服或成本太高無法承擔時，可利用噪音作業勞工暴露時間管理來改變勞工的作業時間或程序，如
 - (1) 勞工輪班制
 - (2) 工作調整輪調
 - (3) 調整作業程序，以減少勞工噪音暴露量。
- 勞工應使其配合佩戴防音防護具，並密切注意該勞工年聽力圖之變化，以評估成效，並確定其是否落實執行。

防音防護具 勞工安全衛生設施規則

- 對於勞工八小時時量音壓級超過八十五分貝或暴露劑量超過百分之五十時，雇主應使勞工戴用有效之耳塞，耳罩等防音防護具。
- 雇主為防止勞工暴露於強烈噪音之工作場所，應置備耳塞、耳罩等防護具，並使勞工確實使用。

常見之防音防護具種類

耳塞

1. 便宜、可隨時替換
2. 體積小、質量輕、易攜帶
3. 不會影響頭部活動
4. 可搭配其他防護具使用
5. 適合高溫環境

耳罩

1. 可重複使用
2. 體積大，不易遺失
3. 保養清潔容易
4. 耳道疾病患者可使用
5. 不易感染
6. 作業線上易稽核

選擇防音防護具原則

- 符合標準規範
- 聲衰減要求
- 實際佩戴時防音性能
- 使用者的舒適性與接受性
- 配合使用環境之特殊要求

聲衰減要求

- 聲音衰減值測試可以分為主觀法與客觀法兩種：
 - 主觀法：以真人測試，所以又稱為真人法或人耳法，所測試出來聲衰減性能稱為聲音衰減或人耳衰減。
 - 客觀法：以金屬製成的假人當作測試體，測試出來聲衰減性能稱為插入損失，目前大多用於防音防護具產品的品質檢驗上。

聲衰減指標

OB法：分別計算八音度頻帶聲衰減值

HML：可分別計算高、中、低頻聲衰減值

SNR：為單一指標，多標示於歐規產品

NRR：為單一指標，多標示於美規產品，
因考量權衡電網換算差異，聲衰減值
多扣除3dB

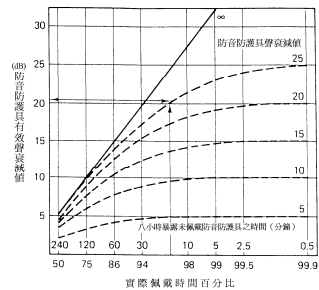
SNR、NRR法

- SNR、NRR法為歐美系統常使用的簡化指標，主要是簡略了各頻帶的特性貢獻，這些簡化指標基本上是以經驗公式來決定。
- 在此一經驗公式中考慮了防音防護具在不同噪音頻譜下的性能差異、使用中的配合性差異、以及聲音衰減的平均值及標準差等。

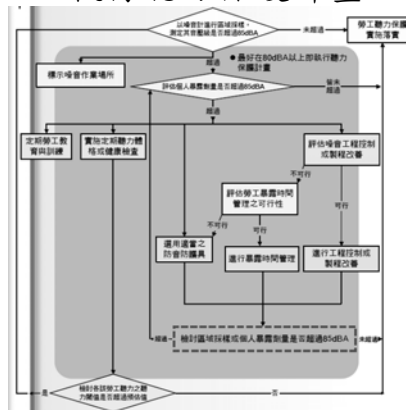
防護具佩戴注意事項

- 醫療衛生：例耳道疾病患者不適用耳塞。
- 佩戴防音效果檢查：因講話咀嚼等動作會使耳塞鬆脫，進而影響其防音效果，需隨時檢查重新佩戴。
- 保養及更換：長期使用防護具，其軟墊、橡膠等部分會有老化現象，進而影響其防音效果，需隨時檢查或更換。
- 個人衛生習慣：注意佩戴時手部清潔，防護具應為個人專屬，不宜共用。

防護具全程配戴之重要性



執行聽力保護計畫



參考文獻

- 勞工安全衛生研究所，勞工聽力危害預防手冊，1999年。
- 勞工安全衛生研究所，噪音危害的認識與預防，實驗室安全衛生教育訓練教材，2000。
- 勞工安全衛生研究所，勞工聽力保護計畫指引(第三版)，2002年。
- 于台珊，淺談職場噪音危害與預防，工安新訊，No.8, 2004。
- 勞委會勞工檢查處，勞工噪音作業危害預防，全民勞教網。