

A vertical decorative bar on the left side of the slide, featuring a colorful, abstract pattern of green, blue, and purple. A small, multi-colored triangle (blue, purple, and pink) is positioned on the left side of the bar, pointing towards the right.

噪音危害的認識與預防

2000年實驗室安全衛生教材

製作單位：勞工安全衛生研究所



內容大綱

- 認識噪音
- 法規
- 噪音測量
- 工程控制
- 防音防護具

A vertical decorative bar on the left side of the slide, featuring a repeating pattern of green and blue squares. A 3D-style triangle with blue, purple, and pink faces is positioned on the bar.

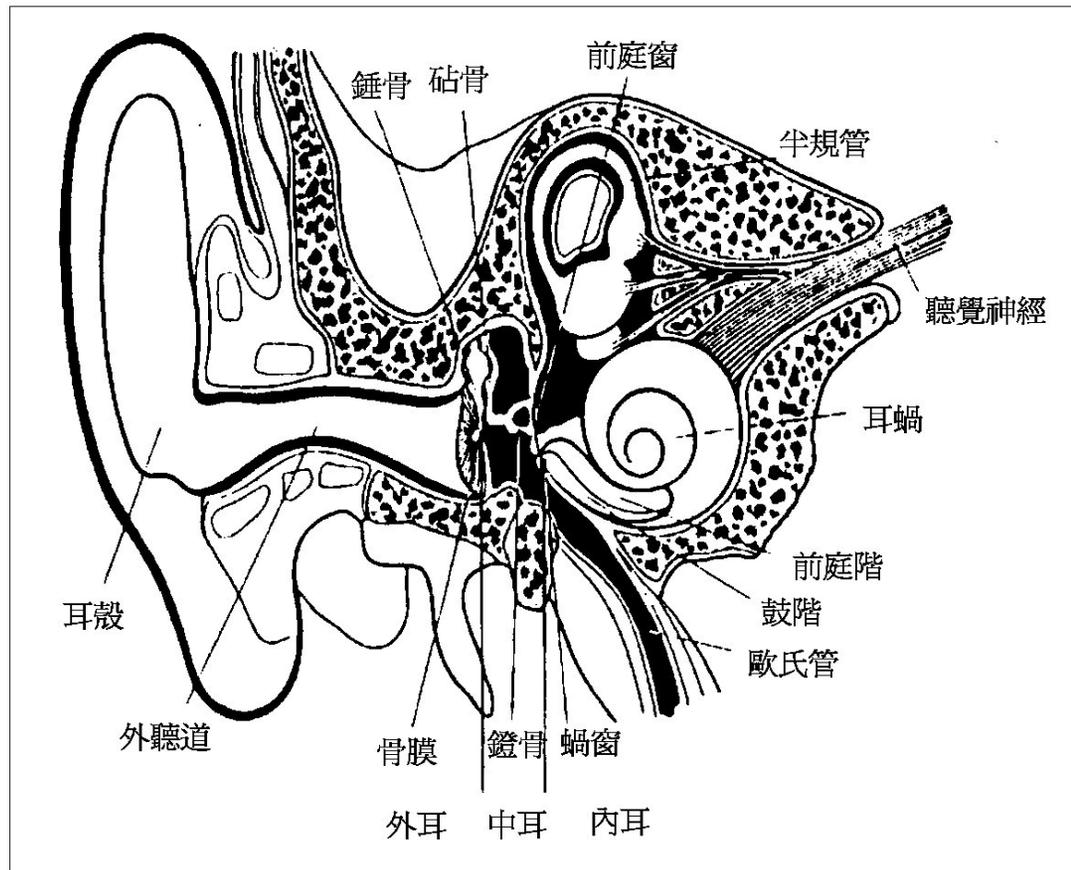
認識噪音



聲音特性

1. 聲音是由物體振動所造成，經由介質以聲波型式將能量傳送出去
2. 描述聲音特性的物理量：週期，頻率，波長，振幅，分貝
3. 人耳的聽域約 $20\sim 20000\text{Hz}$ ， 4000Hz 左右最敏感，語言帶為 $500\sim 2000\text{Hz}$

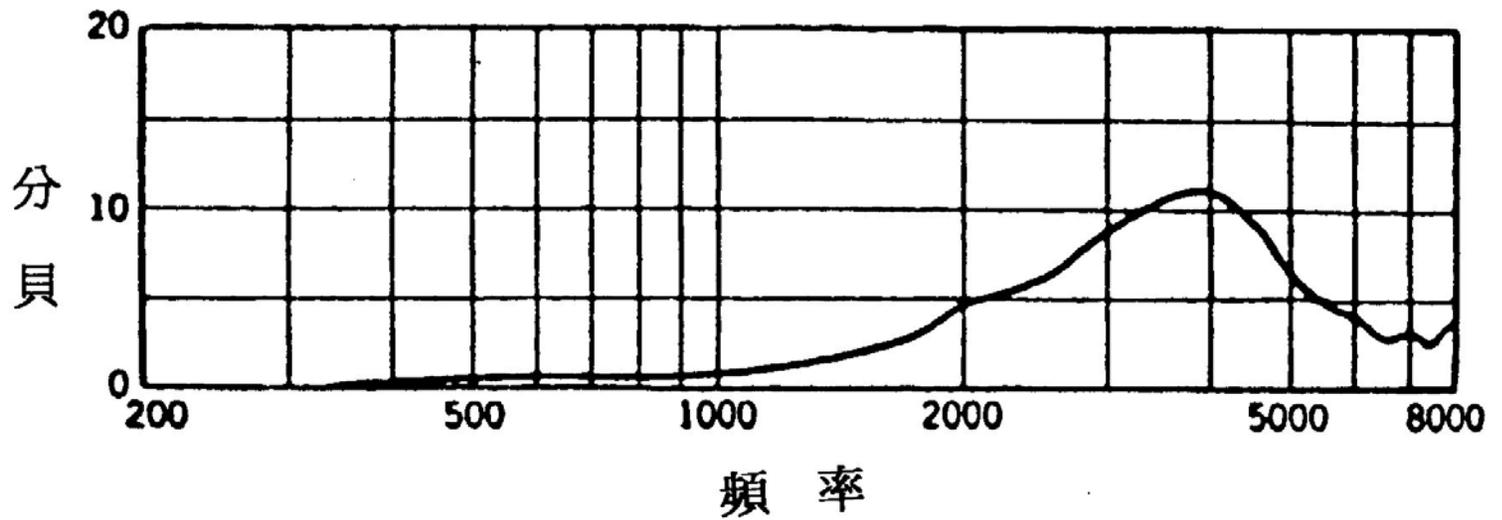
人耳生理構造





外耳：

- 包括耳廓與外耳道，耳廓負責收集聲音的功能，外耳道負責傳導聲音
- 成人的外耳道直徑約0.7cm，長約2.5cm
- 由於外耳道由外至內直徑略減，以及人頭與身體軀幹對聲音繞射的影響，使得在耳膜的聲音音壓級比剛進入外耳道的音壓級高，且最靈敏的聲音頻率範圍約在2000~6000Hz之間



外耳道的共振效應
(縱軸座標表示在耳膜與外耳道入口之間的音壓級差異)



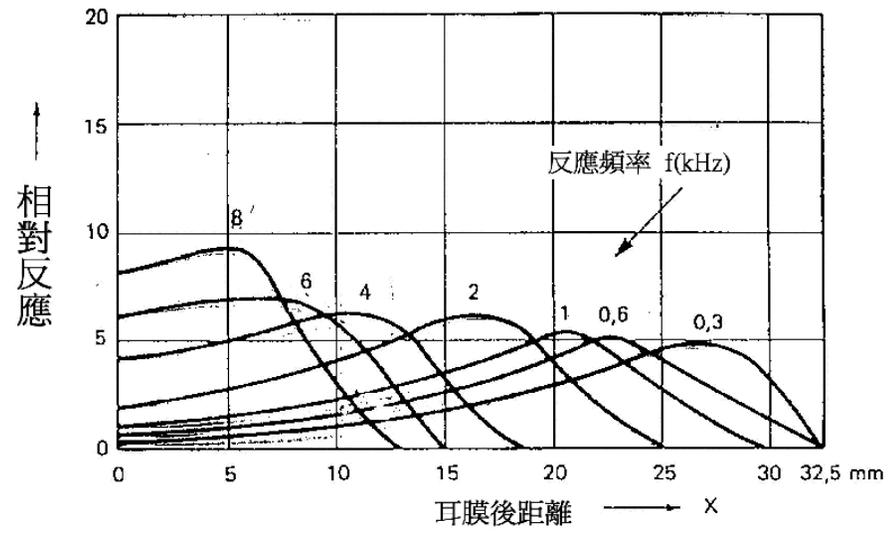
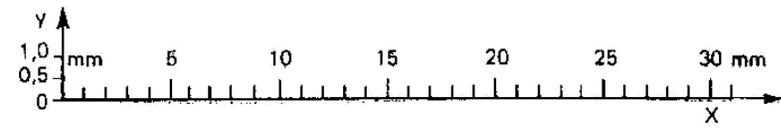
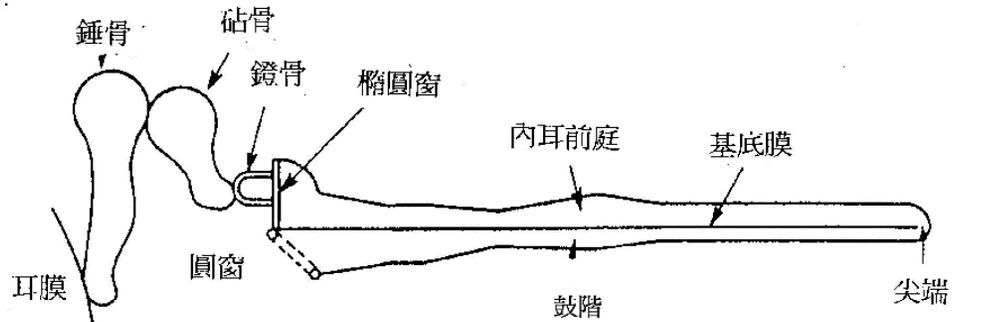
中耳：

- 包括耳膜與三塊聽小骨（依序為錘骨、砧骨與鐙骨）。
- 耳膜的功能是將空氣中的振動轉換成固體振動。三塊聽小骨的功能則是放大聲音與改變肌肉張力以保護高噪音下的耳朵。
- 由耳膜傳至鐙骨，其面積縮小約17倍，且由錘骨傳至鐙骨的槓桿作用，力量約增加1.3倍，因此由耳膜傳至鐙骨的壓力增加約22倍，且在300~3000Hz的聲音增加較多

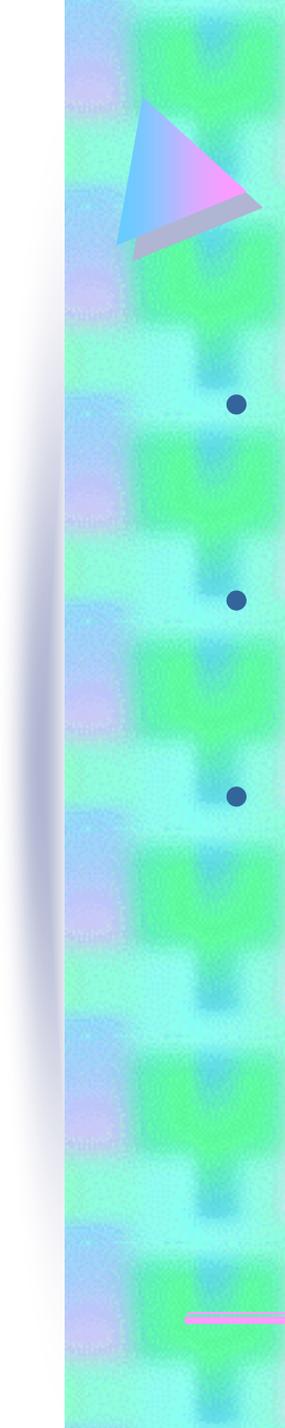


內耳：

- 有一長約3.25cm，捲成2.5圈的耳蝸，其內部充滿液體。其截面積由底端（與中耳連接處）至尖端成不規則漸減
- 耳蝸內的基底膜，有四排的聽覺細胞，約有20000~30000個



在受到音壓作用耳時耳蝸縱方向回應時之最大位置



基底膜振動響應

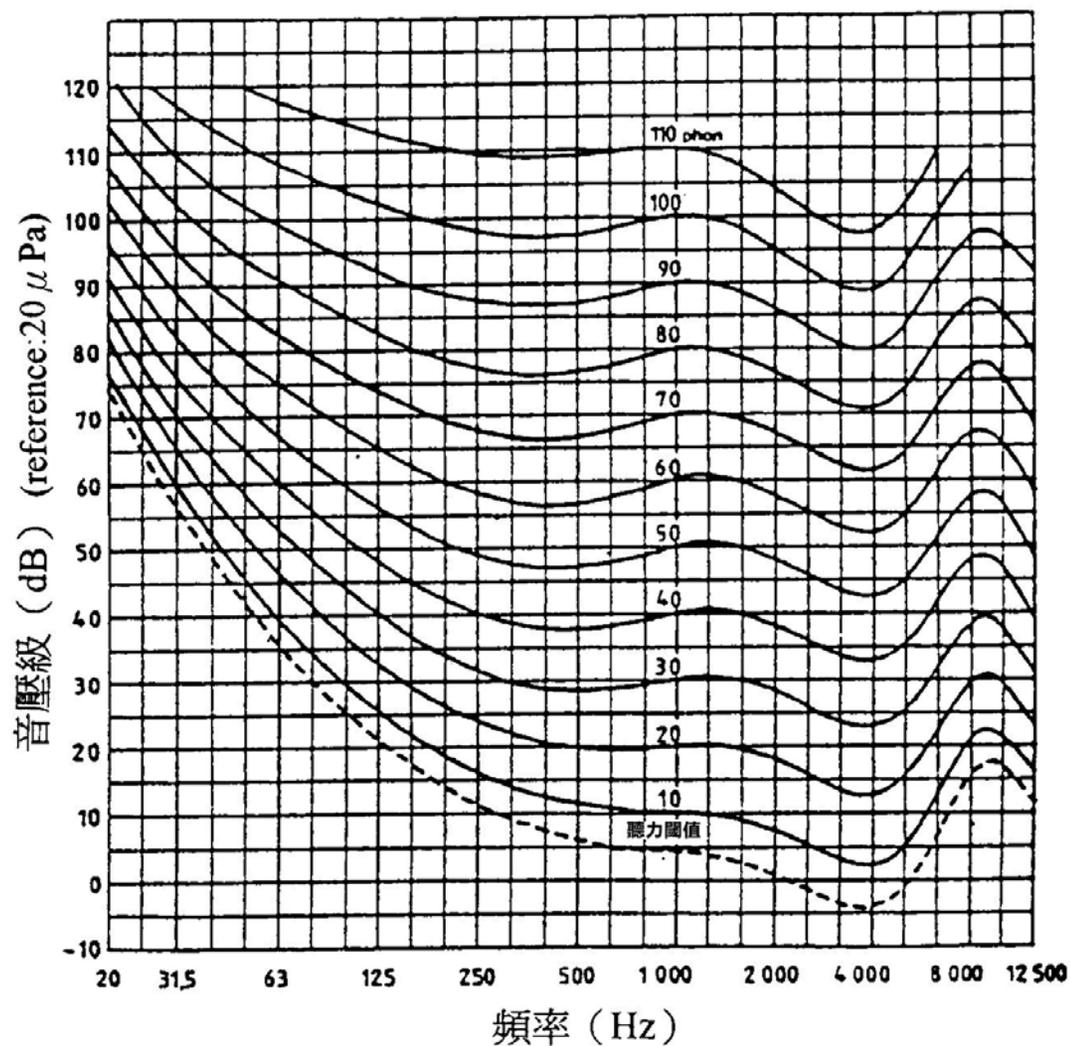
- 對於高頻音，基底膜的響應多集中在底端，而基底膜的尖端響應則很小
- 對於低頻音，基底膜的響應雖然多集中在尖端，但是基底膜的底端亦有相當響應
- 不論是高頻音或是低頻音，基底膜底端的聽覺細胞皆受到外力的作用。且如果背景噪音是較低頻的話，則可以造成基底膜較廣泛的響應，造成較大的談話干擾效應



聲音傳遞

- 聲波經由外耳道碰撞到耳膜，能量傳遞至中耳內的三塊聽小骨，同時將聲波信號放大傳遞至內耳中的液體，再經由液體將能量傳遞至內耳。聽覺細胞產生電位變化刺激神經，再傳至大腦。
- 如果負責聽力的聽覺細胞受到過度的噪音壓力作用因而受損，將造成聽力永久損失且無法復原。
- 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

等響度曲線





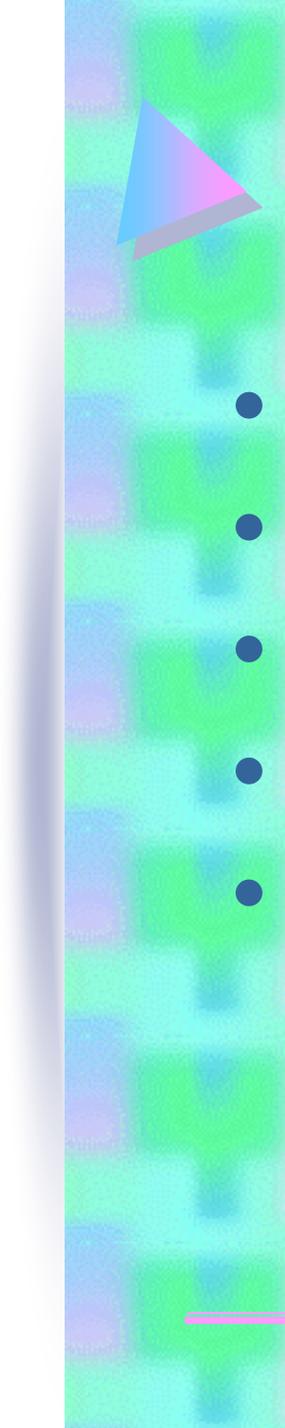
一般環境下之聲音音量

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



噪音危害

- 感音性聽力損失
 - 暫時性聽力損失TTS
 - 永久性聽力損失PTS
- 生理影響
- 心理影響
- 遮蔽效應



聽力損失的可能警訊

- 離開噪音作業場所後仍有嗡嗡聲
- 與人談話覺得聽不清楚或對方聲音變小
- 別人覺得你講話聲音變大
- 收聽廣播或收看電視時需調高音量
- 在吵雜的環境中辨識語音的能力變差



聽力損失指標

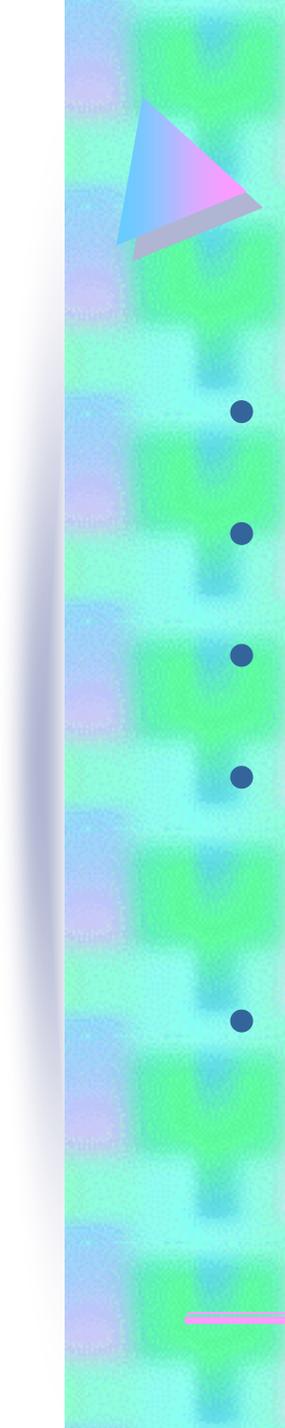
- 以純音量測不同頻譜的聽力閾值
- 評估指標：

1. 三分法： $(L500+L1000+L2000)/3$

2. 四分法： $(L500+2*L1000+L2000)/4$

3. 六分法：

$$(L500+2*L1000+2*L2000+L4000)/6$$



評估聽力結果(三分法)

- 正常聽力：0~25 dB
- 輕度聽損：26~40 dB 細聲交談困難
- 中度聽損：41~70 dB 一般交談困難
- 重度聽損：71~90 dB 大聲交談困難，
需助聽器輔助
- 極重度聽損：>90dB 已無法正常交談



影響聽力損失的因素

- 噪音量大小
- 暴露時間長短
- 噪音頻率高低
- 個別差異
- 年齡

A vertical decorative bar on the left side of the slide, featuring a repeating pattern of green and blue squares. A 3D-style triangle with blue, purple, and pink faces is positioned on the bar.

相關法規



勞工安全衛生法規

- 勞工安全衛生法
- 勞工安全衛生法施行細則
- 勞工安全衛生設施規則
- 勞工作業環境測定實施辦法
- 勞工健康保護規則
- 勞工安全衛生教育訓練規則

*<http://www.iosh.gov.tw>



● 勞工安全衛生設施規

第三百條：雇主對於發生噪音之工作場所，應依下列規定辦理：

勞工工作場所因機械設備所發生之聲音超過**九十分貝**時，雇主應採取工程控制、減少勞工噪音暴露時間，使勞工噪音暴露工作日八小時日時量平均不超過表列之規定值或相當之劑量值，且任何時間不得超過**一百四十分貝**之衝擊性噪音或**一百十五分貝**之連續性噪音；對於勞工八小時日時量平均音壓級超過**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。



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



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：

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

*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。



例：若一名員工於甲作業區(95 dBA)工作三小時，於乙作業區(85 dBA)工作五小時。

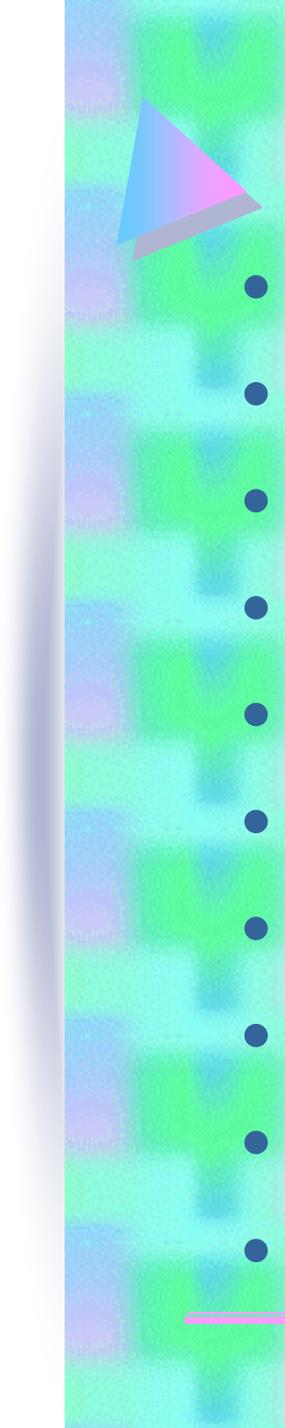
$$\text{其暴露劑量； } \frac{3}{4} + \frac{5}{16} > 1$$

→ 超過勞工八小時容許暴露劑量

若改為甲作業區(95 dBA)工作二小時，乙工作區(85 dBA)工作六小時。

$$\text{其暴露劑量則為； } \frac{2}{4} + \frac{6}{16} < 1$$

→ 符合法規規定



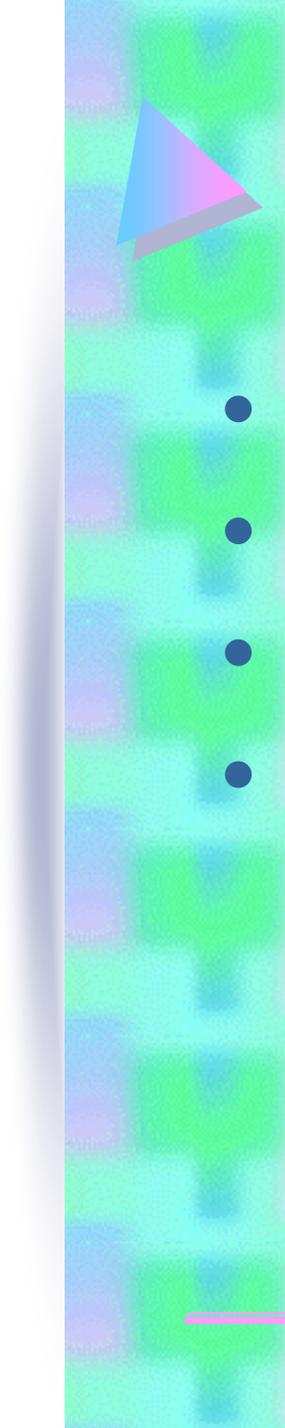
環保法規

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

*<http://www.epa.gov.tw>

A vertical decorative bar on the left side of the slide, featuring a repeating pattern of green and blue squares. A 3D-style triangle with blue, purple, and pink faces is positioned on the bar.

噪音測量



噪音測定步驟

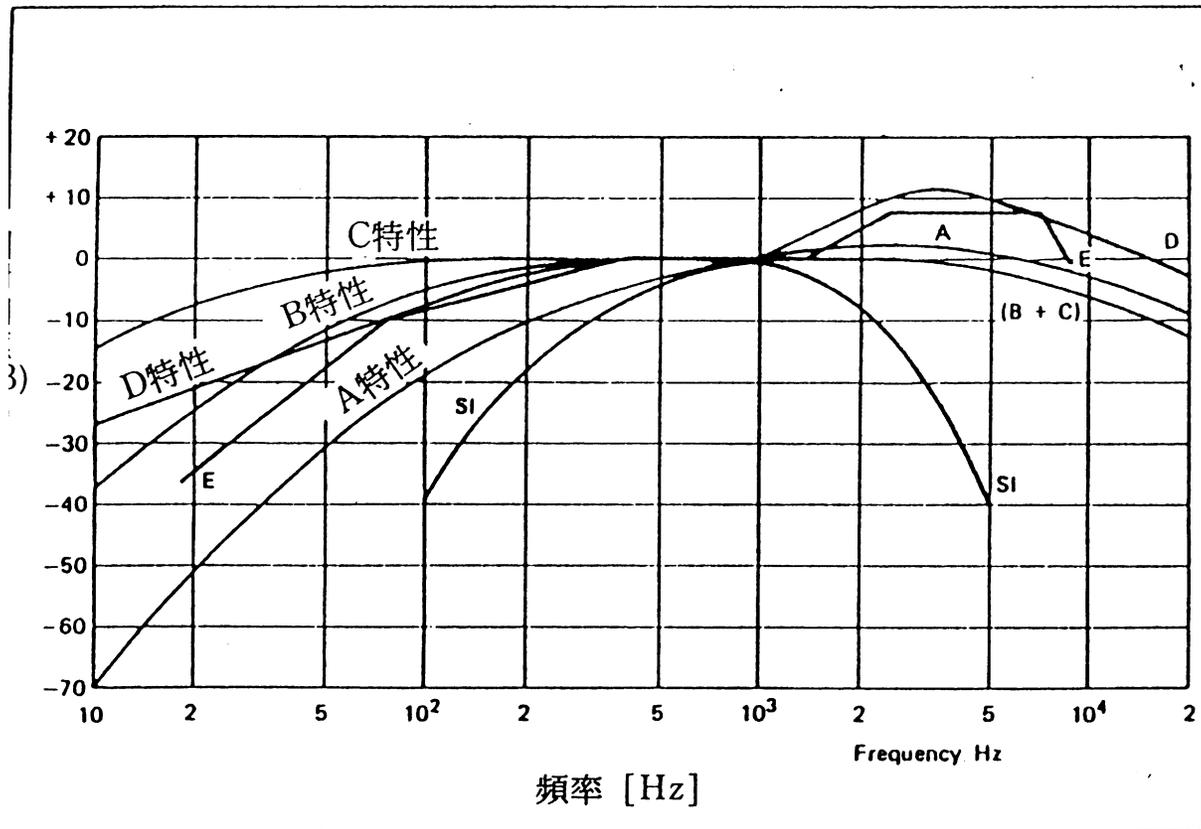
- 確定測量目的及考量適用法規
- 初步分析噪音特性並製作測點分布圖
- 選擇適用儀器，量測前儀器先行校正
- 紀錄：儀器型式、設定條件及操作人員；測量位置、微音器位置、音源位置；氣象條件；其他突發或特殊情況



噪音特性分類

- **穩定性噪音**：變化起伏不大，選擇慢動性測量，測定5-10秒，取其平均值
- **變動性噪音**：變化不規則且起伏甚大，例如交通噪音，測值以均能音量表示
- **間歇性噪音**：噪音發生時間不一定且間歇發生的噪音，以快動性測量，讀取每一次間歇噪音之最大值，取數次平均或累積分布曲線之 L_{50}
- **衝擊性噪音**：當一噪音之繼續時間在1秒以下時，以快動性或衝擊性為宜，測定最大噪音，取數次平均或累積分布曲線之 L_{50}

權衡電網 (Weighting)

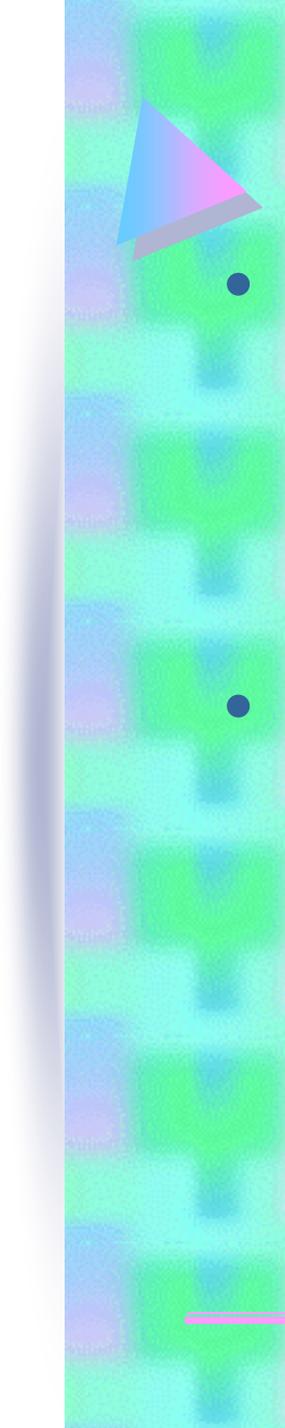


A. B. C及D特性之權衡電網



常用噪音測量儀器種類

- 一般噪音計（Sound level meter）
 - Type 0型：研究用標準，主要頻率容許誤差為 ± 0.7 dB
 - Type 1型：屬精密量測，主要頻率容許誤差為 ± 1 dB
 - Type 2型：一般田野測量用，主要頻率容許誤差為 $+1.5$ dB
 - Type 3型：僅用於初步判定，主要頻率容許誤差為 $+2$ dB，由於準確性低，此類幾乎已不使用。



- 噪音劑量計 (Noise Dosimeter)

可積分一段時間的音壓位準函數，測量值為劑量，單位是百分比，一般有5分貝或3分貝原理的選擇

- 頻譜分析儀 (Frequency Analyzer)

使用最普遍的為八音度頻帶分析器 (Octave band filter)，中心頻率為 63、125、250、500、1000、2000、4000、8000Hz

1/3八音度頻帶分析儀則是將八音度頻帶再細分成三份，中心頻率為上截斷頻率與下截斷頻率乘積的根號值



相關名詞解釋

- 5分貝原理：又稱5分貝減半率，每增加五分貝，容許暴露時間減半

$$T = \frac{8}{2^{\left(\frac{TWA-90}{5}\right)}}$$

- TWA：time-weighted average，八小時時量平均值
- 劑量與相對音壓級換算公式：

$$L_A = 16.61 * \log(D/12.5 * t) + 90$$

A vertical decorative bar on the left side of the slide, featuring a repeating pattern of green and blue squares. A 3D-style triangle with blue, purple, and pink faces is positioned on the bar.

工程控制

噪音危害防護途徑

源

途徑

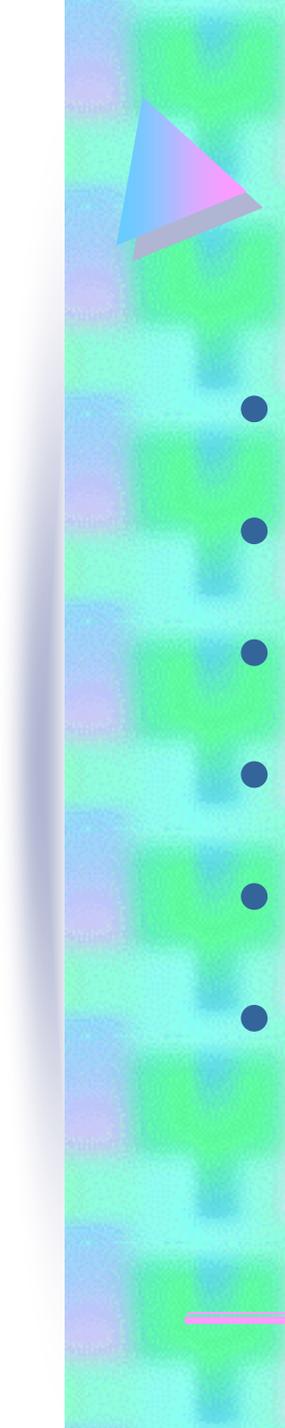
人

工程控制

1. 勞工輪班制
2. 工作輪調
3. 自動化作業

暴露時間
管理

防音防護具



步驟

- 作業現場資料收集
- 確定各音源間的相對重要性
- 噪音工程控制目標值的確立
- 評估與選定可行的噪音工程控制方法
- 控制工程之設計與施工
- 工程控制成效之評估



方法

- 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、調整機械運轉速度、封閉噪音量大之機組、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、使用軟橡膠類承受衝擊、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：**

例如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，多應用於風管等穩定性音源之聲音控制

- **受音者暴露的降低控制：**

例如作業人員隔離於防音室內、佩戴耳塞耳罩

A vertical decorative bar on the left side of the slide, featuring a repeating pattern of green and blue squares. A small, colorful triangle (blue, purple, and pink) is positioned on the bar, pointing towards the right.

防音防護具



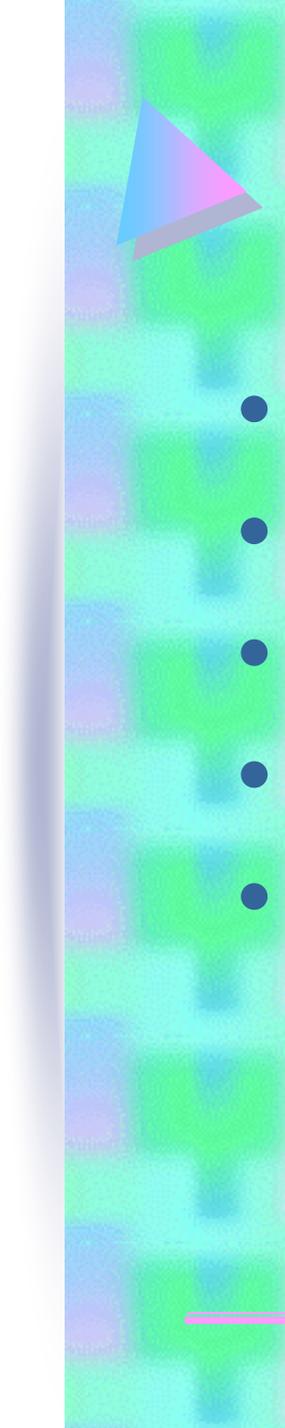
種類

- 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
5. 適合高溫環境使用

耳罩

1. 可重複使用
2. 體積大不易遺失
3. 保養清潔容易
4. 有耳道疾病患者可用
5. 不易感染
6. 易稽核



選擇規範

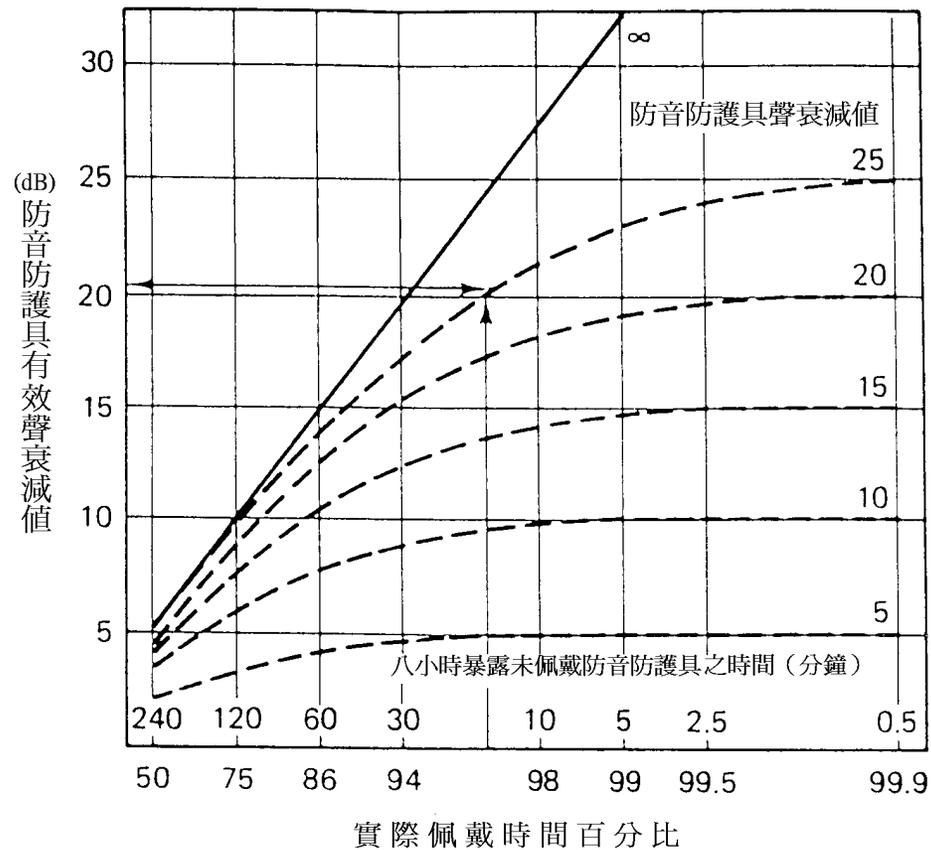
- 符合標準規範
- 聲衰減要求
- 實際佩戴時防音性能
- 使用者的舒適性與接受性
- 配合使用環境之特殊要求



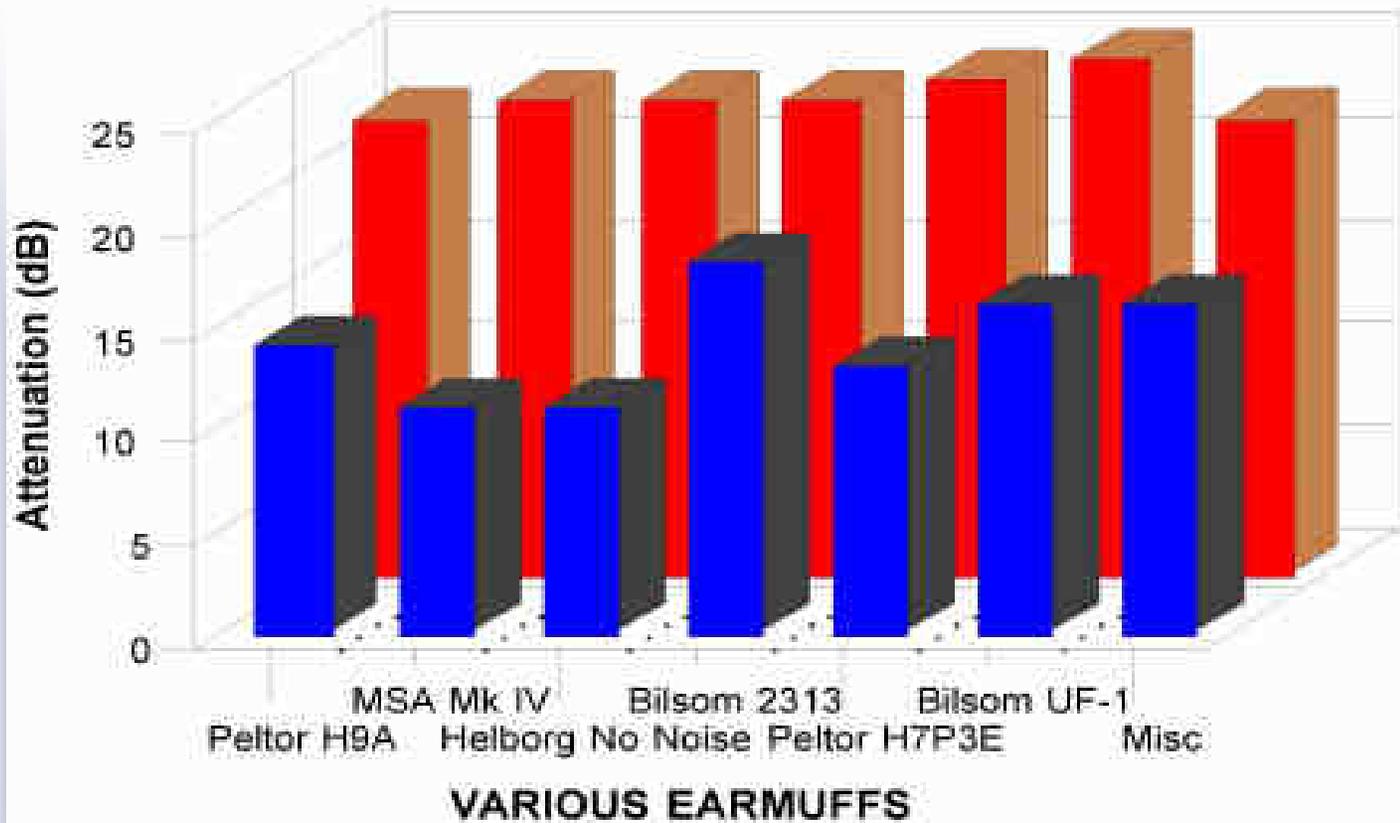
聲衰減要求

- 目前防音防護具包裝皆附有八音度頻帶聲衰減平均值及其標準差
- 國際指標：
 - 1.OB法：分別計算八音度頻帶聲衰減值
 - 2.HML：可分別計算高、中、低頻聲衰減值
 - 3.SNR：為單一指標，多標示於歐規產品
 - 4.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

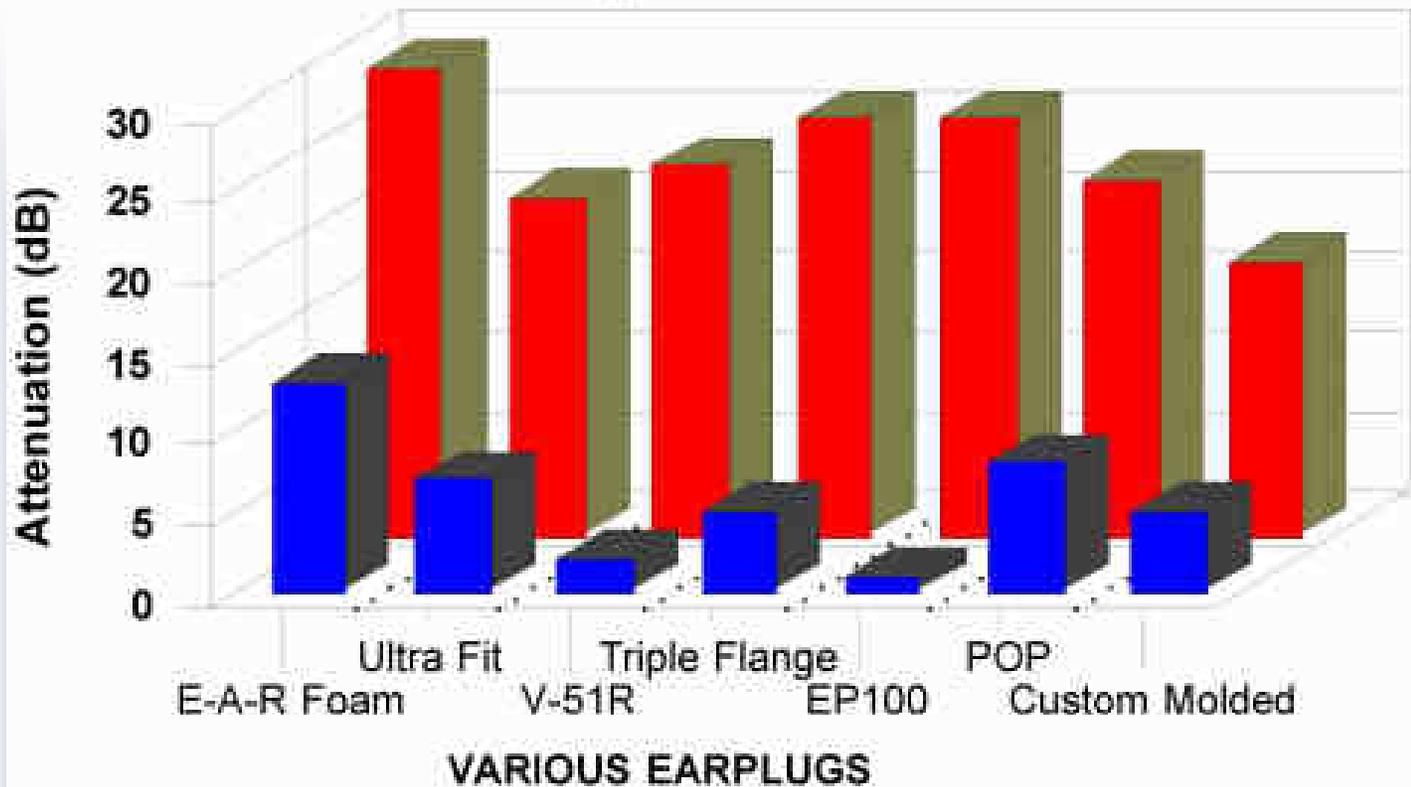
全程佩戴之重要性



NRR Hearing Protectors Provide in the Real World



NRR Hearing Protectors Provide in the Real World





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**



保護層級

$L'A > Lact$ 聽力保護不夠

$L'A = Lact$ (85dBA) 執行聽力保護計畫行動

..... 聽力保護可接受範圍

$L'A = Lact - 5dB$ (80dBA)

..... 聽力保護恰當範圍

$L'A = Lact - 10dB$ (75dBA)

..... 聽力保護可接受範圍

$L'A = Lact - 15dB$ (70dBA)

..... 聽力保護過度