

國內勞工聽力特殊體格及健康 檢查之設施與規範探討

Evaluations on Facilities and Regulations for Physical and
Special Hearing Health Examinations of Laborers in Taiwan



國內勞工聽力特殊體格及健康檢查之設施與規範探討 ILOSH102-H503

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

INSTITUTE OF LABOR, OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, MINISTRY OF LABOR



地址：新北市汐止區橫科路407巷99號
電話：(02) 26607600
傳真：(02) 26607732
網址：<http://www.ilosh.gov.tw>

ISBN 978-986-04-4659-3



9 789860 446593

GPN:1010400795

定價：新台幣300元

國內勞工聽力特殊體格及健康檢查
之設施與規範探討

**Evaluations on Facilities and
Regulations for Physical and Special
Hearing Health Examinations of
Laborers in Taiwan**

國內勞工聽力特殊體格及健康檢查
之設施與規範探討

**Evaluations on Facilities and
Regulations for Physical and Special
Hearing Health Examinations of
Laborers in Taiwan**

研究主持人：林桂儀、莊侑哲

計畫主辦單位：勞動部勞動及職業安全衛生研究所

研究期間：中華民國 102 年 8 月 28 日至 103 年 06 月 30 日

本研究報告公開予各單位參考
惟不代表勞動部政策立場

勞動部勞動及職業安全衛生研究所
中華民國 104 年 6 月

摘要

聽力檢查室是進行純音聽力檢查中最主要的設備之一，沒有安靜的聽力檢查環境則無法正確地量測出受檢人員的聽力位準(hearing level)。本研究目的首先進行噪音作業純音聽力檢查的文獻蒐集與整理，其次則是完成聽力檢查室(包括巡迴聽力檢查車)的現況調查及背景噪音現場量測。本研究共完成至少 10 種的國際間關於聽力檢查室、巡迴聽力檢查車(或聽力檢查亭(Booth))之相關國際標準及至少 30 篇相關文獻的蒐集整理，並作綜合討論分析與比較。計畫期間也完成下列三項工作，第一項為 76 筆醫療機構聽力檢查室背景噪音 1/3 八音度頻帶頻譜分析，結果發現在 500Hz、630Hz 與 1,000Hz 音壓位準不符合 ISO 8253-1 的百分比分別為 28.9%、25.0%與 17.1%；第二項為 45 筆巡迴聽力檢查車的聽力檢查室背景噪音 1/3 八音度頻帶頻譜分析，結果發現在 500Hz、630Hz 與 200Hz 音壓位準不符合 ISO 8253-1 的百分比分別為 42.2%、40.0%、33.3%；第三項則租借 3 輛巡迴聽力檢查車利用半實驗評估方式完成 108 筆聽力檢查室背景噪音 1/3 八音度頻帶頻譜分析工作，探討空調系統有無啟動時，對車外、車內及聽力檢查室內等不同位置連續 3 次每次持續 1 分鐘的噪音環境測定結果的影響，結果發現在空調開啟狀態其聽力檢查室的低頻率(≤ 500 Hz)範圍的背景噪音測定結果不符合比例較高，並且當外界背景噪音越大，其聽力檢查室的檢測結果之不合格率也隨之升高；又聽力檢查室如果較接近其空調系統的馬達位置時，其量測評估不合格的情況也越嚴重。本研究的研究成果可提供政府主管機關檢討修訂我國勞工聽力特殊健康檢查法規關於聽力檢查室規格標準之參考，提昇聽力檢查品質以保護勞工健康。

關鍵詞：聽力檢查計、聽力檢查室、聽力損失、純音聽力檢查

Abstract

Audiometric rooms are one of the main facilities for pure tone audiometry; a quiet environment is crucial to accurate hearing level measurement. The aims of this study include pure tone audiometry literature review, and evaluation and background measurement of audiometric room and mobile facilities.

We compare 10 international standards and at least 30 literatures on audiometric rooms, booths and mobile facilities. It is found that background noise of 76 audiometric rooms in health care facilities do not meet ISO 8253-1 requirements for 500Hz, 630Hz and 1,000Hz by about 28.9%, 25.0% and 17.1%, respectively. For the 45 mobile facilities we analyzed, their background noise do not meet ISO 8253-1 requirements for 500Hz, 630Hz and 200Hz by about 42.2%, 40.0% and 33.3%, respectively. Ventilation apparatus effect on environment quality of audiometric test in mobile facilities under different conditions is also studied. Based on the 108 measurement data performed in three rented mobile facilities, the qualified percentage in low frequency (≤ 500 Hz) background noise is low; The qualified percentage decreases as background noise level increases. It is also found that qualified percentage decreases tremendously when the ventilation system motor is close to the audiometric room.

The results of this study provide information for revising audiometric room standard to guarantee audiometry quality for the health of workers.

Keywords: Audiometer, Audiometric room, Hearing loss, Pure tone audiometry

目錄

摘要.....	i
Abstract	ii
目錄.....	iii
圖目錄.....	v
表目錄.....	vi
第一章 前言.....	1
第一節 背景分析.....	1
第二節 目的.....	2
第三節 工作項目.....	2
第二章 文獻回顧.....	3
第一節 政策、法令依據.....	3
第二節 我國聽力檢查室背景噪音量過去的調查結果.....	4
第三節 聽力檢查儀器的相關規定.....	5
第四節 聽力特殊體格及健康檢查之施測人員資格.....	15
第五節 聽力檢查室背景噪音測定.....	20
第六節 勞工健檢聽力檢查要求.....	31
第三章 研究方法及步驟.....	32
第四章 結果與討論.....	35
第一節 國際或國家標準整理.....	35
第二節 國內與國際聽力特殊健康檢查現況分析.....	38
第三節 醫療機構之現場訪視與聽力檢查室背景噪音測定.....	45
第四節 巡迴聽力檢查車現場訪視與聽力檢查室背景噪音測定.....	47
第五章 結論與建議.....	49
第一節 結論.....	49
第二節 建議.....	50
誌謝.....	52

參考文獻.....	53
附件一 102 年度辦理噪音作業勞工特殊體格及健康檢查醫療機構之現場訪視調查表	59
附件二 聽力檢查室背景噪音測定紀錄表.....	60

圖目錄

圖 1 純音聽力檢查計.....	6
圖 2 常見各種氣導音測試用之測聽耳機.....	11
圖 3 測聽耳機校正裝置.....	13
圖 4 生物聲學模擬器.....	14
圖 5 在不同頻率條件下的聽力閾值(以音壓位準表示).....	17

表目錄

表 1 聽力檢查室可容許最大背景噪音量	4
表 2 美國國家標準規定(ANSI S3.1-1991)聽力檢查室最大容許暴露噪音量	5
表 3 固定頻率聽力檢查計最低性能分類	7
表 4 固定頻率聽力檢查計應具有的最小測試頻率數及其聽力位準	8
表 5 三種不同聽力測試法的比較	8
表 6 不同測聽耳機的參考當量閾值音壓位準	10
表 7 覆蓋式耳機參考當量閾值音壓位準	11
表 8 不同耳機類型的 1/3 八音度頻帶平均聲音衰減量(dB)	12
表 9 不同測試條件下的聽覺閾值	17
表 10 不同情況的 1/3 八音度頻帶的 MPANLs(相對於 20 μ Pa)	22
表 11 最大容許環境噪音位準標準值比較表	23
表 12 不同的耳機軟墊或耳機包覆組合的最大容許環境噪音位準	23
表 13 穿戴耳機時聽力檢查室八音度頻帶最大容許環境噪音位準	24
表 14 穿戴耳機時聽力檢查室 1/3 八音度頻帶最大容許環境噪音位準	24
表 15 未穿戴耳機聽力檢查室八音度頻帶或 1/3 八音度頻帶最大容許環境噪音位準 ..	25
表 16 不同類型耳機最大容許環境噪音位準修正計算說明	25
表 17 聽力檢查室評估報告書(範例)	30
表 18 醫療機構聽力檢查室背景噪音測定結果(N=76)	46
表 19 巡迴聽力檢查車聽力檢查室背景噪音測定結果(N=45)	48

第一章 前言

第一節 背景分析

聽力檢查室(audiometric test room or audiometric room)是用來進行聽力檢查的封閉空間，也稱為聽力測試區域、聽力測試空間、聽力測試室，亦可能稱為聽力測試亭、聽力檢查車或隔音室所製造組配成的房間。國內醫院聽力檢查室常見可能影響背景音量之因素有：聽力檢查室面積太小、雜物堆置太多、設計不良、隔音材質不佳、位置選擇不當、人為干擾源太多(例如：醫院的廣播聲、交談及候診民眾的喧嘩聲)等。聽力檢查計或聽力檢查儀(audiometer)是用來量測由噪音引起之聽力損失(noise-induced hearing loss)之有利工具，但是成功的聽力檢查計畫必須包括良好的檢查環境(或聽力檢查室)、精準的儀器設備及定期校正、正確的檢查程序與技巧、以及有系統的紀錄保存等。聽力檢查室是進行聽力檢查中最主要的設備之一，沒有安靜的聽力檢查環境則無法正確地量測出受測人員的聽力位準(hearing level)。聽力檢查之精確性取決於聽力檢查計之完整功能，施測人員的純熟技巧與聽力檢查室的背景噪音量是否合乎標準等。

為避免產生測試信號被遮蔽，聽力檢查室中不得超過的環境音壓位準稱為最大容許環境噪音位準(maximum permissible ambient noise levels, MPANLs；maximum permissible ambient sound pressure levels, $L_{S,max}$)，這些數值特別以八音度或 1/3 八音度頻帶中心頻率的音壓位準來表示之，一般是以聽力檢查時受測者頭部位置進行測定。我國在 1997 年完成「勞工健檢聽力檢查指針之建立」[1]，內容包括聽力檢查計之標準規格、維修與校正、聽力檢查室之容許背景噪音值、測試頻率的順序、聽力閾值的測定、受測者之準備與指導、檢查結果之記錄與評估、耳鼻喉專科之轉診、追蹤與勞工調派，以及其它應注意事項。隨即在 1998 年進行「勞工健檢聽力檢查室背景音量測試評估」[2]研究，發現各檢測醫院之八音度頻帶音壓位準的背景噪音量隨著頻率的降低而增高，顯示聽力檢查室較無法阻隔低頻的聲音(≤ 500 Hz)，研究結果與美國 OSHA-1983[3]標準值比較，發現有 93.3%的聽力檢查室合於標準，但是與較嚴格的美國 ANSI-1991[4]標準比較時，各八音度頻帶音壓位準完全符合標準的聽力檢查室則只剩下 37.0%，多數不合格情形發生在 500 Hz 以下的低頻部份。然而在 1999 年美國 ANSI S3.1[5]進行修正，

又 2010 年 ISO 8253-1[6]修訂並廢止 ISO 6189 [7]後，澳洲與紐西蘭國家標準 AS/NZS 1296.4 也在 2014 年[8]參考 ISO 8253-1(2010)進行修訂，現行勞動部於 2014 年 6 月修正「辦理勞工體格與健康檢查醫療機構認可及管理辦法」[9]，有關聽力檢查室可容許最大背景噪音量的規定並未修訂，其與聽力師法所要求的聽力所設置標準的聽力檢查室相關規定值得進行比較探討。

第二節 目的

本研究目的主要是完成國內辦理噪音作業勞工特殊體格及健康檢查醫療機構之聽力檢查室及巡迴聽力檢查設施之文獻蒐集、現況調查及背景噪音現場量測。應用現場訪視及量測資料，比對國內聽力檢查室、車(或亭)現況與國際規範要求之相關性，提出可以提升勞工特殊體格及健康檢查品質的建議，以提高健康檢查結果的正確性，提供主管機關作為未來修正「辦理勞工體格與健康檢查醫療機構認可及管理辦法」之參考依據。

第三節 工作項目

本研究首先完成國內辦理噪音作業勞工特殊體格及健康檢查醫療機構之聽力檢查室及巡迴聽力檢查設施之文獻蒐集，其次辦理噪音作業勞工特殊體格及健康檢查醫療機構現況調查及背景噪音現場量測，具體工作項目包括下列各項：

- 一、 完成聽力檢查室、巡迴聽力檢查車(或聽力檢查亭(Booth))之使用時機與條件、設備標準及其驗證方法、操作技術、測定程序、容許最大背景噪音量及其測定方法、人員資格等文獻檢索與資訊蒐集。
- 二、 完成多場次辦理噪音作業勞工特殊體格及健康檢查醫療機構之現場訪視，進行背景資料調查、現場背景噪音量測與頻譜分析等作業。
- 三、 完成多場次巡迴聽力勞工特殊體格及健康檢查之現場訪視，進行背景資料調查、現場背景噪音量測與頻譜分析等作業。
- 四、 討論國際規範及文獻中關於聽力檢查設備、人員、地點、技術、背景噪音要求等內容，以及國內現況調查、量測結果與國際規範之相關性，提出可以提升勞工特殊體格及健康檢查品質的建議，以提高健康檢查結果的正確性。

第二章 文獻回顧

第一節 政策、法令依據

因為聽力檢查室過度的背景噪音會遮蔽測試信號，使得受測者測得的聽力閾值變差。早期我國對於聽力檢查室、巡迴聽力檢查車(或聽力檢查亭)的背景噪音量並無相關標準或規定可供遵循，因為背景噪音的影響，在未隔音的房間內所做的聽力檢查結果會比在隔音室內所做的聽力檢查結果差。行政院衛生署(2013年已升格為衛生福利部)有鑑於此，於 1996 年衛署醫字第 85037902 號函公布了「醫療機構聽力檢查室設備標準」[10]，規定隔音室空間長寬至少 85 公分×85 公分(電話亭式)以上，且隔音室內部之噪音量全音頻音壓值在 45 分貝以下。關於聽力檢查室的尺寸大小，Maltby 建議長、寬、高分別為 1.2m×1m×2m[11]。

截至目前，我國有關聽力檢查室設置標準規定的法令依據有二個來源，其一是衛生福利部於 2010 年公布的「聽力所設置標準」[12]第 4 條第 1 項第 1 款，規定聽力檢查室的室內全頻噪音量應在 30dBA 以下；其二是由勞動部會同衛生主管機關於 2014 年修正公布的「辦理勞工體格與健康檢查醫療機構認可及管理辦法」[9]第 7 條第 2 項、第 8 條、第 10 條第 1 項第 4 款及其表 1，要求申請指定為勞工特殊體格及健康檢查醫療機構者，如果申請實施噪音作業勞工聽力檢查者，其聽力檢查室可容許最大背景噪音量應有符合表 1 之檢測證明影本，醫療機構申請辦理噪音作業勞工特殊體格及健康檢查之聽力檢查項目，其聽力檢查室可容許最大背景噪音量應符合下表 1 之規定，方得實施。如果是勞工特殊體格及健康檢查醫療機構巡迴辦理噪音作業勞工特殊體格及健康檢查之聽力檢查項目，應自備或租用巡迴聽力檢查車，其聽力檢查室可容許最大背景噪音量應於實施勞工聽力檢查期間測定其值符合表 1 之規定並留存紀錄(註：表 1 主要是參考 OSHA 1983 年的規定)。「勞工健檢聽力檢查指針之建立」提及，如果是為了篩檢用途來區分正常與異常聽力閾值，可以在一安靜區域找到一房間之背景噪音在 40 dB 左右，也可得到足夠的準確結果來區別正常與異常聽力閾) [13]。當然發現聽力閾有異常後之追蹤檢查，就必須要有合乎標準之聽力檢查室。

因此，我國雖已訂出聽力檢查室的設置規範及標準，但未來為因應國際化發展趨勢，仍應朝著符合國際相關的標準為目標，尤其應加強各醫療機構每年至少 1 次的儀器校正，以確保醫療檢測之品質，維護勞工健康之權利。

表 1 聽力檢查室可容許最大背景噪音量

八音度頻帶中心頻率(Hz)	最大背景噪音量(dB)
500	40
1,000	40
2,000	47
4,000	57
8,000	62

第二節 我國聽力檢查室背景噪音量過去的調查結果

依據本所調查結果[14]，發現各檢測醫院聽力檢查室之八音度頻帶中心頻率的背景音量會隨著頻率的降低而增高，顯示聽力檢查室較無法阻隔低頻($\leq 500\text{Hz}$)的音量，如果將研究結果與美國職業安全衛生署(Occupational Safety and Health Administration, OSHA)規定的標準值比較[3]，則發現有 93.3%的聽力檢查室合於標準，若與較嚴格的美國 ANSI S3.1-1991 的標準(表 2)比較時，則各八音度頻帶中心頻率(介於 125-8,000Hz 的範圍)完全符合標準的聽力檢查室只剩 37.0%，多數不合格情形發生在 500Hz 以下的低頻部分，該研究亦指出國內醫院聽力檢查室常見可能影響背景噪音量之因素有：聽力檢查室面積太小、雜物堆置太多、設計不良、隔音材質不佳、位置選擇不當、人為干擾源太多(例如醫院的廣播聲、交談及候診民眾的喧嘩聲)等。Frank 與 Williams 在 1994 年探討工業聽力檢查室之背景噪音量時發現[15]，在進行氣導純音聽力檢查中宜採用校正過、參考聽力閾值的覆蓋式耳機(supra-aural earphones)將測試信號播放給受測者，而且 OSHA-1983[3]容許的最大背景噪音量標準不夠嚴謹，會對測試信號產生遮蔽效應，而 ANSI S3.1-1991[4]容許的最大背景噪音量標準則不會對純音 0 dBHL(decibels hearing level)測試信號產生遮蔽效應，並且發現聽力檢查室的風扇運轉時所產生噪音主要在 125-250 Hz 之間，平均約為 9.5dB，故建議 OSHA-1983[3]容許的最大背景噪音量標準宜參考 ANSI S3.1-1991 加以修正。

Lankford et al. [16]進行移動式聽力檢查設施背景噪音量的調查發現，不合乎 ANSI S3.1-1991 標準值規定的頻率主要是小於或等於 500Hz 的部分，因此建議聽力檢查亭(或箱)的設計製造廠商需特別針對 500Hz 的背景噪音進行吸音處理或是採行被動或主動的聲音衰減。

表 2 美國國家標準規定(ANSI S3.1-1991)聽力檢查室最大容許暴露噪音量

八音度 頻帶中 心頻率 (Hz)	耳朵穿戴覆蓋式耳機 (Ears covered)			耳朵未穿戴覆蓋式耳機 (Ears not covered)		
	125~ 8,000Hz	250~ 8,000Hz	500~ 8,000Hz	125~ 8,000Hz	250~ 8,000Hz	500~ 8,000Hz
125	34.0	36.5	47.5	28.0	32.5	42.5
250	22.5	22.5	33.5	18.5	18.5	28.5
500	19.5	19.5	19.5	14.5	14.5	14.5
1,000	26.5	26.5	26.5	14.0	14.0	14.0
2,000	28.0	28.0	28.0	8.5	8.5	8.5
4,000	34.5	34.5	34.5	9.0	9.0	9.0
8,000	43.5	43.5	43.5	20.5	20.5	20.5

註:單位為 dB

第三節 聽力檢查儀器的相關規定

一、聽力檢查儀器

實施聽力檢查所需的儀器設備，包括：窺耳鏡(otoscope)、鏡筒(specula)、音叉(tuning forks)、聽力檢查計(audiometer)等。窺耳鏡需搭配各種不同尺寸的鏡筒來檢查有無耳屎(或耳垢)；音叉為一鋼製雙叉股的 U 字型器具，具有不同的長度設計，其用途為當受到敲擊時能使其叉股振動發出單一頻率的聲音，此頻率之高低大致與音叉的長度平方成反比、與厚度成正比。不同的音叉產生的自然振動頻率從 20Hz 到 20,000Hz，涵蓋人耳所有可聽到的頻率範圍。但目前實施噪音作業勞工聽力檢查最主要的儀器為聽力檢查計，聽力檢查計依用途或操作方法不同，可分為純音聽力檢查計(pure tone audiometer)、手動聽力檢查計(manual audiometer)、自動記錄聽力檢查計(automated audiometer)、語言聽力檢查計(speech)和篩檢聽力檢查計(screening/monitoring)等，根據 IEC 60645-1(2012) [17]的建議，固定頻率聽力檢查計的性能分類如表 3 所示，其對應需具有的最小測試頻率及其

聽力位準請參考表 4。如果實施僱用前基準聽力圖的建立或是健康管理分級第三級管理以上所建議的健康追蹤檢查，其聽力檢查最好採用 3 型以上等級的聽力檢查計，在符合 MPANLs 的聽力檢查室內進行聽力檢查，而年度聽力圖的定期檢查則只要符合 4 型以上等級的聽力檢查計即可。最常使用的純音聽力檢查計(圖 1)，標準配備必須包括：(1)頻率發振器；(2)純音減衰器；(3)氣導耳機；(4)骨導振動器(此部分非必要)；(5)噪音發生器；(6)反應器。其原理乃利用頻率發振器產生電氣音響，其音強度可經由減衰器而變化之，並藉由氣導音(air conduction)耳機或骨導音(bone conduction)振動器，將電氣音響傳入耳內，同時使用噪音發生器來作遮蔽(masking)，此外，尚須有受測者應答的回應鈕。氣導音測試時，測試訊號是藉由耳機(earphone)輸出；骨導音測試時則改由將發振器(vibrator 或 oscillator)置放在受測者的後耳突(mastoid)或前額(forehead)產生測試訊號。一般的施測順序是先進行氣導音測試，再實施骨導音測試。聽覺閾值測試音調(tone)的頻率選擇，可以由固定頻率聽力測試計(fixed-frequency audiometry)或掃描頻率聽力測試計(sweep-frequency audiometry)根據預先設定的變化速率進行測試。在某些特定條件下，必須在未實施測試的耳朵(對側的耳朵)提供遮蔽噪音處理，以避免聽力測試結果受到對側耳朵測試音量暴露造成跨耳聽覺(cross-hearing)的誤差。純音聽力檢查計的信號發生器的主要頻率有 125、250、500、1,000、1,500、2,000、3,000、4,000、6,000、8,000 和 10,000Hz，信號發生器的輸出經衰減後送到耳機發出聲音，可以根據人耳能否聽到耳機發出的聲音來確定人耳的聽力。Maltby[11]整理 3 種不同聽力測試法(手動聽力測試法、自動化聽力測試法與 Békèsy 測試法)之優缺點比較如表 5 所示。



圖 1 純音聽力檢查計

表 3 固定頻率聽力檢查計最低性能分類[17]

設備(設施)	1 型 (臨床/研究)	2 型 (臨床)	3 型 (基礎診斷)	4 型 (篩檢/監測)
氣導音測試				
-雙耳機	X	X	X	X
-插入式耳機	X			
骨導音測試	X	X	X	
窄頻帶遮蔽噪音	X	X	X	
外部訊號輸入	X	X		
音調開關				
-音調呈現	X	X	X	X ^(a)
-音調中斷	X	X		X ^(b)
-脈衝式音調	X	X		
遮蔽路徑				
-對側耳機	X	X	X	
-同側耳機	X			
-骨導激振器	X			
參考音調 ^(c)				
-交替出現	X	X		
-同時出現	X			
受測者回應系統	X	X	X	X ^(b)
電子信號輸出	X	X		
信號顯示器	X	X		
測試信號監聽				
-純音與噪音	X			
-外部輸入	X			
語言溝通系統				
-施測者對受測者	X	X		
-受測者對施測者	X			
聽力位準與測試頻率 (請參考表 4)				
附註： (a)除非為了校正，對自動記錄聽力檢查計非強制性。 (b)對手動聽力檢查計非強制性。 (c)最低要求式出現相同頻率的參考音調當作測試音調。				

表 4 固定頻率聽力檢查計應具有的最小測試頻率數及其聽力位準[17]

頻率 (Hz)	聽力位準(dB)						
	1 型		2 型		3 型		4 型
	氣導音	骨導音	氣導音	骨導音	氣導音	骨導音	氣導音
125	70	—	60	—	—	—	—
250	90	45	80	45	70	35	70
500	120	60	110	60	100	50	70
750	120	60	—	—	—	—	—
1,000	120	70	110	70	100	60	70
1,500	120	70	110	70	—	—	—
2,000	120	70	110	70	100	60	70
3,000	120	70	110	70	100	60	70
4,000	120	60	110	60	100	50	70
6,000	110	50	100	—	90	—	70
8,000	110	—	90	—	80	—	—

表 5 三種不同聽力測試法的比較[11]

方法種類	優點	缺點
手動聽力測試法	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 可以針對無法進行 Békèsy 測試法的人實施測試 ➢ 可以接受替代的反應類型 ➢ 由技術熟練的專業人員施測可以更快速 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 錯誤的反應也可能被接受 ➢ 要能準確施測則須有經驗者
自動化聽力測試法	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 自動的手動測試 ➢ 可排除施測者的錯誤 ➢ 極少的訓練即可操作使用 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 任何期間的反應都能接受，即使錯誤按到按鈕。 ➢ 電腦也會接受不正確的反應
Békèsy 測試法	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 對無經驗的施測者也可進行最迅速的測試 ➢ 對無經驗的施測者也最不會有錯誤 ➢ 允許施測者同時進行其他作業 ➢ 脈衝型音調不易被耳鳴混淆 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 單調的測試作業 ➢ 較慢的反應會使施測時間拉長並須重複不同頻率測試 ➢ 少數人無法進行 Békèsy 測試法

二、耳機分類

噪音作業勞工聽力特殊體格及健康檢查實施所採用的聽力檢查計必須配合使用測聽耳機來進行聽力檢查，耳機有氣導和骨導兩種，所謂氣導聽力檢查是在

耳殼裝上測聽耳機，檢查聲音由鼓膜、耳小骨至內耳的傳播路徑；骨導聽力檢查則是在耳殼後側的骨上裝置骨導耳機，檢查經由頭蓋骨直接傳到內耳的聲音，並利用這兩種聽力檢查方式測得的聽力閾值差值，來判斷鼓膜、耳小骨或內耳的障礙程度，骨導聽力檢查不需用在噪音作業勞工的聽力篩檢，在此不多作介紹。測聽耳機是指專用作為聽力量測的耳機，其有嚴格的定量要求，不同於一般通訊或錄音監聽用的耳機。在 250~8,000 Hz 的測聽頻率範圍上，要有穩定的頻率響應特性。在同一型號的產品之間，要有良好的一致性。另外，耳機的諧波失真 (harmonic distortion) 不宜太大，並且擁有良好的隔音特性 (sound isolation characteristics)，只有採用具有穩定頻率響應特性的測聽耳機，才易於調整聽力檢查計放大電路的頻率響應特性，以使聽力檢查計的輸出音壓達到表 6 中所列之各種不同測聽耳機的參考當量閾值音壓位準 (reference equivalent threshold sound pressure level, RETSPL)。氣導音測試使用的測聽耳機(圖 2)依結構上來說可分為：

- (一) 覆蓋式耳機 (supra-aural earphone)，即它的尺寸和耳廓相當，並緊貼著耳朵；
- (二) 耳罩型耳機 (circumaural earphone)，即其耳罩尺寸大到可以覆蓋整個耳廓，測聽時可以防止一定程度的噪音；
- (三) 插入式耳機 (insert earphone)，又叫耳塞式耳機，其耳機的主體部分需插入耳道內。美國 Telephonics 公司生產的 TDH-39 耳機已被公認為標準測聽耳機，為目前世界上大多數聽力檢查計所配備使用。當輸入 1kHz 為 1mW 的信號時，耳機在聲耦合空腔 (acoustic coupler) 內的音壓位準達到 108 dB，也就是其靈敏度。TDH-39 耳機在實際使用中，還配有型號為 MX-41/AR 的橡皮軟墊，因此對此一耳機的全名應稱之為 TDH-39(MX-41/AR)。近年來美國 Telephonics 公司又針對 TDH-39 在 6,000Hz 部份的缺點略作修正，而推出新改良品 TDH-49 及 TDH-50 類型的耳機，美國 ANSI S3.6-1996[18] 覆蓋式耳機參考當量閾值音壓位準請參考表 7，可以發現 TDH 39 耳機與 TDH 49/50 類型的耳機以 NBS 9A 之聲學耦合器組合校正的參考當量閾值音壓位準有差異存在。測聽耳機本身也具有某種程度的聲音衰減效果，必須考量佩戴後產生的聲音衰減量並決定其 MPANLs，ISO 8253-1[6] 所列之不同耳機類型的 1/3 八音度頻帶平均聲音衰減量如表 8。

表 6 不同測聽耳機的參考當量閾值音壓位準

頻率 (Hz)	參考當量閾值音壓位準(RET SPL, Reference: 20 μ Pa)					
	ISO 389-1		ISO 389-1	ISO 389-2		ISO 389-8
	IEC 60303 (acoustic coupler)	IEC 60303 (acoustic coupler)	IEC 60318 (artificial ear)	IEC 126 (acoustic coupler)	IEC 711 (occluded-ear simulator)	IEC (60318-1 ear simulator)
125	47.5	45.0	45.0	26.0	28.0	30.5
160	40.5	37.5	38.5	22.0	24.5	26.0
200	34.0	31.5	32.5	18.0	21.5	22.0
250	28.5	25.5	27.0	14.0	17.5	18.0
315	23.0	20.0	22.0	12.0	15.5	15.5
400	18.5	15.0	17.0	9.0	13.0	13.5
500	14.5	11.5	13.5	5.5	9.5	11.0
630	11.5	8.5	10.5	4.0	7.5	8.0
750	9.5	7.5	9.0	2.0	6.0	6.0
800	9.0	7.0	8.5	1.5	5.5	6.0
1,000	8.0	7.0	7.5	0.0	5.5	5.5
1,250	7.5	6.5	7.5	2.0	8.5	6.0
1,500	7.5	6.5	7.5	2.0	9.5	5.5
1,600	7.5	7.0	8.0	2.0	9.5	5.5
2,000	8.0	9.0	9.0	3.0	11.5	4.5
2,500	7.0	9.5	10.5	5.0	13.5	3.0
3,000	6.0	10.0	11.5	3.5	13.0	2.5
3,150	6.0	10.0	11.5	4.0	13.0	4.0
4,000	5.5	9.5	12.0	5.5	15.0	9.5
5,000	7.0	13.0	11.0	5.0	18.5	14.0
6,000	8.0	15.5	16.0	2.0	16.0	17.0
6,300	9.0	15.0	21.0	2.0	16.0	17.5
8,000	14.5	13.0	15.5	0.0	15.5	17.5
耳機 型式	Beyer DT 48 with flat cushion 	TDH 39 /MX41/AR (or model 51) cushion 	supra-aural earphones 	Insert earphone ER-3A 	Insert earphone ER-3A 	Sennheiser HAD 200 



覆蓋式耳機
(Typical current supra-aural earphone)

耳罩型耳機
(Sennheiser HDA 200)

插入式耳機
(Etymotic ER-3A)

圖 2 常見的各種氣導音測試用之測聽耳機

表 7 覆蓋式耳機參考當量閾值音壓位準[18]

頻率(Hz)	覆蓋式耳機(Supra-aural earphone)		
	TDH型式 ^(a)	TDH 39	TDH 49/50
	IEC 318	NBS 9A ^(b)	NBS 9A ^(b)
125	45.0	45	47.5
160	38.5	—	—
200	32.5	—	—
250	27.0	25.5	26.5
315	22.0	—	—
400	17.0	—	—
500	13.5	11.5	13.5
630	10.5	—	—
750	9.0	8.0	7.5
800	8.5	—	—
1,000	7.5	7.0	7.5
1,250	7.5	—	—
1,500	7.5	6.5	11.0
1,600	8.0	—	—
2,000	9.0	9.0	9.5
2,500	10.5	—	—
3,000	11.5	10.0	10.5
3,150	11.5	—	—
4,000	12.0	9.5	13.5
5,000	11.0	—	—
6,000	16.0	15.5	13.0
6,300	21.0	—	—
8,000	15.5	13.0	20.0

(a)TDH型式或任何覆蓋式耳機需符合ISO 389第9.1.1款的特性要求。

(b)NBS 9A是一種聲學耦合器以用來進行測聽耳機的校正。

表 8 不同耳機類型的 1/3 八音度頻帶平均聲音衰減量(dB)[6]

頻率(Hz)	覆蓋式耳機 (supra-aural earphone)	插入式耳機(Etymotic ER-3A)	耳罩式耳機 (Sennheiser HDA 200)
31.5	0	33	—
40	0	33	—
50	0	33	—
63	1	33	17
80	1	33	16
100	2	33	15
125	3	33	15
160	4	34	15
200	5	35	16
250	5	36	16
315	5	37	18
400	6	37	20
500	7	38	23
630	9	37	25
800	11	37	27
1,000	15	37	29
1,250	18	35	30
1,600	21	34	31
2,000	26	33	32
2,500	28	35	37
3,150	31	37	41
4,000	32	40	46
5,000	29	41	45
6,300	26	42	45
8,000	24	43	44

三、聽力檢查儀器校正

聽力檢查計量測的準確性，很大程度上取決於聽力檢查計校正的準確性，一般聽力檢查計在出廠時都已經進行過校正，但聽力檢查計經過搬動及使用一段時間後，都需要重新進行校正。氣導音純音聽力檢查計的校正，主要就是校正聽力檢查計所用測聽耳機的參考當量閾值音壓位準(RET SPL)。RET SPL 是對一定的測聽耳機和人工耳(或耦合腔)而言的，各個國家的標準規定的參考當量閾值音壓位準有些許不同，測聽耳機校正裝置如圖 3 所示。

測聽耳機的校正，可以佩戴在受測者的耳朵上，請受測者主觀評定其性能(包括靈敏度、頻率響應、失真等指標)，也可以用探管量測耳機在佩戴狀態的性能；還可以完全不佩戴它，放在無響室內測定其性能。但是，要組織一批受測者進行

主觀測試工作，將受到一系列人為因素的影響，因而重複性差，不利於方法的標準化。

人工耳(artificial ear)是模擬人體之外耳物理特性的校正裝置，由於它是通過幾何尺寸、材料結構來表達物理量的，所以它可使測聽耳機校正的準確度與重複性顯著提高，也有利於校正裝置的標準化。由於耳機在耦合腔中產生的音壓，一般不等於它在人耳內產生的音壓，因此這一國際標準裝置只是提供聽力檢查計規格指標的交換及實施測聽耳機校正的一個簡單方便工具。人工耳是由黃銅之類的堅硬穩定的非磁性材料製成，使用時是將待校正的耳機無聲漏地加到人工耳上，作用力(施力)在 4~5N 之間(不包括耳機本身的重量)。耳機不應與人工耳的斜面相接觸，應放在它的上緣(邊緣)上，如果待校正耳機的軟墊由堅硬材料製成，則需在軟墊與人工耳之間加一層薄蠟或油脂以消除音漏的情形。



(a)人工耳(artificial ear, 6cc) (b)聲學耦合器(NBS 9A coupler)

圖 3 測聽耳機校正裝置

生物聲學模擬器(bio-acoustic simulator 或 Electro-Acoustic Ear，如圖 4 所示)可以用來進行聽力檢查計測聽耳機每日的快速生物聲學測試，也可以應用在聽力檢查室背景噪音音壓位準的查核。其操作程序簡單，請參考下列步驟進行：

- (一) 首先將聽力檢查計電源打開，待暖機穩定後(約 10 分鐘)把耳機安裝在生物聲學模擬器適當位置。
- (二) 測試的頻率從 125Hz 到 8,000Hz，每個測試頻率都依序逐漸增加左耳的耳機(earphone)聽力位準(hearing level)，直到模擬器的顯示燈亮起並記錄其音量，每個測試頻率最好要重複測試幾次以確認其結果的一致性。之後重複上述步驟完成右耳的耳機測試工作。

- (三) 生物聲學測試的數據資料必須妥善保存，並與之前聽力檢查計的校正原始數據的聽力位準測試結果進行比較，確認其誤差在 $\pm 5\text{dB}$ 的範圍內。



圖 4 生物聲學模擬器

四、校正週期與階段區分

為確保進行正確的校正，按照 ISO 8253-1[6]的規定，分為 A、B、C 三階段校正方法：

A階段校正—每週要進行例行性檢查和主觀測試，具體內容為：

- (一) 清洗和校正聽力檢查計及其所有的附件，如耳機軟墊、插頭、電源線及導線，如發現損壞情況，應立即更新。
- (二) 接通電源，預熱 5 分鐘後，對各裝配的部件進行檢查，如以電池供電者，按規定檢查電池工作是否正常，檢查耳機的序號與檢查儀器的序號是否相符。
- (三) 通過 10dB 或 15dB 的聽力值和剛好聽到的純音來確認聽力檢查計的輸出是否正確。這一測試對所有頻率和兩耳的耳機都應進行。
- (四) 在所有頻率上，檢查高聽力值的功能，測聽其功能是否正常，有無失真，斷續器是否有聲音等。耳機不能有失真和間斷現象。插頭和導線接觸要良好，所有開關鈕和指示燈工作正常。
- (五) 受測者的信號系統工作的正常性。
- (六) 檢查在低音壓位準時的噪音或嗡嗡聲的信號，純音的音量有無變化；衰減器是否在量測全程皆能夠進行衰減；在儀器發送純音訊號時，衰

減器工作應無電性和機械的噪音。斷續器按鈕也應無聲響地工作，且在受測者的位置上應聽不到儀器發射出的噪音。

- (七) 檢查受測者的通信語言電路，如正常時，則應和純音聽力檢查計的功能校正程序一樣。
- (八) 檢查耳機的頭環張力，確保轉動連接部分能自由回轉而無鬆動現象，以及頭環、轉動連接部分是否有損壞或有金屬疲勞現象。
- (九) 對自動記錄聽力檢查計、檢查記錄、限制開關和頻率開關的機械動作和功能是否正常，在受測者位置上是否可以聽到額外儀器產生的噪音。

B階段校正—為定期的客觀校正，一般校正週期為3個月，包括與標準進行的比較和測試，其內容有：

- (一) 測試信號的頻率校正。
- (二) 耳機在耦合腔或人工耳內產生的音壓位準。
- (三) 骨導耳機在機械耦合腔內的振動力位準。
- (四) 遮蔽噪音的音壓位準。
- (五) 聽力值(衰減檔)準確度。
- (六) 諧波失真(harmonic distortion)。

C階段校正—基本校正，應由標準實驗室進行。校正後的測聽設備應能滿足IEC 60645[17]內各項要求，並於使用前至少應進行一次A階段和B階段的校正。

第四節 聽力特殊體格及健康檢查之施測人員資格

聲音的強度是採用音壓平方來表示，單位是分貝(dB)，然而人耳的聽覺感受或反應則是會隨著聲音的頻率而異，通常是在 1,000~4,000 Hz 的範圍較為敏感，一般健康的年輕人可以聽見的聲音頻率範圍是介於 20~20,000 Hz 之間，而語言交談的頻率範圍是介於 500~2,000 Hz。所謂人耳的聽覺閾值(auditory threshold 或 hearing threshold level)是指在特定頻率、耳機類型或音場條件下人耳可以聽到的最微弱聲音。因此，在聽力學領域是將正常人在各個聲音頻率的最佳聽力訂為零分貝(0 dBA)，它與測試時有、無佩戴耳機以及耳機種類型態有關。例如，以聲場測試所得的結果稱為最小可聽見音場(minimal auditory field, MAF)曲線；如果是佩戴耳機測試時所得的結果稱為最小可聽見音壓(minimal auditory pressure,

MAP)曲線，此時其測試結果則取決於耳機種類及測試時該環境背景噪音量。故由圖 5 與表 9 可見最小可聽見音場(MAF)曲線的聽覺閾值最小，MAF 是雙耳在自由音場以 0° 入射音所得結果(參考 ANSI 3.6-2010[18])。而佩戴覆蓋式耳機(MAP-TDH 是採用 TDH 類型的覆蓋式耳機所得結果)的最小可聽見音壓(MAP)曲線則普遍比耳罩型耳機(MAP-Sennheiser 是採用 Sennheiser HAD 2000 包覆式耳機利用 IEC 60318-1[19]規定之 type 1 的接合器所得結果)的最小可聽見音壓曲線來得大，插入式耳機(MAP-Inserts 是採用 HA-2 硬管的插入式耳機所得結果)則大都是比其他類型耳機的測值小，但是較最小可聽見音場曲線的數值稍高一些。聽力位準一般是用聽力檢查計來進行量測，利用聽力檢查計所發出的電性信號加在氣導音耳機上，再由耳機輸出的音壓位準之分貝數值(dB，基準音壓為 20 μ Pa)以測得特定頻率能被人耳聽到的或感覺到的最小分貝數，叫做聽力閾值(紀錄以 dBHL 表示)。聽力檢查指示表中的 0 dBHL 線即是所謂參考當量閾值音壓位準(RETSPL)，它表示正常年輕人(18-25 歲之間)的耳朵所能聽到的平均最低音壓位準，因而聽力檢查表中記錄的是受測者與參考當量閾值音壓位準相減的聽力損失(dBHL)，也就是聽力閾值，它不代表音壓位準的絕對值，故聽力較佳的人其聽力閾值有可能低於-10 dBHL。

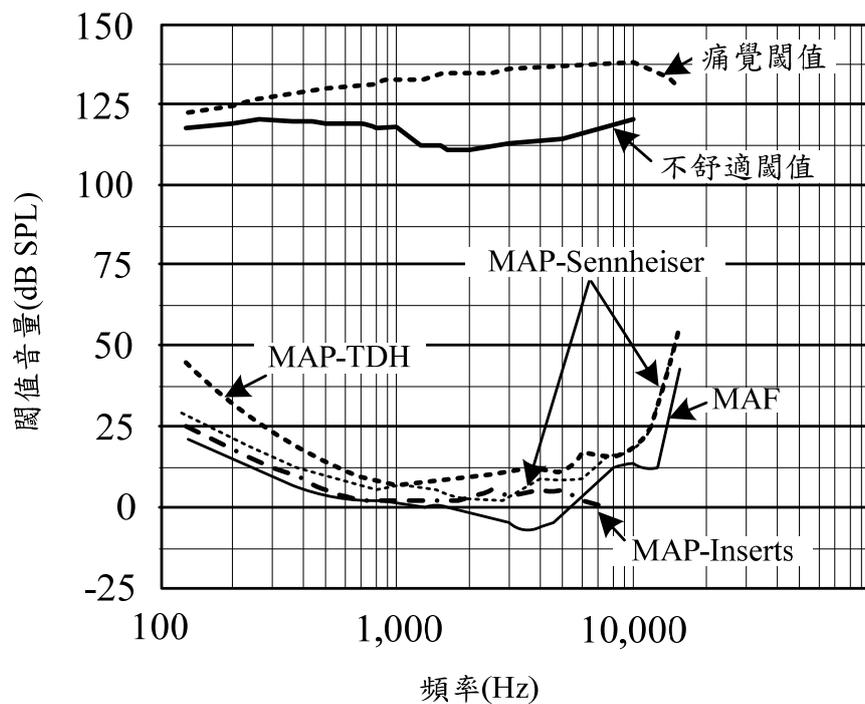


圖 5 在不同頻率條件下的聽力閾值(以音壓位準表示)

表 9 不同測試條件下的聽覺閾值[18]

頻率(Hz)	MAF	不同耳機類型的閾值(Thresholds-RETSPL (dB SPL))		
		Supra-aural (MAP-TDH, 覆 蓋式耳機)	Insert (MAP-Inserts, 插 入式耳機)	Circumaural (MAP-Sennheiser, 耳罩型耳機)
125	22.0	45	26.0	29.5
200	14.5	32.5	18.0	-
250	11.0	27.0	14.0	18.0
400	6.0	17.0	9.0	12.0
500	4.0	13.5	5.5	9.5
750	2.0	9.0	2.0	6.5
800	2.0	8.5	1.5	-
1,000	2.0	7.5	0.0	6.5
1,250	1.5	7.5	2.0	-
1,500	0.5	7.5	2.0	5.5
1,600	0.0	8.0	2.0	-
2,000	-1.5	9.0	3.0	3.0
2,500	-4.0	10.5	5.0	-
3,000	-6.0	11.5	3.5	3.0
4,000	-6.5	12.0	5.5	8.5
5,000	-3.0	11.0	5.0	9.5
6,000	2.5	16.0	2.0	9.5
8,000	11.5	15.5	0.0	16.0
10,000	13.5	-	-	21.5
12,500	11.0	-	-	27.5
16,000	43.5	-	-	58.0

備註：

1. MAF 是雙耳在自由音場以 0° 入射音所得結果。
2. MAP-TDH 是採用 TDH 類型的覆蓋式耳機所得結果。
3. MAP-Inserts 是採用 HA-2 硬管的插入式耳機所得結果
4. MAP-Sennheiser 是採用 Sennheiser HDA2000 耳罩型耳機利用 IEC 60318-1 規定之 type 1 的接合器所得結果。

一、國外關於勞工聽力施測人員資格的要求

在進行噪音暴露勞工聽力檢查階段，需參與互動的醫護專業人員與安全衛生管理人員是推動聽力保護計畫(hearing conservation programs, HCPs)能否成功的關鍵，其中醫護專業人員不論是聽力師、職業醫學科或是耳鼻喉科的專科醫師則必須擔任專業監督主管的角色，通常這些人對於噪音暴露引起的永久性聽力損

失，或其他健康方面的影響有較深入的了解，可提供聽力檢查相關數據的諮詢及實施勞工個人聽力保護的衛生教育解說。而安全衛生管理人員則可以提供噪音作業環境測定及防音防護具使用方面的可靠數據，以作為判斷健康管理分級的參考。

為有效推動噪音作業勞工的聽力保護工作，在美國設有職業聽力保護認證委員會(Council for Accreditation in Occupational Hearing Conservation, CAOHC)負責進行職業聽力保護師(Occupational Hearing Conservationists, OHCs)的訓練與測驗工作。CAOHC 自 1973 年更名後成立至今，它是由工業衛生師(industrial hygienists)、職業衛生護士(occupational health nurses)、聽力師(audiologists)、耳鼻喉科專科醫師(otolaryngologists)、職業醫學科專科醫師(occupational physicians)、安全工程師(safety professionals)、噪音控制工程師(noise control engineers)等學會所組成，負責有關聽力保護計畫中聽力檢測技術人員全國性的驗證計畫，以及訓練時程安排、測驗及相關的手冊編撰工作。CAOHC 規定聽力檢查人員須受過 20 小時的訓練課程並經測驗合格，訓練課程須考慮下列的主題：(一)人耳的基礎解剖與生理介紹；(二)聽覺與聲音的基礎物理介紹；(三)了解聽力損失類型、聽力測定的型態及其變化；(四)聽力測定技術的基礎知識與實施基本聽力測定的能力，例如純音氣導、骨導與語言聽力計及鼓室圖的測定；(五)理解其他聽力測定技術，例如腦幹刺激誘發反應、內耳聽覺神經刺激電位及中樞神經測試；(六)外耳的基本檢查，包括耳垢影響的評估及音叉的使用；(七)聽力損失原因與聽力測定型態的基礎介紹；(八)對知識有限的認知且理解受醫師或聽力師監督的需要，理解醫師診斷的需要[20]。

加拿大亞伯特省(Alberta)則是要求雇主針對噪音暴露的勞工應指派醫師、聽力師或職業衛生護士與產業聽力檢查技術員(industrial audiometric technicians, IATs)一起進行聽力檢查，並要求將聽力檢查結果適當予以保存(至少 10 年)，以及負擔聽力測試所需的費用。加拿大聽力檢查技術員(audiometric technician)要求需擁有由醫療服務就業與入境事務處處長所認可的聽力檢查測試合格證書，並且每 5 年應再接受資格認定，而訓練合格的聽力檢查技術員清單以及相關的訓練課程訊息也會公布在網站提供查詢。1986 年加拿大即參考不同的國際標準訂有聽力保護與篩檢的純音氣導性聽力檢查計的國家標準(CAN3-Z107.4-M86[21])，在該標準的附錄 A 規定聽力檢查技術人員需由設有醫學相關學程的社區學院或大

學中受過實作訓練，包括耳朵解剖生理學、聲學物理、設備限制及操作、聽力測試方法、聽力閾值判定、倫理與法律意涵等至少 20 小時的教育訓練。

英國聽力學會(British Society of Audiology, BSA)在 2008 年規定[22]，執行產業勞工聽力檢查人員(Industrial Audiometricians)除正規的聽力學系學士級以上人員外，其他都必需完成 BSA 的認證課程並通過驗證，產業勞工聽力檢查人員需進行簡短的人員訪談，以及關於聽覺與噪音作業經歷的問卷填寫，並依據 BSA 的建議程序執行窺耳鏡(otoscopy)與無遮蔽的氣導音聽力檢查，接著要依據英國職業安全衛生署(HSE)指引[23]進行聽力檢測結果的解釋與分類，取得受測人員的資訊與同意書，並告知雇主其有關人員對於特定聽力測試計畫的所有責任，必要時進行第三方的轉介。產業勞工聽力檢查人員需具有下列的知識與技術：(一)聽力受損人員溝通需求；(二)外耳、中耳及內耳的解剖生理學，特別是關於過度噪音對這些組織結構的影響；(三)衛生與消毒；(四)安全的窺耳鏡檢查技術；(五)鑑認外耳與耳膜的結構；(六)聽力檢查錯誤樣態；(七)手動與自動聽力檢查儀；(八)轉介的基準與程序；(九)第三方團體保險等。並要接受下列相關訓練：(一)基礎聲學；(二)耳朵及聽覺閾值；(三)噪音引起的聽力損失與社交障礙；(四)個人聽力保護；(五)聽力檢查計監測；(六)無遮蔽純音聽力檢查儀篩檢方法；(七)聽力圖分類及區分；(八)聽力檢查計畫構成；(九)實務操作等。以上訓練至少有 2 天的課堂講授外，還有作業與遠距學習，至少須涵蓋訓練講義的完整內容。

二、國內現行法規之相關規定

聽力檢查結果為診斷勞工是否罹患聽力損失的主要參考資料，為求得準確的檢查結果，職業安全衛生管理人員在規劃特殊體格及健康檢查時，即應選定具備良好的檢測環境，定期實施儀器設備的校正並確認準確性，以及僱用合格的檢測人員進行檢測，實施標準的檢查程序與資料記錄系統等之合格檢測機構。然而，我國目前僅有「勞工健康保護規則」[24]提及職業醫學科專科醫師、或經中央主管機關指定之訓練合格者的醫師或護理人員視該場所之規模及性質辦理臨廠健康服務，並且前述其中所指定之訓練課程，僅針對從事勞工健康服務之醫師要求「噪音作業及聽力檢查」2 小時的課程，對於從事勞工健康服務之護理人員則無要求。此外，在「辦理勞工體格與健康檢查醫療機構認可及管理辦法」[13]第 8 條規定，辦理勞工體格及健康檢查之醫護人員，除職業醫學科專科醫師外，應經

中央主管機關指定之課程訓練合格。其中，亦僅針對辦理勞工體格及健康檢查認可醫療機構醫師規定 2 小時之「噪音作業及聽力檢查」職業醫學訓練課程，對於辦理勞工體格及健康檢查認可醫療機構之護理人員則無安排相關課程，另外亦無特別說明聽力檢查人員需受過哪些訓練及具備的資格要求。

第五節 聽力檢查室背景噪音測定

聽力檢查需在安靜場所進行，主要是因為外來聲音會遮蔽聽力檢查設備傳送到耳朵的信號聲音而干擾受測者，使聽力檢查無法得到正確的結果。有研究顯示在未採取適當隔音的房間內進行聽力檢查，環境背景噪音對低頻率(≤ 500 Hz)的聽力檢查影響大於對高頻率的聽力檢查的影響。一般而言，在未隔音的房間內所做的聽力檢查結果比在隔音室內所做的結果為差，目前國內在執行噪音作業勞工氣導音的純音聽力檢查時，為配合事業單位的人力調度要求常於廠區內進行，受限於工廠無法提供合格的聽力檢查環境，以及執行聽力檢查的人員未能確實依照氣導純音聽力檢查的標準步驟實施聽力檢查，造成受測者聽力檢查結果往往較在醫院所做的結果為差。聽力檢查室是聽力測試中最主要的設備之一，沒有安靜聽力檢查環境則無法正確地量測受測者的聽力現況。由於人類耳朵所能接受之聲音頻率範圍比聽力檢查的量測頻率範圍寬，故在實施聽力檢測時外界傳入之聲音均可能產生遮蔽效應，如此之聽力檢查結果自不能作為聽力損失之判定依據。

國內迄今對聽力檢查室之規格、品質仍未有完整之規定基準，因此各種大、小廠牌的聽力檢查室均可建立。為提昇聽力檢查室品質，建立檢驗標準確有其必要，針對聽力檢查室的空間、標準照明、通風換氣量等硬體設施做一基本的規範要求，以標準化的聽力檢查室來確保聽力檢測的品質。聽力檢查所在背景音量會影響測試的可靠性，但是背景音量的高低通常與測試室的結構與投資經費緊密相連。故國際標準組織(ISO 8253-1, 2010)[6]提出對聽力檢查背景音量的要求。為貫徹這些標準，必須採用有 1/3 八音度頻帶濾波器的噪音量測儀器，檢測背景音量的 25 個頻帶中心頻率的數值。

一、最大容許背景噪音量標準規定

最近國際標準組織(International Organization for Standardization, ISO)在 2010 年修正 1989 年的 ISO 8253-1[25]的標準，並同時取代 1983 年的 ISO 6189[7]

標準，明定穿戴覆蓋式耳機(supra-aural earphone)情形下，以慢回應最大音量測值(maximum permissible ambient sound pressure levels, $L_{S,max}$)規定 1/3 八音度頻帶中心頻率的最大容許環境噪音量標準(MPANLs)，另外在 ISO 8253-2[26]則訂定音場進行聽力檢查的 MPANLs，不同情況的 1/3 八音度頻帶的 MPANLs(相對於 20 μ Pa)整理如表 10 所示，其中 ISO 8253-2[26]適用在音場聽力檢查計(sound field audiometry)進行氣導音或骨導音的聽力閾值測定之 MPANLs；ISO 8253-1[6](2010)適用在使用標準覆蓋式耳機進行氣導音聽力閾值測定之 MPANLs。關於 OSHA 1983、ANSI 1977[27]、ANSI 1991[4]、ANSI 1999[5]、ISO 6189[7] (1983)、ISO 8253-1[28] (1991)、CAN3-Z107.4-M86[21] (1986)、CAN/CSA Z107.6-M90[29]、AS/NZS 1269.4[8] (2014)八音度頻帶中心頻率的 MPANLs 比較整理如表 11 所示，該表是應用在標準覆蓋式耳機時所用。如果採用不同的耳機軟墊或耳機包覆組合類型的 MPANLs 時，則可參考表 12 中的 AS/NZS 1296.4[8] (2014)規定值進行是否符合要求的判別。

美國國家標準局(American National Standards Institute, ANSI)於 1999 年重新修定聽力檢查室的 MPANLs，ANSI-1999[5]與 ANSI-1991[4]主要之不同在於 ANSI-1999 對低音頻的背景噪音稍微放寬，而對高音頻的背景噪音則要求較 ANSI-1991 稍微高一點並且增加 1/3 八音度頻帶中心頻率的 MPANLs (參考表 13 與表 14)。如果是在自由音場或是耳朵未穿戴覆蓋式或插入式耳機，進行骨導音測試時其聽力檢查室的 MPANLs 參考表 15 的規定值。

如果不是採用標準型式的測聽耳機，可以參考 AS/NZS 1296.4[8]的組合外，也可以利用 Fisher & Williams [30-31]的研究報告中所提出的方法，參考表 16 的舉例進行 MPANLs 的估算，例如 A 欄位為使用標準覆蓋式耳機的環境背景噪音量，B 欄位覆蓋式耳機的各個頻帶聲音衰減量(dB)，C 欄位則是擬提案採用的的耳機平均聲音衰減量(dB)，因此使用提案耳機的 MPANLs 為 A+(C-B)。表示測聽耳機選用前應進行參考當量閾值音壓位準的校正外，也可由其聲音衰減量進行 MPANLs 值的調整。

以上綜合討論之國際標準所規定的 MPANLs 必須採用有八音度或 1/3 八音度頻帶的噪音量測儀器進行測定評估，至於英國聽力學會則規定採用全頻寬測得之聽力檢查室環境背景噪音量的 A 權衡音壓位準不超過 35 dBA，並且實施聽力

檢查的測試時間不超過 20 分鐘，否則須提供短暫休息以避免受測者聽覺疲勞而影響測試結果的可靠度[32]。Maltby [11]認為聽力檢查室內背景噪音量測定，理想上適合採用八音度頻帶分析，如果不可行時，則一般在實施聽力測試的全頻寬環境背景噪音量要小於或等於 30 dBA 是可以接受的程度範圍。

表 10 不同情況的 1/3 八音度頻帶的 MPANLs(相對於 20 μ Pa)

標準 頻率 (Hz)	ISO 8253-2 (2009)		ISO 8253-1 (2010)			ISO 6189 (1983)已作廢
	125-8,000 Hz(BC)	250-8,000 Hz(BC)	125-8,000 Hz(AC)	250-8,000 Hz(AC)	500-8,000 Hz(AC)	500-8,000 Hz(AC)
31.5	55	63	56	66	78	78
40	47	56	52	62	73	73
50	41	49	47	57	68	68
63	35	44	42	52	64	64
80	30	39	38	48	59	59
100	25	35	33	43	55	55
125	20	28	28	39	51	51
160	17	21	23	30	47	47
200	15	15	20	20	42	42
250	13	13	19	19	37	37
315	11	11	18	18	33	33
400	9	9	18	18	24	24
500	8	8	18	18	18	18
630	8	8	18	18	18	18
800	7	7	20	20	20	20
1,000	7	7	23	23	23	23
1,250	7	7	25	25	25	25
1,600	8	8	27	27	27	27
2,000	8	8	30	30	30	32
2,500	6	6	32	32	32	35
3,150	4	4	34	34	34	38
4,000	2	2	36	36	36	40
5,000	4	4	35	35	35	38
6,300	9	9	34	34	34	36
8,000	15	15	33	33	33	39

註一：AC (air conduction，氣導音測試)、BC (bone conduction，骨導音測試)

註二：ISO 8253-2(2009)適用在音場聽力檢查計(sound field audiometry)進行氣導音或骨導音的聽力閾值測定之最大容許背景噪音音壓位準; ISO 8253-1(2010)適用在使用標準覆蓋式耳機進行氣導音聽力閾值測定之最大容許背景噪音音壓位準。

表 11 最大容許環境噪音位準標準值比較表[3-5, 7-8, 25, 27-29]

頻率 (Hz)	OSHA 1983	ANSI 1977	ANSI 1991	ANSI 1999	ISO 6189 (1983)	ISO 8253-1 (1991)	CAN3-Z107.4-M86*	CAN/CSA Z107.6-M90*	AS/NZS 1269.4
63	--	--	--	—	59.0	48.6	—	—	—
125	--	--	47.5	49.0	47.0	34.5	34.5	34.5	47
250	--	--	33.5	35.0	33.0	23.8	23.0	23.0	33
500	40	21.5	19.5	21.0	18.0	22.8	21.5	21.5	18
1,000	40	29.5	26.5	26.0	20.0	27.9	29.5	29.5	20
2,000	47	34.5	28.0	34.0	27.0	34.9	34.5	34.5	27
4,000	57	42.0	34.5	37.0	38.0	39.8	42.0	42.0	34
8,000	62	45.0	43.5	37.0	36.0	36.5	45.0	45.0	33

註:*為採用標準覆蓋式耳機加軟墊時的測試結果

表 12 不同的耳機軟墊或耳機包覆組合的最大容許環境噪音位準[8]

耳機軟墊或耳機包覆組合 類型	八音度頻帶中心頻率(Hz)						
	125	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000
TDH39 或 TDH49 耳機搭配 MX41AR 軟墊(ISO 8253-1)	47	33	18	20	27	34	33
TDH39 或 TDH49 耳機搭配 Amplivox Audiocup 包覆 (NAL 1988)	54	36	33	36	31	44	40
TDH39 或 TDH49 耳機搭配 Madsen ME-70 包覆(NAL 1991)	52	42	29	31	31	45	40
TDH39 或 TDH49 耳機搭配 Peltor 包覆(NAL 2000)	46	34	27	29	27	39	37
TDH39 或 TDH49 耳機搭配 Telex/Peltor 包覆(NAL 1991)	58	41	33	34	32	42	43
ER-3A 插入式耳機(NAL 1991)	67	49	32	27	29	41	46
ER-3A 插入式耳機搭配 MSA 766243 高輪廓耳罩 (NAL 2013)	79	69	61	49	38	51	54

表 13 穿戴耳機時聽力檢查室八音度頻帶最大容許環境噪音位準[5]

八音度頻帶中心頻率(Hz)	覆蓋式耳機 (Supra-aural Earphone)			插入式耳機 (Insert Earphone)		
	125~ 8,000Hz	250~ 8,000Hz	500~ 8,000Hz	125~ 8,000Hz	250~ 8,000Hz	500~ 8,000Hz
125	35.0	39.0	49.0	59.0	67.0	78.0
250	25.0	25.0	35.0	53.0	53.0	64.0
500	21.0	21.0	21.0	50.0	50.0	50.0
1,000	26.0	26.0	26.0	47.0	47.0	47.0
2,000	34.0	34.0	34.0	49.0	49.0	49.0
4,000	37.0	37.0	37.0	50.0	50.0	50.0
8,000	37.0	37.0	37.0	56.0	56.0	56.0

表 14 穿戴耳機時聽力檢查室 1/3 八音度頻帶最大容許環境噪音位準[5]

1/3 八音度頻帶中心頻率(Hz)	覆蓋式耳機 (Supra-aural Earphone)			插入式耳機 (Insert Earphone)		
	125~ 8,000Hz	250~ 8,000Hz	500~ 8,000Hz	125~ 8,000Hz	250~ 8,000Hz	500~ 8,000Hz
125	30.0	34.0	44.0	54.0	62.0	73.0
250	20.0	20.0	30.0	48.0	48.0	59.0
500	16.0	16.0	16.0	45.0	45.0	45.0
800	19.0	19.0	19.0	44.0	44.0	44.0
1,000	21.0	21.0	21.0	42.0	42.0	42.0
1,600	25.0	25.0	25.0	43.0	43.0	43.0
2,000	29.0	29.0	29.0	44.0	44.0	44.0
3,150	33.0	33.0	33.0	46.0	46.0	46.0
4,000	32.0	32.0	32.0	45.0	45.0	45.0
6,300	32.0	32.0	32.0	48.0	48.0	48.0
8,000	32.0	32.0	32.0	51.0	51.0	51.0

表 15 未穿戴耳機聽力檢查室八音度頻帶或 1/3 八音度頻帶最大容許環境噪音位準[5]

1/3 八音度 頻帶中心頻 率(Hz)	八音度頻帶			1/3 八音度頻帶		
	125~ 8,000Hz	250~ 8,000Hz	500~ 8,000Hz	125~ 8,000Hz	250~ 8,000Hz	500~ 8,000Hz
125	29.0	35.0	44.0	24.0	30.0	39.0
250	21.0	21.0	30.0	16.0	16.0	25.0
500	16.0	16.0	16.0	11.0	11.0	11.0
800	-	-	-	10.0	10.0	10.0
1,000	13.0	13.0	13.0	8.0	8.0	8.0
1,600	-	-	-	9.0	9.0	9.0
2,000	14.0	14.0	14.0	9.0	9.0	9.0
3,150	-	-	-	8.0	8.0	8.0
4,000	11.0	11.0	11.0	6.0	6.0	6.0
6,300	-	-	-	8.0	8.0	8.0
8,000	14.0	14.0	14.0	9.0	9.0	9.0

表 16 不同類型耳機最大容許環境噪音位準修正計算說明

八音度頻帶 中心頻率 (Hz)	使用標準覆蓋 式耳機的環境 背景噪音量 (dB)	覆蓋式耳機 的各個頻帶 聲音衰減量 (dB)	提案使用的 耳機平均聲 音衰減量 (dB)	提案耳機與標 準耳機的聲音 衰減 (dB)	使用提案耳機 之 MPANLs
	A	B	C	C-B	A+(C-B)
31.5	56	0	0	0	56
63	38	0	0	0	38
125	23	3	8	5	28
250	18	5	13	8	26
500	18	7	25	18	36
1,000	20	15	34	19	39
2,000	27	26	29	3	30
4,000	34	32	30	-2	32
8,000	33	24	32	8	41

二、背景噪音測定儀器種類

OSHA 1983[3]、ANSI 1991[4]與 ANSI 1999[5]的 MPANLs 並未說明頻譜分析器所搭配之噪音計需設定之時間回應特性是採用快回應或慢回應進行測定。要實施聽力檢查室背景噪音測定的儀器，ANSI 1999[5]要求測定儀器須採用八音度或 1/3 八音度頻帶頻率分析器搭配噪音計之規定，其中噪音計要符合 ANSI S1.4-1983[33] Type1 等級的規格，而八音度或 1/3 八音度頻帶頻率分析器也要符合 ANSI S1.11-1986[34]的等級要求，同時也規定噪音計的自發性噪音(self-noise)在 125-8,000Hz 範圍的分頻音壓級測值需確認較表 13、表 14 與表 15 所規定的 MPANLs 相差 3dB 以上，否則需要進行修正。ANSI-1999[5]也規定聽力檢查室的背景音量測定至少需每年實施一次，或是當聽力檢查室附近有新的噪音源產生時須重新進行環境背景音量測定。

AS/NZS 1296.4[8]規定測試儀器需符合 IEC 61672-1[35]規定之 Class1/Type1 等級以上具有壓力反應型微音器的噪音計，並依 AS/NZS 1269.1[36]進行儀器校正。而八音度頻帶濾波器須符合 AS/NZS 4476[37]的要求。OSHA-1983 則要求使用符合 ANSI S1.4-1971[38]規定 type 2 以上等級的噪音計以及 ANSI S1.11-1971[39]規定 class II 以上的頻帶分析器進行聽力檢查室內背景噪音測定。

微音器(microphone)可以分為 3 種類型，包括自由音場型(free field)、壓力型(pressure)、隨機入射型(random incidence)，其中隨機入射型也稱為擴散音場型(diffuse field)。自由音場型微音器會受到音場特性與聲音入射角度的影響而造成測定誤差，主要是應用在戶外、無響室(anechoic room)或迴響室(reverberation room)內對準聲音入射方向(0°入射)進行噪音測定；壓力型微音器則可以量測存在微音器隔膜上的音壓，常使用在耳朵模擬器(ear simulator)或測試表面音壓等有連接耦合器(coupler)的封閉環境，在自由音場環境下其微音器應與聲音入射方向垂直(90°入射)，故壓力型微音器當置於自由音場時，必須和聲音傳播方向成垂直，其主要用於密閉之空間內量測；隨機入射型微音器則可以均勻地反應來自四面八方的音壓，其不僅可以應用在迴響室內進行測定外，也可以應用在有聲音來自各種反射表面的擴散音場之音壓測定，其測定時與聲音入射方向無關，微音器架設要求與聲音入射方向成 70~80°之間。一般在聲音頻率小於 5,000Hz 的測定結果，上述 3 種微音器測定的誤差小於 0.3 dB，而在頻率高於 16 kHz 時，其測定結果相差可達 10 dB 以上。

由上述分析與說明，聽力檢查室背景噪音測定儀器種類有 Type1 等級的噪音計、可以同時測定不同頻帶音量的八音度或 1/3 八音度頻帶頻帶分析器、可以連續監測噪音變動的噪音劑量計、音量校正器等。

三、背景噪音測定人員資格

在 AS/NZS 1296.4[8]的標準中，有明確規範聽力檢查室背景噪音量的測定要求，其中規定實施噪音測定人員需接受適當的訓練且具有經驗者，如果是固定位置的聽力檢查室聲學環境至少需每 3 年或發現背景噪音量有明顯改變時再進行評估；而移動式的測試亭或聽力檢查車的聽力檢查室則需在每個新位置實施聽力測試前進行背景噪音的測試評估。

我國目前仍未明確訂定聽力檢查室背景噪音測定人員的資格，建議可以委由受過訓練且測驗合格的甲級物理性因子作業環境監測技術士、工礦衛生技師或噪音控制專家執行此項測定業務。

四、背景噪音測定方法

ISO 8253-1[6]規定環境噪音量測定時須以聽力測試室內受測者所在位置的頭部為準，並且噪音計需達到 IEC 61672-1[40]與 IEC 61260[41]要求的 Class 1 等級，而如果音壓位準測量無法進行，則可以採用至少 2 位已知穩定的測試頻率聽力閾值的受測者實施心理聲學查核(psycho-acoustic check)，如果發現其聽力閾值已高出 5dB 以上，表示須降低環境噪音量後才能進行施測。

利用可同時顯示各頻帶音壓級並儲存量測數據功能的噪音頻譜分析儀與精密型噪音計進行背景噪音測定，其方法說明如下：

- (一) 首先進行精密型噪音計(Type 1 等級)的音量校正(先將噪音計與音量校正器開啟暖機 3~5 分鐘後再實施校正)。
- (二) 設定平坦或線性權衡電網及慢回應特性測定各 1/3 八音度頻帶音壓級或八音度頻帶音壓級，並儲存量測數據在記憶體內，同時記錄量測起迄時間及儲存資料的檔案編號。
- (三) 再將具有噪音頻譜分析功能的精密型噪音計架設在聽力檢查室內受測者頭部所在高度位置，距離地面約 1 公尺的高度與牆壁距離至少 50 公分以上測定聽力檢查室內的噪音頻譜(包括八音度與 1/3 八音度頻帶頻率分析，至少涵蓋

125~8,000Hz 的範圍)，重複量測 3 次，每次量測時間至少 1 分鐘，並同時量測聽力檢查室內的環境條件(如溫度、相對濕度)、記錄通風扇開關情形等。

(四) 接著依據步驟 2 與 3 實施聽力檢查室外部的背景噪音測定。

如無法使用噪音頻譜分析儀進行八音度與 1/3 八音度頻帶頻率分析時，可以採用 Type1 等級具有壓力反應型微音器的噪音計架設在聽力檢查室內受測者頭部所在高度位置，距離地面約 1 公尺的高度與牆壁距離至少 50 公分以上進行聽力檢查室內背景噪音測定。

參照 AS/NZS 1269.4[8]規定，要求聽力檢查室測試環境背景噪音測定紀錄內容如下(紀錄表格範例如表 17 所示)：

(一) 無聽力檢查室時檢測環境描述

1. 測試環境所在位置
2. 測試環境描述
3. 測試日期時間
4. 環境噪音量
5. 測試環境所採用的各種耳機/軟墊/包覆式/插入式/頭戴式組合

(二) 通則

1. 檢查室擁有者
2. 檢查室位置
3. 測試的日期與時間
4. 檢查室製造商及規格
5. 檢查室的內部尺寸
6. 風扇的運作條件

(三) 聽力檢查室的性能(環境噪音量)

1. 檢查室的環境噪音量
2. 當在進行測量程序時會導致噪音量變動的任何短暫噪音量描述

(四) 檢查室所在位置外部的聲學環境描述

(五) 可能使用的各種耳機/軟墊/包覆式/插入式/頭戴式類型

(六) 施測者與設備的資料

- (七) 施測者姓名
- (八) 公司名稱與地址
- (九) 各種用來檢測的設備製造商、規格與序號
- (十) 最近設備進行實驗室校正的日期

五、行動聽力檢查室背景噪音測定

行動聽力檢查室背景噪音測定的方法與一般的聽力檢查室之測試儀器一樣，需符合 IEC 61672-1[35]規定之 Class1/Type1 等級以上具有壓力反應型微音器的噪音計，並依 AS/NZS 1296.1[8] (2014)進行儀器校正。而八音度頻帶濾波器須符合 AS/NZS 4476[37]的要求。建議最好再配合使用生物聲學模擬器可以用來進行聽力檢查計測聽耳機每日的快速生物聲學測試，也可以應用在聽力檢查室背景噪音音壓位準的查核；或採用可以連續監測噪音變動情形的噪音劑量計，以確實掌握聽力檢查期間聽力檢查室內的全頻噪音量都能符合規定的 MPANLs 要求。

表 17 聽力檢查室評估報告書(範例)

聽力檢查環境基本資料							
設置位置：							
測試日期：				時間：			
環境噪音量(參考音壓：20 μ Pa)							
中心頻率(Hz)	125	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000
L _{S,max} (dB)							
需鑑認出會導致八音度頻帶音壓位準變化的間斷性噪音源並註明之							
聽力檢查室							
鑑別資料：							
內部尺寸：	長度		寬度		高度		
風扇速度：	全開						
聽力檢查室內部環境噪音量(參考音壓：20 μ Pa)							
中心頻率(Hz)	125	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000
L _{S,max} (dB)							
需鑑認出會導致八音度頻帶音壓位準變化的間斷性噪音源並註明之							
測聽耳機/軟墊/包覆/插入式耳機/頭帶組合類型							
施測者相關資料							
姓名							
公司名稱							
公司地址							
設備相關資料							
設備種類	品牌型號	類型等級	序號	校正日期			
噪音計							
濾波器							
微音器							
放大器							
校正器							

第六節 勞工健檢聽力檢查要求

聽力檢查是一項用來量測因噪音所造成聽力傷害之有利工具，但是成功的聽力檢查計畫必須包括良好的檢查環境、精準的儀器設備及定期校正、正確的檢查程序與技巧、以及有系統的記錄保存。換言之，良好的聽力檢查應包括無外來聲音干擾之安靜場所(如聽力檢查室)、合格的檢查人員、合作的受檢者及準確的檢查儀器，加上專業醫師之診斷，始能正確檢測出是否有聽力損失傾向而能及早治療。勞工定期健檢聽力檢查可以早期發現噪音引起之聽覺神經變化，以防止永久性或不可恢復的聽力損失，甚至失聰。依據 1997 年本所的報告「勞工健檢聽力檢查指針之建立」[1]，促使國內之聽力檢查儀之標準規格、聽力檢查儀之標準校正程序、聽力檢查室容許背景噪音標準、聽力檢查應有之標準程序、及勞工聽力篩檢之記錄格式與判讀方法有所依循。

2006 年修訂一版的「職業性聽力損傷診斷認定參考指引」[42]提及我國法令規定的聽力檢查頻率至少應包括 500、1,000、2,000、3,000、4,000 及 6,000 Hz 的純音氣導聽力檢查，又國內針對噪音引起的聽力損失所做的流行病學調查結果顯示國內因噪音引起的聽力損失以 6,000 Hz 最為嚴重，因此建議增加 8,000 Hz 頻率的純音測試，以作為與老年性聽力損失鑑別診斷之用。同時要求在做聽力檢查之前應停止噪音暴露 14 小時以上，以避免因噪音暴露後所產生的暫時性聽閾改變而影響聽力檢查之正確性。依據美國 ANSI S3.6-2004[20]的要求，測試的音量至少須涵蓋 10~70 dBHL 之間，至少測試的純音涵蓋 500、1,000、2,000、3,000、4,000、6,000、8,000 Hz 等 7 個頻率。因此行政院勞工委員會於 2011 年勞工健康保護規則[43]修訂時，正式將 8,000 Hz 頻率的純音測試納入法規中。

ISO 相關標準規定測試純音頻率(測試需以持續時間不超過 1 或 2 秒的簡短爆發音施測)的順序如下：

優耳：1,000、2,000、3,000、4,000、6,000、8,000、1,000、500、250 Hz

劣耳：1,000、2,000、3,000、4,000、6,000、8,000、500、250 Hz

實施步驟：首先讓受測者以舒適坐著為原則，然後說明測試的流程及有關注意事項，最後則是將耳機放置在受測者的耳朵適當位置並確認無洩露情形。

第三章 研究方法及步驟

本研究之研究方法及步驟說明如下：

一、聽力檢查室及巡迴聽力檢查設施相關文獻檢索與資訊蒐集

本研究完成有關 ISO 與 IEC 國際標準，還有美國、加拿大、澳洲、紐西蘭、英國聽力檢查室背景噪音測定相關的國家標準，British Society of Audiology 與 American Speech-Language-Hearing Association 相關指引，以及期刊文獻與中、英文書籍手冊的蒐集與整理，包含關於聽力檢查室、巡迴聽力檢查車(或聽力檢查亭)之使用時機與條件、設備標準及其驗證方法、操作技術、測定程序、容許最大背景噪音量及其測定方法、人員資格等相關國際標準及相關文獻。

二、勞工聽力特殊健康檢查醫療機構(含巡迴)名冊建立

為執行本研究，截至 2013 年 9 月 13 日依「勞工體格及健康檢查認可醫療機構查詢系統」網站勞工健檢醫療機構管理的項目別中「特殊」欄查詢整理各縣市有噪音之指定醫療機構總計有 136 家，而「巡迴」欄查詢整理出各縣市有噪音之指定醫療機構總計有 103 家，利用分區抽樣方式進行發函及電話訪問徵求意願。先與每年的健檢人數前 60 名的醫療機構進行聯繫，確認配合意願及現場訪視行程後，提供附件一之「102 年度辦理噪音作業勞工特殊體格及健康檢查醫療機構之現場訪視調查表」讓負責人填寫，然後與噪音量測專家共同前往，進行聽力檢查室內、外的背景資料調查、現場背景噪音量測與頻譜分析等作業，填寫附件二之「聽力檢查室背景噪音測定紀錄表」。

三、研擬勞工特殊體格及健康檢查醫療機構之訪視實施計畫

將有噪音類別的勞工特殊體格及健康檢查醫療機構區分為北、中、南區進行分層隨機抽樣，抽取 60 家醫療機構後排定現場訪視行程，進行聽力檢查室內、外的背景資料調查、現場背景噪音量測與頻譜分析等作業。以及有噪音類別的巡迴勞工體格及健康檢查醫療機構按其服務事業單位的家數及規模進行巡迴聽力檢查車(或聽力檢查亭)內、外的背景資料調查、現場背景噪音量測與頻譜分析等作業。訪視前先完成訂定國內辦理噪音作業勞工特殊體格及健康檢查醫療機構之訪視實施計畫，其內容包括醫療機構家數規劃、現況調查內容、背景噪音量測方法與記錄資料等項目，待聯絡醫療機構安排訪視時間及寄送填報資料。

依據我國「辦理勞工體格與健康檢查醫療機構認可及管理辦法」規定，欲申請為辦理勞工特殊體格及健康檢查或是勞工一般體格及健康檢查之認可醫療機構者，應於每年 1 月或 7 月檢附相關文件向當地勞工主管機關提出申請。本研究經文獻蒐集整理與專家諮詢，以及查詢國內登記從事噪音作業特殊健檢的醫療機構，依據每年的健檢人數多寡排序，第一階段先行聯繫以安排實施現場訪視行程，完成聽力檢查室內、外的背景資料調查、現場背景噪音量測與頻譜分析等作業。第二階段則針對進行巡迴勞工體格及健康檢查醫療機構有特殊含噪音類別的機構，按其服務事業單位的家數及規模進行巡迴聽力檢查車(或聽力檢查亭)內、外的背景資料調查、現場背景噪音量測與頻譜分析等作業。

四、噪音作業勞工特殊體格及健康檢查醫療機構之現場訪視

本研究執行聽力檢查室的噪音頻譜分析儀器，包括 CASELLA 635 與 SVAN 945A 兩種，測定前均以經 SGS 校正合格的音量校正器(CASELLA CEL-120/1)實施校正。利用經過校正合格並符合 Type 1 等級的噪音計與頻帶分析器進行聽力檢查室內、外環境的背景音量測定。辦理多場次噪音作業勞工特殊體格及健康檢查醫療機構之現場訪視。訪視調查內容包括：一、醫療機構基本資料：機構名稱、地址、負責人、勞工體檢聯絡人、健檢類別。二、聽力檢查室基本資料：聽力檢查室的環境尺寸規格、建造完成日期、建造材質、背景噪音量測結果(近一年內，最近一次)、平面配置圖、廠商測試報告(如隔音量)、周邊環境描述、有無鋪設地毯、是否固定在軟墊或阻尼材料上、有無通風扇、照明裝置類型、維護保養紀錄。健檢程序(平均施測時間多久?)、是否在門診時間?三、聽力檢查儀基本資料：聽力檢查儀型號規格、出廠日期、校正報告、耳機型號(頭戴式或插入式)、測試頻率範圍、標準操作說明書、檢查維護保養紀錄。四、聽力檢查儀施測人員基本資料：施測人員姓名、是否受訓合格(聽力師證號、受訓、考核)、檢查操作流程、是否清潔耳垢耳屎、聽力巡迴車設置地點背景音量測試。五、量測用噪音計基本資料：具有噪音頻譜分析功能的精密型噪音計(Type 1 等級)、聽力檢查室內、外架設位置及離地面與牆壁距離、量測次數、量測時間、量測期間的環境條件、通風扇開關情形。

聽力檢查室背景噪音測定紀錄表說明如下：

- (一) 噪音計基本資料說明：首先進行噪音計的音量校正(先將噪音計與音量校正器開啟暖機 3~5 分鐘後再實施校正)，再以具有噪音頻譜分析功能的精密型噪音計(Type 1 等級)分別測定聽力檢查室內、外的噪音頻譜(包括八音度與 1/3 八音度頻帶頻率分析)。架設地點以聽力檢查室內受測者所在位置，以及聽力檢查室外面距離地面約 1 公尺的高度與牆壁距離至少 50 公分以上量測 3 次，每次量測時間至少 1 分鐘，並同時量測聽力檢查室內的環境條件、通風扇開關(原則上以開啟狀態進行測定)情形等。必要時拍攝聽力檢查室內、外狀況或繪製平面配置圖。設定平坦或線性權衡電網及慢回應特性，測定各 1/3 八音度頻帶音壓級並儲存量測數據在記憶體內，同時記錄量測之起迄時間及儲存資料的檔案編號。
- (二) 紀錄填寫內容：醫療機構名稱、實施檢測人員、檢測的日期時間、聽力檢查室設備類型、聽力檢查室設備尺寸規格、聽力檢查室設置或購買日期、聽力檢查儀的廠牌型號、耳機類型、聽力檢查儀的測試方法、測試頻率範圍、現場測量使用的精密型噪音計廠牌型號、校正器廠牌型號、通風扇狀況、照明狀況、檢查室內的環境條件等。

五、勞工特殊體格及健康檢查巡迴聽力檢查車事業單位現場訪視

利用經過校正合格並符合 Type 1 等級的噪音計與頻帶分析器進行多場次巡迴聽力檢查車事業單位現場訪視，以及聽力檢查室內、外環境的背景音量測定。巡迴聽力檢查車的聽力檢查室背景噪音測定紀錄與醫療機構之現場訪視的紀錄內容相同，另須記錄車號與評估設置地點之周遭環境噪音量。

六、聽力檢查室、巡迴聽力檢查車(或聽力檢查亭)內、外環境背景音量測定評估

完成所有現場訪視與背景噪音量測與頻譜分析數據電腦輸入與整理後，將與國際標準的規定進行統計分析比較，以瞭解目前我國關於聽力檢查室、巡迴聽力檢查車(或聽力檢查亭)的背景音量的符合程度，並檢討修訂聽力檢查室可容許最大背景噪音量之可行性。

第四章 結果與討論

第一節 國際或國家標準整理

本研究共蒐集與整理超過 10 種的國際或國家標準，以及超過 30 篇的聽力檢查相關文獻或研究報告，相關國際或國家標準整理如下：

一、ANSI/ASA S3.1-1999 (R2008) American National Standard Maximum Permissible Ambient Noise Levels for Audiometric Test Rooms. [5]

本標準於 1999 年公布，並分別於 2003 年與 2008 年修正新版本，此標準是界定採用插入式耳機進行純音聽力測試儀器校正(IEC 126 與 IEC 711)的參考當量閾值音壓位準(reference equivalent threshold sound pressure levels, RETSPL)，規定之 RETSPL 請參考該標準的 Table 1。此標準指明為進行聽力測試室內的測試訊號符合 ANSI S3.6-1996 的參考當量界限音量(reference equivalent threshold levels)產生可忽略的遮蔽音量時(≤ 2 dB)之 MPANLs。Table 1 為耳朵穿戴蓋耳式(supra-aural earphones)或插入式耳機(insert earphones)時在 3 種不同測試頻率範圍(125-8,000、250-8,000、500-8,000 Hz)的八音度頻帶的 MPANLs。Table 2 為耳朵穿戴蓋耳式(supra-aural earphones)或插入式耳機(insert earphones)時在 3 種不同測試頻率範圍(125-8,000、250-8,000、500-8,000 Hz)的 1/3 八音度頻帶的 MPANLs。Table 3 為耳朵未穿戴耳機時 3 種不同測試頻率範圍(125-8,000、250-8,000、500-8,000 Hz)的八音度頻帶與 1/3 八音度頻帶的 MPANLs。本標準規定測定儀器須採用噪音計與八音度或 1/3 八音度頻帶濾波器或頻率分析系統進行測定，其中噪音計須符合 ANSI S1.4-1983 (R1994) Type 1 等級，而八音度或 1/3 八音度頻帶濾波器須滿足 ANSI S1.11-1986 (R1993)之要求。噪音計與八音度或 1/3 八音度頻帶濾波器組合的自發性噪音(self-noise)要比 Table 1、Table 2、Table 3 的 MPANLs 值小 3dB 以上。

二、ASTM E596-96 (2009) Standard Test Method for Laboratory Measurement of Noise Reduction of Sound-Isolating Enclosures. [44]

本標準介紹隔音密閉空間(箱)噪音降減效果實驗室測定的標準測試方法，通常是將欲測試的隔音密閉箱放置在迴響室中，以 1/3 八音度頻帶分別測定密閉箱內與迴響室內的音壓位準，由其空間的平均音壓位準的差值表示其噪音衰減量(noise reduction)，並判定其噪音隔離等級(noise isolation class, NIC)。測定儀器使用符合 ANSI S1.4 的 Type 1

以上的噪音計搭配滿足 ANSI S1.11 等級 3 或 Type 1 以上的 1/3 八音度頻帶濾波器進行測定。

三、IEC 60645-1 (2012) Electroacoustics – Audiometric equipment –Part 1: Equipment for pure-tone audiometry. [17]

此國際標準主要是規範設計用來測量頻率介於 125-16,000Hz 之間的純音聽力測定設備要求。該標準的 Table 1 列出不同類型(Type 1-4)固定頻率聽力測試儀的最小設施要求，Table 2 則列出不同類型固定頻率聽力測試儀須能提供之測試頻率的最少數目及其聽力水準測值的最小範圍，Table 3 則是頻率介於 8,000-16,000Hz 之間的 EHF(Extra-High Frequency)聽力測試儀聽力水準測值的最小範圍，Table 4 則列出蓋耳式(supra-aural)、包覆式(circumaural)、插入式(insert)耳機(earphones 或 headphone)與骨振動器(bone vibrators)應用在氣導音或骨導音聽力測試儀不同頻率範圍的總簡諧失真度(total harmonic distortion)最大容許值及其聽力水準測值的最小範圍。Table 5 則列出 125-16,000Hz 範圍的窄頻遮蔽音不同頻帶中心頻率的上截斷頻率與下截斷頻率，Table 6 則整理出為能獲得聽力測試零點(audiometric zero)之傳感器類型及其參考閾值標準與測量方法，Table 7 列出所有聽力閾值測試結果記錄的圖形符號，Table 8 則是列出所有測試參數的最大容許測定不確定度(U_{max})。

四、ISO 8253-1 (2010) Acoustics- Audiometric test methods- Part 1: Pure-tone air and bone conduction audiometry. [6]

此乃規範氣導音與骨導音的純音聽力測試儀測試方法，該文件說明聽力測定時的通則、聽力測試儀器校正時的標準參考零點、聽力測試設備的規格需求、合格的測試人員、測試時間、測試環境條件及測試的不確定度；受測人員進行聽力測試前的準備與說明，以及感測器的定位；氣導音與骨導音的聽力閾值測定；容許環境音量及聽力測試儀器設備的維護與校正等。Table 2 是採用蓋耳式耳機進行氣導音聽力測試時不同測試頻率範圍的 1/3 八音度頻帶的最大容許背景音量(L_{S,max})，Table 3 則是 3 種不同耳機(TDH-39 supra-aural, Etymotic ER-3A, Sennheiser HDA 200)的平均聲音衰減量，Table 4 是進行骨導音聽力測試時不同測試頻率範圍的 1/3 八音度頻帶的最大容許背景音量(L_{S,max})。該標準規定環境噪音量測定時須以聽力測試室內受測者所在位置的頭部為準，並且噪音計需達到 IEC 61672-1 與 IEC 61260 要求的 Class 1 等級，而如果音壓級測量

無法進行，則可以採用至少 2 位已知穩定的測試頻率聽力閾值的受測者實施心理聲學查核(psycho-acoustic check)，如果發現其聽力閾值已高出 5dB 以上，表示須降低環境噪音量後才能進行施測。

五、ISO 389-1 (1998) Acoustics -- Reference zero for the calibration of audiometric equipment -- Part 1: Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones and supra-aural earphones. [45]

此標準是界定採用蓋耳式耳機(supra-aural earphones)進行純音聽力測試儀器校正(IEC 60303 與 IEC 60318)的 RETSPL，規定之 RETSPL 請參考該標準的 Table 1 與 Table 2。

六、ISO 389-2 (1994) Acoustics -- Reference zero for the calibration of audiometric equipment -- Part 2: Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones and insert earphones. [46]

此標準是界定採用插入式耳機進行純音聽力測試儀器校正(IEC 126 與 IEC 711)的 RETSPL，規定之 RETSPL 請參考該標準的 Table 1。

七、ISO 389-8 (2004) Acoustics -- Reference zero for the calibration of audiometric equipment -- Part 8: Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones and circumaural earphones. [47]

此標準是界定採用包覆式耳機進行純音聽力測試儀器校正的 RETSPL，規定之 RETSPL 請參考該標準的 Table 1。

八、ISO 389-9 (2009) Acoustics -- Reference zero for the calibration of audiometric equipment -- Part 9: Preferred test conditions for the determination of reference hearing threshold levels. [48]

本標準是規定進行聽力測試設備的參考零點校正時，判定參考聽力閾值的較佳測試條件。受測對象應至少有 25 個受測者且男女均有，最好是人數相同；年齡介於 18~25 歲之間聽力正常且無任何耳朵相關的疾病症狀或徵候，耳道內沒有耳屎阻塞且無噪音或耳毒性物質的暴露史或家族性聽力損失。施測的聲學環境需達到 ISO 8253-1 的背景噪音要求，聽力水準的測定可以降到-10dB，最大不確定度為+2dB。純音聽力測試頻率包括 125 Hz、250 Hz、500 Hz、750 Hz、1,000 Hz、1,500 Hz、2,000 Hz、3,000 Hz、4,000

Hz、6,000 Hz、8,000 Hz。任何頻率相對於期望的平均當量閾值音壓位準(expected average equivalent threshold sound pressure level)的測試音調其動態範圍至少±30 dB。

關於 ISO 389-1[45]，ISO 389-2[46]與 ISO 389-8[47]之不同類型耳機的參考當量閾值音壓位準整理如本研究報告表 6 所示。

九、AS/NZS 1269.4 (2014) Occupational noise management Part 4: Auditory assessment. [8]

本標準為澳洲與紐西蘭得最近修正的國家標準，主要是參考 ISO 8253-2010 與 NAL 2013 進行附錄 C 相關內容的修正(參考本報告的表 16)，該標準的附錄 A 要求實施聽力檢查室的背景噪音測定外，也在附錄 B 提出聽力檢查室噪音衰減量(noise reduction)的測定儀器與程序，並藉由聽力檢查室內、外環境噪音量測結果提出噪音衰減量的評估程序與紀錄資料內容。在附錄 G 則是列出不同的測聽耳機與軟墊組合的 MPANLs(參考本報告的表 12)。

十、CAN3-Z107.4-M86 (1986) Pure tone air conduction audiometers for hearing conservation and for screening. [21]

此為加拿大國家標準，主要是參考 ISO 8253-1 (1989)訂定，在該標準的附錄 A 規定聽力檢查技術人員需由設有醫學相關學程的社區學院或大學中受過除實作訓練外，包括耳朵解剖生理學、聲學物理、設備限制及操作、聽力測試方法、聽力閾值判定、倫理與法律意涵等至少 20 小時的教育訓練。

十一、CAN/CSA Z107.6-M90 (1990) Pure Tone Air Conduction Threshold Audiometry for Hearing Conservation Canadian Standards Association / National Standard of Canada. [29]

此為加拿大國家標準，但自 2014 年 5 月後即已廢除，是早期參考 ISO 8253-1 (1989)訂定以推動聽力保護計畫，其中許多內容與 CAN3-Z107.4-M86 (1986)類似，涵蓋聽力檢查計、聽力檢查室條件、測試人員資格要求、進行聽力檢查與聽力閾值判定等內容，在 Table 1 中則列出標準覆蓋式耳機加軟墊時八音度與 1/3 八音度頻帶之 MPANLs。

第二節 國內與國際聽力特殊健康檢查現況分析

本所於 1994 年提出「勞工聽力損失盛行率調查之先驅計畫聽力檢查及實驗室之標準化」研究[50]，針對勞委會所指定的勞工健康檢查醫療院所進行聽力檢查設施實施問卷調查與聽力檢查之測試。問卷結果發現僅有 42.9%的醫院有定期測量室內、外噪音，大部份採用氣導純音聽力檢查法，測定 250、500、1,000、2,000、4,000、8,000Hz 等 6 個頻率。聽力檢查之測試則有 66.2%符合參考值，並建議測定頻率應增加 6,000Hz、委託相關機構舉辦聽力檢查員訓練、定期評鑑聽力檢查器校正機構、邀集相關專家研訂聽力檢查方法及聽覺管理體系。本所於 1997 年提出「勞工健檢聽力檢查指針之建立」[1]，為提升勞工健檢聽力檢查的品質，以便能早期發現噪音所引起之聽覺神經變化，防止永久性或不可恢復的聽力損失，參考先進國家純音聽力檢查方法與國內純音聽力檢查實施現況，建立一套勞工健檢聽力檢查指針。結果包括聽力計之標準規格、維修與校正、聽力檢查室之容許背景噪音值、測試頻率的順序、聽力閾值的測定、受測者之準備與指導、檢查結果之記錄與評估、耳鼻喉專科之轉診、追蹤與勞工調派，以及其它應注意事項。此聽力檢查指針之實施必能進一步落實勞工聽力保護計劃。內容包括：(一)純音聽力檢查之硬體設備，如：(1)純音聽力計標準規格；(2)純音聽力計之維修與校正；(3)容許背景噪音等。以及(二)純音聽力檢查之標準程序，如：(1)測試前準備、指導與佩戴；(2)耳機固定頻率聽力計檢查程序；(3)掃頻聽力計檢查程序；(4)檢查結果之記錄；(5)轉診與偵測；(6)手控純音聽力計氣導聽力檢查綜合演練等。文中提及當為了篩檢用途，來分別正常與異常聽力閾，假如在一安靜區域，找到一房間之背景噪音在 40 dB 左右，也可得到足夠的準確結果來分別正常與異常聽力閾。當然發現聽力閾有異常後之追蹤檢查，就必須要有合乎標準之檢查室。

本所於 1998 年完成「勞工健檢聽力檢查室背景音量測試評估」[2]，針對全國 92 家勞工健康檢查指定醫療院所之聽力檢查室，進行背景音量測定及其頻譜分析，藉以了解現今國內醫療院所聽力檢查室的實際狀況，以提供醫院及主管機關作為聽力檢查品質標準及規劃聽力保護計畫之參考。研究發現：一、針對 92 家健檢指定醫療院所 119 間聽力檢查室各分頻背景音量測量結果，發現各分頻背景音量最好與最差的差距平均在 60 dB 以上，顯示聽力檢查室優劣差距甚大。再以各分頻個別檢視，發現各檢測醫院之分頻背景音量隨著頻率的降低而增高，顯示聽力檢查室較無法阻隔低頻的音量，此結果與國外的研究或文獻相當一致。二、將研究結果與美國 OSHA 1983 標準值比較，

發現有 93.3%的聽力檢查室合於標準，若與較嚴格的美國 ANSI 1991 標準比較，則各分頻完全符合標準的聽力檢查室只剩 37.0%，統計發現，多數的不合格情形發生在 500 Hz 以下的低頻部份[63]。三、針對健檢巡迴車內聽力檢查室進行量測評估，結果發現其各分頻的背景音量值幾乎都高於其他醫院內聽力檢查室的平均音量值。若與美國 OSHA 1983 或 ANSI 1991 等標準比較時，均有半數以上的頻率超出標準，顯示健檢巡迴車可能無法取代一般醫院內的聽力檢查室進行聽力檢測的工作。本所於 1999 年完成「勞工聽力常模值建立之研究(II)—勞工聽力檢查問卷篩檢調查及聽力檢查儀校正程序之建立」研究[49]，收集 15 歲到 65 歲間、通過問卷及耳朵理學檢查篩選的 584 名男性和 634 名女性受測者，進行純音聽力測試。研究結果顯示，國人的純音靈敏度隨年齡增加而漸呈退化，尤其是在高頻率。在性別的聽力差異方面，男性和女性的純音聽力閾值只在左耳 1kHz、2kHz、3kHz、4kHz、6kHz 出現差異。因此在診斷勞工的聽力損失時，應考慮年齡、性別因素造成的部份。最後該研究建立之勞工聽力常模值，可作為日後勞工聽力損失之年齡校正因子，使勞工聽力損失的診斷更為準確。

英國聽力學會(British Society of Audiology, BSA)提出一系列的聽力檢查程序與環境條件的相關指引，首先於 2007 年提出關於不舒適響度位準(ULL)判定的建議程序[62]。於 2008 年提出產業聽力測試人員(Industrial Audiometrists)訓練指針，規定其扮演的角色與需接受的訓練內容及其時數、測驗方式與課程認證[22]。同年亦提出音場聽力計(sound field audiometer)在臨床聽力學應用指引[59]，說明學習障礙者在有、無使用助聽器之聽力測試方法及提供 ISO 8253-2(1998)與 ISO 389-7(2005)[60]相關國際標準之音場類型及測試訊號類型。2011 年提出新版建議程序取代 BSA 2004 的版本，描述有效純音聽力測試儀實施的標準程序及其建議，此文件不涵蓋高頻率聽力測試儀(> 8,000Hz)、篩檢用聽力測試儀(screening audiometry)或聲場聽力測試儀(sound-field audiometry)，內容主要介紹純音聽力測試的儀器及測試環境，並說明有、無遮蔽時的氣導音與骨導音聽力測試方法、聽力測試的紀錄參數和格式、不舒適的響度位準(ULL)，以及聽力測試儀校正要求。本篇文獻中提及進行聽力測試時的環境背景噪音不得超過 35dB(A)，同時將 ISO 8253-1(2010)規定之最大容許背景噪音量列在該文獻之附錄 C 的 Table 1 供作參考[32]。2013 年提出新版關於不具資格的聽力師等非專業人員採用聽力測試儀與鼓室阻抗計進行聽力評估時的指引，用以取代 BSA1999 年版本。該草案內容除說明儀器設

備與測試環境要求外，也列出施測人員須接受的訓練課程內容及時數要求，同時將 ISO 8253-1(2010)規定之最大容許背景噪音量列在 Table 1 供作參考。本篇文獻中提及進行聽力測試時的環境背景噪音不得超過 35dB(A)並說明幾種降低背景噪音的可行方法 [61]。

英國愛爾蘭健康與安全機關(Health and Safety Authority)於 2007 年提出針對聽力檢查與聽力測試儀之相關要求指引，提供實施檢查的參考依據。其中規定聽力查核 (hearing check)時需要詢問勞工的疾病史，特別是考量有無耳朵方面的問題及現存的耳朵防護具使用情形，並檢查外耳道及耳膜與進行純音聽力圖篩檢測試。本文件亦提及當進行純音聽力圖檢查時，須確保其環境符合 ISO 6189 的要求，並利用 1/3 八音度頻率分析儀測定環境背景音量進行判斷，或是利用簡單噪音計評估其環境噪音暴露量是否都維持在 30dB(A)以下的水準。規定至少每 2 年要考量使用及條件等定期驗證聽力檢查室，每年要實施聽力檢查儀器的校正，而操作者每天開始使用前必須檢查儀器設備 [76]。

美國語言聽力協會(American Speech-Language-Hearing Association, ASHA)於 1978 年提出手動純音聽力測試儀使用指引，目前已被 2005 年的最新版本取代。該版本指出測試環境的噪音量須符合 ANSI S3.1-1977 規定之容許背景音量，並要求將測得之音量相差超過 10dB 的頻率要加以記錄[65]。ASHA 於 1990 年說明進行聽力測試時的紀錄符號及程序，以及特定刺激頻率結果的圖形呈現方式，並以 ANSI S3.21-1978(R1986)解釋聽力圖(audiogram)製作樣式及圖案表示方式[66]。ASHA 於 1991 年提供關於音場進行聽力測量可能遭遇的問題的審視及建議，進而降低或排除這些問題。音場測試須了解來自於包括房間特性、背景噪音量、擴音機性質、受試者移動、刺激訊號類型(窄頻寬、標準頻寬或是廣頻寬)等因素產生之限制。該文件說明在音場聽力測定時受試者通常沒有耳機或軟墊穿戴，因此其環境噪音測定結果要低於 ANSI S3.6-1989 之參考當量界限音壓位準(reference equivalent threshold SPLs)，同時在文件中 Table 2 引用 ANSI S3.1-1997(R1986)所列容許音場單耳界限音量為 0 dBHL 時的環境噪音的八音度與 1/3 八音度頻帶之音壓位準[64]。ASHA 亦於 2005 年提出新版的手動純音閾值聽力測試儀指引，該文件指出診斷用的聽力測試儀的測試頻率，氣導音測試時包括 250、500、1,000、2,000、3,000、4,000、6,000、8,000 Hz 等頻率，而骨導音測試的頻率介於 250-4,000Hz

之間。指引中介紹設備及測試環境、手動閾值測定的判定、氣導音測定的標準程序、骨導音測定的標準程序與紀錄保存等 5 項內容。其中針對氣導音的測試頻率在第一次施測時是以 1,000Hz 開始，而後依序為 2,000、3,000、4,000、6,000、8,000 Hz，接著再測試 1,000Hz 後，進行 500, 250, 125Hz 的測試。當進行第二耳的測試時則不必再進行 1,000Hz 的測試[55]。

紐西蘭勞工部職業安全與健康服務室(Occupational Safety and Health Service)在 1994 年出版醫學實務工作者診斷職業引起的聽力損失的參考指引，建議基線聽力圖測試須包括 0.5kHz、1 kHz、1.5 kHz、2 kHz、3 kHz、4 kHz、6 kHz、8 kHz 等頻率，並且須於初次僱用前 3 個月內完成，施測前至少待在安靜環境 16 小時以上。至少每兩年要在背景音量不超過 40dB(A)的環境下進行聽力測試，並以 4,000Hz 的聽力閾值達 30dBHL 且比 2,000Hz 的聽力閾值高出 15dB 以上作為通知的判定準則[51]。

Maureen Valente 於 2009 年以專書介紹各類純音聽力測試儀器種類及施測技巧，內容包括聲學基本概念、純音測試之準備、閾值測值檢測與紀錄方法、聽力圖解讀、遮蔽現象、非傳統純音量測技術、聽力篩檢、常見聽力異常的聽力圖、純音聽力測試儀的歷史與未來發展趨勢等[67]。Tyler 及 Wood 於 1980 年探討 3 種手動聽力測試方法(BSA 法、ASHA 法與 ASHA 精簡版法)，選定 1.0kHz 的純音每種方法進行 15 次的方式讓接受過訓練的研究助理經由解說及練習後擔任施測者並完成共計 14 位已知其 1.0 kHz 的平均聽力閾值與標準差的受試者(其中 9 位聽力正常，5 位聽力異常)，同時記錄其施測完成時間並評比其施測困難度及是否有假陽性(利用中斷 20 秒的時間看受試者是否有出現反映)結果，發現此 3 種方法的統計結果無顯著差異存在，但是採用 BSA 法比其他兩種方法需要更多且更長的間隔[71]。

關於測聽耳機的研究方面，Frank 及 Wright 於 1990 年利用真耳衰減法(real-ear attenuation)針對 30 位受試者在符合 ANSI S12.6-1984[70]擴散音場的聽力測試亭(audiometric test booth)測試 1/3 八音度頻帶中心頻率分別為 125、250、500、1,000、2,000、3,150、4,000、6,300、8,000Hz 聲音產生器比較 4 種不同耳機(TDH+MX-41/AR, P/N 51, Audiocup, ER-3A/ER3-14)的平均測試與再測試之聲音衰減值(attenuation values)及其標準偏差。結果發現 ER-3A/ER3-14 的聲音衰減量最大且與其他的研究結果相似，而 Audiocup 在低頻區的衰減量相當少[69]。Franks 等人於 1992 年探討標準耳機(TDH 50P

搭配 Model 51 軟墊)與 Audiocup (Ampilvox), AudioMate (Peltor)兩種市售的包覆式耳罩八音度頻帶(125-8,000Hz)的聲音衰減值(REAT 值), 並採用 ANSI S3.1-1977 與 OSHA-1983 的最大容許背景噪音量所估計的界限閾值。結果發現, 僅有 Model 51 仍無法符合 ANSI 標準的背景音量, 但 Audiocup 與 AudioMate 則已接近 0~2 dBHL 之間; 而以 OSHA 標準而言, Model 51 在 8,000Hz 的界限閾值仍高達 28 dB, Audiocup 在 8,000Hz 的界限閾值也達到 20 dB, AudioMate 在 6,300-8,000Hz 的界限閾值也有 14dB 左右。因此作者認為符合 OSHA 規定的聽力檢查室, 即使是加上阻隔外界噪音的包覆式耳罩進行基準聽力圖測試也無法達到 0 dBHL 的水準。Frank 等人於 1997 年利用 4 種市售的包覆式耳機(Audiocup, Auraldome II, AudioMate, and Madsen ME-70)與標準的蓋耳式耳機(Supra-aural earphone, TDH 49 earphone+Model 51 cushions)進行二階段人體實驗, 第一階段探討正常聽力閾值及其閾值再現性。第二階段則是探討包覆式耳機的聲音衰減量。研究結果顯示, Audiocup 與 Auraldome 的聽力閾值與再現性均相似但是閾值較蓋耳式耳機的測值高, 而 AudioMate 與 Madsen ME-70 則均較差; Audiocup 與 Auraldome 的低頻聲音衰減量均比 AudioMate 與 Madsen ME-70 的測值來的小。因此作者認為上述 4 種包覆式耳機不適合用來取代標準的蓋耳式耳機進行高噪音環境下的聽力測試[57]。Jiang 於 1998 年比較 ANSI S3.6-1989 與 ANSI S3.6-1996 的差異及其造成之衝擊, 並提供不同耳罩式耳機(TDH Type, TDH 39, TDH49/50)與插入式耳機之 3 種連接頭(Occluded Ear Simulator, HA-2 with rigid tube, HA-1)的 1/3 八音度頻帶(125~8,000Hz)參考當量閾值音壓位準(RETSPLs) [52]。Ruiz M 等人於 2005 年介紹 HDA200 耳罩型耳機校正時不確定度的影響因素。文中說明校正聽力閾值測定時的溫度、壓力及相對濕度如下: $23\pm 2^{\circ}\text{C}$; $100\pm 10\text{kPa}$; $50\pm 20\%$ [53]。

關於聽力檢查室背景噪音研究方面, Franks 及 Lankford 於 1984 年探討雙層牆壁設計之預製的隔音包圍空間(prefabricated sound-isolating enclosures)內, 依據 ASTM 596-78 的方法進行實驗室及現場的噪音衰減特性進行測定, 並進行理論分析。結果有 13 間應用兩種不同程序現場測試與實驗室測試數據發現具有相當差異, 並藉以發展出理論推估模式[68]。Frank 及 Williams 於 1993 年針對臨床聽力測試儀的聽力測試室進行環境噪音量評估, 共計有 136 間聽力測試室環境噪音的八音度頻帶分析數據。其結果發現, 耳朵有穿戴耳機的條件下, 測試頻率在 125-8,000Hz 與 250-8,000Hz 時大約 50%

合乎 ANSI S3.1-1999，而測試頻率在 250-8,000Hz 時，則有 82%以上合乎規定。而在耳朵未穿戴耳機的條件下，測試頻率在 125-8,000Hz 與 250-8,000Hz 時只有 14%合乎規定，但測試頻率在 250-8,000Hz 時，則有 37%以上合乎規定。而未符合規定的主要原因是來自於每個測試條件下之通風換氣系統的環境低頻噪音(125-500Hz) [72]。Lankford 等人於 1999 年以 OSHA-1983 及 ANSI S3.1-1991 的最大容許背景噪音進行 13 間聽力測試亭(其中有 12 個不同的工業級巡迴聽力檢查車)的探討比較，結果發現都能符合 OSHA 1983 的要求，而只有 38%左右可以符合 ANSI S3.1-1991 的規定[16]。Frank 於 2000 年針對新修訂的 ANSI S3.1-1999 關於最大容許背景噪音量的歷史回顧並討論其修正的合理性，並提出新的 MPANLs 計算方法，以及順應法規的相關資訊[73]。Williams 於 2009 年提出技術報告，介紹如何使用 ISO 8253 的 Table 2 與 Table 4 計算在進行氣導音或骨導音聽力測試的最大容許背景噪音量(Lmax)的方法[58]。

聽力檢查使用之耳機型式對於聽力檢查室之 MPANLs 亦有關係，Murray 於 1988 及 1991 年分別探討使用 3 種不同的包覆式耳機，應用在純音聽力測試頻率大於或等於 500Hz 時可以達到 0 dB HL 的閾值條件下，該測試環境之最大容許背景噪音量[74、76]。其中 Table 1 為 3 種耳機之測試頻率介於 125~8,000Hz 的八音度頻帶平均聲音衰減量與其標準偏差；Table 2 則是根據 Berry[77]與 AS 1269 的實驗結果推估 4 種耳機的八音度頻帶 125~8,000Hz 範圍內最大可接受背景噪音量；Table 3 則是計算整理出 1/3 八音度頻度 100~10,000Hz 範圍內最大可接受背景噪音量[74]。Williams 於 2010 年說明如何用已知佩戴耳機的聲音衰減量估計其聽力測試室內的最大容許背景噪音量，及其最小聽力閾值分別為 0dBHL 或 15 dBHL 與最大不確定度為+2dB 或+5 dB 時的最大容許背景噪音量計算結果[54]。Killion 及 Studebaker 於 1978 年探討利用 A-權衡音壓級評估純音聽力測試時的對應音量。在未穿戴耳機的測試條件下，A-權衡音壓級大約 15 dBA 時其聽力閾值可以達到 0 dBHL 的水準；使用耳機與軟墊(MX-41/AR)時，則 22 dBA 以下的測試環境也可以達到 0 dBHL 的水準。如果應用在聽力閾值達傳統的上限值 25 dBHL 的水準時，在未穿戴與有穿戴耳機的測試條件下其對應的 A 權衡音量分別為 40 dBA 與 47 dBA[78]。

第三節 醫療機構之現場訪視與聽力檢查室背景噪音測定

本研究經文獻蒐集整理與專家諮詢，以及查詢國內登記從事噪音作業特殊健檢的醫療機構，依據每年的健檢人數多寡排序，第一階段先實施現場訪視行程，完成聽力檢查室內、外的背景資料調查、現場背景噪音量測與頻譜分析等作業。第二階段則針對進行巡迴勞工體格及健康檢查醫療機構有特殊含噪音類別的機構，按其服務事業單位的家數及規模進行巡迴聽力檢查車內、外的背景資料調查、現場背景噪音量測與頻譜分析等作業。本研究共完成 44 家醫療機構(北部 12 家、中部 14 家、南部 16 家及東部 2 家)之 76 場次聽力檢查室的現場訪視與聽力檢查室背景噪音測定，每場次均進行聽力檢查室內、外各 3 次以設定平坦或線性權衡電網及慢回應特性測定的 1/3 八音度頻帶的背景噪音頻譜分析，其純音聽力檢查室內頻譜分析結果的對數平均值(12.5~20,000Hz)與 A、C、Z(線性)權衡的對數平均值(L_{Aeq} 、 L_{Ceq} 、 L_{Zeq})分析結果發現，以 L_{Aeq} 大於或等於 45 dBA 的場次佔 2.63% (2/76)； L_{Aeq} 大於或等於 40 dBA 的場次佔 5.26% (4/76)； L_{Aeq} 大於或等於 35 dBA 的場次佔 13.1% (10/76)； L_{Aeq} 大於或等於 30 dBA 的場次佔 36.84% (28/76)。其中屬於耳鼻喉科所設置的聽力檢查室約佔 38.16% (29/76)，而屬於健檢中心設置的聽力檢查室約佔 61.84% (47/76)。每家醫療機構所使用的耳機類型以傳統的 TDH-39 覆蓋式耳機最常見，少數會採用 HAD 200 耳罩型耳機，如果是耳鼻喉科所設置之聽力檢查室還有準備 ER-3A 插入式耳機。

如以 ISO 8253-1 的 1/3 八音度頻帶中心頻率 MPANLs 作為比較標準，則以 500Hz 的測定結果其不合格率最高，達到 28.9% (22/76)，其次為 630Hz 的 25.0% (19/76)，而 1,000 Hz 的不合格率也達到 17.1% (13/76)。而採用 ANSI-1999 的 1/3 八音度頻帶中心頻率標準時，也是以 500Hz 的不合格率最高，達到 36.84% (28/76)，其次為 1,000Hz 的 26.32% (20/76)與 800Hz 的 19.73% (15/76)，其中介於 500~1,000Hz 範圍的結果其不合格率偏高(參考表 18)。但是以 2014 年最新修正公布的「辦理勞工體格與健康檢查醫療機構認可及管理辦法」規定之聽力檢查室 MPANLs，全部醫療機構聽力檢查室的現場訪視與聽力檢查室背景噪音測定結果均合格。

全部檢測的醫療機構聽力檢查室不符合 $85 \times 85 \text{cm}^2$ 規定者有 16%。使用標準耳機 (TDH 39/49/50)比率約佔 53%，其他非標準型的有加耳罩式外殼及軟墊。施測人員主要是以護理師或醫檢師為主，少部分為聽力師或其他醫事人員進行施測。經受訓合格的

人員約佔 81%，聽力師僅佔 5%左右。在檢查前會檢查耳朵或清潔耳垢或耳屎者不到八成，主要是由門診醫師或聽力師進行。每位勞工聽力檢查的施測時間平均最短 2 分鐘，最長不超過 30 分鐘，通常都在 5 分鐘內完成。其中有實施環境背景噪音測定的比率高達 92%，但是檢測儀器有採用普通噪音計或是頻譜分析器實施 A 權衡電網音量測定，普遍是選用慢回應特性，目前聽力檢查室的背景噪音所委託的測定機構，仍無標準檢測方法可供依循，主要是提供隔音量或是選擇 A 權衡電網進行 500~8,000Hz 之間的八音度頻帶中心頻率音壓位準，而且沒有指明時間回應特性(fast 或 slow response)。聽力檢查計廠牌以 GSI 比率最高，其他依序是 Madsen、Maico、Belton 與 Oscilla。95%以上有標準操作說明書，90%以上有檢查維護保養紀錄。

表 18 醫療機構聽力檢查室背景噪音測定結果(N=76)

頻率(Hz)	MPANLs(dB)	背景噪音超過的筆數	不符合百分比(%)
63	64	0	0.0
80	59	0	0.0
100	55	0	0.0
125	51	0	0.0
160	47	1	1.3
200	42	1	1.3
250	37	2	2.6
315	33	2	2.6
400	24	7	9.2
500	18	22	28.9
630	18	19	25.0
800	20	12	15.8
1,000	23	13	17.1
1,250	25	6	7.9
1,600	27	6	7.9
2,000	30	3	3.9
2,500	32	1	1.3
3,150	34	0	0.0
4,000	36	0	0.0
5,000	35	1	1.3
6,300	34	1	1.3
8,000	33	1	1.3

第四節 巡迴聽力檢查車現場訪視與聽力檢查室背景噪音測定

國內辦理噪音作業巡迴勞工特殊體格及健康檢查之醫療機構，其使用之聽力檢查車以租賃的為主，自行購置者不到一成。本研究共完成 153 場次巡迴聽力檢查車的聽力檢查室背景噪音測定，每場次均進行聽力檢查室內、外各 3 次以設定平坦或線性權衡電網及慢回應特性測定的 1/3 八音度頻帶的背景噪音頻譜分析，其純音聽力檢查室內頻譜分析結果以對數平均值(12.5~20,000Hz)與 A、C、Z(線性)權衡的對數平均值(L_{Aeq} 、 L_{Ceq} 、 L_{Zeq})計算。其中有 45 場次屬於事業單位現場的測定結果，另外 108 場次則是以自行租賃的聽力檢查車在可控制的環境內進行測試所得之結果。在 45 場次事業單位現場的巡迴聽力檢查車聽力檢查室背景噪音測定數據中，500Hz 不合格率達到 42.2%，其次為 630Hz 的 40.0%，而 200Hz 的不合格率為 33.3% (參考表 19)。結果發現在 500Hz、630Hz 與 200Hz 音壓位準不符合 ISO 8253-1 的百分比分別為 42.2%、40.0%、33.3%，而 A 權衡音壓位準大於 45、40、35、30 dBA 的筆數分別為 1、6、18、37 筆。相較於醫療機構之聽力檢查室背景噪音測定結果，其不合格率有偏高情形，但是都符合我國目前聽力檢查室 MPANLs 之規定。巡迴聽力檢查車的空間尺寸通常較狹窄，靠近馬達或是空調機位置的聽力檢查室背景噪音不合格率也較高。

另外透過租借 3 輛巡迴聽力檢查車利用半實驗評估方式完成 108 筆聽力檢查室背景噪音 1/3 八音度頻帶頻譜分析工作，以聲音播放系統在 3 台不同的聽力檢查車附近分別控制不同的外在環境噪音暴露量(介於 60~85 dBA)，每次持續約 30 分鐘，探討空調系統有無啟動時，對車外、車內及聽力檢查室內等不同位置連續 3 次、每次持續 1 分鐘的噪音環境測定結果的影響，結果發現在空調開啟狀態其聽力檢查室的低頻率(≤ 500 Hz)範圍的背景噪音測定結果不符合比例較高，並且當外界背景噪音越大，其聽力檢查室的檢測結果之不合格率也隨之升高；又聽力檢查室如果較接近其空調系統的馬達位置時，其量測評估不合格的情況也越嚴重。結果顯示，當外在環境背景噪音達到 65dBA 以上時，聽力檢查車內的聽力檢查室背景噪音量在小於 500 Hz 的低頻率範圍已無法滿足 ANSI-1999 與 ISO-2010 的要求，而且空調系統開啟也會產生低頻噪音的影響。其中巡迴聽力檢查車介於 500~8,000Hz 範圍的隔音量大部分可以達到 30dBA 以上的水準，比較我國聽力檢查室可容許最大背景噪音量的規定，發現則僅有不到 1%的不合格率。如果外界的環境噪音量小於 65dBA 時，巡迴聽力檢查車之聽力檢查室背景噪音一

般都能符合 ANSI-1999 與 ISO-2010 的要求，也就是純音氣導聽力檢查可以測到 0 dBHL 的水準。

表 19 巡迴聽力檢查車聽力檢查室背景噪音測定結果(N=45)

頻率(Hz)	MPANLs(dB)	背景噪音超過的筆數	不符合百分比(%)
63	64	1	2.2
80	59	0	0.0
100	55	2	4.4
125	51	1	2.2
160	47	1	2.2
200	42	15	33.3
250	37	3	6.7
315	33	2	4.4
400	24	10	22.2
500	18	19	42.2
630	18	18	40.0
800	20	13	28.9
1,000	23	11	24.4
1,250	25	7	15.6
1,600	27	4	8.9
2,000	30	1	2.2
2,500	32	1	2.2
3,150	34	1	2.2
4,000	36	1	2.2
5,000	35	1	2.2
6,300	34	1	2.2
8,000	33	2	4.4

第五章 結論與建議

噪音作業勞工聽力特殊健康(體格)檢查，需在背景噪音量符合要求的聽力檢查室中進行，其影響測定結果正確性的因素包括：施測者、受測者、設備、環境背景噪音量與暫時性聽力損失情形等 5 大項。本研究主要是進行聽力檢查室背景噪音測定與評估，以及有關施測人員、聽力檢查儀器資料蒐集與整理，結論與建議歸納如下的說明內容。

第一節 結論

經由現場訪視調查與問卷填寫，本研究獲致以下結論：

- 一、本研究共完成 44 家醫療機構、76 場次聽力檢查室的現場訪視與聽力檢查室背景噪音測定。如以 ISO 8253-1 的 1/3 八音度頻帶中心頻率最大容許環境噪音位準 (MPANLs) 作為比較標準，以 500Hz 的測定結果不合格率最高，達到 28.9%，其次為 630Hz 的 25.0%，而 1,000 Hz 的不合格率也達到 17.1%。若採用 ANSI-1999 的 1/3 八音度頻帶中心頻率標準時，也是以 500Hz 的不合格率最高，達到 36.84%，其次為 1,000Hz 的 26.32% 與 800Hz 的 19.73%，其中介於 500~1,000Hz 範圍的結果其不合格率偏高。但是以 2014 年最新修正公布的「辦理勞工體格與健康檢查醫療機構認可及管理辦法」規定之聽力檢查室 MPANLs，全部醫療機構聽力檢查室的現場訪視與聽力檢查室背景噪音測定結果均合格。
- 二、本研究共完成在 45 場次事業單位現場的巡迴聽力檢查車聽力檢查室背景噪音測定。其中 500Hz 不合格率達到 42.2%，其次為 630Hz 的 40.0%，而 200Hz 的不合格率为 33.3%。結果發現在 500Hz、630Hz 與 200Hz 音壓位準不符合 ISO 8253-1 的百分比分別為 42.2%、40.0%、33.3%。相較於醫療機構之聽力檢查室背景噪音測定結果，其不合格率有偏高的情形，但是都符合我國目前聽力檢查室 MPANLs 之規定。
- 三、巡迴聽力檢查車的空間尺寸通常較狹窄，靠近馬達或是空調機位置的聽力檢查室背景噪音不合格率也較高。當外在環境背景噪音達到 65dBA 以上時，聽力檢查車內的聽力檢查室背景噪音量在小於 500 Hz 的低頻率範圍已無法滿足 ANSI-1999 與 ISO-2010 的要求，而且空調系統開啟也會產生低頻噪音的影響。

- 四、目前聽力檢查室的背景噪音所委託的測定機構，仍無標準檢測方法可供依循，主要是提供隔音量或是選擇 A 權衡電網進行 500~8,000Hz 之間的八音度頻帶中心頻率音壓位準，而且沒有指明時間回應特性(fast 或 slow response)。巡迴聽力檢查車大部分是由該車的駕駛人負責進行檢測，並且設置地點外在環境背景噪音量變動大的地方，檢測結果不合格率偏高。
- 五、空調開啟狀態其聽力檢查室低頻率(≤ 500 Hz)範圍的背景噪音測定結果不符合比例較高，並且當外界背景噪音越大，其聽力檢查室的檢測結果之不合格率也隨之升高；又聽力檢查室如果較接近其空調系統的馬達位置時，其量測評估不合格的情況也越嚴重。
- 六、醫療機構執行聽力檢查由耳鼻喉科所設置的聽力檢查室者約佔 38.16%，而屬於健檢中心設置的聽力檢查室則約佔 61.84%，但執行聽力檢查的人員以聽力師及受過專業訓練的醫護人員為主。而巡迴聽力檢查車執行聽力檢查則主要是由未受過專業訓練的醫護人員為主，平均每位勞工的聽力檢查時間不到 5 分鐘。

第二節 建議

- 一、本研究已將相關國際及國家標準進行彙整，建議中央主管機關可參考美國、加拿大、澳洲、紐西蘭等國家作法，規定聽力檢查人員須受過專業的訓練課程並經測驗合格，以及接受定期的在職教育訓練。另建議參考 AS/NZS 1296.4 (2014) 實施聽力檢查室的背景噪音測定並記錄存查外，其聽力檢查室或聽力檢查車噪音衰減量之評估方法值得再深入探討。
- 二、聽力檢查車容易受到外界環境噪音影響聽力檢查結果，利用聽力檢查車執行聽力檢查時，建議使用噪音計測定其音壓位準是否小於 65 dBA，選擇適當之停放地點，注意避免人員經常進出而導致聽力檢查的干擾。
- 三、目前國內對實施聽力檢查之儀器校正週期與校正規範並無國家標準可供遵循，建議可以參考國際標準(例如 ISO 8253-1)或相關國家標準(ANSI S3.1-1999 或 AS/NZS 1296.4)訂定相關標準。

- 四、聽力檢查室背景噪音測定介於 500~1,000Hz 範圍的結果其不合格率偏高,建議改採用美國 OSHA 規定的 2,000、3,000、4,000 Hz 進行三分法計算平均聽力閾值,較不易受到環境低頻噪音干擾聽力檢查結果。
- 五、建議初次受僱從事噪音作業勞工或變更作業從事噪音作業勞工應在合格的聽力檢查室由聽力師建立基準聽力圖,同時應要求職業病科醫師在判讀時應扣除年齡所引起的聽力閾值減損(常模值)。
- 六、建議明確規範聽力檢查室的最小空間尺寸要求,以避免受測者產生恐懼與壓迫感,建立聽力檢查室背景噪音量測定評估的參考方法,並要求相關人員接受訓練及完成實際測定演練。

誌謝

本研究計畫參與人員除本所陳組長志勇、林副研究員桂儀、陳助理研究員俊霖外，另包括中華醫事科技大學莊侑哲教授、成功大學郭浩然教授、長榮大學戴聿彤教授等人，還有配合進行訪視問卷填寫及協助現場聽力檢查室(及巡迴聽力檢查車)環境背景噪音測定的醫護人員，謹此敬表謝忱。

參考文獻

- [1] 行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，勞工健檢聽力檢查指針之建立。IOSH 85-M347，1997。
- [2] 陳秋蓉、張淑如、陳興、陳兩興，勞工健檢聽力檢查室背景音量測試評估。IOSH 87-M342，1998。
- [3] Occupational Safety and Health Administration, Occupational Noise Exposure: Hearing conservation Amendment. Federal Register 48(46):pp9738-9785, 1983.
- [4] ANSI S3.1-1991: Maximum Permissible Ambient Noise Levels for Audiometric Test Rooms, 1991.
- [5] ANSI/ASA S3.1-1999: American National Standard Maximum Permissible Ambient Noise Levels for Audiometric Test Rooms, 2008.
- [6] ISO 8253-1: Acoustics -- Audiometric test methods -- Part 1: Pure-tone air and bone conduction audiometry, 2010.
- [7] ISO 6189: Acoustics - Pure tone air conduction threshold audiometry for hearing conservation purposes. Geneva: International Organization for Standardization, 1983.
- [8] AS/NZS 1269.4: Occupational noise management Part 4: Auditory assessment , 2014.
- [9] 勞動部，辦理勞工體格與健康檢查醫療機構認可及管理辦法，2014。
- [10] 衛生福利部，醫療機構聽力特殊健康檢查室設置基準，1996。
- [11] Maltby, Maryanne, Occupational Audiometry: Monitoring and Protecting Hearing at Work. Taylor and Francis. Published by Elsevier, 2005.
- [12] 院衛生福利部，聽力所設置標準，2010。
- [13] 勞工委員會勞工安全衛生研究所，勞工健檢聽力檢查指針之建立。IOSH 85-M347，1997。
- [14] 陳秋蓉、張淑如、陳興、陳兩興，勞工健檢聽力檢查室背景音量測試評估。IOSH 87-M342，1998。
- [15] Frank T., Williams D.L., Ambient noise levels in industrial audiometric test rooms. American Industrial Hygiene Association journal 55(5):433-437, 1994.
- [16] Lankford J.E., Perrone D.C., Thunder T.D., Ambient noise levels in mobile audiometric testing facilities: compliance with industry standards. AAOHN journal official journal of the American Association of Occupational Health Nurses 47(4):163-167, 1999.

- [17] IEC 60645-1: Electroacoustics – Audiometric equipment –Part 1: Equipment for pure-tone audiometry, 2012.
- [18] ANSI/ASA S3.6: American National Standard Specification for Audiometers, 2010.
- [19] IEC 60318-1: Electroacoustics - Simulators of human head and ear - Part 1: Ear simulator for the measurement of supra-aural and circumaural earphones, 2009.
- [20] Suter A.H, edited by Berger E.H., Hearing conservation manual. 4th Ed. Council for Accreditation in Occupational Hearing Conservation, 2010.
- [21] CAN3-Z107.4-M86: Pure tone air conduction audiometers for hearing conservation and for screening, 1986.
- [22] British Society of Audiology, Guidelines on the training of industrial audiometricians. British Society of Audiology, 2008.
- [23] Health and Safety Executive, A guide to audiometric testing programmes. Guidance Note MS 26. HSE Books, 1995.
- [24] 勞動部，勞工健康保護規則，2014。
- [25] ISO 8253-1: Acoustics - Audiometric test methods- Part 1: Basic pure tone air and bone conduction threshold audiometry, 1991.
- [26] ISO 8253-2: Acoustics -- Audiometric test methods -- Part 2: Sound field audiometry with pure-tone and narrow-band test signals, 2009.
- [27] ANSI S3.1-1977: Criteria for Permissible Ambient Noise during Audiometric Testing, 1977.
- [28] CAN/CSA CAN3-Z107.4-M86: Pure Tone Air Conduction Audiometers for Hearing Conservation and for Screening, 2008.
- [29] CAN/CSA Z107.6-M90 (R2014): Pure Tone Air Conduction Threshold Audiometry for Hearing Conservation. Canadian Standards Association / National Standard of Canada, 2014.
- [30] Fisher M., Williams W., Reduced conditions on ambient noise levels for in-situ audiometric testing. Acoustics Australia 41(3): 232-233, 2013.
- [31] National Acoustic Laboratories (NAL report 133): Williams W., The calculation of maximum permissible ambient noise levels for audiometric testing to a given threshold level with a specified uncertainty, 2010.

- [32] British Society of Audiology, Recommended Procedure: Pure-tone air-conduction and bone-conduction threshold audiometry with and without masking, 2011.
- [33] ANSI S1.4: American National Standard Specification for Sound Level Meters, 1971.
- [34] ANSI S1.11: American National Standard Specification for Octave-Band and Fractional-Octave-Band Analog and Digital Filters, 1971.
- [35] IEC 61672-1: Electroacoustics. Sound level meters. Specifications, 2013.
- [36] AS/NZS 1269.1: Occupational noise management - Measurement and assessment of noise immission and exposure, 2005.
- [37] AS/NZS 4476: Acoustics - Octave-band and fractional-octave-band-filters, 1997.
- [38] ANSI S1.4: American National Standard Specification for Sound Level Meters, 1971.
- [39] ANSI S1.11: American National Standard Specification for Octave-Band and Fractional-Octave-Band Analog and Digital Filters, 1971.
- [40] IEC 61672-1: Electroacoustics - Sound level meters - Specifications, 2004.
- [41] IEC 61260: Electroacoustics - Octave-band and fractional-octave-band filters - Part 1: Specifications, 1995.
- [42] 勞工委員會，職業性聽力損失診斷認定參考指引(95年修訂一版)，2006。
- [43] 勞工委員會，勞工健康保護規則，2011。
- [44] ASTM E596-96: Standard Test Method for Laboratory Measurement of Noise Reduction of Sound-Isolating Enclosures, 2009.
- [45] ISO 389-1: Acoustics -- Reference zero for the calibration of audiometric equipment -- Part 1: Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones and supra-aural earphones, 1998.
- [46] ISO 389-2: Acoustics -- Reference zero for the calibration of audiometric equipment -- Part 2: Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones and insert earphones, 1994.
- [47] ISO 389-8: Acoustics -- Reference zero for the calibration of audiometric equipment -- Part 8: Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones and circumaural earphones, 2004.
- [48] ISO 389-9: Acoustics -- Reference zero for the calibration of audiometric equipment -- Part 9: Preferred test conditions for the determination of reference hearing threshold levels, 2009.

- [49] 陳秋蓉、張淑如、陳興、陳兩興、趙寶強，勞工聽力常模值建立之研究(II)—勞工聽力檢查問卷篩檢調查及聽力檢查儀校正程序之建立，1999。
- [50] 黃乾全、吳聰能、黃榮村、葉文裕、陳秋蓉、楊冠洋、沈志陽，勞工聽力損失盛行率調查之先驅計畫聽力檢查及實驗室之標準化。IOSH83-M222，1994。
- [51] Occupational Safety and Health Service of the Department of Labour, Noise-Induced Hearing Loss of Occupational Origin: A Guide for Medical Practitioners, 1994.
- [52] Jiang T., Important Revision of ANSI S3.6-1989: ANSI S3.6 -1996 American National Standard Specification for Audiometers. *Journal of Speech·Language Pathology and Audiology* 22(1): 5-9, 1998.
- [53] Ruiz M., Feureisen B., Machon D., Recuero M., Factors contributing to the uncertainty in circumaural earphone calibration for audiometric testing. *Applied Acoustics* 66:1033-1048, 2005.
- [54] Williams W., The calculation of maximum permissible ambient noise levels for audiometric testing to a given threshold level with a specified uncertainty. National Acoustic Laboratories, 2010.
- [55] American Speech-Language-Hearing Association, Guidelines for manual pure-tone threshold audiometry. Rockville, MD. Author, 2005.
- [56] Franks J.R., Engel D.P., Themann C.L., Real ear attenuation at threshold for three audiometric headphone devices: implications for maximum permissible ambient noise level standards. *Ear and Hearing* 13(1):2-10, 1992.
- [57] Frank T., Greer A.C., Magistro D.M., Hearing thresholds, threshold repeatability, and attenuation values for passive noise-reducing earphone enclosures. *American Industrial Hygiene Association Journal* 58(11):772-778, 1997.
- [58] Williams W., Using ISO 8253 to calculate the maximum permissible background sound pressure levels for audiometric testing. *Acoustics Australia* 37(1):26-27, 2009.
- [59] British Society of Audiology, Guidelines on the acoustics of sound field audiometry in clinical audiological applications, 2008.
- [60] ISO 389-7: Acoustics -- Reference zero for the calibration of audiometric equipment -- Part 7: Reference threshold of hearing under free-field and diffuse-field listening conditions, 2005.

- [61] British Society of Audiology, Guidelines for non-diagnostic hearing assessments by professionals who are not qualified audiologists (Basic Audiometry and Tympanometry), 2013.
- [62] British Society of Audiology, Recommended Procedure: Determination of uncomfortable loudness levels, 2007.
- [63] 張淑如、陳秋蓉、陳兩興、陳興，聽力檢查室背景音量測定評估。勞工安全衛生研究季刊 8(3):299-312，2000。
- [64] American Speech-Language-Hearing Association, Sound Field Measurement Tutorial. Rockville, MD. Author, 1991.
- [65] American Speech-Language-Hearing Association, Guidelines for manual pure-tone threshold audiometry. ASHA 20:297-301, 1978.
- [66] American Speech-Language-Hearing Association, Audiometric Symbols. Rockville, MD. Author, 1990.
- [67] Maureen Valente, Pure-Tone Audiometry and Masking. Plural Publishing, Inc. UK, 2009.
- [68] Franks J.R., Lankford J.E., Noise reduction characteristics of prefabricated sound-isolation enclosures: a laboratory, field measurement, and theoretical analysis. Ear and Hearing 5(1):2-12, 1984.
- [69] Frank T., Wright D.C., Attenuation provided by four different audiometric earphone systems. Ear and Hearing 11(1):70-78, 1990.
- [70] ANSI/ASA S12.6: Methods for measuring the real-ear attenuation of hearing protectors, 2008.
- [71] Tyler RS, Wood EJ, A comparison of manual methods for measuring hearing level. Audiology 19:316-329, 1980.
- [72] Frank T., Williams D.L., Ambient noise levels in audiometric test rooms used for clinical audiometry. Ear and Hearing 14(6):414-422, 1993.
- [73] Frank T., ANSI update: maximum permissible ambient noise levels for audiometric test rooms. American Journal of Audiology 9(1):3-8, 2000.
- [74] Murray N.M., Waugh D., Estimated maximum acceptable background noise levels for audiometric testing when using sound-excluding earphone enclosures. Australian Journal of Audiology 10:7-10, 1988.

- [75] Health and Safety Authority, Guidelines on Hearing Checks and Audiometry Under the Safety. Health and Welfare at Work. Health and Safety Authority, 2007.
- [76] Murray N.M., LePage E.L., Estimated maximum acceptable background noise levels for audiometric testing when using. Australian Journal of Audiology 13(2):47-52, 1991.
- [77] Berry, B.F., Ambient noise limits for audiometry. NPL Acoustics Report, AC 60,1973.
- [78] Killion M.C., Studebaker G.A., A-weighted equivalents of permissible ambient noise during audiometric testing. Journal of Acoustical Society of America 63(5):1633-1635, 1978.

附件一 102 年度辦理噪音作業勞工特殊體格及健康檢查醫療機構之現場訪視調查表

102 年度辦理噪音作業勞工特殊體格及健康檢查醫療機構之現場訪視調查表

親愛的填表人您好：

聽力檢查室是進行聽力檢查中最主要的設備之一，沒有安靜的聽力檢查環境則無法正確地量測出受檢人員的聽力水準，因此為瞭解辦理噪音作業勞工特殊體格及健康檢查醫療機構之聽力檢查室或聽力檢查車(亭)的背景音量，首先請醫療機構協助填寫完成下列四大項的現場訪視調查表資料後傳真或郵寄至計畫執行單位，其次則由本次研究計畫執行單位聯繫進行現場噪音測定的日期時間並查閱所檢附的資料，敬請惠允配合。謹致上由衷的感謝，敬祝

平安順心！

計畫主持人：中華醫事科技大學職業安全衛生系暨碩士班 莊侑哲 博士
聯絡人：吳麗玲 小姐 連絡電話：06-2674567 轉 820 傳真：06-2606433

壹、醫療機構基本資料

機構名稱：_____ 地址：_____ 填表人姓名：_____

健檢類別(可複選)：一般健檢 特殊健檢 特殊健檢(塵肺) 特殊健檢(噪音) 巡迴一般健檢
巡迴特殊健檢 巡迴特殊健檢(塵肺) 巡迴特殊健檢(噪音)

貳、聽力檢查室基本資料(所謂檢附資料是指整理相關檢測資料並提供現場查看後免繳交)

1.設備類型：聽力檢查室 聽力檢查車 聽力檢查亭 2.環境尺寸規格(長寬高)：_____

3.建造完成(或購買)日期：_____年_____月_____日 4.建造材質：冷凍庫板金屬穿孔網其他：_____

5.有無背景噪音量測結果(近一年內或最近一次)：無 有(請檢附佐證資料，包括平面配置圖、廠商測試報告等)

6.鋪設地毯：無 有 7.固定在軟墊或阻尼材料：無 有 8.有無通風扇：無 有 採用中央空調

9.照明裝置類型：無 電燈泡 日光燈 其他(請註明：_____)

10.維護保養紀錄：無 有(請檢附)

參、聽力檢查儀基本資料(所謂檢附資料是指整理相關檢測資料並提供現場查看後免繳交)

1.儀器型號規格：_____ 2.出廠日期：_____ 3.校正報告：無 有(請檢附)

4.耳機類型：頭戴式 插入式 其他(請註明：_____)

5.耳機型號：_____

6.測試頻率範圍：125~8000Hz 250~8000Hz 500~8000Hz 其他(請註明：_____)

7.有無標準操作說明書：無 有(請檢附) 8.檢查維護保養紀錄：無 有(請檢附近一年內資料)

肆、聽力檢查儀施測人員基本資料(所謂檢附資料是指整理相關檢測資料並提供現場查看後免繳交)

1.施測人員姓名：_____ 2.是否受訓合格：否 是(請檢附資料，如聽力師證號、受訓時數、考核紀錄)

3.有無儀器檢查操作流程：無 有(請檢附) 4.檢查前有無清潔耳垢耳屎：無 有(請註明人員：_____)

5.有無健檢程序：無 有(請檢附) 6.是否在門診時間施測：否 是 7.平均施測時間：_____分鐘

附件二 聽力檢查室背景噪音測定紀錄表

聽力檢查室背景噪音測定紀錄表

醫療機構名稱：_____ 實施檢測人員：_____ 檢測的日期時間：_____年 月 日
 設備類型：聽力檢查室 聽力檢查車 聽力檢查亭 設備尺寸規格：_____ 設置或購買日期：_____年 月 日
 精密型噪音計廠牌型號：_____ 校正器廠牌型號：_____ 通風扇狀況：關閉 開啟 無通風扇
 聽力檢查儀的廠牌型號：_____ 耳機類型：_____ 照明狀況：關閉 開啟 自然採光
 聽力檢查儀的測試方法：_____ 測試頻率範圍：_____ Hz 檢查室內環境條件：氣溫：_____℃ 相對濕度：_____%

		測試頻帶音壓位準(dB, 線性權衡電網慢回應)										備註 (檔名) (時間)	
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	800 Hz	1000 Hz	1600 Hz	2000 Hz	3150 Hz	4000 Hz	6300 Hz		8000 Hz
室內	第一次												
	第二次												
	第三次												
室外	第一次												
	第二次												
	第三次												

巡迴聽力檢查車聽力檢查室背景噪音測定紀錄表

委託醫療機構名稱：_____ 實施檢測人員：_____ 檢測的日期時間：_____年 月 日
 設備尺寸規格：_____ 巡迴聽力檢查車車號：_____ 設置或購買日期：_____年 月 日
 精密型噪音計廠牌型號：_____ 校正器廠牌型號：_____ 通風扇狀況：關閉 開啟 無通風扇
 聽力檢查儀的廠牌型號：_____ 耳機類型：_____ 照明狀況：關閉 開啟 自然採光
 聽力檢查儀的測試方法：_____ 測試頻率範圍：_____ Hz 檢查室內環境條件：氣溫：_____℃ 相對濕度：_____%

		測試頻帶音壓位準(dB, 線性權衡電網慢回應)										備註 (檔名) (時間)	
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	800 Hz	1000 Hz	1600 Hz	2000 Hz	3150 Hz	4000 Hz	6300 Hz		8000 Hz
室內	第一次												
	第二次												
	第三次												
室外	第一次												
	第二次												
	第三次												

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

國內勞工聽力特殊體格及健康檢查之設施與規範探討 / 林桂儀, 莊侑哲著. -- 1 版. -- 新北市 : 勞動部勞研所, 民 104.03
面 ; 公分
ISBN 978-986-04-4659-3(平裝)

1. 勞工衛生 2. 職業衛生

412.53

104005817

國內勞工聽力特殊體格及健康檢查之設施與規範探討

著(編、譯)者: 林桂儀、莊侑哲

出版機關: 勞動部勞動及職業安全衛生研究所
22143 新北市汐止區橫科路 407 巷 99 號
電話: 02-26607600 <http://www.ilosh.gov.tw/>

出版年月: 中華民國 104 年 6 月

版(刷)次: 1 版 1 刷

定價: 300 元

展售處:

五南文化廣場
台中市 中區 中山路 6 號
電話: 04-22260330

國家書店松江門市
台北市 松江路 209 號 1 樓
電話: 02-25180207

- 本書同時登載於本所網站之「出版中心」, 網址為:
<http://www.ilosh.gov.tw/wSite/np?ctNode=273&mp=11>
- 授權部分引用及教學目的使用之公開播放與口述, 並請注意需註明資料來源; 有關重製、公開傳輸、全文引用、編輯改作、具有營利目的公開播放行為需取得本所同意或書面授權。

GPN : CBCBFBBI KG

ISBN : 978-986-04-4659-3

