

資訊產品噪音位準量測技術與數據分析

林致印¹、郭靜珍²、呂卓勳³

¹ 工研院機械工業研究所副工程師

² 工研院機械工業研究所助理工程師

³ 工研院機械工業研究所副研究員

310 新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號 11 館(C600)

電話：03-591-5763 Fax：03-582-6554

E-mail：scott@itri.org.tw

摘要

資訊產品為我國重要產業，台灣在全世界資訊產品之產值緊追美、日。在資訊產品眾多性能參數中，噪音位準不僅已成為必備之產品規格，並逐漸成為重要競爭力指標之一。

本文介紹資訊產品噪音測試所需依循之國際標準 ISO 7779⁽¹⁾之環境與儀器規格要求，說明測試方法、測點分佈方式、測試數據計算方法，並彙整測試結果，以實際數據統計分析資訊產品噪音分布狀況，並探討其中所隱含之物理意義。

關鍵字：聲功率，聲壓，ISO7779，ISO3744，ISO9295

壹、前言

民國 89 年工研院機械所全台首家提昇資訊產品噪音測試設備為十頻道即時聲功率測試系統，以優良測試環境，遵循 ISO 7779、ISO 3744 等相關噪音測試法規，提供業界迅速、準確、公正的噪音測試服務。實驗室經過國際資訊廠商 Dell、HP、SONY、NEC、TOSHIBA、TEAC... 等現場評鑑，並於 91 年通過 CNLA ISO7779 測試項目認證。測試種類包涵 NB、Server、MT、DT、Scanner、Printer、Projector、Rear Projection TV、PDP... 等系統產品及 PSU、CD-ROM、DVD-ROM、CD-RW ROM、Combo-ROM、FDD、HDD、Fan、Cooler 等組件。本文分析數據以 90 年 1~7 月為主。

貳、正文

第一章 噪音測試法規

一、ISO 7779 聲功率位準測試

(一) 環境條件

聲功率位準可以在兩種環境中測試求得，一為全迴響室，一為具一反射面之自由音場，前者遵循 ISO 3741⁽²⁾，由於符合該環境的多重利用性受限，大部分業界廠商多利用後者環境測得聲功率位準，本所實驗室即遵循 ISO 3744⁽³⁾在半無迴響室中設置麥克風，由麥克風測得之聲壓位準計算出聲功率位準。

利用半無響室模擬具一反射平面之自由音場，需要足夠大的空間及高吸音性能的楔形結構，以降低環境造成的反射音 K2 或 K2A，ISO 3744 工程等級之測試環境要求 K2 (K2A) 不大於 2dB，衡量方式如 ISO3744:1994 Annex A 音響環境評定程序之絕對比較測試法，其中標準聲源的特性符合 ISO 6926⁽⁴⁾的要求；同時需滿足機器噪音與背景噪音的差值 (ΔLA) 在一定範圍以上，即背景噪音修正值 K1 或 K1A 不大於 1.3dB。

$$K_{2A} = L_w - L_{wr} \dots\dots\dots (1)$$

L_w ：量測到的標準聲源聲功率位準，dB(A)(聲功率位準參考值為 1pW)；

L_{wr} ：標定的標準聲源聲功率位準，dB(A)(聲功率位準參考值為 1pW)。

$$K_{1A} = -10 \text{Log}(1 - 10^{-0.1\Delta LA}) \dots\dots\dots (2)$$

另外，若待測機器的聲壓隨環境溫度而變化，應保持室內溫度在 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 之間。

(二) 量測表面

1. 螺旋式半球形

選擇量測表面前，須依照 ISO 7779 Annex D 先進行離散音(prominent discrete tone)鑑別，(關於離散音，可以參考類似標準 ANSI S1.13(8)之 Tone-to-Noise Ratio)，若產品被鑑別出具離散音成分，須採用螺旋式半球形的麥克風佈置方式，座標表示如 ISO 7779 Annex B 所示。若產品不具離散音成分，可以自由選擇以下兩種量測表面。

2. 對稱式半球形

ISO 7779 7.6.1 建議使用半球形的量測表面，量測半徑最小為 1m，之後為 2m、4m、6m...16m，此外太大或太小的量測表面皆不適用，選擇量測半徑須考慮參考箱特徵長度之兩倍不大於量測半徑長度(參考箱:包絡待測物的最小假想矩形體)。特徵長度 d_0 如下式， I_1 、 I_2 、 I_3 分別為參考箱的長、寬、高。

$$d_0 = \sqrt{(I_1/2)^2 + (I_2/2)^2 + I_3^2} \dots\dots\dots (3)$$

3. 矩形

量測距離最小可為 0.25m，之後為 0.5m、1m、2m、4m、8m，適用於極小聲壓值之待測物。

(三) 聲功率計算方式

選出量測表面後，可以計算出量測表面積，由分佈在量測表面上的麥克風聲壓值，經過時間與空間的平均，可以算出平均表面聲壓位準 L'_p ，再經過 K_1 及 K_2 的修正，加上表面積聲壓位準 $10 \log(S/S_0)$ ，即可得出聲功率位準 L_w 。待測物若被鑑別出具高頻離散音成分，即在 16k Hz 倍頻帶內出現離散音，則依照 ISO 9295(9) 方式求出聲功率位準。

$$L_w = L'_p - K_1 - K_2 + 10 \log(S/S_0) \dots\dots\dots (4)$$

L_w : the sound power level

L'_p : the sound pressure level averaged over the measurement surface

K_1 : background noise correction

K_2 : environmental correction

S : the area of measurement surface

(四) 量測儀器

聲壓位準校正器須符合 IEC60942 Class 1(5)的要求，且每年校正一次，其準確度在 0.3dB 內；量測系統須符合 IEC 60651(6) / IEC 60804(7)要求，且每兩年校正一次；標準聲源須依照 ISO 6926 每兩年校正一次，但須每年確認量測頻率範圍內之 1/3 倍頻帶或時間平均聲壓位準值不大於 0.5dB 的誤差，以決定是否重新送校。

二、ISO 7779 聲壓測試

測試的環境需求、儀器及方法皆依照 ISO 11201(10)，離散音的量測方法亦依照此標準，麥克風擺設則分成操作者位置與旁觀者位置，其中操作者位置又分成坐姿操作與站立操作，麥克風分別距離地面 $1.20\text{m}\pm 0.03\text{m}$ 與 $1.50\text{m}\pm 0.03\text{m}$ ，依照待測物有無鍵盤而分別距離參考箱面板前端 $0.25\text{m}\pm 0.03\text{m}$ 與 $0.50\text{m}\pm 0.03\text{m}$ 。旁觀者麥克風位置距離地面 $1.50\text{m}\pm 0.03\text{m}$ ，離參考箱前、後、左、右端面板中心 $1.00\text{m}\pm 0.03\text{m}$ 處分別設置四支麥克風。所有麥克風水平傾角 30 度。若為桌上型機器，須置於長、寬、高各為 0.75m 之標準測試桌上。

第二章 ISO 7779 噪音測試實務

一、測試環境

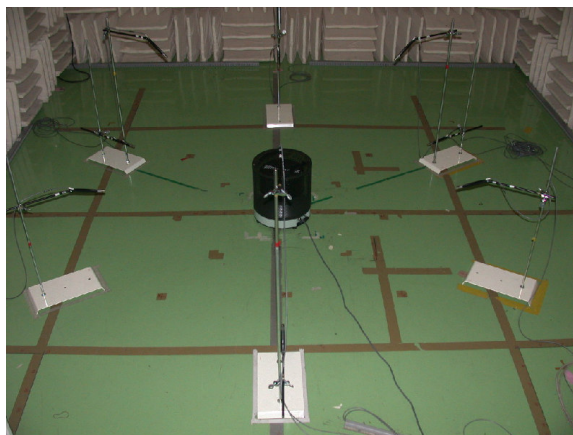


Fig 1. 對稱式半球形聲功率位準量測表面與標準聲源



Fig 2. 螺旋式量測表面與次系統組件

二、待測物

待測物的固定方式，以次系統組件(sub-assemblies)及手持系統(hand-held equipment)須特別注意，前者進行聲壓或聲功率測試時應以隔振元件支承並距離地面 0.25m ，若置於標準測試桌上應以隔振元件墊高 12mm ，後者應以隔振元件支承並距離地面 0.10m 。

光碟機的測試規格應依據 ISO 7779 Amendment 1:2003(11)中之規定執行。

三、測試數據分析

表 1~3 為 90 年 1 月~7 月份蒐集不同廠商、不同產品的測試數據，斜線部分代表某一項產品之噪音分佈範圍，黑色部分為該項產品中執行不同的操作項目之噪音分佈範圍，例如表 1. 中 NB 筆記型電腦之產品聲功率最小 2.7B，最大 4.2B，風扇關閉(Fan Off)的操作情況下聲功率最小 2.7B，最大 3.0B，HDD、FDD、CD-ROM 分別為風扇定轉速下執行硬碟、軟碟、光碟讀寫測試。DT 為桌上型臥式電腦，MT 為桌上型立式電腦，Server 為 1U 或 2U 型伺服器，Scanner 為掃描器，並依據執行不同掃描解析度的測試結果，Power Supply 為桌上型電腦之電源供應器單體。

表 1. 聲功率位準測試數據分析

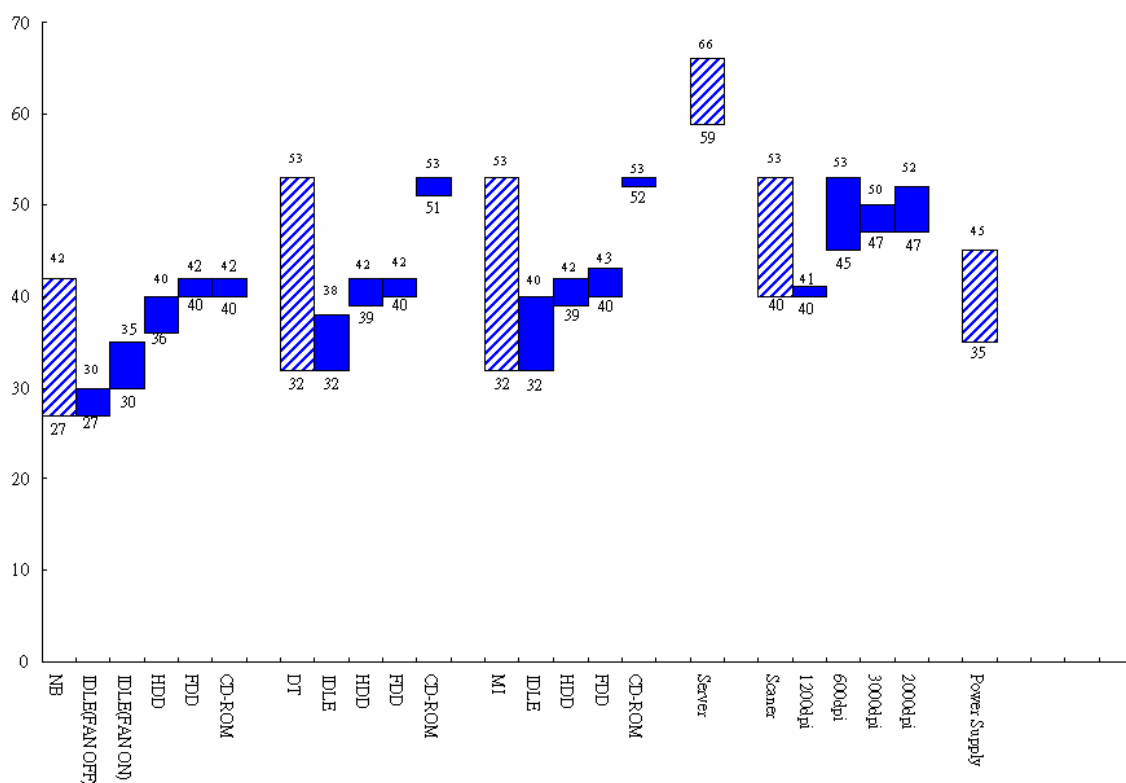


表 2. 坐姿操作者位置聲壓位準測試數據分析

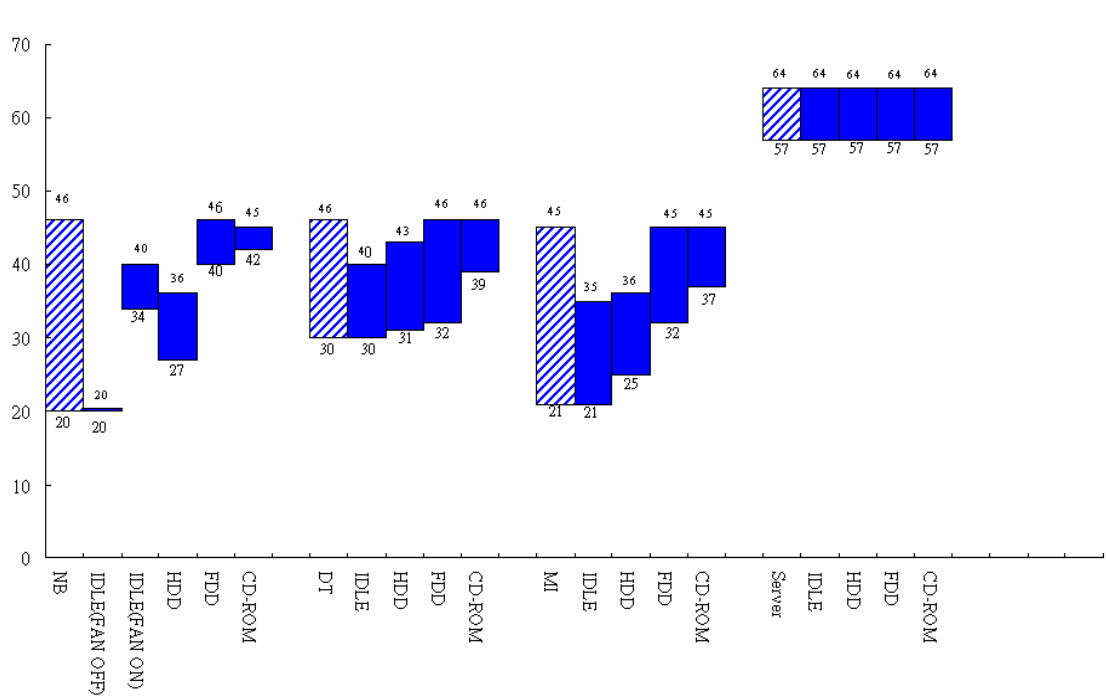
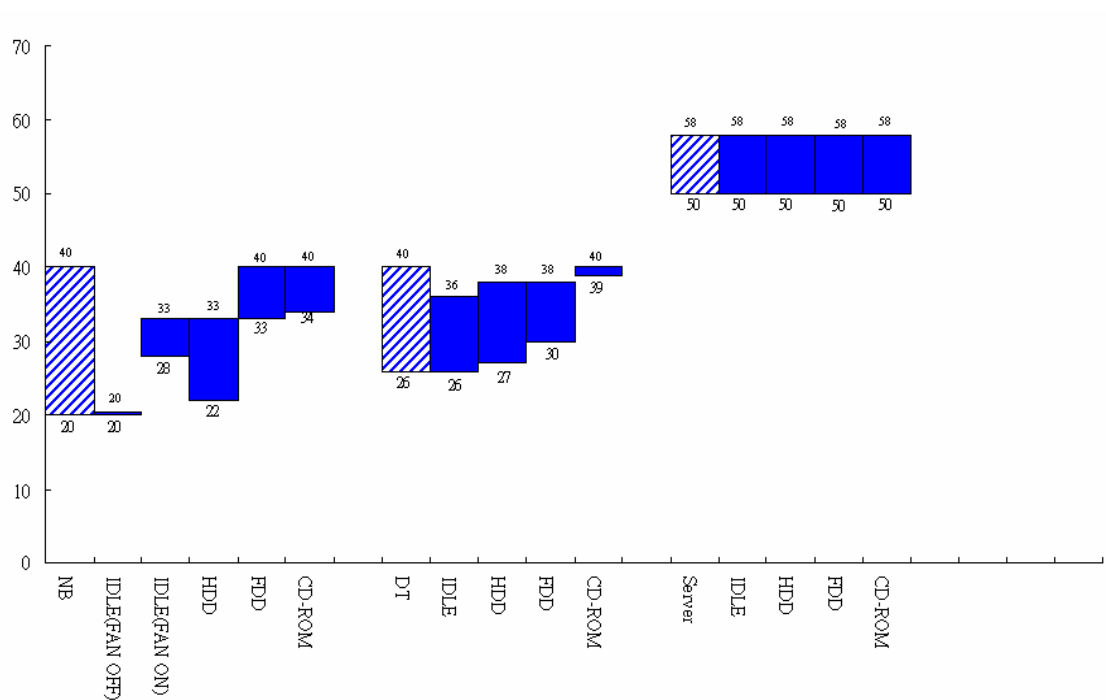


表 3. 旁觀者位置聲壓位準測試數據分析



參、結論

由各家不同廠商與不同產品的噪音分佈，可以看出不同時期台灣資訊產品的對聲音的改善能力與要求，隨著高功率 CPU 的散熱需求與日俱增，風扇的轉速逐季提高，解決方案一般採用低耗能省電型 CPU，或以韌體控制方式偵測 CPU 溫度而改變風扇轉速，無論採用何種方式，風扇的空氣動力音仍是資訊產品主要噪音源之一。

除了風扇外，光讀寫裝置的高轉速風切聲一直是資訊產品品質改善的瓶頸，目前的桌上型電腦 48x 光碟機聲功率位準多維持在 5.0B 上下。硬碟機之定轉速迴轉機構的噪音貢獻度僅次於光碟機，歸納所有噪音源皆出於迴轉機械。目前噪音改善的方向除了降低噪音量外，期待能由聲音品質的方向提昇使用者的聽覺感受。

肆、誌謝

感謝業界朋友對本所振動噪音實驗室的愛護與支持。

伍、參考文獻

- (1) ISO 7779:1999(E), Acoustics-Measurement of airborne noise emitted by information technology and telecommunication equipment.
- (2) ISO 3741:1999, Acoustics-Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Precision methods for reverberation rooms.
- (3) ISO 3744:1999(E), Acoustics-Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Engineering method in an essential free field over a reflecting plane.
- (4) ISO 6926:1990, Acoustics-Determination of sound power levels of noise sources – Requirements for the performance and calibration of reference sound sources.
- (5) IEC 60942, Electroacoustics-Sound calibrators.
- (6) IEC 60651, Sound level meters.
- (7) IEC 60804, Integrating-averaging sound level meters.
- (8) ANSI S1.13-1995, Measurement of sound pressure levels in Air.
- (9) ISO 9295:1988(E), Acoustics-Measurement of high-frequency noise emitted by computer and business equipment.
- (10) ISO 11201:1995, Acoustics – Noise emitted by machinery and equipment – Measurement of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions – Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane.
- (11) ISO 7779 Amendment 1:2003, Noise measurement specification for CD/DVD-ROM drives.