

## 頭戴式耳機介面評估

### Interface discussing of the Headphone

曾竣懋\*                      唐玄輝\*\*  
Juan-Mau Tzeng              Hsiun-Huei Tang

\*台灣科技大學設計研究所 碩士生  
\*\*台灣科技大學設計研究所 助理教授

#### 摘要

科技產品的逐一發明及工作環境的改變，漸漸的改善人類的生活品質；在 1979 年 Sony 發展出第一台隨身聽(walkman)之後，耳機也隨之流行發展至今，由於個人休閒的意識抬頭，使用隨身聽及耳機等個人消費性電子產品成為一種時尚風潮。耳機伴隨著科技的進步，從最初的耳塞式耳機衍生發展至今，已存在著數多種不同的形式，由於使用者對於耳機高音質的訴求，使當今的頭戴式耳機及耳掛式耳機就漸漸成為主流；然而，每個使用者因為頭形及耳形的不同，往往因為長期的配帶而感到不舒適，嚴重時甚至會造成耳朵發炎的情況。本研究將評估市售頭戴式耳機之設計介面，找出影響頭戴式耳機配戴舒適度之因素，而後依照實驗結果做出結論與分析，並提出未來頭戴式耳機之設計建議。

關鍵詞：頭戴式耳機、舒適度、人因工程、耳罩、耳朵尺寸計測

#### 一、前言

現今的耳機種類繁多，不同類型的耳機也有各別所適合的使用環境，若以攜帶方便為主要訴求，則使用者多以體積小的耳塞式、耳道式及耳掛式耳機為優先的使用考量；若以音質及固定環境為訴求，多數使用者則多以發聲單體較為優良及體積較為龐大的罩耳式及貼耳式耳機為考量。各種類型的耳機擁有著不同的優缺點，隨著科技的進步與資訊的發達，人們對於產品的要求也越來越嚴苛，頭戴式耳機原先為室內所使用，隨著時代的變遷，漸漸的也可見街頭到處都佈滿著使用罩耳式耳機的隨身聽者，由此可見現代人對於聽覺原音呈現的重視，但是在耳機配戴上的舒適度是所有耳機共有的問題，因此，主要針對下列幾項做探討：

1.長期配帶頭戴式耳機造成不適的人因要素為何？

2.頭戴式耳機在設計上的不同，對於耳機配戴舒適度的差異性為何？

頭戴式耳機由於體積龐大的關係較不便於攜帶使用，但其優異的音質卻日受眾多使用者所重視，從一開始主要由室內為使用環境漸漸地在其他室外的環境都可見使用者將其作為隨身聽的音源輸出媒介，也因此市售頭戴式耳機之設計隨著使用型態的改變而越來越注重其攜帶的便利性。但是頭戴式耳機的頭戴固定機制卻產生另一問題，由於設計上為了符合更多使用者在先天人因尺寸上的不同

〔如頭形大小、耳朵形狀〕及便攜性，所以頭戴式耳機在結構上有相對多的關節，也因此多數使用者在配戴頭戴式耳機時產生夾髮或其他不適之問題。

本研究目的為依照前測實驗分析結果，重新設計一款頭戴式耳機並定義未來頭戴式耳機可行之設計方向及建議。頭戴式耳機漸漸成為耳機的主流，而每個使用者因為頭形及耳形的不同，往往因為長期的配帶而感到不舒適，嚴重時甚至會影響耳朵發炎的情況。因此，本研究的目標如下：

- 1.評估市售頭戴式耳機之設計介面
- 2.依照前測實驗結果整理出小結，重新設計兩款頭戴式耳機
- 3.評估新款耳機之設計成效，並做出結論與建議

#### 二、文獻探討

##### 1.耳機與使用者的關係

由於使用性的不同，耳機依照體積可分為罩耳式、貼耳式、耳塞式、耳道式耳機，每一款耳機各自擁有一樣的配戴方式，但由於各款耳機的發聲單體都緊緊靠著人體的耳面，因此每款耳機的配戴方式皆與人體的耳朵及頭部有密切的關係，下列將一一說明每種不同類型耳機與使用者之關係。

(1).罩耳式耳機與使用者的關係

罩耳式耳機的配戴方式如下圖所示，其固定方式主要透過頭戴部份的彈性材質作為夾力的來源，並將雙邊的耳罩貼於人體的耳面達到固定的效果，在耳罩邊緣以及上方部份也有調節大小的關節，其目的是為了符合更多的使用者頭形及耳形的不同。



圖 10 頭戴罩耳式耳機配戴圖

(2). 貼耳式耳機與使用者的關係

貼耳式耳機分為頭戴貼耳式及耳掛貼耳式；頭戴貼耳式耳機的配戴方式大致與頭戴罩耳式耳機相似，都是透過頭戴的彈性材質將夾力施予在耳面上而得以固定，其最大的不同在於發聲單體的大小及耳罩與耳面接觸面積的不同



圖 11 頭戴貼耳式耳機配戴圖

使用者配戴耳掛貼耳式耳機，耳朵與耳機掛鉤之間有著密切的關係。耳機主要可分為二部份，一是耳發聲單體部位，另一是耳機掛鉤。二部位均與耳朵有接觸點。耳機發聲單體部位一般設計均是以緩衝材料包覆後，直接貼附於耳朵正面，並以直接朝向耳洞為最佳。而耳機掛鉤負責將產品固定於耳朵上，一般都是由耳朵連接處上緣，彎曲延伸至耳朵背面直至下緣。



圖 12 耳掛貼耳式耳機配戴圖

(3). 耳塞式耳機與使用者的關係

耳塞式耳機則是把發聲單體塞在耳孔之外，透過耳機的外輪廓固定於耳孔外，其固定原理最為簡易且攜帶方便，但由於現代人對於耳機高音質的訴求，因此類型耳機從最初居於耳機市場中供應量最大的款式而漸漸縮小。



圖 13 耳塞式耳機配戴圖

(4). 耳道式耳機與使用者的關係

耳道式耳機在發聲單體外緣擁有一塊圓型的橡皮，通常一款耳道式耳機會附上三個不同大小的橡皮，使用者可以依照自身耳孔大小的不同選擇橡皮，將橡皮固定於發聲單體外緣後再將其塞入耳孔內得以固定。



圖 14 耳塞式耳機配戴圖

2. 耳朵的尺寸

由於每個人在耳朵形狀及尺寸上都有所不同，耳機的設計要如何充分的滿足使用者在耳機配戴上時的功能需求成為一個重要的課題。此外，值得注意的是，耳機使用者的需求及意見將會成為耳機發展及促成一個商場成功的條件！因此，在耳機設計上的關鍵議題在於確認目標使用者族群及確認使用者相關的人因尺寸！以下將列出與頭戴式耳機相關的人因尺寸

(1). 外耳的尺寸定義

耳朵依據結構可分為三個部份；外耳、中耳以及內耳(Sanders & McCormick, 1992)。外耳扮演著一位收集及傳遞聲音能量的重要角色，並由耳廓、耳道以及鼓膜構成。耳廓是由軟骨所構成並且收集空氣中的聲波。外耳大致上由九個部份構成，如圖所示：

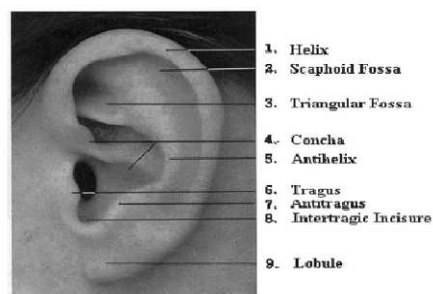


圖 15 耳廓各部結構上的名稱  
根據一位耳部整型專家指出，沿著耳廓外部的

邊緣做尺寸上的測量，一位正常的成人耳朵長度大概為 6.5-7.5 公分，耳朵的寬度則約耳朵長度的 50%-60% (Tolleth, 1978)。

在外耳的尺寸定義上，大致可分為三個部份：

1.耳洞的長度(ear-hole length) 2.耳朵連接的長度(ear-connection length) 3.耳廓長度(pinna length)

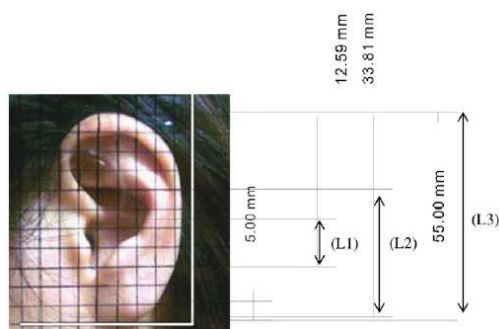


圖 16 三個外耳的重要尺寸

(a).耳洞長度(L1)：耳道在外耳上由最頂部到最底部的總長

(b).耳朵連接長度(L2)：耳廓的整體與頭部接觸面的總長

(c).耳廓長度(L3)：由構成外耳最頂端的耳輪及最底部的耳垂的總長

## (2).外耳尺寸在性別上的差異

經由 200 位(100 位男性、100 位女性)在耳朵上沒有外傷歷史記錄及無任何天生耳朵畸形的受測者實驗之下發現男性耳洞長度的平均值(ear-hole length)較女性為大(15.6 vs 14.5mm)、耳朵連接長度(ear-connection length)的平均值在男性與女性的比較為(47.5 vs 42.2mm)、耳廓長度(pinna length)平均值在男性與女性的比較之下則為(58.4 vs 53.9mm)，實驗的結果發現男性及女性在耳朵的尺寸上有明顯的差異(Liu B S, 2008)。

表 9

	Gender	N	Mean	SD
Ear-hole length	M	100	15.6	3.1
	F	100	14.5	1.7
Ear-connection length	M	100	47.5	7.6
	F	100	42.2	7.1
Pinna length	M	100	58.4	7.1
	F	100	53.9	6.2

## 三、研究方法步驟與分析

當參考文獻與市面產品階段分析總結時，便進行實驗設計階段。實驗設計部分會以參考文獻相關的研究結合本研究之目的而進行設計，並從觀察使用者進行任務中來發現問題，而測試樣本的選擇會挑選數款市面的頭戴式耳機做實驗測試，並於任務結束後對受測者進行訪談，以探討使用者對於頭戴

式耳機的需求。

本研究受測對象為有使用耳機的經驗之使用者。選擇該目標為受測對象原因為：有使用耳機的經驗之使用者，在觀察其進行測試任務之操作過程時，可能發現到的問題會較深入、探討其使用需求時也能得到較貼切的意見。

最終將擷取實驗測試的結果重點以及實驗對象之經驗訪談作為重新設計頭戴式耳機的參考依據，以求頭戴式耳機實務設計能真正達到使用者在耳機配戴上之舒適性。

## 1.研究方法

從觀察文獻中，找出實驗設計可行之方向，並定義出實驗之規範，在前測的實驗中將先收集市售數款耳機，並透過受測者的配戴，作質化的使用者問卷調查以及量化的實驗檢定，實驗內容包括「耳機夾力測試」、「配戴耳機接觸面積測試」、「測試耳機及耳溫度」。

## 2.實驗項目

市售頭戴式耳機由於廠牌眾多，因此在設計上也各有不同，像是 audio-technica 的頭戴罩耳式耳機別於其他廠牌之設計，就是配戴時位於頭頂上服貼著的貓耳朵，其設計之特點在於更能將耳機服貼的固定於頭部；而 Sennheiser 高階的頭戴罩耳式耳機在設計上最大的特點則是在於它擁有兩向度關節轉軸，因此配戴上能更符合人的耳型而將耳罩服貼於耳面的受力更為平均，以減少在配戴上的不舒適性。但是由於這些不同廠牌之耳機設計上的差異性極大，且變因過多，光是影響舒適度的變因就有耳機的重量、耳罩的大小、耳罩的材質、耳機的夾力等等…

因此前測的實驗將以耳罩的大小為主要的變因，希望透過實驗找出設計可依循之方向。

前測的實驗將測試 Philips\_SHH9501、audio-technica ATH-es7、Sennheiser\_eH150 三款頭戴式耳機(如表 1 所示)、其中三款耳機最顯著的差異性為其耳罩之大小，其耳罩外圍大小各別為 48mm、72mm 之圓形及 93 x 72 mm 之橢圓型，前測實驗的目的希望透過頭戴式耳機之耳罩大小的不同了解其對於配戴舒適度上之差異。

表 10 三款實驗耳機

編號 型號	No.1 Philips SHH9501	No.2 Sennheiser eH150	No.3 Audio-technica ATH-es7
外觀			
配戴	頭戴貼耳式	頭戴罩耳式	頭戴罩耳式
重量	105g	130g	160g
調整	金屬彈性材	塑膠彈性材	金屬彈性材
機制	質頭戴	質頭戴	質頭戴
材質	塑膠、橡 膠、泡棉	塑膠、橡 膠、泡棉	塑膠、橡 膠、金屬、 泡棉
固定	夾力	夾力	夾力
機制	無資料	無資料	無資料
夾力	無資料	無資料	無資料
導線	1.5m	3m	1.2m
長	動態開放式	動態密閉式	動態密閉式
形式	40mm	40mm	42mm
驅動	40mm	40mm	42mm
單體	32Ω	32Ω	32Ω
阻抗	105dB/mW	115dB/mW	100dB/mW
靈敏	NT\$900	NT\$1600	NT\$4800
度	通勤運動型	室內欣賞行	通勤運動型
價格	10-28000Hz	18-18000Hz	5-30000Hz
功能	響應	響應	響應
響應	頻率	頻率	頻率
頻率	產品	產品	產品
產品	行銷	行銷	行銷
行銷	訴求	訴求	訴求
訴求	收納	收納	收納
收納	收納袋	無	收納袋

### 3. 實驗流程

為了了解使用者對於耳機真正的訴求，因此在實驗的第一步將透過問卷的方式詢問使用者配戴耳機的類型為何？使用耳機的最大動機為？及既往使用的經驗對於耳機之舒適度評估為？在此一階段將會了解到使用者對於自身所使用的耳機之優缺點評估，對於往後之設計實務將會提供良好的問題點！

耳機實驗的項目(如圖 8 所示)，先進行配戴耳機前之主觀評比，接著進行靜態 20 分鐘的配戴測試，後進行 10 分鐘的動態行走測試。

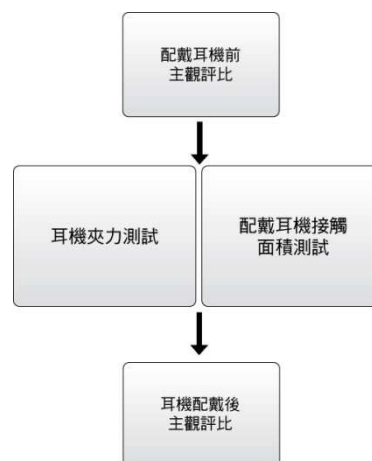


圖 17 實驗流程圖

### 四、實例驗證與討論

#### 1. 受測者基本資料

此次實驗的受測者共 10 人，分別為 9 男 1 女，平均年齡為 19-24 歲的研究生，每位受測者皆有使用過耳機的經驗，其中 6 人使用的耳機類型為頭戴式耳機，2 人使用耳掛式耳機，2 人使用耳塞式耳機；受測者選用此耳機的最大原因有 5 人以音質優美為最大考量，2 人以配戴舒適性為考量，2 人以造型為優先考量，1 人則以輕便為優先考量，使用經驗平均為 2~3 年，每一次持續使用耳機的時間平均為 30 分鐘~1 小時，使用耳機的時機有 9 人為靜態活動使用，有 1 人為動態活動使用。

#### 2. 三支耳機在主觀感受下之比較

透過問卷的統計結果，分別比較 Philips\_SHH9501、Sennheiser\_eH150 及 Audio-technica\_ATH-ES7 三款頭戴式耳機在主觀感受下之舒適度、配戴穩固性、購買意願的平均數及顯著性之差異。

##### (1). 舒適度的比較

三支耳機依照七點量表的問卷調查之下，可以發現 Philips\_SHH9501 與 Sennheiser\_eH150 此兩款耳機就整體而言，配戴起來是舒適的平均數各為 4.3 及 4.1(如表 3 所示)，約落於普通無意見之位置，而 Audio-technica\_ATH-ES7 之平均數則為 3.2，較接近於不同意之位置，三支耳機之總和平均數為 3.87，可以看出使用者配戴頭戴式耳機時，就整體而言，感到舒適是普通無意見的，其中 Philips\_SHH9501 與 Sennheiser\_eH150 在整體舒適度而言並無明顯的差異性，但從平均數看來，可以發現依照配戴舒適度的排序為 Philips\_SHH9501、Sennheiser\_eH150、Audio-technica\_ATH-ES7。

表 11 主觀感受很舒適之平均數比較

耳機型號	平均數	個數	標準差
SHH9501	4.30	10	1.33
eH150	4.10	10	0.87
ATH-ES7	3.20	10	1.54
總和	3.87	30	1.33

## (2).配戴穩固性的比較

三支耳機依照七點量表的問卷調查之下，可以發現 Philips\_SHH9501 之平均數為 4.2(如表 4 所示)，約落於普通無意見之位置，而 Sennheiser\_eH150 與 Audio-technica\_ATH-ES7 之平均數各為 4.9 與 5.0，約落於同意之位置，三支耳機之總和平均數為 4.7，可以看出使用者配戴頭戴式耳機時，就整體而言，受測者認為頭部晃動時，頭戴式耳機是不容易掉落的，並且三支耳機在實驗上並無明顯的顯著差異，但由實驗結果發現，配戴性越不舒適的耳機其配戴的穩固性越強，由此推斷出耳機的穩固性可能受耳機的夾力所影響。

表 12 耳機配戴穩固性之平均數比較

耳機型號	平均數	個數	標準差
SHH9501	4.20	10	1.22
eH150	4.90	10	1.28
ATH-ES7	5.00	10	1.33
總和	4.70	30	1.29

## (3).購買意願的比較

三支耳機依照七點量表的問卷調查之下，可以發現 Philips\_SHH9501 之平均數為 4.6(如表 5 所示)，約落於同意之位置，而 Sennheiser\_eH150 之平均數為 3.7，約落於普通無意見之位置，而 Audio-technica\_ATH-ES7 之平均則為 4.5，約落於同意之位置，依照顯著性來看，三支耳機並無明顯的差異性，但 Philips\_SHH9501 與 Audio-technica\_ATH-ES7 之平均數較為接近，比照實驗前段的配戴舒適性調查，受測者對於頭戴式耳機的購買意願與配戴舒適性無直接的相關性，並且不少受測者在過程中主動提出，他們購買此耳機之原因會以造型及音質為優先考量。

表 13 價格合理願意買下此耳機之平均數比較

耳機型號	平均數	個數	標準差
SHH9501	4.60	10	1.42
eH150	3.70	10	0.94
ATH-ES7	4.50	10	1.64
總和	4.27	30	1.38

## 五、結論

由實驗結果發現，Philips\_SHH9501 此款耳罩最小之頭戴式耳機無論是於靜態活靜或動態環境下使用，舒適性皆是最高的，並且壓迫感最低且配戴最無悶熱感。其重量也居於三支實驗耳機中最輕，僅 105g，因此由前測的實驗結果推導出，重量愈輕且耳罩愈小之頭戴式耳機配戴之舒適性愈高、愈無壓迫感及愈無悶熱感。

就靜態活動及動態活動之比較，可以看出，Philips\_SHH9501 在配戴舒適性、壓迫感及悶熱感上並無太大之變化，而 Sennheiser\_eH150 與 Audio-technica\_ATH-ES7 在動態活動環境的測試之下，明顯地相較於靜態活動環境有舒適度降低、壓迫感及悶熱感增加的趨勢，由此可以推斷出，耳罩愈大之頭戴式耳機舒適性相對於耳罩較小之頭戴式耳機較低、壓迫感及悶熱感較高。因此，耳罩較大之頭戴式耳機僅適合於靜態活動環境下使用；而耳罩較小之頭戴式耳機無論是在靜態環境或是動態環境使用之下，皆相較於耳罩較大之頭戴式耳機舒適。

於配戴穩固性的實驗數據顯示上雖無明顯的顯著性，但由平均數可以得知，耳罩愈大之頭戴式耳機其配戴的穩固性越強，然而地，相對帶來較多的不舒適性、壓迫感及悶熱感，在問卷評比的最後一個階段“購買意願的比較”也可以看出實驗受測者對於 Philips\_SHH9501 此款實驗耳機中，位居耳罩最小之耳機的平均購買意願最高，由此，可以隱約的看出實驗受測者對於耳機配戴舒適性之重視；因此，依據實驗的結果分析，未來在著手頭戴式耳機實務設計時，將以重量輕以及耳罩小為主要的設計規範。

## 六、參考文獻

- Jung, H. S., & Jung, H. S. (2002). Surveying the dimensions and characteristics of Korean ears for the ergonomic design of ear-related products. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 31, 361-373.
- Liu, B. S. (2008). Incorporating anthropometry into design of ear-related products. *Applied Ergonomics*, 39, 115-121.
- Comber, J., & Griffin, G. (2007). Genetic engineering and other factors that might affect human-animal interactions in the research setting. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 10(3), 267-277.
- Bohlin, M. C., & Erlandsson, S. I. (2007). Risk behaviour and noise exposure among adolescents. *Noise & Health*, 9.
- Papantonopoulos, S. (2004). How system designers think a study of design thinking in human factors engineering. *Ergonomics*, 47(14), 1528-1548.

- Shilpi, B. (2003). Brief update on hearing aid. *Operative Techniques in Otolaryngology*, 14(4), 268-271.
- Foreshaw, S. E. (1966). The significance of variances in the real-ear sensitivity of a circumaural earphone. *Sound Vibration*, 4(1), 45-50.
- Delany, M. E. (1964). The acoustical impedance of human ears. *Sound vibration*, 1(4), 455-467.
- Chillery, J. A. (1979). Measurement of the real-ear attenuation of hearing protectors according to the south African standard sabs 572 1973. *Journal of Sound and Vibration*, 67(1), 21-33.

#### 誌謝

本研究由台灣科技大學工業管理系給予支持及建議，特此誌謝。