

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

握把角度與重心位置對於榔頭作業的影響研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2622-E-009-001-CC3

執行期間：93年05月01日至94年04月30日

執行單位：國立交通大學應用藝術研究所

計畫主持人：莊明振

計畫參與人員：侯宇晟.李思葶.林清雲

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫為提升產業技術及人才培育研究計畫，不提供公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 14 日

國科會補助提升產業技術及人才培育研究計畫成果完整報告

(握把角度與重心位置對於榔頭作業的影響研究)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 93-2622-E-009-001-CC3

執行期間： 93年05月01日至 94年04月30日

計畫主持人：莊明振

共同主持人：

計畫參與人員：侯宇晟 李思葶 林清雲

處理方式：完整報告內容因涉及專利、技術移轉案或其他智慧財產權，不予公開。

執行單位：國立交通大學應用藝術研究所

中 華 民 國 94 年 07 月 30 日

國科會補助提升產業技術及人才培育研究計畫成果精簡報告

學門領域：人因工程

計畫名稱：握把角度與重心位置對於榔頭作業的影響研究

計畫編號：NSC 93-2622-E-009-001-CC3

執行期間：93年05月01日至 94年04月30日

執行單位：國立交通大學應用藝術研究所

主持人：莊明振

參與學生：侯宇晟 李思葶 林清雲

姓名	年級 (大學部、碩士班、博士班)	已發表論文或已申請之專利 (含大學部專題研究論文、碩士論文)	工作內容
侯宇晟	碩二	無	研究助理
李思葶	碩二	無	研究助理
林清雲	碩二	無	研究助理

合作企業簡介

合作企業名稱：鈹威有限公司

計畫聯絡人：陳永壽

資本額：不公佈

產品簡介：手工具生產

網址：無

電話：04-26397942

摘要

本研究探討榔頭握柄角度，以及重心配置的位置的改變，對於使用者的影響，實驗樣本的製作，並以肌電圖儀測量使用者操作時手部肌肉放電訊號變化，了解各變因組合的影響。研究的過程中，本研究製作 21 把角度與重心位置變因正交的實驗樣本，執行 21 位受測者的實驗後，以多變量統計分析，了解各榔頭在各指標之間的相對優劣，以及各衡量指標之間的相互關係。結果發現若觀察上臂三頭肌、橈測伸腕肌的放電訊號，以及擊釘作業所花費的時間，衡量姿勢、舒適度、效率三個指標，則舒適度與效率的指標呈現負相關，舒適度與姿勢呈現負相關。而在各指標對應的最佳值上，重心距離頭部 18 公分角度彎曲-5 度者最舒適，且能讓使用者有較佳的打擊姿勢；而重心距離頭部 14 公分，角度彎曲 5 度，有最

佳的打擊效率。而綜合評估後，而重心距離頭部 14 公分，角度彎曲-5 度者，有最佳的綜合績效，在舒適、姿勢、效率有良好的表現。

關鍵字：人因工程、手工具設計、肌電圖

一、緒論

雖然近年來科學與技術的進步，使得許多以往必須靠人力、手工具完成的工作，已經被自動化或是電動的機械取代。但在日常生活中，還是有不少工作仍需要以人力操作手工具來完成。例如建築、水電工地中的工作，或是近來流行的『家庭 DIY 佈置裝修』，有許多部份，都需要以榔頭敲打完成。以往榔頭的設計，並沒有確切考慮人因工程的因素，造成使用者必須屈就於榔頭，他們經常會選擇了不適合的榔頭，並且憑經驗作出不適當的動作，或是因為對工作的安全知識不足而超限度工作，因而造成不必要的的疲勞與工作傷害。根據美國 1986 年職業疾病報告，累積性肌肉骨骼傷害躍居首位。統計資料顯示，這些傷害以手肘、肩痛、背痛、膝等處傷害最為常見。這些傷害發生比例在美國有 61%、日本佔有 55%，而根據台灣 83 年統計，則有 38.59%有骨骼肌肉酸痛症狀發生。民國 87 年勞委會調查，在大台北地區 531 位建築工人中，最常見且嚴重，需要就醫處理的骨骼肌肉傷害，依序為下背部、右肩、右手。然而這些累積性傷害已經隨著『家庭 DIY 裝修佈置』盛行之後，自這些族群中普及；由於缺乏專業的訓練以及專業的知識，DIY 族群在工作中更容易受到傷害。

要降低使用手工具造成的職業傷害，除了提供良好安全的工作環境、完整的訓練、適當的休息外，合乎人因工程的的工具設計，更是十分重要的一個因素。而在榔頭的設計中，握柄的角度與重心的位置，是兩個較重要的設計因素。因此本研究針以 DIY 族群作為研究的對象，透過文獻探討、建構製作測試榔頭樣本的製作、實際敲打實驗、使用者工作時肌電圖分析等研究程序，找出建築用榔頭在設計上，適當的重心位置與握柄角度變數，以改善使用者使用時肌肉的施力狀態，進而降低傷害的發生。透過此研究，為將來 DIY 族群專用之榔頭的設計，提供一個安全健康的設計規範，提升手工具產品在世界市場上的競爭力。

本文以下的結構為：第二節文獻探討與研究方法，主要討論榔頭之基本結構、人體手部肌肉骨骼的基本研究、先前人因工程運用於手工具之相關研究。第三節為實驗的設計、流程、與執行的方式；探討改變榔頭重心位置與握柄角度之後，進行效率、舒適度、以及姿勢測量的過程。第四節為實驗結果分析討論，針對實驗所得的數據資料，針對舒適度、效率、姿勢三個方面，以科學統計的方法分析解釋，提出合理的論證。第五節將前面的分析做綜合討論，並與相關文獻比較，提出具體研究成果與結論，以及後續研究的建議。第六節為本研究之參考文獻之列表。

二、綜合討論

2-1 相關研究比較

在文獻探討中，已經有部研究，份針對握柄角度做過初步研究，分別是 Schoenmarklin (1989)、Konz (1986)以及 Knowlton & Gilbert (1983)。

Schoenmarklin 研究三支 16oz 之鐵鎚，握柄角度分別為 0,20,40 度時，測量其在工作台面與牆面的工作績效，以及造成手部撓、尺偏的程度。Konz 以主觀量表調查受測者，對於不同角度握柄(0,10,15,21,26,32 度)榔頭之偏好。Knowlton & Gilbert 測量彎柄榔頭對於握力之影響。

由於研究的分析方式，以及實驗用的榔頭不同，結果各學者對於榔頭角度變化，均有不一的看法。Schoenmarklin 發現，在平台的工作環境下，握柄彎曲 20 度之榔頭，最能降低敲擊工作時，手腕部分之撓偏與尺偏，工作績效也比較高。在受測者個人喜好方面，Konz 經由回歸分析，最受喜好之彎柄角度是 6 度。以手掌握力衰減的角度分析，Knowlton & Gilbert 認為握柄彎曲角度為 19 度之榔頭，最可以降低使用後握力之衰減。

三位學者所研究之握柄角度的變化，均朝著榔頭鎚面的方向彎曲；在與鎚面反向的彎曲角度，並沒有作相關的討論。而重心位置方面，則維持一般榔頭的原有重心，也就是近似本實驗編號 1 的重心位置，並沒有對於其他重心位置變化，作正交變因之研究實驗。

本研究所探討的角度，以向鎚面方向為正，從+15 度到-15 度，間格 5 度的 7 個角度，並加上三種重心的正交變因，因此分析的解果略有差異，但是若排開重心的變因，則結果與三位學者有相似之處；本研究中，重心位置編號 1 號，握柄彎曲編號 1 到 4 號的榔頭中，以編號 3 號的榔頭，也就是 5 度的彎曲角度，在舒適度、績效、以及姿勢矯正上，具有最高的效果；而在重心編號 2 中的前四個編號中，也是第三個彎曲角度，也就是 5 度的彎曲角度，再擊釘作業時，有最佳的效率表現。此結果與 Konz 的研究結果有相似之處，最佳主觀喜好在 5 度左右。而 Schoenmarklin 與 Knowlton & Gilbert 之研究結果則因分析的指標不同，與本研究差異較大。

本研究以 EMG 儀測量手臂受測肌肉之施力分配百分比，以及完成指定工作的費時，作為舒適度、效率、以及姿勢矯正程度，與文獻中的撓尺偏、喜好、握力衰減等指標不同，也是研究成果與文獻差異的原因之一。

另外，由於本研究所使用的實驗榔頭，為海威公司所製造之 Plumb 系列，20 盎司重量之一體成型羊角鎚；與先前三個相關研究所使用之”Two part”榔頭，在材質與結構上有極大之不同；”Two part”榔頭為鐵鎚頭與木柄接合，而一體成型榔頭則是整體鐵質材料，以膠套附著於握把上，因此兩者在重心位置上有明顯差異，以相同長度的兩種榔頭比較，一體成型榔頭的重心較”Two part”榔頭向手把方向偏移。以本研究分析結果，重心對於各分析指標影響的顯著性最高，可解釋造成本研究與文獻中三個研究成果的差異的原因。

2-2 研究貢獻與相關應用

本研究之成果，有助於了解 20 盎司重量之 Plumb 榔頭，在改變重心位置，以及握柄彎曲角度之後，對於一般使用者在從事擊釘作業時，對於舒適度、效率、以及工作姿勢的影響。同時，在兩個變因的組合中，找出個別指標效果與整體效果最佳的變數組合。研究成果可以提供協力廠商-海威公司運用於產品之開發，在榔頭的設計上的應用如下：

- (1) 設計新式榔頭時，針對 DIY 族群，在重心位置與握柄彎曲角度上，做適度的調整，以達到增舒適度並矯正工作姿勢，並減少工作傷害的健康需求。
- (2) 利用變因對於各指標影響的趨勢，針對需要多重需求的族群，設計可調整重心位置與握柄角度彎曲的榔頭，開發滿足個人化需求之產品。
- (3) 實驗方法與流程，可作為海崴公司針對其他系列榔頭，在舒適度、效率、以及工作姿勢等指標上，作相同比較性之分析，以作為開發 DIY 族群市場時，產品修改之依據。

2-3 相關研究與建議

由於本研究所探討之榔頭中心位置，與握柄彎曲角度改變的問題，僅限於以海崴公司所生產之 Plumb 系列，重量為 20 盎司榔頭為實驗對象，並針對舒適度、效率、以及工作姿勢三個指標分析；然而在寬廣的人因研究中，針對榔頭設計變因的研究，必然不僅限於此，在此整理列出後續研究建議，提供未來的研究者，在從事相關延伸之研究時作為參考：

- (1) 增加變因之交錯的密度。在實驗資源的限制下，本實驗緊討論三個重心位置，與間隔 5 度的 7 個角度，日後的研究可以針對本研究的結果，以更精細系的變量改變，逼近更精確的最佳變數組合。
- (2) 改變變因的項目。本實驗僅討論重心位置與握柄角度變化兩項變因，未來的研究可以針對不同的設計因素，做類似的分析研究，以探討眾多設計因素對於使用效果的影響。
- (3) 以不同的效標分析。在後續的實驗中，除了舒適度、效率、以及工作姿勢三個指標之外，可以加入握力衰減等生理指標，或是個人喜好等心理因素，更進一步研究。
- (4) 加入受測者生理指標。本實驗在分析中，以統計的方法，將受測者間的生理因素排除，將分析的重點放在榔頭本身的變因上。未來若作更深入的研究，則可將受測者間的生理差異合併討論，了解生理因素與榔頭變因之間的關係。
- (5) 探討個別差異的原因。後續的研究中，可以針對分析解果特殊的變因組合，作更深入之個別研究。
- (6) 探討不同系列榔頭。本研究的實驗對象，限於海崴公司所生產之 Plumb 系列，重量

為 20 盎司榔頭，未來若有機會，可以從事不同系列，或是不同廠牌之榔頭的相似研究，以增加相關人因知識的累積。

三、參考書目

中文參考文獻

- (1) 行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，『人機介面衛生設計規範研究—非動力手工具與輔具設備』，民 86
- (2) 陶家珍，『動力手工具操作績效評估』，國立勤益技術學院學報，第十七期，PP103-117，民 88。
- (3) 李芝慧，『手工具設計評估—以鐵絲網綁作業為例』，中華大學工業工程與管理研究所碩士論文，新竹，民 89。
- (4) 李開偉著，人因工程基礎與應用，全華出版社，台北，民 88 年六月。

英文參考文獻

- (1) Ockerman, J.; Thompson, C.; Multimedia tool set for teaching ergonomic analysis skills Frontiers in Education Conference, 1995. Proceedings., 1995 , Volume: 1 , 1-4 Nov. 1995 Pages:3a2.27 - 3a2.29 vol.1
- (2) Ockerman, J.J.; Thompson, C.; Multimedia instruction as a tool for teaching ergonomic analysis skills Systems, Man and Cybernetics, 1995. 'Intelligent Systems for the 21st Century'. IEEE International Conference on , Volume: 4 , 22-25 Oct. 1995 Pages:3850 - 3855 vol.4
- (3) Jong-Shin Lee; Hyeog-Min Kwon; Dong-Yoon Shin; Jae-Bok Song; Force feedback using sensibility ergonomics theory in teleoperation system Intelligent Robots and Systems, 1999. IROS '99. Proceedings. 1999 IEEE/RSJ International Conference on , Volume: 1 , 17-21 Oct. 1999 Pages:597 - 602 vol.