

工作環境與工作特性對手腕型作業之手眼協調及視覺疲勞度之影響

陳 潭 李宜融

東海大學工業工程與經營資訊學系

摘要

本研究主要目的在探討工作環境與工作特性對手眼協調及視覺疲勞的影響。其中工作環境以不同照度水準為變項。而工作特性則分為工作姿勢與受試者變項兩部分。本研究以東海大學工業工程系 30 位學生為受試樣本，使用 TOTO Physical 公司之 50110 號儀器進行手腕型雙手作業型態之手眼協調實驗。視覺疲勞度的衡量則採用閃光融合閾值及主觀評量表進行評估。實驗結果並以 Statistica 統計軟體進行變異數分析、DUNCAN 事後分析及相關分析。實驗結果顯示手腕型雙手作業型之手眼協調績效其完成時間與工作環境照度、工作姿勢、性別及運動習慣皆達顯著差異水準。視覺疲勞之閃光融合閾測試值則與工作環境照度達顯著差異水準。主觀評量方面在工作姿勢、性別及運動習慣及熬夜習慣等變項亦均達顯著差異水準。

關鍵字：工作環境、手眼協調、視覺疲勞、閃光融合閾值、主觀評量

壹、前言

隨著科技的進步，人員在生產系統中所扮演的角色越來越重要。無論是產品設計或系統發展，都需先考慮到人的因素，不斷在方便性、安全性及舒適性上追求更高的水準。然而在台灣有許多行業因其工作性質或條件容易使員工產生疲勞的狀況。但目前國內在員工健康管理內容中，並不包括疲勞的項目，且手腕型業者及員工本身也不太重視此問題。因此疲勞變成在生產作業中的一個重要因素，且目前國內有關疲勞的研究尚少，所以本研究針對疲勞作深入的研究與探討，進而提出改善建議，以期能對業界的人員健康管理有所助益，並能提高員工的工作績效與品質。

在工作現場作業時，照明是最重要的環境問題之一。照明系統的設計，不但會影響

身在其間工作人們的舒適感、工作績效、甚至對情緒也會有影響。以往對於照明不甚重視，只求能用就好，對於照明品質不具概念。因而常造成需要高照度的工作，卻以低照度的照明來從事工作，如此常常影響到作業員的工作績效，且作業員也因不足或過度的照明產生疲勞，造成其效率低落及工作發生危險。

Morton 等人[11]表示，工作時的重複性動作、過度用力或採取不適當的姿勢均會造成累積性的工作傷害。可見，工作姿勢對於作業員影響之深，而要如何依工作型態的不同，來選擇適當的姿勢，頓時變成了一個重要的課題。因此，在手腕型雙手作業型態中，何種姿勢可獲得較高的生產力及可靠性便成為本研究欲探討的變數之一。

工作者的特性眾多，如工作者之年齡、性別、體能狀況及生活習慣...等。由於特性

眾多，且實驗數據取得之方便性與時間的考量，故本研究僅探討重要且常被忽略的因素。性別會影響行為上的能力，尤其在機械操作能力方面。研究指出在雙手協調能力方面[1][4][6]，男女性的能力有顯著的差異。由紐西蘭與澳洲學者聯合研究指出，發現睡眠不足所造成的疲憊對人的生理反應，比喝酒開車更嚴重，尤其在對速度和準確的反應能力上[7]。此外，文獻亦指出[2][3]，在台灣地區的人民普遍缺乏運動習慣。故本研究於工作者特性的研究，特別針對性別、熬夜習慣及運動習慣三項來作探討。根據以上所述，本研究著重在手眼協調與視覺疲勞的相關課題上，探討工作環境及工作特性等因素對於身處不同現場作業人員其手眼協調能力，亦即工作績效之影響。除此，加上視覺疲勞的探討，以歸納出適當的工作狀態及環境設計之原則，提昇工作效益且增加工作之舒適性。本研究主要的研究目的為：

- (1) 探討研究變項對於手眼協調的影響。
- (2) 探討研究變項對於視覺疲勞的影響。
- (3) 探討手眼協調因素(完成時間與錯誤次數)與視覺疲勞(主客觀視覺疲勞)因素之間的相關性。

貳、文獻探討

一、手眼協調

Williams[13]提出視覺動作統整能力(Visual Motor Integration, VMI)，即表示視覺與手部動作之間協調良好的程度，也常被稱為手眼協調能力。手眼協調能力是指視覺與手部動作配合的能力，在本研究中「手部」動作指的是一種廣義的「上肢」動作，即包含手指、手掌、手腕、前臂與肩膀所構成的手部動作。不管如何，在日常生活中手眼協調都扮演著重要的角色，迫使我們不得不去

重視手眼協調的重要性，故本研究將手眼協調列入研究對象之一。

(一) 視覺能力

視覺能力主要包括：1.視銳度 2.對比敏感度 3.知覺速率 4.辨色能力 5.暗與亮的適應力等[5]。視覺是最主要的感覺，視覺系統提供身體之外的環境空間的確定資訊，經由視覺系統讓人能感知外在世界的五光十色與動態變化，不僅可以協助了解處境、位置，以指引自身的行動，還可以加強與外界人的溝通。

(二) 雙手操作能力

從工作分析中的「操作人程序圖」，可以了解單手作業存在著閒置浪費的情況，而這種浪費是可以減少的。雖然手腕型人左手效率不如右手，但至少可達右手效率之 80%以上，浪費不用實為可惜[8]。但是要減少心理及生理上的不平衡感、降低身軀有關部位之應力，以增加效率並配合人體構造而減輕疲勞，則必須兩手同時且反向對稱的進行相似或相同的動作。由此可知，了解影響雙手操作能力的因素，不僅可以增加員工的生產效率，也可降低員工疲勞的情況。

二、人員視覺疲勞

關於視覺疲勞的量測方面，本研究分做兩個部分來論述：(一)客觀疲勞—閃光融合閾值 critical flicker fusion frequency (CFF)之變化，(二)主觀疲勞—主觀評量。

(一) 閃光融合閾值(CFF)之變化

利用 CFF 評估視覺疲勞是一種客觀且很有效的方法。Horie¹⁰提及閃光融合閾值會隨者人員眼睛的疲勞程度而改變，故可利用它來測定眼睛的疲勞程度。Oohira¹²的研究發現，利用 CFF 量測從事 VDT 作業後的人員時，其 CFF 值的變化會很小。所以，欲以 CFF 作為視覺疲勞量測指標時，必須非常小心謹

慎。

(二) 主觀評量

Helander 等人[9]曾指出利用主觀評量、視力以及視覺調節力是評量視覺疲勞的最佳方法。但在衡量時必須注意，主觀評量僅能就作業前或作業後進行量測，不可在作業過程中同步量測。

三、研究架構

根據研究目的及文獻探討，整合本研究所欲討論之變項如圖 1 所示。

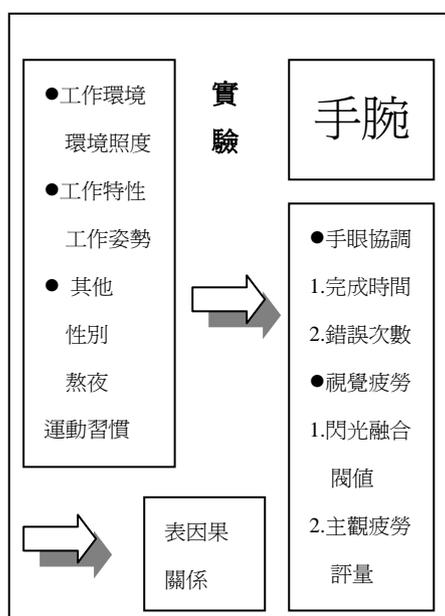


圖 1 研究架構圖

參、研究方法

一、研究對象

本實驗共招募大學部 30 位學生為研究對象(其中男性 25 位，女性 5 位)，平均年齡 21 歲。每位受試者健康狀況良好，皆無手部及眼部的傷害或疾病。

二、實驗設備及器材

1. TOTO Physical 公司生產之 50110 號手腕-眼協調測定器一台，使用方法如下：
 - (1)此實驗器材如圖 2，受測者以手腕控制曲柄以移動原子筆依器材圖案移動，其底座長為 28.1cm，寬 6.4cm，高 7cm。移動面板長 18.5cm，寬 13cm，距底座高 4.8cm，曲柄之旋轉半徑為 2.6cm。此儀器之移動路徑可自行設計，為測試眼睛與手腕協調操作的情形，本實驗採用 S 形圖案作為實驗路徑。此路徑難度屬於中等程度，其圖形參見圖 2。其路徑之寬度為 0.45cm，路徑長約為 30cm。
 - (2)到達路徑終點後，記錄所花費時間及超出路徑邊界之錯誤次數。
2. 數位式碼錶一個。
3. 照度計(TES-1332)一個。
4. 照明器材(本實驗所採用之照明器材為檯燈，置於受試者左前方，所採用之照度為光在物體表面所量測到的照度水準。)
5. 數位式疲勞測定器(測量受試者的視覺疲勞度，於受試前後紀錄閃光融合閾值各兩次)。
6. 其它輔助設備。

三、實驗方法

本實驗共有五個自變項及四個因變項，其個別敘述如下：

●自變數

- 1、性別一分為男性及女性。
- 2、熬夜習慣一分為有熬夜習慣及無熬夜習慣。
- 3、運動習慣一分為有運動習慣及無運動習慣。
- 4、工作姿勢一分為坐姿及站姿二種姿勢(如圖 3)進行實驗。
- 5、環境照度一分為 100 lx、500 lx、1000 lx 及 1500 lx 四種照度水準。

●因變數

- 1、完成時間—實驗操作完成之時間。
- 2、錯誤次數—實驗過程中發生錯誤之多寡。
- 3、客觀視覺疲勞測量—閃光融合閾值變量。
- 4、主觀視覺疲勞測量—主觀評量。

在測量不同情況的數據時，為避免受試者刻意在某種情況下有較佳表現而影響實驗結果。因此在實驗前不事先告訴受試者實驗順序，只要求受試者依照指示進行實驗。而且整個實驗過程完全採隨機方式進行。

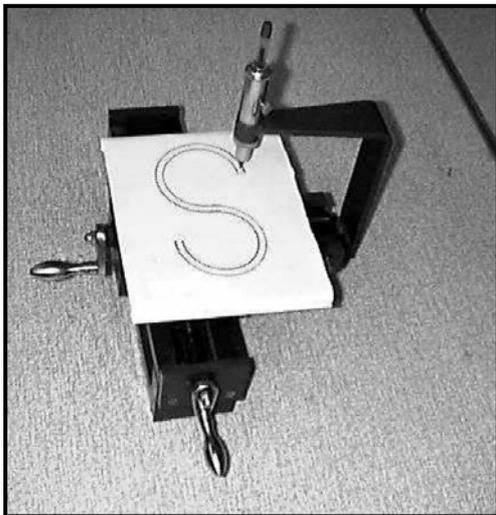


圖 2 實驗器材圖



圖 3 工作姿勢圖

肆、實驗數據分析與討論

本實驗的數據分析與討論分為四部份，

首先分析手眼協調與視覺疲勞因素間之相關情形，第二部份進行所有探討變項之變異數分析，第三部份分析工作環境與特性變項對手眼協調能力的影響，第四部份分析工作環境與特性變項對視覺疲勞的影響。

一、綜合相關分析

經過數據整理後利用 Statistica 統計軟體進行相關分析，以了解完成時間、錯誤次數、CFF 變化與主觀評量之相關情形，結果如表 1 所示。由表 1 之結果發現，錯誤次數與主觀評量有顯著差異，但完成時間與錯誤次數之相關程度偏低。因此，後續只針對操作時間受變項影響的情況進行分析，不討論錯誤次數受變項影響之情形。

表 1 各因變數之相關分析表

	完成時間	錯誤次數	CFF 變化量	主觀評量
完成時間	1	0.06	0.02	0.08
錯誤次數	0.06	1	0.08	0.14*
CFF 變化量	0.02	0.08	1	-0.01
主觀評量	0.08	0.14*	-0.01	1

*表 $p < 0.05$

二、綜合變異數分析表

將本研究欲探討之變項利用 Statistica 軟體之 ANOVA 程序進行變異數分析，以了解各變項之差異情形，結果如表 2 所示。分述如下：

- (1) 完成時間：手眼協調績效之完成時間方面與性別、運動習慣、工作姿勢、環境照度皆有顯著差異。
- (2) 錯誤次數：在錯誤次數方面，本研究工作環境及特性變項皆無顯著差異。故本研究只探討完成時間對手眼協調能力作評估。
- (3) CFF 變化量：本研究顯示視覺疲勞之閃

光融合閾值(CFF 變化量)與環境照度有顯著差異。

- (4) 主觀評量：而在主觀評量方面本研究顯示其與性別、熬夜習慣、運動習慣、工作姿勢皆有顯著差異。

表 2 各變項之綜合分析表

因變項 自變項	完成時間 (秒)	錯誤次數 (次)	CFF 變化量 (Hz)	主觀評量 (分)
性別	*** 男:84.73 女:98.15	-- 男:2.10 女:1.88	-- 男:0.63 女:0.22	*** 男:7.6 女:9.4
熬夜習慣	- 有:87.32 無:84.66	-- 有:2.02 無:2.28	-- 有:0.61 無:0.20	* 有:8.0 無:7.2
運動習慣	** 有:84.15 無:89.78	-- 有:1.92 無:2.20	-- 有:0.57 無:0.56	*** 有:7.2 無:8.7
工作姿勢	*** 坐:90.42 站:83.52	-- 坐:2.14 站:1.98	-- 坐:0.77 站:0.36	*** 坐:7.0 站:8.9
環境照度	*** 100lx : 96.67 500lx : 83.45 1000lx : 87.48 1500lx : 80.27	-- 100lx : 2.13 500lx : 1.95 1000lx : 2.12 1500lx : 2.03	* 100lx : 0.94 500lx : 0.00 1000lx : 0.56 1500lx : 0.87	-- 100lx : 7.6 500lx : 8.1 1000lx : 8.4 1500lx : 7.7

*表 $p < 0.05$ **表 $p < 0.01$ ***表 $p < 0.001$; --表無顯著

三、研究變項與手眼協調能力

將本研究數據進行 DUNCAN 程序多元全距分析，其結果如表 3 及圖 4 所示。

表 3 DUNCAN 程序進行多元全距分析

受試者變項	完成時間
性別	(快) 男 女 (慢)
熬夜習慣	(快) 無 有 (慢)
運動習慣	(快) 有 無 (慢)
工作姿勢	(快) 站 坐 (慢)
環境照度	(快) 1500 500 1000 100 (慢)

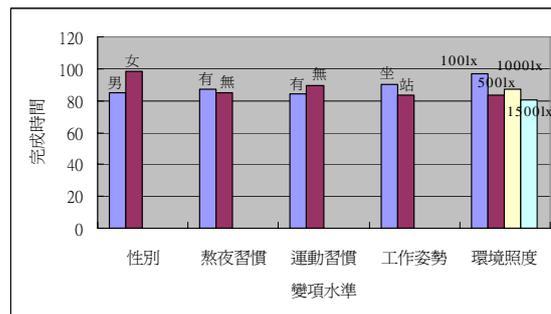


圖 4 各變項水準對完成時間影響之分析圖

1. 性別的差異

由表 2 得知，性別對完成時間的快慢有顯著的差異 ($p < 0.001$)，然後利用 DUNCAN 多重比較檢定分析，其結果如表 3 所示。男性所花費時間平均為 84.73 秒，較女性所花費時間 98.15 秒少了 13 秒多，顯示出男性較女性快。可能跟男性的動作認知與身體的發展較優於女性有關，而且手腕型作業屬於中度負荷的手部活動，對於女性可能會較吃力一點，所以造成此一顯著時間差異。

2. 熬夜習慣的差異

由表 2 得知，有無熬夜的習慣對於操作能力並沒有顯著的影響。但有熬夜者的操作時間為 87.32 秒比無熬夜者的 84.66 秒，其操作能力來的差。熬夜會導致受試者反應變遲鈍，造成身體的動作遲緩，因此無熬夜習慣者會比有熬夜習慣者的反應來的快一些。至於兩者間沒有顯著差異，可能因為手腕型作業其工作內容不太複雜，受試者能夠輕易的操作，因此有無熬夜習慣就比較不容易顯示出差異性。

3. 運動習慣的差異

由表 2 可以知道，有運動習慣者的操作時間為 84.15 秒較無運動習慣者的操作時間 89.78 秒來得快，並達統計上的非常顯著水準。手腕型作業屬於中度負荷的手部活動，比較偏向體力的消耗，對於眼力的需求不比手指型雙手作業。可藉運動增加體力、增進耐力，在操作能力方面有運動習慣者會比無

運動習慣的表現來得好。

4. 工作姿勢的差異

由表 2 可以瞭解，操作時間的快慢會因為作業所採用的姿勢不同而有顯著的差異。進一步利用 DUNCAN 多重比較檢定分析，結果列於表 3 內。坐姿操作時間為 90.42 秒、站姿操作時間為 83.52 秒，在手腕型作業型態中採站姿作業會比採坐姿來的快。可能手腕型雙手作業屬於中度負荷的手部活動，需要比較大量的體力。而且採站姿作業時，能較容易利用及搭配身體的力量來完成工作。雖然坐姿較舒適，能夠提供受試者較舒服的作業環境，卻不能靈活的運用身軀來完成作業，反而受限於姿勢而不能有效率的發揮其能力。

5. 環境照度的差異

由表 2 得知，不同環境照度水準對於操作時間有特別顯著的差異。進一步利用 DUNCAN 多重比較檢定分析，如表 3 所示。可以發現照度在 100lx 時操作時間最慢，而其他三者則無顯著差異。在照度 100lx 時未達手腕型作業所需要的最低照度，受試者在此照度下會因為照明不足，造成視覺的障礙，而導致完成時間最慢。所以在選擇手腕型雙手作業的照明時，必須避免採用照度 100lx 以下的照明。

四、研究變項與視覺疲勞

關於視覺疲勞的量測方面，本研究分做兩個部分來論述：一、客觀疲勞—閃光融合閾值（CFF）之變化，二、主觀疲勞—主觀評量。

（一）閃光融合閾值之變化

閃光融合閾值(CFF)測量眼球可以觀察到最高閃爍頻率值，因為具有高度敏感性與操作方便性，所以常被用來評估作業員的工作負荷及工作疲勞度。所以本研究用 CFF 的變化量，來評估受試者眼睛疲勞的程度，是

否受到性別、熬夜習慣、運動習慣、姿勢、及環境照度的影響。得到各變項的 CFF 平均值列於表 4。且進一步將表 4 的資料以圖形表達如圖 5 所示。

表 4 各變項的 CFF 變化量與標準差

自變數	觀測個數	CFF 變化 (Hz)	標準差
性別(Gender)			
男	200	0.63	2.34
女	40	0.22	2.07
熬夜(Stay-up)			
有	208	0.61	2.31
無	32	0.20	2.21
運動習慣(Sport)			
有	120	0.57	2.17
無	120	0.56	2.42
姿勢(Posture)			
坐姿	120	0.77	2.12
站姿	120	0.36	2.45
環境照度 (Illumination)			
100lx	60	0.94	2.14
500lx	60	0	2.55
1000lx	60	0.56	2.03
1500lx	60	0.87	2.34

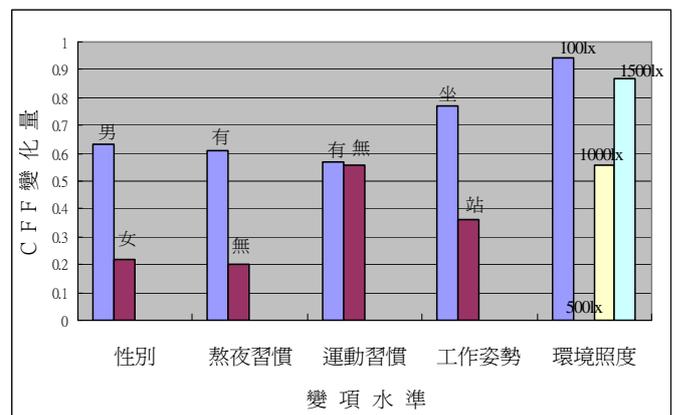


圖 5 各變項 CFF 變化量之分析

1. 性別的差異

在表 2 中，可以發現性別對閃光融合閾值並沒有顯著的影響。視覺疲勞並不會因性別的不同而有所影響。視覺疲勞乃是一種生理狀態，並不會因為性別而有所差異。

2. 熬夜習慣的差異

由表 2 得知，有熬夜習慣者的 CFF 變化為 0.61Hz，無熬夜習慣者的 CFF 變化為 0.20Hz，但沒有顯著的差異。有熬夜習慣者的 CFF 變化比無熬夜習慣者大，因為手腕型作業屬於一種中度負荷的工作，對於眼睛的使用不頻繁且受試的時間可能不夠長，因此無熬夜習慣者於受試前與受試後的 CFF 變化，自然就不明顯了甚至比有熬夜習慣者來的小。

3. 運動習慣的差異

如表 2 所示，有運動習慣者的 CFF 變化為 0.57Hz、無運動習慣者的 CFF 變化為 0.56Hz，但有無運動習慣對 CFF 的變化沒有顯著的差異。可能有無運動習慣與受試者的體力、協調性等比較相關，對於眼睛的疲勞可能沒有太大的直接關係，所以有無運動習慣對於 CFF 的變化並不會造成顯著影響。

4. 工作姿勢的差異

由表 2 得知，坐姿的 CFF 變化為 0.77Hz、站姿的 CFF 變化為 0.36Hz，兩者的 CFF 變化皆很小且沒有顯著的差異。可能因為受試的時間不夠長所導致的。

5. 環境照度的差異

如表 2 所示，照度 100lx 的 CFF 變化為 0.94Hz、照度 500lx 的 CFF 變化為 0Hz、照度 1000lx 的 CFF 變化為 0.56Hz、照度 1500lx 的 CFF 變化為 0.87Hz，且環境照度對 CFF 的變化有顯著的差異。本研究對於閃光融合閾值（CFF）的量測方法是採用下降法，也就是變化量正的愈多呈現愈疲勞狀態。在照度 500lx 下 CFF 的變化為 0 Hz，由此可知在照度 500lx 下眼睛較沒疲勞，表示在照度 500lx 時受試者的狀態最佳。

五、視覺疲勞主觀評量之分析

視覺疲勞主觀評量乃針對問卷調查的結

果，進而去分析、比較各變項對於主觀視覺疲勞的影響。根據受試者 10 種視覺疲勞症狀出現次數，給予一個評量分數，如表 5 所示。最常出現的症狀給予 10 分、次之 9 分、依此類推至 1 分。主觀評量分數就根據受試者出現症狀所給定的分數加總完成。若得到的主觀評量分數愈高，表示受試者的主觀疲勞程度愈嚴重。得到各變項的主觀評量列於表 6，且進一步將表 6 的資料以圖形表達如圖 6 所示。

表 5 視覺疲勞症狀評分表-手腕型作業型態

症狀	發生次數	發生頻率順序	評量分數
對顏色的感覺改變	1	10	1
近距離無法明視	2	9	2
眼睛紅	3	8	3
眼睛無法對焦	9	7	4
複視	10	6	5
眼睛分泌物增多	11	5	6
視覺暫留	13	4	7
眼睛疼痛	44	3	8
視力模糊	50	2	9
眼睛乾澀	85	1	10

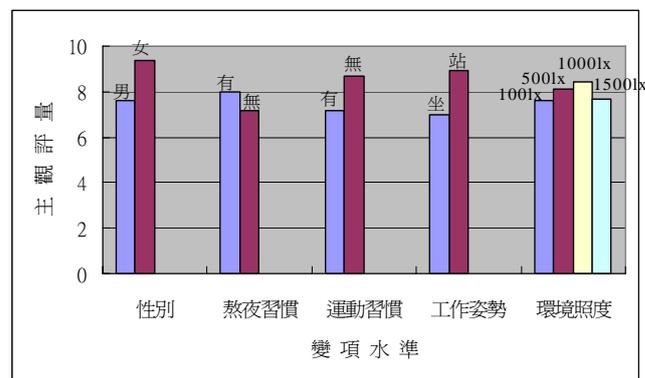


圖 6 主觀評量之分析

表 6 各變項的視覺疲勞主觀評量

自變數	觀測個數	主觀評量
性別(Gender)		
男	200	7.6
女	40	9.4
熬夜(Stay-up)		
有	208	8.0
無	32	7.2
運動習慣(Sport)		
有	120	7.2
無	120	8.7
姿勢(Posture)		
坐姿	120	7.0
站姿	120	8.9
環境照度(Illumination)		
100lx	60	7.6
500lx	60	8.1
1000lx	60	8.4
1500lx	60	7.7

1. 性別的差異

如表 2、6 所示，男性的主觀評量為 7.6，女性的主觀評量為 9.4，而且性別對視覺疲勞主觀評量有非常顯著的影響。手腕型作業比較偏向體力支出的工作型態，對女性而言可能有點吃力，於體力的消耗自然就比男性來得多，因此容易產生疲勞的感覺，所以主觀視覺疲勞就比男性還要嚴重。

2. 熬夜習慣的差異

由表 2、表 6 得知，有熬夜習慣者的主觀評量為 8.0、無熬夜習慣者的主觀評量為 7.2，且有無熬夜習慣對視覺疲勞主觀評量有顯著的差異。有熬夜習慣者的主觀視覺疲勞比無熬夜者來的嚴重，手腕型作業雖屬於中度負荷工作，但若體力的消耗增加則讓受試者比較容易產生疲勞的感覺，尤其有熬夜習慣者會因熬夜加速疲勞的程度，所以有熬夜習慣者感覺視覺疲勞的程度會比較嚴重一點。

3. 運動習慣的差異

由表 2、表 6 得知，有運動習慣者主觀評量為 7.2、無運動習慣者主觀評量為 8.7，而且有無運動習慣對視覺疲勞主觀評量有特

別顯著的影響。主觀評量的分數愈高，表示主觀疲勞的感覺愈嚴重，無運動習慣者比有運動習慣者的主觀疲勞感覺還要嚴重。因為有運動習慣者平時有週期性運動的習慣，在體力及耐力上會比較好，而不容易感到疲勞，所以有運動習慣者的感覺會比無運動習慣者來得輕微。

4. 工作姿勢的差異

由表 2、表 6 可以知道，坐姿的主觀評量為 7.0、站姿的主觀評量為 8.9，而且姿勢對視覺疲勞主觀評量有特別顯著的差異。手腕型作業屬於中度負荷的工作，比較偏向於體力消耗。採站姿作業雖可以充份應用身體力量，便於完成作業。不過採站姿作業耗費體力較大且不比坐姿舒適，因此容易因為體力的耗損而感到疲倦，進而影響視覺主觀的疲勞。

5. 環境照度的差異

由表 6 得知，照度 100lx 的主觀評量為 7.6、照度 500lx 的主觀評量為 8.1、照度 1000lx 的主觀評量為 8.4、照度 1500lx 的主觀評量為 7.7。但由表 2 得知，環境照度對於視覺疲勞主觀評量並沒有顯著的差異。視覺疲勞主觀評量的分數以照度 1000lx 時分數最大，表示其疲勞程度最嚴重，可能是眩光及大量的熱所導致的。至於沒有顯著的差異，可能是手腕型作業型態屬於中度負荷的工作，偏向體力支出較多，對於眼力的消耗比較小且受試時間不夠長，故不足以顯現其影響性。

伍、結論

由以上實驗分析的結果，進一步整合各變數對手眼協調績效與視覺疲勞的影響，得到下列結論。

一、手眼協調能力

本研究對工作績效之分析主要分為完成時間與錯誤次數兩方面來評估。有關各變項

對手腕型手腕型手眼協調作業的績效影響分述如下：

1. 由各變項完成時間之變異數結果得知，性別、運動習慣、姿勢皆達顯著差異水準；平均完成時間方面，男性的完成時間為 84.73 秒、女性的完成時間為 98.15 秒。有運動習慣者完成時間為 84.15 秒、無運動習慣者完成時間為 89.78 秒。坐姿作業者其完成時間為 90.42 秒、站姿作業者其完成時間為 83.52 秒。
2. 不同環境照度在完成時間亦有的差異，利用 DUNCAN 多重比較分析之結果瞭解，完成時間在照度 100lx 時最慢，其它三者間沒有顯著的差異。
3. 由表 3 所示，本研究各變項對錯誤次數之變異數分析皆未達顯著差異水準。

二、視覺疲勞

於視覺疲勞方面，本研究分為客觀與主觀疲勞兩方面來敘述。有關各變項對手腕型手腕型手眼協調作業的績效影響：於客觀疲勞方面利用閃光融合閾值之變化來測定，主觀疲勞則利用問卷量表來評估。分析討論的結果分述如下：

- 1、性別、熬夜習慣、運動習慣、姿勢對閃光融合閾值沒有顯著的影響，但環境照度對於閃光融合閾值(CFF)的變化有顯著的差異。
- 2、於本研究作業中，在照度 500 lx 時受試者未明顯感受疲勞狀態，而其他三種照度下存有疲勞感覺。於主觀視覺疲勞中最常出現的徵狀為眼睛乾澀(85 次)、其次為視力模糊(50 次)及眼睛疼痛(44 次)。
- 3、性別、熬夜習慣、運動習慣、姿勢對於視覺疲勞主觀評量有顯著的影響，但環境照度對於視覺疲勞主觀評量並沒有顯著的影響。
- 4、性別對主觀評量有特別顯著的差異。手

腕型作業對女性在體力上的消耗有點吃力，因此比男性容易產生疲勞的感覺，所以主觀視覺疲勞就比男性還要嚴重。

- 5、有熬夜習慣者的主觀評量比無熬夜習慣者來的高。
- 6、運動習慣對主觀評量有特別顯著的差異。無運動習慣者的主觀疲勞程度較嚴重。因為有運動習慣者體力較好，相較無運動習慣者於體力的消耗上就比較少，其感覺自然就比較輕微。
- 7、研究作業屬於手腕型中度負荷的工作，採站姿作業會比較耗費體力且不像坐姿作業來的舒適，所以採站姿作業時會感覺會比較疲勞。

參考文獻

1. 石裕川，「握把界面因素對手部施力與重量差異閾影響之研究」，博士論文，清華大學工業工程研究所，1995。
2. 行政院衛生署：民國 82 年衛生白皮書。
3. 李蘭、陸均玲、李隆安：台灣地區成人的健康行為探討--分布情形、因素結構和相關因素。中華衛誌，15 卷 4 期，47-56 頁，民國 84 年。
4. 陳重光，「握把介面因素與工作姿勢對雙手操作能力之影響」，碩士論文，東海大學工業工程研究所，1999。
5. 張一岑，“人因工程學”，初版二刷 台灣省台北市揚智文化事業股份有限公司，493 頁，1998。
6. 傅鑫凌，「手套與姿勢對施力大小影響之研究」，碩士論文，清華大學工業工程研究所，1994。
7. 網路資料，KingNet 國家網路醫院編輯部 <http://www.webhospital.org.tw/>
8. Benjamin W.N., Motion and Time Study,

- 9th ed., Richard D.Irwin, USA,1993.
9. Helander , M.G , P.A. Billingsley,and J.M. Schurick , An evaluation of human factor research on visual display terminals in the workplace , In : F.M. Muckler (Ed.) , Human factors review , 55-129,Santa Monica, CA : Human Factors Society,1984.
 10. Horie,Y.A. study on the evaluation of sample workload by a thermal video system,In : Kumashiro M. and E.D. Megaw (Eds.),Towards human work : solution to problems in occupational health and safety, Taylor & Francis, London, 251 - 252 , 1991.
 11. Morton,L. and Kasdam , “ Occupational Hand & Upper Extremity Injuries & Disease”Hanley & Belfus , Inc , 489-498 , 1991.
 12. Oohira,A.,“Eye strain and foveal CFF in VDT work ”, Japanese Ophthalmology, 57(12), 1318-1319, 1986.
 13. Williams,H.G, Perceptual and Motor Development. Englewood Cliffs,N.J. : Prentice-Hall,1983.

The Study of the Influence of Work Environment and Work postures On Wrist -eyed Coordination and Visual Fatigue

Tam Chan and Yi-Jung Li

**Department of Industrial Engineering and Enterprise Information
Tung-Hai University**

ABSTRACT

This study is an attempt to determine the influence of work environment and property on hand-eyed coordination and visual fatigue. The work environment focuses on the different illuminations. The work property contains postures and the nature of workers. The work postures can divide into two forms of sit and stand. The study also analyze the influence of gender, and the habits of stay-up and sport. A total of 30 subjects were used. The investigation was taken by using the equipments, which include wrist-eyed coordination (Equipments No.50110), and the critical flicker fusion frequency (CFF). Finally, the data were analysis by Statistica/PC. The results showed, the difference of illuminations, work postures, gender, and the habit of sport was significant in the wrist-eyed coordination operation

Key words: work environment, hand-eyed coordination, visual fatigue, critical flicker fusion frequency (CFF), subjective assessment