

工作姿勢與手持穩定度之相關研究

陳 潭*

摘 要

本研究之目的為一探討工作姿勢與手持穩定度之相關研究。本研究測量 4 種不同姿勢下之手持穩定度，並對手持穩定度和性別、體型指數(Ponderal Index, PI 值)、手之懸空與否之關係加以探討。本研究記錄了 4 種不同姿勢下，受試者在蹲、半蹲、坐、站等姿勢之手持穩定度。研究結果顯示，各種姿勢下手持穩定度之大小確有不同。本研究受試者在 4 種不同姿勢下之手持穩定度平均大小順序為坐、蹲、半蹲、站。然而，手持穩定度和性別、體型指數、手之懸空與否，雖有差異但並未達統計上顯著水準。

關鍵詞：手持穩定度、人因工程、工作姿勢、體型指數(Ponderal Index)

緒 論

人因工程之基本理念為：承認人有缺點，人免不了粗心大意，人因工程之基本理念認為僅將意外事故歸諸於「人為因素」是於事無補的。他的重點是找出這類「人為因素」，在製造前，先從設計及操作上預先考慮到人類能力與限制，以減少意外事故的發生，並增進工作的績效。與其他應用領域相較之下，人因工程的理念其特徵為：(1).人因工程強調效勞人類的信念，因此在設計上總是把使用者或操作者考慮在內。(2).承認人類在能力和限制方面有個別差異的現象，並重視其在設計上的涵義。(3).依據科學方法和客觀數據以檢定假設，並建立關於人類行為的基本資料。

坐姿與站姿是工作中最主要兩種姿勢，其他姿勢如仰、躺姿勢等，僅在特殊工作場所才使用，例如修車時，如不將車體升高，只好平躺在車底執行任務。至於蹲姿、半蹲姿有時也因工作場所或便利因素會偶爾採用。在工廠中，作業現場之作業員在焊接電路板

* 東海大學工業工程學系

時，一般作業員必定使用慣用手作業，於是，作業員之工作姿勢及其手作業穩定性對工作效率是否有所影響，乃是一值得探討之主題。本研究之目的即為一探討工作姿勢與手持穩定度之相關研究。依據科學方法和客觀數據以檢定假設，建立關於人類手持穩定度的相關資料。本研究記錄了自願接受測驗之受試者在蹲、半蹲、坐、站 4 種姿勢下手持穩定度之相關資料。

文獻探討

有關「工作方法與工作負荷」方面之相關研究：Datta & Ramanathan[1]指出某些類型的工作所支出的能量與工作進行的方式有很大的差異。且在不同文化和國家攜物方法也各有不同。Datta & Ramanathan 曾比較七種攜物方法的氧需求量，結果顯示，攜物方法以能夠維持姿勢的平衡，且儘量不影響重心或使重心改變最小者為最佳。有關「工作姿勢與工作績效」間之相關研究，曾有多位學者[2][3] [4] [7]加以探討。Hunsiker[2]曾測量五十五位男受試者以坐姿就五種上臂位置（角度）循四個方向所施出的手臂肌力加以研究，這五十五位受試者各角度各方向最大肌力的第 5 百分位數值中，其後拉和上推的肌力最大，並且明顯地受到上臂位置的影響。該項研究肌力最大的位置是 150 度和 180 度。至於其他動作方向，上提與下壓的施力之差異並不大。通常左手的肌力要比右手小 10%。至於「工作姿勢與工作負荷」方面之相關研究：Vos[7] 指出作業員執行工作時的姿勢是影響能量需求的另一個因素；例如某些農事方面的工作，尤其需要在接近地面的高度來進行（如採收草莓）。Vos[7]曾要求受試者以五種不同的姿勢拾取以一定方式排列在地上的金屬籤，而測量受試者的能量支出，結果顯示以手撐地的跪姿和蹲姿的能量消耗較其他姿勢為少，可是這種跪姿有隻手不能使用，且膝蓋會不舒服。研究也發現相當低的坐姿要比蹲姿來得好些，可是坐姿也有不宜用於需要移動的場合的缺點。關於探討工作姿勢與手持穩定度之相關研究，我們可發現無論是有意還是無意，人們都會常常面對它。然而對於工作姿勢與手持穩定度之相關研究，研究文獻卻甚少。也因此本研究乃決定針對工作姿勢與手持穩定度之相關主題加以研究。

研究方法

本研究的實驗目的有：

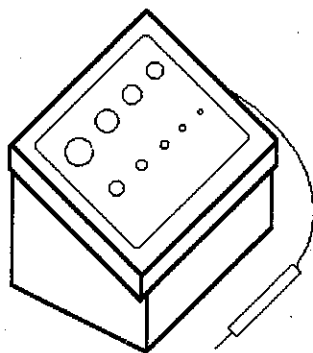
- 1、探討各種不同姿勢時穩定度是否不同。
- 2、探討穩定度與人體體型之間是否具有關係。
- 3、探討穩定度與性別之間是否具有關係。
- 4、探討穩定度與手懸空與否之間是否具有關係。

1.受試者

本研究受試者是以東海大學工業工程系二、三年級男女生為實驗的研究對象，共有 21 位受試者(其中男性 15 位，女性 6 位)接受測量。在測量時，是以右手來測量，而在受試者中，其習慣性皆使用右手，並無習慣使用左手者。

2.實驗設備及操作方法

- 1.身高測量器:用以測量身高(cm)
- 2.體重測量器:用以測量體重(kg)
- 3.手持穩定度測量器(stabilimeter) (如圖一)：用以測量趾撞次數。手持穩定度測量器規格及其使用方法分述如下：
 - (a)此測定器(如圖一)有九個大小不同的孔，孔徑分別為：
2.5, 2.7, 3.1, 3.5, 4.2, 5.3, 6.7, 9.0, 12.0 mm
 - (b)受試者以手持感應棒插入孔內，測試順序由孔徑大者到孔徑小者，並避免碰到孔壁，否則會有鳴聲，完成九個大小不同的孔之作業時間以 1 分鐘為限。
 - (c)記錄碰撞次數(即鳴聲次數)。
- 4.其他輔助性實驗設備。



圖一 手持穩定度測定器

3.實驗程序與步驟

3.1 收集數據之方法

(1)共有 21 位自願受試者參與本研究測試。(2)在測量時採分段測試，不同姿勢連續測試後需休息 2 分鐘，否則會因疲勞而影響數據準確性。(3)在實驗過程中，隨機抽樣測量不同姿勢之手持穩定度。

3.2 實驗步驟

在實驗過程中，測量不同姿勢的數據時，為避免受試者刻意在某種姿勢，而影響實驗數據。因此在實驗前，不事先告訴受試者實驗目的，而只是要求受試者，依照我們的指示進行實驗。不同姿勢之安排採受試者內平衡法。實驗步驟以某一受試者為例說明如下：

(1)測量身高，(2)測量體重，(3)以坐姿、手懸空之形態進行測試，(4)休息 2 分鐘，(5)以坐姿、手不懸空之形態進行測試，(6)休息 2 分鐘，(7)以站姿、手懸空之形態進行測試，(8)休息 2 分鐘，(9)以蹲姿、手懸空之形態，進行測試，(10)休息 2 分鐘，(11)以半蹲、手懸空之形態進行測試。

實驗結果

1、受試者手持穩定度與性別之關係

(A) 受試者手持穩定度在性別與碰撞次數分析:

本研究以碰撞次數作為受試者手持穩定度之計量指標。碰撞次數越多，則表示受試者手持穩定度越低。受試者在手懸空與各種姿勢下接受測試，男性其碰撞次數的平均為 30.5 次，女性其碰撞次數的平均為 35 次(如表 1)，性別與碰撞次數資料如表 1 所示：

表 1：受試者手持穩定度在性別與碰撞次數

工作姿勢	男	女	總計
蹲姿	7.6	7.7	15.3
半蹲	7.7	8.5	16.2
坐姿	6.0	9.8	15.8
站立	9.2	9.0	18.2
總計	30.5	35.0	65.5

(B) 受試者手持穩定度在不同性別之變異數分析：

以性別與碰撞次數之數據進行變異數分析，其所得之結果如表 2 所示。

表 2：手持穩定度在不同性別之變異數分析

	自由度	平方和	不偏變異數	Fo	F(0.05)
組間	1	2.5313	2.5313	2.0366	5.9874
組內	6	7.4575	1.2429		
總變異	7	9.9888			

從表 2：受試者手持穩定度在不同性別之變異數分析中，因為 $F_o < F(0.05)$ ，故不同性別其碰撞次數雖有差異但尚未達到統計上顯著水準。

2、受試者手持穩定度與人體體型之關係

(A) 受試者手持穩定度在人體體型與碰撞次數分析：

受試者在手懸空與各種姿勢下接受測試；依據研究[5]，國人體型指數(Ponderal Index，PI 值)大於 42.9 者即代表體型較為瘦小者[8]，其碰撞次數的平均為 31 次，反之，PI 值小於 42.9 者即代表體型較大者，碰撞次數的平均為 32.1 次，人體體型與碰撞次數的累積資料如表 3 所示：

表 3:受試者手持穩定度在人體體型與碰撞次數

工作姿勢	胖	瘦	總計
蹲姿	7.7	7.5	15.2
半蹲	7.5	8.1	15.6
坐姿	7.7	6.4	14.1
站立	8.1	10.1	18.2
總計	31	32.1	63.1

(B)受試者手持穩定度在不同體型之變異數分析：

以不同體型與碰撞次數之數據進行變異數分析，其所得之結果如表 4 所示。

表 4：手持穩定度在不同體型之變異數分析

	自由度	平方和	不偏變異數	Fo	F(0.05)
組間	1	0.1513	0.1513	0.1513	5.9874
組內	6	7.4575	1.2429		
總變異	7	7.5688			

從表 4：受試者手持穩定度在不同體型之變異數分析中，因為 $F_o < F(0.05)$ ，故在不同體型其碰撞次數雖有差異但尚未達到統計上顯著水準。

3、受試者手持穩定度與受試者工作姿勢之關係

(A)各種姿勢之碰撞次數分析：

受試者工作姿勢包括站立、坐姿、半蹲、及蹲姿等四種如圖 2 所示。有關各種姿勢說明如下：(1) 站立：本研究定義為：依德國整形外科醫師 Schobert[6]指出，當一個人"站立"時，典型的姿勢是從骨盆到大腿幾乎成一垂直的軸線。(2) 坐姿：而"坐"的姿勢，則是大腿與椅面保持水平姿勢。(3) 半蹲：本研究定義為：前腿稍微向前彎曲，其彎曲角

度約成 60 度(如圖 2 所示)。(4) 蹲姿：本研究定義為：前腿向前彎曲，其彎曲角度低於 30 度(如圖 2 所示)。本測試為受試者在手懸空下工作接受測試。結果顯示受試者在坐姿時，其碰撞次數最少，只有 144 次；而在站姿時其碰撞次數最多，共計有 198 次。各種姿勢之碰撞次數如表 5 所示：

表 5：各種姿勢之碰撞次數

受試者	蹲姿	半蹲	坐姿	站立	總計
1	6	6	7	8	27
2	10	9	11	16	46
3	7	5	19	10	41
4	8	7	4	9	28
5	4	12	6	8	30
6	6	10	7	9	32
7	9	9	6	11	35
8	7	15	6	7	35
9	9	9	7	6	31
10	13	13	6	11	43
11	6	6	5	13	30
12	4	7	3	9	23
13	10	7	7	6	30
14	11	7	6	11	35
15	9	6	4	9	28
16	9	9	7	11	36
17	6	7	6	4	23
18	6	7	7	7	27
19	6	5	9	11	31
20	5	5	6	11	27
21	9	6	5	11	31
總計	160	167	144	198	669

(B)受試者手持穩定度與各種工作姿勢之變異數分析：

以各種工作姿勢與碰撞次數之數據進行變異數分析，其所得之結果如表 6 所示。

表 6：手持穩定度與各種工作姿勢之變異數分析：

	自由度	平方和	不偏變異數	Fo	F(0.05)
組間	3	73.2740	24.4246	3.1843	2.7187
組內	80	613.6189	7.6702		
總變異	83	686.8929			

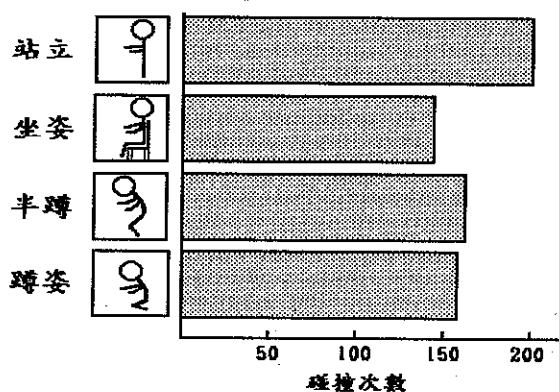


圖 2：4種工作姿勢手持穩定度比較

在受試者手持穩定度與各種工作姿勢之變異數分析中，因 $F_o > F(0.05)$ ，顯示不同姿勢對手持穩定度有影響。受試者在坐姿時，手持穩定度較佳，受試者在站姿時，手持穩定度較差。

4、受試者手持穩定度與受試者手懸空與否

(A) 手懸空與否與碰撞次數分析：

受試者在坐姿下接受測試；受試者在手懸空時，其碰撞次數為 144 次，手不懸空時，其碰撞次數為 122 次，懸空與否與碰撞次數的累積資料如表 7 所示：

表 7：手懸空與否與碰撞次數

受試者	懸空	不懸空	總計
1	7	3	10
2	11	4	15
3	19	20	39

4	4	5	9
5	6	3	9
6	7	3	10
7	6	7	13
8	6	13	19
9	7	6	13
10	6	5	11
11	5	3	8
12	3	5	8
13	7	4	11
14	6	4	10
15	4	5	9
16	7	5	12
17	6	7	13
18	7	5	12
19	9	4	13
20	6	5	11
21	5	6	11
總計	144	122	266

(B)受試者手持穩定度在受試者手是否懸空之變異數分析：

以手持穩定度在受試者手是否懸空與碰撞次數之數據進行變異數分析，其所得之結果如表 8 所示。

表 8：手持穩定度在受試者手是否懸空之變異數分析：

	自由度	平方和	不偏變異數	Fo	F(0.05)
組間	1	11.5238	11.5238	0.8902	4.0847
組內	40	517.8095	12.9452		
總變異	41	529.3333			

從表 8：受試者手持穩定度在受試者手是否懸空之變異數分析中，因為 $F_o < F(0.05)$ 故手是否懸空其碰撞次數雖有差異但尚未達到統計上顯著水準。

結論與討論

本研究之實驗目的為測量在不同姿勢時，手持物件之穩定度之關係，共有 21 位人員接受測驗。在測量時，是以右手來測量，而在受試者中，其習慣性皆使用右手，並無習慣使用左手者。受試者分別以坐、半蹲、蹲姿、及站姿來測量。有關本研究結果可分為二方面來討論：(1)姿勢與穩定度的關係，(2)體型指數、性別、手之懸空與否與穩定度之關係。

1、姿勢與穩定度之關係：

本研究記錄了 21 位受測者，在坐姿、蹲姿、半蹲及站立時四種姿勢下手持物之穩定度大小，結果顯示：

(1) 本研究受試者碰到孔邊緣次數之總次數為 669 次。

(2) 受試者於坐姿時，碰撞次數共有 144 次。

受試者於蹲姿時，碰撞次數共有 160 次。

受試者於半蹲時，碰撞次數共有 167 次。

受試者於站姿時，碰撞次數共有 198 次。

(3) 本研究受試者不同姿勢手持物之穩定度依序為坐姿時最穩定，其次為蹲姿、半蹲姿、最不穩定為站姿。結果顯示，各種姿勢下手持穩定度之大小確有不同。並已達到統計上顯著差異的水準。

坐姿與站姿是工作中最主要兩種姿勢，其他姿勢如仰、躺姿勢等，僅在特殊工作場所才使用，例如修車時，如不將車體升高，只好平躺在車底執行任務。至於蹲姿、半蹲姿有時也因工作場所或便利因素會偶爾採用。本研究之目的即為一探討工作姿勢與手持穩定度之相關研究。上述研究結果顯示坐姿較站姿在手持穩定度方面效果較佳。其原因可能是：相對於站姿工作姿勢，以坐姿工作時，除身體重心較低外，其手部位置較接近心臟故而有助於減少手部抖動，可能是其原因之一。

此外，本研究不同工作姿勢之手持穩定度中，蹲姿與半蹲姿其手持穩定度介於坐姿與站姿之間。若以此結果與 Vos[7]以五種不同的姿勢拾取以一定方式排列在地上的金屬籤，而測量受試者的能量支出之結果加以比較：Vos[7]之結果顯示以手撐地的跪姿和蹲姿的能量消耗較其他姿勢為少。本研究之結果則顯示蹲姿其手持穩定度介於坐姿與站姿

之間。在本研究中，蹲姿與半蹲雖以前腿向前彎曲之角度大小為其操作性定義(如圖 2 所示)。惟在實際操作時，有其一定難度不易嚴加區別。故本研究結果顯示：蹲姿與半蹲姿其手持穩定度只有些許差異，但尚未達統計上顯著水準。

2、體型指數、性別、手之懸空與否與穩定度之關係：

本研究結果顯示，穩定度和性別、體型指數(Ponderal Index, PI 值)、手之懸空與否之關係如下：

(a)碰撞次數累計手懸空為 144，手不懸空為 122，本研究結果顯示以手不懸空穩定度為佳。

(b)體型較為瘦小者，其碰撞次數的平均為 32.1 次，反之，體型較大者，碰撞次數的平均為 31 次，本研究結果顯示以體型較大者穩定度為佳。(c)男性其碰撞次數的平均為 30.5 次，女性其碰撞次數的平均為 35 次，本研究結果顯示以男性穩定度為佳。然而，從統計上穩定度和性別、體型指數(Ponderal Index, PI 值)、手之懸空與否，並未達統計上顯著差異的水準。在尚未做此實驗之前，我們在觀念上認為手之穩定度和手之懸空與否有正相關的關係，而在做此實驗之後，我們可以証實我們一般的觀念大致上相符合。

在工廠中，作業現場之作業員在工作時，一般作業員必定使用慣用手作業，於是，作業員身體之姿勢，即是關係其手作業穩定的重要要素，所以一般在電子工廠中之作業人員在焊接電路板時，多使作業員採用「坐姿」工作，目的在使作業員之手的穩定度增加，更進一步期望其產能增加。

參考文獻

1. Datta, S.R., and Ramanathan, N.L. (1971). "Ergonomics comparison of seven modes of carrying loads on the horizontal plane". *Ergonomics*, 14(2).
2. Hunsicker, P.A. (1955). "Arm strength at selected degrees of elbow flexion," Tech. Rrpt. 54-548. U.S.Air Force, WADC.
3. Jackson, A. S., Osburn, H.G., and Laughery, K.R. (1984). "Validity of isometric strength tests for predicting performance in physically demanding tasks." *Proceedings of the Human*

Factors Society, 1984, Vol.1. Santa Monica, CA:Human Factors Society.

4. Kroemer, K.H.E.,(1970). "Human strength: Terminology, measurement, and interpretation of data." Human Factors, 12(3).
5. Roozbazar,A. and Gordon,W.Bosker (1979), "A theoretical model to estimate some ergonomic parameters from age, height and weight," Ergonomics, 1979, Vol. 22, No. 1.
6. Schoberth, H.(1962). Sitzhaltung, sitzschaden, sitzmobel. Berlin-Gottingen-Heidelberg:Springer.
7. Vos, H.W. (1973). "Physical workload in different body postures, while working near to, or below ground level",Ergonomics, 16(6).
8. 陳潭(1995)「工作姿勢及PI值與手握力之相關研究」，第三屆中法人因工程研究與設計研討會，國科會及清華大學，pp.43-52。

A Study of Work-Postures and Hand Dexterity

Tam Chan*

ABSTRACT

The research discussed about the influence of Work-Postures, Ponderal Index and gender on Hand Dexterity. Twenty-one subjects were participated in the experiment. The analysis of data was processed with SAS/PC. The result showed that:

- (1) Four kind of Work-Postures (Sitting, Squatting, Half-Squatting, and Standing) had significant differences on Hand Dexterity.
- (2) There had no significant differences on the p Ponderal Index and gender on Hand Dexterity.

Key words: Hand Dexterity , Human Factors, Work-Postures, Ponderal Index,

* Department of Industrial Engineering, Tunghai University.