

勞工頭型模式之研究： 台灣勞工頭型資料庫與標準頭型之建立

游志雲¹ 葉文裕² 楊宜學¹ 張碧慧¹

¹ 國立清華大學工業工程系

² 行政院勞委會勞工安全衛生研究所

摘要

本研究的目的是在於建立台灣勞工三度空間的頭顱顏面資料庫，並且製作標準頭型作為個人頭部防護具的設計及標準制訂之參考。本研究隨機取樣台灣地區的 1200 名勞工，利用 2.5D 光柵投光式量測系統進行三度空間的量測。該系統是由 6 台光柵投光式的 LCD 與 4 台 CCD 照相機所組成，能夠在 94 秒內量測頭顱顏面 10 萬個空間點座標，精確度為 0.5mm。量測結果可整理出二維的尺寸資料庫及製作出三維的立體模型。二維尺寸資料庫包括 24 項計測尺寸。三維立體頭型的製作是經過尺碼分組，在分組中篩選標準樣本人，最後依標準人的頭型以 CNC 彫刻成立體模型。本研究共彫刻出二個頭盔用及三個呼吸防護具用的標準頭型。

關鍵詞：標準頭型、人體計測、頭盔、呼吸防護具

前言

在台灣今天的高度工業化社會，勞工、工程師及勞工檢查員常常必須暴露在充滿有毒氣體、粉塵及墜落物的有害環境下工作，在污染源及工作環境無法有效的防治下，個人防護具，諸如頭盔，呼吸防護具和安全眼鏡，就成為保

障個人安全衛生的最後一道防線。

在工作中必須佩戴個人防護具的勞工人口相當可觀，因為不當的個人防護具所造成的職業傷病更是不容忽視。在呼吸防護具方面，根據勞委會所做的全國性調查指出，認為勞工人口在工作中需要使用防護具的比例有 24.42%，其中呼吸防護具佔比例的 60.13% [1]。又根據 74 年的國內勞保給付資料顯示，職

業病判例共有 853 例，其中 8 成屬於塵肺症 [2]。在安全頭盔方面，根據 82 年的「勞動檢查年報」[3] 指出，因頭部受到撞擊，墜落所造成的傷亡在 81 年就有 247 件。在安全眼鏡方面，根據「82 年台閩地區勞工保險統計」[4] 資料顯示，在工作中因眼部受到傷害而造成眼殘的事件在 81 年有 117 件。

造成上述職業傷病的原因中，個人防護具的設計不當是不可忽視的原因，而標準尺寸與密合度即為產品設計的最基本需求。人的頭顱顏面既複雜又不規則，若要以市售少數尺碼規格來滿足大多數使用者的需求，已屬艱難。更何況目前國人所使用的呼吸防護具多屬進口，即使國內有少數廠商自行製造，亦是直接沿用或模仿自國外產品。由於外國人的骨架與外觀與國人有很大的差異，這些產品必然無法吻合國人的頭顱顏面。如此除了會造成防護效果低落，同時也會因不舒適而降低配戴意願。

欲設計良好的個人頭顱顏面防護具，我們必須建立國人頭顱顏面的基礎人體計測資料庫，以作為產品設計及檢測的依據。只是目前文獻中可查的各國頭顱顏面資料庫 [5,6]，僅是些二維的尺寸，根本無法用於曲面形狀複雜的個人頭顱顏面防護具設計（特別是呼吸防護具）。缺乏完整詳細的三度空間頭顱顏面資料，一直是相關個人防護具設計品質無法提升的一道障礙。

有鑒於此，本研究的目的是在建立台灣勞工三度空間的頭顱顏面資料庫，並且製作標準頭型作為個人頭部防護具的設計及標準制訂之參考。研究方法與量

測儀器的原理探討，請詳參前期的研究報告 [7]。而本研究（後期）的目的是將量測儀器加以擴充改進，並實際進行量測、資料分析、篩選標準人，最後將標準頭型彫刻出來。

研究方法

本計畫的研究方法分成抽樣方法，量測儀器，量測程序與資料處理四部份以下逐一說明。

1. 抽樣方法

本研究採三階段式抽樣，隨機取樣 1200 人，第一階段抽取中行業別，第二階段抽取中行業內的工廠，第三階段抽取工廠內的樣本人。抽樣的母體是依八十年代台閩地區工商及服務業普查報告 [8]，在中行業分類 67 類中，選取 1/4 的行業 16 類，在這 16 類行業中，依各行業人數佔 16 行業總人數的比例抽取，共抽取 1200 人。第三階段是在該工廠中隨機抽取依比例計算所需數目的樣本人。

抽樣的目標希望達到地域分散、男女比例為 5:3，以及年齡分佈平均。實際量測結果，抽樣的廠商分散於北中南三區，沒有地域集中之現象，男女的比例為 2:1 與目標 5:3 略有偏離，但仍屬可接受範圍。樣本年齡分佈由 18 至 65 歲，男性平均年齡為 36 歲，女性為 31 歲。

2. 量測儀器

本計畫的量測儀器主要為 2.5D 光

柵投光式量測系統 [9]，附屬設備為量測用椅。在儀器設置上，2.5D 光柵投光式量測系統已經擴充為 4 台 CCD 照相機與 6 台 LCD 投光器的組合，這些元件架設在上下兩層 L 型的鋁架上，上層儀器向下傾 30°，下層儀器向上仰 30°。CCD 照相機分別置於 L 型雙臂的中點，LCD 則分別架設於 L 型雙臂的三個端點，LCD 各偏斜 45°，使所有元件的中心軸都指向共同焦點--受測者頭部中心（圖 1）。每台 CCD 照相機與其兩側的 LCD 投光器組成一個投光取像單元，每單元可取得 2 個局部影像（其中兩台 LCD 重複投光兩次），4 台 CCD 共可掃描出 8 個局部影像。CCD 的座標校正及整合是以一個可前後水平移動與旋轉的校正台來完成。依序建立正面的上下二台 CCD 座標、側面

的上下二台 CCD 座標，最後再將兩個座標系統整合。量測時 CCD 的取像的順序是先進行上層儀器量測，續而進行下層儀器取像。每台 LCD 投光器的投光時間約 10 秒，8 次取像加上 7 個 2 秒的開啓關閉延遲，共需約 94 秒，取像約 10 萬點的座標點，其精確度在 0.5mm 的誤差範圍內。因此受測者只需維持單一姿勢，本儀器就能快速且精確的掃描出 8 個局部影像，約整個頭顱顏面四分之三的表面積（即頭部右後方除外）。

在 L 型鋁架的中心位置放置一台可以升降的量測用椅（圖 2），可以上下調整 20 公分的高度，確保不同體型的人都恰能將其頭顱置於 LCD 投光器與 CCD 照相機的共同焦點上。由於掃描須歷時 94 秒，為避免頭顱搖動影響掃描

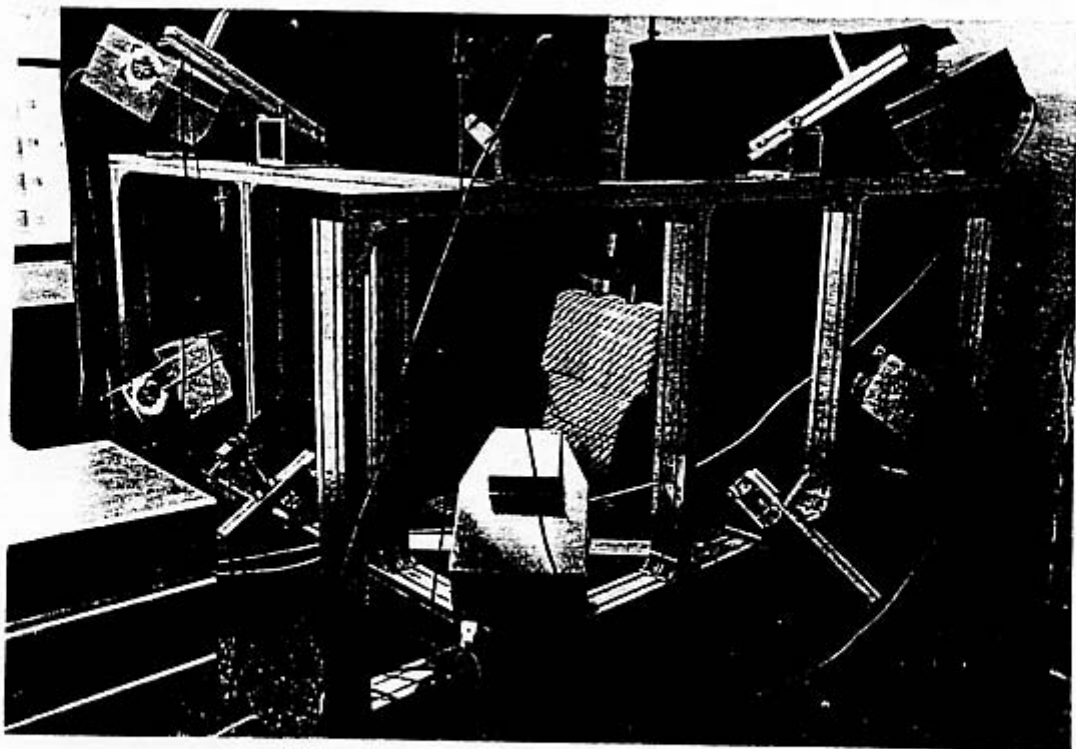


圖 1 2.5D 光柵投光式量測系統

的品質，在椅子靠背右後方裝設一個可調整的支架，支架的頂端為一個L型的固定座，固定座頂著耳朵的後側到頭後中線右方的區域，這個區域是無法掃描量測的地方。

3. 量測程序

實際量測的進行包含二個部份--儀器搬遷與量測過程。儀器搬遷為將所有儀器及其支架搬運到量測地點，每次搬遷工作約須花費 10 ~ 15 個工作小時，約須二天時間。

在量測過程中被量測人被要求戴上白色泳帽，藉以將蓬鬆的頭髮壓下使儘可能的服貼頭顱表面，並增強反射（黑色頭髮反射率極低）。在泳帽無法遮住的髮鬢及鬍鬚處，則撲上白色痱子粉以增強反射。隨後受測者被引入量測椅，調整座椅及頭靠的上下左右位置，在監控螢幕上校驗其位置是否就取像區後，便開始量測掃描（圖 3），共掃描八個局部影像歷時 94 秒後，再於監控螢幕上檢視量得的資料是否完整便告完成。

4. 資料處理

資料處理的目的是將量測所得的頭型資料處理成完整且方向一致的資料檔以利結果分析。包括三個步驟：建立頭顱顏面的標準座標，局部檔案整合與像缺修補。

建立頭顱顏面標準座標的目的是因為量測時受測者的頭部會有偏斜，因此我們選取雙外眼角及下頰點重新建構其自身座標。令通過雙外眼角為X軸，兩點之中點為原點，下頰點與原點決定Y

軸，之後將整個頭顱顏面的資料加以旋轉，虛擬通過座標原點而垂直於X Y平面方向為Z軸（圖 4）。

隨之進行局部檔案整合。整合的過程有三階段，分別為建立等高線、檔案裁剪與檔案合併。由於每個人所量測的 8 個局部影像檔會有所重疊，在合併成一個完整的資料檔之前，我們必須對於重疊處加以裁剪。而在進行裁剪之前，我們還得把每個局部影像檔中雜亂的點座標資料，加以排序成等高線，如此裁剪及合併的工作才能順利進行。



圖 2 量測用椅

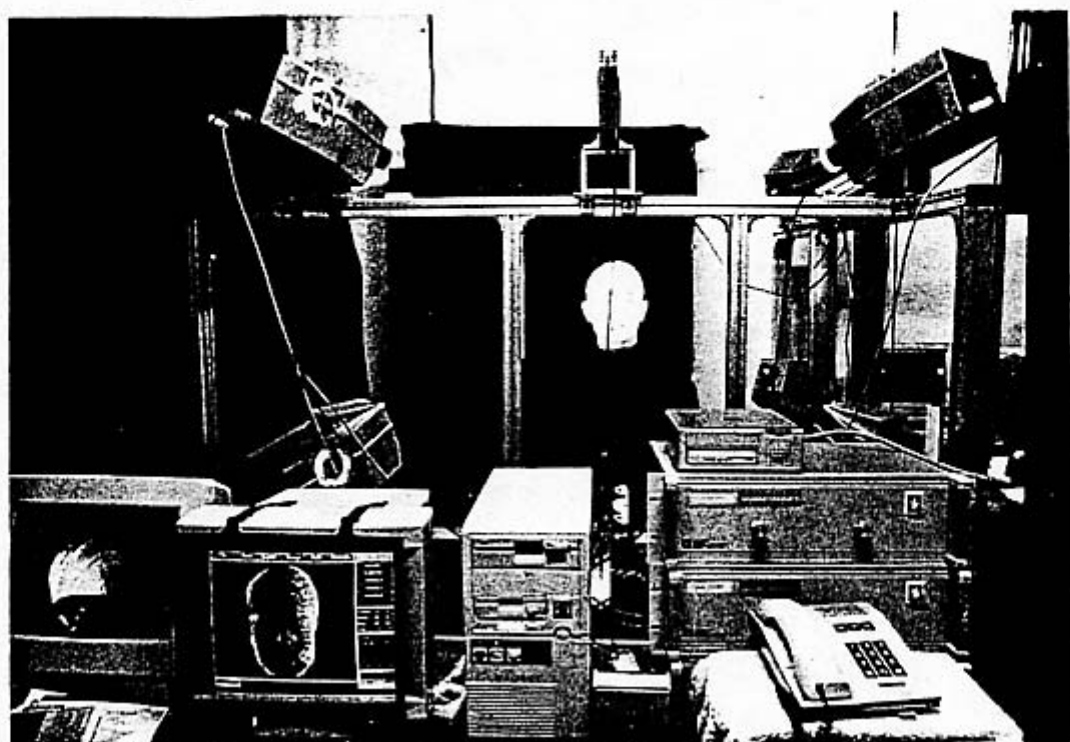


圖 3 實際量測情形

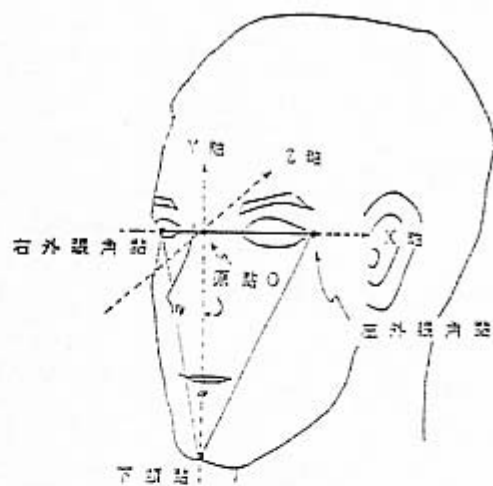


圖 4 重建樣本人之自身座標系統為標準座標系統在樣本人之自身座標系統中，令通過雙外眼角為X軸，兩點之中點為原點，並以下額點及原點決定Y軸，之後將整個頭顱顏面的資料加以旋轉，虛擬通過座標原點而垂直於XY平面方向為Z軸。

在完成等高線處理，裁剪及合併之後（圖 5），整個檔案約涵蓋四分之三個頭顱顏面的表面積，剩下的四分之一殘缺表面是右後方的部分（圖 6）。此像缺修補的方法是將頭顱左後方的資料以中心矢狀面為鏡射面，直接將影像資料映射到右後側，映射之後，由於頭顱左右並非完全對稱，會出現少許偏差，這些偏差再利用 Berzier Curve 方式加以滑順處理。至此整個資料處理的工作便告完成。

結果分析

本研究共量測了 1200 個樣本，經過整理，其中 1073 個為有效樣本，男性有 702 人，女性有 371 人。我們一方面將這些曲面資料進行事後處理，得到

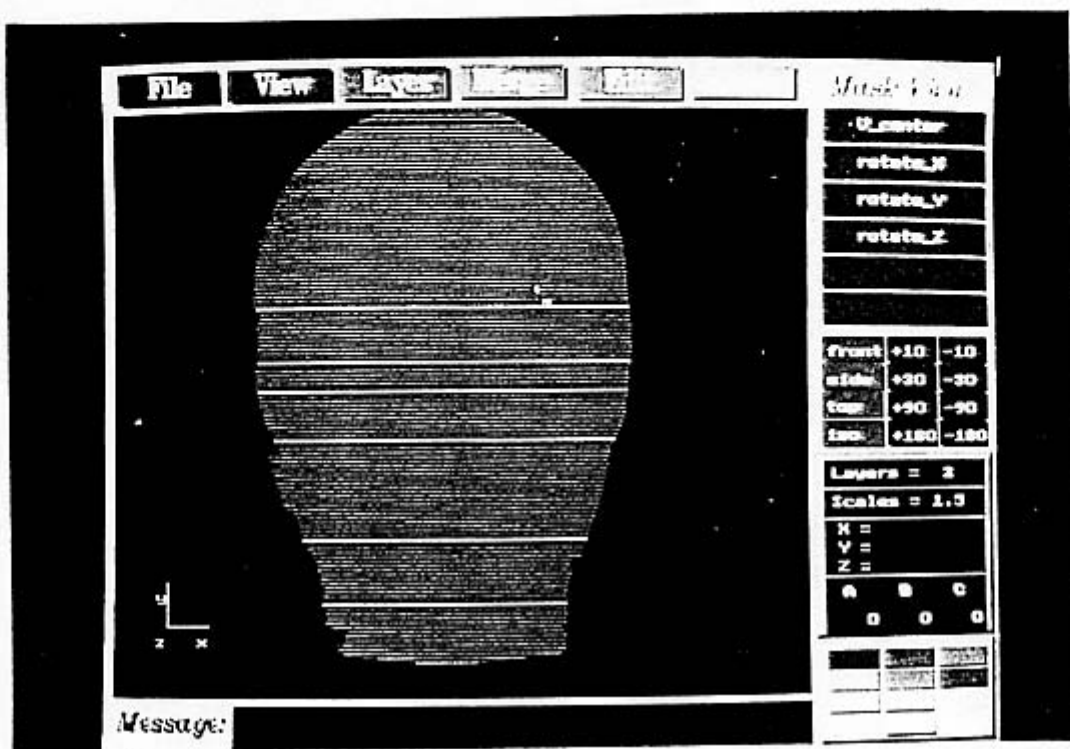


圖 5 整合後之等高線檔

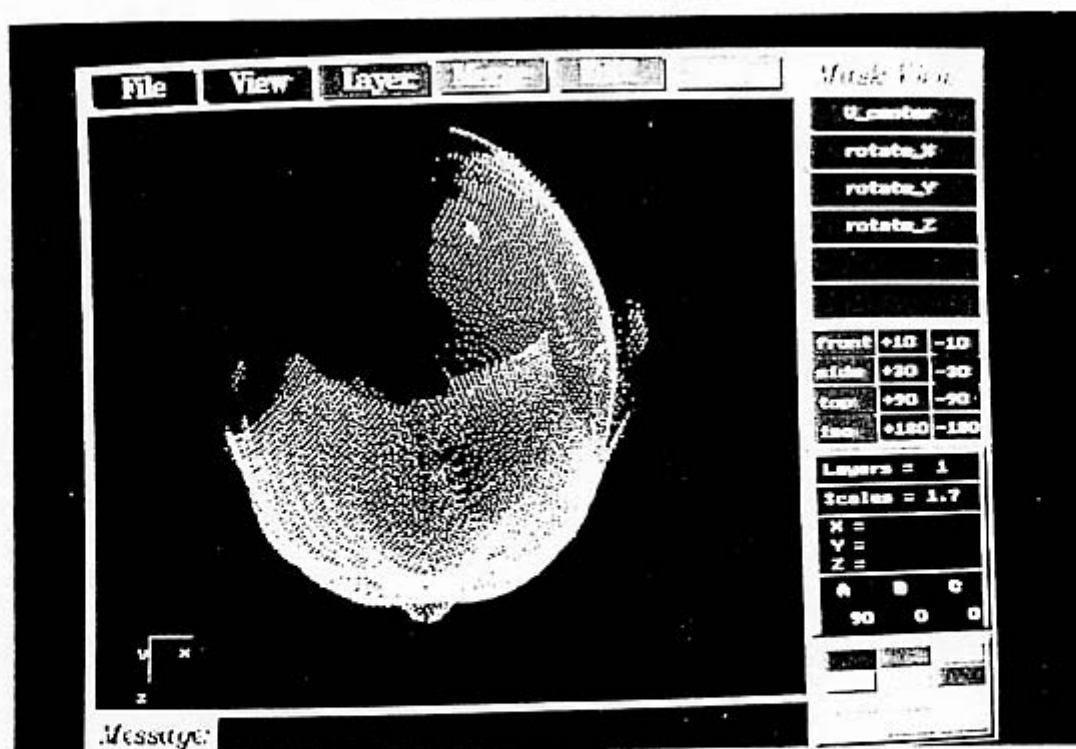


圖 6 頭部右後方為無法取像的像缺部分

二維尺寸及三維的立體模型。立體模型是經過尺碼分組，群組中篩選標準人，以及彫刻立體模型完成。

1. 二維尺寸資料

我們透過軟體介面，以人工方式在整合過後的電腦檔案上以滑鼠抓取 13 個人體計測標記點，依此計算出 24 個人體計測尺寸（圖 7），建立了 1073 個樣本人的靜態二維頭部尺寸資料庫（表 1）。

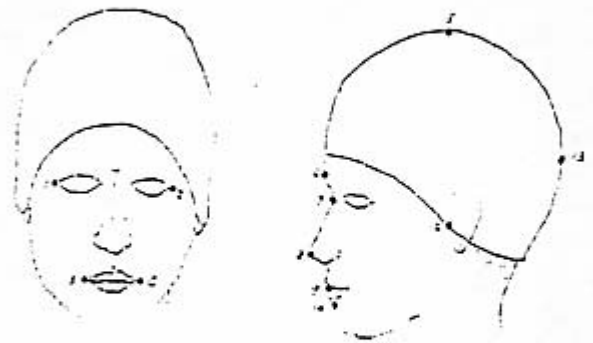


圖 7 頭型曲面資料上抓取之 13 個人體計測標記點以計算 24 項二維人體計測頭部尺寸。

表 1 國人靜態二維頭部尺寸資料庫(1073 個樣本人)

NO	Name	Mean	Std. Div.	Min.	Max.	2.5%	5%	50%	95%	97.5%
1	兩眼角間距	102.83	7.02	80.91	124.42	89.12	91.07	102.76	114.51	116.55
2	兩耳珠間距	150.90	11.28	113.86	188.22	127.95	131.80	151.33	168.69	172.52
3	兩嘴角間距	60.34	6.67	41.91	81.34	48.03	49.53	60.31	71.39	74.07
4	頭頂至眉間	108.80	10.58	74.17	143.23	87.03	89.69	109.43	125.65	129.00
5	頭頂至鼻根	126.75	10.69	92.52	164.29	104.62	108.02	127.65	143.32	146.50
6	頭頂至眼角	128.62	9.16	99.69	159.16	110.22	112.83	129.06	143.15	145.72
7	頭頂至鼻尖	164.14	11.47	122.14	204.36	140.53	144.81	164.52	182.44	185.92
8	頭頂至耳珠	149.81	10.54	116.61	181.31	129.80	133.29	149.16	167.53	170.32
9	頭頂至唇裂	200.12	11.45	159.71	238.98	175.41	180.38	200.93	218.57	222.09
10	頭頂至唇下	217.37	11.31	179.89	257.44	194.12	197.56	217.79	235.36	239.30
11	頭頂至下頰	242.77	11.06	209.33	277.28	220.72	223.89	242.87	260.68	264.29
12	下脣至眉間	133.97	8.34	110.18	162.40	117.86	120.19	134.07	147.69	149.44
13	下脣至鼻根	116.02	8.03	93.62	146.80	100.63	102.91	115.97	129.11	131.20
14	下脣至鼻尖	78.62	6.99	57.96	126.60	65.84	67.95	78.38	90.29	92.75
15	下脣至唇裂	42.65	5.47	26.96	71.93	32.96	34.78	42.21	52.16	55.58
16	下脣至唇下	25.40	4.61	9.31	50.92	17.00	18.27	25.20	33.46	35.32
17	鼻尖至耳珠	108.05	9.08	82.38	137.38	90.59	93.22	107.97	123.10	126.58
18	鼻尖至後腦	198.13	10.25	155.05	232.64	178.68	180.69	198.48	214.68	218.44
19	眉間至後腦	185.41	9.24	143.26	216.67	168.44	171.25	185.25	200.29	203.03
20	鼻根至後腦	179.96	8.78	143.21	212.63	163.30	165.68	180.03	194.01	196.79
21	唇裂至後腦	183.89	10.68	147.37	230.12	163.69	166.25	183.65	202.05	204.79
22	耳珠至後腦	90.08	11.17	46.99	135.18	67.96	71.51	90.46	107.63	110.01
23	下脣至後腦(dz)	163.31	9.28	126.49	200.11	145.74	148.55	163.38	178.52	181.74
24	下脣至後腦(dyz)	226.97	14.01	189.58	265.96	201.38	204.64	226.96	249.64	253.55

2. 立體模型

(1) 尺碼分組

分組的依據及群組的個數是因目標產品而不同的。就分組的原則而言，全面罩呼吸具的分組尺寸是臉長及臉寬，四分之一面罩是臉長及嘴寬，而頭盔則是頭寬及頭深。就分組的個數而言，原則上是要以越少的產品尺碼來適合最大多數的使用者。然而以頭顱顏面防護具為例，這個原則卻必須考慮產品密合度要求及產品材料的彈性變形能力。如呼吸具的密合度要求極高，而一般面體材料的彈性變形能力約為±15mm左右，而我們臉寬和臉長的範圍約80mm(110mm~190mm)與60mm(90mm~150mm)，理想的群組尺碼宜在2~4個之間，以3個為最佳。而頭盔的密合度要求較低，且內襯可以有較大的彈性變形，前後左右允許有40mm的裕度空間，因此理想的組群(尺碼)為2個。

以下我們分別以全面罩呼吸具及頭盔為目標產品進行分組：

A. 全面罩的分組方式如下：首先我們對1073個資料畫出臉長對臉寬的雙變數分佈圖(圖8)，兩者的相關係數為0.35。臉長的範圍介於90mm與150mm之間，以5mm為一段，將全程分為12段；臉寬的範圍介於110mm與190mm之間，仍以5mm為一段，將全程分為16段。因為材料的變形能力為±15mm，因此我們以邊長30mm的方形為一個框，這個框表示一個尺碼的適用範圍。首先，我們將決定中型尺碼群組(block2)的位置：在臉長對臉寬分

佈圖中，移動以尋找一個能夠涵蓋最多樣本人的位置，我們稱這個位置為中心框。這個中心框代表一個中型尺碼的群組，這組共涵蓋843人，佔整體的79%。然後再將此框向斜下方平移，找尋與中心框有最大聯集的位置，稱這個位置為下框，這個下框是小型尺碼的群組(block3)，可以涵蓋284人，佔整體的26%。依類似方式往右上方向找尋上框，得大型尺碼的群組(block1)，可以涵蓋492人，佔46%。這三框所涵蓋的總人數為1032人，佔全體的96%。其間中心框與上框有36%的重疊，因此上框的不可取代率為10%(46%-36%)。下框與中心框有18%的重疊，不可取代率為8%(26%-18%)。

B. 頭盔的分組方式亦大體類似。首先，我們將1073個資料畫出頭深對頭寬的雙變數分佈圖(圖9)，兩者的相關係數為0.34。頭深的範圍介於140mm與220mm之間，以5mm為一段，將全程分為16段；頭寬的範圍介於120mm與200mm之間，以5mm為一段，將全程分為16段。我們首先決定大型群組(block1)的位置，由為頭盔密合度要求較低，前後左右允許有40mm的裕度空間，因此我們以40mm畫方框，方框的右上角正好為頭深與頭寬的97.5百分位空格，這個方框就是大型尺碼的群組，共涵蓋858人，佔80%。依類似手法畫一同樣大小方框，其左下角正好為頭深與頭寬的2.5百分位的空格，這個方框是小型尺碼的群組(block2)，共涵蓋605人，佔56%。這二框共涵蓋了1045人，佔97%。兩框之間有418人

																			ToTal
145-150										1									1
140-145										2		1					1		4
135-140										2			1	1					4
130-135				1	1	3	2	2		6	6	3	3	2			1		20
125-130					3	3	8	9		21	25	14	13	5	2	1	2		108
120-125	1		1	1	3	15	11	28		39	36	32	12	9	2				188
115-120		2	1	2	8	14	29	47		49	44	36	17	5	2	1			258
110-115	1	2	2	7	11	25	52	44		42	31	21	8	3					227
105-110	2	1		8	12	19	31	26		31	17	14	2	1	1				185
100-105				6	9	5	17	10		5	11	3	1						71
95-100				1	2	5	3	4		2	1				1				19
90-95				1						1									2
ToTal	4	5	5	38	49	89	132	170		200	172	124	57	27		4	2		1073
	110- 115	115- 120	120- 125	125- 130	130- 135	135- 140	140- 145	145- 150	150- 155	155- 160	160- 165	165- 170	170- 175	175- 180	180- 185	185- 190			

圖 8 呼吸具用的頭顱顏面分組示意圖。

[illegible]

圖 9 頭盔用的頭顱顏面分組示意圖

的重疊，佔 39%，因此上框的不可取代率為 41%(80%-39%)，而下框為 17%(56%-39%)。

(2) 篩選標準人

由於篩選頭盔用的人只須在群組中找尋頭深與頭寬的極大值的人便告完成，故在分組之後，頭盔的標準人約已浮現。然而呼吸具的標準人則必經過繁雜的差異性比較，以找尋整體差異最小的人。整體差異是指一個人和其群組中所有人的差異的總和。

要求取整體差異，必先求取個人差異；要求取個人差異，必先求取局部差異；而要求取局部差異，必須先萃取剖面線。萃取剖面線是指在每個資料檔中萃取 16 個橫剖面與 13 個縱剖面(圖 10)，以使每個頭型資料可依相對應的剖面做差異比較。我們以通過座標原點的橫剖面為中心，往上取 6 個(含過原點的)，往下取 10 個，間距皆為 1cm，總共 16

個橫剖面；往左右方向各取 6 個，含過原點的縱剖面，總共 13 個縱剖面。而局部差異是將兩個人的對應剖面依標準座標軸重疊，再計算兩個剖面間的加權變異數。變異數是兩個剖面的面積差。而加權是指給予顏面部份的變異數 4 倍的權重，以突顯呼吸具能否密合，顏面的關係較大。個人差異是兩個人間 29 個局部差異(16 個橫剖面與 13 個縱剖面)的總和，目的在度量兩個人的頭顱顏面的差異程度。在一群組中(n 個樣本人)，每個人都必須和其餘所有的人做兩兩比較，因此每個人有 $(n-1)$ 個個人差異。將 $(n-1)$ 個個人差異加總起來之和，稱作整體差異，整體差異是度量一個人和其群組中所有人的差異的總和。每一個群組中有 n 個整體差異，整體差異最小的人表示他的顏面形狀與大小，比較接近群組的中間值，因此將被選為群組標準人。

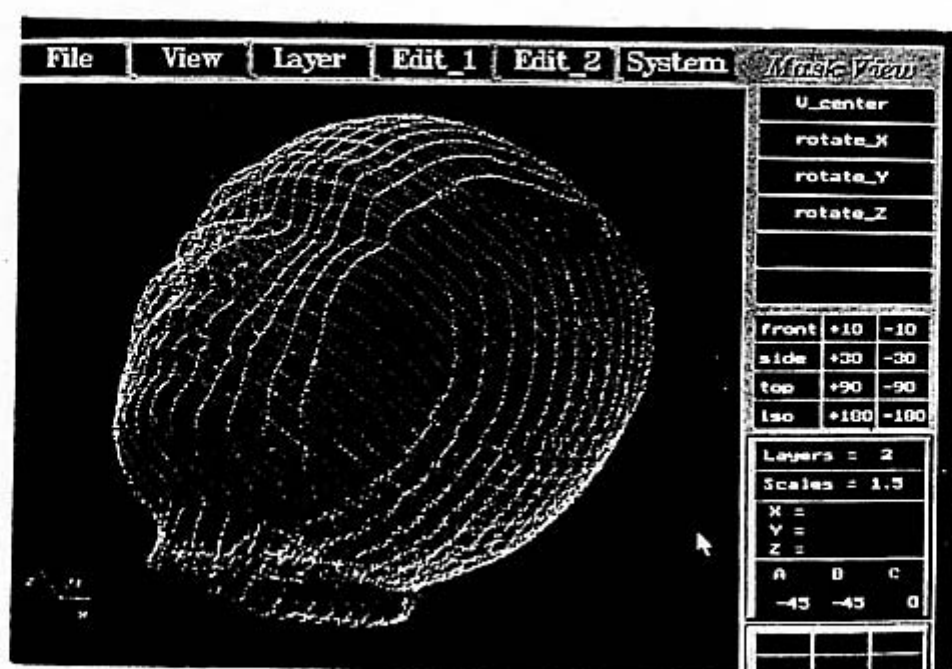


圖 10 萃取剖面線示意圖；共有 16 個橫剖面與 13 個縱剖面

(3) 彫刻立體模型

爲了方便個人頭顱顏面防護具的設計與檢測，必須用自動加工機 (CNC) 刻出立體頭顱顏面模型。要彫刻立體模型，必先將標準人的電腦檔案，轉化爲 CNC 可讀取的檔案格式，並規畫 CNC 的加工路徑。由於頭型的工件爲 360°

的不規則形狀，因此在加工過程必須將之剖爲前後兩塊，分別彫刻之後再加以黏合。加工所使用的材料爲環氧樹脂代木，質輕易於加工且尺寸安定性佳。圖 11 顯示三個彫刻完成的呼吸具標準頭型，圖 12 爲二個頭盔用的標準頭型。



圖 11 呼吸具用標準頭型

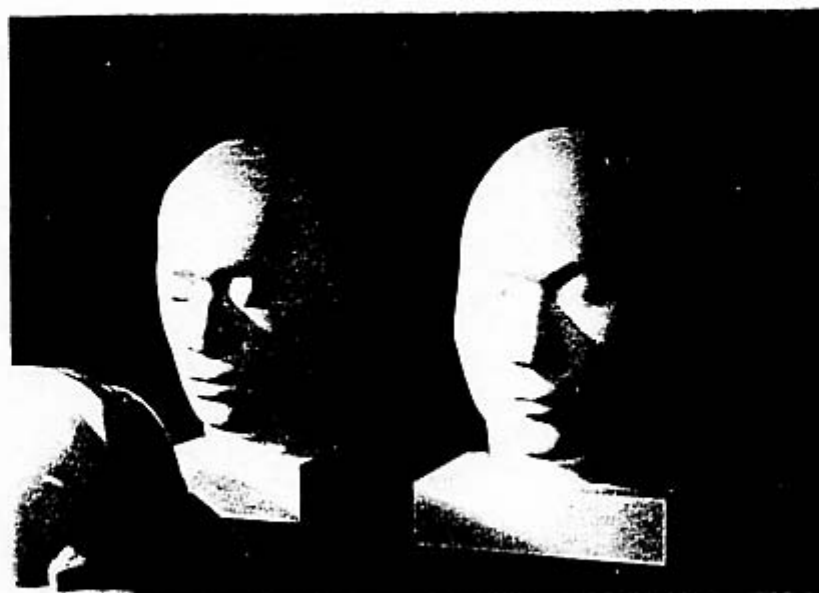


圖 12 頭盔用標準頭型

研究中首先嘗試利用 2.5D 光柵投光方式來進行三度空間的人體計測，並建立立體的頭顱顏面資料庫，因為首先嘗試，研究方法仍有詳加檢討改進之處。

在量測方法上，量測系統的量測速度，仍有縮短的必要，以避免因需要頭靠支撐而造成量測死角。而白色頭套的包覆效果不盡完美，若能依頭型製作出適合的頭套將可減少因毛髮鬚角造成的拍攝不清問題。此外在量測同時並未標示重要解剖標記點，而使得事後的以人工配合電腦界面處理倍加困難，且增加誤差。倘若以立體標記標示、或以彩色攝影方式取像彩色標記點，將可解決此一問題。

在抽樣方法上，本研究的抽樣設計雖非真正隨機，樣本數亦未達理想，但統計結果仍可接受。從本研究的結果分析顯示，臉長對臉寬以及頭深對頭寬的雙變數分布圖略具橢圓的模樣，除橢圓的邊緣稍微模糊，其散佈情形與一般人體計測的資料相近似，且相關係數分別為 0.35 與 0.34，與其他研究相仿 [6,10]，統計抽樣的可信度應該是可以接受的。

在結果分析方面，尺碼分組與篩選標準人的方式，雖然在學理上並非完美，但在實際個人防護具的設計應用上應該可以符合設計檢測的需求。本研究使用頭寬與頭深作為頭盔用頭型的分類尺寸，是參照國外頭盔標準 [11,12] 的分類方法，而以臉長與臉寬的呼吸具用頭型的分類尺寸，則是參照國外半面罩呼吸防護具分類標準 [13,14] 所選擇。

當然，對於不同的呼吸具（如全面罩、1/4 面罩）所需配合的臉型部位必定有所不同，因而在分類尺寸的選擇上也會有所區隔。如何選擇一個較適用於各種產品的分類尺寸，進而定義分類尺寸與標準頭型間的配合度，將是另一個值得繼續探討的課題。而尺碼分組的方式是根據設計參數（如臉長、臉寬與頭寬、頭深等）的尺寸範圍與材料彈性變形能力之間的關係所推衍，最後訂出了三個呼吸具用與兩個頭盔用的標準頭型，這是經過與法國人體計測專家 Coblentz 教授的多次討論，且與其在 1988 ~ 1991 所做的研究結果相似 [15]。

討論與建議

本研究測得的國人頭顱顏面二維尺寸與國外的人體計測資料庫 [6] 比較，可整理如表 2 所示：國人的頭寬（兩耳珠間距）較歐美人種為寬，但頭深（眉間至後腦長）則較小，由此表可看出國人與歐美人種的頭型差異甚大，因而造成進口頭部個人防護具的不適用，更是卓然可見。

在立體模型方面，本研究的立體模型應該比歐美日等國的立體模型 [11,12,13] 更具參考價值。由於本研究成果所彫刻出的三個呼吸具用與二個頭盔用的立體模型，根本就是真實人的頭顱顏面形狀，用之來作為設計與檢測的依據，以及法規制定的參考，應該有很高的可信度。

綜觀以上討論，我們有以下的建議：本研究的研究方法是依目前最先進

表二 國人頭顱顏面尺寸與國外相關資料之比較

尺寸名稱	mean (S.D.) unit: mm			
	Taiwan	USAF Survey -1965	NATO Survey -60161	Japan
兩眼角間距	102.83 (7.02)	94.2(5.3)	91.0(3.9)	none
兩耳珠間距	150.90(11.28)	138.5(6.5)	144.9(5.3)	142.8(5.4)
兩嘴角間距	60.34 (6.07)	48.7(4.4)	51.4(3.4)	51.2(4.3)
頭頂至下顎長	242.77(11.06)	226.7(9.7)	224.5(8.9)	237.9(9.4)
頭頂至眉間	108.80(10.58)	92.1(8.1)	88.0(8.4)	none
鼻根至下顎	116.02 (8.03)	119.2(6.8)	119.7(5.9)	121.0(5.8)
頭頂至鼻尖	164.14(11.47)	148.3(8.7)	146.8(9.4)	none
鼻尖至後腦	198.13(10.25)	219.8(8.2)	216.4(8.3)	none
眉間至後腦	185.41(9.24)	198.3(7.1)	193.6(7.8)	none
鼻根至後腦	179.96(8.78)	196.0(7.0)	191.0(7.6)	none

的光柵投光式量測系統所設計出來的，此量測方法應用於複雜曲面的人體計測有足夠的精確度且成本低廉、無傷害性，應可加以推廣至如女性胸型，人體腳型等其他需要三度空間人體計測的應用方面。如果在量測時能夠同時記錄解剖標記座標，則傳統的二度空間人體計測技術就能與 3D 量測技術結合，使人體計測邁向更精確、簡便的境界。在實質成果上，本研究所建立的資料庫與標準立體頭型為相當具有實用價值的研究成果，應該繼續發展，以設計出符合本土勞工的呼吸具、頭盔以及安全眼鏡等個人防護具，並據以建立標準與法規以作為檢測之依據，造福勞工。

誌謝

本研究感謝行政院勞工委員會勞工

安全衛生研究所施前所長鴻志，楊副所長瑞鍾、陳副研究員志勇對於本研究的大力支持與關心，不勝感激。（計劃編號：IOSH84-H322）

參考文獻

- [1] 行政院勞工委員會，1994，台北；“中華民國 83 年台灣地區工作環境安全衛生狀況調查報告”。
- [2] 工業技術研究院工安衛中心，1994，台北；“呼吸防護具市場調查報告”。
- [3] 行政院勞工委員會，1994，台北；“82 年勞動檢查年報”。
- [4] 台閩地區勞工保險局，1993，台北；“81 年台閩地區勞工保險統計”。
- [5] 中華人民共和國，1981；“中國成年人頭型系列”。
- [6] National Aeronautics and Space

- Administration (NASA), 1978; "Anthropometric Source Book.(vol.1)," "Anthropometry for Designers. (vol.2)," A Handbook of Anthropometric Data. (vol.3).
- [7] 楊宜學、葉蕙方、陳志勇、游志雲，1994；"勞工頭型模式之研究"，勞工安全衛生研究季刊，第二卷，第三期：47—56。
- [8] 行政院主計處，1991，台灣；"工商及服務業普查報告"。
- [9] 葉德容，1992；"光電測距技術及三度空間量測系統應用"，科儀新知，第十四卷，第二期：48-65。
- [10] Roebuck, J. A. Kroemer, K.H.E. and Thomson, W. G. , 1975; "Engineering Anthropometry Methods," John Wiley and Sons, New York.
- [11] International Organization for Standardization, Switzerland, 1977; "Industrial Safety Helmets", ISO 3873.
- [12] American National Standards Institute, USA, 1986; "American National Standard for Personal Protection-Protective Headwear for Industrial Workers' Requirements", ANSI Z89.1.
- [13] European Committee for Standardization, 1989; "Respiratory protective devices; Half-masks and quarter-masks; Requirements, testing, marking", EN 140.
- [14] Hack, A., etc., 1974; "Selection of Respirator Test Pannels Representative of U.S. Adult Facial Sizes.", NOISH, Cincinnati, Ohio.
- [15] Coblenz, A., Mollard, R. and Lgnazi, G., 1991; "Three-dimensional Face Shape Analysis of French Adults, and its Application to the Design of Protective Equipment", *Ergonomics*, 34(4):497-517.

The Study for Workers' Typical Craniofacial Manikins : The Establishment of Taiwan Workers' Craniofacial Database and Typical Headforms

Chi-Yuang Yu¹, Wen-Yu Yeh², Yi-Xue Yang¹, Pi-Hei Chang¹

¹ Department of Industrial Engineering, National Tsing Hua University⁴

² Institute of Occupational Safety and Health, Council of Labor Affairs, Executive Yuan

Abstract

The object of this study is to build a 3D craniofacial database and made up typical craniofacial manikins for the design and standardization of personal protective devices. 1073 randomly drawn workers from Taiwanese workers population were measured by the 2.5D photo-grating measurement system. The system, consists of 6 LCD grating projectors and 4 CCD cameras, can measure approximately 100,000 points of craniofacial surface in 94 seconds, and the precision level of 3D data is about 0.5mm. From these measurement data, we summed up a 2D size database and made up 3D craniofacial manikins. The 2D size database had 24 anthropometric sizes. The 3D craniofacial manikins were made up by sizing, typical samples selection, and tooled by CNC machines. This study has made up 2 sizes of manikins for the design of helmets and 3 sizes of manikins for the respiratory masks.

Key Words : typical craniofacial manikins, anthropometry, headform helmets, respiratory protective devices