

我國勞工人體計測調查研究

**Study on Anthropometry and Push-Pull
Strength**

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

我國勞工人體計測調查研究

Study on Anthropometry and Push-Pull Strength

研究主持人：劉立文、杜信宏

計畫主辦單位：勞動部勞動及職業安全衛生研究所

研究期間：中華民國 103 年 6 月 23 日至 105 年 12 月 16 日

本研究報告僅供參考用不代表本所意見
非經本所書面同意不得對外發表

勞動部勞動及職業安全衛生研究所
中華民國 106 年 6 月

摘要

工作場所尺寸設計不良，是誘發職業性肌肉骨骼傷病的主要原因之一，工作場所設計規劃、工作方法設計、防護具設計、護欄設計都與人體計測資料息息相關。本案實施人體計測資料調查，建置人體計測資料庫，以提供設計安全工作場所、規劃安全作業方法所需資料，協助各產業降低肌肉骨骼傷病，避免職業災害。本研究主要目的是進行我國勞工人體計測尺寸與推拉力資料調查研究，並建立我國 3D 人體計測尺寸資料庫及推拉力資料庫，藉以提供工作現場「不良姿勢」危害因子與「過度施力」危害因子的改善依據，降低勞工的肌肉骨骼疲勞與傷害風險。

本研究結果共招募 488 名受測者（男女性各 244 名）進行 3D 人體計測量測與推拉力實驗研究。在人體計測量測方面，主要採用 3D 掃描儀器量測受測者的 3D 體型。每位受測者量測 4 種姿勢，將 3D 量測原始資料合併完成後，並由其中萃取出總共 192 個人體計測尺寸值。量測完成後，再由這 488 位受測者中挑選出男女性各 1 位樣本人的 3D 體型，將骨架植入這些樣本人的 3D 體型資料來完成 3D 電子人模平台。最後，完成 3D 人體計測資料庫軟體開發，並應用樣本人尺寸值來修改或擴充 20 幅工作場所設計圖譜。在推拉力實驗研究方面，每位受測者分別量測 3 種手部姿勢和 4 種施力高度（共 12 種量測姿勢）的最大推力與最大拉力值。同時，在 40cm 和 80cm 的施力高度時，額外進行上提和下壓的施力值量測。本計畫已完成量測 488 位受測者的 3D 人體計測值與推拉力值資料，並完成 3D 人體計測資料庫軟體、3D 電子人模平台軟體，以及工作場所設計圖譜之修正和擴充，本案研究結果，可以應用於工作場所及工作方法之規劃設計，以提昇工作效率，預防職業性肌肉骨骼傷病。

關鍵字：人體計測、推拉力、不良姿勢、過度施力

Abstract

Wrong design at the workplace is the major factor to induce musculoskeletal disorder. The correct anthropometric data is the basis of design. The correct anthropometric data is good for workplace design、mechanical safety protection design, human-computer interface design. This study will plan to sample methods, renew anthropometric data、design safety work methods、plan safety operation procedure etc. This study will help enterprise and worker decrease musculoskeletal disorders and prevent occupational accidents. The purpose of this study is to measure the 3D anthropometry and the push/pull strengths of labors in our country for improving two musculoskeletal risk factors, “awkward posture” and “over exertion” in workplaces. The study found 488 subjects from manufacturing industries had been recruited in this study. In 3D anthropometry measurement, a set of 3D scanners, including 3D whole body scanner, 3D hand/foot scanner, and 3D face scanner, were used. After merging the raw data of 3D scanning, each subject had 3D human models in four postures, and 192 measurements were extracted from these four 3D human model. One male subject and one female subject were selected as representative models among these subjects, and a digital skeleton as stick model were implanted into their 3D human models to form the 3D digital human model. Finally, the 3D anthropometric database could be used to improve or expand the workplace design atlas developed by ILOSH, and 3D digital human model could be used to develop a 3D digital human model platform software. In push/pull strengths measurement, each subject was asked to exert his/her maximum strength in 12 postures (3 hand postures x 4 heights). In addition, the strength of lifting-up and pushing-down were also measured in exertion height as 40cm and 80cm. This study measured and established a 3D anthropometric database and a push/pull strength database of 488 subjects. A 3D anthropometry database software, a 3D digital human model platform software, and 20 pieces of workplace design Atlas improved or expanded were implemented as well. This study results can apply to design workplace environment and work procedures, and to increase work efficiency and reduce work-related musculoskeletal disorders.

Keywords: anthropometry, push-and-pull force, awkward posture, over exertion

目 錄

摘 要.....	i
Abstract.....	ii
目 錄.....	iii
圖目錄.....	v
表目錄.....	ix
第一章 計畫概述.....	1
第一節 前言.....	1
第二節 目的.....	3
第二章 文獻回顧.....	4
第一節 3D 人體計測資料庫探討.....	4
第二節 推拉力研究相關文獻探討.....	10
第三章 研究方法.....	16
第一節 抽樣策略.....	18
第二節 抽樣規劃.....	19
第三節 人體計測資料收集.....	21
第四節 3D 人體計測資料資料庫分析程式.....	36
第五節 推拉力實驗設計.....	37
第六節 推拉力實驗及資料收集.....	40
第七節 召開專家會議與座談會議.....	40
第八節 修改或擴充工作場所設計圖譜資料.....	41
第四章 結果與討論.....	45
第一節 人體計測資料收集.....	45
第二節 3D 人體計測資料庫分析程式.....	78
第三節 推拉力實驗設計.....	84
第四節 推拉力實驗及資料收集.....	90
第五節 召開專家會議與座談會議.....	96
第六節 擴充工作場所設計圖譜資料.....	103
第七節 3D 電子人模程式.....	124

第八節 討論.....	129
第五章 結論與建議.....	137
第一節 結論.....	137
第二節 建議.....	138
誌謝.....	139
參考文獻.....	140

圖目錄

圖 1	CAESAR 使用的掃描儀.....	5
圖 2	CAESAR 的掃描姿勢.....	5
圖 3	Hamano Voxelan 掃描儀.....	6
圖 4	日本 3D 人體計測的掃描姿勢.....	6
圖 5	SizeUSA 的量測服裝與量測姿勢.....	7
圖 6	台灣 3D 體型資料庫(Taiwan BodyBank)的 9 種量測姿勢.....	8
圖 7	國軍資料庫量測標準姿勢.....	9
圖 8	紡拓協會的量測服裝.....	9
圖 9	紡拓協會的量測姿勢.....	10
圖 10	推拉力作業的生物力學模型.....	11
圖 11	研究架構.....	17
圖 12	3D 人體全身量測儀.....	22
圖 13	3D 腳/手量測儀.....	23
圖 14	3D 臉型量測儀.....	23
圖 15	男女性量測服裝.....	24
圖 16	標準解剖姿勢示意圖.....	24
圖 17	人體計測量測場地規劃.....	26
圖 18	將 8 片資料整合為一個初步的 3D 人體模型雛型.....	27
圖 19	將 4 片資料整合為一隻完整的 3D 手型（腳）資料.....	28
圖 20	將雙手、雙腳、臉型以及 3D 人體模型雛型整合為一完整的 3D 人體模型	28
圖 21	身體各部位到地面之垂直距離示意圖.....	29
圖 22	頭頸部尺寸示意圖.....	30

圖 23 軀幹部位尺寸示意圖.....	32
圖 24 上肢部位尺寸示意圖.....	34
圖 25 下肢部位尺寸示意圖.....	34
圖 26 腳部部位尺寸示意圖.....	36
圖 27 3D 人體計測資料庫結構與分析程式之功能架構.....	37
圖 28 受測者進行拉力量測.....	38
圖 29 受測者進行上提施力量測.....	38
圖 30 測力裝置組成結構.....	39
圖 31 推拉力值量測場地規劃.....	39
圖 32 工作場所設計圖譜-輪胎鋼圈鍍膜作業（男性勞工）.....	42
圖 33 工作場所設計圖譜-電子業零件組裝作業（女性勞工）.....	42
圖 34 本研究初步規劃的骨架模型.....	44
圖 35 細桿骨架植入代表樣本人 3D 體型資料示意圖.....	44
圖 36 3D 人體計測量測結果－男性受測者.....	45
圖 37 3D 人體計測量測結果－女性受測者.....	46
圖 38 手動辨識解剖標記點示意圖.....	78
圖 39 尺寸值自動萃取結果示意圖.....	79
圖 40 操作主畫面示意圖.....	80
圖 41 肘高尺寸值查詢示意圖.....	81
圖 42 坐高尺寸值查詢示意圖.....	82
圖 43 左上臂體積尺寸值查詢示意圖.....	83
圖 44 推拉力量測儀立柱及滑動件設計圖.....	85
圖 45 施力方向導盤設計圖.....	86
圖 46 施力握把設計圖.....	87

圖 47 推拉力量測儀底座設計圖.....	88
圖 48 推拉力量實驗情形.....	89
圖 49 專家會議 I (中山醫學大學)	96
圖 50 專家會議 II (台北科技大學)	97
圖 51 專家會議 III (清華大學)	97
圖 52 專家會議 IV (台科大)	98
圖 53 專家會議 V (清華大學)	98
圖 54 專家會議 VI (朝陽科大)	99
圖 55 專家會議 VII (清華大學)	99
圖 56 專家會議 VIII (中山醫學大學)	100
圖 57 專家會議 IX (中山醫學大學)	100
圖 58 專家會議 X (清華大學)	101
圖 59 專家會議 XI (台北科技大學)	101
圖 60 專家會議 XII (台灣科技大學)	102
圖 61 人因工程工作姿勢圖譜－貨品配置作業.....	104
圖 62 人因工程工作姿勢圖譜－銅箔捲卸下作業.....	105
圖 63 人因工程工作姿勢圖譜－LED 顆粒中切作業.....	106
圖 64 人因工程工作姿勢圖譜－連桿研磨作業.....	107
圖 65 人因工程工作姿勢圖譜－銅箔捲安裝作業.....	108
圖 66 人因工程工作姿勢圖譜－粉末抽吸作業.....	109
圖 67 人因工程工作姿勢圖譜－零件加工作業.....	110
圖 68 人因工程工作姿勢圖譜－鋼捲檢驗作業.....	111
圖 69 人因工程工作姿勢圖譜－中控室監控作業.....	112
圖 70 人因工程工作姿勢圖譜－薄片進料檢驗作業.....	113

圖 71 人因工程工作姿勢圖譜－壓模區顯微鏡作業.....	114
圖 72 人因工程工作姿勢圖譜－烤漆區吊掛作業.....	115
圖 73 人因工程工作姿勢圖譜－吊車操作作業.....	116
圖 74 人因工程工作姿勢圖譜－面板檢驗作業.....	117
圖 75 人因工程工作姿勢圖譜－水泥試樣成形作業.....	118
圖 76 人因工程工作姿勢圖譜－熟料取樣作業.....	119
圖 77 人因工程工作姿勢圖譜－鼻胃管印刷作業.....	120
圖 78 人因工程工作姿勢圖譜－物流業出貨作業.....	121
圖 79 人因工程工作姿勢圖譜－鐵條變形加工作業.....	122
圖 80 人因工程工作姿勢圖譜－油漆裝桶作業.....	123
圖 81 3D 電子人模的程式規劃.....	124
圖 82 女性受測者 3D 頭型表面資料經網格重整前後示意圖.....	125
圖 83 將骨架植入重整好網格數目的男性樣本人 3D 人體表面資料.....	125
圖 84 3D 電子人模平台介面示意圖.....	127
圖 85 男性樣本人的 3D 電子人模在坐姿作業場所的擺位結果（側視圖）.....	128
圖 86 男性樣本人的 3D 電子人模在坐姿作業場所的擺位結果（上視圖）.....	128
圖 87 女性樣本人的 3D 電子人模在站姿作業場所的擺位結果（側視圖）.....	129
圖 88 女性樣本人的 3D 電子人模在站姿作業場所的擺位結果（上視圖）.....	129
圖 89 富士康集團人體計測尺寸銷售網頁.....	133
圖 90 EAWS 與本研究力量值對照示意圖.....	135
圖 91 靜態施力值與施力持續時間關係.....	136

表目錄

表 1	103 年度就業者人數與比例（依行業別）	18
表 2	102 年度我國勞工人口之年齡分佈（65 歲以上不計）	20
表 3	本研究第一期之抽樣策略.....	20
表 4	103 年度我國勞工人口之年齡分佈（65 歲以上不計）	20
表 5	本研究第二期之抽樣策略.....	20
表 6	不同年齡級距的受測者勞工總人數分佈.....	21
表 7	不同年齡級距的受測者勞工擴增總人數分佈.....	21
表 8	身體各部位到地面之垂直距離尺寸編號對應表.....	29
表 9	頭頸部尺寸編號對應表.....	31
表 10	軀幹部尺寸編號對應表.....	32
表 11	上肢部位尺寸編號對應表.....	35
表 12	下肢部位尺寸編號對應表.....	35
表 13	腳部部位尺寸編號對應表.....	36
表 14	不同年齡級距裏的受測者人數分佈.....	47
表 15	受測者的基本資料.....	47
表 16	本研究 3D 人體計測資料庫之解剖標記點定義（132 個標記點）	48
表 17	本研究 3D 人體計測資料庫尺寸定義（192 個尺寸值）	56
表 18	本研究 3D 人體計測資料庫 1-D 尺寸值（488 人；單位：kg, cm, cm ² , cm ³ ）	68
表 19	本研究 3D 人體計測資料庫 2-D 尺寸值（488 人；單位：cm, cm ² ）	76
表 20	本研究 3D 人體計測資料庫 3-D 尺寸值（488 人；單位：cm ³ ）	77
表 21	推拉力量測結果（N=488, 單位：公斤）	91
表 22	推拉力量測變異數分析結果(N=488).....	93

表 23 上提與下壓力量測結果 (N=488, 單位：公斤)	94
表 24 上提與下壓力量測結果－百分位數 (N=488, 單位：公斤)	94
表 25 上提與下壓力量測變異數分析結果(N=488).....	95
表 26 本研究 488 位受測者與台灣 3D 人體體型資料庫：受測者身高.....	130
表 27 本研究 488 位受測者與台灣 3D 人體體型資料庫：受測者體重.....	131
表 28 重要關鍵人體計測尺寸值的男女性差異檢定 (摘錄表 18)	131

第一章 計畫概述

第一節 前言

勞工肌肉骨骼傷害的防制是我國職業安全衛生之中相當重要的課題之一。根據美日歐各國的職災調查統計，肌肉骨骼傷害所造成的工時與醫療損失相當嚴重[1]。因為肌肉骨骼傷害所造成的損失工作天案件數，占所有職業傷害案件數的比例相當高，歐盟等國平均為 38% [2][3][4]，美國 32% [5]，日本 41.2% [6]，英國 40% [7][8]，幾乎各國都在 30% 以上。肌肉骨骼傷害所造成的醫療損失，近年來，在歐盟約為 2,160 億美元，占歐盟整體國內生產毛額(gross domestic product, GDP) 的 1.6% [9]；美國約為 1,680 億美元，占美國 GDP 的 1.53% [10]。我國勞工肌肉骨骼傷害問題同樣嚴重，依職業病資料顯示，近年來肌肉骨骼傷害比例約為 33%，勞保給付金額將近 20 億新台幣，占我國 GDP 的 0.67% [11][12][13]。肌肉骨骼傷害不僅會造成勞工健康的危害，對企業而言會導致工時損失、醫療成本增加、生產力降低等不利後果。因此，我國和歐美各國無不努力嘗試進行肌肉骨骼傷害的防制。

要防制肌肉骨骼傷害的危害，首先就要能夠了解肌肉骨骼傷害形成的因子。肌肉骨骼傷害的形成主要是由於工作中潛藏「不良姿勢」、「過度施力」、「高重複動作」、「壓迫組織」與「振動衝擊」等危害因子，並經過「長時期的暴露」侵襲累積而成的。在這五個危害因子之中，最常見也最容易改善的危害因子當屬「不良姿勢」[14]。在工作場所中，「不良姿勢」的主要形成原因常常是由於工作現場的機械或設備人機介面的尺寸與作業員的人體計測尺寸無法適配(fit)所造成的，例如工作平面過高或過低，使得勞工在進行物料搬運時必須要彎腰或手臂高舉過肩。機台操作介面設計不良，導致勞工必須要上半身前傾。或是，手工具設計不良導致勞工的手腕有尺偏或橈偏的情形。要能夠有效消除或降低這些工作場所的不適配情形所造成的「不良姿勢」危害因子，最重要的步驟就是要建立我國勞工 3D 人體計測資料庫。3D 人體計測資料庫通常包含了在站姿、坐姿等幾種標準姿勢下所量測而得的 1D、2D 或 3D 的人體計測尺寸值，例如眼高、肘高、坐姿大腿下緣高。這些人體計測尺寸值可以提供快速而簡單的應用來設計或改善工作場所的機械設備或器具，例如，機台觀測窗高度，工作平面高度，推車把手

高，椅子的高度及深度等等。然而有些時候，工作場所改善與設計所需的尺寸值卻較為複雜，例如車子駕駛座油門位置、座椅參考點、眼睛駐點的位置(design eye position)等等的尺寸及位置而無法直接由這些尺寸值推估求得，因為這些設計尺寸值必須參考作業人員工作時的駕駛姿勢才得以準確量測。像這樣的駕駛姿勢，我們稱之為“機能姿勢(functional posture)”。機能姿勢是當作業員在使用一項器具者或工作設備時所必須採行的關鍵姿勢。要得到勞工的 3D 機能姿勢，就必須要有以 3D 人體計測資料庫為基礎的 3D 電子人體模型。透過對 3D 電子人體模型的姿勢操作，模擬勞工在工作場所的機能姿勢，並擷取相關的機能尺寸，如此才能更精確的改善「不良姿勢」的危害因子。根據 Malina [15]的研究表示，隨著社會經濟的變化，人體的體型資料(身高)是會有所變化的。本所曾經在民國 93 年更新過我國人體計測的尺寸值，然而隨著時間過去，我國勞動人口的體型資料應與過去有所不同，因此，重新調查我國勞動人口的 3D 體型資料與人體計測尺寸值實有其必要。

在工作場所中，第二個常見的危害因子是「過度施力」。「過度施力」的主要原因是，在搬運物料時，荷重或施力強度超過人體關節或肌肉負荷的強度，因而造成肌肉疲勞或傷害。要改善這種「過度施力」的危害因子，最常見的方法是降低物料重量或是引進如省力裝置等的機械裝置。這樣子的方法雖然好用，但是此方法治標不治本。因此，要能夠消除或降低這個危害因子的根本方法，就是參考量測人體在人工物料搬運作業的各種工作姿勢下之最大施力值資料庫，並且以這個施力值為基準來做為勞工荷重上限的參考值，例如，要讓物料重要降低到何種程度才能夠不造成肌肉骨骼疲勞或傷害，可選擇全體勞工最大施力值的第 30 百分位數為設計標準。如此，可以使工作現場的工程人員或勞安人員在設計製程或機器設備之時，就可以考慮到勞工的施力或荷重上限，藉以預防在實際作業時，勞工因過度施力所造成的肌肉骨骼傷害。在工作現場之中，人工物料搬運作業(Manual Material Handling, MMH)主要是指著人們以抬舉(lifting)、提攜(carrying)、推(push)、拉(pulling)等作業類型來移動物料。抬舉和提攜作業是人們以身體的力量去抵抗物料重力，進而移動物料的一種作業，而推拉作業則是人們施力抵抗摩擦力，將物料往離開自己的方向水平移動(推)，或是往靠近自己的方向水平移動(拉)的一種作業。當進行 MMD 作業時，人們經常以全身性(whole body)

或手部操作(manual operation)的工作姿勢來進行。流行病學的調查顯示，由過度施力所引起的職業傷害案例中，約有 2/3 的案例與抬舉作業和提攜作業有關[16]，因此這兩種作業也最常被研究[17][18]。相較之下，推拉作業則較少被討論。然而，在工作場所之中，過度施力所引起的職業傷害案例中，約有 15~20%是與推拉作業有關聯[16][18][19][20][21][22]。因此，推拉作業的研究也不可忽視。

國外的研究人員早已透過流行病學調查(epidemiology)、心理物理法(psychophysics)、生理學(physiology)與生物力學(biomechanics)等方法來研究推拉力作業對勞工肌肉骨骼傷害的情形[18]。相較於國外的研究來看，國內的研究明顯不足，可以查閱到的文獻有鄭德相[23]，鄭德相和李慈賢[24][25]，陳一郎[26]，林彥輝[27][28]等人。這些研究有些是模擬某種特定作業，有些則是模擬某種工作場所，其於國內推拉作業研究有著相當的貢獻，然而其受測者人數較少卻也限制了其貢獻。因此，本研究嘗試建立我國勞工的推拉作業最大施力值的資料庫。

因此，本研究主要目的是進行我國勞工人體計測尺寸與推拉力資料調查研究，並建立我國 3D 人體計測尺寸值資料庫及推拉力資料庫，藉以提供工作現場「不良姿勢」危害因子與「過度施力」危害因子的改善依據，降低勞工的肌肉骨骼疲勞與傷害風險。

第二節 目的

本研究主要目的是進行我國勞工人體計測尺寸與推拉力資料調查研究，並建立我國 3D 人體計測尺寸值資料庫及推拉力資料庫，藉以提供工作現場「不良姿勢」危害因子與「過度施力」危害因子的改善依據，降低勞工的肌肉骨骼疲勞與傷害風險。

第二章 文獻回顧

文獻收集與探討部份主要分為國內外幾個重要的 3D 人體資料庫的探討，以及推拉力研究相關的文獻探討兩個部份。

第一節 3D 人體計測資料庫探討

國內外幾個重要的 3D 人體資料庫文獻探討主要著重在資料庫的量測姿勢種類，以及量測項目的討論。

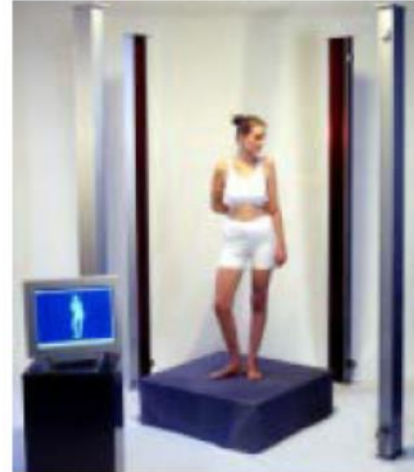
(一)CEASAR Project

此 3D 人體計測計劃是由美國空軍研究實驗室所規劃主導的美歐人民體表人體計測資源(Civilian American and European Surface Anthropometry Resource, CAESAR)[34]，主要針對美國、荷蘭、義大利三國共 14,900 名樣本人量測 100 項計測項目，其中美國人 4,000 名、荷蘭人和義大利人 10,900 名，100 項中有 40 項是由傳統工具量得，如：體重、皮厚度(Skinfold thickness)，60 項由掃描資料中擷取而得。取樣期間 1998-2001 年，樣本年齡分佈為從 18 歲到 65 歲的一般大眾(civilian)男女。

所使用的掃描儀有 2 台，在美國為 Cyberware WB4，在歐洲為 Vitronic Viro 3D，見圖 1 不同的是每次掃描受測者掃描 1 次無須轉身再掃描 1 次，即可獲得全身的掃描表面資料，另外此 2 台皆可掃描得受測者身上的彩色資訊。CAESAR 計劃中每位受測者必須接受 3 種姿勢的掃描，分別是立姿，標準坐姿，以及張開雙臂的坐姿，如圖 2。



(a) Cyberware WB4



(b) Vitronic Viro 3D

圖 1 CAESAR 使用的掃描儀



圖 2 CAESAR 的掃描姿勢

(二)日本 3D 人體計測調查

日本 3D 人體計測計劃是由日本財團法人人間生活工學研究中心所主持，取樣期間 1992-1994 年[35]，針對日本全國 34,000 名樣本人量測 178 項計測項目，樣本的年齡為從 7 歲至 90 歲以上的男女。所使用的掃描為 Hamano 工程公司所研發的 Hamano Voxelan，見圖 3，Voxelan 每 1 次掃描只能獲得某一角度的 3D 人體資料，若要獲得全身的 3D 資料，必須先掃描身體的前面後，轉身再掃描身體的後面。

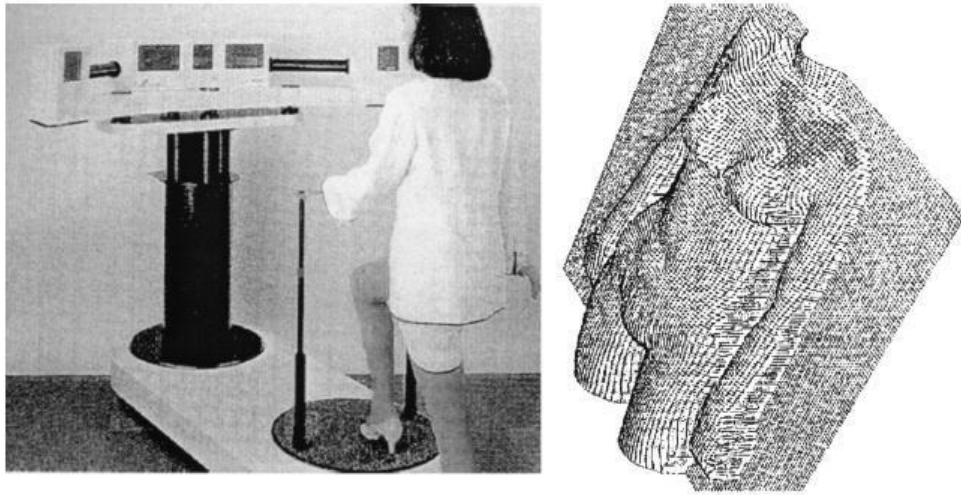


圖 3 Hamano Voxelan 掃描儀

為求掃描資料的完整，每位受測者必須接受 4 種全身掃描，分別是立姿正面、立姿側面、立姿背面及坐姿側面，及 6 種局部掃描，分別是手部掌面、手部背面、臉部上半部、鼻子、耳朵及眼睛，見圖 4。

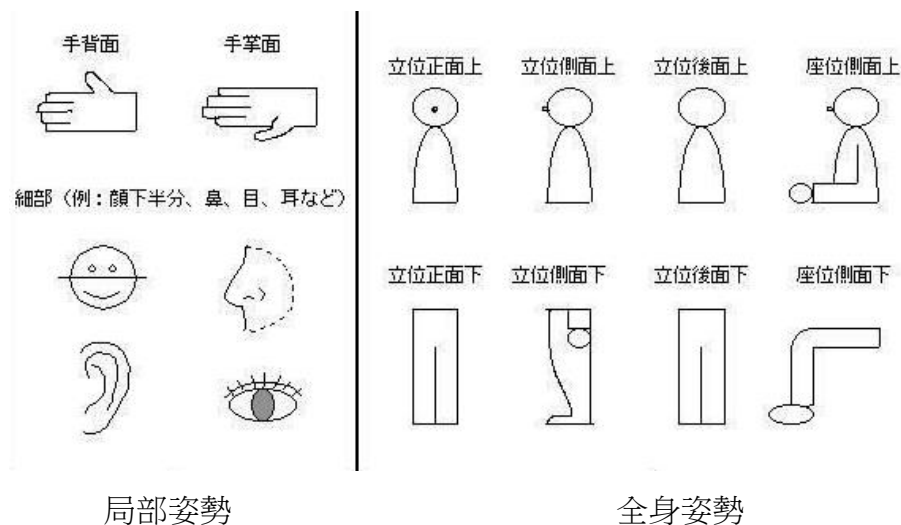


圖 4 日本 3D 人體計測的掃描姿勢

(三)SIZE USA

SizeUSA 是由 TC2 公司所主導的一項以量測美國人 3D 體型為主的計畫[36]，量測的人數約在 10,800 人，年齡在 18 歲~65 歲之間。量測時，受測者穿著緊身衣褲圖 5，以標準解剖姿勢來接受量測。其量測結果可以萃取出 130 項尺寸值。事實上，相同的技術方法後來也被其他國家引用，並進行該國的 3D 人體計測資料庫的建立，如 SizeUK, SizeKorea, SizeThailand,

SizeFrance, SizeBrazil, SizeJapan 等。

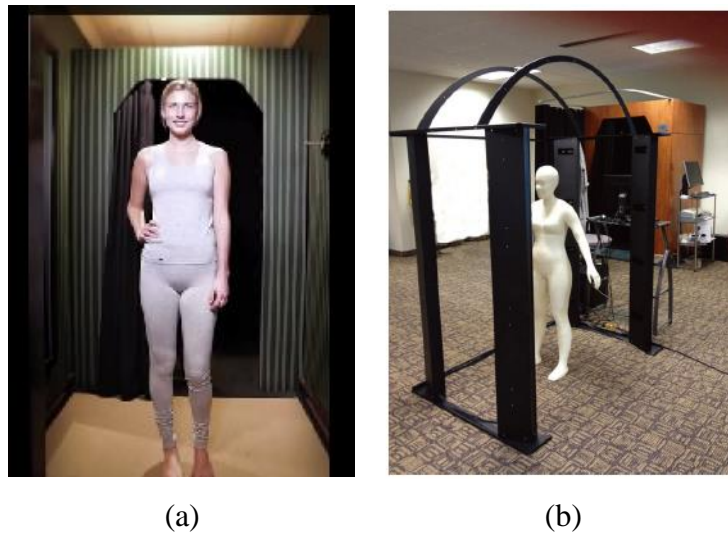


圖 5 SizeUSA 的量測服裝與量測姿勢

(四)台灣 3D 人體體型資料庫

本所在 2004~2006 年之間，建立一個以身高與 BMI (Body Mass Index) 為抽樣策略的 3D 人體計測資料庫[31][33]。此資料庫命名為台灣 3D 人體體型資料庫(Taiwan BodyBank)，其總量測人數為 270 人，男女性各 135 人。本研究的抽樣方法是在勞工人口中依身高的分佈並以體重抽取代表不同體型胖瘦的樣本人，總共男女性各 135 人。身高分佈依比例原則，將身高分為極小、小、中、大、極大五個級距，依比例抽樣。且在兼顧母體代表性的原則下，依據”台灣地區居民體位及肥胖狀況”的調查結果，選用 18~64 歲的抽樣總數進行估算全國人口的身高分佈情形，作抽樣級距的規劃。再使用體重質量指數(Body Mass Index, BMI)來區分 3 個等級的胖、中、瘦的體型，以進行計算所該身高級距抽取樣本人的體重級距。每位受測者的量測姿勢有 9 種（如圖 6 所示）。量測結果總共萃取出 188 個尺寸值。這個人體體型資料庫也是本研究在 3D 人體量測部份主要的參考資料庫。

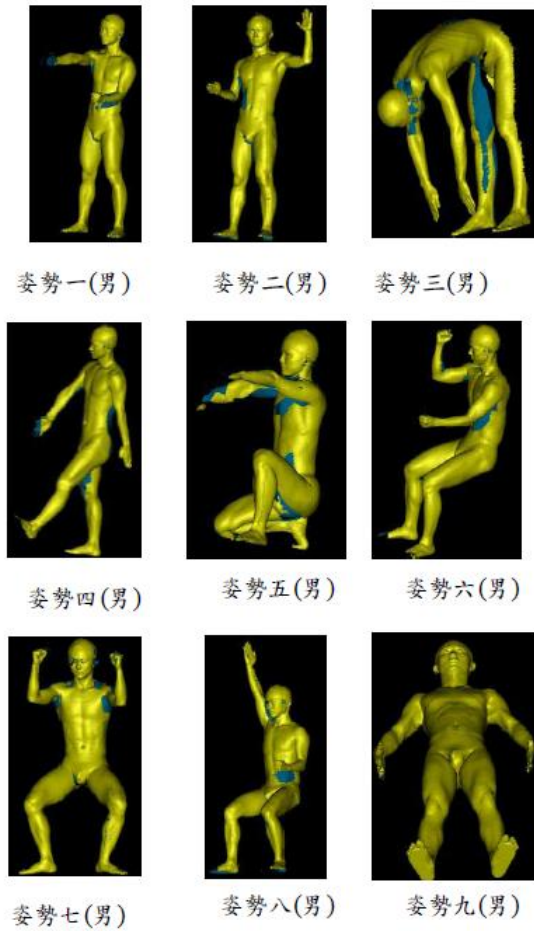


圖 6 台灣 3D 體型資料庫(Taiwan BodyBank)的 9 種量測姿勢

(五)國軍 3D 人體體型資料庫

國防大學石裕川[37]於 2012 年開始也利用 3D 量測儀來建立我國國軍的 3D 人體計測資料庫。受測者以志願役的男女性軍人為主要對象。量測姿勢有三種，分別有 2 種站姿，1 種坐姿，如圖 7 所示。量測結果則萃取出 105 個尺寸，6 個肢段表面積值，以及 6 個肢段體積值。目前為止，該計畫已蒐集 556 位軍人的 3D 體型資料。

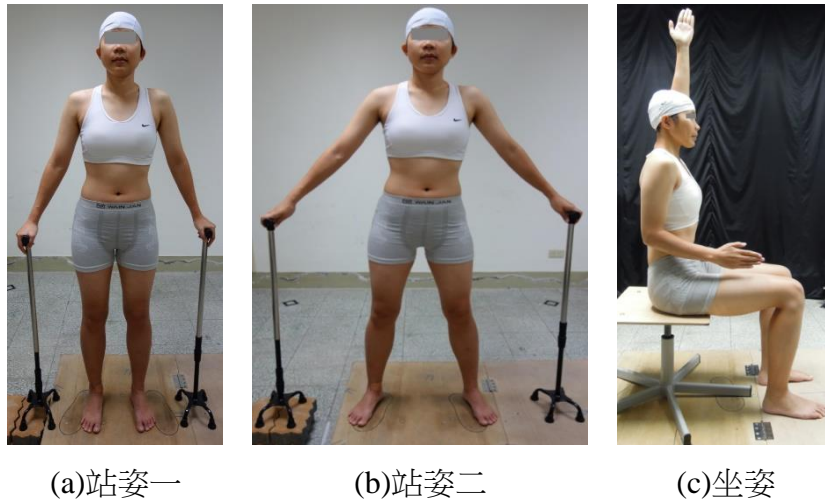


圖 7 國軍資料庫量測標準姿勢

(六)國人 3D 女裝尺寸體型資料庫

財團法人中華民國紡織業拓展會與實踐大學許鳳玉、鍾瑤美、謝明宏等人合作[38]，為了國人女裝尺碼所需的尺寸，進行了一次大規模的國人 3D 人體體型的蒐集。其在北、中、南三區以便利抽樣量測了 2,120 個女性樣本。量測尺寸項目部份，包括使用馬丁尺量測結果，總共有 84 個尺寸項目。量測服裝如圖 8 所示。量測姿勢主要有二個站姿，分別是立正站姿，以及標準解剖姿勢，如圖 9 所示。



圖 8 紡拓協會的量測服裝

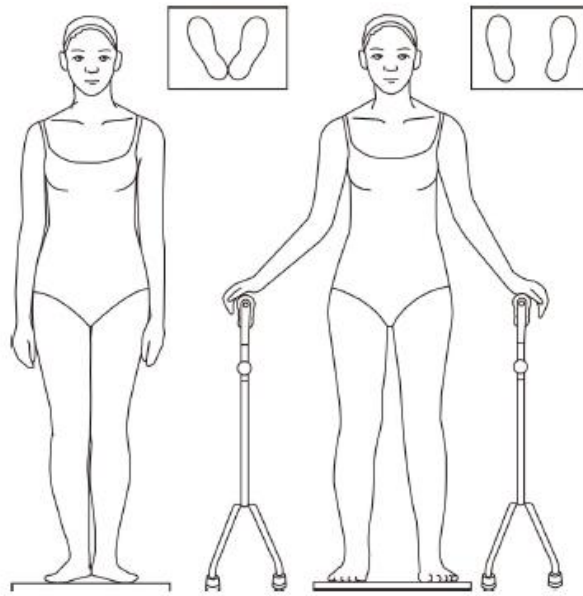


圖 9 紡拓協會的量測姿勢

第二節 推拉力研究相關文獻探討

推拉力研究相關的文獻探討主要討論推拉力的生物力學模式。由生物力學模式的公式為基礎可以觀察到幾種可能影響推拉力作業的變數，再進一步討論相關的研究。

(一) 推拉力的生物力學模式

生物力學模式推估乃視人體為一多連桿剛體，利用逆向動力學原理 (inverse kinetics) 推算各肌肉、骨骼、關節之作用力(force)及力矩(toque)。透過生物力學模型的計算，如果某個肌肉骨骼組織（例如關節）的荷重超過其所能承受的壓力上限，則該肌肉骨骼組織就會被破壞，進行引起肌肉骨骼系統的傷害。透過生物力學模型的協助，我們比較容易辨識影響推拉力活動不同因子間的互動情形。

以推拉力作業而言，其主要的生物力學模型可以參考 Hoozemans et al(1998) [39]所提出來的模型，如圖 10 所示。CoP 是地面反作用力(F_g)的中

心點， F_n 是正向力， F_f 是摩擦力； CoG 是身體重心位置， F_{CoG} 是身體重量； PoA 是手部對物料施力作用力(F_h)的作用點； F_{hh} 是 F_h 的水平分力， F_{hv} 是 F_h 的垂直分力； F_{hr} 是手部對物料施力的反作用力， F_{hrh} 是 F_{hr} 的水平分力， F_{hrv} 是 F_{hr} 的垂直分力； H_h 是把手高度， L_h 是 F_{hr} 與 CoP 間的有效力臂長度，而 L_{CoG} 是 CoG 與 CoP 間的水平距離。

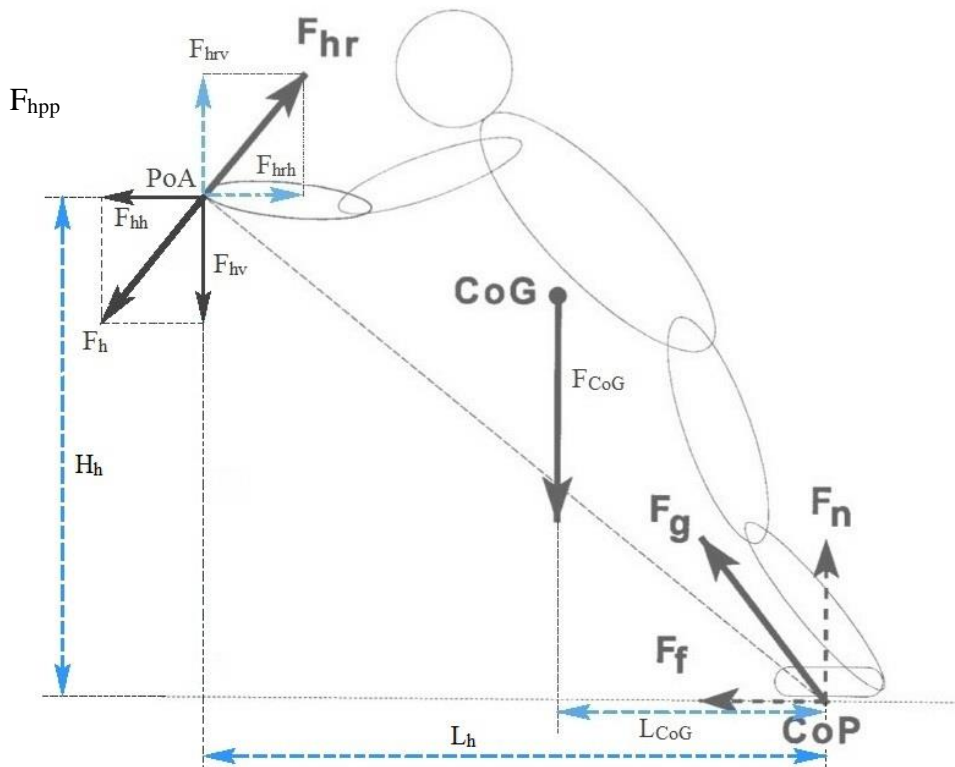


圖 10 推拉力作業的生物力學模型

根據合力與合力矩都需平衡的條件可知：

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\overrightarrow{F_{hrh}} + \overrightarrow{F_f} = 0 \quad (\text{公式 1})$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\overrightarrow{F_{hrv}} + \overrightarrow{F_{CoG}} + \overrightarrow{F_n} = 0 \quad (\text{公式 2})$$

$$\Sigma M_{CoP} = 0$$

$$\overrightarrow{F_{CoG}} \times L_{CoG} + \overrightarrow{F_{hrh}} \times H_h + \overrightarrow{F_{hrv}} \times L_h = 0 \quad (\text{公式 3})$$

此外，作用力與反作用力是力量值相等，但是方向相反，因此可以得到：

$$\vec{F}_{hrh} + \vec{F}_{hh} = 0 \quad (\text{公式 4})$$

$$\vec{F}_{hrv} + \vec{F}_{hv} = 0 \quad (\text{公式 5})$$

由此生物力學模型可以知道，在身體不會滑倒(slip)的情形之下，體重(FCoG)增加或水平距離(LCoG)都會造成逆時針的力矩增加。如此一來，順時針的力矩也必須相對增加才行，因此使得 $\vec{F}_{hrh} \times H_h$ 或 $\vec{F}_{hrv} \times L_h$ 必須提高。實際上，在推拉作業進行中， H_h 並不容易改變高度， L_h 增加也同時會增加LCoG，因此結果就是 F_{hrh} 或 F_{hrv} 必須增加。然而， F_{hrv} 對是垂直地面的力量，對於水平推動物料並沒有幫助，甚至於 F_{hrv} 愈高愈會降低地面的反作用力 F_n ，進而降低地面摩擦力 F_f 。降低地面摩擦力 F_f 就會降低水平推力的反作用力 F_{hrh} ，也就是說水平推動物料的力量 F_{hh} 也同時會降低。水平推力的反作用力 F_{hrh} (也可以視為水平推力 F_{hh}) 的上限會受到地面摩擦力的限制。施力時，施力者腳底的正向力 F_n 與摩擦力 F_f 會有一個比值：

$$\mu = \frac{\vec{F}_f}{\vec{F}_n} \quad (\text{公式 6})$$

須注意的是，一旦此摩擦係數比值超過腳底與地板材質間的最大靜摩擦係數，則施力者就產生滑倒的現象。

(二)影響推拉力的生物力學變數

透過前節的推拉作業生物力學模型可以觀察出，影響推拉作業的變數主要有地板摩擦係數，把手高度，以及步伐距離等。底下探討靜態推拉力作業相關的研究文獻。

1.地板摩擦係數

Kroemer(1974)[40]即針對推/拉肌力與鞋底和地板摩擦力進行探討。Grieve(1984)[41]量測坐姿與站姿狀況下的單一拉力移動的出力，發現姿勢與移動阻抗對量測值有顯著影響。Swensen et al. (1992) [42]建議為了安全起見，地板的靜摩擦係數至少要 0.5 以上。

2.把手高度

把手高度對推拉力的影響最為顯著，因此相當多的研究都探討過此變數。Chaffin et al. (1983)[43]的研究則發現，腳步位置、把手高度、與施力姿勢是影響肌力的主要因子，同時提出受試者認知的最佳的推/拉力施力姿勢存在極大變異。

Snook (1978) [44]曾對推力作業進行研究，發現在平均肩高的施力高度下會有最大推力。Fothergill et al. (1992) [45]探討四種把手設計和兩種施力高度(100、175 cm) 對於水平拉力的影響，結果發現，在高度 1m 的肌力均大於 1.75m 的肌力。Kumar (1995)[46]分析在 35、100、150 cm 三種作業高度下的男女性靜態推力與拉力。結果顯示在 100cm 的地方，男女性都有最高的拉力。若以男性在 100 cm 下之拉力為基準來正規化(normalization)，則男性靜態推力範圍約為 41~68%，女性為 27~44%，而且最高平均推力亦在 100cm 之處。同時，Kumar 也提到等速運動(isokinetic)的力量皆小於等長(isometric)運動的力量。Gagnon et al. (1992)[47]研究在 58、99、141 cm 三種不高度的貨架上，進行 22kg 貨物的推力作業之生物力學分析。結果發現上肢肌力在不同高度的施力都支配性的角色，尤其對於較高作業高度(141cm)格外明顯，較低作業高度(58 cm)會採用較多的背部肌群來施力，而中間作業高度(99cm)則顯示有最佳狀態。Chaffin et al.(1983) [43]曾經探討不同施力高度(67, 109, 152cm)下對男性的推/拉力值的影響。研究結果發現，男性受試者在高度為 67cm 時有最高的推/拉力值，而 152cm 時則最小。

我國學者 Cheng and Lee(2004) [24]研究四種不同施力高度(48cm, 84cm, 120cm, 156 cm)下的靜態水平拉力值，並招募 60 名人員受測者 (29 名男性與 31 名女性)。結果發現拉力最高值在 48cm 位置。我國學者魏毓利(2007)[48]亦曾經探討過國內 TFT-LCD 廠推車作業，其研究招募了 10 名受測者 (5 名男性，5 名女性)，分別在四種施力高度(88cm, 101.5cm, 115cm, 135 cm)來量測受試者的推/拉力值。研究結果發現在施力高度為 115cm 及 135cm，且受測者兩腳採用一前一後的姿勢時，受測者有平均最高推力值。在同一個實驗中也發現，推車把手高度為 115 cm 時，較把手高度 88cm 和 101.5 cm 有更好的效率。可惜的是，此研究是以 TFT-LCD 廠的推車為主要的評估對象，因此最高的施力高度只有 135cm。這個高度對大部份的男性受測者或勞工而

言，並不屬於過肩高度(over shoulder)。根據王茂駿等人(2001)[49]的研究，台灣地區的勞工肩高平均約為 139cm。然而在工作場所之中，勞工以過肩高度來進行推拉作業並不少見。Lee (2007)[50]曾經研究 24 位受測者在不同高度下(48cm, 84cm, 120cm, 156cm)，雙腳合併而距離固定或不固定時的靜態推力值。其結果是雙腳合併但不固定距離，而施力高度在 84cm 時，推力有最大值。Chen et al. (2011) [51]招募了 30 名男性大學生或碩士生來進行實驗，探討了 16 種施力高度（10cm~160cm，每 10cm 一個間隔）和 4 個水平距離對靜態推拉的影響。研究結果顯示靜態水平推力值大於拉力值。同時，施力高度在 50~90cm 的範圍是最有利於推拉作業的高度。其研究結果顯示水平距離的變化對推拉力值是有顯著差異的。可惜的是，此研究並無女性受測者的量測。Cheng and Lee (2008) [25]量測了 24 名受測者（男性 12 名，女性 12 名），以身高的比例為施力高度水準（30%、50%、70%、90%的身高）來量測拉力，結果顯示 30%身高的施力高度有最高的拉力值。

總的來說，從這些研究可以發現，把手高度較常被設定膝蓋高（約 30cm~50cm 上下），站姿的手指指節高（約 70cm~90cm），胸高（約 120cm~140cm）以及過肩高度（約 140cm~160cm 上下）。在工作場所中，勞工需要施力的高度位置也經常落在這 4 種高度範圍內。

3. 步伐距離

Chaffin et al.(1983) [43]在研究中將腳部姿勢（或步伐距離）視為變數來討論，並且討論腳前後站立與雙腳平行站立對推/拉力施力之影響。結果顯示，前後站立姿勢的推力大於平行站姿的推力，而拉力表現並沒有顯著差異；在步伐距離方面，推力的步伐距離大於拉力時的地步距離。整體而言，推力施力值仍大於拉力施力值。同時，Chaffin et al.(1983)亦綜合過去相關研究，提出一般對於推/拉力作業的認知，包括：(1) 個人推/拉力能力與鞋/地摩擦力有關，較高的摩擦力致使受試者透過更加前傾或後仰的姿勢，產生更大的推/拉力值。(2) 擁有較大體型的個人可產生較高的推/拉力值，前提是須有足夠的施力空間與合適的地板。(3) 最大的推/拉力值出現在當施力高度介於髖關節與肩關節之間的情形。Hoozemans et al. (1983) [32]也透過綜合文獻探討，分別在流行病學、生理學、心理學與生物力學等四個面向來討論影響推拉力

作業的可能變項。

魏毓利(2007)[48]的研究中，受測者被要求採用一前一後的腳部姿勢或雙腳合併的姿勢來量測推拉力值。結果顯示採用一前一後的腳部姿勢時，推力值最高。Lee (2007) [50]的研究結果顯示雙腳合併但不固定距離時，有最大推力。Chen et al.(2011) [51]的研究結果顯示，前腳距離施力點被固定在不同水平距離對推拉力值的影響是有顯著性的。

第三章 研究方法

本研究主要目的是進行我國勞工人體計測尺寸與推拉力資料調查研究，並建立我國 3D 人體計測尺寸值資料庫及推拉力資料庫，藉以提供工作現場「不良姿勢」危害因子與「過度施力」危害因子的改善依據。本研究全期預計招募 396 名受測者（男女性各 198 名）來分別進行人體計測量測模式研究與推拉力實驗研究。但因為抽樣分層後，會發生各單層抽樣組內樣本數過少的情形，可能會因收集樣本數不足，而影響了資料庫數據的代表性，因此，本研究增加受測者的數量，至本研究結束為止，共招募 488 名受測者（男女性各 244 名）。

在人體計測量測模式研究方面，主要採用 3D 掃描儀器來量測受測者的 3D 體型。每位受測者需量測 4 種姿勢，並由其中萃取出 188 個人體計測尺寸值，包括有 157 個 1D 尺寸值，15 個 2D 尺寸值，以及 16 個 3D 尺寸值。量測完成後，由這 488 位受測者中挑選出男女性樣本人各 1 位的尺寸值來修改或擴充 20 幅工作場所設計圖譜，並且將骨架植入這些樣本人的 3D 體型資料來做為 3D 電子人模。最後，完成 3D 電子人模平台程式。

在推拉力實驗研究方面，每位受測者分別量測 3 種手部姿勢和 4 種施力高度（共 12 種量測姿勢的）的最大推力與最大拉力值。同時，在 40cm 和 80cm 的施力高度時，額外進行上提和下壓的施力值量測。量測完成後，規劃並開發推拉力值資料庫軟體開發。

本研究的研究架構如圖 11 所示。各分項工作事項之研究方法如下：

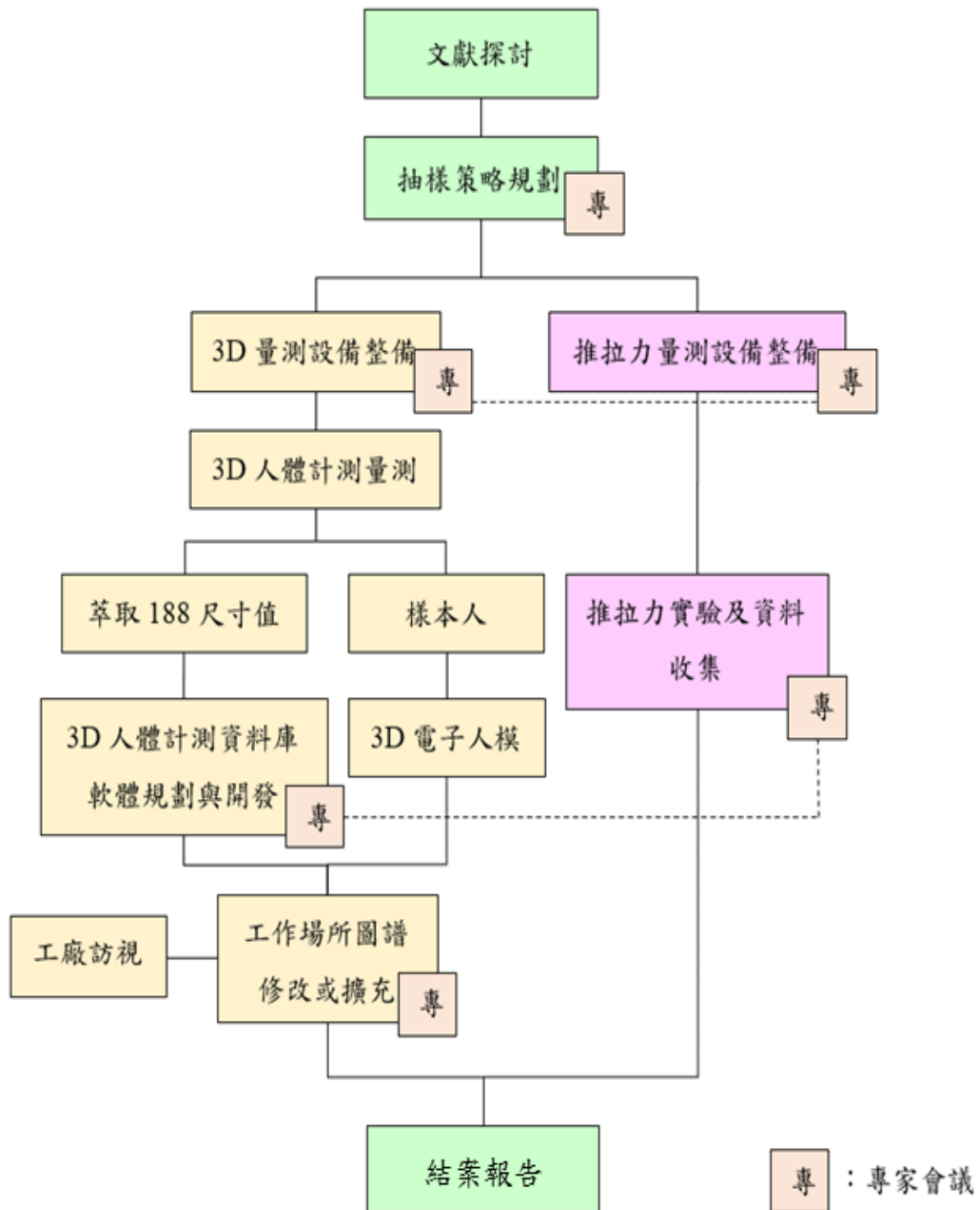


圖 11 研究架構

第一節 抽樣策略

本研究初始規劃之抽樣變數以性別（男、女）與年齡（五種級距）為主，請參考表 4 和表 5。然而，不同行業別的勞工因為工作特性的關係，在推拉力值部份應該也會有很明顯的差異，例如服務業與營建業的勞工。在研究經費與時程的限制之下，於本研究原所預計的 2 種抽樣變數與樣本數（488 人）中，如果再增加行業別為新的抽樣變數，則所能得到的每個樣本群裏的人數將會很少（例如，可能只有 1 人）。在這麼少的人數要求中，找到的受測者將很容易會有偏誤而不具有該樣本群的代表性。若然仍需將行業別納入抽樣策略之中，將本研究之研究資源集中，並以於某種行業別的勞工為主要受測者似乎是較為可行的方案。本研究透過主計總處 103 年度人力資源統計年報的數據，可以知道不同行業別中的從業人數，如表 1 所示。在 19 種行業別之中，「製造業」的就業人數最高，人數比例約 27.15%。因此，在專家會議 I 提出討論並獲得共識後，本研究在研究期間將以製造業就業人員（勞工）為主要的受測者來進行 3D 人體計測與推拉力量測的實驗。

此外，本研究為減少量測變異的來源，在招募受測者時，主要以健康而且沒有肌肉骨骼病史與手術病史的勞工為主要對象。

表 1 103 年度就業者人數與比例（依行業別）

行業編碼*	行業別	103 年平均人數 (千人)	從業人數比例 (%)
C	製造業	3,007	27.15%
G	批發及零售業	1,825	16.48%
F	營造業	881	7.95%
I	住宿及餐飲業	792	7.15%
P	教育服務業	645	5.82%
A	農、林、漁、牧業	548	4.95%
S	其他服務業	543	4.90%
Q	醫療保健及社會工作服務業	432	3.90%
H	運輸及倉儲業	433	3.91%
K	金融及保險業	416	3.76%
O	公共行政及國防	378	3.41%
M	專業、科學及技術服務業	354	3.20%
N	支援服務業	273	2.46%
J	資訊及通訊傳播業	241	2.18%

R	藝術、娛樂及休閒服務業	95	0.86%
L	不動產業	98	0.88%
E	用水供應及污染整治業	82	0.74%
D	電力及燃氣供應業	29	0.26%
B	礦業及土石採取業	4	0.04%
總計		11,076	100.00

*該行業別在「中華民國行業標準分類」裏的編碼

第二節 抽樣規劃

本研究受測者數量係依 102 年底，全國勞保投保人數 974 萬人為母體，採 95% 的信心水準、5% 的誤差得到應收集 384 位以上受測者資料。而規劃三年的抽樣策略是採用分層抽樣的策略，研究分兩期執行，兩期之抽樣策略如下：

第一期之執行期預計為 1.5 年，抽樣策略是採用分層抽樣的策略。第一層抽樣以年齡為主要分層變數。再依據行政院主計總處在 102 年度的人力資源統計年報[29]指出，我國目前 15 歲至 64 歲的總勞動人口數為 11,225 千人。統計年報是以每 10 歲為級距來分級，共將我國勞工人口分為 5 個年齡級別，各年齡級別的勞動人口數以及比例如表 2 所示。接著依比例抽樣原則來決定抽樣人數。本研究預期以 240 人為比例抽樣的總人數，分別計算出各年齡級距中的抽樣人數，結果如表 3。中的「原始樣本人數」所列。表 3 中的「原始樣本人數」中的「15-24 歲」與「55-64 歲」的兩個級距人數為 19 人與 27 人，為使量測結果的統計分析得以一致，因此，本計畫在抽樣時為了使男女受測者的人數相同，故本研究抽樣的 242 個樣本人在男女性與各年齡級別中的抽樣人數如表 3 所示。在年齡級距之下，第二層抽樣則是以方便抽樣來召募該級距內的受測者。

第二期之執行期預計為 1 年，抽樣策略是採用分層抽樣的策略。第一層抽樣以年齡為主要分層變數。再依據行政院主計總處在 103 年度的人力資源統計年報[30]指出，我國目前 15 歲-64 歲的總勞動人口數為 11,298 千人。統計年報是以每 10 歲為級距來分級，共將我國勞工人口分為 5 個年齡級別，各年齡級別的勞動人口數以及比例如表 2 所示。接著依比例抽樣原則來決定抽樣人數，由於本研究以 150 人為比例抽樣的總人數，分別計算出各年齡級距中的抽樣人數，結果如表 5 中的「原始樣本人數」所列。表 5 中的「原始樣本人數」中的「25-34 歲」，「35-44 歲」，「45-54 歲」，以及「55-64 歲」的四個級距人數皆為單數，分別

為 41 人，41 人，37 人，以及 19 人。為使量測結果的統計分析較為合理且容易說明，本研究調整這四個級距的受測者人並分別增加 1 人，以使男女受測者的人數可以相同。如此，本研究總預計抽樣人數為 154 人，其在男女性與各年齡級別中的抽樣人數如表 5 所示。在年齡級距之下，第二層抽樣則是以方便抽樣來招募該級距內的受測者。

表 2 102 年度我國勞工人口之年齡分佈（65 歲以上不計）

	總計	15-24 歲	25-34 歲	35-44 歲	45-54 歲	55-64 歲
全體人數（千人）	11,225	901	3,197	3,082	2,727	1,318
全體人數比例	100 %	8.0 %	28.5 %	27.5 %	24.3 %	11.7 %

表 3 本研究第一期之抽樣策略

	總計	15-24 歲	25-34 歲	35-44 歲	45-54 歲	55-64 歲
原始樣本人數	240	19	70	66	58	27
全體樣本人數（調整後）	242	20	70	66	58	28
男性樣本人數	121	10	35	33	29	14
女性樣本人數	121	10	35	33	29	14

表 4 103 年度我國勞工人口之年齡分佈（65 歲以上不計）

	總計	15-24 歲	25-34 歲	35-44 歲	45-54 歲	55-64 歲
全體人數（千人）	11,298	886	3,135	3,107	2,755	1,415
全體人數比例	100%	7.84%	27.75%	27.50%	24.38%	12.52%

表 5 本研究第二期之抽樣策略

	總計	15-24 歲	25-34 歲	35-44 歲	45-54 歲	55-64 歲
原始樣本人數	150	12	41	41	37	19
全體樣本人數（調整後）	154	12	42	42	38	20
男性樣本人數	77	6	21	21	19	10
女性樣本人數	77	6	21	21	19	10

本研究三年量測 396 個勞工受測者，其總人數依不同年齡距如表 6。然而，可以注意到的是，在第 1 個年齡級距（15~24 歲）與第 5 個年齡級距（55-64 歲）之間，男女性個別人數皆不足 30 人，如此容易有樣本人數不足 30 人而產生的統計誤差。為使本研究所量測與建立之人體計測資料庫與推拉力值資料庫之任年齡級距受測者樣本人數可以至少有 40 個人以利於統計分析，因此，本研究預計再擴增量測了 92 位受測者的 3D 人體計測資料與推拉力值。最終，本研究預計三年的勞工量測擴增總人數為 488 人，如表 7 所示。

表 6 不同年齡級距的受測者勞工總人數分佈

性別	年齡級距 (yrs)					總計
	15-24	25-34	35-44	45-54	55-65	
男	16	56	54	38	24	198
女	16	56	54	38	24	198
全體	32	112	104	76	48	396

表 7 不同年齡級距的受測者勞工擴增總人數分佈

性別	年齡級距 (yrs)					總計
	15-24	25-34	35-44	45-54	55-65	
男	40	56	54	40	40	244
女	40	56	54	40	40	244
全體	80	112	104	80	80	488

第三節 人體計測資料收集

本研究在人體計測量測模式研究方面，主要採用 3D 掃描儀來量測受測者的 3D 體型。每位受測者需量測 4 種姿勢，並由其中萃取出包含勞安所 93 年報告[31]內之尺寸項目。這些人體計測尺寸值包括有身體各五大關鍵肢段到地面之垂直距離尺寸，其中有頭頸部尺寸、軀幹部位尺寸、上肢部位尺寸、下肢部位尺寸、腳部部位尺寸等。總共有 188 個人體計測尺寸值，其中包括有 157 個 1D 尺

寸值，15 個 2D 尺寸值，以及 16 個 3D 尺寸值。

一、量測設備

本研究預計使用以結構光(structured light)掃描技術為主的 3D 人體全身量測儀(3D body scanner)，如圖 12 3D 人體全身量測儀所示。此 3D 人體全身掃描儀是由四組立柱所組，每個立柱配備有 2 個量測測頭。一次的拍攝時間約 3 秒鐘，因此可以降低人員身體肢段晃動所造成的量測誤差。量測的精準度(accuracy)在 $\pm 1.0\text{mm}$ 左右，然而 3D 人體全身量測儀的 3D 全身量測結果，於手掌部位的量測資料通常破損較嚴重，而腳底部位的資料因為踩踏在地面而無法量測，因此本研究再採用一部 3D 腳/手量測儀（如圖 13）來額外量測手部和腳底因資料漏失而造成的破洞。此外，3D 人體全身量測儀亦無法量測受測者臉型的細節資料，因此本研究另外使用一部 3D 臉型量測儀來量測受測者的 3D 臉型（如圖 14）。受測者接受這 3 種量測儀來量測 3D 全身體型，3D 手/腳型，以及 3D 臉型後，再由實驗人員透過軟體將這些 3D 表面資料(range data)合併(merge)為一個完整的 3D 人體體型模型。



圖 12 3D 人體全身量測儀

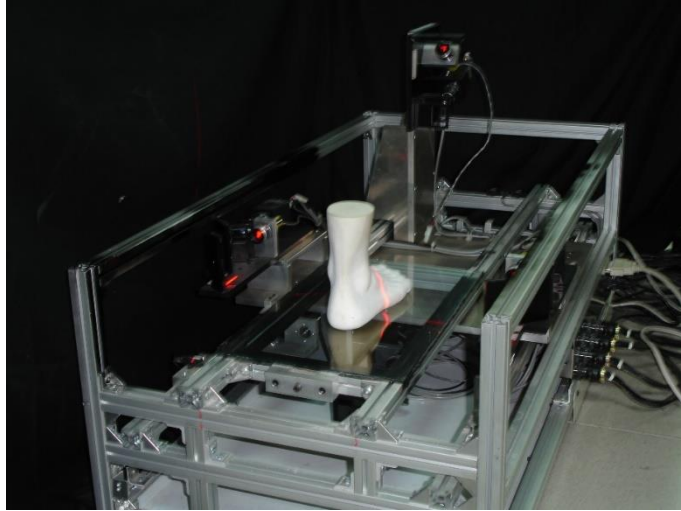


圖 13 3D 腳/手量測儀

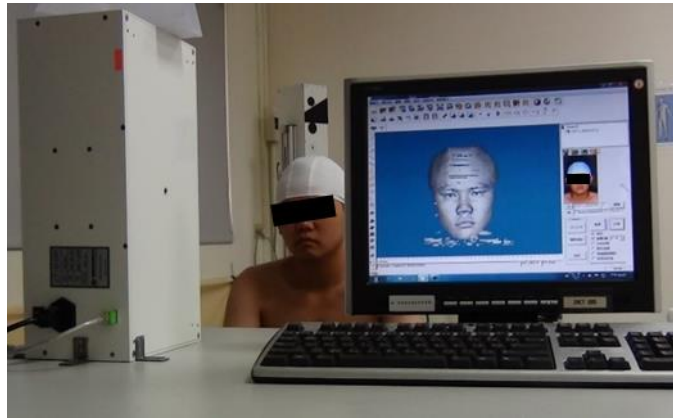


圖 14 3D 臉型量測儀

二、量測服裝

量測服裝必須考慮到的維持受測者原始的體型及覆蓋頭鬚的部份。由於本研究欲量測的是勞工的真實體型，礙於我國國人性格較為保守，恐無法採用裸身量測，為使量測結果儘量接近勞工的真實體型，因此本研究之男性樣本人穿著的白色三角泳褲，女性穿著貼身韻律服（如圖 15）。這兩種衣褲的布料皆使用低張力、高彈性的材質，不但具有貼身效果，又不會造成身體太大的變形，並且不會讓受測者有暴露隱私的感受。覆蓋頭髮的部分是使用極薄的高彈性矽膠膜成型的頭套，用來將頭髮壓低並盡可能的貼近頭顱表面。然而，若當受測者仍對此類量測服裝有疑慮，則本研究將通過專家會議的討論重新考量適當之量測服裝。



圖 15 男女性量測服裝

三、量測姿勢

本研究受測者需量測 4 個全身姿勢以及手腳局部姿勢。4 個全身姿勢分別為立正站姿、標準解剖姿勢、手臂前伸站姿以及坐姿，圖 16 所示。這些姿勢分別可獲得的重要尺寸值，例如，立正姿勢可以萃取出身高、眼高等，標準解剖姿勢對應到胸圍、胸腔尺寸等，坐姿可以萃取出坐姿眼高以及手部過肩的高度。手部姿勢有三種姿勢，包括有五指張開、四指併攏以及握拳。腳部姿勢則是以站姿且雙腳平均荷重的腳部姿勢等。



(a)立正站姿 (b)標準解剖姿勢 (c)手臂前伸姿勢 (d) 坐姿

圖 16 標準解剖姿勢示意圖

四、量測場地與量測步驟

人體計測量測的場地規劃如圖 17 所示。整個場地規劃分成兩個區域，分別是全身量測區（含臉型量測）與腳/手量測區。全身量測區以黑色拉簾分隔，在 3D 全身量測儀區與更衣室之間，有一部 3D 臉型量測儀以及量測人員用的控制電腦與工作桌。3D 全身量測儀區中有 4 支立柱與受測者站立於其上的量測平台，每支立柱上頭有兩部 3D 量測儀。在腳/手量測區，有腳/手量測儀及受測者站立用的量測平台，還有量測人員用的控制電腦與工作桌。

量測進行時，受測者首先進行全身量測，待結束後再進行腳/手量測，最後進行臉型量測。全身量測時，先由量測人員對受測者進行量測程序以及量測姿勢的講解。接著，請受測者更換量測服裝，待更換結束後，進行全身量測的 4 種姿勢量測。更換量測服裝時，如果遇到受測者是留蓄長髮的情形，那麼實驗人員會在頭套剪出一個破孔，再將受測者的長髮以橡皮筋儘量捆綁成長條狀，並協助受測者將此髮條穿過頭套的破孔。如此，可以儘量避免或減少受測者的長髮堆疊在頭套之內，而影響受測者頭型的量測。

全身量測結束後，再請受測者換回原先的服裝，接著到腳/手量測區進行腳型與手型的量測。量測進行時，依序量測五指張開手型，四指拼攏手型，以及握拳手型。結束後，再量測受測者平均荷重時的腳型。最後，再進行受測者的 3D 臉型量測。量測 3D 臉型的時候，受測者會坐在事先已安排好的位置，此位置與 3D 臉型量測儀之的距離是固定的。接著再由實驗人員操作 3D 臉型量測儀來進行量測。

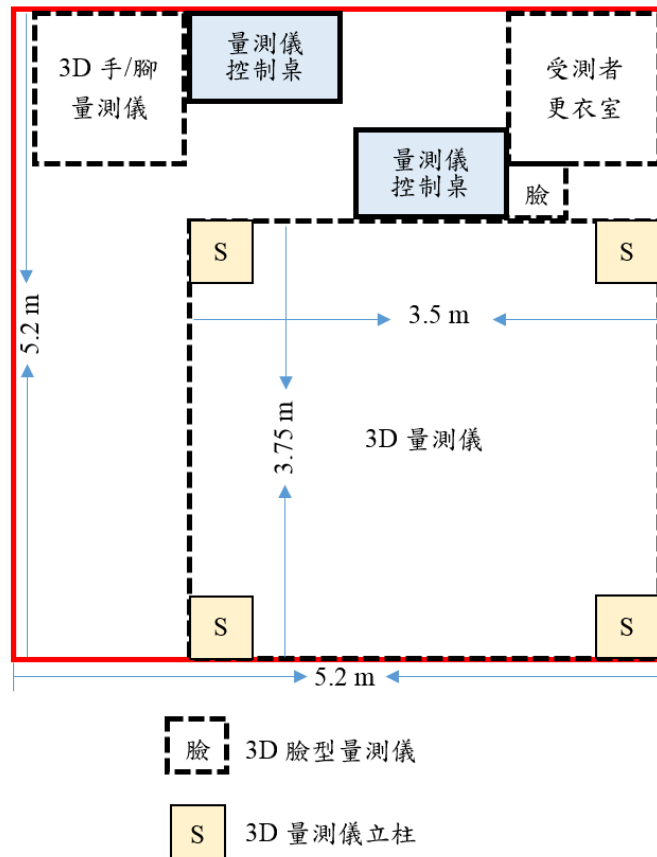


圖 17 人體計測量測場地規劃

五、體型表面資料合併

每位受測者的量測結果將會有 4 種不同的姿勢，而每種姿勢都必須將量測結果的原始體型表面資料合併為完整的 3D 人體體型表面資料(range of data)後，才能開始進行尺寸值的萃取。底下，本研究以標準解剖姿勢為例來說明本研究將 3D 人體表面資料整合為一個完整的 3D 人體模型的程序。一個完整的 3D 人體模型主要包括了 3D 人體表面資料（由 3D 人體掃描儀所量測的 8 片資料），3D 臉型資料（由臉型掃描儀所量測的 1 片），以及雙手和雙腳（每個手或腳是由 3D 手/腳掃描儀所量測的 4 片資料）一起合併才能完成。一個受測者的 3D 人體表面資料總共有 8 片資料（8 個量測測頭），要將這 8 片資料整合為一個

初步的 3D 人體模型雛型，如圖 18，則必須要分別將這 8 片資料進行手動修補，疊合，以及填補破洞等程序才算初步的完成。不同片的體型資料在疊合時，主要是透過量測控制軟體來整合。其整合功能可以即時顯示出兩片體型資料的平均疊合誤差距離(mm)，本研究設定兩片資料的平均誤差是 0.5mm 為疊合標準。平均誤差低於 0.5mm 時，就代表疊合完成，疊合程序就會自動停止。

接著，先分別整合手和腳的 3D 表面資料，一隻 3D 手型資料是由 4 片雷射量測資料所組成，這 4 片資料同樣也必須經過手動修補，疊合，與填補破洞後，才能成為一隻完整的 3D 手型資料，如圖 19。一隻 3D 腳型也大致是如此的時間。最後，再將雙手，雙腳，以及臉型資料，與前述的 3D 人體模型雛型整合在一起，如圖 20，並加以合併成一位受測者標準解剖姿勢的 3D 人體模型。疊合手部資料到全身體型資料時，以實驗人員手動將 3D 手型資料的手腕部位對準 3D 人體模型雛型的手腕部位以為初始對齊基準，再啟動軟體的疊合程序進行疊合。疊合 3D 腳型資料時，仍以實驗人員手動預先 3D 手型資料的腳踝部位對準 3D 人體模型雛型的腳踝部位以為初始對齊基準，再啟動軟體的疊合程序進行疊合。疊合的準則設定仍為平均誤差為 0.5mm。

最終，每位受測者共有 4 種不同姿勢的 3D 人體表面資料整合結果。透過這不同姿勢的 3D 人體表面資料，本研究再進一步萃取出 188 個尺寸值。

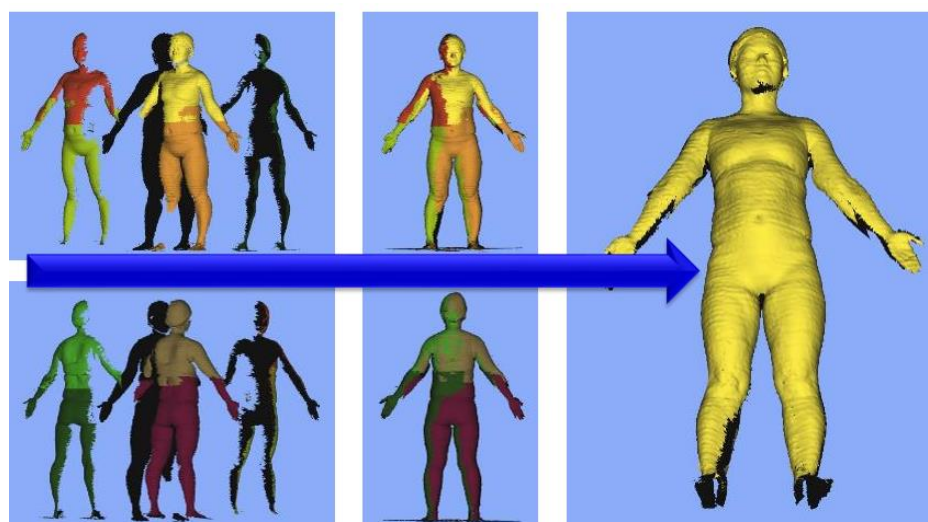


圖 18 將 8 片資料整合為一個初步的 3D 人體模型雛型



圖 19 將 4 片資料整合為一隻完整的 3D 手型（腳）資料

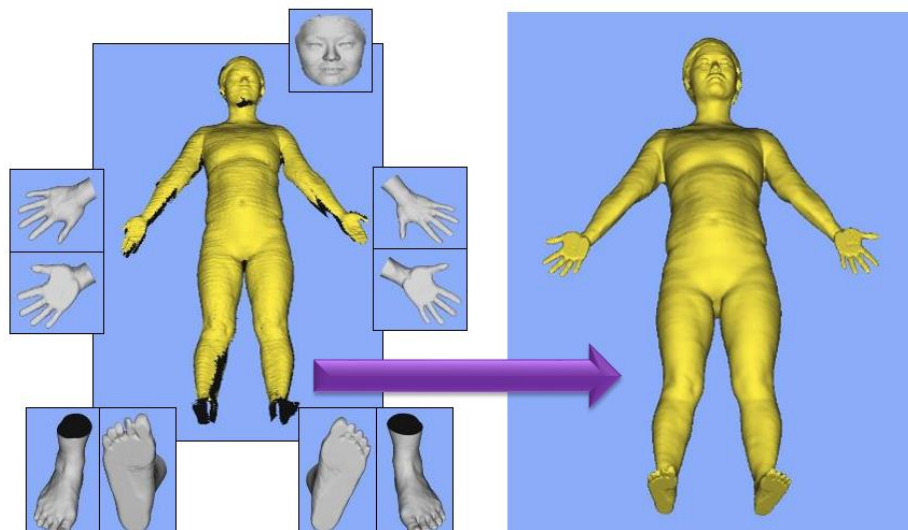


圖 20 將雙手、雙腳、臉型以及 3D 人體模型雛型整合為一完整的 3D 人體模型

六、量測尺寸項目

本研究預計萃取的量測尺寸值的定義與項目主要參考張等人報告[31]的定義。每位受測者需量測 4 種姿勢，並由其中獲得總共 188 個人體計測尺寸值，包括有 157 個 1D 尺寸值，15 個 2D 尺寸值，以及 16 個 3D 尺寸值。本研究預計在 188 項量測項目中，根據其量測尺寸種類（1M：1D 尺寸、2C：2D 尺寸、3S：表面積及 3V：體積）、量測的位置以及尺寸細類（身高/身長、身寬、身厚、圍度、弧長）等屬性進行編碼。以 1M12001 頭寬為例，1M 代表為 1D 尺寸的項目，12 代表位於「頭頸部」屬於「身寬」之類的尺寸，而 001 為此類尺寸的流水號。另外，2D 尺寸、表面積及體積等類的尺寸不再根據分佈位置進行編

號，僅以流水號編碼，例如：2C001 過眉間點剖面線，即 2D 尺寸中第 1 個項目。這些尺寸依其相關的身體肢段位置，請參考圖 21 至圖 26 以及表 8 至表 13。

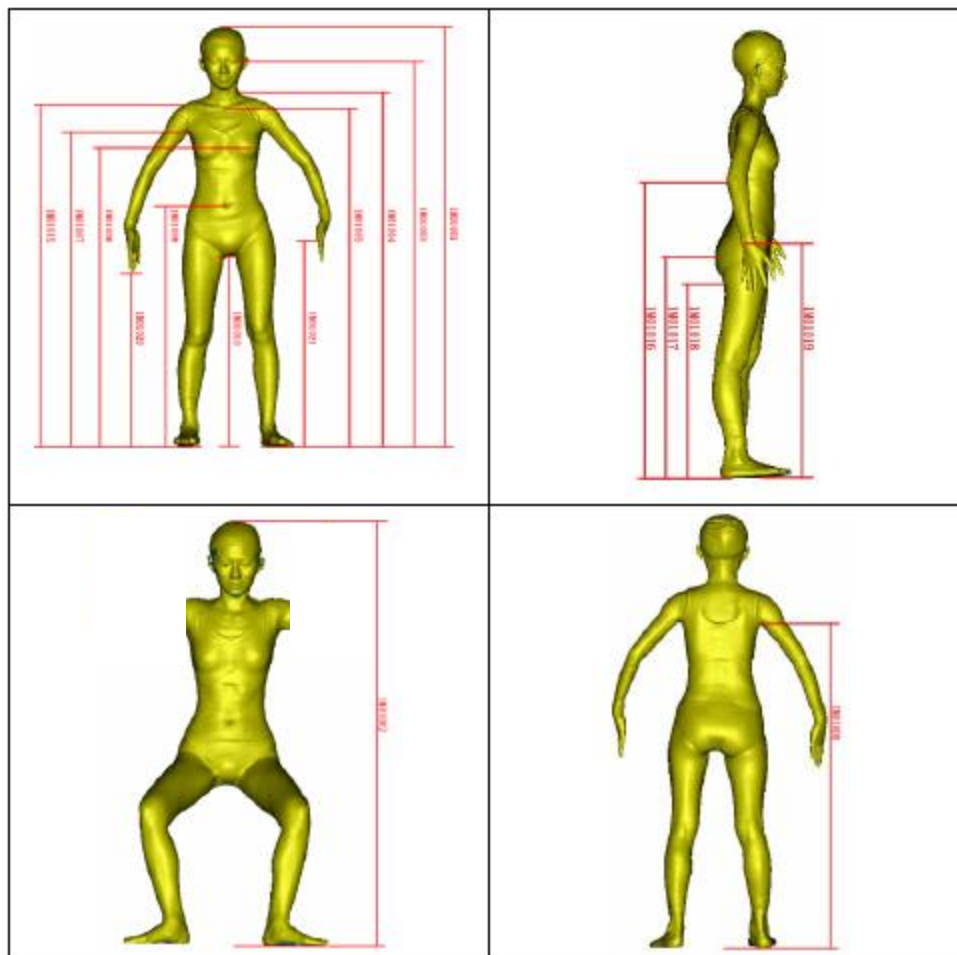


圖 21 身體各部位到地面之垂直距離示意圖

表 8 身體各部位到地面之垂直距離尺寸編號對應表

1M01001	身高	1M01010	跨下高
1M01002	坐高	1M01015	肩高
1M01003	眼高	1M01016	肘高
1M01004	頸肩點高	1M01017	臀高
1M01005	胸骨上點高	1M01018	臀下線高
1M01006	乳尖高	1M01019	腕高

1M01007	腋下前點高	1M01020	指尖高
1M01008	腋下後點高	1M01021	掌心高
1M01009	肚臍高		

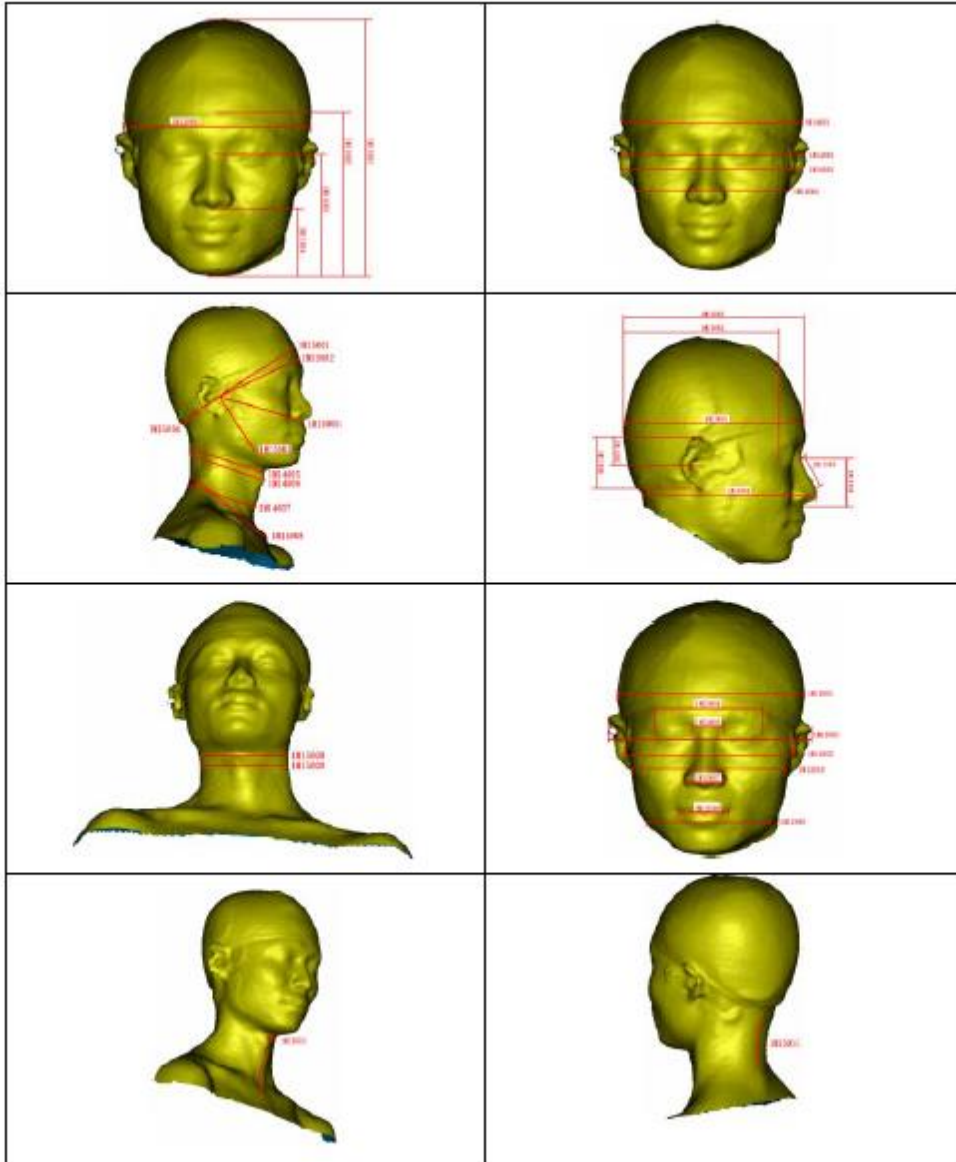


圖 22 頭頸部尺寸示意圖

表 9 頭頸部尺寸編號對應表

1M12001	頭寬	1M13003	額深
1M12002	兩耳寬	1M13004	鼻尖點頭深
1M12003	兩耳珠寬	1M14001	頭圍
1M12004	兩眼外角寬	1M14002	鼻跟點頭圍
1M12005	兩眼內角寬	1M14003	鼻中點頭圍
1M12007	鼻寬	1M14004	鼻尖點頭圍
1M12008	嘴寬	1M14005	喉結上圍
1M12009	兩下顎寬	1M14006	喉結圍
1M12010	兩顳骨寬	1M14007	頸下圍
1M11001	頭長	1M14008	頸胸交線圍
1M11002	臉長	1M15001	髮際-耳珠弧
1M11003	鼻跟點-下巴長	1M15002	眉間-耳珠弧
1M11004	鼻下點-下巴長	1M15003	下顎-耳珠弧
1M12006	額寬	1M15004	耳珠-枕點弧
1M11005	鼻長	1M15005	耳珠-鼻下弧
1M11006	耳長	1M15008	喉結頸寬
1M11007	耳珠上耳長	1M15009	喉結頸深
1M11008	鼻跟-鼻下長	1M15010	前頸弧長
1M13001	頭深	1M15011	後頸弧長
1M13002	眼尖深		

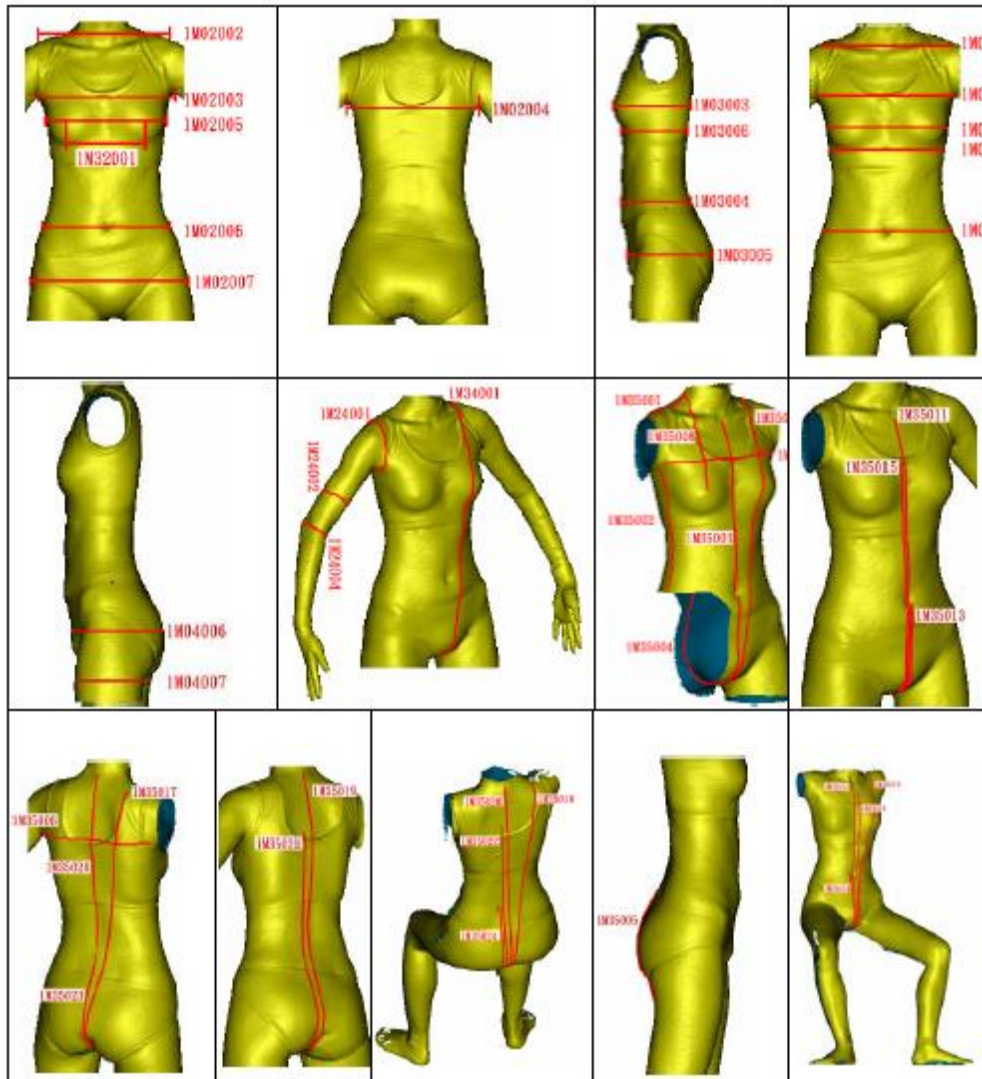


圖 23 軀幹部位尺寸示意圖

表 10 軀幹部位尺寸編號對應表

1M02002	肩寬	1M35003	胸骨上點-腰弧長
1M02003	兩腋下前點寬	1M35004	跨下弧長

1M02004	兩腋下後點寬	1M35005	臀後弧長
1M02005	胸寬	1M35006	上背後水平弧
1M02006	腰寬	1M35007	上胸前水平弧
1M02007	臀寬	1M35008	頸肩點-乳尖弧
1M03003	胸厚	1M35009	肩中點-跨下弧（立姿）
1M03004	腰厚	1M35011	胸骨上點-跨下弧（立姿）
1M03005	臀厚	1M35013	腰高-跨下弧（立姿）
1M03006	乳下點厚	1M35015	腋下高-跨下弧（立姿）
1M04001	肩圍	1M35017	肩中點-跨下後弧（立姿）
1M04002	上胸圍	1M35023	腰高-跨下後弧（立姿）
1M04003	胸圍	1M35026	頸後下點-腰後弧
1M04004	下胸圍	1M35010	肩中點-跨下弧（坐姿）
1M04005	腰圍	1M35012	胸骨上點-跨下弧（坐姿）
1M04006	臀圍	1M35014	腰高-跨下弧（坐姿）
1M04007	臀下線圍	1M35016	腋下高-跨下弧（坐姿）
1M32001	兩乳尖寬	1M35018	肩中點-跨下後弧（坐姿）
1M24001	腋下-肩峰圍	1M35019	頸下後點-跨下後弧（立姿）
1M24002	上臂圍（伸展）	1M35020	頸下後點-跨下後弧（坐姿）
1M24004	肘圍（伸展）	1M35021	腋下後點高-跨下弧（立姿）
1M34001	軀幹縱圍	1M35022	腋下後點高-跨下弧（坐姿）
1M35001	肩線弧長	1M35024	腰高-跨下後弧（坐姿）
1M35002	腋下-腰弧長		

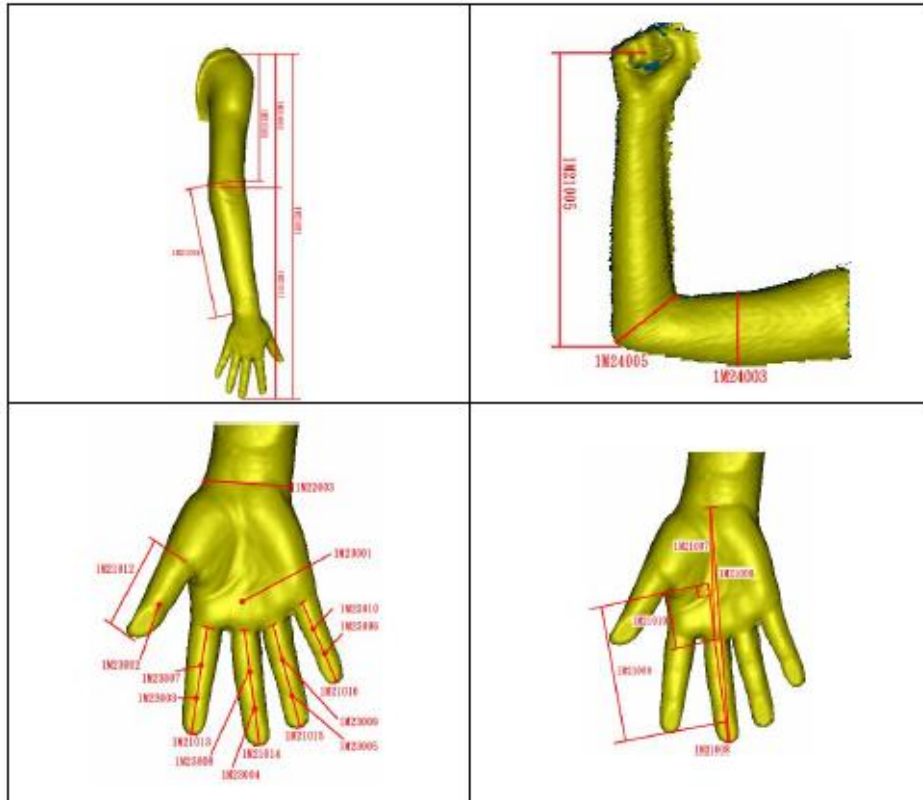


圖 24 上肢部位尺寸示意圖

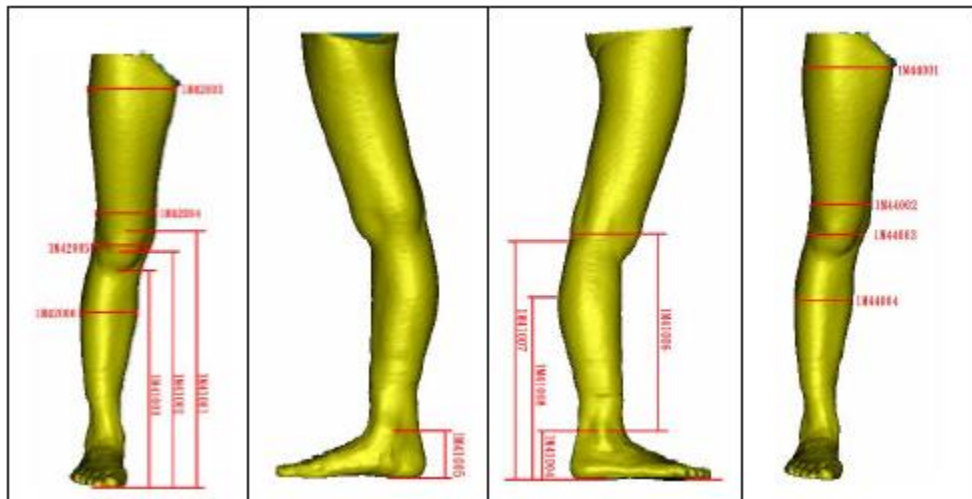


圖 25 下肢部位尺寸示意圖

表 11 上肢部位尺寸編號對應表

1M21001	手長	1M21014	中指指長
1M21002	肩峰-肘角長	1M21015	無名指指長
1M21003	肩峰-肘窩長	1M21016	小指指長
1M21004	下臂長	1M22003	腕寬
1M21011	下臂指尖長	1M23001	手厚
1M21005	下臂-握拳長	1M23002	姆指第 1 指節厚度
1M24003	上臂圍（屈曲）	1M23003	食指第 1 指節厚度
1M24005	肘圍（屈曲）	1M23004	中指第 1 指節厚度
1M21006	手掌長	1M23005	無名指第 1 指節厚
1M21007	掌長	1M23006	小指第 1 指節厚度
1M21008	中指長	1M23007	食指第 2 指節厚度
1M21009	食指虎口長	1M23008	中指第 2 指節厚度
1M21010	虎口長	1M23009	無名指第 2 指節厚
1M21012	姆指指長	1M23010	小指第 2 指節厚度
1M21013	食指指長		

表 12 下肢部位尺寸編號對應表

1M41001	膝蓋上點高	1M42004	大腿下寬
1M41002	膝蓋中點高	1M42005	膝寬
1M41003	膝蓋下點高	1M42006	小腿寬
1M41004	外踝高	1M44001	大腿上圍
1M41005	內踝高	1M44002	大腿下圍
1M41006	小腿長	1M44003	膝圍
1M41007	膝後高	1M44004	小腿最大圍
1M41008	小腿肚高	1M44006	踝圍
1M42003	大腿上寬		

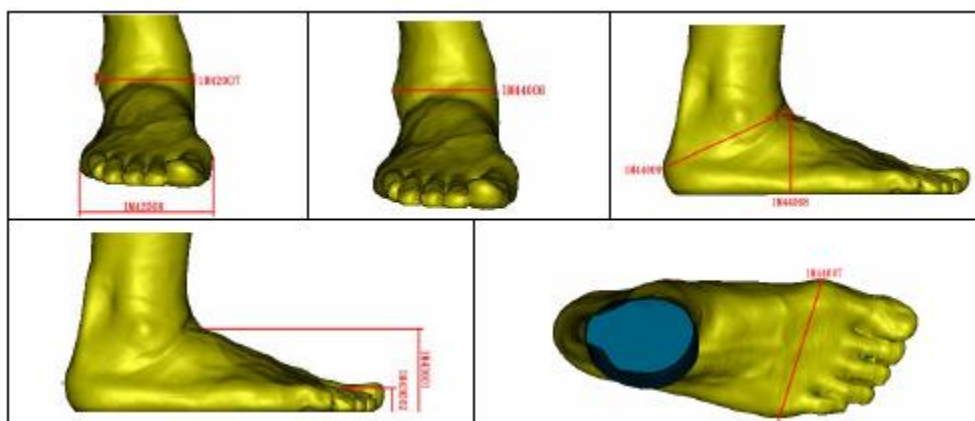


圖 26 腳部部位尺寸示意圖

表 13 腳部部位尺寸編號對應表

1M42007	足球寬	1M44007	腳前圍
1M42008	踝寬	1M44008	腳圍
1M43001	腳掌最大厚度	1M44009	踝跟圍
1M43002	腳掌最小厚度		

第四節 3D 人體計測資料資料庫分析程式

本研究規劃之 3D 人體計測資料資料庫分析程式，其功能架構如圖 27 所示。軟體主要功能包括

受測者資料管理功能：

受測者的基本資料，性別、出生年月日、體重、受測年齡等資料之新增、刪除、變更等功能。

3D 標記點辨識功能：

受測者 3D 體型資料上的解剖標記點的辨識，包括有可採用自動或手動辨識。標記點辨識時，可分別在受測者體型的五種肢段分類來進行，包括有頭頸、軀幹、上肢、下肢及全身。

3D 人體計測尺寸值統計量分析功能

此功能可計算常見的人體計測尺寸值之統計量，包括平均值、標準差、變異數、最大值、最小值及可自由設定的百分位數值(percentile)，如第 5 百分位數、第 95 百分位數等。

3D 人體計測尺寸值查詢功能

提供可查詢 3D 人體計測尺寸值，並可依年齡、性別、身高、BMI 等變數來呈現統計分析結果。

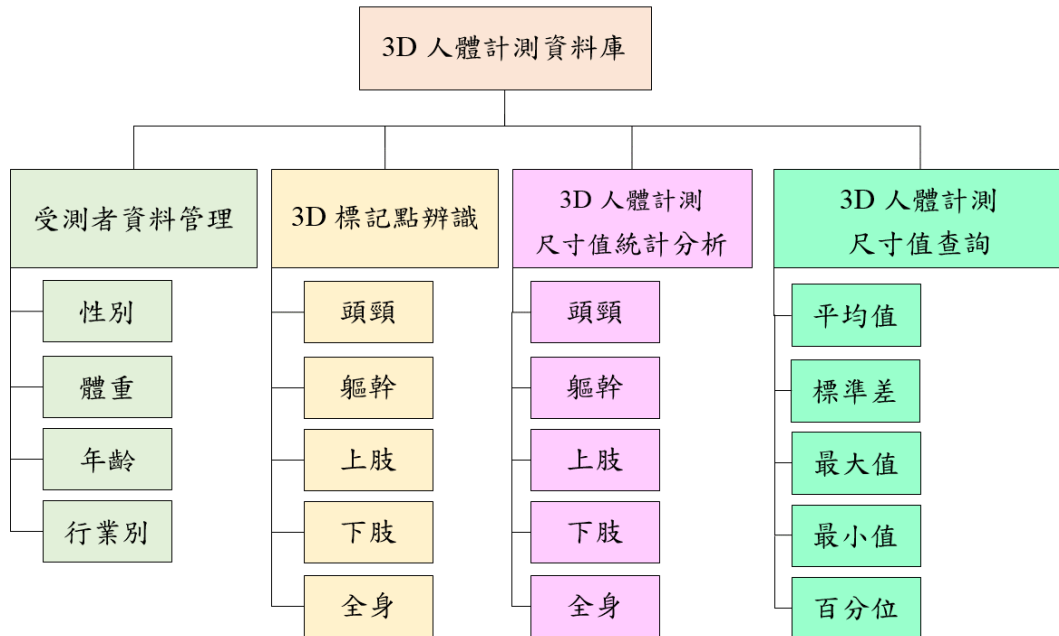


圖 27 3D 人體計測資料庫結構與分析程式之功能架構

第五節 推拉力實驗設計

一、量測儀器

本研究預計設計推拉力量測儀器，主要分為量測機構與測力裝置兩個部分。

量測機構（如圖 28、圖 29）包括了立柱與量測底座兩個部份。立柱的主要功能是調整施立高度，立柱的側面由 40cm 到 160cm 高度間，每隔 40cm 有一個定位孔，有滑動襯套套住立柱並且可以上下滑動。襯套的一端有施力臂：施力方向導盤與施力握把。施力方向導盤的功用是引導施力握把到推力的施力方式，而施力握把設計為具有雙手握把與單手握把的功能。同時，施力臂上頭有鋼繩連節配重塊，施力握把和施力臂由荷重單位(load cell)連接。量測底座上頭放置一塊木板，其上貼有金鋼砂止滑條。金鋼砂止滑條的寬度為 5cm，每條金鋼砂止滑帶的間隔距離亦為 5cm。如此，金鋼砂止滑帶的位置亦可以協助後續實驗人員判別受測者進行施力時的雙腳位置。木板與止滑條形成的複合平面，其摩擦係數 $\mu \geq 0.78$ 。在進行推拉力量測時，受測者站在底座的木板上頭進行

施力量測。量測的過程由攝影機全程攝影，以利實驗人員在事後可以判斷受測者施力時的雙腳位置。

測力裝置主要由荷重單元、訊號放大器、類比數位訊號轉換器 (A/D converter) 以及訊號處理器等單元所組成，其組成結構如圖 30 所示。本研究使用的荷重單元其最大可量測施力值為 2,000 牛頓 (約 204 公斤)。荷重單元連接施力握把、施力臂、訊號放大器以及類比數位訊號轉換器，可以將受測者的施力轉成數位訊息，傳送到自行開發的電腦軟體去分析處理。

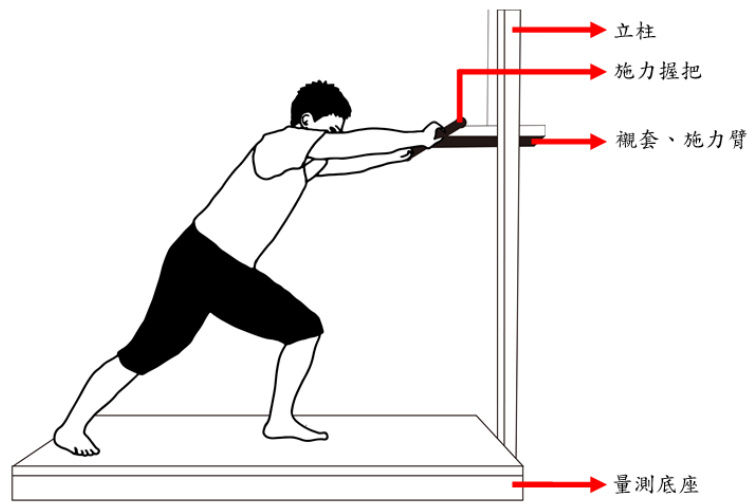


圖 28 受測者進行拉力量測

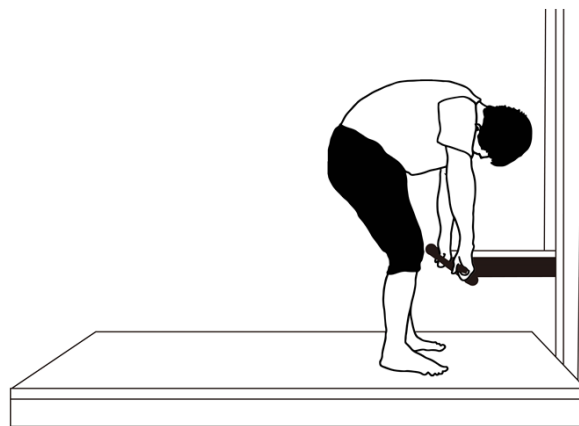


圖 29 受測者進行上提施力量測

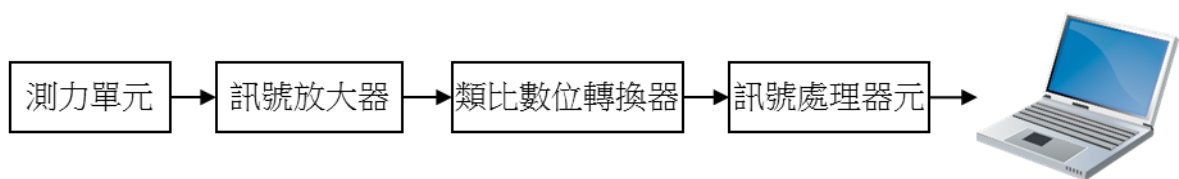


圖 30 測力裝置組成結構

二、量測場地與步驟

量測場地如圖 31 所示。量測時，實驗人員會先向受測者說明量測過程，同時請受測者將鞋襪脫掉。量測時，由實驗人員將施力臂調整至設定的高度後，再由受測者開始依序採用雙手、右手、左手等姿勢來進行施力。每次施力時間約 6 秒，接著休息約 50 秒。每種姿勢重覆量測施力值 2 次。待三種姿勢都量測完畢後，再休息約 5 分鐘。這個量測休息過程中，實驗人員再將施力臂調整至下一個設定的高度。然後，重覆進行施力量測。此外，在 40cm 和 80cm 的兩種高度下，受測者需額外進行一次雙手上提與下壓的施力值。在整個施力量測的過程中，受測者如果覺得有任何不適，隨時可以暫定或中止施力量測。

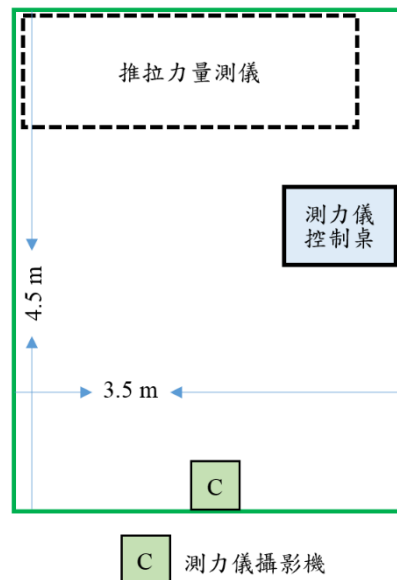


圖 31 推拉力值量測場地規劃

三、量測姿勢與項目

進行推拉力量測時，每位受測者以赤腳的方式在 12 種量測姿勢下分別量測最大推力與最大拉力值。這 12 種量測姿勢是分別由 3 種手部姿勢（雙手、左手、右手）以及 4 種施力高度(40cm, 80cm, 120cm, 160cm)所組成，每種姿勢下，推拉力值各重覆 2 次。因此，每位受測者接受量測的項目總共為 48 個項目，這其中包括有 2 種施力方式（推、拉），4 種施力高度(40cm, 80cm, 120cm, 160cm)，以及 3 種手部姿勢（雙手、左手、右手），再加上 2 次的重覆量測。

此外，在 40cm 和 80cm 的量測姿勢下，受測者還必須額外量測上提(lift up)與下壓(push down)兩種力量值，這個部份的施力量測，目前規劃有 2 種施力方式（上提、下壓），2 種施力高度(40cm, 80cm)，以及 1 種手部姿勢（雙手），共 4 個項目。由於每位受測者的施力量測項目總結共有 52 個項目，如果以每次施力週期為 6 秒施力與 50 秒休息的話，則每位受測者等於曝露在高頻率施力的情形，而這種情形可能會導致受測者產生施力疲勞的現象，更進而影響所量測的施力值。因此，本研究也會適當的延長休息時間，來緩解受測者的疲勞問題。

第六節 推拉力實驗及資料收集

本研究預計量測 488 名受測者的推拉力最大值資料。規劃進行 12 種以上量測姿勢，量測最大推力與最大拉力值，分別是由 3 種以上手部姿勢（雙手、左手、右手）與 4 種以上施力高度(40cm, 80cm, 120cm, 160cm)所組成，每種姿勢重覆 2 次以上。這 2 次施力的平均值則用於統計分析。此外，在量測 40cm 及 80cm 高度時，再進行上提(lift up)及下壓(push down)施力值的雙力姿勢量測，以收集抬舉及提舉實驗。推拉力值實驗的量測結果，將以統計分析方式來呈在期末報告內容。

第七節 召開專家會議與座談會議

本研究配合研究進度預計召開 12 次專家會議，每次邀請 4 位專家。第一年召開 3 次專家會議，第二年召開 5 次專家會議，第三年召開 4 次專家會議。配合研究進度所預計召開之專家會議分別針對 12 項底下議題來進行討論：

- 一、人體計測抽樣策略
- 二、3D 量測實驗方法及設備整備
- 三、推拉力量測實驗方法及設備整備
- 四、3D 人體計測尺寸項目
- 五、3D 人體計測程式開方與資料庫架構
- 六、3D 電子人體設計
- 七、推拉力值資料庫軟體規劃開發
- 八、工作場所圖譜修改或擴充
- 九、人體計測抽樣策略。

3D 人體計測與推拉力量測實驗方法及設備整備。

3D 人體計測資料庫與推拉力值資料庫程式開發與資料庫應用。

工作場所圖譜修改或擴充。

每次專家會議內容與討論都將做成記錄，逐次本所核備。

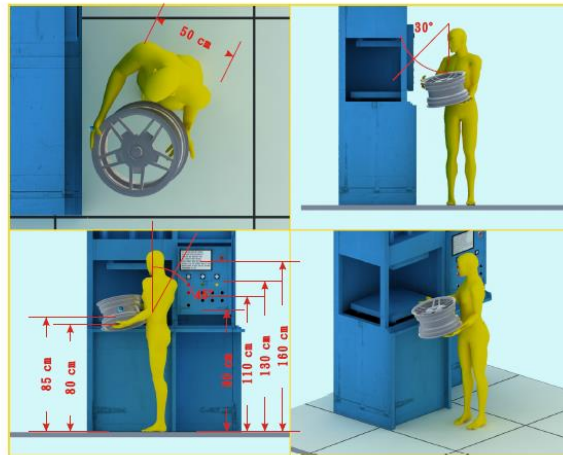
第八節 修改或擴充工作場所設計圖譜資料

修改或擴充工作場所設計圖譜資料的工作內容主要可以分為兩部份，一個部份是依 3D 人體計測值資料庫（總共有 188 個尺寸值）來直接檢視工作場所，並修改或擴充 20 幅工作場所設計圖譜資料，另一部份則是以本研究所量測的 3D 人體體型資料為基礎來建構 3D 電子人模平台。這兩項工作的初始關鍵都是要挑選出男女性的代表樣本人。

由已量測完成的 488 位受測者中來挑選出男女性的代表樣本人，最理想的方法當然是挑選身高和體重皆為第 50 百分位數的受測者來做為代表樣本。然而，這樣的樣本存在的機率是很低的。因此本研究放寬條件，先由所有男性（女性）受測者中挑選出其身高介於第 45 百分位數和第 55 百分位數中的樣本人，然後以這些樣本人的 BMI 為變數，由第 1 位樣本人開始與其他樣本人進行比較。比較的程序如下：將此人的 BMI 與其他所有樣本人的 BMI 相減，並取絕對值。再將這些 BMI 的絕對值加總起來，此數值代表這位樣本人（第 1 位樣本人）與其他所有樣本人的 BMI 誤差。接著以第 2 位樣本人開始，同樣的步驟，再進行一次，可以得到第 2 位樣本人與其他所有樣本人的 BMI 誤差。如此，最終可以得到此群組裏的每一位樣本人與其他樣本人的 BMI 誤差，而其中 BMI 誤差最小的樣本人就被挑選為代表樣本人。這個男女性樣本人的 188 個尺寸值與 3D 體型資料就可以用來進行工作場所設計圖譜資料的修改或擴充，以及建構 3D 電子人模平台。

本研究預計以這兩個男女性樣本人的 188 個尺寸值來初步檢視勞安所 IOSH96-H324[32]所設計的工作場所設計圖譜的尺寸值資料，如圖 32、圖 33，並依檢視結果來修改或擴充總共 20 幅工作場所設計圖譜。

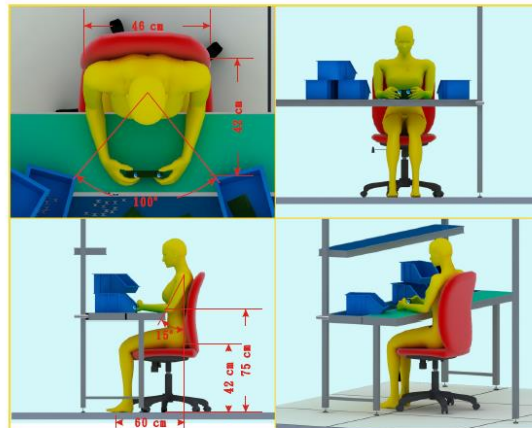
1-01 輪胎鋼圈鍍膜作業/男



輪胎鋼圈鍍膜作業，是將鋼圈送入鍍膜機中鍍膜。這個作業的設計重點在於進料口與控制面板的高度。抬舉搬運重達20Kg的鋼圈為粗重作業，作業員以男性為主。抬舉鋼圈的機能姿勢是手臂自然下垂伸直，握拳高度為85cm，扣除5cm的裕度，進料口的高度為80cm。操作控制面板時，螢幕高度與眼睛同高，為160cm。操作控制面板時，上臂自然屈曲15°，下臂水平，握拳高度為110cm，在這個高度的上下20cm(90cm-130cm)之間為合理的範圍。

圖 32 工作場所設計圖譜-輪胎鋼圈鍍膜作業（男性勞工）

2-04 電子業零件組裝作業/女



電子業零件組裝作業為最常見的作業型態，作業員以女性為主，採行標準坐姿，椅子的高度為42cm。組裝時，上臂屈曲15°，下臂水平靠在工作台邊緣，以增加手部穩定度。在這個姿勢下，手肘高為75cm，所以桌子的高度為75cm。而組裝零件的水平擺放位置，以雙手夾角不超過100°為宜。

圖 33 工作場所設計圖譜-電子業零件組裝作業（女性勞工）

在挑選樣本人之後，接著就是在樣本人的 3D 人體體型資料植入骨架模型。本研究參考勞安所 94H-314[33]所初步規劃的骨架模型結構如圖 34 所示。這個骨架模型總共有 29 個關節點(joint)與 7 個終端點(end node)。骨架模型以骨盆關節為根節點(root)來長出整個骨架模型的。由中軸開始，以骨盆關節為根節點，往下層依次連結 S1、L3、T12、T1、C4、C1 至頭頂，為終端點。就下肢而言，由骨盆而下為髖關節，再往下依次為膝關節、踝關節、蹠趾關節至中趾尖點，為終端點，另外在踝關節處連結到腳跟，為另一個終端點。就上肢而言，T1 由第一根肋骨連結至胸鎖關節，往下層依次為肩鎖關節、肩盂關節、肘關節、腕關節、掌指關節、指間關節至中指尖點，為終端點。整個骨架模型的規劃是細桿骨架(stick skeleton)。雖然這個骨架模型被證實有很好的擬真度，然而由於其節點數量較多，因此運算時間也較長。如果在不犧牲擬真度太多的前提之下，本研究亦會嘗試縮減節點數量，並發展出縮減節點後的骨架模型。最後，本研究將此細桿骨架植入前述所挑選出來的代表樣本人的 3D 人體體型資料，如圖 35 所示，即成為 3D 電子人模。

本研究預計完成一 3D 電子人模的平台軟體程式，並將此 3D 電子人模放進軟體程式之中，並可透過手動方式，在站姿或坐姿為主的兩種工作場景擺位出所需要的工作機能姿勢，並萃取出該機能工作姿勢的關鍵尺寸值，藉以用來檢視該工作場景。

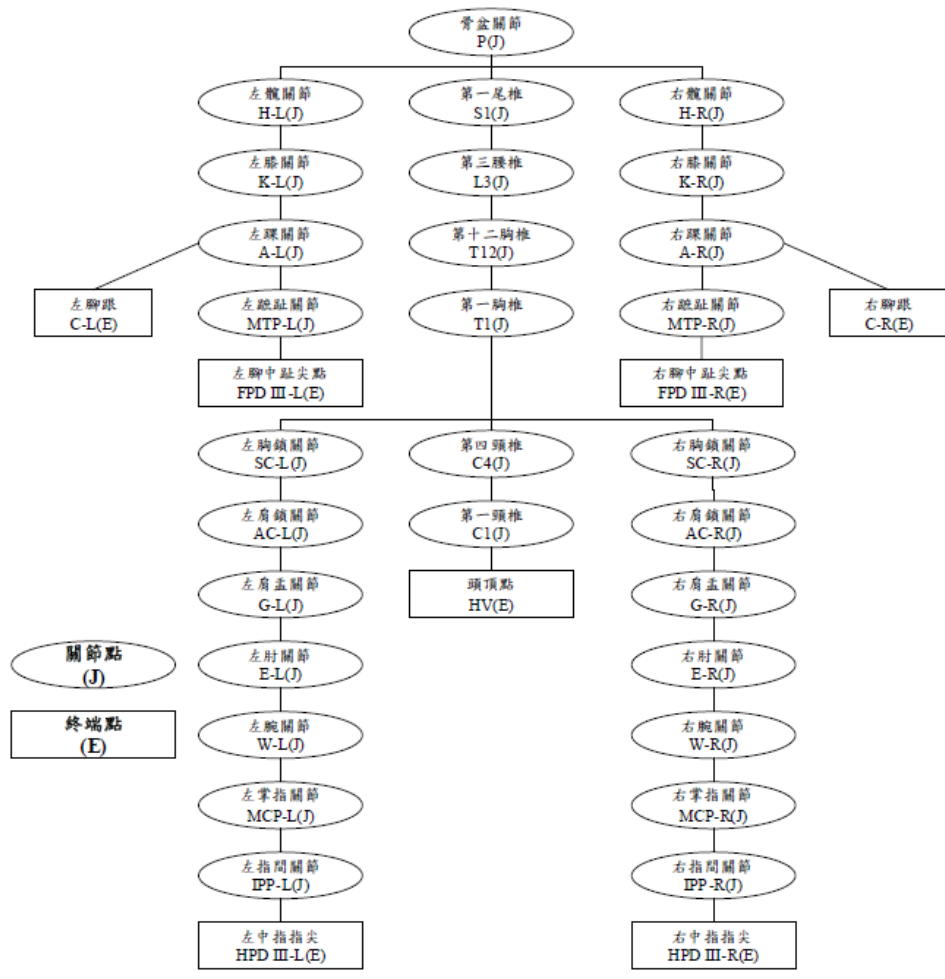


圖 34 本研究初步規劃的骨架模型

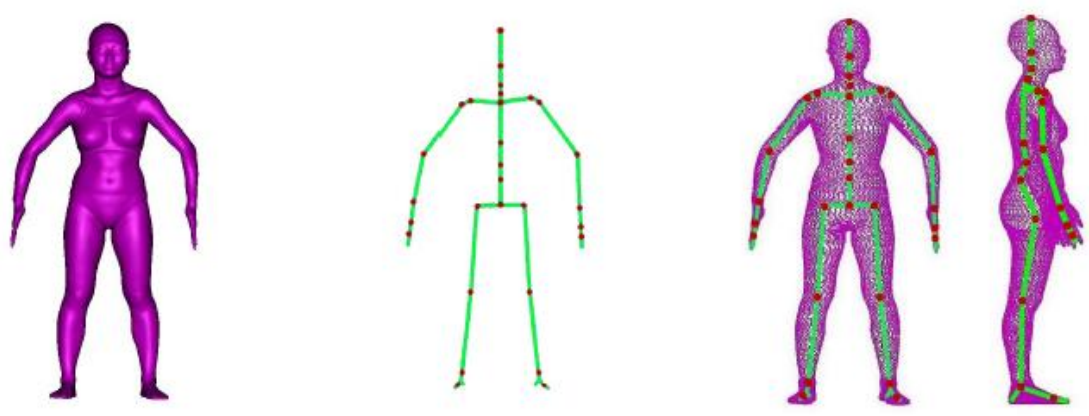
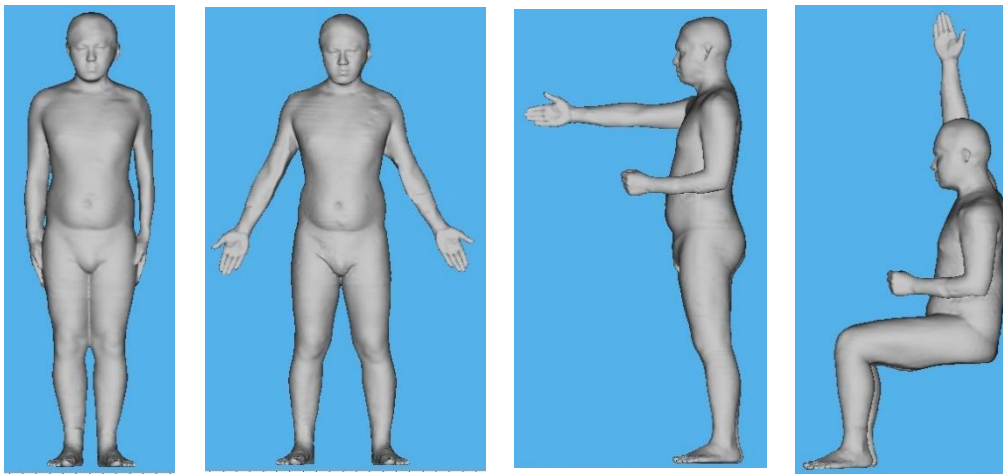


圖 35 細桿骨架植入代表樣本人 3D 體型資料示意圖

第四章 結果與討論

第一節 人體計測資料收集

本研究目前為止已量測完成 488 位受測者（男性 244 位，女性 244 位）的 3D 人體體型表面資料(range of data)，其依性別在不同年齡級距裏的人數分佈如表 14 所示。受測者的基本資料如表 15 所示。為了要萃取受測者的 3D 人體計測尺寸值，本研究將所量測得 3D 人體體型表面資料先進行合模的動作（請參考圖 18 至圖 20），其結果合模結果如圖 36 和圖 37 所示。

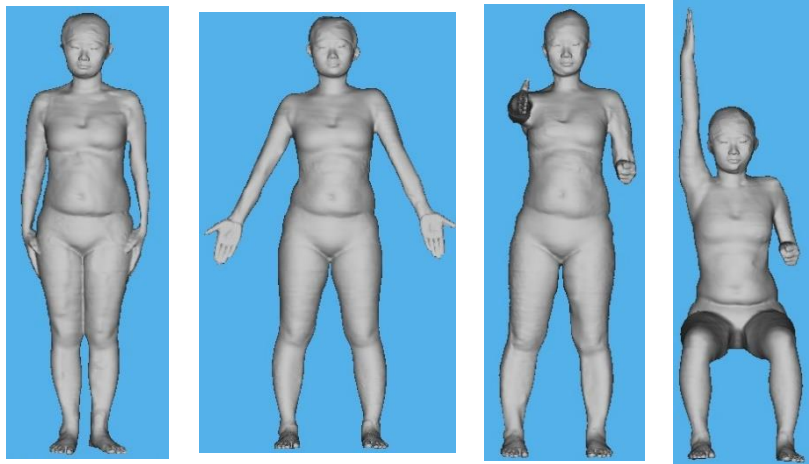


(a) 四種量測姿勢的視圖

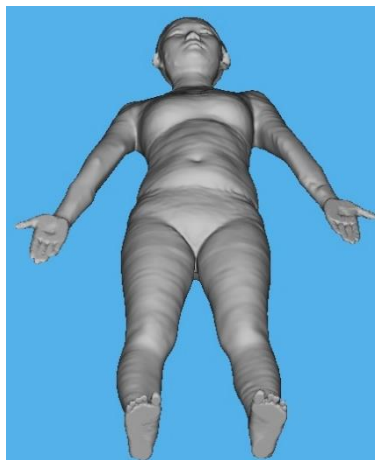


(b) 標準解剖姿勢仰視圖

圖 36 3D 人體計測量測結果－男性受測者



(a) 四種量測姿勢的視圖



(b) 標準解剖姿勢仰視圖

圖 37 3D 人體計測量測結果—女性受測者

本研究以台灣 3D 人體體型資料庫(Taiwan BodyBank)[31][33]所定義的尺寸值與相對應的標記點定義與項目為主要參考基礎。原始定義有 188 個人體計測尺寸值，經修正並擴充後，本研究的人體計測資料庫總共有包括 132 個解剖標記點與 192 個尺寸值。這 132 個解剖標記點，如表 16 所示。本研究採用量測結束後再選取標記點的方式。這 132 個標記點大部份具有很明顯的幾何特徵，例如頭頂點、眼角點、乳頭點、手指指尖點等，實驗人員很容易可以由視覺來辨視這些標記點。少數的標記點比較不具有幾何特徵點，例如頸肩點、二頭肌點等，這些標記點就由實驗人員參考表 16 的取點定義來小心選點。

透過這 132 個解剖標記點，本研究可以定義並萃取出 192 個尺寸值，這其中包括有 160 個 1D 尺寸值（包括線性尺寸、弧長、圍度、剖面線），16 個 2D 尺寸值（表面積），以及 16 個 3D 尺寸值（體積），如表 17 所示。

本研究所量測的 488 位受測者的 192 個尺寸值的萃取結果如表 18 至表 20。在表 18 之中，本研究分別依照男性、女性以及全體三種樣本群體為主，針對 160 個 1D 尺寸值分別提供了第 10 百分位數、第 50 百分位數以及第 90 百分位數值。在表 19 之中，本研究分別依照男性、女性以及全體三種樣本群體為主，針對 16 個 2D 尺寸值分別提供了第 10 百分位數、第 50 百分位數以及第 90 百分位數值。在表 20 之中，本研究分別依照男性、女性以及全體三種樣本群體為主，針對 16 個 3D 尺寸值分別提供了第 10 百分位數、第 50 百分位數以及第 90 百分位數值。

表 14 不同年齡級距裏的受測者人數分佈

性別	年齡級距 (yrs)					總計
	15-24	25-34	35-44	45-54	55-65	
男	40	56	54	40	40	244
女	40	56	54	40	40	244
全體	80	112	104	80	80	488

表 15 受測者的基本資料

	女性(n=244)		男性(n=244)		全體(n=488)	
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差
年齡 (yr)	39.5	12.7	39.4	12.9	39.5	12.8
身高(cm)	158.3	6.0	169.8	6.4	164.0	8.5
體重 (kg)	59.4	11.8	73.5	13.5	66.5	14.5

表 16 本研究 3D 人體計測資料庫之解剖標記點定義 (132 個標記點)

序號	編號	名稱	取點定義
1	101	頭頂點(1)	側面輪廓線的最高點。
2	105	髮緣中點(11)	手動選取，頭部側面輪廓線，頭髮與臉部的交接線的中間。
3	106	鼻根點(11)	頭部側面輪廓線。局部圈選取鼻根處。尋找最小值 X 值的點。
4	107	眉間點(11)	頭部側面輪廓線。局部圈選鼻根點上面第一個凸起。尋找最凸點。
5	107B	眉間點(11B)	眉間點(11)往上 1cm 處
6	108	鼻尖點(11)	頭部側面輪廓線。截取前半部 40%~70% 頭長部份。尋找 X 值最大值的點。
7	109	鼻下點(11)	頭部側面輪廓線，局部圈選鼻下處，尋找曲率最大點。
8	110	鼻中點(11)	頭部側面輪廓線。過鼻根點與鼻下點的垂直中點做一直線。此直線與矢狀剖面的交點。
9	112	下巴點(11)	頭部側面輪廓線下巴處，45 度的切點。
10	113	顎下點(1)	側面輪廓線，下顎處 45 度斜角點。
11	115	喉結點(11) (男)	頭部側面輪廓線。局部圈選喉結處。尋找外凸點。
12	115B	喉結上點(11B) (男)	喉結上點 1cm 處
13	116	外眼角點(11R)	手動選取。頭部，右眼的外側眼角。
14	117	外眼角點(11L)	手動選取。頭部，左眼的外側眼角。
15	118	內眼角點(11R)	手動選取。頭部，右眼的內側眼角。
16	119	內眼角點(11L)	手動選取。頭部，左眼的內側眼角。
17	120	嘴寬點(11R)	密度法

序號	編號	名稱	取點定義
18	121	嘴寬點(11L)	密度法
19	122	鼻寬點(11R)	密度法
20	123	鼻寬點(11L)	密度法
21	124	顳骨點(11R)	過鼻中點切出水平剖面輪廓。尋找水平剖面輪廓的質心(Mass Center,MC)。做一直線過鼻中點與 MC。左右與此直線相交 45°且與剖面輪廓三相切於 R、L 兩點。將 R-MC 與 L-MC 兩直線個自向外旋轉 15°後，與剖面輪廓的交點 T1、T2
22	125	顳骨點(11L)	過鼻中點切出水平剖面輪廓。尋找水平剖面輪廓的質心(Mass Center,MC)。做一直線過鼻中點與 MC。左右與此直線相交 45°且與剖面輪廓三相切於 R、L 兩點。將 R-MC 與 L-MC 兩直線個自向外旋轉 15°後，與剖面輪廓的交點 T1、T2
23	126	頭最後點(11)	頭部側面輪廓線的最後一點。
24	127	枕骨點(11)	手動選取。頭部，枕骨突出處。
25	128	耳寬點(11R)	頭部正面輪廓線，耳下點(11R)至耳朵上緣點(11R)之間，水平最寬處的最右點。
26	129	耳寬點(11L)	頭部正面輪廓線，耳下點(11R)至耳朵上緣點(11R)之間，水平最寬處的最左點。
27	130L	頭最寬外點(2R)	頭部正面輪廓線，耳朵上緣點(11L)以上最寬的水平長度的高度。
28	130R	頭最寬外點(2R)	頭部正面輪廓線，耳朵上緣點(11R)以上最寬的水平長度的高度。
29	131	耳朵上緣點(11R)	頭部正面輪廓線，局部圈選右耳朵上緣。自動尋找 Z 值最大值的點。
30	133	耳下點(11R)	手動選取，頭部，右耳朵最下點。
31	133R	耳下點 3cm(11R)	手動選取，右耳下點垂直向下與右唇點水平網又交會處
32	1343L	耳下點 3cm(11L)	手動選取，左耳下點垂直向下與左唇點水平網又交會處
33	135	耳珠點(11R)	手動選取，頭部，右耳朵的耳珠處。

序號	編號	名稱	取點定義
34	136	耳珠點(11L)	手動選取，頭部，右耳朵的耳珠處。
35	138	頸肩點(3R)	正面立姿 B 輪廓線的右肩處。如圖做一呈 45°的斜線。尋找內切於輪廓的點。
36	140	頸下後點	解剖姿勢背面下頸骨突出點
37	140B	頸下後點	解剖姿勢背面下頸骨突出點
38	202	肩峰點(3R)	正面立姿 B 輪廓線，右肩處 45 度斜角點。
39	203	肩峰點(3L)	正面立姿 B 輪廓線，左肩處 45 度斜角點。
40	204	肩峰點(4L)	坐姿，右肩處 45 度斜角點。(左)
41	205	二頭肌點(1L)	手動選取，立姿 A，左上臂二頭肌突出處。(前伸 左手)
42	206	二頭肌點(3R)	手動選取，立姿 B，右上臂二頭肌突出處。
43	207	肘角點(1L)	立姿 A，左肘處 45 度斜角點。(前伸 左手)
44	209	肘角點(4L)	坐姿，右肘處 45 度斜角點。(左)
45	210	肘窩點(1R)	立姿 A，局部圈選右手肘窩處，最凹點。
46	212	肘內點(1L)	正面立姿 B 輪廓線，局部圈選肘內處，最凹點。(前伸 左手)
47	213	尺骨莖突點(1R)	手動選取，立姿 B，右手腕小指側尺骨突出點。
48	213B	尺骨莖突點(1L)	手動選取，立姿 B，左手腕小指側尺骨突出點。
49	214L	尺骨莖突點(5RL)	手動選取，「五指全開」輪廓線，通過右手腕小指側尺骨突出點的腕部最左點
50	214R	尺骨莖突點(5RR)	手動選取，「五指全開」輪廓線，通過右手腕小指側尺骨突出點的腕部最右點
51	215	腕寬中點(5R)	「五指全開」輪廓線，左右輪廓線最凹點的連線剖面。做二條直線：長軸的連線及短軸的連線。二直線的交點。

序號	編號	名稱	取點定義
52	216	姆指第 1 指節點(5R)	手動選取，「五指全開」，手心朝上，點選姆指第 1 指節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
53	216B	姆指第 1 指節點(5RB)	手動選取，「五指全開」，手背朝上，點選姆指第 1 指節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
54	217	食指第 1 指節點(5R)	手動選取，「五指全開」，手心朝上，點選食指第 1 指節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
55	217B	食指第 1 指節點(5RB)	手動選取，「五指全開」，手背朝上，點選食指第 1 指節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
56	218	中指第 1 指節點(5R)	手動選取，「五指全開」，手心朝上，點選中指第 1 指節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
57	218B	中指第 1 指節點(5RB)	手動選取，「五指全開」，手背朝上，點選中指第 1 指節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
58	219	無名指第 1 指節點(5R)	手動選取，「五指全開」，手心朝上，點選無名指第 1 指節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
59	219B	無名指第 1 指節點(5BR)	手動選取，「五指全開」，手背朝上，點選無名指第 1 指節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
60	220	小指第 1 指節點(5R)	手動選取，「五指全開」，手心朝上，點選小指第 1 指節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
61	220B	小指第 1 指節點(5RB)	手動選取，「五指全開」，手背朝上，點選小指第 1 指節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
62	221	食指第 2 指節點(5R)	手動選取，「五指全開」，手心朝上，點選食指第 2 指節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
63	221B	食指第 2 指節點(5RB)	手動選取，「五指全開」，手背朝上，點選食指第 2 指節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。

序號	編號	名稱	取點定義
64	222	中指第 2 指節點(5R)	手動選取，「五指全開」，手心朝上，點選中指第 2 指節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
65	222B	中指第 2 指節點(5RB)	手動選取，「五指全開」，手背朝上，點選中指第 2 指節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
66	223	無名指第 2 指節點(5R)	手動選取，「五指全開」，手心朝上，點選無名指第 2 指節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
67	223B	無名指第 2 指節點(5RB)	手動選取，「五指全開」，手背朝上，點選無名指第 2 指節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
68	224	小指第 2 指節點(5R)	手動選取，「五指全開」，手心朝上，點選小指第 2 指節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
69	224B	小指第 2 指節點(5RB)	手動選取，「五指全開」，手背朝上，點選小指第 2 指節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
70	225	姆指根中點(5R)	手動選取，「五指全開」，手心朝上，點選姆指指跟節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
71	226	食指根中點(5R)	手動選取，「五指全開」，手心朝上，點選食指指跟節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
72	227	中指根中點(5R)	手動選取，「五指全開」，手心朝上，點選中指指跟節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
73	228	無名指根中點(5R)	手動選取，「五指全開」，手心朝上，點選無名指指跟節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
74	229	小指根中點(5R)	手動選取，「五指全開」，手心朝上，點選小指指跟節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點。
75	232	姆指指尖點(5R)	「五指全開」輪廓線。手背朝上，局部圈選姆指尖處。尋找最凸點。
76	233	食指指尖點(5R)	「五指全開」輪廓線。手背朝上，局部圈選食指尖處。尋找最凸點。

序號	編號	名稱	取點定義
77	234	中指指尖點(8R)	局部圈選中指指尖處，尋找最凸點。
78	234B	中指指尖點(8L)	局部圈選中指指尖處，尋找最凸點。
79	234C	中指指尖點(5R)	「五指全開」輪廓線。手背朝上，局部圈選中指指尖處，尋找最凸點。
80	235	無名指指尖點(5R)	「五指全開」輪廓線。手背朝上，局部圈選無名指指尖處，尋找最凸點。
81	236	小指指尖點(5R)	「五指全開」輪廓線。手背朝上，局部圈選小指指尖處，尋找最凸點。
82	237	掌厚點(5R)	「五指全開」輪廓線，手心朝上，中指掌骨與中指指骨的關節處。
83	237B	掌厚點(5RB)	「五指全開」輪廓線，手背朝上，中指掌骨與中指指骨的關節處。
84	238	掌心點(8L)	尋找中指跟中點與腕寬中點連線的中點。
85	239	拳心點(6L)	手動選取，姆指側拳窩和小指側拳窩，兩點的中心點。
86	240	虎口點(5R)	「五指全開」輪廓線。手心朝上，局部圈選虎口處。尋找曲率最大點。
87	241	食指根最右側點(5R)	手動選取，「五指全開」，手心朝上，點選食指指跟節紋的最右側點。
88	301	胸骨上點(1)	立姿 B，局部圈選上胸骨處。尋找最凹點。
89	302	胸骨上點(3)	立姿 B，局部圈選上胸骨處。尋找最凹點。
90	303	肩中點(3R)	立姿 B，頸肩點(3R)和肩峰點(3R)之間肩膀弧的中點。
91	304	肩中點(3L)	立姿 B，頸肩點(3L)和肩峰點(3L)之間肩膀弧的中點。
92	305	乳尖點(1R)	手動選取，立姿 A，右胸乳尖處。
93	305M	兩乳尖中點	兩乳尖中點
94	306	乳尖點(1L)	手動選取，立姿 A，左胸乳尖處。
95	309	乳下點(1)(女)	側面輪廓線。尋找胸部下處曲率最大點。

序號	編號	名稱	取點定義
96	310	軀幹最後點(2)	立姿 C，軀幹資料的最後一點
97	311	肚臍點(1)	立姿 A，局部圈選肚臍處。尋找最凹點。
98	311R	肚臍點水平高度最右點	肚臍點水平高度最右點
99	313	肚臍點(4)	坐姿，局部圈選肚臍處。尋找最凹點。
100	314	臀上點(1)	側面輪廓線。局部圈選上臀處。尋找曲率最大的點。
101	315	臀上點(3)	矢狀縱剖面。局部圈選上臀處。尋找曲率最大的點。
102	316	臀最寬處高度(1)	正面立姿 B 輪廓線，肚臍點(1)之下 30mm 至跨下點(3)之上 30mm 間臀最大水平長度。
103	317	臀下線點(1)	側面輪廓線。局部圈選下臀處，尋找曲率最大的點。
104	318	臀最凸點(1)	側面輪廓線。局部圈選臀凸處的最凸點。
105	319	跨下點(3)	矢狀縱剖面的最低點。
106	320	跨下點(4)	坐姿矢狀縱剖面的最低點。
107	322	腋下前點(3R)	手動選取，立姿 B，右腋下的前側。
108	323	腋下前點(3L)	手動選取，立姿 B，左腋下的前側。
109	323B	腋下前點(3L)	手動選取，立姿 B，左腋下的前側。
110	324	腋下後點(1R)	手動選取，立姿 A，右腋下的前側。
111	325	腋下後點(3R)	手動選取，立姿 B，右腋下的後側。
112	326	腋下後點(3L)	手動選取，立姿 B，左腋下的後側。
113	327	肚臍背後等高點	肚臍背後等高點
114	327B	肚臍背後等高點	肚臍背後等高點

序號	編號	名稱	取點定義
115	328R	大腿胯下等高點	右大腿與胯下點水平等高點
116	401	膝蓋上點(2R)	腿部側面輪廓線。局部圈選上膝蓋處。尋找曲率最大點。
117	401B	大腿最細處高度	右大腿正面最細處 膝蓋上點 2 公分
118	402	膝蓋中點(2R)	腿部側面輪廓線。局部圈選中膝蓋處。尋找曲率最大點。
119	403	膝蓋下點(2R)	腿部側面輪廓線。局部圈選下膝蓋處。尋找曲率最大點。
120	404	膝後點(2R)	腿部側面輪廓線。局部圈選下膝蓋後側。尋找曲率最大點。
121	405	小腿最粗處高度(2R)	立姿 C 右腳，踝外點(8R)高度以上，膝蓋中點(2R)高度以下，最粗的水平圍長的高度。
122	406	小腿最細處高度(9R)	腳部資料，踝外點(9R)以上最細的水平圍長的高度。
123	407	外踝點(9R)	腳部資料，局部圈選外踝處。尋找最凸點。
124	407B	外踝點(8R)	腳部資料，局部圈選外踝處。尋找最凸點。
125	408	內踝點(8R)	腳部資料，局部圈選內踝處。尋找最凸點。
126	409	腿與腳背交點(8R)	腳部側面輪廓線。尋找腳和腳背交界處與 X 軸呈 45°的直線的交點。
127	410	腳部最前端點(8R)	腳部側面輪廓線，最前端點。
128	411	腳姆指根最凹點(8R)	腳部側面輪廓線，選取腳姆指根處，尋找最凹點。
129	412	腳跟最凸點(8R)	腳部側面輪廓線。尋找腳跟處與 X 軸呈 45°的直線的交點。
130	413	腳跟後點(8R)	腳部側面輪廓線。尋找外踝點以下腳跟處最後面的點。
131	414	腳大姆趾掌骨凸點(8R)	腳部資料，局部圈選腳大姆趾腳掌處。尋找 X 軸方向最凸點。
132	415	腳小趾掌骨凸點(8R)	腳部資料，局部圈選腳小趾腳掌處。尋找 X 軸方向最凸點。

表 17 本研究 3D 人體計測資料庫尺寸定義（192 個尺寸值）

序號	類別	尺寸碼	流水碼	名稱	定義
1	1M	01	001	身高	頭頂點(1)至地面的垂直高度。
2	1M	01	002	坐高	頭頂點(4)至地面的垂直高度。
3	1M	01	003	眼高	內眼角(11R)至地面的垂直高度。
4	1M	01	004	頸肩點高	頸肩點(1R)至地面的垂直高度。
5	1M	01	005	胸骨上點高	胸骨上點(1)至地面的垂直高度。
6	1M	01	006	乳尖高	乳尖點(1R)和乳尖點(1L)的中點到地面的垂直高度。
7	1M	01	007	腋下前點高	前腋下點(1R)至地面的垂直高度。
8	1M	01	008	腋下後點高	後腋下點(1R)至地面垂直高度。
9	1M	01	009	肚臍高	肚臍點(1)至地面的垂直高度。
10	1M	01	010	跨下高	跨下點(3)至地面的垂直高度。
11	1M	01	015	肩高	肩峰點(1R)至地面的垂直高度。
12	1M	01	016	肘高	肘角點(1L)至地面的垂直高度。
13	1M	01	017	臀高	臀最凸點(1)至地面的垂直高度
14	1M	01	018	臀下線高	臀下線點(1)至地面的垂直點高度。
15	1M	01	019	腕高	尺骨莖突點(1R)至地面的垂直高度。
16	1M	01	020	指尖高	立姿 A，右手套用「五指全張」局部資料，中指指尖點(8R)至地面的垂直高度。
17	1M	01	021	掌心高	立姿 A，右手套用「握拳」局部資料，掌心點(8R)至地面的垂直高度。

序號	類別	尺寸碼	流水碼	名稱	定義
18	1M	02	002	肩寬	肩峰點(3R)和肩峰點(3L)的水平長度。
19	1M	02	003	兩腋下前點寬	腋下前點(3R)和腋下前點(3L)水平長度。
20	1M	02	004	兩腋下後點寬	腋下後點(3R)和腋下後點(3L)水平長度。
21	1M	02	005	胸寬	正面立姿 A 輪廓線，過乳尖點(1R)胸部的水平長度。
22	1M	02	006	腰寬	正面立姿 A 輪廓線，過肚臍點(1)的腰部水平長度。
23	1M	02	007	臀寬	正面立姿 A 輪廓線下，臀最寬處高度(1)處的臀寬。
24	1M	03	003	胸厚	側面輪廓線下，在乳尖點(1R)等高處之水平長度。
25	1M	03	004	腰厚	側面輪廓線下，在肚臍點(1)等高處之水平長度。
26	1M	03	005	臀厚	側面輪廓線下，肚臍點(1)之下 30mm 至跨下點(3)高度之上 30mm 間臀最大水平長度。
27	1M	03	006	乳下點厚	側面輪廓線下，乳下點(1)處的水平長度。
28	1M	04	001	肩圍	過肩峰(3R)和肩峰點(3L)平均高度的水平凸圍。
29	1M	04	002	上胸圍	過腋下前點(3R)的胸圍。
30	1M	04	003	胸圍	過乳尖點(3R)的胸圍。
31	1M	04	004	下胸圍	過乳下點(1)的胸圍。
32	1M	04	005	腰圍	過肚臍點(1)的腰圍。
33	1M	04	006	臀圍	過臀最凸點(1)的臀圍。
34	1M	04	007	臀下線圍	與臀下線點(1)處的臀圍。
35	1M	11	001	頭長	頭頂點(11)至下巴點(11)的垂直高度。

序號	類別	尺寸碼	流水碼	名稱	定義
36	1M	11	002	臉長	髮緣中點(11)至下巴點(11)的垂直高度。
37	1M	11	003	鼻跟點-下巴長	鼻跟點(11)至下巴點(11)的垂直高度。
38	1M	11	004	鼻下點-下巴長	鼻下點(11)至下巴點(11)的垂直高度。
39	1M	11	005	鼻長	鼻跟點(11)至鼻尖點(11)平行鼻線的長度。
40	1M	11	006	耳長	耳最高點(11R)至耳下點(11R)的垂直高度。
41	1M	11	007	耳珠上耳長	耳最高點(11R)至耳珠點(11R)的垂直高度。
42	1M	11	008	鼻根-鼻下長	鼻根點至鼻下點的垂直高度。
43	1M	12	001	頭寬	頭部正面輪廓線，頭最寬高度(11)處的頭部寬度。
44	1M	12	002	兩耳寬	耳寬點(11R)和耳寬點(11L)的水平距離。
45	1M	12	003	兩耳珠寬	耳珠點(11R)和耳珠點(11L)的水平距離。
46	1M	12	004	兩眼外角寬	外眼角點(11R)和外眼角點(11L)的水平距離。
47	1M	12	005	兩眼內角寬	內眼角點(11R)和內眼角點(11L)的水平距離。
48	1M	12	006	額寬	眉間點(11)高點的水平剖面線的前 10%處的寬度。
49	1M	12	007	鼻寬	鼻寬點(11R)和鼻寬點(11L)的水平距離。
50	1M	12	008	嘴寬	嘴寬點(11R)和嘴寬點(11L)的水平距離。
51	1M	12	009	兩下顎寬	耳下點(11R)和耳下點(11L)的下面 3cm 處下顎的寬度。
52	1M	12	010	兩顳骨寬	顳骨點(11R)和顳骨點(11L)的水平距離。
53	1M	13	001	頭深	頭部側面輪廓線，經過眉間點(11)的水平頭長。

序號	類別	尺寸碼	流水碼	名稱	定義
54	1M	13	002	眼尖深	頭部側面輪廓線，外眼尖點(11R)至頭最後點(11)的水平距離。
55	1M	13	003	額深	頭部側面輪廓線，眉間點(11)到頭最後點(11)的水平距離。
56	1M	13	004	鼻尖點頭深	頭部側面輪廓線，經過鼻尖點(11)的水平頭長。
57	1M	14	001	頭圍	過眉間點(11)的水平頭圍。
58	1M	14	002	鼻根點頭圍	過鼻根點(11)的水平頭圍。
59	1M	14	003	鼻中點頭圍	過鼻中點(11)的水平頭圍。
60	1M	14	004	鼻尖點頭圍	過鼻尖點(11)的水平頭圍。
61	1M	14	005	喉結上圍	喉結點(1)(男)上 1CM 的水平頸圍。
62	1M	14	006	喉結圍	過喉結點(1)(男)的水平頸圍。
63	1M	14	007	頸下圍	過頸肩點(1R)的水平頸圍。(2 點水平)
64	1M	14	008	頸胸交線圍	過頸肩點(3R)和頸肩點(3L)和胸骨上點(3)的平面，與表面資料的剖面線的圍長。
65	1M	15	001	髮際-耳珠弧	側面下，以過鼻尖點(11)的垂線與耳珠點(11R)及髮際中點(11)的中垂線的交點為中點，以此交點到耳珠點(11R)為半徑，在耳珠點(11R)與髮際中點(11)間做一圓弧；以此圓弧沿左右方向做平面，此平面與立體掃描圖之弧線。
66	1M	15	002	眉間-耳珠弧	側面下，以過鼻尖點(11)的垂線與耳珠點(11R)及眉間點(11)的中垂線的交點為中點，以此交點到耳珠點(11R)為半徑，在耳珠點(11R)與眉間點(11)間做一圓弧；以此圓弧沿左右方向做平面，此平面與立體掃描圖之弧線。
67	1M	15	003	下顎-耳珠弧	側面下，以過鼻尖點(11)的垂線與耳珠點(11R)及顎下點(1)的中垂線的交點為中點，以此交點到耳珠點(11R)為半徑，在耳珠點(11R)與顎下點(1)間做一圓弧；以此圓弧沿左右方向做平面，此平面與立體掃描圖之弧線。

序號	類別	尺寸碼	流水碼	名稱	定義
68	1M	15	004	耳珠-枕點弧	側面下，以耳珠點(11R)至枕點(11)之連線沿左右方向做平面，交立體掃描圖的弧線。
69	1M	15	005	耳珠-鼻下弧	側面下，以過頭頂點(11)的垂線與耳珠點(11R)及枕點(11)的中垂線的交點為中點，以此交點到耳珠點(11R)為半徑，在耳珠點(11R)與枕點(11)間做一圓弧；以此圓弧沿左右方向做平面，此平面與立體掃描圖之弧線。
70	1M	15	006	耳珠-顎下線弧	側面下，以過鼻尖點(11)的垂線與耳珠點(11R)及顎下點(11)的中垂線的交點為中點，以此交點到耳珠點(11R)為半徑，在耳珠點(11R)與顎下點(11)間做一圓弧；以此圓弧沿左右方向做平面，此平面與立體掃描圖之弧線。
71	1M	15	008	喉結頸寬	正面立姿 A 輪廓線，過喉結點(1)(男)的頸寬。
72	1M	15	009	喉結頸深	側面輪廓線，過喉結點(1)(男)的水平長度。
73	1M	15	010	前頸弧長	側面輪廓線，自顎下點(11)沿前頸至胸骨上點(11)的弧線長度。
74	1M	15	011	後頸弧長	側面輪廓線，自枕點(11)沿後頸至頸肩點(11R)高度的弧線長度。
75	1M	21	001	手長	立姿 B，右手套用「五指全張」局部資料，自肩峰點(3R)至中指尖點(8R)的長度。
76	1M	21	002	肩峰-肘角長	自肩峰點(4L)至肘角點(4L)的長度。
77	1M	21	003	肩峰-肘窩長	自肩峰點(1R)至肘窩點(1R)的長度。
78	1M	21	004	下臂長	自肘窩點(1R)至尺骨莖突點(1R)的長度。
79	1M	21	005	下臂-握拳長	自肘角點(1L)至拳心點(4L)的長度。
80	1M	21	006	手掌長	中指尖點(5R)至腕寬中點(5R)的長度。
81	1M	21	007	掌長	中指根中點(5R)至腕寬中點(5R)的長度。
82	1M	21	009	食指虎口長	食指尖點(5R)至虎口點(5R)，在中指尖點(5R)至中指根中點(5R)的連線方向的長度。

序號	類別	尺寸碼	流水碼	名稱	定義
83	1M	21	010	虎口長	中指根中點(5R)至虎口點(5R)，在中指尖點(5R)至中指根中點(5R)的連線方向上的長度。
84	1M	21	011	下臂指尖長	立姿 C，右手套用「五指全張」局部資料，自肘角點(2R)至中指指尖點(8R)的長度。
85	1M	21	012	姆指指長	姆指指尖點(5R)與姆指根中點(5R)的直線距離。
86	1M	21	013	食指指長	食指指尖點(5R)與食指根中點(5R)的直線距離。
87	1M	21	014	中指指長	中指指尖點(5R)與中指根中點(5R)的直線距離。
88	1M	21	015	無名指指長	無名指指尖點(5R)與無名指根中點(5R)的直線距離。
89	1M	21	016	小指指長	小指指尖點(5R)與小指根中點(5R)的直線距離。
90	1M	22	003	腕寬	過尺骨莖突點(5R)的腕部寬度。
91	1M	23	001	手厚	掌厚點(5R)的手厚。
92	1M	23	002	姆指第 1 指節厚度	正面「五指全開」，過姆指第 1 指節點(5R)的垂直直線相交於表面資料的 2 點的直線距離。
93	1M	23	003	食指第 1 指節厚度	正面「五指全開」，過食指第 1 指節點(5R)的垂直直線相交於表面資料的 2 點的直線距離。
94	1M	23	004	中指第 1 指節厚度	正面「五指全開」，過中指第 1 指節點(5R)的垂直直線相交於表面資料的 2 點的直線距離。
95	1M	23	005	無名指第 1 指節厚度	正面「五指全開」，過無名指第 1 指節點(5R)的垂直直線相交於表面資料的 2 點的直線距離。
96	1M	23	006	小指第 1 指節厚度	正面「五指全開」，過小指第 1 指節點(5R)的垂直直線相交於表面資料的 2 點的直線距離。
97	1M	23	007	食指第 2 指節厚度	正面「五指全開」，過食指第 2 指節點(5R)的垂直直線相交於表面資料的 2 點的直

序號	類別	尺寸碼	流水碼	名稱	定義
					線距離。
98	1M	23	008	中指第 2 指節厚度	正面「五指全開」，過中指第 2 指節點(5R)的垂直直線相交於表面資料的 2 點的直線距離。
99	1M	23	009	無名指第 2 指節厚度	正面「五指全開」，過無名指第 2 指節點(5R)的垂直直線相交於表面資料的 2 點的直線距離。
100	1M	23	010	小指第 2 指節厚度	正面「五指全開」，過小指第 2 指節點(5R)的垂直直線相交於表面資料的 2 點的直線距離。
101	1M	24	001	腋下-肩峰圍	過肩峰點(3R)、腋下前點(3R)和腋下後點(3L)的平面，與表面資料的剖面線的圍長。
102	1M	24	002	上臂圍（伸展）	過二頭肌點(3R)的上臂圍長。
103	1M	24	003	上臂圍（屈曲）	過二頭肌點(1L)的上臂圍長。
104	1M	24	004	肘圍（伸展）	沿前臂方向，過肘窩點(3R)的肘圍。
105	1M	24	005	肘圍（屈曲）	立姿 C 正面，過肘角點(1L)與肘內點(1L)的肘圍。
106	1M	32	001	兩乳尖寬	乳尖點(1R)和乳尖點(1L)之間的水平距離。
107	1M	34	001	軀幹縱圍	立姿 B，過肩中點(3R)和跨下點(3)連線的平面，與表面資料的相切弧的弧長。
108	1M	35	001	肩線弧長	立姿 B，自頸肩點(3R)至肩峰點(3R)的表面弧長度。
109	1M	35	002	腋下-腰弧長	立姿 B，自腋下點(3R)垂直至肚臍點(3)高度的表面弧長度。
110	1M	35	003	胸骨上點-腰弧長	矢狀軀幹縱剖面，自胸骨上點(3)至肚臍點(3)之間的弧長。
111	1M	35	004	跨下弧長	矢狀軀幹縱剖面，自肚臍點(3)沿跨下至臀上點(3)的表面弧長度。
112	1M	35	005	臀後弧長	側面輪廓線，自臀上點(1)沿臀部至臀下線(1)的表面弧長度。
113	1M	35	006	上背後水平弧	立姿 B，自右邊腋下後點(3R)沿背部至左邊腋下後點(3L)的水平表面弧長度。

序號	類別	尺寸碼	流水碼	名稱	定義
114	1M	35	007	上胸前水平弧	立姿 B，自右邊腋下前點(3R)沿背部至左邊腋下前點(3L)的水平表面弧長度。
115	1M	35	008	頸肩點-乳尖弧	立姿 B，以頸肩點(3R)至乳尖點(3R)的連線沿前後方向做一平面，此平面與表面資料相交且介於頸肩點(3R)與乳尖點(3L)的弧線長度。
116	1M	35	009	肩中點-跨下弧（立姿）	立姿 B 正面，過肩中點(3R)與跨下點(3)的連線平面，與身體前面表面資料相交的弧長。
117	1M	35	010	肩中點-跨下弧（坐姿）	坐姿，過肩中點(4L)與跨下點(4)的連線平面，與身體前面表面資料相交的弧長。
118	1M	35	011	胸骨上點-跨下弧（立姿）	矢狀軀幹縱身剖面，自胸骨上點(3)沿胸、腹至跨下點(3)的表面弧線長度。
119	1M	35	012	胸骨上點-跨下弧（坐姿）	坐姿矢狀軀幹縱剖面，自胸骨上點(4)沿胸、腹至跨下點(4)的表面弧線長度。
120	1M	35	013	腰高-跨下弧（立姿）	矢狀軀幹縱身剖面，自肚臍點(3)至跨下點(3)的表面弧線長度。
121	1M	35	014	腰高-跨下弧（坐姿）	坐姿矢狀軀幹縱剖面，自肚臍點(4)至跨下點(4)的表面弧線長度。
122	1M	35	015	腋下高-跨下弧（立姿）	矢狀軀幹縱身剖面，自腋下前點(3R)至跨下點(3)的表面弧線長度。
123	1M	35	016	腋下高-跨下弧（坐姿）	坐姿矢狀軀幹縱剖面，自腋下前點(4R)至跨下點(4)的表面弧線長度。
124	1M	35	017	肩中點-跨下後弧（立姿）	立姿 B 正面，過肩中點(3R)與跨下點(3)的連線平面，與身體上面表面資料相交的弧長。
125	1M	35	018	肩中點-跨下後弧（坐姿）	坐姿，過肩中點(4L)與跨下點(4)的連線平面，與身體上面表面資料相交的弧長。
126	1M	35	019	頸下後點-跨下後弧（立姿）	矢狀軀幹縱身剖面，自頸肩點(3R)高度沿背部至跨下點(3)的表面弧線長度。
127	1M	35	020	頸下後點-跨下後弧（坐姿）	坐姿矢狀軀幹縱剖面，自頸下後點(4)高度沿背部至跨下點(4)的表面弧線長度。
128	1M	35	021	腋下後點高-跨下弧（立姿）	立姿 B 正面，過腋下後點(3R)與跨下點(3)的連線平面，與身體上面表面資料相交的弧長。
129	1M	35	022	腋下後點高-跨下弧（坐姿）	坐姿，過腋下後點(4L)與跨下點(4)的連線平面，與身體上面表面資料相交的弧長。

序號	類別	尺寸碼	流水碼	名稱	定義
130	1M	35	023	腰高-跨下後弧（立姿）	矢狀軀幹縱身剖面，自背部肚臍點(3)等高點至跨下點(3)的表面弧線長度。
131	1M	35	024	腰高-跨下後弧（坐姿）	矢狀軀幹縱身剖面，自背部肚臍點(4)等高點至跨下點(4)的表面弧線長度。
132	1M	35	026	頸後下點-腰後弧	矢狀剖面，自身體背部頸肩點(3R)等高處至腰後背部肚臍點(3)等高度點的平面弧線長度。
133	1M	41	001	膝蓋上點高	膝蓋上點(2R)至地面的垂直高度。
134	1M	41	002	膝蓋中點高	膝蓋中點(2R)至地面的垂直高度。
135	1M	41	003	膝蓋下點高	膝蓋下點(2R)至地面垂直高度。
136	1M	41	004	外踝高	外踝點(8R)至地面垂直高度。
137	1M	41	005	內踝高	內踝點(8R)至地面垂直高度。
138	1M	41	006	小腿長	立姿 C，右腳套用「腳部」局部資料，膝蓋中點(2R)至踝外點(9R)的垂直地面高度。
139	1M	41	007	膝後高	膝後點(2R)至地面的垂直高度。
140	1M	41	008	小腿肚高	小腿最粗處高度(2)的垂直地面高度。
141	1M	41	009	腳長	腳部側面輪廓線，腳指最外點與腳跟最外點投影長。
142	1M	42	003	大腿上寬	與跨下點(3)等高度的大腿水平寬度。
143	1M	42	004	大腿下寬	在膝蓋上點(2R)之上 2cm 處大腿水平寬度。
144	1M	42	005	膝寬	過膝蓋中點(2R)的膝寬度。
145	1M	42	006	小腿寬	在小腿最粗高處(2R)的小腿寬度。
146	1M	42	007	踝寬	腳部正面，內踝點(8R)和外踝點(8R)的水平距離。
147	1M	42	008	腳寬	腳部正面，腳大姆趾掌骨凸點(8R)與腳小趾掌骨凸點(8R)的左右水平距離。

序號	類別	尺寸碼	流水碼	名稱	定義
148	1M	43	001	腳掌最大厚度	腳部側面輪廓線，腿與腳背交點(8R)至地面垂直高度。
149	1M	43	002	腳掌最小厚度	腳部側面輪廓線，腳姆指根最凹點(8R)至地面垂直高度。
150	1M	44	001	大腿上圍	在跨下點(3)等高度的大腿圍度。
151	1M	44	002	大腿下圍	在膝蓋上點(2R)之上 2cm 處大腿水平圍度。
152	1M	44	003	膝圍	過膝蓋中點(2R)的膝蓋水平圍度。
153	1M	44	004	小腿最大圍	小腳最粗處高度(2)的水平圍度。
154	1M	44	006	踝圍	通過外踝點(8R)和外踝點(8R)的踝圍。
155	1M	44	007	腳前圍 (腳寬)	過腳大姆趾掌骨凸點(8R)與腳小趾掌骨凸點(8R)的腳圍長。
156	1M	44	008	腳圍	過腿與腳背交點(8R)的垂直腳掌圍。
157	1M	44	009	踝跟圍	腿與腳背交點(8R)與腳跟最凸點(8R)的腳圍。
158	2C		001	跨下點剖面線	立姿 A，過跨下點(1)的水平剖面的腿部剖面線。
159	2C		002	小腿最細剖面線	立姿 B，小腿最細處(9R)高度的水平剖面的腿部剖面線。
160	2C		003	矢狀縱剖面	立姿 B 正面下，過頭點頂(3)的矢狀方向垂直剖面。
161	3S		001	頭部表面積	頭部的表面積。
162	3S		002	頸部表面積	頸部的表面積。
163	3S		003	軀幹表面積	軀幹的表面積。
164	3S		004	右上臂表面積	右上臂表面積
165	3S		005	左上臂表面積	左上臂表面積

序號	類別	尺寸碼	流水碼	名稱	定義
166	3S		006	右下臂表面積	右下臂表面積
167	3S		007	左下臂表面積	左下臂表面積
168	3S		008	右手掌表面積	右手掌表面積
169	3S		009	左手掌表面積	左手掌表面積
170	3S		010	右大腿表面積	右大腿表面積
171	3S		011	左大腿表面積	左大腿表面積
172	3S		012	右小腿表面積	右小腿表面積
173	3S		013	左小腿表面積	左小腿表面積
174	3S		014	右腳掌表面積	右腳掌表面積
175	3S		015	左腳掌表面積	左腳掌表面積
176	3S		016	全身表面積	全身表面積
177	3V		001	頭部體積	頭部的體積。
178	3V		002	頸部體積	頸部的體積。
179	3V		003	軀幹體積	軀幹的體積。
180	3V		004	右上臂體積	右上臂體積
181	3V		005	左上臂體積	左上臂體積
182	3V		006	右下臂體積	右下臂體積
183	3V		007	左下臂體積	左下臂體積

序號	類別	尺寸碼	流水碼	名稱	定義
184	3V		008	右手掌體積	右手掌體積
185	3V		009	左手掌體積	左手掌體積
186	3V		010	右大腿體積	右大腿體積
187	3V		011	左大腿體積	左大腿體積
188	3V		012	右小腿體積	右小腿體積
189	3V		013	左小腿體積	左小腿體積
190	3V		014	右腳掌體積	右腳掌體積
191	3V		015	左腳掌體積	左腳掌體積
192	3V		016	全身體積	全身體積

表 18 本研究 3D 人體計測資料庫 1-D 尺寸值 (488 人；單位：kg, cm, cm², cm³)

尺寸名稱	女性			男性			全體		
	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數
體重	46.4	57	75.5	57.55	70.9	90	50.84	66.7	86.76
1M01001 身高	150.0	158.4	165.4	161.0	169.5	177.0	153.1	164.4	175.5
1M01002 坐高	115.7	122.6	127.4	123.1	129.9	135.5	118.6	126.6	134.1
1M01003 眼高	137.0	144.8	151.0	147.2	155.5	163.6	139.7	150.4	161.4
1M01004 頸肩點高	123.4	131.5	137.8	133.3	141.5	148.5	126.9	137.0	146.4
1M01005 胸骨上點高	120.2	127.4	133.9	129.0	136.7	144.0	123.2	132.3	142.0
1M01006 乳尖高	102.5	109.9	115.8	112.4	120.0	126.2	105.8	115.5	125.0
1M01007 腋下前點高	107.7	115.8	122.3	116.9	123.9	131.7	110.5	120.1	129.4
1M01008 腋下後點高	107.8	115.2	122.6	116.6	124.1	131.8	109.7	120.4	129.6
1M01009 肚臍高	83.1	89.9	96.0	90.0	97.4	103.7	85.8	93.9	102.1
1M01010 跨下高	63.2	68.6	73.5	66.1	71.4	77.0	64.8	70.4	76.0
1M01015 肩高	119.9	127.3	133.6	128.9	136.3	142.9	122.9	132.0	141.2
1M01016 肘高	91.0	96.7	101.8	97.1	103.6	109.6	92.4	100.3	108.2
1M01017 臀高	70.9	77.0	81.8	76.8	82.5	88.1	73.5	80.1	86.6
1M01018 臀下線高	63.3	68.6	73.9	67.8	73.2	77.7	65.2	71.1	76.9
1M01019 腕高	72.5	76.9	81.8	76.6	82.3	88.2	74.0	80.1	86.5
1M01020 指尖高	57.6	61.6	65.9	60.9	65.4	70.0	59.2	64.0	69.2
1M01021 掌心高	67.6	72.1	76.5	72.0	77.0	82.3	69.2	74.8	81.1
1M02002 肩寬	30.9	33.2	35.8	35.1	38.0	41.0	31.8	36.1	40.3
1M02003 兩腋下前點寬	27.6	30.3	33.5	31.0	34.5	38.4	28.7	32.7	37.3

尺寸名稱	女性			男性			全體		
	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數
1M02004 兩腋下後點寬	27.8	29.9	33.2	29.6	33.3	36.4	28.3	31.9	35.7
1M02005 胸寬	26.3	28.7	33.1	29.3	32.3	36.3	27.2	31.3	35.5
1M02006 腰寬	26.2	30.1	35.2	27.3	30.9	35.2	26.7	30.6	35.3
1M02007 臀寬	32.1	35.1	38.7	32.6	35.1	37.9	32.3	35.0	38.6
1M03003 胸厚	18.5	21.1	26.1	19.7	23.0	26.1	19.1	22.3	26.1
1M03004 腰厚	17.2	20.5	26.8	18.5	22.6	27.4	17.6	21.6	27.3
1M03005 臀厚	19.8	22.5	27.9	20.5	23.4	26.9	20.1	23.1	27.7
1M03006 乳下點厚	16.0	18.3	21.9	19.5	22.5	26.0	17.0	20.8	25.1
1M04001 肩圍	72.4	78.9	85.6	82.5	90.1	98.1	75.0	85.7	96.0
1M04002 上胸圍	81.0	89.6	102.3	89.7	100.5	112.5	83.8	95.9	109.5
1M04003 胸圍	77.7	86.5	103.5	86.0	97.4	110.8	80.2	93.8	108.5
1M04004 下胸圍	69.3	77.1	92.2	85.7	96.4	110.2	73.2	89.5	105.7
1M04005 腰圍	71.8	84.0	100.2	75.0	88.2	102.4	73.9	86.0	103.2
1M04006 臀圍	86.7	95.2	108.1	88.8	96.3	106.3	87.9	96.1	107.2
1M04007 臀下線圍	53.4	60.0	68.1	55.9	61.9	68.2	54.3	60.9	68.2
1M11001 頭長	20.7	21.9	23.3	21.5	22.9	24.3	20.9	22.5	24.0
1M11002 臉長	15.3	16.5	17.6	16.0	17.1	18.1	15.7	16.9	18.0
1M11003 鼻跟點-下巴長	9.7	10.5	11.2	10.4	11.3	12.1	10.1	10.9	11.8
1M11004 鼻下點-下巴長	5.0	5.6	6.2	5.3	6.1	6.8	5.1	5.8	6.6
1M11005 鼻長	3.5	4.0	4.5	3.9	4.3	4.8	3.7	4.2	4.7
1M11006 耳長	3.9	4.9	5.8	4.5	5.5	6.4	4.1	5.2	6.2

尺寸名稱	女性			男性			全體		
	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數
1M11007 耳珠上耳長	1.7	2.3	3.1	2.0	2.6	3.3	1.8	2.5	3.2
1M11008 鼻跟-鼻下長	4.4	4.9	5.4	4.6	5.2	5.8	4.5	5.1	5.7
1M12001 頭寬	15.7	16.6	17.4	16.2	17.3	18.2	16.0	17.0	18.0
1M12002 兩耳寬	15.5	16.6	17.7	17.0	18.2	19.5	16.0	17.6	19.2
1M12003 兩耳珠寬	13.7	14.5	15.2	14.7	15.5	16.5	14.0	15.1	16.2
1M12004 兩眼外角寬	8.6	9.3	10.0	9.0	9.6	10.6	8.8	9.5	10.3
1M12005 兩眼內角寬	3.2	3.7	4.1	3.4	3.8	4.3	3.3	3.8	4.3
1M12006 額寬	11.4	13.1	16.6	13.2	15.5	19.2	11.9	14.3	18.0
1M12007 鼻寬	3.4	3.8	4.3	3.7	4.2	4.7	3.5	4.0	4.5
1M12008 嘴寬	4.1	4.8	5.5	4.3	5.0	5.9	4.2	4.9	5.7
1M12009 兩下顎寬	11.6	12.8	13.9	12.4	13.7	15.3	12.1	13.3	14.9
1M12010 兩顳骨寬	12.1	12.9	13.8	12.6	13.5	14.4	12.3	13.3	14.2
1M13001 頭深	18.2	19.2	20.3	19.0	19.8	20.7	18.6	19.6	20.5
1M13002 眼尖深	13.6	15.4	17.4	14.0	15.8	17.3	13.9	15.7	17.3
1M13003 額深	18.0	19.1	20.2	18.9	19.7	20.7	18.5	19.5	20.5
1M13004 鼻尖點頭深	17.6	19.4	21.1	18.8	20.4	21.8	18.2	20.1	21.6
1M14001 頭圍	55.5	57.6	59.7	57.6	59.7	62.1	56.3	58.9	61.3
1M14002 鼻跟點頭圍	54.2	57.2	59.5	57.0	59.4	61.6	55.7	58.5	61.1
1M14003 鼻中點頭圍	53.0	56.8	59.7	56.1	59.6	62.3	54.5	58.5	61.7
1M14004 鼻尖點頭圍	50.0	55.4	59.2	52.5	58.1	62.3	51.3	57.2	61.4
1M14005 喉結上圍	30.1	32.9	37.5	35.2	38.9	43.4	31.1	36.7	42.2

尺寸名稱	女性			男性			全體		
	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數
1M14006 喉結圍	30.3	32.7	37.1	35.1	38.5	43.2	31.0	36.2	41.9
1M14007 頸下圍	31.0	34.0	38.3	35.8	39.9	45.8	31.7	37.4	44.5
1M14008 頸胸交線圍	33.2	37.9	46.9	39.3	44.6	56.6	34.3	41.2	52.8
1M15001 髮際-耳珠弧	30.8	32.4	34.1	32.1	33.8	35.8	31.4	33.3	35.3
1M15002 眉間-耳珠弧	27.7	29.6	31.5	29.5	31.4	33.2	28.7	30.8	32.8
1M15003 下顎-耳珠弧	26.3	28.3	30.8	28.8	31.4	34.1	27.0	30.3	33.1
1M15004 耳珠-枕點弧	22.7	24.4	26.8	24.0	26.1	28.4	23.1	25.3	27.8
1M15005 耳珠-鼻下弧	26.4	28.5	30.5	28.1	30.3	32.1	27.1	29.5	31.6
1M15006 耳珠-顎下線弧	14.4	16.6	18.6	16.0	17.7	19.9	15.0	17.2	19.4
1M15008 喉結頸寬	8.7	11.1	14.2	9.3	13.0	17.2	8.9	12.0	16.0
1M15009 喉結頸深	9.6	10.8	12.3	11.2	12.5	14.2	10.1	11.9	13.8
1M15010 前頸弧長	5.6	7.1	8.8	6.0	7.6	9.7	5.7	7.4	9.3
1M15011 後頸弧長	6.3	7.9	9.8	7.2	9.0	10.8	6.7	8.5	10.4
1M21001 手長	60.7	65.1	69.6	66.7	71.2	75.9	63.0	68.6	74.7
1M21002 肩峰-肘角長	26.9	29.2	31.3	28.9	31.3	33.7	27.8	30.4	33.1
1M21003 肩峰-肘窩長	26.7	28.8	30.9	29.1	31.1	33.4	27.6	30.2	32.8
1M21004 下臂長	17.6	20.1	22.7	19.9	22.5	25.5	19.0	21.6	24.6
1M21005 下臂-握拳長	27.5	30.2	32.4	30.2	33.0	35.5	29.0	31.9	34.8
1M21006 手掌長	16.4	17.4	18.3	17.6	18.7	19.9	16.7	18.2	19.6
1M21007 掌長	9.5	10.2	10.8	10.3	11.0	11.8	9.8	10.6	11.6
1M21009 食指虎口長	8.8	9.5	10.2	9.3	10.2	11.0	9.0	9.9	10.8

尺寸名稱	女性			男性			全體		
	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數
1M21010 虎口長	2.3	2.8	3.2	2.5	3.1	3.7	2.4	2.9	3.5
1M21011 下臂指尖長	34.8	37.5	40.5	38.4	41.7	44.9	36.1	39.9	44.3
1M21012 拇指指長	4.6	5.1	5.6	5.1	5.6	6.0	4.8	5.4	5.9
1M21013 食指指長	6.1	6.6	7.1	6.3	7.0	7.5	6.2	6.8	7.4
1M21014 中指指長	6.8	7.3	7.8	7.1	7.7	8.4	6.9	7.5	8.2
1M21015 無名指指長	6.2	6.8	7.3	6.7	7.3	7.9	6.4	7.0	7.7
1M21016 小指指長	4.6	5.2	5.7	5.1	5.7	6.2	4.9	5.5	6.1
1M22003 腕寬	5.1	5.5	6.0	5.6	6.1	6.6	5.3	5.9	6.5
1M23001 手厚	2.4	2.7	3.0	2.8	3.1	3.4	2.5	2.9	3.3
1M23002 姆指第 1 指節厚度	1.8	1.9	2.1	2.0	2.2	2.4	1.8	2.1	2.3
1M23003 食指第 1 指節厚度	1.2	1.4	1.5	1.3	1.5	1.7	1.2	1.4	1.7
1M23004 中指第 1 指節厚度	1.2	1.4	1.6	1.4	1.6	1.8	1.2	1.5	1.8
1M23005 無名指第 1 指節厚度	1.0	1.2	1.4	1.2	1.4	1.6	1.1	1.3	1.6
1M23006 小指第 1 指節厚度	0.9	1.1	1.3	1.0	1.3	1.5	0.9	1.2	1.5
1M23007 食指第 2 指節厚度	1.6	1.7	1.9	1.7	2.0	2.2	1.6	1.9	2.1
1M23008 中指第 2 指節厚度	1.5	1.7	2.0	1.7	2.0	2.2	1.6	1.9	2.2
1M23009 無名指第 2 指節厚度	1.4	1.6	1.8	1.6	1.8	2.0	1.4	1.7	2.0
1M23010 小指第 2 指節厚度	1.2	1.4	1.6	1.3	1.6	1.9	1.2	1.5	1.8
1M24001 腋下-肩峰圍	41.1	47.6	56.7	45.9	53.6	61.5	42.8	50.8	60.1
1M24002 上臂圍（伸展）	23.2	26.8	31.4	25.5	29.1	33.3	24.5	28.2	32.6
1M24003 上臂圍（屈曲）	23.4	29.5	39.4	26.8	32.6	40.7	24.9	32.0	40.4

尺寸名稱	女性			男性			全體		
	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數
1M24004 肘圍 (伸展)	21.0	23.8	27.7	23.4	25.8	29.0	22.0	25.1	28.6
1M24005 肘圍 (屈曲)	22.1	26.9	33.6	24.3	30.0	35.9	23.3	28.9	35.5
1M32001 兩乳尖寬	14.5	17.0	20.5	17.2	19.8	23.0	15.7	18.8	22.2
1M34001 軀幹縱圍	141.4	150.8	161.3	156.5	165.8	176.9	144.6	160.0	174.0
1M35001 肩線弧長	12.4	14.7	18.3	14.3	16.6	20.1	13.3	15.9	19.2
1M35002 腋下-腰弧長	23.2	26.8	30.6	24.1	27.9	32.5	23.4	27.3	31.4
1M35003 胸骨上點-腰弧長	36.7	39.7	43.9	38.4	41.3	45.4	37.4	40.6	45.2
1M35004 跨下弧長	47.1	52.9	66.9	55.0	60.6	70.9	49.4	58.6	70.2
1M35005 臀後弧長	14.0	16.9	21.4	15.7	18.9	22.4	14.5	18.0	22.0
1M35006 上背後水平弧	29.3	32.3	37.1	31.4	35.0	38.7	30.0	34.2	38.4
1M35007 上胸前水平弧	31.3	35.9	42.2	36.9	40.8	46.4	33.9	39.1	45.3
1M35008 頸肩點-乳尖弧	22.5	25.0	28.8	22.3	25.0	27.4	22.4	25.0	28.2
1M35009 肩中點-跨下弧 (立姿)	68.7	73.1	78.3	73.5	78.6	84.8	69.8	76.4	83.6
1M35010 肩中點-跨下弧 (坐姿)	56.2	61.4	67.7	60.5	65.0	70.5	57.4	63.2	69.7
1M35011 胸骨上點-跨下弧 (立姿)	61.0	65.2	70.2	64.9	69.5	74.7	61.9	67.2	73.5
1M35012 胸骨上點-跨下弧 (坐姿)	49.8	54.9	59.8	52.8	57.1	62.7	50.7	55.9	62.1
1M35013 腰高-跨下弧 (立姿)	22.9	25.9	28.9	25.4	28.4	31.5	23.6	27.2	30.8
1M35014 腰高-跨下弧 (坐姿)	14.8	18.8	24.1	16.0	20.0	24.4	15.1	19.0	24.3
1M35015 腋下高-跨下弧 (立姿)	51.8	56.0	61.1	55.2	59.6	65.8	52.5	58.0	64.6
1M35016 腋下高-跨下弧 (坐姿)	42.6	51.7	80.9	45.1	51.8	83.0	43.3	51.3	82.4
1M35017 肩中點-跨下後弧 (立姿)	74.4	80.5	87.8	85.5	91.6	98.3	77.3	87.9	97.0

尺寸名稱	女性			男性			全體		
	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數
1M35018 肩中點-跨下後弧 (坐姿)	78.9	86.2	94.2	84.0	93.8	102.7	81.9	90.4	100.4
1M35019 頸下後點-跨下後弧 (立姿)	71.3	76.8	83.9	81.0	86.6	92.7	74.0	83.5	91.2
1M35020 頸下後點-跨下後弧 (坐姿)	74.7	80.5	87.0	77.4	88.0	96.0	76.4	84.5	94.4
1M35021 腋下後點高-跨下後弧 (立姿)	55.9	62.2	69.2	65.0	70.7	77.4	58.1	68.0	76.0
1M35022 腋下後點高-跨下後弧 (坐姿)	64.3	70.7	78.3	66.6	75.4	84.3	65.8	73.4	82.9
1M35023 腰高-跨下後弧 (立姿)	30.7	35.7	45.2	37.6	42.5	48.9	33.0	40.4	48.0
1M35024 腰高-跨下後弧 (坐姿)	34.6	42.0	51.1	35.3	45.7	55.7	35.7	44.5	54.4
1M35026 頸後下點-腰後弧	39.7	42.9	46.3	41.6	45.5	49.9	40.8	44.3	48.7
1M41001 膝蓋上點高	40.4	44.2	47.8	44.6	48.4	52.2	41.8	46.3	51.4
1M41002 膝蓋中點高	37.3	40.7	43.7	40.7	44.5	47.8	38.6	42.7	47.1
1M41003 膝蓋下點高	34.0	37.3	40.0	37.2	40.7	43.7	35.2	39.1	43.0
1M41004 外踝高	5.5	6.1	6.7	6.2	6.8	7.4	5.7	6.5	7.3
1M41005 內踝高	6.0	7.1	7.7	7.1	8.0	8.8	6.6	7.6	8.6
1M41006 小腿長	31.3	34.4	37.5	34.4	37.6	40.8	32.3	36.1	40.4
1M41007 膝後高	36.2	39.1	42.5	39.7	42.8	46.4	37.2	41.3	45.8
1M41008 小腿肚高	27.0	29.6	32.3	28.9	32.0	34.5	27.6	30.7	34.1
1M41009 腳長	22.2	23.7	25.1	24.3	25.9	27.3	22.9	25.0	27.0
1M42003 大腿上寬	16.1	17.8	19.9	16.1	17.7	19.5	16.1	17.8	19.7
1M42004 大腿下寬	11.0	12.6	15.0	11.4	13.0	14.9	11.2	12.8	15.0
1M42005 膝寬	10.2	11.6	13.8	10.7	11.8	13.2	10.5	11.7	13.4
1M42006 小腿寬	9.7	11.0	12.8	10.5	11.8	13.3	10.1	11.5	13.2

尺寸名稱	女性			男性			全體		
	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數
1M42007 踝寬	6.2	6.7	7.2	6.9	7.4	7.9	6.4	7.1	7.7
1M42008 腳寬	8.1	8.8	9.5	8.8	9.6	10.4	8.5	9.3	10.2
1M43001 腳掌最大厚度	6.0	6.7	7.3	6.8	7.5	8.1	6.4	7.2	7.9
1M43002 腳掌最小厚度	1.3	1.7	2.0	1.5	1.8	2.2	1.4	1.8	2.2
1M44001 大腿上圍	50.3	56.4	65.0	49.9	56.2	63.8	49.6	56.3	64.4
1M44002 大腿下圍	35.7	40.9	47.8	36.8	42.9	48.8	36.3	42.1	48.6
1M44003 膝圍	32.3	36.0	41.5	34.4	37.7	41.4	33.3	37.1	41.4
1M44004 小腿最大圍	31.3	34.9	40.0	33.2	37.3	41.7	32.2	36.5	41.5
1M44006 踝圍	23.4	25.3	27.6	25.8	27.5	29.6	24.2	26.8	29.2
1M44007 腳前圍	21.6	23.2	24.6	24.0	25.4	27.0	22.3	24.6	26.6
1M44008 腳圍	22.3	23.8	25.5	25.0	26.8	28.6	22.9	25.7	28.2
1M44009 踝跟圍	28.3	30.3	32.4	31.6	33.4	35.4	29.4	32.3	35.0
2C001 跨下點剖面線	87.9	95.7	106.8	88.1	95.6	102.7	87.9	95.6	105.2
2C002 小腿最細剖面線	20.0	22.2	24.9	20.7	22.8	25.2	20.3	22.6	25.3
2C003 矢狀縱剖面	195.5	204.4	214.1	211.6	222.4	231.6	198.3	215.3	229.0

表 19 本研究 3D 人體計測資料庫 2-D 尺寸值 (488 人；單位：cm, cm²)

尺寸名稱	女性			男性			全體		
	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數
3S001 頭部表面積	1,184.9	1,268.5	1,357.4	1,290.7	1,378.6	1,482.1	1,225.0	1,341.3	1,447.1
3S002 頸部表面積	121.8	154.9	200.7	158.8	202.6	265.2	131.1	181.4	252.7
3S003 軀幹表面積	3,728.5	4,237.4	5,216.2	4,403.7	5,079.2	5,915.1	3,946.8	4,756.5	5,706.9
3S004 右上臂表面積	553.6	640.1	731.5	640.5	735.3	852.7	579.1	688.5	828.7
3S005 左上臂表面積	540.0	621.9	750.0	615.1	726.3	847.8	563.6	681.5	826.6
3S006 右下臂表面積	372.0	437.2	525.7	481.5	554.3	658.9	405.5	507.2	623.3
3S007 左下臂表面積	384.1	446.3	535.0	479.1	555.3	640.9	407.6	517.4	619.8
3S008 右手掌表面積	321.2	359.7	405.4	395.4	450.9	497.5	338.4	413.6	489.0
3S009 左手掌表面積	320.1	359.4	404.2	395.6	451.2	500.5	337.7	414.6	486.4
3S010 右大腿表面積	1,593.7	1,793.6	2,076.4	1,679.9	1,912.6	2,157.9	1,639.9	1,880.1	2,149.3
3S011 左大腿表面積	1,649.7	1,857.7	2,172.8	1,698.5	1,961.9	2,211.5	1,679.4	1,925.8	2,219.1
3S012 右小腿表面積	900.0	1,057.6	1,230.9	1,050.1	1,200.1	1,379.6	945.2	1,137.2	1,344.8
3S013 左小腿表面積	917.3	1,083.7	1,276.5	1,071.8	1,231.8	1,422.2	957.4	1,160.8	1,385.3
3S014 右腳掌表面積	446.1	503.4	557.9	546.7	609.1	682.3	475.9	563.7	663.0
3S015 左腳掌表面積	445.3	499.9	553.3	542.6	612.1	680.5	476.6	564.3	661.8
3S016 全身表面積	13,707.8	15,456.4	17,660.0	15,904.7	17,790.6	19,764.3	14,475.7	16,808.1	19,284.0

表 20 本研究 3D 人體計測資料庫 3-D 尺寸值 (488 人；單位：cm³)

尺寸名稱	女性			男性			全體		
	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數	第 10 百分位數	第 50 百分位數	第 90 百分位數
3V001 頭部體積	3,810.8	4,227.2	4,674.4	4,382.6	4,855.9	5,399.4	3,971.9	4,601.1	5,242.8
3V002 頸部體積	305.8	404.3	550.8	468.9	617.2	839.0	334.5	502.5	790.0
3V003 軀幹體積	21,674.8	27,534.0	39,530.0	28,729.7	36,031.7	47,368.3	23,587.5	32,587.0	45,148.6
3V004 右上臂體積	1,131.7	1,483.7	1,932.5	1,433.9	1,841.5	2,364.6	1,244.8	1,655.3	2,273.8
3V005 左上臂體積	1,085.7	1,402.2	1,954.7	1,375.6	1,801.8	2,318.0	1,189.3	1,647.3	2,256.2
3V006 右下臂體積	536.6	703.6	945.0	805.4	997.9	1,306.9	627.2	875.2	1,228.0
3V007 左下臂體積	551.6	716.4	981.0	795.6	1,028.2	1,290.1	627.4	901.8	1,234.1
3V008 右手掌體積	291.2	347.2	418.2	409.6	499.1	588.6	318.1	439.5	566.1
3V009 左手掌體積	285.5	346.1	414.1	401.7	487.4	570.6	309.0	425.9	554.6
3V010 右大腿體積	5,734.4	7,042.1	9,425.1	6,008.2	7,701.2	9,551.0	5,882.9	7,546.0	9,648.4
3V011 左大腿體積	6,024.9	7,366.4	9,976.0	6,301.8	8,012.0	10,056.1	6,039.7	7,793.4	10,249.5
3V012 右小腿體積	1,915.4	2,490.8	3,350.1	2,366.0	2,958.3	3,703.9	2,069.8	2,756.4	3,633.3
3V013 左小腿體積	1,970.9	2,601.4	3,474.8	2,426.9	3,102.7	3,890.2	2,129.2	2,895.3	3,800.1
3V014 右腳掌體積	427.7	527.6	626.5	586.7	701.1	867.7	472.8	632.7	809.0
3V015 左腳掌體積	431.5	521.2	622.2	589.1	708.3	852.9	472.0	630.2	812.8
3V016 全身體積	46,675.3	57,655.3	76,779.9	58,694.4	71,171.9	89,893.7	51,326.0	66,553.3	86,307.3

第二節 3D 人體計測資料庫分析程式

本研究已完成了 3D 人體計測資料庫與分析程式。3D 人體計測資料庫結構程式主要包括了兩套程式，一套為 3D 人體計測標記點標示與尺寸值萃取程式，另一套為 3D 人體計測資料庫查詢程式。底下本研究分別說明這兩套程式軟體的功能。

一、3D 人體計測標記點標示與尺寸值萃取程式

3D 人體計測標記點標示與尺寸值萃取程式的主要功能在於可以匯入 3D 量測後的 3D 人體模型檔案，並透過手動辨識解剖標記點的方式（如圖 38 所示），以定義每個標記點，並萃取出尺寸值（如圖 39 所示）。最後，軟體程式會將萃取完成的尺寸值以 excel 檔案的格式儲存。再透過 3D 人體計測資料庫程式來計算並查詢尺寸值的統計量。

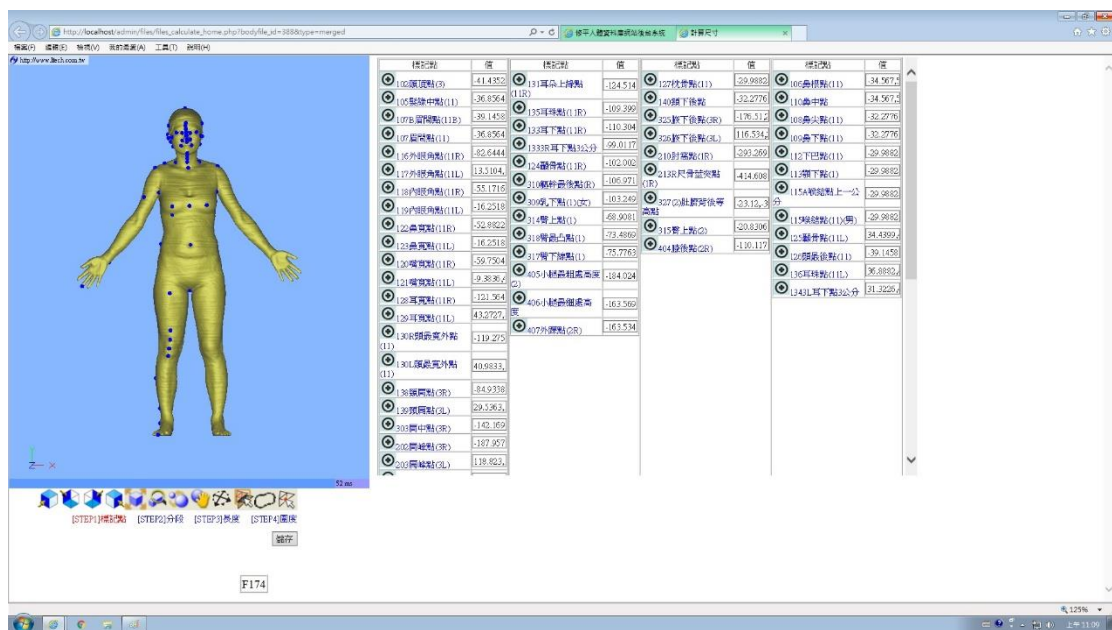


圖 38 手動辨識解剖標記點示意圖

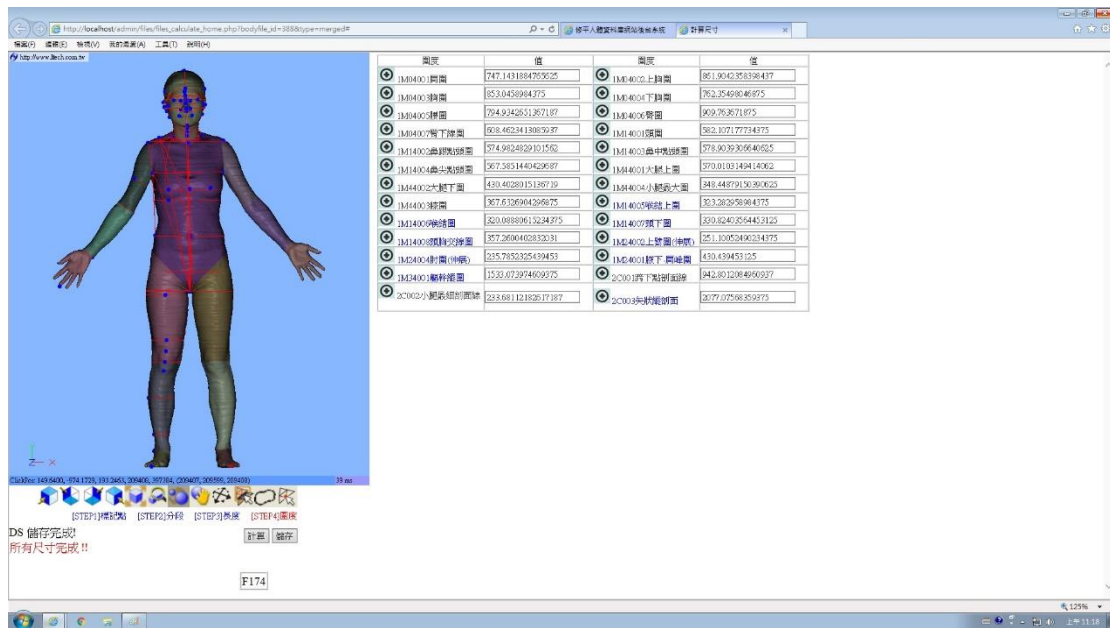


圖 39 尺寸值自動萃取結果示意圖

二、3D 人體計測資料庫程式

3D 人體計測資料庫程式的主要功能是，依照 3D 人體計測標記點標示與尺寸值萃取程式所產出的尺寸值，來計算出使用者所要查詢的尺寸值的統計量，包括有平均值，標準差，最小值，最大值，以及使用者可以自訂的百分位數。整個程式的介面主要包括了三個區域，分別是測量項目區，受測者篩選條件區，以及查詢歷程紀錄區（如圖 40 所示），分別以紅色，綠色，以及藍色框框住的區域。在測量項目區，將所示本研究所萃取的 192 個尺寸項目分別全身、頭頸、上肢、軀幹、下肢、剖面線、表面積、體積等身體肢段與尺寸特性來分類。使用者在挑選所欲查詢的尺寸項目時，可以依其尺寸項目的分類來進行挑選。受測者在進行尺寸項目的挑選時，左下方的區域也同時會出現該尺寸項目的示意圖給使用者參考。在受測者篩選條件區，使用者可以依照性別、身高、體重、年齡以及 BMI 等變數來決定是要查詢哪些受測者的該尺寸項目的尺寸值。如圖 41 是分別查詢男性受測者、女性受測者以及全體受測者的肘高尺寸值，圖 42 是分別查詢男性受測者、女性受測者以及全體受測者的坐高尺寸值，並且在查詢歷程紀錄區之中，分別會顯示使用者最近一次的查詢結果，以及歷次的查詢結果。如圖 43 顯示最後一次的查詢結果是全體左上臂體積尺寸值，而歷次的查詢結果分別是男性受測者、女性受測者以及全體受測者的左上臂體積尺寸值，總共有三次的查詢紀錄。

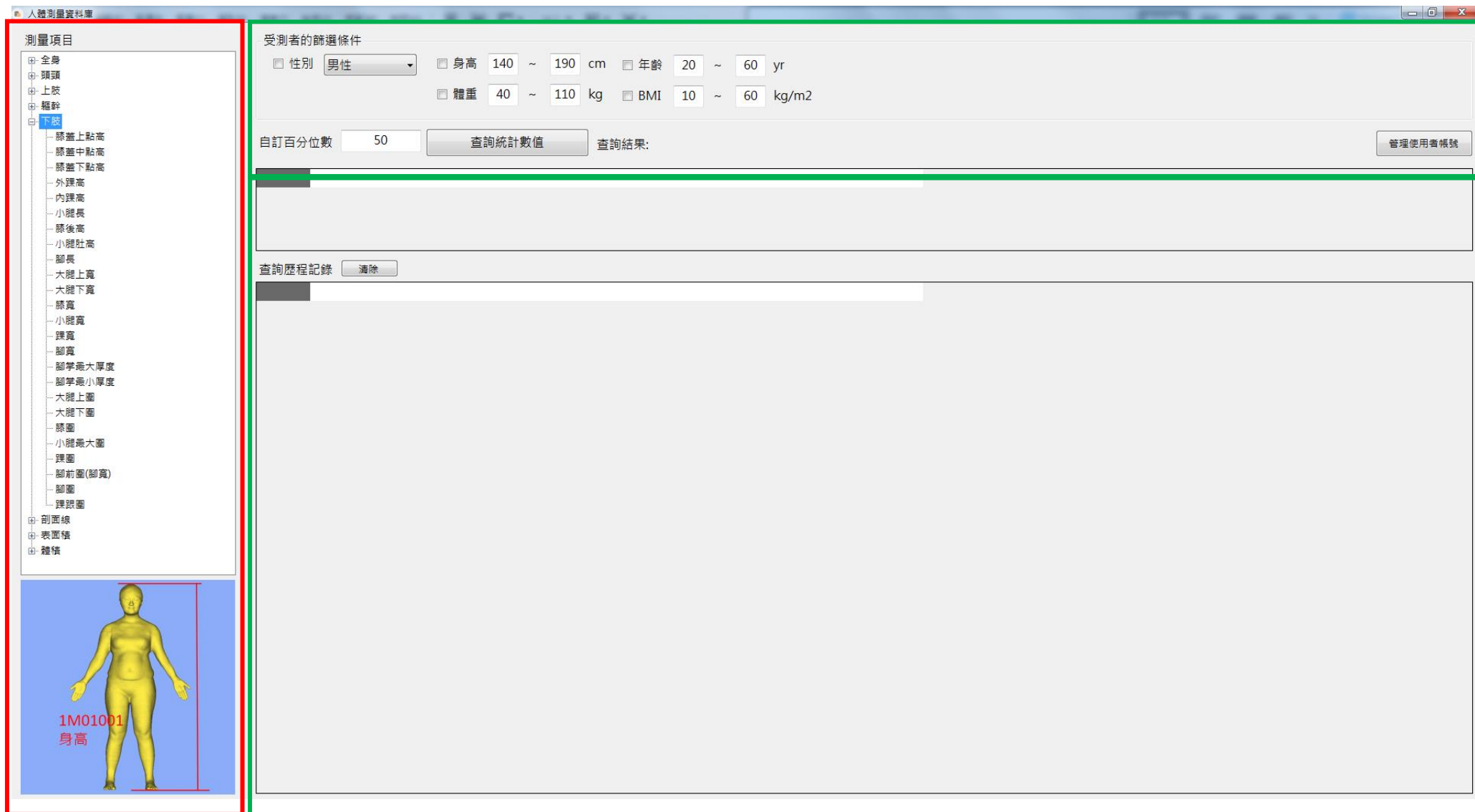


圖 40 操作主畫面示意圖

人體測量資料庫

測量項目

- 全身
 - 身高
 - 坐高
 - 眼高
 - 頭頂點高
 - 胸身上點高
 - 乳尖高
 - 腋下前點高
 - 腋下後點高
 - 肚臍高
 - 跨下高
 - 肩高
 - 肘高
 - 臀高
 - 臀下線高
 - 腕高
 - 指尖高
 - 掌心高
 - 肩寬
 - 兩腋下前點寬
 - 兩腋下後點寬
 - 胸寬
 - 腰寬
 - 臀寬
 - 胸厚
 - 腰厚
 - 臀厚
 - 乳下點厚
 - 肩圍
 - 上胸圍

選擇性的篩選條件

性別 女性 身高 140 ~ 190 cm 年齡 20 ~ 60 yr

體重 40 ~ 110 kg BMI 10 ~ 60 kg/m2


查詢歷程記錄

測量項目	肘高
統計結果	平均值 (mm) 1,001.93 標準差 (mm) 57.63 最大值 (mm) 1,156.40 最小值 (mm) 833.00 50百分位 999.10
測量項目	肘高
篩選條件	性別 男性
統計結果	平均值 (mm) 1,037.71 標準差 (mm) 48.20 最大值 (mm) 1,156.40 最小值 (mm) 888.20 50百分位 1,040.10
測量項目	肘高
篩選條件	性別 女性
統計結果	平均值 (mm) 966.15 標準差 (mm) 41.93 最大值 (mm) 1,103.60 最小值 (mm) 833.00 50百分位 967.20

最近查詢結果

測量項目	肘高
篩選條件	性別 女性
統計結果	平均值 (mm) 966.15 標準差 (mm) 41.93 最大值 (mm) 1,103.60 最小值 (mm) 833.00 50百分位 967.20

自訂百分位數 50



1M01016
肘高

Windows taskbar: 下午 10:50 2016/11/29

圖 41 肘高尺寸值查詢示意圖

人體測量資料庫

測量項目

- 全身
 - 身高
 - 坐高
 - 眼高
 - 頭肩點高
 - 胸身上點高
 - 乳尖高
 - 腋下前點高
 - 腋下後點高
 - 肚臍高
 - 跨下高
 - 肩高
 - 肘高
 - 臂高
 - 臂下線高
 - 腕高
 - 指尖高
 - 掌心高
 - 肩寬
 - 兩腋下前點寬
 - 兩腋下後點寬
 - 胸寬
 - 腰寬
 - 臀寬
 - 胸厚
 - 腰厚
 - 臀厚
 - 乳下點厚
 - 肩圍
 - 上胸圍

選擇性的篩選條件

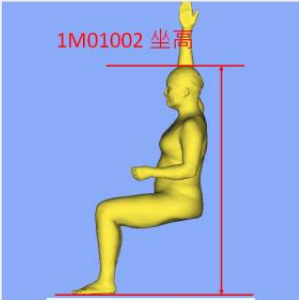
性別 女性 身高 140 ~ 190 cm 年齡 20 ~ 60 yr

體重 40 ~ 110 kg BMI 10 ~ 60 kg/m2

查詢歷程記錄

測量項目	坐高
篩選條件	性別 男性
統計結果	平均值 (mm) 1,295.05 標準差 (mm) 48.33 最大值 (mm) 1,418.10 最小值 (mm) 1,165.20 50百分位 1,299.00
測量項目	坐高
篩選條件	性別 女性
統計結果	平均值 (mm) 1,221.67 標準差 (mm) 41.22 最大值 (mm) 1,319.30 最小值 (mm) 1,071.00 50百分位 1,227.15
測量項目	坐高
統計結果	平均值 (mm) 1,258.36 標準差 (mm) 57.99 最大值 (mm) 1,418.10 最小值 (mm) 1,071.00 50百分位 1,255.85

1M01002 坐高



自訂百分位數 50

最近查詢結果

測量項目	坐高
統計結果	平均值 (mm) 1,258.36 標準差 (mm) 57.99 最大值 (mm) 1,418.10 最小值 (mm) 1,071.00 50百分位 1,255.85

Windows taskbar: 10:48 2016/11/29

圖 42 坐高尺寸值查詢示意圖

人體測量資料庫

測量項目

- 脛圍
- 上胸圍
- 胸圍
- 下胸圍
- 腰圍
- 臀圍
- 臀下線圍
- 頭圍
- 上肢
- 軀幹
- 下肢
- 剖面線
- 表面積
- 體積
 - 頭部體積
 - 頸部體積
 - 軀幹體積
 - 右上臂體積
 - 左上臂體積
 - 右下臂體積
 - 左下臂體積
 - 右手掌體積
 - 左手掌體積
 - 右大腿體積
 - 左大腿體積
 - 右小腿體積
 - 左小腿體積
 - 右腳掌體積
 - 左腳掌體積
 - 全身體積

3V005 左上臂體積

自訂百分位數 50

查詢統計數值

選擇性的篩選條件

性別 女性 身高 140 ~ 190 cm 年齡 20 ~ 60 yr

體重 40 ~ 110 kg BMI 10 ~ 60 kg/m2

查詢歷程記錄 清除

管理使用者帳號

測量項目	左上臂體積
統計結果	平均值 (cm3) 1,707.67 標準差 (cm3) 414.45 最大值 (cm3) 2,927.39 最小值 (cm3) 765.96 50百分位 1,651.34

測量項目	左上臂體積
篩選條件	性別 男性
統計結果	平均值 (cm3) 1,911.08 標準差 (cm3) 356.28 最大值 (cm3) 2,927.39 最小值 (cm3) 1,088.25 50百分位 1,871.85

測量項目	左上臂體積
篩選條件	性別 女性
統計結果	平均值 (cm3) 1,504.26 標準差 (cm3) 365.86 最大值 (cm3) 2,873.90 最小值 (cm3) 765.96 50百分位 1,430.85

最近查詢結果

測量項目	左上臂體積
篩選條件	性別 女性
統計結果	平均值 (cm3) 1,504.26 標準差 (cm3) 365.86 最大值 (cm3) 2,873.90 最小值 (cm3) 765.96 50百分位 1,430.85

Windows taskbar: 10:51 2016/11/29

圖 43 左上臂體積尺寸值查詢示意圖

第三節 推拉力實驗設計

本研究已完成推拉力實驗設計。推拉力實驗所使用的量測儀器是由本研究自行設計開發的儀器，主要分為量測機構與測力裝置兩個部份。量測機構又包括了立柱與底座兩個部份，其設計圖分別如圖 44 至圖 47 所示。立柱的主要功能是調整施力高度(如圖 44)。立柱的一個側面有定位孔，由 40cm 到 180cm 的高度間，每隔 10cm 有一個定位孔。有滑動襯套套住立柱並且可以上下滑動。襯套的一端有施力臂，施力方向導盤與施力握把。施力方向導盤(如圖 45)的功用是引導施力握把到不同的施力方向(推、拉、上提、下壓)，而施力握把(如圖 46)分別有雙手握把與單手握把兩個，同時施力臂上頭有鋼繩連結配重塊。施力握把和施力臂由荷重單元(load cell)連接。底座又可分為主要底座與擴充底座(如圖 47)。主要底座的是一個長寬為 185x75cm 的框架。立柱在長約 65cm 處與底座相接。擴充底座為長寬為 50x75cm 的框架，可與主要底座相接，使整個底座延長為長寬為 235x75cm 的框架。底座上頭放置一塊貼有止滑條的木板，其摩擦係數高於 0.5。在進行推拉力量測時，受測者站在底座的木板上頭進行推拉力的施力量測。

測力系統主要由荷重單元，訊號放大器，以及類比數位訊號轉換器(A/D converter)所組成。本研究使用美國 Futek 公司製造的 LCM300 荷重單元，其最大可量測施力值為 1,000 牛頓(約 98 公斤重)。本研究使用 2 顆的荷重單元，分別連接水平握把與施力臂，以及垂直握把與施力臂。訊號放大器與類比數位訊號轉換器則使用美商國家儀器(National Instrument)的 NI 9237 模組，其具備有接收 4 個訊號頻道的規格。測力系統整合校正的平均誤差是 1.45%， R^2 為 0.9991。

此外，為使受測者在施力時可以盡量使出最大推拉力，因此本研究有提供受測者視覺回饋的螢幕。實際量測情形如圖 48 所示

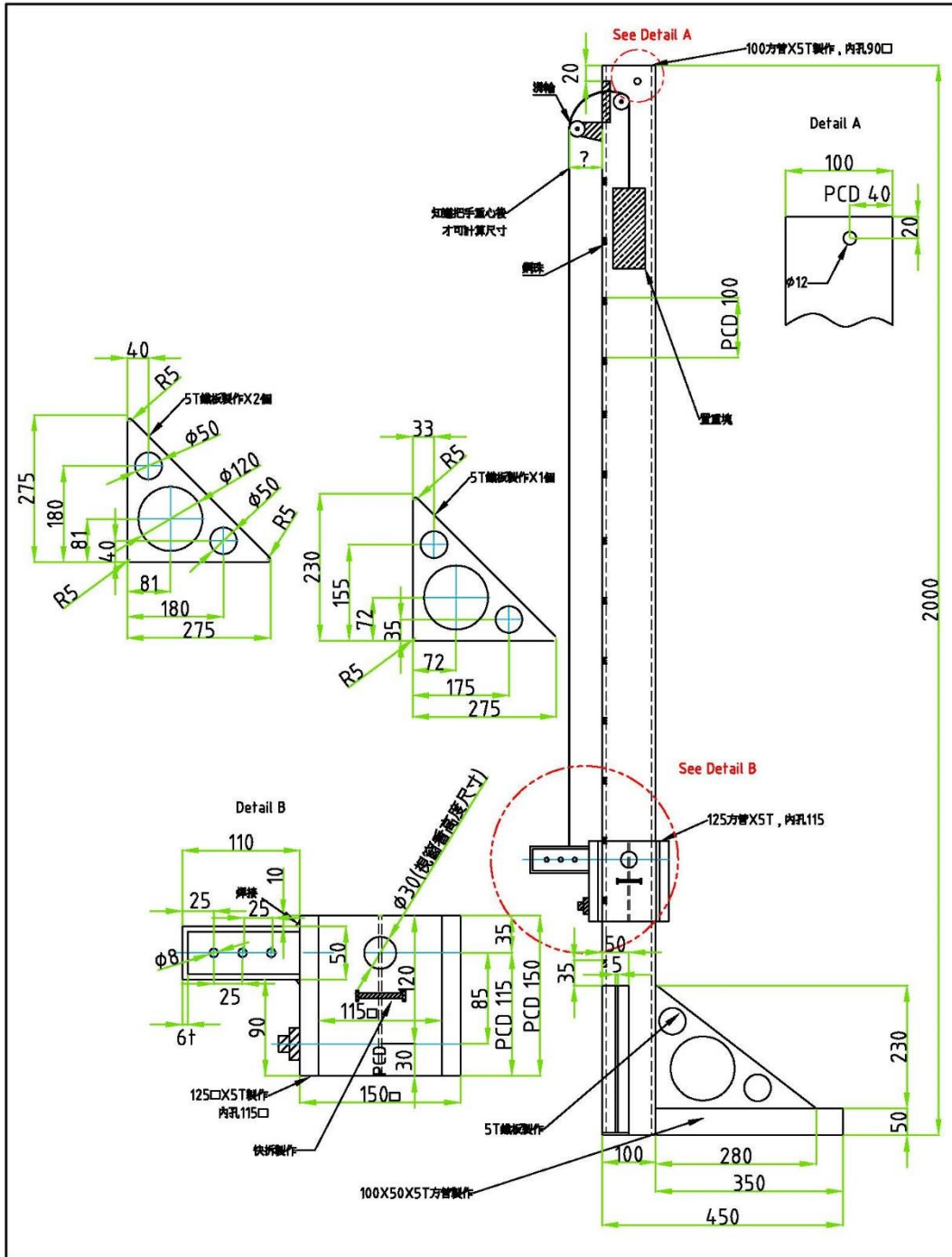


圖 44 推拉力量測儀立柱及滑動件設計圖

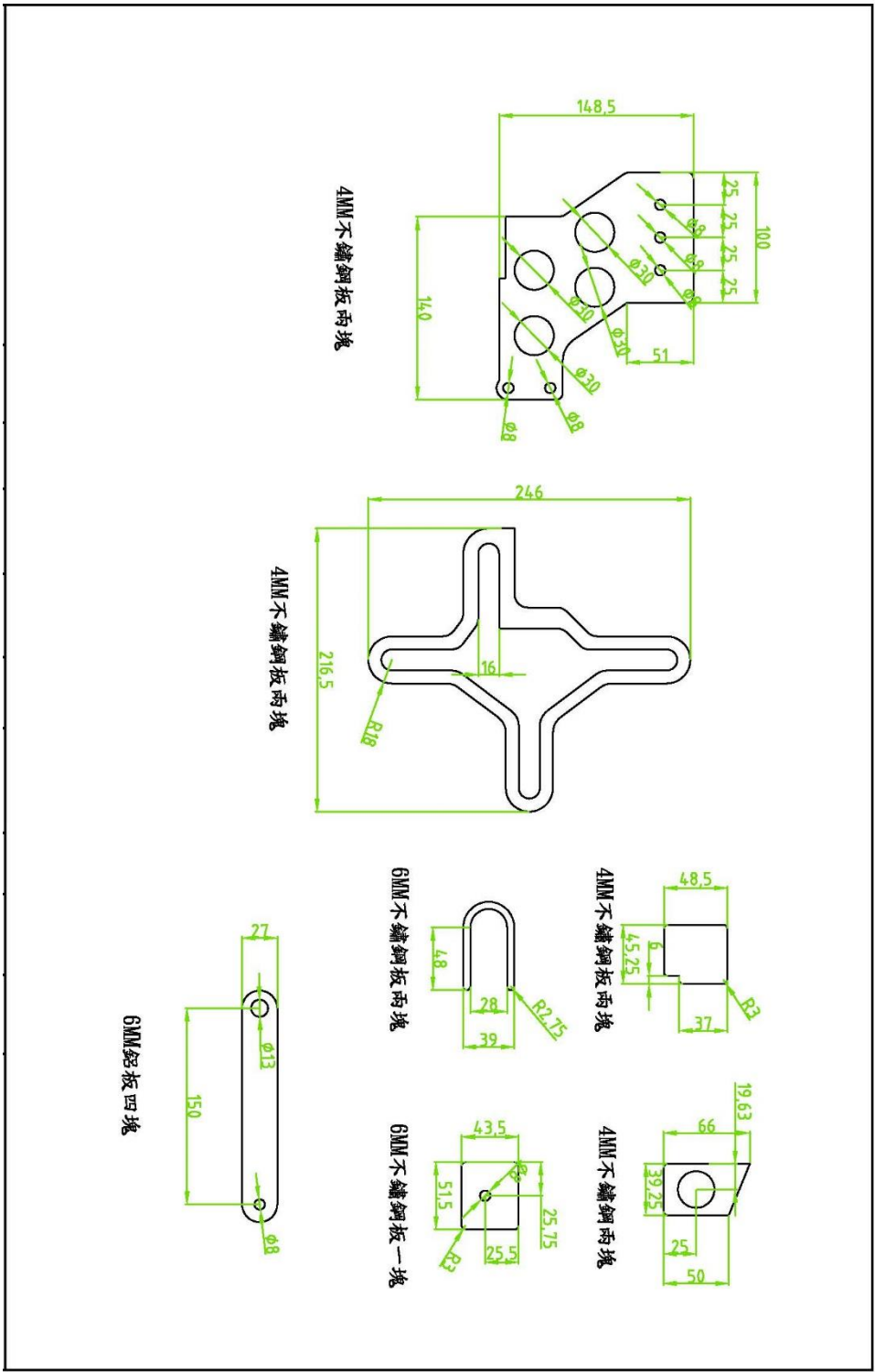


圖 45 施力方向導盤設計圖

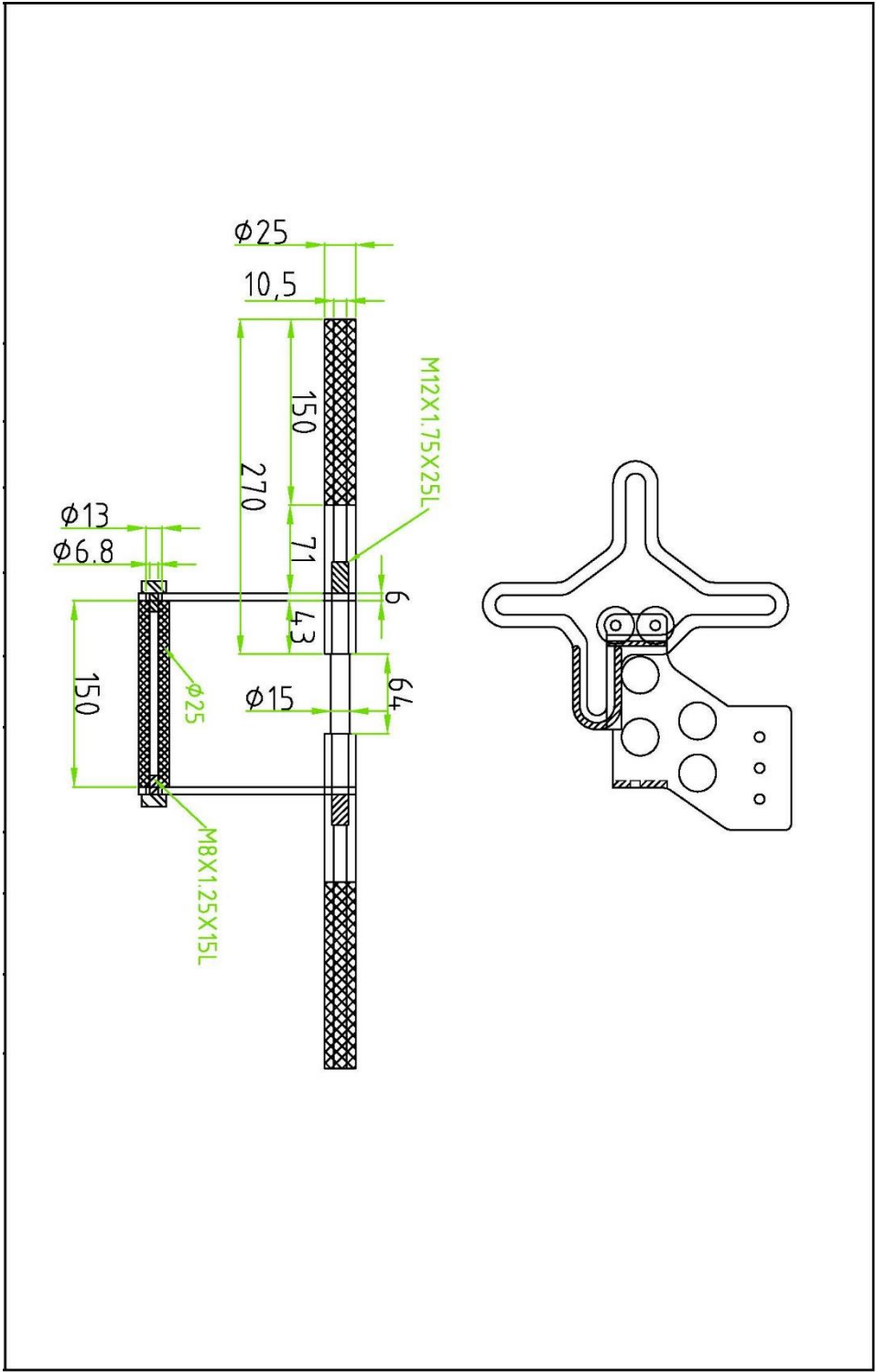


圖 46 施力握把設計圖

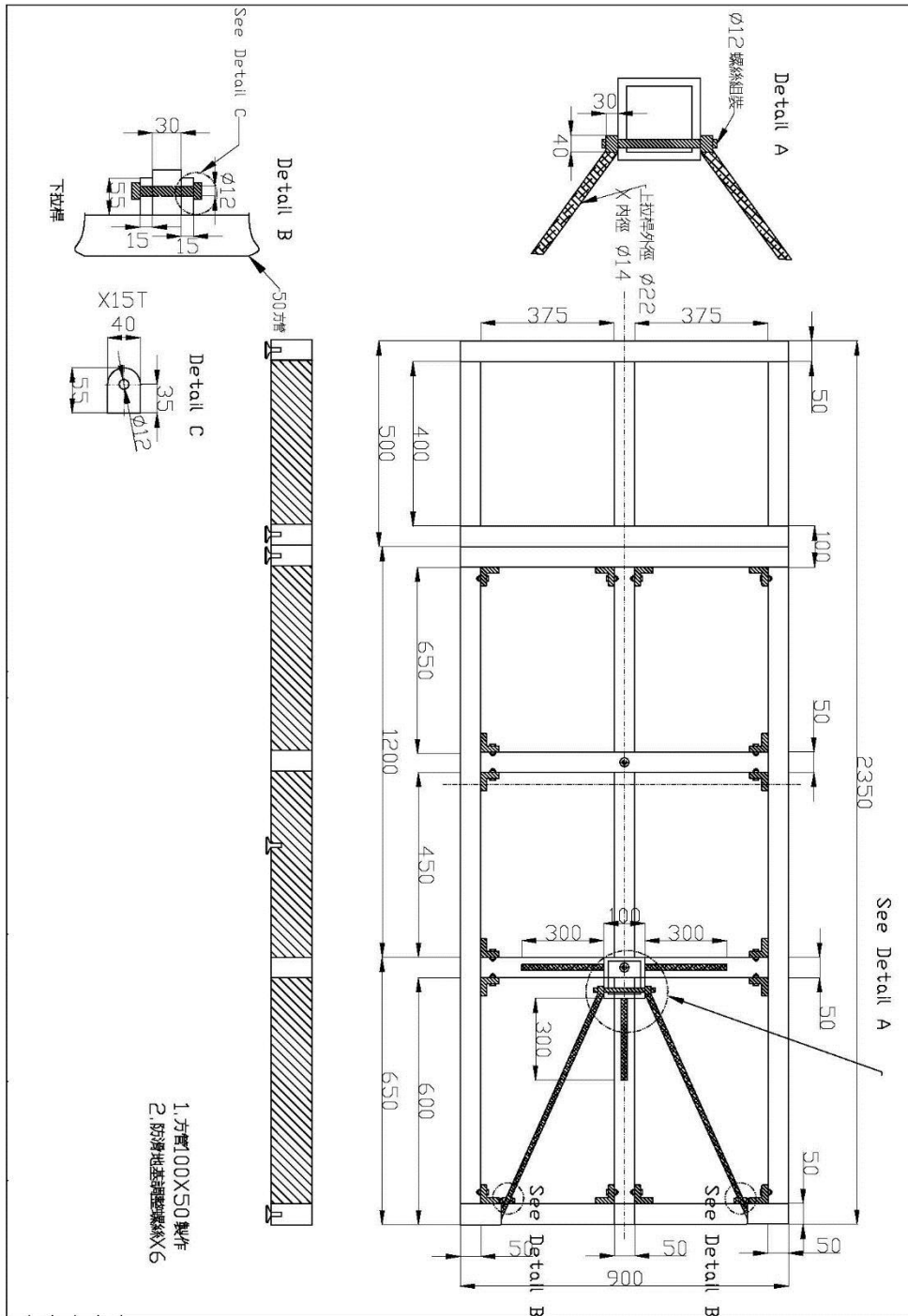


圖 47 推拉力量測儀底座設計圖



(a) 男性受測者在高度 120cm 處的雙手拉力量測



(b) 女性受測者在高度 40cm 處的雙手推力量測

圖 48 推拉力實驗情形

第四節 推拉力實驗及資料收集

本研究所量測 488 位受測者的推拉力實驗量測結果與分析如表 21 至表 25 所示。

以 5 因子 2 重覆實驗(5 factors factorial desing with 2 repetitions)來進行推拉力量測結果的變異數分析，分析結果如表 22。由表 22 中可以看出，五個主要因子—「性別」、「年齡級距」、「施力高度」、「手部姿勢」以及「施力方式」對推力及拉力都有顯著影響，部份因子間有交互作用。此外，由於在本研究所量測的 488 位受測者之中，以右手為慣用手的人數有 148 位，而以左手為慣用手的人數有 6 位。因此，若然以慣用手來分別左右手的單手施力數值而言，應可以直接將表 21 之中的右手施力值結果視為是受測者的慣用手施力結果，而將左手施力值結果視為是受測者的慣用手施力結果。上提與下壓施力的量測結果，包括以施力值的平均值、標準差、最大值以及最小值（如表 23），以及第 5 百分位數、第 50 百分位數、第 95 百分位數值表（如表 25）。以 4 因子 2 重覆性實驗(4 factors factorial desing with 2 repetitions)來進行上提與下壓力量測結果的變異數分析結果如表 25 所示。由表 25 中可以看出，四個主要因子—「性別」、「年齡級距」、「施力高度」以及「施力方式」—對上提與下壓力皆有顯著影響。「性別」-「年齡級距」以及「性別」-「施力方式」分別有交互作用，其他因子之間沒有交互作用。

就性別來說，男性的上提平均施力值(42.65 kg)大於女性上提平均施力值(22.82 kg)，女性上提平均施力值約為男性上提平均施力值的 53.51%。同時，在 40cm 時，男女性的上提平均施力值皆有最大值；男性的下壓平均施力值(35.19 kg)大於女性下壓平均施力值(22.50 kg)，女性下壓平均施力值約為男性下壓平均施力值的 63.94%。同時，在 40cm 時，男女性的下壓平均施力值皆有最大值。

表 21 推拉力量測結果 (N=488, 單位：公斤)

施力 高度	手部 姿勢	施力 方式	女性		男性		全體	
			平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差
40	右手	拉	19.2	6.9	34.6	13.6	26.9	19.2
		推	8.8	3.5	15.6	6.8	12.2	8.8
	左手	拉	18.2	6.5	32.9	12.5	25.6	18.2
		推	8.1	3.3	14.7	6.3	11.4	8.1
	雙手	拉	22.8	7.6	38.9	14.4	30.9	22.8
		推	17.2	6.1	29.2	9.4	23.2	17.2
80	右手	拉	18.8	7.0	34.7	13.2	26.8	18.8
		推	11.5	5.7	22.2	10.5	16.8	11.5
	左手	拉	17.7	6.7	33.1	12.1	25.4	17.7
		推	10.5	5.4	20.7	9.1	15.6	10.5
	雙手	拉	20.0	6.4	34.6	11.7	27.3	20.0
		推	20.5	7.4	34.7	11.5	27.6	20.5
120	右手	拉	16.3	5.5	27.3	9.2	21.8	16.3
		推	12.5	5.2	23.2	9.4	17.8	12.5
	左手	拉	15.8	5.4	26.4	8.5	21.1	15.8
		推	12.2	4.9	22.9	8.8	17.6	12.2
	雙手	拉	16.3	4.9	26.7	8.5	21.5	16.3
		推	17.1	6.6	31.7	11.7	24.4	17.1

施力 高度	手部 姿勢	施力 方式	女性				男性				全體			
			平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差				
160	右手	拉	11.7	4.6	25.0	3.4	19.5	7.2	46.3	4.4	15.6	11.7	4.6	25.0
		推	9.0	4.3	27.6	1.0	18.5	7.9	50.3	3.8	13.8	9.0	4.3	27.6
	左手	拉	10.6	4.5	22.5	1.5	18.8	7.1	46.1	6.5	14.7	10.6	4.5	22.5
		推	8.6	3.8	23.8	1.1	17.8	7.5	47.3	2.8	13.2	8.6	3.8	23.8
	雙手	拉	12.4	3.8	25.3	4.0	19.9	6.7	54.5	4.8	16.1	12.4	3.8	25.3
		推	14.5	6.8	40.1	2.6	28.6	12.3	81.2	8.3	21.5	14.5	6.8	40.1
總計			14.6	7.0	54.7	0.6	26.1	12.3	104.8	2.3	20.4	14.6	7.0	54.7

表 22 推拉力量測變異數分析結果(N=488)

來源	平方和(SS)	自由度(df)	平均平方和	F 值	顯著性 (P 值)*
性別	719,598.522	1	719,598.522	5,736.362	0.000
年齡級距	61,542.487	4	15,385.622	122.648	0.000
施力高度	174,016.724	3	58,005.575	462.398	0.000
施力手部	155,399.551	2	77,699.776	619.393	0.000
施力方式	134,725.889	1	134,725.889	1,073.983	0.000
性別*年齡級距	41,215.691	4	10,303.923	82.139	0.000
性別*施力高度	11,903.808	3	3,967.936	31.631	0.000
性別*施力手部	5,221.622	2	2,610.811	20.812	0.000
性別*施力方式	3,101.393	1	3,101.393	24.723	0.000
年齡級距*施力高度	4,801.497	12	400.125	3.190	0.000
年齡級距*施力手部	2,965.944	8	370.743	2.955	0.003
年齡級距*施力方式	1,299.290	4	324.823	2.589	0.035
施力高度*施力手部	16,255.021	6	2,709.170	21.596	0.000
施力高度*施力方式	137,624.261	3	45,874.754	365.696	0.000
施力手部*施力方式	72,363.456	2	36,181.728	288.427	0.000
性別*年齡級距*施力高度	1,158.216	12	96.518	.769	0.683
性別*年齡級距*施力手部	958.700	8	119.838	.955	0.469
性別*年齡級距*施力方式	305.219	4	76.305	.608	0.657
性別*施力高度*施力手部	651.722	6	108.620	.866	0.519
性別*施力高度*施力方式	20,944.751	3	6,981.584	55.654	0.000
性別*施力手部*施力方式	6,731.179	2	3,365.590	26.829	0.000
年齡級距*施力高度*施力手部	231.583	24	9.649	.077	1.000
年齡級距*施力高度*施力方式	7,154.246	12	596.187	4.753	0.000
年齡級距*施力手部*施力方式	2,218.246	8	277.281	2.210	0.024
施力高度*施力手部*施力方式	2,767.432	6	461.239	3.677	0.001
性別*年齡級距*施力高度*施力手部	461.577	24	19.232	.153	1.000
性別*年齡級距*施力高度*施力方式	2,552.689	12	212.724	1.696	0.061
性別*年齡級距*施力手部*施力方式	773.411	8	96.676	.771	0.629
性別*施力高度*施力手部*施力方式	101.916	6	16.986	.135	0.992
年齡級距*施力高度*施力手部*施力方式	147.827	24	6.159	.049	1.000
性別*年齡級距*施力高度*施力手部*施力方式	323.310	24	13.471	.107	1.000
誤差	1,439,106.204	11,472	125.445		

* 顯著性以底線標示在 P 值數值下

表 23 上提與下壓力量測結果 (N=488, 單位：公斤)

施力高度	施力方式	女性				男性				全體			
		平均值	標準差	最大值	最小值	平均值	標準差	最大值	最小值	平均值	標準差	最大值	最小值
40	上	23.5	8.5	74.2	7.0	43.6	18.8	100.4	11.2	33.5	17.7	100.4	7.0
	下	24.6	6.7	45.6	3.9	36.5	9.0	69.7	16.7	30.6	9.9	69.7	3.9
80	上	22.1	7.2	52.0	6.1	41.7	16.0	98.9	9.5	31.9	15.8	98.9	6.1
	下	20.4	6.2	37.2	2.7	33.9	10.3	72.6	14.2	27.1	10.9	72.6	2.7
總計		22.7	7.4	74.2	2.7	38.9	14.6	100.4	9.5	30.8	14.1	100.4	2.7

表 24 上提與下壓力量測結果—百分位數 (N=488, 單位：公斤)

施力高度 (cm)	施力方式	女性			男性			全體		
		10%tile	50%tile	90%tile	10%tile	50%tile	90%tile	10%tile	50%tile	90%tile
40	上	14.1	22.4	35.2	22.0	39.6	69.5	15.8	28.8	61.1
	下	16.1	24.1	33.9	25.0	36.0	47.7	18.8	30.0	44.3
80	上	13.5	21.6	32.4	22.4	40.2	62.7	16.3	28.4	53.7
	下	12.2	19.9	28.2	21.1	33.7	47.1	15.1	24.8	42.5

表 25 上提與下壓力量測變異數分析結果(N=488)

來源	平方和(SS)	自由度 (df)	平均平方和	F 值	顯著性 (P 值)
性別	235,061.501	1	235,061.501	999.883	0.000
年齡級距	17,976.847	4	4,494.212	19.117	0.000
施力高度	6,139.600	1	6,139.600	26.116	0.000
施力方式	13,740.089	1	13,740.089	58.446	0.000
性別*年齡級距	16,702.879	4	4,175.720	17.762	0.000
性別*施力高度	95.390	1	95.390	.406	0.524
性別*施力方式	11,409.242	1	11,409.242	48.532	0.000
年齡級距*施力高度	153.346	4	38.337	.163	0.957
年齡級距*施力方式	1,649.870	4	412.468	1.755	0.135
施力高度*施力方式	775.165	1	775.165	3.297	0.070
性別*年齡級距*施力高度	88.081	4	22.020	.094	0.984
性別*年齡級距*施力方式	1,493.510	4	373.377	1.588	0.175
性別*施力高度*施力方式	216.626	1	216.626	.921	0.337
年齡級距*施力高度*施力方 式	583.350	4	145.838	.620	0.648
性別*年齡級距*施力高度*施 力方式	215.183	4	53.796	.229	0.922
誤差	449,490.165	1,912	235.089		

* 顯著性以底線標示在 P 值數值下方

第五節 召開專家會議與座談會議

本研究到目前為止總共已完成 12 個場次的專家會議，分別是在中山醫學大學，清華大學，台北科技大學，以及台灣科技大學所舉開（參考圖 49 至圖 60）。每次的專家會議邀請 4 位專家，在這四個場次的專家會議議題分別是：「抽樣策略」、「3D 人體計測與推拉力量測實驗方法及設備整備」、「3D 人體計測程式開發與資料庫架構」以及「工作場所圖譜修改或擴充」。在專家會議中，針對本研究之研究進度、量測過程、量測結果以及未來相關應用等項目，與會專家們皆提供了許多寶貴意見與建議。這些建議都讓本研究的量測與未來應用得以修正並且更加完善。



圖 49 專家會議 I (中山醫學大學)



圖 50 專家會議 II (台北科技大學)



圖 51 專家會議 III (清華大學)



圖 52 專家會議 IV (台科大)



圖 53 專家會議 V (清華大學)



圖 54 專家會議 VI (朝陽科大)



圖 55 專家會議 VII (清華大學)



圖 56 專家會議 VIII (中山醫學大學)



圖 57 專家會議 IX (中山醫學大學)



圖 58 專家會議 X (清華大學)



圖 59 專家會議 XI (台北科技大學)



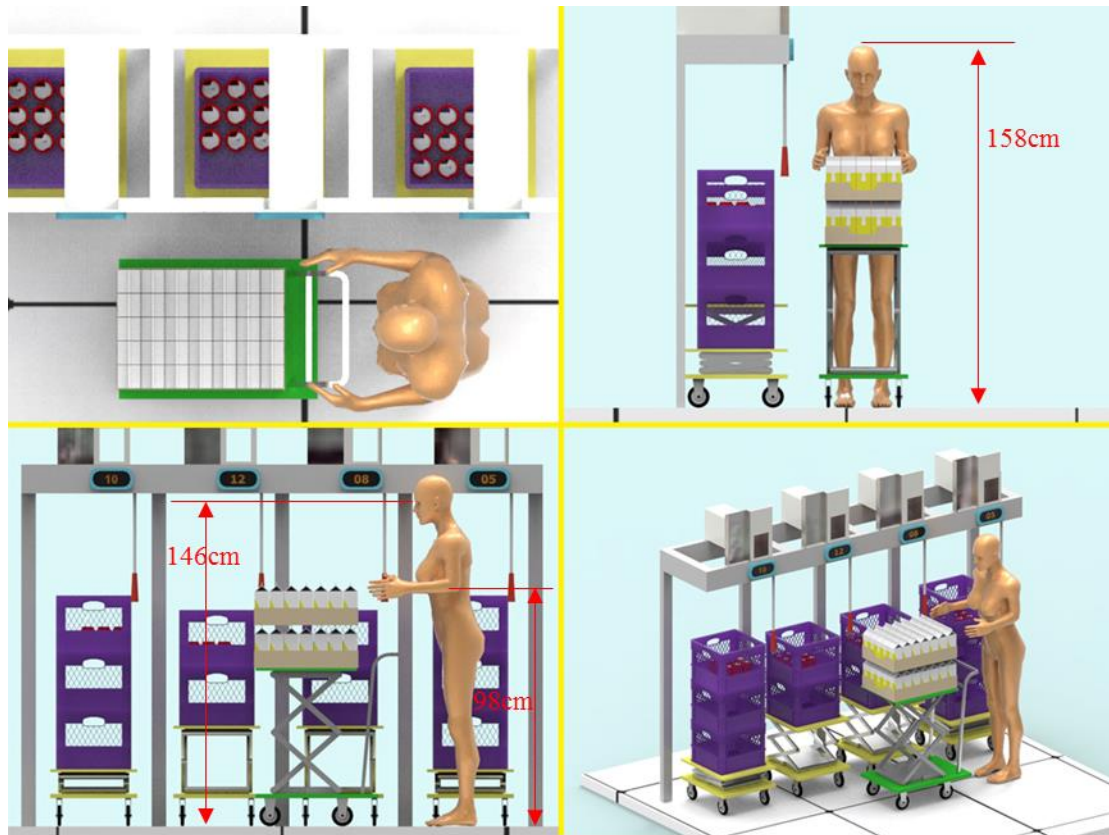
圖 60 專家會議 XII (台灣科技大學)

第六節 擴充工作場所設計圖譜資料

本研究進行工廠訪視，並且依本研究的 3D 人體計測量測的受測者尺寸值(表 18) 完成了 20 個工作場所的人因工程工作姿勢設計圖譜資料。這 20 個工作場所，如圖 61 至圖 80 所示，分別是包括了 9 個站姿作業場所（貨品配置作業、銅箔捲卸下作業、粉末抽吸作業、零件加工作業、烤漆區吊掛作業、面板檢驗作業、水泥試樣成形作業、鼻胃管印刷作業、物流業出貨作業），5 個高坐姿作業（鋼捲檢驗作業、薄片進料檢驗作業、吊車操作作業、鐵條變形加工作業、油漆裝桶作業），4 個坐姿作業（LED 顆粒中切作業、連桿研磨作業、中控室監控作業、壓模區顯微鏡作業），以 2 個其他姿勢作業（銅箔捲安裝作業、熟料取樣作業）。

每幅人因工程工作姿勢圖譜的頁面主要分為三個區域，分別是作業名稱區、圖示尺寸區以及作業說明區。作業名稱區主要包含了圖譜編號、作業名稱以及作業員性別等資訊。圖示尺寸區主要是透過四種視圖來呈現此作業的人機關係，以及相關重要尺寸的標示，這四種視圖包括了上視圖、側視圖、前/後視圖以及透視圖。作業說明區是以文字來說明這個作業的主要內容、作業員特性以及相關人體計測尺寸與機台設備的建議值。期使未來的使用者可以透過這些方式將圖譜內容應用在相類似工作場所的改善。

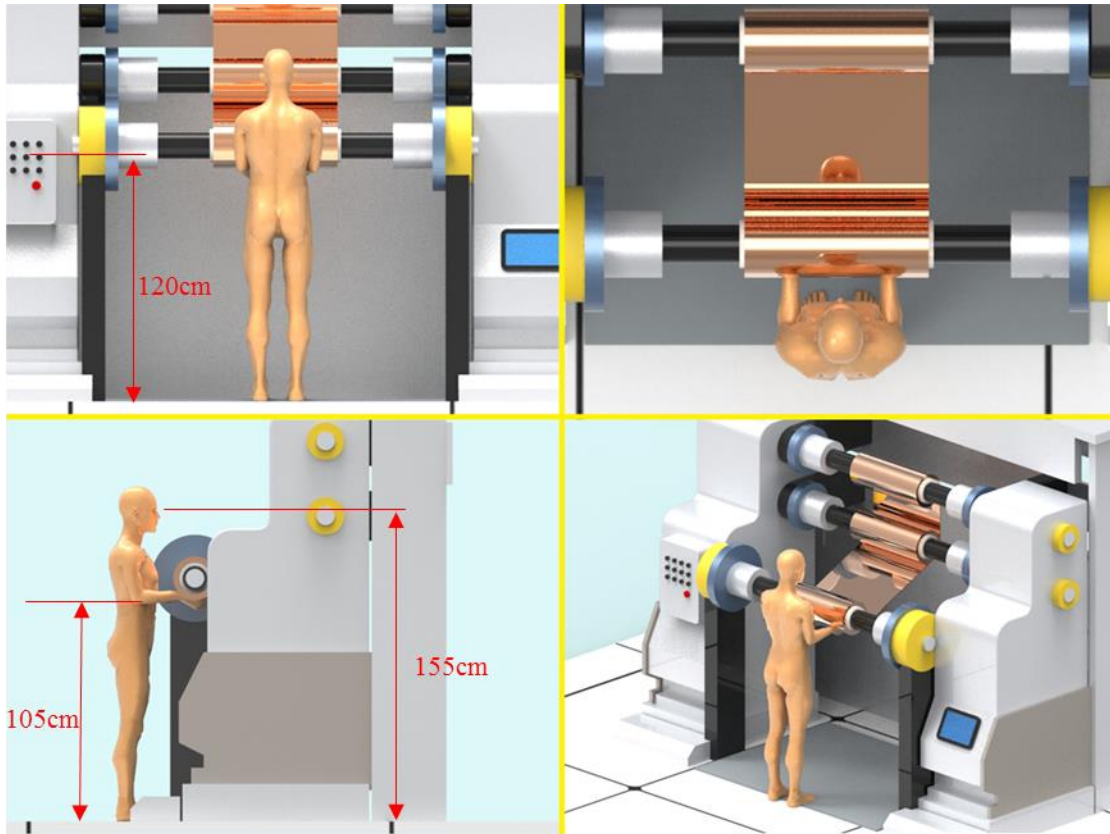
1-A1 貨品配置作業/女



貨品配置作業，是主要的作業內容是將各種商品依據各銷貨端所需的不同種類與數量來進行配貨。配貨作業員需以推車將貨品推至不同櫃位，再配置貨品。每次配貨時，作業員需依顯示器上的數字進行配貨，結束都必須拉握確認把手來進行確認，故主要機能姿勢為站姿。這個作業的設計重點在於顯示器高度，確認握把高度，以及推車貨品高度。作業員主要為女性。此時，身高約為 158cm，眼高為 146cm，肘高為 98cm。以眼高而言，顯示器高度以 146cm 為宜，然而為同時顧及每個櫃位所能容納的貨品數量，顯示器高度也要相對應的提高，因此顯示器高度以 146~160cm 為合理範圍。確認握把高度以 98cm~105cm 為合理範圍。推車上的貨品高度以 98cm 為宜。

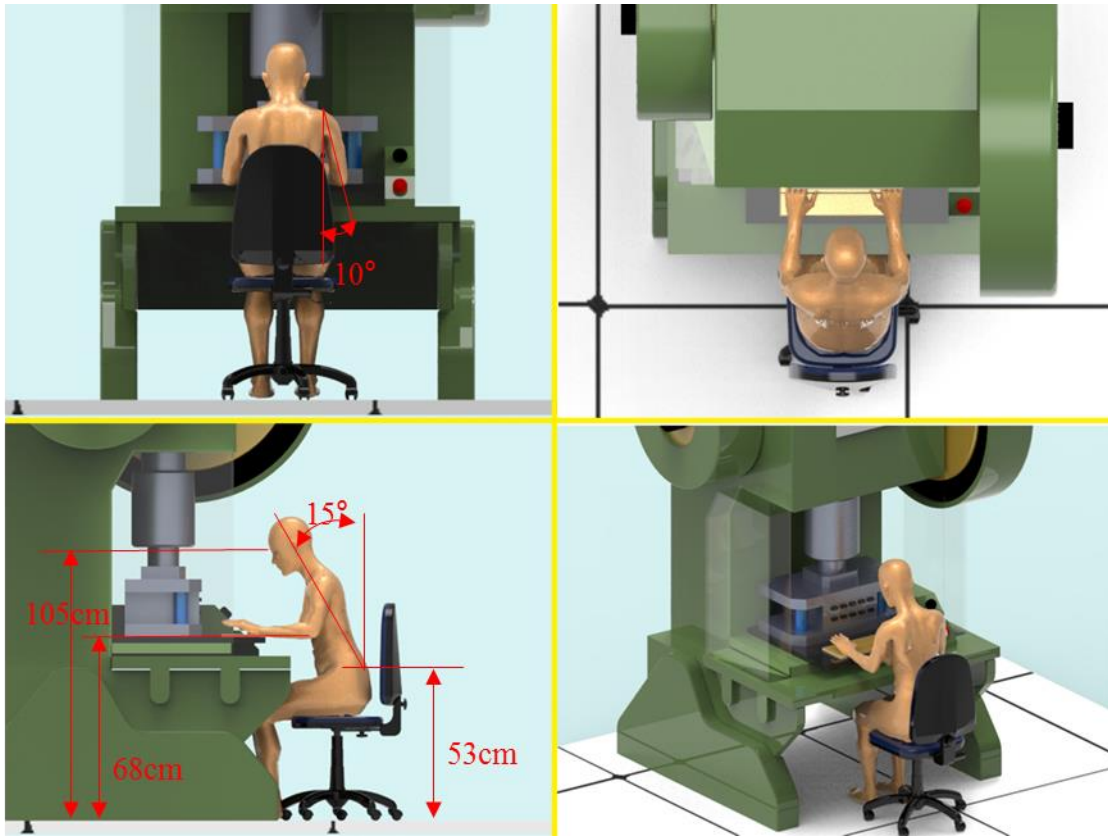
圖 61 人因工程工作姿勢圖譜－貨品配置作業

1-A2 銅箔捲卸下作業/男



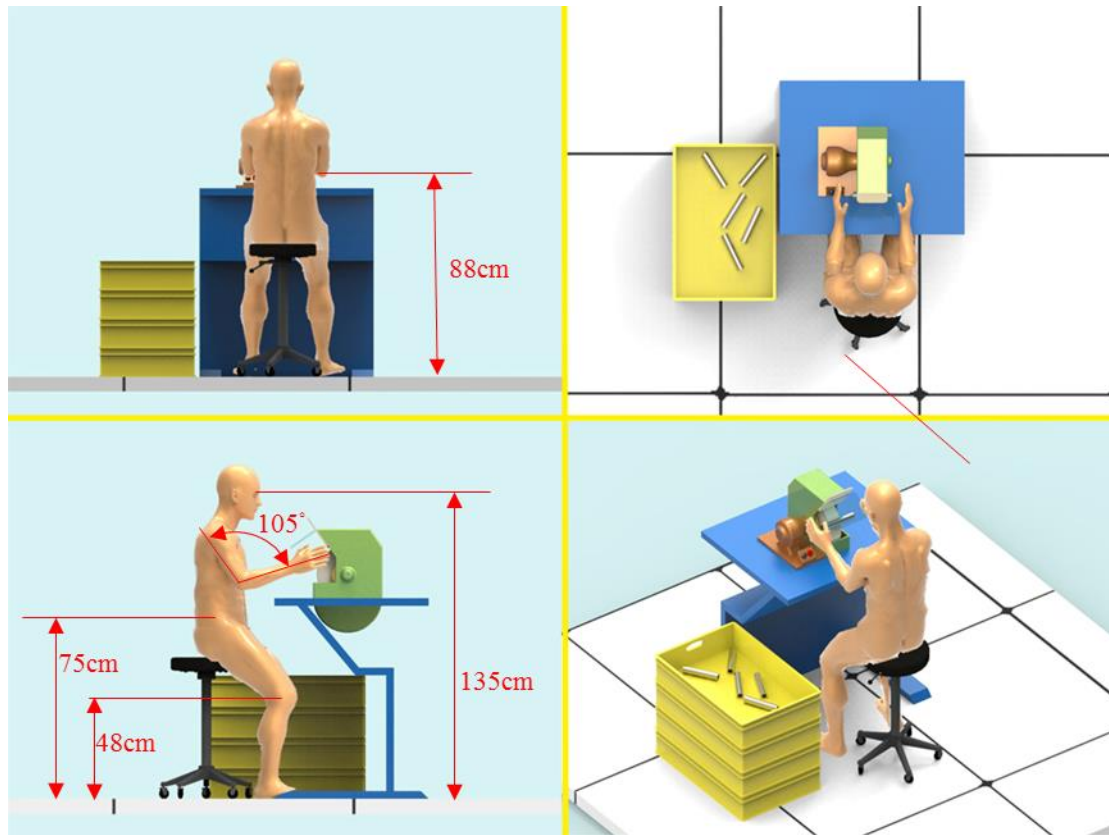
銅箔捲卸下作業，是將塗佈機捲取完成後的銅箔捲由機台卸下的作業。這個作業的設計重點在於控制面板與銅箔捲軸下緣的高度。搬運重約 42kg 的銅箔捲為粗重作業，作業員以男性為主。機能姿勢以採站姿，上臂自然下垂，因此眼高約在 155cm 處，而肘高約 105cm 處。因此，控制面板中心高度應以 145cm 較為適合，而銅箔捲軸下緣的高度為 105cm。

圖 62 人因工程工作姿勢圖譜－銅箔捲卸下作業



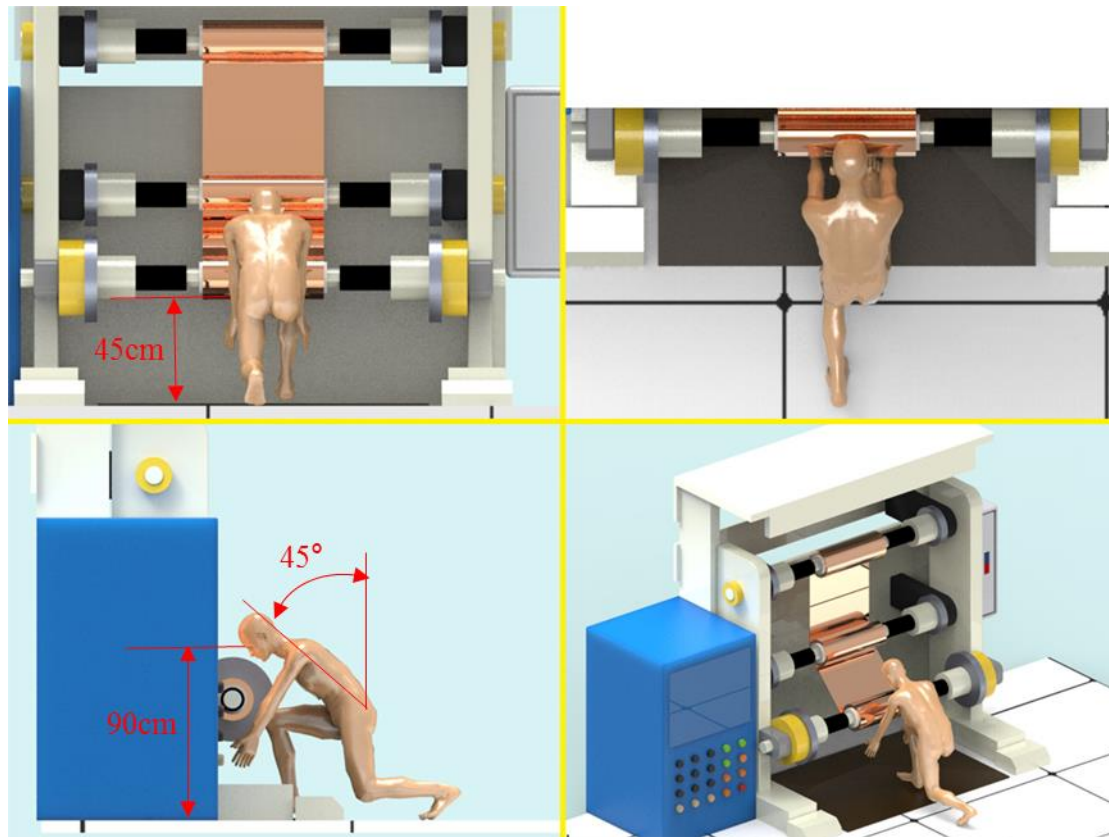
LED 顆粒中切作業，是作業員以坐姿方式用小型沖床將 LED 由支架上切除為顆粒。這個作業的設計重點在於沖床模具底座，支架片，以及沖床下方的空間高度。此作業以女性為主。機能姿勢是坐姿，上身前傾約 15 度°，此時眼高約 105cm，而雙手張開約 10°，上臂自然下垂，前臂水平，因此手肘高度約為 68cm，坐姿的腰高約 53cm。因此沖床模具底座高約在 85~95cm 之間是合理範圍，而下方空間高度則最少需要 53cm 為宜。

圖 63 人因工程工作姿勢圖譜—LED 顆粒中切作業



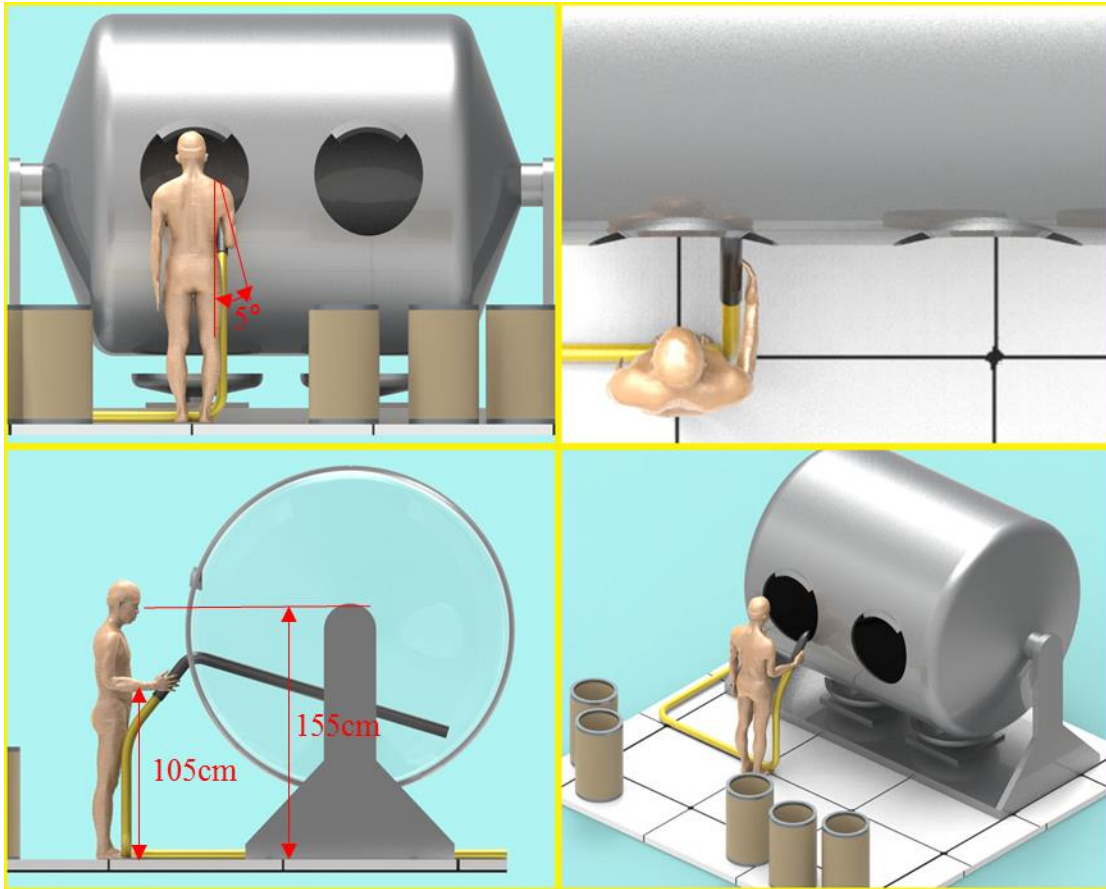
連桿研磨作業，主要是作業員採取高坐姿進行研磨，研磨後需要以目視來檢驗研磨情形。這個作業的設計重點在於研磨平台與平台下方的高度。作業員以男性為主。此作業的機能姿勢是高坐姿，眼高約 135cm，腰高約為 75cm，膝蓋高約為 48cm。作業員雙手張開約 10°，上臂屈曲約 15°，前臂屈曲約 105°。此時，肘高約 88cm。因此，研磨平台高度以 88~105cm 之間為合理範圍。平台下方的高度則約需 75cm，可以容納作業員腿部為主。

圖 64 人因工程工作姿勢圖譜－連桿研磨作業



銅箔捲安裝作業，是將機台捲取所需的銅箔捲軸安裝至機台的作業。這個作業的設計重點在於控制面板與銅箔捲軸下緣的高度。空心銅箔捲軸的重量約10kg，因此作業員以男性為主。由於廠房限制的關係，作業員無法採行站姿或坐姿來進行作業。此作業之機能姿勢建議以接近坐姿的低高坐姿為主。作業員上身前傾約 45° ，上臂前伸與上半身夾角約為 90° ，此時，眼高約為90cm，而肘高約50cm。因此，銅箔捲軸下緣約在45~50cm為合理範圍，而控制面板中心高約在90cm~100cm的範圍內。

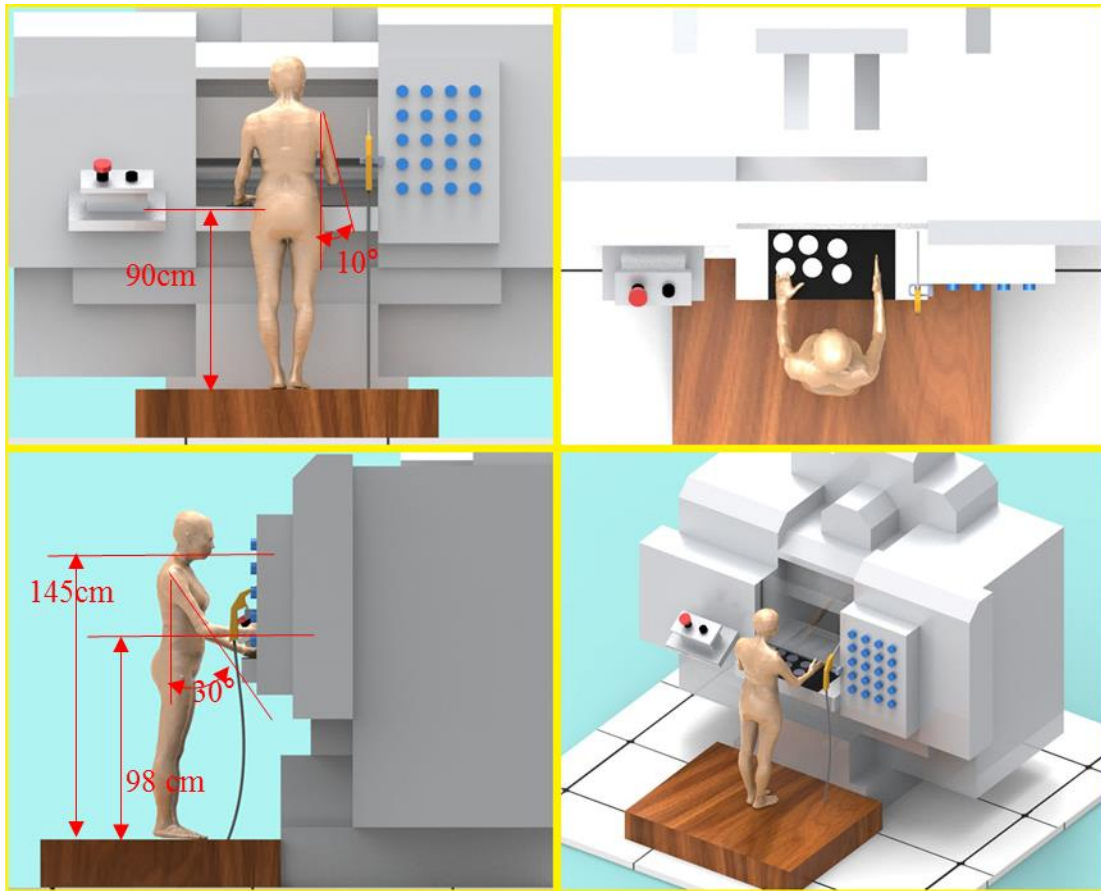
圖 65 人因工程工作姿勢圖譜－銅箔捲安裝作業



粉末抽吸作業的主要工作是將包裝後儲料桶殘餘的粉末用抽料管吸乾淨以利下一次使用。作業員手持前端吸管長約 150 公分、握把約 20 公分的抽料管，站在直徑約 150 公分的儲料桶旁，將抽料管從側面離地高度約 110 公分、直徑 53 公分的圓孔中插入儲料桶，並側身觀察除料桶內粉末殘餘狀況。

此作業以男性作業員為主。機能姿勢是自然站姿。此時眼高約 155cm，上臂自然下垂，而握持吸管前端之手肘與身體間張開約 5°，前臂水平，因此手肘高度約為 105cm。

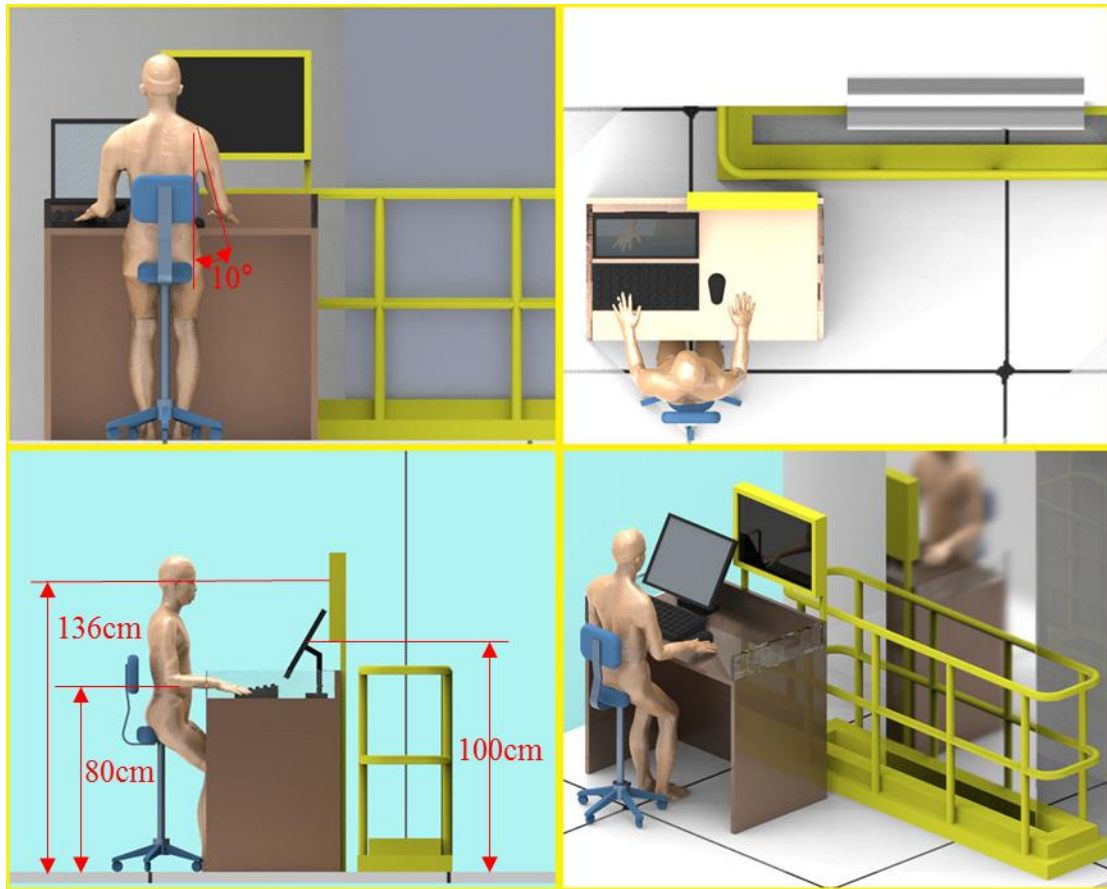
圖 66 因工程工作姿勢圖譜－粉末抽吸作業



零件加工作業，是作業員以站姿方式來操作 CNC 機台，用以加工小型圓型零件，並在加工後，使用空氣槍將零件表面之油水清除。這個作業的設計重點在於 CNC 機台的工作台平面高度，以及空氣槍的擺放高度。

此作業以女性為主。機能姿勢為站姿。作業時，雙手張開約 10° ，前臂水平，此時手肘高度（距離腳墊）約為 98cm，因此空氣槍握把高度約為 98cm。同時，考慮零件的高度約為 8cm，因，機台工作台平面高度約為 90cm 為宜。

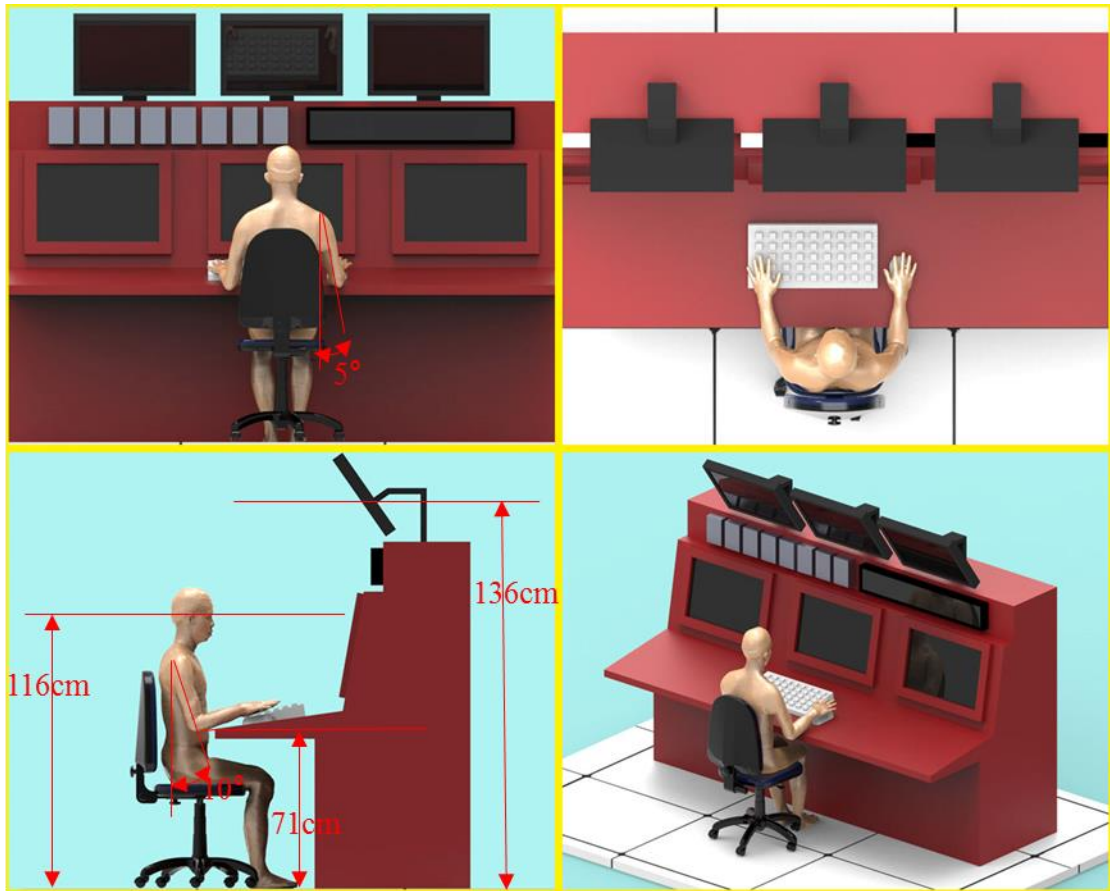
圖 67 人因工程工作姿勢圖譜－零件加工作業



此作業是作業人員檢查鋼捲片表面瑕疵的作業。作業員主要工作是目視檢查鋼捲片表面瑕疵，並同時監控螢幕畫面的數值。此工作主要設計重點在於工作姿勢，工作桌面高度，以及畫面高度。

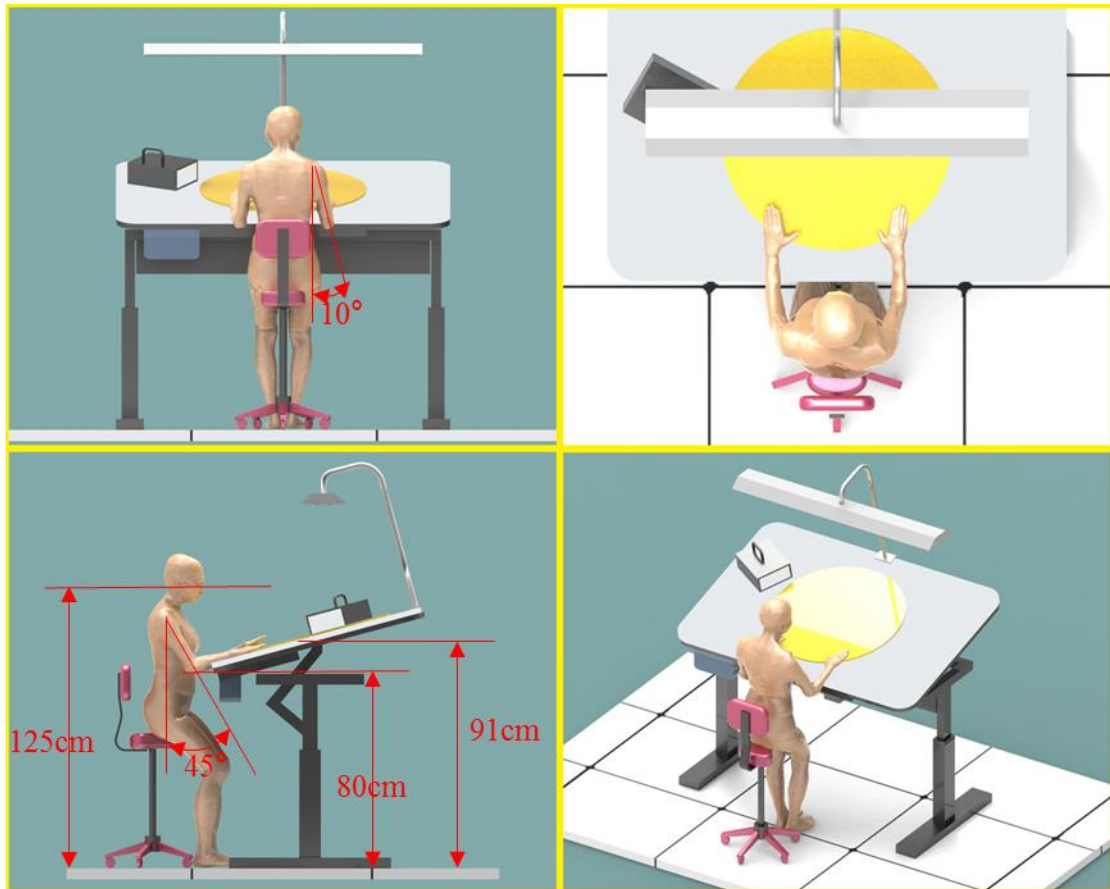
作業員為男性作業員，作業姿勢為高坐姿。作業員上臂自然下垂，張開約為 10° 。作業員前方有工作桌，工作桌桌面高度以此時高坐姿之肘高約 81cm 為宜。工作桌桌面有兩個主要的觀測畫面(螢幕)，較低之畫面中心高度約為 100cm 高，而男性作業員高坐姿之眼高約為 136cm ，因此較高之畫面中心位置約為 136cm 為宜。

圖 68 人因工程工作姿勢圖譜－鋼捲檢驗作業



此作業是作業人員在中控室的監控作業，因此主要設計重點在於工作桌面，以及監控畫面位置。作業員為男性作業員，工作姿勢以坐姿為主。作業員前方有工作桌，作業員之手肘往前張開約 10° ，側開約 5° ，此時工作桌的高度以坐姿肘高而言，約在 71cm 左右為宜。同時，坐姿眼高約為 116cm ，因此作業員前上方之觀測畫面（螢幕）中心位置以 136cm 高為宜。同時，需額外考量的是，工作桌面底下之空間，需有足夠作業員下肢放置的餘裕空間。

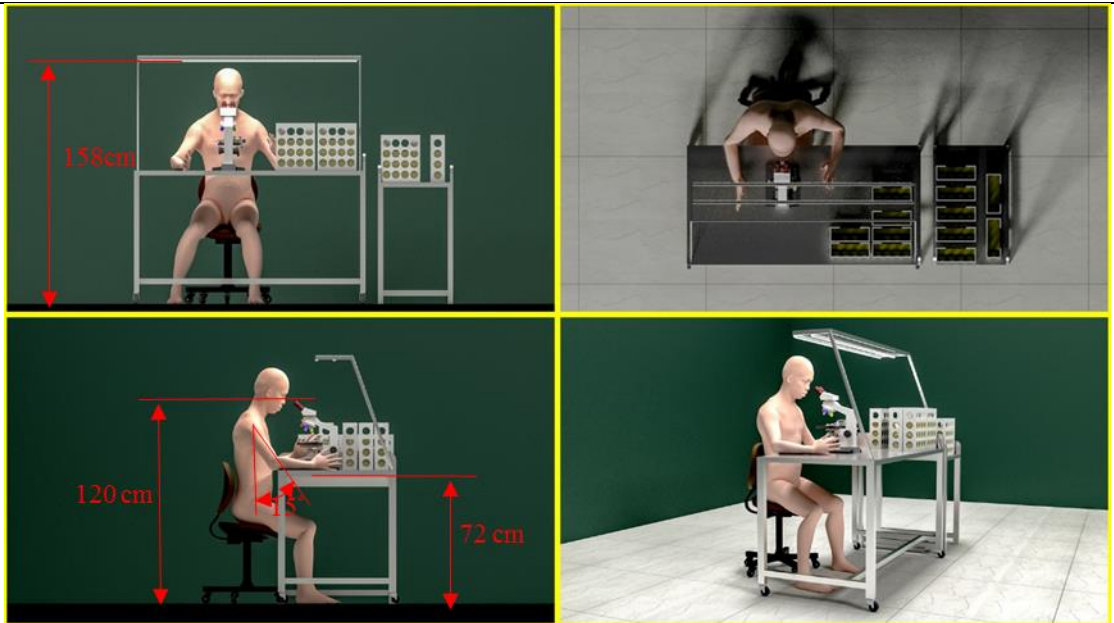
圖 69 人因工程工作姿勢圖譜－中控室監控作業



此作業是作業人員透過輔助光源來檢查零件 pad 表面或邊緣是否有灰塵附著或損壞。pad 是片圓形的薄片，其直徑 77cm，重量為 1kg。此作業的設計重點在於工作桌高度，輔助光源位置，以及工作姿勢。

作業員為女性作業員，作業姿勢為高坐姿。作業員上臂前伸約為 45°，張開約為 10°。作業員前方有工作桌，工作桌桌面邊緣的最低高度以此時高坐姿的肘高為 (80cm) 為宜。高坐姿眼高約為 125cm，因此 pad 擺放在工作桌時，pad 中心位置高度約為 91cm。同時，工作桌面可以有一由裡而外照射之光源，可協助作業員觀察 pad 之裂縫。

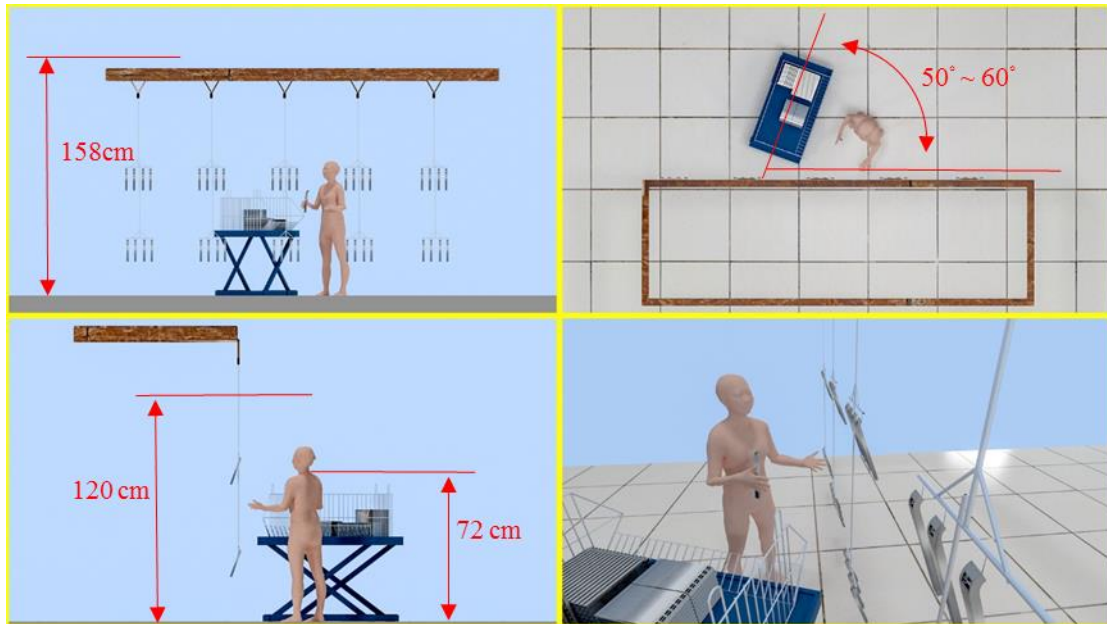
圖 70 人因工程工作姿勢圖譜－薄片進料檢驗作業



壓模區顯微鏡作業，主要的作業內容是作業員採用坐姿並使用顯微鏡檢查在製品。因此主要設計重點在於顯微鏡目鏡高度，桌面高度以及輔助光源高度位置。

作業員主要為男性，平均身高約為 170cm，坐姿頭頂高度約為 130cm，坐姿眼高約為 120cm，坐姿肘高約為 67cm。作業員前方有工作桌，作業員之手肘往前張開約 10° ，側開約 5° ，此時工作桌的高度以坐姿肘高而言，約在 72cm 左右為宜。以坐姿眼高而言，顯微鏡目鏡高度在 120cm 為宜。以坐姿頭頂高度為 130cm 而言，輔助光源高度約在 140cm 為宜。

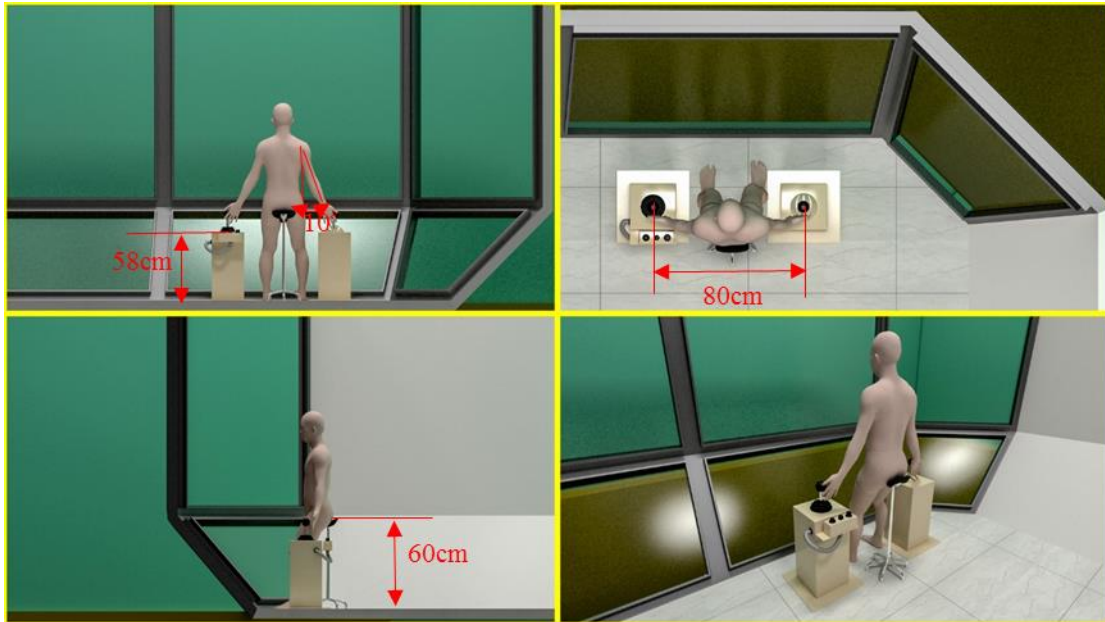
圖 71 人因工程工作姿勢圖譜－壓模區顯微鏡作業



烤漆區吊掛作業，主要的作業內容是作業員將零組件由暫存架上頭拿起，並掛到懸吊式輸送帶的上層支架，由懸吊式輸送帶將零件送到下一站進行烤漆。作業員採用站姿工作，因此主要設計重點在於暫存架與懸吊式輸送帶的夾角，以及上層支架的高度。

作業員主要為女性，平均身高約為 158cm，立姿肩高約為 127cm，立姿肘高約為 97cm。原則上，上層支架的高度約在 97cm 左右為最佳高度位置，然此作業之懸吊式輸送帶尚有下層支架，故需提高上層支架至約 127cm 左右才能同時符合要求。此外，為使作業員拿取零件吊掛時，不會有扭腰的動作出現，因此零件的暫存架與懸吊式輸送帶之間的夾角約在 50°~60°之間為宜。

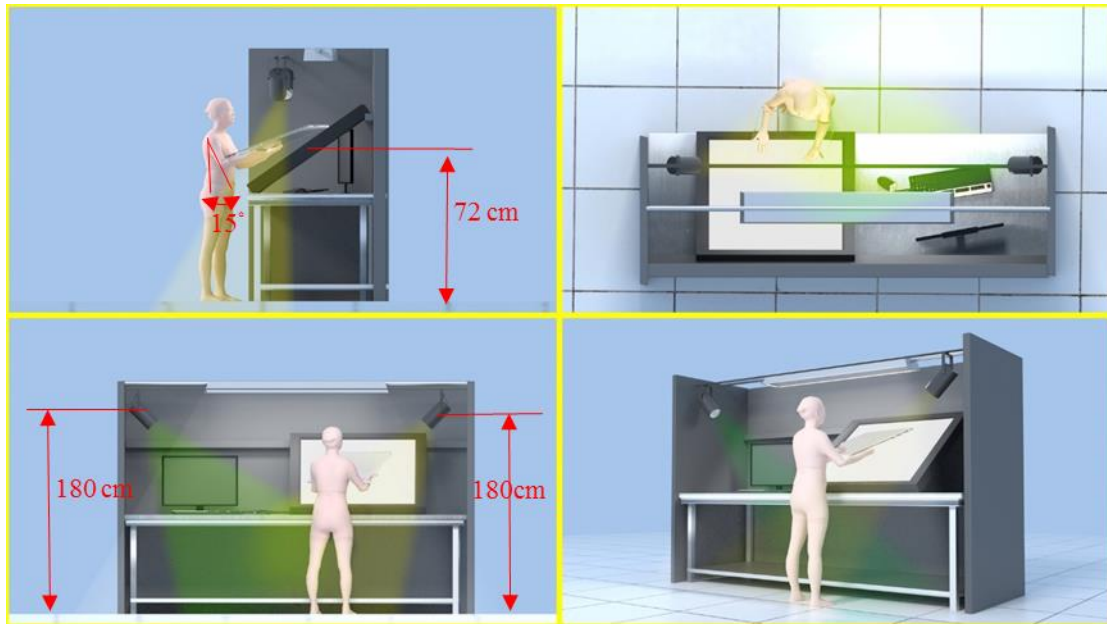
圖 72 人因工程工作姿勢圖譜－烤漆區吊掛作業



吊車操作作業，主要的作業內容是作業員採用高坐姿來操作吊車夾頭位置。吊車夾頭的控制器在作業員兩側。同時，隨著吊車的夾頭位置不同，作業員會變動上半身姿勢，使自己可以透過前方的玻璃窗直接看到吊車夾頭。因此，主要設計重點在於高坐姿椅高度，以及控制器的高度與寬度位置。

作業員主要為男性，平均身高約為 170cm，握拳掌心高約為 78cm，肩寬約為 58cm。作業員採高坐姿進行作業，作業員之手肘側開約 10°。此時高坐姿椅高度約為 60cm，兩側控制器的高度約為 58cm，而控制器寬度約為 80cm。

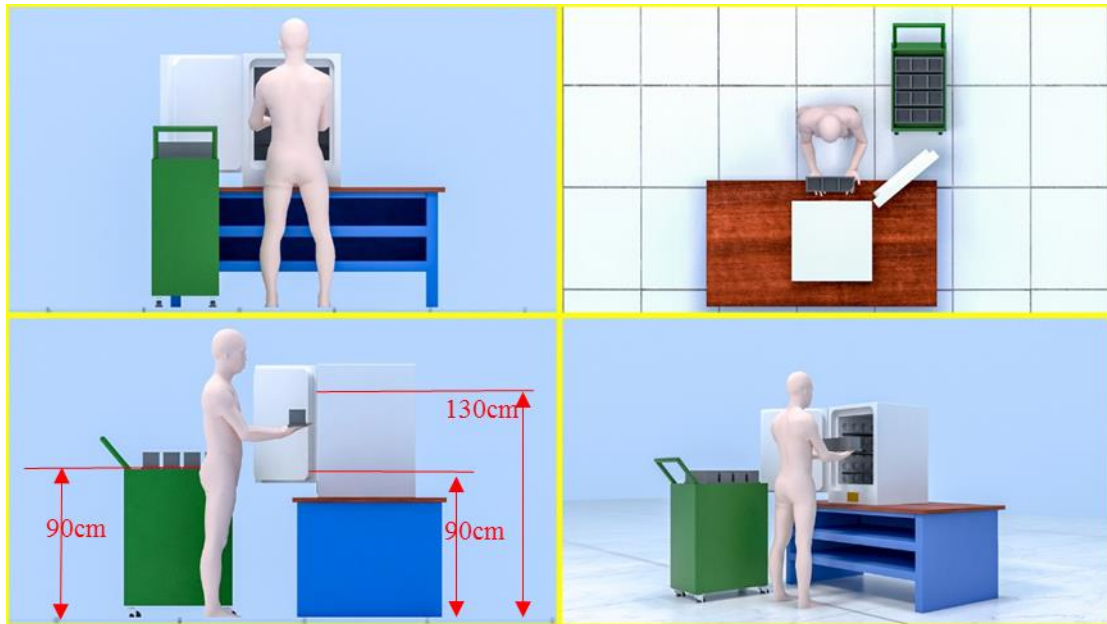
圖 73 人因工程工作姿勢圖譜－吊車操作作業



面板檢驗作業，主要的作業內容是將面板半成品從保麗龍儲存箱中取出，在作業區分別利用黃色與綠色光源做檢查，並且記錄檢查的結果。作業員採用站姿作業，並使用雙手將面板翻轉成不同角度來檢驗，因此主要設計重點在於顯工作桌面高度，黃色光源高度，以及綠色光源高度。

作業員主要為女性，平均身高約為 158cm，立姿肘高約為 97cm。作業員前方有工作桌，作業員之手肘往前張開約 5°，側開約 15°，此時工作桌上放置面板的斜面中心處之高度，約在高 110cm 為宜。此外，黃色和綠色光源的高度以 180cm 為宜。

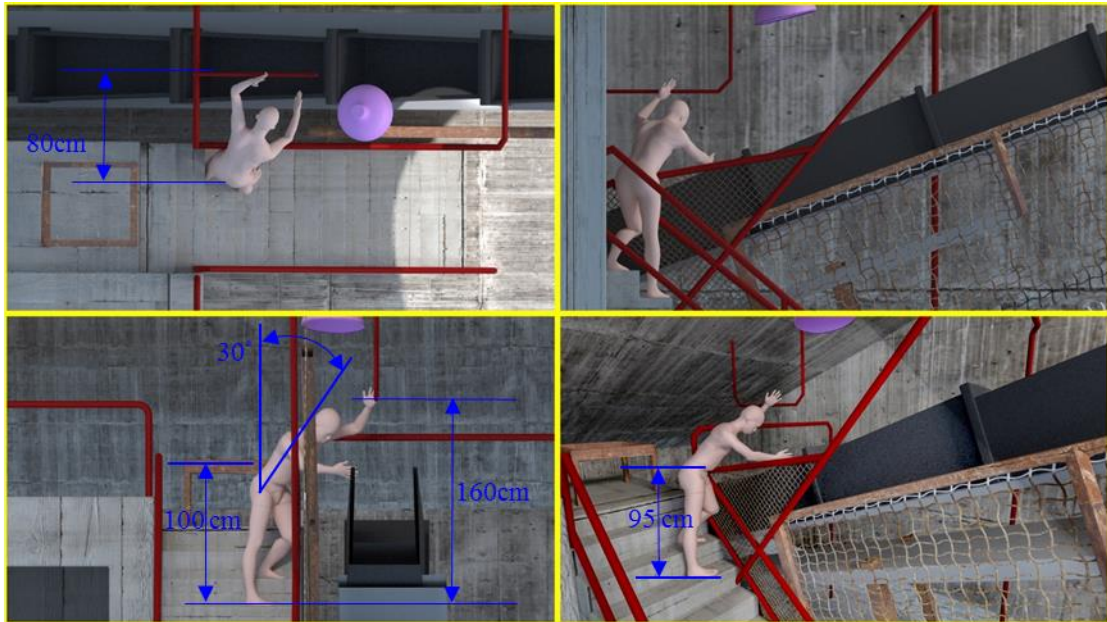
圖 74 人因工程工作姿勢圖譜－面板檢驗作業



水泥試樣成形作業，主要的作業內容是作業員主要是將已充填在模具內的水泥試驗樣本放到烤箱內進烘烤乾燥，再取出水泥試樣，並放到推車上。待水泥試樣冷卻後，將之運送到下個作業站。作業員主要採用站姿工作，因此主要設計考慮的重點是模具烤箱高度，以及試樣推車高度。

作業員主要為男性，平均身高約為 170cm，肩高約為 140cm，肘高約為 105cm，而握拳掌心高約為 78cm。作業員前方有工作桌，上方有烤箱，烤箱內可放置水泥試樣的階層高度約在 90cm~130cm 為宜，而放置水泥試樣的推車高度以 90cm 為宜。

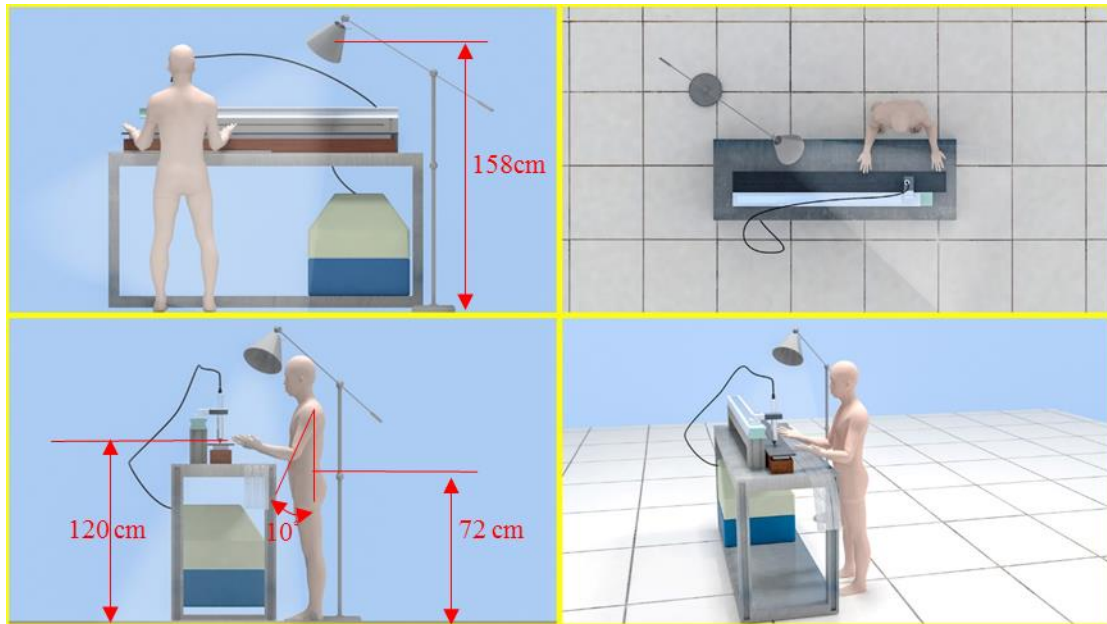
圖 75 人因工程工作姿勢圖譜－水泥試樣成形作業



熟料取樣作業，主要的作業內容是作業人員針對水泥熟料取樣，過篩，以及稱重，藉以了解熟料在燒製過程中的粒徑大小與密度是否有達到目標值。作業員手持小鏟子，由右方熟料輸送帶處進行取料後，而熟料仍處於高溫的狀態，熟料輸送帶與作業人員之間隔有一層防護欄網。取料後，將熟料放置到階梯末端的篩子進行過篩和稱重。最後，再將熟料倒回輸送帶處。作業員採用站姿，但姿勢變化多樣，因此主要設計重點在於篩子桌面高度，防護欄網高度，以及輸送帶上方的姿勢維持橫桿高度與位置。

作業員主要為男性，平均身高約為 170cm，肘高約為 105cm，手長約為 72cm。作業員取熟料時，身體前彎約 30°，左手前伸握住輸送帶上方的姿勢維持橫桿。以作業員腳部所踩之階梯為地面起算高度，此時篩子桌面高度約 100cm，防護欄網高度約為 95cm，姿勢維持橫桿高度約為 160cm，以及姿勢維持橫桿與作業員之間的水平距離約 80cm。

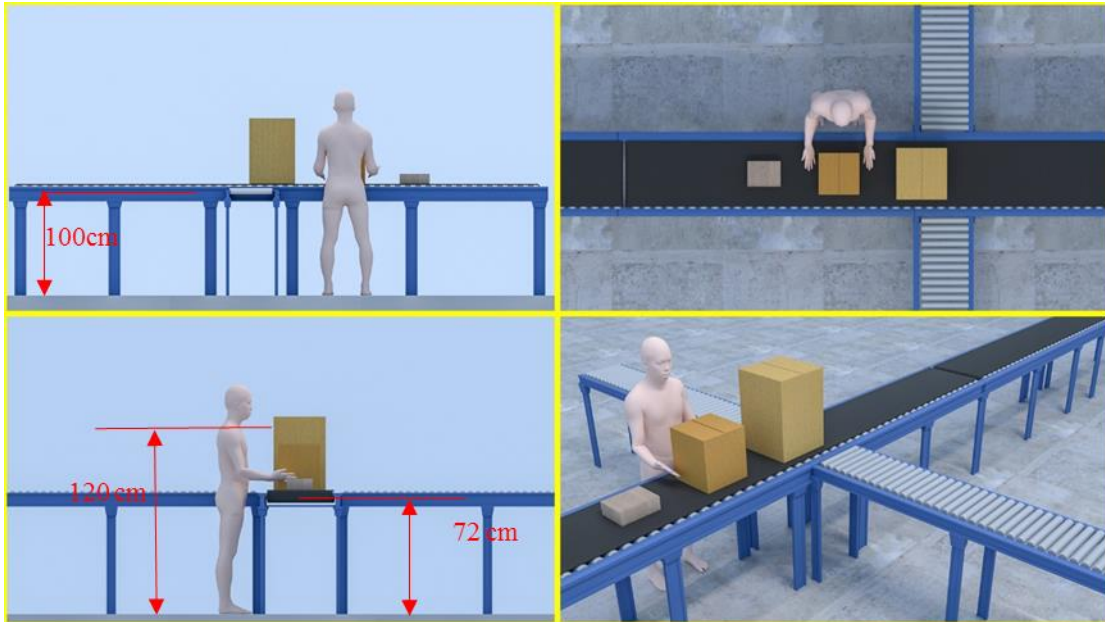
圖 76 人因工程工作姿勢圖譜－熟料取樣作業



鼻胃管印刷作業，主要的作業內容是作業人員將鼻胃管放置到桌面的置具。作業員將鼻胃管放進置具定位後，將印刷頭下壓並在置具上滑過，同時將刻度印刷在鼻胃管表面。過程中，作業員必須經常以視覺確認印刷結果，因此有輔助光源的設置。作業員採用站姿，因此主要設計重點在桌面置具高度，以及輔助光源高度位置。

作業員主要為男性，平均身高約為 170cm，立姿眼高為 157cm，肘高約為 105cm。作業員前方有工作桌，作業員之手肘往前張開約 10°，此時工作桌上的鼻胃管置具的高度以 120cm 為宜。輔助光源高度約在 190cm 為宜。

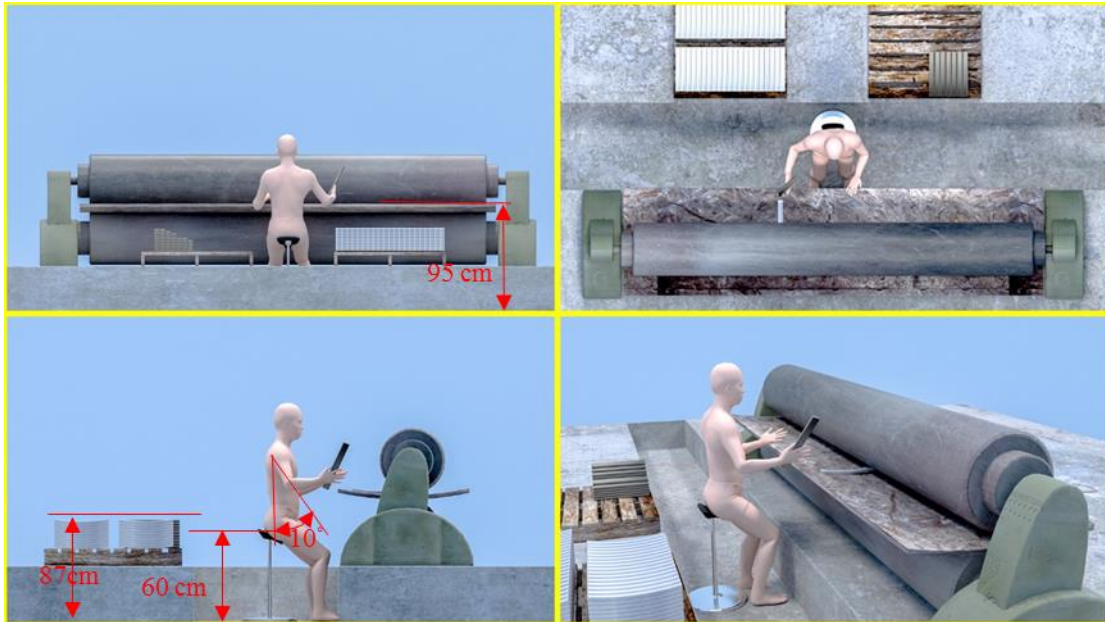
圖 77 人因工程工作姿勢圖譜－鼻胃管印刷作業



物流業出貨作業，主要的作業內容是作業員使用輸送帶來輸送貨品，作業人員會使用手持式條碼掃描器來掃描貨品，並根據貨品上的編號，將貨品從輸送帶上推至到滑輪，並且再藉由滑輪將貨品推至到指定運送的貨車上。

作業員主要為男性，平均身高約為 170cm，立姿眼高為 157cm，肩高約為 140cm，肘高約為 105cm。因此，貨品高度約在 105cm~135cm 為宜，而輸送帶高度最低約為 100cm 為宜。

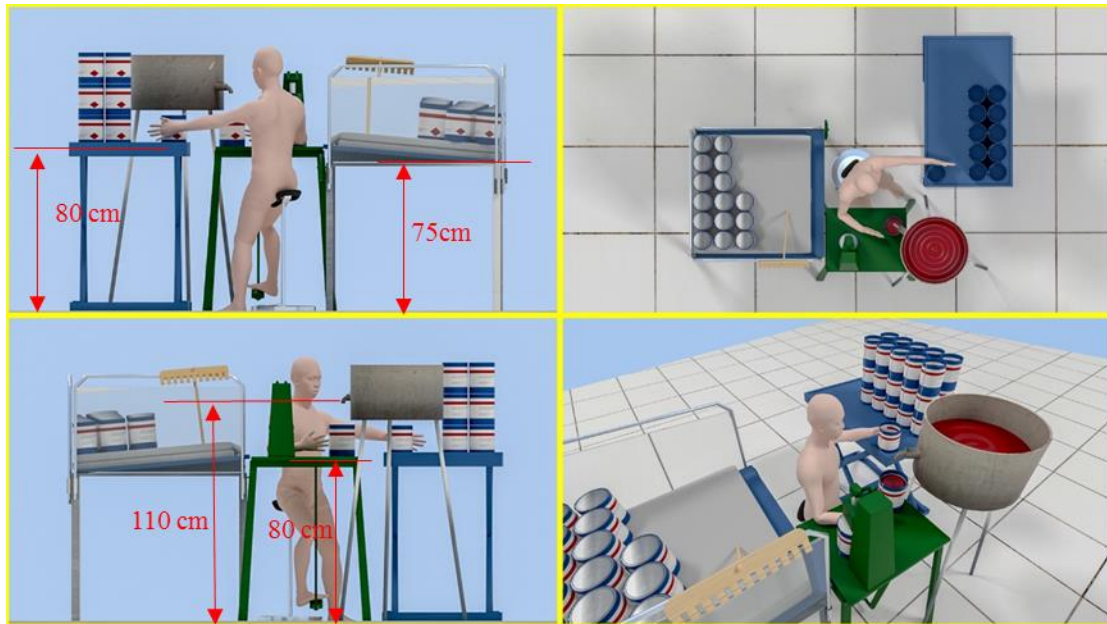
圖 78 人因工程工作姿勢圖譜－物流業出貨作業



鐵條變形加工作業，主要的作業內容是作業員使用滾壓機將原本水平的鐵條加工成稍有弧度的造型。加工過程中，作業員需經常透過手持校規比對加工鐵條之弧度是否已達要求。作業員採用高坐姿工作，因此主要設計重點在於高坐姿椅高度，滾壓機之滾壓平面高度，以及鐵條暫存區高度。

作業員主要為男性，平均身高約為 170cm，握拳掌心高約為 78cm，高坐姿眼高約為 135cm，高坐姿肘高約為 87cm。作業員採高坐姿進行作業，作業員之手肘前伸開約 10°。此時高坐姿椅高度約為 60cm，滾壓機之滾壓平面高度約為 95cm，鐵條暫存區高度則約為 87cm。

圖 79 人因工程工作姿勢圖譜－鐵條變形加工作業



油漆裝桶作業，主要的作業內容是作業員將小面罐的油漆充填入空油漆罐，完成後，利用小型腳衝床將油漆罐蓋上蓋子，並放置到完成品暫存區。作業員採用高採用坐姿，因此主要設計重點在於油漆空罐暫存區高度，高坐姿椅高度，油漆出料口高度，腳衝床平面高度，以及完成品暫存區高度。

作業員主要為男性，作業員主要為男性，平均身高約為 170cm，握拳掌心高約為 78cm，高坐姿眼高約為 135cm，高坐姿肘高約為 87cm。作業員採高坐姿進行作業，此時高坐姿椅高度約為 60cm，油漆空罐暫存區高度約為 80cm，油漆出料口高度約為 110cm，腳衝床平面高度約為 80cm，以及完成品暫存區高度約為 75cm。

圖 80 人因工程工作姿勢圖譜－油漆裝桶作業

第七節 3D 電子人模程式

本研究所完成一 3D 電子人模的平台軟體程式，主要包括了網格重整、骨架植入、人體動作模組、工作場景建模、尺寸分析模組以及平台開發等步驟。如圖 81 所示。

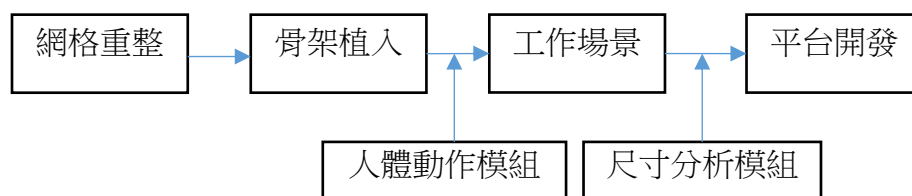
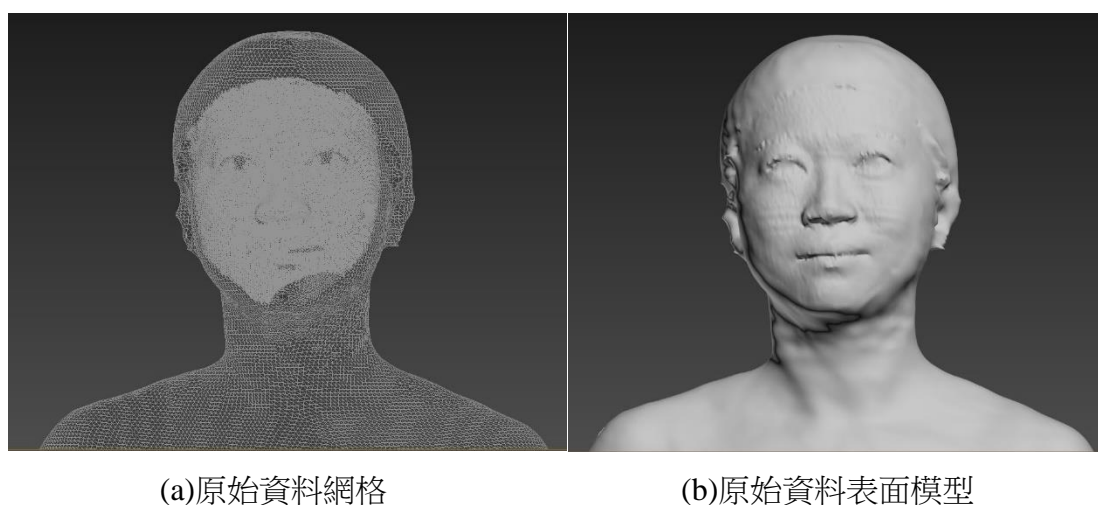
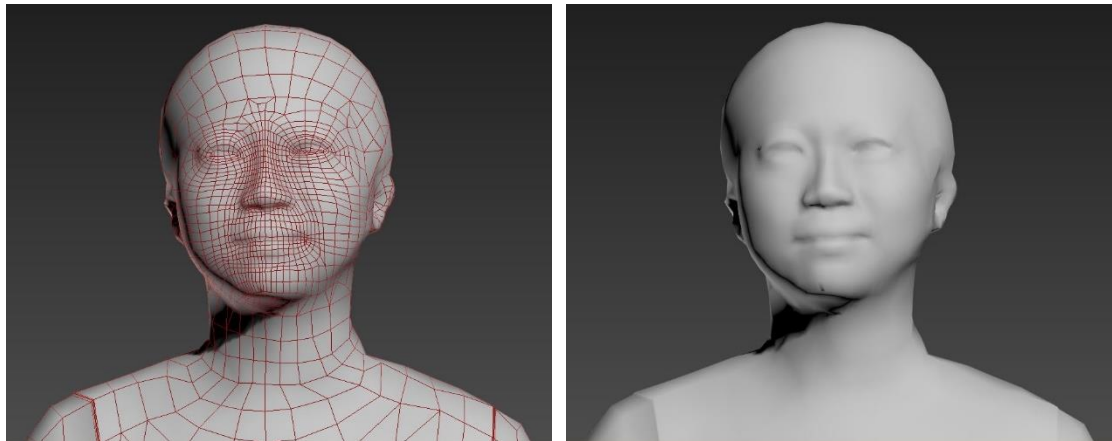


圖 81 3D 電子人模的程式規劃

本研究選出男女性樣本人各 1 位之 3D 人體表面資料來做為 3D 電子人模平台的初始人模。然而，由於本研究所掃描的 3D 人體模型，每個模型是由 8 萬多個網格(mesh)所組成的。這樣的網格數量對於 3D 電子人模平台的程式設計開發與計算而言，太過於龐大，會直接影響程式的計算時間與效能。因此，首先本研究必須透過手動方式將標準解剖姿勢的 3D 人體表面資料進行網格重整。網格重整的原則是：每個 3D 人體模型的網格數目約在 3,000~5,000 之間，而且臉部或身體外型等特徵特徵需保留下來。本研究透過專業動畫師以 3ds Max 軟體的網格縮減功能來執行網格縮減的工作。如圖 82 所示是女性受測者的 3D 頭型表面資料在網格重整前後的情形。





(c)網格重整後

(d)網格重整後模型

圖 82 女性受測者 3D 頭型表面資料經網格重整前後示意圖

接著依照圖 34 和圖 35 所示的骨架將骨架植入重整好網格數目的 3D 人體表面資料，如圖 83 所示，此時就完成了 3D 電子人模。植入骨架後的 3D 電子人模，還需要能夠改變動作姿勢（擺位）的模組功能，如此才能依工作場景需求來改變受測者機能姿勢，最後利用尺寸分析模組來分析出，在該工作場景下，受測者機能姿勢的關鍵尺寸值。

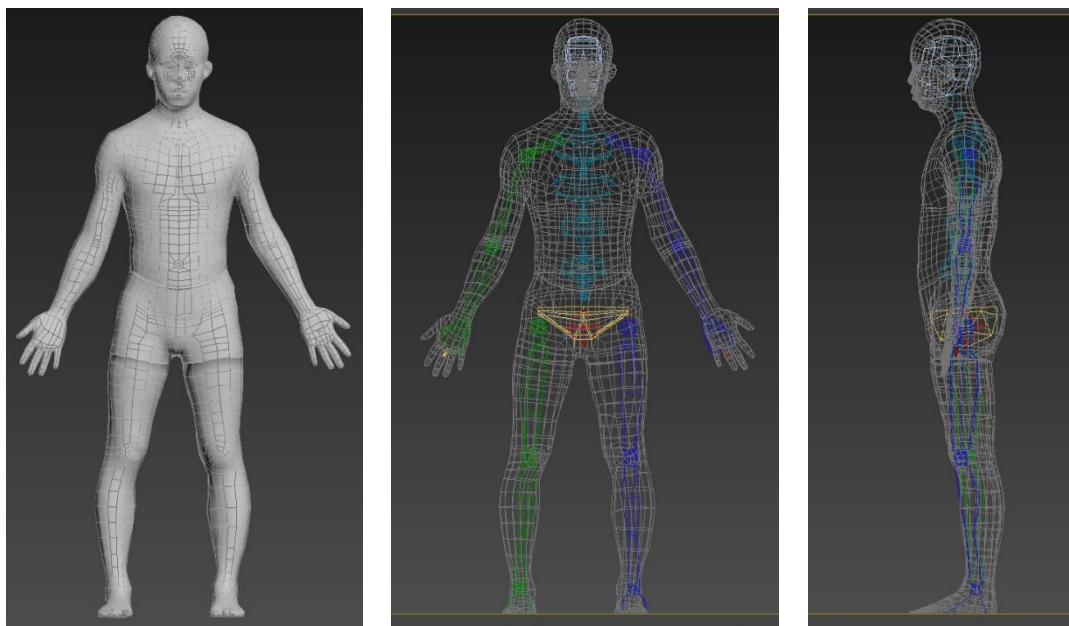


圖 83 將骨架植入重整好網格數目的男性樣本人 3D 人體表面資料

3D 電子人模平台程式介面的呈現方式示意圖如圖 84 所示。程式畫面共分割為五個主要區域，包括有功能區、狀態顯示區、主場景區、第一人稱視覺區以及關鍵尺寸值顯示區。這五個主要區域的功能說明如下：

一、功能區：

此區域含有各種操作程式的功能選單與快捷鍵，包括有檔案功能區塊、選取功能區塊、視角轉換功能區塊、色彩設定功能區塊、以描繪功能區塊。在檔案功能區塊之中，使用者可以新建一個場景檔案，並輸入 3D 人模檔案（微軟的 DirectX 的.x 檔案）與工作現場 CAD 檔案（Autodesk 集團 3ds Max 的.3ds 檔案），藉以讓使用者可以準備開始調整 3D 電子人模姿勢與工作現場物件間之關係；在選取功能區塊之中，使用者可以選擇目前要調整的是人模（物體）或骨架。選擇調整人模（物體）表示使用者要調整 3D 電子人模的位置（平移）與方向（旋轉），而選擇調整骨架的話，使用者可以透過選取並拉動骨架的關節點來調整 3D 電子人模的姿勢；在視角功能區塊之中，使用者可以調整主場景區的不同觀看視角，讓使用者可以選取人模（物體）或骨架，來調整 3D 電子人模的姿勢。視角的設定，目前只提供上、下、右、左、前、後等視角；在描繪功能區之中，使用者可以設定要將場景中人模或物件的參考資訊描繪出來，藉以讓使用者在調整人模時有額外參考的資訊。其中包括有，人模和工作現場物件的表面線框與表面設定，場景的全區座標軸位置，人模的關節名稱是否呈現，以及關鍵尺寸的量測線段是否呈現；在色彩功能區塊之中，使用者可以設定場景的人模或物件的表面顏色，以及場景的背景顏色。其中包括有，線框顏色，骨架顏色，選擇狀態時的顏色，人體顏色，線段顏色，以及背景顏色等。

主場景區：

是用來顯示 3D 人模和工作場所元件(elements)等的 3D 繪圖(3D graphics)結果之區域。同時，此區域也可以提供使用者可以針對 3D 人模的進行姿勢擺位，而且針對擺位後的 3D 人模萃取出預定的關鍵尺寸值，而這些尺寸值的萃取結果會顯示在「關鍵尺寸值顯示區」。目前，本研究採用預先設定的方式，已設定好 15 個關鍵尺寸值為頭頂高、眼高、肩高、胸高、跨下高、肘高（左、右）、腕高（左、右）、掌心高（左、右）、膝蓋高（左、右）以及踝高（左、右）。

第一人稱視覺區：

是用來即時顯示，由擺位後的 3D 人模的眼睛位置所看出去的景像結果。如此，可以用來協助使用者評估工作場所場景各元件的大小或位置等特性。如圖 83 的第一人稱視覺區所顯示的，就是 3D 電子人模的雙手姿勢調整成伸進烘乾箱時，從 3D 電子人模的眼睛看出來的景像。

關鍵尺寸值顯示區：

用來顯示擺位後的 3D 人模萃取出預定的關鍵尺寸值結果。

狀態顯示區：

是用來顯示程式目前狀態的區域，包括顯示出目前正被選取(或正在執行)的功能，被點選標記點的座標值等功能的状态或資訊。

本研究將男性和女性樣本人的 3D 電子人模分別放置在坐姿工作場所與站姿工作場所，再將 3D 電子人模擺位至配合該工作場所的姿勢。男性樣本人的 3D 電子人模在坐姿作業場所的擺位結果如圖 85 所示。圖 85 在主場景區以側視圖的視角來顯示 3D 電子人模的擺位結果，圖 85 中亦同時顯示了骨架(黃色線段)以及擺位後的左掌心高(紅色線段)。圖 86 則是在主場景區以上視圖的視角來顯示擺位結果。女性樣本人的 3D 電子人模在站姿作業場所的擺位結果如圖 87 和圖 88 所示。圖 85 在主場景區以側視圖的視角來顯示 3D 電子人模的擺位結果，圖中亦同時顯示了骨架(黃色線段)以及擺位後的右手肘高(紅色線段)。圖 86 則是在主場景區以上視圖的視角來顯示擺位結果。



圖 84 3D 電子人模平台介面示意圖

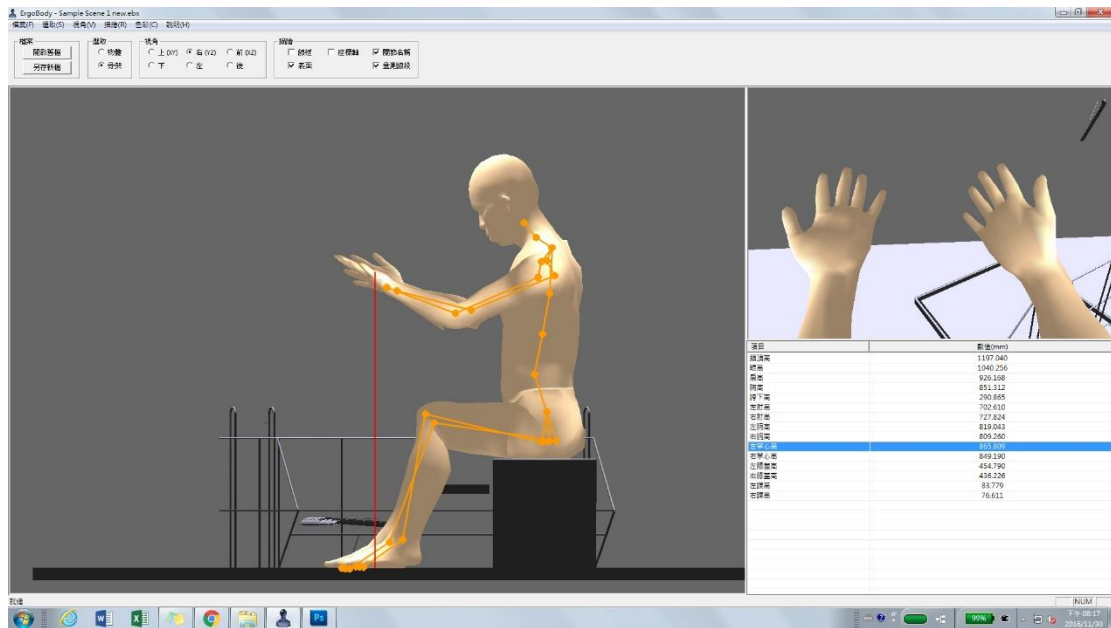


圖 85 男性樣本人的 3D 電子人模在坐姿作業場所的擺位結果（側視圖）

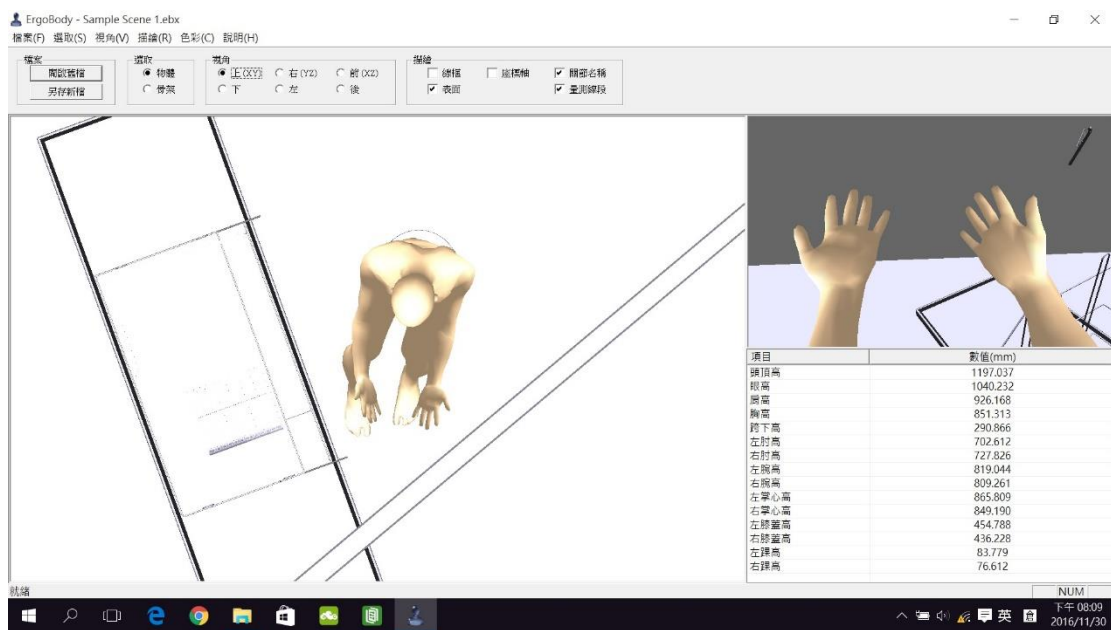


圖 86 男性樣本人的 3D 電子人模在坐姿作業場所的擺位結果（上視圖）

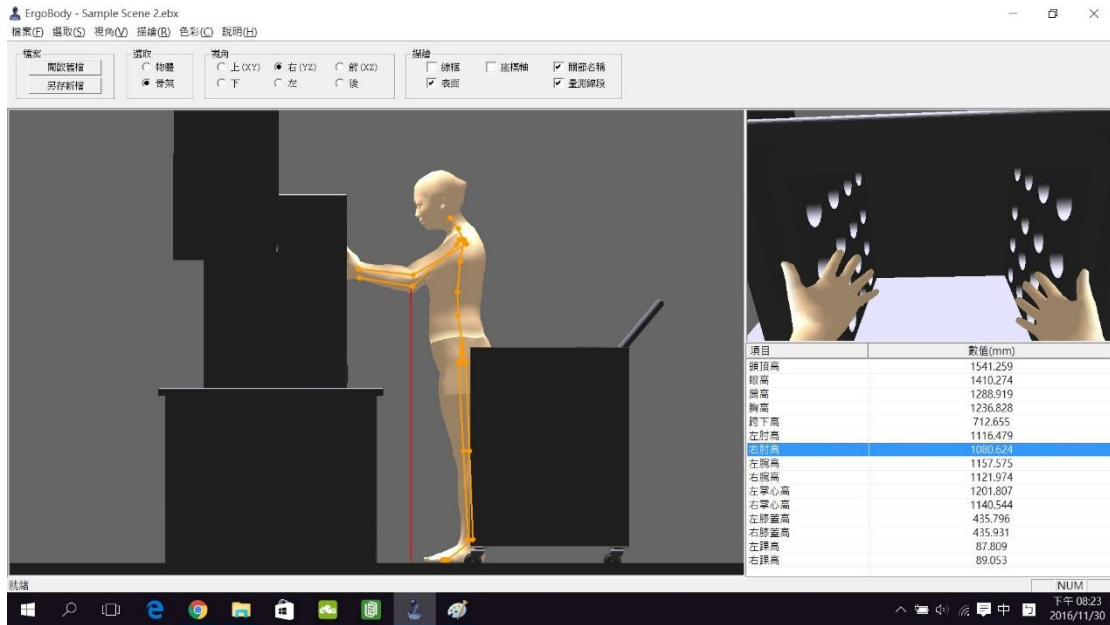


圖 87 女性樣本人的 3D 電子人模在站姿作業場所的擺位結果（側視圖）

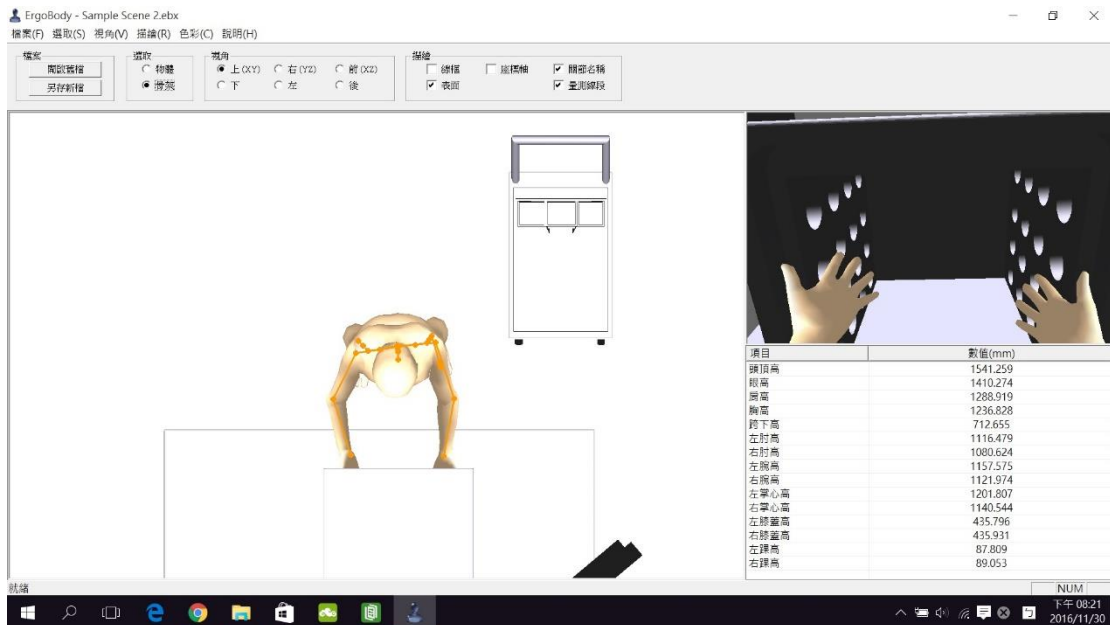


圖 88 女性樣本人的 3D 電子人模在站姿作業場所的擺位結果（上視圖）

第八節 討論

本研究目的主要於進行我國勞工人體計測尺寸與推拉力資料調查研究，並建立我國 3D 人體計測尺寸值資料庫及推拉力資料庫，藉以提供工作現場「不良姿勢」危害因子與「過度施力」危害因子的改善依據，降低勞工的肌肉骨骼疲勞與傷害風險。在三年的計畫執行過程中，主要工作是受測者量測（包括有受測者招募、量測、資料合模、資料分析），資料應用端的擴充 20 幅工作場所設計圖譜 3D 人體計測資料庫開發，以及 3D 電子人模平台程式的開發。在計畫執行期間，工作的進展大致上是順利的，而就本研究結果之分析結果與應用仍有值得注意與討論之處如下：

二、受測者招募來源主為要勞工族群

在受測者量測工作方面，本研究量測完成 488 位受測者的 3D 人體表面資料合模與尺寸值萃取分析（請參考表 18 至表 20），而推拉力量測結果的分析則已完成 488 人（請參考表 21 至表 25）。以 T 檢定來分別檢定本研究 488 位受測者的身高與體重，以及本所在 2004~2006 年所建立的台灣 3D 人體體型資料庫(Taiwan BodyBank)[31][33]來進行比較。比較結果如表 26 和表 27 所示，本研究的 488 位受測者群體與台灣 3D 人體體型資料庫的受測者群體之間，不論在身高分佈或體重分佈，有顯著差異。這當中，主要的差異來源於抽樣群體的不同。在台灣 3D 人體體型資料庫(Taiwan BodyBank)之中，抽樣目標是以我國國人全體的體型為考量，其抽樣變數主要是性別、身高與 BMI，然而本研究的主要抽樣群體目標為我國製造業勞工，其抽樣變數為性別與年齡。本研究的樣本人是以現職勞工為受測者，因此很容易有健康勞工因素(health worker effect)的效應。換言之，本研究所抽樣的現職勞工的母群體是得以存留在製造業工作現場的勞工群體，因為還可以任職的勞工，本質上已經是被環境所篩選過而留下來的結果（無法留在現職的勞工就是已經離職的人，也就不屬於本研究抽樣來源的母群體）。因此，本研究的受測者平均身高與平均體重皆比該資料庫較高。在使用本資料庫的相關數值資料之時，也需要留意到本資料庫之抽樣母體。

表 26 本研究 488 位受測者與台灣 3D 人體體型資料庫：受測者身高

性別	台灣 3D 人體體型資料庫			本研究			t 值	p 值
	N	平均值	標準差	N	平均值	標準差		

男性	135	167.16	6.2	244	169.80	6.40	3.9241	0.0001
女性	135	155.35	5.63	244	158.30	6.00	4.7709	0.0000
全體	270	161.3	8.36	488	164.00	8.50	4.2327	0.0000

表 27 本研究 488 位受測者與台灣 3D 人體體型資料庫：受測者體重

性別	台灣 3D 人體體型資料庫			本研究			t 值	p 值
	N	平均值	標準差	N	平均值	標準差		
男性	135	66.8	12.01	244	73.50	13.50	4.9727	0.0000
女性	135	51.9	9.30	244	59.40	11.80	6.8145	0.0000
全體	270	59.35	10.74	488	66.50	14.50	7.7185	0.0000

3D 人體計測量測方面

在 3D 人體計測量測方面，本研究量測工作主要的困難來自於女性受測者招募、3D 人體表面資料合模以及尺寸值萃取。由於本研究計畫需要受測者更換量測服裝（請參考圖 15），對於男性受測者而言，此量測服裝尚不至於造成困擾，但是對於女性受測者而言，經常在實驗人員接洽量測過程時就打退堂鼓而不參加受測，既使實驗人員強調協助量測的實驗人員亦同為女性，仍有部份經由介紹而來洽詢的女性勞工拒絕參與量測。量測完成後，3D 人體表面資料的合模也一直是相當花費人力時間的工作。誠如研究方法所說明（參考圖 18 至圖 20），一個人模的合模時間約需 4~4.5 小時左右的時間。合模之後，才能進行 192 個尺寸值的萃取。這部份則又是一個相當花費人力時間的工作。對於未來要進行相類似的 3D 人體計測資料搜集的工作來說，這類費時費力的程序勢必要能夠想辦法來縮短工作時程。雖是如此，本研究仍努力完成合模與尺寸值萃取的工作。

在 3D 人體計測資料分析方面，男女性別對尺寸值的影響有顯著的差異。就以身高、坐高、眼高、肩高、肘高、腕高、指尖高、掌心高、膝蓋中點等常見的重要關鍵尺寸值而言，如表 28 所示，其性別間的尺寸值是有統計顯著差異的。本研究所分析得到的勞工 3D 人體計測資料庫，可以提供讓事業單位在設計或改善工作場所機台或設備時有重要的參考依據。

表 28 重要關鍵人體計測尺寸值的男女性差異檢定（摘錄表 18）

尺寸名稱	女性		男性		t-value	P-value
	平均值	標準差	平均值	標準差		

1M01001 身高	155.7	5.3	167.8	6.1	-12.7635	< 0.000
1M01002 坐高	122.0	4.2	130.9	4.8	-6.7889	< 0.000
1M01003 眼高	144.0	5.3	155.8	6.2	-12.9707	< 0.000
1M01015 肩高	126.7	5.0	136.7	5.6	-10.9839	< 0.000
1M01016 肘高	96.4	4.2	103.9	5.0	-4.3708	< 0.000
1M01017 臀高	77.3	4.0	82.7	4.2	-11.5287	< 0.000
1M01019 腕高	76.5	3.2	81.9	4.1	-8.1470	< 0.000
1M01021 掌心高	72.0	3.0	77.0	3.8	-8.8325	< 0.000
1M02002 肩寬	33.5	2.1	38.5	2.3	-7.1104	< 0.000
1M02005 胸寬	29.7	2.7	33.7	3.0	-9.5397	< 0.000
1M02006 腰寬	31.3	3.3	31.9	3.4	-7.6715	< 0.000
1M02007 臀寬	35.8	2.9	35.8	2.4	-8.3412	< 0.000
1M03005 臀厚	24.3	3.7	24.9	2.9	-2.9578	< 0.000
1M41002 膝蓋中點高	40.4	2.3	44.3	2.6	-2.9578	< 0.000

3D 人體計測量測資料應用

在資料應用端方面，本研究計畫擴充了 20 幅工作場所設計圖譜，完成了 3D 人體計測資料庫開發與 3D 電子人模平台程式的開發。本研究挑選了 1 位男性樣本人與 1 位女性樣本人來繪製 20 幅工作場所設計圖譜，包括了 5 個站姿作業場所（烤漆區吊掛作業，面板檢驗作業，水泥試樣成形作業，鼻胃管印刷作業，物流業出貨作業），3 個高坐姿作業（吊車操作作業，鐵條變形加工作業，油漆裝桶作業），1 個坐姿作業（壓模區顯微鏡作業），以 1 個其他姿勢作業。藉以提供事業單位在改善相類似的工作場所時，得以直接參考圖譜裏的設計重點說明與建議尺寸值。為說明本研究所萃取人體計測尺寸值應用於評估工作場所或機械設備尺寸，

未來，本研究可建置人體計測資料庫相關網頁，並於網頁提供事業單位一部份的人體計測常見重要尺寸值之初階資訊，再透過技術轉移方式提供事業單位所需之完整人體計測資料。如圖 89 是鴻海科技集團之人體計測實驗室網頁，其主要提供尺寸值銷售與產品設計開發諮詢。



圖 89 富士康集團人體計測尺寸銷售網頁

然而，提供人體計測尺寸值與工作場所設計圖譜所能涵蓋的工作場所與產品設計之數量畢竟是有限的。更進一步的解決方案是，直接提供事業單位一套 3D 電子人模平台，讓事業單位能夠更加靈活的來評估自己的工作場所與產品，因此本研究亦完成了初版的 3D 電子人模平台程式，藉以呈現這個應用觀念。這個 3D 電子人模平台程式的畫面呈現包括了五個主要區域（請參考圖 89），包括有功能區、狀態顯示區、主場景區、第一人稱視覺區以及關鍵尺寸值顯示區。目前，此程式軟體可以匯入不同 3D 電子人模（採用微軟的 DirectX 的 .x 格式）以及不同工作現場 CAD 檔案（Autodesk 集團 3ds Max 的 .3ds 檔案），再由使用者依工作現場 CAD 檔裏頭的設備，機台，甚或是控制器等物件，自行調整 3D 電子人模的姿勢擺位，最後萃取出 15 個重要關鍵尺寸值。本研究亦使用此程式軟體完成了兩個工作場所的評估案例，一為男性樣本人在坐姿工作場所的案例，另一為女性樣本人在坐姿工作場所的案例。此程式軟體亦證實了，讓事業單位可以直接調整人模來評估自己工作場所設施尺寸的可能。然而，此程式軟體目前僅為資料應用端概念的呈現嘗試，尚未達足以直接提供給事業單位應用的版本。若然未來有機會，則此程式軟體於操作人機介面，3D 人體模型數量，以及檔案格式等方面，尚有進步與擴充的機會。

推拉力值量測方面

在推拉力量測分析部份，由推拉力的分析可以看出不同性別的施力值有顯著差異。男女性在不同高度與不同施力手部的施力模式相似，然而施力值卻有顯著差異。以推力施力而言，女性的雙手平均推力約為男性雙手平均推力的 55.73%，而以拉力施力來說，女性的雙手平均拉力約為男性雙手平均拉力的 59.65%。在上提與下壓的施力部份，男女性在不同高度的施力模式相似，然施力值亦有顯著差異。以上提施力而言，女性上提平均施力值約為男性上提平均施力值的 53.51%，而以下壓施力來說，女性下壓平均施力值約為男性下壓平均施力值的 63.94%。因此，大抵來說，在本研究所量測的各組施力組合範圍之內，女性的施力值大約為男性施力值的 53.31%~63.94%。本研究所量測得到推拉力資料庫可以做為我國政府制定法規或事業單位在設計施力作業時的重要參考依據。

推拉力值量測資料應用

本研究所量測的推拉力值在生物力學上是屬於靜態最大施力(**static maximum exertion**)。這種力量值經常用於工作場所的設計與評估，如圖 90 所示，是 **Ergonomic Assessment Worksheet (EAWS)**[52][53]與本研究所得之力量值的對照示意圖。**EAWS** 是一種可以用來評估複合性作業(**complex task**)的工具表，其總共包括有 4 個表格，分別負責評估姿勢，力量（荷重），上肢以及其他四種關鍵的作業條件。如圖 90**EAWS** 負責評估力量的表格。在這個表格之中，主要有上下（**A** 方向），前後（**B** 方向），內外（**C** 方向）六個方向的力量值，每個力量值又包括有第 15 個百分位數和第 40 百分位數的力量值。**EAWS** 建議，在作業設計階段可以使用第 15 百分位數的力量值來做為設計基準，然而在現場評估時則使用第 40 百分位數的力量值。本研究在三年內所量測的力量值包括有推拉力(40cm, 80cm, 120cm, 160cm)以及上提下壓力(40c, 80cm)，對照來說，可以視為此表格立姿(**ST Upright**)的 **B** 方向力量，彎腰姿勢(**ST Bent**)的 **A** 與 **B** 方向力量，以及過肩姿勢(**ST Above head**)的 **B** 方向力量。因此，未來，建議研究所可以繼續量測此表格中的其他姿勢力量值，充實此國人勞工施力值的資料庫。

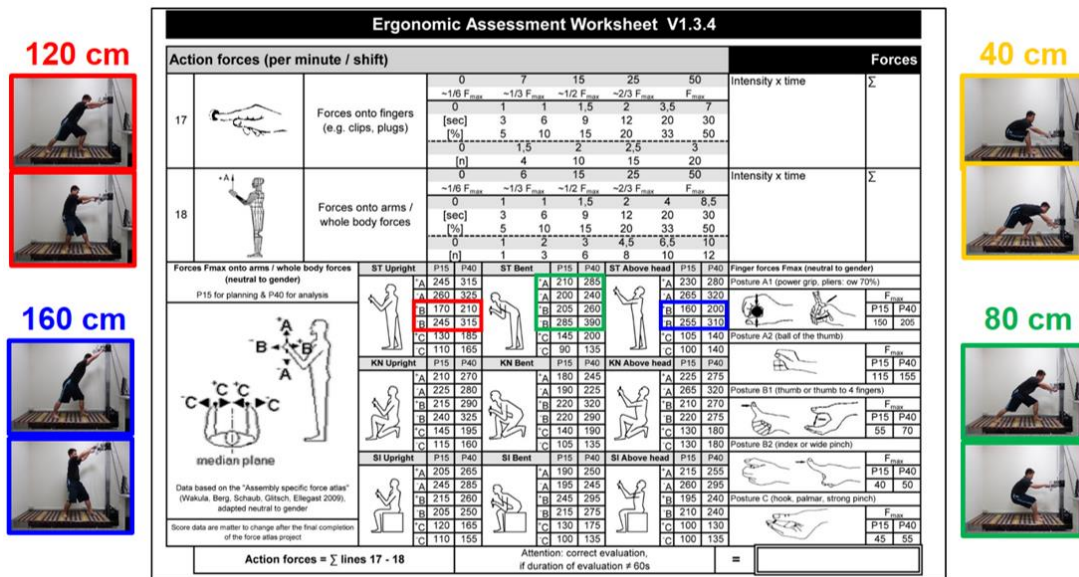


圖 90 EAWS 與本研究力量值對照示意圖

本研究的靜態最大施力也經常被用來做為持續施力時間長短的參考基準。如圖 90 是 Chaffin[54]由 Sato 和 von Rohmert 的研究所參考引用的靜態施力值與施力持續時間關係圖。圖 90 說明了以最大自主靜態施力值為 100%來說，不同百分比的施力值可以持續施力的時間為何。例如，以 30%的最大自主靜態施力值來進行施力作業的話，那麼由圖 90 圖 91 可以看出，每次持續施力時間約 2.5 分鐘左右。透過的關係圖，再配合本研究所提供的施力值為基準，則事業單位就有具體的施力數值來設計作業內容，藉以降低勞工因施力疲勞而造成的肌肉骨骼傷害風險。

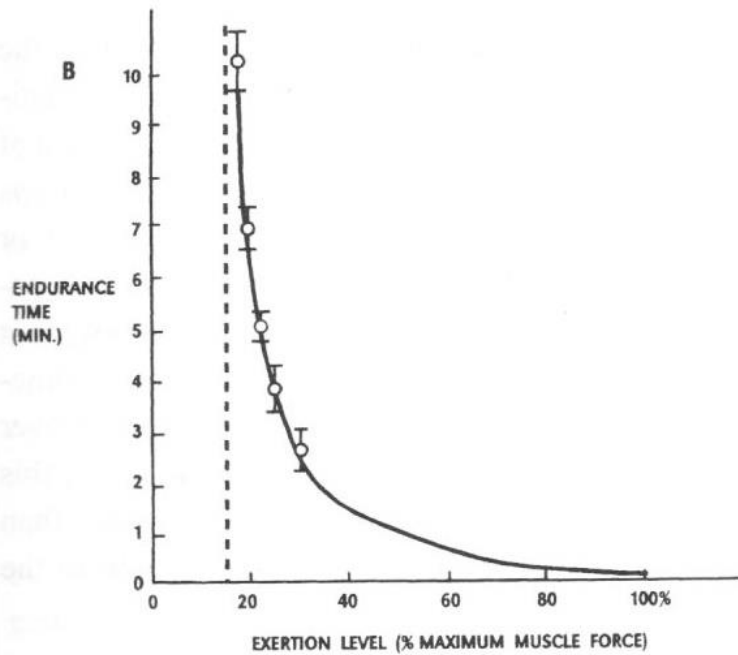


Figure 2.25 *Static muscle endurance–exertion level relationship. (A) Medians of the time to the first change of hands and regression lines of the time to onset of fatigue and pain. (Adapted from Sato et al., 1984.) (B) Endurance as predicted by von Rohmert (1968).*

圖 91 靜態施力值與施力持續時間關係

最後，本研究花了三年的時間也僅僅能夠蒐集到我國 488 位勞工在 4 種不同施力高度下的推拉力施力值，再加上 2 種不同高度的上提與下壓施力值。如前所述，這也僅是最大靜態施力值。若然，在經費與時間允許之下，建議未來研究亦可以繼續量測勞工的動態施力值，以提供事業單位更為完整的我國勞工人體計測資料庫，使事業單位在設計或評估施力作業有更完善的參考值，藉以降低我國勞工的肌肉骨骼傷害風險。

第五章 結論與建議

第一節 結論

本研究已完成 488 名勞工受測者的 3D 人體計測量測與推拉力實驗研究。研究結論如下：

- 一、在人體計測量測方面，本研究採用 3D 掃描儀量測受測者的 3D 體型，每位受測者需量測 4 種姿勢。將 3D 量測原始資料合併完成後，並由其中萃取出總共 192 個常用人體計測尺寸值。量測完成後，由這些受測者中挑選出男女性各 1 位樣本人的 3D 體型，再將骨架植入這些樣本人的 3D 體型資料來完成 3D 電子人模平台。最後，完成 3D 人體計測資料庫軟體開發，並應用樣本人尺寸值來修改或擴充 20 幅工作場所設計圖譜。
- 二、在推拉力實驗研究方面，每位受測者分別量測 3 種手部姿勢和 4 種施力高度（共 12 種量測姿勢）的最大推力與最大拉力值。同時，在 40cm 和 80cm 的施力高度時，額外進行上提和下壓的施力值量測。
- 三、本研究的人體計測資料庫共包括 132 個解剖標記點與 192 個尺寸值，包括 160 個 1D 尺寸值（線性尺寸、弧長、圍度、剖面線），16 個 2D 尺寸值（表面積），以及 16 個 3D 尺寸值（體積），分別提供了第 10 百分位數、第 50 百分位數以及第 90 百分位數值。本研究所建立之勞工 3D 人體計測資料庫，可以作為事業單位在設計或改善工作場所機台或設備時之參考依據。
- 四、本研究量測完成 488 位受測者的 3D 人體計測資料與尺寸值萃取分析，以 T 檢定分別檢定本研究 488 位受測者的身高與體重，與本所在 2004~2006 年的研究結果進行比較，發現不論在身高分佈或體重分佈皆有顯著差異，主要的差異來源可能是抽樣群體的不同。
- 五、在 3D 人體計測資料分析方面，以身高、坐高、眼高、肩高、肘高、腕高、指尖高、掌心高、膝蓋中點等常見的重要關鍵尺寸值而言，兩性間的尺寸值具有統計上的顯著差異。
- 六、在推力量測分析部份，由推拉力的分析可以看出不同性別的施力值有顯著差異。男女性在不同高度與不同手部施力的施力模式相似，然而不同性別的施力值有顯

著差異。在本研究所量測的各組施力組合範圍之內，女性的施力值大約為男性施力值的 53.31%~63.94%。本研究所量測得到的推拉力資料庫，可以做為我國政府制定法規或事業單位在設計施力作業時的重要參考依據。

第二節 建議

- 一、本研究量測工作主要的困難來自於女性受測者招募、3D 人體表面資料合模以及尺寸值萃取。由於本研究計畫需要受測者更換量測服裝（請參考圖 15），對於男性受測者而言，此量測服裝尚不至於造成困擾，但是對於女性受測者而言，經常在實驗人員接洽量測過程時就不願意參加實驗，以致於女性受測者資訊蒐集較為困難，後續如進行此種實驗，建議修改量測服裝以增加女性受測者接受意願。
- 二、本研究受測者之招募人數係依據全國勞保投保人數 974 萬人為依據，採 95% 信心水準、5% 誤差來進行採樣得到需招募 384 人以上之受測者樣本。本案受限於研究經費及資源，也僅能夠招募到我國 488 位勞工的人體計測及推拉力資料，數值的代表性略嫌不足。較佳的策略應採 95% 信心水準、3% 誤差來進行，如此應收集 1067 個以上的受測者資料，較能符合實際應用需求，以使事業單位在設計或評估施力作業有更完善的參考值。

誌謝

本案研究參與人員除本所陳志勇組長、劉立文研究員、林軒丞助理研究員外，另包括修平科技大學杜信宏教授及研究助理林蒼麟、謝宇媚、郭佳綺、楊豈珊、陳冠鳴、劉宜姍、林芳妤、劉宗明等人的協助，謹此敬表謝忱。同時也感謝李永輝教授、游志雲教授、林久翔教授、石裕川教授、趙金榮教授、林房儻教授、林彥輝教授等人在本案專家會議及諮詢時之指導及協助。

參考文獻

- [1] California Department of Industrial Relations. *Easy Ergonomics : A Practical Approach for Improving the Workplace*, California; 1999.
- [2] United States Department of labor. *Nonfatal occupational injuries and illnesses requiring days away from work 2002~2006*, U.S; 2008.
- [3] Suka, M., K. Yoshida. *Musculoskeletal pain in Japan: prevalence and interference with daily activities*, Japan College of Rheumatology and Springer-Verlag Tokyo; 2005.
- [4] Health and Safety Executive. *Health and Safety Statistics Highlights*; 2003.
- [5] Health and Safety Executive. *Health and safety statistics*; 2006.
- [6] EUROGIP. *Musculoskeletal disorders in Europe-Definitions and statistics*; 2007.
- [7] Lee, C.L., *MSDs of Construction labourer*, *Labor Safe and Hygiene News in Brief* 1999; 39, 4.
- [8] Cal/OSHA Consultation Service. *Easy Ergonomics: A Practical Approach for Improving the Workplace*. California Department of Industrial Relations; 1999.
- [9] Marras, W.S., W. Karwowski. *Interventions, Controls, and Applications in Occupational Ergonomics*. CRC Press; 2006
- [10] Keyserling, W. M., S. S. Ulin. (2004). *Case Studies of Ergonomic Interventions in Automotive Parts Distribution Operations*. *Journal of Occupational Rehabilitation*, Vol. 14, No. 4, pp.307-326.
- [11] J. Sillanpää, K. J. Lappalainen, A. Kaukiainen, M. Viljanen, P. Laippala. (1999). *Decreasing the physical workload of construction work with the use of four auxiliary handling devices*. *International Journal of Industrial Ergonomics*; 24: pp.211-222.
- [12] EU-OSHA. *Safety and Health at Work European Good Practice Awards 2007*. European Agency for Safety and Health at Work.
- [13] Ohio Bureau of Workers' Compensation-Safety GRANTS, <http://www.ohiobwc.com/employer/programs/safety/EmpGrants.asp>
- [14] 石東生，游志雲：以人體計測圖譜改善工作現場之實證研究，台灣，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所；2007。
- [15] Malina, R.M. (2004). *Secular trends in growth, maturation and physical performance: A review*. *Anthropological Review*; 67, pp.3-31.
- [16] Chaffin, D.B., Andersson G.B.J., Martin, B.J: *Occupational Biomechanics*. 4 ed. New York, John Wiley & Sons; 2006
- [17] NIOSH, *Work Practices Guide for Manual Load Lifting*, NIOSH Technical Report; 1981.
- [18] Hoozemans et al. (1998). *Pushing and pulling in relation to musculoskeletal disorders: a review of risk factors*. *Ergonomics*, Vol. 41., No. 6, pp. 757-781.
- [19] Snook, S.H., Campanelli, R.A., and Hert, J.W. (1978). *A study of three preventive approaches to low back injury*, *Journal of Occupational Medicine*, 20, 478-481.
- [20] Klein, B.P., Jensen, R.J., and Sanderson, L.M. (1984). *Assessment of workers' compensation claims for back strains/sprains*, *Journal of Occupational Medicine*, 26, 443-448.
- [21] Metzler, F. (1985). *Epidemiology and statistics in Luxembourg*, *American Industrial Hygiene Association Journal*, 28, 21-24.
- [22] Lee, K.S., Chaffin, D.B., Herrin, G.D., and Waikar, A. (1991). *Effect of handle height on lower-back loading in cart pushing and pulling*, *Applied Ergonomics*, 22, 117-123.
- [23] 鄭德相 (1997). *人體推力與拉力能力之研究*. *Journal of the Chinese Institute of*

- Industrial Engineers, 14:4, 377-384.
- [24] Cheng, T.S., Lee, T.H. (2004). Human pulling strengths in different conditions of exertion. *Percept & Motor Skills*, 98, 542-550.
- [25] Cheng, T.S., Lee, T.H. (2008). Two-handed isometric pulling strengths at different floor-slope angles. *Perceptual and Motor Skills*, 107, 827-32.
- [26] 陳一郎，模擬倉儲作業之靜態推/拉肌力之高度效應分析，國科會專題研究計畫成果報告；2009
- [27] 林彥輝，推/拉作業對生理負荷與肌肉骨骼傷害研究(I)，國科會專題研究計畫成果報告；2009
- [28] 林彥輝，推/拉作業對生理負荷與肌肉骨骼傷害研究(II)，國科會專題研究計畫成果報告；2010
- [29] 行政院主計總處，102 年度的人力資源統計年報，2014.
- [30] 行政院主計總處，103 年度的人力資源統計年報，2015.
- [31] 張振平、陳志勇、游志雲：國人人體計測資料庫的更新與工作場所設施尺寸研究(二)，台灣，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所；2005。
- [32] 石東生、游志雲：以人體計測圖譜改善工作現場之實證研究，台灣，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所；2007。
- [33] 張振平、陳志勇、游志雲：國人人體計測資料庫的更新與工作場所設施尺寸研究(三)，台灣，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所；2006。
- [34] The CAESAR project：A 3-D surface anthropometry survey, 1998.
- [35] 日本人間生活工學研究中心，<http://www.hql.or.jp/>. visited in 2005
- [36] Lee, Y. A. Asian and Caucasian: designing apparel for these two different ethnic groups. In Marie-Eve Faust, Serge Carrier Editor (Ed. 1). *Designing Apparel for consumers: the impact of body shape and size*.
- [37] 石裕川，完備台灣人體計測資料拼圖--建立國軍人體計測、表面積暨體積之資料庫(I)。面談資料
- [38] 許鳳玉、鍾瑠美、謝明宏：國人女裝尺碼大量量測分析報告，台灣，經濟部工業局。
- [39] Hoozemans, M.J.M., van der Beek, A.J., Frings-Dresen, M.H.W., van Dijk, F.J.H., & van der Woude, L.H.V. (1998). Pushing and pulling in relation to musculoskeletal disorders: a review of risk factors. *Ergonomics*, 41, 757-781.
- [40] Kroemer, K.H.E. (1974). Horizontal push and pull forces exertable when standing in working positions on various surfaces. *Applied Ergonomics*, 5, 94-102.
- [41] Grieve, D.W. (1984). The influence of posture on power output generated in single pulling movements. *Applied Ergonomics*, 15, 115-117.
- [42] Swensen, E.E., J.L. Purswell, R.E. Schlegel, R.L. Stanevich. (1992). Coefficient of friction and subjective assessment of slippery work surfaces. *Human Factors*, 34, 67-77
- [43] Chaffin, D.B., Andres, R.O., Arbor, A., & Garg, A. (1983). Volitional postures during maximal push/pull exertions in the sagittal plane. *Human Factors*, 25, 541-550.
- [44] Snook, S.H. (1978). The Ergonomics Society The Society's Lecture 1978. The design of manual handling tasks. *Ergonomics*, 21, 963-985.
- [45] Fothergill, D.M., Grieve, D.W., & Pheasant. S.T.(1992). The influence of some handle designs and handle height on the strength of the horizontal pulling action. *Ergonomics*, 35, 203-212.
- [46] Kumar, S. (1995). Upper body push-pull strength of normal young adults in sagittal

- plane at three heights. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 15, 427-436.
- [47] Gagnon, M., Beaugrand, S., & Authier, M. (1992). The dynamics of pushing loads onto shelves of different heights. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 9, 1-13.
- [48] 魏毓利 (2007), TFT-LCD 廠推車作業之人因工程評估, 國立清華大學工業工程與工程管理研究所碩士論文。
- [49] 王茂駿, 王明揚, 林昱呈 (2001), 台灣地區人體計測資料庫手冊, 中華民國人因工程學會。
- [50] Lee, T.H. (2007). Pushing strengths under restricted space, *Human factors and Ergonomics in Manufacturing*, 17, 95-102.
- [51] Chen, Y.L., Lee Y.C. and Hsu T.C. (2011). Isometric Push and Pull Strengths of Young Taiwanese Males. *Industrial Health*, 49, 696-702.
- [52] K. Schaub, G. Caragnano, B. Britzke & R. Bruder. (2013). The European Assembly Worksheet. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 14, 616-639.
- [53] K. Schaub, J. Wakula, K. Berg, B. Kaiser, R. Bruder, U. Glitsch, R. Ellegast. (2015). The Assembly Specific Force Atlas. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 25:3, 329-339.
- [54] D.B. Chaffin, G.B.J. Andersson, B.J. Martin. (2006) *Occupational Biomechanics*. 4th ed. Wiley.

國家圖書館出版品預行編目資料

我國勞工人體計測調查研究 / 劉立文, 杜信宏著. -- 1 版. --
新北市 : 勞動部勞研所, 民 106.06
面 ; 公分

ISBN 978-986-05-2936-4(平裝)

1. 勞工衛生

412.53 106011271

1.

我國勞工人體計測調查研究

著(編、譯)者: 劉立文、杜信宏

出版機關: 勞動部勞動及職業安全衛生研究所

22143 新北市汐止區橫科路 407 巷 99 號

電話: 02-26607600 <http://www.ilosh.gov.tw/>

出版年月: 中華民國 106 年 6 月

版(刷)次: 1 版 1 刷

定價: 600 元

展售處:

五南文化廣場

台中市中區中山路 6 號

電話: 04-22260330

國家書店松江門市

台北市松江路 209 號 1 樓

電話: 02-25180207

- 本書同時登載於本所網站之「研究成果／各年度研究報告」，網址為：
<https://laws.ilosh.gov.tw/ioshcustom/Web/YearlyReserachReports/Default>
- 授權部分引用及教學目的使用之公開播放與口述，並請注意需註明資料來源；有關重製、公開傳輸、全文引用、編輯改作、具有營利目的公開播放行為需取得本所同意或書面授權。

GPN:

ISBN: 978-986-05-2936-4