

# 我國勞工人體計測調查研究1

Investigation of Labor Anthropometry Database in  
Taiwan 1

# ILOSH



勞動部勞動及職業安全衛生研究所

INSTITUTE OF LABOR, OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, MINISTRY OF LABOR



ILOSH110-H301

# 我國勞工人體計測調查研究 1

## **Investigation of Labor Anthropometry Database in Taiwan 1**

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 1

## Investigation of Labor Anthropometry Database in Taiwan 1

研究主持人：杜珮君、李永輝

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 110 年 4 月 7 日至 110 年 12 月 3 日

**\*本研究報告公開予各單位參考\***  
惟不代表勞動部政策立場

勞動部勞動及職業安全衛生研究所  
中華民國 111 年 6 月

# 摘要

工作場所尺寸設計不良，是誘發肌肉骨骼傷病的主要原因之一，而能正確反應國人的體計測資料庫則是設計的基本。正確的勞工人體計測資料，對於工作場所設計、機械安全防護與人機介面安全考量有很大的幫助。人體計測資料是安全衛生工作規劃的基石，工作場所設計規劃、工作方法、防護具設計、護欄設計都與人體計測值息息相關。因此，為應用勞工人體計測資料，改善勞動環境，提升勞動能力，本案之目的在收集我國勞工 3D 人體計測資料，以建立具代表性之我國勞工人體計測資料庫。

本研究共招募 256 名受測者進行 3D 人體計測與推拉力量測，人體計測量測採用 3D 量測設備，並分別量測立正站姿、標準解剖學姿勢、手臂前身站姿、坐姿等 4 種全身姿勢，將原始資料進行合模後萃取出 244 尺寸值，全身量測曲面疊合投影誤差平均為 0.05-0.12 公分。靜態推拉力量測包括 28 項肌力的推拉力量測。男性與女性之數據有一致趨勢，受測者在施力高度為 40 公分時有較大力量，其中又以雙手具有最大力量。女性平均為  $26.1 \pm 10.1$  公斤，男性為  $42.4 \pm 15.1$  公斤。本研究建立 3D 人體計測資料庫，並應用量測結果，探討職業安全衛生設施規則尺寸相關內容，提出職業安全衛生設施規則第 31 條規範之機械與設備間通道寬度，建議參考「肩寬 $\times 2$ 」提高；職業安全衛生設施規則第 76 條規範之圍欄高度，建議參考「肚臍高」提高；亦探討半導體製造設備人因工程之安全基準尺寸相關內容，提出 SEMI S8-0705E 3.2 規範之裝載端口高度，建議參考「肘高+1/2 搬運物高度」。本研究亦應用量測結果，針對快篩工作站設計提出建議。

本研究已建立我國勞工 256 人的 3D 人體計測資料，後續研究工作將就策略規劃、技術研發、推廣應用、尺寸量測和資料庫建立等方面等繼續強化本研究之成果，以降低職場人因性危害風險，提供勞工舒適的職場環境，增進工作效能。

關鍵詞：人體計測、3D 量測、推拉力量測

# Abstract

Improper design at the workplace is one of the main causes of MSD. Therefore, having correct anthropometric data is the basis of good design. Correct anthropometric data is good for workplace design, mechanical safety protection design, and human-computer interface design. This study will plan sampling methods, renew anthropometric data, design safety work methods, plan safety operation procedure, and so forth. Results from the study will help companies and workers decrease musculoskeletal disorders and prevent occupational accidents. The objective is to continually improve the 3D anthropometric data for Taiwan workers.

A total of 256 subjects were participated in the study. Data obtained included 244 anthropometric data from 256 subjects, including their weight data, 211 1D data (distance, curvatures, and line of sections), 16 2D data (circumferences), and 16 3D data (volumes), and isometric push/pull strengths of 256 subjects. The results showed that both genders have the same trends of data where the largest strengths were collected at the height of 40 cm, with a mean females of  $26.1 \pm 10.1$  kg and a mean male of  $42.4 \pm 15.1$  kg. The study used the results of established database to discuss the relevant content of Regulations for the Occupational Safety and Health Equipments and Measures, found that the definition of channel width between machines and equipments from Article 31 of the Regulations was insufficient, recommended to enhance the width by the size "Shoulder Width $\times$ 2"; the definition of fence height from Article 76 of the Regulations was insufficient, recommended to enhance the height by the size "Navel Height". The study discussed the relevant content of SEMI S8-0705E, recommended to design the height of load port from Article 3.2 by the size "Elbow Height+1/2 goods height". In addition, the study maked recommendations for the design of quick screening workstations by the database.

A 3D anthropometric data and strength database was established, which included the server, a search engine, and a response web designed interface. Finally, recommendations for the strategic planning, technical development, marketing and application, for the next part of this project were provided at the end of the study.

KeyWords: anthropometric, 3D measurements, push-and-pull strength measurements

# 目次

摘 要.....	i
Abstract .....	ii
目次.....	iii
圖目次.....	v
表目次.....	ix
第一章 緒論.....	1
第一節 背景分析.....	1
第二節 研究目的.....	2
第二章 文獻探討.....	3
第一節 國際人體計測資料.....	3
第二節 我國人體計測尺寸量測及資料庫建置.....	7
第三節 人體計測尺寸國際標準與法規上的應用.....	11
第四節 3D 人體計測尺寸的實務應用.....	17
第五節 建立穩定 3D 數位人體計測尺寸資料.....	27
第六節 文獻小結.....	30
第三章 研究方法.....	33
第一節 研究架構.....	33
第二節 樣本來源與抽樣方法.....	34
第三節 量測實驗程序.....	35
第四節 人體尺寸量測實驗.....	36
第五節 人體計測資料合模.....	46
第六節 尺寸項目擴充.....	50
第七節 人體計測尺寸萃取.....	51
第八節 量測誤差控制機制.....	53
第九節 人體尺寸資料分析.....	56
第十節 推拉力實驗.....	57
第十一節 人體計測資料庫建置.....	60

第十二節 召開專家會議.....	61
第十三節 研究倫理申請與通過.....	61
第四章 結果與討論.....	62
第一節 受測者基本資料分析.....	62
第二節 量測誤差控制機制分析結果.....	65
第三節 受測者之 3D 人體計測資料分析.....	69
第四節 受測者之推拉肌力的數據分析.....	90
第五節 人體計測資料庫系統.....	100
第六節 召開專家會議.....	102
第七節 人體計測應用事例.....	103
第八節 討論.....	114
第五章 結論與建議.....	118
第一節 結論.....	118
第二節 建議.....	119
後記.....	120
參考文獻.....	121
附錄一 立正站姿相關標記點與尺寸定義整理.....	125
附錄二 標準解剖姿勢相關標記點與尺寸定義整理.....	127
附錄三 手臂前伸站姿相關標記點與尺寸定義整理.....	130
附錄四 坐姿相關標記點與尺寸定義整理.....	132
附錄五 頭型相關標記點與尺寸定義整理.....	134
附錄六 手型相關標記點與尺寸定義整理.....	137
附錄七 腳型相關標記點與尺寸定義整理.....	141
附錄八 2D 尺寸與 3D 尺寸定義整理.....	143
附錄九 中英索引表.....	144

# 圖目次

圖 1 各國人體尺寸量測發展歷程.....	4
圖 2 各國人體計測資料庫.....	5
圖 3 體型分類.....	8
圖 4 男裝上衣量測(左)及原型(右).....	10
圖 5 中科院飛行員 3D 人體資料庫.....	11
圖 6 根據 ISO8559 由 3D 人體模型取得關鍵點的尺寸資料.....	12
圖 7 站姿圖示 (左) 與坐姿圖示 (右).....	13
圖 8 向上延伸的安全距離標準示意圖.....	16
圖 9 伸及保護結構的安全距離標準示意圖.....	16
圖 10 3D 人體計測量測計畫所涵蓋的各個身體部位.....	17
圖 11 貨品配置作業(左)及腳踏車設計(右)的應用案例[1].....	18
圖 12 髮際厚度修正後的頭型.....	19
圖 13 外耳人體計測及耳機介面設計評估.....	19
圖 14 海上工作者著裝(左)與未著裝(中)與裝備(右)的差異.....	20
圖 15 女性 18-25、26-50、51-70 歲的體型及身體橫斷截面尺寸差異.....	20
圖 16 根據人體計測尺寸分配結構發展出空軍面罩的尺寸系統.....	21
圖 17 根據身高與臀型建構的體型尺碼參考對照表.....	22
圖 18 根據全身 3D 體型特徵定義之分類指標.....	22
圖 19 根據臉部與鼻子 3D 體型特徵定義之分類指標.....	23
圖 20 CLO3D 應用範例 (模擬服飾設計的合宜性).....	23
圖 21 B1,B2,F1,...F6 的八種體態之數位化的人體模型.....	24
圖 22 The zozo suit 和手機應用程式.....	25

圖 23 TC <sup>2</sup> 提供虛擬世界的試裝魔鏡軟體開發.....	26
圖 24 使用 Tecnomatix Jack 軟體模擬作業佈置 (左) 及作業的上肢負荷分析 (右).....	27
圖 25 數位人體計測量測誤差來源.....	28
圖 26 本研究架構.....	33
圖 27 實驗程序.....	35
圖 28 量測空間規劃.....	37
圖 29 量測服裝.....	37
圖 30 3D 全身掃描儀實際場佈.....	41
圖 31 3D 全身掃描儀示意圖.....	41
圖 32 3D 頭型掃描儀實際場佈.....	42
圖 33 3D 頭型掃描儀示意圖.....	42
圖 34 3D 手型、腳型掃描儀設備.....	43
圖 35 左圖立正站姿，中圖標準解剖姿勢，右圖手臂前伸站姿.....	43
圖 36 坐姿.....	44
圖 37 受測者進行 3D 頭型掃描.....	45
圖 38 3D 頭型掃描操作畫面.....	45
圖 39 受測者進行手型量測作業.....	45
圖 40 受測者進行腳型量測作業.....	46
圖 41 疊合前(左)和疊合後(右).....	47
圖 42 網格合併前 (左) 和網格合併後 (右).....	47
圖 43 補洞前 (左) 和補洞後 (右).....	48
圖 44 雜點刪除前 (左) 和雜點刪除後 (右).....	48
圖 45 網格平滑化前 (左) 和網格平滑化後 (右).....	49

圖 46 網格重整前 (左) 和網格重整後 (右).....	49
圖 47 ISO 7250 和本研究量測的差異姿勢.....	50
圖 48 ANSUR II 和本研究量測的差異姿勢.....	51
圖 49 標記點手動點選.....	52
圖 50 尺寸自動計算模組.....	52
圖 51 尺寸手動計算模組.....	53
圖 52 3D 數位人體計測資料可能的量測誤差.....	53
圖 53 不同施力高度雙手之推力量測示意圖.....	57
圖 54 施力高度 80 公分下壓(左)及上提(右)之量測示意圖.....	57
圖 55 力量量測之設備.....	58
圖 56 力量量測系統軟體介面.....	58
圖 57 人體資料庫.....	60
圖 58 不同年齡級距之受測者人數分佈圖 (N=256).....	62
圖 59 受測者戶籍地統計 (N=256).....	64
圖 60 受測者職業別統計 (N=256).....	65
圖 61 推拉力「施力高度*施力方式」交互作用關係.....	98
圖 62 推拉力「手部姿勢*施力方式」交互作用關係.....	98
圖 63 上提及下壓力「施力高度*施力方式」交互作用關係.....	99
圖 64 人體尺寸資料庫系統規劃.....	100
圖 65 人體尺寸資料庫介面設計 (電腦版).....	101
圖 66 人體尺寸資料庫之全身查詢結果 (含尺寸名稱與定義).....	102
圖 67 本研究人體尺寸與職業安全衛生設施規則之人行道寬度尺寸對照.....	104
圖 68 本研究人體尺寸與職業安全衛生設施規則之機械與設備通道寬度尺寸對照.....	104

圖 69 本研究人體尺寸與職業安全衛生設施規則之圍欄高度尺寸對照 .....	105
圖 70 本研究人體尺寸與職業安全衛生設施規則之踏板寬度尺寸對照 .....	105
圖 71 本研究人體尺寸與 SEMI S8-0705E 2.3 前緣到手/產品耦合點的距離規範之比對 .....	107
圖 72 本研究人體尺寸與 SEMI S8-0705E 2.4 負載位置之手與產品垂直接點規範之比對 .....	108
圖 73 本研究人體尺寸與 SEMI S8-0705E 3.2 裝載端口至站立面垂直距離規範之比對 .....	108
圖 74 本研究人體尺寸與 SEMI S8-0705E 7.1.1 垂直間距規範之比對 .....	109
圖 75 本研究人體尺寸與 SEMI S8-0705E 7.1.1 寬度間距規範之比對 .....	109
圖 76 本研究人體尺寸與 SEMI S8-0705E 7.1.4 頭上間距規範之比對 .....	110
圖 77 本研究人體尺寸與 SEMI S8-0705E 7.1.4 前後水平間距規範之比對 .....	110
圖 78 本研究人體尺寸與 SEMI S8-0705E 8.1.1 顯示器終端高度規範之比對 .....	111
圖 79 本研究人體尺寸與 SEMI S8-0705E 8.2.1 顯示器終端高度規範之比對 .....	111
圖 80 應用本研究尺寸規劃之篩檢工站設計圖 .....	114

# 表目次

表 1 歐美地區人體計測計畫彙整表.....	5
表 2 亞洲(含近期)地區人體計測計畫整理.....	7
表 3 台灣人體計測實施概況整理 (本研究整理).....	8
表 4 女裝尺碼分類系統.....	9
表 5 3D 與馬丁尺量測資料.....	9
表 6 男性與女性身體尺寸部位(單位：mm).....	15
表 7 伸及保護結構的安全距離標準.....	17
表 8 使用真人當受測標的之平均絕對差異.....	29
表 9 使用假人(模特兒)當受測標的之平均絕對差異.....	29
表 10 2019 年我國勞工人口之年齡分佈 (65 歲以上不計).....	34
表 11 校正後各年齡層分層抽樣人數規劃.....	34
表 12 人工黏貼標記點定義.....	39
表 13 量測設備與市場上大型人體計測的設備規格比較.....	40
表 14 接軌 ISO 7250-1 新增尺寸及無法新增的筆數統計.....	50
表 15 本研究尺寸和 ANSUR II 的比對統計.....	51
表 16 以十個人體尺寸作為控制誤差的參考.....	55
表 17 不同年齡級距之受測者人數分佈 (N=256).....	63
表 18 本研究受測者年齡分布與 108 年勞工年齡分布比較.....	63
表 19 本研究受測者年齡分布與 108 年勞工年齡分布 $t$ 檢定比較結果.....	63
表 20 受測者基本資料 (N=256).....	64
表 21 3D 量測設備疊合誤差 (單位：公分).....	66
表 22 重量數據 (N=256, 單位：公斤重).....	69
表 23 立正站姿尺寸數據 (N=256, 單位：公分).....	69

表 24 標準解剖姿勢尺寸數據 (N=256, 單位: 公分).....	71
表 25 手臂前伸站姿尺寸數據 (N=256, 單位: 公分).....	72
表 26 坐姿尺寸數據 (N=256, 單位: 公分).....	73
表 27 頭型尺寸數據 (N=256, 單位: 公分).....	74
表 28 手型尺寸數據 (N=256, 單位: 公分).....	75
表 29 腳型尺寸數據 (N=256, 單位: 公分).....	76
表 30 表面積尺寸數據 (N=256, 單位: 平方公分).....	76
表 31 體積尺寸數據 (N=256, 單位: 立方公分).....	77
表 32 3D 人體計測尺寸常態分佈檢定 (單位: 公分、平方公分、立方公分).....	77
表 33 3D 人體計測尺寸常態分佈檢定結果彙整.....	85
表 34 不同性別的左右側尺寸差異比較彙整.....	86
表 35 離群值與 3D 體型比對結果整理.....	87
表 36 推拉力量測結果 (N=256, 單位: 公斤重).....	93
表 37 上提及下壓力量測結果 (N=256, 單位: 公斤重).....	94
表 38 推拉力量測結果—百分位數 (N=256, 單位: 公斤重).....	95
表 39 上提及下壓力量測結果—百分位數 (N=256, 單位: 公斤重).....	96
表 40 推拉力量重複量測變異數分析結果 (N=256).....	97
表 41 上提及下壓力重複量測變異數分析結果 (N=256).....	99
表 42 職業安全衛生設施規則內容相關尺寸項目.....	103
表 43 SEMI S8-0705E 半導體製造設備人因工程之安全基準相關尺寸項目建議.....	107
表 44 本研究量測資料與過往國內計測結果之對照 (單位: cm).....	115
表 45 合併後年齡級距之受測者人數分佈.....	116
表 46 不同性別與年齡層間之身高比較結果.....	117

# 第一章 緒論

## 第一節 背景分析

工作場所尺寸設計不良，是誘發肌肉骨骼傷病的主要原因之一，而能正確反應國人的體計測資料庫則是設計的基本。正確的勞工人體計測資料，對於工作場所設計、機械安全防護與人機介面安全考量有很大的幫助。隨著 3D 掃描與數據處理能力的提升，以及人體計測量測技術的精進，各國政府單位、學術單位、與產業界，陸續有系統地規劃人體計測資料庫的建立與應用，且將人體計測資料庫的建立與應用及其商業價值發揮。

近 20 年來我國政府單位及學術單位，陸續有系統地規劃人體計測資料庫的建立與應用，包括以下重要計劃，如：一、1993 年本所；二、1993 年國立清華大學；三、2010 年紡綜所；四、2011、2012 年紡拓會；五、2014-2016 年本所[1]；七、2019 年中科院。其他還有同樣以三度空間掃描儀量測國人之 Lu & Wang[2]、Kuo 等人[3]、Lee & Wang[4] 等研究。

國際間，美、歐洲居民表面人體計測資料資源 CAESAR (Civilian American and European Surface Anthropometry Resource, CAESAR) 計畫，涵蓋美國人 4,000 名、荷蘭人和義大利人 10,900 名，美國軍人人體計測資料庫 (The Anthropometric Survey of US Army Personnel, ANSUR) 數據也已於 2014 年發布 ANSUR II[5]以取代 ANSUR I[6]。亞洲則有日本財團法人人間生活工學研究中心 (Research Institute of Human Engineering for Quality Life, HQL) 執行收集日本人體計測資料 Size-JPN，韓國政府的 Size Korea 則是每 5 至 7 年執行一次國家級規模人體計測調查，東南亞部分也有新加坡、馬來西亞、泰國、及菲律賓人體計測資料供比較[1]。國際間的 3D 人體計測量測計畫所涵蓋的身體部位，包括頭部、人臉、耳朵、上肢、腹腰部、及全身，這些 3D 體表量測數據已被用於各類服飾、頭戴裝置 (如頭盔、面罩、耳機、氧氣罩)、手戴裝置 (手錶、腕戴)、及座椅設計上，亦被用來進行生產設備設計，如國際半導體產業協會 (Semiconductor Equipment and Materials International, SEMI) 制定之 SEMI S8-0705E 半導體製造設備人因工程之安全基準[7]。因應不同商業模式需要，3D 人體計測資料也被用來發展各個產品的尺寸系統 (Sizing System)、發展數位化的人體模型 (Digital Human Model)、以及虛

實整合的智慧服飾與商業模式[8]。

國內近 20 年來的人體計測資料庫，散置在各個政府機關與事業單位，人體計測資料片段零散，尚未有國家型計畫的整合，更缺發揮數據價值的整合與應用，緣此，本著「傳承、整合、應用」的核心精神，現階段是國人 3D 人體計測資料系統性建置關鍵與重要時機。此外，從國家發展而言，隨著年代增加及科技的提升，人們的生活與飲食習慣自然有所差異，必然反映至個別身體尺寸，是以韓國政府每 5 至 7 年，就會執行一次人體計測調查，以了解國人體型變化。本所上一次人體計測研究至今已歷 7 年，有重新調查之必要。是以，本研究依循本所既有之人體計測資料基礎[1]，持續進行資料調查，收集 256 位受測者的人體計測資料，並累積建立人體計測及推拉力資料庫，另內化 3D 人體計測尺寸，檢討職業安全衛生設施規則中維護員工工作安全與衛生所需的作業場所尺寸，並檢討國際半導體產業協會制定之 SEMI S8-0705E 半導體製造設備人因工程之安全基準定義之人體計測尺寸與半導體設備機台的設計關係。本研究最終目的，在健全我國勞工 3D 人體計測資料庫，透過開發人體計測應用案例，以協助事業單位辦理作業場所設施規劃、個人防護用具設計與挑選、安全防護設計規劃、工作方法設計與人因性危害防止，作為事業單位職業災害防止策略規劃，及應用於人因性危害防止計畫改善參考。

## 第二節 研究目的

工作場所尺寸設計不良，是誘發肌肉骨骼傷病的主要原因之一，而能正確反應國人的身體計測資料庫則是設計的基本。正確的勞工人體計測資料，對於工作場所設計、機械安全防護與人機介面安全考量有很大的幫助。人體計測資料是安全衛生工作規劃的基石，工作場所設計規劃、工作方法、防護具設計、護欄設計都與人體計測值息息相關。因此，為應用勞工人體計測資料，改善勞動環境，提升勞動能力，本案之目的在收集我國勞工 3D 人體計測資料，以建立具代表性之我國勞工人體計測資料庫。

## 第二章 文獻探討

相關文獻資料整理，分別依國際人體計測計畫、我國人體計測資料庫建置、人體計測尺寸國際標準及法規上的使用、3D 人體計測尺寸的實務應用、建立穩定 3D 數位人體計測資料庫等進行探討說明，資料整理如下。

### 第一節 國際人體計測資料

人體計測相關研究發展，至今已超過 40 年，見圖 1。早期國際間大規模人體計測資料來源，分別為美國國家健康營養調查 (National Health and Nutrition Examination Survey, NHANES)、美國軍人人體計測資料庫 (ANSUR) 與美、歐洲居民表面人體計測資料資源 (CAESAR)。國家健康營養調查從 1959-1970 年開始調查美國國民人體計測資料，之後於 1971-1975 年、1976-1980 年和 1988-1994 年間編制 NHANES I、II 和 III 數據資料庫，從 1999 至 2006 年 NHANES 數據庫每兩年進行一次更新，然而這些資料並不完整，除了身高和 BMI 之外，缺乏細項人體計測項目。跨國際人體計測資料庫 CAESAR 計畫的取樣期間為 1998-2001 年間，主要量測歐洲與北美共 14,900 名樣本人身體表面 100 項計測項目，樣本年齡分佈為從 18 到 65 歲的一般大眾(Civilian)男女，其中美國人 4,000 名、荷蘭人和義大利人 10,900 名，量測項目中有 40 項是由傳統手動量測工具量測而得，如：體重、皮厚度(Skinfold Thickness)，另外 60 項由數位掃描資料中擷取而得。[1]美國軍人人體計測資料庫 (ANSUR) 數據於 2014 年發布 ANSUR II 以取代 ANSUR I，該資料庫成為身體尺寸和形狀方面最全面的公開數據集，資料樣本為 6,000 多名美國成年軍人 (4,082 名男性和 1,986 名女性)，定義 93 項計測項目。然而，這些數據的設計和標準將無法以預期的方式容納大多數使用者。

近年來隨著人體計測量測技術的精進，越來越多非接觸式 3D 量測系統應用於大樣本資料收集。如：Size USA 是由 TC<sup>2</sup> 公司所主導的一項以量測美國人民 3D 體型為主的計畫，以量測服裝設計為主要尺寸的資料庫建立，收集全美 12 個城市，超過 1 萬名受測者的身體表面掃描數位資料，年齡在 18 至 65 歲之間，量測 200 項尺寸，後續相同的技術方法後來也陸陸續續被其他國家引用，並進行該國的 3D 人體計測資料庫的建立，各國的人體計測資料庫見圖 2，包括 Size UK、Size Korea、Size Thailand 等[10]。Size UK 資料庫收集於 2000 至 2001 年間，由英國政府、零售商、幾所大學與科技公司

組成的團體，使用美國公司 TC<sup>2</sup> 3D 人體掃描儀進行大規模量測身體尺寸調查。共收集來自 3 個地區；8 個量測區域共 11,000 位受測者 (男女各半) 身體尺寸資料，年齡分布 16 至 90 歲，以站姿與坐姿收集、整理 130 項身體尺寸資料。在歐洲，Size Germany 資料庫於 2009 年發表，使用 3D 人體掃描儀於德國超過 30 個區域，收集年齡 6 至 87 歲共計 13,362 位受測者人體計測值，該資料庫提供 44 項用於服裝設計之計測值與 53 項於產品設計相關計測值，並建置平台資訊提供相關產品研發設計時參考使用。近年來歐洲人體計測資料庫建立由產業端興起，結合產品需求、量測技術與學術研究，透過大規模、整合性、系統化收集歐盟國家人民計測資料庫，如：France Survey、Spanish Surveys、Size ITALY 等計畫，透過人體計測資料收集與分析建立尺碼系統 (Sizing System) 並依照產品設計需求提供相關尺寸資料庫使用，較具規模之商業系統如德國 Human Solutions[11]提供 RAMSIS 軟體，為目前輔助汽、機車、飛行器與各式武器設計與研發最常使用輔助軟體，可依產品提供主要使用者體型 (種族、性別)、關節角度與視野範圍等計測參考資料。在流行服裝與產品設計部分，德國 Assyst 公司[12]提供產業界數位化 3D 人體計測資料庫，輔助流行服裝、女性內著、醫療用品設計與開發。將歐美地區近年來主要人體計測計畫整理如表 1 所示[13]，包括量測計畫、樣本年齡範圍與人數、量測項目與相關網站資源。

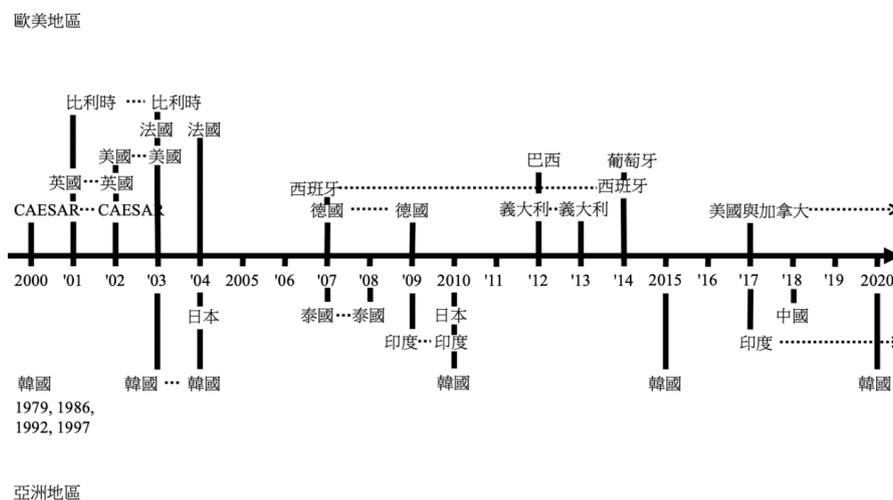


圖 1 各國人體尺寸量測發展歷程



圖 2 各國人體計測資料庫

表 1 歐美地區人體計測計畫彙整表

Country	Project	Year	Sample size	Body Dimensions	Body scanner	Resources
North America	CAESAR	2000	Ages 18-65 2,375 adults			
Netherlands	CAESAR	2000	Ages 18-65 1,255 adults	100	Cyberware Vitus pro	<a href="http://store.sae.org/caesar/">http://store.sae.org/caesar/</a>
Italy	CAESAR	2002	Ages 18-65 796 adults			
UK	Size UK	2001 2002	Ages 16-76 10,000 adults	130	TC <sup>2</sup>	<a href="http://www.sizeuk.org/">http://www.sizeuk.org/</a>
USA	Size USA	2002 2003	Ages 20-65 10,800 adults	200	TC <sup>2</sup>	<a href="http://www.sizeusa.com/">http://www.sizeusa.com/</a>
Germany	Size GERMANY	2007 2009	Ages 6-65 12,000 subjects	44 53	Human solutions Vitus smart	<a href="http://www.sizegermany.de">http://www.sizegermany.de</a>
France	France survey	2003 2004	Ages 5-70 11,500 subjects		Human solutions Vitus smart	<a href="http://www.ifth.org">http://www.ifth.org</a>
Brazil	SizeBR	2012	Ages 18-65 5,500 women		TC <sup>2</sup>	<a href="https://senacetiqt.com/">https://senacetiqt.com/</a>
Spain	Spanish surveys	2007 2014	Ages 3-70 12,000 subjects		Human solutions Vitus smart	<a href="http://www.ibv.org">http://www.ibv.org</a>
Portugal	SIZE Portugal	2014	Ages 17-75 1,864 adults		TC <sup>2</sup>	
Belgium	SmartFit	2001 2003	Ages 3-75+ 5,500 subjects		SYMCAD II TC <sup>2</sup> NX-32	<a href="https://smartfit.be/">https://smartfit.be/</a>
Italy	Size ITALY	2012 2013	Ages 6-75 6,000 subjects		Vitus smart	<a href="https://www.assyst.de">https://www.assyst.de</a>
USA + Canada	Size North America	2017 in press	Ages 6-65 17,820 subjects		Vitus smart	<a href="http://www.sizenorthamerica.com">http://www.sizenorthamerica.com</a>

資料來源：<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/body-scanning-technology>

在亞洲部分，Size-JPN 為日本財團法人人間生活工學研究中心 (Research institute of human engineering for quality of life, HQL) 執行收集日本人體計測資料，於 1992 至 1994 年量測 34,000 位受測者，年齡範圍 7 至 90 歲男性與女性，使用 Hamano Voxelan 3D 掃描儀量測 178 項計測項目。於 2004 至 2006 年間，由日本經濟產業省委託進行了大規模的日本人體計測量測 (Size-JPN)，收集 6,742 位受測者資料，年齡範圍 20 至 80 歲，使用手動量測與 3D 人體掃描儀整理 217 項計測尺寸。

Size Korea 資料建立始於 1979 年起，韓國政府每 5 至 7 年執行一次國家級規模人體計測調查，直至第 5 次調查 (2003 至 2004 年間) 將計畫正式定名為 Size Korea。第 5 次調查時更新量測 14,200 人，年齡分布 0 至 90 歲，結合手動與 3D 設備量測與記錄 119 項身體尺寸資料。第 6 次調查在 2010 年間量測 14,016 人，年齡分布 7 至 69 歲，第 7 次調查在 2015 年間量測 6,413 人，年齡分布 16 至 69 歲，量測紀錄 133 項身體尺寸。在直接手動測量中，第 5 次至第 7 次調查使用相同的標準化方法[14]。中國人體測量數據建立始於 1986 至 1987 年間，由中國國家標準化研究院 (China National Institute of Standard-dization, CNIS) 進行全國大規模身體尺寸調查，之後於 2006 至 2008 年期間進行了中國兒童體形調查。在 2013 至 2018 年間 CNIS 更新調查中國成人人體測量資料，主要採用 3D 人體掃描儀，部分使用標準化馬丁測量儀器進行手動人體測量，建立標準中國成年人人體尺寸資料庫 (GB-10000-88)，此人體計測資料庫收集來自 24 個省的 32 個城市超過 26,000 名成年人之人體計測資料[15]。

在東南亞部分，Chuan 等人[16]收集新加坡人 305 位 (男性 206；女性 109) 與印尼人 377 位 (男性 245；女性 132) 人體計測資料，又將新加坡人與印尼人細分為新加坡、新加坡華裔、印尼、印尼華裔族群，使用 36 項人體計測值來比較。結果顯示四個族群之間部分有顯著差異，說明區域性與種族對間有差異存在。Karmegam 等人[17]收集馬來西亞年輕人人體計測資料，量測 1,032 位年輕學生 (595 男性與 437 女性)；年齡分布為 18 至 24 歲，依照馬來西亞標準 (MS ISO 7250-1:2008 Standard) 定義量測 34 項身體尺寸，以手動量測方式收集數據。與泰國年輕人資料比較，發現馬來西亞與泰國男性之間有 15 項；女性之間有 11 項身體尺寸有顯著差異，整體而言馬來西亞比泰國年輕人有較高的體重、較長的臀至臍窩距離與手長[17]。亞洲與近期重要人體計測計畫、年代、年齡範圍、人數與主要使用設備及相關資訊，整理如表 2 所示[13]。

表 2 亞洲(含近期)地區人體計測計畫整理

Country	Project	Year	Sample size	Body Dimensions	Body scanner	Resources
Japan	Japanese survey	2004 2010	Ages 20-79 6,700 adults	217	Voxeland LPW-2000 Hamano Engineering	<a href="https://www.hql.jp/">https://www.hql.jp/</a>
China	SizeChina	2018	Ages 18-75 26,354 adults		Vitus smart	<a href="http://www.cnis.gov.cn">http://www.cnis.gov.cn</a>
Korea	SizeKorea 5th survey	2003 2004	Ages 0-90 19,700 subjects	119	Cyberware	<a href="https://sizekorea.kr/">https://sizekorea.kr/</a>
	SizeKorea 6th survey	2010	Ages 7-69 14,000 subjects	139	Hamamatsu	
India	SizeINDIA	2009 2010	Ages 18-65 5,000 adults		Vitus smart	
Thailand	SizeTHAILAND	2007 2008	Ages 16-60 13,400 adults		TC <sup>2</sup>	<a href="http://www.sizethailand.org/">http://www.sizethailand.org/</a>
India	SizeIndia II	2017 In progress	Ages 1-65 25,000 subjects		N/A	<a href="https://nift.ac.in/node/198">https://nift.ac.in/node/198</a>

資料來源：<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/body-scanning-technology>

## 第二節 我國人體計測尺寸量測及資料庫建置

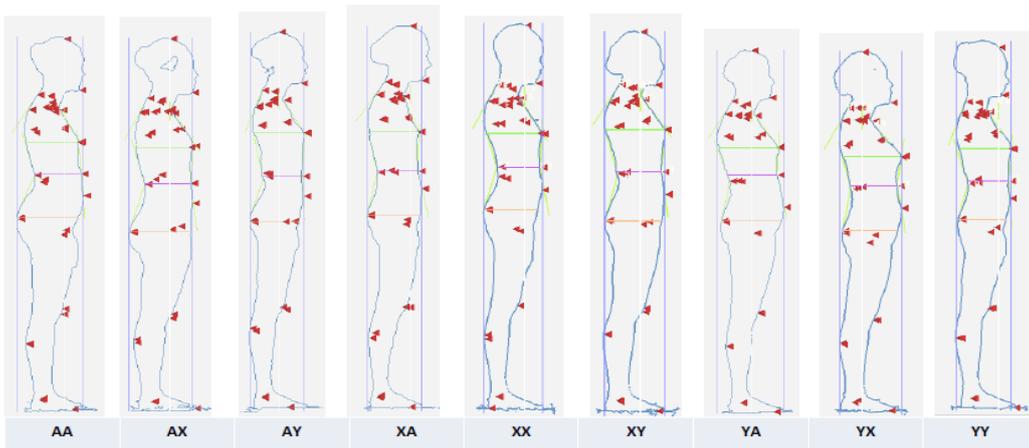
近 20 年來，我國政府單位及學術單位陸續有系統地規劃人體計測資料庫的建立與應用，將本土化人體計測資料庫的建立與應用列為重要的課題，本研究總共蒐集國內人體計測資料庫，並將資料蒐集期間、年齡分布與收集項目等概況，整理詳見表 3。

於 2001 年由中華民國人因工程學會發行台灣地區人體計測資料庫手冊，在該資料庫由 1994 年開始，以 6 年時間量測台灣地區人口 (取樣 6 至 64 歲)，共約 9,571 位受測者 (涵蓋勞工、大學生、高中學生、國中學生及國小學生樣本)，利用 3D 量測儀、數位卡尺及數位捲尺三種設備，量測人體尺寸數據，共計進行 265 項尺寸量測，其中 3D 量測儀方面量測 140 項，數位卡尺方面量測 28 項，而數位捲尺方面量測 97 項，將量測的成果整理成書面統計資料查詢手冊[18]。游志雲等人[19]受本所在 1993-1994 年委託國立清華大學進行勞工頭型模式之研究 (IOSH-H822)，共計量測 1,213 名勞工的 3D 頭型資料，計算出 39 項頭部與臉部尺寸，並建構出 3 個半面罩使用的標準頭型。朱維政等人[20]在經濟部與財團法人紡織產業綜合所支持下，量測 2,000 名國人 3D 人體資料，女性 1,263 名，男性 737 名，年齡從 1 歲到 96 歲，分別在北、中、南三個區域進行量測，共量測兩種立姿，計算出 66 項人體尺寸資料。

表 3 台灣人體計測實施概況整理 (本研究整理)

研究單位	清華大學	長庚大學	紡綜所	紡拓會	紡拓會	勞研所	中科院
蒐集時間	1993 年	2000 年	2010 年	2011 年	2012 年	2014-2016 年	2019 年
年齡分佈	6-35 歲	10-90 歲	1-96 歲	13-66 歲以上	17-35 歲	18-65 歲	空官學生與現役飛行員
資料主要內容	265 項靜態尺寸	身體圍度	66 項靜態尺寸	84 項靜態尺寸	90 項靜態尺寸	84 項靜態尺寸	身高及體重
資料區分類型	勞工、大專、高中、中小學	以年齡區分	地區與年齡區分	地區與年齡區分	以年齡區分	以年齡區分	以年齡區分
總人數(人)	9571	10409	2000	2120	774	488	500
男	54%	52%	37%	100%	0%	50%	95%
女	46%	48%	63%	0%	100%	50%	5%
年齡分佈(人)							
10 歲以下	21%	0%	8%				
10-19 歲	62%	0%	26%				
20-29 歲	8%	4%	21%				
30-39 歲	4%	10%	12%				
40-49 歲	3%	30%	12%				
50-59 歲	1%	29%	11%				
60-69 歲	0%	19%	6%				
70-79 歲	0%	7%	3%				
80-89 歲	0%	1%	1%				
90 歲以上	0%	0%	0%				

中華民國紡織業拓展會 (紡拓會)[21]為因應貿易自由化 (ECFA) 對於國內產業的衝擊，受經濟部委託進行，國人女裝尺碼資料庫的建置。該計畫以馬丁尺與 3D 量測的方式蒐集 2,120 名台灣女性計測資料，年齡從 13 到 66 歲以上，選定 25 個標記點，量測 84 項計測尺寸。此外，參考身高、胸圍、腰圍、臀圍剖面以及 3D 側剖面進行體型分析 (圖 3) 分類出 45 種體型，並建構出台灣女裝尺碼系統與年齡體型 (表 4)。



資料來源：中華民國紡織業拓展會[21]

圖 3 體型分類

表 4 女裝尺碼分類系統

序次	年齡	17~18歲					19~22歲					23~35歲				
		175/91	170/90	175/90	170/95	175/95	170/90	175/90	170/95	175/95	170/100					
1	胸圍	90.7	90.0	90.0	95	95	90	90	95	95	100					
2	腰圍	74	71	69	74	75	72	71	77	77	82					
3	臀圍	92	90	88	92	94	90	89	93	94	98					
4	胸腰差	17	19	21	21	20	18	19	18	18	18					
5	頸根圍	42.1	41.5	41.1	42.4	43.4	42.1	41.3	42	43.7	45.9					
6	手臂根圍	42.2	41.3	40.6	42.6	42.4	41.3	41.1	42.8	42.7	44.8					
7	臂圍	27.9	28.2	27.5	30.5	29.5	28.5	27.5	30.2	29.9	31.5					
8	手腕圍	16.6	17.1	16.8	17	16.9	16.7	16.6	17	17.1	17.3					
9	背肩寬	44	44	45	44	45	44	44	44	45	45.5					
10	肩寬	43.8	43.3	44.8	43.6	44.9	43.6	43.4	43.8	44.9	44.7					
11	背寬	40.8	40.5	40.7	42	41.5	40.2	39.7	41.7	41.4	42.9					
12	胸寬	36	35.5	33.7	35.8	36.5	36	36.3	36.8	38	38.4					
13	小肩	14.4	14.5	15.1	14.1	14.7	14.5	14.5	14.1	14.5	14.4					
14	背長	45	45	45.5	44.5	46.7	45	45.5	45.2	46.3	46.5					
15	後身長	47.8	47.6	47.9	46.9	49.5	47.9	48	48.2	49.3	49.5					
16	前身長	47.8	47.8	47.9	48	49.7	47.8	48	48.2	49.3	49.5					
17	乳上長	26.1	26.3	25.9	27.3	27.4	26.3	26.2	27.6	27.6	29					
18	BP~BP	19.2	18.6	19	19.8	19.5	19.2	19.1	19.5	19.8	20.5					
19	肩斜(前/後)	22/12	22/11.5	23/12.5	21/10	22/12	21.7/12	21.6/12	21.8/11	21/11	21.4/11					
20	上身傾斜度	4.3	4.5	3.4	4.2	4.1	4.6	3.9	4	4.5	3.5					
21	上背部傾斜度	57.2	57.3	56.6	57.6	55.2	58.2	57.4	58.4	58.5	57.3					
22	下背部傾斜度	79.2	78.60	79.4	79.0	77.8	79.3	80.2	79.9	80	80.6					
23	體重	62.8	60.0	57.6	62.7	66.4	59.6	59.2	64.5	66	72.6					
24	身高	175	170	175	170	175	170	175	170	175	175					

資料來源：中華民國紡織業拓展會[21]

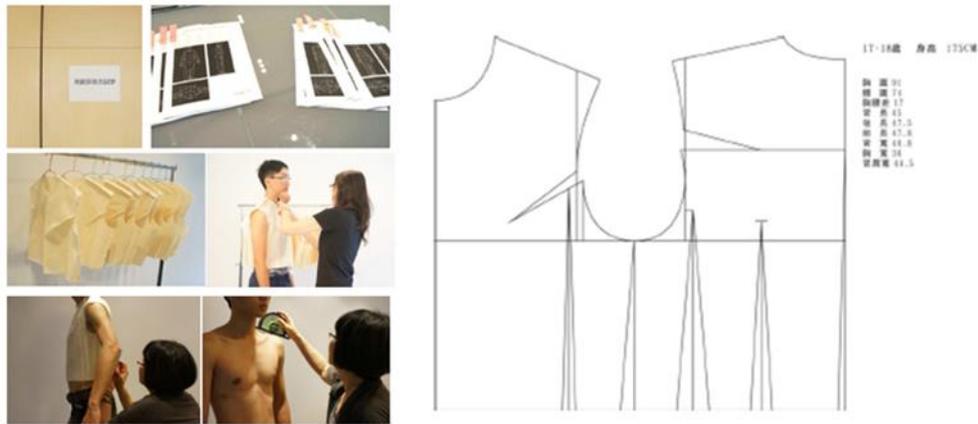
中華民國紡織業拓展會[22]延續前一年的計畫，量測 774 名國人男性 3D 與馬丁資料，年齡從 17-35 歲，計測尺寸 90 項 (表 5)。該研究的主要目的是參考身高、體型、廓型、肩斜與 BMI 來分類與分析，建構出 10 個男裝的上衣原型，如圖 4 所示。

表 5 3D 與馬丁尺量測資料

女裝尺碼系統  
各級距之9AR

項目	年齡/尺碼	13-22	23-30	31-45	46-65	66以上
		9AR	9AR	9AR	9AR	9AR
體重		51.97	53.19	56.24	56.90	58.12
身高		158.97	159.69	159.18	156.18	153.36
腰高(W.L水平)		99.33	99.65	99.74	96.56	94.45
臀突點高		80.69	80.60	79.81	77.46	76.41
乳頭點高		114.08	114.75	113.93	110.91	107.42
全頭高		22.71	22.72	22.23	21.98	22.05
頭圍		54.83	54.93	54.70	55.00	54.55
頸根圍		35.89	36.20	36.82	37.31	37.85
手臂根圍		37.70	38.34	40.03	40.80	42.78
上臂最大圍		26.19	26.62	28.30	28.90	29.53
手腕圍		15.75	15.41	15.82	16.40	17.37
上胸圍		81.64	83.64	87.02	88.06	88.65
胸圍		81.29	83.60	86.78	89.75	90.60
下胸圍		70.39	71.23	74.04	77.44	79.40
腰圍(水平)		65.13	66.84	71.35	75.41	80.04
腹圍		78.41	80.44	85.76	90.21	94.66
臀圍		91.31	92.24	94.89	95.81	97.22
大腿最寬位圍		54.60	54.30	55.19	54.23	53.55

資料來源：中華民國紡織業拓展會[22]



資料來源：中華民國紡織業拓展會[22]

圖 4 男裝上衣量測(左)及原型(右)

李永輝[23]蒐集了國內既存的六個一般人及兩個脊椎損傷者之人體計測資料庫，彙整得到國內長庚 3D 資料庫 (1,265 人) 及清大資料庫 (9,571 人) 共 10,836 樣本、6 至 90 歲涵蓋兒童、青少年、成年、老年四個年齡層的全人數據尺寸、及 19 項靜態尺寸的「一般人」資料。該量測計畫尚將計測尺寸連結建築物無障礙設施設計規範。李永輝[24]進一步針對肢體障礙者進行人體計測資料的研究與調查。該研究使用 3D 量測儀 (Faro Arm)，共蒐集男 127 位、女 73 位，受測者分別是使用 142 台手動輪椅及 55 台電動輪椅，並分屬於四個不同的年齡層。計提供 45 項人體尺寸，分為四個類別：高度、寬度、深度以及可及範圍。此外，量測項目還包括 9 項輪椅尺寸 (電動及手動輪椅)。除輪椅使用者外，高齡居民的環境設施需求與生活品質在快速高齡化的台灣社會中也受到重視，何明錦等人[25]以 3D 量測儀 (Faro Arm) 收集 300 位 (65-103 歲，183 位女性，117 位男性) 台灣高齡者人體計測資料，包括靜態坐姿與立姿人體尺寸、作業域範圍、握力、扶手高度以及伸手可及範圍。數據顯示男性的坐姿尺寸皆大於女性，且差距最大的是左手臂向上正常可及高度 (相差 100 mm)，右手臂向上正常可及高度 (相差 98mm) 以及頭頂高 (相差 82 mm)。立姿尺寸方面，只有胸部深度及臀部寬度，女性的平均大於男性，其他項目都是男性大於女性。

本所 ILOSH103-H316[1]進行我國勞工人體計測調查研究，共有 488 名受測者 (男女各 244 名) 進行 3D 人體計測量測與推拉力實驗研究。該計畫在人體計測方面量測 4 種全身姿勢、臉部、手部與腳部的 3D 資料，共取得 192 項人體尺寸並找出男女各一名標準人製作電子人模用來產生 20 幅工作場所設計圖譜。在推拉力實驗研究方面，量測

3 種手部姿勢和 4 種施力高度的最大推力與最大拉力值。國家中山科學研究院[26]為進行國機國造與二代戰機的設計，空軍航空科技研究發展中心委託中科院進行我國空軍飛行員人體計測資料庫的建構，共計量測 500 名飛行員的資料，以 3D 全身掃描儀、3D 頭部掃描儀、3D 手部掃描儀，量測兩種立姿、兩種坐姿、頭部、兩種手部姿勢的 3D 數位資料，在全身資料部分，共萃取 100 項尺寸提供給機艙設計使用。資料庫建構與查詢網站如圖 5 所示。



資料來源：國家中山科學研究院[26]

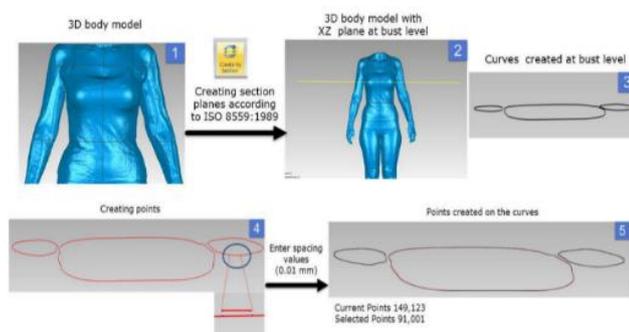
圖 5 中科院飛行員 3D 人體資料庫

### 第三節 人體計測尺寸國際標準與法規上的應用

人體計測資料庫建立是產品、居住及生活環境設計、與人機介面的設計與規劃的基礎。國際標準組織 (International Organization for Standardization, ISO) 的 ISO 7250-1:2017[9]定義了人體計測量測方法與計測資料庫的建置方式，規範中使用 22 個標記點定義出 62 個人體尺寸，其中在站立姿勢有 12 個尺寸；坐姿姿勢有 16 個尺寸；20 個特殊肢段尺寸 (如：手掌寬等) 與 14 個功能性項目尺寸。在量測條件下亦規範受測者穿著 (Clothing of Subject)、支撐平面 (Support Surface)、量測姿勢對稱性 (Body Symmetry) 與量測姿勢 (Body Posture) 等有明確說明與建議。此外，國際半導體產業學會 (SEMI) 的 SEMI S8-0705E[7]定義人體計測尺寸與半導體設備機台的設計關係；國內建築物無障礙設施設計規範定義了輪椅使用者與高齡者的生活和作業環境；而職業安全衛生設施規則中則定義了維護員工工作安全與衛生所需的作業場所尺寸規範，而該設施規則則是參考 ISO 13857[27]機械安全規範，防止上下肢觸及危險區域所需的安全距離。鑒於人體計測資料應用的廣泛性與重要性，世界各先進國家紛紛積極著手建立其本國人

民及不同族群的人體計測資料庫。

歐美各國考量經濟整合、政治與國際間交流頻繁，各國的人體計測資料庫建置備受重視，因此 ISO 在多樣產品與系統設計，如：ISO 7250-1:2017 規範人體計測量測方法，並運用人體計測資料庫做為參考。此外，國際自動工程學會 (Society of Automotive Engineers International, SAE International) 依照人體計測資料庫建立許多 SAE 標準規範，用以規劃駕駛工作空間、操作範圍、視野範圍、頭部空間與乘坐空間等設計參考，如：SAE J1517 (駛乘坐空間)、SAE J826 (制器與操作空間規劃) 標準。ISO 8559:1989(E) 定義鏈結 3D 人體掃描與服裝設計應用，Spahiu 等人[28]展示如何根據 ISO 8559，由 3D 人體模型，取得身體胸部高度的橫斷曲面，後續再進一步取得關鍵點的尺寸資料。五個步驟列於圖 6。



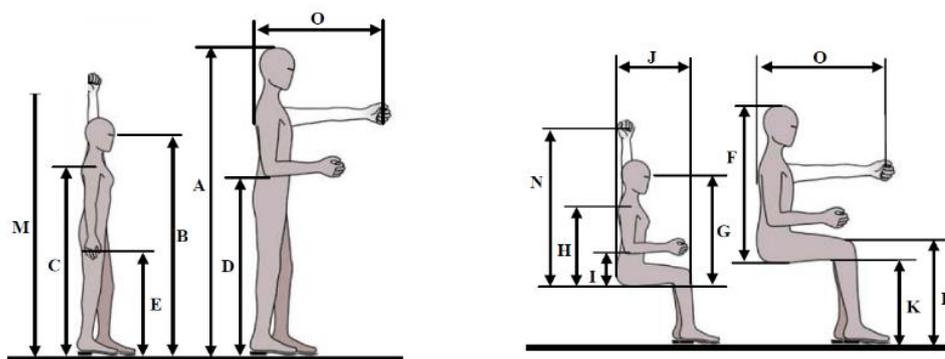
資料來源：Spahiu et al.[28]

圖 6 根據 ISO8559 由 3D 人體模型取得關鍵點的尺寸資料

除了根據不同產業之應用規範人體計測量測方法，國際標準組織 (ISO) 亦專門針對新興的三度空間人體掃描技術訂定 ISO 20685:2010，以確保國際上不同量測計畫之間在量測結果的相容性；也因為人體計測涉及重要解剖標記點的定位、1D 尺寸的估計、2D 及 3D 尺寸的計算等任務，國際標準組織 (ISO) 後續也將此標準拆解為 ISO 20685-1:2018 以及 ISO 20685-2:2015，前者聚焦於 1D 尺寸的評估標準，後者則著眼於表面體型特徵的評估標準及對應標記點定位的再現性。相較於傳統手動的接觸式計測常面臨之施測者間誤差 (Inter-observer error) 與施測者內誤差 (Intra-observer error)，三度空間人體掃描具再現性高的優勢[29]，且基於完整保存的人體表面資料，未來再量測的彈性大，亦得以隨著估計方法的更新而提昇精確度；也因為如此，ISO 20685-1:2018 針對三度空間人體掃描的自動計測結果提出了重複量測誤差之上限，相較於手動量測更為嚴格[2]，但受限於硬體規格、軟體能力、量測程序的標準化程度、接受掃描時的晃動等

諸多干擾因素，事實上並不容易達成，本研究將於本章第五節探討相關細節，以釐清如何盡可能地提昇計測資料的可靠度 (reliability)。然而，「何謂真實值 (true value)」始終是人體計測難以定義的問題，基於既有的研究與計測計畫，一般多以「有經驗的計測人員之量測結果」為比較標的進行成對樣本 T 檢定、確認兩種方法間是否有顯著差異，但在 ISO 20685-1:2018 中並沒有明確的指引，換言之，人體計測的效度 (validity) 恐怕僅能由應用上的合身性予以檢驗。

SEMI S8-0705E[7]為國際半導體產業學會 (SEMI) 根據半導體製造設備的設計、操作、保養、維修與安裝，制定人因工程相關的準則，在該準則的相關資訊收錄了人體計測數據 (見圖 7 及表 6)，以作為半導體製造廠站姿與坐姿的工作站設計依據。該份數據來源參考 Pheasant 的 Bodyspace 一書、MIL-STD-1472D 為美國國防部用於軍事系統、裝備和設施的設計和開發人因標準，以及美國汽車工程師學會 SAE J833。該份數據以第 5 百分位數的亞洲女性和第 95 百分位數的美國男性作為尺寸上下限，共分為站姿 5 個項目、坐姿 7 個項目和伸手可及 3 個項目，共計 15 個項目。台灣積體電路公司對於半導體設備硬體的人因性危害管控，要求須符合 SEMI-S8 的人因設計；而鴻海科技集團也成立人因工程中心，參考 SEMI 標準訂定人因工程危害保護標準，持續於新產品開發階段即將人因工程的要求納入標竿生產線，量產時水準推展並大量複製於各生產線，有效改善員工工作條件，減省改善成本。



資料來源：SEMI S8-0705E[7]

圖 7 站姿圖示 (左) 與坐姿圖示 (右)

為重新檢討建築物無障礙設施設計規範，李永輝[23]將國內既存的六個一般人及兩個脊椎損傷者之人體計測資料庫整合。研究團隊依使用情境，將無障礙規範與使用者關連的項目分成六大類，分別為門把、扶手、升降梯、廁所、浴室及其它。研究推薦出 26 項目所關連的人體參考尺寸，並推薦 14 需立即驗證或待確認項目。李永輝[24]進一步針對肢體障礙者進行人體計測資料的研究與調查，將 18 項「建築物無障礙設施規範」與人體尺寸及輪椅尺寸進行比對後，建議鏡子、馬桶高度、洗臉盆高度、洗臉盆深度、浴缸、淋浴間座椅的深及高、寬度及膝蓋淨容納空間(高)等尺寸規範需再驗證。何明錦等人[25]依據高齡者之人體計測數據，分析儲物櫃的配置與辦公桌椅的尺寸，提供 9 項建議值，並列出 20 項與高齡者有關且常用的設施項目。

職業安全衛生設施規則中，有許多條文內容和人體計測尺寸相關。如，一、第 25 條的建築物之工作室，其樓地板至天花板淨高應在 2.1 公尺以上；二、第 29 條，在機械四周通往工作台之工作階梯其寬度不得小於 56 公分，且梯級面深度不得小於 15 公分；三、第 31 條，通道應有適應其用途之寬度，其主要人行道不得小於 1 公尺，各機械間或其他設備間通道不得小於 80 公分；四、第 36 條，有墜落之虞之場所，應置備高度七十五公分以上之堅固扶手；五、第 37 條，固定梯踏條與牆壁間應保持 16.5 公分以上之淨距；六、平台用漏空格條製成者，其縫間隙不得超過 3 公分；超過時，應裝置鐵絲網防護；七、梯之頂端應突出板面 60 公分以上；八、第 76 條，為防止勞工有自粉碎機及混合機之開口部分墜落之虞，雇主應有覆蓋，護圍、高度在 90 公分以上之圍柵等必要設備。以上法規許多數字都來自 ISO 13857[27]。

表 6 男性與女性身體尺寸部位(單位：mm)

準則		圖示 <sup>#3</sup>	5th Percentile 亞洲女性	95th Percentile 美國男性
站姿 <sup>#1</sup>	直立 <sup>#2</sup>	(A)	1471	1895
	眼高 <sup>#2</sup>	(B)	1356	1763
	肩高 <sup>#2</sup>	(C)	1206	1572
	肘高 <sup>#2</sup>	(D)	894	1214
	指關節高 <sup>#2</sup>	(E)	676	831
坐姿 <sup>#1</sup>	坐立	(F)	780	973
	眼高	(G)	660	843
	肩高	(H)	510	645
	肘高	(I)	165	287
	臀膝長	(J)	470	650
	膝後窩高 <sup>#2</sup>	(K)	350	521
	膝高 <sup>#2</sup>	(L)	434	632
伸手可及距離 <sup>#1</sup>	站姿手伸長垂直距離 <sup>#2</sup>	(M)	1712	2134
	坐姿手向上垂直距離	(N)	855	1356
	坐姿手往前水平距離	(O)	580	787

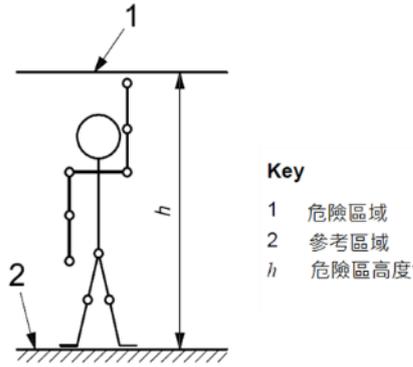
備註：

#1: 所有垂直範圍都包含 25mm 鞋高的闊度(allowance)

#2: 圖示(A)至(O)參考圖 7

資料來源：SEMI S8-0705E[7]

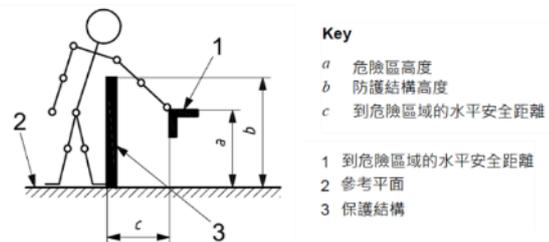
ISO 13857[27]制定了工業和非工業環境的安全距離，防止上下肢進入機械危險區域，而安全距離值應用在保護機構例如柵欄或障碍物等裝置。該國際標準適用於 14 歲及以上的人群 (第 5 百分位數的 14 歲身高約為 140 公分)，針對上肢相關的標準，適用於 3 歲以上的兒童 (第 5 百分位數的 3 歲身高為 90 公分)，而下肢相關的標準並未將兒童納入考慮。在確定防止人員進入危險區域的安全距離之前，需使用 ISO 12100-1 一般設計原則-風險評估及風險降低及 ISO 14121-1 機械安全性-風險評鑑-第 1 部：原理，基於接觸面的次數、持續時間、能量、速度和形狀等評估因子，分析危害發生的可能性和可預見嚴重性，決定為高風險或低風險。在向上延伸的環境中 (如圖 8)，危險區高度 h 在低風險的環境下應為 250 公分或更高，而在高風險的環境下應為 270 公分或更高。



資料來源：ISO 13857[27]

圖 8 向上延伸的安全距離標準示意圖

圖 9 描述保護結構裝置的安全距離，為伸及保護結構的安全距離標準，防護結構的高度以及到危險區域的水平安全距離區。該份國際標準另制定手部動作限制下的伸及範圍、一般開口的伸及範圍、其他保護裝置的伸及範圍和下肢的安全距離 (表 7)。職業安全衛生設施規則第一版訂於 1974 年至今已近 50 年，相關數據都未依當今人體計測資料加以修改，建議可參考 ISO 13857 的內容，依照現實環境中不同因子，導入本研究的人體計測數據，以提供更符合我國現狀的標準。



資料來源：ISO 13857[27]

圖 9 伸及保護結構的安全距離標準示意圖

表 7 伸及保護結構的安全距離標準

尺寸單位：毫米

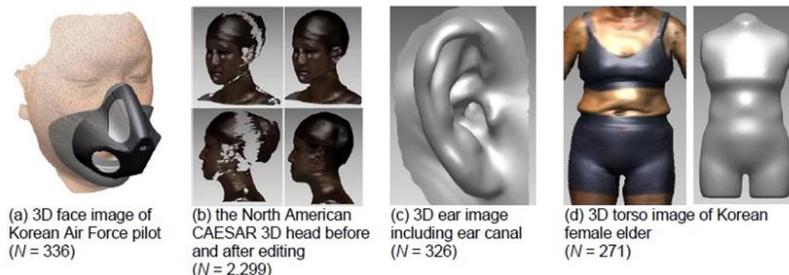
危險區 高度 $b$ $a$	防護結構高度 $a$ $b$								
	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 000	2 200	2 400	2 500
到危險區域的水平安全距離, $c$									
2 500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 400	100	100	100	100	100	100	100	100	0
2 200	600	600	500	500	400	350	250	0	0
2 000	1 100	900	700	600	500	350	0	0	0
1 800	1 100	1 000	900	900	600	0	0	0	0
1 600	1 300	1 000	900	900	500	0	0	0	0
1 400	1 300	1 000	900	800	100	0	0	0	0
1 200	1 400	1 000	900	500	0	0	0	0	0
1 000	1 400	1 000	900	300	0	0	0	0	0
800	1 300	900	600	0	0	0	0	0	0
600	1 200	500	0	0	0	0	0	0	0
400	1 200	300	0	0	0	0	0	0	0
200	1 100	200	0	0	0	0	0	0	0
0	1 100	200	0	0	0	0	0	0	0

<sup>a</sup> 不包括高度小於1000毫米的防護結構，因為它們不能充分限制人體的活動。  
<sup>b</sup> 對於2500 mm以上的危險區域，請參閱4.2.1。

資料來源：ISO 13857[27]

#### 第四節 3D 人體計測尺寸的實務應用

3D 人體計測量測計畫所涵蓋的身體部位。包括頭部、人臉、耳朵、上肢、腹腰部及全身，參考圖 10 所列為各個身體部位[31]。這些 3D 體表量測數據被用於各類服飾、頭戴裝置 (如頭盔、面罩、耳機、氧氣罩)、手戴裝置 (手錶、腕戴)、及座椅設計上。市售產品種類繁多，且設計的機能與造型各異，從人體計測的原始數據轉換為產品的規格尺寸，是設計上的一重要挑戰。以下近期文獻資料的整理，在實務應用上分別就以下內容進行說明：一、由頭到腳的產品設計應用；二、因應不同商業模式需要而發展尺寸系統 (Sizing System)；三、發展數位化的人體模型 (Digital Human Model)；四、虛實整合的智慧商品與商業模式 (Smart Mirror)。



資料來源：Lee B et al. [31]

圖 10 3D 人體計測量測計畫所涵蓋的各個身體部位

## 一、由頭到腳的產品設計

本所在 2014 年到 2016 年所建立之我國 488 位製造業勞工 (男女各 244 位) 的 3D 靜態人體計測資料，提出 11 個應用案例[1]。其中 5 個與職業安全衛生相關，分別是貨品配置作業場所設計案 (圖 11)、LED 顆粒中切作業場所設計案、薄片進料檢驗作業場所設計案、物流業出貨作業場所設計案、以及鐵條變形加工作業場所設計案。各案內說明作業名稱、圖示尺寸、以及作業說明。另 6 個產品設計案分別是汽車駕駛座設計案、腳踏車設計、洗臉臺設計案、輪椅設計案、1/4 呼吸面罩設計案、以及手機設計案。各案使用資料庫裡的男女性標準人來繪製這些設計案例的 3D 說明圖，同時分別說明與其設計相關的關鍵人體計測尺寸項目。

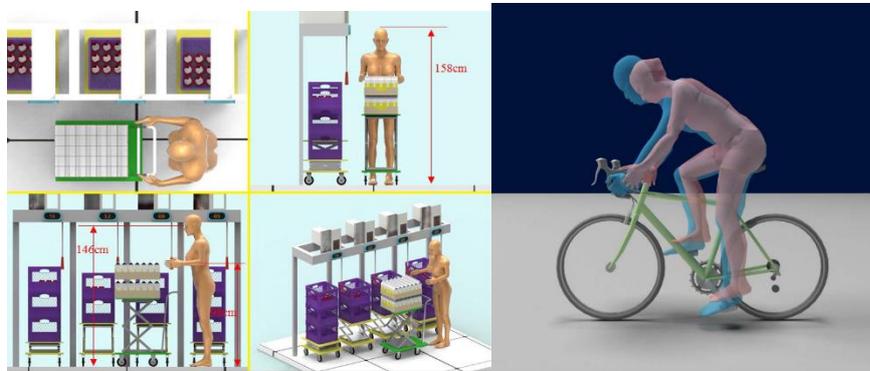
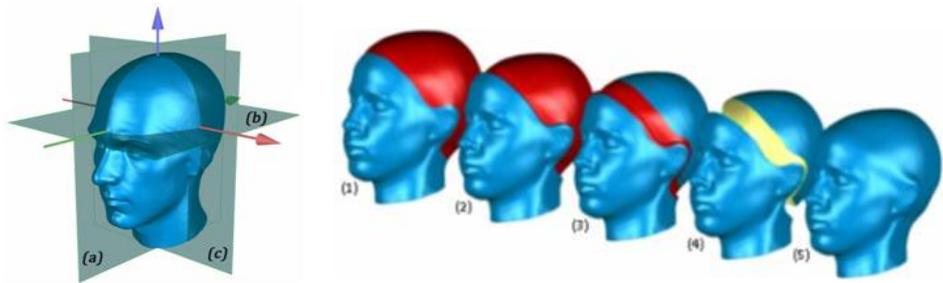


圖 11 貨品配置作業(左)及腳踏車設計(右)的應用案例[1]

Chuang 等人[32]嘗試應用 3D 人體計測資料，和 6,007 位第 2 型糖尿病 (type 2 diabetes, DM) 的關聯性，該類患者占在所有糖尿病人中約 90-95%。研究團隊的多元邏輯回歸模式中患者軀幹 3D 尺寸的因素組合，和第 2 型糖尿病的正向關聯性和更勝於肥胖指標。患者下肢 3D 尺寸的因素組合，則和第 2 型糖尿病有顯著的負關聯性。患者的腰圍則在軀幹 3D 尺寸的因素組合中扮演著最重要的角色，而大腿圍度則在下肢 3D 尺寸的因素組合中扮演著最重要的角色。因此，Chuang 等人以腰圍和大腿圍的比 (the ratio of waist to thigh, WTR) 作為第 2 型糖尿病的最佳關聯性指標，並進一步發展其在臨床醫學上的應用價值。3D 掃描的人體數據資料各異，如何取得「標準」且可以相互比較的頭型、體型、腳型，以供設計有所依歸，對設計團隊而言是一重要議題。在設計及驗證 3D 頭型尺寸應用於頭盔設計時，澳洲團隊 Perret-Ellena 等人[33]在依標準軸系統，掃描 222 位墨爾本都會區的頭型後 (46 女性，176 男性，年齡  $34.6 \pm 12.5$  歲)，再依髮際

厚度修正方法 (Hair Thickness Offset, HTO) 修正後，獲得更精確的頭型尺寸，再進而將修正後的頭型應用於頭盔設計。髮際厚度修正後的頭型請參考圖 12。



資料來源：Perret-Ellena et al. [33]

圖 12 髮際厚度修正後的頭型

如何強化耳機的使用性，挑戰著耳機設計師的專業。應耳機公司的設計需求，李永輝等[34]進行耳的 3D 人體計測 (圖 13) 及使用性分析的模式建立。主要工作包括，一、進行市售耳機靜態產品分析 (尺寸、重量、調整方式、耳機面向、與耳接觸點、接觸面積、接觸面溫度變化、佩帶之舒適度評比)；二、動態使用測試 (步行情境後，測試耳朵部位溫度變化、佩帶之適配性、以及主觀項目評估)。該計畫共徵召 38 名受測者，包括 18 名外籍人士 (包含東歐地區、西亞地區、中美洲、南美洲、俄羅斯等國家)、20 名本籍公司員工。受測者招募嘗試著去符合目標市場之分配條件。

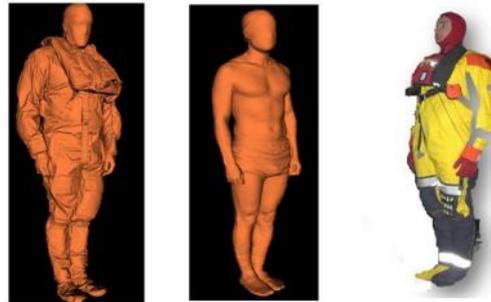


資料來源：李永輝等人[34]

圖 13 外耳人體計測及耳機介面設計評估

Ledingham[35]以 3D 掃描，取得 588 位英國海上工作者的計測資料。結果發現這些人的尺寸、體重、及身體型態，在近三十年來有急遽增加的趨勢。這些「大」尺寸的發展，在逃生服裝、個人防護設備、走道空間等相關作業及逃生環境，仍維持三十年沒變化的前提下，出現了在作業安全上的嚴重挑戰，更遑論使用舒適性與操作效率上影

響。圖 14 所示為海上工作者著裝與未著裝與裝備的差異。工作者在著裝後，在直升機窗戶逃離的測試中，僅 51% 的受測者輕易完成逃生。人體計測的重要性，在此一研究中不言而喻。

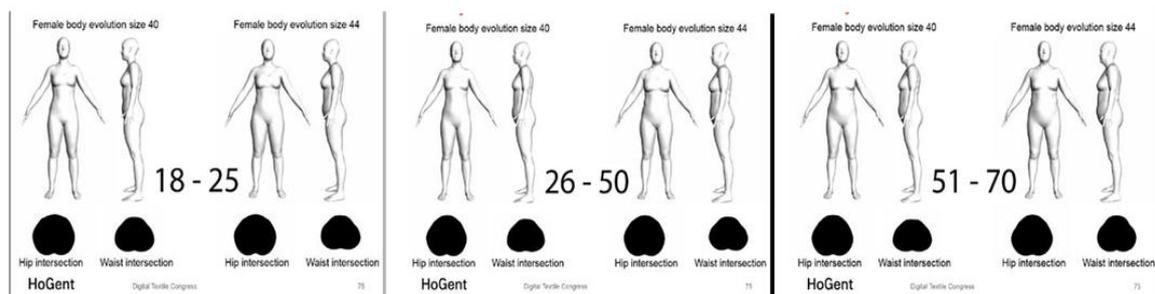


資料來源：Ledingham[35]

圖 14 海上工作者著裝(左)與未著裝(中)與裝備(右)的差異

## 二、因應不同商業模式需要而發展尺寸系統

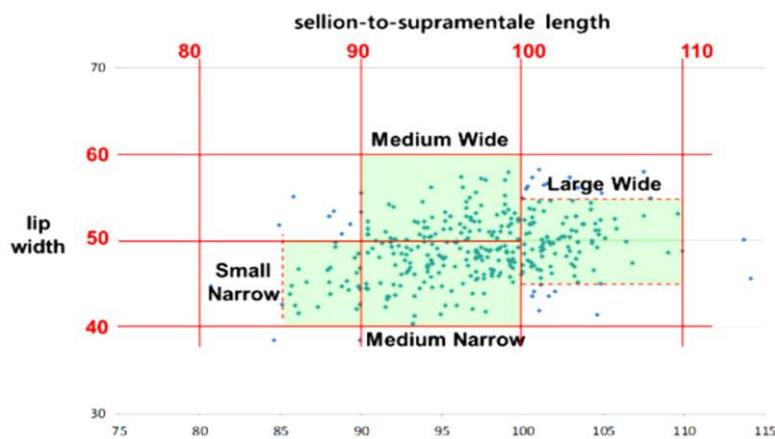
基於完整的人體計測尺寸資料，可發展配合市場需求且最佳化之商業模式。圖 15 所示為女性隨著年齡的增長 (18-25、26-50、51-70 歲) 而顯現於體型及身體橫斷截面尺寸的差異[36]。為能發展並爭取不同目標族群 (性別、年齡組、運動項目別) 的市場價值，各個廠商必須善用 3D 人體計測數據，以精確掌握目標族群個別需求。在為服裝業者取得 155 女性與 374 男性的 3D 掃描數據後，Raevé 等人[36]指出，在單維量測相同的受測者卻有完全不同的 3D 尺寸，可見傳統計測未必能反映 3D 體型的差異。受測者除年齡群組間有顯著差異外，2013 年的尺寸量測和 1990 年的尺寸量測也有顯著的差異。對於服裝業者而言，有發展完全不同尺寸系統的必要，才能滿足現當今市場開發的需求。



資料來源：Raevé et al. [36]

圖 15 女性 18-25、26-50、51-70 歲的體型及身體橫斷截面尺寸差異

透過族群篩選、訂定尺寸變項、萃取關鍵尺寸組合、決定分配結構，便能發展出尺寸系統。圖 16 所列为根據人體計測尺寸分配結構發展出空軍面罩的尺寸系統[37]。透過因素分析、迴歸分析、分群分析等統計方法，根據鼻樑高及脣寬可定義小窄、中窄、中寬、大寬等四個尺寸的面罩，各個尺寸系統相對應的族群大小也被規範，其相對應的市場規模也因此而確立。Lee 等人[31]使用 CAESAR 的 3D 頭部體表掃描數據，為頭戴產品依頭寬度與深度的尺寸發展出六組尺寸及相對應族群規模大小的尺寸系統。Mate[38]亦使用 CAESAR 數據，並依胸圍及腰圍數據進行尺寸分類系統 XS-4XL 的發展。



資料來源：Lee et al. [31]

圖 16 根據人體計測尺寸分配結構發展出空軍面罩的尺寸系統

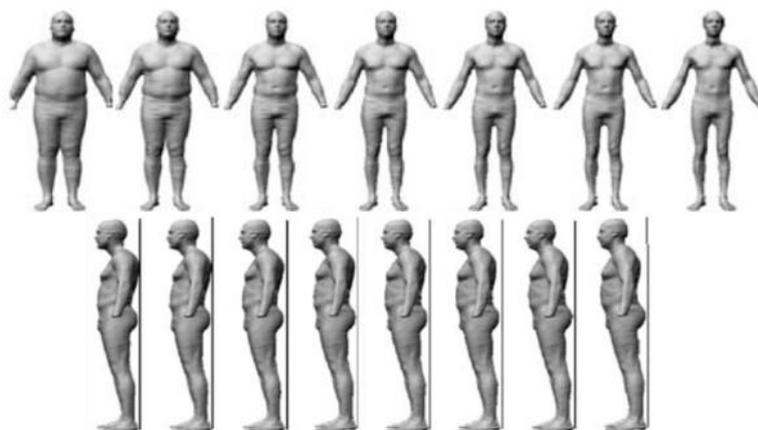
相較於傳統的接觸式人體計測，3D 人體計測的優勢在於可真正地根據 3D 的體型特徵定義個體間差異，進而發展能夠更精準反映 3D 體型變異的尺寸系統。如：Hamad 等人[39]根據服裝設計用重要特徵點間沿 3D 模型表面之距離 (geodesic distance) 定義體型特徵描述指標 (shape descriptor)，將 300 筆掃描資料分為三種體型，確實地展現幾何上的變異；DOB-Verband[40]指出體型的選擇也可視為是一種行銷的策略，圖 17 結合身高與臀型的體型組合，提出德國女性更為合身的時尚服裝尺碼系統。

Sizes (codes) 016-030 Share 14%		Sizes (codes) 032-060 Share 17%		Sizes (codes) 064-0120 Share 5%		Hips: slim 36%
Sizes (codes) 16-30 Share 15%		Sizes (codes) 32-60 Share 21%		Sizes (codes) 64-120 Share 6%		Hips: standard 42%
Sizes (codes) 516-530 Share 8%		Sizes (codes) 532-560 Share 11%		Sizes (codes) 564-5120 Share 3%		Hips: broad 22%
Height 160cm	37%	Height 168cm	49%	Height 176cm	14%	100%

資料來源：Hamad et al. [39]

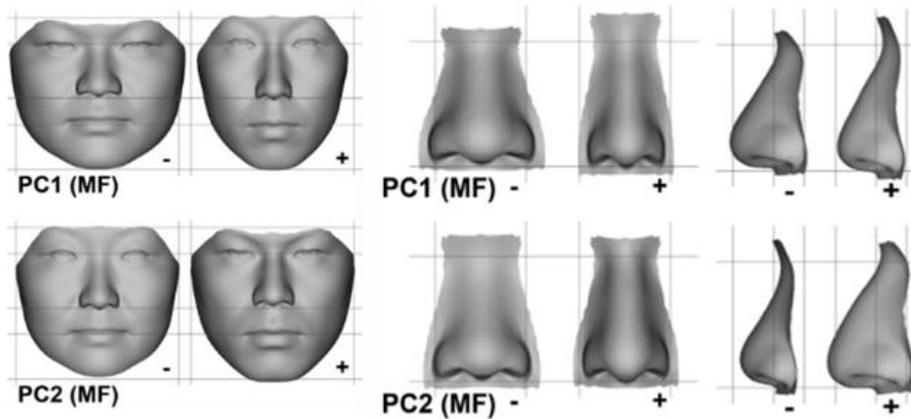
圖 17 根據身高與臀型建構的體型尺碼參考對照表

Ben Azouz 等人[41]則將全身的網格模型轉換為由同單位體積之像素 (voxel) 組成之容積模型 (volumetric model)，並將各像素指向最相近表面點的向量進行主成分分析，將龐大的資料壓縮至 5 個主成分，根據 300 筆資料間的 3D 體型變異找出如圖 18 所示之肌肉發達度、軀幹前傾度等特徵；另有 Imaizumi 等人[42]將 1,000 筆頭部 3D 掃描資料標準化，基於群體間表面資料點在三度空間中位置 (x、y、z 座標) 之變異定義臉部與鼻子的 3D 體型特徵，如圖 19 所示，發現臉部可依整體寬度、下巴長度等五項指標建立尺寸系統，而鼻子可依整體長度、側面曲度等五項指標建立尺寸系統。這些在法國、加拿大、日本等不同地區之研究各有其特色，對於臺灣本土的 3D 人體計測資料而言，自然也需要發展符合實用需求的體型分類與尺寸系統建立方法。



資料來源：Ben Azouz et al. [41]

圖 18 根據全身 3D 體型特徵定義之分類指標



資料來源：Imaizumi et l. [42]

圖 19 根據臉部與鼻子 3D 體型特徵定義之分類指標

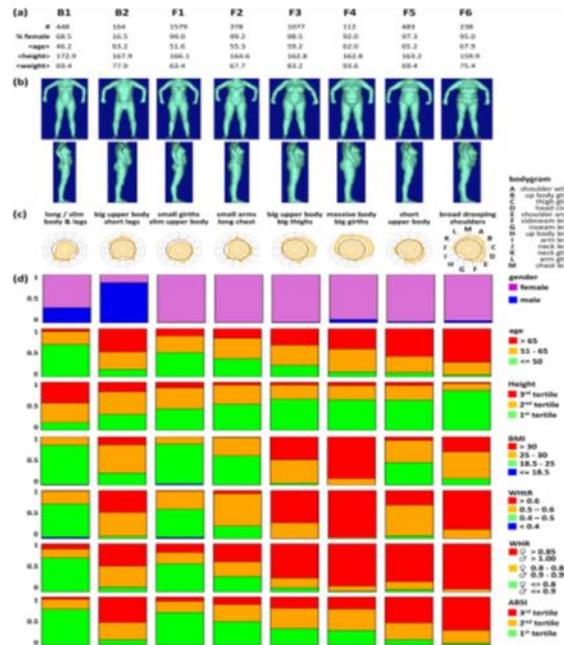
### 三、數位化的人體模型

依據 3D 掃描數據產出「標準化」且「數位化」的人體模型，是在後續設計應用及發展 3D CAD 情境模擬軟體的重要工作。市售的 3D CAD 軟體包括：CLO3D、Browzwear、Optitex、Gerber、Lectra、Vidya 等。CLO3D 是服裝設計領導品牌，圖 20 所示為其應用範例之一，透過版型及數位人體模型的建置，模擬服飾設計的合宜性。



資料來源：CLO3D

圖 20 CLO3D 應用範例 (模擬服飾設計的合宜性)



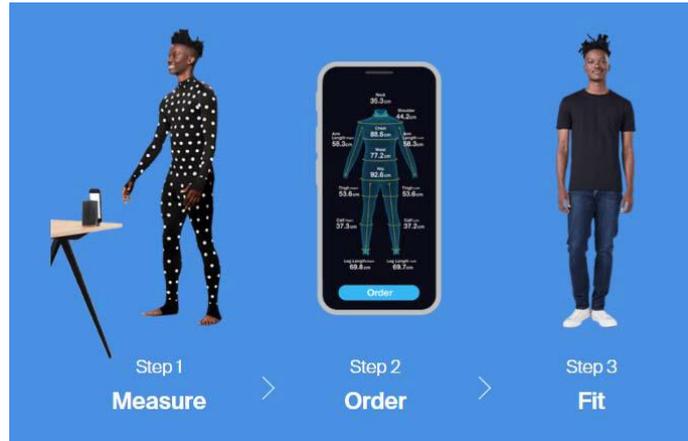
資料來源：Löffler-Wirth et al. [43]

圖 21 B1,B2,F1,...F6 的八種體態之數位化的人體模型

德國的大學研究團隊，在取得人體 3D 掃描資料後，有更積極的目的與企圖，他們希望將體態和身體健康狀態與環境及生活型態連結，在此之前，必須先產出標準及精緻分類的人體模型[43]。圖 21 所示為依據 8,499 人體掃描資料產出 B1、B2、F1 至 F6 的八種體態之數位化的人體模型類型。其中 F 代表女性，B 代表中性族群。對應這八類型的體態者的性別、年齡、身體質量指數 (BMI)、腰圍與身高比 (WHtR)、腰寬圍比 (WHR)、體型指標 (ABSI)，也被分析掌握。在後續階段，研究團隊將連結體態和疾病種類，並研究尺寸和體型對於健康和疾病的關聯性及影響程度。

#### 四、虛實整合的智慧商品與商業模式

隨著 5G 世代的來臨，智慧生活與商機並隨著科技的發展而得以實現，Daanen [44] 主導著 Fitting fashion using the internet 計畫，該計畫的核心工作包括：一、透過網路及雲端資料取得使用者的人體尺寸；二、透過行動終端下載取得的數據；三、使用 3D 人體掃描工具；四、萃取出合身的服飾並做修飾；五、以 3D 列印方式製作最終服飾。圖 22 所示為 The zozo suit 和手機應用程式。



資料來源：Daanen [44]

圖 22 The zozo suit 和手機應用程式

Daanen[44]彙整市場上連結服飾設計與人體掃描尺寸的 10 項應用軟體如下：

1. meshlab (<http://meshlab.sourceforge.net/>)
2. Polyworks (<http://www.innovmetric.com/>)
3. isize (<https://portal.i-size.net/SizeWeb/pages/home.seam>)
4. Optitex([www.optitex.com](http://www.optitex.com))
5. Gerber ([www.gerberetechnology.com](http://www.gerberetechnology.com))
6. Lectra ([www.lectra.com](http://www.lectra.com))
7. Gemini ([www.geminiCAD.com](http://www.geminiCAD.com))
8. DCsuite ([http://www.physan.net/eng/DCsuite/product\\_qual.asp](http://www.physan.net/eng/DCsuite/product_qual.asp))
9. Clo3D ([www.clo3d.com](http://www.clo3d.com))
10. Assyst

([http://www.humansolutions.com/group/front\\_content.php?idcat=214&lang=2](http://www.humansolutions.com/group/front_content.php?idcat=214&lang=2))

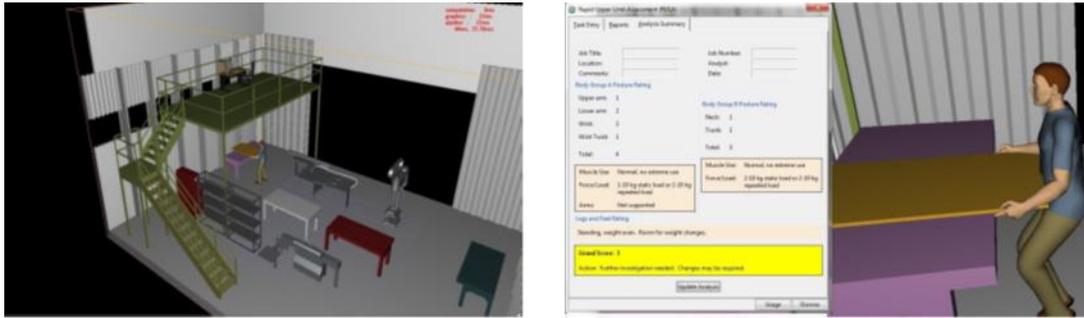
TC<sup>2</sup>是市場上第一也是最大規模的 3D 掃描與尺寸製造公司，成立至今已有超過上千支 3D 掃描設備的建置，服務業者跨越時裝、健身與醫療產業[45]。TC<sup>2</sup>提供包括 3D 人體尺寸量測、顧問服務、教育訓練、開發尺寸系統、以及數據視覺化的專業服務。過去的案例包括提供量身訂製服的尺寸、提供減肥計畫參與者雕塑體型、提供虛擬世界的試裝魔鏡軟體開發 (圖 23)。TC<sup>2</sup>的身體掃描品質如下：一秒的掃描時間，八秒的資料處理時間，360 度全身掃描，深度解析 1 毫米，截取近 1000 筆以上的尺寸，掃描範圍深度 80 cm、寬度 103 cm、高度 210 cm。



資料來源：TC<sup>2</sup>[45]

圖 23 TC<sup>2</sup>提供虛擬世界的試裝魔鏡軟體開發

德國西門子公司的 Tecnomatix 軟體有多元的工程模擬能力，是一完整的數位化製造解決方案組合的模擬軟體，可幫助企業透過數位模擬，將真實的產品工程、製造工程、作業方法、生產和服務運營流程，以創新思考和概念模擬的方式。透過事先檢視其可行性，從而最大程度地提高生產效率和降低成本。Tecnomatix 軟體中的 Tecnomatix Jack(TJ)-3D 人因工程擬人軟體，是最具代表性的 3D 數位人以模型及人因工程應用分析的代表作品[46]。TJ 是在 1980 年代由美國太空總署和賓州大學教授合作開發的擬人軟體，累積多年的發展，最新版本的 TJ 除了整合各個國家的 3D 人體計測資料庫外，還能在作業現場進行多項的人因工程分析，包括：下背負荷分析 (Low Back Spinal Force Analysis)、靜態肌力預測分析 (Static Strength Prediction)、NIOSH 物料搬運與下背負荷分析 (NIOSH Lifting Analysis)、人體能量 (氧消耗量) 消耗分析 (Metabolic Energy Expenditure)、疲勞恢復分析 (Fatigue Recovery Analysis)、Ovako 不良工作姿勢分析 (Ovako Working Posture Analysis, OWAS)、上肢負荷分析 (Rapid Upper Limb Assessment)、人工物料搬運極限 (Manual Handling Limits)、作業工時計算 (Predetermined Time Analysis)。Pekarčíková 等人[47]使用 Tecnomatix Jack 軟體模擬作業佈置 (參考圖 24 所示)，進行各式的作業負荷分析。



資料來源：Pekarčíková et al. [47]

圖 24 使用 Tecnomatix Jack 軟體模擬作業佈置 (左) 及作業的上肢負荷分析 (右)

## 第五節 建立穩定 3D 數位人體計測尺寸資料

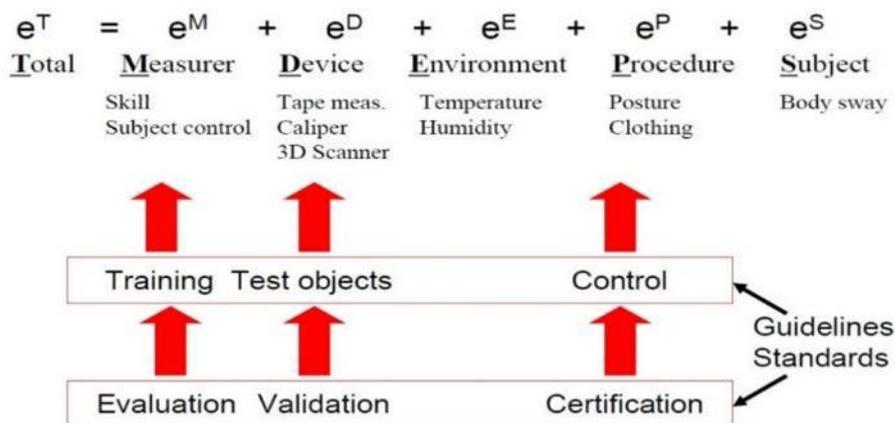
在人體計測資料庫收集與建立過程，量測者誤差 (observer error) 是無法避免的，然而在建立穩定量測系統的同時，應該透過工程控制方式讓使用者清楚知道在實務應用時該如何調整。先前許多研究使建立量測系統的可接受的誤差值 (allowable observer error)，即被選定的參與者在研究過程中在量測站每日重複地量測，量測產生的數據每週被分析作為量測者誤差，這些數據被用來連續地回饋給團隊維持高品質的數據收集。在 ANSUR II 的報告指出建立可接受的誤差值 (allowable observer error) 目的有三[5]：

- 一、在訓練階段，作為量測者(observer)已成功學會量測的指標。
- 二、可接受的誤差值可用以移地研究時，作為重新校正 (recalibrate) 參考使用。
- 三、可接受的誤差值可用來作為每日誤差確認的標準。

有許多文獻討論估算量測者誤差(observer error)的統計參數，最常使用的六種參數分別為：一、變異數分析；二、相關係數；三、平均差異；四、技術誤差量測；五、成對 T 檢定；六、獨立單變量量測與各式多變量分析 (various multivariate measures)。變異數分析 (analysis of variance) 常被使用來檢視量測者間 (inter-observer) 或是量測者內 (intra-observer) 的誤差或是說明有多少誤差是由不同的設備與量測方法而來的。ANSUR I [6]用平均絕對差異 (the mean of absolute differences, MAD) 作為可接受的誤差值比例，此種方式計算簡單且容易解釋，在資料收集過程能夠被驗證，也能在後續研究中用於解釋，這些方法後來被併入國際標準 ISO 20685:2010 中。

Kouchi 等人[48]指出在建立 3D 數位人體計測資料可能的量測誤差來自於：一、量測者：量測技巧與控制等；二、設備差異：捲尺、數位卡尺、掃描儀等；三、量測環

境：溫、溼度等；四、量測流程：姿勢、穿著等；五、受測者：身體搖晃等 (如圖 25)。因此在各項可能造成量測誤差來應建立標準化程序與評估機制，例如量測者的誤差可以透過量測訓練以及評估機制來確定穩定量測數值；在設備部分量測誤差控制，可以透過測試實體物件以及驗證數值方式來控制；在量測流程可以標準化量測姿勢、著裝等方式來確保量測數據減少干擾。



資料來源：Kouchi et al. [48]

圖 25 數位人體計測量測誤差來源

Lu 與 Wang[2]比較傳統手動量測與重複儀器掃描人體計測資料之平均絕對差異 (the mean of absolute differences, MAD)，第一階段比較 263 名受測者資料於傳統手動量測與重複儀器掃描計測值，結果指出多項尺寸項目的 MAD 值在手動量測與儀器掃描量測均超過 ISO 20685 指標，如表 8 所示，這些差異可能來自於受測者本身 (human subjects)，第二階段使用人型模特兒 (mannequin) 當作受測標的並使用儀器掃描人體計測資料來降低受測者因素，結果指出相較於前階段試驗，使用模特兒於儀器掃描量測計測值有較佳的正確性與精確度，如表 9 所示，因此在使用數位儀器掃描人體計測值，受測者是影響數據品質與資料穩定度的關鍵因素，建議設計量測姿勢支撐輔具減少受測者姿勢搖晃、訓練量測者正確量測技巧與增加掃描設備量測速度與解析度將能幫助 3D 人體數位模型建立的精確與穩定性。

表 8 使用真人當受測標的之平均絕對差異

Body dimension	P-value	MAD <sup>a</sup> (mm)		ISO 20685 criterion [7] <sup>b</sup> (mm)	
		Dekker	Bradtmilller & Gross		
Stature	0.4705	5.76	17.00	4.00	
Shoulder breadth	0.0047*	8.06	16.00	4.00	
Anterior chest breadth	0.0004*	8.11		4.00	
Posterior chest breadth	0.1732	5.34		4.00	
Cervicale-to-waist length	0.0023*	9.57		5.00	
Chest circumference	0.0008*	14.54	16.00	19.60	9.00
Waist circumference	0.0090*	14.73	25.00	24.40	9.00
Hip circumference	0.5974	10.23	7.00		9.00
Sleeve length	0.0001*	10.38		21.00	5.00
Trouser length	0.5896	10.04			5.00
Front length	0.0008*	12.73	13.00		5.00
Back length	0.0167*	12.31	23.00		5.00

\* Significant difference between the two methods (p<0.05)

<sup>a</sup> MAD between the scan-derived measurement and the manual measurement

<sup>b</sup> Maximum allowable mean difference between scan-derived value and traditionally measured value

資料來源：Lu & Wang[2]

表 9 使用假人(模特兒)當受測標的之平均絕對差異

Body dimension	P-value	MAD <sup>a</sup> (mm)		ISO 20685 criterion [7] <sup>b</sup> (mm)	
		Dekker	Bradtmilller & Gross		
Stature	0.4654	2.76	17.00	4.00	
Shoulder breadth	0.8298	0.86	16.00	4.00	
Anterior chest breadth	0.4887	1.89		4.00	
Posterior chest breadth	0.5361	0.88		4.00	
Cervicale-to-waist length	0.1289	1.54		5.00	
Chest circumference	0.0968	4.42	16.00	19.60	9.00
Waist circumference	0.6379	3.14	25.00	24.40	9.00
Hip circumference	0.0713	3.50	7.00		9.00
Sleeve length	0.3554	6.40		21.00	5.00
Trouser length	0.6382	3.40			5.00
Front length	0.8778	3.59	13.00		5.00
Back length	0.1168	2.84	23.00		5.00

<sup>a</sup> MAD between the scan-derived measurement and the manual measurement

<sup>b</sup> Maximum allowable mean difference between scan-derived value and traditionally measured value

資料來源：Lu & Wang[2]

## 第六節 文獻小結

文獻資料整理可得以下小結：

- 一、歐美洲之人體計測計畫：隨著人體計測量測技術的精進，越來越多非接觸式 3D 量測系統應用於大樣本資料收集。Size USA 是由 TC2 公司所主導的一項以量測美國人民 3D 體型為主的計畫。Size UK 由英國政府、零售商、幾所大學與科技公司組成的團體，使用美國公司 TC2 3D 人體掃描儀進行大規模量測身體尺寸調查。歐洲人體計測資料庫建立由產業端興起，如 France Survey、Spanish Surveys、Size ITALY 等計畫。較具規模之商業系統如德國 Human Solutions 提供 RAMSIS 軟體，為目前輔助汽、機車、飛行器與各式武器設計與研發最常使用輔助軟體。在流行服裝與產品設計部分，德國 Assyst 公司提供產業界數位化 3D 人體計測資料庫，輔助流行服裝、女性內著、醫療用品設計與開發。
- 二、亞洲之人體計測計畫：在亞洲部分，Size-JPN 為日本財團法人人間生活工學研究中心 (HQL) 執行收集日本人體計測資料。韓國政府每 5 至 7 年執行一次國家級規模人體計測調查，直至第 5 次調查 (2003 至 2004 年間) 將計畫正式定名為 Size Korea。中國人體測量數據由中國國家標準化研究院收集來自 24 個省的 32 個城市超過 26,000 名成年人之人體計測資料。東南亞部分，有新加坡、馬來西亞、泰國、及菲律賓人體計測資料供比較。
- 三、我國之人體計測計畫：近 20 年來我國政府單位及學術單位陸續有系統地規劃人體計測資料庫的建立與應用，如：一、1991 年勞研所「勞工頭型模式之研究」；二、1993 年勞研所「勞工靜態與動態人體計測資料庫」；三、1993 年清華大學「本土化靜態與動態人體計測資料庫」；四、2009 年建研所肢體障礙者人體計測資料庫 (200 人)；五、2010 年紡綜所建立國人成衣尺碼資料庫研究 (2000 人)；六、2011 年紡拓會台灣女裝人體尺碼量測研究 (2120 人)；七、2012 年紡拓會台灣男裝人體尺碼量測研究 (700 人)；八、2014-2016 年本所我國勞工人體計測調查研究 (488 人)；九、2019 年中科院空軍飛行員 3D 人體計測 (500 人)。然這些資料散置在各個事業單位，國內人體計測資料片段破碎，尚未有國家型計畫的整合，更缺發揮數據價值的整合與應用。

四、人體計測尺寸國際標準及法規上的應用：人體計測資料庫建立是產品、居住及生活環境設計、與人機介面的設計與規劃的基礎。例如 ISO 7250 定義了人體計測量測方法與尺寸定義，又如國際半導體產業的 SEMI S8-0705E 定義人體計測尺寸與半導體設備機台的設計關係，作為半導體製造廠站姿與坐姿的工作站設計依據。台灣積體電路公司對於半導體設備硬體的人因性危害管控，要求須符合 SEMI-S8 的人因設計；而鴻海科技集團也成立人因工程中心，參考 SEMI 標準訂定人因工程危害保護標準，持續於新產品開發階段即將人因工程的要求納入標竿生產線，量產時水準推展並大量複製於各生產線，有效改善員工工作條件，減省改善成本。國內建築物無障礙設施設計規範定義了輪椅使用者與高齡者的生活和作業環境，而職業安全衛生設施規則中則定義了維護員工工作安全與衛生所需的作業場所尺寸規範，設施規則第一版訂於 1974 年至今已近 50 年，相關數據都應依當今人體計測資料加以修改。

五、3D 人體計測尺寸的實務應用：3D 人體計測量測計畫所涵蓋的身體部位。包括頭部、人臉、耳朵、上肢、腹腰部及全身，這些 3D 體表量測數據被用於各類服飾、頭戴裝置 (如頭盔、面罩、耳機、氧氣罩)、手戴裝置 (手錶、腕戴)、及座椅設計上。市售產品種類繁多，且設計的機能與造型各異，從人體計測的原始數據轉換為產品的規格尺寸，是設計上的一重要挑戰。以下近期文獻資料的整理，嘗試著尋找可依循的轉換軌跡，在實務應用上分別就：一、由頭到腳的產品設計應用；二、因應不同商業模式需要而發展尺寸系統；三、發展數位化的人體模型；四、虛實整合的智慧商品與商業模式。

六、人體計測資料的量測者誤差是無法避免的，應該透過工程控制方式讓使用者清楚知道在實務應用時該如何調整。量測誤差來自於：一、量測者：量測技巧與控制等；二、設備差異：捲尺、數位卡尺、掃描儀等；三、量測環境:溫、溼度等；四、量測流程：姿勢、穿著等；五、受測者：身體搖晃等。在各項可能造成量測誤差來應建立標準化程序與評估機制，例如量測者的誤差可以透過量測訓練以及評估機制來確定穩定量測數值；在設備部分量測誤差控制，可以透過測試實體物件以及驗證數值方式來控制；在量測流程可以標準化量測姿勢、著裝等方式來確保量測數據減少干擾。

將相關文獻資料以圖示的方式依照其發表的時間 (2010, 2015, 2020)，以及量測技術發展、體態及模型分類、尺寸數據設計應用、及創新科技為軸，整理並觀察其趨勢發展發現，除了越來越多非接觸式 3D 量測系統應用於大樣本資料收集外，量測技術發展、體態及模型分類、尺寸數據設計應用是主要的研究議題，最重要的是隨著雲端技術、移動終端、物聯網設備的使用、人工智慧以及大數據的分析與應用，更多的創新應用的產品進入市場。隨著 3D 掃描與數據處理能力的提升，人體計測量測技術的精進，各國政府單位、學術單位、與產業界，陸續有系統地規劃人體計測資料庫的建立與應用，且將人體計測資料庫的建立與應用及其商業價值發揮。

文獻資料彙整結果顯示，依循著國際人體計測尺寸應用與發展的軌跡與模式，「傳承、整合、應用」應是現階段國人 3D 人體計測資料建置的最重要工作。「傳承」是運用現代智慧化科技與技術，將累積過去 20 年老師傅的量測經驗與技術傳承，培養年輕接班的專業技術人員，發展更精確的國人 3D 人體數據量測技術和資料庫。「整合」是在跨越各個政府機關與事業單位間的隔閡，以統一數位格式去整合數十個分別僅數百人的資料庫，於量測數量上累積約達數千人的台灣人體計測資料庫系統 (Size Taiwan)。「應用」是在發揮國人 3D 人體數據價值，例如重新檢討職業安全衛生設施規則中維護員工工作安全與衛生所需的作業場所尺寸，重新檢討 SEMI S8-0705E 所定義之人體計測尺寸與半導體設備機台的設計關係等。

# 第三章 研究方法

本研究的研究方法參照本所先前研究[1]的研究方法來延續與增加，經接軌 ISO 7250-1:2017[9]及 ANSURII[5]修正並擴充後，人體計測資料庫總共有包括 201 個解剖標記點與 244 個尺寸 (含體重)。以下分別就人體尺寸擴充、抽樣方法、量測實驗程序、3D 人體尺寸量測實驗 (尺寸量測、資料合模作業、尺寸萃取作業)、量測誤差控制、尺寸定義擴充、人體尺寸資料分析、推拉力實驗、人體資料庫建置分項說明之。

## 第一節 研究架構 (如圖 26)

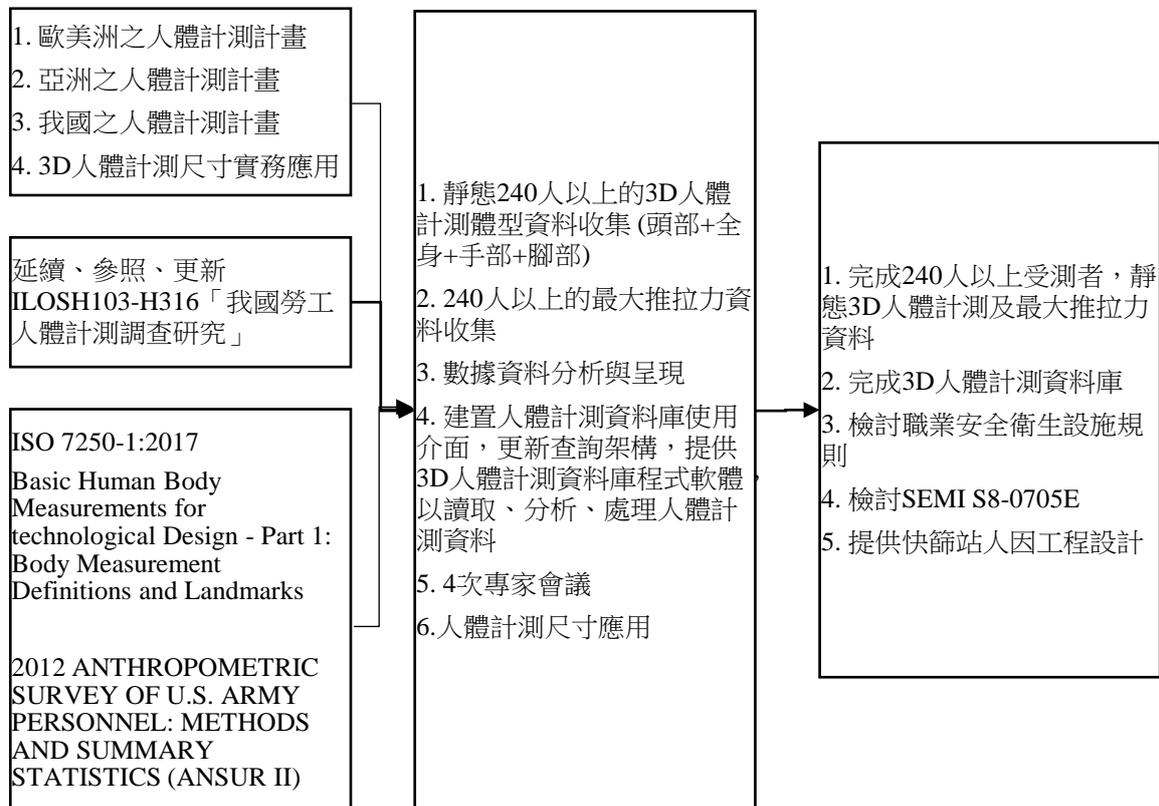


圖 26 本研究架構

## 第二節 樣本來源與抽樣方法

本研究採用分層抽樣策略，依照年齡、性別來進行抽樣規劃。根據行政院主計總處在 2019 年的人力資源統計年報[49]，我國目前 15 歲至 64 歲的總勞動人口數為 11,641 千人。依統計年報以每 10 歲為級距來分級的方式，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 10 所示。

表 10 2019 年我國勞工人口之年齡分佈 (65 歲以上不計)

	15-24 歲	25-34 歲	35-44 歲	45-54 歲	55-64 歲	總計
全體人數	962	2853	3354	2809	1663	11641
比例	8.3%	24.5%	28.8%	24.1%	14.3%	100%

本研究以 256 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 11 中的「原始樣本」所列。其中因「25-34 歲」、「35-44 歲」此二級距之「原始樣本人數」皆為單數，為使量測結果的統計分析較為合理且容易說明，調整此二級距的受測者人數，25-34 歲增加 1 人，25-34 歲減少 1 人，以使男女受測者的人數可以相同，且抽樣人數得以維持 256 人，各年齡級距之人數如表 11 的「調整後」所列。

表 11 校正後各年齡層分層抽樣人數規劃

	15-24 歲	25-34 歲	35-44 歲	45-54 歲	55-64 歲	總計
原始樣本	21	63	74	62	36	256
調整後	22	62	74	62	36	256
男性	11	31	37	31	18	128
女性	11	31	37	31	18	128

在受測者招募方面，本研究製作實驗招募文宣，透過台南科學園區管理處、安平工業區管理處，以及大學企業社會責任大學企業社會責任 (Corporate Social Responsibility, CSR) 體系，利用長榮大學在地服務窗口的連結，至台南地區各村里進行招募。然因 COVID-19 疫情爆發，全國升級至三級警戒，實體招募活動被限制。緣此，本研究透過長榮大學在地服務窗口，聯絡台南地區村里長，提供招募文宣電子檔及報名網頁 QR Code 連結，進而透過村里長之社群系統進行線上招募。

因應疫情擴大，且人體量測過程中，實驗者與受測者仍有一定程度之近距離互動，為避免因實驗產生之群聚感染風險，本研究採用以下防疫指引：

- 一、受測者須遵守長榮大學校園防疫規定，入校時需於校門警衛處出示實驗通知證明文件，並掃描 QR Code 並填妥 TOCC 表單完成實聯制登錄方可入校。
- 二、實驗者與受測者進出實驗大樓須戴口罩，並配合長榮大學校園防疫規定，於測量站測量額溫及進行酒精消毒。
- 三、實驗者須全程配戴防護面罩、口罩與免洗手套，每次實驗結束後，須以酒精棉片擦拭量測設備 (如：握把、座椅、腳墊等處)，進行消毒。

### 第三節 量測實驗程序

實驗程序如圖 27 所示，依序為報到和分配受測者，其中一線進行 3D 量測 (依序進行更衣室更衣，黏貼標記點，3D 全身掃描，頭部掃描，手部掃描，腳部掃描，更換回原衣物)，另一線進行推/拉力量測，每位受測者皆須完成 3D 量測與推/拉力量測作業。以下將針對每個實驗程序說明如下：

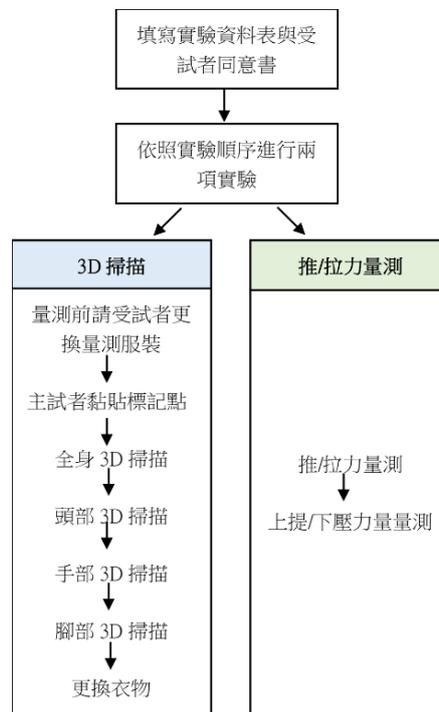


圖 27 實驗程序

- 一、填寫實驗資料表與受測者同意書：向受測者說明實驗目的、流程及相關注意事項，確認受測者了解實驗內容並簽署倫理辦公室審核通過的受測者同意書與實驗資料表，內容包含基本資料 (姓名、性別、年齡等)、戶籍地、職業資訊 (服務單位、職稱)、慣用手及聯絡資料等。
- 二、依照實驗順序進行兩項實驗：受測者依照所分配的實驗順序進行實驗，因每個量測時段共有兩人執行實驗，一位負責 3D 人體計測、另一位負責推拉力實驗。
- 三、3D 尺寸量測：包含全身量測、頭部量測、手型量測以及腳型量測。受測者更換對應性別的量測服裝，並去除身上飾品。若受測者為長髮，則使用有孔頭套，實驗人員將協助紮成馬尾並協助穿過頭套破孔。接著受測者依照實驗人員指示，依序完成各項量測作業。
- 四、推拉力量測：實驗人員向受測者說明實驗注意事項後，以隨機方式將施力臂調整至設定的高度 (40 cm、80 cm、120 cm、160 cm) 後，再由受測者開始依序採用雙手、右手、左手等姿勢來進行推力以及拉力。每次施力時間約 3 秒，施力完成後休息約 50 秒。每位受測者皆須執行由 3 個施力姿勢以及 2 個施力方式組合成共 6 種施力條件，於每個施力高度下量測完畢 6 種施力條件後，再休息約 5 分鐘，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，施力高度為採用隨機的方式進行調整。此外，在 40 cm 和 80 cm 的兩種施力高度下，受測者額外進行雙手上提與下壓的施力。

## 第四節 人體尺寸量測實驗

人體尺寸量測作業說明包含量測空間、量測服裝、人工黏貼標記點、量測設備以及量測作業內容，依序說明如下：

### 一、量測空間

本研究配合四套量測設備 (全身、頭部、手腳、推拉力) 設置與量測程序動線，空間規劃如圖 28 所示。依順時鐘方向，實驗室進門口後為報到區，左上方的專用更衣室，正前方的全身掃描區，右前方的頭型掃描區，右方的手及腳型掃描區，以及右後方的推拉力量測區，因量測實驗需更換研究單位所提供的貼身衣物，故量測實驗室設有專用更衣室，並以移動式拉簾以拉簾區隔，確保受測者之身體隱密性。

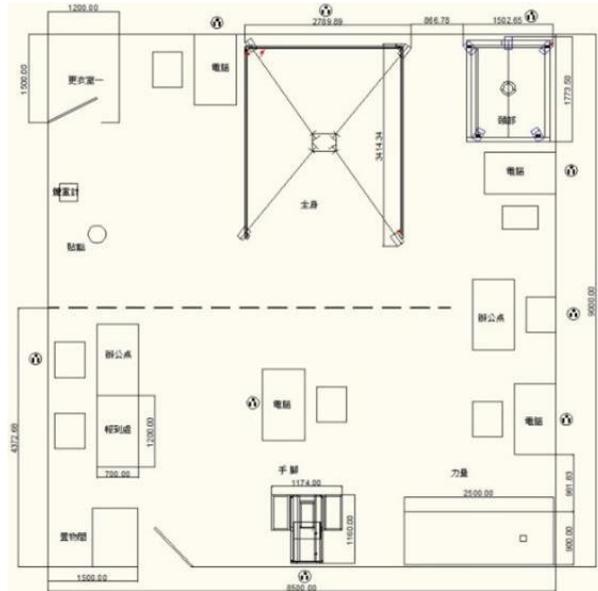


圖 28 量測空間規劃

## 二、量測服裝

參考本所 ILOSH103-H316[1]之量測服裝，並參考 ISO7250-1:2017[9]量測者衣著 (Clothing of Subject) 建議，本研究提供貼身高彈性、低塑形之彈性布料依照 S、M、L 的尺寸製成量測服。頭套部分為高彈性、高塑形之彈性布料來製成，以儘量壓實頭髮於頭型之上，減少頭髮對於量測尺寸的影響，如圖 29。



圖 29 量測服裝

### 三、黏貼標記點

在人體尺寸的萃取上，需透過標記點來進行自動計算，這些標記點須由人工透過軟體介面，以滑鼠正確點選，但是部分標記點的位置不易直接從 3D 外型肉眼辨識，所以本研究在人體表面黏貼標記點，以輔助後續在尺寸萃取過程中，人工點選標記的正確性。本研究規劃出 32 個以人工黏貼標示的人體尺寸計算標記點，如表 12 所示。這些標記點都是不容易從表面判斷，要由受過訓練的量測者觀察人體表面特徵，熟稔人體解剖位置與體表骨凸處標記點來貼點標記。

本研究為確保人工標記可靠度，實驗者對所有標記點都能正確標記，透過以下方式進行訓練：

1. 專家訓練標記點操作人員：請具有復健背景之專家教育訓練標記點操作人員，並訂定標記點定義手冊 (表 12)，經由面對面的指導方式標記與修正標記點位置，重複進行三天三次的專家認可後成為標記點人員。
2. 標記點人員穩定度測試：將人型模特兒置於經校正的 3D 人體量測設備中央，請標記員進行第一次的標記點標記，並以 3D 掃描儀量測 3D 人模，並點選標記點中心位置記錄座標。重複進行三次以上的標記與量測的驗證，以取得個人標記的誤差，評估資料再現性是否在誤差範圍內，未符合標準將進行標記點人員再訓練。

表 12 人工黏貼標記點定義

編號	名稱	定義
1	右顳骨點	受測者為站姿時，頭部右側太陽穴處。
2	左顳骨點	受測者為站姿時，頭部左側太陽穴處。
3	顎下點	受測者為站姿時，頭部正面前視，下顎最凸點。
4	枕骨點	受測者為站姿時，頭部枕骨凸出處。
5	頸下後點	受測者為站姿時，且頭部向下彎曲，第七頸椎最突出之可觸及點。
6	胸骨上點	受測者為站姿時，於胸骨切跡的底部。
7	右頸肩點	受測者為站姿並直視前方，右側頸部基部與肩膀之交點。
8	左頸肩點	受測者為站姿並直視前方，左側頸部基部與肩膀之交點。
9	右肩峰點	受測者為站姿時，右肩峰突的外側邊界與一沿著右側肩膀從頸部至肩峰之交點。
10	左肩峰點	受測者為站姿時，左肩峰突的外側邊界與一沿著左側肩膀從頸部至肩峰之交點。
11	右肩峰點 2	受測者為站姿時，右肩鎖骨關節處凸點。
12	左肩峰點 2	受測者為站姿時，左肩鎖骨關節處凸點。
13	肩胛骨背後凸點(左)	受測者為站姿時，背部右側肩胛骨最凸點。
14	肩胛骨背後凸點(右)	受測者為站姿時，背部右側肩胛骨最凸點。
15	右二頭肌點	受測者為站姿時，並將右手臂向前伸展水平、肘部彎曲 90 度、手掌握拳、拳心面向頭部，屈曲二頭肌之最高點。
16	左二頭肌點	受測者為站姿時，並將左手臂向前伸展水平、肘部彎曲 90 度、手掌握拳、拳心面向頭部，屈曲二頭肌之最高點。
17	右肘角點	受測者站姿，右手肘部彎曲約 115 度且手部握拳、手背朝外、手掌朝內時，肘部鷹嘴突中心點。
18	左肘角點	受測者站姿，左手肘部彎曲約 115 度且手部握拳、手背朝外、手掌朝內時，肘部鷹嘴突中心點。
19	右肘窩點	受測者站姿，右手肘窩處最凹點。
20	左肘窩點	受測者站姿，左手肘窩處最凹點。
21	右尺骨莖凸點	受測者站姿，右手腕小指側尺骨凸出點。
22	左尺骨莖凸點	受測者站姿，左手腕小指側尺骨凸出點。
23	右橈骨莖凸點	受測者站姿，右手腕拇指側橈骨凸出點。
24	左橈骨莖凸點	受測者站姿，左手腕拇指側橈骨凸出點。
25	右髂脊點	受測者站姿，右手叉腰姿勢，食指與中指觸及之凸起處。
26	左髂脊點	受測者站姿，左手叉腰姿勢，食指與中指觸及之凸起處。
27	右大轉子點	受測者站姿，右手叉腰姿勢，右腿往右側橫抬，其大腿外側與骨盆交界之最凹點。
28	左大轉子點	受測者站姿，左手叉腰姿勢，左腿往左側橫抬，其大腿外側與骨盆交界之最凹點。
29	右膝蓋中點	受測者站姿，右腿髌骨最凸點。
30	左膝蓋中點	受測者站姿，左腿髌骨最凸點。
31	右外踝點	受測者站姿，右腳外踝處最凸點。
32	左外踝點	受測者站姿，左腳外踝處最凸點。

#### 四、3D 量測設備

本研究使用龍騰科技開發之 3D 人體掃描量測設備。該設備與國外量測設備相比 (表 13)，在量測解析度上相當一致，但是在量測時間上卻有相當的優勢，如此可以大幅降低人體晃動所造成的量測誤差，且國內多數人體計測相關研究皆使用其設備，如：勞研所[1][10]、紡綜所[21][22]、中科院[26]。以下分別說明 3D 人體掃描所使用的全身、頭部以及手腳 3D 掃描設備，以及設備使用注意事項。

表 13 量測設備與市場上大型人體計測的設備規格比較

	LTBodyCam (1000EX/1000EX2)	CyberWare (WB4/WBX)	TC <sup>2</sup> (3T6)	Vitus (Vitus Pro)
相機數	8/10	8/4	6	16
量測方法	Structured Color Bars	Laser Slit	Phase Shift	Laser Slit
量測範圍 (H*W*D)	190cm*90cm*60cm	200cm*120cm* 120cm	200cm*110cm*1 10cm	210cm*120cm*8 0cm
解析度 (U*V)	2.5mm*2.5mm	2mm*5mm	2.5mm*2.5mm	2mm*2mm
掃描時間 (Sec)	<3	17	8	10
彩色貼圖	Yes	Yes	Yes	No
使用研究	勞研所[1][10] 紡綜所[21][22] 中科院[26]	SizeKorea 5 <sup>th</sup> SizeINDIA	SizeUSA SizeTHAILAND SizeBR	SizeChina

#### 五、3D 全身掃描儀及設備佈置

全身掃描儀是由 8 台 3D 彩色光柵的量測測頭所組成 (圖 30)，四支量測柱分別位於左前，右前，左後，右後等四個角落 (圖 31 右圖)，每支量測柱的上下各放置一個 3D 掃描測頭，受測者位於量測中心 (圖 31 左圖)。該系統可以在 2 秒內拍攝全身的 3D 資料，量測範圍為 90 cm(W)\* 60 cm(D)\* 190 cm(H)。



圖 30 3D 全身掃描儀實際場佈

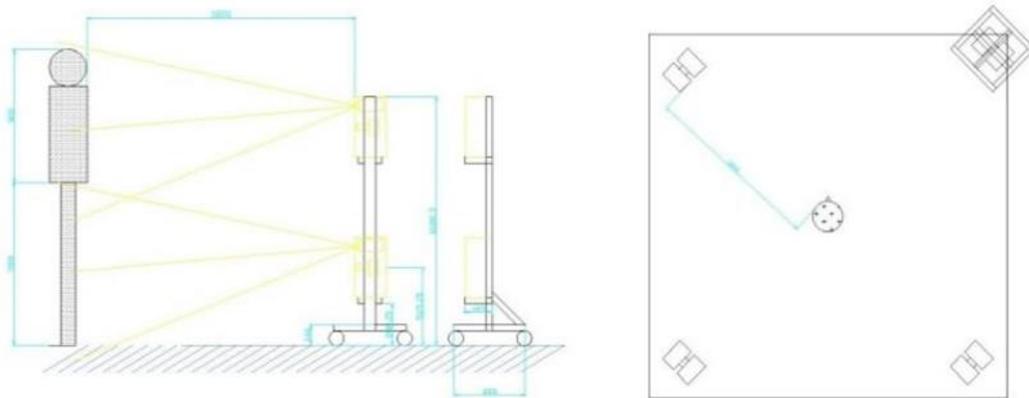


圖 31 3D 全身掃描儀示意圖

全身掃描儀是由 8 台 3D 量測測頭組成，透過整合校正來將 8 筆 3D 資料進行空間座標的旋轉至對應位置，經過整合校正之後的拍攝量測，對應到正確的空間位置上，經由合併 3D 資料即可完成一個完整的 3D 模型。為確保量測資料品質，實驗人員每日開始量測前進行校正，並記錄校正誤差值。

#### (一) 3D 頭型掃描儀

3D 頭型掃描儀 (LT HeadCam) 如圖 32 所示，其架構 (圖 33) 是由 6 台 3D 彩色光柵的量測測頭所組成，前方為 4 台 3D 相機，後方為 2 台相機，該系統可以在 2 秒內拍攝全頭部的 3D 資料，量測範圍為 20 cm(W)\* 200 cm(D)\* 30cm(H)。

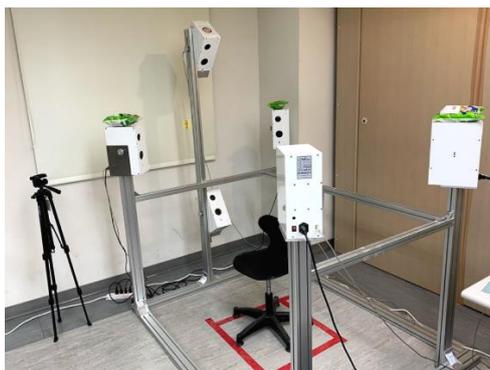


圖 32 3D 頭型掃描儀實際場佈

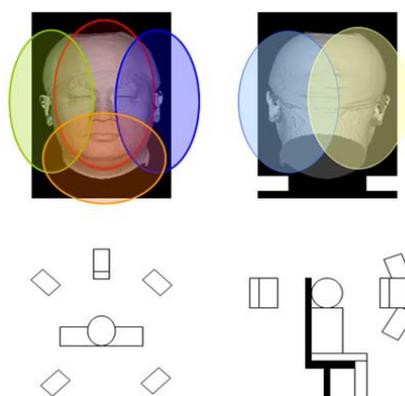


圖 33 3D 頭型掃描儀示意圖

頭型掃描儀透過整合校正來將 6 個測頭 3D 資料進行空間座標的旋轉至對應位置，經過整合校正之後的拍攝量測即會對應到正確的空間位置上，經由合併 3D 資料即可完成一個完整的 3D 模型。為確保量測資料品質，實驗人員每日開始量測前進行校正，並記錄校正誤差值。

## (二) 3D 手型、腳型掃描儀

3D 手型、腳型掃描儀 (LT Foot Scanner) 如圖 34 所示，是由 4 台一字線雷射的 3D 掃描測頭所組成，受測者的手、腳可放置於量測平台上，該系統量測時間為 12 秒，量測範圍為 16 cm(W)\* 34 cm(L)\* 18 cm(H)。



圖 34 3D 手型、腳型掃描儀設備

不同於全身與頭部掃描儀，手型、腳型掃描儀為線雷射掃描建模，若受到大力碰撞才需重新校正，實驗人員每日量測前僅以酒精棉片擦拭量測平台，確保量測區域清潔。

## 六、尺寸量測作業

量測作業透過 3D 量測設備進行，作業內容包含全身量測、頭部量測、手型量測，以及腳型量測，其中全身量測作業包含四種量測姿勢，以下說明各量測作業程序，以及相關應注意事項。

### (一) 全身量測

全身量測上，量測三種立姿與一種坐姿的姿勢[1]，三種立姿如圖 35 所示，分別是立正站姿、標準解剖姿勢（雙腳張開與肩同寬且雙手張開立姿）、手臂前伸立姿（右手向前水平伸直，左手上臂垂直向下且前臂水平伸直）。



圖 35 左圖立正站姿，中圖標準解剖姿勢，右圖手臂前伸站姿

坐姿如圖 36 所示，右手垂直向上，左手上臂垂直向下且前臂水平伸直，小腿垂直向下，調整座高使大腿與小腿夾角 90 度[1]。



圖 36 坐姿

人體計測尺寸在全身的四種姿勢間是有相互影響的關係。依照人體骨骼結構的關係，標準立姿、坐姿與手臂前伸立姿的尺寸，可以透過標準解剖姿勢的尺寸推估肢節尺寸的組合，並搭配性別、年齡等因子來計算求得。

四個全身姿勢的量測程序方面，實驗須注意量測姿勢正確性以及資料品質，量測姿勢方面，須注意受測者是否正確站（坐）在標示區，姿勢是否符合要求後，始可進行拍攝，拍攝前須提醒受測者準備及閉氣保持姿勢並喊 1、2、3 後拍攝。拍攝結束後，檢查拍攝檔案內容中，受測者身體有無完整並符合體型、受測者身體有無晃動、受測者的姿勢是否正確，以及全身標記點是否清楚，若有其中一項未符合，需重新進行拍攝。

## (二) 3D 頭型量測

開始量測前，實驗者確認量測帽是否服貼額際，並在髮際處塗抹爽身粉，以免因頭髮顏色過深無法成像，影響資料品質。接著請受測者坐在量測座椅上，頭正對前方，雙眼中心對準前方標記物（圖 37 紅圈處），實驗人員確認受測者頭部於各相機影像中方框內（圖 38 黃框處），確認完畢後，實驗人員會讀 3 秒請受測者閉氣維持姿勢後拍攝。拍攝結束後，實驗者檢查拍攝檔案內容中，受測者頭部資料外觀有無完整、受測者有無晃動、以及標記點是否清楚，若有其中一項未符合，重新進行拍攝。



圖 37 受測者進行 3D 頭型掃描



圖 38 3D 頭型掃描操作畫面

### (三) 3D 手型量測

實驗人員先請受測者以酒精棉片擦拭手掌，並於其雙手指甲鋪上爽身粉，以消除量測過程中，因指甲反光所造成的資料品質不良。接著請受測者以蹲於儀器前方，依序將右手、左手從儀器前方伸入儀器掃描區內，實驗人員確認手掌姿勢為五指拼攏後開始掃描 (圖 39)。掃描拍攝結束後，實驗者檢查拍攝檔案內容中，受測者手型資料外觀有無完整，若有其中一項未符合，重新進行掃描。



圖 39 受測者進行手型量測作業

#### (四) 3D 腳型量測

開始量測前，實驗人員先請受測者以酒精棉片擦拭腳掌，並於其雙腳指甲鋪上爽身粉，以消除量測過程中，因指甲反光所造成的資料品質不良。接著請受測者從左側踏上儀器，右腳踩於玻璃上；左腳在儀器外踏板上，再由實驗人員調整姿勢，確認腳尖未超出玻璃前緣後，開始掃描受測者站立時的右腳腳型（圖 40）。之後向右移動更換為左腳踩於玻璃上；右腳在儀器外踏板上，再由實驗人員確認腳尖未超出玻璃前緣後，掃描受測者站立時的左腳腳型。掃描結束後，實驗者檢查拍攝檔案內容中受測者腳型資料外觀有無完整，未符合者重新進行掃描。



圖 40 受測者進行腳型量測作業

### 第五節 人體計測資料合模

全身、頭部、手與腳型的 3D 量測資料，是由多台 3D 相機來拍攝並組合而成一完整的 3D 資料。因此對於每一台 3D 相機所取得的多筆 3D 資料將經過以下的資料處理程序來完成一筆完整的 3D 量測資料。處理程序包括：一、資料疊合；二、網格合併；三、破洞填補；四、雜點刪除；五、平滑化；六、網格重整等，分別說明如下。

#### 一、資料疊合

3D 取像系統可以在 3 秒內拍攝全身的 3D 資料，由於呼吸與人體自然晃動等因

素，每一筆資料間還是會有因為 0.5 秒的時間差所造成的些微誤差，這些微誤差可以透過網格間的疊合來減小甚或消除。如圖 41 所示，經過 ICP 的疊合方式，將兩片原本在重疊區域有些許空間誤差的網格，完美地將重疊區域疊合在一起（兩片網格間交錯）。

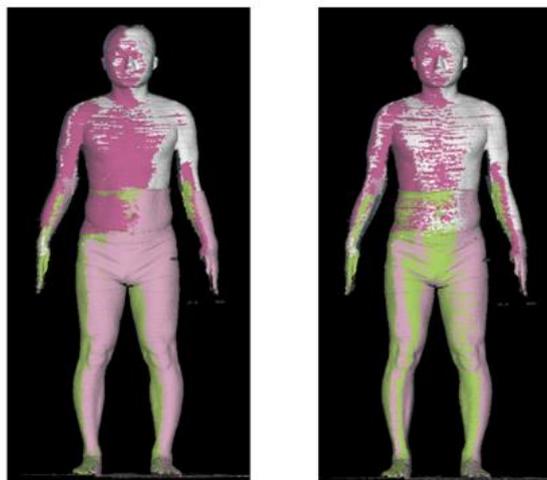


圖 41 疊合前(左)和疊合後(右)

## 二、網格合併

多筆的 3D 網格資料必須要經過資料合併成一筆完整的 3D 資料才能進行進一步完整的尺寸與體型特徵的分析。資料合併的方式如圖 42 所示，刪除重疊區域的網格，將網格邊緣串接起來成為一片連續的網格。



圖 42 網格合併前 (左) 和網格合併後 (右)

### 三、破洞填補

受限於 3D 光學量測的遮蔽效應，腋下與胯下等區域會有部分內凹的區域，此區域會影響量測結果的計算，將使用破洞填補的方式將破洞內部以三角網格填補起來。如圖 43 所示，左圖是未填補的破洞，右圖是破洞填補後的結果。

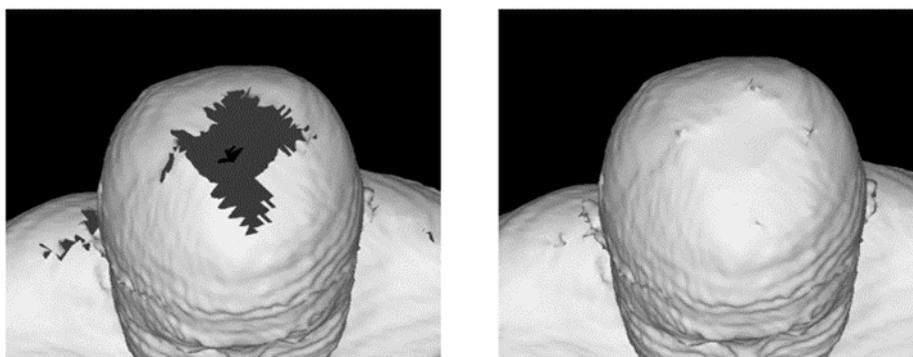


圖 43 補洞前 (左) 和補洞後 (右)

### 四、雜點刪除

空間中會有許多影響光學量測結果的雜訊 (如窗戶的陽光、環境中金屬的反光)，這些雜訊會影響後續尺寸計算的準確度，要藉由軟體功能去除雜訊。處理的方式是找尋連續網格大小，小型的連續網格將被視為雜點而刪除，如圖 44 所示，左圖是雜點刪除前，右圖是刪除後的結果。



圖 44 雜點刪除前 (左) 和雜點刪除後 (右)

## 五、平滑化

量測表面的顏色干擾或是人體的抖動，有時可能會導致量測資料表面有波紋或是邊緣變形翹曲的現象，在網格合併時，這些較差的網格量測結果在接合處會形成不平順的網格區域，雖然這些不平順的網格誤差都在允許的誤差範圍內，但是會有視覺不佳的效果，因此要透過網格平滑化優化這些不平順的區域。圖 45 左圖是平滑前，右圖則是平滑化之後的結果。



圖 45 網格平滑化前 (左) 和網格平滑化後 (右)

## 六、網格重整

網格重整的目的是將錯誤、不規則或是不均勻的網格重新排列成均勻的三角網格結構，規則且均勻的網格將使資料的密度一致，且也有移除表面雜點和平滑化的效果，也可以讓數位資料在後續的應用更方便。圖 46 左圖是重整前，右圖是重整後的結果。

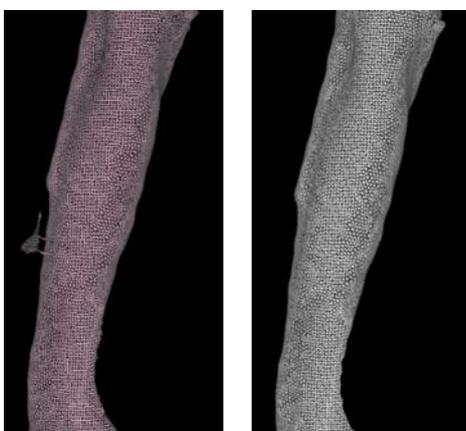


圖 46 網格重整前 (左) 和網格重整後 (右)

## 第六節 尺寸項目擴充

本研究的人體計測資料總共使用 201 個解剖標記點定義出 244 個尺寸 (含體重)。在尺寸項目部分主要根據 ILOSH103-H316 計畫[1]的尺寸定義 192 個人體計測尺寸為基礎。為與國際資料庫接軌，在比對 ISO 7250-1:2017[9]後，發現原 192 尺寸項目與 ISO 7250-1 有 40 筆定義相同尺寸，未納入的尺寸共 22 筆。如表 14 所示，本研究參照 ISO 7250-1，新增尺寸項目 16 筆，但因量測姿勢差異，有 6 筆尺寸無法新增，無法新增之 ISO 7250-1 和本研究量測的差異姿勢則列於圖 47，如二頭肌用力實厚度圍度、前臂握拳最寬圍度與指節寬度等，本研究未納入該量測姿勢，因此無法產出對應尺寸項目。

表 14 接軌 ISO 7250-1 新增尺寸及無法新增的筆數統計

尺寸姿勢	本研究原始尺寸和 ISO 7250-1 相同	參考 ISO 7250-1 新增	因量測姿勢差異無法新增	小計
立姿	9	3	0	12
坐姿	11	7	0	18
身體區段	12	1	6	19
功能性量測	8	5	0	13
總計	40	16	6	62

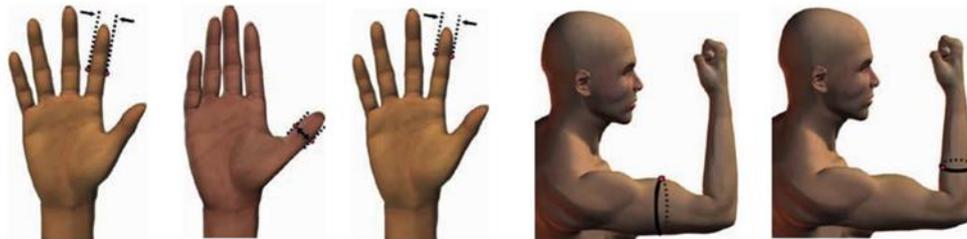


圖 47 ISO 7250 和本研究量測的差異姿勢

除 ISO7250-1 外，本研究同時比對 ILOSH103-H316 的原始尺寸和 ANSUR II[5]所定義的尺寸項目，其中相同或近似定義的尺寸共 63 筆，未納入的尺寸共 69 筆。為豐富尺寸內容，本研究參照 ANSUR II，新增 11 筆尺寸，相關統計數據列於表 15。另有 11 筆尺寸也因量測姿勢差異無法新增，ANSUR II 和本研究量測的差異姿勢列於圖 48。

表 15 本研究尺寸和 ANSUR II 的比對統計

尺寸類型	本研究原始尺寸和 ANSUR II 有相同或近似定義	參考 ANSUR II 新增	因量測姿勢差異無法新增	小計
一般尺寸	56	8	7	71
延伸尺寸	7	3	4	14
總計	63	11	11	85

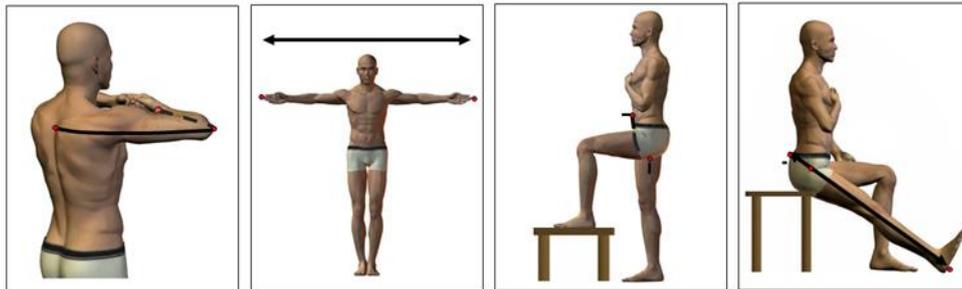


圖 48 ANSUR II 和本研究量測的差異姿勢

本研究採用量測結束後再選取標記點的方式計算各項尺寸。使用 201 個標記點多數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，本研究則以實驗過程人工黏貼標記點，以做輔助。透過這 201 個解剖標記點，本研究由原始 192 尺寸項目參考 ISO7250-1 增加 16 個尺寸項目；又參考 ANSUR II 新增 11 筆尺寸項目為 219 個尺寸項目，經內部專家討論後，基於實務可行性，新增 24 個尺寸項目，最後定義並萃取出 244 個尺寸，這其中包括有 211 個 1D 尺寸 (包括線性尺寸、弧長、圍度、剖面線)，16 個 2D 尺寸 (表面積)，以及 16 個 3D 尺寸 (體積)，以及體重，1D、2D 尺寸與 3D 尺寸的定義，請分別參考附錄一至附錄八。

## 第七節 人體計測尺寸萃取

人體資料的分析方法是透過科學、穩定且精準的方法與公式，取得產品設計應用所需要的人體相關關鍵尺寸。傳統以手動量身的尺寸萃取方式，是量測者透過量測工具 (馬丁尺、卡尺或是皮尺) 找尋受測者身上所認定的標記點位置，以量測工具依此標記點並參考空間方位進行量測。隨著科技的進步，量測方式已由傳統人工量測轉為 3D

掃描，透過數位 3D 的人體量測，除了傳統 1D 尺寸 (如：長度、寬度、高度、圍度) 外，可以進一步獲得 2D 尺寸 (表面積) 與 3D 尺寸 (體積) 數據，以下就 1D、2D、3D 尺寸的計算方式分別進行說明。

## 一、1D 人體尺寸計算

1D 人體尺寸主要透過電腦程式，根據定義好的標記點進行計算。電腦程式無法自動抓取量測所需的標記點，由人工透過軟體介面，針對完成合模的資料，進行標記點選取與調整，如圖 49 所示。點選完成之立正站姿、標準節剖姿勢、手臂前伸站姿、坐姿、頭型、手型以及腳型的標記點分別如附錄一至附錄七所示。

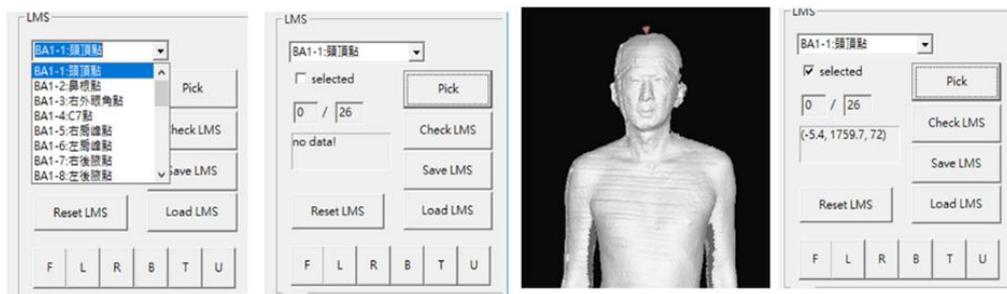


圖 49 標記點手動點選

完成標記點點選的 3D 合模資料，透過程式自動計算尺寸。大部分線性尺寸 (如：寬度、厚度、高度、長度)，皆可透過參考點的位置直接計算得之。如圖 50 所示，程式直接透過人工點選的參考點資料計算線性尺寸資料後進行儲存。

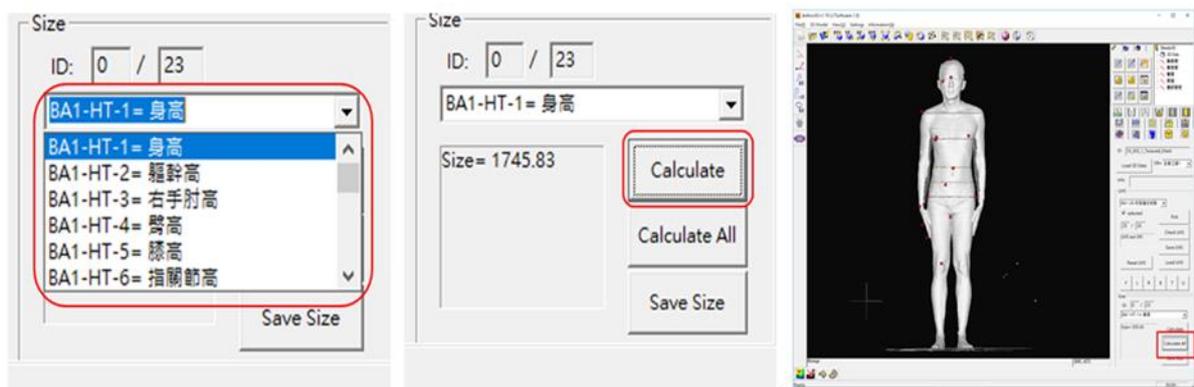


圖 50 尺寸自動計算模組

## 二、圍度、表面積、體積尺寸計算

圍度、表面積、體積等尺寸計算無法以特定少數參考點進行自動計算，因此必須要借重於手動選取切面以及區域範圍來計算所需要的尺寸數值。圖 51 是相關手動尺寸選取的工作視窗介面圖。

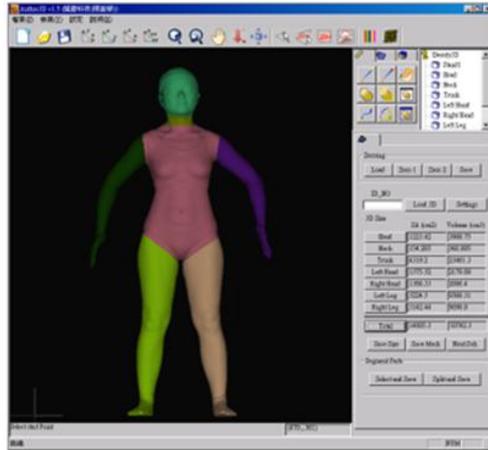


圖 51 尺寸手動計算模組

## 第八節 量測誤差控制機制

人體計測資料收集與建立過程，量測誤差無法避免，因此在建立穩定量測系統的同時也應建立誤差控制機制，以確保量測數據品質。參考 Kouchi 等人[48]的研究，本研究量測誤差來源 (圖 52)可歸類為：一、量測設備硬體與軟體品質於曲面疊合投影誤差( $\epsilon^H + \epsilon^S$ )；二、量測設備軟體品質在手動量測與軟體量測之尺寸誤差( $\epsilon^S$ )；三、量測者手動貼參考點誤差( $\epsilon^{m1}$ )；四、量測者手點標記點誤差( $\epsilon^{m2}$ )；五、受測者誤差( $\epsilon^P$ )；六、實驗環境誤差( $\epsilon^C$ )。

$$\epsilon^{Total} = \epsilon^H + \epsilon^S + \epsilon^{m1} + \epsilon^{m2} + \epsilon^P + \epsilon^C$$

3D 人體 計測 量測 總誤 差	3D 計測 硬體 設備 誤差	3D 計測 軟體 設備 誤差	量測 者手 動貼 參考 點誤 差	量測 者手 點標 記點 誤差	受測 者誤 差	實驗 環境 誤差
---------------------------------	----------------------------	----------------------------	---------------------------------	----------------------------	---------------	----------------

圖 52 3D 數位人體計測資料可能的量測誤差

本研究在各項可能造成量測誤差的源頭，建立品保系統，包括標準化作業程序與其評估機制，說明如下：

一、控制量測設備硬體與軟體品質於曲面疊合投影誤差：為量測系統誤差控制，以校正用已知座標之模塊，進行多台相機曲面疊合投影品質，其設備解析精度為 2.5 mm(U)\*2.5 mm(V)，此部分誤差量測方式為本研究收集人體計測數據期間，於每日量測開始前進行多台相機之疊合校正，包含全身 3D 掃描設備 (8 台相機) 之疊合校正誤差與頭部 3D 掃描設備 (6 台相機) 之疊合校正誤差。

二、控制量測者手動貼參考點誤差：確保量測者於黏貼參考點之可靠度，避免因身體晃動和姿勢的差異影響，因此使用直徑 6 mm 之圓形貼紙黏貼於人形模特兒，並且評估量測者黏貼 32 個參考點之再現性，執行方式如下：

(一) 專家訓練：具有復健背景之專家協助訓練量測者，透過專家面對面指導、反覆練習、修正參考點位置以及專家認可，得以確保每一量測者皆能正確標記 32 個參考點位置。

(二) 參考點再現性評估：完成專家訓練後，量測者將人形模特兒置於 3D 人體量測設備中，黏貼 32 個參考點後，以 3D 掃描儀量測人形模特兒且分析每一參考點座標位置。此再現性評估包含：

1. 量測者間信度：評估兩位量測者黏貼 32 個參考點位置之一致性，且每位量測者黏貼過程中皆為獨立操作，並在此測試期間確保量測設備以及人形模特兒不被碰撞移動，並評估兩位量測者黏貼參考點之 3D 座標誤差。
2. 量測者內信度：評估每一量測者重覆黏貼參考點位置之重複性，因此每位量測者需重覆黏貼同一人形模特兒 3 次，且每次手動黏貼 32 個參考點皆需間隔一段時間，在此測試期間量測設備以及人形模特兒不被碰撞移動，並評估重覆黏貼參考點之 3D 座標誤差。

三、控制量測者手點標記點誤差：確保量測者使用 3D 人體計測分析軟體點選不同實驗項目所需標記點之一致性，執行方式如下：

(一) 專家訓練：具有受過訓練且經驗證之軟體操作員協助訓練量測者，透過軟體操作員之面對面指導、反覆練習、修正標記點位置以及軟體操作員認可，得以確保每一量測者皆能正確標記不同實驗項目之標記點。

(二) 標記點再現性評估：完成專家訓練後，量測者需針對受測者所執行之實驗項目進行標記點選取，並且記錄每一標記點之 3D 空間座標位置。此再現性評估包含：

1. 量測者間信度：隨機選擇各一名男性及女性受測者之人體計測合模數據進行標記點比對及驗證。
2. 量測者內信度：評估量測者需對於男性及女性受測者 (各一名) 之人體計測合模數據進行重複點選 3 次，且每次點選標記點皆需間隔一段時間，藉此評估重複 3 次點選標記點之 3D 座標誤差。

四、控制量測設備軟體品質於手動量測與軟體量測之尺寸誤差：選用 10 項人體尺寸，比較手動量測與軟體計算之間尺寸的誤差，以確認人體尺寸之一致性，其選用 10 項尺寸如表 16 所示。此外，手動量測尺寸統一為固定量測者進行量測，避免不同量測者間之誤差干擾，並且每一尺寸需重複量測 3 次，3 次量測之間亦間隔一段時間，最後紀錄 3 次手動量測尺寸之平均值與軟體量測尺寸進行誤差計算，本研究隨機挑選 10 位受測者 (5 位男性與 5 位女性) 之尺寸進行量測誤差比較。

表 16 以十個人體尺寸作為控制誤差的參考

名稱	定義
眼高	內眼角點至地面的垂直高度
胸骨上點高	胸骨上點至地面的垂直高度
肚臍高	肚臍點至地面的垂直高度
肘高	肘角點至地面的垂直高度
腰寬	立正姿勢之輪廓線，過肚臍點胸部的水平長度
臀寬	立正姿勢之輪廓線，過臀最寬處點高度的水平長度
腰厚	立正姿勢之側面輪廓線，在肚臍點等高處的水平長度
臀厚	立正姿勢之側面輪廓線，在肚臍點之下 30 mm 至胯下點之上 30 mm 間臀最大水平長度
腰圍	過肚臍點的腰圍
臀圍	過臀最凸點的臀圍

五、控制受測者誤差：受測者在量測人體計測資料的過程中，可能因其姿勢、穿著、呼吸及身體搖晃而造成誤差，故透過標準程序控制受測者誤差，包含受測者姿勢須

符合實驗條件，須統一穿著由本研究提供之量測服裝。此外，要求受測者在每次掃描前須於深呼吸後，閉氣約 3 秒鐘，而量測者在此期間收集人體計測數據，避免身體的晃動造成受測者誤差干擾。

六、控制實驗環境誤差：確保實驗環境於每一次量測皆相同，如控制實驗環境之溫度、濕度、且量測設備皆定點定位等。

## 第九節 人體尺寸資料分析

針對這些尺寸數據，本研究採用由「面」深入至「點」的做法，從常態性檢定、左右差異比對、離群值比對依序進行資料分析，最後與國內相關研究結果進行比較，依序說明如下：

### 一、常態性檢定

因為總樣本數達 256 人，故本研究先進行常態性檢定，確認樣本資料分布型態。

### 二、左右差異比對

為確認左右側尺寸的對稱性，本研究計劃進一步進行左右差異比對，觀察是否存在其他影響因素，觀察方式如下：

- (一) 篩選具有左右側的尺寸項目。
- (二) 計算第 10、25、50、75、90 百分位數。
- (三) 將右側尺寸資料減去左側尺寸資料。
- (四) 以右側尺寸為分母，計算差異比例。

### 三、離群值比對

若樣本資料不符合常態分佈，本研究計劃直接逐筆檢視 244 項尺寸資料，找出離群值使用統計品質管制方法，針對每位受測者的 244 個尺寸資料，標出尺寸值超出三個標準差的數值，並與對應 3D 體型資料進行比對，釐清該筆尺寸數據能否反映 3D 體型的情況。

### 四、國內相關研究比較

除內部資料的比對分析，本研究也將與過往國內計測結果進行比較，了解彼此間相似或相異之處，預計除了與本所 ILOSH103-H316[1]比較外，另規劃將同樣以三度空間掃描儀量測國人之 Lu & Wang[2]、Kuo 等人[3]、Lee & Wang[4]等研究結果一併比較。

## 第十節 推拉力實驗

### 一、推拉力實驗設計

本研究參考生物力學負荷超載危害風險的評估工具表 V1.3.4 (Ergonomic Assessment Worksheet, EAWS) 的設定條件，並延續 ILOSH103-H316[1]之研究設定，每位受測者分別量測 3 種手部姿勢 (左手、右手、雙手)，4 種施力高度 (40 公分、80 公分、120 公分、160 公分)(圖 53)，及最大推力與最大拉力值。同時，在 40 cm 和 80 cm 的施力高度時，額外進行上提和下壓的施力值量測 (圖 54)。本研究之靜態推拉力資料共計收集 28 種肌力 (12\*推力+12\*拉力+2\*上提力+2\*下壓力)。

受測者以其自然姿勢進行最大力量之執行，且每種肌力須執行 2 次試驗，每次試驗之間將提供至少 50 秒的休息時間，避免受測者肌肉疲勞的累積，若 2 次實驗數值差異超過 30%，須重新進行量測。



圖 53 不同施力高度雙手之推力量測示意圖  
(施力高度由左至右依序為 40cm、80cm、120cm、160cm)



圖 54 施力高度 80 公分下壓(左)及上提(右)之量測示意圖

## 二、推拉力實驗量測設備

測力裝置主要由可調整高度之量測支架，荷重單元 (Load Cell)、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，如圖 55 所示。荷重單元使用 KYOWA 的荷重元，型號 LUR-A-2KNSA1，該荷重元其最大可量測施力值為 2,000 牛頓 (約 200 公斤)，非線性度在 $\pm 0.5\%$ RO 內，安全過載在 150%。訊號處理橋接模組使用 National Instrument 的 NI-9237AD Converter 該模組可以量測 50 KS/sec、24Bits 的量測速度將資料接收回控制用的電腦。



圖 55 力量量測之設備

控制軟體是以 VC++2015 開發，搭配 NI 提供的 NI-DAZmx 函式庫可以將荷重元所測到的資料給取回，並搭配以 20kg 的砝碼來進行參數校正。量測軟體介面如圖 56 所示，受測者可以透過介面視窗看到自己的施力情形，屬於回饋式的力量量測。

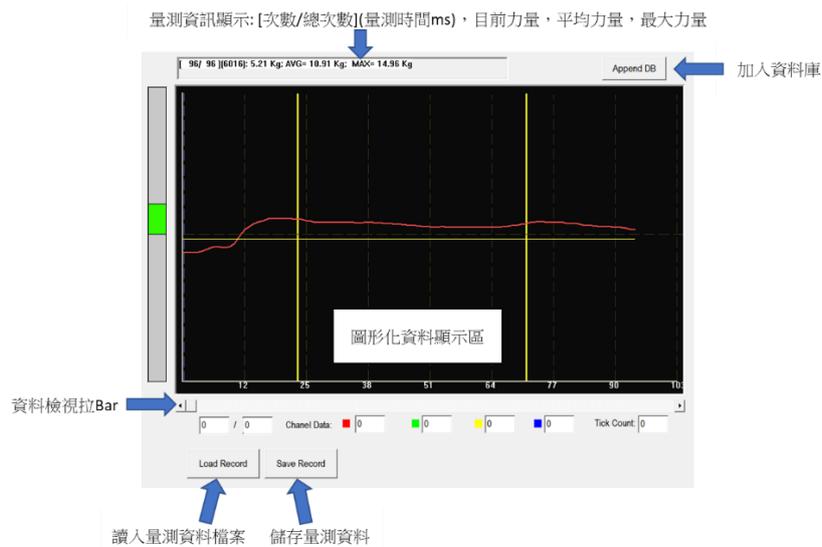


圖 56 力量量測系統軟體介面

受測者施力之握把與荷重單元之間以直徑 2 mm 的鋼索連結，受測者施力時，由鋼索牽動荷重單元，以獲得施力數值。因鋼索是以套環固定，長久往復施力，鋼索會逐漸被拉伸，最終與套環斷開。對此，量測人員每日進行量測前，確認握把靜止位置與進行拉力下的極限位置的間距，若二者間距小於 1 cm，須立即更換鋼索，避免量測中途鋼索斷開。

### 三、推拉力實驗流程及分析

開始量測前，實驗人員先向受測者說明以下量測注意事項：

- 一、充分熱身以避免受傷。確保實驗數據品質與避免受傷。
- 二、施力姿勢採用自然、面向量測系統之姿勢。假設前方是一重物，嘗試向指定方向給予施力。
- 三、每次執行施力前，將會先拍攝當下的施力姿勢。
- 四、施力方式為徐徐施力至最大力量，並且維持三秒鐘。
- 五、測試時切勿逞強，本實驗亦非競賽，各受測者間之測試肌力值，均予以保密；實驗數值僅由實驗人員登錄，不告知受測者，以避免影響受測者心理。

量測時，由實驗人員將施力臂隨機調整至設定的高度 (40 cm、80 cm、120 cm、160 cm) 後，再由受測者開始依序以雙手、右手、左手之姿勢來進行推力以及拉力。每位受測者於每個施力高度皆須執行由 3 種手部姿勢以及 2 種施力方式組成共 6 種施力條件，於每個施力高度下量測完 6 種施力條件後，再休息約 5 分鐘，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。此外，在 40 cm 和 80 cm 的兩種施力高度下，受測者額外進行雙手上提與下壓的施力，並且上述各施力條件皆須重複量測一次，每次施力時間約 3 秒，2 次施力間至少休息約 50 秒，避免肌肉疲勞的累積。如 2 次施力值差異大過 30%，則執行第三次施力。在整個施力量測的過程中，受測者如果覺得有任何不適，隨時中止試驗。

要求受測者緩緩施力值至最大力量之後，維持該最大力量約 3 秒鐘的時間，此 3 秒鐘期間，受測者之施力曲線為平穩之曲線，且無峰值 (peak force) 出現。實驗人員分析此 3 秒鐘內之最大力量，作為該次施力的力量值，每位受測者於每一個實驗條件皆執行 2 次施力，最後平均此兩次施力的力量值作為後續統計分析之數據。

## 第十一節 人體計測資料庫建置

勞工人體資料庫的結構分別由網頁伺服器、資料庫伺服器與檔案伺服器所組成。如圖 57 所示，人體計測的個人基礎資料與數值資料和力量資料儲存在建構的資料庫伺服器中，3D 人體資料、標準 3D 模型、設計特徵線等檔案，則經過加密儲存在檔案伺服器中，網頁伺服器則是提供網頁程式與相關應用元件，讓資料庫使用者可透過條件的設定查詢人體尺寸的資料，並依照權限查詢對應的資料報表或是圖檔。而網頁程式則以響應式 (RWD) 的格式來加以開發，讓使用者可以同時在電腦與行動裝置上都可以進行查詢。

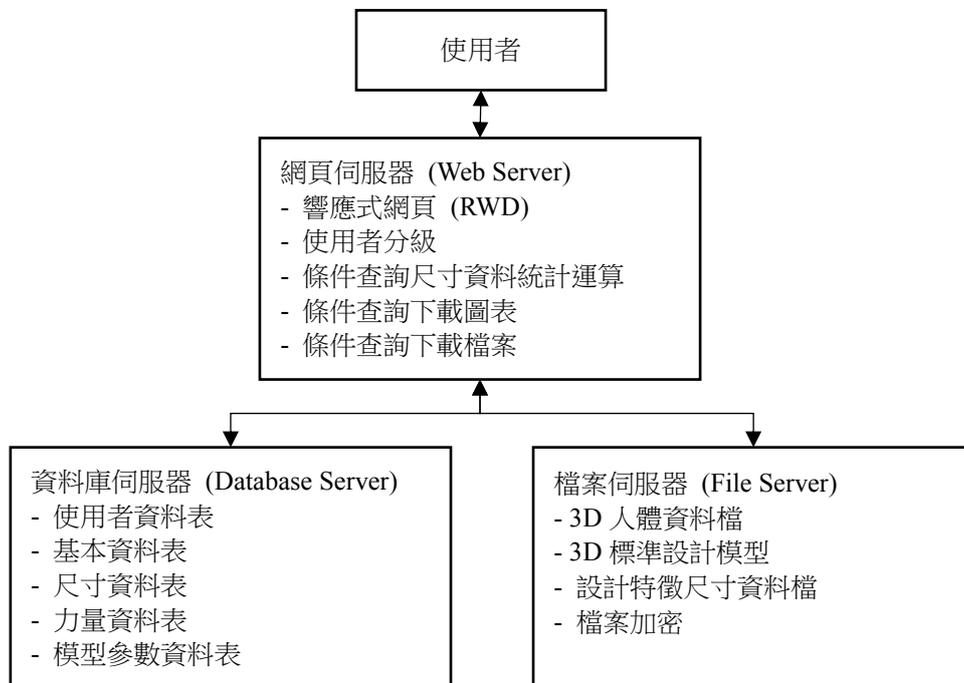


圖 57 人體資料庫

資料庫的設計，完成包括資料庫，服務器，使用端的設定，以及介面的規劃：

- 一、資料庫以 MySQL 發展，包括受測者基本資料，居住地資料，職業別資料，尺寸計算定義資料，以及尺寸數值資料庫的建置。
- 二、服務器 Web server 包括 Response Web Design (RWD) 設計，使用者的管理，條件查詢尺寸 (性別，年齡，及職業別)，以及尺寸統計資料分析。

三、使用端的設定則以 RWD 因應不同的終端設備。

四、使用者可以定要查詢的資料型態、尺寸名稱、性別與年齡範圍，即可進行查詢。查詢的結果可以顯示尺寸的定義、使用到的參考點，以及平均值、標準差、百分位數等統計數值。

## 第十二節 召開專家會議

本案在研究過程中，會招集相關領域之專家學者，針對人體計測採樣策略、實驗方法、資料庫架構、應用方式等進行逐步討論，包含在開始進行量測前，該如何建立正確有代表性的採樣與資料庫，避免在採樣後仍產生資料缺失遺漏，提高人體計測資訊的可用性，並探討修改以及擴充工作場所設計圖譜資料的條件與要件、人體計測資料庫應用原則等。本案將邀集相關專家學者召開會議討論，每次會議規劃邀請 6 位以上專家學者參加，規劃至少召開 3 次專家會議。

## 第十三節 研究倫理申請與通過

於 2021 年 4 月 15 日完成送審研究倫理委員會審查資料 (含計畫主持人近三年學術研究倫理教育 6 學分完成) 於國立臺灣大學行為與社會科學研究倫理委員會審查 (案號 202104EM024)，於 2021 年 4 月 16 日獲研究倫理委員會通知進入正式受理審查程序。在 2021 年 4 月 28 日收到委員會通知進行研究流程說明與問題回覆；於 2021 年 4 月 29 日修改完畢回覆研究倫理委員會；於 2021 年 5 月 7 日許可並於 2021 年 5 月 14 日正式被通知試驗程序經研究倫理委員會審核通過。

一、收案執行期間為：2021 年 5 月 7 日至 2021 年 11 月 30 日

二、計畫文件版本日期：

(一) 研究計劃書：2021 年 4 月 29 日版

(二) 知情同意書：2021 年 4 月 10 日版

(三) 招募文宣：2021 年 4 月 10 日版

三、試驗執行地點：長榮大學

## 第四章 結果與討論

本研究共收集和分析完成 256 位受測者之 3D 人體計測資料及推拉肌力的數據。本章節將就受測者的基本資料，量測設備的校正與誤差，受測者之 3D 人體計測資料，計測資料與國內研究者的初步比對，推拉肌力的數據分析，計測資料庫系統規劃，以及數據資料和職業安全衛生設施規範的連結等加以說明。

### 第一節 受測者基本資料分析

本研究採用分層抽樣策略，依照年齡、性別進行抽樣。根據行政院主計總處在 108 年度的人力資源統計年報[49]，以 256 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，受測者招募則依此規畫進行。圖 58 及表 17 顯示不同年齡級距之女性及男性受測者人數分佈。

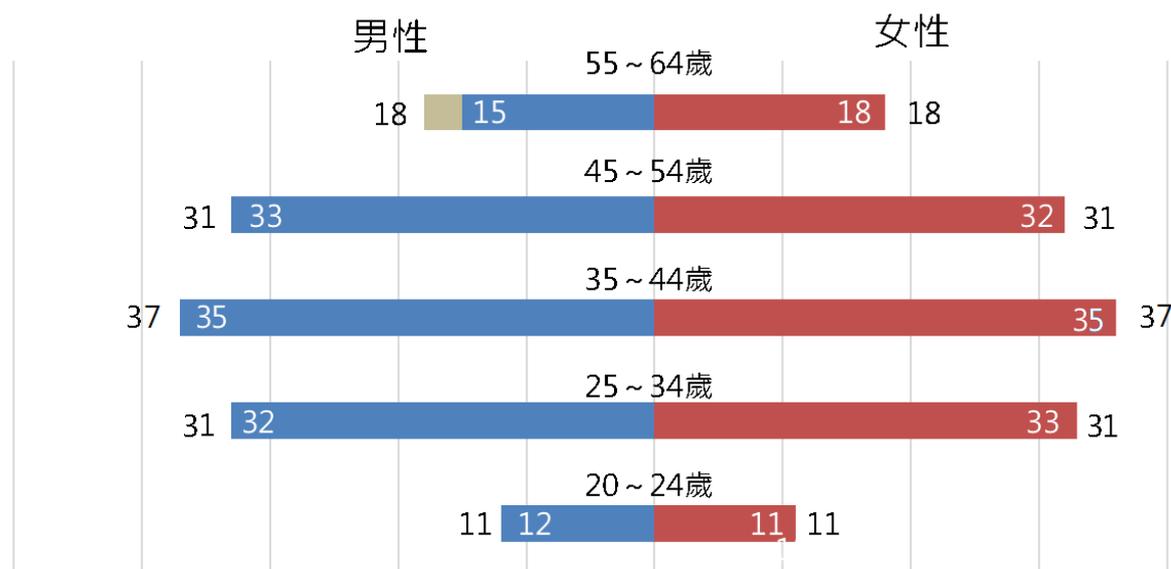


圖 58 不同年齡級距之受測者人數分佈圖 (N=256)

本研究共分析完成 256 位受測者 (男性 127 位，女性 129 位) 之 3D 人體計測資料，依據性別於不同年齡級距之人數分佈如圖 58、表 17 所示，男性與女性受測人數皆以 25-54 歲最多。

表 17 不同年齡級距之受測者人數分佈 (N=256)

性別	年齡級距 (yrs)					總計 (人次)
	15-24	25-34	35-44	45-54	55-65	
男	12	32	35	33	15	127
女	11	33	35	32	18	129
全體	23	65	70	65	33	256

本研究計算量測受測者年齡分布佔總人數之比例，並與 108 年的人力資源統計年報之勞工年齡分布比例進行比較 (表 18)，*t* 檢定結果顯示 (表 19)，二者間並無顯著差異 ( $P>0.5$ )，顯示本研究受測者年齡分布與 108 年勞工年齡分布相符，樣本年齡分布上具代表性。

表 18 本研究受測者年齡分布與 108 年勞工年齡分布比較

年齡分布	本研究受測者	108 年勞工年齡統計
20-24 歲	8.85%	8.49%
25-34 歲	25.38%	24.83%
35-44 歲	28.08%	28.60%
45-54 歲	25.00%	24.27%
55-65 歲	12.69%	13.81%

表 19 本研究受測者年齡分布與 108 年勞工年齡分布 *t* 檢定比較結果

	本研究受測者	108 年勞工年齡 統計
平均數	0.2	0.2
變異數	0.007	0.007
觀察值個數	5	5
自由度	8	
<i>t</i> 統計	0	
P(T<=t) 單尾	0.5	
臨界值：單尾	1.860	
P(T<=t) 雙尾	1	
臨界值：雙尾	2.306	

受測者基本資料如表 20 所示，男性平均年齡為  $39.5\pm 11.8$  歲、女性平均年齡為  $40.5\pm 11.4$  歲；男性平均身高為  $172.1\pm 5.8$  公分、女性平均身高為  $160.2\pm 5.5$  公分；男性平均體重為  $76.7\pm 14.3$  公斤、女性平均體重為  $59.8\pm 10.9$  公斤。慣用手方面，246 人慣用右手，14 人為左手。

表 20 受測者基本資料 (N=256)

	男性 (N=127)		女性 (N=129)		全體 (N=256)	
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差
年齡(yr)	39.5	11.8	40.5	11.4	40.0	11.6
身高(cm)	172.1	5.8	160.2	5.5	166.1	8.2
體重(kg)	76.7	14.3	59.8	10.9	68.3	15.3

受測者戶籍地統計如圖 59 所示，因實驗地點位於南部地區，故受測者主要來自台南市 (145/256, 57%) 與高雄市 (67/256, 26%)，職業別方面，本研究依照受測者提供服務單位資訊，按照中華民國職業標準分類[51]進行整理，從圖 60 觀之，主要以製造業 (106/256, 41%) 勞工為主。

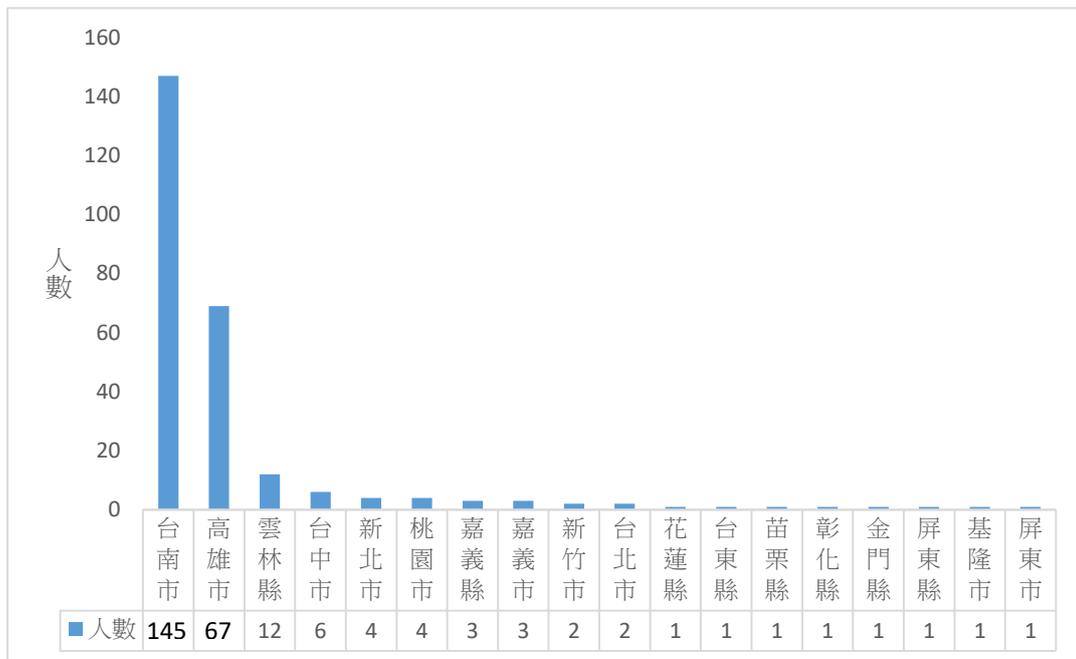


圖 59 受測者戶籍地統計 (N=256)

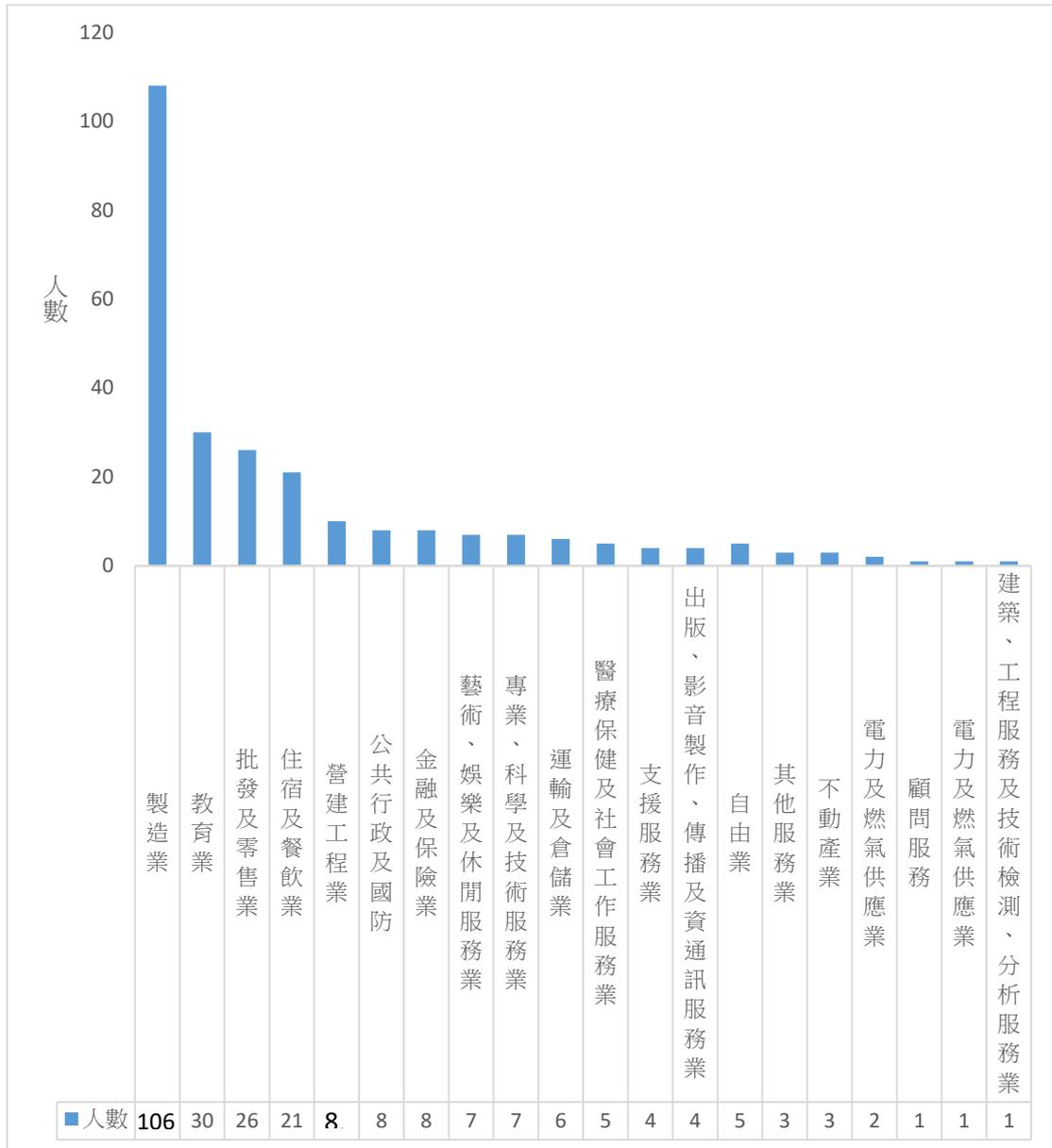


圖 60 受測者職業別統計 (N=256)

## 第二節 量測誤差控制機制分析結果

為建立穩定量測系統，本節說明此研究誤差控制機制的結果。評估參考點和標記點之 3D 座標為使用歐幾里得距離(Euclidean distance)進行處理，即兩點於 3D 空間之直線距離進行後續的評估，公式為  $d(x,y,z)=\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$ 。

## 一、控制量測設備硬體與軟體品質於曲面疊合投影誤差

本研究於每日開始量測前進行多台相機之疊合校正，包含全身 3D 掃描設備 (8 台相機) 之疊合校正誤差與頭部 3D 掃描設備 (6 台相機) 之疊合校正誤差，收集 3D 人體計測資料期間共計 69 天，如表 21 所示，全身量測設備之疊合誤差平均為 0.05-0.12 公分，而頭部量測設備之疊合誤差平均為 0.03-0.05 公分，符合誤差應在 3 mm 以下之工作要求。

表 21 3D 量測設備疊合誤差 (單位：公分)

	全身量測設備疊合誤差			頭部量測設備疊合誤差		
	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值
1 號相機	0.07	0.18	0.04	0.04	0.13	0.00
2 號相機	0.09	0.18	0.04	0.04	0.15	0.00
3 號相機	0.07	0.20	0.04	0.03	0.09	0.00
4 號相機	0.07	0.18	0.02	0.05	0.14	0.00
5 號相機	0.08	0.21	0.04	0.04	0.14	0.00
6 號相機	0.12	0.19	0.04	0.04	0.16	0.01
7 號相機	0.05	0.16	0.03	-	-	-
8 號相機	0.11	0.20	0.05	-	-	-

-：該項目為不適用。

### (一) 控制量測者手動貼參考點誤差

一、量測者間信度：兩位量測者手動黏貼參考點於人形模特兒，比較兩位量測者 32 個參考點 3D 座標之誤差，該誤差計算方式為量測者-1 與量測者-2 各自黏貼參考點，某一參考點項目之兩點直線距離。32 個參考點除不易明確定義的二頭肌之參考點外，包括顎下點、右肘窩點、右髂脊點等其他參考點有相對小之誤差 (平均 0.3-0.8 公分)，這些參考點皆落在容易通過觸診骨頭所定義之位置，因而有較小之誤差。

二、量測者內信度：兩位量測者手動黏貼參考點於人形模特兒，其各別黏貼 32 個參考點，且重覆黏貼 3 次之 3D 座標誤差，該誤差計算方式為 3 次黏貼一參考點，彼此相互比較其兩點之直線距離，量測者-1 於 3 次黏貼參考點之平均誤差為 0.5-4.4 公分，量測者-2 於 3 次黏貼參考點之平均誤差為 0.4-2.7 公分，

整體而言，量測者-2 黏貼參考點之重複性較量測者-1 佳。

## 二、控制量測者手點標記點誤差

(一) 量測者間信度：具驗證之軟體操作員與量測者使用 3D 人體計測分析軟體各自點選一名男性及一名女性受測者之標準解剖姿勢合模資料，再比較兩位人員於標準解剖姿勢項目所定義之標記點 3D 座標與人體尺寸之誤差。結果顯示男性受測者之標記點平均誤差為 0.1-1.5 公分，女性受測者為 0.1-2.0 公分，此外可以發現依照參考點選取之標記點其誤差最小，如右二頭肌點、胸骨上點、右/左大轉子點、右肘窩點、頸下後點等。從原先可依據標準解剖姿勢計算共 39 個尺寸項目中，探討其中 6 項尺寸 (胸寬、腰寬、臀寬、胸厚、腰厚、臀厚)，其結果顯示具驗證之軟體操作員與量測者所測得之尺寸誤差平均為 0.0-0.5 公分。可明顯發現尺寸誤差與標記點誤差相比，尺寸之誤差較小，其原因為標記點誤差之計算為採用歐幾里得距離計算，為兩點於 3D 空間之距離 (x, y, z)，而計算的 6 項尺寸為皆為寬度與厚度 (寬度為兩點在 X 軸的差值，厚度為 Z 軸的差值)，這兩項尺寸都只參考單軸的偏差，相較於標記點間三度空間的差異自然會比較小。

(二) 量測者內信度：量測者使用 3D 人體計測分析軟體點選標準解剖姿勢所定義之標記點，點選一名男性及一名女性受測者之標準解剖姿勢合模資料，此步驟重複 3 次，再比較此 3 次於標準解剖姿勢項目所定義之標記點 3D 座標之誤差。結果顯示，男性受測者之標記點平均誤差為 0.0-1.3 公分，女性受測者為 0.1-1.1 公分，如同量測者間誤差之結果，依據參考點點選之標記點其誤差值最小 (0.0-0.1 公分)。

## 三、控制量測設備軟體品質於手動量測與軟體量測之尺寸誤差

實驗人員使用皮尺 (手動量測) 與軟體量測 5 位男性受測者與 5 位女性受測者，其於眼高、胸骨上點高、肚臍高、肘高、腰寬、臀寬、腰厚、臀厚、腰圍及臀圍共 10 項尺寸之差異。兩量測方式之尺寸差異結果，包含誤差之平均值、最大值、最小值，以及使用獨立樣本  $t$  檢定。統計檢定結果各尺寸  $p > 0.05$ ，說明手動量測與軟體量測在這 10 項尺寸為沒有顯著差異。因此這樣的差異可以說明是系統性的誤

差，未來可以使用系統性的迴歸分析來進行尺寸調校。

本研究在六個可能造成量測誤差的源頭建立控管機制，控制結果總結如下：

- 一、量測曲面疊合投影誤差：全身量測硬體設備之疊合誤差平均為 0.05-0.12 公分，而頭部量測設備之疊合誤差平均為 0.03-0.05 公分。
- 二、量測者手動貼參考點誤差：  
(1)量測者間信度：兩位量測者手動黏貼 32 參考點於人形模特兒之誤差，除不易明確定義的二頭肌外，其他參考點誤差皆落在 0.3-0.8 公分。  
(2)量測者內信度：量測者-1 於 3 次黏貼參考點之平均誤差為 0.5-4.4 公分，量測者-2 為 0.4-2.7 公分。個人差異存在，量測者-2 黏貼參考點之重複性較量測者-1 佳。
- 三、量測者手點標記點誤差：  
(1)量測者間信度：比較兩位人員於標準解剖姿勢項目所定義之標記點 3D 座標與人體尺寸之誤差，結果顯示具驗證之軟體操作員與量測者所測得之尺寸誤差平均為 0.0-0.5 公分。  
(2)量測者內信度：量測者點選一名男性及一名女性受測者之標準解剖姿勢合模資料，此步驟重複 3 次，男性受測者之標記點平均誤差為 0.0-1.3 公分，女性受測者為 0.1-1.1 公分，依據參考點點選之標記點其誤差值最小 (0.0-0.1 公分)。
- 四、量測手動量測與軟體量測之尺寸誤差：實驗人員使用皮尺 (手動量測) 與軟體量測 5 位男性與 5 位女性受測者，檢定結果說明手動量測與軟體量測在這 10 項尺寸差異，沒有統計上的顯著性 ( $p>0.05$ )。
- 五、控制受測者誤差：透過標準程序控制源自受測者的誤差，受測者姿勢均符合實驗條件、穿著制式實驗服裝、掃描前深呼吸並閉氣 3 秒，重複掃描兩次合模後取較佳者納入分析。
- 六、控制實驗環境誤差：實驗環境之溫度、濕度、量測設備皆定點定位。

人體計測資料收集與建立過程，量測誤差無法避免。本研究在各過程收集並計算量測誤差，目的在暴露、呈現、並數量化各個誤差規模。希望在建置完整的控管體系後，能有更多數據資料的累積，建構可控可管的品保機制，更希望透過持續改善，減少誤差。現階段的誤差數據顯示，掃描硬體設備之曲面疊合投影誤差最小，量測者手點標記

點誤差其次，而量測者手動貼參考點誤差最大，尤其在參考點不易明確定義時最大。這些誤差的累積，最後出現在手動量測與軟體量測之尺寸誤差。後續研究的重點，除了應更明確定義參考點外，也應發展更精緻的輔助系統協助定義參考點，而人為失誤的避免及量測專業人員的訓練與培養更是當務之急。

### 第三節 受測者之 3D 人體計測資料分析

本研究分析 256 位受測者，依照 3D 人體計測資料、常態性檢定、左右差異比對、離群值比對依序說明如下：

#### 一、3D 人體計測資料

本研究將所量測的 256 位受測者的 244 個尺寸彙整於表 22 至表 31 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，針對重量及 211 個 1D 尺寸值分別提供了第 5 百分位數、第 50 百分位數以及第 95 百分位數值。在表 30 之中，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 5 百分位數、第 50 百分位數以及第 95 百分位數值。在表 31 之中，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 5 百分位數、第 50 百分位數以及第 95 百分位數值。

表 22 重量數據 (N=256，單位：公斤重)

序號	代碼	尺寸	女			男			全體		
			5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile
1	-	體重	45.4	58.2	80.8	59.2	74.8	103.1	48.1	66.1	93.9

表 23 立正站姿尺寸數據 (N=256，單位：公分)

序號	代碼	尺寸	女			男			全體		
			5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile
1	BA1-HT-1	身高	148.3	157.7	166.9	157.0	168.7	177.2	150.1	162.7	175.6
2	BA1-HT-2	眼高	138.3	147.0	155.7	147.1	157.7	166.6	139.5	151.8	164.7
3	BA1-HT-3	頸肩點高	125.7	133.4	142.2	132.9	143.5	151.7	126.3	137.6	150.6
4	BA1-HT-4	胸骨上點高	118.6	126.6	135.1	126.9	136.5	145.4	121.2	131.5	143.3
5	BA1-HT-5	乳尖高	103.5	110.6	120.3	111.4	120.0	128.8	104.8	115.8	126.8
6	BA1-HT-6	腋下前點高	112.4	119.0	127.6	118.8	127.9	136.1	113.2	123.2	135.3
7	BA1-HT-7	腋下後點高	111.6	118.3	127.3	118.8	127.8	136.1	112.8	122.9	134.6
8	BA1-HT-8	肚臍高	83.6	91.2	98.5	89.2	97.5	105.3	85.4	94.6	103.9
9	BA1-HT-9	肩高	120.3	127.9	138.1	128.4	137.9	146.5	121.7	132.3	144.5
10	BA1-HT-10	肘高	91.6	98.2	105.2	98.5	105.9	113.1	93.3	102.0	111.0
11	BA1-HT-11	臀高	70.7	77.1	84.2	76.3	83.0	89.8	72.4	79.7	88.1
12	BA1-HT-	臀下線高	63.0	68.2	74.2	68.3	74.1	80.6	63.7	71.0	78.9

序號	代碼	尺寸	女			男			全體		
			5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile
	12										
13	BA1-HT-13	腕高	70.6	76.5	83.1	76.0	81.8	86.6	72.1	79.2	86.3
14	BA1-HT-14	指尖高	54.8	60.0	65.7	59.0	63.7	68.7	56.5	61.6	67.7
15	BA1-HT-15	掌心高	64.1	69.8	76.2	69.0	75.2	80.4	65.9	72.4	79.2
16	BA1-HT-16	胯下高	64.0	69.4	76.3	65.6	72.3	79.2	64.9	70.9	78.2
17	BA1-HT-17	髂脊點高	77.6	84.7	91.3	82.4	89.9	97.2	80.0	87.6	95.8
18	BA1-HT-18	膝高	37.2	41.7	46.4	41.3	44.7	48.9	38.6	43.1	48.4
19	BA1-Cir-19	喉結上圍	28.6	32.5	38.4	34.3	38.9	44.5	29.4	36.0	43.5
20	BA1-Cir-20	喉結圍	28.5	32.4	38.1	34.1	38.7	44.1	29.1	35.8	42.0
21	BA1-Cir-21	頸下圍	30.4	35.8	42.9	36.9	42.1	50.7	31.3	39.0	48.4
22	BA1-W-22	頸寬	9.6	12.3	20.0	11.4	14.1	25.9	10.1	13.2	24.0
23	BA1-D-23	頸深	9.3	11.1	14.1	11.4	13.2	16.0	9.6	12.1	15.4
24	BA1-W-24	肩寬	29.1	33.9	36.9	33.7	39.2	42.5	29.8	36.0	41.4
25	BA1-W-25	兩腋下前點寬	27.2	29.7	34.1	30.9	34.4	38.3	27.7	32.3	37.6
26	BA1-W-26	兩腋下後點寬	28.0	31.9	36.3	32.2	35.8	40.7	29.1	33.8	38.9
27	BA1-W-27	兩乳尖寬	13.6	17.6	21.3	18.3	21.3	25.0	14.6	19.7	24.3
28	BA1-D-28	乳下點厚	17.6	21.1	27.2	20.0	24.5	31.1	18.2	23.2	28.8
29	BA1-D-29	身體厚	16.6	20.5	26.2	17.9	22.2	26.5	17.1	21.2	26.3
30	BA1-D-30	壁面到肩峰距	6.8	8.8	12.6	7.4	10.0	12.7	6.9	9.6	12.7
31	BA1-SL-31	前頸弧長	8.3	12.3	15.2	10.0	13.0	16.4	9.6	12.7	15.9
32	BA1-SL-32	後頸弧長	10.1	12.9	17.1	9.8	12.8	16.7	10.0	12.8	16.8
33	BA1-L-33	手長	63.8	68.0	72.2	67.9	74.2	79.7	64.2	70.7	78.6
34	BA1-L-34	肩峰-肘窩長	27.0	29.6	32.4	28.4	31.5	34.8	27.5	30.3	34.2
35	BA1-L-35	下臂長	20.3	22.2	24.9	22.4	24.8	27.9	20.9	23.7	27.4
36	BA1-L-36	下臂-握拳長	27.6	29.6	32.3	30.2	32.8	35.2	27.9	31.2	34.7
37	BA1-SL-37	臀後弧長	15.8	20.6	27.0	15.2	19.1	23.1	15.5	19.7	25.0

表 24 標準解剖姿勢尺寸數據 (N=256, 單位: 公分)

序號	代碼	尺寸	女			男			全體		
			5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile
1	BA2-W-1	胸寬	26.5	30.5	35.3	31.2	35.6	40.5	27.5	32.9	38.7
2	BA2-W-2	腰寬	26.8	29.7	35.5	27.0	32.3	37.2	26.8	31.0	36.3
3	BA2-W-3	臀寬	32.0	36.0	41.4	32.0	35.9	40.0	32.0	35.9	40.8
4	BA2-D-4	胸厚	19.5	23.2	29.5	21.1	24.8	31.4	20.0	24.1	30.7
5	BA2-D-5	腰厚	18.4	22.5	28.9	19.1	24.5	33.0	18.6	23.7	30.8
6	BA2-D-6	臀厚	20.8	24.4	30.4	23.1	26.0	30.8	21.7	25.4	30.8
7	BA2-W-7	大腿上寬	16.4	18.5	21.0	16.3	18.6	20.6	16.4	18.5	20.9
8	BA2-Cir-8	頸胸交線圍	37.0	40.6	45.4	41.9	46.6	52.7	37.5	43.7	51.3
9	BA2-Cir-9	腋下-肩峰圍	33.5	40.3	45.9	39.4	44.4	49.7	35.2	42.2	49.0
10	BA2-Cir-10	肩圍	70.8	78.5	85.9	81.3	90.3	99.0	72.0	84.5	97.5
11	BA2-Cir-11	上胸圍	82.8	92.7	107.0	94.7	105.5	120.7	84.9	99.1	116.7
12	BA2-Cir-12	胸圍	80.8	91.9	108.6	92.6	103.8	121.8	82.0	98.2	119.5
13	BA2-Cir-13	下胸圍	69.4	79.9	97.0	85.4	98.7	116.9	71.5	90.9	114.6
14	BA2-Cir-14	腰圍	73.2	84.0	102.4	72.8	91.2	111.3	73.0	87.9	106.7
15	BA2-Cir-15	臀圍	87.7	96.6	113.0	89.1	98.0	111.3	88.2	97.3	112.8
16	BA2-Cir-16	臀下線圍	50.8	58.0	70.9	54.6	63.0	75.3	52.0	61.5	72.7
17	BA2-Cir-17	上臂圍(伸展)	22.3	27.4	35.1	25.6	30.0	37.6	23.0	28.8	37.2
18	BA2-Cir-18	肘圍(伸展)	20.6	24.8	36.3	23.7	26.6	33.7	21.4	25.9	35.4
19	BA2-Cir-19	大腿上圍	54.7	62.3	74.5	55.1	61.6	72.5	54.7	61.8	73.9
20	BA2-Cir-20	軀幹縱圍	140.9	151.2	164.3	155.1	166.7	181.2	143.6	158.7	179.4
21	BA2-SL-21	肩線弧長	11.0	13.0	15.1	12.3	14.8	17.1	11.4	13.9	16.5
22	BA2-SL-22	腋下-腰弧長	24.2	28.1	31.9	26.5	29.8	35.4	25.0	29.3	33.3
23	BA2-SL-23	胸骨上點-腰弧長	34.0	38.8	44.6	36.5	40.6	47.0	35.0	39.7	46.0
24	BA2-SL-24	胯下弧長	52.2	58.0	64.8	58.2	63.4	71.6	53.2	61.0	69.5
25	BA2-SL-25	上背後水平弧	28.2	32.4	37.2	31.2	36.1	41.3	29.2	33.9	40.6
26	BA2-SL-26	上胸前水平弧	31.4	35.0	41.2	36.1	40.7	45.9	31.9	37.9	44.6
27	BA2-SL-27	頸肩點-乳尖弧	24.0	27.2	31.5	24.7	27.7	30.9	24.2	27.5	31.2
28	BA2-SL-28	肩中點-胯下弧(立姿)	65.7	70.5	75.5	71.7	78.1	84.1	66.7	73.6	83.0
29	BA2-SL-29	胸骨上點-胯下弧(立姿)	58.6	63.3	68.5	63.5	69.0	76.4	59.2	65.5	75.0
30	BA2-SL-30	腰高-胯下弧(立姿)	23.0	25.5	28.5	25.9	28.5	32.7	23.4	27.1	31.7
31	BA2-SL-31	腋下高-胯下弧(立姿)	48.8	53.8	59.6	52.9	59.5	65.7	50.5	56.8	64.7
32	BA2-SL-32	肩中點-胯下後弧(立姿)	63.2	69.4	74.8	68.7	74.9	80.2	64.4	72.3	79.3
33	BA2-SL-33	頸下後點-胯下後弧(立姿)	59.7	64.9	69.6	63.6	69.4	74.4	60.9	67.5	73.3
34	BA2-SL-34	腋下後點高-胯下後弧(立姿)	47.4	53.9	59.4	50.1	57.1	63.4	48.2	55.1	60.9
35	BA2-SL-35	腰高-胯下後弧(立姿)	21.9	26.9	35.5	22.8	28.4	34.9	21.9	27.8	35.3
36	BA2-SL-36	頸後下點-腰後弧	35.6	42.2	46.4	39.0	45.4	50.5	36.9	43.9	49.3
37	BA2-PL-37	小腿最細剖面線	17.7	20.8	24.3	18.1	20.8	25.2	17.8	20.8	24.8
38	BA2-PL-38	跨下點剖面線	87.0	94.9	107.3	86.2	95.7	107.0	86.2	95.3	107.5
39	BA2-PL-39	矢狀縱剖面	194.5	206.0	218.8	211.1	223.8	234.5	197.4	214.0	232.9

表 25 手臂前伸站姿尺寸數據 (N=256, 單位: 公分)

序號	代碼	尺寸	女			男			全體		
			5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile
1	BA3-L-1	下臂指尖長	35.8	39.6	43.1	39.0	43.5	48.2	36.0	41.3	47.6
2	BA3-Cir-2	肘圍(屈曲)	13.4	24.2	33.2	17.7	25.4	32.9	15.7	24.8	33.2
3	BA3-H-3	膝蓋上點高	40.6	44.5	48.8	43.6	47.7	52.1	41.4	45.9	50.7
4	BA3-H-4	膝蓋中點高	37.5	40.9	44.6	40.3	43.9	48.0	38.6	42.5	47.1
5	BA3-H-5	膝蓋下點高	34.1	37.1	40.2	36.7	40.2	44.0	34.7	38.5	43.2
6	BA3-H-6	小腿長	32.6	36.2	39.9	35.1	38.9	42.8	33.7	37.8	42.3
7	BA3-H-7	膝後高	36.9	42.1	45.8	39.9	44.1	49.6	38.1	43.0	48.5
8	BA3-H-8	小腿肚高	26.4	29.8	33.0	27.5	31.9	35.3	26.7	30.7	34.5
9	BA3-W-9	大腿下寬	11.3	13.1	15.1	12.0	13.6	16.1	11.5	13.3	15.6
10	BA3-W-10	膝寬	10.5	12.1	13.8	11.7	13.0	15.0	10.8	12.6	14.5
11	BA3-W-11	小腿寬	9.6	11.2	13.9	10.6	12.1	14.7	9.9	11.8	14.3
12	BA3-Cir-12	大腿下圍	32.8	38.4	44.9	34.8	39.5	45.1	33.3	38.9	44.9
13	BA3-Cir-13	膝圍	30.6	34.9	40.9	33.2	37.0	42.5	31.5	36.4	41.7
14	BA3-Cir-14	小腿最大圍	29.1	33.6	39.5	32.7	36.5	42.5	29.9	35.2	41.0
15	BA3-Cir-15	上臂圍(屈曲)	22.4	27.1	53.7	24.8	31.0	74.9	23.0	29.0	64.5
16	BA3-H-16	肘高	91.0	98.1	104.5	96.7	104.7	111.0	92.1	101.2	110.3
17	BA3-W-17	後背到前伸手臂握持距	59.7	64.6	69.3	65.6	70.3	76.4	61.1	67.4	75.2
18	BA3-L-18	肘腕長	21.0	23.4	26.1	22.6	25.5	28.3	21.5	24.4	27.5
19	BA3-L-19	肘握持長	25.9	29.0	31.4	28.7	31.4	34.9	26.5	30.1	34.0

表 26 坐姿尺寸數據 (N=256, 單位: 公分)

序號	代碼	尺寸	女			男			全體		
			5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile
1	BS1-H-1	坐高	117.5	123.9	129.8	123.7	130.1	136.2	118.7	126.8	134.6
2	BS1-L-2	肩峰-肘角長	29.1	31.7	36.9	31.1	34.0	44.4	29.6	32.7	42.6
3	BS1-SL-3	肩中點-胯下弧(坐姿)	56.7	64.7	77.0	59.0	70.5	77.7	57.8	67.1	78.0
4	BS1-SL-4	胸骨上點-胯下弧(坐姿)	49.7	57.8	70.3	50.6	61.5	69.4	49.9	59.9	69.8
5	BS1-SL-5	腰高-胯下弧(坐姿)	14.1	21.3	36.6	10.8	23.5	29.9	13.3	22.5	32.1
6	BS1-SL-6	腋下高-胯下弧(坐姿)	43.9	51.1	65.3	44.6	54.8	63.2	44.2	52.8	63.5
7	BS1-SL-7	肩中點-胯下後弧(坐姿)	58.0	62.0	65.9	62.5	66.8	71.8	58.6	63.9	70.6
8	BS1-SL-8	頸下後點-胯下後弧(坐姿)	56.1	60.7	65.2	59.9	65.2	69.9	57.3	62.9	69.2
9	BS1-SL-9	腋下後點高-胯下後弧(坐姿)	44.9	48.0	52.6	46.7	51.3	55.5	45.5	49.5	54.7
10	BS1-SL-10	腰高-胯下後弧(坐姿)	17.5	20.5	23.3	17.4	21.2	24.5	17.5	20.7	24.1
11	BS1-H-11	座面到眼高(坐姿)	68.8	73.1	77.8	72.5	78.2	83.2	69.9	75.3	82.3
12	BS1-H-12	座面到肩高(坐姿)	50.7	54.8	61.0	54.3	59.7	66.0	52.3	56.9	64.7
13	BS1-H-13	座面到肘高(坐姿)	20.8	23.8	27.3	21.2	25.0	29.9	20.9	24.5	29.1
14	BS1-H-14	座面到 C7 高(坐姿)	55.5	59.7	64.0	59.0	64.1	68.6	56.4	62.0	68.4
15	BS1-H-15	座高(坐姿)	34.5	39.5	41.5	37.8	39.4	44.0	36.4	39.4	42.4
16	BS1-H-16	膝上高(坐姿)	41.1	45.3	48.6	44.7	48.7	52.8	42.2	46.4	51.9
17	BS1-H-17	座面到最高手部握持距	104.5	112.3	119.5	112.6	121.2	128.8	105.8	115.3	127.4
18	BS1-W-18	水平腿寬(坐姿)	30.8	39.0	48.3	40.4	50.4	63.0	32.0	44.3	59.0
19	BS1-W-19	水平肘寬(坐姿)	30.6	38.3	50.2	30.8	43.0	54.0	30.5	40.7	52.5
20	BS1-W-20	水平臀寬(坐姿)	35.9	40.0	45.9	39.4	47.6	58.8	36.5	42.9	56.7
21	BS1-W-21	肩(三角肌)寬	34.9	40.2	47.5	39.1	45.1	51.4	36.3	43.2	50.7
22	BS1-D-22	臀部到膝長(坐姿)	50.2	54.5	60.1	50.9	56.5	62.3	50.5	55.4	61.4
23	BS1-D-23	腹突厚度	18.6	23.9	34.7	19.7	26.4	40.9	18.8	25.2	38.4
24	BS1-D-24	腹到臀厚	17.8	23.0	30.2	17.2	23.7	31.9	17.6	23.6	31.9
25	BS1-D-25	座深	38.9	42.0	48.1	39.5	43.8	48.8	39.0	42.8	48.5

表 27 頭型尺寸數據 (N=256, 單位: 公分)

序號	代碼	尺寸	女			男			全體		
			5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile
1	HE1-H-1	頭長	21.5	23.0	24.5	22.7	24.1	25.5	21.9	23.5	25.2
2	HE1-H-2	臉長	13.9	16.7	18.9	14.5	16.4	19.8	14.2	16.5	19.5
3	HE1-H-3	鼻根-下巴長	10.2	10.9	11.9	10.8	11.7	13.1	10.3	11.3	12.7
4	HE1-H-4	鼻下-下巴長	6.1	6.7	7.3	6.3	7.2	8.1	6.1	6.9	8.0
5	HE1-L-5	鼻長	3.3	4.0	4.4	3.8	4.3	4.9	3.4	4.1	4.8
6	HE1-H-6	耳長	4.1	5.3	6.1	4.8	5.7	6.5	4.4	5.5	6.4
7	HE1-H-7	耳珠-上耳長	1.5	2.3	3.0	2.1	2.7	3.4	1.7	2.5	3.3
8	HE1-H-8	鼻根-鼻下長	3.6	4.3	4.9	3.8	4.5	5.3	3.7	4.4	5.2
9	HE1-W-9	頭寬	16.1	17.2	18.4	16.8	17.8	18.9	16.3	17.5	18.8
10	HE1-W-10	兩耳寬	15.9	17.3	18.8	17.7	19.2	20.7	16.0	18.3	20.3
11	HE1-W-11	兩耳珠寬	13.8	14.9	15.9	15.1	15.9	16.8	14.1	15.5	16.7
12	HE1-W-12	兩眼外角寬	8.4	9.1	10.0	8.9	9.6	10.4	8.5	9.4	10.3
13	HE1-W-13	兩眼內角寬	3.2	3.7	4.4	3.3	3.9	4.5	3.3	3.8	4.5
14	HE1-W-14	額寬	10.1	10.9	11.9	10.5	11.2	12.2	10.2	11.0	12.1
15	HE1-W-15	鼻寬	3.3	3.8	4.4	3.7	4.1	4.7	3.4	4.0	4.6
16	HE1-W-16	嘴寬	3.8	4.7	5.6	3.9	4.9	5.9	3.8	4.7	5.8
17	HE1-W-17	兩下顎寬	10.4	11.8	13.4	11.8	13.7	15.7	10.7	12.8	15.1
18	HE1-W-18	兩顳骨寬	14.1	15.2	16.3	14.4	15.9	17.2	14.2	15.6	17.0
19	HE1-D-19	頭深	19.2	20.6	22.8	19.5	20.4	21.4	19.3	20.5	22.2
20	HE1-D-20	眼尖深	17.0	18.8	20.4	17.1	18.3	19.3	17.0	18.5	20.1
21	HE1-D-21	額深	18.3	20.3	22.1	18.4	20.1	21.1	18.4	20.2	21.8
22	HE1-D-22	鼻尖點頭深	19.3	20.7	23.0	19.4	20.6	21.6	19.3	20.6	22.4
23	HE1-Cir-23	頭圍	57.8	60.2	63.5	58.9	61.0	63.5	58.2	60.7	63.6
24	HE1-Cir-24	鼻根點頭圍	57.2	59.7	62.9	57.4	60.3	62.9	57.2	60.1	62.9
25	HE1-Cir-25	鼻中點頭圍	56.2	59.6	63.0	58.0	60.6	63.4	56.6	60.1	63.3
26	HE1-Cir-26	鼻尖點頭圍	52.8	57.6	61.7	55.9	59.2	62.4	53.5	58.4	62.3
27	HE1-Arc-27	髮際-耳珠弧	29.9	32.3	35.0	30.9	33.0	35.3	30.4	32.8	35.1
28	HE1-Arc-28	眉間-耳珠弧	27.6	29.6	31.6	29.1	30.8	32.7	27.9	30.3	32.4
29	HE1-Arc-29	下巴-耳珠弧	27.6	30.2	33.0	30.0	32.4	35.0	28.0	31.2	34.6
30	HE1-Arc-30	耳珠-枕點弧	24.1	26.5	29.4	26.4	28.6	30.8	24.6	27.8	30.4
31	HE1-Arc-31	耳珠-鼻下弧	26.5	28.8	31.1	28.1	30.4	32.5	26.8	29.6	32.3
32	HE1-Arc-32	耳珠-顎下線弧	25.4	28.0	31.1	27.9	30.6	34.1	26.0	29.4	33.7
33	HEI-H-33	右耳珠到頭頂高	13.4	14.3	15.7	13.8	14.9	16.0	13.5	14.7	15.9
34	HEI-H-34	左耳珠到頭頂高	13.2	14.1	15.5	13.8	14.9	15.8	13.3	14.5	15.7
35	HEI-H-35	右眼角到頭頂高	10.9	11.9	13.1	11.4	12.4	13.7	11.2	12.1	13.5
36	HEI-H-36	左眼角到頭頂高	10.9	11.9	13.1	11.2	12.3	13.6	11.0	12.1	13.4
37	HEI-H-37	唇裂點到頭頂高	17.4	18.8	20.1	18.8	19.8	21.1	18.1	19.4	20.8
38	HEI-L-38	形態學上臉長	10.2	11.0	12.1	10.8	11.8	13.1	10.4	11.4	12.9
39	HEI-D-39	頭深 2	18.7	20.3	22.3	19.1	20.2	21.1	18.8	20.3	21.8
40	HEI-D-40	右眼角深	17.0	18.8	20.4	17.1	18.3	19.3	17.0	18.5	20.1
41	HEI-D-41	左眼角深	16.9	18.8	20.5	17.1	18.3	19.3	16.9	18.5	20.2
42	HEI-D-42	唇裂深	18.7	20.6	22.4	19.1	20.3	21.5	18.9	20.5	22.1
43	HEI-D-43	右耳珠深	9.5	11.1	13.1	9.0	10.3	11.3	9.1	10.6	12.6
44	HEI-D-44	左耳珠深	9.4	11.1	12.8	8.9	10.3	11.3	9.1	10.7	12.6
45	HEI-Arc-45	頭部矢狀面弧	39.4	42.3	46.4	38.5	40.7	42.4	38.6	41.4	45.0
46	HEI-Arc-46	頭頂-耳珠弧	38.1	40.0	43.2	39.0	41.3	43.6	38.5	40.7	43.3
47	HEI-H-47	鼻高	3.6	4.3	4.9	3.8	4.5	5.3	3.7	4.4	5.2
48	HEI-L-48	瞳孔間距	5.7	6.3	6.9	6.0	6.7	7.1	5.8	6.5	7.1

表 28 手型尺寸數據 (N=256, 單位: 公分)

序號	代碼	尺寸	女			男			全體		
			5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile
1	HA1-L-1	手掌長	15.8	17.0	18.4	17.3	18.6	19.7	16.0	17.8	19.5
2	HA1-L-2	掌長	9.1	9.7	10.5	9.8	10.5	11.5	9.2	10.2	11.3
3	HA1-L-3	食指虎口長	8.7	9.8	11.0	9.3	10.5	11.7	8.9	10.2	11.4
4	HA1-L-4	虎口長	2.6	3.5	4.3	3.0	3.9	4.7	2.8	3.7	4.7
5	HA1-L-5	姆指指長	4.3	4.9	5.6	4.6	5.3	6.0	4.3	5.2	5.9
6	HA1-L-6	食指指長	5.9	6.5	7.3	6.1	7.0	7.7	6.0	6.8	7.7
7	HA1-L-7	中指指長	7.1	7.9	8.7	7.8	8.6	9.4	7.1	8.3	9.3
8	HA1-L-8	無名指指長	6.1	6.9	7.6	6.7	7.5	8.3	6.3	7.2	8.1
9	HA1-L-9	小指指長	4.6	5.4	6.0	5.1	5.9	6.6	4.8	5.7	6.5
10	HA1-W-10	手寬(蹠骨處)	7.0	8.4	9.6	8.0	9.6	10.9	7.3	8.9	10.7
11	HA1-W-11	手寬(含姆指)	8.4	9.3	10.1	9.7	10.7	11.5	8.6	9.9	11.2
12	HA1-W-12	腕寬	5.0	5.4	6.1	5.6	6.2	6.9	5.0	5.8	6.7
13	HA1-D-13	手厚	2.4	2.7	3.2	2.6	3.1	3.6	2.4	2.9	3.5
14	HA1-D-14	姆指 第1指節厚度	1.6	1.9	2.1	1.7	2.1	2.3	1.6	2.0	2.3
15	HA1-D-15	食指 第1指節厚度	1.3	1.6	1.9	1.4	1.8	2.1	1.3	1.7	2.0
16	HA1-D-16	中指 第1指節厚度	1.3	1.5	1.9	1.4	1.8	2.1	1.3	1.7	2.1
17	HA1-D-17	無名指 第1指節厚度	1.2	1.5	1.8	1.3	1.7	2.0	1.2	1.6	1.9
18	HA1-D-18	小指 第1指節厚度	1.0	1.4	1.7	1.2	1.5	1.8	1.1	1.4	1.8
19	HA1-D-19	姆指 第2指節厚度	2.1	2.4	3.0	2.4	2.8	3.3	2.1	2.6	3.2
20	HE1-D-20	食指 第2指節厚度	1.6	1.8	2.1	1.8	2.0	2.3	1.6	1.9	2.2
21	HE1-D-21	中指 第2指節厚度	1.7	1.8	2.1	1.8	2.1	2.3	1.7	2.0	2.3
22	HE1-D-22	無名指 第2指節厚度	1.5	1.7	2.0	1.7	1.9	2.2	1.6	1.8	2.1
23	HE1-D-23	小指 第2指節厚度	1.2	1.5	1.7	1.4	1.7	2.0	1.3	1.6	1.9
24	HE1-Cir-24	腕圍	14.5	16.0	17.8	16.8	18.4	20.1	14.8	17.3	19.8

表 29 腳型尺寸數據 (N=256, 單位: 公分)

序號	代碼	尺寸	女			男			全體		
			5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile
1	FT1-D-1	外踝高	5.1	6.2	7.1	5.9	7.0	7.9	5.3	6.6	7.8
2	FT1-D-2	內踝高	5.8	7.0	7.9	6.8	7.9	8.8	6.1	7.5	8.7
3	FT1-L-3	腳長	21.5	22.9	24.5	23.1	25.0	26.9	21.7	23.9	26.6
4	FT1-W-4	踝寬	6.1	6.6	7.5	6.8	7.4	8.2	6.2	7.1	8.1
5	FT1-W-5	腳寬	8.6	9.3	10.1	9.4	10.2	11.0	8.8	9.7	10.8
6	FT1-D-6	腳掌 最大厚度	6.2	7.0	8.3	6.5	7.7	8.6	6.3	7.4	8.6
7	FT1-D-7	腳掌 最小厚度	1.1	1.7	2.1	1.1	1.7	2.2	1.1	1.7	2.2
8	FT1-Cir-8	踝圍	23.0	25.2	29.7	25.6	28.0	32.3	23.4	26.7	31.4
9	FT1-Cir-9	腳前圍 (腳寬)	21.4	22.8	24.7	23.4	25.3	27.4	21.7	24.0	26.9
10	FT1-Cir-10	腳圍	22.0	23.9	26.5	24.7	26.9	29.2	22.6	25.3	28.4
11	FT1-Cir-11	踝跟圍	27.7	29.9	32.8	31.1	33.5	36.2	28.5	31.8	35.4
12	FT1-W-12	踵寬 (足跟寬)	4.4	5.1	5.9	4.7	5.5	6.2	4.4	5.3	6.1
13	FT1-H-13	內折線長	16.3	17.3	18.6	17.5	19.1	20.7	16.4	18.2	20.3
14	FT1-H-14	外折線長	14.0	15.0	16.4	15.2	16.5	18.0	14.2	15.7	17.7
15	FT1-D-15	足弓高	1.2	2.4	3.6	1.1	2.7	3.8	1.1	2.6	3.8
16	FT1-MH-18	足弓深	2.1	3.3	4.5	1.4	3.3	4.2	1.7	3.3	4.4
17	FT1-L-17	足弓長	12.2	13.5	14.9	13.5	14.9	16.5	12.6	14.2	16.0
18	FT1-A-18	拇指內踝-拇指 足跟夾角	0.3	1.4	2.6	0.2	1.1	2.1	0.3	1.2	2.3
19	FT1-A-19	小指外踝-小指 足跟夾角	0.7	1.5	2.3	0.9	1.7	2.2	0.8	1.6	2.2

表 30 表面積尺寸數據 (N=256, 單位: 平方公分)

序號	代碼	尺寸	女			男			全體		
			5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile
1	Head_SA	頭部表面積	1213.3	1370.3	1520.7	1316.2	1428.3	1551.9	1260.0	1400.0	1537.2
2	Neck_SA	頸部表面積	110.6	178.6	251.6	183.8	247.7	342.9	125.0	210.3	321.5
3	Trunk_SA	軀幹表面積	4644.3	5425.1	6461.1	5618.0	6569.6	7933.5	4812.5	5995.5	7633.7
4	Right_UArm_SA	右上臂表面積	571.4	706.8	852.8	634.8	778.3	1017.1	584.8	750.7	949.3
5	Right_LArm_SA	右下臂表面積	391.3	484.3	573.4	508.9	598.2	722.9	408.1	540.5	703.7
6	Right_Hand_SA	右手掌表面積	266.4	304.4	344.0	343.6	384.7	440.1	276.3	344.7	425.8
7	Right_ULeg_SA	右大腿表面積	1084.8	1292.1	1628.0	1083.6	1316.0	1651.2	1084.1	1300.7	1642.6
8	Right_LLeg_SA	右小腿表面積	816.0	1006.1	1227.5	985.4	1166.8	1413.1	864.5	1085.5	1339.1
9	Right_Foot_SA	右腳掌表面積	417.3	479.7	547.8	512.8	603.5	691.1	430.9	532.9	664.4
10	Left_UArm_SA	左上臂表面積	526.1	644.3	802.6	638.9	753.2	931.1	552.8	706.0	905.1
11	Left_LArm_SA	左下臂表面積	341.9	420.9	505.8	438.2	533.3	650.4	351.6	473.9	624.7
12	Left_Hand_SA	左手掌表面積	253.1	300.2	346.7	323.3	379.6	434.3	268.4	342.6	421.3
13	Left_ULeg_SA	左大腿表面積	1084.8	1287.8	1636.4	1067.4	1319.4	1664.3	1081.3	1299.9	1645.3
14	Left_LLeg_SA	左小腿表面積	840.9	1013.0	1258.7	981.8	1159.2	1366.2	866.0	1080.7	1316.5
15	Left_Foot_SA	左腳掌表面積	420.0	484.4	553.9	519.7	606.4	698.7	426.5	538.6	677.0
16	Total_SA	全身表面積	13483.7	15328.8	17973.4	15618.4	17884.3	20677.1	13869.0	16680.9	20094.4

表 31 體積尺寸數據 (N=256, 單位: 立方公分)

序號	代碼	尺寸	女			男			全體		
			5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile
1	Head_VOL	頭部體積	3755.58	4184.9	4815.02	4054.0	4589.8	5165.2	3810.9	4391.5	5081.8
2	Neck_VOL	頸部體積	56.78	187.9	481.74	127.5	384.0	721.2	83.7	266.9	673.9
3	Trunk_VOL	軀幹體積	23867.18	30981	43271.88	31411.8	41573.0	57213.1	24745.8	36292.2	54330.4
4	Right_UArm_VOL	右上臂體積	1126.26	1594.6	2242.28	1468.1	1984.8	3029.2	1188.2	1784.2	2658.8
5	Right_LArm_VOL	右下臂體積	509.74	716.8	1001.18	721.4	1043.2	1421.0	550.8	900.5	1303.8
6	Right_Hand_VOL	右手掌體積	215.54	267	347.46	310.7	391.8	479.4	226.5	321.8	459.3
7	Right_ULeg_VOL	右大腿體積	2926.94	4182.2	6575.26	3560.3	4783.2	6709.0	3147.1	4495.5	6709.6
8	Right_LLeg_VOL	右小腿體積	1297.74	2060.6	2938.9	1801.2	2468.0	3368.3	1404.0	2260.2	3250.3
9	Right_Foot_VOL	右腳掌體積	526.7	638.5	783.9	700.5	916.0	1112.1	548.6	755.6	1052.6
10	Left_UArm_VOL	左上臂體積	730.92	1311.9	2068.12	1203.6	1666.8	2670.8	820.4	1501.0	2410.5
11	Left_LArm_VOL	左下臂體積	383.8	566.7	822.78	584.9	829.6	1114.1	411.2	693.2	1070.0
12	Left_Hand_VOL	左手掌體積	192.86	260.5	326.16	301.3	379.2	477.8	212.1	313.9	460.0
13	Left_ULeg_VOL	左大腿體積	3170.94	4332.4	5897.26	3282.1	4580.4	6257.6	3229.5	4439.9	6038.8
14	Left_LLeg_VOL	左小腿體積	1526.6	2170.8	3204.88	1805.1	2616.3	3452.6	1623.8	2419.7	3345.0
15	Left_Foot_VOL	左腳掌體積	522.08	646.2	805.14	732.8	913.1	1109.5	541.3	763.0	1076.4
16	Total_VOL	全身體積	43285.54	54315	73188.7	54634.7	69255.6	92035.9	45021.5	61351.1	86987.9

## 二、敘述統計與常態性檢定

本研究首先針對尺寸數據之資料分布進行檢視, 並確認是否符合常態分佈, 244 筆尺寸之敘述統計與常態性檢定結果彙整於表 32。

表 32 3D 人體計測尺寸常態分佈檢定 (單位: 公分、平方公分、立方公分)

量測項目	尺寸項目	樣本數	平均值	標準差	最大值	最小值	偏態	峰態係數	P-value
標準解剖姿勢	頭部表面積	256	1397.8	88.3	1671.2	1043.3	-0.2	0.8	0.200*
	頸部表面積	256	217.3	59.7	401.6	100.7	0.4	-0.1	0.049
	軀幹表面積	256	6068.6	884.0	9788.6	4275.8	0.7	0.9	0.031
	右上臂表面積	256	752.1	113.0	1242.0	466.1	0.8	2.2	0.001
	右下臂表面積	256	547.6	88.3	792.4	372.5	0.3	-0.3	0.075
	右手掌表面積	256	346.2	49.4	503.2	250.5	0.3	-0.7	<0.001
	右大腿表面積	256	1327.7	173.9	1863.8	962.5	0.4	-0.1	0.002
	右小腿表面積	256	1096.2	151.7	1598.8	738.1	0.4	0.4	0.200*
	右腳掌表面積	256	543.6	78.4	774.4	405.7	0.4	-0.5	<0.001
	左上臂表面積	256	712.0	106.1	1138.6	499.8	0.6	0.8	0.098

量測項目	尺寸項目	樣本數	平均值	標準差	最大值	最小值	偏態	峰態係數	P-value
	左下臂表面積	256	480.1	85.6	867.5	312.0	0.6	0.8	0.200*
	左手掌表面積	256	342.0	51.1	506.4	196.3	0.1	-0.5	<0.001
	左大腿表面積	256	1318.4	172.6	1834.6	976.1	0.6	0.0	0.028
	左小腿表面積	256	1093.8	143.4	1593.8	749.5	0.3	0.4	0.200*
	左腳掌表面積	256	545.1	78.3	752.8	379.1	0.2	-0.7	<0.001
	全身表面積	256	16788.4	1932.9	23396.4	12765.7	0.4	0.2	0.200*
	頭部體積	256	4413.5	405.3	5603.0	3057.5	0.1	-0.1	0.200*
	頸部體積	256	310.2	193.6	973.5	30.1	0.9	0.3	<0.001
	軀幹體積	256	37468.9	9463.2	83200.5	20110.3	1.1	2.4	0.001
	右上臂體積	256	1837.9	492.0	4239.3	831.9	1.2	3.0	0.004
	右下臂體積	256	905.9	247.5	1681.6	415.3	0.4	-0.4	0.001
	右手掌體積	256	333.0	77.4	589.6	189.7	0.5	-0.3	<0.001
	右大腿體積	256	4633.7	1043.9	8003.8	2610.6	0.7	0.5	0.010
	右小腿體積	256	2306.5	559.1	4531.0	1016.4	0.5	1.1	0.200*
	右腳掌體積	256	781.0	170.4	1349.8	504.8	0.5	-0.2	<0.001
	左上臂體積	256	1556.9	487.1	3694.4	611.0	0.9	2.2	0.001
	左下臂體積	256	713.3	206.5	1452.0	332.2	0.5	0.0	0.017
	左手掌體積	256	323.4	79.2	586.7	92.3	0.3	-0.4	0.003
	左大腿體積	256	4575.5	946.9	8586.0	1945.4	0.5	0.9	0.008
	左小腿體積	256	2441.9	560.8	4744.5	1254.6	0.5	1.0	0.200*
左腳掌體積	256	783.4	171.2	1301.2	371.6	0.4	-0.4	<0.001	
全身體積	256	63385.0	13502.0	122576.2	37971.1	0.9	1.8	0.012	
立正站姿	身高	256	163.0	8.0	182.4	145.2	0.0	-0.7	0.051
	眼高	256	152.1	7.9	171.0	133.9	0.1	-0.6	0.200*
	頸肩點高	256	138.2	7.4	157.7	121.2	0.1	-0.5	0.200*
	胸骨上點高	256	131.6	7.0	150.2	115.6	0.2	-0.5	0.059
	乳尖高	256	115.8	7.0	134.0	100.6	0.1	-0.6	0.200*
	腋下前點高	256	123.6	6.7	140.7	109.2	0.2	-0.6	0.200*
	腋下後點高	256	123.2	6.7	139.6	106.0	0.1	-0.6	0.200*
	肚臍高	256	94.4	5.7	111.6	80.3	0.1	-0.3	0.200*
	肩高	256	132.9	7.1	151.4	116.8	0.2	-0.5	0.200*
	肘高	256	102.0	5.8	115.5	88.2	0.1	-0.6	0.200*
	臀高	256	80.1	5.0	95.8	68.1	0.2	-0.2	0.200*
	臀下線高	256	71.3	4.7	87.2	59.9	0.2	-0.2	0.200*
	腕高	256	79.2	4.3	90.7	68.1	0.0	-0.5	0.200*
	指尖高	256	62.0	3.6	71.2	53.7	0.0	-0.5	0.200*

量測項目	尺寸項目	樣本數	平均值	標準差	最大值	最小值	偏態	峰態係數	P-value
	掌心高	256	72.5	4.2	83.5	62.2	0.0	-0.5	0.053
	胯下高	256	71.1	4.3	86.0	60.0	0.4	0.3	0.200*
	髂脊點高	256	87.4	5.0	100.1	73.9	0.1	-0.3	0.200*
	膝高	256	43.3	3.1	54.0	35.6	0.1	0.1	0.200*
	喉結上圍	256	36.0	4.5	52.0	25.4	0.3	-0.1	0.200*
	喉結圍	256	35.7	4.2	50.7	25.4	0.2	-0.1	0.200*
	頸下圍	256	39.5	5.7	73.5	27.1	1.2	4.6	0.073
	頸寬	256	14.6	4.4	34.4	9.1	1.8	3.9	<0.001
	頸深	256	12.4	1.8	19.5	8.0	0.5	0.6	0.055
	肩寬	256	36.2	3.7	47.9	23.9	-0.2	0.1	0.009
	兩腋下前點寬	256	32.3	3.2	41.4	25.1	0.2	-0.5	0.026
	兩腋下後點寬	256	34.0	3.2	45.5	26.9	0.4	0.2	0.062
	兩乳尖寬	256	19.5	3.0	28.2	11.4	0.0	0.0	0.200*
	乳下點厚	256	23.2	3.7	36.8	16.7	0.8	1.0	0.071
	身體厚	256	21.3	2.7	30.7	14.0	0.3	0.2	0.060
	壁面到肩峰距	256	9.6	1.7	14.7	5.2	0.3	-0.1	0.039
	前頸弧長	256	12.6	2.0	17.8	7.4	-0.1	0.0	0.200*
	後頸弧長	256	13.1	2.7	39.8	8.4	4.0	37.7	<0.001
	手長	256	71.0	4.4	85.4	62.1	0.3	-0.4	0.075
	肩峰-肘窩長	256	30.5	2.2	37.8	19.0	-0.1	2.9	0.072
下臂長	256	23.8	2.1	36.3	19.2	1.1	3.9	0.051	
下臂-握拳長	256	31.2	2.2	38.6	24.4	0.2	0.0	0.054	
臀後弧長	256	19.9	2.9	30.5	13.4	0.6	1.0	0.088	
標準解剖姿勢	胸寬	256	33.2	3.6	42.5	25.6	0.1	-0.6	0.005
	腰寬	256	31.3	3.2	47.1	25.8	1.0	2.2	0.047
	臀寬	256	36.1	2.7	47.2	30.3	0.7	1.1	<0.001
	胸厚	256	24.6	3.2	37.4	18.1	0.9	1.4	0.003
	腰厚	256	23.9	4.0	44.7	16.9	1.1	2.6	0.003
	臀厚	256	25.6	3.0	41.7	19.9	1.2	3.5	0.007
	大腿上寬	256	18.6	1.4	23.7	15.0	0.3	0.9	0.200*
	頸胸交線圍	256	43.9	4.3	56.8	35.7	0.4	-0.1	0.064
	腋下-肩峰圍	256	42.3	4.3	59.9	31.9	0.1	0.6	0.200*
	肩圍	256	84.7	8.2	108.1	61.9	0.0	-0.4	0.200*
	上胸圍	256	99.9	9.9	132.8	77.7	0.3	0.0	0.200*
	胸圍	256	98.8	11.1	135.9	72.7	0.4	0.0	0.200*
下胸圍	256	90.9	13.0	130.8	67.6	0.3	-0.3	0.040	

量測項目	尺寸項目	樣本數	平均值	標準差	最大值	最小值	偏態	峰態係數	P-value
	腰圍	256	88.5	10.8	144.6	70.8	1.0	2.5	0.056
	臀圍	256	98.3	7.8	139.8	83.6	1.2	3.4	<0.001
	臀下線圍	256	61.8	6.9	91.7	47.5	0.7	1.1	0.015
	上臂圍(伸展)	256	29.4	4.7	49.2	20.3	1.1	2.7	<0.001
	肘圍(伸展)	256	26.8	4.7	48.4	19.0	2.2	6.7	<0.001
	大腿上圍	256	62.8	5.9	91.1	50.9	0.9	1.6	<0.001
	軀幹縱圍	256	159.4	11.1	200.4	134.9	0.4	0.0	0.023
	肩線弧長	256	13.9	1.6	18.3	8.8	0.1	0.0	0.200*
	腋下-腰弧長	256	29.3	2.8	40.4	20.7	0.4	1.5	0.054
	胸骨上點-腰弧長	256	39.9	3.4	51.8	30.5	0.5	0.8	0.001
	胯下弧長	256	61.1	5.2	77.9	45.7	0.3	0.2	0.200*
	上背後水平弧	256	34.3	3.5	48.1	25.5	0.5	0.8	0.057
	上胸前水平弧	256	38.2	4.0	50.2	29.9	0.2	-0.4	0.200*
	頸肩點-乳尖弧	256	27.5	2.1	33.8	21.8	0.2	0.2	0.200*
	肩中點-胯下弧(立姿)	256	74.2	5.2	86.7	62.8	0.2	-0.7	<0.001
	胸骨上點-胯下弧(立姿)	256	66.3	4.6	79.5	55.6	0.4	-0.3	0.001
	腰高-胯下弧(立姿)	256	27.2	2.6	37.1	21.1	0.5	0.4	0.078
	腋下高-胯下弧(立姿)	256	56.9	4.7	69.9	43.0	0.2	-0.1	0.079
	肩中點-胯下後弧(立姿)	256	72.1	4.6	84.3	61.2	0.0	-0.3	0.200*
	頸下後點-胯下後弧(立姿)	256	67.2	3.8	78.0	57.3	0.0	-0.4	0.200*
	腋下後點高-胯下後弧(立姿)	256	55.1	4.1	70.3	36.4	-0.2	1.5	0.200*
	腰高-胯下後弧(立姿)	256	28.3	4.4	45.5	18.7	0.5	0.3	0.001
	頸後下點-腰後弧	256	43.6	3.8	54.8	33.8	-0.2	0.2	0.080
	小腿最細剖面線	256	20.9	2.3	32.3	15.7	0.7	2.0	0.200*
	跨下點剖面線	256	96.0	6.4	124.2	83.1	0.7	1.0	0.001
	矢狀縱剖面	256	215.1	11.5	252.4	186.7	0.1	-0.5	0.005
手臂前伸站姿	下臂指尖長	256	41.5	3.7	54.3	15.6	-1.0	8.5	0.024
	肘圍(屈曲)	256	24.8	7.2	95.7	2.2	3.4	36.7	<0.001
	膝蓋上點高	256	46.2	3.1	57.5	37.0	0.3	0.7	0.200*
	膝蓋中點高	256	42.7	2.9	53.9	34.5	0.4	0.6	0.200*
	膝蓋下點高	256	38.7	2.6	47.5	31.1	0.2	0.1	0.200*
	小腿長	256	37.7	2.7	48.9	31.0	0.5	1.0	0.200*

量測項目	尺寸項目	樣本數	平均值	標準差	最大值	最小值	偏態	峰態係數	P-value
	膝後高	256	43.2	3.2	52.3	35.7	0.2	0.3	0.200*
	小腿肚高	256	30.7	2.6	36.4	10.8	-1.6	11.5	0.200*
	大腿下寬	256	13.4	1.3	17.6	10.1	0.5	0.6	0.038
	膝寬	256	12.6	1.2	17.0	10.0	0.5	1.2	0.015
	小腿寬	256	11.9	1.4	16.9	8.3	0.5	0.2	0.005
	大腿下圍	256	39.2	4.5	75.2	26.5	2.6	18.8	<0.001
	膝圍	256	36.3	3.4	64.6	27.9	2.2	17.1	0.001
	小腿最大圍	256	35.3	3.6	47.0	19.5	0.0	1.0	0.200*
	上臂圍(屈曲)	256	32.3	12.9	93.9	20.5	3.2	10.1	<0.001
	肘高	256	101.2	5.4	113.3	89.1	0.0	-0.6	0.200*
	後背到前伸手臂握持距	256	67.6	4.3	80.7	56.5	0.3	0.0	0.200*
	肘腕長	256	24.4	2.0	31.2	16.8	0.2	1.1	0.200*
	肘握持長	256	30.1	2.2	36.4	23.8	0.1	0.1	0.200*
坐姿	坐高	256	127.0	5.0	146.2	114.3	0.1	0.1	0.200*
	肩峰-肘角長	256	33.7	3.8	47.2	27.7	1.5	2.2	<0.001
	肩中點-胯下弧(坐姿)	256	67.4	6.5	88.8	49.6	0.4	0.4	0.200*
	胸骨上點-胯下弧(坐姿)	256	59.6	6.4	81.8	41.0	0.3	0.5	0.200*
	腰高-胯下弧(坐姿)	256	22.4	6.6	54.2	7.9	1.2	3.7	<0.001
	腋下高-胯下弧(坐姿)	256	53.2	6.4	79.1	38.0	0.9	1.9	0.006
	肩中點-胯下後弧(坐姿)	256	64.3	3.8	75.4	53.8	0.2	-0.4	0.049
	頸下後點-胯下後弧(坐姿)	256	62.8	3.7	75.3	52.3	0.1	-0.1	0.200*
	腋下後點高-胯下後弧(坐姿)	256	49.7	3.0	58.5	39.5	0.2	0.0	0.017
	腰高-胯下後弧(坐姿)	256	20.8	2.0	26.4	13.5	-0.1	0.1	0.200*
	座面到眼高(坐姿)	256	75.6	4.0	84.6	64.4	0.1	-0.5	0.019
	座面到肩高(坐姿)	256	57.5	4.0	69.7	48.1	0.5	0.0	0.004
	座面到肘高(坐姿)	256	24.6	2.6	32.8	17.9	0.3	0.1	0.200*
	座面到 C7 高(坐姿)	256	24.6	2.6	32.8	17.9	0.3	0.1	0.200*
	座高(坐姿)	256	39.5	2.0	50.6	33.1	0.6	5.7	<0.001
	膝上高(坐姿)	256	46.9	3.0	58.0	39.1	0.3	0.2	0.002
	座面到最高手部握持距	256	116.3	6.5	133.8	102.0	0.2	-0.5	0.008
水平腿寬(坐姿)	256	44.9	8.4	69.1	28.0	0.3	-0.4	0.200*	

量測項目	尺寸項目	樣本數	平均值	標準差	最大值	最小值	偏態	峰態係數	P-value	
坐姿	水平肘寬(坐姿)	256	41.1	7.1	78.2	25.2	0.7	2.6	0.075	
	水平臀寬(坐姿)	256	44.3	6.3	67.4	33.6	1.1	1.1	<0.001	
	肩(三角肌)寬	256	43.2	4.6	61.7	32.8	0.3	0.4	0.200*	
	臀部到膝長(坐姿)	256	55.4	3.4	65.8	46.1	0.3	0.2	0.200*	
	腹突厚度	256	26.3	5.8	44.5	16.6	1.0	0.6	<0.001	
	腹到臀厚	256	23.8	4.1	43.4	12.9	0.7	1.9	0.040	
	座深	256	43.2	3.0	55.2	35.0	0.5	0.5	0.012	
頭部	頭長	256	23.5	1.1	26.6	20.5	0.1	0.0	0.200*	
	臉長	256	16.7	1.6	20.4	13.2	0.1	-0.7	0.064	
	鼻根-下巴長	256	11.4	0.8	14.0	9.2	0.4	0.3	0.026	
	鼻下-下巴長	256	6.9	0.6	8.8	5.7	0.5	0.3	0.012	
	鼻長	256	4.1	0.4	5.2	2.9	-0.1	0.0	0.200*	
	耳長	256	5.5	0.6	7.3	3.5	-0.3	0.5	0.200*	
	耳珠-上耳長	256	2.5	0.5	3.8	1.1	-0.1	0.0	0.200*	
	鼻根-鼻下長	256	4.4	0.5	5.9	3.0	0.1	-0.1	0.200*	
	頭寬	256	17.5	0.7	19.5	15.6	0.1	-0.1	0.200*	
	兩耳寬	256	18.3	1.3	21.2	15.1	0.0	-0.6	0.200*	
	兩耳珠寬	256	15.4	0.8	17.6	13.1	-0.1	-0.3	0.200*	
	兩眼外角寬	256	9.4	0.5	10.6	7.9	0.0	-0.3	0.200*	
	兩眼內角寬	256	3.8	0.4	4.9	2.9	0.3	-0.3	0.063	
	額寬	256	11.1	0.7	17.9	9.5	3.9	37.4	<0.001	
	鼻寬	256	4.0	0.4	5.0	2.9	0.0	0.1	0.200*	
	嘴寬	256	4.7	0.6	6.5	3.0	0.2	-0.3	0.200*	
	兩下顎寬	256	12.8	1.4	16.7	9.6	0.3	-0.4	0.018	
	兩顳骨寬	256	15.6	0.8	17.8	13.3	0.0	-0.1	0.200*	
	頭深	256	20.6	0.9	23.6	17.8	0.5	0.9	0.011	
	眼尖深	256	18.5	1.0	22.7	15.7	0.5	1.6	0.054	
	額深	256	20.1	1.0	23.5	17.6	0.2	0.8	0.200*	
	鼻尖點頭深	256	20.7	1.0	24.4	18.7	0.7	1.3	0.003	
	頭圍	256	60.7	2.0	65.3	42.8	-3.0	24.4	<0.001	
	鼻根點頭圍	256	59.8	3.2	64.6	34.6	-4.8	33.9	<0.001	
	鼻中點頭圍	256	59.9	2.8	66.2	41.5	-2.7	14.6	<0.001	
	頭部	鼻尖點頭圍	256	58.3	2.5	64.2	49.8	-0.5	0.5	0.200*
		髮際-耳珠弧	256	32.7	1.5	37.0	29.2	0.1	-0.1	0.200*
眉間-耳珠弧		256	30.2	1.4	34.0	26.4	0.0	-0.1	0.200*	
下巴-耳珠弧		256	31.4	2.0	38.0	25.7	0.1	0.0	0.200*	

量測項目	尺寸項目	樣本數	平均值	標準差	最大值	最小值	偏態	峰態係數	P-value
	耳珠-枕點弧	256	27.6	2.1	44.3	21.8	1.7	13.6	0.200*
	耳珠-鼻下弧	256	29.5	1.7	33.7	25.0	-0.1	-0.4	0.200*
	耳珠-顎下線弧	256	29.5	2.7	50.4	23.8	2.0	13.7	0.013
	右耳珠到頭頂高	256	14.7	0.8	17.0	12.9	0.3	0.0	0.200*
	左耳珠到頭頂高	256	14.5	0.7	16.6	12.9	0.1	-0.4	0.200*
	右眼角到頭頂高	256	12.2	0.7	14.7	10.5	0.4	0.0	0.200*
	左眼角到頭頂高	256	12.1	0.7	14.7	10.3	0.3	0.2	0.065
	唇裂點到頭頂高	256	19.4	0.9	22.0	17.1	0.2	0.2	0.200*
	形態學上臉長	256	11.5	0.8	14.1	9.2	0.4	0.3	0.008
	頭深 2	256	20.3	0.9	23.5	18.3	0.5	1.1	0.050
	右眼角深	256	18.5	1.0	22.7	15.7	0.5	1.6	0.054
	左眼角深	256	18.5	1.0	22.4	15.9	0.5	1.3	0.010
	唇裂深	256	20.5	1.0	24.3	17.8	0.4	1.0	0.200*
	右耳珠深	256	10.7	1.1	15.3	8.1	0.8	1.9	0.049
	左耳珠深	256	10.7	1.1	15.1	7.2	0.5	1.3	0.073
	頭部矢狀面弧	256	41.5	2.0	48.7	36.3	0.7	1.0	0.001
	頭頂-耳珠弧	256	40.7	1.5	44.7	35.6	0.1	0.1	0.200*
	鼻高	256	4.4	0.5	5.9	3.0	0.1	-0.1	0.200*
	瞳孔間距	256	6.5	0.4	7.7	5.5	-0.1	-0.2	0.200*
	腳部	外踝高	256	6.6	0.8	9.3	4.5	0.0	0.3
內踝高		256	7.4	0.8	9.1	4.9	-0.3	-0.3	0.200*
腳長		256	24.0	1.5	28.1	21.0	0.3	-0.5	0.027
踝寬		256	7.1	0.6	9.7	5.8	0.5	0.6	0.028
腳寬		256	9.7	0.7	12.4	8.1	0.4	0.2	0.200*
腳掌最大厚度		256	7.4	0.7	9.6	5.7	0.4	0.1	0.200*
腳掌最小厚度		256	1.7	0.3	2.6	0.9	0.0	-0.2	0.200*
踝圍		256	27.0	2.5	36.6	21.9	0.7	0.7	0.200*
腳前圍(腳寬)		256	24.1	1.7	30.0	20.3	0.3	-0.2	0.200*
腳圍		256	25.5	2.0	32.8	21.2	0.3	-0.1	0.002
踝跟圍		256	31.9	2.3	39.4	26.9	0.2	-0.4	0.007
踵寬(足跟寬)		256	5.3	0.5	6.9	3.8	0.0	0.0	0.200*
內折線長		256	18.2	1.2	22.2	15.6	0.3	-0.3	0.059
外折線長		256	15.8	1.1	18.7	13.4	0.3	-0.3	0.039
足弓高		256	2.5	0.8	4.6	0.5	-0.1	-0.1	0.200*
足弓深		256	3.2	0.8	5.1	0.8	-0.6	0.6	0.001
足弓長		256	14.3	1.1	17.4	11.7	0.2	-0.2	0.200*

量測項目	尺寸項目	樣本數	平均值	標準差	最大值	最小值	偏態	峰態係數	P-value
	拇指內踝-拇指足跟夾角	256	12.5	6.4	38.7	0.4	0.7	1.6	0.086
	小指外踝-小指足跟夾角	256	15.6	4.7	29.8	1.9	-0.3	0.1	0.006
手部	手掌長	256	17.8	1.1	21.5	15.5	0.1	-0.3	0.200*
	掌長	256	10.2	0.7	12.4	8.7	0.4	0.0	0.200*
	食指虎口長	256	10.2	0.8	12.3	8.2	0.1	-0.2	0.200*
	虎口長	256	3.7	0.6	5.0	2.0	-0.2	-0.1	0.200*
	姆指指長	256	5.1	0.5	6.4	3.1	-0.3	1.2	0.200*
	食指指長	256	6.8	0.5	8.0	5.2	0.0	-0.3	0.200*
	中指指長	256	8.3	0.6	9.8	6.4	-0.2	-0.2	0.200*
	無名指指長	256	7.2	0.6	8.5	5.5	0.0	-0.2	0.200*
	小指指長	256	5.7	0.5	6.9	4.1	-0.2	-0.3	0.200*
	手寬(蹠骨處)	256	8.9	1.0	12.4	6.8	0.3	-0.1	0.200*
	手寬(含拇指)	256	9.9	0.9	11.8	8.0	0.0	-0.9	0.009
	腕寬	256	5.8	0.5	7.2	4.8	0.2	-0.6	0.078
	手厚	256	3.0	0.4	4.4	2.1	0.6	1.1	0.200*
	拇指第 1 指節厚度	256	2.0	0.2	2.5	1.3	-0.2	-0.3	0.065
	食指第 1 指節厚度	256	1.7	0.2	2.3	1.2	0.2	-0.5	0.200*
	中指第 1 指節厚度	256	1.7	0.2	2.7	1.2	0.6	0.4	0.013
	無名指第 1 指節厚度	256	1.6	0.2	2.3	1.0	0.2	-0.2	0.200*
	手部	小指第 1 指節厚度	256	1.4	0.2	2.1	1.0	0.3	-0.2
拇指第 2 指節厚度		256	2.6	0.3	3.6	2.0	0.4	-0.1	0.027
食指第 2 指節厚度		256	1.9	0.2	2.8	1.5	0.7	1.6	0.085
中指第 2 指節厚度		256	2.0	0.2	2.6	1.6	0.4	0.0	0.084
無名指第 2 指節厚度		256	1.8	0.2	2.5	1.4	0.3	0.1	0.017
小指第 2 指節厚度		256	1.6	0.2	2.3	1.1	0.1	0.0	0.200*
腕圍		256	17.2	1.5	21.2	14.3	0.1	-0.7	0.066
體重		256	68.3	15.3	136.6	41.3	1.0	2.0	0.010

常態性檢定結果顯示部分尺寸不符合常態分布，彙整這些資訊後 (表 33) 發現，211 筆 1D 尺寸中有 79 筆 (37%) 非常態分配，16 筆 2D 尺寸中有 9 筆 (56%) 非常態分配，16 筆 3D 尺寸中有 13 筆 (81%) 非常態分配。此外，總計 244 項尺寸中有 208 筆尺寸其偏態為正值、36 筆尺寸為負值；峰態係數的部分，有 138 筆為正值、106 筆為負值。隨著尺寸維度增加，不符合常態分佈的佔比隨之遞增，推測是因為本研究依年齡

採分層抽樣，極端年齡區段的抽樣人數並未滿足常態分佈條件（如：20-24 歲共 23 人），加之除年齡外，並未考慮身高與體重的分布，進而反映在常態性檢定結果，且隨著尺寸維度增加而被放大，如未來持續累積各年齡層的樣本數據，並納入身高與體重分布的考量，相信會逐步逼近常態。

表 33 3D 人體計測尺寸常態分佈檢定結果彙整

	不符合常態分配	總數	佔比
1D 尺寸	79	211	37%
2D 尺寸	9	16	56%
3D 尺寸	13	16	81%

### 三、左右側尺寸差異性比對

本研究進而觀察左右側尺寸資料，表 34 為依照不同性別（女性、男性、全體）的第 10、25、50、75、90 百分位數差異比較整理，結果發現，右手下臂的表面積尺寸資料皆比左手下臂表面積高 10%（綠色區域），在體積尺寸方面，右手下臂體積尺寸資料皆比左手下臂體積高，且多數已超過 20%（黃色區域），此外，右手上臂體積也普遍高於左手上臂體積 10%。推測原因為慣用手的影響，本研究 94% 的受測者的慣用手為右手，一般人在日常生活中習慣以慣用手施力，因此慣用手的肌群較為發達，造成手臂較為粗壯，進而反映在左右手臂的表面積尺寸與體積尺寸數據。

表 34 不同性別的左右側尺寸差異比較彙整

尺寸	女					男					全體				
	10% th	25% th	50% th	75% th	90% th	10% th	25% th	50% th	75% th	90% th	10% th	25% th	50% th	75% th	90% th
上臂 表面積	5.86%	6.18%	8.84%	7.18%	6.61%	1.96%	4.75%	3.22%	1.93%	4.84%	7.25%	6.00%	5.95%	4.82%	2.99%
下臂 表面積	13.86%	15.86%	13.09%	13.59%	10.52%	13.21%	12.64%	10.85%	11.64%	11.25%	15.43%	13.48%	12.32%	11.48%	12.64%
手掌 表面積	2.96%	2.10%	1.38%	0.19%	0.08%	0.49%	1.95%	1.33%	-0.40%	1.08%	2.22%	1.41%	0.61%	1.10%	0.18%
大腿 表面積	0.28%	0.79%	0.33%	0.49%	1.19%	1.28%	1.04%	-0.26%	1.57%	1.41%	0.75%	0.88%	0.06%	0.12%	0.88%
小腿 表面積	-0.15%	-1.13%	-0.69%	0.59%	-0.11%	-0.13%	1.10%	0.65%	1.78%	1.66%	-0.36%	-1.18%	0.45%	-0.11%	0.67%
腳掌 表面積	0.57%	0.87%	-0.98%	-0.73%	-0.95%	-1.18%	-0.44%	-0.48%	0.86%	-1.91%	0.23%	-0.70%	-1.06%	-0.60%	0.79%
上臂體積	30.92%	17.76%	17.73%	15.91%	12.79%	12.82%	15.87%	16.02%	10.43%	6.15%	22.59%	17.56%	15.87%	11.25%	9.69%
下臂體積	25.81%	25.31%	20.94%	22.04%	19.65%	23.25%	23.11%	20.48%	19.51%	17.90%	25.56%	20.51%	23.02%	21.05%	20.22%
手掌體積	5.55%	4.76%	2.43%	1.61%	0.80%	3.26%	0.85%	3.22%	0.51%	-0.15%	5.10%	2.59%	2.47%	3.57%	-0.81%
大腿體積	-5.63%	-3.09%	-3.59%	-2.32%	-1.49%	6.32%	4.53%	4.24%	0.77%	6.68%	-0.85%	-0.94%	1.24%	0.30%	1.89%
小腿體積	-15.54%	-9.82%	-5.35%	-4.62%	-5.73%	-1.74%	-7.96%	-6.01%	-5.19%	-3.96%	-7.91%	-3.09%	-7.06%	-5.71%	-3.57%
腳掌體積	1.31%	0.52%	-1.21%	-0.94%	-1.39%	-0.26%	0.29%	0.32%	1.24%	-2.25%	0.52%	-1.28%	-0.98%	0.29%	0.33%
耳珠到 頭頂高	1.68%	0.58%	1.33%	1.28%	1.30%	0.92%	0.48%	0.00%	0.85%	0.76%	1.10%	1.31%	0.99%	0.33%	1.13%
眼角到 頭頂高	1.34%	0.61%	0.08%	1.21%	1.95%	0.09%	0.54%	0.40%	0.04%	0.68%	0.99%	-0.02%	0.33%	0.61%	0.30%
眼角深	-0.91%	0.50%	-0.32%	0.10%	-0.30%	-0.12%	0.06%	0.44%	-0.67%	-0.26%	-0.24%	-0.28%	0.11%	0.20%	0.56%
耳珠深	0.35%	-0.78%	0.00%	-0.76%	-0.19%	0.00%	-0.21%	-0.10%	-1.12%	-0.36%	-0.42%	-0.20%	-0.61%	-0.16%	-0.70%

註：

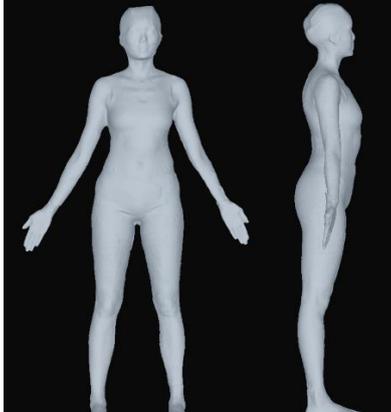
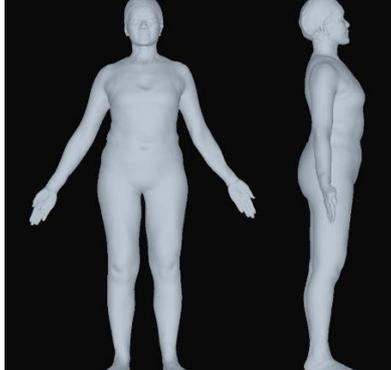
1. 綠色：右側較左側大 10%以上
2. 黃色：右側較左側大 20%以上

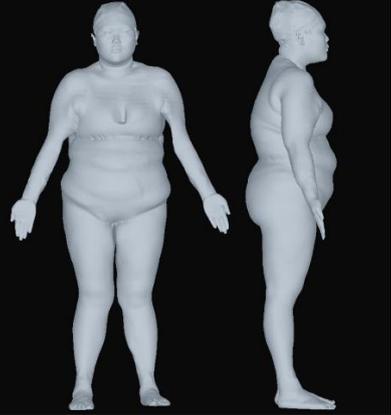
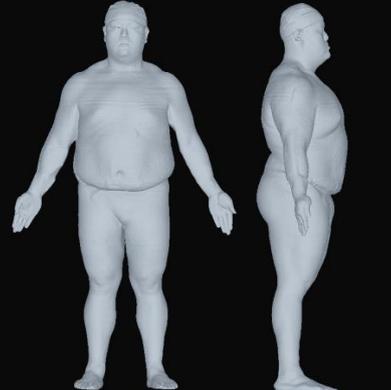
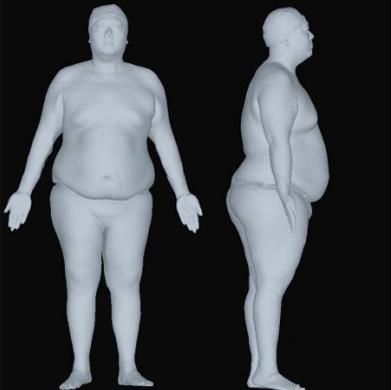
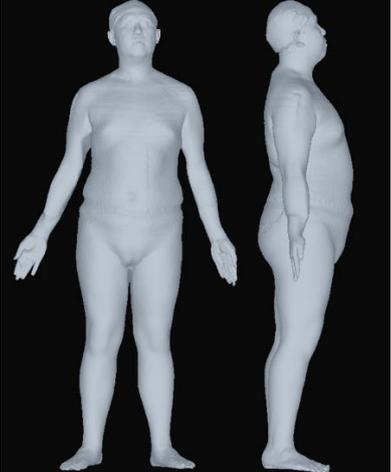
#### 四、離群值比對

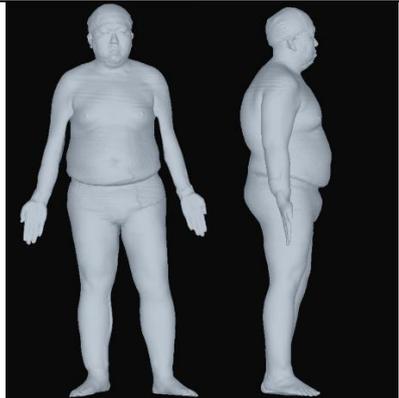
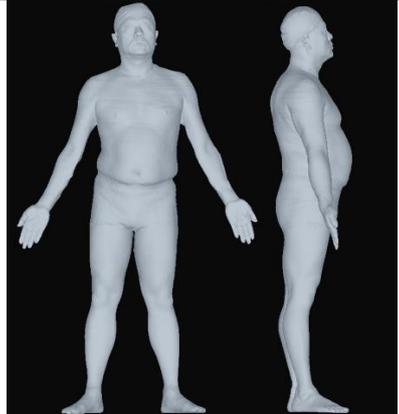
因常態檢定顯示部分尺寸不符合常態分布，故本研究直接檢視 256 位受測者的原始尺寸資料中的離群值，期望釐清這些變異來源是來自量測實驗中未能察覺的干擾因子，或是其他可能原因。針對 256 位受測者的 244 個尺寸資料，標出尺寸值超出三個標準差的數值，並找出尺寸數值明顯偏高的 4 名女性與 5 名男性，進行離群值尺寸與 3D 體型的比對，檢視該尺寸能否還原 3D 體型的情況。

比對結果整理於表 35，結果顯示這些離群值尺寸皆能反映 9 位受測者的 3D 體型，表示除了年齡與性別外，體型是另一個影響尺寸的因素，這些受測者因體型差異影響，其尺寸自然與他人不同，形成離群值，或許未來在人體尺寸資料收集，應考慮體型因素，擴大人體計測資料庫樣本的廣度，能對應更多需求。

表 35 離群值與 3D 體型比對結果整理

項目	圖片	問題說明	判定
1		性別：女 身高：172 cm 問題： 多個高度偏高，超過 3 個標準差。	由於該女性身材高挑，相關高度尺寸較易超過 3 個標準差，故尺寸合理
2		性別：女 身高：171 cm 問題： a. 右大腿與左大腿體積表面積偏大 b. 胯下高偏高	該名女性受測者體型較為壯碩，且腿長且粗，因此大腿體表面積偏大且胯下偏高，資料合理
3		性別：女 身高：171 cm 問題： 手掌與腳掌偏大	該名女性受測者體型較為壯碩，結果合理

項目	圖片	問題說明	判定
4		性別：女 身高：163.9 cm 問題： 全身體表面積與體積偏大	該名女性受測者體型較為壯碩，結果合理
5		性別：男 身高：172.6 cm 問題： 全身體表面積與體積偏大	該名男性受測者體型較為壯碩，結果合理
6		性別：男 身高：172.9 cm 問題： 上臂，大腿與全身體積偏大	該名男性受測者體型較為壯碩，結果合理
7		性別：男 身高：177.7 cm 問題： 小腿偏大	該名男性受測者體型較為壯碩，小腿比例偏大，結果合理

項目	圖片	問題說明	判定
8		性別：男 身高：167.1 cm 問題： 小腿偏大，頸深大，胸厚	該名男性受測者體型較為壯碩，小腿比例偏大，駝背，因此頸深且胸厚大，結果合理
9		性別：男 身高：179.6 cm 問題： 大手掌，高度體長偏大	該名男性受測者身材高大，結果合理

根據常態性檢定、左右側尺寸差異比較、離群值比對進行尺寸資料分析，分析結果總結如下：

- (一) 常態性檢定，因本研究採分層抽樣，極端年齡區段的樣本數並未滿足常態分配條件 (如：20-24 歲共 23 人)，加之除年齡外，並未考慮身高與體重的分布，導致部份尺寸未符合常態，若未來持續累積各年齡層的樣本數據，並加入身高與體重的分布考量，相信會逐步逼近常態。此外，總計 244 項尺寸中有 208 筆尺寸其偏態為正值、36 筆尺寸為負值；峰態係數的部分，有 138 筆為正值、106 筆為負值。
- (二) 左右側尺寸差異比較，本研究 94% 受測者的慣用手為右手，一般人在日常生活中習慣以慣用手施力，因此慣用手的肌群較為發達，手臂較為粗壯，所以在量測結果中，右手臂的表面積尺寸與體積尺寸數據高於左手臂表面積尺寸與體積尺寸。
- (三) 離群值比對，針對尺寸數值明顯高於三個標準差的 4 名女性與 5 名男性，進行離群值尺寸與 3D 體型的比對，結果發現這些離群值尺寸皆能反映這 9 位受測者的 3D 體型，顯示除了年齡與性別外，體型是另一個影響尺寸差異的因素。未來在抽

樣計畫上，應納入不同體型的考量，擴大人體尺寸資料庫的樣本廣度，以對應不同層面的應用需求。

#### 第四節 受測者之推拉肌力的數據分析

本研究量測共 256 位受測者，推拉力實驗數據敘述性統計結果如表 36 至表 39，包含平均值、標準差、最大值、最小值及百分位數。每位受測者須於不同施力高度、手部姿勢、施力方式之組合條件，執行其最大力量之量測，施力高度包含 40、80、120 及 160 公分，手部姿勢包含左手、右手及雙手，而施力方式包含推力、拉力、上提力及下壓力，表 36 呈現男性、女性與不分性別（全體）在四種不同施力高度下，推力及拉力之量測結果。

整體而言，男性與女性之力量數據有一致的趨勢，受測者在施力高度為 40 公分時，相對於其他施力高度具有較大的力量值，其中又以雙手進行拉力的情況下具有最大的力量，女性平均為  $26.1 \pm 10.1$  公斤重，男性平均為  $42.4 \pm 15.1$  公斤重，而在施力高度為 160 公分，以左手推力的情況下具有最小值，女性平均為  $8.8 \pm 4.0$  公斤重，男性平均為  $16.5 \pm 6.9$  公斤重，並且男性的施力值皆大於女性的施力值。

此外，右手與左手之力量趨勢皆為拉力大於推力，而雙手的部分則在施力高度為 40 公分時為拉力大於推力，其餘 80 公分、120 公分、160 公分則為推力大於拉力。本研究目前招募之受測者有 248 位以右手為慣用手，左手為慣用手有 12 位，因此可將表 36 之右手量測數據視為慣用手之施力結果，其結果顯示慣用手的施力大小皆大於非慣用手之施力大小。

表 37 為上提與下壓力量測結果之敘述性統計，包含平均值、標準差、最大值以及最小值，結果顯示男性與女性之下壓力量皆大於上提力量，並且受測者於 80 公分之施力高度進行下壓施力大於 40 公分之下壓施力。表 38 及表 39 為推拉力、上提力及下壓力之百分位數分佈結果，包含第 5 百分位數、第 50 百分位數以及第 95 百分位數。

推拉力之重複量測變異數分析結果如表 40 所示，部分因子組合間具有交互作用關係存在，且進一步探討性別（男、女）、年齡級距（15-24 歲、25-34 歲、35-44 歲、45-54 歲、55-65 歲）、施力高度（40、80、120 及 160 公分）、手部姿勢（左手、右手、雙手）以及施力方式（推、拉）五個主要因子對於力量的影響，其結果顯示五個主要因子皆顯

著影響受測者施力大小。

「施力高度\*施力方式」二因子組合中具有顯著的交互作用關係 ( $F=182.6$ ,  $p<0.001$ )，如圖 61，由圖中可觀察出 40 公分與 80 公分之拉力相較於推力有較大的力量值，而 120 公分與 160 公分則沒有明顯的差異，並且不同的施力方式配合不同的施力高度其力量趨勢也不相同，以拉力而言，力量大至小之施力高度為 40 公分>80 公分>120 公分>160 公分，推力的部分則為 120 公分>80 公分>40 公分>160 公分。圖 61 的交互作用顯示，在 120 公分與 160 公分的高度時，推力和拉力值沒有明顯的差異，但在 40 公分與 80 公分的高度時，受測者可以使用身體向後仰的姿勢，運用了軀幹的重力，故拉力相較於推力有較大的值。

「手部姿勢\*施力方式」有顯著的交互作用關係 ( $F=304.3$ ,  $p<0.001$ )，如圖 62，由圖中可觀察出右手及左手有一致的趨勢，皆為拉力具有較大的力量值。拉力測試時，受測者可以使用身體向後仰的姿勢，運用了軀幹的重力。而雙手推拉時，都運用了軀幹的重力，故推拉力無差異。

表 41 為上提力及下壓力之重複量測變異數分析，四個主要因子皆顯著影響受測者之力量大小，包含性別、年齡級距、施力高度以及施力方式，並且也有部分因子組合間具有交互作用之關係存在，其中以「施力高度\*施力方式」二因子組合中具有最為顯著的交互作用關係 ( $F=64.1$ ,  $p<0.001$ )，如圖 63，由圖中可以觀察出當施力高度為 40 公分，上提力與下壓力無顯著差異，而 80 公分的高度時，容許了軀幹重力的加入，顯著的增加了下壓力。

進一步使用皮爾森相關係數分析身高、體重、全身體積、全身表面積與推拉肌力之間的相關性，其結果顯示四個尺寸與 28 種推拉肌力組合之間皆具有中等相關 ( $r=0.339-0.700$ ,  $p<0.05$ )，其中施力高度為 160 公分，使用右手進行拉力時，與四個人體尺寸皆具有相對較高的相關性，此施力組合與身高之相關性為 0.675、與體重之相關性為 0.638、與全身體積之相關性為 0.641、與全身表面積之相關性為 0.700。而與身高尺寸具有較低相關性之肌力組合為施力高度 40 公分，使用雙手之下壓力 ( $r=0.452$ ,  $p<0.05$ )，與體重尺寸具有較低相關性之肌力組合為施力高度 40 公分，使用左手之拉力 ( $r=0.339$ ,  $p<0.05$ )，與全身體積尺寸具有較低相關性之肌力組合為施力高度 40 公分，使用右手之拉力 ( $r=0.339$ ,  $p<0.05$ )，與全身表面積尺寸具有較低相關性之肌力組合為

施力高度 80 公分，使用左手之推力 ( $r=0.405$ ， $p<0.05$ )。最後，以四種施力高度歸納其與四項人體尺寸之間的相關性，40 公分施力高度之相關性為 0.339-0.554，80 公分施力高度之相關性為 0.339-0.560，120 公分施力高度其相關性為 0.451-0.611，160 公分施力高度其相關性為 0.491-0.700，可以發現 120 公分與 160 公分之施力高度相較於 40 公分與 80 公分之施力高度於身高、體重、全身體積、全身表面積四項人體尺寸具有較高的相關性。

表 36 推拉力量測結果 (N=256，單位：公斤重)

施力高度 (公分)	手部 姿勢	施力方式	女性 (N=129)				男性 (N=127)				全體 (N=256)			
			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	右手	拉	20.6	9.1	42.5	5.8	38.0	15.0	73.7	6.8	29.3	15.2	73.7	5.8
		推	11.7	4.5	26.2	2.0	20.8	7.2	48.0	4.0	16.3	7.5	48.0	2.0
	左手	拉	19.6	8.7	42.5	4.2	36.1	14.7	78.1	6.1	27.9	14.6	78.1	4.2
		推	11.1	4.6	27.0	3.0	18.9	6.6	38.4	3.6	15.0	6.9	38.4	3.0
	雙手	拉	26.1	10.1	60.5	6.7	42.4	15.1	83.0	5.9	34.3	15.2	83.0	5.9
		推	19.8	7.8	43.1	4.6	34.1	10.6	64.0	11.0	27.0	11.7	64.0	4.6
80	右手	拉	19.6	9.9	46.7	4.2	36.9	15.3	83.1	7.1	26.8	14.4	83.1	4.2
		推	12.1	6.3	36.2	4.3	23.3	10.6	63.7	6.4	17.8	10.4	63.7	4.3
	左手	拉	18.6	8.9	42.9	3.5	34.9	14.2	77.8	8.2	28.3	15.5	77.8	3.5
		推	10.9	5.4	31.4	2.6	21.1	9.7	55.1	4.5	16.0	9.3	55.1	2.6
	雙手	拉	22.3	9.5	47.5	3.4	37.0	13.1	74.0	9.4	29.7	13.6	74.0	3.4
		推	21.9	9.5	49.3	1.5	37.6	14.4	86.1	7.2	29.8	14.5	86.1	1.5
120	右手	拉	17.2	7.5	37.8	3.5	28.1	10.2	54.5	7.6	22.7	10.5	54.5	3.5
		推	14.1	6.9	34.4	3.2	24.8	9.6	57.5	7.5	19.5	9.9	57.5	3.2
	左手	拉	16.6	6.7	36.4	5.1	27.8	9.5	54.0	8.4	22.3	10.0	54.0	5.1
		推	12.8	5.8	29.8	2.8	23.0	8.4	45.3	6.1	17.9	8.8	45.3	2.8
	雙手	拉	18.4	7.7	46.8	2.8	28.4	10.0	63.3	8.5	23.5	10.3	63.3	2.8
		推	20.8	9.3	45.0	1.6	36.1	12.8	65.5	8.7	28.5	13.5	65.5	1.6

施力高度 (公分)	手部 姿勢	施力方式	女性 (N=129)				男性 (N=127)				全體 (N=256)			
			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
160	右手	拉	11.8	4.6	24.1	3.0	20.4	6.4	38.2	4.3	16.1	7.0	38.2	3.0
		推	9.6	4.5	28.9	1.4	18.0	7.9	51.2	4.3	13.8	7.7	51.2	1.4
	左手	拉	11.1	4.8	30.7	1.9	19.2	6.2	36.6	2.9	15.2	6.9	36.6	1.9
		推	8.8	4.0	24.4	1.1	16.5	6.9	35.1	4.1	12.7	6.8	35.1	1.1
160	雙手	拉	12.9	5.1	29.0	3.6	20.7	7.6	46.1	4.2	16.8	7.6	46.1	3.6
		推	15.7	8.0	42.5	1.7	28.7	11.9	73.1	6.0	22.3	12.1	73.1	1.7
		總計	16.0	8.6	60.5	1.1	28.0	13.4	86.1	2.9	22.1	12.8	86.1	1.1

表 37 上提及下壓力量測結果 (N=256，單位：公斤重)

施力高度 (公分)	施力方式	女性 (N=129)				男性 (N=127)				全體 (N=256)			
		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	19.7	7.6	42.5	4.5	33.4	13.5	71.4	3.7	26.6	12.9	71.4	3.7
	下	24.2	10.0	58.9	4.4	36.6	13.7	79.8	10.0	30.5	13.5	79.8	4.4
80	上	17.7	7.3	46.0	4.3	33.7	14.4	86.5	2.1	25.8	13.9	86.5	2.1
	下	26.6	11.3	63.3	6.5	41.8	14.2	88.3	11.6	34.3	14.9	88.3	6.5
總計		22.0	9.8	63.3	4.3	36.4	14.3	88.3	2.1	29.3	14.2	88.3	2.1

表 38 推拉力量測結果—百分位數 (N=256, 單位: 公斤重)

施力高度 (公分)	手部姿勢	施力方式	女性 (N=129)			男性 (N=127)			全體 (N=256)		
			5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile
40	右手	拉	8.7	20.2	36.9	15.6	37.3	61.0	9.7	27.1	59.1
		推	5.9	11.0	20.3	9.4	20.7	31.4	6.5	15.3	29.0
	左手	拉	8.0	20.3	34.6	14.9	36.0	60.7	8.3	25.0	54.9
		推	5.0	10.4	19.5	9.3	18.8	29.8	5.6	13.6	27.9
	雙手	拉	12.4	25.2	44.0	18.7	43.6	66.2	14.6	31.3	61.8
		推	8.7	19.1	34.0	18.7	34.3	52.7	10.2	25.6	48.1
80	右手	拉	6.7	18.9	37.6	13.2	36.1	62.3	8.0	25.8	57.1
		推	5.1	10.7	24.1	9.9	21.6	43.5	5.9	15.2	38.6
	左手	拉	6.2	18.2	34.1	13.7	35.4	57.9	8.1	24.2	54.3
		推	5.0	9.5	20.3	7.3	19.8	37.8	5.5	14.0	34.4
	雙手	拉	9.4	21.7	38.6	17.7	36.3	58.3	10.8	28.7	53.8
		推	7.2	21.4	39.4	17.9	37.3	59.4	10.0	27.5	55.5
120	右手	拉	7.9	15.8	31.7	14.3	27.1	47.3	9.2	20.6	41.7
		推	5.4	12.3	27.0	11.9	23.8	42.9	6.3	18.1	37.6
	左手	拉	7.2	16.2	27.4	15.4	27.7	46.2	8.6	20.9	41.2
		推	6.2	11.7	23.4	10.2	22.3	37.3	6.7	16.0	35.1
	雙手	拉	7.5	16.7	32.2	15.2	27.2	45.8	10.5	21.7	41.8
		推	7.5	19.3	37.2	16.2	36.0	57.8	8.4	26.4	53.6

施力高度 (公分)	手部姿勢	施力方式	女性 (N=129)			男性 (N=127)			全體 (N=256)		
			5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile
160	右手	拉	4.9	11.7	20.3	10.9	19.6	31.4	5.7	15.1	28.6
		推	3.7	8.7	16.7	7.8	17.1	31.8	4.7	12.4	28.5
	左手	拉	4.8	10.3	19.9	9.4	19.0	29.9	5.6	14.7	27.9
		推	3.6	8.4	16.1	6.9	15.8	31.5	4.4	11.5	28.3
	雙手	拉	5.1	12.6	21.0	8.6	20.2	32.6	5.7	15.7	30.8
		推	5.4	14.2	28.9	14.0	27.5	48.2	6.5	20.6	43.3

表 39 上提及下壓力量測結果—百分位數 (N=256，單位：公斤重)

施力高度 (公分)	施力方式	女性 (N=129)			男性 (N=127)			全體 (N=256)		
		5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile	5%tile	50%tile	95%tile
40	上	8.8	19.4	31.6	12.2	32.8	57.8	9.9	24.9	50.4
	下	10.7	24.2	40.7	15.7	35.1	63.0	11.5	28.5	54.9
80	上	7.5	16.6	30.3	13.5	32.1	62.9	8.6	22.9	49.7
	下	11.5	24.8	47.8	20.4	41.5	64.1	13.3	33.1	58.3

表 40 推拉力重複量測變異數分析結果 (N=256)

因子	平方和 (SS)	自由度(df)	平均平方和 (MS)	F-value	P-value
性別 (男、女)	166920.8	1	166920.8	134.5	<0.001
年齡級距 (15-24 歲、25-34 歲、35-44 歲、45-54 歲、55-65 歲)	15806.8	4	3951.7	3.2	0.014
施力高度 (40、80、120 及 160 公分)	66444.5	3	22148.2	258.8	<0.001
手部姿勢 (左手、右手及雙手)	50593.2	2	25296.6	648.0	<0.001
施力方式 (推、拉)	27090.6	1	27090.6	284.3	<0.001
性別*年齡級距	3399.2	4	849.8	0.7	0.603
性別*施力高度	4989.6	3	1663.2	19.4	<0.001
性別*手部姿勢	1097.8	2	548.9	14.1	<0.001
性別*施力方式	582.2	1	582.2	6.1	0.014
年齡級距*施力高度	1040.9	12	86.7	1.0	0.434
年齡級距*手部姿勢	980.0	8	122.5	3.1	0.002
年齡級距*施力方式	85.0	4	21.2	0.2	0.925
施力高度*手部姿勢	2319.8	6	386.6	23.2	<0.001
施力高度*施力方式	26152.7	3	8717.6	182.6	<0.001
手部姿勢*施力方式	18926.3	2	9463.1	304.3	<0.001
性別*年齡級距*施力高度	729.0	12	60.7	0.7	0.743
性別*年齡級距*手部姿勢	377.6	8	47.2	1.2	0.291
性別*年齡級距*施力方式	746.7	4	186.7	2.0	0.101
性別*施力高度*手部姿勢	59.6	6	9.9	0.6	0.734
性別*施力高度*施力方式	2852.3	3	950.8	19.9	<0.001
性別*手部姿勢*施力方式	2325.0	2	1162.5	37.4	<0.001
年齡級距*施力高度*手部姿勢	514.9	24	21.5	1.3	0.16
年齡級距*施力高度*施力方式	732.8	12	61.1	1.3	0.225
年齡級距*手部姿勢*施力方式	117.6	8	14.7	0.5	0.876
施力高度*手部姿勢*施力方式	1064.6	6	177.4	11.4	<0.001
性別*年齡級距*施力高度*手部姿勢	321.0	24	13.4	0.8	0.738
性別*年齡級距*施力高度*施力方式	817.1	12	68.1	1.4	0.148
性別*年齡級距*手部姿勢*施力方式	138.5	8	17.3	0.6	0.813
性別*施力高度*手部姿勢*施力方式	29.0	6	4.8	0.3	0.932
年齡級距*施力高度*手部姿勢*施力方式	289.3	24	12.1	0.8	0.776
性別*年齡級距*施力高度*手部姿勢*施力方式	384.0	24	16.0	1.0	0.43

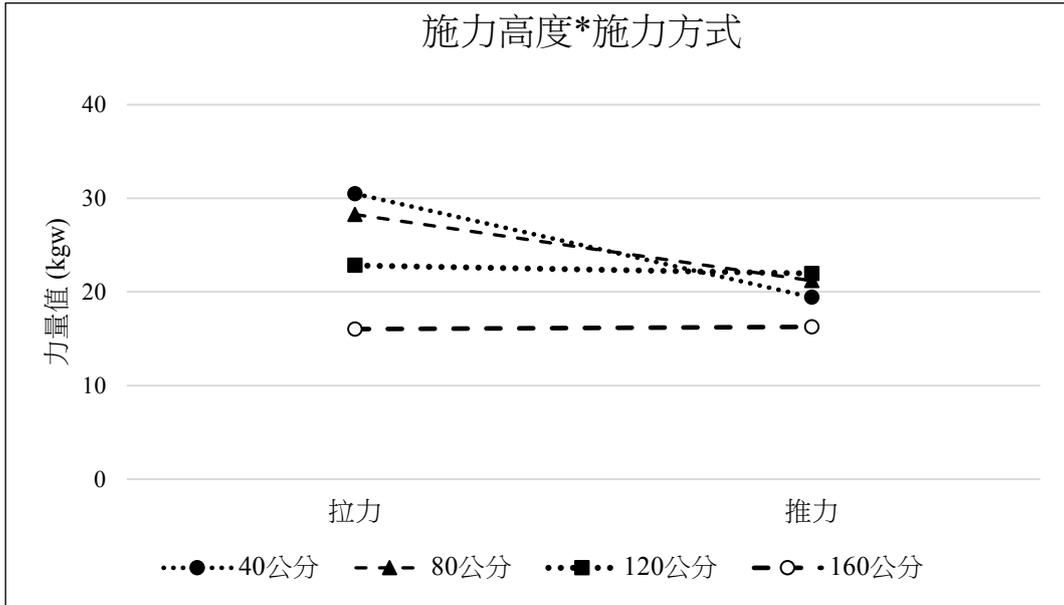


圖 61 推拉力「施力高度\*施力方式」交互作用關係

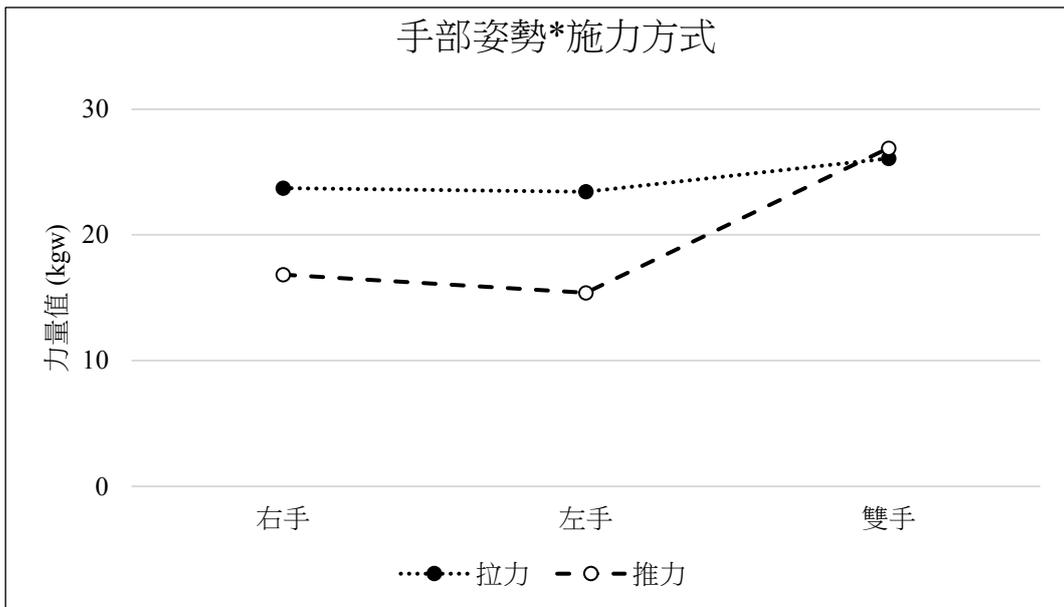


圖 62 推拉力「手部姿勢\*施力方式」交互作用關係

表 41 上提及下壓力重複量測變異數分析結果 (N=256)

因子	平方和 (SS)	自由度 (df)	平均平方和 (MS)	F 值	P-value
性別 (男、女)	44185.5	1	44185.5	113.3	<0.001
年齡級距 (15-24 歲、25-34 歲、35-44 歲、45-54 歲、55-65 歲)	4343.7	4	1085.9	2.8	0.027
施力高度 (40、80 公分)	594.8	1	594.8	11.8	0.001
施力方式(上提及下壓)	6709.4	1	6709.4	81.8	<0.001
性別*年齡級距	1127.3	4	281.8	0.7	0.577
性別*施力高度	392.2	1	392.2	7.8	0.006
性別*施力方式	227.7	1	227.7	2.8	0.097
年齡級距*施力高度	281.3	4	70.3	1.4	0.238
年齡級距*施力方式	931.5	4	232.9	2.8	0.025
施力高度*施力方式	1439.9	1	1439.9	64.1	<0.001
性別*年齡級距*施力高度	178.7	4	44.7	0.9	0.474
性別*年齡級距*施力方式	570.5	4	142.6	1.7	0.142
性別*施力高度*施力方式	5.6	1	5.6	0.3	0.618
年齡級距*施力高度*施力方式	660.3	4	165.1	7.4	<0.001
性別*年齡級距*施力高度*施力方式	73.7	4	18.4	0.8	0.513

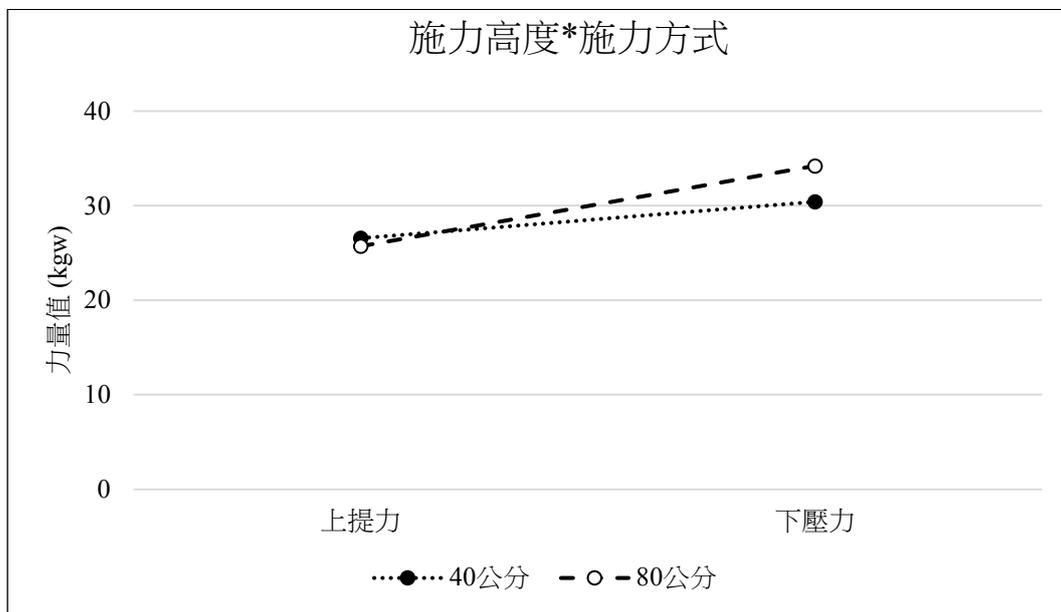


圖 63 上提及下壓力「施力高度\*施力方式」交互作用關係

## 第五節 人體計測資料庫系統

人體計測資料庫系統包括資料庫、服務器、使用端的設定，以及介面的設計。本研究的網站與資料庫架構規劃如圖 64 所示。

- 一、資料庫以 MySQL 發展，包括受測者基本資料、居住地資料、職業別資料、尺寸計算定義資料，以及尺寸數值資料庫的建置。
- 二、服務器 Web server 包括 Response Web Design (RWD) 設計、使用者的管理、條件查詢尺寸 (性別、年齡、及職業別)，以及尺寸統計資料分析。
- 三、使用端的設定則以 RWD 因應不同的終端設備。
- 四、使用者可以選定要查詢的量測項目、尺寸名稱、性別、年齡範圍和職業別，即可進行查詢。查詢的結果可以顯示尺寸的定義，以及平均值、標準差、百分位數 (1%ile、5%ile、10%ile、25%ile、50%ile、75%ile、90%ile、95%ile、99%ile) 等統計數值。

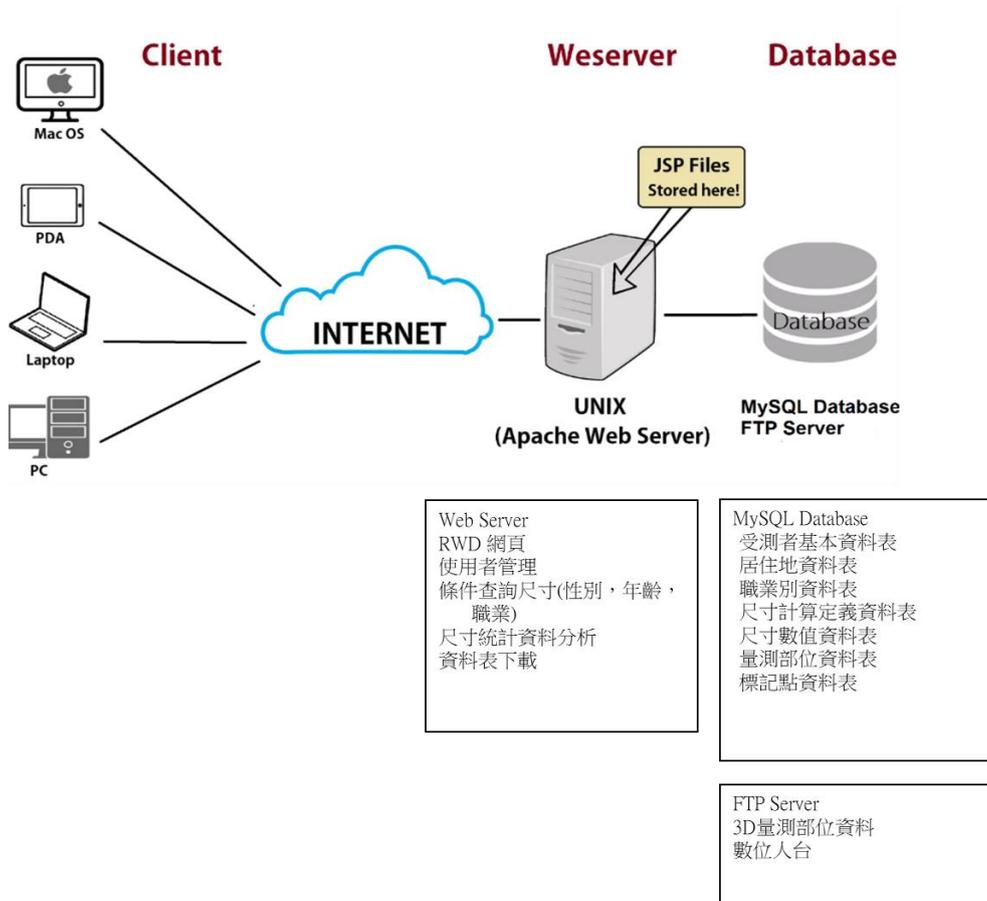


圖 64 人體尺寸資料庫系統規劃

資料庫介面設計規劃，以及資料庫之尺寸定義與標記人型範例說明如下：

### 一、資料庫介面設計規劃：

介面設計如圖 65 所示，頂端列包含首頁、尺寸資料、力量資料選單，左側則顯示查詢條件區域，包含量測項目、尺寸名稱、性別年齡範圍和職業別等條件，即可以進行資料的查詢，結果示意如圖 66，頂端列包含尺寸名稱及定義，右側顯示該尺寸之示意圖，左側呈現 1%ile、5%ile、10%ile、25%ile、50%ile、75%ile、90%ile、95%ile、99%ile 之數值，下方顯示在平均值、標準差、最大值、最小值等統計數值。

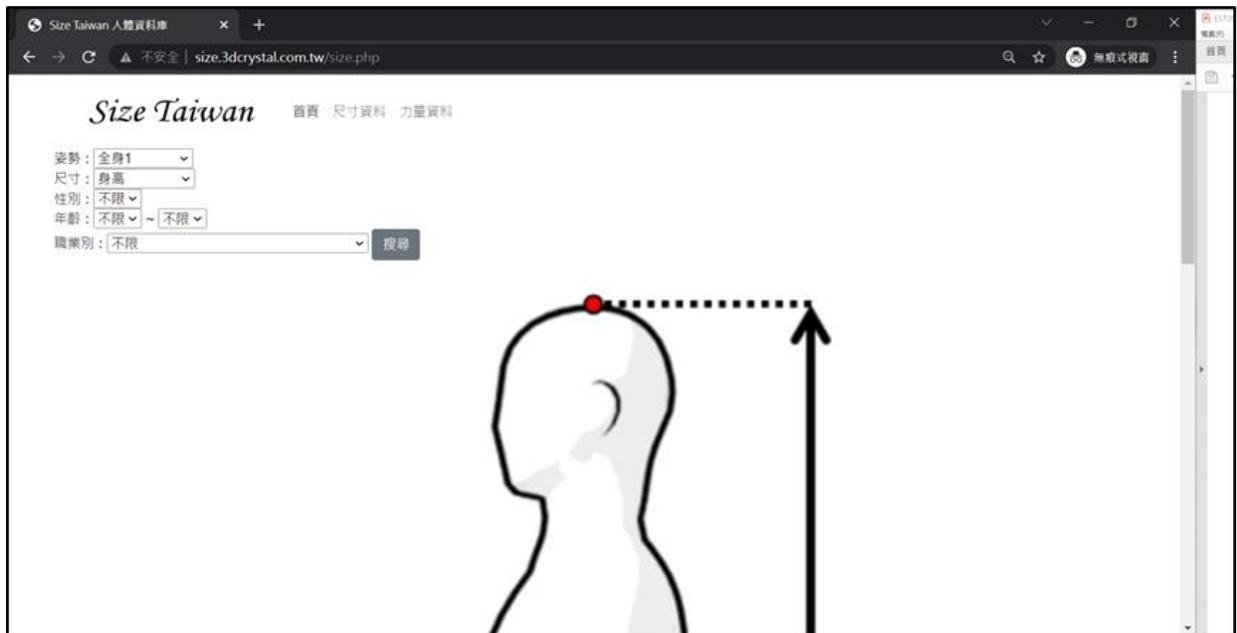


圖 65 人體尺寸資料庫介面設計 (電腦版)

尺寸名稱：眼高

尺寸定義：內眼角至地面的垂直高度。



單位：公分

百分位數	女性	男性	整體
1 %ile	134.5	144.9	136.1
5 %ile	137.7	147	139.4
10 %ile	139.4	149.1	141.8
25 %ile	142.8	154.1	146
50 %ile	146.5	157.6	151.8
75 %ile	149.7	161.4	157.9
90 %ile	152.5	164.7	162.6
95 %ile	155.4	166.6	164.7
99 %ile	161	170.6	169.7

	女性	男性	整體
平均數	146.4	157.6	152.1
平均值標準誤差	0.5	0.5	0.5
標準差	5.3	5.8	7.9
最小值	133.9	141.8	133.9
最大值	162	171	171
偏態	0.24	-0.15	0.09
峰態	3.28	2.97	2.34
變異係數	3.6	3.7	5.2
樣本數	128	131	259

圖 66 人體尺寸資料庫之全身查詢結果 (含尺寸名稱與定義)

## 第六節 召開專家會議

本研究完成 4 次專家會議，每次邀請 6 位專家。4 次專家會議分別針對「人體計測採樣策略」、「實驗方法」、「資料庫架構」、「應用方式」等，進行逐步討論。在專家會議中，討論了包含研究樣本收集、量測方式、誤差控制、建立資料庫，以及探討人體計測資料庫應用原則、應用事例等項目。與會專家皆提供許多寶貴意見與建議，供本研究進行規劃、修正研究方法，並提升本研究的完整性與未來的應用性。

## 第七節 人體計測應用事例

本研究由法規面出發，並結合專家會議之回饋建議，將人體計測數據資料和一、職業安全衛生設施規範；二、SEMI S8-0705E[7] 半導體製造設備人因工程之安全基準內容尺寸；三、快篩站的設計規劃連結，確保其對本土勞工的適用性，說明如下。唯本研究使用量測之 256 位受測者尺寸資料，於參考時須注意可用性，並視個別需求調整。

### 一、職業安全衛生設施規範

職業安全衛生設施規則中，有以下關於室內、室外和電器設備等三大類別共八條條文內容和人體計測尺寸相關，如表 42 說明上述八條條文建議可參考的人體尺寸項目。設施規則第一版的數據主要是沿襲於日本的相關規則及條文，第一版規則訂於 1974 年至今已近 50 年，未曾更新相關數據，因此本研究根據 256 位受測者所建立之人體計測資料庫，提出對照修改條文內容的尺寸建議。

表 42 職業安全衛生設施規則內容相關尺寸項目

類型	項目	法規條例	法規內容	設施項目	法規標準 (cm)	建議人體尺寸
室內	1	第 29 條	工作用階梯之設置，寬度不得小於 56 公分。	階梯寬度	56	肩寬
	2		工作用階梯之設置，梯級面深度不得小於 15 公分。	階梯深度	15	1/2 腳掌長 (+鞋)
	3	第 31 條	人行道不得小於 1 公尺；	人行道寬度	100	肩寬 x2
	4		各機械間或其他設備間通道不得小於 80 公分。	機械與設備通道寬度	80	
	5	第 36 條	應置備高度 75 公分以上之堅固扶手。	扶手高度	75	指節高
	6	第 76 條	應有覆蓋，護圍、高度在 90 公分以上之圍柵等必要設備。	圍欄高度	90	肚臍高
室外	7	第 227 條	規劃安全通道，於屋架、雨遮或天花板支架上設置適當強度且寬度在 30 公分以上之踏板。	踏板寬度	30	足寬 x2 (+鞋)
電器設備	8	第 268 條	雇主對於 600 伏特以下之電氣設備前方，至少應有 80 公分以上之水平工作空間。但於低壓帶電體前方，可能有檢修、調整、維護之活線作業時，不得低於下表規定。	水平工作空間	80	肩寬

當前職業安全衛生設施規則中，和人體計測尺寸相關性檢討如下：

- (一) 人行道寬度：針對第 31 條，通道應有適應其用途之寬度，其主要人行道不得小於 1 公尺。建議參考人體尺寸「肩寬×2」，現有規範足以容納兩倍肩寬的最大值 (圖 67)。

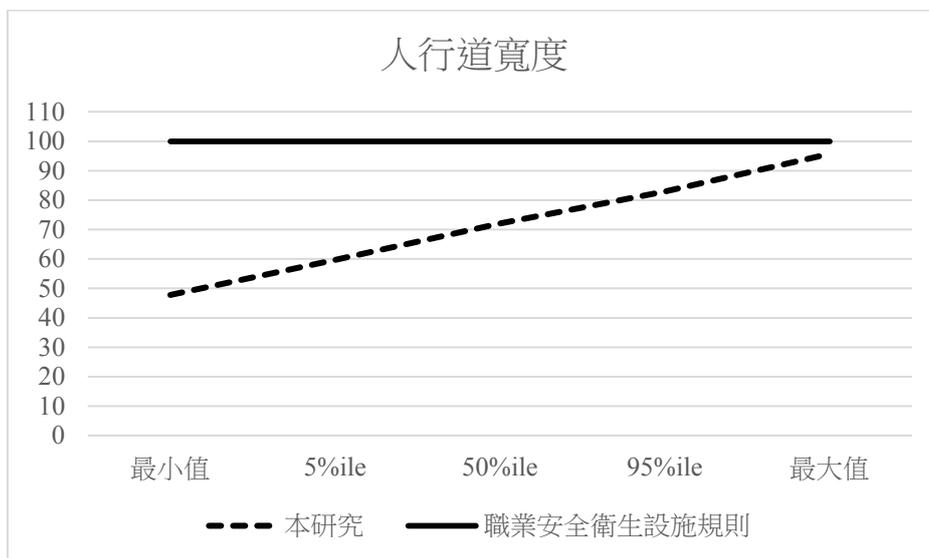


圖 67 本研究人體尺寸與職業安全衛生設施規則之人行道寬度尺寸對照

- (二) 機械與設備通道寬度：針對第 31 條，各機械間或其他設備間通道不得小於 80 公分。當前規範寬度已不足容納 95%百分位數的人使用 (圖 68)，建議參考人體尺寸「肩寬×2」提高至約 83 公分。

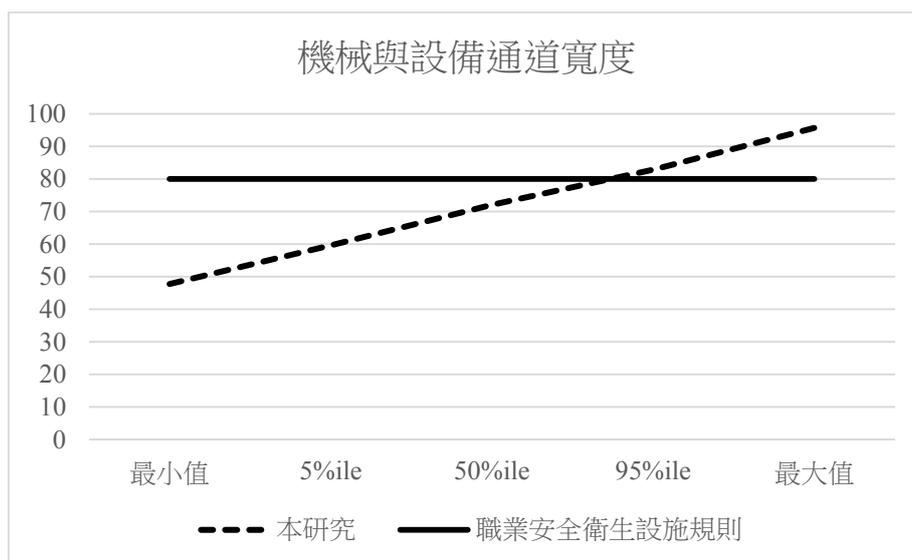


圖 68 本研究人體尺寸與職業安全衛生設施規則之機械與設備通道寬度尺寸對照

(三) 圍欄高度：針對第 76 條，為防止勞工有自粉碎機及混合機之開口部分墜落之虞，雇主應有覆蓋，護圍、高度在 90 公分以上之圍柵等必要設備。當前規範高度對 50%ile 以上的人而言稍嫌過低，建議參考人體尺寸「肚臍高」提高至約 104 公分，以涵蓋 95%的人 (圖 69)。

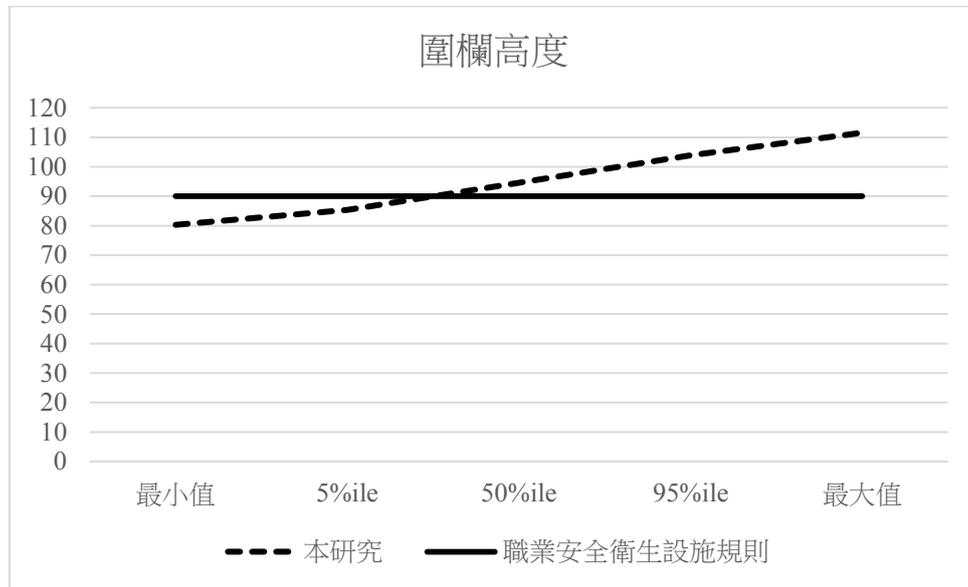


圖 69 本研究人體尺寸與職業安全衛生設施規則之圍欄高度尺寸對照

(四) 踏板寬度：針對第 227 條，規劃安全通道，於屋架、雨遮或天花板支架上設置適當強度且寬度在 30 公分以上之踏板。「足寬×2 (+鞋)→腳寬×2」，雖然本研究未納入穿鞋之影響，但當前規範寬度足以容納兩腳寬 (圖 70)。

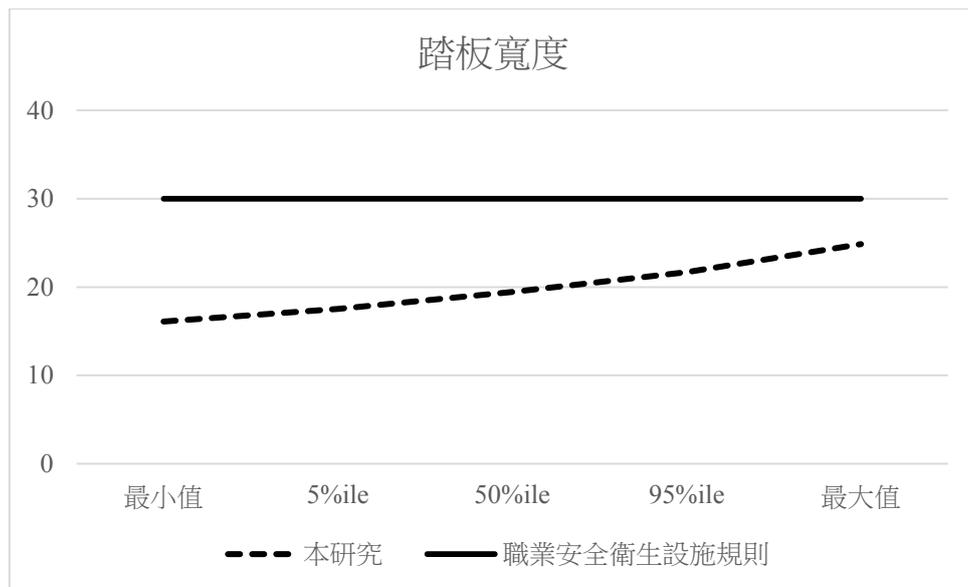


圖 70 本研究人體尺寸與職業安全衛生設施規則之踏板寬度尺寸對照

目前設施規則的使用並未有大的挑戰，修改尺寸的影響層面則相當深遠，如有對於業界的衝擊大且不易針對現有設施執行改善的挑戰。事實上，設施規則的尺寸涉及較為複雜的動態使用行為，靜態人體計測資料庫恐不足以作為尺寸修改建議的單一依據。設施規則尺寸修改，還須掌握以下關聯面向：一、應考量事員工的連續性使用行為之「動態」變化 (如工作的護欄高度設計，應納入工作者之移動中的動作、身體重心變化、及足底行為等)，才能提出有效的尺寸建議；二、當今市場中，主要設備供應商及業者的施工實務與習慣，亦應成為尺寸修改建議的參考依據；三、理想設計尺寸應根據使用族群的「心理物理法實驗」驗證，再經客觀地統計分析而得；四、繞過法規而以「設施設計參考手冊」的方式，提供適當的設計範例，供事業單位使用參考。

## 二、 SEMI S8-0705E 半導體製造設備人因安全準則

國際半導體產業學會 (SEMI) 於 1995 年提出 SEMI S8-0705E 內容為半導體製造設備人因工程之安全基準，包含半導體製造設備的設計、操作、保養、維修、安裝的設計原理和考量事項。其目的在規範人體計測尺寸與半導體設備機台的設計關係。其範圍包含工作站設計、操作、保養、維修、抬舉、控制器&顯示器等。SEMI S8-0705E 數據參考的上限為第 95 百分位數的美國男性，其下限為第 5 百分位數的亞洲女性。

台灣半導體產業為世界牛耳，半導體製造現場已高度自動化，COVID-19 時段，現場工程師多已採遠端操作，傳統的人工物料搬運的需要早已為自動化設備所取代，現存操作方式多為：一、控制/監控；二、目視品質檢查；三、螢幕操控介面互動。本研究依現行現場需求，勾選十項尺寸 (表 43)，作為和本案尺寸資料連結的參考項目。

表 43 SEMI S8-0705E 半導體製造設備人因工程之安全基準相關尺寸項目建議

No.	SEMI S8-0705E	規範項目	尺寸範圍		建議人體尺寸
			最小	最大	
1	2.3	從工具或障礙物的前緣測量到手/產品耦合點的距離。	-	330	前臂長
2	2.4	在負載位置，手與產品的垂直連接點。	890	1010	肘高
3	3.2	裝載端口高度，與站立表面的垂直距離(150-200 毫米晶圓)。	890	960	肘高+1/2 搬運物高
4	7.1.1	行走間距：垂直間距	1980	-	身高
5	7.1.1	行走間距：寬度間距	610	-	肩寬
6	7.1.4	側向移動的間距(僅限維護和服務工作):頭上間距	1900	-	身高
7	7.1.4	側向移動的間距(僅限維護和服務工作):前後水平間距	477	-	腳長
8	8.1.1	顯示器終端高度(單顯示器)。不包括從地板到螢幕中心測量的觸摸螢幕。	1320	1470	站姿眼高
9	8.2.1	顯示器終端高度(單顯示器)。不包括觸摸螢幕，從工作表面的下側到顯示器的中心線測量。	267	517	坐姿眼高

(一) SEMI S8-0705E 2.3 從工具或障礙物的前緣測量到手/產品耦合點的距離，對應人體尺寸為前臂長。現有規範距離對 95%ile 的人而言過長，會導致動作等級增加 (圖 71)。

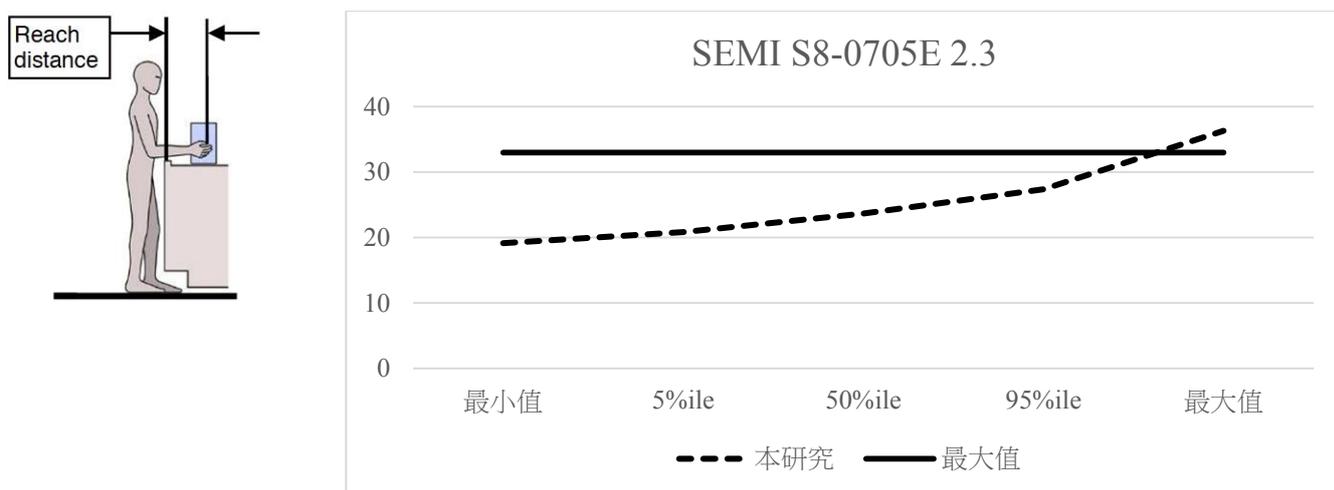


圖 71 本研究人體尺寸與 SEMI S8-0705E 2.3 前緣到手/產品耦合點的距離規範之比對

(二) SEMI S8-0705E 2.4 在負載位置，手與產品的垂直連接點。對應人體尺寸為肘高，現有規範對應高度合宜 (圖 72)。

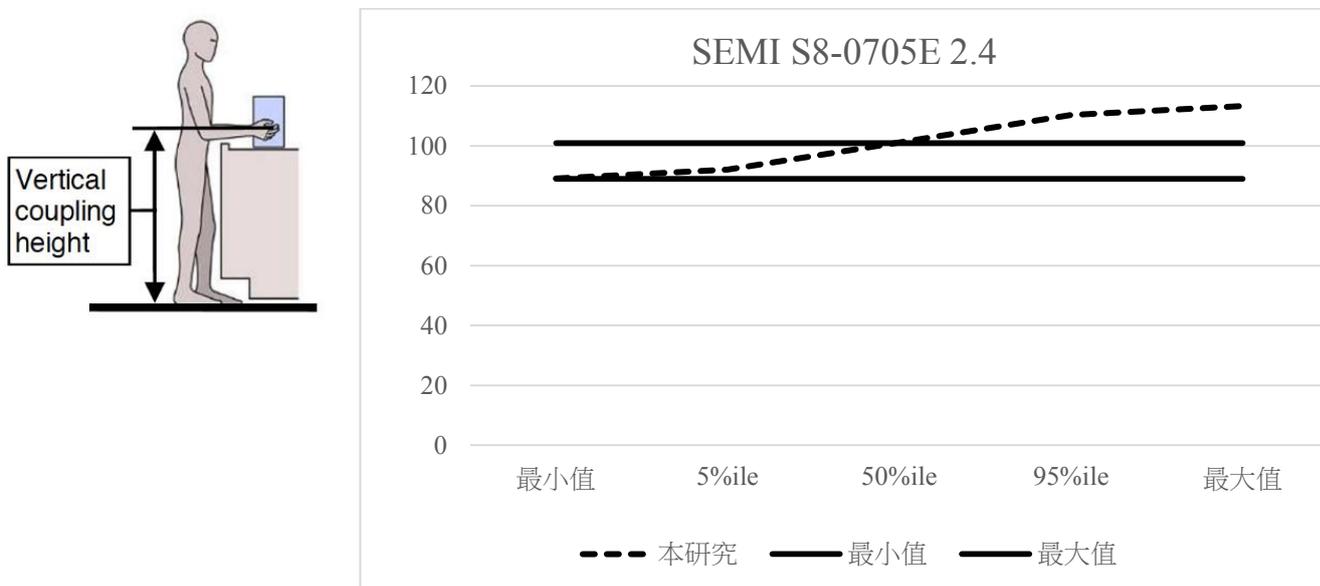


圖 72 本研究人體尺寸與 SEMI S8-0705E 2.4 負載位置之手與產品垂直接點規範之比對

(三) SEMI S8-0705E 3.2 裝載端口高度，與站立表面的垂直距離 (150-200 毫米晶圓)，對應人體尺寸為肘高+1/2 搬運物，若納入搬運物高度，對照本研究尺寸，現有規範偏低 (圖 73)

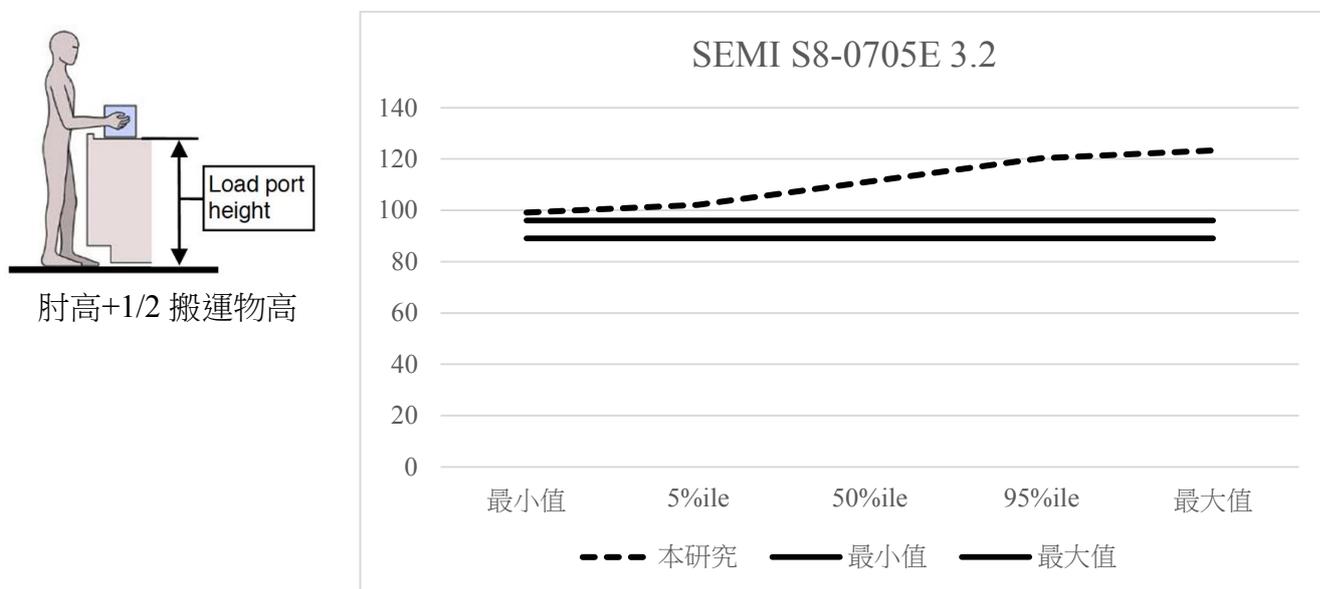


圖 73 本研究人體尺寸與 SEMI S8-0705E 3.2 裝載端口至站立面垂直距離規範之比對

(四) SEMI S8-0705E 7.1.1 行走間距：垂直間距，對應人體尺寸為身高，現有規範足以納入所有人身高 (圖 74)

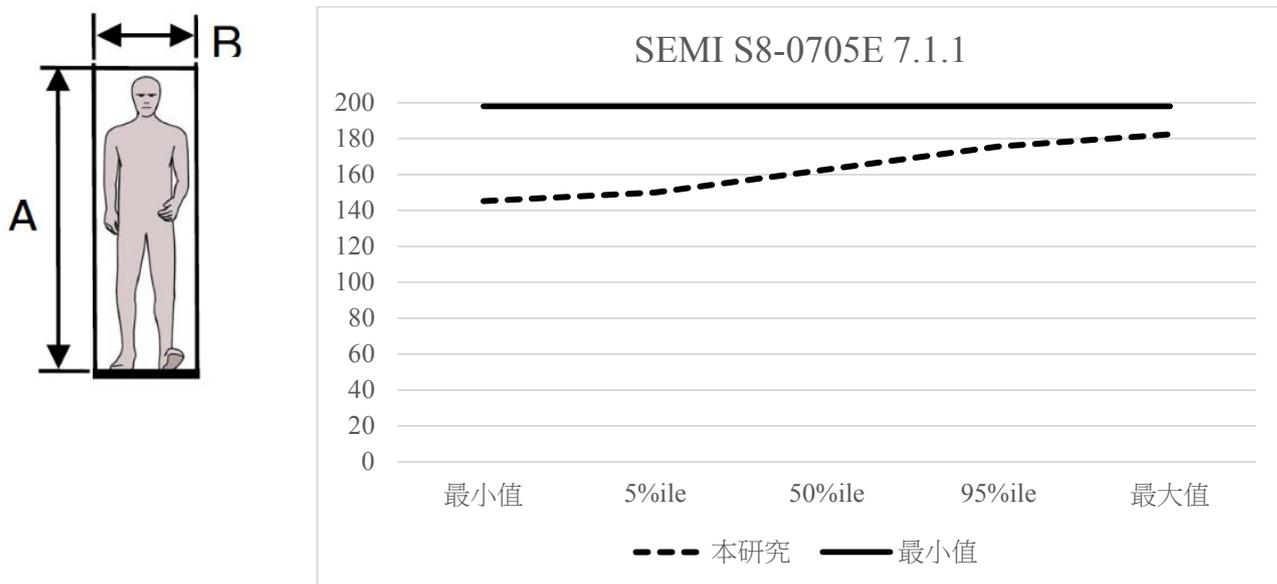


圖 74 本研究人體尺寸與 SEMI S8-0705E 7.1.1 垂直間距規範之比對

(五) SEMI S8-0705E 7.1.1 行走間距：寬度間距，對應人體尺寸為肩寬，現有寬度足以納入所有人肩寬 (圖 75)。

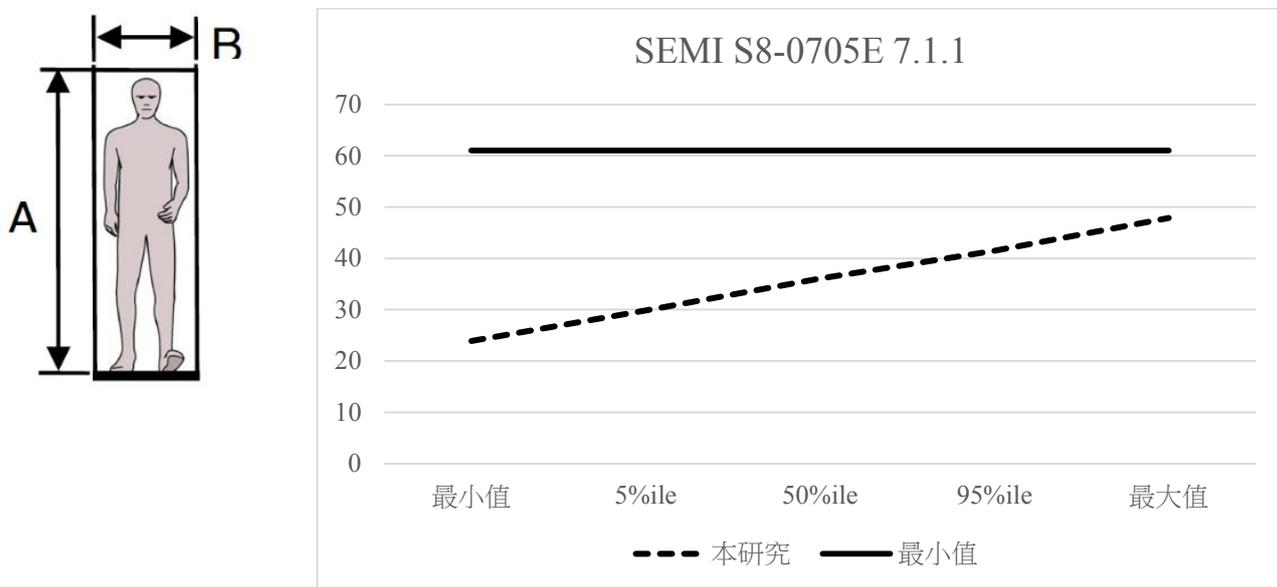


圖 75 本研究人體尺寸與 SEMI S8-0705E 7.1.1 寬度間距規範之比對

(六) SEMI S8-0705E 7.1.4 側向移動的間距 (僅限維護和服務工作)：頭上間距，對應人體尺寸為身高，現有規範尺寸足以納入身高 (圖 76)。

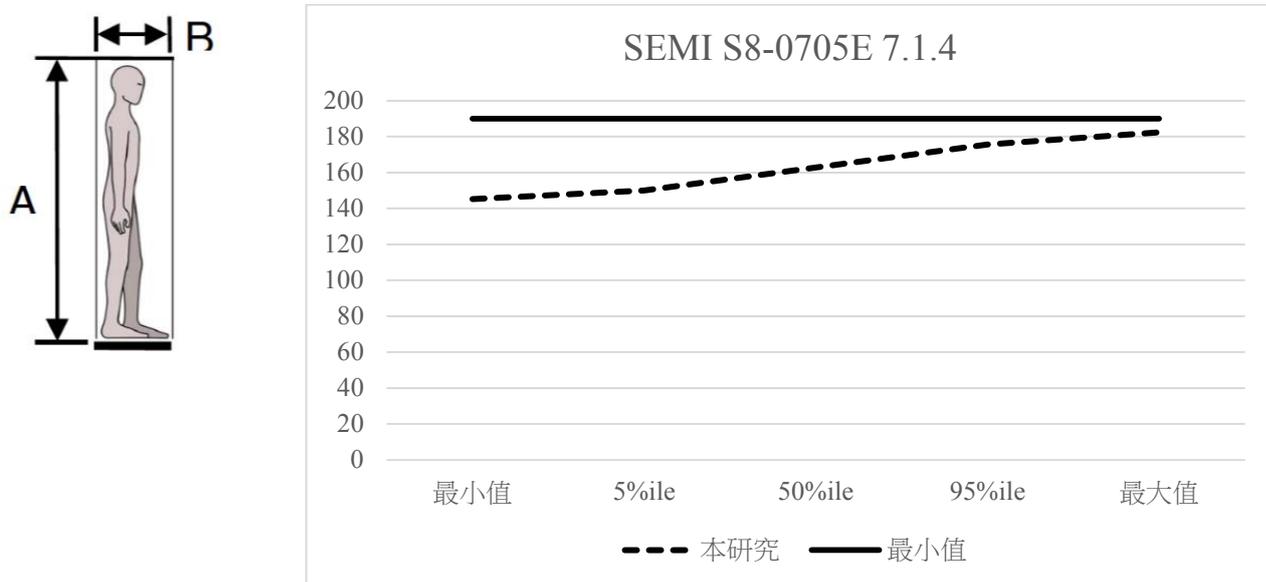


圖 76 本研究人體尺寸與 SEMI S8-0705E 7.1.4 頭上間距規範之比對

(七) SEMI S8-0705E 7.1.4 側向移動的間距 (僅限維護和服務工作)：前後水平間距 sideways，對應人體尺寸為腳長，現有規範尺寸足以納入腳長 (圖 77)。

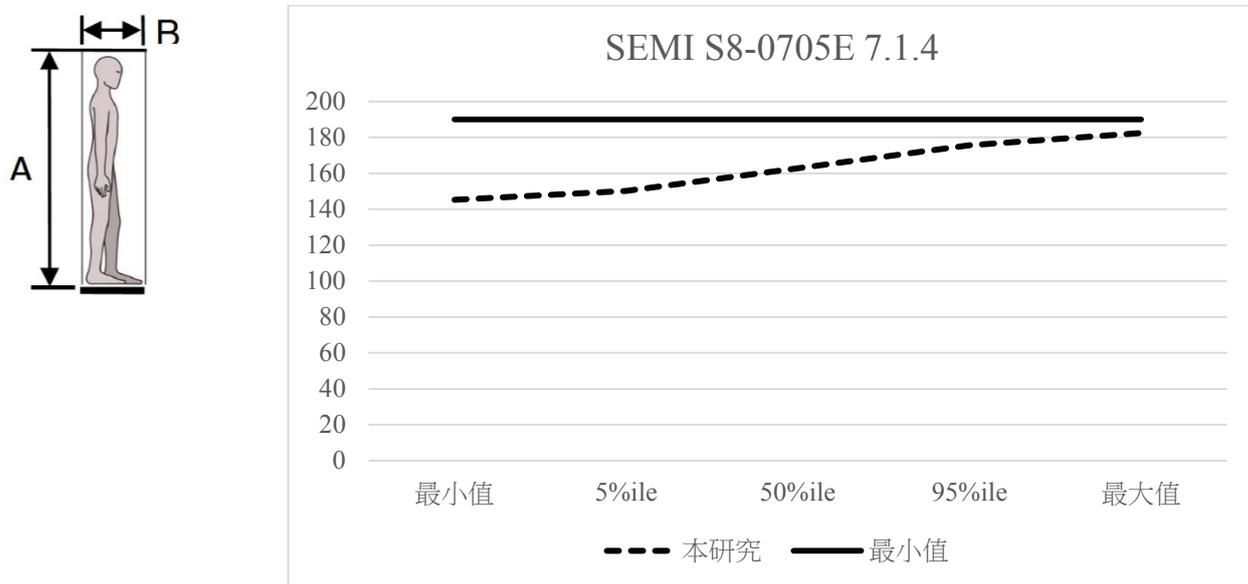


圖 77 本研究人體尺寸與 SEMI S8-0705E 7.1.4 前後水平間距規範之比對

(八) SEMI S8-0705E 8.1.1 顯示器終端高度 (單顯示器)。不包括從地板到螢幕中心測量的觸摸螢幕。對應人體尺寸為立姿眼高，現有規範尺寸相較於 95%ile 立姿眼高者明顯不足 (圖 78)。

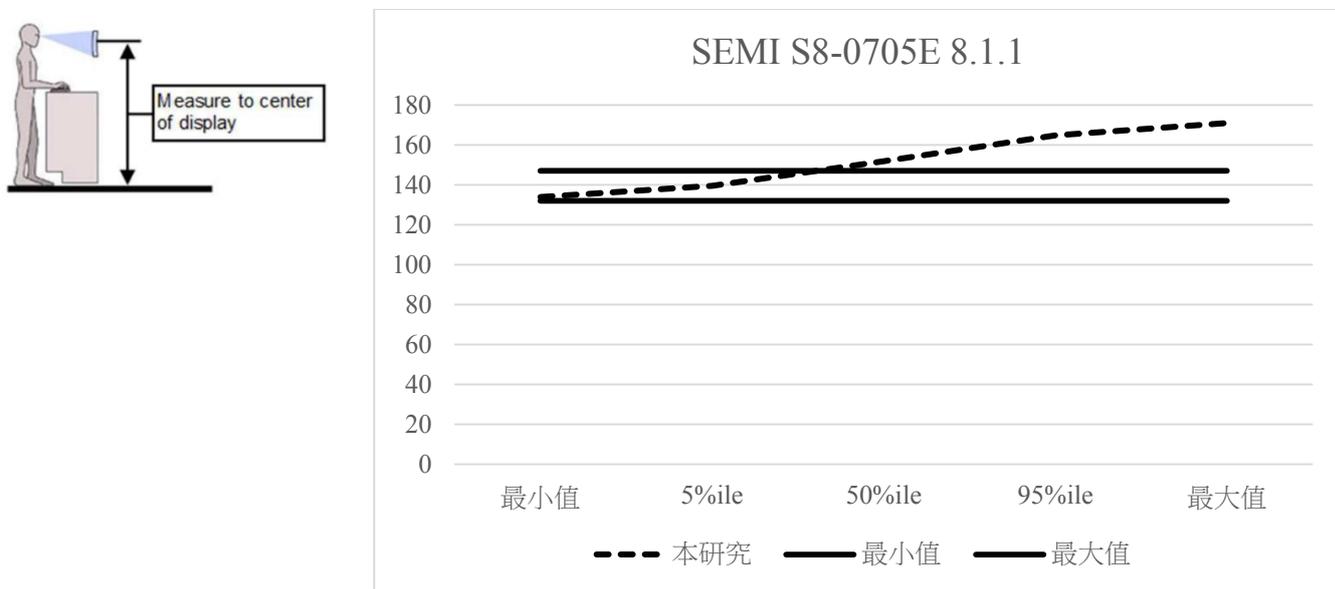


圖 78 本研究人體尺寸與 SEMI S8-0705E 8.1.1 顯示器終端高度規範之比對

(九) SEMI S8-0705E 8.2.1 顯示器終端高度 (單顯示器)，包括觸摸螢幕，從工作表面的下側到顯示器的中心線測量。對應人體尺寸為坐姿眼高，現有規範顯示器高度對 95%ile 者偏低 (圖 79)。

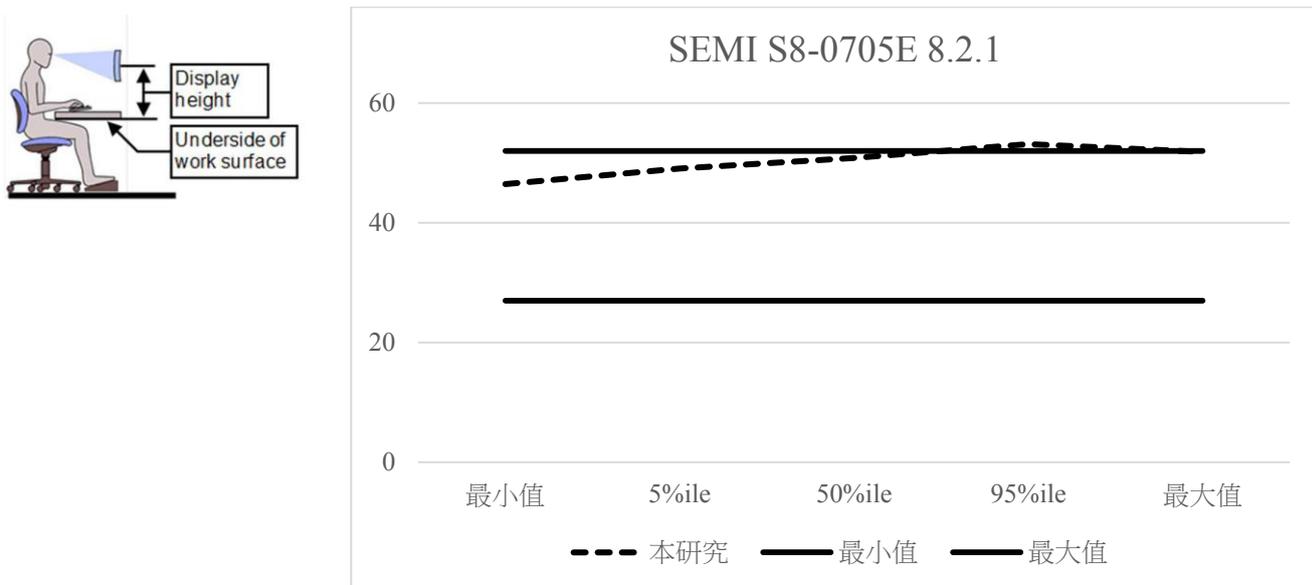


圖 79 本研究人體尺寸與 SEMI S8-0705E 8.2.1 顯示器終端高度規範之比對

### 三、快篩站人因工程設計建議

#### (一) 指導原則

- 1.快篩站以保護篩檢醫護人員的健康為首要設計考量，減少其姿勢負荷，加快篩檢速度，並維持篩檢品質。
- 2.快篩站設計需符合動作經濟原則：
  - (1)雙手應同時開始並同時完成動作:如醫護人員以一慣用手採集，另一手固定受檢者頭部。
  - (2)手和身體動作在能完成工作前提下:盡可能採用較低級次的動作，以縮短動作距離。如將檢測工具盡可能放在醫護人員亦抓取的範圍。
  - (3)工具和物料放置在固定位置:如酒精/檢測棒/檢測瓶/手套等物品固定放在醫護人員熟悉且按照最佳動作順序易取得的位置，節省尋找時間。
  - (4)工作平台高度和形式應妥善設計:使醫護人員在採集過程中保持良好姿勢。
- 3.篩檢醫護人員採站姿採集，一手扶頭，慣用手採集。但提供高腳椅供篩檢醫護人員半坐半站休息用。
- 4.受檢者採側面坐姿，頭部微仰，口罩拉至鼻篩檢作業。
- 5.物件，和工具應置放在篩檢者垂直與水平之正常操作區域內。

#### (二) 篩檢醫護的姿勢

- 1.篩檢作業於醫護人員正前方與眼睛垂直的位置執行。
- 2.篩檢作業約於醫護人員心臟高度 (手肘高度 5-15 cm 的高度) 執行。
- 3.篩檢醫護之頸部向前傾斜角度小於垂直位置的 20° (避免頸部過度彎曲，眼光平視目光在手部不應看到手肘)，且不需轉動頸部。
- 4.醫護之軀幹向前傾斜角度小於垂直位置的 20° (避免背部過度彎曲)，且身體不需兩側扭轉。
- 5.篩檢時手腕前彎需小於 20°或後彎小於 30°。
- 6.篩檢時上臂不高于心臟的位置。
- 7.篩檢時不抬起肩膀。
- 8.篩檢時上臂不外擴。

### (三) 篩檢工站設計 (圖 80)

- 1.以站姿進行採檢，使醫護人員貼近受檢者。提供高度可調的高腳凳 (或身體支撐)，休息時容許半坐半站交替使用，座椅高度 75 cm (參照本研究之平均胯下高 72.3 cm)。
- 2.醫護人員工作台面高 95 cm (參考精密作業站姿 97-107 cm)。
- 3.兩手圓洞高度離地 100 cm (參照本研究之平均肚臍高尺寸 72.3 cm)。
- 4.建議穿戴拋棄性手套，除了增加手部靈巧性，也利於每次採集前的消毒。不建議將手套附在兩手圓洞隔板上，將降低醫護手部靈巧性。
- 5.工作台前沿至少有 75 cm 寬的無障礙空間，容許篩檢員貼近受檢者。
- 6.篩檢所需物料應放在篩檢醫護員的兩側肘部高度約 100 cm (參考本研究立正站姿平均肘高 105 cm)。
- 7.提供符合人體工程學的抗疲勞墊或鞋履，久站時具備良好的足部減震與力量分散能力。
- 8.工作台面下方留出充足置腳的空間 (足部至少保持高度 13 cm 深度 13 cm 活動空間)。
- 9.工作台面的邊緣應為圓角。
- 10.作業平台及邊緣應有襯墊。
- 11.提供至少 500 勒克斯照明，建議採用工作台局部照明。



表 44 本研究量測資料與過往國內計測結果之對照 (單位：cm)

尺寸項目	本研究 平均值	ILOSH103- H316	對照研究 平均值	對照資料來源 [樣本數]
身高	162.9	164.0	166.51	
肩寬	36.2	36.1	31.94	
胸寬	33.2	31.3	30.90	Lu & Wang[2] [n=263]
胸圍	98.8	94.2	84.17	
腰圍	88.5	87.7	72.29	
臀圍	98.4	97.1	91.12	
身高	162.9	164.0	171.13	
體重	68.3	66.5	68.77	Kuo et al.[3] [n=1,010]
頭長	23.5	22.5	24.8	
頭寬	17.5	17.0	17.2	
額深	20.1	19.5	19.9	
身高	162.9	164.0	166.80	
腳長	24.0	24.9	24.8	
內折線長	18.2	-	18.1	Lee & Wang[4] [n=3,000]
外折線長	15.8	-	16.2	
腳寬	9.8	9.3	9.9	
踵寬	5.3	-	6.4	

在全身的計測資料中，本研究除比對 ILOSH103-H316 的資料外，另加入 Lu & Wang[2]之研究，該研究共量測 263 名 (172 名男性、91 名女性) 介於 18-30 歲的國人，僅採取立姿、以三度空間雷射全身掃描儀搭配自動化程式辨識特徵點並計算對應的身體尺寸，三者對照後發現以下現象：首先，本研究與 ILOSH103-H316 的平均身高偏矮，低於 Lu & Wang 之研究，推測是受測者涵蓋 20-65 歲勞工，隨著年齡增加，骨骼強度逐漸衰化，造成身高變矮。其次，肩寬、胸寬、胸圍、腰圍、臀圍的資料，本研究與 ILOSH103-H316 的平均值相近，皆高於 Lu & Wang 之研究，可能原因是 Lu & Wang 之量測對象以大學生為主，受到生理發育成熟度與生活型態等的影響，相對本研究與 ILOSH103-H316 聚焦之勞工有較纖細的體型。

在頭部的計測資料中，除比對本所 ILOSH103-H316 的資料外，另參考 Kuo 等人 [3]之研究，該研究共量測 1,010 名男性介於 18-33 歲的國人，以 3D 頭型掃描儀計算對應的頭部尺寸，三者對照後發現以下現象：首先，平均身高由高至矮依序為 Kuo 等人、ILOSH103-H316、本研究；其次，平均體重則是本研究與 Kuo 等人差異不大，但皆高於 ILOSH103-H316；第三，平均頭長由長至短依序為 Kuo 等人、本研究、ILOSH103-H316；最後，三個研究的平均頭寬與額深差異不大。推測可能是體型的影響，由身高、

體重來看，Kuo 等人的受測者較高壯，而 ILOSH103-H316 則較為纖細，因此其頭臉部尺寸相對較小。

足部的計測資料中，除比對 ILOSH103-H316 的資料外，尚參考 Lee & Wang[4]之研究共量測 3,000 名(2,000 名男性、1,000 名女性)介於 18-60 歲的國人，以 3D 足型掃描儀計算足部尺寸，因 ILOSH103-H316 並無量測內折線長、外折線長及踵寬，故僅針對身高、腳長、腳寬進行比較，對照後發現以下現象：首先，平均身高由高至矮依序為 Lee & Wang、ILOSH103-H316、本研究；其次，Lee & Wang 與 ILOSH103-H316 的平均腳長差異不大，但皆高於本研究。可能原因是 Lee & Wang 的主要年齡層以大學生為主，具有運動習慣的受測者腳部尺寸也相對於具有較大的足部尺寸。此外，隨著飲食營養的提升，也會影響人體計測尺寸的差異。

## 二、不同年齡層間之身高差異

本研究分析不同年齡層間，身高是否會有差異。為提高每個比較年齡層之樣本數，將原先分類之 5 個年齡層 (20-24 歲、25-34 歲、35-44 歲、45-54 歲、55-65 歲)，合併為 3 個 (20-34 歲、35-44 歲、45-65 歲)，如表 45。

表 45 合併後年齡級距之受測者人數分佈

性別	年齡級距 (yrs)			總計 (人次)
	20-34	35-44	45-65	
男	44	35	48	127
女	44	35	50	129
全體	88	70	98	256

本研究使用 t-test，分別比較不同性別，年齡層 20-34 歲與 45-65 歲的身高，是否會有差異。結果發現，無論是男性或女性，年齡層 20-34 歲者的身高皆顯著高於 45-65 歲者 (表 46)。

表 46 不同性別與年齡層間之身高比較結果

性別	年齡層	平均數	變異數	T-value	P-value
男	20-34	169.9	16.7	3.262	<0.01
	45-65	166.4	33.6		
女	20-34	159.9	40.2	4.595	<0.0001
	45-65	154.5	20.6		

## 第五章 結論與建議

### 第一節 結論

本研究已完成 256 名受測者的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，本研究根據行政院主計總處在 108 年度的人力資源統計年報[49]，採用分層抽樣策略，依照年齡、性別來進行抽樣規劃。以 ILOSH103-H316 為基礎，並參考 ISO 7250 與 ANSUR II 定義，萃取出 244 個尺寸。每位受測者量測 4 種姿勢，經誤差控管後將 3D 原始資料合併，完成「256 人的靜態的 3D 人體計測體型資料」。
- 二、本研究的人體計測資料庫共包括 201 個解剖標記點與 244 個尺寸值，包括有 211 個 1D 尺寸 (包括線性尺寸、弧長、圍度、剖面線)，16 個 2D 尺寸 (表面積)，以及 16 個 3D 尺寸 (體積)，以及體重。這些尺寸分別提供使用到的參考點，以及平均值、標準差、百分位數等統計數值。
- 三、在推拉力量測實驗方面，受測者量測 3 種手部姿勢與 4 種施力高度的左手施力、右手施力、雙手施力的最大推力與最大拉力值。並於 40 公分與 80 公分施力高度，分別量測雙手最大上提力與最大下壓力，完成「256 位受測者的靜態推拉力資料」。
- 四、在推拉力量測分析部分，男性與女性之力量數據有一致的趨勢，受測者在施力高度為 40 公分時有較大的力量值，其中又以雙手進行拉力的情況下具有最大的力量。女性平均為 26.1±10.1 公斤，男性為 42.4±15.1 公斤。右手與左手之力量趨勢皆為拉力大於推力，而雙手的部分則在施力高度為 40 公分時為拉力大於推力。
- 五、本研究探討職業安全衛生設施規則第 31 條規範之機械與設備間通道寬度，已不足以涵蓋 95 百分位的人，建議參考「肩寬×2」提高。職業安全衛生設施規則第 76 條規範之圍欄高度，對 50%ile 以上的人而言偏低，建議參考接近人體尺寸「肚臍高」提高，以涵蓋 95%的人。
- 六、本研究探討半導體製造設備人因工程之安全基準 SEMI S8-0705E 3.2 規範之裝載端口高度，發現現有規範偏低，建議參考「肘高+1/2 搬運物高度」進行設計。
- 七、本研究建立快篩站人因工程指引，對篩檢醫護的姿勢與快篩工作站設計提出建議，以增進醫護人員的操作便利性。

八、本研究提出之結論，包含職業安全衛生設施規則、SEMI S8-0705E、快篩站人因工程設計等相關建議，皆使用本研究量測之 256 位受測者的尺寸資料，於參考時仍須注意可用性，並視個別需求調整。

## 第二節 建議

本研究目的在健全我國勞工 3D 人體計測資料庫，後續相關研究工作的執行上，建議如下：

- 一、對於本研究規劃中長期的研究方向，包括：舉辦策略規劃會議，整合各界資源。訂定技術移轉暨使用管理辦法，整合國內關聯資料庫並建立合作及技術移轉的機制。並連結國際，發展與國外尺寸資料庫的交換與量測技術交流機制。
- 二、透過推廣行銷專業的協助，推廣行銷 SizeTaiwan 尺寸。依市場需求，開發尺寸應用與產品設計案例。發展整合繪圖及 3D 電子人模的應用系統，整合科技技術是應用人體計測資料設計的長期目標。
- 三、持續量測並收集人體計測尺寸，累積人體計測資料人數及尺寸值。並依使用者經驗，持續優化人體計測資料庫介面。

## 後記

本研究計畫主持人為杜珮君助理研究員，並由劉立文研究員、施昆岑助理共同參與。另外感謝李永輝教授、張振平副教授、邱敏綺教授、盧俊銘助理教授、王珮嘉助理教授、呂柏輝助理教授、何孟娟助理協助辦理。

## 參考文獻

- [1] 劉立文，杜信宏：我國勞工人體計測調查研究(ILOSH103-H316)。台灣，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所；2017。
- [2] Lu J. M, &Wang M. J. The evaluation of scan-derived anthropometric measurements. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* 2010; 59(8): 2048-54.
- [3] Kuo CC, Wang MJ, & Lu JM. Developing sizing systems using 3D scanning head anthropometric data. *Measurement* 2020; 152:107-264.
- [4] Lee YC, & Wang MJ. Taiwanese adult foot shape classification using 3D scanning data, *Ergonomics*, 2015; 58(3): 513-23.
- [5] Gordon CC, Blackwell CL, Bradtmiller B, Parham JL, Barrientos P, Paquette SP, et al. 2012 Anthropometric Survey of U.S. ARMY. Technical Report TR-15/007, U.S. Army Natick Research, Development, and Engineering Center, Natick, MA; 2014.
- [6] Gordon CC, Bradtmiller B, Clauser CE, Churchill T, McConville JT, Tebbetts I, et al. 1987-1988 Anthropometric Survey of U.S. Army Personnel: Methods and Summary Statistics. Technical Report TR-89-044 (AD A225 094). U.S. Army Natick Research, Development, and Engineering Center, Natick, MA; 1989.
- [7] Background Statement for SEMI Draft Document 5917, Line Item Revisions to SEMI S8-0915, Safety Guideline for Ergonomics Engineering of Semiconductor Manufacturing Equipment, Revisions on Multiple Topics.
- [8] Lee W, Lee B, Kim S, Jung S, Jeon E, Choi T, & You H. 3D Scan to Product Design: Methods, Techniques, and Cases. 6th International Conference on 3D Body Scanning Technologies, 2015, Lugano, Switzerland. doi: 10.15221/14.084.
- [9] ISO 7250-1:2017. Basic human body measurements for technological design — Part 1: Body measurement definitions and landmarks
- [10] 劉立文、杜信宏：人體計測資料應用於工作設計模式探討(ILOSH106-H304)。台灣，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所；2018。
- [11] <https://www.human-solutions.com/de/index.html>
- [12] <https://www.assyst.de>
- [13] <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/body-scanning-technology>

- [14] Kim J. Y, You J. W, & Kim M. S. South Korean anthropometric data and survey methodology: 'Size Korea' project. *Ergonomics* 2017; 60(11): 1586-1596. doi: 10.1080/00140139.2017.1329940.
- [15] Zhao C, Ran L, Liu T, & Li A. Anthropometric Survey of Chinese Adult Population. In: Bagnara S., Tartaglia R., Albolino S., Alexander T., & Fujita Y. (eds). *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018). Advances in Intelligent Systems and Computing 2019*, 826. Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-319-96065-4\_48.
- [16] Chuan TK, Hartono M, & Kumar N. *International Journal of Industrial Ergonomics* 2010, 40: 757-766.
- [17] Karmegam K, Sapuan SM, Ismail MY, Ismail N, Tamrin SBM, Gobalakrishnan K, et al. Anthropometry of Malaysian young adults. *Journal of human ergology* 2011; 40: 37-46.
- [18] 王茂駿、王明揚、林昱呈：台灣地區人體計測資料庫手冊。台灣，中華民國人因工程學會；2001。
- [19] 游志雲、葉文裕、楊宜學、張碧慧：勞工頭型模式之研究：台灣勞工頭型資料庫與標準頭型之建立。勞工安全衛生研究季刊 1994；4(2)：31-45。
- [20] 朱維政、邱淑萍、沈培德、楊湘菱：應用於服裝產業之台灣人體尺碼量測與分類。紡織綜合研究期刊 2012；22(1)：25-38。
- [21] 中華民國紡織業拓展會：因應貿易自由化加強輔導型產業之智慧型自動化環境建構輔導計畫，國人女裝尺碼分析；2012。
- [22] 中華民國紡織業拓展會：因應貿易自由化加強輔導型產業之智慧型自動化環境建構輔導計畫，國人男裝尺碼分析；2013。
- [23] 李永輝：肢體障礙者之人體尺寸計測及動態能力調查研究(I)。台灣，內政部建築研究所協同研究報告；2009。
- [24] 李永輝：肢體障礙者之人體尺寸計測及動態能力調查研究(II)。台灣，內政部建築研究所協同研究報告；2010。
- [25] 何明錦、廖慧燕、李淑貞、李永輝：老年人之人體尺寸計測及動態能力調查研究。台灣，內政部建築研究所；2010。
- [26] 國家中山科學研究院：國機國造解析飛行員身體密碼-人體計測；2019。
- [27] ISO 13857. Safety of machinery — Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs

- [28] Spahiu T, Shehi S, & Piperi E. Anthropometric Studies: Advanced 3D Method for taking anthropometric data in Albania. *International Journal of Innovative Research in Science. Engineering and Technology* 2015; 4(4). doi: 10.15680/IJRSET. 2015.0404065 2136.
- [29] Kouchi M. & Mochimaru M. Errors in landmarking and the evaluation of the accuracy of traditional and 3D anthropometry. *Applied Ergonomics* 2011; 42(3): 518-527.
- [30] 何明錦、李永輝、杜功仁：建築使用行為與本土人因工程關連性研究。台灣，內政部建築研究所；2008。
- [31] Lee B, Kim S, Jung H, Bok I, Kim C, Kwon O, Choi T, & You H. Development of headforms and an anthropometric sizing Analysis system for head-related product designs. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 59th Annual Meeting*; 2015 Oct 26; California, USA.
- [32] Chuang YC, Hsu KH, Hwang, CJ, Hu PM, Lin TM, & Chiou WK. Waist-to-thigh ratio can also be a better indicator associated with type 2 diabetes than traditional anthropometrical measurements in Taiwan population. *Annals of Epidemiology* 2006; 16: 321-331.
- [33] Perret-Ellena T, Skals SL, Subic A, Mustafa H, & Pang TY. 3D Anthropometric investigation of head and face characteristics of Australian Cyclists, 7th Asia-Pacific Congress on Sports Technology, APCST 2015; 2015 Sep 23-25; Barcelona, Spain.
- [34] 李永輝、陳偉佑、林蕙如：外耳人體計測及耳機介面設計評估。台灣，國立台灣科技大學產學合作計畫(研發產字 2987 號)；2008。
- [35] Ledingham RJ. 3D anthropometry: quantifying the shape and size variability within the UK male offshore oil and gas workforce. Robert Gordon University, MRes thesis. Held on OpenAIR [online] 2016. Available from: <https://openair.rgu.ac.uk>
- [36] Raeve AD, Cools J, & Vasile S. 3D body scanning as a valuable tool in a mass customization business model for the clothing industry. *Fashion Technology Textile Engineering* 2018. doi: 10.4172/2329-9568.S4-009.
- [37] Lee W, D Jung D, Park S, & Kim HE. Ergonomic design and evaluation of a pilot oxygen mask for Korea Air Force pilots. *5th International Conference on 3D Body Scanning Technologies*; 2014 Oct 21-22; Lugano, Switzerland, doi: 10.15221/14.084.
- [38] Mate SS: Anthropometric Human modeling on the shape manifold, Master thesis, The University of Iowa; 2016.

- [39] Hamad M, Thomassey S, & Bruniaux P. A new sizing system based on 3D shape descriptor for morphology clustering. *Computers & Industrial Engineering* 2017; 113: 683-692.
- [40] DOB-Verband. DOB Size Charts Germany 1994: Representative Measuring Survey 1993 Carried Out on 10000 Women and Girls, DOB Verband, Cologne; 1994.
- [41] Ben Azouz Z, Rioux M, Shu C, & Lepage R. Characterizing human shape variation using 3D anthropometric data. *The visual computer* 2006; 22(5): 302-314.
- [42] Imaizumi K, Taniguchi K, Ogawa Y, Matsuzaki K, Maekawa H, Nagata T, Mochimaru M, & Kouchi M. Three-dimensional shape variation and sexual dimorphism of the face, nose, and mouth of Japanese individuals. *Forensic science international* 2019; 302: 109878.
- [43] Löffler-Wirth H, Willsche E, Ahnert P, Wirkner K, Engel C, Loeffler M, & Binder H. Novel anthropometry based on 3D bodyscans applied to a large population based cohort, *PLOS ONE*; 2016. doi:10.1371/journal.pone. 0159887.
- [44] Daanen H. Fitting fashion using the internet. Project number: RAAK.MKB04.004. Amsterdam University of Applied Sciences (HvA) ;2018.
- [45] <https://www.tc2.com/>
- [46] Jack and Process Human Simulate. [https://www.plm.automation.siemens.com/en\\_us/products/tecnomatix/manufacturing-simulation/human-ergonomics/jack.shtml](https://www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/tecnomatix/manufacturing-simulation/human-ergonomics/jack.shtml), last accessed; 2018.
- [47] Pekarčíková M, Trebuňa P, Kronová J, & Ižariková G. The application of software tecnomatix jack for design the ergonomics solutions. In *International Conference on Intelligent Systems in Production Engineering and Maintenance*(pp. 325-336). Springer, Cham; 2018. doi: 10.1007/978-3-319-97490-3\_32.
- [48] Kouchi M, Mochimaru M, Bradtmiller B, Daanen, H., Li, P., Nacher, B., & Nam, Y. A protocol for evaluating the accuracy of 3D body scanners, *Work* 2012; 41(1): 4010-4017.
- [49] 行政院主計總處：民國 108 年人力資源調查統計年報。台北：中國統計學社；2019。
- [50] <https://www.semantix.com.br/data-platform/?fbclid=IwAR1LAnqm7FfU0tHO fFHB48Phz5zKZn1nQ-pS6EyZ3OR-EHb4vu4aRiysymI>
- [51] <https://www.stat.gov.tw/public/Attachment/141413555071.pdf>

## 附錄一 立正站姿相關標記點與尺寸定義整理

### 一、立正站姿相關標記點

序號	代碼	名稱	定義
1	BA1-001	頭頂點	頭頂最高點
2	BA1-002	右內眼角點	手動選取，頭部，右眼的內側眼角
3	BA1-003	顎下點	側面輪廓線，頭部下顎處 45 度斜角點
4	BA1-004	頸中上點	喉結上點 1cm 處
5	BA1-005	頸中點	頭部側面輪廓線，局部選取喉結處最外凸點
6	BA1-006	胸骨上點	局部圈選上胸骨處尋找最凹點(有貼標記點)
7	BA1-007	右乳尖點	右胸乳尖處
8	BA1-008	左乳尖點	手動選取，左胸乳尖處
9	BA1-009	右乳下點	側面觀察人體輪廓線，尋找胸部下處曲率最大凹點
10	BA1-010	右腋下前點	右腋下的前側
11	BA1-011	左腋下前點	左腋下的前側
12	BA1-012	肚臍點	局部圈選肚臍處，尋找最凹點
13	BA1-013	胯下點	胯下凹處最低點
14	BA1-014	右頸肩點	右側頸部與肩部交接處鞍點(有貼標記點)
15	BA1-015	右肩峰點	正面輪廓線，右肩處 45 度斜角點(有貼標記點)
16	BA1-016	左頸肩點	左側頸部與肩部交接處鞍點(有貼標記點)
17	BA1-017	左肩峰點	正面輪廓線，左肩處 45 度斜角點(有貼標記點)
18	BA1-018	左肘角點	左肘處 45 度斜角點(有貼標記點)
19	BA1-019	右肘窩點	局部圈選右手肘窩處最凹點。
20	BA1-020	右尺骨莖凸點	右手腕小指側尺骨凸出點(有貼標記點)
21	BA1-021	左尺骨莖凸點	左手腕小指側尺骨凸出點(有貼標記點)
22	BA1-022	右中指指凸點	局部圈選右手中指指尖處，尋找最凸點
23	BA1-023	右掌心點	右掌中心點，尋找右手中指跟中點與腕寬中點連線的中點
24	BA1-024	左拳心點	姆指側拳窩和小指側拳窩，兩點的中心點
25	BA1-025	枕骨點	頭部，枕骨凸出處
26	BA1-026	後頸中點	頸部後面中點，介於枕骨下點與後頸凸點間，用於計算頸圍
27	BA1-027	後頸突點 C7	頭部第七頸椎最突出之可觸及點(有貼標記點)
28	BA1-028	右腋下後點	右腋下的後側
29	BA1-029	左腋下後點	左腋下的後側
30	BA1-030	右臀上點	側面輪廓線，局部圈選上臀處，尋找曲率最大的點
31	BA1-031	右臀最凸點	側面輪廓線，局部圈選臀凸處的最凸點
32	BA1-032	右臀下線點	側面輪廓線，局部圈選下臀處，尋找曲率最大的點
33	BA1-033	右髂脊點	右髂脊突出點(有標記)
34	BA1-034	右膝點	右膝點(有標記)
35	BA1-035	右肩胛骨凸點	右肩胛骨凸點(有標記)
36	BA1-036	右腳側與地面接點	右腳側與地面接點

## 二、立正站姿尺寸計算定義

序號	代碼	名稱	定義	參考 ISO7250-1 2017 新增	參考 ANSURII 新增	專家討 論後新 增
1	BA1-HT-1	身高	頭頂點至地面的垂直高度			
2	BA1-HT-2	眼高	內眼角至地面的垂直高度			
3	BA1-HT-3	頸肩點高	頸肩點至地面的垂直高度			
4	BA1-HT-4	胸骨上點高	胸骨上點至地面的垂直高度			
5	BA1-HT-5	乳尖高	乳尖點和乳尖點的中點到地面的垂直高度			
6	BA1-HT-6	腋下前點高	前腋下點至地面的垂直高度			
7	BA1-HT-7	腋下後點高	後腋下點至地面垂直高度			
8	BA1-HT-8	肚臍高	肚臍點至地面的垂直高度			
9	BA1-HT-9	肩高	肩峰點至地面的垂直高度			
10	BA1-HT-10	肘高	肘角點至地面的垂直高度			
11	BA1-HT-11	臀高	臀最凸點至地面的垂直高度			
12	BA1-HT-12	臀下線高	臀下線點至地面的垂直點高度			
13	BA1-HT-13	腕高	尺骨莖突點至地面的垂直高度			
14	BA1-HT-14	指尖高	右中指指凸點至地面的垂直高度			
15	BA1-HT-15	掌心高	右掌心點至地面的垂直高度			
16	BA1-HT-16	胯下高	跨下點至地面的垂直高度			
17	BA1-HT-17	髂脊點高	右髂脊點至地面的垂直高度	✓		
18	BA1-HT-18	膝高	右膝點至地面的垂直高度	✓		
19	BA1-Cir-19	喉結上圍	頸中上點的水平頸圍			
20	BA1-Cir-20	喉結圍	過頸中點的水平頸圍			
21	BA1-Cir-21	頸下圍	過頸肩點的水平頸圍(2 點水平)			
22	BA1-W-22	頸寬	正面輪廓線，過頸中點的頸寬			
23	BA1-D-23	頸深	側面輪廓線，過頸中點的水平長度			
24	BA1-W-24	肩寬	右肩峰點和左肩峰點的水平長度			
25	BA1-W-25	兩腋下前點寬	右腋下前點和左腋下前點水平長度			
26	BA1-W-26	兩腋下後點寬	右腋下後點和左腋下後點水平長度			
27	BA1-W-27	兩乳尖寬	右乳尖點和左乳尖點之間的水平距離			
28	BA1-D-28	乳下點厚	側面輪廓線下，乳下點處的水平長度			
29	BA1-D-29	身體厚	側面輪廓線，背面最凸點與正面最凸點的水平距離	✓		
30	BA1-D-30	壁面到肩峰距	臀部凸點垂直延長至肩峰水平點與尖峰點的水平長度	✓		
31	BA1-SL-31	前頸弧長	側面輪廓線，自顎下點沿前頸至胸骨上點的弧線長度			
32	BA1-SL-32	後頸弧長	側面輪廓線，自枕骨點沿後頸至右頸肩點高度的弧線長度			
33	BA1-L-33	手長	右肩峰點至右中指指凸點的長度			
34	BA1-L-34	肩峰-肘窩長	自右肩峰點至右肘窩點的長度			
35	BA1-L-35	下臂長	自右肘窩點至右尺骨莖突點的長度			
36	BA1-L-36	下臂-握拳長	自左肘角點至左拳心點的長度			
37	BA1-SL-37	臀後弧長	側面輪廓線，自臀上點沿臀部至臀下線的表面弧長度			

## 附錄二 標準解剖姿勢相關標記點與尺寸定義整理

### 一、標準解剖姿勢相關標記點

序號	代碼	名稱	定義
1	BA2-001	右頸肩點	正面輪廓線的右肩處，做一呈 45° 的斜線，尋找內切於輪廓的點
2	BA2-002	左頸肩點	正面輪廓線的左肩處，做一呈 45° 的斜線，尋找內切於輪廓的點
3	BA2-003	右肩峰點	正面輪廓線，右肩處 45 度斜角點
4	BA2-004	左肩峰點	正面輪廓線，左肩處 45 度斜角點
5	BA2-005	右肩中點	右頸肩點和右肩峰點之間肩膀弧的中點
6	BA2-006	左肩中點	左頸肩點和左肩峰點之間肩膀弧的中點
7	BA2-007	右二頭肌點	左上臂二頭肌突出處
8	BA2-008	右腋下前點	右腋下的前側
9	BA2-009	左腋下前點	左腋下的前側
10	BA2-010	胸骨上點	局部圈選上胸骨處尋找最凹點
11	BA2-011	右乳尖點	右胸乳尖處
12	BA2-012	左乳尖點	左胸乳尖處
13	BA2-013	右乳下點	右乳房正下方與軀幹連接處凹點
14	BA2-014	肚臍點	局部圈選肚臍處，尋找最凹點
15	BA2-015	胯下點	矢狀縱剖面的最低點
16	BA2-016	臀最寬處點	肚臍點之下 30mm 至胯下點之上 30mm 間臀最大水平長度
17	BA2-017	右大轉子點	右邊腿部大轉子凸點
18	BA2-018	左大轉子點	左邊腿部大轉子凸點
19	BA2-019	右小腿最細處高度	腳部資料，右外踝點以上最細的水平圍長的高度
20	BA2-020	右肘窩點	局部圈選右手肘窩處最凹點
21	BA2-021	右中指指尖點	局部圈選右手中指指尖處，尋找最凸點
22	BA2-022	頸下後點	背面下頸骨凸出點
23	BA2-023	右腋下後點	右腋下的後側
24	BA2-024	左腋下後點	左腋下的後側
25	BA2-025	臀上點	矢狀縱剖面，局部圈選上臀處，尋找曲率最大的點
26	BA2-026	臀凸點	右臀最凸點
27	BA2-027	臀下點	右臀下方與大腿連接處凹點
28	BA2-028	後腰點	肚臍等高背部投影點
29	BA2-029	後胯下點	身體背後胯下處凹點

## 二、標準解剖姿勢尺寸計算定義

序號	代碼	名稱	定義	參考 ISO7250- 1 2017 新 增	參考 ANSURII 新增	專家討 論後新 增
1	BA2-W-1	胸寬	過右乳尖點胸部的水平長度			
2	BA2-W-2	腰寬	過肚臍點的腰部水平長度			
3	BA2-W-3	臀寬	臀最寬處點的臀部水平長度			
4	BA2-D-4	胸厚	側面輪廓線下，在右乳尖點等高處之水平長度			
5	BA2-D-5	腰厚	側面輪廓線下，在肚臍點等高處之水平長度			
6	BA2-D-6	臀厚	側面輪廓線下，肚臍點之下 30mm 至跨下點高度之上 30mm 間臀最大水平長度			
7	BA2-W-7	大腿上寬	與跨下點等高度的大腿水平寬度			
8	BA2-Cir-8	頸胸交線圍	過右頸肩點和左頸肩點和胸骨上點的平面，與表面資料的剖面線的圍長			
9	BA2-Cir-9	腋下-肩峰圍	過右肩峰點、右腋下前點和右腋下後點的平面，與表面資料剖面線的圍長			
10	BA2-Cir-10	肩圍	過右肩峰點和左肩峰點平均高度的水平凸圍			
11	BA2-Cir-11	上胸圍	過右腋下前點的胸圍			
12	BA2-Cir-12	胸圍	過右乳尖點的胸圍			
13	BA2-Cir-13	下胸圍	過乳下點的胸圍			
14	BA2-Cir-14	腰圍	過肚臍點的腰圍			
15	BA2-Cir-15	臀圍	過臀最凸點的臀圍			
16	BA2-Cir-16	臀下線圍	與臀下線點處的臀圍			
17	BA2-Cir-17	上臂圍(伸展)	過右二頭肌點的上臂圍長			
18	BA2-Cir-18	肘圍(伸展)	沿前臂方向，過右肘窩點的肘圍			
19	BA2-Cir-19	大腿上圍	在跨下點等高度的大腿圍度			
20	BA2-Cir-20	軀幹縱圍	過右肩中點和跨下點連線的平面，與表面資料的相切弧的弧長			
21	BA2-SL-21	肩線弧長	自右頸肩點至右肩峰點的表面弧長度			
22	BA2-SL-22	腋下-腰弧長	自右腋下前點垂直至肚臍點高度的表面弧長度			
23	BA2-SL-23	胸骨上點-腰弧長	矢狀軀幹縱剖面，自胸骨上點至肚臍點之間的弧長			
24	BA2-SL-24	跨下弧長	矢狀軀幹縱剖面，自肚臍點沿跨下至臀上點的表面弧長度			
25	BA2-SL-25	上背後水平弧	自右腋下後點沿背部至左腋下後點的水平表面弧長度			
26	BA2-SL-26	上胸前水平弧	自右腋下前點沿胸部至左腋下前點的水平表面弧長度			
27	BA2-SL-27	頸肩點-乳尖弧	以右頸肩點至右乳尖點的連線沿			

序號	代碼	名稱	定義	參考 ISO7250- 1 2017 新 增	參考 ANSURII 新增	專家討 論後新 增
			前後方向做一平面，此平面與表面資料相交且介於右頸肩點與左乳尖點的弧線長度			
28	BA2-SL-28	肩中點-胯下弧(立姿)	正面過右肩中點與跨下點的連線平面，與身體前面表面資料相交的弧長			
29	BA2-SL-29	胸骨上點-胯下弧(立姿)	矢狀軀幹縱身剖面，自胸骨上點沿胸、腹至跨下點的表面弧線長度			
30	BA2-SL-30	腰高-胯下弧(立姿)	矢狀軀幹縱身剖面，自肚臍點至跨下點的表面弧線長度			
31	BA2-SL-31	腋下高-胯下弧(立姿)	矢狀軀幹縱身剖面，自右腋下前點至跨下點的表面弧線長度			
32	BA2-SL-32	肩中點-胯下後弧(立姿)	正面過右肩中點與跨下點的連線平面，與身體上面表面資料相交的弧長			
33	BA2-SL-33	頸下後點-胯下後弧(立姿)	矢狀軀幹縱身剖面，自右頸肩點高度沿背部至跨下點的表面弧線長度			
34	BA2-SL-34	腋下後點高-胯下後弧(立姿)	正面過右腋下後點與跨下點的連線平面，與身體上面表面資料相交的弧長			
35	BA2-SL-35	腰高-胯下後弧(立姿)	矢狀軀幹縱身剖面，自背部肚臍點等高點至跨下點的表面弧線長度			
36	BA2-SL-36	頸後下點-腰後弧	矢狀剖面，自身體背部右頸肩點等高處至腰後背部肚臍點等高度點的平面弧線長度			
37	BA2-PL-37	小腿最細剖面線	右小腿最細處高度水平橫切之剖面長			
38	BA2-PL-38	跨下點剖面線	以跨下點水平橫切之剖面長			
39	BA2-PL-39	矢狀縱剖面	矢狀軀幹縱身剖面			

## 附錄三 手臂前伸站姿相關標記點與尺寸定義整理

### 一、手臂前伸站姿相關標記點

序號	代碼	名稱	定義
1	BA3-001	右手中指指尖點	局部圈選右手中指指尖處最凸點
2	BA3-002	右手掌中點	右手掌區域中間點
3	BA3-003	右手肘角點	右手臂肘角凸點
4	BA3-004	左手肘角點	左手臂肘角凸點
5	BA3-005	左手肘內點	左手臂肘窩凹點
6	BA3-006	右膝蓋上點	腿部側面輪廓線，局部圈選上膝蓋處，尋找曲率最大點
7	BA3-007	右膝蓋中點	腿部側面輪廓線，局部圈選中膝蓋處，尋找曲率最大點
8	BA3-008	右膝蓋下點	腿部側面輪廓線，局部圈選下膝蓋處，尋找曲率最大點
9	BA3-009	右大腿最細處高度	右大腿正面最細處
10	BA3-010	右外踝點	腳部資料，局部圈選外踝處尋找最凸點
11	BA3-011	右膝後點	腿部側面輪廓線，局部圈選下膝蓋後側凹點
12	BA3-012	右小腿最粗處高度	踝外點以上，膝蓋中點以下，最粗的水平圍長的小腿肚凸點
13	BA3-013	左手二頭肌點	左上臂二頭肌凸點
14	BA3-014	左前腋下與上臂交點	左前腋下與左上臂交點
15	BA3-015	右後肩胛凸點	右後側肩胛骨上緣最凸點
16	BA3-016	左手尺骨點	左手尺骨凸點
17	BA3-017	左手掌背點	左手掌背中間點，在左手中指根與腕部的連線中點
18	BA3-018	右腳側與地面接點	手動選取，右腳側與地面接點

## 二、手臂前伸站姿尺寸計算定義

序號	代碼	名稱	定義	參考 ISO7250-1 2017 新增	參考 ANSURI I 新增	專家討 論後新 增
1	BA3-L-1	下臂指尖長	自右肘角點至右手中指指尖點的長度			
2	BA3-Cir-2	肘圍(屈曲)	過左手肘角點與左手肘內點的肘圍			
3	BA3-H-3	膝蓋上點高	右膝蓋上點至地面的垂直高度			
4	BA3-H-4	膝蓋中點高	右膝蓋中點至地面的垂直高度			
5	BA3-H-5	膝蓋下點高	右膝蓋下點至地面的垂直高度			
6	BA3-H-6	小腿長	右腳膝蓋中點至右外踝點的垂直地面高度			
7	BA3-H-7	膝後高	右膝後點至地面的垂直高度			
8	BA3-H-8	小腿肚高	小腿最粗處高度的垂直地面高度			
9	BA3-W-9	大腿下寬	在右膝蓋上點上 2cm 處大腿水平寬度			
10	BA3-W-10	膝寬	過右膝蓋中點的膝寬度			
11	BA3-W-11	小腿寬	在右小腿最粗高處的小腿寬度			
12	BA3-Cir-12	大腿下圍	在右膝蓋上點之上 2cm 處大腿水平圍度			
13	BA3-Cir-13	膝圍	過右膝蓋中點的膝蓋水平圍度			
14	BA3-Cir-14	小腿最大圍	小腳最粗處高度的水平圍度			
15	BA3-Cir-15	上臂圍(屈曲)	過左二頭肌點的上臂圍長			
16	BA3-H-16	肘高	左肘角點至地面的垂直高度		✓	
17	BA3-W-17	後背到前伸手臂握持距	右後肩胛凸點至右手掌中點的水平長度		✓	
18	BA3-L-18	肘腕長	左肘角點至左尺骨莖凸點的水平長度	✓		
19	BA3-L-19	肘握持長	左肘角點至左手掌背點的水平長度	✓		

## 附錄四 坐姿相關標記點與尺寸定義整理

### 一、坐姿相關標記點

序號	代碼	名稱	定義
1	BA4-001	頭頂點	側面輪廓線的最高點。
2	BA4-002	右眼角點	右眼角凹點
3	BA4-003	左肩峰點	坐姿正面輪廓線，左肩處 45 度斜角點
4	BA4-004	左頸肩點	坐姿正面輪廓線的左肩處，做一呈 45° 的斜線，尋找內切於輪廓的點
5	BA4-005	左肩中點	坐姿，左頸肩點和左肩峰點之間肩膀弧的中點
6	BA4-006	左腋下前點	手動選取，坐姿，左腋下的前側
7	BA4-007	左肘角點	坐姿，左肘處 45 度斜角點
8	BA4-008	胸骨上點	坐姿，局部圈選上胸骨處尋找最凹點
9	BA4-009	肚臍點	坐姿，局部圈選肚臍處，尋找最凹點
10	BA4-010	肚臍背後等高點	肚臍背後等高點
11	BA4-011	前胯下點	坐姿矢狀縱剖面的最低點
12	BA4-012	膝上點	膝蓋上方點
13	BA4-013	膝前點	膝蓋前面中間凸點
14	BA4-014	頸下後點	頭部第七頸椎最突出之可觸及點(有貼標記點)
15	BA4-015	左腋下後點	手動選取，坐姿，左腋下的後側
16	BA4-016	右臀凸點	右後臀凸點
17	BA4-017	後胯下點	後面胯下點
18	BA4-018	右側中指跟點	右側手指中指跟點
19	BA4-019	右側座面點	右側座面點
20	BA4-020	右側小腿最寬處	右側小腿最寬處點
21	BA4-021	左側三角肌凸點	左側手臂三角肌凸點
22	BA4-022	左側手肘外最凸點	左側手肘外最凸點
23	BA4-023	腹最凸點	腹部最凸點
24	BA4-024	右大腿與小腿交界凹點	右大腿與小腿交界凹點
25	BA4-025	右腳側與地面接點	手動選取，右腳側與地面接點

## 二、坐姿尺寸計算定義

序號	代碼	名稱	定義	參考 ISO7250-1 2017 新增	參考 ANSURI I 新增	專家討 論後新 增
1	BS1-H-1	坐高	頭頂點至座面的垂直距離			
2	BS1-L-2	肩峰-肘角長	肩峰點和肘角點的直線長度			
3	BS1-SL-3	肩中點-跨下弧(坐姿)	過左肩中點與跨下點的連線平面，與身體前面表面資料相交的弧長			
4	BS1-SL-4	胸骨上點-跨下弧(坐姿)	矢狀軀幹縱剖面，自胸骨上點沿胸、腹至跨下點的表面弧線長度			
5	BS1-SL-5	腰高-跨下弧(坐姿)	矢狀軀幹縱剖面，自肚臍點至跨下點的表面弧線長度			
6	BS1-SL-6	腋下高-跨下弧(坐姿)	矢狀軀幹縱剖面，自右腋下前點至跨下點的表面弧線長度			
7	BS1-SL-7	肩中點-跨下後弧(坐姿)	過左肩中點與跨下點的連線平面，與身體上面表面資料相交的弧長			
8	BS1-SL-8	頸下後點-跨下後弧(坐姿)	坐姿矢狀軀幹縱剖面，自頸下後點高度沿背部至跨下點的表面弧線長度			
9	BS1-SL-9	腋下後點高-跨下後弧(坐姿)	過左腋下後點與跨下點的連線平面，與身體上面表面資料相交的弧長			
10	BS1-SL-10	腰高-跨下後弧(坐姿)	矢狀軀幹縱身剖面，自背部肚臍點等高點至跨下點的表面弧線長度			
11	BS1-H-11	座面到眼高(坐姿)	外眼尖點和座面的直線長度	✓		
12	BS1-H-12	座面到肩高(坐姿)	肩峰點和座面的直線長度	✓		
13	BS1-H-13	座面到肘高(坐姿)	肘角點和座面的直線長度		✓	
14	BS1-H-14	座面到 C7 高(坐姿)	頸下後點和座面的直線長度	✓		
15	BS1-H-15	座高(坐姿)	地面至大腿最細處高度		✓	
16	BS1-H-16	膝上高(坐姿)	右膝蓋上點至地面的垂直高度		✓	
17	BS1-H-17	座面到最高手部握持距	右側手指中指跟點和座面的直線長度		✓	
18	BS1-W-18	水平腿寬(坐姿)	腿部最粗處的寬度	✓		
19	BS1-W-19	水平肘寬(坐姿)	肘部的寬度			✓
20	BS1-W-20	水平臀寬(坐姿)	左大轉子點與右大轉子點的直線距離		✓	
21	BS1-W-21	肩(三角肌)寬	左肩中點至右肩中點的直線距離	✓		
22	BS1-D-22	臀部到膝長(坐姿)	大轉子點至膝蓋上點的直線距離			✓
23	BS1-D-23	腹突厚度	肚臍點至肚臍背後等高點的直線距離	✓		
24	BS1-D-24	腹到臀厚	肚臍點到臀最凸點的直線距離	✓		
25	BS1-D-25	座深	臀最凸點至膝蓋中點的直線距離	✓		

## 附錄五 頭型相關標記點與尺寸定義整理

### 一、頭部相關標記點

序號	代碼	名稱	定義
1	HE-001	頭頂點	頭頂區域最高點
2	HE-002	髮緣中點	手動選取，頭部側面輪廓線，頭髮與臉部的交接線的中間
3	HE-003	眉間點	左右眉毛中間點(可參考頭部側面輪廓線，局部圈選鼻根點上面第一個凸起，尋找最凸點)
4	HE-004	眉間點 B	眉間點往上 1cm 處
5	HE-005	鼻根點	頭部側面輪廓線，選取鼻根處最凹點點
6	HE-006	鼻中點	鼻樑上，鼻根到鼻尖連線中點
7	HE-007	鼻尖點	頭部側面輪廓線，選取鼻尖區域最凸出點
8	HE-008	鼻下點	頭部側面輪廓線，圈選鼻下處最凹點
9	HE-009	唇裂點	頭部側面輪廓線，選取上下嘴唇交接處凹點
10	HE-010	頰前點(下巴點)	頭部側面輪廓線下巴處，選取下巴處前面凸點
11	HE-011	頰下點	頭部側面輪廓線下巴處，選取下巴處下面點
12	HE-012	顎下點	側面輪廓線，下顎處與頸部交接處凹點
13	HE-013	右外眼角點	右眼的外側眼角
14	HE-014	左外眼角點	左眼的外側眼角
15	HE-015	右內眼角點	右眼的內側眼角
16	HE-016	左內眼角點	左眼的內側眼角
17	HE-017	右瞳孔中點	右眼瞳孔中點
18	HE-018	左瞳孔中點	左眼瞳孔中點
19	HE-019	右眼眶下緣點	右眼框的下緣
20	HE-020	左眼眶下緣點	左眼框的下緣
21	HE-021	右鼻翼點	手動選取右側鼻翼與臉部交接處凹點
22	HE-022	左鼻翼點	手動選取左側鼻翼與臉部交接處凹點
23	HE-023	右嘴角點	右嘴角尖點
24	HE-024	左嘴角點	左嘴角尖點
25	HE-025	右顳骨點	手動點選人工標記點
26	HE-026	左顳骨點	手動點選人工標記點
27	HE-027	頭右側最外寬點	頭部正面，右耳上緣點以上最寬點
28	HE-028	頭左側最外寬點	頭部正面，左耳上緣點以上最寬點
29	HE-029	右耳寬點	頭部正面，右耳下點至右耳朵上緣點之間，水平最寬處的最右點
30	HE-030	右耳朵上緣點	頭部正面，圈選右耳朵上緣最高點
31	HE-031	右耳下點	右耳朵最下點
32	HE-032	右下頷角點(右耳下點 3cm)	右耳下點垂直向下區域的顎骨角點
33	HE-033	右耳珠點	右耳朵的耳珠處
34	HE-034	左耳寬點	頭部正面，左耳下點至左耳朵上緣點之間，水平最寬處的最左點
35	HE-035	左耳朵上緣點	頭部正面，圈選左耳朵上緣最高點
36	HE-036	左耳下點	左耳朵最下點
37	HE-037	左下頷角點(左耳下點 3cm)	左耳下點垂直向下區域的顎骨角點
38	HE-038	左耳珠點	左耳朵的耳珠處
39	HE-039	枕骨最凸點	頭部側面輪廓線的最後一點
40	HE-040	枕骨下點	枕骨下凹點處

## 二、頭部尺寸計算定義

序號	代碼	名稱	定義	參考 ISO7250-1 2017 新增	參考 ANSURII 新增	專家討 論後新 增
1	HE1-H-1	頭長	頭頂點至頰下點的垂直高度			
2	HE1-H-2	臉長	髮緣中點至頰下點的垂直高度			
3	HE1-H-3	鼻根-下巴長	鼻根點至頰下點的垂直高度			
4	HE1-H-4	鼻下-下巴長	鼻下點至頰下點的垂直高度			
5	HE1-L-5	鼻長	鼻根點至鼻尖點的長度			
6	HE1-H-6	耳長	右耳朵上緣點至右耳下點的垂直高度			
7	HE1-H-7	耳珠-上耳長	右耳朵上緣點至右耳珠點的垂直高度			
8	HE1-H-8	鼻根-鼻下長	鼻根點至鼻下點的垂直高度			
9	HE1-W-9	頭寬	頭部正面輪廓線，頭最寬高度處的頭部寬度			
10	HE1-W-10	兩耳寬	耳寬點和耳寬點的水平距離			
11	HE1-W-11	兩耳珠寬	耳珠點和耳珠點的水平距離			
12	HE1-W-12	兩眼外角寬	外眼角點和外眼角點的水平距離			
13	HE1-W-13	兩眼內角寬	內眼角點和內眼角點的水平距離			
14	HE1-W-14	額寬	眉間點高點的水平剖面線的前 10% 處的寬度			
15	HE1-W-15	鼻寬	鼻寬點和鼻寬點的水平距離			
16	HE1-W-16	嘴寬	嘴寬點和嘴寬點的水平距離			
17	HE1-W-17	兩下顎寬	右下顎角點和左下顎角點的水平寬度			
18	HE1-W-18	兩顳骨寬	右顳骨點和左顳骨點的水平距離			
19	HE1-D-19	頭深	頭部側面輪廓線，經過眉間點的水平頭長			
20	HE1-D-20	眼尖深	頭部側面輪廓線，右外眼角點至頭最後點的深度距離			
21	HE1-D-21	額深	頭部側面輪廓線，眉間點到頭最後點的水平距離			
22	HE1-D-22	鼻尖點頭深	頭部側面輪廓線，經過鼻尖點的水平頭長			
23	HE1-Cir-23	頭圍	過眉間點的水平頭圍			
24	HE1-Cir-24	鼻根點頭圍	過鼻根點的水平頭圍。			
25	HE1-Cir-25	鼻中點頭圍	過鼻中點的水平頭圍。			
26	HE1-Cir-26	鼻尖點頭圍	過鼻尖點的水平頭圍。			
27	HE1-Arc-27	髮際-耳珠弧	經過右耳珠點到前髮際線點接到左耳珠點之表面弧長			
28	HE1-Arc-28	眉間-耳珠弧	經過右耳珠點到眉間點接到左耳珠點之表面弧長			
29	HE1-Arc-29	下巴-耳珠弧	經過右耳珠點到頰下點接到左耳珠點之表面弧長			
30	HE1-Arc-30	耳珠-枕點弧	經過右耳珠點到枕骨點接到左耳珠點之表面弧長			

序號	代碼	名稱	定義	參考 ISO7250-1 2017 新增	參考 ANSURII 新增	專家討 論後新 增
31	HEI-Arc-31	耳珠-鼻下弧	經過右耳珠點到鼻下點接到左耳珠點之表面弧長			
32	HEI-Arc-32	耳珠-顎下線弧	經過右耳珠點到顎下點接到左耳珠點之表面弧長			
33	HEI-H-33	右耳珠到頭頂高	右耳珠點到頭頂點垂直高			✓
34	HEI-H-34	左耳珠到頭頂高	左耳珠點到頭頂點垂直高			✓
35	HEI-H-35	右眼角到頭頂高	右外眼角點到頭頂點垂直高			✓
36	HEI-H-36	左眼角到頭頂高	左外眼角點到頭頂點垂直高			✓
37	HEI-H-37	唇裂點到頭頂高	唇裂點到頭頂點垂直高			✓
38	HEI-L-38	形態學上臉長	鼻根點到頰下點連線長			✓
39	HEI-D-39	頭深 2	眉間點到頭最後點直線距離		✓	
40	HEI-D-40	右眼角深	右外眼角點到頭後點深			✓
41	HEI-D-41	左眼角深	左外眼角點到頭後點深			✓
42	HEI-D-42	唇裂深	唇裂點到頭後點深			✓
43	HEI-D-43	右耳珠深	右耳珠點到頭後點深			✓
44	HEI-D-44	左耳珠深	左耳珠點到頭後點深			✓
45	HEI-Arc-45	頭部矢狀面弧	頭部側面輪廓線，由眉間點經頭頂點到枕下點之表面長			✓
46	HEI-Arc-46	頭頂-耳珠弧	經過右耳珠點到頭頂點接到左耳珠點之表面弧長			✓
47	HEI-H-47	鼻高	鼻根到鼻下點高			✓
48	HEI-L-48	瞳孔間距	左右瞳孔點間距		✓	

## 附錄六 手型相關標記點與尺寸定義整理

### 一、手型相關標記點

序號	代碼	名稱	定義
1	HA-001	尺骨莖凸點(掌)	通過右手腕小指側尺骨凸出點的腕部最右點
2	HA-002	腕寬中點(掌)	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，二直線交點
3	HA-003	姆指根中點(掌)	手心朝上，點選姆指指根節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點
4	HA-004	食指根中點(掌)	手心朝上，點選食指指根節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點
5	HA-005	中指根中點(掌)	手心朝上，點選中指指根節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點
6	HA-006	無名指根中點(掌)	手心朝上，點選無名指指根節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點
7	HA-007	小指根中點(掌)	手心朝上，點選小指指根節紋的中間，垂直此點做一直線相交於表面資料的兩點，此兩點的中點
8	HA-008	姆指第 1 指節點(背)	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
9	HA-009	食指第 1 指節點(背)	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
10	HA-010	中指第 1 指節點(背)	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
11	HA-011	無名指第 1 指節點(背)	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
12	HA-012	小指第 1 指節點(背)	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
13	HA-013	姆指第 2 指節點(背)	手背朝上，點選姆指第 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
14	HA-014	食指第 2 指節點(背)	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
15	HA-015	中指第 2 指節點(背)	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
16	HA-016	無名指第 2 指節點(背)	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
17	HA-017	小指第 2 指節點(背)	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
18	HA-018	姆指指尖點	手背朝上，局部圈選姆指指尖處尋找最凸點
19	HA-019	食指尖點	手背朝上，局部圈選食指尖處尋找最凸點
20	HA-020	中指尖點	手背朝上，局部圈選中指尖處，尋找最凸點
21	HA-021	無名指指尖點	手背朝上，局部圈選無名指指尖處，尋找最凸點
22	HA-022	小指指尖點	手背朝上，局部圈選小指指尖處，尋找最凸點
23	HA-023	掌厚點(掌)	手心朝上，中指掌骨與中指指骨的關節處
24	HA-024	虎口點(掌)	手心朝上，局部圈選虎口處尋找曲率最大點
25	HA-025	姆指第 1 指節點(掌)	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
26	HA-026	食指第 1 指節點(掌)	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

序號	代碼	名稱	定義
27	HA-027	中指第 1 指節點(掌)	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
28	HA-028	無名指第 1 指節點(掌)	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
29	HA-029	小指第 1 指節點(掌)	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
30	HA-030	拇指第 2 指節點(掌)	手心朝上，點選拇指第 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
31	HA-031	食指第 2 指節點(掌)	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
32	HA-032	中指第 2 指節點(掌)	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
33	HA-033	無名指第 2 指節點(掌)	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
34	HA-034	小指第 2 指節點(掌)	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
35	HA-035	拇指側凸點	拇指側第二節指節根部外側凸點
36	HA-036	食指側凸點	食指側第三節指節根部外側凸點
37	HA-037	小指側凸點	小指側第三節指節根部外側凸點

## 二、手型尺寸計算定義

序號	代碼	名稱	定義	參考 ISO7250- 1 2017 新 增	參考 ANSURII 新增	專家討 論後新 增
1	HA1-L-1	手掌長	中指尖點至腕寬中點的長度			
2	HA1-L-2	掌長	中指根點至腕寬中點的長度			
3	HA1-L-3	食指虎口長	食指尖點至虎口點，在中指尖點至中指根點的連線方向長度			
4	HA1-L-4	虎口長	中指根中點至虎口點，在中指尖點至中指根中點的連線方向上的長度			
5	HA1-L-5	姆指指長	姆指指尖點與姆指根中點的直線距離			
6	HA1-L-6	食指指長	食指指尖點與食指根中點的直線距離			
7	HA1-L-7	中指指長	中指指尖點與中指根中點的直線距離			✓
8	HA1-L-8	無名指指長	無名指指尖點與無名指根中點的直線距離			
9	HA1-L-9	小指指長	小指指尖點與小指根中點的直線距離			
10	HA1-W-10	手寬(蹠骨處)	食指根與小指根的手部寬度			✓
11	HA1-W-11	手寬(含姆指)	過姆指根的水平距離	✓		
12	HA1-W-12	腕寬	過尺骨莖突點的腕部寬度			
13	HA1-D-13	手厚	掌厚點的手厚			
14	HA1-D-14	姆指第 1 指節厚度	過姆指第 1 指節點的垂直直線相交於表面資料的 2 點的直線距離			
15	HA1-D-15	食指第 1 指節厚度	過食指第 1 指節點的垂直直線相交於表面資料的 2 點的直線距離			
16	HA1-D-16	中指第 1 指節厚度	過中指第 1 指節點的垂直直線相交於表面資料的 2 點的直線距離			
17	HA1-D-17	無名指第 1 指節厚度	過無名指第 1 指節點的垂直直線相交於表面資料的 2 點的線距離			
18	HA1-D-18	小指第 1 指節厚度	過小指第 1 指節點的垂直直線相交於表面資料的 2 點的直線距離			
19	HA1-D-19	姆指第 2 指節厚度	過姆指第 2 指節點的垂直直線相交於表面資料的 2 點的直線距離			
20	HE1-D-20	食指第 2 指節厚度	過食指第 2 指節點的垂直直線相交於表面資料的 2 點的直線距離			
21	HE1-D-21	中指第 2 指節厚度	過中指第 2 指節點的垂直直線			

序號	代碼	名稱	定義	參考 ISO7250- 1 2017 新 增	參考 ANSURII 新增	專家討 論後新 增
			相交於表面資料的 2 點的直線 距離			
22	HE1-D-22	無名指第 2 指節厚 度	過無名指第 2 指節點的垂直直 線相交於表面資料的 2 點的線 距離			
23	HE1-D-23	小指第 2 指節厚度	過小指第 2 指節點的垂直直線 相交於表面資料的 2 點的直線 距離			
24	HE1-Cir-24	腕圍	過尺骨莖突點與橈骨莖突點的 水平腕圍	✓		

## 附錄七 腳型相關標記點與尺寸定義整理

### 一、腳部相關標記點

序號	代碼	名稱	定義
1	FT-001	外踝點	選取外踝處最凸點
2	FT-002	腳大姆趾掌骨凸點	選取腳大姆趾腳掌處，尋找 X 軸方向最凸點
3	FT-003	腳小趾掌骨凸點	選取腳小趾腳掌處，尋找 X 軸方向最凸點
4	FT-004	內踝點	選取內踝處最凸點
5	FT-005	腳部最前端點	腳指處，尋找 Y 軸方向，向上最凸點
6	FT-006	腳根後點	腳跟處，尋找 Y 軸方向，向下最凸點
7	FT-007	足背點(腿與腳背交點)	參考腳部側面輪廓，尋找小腿和腳背交界處交點
8	FT-008	腳大姆趾根最凹點	參考腳部側面輪廓，選取腳大姆趾根處附近最凹點
9	FT-009	腳跟最凸點	參考腳部側面輪廓，尋找腳跟 Y 軸最凸處與腳底面之交點
10	FT-010	足弓點	舟狀骨點
11	FT-011	足弓底面凹點(最深點)	足底平面上 1mm 剖面線輔助，選取足弓內凹最深點
12	FT-012	內側足跟踵點	足底剖面在腳後跟處之內側最凸點
13	FT-013	外側足跟踵點	足底剖面在腳後跟處之外側最凸點
14	FT-014	腳大姆趾側面凸點	選取腳大姆趾側面處，尋找 X 軸方向最凸點
15	FT-015	腳小趾側面凸點	選取腳小趾側面處，尋找 X 軸方向最凸點
16	FT-016	腳底面點	腳跟底面點

## 二、腳型尺寸計算定義

序號	代碼	名稱	定義	參考 ISO7250- 1 2017 新 增	參考 ANSURII 新增	專家討 論後新 增
1	FT1-D-1	外踝高	外踝點至腳底面點的垂直高度			
2	FT1-D-2	內踝高	內踝點至腳底面點的垂直高度			
3	FT1-L-3	腳長	腳部最前端點到腳根後點之垂直投影長			
4	FT1-W-4	踝寬	腳部正面，內踝點和外踝點的水平距離			
5	FT1-W-5	腳寬	腳部正面，腳大姆趾掌骨凸點和腳小趾掌骨凸點的左右水平距離			
6	FT1-D-6	腳掌最大厚度	腳背點至腳底面點垂直高度			
7	FT1-D-7	腳掌最小厚度	腳姆指根最凹點至腳底面點垂直高度			
8	FT1-Cir-8	踝圍	過內踝點和外踝點的踝圍			
9	FT1-Cir-9	腳前圍(腳寬)	過腳大姆趾掌骨凸點和腳小趾掌骨凸點的腳圍長			
10	FT1-Cir-10	腳圍	過腳背點的垂直腳掌圍			
11	FT1-Cir-11	踝跟圍	過腳背點與腳跟最凸點的腳圍			
12	FT1-W-12	踵寬(足跟寬)	左側足跟踵點到右側足跟踵點的左右水平距離		✓	
13	FT1-H-13	內折線長	腳部正面，腳大姆趾掌骨凸點到腳根後點之垂直投影長		✓	
14	FT1-H-14	外折線長	腳部正面，腳小趾掌骨凸點到腳根後點之垂直投影長			✓
15	FT1-D-15	足弓高	足弓點到腳底面點的垂直高度			✓
16	FT1-MH-18	足弓深	足弓深點到腳大姆趾掌骨凸點與內側足跟踵點連線的垂直距離			✓
17	FT1-L-17	足弓長	腳大姆趾掌骨凸點到內側足跟踵點連線的直線距離			✓
18	FT1-A-18	拇指內踝-拇指足跟夾角	腳部正面，大姆趾側邊凸點到腳大姆趾掌骨凸點連線與腳大姆趾掌骨凸點到內側足跟踵點連線的兩連線向量夾角			✓
19	FT1-A-19	小指外踝-小指足跟夾角	腳部正面，小趾側邊凸點到小趾掌骨凸點連線與小趾掌骨凸點到外側足跟踵點連線的兩連線向量夾角			✓

## 附錄八 2D 尺寸與 3D 尺寸定義整理

### 一、2D 尺寸項目與定義

序號	代碼	名稱	定義
1	Head_SA	頭部表面積	頭部的表面積
2	Neck_SA	頸部表面積	頸部的表面積
3	Trunk_SA	軀幹表面積	軀幹的表面積
4	Right_UArm_SA	右上臂表面積	右上臂的表面積
5	Right_LArm_SA	左上臂表面積	左上臂的表面積
6	Right_Hand_SA	右下臂表面積	右下臂的表面積
7	Right_ULeg_SA	左下臂表面積	左下臂的表面積
8	Right_LLeg_SA	右手掌表面積	右手掌的表面積
9	Right_Foot_SA	左手掌表面積	左手掌的表面積
10	Left_UArm_SA	右大腿表面積	右大腿的表面積
11	Left_LArm_SA	左大腿表面積	左大腿的表面積
12	Left_Hand_SA	右小腿表面積	右小腿的表面積
13	Left_ULeg_SA	左小腿表面積	左小腿的表面積
14	Left_LLeg_SA	右腳掌表面積	右腳掌的表面積
15	Left_Foot_SA	左腳掌表面積	左腳掌的表面積
16	Total_SA	全身表面積	全身的表面積

### 二、3D 尺寸項目與定義

序號	代碼	名稱	定義
1	Head_VOL	頭部體積	頭部的體積
2	Neck_VOL	頸部體積	頸部的體積
3	Trunk_VOL	軀幹體積	軀幹的體積
4	Right_UArm_VOL	右上臂體積	右上臂的體積
5	Right_LArm_VOL	左上臂體積	左上臂的體積
6	Right_Hand_VOL	右下臂體積	右下臂的體積
7	Right_ULeg_VOL	左下臂體積	左下臂的體積
8	Right_LLeg_VOL	右手掌體積	右手掌的體積
9	Right_Foot_VOL	左手掌體積	左手掌的體積
10	Left_UArm_VOL	右大腿體積	右大腿的體積
11	Left_LArm_VOL	左大腿體積	左大腿的體積
12	Left_Hand_VOL	右小腿體積	右小腿的體積
13	Left_ULeg_VOL	左小腿體積	左小腿的體積
14	Left_LLeg_VOL	右腳掌體積	右腳掌的體積
15	Left_Foot_VOL	左腳掌體積	左腳掌的體積
16	Total_VOL	全身體積	全身的體積

## 附錄九 中英索引表

英文名 (縮寫)	中文名
A Body Shape Index (ABSI)	體型指標
Body Mass Index (BMI)	身體質量指數
China National Institute of Standardization (CNIS)	中國國家標準化研究院
Civilian American and European Surface Anthropometry Resource (CAESAR)	跨國際人體計測資料庫 CAESAR 計畫
Faro Arm	三度空間量測儀
Fatigue Recovery Analysis	疲勞恢復分析
France Survey	法國人體計測調查
GB-10000-88	標準中國成年人人體尺寸資料庫
Hair Thickness Offset (HTO)	髮際厚度修正方法
International Organization for Standardization (ISO)	國際標準組織
ISO 7250	人體計測量測方法規範
ISO 8559	計測資料庫建置規範
ISO 13857	防護裝置的安全距離
ISO 14121	機械安全規範
ISO 20685	人體測量數據庫 3-D 掃描方法
Low Back Spinal Force Analysis	下背負荷分析
Metabolic Energy Expenditure	人體能量(氧消耗量)消耗分析
Manual Handling Limits	人工物料搬運極限
MIL-STD-1472D	美國國防部用於軍事系統、裝備和設施的設計和開發人因標準
MS ISO 7250	馬來西亞量測尺寸標準
National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES)	美國國家健康營養調查
NIOSH Lifting Analysis	NIOSH 物料搬運與下背負荷分析
Ovako Working Posture Analysis (OWAS)	Ovako 不良工作姿勢分析
Predetermined Time Analysis	作業工時計算
Rapid Upper Limb Assessment	上肢負荷分析
Research Institute of Human Engineering for Quality Life (HQL)	日本財團法人人間生活工學研究中心
Society of Automotive Engineers International (SAE International)	國際自動工程學會
SAE J1517	駛乘坐空間設計標準
SAE J826	制器與操作空間規劃設計標準
SAE J833	美國汽車工程師學會
Semiconductor Equipment and Materials International (SEMI)	國際半導體產業學會

SEMI S8-0705E	半導體製造設備人因工程之安全基準
Shape Descriptor	體型特徵描述指標
Size Germany	德國人體計測調查
Size ITALY	義大利人體計測調查
Size-JPN	日本人體計測調查
Size Korea	韓國人體計測調查
Size Thailand	泰國人體計測調查
Size UK	英國人體計測調查
Size USA	美國人體計測調查
Spanish Surveys	西班牙人體計測調查
Static Strength Prediction	靜態肌力預測分析
The Anthropometric Survey of US Army Personnel (ANSUR)	美國軍人人體計測資料庫
The mean of absolute differences (MAD)	平均絕對差異
The ratio of waist to thigh (WTR)	腰圍和大腿圍的比
Volumetric Model	容積模型
Voxel	單位體積之像素
Waist-hip Ratio (WHR)	腰寬圍比
Waist-to-height Ratio (WHtR)	腰圍與高比

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. 1 = Investigation of labor anthropometry database in Taiwan 1 / 杜珮君, 李永輝研究主持. -- 1 版. -- 新北市 : 勞動部勞動及職業安全衛生研究所, 民 111.05  
面 ; 公分  
ISBN 978-626-7125-16-8(平裝)

1.CST: 勞工衛生

412.53

111003035

我國勞工人體計測調查研究 1

著(編、譯)者: 杜珮君、李永輝

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 111 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/static-page/page-01#content>
- 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: 1011100383

ISBN: 978-626-7125-16-8





## 勞動部勞動及職業安全衛生研究所

INSTITUTE OF LABOR, OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, MINISTRY OF LABOR

221新北市汐止區  
橫科路407巷99號  
TEL 02-26607600  
FAX 02-26607732



[www.ilosh.gov.tw](http://www.ilosh.gov.tw)

ISBN 978-626-7125-16-8  
00600



GPN : 1011100383 定價:新台幣600元