

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

建立半面體呼吸面罩 3D 尺碼資料庫之研究 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 98-2221-E-343-003-
執行期間：98年08月01日至99年07月31日
執行單位：南華大學資訊管理學系

計畫主持人：李翔詣

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 99 年 10 月 25 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

建立半面體呼吸面罩 3D 尺碼資料庫之研究

The study on establishing the half-face mask 3D sizing database

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 98-2221-E-343-003

執行期間： 98 年 08 月 01 日至 99 年 07 月 31 日

計畫主持人：李翔詣

共同主持人：

計畫參與人員：鍾佳燕，陳怡伶，李政洋

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：南華大學資訊管理學系

中 華 民 國 九 十 九 年 七 月 三 十 一 日

建立半面體呼吸面罩 3D 尺碼資料庫之研究

The study on establishing the half-face mask 3D sizing database

計畫編號：NSC 98-2221-E-343-003

執行期限：98年08月01日至99年07月31日

主持人：李翔詣 南華大學資訊管理學系

計畫參與人員：鍾佳燕，陳怡伶，李政洋 南華大學資訊管理學系

一、中文摘要

本研究的目的是建構一個可以動態分群的3D尺碼資料庫以提升面罩的密合度，並使的廠商可以依照需求來進行分群以利計劃生產。本研究分別選取鼻根點，顴骨與鼻根點的中點，顴骨到下頷點的中點與下頷點四個臉部位於面罩緣輪廓線上的標記點來進行二個深度與一個長度分析。其中顴骨與鼻根點的中點與顴骨到下頷點的中點為顴骨部與臉頰部深度代表點，做為密合度的依據。鼻樑部點到下頷點直線距離則為下臉長，作為面罩長的參考值。本研究採用兩階段的分群方法。首先利用顴骨區的深度值將樣本分群。分群的指標為反應罩緣材質的變形程度的數值。接著檢驗每一群內的臉頰區深度範圍與下臉長範圍是否符合分群指標，再決定是否進一步依超過的尺寸進行分群，直到群內的三個尺寸範圍都在預設值內為止。再選出群內下臉長最短的樣本人作為代表人，擷取其臉部罩緣曲線3D資料作為面罩製造的基準以確保該尺碼面的面罩對於群內每一個人都可以提供足夠的密合度。結果顯示，顴骨區與臉頰區的深度範圍均為43.5 mm，而下臉長的範圍為75.2 mm，利用這些資料共建構出9個分群。同時使用者可依面罩材質彈性設定深度範圍來建構尺碼分群並依據各群組的代表罩緣曲線進行實際生產。

關鍵詞：半面體呼吸面罩，氣密性，尺碼資料庫，3D 人體計測

Abstract

The purpose of this study is to establish an adaptive sizing database for half-face mask. Mask contour must fit the complicated human face to have better fitting. Therefore, this study intends to establish a database based on the face length and the depth of contour. Four markers are selected from the data contours. They are nasion, mid point between nasion and zygomatic, mid point between zygomatic and menton, and menton. The two mid points are used to represent the depth of zygomatic area and cheek area respectively. The distance from nasion to menton is defined as face length. Two phase sizing is adapted in this study. The depth of zygomatic area is used as sizing parameter first. A criterion that reflects the mask material deformity is used. The cheek area depth and facial length are used to check if the range is larger than the defined criteria of fitness. They are used as sizing parameter in the second phase sizing if necessary. The result indicates that the depth range of zygomatic area and cheek area are both 43.5 mm. The face length range is 75.2 mm. Nine sizes are constructed based on these three parameters.

Keywords: Half mask, air tightness, sizing database, 3D anthropometry

二、緣由與目的

密合度是呼吸面罩防護能力的關鍵因素，高度密合度的呼吸面罩才能讓空氣只經由濾材通過，達到過濾的效果。而密合度又與人臉部形狀息息相關。由於人臉是一個複雜的曲面，呼吸面罩如何能夠與人臉曲面充份的密合，成為提高密合度的關鍵因素。然而，基於成本的考量，市售面罩無法依使用者的臉型量身訂製。因此，如何利用 3D 的立體頭型資料來建構呼吸面罩尺碼資料庫提供製造商作為生產的參考成為一個重要的課題。

呼吸面罩的使用目的在於保障使用者在有害物質濃度過高的環境中工作，防止有害物質隨著人們的呼吸經由口鼻進入人體(NIOSH 網站)。對於在職業衛生與公共衛生的人員而言，呼吸面罩屬於第一線的個人防護具，扮演非常重要的角色。同時，隨著近年來公共衛生觀念的普及，呼吸面罩的使用率有逐漸增加的趨勢。然而，氣密性不佳的呼吸面罩，反而容易帶來負面的效果。若使用者誤認為配戴呼吸面罩已經提供足夠的保護，因而放心在有害物質濃度過高的環境工作，反而有害健康。尤其是最普遍使用的半面體呼吸面罩，由於覆蓋約半個臉部，接觸的臉部曲面最為複雜，氣密性效果最差。勞工安全衛生研究所的研究顯示，大家熟知的 N95 拋棄式半面體呼吸面罩，也就是俗稱的口罩，儘管其所配置的過濾材過濾效果達 95%，但若將洩漏的因素考慮進去，有效過濾效果僅為 80% (勞工安全衛生研究所網站)，可見氣密性問題的嚴重。而半面體呼吸面罩因為輕便，成為使用上最普及的呼吸面罩，SARS 期間更由 WHO 建議使用。而為了普及使用並保有有效密合度，製造商必須在尺碼分群數目與生產成本上做一取捨。因此必須有一套提供臉部區面資料的動態尺碼資料庫供廠商參考，也就是讓製造商可以依據所擁有的材料性質自行決定產品的尺碼，並針對目標客群來生產。因此，有必要利用 3D 臉型資料來建立一個可以提供較佳密合度並提供廠

商尺碼分群選項的尺碼資料庫。

呼吸面罩氣密性不佳的關鍵在於臉部曲線與罩緣曲線能否完全符合。傳統利用 1D 尺寸來建構的面罩實在很難符合 3D 的曲面。由於人體的顏部輪廓本來就是一個複雜的 3D 曲線，而呼吸面罩的罩緣要變形到能完全符合這些曲面的變化達到完全密合其實是非常困難的。由於過去並沒有 3D 頭部的資料，現今市售的面罩罩緣幾乎都只是一個簡單的弧線而已，根本無法吻合人體的臉部曲線。Oestentad (1990)所做的研究顯示，配戴呼吸面罩時有多達 89%的洩漏發生在鼻樑以及下頷的部分。造成這些洩漏的主要原因是因為骨骼的地方較堅硬，相較於臉頰而言不容易隨著罩緣的擠壓變形。此外，人體表面也會因為肌肉的變形或是關節的活動產生變化，使得呼吸面罩與臉部的密合度產生改變。

另一方面，即使有了 3D 的臉型資料，在商業的考量上也無法逐一替每一個使用者量身訂做完全符合的面罩，因此必須利用分群的方法將型態近似的使用者進行分群。在差異不大的情形下，讓同一群的使用者使用同一尺碼的面罩，利用面罩材質的變形量使面罩與使用者臉型達到一定的密合度。

理論上，分群組數越多，密合度就能越高。但是就實際的應用而言，未必有較佳的效果。主要的原因在於，較多的分群組數，通常代表使用了較多的分群參數，例如：臉長、臉寬、下臉長等數個 1D 尺寸。面對眾多的群組就必須量取多個尺寸，所以，便會造成使用者在選擇呼吸面罩上的困擾。同時，過多的群組也會造成製造商在生產時的困擾，再加上極端群組的使用人數不多，容易造成銷售商的存貨累積，影響到製造商與銷售商進行生產及進貨的意願，使用者反而無法買到適合自己使用的呼吸面罩。

實際上的問題是，由於缺乏 3D 臉型資料，過去國人所使用的呼吸面罩大多是用一些臉部 1D 或 2D 尺寸，如臉長及臉寬的平均值，作為設計與分群的依據(楊宜學，2003)，再據

此畫分成幾個簡單的尺碼，像是 S、M 及 L，再予以量產。也就是說，當兩個人的臉長及臉寬都相同時，使用同一種尺碼的呼吸面罩。

然而這樣的分群並不能保障被分為同一群組的使用者具有相似的臉部曲面。假設同一群組中的兩個人，其中一人的顴骨較高或是臉頰較有肉，最後卻跟另一人使用相同的呼吸面罩，我們把其中一個人在顴骨處與嘴裂點處各切兩條剖面線，套至另一個人臉上，就可以發現可能存在著很大的空隙，這樣一定會產生洩漏的現象。這再次顯示使用 1D 及 2D 尺寸已經不敷使用，無法滿足呼吸面罩設計的需求。

因此，有必要針對現有的 3D 顏面資料，依據半面體面罩的特性，建立出一套能夠提供高度密合度的尺碼資料庫。

三、文獻探討

呼吸面罩的密合度一直是學者努力克服的問題，影響密合度的因素大致可分為：呼吸面罩的種類與設計、臉部曲面的形狀與分群參數的選擇。呼吸面罩的種類與設計決定與臉部曲面接觸的曲面，而分群參數則決定了群組間的差異，也影響了同一群組使用同一呼吸面罩的密合度。同時臉部 3D 資料使得詳細的深度分析可行，而差異比較的方式則決定了關鍵差異能否突顯出來。以下將分別針對這幾點進行探討。

呼吸面罩依照包覆臉部或頭部的程度，可以分為半面體，全面體與頭罩等三類。其中，半面體又依使用次數限制分為拋棄式與非拋棄式兩種。一般來說，半面體由主要覆蓋住臉部的口鼻處，屬於較輕便的呼吸面罩。過濾材通常置於面體特定位置，平常必須保養清潔面體，定期更換濾材。至於拋棄型的半面體面罩，整個面體幾乎由過濾材質所組成，體積通常更小，重量也更輕，再加上不用後續維護清潔，普及率有上升趨勢。

全面體則從額頭開始至下頷覆蓋住整個臉部，由於面積較大，一般僅將濾材安裝於特

定位置，並未擴及全面體。頭罩則直接罩住整個頭部。由於沒有與臉部或頭部接觸，頭罩的氣密性問題主要在於供氣管路連接處的密合度，因此不在本研究討論範圍。相反的，半面體與全面體都與臉部有接觸，氣密性的問題就會發生在罩緣與臉部接觸的地方，全面罩由於經過臉部外緣，曲線變化不大，洩漏的問題較不嚴重。半面體則恰好相反，其罩緣必須與鼻樑與顴骨附近的臉部緊密結合，由於曲面變化非常劇烈，完全密合的困難度非常高。

半面體呼吸面罩罩緣所涵蓋的臉部區塊大致可以區分為鼻樑，顴骨，臉頰與下頷四個區塊。其中鼻樑幾乎僅由皮膚包覆，彈性空間最小，對於密合度的要求最高。顴骨部分則有眼輪匝肌或是上唇提肌提供部分變形空間。臉頰部分則可能經過頰脂肪墊，頰肌等多條肌肉，變形空間最大。至於下頷則有頰肌提供略微的變形空間。

在過去，由於缺乏 3D 臉部資料，學者必須使用各個臉部 1D 尺寸來預測密合度幫助使用者挑選適合的呼吸面罩。因此，呼吸面罩的選擇方式為根據使用者的臉型尺寸來挑選一最適合之呼吸面罩。美國 NIOSH 在 1974 年委託 LASL (Los Alamos Scientific Laboratory of the university of California) 進行為勞工訂定挑選呼吸面罩時的臉部尺寸選取依據的研究。報告指出，在全面體呼吸面罩方面是採用臉長與臉寬這兩個尺寸來作為面罩挑選依據，在半面體呼吸面罩部分是採用臉長與嘴長兩個尺寸作為依據。根據這些尺寸來挑選最適合的呼吸面罩，再去檢測是否有洩漏之處。而這些臉部尺寸是以傳統 1D 的量測方式來取得。

為了掌握面罩密合度與臉部尺寸個關係，學者進行了許多的研究。Oestentad 等人於 1990 年利用螢光物質來偵測配戴半面體後於臉部的洩漏位置，發現有 89% 的洩漏產生於鼻子或是下頷處，其中又有 73% 為狹縫型洩漏，也就是因為臉部的輪廓形狀所產生的細縫。

Oestentad 及 Perkins 於 1992 年利用光散設法偵測螢光物質已決定密合係數(Fit Factor, FF), 將受測者分為三個子群體, 發現兩眼角寬、鼻高、臉長、下臉長這四個臉部尺寸與密合係數有關, 而下臉長是唯一一個在三個子群體中都是顯著影響密合度之尺寸。研究結果也認為臉部尺寸可以適度的預測密合係數, 其中最好的尺寸就是下臉長。

陳萬春等人於 1999 年進行定量密合度試驗, 用馬丁尺量測臉長、臉寬、嘴長、鼻長四個脸部尺寸, 每個受測者同時進行三種大小面體的試驗, 研究結果顯示臉型對密合度係數有所影響, 量測所得之密合度係數成對數常態分佈, 臉型尺寸影響密合度係數都有一定的趨勢。以單一尺寸來看, 主要考慮下臉長對密合度係數之影響為最大; 若要考慮兩種臉型尺寸影響密合度係數大小, 則應考量臉長、嘴寬的關係。

從以上諸多學者所做的研究中, 可以發現市面上所發售的呼吸面罩仍舊有很多的洩漏問題, 密合度與脸部尺寸的關係仍不明確。這些都是因為目前的呼吸面罩在設計時, 並未依照 3D 臉型來設計, 就像以上所提到的許多學者, 大多也都是以 1D、2D 的臉型尺寸來討論呼吸面罩的設計問題。因為我們人體的臉型是一個非常複雜的 3D 曲線, 若只單單考慮臉型 1D 或 2D 尺寸, 忽略空間中曲面的變化, 想當然就會發生嚴重的洩漏情形。因此, 更需要運用 3D 的掃描技術, 針對臉型 3D 曲面分析來設計密合度更高的呼吸面罩。

進一步來看, 人的臉型既然是一非常複雜之曲面, 若要以單一尺碼去符合所有的使用者, 不只是設計上會有所困難, 面罩的配戴上也會造成極大的不舒適感。因此, 通常會在將群體分成若干個群體, 針對每個群體各自的需求去設計最符合該群體的尺寸。尺碼分群是由樣本的離散程度進行分析, 再依照設計上所允許的寬放以及廠商的生產效益來做評估, 以決定最後的分群個數。在尺碼分群之前必須先訂定分群參數。

由於資料的限制, 過去有很多研究在做呼吸面罩的尺碼分群時, 大多以 1D 尺寸作為選用參數, 例如: 臉長、嘴寬、臉寬、臉深等等, 以不超過 4 個較適當, 過多則不易使用。運用以上這些參數將受測者分群。

美國 NIOSH 以臉長、臉寬作為全面體呼吸面罩的分類參數; 以臉長、嘴寬作為半面體呼吸面罩的分類參數。半面罩方面, 則以相同方法取得嘴寬範圍為 35mm~61mm, 臉長依舊以 10mm 為一區間, 嘴寬則以 9mm 為一區間, 可得到 12 組不同的臉型組合, 去除極端值後得到 10 個族群, 共囊括 95% 的樣本人。美國 NIOSH 是以檢測呼吸面罩為目的所進行的分類, 雖然將面罩依照臉型尺寸分成 10 類, 但是其在做檢測時只針對單一尺碼來做檢測, 以瞭解此單一尺碼是否能適用於大多數樣本人的臉型。

然而, 前述的研究結果已經指出, 僅用 1D 的尺寸未能有效的得到分群的結果, 必須參考 3D 型態的比較來進行分群。要能比較 3D 的型態差異, 須參考到型態差異的分析方法。這些分析比較方法, 是運用一些數學運算方法, 將各群體內之樣本人臉型間差異予以量化, 用來做決選樣本人的依據。大致上一般常用的差異性比較法可分為兩類, 一為『直接比較法』(Direct Method), 即直接比較空間中尺寸的差異, 此差異可以直接相加、平方和法或是將不同區位差異以不同權重加總。例如臉型尺寸中, 鼻子或臉頰部分的區位元在設計呼吸面罩時佔有比較顯著的影響, 就給予其比較大的權重。另外一種方法為『有限單元法』(Finite element method), 此方法是比較兩相對應比較體之間相對應特徵點之差距, 並加總以作為兩曲面之間的總值差異值。美國 Ratnaparkhi 等人的研究中, 採用有限單元法做頭型差異比較的分析, 以鼻尖點作為比較的起始點, 每隔 5° 取一點, 每個剖面 360° 可以取 72 個相對應點的差距。

除此之外, 進一步的方法也持續在發展中, 如小波(Wavelet)、模糊理論(Fuzzy), 以及

自由型態變形理論(Free Form Deformation)。其中以自由型態變形理論較能應用於型態差異比較，當要計算型態上的差異時，將物體上的網格控制點拉動調整，直到物體的型態與要比較的物體相同。但是有時候控制點的變形無法直接對應到物體欲變形的尺寸上，或是網格控制點拉動很多，但型態上卻沒有相同程度的改變，會造成計算上的誤差。

此外，在許家榮(2002)所做的研究中，運用不同受測者所得到的呼吸面罩罩緣曲線，比較這些曲線彼此間形成的面積差異，找出與所有人的面積差異總合最小的作為樣本人。相對於前面所提到的方法，這樣的方法比較直接，因此本研究將承襲這樣的觀念進行差異比較。

四、研究方法

本研究的目的是為運用國人 3D 頭型資料，找出更高密合度之呼吸面罩罩緣曲線並建立半面體呼吸面罩的尺碼資料庫。本研究首先利用前述提到的面罩罩緣輪廓定義標標記點，針對臉部資料點選出標記點進行深度的計算。考慮到半面體的覆蓋範圍，本研究選定顴骨區域與臉頰區域作為深度的比較參考。因為顴骨區域由主要骨頭組成，變形程度較小，而臉頰區由肌肉組成，變形程度大。若能滿足這兩個區域的變化，應該可以提供一定程度的氣密性。為。另一方面，面罩的長度無法變化，但卻會影響到鼻子與口部的遮蔽程度，因此，必須將下臉長列入分群的參考指標。基於上述的考量，本研究，分別選定鼻根點，顴骨與鼻根點的中點與顴骨到下頷點的中點與下頷點四個點作為標記點。其中顴骨與鼻根點的中點與顴骨到下頷點的中點為兩個區域的代表點，進行深度的計算。接著求取鼻樑部點到下頷點直線距離作為下臉長，也就是面罩長的參考值。利用這三組數值加上原有 3D 座標建構出 3D 資料庫。

本研究採用兩階段的方式建構尺碼資料庫。首先，過去的研究結果並未顯示多個分群

指標能夠有效提高氣密性，相反的，過多的尺碼反而會造成使用者的困擾。因此，有別於過去研究選取 2 個甚至更多 1D 尺寸的作法，本研究先利用罩緣曲面深度差異的概念來進行初步分群，再利用單一尺寸作為分群參數。由於在面罩的材質中，面罩罩緣的長寬並不具伸縮性，但是利用罩緣的厚度卻可產生變形的空間，達成密合的效果，因此選定臉部長度差異值最為分群的第一個依據。利用材質的形變範圍來建立分群的指標，以符合氣密性的要求。再由面罩長寬兩個尺寸的關鍵性發現，過長的面罩會影響到視線或造成下頷處的洩露，而過短則無法提供口鼻有效的防護，這也與相關文獻的分析結果相同。相反的，在寬度方面，除了過窄的面罩可能無法遮住嘴部之外，過寬的口罩並不會造成功能的妨害。因此，本研究選定臉部長度作為第一階段的分群參數，再輔以下臉長的縱向長度來作為第二階段的分群依據。

首先，本研究由每一位樣本人的臉部資料中，分別選定鼻根點，顴骨與鼻根點的中點與顴骨到下頷點的中點與下頷點四個點作為標記點。利用鼻根點與下頷點的連線作為深度的參考平面。進行座標轉換後，計算顴骨與鼻根點的中點與顴骨到下頷點的中點的 Z 值座標，作為深度值的代表。這些深度值代表顴骨區域與臉頰區域與鼻根點的差異，也是面罩罩緣需要考慮的曲線深度差異。由於顴骨區的變形程度最小，需要完全依靠面罩材質的變形來確保密合度，因此，本研究以顴骨區域的深度差異做為第一階段的分群指標。參考廠商的罩緣材料資訊，目前本研究將尺碼的分級設為 10 mm，利用這個間距來進行尺碼分群。這樣的深度資訊可以進一步作為廠商設計面罩的參考。舉例來說，如果。主要是讓廠商考慮到其面罩罩緣材質的彈性範圍來動態決定尺碼的分級，再利用資料庫估計符合尺碼的使用者比例。接著，進行第二階段的分群，除了臉頰區的深度外，再利用計算鼻根點與下頷點的直線距離，作為下臉長的代表，以避免設計出的

面罩過長或過短，以至於在下頷處產生洩漏或是無法遮蓋住口部，達不到面罩的目的。在每一個深度分群中，本研究再去檢視群內臉頰區深度與以及下臉長的範圍，如果範圍太大，表示群內樣本人的臉長差異過大，則必須進行第二階段的分群以確保面罩可以提供群內的使用者足夠的氣密性。考慮到臉頰區主要為肌肉組成，可以提供的變形程度較大，本研究將分群指標設定為 20mm。而針對下臉長的分群指標，則考慮到當面罩上緣位在鼻根處時，面罩下緣只要位於下頷部位皆可以有效蓋住口鼻的範圍，這一個區域約在 50 mm。左右，因此將下臉長的分群指標定為 50 mm。

最後，將兩個區域的深度資料與下臉長記錄於資料庫中，並進行代表單緣曲線的選取。考慮到面罩在長度方面沒有彈性，因此，以每一分群內的下臉長最小值的樣本人為代表人，擷取該位樣本人的臉部單緣曲線 3D 資料作為該群內的單緣曲線。這樣的設計可以使得製造廠商依照其材料的規格或是自身設計的概念以及目標客群的考量來求取每一個尺碼的代表 3D 曲線資料。

舉例來說，使用者首先判斷預設的 10 mm 分群是否符合其材質的變形能力，或是需要重新定義出其深度的範圍。如果需要重新定義，則資料庫可以根據深度資料重新搜尋分群。例如使用者預設 0.5 mm 為分群依據，則資料庫可以依照深度排序，將不同的樣本人資料分入不同群組。接著，在檢驗下臉長的範圍，若是超過 50 mm 的範圍，則再進行分群。接著，選取每一個群內最小下臉長的樣本人作為代表人。如此，這條曲線代表的是，該群體中下臉長最短的人，其單緣曲線可以吻合的群內所以人，面罩長也可以符合需求，蓋住口鼻。只是配戴時會有點擠壓或寬鬆，這些擠壓是面罩單緣及臉部軟性組織可以接受變形的範圍。

本研究採用的臺灣人體資料庫(Yu and Du, 2006)係按照行政院衛生署食品衛生處所進行”台灣地區居民體位及肥胖狀況”的調查結果(行政院衛生署食品衛生處網站)比例進

行抽樣。以男、女兩性在全國人口中依身高、體重的分佈分層抽樣。選用 18~64 歲的抽樣總數進行估算全國人口的身高、體重分佈情形，作抽樣級距的規劃。本研究從中分別抽出男性 93，女性 107，共 200 名的樣本人。平均年齡為 33.0 歲，標準差為 7.4 歲。樣本平均身高 163.9 cm，標準差為 8.5 cm。平均體重為 60.0 kg，標準差為 11.5 kg。掃描器為工研院開發的 3D 全身型的掃描器，掃描時間僅需 15 秒。

五、結果與討論

研究結果顯示，顴骨區標記點的深度平均值為 11.5 mm，標準差為 8.6 mm。區間範圍在 0.7-43.2 mm 間，共 42.5 mm。臉頰區標記點的深度平均值為 13.0 mm，標準差為 8.6 mm。區間範圍在 0.8-44.5 mm 間，共 43.5 mm。另一個與面罩尺碼相關的尺寸為鼻根到下頷點的距離。主要用來設計面罩的縱向的大小。研究結果顯示，長度平均值為 109.0 mm，標準差為 10.0 mm。區間範圍在 69.7-144.9 mm 間，共 75.2 mm。另一方面，鼻根到下頷的長度與兩個標記點高度的相關性不高，相關係數分別為-0.07 與-0.22。顯示可以運用這兩種資料來作為分群的依據，以達到較大適用範圍的目標。表 1 列出兩個標記區的深度的統計數值。

表 1 兩個標記點的尺寸統計資料 (單位：mm)

	顴骨區	臉頰區	下臉長
平均值	11.5	13.0	109.0
標準差	8.6	8.6	10.0
最大值	43.2	44.4	144.9
最小值	0.7	0.8	69.7
範圍	43.5	43.5	75.2

進一步的分析顯示，在顴骨區的標記點方面，有 83% 的高度集中於 5-15 mm 之間。而在臉頰區的標記點高度方面，有 84.5% 的高度集中於 5-20 mm 之間。顯示深度的分布範圍十分的集中。

由資料庫的結果來看，深度的差距範圍(約 40 mm)與長度的範圍(約 75 mm)都顯示了應該無法以一種尺寸的面罩來符合所有人的需求。現行面罩尺碼應該至少有兩種以上。因此，依照預先的規劃，將深度依照 10 mm 的間距進行分群。表 2 與表 3 分別列出顴骨區深度的各群個數與百分比。圖 1 與圖 2 分別為兩個標記點以 10 mm 為組界的次數分佈百分比圖。而經由統計分析結果，兩個區域的相關係數達 0.85，顯示兩個區域的高度具有一定程度的相關性。

表 2 顴骨區深度各組數值

	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
個數	123	48	16	10	3
百分比	61.5%	24%	8%	5%	1.5%

表 3 臉頰區深度各組數值

	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
個數	78	91	21	7	3
百分比	39%	45.5%	10.5%	3.5%	1.5%

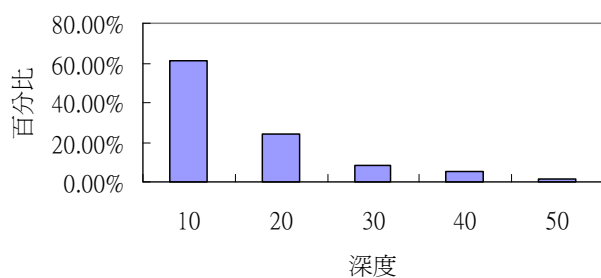


圖 1 顴骨區深度分佈

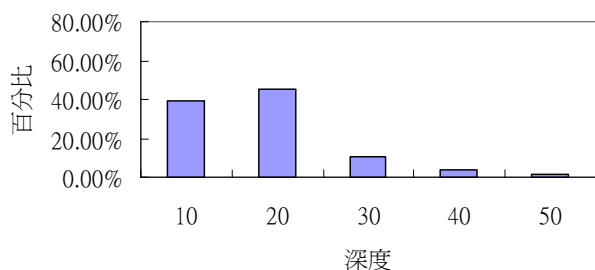


圖 2 臉頰區深度分佈

接著進分析每一組內的臉頰區深度範圍與下臉長範圍，確認是否合於預設值。由表 4 每一組內的範圍中，可以看出在 20-30 與 30-40 這兩組的臉頰區深度超出 20 mm 的預設值。而 0-10 與 10-20 這兩群的下臉長超過預設值，因此必須進一步進行群內的分群。在 20-30 這一群中，選取臉頰深度中間值做為分界點，再分成兩群，這兩群分別各佔 4%。而兩群的下臉長範圍分別為 43.1 mm 與 46.7 mm，也均符合預設規格。另外 30-40 這一群，也是選取臉頰深度中間值做為分界點，再分成兩群，這兩群分別各佔 2%與 2.5%。由於原本分群的下臉長範圍(32.7 mm)本來就在預設值內，因此不需再行分組。在 0-10 這一群中，選取下臉長中間值做為分群依據，可以得到分別 27.9 mm 與 26.0 mm 的範圍，其中所佔的百分比分別為 4.5%與 57%。在 10-20 這一群，同樣選取下臉長的中間值來分群，則得到下臉長範圍分別為 20.6 mm 與 28.4 mm，所佔百分比為 12.5%與 11.5%。

依照這樣的方式，本研究共建立 9 個尺碼分群，表 5 列出這 9 個分群的尺碼範圍。

表 4 不同群內的臉頰區深度與下臉長範圍 (單位 mm)

分群	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
臉頰區深度	16.8	19.7	31.2	23.6	4.2
下臉長	55.0	50.3	49.6	32.7	16.5

表 5 兩個標記點的尺寸統計資料 (單位：mm)

	顴骨區 深度	臉頰區 深度	下臉 長	百分 比
0-10 S	3.7	11.2	27.9	4.5%
0-10 L	9.3	16.8	26.4	57.0%
10-20 S	8.4	11.3	20.6	12.5%
10-20 L	9.1	19.7	41.5	23.0%
20-30 S	8.8	19.7	43.1	4.0%
20-30 L	8.5	10.7	46.7	4.0%
30-40 S	5.0	14.4	22.3	2.0%
30-40 L	7.8	2.9	28.2	2.5%
40-50	1.6	4.2	16.5	1.5%

這樣的分群結果不但符合密合度得需求，也提供了各群所佔的百分比供製造商作為生產計劃的參考，選定目標尺碼進行推廣配銷的規劃。當然，製造商可以就自己的材質重新設定深度的條件，重新進行分群，可以得到各項尺碼與所佔的百分比，進行自己的生產規劃。

由分群的過程可以看出，在進行第二階段的分群時，以範圍的中間值或是以群內個數所佔百分比來作為依據會影響到分群的結果。這提供了製造商更大的彈性，將由其銷售策略所決定分群的依據。而群內的極端值的分群也提供了製造商的策略規劃空間。由資料數據顯示，某些分群內的極端值造成了範圍超過預設值，如果惕除極端值則可以減少分群數，降低尺碼的複雜度，提高一般使用者的接受度與使用意願。如此，廠商可以選定一般尺碼作為主力產品，而政府則鼓勵特定廠商針對極端臉型開發特定尺碼，將此視為利基型市場進行開發。由於可以掌握到尺碼所佔比例，因此依然可以進行計畫生產，不致造成過多存貨的累積，如此可以發揮尺碼資料庫更大的效益。

六、參考文獻

[1] 行政院衛生署食品衛生處，”台灣地區居民體位及肥胖狀況”，

www.doh.gov.tw/newdoh/90-org/org-3/nutrition/2.html

- [2] 陳萬春、葉文裕、陳友剛, 1999; “佩戴者臉型對半面體呼吸防護具面體密合係數影響探討”, 行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所
- [3] 楊宜學, 2003, 勞工 3D 頭型資料庫之建立與頭部防護具之設計應用, 清華大學博士論文
- [4] 許家榮, 2002, 利用 3D 臉型資料庫設計呼吸面罩, 清華大學碩士論文
- [5] 勞工安全衛生研究所網站：
<http://www.iosh.gov.tw>
- [6] Arthur T. Johnson, William H. Scott, Christopher G. Lausted, Karen M. Coyne, Manjit S. Sahota, Monique M. Johnson, 2000; ”Effect of External Dead Volume on Performance While Wearing a Respirator”, AIHA Journal 61:678-684
- [7] Don-Hee Han, Kook-lyeol Choi, 2003; ”Facial Dimension and Predictors of Fit for Half-Mask Respirators in Koreans”, AIHA Journal 64:815-822
- [8] David M. Caretti, Jeffrey A. Whitley, 1998; ”Exercise performance during inspiratory resistance breathing under exhaustive constant load work”, Ergonomics, Vol.41, No.4, 501-511
- [9] EN 149: 1991, “Respiratory protective devices- Filtering half masks to protect against particles – Requirements, testing, marking”
- [10] Joomyung RHI, Donhee HAN, “A Design Process for Half - face piece Respirators with Face Digitizing Method”
- [11] Joyce E. Rebar, Arthur T. Johnson, Estelle Russek-Cohen, David M. Caretti, and William H. Scott, 2004; ”Effect of Differing Facial Characteristics on Breathing Resistance inside a Respirator Mask”,

Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 1: 343-348

- [12] Makiko Kouchi and Masaaki Mochimaru, 2004; "Analysis of 3D face forms for proper sizing and CAD of spectacle frames", Ergonomics, Nov. vol. 47, No. 14, 1499-1516
- [13] NIOSH, 1973; "Selection of Respirator Test Panels Representative of U.S Adult Facial Sizes"
- [14] William J. Brazile, Roy M. Buchan, Del R. Sandfort, Walter Melvin, Janet A. Johnson, Michael Charney, 1998; "Respirator Fit and Facial Dimension of Two minority Group", Appl. Occup. Environ. Hyg. 13(4)
- [15] Yu, C. C. and Du, S.H., (2006), "The establishment of Taiwan 3D anthropometry databank", *in preparation*
- [16] NIOSH website : <http://www.cdc.gov/niosh/npptl/topics/respirators/#selection>
- [17] 3M website: <http://multimedia.3m.com>

七、計畫自評

1. 本計畫完成依計畫書所提的各項預期目標，進度與成果符合預期。
2. 本計畫建立動態半面體 3D 面罩尺碼資料庫，屬於一個基礎資料庫，適合發表於學術期刊。
3. 本基礎資料庫對於個人防護具的設計開發可提供參考。
4. 本研究建立的半面體 3D 面罩尺碼資料庫，可作為廠商設計面罩與生產計劃的參考。
5. 進一步分析資料庫可以了解臉部深度與臉長的關係，具有基礎研究的學術價值。
6. 參與同學也獲得適當的軟體與統計的訓練。

無研發成果推廣資料

98 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：李翔詣		計畫編號：98-2221-E-343-003-					
計畫名稱：建立半面體呼吸面罩 3D 尺碼資料庫之研究							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	1	1	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	3	3	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	1	1	100%		
		專書	0	0	100%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>無</p>
--	----------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本研究成果在學術成就上屬於基礎資料的應用，在技術上屬於階段性的創新，對於社會則提供了一個便利的應用工具。本研究在學術上完成了 3D 的半面體尺碼資料庫，主要利用臉型深度的概念來建立彈性的分群，在分析技術上屬於較新的嘗試。而利用深度來彈性分群更提供了資料庫的變動靈活度，提高應用的程度。在學術成果的研究價值上，除了尺碼分群可以提供基礎的頭型資料分析外，後續可以針對深度與各種頭型尺寸的關係模式進行研究，進一步建構出預測模型。在應用價值上，除了尺碼資料庫可以供使用者參考外，由於資料庫具有彈性分群的特性，讓製造商可以依照其自身的材質特性或是商業策略進行資料的重新分群，並據此設計面罩與規劃生產計劃。這樣的彈性可以大幅製造廠商應用資料庫的意願，進一步生產出具有較高密合度以及是具有適當尺碼的面罩，提供廣泛社會大眾使用。