

本土化人體計測資料應用於高中、國中、 國小課桌椅設計之研究

唐硯漁* 林榮泰**

* 國立高雄師範大學應用設計系
e-mail: yenyu@nkn.edu.tw

** 台灣藝術大學工藝設計系
e-mail: rtlin@mail.ntua.edu.tw

(收件日期: 93年 05月17日; 接受日期: 94年 10月12日)

摘要

以學生的課桌椅設計而言，學生的人體尺寸分布差異相當大，如何滿足不同學生人體尺寸的條件下，設計一個既舒適又符合人體工學的課桌椅，是工業設計師面臨挑戰的設計實務問題。國人人體計測資料庫，最近幾年由政府支持，以及學術單位合作執行下已經建立；然而如何將人體計測資料庫實際應用於產品設計，則是另一個需要研究的課題。本研究以高中、國中、國小學生的課桌椅設計為例，探討如何運用人體計測資料，從工業設計及人體工學的角度，來考量學生的課桌椅設計。產品設計除了滿足使用者的需求外，更需考慮產品的製造成本，包含產品的生產方式、生產製程的彈性、零組件的互通性等。本研究除了遵循產品設計的原則，並從工程製造的角度，以量產節省成本的原則進行課桌椅設計。首先以人體相關考慮，擬定設計方針，並應用人體計測資料制定設計規範，再考量極端設計、可調式設計與平均人設計的概念，設計兼顧滿足「為適合不同使用者而設計」的學生課桌椅。期望透過實務性的設計，開拓設計實務研究的可行性。最後，以三個新型專利—高中、國中與國小課桌椅設計實務的個案，來說明人體工學如何應用於產品設計的實務，其結果不但可以提供如何設計理想課桌椅，並可以作為人體工學及人體計測資料如何應用於產品設計實務的參考。

關鍵詞：設計實務、產品設計、人體工學、課桌椅設計

一、前言

國際知名認知心理學者唐納·諾曼特別提出以使用者為中心的設計原則：一個根據使用者的需求和興趣，強調產品的易用性和易理解性的哲學。換句話說，以使用者為導向的原則，才能看出「人/ 機具 / 環境」及「人/ 產品/ 情境」之間的問題全貌，因此，以「使用者為中心」的設計原則，需要考慮使用者的認知、心理和生理狀況等因素。但是如果針對族群的使用者做個別的量，那對整個設計的發展勢必增加困難性。因此，本研究嘗試發展一套適性的人體工學及設計評估模式，其目的在於如何將「使用者中心」的設計原則，擴展到「全方位設計」的應用上。根據人體理論，以及設計實務上的差異，刊

以「使用者/產品/機能」的人因分析模式，探討人機方面相關的人因問題，以及工程方面相關的機能問題，利用操作方面的人因分析和工程方面的工程探討，根據其結果進行實務設計，確保以使用者為中心的人因設計[22]。

過以學生的課桌椅製造與成本的考量下，分離式的木頭桌椅是唯一的選擇；而人因工程方面的考慮，不但未考慮身材特殊的學生需求，連一般使用者的人因考慮都未受到應有的重視。1998年國立清華大學工業工程學系在國科會的資助下，執行「本土化中小學生人體計測資料庫之建立」的整合型計畫。其總體目標在建立中、小學生人體計測資料庫，而中小學生之人體計測資料庫之加入，將使得台灣人體計測資料庫更為完整[2,3,7,8]，進而針對中小學生作為相關產品設計和安全衛生等法令規範之制定參考。本研究為國科會整合型研究計畫「本土化人體計測資料庫之建立」之子計畫「本土化人體計測資料庫應用於高中相關教具設計研究」(1998年度執行)、「本土化人體計測資料庫應用於國中相關教具設計研究」(1999年度執行)，共進行兩年。2001年度執行在國科會的支助下進行個別型計畫「本土化人體計測資料庫應用於國小相關教具設計研究」，由林榮泰教授擔任主持人，負責統籌規劃；撰述執行研究，負責協助規劃及實際執行。

本研究依學生的學習制度將學生分為高中、國中和國小三個不同學習層。每一學習層的研究都分三個階段，首先調查現有課桌椅列式分析比較其優缺點，輔以問卷調查分析比較使用上的優缺點；再從人因工程的觀點探討使用者的喜好，以及影響課桌椅設計的主要因素，作為應用人體計測尺寸設計學生課桌椅的依據[6]。第二階段，則以學生對目前課桌椅的評估與主觀偏好，探討學生課桌椅相關的人因尺寸，作為依照學生的人體尺寸需求進行課桌椅設計的參考[4]。最後，分析學生的上課作息以及未來的教學的趨勢，根據上述的研究，應用學生的人體計測尺寸，實際設計適合不同學習層的學生課桌椅[4]。

二、課桌椅設計實務與人因工程

2-1 人因工程分析模式

從設計實務的角度來看，產品不僅是製造商的商品，也是設計師的作品和使用者的用品。在溝通傳遞過程中，從委託者、設計師、生產者乃至使用者，相對於不同主體的認知模式，產品被賦予不同的意義，產品因而也是另一種傳遞訊息、表達意義的記號。因此本研究最後導入產品語意與認知的心智模式[25]，結合人因工程的分析，建立一套以「使用者」為中心的評估模式，如圖1所示[20]，來引導設計達到「全方位設計」的理想，並藉此評估模式提升親人性的設計目標，並呼應唐納·諾曼的理念：「好的設計惠及大眾」，這也是「全方位設計」的目標。

唐納·諾曼曾提出使用者的心理模式概念，將心理模式分成三類：設計模式、使用者模式以及系統印象。設計模式是設計者心中對產品的概念，使用者模式是使用者認為該產品的操作方法。而理想的狀況是設計模式和使用者模式一致，因此，系統的印象就顯得格外重要，因為設計者必須確定該產品各方面都與適當的心理模式一致，圖2為其模式關係。

本研究大致以此模式為基礎，探討人因工程如何應用在設計實務中。根據唐·諾曼的心理模式，人因工程與設計實務依相互關係建立其對應性，簡單說明如下：

- (1) 系統(產品)方面，產品以其整體的系統印象，包括人因工程與機能設計來傳達設計師的創意。
- (2) 設計者方面，設計師經由產品印象(造形)表達其創意。
- (3) 使用者方面，經由產品印象(造形)從使用者的角度評估其創意。

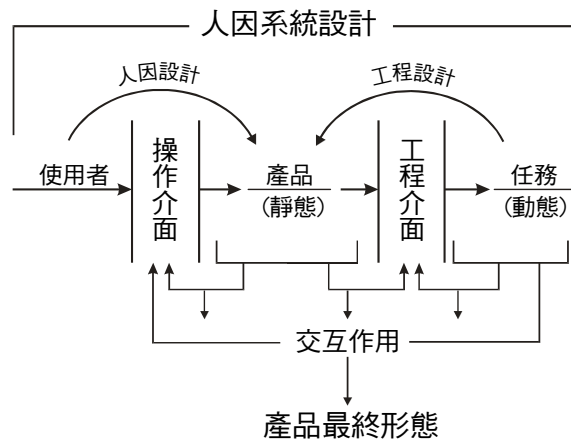


圖1 產品設計的人因系統分析模式 [20]

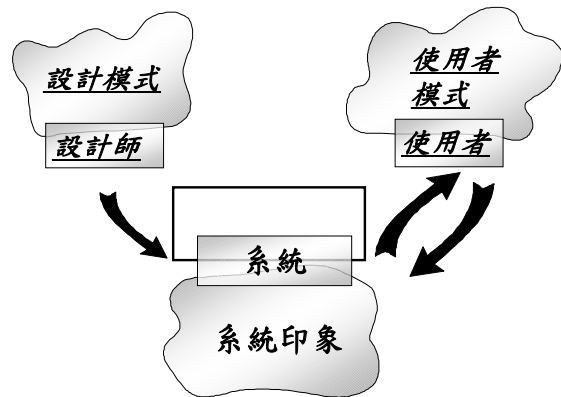


圖2 Norman三種心理模式的關係 [22]

2-2 本土化人體計測資料庫的重要性

人體計測資料的主要目的，是做一次完整的台灣地區中小學生人體計測調查，並且建立資料庫以供各界人士使用。人體計測資料庫小組以三年時間，依台灣地區中小學生結構(6~64歲)約9754位樣本，進行各項量測。成果整理成書面統計資料與電腦查詢系統。書面的統計資料包括有各項尺寸的統計數值、統計分佈圖及尺寸間的相關圖表及係數。並將這些資料加以電腦化，以清晰的介面設計配合圖形的顯示方式，使不懂解剖名詞的設計師和工程師，都能快速便利地查詢其所需的數據。最後，配合「本土化人體計測資料庫」合併成一套完整而具代表性的台灣人體計測資料庫。此資料庫完成並出版『台灣地區人體計測資料庫手冊』及光碟提供社會大眾作為查詢參考工具[1]。本研究三階段設計所參考之人體計測值係引用『台灣地區人體計測資料庫手冊』資料。

2-3 本土化人體計測資料應用於教具設計的目的

近年教育部委託台灣大學，按照人因工程為國小學童設計新型課桌椅，1997年起並補助經費由全省的國民小學全面更新使用。為了配合110—180公分不同身高體重的學生需求，設計了15種桌面高度與5種椅子高度，從人體計測的角度而言，考慮堪稱周延。該型課桌椅使用兩年後作相關的檢討，1999年3月24日國內各媒體報導學生和學校的反應：「…桌面較過去縮小，高度又變低，且椅面座位太小不夠坐，桌子的抽屜也變小了塞不進去，讓學生很不習慣，使用起來也不方便；也有教師反應，新型課桌椅的前踏腳橫木在學生移動時，很容易夾到腳的問題；另外，也有學生反應，新桌椅的木頭太軟、桌面太薄，重量太輕，甚至部份家長質疑新的課桌椅品質不如舊的課桌椅…」，上述的事實說明理想課桌椅的設計，除了配合人體計測尺寸外，其他像安全、舒適、方便、使用習慣等與人有關的因素也必需通盤的考慮，才能真正設計一張符合人因工程的課桌椅。學齡中的學生正不斷的發育，學生可能面臨到的是成長中不斷改變的體型，所需要的是——組適合他們的課桌椅。

一般學生每天長時間使用課桌椅，為他們設計一套符合人因工程的課桌椅就益形重要。本研究為國科會整合型研究計畫「本土化人體計測資料庫之建立」之子計畫「本土化人體計測資料庫應用於高中相關教具設計研究」(1998年執行)、「本土化人體計測資料庫應用於國中相關教具設計研究」(1999年執行)，共進行兩年。

研究的目的是以人因工程為基礎的學理，應用工業設計的方法，針對高中學生課桌椅、國中學生課桌椅進行設計；階段性的目標在學理上訂定出提供教具設計的人因工程理論模式，並以工業設計的方法創新出符合學生需求、量產模式及校方易於管理的技術。執行兩年的高中學生課桌椅、國中學生課桌椅設計研究計畫均以創新的技術為學生設計出適當的課桌椅，兩項技術均獲得國家頒發之「新型第 177465 號」、「新型第 193927 號」。2001 年起為了讓創新的課桌椅設計觀念達成連貫性，繼續在國科會的支持下進行「本土化人體計測資料庫應用於國小相關教具設計研究」個別型研究計畫，結合九年一貫的教學模式為學童設計課桌椅及設計教學的型式，研究成果及相關技術均通過「新型第 212010 號」。

2-4 人因工程的評量機制

長期的課桌椅設計經驗推論出課桌椅設計首先需要建立人因工程的評量機制，從評量機制的定義配合人體計測值建議適當的課桌椅設計關鍵尺寸，進而以設計的觀點建立課桌椅設計的規範。

針對不同階段學生進行現有課桌椅調查分析、使用者問卷調查、主觀偏好評估。過去學生的課桌椅在製造與成本的考量下，分離式的木製課桌椅是唯一的選擇；在人因工程方面的考慮，不但未考慮身材特殊的學生需求，連一般使用者的人因考慮都未受重視。對於使用課桌椅的時間超過八小時的學生而言，一套適合他們的課桌椅益形重要。因此首先調查現有課桌椅列式分析比較其優缺點，輔以問卷調查分析比較使用上的優缺點；再從人因工程的觀點探討使用者的喜好，以及影響課桌椅設計的主要因素，作為應用人體計測尺寸設計學生課桌椅的依據[6]。第二階段則以學生對目前課桌椅的評估與主觀偏好探討學生課桌椅相關的人因尺寸作為依照高中生的身體尺寸需求進行課桌椅設計的參考。最後分析學生的上課作息以及未來的教學的趨勢根據上述的研究應用學生的人體計測尺寸實際設計一組理想的學生課桌椅。除了配合人體計測尺寸外其他像安全、舒適、方便、使用習慣等與人有關的因素也必需通盤的考慮才能真正設計一張符合人因工程的課桌椅。

理想、舒適的課桌椅應該從探討理想的坐姿開始，有關理想、或正確坐姿的問題，國外許多學者曾經作過相關的研究。[16,19,21]，也有學者從坐姿的行為探討坐姿的舒適性[11,12]。主觀舒適的桌椅高度也是探討的重點[9]，另外大腿活動空間也直接影響坐姿的舒適度[15]。有關課桌椅的相關研究，國外的學者皆人體計測尺寸[10,14,18,21,23]，與設計相關人因工程方面的研究[13,15,17,24,26]，持續不斷的研究是資借鏡。

依據林榮詠、唐視漁[6]的研究結果影響課桌椅主觀偏好的三個主要因素為：「舒適程度」、「設計程度」與「置物空間」。其中「舒適程度」標準化後其重要性佔 61%、「設計程度」的重要性為 23%與「置物空間」的重要性為 16%。「舒適程度」係影響課桌椅偏好最主要的因素，其餘的直接或間接與「設計程度」有關。一張理想的課桌椅必需是坐起來「舒服」，看起來「美觀」，加上設計良好的「置物空間」。

2-5 學生課桌椅的人因工程尺寸建議

人體計測值在設計上的應用，大致分為極端設計考慮特殊體位的使用者、可調式的設計與以平均人作為參考的設計。但是實際上所謂平均人只是一個概念，只能勉強適合最大多數的人，即使是特別高大或特別矮小的人也不致太離譜，也就是誰都可以用，誰都不好。

因此，平均人的設計概念通常使用於當極端設計不適用，而可調式設計又不可行時的中庸之道。就課桌椅的相關人因尺寸而言，人因工程尺寸的建議參考了國內外的相關研究，以及本研究的相关資料，建議學生課桌椅相關的人因工程尺寸。其中有部分的人因工程相關尺寸係採用「平均人」的概念決定的，例如座深；也有為極端體位的使用者考慮，例如座寬。另外，根據林榮詠、唐視漁[6]證實座高與桌高的

主觀偏好與受試者之身高有密切的相關，因此，座高與桌高應該採用可調整式的設計概念。建議的學生課桌椅相關尺寸的人因工程應用方法[5]。

建立課桌椅設計之人因工程建議尺寸後，高中、國中及國小學生的課桌椅設計均依照此法則規輸出適合該年齡層學生課桌椅的人因工程尺寸；並以該尺寸為基礎，再參考不同階段的教學方式及教學狀態，進行不同學層階段學生的課桌椅設計。

三、設計實務個案研究一：高中學生課桌椅設計(新型專利)

3-1 主題內容

有關課桌椅的相關研究，國外堪稱充實；國內的相關研究則集中於人體計測尺寸的探討，從人體的觀點配合人體計測尺寸來設計課桌椅的研究，則相當的少。本階段首先以高中學生為對象，調查現況及期望。第二階段以明志科技現有課桌椅列表分析比較其優缺點，再以問卷調查分析比較使用上的優缺點；最後則從人體工程的觀點探討使用者的喜好，探討影響課桌椅設計的主要因素，作為應用人體計測尺寸設計高中課桌椅的依據。

(1) 樣品課桌椅分析比較

就明志技術學院目前使用的課桌椅中，選擇六種型式、材質、設計、製造等不同的課桌椅，加以比較分析，作為後續研究比較的樣品。

(2) 課桌椅的主觀偏好

探討使用者對課桌椅舒適度的主觀評比與偏好因子，有助於應用人體計測尺寸於課桌椅之設計。本研究參考國外的相關研究，列出十個對課桌椅相關尺寸(如座高、桌高、桌面等)的評估項目與十四個主觀偏好的評估項目，兩組共計 24 項評估項目，對前述的六種樣品課桌椅，進行主觀評估。受試者為明志技術學院五專部工業設計科三年級學生四十四位，相當於高中三年級學生。受試者首先被告知目的後，接著是一個需時五十分鐘的慣性測驗，測驗完畢後，受試者被要求以問卷的 24 項評估因子，對該課桌椅給予 1 分(不同意)到 7 分(完全同意)的主觀評估。三天後，同樣的受試者，類似的測驗，不同的課桌椅，再作同樣評估。重覆相同的程序，直到六種樣品課桌椅評估完畢。相關的評估資料整理統計、分析比較，再利用多向度評量的統計方法，探討影響課桌椅設計偏好的主要項目。

3-2 理論基礎

研究結果得到影響課桌椅偏好的三個主要項目為：「舒適程度」、「設計程度」與「置物空間」。其中「舒適程度」標準化後其重要性佔 61%、「設計程度」的重要性為 23%與「置物空間」的重要性為 16%。問卷調查的第九題——您希望理想課桌椅應具備的基本功能為何？依序為：置物空間大(24%)、桌椅連結(16%)、桌椅分開(16%)、桌面增大(15%)、可調式(13%)、座位增大(12%)、安全性(3%)與其他(1%)。其中「桌面增大」(15%)、「可調式」(13%)與「座位增大」(12%)，直接與「舒適程度」有關的共佔 40%，可見「舒適程度」係影響課桌椅偏好最主要的項目。單項的基本功能則以「置物空間大」佔 24%為使用者認為最迫切需要改進的，其餘的 36%直接或間接與「設計程度」有關。上述主觀偏好評估的結果與問卷調查的結果相吻合，即一張理想的高中課桌椅必需是坐起來「舒服」，看起來「美觀」，加上設計良好的「置物空間」[4,6]。

研究從現有課桌椅調查分析、使用者問卷調查、主觀偏好評估等，其目的在探討影響課桌椅設計的主觀項目，作為後續設計的參考與依據。三個主要項目為：「舒適程度」、「設計程度」與「置物空間」。其中「舒適程度」與人體計測相關數據有關，「外觀程度」與「置物空間」則牽涉到如何設計的問題。

3-3 設計方法技巧

設計方向訂定：設計方向訂定應根據高中生的的人體計測資料，求取理想的課桌椅尺寸，最為重要。根據研究統計了高中(職)學生課桌椅的理想尺寸，訂定設計課桌椅的設計方針。

(1) 設計方針

- 人因數據的運用
- 置物空間的增加
- 安全性的考量
- 便利性的考量
- 成本問題的考量

(2) 人體工程學尺寸及設計規範

人體工程尺寸的建議係根據上述相關研究及台灣地區人體計測資料庫的數據，高中課桌椅的設計應能符合高中學生的人體尺寸區間，且能考量生產的製造條件，在此考量下，高中課桌椅的型式應統一，在重要的人體尺寸可調節範圍內，製成可伸縮的範圍，各項尺寸的設計規範如圖 3 及表 1 所示：

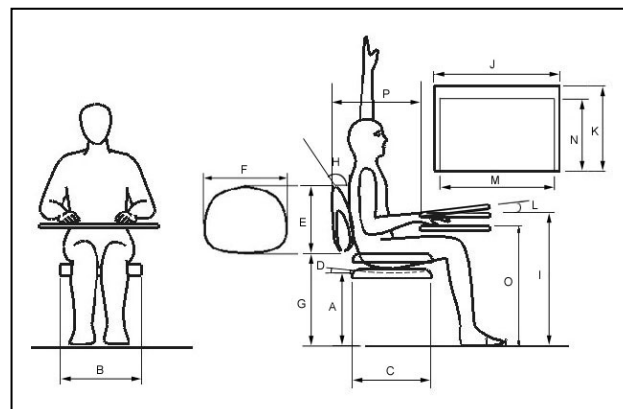


圖 3 理想課桌椅相關人體尺寸示意圖

3-4 成果貢獻

依據設計方向及設計規範完成的連結式分離式及兩種不同型式的課桌椅，連結式和分離式課桌椅分別有一種調節關節，皆有三種調節器，分別為 5%ile、50%ile 和 95%ile、各有上下裕度六公分的可調節範圍，涵蓋各個身高，適合各身高的學生。學生可依身高的不同而選擇不同的關節，再分別微調至適合自己的高度如圖 4,5 所示。分離式課桌椅的調整方式如所圖 6,7 所示，連結式課桌椅的調整方式如所圖 8,9 所示。

本設計從人體工程的觀點，分析高中生的上課作息以及未來的教學的趨勢，以高中生對目前課桌椅的評估與主觀偏好，探討理想課桌椅的設計要因，再根據高中生人體計測尺寸的應用，製成高中課桌椅的設計規範，並實際應用於分離及連結兩種不同型式的課桌椅設計，評估試作的課桌椅達成預期的研究目標並進行新型專利申請，並獲新型專利。新型專利：桌椅高低調整關節之改良結構—2001.08.01-2011.05.7，專利證書「新型第 177465 號」。

表 1 高中學生理想課桌椅人因尺寸建議及採用的設計方法

年齡：15-18歲 群組：全部 人數：1273 單位：mm						
	適用體型範圍 (cm)	5-35%ile	30-75%ile	70-95%ile	採用設計	參考之人體尺寸項目
A	坐高	390	430	470	可調整式設計	臙骨中點至地
	坐高調整範圍	370-420	400-460	440-500		
B	坐面寬	480	480	480	極端設計	坐姿臀寬
C	坐面深	440	440	440	平均人設計	臀圍
D	坐面角度	3-5°	3-5°	3-5°	平均人設計	腰至臀溝
E	靠背長	341	341	341	平均人設計	肘間下緣至肩峰
F	靠背寬	480	480	480	極端設計	肩寬 雙三角肌間距
G	靠背下緣-地上(坐高)	490(100)	550(120)	620(150)	可調整式設計	肘間點下緣至坐面 臙骨中點至地
H	靠背角度	100-105°	100-105°	100-105°	極端設計	頸點至腰
I	桌高	710	750	790	可調整式設計	肘間點下緣至坐面
	桌高可調整範圍	690-740	720-780	760-810		
J	坐面寬	650	650	650	平均人設計	兩肘指尖點 雙三角肌間距
K	坐面深	500	500	500	平均人設計	牆至大姆指尖 指尖點至肘間後點
L	坐面斜度	0-10°	0-10°	0-10°	平均人設計	
M	抽屜寬	550	550	550	平均人設計	雙前臀寬
N	抽屜深	400	400	400	平均人設計	指尖點至肘間後點
O	抽屜離地	560	600	640	可調整式設計	膝上緣至地
P	桌內緣至背靠距離	520-550	550-580	580-610	可調整式設計	膝蓋前緣至臀後緣

平均人設計：50%ile，極端設計：95%ile

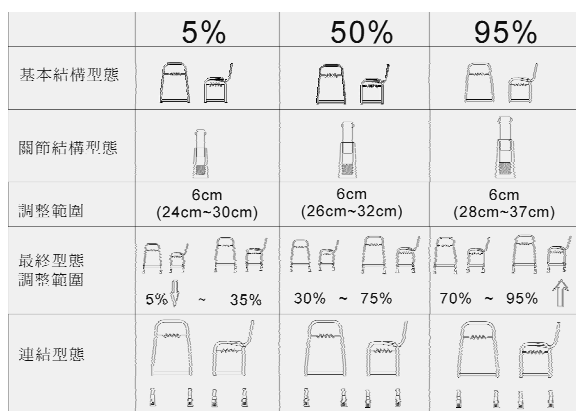


圖 4 分離式課桌椅的基本型態，搭配不同調節器後涵蓋的尺寸範圍，及最終型態

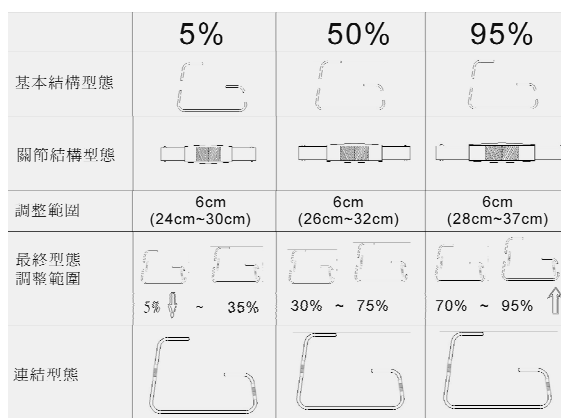


圖 5 連結式課桌椅的基本型態，搭配不同調節器後涵蓋的尺寸範圍，及最終型態

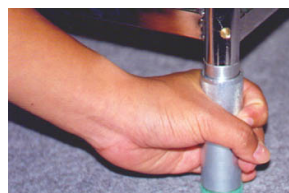


圖 6 分離式課桌椅的調整方式



圖 8 連結式課桌椅的調整方式



圖 7 分離式課桌椅



圖 9 連結式課桌椅

四、設計實務個案研究二：國中學生課桌椅設計(新型專利)

4-1 主題內容

現有產品分析：學齡中的學生正不斷的發育，學生可能面臨到的是成長中不斷改變的體型，所需要的是 一組適合他們的課桌椅；以及升了另一個年級更換教室後另一組的課桌椅。我們模擬一種常態分佈的狀態，在一個班級中有各種不同身材的學生，需要多種不同高度的課桌椅才能符合學生的需求，以 15 種桌面高度與 5 種椅子高度規範的制式新式課桌椅而言；如果課椅有五種，不同高度的設計、課桌有 15 種不同高度的設計、在此情況下，校方可能面對的複雜情形是如何分配及管理各種不同尺寸課桌椅上的問題，及學生升了另一個年級後重新安排教室及課桌椅的準備工作，及各種調整高度配件的庫存量問題。就成本上的考慮，大量生產是降低成本的重要條件之一。如果一種課桌椅有 15 種配件以符合不同尺寸身材的學生，勢必要有 15 種量產模式因應，不同的調整高度單一配件生產製造將提高課桌椅生產成本，且需要製造一定的配件庫存量以因應學生成長的需求。

4-2 理論基礎

人因工程建議尺寸及設計規範：如高中學生課桌椅設計所敘述；依據林榮志、唐視漁[6]課桌椅相關人因尺寸之探討，及主觀偏好的評估，證實座高與桌高的主觀偏好與受試者的身高有密切的相關，因此本國中學生課桌椅人因尺寸之設計上，建議國中學生課桌椅相關的人因尺寸。其中有部分的人因相關尺寸係採用「平均人」的概念決定的，例如座深；也有為極端體位的使用者考慮，例如座寬，而座高與桌高應該採用可調整式的設計概念。進而建立理想尺寸，擬定國中學生課桌椅各部份的人因相關尺寸運用的設計概念及規範如表 2 所示。

國中課桌椅的設計研究從現有課桌椅調查分析、使用者問卷調查、主觀偏好評估等，(研究方法參照高中桌椅設計模式)，其目的在探討影響課桌椅設計的主觀項目，作為設計的參考與依據。另考慮量產的模式及成本的需求，作為訂定設計規範的方針[4,6]。

表 2 國中學生理想課桌椅人因尺寸建議及採用的設計方法

年齡：12-15 歲 群組：全部 人數：3207 單位：mm					
適用體型範圍	5-35%ile	30-75%ile	70-95%ile	採用設計	參考之人體尺寸項目
坐高	386	430	470	可調整式設計	臑骨中點至地
坐面寬	480	480	480	極端設計	坐姿臀寬
坐面深	440	440	440	平均人設計	臀圍
坐面角度	3-5°	3-5°	3-5°	平均人設計	臑至臀溝
靠背長	300	300	300	平均人設計	肘間下點至肩峰
靠背寬	480	480	480	極端設計	肩寬 雙三角肌間距
靠背下緣地上(坐高)	490(100)	550(120)	620(150)	可調整式設計	肘間點下緣至坐面 臑骨中點至地
靠背角度	100-105°	100-105°	100-105°	平均人設計	頸點至臑
桌高	700	750	790	可調整式設計	肘間點下緣至坐面
桌面寬	650	650	650	平均人設計	兩肘尖點
桌面深	500	500	500	平均人設計	牆至大姆指尖 指尖點至肘間後點
桌面斜度	0-10°	0-10°	0-10°	平均人設計	
抽屜寬	550	550	550	平均人設計	雙前臂寬
抽屜深	400	400	400	平均人設計	指尖點至肘間後點

平均人設計：50%ile，極端設計：95%ile

4-3 方法技巧

設計方向訂定：設計方向訂定應以根據國中的生人體計測資料，求取理想的課桌椅尺寸最為重要。根據研究統合了國中生課桌椅的理想尺寸，訂定設計課桌椅的方針如下：

(1) 設計方針

- 課桌椅設計應考量人體數據的運用，適用於不同身材的學生。
- 課桌椅設計應考量成本，且省模式，以量省減低成本的觀念進行課桌椅設計。
- 課桌椅設計應考量到使用學校的管理問題，降低學校管理上的困擾。
- 課桌椅設計應考量到學生在成長期可能發生的不當使用情形。
- 課桌椅設計應考量堅固的材料使用及材質本身的環保問題減少木材的消耗。
- 課桌椅設計應符合造型美觀，使用者喜歡的基本需求。

(2) 製定設計規範

有一個不同階段的年齡層學生都面臨成長的狀況，身高也有很大的差異，依據台灣青少年人體計測平均數發現，其中國中的生理變化比例及差異是最顯著的，為了能讓有一個學生在使用上能更自舒適，因此設計了新款的調整型課桌椅。這次設計的調整型課桌椅主要的考量是為了解決學生的身高、體重「對號入座」，學校在行政作業上方便，和省的方式符合經濟效益。這次所設計的調整型課桌椅目的，是讓新款的調整型課桌椅只有一個格式兼具調整功能，在結合上只需簡單操作及能組裝完成。根據最新台灣地區人體計測資料庫的數據及上述研究，國中課桌椅的設計應能符合國中生的人體尺寸區間，且能考量省的製造條件，在此考量下，國中課桌椅的型式應統一，有重要的人體尺寸設定可調節的範圍。

4-4 成果貢獻

整體式調整課桌椅是以整體性為計，模組式調整課桌椅是採模組化之概念；兩項設計調整的位置在抽屜外圍的波浪槽，有3到15公分的範圍供學童依據自己的身高調整適合自己的高度使用。課桌椅的材質是塑膠和鋼管為計，塑膠的部份以射出成形的的方式脫模，由於這套課桌椅是組裝的方式，因此可搬運上或收藏上都能節省空間。

根據設計方針及設計規範完成的兩種不同型式的課桌椅；整體式課桌椅如圖 10，調節的方式如圖 11, 12, 13 所示。及模組式課桌椅如圖 14，調節的方式如圖 15, 16, 17 所示。獲得新型專利：可調式之書桌椅一公報日 7587 2002.08.21-2012.09.13，專利證書「新型第 193927 號」。

五、設計實務個案研究三：國小學生課桌椅設計(新型專利)

5-1 主題內容

本設計為一建立人體計測資料庫之延續性計畫。目的在於如何參考「本土化中小學生人體計測資料庫」國小學生人體計測等相關資訊，因應現行教育部所推動之九年一貫及小班教學新式教學型態及方式，實際應用於國小學生常用教具設計之研究。人體計測資料庫的建立使得特定的使用者族群(中、小學生)的人體計測數值系統化及書面化，設計人員不再需要再設計中、小學生產品時針對該族群使用者重新進行人體計測及相關研究，因為設計人員可從「本土化中小學生人體計測資料庫之建立」取得相關資訊並列



圖 10 整體式調整課桌椅



圖 14 模組式調整課桌椅



圖 11 整體式課桌椅桌面調整 1



圖 12 整體式課桌椅桌面調整 2



圖 13 整體式課桌椅桌面固定



圖 15 模組式課桌椅桌面調整 1



圖 16 模組式課桌椅桌面調整 2



圖 17 模組式課桌椅桌面調整 3

入設計參考。然而如何有效率且正確完整的應用相關資訊於產品設計上則是本研究進行的重點。本研究選定國小學生課桌椅及相關教具為例，將資料庫中的資訊列為設計過程中的重要參考依據，實際依照國小學生的人體尺寸需求進行為特定使用族群的產品設計應用研究。

5-2 理論基礎

人體工程建議尺寸及設計規範：如高中、國中學生成課桌椅設計所敘述，教育部委託台灣大學按照人體工程為國中小學童設計新型課桌椅，1997 年起並補助經費至全省的國民小學全面更新使用。根據林榮發、唐視漁[4,6]課桌椅相關人體尺寸之探討，建立人體工程理想尺寸，擬定國小學生課桌椅各部份的人因相關尺寸運用的設計概念及規範如表 3 所示。古人體工程數據上參考高中、國中學生成課桌椅設計的設計模式，國小學生課桌椅設計需要進一步考量新的教學方式與學習環境，未來國小教育朝向小班教學及九年一貫為發展主軸教育改革與未來的學習環境與教學空間，目標如下：

- (1) 小班級人數的訴求。
- (2) 教學空間應能提供師生之間及學生之間交流、互動場所。

表 3 國小學生理想課桌椅人體尺寸建議及採用的設計方法

年齡：6-12 歲 群組：全部 人數：4134 單位：mm					
適用體型範圍	5-35%ile	30-75%ile	70-95%ile	採用設計	參考之人體尺寸項目
坐高	288	352	400	可調整式設計	臍骨中點至地
坐高調整範圍	270-330	330-390	390-450		
坐面寬	370	370	370	極端設計	坐姿臀寬
坐面深	370	370	370	平均人設計	臀圍
坐面角度	3-5°	3-5°	3-5°	平均人設計	腰至臀溝
靠背長	280	280	280	平均人設計	肘間下點至肩峰
靠背寬	400	400	400	極端設計	肩寬 雙三角肌間距
靠背下緣地上(坐高)	380(100)	450(120)	520(150)	可調整式設計	肘間點下緣至坐面 臍骨中點至地
靠背角度	100-105°	100-105°	100-105°	平均人設計	鎖點至腰
桌高	580	640	700	可調整式設計	肘間點下緣至坐面
桌高調整範圍	560-620	620-680	680-740		
桌面寬	600	600	600	平均人設計	兩肘肘尖點 雙三角肌間距
桌面深	450	450	450	平均人設計	牆至大姆指尖 指尖點至肘間後點
桌面斜度	0~10°	0~10°	0~10°	平均人設計	
抽屜寬	500	500	500	平均人設計	雙前臂寬
抽屜深	350	350	350	平均人設計	指尖點至肘間後點

平均人設計：50%ile，極端設計：95%ile

- (3) 一個兼顧不同個體與群體的學習場所。
- (4) 提供可彈性使用、區隔、分化的學習場所，及考量低年級學生的特殊需求。

5-3 方法技巧與成果貢獻

設計方向訂定應以根據各階段學生的人體計測資料，求取理想的課桌椅尺寸最為重要。根據研究統合了學生課桌椅的理想尺寸，訂定設計課桌椅的方針如下：

- (1) 課桌椅設計應考量多元化之國小教育方式。
- (2) 課桌椅設計應配合現行九年一貫教育型態。
- (3) 課桌椅設計應考量人因數據的運用，適用於不同身材的學生。
- (4) 課桌椅設計應考量成本，生產模式，以量產減低成本的觀念進行課桌椅設計。
- (5) 課桌椅設計應考量到使用學校的管理問題，降低學校管理上的困擾。
- (6) 課桌椅設計應考量到學生造成長期可能發生的不當使用情形。
- (7) 課桌椅設計應考量堅固的材料使用及材質本身的環保問題，減少木材的消耗。
- (8) 課桌椅設計應符合造形美觀，使用者喜歡的基本需求。

為符合未來教育的需求，國小學生課桌椅之設計除了基本的人因工程及產品設計因素的考量外，更要考慮到教學方式的進行與教學設備之間的配合度，因此訂設計上達成的特點如下：

- (1) 更方便的調整方式，讓學生輕易的調整桌子或椅子的高度，以達到較適度的視野、坐姿需求。有三種不同高度的調節管，分別為 5-35%ile、30-75%ile、70-95%ile 每支管可調節範圍為正負 3 公分，但每支管的長度亦不同，學生可依身高的不同而選擇不同的調節管，再分別調整至適合的高度。使學校不需因為學生身高的不同，而在選購課桌椅及配置方面感到煩惱。當更換調節管時，不需要複雜的動作，亦不會增加生產上的困擾，調整方式如圖 18,19,20 所示。

- (2) 教室內部的空間環境與相關設備以及教室的空間單元間，可以因應不同的教學方法與課程活動的需求，做彈性的區隔與劃分。教室與可以有不同的組合與安排形式，以利不同的群體之間與小組之間與個別學習輔導的進行。課桌椅可靈活組合使用，課桌椅可組合成一個圓形或半圓形，便利於小組上課方式的配置。如圖 21 所示。教室內學生的置物櫃亦可依教學的需要做不同型式的彈性組合如圖 22,23 所示。
- (3) 教室課桌椅和置物櫃可獨立使用，亦可依教學的活動的需求互相搭配，達到不同型式彈性組合的目的，如圖 24,25 所示。

獲得新型專利：桌與櫃之組合結構改良—2003.09.11-2014.12.09，專利證書「新型第 212010 號」。



圖 18 國小學用課桌椅



圖 19 課桌椅調整方式

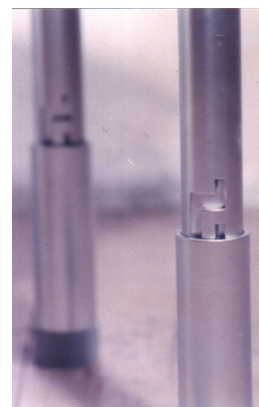


圖 20 課桌椅調整方式結構

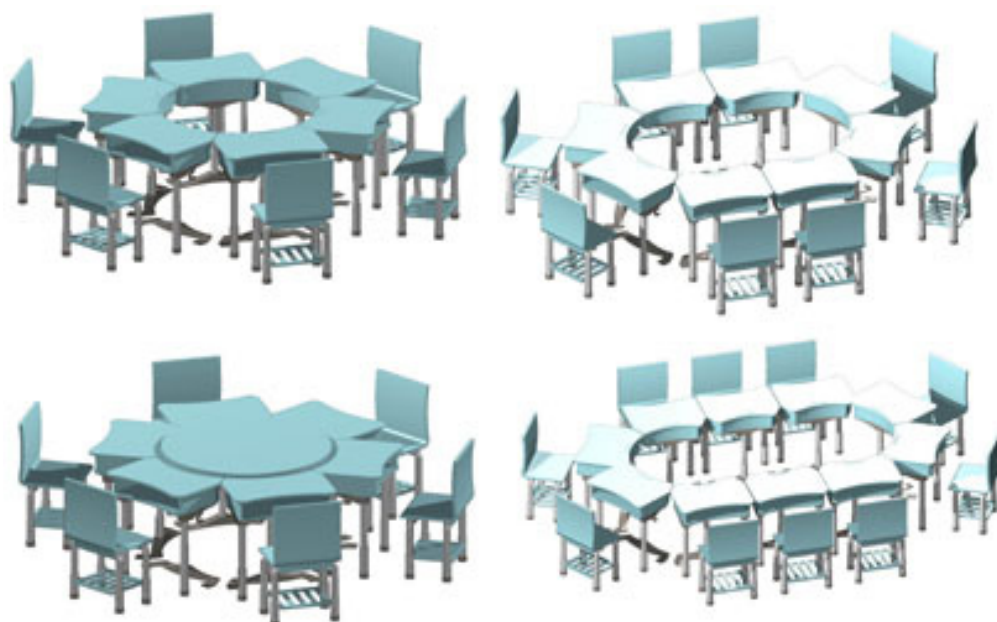


圖 21 彈性的課桌椅組合方式



圖 22 置物櫃的彈性組合 1

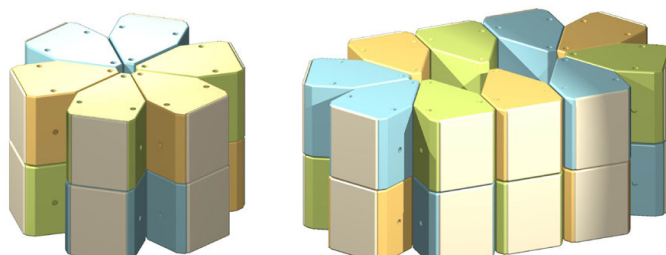


圖 23 置物櫃的彈性組合 2



圖 24 課桌椅和置物櫃彈性的組合 1

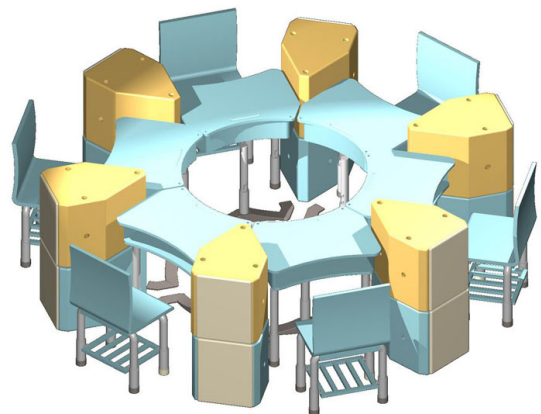


圖 25 課桌椅和置物櫃彈性的組合 2

六、結論

評量實務技術相關研究的學術價值，或技術實務研發之成果，以通過政府核准的專利，最能具體清楚呈現研發成果，並具公信力，綜觀技術研發的認定，以一項新型專利的審定而言，至少需要經過 16 個月針對該項技術進行『產業上利用性、新穎性、進步性』的審查。而一項新式樣專利的審定而言，至少需要經過 12 個月的審查。一旦通過專利審查，代表政府對於該項技術的認定，並且政府對該項技術進行保護，可見專利審查的嚴謹程度。本研究提出三項新型專利，三項課桌椅設計技術得以通過新型專利均是理論結合實務的最好例證。

本研究是長期國科會研究計畫之集成，架構由以往各階段之研究成果、所發表的論文和技術報告。在理論方面，相關研究之三項技術都是從人體工程學的學理基礎，探討課桌椅人體工程相關的理論、文獻的回顧、實驗的方法、假設驗證的設計、結果的分析等嚴謹的研究方法。將研究的發現建立參考模式，提供教具設計時人體工程評估、應用人體計測值訂定關鍵尺寸的方法，提供產品設計的參考。在設計學理基礎上，則以工業設計的方法對現有的使用狀態進行評估的模式，在考量現實的環境層面、符合使用者需求的設計層面，將研究的發現以工業設計的方法，設計新的技術和產品。產品設計如果沒有落實於實務技術上，所達成的成果只能以「理論研究」稱之，身為設計師的使命是要將設計落實於產品，因此需要考量實務的技術，諸如量產的原則、節省成本的原則、讓產品具有新穎性、進步性、及實用性。在長期的研究過程中，首先要感謝國科會對研究計畫的支持。另外，要感謝參與相關研究擔任研究助理的學生們，高中課桌椅研究執行時的吳浩璋、廖心瑜同學；國中課桌椅研究執行時的徐稚皓、陳伯翰同學；國小課桌椅研究執行時的江承恩、游岳邦、蘇家慶同學。明志科技大學機械工程系李惠智老師在機構設計的協助。在同學們的積極協助參與下，讓技術得以落實，而參與相關計畫的同學，得以經歷理論結合實務的薰陶，也是技職教育注重理論與實務的明證。

參考文獻

1. 呂茂駿、呂明揚、林昱昇，2001，台灣地區人體計測資料庫刊例，中華民國人體工程學會，新竹市。
2. 呂茂駿、詒勝雄、何明泉，1996，本土化靜態與動態、人體計測資料庫之建立(總計畫)，國科會研究計畫。(NSC-84-221-E-007-055)。
3. 呂明揚、呂茂駿、黃詒玲、游志毅，1996，勞工靜態與動態人體計測資料庫之建立，行政院勞委會勞工安全衛生研究所。
4. 林榮恭、唐視漁，2000，台灣高中學生課桌椅人體設計之研究，工業工程學刊，第十七卷，第三期，pp291-299。
5. 林榮恭，2000，台灣高中學生課桌椅相關人體尺寸之探討，人體工程學刊，第二卷，第一期，pp63-72。
6. 林榮恭、唐視漁，1999，高中學生課桌椅設計之相關研究，明志技術學院學報，31期，pp65-82。
7. 黃詒玲、呂茂駿、呂明揚、游志毅，1993，勞工靜態與動態人體計測資料庫建立之先驅規劃，行政院勞委會勞工安全衛生研究所，台北。
8. 黃詒玲、呂茂駿、呂明揚、游志毅，1994，勞工靜態與動態人體計測資料庫建立之先驅規劃，勞委會勞工安全衛生研究所研究報告(IOSH83-H121)。
9. 謝航瑜，1987，辦公桌椅舒適高度與身高關係式的探討，國立清華大學工業工程研究所，碩士論文。
10. Annette, S. R., and Jens, A. H., 1994, "The working positions of schoolchildren", *Applied Ergonomics*, vol.25(1), pp.63-64.
11. Branton, P., 1966, The comfort of easy chair, Furniture Industry Research Association, Report.
12. Dempsey, C. A., 1963, The design of body support and restraint system, *Human Factors in 1963 Technology*, New York: McGraw-Hill.
13. Evans, W.A., Courtney, A.J. and Fok, K. F., 1988, The design of school furniture for Hong Kong schoolchildren, *Applied Ergonomics*, vol. 19(1), pp.122-134.
14. Fallon, E. F. and Jameson, C. M., 1996, An ergonomic assessment of the appropriateness of primary school furniture in Ireland, *Advance in Applied Ergonomics – proceedings of the 1st International Conference on Applied Ergonomics*, Istanbul, Turkey, May 21-24, 1996, pp.770-773.
15. Floyd, W. F., and Ward, J. S., 1969, Anatomical and physiological principles in chair and table design *Ergonomics*, vol. 12, pp.132-139.
16. Grieco, A., 1986, Sitting posture: An old problem and a new one, *Ergonomics*, vol. 29(3), pp.345-362. Furniture in Ireland, 1996, *Advance in Applied Ergonomics-proceedings of the 1st*
17. Hira, D.S., 1980, An ergonomics appraisal of educational desks, *Ergonomics*, vol. 23, pp437-460.
18. Jeong, B. Y., and Park, K.S., 1990, Sex differences in anthropometry for school furniture design. *Ergonomics*, vol. 33(12), pp.1511-1521.
19. Kroemer, K.H.E., 1988, Ergonomic seats for computer workstations, In F. Aghazadeh (Eds.), *Trends in Ergonomics/Human Factors*, pp.313-320.
20. Lin, R.T., and Kreifeldt, J.G., 2001, Ergonomics in Wearable Computer Design, *International Journal of Industrial Design*, 27, pp.259-269.
21. Manda1, A.C., 1982, The correct height of school Furniture, *Human Factors*, vol. 24, pp.257-269.
22. Norman, Donald A., 1990, *The design of everyday things*, New York., Doubleday.
23. Smit, F.L.P., 1996, Ideal dimension of furniture for university student, *Advance in Applied Ergonomics – proceedings of the 1st International Conference on Applied Ergonomics*, Istanbul, Turkey, May 21-24, 1996, pp.397-399.

-
24. Susila, I. G. N., 1998, Ergonomic study of table and chair for senior high school student at Denpasar, Bali, Global Ergonomics-Proceedings of the Ergonomics conference, Cape Town, South Africa, September 9-11, pp.523-528.
 25. Wickens, C.D., Gordon, S., and Liu, Y., 1998, Introduction to Human Factors Engineering. New York: Addison-Wesley-Longman.
 26. Zhang, L., Helander, M.G., and Drury, C.G., 1996, Identifying factors of comfort and discomfort in seating, Human Factors, vol38(3), pp.377-389.

Ergonomic Desk and Chair Designs for Elementary and High School Students in Taiwan

Yen-Yu Kang* Rungtai Lin**

* Department of Applied Design, National Kaohsiung Normal University
e-mail:yenyu@nknku.edu.tw

** Department of Craft and Design, National Taiwan University of Arts
e-mail:rtlin@mail.ntua.edu.tw

(Date Received : May 17, 2004; Date Accepted : October 12, 2005)

Abstract

The importance of ergonomic design for users has been gradually accepted by people from all walks of life. The ultimate purpose of product design is to satisfy users' needs. Users' needs would be truly satisfied only when products are designed for "users" in compliance with human requirements and behaviors, thereby creating a user-friendly environment. Wide variations in body size exist among students. Hence, desks and chairs designed for their use should not only be beautiful, practical but also comfortable for their body size. Using the Human Body Measurement Database established under government support and through academic cooperation, this study designs desks and chairs for elementary and high schools students taking into consideration both the needs of the students and production costs together with production methods, production flexibility, and interchangeability of parts. Following the guideline of human body measurement data, the products designed aim to provide the maximum comfort to users. With examples of three newly patented designs, this study illustrates how ergonomics can be applied to product design, which can enhance beauty, upgrade practicality and provide comfort.

Keywords: Design practice, Product design, Ergonomics, School desk and Chair

