

# 人因工程的介紹與農業上的應用

農試所農工組 林建志

## 一、前言

農忙時期，農民們為了增加農作所得必需與時間競賽，加上照明設備普及，現代農民已經不再是日出而作日落而息，而是屬於長時間的工作(一般而言都是每天超過12小時)。再者農業活動通常是屬於高度重複性的動作，短時間便會疲勞，因此特別容易產生職災傷害。

一般而言減少職業災害最有效的方式是適當的休息，然而許多農民認為「農忙期間，事情都做不完了那有時間休息」，導致長時間的疲勞累積引起職業傷害而不自知。

職業災害的發生對於家庭生活造成嚴重影響，根據勞工委員會公佈的資料，2009年因為職業災害導致永久部分全失能的人數為276人次，而暫時全失能的人數則高達10,129人次，以當時就業的勞工比例來計算，約1/1,000勞工是屬於暫時全失能，他們可能造成家庭嚴重的經濟負擔。因此近年來為了降低職業災害的發生，政府推動降災計畫，以減少職業災害（行政院勞工委員會，2010）。然而利用公權力明訂相關條款禁止工

作，或是職業災害發生時才進行補助，這些方式都屬於消極的作法；如果要積極的減少職業災害發生，則必須從人因工程(human factors engineering, ergonomic)的觀點開始。

在國內人因工程已普遍應用在日常生活上，像是桌椅、檯燈、吹風機、電動牙刷、電腦…等不勝枚舉。由此可知國人普遍可接受人因工程的概念，然而在農業上並不普及，導致農機業者在設計之初，並未導入人因工程的概念，再加上許多農民為了工作方便，自行修改農業機具，進而造成職業災害。例如搬運車翻覆、中耕機壓傷腳、腰椎受傷…等問題時有所聞，若是我們將人因工程的觀念導入農業相關產業操作，相信可以減少許多農民之職業災害。

## 二、什麼是人因工程

上述提到人因工程可以積極地減少職業災害的發生，但什麼是人因工程呢？人因工程對我們又有什麼樣的幫助呢？人因工程又稱為人體工學，它是一門研究工作的科學，主要探討日常生活與工作中，人們與物件或是工作環境之間互動的科學，探討的方向不再是只有人適不適合工作，也反向討論工作適不

作者：林建志助理研究員  
連絡電話：04-23317716

適合人。簡單的說，只要是能讓操作者以更舒適、更輕鬆的方式操作工具，避免傷害發生，這一類的設計都可以稱做是人因工程概念。例如現在的曳引機，除了主要的功能外，無段變速的功能亦開始被採用，駕駛艙的空間增加並在內部裝設冷氣、音響…等設備，都是為了讓使用者能夠減少疲勞並舒適的操作曳引機，而這些設計便可以稱為符合人因工程概念。

人因工程的發展主要可分成早期（19世紀末至西元1939年）、轉變期（西元1939至1960年）以及發展壯大期（西元1960年之後）等三階段。表一為人因工程發展的三個階段其研究對象及使用的研究方法。

**(一)早期：**人因工程第一階段係在工業革命之後，人們日常生活由原本手工生產逐漸轉變成機械製造，此時機械設計者在設計之初，僅考量機械功能與效率，並未考慮人的因素，這是機械功能與效率遠大於操作者需求的時代，因此該時期的人因工程研究著重於操作者的動作，即是如何有效地提升工作效率，此時期最有名的人因工程研究學家為 Frank Gilbreth (1868-1924) 和 Lillian Gilbreth (1878-1974) 夫婦，他們被認為是人因工程學領域的先驅之一。

**(二)轉變期：**隨著機械大量的使用，研究者們開始發現人與機械之間協調的重要性，因此開始重視人的因素，意識到若能使機械和程序符合操作者的需求，將能有效地增加工作效率，降低出錯的可能性，學者們的研究與應用逐漸進入工業與工程設計內。

**(三)發展壯大期：**此時期與轉變期最大的不同係從重視人與機器之間的關係，逐漸轉變為重視人、機器與環境之間的關係，並將此三項整合成一個系統進行研究，所討論的已經不再是操作者與機械之間的關係，而是擴大到整個工作環境，像是機器設備的配置、環境光源是否適宜、廠房內的溫、濕度控制…等，這些都是為了令操作者能更舒適的工作，並能夠減少錯誤。而國際人因工程學會聯合會(International Ergonomics Association, IEA)也在此時期成立(西元1961年)。

我國人因工程研究起源於西元1984年，由當時國科會副研究員陳琰與本國人因工程學者成立人因工程推動小組，確認其名稱與研究方向，並於西元1993年成立中華民國人因工程學會(Ergonomics Society of Taiwan, EST)，二年後(西元1995年)申請加入國際人因工程學會聯合會，成為正式會員團體。

表一、人因工程發展的三個階段其研究對象及使用的研究方法

	早期 (19世紀末至西元1939年)	轉變期 (西元1939至1960年)	發展壯大期 (西元1960年之後)
研究對象	操作者去適應機械	機械與操作者之間的關係	機械、操作者及工作環境之間的關係
研究方法	心理學	心理學、生理學、人體測量學、生物力學	心理學、生理學、解剖學、工業衛生學、工作研究、工作與工程設計、建築與照明工程、管理工程

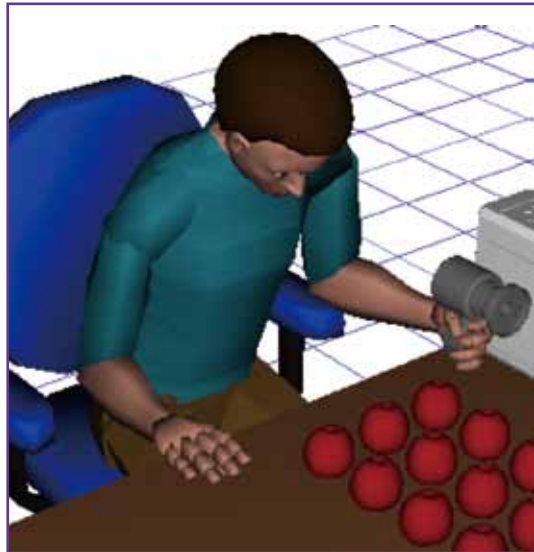
### 三、人因工程在農業上的應用

目前國內已有不少的先進將人因工程的概念導入農業領域，像邱等(2007)從人因的角度探討操作者使用「套管式蔬果種苗嫁接機」以及「秧苗搬運作業」，利用軟體模擬的方式，使用虛擬人(或稱數位人)與虛擬工作環境配合，觀察虛擬人在作業的過程中，腰椎受力(下背力)情形分析，提供一個安全的操作距離以及建議每次搬運秧苗的總重量不得超過16kg。

邱等(2009, 2010)對攜帶型水果內部品質檢測系統進行人因工程分析，分析項目有RULA、身體各關節受力、舒適評估以及視覺分析。建議操作者以坐姿操作攜帶型水果內部品質檢測系統，並將該系統之人機介面裝設在機械上方40~50cm處，此種設計最符合人因工程設計，圖一為虛擬人操作水果內部品質檢測系統之情況，若是配合動畫與人因工程分析，則可以得到最佳的操作條件，以提高工作效率，並減少疲勞度累積與工作傷害。林等(2009)則是將人因工程的概念帶入搬運車的設計，探討搬運車的舒適度以及操作性，圖二為虛擬人駕駛農用搬運車之模型，配合人因工程分析軟體，藉此設計出更符合人使用之搬運車。

盧等(2012)則是利用人因工程手法改善柑橘農業加工過程中的危險因子，使用評分方式判斷加工過程中是否符合人因工程，大幅度提高工作效率，減少人體負荷。

林等(2013)利用3D攝影系統取得操作者在搬運車載台搬運農用資材時身體各關節角度，利用人因工程方式分析操作者在搬運過程中腰椎受力情形。其結果顯示搬運農用資材重量不宜超過

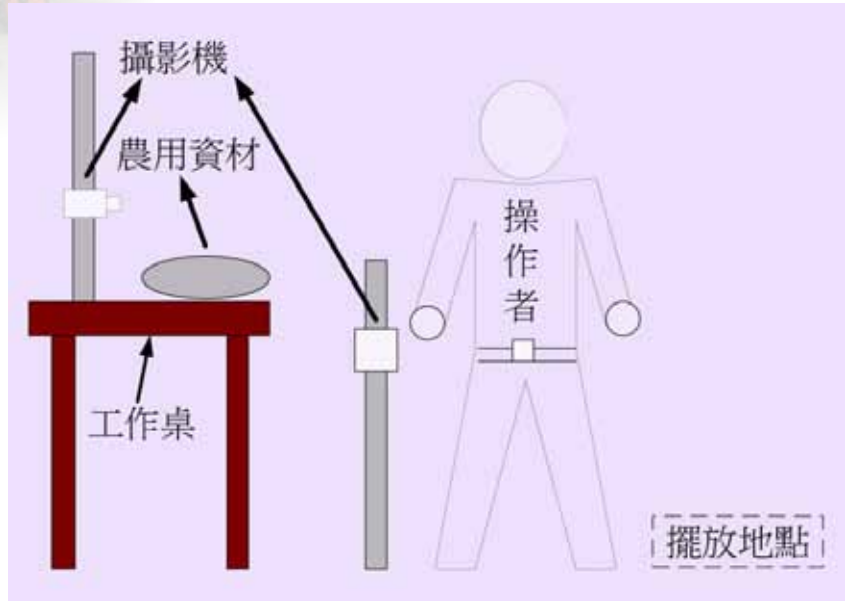


圖一、虛擬人操作水果內部品質檢測系統之情況，藉此模擬出最佳的儀器操作條件，增加工作效率減少職業傷害。



圖二、虛擬人駕駛農用搬運車之模型，藉此模擬搬運車之舒適度及操作性，使設計更貼近人性化。

25kg，而搬運車載台高度則為69cm為最佳，與傳統搬運車載台高度不得超過70cm符合，但從其結果討論，其建議載台高度越接近操作者腰椎（L4/L5）位置越佳，在搬運時，操作者手臂移動距離與軀幹角度較少，腰椎受力小較不易受傷害。



圖三、3D攝影系統示意圖，擷取操作者各關節角度，藉此模擬操作者各關節受力情形，以避免工作傷害。

圖三為3D攝影系統示意圖。

依據上面的例子我們得知，國內已有研究人員將人因工程的概念導入農業的應用上，這些都是為了讓操作者能更安全、更舒適的從事農業。

#### 四、未來展望

人因工程係屬於探討工作的科學，討論整體工作環境，利用人類行為、能力與限制，令操作者以更有效率、安全與舒適的方式進行作業，因此若在農機設計之初，能導入人因工程的概念，那麼相信未來的農業機具將更適合人使用，使人能以更舒適、更正確的姿勢從事農業活動。

#### 五、參考文獻

邱奕志、吳剛智、林儀豪、葉承隆，2007，虛擬人在農業生產系統人因分

析之應用，2007 農業資訊科技應用研討會 文集，pp.88-104。

邱奕志、陳世銘、林建志，2009，攜帶型水果內部品質檢測系統操作之人因工程分析，2009農機與生機論文發表會論文集，pp.101-106。

邱奕志、林婧翔、陳世銘、蔡兆胤，2010，攜帶型水果內部品質檢測系統操作之人因工程分析，2010農機與生機論文發表會論文集。

林建志、吳剛智、蘇溫禧、鄭崢任，2009，農用搬運車之人因工程分析，2009農機與生機論文發表會論文集，pp.111-116。

盧瑞琴、陳佩君、林儀柔、陳冠皓；黃翊翔、彭孟凡，2012，基礎工業工程在柑橘農業的改善研究，Journal of Commercial Modernization, Vol.6, No.3,(2012),157-176。