

The Application of Systematical Function Analysis in Shoulder-Type Electric Lawn-Mower Design

Ming-Chyuan Lin^{1*}, Yih-Hsien Lin¹, Yu-Ching Hung², Sze-Yong Ma¹

¹Department of Creative Product Design and Management, Far East University

² Department of Industrial Design, National Cheng Kung University

*Corresponding author, E-mail: minglin@mail.ncku.edu.tw

(Received 1 April 2016; final version received 8 February 2017)

Abstract

The progress of science and technology has affected human living customs and working modes. This change also enhances and assists the human to efficiently solve problems encountered around our environment. A shoulder-type electric lawn-mower is a personal tool that can be used for closely-cut environmental lawn or garden cleaning. The shoulder-type electric lawn-mower has replaced man cutting activity and greatly reduces the mowing time. However, when people operating the shoulder-type electric lawn-mower for a period of time, shock and vibration will cause the user to feel uncomfortable and even get hurt. The objective of this research is to apply systematic function analysis and ergonomic operation model to the improvement of the shoulder-type electric lawn-mower. In the systematic function analysis, the overall design and structure of a shoulder-type electric lawn-mower is explored and help identify the user problems and demands, such as weight, shock and vibration, length and prevention. An integrated design norm is determined and the concepts of design alternatives are proposed. The research used the computer graphical software to build 3D design alternatives and evaluate the feasibility of operation. It is expected that through the considerations of user operational custom and ergonomics, form of functions, adjustability, storage, size, weight, vibration coefficient, safety, specific uses, materials and regulation, an optimum shoulder-type electric lawn-mower can be designed.

Keywords: Product Design, Shoulder-Type Electric Lawn-Mower, Functional Analysis, Ergonomics

References

- Chang, C. Y. (2011). Measurement and Analysis of Handle Vibration for Grass Trimmers and Brush Cutters (Master's thesis). National Taiwan University, Taiwan. (In Chinese)
- Chen, B. T. (2012). *The development of the charging and discharging system using MPPT method on PSOC system and its application on electric mower* (Master's thesis). The National Ilan University, Taiwan. (In Chinese)
- Cheng, C. H. (2013). *Study on the Reel Mower Helical Blades by Reverse Engineering Technique* (Master's thesis). National Chiayi University, Taiwan. (In Chinese)
- Chiang, P. H. (2013). *Autonomous Lawn-mower Robot* (Master's thesis). National Cheng Kung University, Taiwan. (In Chinese)
- Chin, L. (2010). *Assessment of Hand-Arm Vibration Exposure among the Petrol-engine Driven Mowing Machine Operators* (Master's thesis). National Yunlin University of Science and Technology, Taiwan. (In Chinese)
- Sung, M. K. (2011). *Noise Evaluation and Reduction for Operation of Brush Cutters and Grass Trimmers* (Master's thesis). National Taiwan University, Taiwan. (In Chinese)

應用系統性功能分析於肩背式修草機之改良設計

林銘泉^{1*}、林宜賢¹、洪煜清²、馬思榮¹

¹遠東科技大學 創意商品設計與管理系

²成功大學 工業設計學系

*通訊作者，E-mail：minglin@mail.ncku.edu.tw

摘要

肩背式修草機主要用於環境植栽修剪與園藝清理，過去人力修剪方式，已轉成電動，大幅提昇環境植栽的整修功效。然而，充電馬達之重量與機具的震動，易造成使用者身體不適與降低使用效率。本研究透過系統性的功能分析與人因操作模式，探討肩背式修草機的整體結構，以了解使用者於使用過程中的問題和需要。最後整合出設計規範，進行肩背式修草機的設計提案，並以電腦 3D 建模設計之構想方案，進行模擬與評估使用者合適的肩背式修草機。

關鍵詞： 產品設計，肩背式修草機，功能分析，人因工程

7. 前言

現今知識經濟的時代，提倡知識的重要性與利用價值。在網際網路發達與資訊科技蓬勃發展的社會環境背景之下，科技資訊技術成為幫助企業組織或個人推行知識管理的必要工具。透過科技資訊技術的輔助，使得知識可以儲存、辨識、收集、分享進而創造新知，產生創新之價值，而在網路的傳播下，知識與資訊的交流管道變得更密集而寬廣。然而，對設計而言，工業設計核心理念也也不再是過去的標準化與規格化之大量生產與製造為主流，而是轉變為「以使用者為中心」的設計考量。

依工研院預估 2014 年台灣機械產業產值約 9641 億元，年增 7%，今年產值則可望突破 1 兆元，但僅年增 5%。工研院 IEK 機械與製造系統研究部經理熊治民表示，台灣工具機業已形成完整的價值鏈體系，但競爭力仍需加強，工具機與自動化/機器人的結合、升級，才是未來競爭利器。因此，進行工具機之改良設計與研究，有助提昇國內產業之競爭力。國內使用肩背式修草機從事作業的勞工數眾多，由於該類型之修草機具有價格便宜、操作簡易及施作迅速等優點，故為目前國內從事園藝業及清除雜草使用相當普遍的割(除)草工具。由於肩背式修草機之外型為簡單的馬達與鋼骨架構而成，並露出割草的刀具，因此操作簡易具危險性，如圖 1 所示。

有關肩背式修草機之使用，目前在國內有「背負式修草機使用安全技術手冊」作為講習教材，宣導操作者如何正確安全地使用機械，減少因使用該種機具造成的意外傷害，如圖 2 所示。此外，亦有辦理「背負式割草機使用安全衛生講習」，調查目前使用肩背式修草機的現況及使用安全衛生的宣導。

圖 1. 肩背式修草機之操作示意圖



圖 2. 肩背式修草機之操作安全護具配備圖

本研究對現行肩背式修草機的使用狀況所發現的問題，如下四點：

1. 造形與設計部份：包含肩背式修草機的造形、尺寸、款式、套裝組合、人因考量等問題。

2. 材質與舒適部份：包含肩背式修草機的機具結構、重量、防護、緩衝、材質、防震、舒適度、色彩等細項問題。
3. 法規與規範部份：肩背式修草機的法規要求、安全規範與相關限制。
4. 拆換與安全部份：包含肩背式修草機的刀具拆換、清潔、安全性、護檔，以及使用情境上可利於使用者操作之貼心設計等問題。

本研究試以人為本的角度出發，進行肩背式修草機設計，期望透過人因操作模式之考量與系統性功能分析下，針對肩背式割草機之安全性、拆換性與功能性進行探索，期望透過完整的研究，針對肩背式修草機之使用，提供減少使用者負擔的設計。

8. 文獻探討

本研究以肩背式修草機設計作為目標產品，並運用系統性功能分析修草機之結構與功能，透過人因操作之角度進行使用者行為和形式了解使用者需求，再進行割草機之改良設計。故以下針對現有市面上之肩背式割草機、人因工程、系統性功能分析與相關國內外文獻和資訊進行整理。

2.1 肩背式修草機與相關研究

肩背式修草機，係指透過馬達機具與長桿旋轉刀具之組合而成的割草工具，主要應用於園藝事業與環境清理之機具。因科技進步，所呈現的修草機形式，也不單只是馬達式與肩背式等，亦演進到全自動機器人形式等，且刀具組合亦有不同的變化。

近年來，隨著時代進步、生活型態與產業型態的轉變，使台灣的競爭力有所影響。台灣工具機業已開始有不少針對肩背式修草機之研究，多半是機電工程與環安工程領域居多，包含現有設計議題以及所考量的觀點，如噪音、震動、刀具與自動化部份等議題。在修草機之噪音部份，宋敏港（2011）指出，修草機在進行割草作業時，長期累積的高分貝噪音可能會影響勞工的聽力安全，造成職業性聽力損失。因此，先進行噪音劑量與噪音頻譜量測，記錄勞工工作時數內的噪音劑量，另外，分析出噪音的主要集中頻率與頻率分佈。接著，加入耳罩進行量測，藉以比較有無使用耳罩的噪音數據，瞭解一般防音耳罩的消音效能。若要改善修草機勞工的噪音傷害，配戴防音耳罩是必要的選擇，雖然耳罩振動與聲音洩露也會影響其消音效果，但其影響可儘量避免，所以進行修草作業要保護聽力時，宜強制配戴耳罩。

在修草機之震動部份，張振岳（2011）使用田口法針對揹負式修草機把手振動之量測與分析之研究，以 ISO 5349 之規範為基礎，利用手腕換能器組、

電源供應器與耦合器及動態記錄器構成一量測系統，並使用頻譜分析儀進行分析，再依據國際一手臂振動相關規範，計算勞工每日工時與終身工作年數。實驗結果顯示揹負式修草機之振動總加速度隨著引擎轉速上升而增加，割刀使用二片刀之振動量明顯大於尼龍繩。又根據歐盟規範，容許每日最大工作時數介於 2.75 到 6.70 小時；而以 ISO 5349 計算終身工作年數，則介於 3.28 到 5.23 年，可做為揹負式修草機使用者之參考依據。再者，使用田口方法分析結果，在修草機型式、引擎轉速與刀片種類三個控制因子之下，對振動量貢獻的比例分別為 5.80%、56.88%、24.94%，且在此因子條件下，最佳化參數為軟管式修草機、引擎轉速 4500 rpm、以及使用尼龍繩。金璘（2010）針對修草機所發生的振動及不同材質的防振手套作為研究調查的重點，依據其不同的刀具形式搭配割草操作，透過實際操作以感測出不同程度的手感震動。此外，依據其機具引擎空轉實驗下，其結果與實際割草相同。故推論修草機主要的震動來源來自引擎的震動，若要改善修草機震動，應從改善引擎著手。

在修草機之刀具部份，鄭志先（2013）利用逆向工程技術於滾筒式割草機螺旋刀片之研究，運用逆向工程技術於滾筒式割草機刀片，使用非接觸式測量設備 Steinbichler COMET L3D 藍光掃描儀及套裝軟體 COMET plus 以擷取銲接於像剪刀式剪切作用之旋轉滾筒式割草機 3~9 片刀片組之數位資料。在實驗中先取得刀片的數據後，才於開發平台中使用有限元素分析動態仿真模擬軟體 DEFORM-3D 及滾輪函工技術製作出與原本的物件相似的工件。並運用 Geomagic Studio 逆向工程軟體中點雲資料的最佳擬合與精確曲面的偏差分析的功能，和原本的物件進行誤差比對，來驗證於開發平台中運用逆向工程技術的工件是否在容許誤差範圍內。

在修草機之自動化部份，江炳賢（2013）進行智慧型割草機器人之研究，為能節省大量的人力資源與時間消耗，而且必須考慮修草機器人在草地上的驅動行走能力。修草機器人的設計包含了避開草坪上的各種障礙物，也要實現最大的割草覆蓋範圍，更使用了超音波感測器作為定位通訊的功能。此外，並以螺旋式的牛耕田作為修草機器人全域覆蓋的路徑規劃設計。其修草機器人的控制核心為 Microchip PIC 4520 控制晶片，負責機器人車輪行走控制、刀片馬達控制、碰撞感測器控制，以及超音波感測器的訊號處理等。陳柏村（2012）以嵌入式太陽能最大功率追蹤充放電系統應用於電動修草機之研製。以嵌入式系統(PSoC)來開發太陽能最大功率追蹤充放電系統。以自行設計的降壓型切換式電源

轉換器，完成太陽能電池對佇列式磷酸鋰鐵電池做最大功率追蹤充電，並加入 PWM 功率控制器設計，使操作者可以控制電池對電動割草機的輸出功率達到省電功能。最後將電路製成模組與背負式電動修草機結合，攜至戶外進行割草作業。

2.2 系統性功能分析

人機系統的功能分派對產品之設計影響很大，人與機器彼此各具特色。在人方面，人之能力超越機器者為偵測、型態之認知、可塑性、推論與決策；而機妻操越人者為速率、準確之回應、重複執行與多管道執行等。人機系統的功能分配如果不平衡，其所帶來之結果可能構成潛在危險性，也就是說一些意外事故或不良品質之作業，多半因為不佳的功能分派，而造成使用者作業的錯誤所形成。

系統性功能分析的產品設計在確保設計的新產品或新系統，能使人們執行的工作於一個可被接受的合理範圍內運作，其所需要考慮的三個重要設計過程為：(1)機能分析與分派，即分析與描述使用者或產品之所有可能機能，最後則依正常執行之需求，分派特定而合式的機能與已使用者或產品。(2)決定人們執行工作的要件，及評估分派之使用者的機能合理性，以提供設計準則的建立。(3)工作分析，即將所有的機能分解為較細微的部份，以決定最佳的操作型態，最後再予以整合或組合所有工作程工作模矩，以備產品設計的發展。

機能係指工作的陳述，以一種熟練的行動系統去配合某一特定的需求，即使用者所需要的功用，故產品設計首先要確認系統運作的主要機能，亦即它所要作的工作為何。機能分析與分派的作法為界定產品元件的基本機能與次要機能，並依實際狀況予以機能分派之確認。這樣的作法有助於設計師對複雜產品的認識與設計目標的建立。有關人們執行工作的決定係考量使用者手操作過程的時間內，能保證最低限度熟練的滿意程度。本研究將透過軟性的系統方法哲理予以評估，如語意差異法，內容包含工作導向之關鍵因素評核、產品之人性因素相關機能要件之評核、使用者熟練度要件之評核、即使用者對工作執行之屬性檢核等。至於工作分析則是探討要進行之工作如何與使用者密切配合，其間包含工作系統結構之評估、工作確認、工作流程評估與工作模矩之確認。

2.3 人因工程

人因工程學（又稱工效學、人機工程學、人類工效學、人體工學、人因學）是一門重要的工程技術學科，為管理科學中工業工程專業的一個分支，是研究人和機器、環境的相互作用及其合理結合，

使設計的機器和環境系統適合人的生理及心理等特點，達到在生產中提高效率、安全、健康和舒適目的的一門科學。其中側重於研究人對環境的精神認知稱為 cognitive ergonomics 或 human factors，而側重於研究環境施加給人的物理影響稱為 physical ergonomics 或 occupational biomechanics。作為一門綜合性邊緣學科，它的研究和應用範圍非常廣泛，因此人們試圖從各種角度命名和定義它。

早在 1857 年有一位波蘭學者 (Wojciech Jastrzebowski) 首先提出人因工程（又稱人體工學）這一個概念。他認為人因工程是一門研究工作的科學 (The science of Work)，從希臘字 ergon (亦即工作 work) 與 nomos (亦即法則)，衍生出 "ergonomics" (人因工程/人體工學) 這個字。近來，專業人因工程師認證委員會 (Board of Certification in Professional Ergonomics, BCPE, 1997) 進一步將人因工程定義如下：人因工程是一門探討人的能力、限制及其與設計有關之特徵。

簡單來說人因工程設計是指運用上述這些知識來設計工具、機器、工作方法以及工作環境，以增進人員的安全、舒適與效率。從另一個角度來看，如何使工作與設備適合使用者的能力與限制，而不是使用者去配合工作與機器的需求，這一原則是人因工程研究的基本精神。實務上，如何設計工作或機器設備並兼顧人因工程原則與經濟效益確實不容易。然而，過去成功的案例卻都是具有這樣的特質。以泰勒 (Taylor F. W.) 1898 年鑄子最佳化的設計研究以及吉布瑞斯 (Gibbreth F.B.) 砌磚方法的研究，都是兼顧工作效率與人因工程原則的成功改善案例。直覺地，我們會認為一種符合人因工程原則考慮人的工作能力與限制的設計，應該會減少疲勞更安全舒適才對。從長時間的觀點來看，工作時不產生過度的疲勞或傷害，人員的工作績效應該會提高，失誤也會減少才對。

在本研究中，主要以人因工程中的手工機具之操作為主，以探討工作中人員、作業與環境之關係並達到和諧，讓使用者於作業環境中以安全、有效、舒適的方法發揮最大績效。

9. 研究方法與步驟

應用系統性功能分析與人因操作模式於肩背式修草機之設計設計，乃基於時代潮流與科技進步之下，針對日常生活中的工作機具進行改良設計。本研究之進行步驟分成三大階段，第一階段為本研究計畫的相關文獻資料等前置作業階段，第二階段為調查分析，第三階段為改良式的肩背式修草機之設計提案，其整體執行階段步驟，如圖 3 所示。

在第一階段之前置作業為資料收集與基本項目

分析，主要針對肩背式修草機之品牌、造形特徵、樣式、結構、功能、材質、護檔、刀具組、收納裝置、安全性、法規要求與專利技術等項目進行收集與整理。此外，同時研擬欲調查之使用者需求方向，以利後續問卷與設計調查之用。另外，亦針對使用者於操作上可能面臨的問題進行設計探討，以及使用者之動作分析與相關人因數值參數進行整理。

第二階段則逐步進行其調查分析。首先，將所收集到的相關依資料與檔案類型加以分類整理，並針對使用者之習性與需求進行分析。然後進行使用者之操作實驗與分析，逐步檢視各項設計特徵與議題。最後彙整其系統功能分析，並擬定綜合性之設計方針，作為後續肩背式修草機之設計規範，並提供後續第三階段之創新設計提案內容。

第三階段為肩背式修草機之改良設計提案，經由第一、二階段之相關資料收集、材質應用屬性、修草機特徵屬性、調查與分析、使用者需求、設計師觀點等多方面之設計規範，逐一導入肩背式修草機之改良設計。首先進行設計的概念初步發想，並依據概念發想進行更細緻的設計與細節調整。在設計過程中，不斷修正與調整，針對產品之外形、材質、細部呈現等，結合需求，使設計更加完善。設計提案成熟後，配合電腦 3D 繪圖軟體進行設計呈現，使設計之呈現更具體與真實，以呈現出改良的肩背式修草機之設計。最後，將設計提案進行模型製作與修正。並依據先前所彙整之設計規範進行檢視，以瞭解肩背式修草機之功能結構、安全性、人因考量、防護性與滿意度等指標進行瞭解和探討。

10. 肩背式修草機之功能性與人因分析

肩背式修草機雖然構造簡單與操作容易，但其危險性非常明顯。如使用肩背式修草機時，其修草機之噪音、震動、工作現場之熱曝露與綜合溫度熱指數等細項都是需要被注意的安全項目。

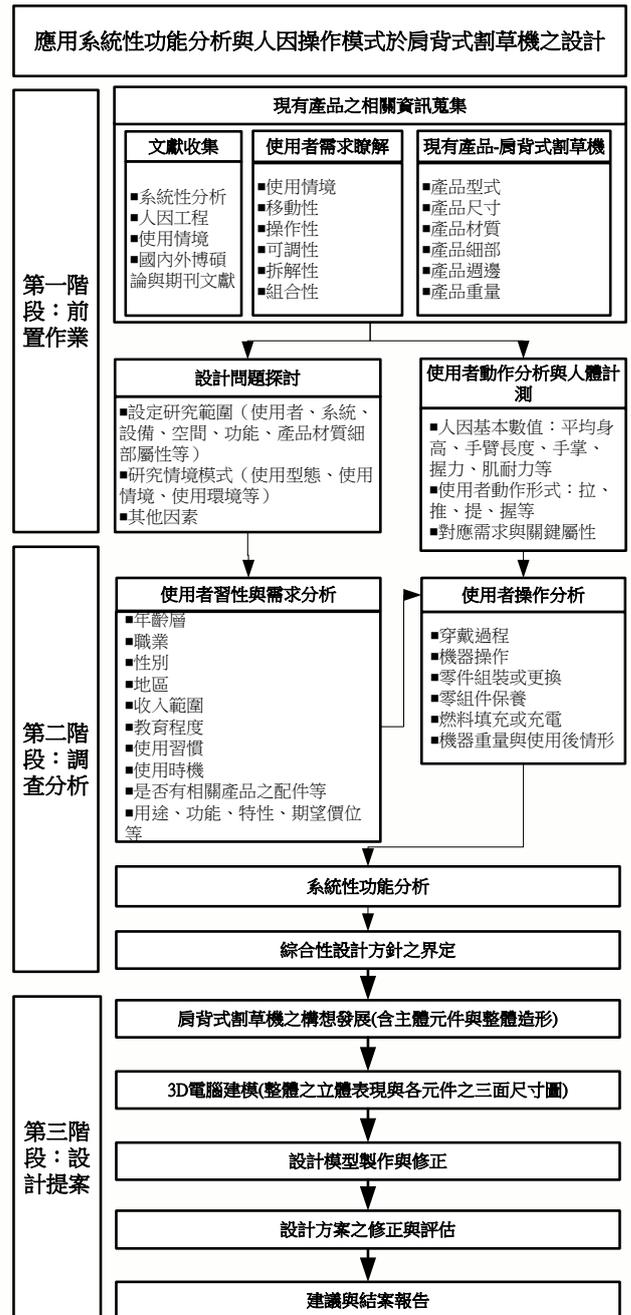


圖 3. 本研究計畫之工作流程圖

以噪音劑量方面來說，無論是軟管或硬管式修草機，相同修草機使用矩形刀片會比使用牛筋繩高 3 至 4 分貝；使用相同刀具時，軟管式修草機都比硬管式稍大 1 至 2 分貝。此外，有過半數的八小時日時量平均音壓級 (TWA) 試驗結果超過 85 分貝，顯示有必要針對肩背式修草機作業實施勞工聽力保護計畫，並在作業期間確實配戴防音護具。在噪音音頻方面：硬管式修草機當轉速提升時，最大聲壓位準發生之主頻率有往上提升的趨勢，從怠速的 500~2000 Hz，變成低速多集中在 500~3150 Hz，變成高速多集中在 500~4000 Hz；而軟管式割草機也大致雷同，怠速集中在 630~2000 Hz，低速集中在 800

~2000 Hz，高速集中在 500~4000 Hz。

在震動方面，總加速度介於 2.41~5.74 m/s² 之間，日常 8 小時等效暴露量皆超過所建議之行動閾值，但未達限制閾值。最大 RMS 加速度為 3.79 m/s²，根據勞工安全衛生設施規則第 302 條，每日之允許暴露時間為 4 小時以上，未滿 8 小時。引擎轉速與振動量有正相關性，引擎轉速越高，則總加速度越大。刀具選用也影響振動量，在使用同一台修草機的情況下，使用矩形刀片之振動大於使用牛筋繩。熱暴露方面，量測 WBGT 溫度的時間長達於 8 個小時，每段時間之溫度都會有所不同，例如：一般天氣情況清晨的溫度較低，隨時間逐漸升高，直到下午兩點左右溫度為最高，隨後又漸漸降低，一天溫差可達至 10°C 左右。

肩背式修草機是利用引擎高轉速離合器甩開與碗公接合，利用傳動系統轉動刀片或塑膠條，其平均長度為 1480-1520 毫米，平均重量為 10.2-11 公斤，平均由箱容量為 1.3 公升，平均排氣量為 42.7-45cc。優點是任何環境都能使用，傳動分軟管跟硬管，刀片的話比較危險，但是割比較長的草要使用，如果是塑膠條的話比較安全，但是遇到比較長的草就割不動。但使用上比較靈活，不會被場地限制，可以自身為中心點向外擴大割草範圍，也可抬起修剪樹木分支。肩背式修草機雖然構造簡單與操作容易，但其危險性是非常明顯的。如使用肩背式修草機時，其修草機之噪音、震動、工作現場之熱曝露與綜合溫度熱指數等細項都是需要被注意的安全項目。有關肩背式修草機現有之產品外形，如圖 4 所示，其操作之上下擺弧，則如圖 5 所示。一般而言，上下擺弧約 90° 左右。



圖 4. 各式肩背式修草機外形

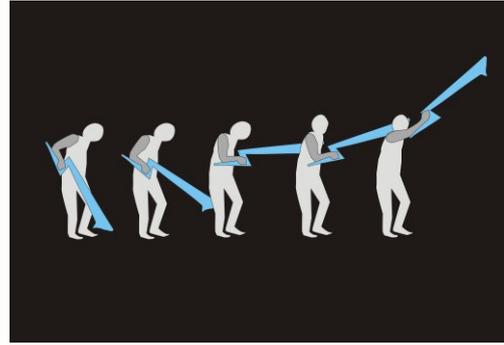


圖 5. 肩背式修草機上下擺動示意圖

11. 肩背式修草機之改善方案發展

依前述有關肩背式修草機之綜合分析，本研究進行構想發展，概念構想分別如圖 6、圖 7、圖 8、與圖 9 所示。其中設計方案一與方案三有些相似，係運用可調整之兩支架滑輪，減輕操作時之支撐力。不過造形與結構上，略嫌複雜。設計方案三則於手肘關節附加一護墊，以支撐手部之施力，唯效用不甚理想。經評估，本研究發展選定一款設計方案，如圖 10 所示。基本上，本選定之構想方案主要是基於使用操作的方式比較貼合使用者的施力效率。本設計方案所衍伸之細部構件表現特徵，分別如圖 11、圖 12、與圖 13 所示；而製作之三面尺寸圖則如圖 14 所示。

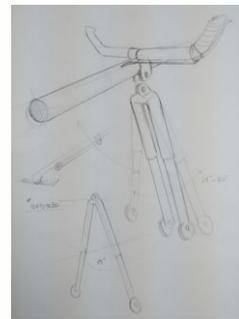


圖 6. 肩背式修草機構想方案一

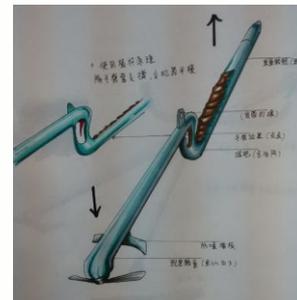


圖 7. 肩背式修草機構想方案二



圖 8. 肩背式修草機構想方案三



圖 12. 肩背式修草機精細構想方案二之細部構件 2



圖 9. 肩背式修草機構想方案四



圖 13. 肩背式修草機精細構想方案二之細部構件 3



圖 10. 選定之肩背式修草機精細構想方案

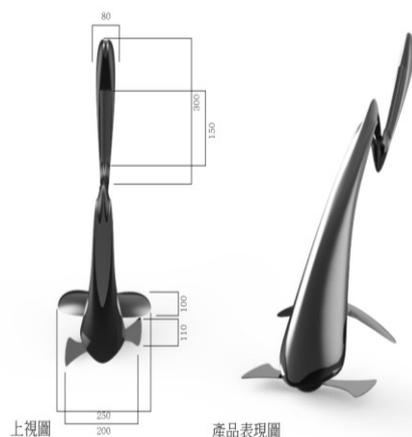


圖 11. 肩背式修草機精細構想方案之細部構件 1

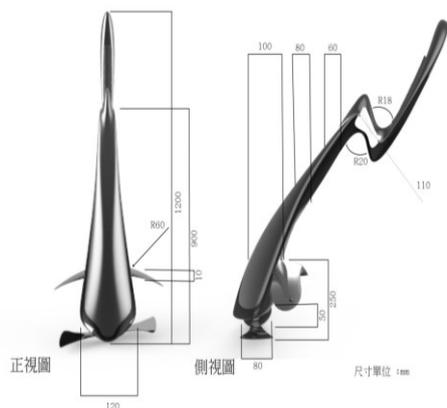


圖 14. 選定肩背式修草機構想方案之三面尺寸圖

本研究隨後就選取之構想方案，依相關尺寸標示進行模型製作與評估，其製作之步驟分別展現如下：
 步驟 1. 準備材料(再生紙板.有色紙膠帶.保麗龍膠)，如圖 15 所示。

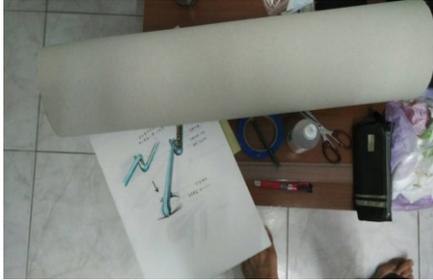


圖 15. 模型製作之材料準備

步驟 2. 紙板上依照草圖設計畫出分割線，如圖 16 所示。



圖 16. 模型製作規劃

步驟 3. 切出平面零件後，將其用紙膠帶及快乾黏起，如圖 17 所示。



圖 17. 修草機機身製作準備

步驟 4. 機身製作完成切割出握把形狀，如圖 18 所示。

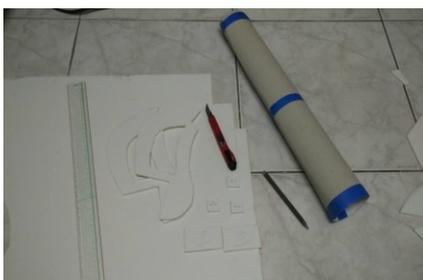


圖 18. 修草機機身製作

步驟 5. 將三大零件組合，如圖 19 所示。

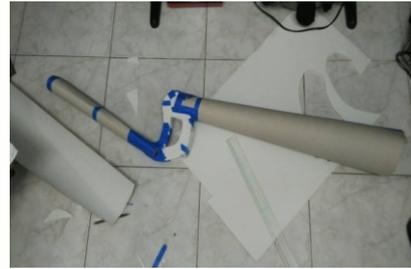


圖 19. 修草機各部件組合

步驟 6. 將握把部分補強，如圖 20 所示。



圖 20. 修草機握把補強

步驟 7. 完成初步模型製作，如圖 21 所示。



圖 21. 完整模型整合

步驟 8. 模型操作與修正，如圖 22 所示。



圖 22. 完成模型之操作與修正

此次模型製作部分講究於機身的角度設計，也就是操作方面的人因工程，所以在外觀方面較無美觀，然後進行操作方面之分析，操作舒適度及擺動角度等，最後再幫修草機模型做配重測試。

12. 結論

隨著科技的進化與成長，以及雲端計算所帶來的影響，對於生活與工作已帶來全新的轉變。對設計而言，現今的工業設計核心理念已不再是過去的標準化與規格化之大量生產與製造為主流，而是轉變為「以使用者為中心」的設計考量。

應用系統性功能分析能有效調整其功能結構，人因操作模式的探究與分析，可以有效協助設計師依據人因工程考量之原則，進行於肩背式修草機之改良設計上。再者，進行肩背式修草機之改良設計，輔以電腦輔助工業設計高速、準確的特性，並有效的知識整合與管理，以設計出符合市場趨勢之產品，增加讓使用者減少負擔的設計。

本研究之進行先針對肩背式修草機之品牌、造形特徵、樣式、結構、功能、材質、護擋、刀具組、收納裝置、安全性、法規要求與專利技術等項目進行收集與整理。此外，亦收集國內外相關研究之文獻、期刊等資料，並收集相關研究方法以了解操作者之習性與需求進行分析。然後進行使用者之操作實驗與分析，逐步檢視各項設計特徵，最後彙整其系統功能分析，並擬定綜合性之設計方針，作為後續肩背式修草機之設計規範。另外，亦針對使用者於操作上可能面臨的問題進行設計探討，及使用者之動作分析與相關人因數值參數進行整理。設計的初步發想對產品之外形、材質、細部呈現等，結合需求，使設計更加完善。設計提案成熟後，配合電腦3D繪圖軟體進行肩背式修草機之改良設計。本計畫預期結果，可望能達成以下五項：

1. 有效改善肩背式修草機所產生的使用者負擔（噪音與震動）
2. 簡化肩背式修草機的刀具拆卸與轉換形式
3. 強化其緩衝部位與結構
4. 操作界面示意的細部圖示設計
5. 因特殊狀況的可調式設計

本研究期望以人為本的角度出發，進行肩背式修草機設計，透過人因操作模式之考量與系統性功能分析下，針對肩背式修草機之安全性、拆換性與功能性進行探索，期望透過完整的研究，針對肩背式修草機之使用，增加讓使用者減少負擔的設計。

致謝

本研究之成果接受科技部專題計畫補助，其計畫編號為 MOST-104-2815-C-269-019-E，特表致謝。

參考文獻

- 江炳賢(2013)。智慧型割草機器人。國立成功大學工程科學系，碩士論文。(Chiang, 2013)
- 宋敏港(2011)。揹負式割草機噪音評估與降低之分析。臺灣大學生物產業機電工程學研究所，碩士論文。(Sung, 2011)
- 金璘(2010)。汽油引擎割草機操作者手-手臂振動之評估。雲林科技大學環境與安全工程系，碩士論文。(Chin, 2010)
- 張振岳(2011)。揹負式割草機把手振動之量測與分析。臺灣大學生物產業機電工程學研究所，碩士論文。(Chang, 2011)
- 陳柏村(2012)。嵌入式太陽能最大功率追蹤充放電系統應用於電動割草機之研製。國立宜蘭大學生物機電工程學系，碩士論文。(Chen, 2012)
- 鄭志先(2013)。利用逆向工程技術於滾筒式割草機螺旋刀片之研究。國立嘉義大學生物機電工程學系研究所，碩士論文。(Cheng, 2013)

References

- Chang, C. Y. (2011). Measurement and Analysis of Handle Vibration for Grass Trimmers and Brush Cutters (Master's thesis). National Taiwan University, Taiwan. (In Chinese)
- Chen, B. T. (2012). The development of the charging and discharging system using MPPT method on PSOC system and its application on electric mower (Master's thesis). The National Ilan University, Taiwan. (In Chinese)
- Cheng, C. H. (2013). Study on the Reel Mower Helical Blades by Reverse Engineering Technique (Master's thesis). National Chiayi University, Taiwan. (In Chinese)
- Chiang, P. H. (2013). Autonomous Lawn-mower Robot (Master's thesis). National Cheng Kung University, Taiwan. (In Chinese)
- Chin, L. (2010). Assessment of Hand-Arm Vibration Exposure among the Petrol-engine Driven Mowing Machine Operators (Master's thesis). National Yunlin University of Science and Technology, Taiwan. (In Chinese)
- Sung, M. K. (2011). Noise Evaluation and Reduction for Operation of Brush Cutters and Grass Trimmers (Master's thesis). National Taiwan University, Taiwan. (In Chinese)

作者簡介



林銘泉博士目前服務於台灣遠東科技大學創意商品設計與管理系為專任教授。在此之前，他為台灣國立成功大學工業設計學系之退休教授。林教授在台灣國立成功大學工業設計學系獲得工學士，隨後分別獲得美國密蘇里大學哥倫比亞校區工業工程碩士與博士。他的研究領域包括人因工程、智財創新與管理、產品設計和電腦輔助設計與製造系統。



林宜賢博士目前服務於台灣遠東科技大學創意商品設計與管理系，擔任助理教授。林博士獲得台灣國立台南大學美術學系理學士，隨後並分別獲得美國阿肯色科技大學媒體教學設計研究所碩士與美國德州農工大學教育領導學系博士。他的研究領域包括為藝術與設計教育研究、創意商品設計和電腦繪圖。



洪煜清博士獲得台灣國立成功大學工業設計博士。於工業設計領域從事設計學習、設計教學、設計服務與相關跨領域之經歷有二十年以上，也是大專院校工業設計相關科系之兼任教師。他的研究領域包括工業產品設計、文化創意設計和多媒體整合設計。



馬思榮目前為台灣遠東科技大學創意商品設計與管理系大學部四年級生。他的興趣專長為商品設計、文化創意商品設計和電腦輔助設計。