

自動化大小變換桌設計與製作

Designing and manufacturing of the automated size-changing table

林民興(Min-Hsing Lin) 李昀融(Yun-Jung Lee) 林育丞(Yu-Cheng Lin)

莊博涵(Bo-Han Zhuang) 張祖伶(Zu-Lin Zeng) 張哲榮(Jer-Rong Chang)

空軍航空技術學院機械工程科

Department of Mechanical Engineering, Air Force Institute of Technology

摘要

本文為機械科專題製作之成果，本專題結合機構與電機原理設計與製作一桌面可自動大小伸縮的桌子，達到有效的空間運用。在機構部分，設計一連桿機構，使中間的桌面可上升與下降，並裝置滾輪式滑軌來進行左右桌面移動，以齒輪帶動左右桌面下方的齒條，使左右桌面能開合；在電機方面，設計出一套適合的電路，來控制馬達的正反轉，並裝置極限開關以控制馬達的啟動與停止。最後再整合電路裝置於桌面機構上，完成「自動化大小變換桌」。

關鍵詞：連桿機構、自動化、大小變換桌、電路

Abstract

To achieve the effective use of the space, the study is devoted to design and manufacture an automated size-changing table by combining the use of the principles of the mechanism and electric machinery. For the mechanism part, a linkage mechanism is designed to make the middle tabletop to go up and down. And a roller slideing rail is installed to perform the moving of the both side tabletops. The gear set is applied to drive the rack under the both side tabletops to open and close the both side tabletops. For the electric machinery part, a suitable set of circuit is designed to control the direction of the motor. The start-up and stop of the motor is controlled by installing the utmost switch. Finally, the circuit device is integrated with the tabletop mechanism to accomplish "the automated size-changing table."

Keywords: linkage mechanism, automation, size-changing table, circuit

一、前言

1.1 研究動機

隨著時代的改變，許多的科技或物品都走向現代化，當然包括我們日常生活中使用到的桌子。在市面上有很多桌子已設計成具有可改變桌面大小及可伸縮之功能，以達到有效的空間運用。進步的科技使許多人工操作的產品都漸漸由機械取代，如汽機車或是自動門等，這些都是為了使操作能有省力、省時和便利的效果。因此為了要達到空間的有效運用，又能藉著自動化的方式來使其更加方便，我們結合機

構與電機原理來研究設計與製作出能改變桌面大小的「自動化大小變換桌」。

看到文獻[1]的影片，我們決定設計與製作出一張能改變桌面大小的伸縮桌。文獻[2]及[3]中的基本原理及製作方法，設計一套電路能控制馬達的正反轉以及一組四連桿機構來使桌面達到平移與伸縮的效果。並從文獻[4]中，選用一組適合的減速馬達組裝於機構中，透過電路控制馬達運轉而帶動桌面，達到自動化變換之操作。

1.2 研究目的

自動化大小變換桌功能是為了達到有效的空間運用，並可以用電動的方式縮放桌面。其研究原理亦可運用在其他的傢俱上，以電動的方式輕鬆改變物品的大小，以達到空間的有效運用。

二、系統原理與設計

本專題設計製作流程圖如圖 1 所示，先設計其機構與尺寸，並製作出模型桌來參考其可行性並加以修改，之後再製作出實際桌，將設計出來的電路圖裝置在實際桌上，最後完成自動化大小變換桌。

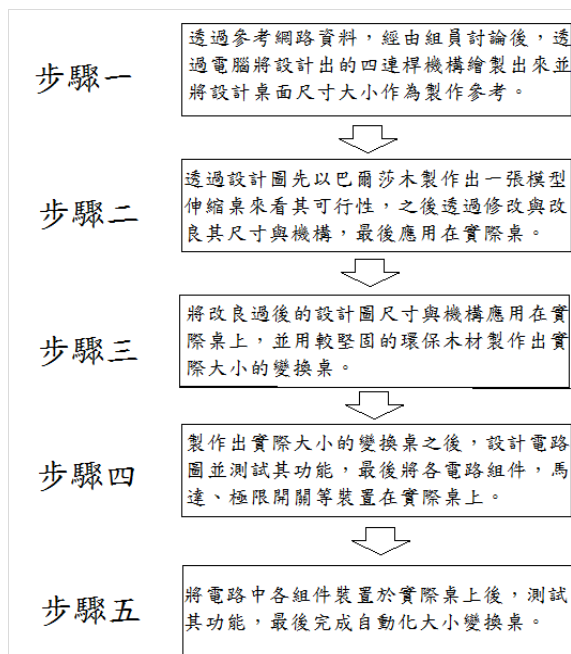


圖 1 設計製作流程圖

2.1 自動化大小變換桌設計原理分析

本專題實作是將一張日常生活中所看到的普通桌子，經參考、改良與設計，做出一張藉由電路來控制馬達運轉以帶動機構，使其能夠在必要時改變桌面的大小，達到空間上的有效運用。

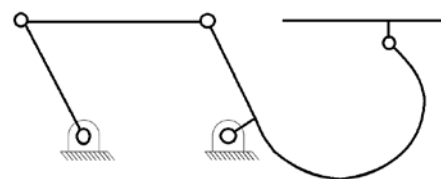
首先經討論後，決定將其中間桌面設計出一個四連桿機構，以桿件旋轉方式帶動中間桌面的上升下降，並使用三顆減速馬達，以減化機構傳動，以電路來控制馬達的做動。

桌面由兩片平移桌面與兩片較小的伸縮桌面共四片木板所組成，並在桌面下安裝滑軌、齒條、齒輪與馬達來完成。在左右桌面滑動上，以馬達齒輪正反轉帶動固定在兩片平移桌面的齒條，利用電路控制使左右兩桌面可同步移動，並控制中間伸縮桌面的機構運作，讓整個運作可以在一個按鈕的啟動下，一次完成桌面的放大與縮小。

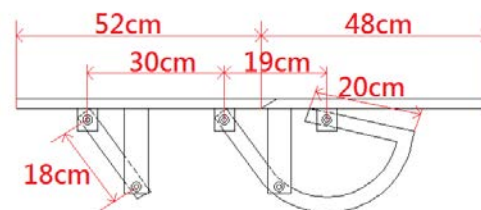
2.2 自動化大小變換桌伸縮機構

伸縮機構部分是由四連桿組成，如圖 2 所示。中間兩片小桌面裝上連桿，操作時由一片帶動另一片的方式完成中間桌面升降的動作。整體步驟是左右平移桌面先打開，接著中間桌面升降，最後左右平移桌面再關閉密合。

大小變換桌構想圖(放大狀態、縮小中、縮小狀態)繪製如圖 3。



(a) 伸縮機構構想圖



(b)伸縮機構設計圖

圖 2 四連桿機構

2.3 電路設計

在電路設計方面，用電壓器、無熔絲開關、單切開關、按鈕開關、繼電器以及極限開關等組件，製作迴路系統，以使馬達可完成正轉、停、反轉的動作。

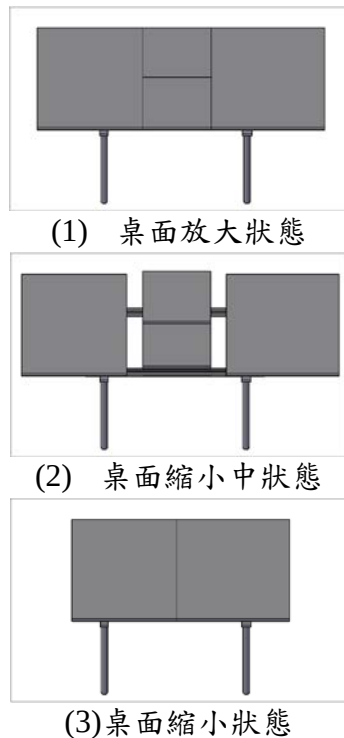


圖 3 大小變換桌構想圖

將電路分為 I、II、III、IV、V、VI 共六條迴路(圖 4)，迴路 I 為控制馬達正轉(桌面打開)，迴路 II 為控制時間計時器，迴路 III 為控制馬達反轉(桌面合上)，迴路 IV 為控制中間伸縮機構的啟動與停止，迴路 V、VI 為控制中間機構馬達的正反轉。電路設計圖中 PB 為啟動按鈕；Ls 為極限開關，其功能是用來控制動作停止；X 為控制所有馬達正反轉，以達到桌面的左右開闔與上升下降；T 為控制兩桌面開合間的時間差，避免左右桌面與中間桌面在運轉時因時間差不足而碰撞。

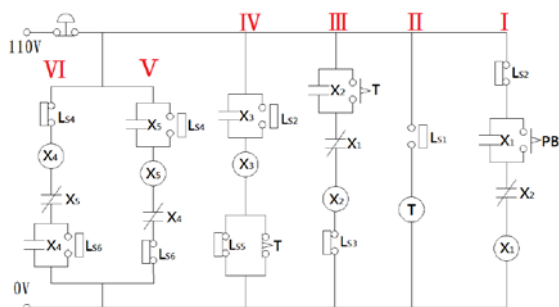


圖 4 電路設計圖

三、製作與討論

3.1 製作步驟

先製作較小的模型桌，使設計的機構能順利運作後。再製作實際桌子，為使其自動化，再加裝自動化組件。

(1) 模型桌

材料:巴爾莎木

製作順序:

1. 桌腳製作：桌腳以長度 49 公分，寬 3 公分黏接。
2. 桌面骨架製作：大桌面尺寸為長 127 公分，寬 88 公分，厚度 1 公分；小桌面尺寸為長 96 公分，寬 88 公分，厚度 1 公分。
3. 伸縮機構製作：以四連桿製成(圖 5)。
4. 左右桌面滑動製作：藉由撓性傳動機構並加裝滾珠式滑軌。
5. 伸縮桌模型組裝製作完成(圖 6)。



圖 5 四連桿機構



步驟 1 桌面放大時



步驟 2 機構轉至最高點



步驟 3 中間機構完成旋轉



步驟 4 左右桌面合併



步驟 5 完成桌面縮小

圖 6 模型的分解圖

(2) 實際桌的製作

材料:環保木材

製作順序:

1. 實際桌骨架的製作：長 123 公分、寬 80 公分、高 79 公分、桌面厚度 1 公分。
2. 實際大小機構製作：以螺桿為固定軸，製作出圓弧連桿，並加上軸承(圖 7)。
3. 實際桌面的製作：桌面放大時以長 158 公分，寬 100 公分，厚度 1 公分；桌面縮小時以長 121 公分，寬 100 公分，厚度 1 公分。
4. 實際桌左右桌面移動之軌道製作：以滾輪式滑軌製成(圖 8)。
5. 控制開關電路製作與組裝(圖 9)。
6. 按鈕、馬達與齒輪機構的組裝。
7. 自動化大小變換桌完成(圖 10)。



(a) 圓弧桿件



(b) 組裝軸承的連桿

圖 7 機構



(a)



(b)

圖 8 滾輪式滑軌

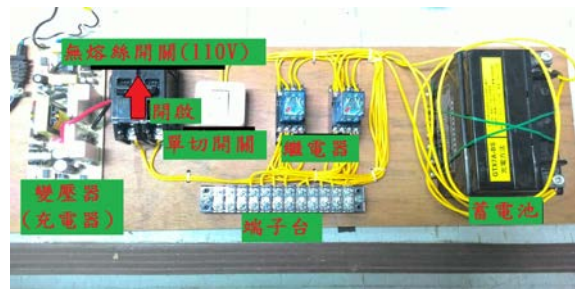


圖 9 控制桌面升降、移動的電路板



步驟 1：桌面放大時狀態。



步驟 2：按下按鈕開關，馬達開始啟動，桌面張開。



步驟 3：當左右桌面觸及極限開關後，左右桌面停止移動，中間伸縮桌開始下降，計時器開始計時。



步驟 4：伸縮桌面降至最低點後，計時器停止，伸縮桌面也停止下降。



步驟 5：此時左右桌面開始合併。



步驟 6：最後完成桌面的縮小狀態。

圖 10 自動化大小變換桌之步驟圖

3.2 使用的材料與工具

(1)材料

1.巴爾沙木 2.環保合成木 3.GS 電池 4.電線
5.按鈕開關 6.極限開關 7.減速馬達(圖 11) 8.
電路板(圖 12) 9.控制直流開關 10.控制交流
開關 11.繼電器 12.插頭 13.分電盤 14.齒輪
(圖 11、圖 13) 15.軌道(圖 14) 16.軸承 17.齒條
(圖 11、圖 15) 18.L 型鐵架 19.螺絲

(2)工具

1.電鑽 2.三用電表 3.皮尺 4.電鋸 5.砂輪機
6.十字起子



圖 11 減速馬達



圖 12 電路板



圖 13 齒輪



圖 14 滑軌



圖 15 齒條

3.3 伸縮機構的製作與組裝

藉由四根木頭釘於骨架上(如圖 16)，來固定整體伸縮機構，然後在固定桿中穿入兩條螺桿作為機構得支撐桿，之後再切割所需要的尺寸作為機構的材料(如圖 17 所示)。最後在機構材料上裝置軸承(如圖 18)，讓整個機構可以順利操作並提高精度。

將軸承裝於木條而製成各個機構桿件(圖 19)。裝上軸承後，能使得機構在操作的過程中避免各桿件間的震動而造成極大的誤差偏移。最後在中間伸縮機構上裝上 L 型鐵架作為固定與連接桿件的支點(圖 20)，以連接兩伸

縮桌面。



圖 16 固定木頭架



圖 17 製作機構之木條



圖 18 軸承



圖 19 軸承裝於桿件之中



圖 20 桿件固定於中面點

機構會因為某些角度而在移動的過程中產生角度上的誤差，使得機構會多處與桌面互相碰觸，而無法讓中間桌面順利升降。經測量與分析伸縮桌面的移動角度與軌跡，用砂輪機磨製出一種有弧度的桿件(如圖 21 所示)，以解決的此干涉問題，使中間的伸縮桌面可以順利的上升與下降，而不會在過程中產生機構干涉現象。



圖 21 圓弧機構桿件

最後完成了伸縮桌面底下的機構組裝，圖 22 為伸縮機構的步驟圖。



步驟 1：桌面為放大時



步驟 2：機構開始旋轉



步驟 3：中間桌面開始下降



步驟 4 中間桌面轉至最低點



步驟 5：機構反轉，中間桌面開始上升



步驟 6：中間桌面回到最高點

圖 22 伸縮機構的步驟圖

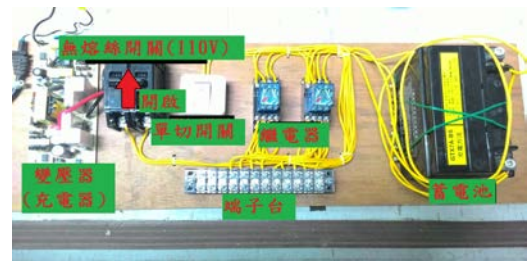
3.4 滑軌的組裝

左右桌面滑動方面，由於所使用的桌面材料較模型桌所使用到的材料重很多，所以若將滾珠式的滑軌裝置在實際桌上，會因為桌面的重量太重而使得滑軌無法帶動桌面順利滑動。所以製作實際桌的滑軌改用摩擦力小的滾

輪式滑軌(如圖 14 所示)，這麼一來不但減少了桌面重量所產生摩擦力，也讓左右桌面能夠順利地完成動作。

3.5 控制開關電路製作與組裝

先設計電路圖，再製作出機構所需的控制電路，以完成自動化變換。圖 23 所示，為本專題所設計出的電路板，電路板上有變壓器、開關以及電池...等組件。



(a)第一階段電路板



(b)第二階段電路板

圖 23 電路板

完成電路板的製作後，裝上電源進行測試，圖 24 是電路設置的步驟圖。



步驟 1：當電源打開時，迴路開始形成



步驟 2：當按下按鈕開關後，透過繼電器使馬達開始運轉。



步驟 3：當側移桌面觸及一側極限開關時，繼電器轉換使馬達反轉。



步驟 4：當側移桌面撞到另一極限開關後繼電器轉換，馬達停止運轉。

圖 24 電路控制步驟圖

3.6 問題與研討

本專題首先是設計及製作模型桌，以確認設計機構的可行性，而桌面的放大縮小部分是先製作撓性機構作為傳動系統，並以手動的方式拉動繩子，來達到桌面的大小變換。

第二階段是以模型桌的製作方式為主要參考，以部分尺寸放大來製作實際大小的變換桌。中間伸縮桌面兩片結合處以 45 度角切面製作而成，主要因素是為了在桌面合併時可以達到較精準的密合。左右桌面平移是用滾輪式的滑軌，讓移動時的摩擦力降到最低。機構部

分，在中間伸縮機構中的桿件則是設計出圓弧形的桿件，以避免干涉現象。

最後一階段就是將電路裝置於桌子的機構中。電路設計中是透過變壓器將 110V 轉為 12V 來供應蓄電池使用。在電路板中裝置繼電器來控制馬達的正反轉，再透過極限開關來改變電路的迴路與斷路。利用設計的電路來控制減速馬達的運轉，帶動桌面的上下伸縮與平移以達到桌子可以自動改變桌面的大小。

四、結論

本專題利用機電整合的原理來設計及製作出一張能自動化變換桌面大小的桌子，能使桌面改變大小的動作以自動方式進行，而達到有效的空間運用。

五、謝誌

製作此專題，要感謝學校提供部分的經費支助此專題的研究，讓我們能順利完成自動化大小變換桌的製作。

六、參考文獻

- [1] Youtube- KHC 總代理 Team7 Flaye 實木伸縮餐桌系列：
<https://www.youtube.com/watch?v=9h4Oyyr wXJo>。
- [2] 顏鴻森，“機構學”，東華書局，2013。
- [3] 洪寶玩，“丙級室內配線技能檢定術科解析”，全華圖書，2015。
- [4] 日本 SERVO 株式會社，“圖解馬達入門”，世茂，2008。