

璀璨木柵

107年度

木柵高工研究暨創作專輯



小論文



改善生活的問題

問題解決即是一種探究。

研究或許嚴肅，卻是問題發現與解決的必經之路。

改善生活的問題，也是一種修德造福。

目錄

校長的話.....03

工程技術類

衛浴廢水回收應用之研究.....06
節能快速濾水系統.....16
磨床砂輪快速對刀機構.....25
舒筋活骨：核心肌群訓練椅之設計.....32
與嬰同行.....42
材料運輸控制系統.....52
多國版本硬幣分類機之軟硬體整合設計與實作.....61
攜帶式天秤之研究.....71
葉片式電暖器與熱泵之比較.....79
磨力無限.....86

健康護理類

氣泡水對人體的影響.....94

家事類

喝出美味也喝出健康
咖啡機水垢、咖啡垢及牛奶垢清潔方式之探討.....100

藝術類

沉入《歡迎來到布達佩斯大飯店》中的夢幻世界.....111

校長的話

非常感謝圖書館賴宛靖主任的規劃徵稿與募集事宜，璀璨木柵第3輯即將出版，看到書籍內容在質與量上，一輯比一輯豐富，著實令人感到欣慰。

知識之可貴在於分享與傳承，因此大多數學校皆辦有專屬於各校之學報，將學校師生積年累月的文章及研究成果，透過學報與他人分享。鑑於本校師生每年皆有許多優秀的讀書心得、專題製作及科學展出作品等傑出成果，若無學報或專刊，將這些智慧結晶有系統的彙整保存，擴大分享給校內全體師生，確實備感可惜。因此請圖書館賴宛靖主任著手規劃，多方蒐集彙整學校師生的讀書心得、文章寫作、專題製作、科學展覽等優良作品，彙編成冊，分享给全校師生，藉此鼓舞其他師生仿效學習，進而促進校園學習交流、研究創新的風氣，提升藝術與人文素養，讓全體師生一齊進步。

另外，感於多數學校的學報內容因較偏向學術性的研究成果，對於一般同學而言，較難以理解與參與，如何讓專輯內容能更親近學生，增進學生興趣並鼓勵學生踴躍參與，是本校辦理出刊璀璨木柵專輯的重點。故在內容編輯上包羅甚廣，如文學藝文方面，有學生自由抒發心情與想法的小品文、讀書心得寫作等作品；更有職科學生的專題製作與專業研究，包含工程技術類、健康護理類、家事類、藝術類等範疇，充分展現了學生多樣化的學習與多元能力的拓展。從本輯內容上，也具體落實本專輯的初衷目標：

- 一、展現技術型高中務實致用、專業知能教學：本輯共彙整十篇工程技術類的專題研究或論文，可清楚看到學生將學習到的專業知識與技術，應用於改進日常生活、專業技術的提升與研發，雖然研究成果不一定成熟，卻能培養學生發現問題、分析問題、找尋解決方法、實作實驗測試等科學研究方法與步驟，同時增進學生創新能力與實驗精神。

二、培養學生跨領域多元學習視野：本校職科分屬機械群及電機電子群兩群，然學生除了這兩群工程技術的研究專題外，尚有跨領域的健康護理類、家事類、藝術類等範疇的研究，展現學生跨領域學習的多元能力，也增廣了學生的學習視野。

三、增進學生文學素養，平衡工科學生剛性的學習特質：技術型高中給人的印象，多為剛性的專業，缺乏一般文學素養。但從專輯中可以發現，木柵學生打破了外界的刻板印象，學生不僅擁有厚實的專業能力，更充滿了優雅的文學素養，有對事物進行分析批判、情感抒發與表達的能力，展現同學紮實的文藝涵養，平衡了職科學校剛性的表徵。

四、提供學生文章、專題發表，達到分享的管道平台：師生間能藉由本專輯所提供的分享平台彼此觀摩、切磋學習，除增進學生知能與視野，更能培養學生思考與文詞表達能力，提升學生終身學習的競爭力。

如今，璀璨木柵已出版第3年，每輯皆記錄了學校師生多元的學習、研究成果，期望未來能持續發展，為每一年注入新的思考與活力，讓木柵高工的學習亮點與成果能不斷的成長茁壯、分享傳承。

校長 李通傑 謹誌
108年4月

研究是一種態度
我在其中揣度



優·等

衛浴廢水回收應用之研究

作者：鍾邵瑜／冷凍科高三忠班

蘇柏宇／冷凍科高三忠班

李志強／冷凍科高三忠班

指導老師：鄭龍嶽 老師／高俊偉 老師

壹、前言

一、研究動機

根據水利署統計家庭用水狀況，其中 28% 用於馬桶衛浴設備、22% 用於洗衣褲、21% 用於洗澡、17% 用於清潔或其他、15% 用於一般水龍頭，很明顯馬桶衛浴設備的用水量極大，在此處作節能的控制相信一定會有不錯的成效。安裝具有省水功能的裝置或設備，長期下來可省下不少珍貴的水資源。

每天在衛浴間洗臉洗手及刷牙的廢水大多是直接排出流走。在冬天洗澡時，剛開啟熱水水龍頭開關的時候因管內有一部份的冷水，大多數的人也會把它放掉排走，在無形之中浪費了水資源，而這些廢水能夠藉此機會在同學及老師的「腦力激盪」下，相信一定可以找到將此廢水回收並充分加以利用。

二、研究目的

馬桶可以輕易帶走人類的排泄物，可是大小便都沖一樣的水，在不知不覺中浪費了不少的水資源，而熱水管前面的一段冷水和洗臉洗手的廢水又要如何回收再利用，本實驗是以廁所內多餘的廢水與其他家用廢水「回收再利用」為目的。

馬桶水箱提供回收廢水的空間（約一半的容積空間），隨時收集衛浴間及廚房的廢水藉由「洗臉盆廢水回收機構」引導進入馬桶水箱中，將原本應該排入污水管的廢水回收利用。下列為欲達到的節能目的：

- (一) 不用任何電力，進行家用廢水回收再利用。
- (二) 探討如何將洗臉盆排水機構改良成可回收廢水機構。
- (三) 經過結構改良後的馬桶水箱是否能發揮其功能。
- (四) 探討如何將熱水管前段之「冷水」導入馬桶水箱中再利用。

三、研究方法與材料

(一) 分離式馬桶

本實驗所採用的馬桶為分離式的小型馬桶，實物以及尺寸如（圖1）所示。採用此規格型號之馬桶進行實驗除了價格低廉外，也方便我們進行實驗。



圖1 / 分離式馬桶實物

(二) 不鏽鋼洗臉盆

採用不鏽鋼材質洗臉盆，實物如（圖2）所示。尺寸約為310mm X 250mm，採用此洗臉盆原因是價格低廉，體積小，重量輕且安裝方便。



圖2 / 洗臉盆實物與尺寸圖

(三) 拉壓式落水頭

一般浴室洗臉盆所用之落水頭有兩種，按壓式落水頭排水時需要將手浸入水盆中按壓後始能排水；而拉壓式落水頭僅需將拉桿棒頭下押即可進行排水，拉壓式落水頭實物如（圖3）所示。採用拉壓式之落水頭較容易進行改良成具有其他功用性，因此本團隊採用拉壓式之落水頭。

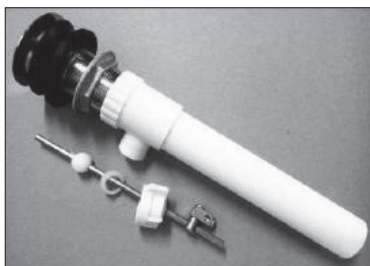


圖3 / 拉壓式落水頭實物圖

(四) 三通關斷閥組

藉由三通關斷閥組機構的切換始可進行排水或回收的功能。其構造乃是由三通管與內部有閥片控制啟閉的關斷閥組合而成，安裝於落水頭下方。當拉桿旋轉至廢水回收模式時，再將拉桿下押進行排水，此時的廢水被關斷閥閥片封住而經三通管流入馬桶水箱中。三通關斷閥實物如（圖4）所示。



圖4 / 三通關斷閥組實物圖

（五）三旋轉換向機構

不影響拉壓式落水頭原有的「上下拉壓」控制水塞關閉及開啟的功能來進行改良。配合「三通關斷閥組」來進行廢水回收動作，需要一旋轉換向機械結構來將拉桿「左右旋轉」轉換成「上下旋轉」，以轉動關斷閥內部的閥片達到排水回收廢水的功能。旋轉換向機構實物如（圖5）所示。

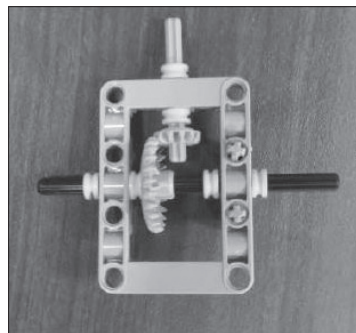


圖5／旋轉換向機構實物圖

（六）兩段式馬桶省水器

兩段式馬桶省水器，可依大小便之需求按壓不同把手來控制出水量。大便沖水時壓下大水量把手即可離手，此時會以滿水位之水量進行沖洗排泄物。小便沖水時則是壓下小水量把手停 2 秒後再離手，此時會以小水量進行沖洗排泄物。以大小便之需求而使用不同的水量卻能夠有效達到節省水資源。本團隊採用本身已經具備省水功能的馬桶省水器，經過改良後可增加回收廢水的功能。其零件構造如（圖6）所示。



圖6／兩段式馬桶省水器

（七）按鈕開關

工業用按鈕開關是屬於一種手動操作自動復歸的開關，主要構造為機械式的接點。當手動壓按時，可動接點移動，使接點狀態改變（開路或通路），手放開後藉由彈簧的反彈力量，使接點恢復成原來的狀態。如圖（7）所示。根據按鈕開關反彈復歸的功能，並配合兩段水位浮球控制開關及止水閥組機構，作緊急供水切換開關使用。

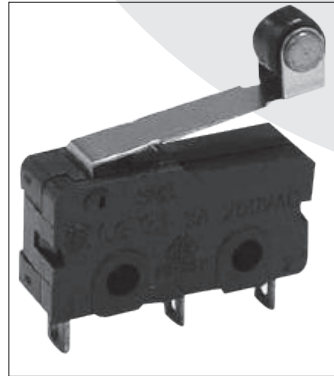


圖7／按鈕開關

(八) 微動開關

一般僅須些微的振動或接觸即可執行ON/OFF接點的快動機構開關。將機械動作轉換為電氣訊號，主要用於位置的檢測，如(圖8)所示。本實驗採用此機構主要是借用微動開關中的輕巧滾輪，安裝在浮球末端壓桿尖端上，使壓在止水閥頭擋板容易輕易滑動。

圖8 / 微動開關



貳、正文

一、設計理念

本團隊創新設計的「廢水回收再利用省水馬桶」系統，是利用「洗臉盆」為廢水回收收集機構，「馬桶水箱」為儲存廢水容器。在平常時，衛浴間的馬桶水箱只注入一半的水量(約為6公升)，另一半的空間則是要提供做廢水回收儲存之使用。換言之，就是配合兩段式省水馬桶的機構，由「一半的水量」提供沖洗頻率較高的小號(尿液)使用，當大號時則採用全量的水(回收水加自來水填補)進行沖洗排泄物的工作，此方式可省下不少的水資源。

日常生活中常常有被我們忽略而浪費掉的水資源，這些微不足道的渺小資源若能配合生活習慣的改變將一點一滴地將它們收集起來，以時時刻刻「節約能源」的概念在生活中落實執行，相信要做到「節能生活化」絕對不是件難事。

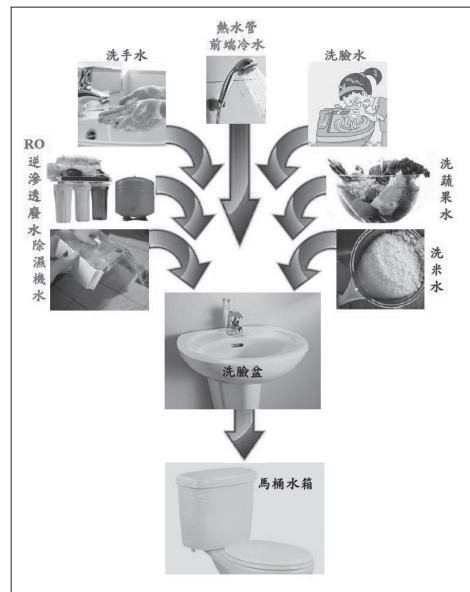
二、設計說明

(一) 巧思設計圖說明

1、廢水來源及回收概念

除了衛浴間的洗臉、洗手及冷水廢水可以回收再利用外，一般家用的洗米水、洗蔬果水、除濕機水以及RO逆透廢水均可回收再利用。以洗臉盆為廢水回收收集容器，經由拉壓桿式落水頭切換廢水回收模式而將不同來源的廢水導入馬桶水箱中儲存以利再使用。如(圖9)所示。

圖9 / 廢水來源及回收示意圖



2、洗臉盆排水回收機構改善

除了改善馬桶水箱具有回收廢水的功能外，還需要將洗手（臉）盆排水機構重新設計並進行改造，原蓄水排水機構如（圖10）所示。加裝三通閥（回收管）、圓型閥片關斷閥及旋轉換向機構，利用連桿左右轉動去控制圓型閥片處於水平或垂直，以控制廢水是否回收或者直接排掉。如（圖11）所示。

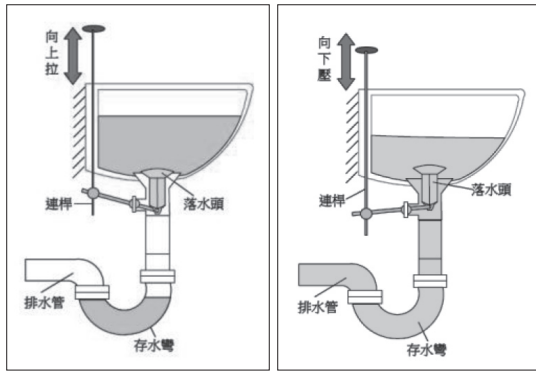


圖10／改造前之蓄水及排水示意圖

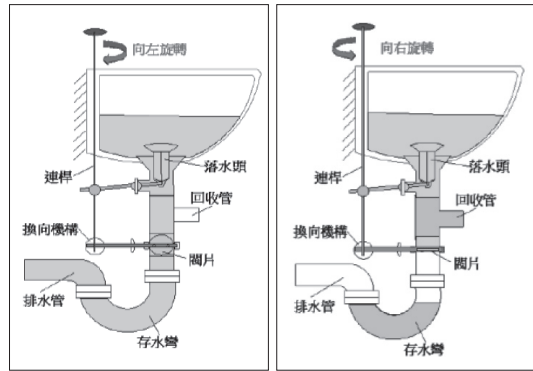


圖11／改造後之排水及廢水回收示意圖

3、馬桶水箱的改善

將小號（尿液）沖乾淨並不需要大量的水，所以馬桶的水都保持於一半，上小號時只要沖一半的水便可省去大量的水費。在上大號時，我們所設計的裝置會自動把原本只有一半水的水箱補滿。補水分為「回收廢水補水」和「強制（緊急）補水」，廢水補水是經由引水道將可回收之廢水引導注入馬桶，而強制補水則是在水箱內的水位未滿時，將補水按鈕壓下進行補水。

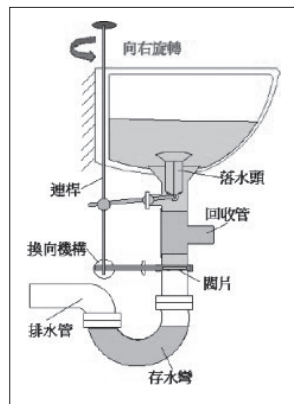


圖12／改造前後之馬桶水箱機構



圖13／水位計與補水按鈕位置示意圖

馬桶水箱內部機構進行改裝，如（圖12）所示。在水箱側邊加裝一「水位計」，在沖水把手上方安裝「強制（緊急）補水」按鈕，如（圖13）所示。將馬桶水箱中之浮球位置進行調整，使注水位維持在一半處，並將連接浮球之單根連桿改良成二段式連桿，以應付二種不同水位的變化，以避免因不同的水位高度所造成的壓力進而損壞進水管端的止水機構，

如(圖14)所示。「水位更換機構」的設計是讓浮球連桿總程有「低水位」及「高水位」兩種模式，在平時處於「低水位」位置，若需進入緊急補水時，手動押下「緊急補水按鈕」，其按鈕連桿會將介於止水閥與浮球連桿前端壓桿間「水位更換機構」中的「活動金屬厚墊片」推開而進入「高水位模式」位置，在短時間內將水箱內的水補滿。待如廁者如廁完畢後壓下沖水按鈕進行沖水清潔過程，馬桶水箱箱內浮球連桿下降，「水位更換機構」中的彈簧會將「活動金屬厚墊片」推回原位，以利下次供水時其模式仍是處於低水位，如(圖15)所示。

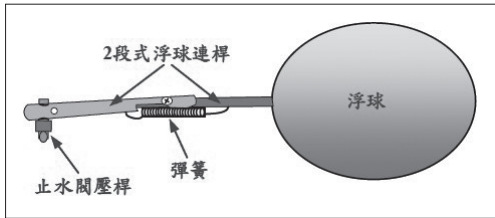


圖14 / 二段折疊連桿浮球示意圖

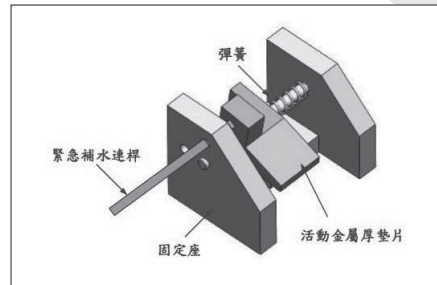


圖15 / 高低水位更換機構示意圖

4、省水衛浴系統改善

一般浴室的洗臉盆、省水馬桶及蓮蓬頭通常會位於同一面牆上，如(圖16)所示。省水改善之構想設計圖如(圖17)所示，即是在洗手(臉)盆與馬桶水箱間加裝一條傾斜的廢水回收水管。平時可將洗手(臉)盆置於「排水回收模式」，洗手、洗臉或者是洗米、洗蔬果、除濕機水均可利用洗臉盆作為廢水回收收集器進行回收。此外，在冬天時亦可先將蓮蓬頭置於洗手(臉)盆，開啟水龍頭熱水開關將管內前端冷水經由回收機構流至僅存一半水量的馬桶水箱內做儲存以利再利用。

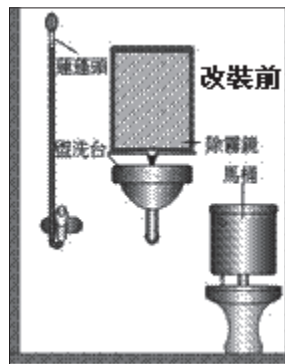


圖16 / 一般浴室的牆面示意圖

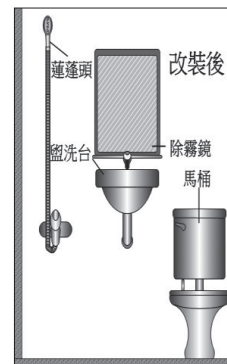


圖17 / 加裝回收系統示意圖

三、研究結果與討論

(一) (圖19)為一般家庭(兩大人兩小孩)每日部分用水量，從圖中之洗臉洗手、洗米水、洗蔬果水、熱水器熱水管前端冷水、除濕機水以及RO逆滲透廢水每日總用量約為60公升，而傳統單段馬桶用水量經統計約為240公升。若家中成員可在日常生活中將作息習慣配合廢水回收動作，將可回收的水均回收至馬桶水箱內，相信在衛浴馬桶用水量方面最多可節省約

25%的水量，勤勞健身省水環保一舉兩得。此外，從圖表中顯示消耗最大量且可回收之水資源為洗澡水，若能夠將此洗澡廢水進行回收並且再利用，相信省水的效果會更加明顯。

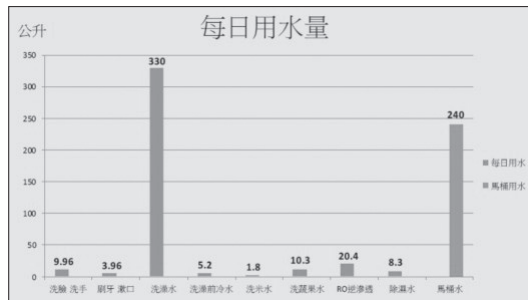


圖19 / 一般家庭每日部分用水量
本研究團隊統計預估表

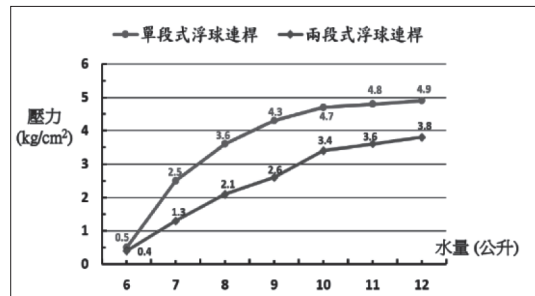


圖20 / 單段與兩段式浮球連桿在止水閥上端的壓力變化

(二) 馬桶水箱在進行自動補水時均是補足6公升的水量，若再進行廢水回收時浮球的浮力會大幅度增加，此力會藉由連桿的傳遞及槓桿原理的放大直接作用於供水管上方之止水閥。(圖20)為浮球連桿改良前後在止水閥上端的壓力變化，由圖中可看出壓力的增加會導致塑膠材質供水管的傾斜度增加甚至有斷裂的可能。但浮球之連桿經由設計改良成兩段式浮球連桿後，作用於供水管上方之止水閥上的壓力緩和多了(約降低27%)，同時塑膠材質供水管的傾斜度也變小了，此乃是要因為兩段式浮球連桿彎曲致使供水管上端止水閥之壓力分散減低所致，可以避免止水閥與供水管機構的損毀。

(三) 經過改良後的馬桶水箱在無廢水回收的情況下，箱內水位處於「低水位」模式，如(圖21)所示。如廁者進行小號(小便)後，隨手押下沖水按鈕時箱內的水位下降，但完成沖水清潔排泄物過程後進入供水模式，其水位仍維持在低水位處，此乃因為要將低水位水面以上的空間預留以供浴廁間廢水回收儲存之使用。

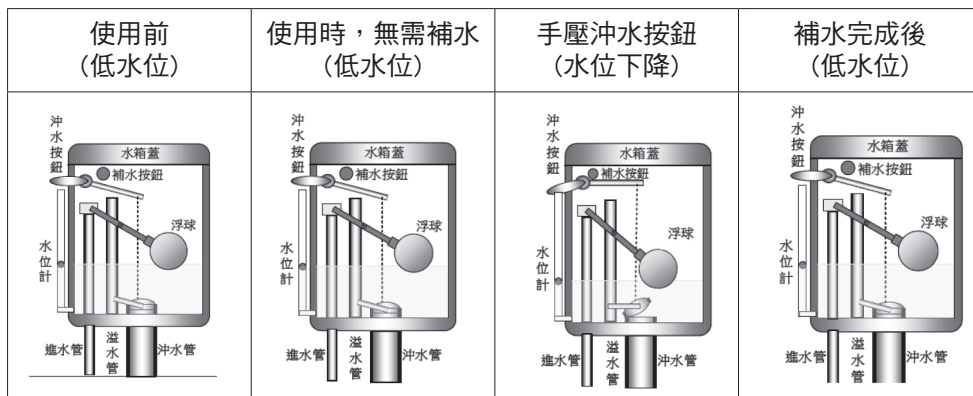


圖21 / 無廢水回收，小號使用時

(四) 改良後馬桶水箱水位處於「低水位」須緊急補水時，如(圖22)所示。如廁者進行大號(大便)時，可從馬桶水箱外側邊之「水位計」中小紅球得知此時箱內水位處於「低水位」，隨手押下水箱正面之「緊急補水按鈕」，此時浮球連桿總程會進入「高水位模式」，補水管會補進自來水，在短時間內(如廁結束前)會將箱內水補充至高水位，如廁完畢後押下沖水按鈕進行沖水清潔過程，箱內的水位下降，供水時其水位仍維持在低水位，以利下一次的廢水回收之用。

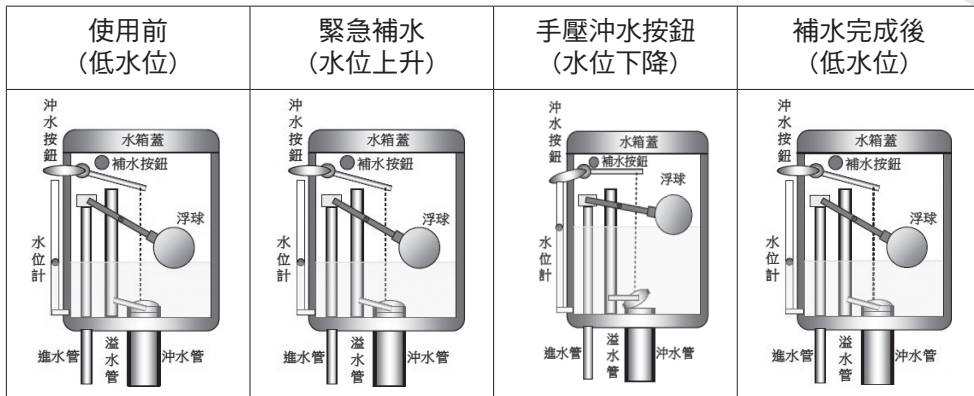


圖22 / 大號使用時，低水位須緊急補水

(五) 馬桶水箱箱內水位處於「低水位」進行廢水回收模式，如(圖23)所示。如需將廢水進行回收時，先將洗手(臉)盆排水機構從「排水模式」轉至「廢水回收模式」，再進行洗手洗臉或注入廢水，這些廢水會經由廢水回收管導入水箱內。水箱內的水位會逐漸升高，此時浮球連桿總程逐漸進入「高水位模式」，兩段式浮球連桿會彎曲，此乃是要將浮球浮力增加而造成供水管中止水閥壓力分散減低，以免止水閥機構損毀。如廁者如廁完畢後壓下沖水按鈕進行沖水清潔過程中，水位下降而彎曲的兩段式浮球連桿會藉由中間的彈簧拉回成直線狀，隨後進入供水模式時，其水位仍維持在低水位處。

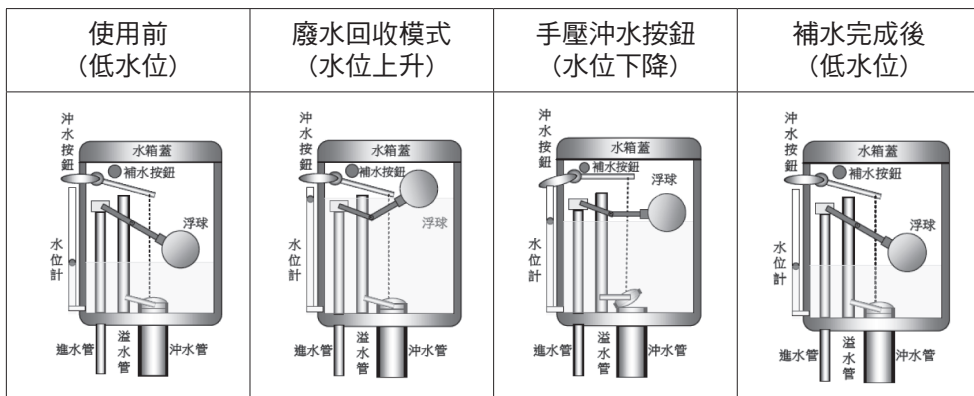


圖23 / 浴廁間廢水回收模式

(六) 實際量測原設計馬桶水箱沖水水量及改良後節水模式之實際用水量，如(表一)所示。從表中明顯可看出原設計(單段式)馬桶用水量是240公升/日，是改良後(兩段式)馬桶水箱(無廢水回收量)節水模式用水量144公升/日的1、67倍左右，亦為改良後(兩段式)馬桶水箱(最大廢水回收量)節水模式用水量84公升/日的2、86倍左右，此水資源在每天都在無意中消耗浪費。

若每家庭每日如廁次數大號4次小號16次共20次時則可計算出每兩個月有約68元的節能效益及減少排放1、5kg的CO₂量的差異。進一步將此改良後洗臉盆廢水回收器及馬桶水箱之節能減排的效益推廣到每個家庭，其減少水資源消耗，保護水資源，減少對環境的污染成效結果不可小覷。

表一／馬桶水箱改良後每日／兩個月之節能減排明細表

原馬桶用水水量箱	耗水量	12×20次/日=0.24度/日 0.24×60日=14.4度/兩個月	備註： *原設計馬桶水箱每次沖水約12公升。 *改良後馬桶水箱平時均自動補水至6公升，剩餘約6公升空間提供廢水回收儲存。 *假設家庭成員2大人2小孩，如廁次數大號4次小號16次共20次。 *一度水為1立方公尺水量。 *一度水約為6.7元新台幣。 *一度水約為產生0.152kg的CO ₂ 。
	水費費用	0.24×6.7=1、608元/日 1、608×60日=96.48元/兩個月	
	排CO ₂ 量	0.24×0.152=0.03648kg/日 0.03648×60日=2.1888kg/兩個月	
改良後馬桶水箱用水量(無回收廢水)	耗水量	(12×4)+(6×16)=0.144度/日 0.144×60日=8.64度/兩個月	
	水費費用	0.144×6.7=0.9648元/日 0.9648×60日=57.888元/兩個月	
	排CO ₂ 量	0.144×0.152=0.02188kg/日 0.02188×60日=1.3132kg/兩個月	
改良後馬桶水箱用水量(回收廢水最大量)	耗水量	(12×2)+(6×8)=0.072度/日 0.072×60日=4.32度/兩個月	
	水費費用	0.072×6.7=0.4824元/日 0.4824×60日=28.944元/兩個月	
	排CO ₂ 量	0.072×0.152=0.01094kg/日 0.01094×60日=0.6566kg/兩個月	
節能減排	耗水量差	0.24-0.072=0.168度/日 0.168×60日=10.08度/兩個月	
	電費差	1、608-0.4824=1.1256元/日 1、1256×60日=67.536元/兩個月	
	減排CO ₂ 量	0.03648-0.01094=0.02554kg/日 0.02554×30日=1.5324kg/兩個月	

參、結論

一、具備有2段式省水馬桶的省水功能外（可依大小號，選擇不同的沖水量），同時提供廢水回收儲存空間，可有效回收各種廢水並執行沖洗排泄物之任務。

二、「洗臉盆排水回收機構」的巧思設計與原排水機構相容，除了可執行原本的蓄水及排水功能外，亦可切換至節能回收模式，有效將廢水回收至馬桶水箱中以再利用。

三、「洗臉盆排水回收機構」與「具備回收空間馬桶水箱」的結合，廢水回收再利用在馬桶水箱沖洗排泄物最大的的省水效益近65%。

四、為應付緊急狀況發生，此省水馬桶特別設計安裝「緊急供水按鈕」，按此開關後省水馬桶會馬上補給水至滿水位，以提供沖洗排泄物使用。

五、廢水來源多樣化，除了洗手、洗臉堪算潔淨的廢水外，熱水管內前端的冷水以及除濕機的廢水、洗米水、洗蔬果水均可使用。

肆、引註資料

- ◎ 碳計算，取自：<http://www2.nihs.tp.edu.tw/~nihscyber12a/2-1.htm>柯乃瑜譯（2010）。廁所之書——「第一本廁事大全」。博雅書屋。李力技術工程，取自：<http://www.hvac-serve.com/>
- ◎ WIKI 百科知識取自：<http://wikipps.hk/%E7%86%B1%E6%B0%B4%E5%99%A8/>
- ◎ 中小學科學展覽會取自 <http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/48/elementary/080813.pdf>
- ◎ 蔡幸儒，全家便利商店控管營運成本節能措施奏效，國際商周刊第273 期，2009。換裝馬桶省水裝置 DIY - Yahoo!奇摩部落格取自 <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1008041106615>
- ◎ 省水教戰 馬桶省水，取自 <http://www.cp.url.tw/news15.htm> 和成衛浴設備網頁，取自 <http://www.hcg.com.tw/About/Eco> 省水器材·珍惜水水台灣的法寶取自<http://e-info.org.tw/column/EPenergy/2004/ep04120601.htm>
- ◎ 達達主譯，取自：<http://www.dadas.com.tw/evanwen/23564/>
- ◎ ETtoday新聞，取自：<https://www.ettoday.net/news/20150510/504165.htm> 節約用水資訊網，取自：http://www.wcis.org.tw/Home/Case_3

甲·等

· 節能快速濾水系統

作者：詹子儀／機械三忠
許維鏗／機械三孝
陳冠維／機械三仁

指導老師：楊弘意 老師

壹、前言

這篇研究是在探討並製作一部節能、不須電力又能快速濾水的系統，目的是希望透過機械設計的技巧，取代加壓馬達的功能，快速簡單的把髒水過濾。如果應用在非洲國家，甚至可以克服缺電、工業科技落後，水資源不乾淨的問題。這項作品還結合了我們在學校所學習的專業科目內容，更充分的發揮了我們平常實習課所學習的技能，在實驗研究上，我們比較了不同濾水設備的濾水效率，以及管徑、轉速與濾水量的關係。所有的實驗過程，從機械設計、材料備製、切割焊接、機械加工，到組裝調校，總共分成15個步驟詳細記錄。

一、研究動機

在非洲國家，飲用水一直是個大問題，目前仍有超過四分之一人口無法使用安全乾淨的飲用水，不乾淨的水質深深影響了非洲人民的健康與生活品質，許多兒童因為喝下不潔淨的水因而生病甚至死亡^[註1]。也有研究指出，非洲每小時有將近115人死於水汙染引起的相關疾病，缺乏乾淨水源的問題，已經全面衝擊到非洲兒童的生活與成長。同時，非洲地區也因為缺水，工業科技、能源發電等技術較不發達，使得人民的生活條件長久以來，一直處於不健康的狀態，如（圖1~2）。因此，我們設計了一套「免電淨水系統」，透過簡單機械原理與過濾裝置，只要簡單的旋轉，藉由鏈條與皮帶帶動泵浦使水通過不鏽鋼管，經過濾心即可把水過濾乾淨，快速、方便的解決水質不乾淨的問題。



圖1／非洲髒水問題嚴重



圖2／工業落後水資源缺乏

二、研究目的

- (一) 分析市售淨水設備的缺點與不足。
- (二) 解決非洲缺乏乾淨水源的問題。
- (三) 製作一部方便快捷的濾水淨化系統。
- (四) 用數據比較市售濾水設備與踏板動力濾水系統的使用效率。

貳、正文

一、市售淨水設備

目前市售的淨水設備琳瑯滿目，例如：RO逆滲透、濾水壺、生命吸管等等。其中，RO逆滲透是最常見的過濾方式，廣泛被應用在公共場所與居家淨水器。它的結構主要包括PP濾芯→顆粒活性炭濾芯→壓縮活性炭濾芯→RO膜→後製活性炭濾芯等五道過濾裝置^{註2}，可以有有效的過濾水中所含細菌、病毒、各種化學有毒物質。但是，逆滲透的過濾方式所產生的廢水比例很高，而且加壓馬達需要用电，對於非洲偏遠地區使用並不方便。

此外，針對非洲的水問題，瑞士企業家Mikkel發明了一款方便且快速使用的小型濾水器——生命吸管如（圖3）所示，生命吸管內有7層過濾器，首先會通過外圍的兩層鐵絲，過濾掉一些大型的泥塊石頭，再經由含有碘的殺菌樹脂，殺死多數的細菌病毒，最後一層活性炭則是將沒過濾到的有害物質一併去除^{註3}。但是，生命吸管一次僅能一人使用、體積小、濾芯消耗快，無法提供居家大量飲用水使用。市面上也有免插電的過濾器如（圖4），例如世界銷售第一的濾水壺，最常使用在家中，使用上非常方便，只需要將煮好的水放涼，倒入濾水壺中，就有乾淨的水可以喝。它採用多重過濾濾芯，可以有效減少水中漂浮雜質與氯氣，並去除異味軟化水質。但是濾水壺平均過濾一壺3.5L的水需要5分鐘，速度很慢，不符合效益，對於解決非洲髒水問題，緩不濟急。



圖3／生命吸管



圖4／家用濾水壺

二、踏板動力結構

腳踏車是一種最常見的踏板鏈條傳動結構，在這個專題製作，我們也會將它應用在泵浦的抽水過濾系統上，利用腳踏車不需電力，人人都會操作騎乘的特性、與鏈條傳動的原理，藉著改裝後輪裝置，使與其與抽水泵浦連接，反覆踏板的運動來達到過濾水的效果。但是，後續的實驗作品，則暫時仍以手輪轉動的方式，來表現腳踏車踩踏的動作。

三、皮帶輪、鏈條輪組介紹

皮帶輪為生活中常見的傳動機構，廣泛應用在家庭洗衣機、冷氣壓縮機到工業用的車床、銑床機械等。藉由皮帶與帶輪之間的摩擦力，將動力透過主動件帶動從動件，使機器達到旋轉的效果。此外，皮帶為撓性連接，適合用於傳動距離長的場合，其優點構造簡單、成本低廉、噪音小、傳動平穩，而且能承受衝擊負荷，若不慎負荷過大，也能即時產生打滑，達到保護傳動機件的效果。依斷面形狀，則可分平皮帶、V型皮帶、確動皮帶、圓形皮帶四種^{註5}。



圖5 / 腳踏車基本構造

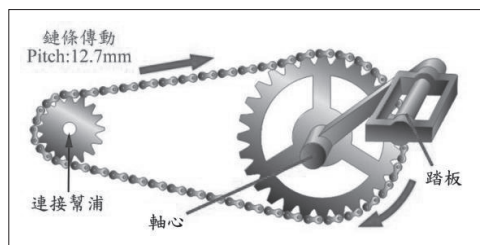


圖6 / 鏈條傳動機構

在這個專題，我們使用的是應用最廣泛的V型開口皮帶，V型皮帶又稱為三角皮帶或梯形皮帶，此皮帶的特點為摩擦力大，滑動損失小，旋轉方向可任意改變，且方便更換，如（圖7）所示。另外，在皮帶長度的計算上，可透過以下公式得到皮帶長度。經計算，這個專題皮帶型號為A-57三角皮帶。

$$L = \frac{\pi}{2}(D + d) + 2C + \frac{(D - d)^2}{4C}$$

L：皮帶長度 / D：大輪直徑 /
d：小輪直徑 / C：兩轉軸中心距離

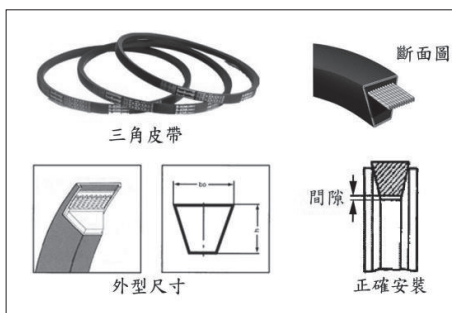


圖7 / 三角皮帶輪傳動

鏈條輪組也是一種生活中常見的傳動機構，適合用於兩軸距離較遠，速比需正確的場合，如起重車、輸送帶、電扶梯、機車等。鏈條的優點是無滑動產生、速比正確、傳動效率高，且不受溫度、濕度影響，壽命較長。使用鏈條輪組傳動時需注意，接觸角應在120°以上，兩軸中間的中心距離宜取鏈條節距的20~50倍左右，安裝時盡量水平，保持緊邊在上鬆邊在下的狀態。鏈條在傳動時會有弦線作用的產生，會造成轉速不均勻、振動及噪音，這些都會使動力損失。為了防止這樣的狀況，可以使用拉緊輪來增加張力，還可以降低轉速防止共振^{註6}。

鏈條主要分成三大類，有起重鏈、輸送鏈、動力傳達鏈。在我們的作品設計中，是採用動力傳達鏈中的滾子鏈，滾子鏈的摩擦阻力小且效率高，是腳踏車常用的鏈條，如（圖8）所示。其鏈條長度的計算公式與開口皮帶相同，速比與皮帶輪類似，直徑與轉速成反比，使用以下公式便可以得到傳動速比。

$$\frac{N_B}{N_A} = \frac{D_A}{D_B} = \frac{T_A}{T_B}$$

A：主動輪／B：從動輪／N：轉速／
D：節圓直徑／T：鏈輪齒數

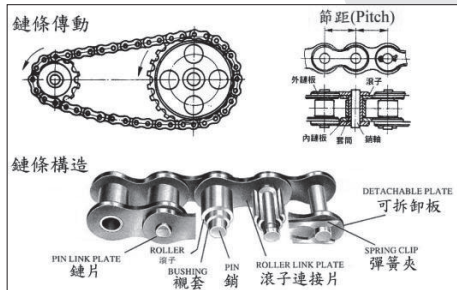


圖8／滾子鏈條傳動

四、泵浦結構與應用^{註7}

泵浦是一種對液體、氣體或特殊流體施加壓力進而產生推力的裝置，就像人體的心臟一樣，將血液運送到各個器官。泵浦的應用很廣，機械工廠流體的運輸、農業的灌溉、石油開採、發電廠、民生用水、船舶製造業等。依照泵浦工作的機械部分命名可分為齒輪泵浦、螺桿泵浦、柱塞泵浦、葉片泵浦等。

這個專題所採用的是齒輪泵浦，其原理如（圖9）所示，當驅動軸轉動時，會帶動緊密配合於泵浦殼體內兩個尺寸相同的齒輪，兩齒輪相互分開形成低壓，將液體吸入，再藉由貼合內壁的齒輪運送到另一側，齒輪互相合攏形成高壓，最後將液體排出。（圖10）為齒輪泵浦構造，包括轉軸、泵體、齒輪、墊片與調節螺絲等等，本專題製作的齒輪泵浦規格如（表1）所列。

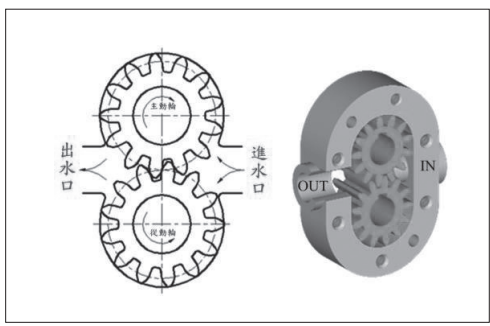


圖9／泵浦動作原理

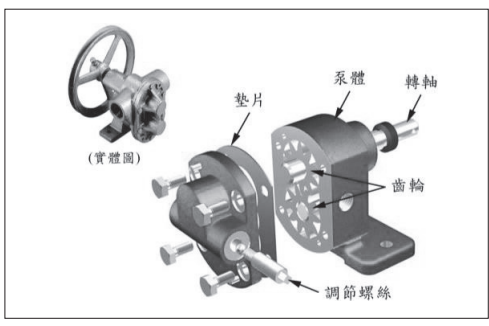


圖10／齒輪泵浦構造

表一

口徑	馬力(HP)	出水量(L/min)	迴轉數(RPM)
1/2"	1/4-1/2	16	500

五、硬體設備

銑床在工科學校裡是一個不可或缺的工具機，它工作範圍很廣，能做到平面、階級、角度、溝槽、甚至齒輪、螺旋、鑽孔等多項加工，工作效率高，是機械行業與職業學校缺一不可的加工設備。銑床依構造、用途和加工角度等不同，可分成砲塔式銑床、柱膝式銑床、龍門式銑床與數值控制中心切削機等類型^{註8}。而在本次作品所使用的機型是，主軸頭上方有馬達與皮

帶塔輪為主軸動力及變速機構的砲塔式銑床，在操作上方便、靈活、快速，適合用於較輕型切削之加工，（圖11）即為本次使用的銑床機器，用來銑削「節能快速濾水系統」的驅動軸鍵座、驅動軸底板、軸承調整塊、泵浦底板。

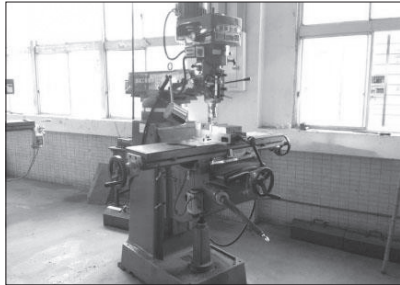


圖11／砲塔式銑床

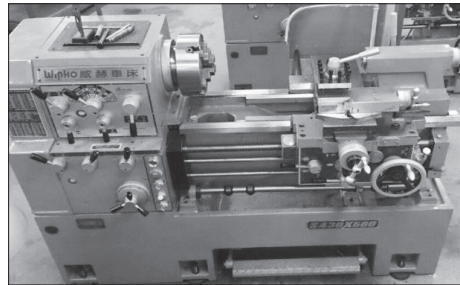


圖12／高速車床

車床是最早被發明的工具母機，許多的新型工具機設計，皆是以車床的加工原理為基礎。隨著工業的發展，車床也發展成各種不同的功能與樣式，以適應產業界的多樣化要求。其中，又以普通車床使用最為平凡，其主軸以皮帶輪和齒輪系傳動，構造精密，是當今機械工廠、學校及訓練單位使用最多的設備^{註9}。這次車床的使用，我們用來製作驅動軸的長度控制和調整塊的外型，使用到的車床工具有、外徑車刀、切斷刀、倒角刀等，（圖12）所示為學校的車床機器。

鑽床的種類很多，依照結構不同，常用的鑽床機械有靈敏鑽床、立式鑽床、懸臂鑽床、成排鑽床、多軸鑽床等^{註10}。本次使用的鑽床設備是靈敏鑽床，如（圖13）所示，主軸與馬達以三角皮帶來傳動，鑽床常用在小型工件的鑽孔，是機械工廠與學校必備的機器。在這個作品上，則是用於鑽削零組件的螺絲孔、沉頭孔，以及孔倒角加工。除了靈敏鑽床外，我們也有使用手持電鑽加工，如（圖14）所示，手持電鑽是以交流電源或直流電池為動力的鑽孔工具，因為這個專題部份的零件尺寸過大，不方便置於鑽床加工，所以我們使用手持電鑽來輔助加工。



圖13／靈敏鑽床



圖14／手持電鑽

如（圖15），手持砂輪是一種磨削工具，其原理是電機運轉後，帶動砂輪轉動來進行磨削等工作，使用手持砂輪時須穿戴口罩、護目鏡、手套、防護衣等。在這個專題，我們用來修整毛邊，磨削焊道和去除鏽痕。此外，「節能快速濾水系統」的結構，運用了大量的金屬管材結構，因此我們也使用圓盤切割機來切割方管，方便又快速，如（圖16）所示。



圖15 / 手持平面砂輪機

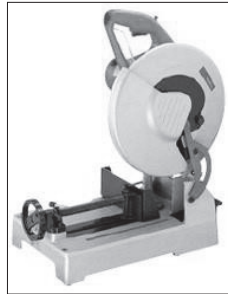


圖16 / 圓盤切割機

對於鋸切後的管材，結構成型就需要使用電焊機來加工。電焊的工作原理是利用正負兩極在瞬間短路時，產生高溫來熔化電焊條上的焊料和被焊材料，使材料互相結合，如（圖17）所示。在這個專題中，我們選用惰性氣體金屬極電弧銲接法（MIG銲接），如（圖18）所示，因為MIG銲接採用直流電負極連接，穿透性強，適合用於碳鋼銲接，又稱為CO₂銲接。

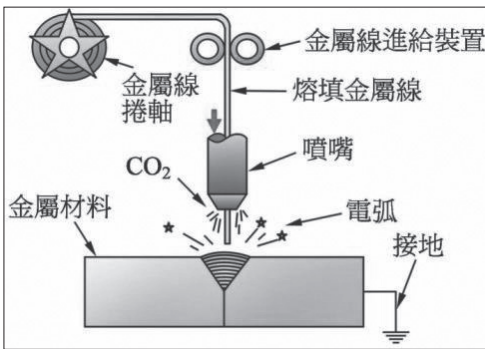


圖17 / CO₂銲接原理^{註10}



圖18 / CO₂銲接機

在淨水系統的管彎曲部份，我們使用手工彎管器進行加工，如（圖19）所示。不銹鋼管的長度計算與劃線位置必須相當準確，若使用方法錯誤，彎出來的尺寸就會有誤差。不鏽鋼管切斷後，管緣會有毛邊，我們會先用銼刀把較大的毛邊去除，再用管用毛邊修整器細部修整，如（圖20）所示。

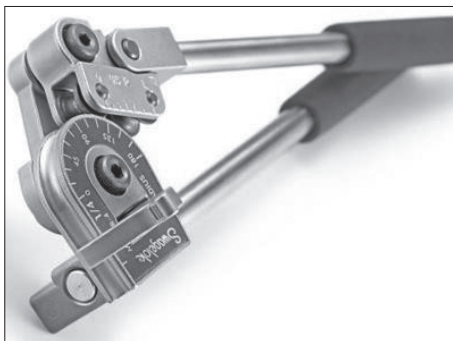


圖19 / 彎管器



圖20 / 管用毛邊修整器

六、研究流程規劃

在確定了研究題目後，我們將「節能快速濾水系統」的製作分為三個階段，前置作業到零件製作，還有最後的作品說明書，過程中我們將工作進行細項分配，如（圖21）所示。此項作品的機構設計、零件加工和調整組裝都由我們在學校自行研發設計。傳動的設計上我們分為皮帶輪與鏈輪兩項，並且分析市售產品與管徑大小的分析。這個題目，除了投稿小論文外，我們也將進一步整理全部製作過程的照片，並撰寫成科學展覽會的格式，參加科展比賽。

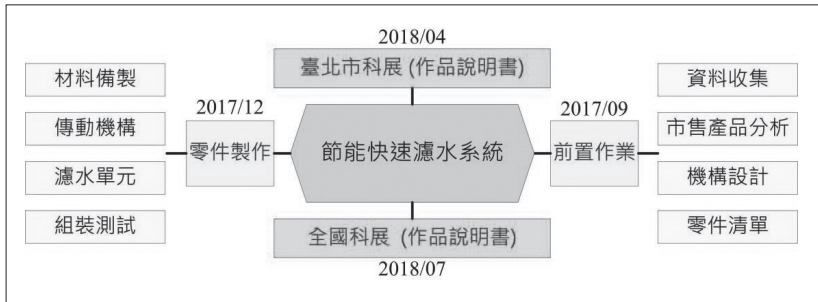


圖21 / 工作分配與流程

七、市售產品濾水效率分析

這個部份，主要分析（圖22）所示兩款市售最常見的家用濾水產品，其單次濾芯可濾水量的比較。分析結果如（圖23）所示，BRITA濾芯可濾水量為150L/次，而10英吋三道式濾水器因其容量較大，單次濾芯可濾水量為14000L/次。若以單次濾心更換來計算，三道式濾水器的濾水量是BRITA濾芯的93倍，使用上相對方便與節省成本，因此，本專題以三道式濾水器為基礎，來設計後續的機械結構與管路系統。



圖22 / 市售濾水產品

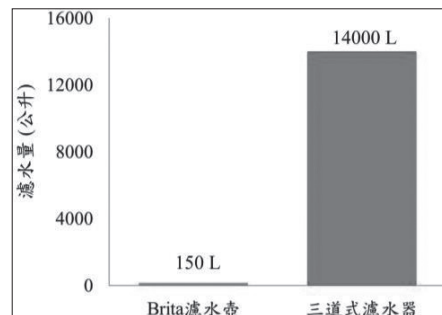


圖23 / 單次濾芯可濾水量比較

八、速比設計

根據衛生福利部國民健康署統計資料^{註11}，騎乘腳踏車的速度，一般介於10~15公里/小時，若以腳踏車輪徑95cm換算，平均每分鐘踩踏約為80下（80rpm），再根據泵浦的技術規範，建議泵浦轉速每分鐘500轉（500RPM），經計算，速比約為6：1最為恰當。因此在設計上，我們利用皮帶輪速比2:1與鏈輪速比3:1互相搭配，以獲得正確速比，如（圖24）設計。不同速比，可獲得之泵浦轉速，如（圖25）所示。

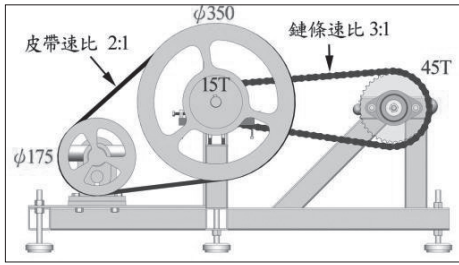


圖 24 / 踏板淨水系統(轉速比6:1)

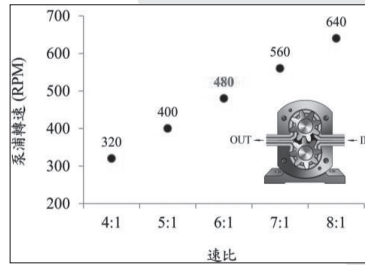


圖 25 / 速比與泵浦轉速的關係

參、結論

一、實驗成果

這個專題研究題目，目前已經完成具體成果有四個部分，如下條列。

- 1、根據上述的概念，淨水系統的動力以鏈輪與皮帶輪組搭配後，增速比約為6：1，取代了加壓馬達的功能，因此無須電力供給運轉。只要輕輕踩動踏板，便可得到乾淨的水，解決髒水問題，進而改善非洲地區人民的生活與健康，達到「免電淨水系統」的創作目的。
- 2、濾水效率高：經過單次濾芯濾水量分析比較，使用三道式濾水器的濾水量，約為市售濾水壺的93倍。泵浦過濾水的效率約93%，如果在非洲，使用本專題設計的濾水系統，連接一條水管到任何有水的地方，經過踩踏，無須電力，就可以一直濾水，只須準備容器裝濾乾淨的水，非常的有效率。相較濾水壺或生命吸管，一次只能一壺水、一口水，不夠快速，緩不濟急。
- 3、結構設計簡單：整體作品體積約為一部健身腳踏車大小，使用的皮帶輪組、鏈條輪組、連座軸承、管接頭、 $\phi 10\text{mm}$ 不鏽鋼管、螺絲調整腳座等等，這些都是依照機械標準元件設計，規格化、組裝方便，作品容易實現。使用腳踏車傳動的方式，最簡單，且克服了非洲地區缺電的問題。
- 4、組裝實測：透過我們實際的測試，在相同的時間與踩踏圈數內，比較不同管徑的濾水效率。實驗發現，當管徑增加一倍，濾水量會大幅提昇600%，效率明顯上升；因此，淨水系統的設計，應配合泵浦轉速，使用大直徑的不鏽鋼管，可有效提昇濾水效率。

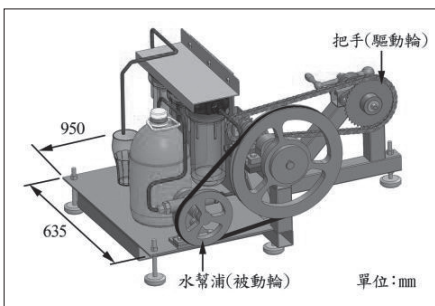


圖 26 / 節能快速濾水系統設計圖

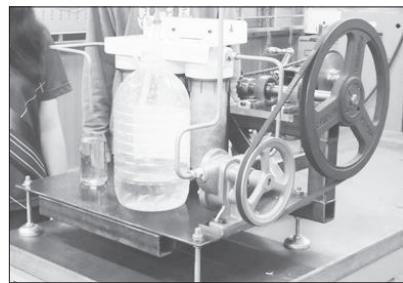


圖 27 / 節能快速濾水系統作品

二、討論與結論

除了濾水系統的製作外，我們也針對了管徑大小、踩踏速度與出水量進行實驗分析。首先，我們以管徑 $\phi 10\text{mm}$ 為固定參數，再參考衛福部平均騎乘腳踏車速度之依據，分三種速度踩踏比較出水量，結果如圖28所示，若以一般速度（10Km/hr）踩踏，每分鐘出水量約15L（泵浦標準出水量為16L），泵浦效率約93%。之後，再以泵浦轉速為固定參數，比較不同管徑與出水量的關係，由（圖29）顯示，出水管徑縮小至0.6倍，出水量大幅下降至33%；如果進水與出水管徑同時縮小，則出水量僅剩原本的6%。

綜合實驗結果得知，管徑尺寸與出水量呈非線性反比關係，分析原因，為其管徑太小，抽水不足排水也來不及。最後，這個專題製作從構想、製作到報告書整理撰寫，共費時約2個月時間製作，過程與老師來回無數次的討論修正，我們盡可能的將機械科所學的知識、技術，都運用在這個題目上，希望這個專題作品「節能快速濾水系統」，能為這個社會，帶來一點點的價值與貢獻，特別是偏遠落後無乾淨飲水的國家。

- 1、『無電設計』—無須使用電力，便可快速將水過濾。
- 2、『解決髒水問題』—用於偏遠落後國家，可解決髒水問題，改善人民健康。

肆、引註資料

- 註1、台灣世界展望會。107年01月05日。取自 <https://www.worldvision.org.tw/>
 註2、RO逆滲透。107年01月05日。取自 <http://www.purepro.com.tw/>
 註3、生命吸管。107年01月05日。取自 <https://kairos.news/33547>
 註4、Brita 濾心。107年01月05日。取自 <http://www.brita.tw/>
 註5、朱國勳（民101年）。機件原理I。新北市：新文京。
 註6、柯雲龍（民105年）。機件原理I。新北市：台科大。
 註7、許宗銘（民102年）。氣油壓控制。新北市：全華。
 註8、莊錫欽（民90年）。銑床選用。中華民國職業訓練研究發展中心。
 註9、陳順同（民102年）。機械基礎實習。新北市：全華。
 註10、鄭志賢（民95）。機械製造 II。新北市：台科大。
 註11、衛福部運動消耗卡路里。107年01月23日。取自 <https://obesity.hpa.gov.tw/>

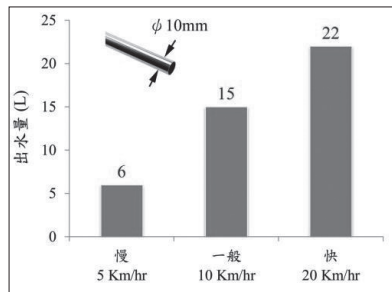


圖28 / 踩踏速度與出水量的關係

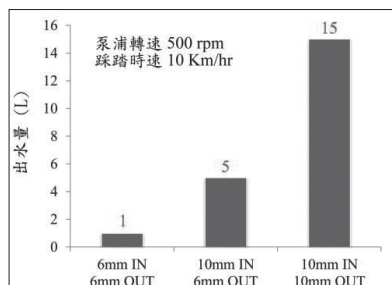


圖29 / 管徑與出水量的關係

甲·等

磨床砂輪快速對刀機構

作者：孫志瑋／機械二忠
吳佳霖／機械二孝

指導老師：楊弘意 老師

壹、前言

這篇研究是在探討並製作一「磨床砂輪快速對刀機構」，在設計上，其結構簡單無電子設計，僅由六個零件組成，體積小，組裝快，便利性佳，精簡耐用。與手工對刀相比，可大幅降低對刀時間，節省約80%時間，對刀只須12秒鐘。同時可於磨床加工時，避免砂輪對刀時的過切現象，提高磨削精確並降低不良率。

一、研究動機

磨床加工。利用磨床研磨工件之多餘量，以獲得所需之精密加工面，屬於加工型態中的精密加工，也是機械中不可缺少的一項加工環節。就讀高職機械科的我們，磨床的使用更是我們實習課的重點，但磨床轉速快，又屬脆性材料，若稍有不慎，很容易造成危險。

對刀，在磨床加工程序中，屬於最基本的部分，但過程緩慢，常常成為慢下整個加工速度的主要原因，對刀這個動作，主要靠聽取磨削聲，目測磨削火花來判斷砂輪是否位移到適當的加工點，如（圖1）所示。如果要縮短砂輪對刀的時間，則需另外準備一組高度量錶，在研磨之前，先測量出工件最高點，以加快砂輪對刀的速度，如（圖2）所示。



圖1／磨床操作；目視對刀

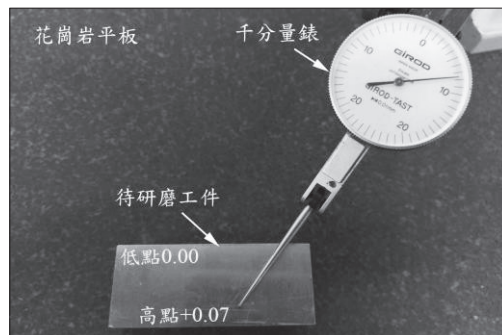


圖2／待磨工件進行高度測量

在操作磨床過程，如果砂輪對刀不慎，經常會導致砂輪爆裂，從而造成嚴重的人身傷害。如（圖3、圖4）所示，輕則砂輪崩裂，嚴重者整片砂輪破碎飛濺，相當危險。因此，我們設計了一種「砂輪對刀機構」，任一工件，只要經過一次的研磨，即可快速完成砂輪對刀，與目視手工對刀的時間相比，節省約90%的時間，一次對刀最快只須5秒鐘，既快速又安全。

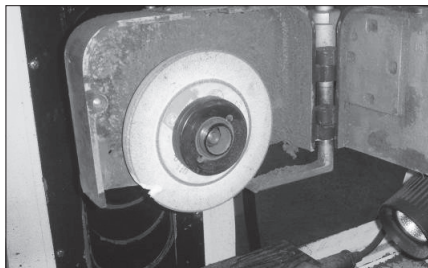


圖3／磨床工安意外——砂輪崩裂

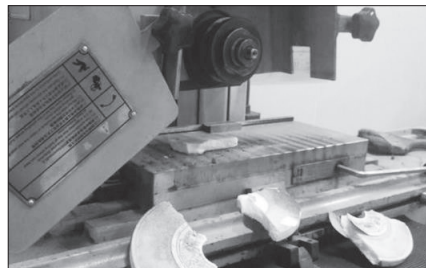


圖4／砂輪破碎飛濺

二、研究目的

- (一) 分析磨床對刀器的強度。
- (二) 設計製作一部操作更快速、更安全的磨床對刀儀。
- (三) 用數據比較有、無磨床對刀儀的時間差異。
- (四) 用數據比較有、無磨床對刀儀的切削深度。

貳、正文

一、文獻回顧

(一) 對刀儀

市面上，隨著需求不同，有接觸式、投影式以及雷射定位……等等幾類對刀器，如（圖5、圖6）所示。

對刀器，又稱為刀具量測器，除了用來定位刀具原點、測量刀具長度和直徑外，也可以用在刀具即時磨耗的檢查，避免生產時的不良情況。但是，此類的對刀器，價格昂貴，而且幾乎都用在CNC工具母機上，極少看到對刀器於磨床的應用。因此，這個專題題目，希望設計一款便宜、簡單好用的磨床砂輪對刀機構，運用學校實習課的磨床加工。



圖5／銑刀對刀器

(資料來源:台灣美德龍貿易)

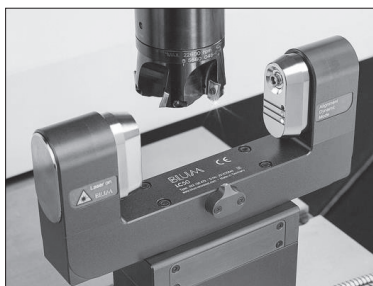


圖6／雷射測量系統

資料來源: Blum-Novotest

(二) CNC車床對刀儀

CNC車床用對刀裝置主要用於刀具的預調作業，將刀具碰觸接觸面後，可輸出高重覆精度的ON/OFF信號至CNC、PC裝置上，刀具位置會被自動寫入。從此以後不再需要重複試切、測量、計算、輸入NC等手續，即使不熟悉對刀技巧、也無須擔心失誤造成機械損壞。CNC對刀儀依據用途分為直動式、旋轉式、擺動式三種，如(圖7、圖8)所示。直動式的接觸感應器安裝於各個方向之直線運動，由於四個對刀裝置並排連接，因此可判斷方向。而旋轉式與擺動式的接觸面對邊尺寸都是設為最小，差別在於旋轉式是跟者軸心轉動，擺動式則是朝四個方向擺動。

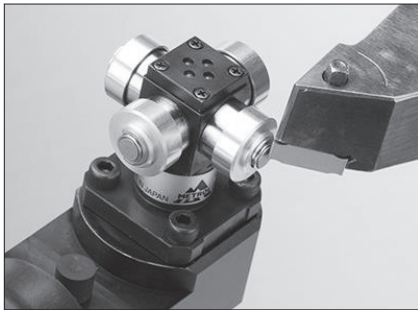


圖7 / 直動式車床對刀儀



圖8 / 旋轉式車床對刀儀

二、創作說明

如(圖9)所示，砂輪對刀機構的創作構想，是希望將平面磨床與百分量錶結合，利用已完成之研磨面，做為砂輪對刀的原點。其砂輪對刀的操作方式，如(圖10)所示，在完成磨削加工後，把工件移至砂輪外側，並將百分量錶定位於工件表面，然後歸零，即完成砂輪對刀，此一刻度值，即為砂輪原點。待下一工件研磨前，僅須對刀至此原點，即可開始研磨。

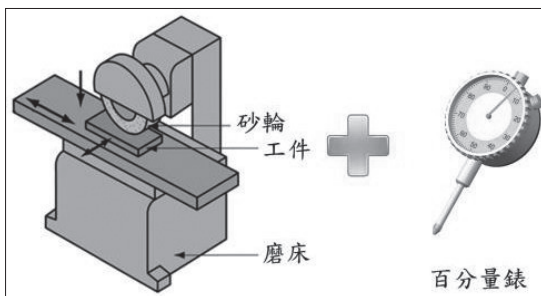


圖9 / 創作構想(專利申請中)

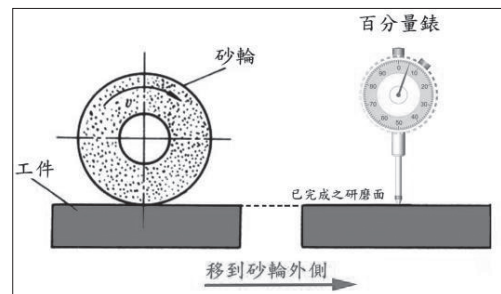


圖10 / 砂輪對刀機構的操作原理

三、作品表現圖

根據上述的概念，我們設計了一種砂輪對刀機構，透過機械連桿的設計，可於磨床任一高度定位、歸零，達到砂輪對刀的創作目的，如（圖11）所示。這個專題設計，僅僅使用六個零件組成，結構輕巧，相當簡單，而且可以組裝在任一類型的磨床機器上。

根據初步的實驗結果，如（圖12）所示，使用「砂輪對刀機構」最快僅須12秒鐘的時間，便可完成砂輪對刀，與傳統目視手工對刀，大幅減少約 80%時間，簡單又實用。（圖13、圖14）是磨床砂輪快速對刀機構的作品實體，與實際架設於平面磨床的影像。

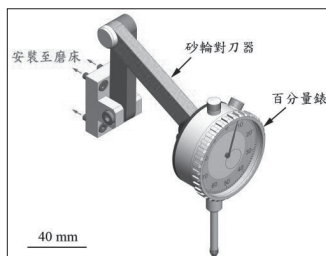


圖11 / 專題設計圖；砂輪對刀機構

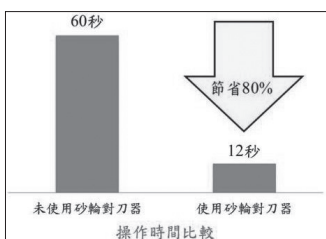


圖12 / 對刀時間比較



圖13 / 砂輪對刀機構作品

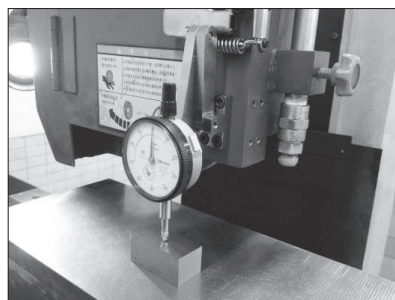


圖14 / 作品裝設於平面磨床上

四、研究流程

在研究過程與方法上，如（圖15）所列，我們共分成「研究流程規劃」、「砂輪對刀機構的強度分析」、「砂輪對刀的磨削深度」、以及「砂輪對刀機構的製作過程」四個部份說明。（圖16、圖17）是團隊成員照片與實驗過程討論。這個題目，除了投稿小論文外，我們也將進一步整理全部製作過程的照片，並撰寫成專題競賽的格式，參加全國專題製作比賽。

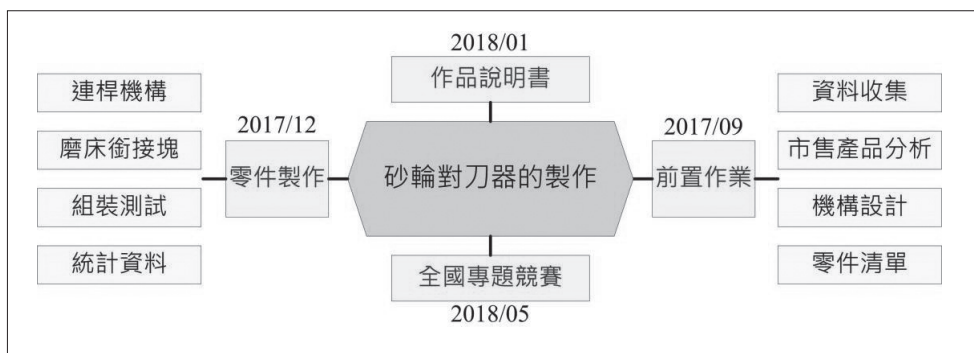


圖15 / 工作分配與研究流程



圖16／團隊成員

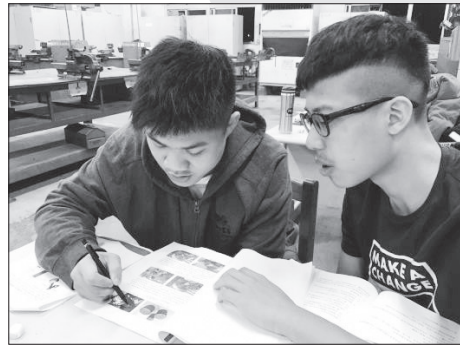


圖17／實驗過程討論

五、理論依據及原理

「砂輪對刀機構」的專題來源，是以指示量錶本身的測量精度，做為理論依據去構想設計。如（圖18、圖19）所示，指示量錶是透過齒輪系將量測軸的直線位移或角位移做機械性的放大，將放大的結果經由指針表示於刻度盤上。放大測軸的直線位移者，稱之針盤指示器或伸縮式量錶。平常在使用指示量錶進行量測時，若指示量錶測頭之軸未垂直於工件表面，就會產生餘弦誤差。量錶的種類，根據不同需求而發展出符合要求的量錶類型，如量表型分厘卡、深度量錶、測厚量錶……等幾種類型，以下條列說明。

- （一）量表型分厘卡：外型與用途跟一般分厘卡相同，但不同的地方為測砧可以作往復伸縮移動，以測砧作動之變化量顯示於指示量表上。
- （二）深度量錶：將深度分厘卡之測頭改成指示量錶測頭，能改善深度分厘卡量測時將測頭與槽之底部緊密貼合後，持續施加壓力造成的誤差。
- （三）測厚量錶：利用按壓手柄使量測軸收縮移動，在將工件物放入測砧作測量。



圖18／指示量錶

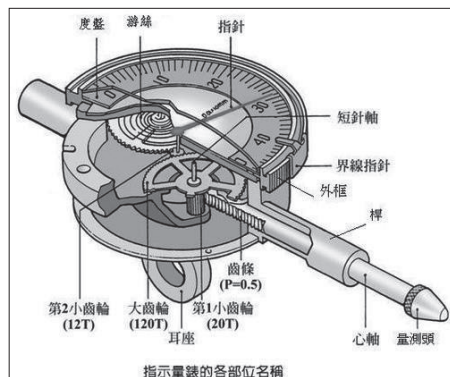


圖19／指示量錶各部位名稱

參、結論

一、實驗成果

- (一) 由數據分析，沒有對刀器所花費的時間明顯較多，原因是常常需要拆下工件來測量，這樣會耗掉許多時間，而有對刀器，所花費的時間就下降了許多，因為只需在磨床上直接測量。
- (二) 經過實際測試，操作磨床時，每次進的深度都不太一樣，若是過度進給，會造成砂輪破壞或是尺寸誤差，這些問題在工作上都會造成影響，砂輪對刀機構的設計，利用指示量表，可以準確控制對刀時的磨削深度，避免在進給時所造成的誤差。
- (三) 在成品的製作上，我們已經製作完成砂輪對刀機構的雛形。能在操作磨床上更加快速、更精密，除了增加它的便利性，也能用於檢測物品平面度及降低對刀時的切削深度。

二、大幅減少砂輪對刀時間

完成專題作品「砂輪對刀機構」後，我們針對製作的專題成品，做了有無對刀器的測試。在沒有使用對刀器的情況下，對刀的磨削深度都比較多，因此，比較容易發生尺寸誤差，有使用對刀器後，進給深度就可以每次都控制在 0.01mm。作品功用(1)，如(圖20)所示，平均大概15秒鐘的時間，便可完成砂輪對刀，與傳統目視手工對刀，大幅減少約80%時間，簡單又實用，由此可知砂輪對刀機構的設計是可行的。

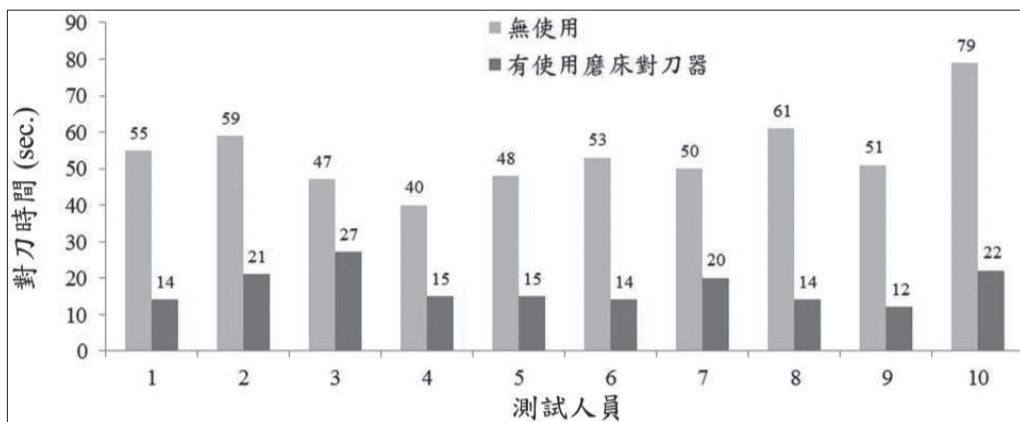


圖20／對刀時間比較

三、降低砂輪對刀的磨削深度

以下是我們經過多次實驗後，所統計的數據。我們先找了十位同學，並且統計每個人平時對刀的切削深度，發現每個人所碰觸的量都不一樣，碰觸最多深度是0.02mm，而最少的有到0.005mm，與上節推測的結果符合。後來我們再請同樣的十位同學使用我們所製作的砂輪對刀機構，並且請他們看著指示量表，讓碰處的量固定在0.01mm，精密研磨後使用雙柱式高度計測量，實驗結果如（圖21）所示，磨削深度每次都是固定在0.01mm 以下，優於傳統目視手工對刀的磨削深度，與預期的結果符合，證實這個專題作品設計是成功的。

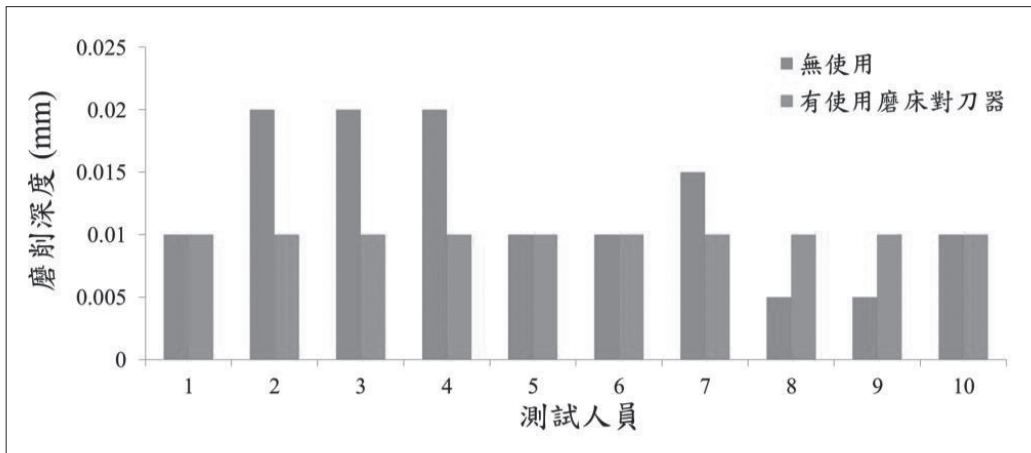


圖21 / 對刀磨削深度比較

肆、引註資料

註1、得盛世公司。107年01月15日。取自<http://toolsetter.tw/>

註2、王千億（民99年）。機械製造（含機械基礎實習）總複習。7~12頁

註3、莊錫欽（民90年）。銑床選用。中華民國職業訓練研究發展中心，1~8頁。

註4、陳順同（民102年）。機械基礎實習。新北市：全華。158~173頁。

特·優

· 舒筋活骨:核心肌群訓練椅之設計

作者：楊湘婷／配管科三年忠班
許碩文／配管科三年忠班
陳柏瑋／配管科三年忠班

指導老師：王怡雯 老師

壹、前言

一、研究動機

現代人的工作都非常忙碌，平時會自己做飯的家庭也已經少之又少，所以三餐幾乎都是以外食為主，在都是外食的情況下就經常出現心血管疾病、大腸癌等，尤其肥胖者更容易染上這些疾病，而這些病患的共通點就是「運動量不足」以及「腹部肥胖」，也因為這樣，大家的生活飲食越來越追求舒適感，對於生活品質的要求也日漸提升，但是生活這麼忙碌，連休息的時間都快沒了，怎麼可能會有時間運動呢？

在這個人人都忙碌的時代，家中如果有一把舒適的椅子，使人坐起來覺得舒服、躺著覺得快樂，可以運動又兼健身不是很好嗎？我們在生活中觀察到，遇到嬰兒哭鬧或不安時，通常媽媽都會以抱起搖晃的方式來安撫，因此讓我們想到，人在被搖晃時會感受到一種安心的感覺，為了讓每個人就算已經脫離需要父母安撫的時期，同樣可以感受到這種感覺，也降低工作後的疲乏感、放鬆自己的身心靈，所以我們決定使用CNC彎管機來設計出可帶給人們既舒適又能夠運動健身的椅子。

二、研究目的

基於上述研究動機，本研究擬定數項研究目的如下：

- (一) 了解核心肌群對人體的重要性。
- (二) 比較市面上主要類型搖椅之優劣。
- (三) 分析搖椅底座最適合之擺動弧度。
- (四) 探討如何製作出堅固、耐用且高承重之管材作品。
- (五) 完成製作可達訓練核心肌群功能之舒筋活骨訓練椅。

三、研究流程

本研究之研究流程如（圖1）所示。

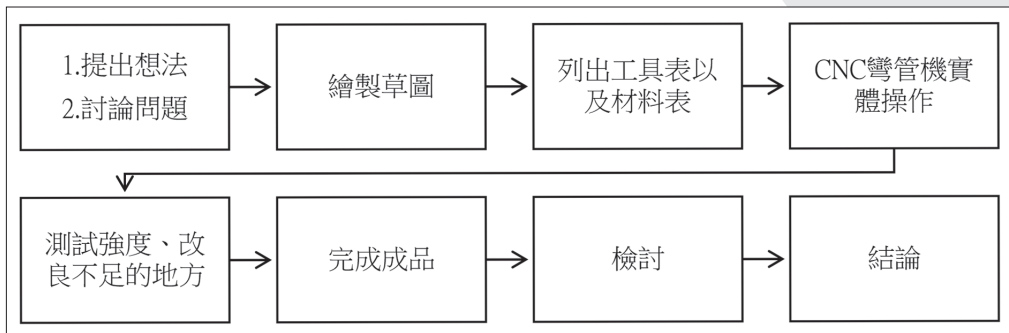


圖1／研究流程圖 資料來源：本研究自行繪製

貳、正文

一、文獻探討

（一）核心肌群重要性

核心肌群是「位於人體軀幹中央、負責保護脊椎的肌肉群」（維基百科，2018），也就是在身體中軸線的肌肉群如（圖2所示），扮演著重要角色。不管人體做什麼樣的動作，第一個動用到的就是核心肌群。核心肌群功能強，能維持身體穩定度，免於受傷，也能減少各種痠痛問題。若核心肌群不夠強壯，脊椎可能會產生疼痛。而核心肌群無力的人，可能會常常受傷，像是直接彎腰取物，幾乎將力量都用在椎間盤，這就是常常有人搬重物傷到腰的原因。

資料來源：許政榆（2017）。為何訓練核心肌群重要？身體動作的啟動源頭。2018年02月26日，取自 <https://health.udn.com/health/story/6033/2307923>

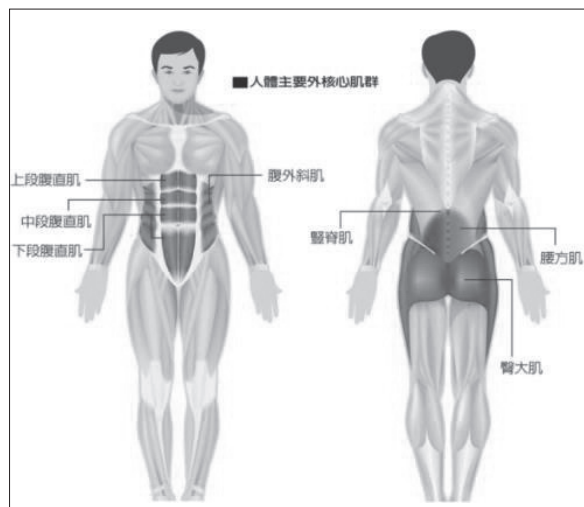



圖2／人體主要的核心肌群

(二) 市面上常見的搖椅分析

市面上常見的搖椅類型如(表1)所示。

表1 / 各式搖椅比較表

搖椅種類	坐式搖椅	躺式搖椅	吊掛式搖椅
搖椅樣式椅樣	 <p>資料來源：洪菱鞠(2014)。窩心體貼爸爸挑張舒適椅佈置家中小天地。取自https://fashion.ettoday.net/news/385803</p>	 <p>資料來源：生活小頓悟(2017)。這幾款休閒椅，特別適合上班族午休，居家外出都適用。取自https://kknews.cc/home/2mbx2k9.html</p>	 <p>資料來源：舒福家居。貝殼吊籃。取自http://www.isufu.com.tw/shop/貝殼吊籃戶外休閒單人吊椅造型吊籃圓形吊籃鞦</p>
特性分析	為常見的搖椅類型，較其它兩種類型較為普及，以腳踩地方式擺盪搖椅。	為坐式搖椅做改良，呈躺下的方式，藉由雙腳晃動來擺盪搖椅。	呈現吊掛狀態，可獲得較舒適搖晃感，能藉由身體重心來擺盪搖椅。

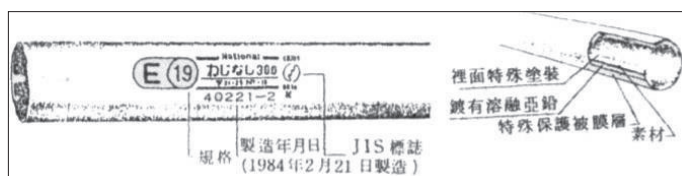
由(表1)可知，市面上搖椅的材質均屬於木材或編織繩製成，且均為以舒適為主的椅子，沒有堅固、耐用且兼具運動、活絡筋骨的功效，所以我們改用EMT管的材質來製作搖椅，並且增添了機能性，在舒服的狀況下也能夠達到運動的效果。

二、製作工法

(一) 管材選用

「EMT管管壁薄，使用配件及連接與金屬管不同。管子經鍍鋅處理，有耐酸、耐水、耐鹼等特性」(謝銘勝、陳舜賢，2001)。資料來源：謝銘勝、陳舜賢(2001)。管路規格的認識。取自<https://portal.wda.gov.tw/pdf-resource/技術工及有關工作人員/室內配線/器材的認識/管路規格的認識%20PEW-EHW0303.pdf>

圖3 / EMT管規格表示方法



(二) 惰氣金屬電弧銲接

惰氣金屬電弧銲接一般又稱MIG銲，是「結合以外部供應氣體遮護來進行連續固態耗材電極自動送料的電弧銲製程」（姜禮德，2014）。此製程用於銲接大多數的商業用金屬，包括鋼、鋁、銅以及不鏽鋼，若選擇合適的銲接參數與設備，還可用於任意方位之銲接，其所需之設備如（圖4）所示。

這種銲接方法需使用直流電極正極（DCEP），而且由於設備提供自動電弧控制，唯一需要銲接人員手動控制的只有銲槍位置、導引與加工走速。使用消耗性的金屬電極，銲線成一捲由滾輪推動，氣體為CO₂為主，且為直流負極銲所以電弧較為穩定，所以我們選用這種銲接方法進行舒筋活絡訓練椅之製作。

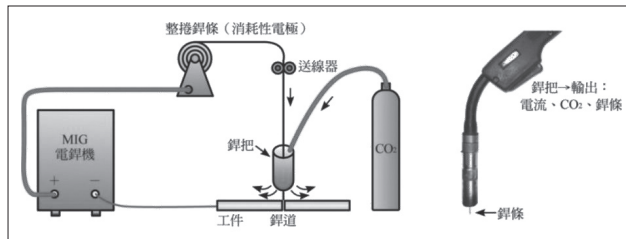
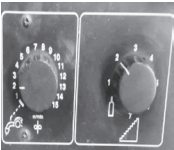
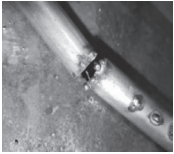
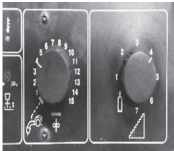

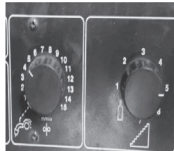



圖4／惰氣金屬電弧銲接設備

(三) MIG銲接送線速度與電壓調整

在接合銲接的步驟中，銲線的送線速度以及電壓大小都會影響銲接的結果，經過測試後，不同條件的比較狀況如（表2）所示，以下未標註出處之圖片，皆係本研究自行拍攝。

表2／銲接條件比較表

實驗條件	設定條件	銲接結果	結果分析
條件一	 送線速度為2m/min(左)定電壓為2(右)	 1、管與管間強度低 2、管與管間無法接合	管端一邊僅留下銲點，送線速度2m/min過慢，使管子在加熱時銲條無法順利銲接上去，為分開狀態，強度低。
條件二	 送線速度4m/min(左)定電壓為4(右)	 1、管與管間強度最高 2、銲接點最為良好	實測後，測得送線速度4m/min為最順，管子加熱後送線速度即可銲接上去，銲接點最為良好，管與管之間強度最高。
條件三	 送線速度5m/min(左)定電壓為5(右)	 1、管與管間強度弱 2、管接合處破裂	EMT 管管壁薄銲接時溫度過高，送線速度過快，使管子破裂，強度低。

(四) CNC彎管機

表3/CNC彎管機優點 資料來源：本研究自行整理

功能	生產製造	人事管理上
<ul style="list-style-type: none">· 精確度· 自動換刀、送料，自動程度更高· 刀具壽命長	<ul style="list-style-type: none">· 高效率、高品質、高良率· 減少夾具、治具· 加工多樣化	<ul style="list-style-type: none">· 減少勞力人事成本· 操作簡單· 免除操作者誤差

為了將椅子的弧度做出，找到最舒適的角度，先在網路上查詢CNC彎管機之機台的所有模具、最大彎曲角度等資料。我們以CNC彎管機的彎曲以機台裡的3D模擬來繪製所需角度，再以內建的軟體功能先預覽3D管件與相關模具資料以及彎曲管子的方式，所使用的是型號為HC-160的CNC彎管機如（圖5）所示。

資料來源：瀚捷機械股份有限公司。取自 <http://bender.hanjie.com.tw/zh-tw/product-369602/-彎管機-HC-160R2-4SM.html>



圖5/CNC彎管機 HC160

三、製作操作步驟

(一) 雛型設計

以錫鉛條試做小型成品（如圖6），藉此模擬整體結構，並探討其中可行與不可行、穩定度、管件接合位置等。

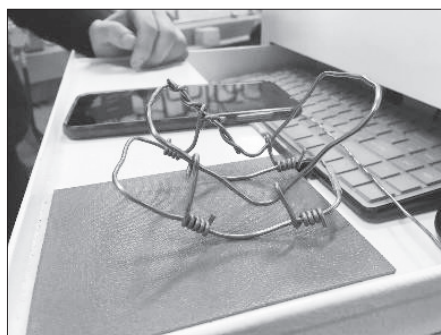


圖6/錫鉛條折彎雛形

(二) 座椅各部位框架設計與成型

先以Solid works繪圖軟體畫出椅框構造，確定好形狀後去CNC彎管機的內建軟體畫3D圖模擬彎管，再以CNC彎管機彎出椅框部分，因我們所使用的CNC彎管機型號限制長度為1,000mm（如圖7），所以決定不採用一體成形的的方式來呈現。

資料來源：瀚捷機械股份有限公司。取自<http://bender.hanjie.com.tw/zh-tw/product-369602/-彎管機-HC-160R2-4SM.html>

型號		HC-160 系列
最大彎曲 能力	鐵管	ø16 x 1.5t
	不鏽鋼	ø12 x 1.5t
	角管	□12 x 1.2t
最大拉彎彎曲半徑 (mm) 最大 R		90
最大彎曲角度		200°
標準有效通心距離 (mm)		1000

圖7/CNC彎管機機械規格

(三) 銲接組合各管件

訓練椅的外框以CO₂銲接，再彎七支92°單彎做為外框內的支撐部分。92°這個數值是考量到管子會回彈造成設計與實體上的誤差，經過多次試驗出92°最接近我們要的數值90°（如圖8）。接著再彎180°的單彎六支來做為手把使用（如圖9）。為了能達到核心肌群的訓練效果，把圓弧的彎度增加，以讓搖起來的力量要使用得更多。搖椅底部做成兩個大弧（如圖10），兩弧間再加上兩根直管做為固定。

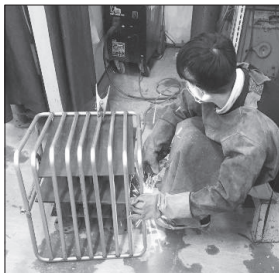


圖8椅背單彎組合

資料來源：自行拍攝



圖9座椅把手組裝

資料來源：自行拍攝



圖10搖椅底部

資料來源：自行拍攝

(四) 搖擺幅度設定

把椅子架上去搖椅底座，需先把搖擺的最高及最低點定位出來，原先以一個直角三角形卡住後擺定位（如圖11），經考慮到美觀還有強度問題，於是便改良成梯形當作定位點（如圖12）。考量乘坐時能讓核心肌群充分運用，把後面設計的更低使人坐上去能夠呈現半躺狀態。將定位點六個一樣的梯形都銲接上去（如圖13）。



圖11 / 後擺定位輔助(改良前)



圖12 / 後擺定位輔助(改良後)



圖13 / 定位點施銲

原先以椅子的重量測試，兩側的弧架可做預期的擺動，但經人體實際乘坐測試後發現，原本兩側的弧架會因為椅子原本的重量加上人體的體重後因壓迫而變形（如圖13），且無法達到預期的擺動效果。

為了改善變形與強度問題，我們便再增加內部的兩個弧架（如圖14），避免受力落在原本外側的兩弧架上，使受力點增加而克服了因體重過重造成椅子變形的問題。



圖13 / 體重壓迫大弧底部遭受變形



圖14 / 在原有外框內增加兩弧

（五）成品與研究目的測試

作品完成後（如圖15），為了實現研究目的希望製造出堅固、耐用且高承重之管材作品，我們請體重80公斤的人上去試坐（如圖16），發現椅子的強度沒有因為增加人體體重而變形，後來改良的外側弧變形也因再增加兩弧而得以改善。

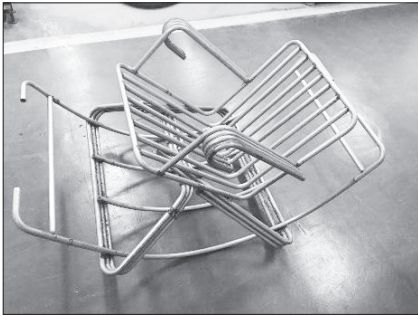


圖15／作品完成圖



圖16／實際坐

接著實驗以此訓練椅進行核心肌群訓練，就像做仰臥起坐一樣，當乘坐在椅子上讓人徹底放鬆時，我們完成的訓練椅會搖擺到最低點（如圖17），坐起來時則會搖擺到最高點（如圖18），重複做這個動作就可以達到核心肌群訓練的目的。



圖17／搖擺最低點



圖18／搖擺最高點

參、結論

參考了這麼多的網路資料以及文獻，我們發現椅子除了要有功能性外，也要兼具外觀的美感，而椅子的功能性又會隨著現代人的需求而改變，所以近年來才會出現較多的客製化產品，現在就連椅子的生產，也不落人後的跟緊時代的腳步。經本研究實際驗證後，所獲致的結論如下：

（一）核心肌群鍛鍊不佳容易造成運動傷害、心血管及消化道的疾病

現代人對於核心肌群的並沒有非常重視，當核心肌群沒有充分獲得鍛鍊時，容易因搬重物或彎腰時因受力不當等原因而受到傷害，身體的穩定度及平衡感也會變差，這也是有些人會腰酸背痛的原因之一，甚至可能傷到脊椎，也會間接影響到心血管及消化道的暢通，進而引發相關的疾病，所以我們實在不可忽視對核心肌群的鍛鍊。

（二）市面上主要類型的搖椅以舒適為主，缺乏運動健康功能

經分析市面上的搖椅，大多數是以外觀、舒適及實用性等方向考量進行設計製作，搖椅大致分為三種類型。第一種是坐式搖椅，能靠雙腳來使椅子擺盪，坐起來也較為舒適；第二種是躺式搖椅，能讓身體整個躺下放鬆筋骨，起來時需用力撐起身體，具有核心肌群的鍛鍊效果，但爬起時甚為費力；第三種是吊掛式搖椅，能靠身體本身重心的力量使椅子擺盪，達到舒適放鬆的效果，但是不能鍛鍊核心肌群。結合上述比較分析後，我們選用第一種坐式搖椅和第二種躺式搖椅進行綜合設計，以作為本研究成品製作的雛形，重新思考設計出一款新型搖椅，使一旦坐了下去，想要起來就必須靠腹部的力量來撐起自己的體重，達到消耗體脂肪瘦小腹的核心肌群鍛鍊效果，當累的時候只要全身放鬆即可舒服休息。

（三）訓練核心肌群搖椅底座的最佳彎曲弧度為 5°

搖椅底座的彎曲弧度對乘坐搖椅的舒適感、安全性及對核心肌群的訓練度均會產生影響。經過我們多次實驗後，分析發現彎曲的弧度太大會造成乘坐的人往後傾斜翻覆而造成傷害，乘坐時危險感增加，坐著也不舒服。反之若彎曲弧度太小，則又無法達到訓練核心肌群的目的，因此我們在 10° 至 2° 之間的彎曲弧度進行反覆測試，發現彎曲弧度 5° 時，是最能達到訓練核心肌群的搖椅底座弧度。

（四）選用合適的管材、銲接方法及機具，方可製作出堅固、耐用之彎管產品

經過反覆試驗之結果，發現要製造一件既堅固又耐用的彎管產品，必須從慎重選材開始，好的材料才能製作出好的產品。其次是工法及器械的選擇也很重要，在製作的過程中也要隨時吸取經驗，從失敗中學習，並隨時記錄製作過程的數據，失敗了檢討錯誤後重新擬定一套策略或數據後重新再來。例如我們銲接時發現效果不佳，便另外調整銲接條件進行管材銲接；

又例如我們原先在製作過程中是希望以最少的材料來獲得最大的耐用度，但隨著試乘坐者的體重逐漸增加，發現少量的管材也會因承受不住而變形，所以最後我們以獲得最大的耐用度為設計的優先考量。

(五) 本研究完成之舒筋活骨訓練椅確能達到訓練核心肌群的功能

本研究完成後，為了證驗是否能達到訓練核心肌群功能的目的，請諸多同學前來試坐，並考量到體重問題，因此是作者的體重範圍包含45公斤至70公斤，依變形狀況逐漸增加支撐點來進行訓練椅的改良，最後也成功讓80公斤的人坐上椅子。這些體重不等的人試作此訓練椅後，皆能順利的坐於搖椅上，用腹部之力撐起自己的體重坐起來，達到訓練核心肌群的效果，等放鬆身體時亦能順利躺下，達到舒適休息的效果，多做幾次可達運動效果，讓自己舒筋活骨，藉以增進身體的健康。

肆、引註資料

- ◎ 生活小頓悟 (2017)。這幾款休閒椅，特別適合上班族午休，居家外出都適用。2018年03月06日，取自<https://kknews.cc/home/2mbx2k9.html>
- ◎ 林英明、徐文法、林彥伶(2014)。機械製造 I。臺北市：全華圖書。
- ◎ 洪菱鞠 (2014)。窩心體貼爸爸挑張舒適椅佈置家中小天地。2018年02月08日，取自<https://fashion.ettoday.net/news/385803>
- ◎ 許政榆 (2017)。為何訓練核心肌群重要？身體動作的啟動源頭。2018年02月06日，取自<https://health.udn.com/health/story/6033/2307923>
- ◎ 舒福家居 (2018)。貝殼吊籃。取自 <http://www.isufu.com.tw/shop/貝殼吊籃戶外休閒單人吊椅造型吊籃圓形吊籃鞦>
- ◎ 維基百科 (2018)。核心肌群。2018年02月05日，取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/核心肌群>謝銘勝、陳舜賢 (2001)。管路規格的認識。2018年02月07日，取自<https://portal.wda.gov.tw/pdf-resource/技術工及有關工作人員/室內配線/器材的認識/管路規格的認識%20PEW-EHW0303.pdf>
- ◎ 瀚捷機械股份有限公司 (2018)。CNC彎管機。2018年02月05日，取自<http://bender.hanjie.com.tw/zh-tw/product-369602/-彎管機-HC-160R2-4SM.html>

優·等

與嬰同行

作者：林傳宏／電機科高二孝班

高梓綸／電機科高二孝班

蔡緯詡／電機科高二孝班

指導老師：王瑩璇 老師／吳孟軒 老師

壹、前言

一、介紹

本項作品為了使傳統嬰兒車的功能更加多元，所以我們再加上了自動追隨系統結合超音波煞車和防撞的系統還有紫外線感測及溫度感測等等，來增加我們作品的創意性、實用性以及安全度。

二、研究動機

現代嬰兒生的少，每個小孩都是寶，近年來，世界先進國家的生育率有逐年降低的趨勢，許多國家更是即將面臨邁入高齡化社會，而這將使青、壯年人的經濟負擔越來越大，因此，各國政府莫不積極謀求補救措施。在台灣，「少子化」社會也已是不可逆的局勢，對個人、對社會、甚至國家整體發展都有深遠影響。

因此，從嬰兒時期開始就要好好照顧小嬰兒，對他未來的發展一定有很大的幫助，若想照顧好一個小嬰兒，嬰兒車是絕對的必需品，但在市面上看到許多各式各樣的嬰兒系列用品，不知道該怎麼選購，一次全部買回家不但很佔空間也很傷荷包。若是能夠有一台嬰兒車可以包辦許多功能，既方便收納又能夠省下支出，想必是許多家長心目中的夢幻嬰兒車。而這輛夢幻嬰兒車除了節省空間之外，最好還能兼顧安全與舒適，因為一般市售嬰兒手推車僅有單一的推車功能，若需要其它功能就必須購買另外的用具，不僅費用較多而且需要較大的存放空間。這輛夢幻的多功能嬰兒車就可滿足較不占空間且花費少而有多種功能的需求。

三、創意設計理念

這輛夢幻嬰兒車上包辦了許多功能，包含了追隨系統、防撞系統、音樂播放系統、溫度感測、紫外線感測等功能。音樂播放系統相信大家不陌生，是人手一機都有的功能，我們利用的是MP3模組是內建功能，使家長不必額外播放兒歌。防撞系統運用了超音波感測器，保護

小孩的安全。紫外線感測主要是防止嬰兒刺傷眼睛及皮膚受到侵害。

追隨系統則是這輛嬰兒車最主要的功能，利用鏡頭模組感測來使嬰兒車自動跟隨人，讓大人帶嬰兒出門購物時更加便利，不需要一手推著嬰兒車還要一手提著購物袋，且搭配防撞系統，可以提高嬰兒車的安全及便利性。

貳、正文

一、研究設備及材料

(一) Arduino uno

該控制板之軟硬體皆為開放源碼（open-source）。軟體的開發環境可在網上免費下載，而 Arduino 的電路設計圖也可從官方網站自行下載，依據自身之需求進行修改，開發簡單，參考資料多。因此，本小組採用 Arduino uno 板作為作品之控制器，用來配合使用者之需求，接收感測器之訊號並控制相關元件，其外觀如（圖一）所示。uno 板之規格如（表一）所示。

表一 / uno 板之規格表

Arduino uno 板之規格表	
IC	ATMEGA328
工作電壓	5V
輸入電壓	7-12V
數位接腳	14
模擬輸入接腳	6
EEPROM	1 KB (ATMEGA328)
震盪速度	16 MHz

表一資料來源：楊明豐(2014)。ARDUINO 最佳入門與應用(1-3)。臺北市：碁峯資訊

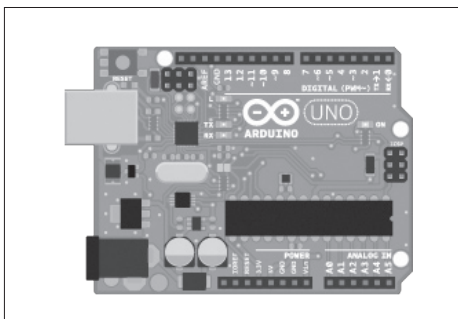


圖1 / Arduino UNO

圖一資料來源：Arduino(2018)。Uno 版介紹，取自：<https://www.arduino.cc/>

(二) CMUcam5影像辨識模組 (Arduino相容)

Pixy CMUcam5 採用了色調為主色過濾算法來檢測對象計算從所述圖像傳感器的每個 RGB 像素的色調和飽和度可記得多達7種不同顏色的默認如果需要超過七種顏色可以輸入顏色代碼個別紀錄處理的整個640x400圖像每秒偵測50次，每20毫秒的完整更新採用NXP LPC4330 204MHz 雙核處理器，鏡頭水平可達75度垂直可達47度具有高仰角度。這是一個快速的視覺感測模組可迅速辨識物體顏色並追蹤，可以直接連接到Arduino 或其他控制器，其外觀如（圖二）所示。規格如（表二）所示。

表二／影像辨識模組規格表

影像辨識模組規格表	
圖像傳感器	Omnivision OV9715, 1/4" ,1280x800
鏡頭視野	75 degrees horizontal, 47 degrees vertical
鏡頭類型	standard M12
能量消耗	140 mA typical
電源輸入	USB input (5V) or unregulated input (6V TO 10V)
內存	264K bytes
可用數據輸出	UART serial, SPI, I2C, USB, digital, analog

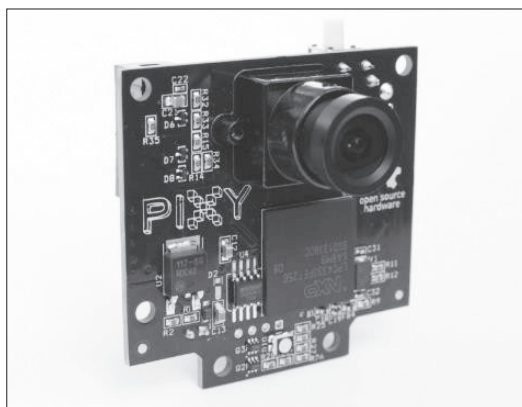


圖 2 /CMUcam5 影像辨識模組

圖二資料來源：飄機人(2018)。影像辨識模組，取自<http://www.playrobot.com/vision/1147-pixy-cmucam5-sensor.html>

(三) 5V 1、3A 六線兩相激磁步進馬達

步進馬達有以下之特點，旋轉的角度和輸入的脈波數成正比，因此用開迴路控制即可達成高精確角度。啟動、停止、正反轉的應答性良好，控制容易。每一步級的角度誤差小，而且沒有累積誤差。靜止時，步進馬達有很高的保持轉矩（**Holding Torque**），可保持在停止的位置，不需使用煞車迴路就不會自由轉動，利用此特點來進行嬰兒車棚的開啟。其外觀如（圖三）所示。規格表如（表三）所示。

表三／六線兩相激磁步進馬達之規格表

六線兩相激磁步進馬達	
馬達出線	6線式
額定電流	1.3A
額定電壓	DC5V
線圈阻抗	3.5Ω
精度	0.9 DEG
軸心	5 mm(不含齒輪) / 9.5mm(含齒輪)

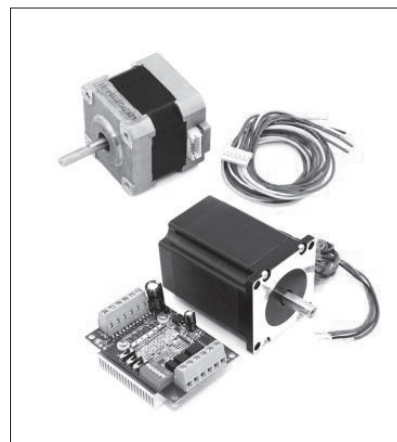


圖3／5V1.3A六線兩相激磁步進馬達

圖三資料來源：廣華電子商城(2018)。步進馬達，取自<http://shop.cpu.com.tw/product/51267/info/>

(四) KSM043 聲音檢測感測器模組聲音感測器智能車Arduino套件

聲音模塊對環境聲音強度最敏感，一般用來檢測周圍環境的聲音強度。模組在環境聲音強度達不到設定閾值時，OUT輸出高電平，當外界環境聲音強度超過設定閾值時，模塊OUT輸出低電平；小板數字量輸出OUT可以與單片機直接相連，通過單片機來檢測高低電平來檢測環境的聲音；小板數字量輸出OUT可以直接驅動本店繼電器模塊，由此組成一個聲控開關。其外觀如（圖四）所示。規格表如（表四）所示。

表四 聲音檢測感測器模組 資料來源：研究者自行整理

聲音檢測感測器模組	
主要晶片	LM393、駐極體話筒
工作電壓	直流4~6伏特

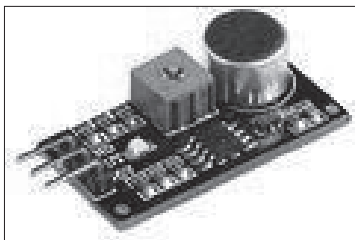


圖4/KSM043 聲音檢測感測器模組

圖四資料來源：BuyIC 電子零件採購網。
聲音檢測感測器模組，
取自http://www.buyic.com.tw/product_info.php?products_id=1149

(五) KSM004 DHT11 DHT-11 模組數位溫濕度感測器Arduino套件

表五 數位溫濕度感測器 表五資料來源：研究者自行整理

數位溫濕度感測器	
濕度測量範圍	20---90%RH
濕度測量精度	±5%RH
溫度測量範圍	0---60°C
溫度測量精度	±2°C
工作電壓	DC5V
主要晶片	奧松DHT11溫濕度感測器

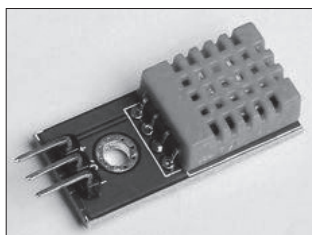


圖5/KSM004 DHT11 DHT-11 模組數位溫濕度感測器

圖五資料來源：小狐狸事務所(2017)。
數位溫濕度感測器，
取自<http://yhhuang1966.blogspot.tw/2015/08/arduino-dht11.html>

(六) 超音波感測器SR04

超音波感測器，是由超音波發射器、接收器和控制電路所組成。採用I/O觸發測距，給至少為10us的高電位信號組自動發送8個40KHZ 的方波，自動檢測是否有信號返回有信號返回，通過I/O輸出一高電位，高電位持續的時間就是超聲波從發射到返回的時間。當它被觸發的時候，會發射一連串40kHz的聲波並且從離它最近的物體接收回音。超音波是人類耳朵無法聽見的聲音，因為它的頻率很高。其外觀如（圖六）所示。規格表如（表六）所示。

表六 / 超音波感測器 SR04 表六資料來源：研究者自行整理

超音波感測器 sro4	
電源	DC5V/2mA
輸出電位	(1/ 0) : 5V/ 0V
精度	3mm
距離範圍	2 ~ 450cm
有效的角度	<15°
觸發輸入信號	10uS TTL pulse



圖 6 / 超音波感測器SR04

圖六資料來源：廣華電子商城(2017)。
超音波感測器，
取自<http://shop.cpu.com.tw/product/45466/info/>

(七) GUVA-S12SD 太陽紫外線強度感測器

GUVA-S12SD UV感測器是適合於檢測在太陽光的UV輻射。它可以用於任何需要監視UV光量的應用，並且可以很容易地連接到任何微控制器。GUVA-S12SD太陽紫外線強度感測器 UV 檢測波長為200–370nm，輸出校準的模擬電壓，隨UV光強度而變化，因此基本上所有您需要做的是將 GUVA-S12SD 其連接到ADC輸入並讀取該值。其外觀如（圖七）所示。規格表如（表七）所示。

表七 太陽紫外線強度感測器 表七資料來源：研究者自行整理

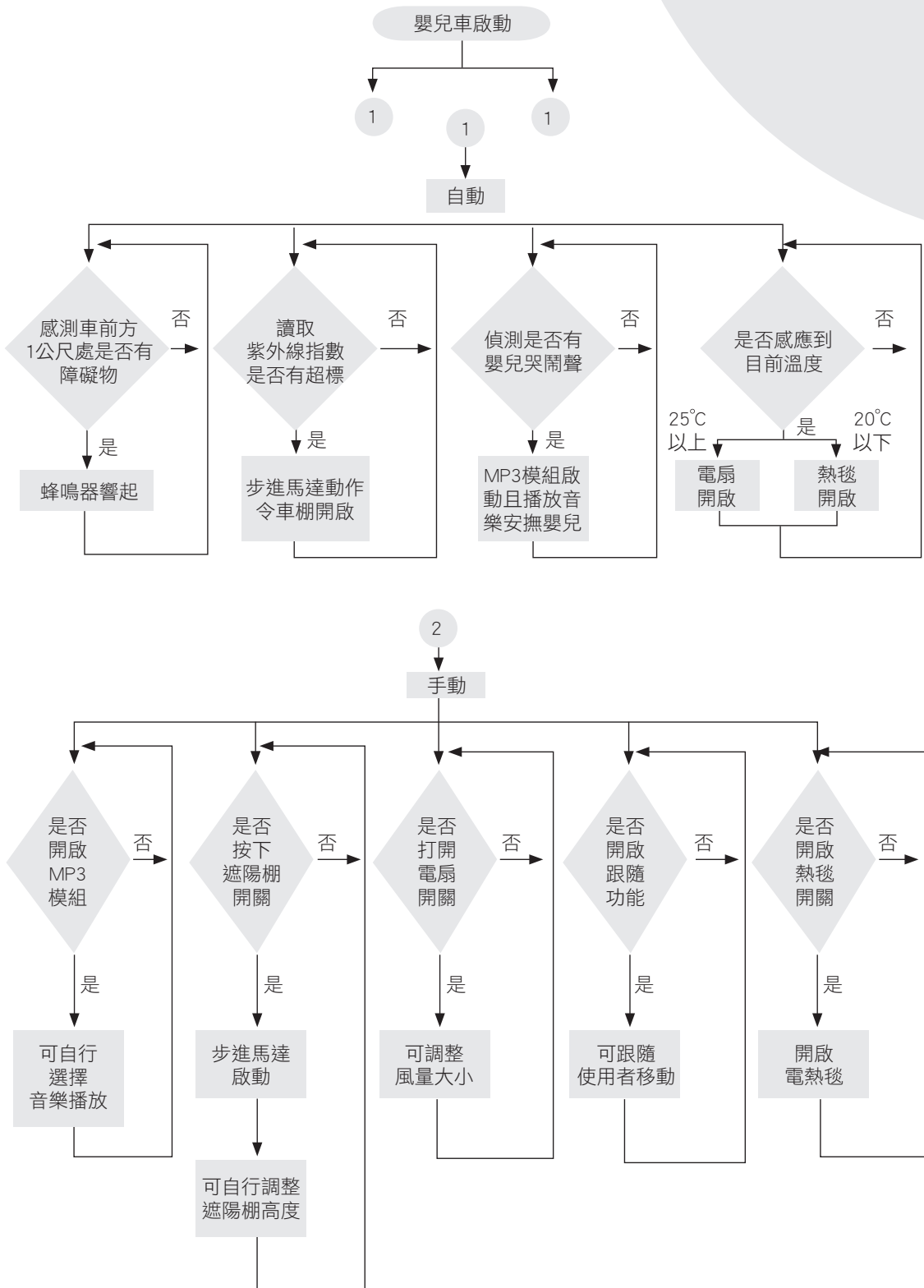
太陽紫外線強度感測器	
功耗低	供電電壓2.5V~5V，工作電流是微安級
檢測範圍寬	240nm~370nm
大角度	130 度肖特基種類的光敏二極管



圖 7 / GUVA-S12SD太陽紫外線強度感測器

圖七資料來源：TAIWANIOT(2017)。
太陽紫外線強度感測器，
取自<https://www.taiwaniot.com.tw/product/guva-s12sd>

二、動作流程圖



一、問題與討論

(一) 何時可將車棚自動開啟？

運用紫外線感測器來感測紫外線指數，當數值超標時遮陽棚會自動開啟以保護嬰兒的受到陽光損害，平常則以手動操作。

(二) 如何知道嬰兒車接近障礙物？

運用超音波感測器測周圍的環境的障礙物，當接近障礙物時嬰兒車運用電磁鐵的吸磁功能自動將車子煞住以免撞上障礙物。

(三) 室外溫度過高或太低時如何感測溫度？

用溫度感測器感測嬰兒車內的溫度，當車內溫度高於30度時自動開啟電扇來散熱，溫度低於20度時開啟熱毯來保暖。

(四) 當嬰兒哭鬧時如何處理？

當聲音感測器測到嬰兒哭聲時，先自動開啟mp3模組播放兒歌來紓緩嬰兒情緒，並且在車外加裝指示燈來提醒家長。

(五) 夢幻嬰兒車和傳統嬰兒車的比較？

我們設計的嬰兒車加上了不同的功能使嬰兒在車內能夠讓家長更方便，跟市面上的嬰兒車比起來較多元，家長顧起來會更輕鬆。

二、研究結論

本作品包含音樂播放系統、防撞系統、追隨系統、溫度控制系統及紫外線感測等功能。音樂播放系統透過裝置在嬰兒車上的MP3播放模組，播放孩子喜愛的兒歌，藉由開關控制，使家長不需額外再攜帶播放器或手機，方便使用者操作。溫度控制則可利用電熱毯及風扇進行溫度調節。而紫外線感測可控制車棚開啟及關閉。追隨系統是這輛嬰兒車最主要的功能，利用微控制器來使嬰兒車自動跟隨使用者，讓大人帶嬰兒出門購物時更加便利，不需要一手推著嬰兒車還要一手提著購物袋，並搭配防撞系統讓家長更加放心。

肆、引註資料

- ◎ 梅克工作室（2014）。Arduino 微電腦控制實習（修訂版）。新北市：台科大。宋楠、韓廣義（2015）。Arduino 從零開始學。台北：碁峰資訊股份有限公司。飆機器人。2017年3月8日，取自<http://www.playrobot.com/vision/1147-pixy-cmucam5-sensor.html>
- ◎ 廣華電子商城。2017年3月8日，取自<http://shop.cpu.com.tw/product/51267/info/>
- ◎ 零件網。2017年3月8日，取自http://www.buyic.com.tw/product_info.php?products_id=1118

甲·等

材料運輸控制系統

作者：褚漢懋／電機科高二忠班

黃群恩／電機科高二忠班

張 詣／電機科高二忠班

指導老師：王瑩璇 老師／張立誠 老師

壹、前言

一、研究動機

每週的實習課，是我們高職學程中非常重要的課程，為了促使每週的工廠實習練習更加順利，實習課前的設備、材料準備是非常重要的，但是也因工廠的設備、材料、元件繁多，有的零件較為微小，有些材料放置在不同的地方，有些設備老舊零件需要更換……等等問題，然而我們往往在借用設備及分配材料和尋找零件時，總會浪費了許多的時間，因而造成實習課練習的時間被壓縮，為了解決這個問題，因此我們想到，如果能利用自動化的裝置，來查看設備位置、材料數量資訊，以及做好事前的備料動作時，必定增加很多便利性，減少許多時間的浪費，更能讓我們實習課練習的時間更加充裕，實習的操作更佳游刃有餘。

因此我們發想到，如果能藉由生活上最常使用的手機，設計一個App來做借用設備的登記，材料位置查詢，甚至進一步的想，當遇到較小的元件時，能直接用手機去做挑選，並用機器輸送方式輸出。使用最方便的手機來做材料、設備的事前準備，相信不只能利用在我們的實習工廠上，在實務上，更有許多需在做器材零件租借、機器輸出商品的地方都可以運用到，並且可以降低人力和時間浪費，增加更多的便利性。

二、研究目的

基於上述研究動機，本作品研究目的如下：

- (一) 設計手機App，做為資料查詢及材料準備的設定。
- (二) App與元件輸出機器連結選擇需要的元件。
- (三) 完成小型元件輸出機器設計及製作。
- (四) 利用全自動方式降低人力損耗，節省時間，增加便利性。

三、研究流程

本研究流程可如（圖1）所示。

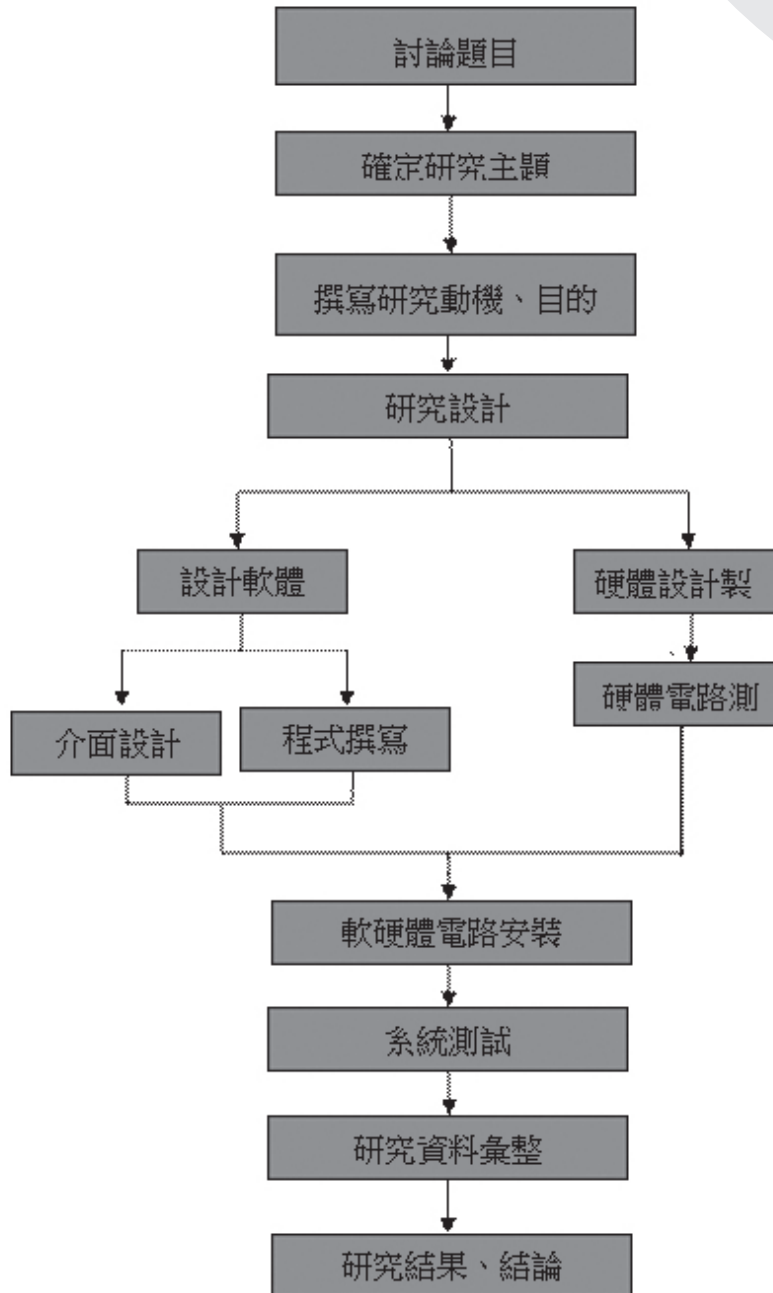


圖 1 / 研究流程圖 資料來源：本研究者繪製

貳、正文

一、全自動借書站系統Fastbook

如（圖2）所示，設在捷運，全自動化的機台提供完善租借及還書服務使借還書手續更為便利。減少去圖書館的舟車勞頓，在家裡附近便利的借書。



圖2／全自動借書站系統 Fastbook

資料來源：松山車站 FastBook 全自動借書站。

2017年2月2日，取自<http://www.tpml.edu.tw/ct.asp?xItem=94681105&ctNode=58132&mp=104021>

二、機械手臂

模仿人類手臂（圖3）功能並可完成各種作業的自動控制設備。「由機械主體、控制器、伺服機構和感應器所組成，並由程式根據作業需求設定其一定的指定動作。」（機械手臂，2017）機械手臂工作於較精密或危險的環境中能節省人力、減少暴露在危險中進而作為輔助操作。機械手臂的技術發展能使人類生活與工作更加便利。本研究小組，用機械手臂做為拿取元件之設備。



圖3／機械手臂

資料來源：李文恩(2016)。

5軸Arduino機械手臂，

取自<https://www.techbang.com/posts/41569>

三、研究設備及器材

(一) 材料

本研究所使用的材料有：ArduinoUNO、直流馬達、伺服馬達、自走車、RFID、真空幫浦、藍芽、App Inventor。

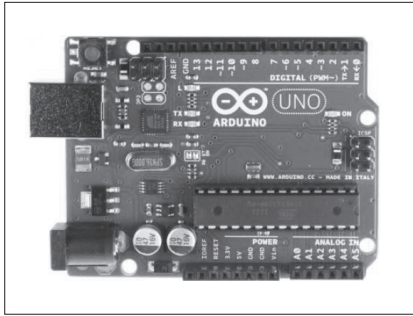


圖4a/Arduino UNO



圖4b/直流馬達



圖4c/伺服馬達

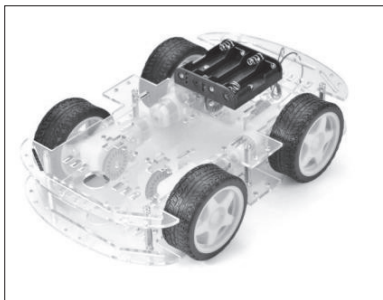


圖4d/自走車



圖4e/真空幫浦

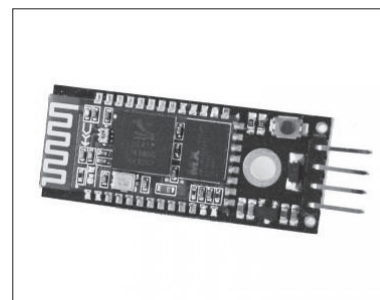


圖4f/藍芽

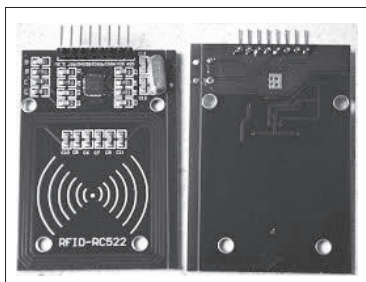


圖4g/RFID



圖4h/App Inventor

圖4本研究之器具 圖4資料來源：本研究者自行拍攝

四、研究方法及過程

(一) 研究過程

1、動作流程圖，本裝置之系統方塊圖，如（圖5）所示。

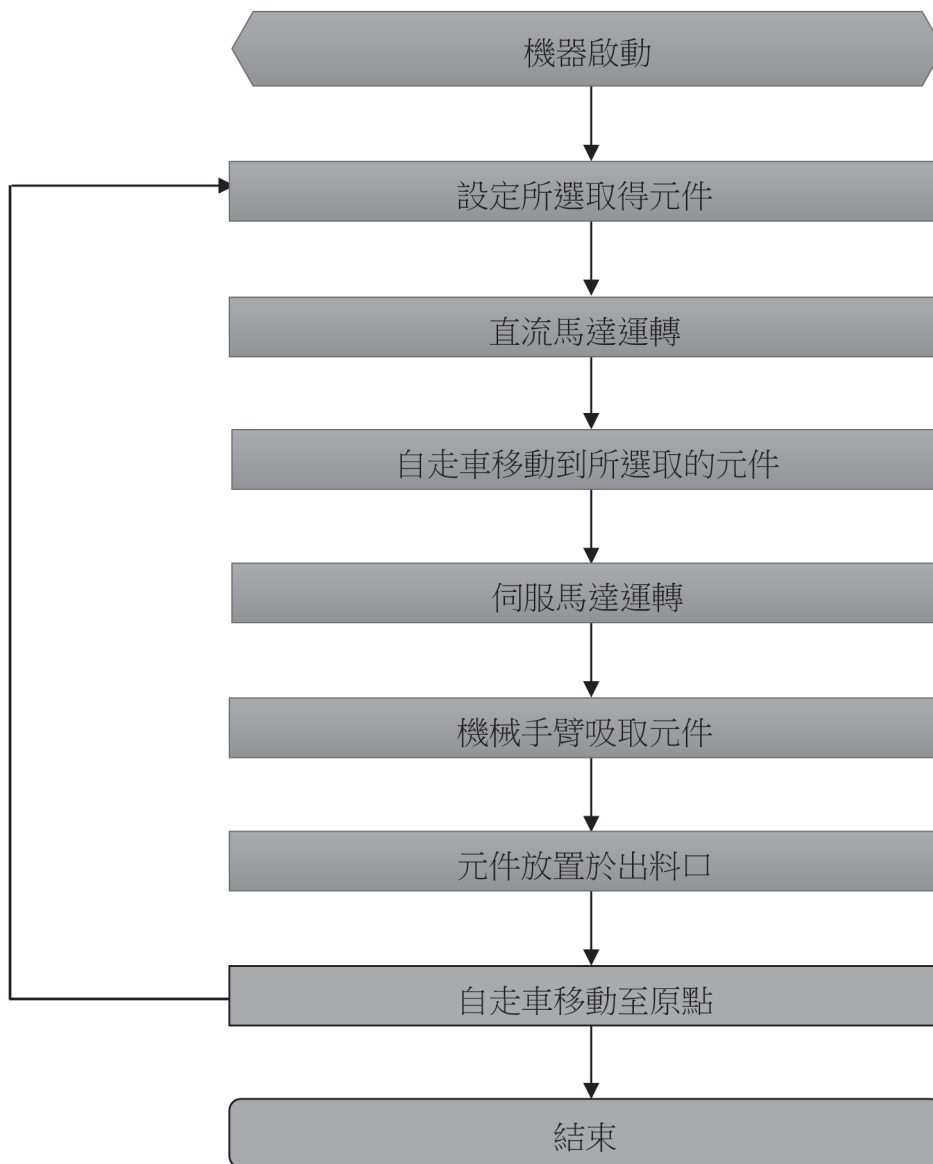


圖5 / 動作流程圖 資料來源：本研究者繪製

2、程式流程圖

本小組使用APP Inventor之軟體製作程式，流程圖如（圖6）所示。

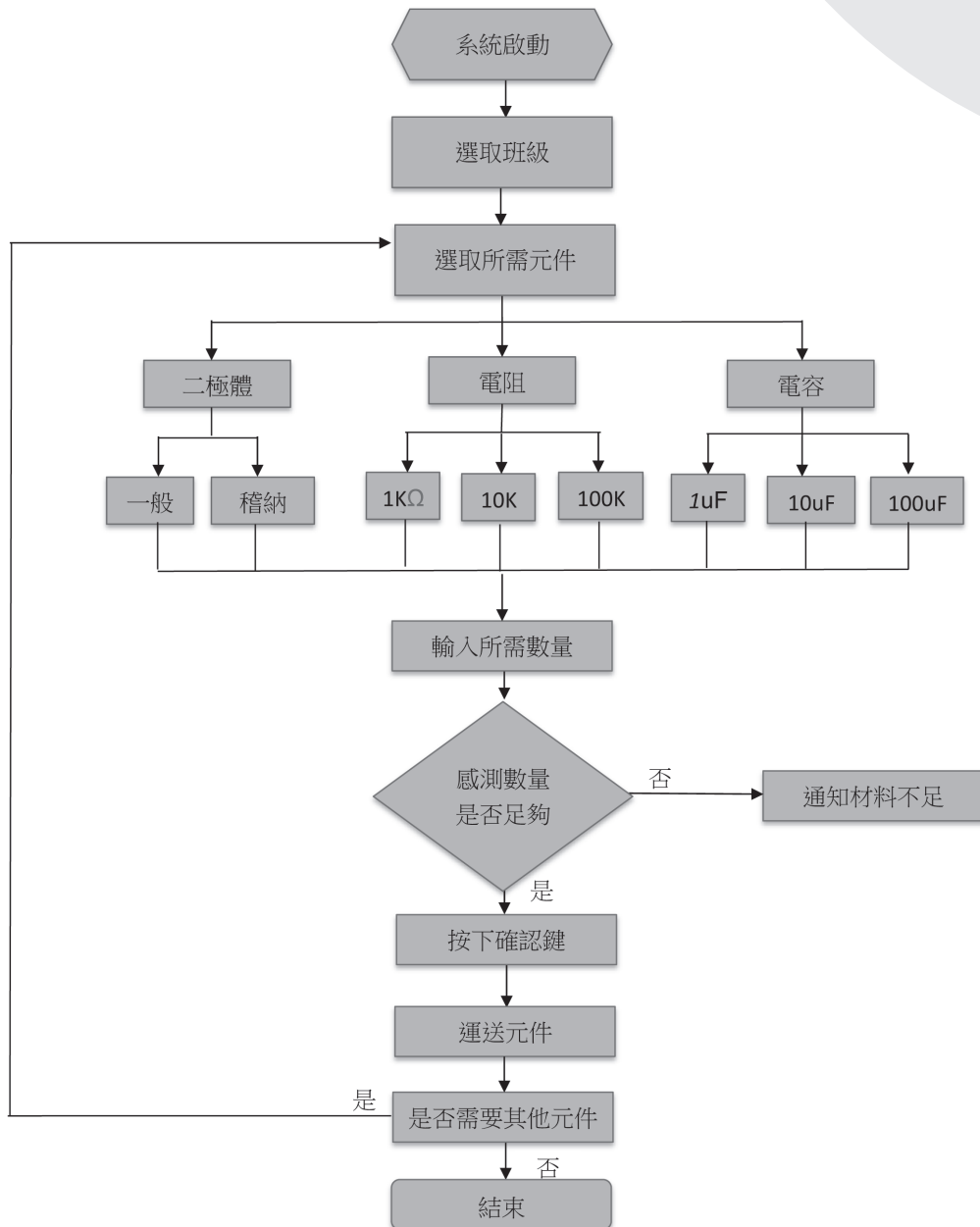


圖6 / 程式流程圖 資料來源：本研究者繪製

3、自走車之電路說明

- (1) APP輸入所需材料，自走車啟動。
- (2) 自走車抵達指定地，啟動伺服馬達控制機械手臂上下移動。
- (3) 機械手臂移動到指定位置後，利用伺服馬達抓取所需材料。
- (4) 機械手臂經原路徑返回自走車。
- (5) 將材料放置自走車上開回原點，取得所需材料。

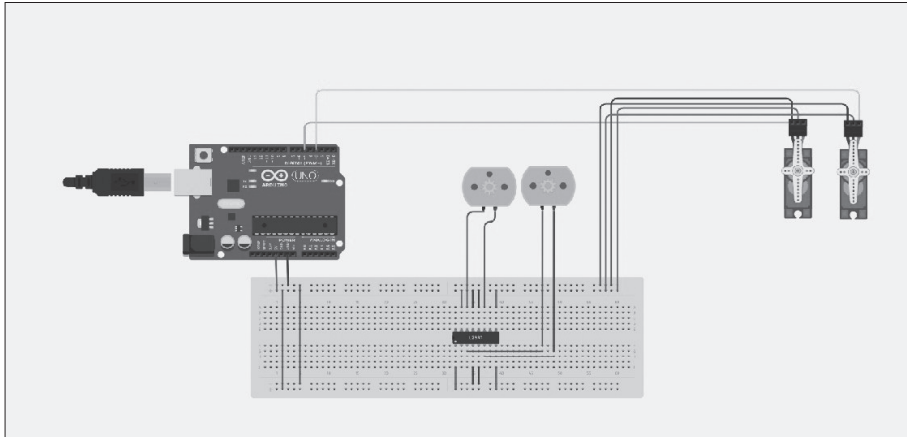


圖7 / 自走車之電路 資料來源：本研究繪製

參、結論

一、研究結果

進入App Inventor點選藍芽連結聯結至指定藍芽如圖，選取班級如（圖8）選取所需元件選取完後，在按下確定取用。自走車啟動，利用RFID到指定位置停止，機械手臂起動，吸取所需元件後，自走車前進至放料區放料。

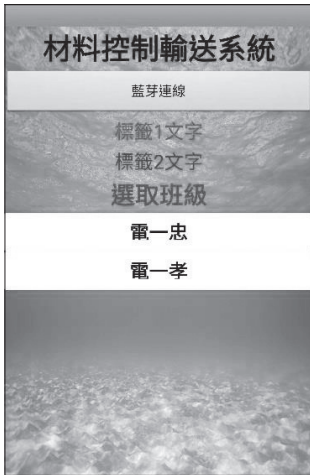


圖8a / 藍芽連線



圖8b / 選取所需元件

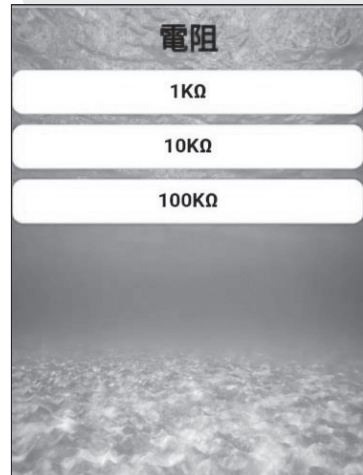


圖8c / 電阻

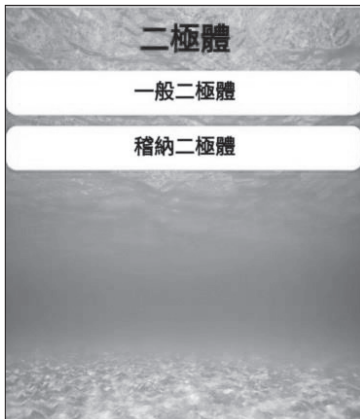


圖8d / 二極體

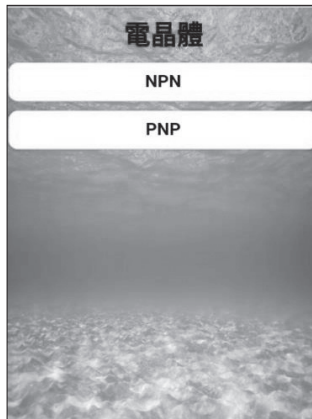


圖8e / 電晶體

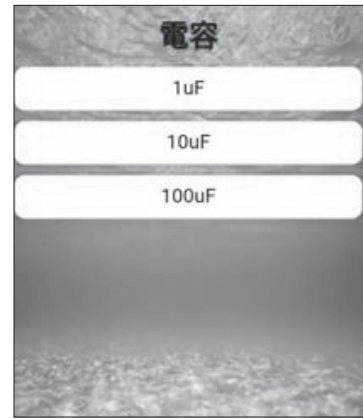


圖8f / 電容

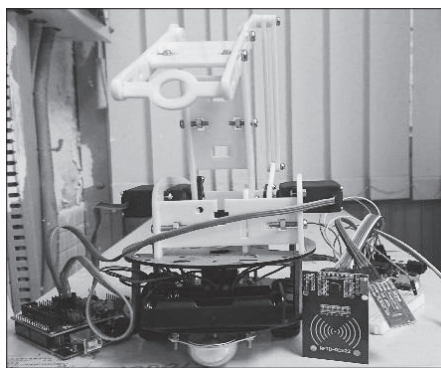


圖8g / 自走車

圖8資料來源：研究者自行拍攝

二、問題討論

(一) 使用硬體比放不方便，採用較方便軟體控制？

使用方法我們選用軟體而非硬體，並選用App Inventor 2來製作使用者介面，原因是這麼一來我們就不需要再製作硬體。材料輸送控制系統主要用於高職工廠實習課，那麼採用手機APP來製作使用者介面會使使用者更方便操作。

(二) 在每次工廠電子實習部份元件較微小，一次上課以一個班級人數為單位較方便？儲料方面選擇使用以20個元件為單位，因材料輸送控制系統主要適用於高職工廠實習課，那麼以一個班的人數來包裝材料也會讓使用者在使用上更加方便。

(三) 拿取及運送材料的方式？

拿取及運送材料我們有想過幾種方法，包括輸送帶、機械手臂等等，最後會選擇機械手臂加自走車，不僅僅因為聽起來很帥，也比其他的方法來的準確許多。

參、結論

本作品製作運輸控制系統可以達到以下功能：

- (一) 選取所需材料進行運送：使用軟體APP選取班級和所需元件電阻、電容、二極體。
- (二) 輸入所需數量，感測材料數量是否足夠，是的話做取料動作；否則通知補料。
- (三) 利用機械手臂作為硬體設備作拿取動作較為便利。
- (四) 藉由手機軟體連接設備硬體作控制。

肆、引註資料

- ◎ 鄧文淵 (2015)。App Inventor 2 零基礎入門班 (二版)。台北：碁峰資訊股份有限公司。
- ◎ 宋楠、韓廣義 (2015)。Arduino 從零開始學。台北：碁峰資訊股份有限公司。
- ◎ 鄧文淵 (2015)。App Inventor 2 初學特訓班 (二版)。台北：碁峰資訊股份有限公司。
- ◎ 機械手臂。2018年1月5日，取自<https://goo.gl/bZOW3P>
- ◎ 自走車原理。2018年1月5日，取自<https://goo.gl/9n5RLu>
- ◎ 直流馬達。2018年1月5日，取自<https://goo.gl/1RbU0a>
- ◎ 伺服馬達。2018年1月5日，取自<https://goo.gl/SBh13i>
- ◎ 台北市立圖書館自動借書站。2018年1月5日，取自<https://goo.gl/3ATrRj>
- ◎ 真空泵原理種類。2018年1月5日，取自<https://goo.gl/DQtMde>
- ◎ 藍芽傳輸。2018年1月5日，取自<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%97%8D%E7%89%99>
- ◎ RFID電子標籤。2018年1月5日，取自<https://sites.google.com/site/rfiddianzibiaoqian/rfid-yuan-li>

甲·等

多國版本硬幣分類機之軟體整合設計與實作

作者：曾子軒／電子科三科孝班
蕭仲原／電子科三科孝班

指導老師：鄭百恩 老師／陳冠霖 老師

壹、前言

一、製作動機

暑假的時候，我們因為好奇心一同向導師學習Arduino程式語言，開學後我們看到一部網路影片，可利用直徑的差異而將不同種類的硬幣區分開來，覺得非常的有趣，因此想再進一步加入計數功能。我們查詢了網路上相關影片及多年前學長留下的作品，發現大多是使用機械結構（如微動開關……等）來完成計數功能。因此我們想要利用暑假所接觸到的程式基礎，嘗試做出一個更好的作品。

二、製作目的

為提高耐用度，我們打算改用非接觸偵測方式，並且利用單晶片和數學的能力，將所用的材料最簡化。我們將本篇論文的製作目的整理成三大點，如下：

（一）可跨國版本：機台分類的硬幣不受限於臺灣硬幣，只需一個母機台和針對各國硬幣設計的可更換式子組件，就可分類其他國家的硬幣。

（二）精緻可量產：設計之初即使用電腦3D繪圖詳細規格化，利用雷射切割機，可精準製造並量產，且設計細節考量使用者操作，達成精緻化之目的。

（三）材料最簡化：軟體導向思維方式，利用單晶片和數學理論達成相同功能，使成本最低、結構最精簡。

三、製作流程

本作品的製作過程是不斷地來回修正硬體與軟體，其流程如下：

（三）光敏電阻

「光敏電阻（CdS）為一種利用光導電效應（Photoconductive Effect）的半導體光感測器元件」（鐘國家、謝勝治，2001），當光強度較小時，其阻抗高；反之，阻抗就會變得極低。其靈敏度隨製造材質對應個別的波長，例如欲偵測綠光則可挑選對其反應較敏感的型號。本作品使用4mm（直徑）光敏電阻，來偵測室內螢光燈源，因白光由各種波長混合而成，故採一般光敏電阻即可。本作品使用健甫（JIAN FUU）股份有限公司所生產的RC4-SEN9004光敏電阻（圖3左側）。

（四）排阻

排阻是將多個相同電阻封裝在一起的元件，其體積小可節省電路空間，在需要並聯多個電阻的情況非常實用。本作品使用9腳位的A型10K排阻，除做記號者為公共引腳外，其餘8個針腳內部均連接一個電阻（圖3右側）。以此元件搭配光敏電阻做為本專題的偵測系統。

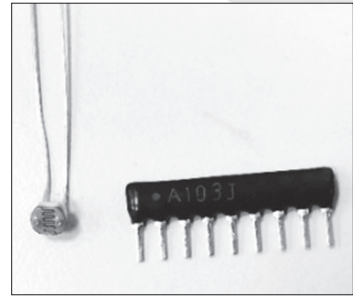


圖3／光敏電阻(左)與排阻(右)

二、分類及計數運作原理

（一）依直徑將硬幣分類

我們參考網路影片提供的硬幣分類方式，在所製作的分類板上依硬幣直徑由小到大切割出數個不同寬度的矩形框，並使其寬度從右至左依序增加如（圖4）。當硬幣沿著傾斜的分類板滑落時，會自動將不同直徑的硬幣分開。

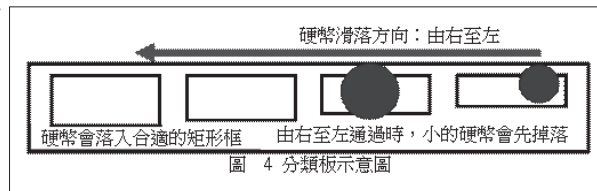


圖4／分類板示意圖

（二）使用光偵測達成非接觸偵測硬幣個數

偵測硬幣個數有許多方法，但避免使用到微動開關……等接觸式的機械結構，才能增加耐用度，因此我們想利用光來達成非接觸偵測。先將光敏電阻裝設在硬幣必會通過的位置（稱為偵測點，如（圖5）所示，並使該處維持高亮度。利用光敏電阻對亮度敏感的特性，當硬幣通過時便會暫時遮蔽一下光源，使偵測點先變暗又恢復變亮，產生亮度數值變化如（圖6）。每當程式判斷此行為發生一次，我們便能知道有一枚硬幣通過。

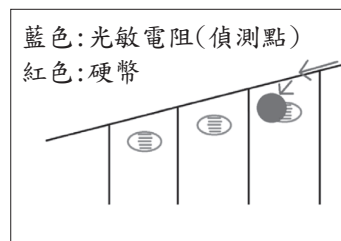


圖5／硬幣通過偵測點示意圖

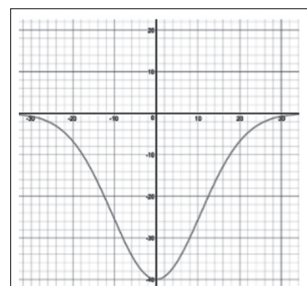


圖6／亮度變化模擬圖

三、多國版硬幣分類機的機台設計過程

(一) 硬幣分類機的機台尺寸數據蒐集

我們參考影片裡的模型概念，使用紙板先實驗硬幣軌道的合適傾斜角度和機台合適的尺寸，將此尺寸數據紀錄下來（圖7）。紙板版本因天候而受潮毀壞，我們提升為瓦楞板材質，並開始加入電路實作計數功能（圖8）。



圖7／紙板模型實驗機台尺寸

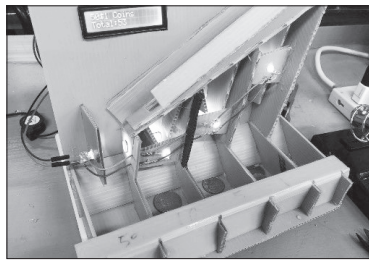


圖8／瓦楞板機台開始實作計數功能

(二) 實作計數功能所發現的問題

實作計數功能後，竟發生數次明顯偵測不到硬幣掉落的狀況，經過多次試驗後才發現，如未規劃硬幣掉落的方式，有可能會發生未通過偵測點的情況。所以我們在軌道矩形框下方的左右兩側加入擋板（圖9），限制掉落路徑才能確保硬幣通過偵測點，這使我們瞭解到硬體結構設計的重要性！

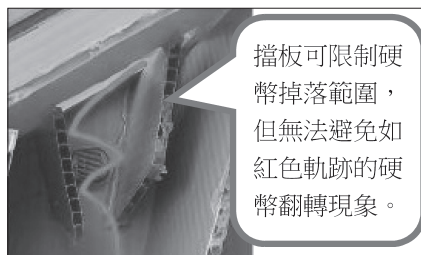


圖9／未控制通過路徑硬幣會翻轉

擋板可限制硬幣掉落範圍，但無法避免如紅色軌跡的硬幣翻轉現象。

雖然裝上了擋板可使硬幣必通過偵測點，但數據上卻常在同一時間範圍內產生兩個亮度低點（圖10）。也就是說，有時候程式會誤判為兩個硬幣！追根究柢才發現，硬幣在掉落過程中會在兩擋板間碰撞翻滾，以致多次遮蔽光敏電阻，且每次硬幣通過的時間皆不一致。經多次實驗皆難以區分連續兩枚硬幣通過與單枚硬幣翻滾的差異，迫使我們再度重新思考硬體設計。

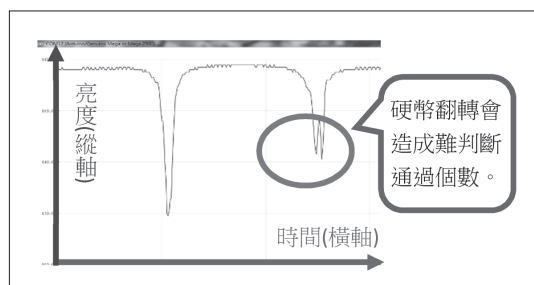


圖10／硬幣通過時的遮光量問題

（三）計數偵測方式的修正

為了避免硬幣翻轉造成軟體判定的困難，我們更改偵測點的位置為朝上平貼於軌道。如此一來，硬幣沿著軌道自然下滑時可完全遮蔽光敏電阻，且同直徑的硬幣，通過光敏電阻的時間可以控制到幾乎相同。考量使用較小的光敏電阻，硬幣遮蔽的時間較長，故我們選用4mm的光敏電阻（圖11）。除此之外，由於我們改變偵測方向為朝上，故在室內光源穩定的條件下，可以不必自帶LED燈，直接利用室內現場的日光燈做為偵測光源（圖12）。

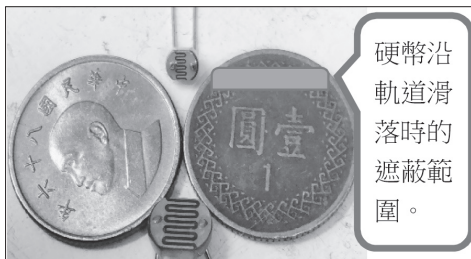


圖11／硬幣平貼滑過可完全遮蔽光敏電阻

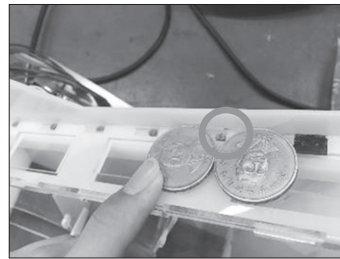


圖12／偵測方向更改為上方

（四）多國版硬幣分類機的機台設計細節

1、雷射切割使規格一致且達成量產

因緣際會下我們有機會出國到馬來西亞分享實作經驗，為了讓機台可以支援當地硬幣與現場操作，我們把作品再提升為適用多國的版本。材料改用壓克力板以及結合電腦3D繪圖（圖13，使用Sketch Up軟體）與雷射切割（圖14），讓產品規格精準一致，以達成量產需求。此外，將機台分成各部組件也較方便組裝與運送。

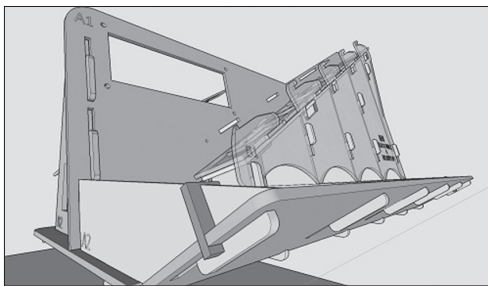


圖13／電腦3D繪圖

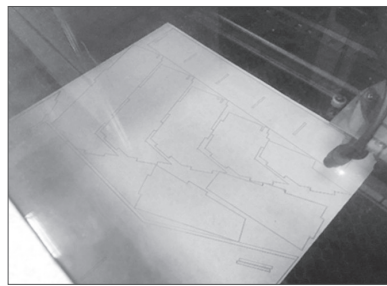


圖14／雷射切割使規格精準

2、L型卡榫與圓角設計

因為一開始就朝向量產思考，在設計上更加注重使用者體驗。為了避免使用具毒性的揮發性黏著劑（如氣仿），我們想要改為使用榫卯的方式連接。

首先我們嘗試將榫設計為梯形，但經過測試後發現強行組裝會造成壓克力板破裂（圖15），所以我們更換成L型卡榫（圖16），用結構穩固機台。並且，我們也考慮到使用者的安全，避免切割後尖銳傷人，把轉角處導為圓弧型（圖17）。

並且這樣的設計也能讓L型卡榫較容易放入對應的位置。最後在機身各版面加入編號，讓使用者在初次組裝時能快速辨別板材，依照說明指示完成組裝。

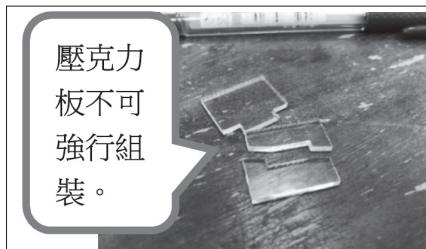


圖15／壓克力材質沒有彈性

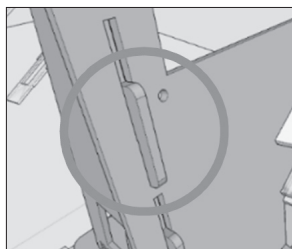


圖16／改為L型卡榫

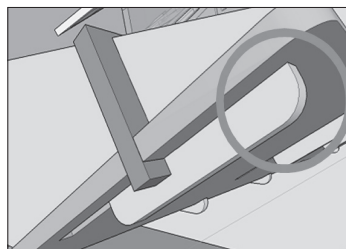


圖17／轉角處導為圓弧型

四、多國版硬幣分類機的軟體運作原理

(一) 利用二進制建立所代表的國家配置表

利用透明壓克力不影響光敏電阻偵測的材質特性，我們製作對應各國家硬幣直徑大小的分離式分類板。在機台上設立三個分類板偵測點（圖18），並建立二進制編碼（各國家代碼於表2）。使用者僅需於剛開機時放入分類板，由軟體依各偵測點的遮蔽狀態（圖19）判定代表的國家別，而各國分類版上則依照該國硬幣直徑製作相對應的矩形框。

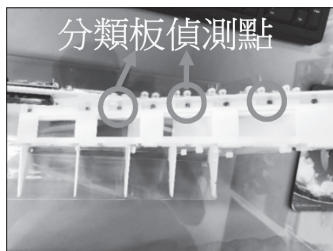


圖18／分類板偵測點

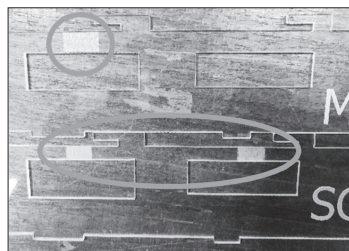


圖19／用分類板遮蔽狀態編碼

代號	編碼	所代表國家
0	000	未放入分類板
1	001	臺灣
2	010	馬來西亞
3	011	新加坡
4	100	未配置
5	101	未配置
6	110	未配置
7	111	未配置

表2／國家代碼配置表

(二) 利用標準差判斷偵測點是否被遮蔽

我們利用標準差來協助判定分類板偵測點的遮蔽狀態。於剛開機時，先將分類板偵測點其中一個視為待測點如（圖20），採樣其前後兩個未遮蔽的光敏電阻A、B各二十次，計算平均值 \bar{X} 及標準差 s ，假設所使用的光敏電阻品質一致，則根據常態分布規則，「約有99.7%的資料，落在距離算數平均數 \bar{X} 三個標準差的範圍內」（陳吳煜，2011），如（圖21）所示。

因為我們的資料是用來推估，根據統計學理論，使我們在待測點的讀值低於 $\bar{X}-3s$ 時，能宣稱有99.7%信心認定該待測點並非屬一般未遮蔽的狀態（即該點有遮蔽發生）。我們依此方法

分別判定三個偵測點是否被遮蔽，再配合（表2），便能判定放入分類版所屬的國家別，使程式能對應各通道應有的幣值。

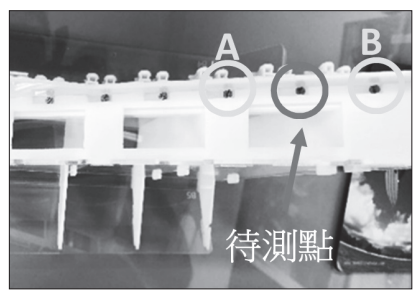


圖20 / 判斷待測點是否遮蔽

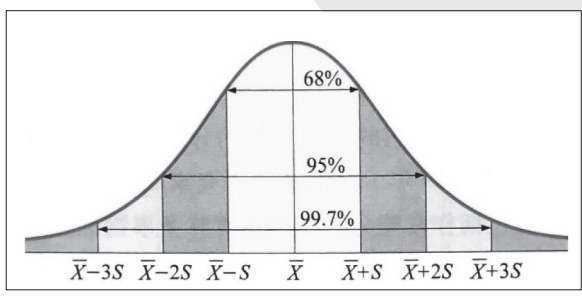


圖21 / 常態分佈圖 資料來源：陳吳煜。數學C(III)(176)。新北市：泰宇

（三）硬幣計數的方法探討

1、使用絕對判準值會造成誤判

起初，我們很簡單的思考當一個硬幣完全遮蔽光敏電阻時，亮度會降到最低，故可藉實驗得出一個足夠小的判準值，若亮度低於該值則視為硬幣通過。但實際測試後發現會發生誤判的狀況，原因是我們採用直接現場光源，而人員探頭查看或手部從上方揮動，皆會造成亮度干擾而計數錯誤。由於現場光源可能變動，故現場判準值也有可能隨之浮動，顯然單純判定亮度是否夠低並不足以判定硬幣通過，（圖22）顯示了這樣的狀況。我們希望能藉由軟體將這樣的干擾排除。

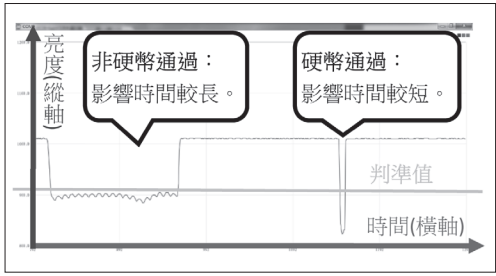


圖22 / 使用絕對判準值無法區分出其它干擾與硬幣通過

2、考慮變化率作為判定方法的可行性

我們重新思考硬幣通過和其它干擾發生時有何差異？因此想到除了亮度外，也要考慮時間長度，當硬幣緊貼軌道通過時，會造成亮度變化大且同時被影響的時間短。因此可以利用數學課剛好學到的微分觀念來監測亮度變化率，做為辨識硬幣通過的行為特徵。

我們利用Desmos繪圖網站模擬亮度會先衰減再回復原先值（圖23）、（圖24）、（圖25中的紅色曲線），觀察一階微分值（斜率）會先變負數再轉為正數，即亮度變化率會先遞減再轉為遞增（圖23中的綠色曲線）。亦可觀察其二階微分值為正數時，亮度變化曲線凹性向上（圖24中的橘色曲線）。

而在相同亮度變動的情況下，因為硬幣通過的時間遠低於人員探頭等干擾的花費時間，造成光源變化快。（圖24）和（圖25）可看出相同亮度變化下，影響時間短，所造成的二階微分值（橘色曲線）會明顯較大。

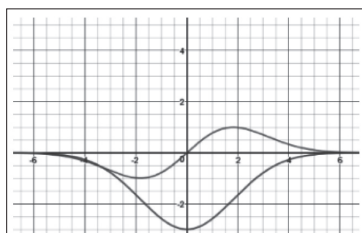


圖23／一階微分圖形

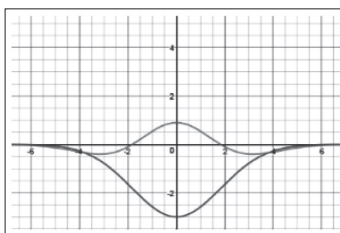


圖24／二階微分圖形(時長)

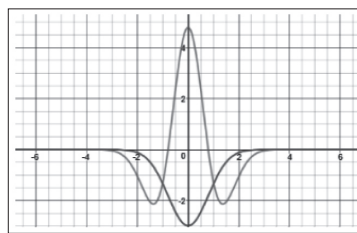


圖25／二階微分圖形(時短)

我們利用Desmos 繪圖網站模擬亮度會先衰減再回復原先值（圖23）、（圖24）、（圖25）中的紅色曲線），觀察一階微分值（斜率）會先變負數再轉為正數，即亮度變化率會先遞減再轉為遞增（圖23中的綠色曲線）。亦可觀察其二階微分值为正數時，亮度變化曲線凹性向上（圖24中的橘色曲線）。

而在相同亮度變動的情況下，因為硬幣通過的時間遠低於人員探頭等干擾的花費時間，造成光源變化快。（圖24）和（圖25）可看出相同亮度變化下，影響時間短，所造成的二階微分值（橘色曲線）會明顯較大。

3、實作驗證

接著用程式來驗證數學理論，在（圖26）中，藍色線是直接偵測到的亮度值，紅色線是對其取一階微分值，綠色線是取二階微分值。為方便觀察，故將三者數值平移至不同高度。（圖26）模擬了三種狀況，第一部分是人員探頭，光差值大且影響時間長；第二部分是硬幣通過，光差值更大但影響時間短；第三部分是一般雜訊，光差小且影響時間長。一階或二階微分均可用來判定。

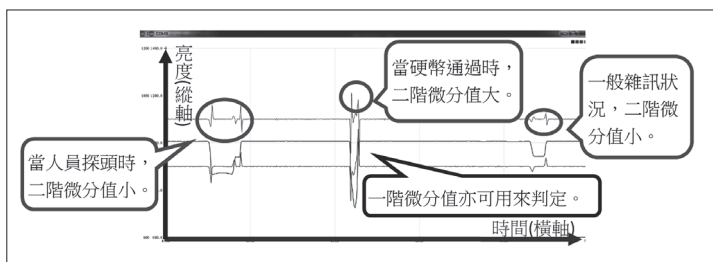


圖26／穩定光源下的一階、二階微分圖形

因為硬幣通過時，以極快的速度改變光敏電阻所偵測到的亮度，故二階微分值的變化非常明顯，雖然其他干擾也能明顯的降低亮度，但由於速度慢，故其變化率不大。而光差小且影響時間短的狀況可透過設寬容值，忽略亮度過小的變動即可。由（圖26）可發現，所有變化率低的干擾，已可歸類為雜訊。

4、硬幣計數方法與LCD顯示

當硬幣由軌道滑下時，硬幣會依序經過每一個光敏電阻。如有中途落入矩形框中，則會造成前後兩個偵測點的計數差異。將矩形框相鄰兩個光敏電阻的計數值相減，即可得出該格矩形框所落下的硬幣個數。假設（圖27）中，C點計數為100，A點計數為95，則可得知第三個矩形框中落下了5枚硬幣。由於分類版上有二進制編碼，可利用程式判別國家，對應直徑由小到大的各個幣值，將所計算的個數後乘上幣值後加總金額，即可將所對應的國家、各通道的幣值與個數和加總後的金額以循環方式顯示在LCD1602顯示器上。

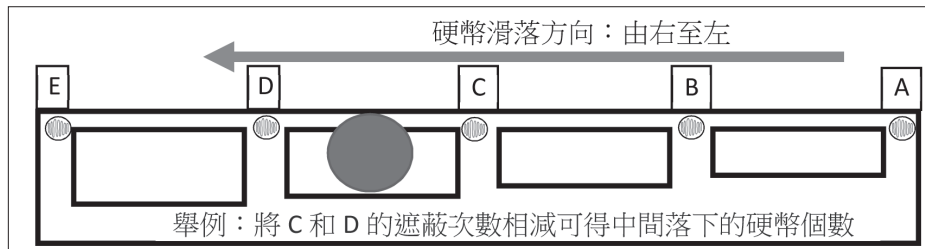


圖27／硬幣計數方法示意圖

5、最終成品

綜合上述各種方法，我們利用數學理論解決判斷硬幣個數並自動排除人員探頭查看的干擾，並利用電路板整線後，完成本作品。（見圖28）、（圖29）

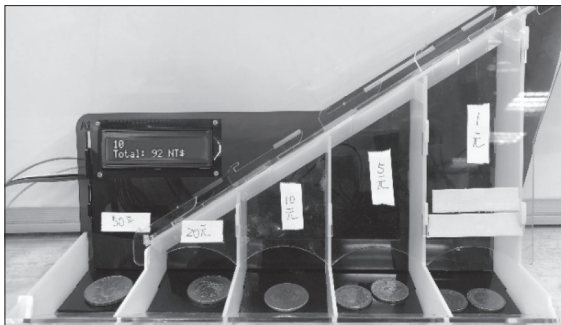


圖28／硬幣分類機完圖

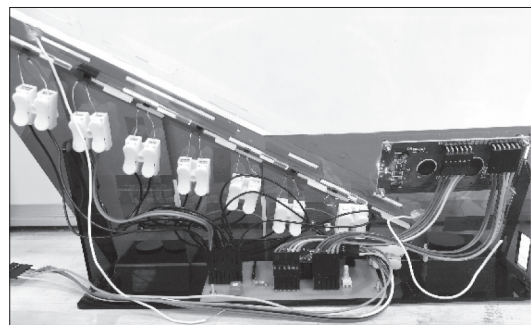


圖29／背面接線圖

參、結論

一、作品特色

（一）可跨國版本的設計：我們從製作一個適用於臺灣的硬幣分類機，拓展到跨國使用，而不須重複購置功能相同的機器，達到節省資源的目標。

(二) 精緻可量產：製作過程中不斷修正，朝向規格精確化，結合學習新的製做工具達成可量產的目標。在設計的各项細節中，整合軟硬體替使用者考量。

(三) 材料最簡化：運用軟體思維、數學理論，僅使用單晶片、光敏電阻與一般電阻達成判斷功能，充分發揮單晶片的運算效能，使材料達到最精簡。

二、心得感想

(一) 數學知識與新製造工具使用：在老師指導下，我們嘗試用微分及標準差來判定硬幣通過，大幅縮減佈線困難。並自主學習雷射切割及電腦3D繪圖，利用更新、更好的工具，比過往手工製作更精準。未來工具仍會進步，我們須要不斷地自我突破，超越前人的作品，在這個過程中，也一併解決了我們為何需要受教育的疑惑！

(二) 元件的節省與對細節的重視：我們體會到要注意每一個細節，如：雷射切割前要先對每個小部件先測試才不會浪費、沒有使用一致的電阻會造成除錯困難。在這個製作過程中，使我們體會到必須瞭解課本觀念的真正精神，而不是一知半解，每個似懂非懂的觀念都很可能造成錯誤而不自知。

(三) 團隊溝通與軟硬體整合：團隊內要彼此配合協調，軟、硬體也要一直來回修正實作中發現問題，而不是純軟體或硬體的拼裝。例如：硬幣會翻滾的問題修正機台結構……等。這次小論文研究讓我們體驗了軟、硬體整合考量的重要性。

三、結語

我們使用非接觸式偵測，運用單晶片和數學原理製作出偵測系統（分類板判別、硬幣是否通過等），可以擴展至其它物品偵測。每一條線，每一個電子元件都有成本，若每個問題都用硬體解決，不但消耗大量經費，同時也貶低了單晶片的能力。未來在設計產品的時候，也應該時時刻刻想辦法突破自己，讓自己在繁忙中進步，在過程中磨練實力，從做中學，是我們學習到要持續保持的人生態度。

肆、引註資料

- ◎ 施士文（2014）。Arduino微電腦應用實習。新北市：台科大股份有限公司。陳吳煜（2011）。數學C（III）。新北市：泰宇出版股份有限公司。
- ◎ 鐘國家、謝勝治（2001）。感測器原理與應用實習。臺北市：全華科技圖書股份有限公司。

· 攜帶式天秤之研究

作者：呂志鈞／鑄造科高二忠班
陳孟翰／鑄造科高二忠班
顏偉帆／鑄造科高二忠班

指導老師：吳孟融 老師／邱正中 老師

壹、前言

一、研究動機

在古時候天秤是代表著正義、真理的象徵，在埃及人們死後就會製作成木乃伊，他會留下心臟拿去天秤上跟真理羽毛秤重。我們當初覺得印象中的天秤太佔空間了，所以我們想製作出不一樣的天秤（圖1）。



圖1／資料來源 <https://goo.gl/XSnyxd>

二、研究目的

我們運用了鑄造技術，將以往垂吊式的天秤變化為實用且攜帶方便的創新天秤，且我們想將這兩年來在鑄造科學到的鑄造和木模技術運用在生活上，看我們是否能製作出省空間又能達到量測重量的天秤。

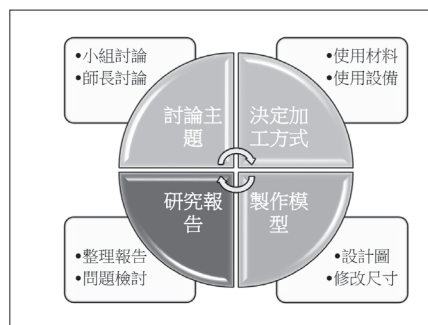


圖2／本研究流程圖

三、研究流程

本研究的流程如（圖2）所示

貳、正文

一、研究相關資料與整理

何謂鑄砂，廣義而言，泛指鑄造所需使用的所用不同砂料，稱為砂模（sand mold），砂又可分為濕砂和乾砂。任何的鑄砂都是由基砂（base sand）與其他添加劑（additives）混和而成，而本文將以注重在普通濕砂模。

(一) 鑄砂來源分類

1、天然砂 (natural molding sand)

是以天然形成之各種可用的鑄砂，一般以生產地當作命名，粒度分布廣，黏土、雜質較多，所以會影響鑄件品質，應適合非金屬鑄造使用。

2、合成砂 (synthetic molding sand)

以篩選過的細砂與黏土和其他特殊添加物混和而成，可以依照造模的需求及條件做任意混合。

3、半合成砂 (semi-compounded molding sand)

是以天然的海砂、山砂及細砂添加黏土系黏結劑，和添加劑混合而成，性質介於兩者。

4、特殊鑄砂 (special molding sand)

用砂等基砂與人造黏結劑（如樹脂、水玻璃），及各種特殊添加劑混合而成，適用各種特殊砂模，是為了改進砂模性質及提高工作效率所調製而成。

(二) 鑄砂的特性

1、強度 (strength)

由毫無黏結性的基砂與黏結劑等調製而成，混煉後必須有相當的強度，及黏結性及可塑性，於製作模穴時避免因翻轉，而發生磨損，固強度是鑄砂應具備的做基本特定之一。

2、透氣性 (permeability)

砂模內含有水分，所以為潮濕狀態，當澆鑄時會蒸發水氣及其他氣體，為此，砂模必須有適當的透氣性，以便氣體排出，才不會導致鑄件有氣孔的瑕疵。

3、耐火性 (refractoriness)

熔融金屬鑄入模穴中成型鑄件，會因高溫而產生侵蝕，所以砂模必須要較高的耐火性。

4、流動性 (fluidity)

鑄砂混合妥當後，砂模必須具有良好的流動性，以便於良好的造模作業。

5、崩散性 (collapsibility)

鑄砂受熱水分消失後，會變成堅硬的砂塊，在金屬凝固收縮後鑄模破裂後便於清砂，所以應當具備相當的崩散性。

6、熱穩定性 (thermal stability)

高溫金屬液接觸到模穴時，便會使鑄砂產生膨脹現象，為此當鑄砂沒相當的熱穩定性時，鑄件容易產生破裂、變形等缺陷。

7、可回收性 (is reusable)

鑄造工廠中的砂是可繁複使用，具經濟性的生產，應提高其回收性為降低成本便可循環再用。【鑄造學第二章第2~4頁】

(三) 天秤的原理

1、天秤

天秤是最原始的計重秤，是一種測量物體重量的裝置，一般構造為一根直柱上支著一根橫桿，而桿的兩端則各懸掛著一個小盤。當進行測量重量時，其中一邊的小盤放置被測量的物品，另一邊則放置若干數量的砝碼，使兩端呈平衡狀態，屆時只要計算砝碼的重量，便可得知該物品的重量。資料來源：<http://t.cn/Ewd6XAU>

天秤種類	托盤天秤	三樑天秤	等臂天秤	攜帶式天秤 (自製)
圖示				
原理	精確度一般為0.1或0.2克。右盤裡放著已知重量的物體（砝碼），左盤裡放待稱重的固定在梁上的指標在不擺動且指向正中刻度時或左右擺動幅度較小且相等時，砝碼重量與游碼位置示數之和就指示出待稱重物體的重量。	三樑天秤有三組騎碼，先使用刻度最大的騎碼若指標沒歸零再調較小刻度的騎碼。三樑天秤有三支橫杆，移動砝碼的位置即可調整以天秤支點為中心，和物體相對邊的抗力大小。	天秤是一種等臂槓杆。天秤是一種衡器，它依據槓杆原理製成，在槓杆的兩端各有一小盤，一端放砝碼，另一端放要稱的物體，槓杆中央裝有指標，兩端平衡時，重量相等。	此天秤運用槓杆原理當外力作用於槓桿內部任意位置時，假若外力的作用點是支點，則槓桿不會出現任何響應。離支點越遠，則作用力越小，離支點越近，則作用力越大。
優點	1、能測量質量較輕物質 2、測量精度較高	1、砝碼為固定式，只需調整砝碼位置即可測出物體質量	1、砝碼為不固定式 2、左右可以交換使用	1、不需砝碼 2、質輕可隨身攜帶
缺點	1、刻度太小看不清標尺游碼讀數 2、不能直接量測液體質量	1、測量物體的重量範圍較小	1、測量步驟較為繁瑣	1、無法量測大型物品
資料來源	http://t.cn/EwdPumj 圖3	http://t.cn/Ewdh2aP 圖4	http://t.cn/Ewdhpsm 圖5	自行拍攝

(四) 製作流程

零件工作圖

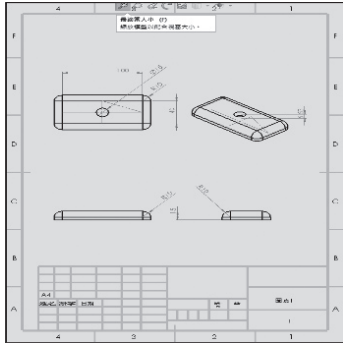


圖6

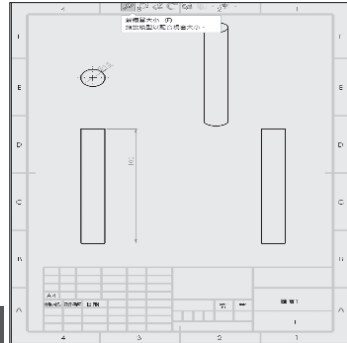


圖7

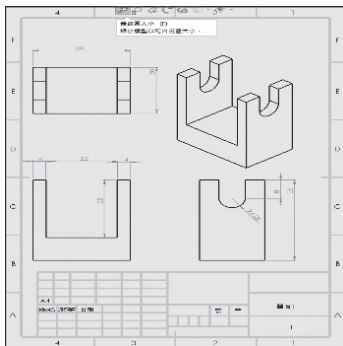


圖8

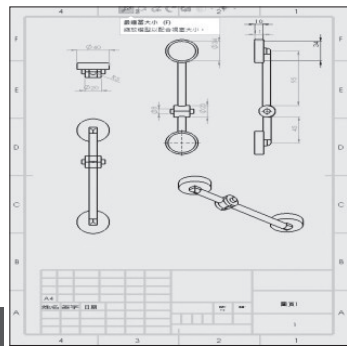


圖9

製作天秤所需設備



圖10
3D列印機

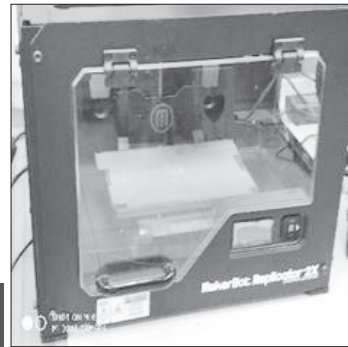


圖11
3D列印機

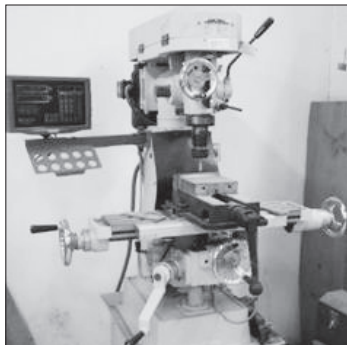


圖12 銑床

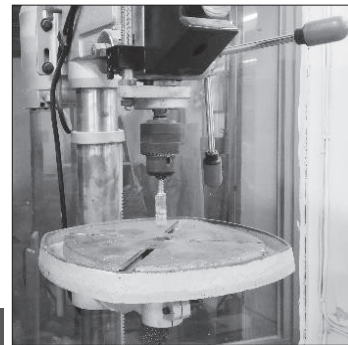


圖13 鑽床

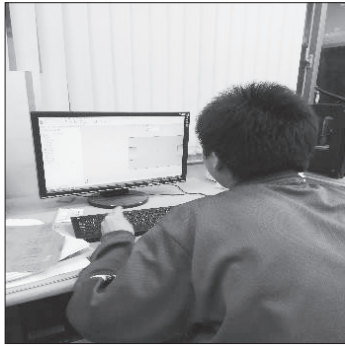


圖14
繪製3D圖

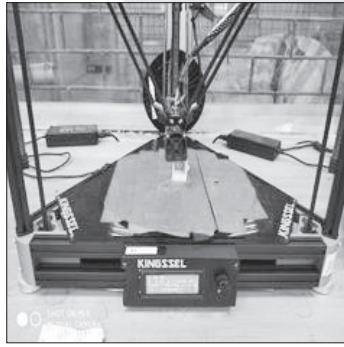


圖15
列印過程

製作砂模過程



圖16
準備砂模
所需工具



圖17
置入模型



圖18
篩上面砂
並且壓緊



圖19
使用尖砂
槌將砂模
搗緊



圖20
使用刮板
將下砂模
刮平



圖21
擺放澆口棒

圖22
挖出澆池



圖23
將合模記號
黏至上下砂
箱之間



圖24
畫出
中心線



圖25
用小鋸刀
開出流路
系統



圖26
打開上砂箱
且拔模



圖27 澆鑄



圖28
將鑄件
取出



圖29
利用銑床
銑出端面

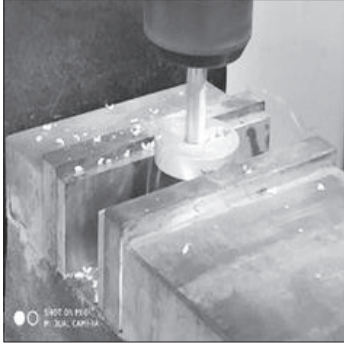


圖30
使用鑽床
研磨出天
秤的皿

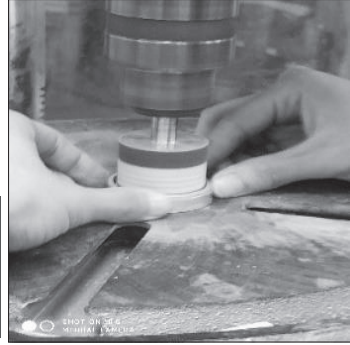


圖31
用銑床銑出
光滑面

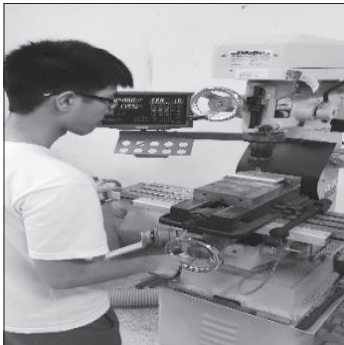


圖32
天秤拆解圖



圖33 成品



以上圖片皆為自行拍攝

參、結論

一、研究問題討論

- (一) 繪製3D圖，因為solidworks屬於高三的課程如果要繪製3D圖就要事前學習，以及繪製過程中常因為功能的不熟悉而專研許久，費了不少功夫。
- (二) 製作砂模，須先加入黏土、水、木屑粉和煤粉，才能讓鑄砂達到最完美的狀態以利製作砂模，在製作砂模時要控制金屬的溫度是最困難，因金屬液和空氣中的溫度差異極大，所以在澆鑄時需控制時間和速度才能達到好品質的鑄件。
- (三) 機械加工，金屬較硬，在切削時要放慢速度讓金屬表面的光澤達到一致，且同時防止工具因強烈撞擊而斷裂。

二、研究心得檢討

從此次投稿小論文中，我們學習從一開始的繪製工程圖到3D列印甚至是砂模的過程很不容易不只要細心還要注意自己的安全，還時刻的檢討，我們的步驟是否有出現錯誤或有什麼困難，每一次的檢討都可以讓我們更接近想要的結果，幫助我們更了解如何從起步的工程圖到結束的機械加工，一步步的歷程是多麼的艱辛，也讓我們知道生產一個產品是多麼的不容易，在這次的投稿中真的是獲益良多也讓我們體會要論證任何觀點都必須要嚴謹的實證過程，一路上感謝老師的指導及同學的合作讓我們的高中生活多添一分色彩。

肆、引註資料

- ◎ 張晉昌（2017）。鑄造學 全華圖書股份有限公司。
- ◎ 林英明、徐文法、林彥伶（2017）。機械製造全華圖書股份有限公司。
- ◎ 葉倫祝（2017）。機件原理 全華圖書股份有限公司。
- ◎ 郭宏賓、江俊顯、柴在屏、郭彥君（2017）。Solidworks 全華圖書股份有限公司。

甲·等

· 葉片式電暖器與熱泵之比較

作者：鄧秉睿／冷凍空調科高一忠班
胡皓棠／冷凍空調科高一忠班
曹翊廷／冷凍空調科高一忠班

指導老師：鄭龍嶽 老師

壹、前言

一、研究動機

台灣雖位於亞熱帶地區，但冬天寒流來了，一樣冷到骨子裡，不小心著涼了，輕則感冒風寒，而對於有心血管疾病的民眾或老人來說，甚至還隱藏著致命危機，想要讓室內暖呼呼，電暖器是個最好的選擇。不僅可以提升室內溫度減少環境溫差，還有助血液循環放鬆肌肉的神經，與降低心血管疾病突發機率的好處。市面上的電暖器繁多，如何依據居家環境來選擇適合的機種呢？

二、研究目的

經過本研究團隊積極的收集資料與分析，決定先將一般市面上所販售的電暖器簡單介紹，讓讀者瞭解各種不同類型電暖器的區別與效能，再取安全性最高的葉片式電暖器進一步的說明其結構、動作原理。最後，再將葉片式電暖器與熱泵系統做比較，找出兩者間的差異及節能效益。下列為本小論文欲達到的研究目的：

- 1、瞭解市面上販售的電暖器不同之處。
- 2、明瞭葉片式電暖器的結構、動作原理以及節能效益。
- 3、分析葉片式電暖器與熱泵系統間的差異，作為購買安裝的參考。

貳、正文

現今的電暖器用電能轉換熱能使得機器獲得能量產生熱量，達到升溫的效果，雖然比較安全但使用方式如果不正確還是有一定的危險程度，如溫度過高的問題不可忽視之。市面上常見的電暖器，大致上分為鹵素燈式、石英式、陶瓷式、煤油式與葉片式幾個種類，下列將針對不同的電暖器之特色及優缺點進行簡略的說明。

一、不同種類的電暖器

(一) 鹵素燈式電暖器，如(圖1)所示。

鹵素燈式電暖器加熱原理是以傳統式燈管加熱，其原理與烤箱一樣。優點是熱效率高，開機後幾分鐘內都能感覺溫暖。通常會被設計成電風扇的外型，外部加裝網罩以增加安全性，亦有過熱保護的自動斷電裝置，機身底部也有金屬反射板，以提高其熱效率。缺點為使用距離短範圍小，無法達到大空間的暖房效果。



圖1／鹵素燈式電暖器

(二) 對流式電暖器，如(圖2)所示。

適用於小房間是對流式電暖器最大的特色。其優點是用空氣對流較安全，環境乾燥又乾淨。缺點則是除熱效果差，關機後熱量流失太多，也常因發熱使表面漆料有異味產生，需特別注意易燃物品需遠離20~30公分。



圖2／對流式電暖器

(三) 陶瓷式電暖器，如(圖3)所示。

陶瓷式電暖器係利用電加熱陶瓷板上再使風扇將氣流經過產生熱風。其優點是加熱速度快、耐濕且重量輕。具有小型方便移動的個人款之選擇，甚至在浴室內的暖氣陶瓷機型不會有燙傷的危險。缺點則是使用範圍比較小，有吹到的地方才会有暖意。此外聲音較大也是一種小困擾。



圖3／陶瓷式電暖器

(四) 煤油式暖爐，如(圖4)所示。

煤油式暖爐與上述電暖器最大的差別是非採用電能轉換成熱能，而是添加煤油汽化後產生熱能。其優點為暖房效果極佳，短時間內整個空間都能感覺溫暖。缺點則是在運作時會有煤油味，機械式煤油爐的發熱點溫度高，甚至可以煮沸熱水，使用時要格外小心避免燙傷。



圖4/煤油式暖爐

(五) 葉片式電暖器，如(圖5)所示。

葉片式電暖器主要是利用電能加熱葉片中之發熱電阻與導熱油後釋放熱能，再靠葉片與空氣對流讓房間溫度提升。其特色可以晾乾衣服，較為安全且葉片越多越好，是屬於長期恆溫型。優點為不易與氧氣結合，亦比較安靜，且較無過熱燙傷的危險。但缺點則為加熱較慢且較耗電，相對下來電費會較貴些。



圖5/葉片式電暖器

(六) 常見電暖器之比較，如(表1)所示。

常見的電暖器各有各的優缺點，但最重要的還是注重其安全性。在使用耗氧型的電暖器時，務必要開窗保持室內通風。插電式電暖器一定要使用單一電源插座，以免跳電或電線走火的意外發生。一般常見的消耗功率分別是：葉片式電暖器1500瓦(W)，陶瓷式電暖器1200瓦(W)，鹵素燈式電暖器800瓦(W)，石英管式電暖器1200~1500瓦(W)。

表1常見電暖器之比較

機身不發燙款	葉片式、陶瓷式、對流式
發熱速度快	陶瓷式、石英管式、鹵素燈式、煤油暖爐
局部發熱面積	陶瓷式、石英管式、鹵素燈式
較不耗氧機型	葉片式
可大空間暖房	葉片式、煤油暖爐
電磁波	陶瓷式、石英管式、鹵素燈式
體積大且笨重	葉片式

二、葉片式電暖器的構造及動作原理

(一) 葉片式電暖器的構造

葉片式電暖器（圖6）的構造可區分為4大部分，分別是底座輪、導熱葉片、恆溫設定開關及定時開關。

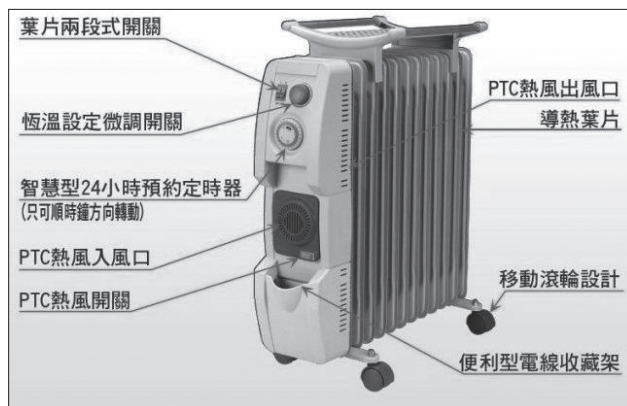


圖6／葉片式電暖器結構及部位名稱

(二) 葉片式電暖器的動作原理

葉片式電暖器的原理是在每個葉片中設置發熱電阻，並在中空的葉片裡灌入不會耗損且不需補充的特殊導熱油，然後透過機體內的電阻發熱後再間接的將熱量傳導到導熱油讓葉片發熱，而葉片一片一片的組裝起來，通常是利用這個葉片與空氣接觸，藉由自然熱對流達的方式提升我們室內空氣中的溫度以達到暖房效果。雖然體積大且笨重但最大的優點是不會消耗室內空氣中的氧氣，所以不會讓我們覺得悶熱不舒服。以冷熱空氣對流原理，使室內溫度均勻提升，可保持恆溫，適合長時間、大空間使用，另有烘衣鞋功能，缺點是開機後暖風速度較慢。

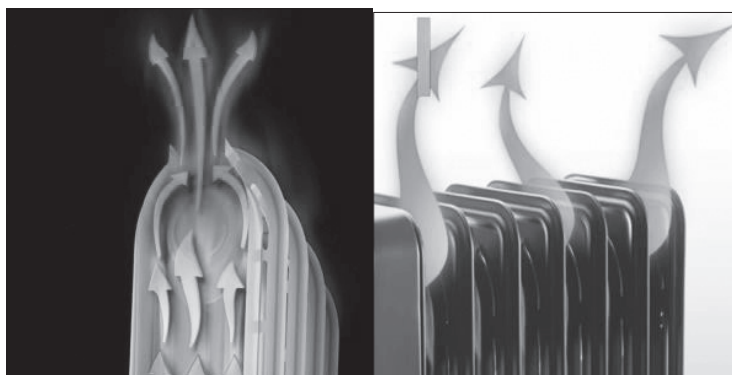


圖7／葉片式電暖器熱對流效應

三、熱泵（暖氣機）系統的構造及動作原理

（一）熱泵（暖氣機）系統的構造

『熱泵，又稱冷機將能量由低溫處（低溫熱庫）傳送到高溫處（高溫熱庫）的裝置』（維基百科，2016年2月10日），其原理和家用冷氣機相反，但都是一台轉移熱量的機器裝置。主要功能是利用冷媒相態的變化，將熱量從低溫轉移至高溫，以最小的能源消耗把熱量轉移到我們所需地方。熱泵（暖氣機）系統的構造和冷氣機極為相似，除了壓縮機、冷凝器、冷媒控制器及蒸發器四大元件外，系統中還串接用來切換冷氣模式或暖氣模式的電動四路閥，運作時可以將冷媒流向改變。如（圖8）所示。

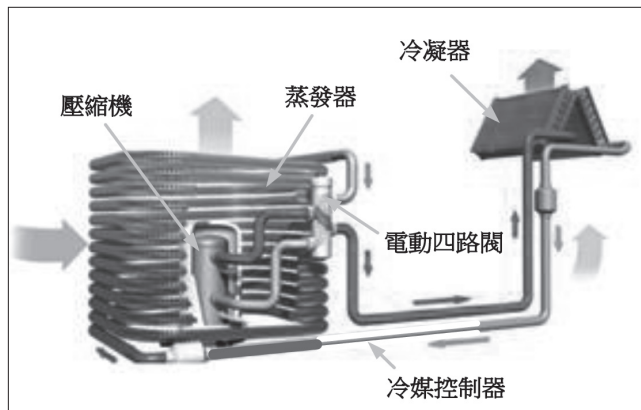


圖8／熱泵(暖氣機)系統的構造

（二）熱泵（暖氣機）系統的动作原理

冷凍循環系統中，冷媒在蒸發器內蒸發，會吸收大量的蒸發潛熱，產生冷房效果，若在冷凝器內凝結會排除大量的凝結潛熱，產生暖房效果，因此在夏天冷媒在室內蒸發，在室外凝結即為冷氣機。到了冬天，利用冷暖四路電磁閥之操作，將冷媒流動的方向反轉，使冷媒在室外蒸發，在室內凝結，即為暖氣機。如（圖9）所示。

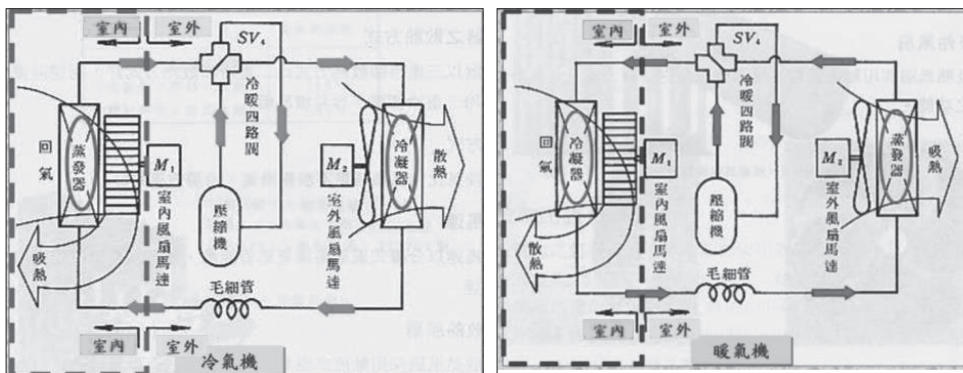


圖9／熱泵(暖氣機)系統的原理示意圖

四、葉片式電暖器與熱泵之比較

（一）利用電能轉換熱能來分析

葉片式電暖器純粹就是將電能轉換成焦耳熱，一度的電能就是轉換成 3,600,000 焦耳的熱能。至於熱泵（暖氣機），是以冷氣的逆循環方式來運作，也就是說從室外獲取的熱能加上電能（壓縮機做功產生的熱能）移至室內來排放，達到暖房效果。變頻暖氣機之 EER 值為暖房能力（kW）與總消耗功率（kW）之比，若 EER 值以 3 來計算，那麼一度的電能（kW-h）就能產生熱能 3,600,000 焦耳的三倍，也就是說在室內若要產生與葉片式電暖器相同的熱能時，空調暖氣機（熱泵）只要葉片式電暖器所需電費的三分之一。

（二）利用空間坪數即使用時間來分析

在五坪大小坪數的空間中安裝 600W（瓦）之變頻式冷暖氣機及放置 1500W（瓦）之葉片式電暖器，並在同樣的溫度環境下分別讓變頻式冷暖氣機及葉片式電暖器兩者均運轉 10 小時。此時，變頻式冷暖氣機所消耗的電量為 600 瓦×10 小時=6000 瓦小時=6 度電，而葉片式電暖器所消耗的電量為 1500 瓦×10 小時=15000 瓦小時=15 度電。兩者所消耗的電量相差非常多，葉片式電暖器是變頻式冷暖氣機近 3 倍。

（三）暖房效果分析

在冬天要達到 25°C 室溫時，葉片式電暖器可能要 30~40 分鐘，而且是滿載狀況下運轉，但是變頻冷暖氣機只需要 5~10 分鐘即可，且非滿載運轉。室溫達到設定溫度時，變頻冷暖氣機壓縮機會進入低速運轉模式持續運轉，葉片式電暖器則是到達設定溫度時直接斷電，室溫下降後再起動加熱。以室溫而言，變頻冷暖氣機能夠將室溫維持成恆溫狀態而葉片式電暖器則會有忽冷忽熱的感覺。以耗電而言，變頻冷暖氣機較葉片式電暖器省電多了。葉片式電暖器可增加一臺小電風扇，讓空間的空氣循環以增加暖房效益。

參、結論

- 一、市面上販售的電暖器各有各的優勢，購買時可依個人需求來作選擇，但其最重要的安全問題一定要考慮到。
- 二、葉片式電暖器體積大且笨重，但卻是最安全的機種，家中的小朋友或是寵物去觸碰到的時候，也不會灼燙傷。
- 三、空調暖氣（熱泵）系統與葉片式電暖器可以使用的室內空間坪數、範圍會比較廣泛一點。
- 四、室內若要產生與葉片式電暖器相同的熱能時，空調暖氣（熱泵）只要葉片式電暖器所需電費的三分之一。
- 五、家中的空調若有暖氣功能，室內溫度設定比室外溫度高時，空調機即可自動變換為暖氣運轉，此機種確實比葉片式或鎢絲式電暖器省電。
- 六、雖然空調暖氣（熱泵）系統的空機及安裝的初期成本較葉片式電暖器高很多，但安裝後空間的應用及運轉成本的回收相當快速。

肆、引註資料

- ◎ 台灣壹週刊。葉片式電暖器選購使用守則。2014年1月7日。取自: <https://www.youtube.com/watch?v=FIFp8uQI4DA>
- ◎ 跟著鄭大師玩科學。葉片式電暖器耗電量比冷暖空調多3倍?。2014年03月02日。取自: <http://www.masters.tw/240/%E8%91%89%E7%89%87%E5%BC%8F%E9%9B%BB%E6%9A%96%E5%99%A8%E8%80%97%E9%9B%BB%E9%87%8F-%E6%AF%94%E5%86%B7%E6%9A%96%E7%A9%BA%E8%AA%BF%E5%A4%9A3%E5%80%8D>
- ◎ 菲謝蒂 (Mark Fischetti)。家用空調系統冷暖皆宜。科技人雜誌。2008 年第 79 期 9 月號。
- ◎ 維基百科。熱泵。2016年02月10日。取自: <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%86%B1%E6%B3%B5>
- ◎ 黃秉鈞。熱泵熱水器。經濟部能源局報導。2006年05月。
取自: <http://energymonthly.tier.org.tw/outdatecontent.asp?ReportIssue=200605&>
- ◎ 劉海北。冷暖氣機是如何運作的? 科技大觀園。2006年01月05日。取自: <https://scitechvista.nat.gov.tw/c/s9Is.htm>
- ◎ 東森新聞。弄懂效能單位換算, 吹冷氣也能省電費。2013年07月2日。
- ◎ 楊海濤、沈崇詩。空調實習 I。全華圖書。

優·等

磨力無限

作者：王玉祥／機械科高二仁班
柯宣合／機械科高二仁班

指導老師：蔡正雄 老師／何奕漢老師

壹、前言

磨床在操作的過程中，為了使平台左右移動，則需要將手輪作順時針與逆時針的旋轉操作，這讓操作者使用上需要以手腕力量去更改轉動方向，還浪費時間，使加工時間加長，同時在長時間操作下，也容易造成手腕的疲憊，甚至是職業傷害；如以馬達代替，順逆時針的旋轉，長時間下來易使馬達的疲勞。有鑑於此，我們提出一種以手輪單一方向旋轉使平台產生左右移動的機械機構，使操作者在左右移動平台時，可以較為順手，不需出力去阻止順逆切換時所產生的反向慣性轉動慣量，達到省力，也同時節省加工時間。也可將手輪位置換成單方向旋轉的馬達，以降低加工的成本。期望該機構可使磨床在操作上更加順手。

二、研究目的

- (一) 如何以簡易的方式，達到以手輪單一方向旋轉，即可使加工平台產生左右移動之效果。
- (二) 探討設計之磨床是否比邊磨床來的省時便利。

三、研究流程

照其研究內容設計其研究流程，如（圖1）所示。首先從平常加工中發現操作不便之處，並以此為改善之研究目的，在重諸多文獻中探討該加工法之加工特性與相關知識，以符合後續設計之需求，並以其知識，與其他專題人員討論，設計出達研究目的之機械結構，並以SolidWorks立體繪圖軟體繪製其設計圖，並經過反覆修改、去除干涉，並以該軟體模擬其動作，以確認其機構達成所設定之研究目的，並利用其他機台加工出設計之機構，以驗證所設計之機構是否達到其目的，最後再進行總結，與報告撰寫。

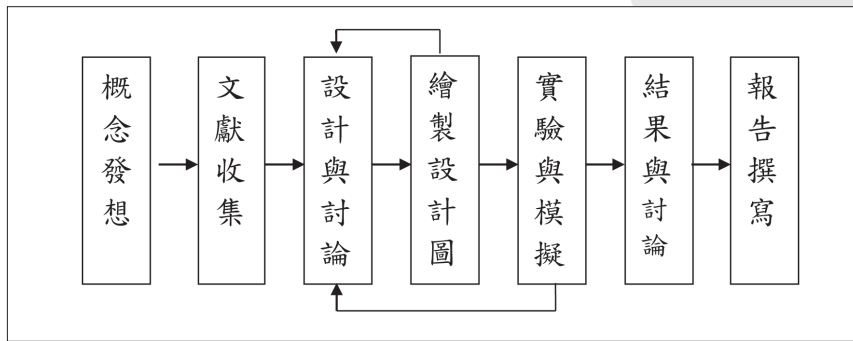


圖1 / 研究流程圖

貳、正文

一、文獻探討

(一) 砂輪的用途

- 1、平面輪磨：利用平面磨床輪磨工作平面。
- 2、圓筒輪磨：利用圓筒磨床或無心磨床等輪磨工作之外徑或圓錐。
- 3、內輪磨：利用內輪磨床輪磨工作之內徑或內錐孔。
- 4、其他曲線輪磨：如齒輪磨床磨齒輪，凸輪磨床磨凸輪等。
 - (1) 粗磨：利用砂輪機磨除工件多餘量，不注重工件精度，不特別扶持，如磨除鑄件之冒口等，亦稱有機結合劑砂輪。
 - (2) 手持磨削：手持工件於砂輪機上輪磨，所使用之砂輪較粗磨之砂輪軟、粒度細。
 - (3) 精光面輪磨：工件利用砂輪磨光工件，精度可注重或不必注重，如鋼板及圓鋼之磨光。
 - (4) 切割：使用砂輪切割下料，比鋸條鋸割快速、精確、光滑且整齊。
 - (5) 刀具刃輪磨：利用砂輪機磨刀具刃。(註1)

(二) 平面磨輪

- 1、平面磨輪分為：
 - (1) 利用水平心軸平面磨床，即使用平直形砂輪的使用面來輪磨。
 - (2) 利用垂直心軸平面磨床，即使用盆形砂輪的使用面來輪磨，平面磨床之規格系最大磨削面積表示之，如150*450mm之平面磨床，即其橫向行程150mm，縱向行程450mm。
- 2、砂輪之裝置及使用隨廠商設計而異，但工件之夾持不外乎利用磁力夾頭及直接固定在床台或虎鉗上，後者工件之夾持法與銑床工作之夾持相似，適用於大工件或特殊之工件，小工件之磨削可用磁力夾頭夾持之。磁力夾頭有永久磁鐵及直流電磁鐵兩種，當操作桿置於“開”(ON)之位置時，導磁桿及非磁分離板成直線，因此磁

力循最小抵抗路線通至工件，以完成磁路而吸緊工件。當操作桿置於“閉”（OFF）之位置時則放鬆工件。直流電磁鐵，通直流電時由於線圈之感應，構成磁場而吸緊工件。往復式夾頭用於往復式床台，旋轉式磁力夾頭用於旋轉床台。利用磁力夾頭夾持工件有迅速簡便之效，但磨削完成後，工件成有剩磁，此種剩磁有害於工件，故應予以去磁，去磁之方法，若為直流電磁鐵，可採用雙極開關使電流反方向而去磁。（註₂）

（三）輪磨速度與進刀

輪磨工作中之磨削速度有二：1、砂輪速度，2、工件速度。砂輪速度為砂輪周界上一點的線速度，以每分鐘若干公尺（m/min）表示之，與各種迴轉切削相似，常以心軸回轉數表示，即：

$$N = \frac{300V}{D}$$

式中 N=心軸迴轉數(rpm) V=磨削速度(m/min) D=砂輪直徑(mm)

砂輪之速度勝為重要，如速度太高則磨料磨蝕之速度較快，造成光滑之輪面成為硬磨。如速度太低則磨料易於脫落而造成軟磨。砂輪最適當速度，即使砂輪之磨料在磨蝕即自行脫落為最佳，最高的速度不可超過檢驗票上所規定之使用周邊速度範圍。

工件速度與砂輪速度必須有適當之比例，若速度太低，則砂輪易於填塞打滑，工件速度太高則砂輪易於磨蝕，工件速度。進刀為工件轉動一周（圓筒輪磨），工件移過砂輪的距離，粗磨時，工件每轉動一周，工件移動距離為輪面寬度的2/3；精磨時，工件移動的距離為輪面寬度的1/2。影響磨削工作的另一條件為磨削速度，磨削深度係依砂輪與工件互相接觸之弧長而變化，磨削深度太小雖加工面良好，但易使砂輪磨蝕，深度太大時則加工面粗糙，砂輪易於填塞。

二、硬體設備與器具

銑床在工科學校中是個不可或缺的加工設備，它的加工範圍廣，能完成平面、角度、鑽孔，甚至是齒輪、鏜孔等多項加工，銑床依構造、用途可分為龍門銑床、砲塔式銑床、臥式銑床及CNC銑床，本作品使用的是主軸上方有馬達和皮帶輪傳輸作為動力及變速機構的砲塔式銑床，操作上靈活、方便，適用於輕型切削加工，（圖2）為我們本次所使用的銑床設備。（註₄）、（註₅）

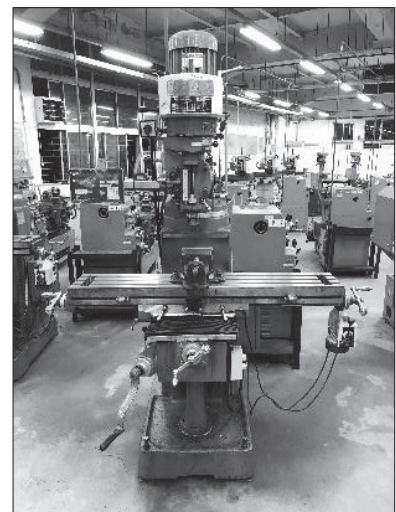


圖2／立式銑床

車床是最早被發明的工具機，隨著工業界的多樣化需求。其中，普通車床使用最為廣泛，是當今機械工廠、學校及訓練單位使用最多的設備，這次作品車床所使用的工具為外徑車刀、切斷刀、倒角刀、牙刀等，如（圖3）所示為學校的車床機器。（註4）、（註5）

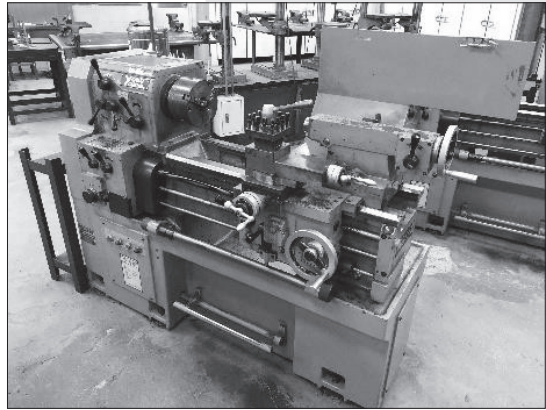


圖3 / 高速車床

三、研究過程

本論文主要開發出一個以手輪單方向旋轉，使平台作左右移動，因此本論文將其機構分為夾持裝置、左右移動平台機構、前後移動平台機構。

（一）夾持裝置

本作品所使用的夾持裝置以精密虎鉗為範本進行設計，主要是精密虎鉗結構簡單，且重量較輕，比起傳統的磁吸式虎鉗來說較具優勢，如（圖4）所示，並在精密虎鉗的兩端製作一個槽座，以方便虎鉗固定於平台上，如（圖5）所示。

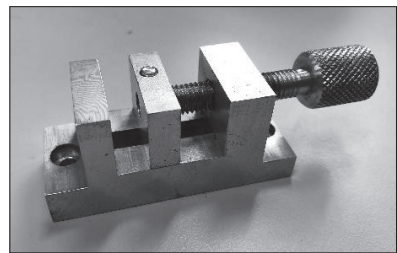


圖4 / 設計之虎鉗

（二）左右移動平台機構

凸輪及從動件運動方式的比較如（表1）所示，簡諧運動是一種以從動件之移動，如同做等速圓周運動時，兩端速度為零加速度為最大，用於高速運動。等速運動是在週期開始與終了時，從動件發生震動的現象，損壞機件，不適合高速運動。間歇運動以一個機構原動件做等速運動，從動件有時停止有時運動。

以上三種機構中，本專題選擇以雙滑塊機構作為前後反覆移動之機構，它和前兩者比起來有製作上的優點，它不但製作簡單，而且也能用傳統機台製作，加上它是簡諧運動能夠進行往復的快速移動，和另外兩者比起來能節省較多時間，最重要的是它能夠依工件的大小來調整行程的長度，能夠節省很多不必要的力氣。因為以上這些原因，最後選擇了雙滑塊機構。（註3）

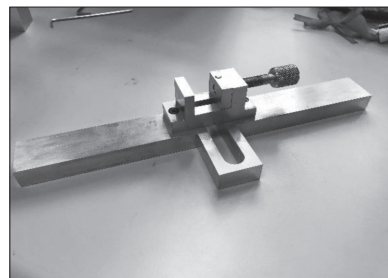


圖5 / 虎鉗與平台安裝方式

表1 / 平移之機構比較表

	雙滑塊機構	圓柱形凸輪	齒輪反向運動機構
圖示			
運動方式	簡諧運動	等速運動	間歇運動
製作機台	傳統機台	CNC機台	CNC機台
形成距離	可改變	不可改變	不可改變
機構流暢	佳	佳	不佳
製作難易	易	難	難

本論文以雙滑塊機構為基礎去設計，（圖6）為其中一滑塊之設計圖，本論文將上面滑塊的部分從方形改成了圓柱形，並在上面裝上軸承來減少它與滑道間的摩擦，在兩邊凹槽的部分裝上C型扣來固定此軸承，在上頭的孔攻牙鎖上一螺絲，使其能夠將此機件固定在滑軌上，而不脫落。最後將底部的正方形中間部分挖空，使滑塊在滑軌上面移動，再配合之前的螺絲，即可調到需要的行程並且固定，使桿件在做旋轉運動時，帶動其滑塊使其跟隨旋轉，進而帶動平台做左右的平移運動，形成所需之雙滑塊運動機構。如（圖7）所示，平台上的兩塊擋片，主要是為了防止平台滑動時產生的上下跳動，使自由度減少至1。

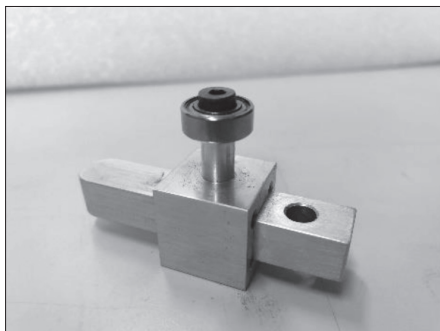


圖6 / 滑塊設計

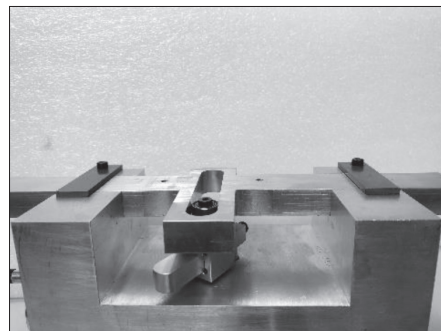


圖7 / 雙滑塊運動機構

(三) 前後移動平台機構

當作前後移動的滑軌，此機構能防止上方機構做前後，將自由度限制為1，如(圖8)所示。為了使加工精度提升，因此將(圖8)中的機件一體成形完成，以減少安裝誤差與加工誤差的產生，最後將兩邊的底板挖槽，以能利用螺絲固定在平板上，進行磨床實驗。(圖9)為左右平移平台的轉軸與手輪轉軸相連接示意圖，本專題利用斜方齒輪帶動，使其運轉。

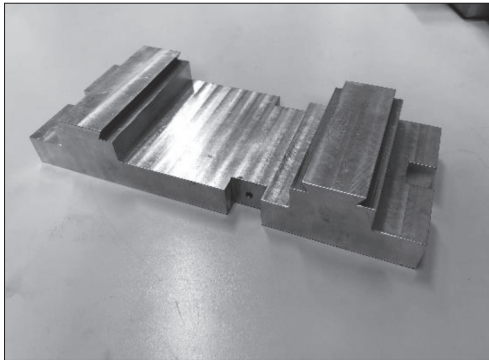


圖8 / 前後移動平台機構設計圖

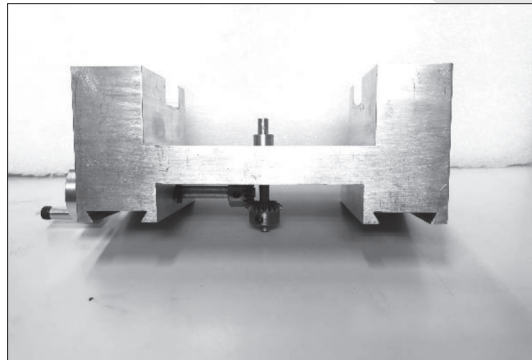


圖9 / 平台轉軸與手輪轉軸連接示意圖

本研究將其三部分之機構相互連接，形成本論文所設計之手輪單一方向旋轉使平台產生左右移動的機構，(圖10)所示。

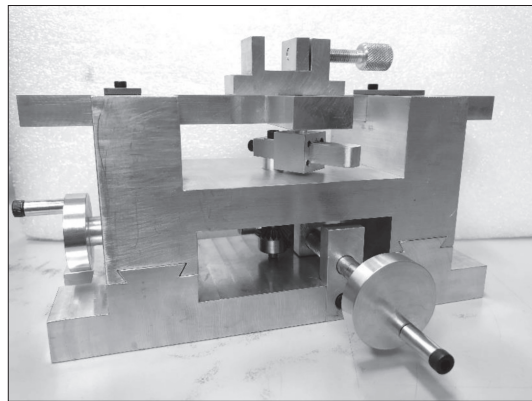


圖10 / 本論文所設計之創新機構

參、結論

本專題以所設計之機構進行動作研究，如(圖11)、(圖12)、(圖13)、(圖14)所示，(圖11)為本專題之機構在右方最大位移位置，而(圖12)為本專題之機構在左方最大位移位置，由這兩位置可以求得本機構之最大行程，同時也是最大加工範圍。而圖13為本專題之機構在右方最小位移位置，而(圖14)為本專題之機構在左方最小位移位置，由這兩位置可以求得本機構之最小行程，同時也是最小的加工範圍。之間的差異是藉由中間滑塊的固定位置來

控制，當滑塊越遠離中心軸時期加工距離越大，反之，越靠近中心軸則加工行程越小，針對小型工件的磨削，更可藉由這個機構減少加工時間，提升加工效率。

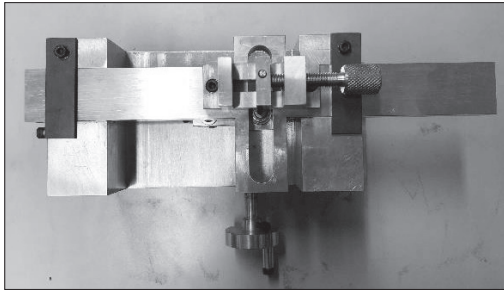


圖11 / 創新機構右方最大位移位置

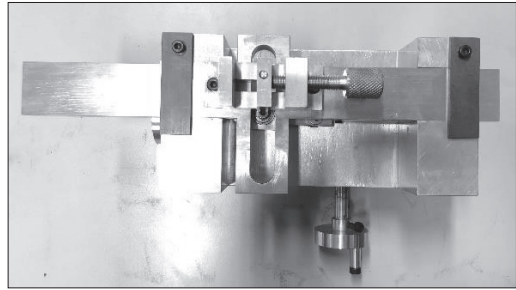


圖12 / 創新機構左方最大位移位置

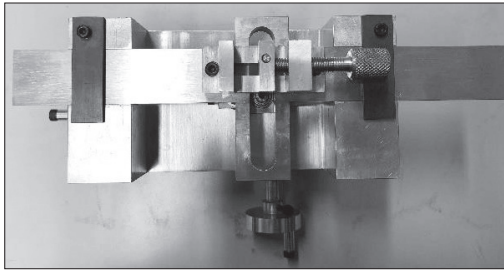


圖13 / 創新機構右方最小位移位置

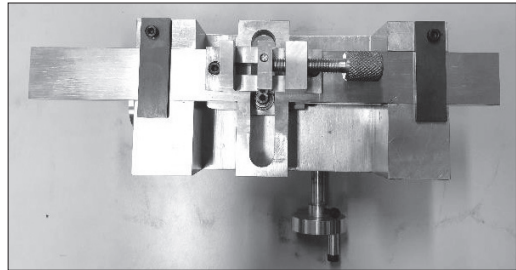


圖14 / 創新機構左方最小位移位置

表1 / 平移之機構比較表

	一般磨床	實驗磨床
測試者 1	32次 / 30s	57次 / 30s
測試者 2	30次 / 30s	53次 / 30s
測試者 3	28次 / 30s	60次 / 30s
測試者 4	35次 / 30s	63次 / 30s
平均	31.25次 / 30s	58.25次 / 30s

經過我們4位測試者的測試，我們發現實驗磨床在一定時間內來回磨消的次數，大約是一般磨床的2倍，由此可見如果把磨床改成以手輪單一方向旋轉時，可以大幅提升加工速度，如（表2）所示。

本專題成功開發出以手輪單一方向旋轉時，使工件作左右移動之加工平台，並歸納出其設計特色：

- 一、以雙滑塊機構為基礎，設計其左右平移之機構。
- 二、左右滑移時，利用檔塊形成一個方形孔，使其自由度為1。
- 三、可運用滑塊控制加工行程，大大減少加工時間。
- 四、前後位移以鳩尾槽滑移，可將自由度降至1。
- 五、可將該機構裝置其他加工平台上，以增加加工之廣度。

肆、引註資料

- 註1：王金柱（2010）。機械群-機械基礎實習。台中市：文野。
- 註2：楊仁聖（2012）。機械群-機械基礎實習。台北市：科友。
- 註3：李榮華（2009）。機械群-機件原理I。台北市：龍騰。
- 註4：姜禮德（2012）。機械群-技術高級中學機械製造I。台北市：龍騰。
- 註5：林英明、徐文法、林彥伶（2016）。機械群-機械製造II。台北市：全華。

甲·等

氣泡水對人體的影響

作者：張育昇／冷凍空調科高一忠班

盧彥丞／冷凍空調科高一忠班

賴柏宏／冷凍空調科高一忠班

指導老師：鄭龍嶽 老師

壹、前言

一、研究動機

在炎熱的夏天，下課時不禁會有讓人去買飲料來消暑的衝動，大部分人都想買碳酸飲料，但我始終覺得碳酸飲料很不健康，心裡想無糖的氣泡水是不是相對比碳酸飲料來得好。由於氣泡水的盛行，網路上傳有許多氣泡水對人體的好處，例如幫助體重管理、消除疲勞、幫助消化、緩解便秘……等。這些網路上傳的訊息是真的嗎？

二、研究目的

相對於碳酸飲料健康的代表就是氣泡水，而網路上各種流傳氣泡水對人體的好處是真的嗎？難道氣泡水真的沒壞處嗎？其研究目的如下：

- (一) 台灣2016、2017氣泡水品牌搶入市場。
- (二) 氣泡水的製造方式。
- (三) 探討碳酸飲料的好處與壞處。
- (四) 探討氣泡水對人體的好處與壞處。
- (五) 探討氣泡水喝的最佳時機。

三、研究方法

本論文研究方法採用文獻研究法與功能分析法方式進行。

- (一) 文獻研究法：搜尋相關的網路資料、新聞報導、國內外的研究調查，經過參考整理、分析，整理出氣泡水對人體的好處和壞處。
- (二) 功能分析法：蒐集氣泡水的相關資料，了解近年許多品牌進入氣泡水市場。

四、研究流程

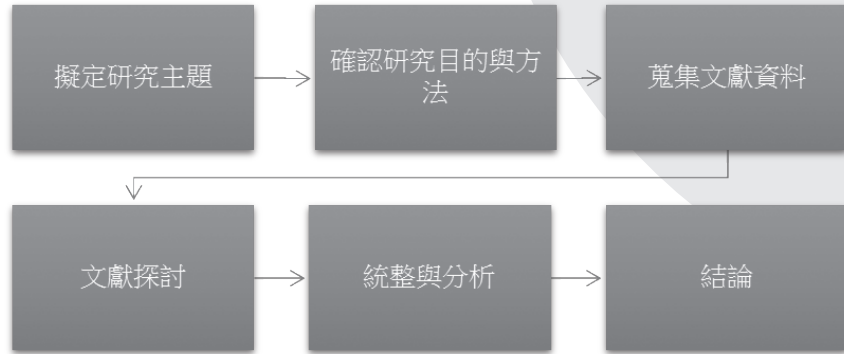


圖1 / 研究流程

貳、正文

一、台灣2016、2017年氣泡水品牌搶入市場。

台灣過去氣泡水沒什麼發展，都是靠進口為主，歐洲、美洲的氣泡水和瓶裝水價格差不多的情形，進口到台灣，因關稅、運費……等，所以價格變得比較貴。從（圖1）即可知道近年氣泡水開始流行，許多平價的國產氣泡水也開始往這方向前進。

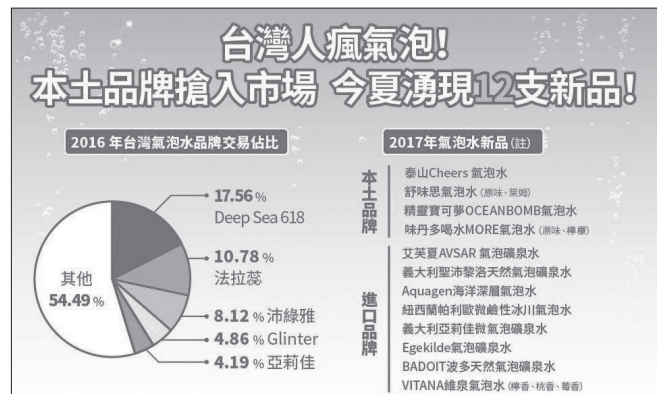


圖1 / 臺灣2016、2017氣泡水本土及進口品牌

臺灣在2017年引進了氣泡水，為什麼會引進氣泡水這個陌生的飲料呢？因為近年來消費者都蠻注重身體的健康，因此會選擇無糖份的飲料，這時氣泡水就會是最佳選擇，再加上西方許多國家收含糖飲料稅，美國碳酸飲料的市場持續減少，所以現代人視氣泡水為汽水的替代品。

氣泡水的風潮延燒到現在，連我運動後都會固定去買氣泡水來降降溫。現在的銷售量超過 70 萬瓶。每年炎熱的夏天，更是帶動了氣泡水的銷售量成長。可知氣泡水不再只是歐、美的流行文化，現已經融入台灣人的生活中，近年消費者對氣泡水的需求量增加，所以許多氣泡水的廠商看此機會進入市場販售。

二、氣泡水的製作方式

氣泡水的製作方式主要有三種，分別是天然存在、化學製作方法以及物理製作方法。

(一) 天然存在：早期被冰封的二氧化碳存在於廣大的冰河底部，氣候一直變化，溶解的冰水夾帶著二氧化碳地表，形成了碳酸氣體的氣泡礦泉水。這便是天然存在的氣泡水，由於這類天然氣泡水大部分都是水質混濁，僅能用來浸泡，不能直接飲用。

(二) 化學製作方法：人工氣泡水製作時通過碳酸氫鈉 (NaHCO_3)，即小蘇打粉加水製作。如今這種應用仍然存在，例如蘇打水。但是由於高含量 Na 元素的存在，容易引起厭食、頭痛、噁心等症狀，導致蘇打水不能進入飲品市場。

(三) 物理製作方法：現在流行的人工製作方式是藉助二氧化碳的水溶性，將食用二氧化碳用高壓的方式打入水中，那水溶液就是氣泡水。利用物理製作出來的氣泡水純淨新鮮、無任何添加，更利於人體健康。

雖然物理製作方法看起來很簡單，但是要得到一杯純淨的氣泡水並非那麼容易的。比如說氣體，氣泡水所用氣體必須是食用級的 CO_2 ，個別黑心商家為牟取暴利，利用工業 CO_2 充當氣體，給消費者造成身體的危害。工業排放的氣體裡面含有CO、Hg 等有毒氣體，無色無味，讓人無從察覺；國家也對氣體的充氣台嚴格的法規法律，SODASODA 是國內為數不多的具備充氣資質的品牌商家，充氣站多次提純，所有成品氣體都是高達 99.9%的 CO_2 ，確實保障消費者的權益。

三、氣泡水機製造氣泡水飲料

(一) 準備好氣泡水機（包括正確的安裝二氧化碳鋼瓶、測試是否有漏氣等現象、清潔噴氣頂針等），確保氣泡水機正常運行。如（圖2）所示。



圖2／安裝二氧化碳鋼瓶並測試是否漏氣

(二) 向壓力水瓶中加入適量的飲用水（1~40°C），注意依據瓶身最佳水位線來確定水量，避免由於水量過少造成氣體的浪費或是水量過多造成泄氣時出水過多。如（圖3）所示。

(三) 安裝壓力水瓶，旋緊，然後按壓機身按鈕不放，向瓶中注入氣體，待有「噗噗」聲響時停止充氣，間隔五秒再次充氣。如（圖4）所示。

- (四) 手托住壓力水瓶瓶底向外拉動，保持三秒，然後將水瓶復位，旋開壓力水瓶。如（圖5）所示。
- (五) 取下水瓶，氣泡水的製作至此完成。



圖3／安裝壓力水瓶



圖4／壓力水瓶充氣



圖5／製作完成

四、碳酸飲料對人體的好處與壞處

（一）碳酸飲料的好處

- 1、碳酸飲料的最主要成分是水，飲用後可補充身體因運動和進行生命活動所消耗掉的水分和一小部分的糖、礦物質，對維持體內的水液電解質平衡有一定作用。
- 2、碳酸飲料因含有二氧化碳，所以能起到殺菌、抑菌的作用，還能通過蒸發帶走體內熱量，起到降溫作用。
- 3、碳酸飲料可以防癡呆，因為大腦中的海馬區域在血糖上升的刺激下，會變得非常活躍，而老年癡呆患者的海馬區域功能衰退，海馬體萎縮。
- 4、碳酸飲料含糖量高，可以帶來能量。

（二）碳酸飲料的壞處

- 1、過度飲用會影響骨骼生長及身高的正常發育，因碳酸飲料中所含的磷酸會降低人體內鈣的吸收。
- 2、過度飲用容易引發缺鐵性貧血，因飲料中所含的磷酸會阻礙人體對鐵質的吸收，鐵是製造血液的主要材料之一，人體一旦缺乏鐵質，就會引起缺鐵性貧血。
- 3、對於才剛開始喝的人來說，患糖尿病及癌症的風險會明顯增加，而每天飲用碳酸飲料的人，心臟病發作和中風的危險都會增高。此外，碳酸飲料中的磷酸會促使牙齒和骨骼的鈣質流失，減低體內鈣質濃度。
- 4、碳酸飲料的成份包括苯（已知的致癌物質）、防腐用的苯甲酸鈉（會破壞細胞中的DNA）、高果糖玉米糖漿（除了促進糖尿病和肥胖症，亦含有重金屬汞的成份）等，對人體健康有極大的危害。

五、氣泡水對人體的好處與壞處

(一) 氣泡水的好處

- 1、提升能量消耗、增加血液中二氧化碳濃度，幫助身體血液流動加快代謝。
- 2、飲用氣泡水時，可以增加飽足感，避免飲食過量，幫助體重管理。
- 3、氣泡水有助於消滅乳酸物，從根本促進恢復疲勞。
- 4、喝氣泡水不但能排毒又可以刺激胃壁黏膜、促進腸胃蠕動、提高新陳代謝，將體內廢物排出體外。
- 5、氣泡水中的二氧化碳，可以帶走熱量，降低體溫。
- 6、氣泡水含碳酸，PH值約5~6，屬弱酸的氣泡水，可抑制細菌生長、保護皮膚，有美膚效果。
- 7、氣泡水能幫助調節血液中的酸鹼平衡度，避免人體組織因酸鹼不平衡而受到損害。
- 8、氣泡水裡的空氣能使擴約肌撐開的壓力，讓氣容易打出來，孕期容易作嘔的人也會因此獲得舒緩。

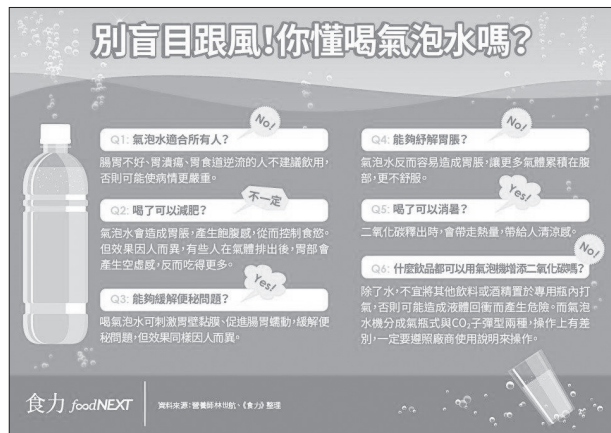


圖2 / 氣泡水的 Q&A

(二) 氣泡水的壞處

- 1、氣泡水補充水份的效果不如水。
- 2、氣泡水會造成骨質疏鬆症。
- 3、愛喝氣泡水，當心脹氣、噁心、火燒心。
- 4、運動之時喝氣泡水會造成氣體累積，帶來脹氣或不適。
- 5、氣泡水不適合食道逆流的人，因為打嗝會帶動胃酸往上，反而讓症狀更嚴重。

六、氣泡水喝的最佳時機

- (一) 運動後喝。
- (二) 於每餐進食前或是邊進食邊喝。
- (三) 若想達到美肌效果，一天飲用150ml 即可，不需過量。

甲·等

喝出美味也喝出健康 咖啡機水垢、咖啡垢及牛奶垢 清潔方式之探討

作者：劉家佳／冷凍科三年級忠班

指導老師：鄭龍嶽 老師／徐明志 老師

壹、前言

一、研究動機

每當看到一杯杯的咖啡在幾秒鐘內就能夠從咖啡機沖泡好感到很好奇，因此不禁想到在頻繁、大量的使用下，要怎樣清潔及使用才能使機器維持在最好的狀態？若不依照時間且確實的清洗，對於長期供應大量咖啡的咖啡機所沖泡的咖啡是否會影響其味道而成為走味的咖啡呢？再者，飲下此類咖啡對身體有無傷害呢？

每次清洗咖啡機時看到清洗標誌燈號在閃爍，就算已經符合標準的清潔程序了，那怎麼樣才能使機器清潔得更加全面呢？如何讓咖啡機能夠沖泡出乾淨美味的咖啡，又可以兼顧機器的壽命與人體的健康安全呢？所以我希望藉由從研究清理程序的過程中，找出需清潔的地方，以及全方面的清潔技巧。

二、研究目的

專家證實，茶垢、水垢中含有重金屬有毒物質及亞硝酸鹽等致癌物質，而這些有害物質對於人體的健康會有重大的危害。咖啡機中的水管、咖啡管及打奶泡的蒸氣管長時間不清洗亦會累積水垢、咖啡垢或牛奶垢，而這些頑垢是否和茶垢一樣會對人體健康造成難以想像的危害呢？本小論文除了簡介各種咖啡的沖泡方式外，同時也對於咖啡機之水垢、咖啡垢及牛奶垢對機器及人體的影響進行探討，最後再簡單說明清潔咖啡機的步驟。

三、研究流程

本研究的流程如圖1所示。

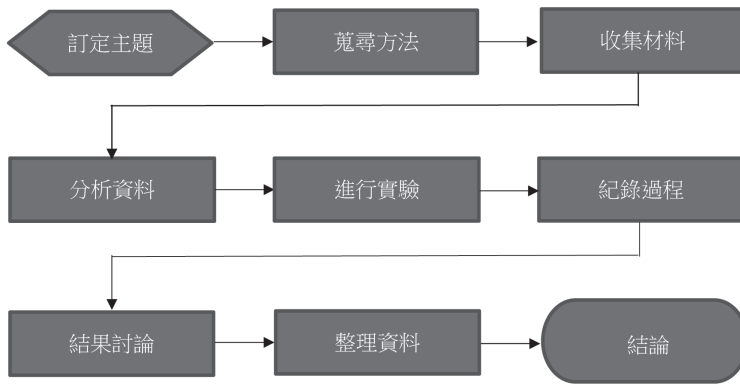


圖1 / 本研究流程圖 資料來源：本研究自行繪製

貳、正文

一、各種咖啡器具及沖泡方式

常見的幾種泡咖啡的方法分別是義式咖啡機、美式咖啡機、義大利蒸餾咖啡壺（摩卡壺）、濾杯式煮器（手沖壺）、濾壓壺、虹吸式賽風壺。摩卡壺（圖2）、（圖3），利用沸騰熱水的蒸氣壓，萃取出接近濃縮咖啡風味的咖啡。賽風壺（圖4），塞風壺是虹吸現象，就是說下壺熱，上壺較冷，所以水會往上升，煮沸的水跟咖啡粉接觸後，待下壺溫度下降，和著咖啡粉的咖啡，再經過濾後製成咖啡。



圖2 / 摩卡壺

資料來源：小若(2012)。旅行之後，愛上義大利摩卡壺。

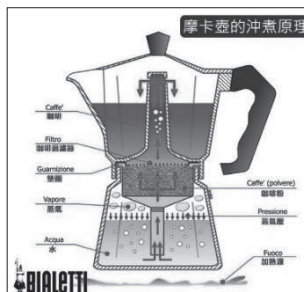


圖3 / 摩卡壺內部構造

資料來源：Lee Silvia(2017)。Silvia 聊芳療~用摩卡壺 5 分鐘學蒸餾純露。



圖4 / 虹吸式賽風壺

資料來源：沐湛(2018)。HARIO TCA-3/TCA-5虹吸壺塞風壺。

手沖壺（圖5），就是將熱水倒在咖啡粉上，經由濾紙和濾杯萃取出咖啡，只需要有手沖壺、濾杯、濾紙就能沖出一杯好咖啡，在設備（手沖壺有很多種）上的金額也沒有這麼高。濾壓壺（圖6）就像是一般泡茶的過濾壺一樣，只是因為它的過濾網較細（因為咖啡粉較茶葉來得細），所以法式濾壓壺其實也是可以用來沖泡茶。美式咖啡機（圖7），在加滿水、取適量的水與咖啡粉後按下開關，熱水會流經咖啡粉泡出咖啡。三種沖泡方式皆相近。



圖5／手沖壺

資料來源：Joe Lin(2012)。
 (19mesh 十九目直火咖啡)
 手沖法教學，山田先生完全示範。



圖6／濾壓壺

資料來源：會生活(2017)。
 漲知識，簡單好用的手動咖啡衝煮方法。



圖7／美式咖啡機

資料來源：YAHOO!購物中心。
 象印咖啡機(EC-TBF40)。

全自動義式咖啡機（圖8），全自動包含咖啡豆研磨、填壓咖啡粉、煮滾水、沖泡萃取。手動義式咖啡機（圖9）需另外研磨咖啡豆成粉狀，用人力填壓成咖啡磚，再進行沖泡程序。膠囊咖啡機（圖10），只需要將預製好的膠囊放入咖啡機裡，就能輕鬆享用純正的濃縮咖啡，市面上每一種廠牌都有各自的膠囊，並非每一機種均可使用。



圖8／全自動義式咖啡機

資料來源：INNOA Coffe(2018).
 Caffeo Solo & Milk.



圖9／手動義式咖啡機

資料來源：myfone購物。
 De'Longhi迪朗奇義式濃縮咖啡機。

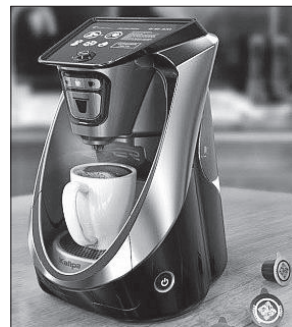


圖10／膠囊咖啡機

資料來源：新鮮創意圖志
 (2016)。Ernesto Rosales Ramirez
 設計的智能膠囊咖啡機。

二、咖啡機累積之污垢與對人體的影響

（一）水垢

「水垢其實是礦物鹽沉澱，也稱水鹼是鹽類，主要成分是碳酸鈣、硫酸鈣、氫氧化鎂、碳酸鎂等不溶於水的化合物」（廚衛百分百，2017）。由水中物質成分（碳酸鈣為主）沉澱出來而形成的。

水垢對於健康不是全無影響。雖然對人體沒有直接的危險，但長時間積結下的水垢中包含許多其他沉澱物，而且「水垢更容易吸附一些微量金屬元素，包括鉛、鋅、砷等重金屬，長期攝入對健康有不利的影響」（舒適生活一點通，2017）。且「水垢會影響熱交換率，能源消耗（一毫米厚的水垢能多消耗10%的能源）過多的水垢會堵塞水管，使水流變小」（廚衛百分百，2017）。影響咖啡機的壽命，也會容易帶來安全的問題。

（二）咖啡垢

每當沖泡完咖啡後，咖啡的殘渣若沒清洗乾淨，就將其放置陰乾，可能會使吸水的咖啡渣在此環境下發霉、滋生細菌，而最明顯的判斷方式，就是發霉的咖啡渣會有難聞的氣味，甚至會在表面形成難以清除的咖啡漬。

全自動義式咖啡機，包含了填壓（將咖啡粉壓成磚）、加熱、加壓、沖泡，在高壓沖泡的過程中，高溫更使咖啡形成油脂，累積在機器內部。當機器排出咖啡磚時，必會有殘渣遺留，且存積在構造內的咖啡渣若是發霉、滋生細菌，對機器來說，存積的咖啡渣變質、潮濕，導致咖啡渣集結、變硬，在執行動作時，會對咖啡機本身造成傷害，且滋生的細菌可能會經由咖啡而進入到人體內，帶來健康的疑慮。

（三）牛奶垢

能打出奶泡的全自動咖啡機，必有一條為蒸氣出口的管路，這條管路會衝出高壓熱水，能用於製作卡布奇諾，也有加熱與稀釋的功能。但是往往不會在每次沖完咖啡後就將其拆下清洗，而常有牛奶累積於此，又因時常加熱且潮濕，可能會導致牛奶發酵，而產生難聞的氣味與細菌滋生。

管內通常會殘留高溫的水與牛奶，而在長時間混合下，會引發牛奶變質，產生難聞的氣味及累積的污垢。且牛奶富含油脂，富含油脂的物品一旦變質，稱為油脂酸敗，因為「長時間的高溫加熱，分解生成甘油和脂肪酸，而甘油經高溫脫水生成丙烯醛稱『醉油』，可能會引起食物中毒」（華人百科，2018）。

三、全自動咖啡機清洗過程

由於自動咖啡機使用方便，長期頻繁且大量在使用，因此定期清潔清洗是必要的，可避免咖啡渣生霉孳生細菌，以提供使用者之衛生乾淨咖啡飲料同時確保其食用健康。本論文所採用的全自動咖啡機在執行咖啡機清潔程序可分為三大部分，首先將機器內部機械零件先做清洗擦拭，次做整體系統清潔，最後再做除垢清潔。

（一）清潔內部咖啡沖泡機構：此機構乃將咖啡豆磨成粉並壓製成咖啡磚，再用煮沸的熱水加壓沖過以沖出咖啡。

- 1、打開機殼前，先於機臺底下鋪上廢紙，以免內部的咖啡渣散落一地（圖11）。
- 2、上拉卡榫拉柄，再將整組沖泡器取出並進行清洗、擦拭、晾乾（圖12）、（圖13）、（圖14）。
- 3、清潔沖泡器組中的咖啡磚加壓沖水處（紅色箭頭處），由於此處易累積咖啡渣油脂，在清洗時要多加注意（圖15）。
- 4、清潔咖啡機機台側邊內部，可先用小毛刷將掉落之咖啡粉清乾淨，再用乾淨且微濕之擦拭紙擦拭乾淨（圖16）。
- 5、取下機臺下方接水盤及豆渣盒，並將接水盤及豆渣盒清潔乾淨、晾乾。
- 6、使用小毛刷將機臺下方內部所掉落之咖啡渣刷掉，再用乾淨且微濕之擦拭紙擦拭乾淨（圖17）。
- 7、拆下蒸氣出口管並用小刷子清洗管內壁，此蒸氣出口管用途為稀釋、加熱咖啡、牛奶或打奶泡，易在管內外壁累積滋生細菌（圖18）、（圖19）。
- 8、組合晾乾後的整組沖泡器、接水盤及豆渣盒以及側邊面板歸位，並擦拭外觀（圖20）。



圖11 / 拆下側邊面板

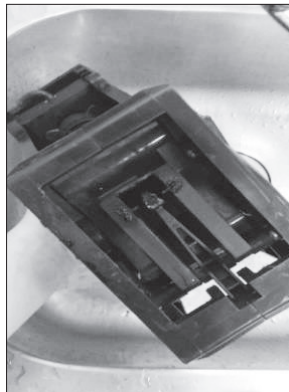


圖12 / 取下沖泡器

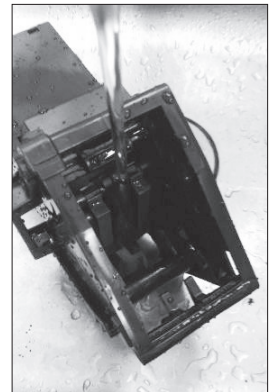


圖13 / 用水清洗沖泡器

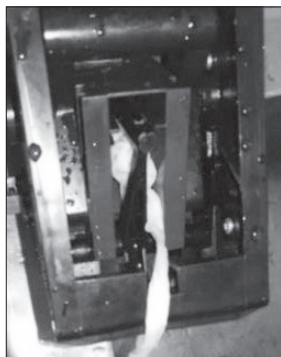


圖14 / 擦拭沖泡器

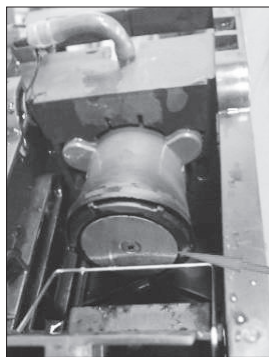


圖15 / 清洗咖啡磚加壓沖泡處



圖16 / 清潔機台側邊內部

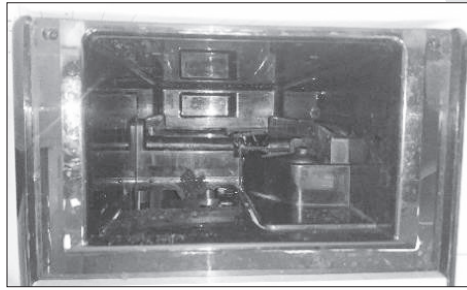


圖17／清潔機台正面下方內部



圖18／拆下蒸氣管

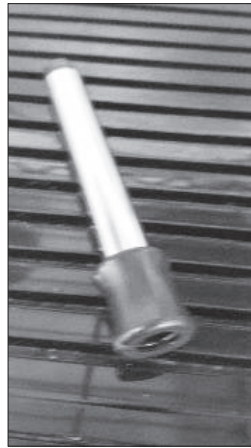


圖19／清洗蒸氣管



圖20／組合完畢

（二）系統清潔程序（咖啡管線及油之清潔）

- 1、確定關機情況下。
- 2、按住「單杯／雙杯」鍵和「開關鈕」鍵5秒（圖21），接水盤紅燈會閃及清洗圖紅燈會亮（圖22）。

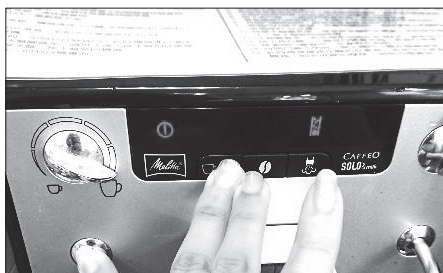


圖21／按住兩鍵5秒



圖22／接水盤紅燈閃、清洗圖紅燈亮

- 3、清空接水盤和豆渣盒，將水盤放回豆渣盒置咖啡出口下。此時一顆豆符號會亮起，清洗圖閃爍（圖23）、（圖24）。
- 4、取下機內沖泡器並將清潔錠放入，再將沖泡器放回咖啡機中（圖25）。
- 5、兩顆豆亮起，清洗圖閃爍，將水加到MAX（圖26）。
- 6、按下蒸氣鍵。三顆豆會亮起（圖27）、（圖28）。中間豆會閃，機器進行清洗。機器清潔5分鐘。
- 7、清洗完畢，接水盤會亮，再次清空接水盤及豆渣盒。
- 8、將空的豆渣盒放入接水盤，並將兩者裝回咖啡機。
- 9、完成綜合清潔程序，咖啡機回到待機畫面。

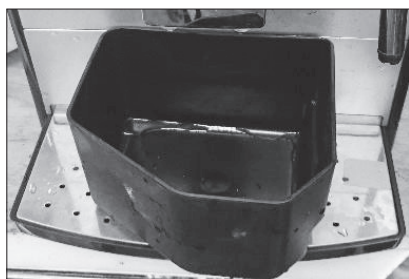


圖23／豆渣盒置咖啡出口下

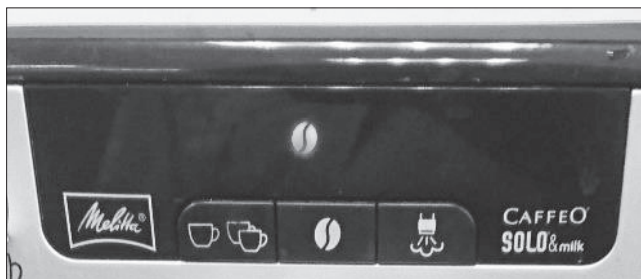


圖24／一顆豆符號會亮、清洗圖紅燈亮



圖25／放清潔錠於沖泡器中

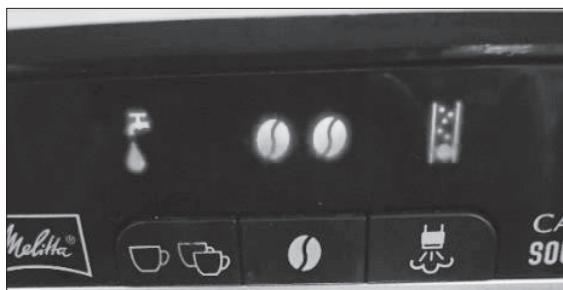


圖26／兩顆豆亮



圖27／按下蒸氣鍵



圖28／三顆豆符號亮

(三) 除垢清潔程序

- 1、確定關機情況下。
- 2、同時按下「蒸氣鍵」和「開關鍵」5秒。除垢圖會閃，接水盤圖會亮（圖29）、（圖30）。
- 3、清空接水盤跟豆渣盒。將空豆渣盒放在出口下，接水盤圖放回機器。加水圖會亮起（圖31）、（圖32）。

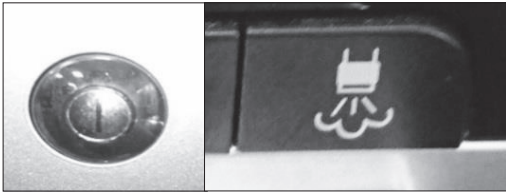


圖29／按下蒸氣鍵及開關鍵



圖30／除垢圖接水盤圖亮

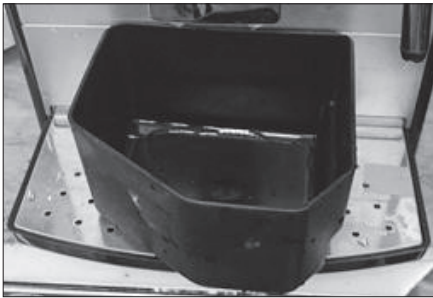


圖31／空豆渣盒放在出口下

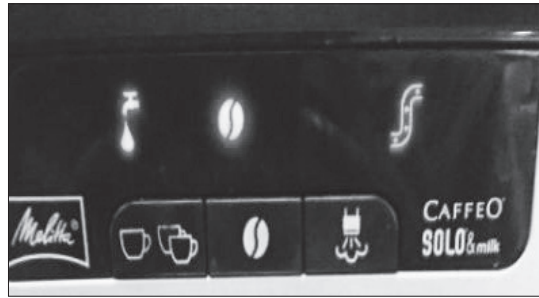


圖32／加水圖符號亮

- 4、將加入125ml除垢液及375ml水，總共500ml，若無除垢液，可使用小蘇打水代替，「小蘇打水可有效去除咖啡垢」（Plus小管家，2016）。加完水按下蒸氣鍵，二顆豆符號亮，除垢圖閃爍（圖33）、（圖34）。
- 5、機器內部進行自動清潔約15分鐘（過程中不會出水）。



圖33／除垢液加水

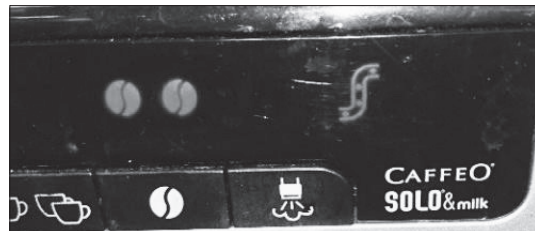


圖34／二顆豆符號亮除垢圖閃爍

- 6、待閥門圖開始閃，將空豆渣盒放置蒸氣出口下（圖35）、（圖36）。
- 7、將閥門打開不要關，水會流出（注意熱水濺出）。開始清洗過程約30分鐘（圖37）。
- 8、清洗完畢後，接水盤的燈會亮，清空水盤及豆渣盒內的水，再一次將空豆渣盒放置蒸氣出口下（此時水箱為空的）。
- 9、水加到MAX後，重新放回原位。按下蒸氣鍵，三顆豆圖會亮，機器進行清潔（圖38）。
- 10、閥門圖閃爍，水再次流出。待閥門圖不閃爍時，關上閥門，接水盤圖會亮（圖39）。
- 11、清空水盤及豆渣盒內的水，並將接水盤跟豆渣盒放回機內。除垢程序完成。回到待機模式。

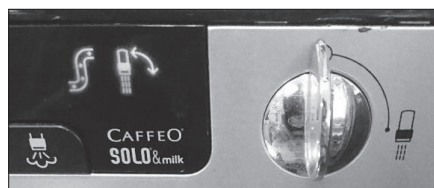


圖35 / 閥門圖開始閃爍

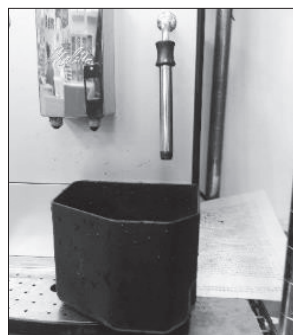


圖36 / 空豆渣盒放置蒸氣出口下

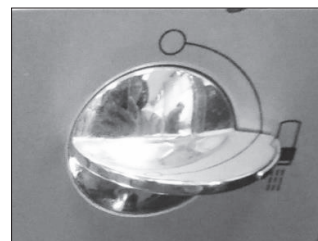


圖37 / 打開閥門



圖38 / 水加到MAX



圖39 / 閥門圖不閃爍接水盤圖亮

參、結論

經過定期的清洗後，咖啡不流經細菌滋生與充斥怪味的地方，喝下乾淨衛生的咖啡能夠提神，同時減少身體額外的負擔，經研究後所獲之結論如下：

一、咖啡的沖泡方式因人而異，注意清潔可保健康

沖泡咖啡的方式有很多種，包括手沖式、濾壓式、虹吸式、全自動式等，其中以手沖式較為簡便、快速、便宜；濾壓式不僅簡便、快速，而且泡起來咖啡的風味明顯，也可以用來泡茶使用；虹吸式的沖泡過程複雜，可完整萃取咖啡的膠質，但需要有經驗的人才能完美沖泡；

全自動式則一切過程皆交由機器直接完成，沒有經驗的人也可以快速完成咖啡沖泡，但價格較為昂貴。因此，選擇哪一種咖啡機來沖泡咖啡，常因人而異。選擇咖啡機雖然有許多考量，但在沖泡時皆應注意沖泡後咖啡機的清潔工作，畢竟色香味俱全的咖啡大家都喜愛，但若因而喝進細菌或殘垢，對身體健康產生危害，就失去喝咖啡的意義了！

二、清潔咖啡機前應先注意周遭環境的整潔

咖啡的清潔程序為兩百杯或每兩個月做一次清潔，在時間不允許的情況下，不可能每天或每週清潔沖泡器與機殼內（非系統）的清潔，所以在系統通知使用者需要清潔時，往往堆積了一定的咖啡殘渣，特別是在打開機殼時會散灑在四周，很簡單的處理方式即是在機器底下鋪上廢紙，能使廢紙在做一次利用，也能預防掉落的咖啡渣。

三、執行咖啡機清洗時宜遵守標準作業程序並避免換手

咖啡機清洗流程的步驟非常明確，例如須執行「清空接水盤，放置空豆渣盒於出口下」，而並未放置「空豆渣盒於出口下」，則咖啡機內的感測器會使咖啡機自動關機，因為執行此動作，當遇到這樣的情況，得要重新做回這一步驟才能繼續執行，所以在清洗時不宜換手，且要記下目前所執行的步驟，以防止操作混亂，以致要重做流程。建議兩清潔流程要一次做完，是方便機器做統計，也是省下另外撥時間的麻煩。

四、使用小蘇達粉可有效清洗殘垢

一般在清潔節油類物時都會使用洗碗精，而咖啡豆在烹煮時會產生油脂，但是清洗的不只是機器外部，更是內部機器系統的清潔，若使用洗碗精，並不知道內部的結構不可能因為洗碗精而造成損壞，還有洗碗精會起泡泡、不易洗淨，無法保證在第二次清洗後沒有洗碗精的殘留，導致喝下的咖啡有怪味，所以使用「可食用小蘇打粉」，而小蘇打粉得在與水混和後能有去汙效果，且小蘇打粉一直都是清潔的好幫手，無毒、便宜、多功用，但是也不能夠放入太多，最好是能完全融與水且無殘留，才能防止阻塞造成清潔的不便。

五、清除水垢可有效延長咖啡機壽命

一點一滴的累積，小小的水垢可能對機器有太大的影響，不像變質的牛奶、咖啡渣一樣，沒有一個標準來評斷是否累積到需要清除的水垢。但是，水垢的累積對機器來說絕不是一件好事，若累積的水垢過多，很有可能造成出水口阻塞、影響熱交換率，囤積的水垢也夾帶著細菌的孳生，還有水垢容易吸附一些損益的微量重金屬，長期下來也會對身體造成健康的影響，機器內有害物的生成並沒有明顯的標準，所以更要給機器定期的清洗才能夠防止生成又累積的可能性。

六、保持用具乾淨可防止孳生的細菌喝下肚

容易孳生細菌的地方，在於積存咖啡渣的機殼內與牛奶接觸的蒸氣出口，因為咖啡機被頻繁的使用，產生的咖啡渣也多，殘留置機內的咖啡渣累積下，吸收水氣、咖啡、油脂，在高

熱的情況下很容易變質，變質的咖啡積存在機器內，沖泡咖啡時，咖啡與水不停的流過，而滋生的細菌就一口一口的進到身體裡，加上時常忽略用的蒸氣出口，咖啡跟牛奶就會在每次使用後一點一滴的累積起來，明顯的有細菌滋生，在拆下時蒸氣管就有撲鼻的牛奶酸味，酸味的成因是油脂和水還有高溫的混和下起變質，喝下肚很有可造成急性食物中毒，飲用這樣咖啡也可能對身體造成慢性的傷害，所以定期清洗咖啡機，能喝的健康、用得更加。

肆、引註資料

- ◎ INNOA Coffe (2018) .Caffeo Solo & Milk. 2018年10月20日，Retrieved October 11, 2018 from <https://innoacoffee.com/en/webshop/caffeo-solo-milk/>。
- ◎ Joe Lin (2012)。(19mesh 十九目直火咖啡)手沖法教學，山田先生完全示範。2018年10月20日，取自 <https://www.youtube.com/watch?v=20S0oM1qNnM>。
- ◎ Lee Silvia (2017)。Silvia 聊芳療～用摩卡壺5分鐘學蒸餾純露。2018年10月20日，取自 <http://www.aromagrace.com/2017/12/Mochapotdiy.html>。
- ◎ myfone 購物。De'Longhi 迪朗奇義式濃縮咖啡機。2018年10月17日，取自 <https://www.myfone.com.tw/mbuy/prod/P0000202084993>。
- ◎ Plus小管家 (2016)。小蘇打+醋的天然清潔妙方。新北市：和平國際。
- ◎ YAHOO!購物中心。象印咖啡機 (EC-TBF40)。2018年10月20日，取自 <https://tw.buy.yahoo.com/gdsale/象印咖啡機-EC-TBF40-2005811.html>。
- ◎ 小若 (2002)。旅行之後，愛上義大利摩卡壺。2018年10月20日取自 <https://stillcarol.tw/2012-12-12-247/>。
- ◎ 沐湛 (2018)。HARIO TCA-3/TCA-5 虹吸壺塞風壺。2018年10月18日，取自 https://www.muzhan-coffee.com/products_detail/90。
- ◎ 舒適生活一點通 (2017)。水的水垢，對人體有無危害？。2018年10月21日，取自 <https://kknews.cc/zh-tw/health/6nr992q.html>。
- ◎ 華人百科 (2018)。油脂酸敗。2018年10月16日，取自 <https://www.itsfun.com.tw/油脂酸敗/wiki-8253416-2060395>。
- ◎ 新鮮創意圖志 (2016)。Ernesto Rosales Ramirez 設計的智能膠囊咖啡機。2018年10月20日，取自 <https://read01.com/BjLNKj.html>。
- ◎ 會生活 (2017)。漲知識，簡單好用的手動咖啡衝煮方法。2018年10月20日，取自 <https://www.zixundingzhi.com/diy/63bf84ee7fb502d0.html>。
- ◎ 廚衛百分百 (2017)。人體有害？不要再冤枉水垢了。2018年10月21日，取自 <https://read01.com/DPR5dK.html>。

特·優

· 沉入

《歡迎來到布達佩斯大飯店》 中的夢幻世界

作者：周貝琪／綜高三年級愛班
高水蓮／綜高三年級愛班

指導老師：徐明志 老師／鄭竹涵 老師

壹、前言

一、研究動機

在校園中受到老師設計和藝術教育教學的薰陶下，對藝術賞析產生了濃厚的興趣，並在偶然間看到了《歡迎來到布達佩斯大飯店》電影的介紹，發現這部電影得到了許多國際大賽的設計及藝術類獎項，不禁想要看看這部關於「美」的電影。

實際看完這部電影後，除了對劇情編排覺得很有特色外，更是對電影中的各個畫面印象深刻，發現這部充滿美的電影，似乎能與平日所學相互呼應，於是決定著手，更詳盡的研究探討。

二、研究目的

我們將探討電影中藝術呈現的方式與場面安排的意義；並使用我們所學過的美的形式原理及色調概念對電影畫面進行分析與討論。

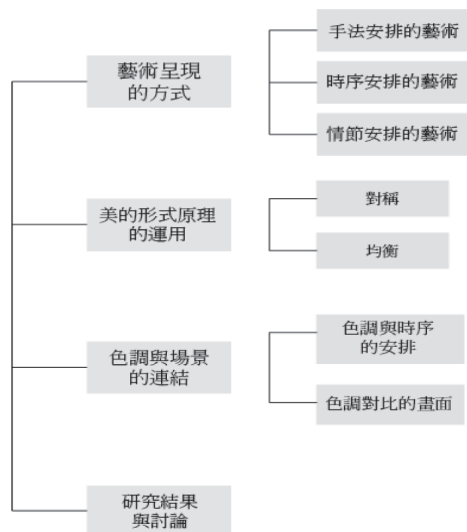
- (一) 分析藝術呈現的方式與意涵。
- (二) 以美的型式原理分析電影中畫面的配置。
- (三) 探討色彩運用的技巧。

三、研究流程

圖1／本研究架構圖

資料來源：本研究繪製

《歡迎來到布達佩斯大飯店》研究



貳、正文

一、劇情簡介

《歡迎來到布達佩斯大飯店》是2014年的喜劇劇情片。劇情描述一位現代的女生走進墓園，獻花給一位作家，在他的墓前讀他的書。在書中作家於1968年來到了歐洲的祖部羅卡共和國，入住日漸冷清的布達佩斯大飯店，在和年邁的男主角Zero的談話中聊到了1932年發生在飯店的一段陳年往事。

1932年，善於社交的古斯塔夫在布達佩斯大飯店內擔任門房總管，他對客人們的喜好了若指掌。一天，和古斯塔夫關係親密的84歲D夫人突然離奇死亡，而在D夫人的遺囑中提到，將一幅極其昂貴的畫《蘋果少年》留給古斯塔夫。這項遺囑引起兒子迪米崔的不滿，認為是古斯塔夫勾引自己母親並謀殺了她以獲得遺產。古斯塔夫在年輕門童Zero的協助下取得《蘋果少年》。古斯塔夫和Zero訂下約定，作為幫助古斯塔夫的酬勞，Zero可以得到《蘋果少年》轉售後所得的一小部分，並讓他成為古斯塔夫的繼承人。但迪米崔陷害古斯塔夫，使他入獄。

獄中的古斯塔夫，在獄友們的幫助下，得到了Zero及Zero的女友阿嘉莎的幫助，一行人逃出了監獄。古斯塔夫在其他飯店總管們幫助下，找到躲在位於山頂上一間修道院的D夫人的僕人瑟吉，他是唯一能夠證明自己清白的人。瑟吉告訴古斯塔夫，D夫人另外立了一份遺囑，而這份遺囑是D夫人被謀殺才能生效。迪米崔為了不讓秘密曝光，派手下的殺手暗殺瑟吉，殺手殺死瑟吉後和古斯塔夫及Zero展開追逐並在山上被古斯塔夫推下懸崖，而古斯塔夫兩人也逃過了警察的追捕。

古斯塔夫和Zero回到布達佩斯大飯店，但飯店已被軍隊佔據為軍營，阿嘉莎潛進取出名畫《蘋果少年》，但被迪米崔發現，並被迫殺，這時，因為誤發的槍響造成了飯店突然的槍戰，在一片混亂之中，阿嘉莎透過Zero的幫助順利逃出。最終古斯塔夫在《蘋果少年》畫框背後找到了藏在裡面的第二份遺囑。古斯塔夫，Zero和迪米崔等人回到了布達佩斯大飯店，在眾人的公開見證下，念出了真正的遺囑，原來D夫人把所有的財產，包括布達佩斯大飯店，全都留給

了古斯塔夫。最後古斯塔夫成了富翁，而Zero接替古斯塔夫的職位成為了飯店總管。阿嘉莎和Zero結為夫妻，但不幸在兩年後阿嘉莎和襁褓中的兒子卻死於流感。而古斯塔夫在一次火車旅行中為了保護Zero而被士兵射殺，Zero遵循當初的約定成為了他的繼承人。

時間回到1968年年，在年老的Zero和作家講述那段故事之後，承認因為對過去的留戀，即使在經濟蕭條的情況下，也不肯賣掉布達佩斯大飯店。作家之後再也沒有去過布達佩斯大飯店。最後，又回到現代，那個女生依然在作家的墓前讀書。

二、《歡迎來到布達佩斯大飯店》電影藝術呈現的方式

（一）手法安排的藝術

《歡迎來到布達佩斯大飯店》是一部用畫面來說「故事」的電影。而電影中每個年代的螢幕的比例都有所不同，能使觀看者更能區別出每個時代的切換。從觀眾眼中的電影，到兩位主角眼中的世界，這種手法猶如「戲中戲」的概念，代表故事層層剝落後的意義之深遠。

我們覺得這部電影比起其他電影，更像小說的篇幅脈絡，電影中作家的口述是小說中的「序」，而後面的劇情也用章節的方式分段敘述，讓整個故事更加戲劇化。從攝影、美術、音樂、服裝到劇情，以及切換各個時段的螢幕比例，導演使用許多不切實際的手法，像是置中對稱、繽紛色彩等等，來表達故事經過多年後的越趨虛假。故事中的世界雖然是虛構的，但從不少地方可以感覺到，其實整部電影都在影射這個真實的世界，比起虛構的奇幻王國，更像是一個曾經存在過，但卻已殞落的國度。

（二）時序安排的藝術

在電影中的時間軸順序為「現代」→「1985年」→「1968年」→「1932年」→「1968年」→「現代」。以「1932年」為主軸，那時候是飯店的全盛時期，是和平且繁榮、熱鬧的，而之後從古斯塔夫被陷害到死亡則看的出來整間飯店、甚至是整個國家都被法西斯主義（共產主義）所慢慢佔據，1968年只剩下年邁的主角Zero和日漸衰落的大飯店，到現代只剩一片墓園。導演用倒敘的方式來襯托出早已不復存在的那個光輝世界。主角Zero在電影中形容古斯塔夫：「老實說，我覺得他的世界早在他步入之前就已經結束了。但我會說，他確實以超凡優雅的姿態維持著那個假象」（維維安的影劇評論工作室，2015），似乎也在感嘆著這個美好世界最終的消逝。時空穿插的手法，讓我們在觀看電影的當下能夠清楚理解各個年代的不同，更感受到導演以這種手法想要烘托出再也無法回到美好時光的感覺。

（三）情節安排的藝術

電影中的主角Zero與「無」的連結，代表了看似繼承了大筆財富，擁有了如夢般的理想，最終卻在時代變遷下遺留下來，成了最孤獨的人。而古斯塔夫則是曾經坐擁一切，但卻在戰爭中成了犧牲羔羊，一切幻化成空，也與主角的名字Zero有所呼應。在影片中，導演不斷強調戰爭的荒誕和無理，從火車上不同時間的兩個場面來看，戰爭前是能夠理性且人性的解決身分問題，但戰爭後被共產主義的威嚴壓迫下，不得不接受或者犧牲。在電影後段時，迪米崔及飯店內的軍官們突然開始的槍戰，也暗喻著戰爭的荒謬。

電影透過幽默的劇情，暗喻戰爭帶來的可怕影響，我們也在研究過程中，接收到每個情節環環相扣後共同傳達的反戰訊息，這些有技巧性的安排，讓我們感受到電影呈現的方式，能夠如此的巧妙。

三、分析電影中美的形式原理的運用

「美的形式原理為美學教育中舉足輕重且根深蒂固的課程」（李怡萱，2018），也是美學的基本，在我們的日常生活中能夠發現許多美的事物都運用了美的形式原理，其中包含反覆、漸變、對稱、對比、均衡、調和、比例、節奏和統一……等原則。而這部電影中大量運用了對稱與均衡，大幅提升了畫面的美感，因此，將以對稱及均衡做以下分析。

（一）對稱

這部電影在畫面的呈現上使用大量的置中對稱，為了表達電影故事中的世界都是過於完美、不切實際的。例如大部分的電影會用更自然的場景和視角，使電影看起來更真實，也讓觀眾更能融入電影當中。在這部電影中，因為要凸顯電影世界中的虛幻，所以導演使用了很多對稱的表現。畫面中間都有一條假想線，將畫面等分成二（如圖2至圖5）。

在觀看電影時，我們感受到對稱的畫面帶給人的刻意感，因為這些對稱手法的使用，更理解電影想表達的夢幻及虛假、不真實。

（二）均衡

電影為連續性畫面，很難完全的做到左右對稱，所以大部分皆為不對稱均衡，雖然畫面中左右的物件是不同的，但視覺上的重量感是平均的。電影中一幕為男主角在臥室吃晚餐，畫面中主角在右邊，一般會覺得右邊的視覺重量比較重，但畫面上左邊安排了名度高的燈、床和桌子，使畫面平衡（如圖6）。而Zero和阿嘉莎在電影院時畫面中中左邊和右邊的人數明顯不同，但右邊的人物在前面比較突出，所以左邊的人物安排在後面而且數量比較多，使畫面平衡（如圖7）。



圖2／飯店外觀

資料來源：NETFLIX

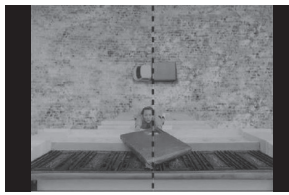


圖3／女主角拯救畫

資料來源：NETFLIX



圖4／飯店內部 資料來源：NETFLIX



圖5／纜車

資料來源：NETFLIX



圖6／男主角在臥室吃晚餐

資料來源：NETFLIX

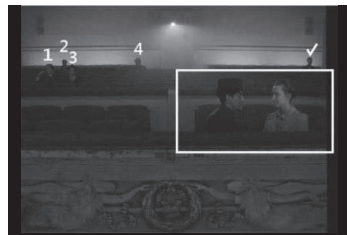


圖7／男女主角在電影院時

資料來源：NETFLIX

均衡能帶給人感覺上的對稱，在看電影時，運用了均衡手法的畫面給我們帶來了不亞於對稱的刻意感，彷彿每個場面都被精心設計過，也完美地傳達出電影世界中的虛幻（如圖8、圖9）。



圖8／飯店大門外 資料來源：NETFLIX



圖9／飯店電梯內 資料來源：NETFLIX

（三）色調與場景的連結

在觀看這部電影時會發現使用了大量繽紛的色彩。而各種色彩代表不同的年代與含意，我們便做了以下討論。（如表1）。

（四）色調與時序的安排

電影中包含了不同年代，也因此建立了好幾個層次，而每個層次所使用的色調都有所不同（如表1），我們也將每個畫面整理如下圖。

表1／色調和時空的連結 資料來源：研究者整理

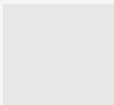

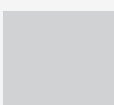

層次	時代代表色彩	場景	含意
第一層 （圖10）	現代 	此時故事中所有的人物都早已塵歸塵，土歸土。在現代有位女讀者走到了作家的墓前，拜讀此書。	高明度低彩度的白色作為背景，畫面中沒有刻意的使用任何一個顏色，用最純粹的拍攝手法，也是第一層所表達呈現的現實感。
第二層 （圖11）	1985 	畫面已經進入到書中，作家敘述之前曾經聽到的一段故事。	低明度低彩度的咖啡色系做為背景，畫面感較沉穩、也較嚴肅，外加咖啡色是後退色，搭配平移的拍攝手法，會有一種被吸進電影裡的感覺。
第三層 （圖12）	1968 	作家年輕時去到布達佩斯大飯店入住，和年邁的男主角談話的時候。	中明度和中彩度的黃色系，可以從電影中看到飯店不再是粉紅色系，也代表著粉紅色系中就是昔日的美好時代。
第四層 （圖13）	1932 	故事主線，此時是飯店最有名的時候，年輕的男主角Zero和古斯塔夫發生了一連串事件	高明度、高彩度的粉色系做使用。製造出夢幻感和虛幻感，很明顯感受到一種不切實際的感覺，也是導演所想表達不復存在的曾經。



圖10／女讀者前往作者墳墓時

資料來源：NETFLIX



圖11／作者敘述所聽聞的故事時

資料來源：NETFLIX



圖12／1968年飯店內部 資料來源：NETFLIX



圖13／飯店外觀 資料來源：NETFLIX

（五）色調對比的畫面

在電影前段出現過的場景，使用的是高彩度高明度的色調，帶給人充滿希望和跟情節中和平的時代相符的正向感如（圖14）。而在電影後段出現了跟前段相似的畫面，但是卻用黑白來呈現，帶給人和平時代已結束，希望不再的感覺如（圖15）。電影中使用了黑白畫面和彩色畫面的對比，強調戰爭能使世界從色彩繽紛的光景轉為黑白，意味著戰爭的可怕與蠻橫。



圖14／男主角們在火車上

資料來源：NETFLIX



圖15／男主角們和女主角在火車上

資料來源：NETFLIX

參、結論

一、配合多樣手法、時序及情節安排，可豐富美學的層次

我們在研究過程中學習到，電影的畫面配置和色彩對於劇情的重要性，畫面中這些刻意的安排讓劇情多了更深刻的涵義。在電影中，透過時序安排和拍攝手法，能夠更加強調劇情進展和凸顯出整個故事的主要脈絡，使電影更加的有層次，讓觀看者更加投入電影中。

相較於其他電影，這部電影帶給我們的不是聲光效果的刺激，而是純粹屬於藝術造成的美，反而令人印象深刻。

二、運用適量美的型式原理，可提高作品的價值

導演使用對稱形式以及均衡形式營造出人類最舒適的視覺感受，也使電影的美學層次更加高深。利用美的形式原理，讓觀眾在看電影時能更深刻地感受到故事的起伏，也作為對於劇情更深一層的解釋。

看電影時，除了劇情外，畫面中的美感是一個很重要的部分，用不同手法能夠表現不一樣的意義。事實上不一定每個細節都會被注意到，但導演還是在每個畫面的角落都作出細心的處理，我們也在研究中學習到，所謂真正的藝術作品是需要仔細思考和設計過，才能發揮作品的價值。

三、依時代與場景不同選用配色層次，可增添藝術的境界

故事中的時間剛好是二戰爆發前到戰爭開始之後，在電影中導演雖然沒有透過人物的對話或是畫面提到，但透過電影畫面的色調能夠明顯感受到戰爭中的世界與之前的不同，透過視覺讓觀眾更加強烈的感受到這部電影想傳達出的反戰訊息。

我們在觀看電影時很快地就發現到色調的轉換和時代的连接，也因為色調的轉換快速的進入故事中的年代，彷彿原本那個夢幻的世界真實存在過，也為後來美好年代的消逝感到難過。利用色調而非其他方式，更能帶給人視覺上的衝擊，也讓人更能跟上電影的腳步。

肆、引註資料

- ◎ 魏斯·安德森（導演）。（2014）。Fox Searchlight Pictures：歡迎來到布達佩斯大飯店〔影片〕。（Fox Searchlight Pictures）
- ◎ 李怡萱（2018）。以五段教學法導入國中視覺藝術教學設計——以「美的形式原理」單元為例。國立臺灣師範大學圖文傳播學系碩士論文，未出版。
- ◎ 希米露的部落格（2015）。《歡迎來到布達佩斯大飯店》The Grand Budapest Hotel故事千層糕裡的悲傷人生。2018年10月15日，取自 <http://blog.udn.com/katydid951/20101293->《歡迎來到布達佩斯大飯店》The Grand Budapest Hotel 故事千層糕裡的悲傷人生。
- ◎ 維維安的影劇評論工作室（2015）。【影評】魏斯安德森電影《歡迎來到布達佩斯大飯店》—最悲傷的喜劇。2018年9月14日，取自<http://vivian8264.pixnet.net/blog/post/417428668->【影評】魏斯安德森電影《歡迎來到布達佩斯大飯店》。
- ◎ NETFLIX（2014）。2018年9月14日，取自www.netflix.com/tw/title/70295915