

投稿類別：工程技術類

篇名：

抗震手推車

作者：

邵竣德。松山工農。機三仁班

蕭名皓。松山工農。機三仁班

指導老師：

胡銘軒老師

蘇瑜賢老師

壹●前言

一.研究動機

生活上有許多地方需要用到手推車，舉凡學校、醫院或工地等等，而我們發現一般的手推車都沒有防震的設計，導致在使用過程中會產生噪音、震動。這個問題讓手推車在凹凸不平的路面，及對於運送不適合震動的藥品、湯品或是在需要安靜的學校、醫院造成很大的困擾。目前市面上雖已有防震輪但價格極高，無法真正泛用。經過討論後我們決定把傳統手推車加以改良，並運用自己的專業，設計一款價格親民又能有效避震的「抗震手推車」。

二.研究目的

本研究發現一般的手推車在使用上，常會因為稍有不平的路面而發出極大震動聲，或容易使運送中的物品傾倒與損壞，甚至造成危險，如(圖一)。且震動可能迫使機件間碰撞，因而減短推車壽命，這都會造成財務上的損失。為了改良以上問題，本研究目的的分述如下。

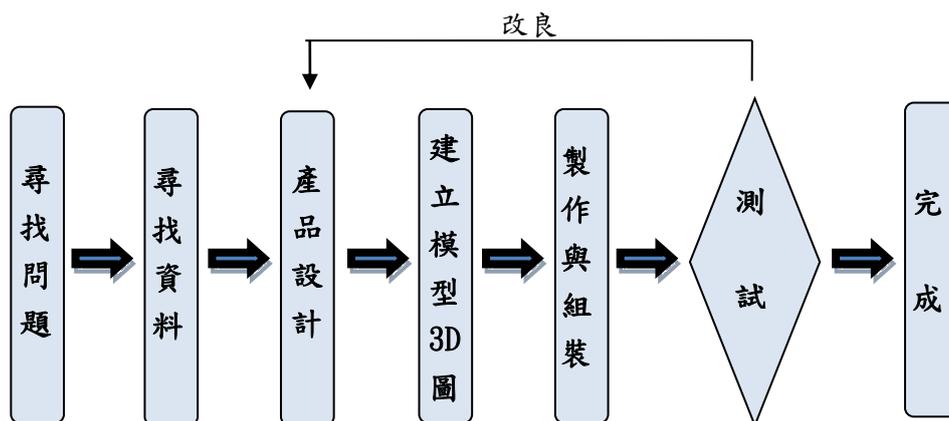
- (一) 設計抗震手推車之避震機構
- (二) 探討抗震手推車之減噪與抗震之成效



(圖一) 震動導致物品傾倒

三.研究流程

在實驗之前，我們先從網路和書本收集相關資料、理論，藉著這些收集來的資訊，構想出一個避震機構，經由不斷的討論和思考後，繪出一個可行的 3D 圖形，接著開始製作和採買零件並組立，最後再做測試、比較及改良，如(圖二)。



(圖二) 流程圖

貳●正文

一、設計架構

(一) 彈簧

「彈簧是一種利用彈性來工作的機械零件。用以控制機件的運動、貯蓄能量、測量力的大小、緩和沖擊或震動等」(中文百科在線，2015)。由此可知，彈簧能用來避震。而彈簧依功能又可分為很多種，其中以能夠承受正壓力的「壓縮彈簧」，如(圖三)，最符合我們的需求。而壓縮彈簧的種類有螺旋壓縮彈簧、圓盤形彈簧、錐形彈簧等，其比較分析如下：

1. 螺旋壓縮彈簧

此彈簧製造時須繞成分開、有間隙的螺旋圈，如(圖三-A)，以便承受壓力。應用於機車、腳踏車的避震，和自動鉛筆等等。但本彈簧在裝配後會增加推車許多高度，故不採用。

2. 圓盤形彈簧

一種用沖壓床製成且具有彈性的薄片金屬，多為堆疊使用，如(圖三-B)。此彈簧用於小空間，且可承受大附載，常用於精密重機械，但因行程短，彈簧的變形量少，所能吸收的震動也較少，固不採用。

3. 錐形彈簧

為鋼線或鋼片捲成的錐狀體，此彈簧之兩端直徑大小不同，如(圖三-C)，在壓縮時大直徑部分先變形，各圈可縮進大圈的平面內，且「彈簧常數」會隨壓縮的量增大，具有節省空間和單位容積上可吸收較大能量的優點。

綜合以上討論，錐形彈簧克服了上述缺點，既能有效吸收震動又能節省空間。固本專題的避震機構選用錐形彈簧。



(A)螺旋壓縮 (B)彈簧盤形彈 (C)簧錐形彈簧

(圖三) 壓縮彈簧比較

(二) 避震輪

本專題所設計的避震輪為直接減震，如(圖四-A)，與市面上的間接減震，如(圖四-B)有些不同，其好處為所受壓力與彈簧的反力在同一點上，不會有分力產生。避震輪的設計是在傳統車輪上，用螺栓加鎖一個焊有錐形彈簧的加大底板，螺栓的螺紋底端需黏一塊橡膠緩衝墊，且其總伸出高度要等於 28mm。目的為防止輔助軸在避震時與輪子造成干涉，如(圖五)。



(A)直接減震

(B)間接減震

(圖四) 避震輪比較

(圖五) 防止干涉示意圖

(三) 固定器

推車底板是木製的，因擔心其強度不足，無法直接與輔助軸結合，而設計一個固定器，如(圖六)。固定器與底板使用沉頭螺栓做接合，輔助軸則以彈簧銷與固定器接合。



(圖六) 輔助軸與固定器和底板的接合

(四) 輔助軸

輔助軸為一個圓柱形固定機件，其主要功能為連結推車底板和避震輪。因推車在實際使用中，除了正壓力之外還會有側向力發生，使輔助軸與加大底板發生碰撞。故較好製作的輔助軸我們選用較軟的材料，以保護底板使之不需時常更換。較鋼製底板軟且常見的材料有銅和鋁，其探討與比較如(表一)：

表(一) 銅與鋁之硬度比較表

材料	處理狀態	抗拉強度(N/mm ²)	勃氏硬度(HB)
銅	軋延退火	210~240	30~40
鋁	鋁鑄件	90~120	23~30

藉由以上探討，得知銅的強度比鋁的強度大，且資料顯示「純鋁由於強度低，不適合鑄造或作為結構材料」(江元壽，2011)。故我們選用既比加大底板軟，又較適合作為結構材料的銅，來製作我們的輔助軸。

二、工具及材料

(一) 工具

本研究之所需的工具，有 CNC 銑床、靈敏鑽床、傳統車床.....等等，如(表二)。

抗震手推車

表(二) 工具表

編號	工具名稱	編號	工具名稱
1	CNC 銑床	10	螺絲模
2	靈敏鑽床	11	鑽頭
3	傳統車床	12	油石
4	倒角刀	13	鋸刀
5	小平銼刀	14	手提砂輪機
6	電子游標卡尺	15	氬焊
7	分離卡	16	鐵釘
8	手提電鑽	17	砂紙
9	聲級計(手機 App)		

(二) 材料

所需的材料，有黃銅棒、中碳鋼扁鐵、錐形壓縮彈簧……等等，如(表三)。

表(三) 零件表

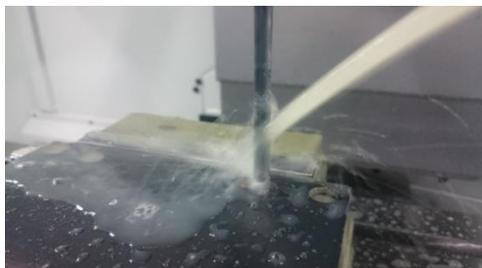
編號	零件名稱	規格	材質	數量
1	輔助軸	ø14x80mm	黃銅	16
2	加大底版	100x5x170mm	中碳鋼	4
3	錐形壓縮彈簧		高碳鋼	4
4	傳統推車車輪			4
5	正極六角螺帽	M10x1.5	304 不鏽鋼	16
6	固定器	108x24x14mm	中碳鋼	4
7	彈簧墊圈	ø10mm	304 不鏽鋼	16
8	螺帽	M10x1.5	304 不鏽鋼	32
9	緩衝墊	5x5x2mm	橡膠	16

三、零件製作

本專題大部分的零件皆為自己製作，如輔助軸、固定器、及推車底板……等等，其製作方法如下。

(一) CNC 銑床定位鑽孔

加大底板最外圍四個孔，為輔助軸之裝配處；而內側的四個孔則要與推車車輪進行結合。為了避免在配合時發生問題，我們採用 CNC 程式定位，定位後在用手動鑽孔，以確保孔的相對位置相同，如(圖七)。



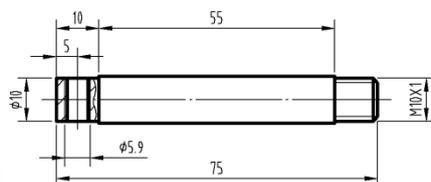
(圖七) 鑽孔使用 CNC 定位

(二) 輔助軸與固定器的垂直度

為了確保輔助軸與固定推車底板的固定器之垂直度，使銅棒與避震輪能順利運動。我們將已加工至所需外型及尺寸的固定器和輔助軸，如(圖八)，搭配磁鐵進行鑽孔，如(圖九)。又因組裝時是在鑽孔處打入彈簧銷，故鑽孔尺寸須略小於彈簧銷($\phi 6\text{mm}$)的尺寸。



固定器



輔助軸設計圖



(圖九) 配合磁鐵進行鑽孔

(圖八) 固定器與輔助軸

(三) 彈簧焊接

先將錐形彈簧之兩端以砂輪機磨削出接觸面，如(圖十)，其磨削量約為 1.5 倍之彈簧圈數，之後再以氬焊將彈簧與加大底板進行接合，如(圖十一)。



(圖十) 彈簧接觸面



(圖十一) 彈簧焊接

(四) 製作推車底板

將回收來的木棧板進行拆解，並用鋸子切割出所需尺寸，再用鐵釘將各木板做接合，並依照設計圖用手提電鑽進行鑽孔，如(圖十二)。



(圖十二) 鑽承窩孔

四、零件組裝

(一) 避震輪組裝

將車輪與底板用螺栓螺帽接合，螺帽與底板間需置入彈簧墊圈，以增加鎖緊力。鎖好後，再將橡膠墊用強力膠黏在螺栓上，如(圖十三)。



(圖十三) 避震輪之裝配

(二) 固定器、輔助軸與推車底板之裝配

輔助軸與固定器需用銅槌將彈簧銷打入，如(圖十四)。固定器與釘好的木製底板則使用螺帽和沉頭螺栓作接合。



(圖十四) 彈簧銷安裝

(三) 避震輪與推車之組裝

將組裝好的避震輪與輔助軸配合，輔助軸的底端需鎖上螺帽，以防止避震螺與底板分離，如(圖十五)，完成圖如(圖十六)。



(圖十五) 避震機構組裝



(圖十六) 組裝完成

五、避震效果之測試

(一) 避震測試

將兩組推車上放置相同物品，走相同路線，並將相機及裝有顏料水之透明塑膠杯置於推車上，對照影片震動及顏料水之波動大小，如(圖十七)。



(圖十七) 避震效果對照

(二) 噪音測試

將在兩組推車上裝置分貝計，並在推車上放置易生噪音之物品，行進不平之路面，在用攝影機拍下其最大之分貝值，其數值如(表四)。

表(四) 避震前後之噪音差異

測試前之環境音:57~60dB

	MIN(最小值)	AVG(平均)	MAX(最大值)
抗震推車	60dB	68dB	74dB
傳統推車	63dB	75dB	83dB

參●結論

一、討論與結果

(一) 輔助軸與避震輪之加大底板無法順利滑動

原先我們的輔助軸與固定器是採用螺紋配合，但因傳統加工機的精度不佳，導致配合後輔助軸歪斜，無法順利滑動。所以後來我們採用銷來解決此問題。

(二) 輔助軸強度不夠

原先我們考量到推車在運作時，輔助軸與加大底板會產生碰撞，而將比較好製作的輔助軸選用較軟的材料。經過測試，推車載重一般重物時，如回收物或裝滿書的紙箱，並無任何問題。但當體重約 80KG 的人站上去，銅棒卻有機會在輔助軸的接合處斷裂。未來還需針對接合方法和材料進行探討，以得到強度更大的避震輪結構。

(三) 減噪效果

藉由實驗數據，我們的抗震手推車確實有著優異的減震效果，其平均分貝只有 68dB，而最大分貝也只有 74dB，遠遠低於平均 75dB 與最大 83dB 的傳統手推車。

(四) 避震效果

經由比較，我們的抗震手推車確實比傳統手推車有著更好的抗震能力，一些重心較高之物品較不易因遇到坑洞而傾倒，且使用時震動所造成的零件碰撞也較少。但因所選之錐形彈簧的彈簧常數較大，使推車需載重重量較大之貨物時才有明顯的避震作用，因此未來將進行數據探討，並從中計算出符合載貨需求之彈簧常數。

二、心得

專題製作是一個將構想繪出和加工出來的一門課，需要應用到高一二所學的 CAD 和機械加工與機械製造之概念。從發想、設計到加工出成品，皆需要經過多次討論與反覆思考，且其最後的結果與最初的構想往往想去甚遠。

把所學從腦袋裡挖出來是基本的，構想出來後還得與組員互相討論並探討其可行性，而從構想到實際製作又有一段落差，尤其是加工的部分，許多看似簡單的加工，其實有很多細節與問題要克服。

為了本次專題，我們組員學會了互相學習和尊重對方的想法；為了提高製作效率，我們組員學會了分工；為了把物體加工出來，我們向指導老師學了很多課本上不會教的加工經驗。本次的專題結果雖有點不如預期，但其間我們所學到的團隊合作，和總總經驗都讓我們覺得很值得。期望在未來我們都能藉由本次做專題的基礎，做出更有水準的報告。

肆●引註資料

註一、中文百科在線。**彈簧**。2015 年 10 月 12 日，取自
<http://www.zwbk.org/MyLemmaShow.aspx?zh=zh-tw&lid=202241>

註二、潘建安、柯雲龍。**機件原理 I**。新北市:台科大圖書

註三、MITCalc。**錐形彈簧**。2015 年 10 月 12 日，取自
<http://www.mitcalc.com/doc/springs/help/zh/springs.htm>

註四、江元壽。**機械材料 II**。新北市:台科大圖書