

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高職組 機械科

第三名

090907

可更換式蹄片離合器

學校名稱：國立新營高級工業職業學校

作者： 職三 蘇柏升 職三 蔡承峻 職三 陳皇旗	指導老師： 鄭景銘 高賦沅
---	-----------------------------

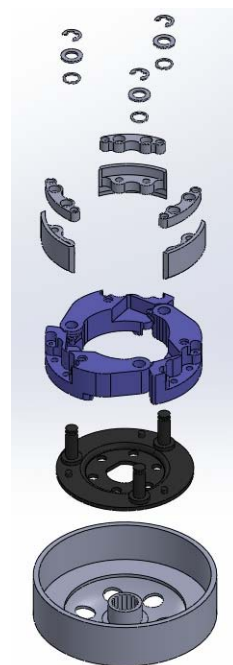
關鍵詞：機車離合器、傳動裝置、輕量化

摘要

本研究在於可更換離合器的摩擦蹄片和減輕離合器重量，運用形狀設計來改變，將離合器分成多部機件與以往的一體成形，兩者差異於一體成形不能只更換一部分需整個離合器更換且其材質為鑄鐵，本研究改良成多部分零件來組裝假使磨損毀壞時，可依其磨損部位進行更換，其材質為鋁金屬質量更輕、轉速增快、可更換部份零件也更加省錢環保。



圖(1)市售之離合器圖



圖(2)改良後之離合器組立爆炸圖

壹、研究動機

一、研究動機

在高二時期上機件原理的課堂，老師在講解過程中帶了一顆離合器來到教室，並向我們講解離合器的構造，經由老師的講解下我們才得知，原來離合器特點及作動和更換的方法。一般市面上更換離合器的方試是將整組離合器下來做更換，但經觀察中發現換下的離合器本體並沒有太大的損傷只有外圍三片蹄片磨耗至無法與碗公蓋作動，如果只更換離合器上的三片磨料是否會比原本價錢更佳的節省，而且離合器是由鑄鐵製成的，所以重量並不輕，在使用上也不是很方便。故我們想在材質做個變換，看看是否達到輕量化的效果，理解了老師的解說後我們決定組一個團隊，並針對現有離合器做更改，並依照隊員所專長的強項分配工作，從最基本的量測及構造更改的設計著手，以設計一組新型的離合器，以符合環保、可更換及輕量化的特性。故依據此目標訂定本組專題製作的研究目的如下：

貳、研究目的

- 1.將現有離合器外圍蹄片部分改成可更換式。
- 2.將現有離合器材料變更達到輕量化的效果。
- 3.以現有離合器作適當修改減少更換的成本。

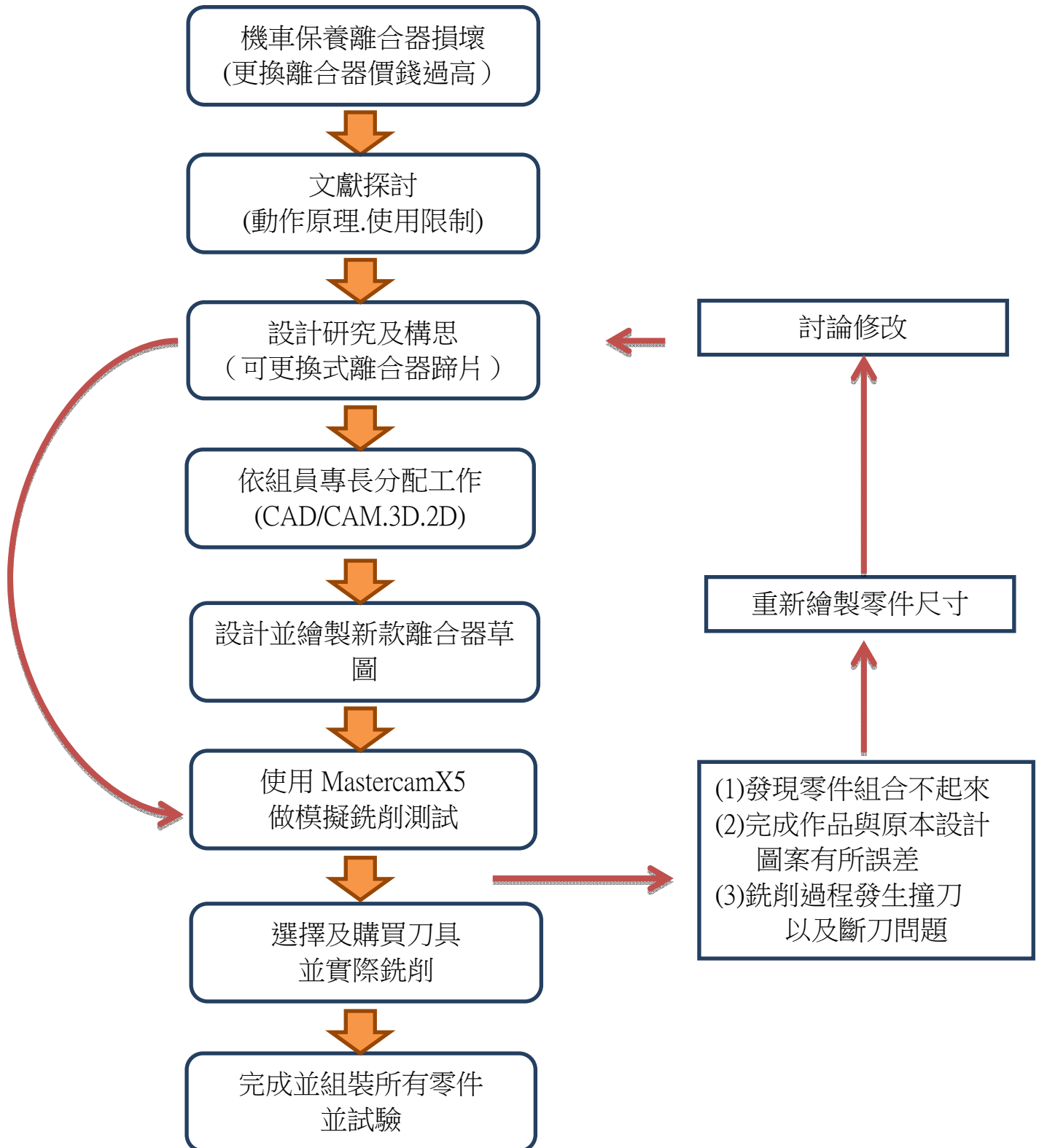
參、研究設備及器材

材料、儀器設備項目表：

加工設備	量測儀器	加工刀具		材料	其他
傳統車床	游標卡尺	鎢鋼球形銑刀	鑽頭	鋁合金 6061	橡膠槌
CNC 銑床	分厘卡	鎢鋼端銑刀	面銑刀		平行墊塊
		倒角刀			細銼刀

肆、研究過程及方法

一、研究流程

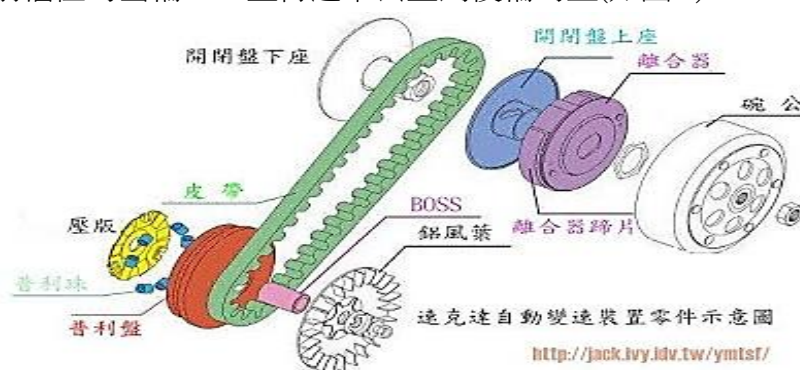


二、文獻探討

(一) 離合器原理及重要性

1. 離合器原理

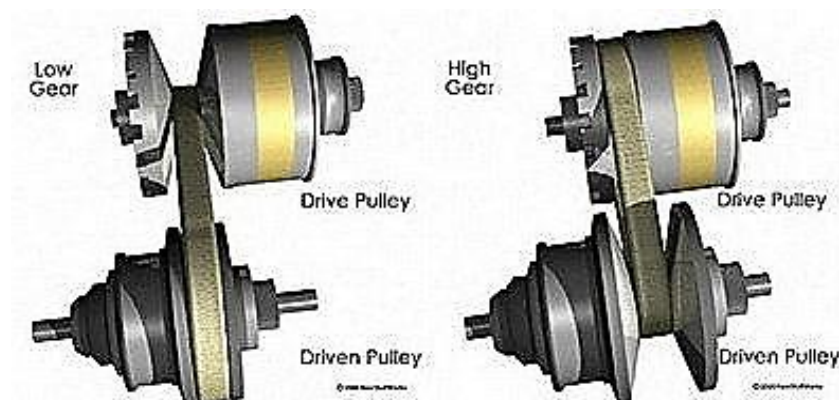
引擎運轉時，氣缸中活塞上下的運動動作經由曲軸轉換為旋轉動作，曲軸的旋轉則帶動離合器旋轉，當離合器摩擦板分離時，旋轉動作就只到離合器就不再傳遞下去，當離合器摩擦板接合時，旋轉動作就繼續傳遞給變速齒輪，再由變速齒輪傳給目前檔位的齒輪，一直傳遞下去直到後輪為止(如圖 3)。



圖(3)速克達自動變速裝置零件示意圖

2. 離合器的重要性

當動力傳導到後方離合器時，因離合器旋轉，也是造成離心力，然後離合器之摩擦片向外甩開(有三組小彈簧部分)，貼於離合器外碗同時帶動碗公旋轉，而碗公與軸心由溝與槽連結固定，所以碗公蓋與軸心同時被帶動，再經最終齒輪組傳動到後輪軸，就能使機車向前行走(如圖 4)。



圖(4)傳動示意圖

3. 離合器的功用及種類:

(1) 離合器功用:

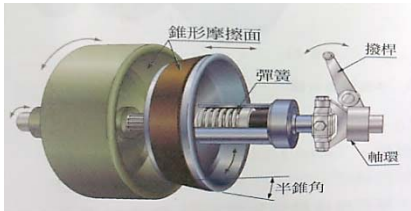
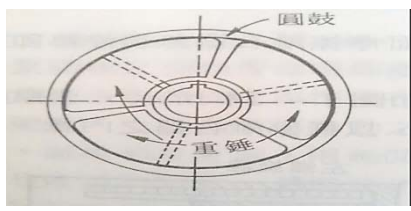
- 1、連接兩軸使其成為暫時性結合。
- 2、當結合時始傳達動力，分離時動力中斷。
- 3、利用其高扭力作用以行煞車。

(2) 離合器的種類:

1、摩擦離合器:

摩擦離合器(friction clutch)係藉兩機件間的摩擦力，而傳遞動力者，它能克服離合器轉動中突然產生的震動，常用的有:如表 1

表 1 摩擦離合器種類

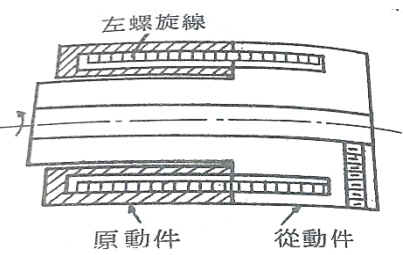
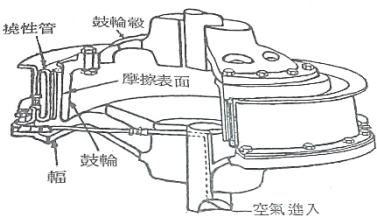
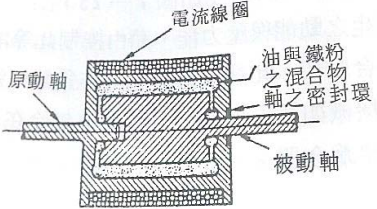
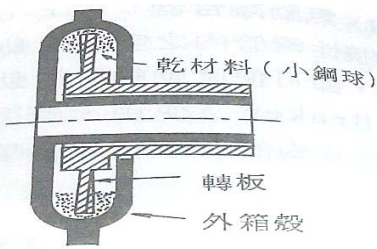
	介紹	圖面
錐形離合器 (cone clutch)	由兩個互相配合的圓錐摩擦面來傳達動力，適用於低速而動力較大的傳動。半錐角 α 以 12.5° 為最佳。	
圓盤離合器 (disk clutch)	為一般常用單盤離合器的構造，因一個圓盤由兩側夾住，所以此時摩擦面數為二。也有將圓盤的數目增多，增加摩擦面的數目，藉以增加傳達的扭力矩，稱為多排離合器。適用於高速而動力較小的傳動。	
離心力離合器 (Centrifugal Force clutch)	其原理是利用數個相對稱的重錘，各以彈簧拉力，拉向軸心並裝在主動軸，使其能有徑向活動力。	

資料出處: 工職機件原理(上), 131 頁

2、其他離合器:

其他種類如利用彈簧、氣壓、磁力及乾流體(鋼珠)所設計而成的離合器而故在市面上又有分幾種不同離合器的種類，如表 2。

表 2 其他離合器種類

	介紹	圖面
彈簧離合器 (Spring clutch)	當原動軸迴轉時，靠著內部之彈簧所受之徑向作用力，已抵緊離合器之內緣，帶動從動軸一起迴轉	
氣動離合器 (Air-operated clutch)	利用考撓性彎管內之空氣流動，所產生之動能與壓力能，藉由控制此等能量大小，即可使原動軸與從動軸做離合動作	
磁粉離合器 (Magnetic powder clutch)	在原動軸之端繞著磁場圈，從動軸端裝著電樞，當電流送入磁場線圈時，即產生磁場強度而作用在磁粉上，促使主動軸與從動軸產生吸力而成一體迴轉	
乾流體離合器 (Dry fluid clutch)	外箱殼為主動件，其內裝有許多小小鋼珠作為乾流體，轉盤為被動件，當主體軸外箱殼迴轉時，小鋼珠因為受離心力之作用，沿徑向流動而夾緊轉盤，帶動從動軸一起迴轉已達成傳達動力之目的	

資料出處: 工職機件原理(上)，131 頁

(二)、離合器與離心力關係:

1.向心力與離心力：

一質點作曲線運動時，一定產生一法線加速度，此法線加速度又稱為向心加速度。由牛頓第二運動定律可知，有質量之質點會產生加速度，必定有一個力作用其上，而產生向心加速度的力及稱為向心力(Centripetal Force)。

離心力是使質點飛離中心的一個假想力，此離心力與向心力的大小相等，且方向相反，但並非向心力之反作用力。

2.水平面上的圓周運動：

一質點以一軟繩綁住，在水平面上作圓周運動時，無論在任何一點，繩之張力恆等於物體之離心力。

設繩之張力為 T ，離心力為 F ，法線加速度為 a_n ，圓周半徑為 r ，切線速度 V ，則：

$$T = F = ma_n = m \frac{V^2}{r}$$

3.鉛直面上的圓周運動：

一質點以一軟繩綁住，在鉛直面上的圓周運動，當質點在水平位置，則。

$$T = F = ma_n = m \frac{V^2}{r}$$

4.向心力與離心力之應用：

汽車行駛於水平彎道，若地面是水平的，此時，汽車過彎時純粹是以摩擦力來抵抗離心力，若摩擦力不足，汽車便會發生側滑的意外，所以，使汽車不致側滑之最大極限，就是摩擦力要等於離心力。

若汽車質量為 m ，摩擦力為 f ，摩擦係數為 u ，離心力為 F ，彎道半徑為 r ，則汽車過彎的速度 V 之大小為：

$$f = F \quad , \quad uW = ma_n \quad , \quad umg = m \frac{V^2}{r} \quad , \quad V = x = \sqrt{ugr}$$

(三)、材料選用與性質應用

1.性質與應用：

材料皆有特殊的機械、化學與物理性質。另外在應用時可以利用各種處理做調整，例如鋼材，鋁材的熱處理，可以提高強度、硬度；鋁合金的陽極處理，可以增加材料的耐蝕性質。而一般為了得到較佳的效益通常機械構造材料要求具有良好的抗拉強度、耐衝擊性、疲勞強度等。

2.切削性影響：

材料切削性的主要原因為材料性質，如成分、硬度、晶粒大小、組織和熱處理等。而切削性常用下列四種作比較：

- (1).不同金屬以相同刀具及相同切削條件切削，在 60 分鐘的刀具壽命時的切削速率做指標。延性太高或太硬之材料、切削性較差；碳鋼以含 0.3% 碳鋼有較佳之切削性。
- (2).以刀具的磨耗率做指標。低磨耗率表示切削性佳，但此法不適合碳化物及陶瓷刀具。
- (3).以動力計量測相同切削條件下之切削力，省力者佳。
- (4).以表面光度(粗糙度)做指標，粗糙度小者佳。

3.金屬材料：

(一)鋼鐵：

鋼鐵材料主要分為碳鋼和合金鋼。鋼鐵已含碳量低於 0.02% 者稱為純鐵又稱熟鐵，含碳量 0.02~2% 者稱為碳鋼，含碳量 2~6.67% 者稱為鑄鐵

(二)銅：

銅的抗蝕性良好，導電性僅次於銀，導電率為銀>銅>金>鋁。

但純銅質軟，機械性質不佳，在工業上多應用其合金如黃銅及青銅。

- (1).為銅與鋅(Zn)的合金，耐蝕性良好，易鑄造及加工成型。

(2).是銅與錫(Sn)的合金，耐蝕性及機械性直皆優異，鑄造性良好。

(三)鋁：

鋁是地球上含量最多的金屬，純鋁質軟、強度低，活性大，易腐蝕，機械尚無太大實用價值。但鋁密度小(只有 2.7g/cm)，加入其他元素成鋁合金，可以大幅提升機械性質，還可以施以熱處理提高強度。經過表面處理，可以提高耐蝕性，並保有質輕的特性，成為極佳的航太材料。而鋁又可以分為下列幾種:如表 3

表 3:鋁合金種類

種類		符號	參考
合金編號	依製造方法區分		特性及使用例
1100	模鍛件	A1100FD	耐蝕性，熱、冷加工性佳。
1200	模鍛件	A1200FD	電子計算機用記憶體磁鼓。
2014	模鍛件	A2014FD	強度高，鍛造性、延展性優。
	手鍛件	A2014FH	航空器、車輛，汽車用零件，一般構造零件等。
2017	模鍛件	A2017FD	強度高。 航空器用零件，水肺用高壓氣瓶，自行車用集線材料等。
2018	模鍛件	A2018FD	鍛造性優，具高溫強度，可使用於要求耐熱性之鍛件。
2218	模鍛件	A2218FD	汽缸頭，活塞，VTR 汽缸等。
2219	模鍛件	A2219FD	高溫強度，耐潛變能力優，銲接性佳。
	手鍛件	A2219FH	火箭等航空器用零件等。
2025	模鍛件	A2025FD	鍛造性佳，強度高。
	手鍛件	A2025FH	螺旋槳，磁鼓等。
2618	模鍛件	A2618FD	高溫強度優。
	手鍛件	A2618FH	活塞，橡膠成形用模具，一般耐熱用零件等。
2N01	模鍛件	A2N01FD	具耐熱性，強度亦高。
	手鍛件	A2N01FH	油壓零件等。
4032	模鍛件	A4032FD	於中溫 (約 200°C) 強度高，熱膨脹係數小，耐磨性佳。活塞用等。
5052	模鍛件	A5052FH	中強度合金，耐蝕性、加工性優。 飛機用零件等。
5056	模鍛件	A5056FD	耐蝕性，切削加工性，陽極處理性佳。 光學機器，通信機器用零件，拉鍊用等。
5083	模鍛件	A5083FD	耐蝕性，銲接性及低溫的機械性質優。
	手鍛件	A5083FH	LNG 用凸緣等。
6151	模鍛件	A6151FD	強度較 6061 佳，延展性，韌性，耐蝕性亦佳，適合複雜形狀的鍛件。
	手鍛件	A6165FH	增壓器之扇葉，汽車車輪用等。
6061	模鍛件	A6061FD	延展性，韌性，耐蝕性佳。
	手鍛件	A6061FH	物理化學用迴轉翼，汽車車輪，接收槽用等。
7050	模鍛件	A7050FD	延展性，韌性，耐應力腐蝕龜裂性優。尤其用於厚件強度優。
	手鍛件	A7050FH	航空器，高速旋轉構件用零件等。
7075	模鍛件	A7075FD	為鍛造合金中具最高強度。
	手鍛件	A7075FH	航空器用零件，船舶用零件，汽車用零件等。
7N01	模鍛件	A1100FD	強度高，耐蝕性佳的銲接構造用合金。
	手鍛件	A7N01FH	航空器用零件等。

4.導熱度：

導熱度是以邊長為 1 公分的立方體上相對兩面溫差 1℃時，每秒鐘由高溫面傳導至低溫面的熱量多寡稱為導熱度。導熱度的高低一般可依下列判別：

- (1)金屬的純度愈高導熱度愈好，所以一般合金的導熱度相對較差。
- (2)溫度愈高時，導熱度愈差。
- (3)經壓縮變形加工如鍛造或軋延時，其導熱度將較鑄造後未加工之材料高。
- (4)含有不純物時導熱度將降低。
- (5)導熱度小的材料，加熱過程中溫度分布較不均勻，冷卻時內外溫差大，容易產生變形或龜裂。
- (6)一般導電度愈好之材料，其導熱度亦較佳。

5.熱膨脹係數：

材料每加熱升溫 1℃時，其沿長度方向長度的增加率稱之為線膨脹係數。所謂增加率係指長度增加量與原長度之比值。若就體積方面考量，則體積增加率為體積的增加量與原體積之比值稱為體積膨脹係數。

6.物理性質：表 4

表 4 各類比較表

符號	硬度試驗	拉伸試驗				
	勃氏硬度	熱處理時最大厚度 mm	抗拉強度 N/mm ²	降伏強度 N/mm ²	伸長率%	
					供試體	實體
A4032FD	115 以上	100 以下	365 以上	295 以上	5 以上	3 以上
A5056FD	50 以上	100 以下	245 以上	120 以上	18 以上	15 以上
A6061FD	80 以上	100 以下	265 以上	245 以上	10 以上	7 以上
A7075FD	125 以上	25 以下	520 以上	440 以上	10 以上	7 以上
		超過 25 75 以下	510 以上	430 以上	10 以上	7 以上

		超過 75 100 以下	500 以上	430 以上	10 以上	7 以上
--	--	-----------------	-----------	--------	-------	------

資料出處:機械材料 II P168

7.由上述資料得知：

經過我們討論結果後，我們首先考慮到鋁，是因為鋁質輕而堅，富延展性，而鋁的機械性質隨著純度及加工程度的不同而改變。所以我們最後考慮使用了 6061 鋁合金，是因為:

(1)6061 鋁合金的主要合金，是經熱處理預拉伸工藝生產的高品質鋁合金產品，其強度雖不能與 2XXX 系或 7XXX 系相比，但其鎂、矽合金特性多，具有加工性能極佳，優良的焊接特點及電鍍性，良好得抗腐蝕性，韌性高及加工後不易變形，材料致密無缺陷及易於拋光，上色膜容易，氧化效果極佳等優點。總體而言是具有良好的機械性質，是最常被用的鋁合金。

(2)元素成分：

6061 的合金元素:如表 5

表 5:各元素比較

元素	最低含量	最高含量	備註
矽	0.4%	0.8%	重量比
鐵	無	0.7%	重量比
銅	0.15%	0.4%	重量比
錳	無	0.15%	重量比
鎂	0.8%	1.2%	重量比
鉻	0.04%	0.35%	重量比
鋅	無	0.25%	重量比
鈦	無	0.15%	重量比

資料出處:維基百科

- 其他元素不得超過 0.15%，每種最高 0.05%
- 其餘為鋁

(3)機械性質：

表 6 拉伸試驗表

合金編號 和調質度	厚度 mm	拉 伸 試 驗		伸長率%以上 GL=50.8mm
		抗拉強度 以上	降伏強度 以上	
6061- T6&t62	4.78-12.67	29.53	24.61	4
	12.68-25.4	29.53	24.61	6
	25.41-50.8	29.53	24.61	8
	50.81-76.2	29.53	24.61	10

資料出處:德冠鋁業

三、研究方向及方法

(一)、研究方向

透過改良離合器本身結構以及輕量化達到材料再利用和節省材料的功能，將離合器邊緣的蹄片改良為嵌入式，當蹄片因使用一段時間後表面已成光滑面無法咬緊離合器外碗時如圖(6)，可以只拆換蹄片更換，無須換下整顆離合器，達到環保以及節省材料的作用。



圖(6)示意圖紅色處 離合器蹄片磨損部分

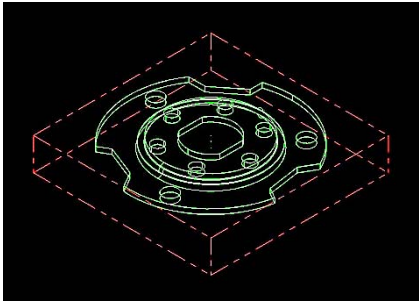
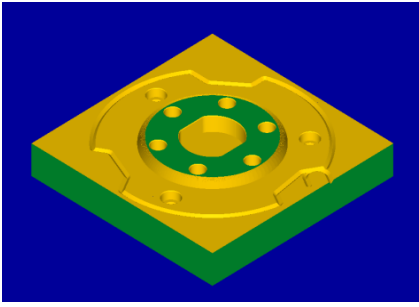
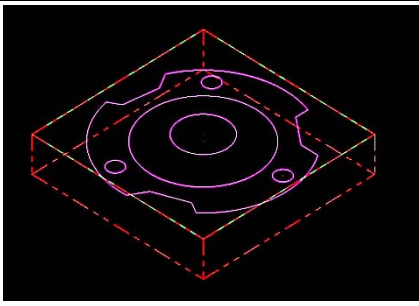
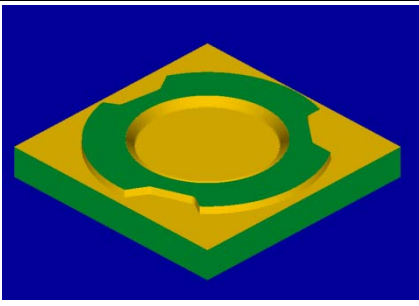
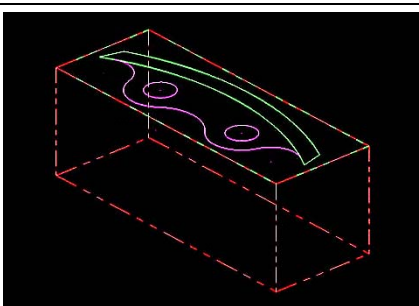
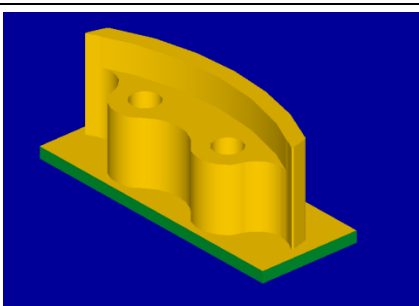
(二)、研究方法

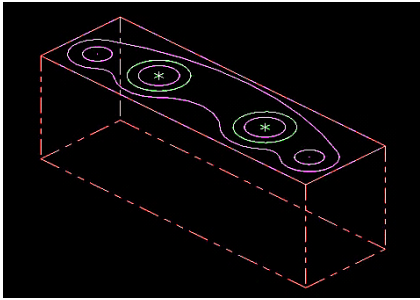
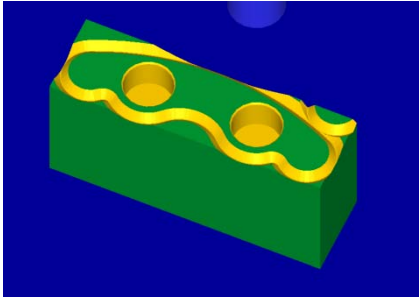
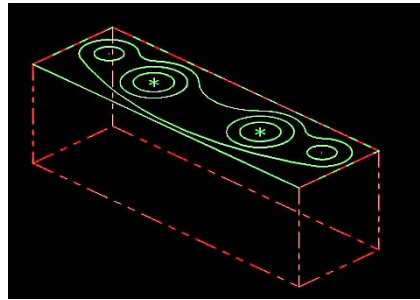
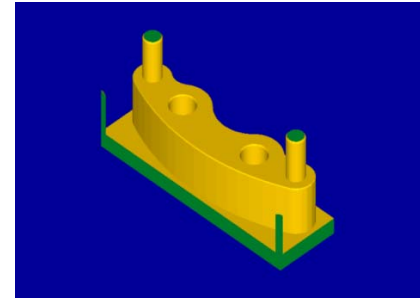
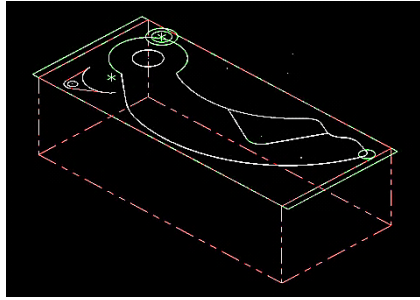
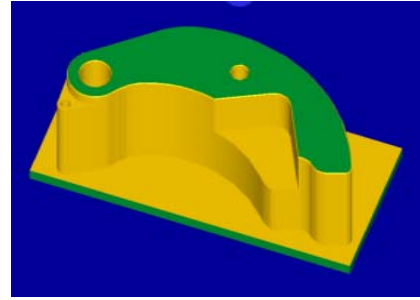
利用現有的離合器量測尺寸，參考機件原理課本內的離合器種類結合並做改

良，之後依照團隊成員的專長分配工作，再來使用 SolidWorks2010 3D 繪圖軟體，繪畫出形狀並加以修改，再將圖繪畫在我們所學到 Mastercam X5 繪圖軟體，將刀具路徑設定完成並進行模擬切削，把部分零件、尺寸稍作改良後，將模擬切削中的刀具買齊，並實際切削出該零件，最後將所完成的零件組裝成我們所設計出的離合器。

(三)、繪製草圖及模擬銑削：如表 7

表 7：繪製草圖及模擬銑削步驟

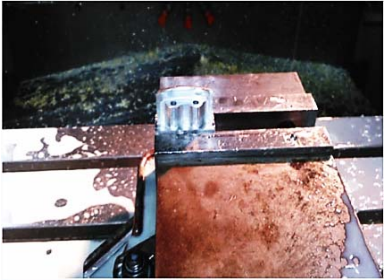
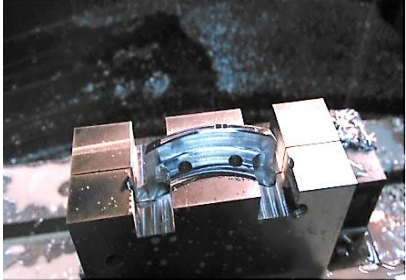
	
用 Mastercam 繪製出離合外側形狀	模擬外側離合器輪廓銑削過程
	
用 Mastercam 繪製出離合內側形狀	模擬內側離合器銑削過程
	
用 Mastercam 繪製出離合器煞車皮形狀	模擬離合器煞車皮銑削過程

	
用 Mastercam 繪製出離合器煞車皮蓋正面形狀	模擬離合器煞車皮蓋正面銑削過程
	
用 Mastercam 繪製出離合器煞車皮蓋背面形狀	模擬離合器煞車皮蓋背面銑削過程
	
用 Mastercam 繪製出離合器本體形狀	模擬離合器本體銑削過程

(四)、實際加工：如表 9

表 9：實際加工圖片

	
我們用 104x49x25 鋁材，使用鋁鋼刀、導角刀、游標卡尺、分厘卡等	夾持工件、校刀尋邊，利用 Mastercam 轉出程式送至 CNC 機台，執行程式銑削。

	
製作夾具，配合後與虎鉗夾緊，將餘料銑削完畢，量測尺寸並精修。	外圍蹄片 完成品
	
夾持工件、校刀尋邊，利用 Mastercam 轉出程式送至 CNC 機台 執行程式銑削	製作離合器內側，鑽削出上面的三個孔
	
翻面並夾持，鑽削出剩餘的六孔，精修尺寸並量測。	離合器外殼 完成品

伍、研究結果

一、結果與分析:

本研究透過舊型離合器與新型離合器作分析，在材質上所需的抗拉強度，選用的材質是鋁，鋁具有重量輕使轉速變快、強度小、富延展性，上述之優點，如果用於新型離合器選材上是不錯的，在比較鑄鐵和鋁的磨擦係數，我們整理出以下表格:如表 10、表 11

表 10:摩擦係數比較

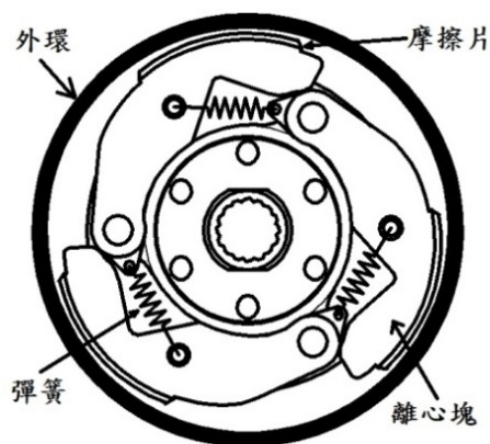
蹄片/材質	靜摩擦係數	動摩擦係數
鑄鐵	1.1	0.15
鋁	1.05~1.35	1.4

表 11:強度比較

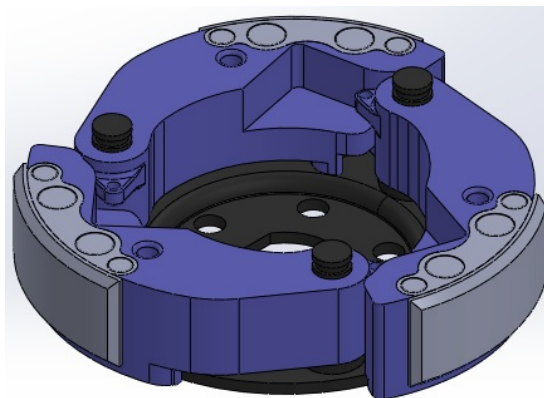
材質	抗拉強度 N/mm^2	硬度 HB
鑄鐵	100	201 以下
鋁	125	95

資料出處: 機械材料 II，85 頁

先其製作出離合器的外型，在多鑽削兩孔，在銑削出蹄片外型配合後再以螺絲鎖緊，去改良舊型離合器如圖(6)，更換時需要更換整顆離合器，在老師指導下已成功新型離合器的製作如圖(7)，因為離合器在磨耗只有外部的三片蹄片，但是更換時卻需要整顆都做更換，現在跟老師一起研發的新款離合器只需要更換蹄片部分保留本體，與舊型離合器有相同的運作，並兼具環保、快速更換的益處。

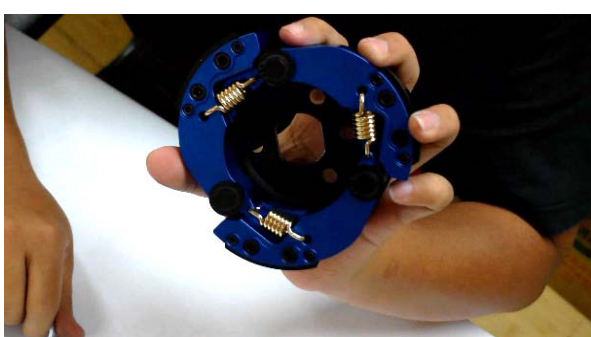


圖(7)舊型離心式離合器構造



圖(8)改良後之離合器組立圖

二、成品組裝:圖(9) ~ 圖(12)

	該離合器蹄片共有 3 個蹄片沒有先後順序，任意拿起一個蹄片放進離合器連接槽並對準離合器上的螺絲孔。
圖(9)第一步驟	
	蹄片的孔須對齊離合器的螺絲孔。
圖(10)第二步驟	
	然後把螺絲放進離合器上的孔並對準離合器連接槽裡的蹄片孔然後鎖起來。
圖(11)第三步驟	
	組裝完成，其餘兩塊蹄片照前面 3 步驟繼續鎖完，蹄片更換式離合器就完成了
圖(12)第四步驟	

陸、討論

在這次設計過程中，繪製改良離合器對我們而言是一項全新的挑戰，形狀上的構想我們跟老師討論出將以往使用一體成形做出來的離合器所磨損蹄片的域位置做成一部份和無摩擦只受力旋轉的圓盤成一部份，分成部分時的組裝結合時，鑽孔位置變得十分重要，從力學課程裡得知鑽孔位置影響受力時面積平均受力的大小。

1.加工討論：

- (1)銑削時夾具的夾持力切削阻力大於夾持力時夾具上的工件無法受力因而翹曲，所以我們把進給率降 10%再次進行加工還是發生了翹曲，所以我們再降 10%，使切削力下降到可以小於切削阻力時就可以做為參數了
- (2)銑削深度大於銑刀切刃長度造成工件表面摩擦如圖(13)對此我們詢問老師解決方法，老師給我們建議是可使刀柄的部分使用砂輪機來磨削刀柄使其小於原本尺寸，但也不可全部磨削這會造刀具強度減弱磨削的長度範圍是用切削深度減掉刀刃長度如圖(14)。
- (3)使用現有高速鋼銑刀銑削鋁合金時銑刀磨耗問題如圖(15)我們銑削完一部分時，發現銑削鋁料時，因高速鋼對於鋁的親和力很高造成切屑黏在刀口，使得刀具無法散熱因而造成刀具軟化切削力下降，所以在選刀上我們改用鋁用鎢鋼銑刀如圖(16)。



圖(13)未磨過銑刀



圖(14) 磨過後銑刀



圖(15)高速鋼(HSS)刀頭部有點磨損



圖(16)鋁用球刀銑削鋁料無磨損

2.成果討論：

(一)市面上與改良的差異：

市面上的離合器如果蹄片消耗到一定程度時，因為已無摩擦力效果，通常都需換掉整個離合器，如此零件成本太高。所以本在於將離合器蹄片可以做局部換，當蹄片已經摩擦消耗完時，只要更換蹄片即可。



圖(17)改良後離合器圖



圖(18)未改良前離合器圖

(二)成本的改變帶來的影響

如果是常外出騎車兜風、上學代步或者上班代步的人就會面臨到離合器的蹄片磨損導致機車行駛時傳動系統發出撞擊的聲音，到機車行進行更換時，老闆整組拿下更換上就需六、七百元消費視廠商品牌有時也會達到一千元，但是如果換上改良後的離合器只需要把離合器的蹄片外蓋拿下來拆掉蹄片進行更換新蹄片，一片價格大約在三十元上下視製造廠商，而本身的離合器不需更換，而改良

款的離合器夾個大約在一千二百元上下，在未來如果製造方法還可以改進，價格就可以有調降的空間。

(三)環保再利用及地球永續發展

改良機車離合器本體可以重複使用，以達到減少材料浪費，離合器本體可以再次利用。如此，可以節省材料的浪費和製造成本，無論是廠商或者消費者都可以省下許多金錢和時間。而換下來的蹄片可以再回收重新上磨料及整修後再次用。由於近年來強調環保意識，地球的資源取之有限。



圖(19)因為蹄片磨耗完全而須整組更換的離合器

柒、結論

現今世界上有很多汽機、車的使用者，而大學生、上班族普遍率更占大多數，在每年更換離合器上須花費一筆額外開銷。而市面上的離合器如果蹄片消耗到一定程度時，因為已無摩擦力效果，通常都需換掉整個離合器，如此零件成本太高。在經過我們的多次討論與詢問，我們將市面上的離合器進行多次的改良後並能總結出下列結果：

- 1.完成離合器外圍蹄片部分改成可更換型式。
- 2.完成離合器材料變更達到輕量化的效果。
- 3.減少現有離合器作適當修改減少更換的成本。

捌、參考文獻

- 林清降、陳明和(1987)，工職機件原理(上)，131 頁
- 林清降、陳明和(1987)，工職機件原理(下)，55 頁
- 李繁華(2011)，機件原理(上)，116~117 頁，圖 7-17(a)(b)(c)，台北市，龍騰
- 葉倫祝(2010)，機件原理 I，131~132 頁，台北市，全華
- 李平雄(2011)，機件原理 I，173~175 頁，圖 6-58，台北市，華興
- 楊仁聖(2011)，機件原理 I，165 頁，圖 6-46，台北市，科友
- 邱瑞敏(2009)，機件原理 I，6-34 頁，台北市，台科大
- 朱國勳(2012)，機件原理 I，134~136 頁，台北市，新文京
- 柯雲龍、潘建安(2013)，機件原理 I，6-31~6-32 頁，圖 6-49、圖 6-50，台北市，台科大
- 機械月刊，明椿電氣機械股份有限公司，2011
- 楊玉清(2011)，機械材料 II，85，166，168 頁，台北市，全華

【評語】 090907

本創作係將傳統離合器裝置分成多部機件，將材質更改為鋁合金，可有效減輕離合器重量。新型離合器磨耗時，只需更換摩擦蹄片，相較一體成型的傳統離合器更加省錢環保。本研究完整分析各種離合器結構，並實際開發出供展示與測試的離合器實體，展現學生設計與機械製作的能力。完成的作品精緻美觀，具有實際應用的潛力；惟本案採用之鋁合金材質成本較高，且鋁合金強度較低，值得進一步研究改良。