

# 臺灣二〇〇六年國際科學展覽會

科 別：工程學

作 品 名 稱：單汽缸二行程高轉速引擎扭力延伸

學校 / 作者：高雄市立高雄高級工業職業學校 蔡詠淞  
                  高雄市立高雄高級工業職業學校 張育生

# 目 錄

壹.	作者簡介及照片	P.2
貳.	摘要	P.4
參.	研究動機	P.5
肆.	研究目的	P.6
伍.	研究設備與器材	P.7
陸.	研究過程及方法	P.9
柒.	測試	P.15
捌.	研究結果	P.21
玖.	討論	P.23
壹拾.	結論	P.24
壹拾壹.	參考資料及其他	P.25

## 壹、作者簡介及照片

### 一、第一作者：蔡詠淞



我是蔡詠淞，對於動力機械與機電整合有著濃厚的興趣，在國一的時候接觸了引擎遙控車，引擎的動力感深深吸引著我，開始深入的研究及摸索，上了高職在機械專業領域裡學習許多知識與技術，高二開始製作科展，將我的興趣在這個領域裡盡情發揮，在辛苦努力下，獲得校內第二名爭取到參與高雄市科展的資格，在高雄市科展獲得第一名與最佳創意獎，也在全國科展獲得第二名的殊榮。

## 二、第二作者：張育生



我是張育生，對於機械加工及機械設備有相當大的興趣，在國中時常常看父親在做機械相關的東西，所以我對機械方面有濃厚的興趣，上了高職在機械專業領域裡學習到蠻多的技術，在高二時參加學校的選手比賽，獲得第三名成績，在暑假期間參加學校的選手訓練並且代表學校去參加全國技藝競賽綜合機械類，雖然沒有能為學校拿得榮譽，但這次比賽也讓我學到許多的機械知識。

## 貳、摘要

### 英文摘要(Abstract)

The paper is to research the method how to prevent the torque down under the higher rotation of the single cylinder with two stroke's engine and increasing the engine's torque oppositely. By the process of adjusting (1) changing the weight and the position of the balance block (2) adjusting the exhausting time of the outlet valve(3)to decrease the weight and structure of the crank itself adequately. it is find that the engine's torque was increased at the situation of higher rotational engine.

After the adjusting of the process we have the following result : (1) at the higher revolution zone of the engine. the torque can be maintained and increased (2) the higher revolute efficiently value can be obtained by the correct adjusting of the exhaust time of the outlet valve without increasing the fuel.

### 中文摘要

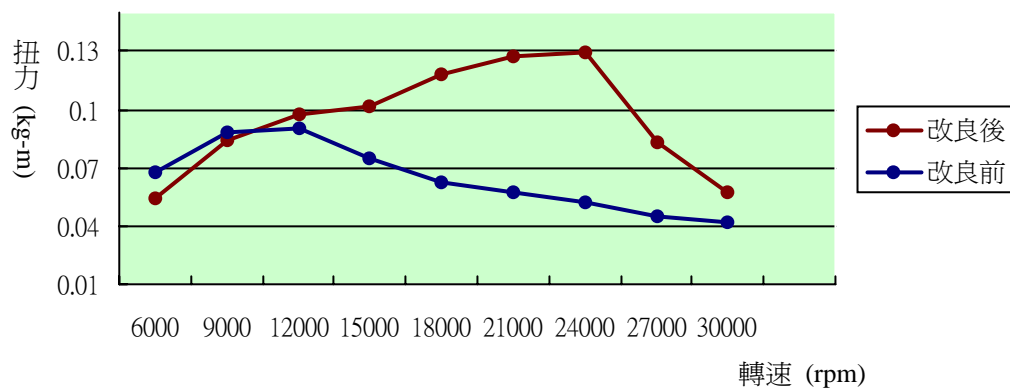
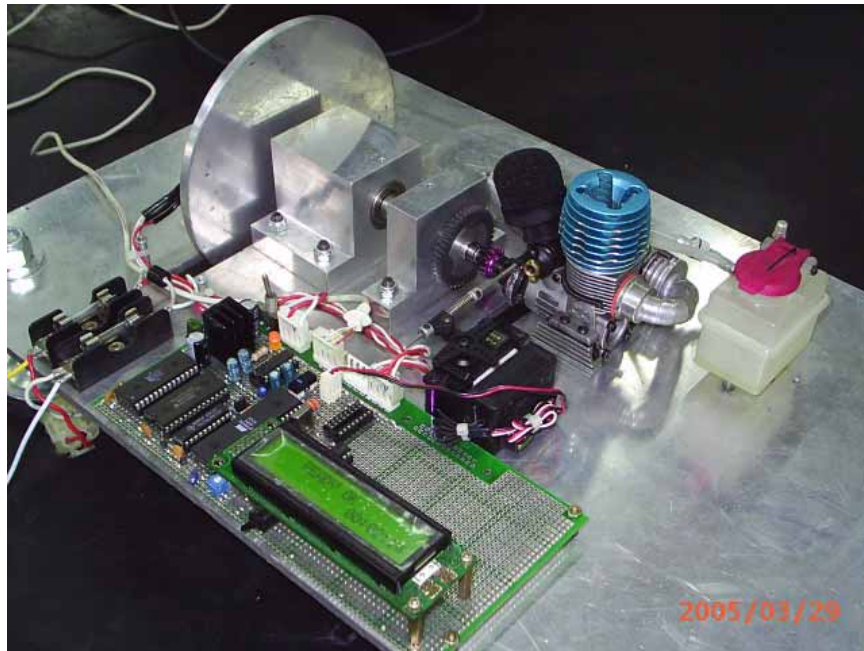
本研究主要是探討單汽缸二行程高轉速引擎在高轉速時扭力能延遲下降，使扭力增加。我們是利用二行程引擎高效率的結構和現有空間來提升引擎效能。經(1)改變曲軸配重塊之重量及位子移動 (2)調整引擎排氣時間 (3)適度減輕曲軸重量及結構等三項，改良後證明，確定能使扭力提升，和延伸到較高的轉速區。

經過調整程序，可獲下列重要結果：(1)在引擎高轉速時，可增加較大的扭力值 (2)藉由適當的排氣時間調整，在不增加燃油供給條件下，可獲得較高的迴轉效率。

## 參、研究動機

在研究引擎遙控車的過程中發現到，二行程引擎在負載時還有著 3~4 萬的轉速，雖然有著如此高的轉速可以用來做速度的延伸，相對的其轉速越高扭力曲線也會逐漸開始下降，一般引擎扭力巔峰值都趨近於 15000~25000 轉，超過此轉速後扭力就開始逐漸下降，爲了善加利用高轉速引擎的特性，我們要研究創新的方法來延伸高轉速時的扭力，藉此提升引擎的效能。

## 肆、研究目的



- 一. 研究創新的扭力提升技術，來提升二行程高轉速引擎扭力延伸。
- 二. 找出最佳的曲軸配重物偏重心的位置及引擎排氣時間設定，使高轉速扭力值提升及延伸至較高的轉速區域。
- 三. 了解配重塊置入曲軸後，對於扭力曲線的影響。
- 四. 在不增加燃油供給量的情況下，如何提升引擎的效能。

## 伍、研究設備及器材

- 一、 教學型 CNC 銑床 1 台。
- 二、 教學型 CNC 車床 1 台。
- 三、 傳統車床 3 台。
- 四、 鑽床 1 台。
- 五、 手砂輪機 1 台。
- 六、 手提電鑽 1 台。
- 七、 氣動筆型雕刻器 1 台。
- 八、 虎鉗 3 台。
- 九、 銼刀 10 支。
- 十、 內六角板手一組。
- 十一、 梅花板手一組。
- 十二、 螺絲攻 2 組。
- 十三、 六角螺絲 15 支。
- 十四、 2.1cc 引擎 1 顆。
- 十五、 曲軸 6 支。
- 十六、 鎢鋼鑽頭 2/3/4mm 各 2 支。
- 十七、 精/粗車刀各 2 把。
- 十八、 車牙刀 2 把。
- 十九、 16mm 端銑刀 2 把。

二十、12mm 絞刀 2 把。

二十一、面銑刀 2 把。

二十二、6061 鋁合金塊,2 塊

二十三、鋁板一片。

二十四、電腦 2 台。

二十五、影像編輯軟體: Photo Impact 7

二十六、3D 繪圖軟體: Solid Work 2003

二十七、文書編輯軟體: Microsoft Word 2000

## 陸、研究過程及方法

### 一、收集資料：

當我們開始工作前，我們就請教老師有關高轉速引擎扭力延伸的問題，老師提供了很多資料，我們又在網路上找到一些引擎的資料。因此把老師的資料和我們所找到的資料結合在一起，開始我們的研究之旅，剛好機械力學教到旋轉慣量也可以馬上應用所學，對我們往後做研究修改有很大的幫助。

### 二、改良部位：

(一) 曲軸配重部分上置入配重塊。(圖 1)

(二) 將曲軸之軸身實心部分掏空。(圖 2)

(三) 改變曲軸偏重心的角度。(圖 3)

(四) 調整汽缸，改變排氣時間。(圖 4)



(圖 1)



(圖 2)



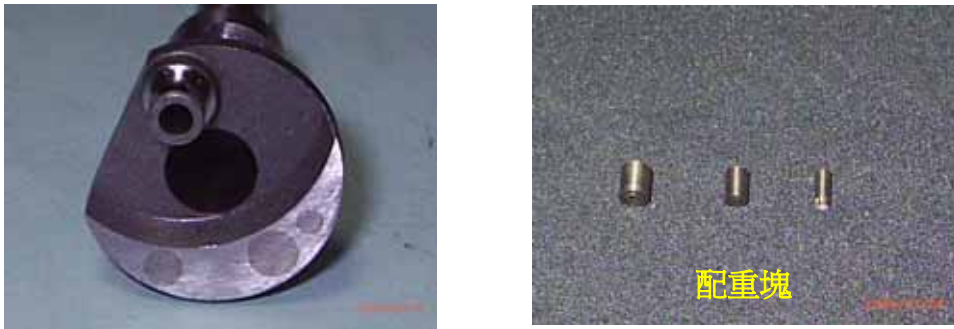
(圖 3)



(圖 4)

### 三·改良方法：

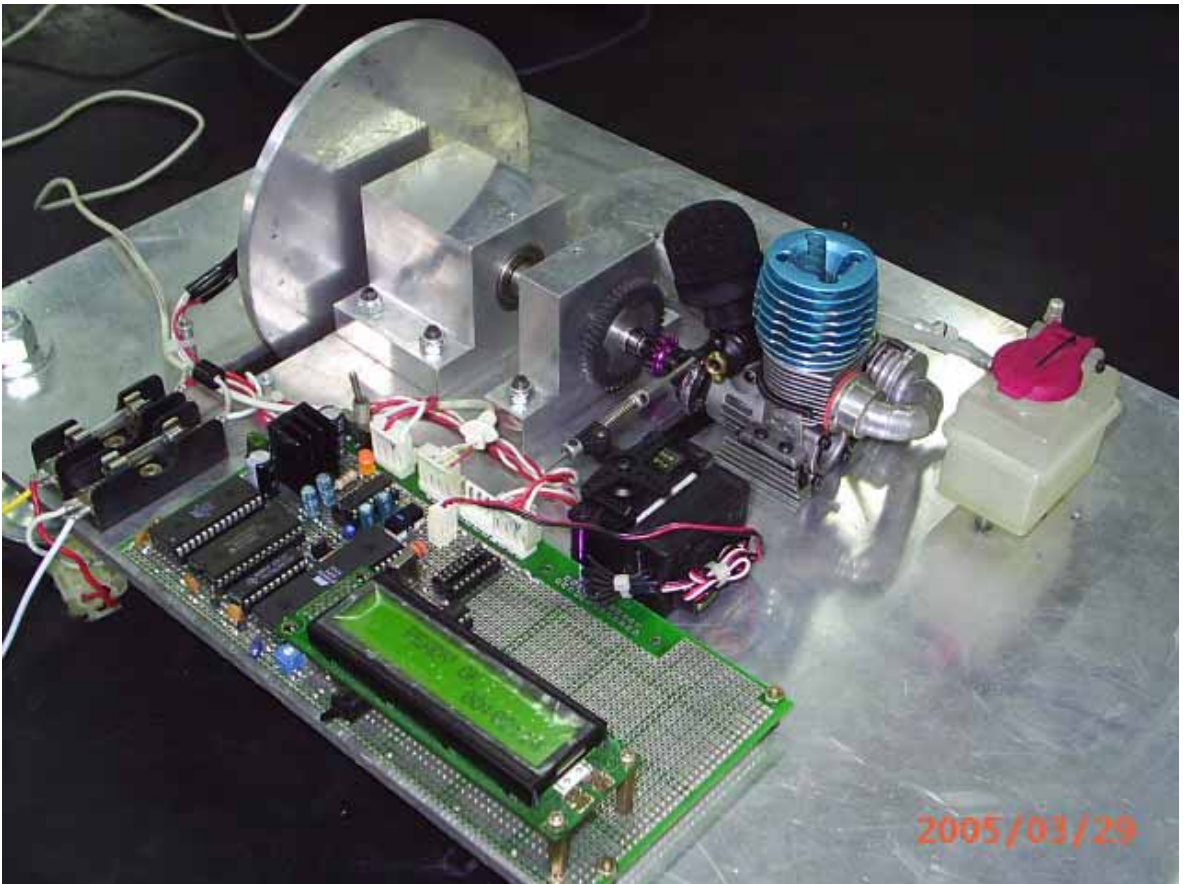
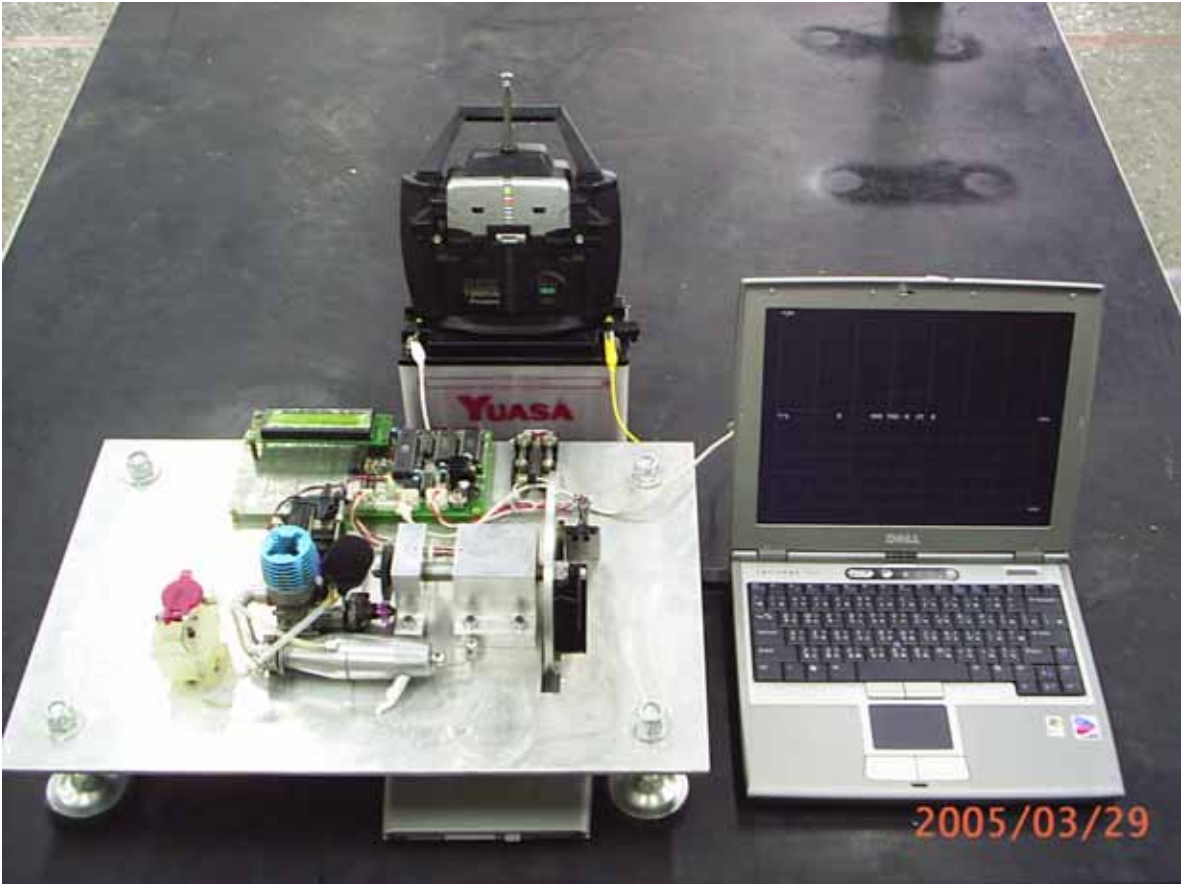
- (一) 我們在曲軸現有的空間下，在配重物上置入比重較高的重金屬塊(如圖 5)，來增加曲軸配重物的旋轉慣量，提升引擎高轉速時的扭力。
- (二) 將曲軸的軸身重量減輕，來減少動力輸出時的負載，達到高效率的動力輸出。
- (三) 由於配重塊置入位置的不同，會影響曲軸偏重心的角度，其所偏的角度會影響扭力輸出的特性，藉此延伸高轉速扭力。
- (四) 調整汽缸，改變排氣時間。



(圖 5)

### 四·測試機：

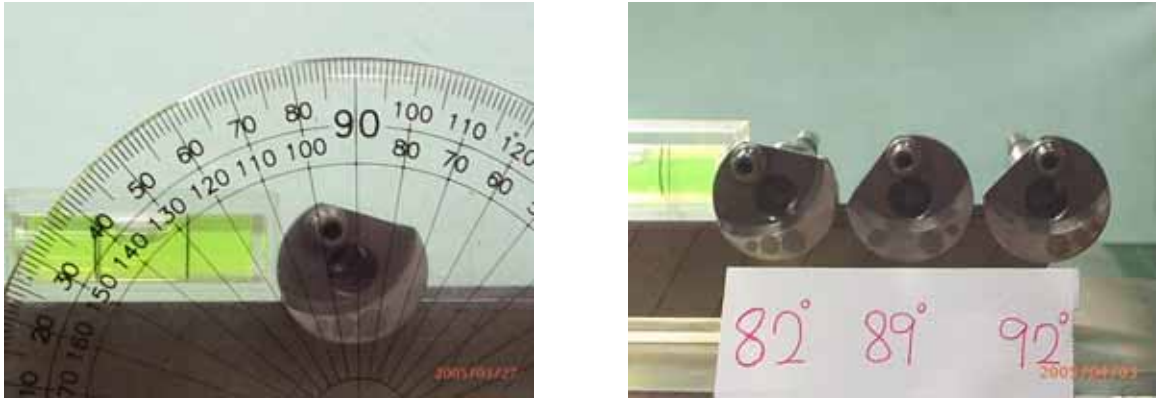
- (一) 爲了測試改良後的曲軸，因此我們自製了一台小型扭力測試機，來試改良後的數據(如圖 6)。
- (二) 此測試機是運用單位時間內的角速度乘上旋轉慣量，來求得扭力值。
- (三) 電路的部分是請專業的電機工程師指導我們製作，這台測試機結合光電感應器可以收集測試機主軸的光電信號，再經由 8051 單晶片程式處理後，傳輸到電腦換算出引擎轉速及扭力，並以曲線圖呈現。
- (四) 我們用 QB 寫了一套簡單的模擬程式，利用 RS-232 的滑鼠線加以改造後，成爲可以與電腦相連接的傳輸線。



(圖 6)  
11

## 五·曲軸配重塊重心設定：

- (一) 利用比重較高的金屬來作為配重塊(共 1.5g)，置入配重部份不同的位置，達到不同的偏移角度。(如圖 7)



(圖 7)

- (二) 曲軸編號設定，如(表一)(圖 8)

曲軸	偏重心	配重塊重量
C1	82 度	1.5g
C2	89 度	1.5g
C3	92 度	1.5g

(表一)



(圖 8)

## 六·引擎排氣時間設定：

- (一) 此種二行程引擎，汽缸及引擎本體是可以分開的。
- (二) 透過自製的製具來量測排氣時間(如圖 9)，時間以角度來定訂，當活塞到達上死點 0 度之後，活塞漸漸往下直到排汽口開啓時為 104 度。(如圖 10)
- (三) 原廠為 104 度，因為結構的關係，排氣角度只能提前而無法延後。(如圖 11)



(圖 9)



(圖 10)



(圖 11)

## 七·分組進行：

(一)從(表 2)中可以配對出二組共 9 個項目來做測試。

偏重心	排氣時間
C1 82 度	D1 102 度
C2 89 度	D2 98 度
C3 92 度	D3 95 度

(表 2)

(二)測試條件配對:

第一組

(1) C1 D1

(2) C2 D1

(3) C3 D1

第二組

(1) C1 D2

(2) C2 D2

(3) C3 D2

第三組

(1) C1 D3

(2) C2 D3

(3) C3 D3

## 柒、測試

### 一. 測試目標:

(一)將扭力巔峰值延伸至較高的轉速區域，且扭力值也要提升。

### 二. 測試條件:

(一) 溫度(110°C)、溼度、供油量皆為定值。

(二) 測試機台的阻力耗損，為定值。

(三) 離合器打滑量，為定值。

### 三. 測試流程:

(四) 先測試出原廠引擎的數據(此數據僅當做比較基準，不與改良後的一起做測試)。

(五) 測試排氣時間改變後的數據。

(六) 測試曲軸偏重心改變後的數據。

(七) 改良後的曲軸與偏重心搭配測試(第一組與第三組)。

### 四.測試方法:

將引擎發動暖機達至工作溫度 110°C，油門開啓 13 格會開始驅動測試機，從測試機動作的那一剎那開始測試，將油門開啓到 18 格後，以加速達至 3 萬轉，再從電腦螢幕上讀取測試後的數值及曲線。

## 五. 測試數據

### (一)引擎原廠值測試

#### 1.原廠曲軸

溫度、溼度、油量，列為定值



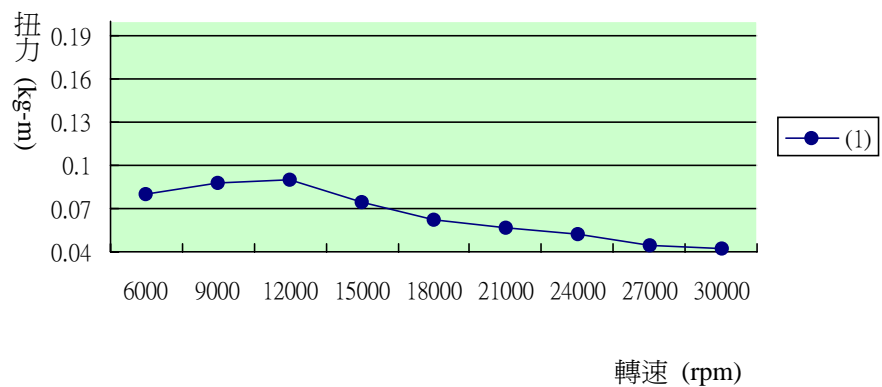
#### 2.測試條件，結果。(表 1)(表 2)

	配重物	偏重心	減輕軸重	排氣時間	Max 扭力出現時之轉數	Max 扭力
曲軸	0 g	81 度	0 g	104 度	12000	0.090

(表 1)

轉速 (rpm)	扭力 (kg-m)
6000	0.080
9000	0.088
12000	0.090
15000	0.075
18000	0.062
21000	0.057
24000	0.052
27000	0.045
30000	0.042

#### 3.模擬扭力曲線圖



(表 2)

註: 紅色代表此轉速會出現扭力最大值

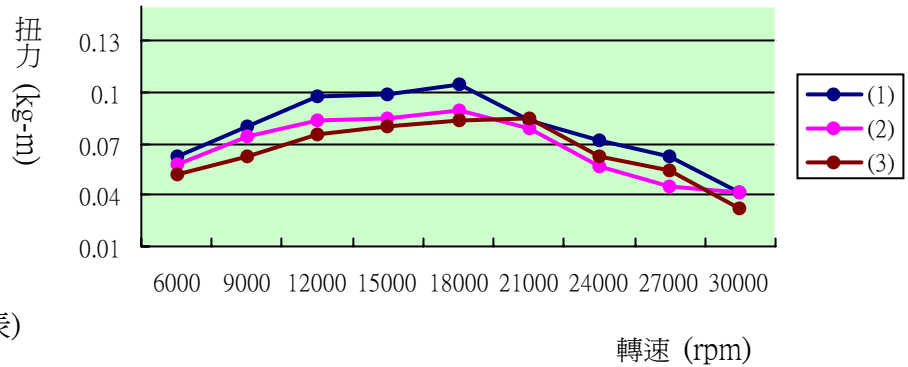
(二)曲軸偏重心測試

1.原廠排氣時間搭配改良後曲軸的比較



溫度、溼度、油量，列為定值

3.模擬扭力曲線圖



2.測試條件，結果。(如下表)

	配重物	偏重心	排氣時間	減輕軸重	Max 扭力出現時之轉數	Max 扭力
1	0 g	82 度	104 度	0 g	18000	0.104
2	0 g	89 度	104 度	0 g	18000	0.089
3	0 g	92 度	104 度	0 g	21000	0.085

轉速 (rpm)	扭力 (kg-m)
6000	0.063
9000	0.080
12000	0.097
15000	0.099
18000	0.104
21000	0.084
24000	0.072
27000	0.062
30000	0.041

轉速 (rpm)	扭力 (kg-m)
6000	0.057
9000	0.072
12000	0.081
15000	0.084
18000	0.089
21000	0.062
24000	0.058
27000	0.044
30000	0.040

轉速 (rpm)	扭力 (kg-m)
6000	0.052
9000	0.063
12000	0.075
15000	0.080
18000	0.084
21000	0.085
24000	0.063
27000	0.054
30000	0.032

註: 紅色代表此轉速會出現扭力最大值

(三) 汽缸排氣時間測試

1. 原廠曲軸搭配改良汽缸排氣時間後的比較

溫度、溼度、油量，列為定值

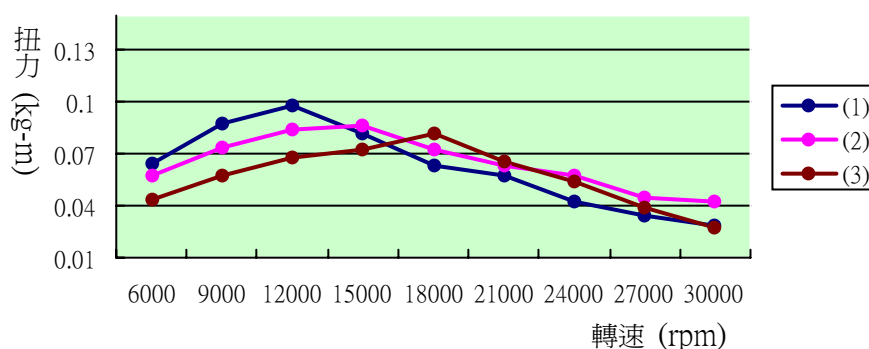


2. 測試條件，結果。(如下表)

	配重物	偏重心	排氣時間	減輕軸重	Max 扭力出現時之轉數	Max 扭力
1	0 g	81 度	102 度	0 g	12000	0.098
2	0 g	81 度	98 度	0 g	15000	0.086
3	0 g	81 度	95 度	0 g	18000	0.082

(表 1) 註:藍色代表變因

3. 模擬扭力曲線圖



轉速 (rpm)	扭力 (kg-m)
6000	0.064
9000	0.087
12000	0.098
15000	0.082
18000	0.063
21000	0.058
24000	0.042
27000	0.034
30000	0.028

(表 1)

轉速 (rpm)	扭力 (kg-m)
6000	0.058
9000	0.074
12000	0.084
15000	0.086
18000	0.072
21000	0.063
24000	0.057
27000	0.045
30000	0.042

(表 2)

轉速 (rpm)	扭力 (kg-m)
6000	0.043
9000	0.057
12000	0.068
15000	0.072
18000	0.082
21000	0.065
24000	0.054
27000	0.039
30000	0.027

(表 3)

註: 紅色代表此轉速會出現扭力最大值

六.改良後的曲軸與排氣時間搭配做測試

(一) 第一組

(1)分組

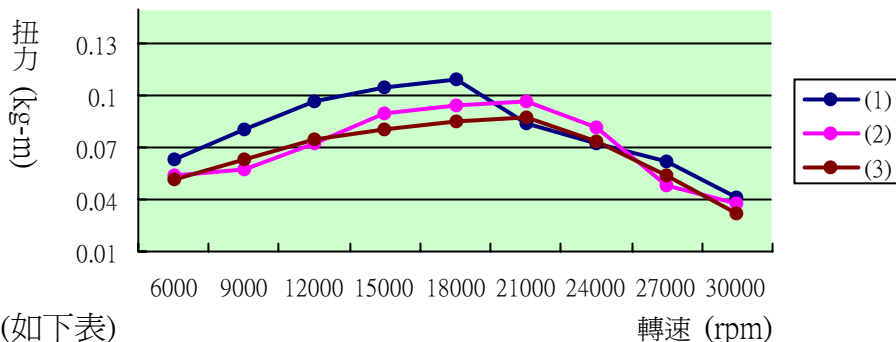
a. C1 D1

b. C2 D1

c. C3 D1



(3) 模擬最佳值的扭力曲線:



(2) 測試條件及結果(如下表)

序號	曲軸	偏重心	排氣時間	配重物	減輕軸重	Max 扭力出現時之轉數	Max 扭力
1	表 1	C1 82 度	D1 102 度	1.5g	1.35g	18000	0.110
2	表 2	C2 89 度	D1 102 度	1.5g	1.35g	21000	0.097
3	表 3	C3 92 度	D1 102 度	1.5g	1.35g	21000	0.088

註:藍色代表變因；紅色代表最佳值

轉速 (rpm)	扭力 (kg-m)
6000	0.063
9000	0.080
12000	0.097
15000	0.105
18000	0.110
21000	0.084
24000	0.072
27000	0.062
30000	0.041

(表 1)

轉速 (rpm)	扭力 (kg-m)
6000	0.054
9000	0.058
12000	0.073
15000	0.090
18000	0.095
21000	0.097
24000	0.082
27000	0.048
30000	0.038

(表 2)

轉速 (rpm)	扭力 (kg-m)
6000	0.052
9000	0.063
12000	0.075
15000	0.080
18000	0.085
21000	0.088
24000	0.074
27000	0.054
30000	0.032

(表 3)

註: 紅色代表此轉速會出現扭力最大值

第三組

(1)分組

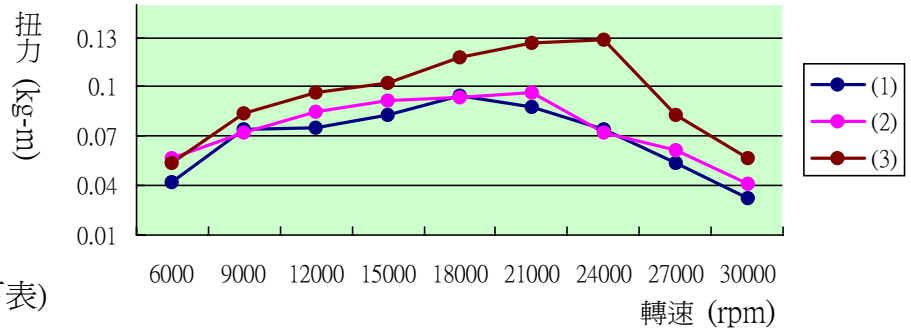
d. C1 D3

e. C2 D3

f. C3 D3



(3) 模擬最佳值的扭力曲線:



(2) 測試條件及結果(如下表)

序號	曲軸	偏重心	排氣時間	配重物	減輕軸重	Max 扭力出現時之轉數	Max 扭力
1	(表 1)	C1 82 度	D3 95 度	1.5g	1.35g	18000	0.095
2	(表 2)	C2 89 度	D3 95 度	1.5g	1.35g	21000	0.097
3	(表 3)	C3 92 度	D3 95 度	1.5g	1.35g	24000	0.129

註: 藍色代表變因; 紅色代表最佳值

轉速 (rpm)	扭力 (kg-m)
6000	0.042
9000	0.074
12000	0.075
15000	0.083
18000	0.095
21000	0.088
24000	0.074
27000	0.054
30000	0.032

(表 1)

轉速 (rpm)	扭力 (kg-m)
6000	0.057
9000	0.072
12000	0.085
15000	0.092
18000	0.094
21000	0.097
24000	0.072
27000	0.062
30000	0.041

(表 2)

轉速 (rpm)	扭力 (kg-m)
6000	0.054
9000	0.084
12000	0.097
15000	0.102
18000	0.118
21000	0.127
24000	0.129
27000	0.083
30000	0.057

(表 3)

註: 紅色代表此轉速會出現扭力最大值

## 捌、研究結果

一. 在這三組九個配對中，我們先做「排氣時間調整的測試」。

經測試發現排氣角度提前會將引擎的極限轉速提升，相對的其扭力巔峰值延升至較高的轉速區域，但因轉速的提高而扭力大幅的下降。(如下表)

結論:將排氣角度提前可以有效的將扭力巔峰值延伸至較高的轉速區域，但其扭力會大幅降低。

汽缸	排氣角度	特性
D1	102 度	最大扭力值落在 10000~12000 (rpm)之間
D2	98 度	最大扭力值落在 13000~15000 (rpm)之間
D3	95 度	最大扭力值落在 17000~25000 (rpm)之間

二. 在偏重心角度測試中，可以歸納出三種偏重心角度的不同特性。(如下表)

曲軸	配重塊	偏重心角度	特性
C1	1.5g	82 度	最大扭力值落在 16000~18000 轉之間
C2	1.5g	89 度	最大扭力值落在 18000~22000 轉之間
C3	1.5g	92 度	最大扭力值落在 20000~25000 轉之間

結論:

(一) 經由配重塊置入後會增加曲軸配重物上的重量，因此會增大曲軸的旋轉慣量，且偏重心角度的改變，可以有效的將扭力巔峰值延伸至較高的轉速區域，且扭力值也不會因延伸至較高的轉速區域而下降。

(二) 偏重心的改變可以控制最大扭力值所出現的轉速區域。

三. 由第三組測試後，所獲得最佳數據為(C 3 D 3)，因為我們發現用改變排氣角度的方式可將扭力延伸至較高的轉速區域，但扭力值會隨之下降，因此運用曲軸偏重心 9 2 度的特性(最大扭力會落 20000~25000 轉之間)，來與排氣角度作搭配，可改善扭力延伸至較高轉速時，扭力值下降的問題，同時可以提升扭力值。

(一) 當曲軸偏重心 82 度和排氣角度 95 度作搭配時，兩者的最大扭力所落在的轉速區域差異大，產生牽制的效果。

(二) 經過一、三組測試後，發現曲軸偏重心 8 9 度時所產生的扭力曲線都較為平緩，扭力延伸及扭力值改變較不顯著。

(三) 經由一、三組的數據來推論第二組的結果，其最佳值為(C2 D2)，但因本身條件提升範圍有限，無法達到(C3 D3)所測試出的效果，所以第二組採取推論的方式呈現。

四.此次研究可以應用在遙控競速賽車引擎上，他有著簡單的機構及高效率的機械效能，且重量輕、維修簡便，我們所研究的設定數據適合用於場地較大的高速型賽道，有別於一般的引擎複雜的改裝，與其他引擎在高轉速時有著相同的轉速與燃料供給量，卻擁有更加強勁的扭力，作為動力的延伸。

## 玖、討論

一開始研究時發現此種引擎有著 3~4 萬轉的轉速，扭力巔峰值卻在不到 2 萬轉後就開始下降，而且在不用外加設備的情況下要提升引擎的扭力相當困難，引擎多餘的空間非常狹小，難以裝上其他的裝置，在引擎調整的方面也遇到了一些問題，像是常常無故熄火、待速不穩定、加速不順暢等，因引擎沒有外加的散熱裝置，需以部分的燃油作為散熱及潤滑，在溫度與燃油混合氣兼顧下相當難拿捏，對於引擎調整有些許經驗，在慢慢嘗試及摸索之下，我們克服了種種問題。

在改良曲軸時，因曲軸需要鑽孔置入配重塊，在配合上的精密度需相當高（干涉配合 0.01 mm），鑽孔時因空間非常狹小，且須同時至入三塊配重塊，孔與孔之間的距離相當接近，其曲軸的材質又非常堅硬，若使用材質 H. S. S (高速鋼)的鑽頭幾乎無法加工，我們選用短刀刃的錫鋼鑽頭來進行加工，剛開始因技術不熟練，常常不小心將孔鑽偏，在多次練習後讓我們對孔加工與配合更具信心，因此也讓我們順利的完成，在這方面的技術也提昇了不少。

製作測試機時，因組員中有一位是學校的 C N C 選手，對於機器的操作與加工相當熟悉，所以測試機上的幾個主要機件是以 C N C 銑床來加工，在機台主軸部分，因長度較長而無法以 C N C 加工，所以我們選用傳統車床進行製作，雖然困難，最後終於在多次的練習下完成工作。

在測試過程中，剛開始我們是以遙控器上的撥桿「手動」控制油門開啓量，後來發現這種控制方式誤差大且不準確，後來在遙控器上發現有開關能以格數控制，因此我們運用此開關達到每次固定的開啓量，使得數據呈現更加穩定。未來我們希望能以電腦來控制油門，使測試時間及數據更加準確。

在摩耗方面，因學校沒有足夠設備提供檢測，又沒有長時間運轉測試，故無法準確的提出摩損量。但在較短時間運轉，以千分卡量測後幾乎與原廠曲軸摩耗量相當，所以我們判定有研究開發的價值。

## 壹拾、結論

這次科展我們結合對旋轉機械深具興趣的同學，討論出如何提升二行程高轉速引擎扭力延伸，當然從尋找資料到整個製作過程中，遇到了許多困難與挫折，我們請專業的老師指點我們，慢慢努力克服了！因為參加科展蒐集了許多有關引擎和機電整合方面的資料，無形中增加了不少專業知識和技術，對我們自己的作品深具信心，也對未來機電整合方面的工作興趣盎然。

此次研究的作品有以下的特點:

- 一、依我們開創的改良方法，可以在現有的空間下做出有效的扭力提升。
- 二、此改良原理簡單、製造容易。
- 三、不會增加燃油的供給量，且有效的達成效能提升。

由以上的特點敘述，此配重塊置入曲軸的位置影響偏重心角度的改變、引擎排氣時間的調整及減輕軸身重量的搭配，我們認為有開發的價值,期望能提供模型引擎業研發的參考。

## 壹拾壹、參考資料及其他

參考書籍：

- 一. 李龍華 (民 90)。機械力學 I。台北縣：龍騰。
- 二. 林鴻儒 (民 90)。車床實習 I。台北縣：台科大。
- 三. 林鴻儒 (民 87)。車床實習 II。台北縣：台科大。
- 四. 楊玉清 (民 89)。數值控制 CNC 銑床實習 I。高雄市：笠網。
- 五. 楊玉清 (民 90)。數值控制 CNC 車床實習 II。高雄市：笠網。
- 六. 黃世鋒 陳文鋒 (民 90)。鉗工實習 I。台北縣：台科大。
- 七. 陽明恭 廖學正 (民 87)。機械原理 I。台北市：全華。
- 八. 陳瑞龍 (民 80)。8051 單晶片微電腦。台北市：全華。
- 九. 楊明豐 (民 80)。8051 單晶片設計實務。台北市：碁峰。
- 十. 戴建耘 (民 79)。PC 與 BASIC 圖例入門。台北市：松崗。
- 十一. 吳明哲 黃世陽 (民 80)。QuickBASIC 中文版入門。台北市：松崗。

## 評語

經由曲軸配重塊的調整以及排氣時間的調整而提升提升引牽的扭力及運轉效率。此作品成功地展示一完整有效的模型。