

## 車輛駕駛模式與油耗的關係之研究與分析

高泉源<sup>\*</sup> 曾聖堯<sup>\*\*</sup>

### 摘要

本研究將以汽油車為探討對象，針對在研究內所設定的四項題目，使用車輛底盤馬力試驗機來模擬所需要的參數後，以量測儀器測得耗油量，並將所測得的數據繪成線性圖來分析比較其之間的差異性。

以下，所述為本研究內所設定的四項題目：

1. 汽車待車時，入N、P、D檔，對於耗油量的影響：以十次基準及45秒，作為量測的次數和時間，分別量測汽車在待車時，入N、P、D檔時，各檔位的耗油量。
2. 等紅燈待車時，熄火與不熄火的怠速狀態之耗油量比較：以十次基準作為量測的次數，在設定的三個秒數條件下：90、60、45秒，分別各量測熄火與不熄火怠速狀態的耗油量。
3. 車輛高速行使中，開窗與閉窗開空調之耗油量比較：以一分鐘作為一次量測的時間，在設定的三種不同速率條件下：60km/h、80km/h、90km/h，分別各量測開窗與閉窗開空調的耗油量。
4. 車輛胎壓高低，在一定速率行駛中，對於耗油量的影響：以一分鐘及速率50km/h作為量測的時間和速率，在設定的三種胎壓條件下：26psi、29psi（原廠值）、32psi，各量測三者胎壓在一定速率時的個別耗油量。

※研究結果：

題目一：汽車在待車入D檔時最為耗油，入P檔時

比入N檔時耗油但相差不遠。

題目二：本題目內所設定實驗條件下，熄火再發動的狀態下皆為較省油。

題目三：車速越大，空氣阻力越大，開窗所產生的耗油量變高。

題目四：由於滾動阻力的影響，胎壓越低耗油量越高。

### 前言

自從石油被發掘至今，已經歷過四次的能源危機，而每次均都對石油的價格造成波動，甚至引發蘊藏量的危機。近年來更有專家提出，全球石油產量將於2004年和2015年之間到達哈伯特頂點<sup>註釋1</sup>，而屆時將會再一次造成能源危機。

圖1為哈伯特概念圖，雖然此理論最初在美國提出時，被許多專家質疑，但於1970年後，美國的石油產量就驗證此理論結果，由高峰走向峰谷。

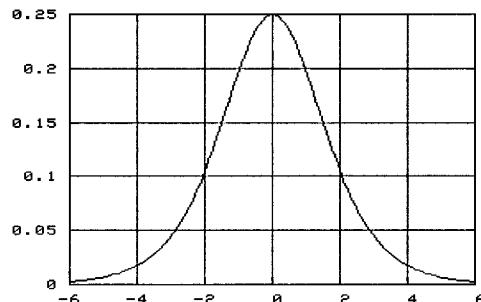


圖1 哈伯特概念圖(1)

\* 作者為亞東技術學院機械工程系講師。  
\*\* 作者為亞東技術學院機械工程系學生。

<sup>註釋1</sup> 哈伯特頂點概念又稱作石油頂峰，由美國地質學家哈伯特所提出的，說明石油的開採量會有一段的高點，之後便會下降。  
縱向軸：生產量；橫向軸：時間。



在遭逢四次能源危機的警惕，以及哈伯特頂點理論的驗證，世界各國開始有節能的動作。另外，再加上近年來為了減少碳排放以改善溫室效應的影響，人們結合了節能與減碳兩詞，創造了節能減碳一詞。各國政府及人們則響應節能減碳一詞，紛紛提出各自建議。

其中，有人提到了，汽機車在等待紅燈的時間，如果能夠熄火便可以達到省油及減少碳排放的效果；但也有人質疑，並指出汽機車在熄火後再啟動時，由於啟動瞬間所需要更大的動力，反而更加耗油。(2)

另一項，則有人提到汽車在高速行駛中，開窗會比閉窗開空調來的省油，同樣的，有人也跳出來質疑，並指出汽車在高速行駛中，由於耗油量會受風阻及其他因素的影響，開窗時會加大風阻反而更耗油，而此項質疑也可由空氣阻力的公式來驗證，詳細公式解說請見本報告的實驗設備。(3)

另外，本研究內也將針對車胎壓高低在一定速率行駛中，對於耗油量是否有影響；以及，汽油車在等紅燈待車，入 N、P、D 檔時，各個檔位對於耗油量的影響等來做比較。

為了探討這些情況時，耗油量的差異性，本研究將運用汽車及物理等的相關理論，經由實驗所得的數據來比較各項題目的耗油量差異性並分析其影響因素。

## 理論分析

### 1. 本研究的第一項題目及第二項題目之理論分析：

[1],[2],[4)

**有回油管汽油泵：**燃油壓力調節器在噴油嘴附近，當汽油泵送油至噴油嘴時，藉由燃油壓力調節器的控制，將多餘油量送回油箱。但由於這種汽油泵的進油與回油為不同管線，所以在研究熄火的實驗階段中，會因進油與回油的管路長度不同而產生量測差異，影響實驗所得的耗油量之數據。

**無回油管汽油泵：**和有回油管汽油泵不同地方，是這種形式的汽油泵和燃油壓力調節器製成一體，當

送油時就會依照管內油壓及 ECU 訊號做調節，把多餘油量直接於油箱內做回油的動作。因此，在實驗中不會因進回油的管路長度不同而影響數據。圖 2、3 所示為此種汽油泵的圖片。

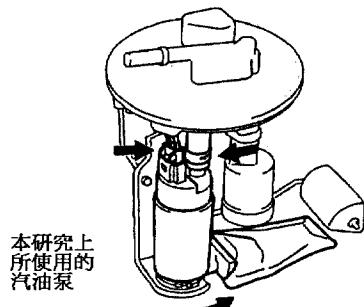


圖 2 汽油泵整體圖

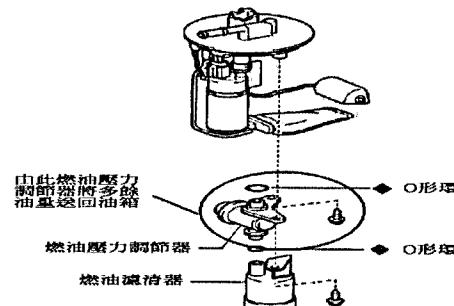


圖 3 汽油泵分解圖

### 2. 本研究的第三項題目之理論分析：[3],[5)

空氣阻力的組成，是由摩擦阻力、誘導阻力(揚力)及壓力阻力，此三個阻力所組成的。

**摩擦阻力：**依照物體的阻力係數而定。由於空氣也屬於流體的一種，因此，當空氣流過物體表面時，也會對其產生相互影響的摩擦力。然而，現今車輛外型大多採用流線型外觀，因此，摩擦阻力對車輛行駛中的影響，也相對減少許多。

**誘導阻力：**又稱作揚力，是物體在高速移動時所產生的，如圖 4 所示。當物體高速移動時，上方會產生壓力低(負壓)而流速快的氣流；下方則會產生壓力高(正壓)而流速慢的氣流，在此狀態下，正壓會流向負壓而產生渦流，物體受此渦流的影響，便會產生上揚之力。由於揚力通常於飛機或賽車等的，高速行使下的物體才會產生，因此，對於一般正常行駛車輛則影響不大。



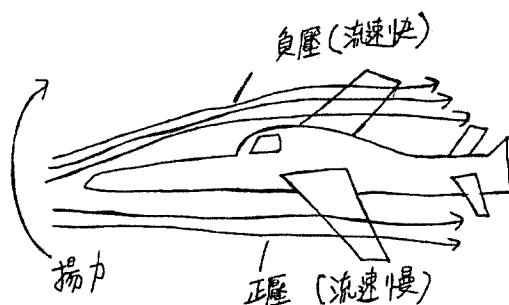


圖 4 誘導阻力（揚力）概念草圖

**壓力阻力：**物體移動時，正向迎風面所產生之力，物體面積越大則此力越大，如圖 5 所示。當氣流正面衝擊物體時，便經由物體兩側流向物體後方，此時氣流會因為黏性而在物體兩側堆疊，當堆疊到一定極限，氣流便會開始剝落，而剝落的氣流則會在物體後方產生渦流，由於渦流產生便會使物體後方產生負壓(壓力低)，理所當然的物體前方氣流就成為正壓(壓力高)，因此則產生對流影響而將物體推向後方。此項阻力於車輛行駛中，為影響耗油量最大因素。

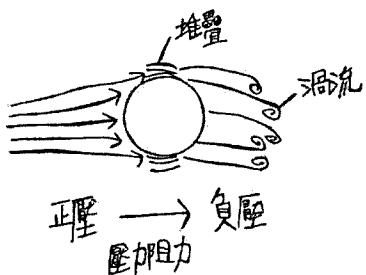


圖 5 壓力阻力概念草圖

**風阻係數：**將實車或實車等比例的模型車輛置於風洞設備中，以風力吹向靜止車輛，最後，將前面所述說的三種阻力和其他因素，以力學的理論概念，計算車軸受力而得的數值。

由於風阻係數的求得相當複雜，須有風洞設備或相關電腦程式模擬才能精確求得，但因本研究未有此設備，因此，在開窗的空氣阻力上，則將影響因素較小的摩擦阻力及揚力剔除，只單以壓力阻力來求得。

概念為將原本由原廠所測得的閉窗風阻係數代入公式，轉而改變公式中  $A$ (面積)的數值來計算的(加

入後擋風玻璃的面積)。因為在空氣阻力中，影響最大為壓力阻力，而壓力阻力則與物體面積有關，如圖 6 和圖 7 所示的對比。

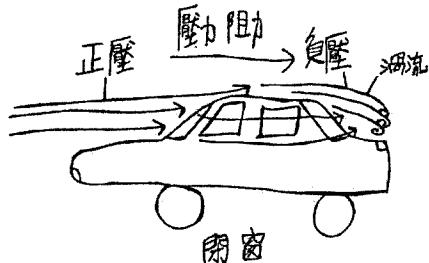


圖 6 壓力阻力概念草圖（閉窗）

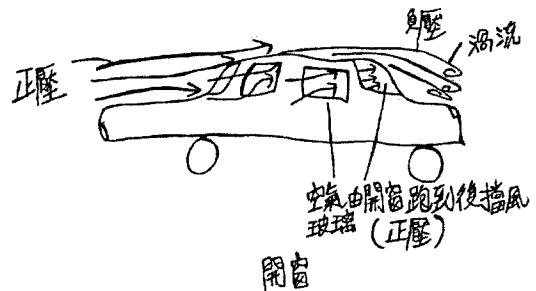


圖 7 壓力阻力（開窗求空氣阻力概念）概念草圖

## 實驗設備

**車輛底盤馬力試驗機：**本研究內，將使用車輛底盤馬力試驗機，來模擬車輛在行使中所受空氣阻力以及其他因素的影響。最後，在此模擬的狀態下，量測各項題目所要的耗油量來做比較。下面將對於車輛底盤馬力試驗機的基本功能稍做介紹。[4]【1】

車輛底盤馬力試驗機主要有下列七個功能：

1. 引擎輸出功率測試(ENGINE PERFORMANCE)
2. 驅動輪輸出功率測試(WHEEL PERFORMANCE)
3. 驅動輪牽引力測試(TRACTION POWER)
4. 行駛模擬測試(DRIVING SIMULATION)
5. 加速性能測試(ACCELERATION)
6. 行駛距離測試(DISTANCE)
7. 速率錶校正(SPEEDOMETER CONTROL)

其中，本研究內則使用第四項的行駛模擬測試功能，來模擬空氣阻力、車輪阻力、車重等參數後，讓



車輛在跑台上以各項題目所要量測的速率來運動。最後，在此模擬測試的狀態下，量測所要的耗油量差異。另外，此項功能也可測得，該車輛在這些阻力之下之最大車速及最大功率。圖 8、9 所示為車輛底盤馬力試驗機和控制電腦螢幕畫面。

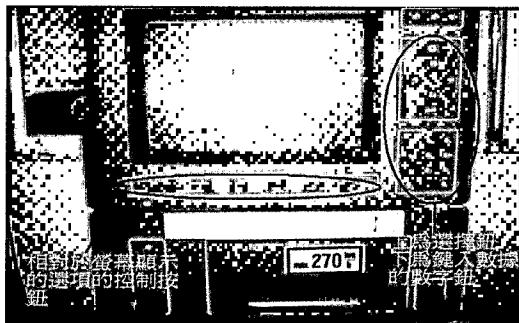


圖 8 車輛底盤馬力試驗機控制電腦

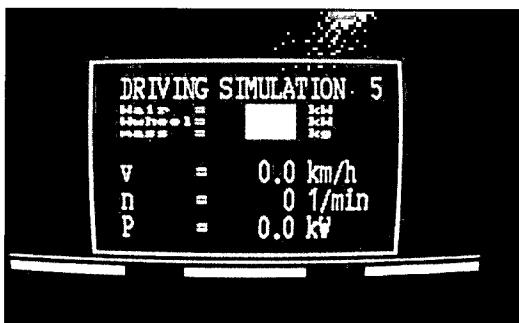


圖 9 輸入阻力參數的畫面

$W_{air}$ ：空氣阻力，單位：kW。

$W_{wheel}$ ：車輪阻力，單位：kW。

$Mass$ ：車重，單位：kg。

$V$ ：車速，單位：km/h。

$n$ ：引擎轉速，單位：1/min。

$P$ ：輸出功率，單位：kW。

其中， $W_{air}$  及  $W_{wheel}$  能從下面所列出的公式，藉由驗算來核對是否一致。

$$W_{air} = 12.9 \times 10^{-6} \times C_w \times A \times V \times (V + V_o)^2$$

$12.9 \times 10^{-6}$ ：1 atm、25°C 的空氣密度，

單位： $kg/m^3$ 。

$C_w$ ：風阻係數，單位：無。

$A$ ：車頭正投影面積（車寬 X 車高），

單位： $m^2$ 。

$V$  和  $V_0$ ：車輛末速率及初速率，單位：km/h。

$$W_{wheel} = \frac{m \times g \times f \times V}{3600}$$

$m$ ：車重，單位：kg。

$g$ ：重力加速度、常數 9.8，單位： $m/s^2$ 。

$f$ ：車輪摩擦係數，單位：無。

$V$ ：車速，單位：km/h。

3600：時間，單位：s。

## 實驗的方法及過程與研究結果

### 一、實驗的方法及過程

1. 汽車待車時，入 N、P、D 檔，對於耗油量的影響：

※ 實驗方法：

本題目的實驗方法，先設定 45 秒作為一次量測的時間，分別以十次的量測次數，各量測實車在待車，入 N、P、D 檔時，各檔的耗油量。最後，將三者的結果數據值分別平均後，以數據表格及線性圖的方式來呈現做分析。

※ 實驗過程：

將實車置於車輛底盤馬力試驗機跑台上，接著做好相關的安全防護便開始量測。

實際實驗過程為將車輛的汽油泵，由原本車輛的油箱內取出，經由外接油管放入自製的油箱容器內後，將其置於電子磅秤上，再經由人工外部觀察的方式，觀察其重量數值變動而記錄，如圖 10、11 所示。

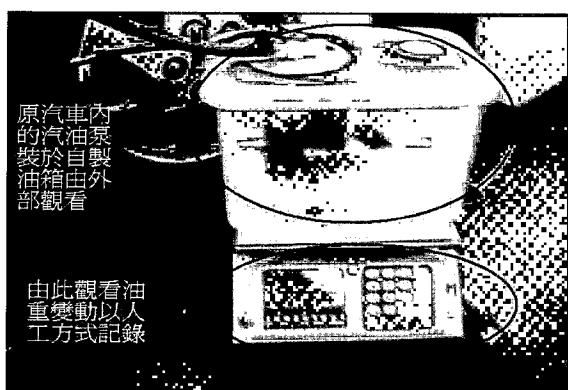


圖 10 量測器具





圖 11 實際量測概況

其中，數據的誤差值則列於實驗的方法及過程與研究結果一、研究結果一.1.相關說明。以下則將實驗中的環境狀態，以及相關的外在因素逐一陳列。

實驗日期：2010 年 9 月 20 日，

下午約 4:00~7:00 左右。

天氣：晴天。

環境溫度：約攝氏 29°C。

實驗車種：TOYOTA 的 CAMRY 於 1997 年出廠，V6 引擎、排氣量 3.0L。

車內：駕駛座 1 人，體重：56 kg。

用油：中油 95 無鉛汽油。

量測方式：以電子磅秤測得油重，單位：g。

經比重 0.747 換算，單位：cc。

本題目內，各量測階段上所設定的實驗條件：

表 1 輸入的參數數值

45 秒量測、不熄火怠速	
入 N 檔	1.引擎怠速
入 P 檔	1.引擎怠速 2.手煞車
入 D 檔	1.引擎怠速 2.腳煞車

記錄方式：人工碼錶計時，人工觀察數值記錄。

2. 等紅燈待車時，熄火與不熄火怠速狀態之耗油量比較：

#### ※實驗方法：

本題目的實驗方法，先設定一次量測時間的基準秒數後，分別各以十次作為量測次數，量測實車在不熄火怠速狀態及熄火後再發動時，兩者的耗油量。最後，將兩者的結果數據值分別平均後，以數據表格及線性圖的方式來呈現做分析。下方將用圖示，對於此項實驗方法加以說明。

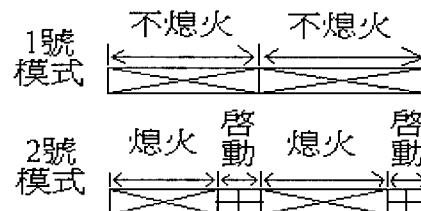


圖 12 實驗概念圖

參照圖 12 所示的量測概念圖，1 號所示為不熄火量測階段的模式，X 線 1 格為一次量測基準；2 號所示為熄火量測階段的模式，X 線 1 格加上十線 1 格為一次量測基準。實驗內則設定三個秒數：90 秒、60 秒、45 秒，來做量測。分別各以十次量測後所得的平均數據值來做分析比較。

例：1 號模式的不熄火量測階段中，以 90 秒為一次量測基準，做十次量測後，平均其所得的數據；再來，2 號模式的熄火量測階段中，也是以 90 秒為一次量測基準，其中，80 秒為熄火時間，剩餘 10 秒之內則為再啟動時間，同樣做十次量測後，再平均其數據值。最後，將兩者耗油量的平均值，以數據表格及線性圖的方式來呈現做相互分析比較。

#### ※實驗過程：

與第一項題目的實驗過程相同，請參考實驗的方法及過程與研究結果一一、實驗的方法及過程一.1.汽車待車時，入 N、P、D 檔，對於耗油量的影響—※實驗過程一第三段。

以下所陳列為本題目，在實驗中的環境狀態及相關的外在因素。

實驗日期：2010 年 4 月 12 日，

下午約 4:00~8:00 左右。



天氣：晴天。

環境溫度：約攝氏 20°C。

實驗車種：TOYOTA 的 CAMRY 於 1997 年出廠，V6

引擎、排氣量 3.0L。

車內：駕駛座 1 人，體重：56 kg。

用油：中油 95 無鉛汽油。

量測方式：以電子磅秤測得油重，單位：g。

經比重 0.747 換算，單位：cc。

本題目內，各量測階段上所設定的實驗條件：

表 2 輸入的參數數值

	不熄火	熄火
45 秒量測	1.引擎怠速 2.入 D 檔 3.腳煞車	1.D 檔時熄火 2.P 檔時再啟動
60 秒量測	1.引擎怠速 2.入 P 檔 3.入手煞車	1.P 檔時熄火 2.P 檔時再啟動
90 秒量測	1.入 P 檐 2.入手煞車	1.P 檐時熄火 2.P 檐時再啟動

記錄方式：人工碼錶計時，人工觀察數值記錄。

3. 車輛高速行使中，開窗與閉窗開空調之耗油量比較：

※ 實驗方法：

本題目的實驗方法，使用車輛底盤馬力試驗機來模擬車輛於路上實際跑時的相關阻力，以一分鐘為一次量測時間，分別量測車輛在高速行使中，開窗與閉窗開空調的耗油量。最後，將所測得的數據值繪成數據表格及線性圖來做分析。

本題目內，會以設定的三種速率：60km/h、80km/h、90 km/h 來做實驗，比較開窗與閉窗開空調，兩者從低速率到高速率之間的耗油狀態。

※ 實驗過程：

本研究的實驗中，並非將車輛行駛在路上實際運轉來做量測，因此，車輛在路上實際運轉時所受的相關阻力則利用引擎馬力試驗機來給予模擬。

首先，將實驗車置於車輛底盤馬力試驗機的跑台上，把空氣阻力、輪胎阻力、車重（含人重量）等的參數輸入電腦內，最後，運用電腦根據這些輸入的數據，經由跑台來模擬車輛在路上行走中，所產生的相關阻力。

接着，一人進入駕駛座；另一人則進入於副駕駛座。駕駛座者，將車輛發動並加速到量測所需的速率後定速一分鐘；副駕駛座者，則拿著車輛底盤馬力試驗機的儀器，提醒駕駛者維持適當速率。最後，再由一人於車外，觀察自製油箱的耗油量並加以記錄。

以下則將實驗中的環境狀態及相關的外在因素作呈列。由於 60km/h 和 80km/h 的量測，與 90km/h 的量測，分別為不同日期時所實驗的，因此，以下則會將同樣因素及不同因素分別呈列。

60km/h 和 80km/h 的量測（不同因素）：

實驗日期：2010 年 5 月 1 日，

下午約 12：00~3：00 左右。

天氣：晴天。

環境溫度：約攝氏 27°C。

90km/h 的量測（不同因素）：

實驗日期：2010 年 5 月 22 日，

約上午 11：00

至中午 12：00 左右。

天氣：晴天。

環境溫度：約攝氏 27.5°C。

實驗中的相同因素：

實驗車種：TOYOTA 的 CAMRY 車種，1997 年出廠，

V6 引擎、排氣量 3.0L。

車內：駕駛座 1 人，體重：80kg。

副駕駛座 1 人，體重：56kg。

用油：中油 95 無鉛汽油。

量測方式：以電子磅秤測得油重，單位：g。

經比重 0.747 換算，單位：cc。

本題目內，各量測階段上所設定的實驗條件：



表 3 輸入的參數數值

	60 km/h	80 km/h	90 km/h
閉窗 空氣阻力	2.5kW	5.8kW	8.3kW
開窗 空氣阻力	2.9kW	6.8kW	9.7kW
車輪阻力	3.7kW	4.9kW	6.1kW
車重 (含人重)	1736kg	1736kg	1736kg

記錄方式：人工碼錶計時，人工觀察數值記錄。

4. 車輛胎壓高低，在一定速率行駛中，對於耗油量影響的比較：

#### ※實驗方法：

使用車輛底盤馬力試驗機來模擬車輛於路上實際跑時的相關阻力，以一分鐘為一次量測的時間，在設定的 50km/h 速率條件下，分別量測四個輪胎的胎壓在 26psi、29psi（原廠值）、32psi 時的耗油量。最後，將所測得數據以數據表格及線性圖的方式呈現，探討胎壓高低是否會影響耗油量並分析其影響因素。

#### ※實驗過程：

將實驗車置於車輛底盤馬力試驗機的跑台上，把空氣阻力、輪胎阻力、車重（含人重量）等的參數輸入電腦內，最後，使用電腦根據所輸入的數據，經由跑台來模擬車輛在路上行走中，所產生的相關阻力。接着將四輪的胎壓充到所要量測的壓力後，將實驗車於跑台上運轉，觀察自製油箱內的耗油量狀況，並將量測所得數據記錄下來。

以下所示為實驗中的環境狀態，以及相關的外在因素：

實驗日期：2010 年 8 月 23 日，

下午約 1：00~5：00 左右。

天氣：晴天。

環境溫度：約攝氏 33°C。

實驗車種：TOYOTA 的 CAMRY 車種，1997 年出廠，

V6 引擎、排氣量 3.0L。

車內：駕駛座 1 人，體重：56 kg。

用油：中油 95 無鉛汽油。

量測方式：以電子磅秤測得油重，單位：g。

經比重 0.747 換算，單位：cc。

本題目內，各量測階段上所設定的實驗條件：

表 4 輸入參數的數值

	32psi	29psi	26psi
閉窗空氣阻力	1.4kW	1.4kW	1.4kW
車輪阻力	2.93kW	2.93kW	2.93kW
車重 (含人重)	1656kg	1656kg	1656kg
車速	50km/h	50km/h	50km/h

## 二、研究結果

本章將實驗結果的數據作為陳列的項目。另外，量測時的數據誤差值，也在項目 1. 相關說明作呈列。

### 1. 相關說明：

誤差值：數據用電子磅秤所秤得的數值，經由比重換算所得其值，記錄方式則為人工紀錄，以下則列出其誤差值。

數據取值：以小數點第三位做四捨五入，取小數點第 2 位為數據值。

比重：用油為中油 95 無鉛汽油，

$$0.747\text{g} = 1\text{cc}$$

磅秤數值：最小值為 0.5g。

數據 + - 誤差值：約 2.68 cc。

### 2. 汽車待車時，入 N、P、D 檔，對於耗油量之影響的研究結果：

從表 5 及圖 13 可以清楚比較出，當汽車待車不熄火時，入 D 檔的耗油量會比入 N 檔及入 P 檔來的多，而及入 P 檔的耗油量則比入 N 檔約多 1.04cc 的耗油量。



表 5 不熄火時，分別實驗入 N、P 及 D 檔後，所測得的數據，單位:cc。

次數	1	2	3	4	5
不熄火 N 檔	17.40	18.07	16.73	16.06	17.40
不熄火 P 檔	16.73	18.74	14.73	18.07	16.73
不熄火 D 檔	23.43	22.76	24.10	22.09	22.09
6	7	8	9	10	平均
18.72	16.06	17.40	17.40	14.73	16.93
18.07	16.06	17.40	16.06	18.07	17.07
23.43	21.42	22.09	23.43	22.76	22.76

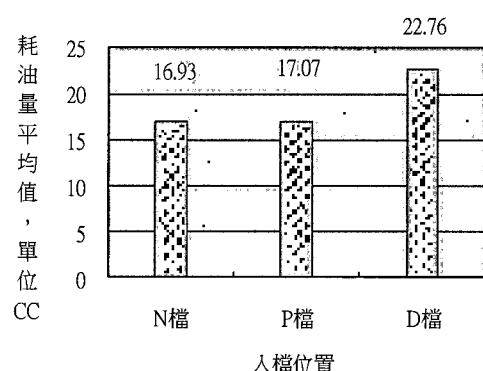


圖 13 汽車待車時，入 N、P 及 D 檔之間的耗油量比較圖

### 3. 等紅燈待車時，熄火與不熄火怠速狀態之耗油量比較研究結果：

本節將列出在三種不同秒數條件下：90 秒、60 秒、45 秒，所測得的實驗結果，下面將分別說明。

※90 秒比較：

表 6 為不熄火怠速狀態及熄火狀態在 90 秒時，分別做 10 次量測後所測得的耗油量數據。將兩者數據做比較，可發現在 90 秒的條件下，熄火是比較省油的。

表 6 分別實驗在不熄火怠速狀態及熄火狀態後，所測得的數據，單位:cc。

次數	1	2	3	4	5
不熄火	36.14	37.48	38.15	36.14	35.48
熄火	11.38	6.69	10.04	16.06	10.04
6	7	8	9	10	平均
37.48	33.47	36.14	35.48	35.48	36.14
6.69	8.03	8.70	8.03	10.04	7.15

至於為什麼熄火較省油，可以參考表 7，此表的數據為研究熄火狀態的實驗階段中，所測得的引擎的回油量及啟動瞬間時的耗油量。這裡可以試著將引擎再啟動時瞬間所耗油量，和引擎熄火時的回油量相減，可得之間的耗油量差為 7.3 cc，再將此值和表 6 熄火狀態所測得的耗油量相比，可發現此值相當接近，而這值也就是量測上所真正測到的值，而從這也能探討熄火為什麼會比較省油的原因。

這裡可以根據汽油泵的送油原理來瞭解。當汽油泵經由油管將油所送到噴油嘴時，需要一些油量來建立油壓，而此油壓是依照 ECU 所提供訊號來調整的。因此，引擎熄火時，汽油泵未收 ECU 所提供訊號，便會將建立此油壓的油量再度送回油箱。所以，在引擎再啟動時所測得的油量，並非實際動力上所需要的油量，而是有包括建立油壓所需要的油量。也就表示真正在引擎啟動的瞬間，被作為動力所消耗掉的油量，其實是很少量的。而這裡可以由所測得的回油量和啟動瞬間所耗的油量相減值，與熄火的實驗階段所測得的值，互相比較來做驗證。但是，這裡有個問題就是，這個概念必須是要汽油泵的進回油管是相同管線的才能成立，因為，當進回油管是不同管線時，實驗當中便會因管線的容積不同，而影響不熄火怠速狀態及熄火狀態時，所量測的耗油量。



表 7 在熄火狀態的實驗階段，熄火後的回油量及啟動瞬間時所耗的油量，單位:cc。

次數	1	2	3	4	5
回油	44.85	41.50	40.16	36.81	42.84
啟動 瞬間	53.55	48.19	45.52	48.19	51.54
6	7	8	9	10	平均
45.52	45.52	46.18	44.18	42.84	43.04
50.87	50.20	52.21	50.87	52.21	50.34

※60 秒比較：

表 8 為在 60 秒條件下所測得數據值，也可以比較出熄火狀態在 60 秒時，仍然是較為省油。

表 8 分別實驗在不熄火怠速狀態及熄火狀態後，所測得的數據，單位:cc。

次數	1	2	3	4	5
不熄火	24.77	20.08	22.76	20.08	24.77
熄火	11.38	7.36	8.70	11.38	10.71
6	7	8	9	10	平均
20.75	20.08	22.09	22.09	23.42	22.09
8.03	5.35	7.36	8.03	10.04	8.83

另外，表 9 則為熄火狀態的實驗階段中，所測得的回油量及啟動瞬間耗油量的數據，將兩者的平均值相減為 7.57 cc，與表 8 熄火狀態時所測得值互相驗證，也是相當接近。

表 9 在熄火狀態的實驗階段，熄火後的回油量及啟動瞬間時所耗的油量，單位:cc。

次數	1	2	3	4	5
回油	36.14	37.48	35.48	34.14	40.16
啟動 瞬間	46.85	44.18	42.84	44.18	49.53

6	7	8	9	10	平均
38.15	38.15	33.47	36.81	35.48	36.55
46.18	41.50	39.49	44.18	42.84	44.12

※45 秒比較：

表 10 為在 45 秒條件下所測得的數據。而在 45 秒條件下是以入 D1 檔來量測的。會如此量測，是由於在 45 秒的紅燈待車時，等待方式會因人而異，如有人會 P 檔而拉手煞車；有人會直接 D1 檔踩腳煞車。這裡所述的量測條件，已列於實驗的方法及過程與研究結果——、實驗的方法與過程—2.等紅燈待車時，熄火與不熄火怠速狀態之耗油量比較—※實驗過程之內。

在 45 秒條件下的結果，熄火也同樣的較為省油。另外，從不熄火怠速狀態的數據中，可以比較出由於入 D 檔關係，因此，所測得的耗油量，跟 60 秒條件下量測入 P 檔的值是相當接近的。

表 10 分別實驗在不熄火怠速狀態及熄火狀態後，所測得的數據，單位:cc。

次數	1	2	3	4	5
不熄火	22.76	20.75	23.43	22.76	19.41
熄火	8.70	4.02	4.69	8.03	9.37
6	7	8	9	10	平均
23.43	21.42	20.08	22.09	21.42	21.76
6.69	8.03	10.04	6.02	7.36	7.30

另外，表 11 為熄火狀態時所測得的回油量及再啟動瞬間的耗油量。同樣的將其平均值相減來互相驗證，其值為 5.29 cc，雖然有點誤差，但和表 10 熄火狀態時所測得值也是相差不遠。



表 11 在熄火狀態的實驗階段，熄火後的回油量及啟動瞬間時所耗的油量，單位:cc。

次數	1	2	3	4	5
回油	32.13	38.82	38.82	36.14	34.81
瞬間啟動	38.82	42.84	41.50	40.16	40.83
6	7	8	9	10	平均
36.81	36.81	35.48	35.48	34.81	36.01
42.84	44.18	40.83	40.16	40.83	41.30

圖 14，則將不熄火怠速狀態及熄火狀態，在 90 秒、60 秒、45 秒條件下，所測得的數據，以線性圖方式來作呈現。從此圖可更清楚地呈現出，熄火狀態在此三種秒數條件下，都是較為省油的。而在不熄火怠速狀態的線性圖，也可另外再呈現出，45 秒以入 D1 檔所測得的值，和在 60 秒以入 P 檔所量測的值，是相當接近。

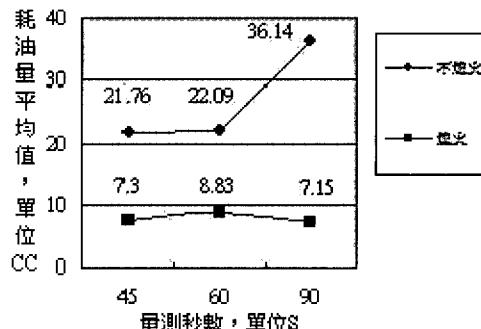


圖 14 不熄火與熄火之耗油量比較圖

圖 15，則將熄火狀態的實驗階段中，在 90 秒、60 秒、45 秒條件下，所測得的回油量和瞬間啟動耗油量，個別的平均值及兩者相差值之數據，以線性圖方式來作呈現。從此圖和圖 14 來互相驗證，可以更清楚比較出熄火再啟動後的狀態下之耗油量。就如在表 6 的地方所提到的，由於汽油泵送油到噴油嘴需要建立油壓，所以當引擎熄火時，此建立油壓的油量便又會流回油箱內。而真正啟動時所消耗的油量其實是很少的。請將圖 15 中三角形記號線和圖 14 正方形記號線，兩者互相比較。

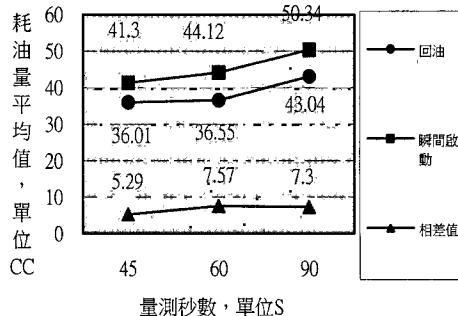


圖 15 熄火階段下，回油及瞬間啟動之耗油量比較圖

#### 4. 車輛高速行使中，開窗與閉窗空調之耗油量比較的研究結果：

表 12 及圖 16，本題目實驗後的結果數據和線性圖呈現。從圖 16 的線性圖可以很清楚地呈現，原本在 80kM/h 所測得的數據中，開窗是比較省油的，但是當車速上升到 90kM/h 時，則變成閉窗空調則比較省油，由此可見空氣阻力在車速越大時，影響越大。

表 12 在各速率的條件下，分別實驗開窗及閉窗空調後，所測得的數據，單位:cc。

次數	1	2	3	平均
60kM/h 開窗	93.71	82.33	94.38	90.14
60kM/h 閉窗空調	114.46	87.01	104.42	101.96
80kM/h 開窗	127.84	110.44	※	119.14
80kM/h 閉窗 空調	143.24	132.53	※	137.89
90kM/h 開窗	188.09	※	※	188.09
90kM/h 閉窗空調	175.37	※	※	175.37

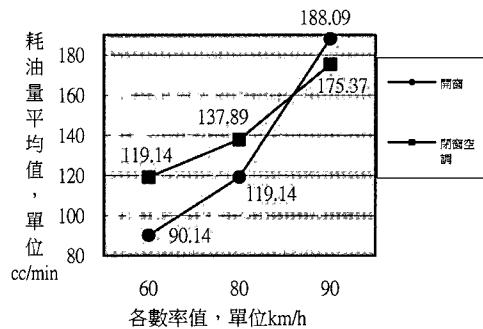


圖 16 開窗與閉窗空調之耗油量比較圖

### 5. 車輛胎壓高低，在一定速率行駛中，對於耗油量影響的實驗結果：

從表 13 的結果數據及圖 17 的線性圖中，以原廠胎壓的 29psi 所測得的值當基準，在平均值當中，26psi 時的省油效果是最差的，32psi 則是比原廠胎壓好一點點但是相差不遠。

表 13 車輛胎壓高低之耗油量比較

	26psi	29psi	32psi
1 次量測	729.59cc	702.81cc	682.73cc
2 次量測	742.97cc	649.26cc	662.65cc
3 次量測	736.28cc	745.67cc	729.59cc
平均值	736.28cc	699.25cc	691.66cc

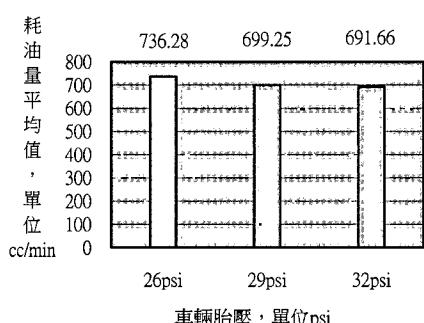


圖 17 車輛胎壓高低之耗油量平均值比較圖

## 結論

### 一、汽車待車時，入 N、P、D 檔，對耗油量的影響：

- 根據結果數據可比較出，汽車在待車入 D 檔時最為耗油。這是由於入 D 檔時，自動變速箱和傳動軸為直接傳動，所以 ECU 便會傳訊號給汽油泵，要求供應更多油量。
- 根據結果數據可比較出，入 P 檔時比入 N 檔時耗油但相差不遠。這是由於入 P 檚時，自動變速箱和傳動軸，並未和入 N 檚時一樣完全分離，它只是用一個制動夾在自動變速箱輸出軸的地方來做控制，所以入 P 檚仍然會比入 N 檚時耗油但相差不遠。

### 二、等紅燈待車時，熄火與不熄火怠速狀態之耗油量的比較分析：

- 根據結果數據，無論 90 秒、60 秒及 45 秒所測的結果，熄火再發動的狀態下皆為較省油。
- 實驗中，是否會因送油管長度之間的不同而影響量測上所得的數據，這與汽油泵有無回油管有關係。因為汽油泵供油，是依照送油管的內部壓力來調節，因此，供油管與回油管長度不同時，便會在量測上產生差異。

### 三、車輛高速行使中，開窗與閉窗開空調之耗油量的比較分析：

- 根據結果數據及相關公式，當車速越大時，開窗所產生的耗油量，則會比閉窗開空調來的大，這是由於空氣阻力變大的原因。
- 汽車上，造成空氣阻力最大的原因為壓力阻力，也就是迎風面的壓力，因此，側風下，空氣阻力對於油耗的影響也會改變。

### 四、車輛胎壓高低，在一定速率行駛中，對於耗油量影響的分析比較：

- 根據結果數據的比較，胎壓越低其耗油量越高，這是由於胎壓變低時，輪胎滾動阻力變大的原因。
- 考慮安全等之類的因素，原廠值最好。根據實驗結果，胎壓低於原廠是明顯耗油的；高於原廠雖比較省油但相差不遠，因此，加上安全因素等等，原廠值最好。



## 參考文獻

- [1] 許良明、黃旺根，《汽車學》(台科大圖書股份有限公司，2003年7月二版四刷)，頁120-123。
- [2] 和泰汽車，《豐田引擎修護手冊》(和泰汽車股份有限公司，1997)，頁SF9-SF16。
- [3] 李添財，《汽車空氣動力學》(全華科技圖書股份有限公司，2005年6月)，頁6-2~6-12。
- [4] BOSCH，《底盤馬力試驗機手冊》，頁9-11。
- 【1】Paul B. Dickinson and A. Thomas Shenton, “Chassis Dynamometer Torque Control:A Robust Control Methodology”, *SAE International Journal of Passenger Cars Mechanical Systems*, Volume2, Issue1, 2009, pp. 263-270.
- (1) 哈伯特頂點  
<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%9F%B3%E6%B2>

- %B9%E3%83%94%E3%83%BC%E3%82%AF
- (2) 紅綠燈熄火  
<http://lowestc.blogspot.com/2007/11/blog-post.html>
- (3) 高速開窗  
[http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/auto/2007-07/02/content\\_6317026.htm](http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/auto/2007-07/02/content_6317026.htm)
- (4) 無回油管汽油泵  
<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!h4jSwASTHAOQPVb19l7UXE0-/article?mid=85>
- (5) 汽車風阻  
[http://designer.mech.yzu.edu.tw/article/articles/others/\(2009-03-08\)%20%E6%B1%BD%E8%BB%8A%E9%A2%A8%E9%98%BB%E8%AA%AA%E5%88%86%E6%98%8E.htm](http://designer.mech.yzu.edu.tw/article/articles/others/(2009-03-08)%20%E6%B1%BD%E8%BB%8A%E9%A2%A8%E9%98%BB%E8%AA%AA%E5%88%86%E6%98%8E.htm)

