

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學科

佳作

030816

機車停等紅綠燈油耗之探討

學校名稱：新北市立福和國民中學

作者： 國一 宋奕儒	指導老師： 施妙旻 施燦宏
---------------	---------------------

關鍵詞：機車、怠速、油耗

作品名稱：機車停等紅綠燈油耗之探討

摘要

本研究主要從量測機車怠速與啟動的各種數據，從成本和油耗的角度探討紅綠燈停等的秒數到多少以上，應該熄火才符合效益。

在實驗的過程中，我自行設計了各種不同的量測設備和實驗步驟。相較其它學校和機構的量測方法應該較為簡單，準確及直觀。同時我也考量了機車啟動的損耗，增加考量的因素，希望得到一個較準確的結果。

我的研究發現：重新啟動一次需要0.01元（啟動馬達）+0.006元（啟動盤）+0.008元（電瓶）+0.009元（油費）=0.033元，而這0.033元約等於怠速17秒的油錢。換句話說，騎乘機車停等紅燈，或是必須暫停怠速，如預期超過17秒，即建議熄火。

壹、研究動機

- 一、立法院已經三讀通過修訂空氣污染防治法部分條文的提案，增訂怠速停車時間過長之汽機車應熄火相關規定，已於101年3月1日起實施，並自6月1日起開罰。停車怠速等候逾3分鐘，應關閉引擎熄火。違反者機車處罰1,500元、小型車3,000元及大型車5,000元。（註1）
- 二、環保署指出一輛車如果每天減少怠速30分鐘，一年下來，就可以節省640公升的汽油約等於18,000元的油費。（註2）
- 三、台達文教基金會曾委託台大做過類似的實驗（註3），但在油耗折線圖的部分（註4）做的數據不清楚也不直觀，在測量單位上做得也不是很理想，是使用重量再轉換成體積，而不是使用一般慣用的毫升。再加上最後也沒有確切的結論，所以我希望可以排除這些缺點，做出能讓大家看得懂，且有明確結論的實驗。
- 四、查看其他人做的資料或是網路上的討論，有關怠速熄火的時機，並沒有比較明確的答案，有人說40秒（註5），也有人說30秒（註6），甚至還有人認為熄火反而會造成更多的污染和磨耗，認為根本不要熄火。
- 五、由於眾說紛紜，自己因此決定以此為題，想從成本的角度，找到一個較合理且明確的答案，並以提供參考。

貳、研究目的

從省錢及油耗的觀點探討，找出機車停等紅綠燈應熄火的最佳時間。希望能找出明確的數據，供機車騎士判斷何時熄火的參考。可能的話，可以提供給環保單位在訂定怠速熄火相關規定時之參考，達到環保節能又省錢之雙贏。

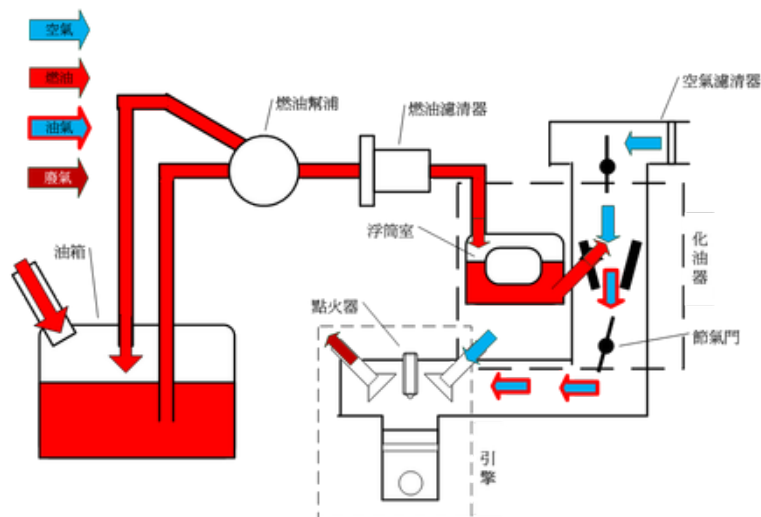
參、 研究設備及器材

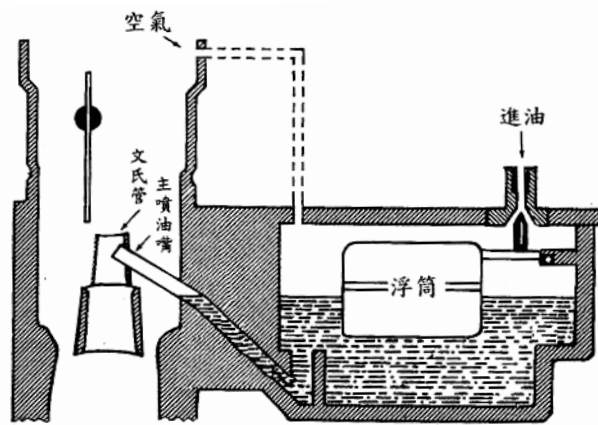
物品	品牌及型號	數量
150mL摩托車	協隆150，2003出廠，(機車一)	一輛
100mL摩托車	光陽100，(機車二)	一輛
50mL摩托車	光陽翔鶴 50，(機車三)	一輛
100mL PE量筒		一個
漏斗		一個
熱溶槍+膠		一套
8mm 橡皮管		120cm
吹風機		一把
相機	Panasonic DMC-ZS3	一台
電鋸		一台
計時器		一個
示波器	Tektronix TDS2012B	一台
電流放大器	Tektronix TGPA300	一台
電流槍	Tektronix TGP303	一枝
三用電錶	FLUKE111	一台
溫、溼度計	Oregon Scientific, BAR182HG	一個
濾油器		一個

肆、 研究過程或方法

一、機車供油系統和說明

由於要量測油耗，因此我必須先了解機車的供油和引擎系統。下圖為一般使用化油器之機車的供油系統。供油系統大致有油箱、燃油幫浦、化油器和引擎。



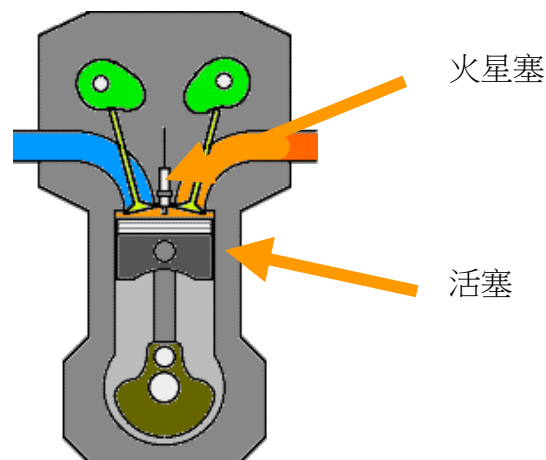


化油器的浮筒室和文氏管的構造¹(圖一)

現在的機車有分噴射引擎和化油器，我們做實驗的是使用化油器的機車，化油器最重要的功能就是將汽油與空氣以大約1:14的比例混合進入引擎，使油可以燃燒得更快速更完全。

(一)引擎結構圖

如圖二。藍色管子是油與空氣形成的混合氣的進氣口，混合氣進入後，因為活塞的反覆上下移動，使混合氣被壓縮，之後中間的火星塞點燃，使混合氣爆炸，推動活塞往下，將動力帶至傳動裝置，廢氣再由橘色管子排出。此動作不斷執行，即可帶動車輪前進。

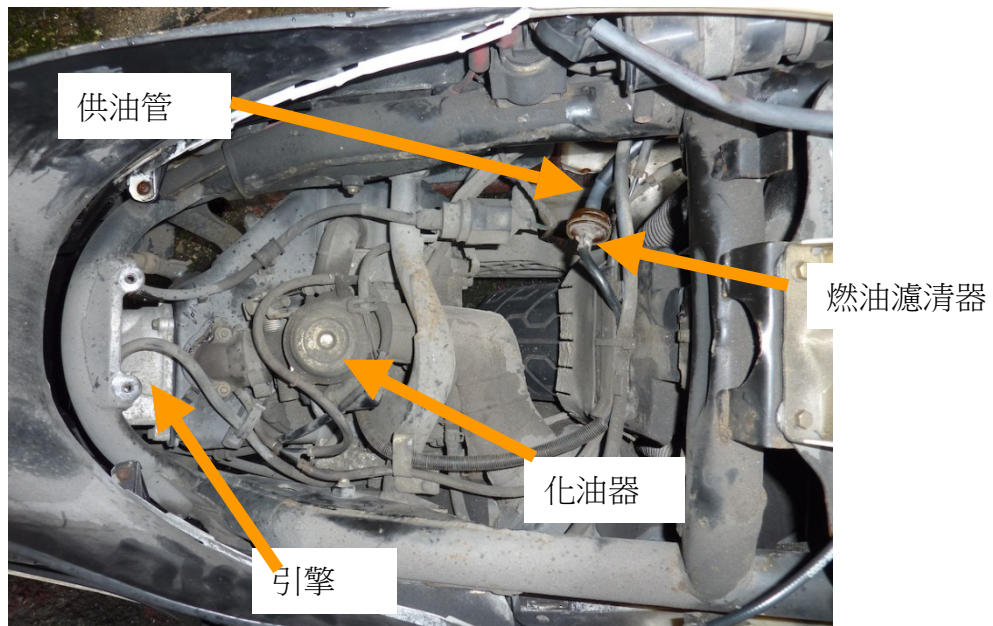


引擎結構圖²(圖二)

(二)實驗用機車（機車一）供油系統圖

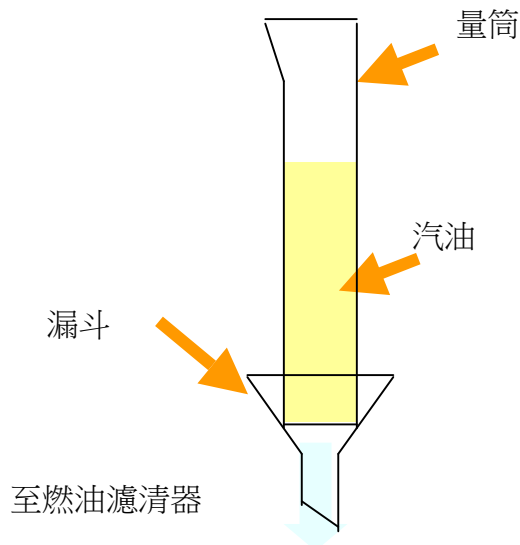
¹本圖下載自：<http://blog.xuite.net/lasded/blog/19174508>

²本圖下載自：http://www.szaex.net/2007/11/blog-post_6521.html



機車內部供油系統（圖三）

二、量測工具製作：前面提到台達文教基金會委託台大量測，是先量測汽油的重量再轉換成體積。但是油量的量測仍應以"體積"為測量單位較為正確和符合一般認知，因此我設計了一個量測工具如下圖（四）、（五）



汽油量筒圖示（圖四）

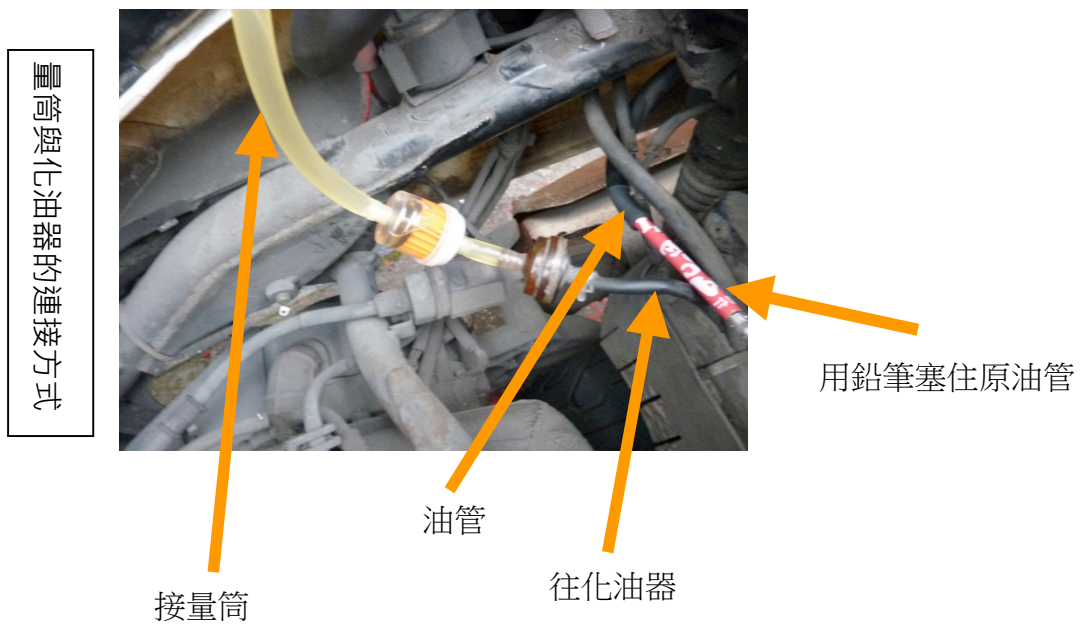


量筒實際照片（圖五）

這個量測工具雖然簡單，卻可直接測出汽油體積。較台大實驗量測重量的方法更為直接明確。製作量測工具和接上機車供油系統步驟：

- (一)量筒底座用電鋸鋸掉
- (二)將鋸掉底部的量筒和漏斗用熱熔膠黏合
- (三)拔掉原機車接到濾清器油管，並且用鉛筆塞住以防漏油
- (四)將橡皮管一端接上漏斗，另一端接上燃油濾清器

(五)將汽油倒入量筒中，並讓油管和化油器中的空氣全部跑出來



汽油量筒照片 (圖六)



開始做實驗嘍!



測試設置照片

三、量測油耗和電壓

(一)怠速實驗(1)

這個實驗的目的在量出(機車一)怠速時的耗油量，實驗步驟如下：

1. 發動機車，讓機車處於怠速狀態
2. 觀察量筒中油量的變化
3. 前300秒每30秒記錄一次，後600秒每60秒記錄一次

(二)發動一分鐘，停止一分鐘

這個實驗的目的在模擬機車在路上頻繁起動和熄火，想找出發動時是否會有多耗油的情況。實驗步驟如下：

1. 發動機車，讓機車處於怠速狀態
2. 等待一分鐘後觀察油量變化
3. 熄火
4. 重新發動機車
5. 重覆1~3的步驟

(三)機車連續發動實驗

這個實驗的目的在找出（機車一）每次啟動時的油耗

1. 發動機車後立即熄火
2. 反覆20次
3. 觀察記錄量筒中油量變化
4. 重複以上實驗一次

(四)怠速實驗(2)

這個實驗的目的除量測（機車一）油耗外，加入了量測電池電壓

1. 先騎機車大約十分鐘，將電池充電
2. 在怠速的情況下，先用電錶量測電池電壓
3. 熄火
4. 重新發動機車，保持機車處於怠速運轉
5. 觀察量筒中油量及電表電壓的變化
6. 每分鐘記錄一次油耗和電壓

(五)（機車二）怠速實驗

測試步驟同（四），其目的在驗證第二台機車之油耗

(六)（機車一）啟動波形觀察

這個實驗的目的在量測機車電池於啟動時的電壓和電流的波形

1. 設置示波器和電流放大器如下圖：



2. 將電流槍扣住電瓶上方的負極電線
3. 將電流槍接上電流放大器
4. 將電流放大器的輸出端接上示波器
5. 將探棒夾住電瓶的正、負極，再將它連接到示波器的輸入
6. 調整示波器使其能抓到電壓電流之波型

意外，重新設計量測工具

在收集了以上數據後參加了校內科展，有幸獲得提名參加縣市展。

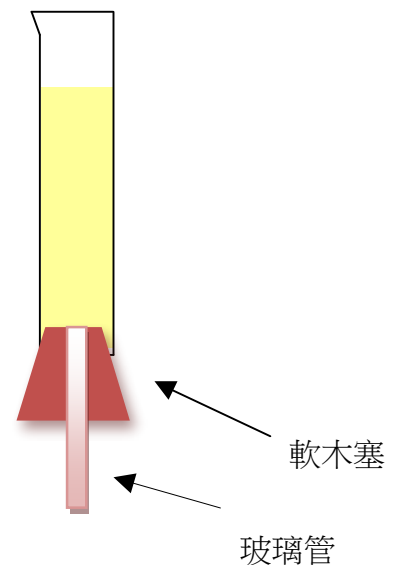
為參展，我決定再充實內容，再量測一些數據。只是當我要再進行實驗時，遇到了一個大問題：我先前設計的汽油量筒，接合處的熱溶膠被汽油溶解，汽油漏出，實驗被迫中止！

這件意外讓我頭痛不已，因為，如果不能克服這個問題，實驗就難以再進行。可是，原本可以的，為什麼突然不行？

上次的經驗告訴我，一般的膠會被汽油溶解，我找到了熱溶膠還可以用。這次有可能是汽油的成份不同，造成這個問題。

思考後，我重新設計了一個量測的工具如右圖：

此量測工具採物理方式接合，不會被汽油侵蝕，解決了之前煩惱許久的黏合問題，接著進行以下實驗。



(七)怠速實驗(3)

為了要降低推論是巧合之可能性，我再做一次實驗，其程序和怠速實驗(2)相同

(八)怠速實驗(4)：機車無法充電之怠速實驗

這個實驗在之前就有想做了，但當時並不知道該如何做，後來請教機車行老闆才知道，只要發動後將電瓶旁的保險絲拔除，就可使電瓶無法充電。所以設計實驗如下：

1. 發動機車，立刻拔除保險絲

2. 每分鐘記錄一次剩餘油量與電壓
3. 十五分鐘後熄火
4. 重複再做一次，這次於十五分鐘後接回保險絲，二十分鐘後熄火

完成以上實驗後，我整理了數據參加縣市展，也提出了和台大和其它機構測試數據不同的結論。但是實驗的結果還是存在一些不足。為了有更多的數據證明我的實驗結果，我在參展後再接再厲又進行了以下的實驗。

(九) (機車三) 啟動電壓量測

為了讓實驗數據更多，有更好的參考價值，我量測觀察了(機車三)之啟動電壓，同時也量測了(機車一)之啟動電壓波形，其結果如後段實驗結果說明。

(十) 怠速實驗 (5)：冷車直接發動

前面幾個實驗都是在機車先騎十分鐘後量測，為比較，這次在冷車時直接發動量測油耗和電壓，希望比較和其它實驗之不同。其步驟如下：

1. 冷車直接發動
2. 前2分鐘30秒記錄一次，之後每分鐘記錄油耗和電壓一次
3. 21分鐘後熄火

(十一) 怠速實驗 (6)

怠速實驗(5)做完後，先連續25次(發動+熄火)，把電池的電耗盡，接著做怠速油耗實驗。其步驟如下：

1. 前2分鐘30秒記錄一次，之後每分鐘記錄一次
2. 26分鐘後熄火

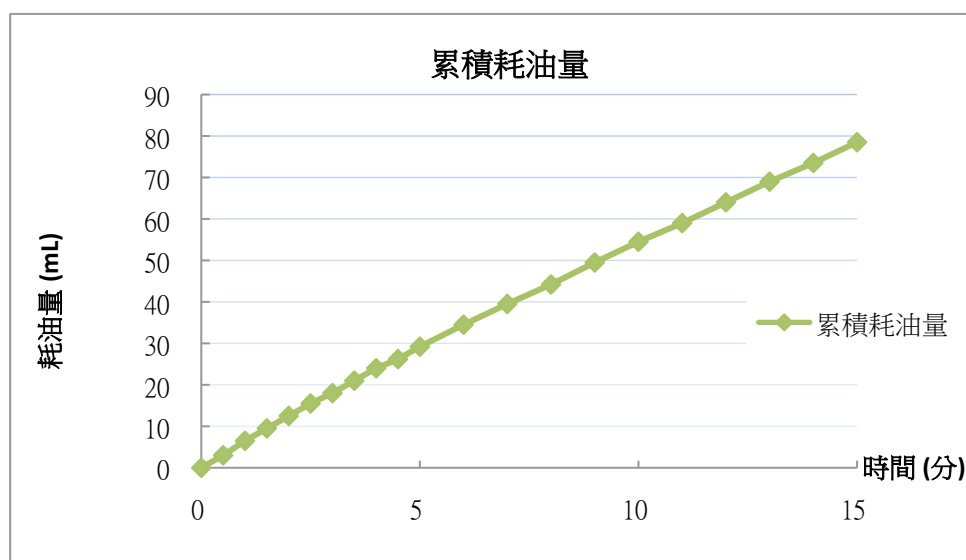
(十二) 量測(機車一)電池回充時間

1. 發動機車，觀察電壓，直到電壓穩定
2. 記錄穩定時的電壓
3. 熄火重新發動，並開始計時
4. 電壓回到原本值時，立即熄火，記錄時間
5. 重複5次

伍、 實驗結果

一、怠速實驗(1)

溫度	21.6度C	
相對溼度	65%	
時間(分)	累積耗油量	耗油量/分鐘
開始	0	0
0.5	3	
1	6.5	6.5
1.5	9.5	
2	12.5	6
2.5	15.5	
3	18	5.5
3.5	21	
4	24	6
4.5	26.2	
5	29.2	5.2
6	34.5	5.3
7	39.5	5
8	44.2	4.7
9	49.5	5.3
10	54.5	5
11	59	4.5
12	64	5
13	69	5
14	73.5	4.5
15	78.5	5



累積耗油量(圖七)

此實驗的平均油耗大概在5.6mL/分，且發現到前十分鐘耗油似乎較多。

二、怠速一分鐘，停止一分鐘

2012/2/5			
溫度	21.6度C	溼度	65%
時間(分)	耗油量	加總耗油量	備註
1	4	4	怠速
2	2		熄火
3	3	5	怠速
4	2		熄火
5	3	5	怠速
6	2		熄火
7	3	5	怠速
8	1.5		熄火
9	3.5	5	怠速
10	2		熄火
11	3	5	怠速
12	2		熄火
13	3	5	怠速
14	2.5		熄火
15	3	5.5	怠速
16	2		熄火
17	3.5	5.5	怠速
18	2		熄火
19	3	5	怠速
20	2		熄火

由以上數據，平均一分鐘怠速和啟動一次之油耗約為5mL。看不出明顯因啟動而增加油耗。

三、機車連續發動實驗

次數	機車連續發動20次的累積耗油量
第一個20次	4mL
第二個20次	2mL

由此實驗看出的耗油量很少，每次啟動為 $(4+2)/(20+20)$ mL/次=0.15mL/次，似乎就和台大測試的結果相符，發動所耗的油量很少。

在測量的過程中，我們發現，在啟動後怠速的前半段，似乎有油耗較多的情況，可是我們並不能解釋原因。但再次研究了台大量測的數據，有提到充電，為了讓實驗更完整，我們再做了一次怠速實驗（2），這次加入了量測電池電壓。

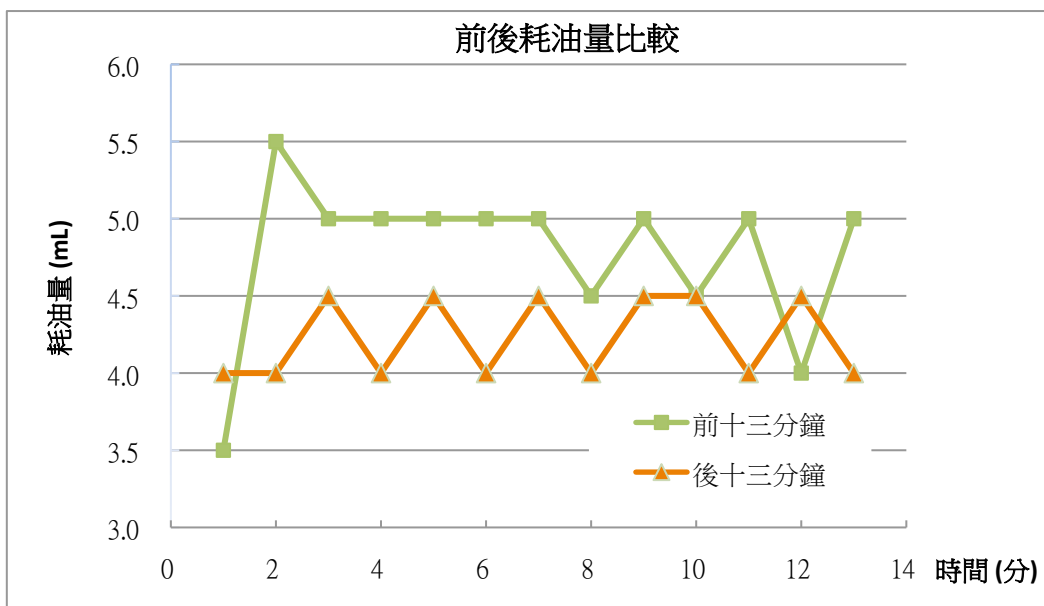


量測電池電壓之電錶(圖八)

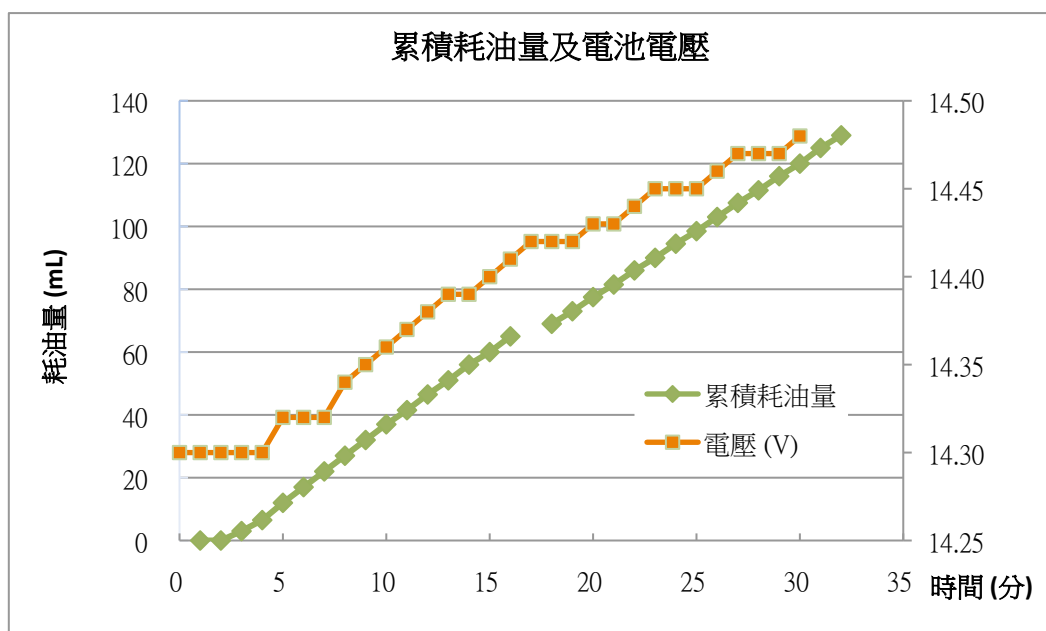
四、怠速實驗 (2)

2012/2/11	溫度	18.4度C	相對溼度	69%
量測情況	騎十分鐘不熄火量電壓當作標準			以14.42V當比較點
時間	耗油量	累積耗油量	電壓(V)	備註
0	0	0	14.26	
1	3	3	14.29	
2	3.5	6.5	14.3	
3	5.5	12	14.3	
4	5	17	14.3	
5	5	22	14.32	
6	5	27	14.32	
7	5	32	14.32	
8	5	37	14.34	
9	4.5	41.5	14.35	
10	5	46.5	14.36	
11	4.5	51	14.37	
12	5	56	14.38	
13	4	60	14.39	
14	5	65	14.39	量筒的油即將耗盡
15	不計算	不計算	14.4	重新加油
16	4	69	14.41	
17	4	73	14.42	
18	4.5	77.5	14.42	
19	4	81.5	14.42	
20	4.5	86	14.43	

21	4	90	14.43	
22	4.5	94.5	14.44	
23	4	98.5	14.45	
24	4.5	103	14.45	
25	4.5	107.5	14.45	
26	4	111.5	14.46	
27	4.5	116	14.47	
28	4	120	14.47	
29	5	125	14.47	
30	4	129	14.48	



(圖九)



圖十

第一階段分析

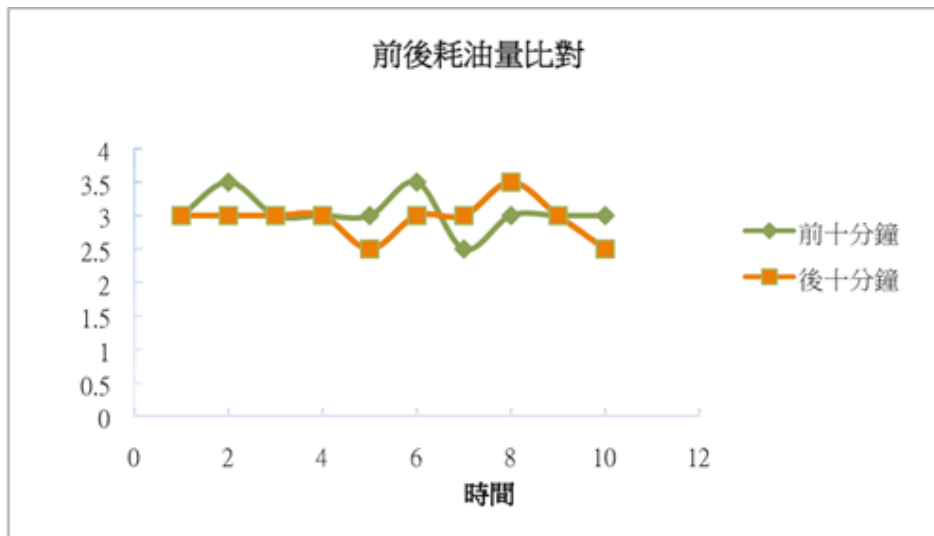
- (一)綜合以上資料，在怠速第17分鐘的時候，電壓回到14.42V，由於電池的電量和電壓是相關的，因此我推論這輛機車需要16分鐘的怠速來充發動時所耗掉的電量，所以我以(前16分鐘的平均油耗)-(後14分鐘的平均油耗)=4.6-4.28=0.32， $0.32*16=5.12$ ，推算出補充啟動電池之電量約需要5.12mL的汽油。
- (二)5.12mL的汽油約可供應機車 $5.12\text{mL}/4.28(\text{mL}/60\text{秒})$ (後段平均)約等於71.7(秒)，換句話說，發動一次所需的汽油約等於72秒的怠速。這點和台大的實驗報告不同。也就是說，發動一次的油量不只是發動時表面的少數油耗(在我們的發動實驗中量出為0.15mL/次)，而是更多的 $(5.12+0.15)\text{mL}/\text{次}$ ，約等於0.158元新台幣(以每公升30元計算)。
- (三)根據“機車實施怠速自動熄火之可行性與管制策略研究”資料顯示，電池的使用壽命與時間較相關，與使用次數的關聯較小(11萬次發動還沒出問題)。該報告中另測出啟動馬達約可以使用15萬次，啟動盤也至少可以使用16萬次。依我找到的資料，啟動馬達約為1500元，啟動盤大約960元，電池約為900元。綜合以上數目，啟動一次的材料損耗約需要0.01元(啟動馬達)+0.006元(啟動盤)+0.008元(電池)+0.158元(油費)=0.182元，0.182元約等於怠速85秒的成本(以每公升30元，每分鐘消耗4.28mL計算)，換句話說，騎乘機車停等紅綠燈或是必須暫時停等時，如預期停等超過85秒時，即建議熄火。

五、(機車二)怠速實驗

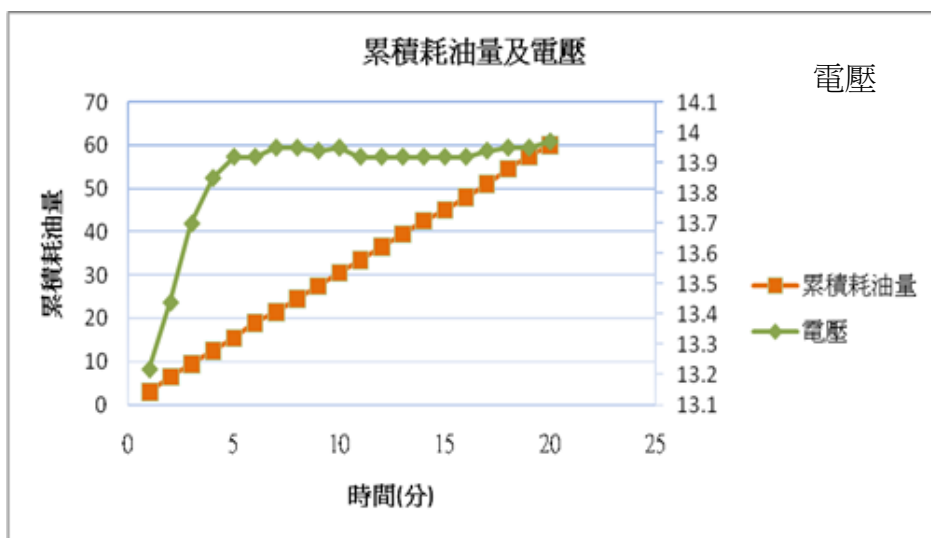
為了多一組參考數據我測試了第二台機車(光陽100)的數值如下：

2012/2/12				
溫度	19.2度C	濕度	71%	
啟動條件	騎十分鐘不熄火量電壓當標準		以14.45V當作比較點	
時間	剩油量	耗油量	累積耗油量	電壓(V)
0	102	0	0	13.22
1	99	3	3	13.44
2	95.5	3.5	6.5	13.7
3	92.5	3	9.5	13.85

4	89.5	3	12.5	13.92
5	86.5	3	15.5	13.92
6	83	3.5	19	13.95
7	80.5	2.5	21.5	13.95
8	77.5	3	24.5	13.94
9	74.5	3	27.5	13.95
10	71.5	3	30.5	13.92
11	68.5	3	33.5	13.92
12	65.5	3	36.5	13.92
13	62.5	3	39.5	13.92
14	59.5	3	42.5	13.92
15	57	2.5	45	13.92
16	54	3	48	13.94
17	51	3	51	13.95
18	47.5	3.5	54.5	13.95
19	44.5	3	57.5	13.97
20	42	2.5	60	13.98



圖十一

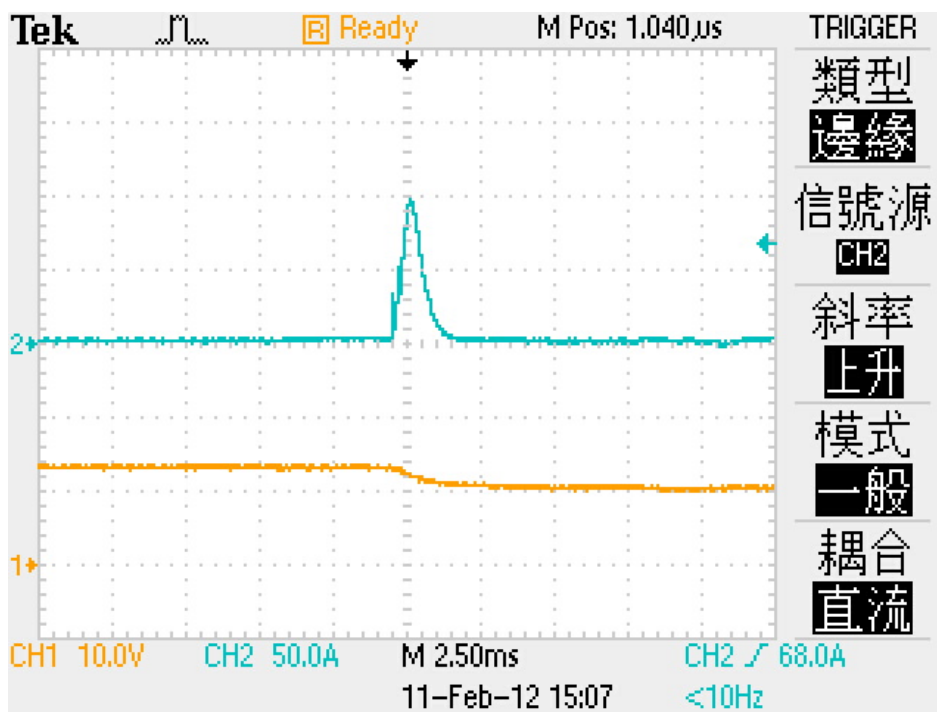


圖十二

換了一輛機車，看不太出之前的推論是否正確。因為實驗前騎一陣子回來時，不熄火所量到的電壓是14.45V，但是實際做實驗時，怠速了20分鐘，電壓還是維持在13.9 V左右，看得出有充電的時間，只有前4分鐘，再加上圖十一的折線圖並沒有前後耗油的明顯差異，我推測是因為此輛機車怠速時的轉速不夠高，以致沒對電池充電，所以沒有明顯的油耗增加。

六、啟動波形觀察

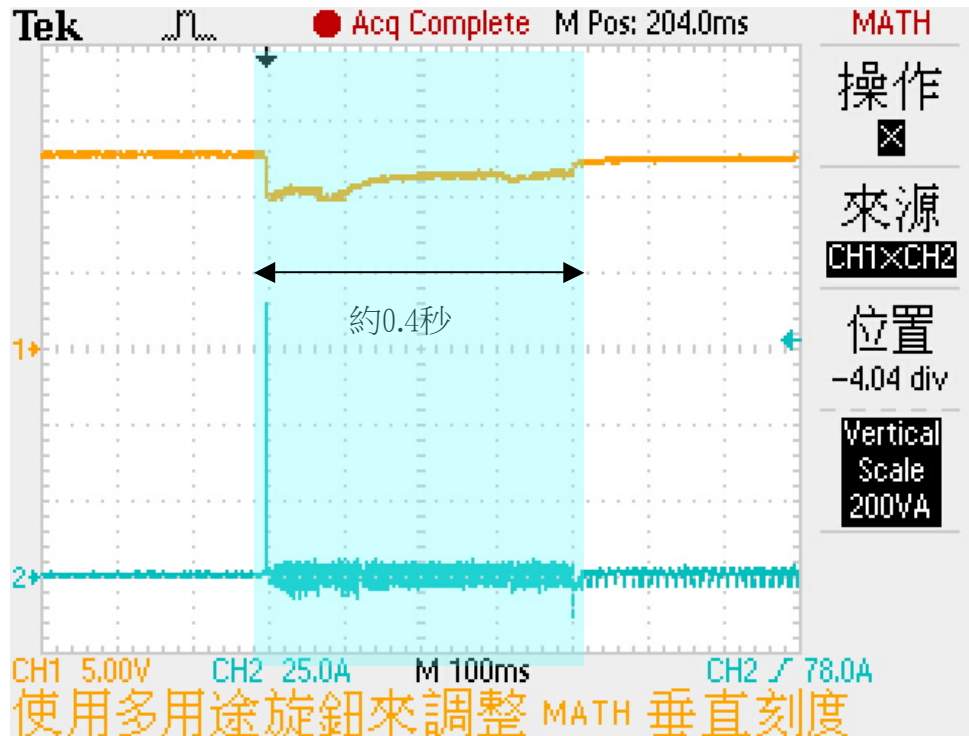
(一)發動瞬間波形1



(圖十三)

圖十三是發動瞬間的波形，橘色的線為電壓的變化，藍色的線為電流的變化。其中電流瞬間可達100A，電壓有明顯的下降，表示在發動時，會使用到電瓶的電。我也發現電流的時間太短，總共只有0.025秒，所算出能量極小，推測後段還有沒看到的波形，所以決定再做一次。

(二) 發動瞬間波形2



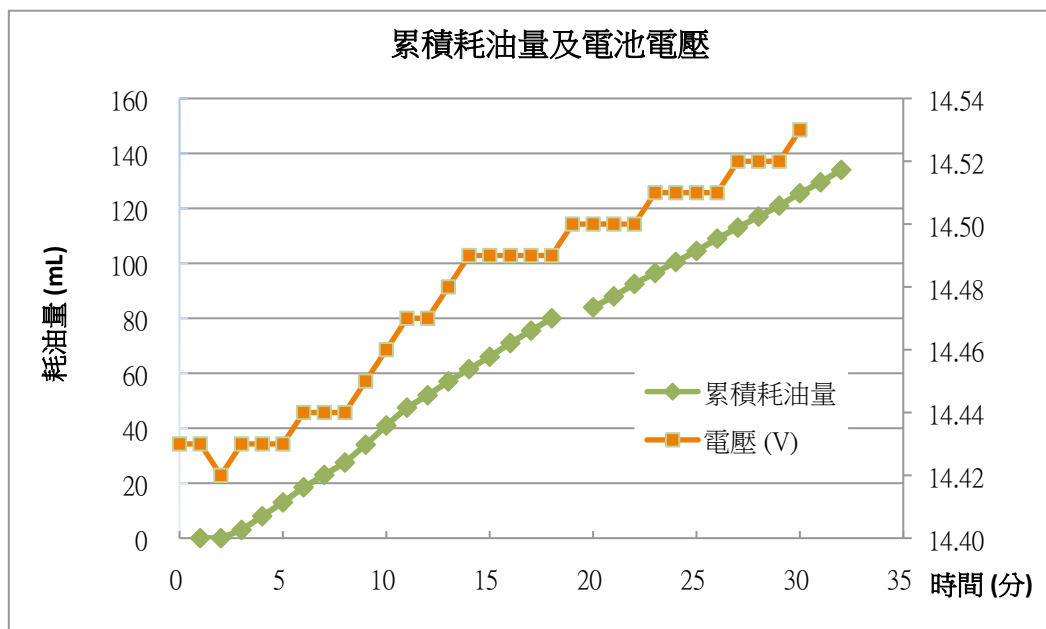
(圖十四)

圖十四為發動時電壓和電流的波形，整個過程大約為0.4秒（框起來的位置），由此可知發動時並不是只有先前（圖十三）所看到的一波約0.0025秒而已。也就是啟動的能量消耗很大。但是因為後面的波形太繁雜，所以我無法進行計算，因此我認為之前使用油耗來計算的結果應該是可以參考的。

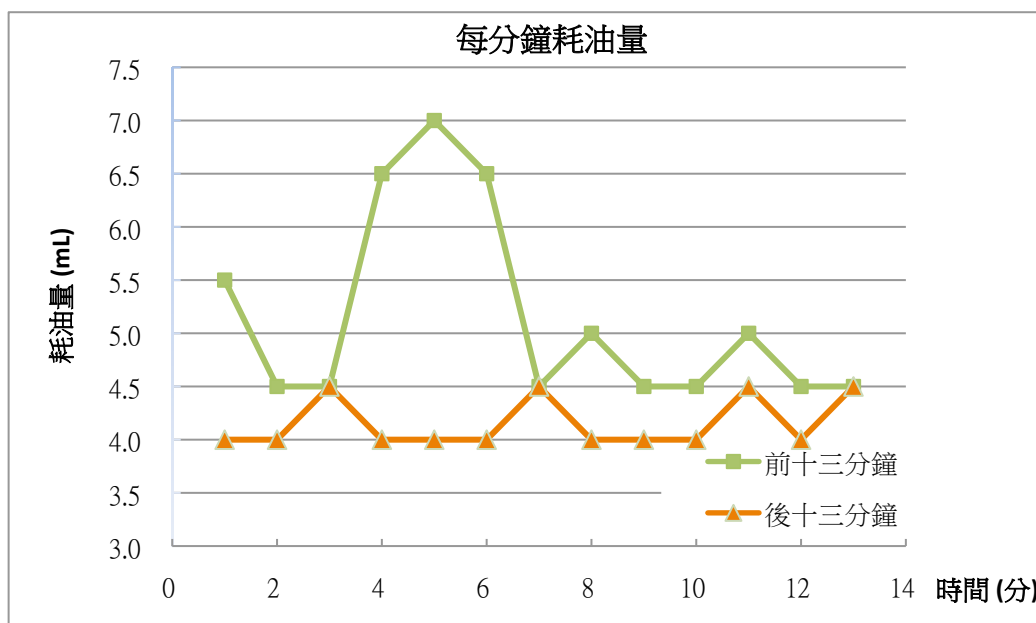
七、怠速實驗(3)

2012/4/22	溫度	24.7	溼度	59
實驗情況	騎一圈假設電池已充飽		以14.49V當作標準	
時間	累積耗油量(ml)	耗油量(分/ml)	電壓 (V)	備註
0	0	0	14.43	
1	3	3	14.43	
2	8	5	14.42	
3	13	5	14.43	
4	18.5	5.5	14.43	
5	23	4.5	14.43	
6	27.5	4.5	14.44	
7	34	6.5	14.44	
8	41	7	14.44	
9	47.5	6.5	14.45	
10	52	4.5	14.46	
11	57	5	14.47	

12	61.5	4.5	14.47	
13	66	4.5	14.48	
14	71	5	14.49	
15	75.5	4.5	14.49	
16	80	4.5	14.49	油即將耗盡
17			14.49	重新加油
18	84	4	14.49	
19	88	4	14.5	
20	92.5	4.5	14.5	
21	96.5	4	14.5	
22	100.5	4	14.5	
23	104.5	4	14.51	
24	109	4.5	14.51	
25	113	4	14.51	
26	117	4	14.51	
27	121	4	14.52	
28	125.5	4.5	14.52	
29	129.5	4	14.52	
30	134	4.5	14.53	



(圖十五)



(圖十六)

第二階段分析

本次實驗的結果與怠速實驗(2)所得出的結論相似，但是明顯的前段油耗較多，用之前的算法再算一次：

$$(前13分鐘平均-後12分鐘平均)*13分鐘=(5.07-4.2)*13=11.3ml$$

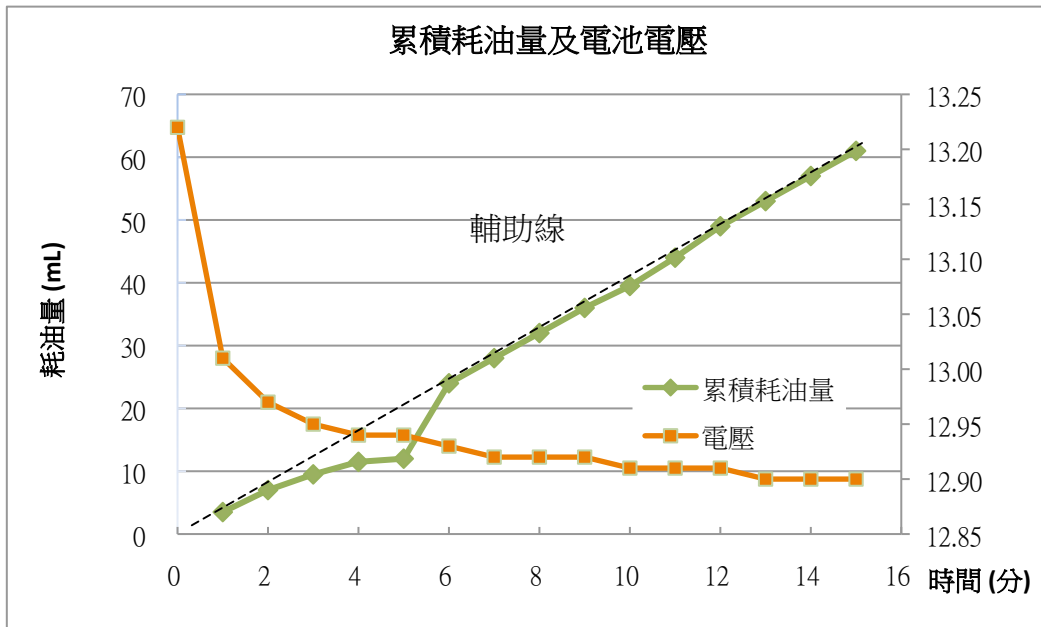
以一公升汽油30元計算，大約為0.34元(油費)，再加計其他損耗0.01元(啟動馬達) + 0.006元(啟動盤) + 0.008元(電瓶) 合計0.36元。而這些錢約可拿來怠速171秒(以每公升油30元，怠速油耗4.2mL/分計算)，比第一階段分析結果還多(請詳第13頁)，也得出怠速要超過171秒才需要熄火的推論。

八、怠速實驗(4):機車無法充電瓶之怠速實驗

(第一次)

2012/4/22			
溫度	24.7	溼度	59
時間	累積耗油量	耗油量	電壓
開始	0	0	13.22
1	3.5	3.5	13.01
2	7	3.5	12.97
3	9.5	2.5	12.95
4	11.5	2	12.94
5	12	0.5	12.94
6	24	12	12.93
7	28	4	12.92
8	32	4	12.92
9	36	4	12.92
10	39.5	3.5	12.91

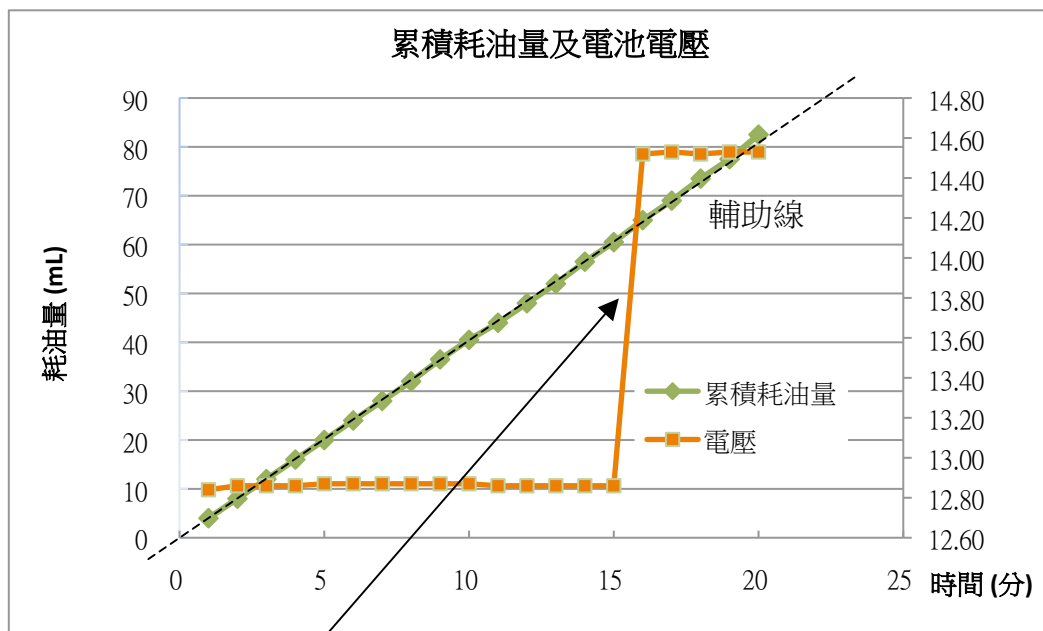
11	44	4.5	12.91
12	49	5	12.91
13	53	4	12.9
14	57	4	12.9
15	61	4	12.9



除了前面的數據有些不穩定外，後段油耗大致穩定
(第二次)

2012/4/22			
溫度	24.7	溼度	59%
時間	累積耗油量	耗油量	電壓
開始	0	0	12.87
1	4	4	12.84
2	8	4	12.86
3	12	4	12.86
4	16	4	12.86
5	20	4	12.87
6	24	4	12.87
7	28	4	12.87
8	32	4	12.87
9	36.5	4.5	12.87
10	40.5	4	12.87
11	44	3.5	12.86
12	48	4	12.86
13	52	4	12.86

14	56.5	4.5	12.86
15	60.5	4	12.86
16	65	4.5	14.52
17	69	4	14.53
18	73.5	4.5	14.52
19	77.5	4	14.53
20	82.5	5	14.53



這次前段油耗較平均，到了後段（第十五分鐘），保險絲接回，開始充電，後段的油耗有上升的傾向。我也因此推論出以下的結論：

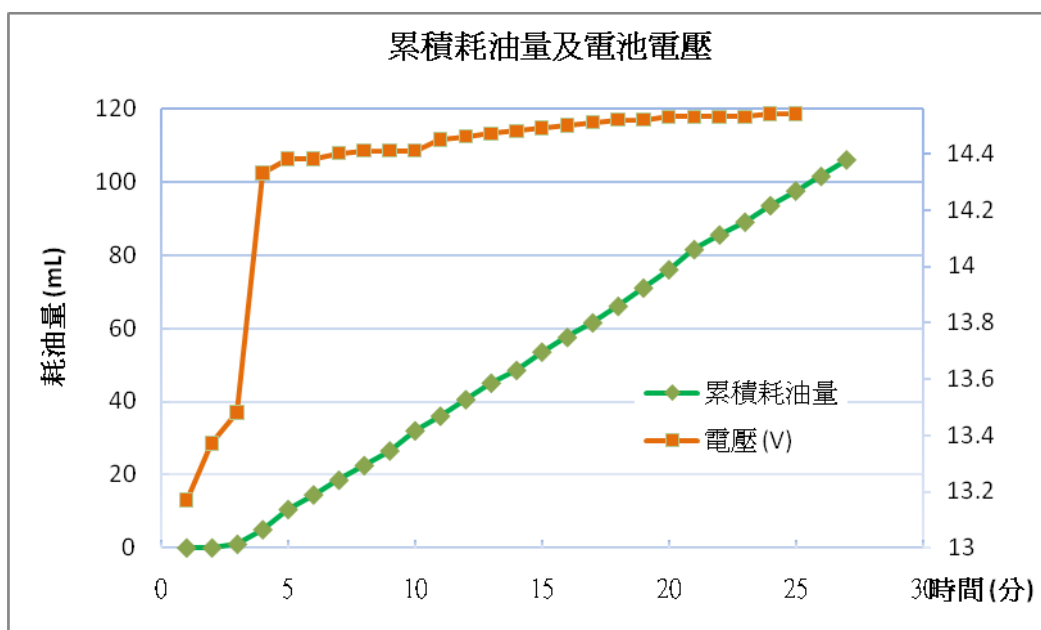
1. 當機車熄火後再啟動，其油耗比台大所作的研究和其他人測得數據為多
2. 上述原因可能在啟動時電池消耗大，需要一些油回充。回充時間約為16分鐘
3. 機車遇紅燈後要熄火，其停等時間要大於85秒和171秒（兩次實驗結果）才需要熄火。否則頻繁的發動反而造成油耗的浪費

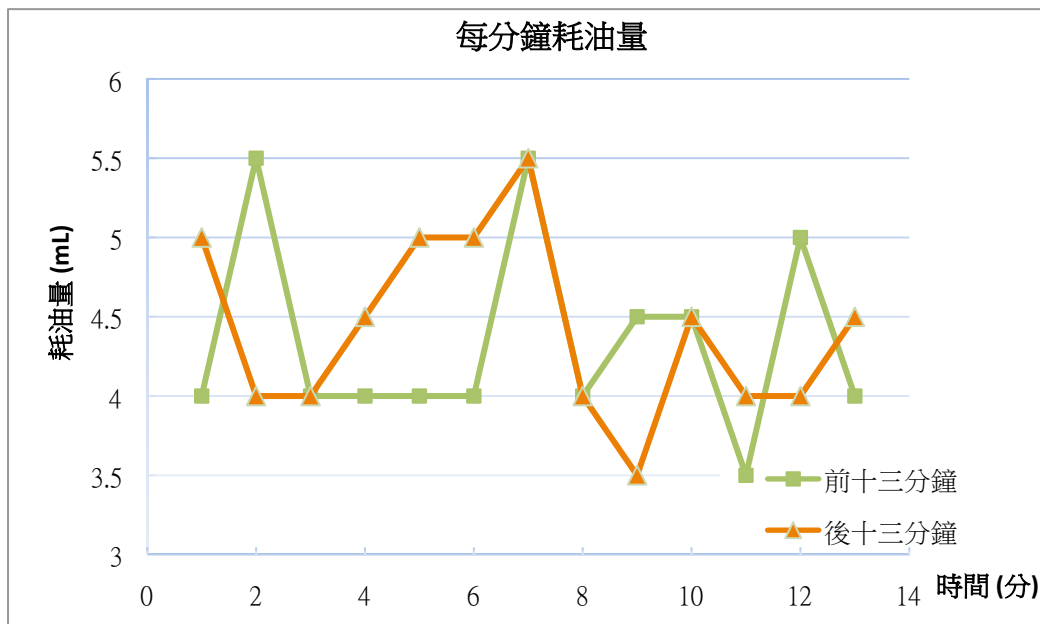
以上是在參加縣市展的結論。由於有幸參加國展，為了讓實驗結果更具說服力，我又設計了以下的實驗

九、怠速實驗(5)：再次驗證

2012/5/26			
溫度	27.5	溼度	62
實驗情況	騎一圈假設電池已充飽		
時間	耗油量	累積耗油量	電壓 (V)
0	0	0	
1	1	1	13.17

2	4	5	13.37
3	5.5	10.5	13.48
4	4	14.5	14.33
5	4	18.5	14.38
6	4	22.5	14.38
7	4	26.5	14.4
8	5.5	32	14.41
9	4	36	14.41
10	4.5	40.5	14.41
11	4.5	45	14.45
12	3.5	48.5	14.46
13	5	53.5	14.47
14	4	57.5	14.48
15	4	61.5	14.49
16	4.5	66	14.5
17	5	71	14.51
18	5	76	14.52
19	5.5	81.5	14.52
20	4	85.5	14.53
21	3.5	89	14.53
22	4.5	93.5	14.53
23	4	97.5	14.53
24	4	101.5	14.54
25	4.5	106	14.54





這次實驗有一個和前面完全不同的結果：看不出之前油耗前段多後段少的現象，計算後發現後段油耗甚至比前段多。這個結果讓我百思不解。我又做了一次相同的實驗，結果也是相同：已經看不出來前半段油耗比後半段油耗多的現象！

十、（機車三）啟動電壓量測

在量測（機車三）油耗前，我先量測觀察了（機車三）之啟動電壓。做法是先讓機車怠轉到電壓穩定，熄火後立即啟動，結果發現了一個重要不同：熄火後立即重新啟動，電壓大約只要45秒就回到了熄火前的電壓！試了幾次，都得到相同的結果。於是我再度把相同的實驗在（機車一），也發現了相同的結果。這次並且用示波器記錄波形如下：



同樣的，電壓大約只要45秒就又回到了熄火前電壓。這個結果看起來推翻了我先前的結論：回充並不需要16分鐘（請詳第20頁），而只需45秒！

我再檢視過去的資料，突然想起之前剛開始做的時候還是冬天或是溫度較低，但現在已經是夏天了，這是唯一不同的地方。於是上網找了資料（註9），提到機車冷車時，為了讓機車怠速穩定，阻風門作動而讓更多的油進入化油器。心想著會不會是這個原因造了過去測試的結果—前端油耗較多的原因。此外，由於一開始做實驗的時候較不熟悉，所以在量油耗之前，準備動作較多（拆油管，接上量測工具等），等到要量測時，車已經和量測電壓標準時不同（車溫度已降低）。但這次實驗時，因技術熟練，所以在車還是熱的時候就已經開始實驗，因此不需要用更多油來將機車調整到適當溫度，而產生出此差異。

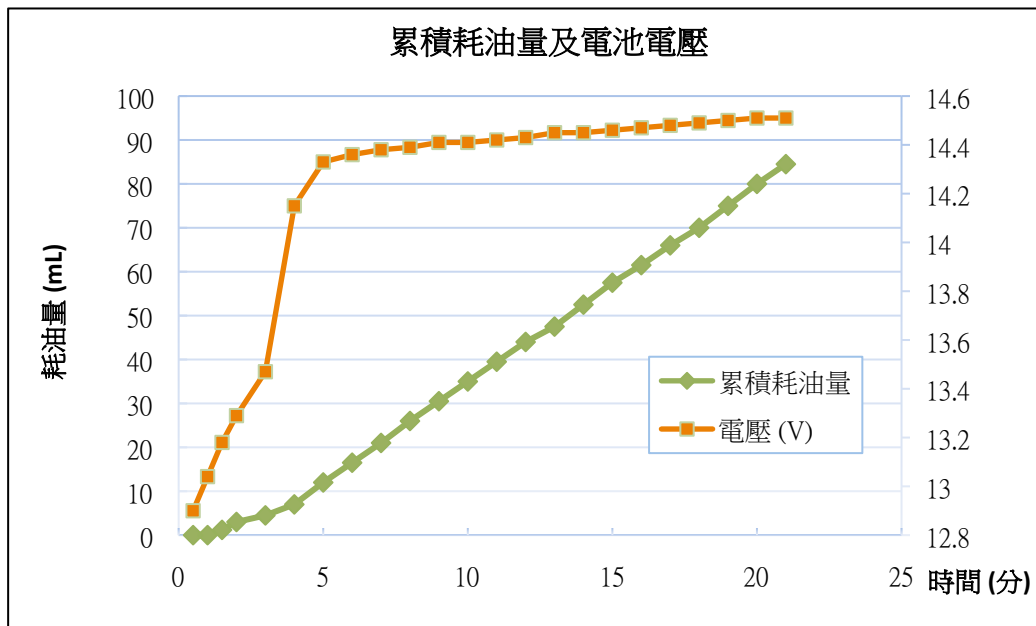
為了證明我的推論，我設計了以下的實驗：

十一、 怠速實驗（5）：冷車直接發動

和前面不同，這次沒有經過騎車，把油管接好後就直接啟動量測油耗和電池電壓。量測結果如下：

2012/6/6			
溫度	29.1	溼度	60
情況	冷車發動		
時間	耗油量	累積耗油量	電壓 (V)
0.5	1.2	1.2	12.9
1	1.8	3	13.04
1.5	1.5	4.5	13.18
2	2.5	7	13.29
3	5	12	13.47
4	4.5	16.5	14.15
5	4.5	21	14.33
6	5	26	14.36
7	4.5	30.5	14.38
8	4.5	35	14.39
9	4.5	39.5	14.41
10	4.5	44	14.41
11	3.5	47.5	14.42
12	5	52.5	14.43
13	5	57.5	14.45
14	4	61.5	14.45
15	4.5	66	14.46
16	4	70	14.47
17	5	75	14.48
18	5	80	14.49
19	4.5	84.5	14.5

20	4	88.5	14.51
21	4.5	93	14.51

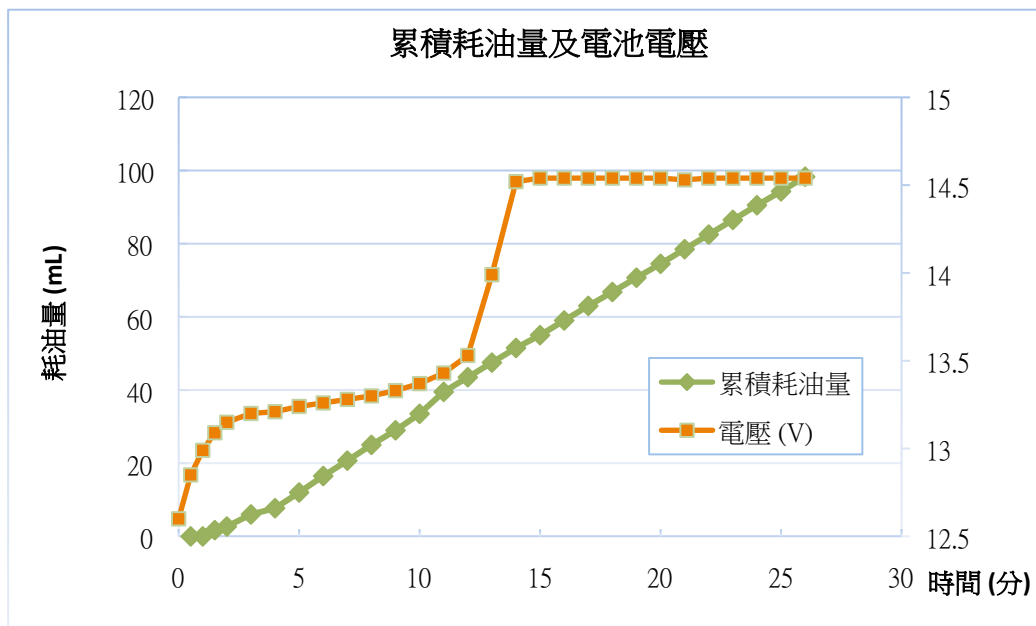


經過計算，發現前段油耗略多的現象（4.6mL和4.45mL），或許推測可能是正確的。為了證明及量測充電時增加的油耗，設計了以下的實驗：

十二、 怠速實驗（6）：連續25次啟動後量測怠速油耗

2012/6/6			
溫度	29.1	溼度	60
情況	連續發動25次後實驗		
時間	耗油量	累積耗油量	電壓 (V)
0.5	1.7	1.7	12.85
1	1	2.7	12.99
1.5	3.3	6	13.09
2	1.7	7.7	13.15
3	4.3	12	13.2
4	4.5	16.5	13.21
5	4.2	20.7	13.24
6	4.3	25	13.26
7	4	29	13.28
8	4.5	33.5	13.3
9	6	39.5	13.33
10	4	43.5	13.37
11	4	47.5	13.43
12	4	51.5	13.53

13	3.5	55	13.99
14	4	59	14.52
15	4	63	14.54
16	3.8	66.8	14.54
17	3.9	70.7	14.54
18	3.8	74.5	14.54
19	4	78.5	14.54
20	4	82.5	14.54
21	4	86.5	14.53
22	4	90.5	14.54
23	3.8	94.3	14.54
24	4	98.3	14.54
25	4	102.3	14.54
26	3.7	106	14.54



本次實驗果然有前段油耗較高的現象，而且由於實驗前先連續發動了25次，所以充電的時間也變長。從上圖可以看出，在第15分鐘左右，就已經將電池回充。且前十五分鐘之平均油耗為4.24mL/分；後11分鐘之平均油耗為3.9mL/分。也就是說：當怠速同時對電池充電時，每分鐘油耗約為4.24mL；如果不必對電池充電或是電池已充飽，這時油耗約為3.9mL/分。

由實驗九到實驗十二的結果，我改變了原本對回充時間的看法：機車重新啟動後，大約只要約45秒就可以回充因啟動所消耗的能量！

十三、 量測（機車一）啟動之回充時間

為量測啟動油耗，必須多做幾次測試求得平均之啟動時間以計算油耗。分別測得了以下的

數據：39秒，59秒，47秒，60秒，53秒

求得平均為51.6秒

由以上結果，推測出啟動一次所需耗油為

$$0.34\text{mL} (4.24-3.9) \times 51.6/60 (\text{分}) \div 0.3\text{mL}$$

0.3mL的油約等於0.009元新台幣(以每公升30元計算)再加上啟動損耗(電池，啟動馬達，啟動盤)為0.024元(詳如第一階段分析，第13頁)等於0.033元，換句話說發動一次約需要0.033元，再換回怠速時間：

$$0.033 \div 30 (\text{油價}) \times 1000 (\text{mL}) \div 3.9 (\text{mL/分}) \times 60 (\text{秒}) \div 16.9 \text{秒}$$

也就是說：機車停等紅燈如果超過 16.9 秒，就應該可以熄火。

陸、 討論

第一階段的研究的結果和最後的結果有很大的差異。從最早的85秒和第二次的171秒到最後的16.9秒，造成這些差異的因素有：

1. 回充至初始電壓的時間
2. 油耗速度在不同的情況下有一些差異

這兩個因素差異到目前為止，其原因還不甚確定。可能需要更精密的量測(如測量引擎轉速，溫度和油耗的關係)才能找到原因。有待日後或是其它人更進一步的分析和實驗。

柒、 結論

1. 實驗過程中，我們不斷的發現新的結果。最後，為了求實驗的完整性與正確性，最後結果甚至推翻了自己在縣市科展所做的結論！
2. 根據怠速實驗 (6)，與(機車一)回充時間量測結果，算出機車如預期怠速超過16.9秒即可熄火。這和許多”專家”認為停等紅燈熄火反而會造成零件和電池的磨耗，造成金錢更多的損失有很大的差異！
3. 如果依照環保署的規定，機車怠速超過三分鐘才開罰，會造成大家誤以為怠速超過三分鐘才需要熄火！這樣做，不但會造成油料的浪費，更可能會造成金錢上的損失。如果每天三次，每次減少怠速時間2分鐘，一年下來便可以少用8.5公升的汽油，約256元(以每公升30元計算)的損失。假如台灣每天有500萬輛機車減少怠速2分鐘3次，一年下來可以省下42,500,000公升的汽油，102,000公噸的二氧化碳排放(以燃燒1公升汽油，產生2.4公斤的二氧化碳計算)，是相當可觀的數字。

因此我的建議是：

1. 考量不同車種差異和方便性，如果預期機車怠轉或是停等紅燈超過30秒，就應該熄火
2. 針對機車怠轉開罰的時間可以再縮短

捌、 參考資料及其它

一、研究報告及書籍

1. 台達文教基金會環保駕訓班 (2008)。車輛怠速熄火的適當時機－車輛怠速測試計畫結果報告。2012年2月26日，取自：<http://www.delta-foundation.org.tw/document/20080613deltafoundidlingreport.pdf>
2. 機車構造原理與修護。作者:Lear Moshir譯者:吳國銘(1970)。
3. 機動車輛停車怠速管理辦法。2012年2月26日，取自：<http://w3.epa.gov.tw/epalaw/docfile/040670.pdf>
4. 存活分析法應用於機車紅燈熄火行為之研究，蕭羽媛 (2009)。
5. 2012年2月26日，取自：www.iot.gov.tw/public/Attachment/17251945271.pdf
6. 機車實施怠速自動熄火之可行性與管制策略研究。國立屏東科技大學車輛工程系(2011)，取自：www.epa.gov.tw/FileDownload/FileHandler.ashx?FLID=18647。(計畫編號:NSC 99－EPA－M－007－001)
7. DED的網誌(2008/8/25)。化油器的分類、構造與原理。取自：<http://blog.xuite.net/laseded/blog/19174508>
8. SzAex的網誌 (2007/11/11)。淺談機車引擎系統。2012年2月26日，取自：http://www.szaex.net/2007/11/blog-post_6521.html

二、註解

註(1): <http://w3.epa.gov.tw/epalaw/docfile/040670.pdf>

註(2):<http://feature.u-car.com.tw/15672.html>

註(3):

<http://www.delta-foundation.org.tw/document/20080613deltafoundidlingreport.pdf>

註(4):

<http://www.delta-foundation.org.tw/document/20080613deltafoundidlingreport.pdf>第45-56頁

註(5):

<http://tw.myblog.yahoo.com/mystyle841228/article?mid=2910&prev=3405&l=f&fid=14>

註(6): http://www.youtube.com/watch?v=fId_RQX0b6U&feature=youtu.be

註(7):www.youtube.com/watch?v=dzfLr6HjNOM

註(8):<http://feature.u-car.com.tw/15672.html>第2頁

註(9):<http://zh.wikipedia.org/wiki/化油器>

【評語】 030816

本作品為自行設計一個量具來探討機車怠速和啟動耗能數據，再評估耗油成本，提供路邊停車多久需熄火，較能符合經濟效益。本研究對生活上的需求具觀察力，也能發揮科學精神自製設備來試驗，改善實際需求，值得嘉許。