

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 機械科

090902

不『轉』也『冷』

學校名稱：國立羅東高級工業職業學校

作者： 職一 林子翔 職一 黃玄勝 職二 吳智偉	指導老師： 陳銘賢 吳進福
---	-----------------------------

關鍵詞：溫室效應、石油危機、汽車空調

摘要：

打破一般傳統觀念以及舊有想法。不需要發動引擎，造成燃燒大量的汽油或柴油，用來拖動汽車引擎的冷氣壓縮機。而是以另外一種新觀念，也就是以副電瓶吸收汽車引擎發動時所產生多餘的電力，再將這些多餘的電力用來維持汽車在熄火時，汽車冷氣壓縮機的運轉。並且達成我們所理想的『以不發動引擎，卻能吹到冷氣』和達成政府近年來所極力推崇的『節能減碳』之環保政策，減少燃料大量的浪費、降低引擎空轉狀況中產生之噪音、提升該地方空氣品質，並愛護我們所居住的唯一地球。

壹、研究動機：

每天一到放學時間，校園裡總會停駐大量的學生專車，等候學生們陸續上車，之後再緩緩開出校園。但是，我們發現一個嚴重的問題。當專車在停車場等候學生時，司機總會持續運轉引擎，弄得整個停車場烏煙瘴氣(如圖一)。為何停車後而不熄火?因為這樣會產生大量的廢氣及噪音。為了知道原因，我們找了機會去問司機為何停車而不熄火，司機則表示為了讓整個車內的冷氣系統持續運作，以維持車內舒適溫度，之後我們找了一下一年級上學期的汽車學(一)，才知到原來汽車冷氣系統是靠著引擎動力來拖動的。因此司機才在停車場內以怠速的方式來維持冷氣壓縮機運轉。我們在想一定要以引擎怠速的方式來拖動冷氣壓縮機嗎?如此一來不僅會產生大量的二氧化碳(CO₂)，還會消耗大量的汽油或柴油，以及引擎在空轉中的狀況下會造成的空氣和噪音污染等問題。於是我們思考了一會，是否有什麼特殊的方法可以來解決這些問題。也就是不發動引擎，卻還是能運用到冷氣…。



(圖一)空氣污染日益嚴重

貳、研究目的：

我們會想到這個研究，是因為看到現在新聞上常常在報導一些關於二氧化碳持續升高、造成溫室效應日益嚴重，而導致生態環境越來越差的問題，而這些問題都間接與汽車排放廢氣有關。所以看見在休息站或轉運站的大客車在等候乘客時為了維持空調系統而怠速運轉，造成嚴重的環境破壞，以下有一則相關資訊

台南市成為第一個推動廢氣減量健康城市(圖二、圖三)

97年1月1日台南市全面推動反怠速

停車未熄火者機車罰鍰：500元。小型車：1000元。大型車：2000元。

規避或拒絕稽查者處以500元以上2000元以下罰鍰。



(圖二)反怠速標章



(圖三) 反怠速標章

所以我們才針對以上問題提出此想法及研究。以下就是我們想要達到的效果：

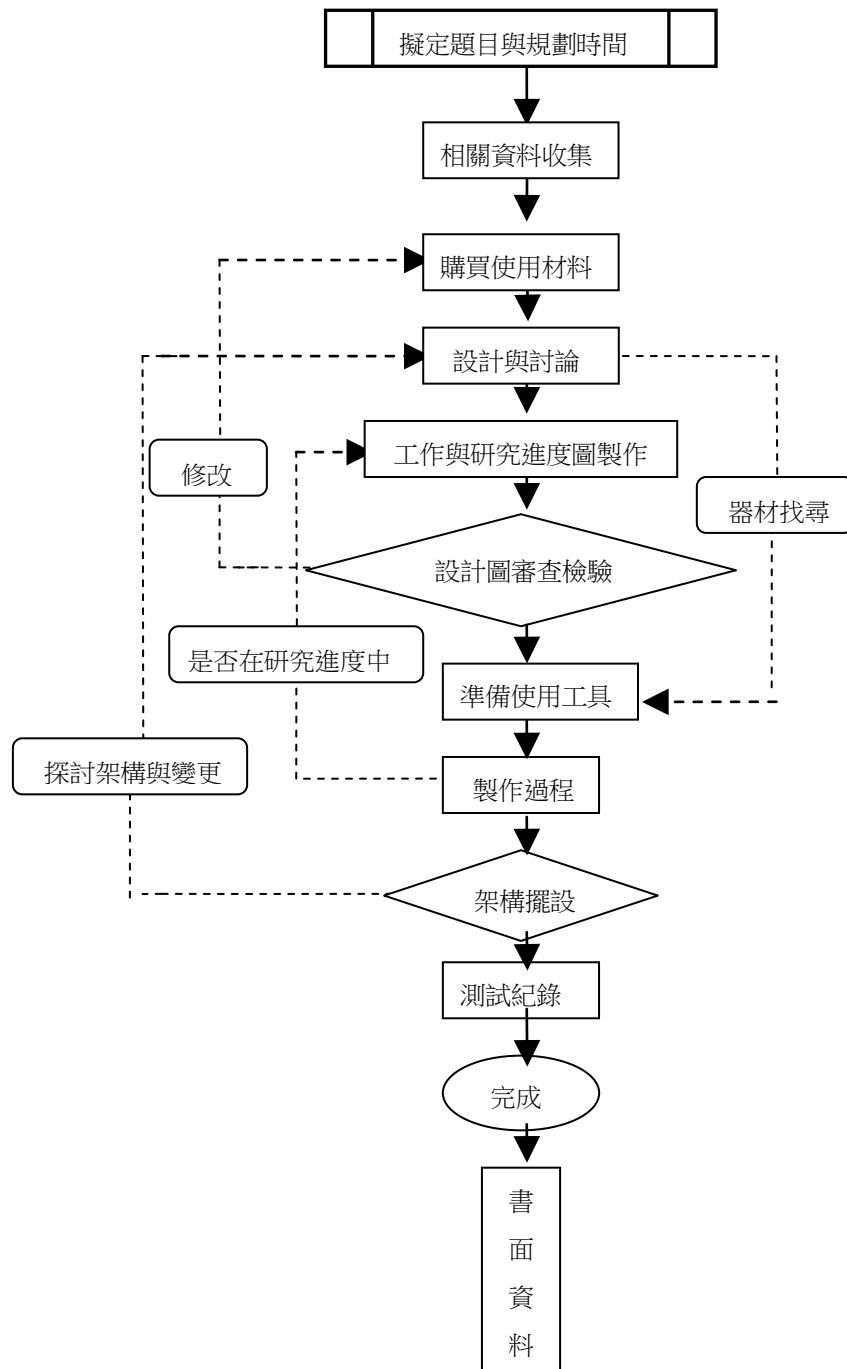
- 一、 響應政府『節能減碳』之環保政策。
- 二、 提升該地空氣品質。
- 三、 降低引擎空轉狀況時，產生之噪音。
- 四、 減少燃料費用支出。
- 五、 減少排放之廢氣。
- 六、 有效減少燃料之使用。

參、研究設備及器材

項目	數量	項目	數量
冷凝器(condenser)裕隆 1.2 原廠	1	貯液筒(liquid tank or receiver)裕隆 1.2 原廠	1
控制器(controller)裕隆 1.2 原廠	1	溫度計(thermometer)非接觸式	1
冷氣壓縮機(compessor)裕隆 1.2 原廠	1	電瓶(battery) 12v50ah	1
電錶(electricinstrument)交直流勾錶	1	電纜線(electric cable line)	1
馬達(motor) 有刷 300w,1000w,5kw	3	膨脹閥(expansion valve)裕隆 1.2 原廠	1
開關(switch)車用點火開關、按壓開關、緊急開關、指撥開關	4	蒸發器(evaporator)裕隆 1.2 原廠	1
單向離合器	1	三角皮帶(belt)	3
車床三爪式	1	小轎車裕隆 1.2 原廠	1
高功率電源供應器 60v,100a	1	馬達控制器有刷全橋式	1
轉速錶非接觸式	1	離子切割機	1
電焊機	1	柴油引擎示教台 HINO 六缸 裕隆 SD22	2
離子切割機	1	除濕機一般家用型	1
繼電器 12v 常開型	4		

▲(表一)使用材料及工具

肆、研究過程或方法



▲(表二)研究流程圖

一、理論分析〈一〉長時間可採用電纜模式

(燃料透過引擎後可轉換出的功率)

由於汽、柴油是由碳氫化合物組成，當燃燒時產生的熱，會被熱量計中夾層的水吸收，同時，柴油燃燒時會產生多量的水蒸汽（H₂O）這些水蒸氣含有很多熱量，當水蒸氣被熱量計夾層中的水冷卻凝結成液體，此時，水蒸氣放出的熱量（潛熱）也會被熱量計夾層中的水吸收。再從夾層中之水量與溫度，能計算出夾層中水所增加的熱量，這些熱量就是柴油的熱值，這種熱值稱為高熱值(High Heat Value)簡稱 HHV，柴油在柴油引擎之燃燒室內

燃燒，其水蒸氣根本來不及凝結排放熱量，即排出車外，所以，真正用於引擎上的柴油熱值應扣除水蒸氣之潛熱，這樣得到的熱量就稱為低熱值(Low Heat Value)簡寫為 LHV。一般液體燃料之高熱值比低熱值多 6%，氣體燃燒之高熱值比低熱值多 10%

(一)1 公升汽油的初熱值 gross heating value 為:

$$47,300\text{KJ/Kg} \times 0.72\text{Kg/L (汽油密度為 } 0.72\text{Kg/L)} = 34,056\text{KJ/L}$$

所以汽油在引擎有用的熱為 $34,056\text{KJ/L(高熱值)} \times 94\% = 32012 \text{ KJ/L(低熱值)}$

又假設汽油引擎熱效為 25%

$$\text{則實際可輸出的功為: } 32012 \text{ KJ/L} \times 25\% = 8003 \text{ KJ/L}$$

(二)1 公升柴油的初熱值 gross heating value 為:

$$44,800\text{KJ/Kg} \times 0.85\text{Kg/L(柴油密度為 } 0.85\text{Kg/L)} = 38,080\text{KJ/L}$$

柴油在引擎有用的熱為 $38,080\text{KJ/L(高熱值)} \times 94\% = 35795 \text{ KJ/L(低熱值)}$

又假設柴油引擎熱效為 35%

$$\text{則實際可輸出的功為: } 35795 \text{ KJ/L} \times 35\% = 12528 \text{ KJ/L}$$

(三)將汽、柴油引擎輸出轉換成電功率 (以下算式並未考慮發電機效率，因為引擎是直接帶動冷氣系統，致所以轉換成電功率是為了方便與市電作比較)

$$\text{因為 1 度電為: } 1\text{KwH} = 1\text{KJ/s} \times 3600\text{s} = 3,600\text{KJ}$$

所以一公升汽油可產生 2.223 度電

$$8003\text{KJ/L} / 3,600\text{KJ} = 2.223 \text{ 度電}$$

汽油一度電產生約 1 公斤二氧化碳

$$2.2 / 2.36 \approx 1 \text{ (一公升汽油產生 } 2.36 \text{ 公斤二氧化碳)}$$

一公升柴油產生 3.48 度電

$$12,528\text{KJ/L} / 3,600\text{KJ} = 3.48 \text{ 度電}$$

柴油一度電產生約 0.65 公斤二氧化碳

$$2.7 / 3.48 \approx 0.78 \text{ 度電 (一公升柴油產生 } 2.7 \text{ 公斤二氧化碳)}$$

市電一度電共產生 0.63 公斤二氧化碳 (台灣電力公司)

電價與油價(2010/3/20)

1 度電約為 4 元

1 公升汽油約為 30 元

1 公升柴油約為 27 元

四)汽、柴油引擎與用電之比較

比較項目 比較種類	功率	二氧化碳	費用	空氣及噪音污染
汽油	一度電	約 1 公斤	約 13 元	移動性污染源，不好控制及預防
柴油	一度電	約 0.78 公斤	約 7.8 元	移動性污染源，不好控制及預防
電能	一度電	約 0.63 公斤	約 4 元	固定性污染，好控制及預防

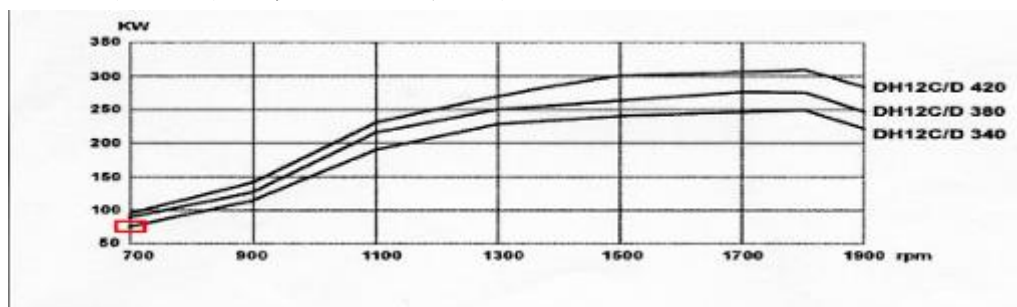
▲(表三)油電能比較表

由(表三)分析可以看出，一般用柴、汽油引擎怠速運轉來帶動冷氣系統，不管是以二氧化碳的排放或是費用上，都是以電力來驅動較符合環保及經濟效益，而且使用電纜不但可以改善密集區域的空氣品質，還能減少噪音污染的問題。不過這個系統需要電源供應站的設置，而電源供應站是否能普遍的設置，是有他的難題存在？

二、理論分析〈二〉短時間可採用副電瓶模式

由於電纜系統有它的不方便性存在，並且現今並無法規要求每個轉運站或是每個休息區都需設置電源供應站，所以我們討論了第二種方法，就是針對使用副電瓶這個方法，以下是我們對引擎怠速驅動壓縮機和利用副電瓶驅動壓縮機的分析：

由(表四)引擎的性能曲線圖中可以得知引擎(DH12C/D 340)在怠速 700rpm 時輸出的功率約 75kw 但是此時壓縮機驅動只需約 5kw，這代表引擎怠轉整整浪費 70kw 的功率輸出，而副電瓶的充電是利用車輛行進中來作充電的動作，舉例來說車輛行進所需的功率為 200kw，而為了要帶動發電機發電，實際上引擎只需多輸出 8.2kw 即可，並不會像怠速運轉時，會浪費 70kw 的動力，而且內燃機在怠速運轉時的效率是相當不好的，所以從文獻探討中我們可以得知使用副電瓶是可行的。



▲(表四) 引擎的性能曲線表(VOLVO 提供)

(一)如使用副電瓶模式驅動冷氣系統則會產生的二氧化碳及多消耗燃油量如下：

壓縮機 5kw

發電機效率 80%

電瓶損失 20% =>效率 80%

控制損失 5%=>效率 95%

引擎需輸出動力為： $5\text{kw} / (0.8 * 0.8 * 0.95) \approx 8.2\text{kw}$

假設壓縮機運轉 10 分鐘

浪費: $8.2\text{kw}-5\text{kw}=3.2\text{kw}$

多消耗燃油量: $3.2\text{kw} * 1/6 \doteq 0.5\text{度} \doteq \text{多消耗 } 0.1\text{公升柴油} \doteq \text{產生 } 0.3\text{公斤二氧化碳}$

(二)如使用引擎怠轉來驅動冷氣系統則會產生的二氧化碳及多消耗燃油量如下：

假設壓縮機運轉 10 分鐘、冷氣系統需消耗 5kw

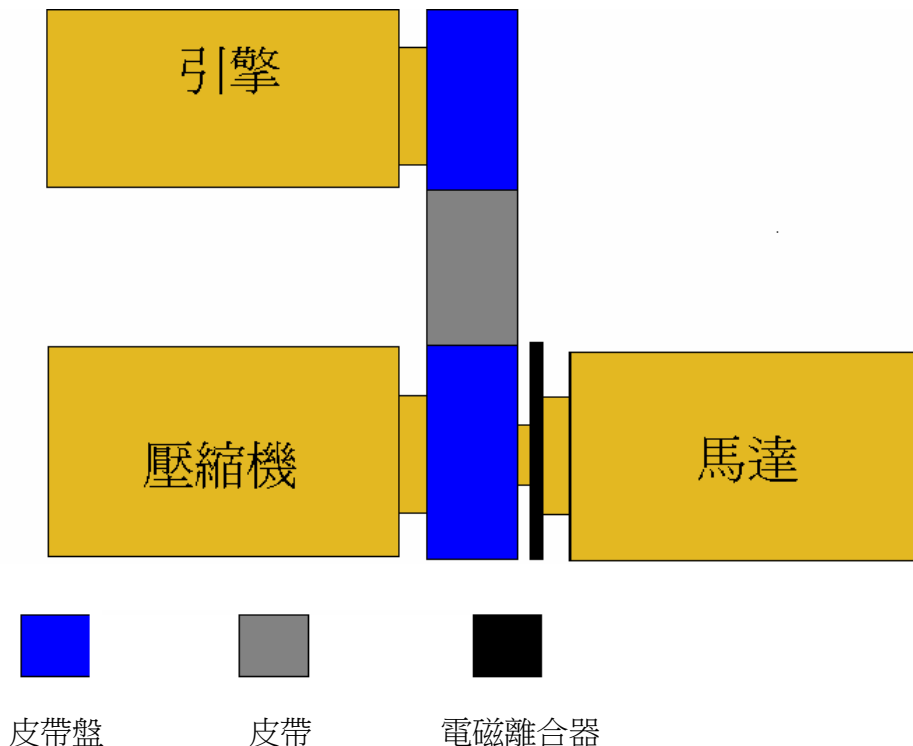
引擎浪費約 $75\text{kw}-5\text{kw}=70\text{kw}$

多消耗燃油量: $70\text{kw} * 1/6 \doteq 11.6\text{度} \doteq \text{多消耗 } 3.1\text{公升柴油} \doteq \text{產生 } 7.54\text{公斤二氧化碳}$

從理論分析上我們可以得知，使用副電瓶模式可以減少 96%二氧化碳的排放及減 96% 燃油消耗量。以上的分析結果比我們原先預期的相仿，讓大家更有信心來作這個實驗。

三、架構探討及設計

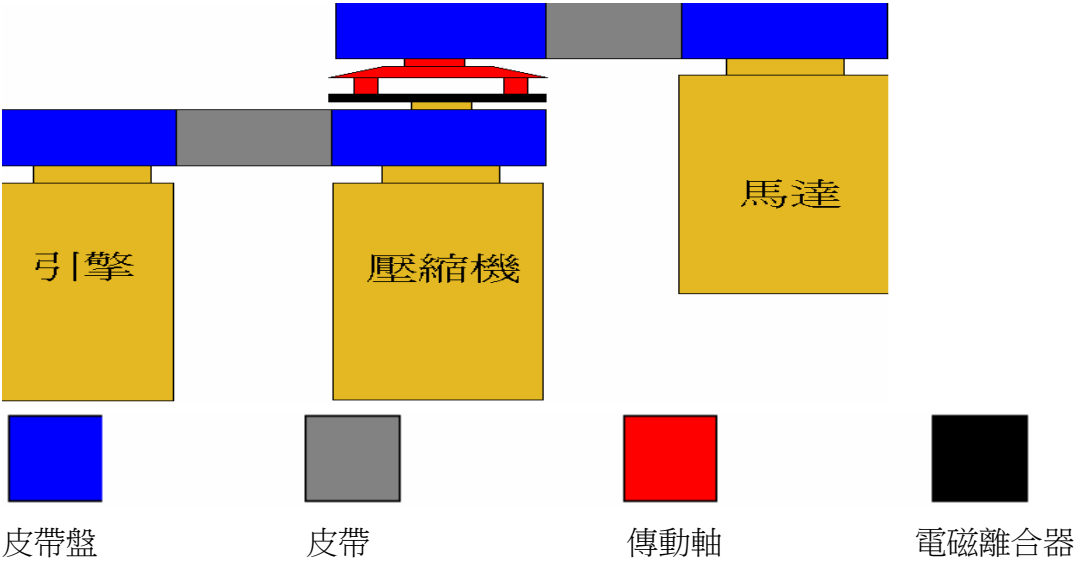
從一般汽車的冷氣系統的架構圖中我們可以看到，引擎的動力經由皮帶、皮帶盤及冷氣壓縮機的電磁離合器，來帶動冷氣壓縮機，一開始我們的想法是直接加裝一個馬達如(圖四)所示，



▲(圖四) 配置圖

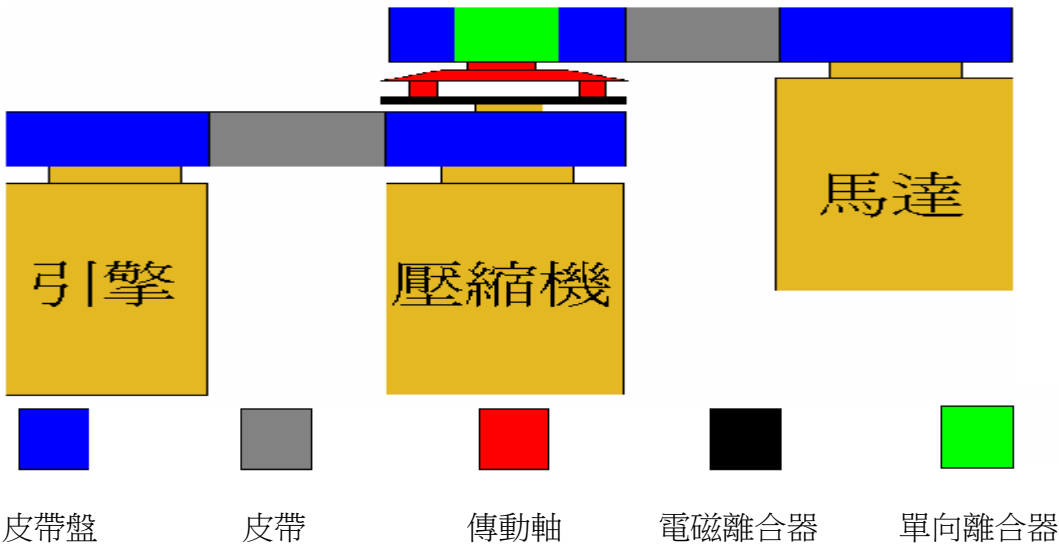
不過我們把這個想法告訴指導老師之後，指導老師要大家想一想，如果這樣做的話引擎運轉和馬達驅動壓縮機時會有什麼狀況？針對這個問題經由小組討論後發現，這樣的設計會造成干涉！就是說如果引擎帶動壓縮機時，馬達也會跟著被帶動造成動力損失，當馬

達帶動壓縮機時又會形成馬達要拖引擎的狀況。針對這個問題經由小組討論後，想出了另一個方法就是，因為壓縮機能動能停是因為皮帶盤和壓縮機主軸並不是一體的，這之間是友誼個電磁離合器來做接合和切離的動作，我們就是要以利用這個特性來幫助我們獨立壓縮機，如（圖五）所示，



▲(圖五) 配置圖

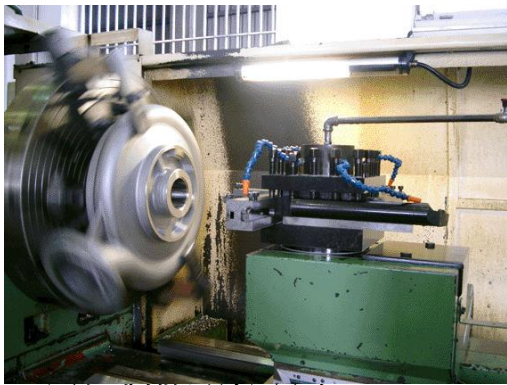
在壓縮機主軸外的傳動盤接上一個傳動軸再加上一個皮帶盤。但是在這當中又發現了一個問題，就是以馬達來驅動壓縮機時，引擎是不會跟著轉動了，但若反向操作以引擎帶動的話，卻還是會把靜止的馬達給帶動，這樣引擎的負荷就會變大，且還會有動力損失，因此我們又去請教了指導老師，討論是否有什麼方法或是工具能解決這項問題，老師告訴我們去看二年級下學期的機件原理課本第六章，最後我們從課本中得到了解答，就是在皮帶盤中心多加了一個單向離合器如（圖六）所示，



▲(圖六) 配置圖

三、製作實驗平台及實驗

車製皮帶盤



▲(圖七)製做馬達固定架



▲(圖八)尺寸量測



▲(圖九)畫置切割線



▲(圖十)切割機切割



▲(圖十一)離子切割



▲(圖十二)焊接



▲(圖十三)成架馬達

車上組裝



▲(圖十四)馬達架設車上



▲(圖十五)完成架設



▲(圖十六)線路配置



▲(圖十七)實驗平台完成

高功率電源供應器

實車測試



測量轉速



▲(圖十八)測量數據



▲(圖十九)測量數據

四、引擎油耗測試

因為實際的油耗無法在大客車上做測量，所以我們利用學校裡的柴油引擎示教台來做油耗測試，引擎分別為 HINO 六缸排氣量為 6830 C.C 及裕隆 SD22 2200C.C(圖二十、圖二十一)，此排氣量約為一般遊覽車的三分之一。



▲(圖二十)HINO 油耗測試圖



▲(圖二十一)SD22 油耗測試圖

經由我們測試結果得知 HINO 引擎怠速運轉一小時消耗約 2.1 公升柴油，而 SD22 柴油引擎怠速運轉一小時消耗約 1.4 公升柴油。

五、大客車流量實地測量

為了確定使用“副電瓶模式”的場所及合理性，於是我們利用假日到大客車轉運站作客車流量及滯留時間的統計，從紀錄的數據中可以看出每輛車停留的時間也大約是一兩分鐘最久為五分鐘（表五）（這是小組於 2010/02/22 在交九轉運站統計和x客運之流量），這樣的話就不需要接電纜，使用“副電瓶模式”即可，如此應該可以多少該善轉運站裡的空氣品質及噪音問題。

客車進站時間	客車出站時間	客車滯留時間
10:39	10:42	3
10:40	10:45	5
10:45	10:48	3
10:46	10:47	1
10:51	10:53	2
10:52	10:55	3
10:52	10:53	1
10:54	10:58	4
10:58	11:01	3
10:58	11:01	3
10:59	11:00	1
11:01	11:05	4
11:03	11:05	2
11:08	11:12	4
11:08	11:09	1
11:10	11:11	1
11:11	11:14	3
11:13	11:18	5
11:14	11:15	1
11:15	11:17	2
11:18	11:20	2
11:19	11:20	1
11:19	11:20	1
11:22	11:28	6
11:22	11:25	3

11:22	11:23	1
11:23	11:24	1
11:24	11:25	1
11:25	11:27	2
11:25	11:28	3
11:25	11:26	1
11:27	11:28	1
11:27	11:29	2
11:28	11:30	2
11:28	11:31	3
11:29	11:30	1
11:29	11:32	3
11:30	11:31	1
11:30	11:31	1
11:31	11:32	1
11:31	11:34	3
11:32	11:37	5
11:32	11:36	4
11:32	11:35	3
11:33	11:34	1
11:35	11:37	2
11:37	11:40	3

▲(表五) 和x客運之流量

110min

47 台

平均 2.3 分鐘

六、製作解說展示台



▲(圖二十二)安裝馬達



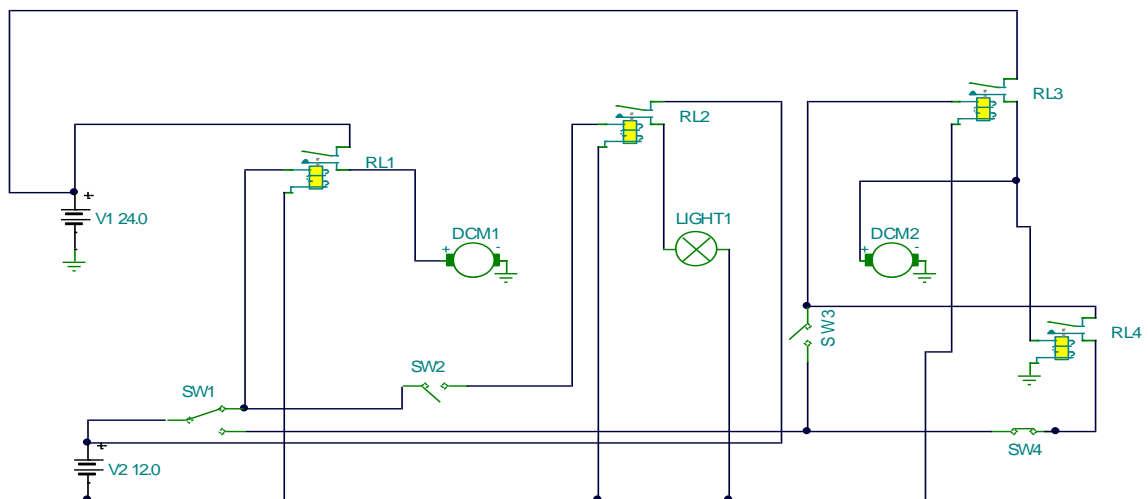
▲(圖二十三)安裝壓縮機



▲(圖二十四)配線



▲(圖二十五) 配置開關集繼電器▲(圖二十六)安裝完成



▲(圖二十七)自製電路圖

伍、研究結果

我們從理論推導以及各項實驗數據中，再次的證明這套汽車冷氣空調系統是可以實際的被應用在現行的大客車上，並且能有效的縮減，大客車或小客車因怠速吹冷氣所排所放出的二氧化碳(CO₂)、減少燃料的消耗、提升空氣的品質、降低噪音的污染，並能提升客運轉運、休息站、校園……等地方的空間的品質。

一、小轎車實車測試結果 (表六)

實驗次數 5 次 平均

測試條件 測試項目	時間	耗能	費用	排放有害氣體	備註
引擎怠轉帶動冷氣系統	1h	1000ml 汽油	30 元	碳氫化合物(HC). 一 氧化碳(CO). 二氧化 碳(CO ₂). 氧(O ₂)	二氧化碳 (CO ₂)2.36kg
使用馬達帶動冷氣系統	1h	1.476Kw/h	6 元	由於電力是從副電 瓶直接輸出所以不 考慮有害氣體	二氧化碳 (CO ₂)0.92kg

▲(表六)油電效益比較

由此表得知利用馬達帶動壓縮機的方式，明顯勝於引擎怠速拖動冷氣壓縮機，同樣都是拖動壓縮機，但是引擎帶動會排放出碳氫化合物(HC). 一氧化碳(CO). 二氧化碳(CO₂). 氧(O₂)，如果使用電力將無空氣污染的問題。

二、柴油引擎示教台油耗測試結果

實驗次數 5 次 平均

測試條件 測試項目	時間	耗能	費用	排放有害氣體	備註
HINO 六缸排氣量為 6830 C.C	1h	2.1 公升 柴油	56.7 元	碳氫化合物(HC). 一 氧化碳(CO). 二氧化 碳(CO ₂). 氧(O ₂)	二氧化碳 (CO ₂)5.67kg
裕隆 SD22 2200C.C	1h	1.4 公升 柴油	37.8 元	碳氫化合物(HC). 一 氧化碳(CO). 二氧化 碳(CO ₂). 氧(O ₂)	二氧化碳 (CO ₂)3.78kg
使用馬達帶動冷氣系統	1h	1.476Kw/h	6 元	由於電力是從副電 瓶直接輸出所以不 考慮有害氣體	二氧化碳 (CO ₂)0.92kg

▲(表七)油電效益比較

由此(表七)得知利用馬達帶動壓縮機的方式，更優於柴油引擎怠速拖動冷氣壓縮機，本測試設備引擎分別為 HINO 六缸排氣量為 6830 C.C 及裕隆 SD22 2200C.C，依 HINO 六缸排氣量為 6830 C.C 測結果討論，它的排氣量是一般遊覽車的 1/3 倍，就需花費 2.1 公升的柴油如果以倍數相乘的話，一般遊覽車消耗柴油將是可觀的，二氧化碳(CO₂)的量亦是。



▲(圖二十八)量油

▲(圖二十九)燃油輸入

▲(圖三十)開始計時

▲(圖三十一)結果

陸、討論

1. Q:使用副電瓶會不會增加大客車的重量？

A:不會，因為大客車原本就有配備一個電瓶是專用於聲光配備的，所以使用那顆電瓶不會造成加重效果。

2. Q:使用車上的電瓶會不會造成啟動時沒電呢？

A:因為把車上的兩部份電瓶分開，因此有一電瓶是屬於啟動引擎的，另一部份是屬於聲光效果的，所以不會造成任何影響。

3. Q:車上的副電瓶也是由引擎帶動發電機來充電！這樣效率會好嗎？

A:是可行的，由(表四)可知汽車怠速時總輸出是 75KW，又假設我們馬達需要的能量也只有 5KW，換句話說如果我怠速運轉壓縮機的話，至少白白浪費了 70KW。但是如果以副電瓶模式，我們汽車行進中約產生出 200KW 的能量，但我們只需多花 8.2KW，而不會像引擎直接怠速浪費的 70KW 那麼多。

4. Q:請問如果以電瓶來帶動我們的馬達，那會不會再要出發時引擎無法發動？

A:一般在大客車上會有四到六顆電瓶來供應車子運行，但再其中有二到三顆電池是用來維持車內的電器用品如電視、音響…等設備之用電，而車子的啟動系統則是以另外的那一組，所以我們就能從電器用品那邊抽取我們所需的電力，而不會造成在需要發動車子時而沒有動力可用。

5. Q:如果我們在運行時，是否會因為多掛了一顆馬達而行車降低效率？

A:以一般的五千瓦的重量二十八公斤，加上其他配件約為三十公斤，所以對一般大客車或大貨車其實影響並不大。

6. Q:如果使用電纜系統時，會將電力送至電瓶這樣會不會有危險？

A:一般來說電纜幫電瓶充電式正確的，但是就是怕充電過量，所以往後我們會在電瓶的部分加裝了自動斷電系統，則它會在充飽電後自動斷電，就不會有電瓶衝過量的危險。

7. Q:未來工作？

A:

- 1.由於由馬達驅動冷氣壓縮機是不需使用電磁離合器的，所以往後可以使用溫度感知器，將溫度感知器的訊號送給馬達控制器，如此一來就可成為「變頻控制」。
- 2.因為馬達也是發電機，可以將車上的發電機直接用馬達取代它，如此一來不用擔心空間與重量的問題。

柒、結論

以上述的觀點及討論來看我們這套冷氣系統，以一般用柴油引擎或汽油引擎怠速運轉的方式來帶動汽車冷氣壓縮機，在二氧化碳的排放量和燃料的使用費用上，都是以我們電力來驅動時所排放的二氧化碳和費用較來的符合環保及經濟效益，因為若使用汽油或柴油來發電，汽油每發一度電需花費 13 元加上排放出約 1 公斤的二氧化碳，而柴油發電每度則需花費 7.8 元竟而產生約 0.78 公斤的二氧化碳，但是電力公司發出一度電只需要 4 元且才排放 0.63 公斤的二氧化碳，無論本實驗從副電瓶模式的理論分析可以減少 96% 二氧化碳的排放及減 96% 燃油消耗量，或是從實驗上驗證電纜模式都可以達到 90% 以上的節能與減碳的效果。而且若使用電纜模式或副電瓶模式不但可以改善密集區域的空氣品質，因為柴油與汽油燃燒時不只會排放二氧化碳，還會有對人體有害的碳氫化合物，及燃燒不完全的一氧化碳，都是對人體不好的影響，還有減少引擎空轉時所造成的噪音污染的問題，及延長引擎的壽命，所以我們認為這個構想的確有他的利用價值在的。

捌、參考資料及其他

- 許良明 黃旺根 (民 97) 。汽車學(I) 新竹市: 台科大
- 黃旺根 (民 98) 。汽車空調(全) 新竹市: 台科大
- 黃旺根 (民 96) 。動力機械概論 土城市: 全華
- 黃旺根 (民 96) 。引擎原理與實習 新竹市: 台科大
- 黃旺根 (民 96) 。柴油引擎 新竹市: 台科大
- 李文源 盧正川 (民 95) 。基本電學(I)台北市: 旗立
- 賴士津 鄭宗銘 (民 97) 。離合器的種類與功用，載於機件原理(I)第六章（121-155 頁）
- 台灣電力公司 <http://www.taipower.com.tw/>
- 中國石油 <http://www.cpc.com.tw/big5/home/index.asp>
- Mobile <http://www.mobile01.com/topicdetail.php?f=37&t=342745&last=2958036>
- 台南市環境保護局
<http://www.tnepb.gov.tw/achievement.asp?ID={88033A87-1BEA-461D-862A-D6D8C93E9240}>

【評語】 090902

本隊作品研發以副電瓶配合電動馬達取代引擎怠速帶動汽車冷氣機運轉，企圖達成減少燃料消耗和空氣污染效果，研究標地很好，初步成果也顯示相關效果。唯副電瓶可以帶動冷氣機運轉之時間仍然有限，無法支撐較長時間使用，其實用性還需探討。