

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高職組 機械科

第三名

090905

加氣再上路，省油環保車

學校名稱：國立羅東高級工業職業學校

作者： 職二 鄭祐任 職二 彭美禎 職二 周美君	指導老師： 洪進源 賴明志
---	-----------------------------

關鍵詞：空氣馬達(Air Motor)、
能源效率(Energy Efficiency)、
混合動力車(Hybrid power car)

摘 要

本研究設計-加氣再上路、省油環保車。係因為現在的空氣污染愈來愈嚴重，石油的消耗速度也愈來愈快，市面上許多汽、機車大廠之研發單位等都絞盡腦汁的研發省油、環保的交通運輸工具，應此而我們思考如果可以利用潔淨的能源空氣，來做為新能源動力的交通運輸工具。以下分為三種模式：

我們構思將空氣動力系統與汽油引擎動力兩者相結合，本載具利用三種模式，將空氣動力系統與汽油引擎動力做最佳搭配。

模式一：在起步（或低速）時車輛所需扭矩較大，故只須使用原油作為起步動力。

模式二：中速（或定速巡航）時，加入部分空氣動力輔助。

模式三：高速行駛（及加速）時，因車輛所需的能源較多，將採用全混合模式，使車輛在不同的行駛狀態下，能夠有最佳的能量分配，大大提升車輛的性能及續航力，達到節省汽油的耗油量以及減少空氣污染之目標。

壹、研究動機

自工業蓬勃發展以來，世界各地就不斷在開挖石油，也因為如此引發了多次石油危機，第一次的石油危機是因為石油大量開挖，供過於求，使得石油價格下滑，但在那之後的石油危機都是供不應求，石油價格因而攀升，達到破天荒的價格。在近幾年的數據統計發現，石油的存量逐漸在消耗，我們將面臨石油耗盡的問題，根據預估石油將在 41 年後耗盡、天然氣 64 年後用完，煤礦也剩 218 年的使用量。

在西元 1885 年，世界上第一輛使用汽油內燃機的三輪汽車問世。同時間也發明改造出可以將汽油發動機安裝在四輪馬車上的簡易汽車。後由於汽車的大量生產，成為一般大眾的交通工具，但汽車的廢氣排放量一直是嚴重的環境問題。溫室效應更被大家所重視，二氧化碳可以隔絕太陽的熱，不讓其流失，如果大氣中的二氧化碳含量過多，造成地球散熱不易，平均溫度也隨之上升，這種情況稱為溫室效應。若地球平均溫度上升，將造成冰山融化、海平面上升，低窪國家還會有海水被淹沒的可能性。

各國對於石油的依賴度極高，臺灣更是飽受國際石油價格的波動，深深影響到國家經濟、人民生計，石油即將用罄的危機更是眾所皆知，而國內外產官學研究單位等，都在積極尋找替代的新能源；而目前可能作為替代動力的能源，有以下條件如零污染、低排放、具穩定性、可循環利用之環保能源，基於以上的因素，我們想到或許可以使用「空氣」當作新的替代能源。因為空氣穩定性高，具有循環利用之環保能源的特性；且又零污染、低排放，所以我們就使用空氣動力系統作為新的潔淨能源。

貳、研究目的

本研究的目的是在引擎模型車上加裝空氣動力系統，使汽車行駛中依不同動力需求匹配引擎與空氣動力，由空氣動力做為輔助，減少汽油引擎的負擔及耗油量，達到輔助行車之效用，在不同的速度，輸出不同的空氣量，以空氣替代部分汽油。

本設計有效地採用高壓空氣鋼瓶做為儲氣設備，以提供車輛輔助動力。因此，本設計的目的可整理如下：

- 一、設計高壓空氣瓶更換機制：以高壓空氣瓶作輔助，並提供後端之空氣動力輔助系統，減少汽油引擎的負擔及耗油量。
- 二、設計高壓空氣馬達輔助機制：使用葉片式旋轉馬達做為空氣動力輔助系統，在中速及全負荷下啟動帶動後輪轉動。以達減少汽油引擎油量消耗減少污染，並具加速度。
- 三、設計空氣能量管理機制：在上述二點進行時，電磁閥之開關適時作用以控制高壓空氣量(中、高流量)，並適時透過控制電磁閥，已達到行車需求，以維持所需之行車速度。
- 四、設計氣動轉機械功機制(即 P-to-M 機構)：以直接由高壓空氣動力，在急加速或爬坡時，帶動車體前進。

參、相關探討

目前我們看到網路上有**空氣動力車**：如圖 3-1 所示。

一、將壓縮空氣儲存於容器內，利用其壓力來推動發動機的活塞。整個過程中不需要燃燒，沒有有害氣體排放的問題，對環境不會造成污染。因為是使用空氣，所以**潤滑油每 50,000 公里才須更換一次**。其產品特點如下：

(一) **採用壓縮空氣而不用充電電池**：充氣時間更快、較少能源耗損（電池不用時也會流失部分的電力）、大量生產可望降低成本，以及使用毒性較低的材料。

(二) **壓縮空氣在發生車禍時並沒有失火燃燒的危險**。

二、此型空氣車的**缺點**，主要為：**續航力不高**。



圖 3-1 空氣動力車(City Cat)

資料來源：<http://chinese.engadget.com/2007/05/28/indian-air-powered-city-cat-car-prepares-for-production-run/>

三、高 Well-to-Wheel 效率：評估車輛之效率，須由能源產生端至車輪輸出，方可正確評估開發此新混合動力車(汽油引擎與空氣動力)之可行性。如圖 3-2 可看出，由能源原料端(石油、煤炭)等經過化學能之轉換後，可產出包含汽油與高壓空氣等兩種動力源。以純汽油引擎車而言，由石油煉製汽油，汽油運輸至加油站，加油站對車輛加油並經過引擎燃燒輸出至車輪，總效率約為 9.9%。換句話說，100%的能量僅有 9.9% 可實際應用於車體推動，而以空氣輔助汽油引擎車來說，高壓空氣來源，可由石油或煤碳經過電廠產生電力後，推動高壓空氣廠之壓縮機，將氣體壓入鋼瓶中，之後運輸至充電站，經過氣體通道→空氣馬達→輪胎之能量損失所計算出之總效率約為 15.8%。

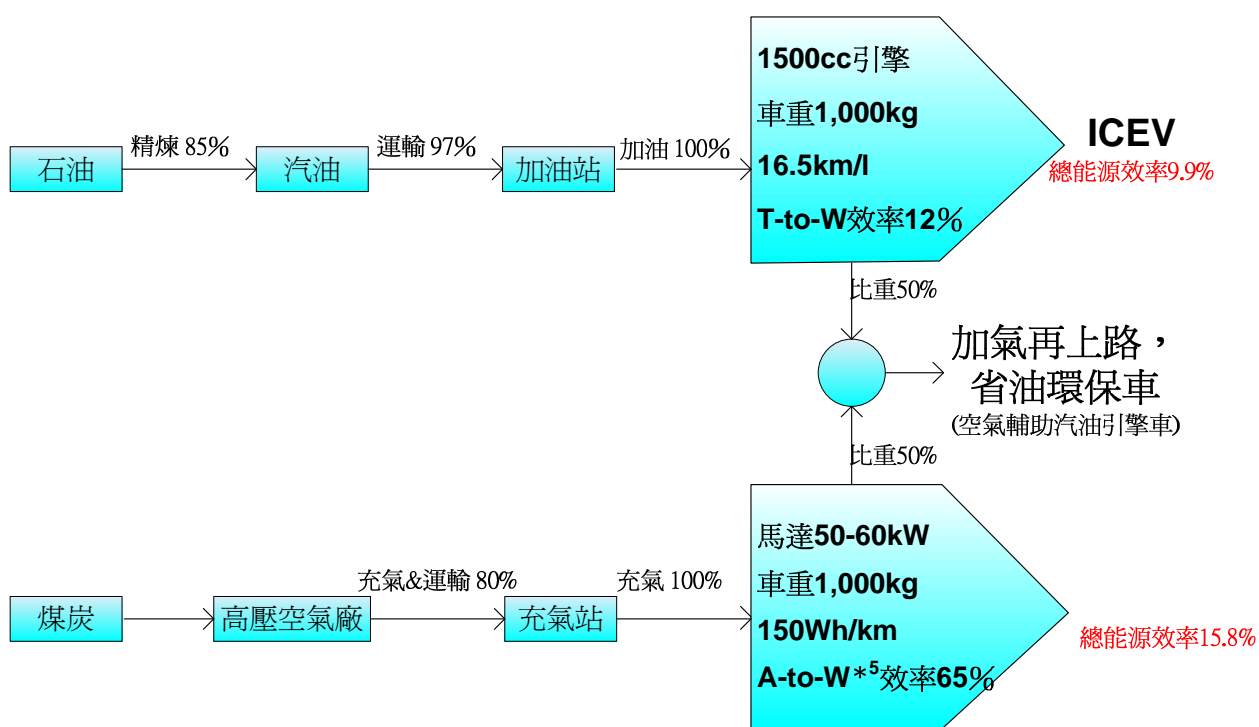


圖 3-2. 空氣輔助汽油引擎車 Well-to-Wheel 效率評估

(參考資料:工研院機械所車輛評估資料做修正)

肆、研究過程或方法

一、研究過程：

本系統研究設計流程，如圖 4-1 所示。其各步驟之工作內容如下：

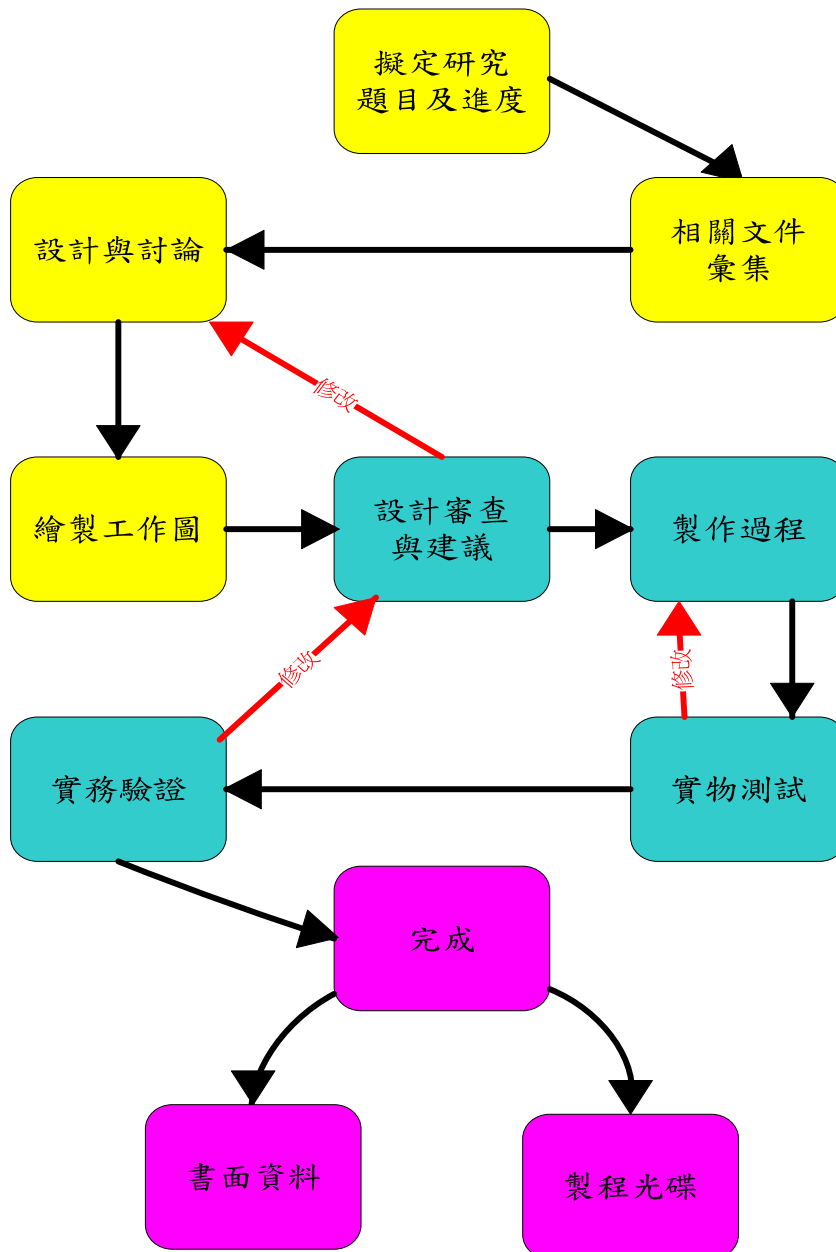


圖 4-1 研究設計流程圖

(一) 擬定研究題目及進度：

本研究小組依據研究動機與目的，針對設計需求，由研究小組成員集合眾人之構想，擬定油氣混合動力的目標及其進度。

(二) 設計與討論：

針對本研究設計需求，利用機械工作法及實習（量具使用、電氣銲設備使用）、機電識圖與製圖（應用幾何、尺度標註與註解）、動力機械概論（汽車各機件名稱、功能及工作原理），所學之知識，共同討論與設計出車身架構空氣動力輔助系統。

(三) 工作圖繪製：

應用製圖原理，將初步完成之設計構想，利用繪圖軟體 Visio 繪圖軟體加以繪製成組合圖與工作圖，如圖 4-2 所示。並檢查有無干涉問題。若有干涉問題，則再行變更設計。

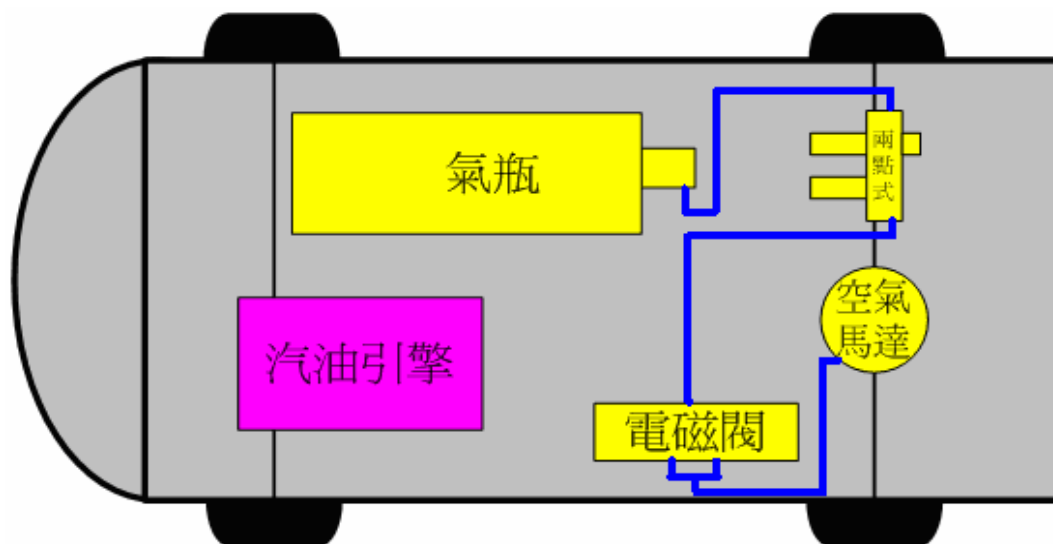


圖 4-2 加氣再上路，省油環保車之上視圖

(四) 設計審查與建議：

由指導老師審查設計理念與工作圖之正確性，並提供設計上之具體建議，使其更符合需求。

(五) 製作過程：

首先我們製作，如圖 4-3、4-4 所示，並做模擬測試。

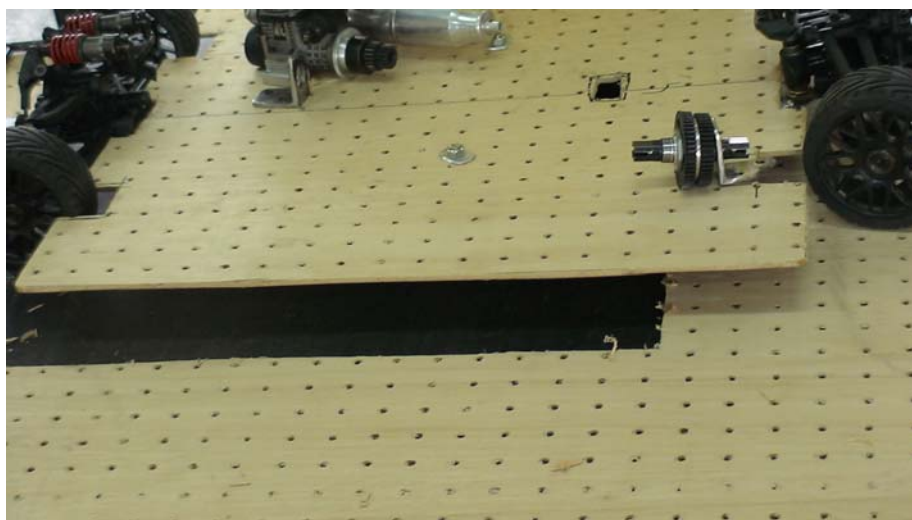


圖 4-3 製作過程之記錄

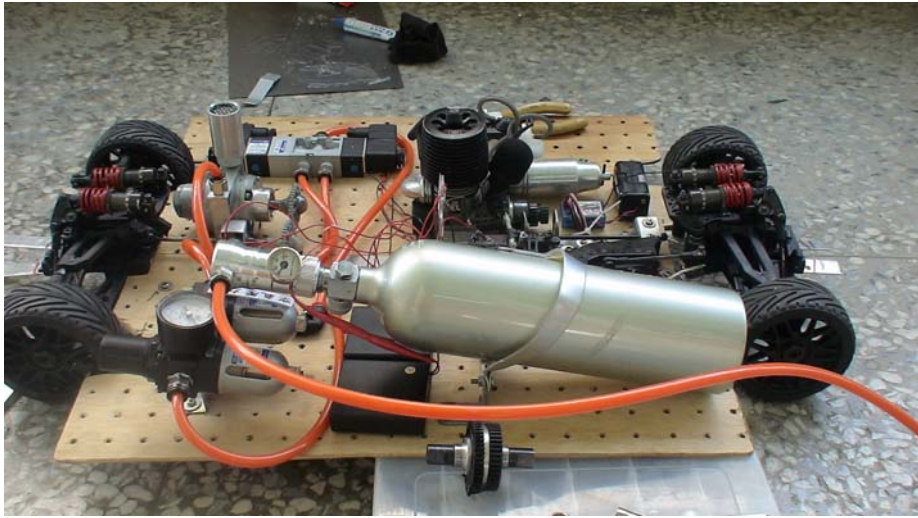
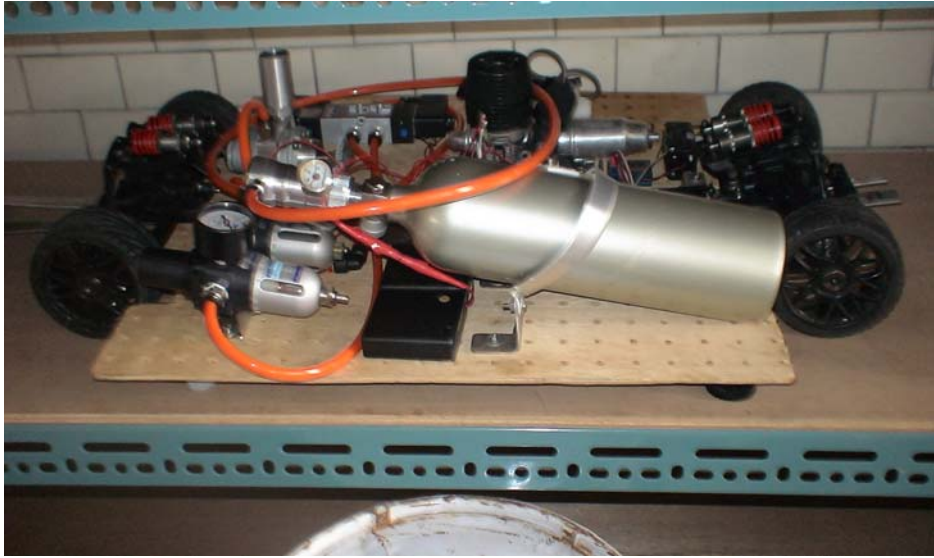


圖 4-4 作品完成圖

(六) 實物測試與驗證

將加工完成之成品進行實物測試，如圖 4-5 所示。並記錄。



圖 4-5 測試過程

(七) 進度甘特圖

將設計成果撰寫成研究報告，予以發表，如表 4-1 所示。

表 4-1 進度管理甘特圖

進度 \ 時間	第 1 週	第 2 週	第 3 週	第 4 週	第 5 週	第 6 週	第 7 週	第 8 週	第 9 週	第 10 週	第 11 週	第 12 週
探討問題及修改	■	■	■									
討論車體改造部分			■	■								
尋找車體改造材料					■	■						
車體改造						■	■					
研究及記錄								■	■	■		
分析、改善								■	■	■	■	
撰寫報告(總結)											■	■

二、研究方法：

本小組利用車體實際動作來測驗，測驗方法有六個步驟，分別是不加空氣輔助動力系統的三種車速，以及加上空氣輔助動力系統的三種模式。如圖4-6所示。其控制策略如下：



圖 4-6 控制策略

本研究的目的是利用加裝在模型車上的空氣引擎系統，讓汽車行駛在不同的速度時，藉由加入空氣動力的輔助，減少汽油引擎的負擔及耗油量，達到輔助行車之效用，因此建立三種模式來配合整個動力分配，依照速度的高低，改變整車動力比(空氣動力系統與引擎動力系統)，以空氣替代部份汽油。本研究使用三種模式改變其載具動力分配，控制策略設計如下：

操作模式一：車輛起步、低速時，因為所需扭力較大，故使用汽油引擎動力全開。

操作模式二：中速、定速巡航，隨著油門踏板的變化，加入空氣輔助動力，定速時維持一定的空氣輔助比例與汽油引擎達到完整的動力分配。

操作模式三：高速、加速狀態時，因為所需的動力較大，因此採用全混合模式，此時空氣動力系統及汽油引擎動力，兩者動力全開推動車輛載具。

研究設計主要有兩個主題，車身結構、汽油引擎動力系統及空氣輔助動力系統，其製作的過程如下：

(一) 車體結構：

1、 原理運用方面：

載具之底盤設計參考 GM 燃料電池車” AUTOonomy” 的概念，將所有次系統整合至車輛之底盤上，形成一動力底盤；將車殼、駕控系統與底盤做切割，以達到車體設計獨立與車用機能彈性化之目的而車輛載具之底盤動力分配設計，依照不同的動力源做一區隔，設計概念將兩動力源分別【空氣動力系統】與【汽油引擎動力】作動力系統切割，可以依照模組需求做一動力輸出，更可依照階段性研究來做一動力實驗等。

2、 實務製作過程方面：

由於之前的車體上擺放的物品較多，所以重量一直是我們的憂慮，在經過幾次實驗後，決定從車體的底盤做改善。

為了考量輕量化的目的，第一階段車體是由厚度 0.4cm 的木板作為底盤，並用鋁條由線鑿折出曲線，行成原車體的形狀，當折出車形後，再以螺絲固定在木板下方，如圖 4-7 所示。為了能輕易分辨出汽油引擎動力系統跟空氣動力輔助系統的部份，如圖 4-8 所示，我們將木板裁切開來，分出空氣系統與汽油系統的部份。此主體架結合強調模型車的耐用性及精準性，有了穩固的骨架才能為實驗帶來更好的測試效果。



圖 4-7 減重考量與材料選擇

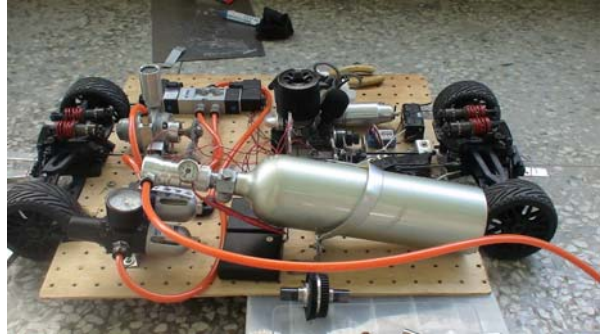
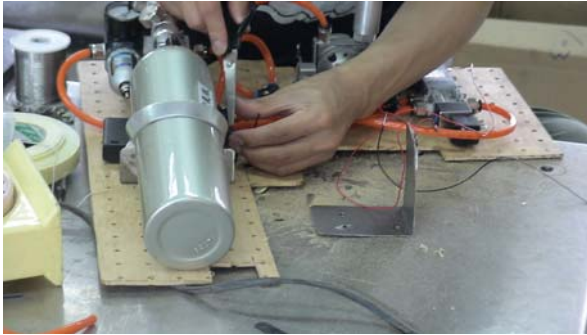


圖 4-8 空氣系統與汽油系統分開

(二) 汽油引擎動力系統部份：

1、 原理運用方面：

我們選用的模型車是以汽油做為動力來源，四行程基本工作原理如下。

- (1)、進氣行程：將空氣經由化油器成為混合氣，充滿汽缸。此時活塞由上死點向下移動，進氣閥門打開，排氣閥門關閉，稱為進氣行程。

(2)、壓縮行程：此時活塞經下死點往上移動，進、排氣門關閉，活塞上升將空氣壓縮到燃燒室之體積，成為高溫高壓之狀態，稱為壓縮行程。

(3)、動力行程：此時火星塞點火，引爆混合氣產生動力，活塞自上死點被向下推，動力經由活塞、連桿、曲軸而輸出，當活塞到達下死點時，稱為動力行程。

(4)、排氣行程：將燃燒後的廢氣排出汽缸。此時活塞自下死點向上移動，排氣門打開，活塞將廢氣從汽缸中擠出，為排氣行程。

2、實務製作過程方面：我們將原先的車作進一步的調整，先將鐵底盤改為木製底盤，將原車上的汽油引擎部分移裝至木製底盤，如圖 4-9 所示。

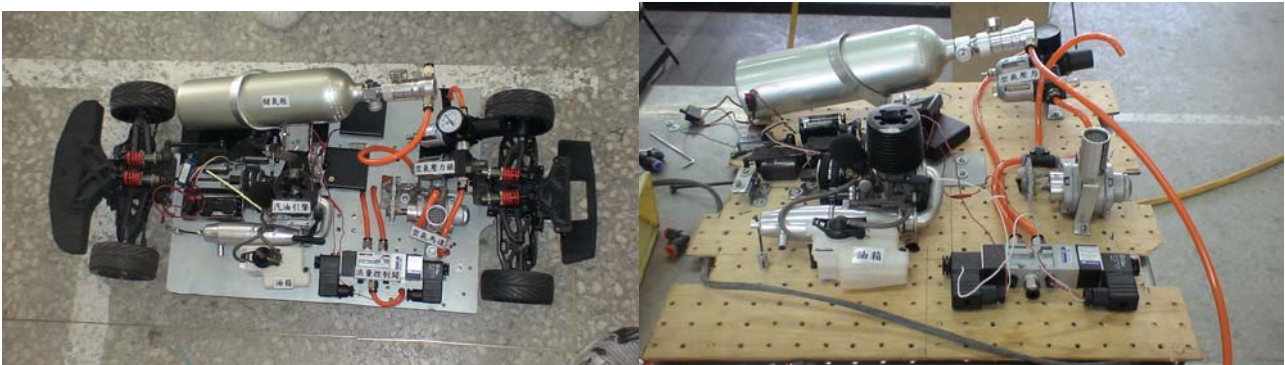


圖 4-9 修改完成圖

(三) 空氣輔助動力系統部份：

1、 原理運用方面：

將空氣壓縮存入空氣瓶，並利用電磁閥導通打開開關，使高壓空氣帶動空氣馬達進而驅動後輪，使得動力的增加。

(1)、空氣輔助動力的優點：

不需使用汽油，所以很符合現在環保的需求。

(2)、空氣輔助動力的缺點：

各元件管徑不同，造成流量限制，部分壓力不足。

2、 實務製作過程方面：

加裝空氣瓶做為動力來源，利用電池閥作為流量開關控制，汽油引擎有導通裝置，如圖 4-10 所示。

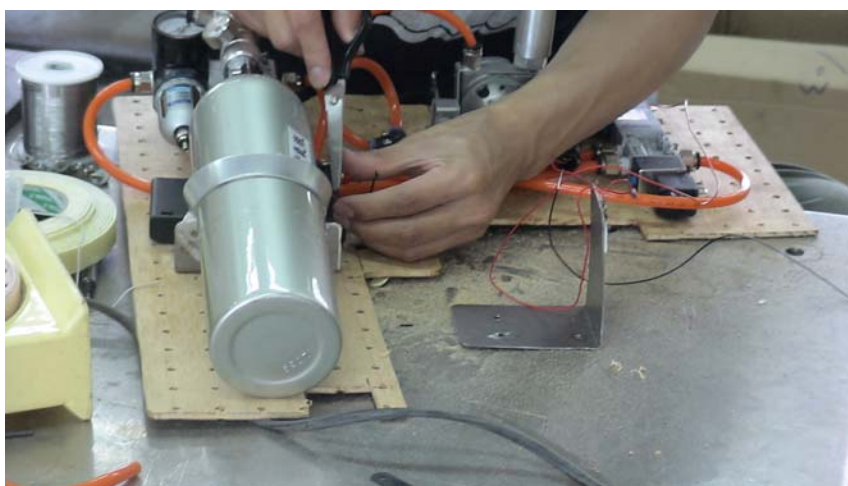


圖 4-10 空氣動力系統製作

(四) 電路控制系統部份：

以車子的行駛時的速度作為控制空氣流量的依據，當速度為中速時，其電磁閥打開第一開關，速度在高速時，則打開第二開關。其空氣導入控制如圖 4-11 所示。

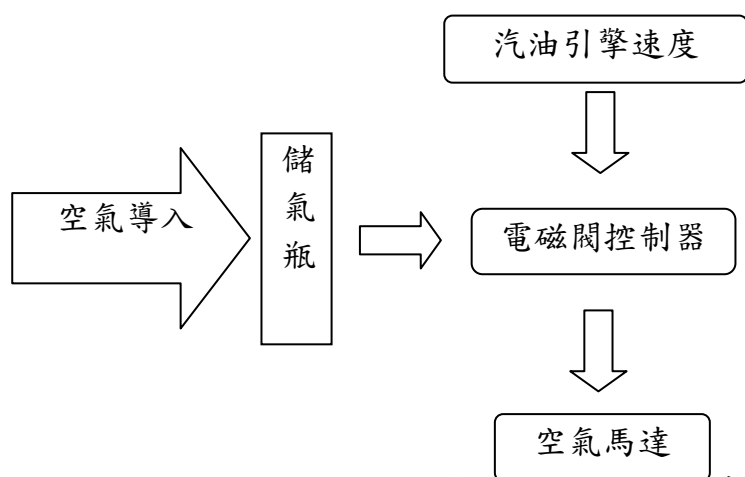


圖 4-11 氣體導入控制示意圖

在車上加裝電磁閥，用以控制空氣的流量，且在汽油引擎的部份加裝觸碰式導電系統，可以分別在中速、高速下短路導通，其導通用的銅棒帶正電(+)，利用銅棒觸碰銅片，使其導通，如圖 4-12。



4-12 觸碰式的導電系統

伍、研究設備及器材設備

一、設備：

(一) 砂輪機組一套

(二) CO2 電焊機一台

二、器材：

(一) 工具組：一字起子、十字起子、中心衝、畫線針、固定鉗、尖嘴鉗、斜口鉗、套筒組、開口板手、梅花板手、活動板手、六角板手、鋸架、鋸條、榔頭、剝線鉗…等。

(二) 測量儀器：三用電錶、游標卡尺、鐵尺…等。

(三) 模型車材料：壓克力板…等。

(四) 車用材料：電瓶、繼電器、各式電線、各式接頭、…等。

陸、研究結果

一、低速時，加裝空氣輔助動力系統與否之油耗量比較：如表 5-1、圖 5-1 所示。

表 5-1：低速時，加裝空氣輔助動力系統之耗油量

測試之里程數 (m)	300m	600m	900m	1200m
未加裝空氣輔助動力系統之油耗量	32(ml)	58(ml)	81(ml)	103(ml)
加裝空氣輔助動力系統之油耗量	37(ml)	64(ml)	90(ml)	116(ml)

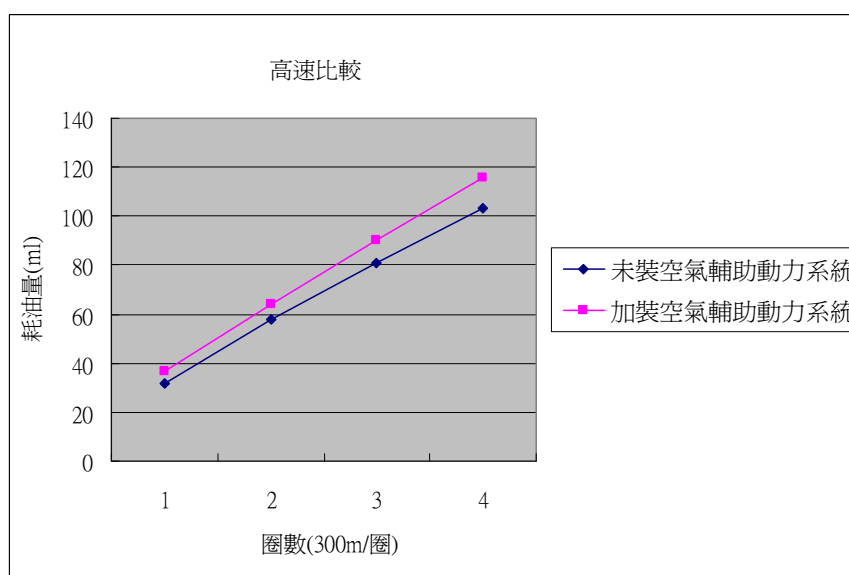


圖 5-1 低速時，加裝空氣輔助動力系統之耗油量

實驗結果：

- (一) 若有加裝空氣輔助動力系統卻無使用時，其重量為一負擔，重量。
- (二) 低速時不使用空氣輔助動力，反而增加了油耗量，耗油量平均增加

了 12%。

二、中速時，加裝空氣輔助動力系統與否之油耗量比較：如表 5-2、圖 5-2 所示。

表 5-2 中速時，加裝空氣輔助動力系統之耗油量

測試之里程數 (m)	300m	600m	900m	1200m
未加裝空氣輔助動力系統之油耗量	35(ml)	56(ml)	77(ml)	96(ml)
加裝空氣輔助動力系統之油耗量	31(ml)	52(ml)	74(ml)	93(ml)

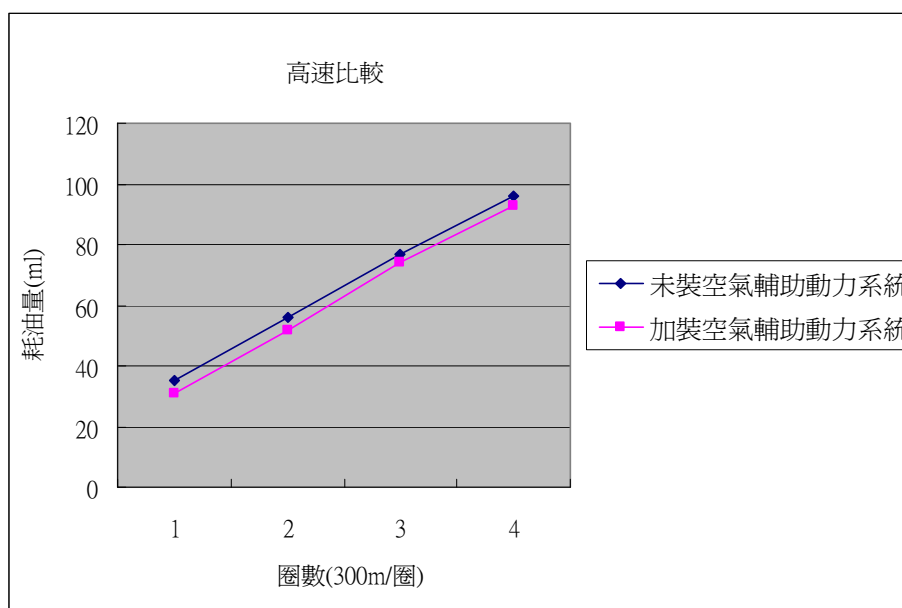


圖 5-2 中速時，加裝空氣輔助動力系統之耗油量

實驗結果：

- (一) 加裝空氣輔助動力系統，在中速時啟用，是可以減少油耗量。
- (二) 加入空氣的輔助比沒加裝空氣動力輔助省油，其耗油量平均節省約 6%。

三、高速時，加裝空氣輔助動力系統與否之油耗量比較：如表 5-3、圖 5-3 所示。

表 5-3 高速時，加裝空氣輔助動力系統之耗油量

測試之里程數 (m)	300m	600m	900m	1200m
未加裝空氣輔助動力系統之油耗量	38(ml)	55(ml)	74(ml)	92(ml)
加裝空氣輔助動力系統之油耗量	32(ml)	48(ml)	67(ml)	88(ml)

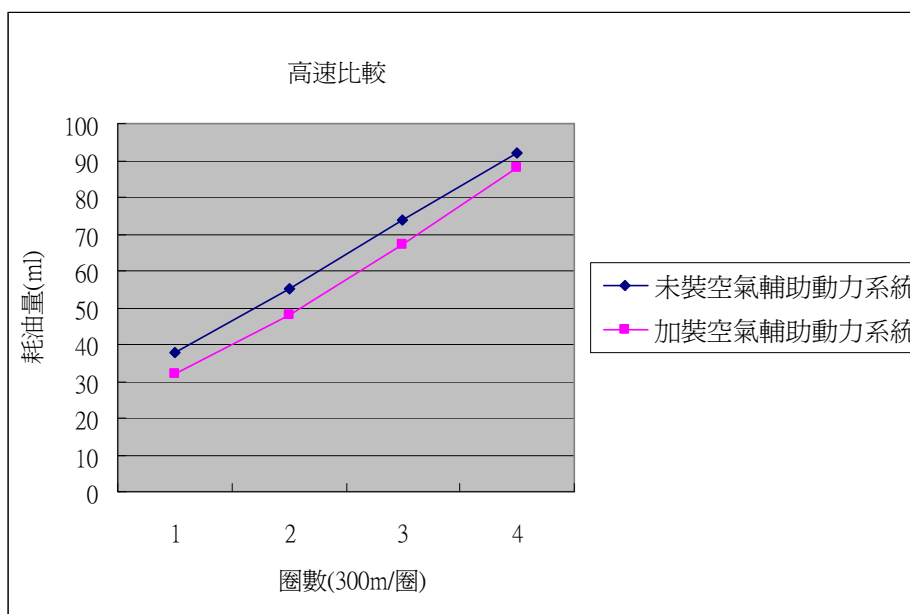


圖 5-3 高速時，加裝空氣輔助動力系統之耗油量

實驗結果：

(一) 在高速時啟用空氣輔助動力系統，所節省的油耗更多，數值更趨向我們所期望的目標。

(二) 加裝空氣輔助動力系統，其耗油量平均節省約 10%。

柒、討論

經過文獻探討與實際實驗後之後，發現加上空氣輔助動力系統能有效減少耗油量，但是空氣系統的重量，會造成部分負擔，使得油耗量增加，雖然不是 100% 的完美，但是已達到我們要的結果。

我們在經過這樣的實驗後，知道空氣是一項很好用的資源，我們在未來期望能夠更實際化，會先將這套系統加裝在機車上，做實際實驗，若加裝在機車上能夠成功，未來更希望此系統能運用在汽車上。

經過這項實驗後，發現是能減少汽油的使用量，同時在環境方面，二氧化碳的排放量進而減少了，1 公升的汽油會排放出 2.24 公斤的二氧化碳，對於以後的環境會更有幫助。

捌、參考文獻

一、專利：

- (一) 美國專利商標局-<http://patft.uspto.gov/>
- (二) 歐洲專利局-<http://ep.espacenet.com/>
- (三) 日本特許廳
<http://www19.ipdl.inpit.go.jp/PA1/cgi-bin/PA1INIT?1188523182182>
- (四) 中國國家知識產權局-<http://www.sipo.gov.cn/>

依搜尋結果，目前尚未有專利與本創意重覆。因此本創意具有一定創新度。

二、元件參考網站：

- (一) 台灣中油股份有限公司，油品行銷事業部
- (二) http://www.cpc.com.tw/big5_BD/tmtd/ListPrice/ShowListPrice
- (三) 黃金時代新科技，空氣動力系統
- (四) http://www.godsdirectcontact.org.tw/ch/news/179/ga_24.htm。
- (五) 超速度遙控模型，模型零組件
- (六) <http://www.speed-rc.com.tw/front/bin/home.phtml>

三、車輛理論相關書籍：

- (一) 汽油引擎基本工作原理
- (二) <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=150706030536>
2
- (三) 許宗明 (2008/7 二版)。液氣壓原理及實習。台科大圖書。
- (四) 久津見舜一 譯：陳以淦 (民 68)。空氣壓學。五洲出版。

- (五) 林錫林、李新壽 (2007/6 初版)。液氣壓原理及實習。台灣復文。
- (六) 陳傳正 (2009 二版一刷)。汽油壓概論。科友出版。

玖、結論

由於我們是不同領域的人一起合作，所以在做科展的過程中，相對的遇到很多挫折，也常因為達不到老師的要求，而被訓了一頓，時常感到自己很沒用，也曾一度想放棄，但是想到我們曾做了這麼多的努力，卻沒有一點成就，就覺得不甘心，我們就更加努力、更用心，我們相信我們可以的。

在一開始我們都處於各做各的狀態，沒有相互研究討論，所以進度常常是一拖再拖。經過一段時間後，我們之間有了團隊默契，不再只是個人，我們在課餘時間會互相討論、互相督促，最後完成了這項作品。

經過區賽後，評審給了我們許多的建議，也給了我們參加全國競賽的機會，我們很高興，也會更加努力，希望在全國賽能有好的表現及成績。

也因為有眾多老師的指導及協助，我們學會了探討問題及解決問題的方法與能力，也體會了團隊合作的精神。對於往後求學有相當大的幫助，我們是一群很幸運、也很幸福的學生，我們經由參加科學展比賽而獲得豐富的智與慧。

【評語】 090905

本作品以高壓空氣馬達提供汽油引擎車的輔助動力，在車輛行駛時可降低汽油消耗，減少空氣污染。作品的創意相當不錯。在作品的實現方面，團隊以模型車將整個系統安裝並進行測試，實踐能力相當不錯。可惜，本團隊成員對於汽油引擎車的性能的瞭解及如何利用高壓空氣馬達增加輔助動力的規劃不盡正確，最後實驗的比較基準亦不完全合理，有待改進。不過本作品具相當複雜性與困難度，團隊成員的實踐能力與完成度值得肯定。