

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高中組 生活與應用科學科

最佳創意獎

040802

清涼一夏:冷氣背心

學校名稱：桃園縣私立光啟高級中學

作者： 高二 蘇晏陞 高二 羅偉綸 高二 陳冠亦 高二 呂明鋁	指導老師： 吳協鴻
---	------------------

關鍵詞：致冷晶片、機車

作品名稱：清涼一夏-冷氣背心

摘要

由於台灣地處太平洋熱帶地區，每年夏天的溫度動輒 35、6 度以上，機車騎士在市區騎車時，常被熱氣燻得頭昏腦脹，尤其是在路口等紅綠燈時，週遭汽機車引擎所散發出的熱氣，更是令人叫苦連天。

本作品顛覆傳統觀念，不需將龐大笨重的壓縮機背在身上，僅用一片小小的晶片即可散熱。當騎士在騎乘機車時，可避免因為悶熱而造成汗流浹背，以致影響騎車的情緒。若騎士覺得燥熱時，可以打開開關，立即有清涼的冷氣吹在身上，可保持衣服的乾燥與舒爽，減少炎熱夏天的煩躁，大大提高了機車騎士騎乘時的舒適性，並有助於增進行車安全。

壹、實驗動機

我爸爸是一位送貨員，經常騎著機車在市區裡穿梭送貨，每當夏天時看到爸爸在艷陽下揮汗如雨的騎著機車時，就覺得爸爸非常辛苦，但也常在想，有沒有什麼方法讓爸爸騎著機車時，但也能像開車一樣吹著冷氣輕鬆上路。

曾經聽人家說有些重型機車配有冷氣，結果那種機車一部動輒新台幣上百萬，根本是遙不可及的事。有一次去朋友家裡玩的時候，無意中發現他們家魚缸內的魚竟然吹著冷氣，簡直太神奇了，也造就了這次我們的研究動機。

貳、研究目的

台灣是屬於亞熱帶的海島氣候，夏天炎熱且潮濕，尤其是在市區走走停停的街道騎車，更是騎到全身燥熱。目前市面上並無相關產品可以增加騎士在艷陽下騎車的清涼感，頂多穿得清涼一點，但是這樣皮膚又會曬黑與脫皮。本作品目的是希望能夠解決機車騎士在市區騎車時，因為氣候炎熱造成焦慮以及心情浮躁引起的不舒服，而衍生交通意外，因此我們發明了這項產品，讓機車騎士可以在騎車時同時享受到清涼的冷氣。由於此產品上在市面上並無相關產物可供參考，因此我們決定應用汽車學課本上引擎進氣真空的變化、節汽門控制等原

理，一方面將理論與實際結合；另一方面印證理論公式並進行實驗，同時我們希望成品能夠達到以下的效果：

1. 體積小、重量輕(不超過 1000 公克)、攜帶方便，不會造成騎士額外負擔，而且採用機車本身電源即可運作。
2. 能夠全自動調節冷度與風量，例如行駛中風量變小、冷度變弱；機車靜止時風量變大、冷度變強，避免騎士騎車分心引起的危險。
3. 此裝置不希望破壞機車原本結構或設計，希望能夠以外加裝置設計，方便使用在各種機車上。

參、研究設備及器材

由於我們的經費有限，大部分的實驗材料都盡量以隨地能取得為主，目的是資源再利用，並且可以節省材料費用，其設備與材料項目如下：

一、設備方面

虎鉗	銼刀	砂輪機	機車一部	鑽床
榔頭	鐵剪	熱熔膠	電烙鐵	

二、材料方面

油門把手	油門線	背心	致冷晶片	電腦風扇
散熱鋁片	機車電瓶	回拉彈簧	隔熱棉	塑膠接頭
寶特瓶	塑膠管	汽車用節汽門	漏斗	鐵片與螺絲
膠帶				

肆、研究過程及方法

為了能夠讓機車騎士在炎熱夏天中享受到清涼冷氣，我們想到以致冷晶片產生冷氣並加以收集，然後運用風扇將冷氣透過管路吹到騎士身上，目前已完成第一代的作品。不過第一代產品它有以下缺點：(如圖 1、2 所示)

1. 機車騎士必須背著騎車，體積有點龐大，恐怕想不引起旁人的目光都很難，比較內向的騎士可能不敢背著上路。

2. 出風口僅有二條風管，吹到身體的面積有限，無法面面俱到，可能脖子冷了但是背部仍熱到流汗。
3. 由於吹風量為固定式，僅有 ON/OFF 開關，對於騎士來說會感到不便也容易分心。事實上，在騎車時迎風面吹來並不會感到很熱，反倒是停下等紅綠燈時，前後左右車輛同時排放的熱氣散開，又沒有風吹過來，這時才是騎士覺得最熱的時候。
4. 要將溫度一次降 10 度以上需要一點時間，全賴晶片的功率決定，至少也要 30 秒左右。若使用大功率晶片則效率提高很多，但是成本與耗電量也增加，所以我們希望取得一個折衷點來達成。

為了改進以上的缺點，我們經過與老師的討論後，變更了一些設計，首先將冷氣機的本體利用掛勾固定在機車上，這樣一來，騎士也不用背著一台冷氣騎車，下車時也可以拆下帶走；第二，使用 PVC 塑膠袋作成風袋，緊貼於衣服的內裡，不但不會增加衣服的厚度，冷風從 PVC 塑膠袋表面的小孔均勻吹出，騎士也會覺得比較舒服；第三，運用機車的油門開關來自動控制風量大小，當騎士在騎車催油門時，風量變小，一旦紅燈停車時，騎士放鬆油門，則風量自動變大，可免去操作的麻煩。

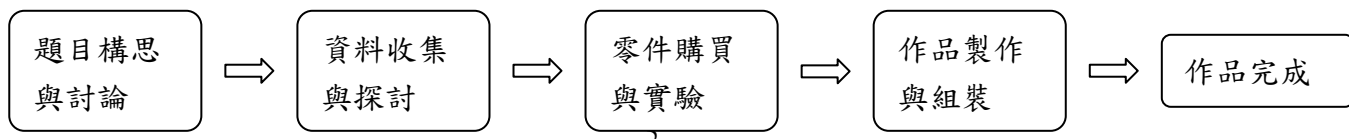


圖 1、2. 第一代冷氣背心出風口為二條風管設計，且騎士必須背著上路。



圖 2. 背負式設計，體積比較大實用性較低。

一、研究流程圖



二、作品架構圖

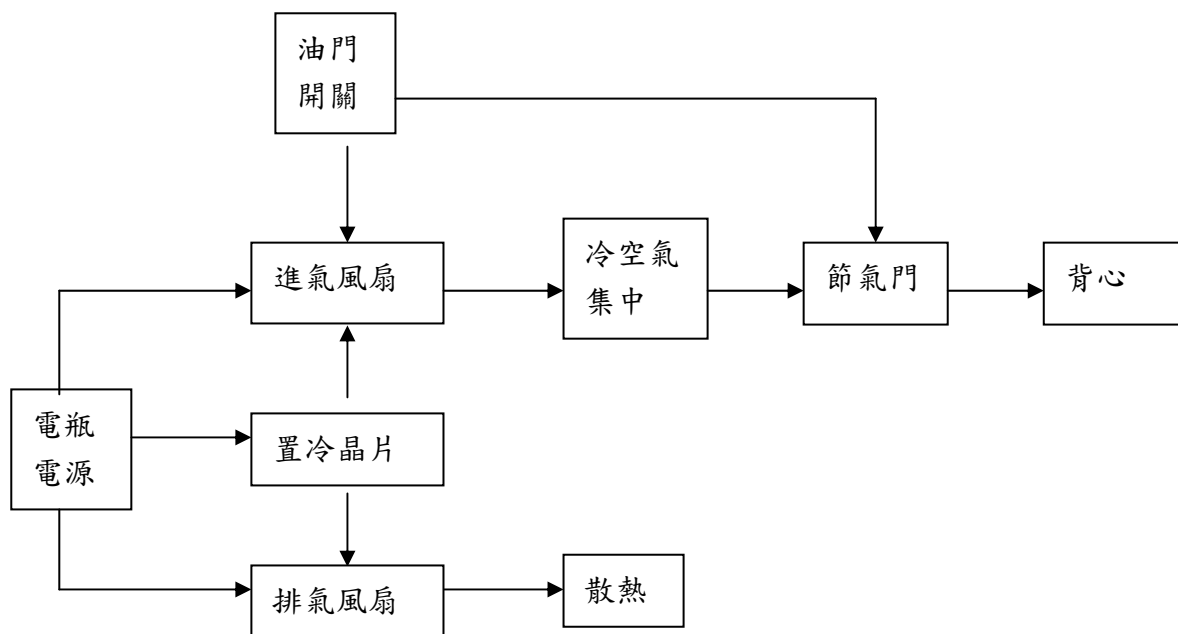


圖 1. 冷氣產生動作方塊圖

三、實驗流程

實驗一：文氏管應用

我們上汽車學的時候，發現汽車駕駛人踩油門時，實際上是控制節氣門的開度來決定引擎轉速，節氣門決定了噴油嘴的噴油量，也就是油門踩愈重，空氣與汽油噴射量噴愈多。組員發揮創意時，覺得這原理可以用在我們的冷氣控制上，因此我們決定將節氣門反過來運用的控制當作開關設計，也就是當機車騎士催油門持續加速行駛時，冷氣節氣門從全開時逐漸關閉，當油門催到底，冷氣節汽門即完全關閉，這時冷氣被儲存在文氏管左側，冷風從最大到最小呈線性控制；當機車停止不動，沒有催油門時，節氣門則是全開狀態，此時冷氣源源不絕吹到騎士身上，這樣一來，不但不會浪費冷氣，冷氣也會更冷。(如圖 3、4) (如表 1)

節氣門關閉時（騎車狀態）示意圖

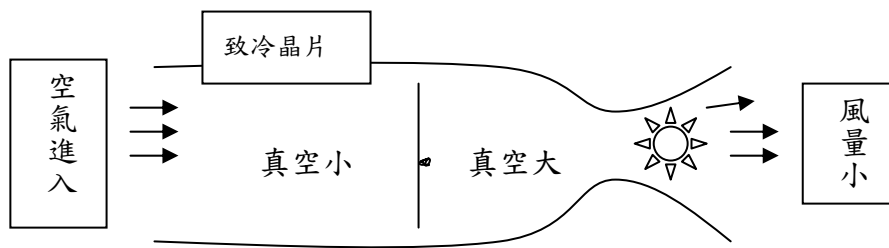


圖 3，節氣門關閉，冷氣集中在左側，風扇轉速慢，流出的冷氣少，因此冷氣被儲存起來。

節氣門打開時（停車狀態）示意圖

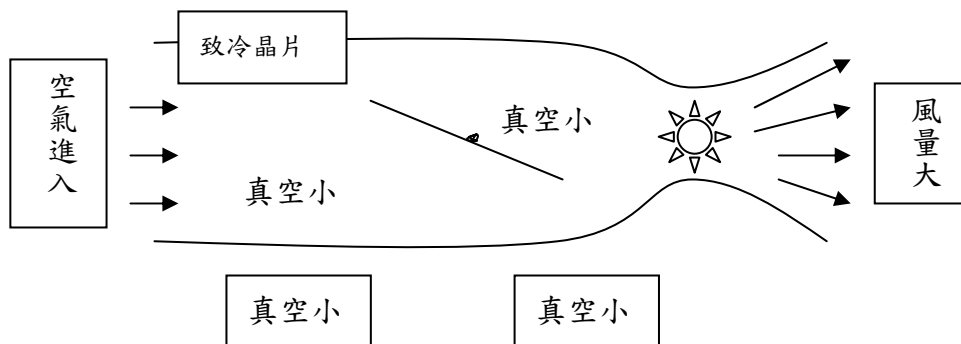


圖 4，節氣門打開，風扇轉速快，冷氣快速被抽出，排出的冷氣多，此時冷氣吹出去。

風量

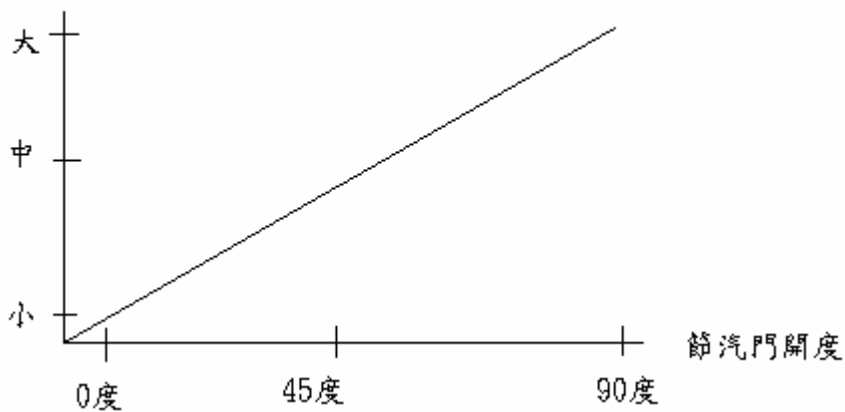


表 1，風量大小與節汽門角度的線性關係。

實驗方法：

1. 節氣門打開及關閉，觀察文氏管左右側溫度變化情形（如圖 5、6 所示）

由於一般等紅綠燈都不會太長，因此我們測量的溫度設定最長到 2 分鐘。

(室內溫度：攝氏 23 度)

時間	節氣門狀態	節氣門左側溫度(進風口)	節氣門右側溫度(出風口)
一分鐘	全閉	12.4 度	18.2 度
	開度 1/4	12.5 度	16.7 度
	開度 1/2	12.8 度	15.3 度
	全開	13.2 度	14.1 度
二分鐘	全閉	8.6 度	15.0 度
	開度 1/4	8.8 度	13.8 度
	開度 1/2	9.2 度	11.5 度
	全開	10.1 度	10.6 度



圖 5.測量進風口溫度

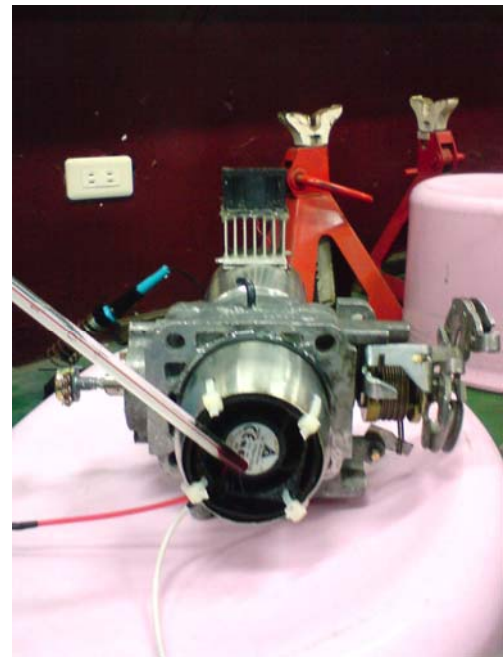


圖 6.測量出風口溫度

2. 節氣門開閉，觀察文氏管右側空氣流速變化情形

化油器是以文氏管原理的實際應用，也就是一條由大到小，再由小到大的管子中，再同一時間內，流經管內每一斷面的空氣體積皆相等；當斷面積愈大，空氣流速愈慢，真空愈小，斷面積愈小，空氣流速愈快，真空愈大。

根據白努利定律

$$A1 \times V1 = A2 \times V2$$

A：體積；V：速度

這公式的意思是指文氏管內的氣體流速依照體積決定，因此我們將管子以節氣門區隔左右二側，在管子左方部分，藉由真空力量將外界空氣帶進來，並以致冷晶片降低空氣溫度，利用這裡斷面積大的地方儲存冷氣，此時的空氣流速較慢，冷氣也比較容易集中；在節氣門右方管徑縮小並設置一風扇，負責將空氣抽走，且節氣門與風扇採用聯動設計，節氣門角度開大時，風扇速度變快，左側冷氣快速被抽走，兩邊真空一樣；若節氣門開啟角度較小時，二邊真空不一樣，風扇轉速跟著變小，可避免風扇抽不到空氣而燒毀。

小結：

我們利用節氣門的控制，可以避免冷氣外洩及有效儲存冷氣在管內，並且利用二側真空差及文氏管的應用，達到增強風量的效果。

實驗二：空氣對流原理

由於我們在文氏管末端裝上一風扇當成抽風機，利用風扇的吸力模擬引擎運轉時產生真空的狀態，因此只要文氏管內產生真空時，外面的空氣只會進入到文氏管內，而冷氣不會外洩。所以這個實驗是在測試致冷晶片凝結冷空氣後，是否會因為節汽門開啟角度的改變而使冷空氣倒流出去。

實驗方法：

1. 利用香的煙霧飄散情形，觀察氣體是否會倒流出去。（如圖 7、8 所示）
2. 利用乒乓球的移動及目視煙霧飄散，並且紀錄下來。（如圖 9、10 所示）

節氣門狀態	乒乓球移動方向	煙霧漂移方向。
全閉	不彈出	煙霧不吸入也不流出。
開度 1/4	向外彈出，高度約 20 度。	吸入速度緩慢。
開度 1/2	向外彈出，高度約 30 度。	吸入速度稍慢。
全開	向外彈出，高度約 45 度。	吸入速度快速。



圖 7. 節汽門全開時煙霧迅速流入

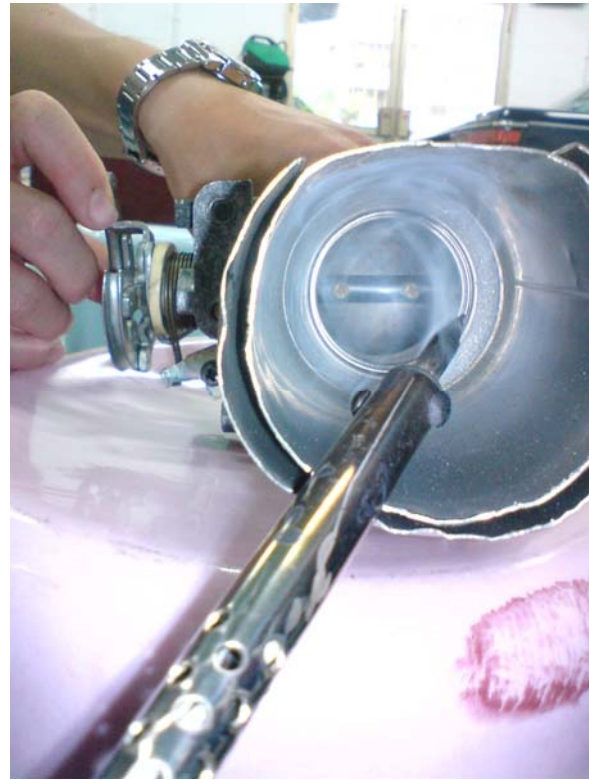


圖 8. 節汽門全閉時煙霧緩慢流入



圖 9. 節汽門打開時乒乓球吹出



圖 10. 節汽門關閉時乒乓球吸入

小結：

第一代的作品，我們使用吹風的形式，即在入口處裝設風扇，利用空氣的對流，將冷氣

吹出。但是因為這樣會造成撞風的問題，若風扇轉速太慢，吹出的風量太小；若風量加大，因為管徑的問題，有部份空氣被彈出來，風量並未成正比，造成效率降低。這次我們改採抽風方式，即在出口處將冷氣抽出，風量的效率即提高很多。

實驗三：歐姆定律

這個實驗是用來驗證風扇加上一可變電阻後，是否能隨意地改變風扇轉數。根據歐姆定律，當電壓 V 不變時，電阻 R 變大則電流 I 變小，二者呈現反比狀態。

$$V = I * R$$

V：電壓（伏特） I：電流（安培） R：電阻（歐姆）

實驗方法：

1. 挑選 0~500Ω、0~1K 及 0~10K 三顆可變電阻，依序接上數顆不同轉數風扇後，並旋轉旋鈕 90 度改變電阻值，觀察風扇轉數變化。（如圖 11、12 所示）
2. 依序紀錄不同電阻值改變影響風扇轉速的變化。

電阻值		0~500Ω	0~1K	0~10K
2500 轉	風扇	高速~慢速	高速~停止	高速~停止
10000 轉	轉數	高速~慢速	高速~停止	高速~停止
20000 轉	變化	高速~慢速	高速~停止	高速~停止



圖 11. 測試電阻值範圍



圖 12. 使用烙鐵將電阻焊在節汽門軸上

小結：

散熱風扇的效率攸關致冷晶片效率的好壞，我們考量到晶片的體積很小，因此選擇小型的電腦散熱風扇，這次測試的電腦散熱風扇轉速有 2500rpm、10000rpm 及 20000rpm 三種。由於致冷晶片的冷氣效果取決於散熱效率，若轉速不夠快，會造成晶片散熱不良而燒毀。經過測試後也證明了風扇轉速愈高散熱效果愈好，所以決定使用 20000rpm 的風扇。此外，由於可變電阻與節汽門採取聯動設計，但節汽門開度最大僅有 90 度，因此這三顆可變電阻在測試後，我們發現除了以 0~500Ω 這顆可變電阻在轉了 90 度之後風扇仍然慢速運轉外，其餘的電阻值都因為太大，會導致風扇停止轉動。

實驗四：耗電量測試

由於散熱風扇與致冷晶片使用電源為 DC 12V 形式，因此在電源上可以與機車共用，但我們擔心機車電力不足，因此找一部 50cc 機車實際測量用電情形。

實驗方法：

1. 採用發動及不發動二種情況測試，每隔 5 分鐘分別測量電壓值，檢視電力是否充足。
2. 依序紀錄不同電壓值變化。

表 1 機車電瓶耗電能力測試

(電瓶規格 12V5A)

時間 \ 實驗後電壓降	接上本作品並發動引擎	接上本作品不發動引擎
1 分鐘	13.5V	12.7V
5 分鐘	13.6V	12.6V
10 分鐘	13.4V	12.5V
15 分鐘	13.6V	12.5V
20 分鐘	13.3V	12.4V

小結：

發現接上冷氣負載後，即使機車不發動情況下，在使用 20 分鐘之後，機車電瓶電壓仍然有 12V 以上，證明冷氣背心所需要電力相當低。

實驗五：節汽門聯動電阻

實驗一及實驗三提到為了讓機車騎士能夠在等待紅綠燈時享受到冷氣，我們藉由節氣門控制風扇轉數。此實驗希望由機車油門控制節氣門，當機車騎士催油門愈大時，風量及冷氣愈小；反之愈大，所以等待紅綠燈時風量及冷氣最大，這樣一來，冷度可以更冷，風扇不須一直高轉速運轉，也會比較省電。

實驗方法：

1. 我們在汽車工場內找到一顆廢棄的節氣門，但是節氣門都是常閉式設計，要怎麼改成常開式呢？本來想外接彈簧把節汽門軸拉開，後來組員靈機一動，將節汽門軸的彈簧顛倒裝，竟然成功了。(如圖 13、14 所示)
2. 由於節汽門本身都有位置感知器，那是由可變電阻所構成的，本來想用現成的零件，不過再怎麼測還是沒辦法讓電阻值呈線性變化，最後外接一顆 0~1K 可變電阻後搞定（見實驗三）。
3. 將可變電阻與風扇以串聯方式連接電源線，風扇轉速隨著可變電阻而改變。

小結：

利用節汽門軸連接可變電阻，當軸轉動時，可變電阻也跟著改變電阻值。這種設計不需要騎士手動控制風扇，其風扇轉數完全因應騎士騎車速度自動改變，形成一部全自動風扇，也比較省電。



圖 13.改裝汽車的節氣門裝置

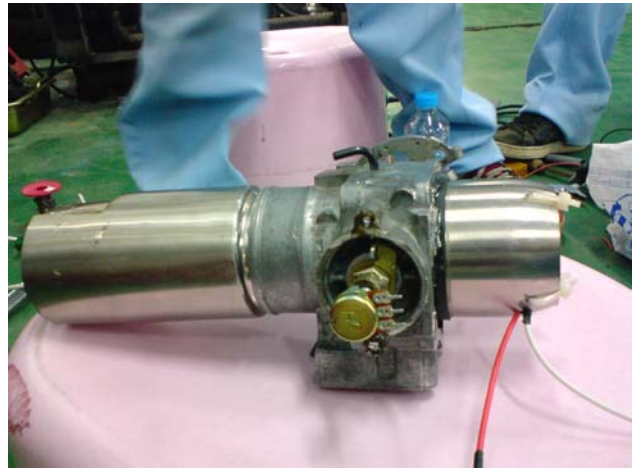


圖 14.節汽門軸另一側裝置可變電阻

實驗六：外接油門裝置

本來想要使用機車本身的油門線帶動冷氣節汽門，但考量到一來需要大幅改裝；二來就無法使用在別部機車上。為了提升使用上便利性，我們決定製作一外接油門，並且套在機車把手上，當騎士催油門時，我們的外接油門也跟著轉動，即可達到控制節汽門的效果。

實驗方法：

1. 由於連接節汽門的油門鋼索鐵片形狀為半圓形，我們決定加以改裝，首先以砂輪機將多餘的鐵磨掉，再用挫刀磨到平滑，並且在上方鑽一小孔。(如圖 15 所示)
2. 利用另一片鐵片剪成長方形，並且彎成機車把手的半圓形，在前端磨成一小塊突出，運用槓桿原理以這小塊突出物勾住另一片油門鋼索鐵片，再以螺絲鎖住，即可因應不同的把手直徑做不同的調整了。(如圖 16 所示)



圖 15.活動外接油門裝在機車把手上。



圖 16.二片鐵片折成半圓形，以螺絲固定。

小結：

裝上外接的油門把手後，再將鋼索分別裝於油門及節汽門上，這時已經可以利用油門控制了，不過由於外接油門會佔據一部分把手空間，會造成騎士在催油門時握把面積變短，也是這個設計的一小缺點。

實驗七：製作空氣袋裝置

由於這次的改良重點希望騎士騎車時背後能全面吹到冷氣，因此我們決定在衣服的內裡黏上一片 PVC 塑膠袋，只要將空氣灌入後，即可透過表面的小孔吹到身上。

實驗方法：

1. 首先找一張 PVC 塑膠袋，長與寬分別為 30cm 與 25cm，在一面上方鑽洞讓空氣吹出。
2. 利用熱熔槍黏貼 PVC 塑膠袋四邊，並用雙面膠粘附在衣服內裡。
3. 以塑膠管連接冷氣本體與 PVC 塑膠袋，測試是否正常。

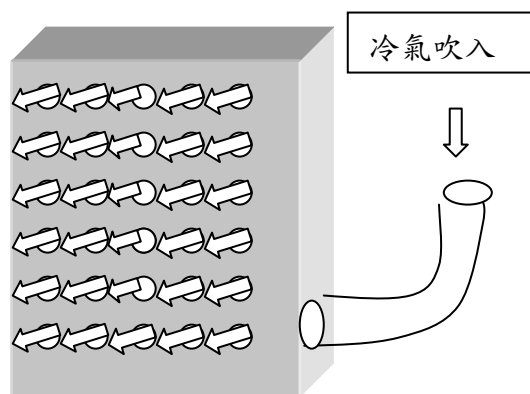


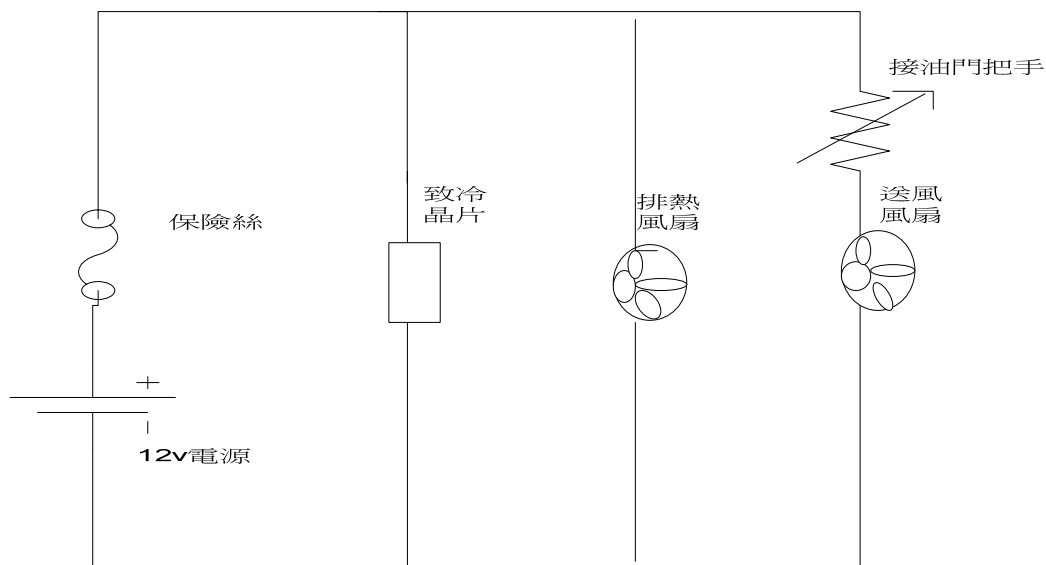
圖 15.冷氣出風示意圖

小結：

塑膠袋上方的孔徑與間隔，我們並沒有特別計算，主要看送風風扇效率決定，除了以 pvc 塑膠袋當作出風口外，我們使用魔鬼氈來黏貼塑膠袋與背心，這樣不但衣服方便清洗，若要換別件衣服時，也很容易更換。

四、電路圖

我們的冷氣背心電路利用機車 12V 直流電源，同時並聯了致冷晶片、二部風扇，且在送風風扇前端加裝一顆 0~500Ω 可變電阻，以控制風扇轉數。



五、實驗過程產生問題及解決方法

(一) 提升冷房效率

我們研究的過程中首先發現了致冷晶片的散熱非常重要，要是散熱稍有不良，致冷晶片接上電源運作不久之後便會報銷。因為冷的那一面會被熱的那面影響，導致無法完全散熱。為了解決這個問題，就是使用 20000 轉的高轉速風扇迅速將熱帶走，如此一來，致冷晶片的冷面效果很好，甚至表面還會結霜。

雖然冷端表面的平均溫度約在攝氏 6 度左右，但是空氣室內的溫度並未降低，表示空氣的熱交換效率太慢，於是我們想到了以下解決的方法：

1. 並將冷端部分的空間加大，形成一個密閉的空氣室，這樣可將冷空氣集中並避免外洩。不過空氣室的空間非常重要，太小的空氣室造成熱效率交換不及，使得冷度不足；太大的空氣室則會造成體積太大，不易攜帶。
2. 使用鋁製大型散熱鰭片，可增加冷卻面積，並在底部緊貼住冷端表面，讓溫度快速下降。為了防止冷氣外洩，內部再鋪上隔熱棉，以完全杜絕外界空氣的交換。如此一來，冷空氣不但不會外洩，還不會受到外在溫度的影響而降低冷度。

(二) 冷氣油門控制

由於冷氣油門採用外接裝置，因此我們必須外接一條油門連接機車把手與冷氣節汽門，但是因為油門鋼索的長度是固定的，為了能夠緊拉住油門，我們把冷氣節汽門設計成滑軌活動式，以便因應不同機車高度調整。

伍、研究結果

1. 我們拋棄了傳統龐大又高耗電量的壓縮機，設計出吊掛在機車上輕巧的冷氣機，使用機車電源即可作用，而且沒有冷媒的汙染與公害，最重要花費不到新台幣 500 元，真是環保又實用的產品。
2. 這件作品顛覆騎車無法吹冷氣的思維，並且成功改良第一代產品的缺失。我們也考量到騎士在騎車時雙手不易操作的困擾，採用機械式全自動送風裝置，故障率可降到最低。
3. 它的拆裝非常容易，即使換車騎乘也很容易移植到另一部機車上。
4. 致冷晶片作用原理是高科技的結晶，以我們高中生的程度，這次可以充分運用並重新加以改造應用在生活中，同學們都很興奮。希望未來再研究時能夠發揮致冷晶片熱能的功能，以發揮學校所學的專長。

陸、討論

1. 是否能夠冷暖二用？

我們這次僅使用致冷晶片冷端面的部分，熱端面卻完全沒應用到，要應用在冬天使用暖氣時，可以將熱端的空氣集中起來。但是我們這次的設計是將熱氣排放至大氣中，並未收集起來，若要收集則必須重新規劃整個管路，或是利用閥門控制，有點類似汽車暖氣的功用，預計在未來的產品中，再加入暖氣的設計。

2. 電源是否可以利用太陽能？

利用太陽能電池當作電源是一定可行的，但是這樣必須將太陽能板背在身上，這樣一來會造成騎士的行動很不方便。以目前太陽能板的效率與價錢而言，在經濟效益上十分不划算，而且成本提高很多。因此目前我們的考量點以方便、便宜，並使機車騎士

炎熱夏天能夠達到舒適騎車為目的。

柒、結論

在指導教師的指導與嚴格要求之下，我們花了半年以上的時間蒐集資料，也歷經了多次的實驗後，終於成功完成這件作品，因此本研究的完成是經過本組成員共同探討並開發出來的，也深刻體會到理論與實際的結合之重要性。

在當今社會一片節能減碳中，如果能夠減少開車的頻率，不但環保也比較省錢。夏天時會選擇開車的原因，是因為汽車有冷氣，比較舒適。因此在我們討論要如何才能不要將龐大又笨重的壓縮機背在身上，卻又可以擁有冷氣的效果時，利用了致冷晶片的熱電效應原理取代冷媒的使用，不但可以提高冷房效益，在大熱天騎車也不會熱得發昏，甚至可以加以改裝放置於機車置物櫃內，變成一部小型冰箱使用。

捌、參考資料

1. 蔡燕山、蔡賜琦，電子概論與實習，台科大圖書，2006
2. 黃旺根，汽車學，台科大圖書，2008
3. 朱大江，汽車空調，全華圖書，2006
4. 賴柏洲，基本電學，全華圖書，2007
5. 何達義，汽車實習，台科大圖書，2007
6. 致冷晶片商品網站，<http://www.xn--b8qr9lcktixp.tw/>，2008

【評語】 040802

利用致冷晶片設計一個可以穿上身的散熱背心，並展示其可行性，確實是一項創意。若能在安全性、散熱效率及小型化等問題上多一些討論，並作適當的呈現，會讓此作品更為完整。