

臺灣二〇〇六年國際科學展覽會

科 別：環境科學

作 品 名 稱：滴水不漏-冷氣水回收應用分析

得 獎 獎 項：第二名

學校 / 作者：國立岡山高級農業工業職業學校 王靖雅
國立岡山高級農業工業職業學校 曾玉婷

作者簡介



王靖雅，高雄縣人，民國七十六年生。就讀於國立岡山農工生物產業機電科三年級。在二年級時通過了氣壓丙級檢定，在校期間，也參加過一些競賽，有的獲得名次，而有的是學了經驗，讓我獲益良多。天蠍座的我，具有敏銳的觀察力，但往往仍靠感覺來決定一切。喜歡狗勝於貓，喜歡大笑勝於哭泣，最大的願望就是每天開開心心過日子。

作者簡介



曾玉婷，高雄縣人，民國七十八年生。目前就讀於國立岡山農工生物產業機電科二年級。在校期間，學習過自動化控制以及機械製造和元件等相關知識與技能，而也在一年級時通過了氣壓丙級檢定。巨蟹座的我，有直覺力，腦筋機警愛沈思冥想。喜歡動物和逛街，一生中最大的願望就是考上國立大學，且順利畢業。

目錄

壹、摘要	1
貳、前言	1
參、研究方法與過程	3
肆、研究結果與討論	6
伍、結論與應用.....	10
陸、建議.....	10
柒、附錄.....	17
捌、參考資料.....	18

壹、 摘要

一、 中文摘要

當我們在開車享受冷氣同時，此時冷氣水正一滴一滴的滴水，造成水資源的浪費，在環保意識抬頭的今天，我們即針對此一問題進行研究，主要將冷氣水回收起來，並運用在補充雨刷水箱或者提供引擎水箱或冷凝器降溫作用，是否達到提高引擎工作性能及降低冷氣冷房效果，進而達到「資源回收」的。

實驗結果證明在補充雨刷水系統最符合環保概念；另在引擎水箱噴水作用時，可縮短風扇運轉時間並增加停止運轉時間，可增長風扇使用壽命，對下水管溫度亦可降低，可防引擎過熱；在冷凝器噴水作用中亦能明顯提升汽車冷房效果。

二、 Abstract

When we enjoyed driving with cool air from air-conditioning, the condensed water from air-conditioning system is dripping from the system drop by drop. It caused the issues of the waste of water resource.

Facing the greater public awareness of environmental protection issues in Taiwan, we are focusing on this issue to have further research.

The idea is to re-cycle the air-conditioning condensed water and re-fill it in the water tank of wipers, the water cooling tank of engine or the cooling system of condenser. The purpose is to improve the performance of engine and enhance the cooling efficiency of air-conditioning system. It is helpful to meet the objective of water resource recycling. The result of experiment has shown that re-filling water in the water tank of wipers meet the goal of environmental protection well.

Also, the water injection in the water cooling tank of engine could reduce each operation time of cooling fan and increase the idle time of cooling fan as well. It prolong the equipment life of cooling fan and lower the operation temperature of Low water pipe which prevent the engine overheating. Meanwhile, It is proved that the water injection in the cooling system of condenser can enhance the cooling efficiency of air-conditioning system.

貳、 前言

汽車為人們常使用交通之工具，也由於環保意識的抬頭，從高級汽油的演變乃至現今提倡的 95、98 無鉛汽油，這些改變主要是減少汽車所排放的廢氣，不致造成空氣的污染；然而仔細想想在汽車的機構中，似乎還有改善的地方，如前人研究的太陽能的應用、雨刷的改良、各式各樣的機油的改良，這些都是人們對於汽車高品質提昇所做的改變。

由於引擎^[1]工作時，燃燒室內之燃燒溫度高達 2200℃^[2]，在能量的轉換上，其中三分之一轉換成動能作功，三分之一隨著廢氣排放到大氣外，另三分之一的熱則賴冷卻系統將此熱量帶至大氣中；引擎工作中，有一個最能使其充分發揮溫度，即為工作溫度(Work Temperature)，一般汽油引擎的工作溫度約為 80~90℃，若不能在工作溫度下工作，則會

影響引擎的工作性能^[3]如：

一、 引擎過冷的影響：

1. 汽油氣化不良，造成燃燒不完全，浪費汽油。
2. 混合氣容易凝結，若凝結在歧管〈或曲軸箱的進氣道〉中、導致噴熄點火系統發生引擎熄火的狀況。
3. 機油黏度因溫度低而變稠，流動性降低，潤滑性能降低。

二、 引擎過熱的影響：

1. 各機件因受高溫影響而降低強度，加速磨損。
2. 高溫會使氣體膨脹致使容積效率降低，馬力輸出因而減少。
3. 混合氣因溫度太高，易引起預燃及爆震。
4. 燃料系統易產生氣阻，導致燃料供應不足，影響引擎性能。
5. 機油黏度因溫度升高而變稀，造成潤滑不良，機件磨損。

在冷卻系統中，散熱器又稱為水箱^[4]，是用來發散冷卻水熱量，進而達到降溫作用的機件。水道為供冷卻水流通，以便將引擎內多餘的熱量帶出。調溫器的作用在引擎未達工作溫度前關閉之，令冷的冷卻水只能在汽缸內作小循環；直到汽缸內冷卻水的溫度達到工作溫度後，調溫器方開啓，令熱的冷卻水能進入水箱冷卻之，形成大循環。上水箱^[5]為位於水箱上方，係由入水口、冷卻水注入口、水箱蓋及溢水管等所組成；下水箱位於水箱下方，係由出水口及放水塞所組成，水箱芯子，位於上、下水箱之間，主要功能是散熱，依其結構可分為管式及蜂巢式。水泵為使冷卻水能深作引擎水道內循環，以提高引擎冷卻效果。風扇的功能是利用轉動以鼓動空氣流動，幫助水箱冷卻水冷卻之，以提高冷卻效果。一般汽車冷氣中的冷凝器心是靠此風扇的協助，將冷媒冷卻，以提高冷房效果。

在汽車空調^[6]中，是指汽車內部之空氣溫度、相對濕度、空氣流速、空氣品質、使適當的調節，可視需要做任意之控制，使人們不論在任何天候、環境情況下皆能感到舒適，以適合人們開車時之需要，尤其在炎熱的夏天中，室外的氣溫常達 25~35℃^[7]，且更因汽車板金的作用，致使車內溫度往往高達 50℃ 以上，而根據統計，人體最舒適的室內溫度條件為 20~25℃ 最適宜，因此，必須加裝冷氣以讓開車的駕駛能舒適的開車空間。在汽車冷氣的循環系統，主要是利用壓縮機的運轉來促使冷媒在系統內循環，讓冷媒液態汽化成氣態，當冷媒汽化時，立即吸收車內空氣的熱量，使車內的空氣溫度降低，達到製冷的效果，其主要的機件^[8]如下：

1. 壓縮機：為冷卻系統的原動力，使冷媒在系統內能連續的循環，安裝在引擎旁邊，由引擎皮帶來驅動壓縮機運轉，壓縮在蒸發器內完成”熱交換”（使車內冷卻）的冷媒使之成為高壓高溫的氣態冷媒，以利用在冷凝器中快速液化。
2. 冷凝器：位在水箱前面，在冷氣系統中為散熱的機件，由壓縮機送來的高壓高溫氣態冷媒，經由鰭管後，立即將熱量放出，以傳導方式將熱量

散發到空氣中。

3. 貯液筒：安裝在引擎室中不易受熱量干擾的地方，由冷凝器傳送過來的冷媒，由於本身除了具有乾燥貯存多餘的冷媒液體功能外，也具有過濾雜物、吸收空氣及水份的功用。
4. 膨脹閥：是冷氣系統之節流裝置，也是冷氣系統高壓與低壓冷媒得分界點。安裝在引擎前端，且緊鄰蒸發器，主要功用為自動調整冷媒流量的大小，以發揮蒸發器之最高冷卻效率，並使由貯液筒來的高壓液態冷媒，在經過膨脹閥，進入蒸發器後，立即成為低壓液態冷媒。
5. 蒸發器：安裝在車廂內，一般在儀錶板的下方或裏面，冷媒由膨脹閥送至蒸發器後，在低壓低溫下蒸發變成氣體，吸收了周圍空氣的熱量，從而使通過發器的空氣溫度降低，水份減少，同時利用過濾網將空氣中之灰塵、污物加以濾除。鼓風機將空氣吹入蒸發器，空氣經過蒸發器後，熱量立即被冷媒吸取，所以空氣由蒸發器吹出時，已變成冷空氣，即所謂的冷氣。

三、 研究動機：

資源回收是我們耳熟能詳的口語，但當我們開車時，你可曾想過打開冷氣享受那時，在蒸發器排水口正一滴滴的滴水，而造成水資源的浪費嗎？故本研究針對此冷氣水進行更廣泛的應用分析，並將冷氣水收集起來，運用在補充雨刷水箱或者提供引擎水箱與冷凝器降溫作用，尋求「水資源回收」之最大功用。

四、 研究目的：

此研究主要的目的可分為三部份：

1. 雨刷水箱的即時補充系統。
2. 噴水於水箱鰭片，是否提高引擎工作性能。
3. 噴水於冷凝器鰭片，是否提高冷氣冷房效果。

五、 研究設備：

- | | |
|-----------------|---------|
| 1. 裕隆 A-12 引擎一部 | 5. 閃爍電驛 |
| 2. 雨刷馬達 | 6. 溫度計 |
| 3. 多廣角噴嘴 | 7. 浮球 |
| 4. 微動開關 | |

參、 研究方法與過程

下圖(圖 5-1)為本次研究主要的流程架圖；本研究方法可分為雨刷水箱即時補充系統、噴水於水箱鰭片與噴水於冷凝器鰭片等三大部份，茲說明如下：

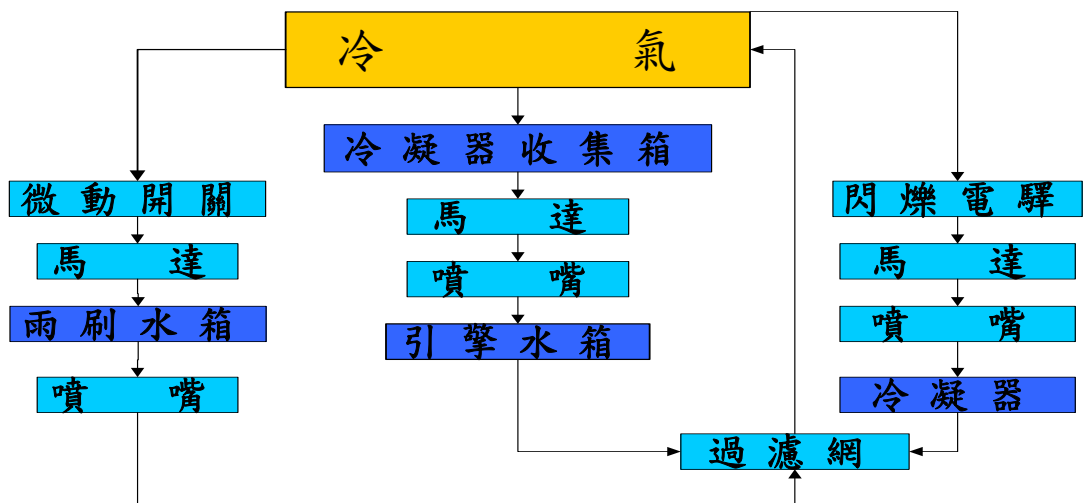


圖 5-1 研究流程圖

一、 雨刷水箱即時補充系統

雨刷水箱的作用原理構造示意圖(圖 5-2)所示，利用浮球感應作用，當水位下降至下限水位線時，可由浮球下降並由繩索作用而觸動微動開關，當微動開關打開時即同時促使馬達作用，而將收集箱之冷氣水抽送到雨刷水箱中；反之，若水位到達上限水位時即由浮球感應關閉微動開關，並讓馬達停止作用，利用此作用模式，可使雨刷水箱中的水時常保持滿水位狀態。

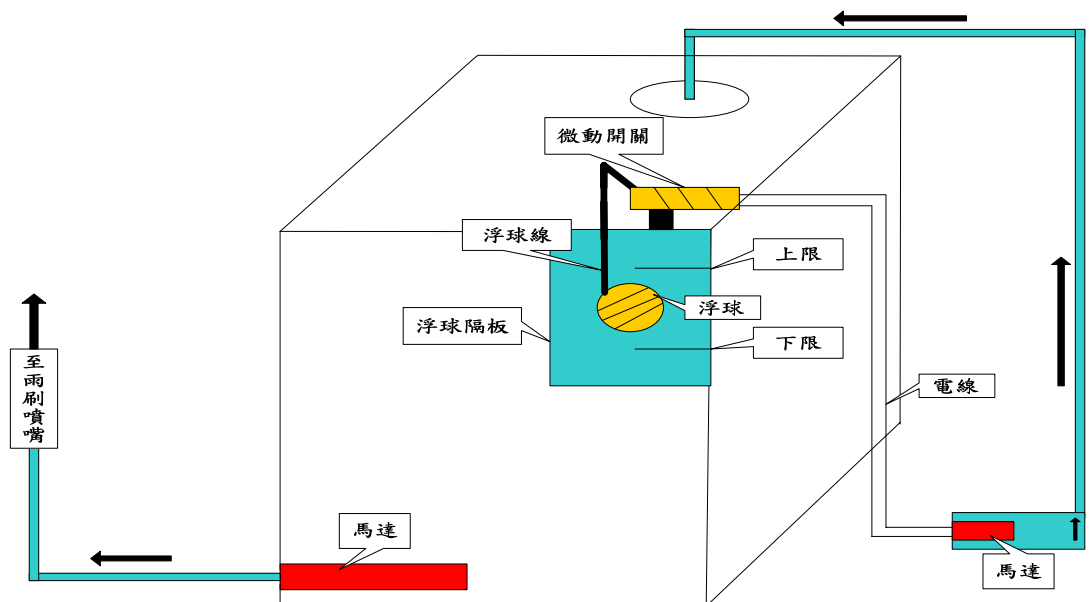


圖 5-2 雨刷水箱構造圖

二、 引擎水箱鰭片噴水作用

引擎水箱鰭片噴嘴作用示意圖(圖 5-3)；作用原理為當引擎到達工作溫度

時，會因調溫器之感應並使風扇起動，而我們正利用噴水馬達與風扇電路並聯原理，當風扇運轉時同時噴水作用，達到預期中的降溫效果，並於上、下水管中裝置溫度計，作為量測風扇起動與停止當時引擎中水溫度變化情形；本次實驗每次測試條件為慢車測試，測試時間為每 35 分鐘停 10 分鐘，實驗中測試值設定每為間隔 2 分鐘記錄當時上下水管溫度一次，並由數次平均求其值做為分析數據均值。

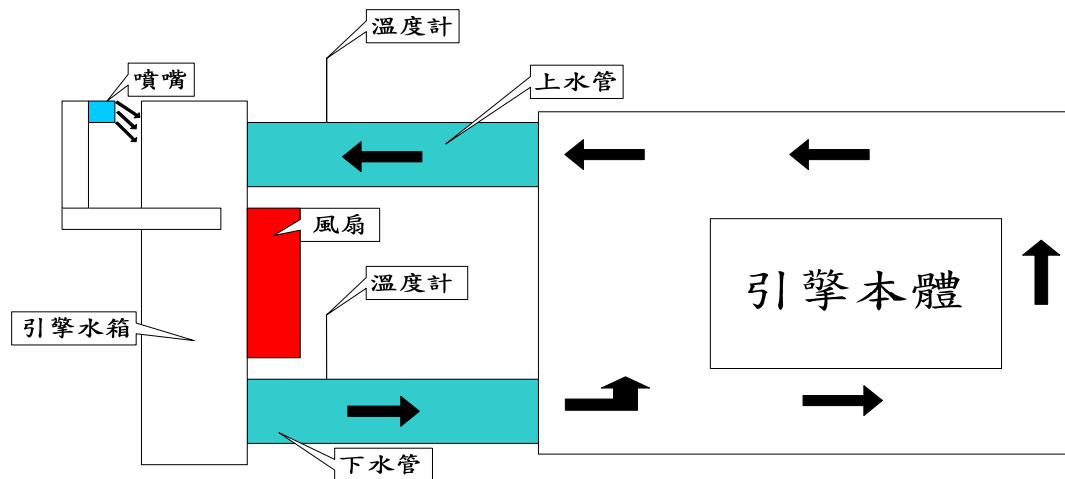


圖 5-3 引擎水箱噴嘴作用示意圖

三、 冷凝器鰭片噴水作用

冷凝器鰭片噴水作用示意圖(圖 5-4)；主要利用原理為閃爍電驛控制馬達抽水時間長短，測試條件為慢車情況下從 1.5 秒至 20 秒不等間隔噴水控制方式，預期以最少噴水量達到最佳冷卻效果為目的；並在起動冷氣時利用冷凝器之感溫器以每間隔二分鐘記錄溫度當時變化情形，如此可與無噴水狀態溫度做比較分析，是否達到此實驗目的。

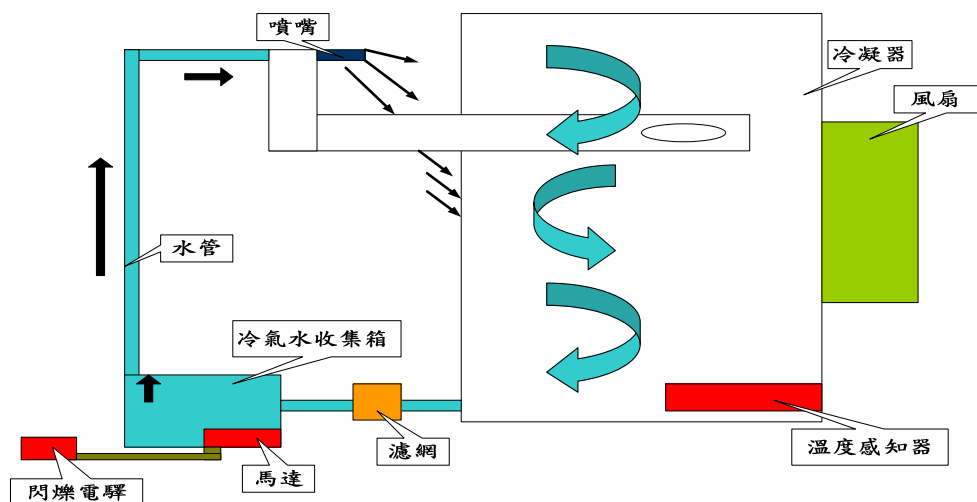


圖 5-4 冷凝器噴水作用示意圖

肆、 研究結果與討論

一、 雨刷即時補充系統

此實驗結果，當水位下降至下限或上升至上限時，浮球可迅速感應微動開關並作用在抽水馬達，達到我們研究預期之目的「雨刷即時補充水箱中的水」，並可確保開車過程中時時保持雨刷水箱中的水位經常為滿水位狀態，同時也可減少我們開車過程中常主動加水至水箱動作；因此，本研究結果極具經濟價值及推廣實用性，並符合環保概念與我們設計「滴水不漏」之目的相吻合。

二、 噴水在引擎水箱鰭片

圖 6-1 為噴嘴作用在引擎水箱鰭片實際作用情形，(圖附錄 A-1 至 A-3 為水箱鰭片在無噴水時溫度測試值，圖 B-1 至 B-3 為噴水時溫度測試值)；此部份實驗結果可分為二個主體性討論，一為對風扇影響結果，二為引擎水箱溫度的變化，討論如下：

1. 風扇影響結果分析

A. 由圖 6-2 為風扇運轉時間分析，由數據可知，若為實施噴水狀態時，依其平均值約可以減少風扇運轉時間約為 30 秒/次，並由運轉時間之差異圖中可以明顯看出在有噴水與無噴水狀態下此二曲線呈現是均勻約為等間距分佈在圖形上，故可以證明噴水是可以減少風扇運轉時間。

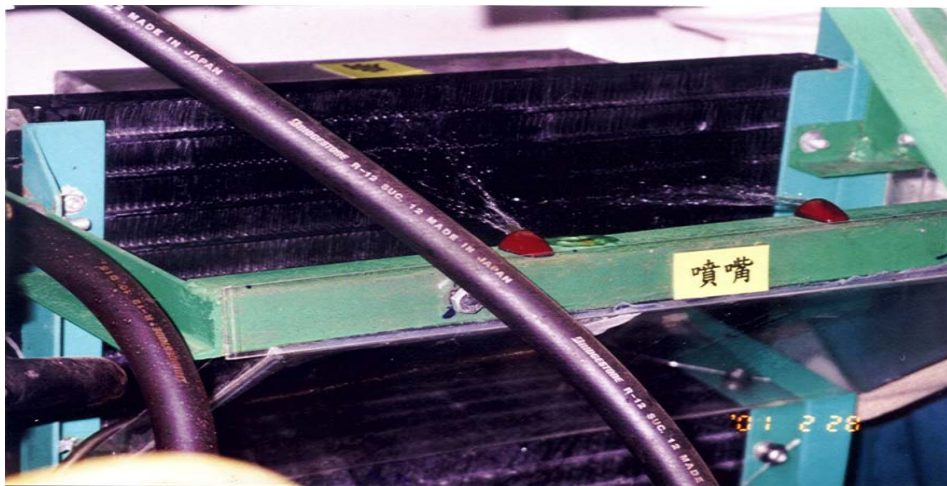


圖 6-1 噴嘴作用在引擎水箱鰭片實際作用情形

無噴水				
次數	風扇運轉時間(秒)			
	1	2	3	平均
1	108	128	111	116
2	106	123	130	120
3	115	133	123	124
4	110	127	121	119
平均	109	127	121	119

有噴水				
次數	風扇運轉時間(秒)			
	1	2	3	平均
1	85	90	82	86
2	107	84	87	93
3	89	84	83	85
4	82	83	89	85
平均	91	85	85	87

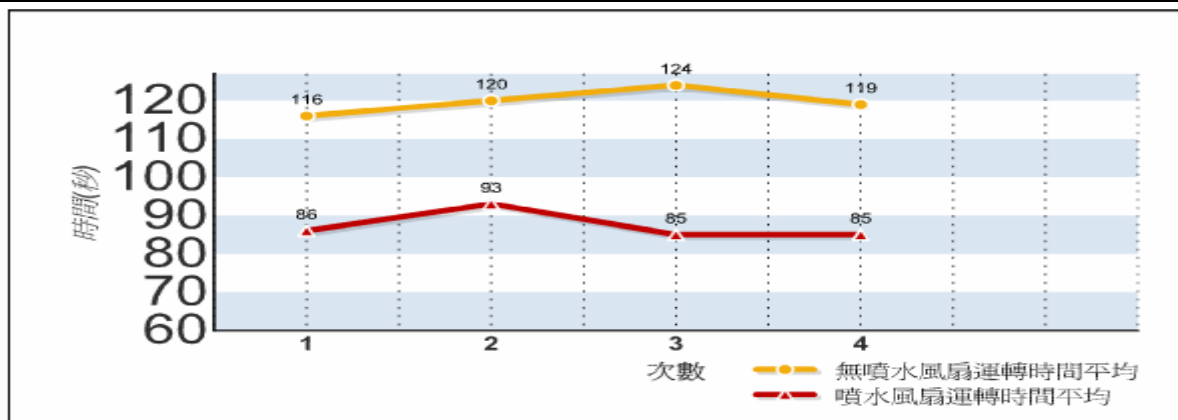


圖 6-2 風扇運轉時間分析

B. 由圖 6-3 為風扇停止間隔時間分析，實驗結果其停止時間亦明顯增長約為 276 秒/次，在停止運轉時間差異圖上證明在噴水作用後風扇中間停止時間曲線上噴水與無噴水呈現約為等間距分佈情形。

無噴水				
次數	風扇停止間隔時間(秒)			
	1→2	2→3	3→4	平均
1	291	278	238	291
2	317	306	345	323
3	306	312	302	307
平均	305	299	295	299

有噴水				
次數	風扇停止間隔時間(秒)			
	1→2	2→3	3→4	平均
1	512	637	594	581
2	636	605	570	604
3	593	397	635	542
平均	580	546	600	575

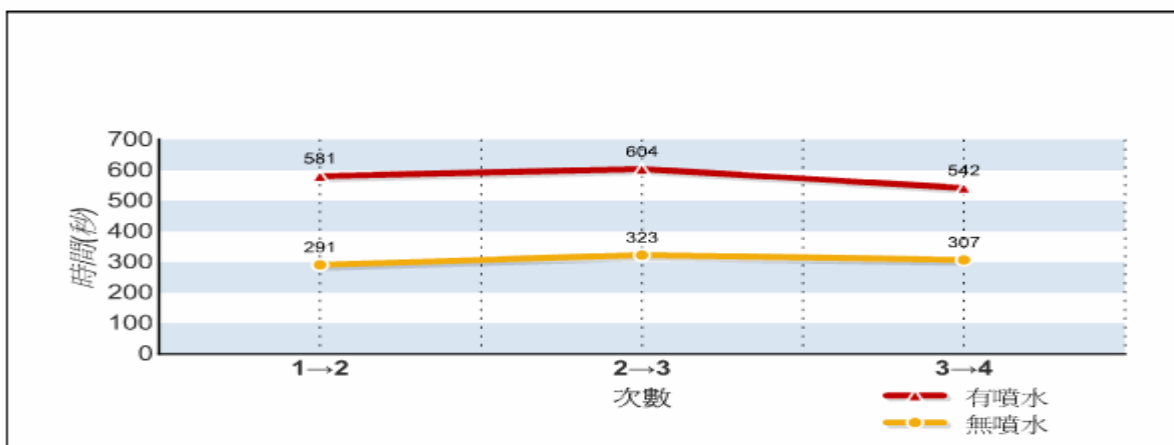


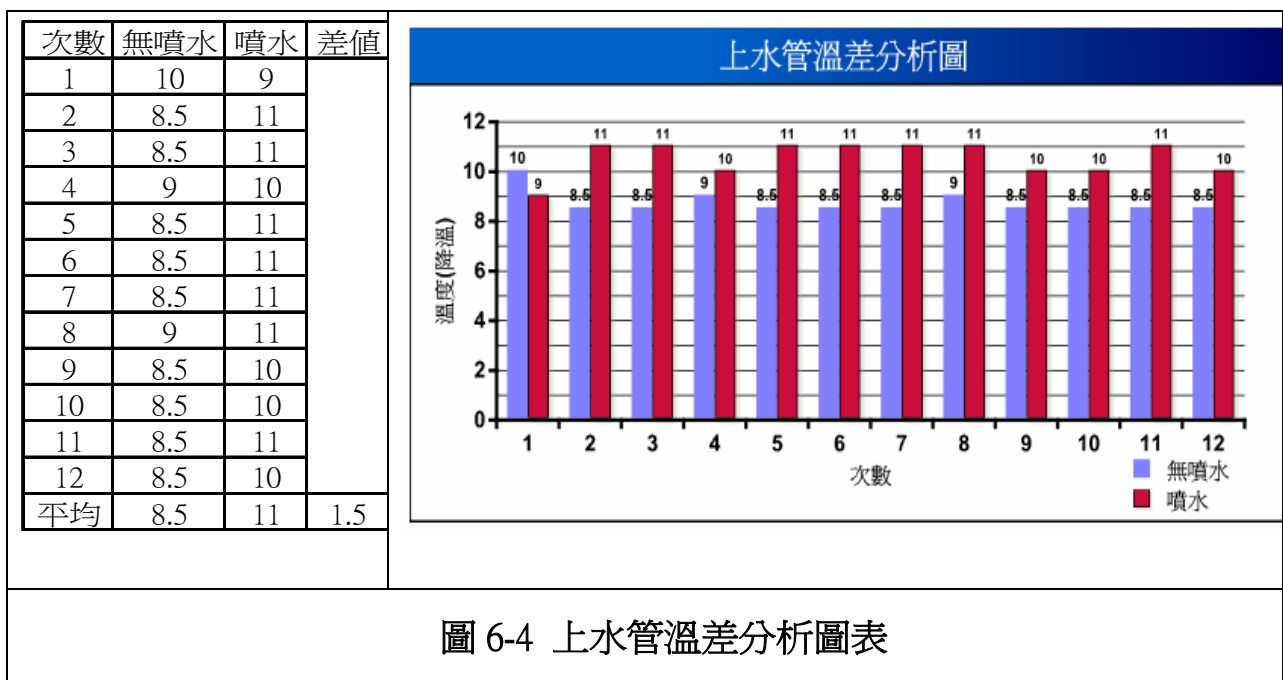
圖 6-3 風扇停止間隔時間分析

由以上 A、B 之實驗結果可得知，在噴水作用時是可以減少風扇運轉時間並增其停止間隔時間，合理推論可以達到增長風扇使用壽命。

2. 引擎水箱溫度變化分析

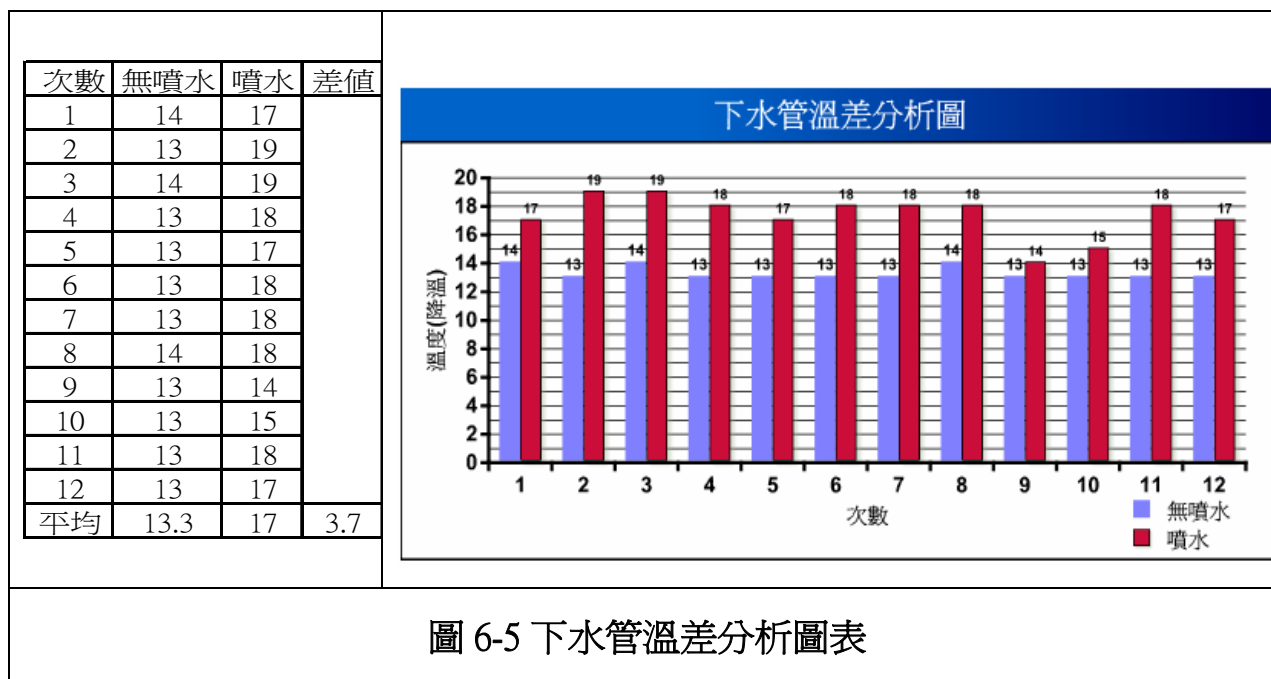
A. 上水管溫度變化

由圖 6-4 可看出上水管在經噴水作用後，其所產生降低溫度效果皆大於無噴水狀態(紅色>紫色)，實驗結果經取多次平均值，分析作用時，噴水時約可降低溫度為 1.5 度，顯示差異性並不大，深入探討其主因在於引擎工作中的熱量散熱主要是藉由水道作用，水道再將熱量帶至水箱進行冷卻功用，過程中水道流經上水管為實驗測試溫度地方，故其原本就為較高溫度，但也由實驗中我們可知上水管中因風扇或噴水作用實際大約可降低 10 度左右的溫度。



B. 下水管溫變化分析

由前述上水管溫度分析值，其溫度變化並不大，但由於我們設計噴水作用在於水箱鰭片，而該部分為溫度主要變化區域亦即為研究分析的地方(即下水管溫度測試位置)，由圖 6-5(左)中得知，當為無噴水時其溫度變化量約可降低約為 13.3 度，但經噴水作用後溫度較為明顯降至低約為 17 度，比無噴水狀態更降低 3.7 度，也由圖 6-5(右)中看出噴水作用之曲線均高無噴水曲線，因為此部份是主要量測水箱噴水作用時變化溫度值，故經水作用後可降低約四度左右，得知水箱會因噴水的作用加速冷卻水冷卻，其目的為可防止引擎溫度過熱，減少其磨損，應證課本^[9]汽車學-汽油引擎之冷卻系統理論是吻合；但也在一般課本中提到當引擎到達溫度時，則風扇起動時其溫度約為 65 度^[10]論點，但此實驗結果風扇起動溫度約為 80 度，是與課本有所出入，可能為不同之機型或引擎之故，實驗值為 80 度。



三、 噴水在冷凝器鰭片測試

由圖 6-6 中為冷凝器溫差測試圖，可看出無噴水時其溫度約為 40 度，但經噴水作用後，則溫度急遽下降 6~8 度，由於可知噴水作用時可大大提高汽車冷氣的冷房效果，進而推論，此實驗之結果是可提升冷氣之使用壽命；但在節約用水的條件之下，嘗試著不同噴水狀況(如圖 6-6)，以測試條作中噴嘴每噴 10 秒停 10 秒的結果，是可以得到較佳經濟的效果，亦值得推廣，尤其針對在使用十年久之汽車冷氣俗稱為「黃昏牌」冷氣，若沒設計此功能時，應顯著表明噴水作用之功能。

時間(分)	無噴水	1.5/1.5(秒)	4/4(秒)	10/10(秒)	5/20(秒)
1	37	33	28	31	29
3	39	34	30	32	32
5	40	34	32	33	32
7	40	34	31	33	33
9	40	34	30	33	33
11	40	34	31	33	34
13	40	34	32	33	34
15	41	34	33	33	34
17	41	34	33	33	34
19	41	34	33	33	34
21	41	34	33	33	34
23	40	34	33	33	34
25	40	34	33	33	34
平均	40.4	34	32.2	33	33.6

圖 6-6 冷凝器溫度分析

伍、 結論與應用

- 一、 雨刷水箱即時補充系統符合「滴水不漏」資源回收目的，值得推廣。
- 二、 引擎水箱噴水系統：
 - (a)風扇運轉時間與次數明顯減少，故可延長風扇使用壽命。
 - (b)噴水作用可降低引擎水箱溫度，防止引擎過熱。
- 三、 冷凝器噴水系統，明顯提升冷氣冷房效果，在經濟效益考量可取用噴 10 秒停 10 的作用模式。

陸、 建議

- 一、 感應可改良為電子式水位感應，增加其更高產品價值。
- 二、 水箱噴水系統中，噴水霧化有待提升，噴水之過濾仍可考慮改善及搭配間隔噴水，可節省水源。
- 三、 此三系統不適合同時使用，需動態的汽車測試，可為下次研究主題。
- 四、 冷凝器噴水系統中，可使用多個噴嘴及噴水時間間隔可再進行研究及回收問題。

柒、 附錄

無噴水-測試值(A-1)

時間(分)	上水管溫度	下水管溫度	溫差(下-上)	風扇起動	風扇停止	備註
發動時	62	42	-20			
1	62	61	-1			
3	69	69	0			
5	70	70	0	6分30秒		
7	71	69	-4		8分18秒	
9	70	70	0			
11	77	78	1	11分21秒		
13	71	66	-5		13分07秒	
15	75	75	0	15分59秒		
17	74	70	-4		17分54秒	
19	72	72	0	20分42秒		
21	78	75	-3		22分32秒	
23	70	70	0			
25	77	78	1	25分20秒		
27	71	67	-4		27分18秒	
29	74	75	1			
31	75	71	-4			

風扇起動時間

次數	風扇起動	上水管溫度	下水管溫度	風扇停止	上水管溫度	下水管溫度
1	6分30秒	79	79	8分18秒	69	65
2	11分21秒	78.5	79	13分07秒	70	66
3	15分59秒	78.5	79	17分54秒	70	65
4	20分42秒	79	79	22分32秒	70	66

數據分析值： 上水管

次數	風扇運轉時間(秒)	上水管		溫差(後-前)
		風扇起動(前)	風扇起動(後)	
1	108	79	69	-10
2	106	78.5	70	-8.5
3	115	78.5	70	-8.5
4	110	79	70	-9
平均	109.8	78.8	69.8	-9

數據分析值： 下水管

次數	風扇運轉時間(秒)	下水管		溫差(後-前)
		風扇起動(前)	風扇起動(後)	
1	108	79	65	-14
2	106	79	66	-13
3	115	79	65	-14
4	110	79	66	-13
平均	109.8	79.0	65.5	-13.5

圖A-1 無噴水作用測試值

無噴水-測試值(A-2)

時間(分)	上水管溫度	下水管溫度	溫差(下-上)	風扇起動	風扇停止	備註
發動時	70	48	-22			
1	65	65	0			
3	72	73	1			
5	77	77	0	5分35秒		
7	72	69	-3		7分43秒	
9	75	75	0	10分52秒		
11	78	76	-2		12分55秒	
13	69	67	-2			
15	75	76	1	15分58秒		
17	70	67	-3		18分11秒	
19	73	73	0			
21	77	78	1	21分43秒		
23	74	70	-4		23分50秒	
25	73	74	1	26分47秒		
27	78	75	-3		28分35秒	
29	69	67	-2			
31	75	76	1			

風扇起動時間

次數	風扇起動	上水管溫度	下水管溫度	風扇停止	上水管溫度	下水管溫度
1	5分35秒	78.5	79	7分43秒	70	66
2	10分52秒	78.5	79	12分55秒	70	66
3	15分58秒	78.5	79	18分11秒	70	66
4	21分43秒	79	80	23分50秒	70	66

數據分析值： 上水管

次數	風扇運轉時間(秒)	上水管		溫差(後-前)
		風扇起動(前)	風扇起動(後)	
1	128	78.5	70	-8.5
2	123	78.5	70	-8.5
3	133	78.5	70	-8.5
4	127	79	70	-9
平均	127.5	78.6	70.0	-8.6

數據分析值： 下水管

次數	風扇運轉時間(秒)	下水管		溫差(後-前)
		風扇起動(前)	風扇起動(後)	
1	128	79	66	-13
2	123	79	66	-13
3	133	79	66	-13
4	127	80	66	-14
平均	127.8	79.3	66.0	-13.3

圖 A-2 無噴水作用測試值

無噴水-測試值(A-3)

時間(分)	上水管溫度	下水管溫度	溫差(下-上)	風扇起動	風扇停止	備註
發動時	61	50	-11			
1	61	60	-1			
3	67	67	0			
5	73	73	0			
7	78	78	0	7分07秒	8分58秒	
9	70	66	-4			
11	75	75	0	12分13秒		
13	75	72	-3		14分23秒	
15	69	69	0	17分25秒		
17	77	78	1		19分28秒	
19	72	68	-4	22分27秒		
21	75	75	0		24分30秒	
23	77	74	-3			
25	71	71	0	27分39秒		
27	77	77	0		29分49秒	
29	73	69	-4			
31	73	73	0			

風扇起動時間

次數	風扇起動	上水管溫度	下水管溫度	風扇停止	上水管溫度	下水管溫度
1	7分07秒	78.5	79	8分58秒	70	60
2	12分13秒	78.5	79	14分23秒	70	60
3	17分25秒	78.5	79	19分28秒	70	60
4	22分27秒	78.5	79	24分30秒	70	60

數據分析值： 上水管

次數	風扇運轉時間(秒)	上水管		溫差(後-前)
		風扇起動(前)	風扇起動(後)	
1	111	78.5	70	-8.5
2	130	78.5	70	-8.5
3	123	78.5	70	-8.5
4	123	78.5	70	-8.5
平均	121.8	78.5	70.0	-8.5

數據分析值： 下水管

次數	風扇運轉時間(秒)	下水管		溫差(後-前)
		風扇起動(前)	風扇起動(後)	
1	111	79	66	-13
2	130	79	66	-13
3	123	79	66	-13
4	123	79	66	-13
平均	121.8	79.0	66.0	-13.0

圖 A-3 無噴水作用測試值

有噴水-測試值(B-1)

時間(分)	上水管溫度	下水管溫度	溫差(下-上)	風扇起動	風扇停止	備註
發動時	73	63	-10			
1	70	70	0			
3	75	75	0			
5	78	79	1	5分35秒		
7	70	64	-6		7分05秒	
9	71	70	-1			
11	74	74	0			
13	78	78	0	14分07秒		
15	74	69	-5		15分31秒	
17	68	67	-1			
19	70	69	-1			
21	74	74	0			
23	76	76	0	24分44秒		
25	75	70	-5		26分10秒	
27	67	66	-1			
29	71	71	0			
31	73	73	0			

風扇起動時間

次數	風扇起動	上水管溫度	下水管溫度	風扇停止	上水管溫度	下水管溫度
1	5分35秒	79	80	7分05秒	70	63
2	14分07秒	79	80	15分31秒	68	61
3	24分44秒	79	80	26分10秒	68	61
4	34分38秒	79	80	36分01秒	69	62

數據分析值： 上水管

次數	風扇運轉時間(秒)	上水管		溫差(後-前)
		(風扇+噴水)前	(風扇+噴水)後	
1	90	79	70	-9
2	84	79	68	-11
3	84	79	68	-11
4	83	79	69	-10
平均	85.3	79.0	69.0	-10.3

數據分析值： 下水管

次數	風扇運轉時間(秒)	下水管		溫差(後-前)
		(風扇+噴水)前	(風扇+噴水)後	
1	90	80	63	-17
2	84	80	61	-19
3	84	80	61	-19
4	83	80	62	-18
平均	85.3	80.0	61.8	-18.3

圖 B-1 有噴水作用測試值

有噴水-測試值(B-2)

時間(分)	上水管溫度	下水管溫度	溫差(下-上)	風扇起動	風扇停止	備註
發動時	65	47	-18			
1	62	62	0			
3	65	65	0			
5	70	70	0			
7	74	74	0			
9	78	78	0	9分52秒		
11	70	67	-3		11分13秒	
13	70	70	0			
15	72	72	0			
17	75	75	0			
19	77	77	0	20分28秒		
21	72	68	-4		21分55秒	
23	69	68	-1			
25	72	72	0			
27	75	75	0			
29	77	77	0	30分33秒		
31	77	70	-7		31分56秒	

風扇起動時間

次數	風扇起動	上水管溫度	下水管溫度	風扇停止	上水管溫度	下水管溫度
1	9分52秒	79	80	11分13秒	68	63
2	20分28秒	79	80	21分55秒	68	62
3	30分33秒	79	80	31分56秒	68	62
4	40分03秒	79	80	41分32秒	68	62

數據分析值： 上水管

次數	風扇運轉時間(秒)	上水管		溫差(後-前)
		(風扇+噴水)前	(風扇+噴水)後	
1	82	79	68	-11
2	87	79	68	-11
3	83	79	68	-11
4	89	79	68	-11
平均	85.3	79.0	68.0	-11.0

數據分析值： 下水管

次數	風扇運轉時間(秒)	下水管		溫差(後-前)
		(風扇+噴水)前	(風扇+噴水)後	
1	82	80	63	-17
2	87	80	62	-18
3	83	80	62	-18
4	89	80	62	-18
平均	85.3	80.0	62.3	-17.8

圖 B-2 有噴水作用測試值

有噴水-測試值(B-3)

時間(分)	上水管溫度	下水管溫度	溫差(下-上)	風扇起動	風扇停止	備註
發動時	60	49	-11			
1	60	59	-1			
3	65	64	-1			
5	69	69	0			
7	73	73	0			
9	75	76	1	10分48秒		
11	76	73	-3		12分13秒	
13	68	67	-1			
15	71	71	0			
17	74	74	0			
19	76	77	1	20分41秒		
21	78	74	-4		22分28秒	
23	71	71	0			
25	75	74	-1			
27	78	79	1	27分18秒	28分47秒	
29	65	65	0			
31	70	70	0			

風扇起動時間

次數	風扇起動	上水管溫度	下水管溫度	風扇停止	上水管溫度	下水管溫度
1	10分48秒	77	77	12分13秒	67	63
2	20分41秒	78	79	22分28秒	68	64
3	27分18秒	78	79	28分47秒	67	61
4	37分53秒	78	79	39分15秒	68	62

數據分析值： 上水管

次數	風扇運轉時間(秒)	上水管		溫差(後-前)
		(風扇+噴水)前	(風扇+噴水)後	
1	85	77	67	-10
2	107	78	68	-10
3	89	78	67	-11
4	82	78	68	-10
平均	90.8	75.8	67.5	-10.3

數據分析值： 下水管

次數	風扇運轉時間(秒)	下水管		溫差(後-前)
		(風扇+噴水)前	(風扇+噴水)後	
1	85	77	63	-14
2	107	79	64	-15
3	89	79	61	-18
4	82	79	62	-17
平均	90.8	78.5	62.5	-16.0

圖 B-3 有噴水作用測試值

有噴水-測試值(B-3)

時間(分)	上水管溫度	下水管溫度	溫差(下-上)	風扇起動	風扇停止	備註
發動時	60	49	-11			
1	60	59	-1			
3	65	64	-1			
5	69	69	0			
7	73	73	0			
9	75	76	1	10分48秒		
11	76	73	-3		12分13秒	
13	68	67	-1			
15	71	71	0			
17	74	74	0			
19	76	77	1	20分41秒		
21	78	74	-4		22分28秒	
23	71	71	0			
25	75	74	-1			
27	78	79	1	27分18秒	28分47秒	
29	65	65	0			
31	70	70	0			

風扇起動時間

次數	風扇起動	上水管溫度	下水管溫度	風扇停止	上水管溫度	下水管溫度
1	10分48秒	77	77	12分13秒	67	63
2	20分41秒	78	79	22分28秒	68	64
3	27分18秒	78	79	28分47秒	67	61
4	37分53秒	78	79	39分15秒	68	62

數據分析值： 上水管

次數	風扇運轉時間(秒)	上水管		溫差(後-前)
		(風扇+噴水)前	(風扇+噴水)後	
1	85	77	67	-10
2	107	78	68	-10
3	89	78	67	-11
4	82	78	68	-10
平均	90.8	75.8	67.5	-10.3

數據分析值： 下水管

次數	風扇運轉時間(秒)	下水管		溫差(後-前)
		(風扇+噴水)前	(風扇+噴水)後	
1	85	77	63	-14
2	107	79	64	-15
3	89	79	61	-18
4	82	79	62	-17
平均	90.8	78.5	62.5	-16.0

圖 B-3 有噴水作用測試值

捌、 參考資料

- 一、 汽車學 I，許良明、汪國楨，復文書局，p.19，5，2000。
- 二、 汽車學 I，黃世完，龍騰出版公司，p.25，8，1987。
- 三、 汽車學 I，汪國楨，復文書局，p.247，7，1996。
- 四、 汽車學 I，張定國、林德華，全華科技圖書公司，p.272，7，1987。
- 五、 汽車學 I，汪國楨，復文書局，p.245，12，1997。
- 六、 汽車-基礎實習 I，李消忠，吳明杰，龍騰出版公司，p.56，9，1998。
- 七、 汽車空調-汽車冷氣，蔡國平，p.23，3，1998。
- 八、 汽車空調，黃靖雄，p.13，7，1998。
- 九、 汽車空調，李耀先，華興書局，p.27，8，1992。
- 十、 汽車構造原理及修護講義，公路局南部汽車技術訓練中心，p.125，1，1988。

評語

汽車冷凝水收集用於沖洗擋風玻璃噴鱗凌片，一方面回收水，一方面幫助冷卻，自成一水回路，有其創新性，實際系統之控制正確可行，具有實用性。