

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

汽車擋風玻璃之除霧之數值及實驗分析

The Best Defrost Method of Vehicle's Windshield
by Experimental and Computer Aid Analysis

計畫編號：NSC-2212-E-168-011

執行期限：89年08月01日至90年07月31日

主持人：黃景良教授 崑山科技大學機械工程系

計畫參與人員：李永祥研究生、顧石時研究生

E-mail：mollychi@ms23.hinet.net

一、 中文摘要

本計畫以實驗配合電腦程式來動態模擬各種季節雨天及高濕度天氣之情況下之除霧分析。應用熱阻之觀念來求出擋風玻璃內外側溫度，再以車內外之氣溫和相對濕度找出擋風玻璃附近空氣的露點。以電腦程式設定以單獨開冷氣或暖氣或同時開冷暖氣；以車內空氣循環或引入外氣；分別吹向車內或擋風玻璃交叉組成之十二種除霧方法，模擬在各種季節雨天和高濕度之天氣狀況下，比較玻璃之溫度和玻璃附近之空氣露點來分析除霧效果。再以實車作實驗來輔助找出理論分析所需之實際輸入數據，並以實車實驗的結果來驗證本文以理論所求得結果之正確性。

關鍵詞：汽車空調，擋風玻璃除霧，露點，相對濕度。

Abstract

This study uses the Experimental and Computer aid methods to analysis the defrost effect of windshield under various seasons which with rainy days or high humidity. The thermal resistance concept is used to find out the inner and outer temperatures of the windshield of a vehicle. Then applying the inner and outer air temperatures as well as relative humidity to

find out the dew points of the air next to the windshield from experimental formula or psychrometric chart. Using 12 different windshield defrost methods: including only open cooling air or heating air or open the cooling and heating air simultaneously; to blow towards windshield or towards passengers; using inside air or outside air. By comparing the temperatures of the windshield and the dew points of the air next to windshield to analysis the defrost effects of windshield. The windshield defrost experimental results are match the numerical results.

Keywords: air conditioning of vehicle, defrost of windshield, dew point, relative humidity

二、 緣由與目的

不管冷天或熱天甚至溫暖之天氣，在雨天和高濕度的情況下，我們常有在駕駛車輛時因擋風玻璃結霧而造成視線不良，嚴重影響行車安全的經驗。在下雨天時，有些車禍往往是因為擋風玻璃結霧，造成行車視線不良所致，大多數駕駛人並不知如何有效利用空調來除霧，有些駕駛人在玻璃結霧時需一邊開車一邊用乾布或其它物品來擦拭擋風玻璃的霧氣分心而肇事。大多數駕駛人都以為開冷氣是

最好或唯一之除霧法，但事實上並非如此。而且在雨天和高濕度而溫度不太高之天氣，開冷氣除霧常導致車內溫度太低而使車內人員覺得不舒適，且除霧效果又並非一定顯著。大多數的人有在濕冷的天氣坐長途汽車旅行時，司機只開冷氣除霧而將乘客凍得發抖之經驗。很少人知道如何有效利用汽車現有的空調系統在寒冷或溫暖之高濕度天氣除霧，而且又可隨意調整出最舒適之車內溫度的方法。有關擋風玻璃除霧知識及原理，在一般汽車空調之專書[1-4]及冷凍空調書籍[5-6]均沒有詳細介紹。而駕駛人大多以為開冷氣是最好或唯一之除霧方法，但經本計畫以實車及電腦程式模擬測試發現，事實上並非如此。而且在雨天和高濕度而溫度不太高之天氣，打開冷氣除霧常導致車內溫度太低而不舒適，且除霧效果又並非一定顯著。

本計畫以電腦程式設定在各種季節雨天和高溼度天氣以單獨開冷氣或暖氣或同時開冷暖氣；以車內空氣循環或引入外氣；分別吹向車內或擋風玻璃交叉組成之十二種除霧方法在各種季節雨天和高濕度之天氣狀況下，比較玻璃之溫度和玻璃附近之空氣露點來分析除霧效果。應用熱阻之觀念來求出擋風玻璃內外側溫度，再以車內外之氣溫和相對濕度在空氣線圖上或利用經驗公式找出擋風玻璃附近空氣的露點，再配合實車實驗來印證車子在各種季節高濕度天氣情況下之除霧狀況來修正程式所需輸入之數值。比較理論與實驗所得之結果來分析各種季節高濕度天氣情況下各種除霧方法之利弊，以確定在何種情況下應該使用那種最適合之除霧方法，以達到除霧和調整出舒適溫度，有利於安全駕駛之目的。

三、 電腦程式分析方法

3.1 擋風玻璃兩側溫度之計算

以熱阻觀念[7,8]來計算擋風玻璃

兩側之溫度時，車內溫度因出風吹向車內或吹向擋風玻璃而有所不同，而且與出風速度相關，這必須由實車實驗找出其關係。

3.2 熱對流係數 h 之計算

(1) 擋風玻璃車外側空氣之 h_o 之計算最接近之擋風玻璃外側之流場外形為楔。

由參考資料[8]以車窗傾角 45 度可得

$$(h_o X) / K = 0.384 Re_1^{1/2} \dots (1)$$

$$\text{其中 } Re_1 = (u X) / \nu \dots (2)$$

$$u = (V X^{0.333}) / X \dots (3)$$

以駕駛視線位置 $X=0.3m$ 來計算。

車內擋風玻璃附近空氣之 h_c 之計算

由參考資料[8]之平板層流公式得知

$$(h_c X) / K = 0.332 Re_2^{1/2} Pr^{1/3} \dots (4)$$

$$Re_2 = (V X) / \nu \dots (5)$$

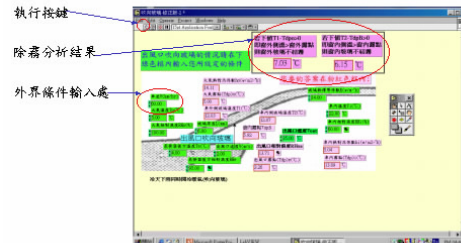
3.3 露點之計算

飽和蒸汽壓力 P_g (kpa)與溫度 T ($^{\circ}C$)之關係(6)由[7]得 P_g 和 T 之關係式可取代查空氣線圖表：

在空氣中水蒸汽的分壓 P_v 下之飽和溫度即為露點(Dew Point)，令(6)式中之 $P_v = \phi P_g$ ，可得露點 T_{dp} 的公式。

其電腦分析畫面如下圖所示

3. 輸入所需或已知之外界所有條件於綠色欄位處，啟動分析軟體，所得之模擬結果顯示在粉紅色欄位處，如圖所示，再將所得之結果copy至word中保存，以便做整理。



分析畫面

四、 實車實驗

4.1 實車實驗除霧原理：

在冷天(15 $^{\circ}C$ 以下)時，因外冷內熱，當擋風玻璃車內之溫度低於車內玻璃附近空氣之露點時，玻璃內側便會結

霧，造成視線不良而影響行車之安全。由黃景良和倪健峰[9]以理論分析證明冷天最佳之除霧方式為「同時開冷暖氣吹向擋風玻璃」，因為車內空氣經冷氣之蒸發器除濕降低其露點(低至 2~6)，再經加熱器加熱其溫度至 30 以上(露點不變)，仍是低露點(2~6)，吹向擋風玻璃和側窗，玻璃溫度提高，窗內附近空氣因混入大量低露點的空氣而降低其露點，故玻璃溫度會高於其附近露點而除霧。我們設計一實驗方式來模擬一車外冷天環境，車內模擬一高溼度環境，使車窗結霧，再以各種除霧方法來除霧，以比較其效果。

4.2 實驗過程：

- (1) 將實驗儀器、車輛及水源、電源安置妥當，如下圖所示。
- (2) 先將車內相對濕度提高至60%以上後將電熱壺移開，讓超音波造霧器繼續維持濕度。
- (3) 啟動抽水機將冰櫃之冰水(0)抽出並灑於汽車擋風玻璃上，靜待幾分鐘讓其結霧。
- (4) 模擬冬天下雨天時之結霧狀況，且以同時開冷暖氣吹向玻璃之最佳除霧方式，將汽車擋風玻璃上之霧氣去除。

程式所需輸入之實車實驗的實際數據是蒸發器後方的空氣溫度和車內溫度的關係，車內相對濕度與車外相對濕度的關係。

五、結果與討論

輸入程式所需輸入之實際數據所得數值結果如下：

5.1 冷天只開暖氣或同時開冷暖氣吹向玻璃除霧狀況：

- (a) 外冷內熱，只有玻璃內側可能會結霧。
- (b) 車速越快，玻璃溫度降低越多，玻璃內側結霧越濃。
- (c) 相同的車內相對濕度，車內氣溫越高，則車內露點越高，玻璃內側結霧越濃。
- (d) 相同的車內氣溫，車內相對濕度越高，則車內露點越高，玻璃內側結霧越濃。
- (e) 出風口溫度越高，玻璃溫度升高越多，玻璃內側結霧越淡。
- (f) 出風口風速越高，玻璃溫度升高越多，玻璃內側結霧越淡。

若改為換外氣，則車內空氣無法除濕，故車內相對濕度會越來越高，則車內露點也會越來越高，除霧效果會較用循環差。

5.2 熱天用循環只開冷氣吹向車內除霧情況：

- (a) 外熱內冷，只有玻璃外側可能會結霧。
- (b) 車速越快，玻璃溫度升高越多，玻璃外側結霧越淡。
- (c) 相同車外相對濕度時，車外氣溫越高，則車外露點越高，玻璃外側結霧越濃。
- (d) 相同車外氣溫，車外相對濕度越高，則車外露點越高，玻璃外側結霧越濃。
- (e) 出風口溫度越低，玻璃溫度降低越多，玻璃外側結霧越濃。
- (f) 出風口風速越高，玻璃溫度降低越多，玻璃外側結霧越濃。

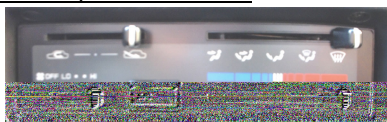
若改為換外氣，因外熱內冷，只有玻璃外側可能會結霧。故換外氣在熱天時除霧效果與循環相同。雖然車內空氣無法除濕，車內相對濕度會越來越高，車內露點也會越來越高，但外熱內冷，只有玻璃外側可能會結霧，玻璃內側不可能會結霧。

六、計畫成果自評：

本計畫所得「汽車擋風玻璃在各種氣候之最佳除霧方法」成果如下：

(1)寒冷天(5 以下)：

用外氣，關閉 A/C 冷氣，溫度控制(暖氣)紐撥至高溫區域，風量開到最大，(只開暖氣)吹向玻璃。



(2)冷天(5~15)

用循環，打開 A/C 冷氣，溫度控制(暖氣)紐撥至高溫區域，風量開到最大，(同時開冷暖氣)吹向玻璃



(3)暖天(15~26)：

用循環，打開 A/C 冷氣，溫度控制(暖氣)紐撥至中高溫區域，風量開到適中，(同時開冷暖氣)吹向車內



(4)熱天(26 以上)：

用循環，打開 A/C 冷氣，溫度控制(暖氣)紐撥至低溫區域，風量開到適中，吹向車內



應用以上明確而又簡單操作的原則，便可在一年四季的雨天或高濕度天氣中，開車時成功地將汽車擋風玻璃上的結霧清除，因而能行車更安全。我們已將本計畫內容列入本系冷凍空調課程一個重要章節，並將以上成果的四個重點製成單張傳單，以護貝作防水處理後，分送同學親友作為開車平安符，以備不時之用。經一年來開車的同學親友反映，均認為非常切合實際需要，真真實實地有效除霧，解決了他們多年以來雨中開車視線不良的問題。

本計畫是一很具實用性的研究，補充了汽車手冊所沒有提供之汽車擋風玻璃

除霧知識，對汽車產業從事人員甚至駕駛人員均是必要的常識，若將以上成果的四個重點由行政院交通部製成單張宣傳單廣為分發宣傳，必能降低雨天因汽車擋風玻璃結霧造成視線不良的交通意外。

由本計畫成果所衍生的最佳汽車擋風玻璃除霧之汽車空調系統創作正進行申請發明專利中。

七、參考文獻

- [1] Birch,T., "Automotive Heating and Air Conditioning", Prentice Hall , pp.42~124, 1995
- [2] 蔡國平, "汽車空調 - 汽車冷氣", 復文書局, pp. 109~162, 1995
- [3] 吳啟明, "汽車空調", 全國工商出版社圖書, pp. 121~180, 1996
- [4] 謝澄漢, 盧媽成, "汽車空調", 立威出版股份有限公司, pp.33~198, 1990
- [5] Stoecker, W.F. 和 Jones, J.W. 原著, "冷凍與空調" 2nd Edition, 蘇金佳譯, 國立編譯館主譯, 麥格羅·希爾印行, pp. 15~70, 1996
- [6] 王文博 胡興邦, "冷凍與空調原理", 承美科技圖書有限公司, 第 14 章, 1983
- [7] 黃景良, "冷凍空調熱交換器", 高立圖書有限公司, pp. 1~34, 1996
- [8] Incropera, F.P. and Dewitt, D.P., "Fundamentals of Heat and Mass Transfer", Third Edition , pp.386~414 及 A15, 1990
- [9] 黃景良、倪健峰, 「汽車擋風玻璃之除霧分析」, 第十六屆機械工程研討會論文集, 第一冊, pp.736~743, 1999