

高英高級工商職業學校

Kao Ying Industrial Commercial Vocational High School

專題製作報告



安全帽雨刷系統

老師姓名： 趙嘉琦. 蔡政龍 老師

科 別：汽 車 科 3 年 1 班

學生姓名：陳正岳、張林順乙

劉懇俊、莊堉瑋

中 華 民 國 103 年 2 月

中文摘要

本研究目的在建構機車安全帽用之氣動雨刷系統。系統由小型空壓機、氣源線、氣動雨刷組、除霧噴頭等組成。本研究為了實氣動式雨刷安全帽，改良電動式雨刷安全帽。完成之系統包括：無段變速雨刷功能模式、無雨刷模式；並將其整合於同一安全帽系統供駕駛人選用，使得駕駛人可以依照天候狀況，選擇所要執行之功能模式。

關鍵字：

目 錄

中文摘要.....	i
目錄.....	ii
表目錄.....	iii
圖目錄.....	iv
壹、前言.....	01
一、研究（製作）製作動機.....	01
二、研究（製作）目的.....	01
三、研究（製作）架構.....	03
四、研究（製作）預期成效.....	04
貳、理論探討.....	04
一、聲波聚結簡介.....	04
二、聚結效應理論方程式.....	05
三、聲波聚結.....	09
四、布朗聚結.....	14
五、理論整合.....	16
參、專題研究（製作）過程或方法.....	17
一、研究（製作）設備及器材.....	17
二、研究（製作）方法與步驟.....	19
三、研究（製作）製作.....	19
肆、研究（製作）成果.....	22
伍、研究（製作）結論與建議.....	24
一、結論.....	24
二、建議.....	24
參考文獻.....	25

表 目 錄

表 1 製作使用儀器（軟體）設備.....	17
表 2 製作使用材料名稱.....	18

圖 目 錄

圖 1	製作步驟架構圖.....	03
圖 2	燃燒室示意圖.....	21
圖 3	行進波聲場量測示意圖.....	21
圖 4	燃燒實驗粒徑與質量關係圖.....	22
圖 5	拜香燃燒實驗粒徑分布圖(含標準差).....	23
圖 6	超音波換能器和揚聲器之波束圖.....	23

壹、前言

一、 製作動機

在交通工具數量上，機車是數量最多者上。

二、 製作目的

本研究的目的是在於利用超音波在介質中之波傳遞特性，對聲場中不同材質的微粒所形成之聲輻射力（Acoustic radiation force），使氣體中的微粒

三、 製作架構

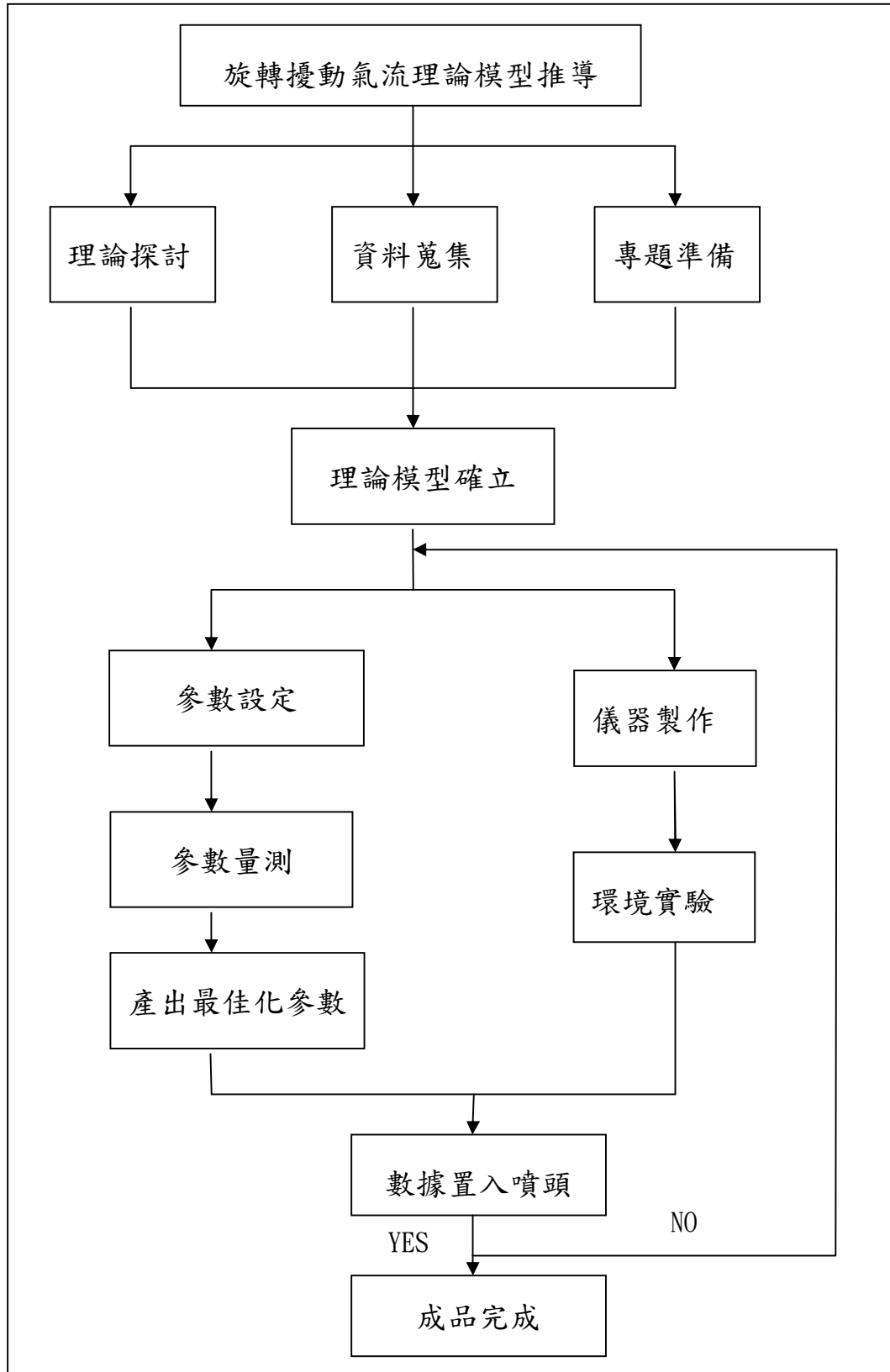


圖1 製作步驟架構圖

四、 預期成效

- (一)
- (二) 證明數學理論模型是否正確
- (三) 求出理論值與實際值間的差異函數

貳、理論探討

一、聲波聚結簡介

也再度強調聲波聚結的成效和重要性。

二、聚結效應理論方程式

在研究懸浮微粒問題時，微粒的分布是我們探討的重點。在本計畫主要考慮聲波及布朗運動所引致的懸浮微粒聚結效應，而忽略如庫倫力、重力、剪力流、紊流等效應的影響。

(一)、統御方程式

碰撞聚結。

三、聲波聚結

本計畫採

(一)、正動力作用模式(Orthokinetic interaction)

不

的碰撞頻率函數，並無法完全描述聲波引致懸浮微粒的聚結。

(二)、流力作用模式(Hydrodynamic interaction)

在正動力作用模式中，是指考慮單一微粒與流場的作用，而忽略其他微粒存在的效應。當雷諾數 $R \ll 1$ 時，按照Stokes flow的解，其流場為前後對稱。但當雷諾數 $R \geq 1$ ，慣性效應漸增，流場前後不對稱。

在 $R \cong 1$ 附近，可以Oseen flow的解來描述流場速度分佈。當兩微粒相距不遠時，由其中一顆引起前後不對稱的流場會使另一顆微粒所面對的遠場速度 (Far field velocity) 改變，因此：

$$u_g = U_0 \sin \omega t + v_{ij} \quad (24)$$

其中 v_{ij} 乃是微粒 v_i 對微粒 v_j 所造成的效應，其值為兩微粒之間距離快速遞減。在此所謂的流力作用，就是指 v_{ij} 所造成的效應。流力作用的頻率碰撞函數的表示式為：

$$\beta_{hy} = E_{hy} \pi (r_i + r_j)^2 u_{ij} \quad (25)$$

其中 $_{hy}E$ 為流力作用的碰撞效率， u_{ij} 為兩懸浮微粒的速度差。微粒在Oseen flow 中受力為：

$$F = 6\pi\mu r U \left(1 + \frac{3}{8} R\right) \quad (26)$$

其中 μ 為流體黏滯係數， r 為微粒半徑， U 為流場與微粒間的速度差， R 為雷諾數。若採用上式的歐新阻力公式(Oseen' s drag law)，則微粒在聲波中的運動方程式應修正為

$$\frac{du_p}{dt} + \frac{u_p}{\tau} = \frac{u_g}{\tau} + \frac{3}{8} \frac{r}{\gamma\tau} (u_g - u_p) |u_g - u_p| \quad (27)$$

上式為非線性方程式，一般而言沒有解析解。若只考慮單一微粒在聲波作用下，可以解得：

$$u_p = q_p U_0 \sin(\omega t - \phi_p) \quad (28)$$

$$u_g - u_p = \lambda_p U_0 \cos(\omega t - \phi_p) \quad (29)$$

其中

$$\lambda_p = \frac{\mu_g}{1 + h_p \mu_g^2}, \quad q_p = \frac{\mu_p + h_p \mu_g^2}{1 + h_p \mu_g^2}, \quad h_p = \frac{9\rho_g U_0}{2\pi\rho_p \omega r} = \frac{R}{\pi\omega\tau}$$

分別為歐新阻力下的運係數和滑移係數。 μ_p 和 μ_g 如前節所述，分別為史托克斯阻力(Stoke' sdrag force)下的載運係數和滑移係數。最後獲得碰撞頻率函數如下：

$$\begin{aligned} \beta_{hy}(v_i, v_j) = & E_{hy} \pi (r_i + r_j)^2 \left\{ \frac{3U_0}{2\pi d} \left[r_i l_i + r_j l_j + \frac{U_0}{\pi\gamma} (r_i^2 l_i^2 + r_j^2 l_j^2) \right] - \frac{6\gamma}{\pi^2 d^2} (r_i + r_j) \right. \\ & \left. - \frac{9U_0}{16\pi d^2} (r_i^2 l_i + r_j^2 l_j) + \frac{3U_0^2}{8d^2 \omega} l_i l_j (l_i q_j - l_j q_i) (r_i - r_j) \right\} \end{aligned} \quad (30)$$

(三)、 聲波尾跡模式(Acoustic wake model)

四、 布朗聚結

五、 理論整合

選用的

參、專題製作

一、設備及器材

表 1 專題製作使用儀器（軟體）設備

儀器（軟體） 設備名稱	應用說明
個人電腦	編寫程式及報告撰寫

表 2 專題製作使用材料名稱

材料名稱	規格	單位	數量	備註
超音波探頭	0.5M _{Hz}	顆	1	
超音波探頭	1.0M _{Hz}	台	1	

二、製作方法與步驟

本實驗可分為三個部分，第一部分為無聲波作用下的拜香燃燒實驗，主要觀察其粒徑分佈，做為對照組，再與聲波作用下結果做比較。第二部分為聲場量測實驗，在進行聲波聚結實驗前，應先了解不同的聲學參數設定，以及聲場在空間的分佈。第三部分則為照射實驗，並對照有照射及無照射微粒粒徑分佈的差異。

三、專題製作

拜香燃燒實驗主要在燃燒室內進行，如圖一所示。長方體部分尺寸為140×94×100 公分，體積約為1.4 m³。燃燒室進口端裝設有過濾材料，對於粒徑0.3 μm 以上的微粒具有99.7 % 過濾效果。活性碳可吸附空氣中固體顆粒，填充材料則可以使由入口端進入的氣流較為均勻。由於本實驗用的拜香燃燒產生微粒平均粒徑約為0.297 μm，此一設定可減少空氣中較大的微粒進入燃燒室，避免影響觀察拜香微粒的粒徑分佈。燃燒室出口端連接微粒採樣的儀器設備MOUDI。MOUDI 名為多階衝擊器，其原理是利用抽氣之氣流與微粒撞擊每一階層，因微粒慣性之作用，粒狀物將黏附於衝擊板(鋁紙)。而較細之微粒則隨氣流流線，流至下一層更小的噴孔（因為噴孔小使通過噴嘴之氣流流速大，可收集更小微粒）。依此方式可將各種粒徑收集在各階層。MOUDI 設有兩個壓差錶及流量控制閥，上方之壓差錶顯示通過MOUDI 上方之壓降，可提供通過衝擊器之氣體流量變化，作為採樣器流量之指標。而下方壓力表則顯示通過最後一階之壓降。在進行實驗前，先將MOUDI 架設並連接所需之抽氣機。壓克力罩放置燃燒室內部中央，此壓克力罩主要作用為引導拜香燃燒產生的煙流動之路徑。壓克力罩尺寸50×20×52 公分，下方支撐架高度為12 公分。拜香置於壓克力罩前端5 公分處，後端置放一小型抽風扇引導拜香燃燒產生的煙流向燃燒室出口端，以利於MOUDI 採樣。為求拜香燃燒穩定，且不會發生未燃燒完即熄滅的問題，只取中間穩定燃燒的部分做為採樣。首先在燃燒室外部先點燃拜香，拜香全長約40 公分，使之穩定燃燒5 公分長度，且兩支高度相等，接著在預定燃燒15 公分處貼上膠帶，然後將拜香放置於燃燒室中，如此拜香燃燒至此處會自動熄滅。在拜香燃燒結束後，打開抽氣機，MOUDI 開始運作採樣，預計抽氣5 小時。採樣結束後，將MOUDI 各階鋁紙採下置於培養皿中，靜置於恆溫箱一天後進行秤重。將每階層鋁紙採集到的微粒重

量與其相對應的中位數粒徑繪製成折線圖，此為微粒的粒徑分佈圖。

聲場量測實驗為測量在此實驗中必須的聲學參數，一般使用在聲波聚結的聲場有兩種，一為行進波，又稱旅波(traveling wave)，一則為駐波(standing wave)。本研究將使用市售全音域2.5 吋的揚聲器，和中心頻率為22 kHz 的超音波換能器。在量測聲場前，先對揚聲器與超音波換能器進行聲束指向性的量測。在量測超音波換能器部分，激發一個50 cycles burst 訊號，中心頻率22 kHz，採收發分置，相距30cm，接收器採用B&K(8104)之水下麥克風。訊號經信號放大器處理後，輸出於示波器觀察，以通過換能器中心之軸線正負90 度為量測範圍，每隔10 度量測一點，每一點定位3 次，每次定位量測5 次，記錄其訊號之FFT 訊號電壓振幅值並取平均值，換算為聲壓值並繪製成波束圖。在量測揚聲器部分，以揚聲器連接上音響擴大機，擴大機連接波形產生器，激發頻率依照音響擴大機可以放大響度的頻率選擇2500Hz 和6500Hz，以噪音計(B&K 3228)進行量測其聲壓值(dB)，以通過揚聲器中心之軸線正負90 度為量測範圍，每隔10 度以進行量測，重複量測3 次，將其聲壓值取平均後繪製成波束圖。在量測行進波聲場上，先將揚聲器固定於壓克力罩上方，揚聲器連接上音響擴大機，擴大機經由波形產生器來控制聲波的波形和頻率。本實驗主要激發連續波(continuous wave)，頻率為2500Hz 和6500Hz。因為行進波為一單向聲場，希望在壓克力罩內部盡量減少其反射，故在壓克力罩內底部放置一吸隔音海綿，整個實

肆、製作成果

關於該研究所整理的理論整合已詳細陳述於研究方法中，拜香燃燒實驗所採樣的微粒。

伍、結論與建議

一、結論

由數據得知，
來驗證理論。

二、建議

執參考。

參考文獻

1. E.
2. S. K.
& Sons.