

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生活與應用科學科

第三名

030806

負壓式除油煙機

學校名稱：臺南市立崇明國民中學

作者：	指導老師：
國二 杜敬惟	張正國
國二 許茜涵	程旭煬

關鍵詞：負壓 除油煙機

摘要

烹飪時所產生的油煙，其成份與香煙燃燒所產生的煙霧相似，同樣是造成肺部病變的主因。本研究目的，在設計出一種簡單、實用、高效能卻又低成本的除油煙裝置，不但可以去除廚房油煙，也可以去除香菸所產生的菸害。

本設計利用壓力式抽風機，將油煙直接導入水液中，經過多層細分網，連續改變油煙路徑降低平流效應，使油煙不斷的細小化，以便與水液充分作用，將油煙中的污染物溶解、懸浮或沈澱於水液中，再藉由進水、出水的簡單動作來收集並清理污染物。

本設計歷經四代的改良，油煙經本設計處理後，幾乎不再有油煙所以能夠直接排放，而不造成環境的污染。

壹、研究動機

我家樓下開了一家義大利餐廳，每當用餐時間我的書房就會瀰漫著一股濃濃的油煙味，百味雜陳令人無法消受。經過我的觀察有以下發現：



一般家庭排煙情形-1
油煙直接排入對面窗口



一般家庭排煙情形-2
油煙直接排入對面冷氣口



一般家庭排煙情形-3
油煙直接排入戶外人行道



餐飲業排煙情形-1
油煙未處理直接排放於戶外



餐飲業排煙情形-2
油煙未處理直接排放於戶外



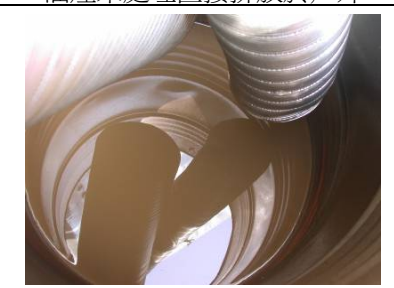
餐飲業排煙情形-3
油煙未處理直接排放於戶外



餐飲業油煙一般處理情形-1
油煙由導煙管排出



餐飲業油煙一般處理情形-2
排放於收集桶



餐飲業油煙一般處理情形-3
油煙幾乎未處理

- (1) 一般家庭油煙都是直接排到戶外；
- (2) 多數餐飲業店油煙未經處理就直接排到戶外；
- (3) 有些業者只是將油煙打在水面上就能減少部份油煙。我想若是能將油煙直接導入水中，相信會有非常好的去除油煙效果。

我們知道烹飪油煙所產的污染物，大致可區分為粒狀污染物與氣狀污染物兩大類。粒狀污染物當中主要的基因毒物已知有：環芳香烴（PAHS）、硝基多環芳香烴（N-PAHS），以及異環胺類等化合物；氣狀污染物多為：甲醛、乙醛、丙烯醛以及 1,3-butadiene 等污染物，其成分與香煙燃燒產生的煙霧相似，是造成肺部病變的主因。所以油煙早已是大家避之唯恐不及的物質，在這種環保意識抬頭的時代，難道油煙排出屋外就事不關己了嗎？我們是否應該先將油煙處理後再排出戶外呢？為此，我們設計出一台空前的油煙清淨機。

貳、 研究目的

健康的訴求：使我們不再吸入二手油煙，可以盡情的打開家中任何一扇窗，空氣中不再瀰漫著濃濃的油煙味。

環保的訴求：設計一種簡單的去除油煙裝置，使其效果就如同空氣清淨機能去除有毒的煙害，包括廚房的煙害，及香菸所形成的煙害。

方便的訴求：日後廚房就不需要在牆上打洞將油煙排到屋外，因經油煙清淨機送出來的空氣已經不含油煙。更可達到小套房也可以擁有廚房的美夢。

經濟的訴求：依據台南市環境保護局對國內目前廚房油煙處理設備建議[3]。其設備成本與耗材成本皆偏高。本研究能提出一個低成本的方法來取代台南市環境保護局之建議。

安全的訴求：避免油煙在抽油煙機的扇葉處堆積，造成火災事件。

參、 研究設備及器材

設備名稱	用途
壓力式抽風機	將油煙加壓導入水中，使油煙與水能充分發揮水洗作用
不同管徑水管	製成導煙管、管狀分化件、U 型管
收納盒	當作水洗式水箱
濾網	阻止水花噴出，增加水洗作用
鋸子	裁切水管
鑽孔機	鑽出不同口徑小孔，油煙經由小孔導入水中增加水洗作用
剪刀	裁剪設備
美工刀	裁剪設備
照相機	拍攝操作照片
攝影機	拍攝操作影片
電腦	轉錄製作操作影片
黑色膠布	拍攝時當作背景，增加油煙的能見度

迷你瓦斯爐	操作時煎魚產生油煙
迷你平底煎鍋	操作時煎魚產生油煙
花生油	操作時煎魚產生油煙
生魚	操作時煎魚產生油煙
香菸	測量濃霧消散
雷射光筆	測量濃霧消散

肆、研究原理

- 一、油煙與水液接觸後溫度會下降，使油煙中的污染物溶解、懸浮或沉澱於水液中。
- 二、利用壓力式抽風機將油煙直接導入水液中，增加油煙與水液接觸面積。
- 三、利用多層細分網將油煙細小化，同時改變油煙路徑，以降低平流的效應。
- 四、因為光線通過濃霧時，會產生折射及反射的現象，故無法看到濃霧中的物體。
- 五、因為雷射光通過濃霧時，會產生反射的現象，故能看到雷射光。
- 六、水箱設計為密閉式，利用抽氣方式使油煙經過水液處理後，再經過壓力式抽風機排出，如此抽油煙機扇葉就不會積有油污。

伍、研究過程與結果

本研究是一種過濾排煙裝置，在油煙向外排放之前，先加以過濾、除去油煙中污染物質，使得處理之後排出的氣體為不含油煙的清淨空氣。

該裝置包括有一裝有水液的水箱、分化件、導煙管。分化件安裝在水箱底部且被水液淹沒，分化件具有複數貫穿的穿孔，利用加壓式抽風機將油煙直接導入分化件後，隨即會穿過穿孔並進入水液中與水充分混合，利用水洗原理除去油煙中的有毒物質後，再予以排放。本研究歷經四代的發展方有最後的成果，茲將四代的發展過程說明如下：

一、第一代研發過程：



實驗步驟：將油煙導入 U 型管中的水液中。

問題一：一般的排油煙機馬達無法將油煙送入水中，油煙反而再由抽油煙機回流回來，形成更大煙害。

（一）分析原因：由於一般排油煙機沒有加壓的效果（即俗稱軟風）所以當我們將油煙送入水中時，無法克服水的壓力，而形成回流現象。

（二）解決方法：改用加壓式馬達。

（三）實驗結果：改用加壓式馬達後，油煙就可以送達 U 型管水液中，但此時管中的水會從 U 型管兩端大量噴出。

問題二：為何會有大量的水從 U 型管兩端噴出？

（一）分析原因：油煙在 U 型管內行徑 50cm 的水液中滯留時間約 2 秒，而此加壓式馬達的排煙流量為 $0.3\text{m}^3/\text{min}$ 相當於 $5\text{l}/\text{sec}$ ，也就是油煙在水液中滯留 1 秒的時間就必需將 5l 的水液往 U 型管兩端出口送出，故會有大量水液噴出。

（二）解決方法：利用密閉水箱及分化件，設法縮短油煙滯留在水液中的時間。

（三）實驗結果：水確實不會噴出。

二、第二代研發過程:



實驗步驟：利用加壓式抽風機將油煙直接導入分化件後，隨即會穿過穿孔並進入水液中與水充分混合再予以排放。

問題一：如何解決水大量噴出的問題

（一）分析原因：水會噴出的主要原因是因為油煙在水中滯留的時間太長，故只要設法縮短油煙在水液中滯留的時間，水就不會大量噴出。

（二）解決方法：將油煙導入密閉式的水箱，縮短油煙在水液中滯留的時間，當水液高度為 10cm 時，油煙在水液中滯留的時間約小於 0.5 秒，此模型中使用的加壓式排油煙機的流量為 $0.3\text{m}^3/\text{min}$ 相當於 $5\text{l}/\text{sec}$ ，換算出排開的水量約為 2.5l ，而模型水箱的底面積為 $30\text{cm} \times 40\text{cm} = 1200\text{cm}^2$ ，故若水面上升 2cm 相當於排開 $1200\text{cm}^2 \times 2\text{cm} = 2400\text{cm}^3 = 2.4\text{l}$ 的水，故此時水就不會噴出。



（三）實驗結果：油煙導入水箱中，此時確實不會將水液從出煙口噴出，但此時油煙聚在同一處，分布不均勻形成湧泉現象。

問題二：如何解決導入水中的油煙形成湧泉的現象

- (一) 分析原因：導入水中的入煙口集中在同一處，是造成湧泉現象的原因。
- (二) 解決方法：將導入水中的入煙口做成長管狀，其中一端封閉且將長管均勻穿孔，如圖。
- (三) 實驗結果：湧泉現象消失，上噴的油煙只由最上端一排的穿孔中冒出。

問題三：改變長管分化件上穿孔的孔徑大小及數目，分析冒泡的情形。

1. 控制變因：穿孔數目

孔徑 \ 穿孔數目	穿孔數目	冒泡速率	冒泡大小
1.5mm	100 個	快	小
2.5mm	100 個	中	中
3.5mm	100 個	慢	大

冒泡的速率: $1.5\text{mm} > 2.5\text{mm} > 3.5\text{mm}$

冒泡的大小: $3.5\text{mm} > 2.5\text{mm} > 1.5\text{mm}$

- (一) 分析原因：當流量一定時，孔徑愈小流速就會愈快，且冒出的氣泡會較小。
- (二) 解決方法：利用較小的孔徑以增加煙泡與水的接觸面積。

2. 控制變因：穿孔面積

孔徑 \ 穿孔數目	穿孔數目	冒泡速率	冒泡大小
1.5mm	400 個	慢	小
2.2mm	180 個	慢	中
3.0mm	100 個	慢	大

- (一) 分析原因：當流量一定時，穿孔的總面積相同時，冒泡速率與孔徑大小關係不大，但孔徑小的冒泡會較小。
- (二) 解決方法：同樣的穿孔總面積，孔徑小的會有較好的效果

3. 控制變因：孔徑大小

孔徑 \ 穿孔數目	穿孔數目	冒泡速率	冒泡大小
1.5mm	100 個	快	大
1.5mm	200 個	次快	中
1.5mm	300 個	中	小
1.5mm	400 個	慢	最小

分析原因：因流量一定，故穿孔數目小者流速會較快，且因穿孔數目少者氣流壓力較大，故冒出氣泡的體積較大。

（一）解決方法：增加穿孔數目會使冒出的氣泡體積較小，增加與水液的接觸面積。

（二）實驗結果：當氣體流量一定時，孔徑愈小數目愈多則較易得到較細的氣柱，較細的氣柱會增加氣體與水液的接觸面積。

目前我們的鑽頭最小孔徑為 1.5mm，無法再鑽更小的孔徑，故無法找出油煙能通過水液且不阻塞的最小孔徑值。

三、第三代研發過程:

實驗步驟：一般抽油煙機之排煙口接至本裝置之進氣孔，經由壓力式抽風機增壓後，經過安裝於水箱中 L 型管狀分化件(如圖一)，油煙由 L 型管狀分化件穿過穿孔排入水中。如此可使油煙煙泡細小化，增加與水的作用面積，使油煙可以在水箱裡面充分與水混合冷卻，達到最大除去油煙的目的。

圖二為無煙式除油煙機實體圖。此圖為測試階段的實體圖，於實際使用上本裝置可安裝至流理台的下方，完全不佔用流理台空間。

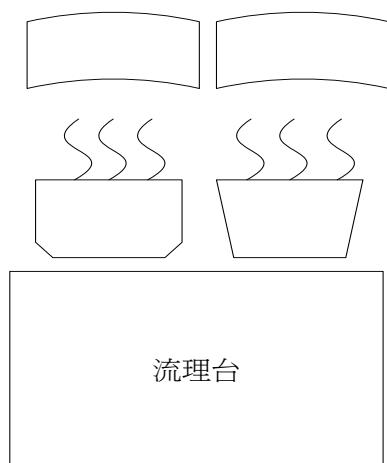
如圖三、四所示，無煙式除油煙機抽油煙主體。改良設計抽油煙機主體之煙罩，降低其高度至一般人體高度的鼻孔位置底下，而且此高度設計成可調整。如此可以將油煙立即吸入，不會像一般抽油煙機，油煙會經過炒菜者的鼻子，以減少炒菜者油煙吸入量。



圖一 L 型管狀分化件



圖二 無煙式除油煙機實體圖



圖三 本裝置安裝於流理台下方



圖四 吸煙罩為可調式並降低至鼻孔位置底下

問題一：如何降低煙泡噴入水中時的壓力

- (一) 分析原因：煙泡進入水中的起始壓力若愈大，則在水中膨脹的體積就會愈大，那與水液接觸的煙泡就會減少，故在煙泡流量不變的條件下，若能增加穿孔數就能減低煙泡進入水中的起始壓力，使煙泡進入水中時膨脹的體積較小，增加煙泡與水液的接觸面積。
- (二) 解決方法：將直管形分化件改為 L 型管狀分化件。就能增加穿孔數目，降低煙泡進入水中的起始壓而得到較細的煙泡。
- (三) 實驗結果：將直管形分化件改為 L 型管狀分化件後增加了穿孔數目，此時進入水中的煙泡確實被細小化了。

問題二：如何解決煙泡在水中的平流效應

- (一) 分析原因：煙泡如果進入水液中就直接浮上液面，會有平流效應，即煙泡中央部位沒有機會與水液接觸，就離開了水液。
- (二) 解決方法：在水箱中加裝多層細分網，如此可使煙泡在水中行經的路徑不斷改變降低平流效應的影響，同時可使煙泡在水中不斷的被細小化，增加與水接觸的機會。
- (三) 實驗結果：煙泡確實改變其在水液中的路徑且被不斷細小化。
由效能分析中可明顯看出油煙經過過濾排煙裝置的水箱處理後，送出的氣體幾乎完全沒有油煙，而沒有經過處理的乃會排出大量油煙。

問題三：油煙經過水液處理後溫度會下降嗎？

- (一) 分析原因：油煙一般的溫度會比水液高，所以當油煙與水液接觸時理論上油煙溫度會下降，有助於油煙的液化。
- (二) 解決方法：



有水液



無水液

排煙口的溫度變化如下表：

	1分鐘	2分鐘	3分鐘	4分鐘	5分鐘	6分鐘	7分鐘	8分鐘	9分鐘	10分鐘	平均溫度
無水液	22℃	24℃	25℃	28℃	29℃	30℃	31℃	31℃	31℃	31℃	28.2℃
有水液	22℃	21℃	21℃	21℃	20℃	20.5℃	20℃	20℃	20℃	20℃	20.6℃

(三) 實驗結果：油煙經過水液處理後，在排氣口測量的氣體溫度確實會下降，有助於油煙的液化作用。

問題四：利用何種水液最容易去除油煙且不會使水液從排氣口噴出

(一) 分析原因：油煙會溶於清潔劑及鹼性溶液中

(二) 解決方法：連續排煙一小時

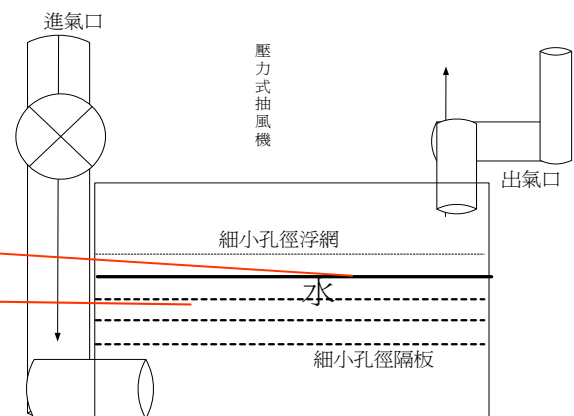
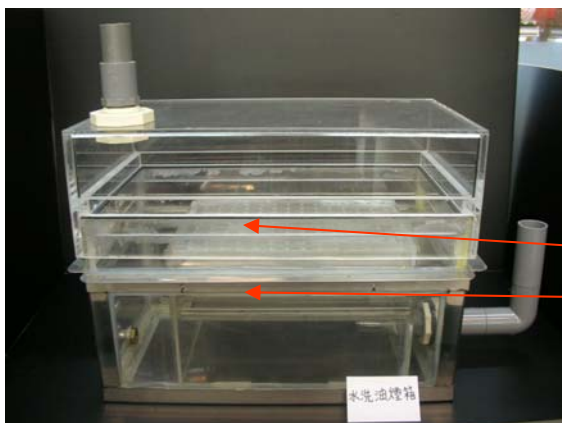
水液種類	排氣口煙量	噴出水量	液面油污量
自來水	無	無	一層非常薄的油
洗衣粉 5g	無	泡沫噴出	無
沙拉脫 5g	無	大量泡沫噴出	無
碳酸鈉 5g	無	無	無

(三) 實驗結果：碳酸鈉溶液的效果最好，出水口不會有水液噴出，且水箱的液面無油污產生。

四、第四代研發過程:未來發展

實驗步驟：未來在商品化時，過濾排煙裝置的水箱改為密閉的箱體，此密閉的箱體頂側有排氣孔，側頂部有進水閥，側底部有洩水閥。L 型管狀分化件改成具有複數穿孔的殼體分化件，並將多層的細分網橫向設在殼體中。實際操作時，當油煙導入殼體分化件中，會向上穿過細分網成為細小煙泡，之後更會通過殼體分化件的穿孔完全細化地進入水中與水充分混合，使得油煙中的有害物質溶解在水中，或懸浮在液面上，通過水液後上昇的氣體則為清淨的空氣。

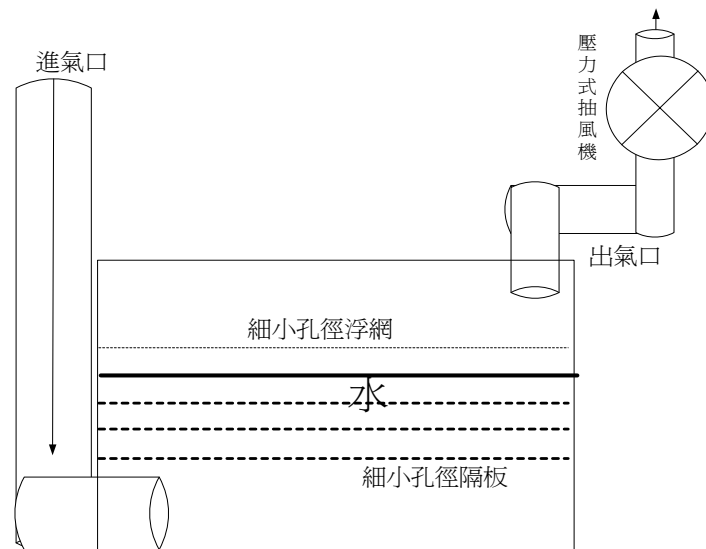
下圖中，圖六是進行測試的實際情形，圖七是未來商品化的設計圖，結果發現是可行的。



本發明過濾排煙裝置在設計上，是在油煙向外排放之前，先加以過濾去除油煙中的污染物質，使得處理之後排出的氣體乃為無油煙之清淨空氣，確能符合現代人對生活環境品質的需求，並能維護人體健康，而且本發明在拆卸上相當方便，而且構造簡單成本低廉，確實能夠達到本發明之目的，因此，本發明不僅是前所未有之創新，更可供產業上利用。

問題一：油煙是先進入加壓式排油煙機的扇葉再進入水液中，因此使用一、二年後扇葉必定會積有油污要如何處理？

- (一) 分析原因：因為油煙與扇葉接觸，且扇葉溫度較油煙低，故一定會積油污。
- (二) 解決方法：可將過濾排煙裝置的水箱改為密閉的箱體，而將壓力式抽風機改裝在箱體的排氣出口處。利用吸的方式將油煙吸入水液中，此時由排氣出口進入壓力式抽油煙機扇葉的氣體，幾乎完全沒有油煙，故扇葉不會積油污。如下圖



- (三) 實驗結果：吸油煙方式就如同利用注射針筒，當筒內裝一半的水時，將有注射針頭的一端向下，把活塞往上拉，筒內壓力減少，大氣壓力就會將空氣注入水中。



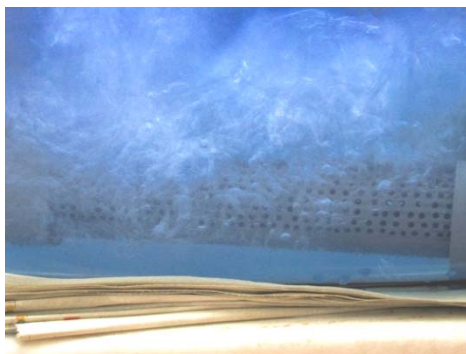
我們的機器確實能吸入油煙，且有經水較未經水液處理的吸力來的強大。

	厚衛生紙	薄衛生紙
無水		
有水		

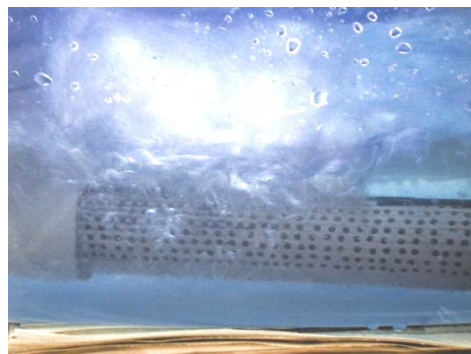
未吸入前煙霧迷漫	吸入後能減少菸量	能吸入衛生紙	衛生紙比對
			

問題三：一般家庭抽油煙機的流量為 $12\text{m}^3/\text{min}$ （等於 $200\text{l}/\text{sec}$ ）是模型抽油煙機流量 $0.3\text{m}^3/\text{min}$ （等於 $5\text{l}/\text{sec}$ ）的 40 倍，此時密閉的箱體要多大水液才不會從排氣口噴出呢？

（一）分析原因：當使用細分網分化件時發現流量是 $0.3\text{公升}/\text{min}$ 煙泡只會從管子最上方的一排孔洞冒出，若將最上端一排封住，則煙泡會從兩側相鄰的一排冒出，且冒出的流速較弱如下圖，此時若將流量增加為 $0.6\text{公升}/\text{min}$ 煙泡從這兩端冒出的強度與流量是 $0.3\text{m}^3/\text{min}$ 時由最上端一排冒出的流速相似。



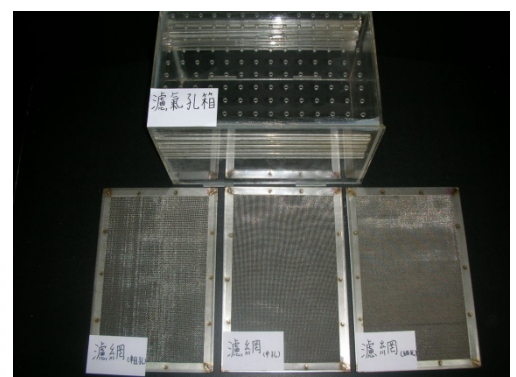
煙泡只會從管子最上方的一排孔洞冒出



將最上端一排封住則煙泡會從兩側相鄰的一排冒出

（二）解決方法：由實驗得知當流量加倍，只要孔洞數目也加倍煙泡冒出的流速幾乎不變。故當流量增加 40 倍時，只要將孔洞增加 40 倍，則煙泡
（三）冒出的流速也就幾乎不變。

（四）實驗結果：若將圓管穿 40 排洞則上下排會有水壓差造成最上排流速最快，愈下面幾排流速慢，故將圓管狀分化件改成長方形殼體分化件（如右圖）。在殼體分化件上面穿孔 40 排則此時煙泡冒出的流速應與流量 $0.3\text{m}^3/\text{min}$ 穿孔一排時的流速相似。



問題三：一般家庭抽油煙機的流量為 $12\text{m}^3/\text{min}$ （等於 $200\text{l}/\text{sec}$ ）是模型抽油煙機流量 $0.3\text{m}^3/\text{min}$ （等於 $5\text{l}/\text{sec}$ ）的 40 倍，此時密閉的箱體要多大水液才不會從排氣口噴出呢？

（一）分析原因：下表推算得知若水液的高度是 10cm 煙泡由靜止上浮通過水液的時間約為



水深 \ 冒至液面	一次	二次	三次	平均
10cm	0.49 秒	0.44 秒	0.51 秒	0.47 秒
15cm	0.69 秒	0.67 秒	0.71 秒	0.69 秒

當煙泡在水液中滯留 0.1 秒時會將 $200\text{l}/\text{sec} \times 0.1\text{sec} = 20\text{l}$ 的水液往上推，若滯留 0.5 秒時會將 100l 的水液往上推送。

（二）解決方法：實際的密封箱體會設計為 $60\text{cm} \times 50\text{cm} \times 60\text{cm}$ ，也就是底面積 $A = 60\text{cm} \times 50\text{cm} = 3000\text{cm}^2$ 所以當水液上升 20l 時 $20000\text{cm}^3 = 3000\text{cm}^2 \times h$ $h = 6.7\text{cm}$ 相當液面上升 6.7cm。若水液上升 100l 液面也不過上升 33.5cm 左右，故水液不會由排煙口噴出。

問題四：水箱中的油污要如何清除？

（一）分析原因：在使用一段時間之後，水箱中油污會愈積愈多。

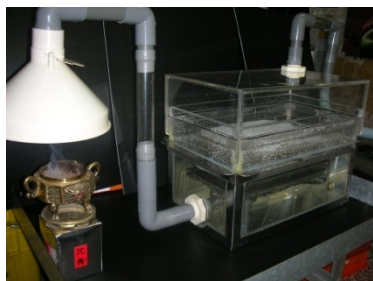
（二）解決方法：先經由洩水閥控制使水箱中之污水流出，並能經由進水閥控制使清水進入水箱，再打開水箱上蓋加入介面活性劑蓋上上蓋使馬達運轉約 15 分鐘，此時水液會不斷沖洗水箱內壁及細分網，將附著在水箱內壁及細分網上的油污溶解，如此很容易的就可以自動將水箱中的油污清洗乾淨。



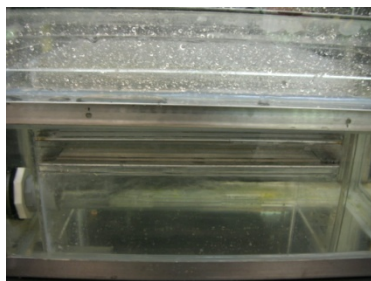
能有效清除油污

陸、效能分析

實驗一：我們進行兩組比對，一組有經過水處理而另一組未經水處理，結果發現有經過水處理幾乎完全沒有油煙排出，沒有經過水液處理乃會有大量油煙排出。如下圖：



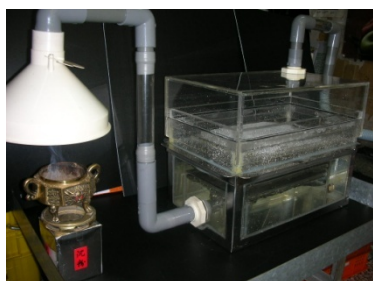
入煙口



經過水液處理



幾乎完全沒有油煙排出



入煙口



沒有經過水液處理



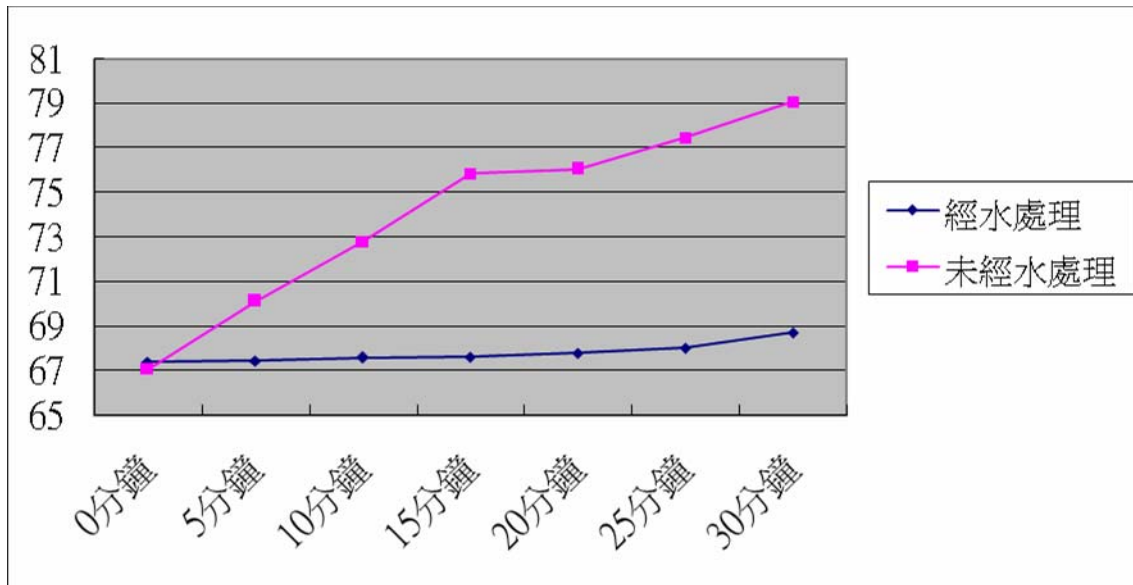
乃會排出大量油煙

實驗二：同樣進行兩組比對，一組有經過水處理而另一組未經水處理，我們在出氣口的地方放一片吸油濾網，分別 5 分鐘、10 分鐘、15 分鐘、20 分鐘、25 分鐘、30 分鐘觀察其顏色變化並將油煙的顏色變化情形用 PhotoImpact 分析黃色成份分佈圖得知其變化如下表：



經過的時間	處理情形	紅	綠	藍	Y 值
0 分鐘	經水處理	184	184.7	178.3	67.40402
	未經水處理	185	185.2	181.6	67.08953
5 分鐘	經水處理	179.4	175.1	171.1	67.44673
	未經水處理	176.9	173.1	149.1	70.12623
10 分鐘	經水處理	191.3	185.3	180.6	67.58794
	未經水處理	182.6	167.3	130.6	72.81998
15 分鐘	經水處理	158.1	152.7	148.8	67.62402
	未經水處理	144.3	127.3	86.4	75.86592
20 分鐘	經水處理	157.9	156	149.1	67.79698
	未經水處理	157.2	138.9	93.2	76.05959
25 分鐘	經水處理	143.4	140.3	133.3	68.03357
	未經水處理	150.8	126	80.5	77.46991

註：Y 值 = (紅+綠) / (紅+綠+藍) %

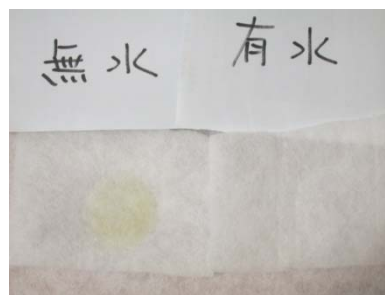


由 PhotoImpact 色頻分析得知 Y 值愈高，濾網上黃顏色就愈深，也間接表示濾網上吸附的油煙愈多。Y 值愈低濾網上顏色就愈淺，表示濾網上吸附的油煙愈少，由以上分佈圖可得知油煙經過水處理後確實排出來的油煙變少了。

油煙的顏色變化情形如下圖：



0 分鐘



5 分鐘



10 分鐘



15 分鐘



20 分鐘



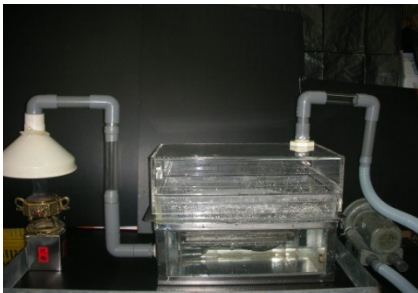
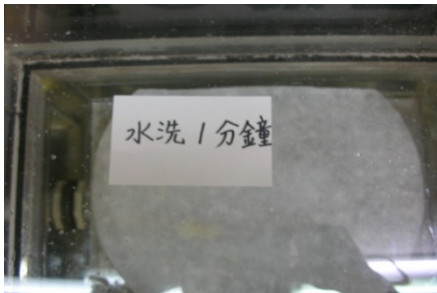
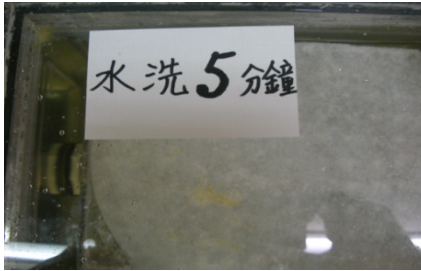
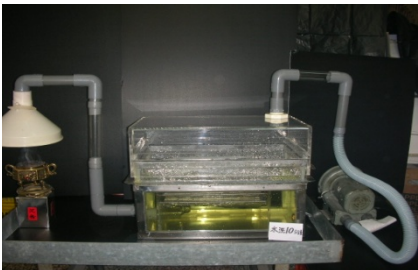
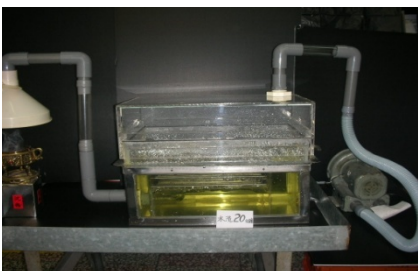
25 分鐘



30 分鐘

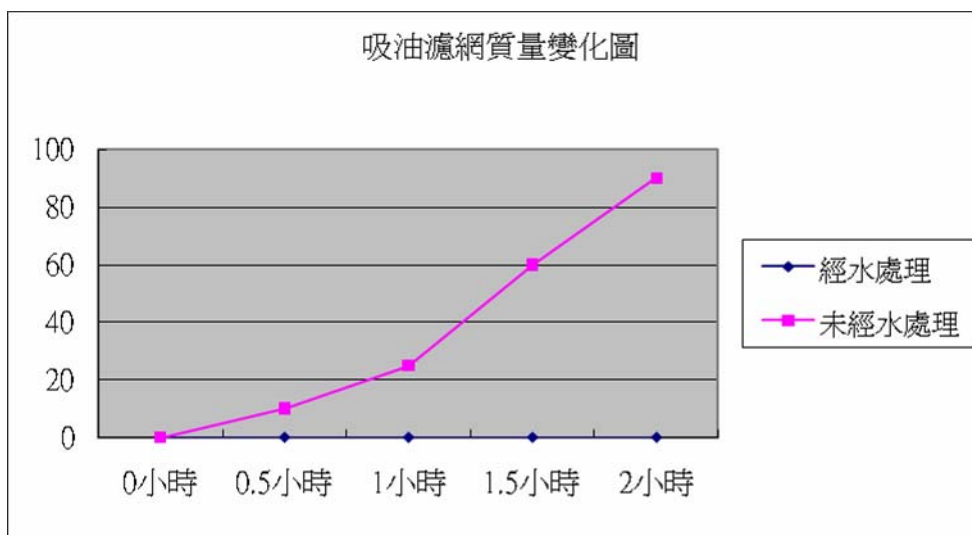
實驗二：同樣進行兩組比對，一組有經過水處理而另一組未經水處理，我們在出氣口的地方放一片吸油濾網，分別 5 分鐘、10 分鐘、15 分鐘、20 分鐘、25 分鐘、30 分鐘觀察其顏色變化



	水洗中	濾網
一分鐘		
五分鐘		
十分鐘		
二十分鐘		

實驗三：同樣進行兩組比對，一組有經過水處理而另一組未經水處理，我們在出氣口的地方放一片吸油濾網，分別經過 0 小時、0.5 小時、1 小時、1.5 小時、2 小時以自製的槓桿微量天平紀錄下其質量的變化並紀錄下來。

處理情形 增加的質量 (mg) 時間	經水處理	未經水處理
0 小時	0	0
0.5 小時	0	10
1 小時	0	25
1.5 小時	0	60
2 小時	0	90



自製不等臂微量天平：



測量方法：利用不等臂天平平衡時兩邊力矩相同的原理，使油煙那一端的力臂遠大於法碼端的力臂，測量油煙所增加的微量質量。

實驗四：根據調查，現在五星級的大飯店空氣污染防治方面，最大的問題不是油煙的處理問題，而是吸煙區的煙害無法處理，針對煙害問題我們做效能分析。

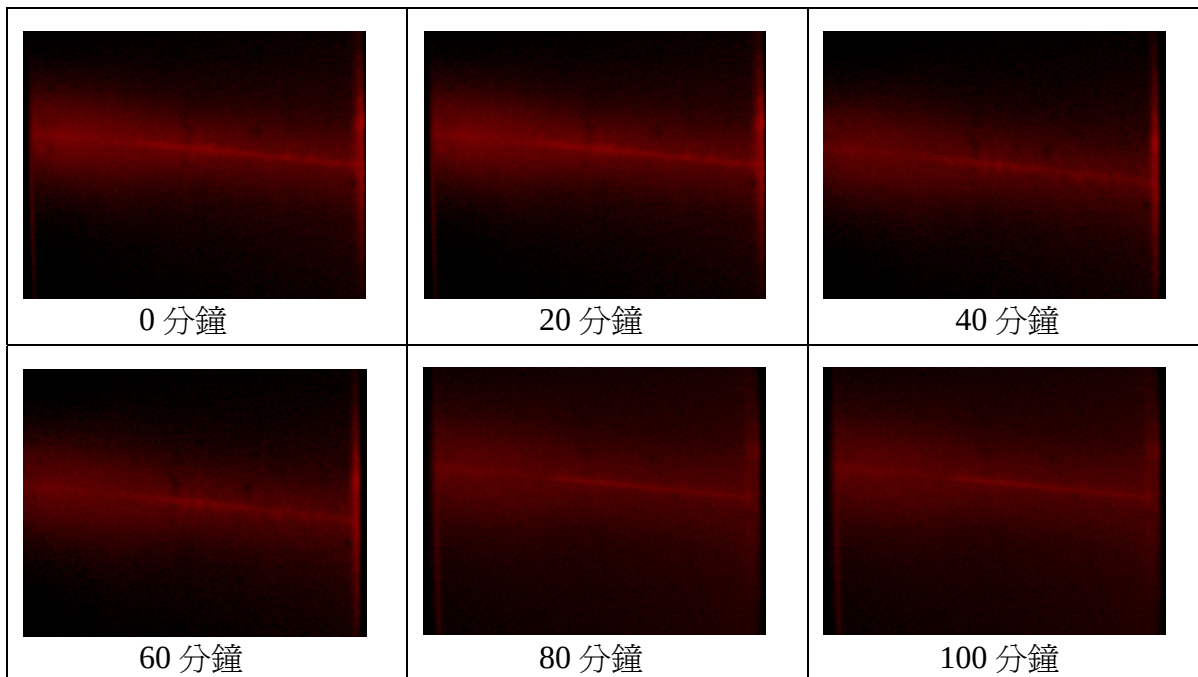
實驗原理：

1. 因為光線通過濃霧時，會產生折射及反射的現象，故無法看到濃霧中的物體。
2. 因為雷射光通過濃霧時，會產生反射的現象，故能看到雷射光。

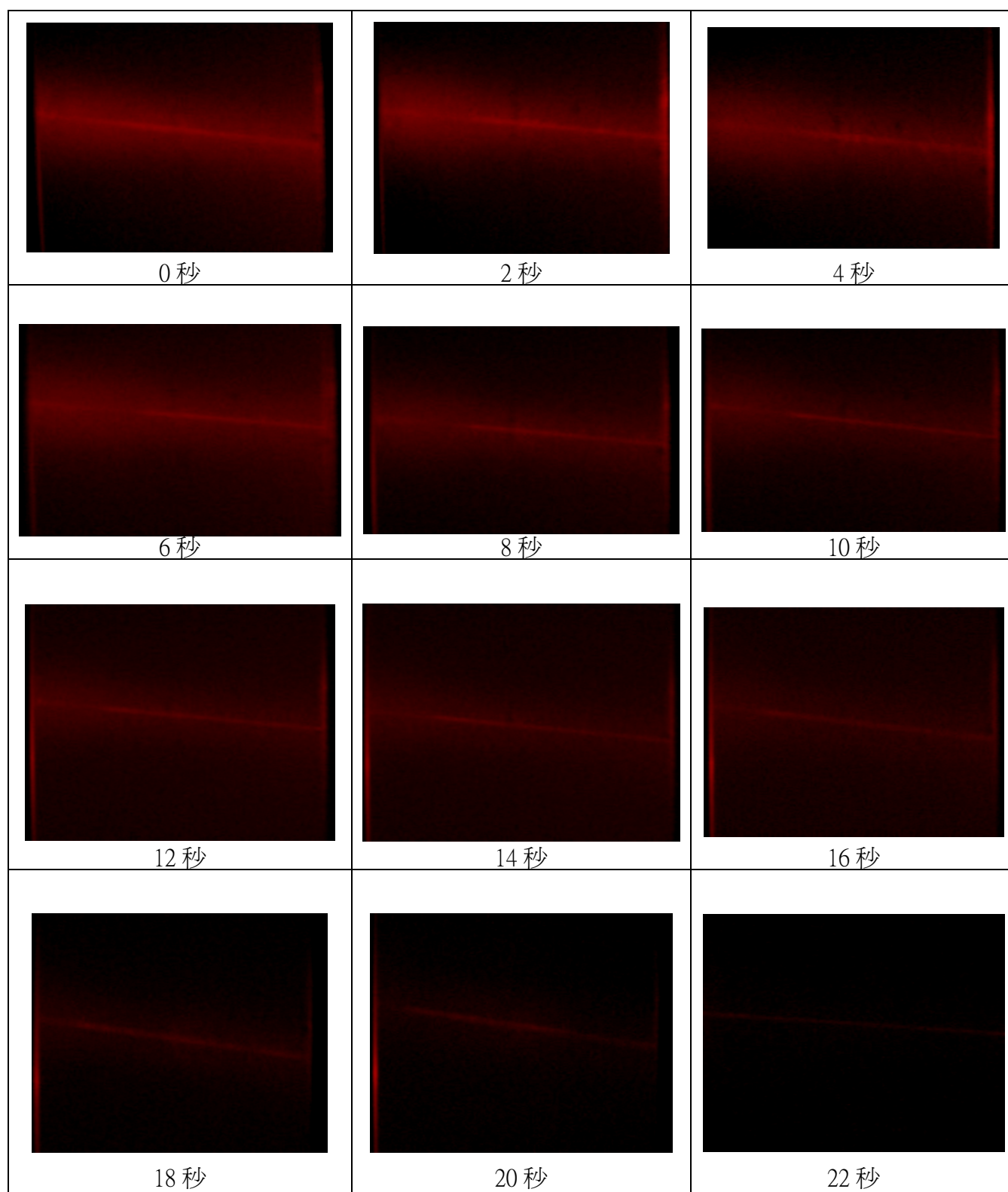
實驗步驟：

1. 準備香菸一包，撕去包裹每根香菸的外層紙，留其菸葉屑置於盤中，並點燃之。
2. 在一個二立方公尺的密閉空間中，使其佈滿香煙的濃霧，以觀察照片的清晰度，作為判斷濃煙消散的情形。是為對照組。
3. 同步驟 1、2，測量經使用本裝置處理後，濃霧散去的时间並紀錄，作為實驗組。
4. 同步驟 1、2、3，改用雷射光筆水平照射密閉空間，測量濃霧散去的时间，並紀錄之。

【對照組】：未使用本裝置煙霧之消散情形，如下。



【實驗組】：使用本裝置後，煙霧消散情形，如下圖



效果分析：

使用本裝置，在 22 秒後就無法在照片中看見雷射光，可見香菸濃霧完全散去。

結論分析：

由此實驗可知，本裝置不僅可去除油煙，更可去除香煙的煙霧，所以本裝置可以廣泛運用在 pub 及飯店的吸煙區。

柒、討論

- 一、本研究利用水洗式原理，設計出油煙清淨機。利用加壓式馬達，將油煙直接導入水液中，增加水洗作用，水箱是利用一般密封箱原理設計而成，拆卸清洗都非常容易，其他配件也是方便取得。本設計具實用性與低成本的特性對人體與環境保護有非常大的幫助。
- 二、在分化件中加裝多層細分網，如此可使油煙煙泡不斷被細小化，同時可改變煙泡路徑降低平流的效應，增加煙泡與水液的接觸面積，同時可降低煙泡溫度，以達到最大去除油煙的目的。
- 三、我們原本的設計是將加壓式馬達放在本裝置之前，但在實際測試時發現壓力式抽風機的葉扇容易沾滿油污，所以將加壓式馬達改裝在本裝置之後，利用吸的方式將油煙吸入水液中，此時由本裝置進入壓力式抽風機扇葉的氣體幾乎完全沒有油煙，故葉扇不會有積存油污的情形。
- 四、本裝置材料低廉製作容易，同時操作時只須以水液當水洗媒介，可利於大量推廣，減少油煙對人體與環境的衝擊。
- 五、本裝置不僅可去除油煙，更可去除香煙的煙霧，能廣泛運用在 pub 及飯店的吸煙區。
- 六、本設備可裝置於流理台下方，所排出的油煙經由水洗作用後，幾乎無油煙。故可以無須外裝排煙管，如此連小套房都可以有廚房。
- 七、根據衛生署統計華人婦女的吸煙比例並不高，但是卻有相當高的肺癌罹患率，一般相信是由於油煙中所含的致癌物質所引起的。若將吸煙罩與吸煙管設計成可調式，降低其高度至一般人體鼻孔位置底下，油煙就不會經過炒菜者的鼻子，可減少炒菜者油煙吸入量。
- 八、依據台南市環保局對廚房油煙處理的設備建議[5]，其設備成本與耗材成本皆偏高，一般家庭與餐飲業者根本負擔不起，所以大部份的家庭與業者都是將油煙直接排出戶外。本研究能設計出一個簡便低成本的設備來取代台南市環保局之建議。同時還可以與其他方法合併使用，增加除煙的效率。若以本設計當做最前端，其他方法作為其後端除煙，如此即可降低其他除煙方法之營運成本與耗材成本。

捌、參考資料及其他

1. 高中物質科學物理篇下南一版(民 94)。< 壓力>。
2. 李慧梅（民 89）。油煙氣膠粒徑分佈與吸濕現象之研究。國立台灣大學環境工學研究所碩士論文。
3. 簡聰智、蔡春進（2000）。去除次微米微粒之文氏洗滌器理論分析。（報告編號: NSC89-2211-E-009-006）。
4. 台南市環境保護局全球資訊網（民國 93 年 11 月 2 日）。餐飲業空氣污染物管制及輔導改善計畫。取

自:<http://www.tnepb.gov.tw/html/a/work2/930618chen.doc>

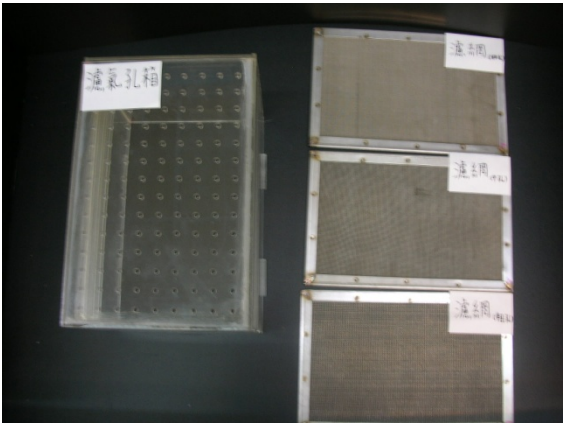
附件一



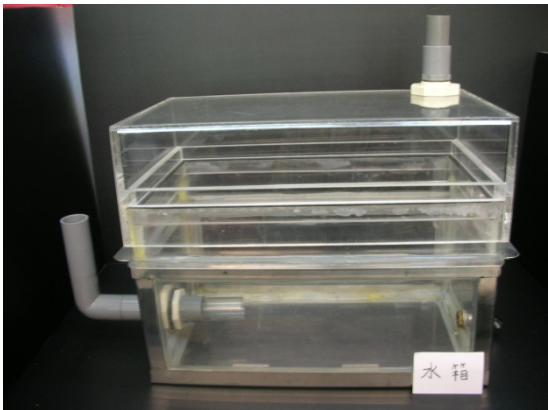
前端接件



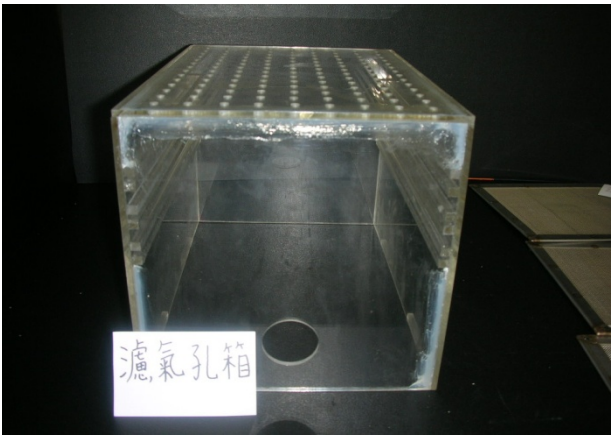
馬達



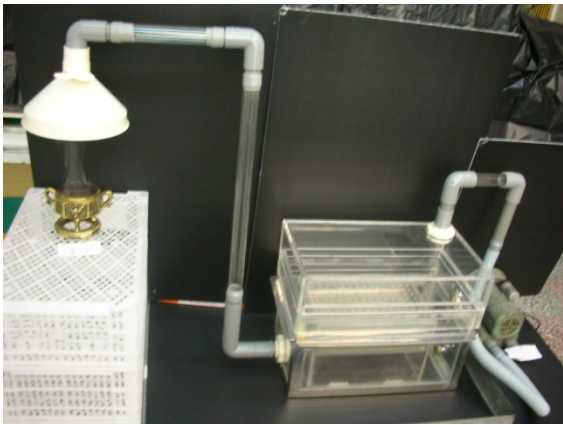
細分網及內殼體



組裝圖

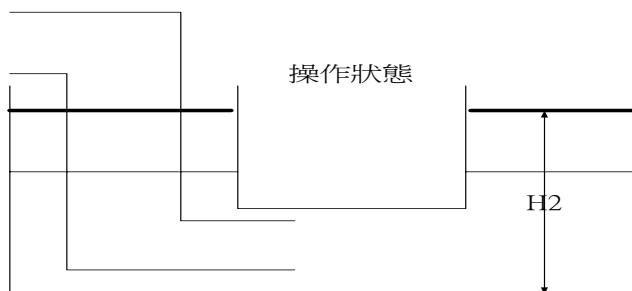
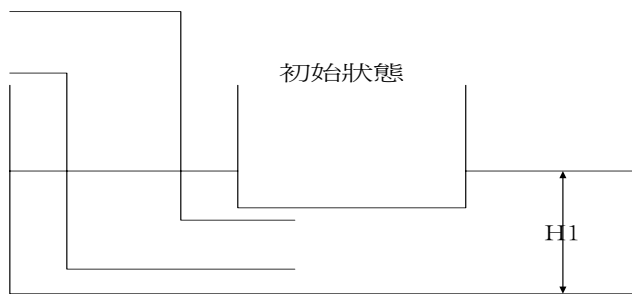


外殼體



實驗圖

附件二：水洗推導式



如圖上圖為初始狀態示意圖，下圖是操作狀態示意圖。由今天實際勘察得知，抽煙機的流量估計為 $10\sim 20\text{m}^3/\text{min}$ ，大約等於 $0.17\sim 0.33\text{ m}^3/\text{sec}$ 。假設油煙在水裡行徑時間為 X 秒。所以當操作時油煙在水裡的體積約為 $V_2=(0.17\sim 0.33)*X\text{ m}^3$ 。今日觀察的排油煙管徑約為 0.1m 。假設外水槽之管徑截面積為 $Y\text{ m}^2$ 所以由下圖得知

$$V_2=Y*(H_2-H_1)\dots\dots\dots(1)$$

$$V_2=(0.17\sim 0.33)*X\text{ m}^3\dots\dots\dots(2)$$

所以(1),(2)得知

$$(H_2-H_1)=0.25X/Y\dots\dots\dots(3)$$

$$Y=0.25X/(H_2-H_1)\dots\dots\dots(4)$$

Case1:

假設 $(H_2-H_1)=0.1\text{m}$ ，也就是我們希望在操作時水位置升高十公分。所以(3)式可改寫成

$$Y=2.5X\dots\dots\dots(5)$$

Case2:

假設 $(H_2-H_1)=0.2\text{m}$ ，也就是我們希望在操作時水位置升高二十公分。所以(3)式可改寫成

$$Y=1.25X\dots\dots\dots(6)$$

Case3:

假設 $(H_2-H_1)=0.3\text{m}$ ，也就是我們希望在操作時水位置升高三十公分。所以(3)式可改寫成

$$Y=0.83X\dots\dots\dots(7)$$

Case4:

假設 $(H_2-H_1)=0.4\text{m}$ ，也就是我們希望在操作時水位置升高四十公分。所以(3)式可改寫成

$$Y=0.625X\text{.....(8)}$$

假設水量體積為 V_1 ，若要達到微細氣泡效果則

$$V_1 \gg V_2$$

$$Y=0.25X/(H_2-H_1)\text{.....(4)}$$

X: 油煙在水裡行徑時間(秒) , (H_2-H_1) :操作時水位置,表中所列為Y:外水槽之管徑截面積(m^2)

X (秒) (H ₂ -H ₁)					
	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
0.10	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25
0.20	0.13	0.25	0.38	0.50	0.63
0.30	0.08	0.17	0.25	0.33	0.42
0.40	0.06	0.13	0.19	0.25	0.31
0.50	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25

依此計算，U 型管的實物體積要很大很大水才不會噴出來，故可行性很小，幾乎不可能。

附件三：

有關除油煙機近日排放資料，環保署表示，現行空污法第三十一條雖有規範「餐飲業從事烹飪，散播油煙或惡臭，可開罰十到一百萬元罰鍰」。吸入過多油煙對導致肺癌有重大影響，過度暴露在塵埃、化學物質、烹飪及暖器產生的煙霧，都可能造成氣流阻礙而生病。10 月 1 日起管制烹飪廢氣逕排至溝渠中之行為



更新日期:2007/04/13 12:59

(中央社公關稿平台 20070413 11:35:07)

行政院環境保護署新聞資料

10 月 1 日起管制烹飪廢氣逕排至溝渠中之行為

環保署今日公告「從事烹飪將烹飪廢氣逕行排放至溝渠中，致產生油煙或惡臭者，為空氣污染行為」，並預定於今年 10 月 1 日起開始管制餐飲業或家庭廚房之油煙管直接排入溝渠，產生油煙及惡臭之行為。

經該署調查發現，部分餐飲業者未裝設任何空氣污染防制設備，而直接將烹飪廢氣排到大氣中，或甚至是把雨水排水溝當成防制設備，直接將油煙管連接到溝渠中，也因此造成排水溝因油垢阻塞妨礙排水功能，或因油垢積結產生惡臭等環境衛生及空氣污染問題。此外因為餐飲業造成的油煙及臭味污染陳情案件越來越多，顯示餐飲業所造成之污染如未能加以改善，將嚴重影響到附近居民的生活環境。

環保署表示，目前對於餐飲業或家庭廚房之廢氣排放管制，係依空氣污染防制法第 20 條排放標準及第 31 條行為法等規定來規範，但為更明確規範廚房油煙污染溝渠之情形，現階段將先公告油煙廢氣直接排放至溝渠產生油煙及惡臭之空氣污染行為，而餐飲業者應裝設適當的空氣污染防制設備去除油煙及臭味，該署後續將推動油煙防制設備認證制度，並強制要求餐飲業應加裝具有一定油煙去除效率且經認證合格的污染防制設備，以確實解決餐飲業造成的環境污染問題。另對於家庭廚房油煙排放問題，將鼓勵家用抽（排）油煙機製造業者研發具有油煙處理效能的抽油煙機，並取得環保標章驗證，也將持續宣導民眾使用該類環境保護產品，期望透過全面性管制，有效改善廚房油煙及臭味污染，使民眾在享用美食佳餚的同時，也能提昇大家居住環境及生活品質。

【評 語】 030806 負壓式除油煙機

本件作品經過四代改良，可見作者對於實驗設備設計之用心。實驗結果亦如預期，值得肯定。若能對於水箱中，水量多寡、慮網層數，或加入其他吸附油煙溶劑，進一步研究，未來將會成為更具實用性之產品。