

中華民國第 57 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

佳作

030820

煙“盡”其用--油煙淨化裝置的設計與檢測

學校名稱：新北市立安溪國民中學

作者： 國二 黃紹唐 國二 林學緯 國二 江芃菱	指導老師： 劉明元 解宗翰
---	-----------------------------

關鍵詞：氣流引導、皂化速率、透光度

摘要

市售抽油煙機多以過濾集油的方式處理，我們嘗試將皂化反應引入油煙處理過程，使油煙轉成肥皂，避免後續汙油處理及空氣汙染。裝置設計著重在集中油煙，加速皂化，組裝偵測儀器。第一代裝置，以寶特瓶為淨化桶，再以抽氣降低桶內壓力，使油煙流入氫氧化鈉溶液，偵測透光度改變，證明概念可行。改良裝置，以全罩油煙管、漸縮管、強化風扇組合，使油煙有效流入淨化桶；在淨化溶液中加入界面活性劑，放置靜電板吸附油煙，再加裝電子攪拌器及二次淨化桶，提高反應淨化效率。為解決風扇馬達過熱，以虹吸原理加裝冷卻水管。第四代裝置為例，依光度分析及煙霧微粒檢測，得知二次淨化處理後，可達百分之九十以上淨化率，接近空氣背景值。

壹、研究動機

市面上的抽油煙機，常見的有三種型式：冷卻式抽油煙機、靜電式抽油煙機和濾網過濾式抽油煙機，其共通性為將廢油集中到集油罐或集油電板儲存；除了油汙處理麻煩，淨化效能不高，排氣油煙殘留亦高，造成相當的汙染。我們在想，要如何更徹底的處理油煙？國中課本有提到“皂化反應”，可利用油脂與強鹼進行肥皂製作；因此我們思考，如何製作可以有效率收集儲存油煙，再把廢油加以利用的抽油煙機，藉以達到健康及環保的效果。但皂化反應為一種慢反應，可能會導致排放出去的油煙濃度過高，所以，我們要想辦法提高油煙吸附效率，加速皂化反應的速率，縮短油滴皂化的時間。

貳、研究目的

- 一、設計模組，製作能處理油煙的裝置，並進行效能檢測
- 二、改進裝置結構，增強油煙吸收效率
- 三、改進裝置結構，提高皂化反應效率
- 四、設計空氣中油煙濃度的檢測儀器
- 五、自製電磁攪拌器及靜電吸附裝置

參、研究儀器及藥品、器材

表一：儀器、藥品、器材

儀器名稱	儀器名稱	道具器材	道具器材
紅外線測溫器	電子計時器	大塑膠桶	蒸發皿

照度檢測計	筆記型電腦	6 公升寶特瓶	陶瓷纖維網
導電度計	電子秤	排煙鋁管	三角鐵架
電漿球		鋁板(厚) 鋁片(薄)	酒精燈
吹風機		鱷魚線	支撐鐵架
舊吸塵器	藥品	PE 硬質水管	燒杯 1000ml
自製照度檢測紙箱	食用葵花油	L 型水管接頭	容量瓶 1000ml
自製照度檢測瓶	氫氧化鈉	塑膠軟管	
自製電子攪拌器	藥用酒精	5mm 透明塑膠管	
Grove 灰塵傳感器	沙拉脫	抽油煙機濾網	
Arduino UNO 板	防水矽膠		

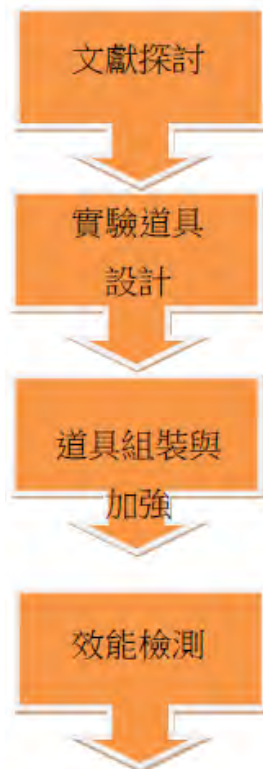


圖一：Grove 灰塵傳感器



圖二：Arduino UNO 板

肆、研究過程與方法



一、文獻探討

- (一) 市面上各式抽油煙機的吸油原理及油煙處理方式。
- (二) 各類型抽氣及氣流引導裝置及原理。
- (三) 食用油受熱的物理變化及可能的化學反應。
- (四) 皂化反應原理，提升反應速率的相關概念。
- (五) 煙霧偵測裝置設計原理。
- (六) 電磁攪拌器的設計原理。
- (七) 油煙靜電裝置設計原理。

二、油煙吸附裝置設計組裝

(一) 主要設計方向:

1.提高油煙吸入淨化桶的效率，減少油煙散入空氣中的比例:

(1) 油煙通道改造

直接將油煙吸入管(鋁管)套住蒸發皿，以確保油煙完全吸入。以薄鋁片做成漸縮式煙道(白努利定律應用)，接於鋁管後方，再接上塑膠軟管，導入淨化桶。為了檢驗淨化後油煙殘留，並確認是否需二次淨化，我們將淨化後氣體導入盛有氫氧化鈉的檢驗桶中。

(2) 風扇馬達組裝

將淨化桶換成了硬質塑膠桶後，因吹風機風扇的功率不夠，所以改用吸塵器的馬達。馬達風扇接於淨化桶之後，並將連接的管道改為硬質水管，並加入過濾海綿，減少氫氧化鈉微滴的吸入。藉由抽氣使淨化桶內壓力降低形成壓力差，使油煙通入氫氧化鈉溶液中。

(3) 靜電吸油裝置

此概念來自於靜電吸附未帶電荷的小紙屑。在電漿球頂端貼上一個銅板，再用鱷魚夾接上淨化桶內的鋁板，使電漿球產生的電荷導入淨化桶內的鋁板，使鋁板成為靜電板，吸附空氣中油煙，再以桶內氫氧化鈉溶液反覆沖洗皂化。

2.提高皂化反應效率

- (1) 提高氫氧化鈉溶液的濃度(1M-3M)。
- (2) 加酒精或沙拉脫做界面活性劑，增加汙油與氫氧化鈉碰撞機率。
- (3) 在出風口戳數個小孔，使通入氫氧化鈉的油煙形成細小氣泡；再加電磁攪拌器使溶液流動，增加油煙與氫氧化鈉的接觸面積。

3.效能檢測

檢測流程: 取 10 毫升葵花油至於蒸發皿中加熱, 以 10 分鐘為計量單位, 加熱完成, 再持續淨化 1 分鐘。相同條件連做三次, 每次間隔 20 分鐘(避免風扇馬達過熱), 中途不更換氫氧化鈉溶液。反應前, 以第四代裝置為例, 淨化桶中為 2 公升 3M 氫氧化鈉溶液, 檢測桶內為 1 公升 3M 氫氧化鈉。

過程中偵測環境中油煙濃度變化, 淨化前油煙濃度, 淨化後油煙濃度, 淨化桶與檢測桶內氫氧化鈉溶液的透光度變化, 導電度變化。

(1) 測量淨化桶與檢測桶內氫氧化鈉溶液的透光度變化

將氫氧化鈉溶液吸取 5 毫升, 加水稀釋至 20 毫升, 加入由玻璃瓶改裝的自製照度測量瓶中, 蓋上裝有四顆 LED 燈泡的蓋子, 再放入自製照度檢測暗箱內的支架上。支架下方放入照度計的感應器, 即完成檢測透光度的儀器設置。

我們將實驗前及實驗後溶液透光照度做比較; 以反應前氫氧化鈉溶液的照度為對照組, 紀錄反應後的照度變化的百分比。

(2) 氫氧化鈉溶液導電度變化

取 1ml 待測氫氧化鈉溶液, 加水稀釋至 50ml, 再以導電度計實際測量。將實驗前及實驗後的數據做比較, 觀察導電度變化的百分比。若待測溶液的導電度與對照組差距越明顯, 代表淨化效能越好。

(3) 油煙微粒變化檢測:

以 Grove 灰塵傳感器偵測油煙與空氣中微粒濃度變化, 接上 Arduino UNO 板及行動電腦, 觀察淨化過程中, 油煙微粒濃度的變化。偵測值為每 0.01 立方英尺, 超過 1 微米($1 \mu m$)的微粒數目。

操作前, 利用檢測設備偵測環境中, 微粒濃度的背景值。

將檢測設備放置在漸縮鋁管開口, 加熱葵花油(約 $500 \sim 540^{\circ}C$), 油煙以擴散的方式排出, 偵測淨化前油煙濃度。

將檢測設備放在二次淨化桶(即原本的檢測桶)的排氣口, 偵測淨化後油煙殘留濃度。

三、道具組裝

1.第一代裝置

第一代裝置我們參考了市面上的抽油煙機原理進行組裝。

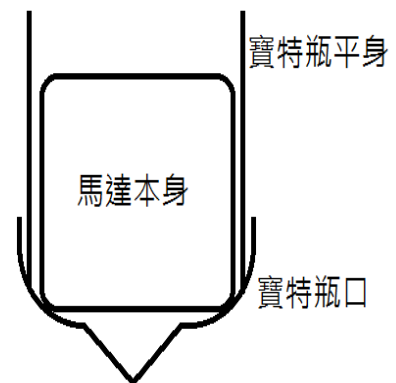
先用兩根細水管, 一根從瓶身的洞放入本體, 黏在底部, 並在另一頭放上墊板做的漏斗, 在漏斗的吸風處黏上鋁箔紙; 接著在瓶蓋上挖洞, 裝上一個用墊板做的漏斗, 漏斗內放用吹風機改造的抽風扇馬達, 風扇出風口接上第二根細水管, 水管放入燒杯中, 並在管子的尾端裝上一個用墊板做的檔板, 防止抽風時檢測液從燒杯中溢出。



圖三：第一代油煙淨化裝置

2. 第二代裝置

第二代裝置我們改變了抽油煙機的管子、淨化桶、檢測桶、馬達的組裝。以排煙鋁管取代塑膠墊板及前段塑膠軟管，以全罩的方式蓋住盛放葵花油的蒸發皿，並在鋁管後端以鋁片製作成漸縮的集煙道，最後再接上塑膠軟管，由桶子側面通入淨化桶內，直接伸入氫氧化鈉溶液中；淨化桶改用硬質半透明塑膠桶，馬達的進氣管口接上淨化桶的頂端，讓抽氣效能集中，達成減壓的目的。之後在馬達周圍套上寶特瓶的瓶身，製造出放馬達的空間。再將馬達的出風口接上塑膠軟管，伸入另一個 6 公升寶特瓶的上段(即檢測桶)(如下圖) 集中排出的氣體，並在塑膠瓶的上端打上數個小洞，在上端加上罩子、下面放塑膠盆。



圖四、五、六：第二代裝置馬達組裝改裝圖

註 1:寶特瓶上方接淨化桶的抽氣管，下方則接檢測桶的進氣管。

註 2:第二代裝置為第三、第四代裝置的原形，主體結構相似；試驗過程中因風扇馬達過熱與吸入氫氧化鈉水霧，造成故障；未能得到效能檢測數據。

3.第三代裝置

第三代裝置為第二代裝置的修正版。主要改良的地方在淨化桶及檢驗桶的進氣軟管末端，以錐子製造許多小孔，使氣體通入氫氧化鈉溶液時產生大量細小氣泡；並把抽氣馬達與淨化桶的連接改用 PE 硬質水管並加上 L 形轉接頭，L 型管之中塞入過濾海綿；在溶液部分，氫氧化鈉溶液(2000ml NaOH)中加入少量酒精(20ml)及沙拉脫(5ml)當介面活性劑，主要是考量油滴為油性，NaOH 水溶液為水性，可提升分子碰撞頻率；在馬達的部份，為了避免管道漏氣影響油煙吸附效能及皂化效率，我們加上了吸塵器的外殼來固定馬達，並在可能漏氣之處以貼地膠帶與矽膠封閉。



圖七：第三代裝置修正圖，風扇馬達與淨化桶的連結

註 3 由於風扇馬達為封閉狀態，在檢測過程中溫度增高造成故障，由不完整數據研判，有相當良好的淨化效能。

4.第四代裝置

主要目的是為了提升油煙吸附效率與皂反應速率的提升，並且要解決馬達過熱的問題。裝置中新增了自製電磁攪拌器，以及用電漿球接上桶子內的金屬板，組裝成靜電吸油裝置。將細水管纏繞在馬達上，再利用虹吸原理讓水通過細水管，做成馬達的冷卻裝置。



圖八：第四代裝置一



圖九：第四代裝置二

伍、研究結果

一、第一代裝置效能--- 淨化桶 內溶液

表二：

單位:LUX

	實驗前溶液透光度	實驗後溶液透光度
1M 氫氧化鈉溶液	1850	1200
水	2000	1760

二、第一代裝置效能--- 檢測桶 內溶液

表三：

單位:LUX

	實驗前溶液透光度	實驗後溶液透光度
淨化桶內:NaOH	1850	1740
淨化桶內:水	2000	1820
淨化桶內:無溶液	2000	1720

註 4：透光度越好代表油煙被溶液作用較少。

註 5：

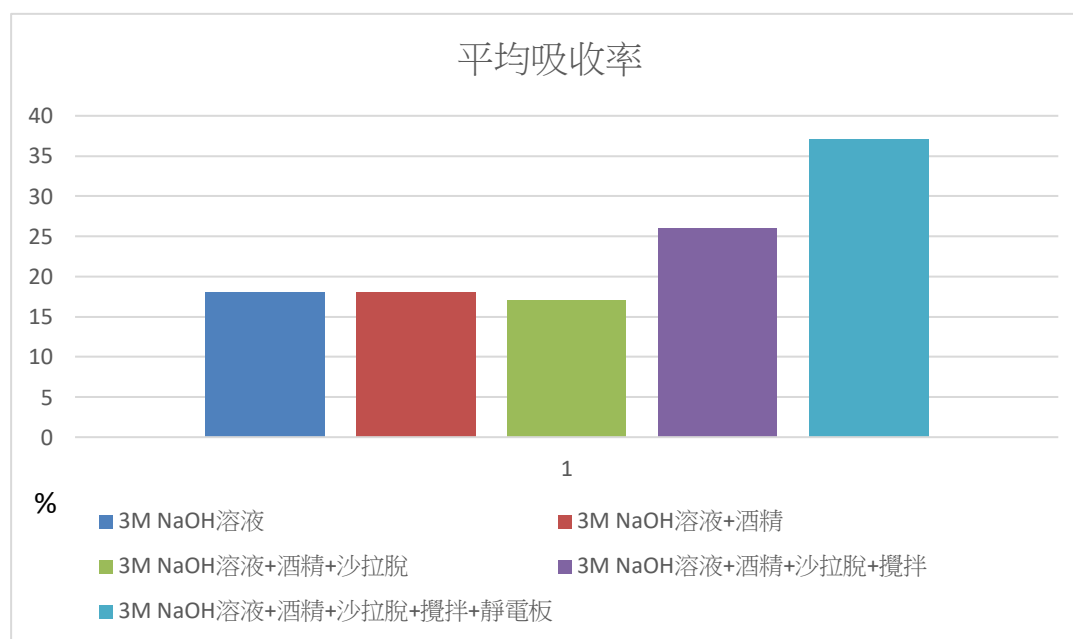
由於第二代裝置的馬達吸力過強，會吸入氫氧化鈉溶液水霧，導致馬達內部結晶，運轉時過熱，產生火花，造成馬達損壞；第三代的裝置在數據還不完整時馬達就因為過熱而停止運作，沒有完整數據。因此我們用來檢測分析效能的數據為第四代裝置所測得的數據。

三、第四代裝置 淨化桶 內溶液的吸光比率

表四：

單位:LUX

	反應前	反應後	吸收率	平均
3M NaOH 溶液	113	89	21%	18%
	89	75	16%	
	75	62	17%	
3M NaOH 溶液+酒精	112	85	24%	18%
	85	75	12%	
	75	61	19%	
3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫	104	80	23%	17%
	80	69	14%	
	69	59	14%	
3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫+攪拌	104	73	30%	26%
	73	58	21%	
	58	42	28%	
3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫+攪拌+靜電板	104	66	37%	37%



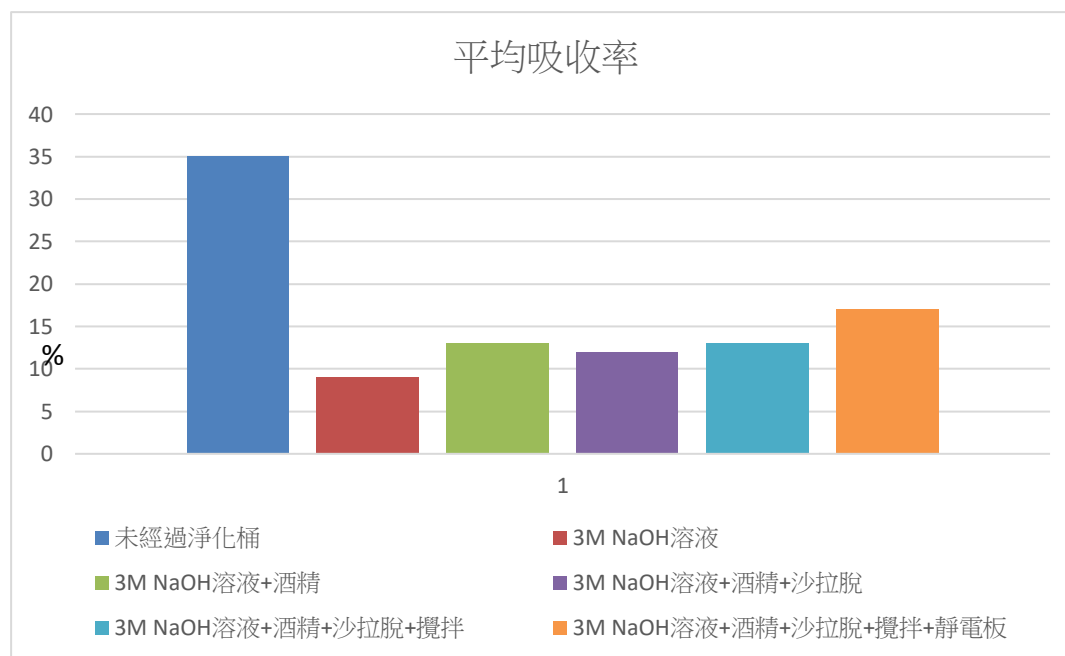
圖十：不同條件下，第四代裝置 淨化桶 內氫氧化鈉溶液的吸光比率

四、第四代裝置 **檢測桶** 內溶液的吸光比率

表五：

單位:LUX

	反應前	反應後	吸收率	平均
未經過淨化桶(用傳統濾網過濾集油)	113	74	35%	35%
3M NaOH 溶液	113	106	6%	9%
	106	95	10%	
	95	84	12%	
3M NaOH 溶液+酒精	112	104	7%	13%
	104	90	13%	
	90	73	19%	
3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫	104	98	6%	12%
	98	88	10%	
	88	71	19%	
3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫+攪拌	104	92	12%	13%
	92	83	10%	
	83	69	17%	
3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫+攪拌+靜電板	104	86	17%	17%



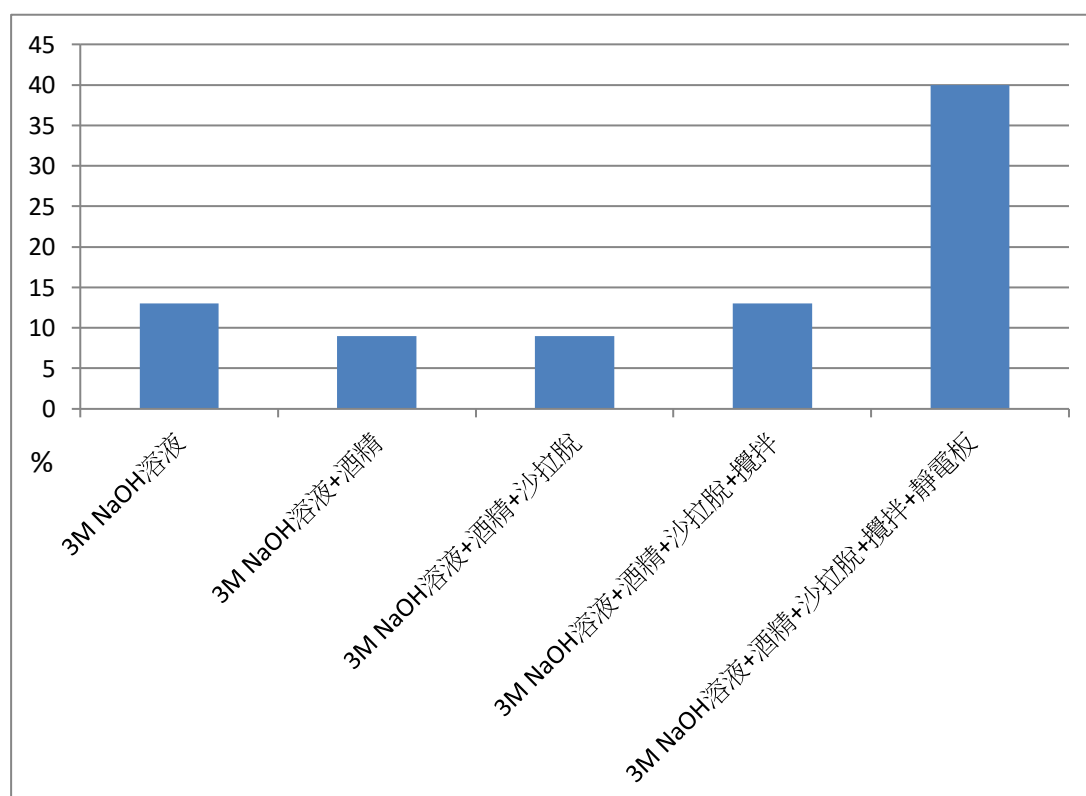
圖十一：不同條件下，第四代裝置 **檢測桶** 內氫氧化鈉溶液的吸光比率

五、第四代裝置 淨化桶 內溶液的導電度

表六：

單位: mho/cm

	反應前	反應後	吸收率	平均
3M NaOH 溶液	23.3	19.8	15%	13%
	19.8	17.3	13%	
	17.3	15.6	10%	
3M NaOH 溶液+酒精	19.9	18.6	7%	9%
	18.6	16.8	10%	
	16.8	15.2	10%	
3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫	23.3	19.3	17%	9%
	19.3	18.8	3%	
	18.8	17.6	6%	
3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫+攪拌	23.3	17.2	26%	13%
	17.2	16.1	6%	
	16.1	14.9	7%	
3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫+攪拌+靜電板	23.3	13.9	40%	40%



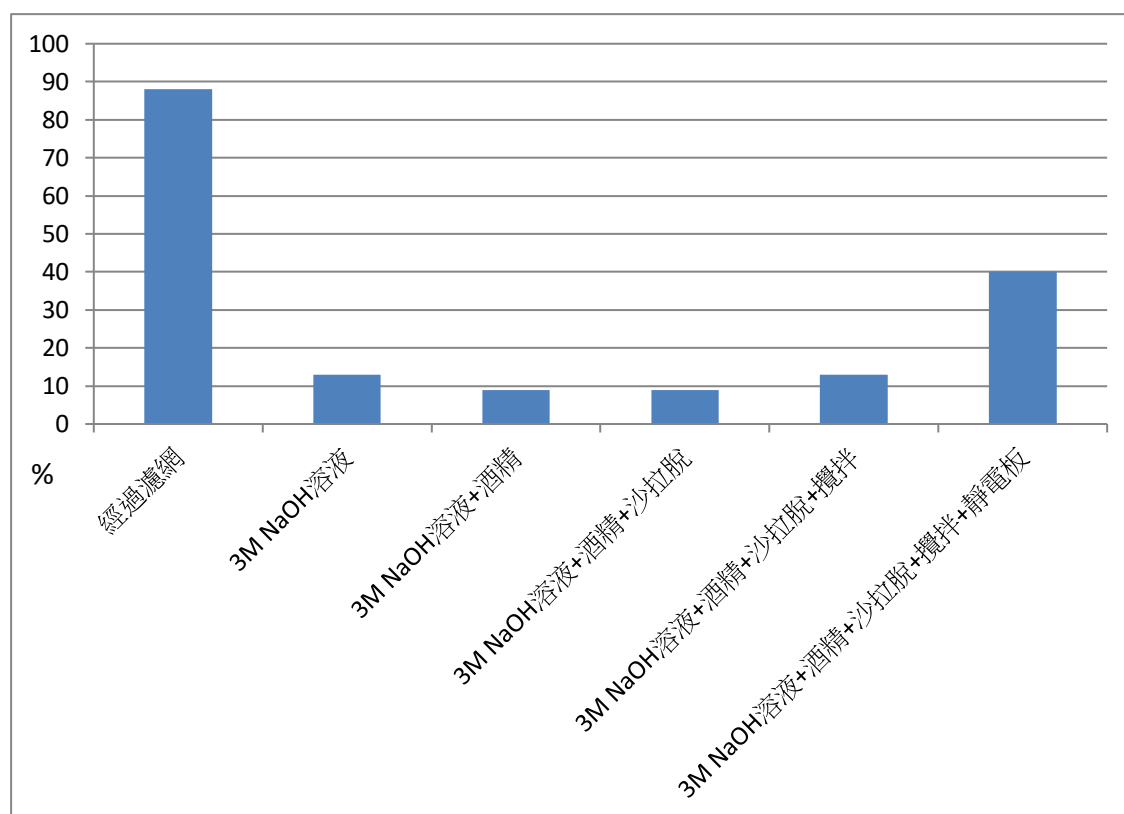
圖十二：不同條件下第四代裝置 淨化桶 內溶液的導電度變化

六、第四代裝置 **檢測桶** 內溶液的導電度

表七：

單位:mho/cm

	反應前	反應後	吸收率	平均
未經過淨化桶(用傳統濾網過濾集油)	23.3	16.8	28%	28%
3M NaOH 溶液	23.3	19.8	15%	8%
	19.8	19.2	3%	
	19.2	17.8	7%	
3M NaOH 溶液+酒精	19.9	19.3	3%	4%
	19.3	18.7	3%	
	18.7	17.3	7%	
3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫	23.3	17.2	26%	11%
	17.2	16.7	3%	
	16.7	16.2	3%	
3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫+攪拌	23.3	17.1	27%	11%
	17.1	16.3	5%	
	16.3	16	2%	
3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫+攪拌+靜電板	23.3	17.6	24%	24%



圖十三：不同條件下第四代裝置 **檢測桶** 內溶液的導電度變化

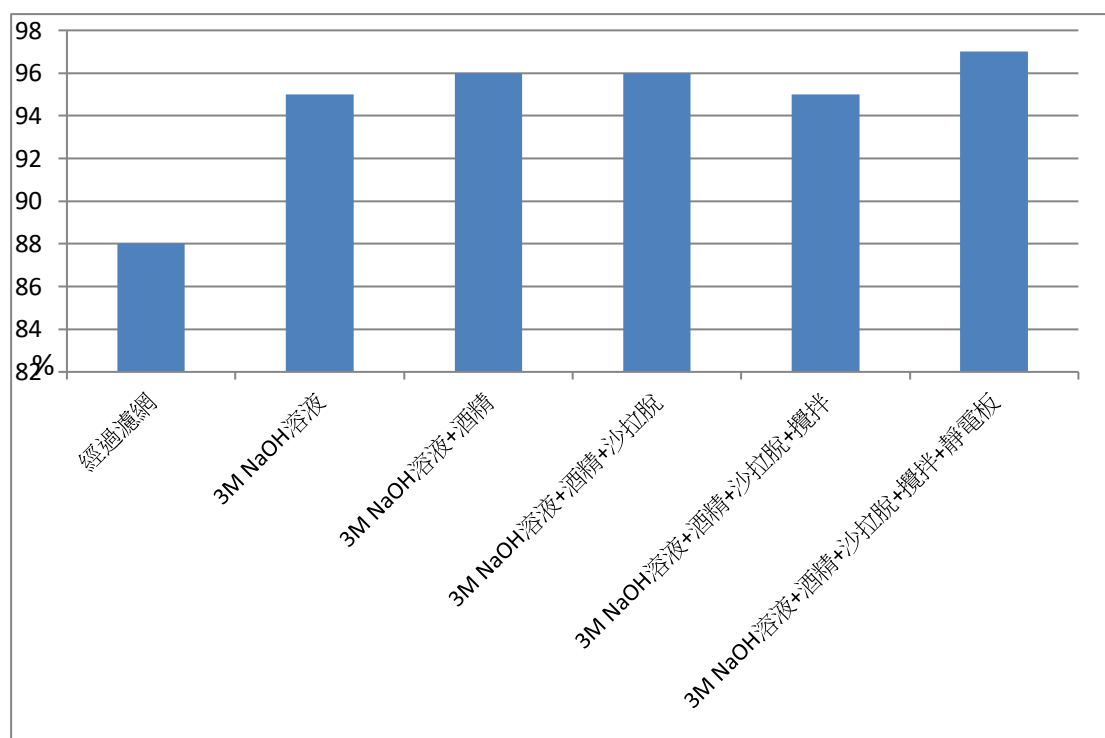
七、第四代裝置 油煙氣微粒 濃度變化

單位: 個微粒/每 0.01 立方英尺

表八 :

環境背景濃度: 683 初始油煙濃度:17834

	反應後	改變差	吸收率	平均
未經過淨化桶(用傳統濾網過濾集油)	2080.7	15753.3	88%	88%
3M NaOH 溶液	1039.8	16794.2	94%	95%
	740.93	17093.7	96%	
	756.9	17077.1	96%	
3M NaOH 溶液+酒精	1044	16790	94%	96%
	516.3	17677.7	97%	
	706.9	17127.1	96%	
3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫	800.6	17033.4	96%	96%
	1074.3	16759.7	94%	
	603.7	17230.3	96%	
3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫+攪拌	1031	16803	94%	95%
	1059	16775	94%	
	670	17164	96%	
3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫+攪拌+靜電板	542.5	17309.5	97%	97%



圖十四：不同狀況下第四代裝置 油煙氣微粒 濃度變化比率

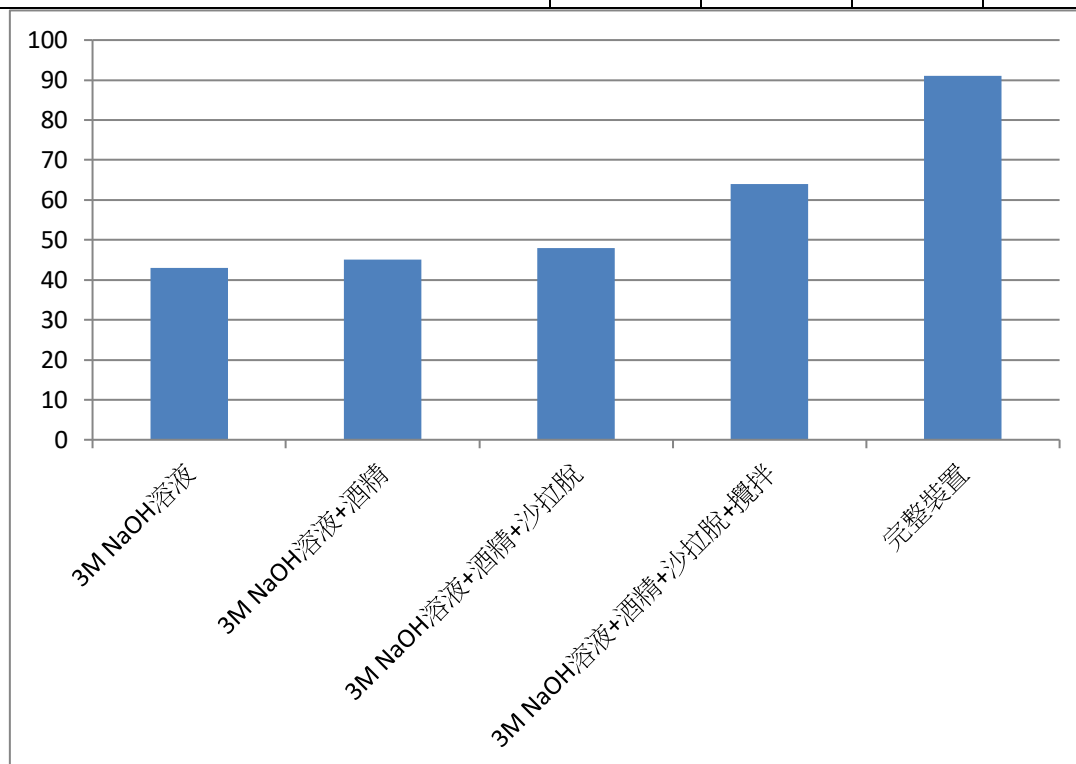
八、第四代裝置 未經過檢測桶(僅通過淨化桶) 油煙氣微粒 濃度變化

單位: 個微粒/每 0.01 立方英尺

表九 :

環境背景濃度: 683 初始油煙濃度:17834

	反應後	改變差	吸收率	平均
3M NaOH 溶液	9587.55	7796.45	45%	43%
	9957.42	7426.58	42%	
	10014.61	7369.39	42%	
3M NaOH 溶液+酒精	8731.88	8652.12	50%	49%
	8814.79	8569.21	49%	
	9191.44	8192.56	47%	
3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫	7597.79	9786.21	56%	52%
	8660.86	8723.14	50%	
	8493.69	8890.31	51%	
3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫+攪拌	5247.77	12136.23	69%	68%
	5185.29	12198.71	70%	
	5917.78	11466.22	66%	
完整裝置, 3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫+攪拌+靜電板	1517.39	16316	91%	91%
	1917.39	15916	89%	
	1117.39	16716	94%	



圖十四：不同狀況下第四代裝置 未經過檢測桶(僅通過淨化桶) 油煙氣微粒 濃度變化比率

陸、討論

一、有關第一代油煙淨化裝置問題:

(一) 第一代裝置是模仿市面上抽油煙機，去除濾網的構造，加上我們的皂化反應裝置。原本我們在漏斗狀的吸煙口處黏上鋁箔紙，原因是怕溫度太高墊板融化，但實驗後我們發現鋁箔幾乎沒有效果，而且不只墊板做的漏斗，就連塑膠管也會因為油氣溫度太高而軟化。另外吸油煙管道也不夠密閉，油煙外洩嚴重。

所以，我們在第二代裝置中就把墊板及塑膠管換成小吃店抽油煙機連接的鋁管，並且改變鋁管的口徑大小，製作成漸縮的吸風管，讓鋁管能完全罩住蒸發皿，防止油煙外洩；漸縮的吸油煙管道能讓吸進來的油煙在進入淨化桶內的時候速度加快，打起更多水花。而鋁管因為是金屬材質，容易將高溫油煙的熱藉由傳導與輻射的方式散出，藉以降溫，故不會造成後端接淨化桶的塑膠軟管融化。

(二) 第一代裝置的淨化桶，我們用 6 公升的飲用水寶特瓶，在操作過程中發現寶特瓶的質地太軟，容易變形。因此，我們第二代裝置改用質地較堅硬的大塑膠桶，以免在操作過程中，因壓力差過大造成變形損壞。也可以使用功率較高的風扇馬達，增加吸煙效率。

(三) 風扇馬達最初是使用散熱用小風扇，後來因為功率太低，改用吹風機的風扇馬達。但是吸器功率高除了造成原本淨化桶變形外，在排放過濾後的空氣時會使檢測燒杯內的氫氧化鈉溶液產生太大的水花，溶液四濺形成汙染。為了改善此狀況，我們在第二代裝置改成用 6 公升的飲用水寶特瓶當放置檢測液的容器，並在其頂端鑽小孔並加保護罩，解決壓力及噴濺的問題。也讓我們考慮可以用功率更高的吸塵器風扇馬達。

(四) 第一代裝置，淨化桶及檢測燒杯內均以 1M 氫氧化鈉溶液進行吸附，考慮到皂化反應的產物會改變溶液的透光度，故以溶液吸光率變化來定量皂化反應效率。當然也可能含有乳化油滴影響。為使測量準確，顧慮初始光的照度背景條件需相同，我們用玻璃罐、LED 燈、充電電池組成透光度偵測瓶；溶液高度，燈源距離，電池電壓需相同，也組成測光架及測光暗箱。

(五) 根據表二及表三的結果，得知氫氧化鈉溶液的淨化效果較水為優。而水也有吸附淨化效果，可能是乳化效應所造成。

二、第二代油煙淨化裝置問題

在第二代裝置中由於吹風機的馬達在操作中吸入氫氧化鈉溶液，造成馬達內部卡結晶，運轉過熱，出現小火花。而且風扇馬達與淨化桶的連接軟管容易脫落漏氣，故將接管改為硬質 PE 水管。故在第三代裝置換了高功率吸塵器馬達後，為了避免馬達再度吸入氫氧化鈉溶液，我們在本體蓋子連接馬達的部分加裝了 L 型水管，並在水管中塞入海棉，一方面減少吸力，一方面吸收被吸上來的氫氧化

鈉水霧。

因為加了過濾海綿，淨化桶中的水花大量減少，所以考慮加入酒精做界面活性劑，提高氫氧化鈉與油煙接觸碰撞的機率，藉以提高反應速率。但是因為酒精有可燃性，為安全起見，我們僅加了 20 毫升(約百分之一的體積)，並加了 5 毫升的沙拉脫。但是因為三代裝置仍遇到馬達過熱故障的問題，故此階段仍未得知界面活性劑的效果，直到第四代裝置才知其提升效能有限。

三、第三代油煙淨化裝置的問題

(一) 第三代裝置的馬達在沒有氫氧化鈉結晶的情況下也因過熱而燒壞了，主因可能是因管道密閉造成散熱不佳所致。所以在第四代在換了馬達後，我們新增了冷卻裝置，即將 5mm 細水管纏繞在馬達上，再利用虹吸原理讓冰水通過細水管，藉此用水降低馬達的溫度，防止燒壞；實驗證明效能甚佳，未再發生過熱故障的問題。

(二) 因三代裝置的淨化桶水花甚小，為了加強皂化反應效率，在第四代裝置中新增了自製電磁攪拌器攪拌溶液；我們以廢棄 CD Player 的轉盤馬達，配合 CD 片及磁鐵、磁棒組成電磁攪拌器，目的仍在增加油煙和氫氧化鈉溶液的接觸機會，藉以提升反應速率。

(三) 更進一步，我們也製作了靜電吸油裝置，主要是利用電漿球內有特斯拉線圈，可產生高壓電荷，只要在球體表面固定一元銅板，藉由鱷魚線將電荷導入鋁板即可使鋁板成為靜電板；因為我們手碰鋁板有觸電反應，故肯定鋁板有聚集靜電荷。原先我們考慮使用銅片為靜電板，但是因銅片在氫氧化鈉溶液會起化學反應而變黑，而鋁片表面會有三氧化二鋁形成的保護面，故在反應過程中性質未變，故採用之。

此一裝置思考起源是靜電塑膠尺吸附不帶電紙屑，想到油煙微滴質量小，應該可行，又市面上亦有靜電吸附式的抽油煙機，故採行此設計。接上電漿球的鋁板藉集中的靜電荷使油滴在淨化桶中被吸附，減少在空氣中的油滴微粒量。攪拌中的氫氧化鈉的溶液會沖刷金屬板，將上面附著的油滴沖刷下來並進行皂化，提高反應效率。

四、關於第四代的效能檢測

(一) 原本僅用氫氧化鈉溶液吸光度改變來定量淨化效能，發現思考太過單一；考慮若多次淨化後，油滴乳化與皂化產物，甚至因高溫產生變化的油滴產物皆可能對檢測產生干擾。故考慮在較成熟的第四代裝置，配合溶液導電度的測量與煙霧微滴的偵測來進行綜合的檢測。

以 Grove 灰塵傳感器偵測油煙與空氣中微粒濃度變化，接上 Arduino UNO 板及行動電腦，觀察淨化過程中，油煙微粒濃度的變化。偵測值為每 0.01 立方英尺，超過 1 微米($1\ \mu\text{m}$)的微粒數目。

根據文獻探討，一般油煙微滴，大約有 30% 小於 1 微米($1\ \mu\text{m}$)，但我們覺得

微滴更小，反應接觸面積相對更大，應該更容易吸附乳化，進行反應；殘留量應該很低，故不予考慮。

(二) 根據圖十到圖十四的結果判斷，

1.由於我們是在不更換氫氧化鈉溶液的情況下，進行三次相同條件的檢驗，由淨化桶的吸光度來判斷，第一次的吸光率變化最高，代表油煙吸附效能最高；而第二次與第三次的吸光率變化則沒有顯著差異。就變化量的比較，第二次與第三次的淨化比率約為第一次的三分之二。而第二次與第三次的檢測桶溶液吸光度改變比例約為第一次的 1.5 倍。證明皂化或乳化產物有影響淨化桶油煙吸附效率，使其降低；或許可藉由降低比例的觀察決定更換溶液時機。

2.經過檢測桶的二次淨化的氣體，由煙霧微粒偵測得知，淨化效率可達百分之九十以上。而先由濾網處理的油煙，殘留量仍然高，可以由其檢測桶的吸光度變化最多得知，而其再經檢測桶淨化處理，殘留煙霧微粒仍比二次皂化反應淨化後高(微粒數約 2 倍)。我們在操作時，二次皂化淨化後的空氣，幾乎沒有油煙味，而所測得的微粒數數值與環境背景相近，證明結果是相符合的。

3.由檢測結果得知，經過二次淨化的氣體，由煙霧微粒偵測得知，不論第一次淨化的處理模式為何，淨化效率皆可達百分之九十以上。因此我們考慮，加了各類處理裝置後的淨化桶，是否可能一次淨化即可。由煙霧微粒偵測得知，除了加靜電板的完整版裝置可達百分之九十以上的淨化效率，其他組裝仍需要二次淨化才可達到高比例的淨化效能。

4.由吸光度的改變比率與導電性改變比率來判斷，加界面活性劑並未提升吸附效率，似乎反而有降低吸附效率傾向，而且檢測桶的吸附比率提高，證明淨化桶的效能確實有降低。推測可能是沙拉脫與酒精影響導電度與吸光度的測量，也有可能是沙拉脫的有機分子影響皂化反應。由反應效率與安全考量，不建議在溶液中加界面活性劑。

5.由三種檢測實驗結果得知，加入電磁攪拌器確實使油煙溶解淨化效率提高，可能是因分子碰撞頻率提高的結果。而靜電板的加入，更是大大提高淨化油煙效率，由淨化桶溶液的吸光度與導電度變化均可證明。至於加靜電版在檢測桶中的吸光度與導電度變化仍然最高，我們推測，可能是空氣中的油煙微粒帶有靜電荷，根據密利根油滴試驗推論確有此可能，進而增加與氫氧化鈉結合作用的機率，提高反應效率。

6.考慮到裝置的實用性，我們有連續進行完整版裝置的效能測試，依原本設計模組重複三輪，發現淨化效能仍可達百分之九十以上。而氫氧化鈉溶液的更換，原本的考量是氫氧根會因皂化反應而減少，故以稀釋後 pH 值變化來定量，但是考慮到電極的汙染，故以導電度測量來取代。

柒、結論

- 一、在封閉管道中以強力風扇造成強力氣流，使得煙霧因負壓而流入淨化桶，以正壓力壓入檢測桶，配合附屬裝置作用，二次皂化淨化可得到超過 90% 的淨化效率，淨化後的氣體微粒殘留濃度近於環境背景值，較傳統過濾集油的方式佳。
- 二、酒精加入氫氧化鈉溶液，並未顯著提升淨化效率，可能是因為量太少或是沙拉脫的有機分子干擾反應或檢測。
- 三、加入電磁攪拌器作用與靜電集油板，吸附及皂化效率均提高。在未經二次淨化的情況下，仍可達百分之九十以上的淨化效率，可考慮一次淨化即可。
- 四、淨化桶的氫氧化鈉溶液使用多次後淨化效率會有下降趨勢，可藉由溶液透光度、pH 值、導電度檢測，或檢測桶的吸附量，殘留油煙微粒量，來決定是否更換。
- 五、若抽油煙機可結合風牆裝置形成封閉吸油煙通道，配合抽氣與二次皂化反應，可解決油汙處理，而排放的氣體也不會造成空氣汙染。皂化後鹼液，可先淨置一段時間，使反應完整。肥皂可利用，鹼液可中性化後再排放，避免汙染。

捌、參考資料及其他

1. 一個員工餐廳的靜電除油煙機的控制效率
國立交通大學 碩士論文 作者:吳姿樺
2. 油脂皂化反應的實驗設計與探討
國立台南海事水產職業學校 臺灣國際科展 作者：吳誌偉、吳俞霖
3. 康軒版國中自然與生活科技第三冊 第五章 溫度與熱
4. 康軒版國中自然與生活科技第四冊 第四章 反應速率與反應平衡，
影響反應速率因素 第五章有機化合物，皂化反應
第六章 力與壓力，大氣壓力
5. 康軒版國中自然與生活科技第五冊 第四章 電，靜電現象
6. 康軒版國中自然與生活科技第六冊 第一章 電流磁效應
7. 觀念物理三 物質三態，熱學 休伊特 著 天下出版
8. 觀念物理五 電磁學，核物理 休伊特 著 天下出版

9. 觀念化學二 化學鍵，分子 蘇卡其 著 天下出版
10. 觀念化學三 化學反應 蘇卡其 著 天下出版
11. 林安宣老師 創意教具 DIY 電磁攪拌器
<http://10930984547.blogspot.tw/search/label/%E5%B7%A5%E5%85%B7>
12. 阿簡生物筆記 Arduino 運用
<http://a-chien.blogspot.tw/>

【評語】 030820

1. 以生活中常見的抽油煙機為素材，以皂化反應將引入之油煙製成肥皂，輔以光度分析及煙霧微粒檢測，確認淨化效果。實驗設計自第一代至第四代之裝置，有清楚的說明。
2. 皂化反應引入油煙處理過程，可使煙油轉成肥皂，提升油煙去除率。
3. 研究內容生活化，能引發學生興趣。
4. 裝置發展過程中，越趨複雜，在文獻探討時，如能加入與文獻相關報導之比較，就較能呈現其價值，而且如能集中在創新的設計與成果之探討會較好。
5. 改進效果有限，實用性待加強。
6. 感覺上設備體積有一點大，雖然有煙吸附效率提升，一般家庭未必合適，可朝大量集煙處理方向思考。
7. 可加強實際皂化速率提升時間的數據，實驗如能量化處理，將會更佳。

作品海報

前言

由於現在市售抽油煙機多為將油煙集中到集油罐或集油電板，此方法除了油汙處理麻煩，淨化效能不高，排氣油煙殘留亦高，造成相當的汙染。所以我們嘗試將皂化反應引入油煙處理過程，使油煙轉化成肥皂，避免後續油汙處理及空氣汙染問題。我們的油煙淨化裝置設計著重於集中油煙，加速皂化，組裝偵測儀器。並運用國中所學原理改良裝置，以全罩式油煙導管、漸縮管、強化風扇組合、靜電吸油裝置，使油煙有效流入淨化桶並留住油煙；提高皂化反應方面我們將油煙以小泡泡的方式通入氫氧化鈉溶液；我們也嘗試在淨化溶液中加入界面活性劑，但數據顯示並沒有明顯提升本裝置的效能。以第四代裝置為例，依透光度、導電度分析及煙霧微粒檢測，得知二次淨化處理後，可達百分之九十五以上淨化率，接近空氣背景值。

研究設備與器材



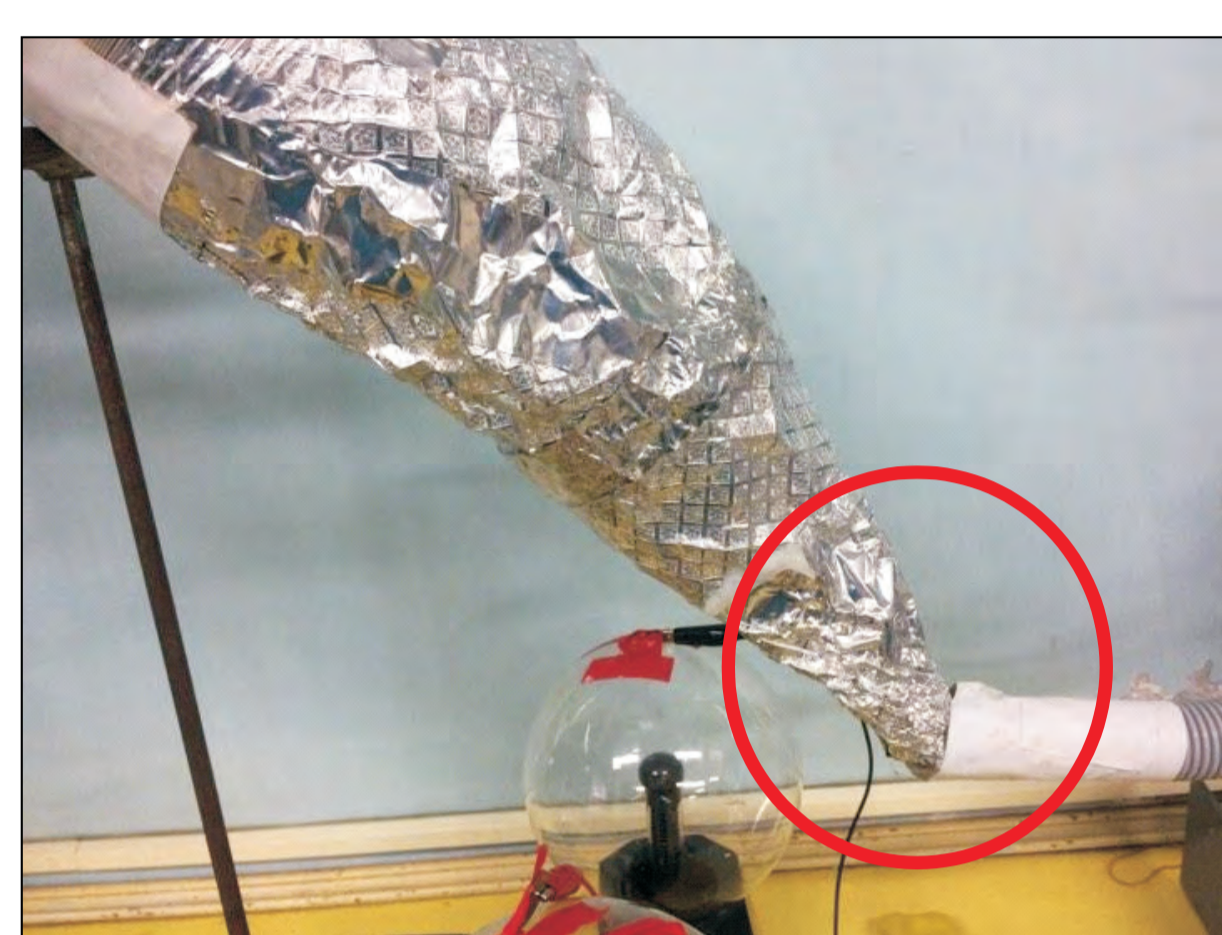
導電度計



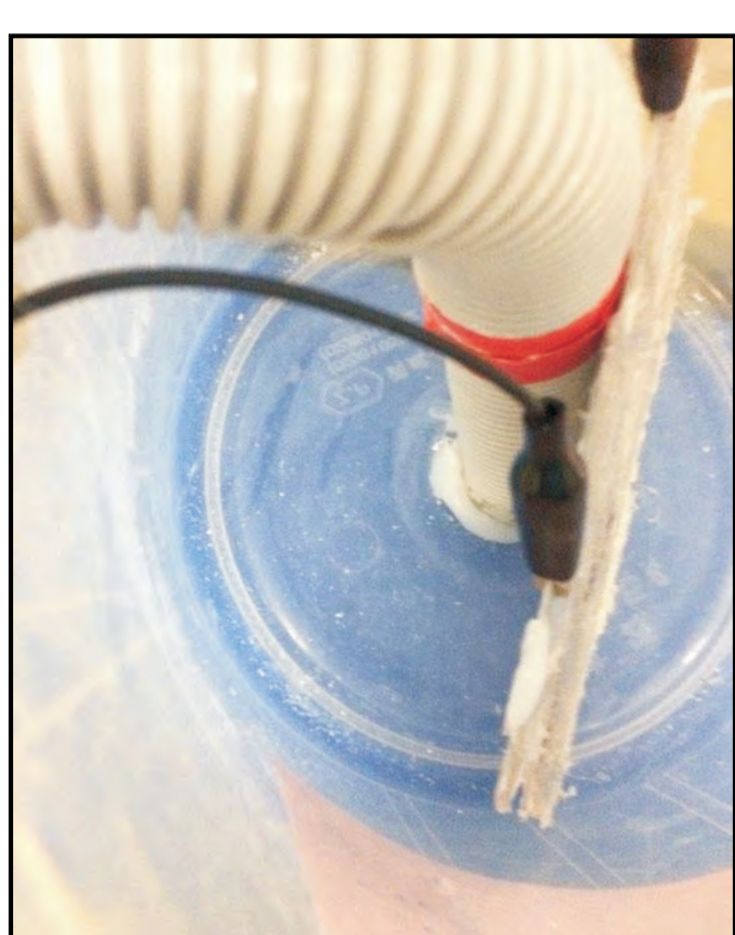
光度計



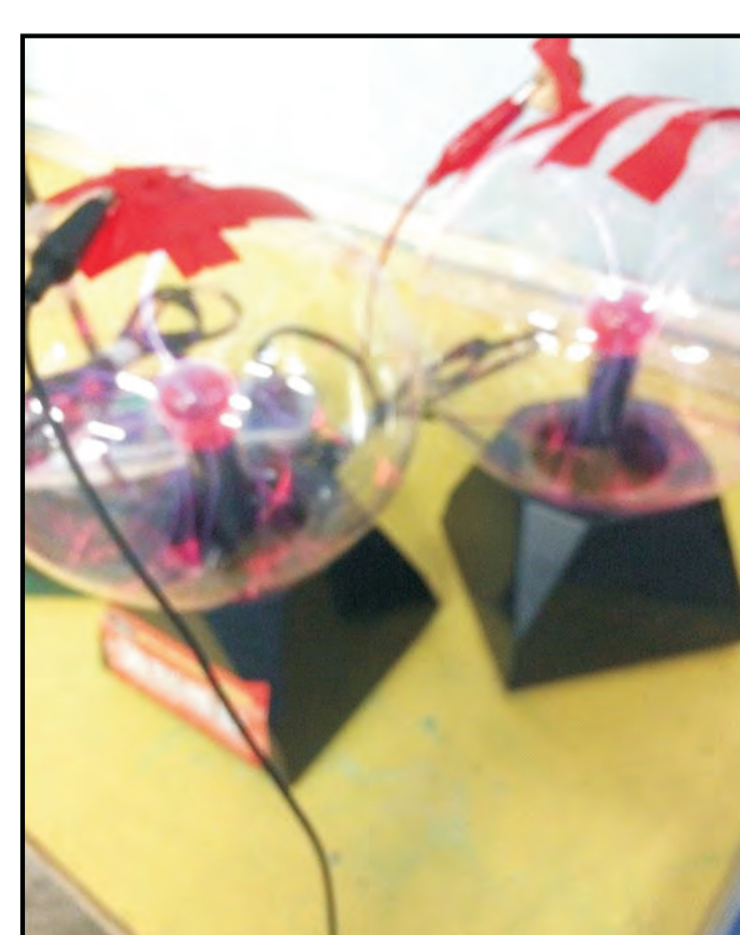
自製暗箱



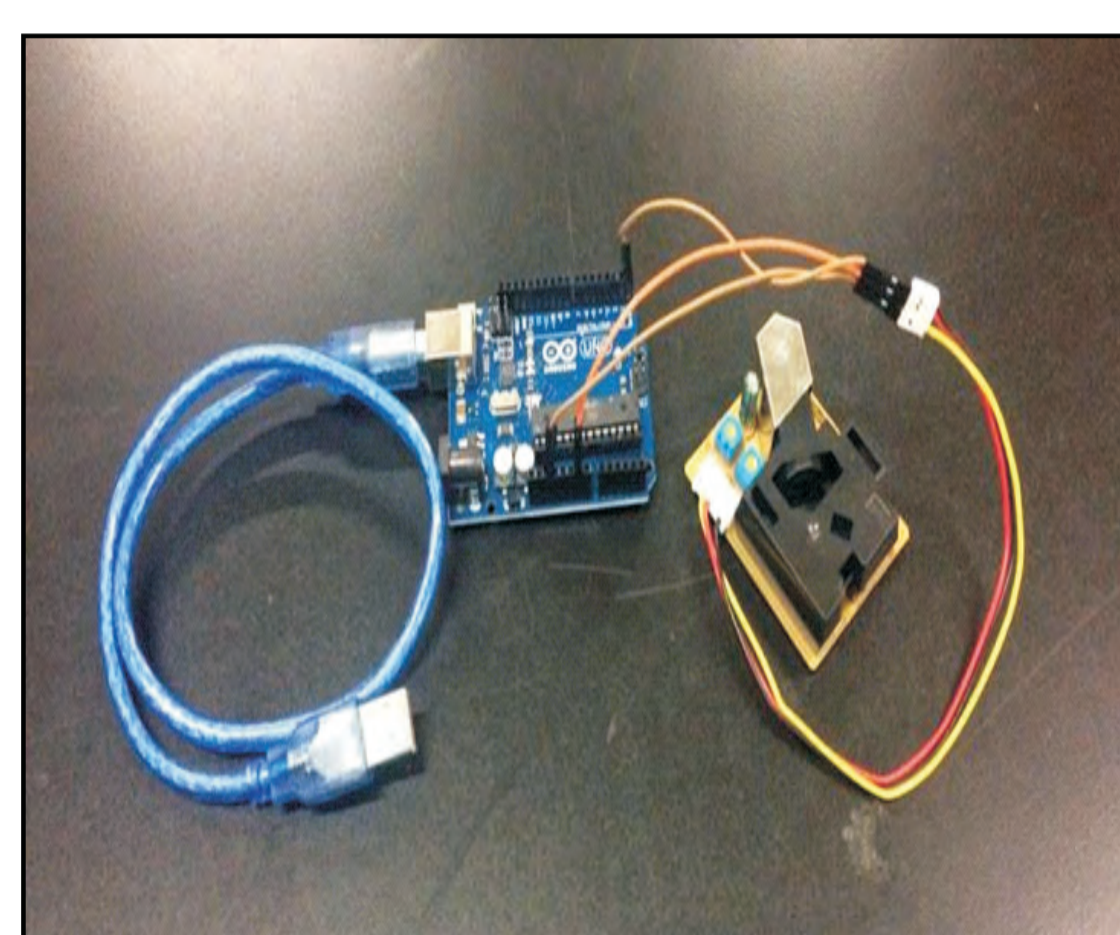
漸縮管



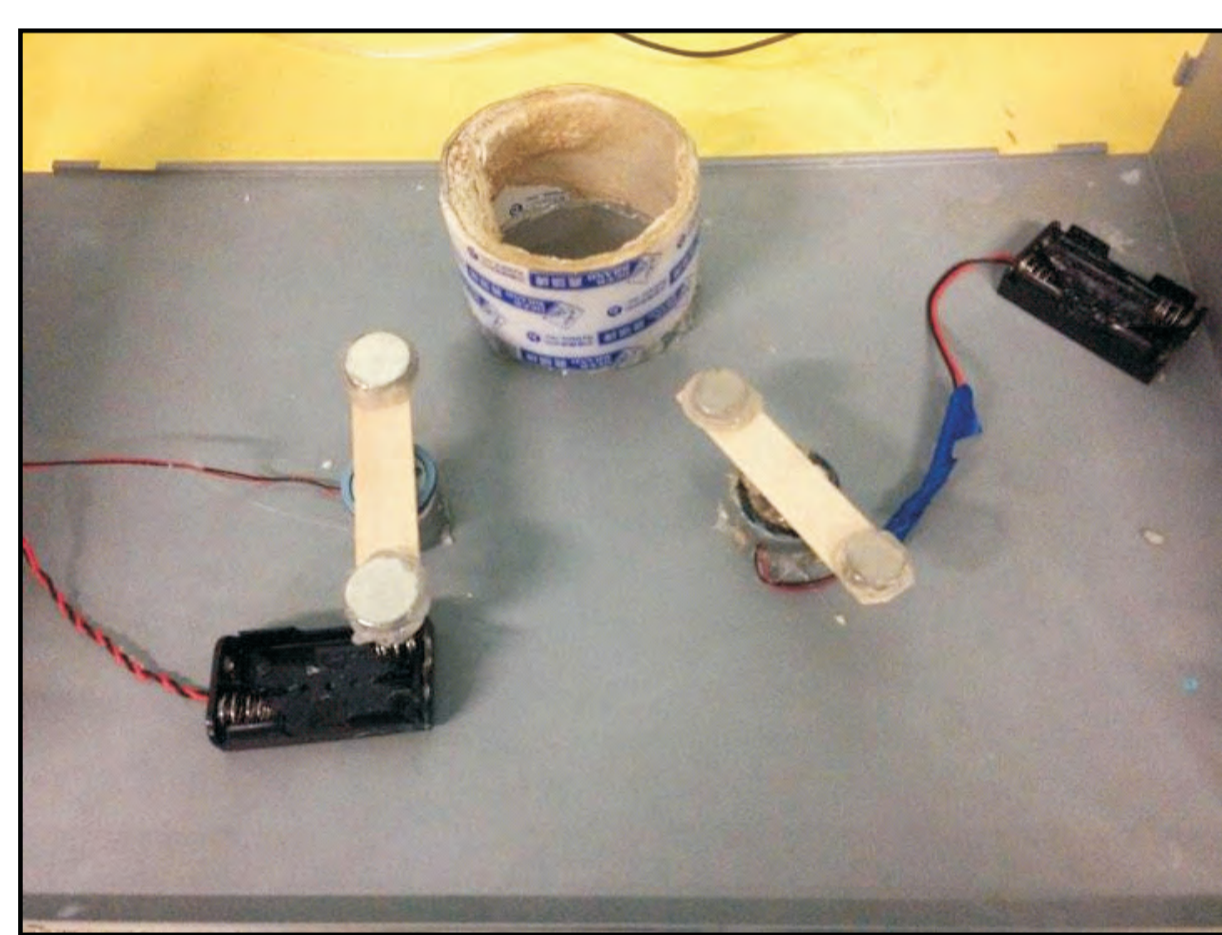
自製靜電板裝置



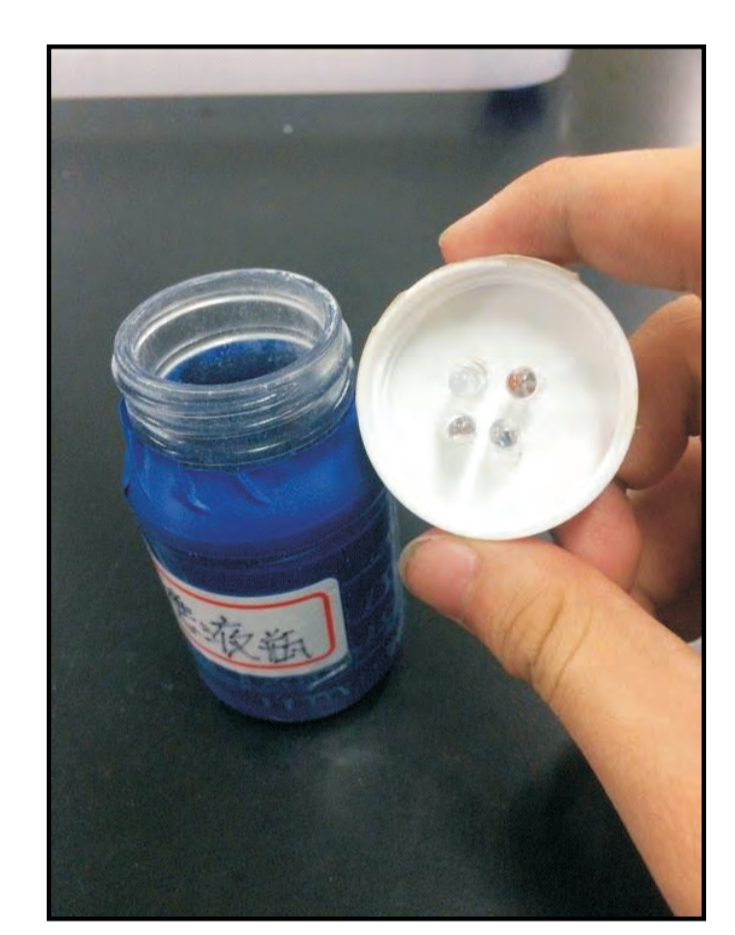
電漿球



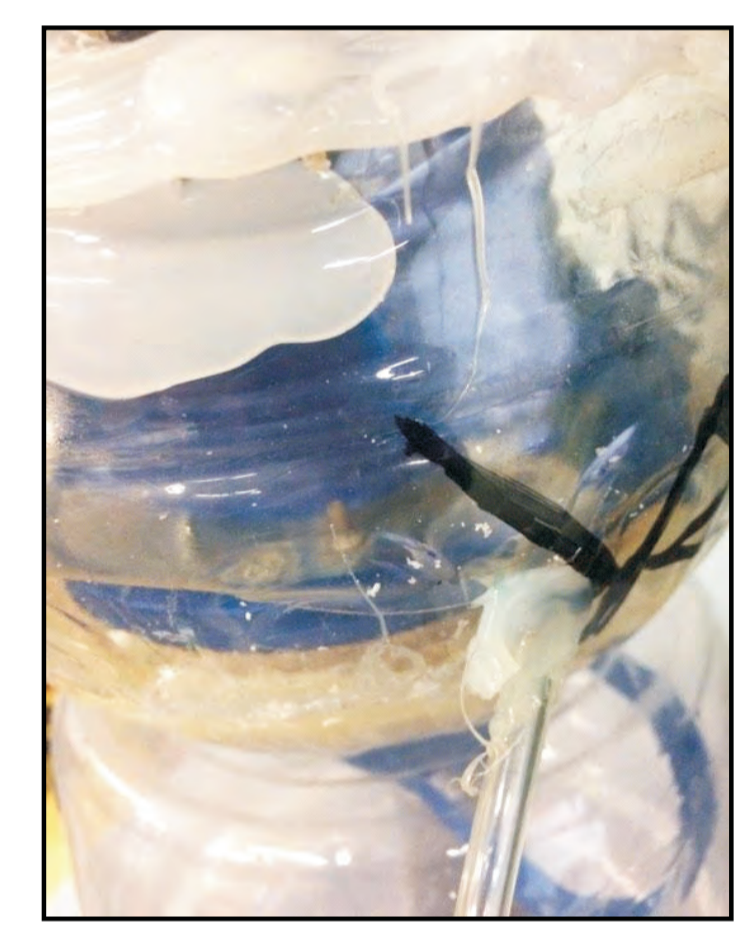
空氣微粒濃度感測器



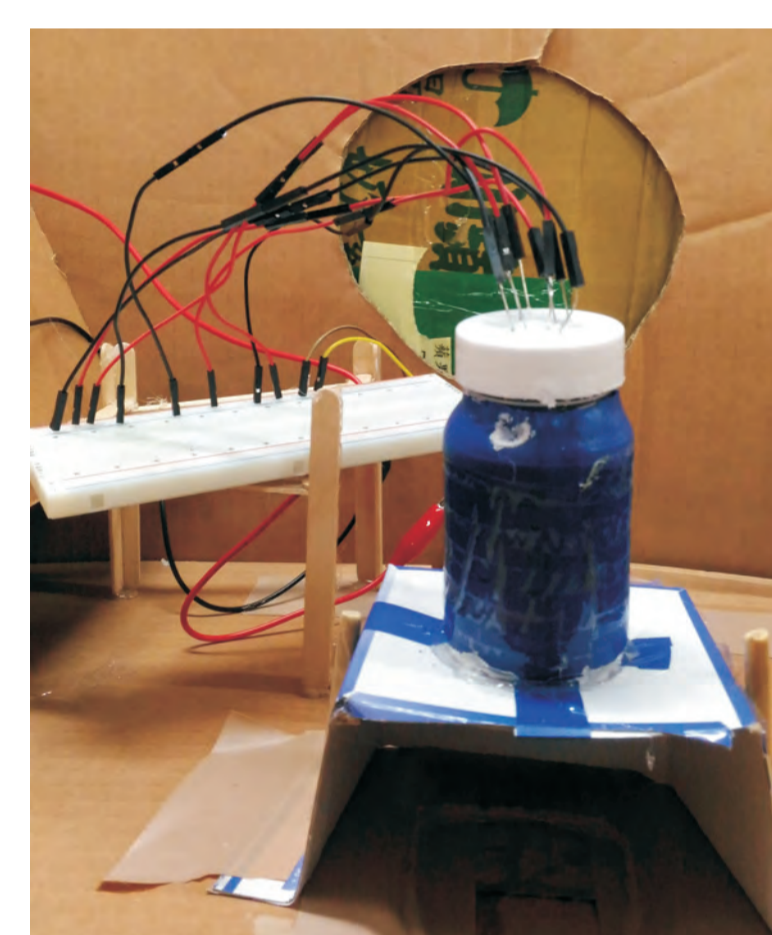
電磁攪拌器



透光度檢測瓶



馬達冷卻管



暗箱內部構造

研究流程及方法

廢液處理流程

- 將油煙導入淨化溶液中進行皂化

- 測酸鹼值至一定程度
- 換下溶液靜置製皂化完成

- 研析分離出肥皂
- 加鹽酸中和溶液即可排放

淨化油煙

皂化完成

廢液排放

文獻探討

- 各式抽油煙機的油煙處理方式
- 抽氣及氣流引導裝置及原理
- 食用油受熱的物理變化及可能的化學反應
- 皂化反應原理，提升反應速率的概念
- 煙霧偵測裝置、電磁攪拌器、油煙靜電裝置的設計原理

道具設計

- 設計原理: ● 參見「各代裝置比較」
 1. 集中油煙
 2. 加速皂化反應

測量方式

- 間接測量:
 1. 透光度改變率
 2. 導電度改變率
- 直接測量: 油煙微粒濃度變化

廢液處理

- 測酸鹼值至一定程度
 1. 靜置至皂化反應完全
 2. 鹽析分離出肥皂
 3. 加鹽酸中和廢液
 4. 鹽水稀釋後排放

各代裝置比較

第一代裝置



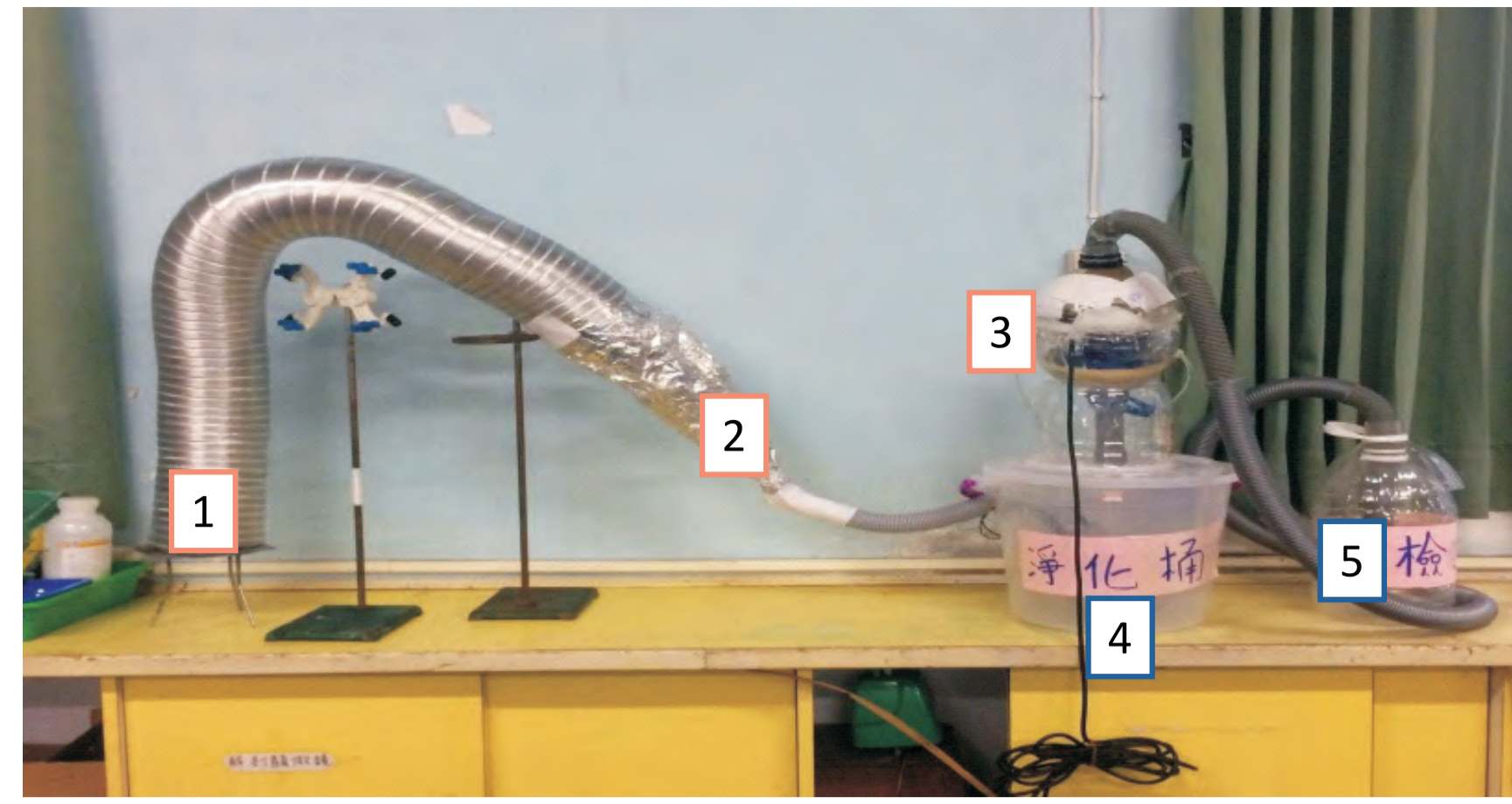
- 1.以5L寶特瓶為淨化桶
- 2.以吹風機風扇作為馬達

第一代裝置是模仿市面上抽油煙機，去除濾網的構造，加上我們的皂化反應裝置。

第一代油煙淨化裝置的問題
我們在漏斗狀的吸煙口處黏上鋁箔紙，原因是怕溫度太高墊板熔化。實驗後我們發現鋁箔幾乎沒有效果。另外吸油煙管道也不夠密閉，油煙外洩嚴重。淨化桶的部分，我們用6公升的飲用水寶特瓶，在操作過程中發現寶特瓶的質地太軟，容易變形。

風扇馬達最初是使用散熱用小風扇，後來因為功率太低，改用吹風機的風扇馬達。

第二代裝置



第二代裝置更改項目

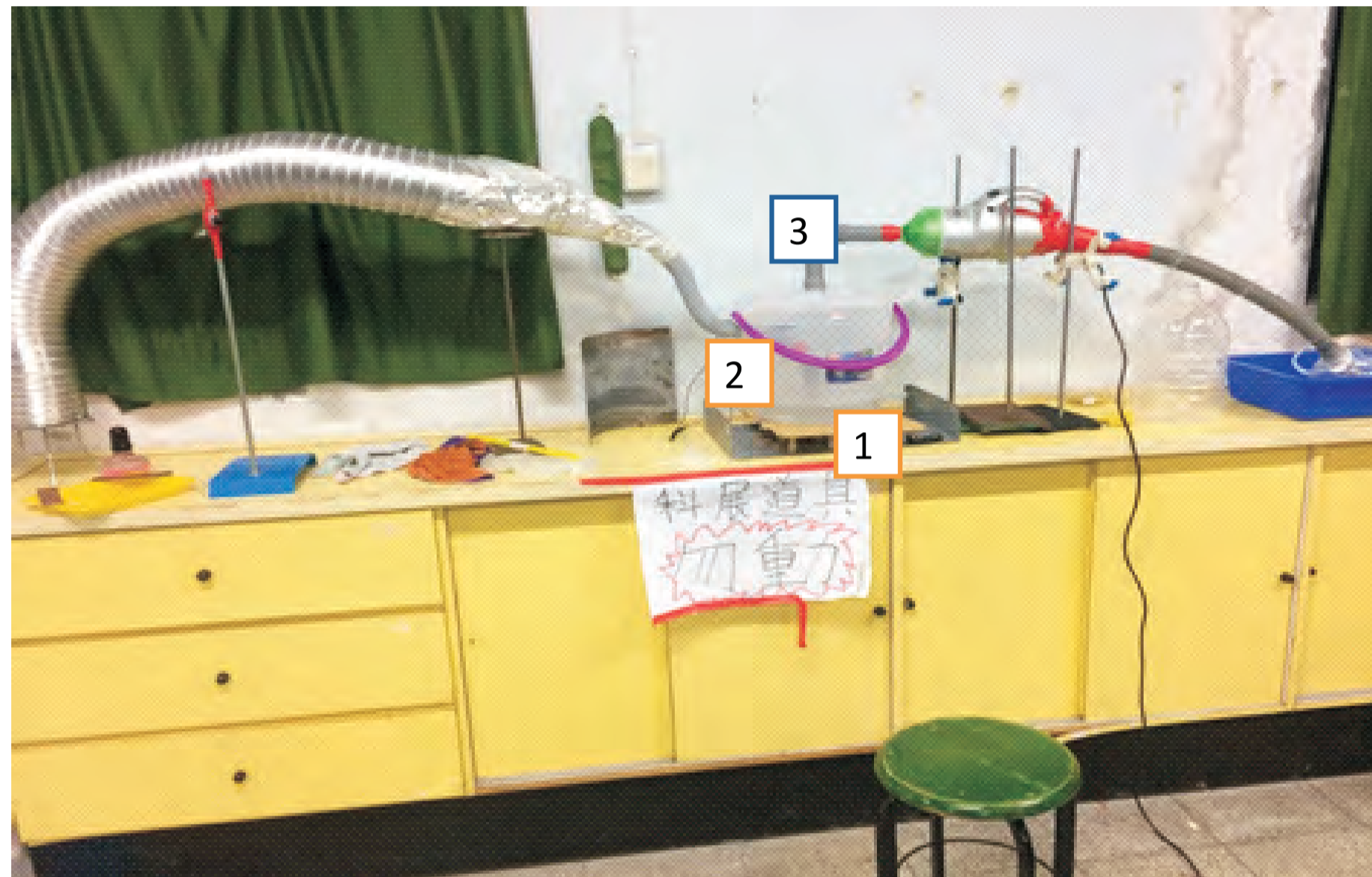
- 1.改用粗鋁管作為吸風管，完全罩住蒸發皿
- 2.粗鋁管做成漸縮管，加快流速
- 3.功率較高的吸塵器馬達
- 4.淨化桶改用硬質塑膠桶
- 5.檢測桶改用6公升寶特瓶

第二代裝置討論:

- 1.第二代裝置中把塑膠管換成小吃店抽油煙機連接的鋁管，並且改變鋁管的口徑大小，製作成漸縮的吸風管，讓鋁管能完全罩住蒸發皿，防止油煙外洩；漸縮的吸油煙管道能讓吸進來的油煙在進入淨化桶內的時候速度加快，打起更多水花。而鋁管因為是金屬材質，容易將高溫油煙的熱藉由傳導與輻射的方式散出，藉以降溫。
- 2.第二代裝置的淨化桶為配合功率較高的風扇馬達，改用質地較堅硬的大塑膠桶，以免在操作過程中，因壓力差過大造成變形損壞。
- 3.吸器功率高除了造成原本淨化桶變形外，在排放過濾後的空氣時會使檢測燒杯內的氫氧化鈉溶液產生太大的水花，溶液四濺形成汙染。為了改善此狀況，我們在第二代裝置改採用6公升的飲用水寶特瓶當放置檢測液的容器，並在其頂端鑽小孔並加保護罩，解決壓力及噴濺的問題。

二、第二代油煙淨化裝置問題
在第二代裝置中由於吹風機的馬達在操作中吸入氫氧化鈉溶液，造成馬達內部卡結晶，運轉過熱，出現小火花。而且風扇馬達與淨化桶的連接軟管容易脫落漏氣，故將接管改為硬質PE水管。

第三代裝置



第三代裝置更改項目

- 1.加入酒精做界面活性劑
- 2.在淨化桶的進氣軟管末端製造許多小孔，使氣體通入氫氧化鈉溶液時產生大量氣泡
- 3.U形水管加海綿，防止氫氧化鈉水霧進入馬達

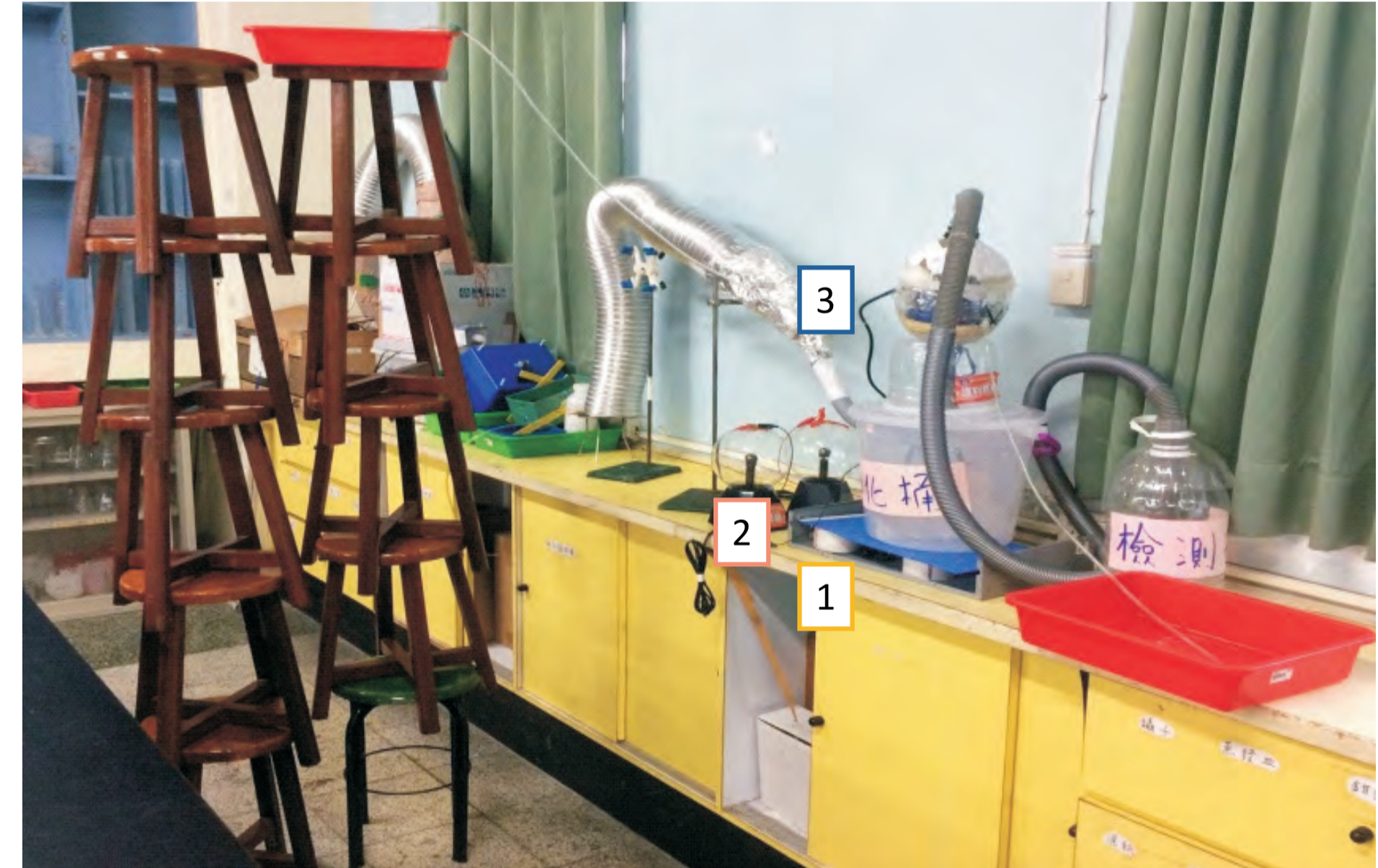
第三代油煙淨化裝置的討論

為了避免馬達再度吸入氫氧化鈉溶液，我們在本體蓋子連接馬達的部分加裝了L型水管，並在水管中塞入海綿，一方面減少吸力，一方面吸收被吸上來的氫氧化鈉水霧。

因為加了過濾海綿，淨化桶中的水花大量減少，所以考慮加入酒精做界面活性劑，提高氫氧化鈉與油煙接觸碰撞的機率，藉以提高反應速率。但是因為酒精有可燃性，為安全起見，我們僅加了20毫升，並加了5毫升的沙拉脫。

第三代油煙淨化裝置的問題
第三代裝置的馬達在沒有氫氧化鈉結晶的情況下也因過熱而燒壞了，主因可能是因管道密閉造成散熱不佳所致。2.因三代裝置的淨化桶水花甚小。

第四代裝置



第四代裝置更改項目

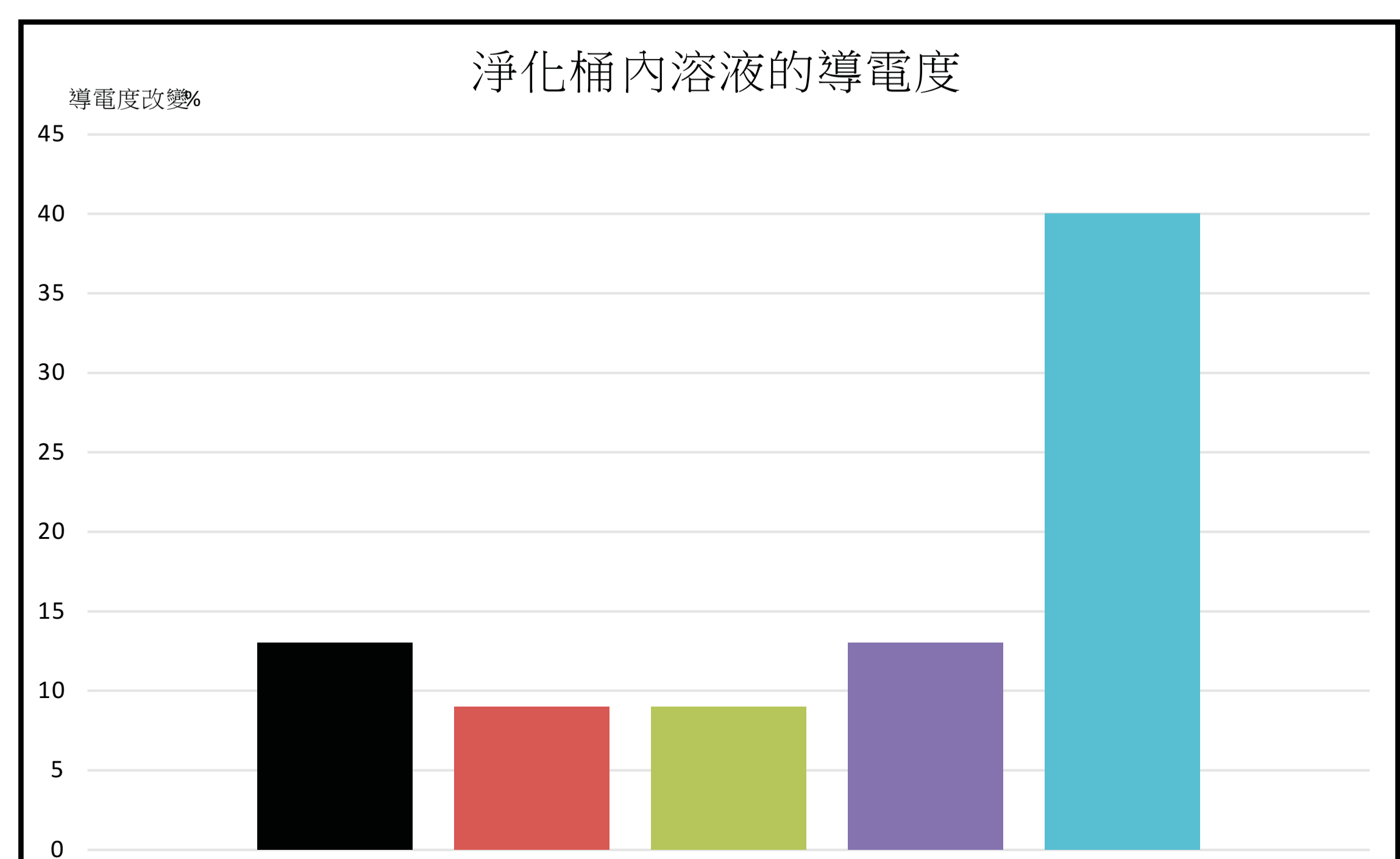
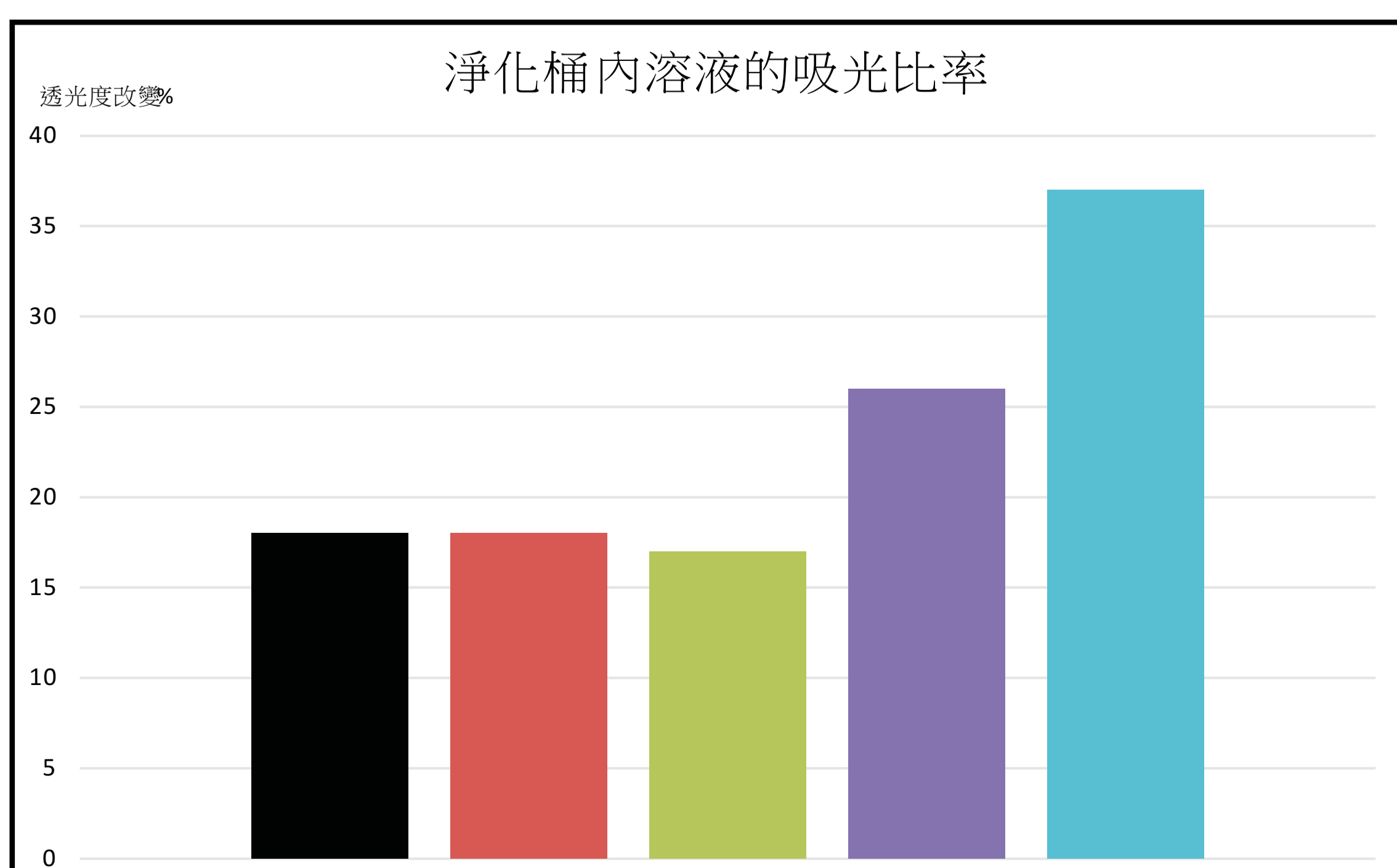
- 1.新增自製電磁攪拌器
- 2.增加靜電板吸附油煙
- 3.馬達外包覆細水管以用來冷卻馬達

第四代油煙淨化裝置的討論

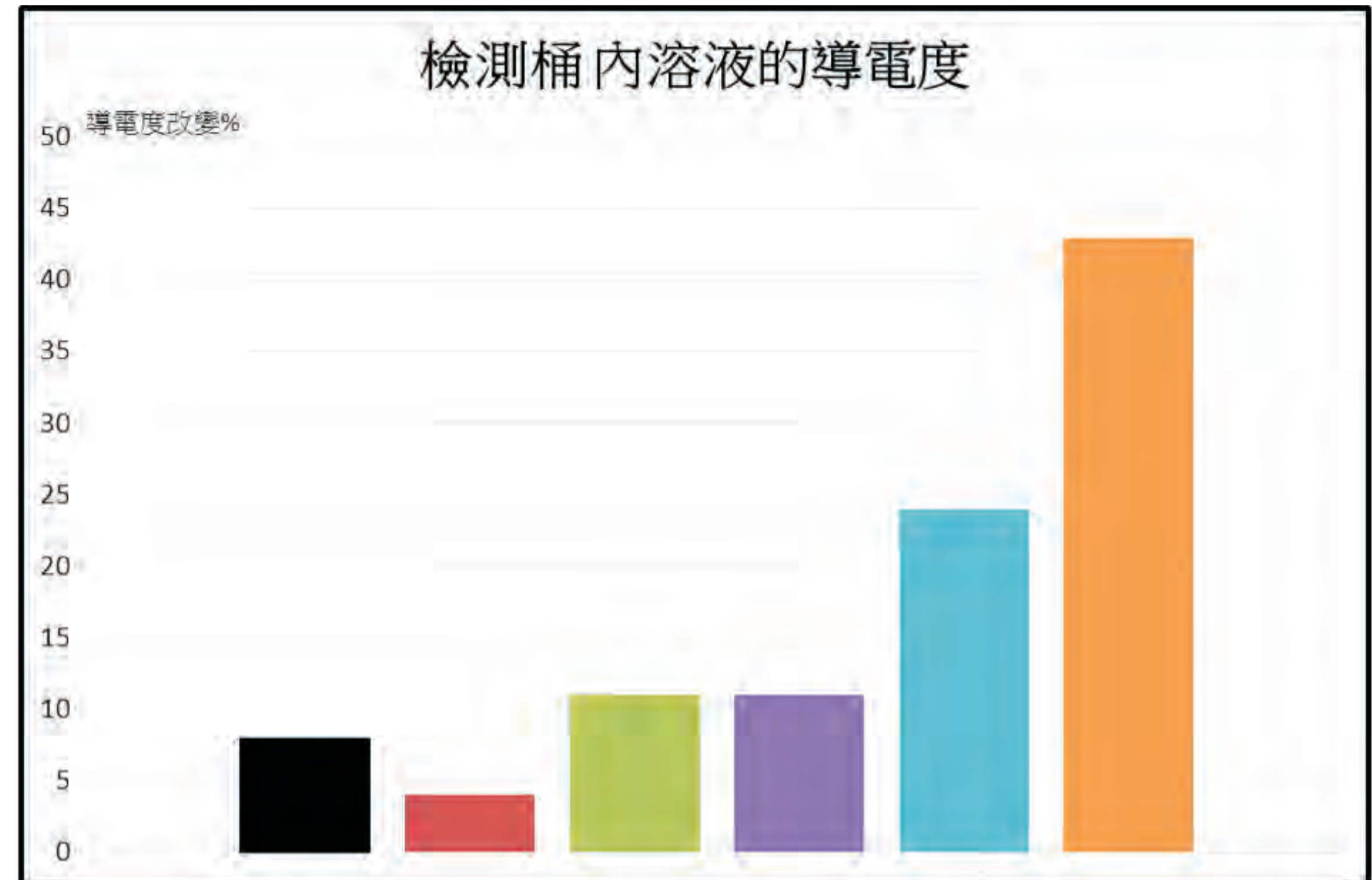
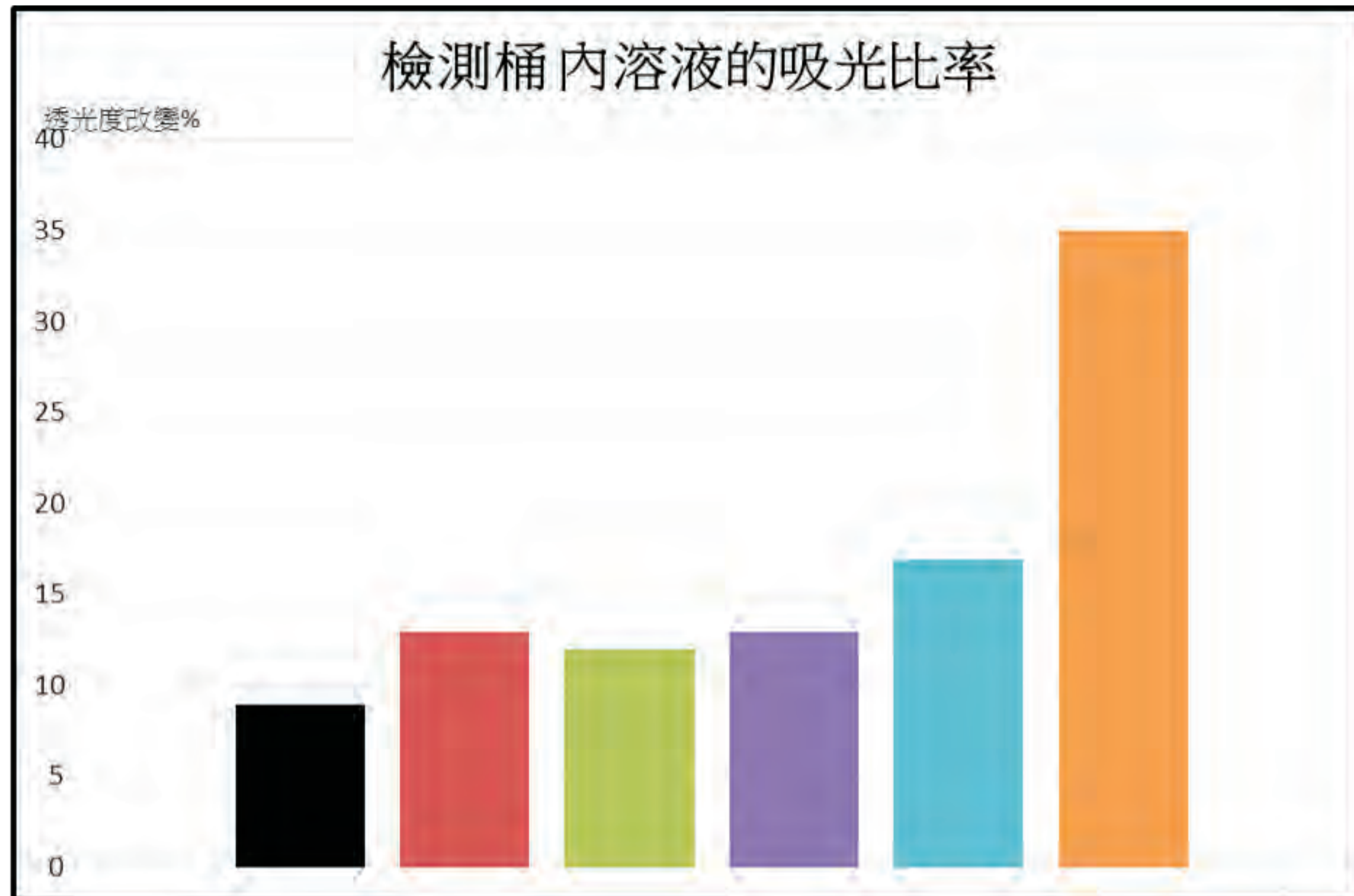
- 1.為處理馬達過熱問題，在第四代在換了馬達後，我們新增了冷卻裝置，即將5mm細水管纏繞在馬達上，再利用虹吸原理讓冰水通過細水管，藉此用水降低馬達的溫度，防止燒壞；實驗證明效能甚佳，未再發生過熱故障的問題。
- 2.為了加強皂化反應效率，在第四代裝置中新增了自製電磁攪拌器攪拌溶液；我們以廢棄CD Player的轉盤馬達，配合CD片及磁鐵、磁棒組成電磁攪拌器，目的仍在增加油煙和氫氧化鈉溶液的接觸機會，藉以提升反應速率。
- 3.更進一步，我們也製作了靜電吸油裝置，主要是利用電漿球內有特斯拉線圈，可產生高壓電荷，只要在球體表面固定一元銅板，藉由鱷魚線將電荷導入鋁板即可使鋁板成為靜電板；此一裝置思考起源是靜電塑膠尺吸附不帶電紙屑，想到油煙微滴質量小，應該可行，又市面上亦有靜電吸附式的抽油煙機，故採行此設計。接上電漿球的鋁板藉集中的靜電荷使油滴在淨化桶中被吸附，減少在空氣中的油滴微粒量。攪拌中的氫氧化鈉的溶液會沖刷金屬板，將上面附著的油滴沖刷下來並進行皂化，提高反應效率。

研究結果與討論

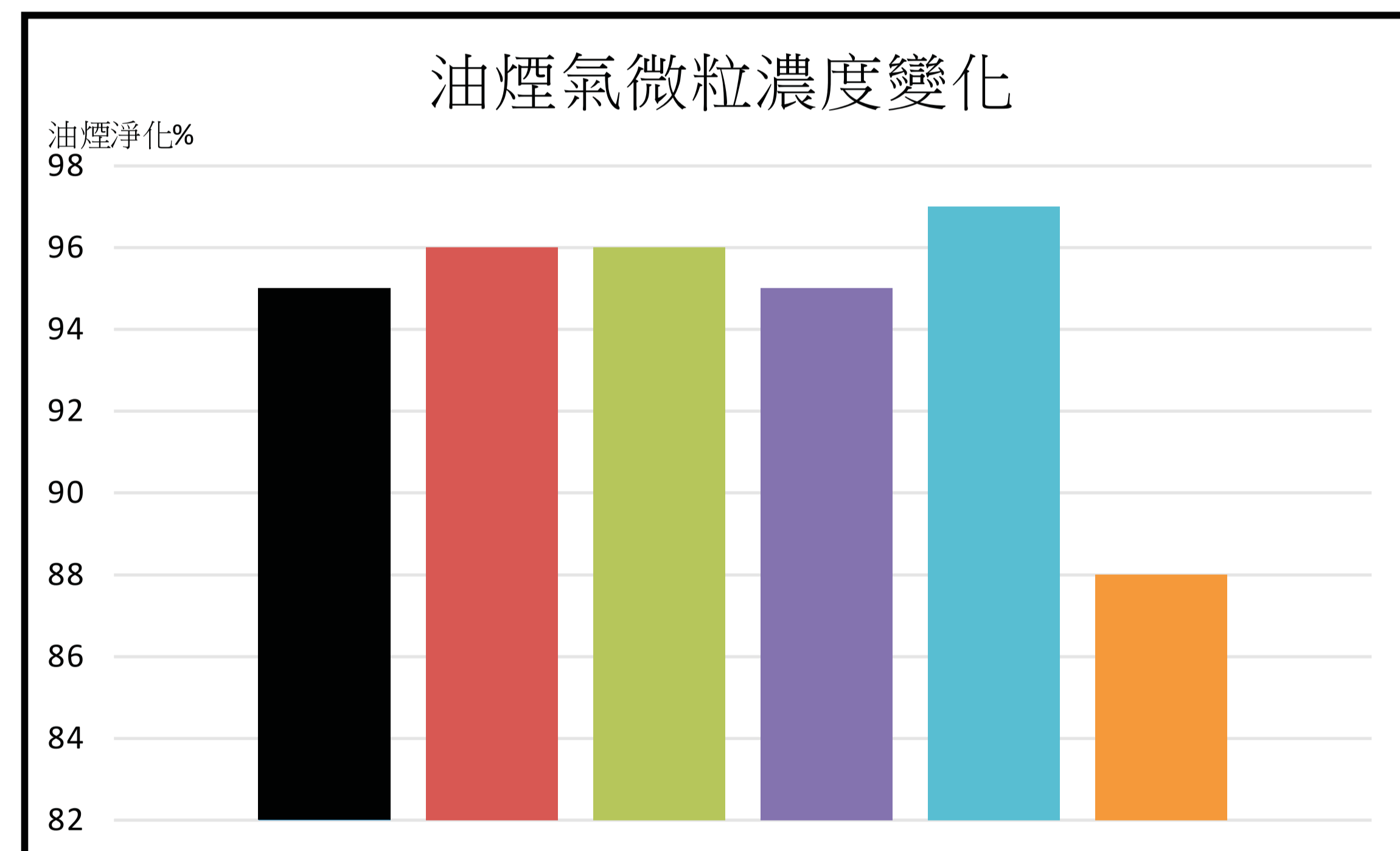
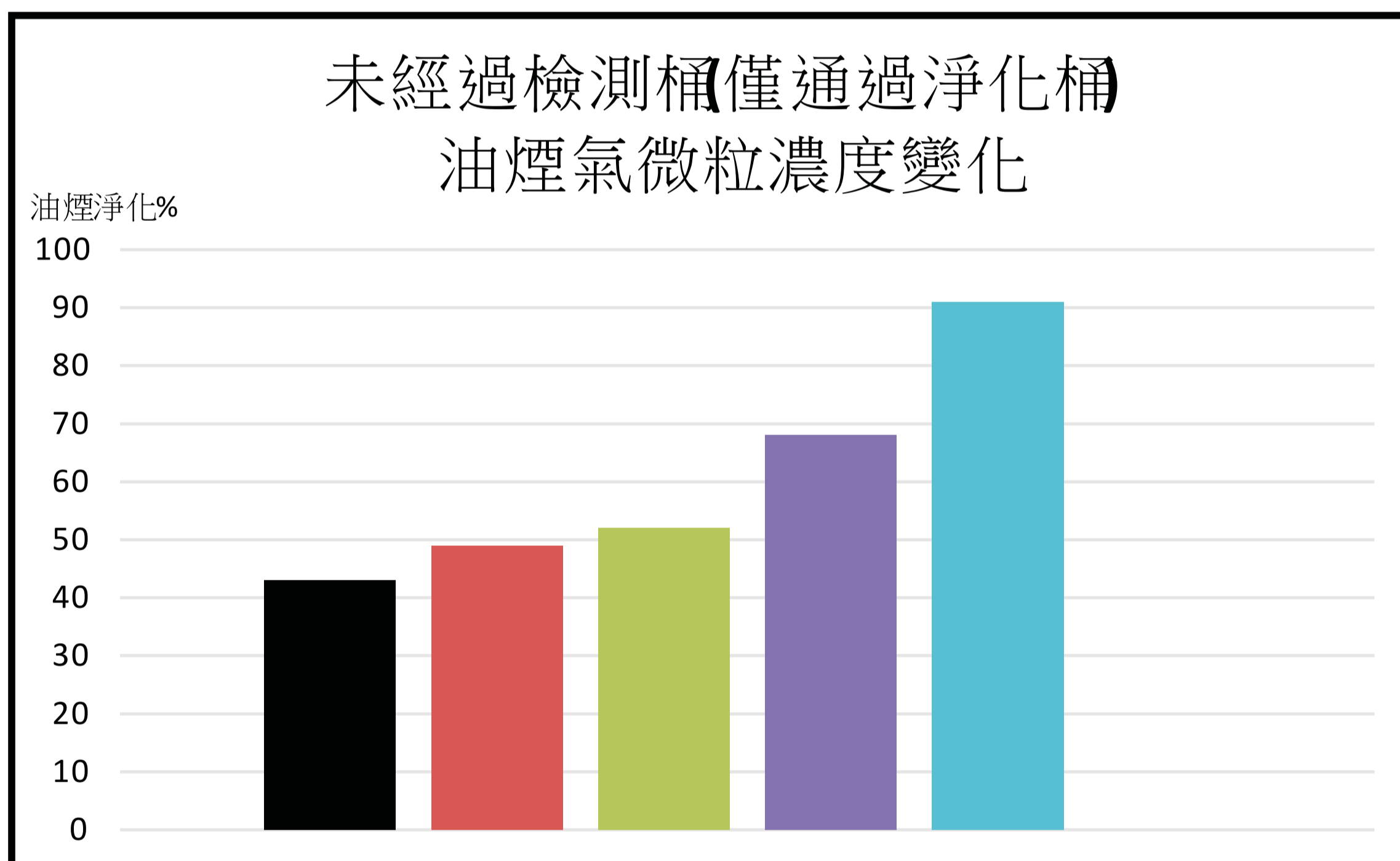
- 3M NaOH 溶液
- 3M NaOH 溶液+酒精
- 3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫
- 3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫+攪拌
- 3M NaOH 溶液+酒精+沙拉脫+攪拌+靜電板(完整裝置)
- 傳統濾網(對照組)



討論：
 在皂化反應後溶液的氫氧根離子會減少，且因皂化及乳化的產物而出現溶液混濁的現象，因而降低透光度及導電度。因此上圖的改變量越大，代表淨化效能越高。
 由上兩張圖可以看出增加攪拌及增加靜電板的數據明顯高於其他組，因此我們可以得知加了攪拌及靜電板的效能有明顯的提升。
 由吸光度的改變比率與導電性改變比率來判斷，加界面活性劑並未提升吸附效率，似乎反而有降低吸附效率傾向。推測可能是沙拉脫與酒精影響導電度與吸光度的測量，也有可能是沙拉脫的有機分子影響皂化反應。由反應效率與安全考量，不建議在溶液中加界面活性劑。



討論：
 由於通入檢測桶的氣體已經過淨化，因此我們猜想此桶中皂化反應後的產物應該較淨化桶來的少。因此上圖的改變量越小，代表淨化效能越高。
 然而我們發現加靜電版在檢測桶中的吸光度與導電度變化仍然最高，我們推測，可能是空氣中的油煙微粒帶有靜電荷，根據密利根油滴試驗推論確有此可能，進而增加與氫氧化鈉結合作用的機率，提高反應效率。因此我們後來把檢測桶當作二次淨化桶。



討論：
 由未經過二次淨化的煙霧微粒偵測得知，除了加靜電板的完整版裝置可達百分之九十以上的淨化效率，其他組裝仍需要二次淨化才可達到高比例的淨化效能。
 經過檢測桶二次淨化後的氣體，由煙霧微粒偵測得知，淨化效率可達百分之九十以上。而先由濾網處理的油煙，殘留量仍然高。
 我們在操作時，二次皂化淨化後的空氣，幾乎沒有油煙味，而所測得的微粒數數值與環境背景相近，證明結果是相符合的。
 經過二次淨化的氣體，由煙霧微粒偵測得知，除了只經過傳統濾網淨化的，不論第一次淨化的處理模式為何，淨化效率皆可達百分之九十以上

結論

- 一、在封閉管道中以強力風扇造成強力氣流，使得煙霧因負壓而流入淨化桶，以正壓力壓入檢測桶，配合附屬裝置作用，二次皂化淨化可得到超過90%的淨化效率，淨化後的氣體微粒殘留濃度近於環境背景值，較傳統過濾集油的方式佳。
- 二、酒精加入氫氧化鈉溶液，並未顯著提升淨化效率，可能是因為量太少或是沙拉脫的有機分子干擾反應或檢測。
- 三、加入電磁攪拌器作用與靜電集油板，吸附及皂化效率均提高。
- 四、淨化桶的氫氧化鈉溶液使用多次後淨化效率會有下降趨勢，可藉由透光度、導電度檢測，或檢測桶的吸附量來決定是否更換。
- 五、若抽油煙機可結合風牆裝置形成封閉吸油煙通道，配合抽氣與二次皂化反應，可解決油汙處理，而排放的氣體也不會造成空氣汙染。