

# 排煙淨化設備功能

喬英電機有限公司 郭芳彰

## 1、前言

節能減排是一個相互的技術，在傳統柴油引擎的演進史上，從機械式噴油點火、油壓式、電子式、怠速啟動的電子式至最新的微電腦共軌式噴油（號稱為環保引擎），不同的噴油方式所產生的油耗及排放污染也是成正比。從引擎啟動所排放的污染就如火燒房子的黑煙排放直到現在歐美的微電腦共軌式引擎啟動或負載變動時黑煙的排放也已有幾種型式引擎污染物排放值已達到最新的環保標準。

一般而言，仍有很多柴油引擎的排放污染知識必須讓我們去探討的。如「煙」又可分為黑煙、白煙、灰煙和藍煙。黑煙是因為柴油引擎的原設計轉速通常都在 2000 轉至 2500 轉或 3200 轉至 3800 轉配合於各種需求及瞬時出力而設計，一般柴油發電機在 60Hz 的國家皆以 1800 轉為多，50Hz 的國家是採用 1500 轉之定速柴油引擎，在定速的結構上就如上述的機械式噴油都是為使轉速瞬間達到定速的 1800 轉因而以最大的燃油注入，使得空氣與燃油比錯誤所引起氧氣不足無法完全燃燒所產生的碳粒黑煙，在電子式有怠速啟動的引擎在啟動引擎的過程是可以降低黑煙的（但在排放效果負載變動就無功能了），最好的還是微電腦共軌式的噴油系統除能在引擎啟動的過程降低黑煙的排放也能在負載變動中所產生的黑煙下降，可是在寒冷的冬天冷車時白煙還是很大的排放，若以環保法規是 ok 的，但在毒臭方面還有一些尚未完全達到標準，在傳統引擎排放的灰煙是附著了有毒氣體的原因，而藍煙是因汽缸磨損漏機油才產生。

已知柴油引擎排放污染與噴油方式相關，但這只是其一，在柴油發電機組的發電機頭選用也是影響節能減排的要素，發電機頭的效率影響節能減排也很多，發電機頭效率從 75% 至 94% 市面都有，歐美先進的機頭用的矽鋼片材質繞線組漆包線的純度不同以及其設計上有用的是三相 AVR 或輔助穩壓線組等等使其乘積力能達到 94%，也就是用 100KW 柴油引擎的馬力就可以驅動輸出 94KW 的發電容量，但有些國家的發電機頭效率只有 75%，也就是該電頭以每平方英寸的重量與扭力比是 100KW 的柴油引擎出力，結果只能驅動出 75KW 的發電容量，假如負載加大時就會產生引擎超載或電頭溫昇過高而損壞，因此這個選用知識也是節能減排的基礎。

## 2、排煙淨化設備（減排後處理器）

柴油引擎發電機的排放空污改善最有效的方法就是利用貴金屬觸媒，貴金屬塗佈在陶瓷載體上，載體是以氧化鎂、氧化鋁、氧化矽所組合構造而成的陶瓷濾芯，除濾煙能達到 90% 以上之功能外，所塗裝之貴金屬觸媒經輔助加熱連動達到 300°C 時貴金屬即能完全把有毒氣體及臭味轉化於無形且以三向壁流式排煙淨化器即可達到除煙、除毒、除臭及降低噪音 30dBA 且能完全自動再生不阻塞以達到最進步的柴油引擎排煙空污改善的真正環保。

有效的除煙毒臭，正確的做法是貴金屬觸媒加裝輔助加熱器（只供冷車空載使用），說明如下〔1〕：

- (1) 輔助加熱器能使淨化器之觸媒達到引擎空載或寒冬也能轉化毒臭味、催化白煙及降低噪音等多項輔助功能。因為柴油引擎啟動後空載溫度只有 90°C 左右，冬季更低；而貴金屬產生化學作用的溫度是

150°C~300°C，雖然柴油引擎負載溫度可達 400°C~600°C，但空載仍達不到 200°C，因此只有加裝輔助加熱器才能使淨化器之觸媒在冬天也有除毒臭的功能。

- (2) 輔助加熱器能使過濾餘留在載體上的碳粒子在觸媒溫度達 375°C 時即產生電子移轉加倍昇溫至碳粒子起火再次將黑煙碳粒子燃燒（自動再生），使淨化器載體不阻塞且可連續使用 2500 小時後拆下清潔再換方向裝回，又可使用 2500 小時的重覆使用。
- (3) 輔助加熱器的電源應來自發電機輸出的一次側，容量為該發電機容量的 8% 左右，原因是當發電機負載加熱器時其排煙溫度會上昇再加上加熱器的熱量，可使溫度能在 1~3 分鐘達到貴金屬所需完全轉化溫度的 300°C 以上，且在運轉中達到全程使淨化器完全除毒臭（黑煙是啓動時即自動由淨化器濾煙，白煙也是因溫度達到 300°C 才能完全催化，三分鐘後就達到 375°C 可以開始再生）。除上述功能外，我們把加熱器內管加穿散熱裙，除了可使熱能均勻分散外並有降低噪音功能，它與壁流式蜂巢載體的降音合計降低煙管噪音 30dBA，能使延長至室外之噪音達到環保的標準以上。

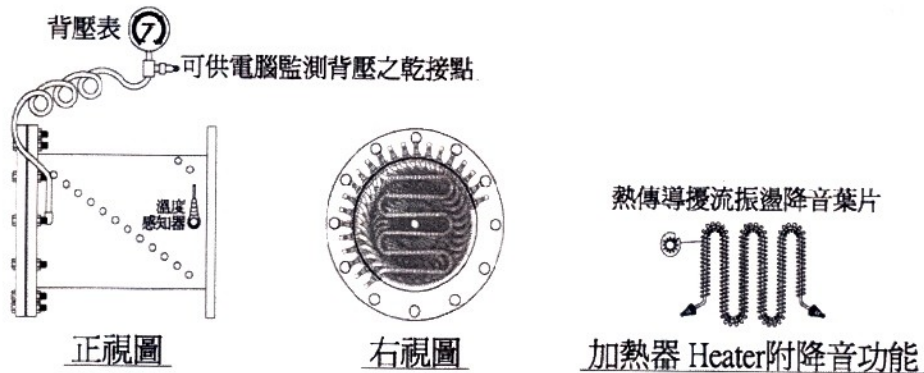


圖 1 輔助加熱器

### 3、旁通閥門

依現代的科技技術，在排煙淨化設備上加裝旁通已不符合現代的要件。原因是旁通管路仍會造成排煙二次污染，且旁通活門除了蓋板式之外，其它都發生很多因度引擎之使用問題。

例如，活門上用的優力膠其耐溫只有 270°C，而柴油引擎冷車約 90°C 左右，但滿載溫度是 450°C~600°C，使用時當被熔化黏住而打不開時又待該活門膠圈燒掉後活門就像個月亮的旁通閥門漏煙也很難看。

有些人遇到這個問題後就把膠質圈拿掉改用銅環，但運轉時溫度上昇後又發生熱脹冷縮，當要 Bypass 時卻被咬死而無法動作，引發控制系統起火火警發生安全問題。

唯有一種蓋板式旁通閥門（如圖 2）還算理想，經測試溫度變動 600°C 還正常使用（廠商說 800°C 都能正常使用）。雖然如此，但本人仍不建議使用或裝置旁通系統，因為只要淨化器能達到運轉中空載也能自動再生，那又何必裝一個沒有意義的旁通設備呢？

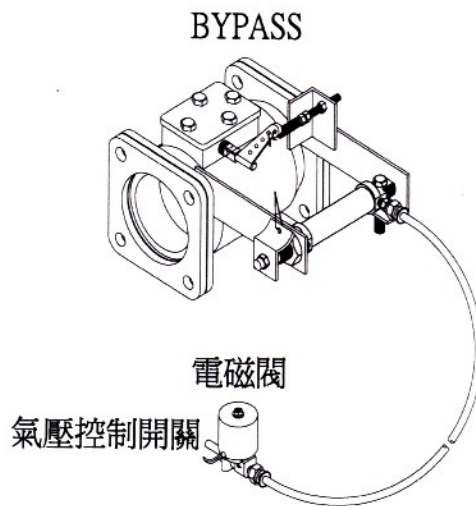


圖 2 旁通閥門

#### 4、排煙淨化設備檢測操作及保養

市面上排煙淨化設備種類繁多，最主要的目的在於柴油引擎排煙污染改善，依市面種類可分為：

##### 4.1 水洗式洗滌機：

可洗去黑煙，但容易故障，且會造成二次污染由空氣污染變成水污染，每次在外碰到都不修理而拆除，因為沒有達到真實的環保（不符合時代，使用空間又大）。

##### 4.2 非觸媒型：

###### (1) 非觸媒直通式：

直通式沒有捕捉黑煙功能，非觸媒沒有除毒臭功能，故本設備是沒有任何功能的產品，但多次發現此種設備，可能是因為業主不知而被承銷人欺騙而購買。本設備不需保養，但若容量不足產生背壓就要拆掉以防引擎負載時容量不足使用安全受影響。

###### (2) 非觸媒（一開一閉 Bypass）產品：

只有捕捉黑煙及降低噪音 20dBA，沒有除白煙及毒臭功能。

常見該產品若安裝在黑煙較大的引擎上使用約 60 小時就被阻塞而 Bypass，有些以標準容量換算做法的工地在消防檢查時就已阻塞 Bypass，故該廠家一般都會增加濾芯數量，如 1500KW 發電機本來使用  $\psi 286$  型 6 顆芯就足夠使用，而他們都會使用 10~12 顆使它阻塞時間延長（因為非觸媒無法自動再生的關係）。而這種淨化器是研發過程的初級品，只有捕捉黑煙功能。

保養維修則要視背壓狀況，最好自己帶背壓計現場接上發動引擎看是否超過引擎容許背壓，若超過時必須將濾芯拆回工廠以 800°C 的高溫爐燒約 6~8 小時冷卻後再以空壓機 80 磅以下壓力氣體兩邊吹潔後再裝回使用。

註：非觸媒型因未塗佈貴金屬觸媒，所以再生溫度必須達到 800°C 才能使煙顆粒燒掉再生；若是觸媒型則可在 375°C 就點火再生。

### 4.3 直通觸媒型：直通觸媒載體可分為金屬載體（鐵銻鋁）及陶瓷載體。

(1) 金屬載體：可分為每平方呎 100 孔、200 孔、300 孔及 400 孔。一般柴油引擎採用 300 孔多層式，也就是在直通上又分成多段組合，在功能上能達到與 400 孔一樣，但 400 孔成本較高，所以一般以金屬載體都做成每平方呎 300 孔多節合體，功能上也還好。

壽命比陶瓷濾芯差，免保養。當溫度達到 150°C 時觸媒才開始轉化白煙及毒臭，但沒有除黑煙功能，雖然實驗室測試可消除黑煙 30~40%，但柴油引擎第一口黑煙的排放是好幾百%，因此肉眼看不到作用，故本設備只用在於除毒臭。

如果加裝輔助加熱器讓啟動溫度很快達到催化白煙及毒臭，否則溫度不足冬天時白煙一樣排放，空載時毒臭無法改善，並非觸媒不好而是溫度不足無法作用。此設備若再加上怠速引擎啟動裝置使用在新型歐美引擎上也能真正達到完全的全程環保。

維修與保養時可將機組負載加溫達 375°C 以上或加裝輔助加熱器使觸媒能產生作用自我再生。

(2) 陶瓷載體：分為每平方呎 100 孔、200 孔、300 孔、400 孔及 600 孔。

a.100 孔：提供一般燃燒爐使用，雜物顆粒較大，其目的並非轉化毒臭而是燃燒均勻再生。

b.200 孔：一般使用在燒重油的焚化爐上，因重油顆粒較適合使用。

c.300 孔：供給燃燒普通柴油或燃燒爐使用。

d.400 孔：專供給柴油引擎燃燒超級柴油引擎使用，因其燃燒後之顆粒剛好能達到除毒臭的最好狀況穿流。

e.600 孔：是為燃燒汽油引擎及瓦斯引擎使開發為其燃燒所產生之顆粒小而能達到有效之轉化毒臭所設計。

以上無論是金屬載體或陶瓷載體，直通式孔徑大小都以引擎燃燒所產生之排煙顆粒大小而設計。

#### ※差異特別說明：

金屬載體：優點是導熱快，製作時貴金屬用量較少；缺點是冷熱變動過大，次數過多或溫度超過 800°C 都會造成載體損壞或貴金屬脫落（因碰到含硫量過多的柴油或漏柴油的引擎又常使用溫度不足，當某次運轉溫度上昇時會因被硫化物黏著的黑煙顆粒產生集體燃燒，這種情形溫度會超過 800°C 而燒壞載體）。

陶瓷載體：使用的貴金屬一樣直通型會比較多，使用壽命上可以永久有效，其載體之耐溫可達到 1200°C 連續使用，一般使用溫度只有 300°C~400°C，若有產生集體黑煙燃燒情形也會達到 800°C 以上，因此使用陶瓷的壽命是比較長的。

### 4.4 陶瓷觸媒壁流式蜂巢式排煙淨化器加輔助加熱器

又稱全效型可全程使用之排煙淨化器，這個淨化設備在功能上包括除黑煙、白煙、灰煙、毒臭及降低噪音 30dB 且完全自動再生，全程可使用不必 Bypass，這才是一個真實的環保。

在保養方面，每使用 2500 小時後或發現背壓過高時，拆下來以 80 磅空壓氣體吹潔反方向再裝回使用即可，墊片若有損傷時必須更新。其它只要平時注意一下溫度是否正常動作達到 300°C~400°C 之設定值，如果達不到就必須通知廠商來檢修，此設備平時是不必保養的，廠家也提供 7~8 年皆未保養過的說明並且都在正常使用中。

## 5、各種觸媒轉化器

### 5.1 安裝示意圖

#### 5.1.1 直通式貴金屬觸媒

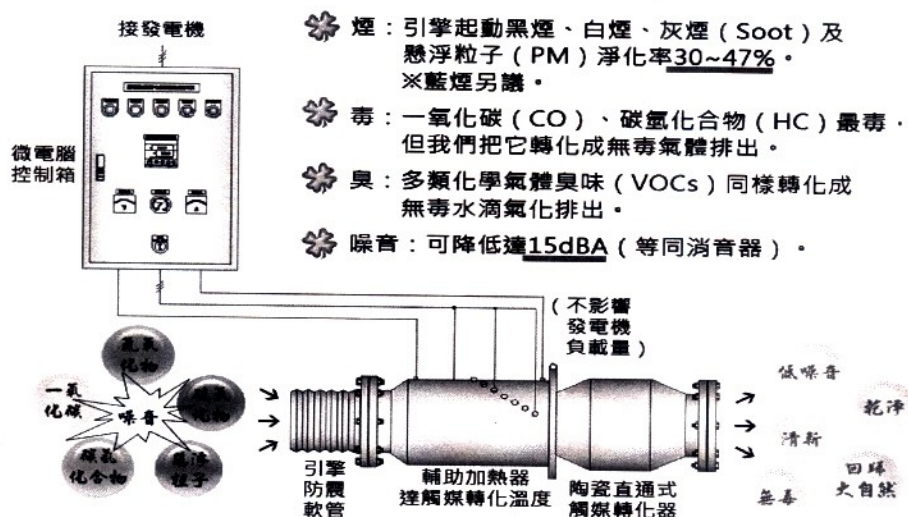


圖 3 直通式貴金屬觸媒理想與圖循環之 PV 線圖

#### 5.1.2 蜂巢壁流式陶瓷貴金屬觸媒

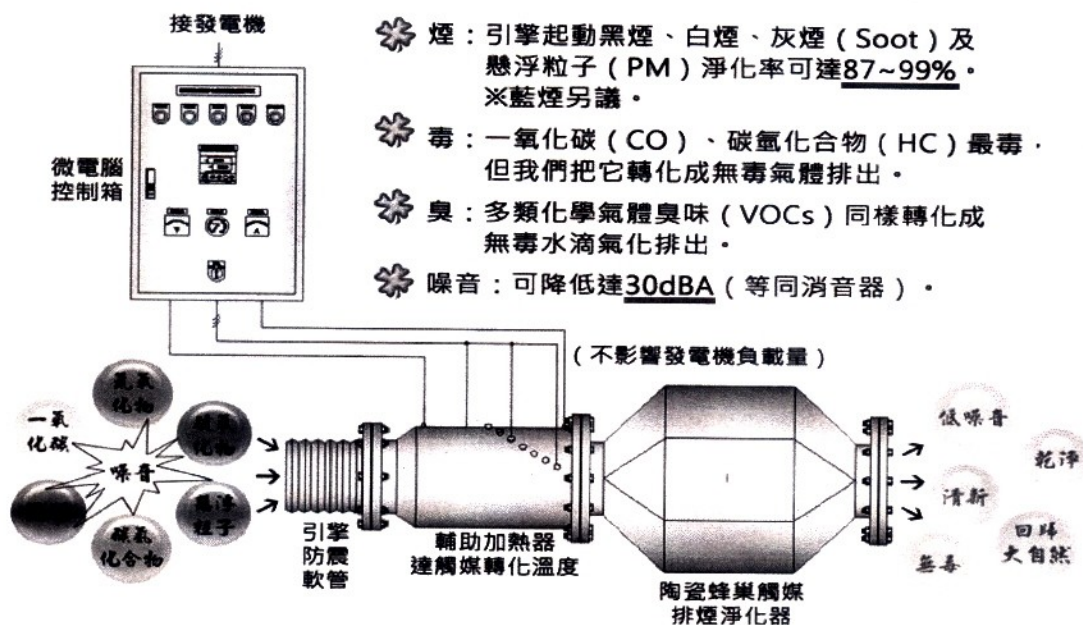


圖 4 蜂巢壁流式陶瓷貴金屬觸媒

## 6、柴油引擎排放污染影響人類生存

- (1) 黑煙 (Soot)：難看、難忍、使人誤以為火災、噁心、討厭 (每台引擎排出之黑煙不等)。  
註：每台柴油引擎排放廢氣中含有黑煙因廠牌不同、設計不同，黑煙大的會嚇死人。
- (2) 一氧化碳 (CO)：會與人體血紅素結合快速阻礙血中氧氣輸送，在 CO 800 ppm 之環境中工作 2-3 個小時、就會使人抽筋暈眩致死。CO 是引擎排放廢煙污染中最劇毒的氣體。  
註：每台引擎排出廢氣中就有 800~3000ppm 之 CO 不等。
- (3) 碳氫化合物 (HC)：(烴類) (烷、烯、炔  $C_nH_{2n+2}$ ,  $C_nH_{2n-2}$ ) 使烴類 (主要為烯類) 會與 O、NO 或 O<sub>3</sub> 反應產生煙霧中之毒物質；苯、聯苯為致癌物質造成肺癌、肝癌。(C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>、C<sub>12</sub>H<sub>10</sub>)、刺激眼睛，使人流淚。  
註：每台柴油引擎排放廢氣中含有 HC800~2000ppm 不等。
- (4) 氮氧化物 (NO<sub>x</sub>)：(1) NO<sub>2</sub> 比 NO 強會和 O<sub>3</sub> 反應減少 O<sub>3</sub> 會引起肺炎又與陽光之紫外線形成化學反應形成棕色煙霧與空氣中的水份結合成硝酸形成酸雨。(2)、N<sub>2</sub>O 為笑氣，有麻醉腦神經作用、造成老人癡呆症。  
NO<sub>2</sub> 擴散到高空對流層，吸收紫外光而分解  $NO_2 + \text{紫外光} \rightarrow NO + [O]$ ,  $[O] + O_2 \rightarrow O_3$ ,  $[O]$ 、O<sub>2</sub> 會與煙反應生成許多有害物質附著在 PM 塵埃上為光煙霧，吸收散射光線降低能見度，引起黑肺症。  
註：每台柴油引擎排放廢氣中含有 NO<sub>x</sub> 500~2500ppm 不等。
- (5) 硫氧化物 (SO<sub>x</sub>)：只要在於油料所含之成份。  
 $S + O_2 \rightarrow SO_2 \rightarrow 2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$   
 $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$   
CO<sub>2</sub> 會是產生溫室效應與空氣分子結合造成酸雨刺激呼吸道，抗萎樹林、腐蝕房屋、腐蝕 SO<sub>3</sub> 與 H<sub>2</sub>O 形成酸雨，影響農作物生長。  
註：每台柴油引擎廢氣中含有 Sox 350-1000ppm 不等量因與柴油品質有關所以無正確之數據。
- (6) 懸浮微粒子 (PM)：比黑煙粒小、輕，肉眼很難看得到，它能跟著空氣到處走，附有 NO<sub>x</sub> 或 HC 存留在人體皮膚會造成皮膚炎。  
註：每台柴油引擎排放廢氣中含有 100~5000ppm 因引擎廠牌效率不同無法肯定。

## 7、環保法規標準

### 7.1 空氣污染防治

- (1) 【電力設施 (柴油引擎機組) 空氣污染物排放標準】，環署空字第一二八一二號令發布，環署空字第 0990119608 號沿革。
- (a) 粒狀污染物不透光率連續自動監測，每日不透光率 6 分鐘監測值超過 20% 之累積時間不得超過 4 小時或以排煙量 Q (Nm<sup>3</sup>/min)、濃度 C (mg/Nm<sup>3</sup>) 之測試標準 81 年 4 月 12 日以後設立之污染源，自發布日施行。
- (b) 氮氧化物 (NO<sub>x</sub>) 235ppm，81 年 4 月 12 日以後設立之污染源。
- (c) 硫氧化物 (SO<sub>x</sub>) 300ppm，81 年 4 月 12 日以後設立之污染源。
- (e) 法規第八條：本標準未規定事項，適用其它相關標準之規定辦理。
- (f) 以上法規於中華民國 100 年 1 月 5 日修正起全國所有地區實施。
- (g) 環保署空污處為落實空污政策與廠商開會最後決議，柴油引擎有載 NO<sub>x</sub> 800ppm 以下、CO 200ppm、HC 100ppm、不透光率 10% 以下。
- (2) 非移動式之發電機適用【固定污染源空氣污染物排放標準】，環署空字第 013459 號令訂定發

布，環署空字第 0990119639 號沿革。

(a) 目測判煙乃為 20%或周界 500mg/Nm<sup>3</sup>、SOx 300ppm、NOx 250ppm、CO 2000ppm、HCl 80ppm 臭氣濃度 50g/s 工業區及農業區 30g/s。

(b) 以上法規於中華民國 100 年 1 月 5 日修正起全國所有地區實施。

## 7.2 噪音污染管制

【噪音管制區劃定作業準則】中華民國 98 年 9 月 4 日環署空字第 0980078181 號令修正後發布實施。

第六條 一般地區環境音量標準如下：

管制區 \ 時段	均能音量(L <sub>eq</sub> )		
	早、晚	日間	夜間
第一類管制區內	55	50	45
第二類管制區內	60	55	50
第三類管制區內	65	60	55
第四類管制區內	75	70	65

註：1. 音量單位：分貝 (dB (A))，A 指噪音計上 A 權位置之測量值。

2. 測量儀器：須使用符合國際電工協會標準之噪音計。

3. 測量高度：聲音感應器應置於離地面一·二至一·五公尺之間。

4. 測量地點：不受交通噪音影響且具有代表性之地點，測量地點應距離建築物牆面線一公尺以上。

5. 第一類噪音管制區：環境亟需安寧之地區。

第二類噪音管制區：供住宅使用為主且需要安寧之地區。

第三類噪音管制區：以住宅使用為主，但混合商業或工業等使用，且需維護其住宅安寧之地區。

第四類噪音管制區：供工業或交通使用為主，且需防止噪音影響附近住宅安寧之地區。

## 5、結論

人類文明利用天然資源石油產生機械能擷取利益的同時所產生的空氣污染造成生物的損傷，最進步的改善方法有從進油燃燒系統及排煙後處理，柴油引擎點火系統的噴油改善及運轉燃料的更新發現之前對於石油燃料所產生的煙毒臭的後處理可達到確實的環保要項擷用於堇青石的濾芯，可達到過濾黑煙90%以上，這個載體塗佈貴金屬觸媒後達到溫昇300°C即能淨化除毒臭達90%以上，而以上這二種要素雖然有，但柴油引擎冬天或空載時排放溫度只有90°C左右，無法作用。

喬英才研發達成功效的輔助加熱器正好可以使這排煙後處理器構成三大要素的結合。因此輔助加熱到300°C就能使觸媒達到轉化完全功能淨化毒臭，所以能使引擎啟動時就濾煙、運轉三分鐘內就除毒臭及開始自動再將濾下的黑煙燒掉，整組也可以降低噪音30dB<sub>A</sub>，可以免裝消音器。這個完美的環保組合專業知識是溫度、濾芯和觸媒，希望業界都能共同為我們的後代子孫盡一份心力。

## 6、參考資料

[1] LKKOK 空污環保站，<http://www.lkkok.com.tw/>。