

局部排氣裝置操作原理概論

職安系 賴全裕助理教授

§局部排氣概論

局部排氣之目的為對污染工作場所空氣中有害物質，其高濃度產生時，以未被混合分散於清潔空氣，利用吸氣氣流將污染空氣於高濃度狀態下，局部性地予以捕集排除，進而清淨後放出於大氣。其優點為對於排除污染物之效果較為顯著，且較整體換氣為經濟。因此，對粉塵、氣體、蒸汽、煙霧等污染物實施換氣時，首應考慮設置局部排氣裝置之可行性。而一般局部排氣裝置係由氣罩、吸氣導管、空氣清淨裝置、排氣機、排氣導管及排氣口所構成。

- 一、氣罩：包圍污染物發生源設置之圍壁，或於無法包圍時儘量接近於發生源設置之開口面，使其產生吸氣氣流引導污染物流入其內部之局部排氣裝置之入口部份。通常有以下幾種：包圍式（Enclose）、崗亭式（Booth）、外裝側吸式（Lateral）、接收式（Receiver）及吹吸氣式（Push-Pull）。
- 二、導管：包括污染空氣自氣罩、空氣清淨裝置至排氣機之運輸管路（吸氣管路）、及自排氣機至排氣口之搬運管路（排氣導管）兩部份。設置導管時應同時考慮排氣量及污染物流經導管時所產生之壓力損失，故導管截面積及長度之決定為影響導管設置之重要因子。截面積較大時雖其壓損較低，但流速會因而減低，易導致大粒徑之粉塵沉降於導管內。
- 三、空氣清淨裝置：在污染物質排出於室外前，以物理或化學方法自氣流中予以清除之裝置。包含除塵裝置及清除廢氣裝置。除塵裝置則有重力沉降室、慣性集塵機、離心分離機、濕式集塵機、靜電集塵機及袋式集塵機等。廢氣處理裝置則有充填塔（吸收塔）、焚燒爐。
- 四、排氣機：通常為排氣風扇，是局部排氣裝置之動力來源，其功能在使導管內外產生不同壓力以帶動氣流。最常用的可分為軸心式與離心式。軸心式之排氣量大，靜壓低、形體較小，可置於導管內，適於低靜壓局部排氣裝置。而離心式有自低靜壓至高靜壓範圍之設計，但形體較大。
- 五、局部排氣裝置之性能：將於飛散界限點或自污染源至飛散點間之污染物，其捕集所必要之最小吸氣氣流速度稱為「控制風速」，是判定局部排氣裝置良窳之準則。

§簡易排氣櫃概論

在作業場所或實驗室常會涉及揮發性溶液的調配及實驗操作。一般為避免有害物質危及人體健康，會選擇在排氣櫃（Hood）使用下進行。而排氣櫃的主要目的就在於抽引（Drawing）污染物遠離人體、減少人員的接觸與吸入，並有效預防污染物的散佈。其應用的原理是：藉著排氣櫃內的風扇抽取室內的氣體進入排氣櫃，以稀釋污染物質至可接受的低濃度狀態，再經排氣櫃之排氣導管釋出。空氣的流場可經由排氣櫃內的調節板（Baffle），及其餘調節單元進行控制。

一般作業場所或實驗室內之排氣櫃可分為三種類型：傳統型（Conventional）、旁流型（By-pass）、補充型（Auxiliary-air）排氣櫃。另外，以抽氣流量而言還可分為恆量式（Constant Volume, CV）與變量式（Variable Air Volume, VAV）排氣櫃。

在恆量式排氣櫃方面，可兼具傳統型、旁流型、補充型的設計。恆量式之傳統型排氣櫃內部通常有一調節板，及操作台外有一片可上下拉動的窗框（Sash）。由於此種排氣櫃的抽氣流量固定，所以其抽氣速度完全取決於窗框的開口大小。若是縮小窗框的開口，將會提高排氣櫃的表面風速（Face Velocity），但也會因此而使得排氣櫃內的玻璃製品容易傾倒而碎裂，也會損毀其餘操作設備、熄滅本生燈（Bunsen Burners）、冷卻蒸餾管、吹散樣品或造成排氣櫃內氣流的紊亂。

相較於旁流型排氣櫃，雖然它的抽氣流量也固定，但由於此種排氣櫃在側邊另設計有一開口，故其抽氣速度不會因窗框的開口變化而影響過大，可降低因窗框的開口變化所造成表面風速的波動起伏。但其缺點為表面風速容易過低，無法達到實驗室操作有害物質的安全要求。儘管如此，以上兩種排氣櫃仍最為廣泛應用。

另一種補充型排氣櫃，主要為外加一供氣設備導入空氣。當排氣櫃窗框關閉時，則供氣設備即會將空氣直接導入排氣櫃。另外，若是改變窗框大小時，則可由控制供氣設備，在表面風速與抽氣流量下取得平衡，既可達到實驗室操作有害物質的安全要求，又不影響排氣櫃內的操作環境。此種排氣櫃的供氣設備設計，最符合需要高流量抽氣的實驗室需求。因為在高流量的抽氣下，必會大量抽取實驗室內的空氣，造成室內空氣調節品質的問題。所以需要一外加的供氣設備。但須注意由外導入之空氣應視需要而經過濾處理、濕度調

節、或溫度的控制，以確保不影響排氣櫃內的操作環境。

在變量式排氣櫃方面，這種排氣櫃主要被設計成能藉著改變抽氣流量，維持窗框在一定開口範圍下的有效表面風速。其改變抽氣流量的方式有很多種，例如使用阻隔板（Damper），其阻隔流量的程度端視氣流或窗框的開口大小而定。另一種是以調節風扇的轉速以直接控制抽氣量。而以上這兩種控制方法也可併行使用。

變量式排氣櫃的外型設計類似於傳統型排氣櫃。在市面上，其實也有很多種排氣櫃是以變量式的構想，搭配傳統型、或旁流型排氣櫃的設計。其目的是要在窗框開啟下，能維持適當的表面風速。另外，在很多中央空調的設計，也常常應用變量式系統，因為只要達到一定的風量或設定值，就可減少風扇的運轉以節省能源。

隨著使用的工作族群不同，排氣櫃也衍生出不同的應用類型。例如防爆型（Explosion-Proof）、過氯酸專用型（Perchloric Acid）、放射性同位素（Radioisotope）、氣罩式（Canopy）、下吸式（Downdraft）、生物危害性層流櫃（Laminar Flow Biohazard Hoods）等。儘管種類迥異，選擇或使用排氣櫃時仍須注意以下幾點：

- 一、表面風速與污染物移除的考量。進行排氣櫃的操作時，操作人員呼吸區周圍的污染物濃度，需儘可能控制在極低的狀況下，才能保護其免受危害。針對各種危害物質的容許暴露標準，美國政府工業衛生技師協會（ACGIH）訂定了恕限值（Threshold Limit Values, TLV）另有，美國職業安全衛生協會（OSHA）訂定的容許暴露濃度值（Permission Exposure Limits, PEL）。一般來說，要降低TLV值，就得提高表面風速。表面風速也代表了排氣櫃的效能。但實際上太高的表面風速並無多大效果，反而造成紊流及如前所述之傳統式排氣櫃的缺點。所以只要能適當移除污染物即可。
- 二、操作排氣櫃的技能。操作者只要能按照說明書正確使用即可。操作時應儘可能把窗框關至最低位置。對於排氣櫃的效能應特別注意，若有不當狀況發生，需馬上通知相關人員處理。而在排氣櫃內的設備擺放，最少需遠離窗框 六英吋 以上才是安全距離；較大件的設備會影響流場，應避免擺放，而且不可把排氣櫃當成儲藏櫃使用。
- 三、風扇、排氣系統及其組件的保養。例如導管的清洗、空氣過濾裝置的更換、風扇效能的測定。
- 四、風扇大小及其效能的選擇。依據抽氣流量、整個系統的總靜壓損值（Total Static Pressure Loss）選擇合適的風扇。流量的計算如：假若表面風速標準為每分鐘 100 英呎，而窗框開口面積為 7.5 平方英呎，則所需流量為每分鐘 750 (7.5*100) 立方英呎。而靜壓值可向製造商要求提供。
- 五、需具備有流速測定器。排氣櫃最好具備有直讀示（Direct-reading）流速測定儀，隨時監控抽氣速度。
- 六、工作台及置物櫃的選擇。工作台的表面需有抗強酸、鹼及絕熱的處理；排氣櫃下之置物櫃不可過高，以免妨礙操作人員的動作。
- 七、窗框的防護設計。為維持安全的抽氣速度，窗框不可開口過大。所以最好有警告設計，防止窗框開口過大。
- 八、擺放排氣櫃的空間規畫。排氣櫃不可置於人員走動頻繁處，以免影響排氣櫃內的流場，造成污染物釋出。
- 九、節省能源。使用變量式排氣櫃或補充型排氣櫃可以節省能源。
- 十、噪音控制。選擇平滑邊緣、圓弧角設計的排氣櫃，在空氣快速通過時，可以減少噪音的產生。另外，排氣導管太小也會產生噪音。

§參考文獻

1. 勞工安全衛生管理員訓練教材--通風，中華民國安全衛生協會，民國八十一年。
2. 勞工作業環境測定高級人員術科訓練教材，行政院勞工委員會，民國八十二年。
3. How to select the right laboratory hood system, Labconco Corporation, An Industry Service Publication, 1993.
4. Industrial Ventilation--A Manual of Recommended Practice 22nd Edition, ACGIH, 1995.
5. Guide For Testing Ventilation Systems, ACGIH, 1991.
6. 工業通風研究成果應用研討會，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，民國八十七年。

[回瀏覽中山醫學大學電子報](#)