

工業通風—局部排氣裝置設置 參考手冊

勞動部職業安全衛生署

中華民國 112 年 6 月

【本參考手冊由勞動部職業安全衛生署委託
國立臺灣科技大學黃榮芳教授主筆撰寫】

序言

使勞工製造、處置或使用危害性化學品時，雇主應視危害種類及特性，採取作業環境評估、監測、通風、配戴個人防護具、危害通識、教育訓練及特殊健檢等措施，以預防職業病，對於工作場所內發散有害健康之氣體、煙煙、霧滴、蒸氣或粉塵等，採取適當通風工程控制，為降低危害優先措施之一。

為透過通風工程控制措施，有效改善勞工作業環境，必須有正確的設計、施工、驗證與確實的維修及保養。現行職業安全衛生法令中，規範事業單位設置之局部排氣裝置、吹吸型換氣裝置等，應由專業人員妥為設計，並實施定期檢查及重點檢查，以維持其有效性能，保障勞工工作安全及衛生。另依「特定化學物質危害預防標準」第 38 條第 2 項至第 4 項、第 38-1 條等，有關從事局部排氣裝置設計專業人員相關規定，雇主設置局部排氣裝置時，應指派或委託經本署訓練合格之專業人員設計，並製作局部排氣裝置設計報告書。為提供國內產業界局部排氣裝置之使用者、雇主、設計者、檢查者、維修保養者，對於相關單元之設計、安裝及性能檢驗方法等之參考，特訂定本手冊。

本手冊主要內容為局部排氣裝置設置基本概念，涵蓋六個主題，包括第一章:工業通風系統簡介、第二章:相關人員之職責、第三章:局部排氣裝置之組成、第四章:管道系統設計與風機匹配、第五章:氣罩設計、第六章:局部排氣裝置維修保養要項，俾作為協助事業單位了解工業通風相關責任、法令義務及設計、檢測應注意事項。

目 錄

第一章 工業通風系統簡介.....	1
一、前言.....	1
二、通風系統架構.....	3
第二章 相關人員之職責.....	7
一、 雇主.....	8
二、 局部排氣裝置設計及供應人員.....	10
三、 局部排氣裝置檢測人員.....	11
四、 局部排氣裝置維修保養人員.....	12
五、法令規範.....	12
第三章 局部排氣裝置之組成.....	14
一、排氣與補氣.....	14
二、局部排氣裝置的組成.....	14
三、補氣的功能與方法.....	16
第四章 管道系統設計與風機匹配.....	17
一、管道設計準則.....	17
二、風機匹配.....	20
第五章 氣罩設計.....	22
一、氣罩設計目的.....	22
二、氣罩分類.....	22
三、傳統型氣罩的基本型式與安裝方式.....	24
四、氣罩設計.....	26
第六章 局部排氣裝置改善與維修保養要項.....	27
一、 失效或低效的原因.....	27
二、 失效或低效時的改善方向與維修保養要項.....	27

附 錄

附錄一、局部排氣裝置設計報告建議格式.....	29
附錄二、局部排氣裝置原始性能測試報告建議格式	34
附錄三之一、局部排氣裝置定期檢查紀錄表.....	38
附錄三之二、局部排氣裝置重點檢查紀錄表.....	43
附錄四、局部排氣裝置維修保養紀錄表.....	48
附錄五、環境干擾氣流、室內外壓力差(補氣效能)、氣罩入口(開口)風速檢測方法.....	50
附錄六、以靜壓量測診斷局部通風管道問題範例.....	60

第一章 工業通風系統簡介

一、前言

工業通風為一工程控制技術，主要透過流體力學與氣動力學的原理與方法，降低或移除工作場所空氣中的污染物、熱、微生物等，或避免因有易燃液體之蒸氣、可燃性氣體或粉塵等之累積，產生火災或爆炸的危險。而本手冊所介紹之局部排氣裝置，主要目的為：(1)控制工作場所的污染物濃度、(2)排除工作場所臭味與異味、(3)控制工作場所的熱與溫度、(4)提供工作場所新鮮空氣等方法，避免勞工暴露於有害的環境空氣中，降低勞工罹患職業病之風險。

工作場所中充斥著各種影響勞工安全衛生的危害風險因子，為降低有害風險，通常可透過下列優先順序，達到預防和控制的效果：(1)消除危害及風險：例如使用無毒性化學、本質安全設計之機械設備等、(2)經由工程或管理控制，從源頭控制危害及風險：例如安裝通風系統、機器監視、連鎖停機系統、隔音裝置、警報系統、隔離設備、密閉設備、局部排氣裝置等、(3)設計安全的作業制度：以行政管理措施，將危害及風險的影響減到最低，例如作業時間調整、安全標示、安全程序、進出管控、警告標語等等、(4)當採取上述方法仍然不能控制殘餘的危害及風險時，雇主應提供適當的個人防護具：如呼吸防護具、防護衣、安全面罩或眼鏡等，並使勞工確實使用。

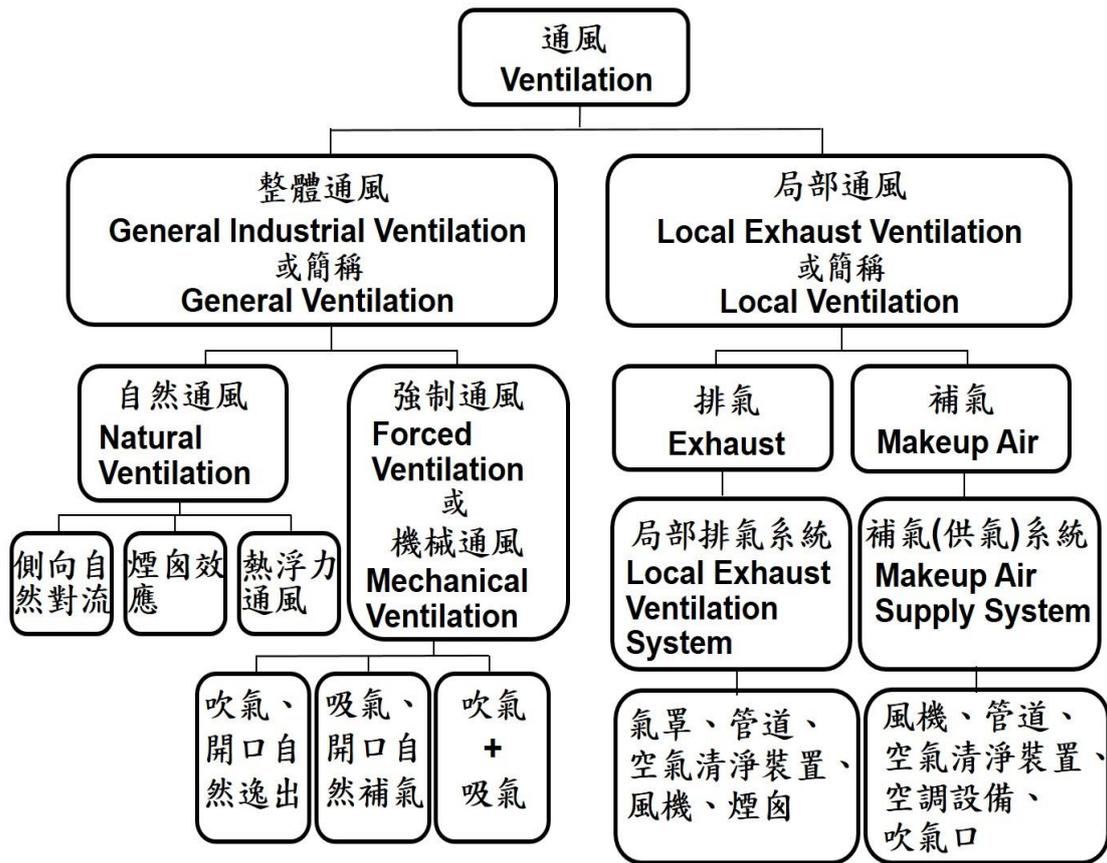
[表 1-1]左欄為本文件使用之名稱，右欄為法規、工業界與學術界可能使用之語彙。左欄與右欄詞意相同，讀者可自行參閱轉換。

[表 1-1] 工業通風系統相關語彙對照表

編號	本文件使用名稱	各法規、工業界、學術界可能用語
1	風機	風機、通風扇、換氣扇、排風扇、排氣機
2	管道	管道、通風管、排風管、通風管道、排風管道、通風管路、排風管路、管路、管線、導管
3	污染物	污染物、汙染物、有害物
4	通風設備	通風設備、換氣設備、換氣通風設備、通風換氣設備、通風裝置、換氣裝置
5	機械通風	機械通風、機械換氣、強制通風、強制換氣、強力換氣
6	自然通風	自然通風、自然換氣
7	局部通風	局部通風、局部排氣
8	整體通風	整體通風、整體換氣
9	通風	通風、通風換氣、換氣通風、通風排氣、換氣
10	氣罩	氣罩、排氣罩、吸氣罩
11	流量	流量、流率

二、通風系統架構

「通風」(Ventilation)是以流體力學與氣動力學的原理與方法，降低或移除工作場所或居家環境中危害健康污染物的濃度，並維持作業場所舒適的方法。[圖 1-1]顯示通風方法的架構與分類，通風系統一般依方法可分為以下兩類：「整體通風」與「局部通風」。



[圖 1-1] 通風方法的架構與分類

1. 整體通風(ACGIH 使用 General Industrial Ventilation，簡稱為 General Ventilation；我國法規稱為「整體換氣」)：

以整體性的主動吹氣、吸氣或者開口自然進、排氣等方法沖稀室內整體的污染物濃度與(或)降低溫度。例如：稀釋(Dilution Ventilation)、減熱(Heat Control Ventilation)。「整體通風」的方法中，利用自然物理原理的壓力差或浮力以驅動氣流的方法，稱為「自然通風」；利用機械力(如風機等)以驅動氣流的方法，稱為「強制通風」(Forced Ventilation)或「機械通風」(Mechanical Ventilation)，而我國法規之「整體換氣」，主要為強制通風。本手冊不討論「整體通風」(或「整體換氣」)。

2. 局部通風(ACGIH 使用 Local Exhaust Ventilation，簡稱為 Local Ventilation，我國法規中「局部排氣」與「局部通風」兩個名詞均有使用)：

於污染源或熱源發生處鄰近地方裝置氣罩，以吸氣或吹/吸氣將溢出之污染物與(或)熱移除。例如：各型吸氣罩、排油煙機、氣櫃、生物安全櫃...。「整體通風」與「局部通風」在「排氣」時都需要同時「補氣」，「補氣」無法獨立操作以移除污染物的方法，須配合「排氣」，避免工作場所壓力不至於太低而降低排氣效果。「局部通風」的「排氣設施」稱為「局部排氣裝置」(Local Exhaust Ventilation System)，我國法規稱為「局部排氣裝置」；「補氣設施」稱為「補氣系統」或「供氣系統」(Makeup Air Supply System)。

除了裝設「整體通風」系統與「局部通風」系統之外，亦有其他污染物控制選項，包括：排除相關污染源、以安全性更高的物質取代所使用的材料、降低污染規模、調整作業程序以減少排放頻率或時間、減少參與作業的操作人員人數、利用簡單的控制方式，如於設備上加遮蓋物、隔離等。

我國法規或相關文件中，與通風相關的名詞頗多但指同一意思者。本手冊不在名詞與文字上做考證與辯證，使用之名詞儘量以英文慣用語翻譯成中文，且儘量全篇一致。法規中單一使用的名詞如「局部排氣裝置」與「整體換氣」則儘量保留。

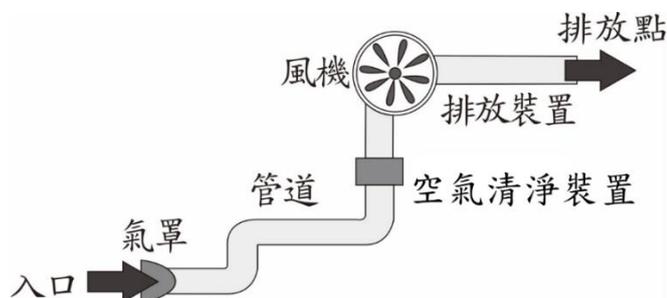
局部通風(Local Exhaust Ventilation 或簡稱 Local Ventilation)包含兩個子系統：「排氣系統」與「補氣系統」，簡要說明如下：

1. 排氣系統

局部通風子系統之一的排氣系統在我國法規中稱為「局部排氣裝置」，為一工程控制系統，用以減少空氣中之污染物濃度，大多數局部通風的排氣系統(以下簡稱「局部排氣裝置」)包含下列設備：

- (1) 氣罩：污染物通過此裝置進入局部排氣裝置。
- (2) 管道：引導從氣罩來的空氣與污染物至排放區域。
- (3) 空氣清淨或攔截裝置：過濾或淨化污染物的裝置(並非所有系統均需要空氣清淨裝置)。
- (4) 空氣移動裝置：用來產生負壓以抽取氣體之裝置，通常是風機(排氣機)。
- (5) 排放裝置：用來將抽取的空氣排放到安全地方的裝置，通常是煙囪(並非所有系統均需要排放裝置)。

以下之[圖 1-2]表示一個簡單(無支管)局部排氣裝置，即使是一個簡單無支管的局部排氣裝置，也包括以上五個組件。



[圖 1-2] 局部排氣裝置之組成

2. 補氣系統

當局部排氣裝置運作使氣罩吸氣時，氣罩所在的房間或建築物，因空氣被抽出室外，室內壓力將低於外氣壓力。當室內壓力低於外氣壓力時，由於擴散效果增強以及風機效能下降，致使氣罩的效能下降，污染物容易洩漏。因此，必需由室外引入新鮮空氣(補氣)，以使室內、外的壓力差達到目標的數值。

補氣方式分為自然補氣與主動補氣兩類。自然補氣不使用任何機械力，當局部排氣裝置吸氣時，室內呈現比室外低的壓力，利用開口或開啟門、窗，使室外空氣自然流入室內，以使室內壓力不致於遠低於室外壓力。主動補氣則是使用風機將室外空氣定量供應至室內，局部通風的主動補氣系統一般包含下列設備，而整體通風亦可提供補氣功能，但需提供額外的進氣流率：

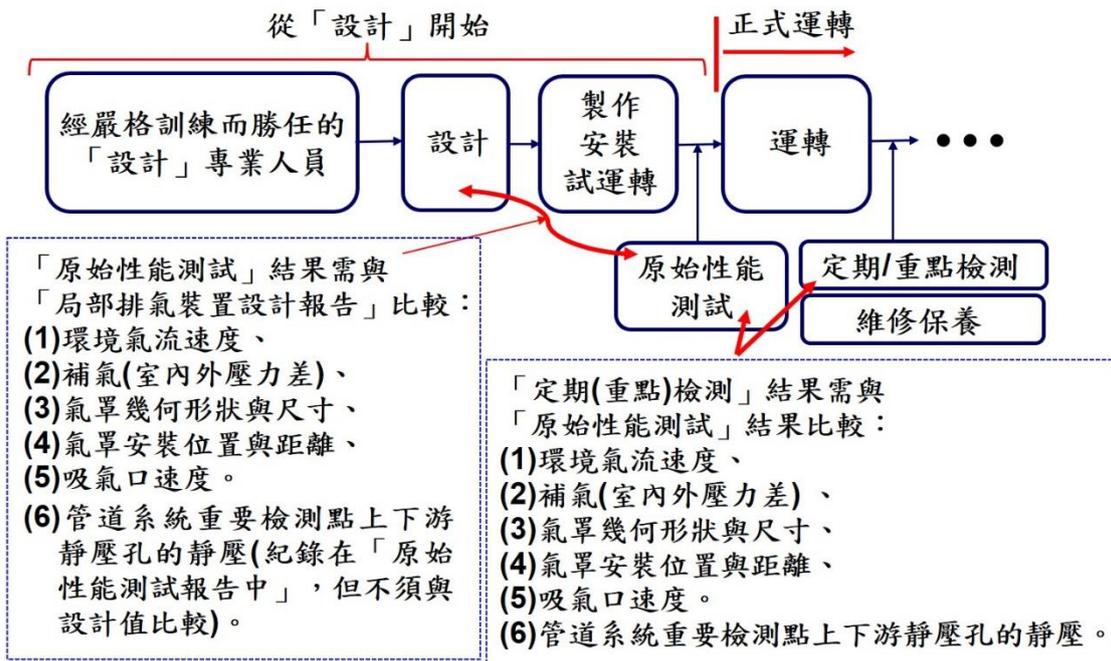
- (1) 吹氣裝置：吹氣口、吹氣罩。
- (2) 提供正壓的裝置：風機(吸氣使用風機，將吸、排氣口倒裝，即成為吹氣機)。
- (3) 管道、空氣過濾器、空調設備。

局部通風是在污染源發生處附近安裝吸氣裝置，就近將污染物移除，並予恰當補氣的方法。不像整體通風的方式(污染物散逸至空間中，使用整體性的吹/吸氣流沖稀法控制室內整體污染物的濃度與溫度)。局部排氣裝置與補氣的設計需要避免產生通風系統最常見的七種氣動力問題：(1)往吸氣口的風速隨離開吸氣口的距離下降太快、(2)環境氣流的影響、(3)流動邊界層分離、(4)鈍體效應、(5)污染物質點尺寸效應、(6)管道系統設計不良、風機匹配不恰當、(7)補氣不恰當。

一般而言，局部排氣裝置與補氣若設計恰當，將可用比整體通風方式小很多的吸氣量，獲得更佳的控制效果。使用局部排氣裝置移除污染物時，若也同時進行整體通風，則局部排氣裝置氣罩周圍必須以垂簾、遮罩或隔間隔離因整體通風引致之環境氣流，並注意補氣的適切性。

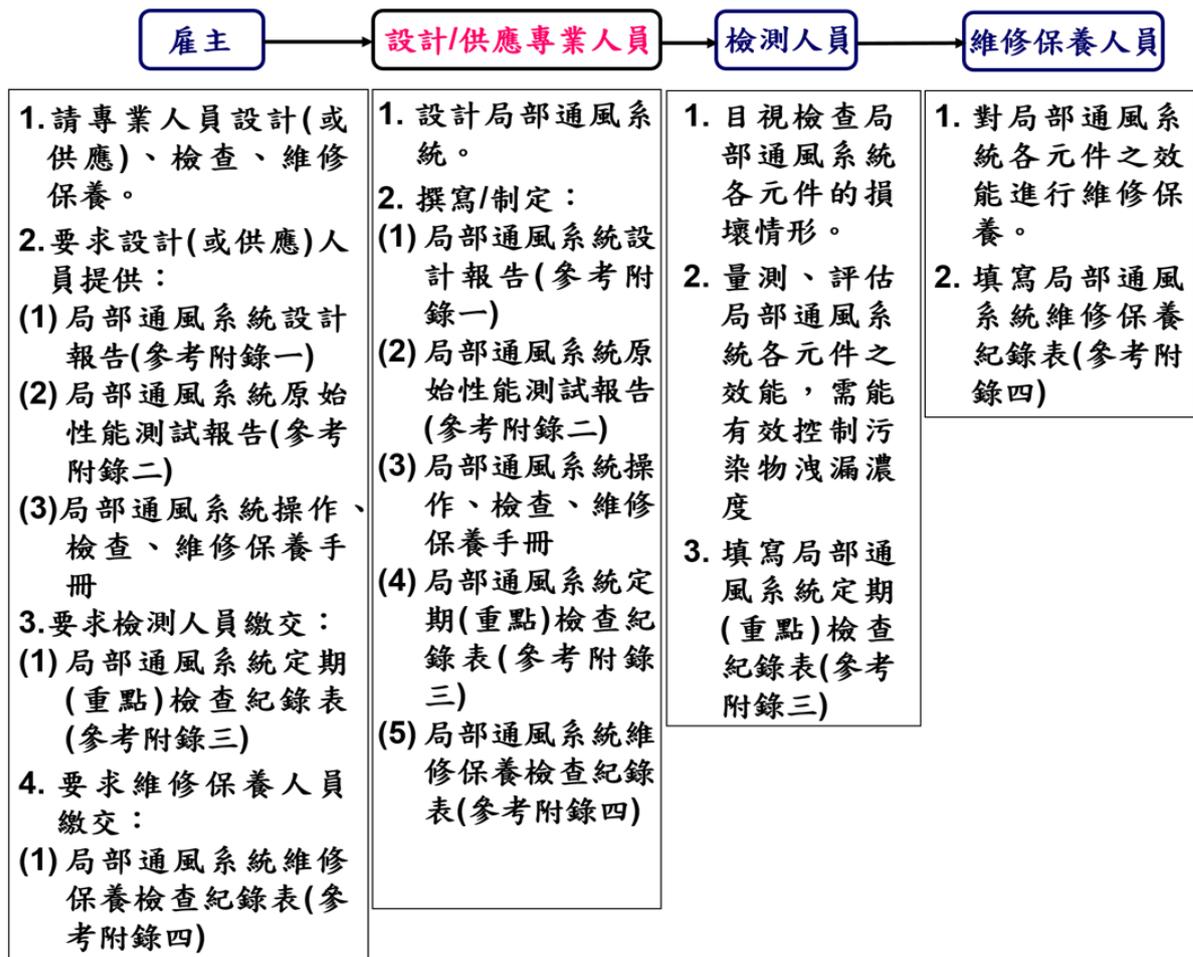
第二章 相關人員之職責

一個成功的局部排氣裝置，需經恰當的設計、製作、安裝、試運轉、原始性能測試；「原始性能測試」結果必須與「局部排氣裝置設計報告」相比較，在原始性能測試結果與設計目標相比較，確認通風有效性後，才可正式使用。使用之後，必需定期檢測，「定期檢測結果」需與「原始性能測試」結果相比較，若有不符，必須進行維修保養，以維持通風系統的有效性，流程架構如[圖 2-1]所示：



[圖 2-1] 局部排氣裝置成功運轉所需的流程

為確保局部排氣裝置能充分控制污染物發生源的洩漏，從設計到使用階段中的參與者應負責相關工作，並能勝任各項工作，包括執行設計或選擇控制之方式、檢查、測試及維修保養等，皆由具有適當知識、能力及經驗之人員進行。欲使局部排氣裝置有效運轉，雇主、設計及供應人員、檢測人員、維修保養人員之任務架構如[圖 2-2]，說明如下：



[圖 2-2] 設置局部排氣裝置，相關人員之任務

一、 雇主

雇主為全新或重新設計(或購置)局部排氣裝置之擁有者及客戶，勞工為系統操作或使用人員，應具備局部排氣裝置正確使用、檢查其有效性及回報任何故障問題的專業知能。雇主在考慮其他控制選項並瞭解正確使用系統前，不應先行使用局部排氣裝置。在某些情況下，局部排氣裝置可能不是可行的控制方法，例如於污染物來源繁多或污染範圍過大的情況下，可能無法單獨以局部排氣裝置控制危害。

局部排氣裝置之建置與使用，雇主應瞭解下列事項：

- (1)污染物之特性、(2)污染物如何產生、(3)作業場所中任何會造成空氣污染的作業、(4)接近污染物發生源的勞工需求、(5)需要控制之程度、(6)補氣系統運作的方法、(7)環境氣流的處理方法、(8)局部排氣裝置氣罩設計及應用的基本原理、(9)以清潔空氣稀釋受污染空氣及安全排放基本原理、(10)局部排氣裝置的試行程序，包括設計、安裝、性能檢查、(11)有效性控制及報告等、(12)操作手冊及相關紀錄、(13)全面檢查及測試的要求。

局部排氣裝置之建置與使用，雇主應執行下列事項：

- 委請專業人員(或供應者)進行設計，並由勞工、監督人員或專業人員執行例行檢查與維修保養等相關工作。
- 提供局部排氣裝置設計人員、檢測人員、維修保養人員相關資料。
- 要求設計人員在設計工作完成後繳交「**局部排氣裝置設計報告建議表格**」(附錄一)，內容應以文字、圖、表格、照片等清楚描述，並詳述設計依據。
- 要求設計人員在局部排氣裝置建構完成後，請專人調整與進行原始性能檢測。
- 要求設計人員在局部排氣裝置調整與原始性能檢測之後，撰寫並繳交「**局部排氣裝置原始性能測試報告建議表格**」(附錄二)。內容應以文字、圖、表格、照片等清楚描述檢查方法與檢查結果。
- 在通風系統建構完成並經原始性能檢測後，必須比對「**局部排氣裝置原始性能測試報告**」與「**局部排氣裝置設計報告**」，合格之後方可驗收。
- 嚴格要求檢測人員依照局部排氣裝置供應及設計人員所制定之「**局部排氣裝置操作、檢查與維修保養手冊**」時程執行氣罩、管道、空氣清淨器、空氣移動裝置、排放裝置及警報系統之檢查，並填寫「**局部排氣裝置定期檢查紀錄表**」(附錄三之一)、「**局部排氣裝置重點檢查紀錄表**」(附錄三之二)。
- 嚴格要求維修保養人員依照局部排氣裝置供應及設計人員所制定之「**局部排氣裝置操作、檢查與維修保養手冊**」時程執行氣罩、管道、

空氣清淨器、空氣移動裝置、排放裝置及警報系統之維修保養，並填寫「局部排氣裝置維修保養紀錄表」(附錄四)。

- 雇主應完整保存所有資料，包括：「局部排氣裝置設計報告建議表格」(附錄一)、「局部排氣裝置原始性能測試報告建議表格」(附錄二)、「局部排氣裝置定期檢查紀錄表」(附錄三之一)、「局部排氣裝置重點檢查紀錄表」(附錄三之二)、「局部排氣裝置維修保養紀錄表」(附錄四)、「局部排氣裝置操作、檢查與維修保養手冊」以及所有其他相關資料。

二、局部排氣裝置設計及供應人員

局部排氣裝置供應人員提供商品，設計人員則提供設計，其目的在於提供有效控制污染物發生源的服務，例如設計、安裝、試運轉、維護及整體檢查與測試等。設計人員亦應負責解釋相關知識及方法並滿足雇主需求。

局部排氣裝置供應及設計人員必須瞭解以下事項：

- (1)應負的法律責任、(2)作業程序與排放源所需之控制方法、(3)氣罩設計原理、方法與實務、(4)管道設計以及風機匹配原理、方法與實務、(5)氣罩、管道與風機的維修保養及檢查原理、方法與實務、(6)氣罩、管道、空氣清淨裝置、風機、排放裝置及警報系統之規格、(7)氣罩、管道、空氣清淨裝置、風機及排放裝置之性能檢驗方法、(8)補氣的方法、(9)環境氣流的處理方法。

局部排氣裝置設計及供應人員必須執行以下事項：

- 整理局部排氣裝置設計資料，撰寫「局部排氣裝置設計報告建議表格」(附錄一)，並繳交給雇主保存。內容應以文字、圖、表格、照片等清楚描述，並詳述設計依據。
- 系統建置完成後，安排專人進行系統調整與性能檢測，並撰寫「局部排氣裝置原始性能測試報告建議表格」(附錄二)，交給雇主保存。內容應以文字、圖、表格、照片等清楚描述檢查方法與檢查結果。

- 制定「**局部排氣裝置操作、檢查與維修保養手冊**」，內容必須包括：系統規格、操作程序與內容、檢查、維修保養項目、方法與頻率、全面檢查及檢測的項目及時程表。
- 制定「**局部排氣裝置定期檢查紀錄表**」(附錄三之一)、「**局部排氣裝置重點檢查紀錄表**」(附錄三之二)，內容必須包括：各項檢測的歷史紀錄。
- 制定「**局部排氣裝置維修保養紀錄表**」(附錄四)，內容必須包括：各項維修保養明細及更換元件的歷史紀錄。

三、 局部排氣裝置檢測人員

局部排氣裝置的檢測(包括：定期檢查與重點檢查)，通常由勞工或監督人員執行，但亦可由專業人員(或供應者)執行。

檢測人員必須瞭解以下事項：

- 局部排氣裝置各元件之設計及功能。

檢測人員必須執行以下事項：

- 時常以目視檢查，察知「**局部排氣裝置(裝置)**」與「**補氣系統**」各元件之損壞情況。
- 嚴格依照局部排氣裝置供應及設計人員所制定之「**局部排氣裝置操作、檢查與維修保養手冊**」時程與步驟，使用量測、評估設備檢測氣罩、管道、空氣清淨裝置、空氣移動裝置、排放裝置及警報系統、補氣系統各元件之效能，且能有效控制排放源及暴露。
- 嚴格依照檢測結果填寫「**局部排氣裝置定期檢查紀錄表**」(附錄三之一)、「**局部排氣裝置重點檢查紀錄表**」(附錄三之二)，並與「**局部排氣裝置原始性能測試報告建議表格**」(附錄二)比對。若有偏離，立即通知維修保養人員進行維修保養，並與維修保養人員密切聯繫，追蹤問題排除之進度，以確定局部排氣裝置達到設計性能。

四、局部排氣裝置維修保養人員

局部排氣裝置的維修保養，通常由專責人員執行，但亦可由專業人員(或供應者)執行。

維修保養人員必須瞭解以下事項：

- (1)局部排氣裝置的兩個子系統：局部排氣裝置(裝置)與補氣系統各元件之設計及功能、(2)氣罩、管道及風機之磨損、腐蝕、凹凸及其他損壞狀況及程度、(3)管道或風機之塵埃聚積狀況、(4)風機之注油潤滑狀況、(5)連接電動機與風機之皮帶鬆弛狀況、(6)吸氣及排氣之能力、(7)設置於排放管道上之採樣設施是否牢固、銹蝕、損壞、崩塌或其他妨礙作業之安全事項、(8)補氣系統各元件的功能是否正常、(9)降低環境氣流的措施功能是否正常。

維修保養人員必須執行以下事項：

- 嚴格依照局部排氣裝置供應及設計人員所制定之「**局部排氣裝置操作與維修保養手冊**」時程與步驟，對氣罩、管道、空氣清淨裝置、空氣移動裝置、排放裝置及警報系統、補氣系統、降低環境氣流的措施之效能進行維修保養。
- 詳細填寫「**局部排氣裝置維修保養紀錄表**」(附錄四)。

五、法令規範

(一) 工業通風相關法令規定

「職業安全衛生法」規定，雇主對防止原料、材料、氣體、蒸氣、粉塵、溶劑、化學品、含毒性物質或缺氧空氣等引起之危害，應有符合規定之必要安全衛生設備及措施。至有關工業通風部分，規範於「有機溶劑中毒預防規則」、「粉塵危害預防標準」、「特定化學物質危害預防標準」、「鉛中毒預防規則」及「四烷基鉛中毒預防規則」，要求雇主應於各該作業場所設置密閉設備、局部排氣裝置或整體換氣裝置，並由專業人員妥為設計，維持其有效性能。另針對通風設備運轉狀況、勞工作業情形、空氣流通效果及污染物使用情形等，隨時確認並採取必要措施。

(二) 局部排氣裝置之設置、安裝、檢查、測試及維護規定

依「有機溶劑中毒預防規則」、「粉塵危害預防標準」、「特定化學物質危害預防標準」、「鉛中毒預防規則」及「四烷基鉛中毒預防規則」規定，雇主設置局部排氣裝置的氣罩及管道部分，應依下列規定辦理：

1. 氣罩應設置於每一危害物質發生源；如為外裝型或接收型之氣罩，則應接近各該發生源設置。
2. 氣罩應視作業方法、有機溶劑蒸氣與鉛塵之擴散狀況、有機溶劑之比重等，選擇適於吸引之型式及大小。
3. 應儘量縮短管道長度、減少彎曲數目，且應於適當處所設置易於清掃之清潔口與測定孔。
4. 設置有除塵裝置或廢氣處理裝置者，其風機應置於各該裝置之下游。但所吸引之氣體、蒸氣或粉塵無爆炸之虞且不致腐蝕該風機者，不在此限。
5. 雇主設置局部排氣裝置或整體換氣裝置之排氣口，應設置於室外。但設有移動式集塵裝置者，不在此限。
6. 雇主設置之局部排氣裝置，應於作業時間內有效運轉，並降低空氣中污染物濃度至勞工作業環境空氣中污染物容許濃度標準以下。
7. 粉塵危害之局部排氣裝置，風機應置於空氣清淨裝置下游之位置。

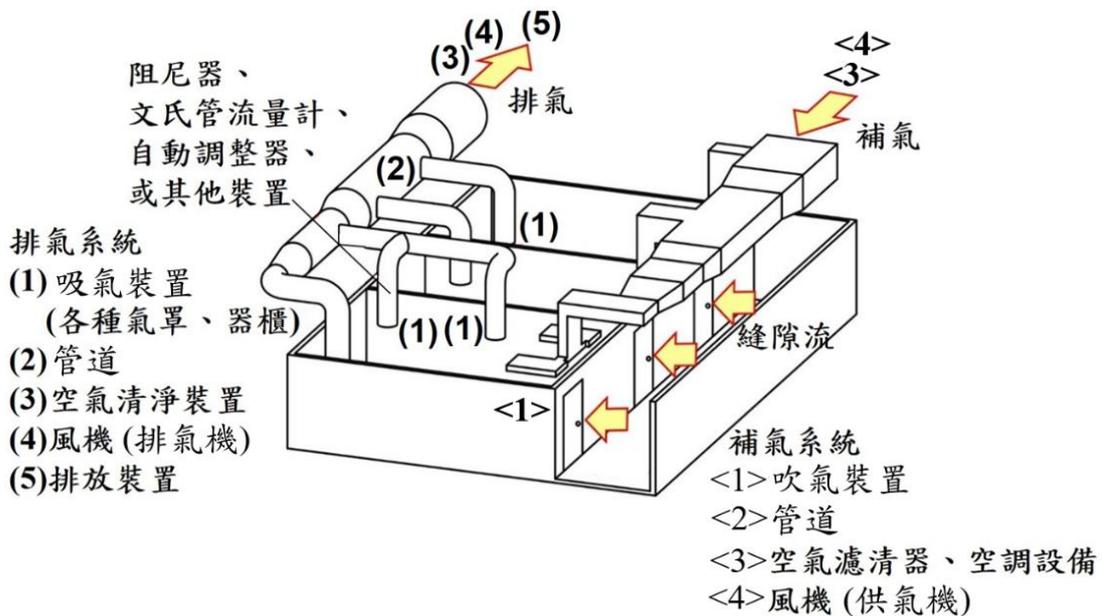
有關通風排氣裝置之檢修維護部分，依「職業安全衛生管理辦法」及前開法規相關規定，雇主對局部排氣裝置、空氣清淨裝置、除塵裝置或吹吸型換氣裝置應依規定實施定期或重點檢查：

1. 保存每月檢點局部排氣裝置及其他預防勞工健康危害之裝置一次以上之紀錄。
2. 雇主對局部排氣裝置、空氣清淨裝置及吹吸型換氣裝置應每年定期實施檢查一次。
3. 雇主對設置於局部排氣裝置內之空氣清淨裝置，應每年定期實施檢查一次。
4. 雇主對局部排氣裝置或除塵裝置，於開始使用、拆卸、改裝或修理時，應實施重點檢查。

第三章 局部排氣裝置之組成

一、排氣與補氣

通常污染物的排除是藉由吸氣設備的「吸氣」，使空氣從污染物發生源往吸氣口流動，隨著空氣的流動將污染物(氣體、蒸氣、煙霧、粉塵等)「攜帶」進入吸氣口，再經由管道系統處理後排至他處。然而，實際經驗告訴我們：「提供吸氣，污染物就會跟著走；若吸不走就加大吸氣量」，通常不能解決問題。一個通風系統通常包含兩個子系統：「局部排氣裝置」與「補氣系統」如[圖 3-1]。

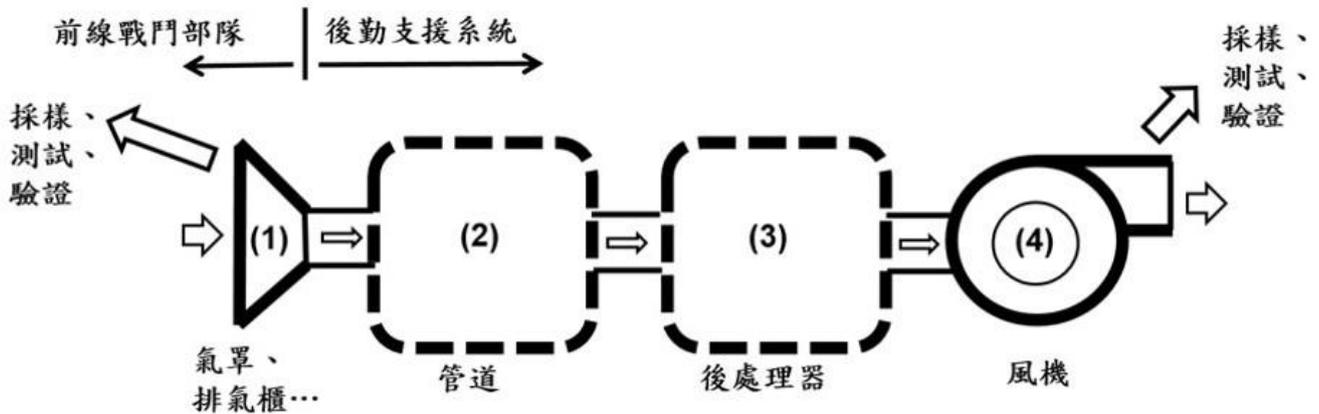


[圖 3-1] 通風系統案例

二、局部排氣裝置的組成

一個局部排氣裝置通常包含幾個部份(如[圖 3-2]所示)：

- (一) 吸氣裝置(例如：氣罩、氣櫃…等等)。
- (二) 管道系統。
- (三) 空氣清淨裝置(又稱：後處理器，例如：粉塵收集器、靜電吸塵器、靜電油煙處理器等。有的系統需要，有的系統無需求)。
- (四) 空氣移動裝置(風機)。
- (五) 排放裝置(煙囪，有的系統需要，有的系統無需求)。



[圖 3-2] 局部排氣裝置的組成

其中「吸氣裝置」屬於前線戰鬥部隊；「管道系統」、「空氣清淨裝置」、「風機」、「煙囪」屬於後勤支援系統。兩者同等重要，缺一不可。

前端的「吸氣裝置」，用以將污染物吸入該設施，並經管道、空氣清淨裝置、風機、煙囪而排出室外，其設計需要基於氣體動力學原理，方能達到低洩漏、低耗能、低噪音。吸氣裝置若效率不好，下游的設備再好也無法將污染物排除至室外。氣系統前端設施的種類眾多，例如：各種形式的氣罩、排油煙機、化學排氣櫃、生物安全櫃、儲物櫃等。

「管道系統」與「風機」已經有成熟的設計方法，有許多文獻可以參考。例如：*ACGIH Manual* 與 *ASHRAE Handbook* 有管道設計的方法與壓損係數的資料。亦有商用電腦軟體可用來幫助設計與計算。很多流體力學的書均有風機的設計、選用以及與管道匹配方法之資料。

「空氣清淨裝置」已經有多種成熟的商品可以選用，但效率不一定夠高，且須定期維護，目前仍有新技術在發展中，以增強效率。「煙囪」的設計需要一些流體力學與流體工程的知識。

三、補氣的功能與方法

當氣罩吸氣時，氣罩所在的房間，因空氣被抽出室外，室內壓力遂漸降低(一直到一段時間之後達到一個穩定值)，室內、外將產生一個壓力差(室內壓力低於外氣壓力)。當室內壓力低於外氣壓力時，由於以下兩個原因，將使污染物容易洩漏：

- (一) 室內壓力低於外氣壓力時，偏離排氣性能曲線測試時的吸入口條件；相當於排氣(吸入口在室內，排出口在室外)要克服的「壓力差」變大，所以吸氣量會減小。
- (二) 室內壓力降低時，空氣變得較稀薄，污染物較容易擴散出來，不易被吸氣口捕捉。

由於上述原因，必需由室外引入新鮮空氣，以補充室內被吸走的空氣，使室內、外的壓力差達到目標的數值，此種方法稱為「補氣」。補氣的方法可分為以下兩類：

(一) 主動補氣

吸氣罩所在之房間設有開口，開口連結管道、風機、過濾裝置，將吸氣罩所在房間外界的空氣主動供應入室內。

案例：商用(餐廳)廚房排油煙機常採用主動補氣。使用商用廚房排油煙機時，因吸氣量大，且經常無法使用自然補氣。必須使用主動補氣。

(二) 自然補氣(被動補氣)

吸氣罩所在之房間設有窗、門或刻意裝設的開口，當吸氣罩吸氣時，室內壓力降低，外氣因而由窗、門的縫隙(或打開的間隙)或刻意裝設的開口被吸入室內。

案例：家用廚房排油煙機採用自然補氣。使用家用廚房排油煙機時，遠離油煙機排出口的窗或門務必留有開口(10~20 cm 以上)，不可全部關閉。若實在無法使用自然補氣時，可採取主動補氣；靠近油煙機排出口的窗或門務必關閉，以免排出的油煙倒吸回室內。

第四章 管道系統設計與風機匹配

一、管道設計準則

(一) 設計通風管道時，必須預先考慮以下事項：

- (1) 若管道系統分歧、綿長，應該切分為幾個小區塊，各自以獨立的風機吸氣。主風管以下最好只有一層支管(至多兩層)，主風管不要太長。
- (2) 主風管中的氣流，遠離風機處(遠端)風量小、靠近風機處(近端)風量大。若風管的直徑維持固定，則愈往近端，風速愈大，摩擦抵抗造成的壓損也就愈大；而且因為愈往近端的風速愈大，靜壓也就愈低，所以靜壓沿著風管的分佈也愈不平衡。為了減小因風量累積而增加的壓損以及靜壓不平衡的程度，主風管可以設計成遠端較細，近端較粗。
- (3) 同類的氣罩(例如：頂棚式氣罩為一類、多槽式氣罩為一類、化學排氣櫃為一類...)盡量聚集在同一區塊，數目不可太多。
- (4) 吸風量較大、需要較大負壓的氣罩放在近端；吸風量較小、需要較小負壓的氣罩放在遠端。
- (5) 支管接至氣罩之前，若設置風門(damper、blast gate、Venturi tube...)，則在微調控制風量時，較有彈性。但需注意：風門的設置會增加壓損，且容易引致污染物沉積。
- (6) 支管接入主管時，盡量使插入角 $\theta \leq 30^\circ$ ，以降低流阻、噪音以及污染物或微粒沉積的機會。
- (7) 於設計時應考慮將來的擴充性，預留可能的支管。在管道系統設計、建置完成後，不可隨意添加氣罩(除非於設計時已有事先考慮並預留可能的支管)，不可任意從主管或支管拉一條管線至新的氣罩吸氣。
- (8) 不可在管道系統設計、建置完成後，於管道中隨意串接風機。
- (9) 管道內部須具有足夠流速(管內流速必須 \geq 搬運風速)，使污染物或微粒保持懸浮於管內流動的空氣中，不至於沉積。
- (10) 在局部排氣裝置較低處設計排放孔，以排除氣膠、蒸氣等容易凝結或燃燒的物質。
- (11) 提供能夠進行清潔或排除沉積物之清潔孔，特別是在節點(管道匯流處)、轉彎、擴或縮管、風門等容易沉積處。
- (12) 在管道系統某些重要檢測點(例如：氣罩下游、空氣清淨裝置上下游)

設置靜壓檢測孔，或於管道部分檢測點裝設皮托管，量測定點流速(例如：管道中心線或距離管道內壁四分之一管道半徑處)，以提供未來輔助靜壓檢測以判斷管道系統可能發生問題的段落(參考附錄六)。

- (13)儘量降低管道路線的噪音。
- (14)應使管道彎曲處及接頭數目降至最低，以降低流阻。
- (15)當必須要改變方向時，必須使用平滑接頭，且連接處亦須平滑。
- (16)當管道之截面積必須變化時，可使用錐形管。
- (17)輸送微粒時，管道水平直線距離長度、管道彎曲處及接頭數目應盡量降至最低。
- (18)依據預測的作業溫度範圍，管道必須能適應熱膨脹現象。
- (19)尺寸長且具彈性的管道具有高流阻、易磨損、易斷裂、易損壞缺點。
- (20)U型彎管容易導致微粒積聚並阻塞管道。
- (21)管道系統不得違反防火區的建置。
- (22)不可將酸鹼混合以同一管道排出。

(二) 搬運風速

當氣罩將污染物(例如蒸氣、霧滴、粉塵、纖維、顆粒等)吸入吸氣口，再傳輸進管道後，空氣攜帶著污染物在管道中行進時，管道內氣流的速度 V_{duct} 必須大於某一臨界值，污染物才能跟隨氣流在管道中前進；若管道內氣流的速度低於該臨界值，污染物可能有沉積在管道內之虞。使污染物不致於沉積在管道內的最低臨界風速稱為「搬運風速」 V_{tra} ，亦即 $V_{duct} > V_{tra}$ 方可使污染物不致於沉積在管道內。

不同特性的污染物有不同的「搬運風速」。

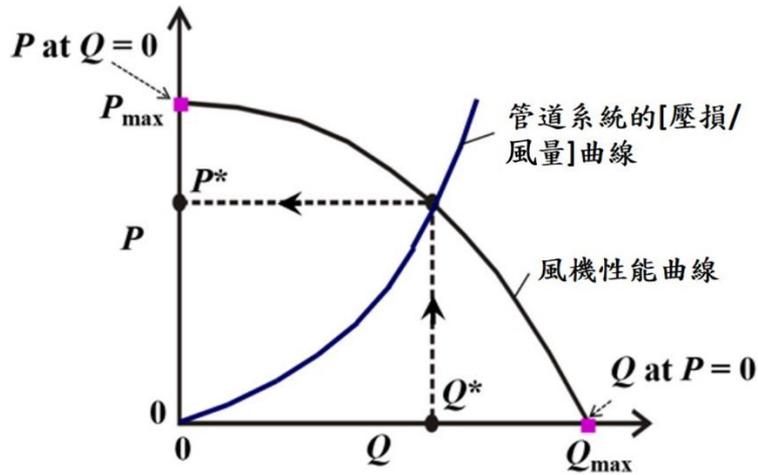
[表 4-1] ACGIH 建議的管道搬運風速 V_{tra} (資料來源：ACGIH Manual)

污染物	作業範例	搬運風速 V_{tra} (m/s)
蒸氣、氣體及煙霧	蒸氣、氣體及煙	5-10
燻煙	焊接	10-13
非常微細之輕灰塵	棉紗、木粉及石粉	13-15
乾粉塵及粉末	細橡皮塵、電木粉塵、黃麻絨絮、棉塵、刨屑、皮革屑及肥皂粉塵等等	15-18
一般工業粉塵	研磨粉塵、輕皮屑(乾)、鋸木屑(重而濕)、木麻屑(震盪殘渣)、咖啡豆、製鞋粉塵、花崗石粉塵、矽粉、一般物料處理、切磚屑、黏土塵、一般鑄造屑、石灰粉塵及石綿粉塵等棉	18-20
重粉塵	生灰塵(重且濕)、金屬車工、鑄造轉磨裝桶及搖出粉塵、噴砂灰塵、木塊、豬廢料、黃銅銼屑、鑄鐵粉塵、鑽孔粉塵鉛塵等等	20-23
重或潮濕粉塵	鉛塵夾有小切塊、潮濕水泥粉塵、切管機作業時之石綿、有黏性之磨光絨以及生石灰塵等等	> 23

註：對於管道沉積物料的快速檢查方式：取一支掃帚柄輕敲水平輸送管的下側，如果輕敲產生一個清脆金屬板聲音，則管道無沉積；如果輕敲產生一個沉重且無金屬板震動的聲音，則管道可能有液體或粉塵的沉積。

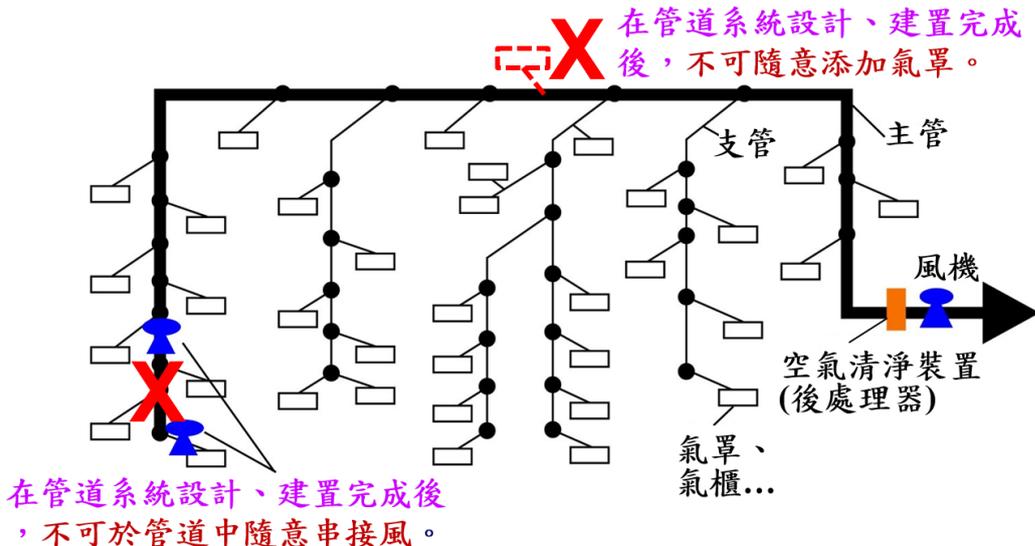
二、風機匹配

管道系統與風機匹配的方法，需使風機性能曲線與管道系統壓損曲線交會點(操作點)所對應的風量 Q^* 能在氣罩吸入口達到氣罩設計時要求的風速，且交會點所對應的壓力能夠盡量低，如[圖 4-1]所示。



[圖 4-1] 風機的[壓力/風量]性能曲線與管道系統的[壓損/風量]曲線

管道系統設計不良與(或)風機匹配不恰當是一個經常發生的情況，導致各個吸氣單元的吸氣口無法達到設計所預期的吸氣速度，污染物移除的能力因而大為降低。如[圖 4-2]所示是一個設計不佳之工廠的管道系統與風機配置，主要問題如下：



[圖 4-2] 設計不佳的管道系統與風機匹配案例

1. 管道系統：

- (1) 該管道系統分歧、綿長，未經仔細計算設計。
- (2) 管道系統未經設計，且未切割成區塊，各區塊由獨立風機抽氣，導致雖有風門分配氣流，但遠端氣罩吸氣量非常小。

2. 風機匹配：

- (1) 僅由一或二部風機提供整個系統各型氣罩的吸氣。
- (2) 局部排氣裝置壓損未經仔細計算設計，風機的[靜壓/風量]特性未釐清，導致匹配不恰當，風機在需求風量所對應之靜壓低於局部排氣裝置壓損，導致氣罩的吸氣速度不足(吸氣量不足)。設計者以風機性能的最大吸氣量(在 $\Delta P = 0$ 時)以及最大靜壓(在 $Q_s = 0$ 時)估算風機能否提供管道系統壓損以及所需的總吸氣風量，導致各個氣罩的吸氣風量遠遠不足且遠端的氣罩吸氣幾乎趨近於零。

「管道系統設計與風機匹配」必須先經過計算，不可憑直覺隨意配置，例如：

1. 若為了提高上圖所示之管道系統尾端管道的流量，而在管道尾截串接一部風機，希望添加的風機可以幫助風量不足的氣罩提高吸氣量。如此作法，屬於直覺性的措施。若匹配不恰當，由於風機出口是正壓，結果有可能造成此一添加風機下游附近某氣罩吸氣量下降，或甚至從原本很小的吸氣變成吹氣。若欲在設計良好而正常運轉的管道系統中添加風機，必須經過計算，確定無虞後，方可小心進行。
2. 若考慮將來的擴展性，應於設計時即考慮將來的擴充性，預留可能的支管，在管道系統設計、建置完成後，不可隨意添加氣罩(除非於設計時已有事先考慮並預留可能的支管)，任意從主管或支管拉一條管線至新的氣罩吸氣，因為如此做會破壞原來的管道靜壓平衡，導致其他氣罩無法達到原先設計時所需的吸氣速度。

第五章 氣罩設計

一、氣罩設計目的

局部排氣裝置是以氣罩及氣櫃等設施，安裝在污染物發生源散發處的附近，將散發出來的污染物即時抽走，不使瀰漫至作業環境中。設計良好的局部排氣裝置之需求風量與污染物洩漏濃度，通常會比整體通風低。

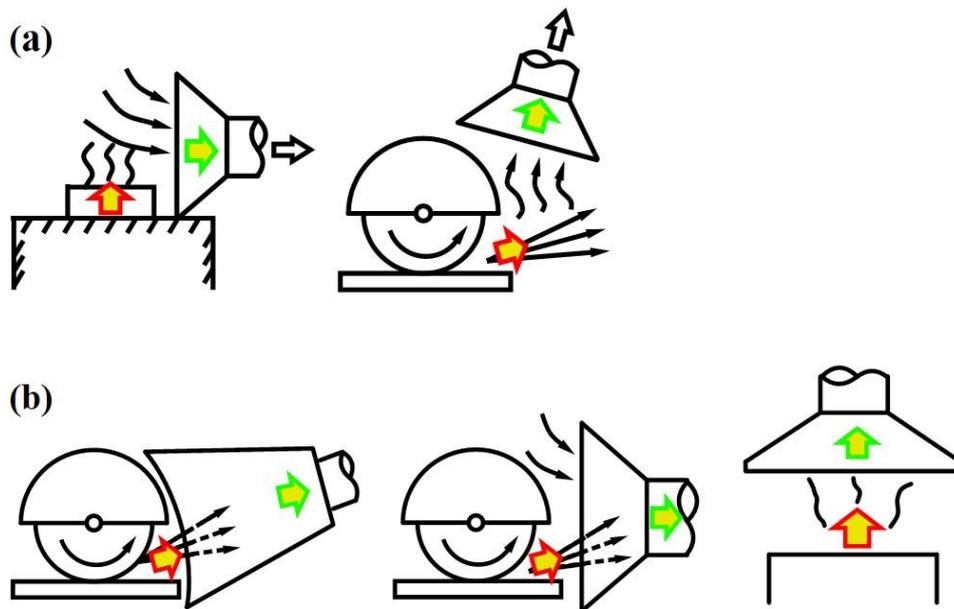
氣罩吸氣口上游空間為污染物發生源，在此空間中的氣流速度隨著與氣罩吸氣口的距離增加而快速減小。視污染物發生源與氣罩吸氣口距離的不同，氣罩吸氣口的吸氣風速必需大到足夠在污染物發生源形成大於某數值而朝向氣罩吸氣口流動的氣流，才有機會將污染物從發生源帶往氣罩吸氣口，從而排出室外。氣罩之設計應能使勞工於工作場所之污染物暴露濃度降低至容許濃度以下，且盡量遠低於容許濃度。

二、氣罩分類

局部排氣裝置使用的吸氣罩，種類繁多，以傳統型的氣罩而言，大致分為非包圍式及包圍式氣罩：

(一) 非包圍式氣罩

1. 捕集型：氣罩吸氣口周邊無圍繞任何擋板，且氣罩吸氣口與凸緣安裝的方位並未面對污染物射出的方向，純以吸氣速度所造成的流場吸引污染物進入吸氣口，如[圖 5-1(a)]所示。
2. 接收型：氣罩吸氣口與凸緣(凸緣可能加大，也可能不加大)安裝的方位面對污染物射出的方向，使污染物射出後直接進入氣罩吸氣口或凸緣的範圍，稱為「接收型氣罩」，如[圖 5-1(b)]所示。



[圖 5-1] 非包圍式氣罩的例子：(a)捕集型氣罩，(b)接收型氣罩

非包圍式氣罩的吸氣量需求通常比包圍式氣罩大許多，且很容易受到環境氣流的影響。所以吸氣口必需設法盡量接近污染物發生源發生處，且需設法阻絕環境氣流的影響。

(二) 包圍式氣罩

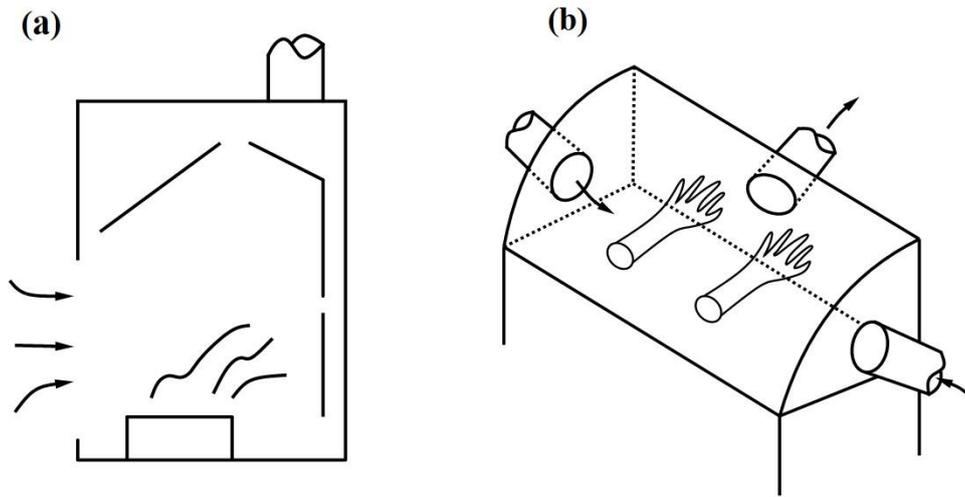
氣罩吸氣口周邊有圍繞擋板，形成部份封閉式或全封閉式的櫃體，分別如[圖 5-2(a)]與[圖 5-2(b)]所示。例如：一般常見的化學排氣櫃、生物安全櫃、實驗室儲物櫃、手套箱等。與非包圍式氣罩相較，優點是可以使用較小的吸氣量達到較低的污染物洩漏濃度。缺點是：

1. 部份包圍式(例如化學排氣櫃、生物安全櫃、實驗室儲物櫃)：

- (1)櫃體內部容易形成三維的紊流場，污染物易散佈於整個櫃內空間，並易從開口處洩漏出去。
- (2)櫃體入口邊界極容易因流體邊界層從壁面分離形成迴流而將污染物帶至出口附近，造成洩漏。

2. 全包圍式(例如手套箱)：

方便性、補氣、腔內氣流的型態、櫃內殘留污染物引致開關櫃體時的洩漏等均需特別處理，因此，包圍式氣罩之設計需要特殊的流體力學考量。

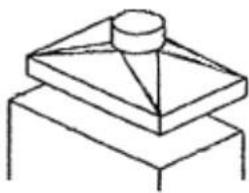


[圖 5-2] 包圍式氣罩的例子：(a)部份包圍式氣罩，(b)全包圍式氣罩

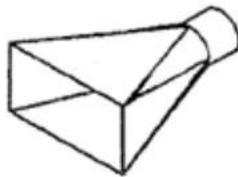
三、傳統型氣罩的基本型式與安裝方式

(一) 傳統型氣罩的五種基本型式(如[圖 5-3])：

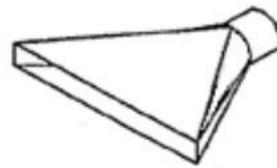
- (1) 頂棚式氣罩
- (2) 開口式氣罩
- (3) 單槽式氣罩
- (4) 多槽式氣罩
- (5) 吹吸式氣罩(吹吸氣流式氣罩)



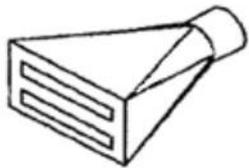
頂棚式氣罩



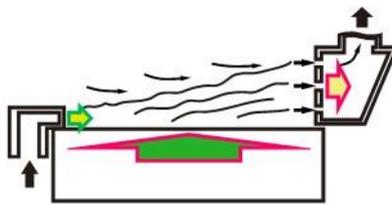
開口式氣罩



單槽式氣罩



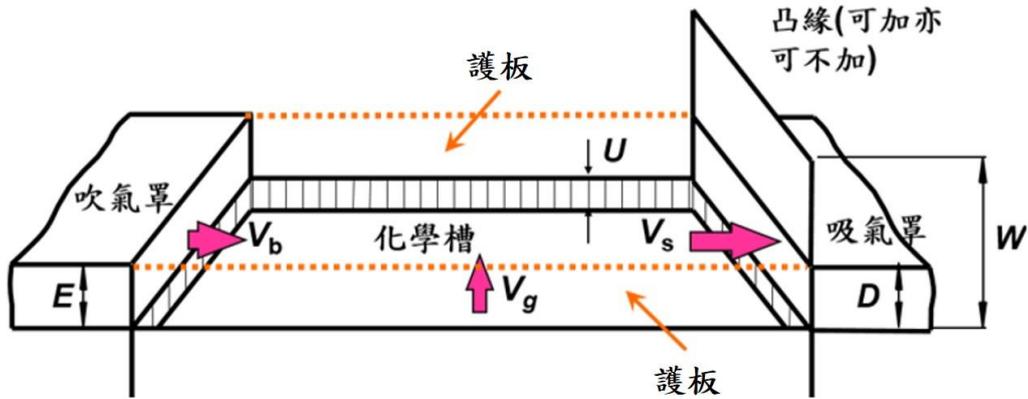
多槽式氣罩



吹吸氣流式氣罩

[圖 5-3] 傳統型氣罩的五種基本型式

以上五種基本型式氣罩中的「吹吸氣流式氣罩」(亦稱：「吹吸式氣罩」)屬於「吹吸型換氣裝置」的一種。另有一種新型式設計，稱為「推挽氣簾式氣罩」，如[圖 5-4]所示，亦可歸為「吹吸型換氣裝置」的一種，具有高效率與低能源消耗率的特點。



[圖 5-4] 「推挽氣簾式氣罩」示意圖

另外，隨著科技的進步，不斷有具污染物移除效率與低能源消耗的創新型氣罩設計產生，設計時應考慮各種情況，採取適當的氣罩設計，而不限於傳統型氣罩，以使污染物濃度洩漏降至最低，且減少能源消耗。

(二) 傳統型氣罩的五種基本安裝方式：

1. 上吸
2. 後吸
3. 側吸
4. 下吸
5. 在凸緣外緣或開口外緣加上遮罩

以上五種傳統型氣罩，配上五種基本安裝方式，可以產生許多種變化型式。

四、氣罩設計

參考相關通風技術手冊時，因氣罩圖示與說明通常趨向簡明扼要，在設計通風系統時，需要多加考慮以下事項：

1. 氣罩的型式、幾何形狀與尺寸。
2. 氣罩污染物的相對位置與污染物的距離。
3. 吸氣口的吸氣速度。
4. 環境氣流如何阻絕。
5. 高溫操作的污染物如何處理。
6. 高速射出的污染物如何處理。
7. 操作員動作的影響如何處理。
8. 配合製程如何處理。
9. 如何達到設計的吸氣口吸氣速度(管道、風機)。
10. 補氣要如何做較恰當。

第六章 局部排氣裝置改善與維修保養要項

一、失效或低效的原因

局部排氣裝置「失效」或「低效」的原因，包括：

- (一) 管道系統設計不良與(或)風機匹配不恰當。(未依學理設計與計算，導致氣罩吸氣不足，無法達到氣罩設計時的入口吸氣速度。)
- (二) 氣罩設計不良。(污染物移除效率低)
- (三) 設備性能劣化或管道堵塞。
- (四) 沒有補氣或補氣不良。
- (五) 環境干擾氣流太大。

以上任何一項缺失，都可能導致通風系統「失效」或「低效」。後二項「沒有補氣或補氣不良」、「環境干擾氣流太大」雖屬空間環境的問題，但若沒有妥善處理，即使氣罩與管道/風機設計良好，亦可能成為污染物洩漏的「致命因素」。建議：在處理改善「管道系統設計不良與(或)風機匹配不恰當」與「氣罩設計不良」之前，需同時或先將「補氣」以及「環境干擾氣流」做好，使得環境干擾氣流速度 $V_{\text{draft}} \leq 0.2 \sim 0.3$ m/s、室內、外的壓力差 $\Delta P = P_{\text{in}} - P_{\text{out}}$ 符合 $\Delta P \geq -3 \sim -4$ Pa。

二、失效或低效時的改善方向與維修保養要項

為維持通風設備之效能，應定期對相關設備實施定期檢查，於開始使用、拆卸、改裝或修理時，應實施重點檢查。若發現有通風設備效果不彰，或因作業環境監測不合格時，建議從以下方向依次考慮改善方法(以下項目亦為平時維修保養須注意要項)，並可透過檢視管道系統設置壓力錶或電子式差壓計的讀值，判斷管道或風機系統大致在那一段出現問題(如附錄六)，將維修保養情形確實紀錄(如附錄四)：

(一) 環境干擾氣流：

1. 氣罩所在的廠區、房間、隔間，減小或阻隔環境干擾氣流的設計是否恰當。
2. 氣罩是否在門、窗、冷氣、電扇出氣口附近。
3. 補氣是否引致額外環境干擾氣流。

(二) 補氣：

1. 是否有補氣。
2. 需不需要主動式補氣。

3. 如何使補氣足夠；補氣是否均勻。

(三) 氣罩：

1. 氣罩設計、製作、安裝是否恰當。
2. 氣罩入口風速是否達到設計的目標值。
3. 污染物發生源與氣罩吸氣口之間的距離與兩者之間的相對位置與距離是否在氣罩設計的目標值之內。
4. 吸氣口以及污染物發生源與氣罩吸氣口之間是否有阻礙物。
5. 氣罩有否腐蝕或破損。

(四) 管道/風機：

1. 管道設計、製作、安裝是否恰當。
2. 風機馬達組與管道壓力-風量需求的匹配是否恰當。
3. 管道有否破損或凹陷。
4. 管道內有否沉積物。
5. 風機馬達組性能是否已下降或故障。
6. 濾網、空氣清淨裝置是否未清理。
7. 風機之旋轉方向是否正確。

附錄一、局部排氣裝置設計報告建議格式

設計日期： 年 月 日

事業單位名稱	
事業單位地址	
負責人姓名	
聯絡人姓名	
聯絡人電話/電子信箱	
事業單位行業分類 (參考中華民國行業統計分類)	
僱用勞工人數 (男/女/合計)	
局部排氣裝置設計單位/ 設計人員 (可填多人，並註明各自負責部分)	
<p>報告內容填寫說明(頁數得自由添加)：</p> <p>一、場所基本資料</p> <p>(1)事業單位基本資料。</p> <p>(2)工作場所平面配置圖：說明工作場所之平面配置圖(包括作業場所之平面配置圖及機具配置位置等)。</p> <p>(3)製程流程圖：針對須設置局部排氣裝置之製程步驟，於製程流程圖上予以標示。</p> <p>(4)局部排氣裝置系統略圖：以文字及略圖說明局部排氣裝置設置配置(應標示有害物質作業範圍、作業位置、氣罩與排氣機之位置等)，比例尺以能辨識其標示內容為原則。</p> <p>(5)有害物之種類及危害資訊：說明製程中的有害物質種類及其危害資訊。</p> <p>(6)有害物作業方式：說明作業員或機械作動步驟(包括有害物散布情形)。</p> <p>(7)作業勞工人數及暴露途徑：說明從事有害作業之勞工人數以及途徑暴露。</p> <p>二、局部排氣裝置設計之說明</p> <p>針對以下項目，以圖、表、文字進行說明(項目次序可依說明之條理邏輯作調整)，各項必須詳述設計依據。</p> <p>(1)環境干擾氣流及降低方式。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●敘明作業環境產生環境干擾氣流的可能來源(例如：廠房門窗與產線配置、風扇、冷氣、人員走動、作業員手部與身體的動作、門窗開合、補氣等)，並說明降低環境干擾氣流的考量與設計。 	

- 實施「原始性能測試」及「例行性檢查/重點檢查」，降低環境干擾氣流的措施應有建議之檢測事項。
- (2)補氣系統設計及措施。
- 敘明補氣系統的設計。
 - 若為自然補氣，需說明降低補氣所造成之環境干擾氣流措施(例如：遠離門、窗、入風口；使用屏風、垂簾、隔板等等阻擋氣流的設計、增大門、窗、入風口面積...)
 - 若為強制補氣，需說明設計的補氣量與吸氣量以及降低補氣出風口造成環境干擾氣流的設計、措施；若為單一房間多點強制補氣或多房間強制補氣，需說明使各補氣口達到需求出風量之補氣導管設計。
 - 實施「原始性能測試」及「例行性檢查/重點檢查」，補氣措施應有建議之檢測事項、方法或儀器、合格基準。
- (3)依製程、作業程序概要與污染物特性等，以圖、表配合文字說明，需要設置氣罩之製程步驟的污染物洩漏問題分析、氣罩之編號及型式、氣罩主要構造設計圖、安裝方式、氣罩吸氣口與有害物質發生源之相對位置與距離、氣罩吸氣口、吸氣口最低要求風速 V_s 或開口風速 V_f 、氣罩吸氣風量 Q_s 。
- 應敘明設計依據，盡量以解析法 (Analytical Method)、計算法 (Computational Method)、實驗法 (Experimental Method) 的分析結果、參考資料或過去成功的案例經驗等等顯示設計的合理性與有效性。
 - 實施「原始性能測試」及「例行性檢查/重點檢查」，氣罩應有建議之檢測項目、方法或儀器、合格基準。
- (4)以圖、表配合文字說明，導管系統設計的方法與依據(如簡易配置圖；管道系統設計與排氣機連接的概圖；電腦程式計算或手算的結果；各導管的直徑、長度、流速、需求之搬運風速；各元件的規格；管道系統各點的靜壓、動壓、全壓；用以匹配排氣機的流量 Q 與壓力 FTP、FSP；各氣罩流量、入口速度；標註靜壓孔、清潔孔、排放孔位置)。
- 實施「原始性能測試」及「例行性檢查/重點檢查」，管道系統應有建議之紀錄事項。
 - 在管道系統某些重要檢測點(例如：氣罩下游、空氣清淨裝置上下游)設置靜壓檢測孔。
 - 可裝設壓力錶或電子式差壓計，但需注意儀錶的維修保養。
 - 敘明檢測點的位置以及該位置靜壓檢測孔的設計靜壓。
 - 檢測孔的位置應盡量避開可能產生迴流的區段。靜壓檢測孔的中心軸必須垂直於導管壁面方向，以免動壓干擾靜壓的量測。靜壓檢測孔與導管內壁交界處不可有毛邊、不可有圓角。壓力錶旋進靜壓檢測孔時，不可突出導管內壁。
 - 其它得設置靜壓檢測裝置位置(非必須)，例如：排氣機上下游的靜壓可用以監控排氣機的性能狀況；節點、彎管、風門上下游的靜壓可用以監控節點、彎管、風門附近的阻塞狀況。
 - 得於導管一些檢測點裝設皮托管，量測定點流速(例如：導管中心線或距離導管內壁四分之一導管半徑處)，以輔助靜壓檢測判斷管道系統可

能發生問題的段落，但需特別注意一維皮托管的壓力孔極易阻塞，需經常維護。

●亦得裝設自動監控與警示設備，以節省人力，並獲取即時系統運轉資訊。

- (5) 以圖、表配合文字說明，選用的空氣清淨裝置之規格及種類、設置的位置與基準、製造廠建議的維修保養時機、條件、頻率。
- (6) 以圖、表配合文字說明，排氣機規格及種類、性能曲線，吸、排氣口接管設計，並提供性能曲線與導管匹配的資料。
- (7) 局部排氣裝置的排放裝置設計圖、風速、壓損與風量資料、設計依據、重要檢測點的風速、靜壓與全壓。
- (8) 其他設計資料(如清潔口及測定孔或其他監測裝置、導管元件材質與厚度的選擇、元件間結合方式的設計，以符合防蝕、防火、防爆、防漏的考量；馬達排氣機組設置備用電力系統，以防非預期的斷電、停電等)。

局部排氣裝置設計

一、環境干擾氣流及降低方式：

二、補氣系統設計及措施：

三、氣罩設計資料及其規格：

四、導管系統設計資料及其規格：

[包含管道系統重要檢測點(如氣罩下游、空氣清淨裝置上下游)的位置，以及該位置上下游靜壓檢測孔的設計靜壓]

五、空氣清淨裝置設計及其規格：

六、排氣機設計及其規格：

七、局部排氣裝置壓力損失計算：

八、其他設計資料：

設計人員簽名與蓋章：

設計人員資格證號：

設計人員所屬公司名稱與公司章：

設計日期：

局部排氣裝置氣罩設計資訊表

部門名稱	作業區域	製程名稱	化學品名稱/有害物名稱	作業人數	作業型態	氣罩編號	氣罩型式	發生源與氣罩距離	氣罩吸入口風速(V_s)、開口風速(V_f)或氣罩吸氣風量(Q_s)	備註

附錄二、局部排氣裝置原始性能測試報告建議格式

測試日期： 年 月 日

事業單位名稱	
事業單位地址	
負責人姓名	
事業單位行業分類 (參考中華民國行業統計分類)	
聯絡人姓名	
聯絡人電話/電子信箱	
僱用勞工人數 (男/女/合計)	
化學品名稱/有害物質名稱 (包括法定有害物之種類) (有害物質資訊應與局部排氣裝置設計報告資訊相同)	
局部排氣裝置設計單位/設計人員 (可填多人，並註明各自負責部分)	
局部排氣裝置測試單位/測試人員 (可填多人，並註明各自負責部分)	
報告內容填寫說明(頁數得自由添加)： 一、場所基本資料 (1) 事業單位基本資料。 (2) 以文字及略圖說明工作場所之平面配置圖(包括作業場所之平面配置圖及機具配置位置等)。 (3) 以文字及略圖說明局部排氣裝置的配置(應標示氣罩與排氣機之位置、產線與氣罩位置與編號，比例尺以能辨識其標示內容為原則)。 (4) 以文字及圖式說明氣罩之幾何結構、尺寸、與有害物質之相對位置。 (5) 以文字及圖式說明管道系統的配置。 (6) 以文字及表格說明「局部排氣裝置設計報告」建議之氣罩檢測項目、方法儀器、合格基準。 (7) 以文字及表格說明「局部排氣裝置設計報告」建議之降低環境干擾氣流措施檢測項目、方法或儀器、合格基準。 (8) 以文字及表格說明「局部排氣裝置設計報告」建議之補氣系統檢測項目、方法或儀器、合格基準。	

(9) 以文字及圖式說明「局部排氣裝置設計報告」中，管道系統靜壓孔、清潔孔、排放孔的位置與編號。

二、局部排氣裝置原始性能測試結果與設計報告比較

依以下項目(項目次序可依說明之條理邏輯而調整)，以文字、圖、表、照片等描述檢查方法與檢查結果。

- (1) 環境干擾氣流測試(參考附錄五)。
- (2) 補氣效能測試(室內外壓力差)(參考附錄五)。
- (3) 入口風速(氣罩入口風速 V_s 或開口風速 V_f)(參考附錄二)。
- (4) 氣罩幾何形狀與尺寸。
- (5) 吸氣口與有害物質發生源之相對位置與距離。
- (6) 管道系統重要檢測點(氣罩、節點、空氣清淨裝置、排氣機)上下游靜壓、檢測孔靜壓測試結果(參考附錄五)。
 - 管道系統重要靜壓檢測孔(例如：氣罩下游、空氣清淨裝置上下游)的靜壓，檢測時需注意靜壓孔是否有阻塞、壓力錶或差壓計是否有阻塞或故障。
 - 氣罩下游的靜壓可用以監控氣罩吸氣口吸氣速度是否降低；空氣清淨裝置上下游的靜壓可用以監控空氣清淨裝置的阻塞狀況。
 - 其它若有如下位置的靜壓檢測裝置(非必須)，則排氣機上下游的靜壓可用以監控排氣機的性能狀況；節點上下游的靜壓可用以監控節點附近的阻塞狀況)，可一併紀錄。
 - 若系統裝設有皮托管以監控定點流速，則需檢測並記錄該位置之流速讀值。
- (7) 其他檢測資料(如導管元件材質與厚度的選擇、元件間結合方式的設計，以符合防蝕、防火、防爆、防漏的考量；馬達排氣機組設置備用電力系統，以防非預期的斷電、停電等)。
- (8) 結論：綜整各項目之檢測結果，以利後續處理。
 - *** 第(1)-(5)項檢測數據與設計值比較，檢測不合格者，不得正式運轉。
 - *** 第(6)項管道系統重要檢測點的靜壓數據僅需如實紀錄，不須與設計報告比對。

量測結果與設計報告比較的判定基準：

*** 環境干擾氣流大小為測得的最大值 $V_{draft} \leq 0.2 \sim 0.3$ m/s 為合格。

*** 室內外壓力差 = 室內壓力 - 室外大氣壓力 = $\Delta P_{in-out} \geq -3 \sim -4$ Pa 為合格(如-5, -6, -7 Pa 為不合格；-3, -1, 0, 1 Pa 為合格)。

*** 氣罩入口風速 V_s 或開口風速 V_f 的測試值 \geq 設計值為合格。

*** 氣罩幾何形狀與尺寸、氣罩吸氣口與有害物質發生源的相對位置及距離之誤差 E 計算法： $E = [(測試值 - 設計值) / 設計值] \times 100\%$ 。誤差 E 在 $\pm 3\%$ 以內為合格。

測試結果(依下列項目敘述)

(1)環境干擾氣流測試[環境干擾氣流大小 V_{draft}](m/s)：

#1：測試：	設計：
#2：測試：	設計：
#3：測試：	設計：
#4：測試：	設計：
#5：測試：	設計：
#6：測試：	設計：

(2)補氣效能測試(室內外壓力差)[室內外壓力差 ΔP_{in-out} (Pa)(補氣效能)]：

測試：	設計：
-----	-----

(3)入口風速[氣罩入口風速 V_s (m/s)或開口風速 V_f (m/s)]：

#1：測試：	設計：	誤差 E ：	%
#2：測試：	設計：	誤差 E ：	%
#3：測試：	設計：	誤差 E ：	%
#4：測試：	設計：	誤差 E ：	%
#5：測試：	設計：	誤差 E ：	%
#6：測試：	設計：	誤差 E ：	%

(4)氣罩幾何形狀與尺寸：

#1：測試：	設計：	誤差 E ：	%
#2：測試：	設計：	誤差 E ：	%
#3：測試：	設計：	誤差 E ：	%
#4：測試：	設計：	誤差 E ：	%
#5：測試：	設計：	誤差 E ：	%
#6：測試：	設計：	誤差 E ：	%

(5)吸氣口與有害物質發生源之相對位置與距離：

#1：測試：	設計：	誤差 E ：	%
#2：測試：	設計：	誤差 E ：	%
#3：測試：	設計：	誤差 E ：	%
#4：測試：	設計：	誤差 E ：	%
#5：測試：	設計：	誤差 E ：	%
#6：測試：	設計：	誤差 E ：	%

(6)第(1)-(5)項檢測數據與「局部排氣裝置設計報告」的比較：

<1>環境干擾氣流測試[環境干擾氣流大小 V_{draft}](m/s)： 合格 不合格

<2>補氣效能測試(室內外壓力差)[室內外壓力差 ΔP_{in-out} (Pa)(補氣效能)]：

合格 不合格

<3>入口風速[氣罩入口風速 V_s (m/s)或開口風速 V_f (m/s)]：

(合格標準：量測值 \geq 設計值)

#1：合格 不合格

#2：合格 不合格

- #3 : 合格 不合格
#4 : 合格 不合格
#5 : 合格 不合格
#6 : 合格 不合格

<4>氣罩幾何形狀與尺寸：

- #1 : 合格 不合格
#2 : 合格 不合格
#3 : 合格 不合格
#4 : 合格 不合格
#5 : 合格 不合格
#6 : 合格 不合格

<5>吸氣口與有害物質發生源之相對位置與距離：

- #1 : 合格 不合格
#2 : 合格 不合格
#3 : 合格 不合格
#4 : 合格 不合格
#5 : 合格 不合格
#6 : 合格 不合格

(7)管道系統重要檢測點(例如：氣罩下游、空氣清淨裝置上下游)的靜壓，檢測時需注意靜壓孔是否有阻塞、壓力錶或差壓計是否有阻塞或故障：

- | | |
|--------|-----|
| #1：測試： | 設計： |
| #2：測試： | 設計： |
| #3：測試： | 設計： |
| #4：測試： | 設計： |
| #5：測試： | 設計： |
| #6：測試： | 設計： |

(8)其他檢測資料：

測試人員簽名與蓋章：

測試人員職稱：

測試人員所屬公司名稱與公司章：

測試日期：

附錄三之一、局部排氣裝置定期檢查紀錄表

日期： 年 月 日

事業單位名稱	
事業單位地址	
聯絡人姓名	
聯絡人電話/電子信箱	
事業單位行業分類 (參考中華民國行業統計分類)	
僱用勞工人數 (男/女/合計)	
局部排氣裝置設計單位/設計人員 (可填多人，並註明各自負責部分)	
局部排氣裝置原始性能測試單位/測試人員 (可填多人，並註明各自負責部分)	
局部排氣裝置定期檢查單位/檢查人員 (可填多人，並註明各自負責部分)	
<p>報告內容填寫說明(自由添加頁數)：</p> <p>一、場所與局部排氣裝置基本資料</p> <p>(1) 事業單位基本資料。</p> <p>(2) 以文字及略圖說明工作場所之平面配置圖(包括作業場所之平面配置圖及機具配置位置等)。</p> <p>(3) 以文字及略圖說明局部排氣裝置的配置(應標示氣罩與排氣機之位置、產線與氣罩位置與編號，比例尺以能辨識其標示內容為原則)。</p> <p>(4) 以文字及圖式說明氣罩之幾何結構、尺寸、與污染物之相對位置。</p> <p>(5) 以文字及圖式說明管道系統的配置。</p> <p>(6) 以文字及表格說明「局部排氣裝置設計報告」建議之氣罩檢測項目、方法儀器、合格基準。</p> <p>(7) 以文字及表格說明「局部排氣裝置設計報告」建議之降低環境干擾氣流措施檢測項目、方法或儀器、合格基準。</p> <p>(8) 以文字及表格說明「局部排氣裝置設計報告」建議之補氣系統檢測項目、方法或儀器、合格基準。</p>	

(9) 以文字及圖式說明「局部排氣裝置設計報告」中，管道系統靜壓孔、清潔孔、排放孔的位置與編號。

二、局部排氣裝置原始性能測試結果與設計報告比較

依以下項目(項目次序可依說明之條理邏輯而調整)，以文字、圖、表、照片等描述檢查方法與檢查結果。

(1) 環境干擾氣流大小(參考附錄五)。

(2) 室內外壓力差(補氣效能)(參考附錄五)。

(3) 氣罩入口風速 V_s 或開口風速 V_f (參考附錄五)。

(4) 氣罩幾何形狀與尺寸。

(5) 氣罩吸氣口與污染物發生源的相對位置及距離。

(6) 管道系統重要檢測點靜壓

*管道系統重要靜壓檢測孔(例如：氣罩下游、空氣清淨裝置上下游)的靜壓(參考附錄六)，檢測時需注意靜壓孔是否有阻塞、壓力錶或差壓計是否有阻塞或故障。

*參考附錄六：氣罩下游的靜壓可用以監控氣罩吸氣口吸氣速度是否降低；空氣清淨裝置上下游的靜壓可用以監控空氣清淨裝置的阻塞狀況。

*其它若有如下位置的靜壓檢測裝置(非必須)，則風機上下游的靜壓可用以監控風機的性能狀況；節點上下游的靜壓可用以監控節點附近的阻塞狀況)，可一併紀錄。

*若系統裝設有皮托管以監控定點流速，則需檢測並記錄該位置之流速讀值。

(7) 其他檢測資料，例如：管道元件材質與厚度的選擇、元件間結合方式的設計，以符合防蝕、防火、防爆、防漏的考量；馬達風機組設置備用電力系統，以防非預期的斷電、停電等等。

(8) 結論

*** 第(1)-(5)項檢測數據與設計值比較，檢測不合格者，不得正式運轉。

*** 第(6)項管道系統重要檢測點的靜壓數據僅需如實紀錄，不須與設計報告比對。

量測結果與原始性能測試報告比較的判定基準：

*** 測得的最大環境干擾氣流速度 $V_{draft} \leq 0.2 \sim 0.3$ m/s 為合格。

*** 室內外壓力差 = 室內壓力 - 室外大氣壓力 = $\Delta P_{in-out} \geq -3 \sim -4$ Pa 為合格(例如：-5, -6, -7 Pa 為不合格；-3, -2, -1, 0, 1 Pa 為合格)。

*** 氣罩入口風速 V_s 或開口風速 V_f 的誤差 E 計算法： $E = [(定期檢查測試值 - 原始性能測試值) / 原始性能測試值] \times 100\%$ 。 $E \geq -3\%$ 為合格(例如：-3%, -2%, -1%, 0, +1%, +2%, +3%) 為合格。

*** 氣罩幾何形狀與尺寸、氣罩吸氣口與污染物發生源的相對位置及距離的誤差 E 計算法： $E = [(定期檢查測試值 - 原始性能測試值) / 原始性能測試值] \times 100\%$ 。 $E \leq \pm 3\%$ 為合格。

*** 管道系統重要檢測點靜壓的誤差 E 計算法： $E = [(定期檢查測試值絕對值 - 原始性能測試值絕對值) / 原始性能測試值絕對值] \times 100\%$ 。 $E \leq \pm 5\%$ (例如：-4, -3%, -2%, -1%, 0, +1%, +2%, +3%) 為合格。

檢查結果(依下列項目敘述)

一、環境干擾氣流大小(m/s) (參考附錄五)：

與「局部排氣裝置原始性能測試報告」比較結果？

正常 異常 _____

異常原因初判？

是否提請維修保養？ 是 否

二、室內外壓力差(Pa)(補氣效能) (參考附錄五)：

與「局部排氣裝置原始性能測試報告」比較結果？

正常 異常 _____

異常原因初判？

是否提請維修保養？ 是 否

三、氣罩入口風速 V_s (m/s)或開口風速 V_f (m/s) (參考附錄五)：

#1：

#2：

#3：

#4：

#5：

#6：

與「局部排氣裝置原始性能測試報告」比較結果？

正常 異常 _____

異常原因初判？

是否提請維修保養？ 是 否

四、氣罩幾何形狀與尺寸：

#1：

#2：

#3：

#4：

#5：

#6：

與「局部排氣裝置原始性能測試報告」比較結果？

正常 異常 _____

異常原因初判？

是否提請維修保養？ 是 否

五、氣罩吸氣口與污染物發生源的相對位置及距離：

#1：

#2：

#3：

#4 :

#5 :

#6 :

與「局部排氣裝置原始性能測試報告」比較結果？

正常 異常 _____

異常原因初判？

是否提請維修保養？ 是 否

六、管道系統重要靜壓檢測孔(例如：氣罩下游、空氣清淨裝置上下游)的靜壓(參考附錄六)，檢測時需注意靜壓孔是否有阻塞、壓力錶或差壓計是否有阻塞或故障：

#1 :

#2 :

#3 :

#4 :

#5 :

#6 :

與「局部排氣裝置原始性能測試報告」比較結果？

正常 異常 _____

異常原因初判？

是否提請維修保養？ 是 否

七、檢視管道系統的排放孔、清潔孔，是否有氣膠、蒸氣等容易凝結或燃燒的物質、沉積物等：

#1 :

#2 :

#3 :

八、機械結構檢查：

依以下「局部排氣裝置機械結構定期檢查紀錄表」，擇適用項目進行檢查與填寫。

檢查人員資料

姓名：

職務：

簽名：

日期：

局部排氣裝置機械結構定期檢查紀錄表範例(可依需求調整項目)

	設備名稱或編號	日期	年 月 日		
	檢查項目		檢查方法	檢查結果	依檢查結果應採取改善措施之內容
1	氣罩、導管及風機之磨損、腐蝕、凹凸及其他損害之狀況及程度				
2	導管或風機之粉塵、塵埃聚積狀況				
3	風機之注油潤滑狀況				
4	導管接合部分之狀況				
5	連接電動機與風機之皮帶之鬆弛狀況				
6	設置於排放導管上之採樣設施是否牢固、鏽蝕、損壞、崩塌或其他妨礙作業安全事項				
7	空氣清淨裝置構造部分之磨損、腐蝕及其他損壞之狀況及程度				
8	除塵裝置內部塵埃堆積之狀況				
9	使用濾布式除塵裝置者，有濾布之破損及安裝部分鬆弛之狀況				
10	其他保持效能與性能之必要事項				
<p>檢查人員資料</p> <p>職務：</p> <p>姓名：</p> <p>簽名：</p> <p>日期：</p>					

附錄三之二、局部排氣裝置重點檢查紀錄表

日期： 年 月 日

事業單位名稱	
事業單位地址	
聯絡人姓名	
聯絡人電話/電子信箱	
事業單位行業分類 (參考中華民國行業統計分類)	
僱用勞工人數 (男/女/合計)	
局部排氣裝置設計單位 /設計人員 (可填多人,註明各自負責部分)	
局部排氣裝置原始性能 測試單位/測試人員 (可填多人,註明各自負責部分)	
局部排氣裝置定期檢查 單位/檢查人員 (可填多人,註明各自負責部分)	
<p>報告內容填寫說明(自由添加頁數):</p> <p>一、場所與局部排氣裝置基本資料</p> <p>(1) 事業單位基本資料。</p> <p>(2) 以文字及略圖說明工作場所之平面配置圖(包括作業場所之平面配置圖及機具配置位置等)。</p> <p>(3) 以文字及略圖說明局部排氣裝置的配置(應標示氣罩與排氣機之位置、產線與氣罩位置與編號,比例尺以能辨識其標示內容為原則)。</p> <p>(4) 以文字及圖式說明氣罩之幾何結構、尺寸、與污染物之相對位置。</p> <p>(5) 以文字及圖式說明管道系統的配置。</p> <p>(6) 以文字及表格說明「局部排氣裝置設計報告」建議之氣罩檢測項目、方法儀器、合格基準。</p> <p>(7) 以文字及表格說明「局部排氣裝置設計報告」建議之降低環境干擾氣流措施檢測項目、方法或儀器、合格基準。</p> <p>(8) 以文字及表格說明「局部排氣裝置設計報告」建議之補氣系統檢測項目、方法或儀器、合格基準。</p>	

(9) 以文字及圖式說明「局部排氣裝置設計報告」中，管道系統靜壓孔、清潔孔、排放孔的位置與編號。

二、局部排氣裝置原始性能測試結果與設計報告比較

依以下項目(項目次序可依說明之條理邏輯而調整)，以文字、圖、表、照片等描述檢查方法與檢查結果。

(1) 環境干擾氣流大小(參考附錄五)。

(2) 室內外壓力差(補氣效能)(參考附錄五)。

(3) 氣罩入口風速 V_s 或開口風速 V_f (參考附錄五)。

(4) 氣罩幾何形狀與尺寸。

(5) 氣罩吸氣口與污染物發生源的相對位置及距離。

(6) 管道系統重要檢測點靜壓(參考附錄六)

*管道系統重要靜壓檢測孔(例如：氣罩下游、空氣清淨裝置上下游)的靜壓，檢測時需注意靜壓孔是否有阻塞、壓力錶或差壓計是否有阻塞或故障。

*氣罩下游的靜壓可用以監控氣罩吸氣口吸氣速度是否降低；空氣清淨裝置上下游的靜壓可用以監控空氣清淨裝置的阻塞狀況。

*其它位置的靜壓檢測裝置(非必須)：風機上下游的靜壓可用以監控風機的性能狀況；節點上下游的靜壓可用以監控節點附近的阻塞狀況)，可一併紀錄。

*若系統裝設有皮托管以監控定點流速，則需檢測並記錄該位置之流速讀值。

(7) 其他檢測資料，例如：管道元件材質與厚度的選擇、元件間結合方式的設計，以符合防蝕、防火、防爆、防漏的考量；馬達風機組設置備用電力系統，以防非預期的斷電、停電等等。

(8) 結論

*** 第(1)-(5)項檢測數據與設計值比較，檢測不合格者，不得正式運轉。

*** 第(6)項管道系統重要檢測點的靜壓數據僅需如實紀錄，不須與設計報告比對。

量測結果與原始性能測試報告比較的判定基準：

*** 測得的最大環境干擾氣流速度 $V_{draft} \leq 0.2 \sim 0.3$ m/s 為合格。

*** 室內外壓力差 = 室內壓力 - 室外大氣壓力 = $\Delta P_{in-out} \geq -3 \sim -4$ Pa 為合格(例如：-5, -6, -7 Pa 為不合格；-3, -2, -1, 0, 1 Pa 為合格)。

*** 氣罩入口風速 V_s 或開口風速 V_f 的誤差 E 計算法： $E = [(定期檢查測試值 - 原始性能測試值) / 原始性能測試值] \times 100\%$ 。 $E \geq -3\%$ 為合格(例如：-3%, -2%, -1%, 0, +1%, +2%, +3%) 為合格。

*** 氣罩幾何形狀與尺寸、氣罩吸氣口與污染物發生源的相對位置及距離的誤差 E 計算法： $E = [(定期檢查測試值 - 原始性能測試值) / 原始性能測試值] \times 100\%$ 。 $E \leq \pm 3\%$ 為合格。

*** 管道系統重要檢測點靜壓的誤差 E 計算法： $E = [(定期檢查測試值絕對值 - 原始性能測試值絕對值) / 原始性能測試值絕對值] \times 100\%$ 。 $E \leq \pm 5\%$ (例如：-4, -3%, -2%, -1%, 0, +1%, +2%, +3%) 為合格。

檢查結果(依下列項目敘述)

(1)環境干擾氣流大小(m/s) (參考附錄五)：

與「局部排氣裝置原始性能測試報告」比較結果？

正常 異常 _____

異常原因初判？

是否提請維修保養？ 是 否

(2)室內外壓力差(Pa)(補氣效能) (參考附錄五)：

與「局部排氣裝置原始性能測試報告」比較結果？

正常 異常 _____

異常原因初判？

是否提請維修保養？ 是 否

(3)氣罩入口風速 V_s (m/s)或開口風速 V_f (m/s) (參考附錄五)：

#1：

#2：

#3：

#4：

#5：

#6：

與「局部排氣裝置原始性能測試報告」比較結果？

正常 異常 _____

異常原因初判？

是否提請維修保養？ 是 否

(4)氣罩幾何形狀與尺寸：

#1：

#2：

#3：

#4：

#5：

#6：

與「局部排氣裝置原始性能測試報告」比較結果？

正常 異常 _____

異常原因初判？

是否提請維修保養？ 是 否

(5)氣罩吸氣口與污染物發生源的相對位置及距離：

#1：

#2：

#3：

#4 :

#5 :

#6 :

與「局部排氣裝置原始性能測試報告」比較結果？

正常 異常 _____

異常原因初判？

是否提請維修保養？ 是 否

(6)管道系統重要靜壓檢測孔(例如：氣罩下游、空氣清淨裝置上下游)的靜壓(參考附錄六)，檢測時需注意靜壓孔是否有阻塞、壓力錶或差壓計是否有阻塞或故障：

#1 :

#2 :

#3 :

#4 :

#5 :

#6 :

與「局部排氣裝置原始性能測試報告」比較結果？

正常 異常 _____

異常原因初判？

是否提請維修保養？ 是 否

(7)檢視管道系統的排放孔、清潔孔，是否有氣膠、蒸氣等容易凝結或燃燒的物質、沉積物等：

#1 :

#2 :

#3 :

(8)機械結構檢查：

依以下「局部排氣裝置機械結構重點檢查紀錄表」，擇適用項目進行檢查與填寫。

檢查人員資料

姓名：

職務：

簽名：

日期：

局部排氣裝置機械結構重點檢查紀錄表範例(可依需求調整項目)

	設備名稱或編號	日期	年 月 日		
	檢查項目		檢查方法	檢查結果	依檢查結果應採取改善措施之內容
1	氣罩、管道及風機之磨損、腐蝕、凹凸及其他損害之狀況及程度				
2	管道或風機之粉塵、塵埃聚積狀況				
3	風機之注油潤滑狀況				
4	管道接合部分之狀況				
5	連接電動機與風機之皮帶之鬆弛狀況				
6	設置於排放導管上之採樣設施是否牢固、鏽蝕、損壞、崩塌或其他妨礙作業安全事項				
7	空氣清淨裝置構造部分之磨損、腐蝕及其他損壞之狀況及程度				
8	除塵裝置內部塵埃堆積之狀況				
9	使用濾布式除塵裝置者，有濾布之破損及安裝部分鬆弛之狀況				
10	其他保持效能與性能之必要事項				
<p>檢查人員資料</p> <p>職務：</p> <p>姓名：</p> <p>簽名：</p> <p>日期：</p>					

附錄四、局部排氣裝置維修保養紀錄表

日期： 年 月 日

事業單位名稱	
事業單位地址	
聯絡人姓名	
聯絡人電話/電子信箱	
事業單位行業分類 (參考中華民國行業統計分類)	
僱用勞工人數 (男/女/合計)	
局部排氣裝置設計單位/ 設計人員 (可填多人，並註明各自負責部分)	
局部排氣裝置原始性能 測試單位人員 (可填多人，並註明各自負責部分)	
局部排氣裝置定期(重 點)檢查單位/檢查人員 (可填多人，並註明各自負責部分)	
維修保養項目/執行情形	
(1)	
(2)	
(3)	

(4)

(5)

(6)

(7)

***以上內容必須包括：各項維修保養明細及元件更換紀錄。

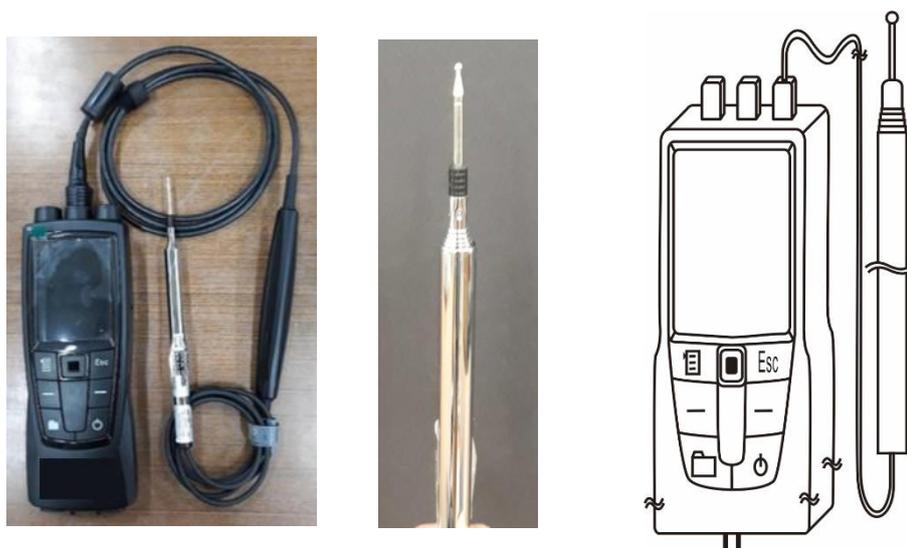
維修保養人員簽名：

日期：

附錄五、環境干擾氣流、室內外壓力差(補氣效能)、氣罩入口(開口)風速檢測方法

壹、環境干擾氣流檢測方法

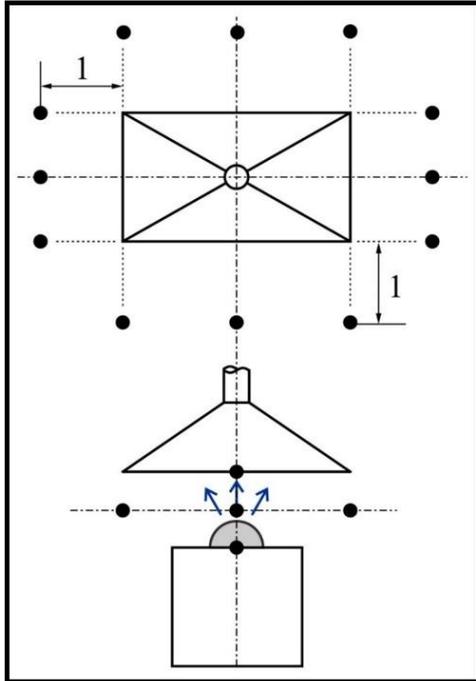
量測環境干擾氣流所使用之設備，必須使用無指向性風速計，如下圖所示的例子：



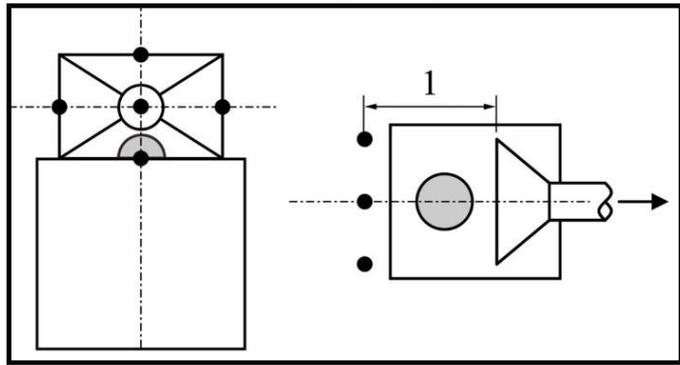
在局部排氣裝置作動或不作動情況下，工廠依據平常情況正常操作(例如平常作業時開啟的門、窗、電扇、冷氣、器械…照常開啟)，進行以下檢測：

1. 外裝型氣罩(側吸式、上吸式、後吸式、下吸式、側邊槽吸式、吹吸氣流式與推挽氣簾式、接收型)：在距離氣罩吸氣口外緣往外 1 m 的前、後、左、右四個與地面垂直的面上，以無指向性風速計量測上、下、左、右、中央五個位置(如下圖)的環境氣流速度 V_{draft} ，有阻礙而無法量測的垂直面或量測位置不必量測。各測量位置所測得的環境氣流速度中，最大的數值稱為 $V_{\text{draft, max}}$ 。若 $V_{\text{draft, max}} < 0.2 \sim 0.3 \text{ m/s}$ ，即為合格。

上吸式

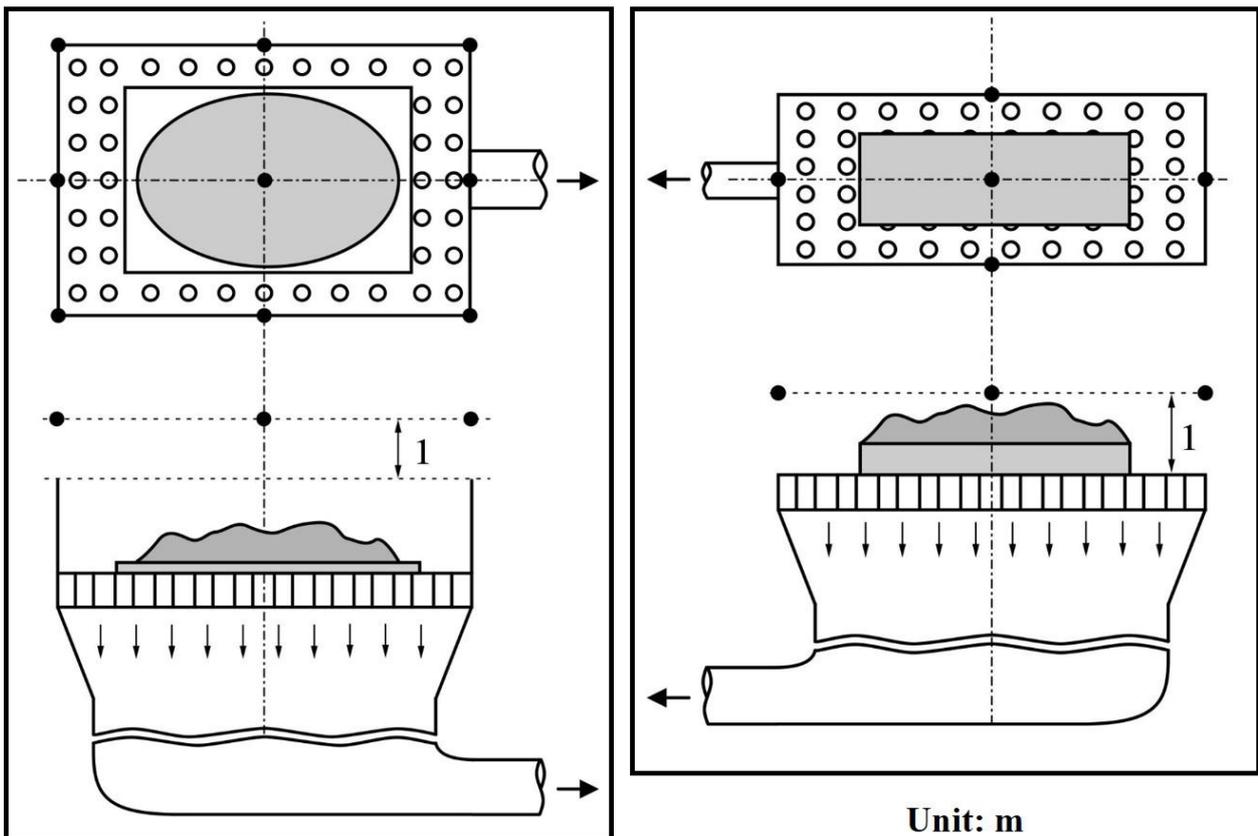


側吸式與後吸式



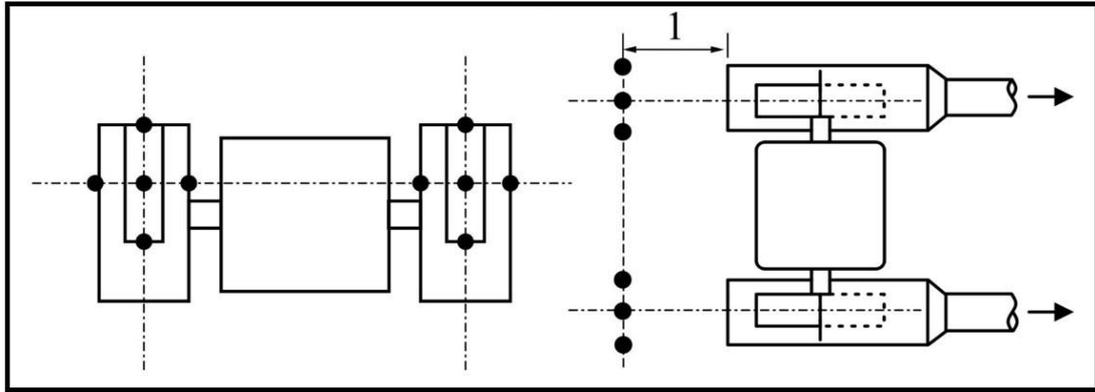
Unit: m

下吸式



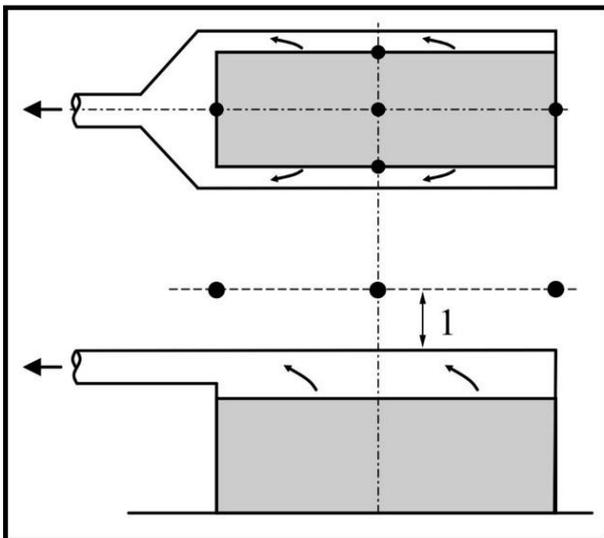
Unit: m

接收型

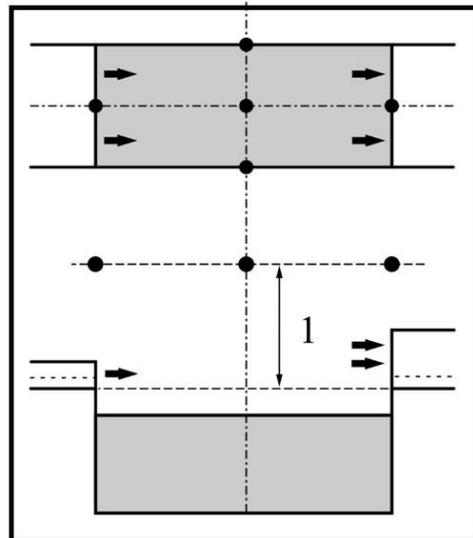


Unit: m

側邊槽吸式



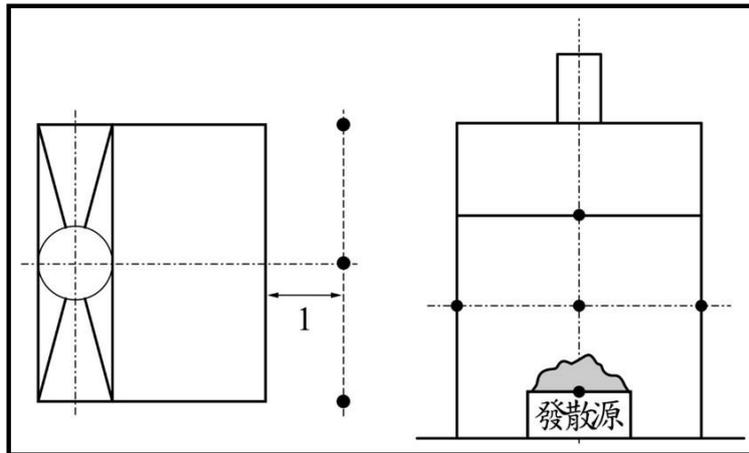
吹吸型



2. 吸氣口凸緣周遭包覆隔板或垂簾等外罩之氣罩(Booth，簡稱包圍型 I)：污染物發散源受四面外罩完全包覆者，不必檢測。若外罩未完全包覆污染物發散源者，依下述第 3 點執行。

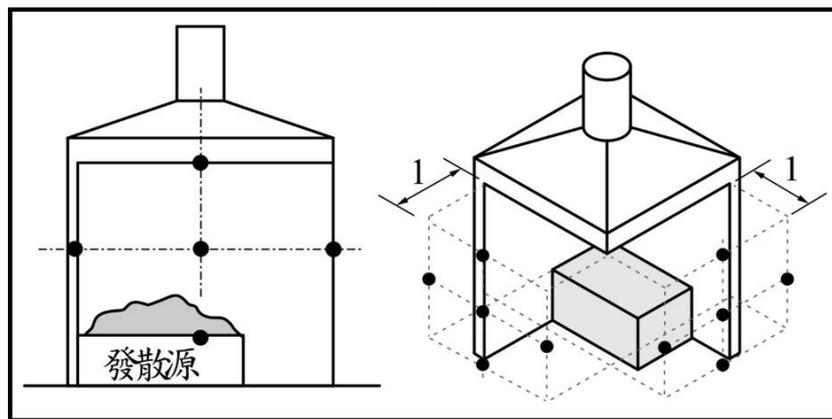
3. 單邊或雙邊開口櫃形排氣裝置(Cabinet，簡稱包圍型 II)：在距離氣罩吸氣開口面往外約 1 m 遠而平行於吸氣開口面的平面上，以無指向性風速計量測上、下、左、右、中央五個位置的環境氣流速度 V_{draft} 。各測量位置測得的環境氣流速度中，最大的數值稱為 $V_{\text{draft, max}}$ 。若 $V_{\text{draft, max}}$ 的上限值 $< 0.2 \sim 0.3 \text{ m/s}$ ，即為合格。

單邊開口櫃



Unit: m

雙邊開口櫃



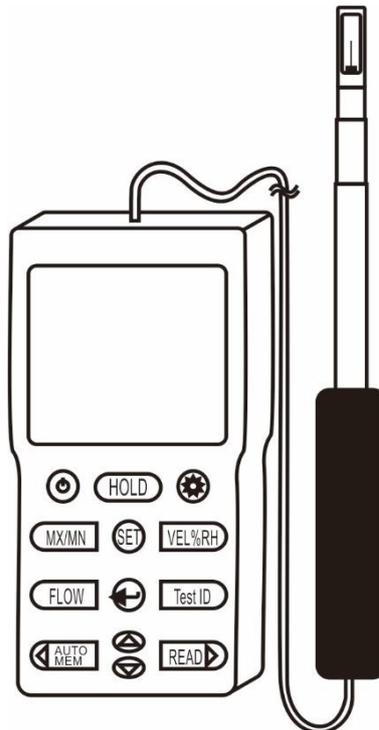
貳、室內外壓力差(補氣效能)檢測方法

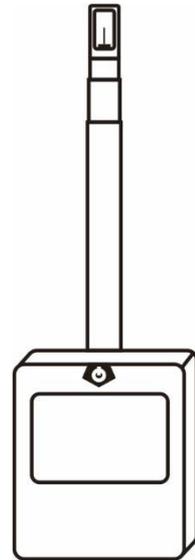
檢測補氣量是否足夠，可以使用電子式差壓計(如下圖)，量測室內(氣罩所在之房間、廠房、隔間)氣壓 P_{in} 與室外(風機出口接管排出口之環境)氣壓 P_{out} 的差值 $\Delta P_{in-out} = P_{in} - P_{out}$ 。若室內外氣壓差 $\Delta P_{in-out} = P_{in} - P_{out}$ 符合 $\Delta P \geq -3 \sim -4 \text{ Pa}$ ，即為合格。量測 ΔP_{in-out} 時，由於差壓值甚小，且儀表讀值會跳動，所以須使用長時間平均法，以獲得穩定的讀值。量測平均時間的確定，須於現場嘗試多個不同平均時間，當平均時間長於某個嘗試值之後，平均壓差值趨於穩定，即可使用。



參、氣罩吸入口(開口)風速檢測方法

一般開口式氣罩，可使用如下圖所示之指向性風速計檢測：

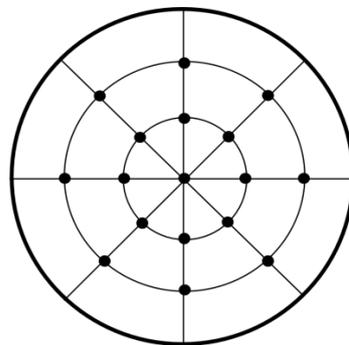
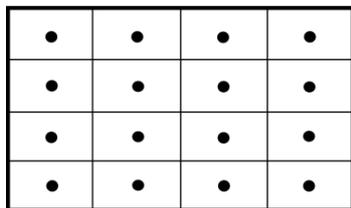




使連結或延伸自同一主管道的所有局部排氣裝置同時作動，進行以下檢測：

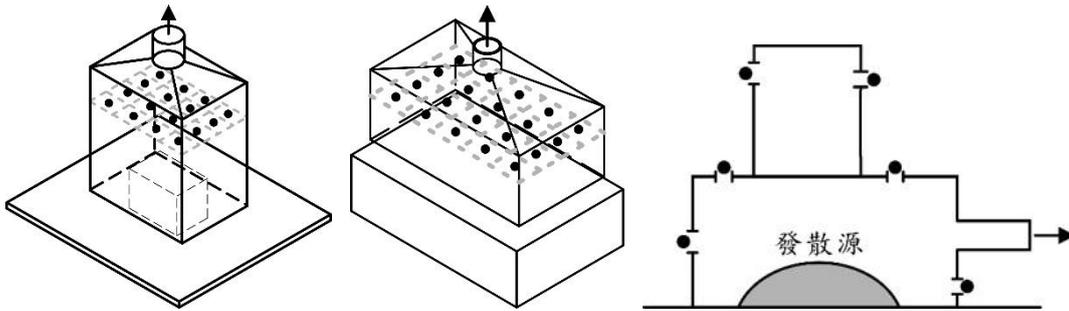
1. 外裝型氣罩(上吸式、側吸式、背吸式、斜吸式、斜背吸式、下吸式、側下吸式)：

在氣罩吸氣口平面上以指向性風速計量測吸入口風速。若吸入口為矩形或方形，將該量測速度之水平面畫分為至少 16 個等面積之區域，等面積區域的短邊必須小於 0.5 m(如以下左圖所示黑點所示)。在各個等面積區域中心點量測往氣罩吸氣口方向的風速 V_i ，將量得的各點風速 V_i 加總，再除以量測點的數目得到平均風速 V_s 。指向性風速計放置位置大略如下圖中的黑點所示。將平均風速 V_s 記錄於表格中。若吸入口為圓形，量測位置如以下右圖黑點所示。



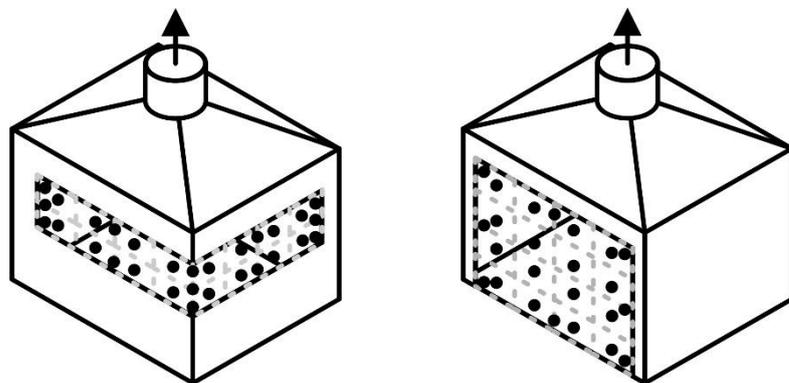
2. 吸氣口凸緣周遭包覆隔板或垂簾等外罩之氣罩(Booth, 簡稱包圍型 I):

- (1) 若類似以下左、中兩圖之氣罩，以指向性風速計量測包圍區內，平行於氣罩吸氣口水平面上，往氣罩吸氣口方向的面平均風速。該量測速度之水平面盡量選取在包圍區的中段以上，但須避開迴流區(若可能的話，應先以煙流法判斷迴流區所在位置而避開之)。將該量測速度之水平面畫分為至少 16 個等面積之區域，等面積區域的短邊必須小於 0.5 m (如下圖所示)。在各個等面積區域中心點量測往氣罩吸氣口方向的風速，將量得的各點風速 V_i 加總，再除以量測點的數目得到平均風速 V_s ，將平均風速 V_s 記錄於表格中。
- (2) 若類似以下右圖之包覆型氣罩，則以指向性風速計量測開口處的吸入風速 V_f ，將這些開口處的吸入風速 V_f 記錄於表格中。



3. 單邊或雙邊開口櫃形排氣裝置(Cabinet, 簡稱包圍型 II):

以指向性風速計量測櫃形排氣裝置開口平面上，往櫃形排氣裝置內部，垂直於量測平面的面平均風速。將在櫃形排氣裝置開口平面畫分為至少 16 個等面積之區域，等面積區域的短邊必須小於 0.5 m (如下圖所示)。在各個等面積區域中心點量測往氣罩吸氣口方向的風速 V_i ，將量得的各點風速 V_i 加總，再除以量測點的數目得到平均風速 V_f ，將開口平均風速 V_f 記錄於表格中。



註：

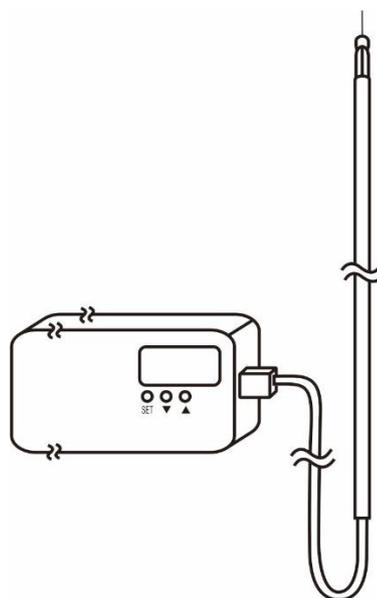
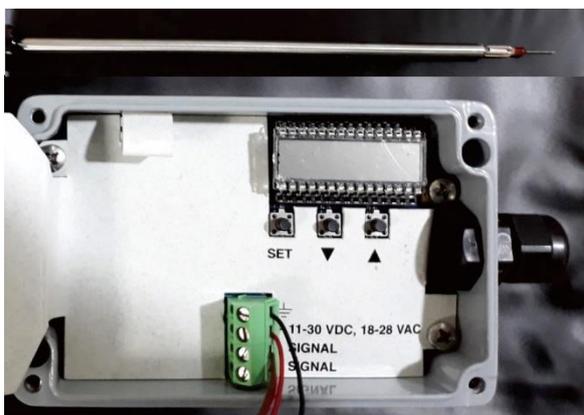
此處所定義之單邊或雙邊開口櫃形排氣裝置並非指商品型化學排氣櫃或生物安全櫃。

若為商品型化學排氣櫃，應另以 EN14175 排氣櫃測試方法檢測。

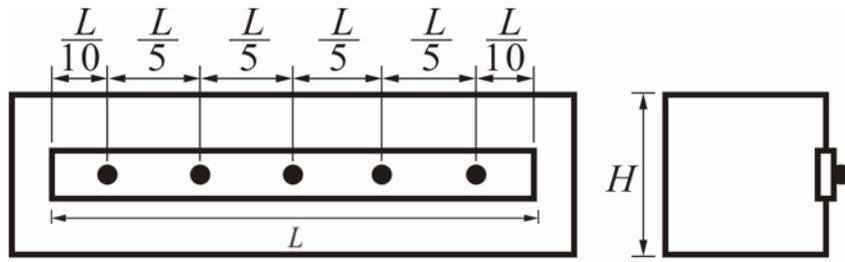
若為商品型生物安全櫃，應另以 NSF49 生物安全櫃測試方法檢測。

4.單槽或多槽式氣罩：

槽狀吸氣罩的吸氣口因較小，必需使用微小型指向性風速計，如下圖所示：



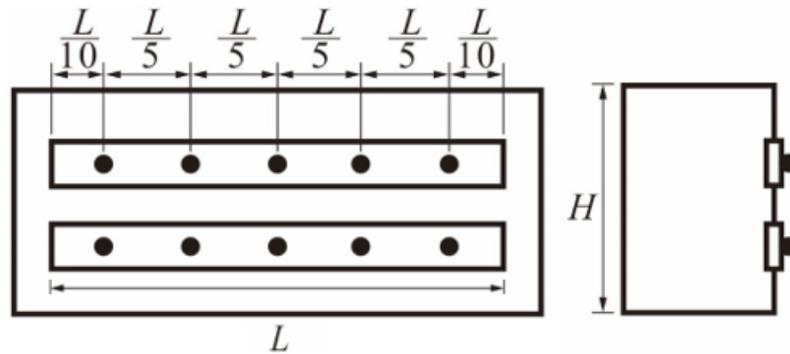
若為下圖之單槽式氣罩，以微小型指向性風速計(探頭尺寸應盡量小於吸氣槽寬度)量測位置圖所示，黑點處在靠近吸入口往吸氣槽方向的風速 V_i ，將量得的各點風速 V_i 加總，再除以量測點的數目得到平均風速 V_s 。指向性風速計放置位置大略如下圖中的黑點所示。將平均風速 V_s 記錄於表格中。



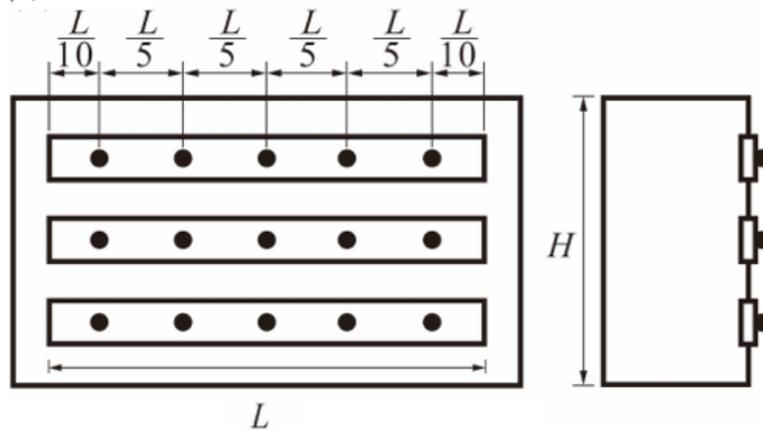
若為多槽式氣罩，以微小型指向性風速計(探頭尺寸應盡量小於吸氣槽寬度)量測如以下數圖所示，黑點處在靠近吸入口往吸氣槽方向的風速 V_i ，將量得的各點風速 V_i 加總，再除以量測點的數目得到平均風速 V_s ，將平均風速 V_s 記錄於表格中。

(1) 雙槽或三槽，則如下圖所示。

(a) 雙槽

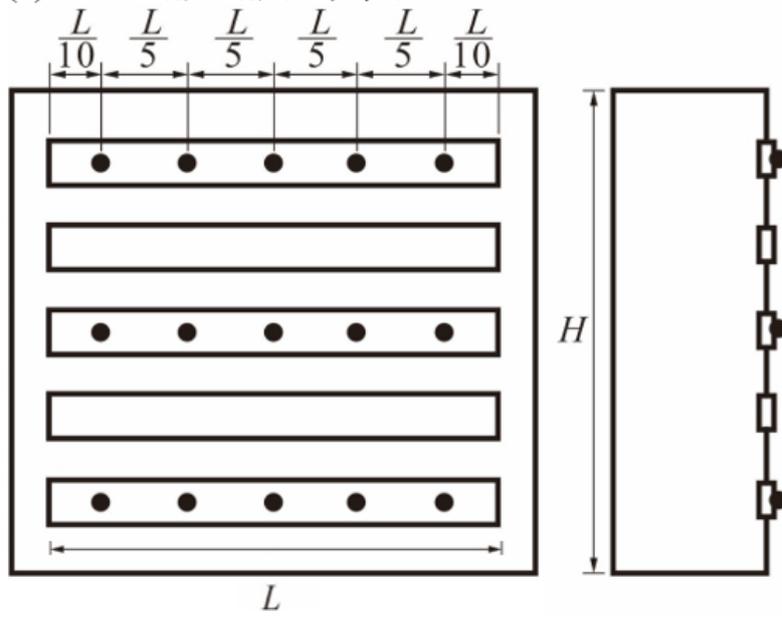


(b) 三槽

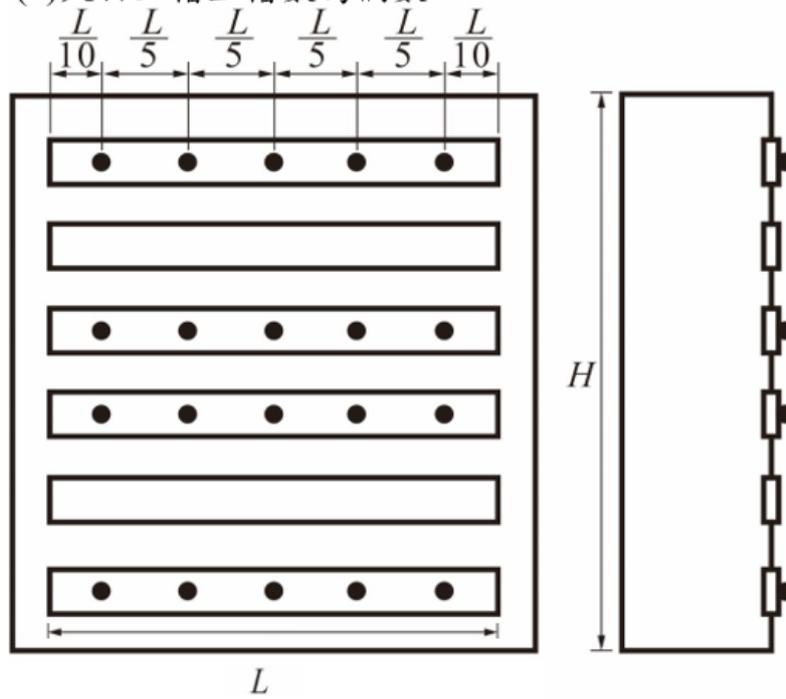


(2) 若大於三槽而且槽數為奇數，則如下圖(a)所示，只量測最上槽、中間槽、最下槽的風速 V_i ；若大於三槽而且槽數為偶數，則如下圖(b)所示，只量測最上槽、中間2槽、最下槽的風速 V_i 。

(a) 大於三槽且槽數為奇數

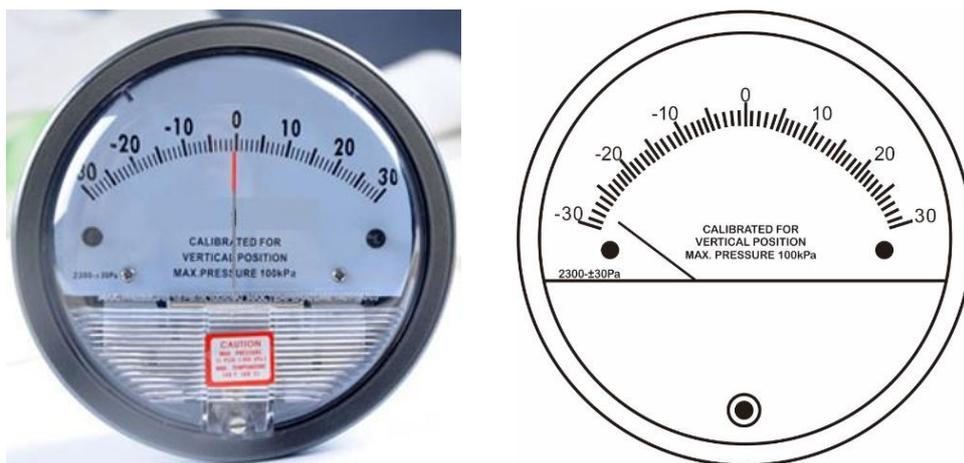


(b) 大於三槽且槽數為偶數

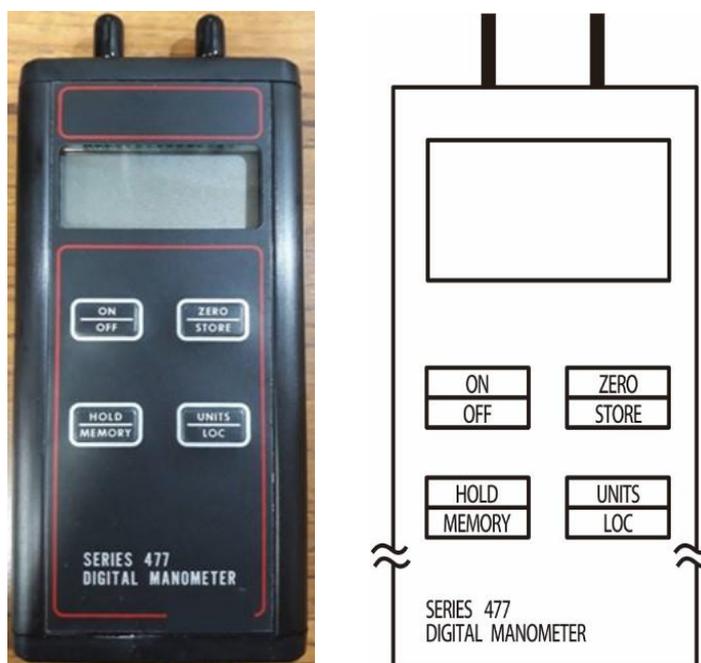


附錄六、以靜壓量測診斷局部通風管道問題範例

在管道系統某些重要檢測點，例如：氣罩上游、空氣清淨裝置上下游設置靜壓檢測孔，在靜壓檢測孔裝設壓力錶或各種電子式差壓計，如下圖所示的例子。藉著檢視壓力錶或電子式差壓計(例如下圖)的讀值，可以判斷管道/風機系統大致在那一段出現問題。



可量到負壓的壓力錶

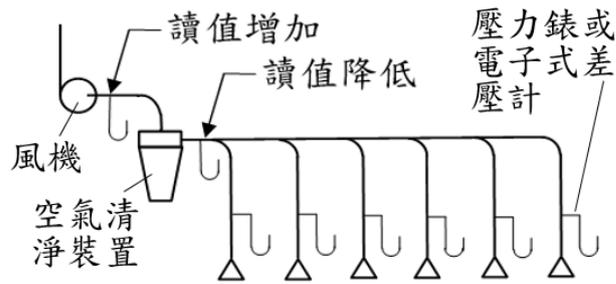


電子式差壓計

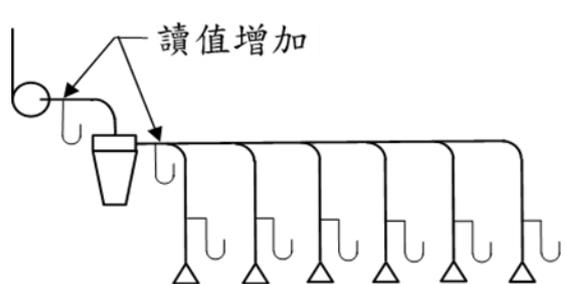
一、管道系統重要檢測點靜壓檢測與判斷範例

因靜壓檢測孔的壓力錶或各種電子式差壓計入口常易堵塞，造成壓力讀值錯誤，故取得讀值前需檢查靜壓檢測孔與壓力錶、電子式差壓計是否堵塞，若有堵塞，需予清理，儀錶也需時常維修保養。下表為判讀範例（讀值係指靜壓絕對值）：

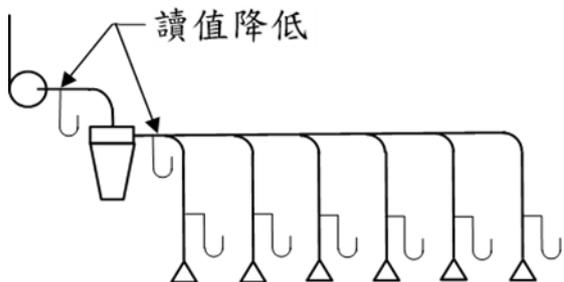
(a) 空氣清淨裝置堵塞



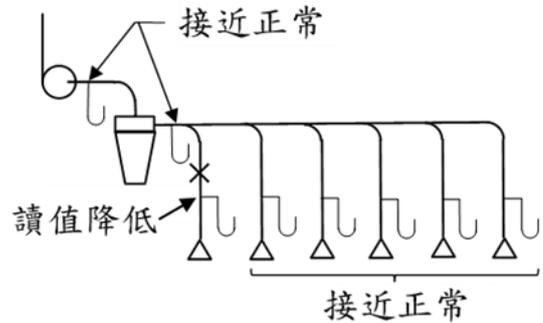
(b) 主管或支管堵塞



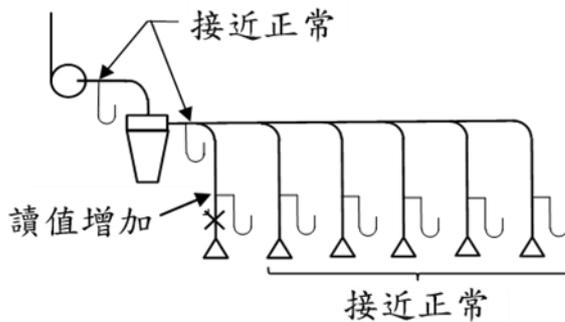
(c) 風機性能劣化、排氣口堵塞、或管道接頭鬆動



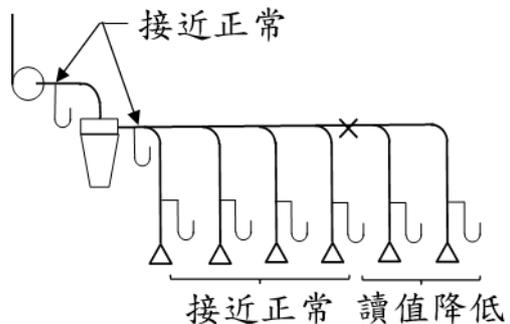
(d) 支管在 X 處堵塞



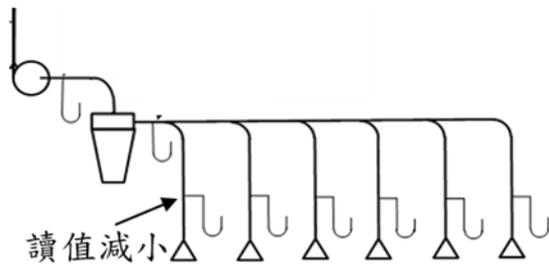
(e) 支管在 X 處堵塞



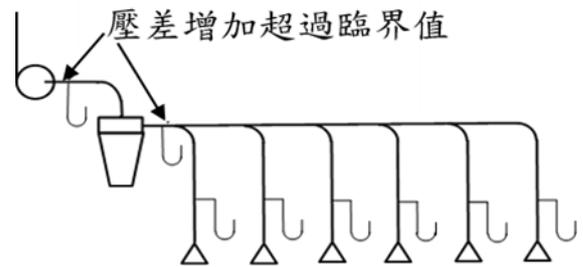
(f) 主管在 X 處堵塞



(g) 隨時簡易監控該氣罩吸氣速度是否下降



(h) 空氣清淨裝置需清理



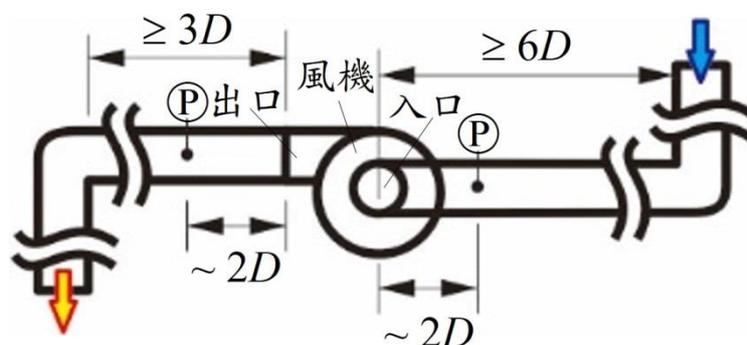
範例(g)是典型的裝設於氣罩下游的例子，操作員可隨時觀測裝設於氣罩下游差壓計之讀值。可於差壓表上之臨界壓力畫上醒目的紅色或綠色線，若是讀值低於該紅色或綠色線，代表該處之壓力已低於臨界值，亦即氣罩之吸氣速度可能因某些因素而低於設定之安全值，操作員必須立即回報領班，進行後續處理。

二、直管設置靜壓檢測孔的適當位置

於管道靜壓檢測孔裝設壓力錶或各種電子式差壓計時，為避免因流體分離而形成迴流泡而影響檢測結果，應參考下述原則裝設於直管適當位置，避免裝設於彎管處。

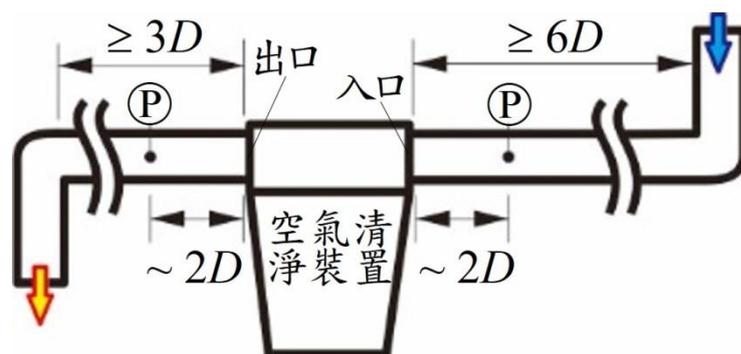
(一) 風機上、下游

風機入、出口接管，使用「6進3出」的原則設置直管，即風機入口連接一段長度至少 $6D$ (6 倍管道直徑距離) 的直管；出口連接一段長度至少 $3D$ 的直管。靜壓檢測孔設置之位置如下圖所示，於連接風機入、出口的直管上，距離風機入、出口約 $2D$ 處。



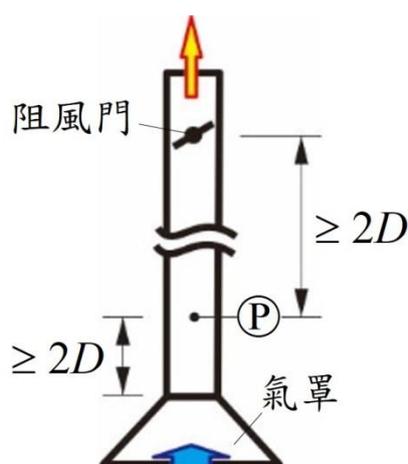
(二) 空氣清淨裝置上、下游

空氣清淨裝置上、下游入、出口接管，盡量使用「6進3出」的原則設置直管，即空氣清淨裝置入口連接一段長度至少 $6D$ 的直管；出口連接一段長度至少 $3D$ 的直管。靜壓檢測孔設置之位置如下圖所示，於連接空氣清淨裝置入、出口之直管上，距離空氣清淨裝置入、出口約 $2D$ 處。



(三) 氣罩

靜壓檢測孔設置之位置，於氣罩出風口下游之連接直管上至少 $\geq 2D$ 處，且需距離下游阻風門至少 $\geq 2D$ ；若氣罩下游所連接之直管長度不足，則可放寬為，氣罩出風口下游之連接直管上至少 $\geq 1.5D$ 處，且需距離下游阻風門至少 $\geq 1.5D$ 。

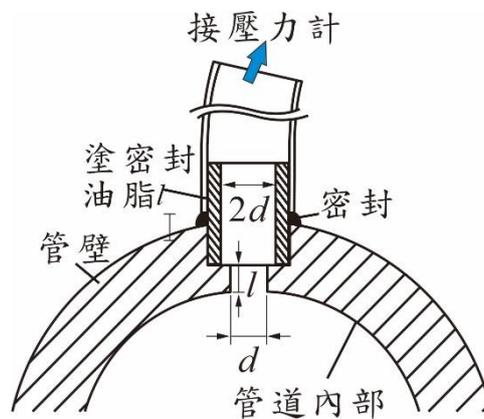


三、靜壓孔的幾何設計及壓力錶的安裝方法

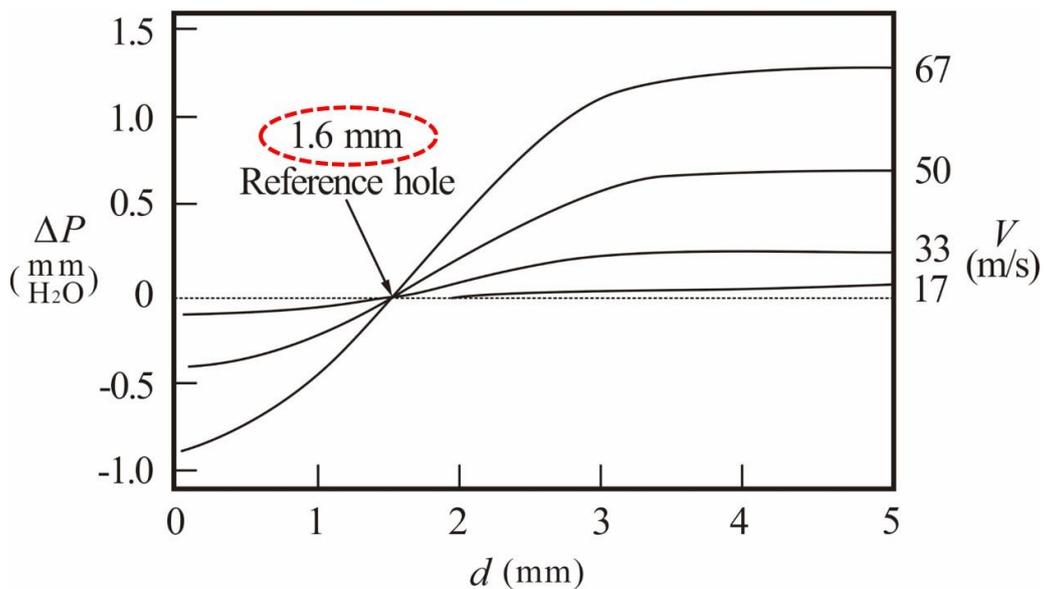
設置靜壓檢測孔時，孔的中心軸必須垂直於管道壁面方向，以免動壓干擾靜壓的量測。靜壓檢測孔與管道內壁交界處不可有毛邊、不可有圓角；壓力錶、電子式差壓計旋進靜壓檢測孔時，不可突出管道內壁。

(一) 標準靜壓孔

標準靜壓孔直徑 $d \approx 1 - 2 \text{ mm}$ ； d/l 的範圍 $0.5 < d/l < 6$ ，如下圖標準靜壓孔所示。 d 若太小，壓力傳輸時間會太長； d 太小或太大，壓力量測皆會造成誤差，如下圖靜壓孔的孔徑 d 對靜壓量測結果的影響所示。



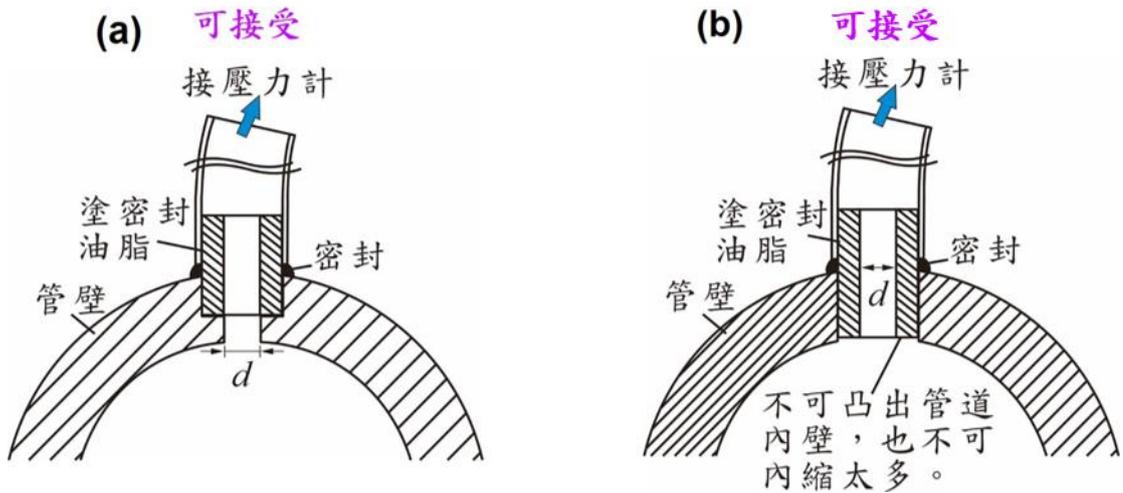
標準靜壓孔



靜壓孔的孔徑 d 對靜壓量測結果的影響

(二) 標準靜壓孔替代方案

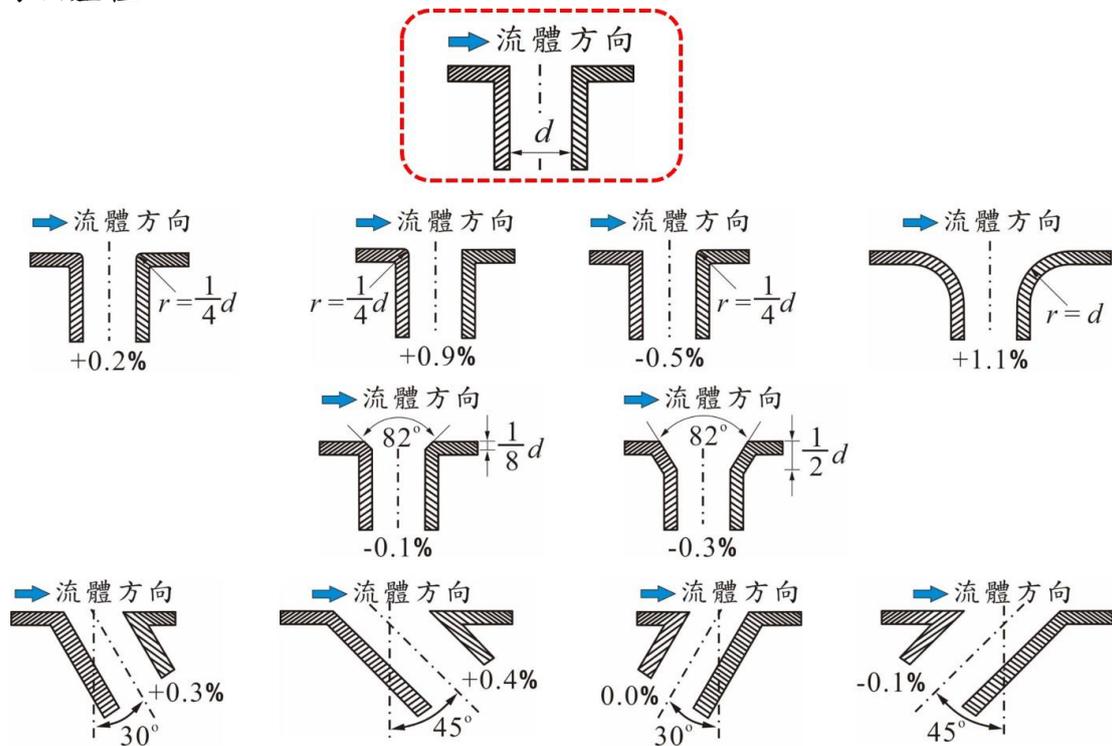
因標準靜壓孔在製作上較困難，若不追求極高精準度，亦可以使用下圖的方式替代標準靜壓孔。



標準靜壓孔替代方案

(三) 靜壓孔的幾何注意事項

標準的靜壓檢測孔與管道內壁交界處不可有毛邊、不可有圓角、中心軸必須垂直於管道壁面方向，否則會干擾靜壓的量測。如下圖所示，框線所框圍的圖為標準的靜壓檢測孔，其餘的是未依規定製作所造成的誤差值。

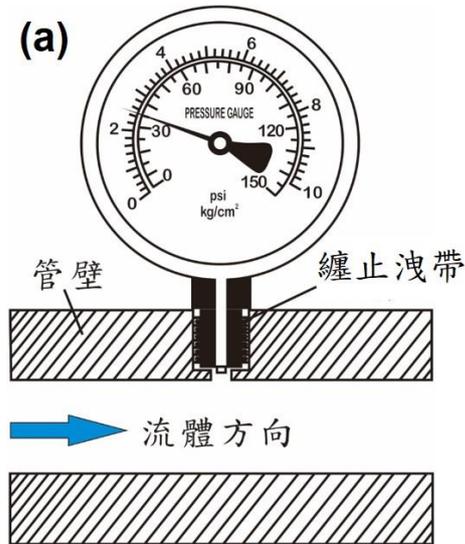


靜壓孔的幾何影響量測結果

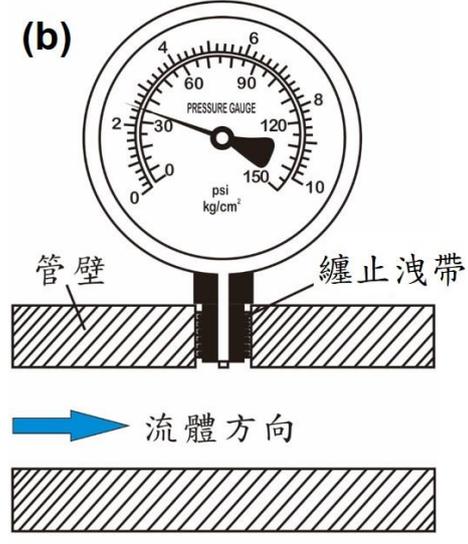
(四) 壓力錶安裝在靜壓孔的方式

壓力錶旋進靜壓檢測孔時，不可突出管道內壁，以免動壓干擾靜壓的量測。安裝方式，如下圖(a)、(b)所示；若管壁太薄需先鑲厚片再攻內牙，如下圖所示。

1. 壓力錶安裝在靜壓孔的方式：

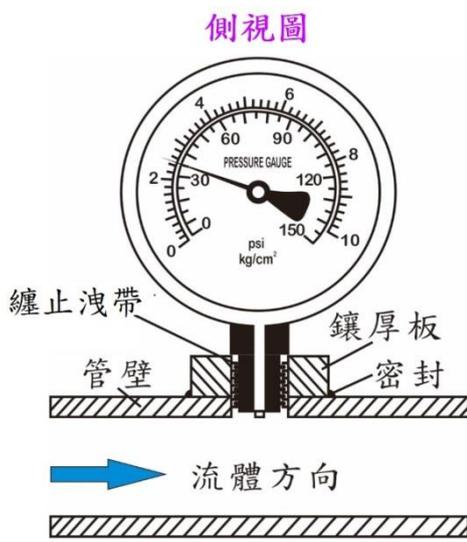


先製作標準壓力孔，再將壓力錶旋入內牙。



壓力錶旋進靜壓孔時，不可凸出管道內壁，也不要內縮太多。

2. 管壁太薄時，壓力錶安裝在靜壓孔的方式：



壓力錶旋進靜壓孔時，不可凸出管道內壁，也不要內縮太多。

