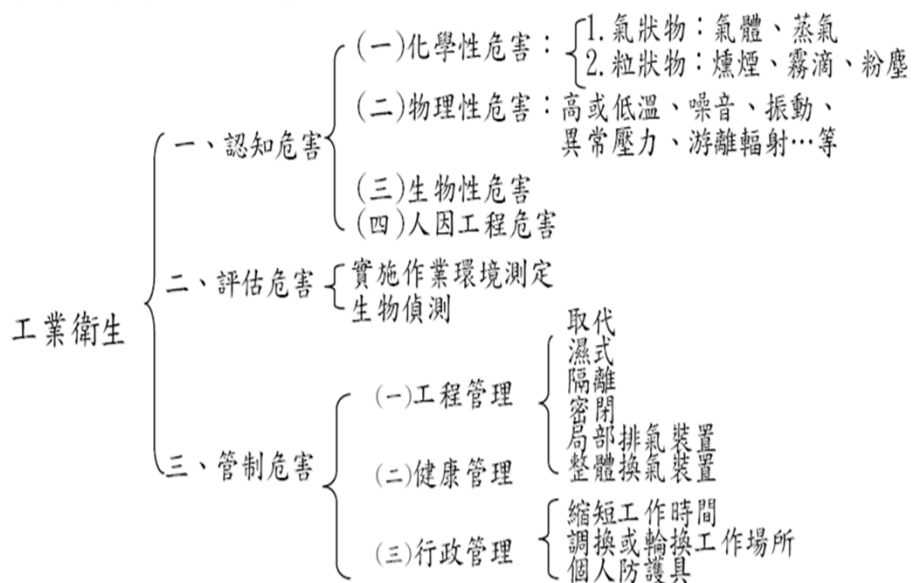


有害作業相關法令解析及 環境通風原則

車寶島

工業衛生三大工作



3

有害作業相關法令解析

4

有害物作業相關法規

- 一、勞工安全衛生法及其施行細則。
- 二、有機溶劑中毒預防規則、特定化學物質危害預防標準、粉塵危害預防標準、鉛中毒預防規則、四烷基鉛中毒預防規則、缺氧症預防規則。
- 三、危險物及有害物通識規則。
- 四、勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準。
- 五、勞工作業環境測定實施辦法。
- 六、勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法。
- 七、勞工健康保護規則。
- 八、勞工安全衛生教育訓練規則。
- 九、勞工安全衛生設施規則。
- 十、童工女工禁止從事危險性或有害性工作認定標準。
- 十一、營造安全衛生設施標準。
- 十二、其他。

有機溶劑中毒預防規則

5

有機溶劑作業列管13種(包括研究及試驗)

1. **製造**有機溶劑或其混存物過程中，從事有機溶劑或其混存物之過濾、混合、攪拌、加熱、輸送、倒注於容器或設備之作業。
2. **製造**染料、藥物、農藥、化學纖維、合成樹脂、染整助劑、有機塗料、有機顏料、油脂、香料、調味料、火藥、攝影藥品、橡膠或可塑劑及此等物品之中間物過程中，從事有機溶劑或其混存物之過濾、混合、攪拌、加熱、輸送、倒注於容器或設備之作業。
3. **使用**有機溶劑混存物從事印刷作業。
4. **使用**有機溶劑混存物從事書寫、描繪之作業。
5. **使用**有機溶劑或其混存物從事之上光、防水或表面處理之作業。

6

6. **使用**有機溶劑或其混存物從事為粘接之塗敷作業。
7. **從事**已塗敷有機溶劑或其混存物之物品之粘接作業。
8. **使用**有機溶劑或其混存物從事清洗或擦拭之作業。但不包括第12款規定作業之清洗作業。
9. **使用**有機溶劑混存物之塗飾作業。但不包括第12款規定作業之塗飾作業。
10. **從事**已附著有機溶劑或其混存物之物品之乾操作業。
11. **使用**有機溶劑或其混存物從事研究或試驗。
12. 從事曾裝儲有機溶劑或其混存物之**儲槽之內部**作業。但無發散有機溶劑蒸氣之虞者，不在此限。
13. 於有機溶劑或其混存物之**分裝或回收場所**，從事有機溶劑或其混存物之過濾、混合、攪拌、加熱、輸送、倒注於容器或設備之作業。
14. 其他經中央主管機關指定之作業

列管之有機溶劑(55種)

7

- 防止中毒，選擇毒性較大，而在作業場所用途較多的溶劑，加以管制。並依毒性及揮發性分為三種：

第一種有機溶劑：

氯化烴 + CS_2 ，共 7 種。

第二種有機溶劑：

四氯乙烯、醇、醚、酯、酮、芳香烴 (甲苯)、正己烷等，共 41 種。

第三種有機溶劑：

汽油等高分子量溶劑，共 7 種。

有機溶劑混存物：

8

- 指有機溶劑與其他物質混合時，所含之有機溶劑佔其重量5%以上者，其分類如下：
- (一) **第一種有機溶劑混存物**：指有機溶劑混存物中，含有第一種有機溶劑佔該混存物重量5%以上者。
- (二) **第二種有機溶劑混存物**：指有機溶劑混存物中，含有第二種有機溶劑或第一種有機溶劑及第二種有機溶劑之和佔該混存物重量5%以上而不屬於第一種有機溶劑混存物者。
- (三) **第三種有機溶劑混存物**：指第一種有機溶劑混存物及第二種有機溶劑混存物以外之有機溶劑混存物。

例：混存物分類

9

I	II	III	歸類(混存物)
6 %	7 %	87 %	I
3 %	9 %	88 %	II
3 %	4 %	93 %	II
1 %	3 %	90 %	III
1 %	3 %	2 %	III
1 %	2 %	1 %	×

容許消費量

10

- 使勞工從事第2條第3款至第11款之作業(製造除外)，合於下列各款規定之一時，得不受第2章、第18條至第24條規定之限制：(25、26)
- 一、於**室內作業場所**（通風不充分之室內作業場所除外），從事有機溶劑或其混存物之作業時，一小時作業時間內有機溶劑或其混存物之消費量不超越**容許消費量**者。
- 二、於**儲槽等**之作業場所或**通風不充分之室內作業場所**，從事有機溶劑或其混存物之作業時，一日間有機溶劑或其混存物之消費量不超越**容許消費量**者。

容許消費量計算

ii	
有機溶劑或其混存物之總類	有機溶劑或其混存物之容許消費量
第1種有機溶劑或其混存物	容許消費量(公克) = 1/15 × 作業場所之氣積(立方公尺)
第2種有機溶劑或其混存物	容許消費量(公克) = 2/5 × 作業場所之氣積(立方公尺)
第3種有機溶劑或其混存物	容許消費量(公克) = 3/2 × 作業場所之氣積(立方公尺)

容許消費量為有機溶劑蒸發成為蒸氣,作業場所
 12 PEL(ppm)之容許消費量w(公克)之關係如下:以
 平均分子量及容許濃度代入可得上式;第一種
 以四氯化碳第二種以甲苯第三種以汽油(辛烷)

$$PEL(ppm) = \frac{W(\text{公克})/M(\text{分子量}) \times 22.4 \text{公升} \times (273 + 25/273)}{C(\text{立方公尺})}$$

$$W(\text{公克}) = \frac{M(\text{分子量}) \times PEL(ppm)}{24.45 \times 10^3 (\text{毫升})} \times V(\text{立方公尺})$$

$$W(\text{公克}) = \frac{M(\text{分子量}) \times PEL(ppm)}{24.45 \times 10^3 (\text{毫升})} \times V(\text{立方公尺})$$

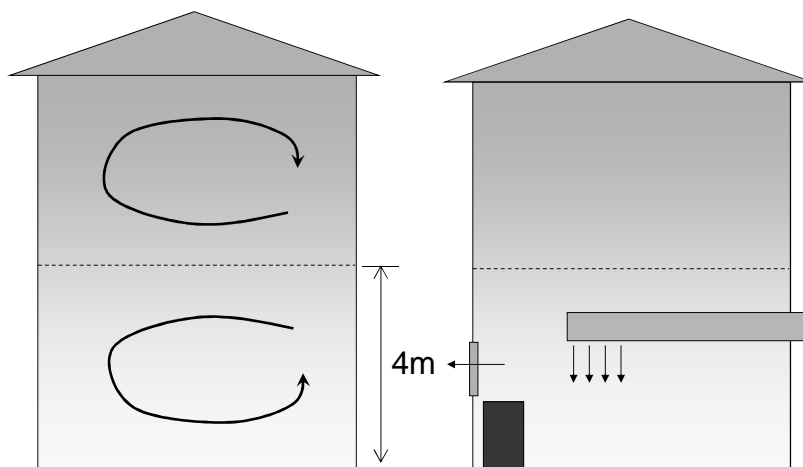
作業場所氣積， V (m^3)

13

- 不論有機溶劑作業範圍之大小，凡與該作業同一空間之室內、儲槽、船艙、地下室等場所之氣體應一併計算。
- 計算氣積時，不含超過地面 4 公尺以上高度之空間。
- 氣積超過 150 立方公尺者，概以 150 立方公尺計算。

整體換氣效應討論：注意假換氣問題

14



例題(容許消費量計算)

15

- (一)某工廠廠房(通風不充分)長10公尺、寬6公尺、高5公尺，使用甲苯(第二種有機溶劑)從事產品之清洗與擦拭，若未裝設整體換氣裝置，則其容許消費量為每天多少公克？
- 甲苯作業場所氣積為 $10(m) \times 6(m) \times 4(m) = 240m^3 > 150m^3$ 故以 $150m^3$ 計算
- 每天容許消費量 = $2/5 \times$ 作業場所之氣積 = $2/5 \times 150m^3 = 60 g$

設備的一般規定

溶劑	場所	設備
I	室內+儲槽等	密閉設備、局部排氣裝置
II	室內+儲槽等	密閉設備、局部排氣裝置 整體換氣裝置
III	室內(通風不充分)+儲槽等	密閉設備、局部排氣裝置、 整體換氣裝置

室外？室內(通風充分)？

設備的特別規定 (噴布)

17

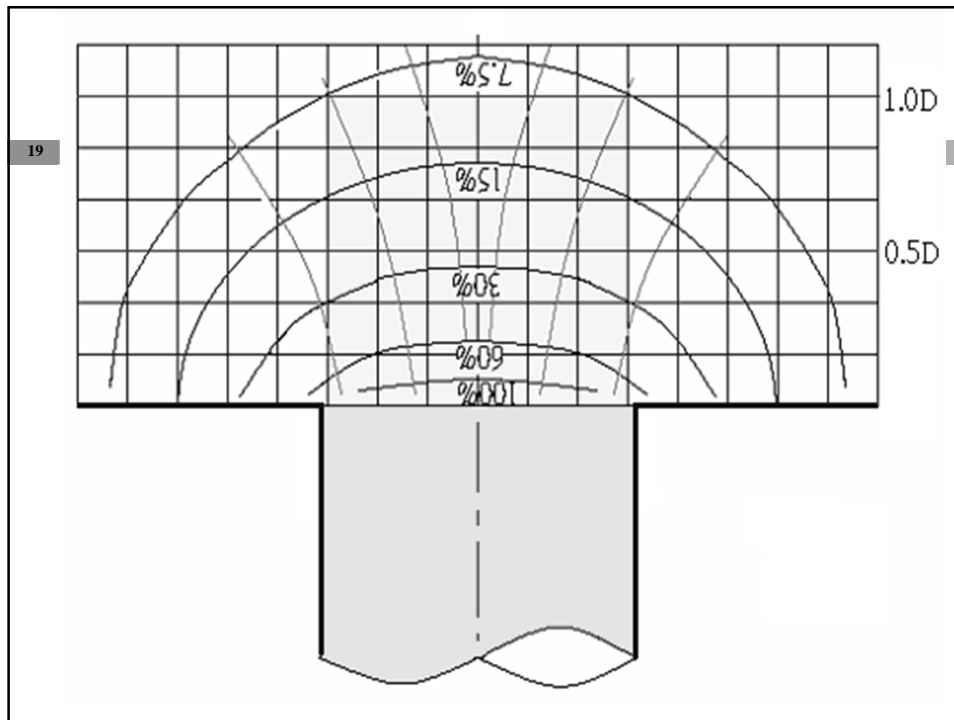
溶劑	場所	設備
II	室內+儲槽等	密閉設備、局部排氣
III	室內(通風不充分)+儲槽等	密閉設備、局部排氣

室外？室內(通風充分)？

局部排氣裝置

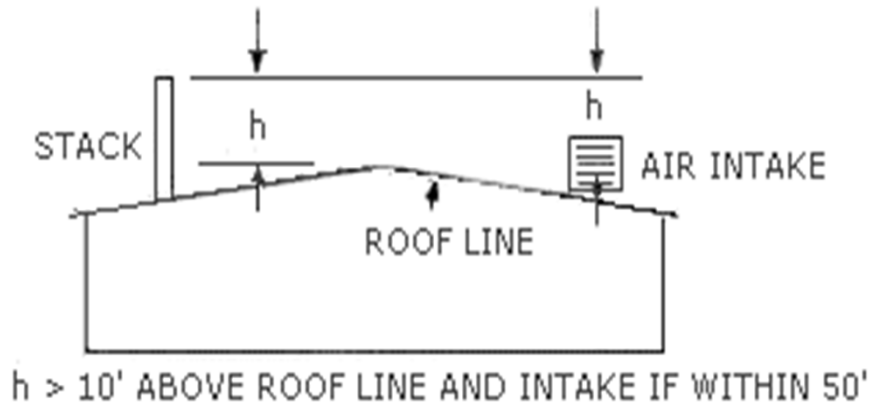
18

- 局部排氣裝置之氣罩及導管，應依下列之規定：
- 一、氣罩應設置於每一有機溶劑蒸氣發生源。
- 二、外裝型氣罩應儘量接近有機溶劑蒸氣發生源。
- 三、氣罩應視作業方法、有機溶劑蒸氣之擴散狀況及有機溶劑之比重等，選擇適於吸引該有機溶劑蒸氣之型式及大小。
- 四、應儘量縮短導管長度、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。



- 20
- 空氣清淨裝置之局部排氣裝置，其排氣機應置於空氣清淨裝置後之位置。
 - 整體換氣裝置之送風機、排氣機或其導管之開口部，應儘量接近有機溶劑蒸氣發生源。
 - 局部排氣裝置、吹吸型換氣裝置、整體換氣裝置或排氣煙囪等之排氣口，應直接向大氣開放。
 - 對未設空氣清淨裝置之局部排氣裝置之排氣煙囪等設備，應使排出物不致回流至作業場所。

法則上說：煙囪的高度應該比相連的屋頂分界線至少高 10英尺且煙囪離空氣入口處氣50英尺，舉例來說
 21 設置在距離空氣進口處50英尺的煙囪應該至少高於空氣入口處10英尺，排氣流速應該大約是3000(fpm)



整體換氣裝置之換氣能力

22

消費之或其混存物之種類	換氣能力
第一種有機溶劑或其混存物	每分鐘換氣量 = 作業時間內一小時之有機溶劑或其混存物之消費量 × 0.3
第二種有機溶劑或其混存物	每分鐘換氣量 = 作業時間內一小時之有機溶劑或其混存物之消費量 × 0.04
第三種有機溶劑或其混存物	每分鐘換氣量 = 作業時間內一小時之有機溶劑或其混存物之消費量 × 0.01

註：表中每分鐘換氣量之單位為立方公尺，作業時間內一小時之有機溶劑或其混存物之單位為公克。

$$Q(m^3 / \text{min}) = \frac{24.45 \times 10^3 \times W(g/h)}{60 \times C(\text{ppm}) \times M} \text{---(4.2)}$$

23

$$\square M = 154(1); 92(2); 85(3)$$

$$\square C = 10\text{ppm}(1); 100\text{ppm}(2) 500\text{ppm}(3)$$

$$Q_1(m^3 / \text{min}) = 0.2(0.3) \times W(g/h)$$

$$Q_2(m^3 / \text{min}) = 0.03(0.04) \times W(g/h)$$

$$Q_3(m^3 / \text{min}) = 0.008(0.01) \times W(g/h)$$

例題(整體換氣裝置之換氣能力)

24

- 某有機溶劑之作業場所，若每小時四氯化碳之消費量為5公斤，依有機溶劑中毒預防規則規定試問
- (一)四氯化碳是屬何種有機溶劑？
- (二)其換氣能力應為 m^3/min ？
- 每小時四氯化碳之消費量 W 為 $(5\text{kg} \times 1000\text{g}/\text{kg}) = 5000\text{g}/\text{hr}$
- 依有機溶劑中毒預防規則，為預防勞工引起中毒危害之最小換氣量，因四氯化碳屬第一種有機溶劑，故每分鐘換氣量=作業時間內一小時之有機溶劑或其混存物之消費量 $\times 0.3$ ，故換氣量 $Q = 5000\text{g}/\text{hr} \times 0.3 = 1500\text{m}^3/\text{min}$

儲槽之內部(局限空間)有機溶劑作業規定

25

- 一、派遣有機溶劑作業主管從事監督作業。
- 二、決定作業方法及順序於事前告知從事作業之勞工。
- 三、確實將有機溶劑或其混存物自儲槽排出，並應有防止連接於儲槽之配管流入有機溶劑或其混存物之措施。
- 四、前款所採措施之閥、旋塞應予加鎖或設置盲板。
- 五、作業開始前應全部開放儲槽之人孔及其他無虞流入有機溶劑或其混存物之開口部。
- 六、以水、水蒸汽或化學藥品清洗儲槽之內壁，並將清洗後之水、水蒸氣或化學藥品排出儲槽。
- 七、應送入或吸出三倍於儲槽容積之空氣，或以水灌滿儲槽後予以全部排出。
- 八、應以測定方法確認儲槽之內部之有機溶劑濃度未超過容許濃度。
- 九、應置備適當的救難設施。
- 十、勞工如被有機溶劑或其混存物污染時，應即使其離開儲槽內部，並使該勞工清洗身體除卻污染。

特定化學物質危害預防標準

26

- 依危害性(致癌、毒性)、特性(腐蝕)及物理型態(固、液、氣)等，分為甲、乙、丙、丁等4類，共列管69種。
- 甲類：除黃磷火柴外，大部係屬致癌物質，共有12種。係屬不得使勞工從事製造使用之物質。
- 乙類：為致癌物質或疑似致癌物質，共有6種。
- 丙一：為致癌物質、疑似致癌物質、高毒性物質，屬氣態或液態且可能因腐蝕產生漏洩之物質，共有26種。
- 丙二：屬固態，除會因吸入進入人體外，亦可由皮膚接觸進入人體之染料。亦屬致癌物質，包括奧黃及苯胺紅共2種。
- 丙三：屬液態或固態物質，包括致癌物質，疑似致癌物質，高毒性物質，共有14種。
- 丁類：為氣態或液態易因腐蝕產生漏洩之高毒性物質，共有9種。

特定管理物質

27

- 對人體有致癌性，會造成人體遲緩性之健康危害，治療相當困難之物質，共有20種

特定管理物質之管理

- 對製造、處置或使用之特定管理物質作業，應就下列事項記錄並自該作業勞工從事作業之日起保存30年：
 - (一)勞工之姓名。
 - (二)從事之作業概況及作業期間。
 - (三)勞工顯著遭受特定管理物質污染時，其經過概況及雇主所採取之緊急措施。

環測	特定管理物質	健檢
屬聯苯胺及其鹽類、4-胺基聯苯及其鹽類、β-萘胺及其鹽類、二氯聯苯胺及其鹽類、α-萘胺及其鹽類、鄰-二甲基聯苯胺及其鹽類、二甲氧基聯苯胺及其鹽類、鉍及其化合物、鉻酸及其鹽類、重鉻酸及其鹽類、次乙亞胺、氯乙烯、三氯乙烯、四氯乙烯、苯、石棉、煤焦油、硫酸、砷及三氧化二砷等物質之測定紀錄應保存30年	1. 二氯聯苯胺及其鹽類、α-萘胺及其鹽類、鄰-二甲基聯苯胺及其鹽類、二甲氧基聯苯胺及其鹽類、次乙亞胺、氯乙烯、3,3'-二氯-4,4'-二胺基苯化甲烷、四羰化鎳、對-二甲胺基偶氮苯、β-丙內酯、奧黃、苯胺紅、石棉(不含青石棉、褐石棉)、鉻酸及其鹽類、三氧化二砷、重鉻酸及其鹽類(含各該列舉物佔其重量超過1%之混合物)。 16 2. 鉍及其化合物或含鉍及其化合物之重量比超過1%之混合物(鉍合金時，以鉍之重量比超過3%者為限)。 3. 三氯甲苯或其重量比超過0.5%之混合物。 4. 苯或其體積比超過1%之混合物。 5. 煤焦油或其重量比超過5%之混合物。 其紀錄應保存三十年。	游離輻射、粉塵、三氯乙烯、四氯乙烯作業之勞工及聯苯胺及其鹽類、4-胺基聯苯及其鹽類、4-硝基聯苯及其鹽類、β-萘胺及其鹽類、二氯聯苯胺及其鹽類、α-萘胺及其鹽類、鉍及其化合物、氯乙烯、苯、鉻酸及其鹽類、砷及其化合物等之製造、處置或使用及石棉之處置或使用作業之勞工，其紀錄應保存三十年。

□ 特定化學設備：

29 □ 係指製造或處理、置放（以下簡稱處置）、使用丙類第一種物質、丁類物質之固定式設備。主要為易因腐蝕而致產生漏洩者。(4)

□ 特定化學管理設備：

□ 係指特定化學設備中進行放熱反應之反應槽等，且有因異常化學反應等，致漏洩丙類第一種物質或丁類物質之虞者。(5)

甲類物質及乙類物質需申請許可

30

□ 甲類特定化學物質

□ 不得使勞工從事製造或使用甲類物質。但供試驗或研究時，雇主應填具格式一之申請書，報請勞動檢查機構審查，轉報中央主管機關核定。(7)

□ 乙類特定化學物質

□ 從事製造(供試驗研究之製造除外)乙類物質時，應填具格式2之申請書，報請勞動檢查機構核定。(第9條)

			設備	場所	個人防護
甲類		製造設備(試驗;研究)	密閉設備;氣櫃	地板;牆壁 不浸透性材料	不浸透性護圍; 手套
乙類	非鈹等 (製造)	製造設備	密閉設備;場所隔離	場所地板;牆壁 不浸透性材料; 隔離	
		處置	隔離室遙控操作		不浸透性護圍; 手套;工作衣
		計量;投,取出容器;裝袋	隔離室遙控操作;局排(包,除塵)		不浸透性護圍; 手套;工作衣
	鈹等 (製造)	燒結;煅燒設備	隔離;局排		
		燒結;煅燒匣鉢之打碎	隔離;局排		不浸透性護圍; 手套;工作衣
		製造設備(製造)	密閉;覆圍	場所地板;牆壁 不浸透性材料	
		電弧爐融出之鈹等製造鈹合金	局排		

			設備	場所	個人防護
乙類	鈹等 (製造)	氫氧化鈹製造高純度氧化鈹	熱分解爐(隔離); 其他密閉;覆圍; 加蓋		
		處置粉狀之鈹等	隔離室遙控操作		不浸透性手套; 工作衣
		鈹等之計量投取容器或裝袋	隔離室遙控操作;局排(包)		不浸透性手套; 工作衣
	試驗;研究)	製造設備	密閉設備;氣櫃	場所地板; 牆壁不浸透性材料	
	處置;使用	投,取容器; 投反應槽	密閉設備;局排(包)		
	鈹等 (加工)		密閉設備;局排		

			設備	場所	個人防護
33	丙 一 二 一	製造	製造設備	密閉設備;遙控操作	
			計量;投,取出容器;裝袋	密閉設備;遙控操作;局排(包)	
			製造設備	密閉設備;遙控操作	
			計量;投,取出容器;裝袋	密閉設備;遙控操作;局排(包)	
丙 一 三	散布丙一,三物質之氣體、蒸氣或粉塵之室內作業場所,發生源		密閉設備;局排;整體(臨時,困難)		

整體換氣裝置換氣量

34

- 將各該氣體、煙煙、蒸氣稀釋至勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準規定之容許濃度以下之風量(安全因素3-10)。

$$Q=24.45 \times 10^3 \times W(g/h) / 60 \times C(ppm) \times M$$
- $W(g/h)$ ：每小時實際蒸發或擴散到作業場所空氣中之丙一、丙三種物質之公克數。
- C ：丙一、丙三物質之容許濃度(在25°C，1大氣壓條件)
- M ：丙一、三種物質之分子量

儲槽之內部(局限空間)規定

- 1.派遣特定化學物質作業主管從事監督作業。
- 35 □ 2.決定作業方法及順序，於事前告知從事作業之勞工。
- 3.確實將該物質自該作業設備排出。
- 4.為使該設備連接之所有配管不致流入該物質，應將該閥、旋塞等設計為雙重開關構造或設置盲板等。
- 5.依前款規定設置之閥、旋塞應予加鎖或設置盲板，並將「不得開啟」之標示揭示於顯明易見之處。
- 6.作業設備之開口部，不致流入該物質至該設備者，均應予開放。
- 7.使用換氣裝置將設備內部充分換氣。
- 8.以測定方法確認作業設備內之該物質濃度，應將「不得將頭部伸入設備內」之意旨，告知該作業之勞工。
- 9.拆卸設置之盲板等時，有該物質流出之虞者，應於事前確認在該盲板與其最接近之閥或旋塞間有否該物質之滯留，並採取適當措施。
- 10.在設備內部應置避難之設備成其他具有同等性能以上之設備。
- 11.供給從事該作業之勞工穿著不浸透性防護衣、防護手套、防護長鞋、呼吸用防護具等個人防護具。

特殊作業管理(第42條至第47條)

- 36 □ 1.處置多氯聯苯等(多氯聯苯及多氯聯苯混存物)之作業。
- 2.使用石綿等(石綿及含有石綿佔其重量超過1%之混合物)從事建築物防火需要採取規定之措施從事樑柱等綱架之石綿吹噴之作業。
- 3.從事石綿等之裁斷、鑽孔或研磨作業，含有物破碎，體作業，粉狀物之投入容器或取出作業、混合作業等加以濕潤顯有困難者。
- 4.使勞工從事煉焦作業必須使勞工於煉焦爐上方或接近煉焦爐時。
- 5.使用溴甲烷等(氰化氫、溴甲烷)從事燻蒸作業。
- 6.以苯等為溶劑之作業。

鉛作業(列管18項)

- 鉛作業一、設施規定
- 37 □ 一. 鉛之冶煉、精煉過程中，從事焙燒、燒結、熔融及鉛、鉛混存物、燒結礦混存物等之熔融、鑄造、烘燒等作業場所，應設置局部排氣裝置。
- 二. 非以濕式作業方式從事鉛、鉛混存物、燒結礦混存物等之軋碎、研磨、混合或篩選之室內作業場所，應設置密閉設備或局部排氣裝置(包圍型)。
- 三. 非以濕式作業方式將粉狀之鉛、鉛混存物、燒結礦混存物等倒入漏斗、容器、軋碎機或自其取出時，應於各該作業場所設置局部排氣裝置(包圍型)及承受溢流之設備。
- 四. 臨時儲存燒結礦混存物時，應設置儲存場所或容器。
- 五. 鉛、鉛混存物、燒結礦混存物等之熔融、鑄造作業場所，應設置儲存浮渣之容器。

集塵設備

- 38 □ 密閉設備、局部排氣裝置應設置有效污染防制過濾式集塵設備或同等性能以上之集塵設備。
- 從事鉛或鉛合金之熔融或鑄造作業，而該熔爐或坩堝等之總容量未滿五十公升者，得免設集塵裝置。

整體換氣裝置之換氣量

39

- 於通風不充分之場所從事鉛合金軟焊之作業。其設置整體換氣裝置之換氣量，應為每一從事鉛作業勞工平均每分鐘1.67立方公尺以上(32)。

置備及訂定呼吸防護具計畫(45)

40

- 一. 第二條第二項第一款、第二款或第七款之作業或清掃該作業場所。
- 二. 第二條第二項第十三款砂浴作業之攪砂或換砂。
- 三. 非以濕式作業方法從事第二條第二項第十四款之作業中，剝除含鉛塗料。
- 四. 第二條第二項第十五款之作業。
- 五. 第二十二條之乾燥作業。
- 六. 第二十三條集塵裝置濾布之更換作業。
- 七. 從事鉛、鉛混存物之軋碎、熔接、熔斷或熔鉛噴布之作業。
- 八. 於船舶、儲槽內部及其他通風不充分之作業場所從事鉛作業。

粉塵危害預防標準

41

一、粉塵作業(22項)：指附表一甲欄所列之作業。

(1)採掘礦物等(不包括濕潤土石)場所之作業。但於坑外以濕式採掘之作業及於室外非以動力或非以爆破採掘之作業除外。

.....

二、特定粉塵發生源：指附表一乙欄所列作業之處所。

三、特定粉塵作業：指粉塵作業中，其粉塵發生源為特定粉塵發生源者。

四、礦物等：指下列之一之物質。

(一)存在於地殼中之土石、岩石或礦物。

(二)化學及物理性質與前款相同且均一之人工固體物質者。

粉塵作業(一)

甲、(1)採掘礦物等(不包括濕潤土石)場所之作業。

42

但於坑外以濕式採掘之作業及於室外非以動力或非以爆破採掘之作業除外。

乙(特定粉塵發生源及應採措施)

□(1)於坑內以動力採掘礦物等之處所。(環測)

乙(應採措施)

□(1)之處所：1.使用衝擊式鑿岩機採掘之處所應使用濕式型者。但坑內經查確無水源且供勞工著用有效之呼吸用防護具者不在此限。

□2.使用衝擊式鑿岩機之處所應維持濕潤狀態。

丙(應著用呼吸防護具之作業)

□(1)於坑外以衝擊式鑿岩機採掘礦物等之作業。

- 甲 (粉塵作業二十)
- (20)在室內、坑內或儲槽、船舶、管道、車輛等
43 內部實施金屬熔斷、電焊熔接之作業。但在室內以自動熔斷或自動熔接之作業除外。
- 乙 (特定粉塵發生源)
- ----- 。(無,不需環測)
- 乙 (應採措施)
- ----- 。(無,採整體換氣或同性能設備)
- 丙 (應著用呼吸防護具之作業)
- (16)在室內、坑內或儲槽、船舶、管道、車輛等
內部實施金屬熔斷、電焊熔接之作業。

排除適用

44

- 下列各款粉塵作業之設備如以連續注水或注油操作時，該作業得免適用第6條至第24條之規定。(5)
- 一、粉塵作業(三)所列作業中，從事礦物等之篩選作業。
 - 二、粉塵作業(六)所列之作業。
 - 三、粉塵作業(七)所列作業中，以研磨材料吹噴研磨或用研磨材以動力研磨岩石、礦物或從事金屬或削除毛邊或切斷金屬之作業場所之作業。
 - 四、粉塵作業(八)所列作業中，以動力從事篩選土石、岩石、礦物或礫原料之作業。
 - 五、粉塵作業(八)所列作業中，在室外以動力從事搗碎或粉碎土石、岩石、礦物或礫原料之作業。
 - 六、粉塵作業(十五)所列之砂再生作業。

通風設施或其它同等以上性能之設備

45

- 為防止特定粉塵發生源之粉塵之發散，應依附表一乙欄所列之每一特定粉塵發生源，分別設置對應同表該欄所列設備之任何之一種或具同等以上性能之設備。(6)
- 依前條規定設置之局部排氣裝置（在特定粉塵發生源設置有磨床、鼓式砂磨機等除外），應就附表二所列之特定粉塵發生源，設置同表所列型式以外之氣罩。(7)

特定粉塵發生源		氣罩型式(不可使用)
附表1乙欄(5)所列從岩石或礦石切斷之處所		外裝型氣罩上方吸引式
附表1乙欄(6)所列之處所		外裝型氣罩
附表1乙欄(8)所列之處所	土石、岩石、礦物、碳原料或鋁箔之搗碎、粉碎處所	外裝型氣罩下方吸引式
	土石、岩石、礦物、碳原料或鋁箔之修飾處所	外裝型氣罩
附表1乙欄(14)所列使用壓縮空氣除塵之處所		外裝型氣罩上方吸引式
附表1乙欄(7)所列之處所	砂模拆除或除砂之處所	外裝型氣罩上方吸引式
	砂再生之處所	外裝型氣罩

整體換氣裝置

47

- 對從事特定粉塵作業以外之粉塵作業之室內作業場所，為防止粉塵之發散，應設置整體換氣裝置或具同等以上性能之設備。(10)
- 換氣量？
- 但臨時性作業、作業時間短暫或作業期間短暫，且供給勞工使用適當之呼吸防護具時，不在此限。

局部排氣裝置規定(15)(技)

48

- 一、氣罩宜設置於每一粉塵發生源，如採外裝型氣罩者，應儘量接近發生源。
- 二、導管長度宜儘量縮短，肘管數應儘量減少，並於適當位置開啟易於清掃及測定之清潔口及測定孔。
- 三、局部排氣裝置之排氣機，應置於空氣清淨裝置後之位置。
- 四、排氣口應設於室外。
- 五、其他經中央主管機關指定者。
- 但移動式局部排氣裝置或設置於附表一乙欄(七)所列之特定粉塵發生源之局部排氣裝置設置過濾除塵方式或靜電除塵方式者，不在此限。

容許濃度

- 49 □ 界限值 (**Threshold Limit Values, TLVs®**) : 美國政府工業衛生師協會 (**American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH**) 。
- 容許暴露建議值 (**recommended permissible exposure level, PEL - recommended**) : 美國職業安全衛生研究所 (**National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH**) 。
- 容許暴露濃度 (**Permissible Exposure Limits, PELs**) : 美國職業安全衛生法 (**Occupational Safety and Health Act, OSHA Act**)
- **容許濃度** : 我國「勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準」。

容許濃度

- 50
- 一. 八小時日時量平均容許濃度 **Time Weighted Average (TWA)**
 - : 除附表一符號欄註有「高」字外之濃度，為勞工每天工作八小時，一般勞工重複暴露此濃度以下，不致有不良反應者。
 - 二. 短時間時量平均容許濃度 **Short Term Exposure Level (STEL)** : 附表一符號欄未註有「高」字及附表二之容許濃度乘以下表變量係數所得之濃度，為一般勞工連續暴露在此濃度以下任何十五分鐘，不致有不可忍受之刺激，或慢性或不可逆之組織病變、麻醉昏暈作用、事故增加之傾向或工作效率之降低者。
 - 三. 最高容許濃度 **Ceiling (c)** : 附表一符號欄註有「高」字之濃度，為不得使一般勞工有任何時間超過此濃度之暴露，以防勞工不可忍受之刺激或生理病變者。

變量係數

51

容許濃度	變量係數	備註
未滿 1	3	氣狀物濃度以 ppm 為主， 粒狀物以 mg/m ³ 為主
1 以上,未滿 10	2	
10 以上,未滿 100	1.5	
100 以上,未滿 1000	1.25	
1000 以上	1	

時量平均濃度

52

1. 全程工作日之時量平均濃度不得超過相當八小時日時量平均容許濃度。

$$TWA(T \geq 8h) < PEL-TWA(eq, 8h)$$

- $PEL-TWA(eq, 8h) = PEL-TWA(8h) \times 8 / T$ (T: 每日工作總時間)
- 例：有害物之 8 小時日時量平均容許濃度為 100PPM，如勞工作業暴露之時間為 10 小時，則該有害物相當 8 小時日時量平均容許濃度之多少 PPM？
- 解： $PEL-TWA(eq, 8h) = PEL-TWA(8h) \times 8 / T$
- $PEL-TWA(eq, 8h) = 100PPM \times 8 / 10 = 80PPM$

53

- 某勞工於有機溶劑甲苯作業環境中工作10小時，經測定該場所之甲苯濃度為 $320\text{mg}/\text{m}^3$ ，又甲苯之8小時日時平均容許濃度為 100ppm ，分子量為92。試問該勞工之暴露狀況是否符合規定？(技)

- 公式：

$$\text{一、 } \text{mg} / \text{m}^3 = \frac{\text{分子量}}{24.45} \times \text{ppm}$$

$$\text{二、 } \text{PEL-TWA}(\text{eq}, 8\text{h}) = \text{PEL-TWA}(8\text{h}) \times 8 / T$$

54

- 時量平均濃度 = 第一次某有害物空氣中濃度 × 工作時間 + ... + 第 n 次某有害物空氣中濃度 × 工作時間 / 總工作時間

$$\text{TWA} = \frac{C_1 T_1 + C_2 T_2 + \dots + C_n T_n}{T_1 + T_2 + \dots + T_n}$$

- 上式中之 T_i 為工作時段； C_i 為該時段某物質的濃度； $\sum T_i = 8$ 小時；TWA則為8小時量平均濃度計算值。

時量平均濃度的計算方式

55

- 例：在某一作業場所中，因作業需要使用氯苯作為溶劑，作業勞工一天的暴露情況如下：
 - (1) 4小時在脫脂槽，氯苯濃度64ppm
 - (2) 0.5小時清洗零件，氯苯濃度90ppm
 - (3) 3小時在翻修機具，氯苯濃度40ppm
 - (4) 0.5小時在脫脂槽，氯苯濃度3ppm
- 試問該勞工所暴露之氯苯濃度是否超過法定濃度
(Note: PEL-TWA=75 ppm, PEL-TEL=75*1.5=112.5 ppm)

- 某一清洗作業勞工使用三氯乙烷為清潔劑，在25°C、一大氣壓下其暴露於三氯乙烷之情形如下(技)

⁵⁶ □ (一) 08:00~12:00 C1=350ppm (二) 13:00~14:00 C2=489ppm (三) 14:00~17:00 C3=100ppm

- 已知：三氯乙烷之8小時日時量平均容許濃度為350ppm，不同容許濃度之變量係數值如下表：

容許濃度 (ppm或 mg/m ³)	<1	≥1, <10	≥10, <100	≥100, <1000	≥1000
變量係數	3	2	1.5	1.25	1.0

- 試回答下列問題：
 - (一) 該勞工全程工作日之時量平均暴露濃度為多少ppm？(6分)
 - (二) 該評估該作業勞工之三氯乙烷暴露是否合規定？

單位

57

- ppm：為百萬分之一單位，係指溫度在攝氏二十五度、一大氣壓條件下，每立方公尺空氣中氣狀有害物之立方公分數。
- mg/m³：為每立方公尺毫克數，係指溫度在攝氏二十五度、一大氣壓條件下，每立方公尺空氣中粒狀或氣狀有害物之毫克數。
- f/cc：為每立方公分根數，係指溫度在攝氏二十五度、一大氣壓條件下，每立方公分纖維根數。

有害物濃度之規定

58

- 一. 全程工作日之時量平均濃度不得超過相當八小時日時量平均容許濃度。
- 二. 任何一次連續十五分鐘內之時量平均濃度不得超過短時間時量平均容許濃度。
- 三. 任何時間均不得超過最高容許濃度。

59

- 作業環境空氣中有二種以上有害物存在而其相互間效應非屬於相乘效應或獨立效應時，並依下列規定計算，其總和大於一時，即屬超出容許濃度

$$\frac{A \text{ 濃度}}{A_{TWA}} + \frac{B \text{ 濃度}}{B_{TWA}} + \frac{C \text{ 濃度}}{C_{TWA}} + \dots \begin{matrix} \geq 1 \\ < 1 \end{matrix}$$

- 暴露值 (EXP) 比上容許暴露值 (EL) 得到危害指數 (hazard index) 是一種風險評估型式。

：林君從事有機溶劑作業，在某工作日內暴露最嚴重時段測定十五分鐘，測定結果如下表（25°C，一大氣壓下）。設該場所除甲苯、丁酮及正己烷外無其他有害物之暴露，若以相加效應評估時，該時段勞工暴露是否符合規定？(請列出計算過程) (10分)

暴露物質	甲苯	丁酮	正己烷
暴露濃度	200mg/m ³	250mg/m ³	100mg/m ³
八小時日時量平均容許濃度	100ppm	200ppm	50ppm
變量係數	1.25	1.25	1.5
分子量	92	72	86

$$mg / m^3 = \frac{\text{分子量}}{24.45} \times ppm$$

$$\frac{A \text{ 濃度}}{A_{TWA}} + \frac{B \text{ 濃度}}{B_{TWA}} + \frac{C \text{ 濃度}}{C_{TWA}} + \dots \begin{matrix} \geq 1 \\ < 1 \end{matrix}$$

60

王君每日 8 小時的工作時間內，於 A 場所作業時間為 4 小時、B 場所為 2 小時、C 場所為 2 小時，甲物質 8 小時日時量平均容許濃度為 40 ppm、乙物質為 120 ppm、丙物質為 400 ppm，各場所時量平均暴露濃度如下表所示，請以相加效應評估王君之暴露是否合於法令規定？（10 分）

	A	B	C
甲	20 ppm	40 ppm	0
乙	80 ppm	0	80 ppm
丙	0	100 ppm	300 ppm

$$TWA = \frac{C_1 T_1 + C_2 T_2 + \dots + C_n T_n}{T_1 + T_2 + \dots + T_n}$$

$$\frac{A \text{ 濃度}}{A_{TWA}} + \frac{B \text{ 濃度}}{B_{TWA}} + \frac{C \text{ 濃度}}{C_{TWA}} + \dots \geq 1$$

61

容許濃度應用

- 1. 以二種不同有害物之容許濃度比作為毒性之相關指標。
- 2. 工作場所以外之空氣污染指標。
- 3. 職業疾病鑑定之唯一依據。
- 4. 是作業環境管理用之指標，而不是「安全」與「不安全」之界限。暴露值超過容許濃度的這群人，遭遇某種健康效應的機率，是處於某一不可接受的高風險。在風險的觀念下，超過容許濃度不意味著每一個人都將生病；而低於容許濃度也不說明每一個人絕對「安全」。
- 5. 容許濃度標準之建立只考慮「吸入」此一暴露途徑，應用時不可忽視其它可能的暴露途徑。

附表一 空氣中有害物容許濃度表

中文名稱	英文名稱	化學式符號	符號	容許濃度		化學文摘社號碼(CAS.No.)	備註
				ppm	mg/m ³		
丙烯基縮水甘油醚	Allyl glycidyl ether (AGE)	H ₂ C=CH CH ₂ OCH 2 CHCH ₂ O	高	5	23	106-92-3	
4-胺基聯苯及其鹽類	4-Aminodiphenyl & its salts	H(C ₆ H ₄) ₂ NH ₂	皮瘤			92-67-1	禁止製造、輸入、使用及販賣之甲類特定化學物質
氨	Ammonia	NH ₃		50	35	7664-41-7	丁類特定化學物質
乙酸正戊酯	n-Amyl acetate	CH ₃ COO C ₅ H ₁₁		100	532	628-63-7	第二種有機溶劑

說明

- 64
- 一. 對於未註明可呼吸性粉塵之粒狀有害物，其容許濃度是指總粉塵。
 - 二. 本表內註有「皮」字者，表示該物質易從皮膚、粘膜滲入體內，並不表示該物質對勞工會引起刺激感、皮膚炎及敏感等特性。
 - 三. 本表內註有「瘤」字者，表示該物質經證實或疑似對人類會引起腫瘤之物質。
 - 四. 本表內氣狀有害物濃度單位換算公式如下：氣狀有害物之濃度

$$mg / m^3 = \frac{\text{分子量}}{24.45} \times ppm$$

容許濃度加註“瘤” ACGIH將有害物之致癌性分為(A1及A2)

65

- A1：確定為人類致癌，係經流行病學調查或臨床證實對暴露者致癌之物質。
- A2：疑似人類致癌，係在劑量濃度下對試驗動物致癌之物質。
- A3：動物致癌物，在相當高濃度下對試驗動物致癌，流行病學調查結果認為對暴露者不會增加致癌風險之物質。
- A4：不分類為人類致癌物：沒有適當的資料顯示其為人類或動物致癌物。
- A5：不懷疑為人類致癌物：經流行病學調查結果，不被懷疑為人類致癌物。

附表二 空氣中粉塵容許濃度

66

種類	粉塵	容許濃度		符號	化學文摘社號碼 (CAS No.)
		可呼吸性粉塵	總粉塵		
第一種粉塵	含游離二氧化矽一〇%以上之礦物性粉塵	$\frac{10\text{mg}/\text{m}^3}{\%SiO_2 + 2}$	$\frac{30\text{mg}/\text{m}^3}{\%SiO_2 + 2}$		14808-60-7 ;
第二種粉塵	未滿一〇%游離二氧化矽之礦物性粉塵	1 mg/m ³	4 mg/m ³		
第三種粉塵	石棉纖維	每0.15根/cm ³		瘤	1332-21-4
第四種粉塵	厭惡性粉塵	可呼吸性粉塵	總粉塵		
		5 mg/m ³	10 mg/m ³		

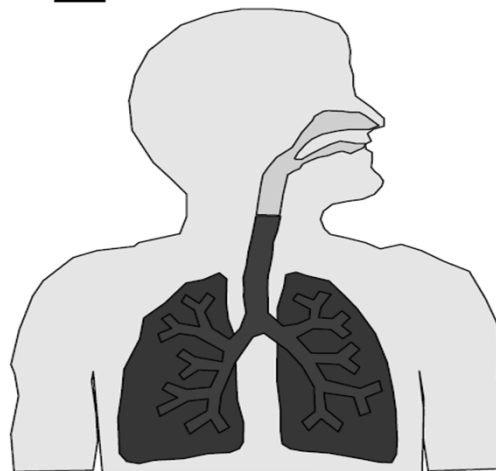
說明

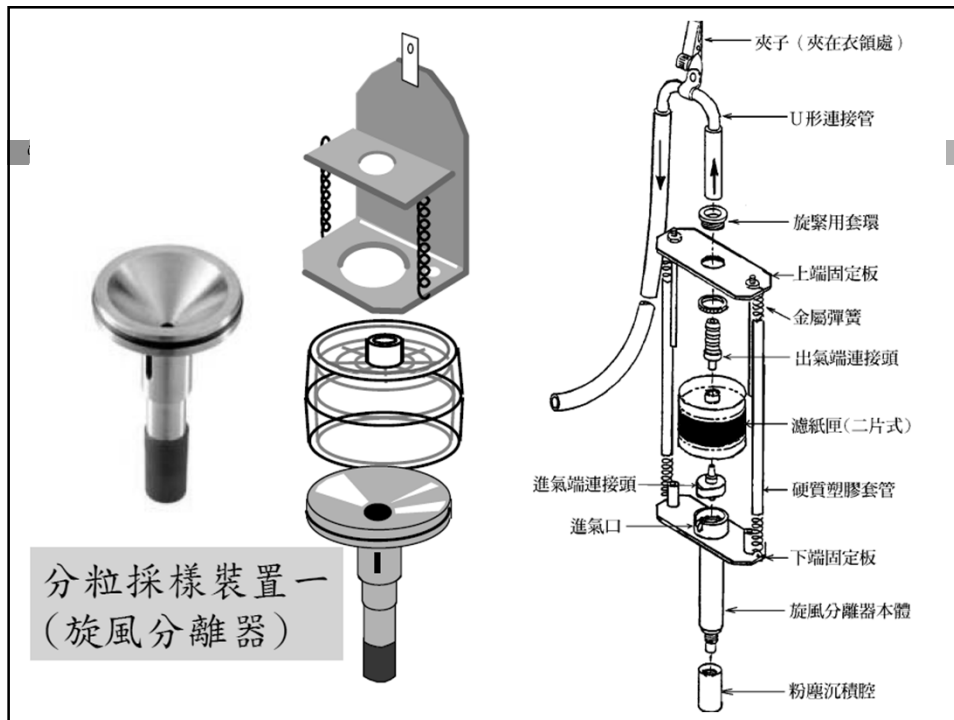
67

- 一. 本表內所規定之容許濃度均為八小時日時量平均容許濃度。
- 二. 可呼吸性粉塵係指可透過離心式或水平析出式等分粒裝置所測得之粒徑者。
- 三. 總粉塵係指未使用分粒裝置所測得之粒徑者。
- 四. 石綿粉塵係指纖維長度在五微米以上，長寬比在三以上之粉塵。
- 附表一中未列有容許濃度值之有害物被測出者，視為超過標準。

68

- + ■ + ■ 可吸入性粉塵 (Inhalable dust)
- + ■ 胸腔性粉塵 (Thoracic dust)
- 可呼吸性粉塵 (Respirable dust)





70

環境通風原則

通風(資料引用勞工安全衛生研究)

71

- 主要的目的
 - 危害
 - 缺氧
 - 化學性危害因子
 - 火災爆炸
 - 目的
 - 提供新鮮空氣
 - 稀釋濃度
 - 稀釋及排出
 - 溫、濕度調節

有害物依健康風險分類

72

1. 危害低等，長時間暴露於低濃度不造成不適或抱怨；短時間暴露於較高濃度不造成累積性健康危害；瞬間大量吸入不造成無法回復的健康危害。Ex. 厭惡性粉塵(惰性粉塵)
2. 危害中低等，長時間暴露於低濃度不造成累積健康危害，但使部分勞工刺激不適；短時間暴露於較高濃度不造成無法回復的健康危害，但使勞工嚴重困擾；瞬間大量吸入不排除造成無法回復的健康危害的可能性，但即使是較嚴重的案例，致命機率(包括間接致死)仍低。Ex. 柴油蒸氣
3. 危害中等，長時間暴露於低濃度環境，可能造成累積健康危害；短時間暴露於較高濃度，可能造成無法回復的健康危害；瞬間大量吸入時，可能致命(包括間接致死)。Ex. 游離二氧化矽粉塵
4. 危害最高，法規或規範建議應避免勞工吸入。長期暴露於低濃度環境或短時間暴露於較高濃度時，可能致癌、永久損害生殖系統或臟器功能，甚至致死。

有害物依健康風險分類

73

危害低等	危害中低等	危害中等	危害最高
------	-------	------	------

過濾循環

整體換氣

局部排氣

密閉設備

整體換氣裝置

74

- 性能
 - ▣ 需考慮流場模式
 - ▣ 使用時需考量安全係數
 - ▣ 清除時間與 v/Q 成正比

$$Q(\text{m}^3/\text{min}) = \frac{G(\text{m}^3/\text{min})}{C(\text{ppm}) - C_0(\text{ppm})} \times 10^6$$

Q 風量 G 污染物產生量 C 理想濃度 C_0 外氣中之濃度

$$G(\text{m}^3/\text{min}) = w/M.W. \times 24.45 \times 10^{-3}$$

w 每分鐘消耗量 MW 分子量

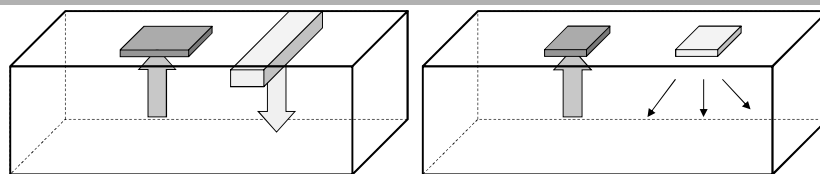
法令規定

75

- | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----|-------|-----|------------|-----|-------------|-----|--------|------|--|
| <ul style="list-style-type: none"> □ 整體換氣 <ul style="list-style-type: none"> ■ 設施規則 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 有機溶劑中毒預防規則 <ul style="list-style-type: none"> ■ 每小時消費量 (公克) × 係數 ■ 係數 0.3 0.04 0.01 ■ 鉛中毒預防規則 <ul style="list-style-type: none"> ■ 每分鐘1.67立方公尺 | | | | | | | | | | |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">氣積</td> <td style="width: 50%;">換氣量</td> </tr> <tr> <td>< 5.7</td> <td>0.6</td> </tr> <tr> <td>5.7 - 14.2</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td>14.2 - 28.3</td> <td>0.3</td> </tr> <tr> <td>28.3 ></td> <td>0.14</td> </tr> </table> | 氣積 | 換氣量 | < 5.7 | 0.6 | 5.7 - 14.2 | 0.4 | 14.2 - 28.3 | 0.3 | 28.3 > | 0.14 | |
| 氣積 | 換氣量 | | | | | | | | | | |
| < 5.7 | 0.6 | | | | | | | | | | |
| 5.7 - 14.2 | 0.4 | | | | | | | | | | |
| 14.2 - 28.3 | 0.3 | | | | | | | | | | |
| 28.3 > | 0.14 | | | | | | | | | | |

整體換氣效應討論：天花板換氣

76



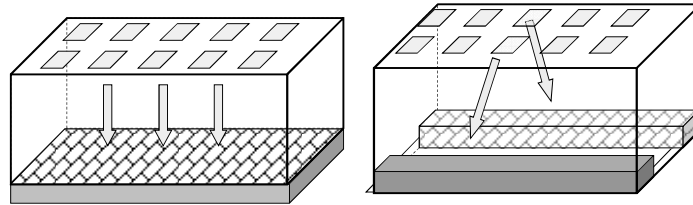
使用線形人進氣口

使用擴散形排氣口

- 此類換氣設計為目前最常見者，廣用於一般中央空調大樓，設計目的在使近地面空間空氣均勻混合，以及降低近地面處的平均風速。
- 若設計目的在防止空氣中有害物均勻混合，或不允許有害物在室內空間內隨意擴散，則此設計方式不適用。

整體換氣效應討論：垂直換氣

77

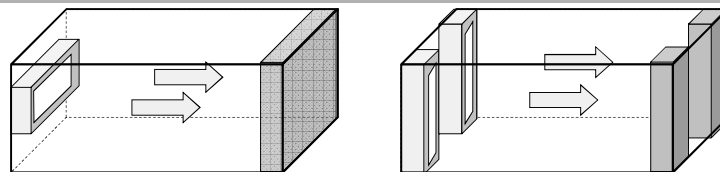


(左)整個天花板都是進氣口，整個地板都是排氣口。渦流少，換氣均勻，平均風速低，噪音通常也低。半導體業無塵室、環氧乙烷殺菌室、精密儀器室常見此種換氣設計。

(右)整個天花板都是進氣口，地板上有兩個對稱的長條形或狹縫形排氣口（抽氣開口可能設在側邊或上方）。能保障室內上半部空間與中央區域近地面處的空氣品質，氣流近似垂直層流。生物安全櫃（BSC）使用這種換氣設計。

整體換氣效應討論：水平換氣

78

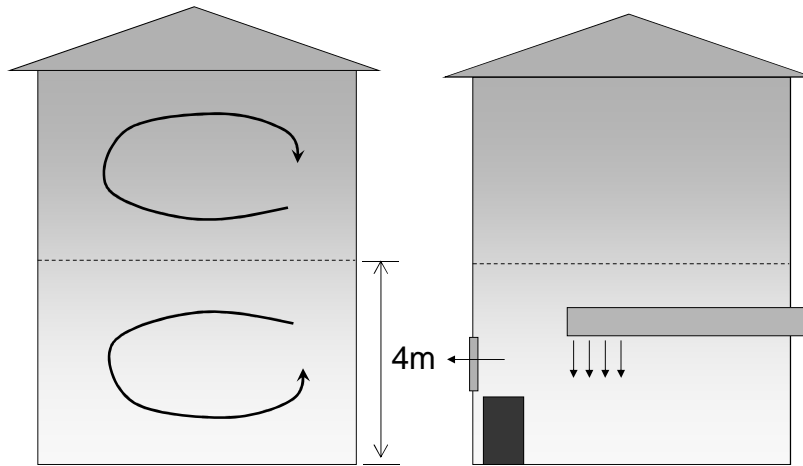


(左)此種水平換氣的有效控制區位於排氣面附近，目的在保證該區域污染物的流動方向穩定指向右方的排氣面，吸菸室、木雕作業、小規模噴漆作業適用。

(右)此種設計的有效控制區不在室內中央，而在牆面附近，能減少牆壁粉塵附著，但室內中央位置形成一對緩慢的渦流，換氣效果較差。

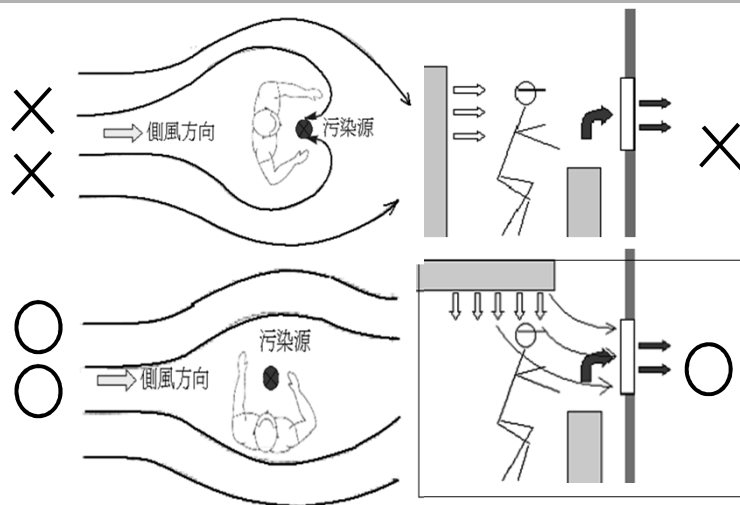
整體換氣效應討論：注意假換氣問題

79

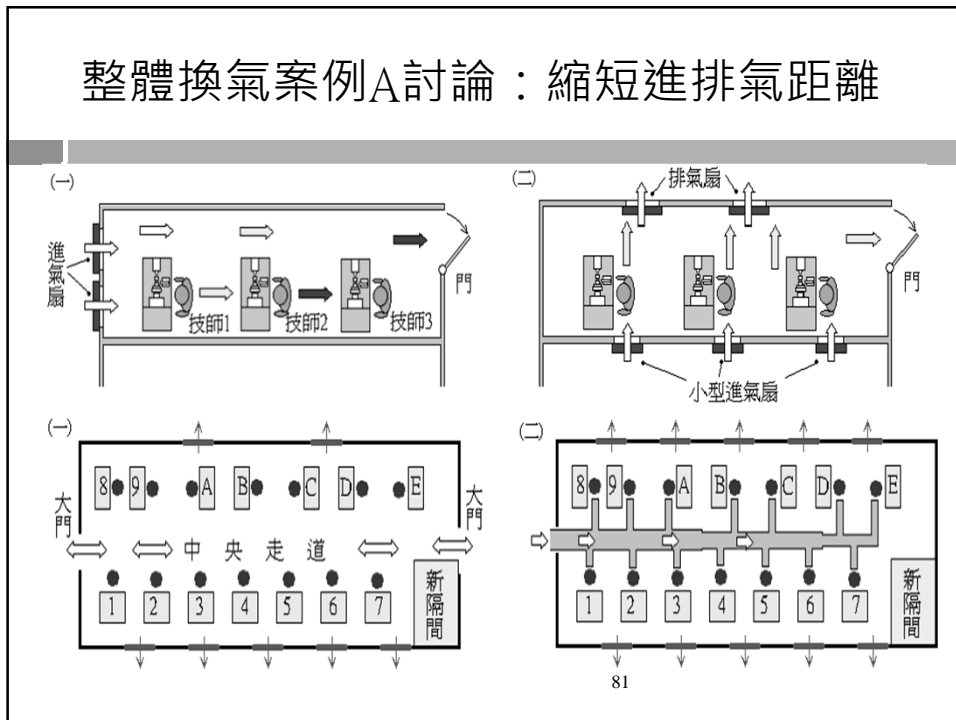


整體換氣：氣風向與有害物累積

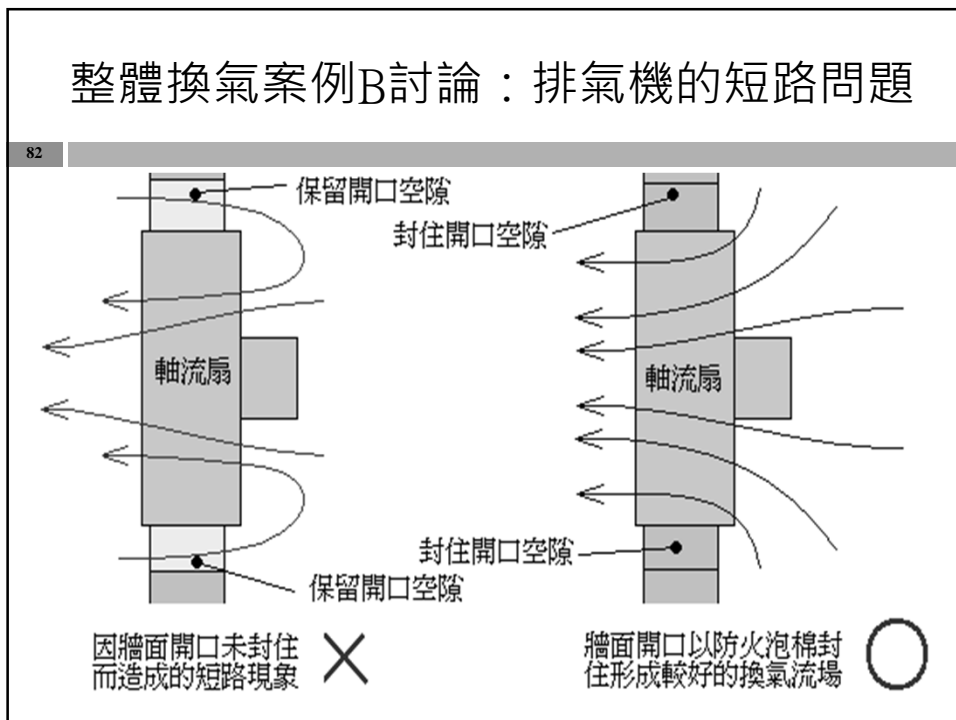
80



整體換氣案例A討論：縮短進排氣距離



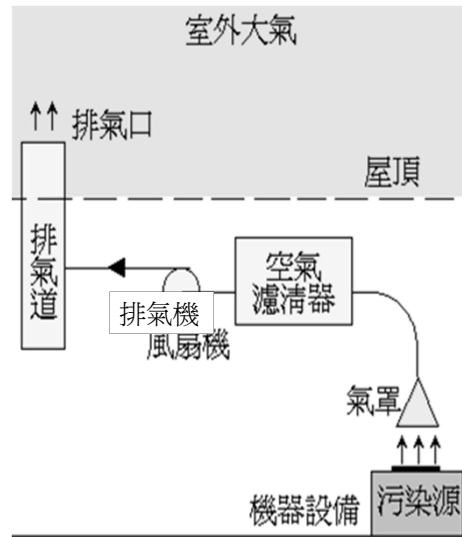
整體換氣案例B討論：排氣機的短路問題



局部排氣概說：依空氣中有害物移動過程

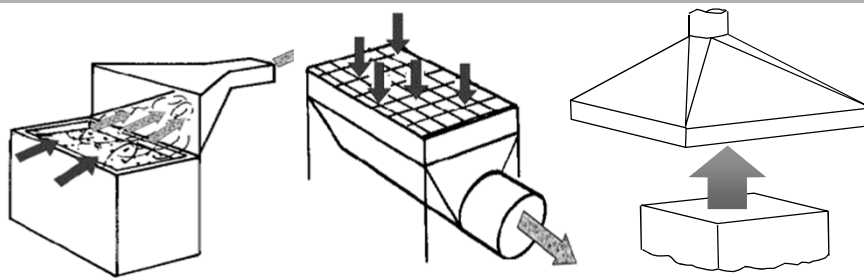
83

室內污染源→有害物逸散到空氣中→有害物逸散速度被氣罩開口的氣流抵消→有害物被迫流入氣罩→含有害物的空氣沿氣罩導管前進→匯合其他氣罩導管的氣流→流經空氣清淨裝置，有害物被過濾、氧化、中和或除毒→過濾後氣體流經排氣機→沿排氣導管上升到室外→由垂直排氣口或煙囪排出室外。



局部排氣實際使用的外裝型氣罩

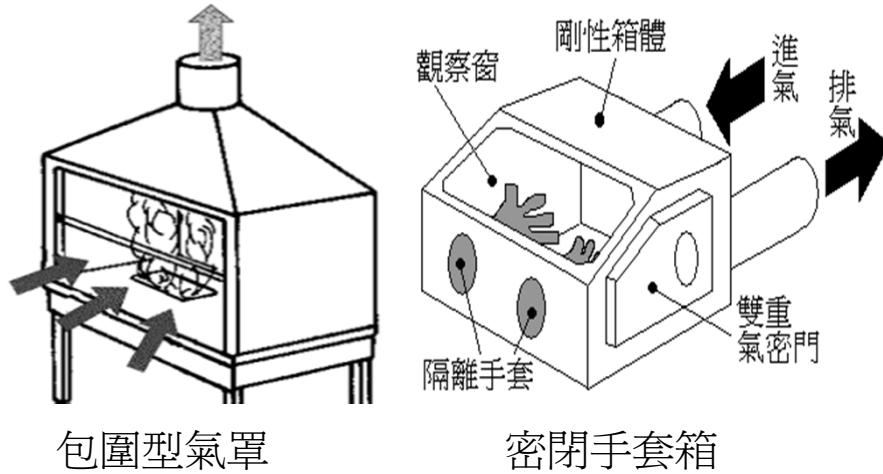
84



- 側方吸引式：須搭配有害物擴散上升速度
- 下方吸引式：對傾向落下的有害物效果最佳
- 上方吸引式：最適合熱上升的有害物

局部排氣實際使用的包圍型氣罩

85

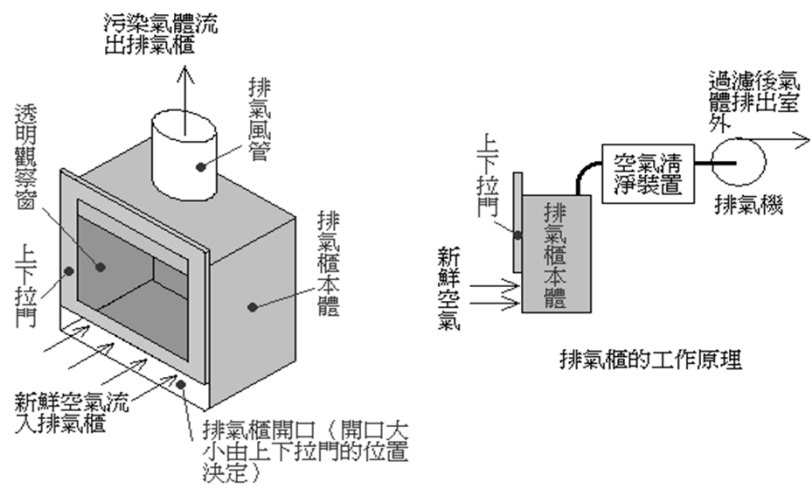


包圍型氣罩

密閉手套箱

局部排氣實際使用的包圍型氣罩（排氣櫃）

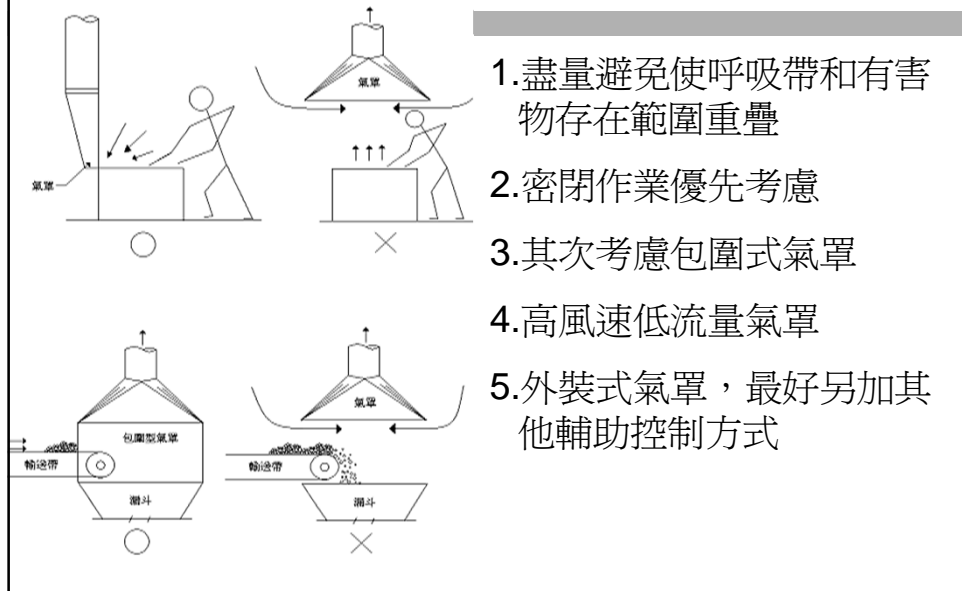
86



排氣櫃外觀及零件略圖

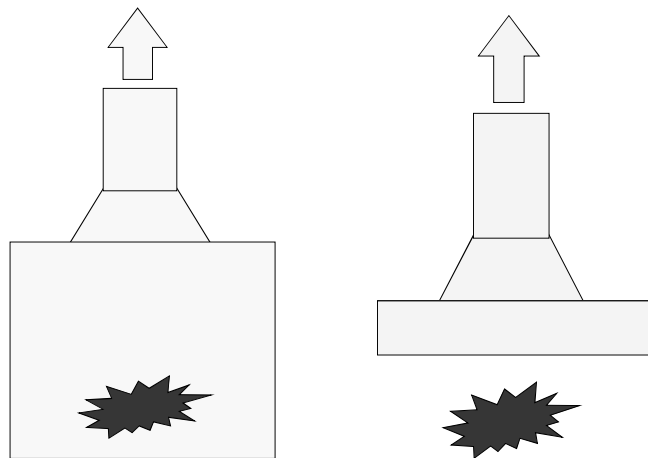
排氣櫃的工作原理

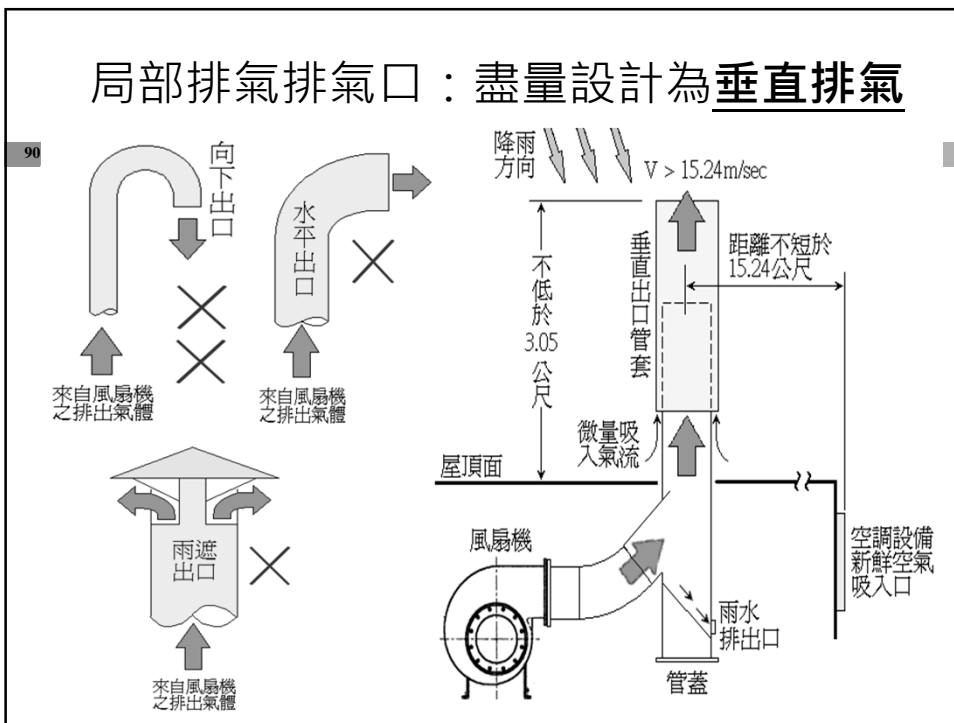
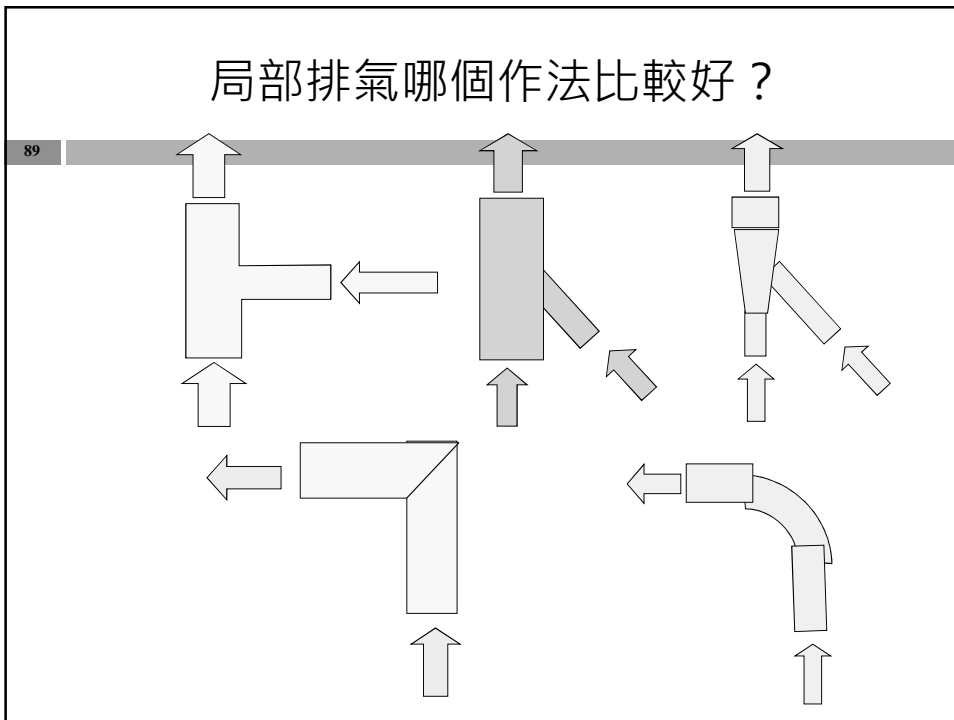
局部排氣氣罩選用建議原則

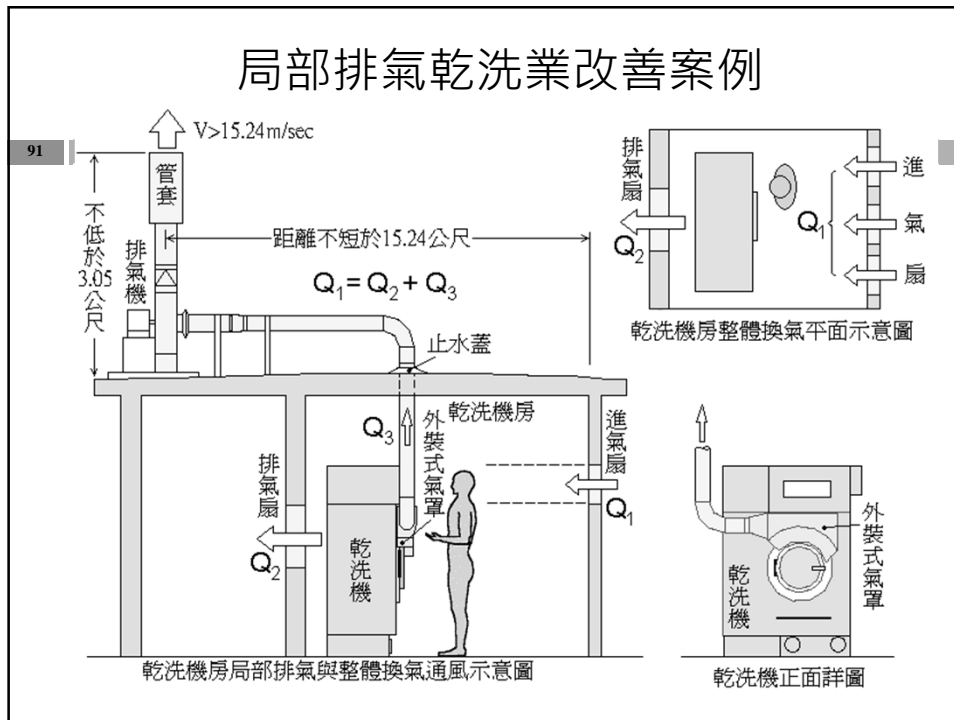


局部排氣哪個作法比較好？

88







局部排氣失敗案例：為什麼灰塵還是那麼多？

92

外裝式氣罩的捕集範圍十分有限，雖然安裝凸緣能擴大有效捕集區，但擴大範圍極有限，無法應付多變的作業現場需求。

低流量高風速局部排氣通風系統 (LVHV,

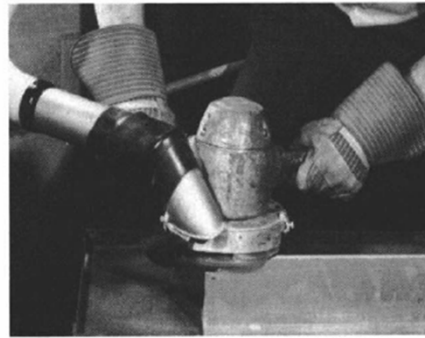
93 Low Volume/High Velocity local exhaust ventilation)

手持式研磨機

未應用 LVHV



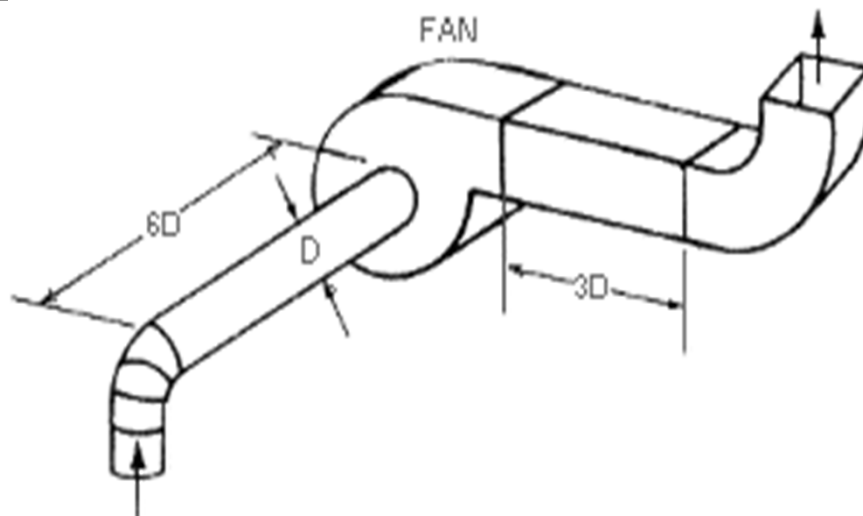
應用 LVHV 後



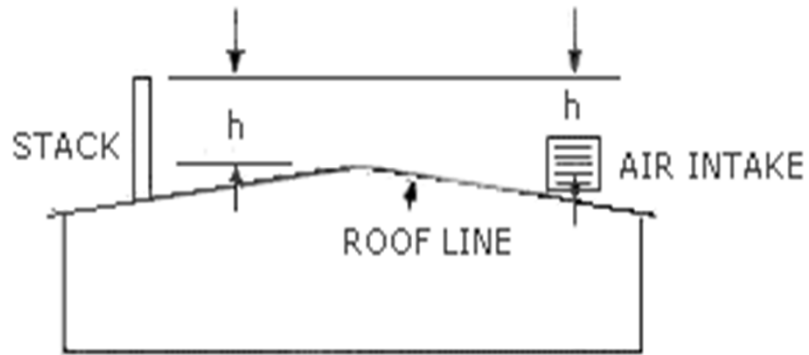
(Goodfellow H. and Tähti E., 2001)

可避免風機所產生的系統損失。稱之為「六進三出方法」於筆直通風管中風扇入口提供約六個通風管直徑長，於風扇出口約三個通風管直徑長。

94



法則上說：煙囪的高度應該比相連的屋頂分界線至少高 10英尺且煙囪離空氣入口處氣50英尺，舉例來說
95 設置在距離空氣進口處50英尺的煙囪應該至少高於空氣入口處10英尺，排氣流速應該大約是3000(fpm)



$h > 10'$ ABOVE ROOF LINE AND INTAKE IF WITHIN 50'

96

