



局限空間危害預防

中華醫事科技大學
職業安全衛生系暨碩士班
陳美如 副教授



局限空間之法規定義

(職業安全衛生設施規則第19條之1)

- 非供勞工在其內部從事經常性作業
- 勞工進出方法受限制 ☐
- 且無法以自然通風
來維持充分、清淨空氣之空間



局限空間之認定案例

- 1. 電信公司地下室機房，一天24小時隨時有勞工在地下室機房值班，進出地下機房有樓梯走道。
- 2. 廠房地下室以臨時用梯，以攀爬方式進出，平時沒有勞工在其內部從事經常性作業，且自然通風不良。

局限空間的危害
(影片欣賞)



局限空間常見之潛在危害

氣體危害
(化學性危害)

潛在危害	原因	健康影響
一. 缺氧 (氧氣<18%)	動火作業. 生鏽. 耗氧菌或 其他氣體累積	立即暈倒或死亡
二. 毒性氣體或蒸氣	一氧化碳 (CO:35ppm) 硫化氫 (H ₂ S:10ppm) 其他毒性氣體 (甲苯:100ppm)	皮膚. 眼睛. 鼻子. 喉嚨的刺激, 傷害 死亡
三. 可燃性氣體或 易燃液體之蒸氣	燃料 (甲烷、丙烷) 或 溶劑 (甲苯)	火災. 爆炸

槽船艙內修理作業鐵之氧化引起缺氧症

■發生經過：

- 化學槽船燃料槽內加熱管發生洩漏。
- 依SOP:進入前需先測可燃性氣體，
結果未發生異常。
- 由A員工在上方監視，BCDE員工
依序下艙。
- BCD員工倒地不動，E感覺不舒
服回上面報告。
- 約10分鐘後，救護人員戴空氣
呼吸器將BCD員工抬出送醫急
救，結果全部甦醒。
- 隔天測定氧氣濃度為12%。

■發生原因：

- 船艙為鐵製品，未經防銹處
理，致生銹耗氧。
- 未測氧氣濃度。





於塔槽內進行卸除觸媒作業發生缺氧造成1人死亡

- 進入人員需使用輸氣管面罩、全身背負式安全帶，並綁上救命索及手繫警鈴繩進入塔內。
- 塔頂平台有2名工作人員負責監視，當日下午聽到甲員拉警鈴一聲表示要出來換班，但是甲員並未出來
- 過8分鐘後，連結輸氣管面罩的空壓機突然停止運轉，現場作業主管迅速再啟動空壓機後，塔頂另一名作業勞工立即使用輸氣管面罩、安全索及綁救命索進入塔內
- 發現甲員側躺在人孔道旁，輸氣管面罩已鬆脫，並聽到空氣洩出聲音。
- 現場作業主管救出罹災勞工並緊急送醫急救，但當日仍不治死亡。



災害原因分析：

- 經現場測試，當空壓機停止運轉約4秒鐘後，面罩內空氣即停止供應。
- 再重新啟動空壓機運送氣體，大約需15秒鐘才能供應空氣至面罩內。
- 作業勞工因吸入塔內大量氮氣及二氧化碳而缺氧窒息死亡。
- 對關鍵設備應備緊急電源，防止因斷電中斷輸氧。

基礎坑內因缺氧空氣流入造成缺氧

•經過

利用貝諾特工法挖掘**深34公尺**的建築基礎坑，甲勞工以起重機吊鋼筋鐵籠，在**坑內整修**，**當下降至4公尺處**，甲勞工失去知覺墜落。其他救援者也缺氧失去知覺。

•原因

缺氧空氣自建築**基礎坑底部流出**，使整個基礎坑部瀰漫在缺氧空氣的狀況下。

氧氣濃度測定結果

深度M	0	0.2	1.0	2.0	5.0	10.0	15.0	17.0
濃度%	15~17	8	5	2	1.8	1.2	1.0	0.8

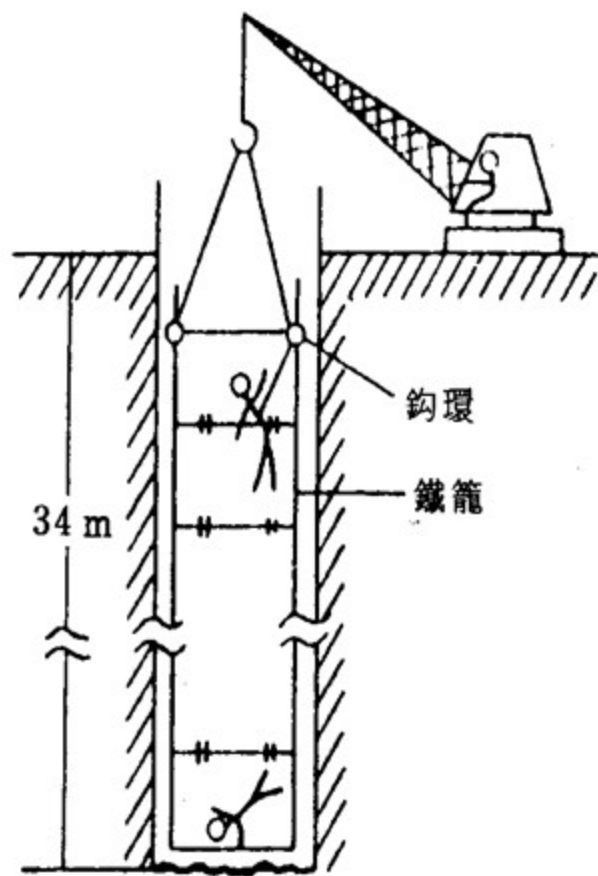


圖 6-3 貝諾特坑斷面

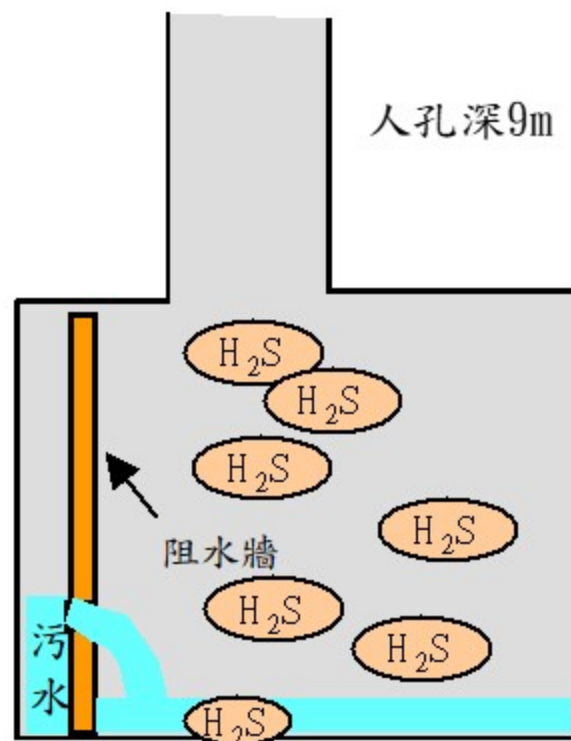
污水處理廠管道硫化氫中毒

經過：

污水處理場**增建管道**，勞工**進入深度約9公尺之人孔**，未按時回地面，發現時倒於人孔口中，經使用防護具救出後已回天乏術，**死亡兩人**。

原因：

檢查員使用供氣式防護具進入後發現**並未缺氧**，但硫化氫當時為**130ppm**，為管道**底部污泥中發出**





一氧化碳中毒

- 經過：

北市快速道路施工時地下涵洞施工，發生勞工七人一氧化碳中毒。

- 原因：

勞工於不通風之地下涵洞使用內燃機，雖於人孔口放置電扇通風，但因並無對流，仍造成多人一氧化碳中毒。



進行管路工程抓漏作業發生一氧化碳中毒，造成三人受傷

■經過：

- ✧ 某營造有限公司於工業區工地進行地下電纜管路管道壁抓漏作業
- ✧ 工地主任測定井內氧氣濃度正常
- ✧ 09:20莊員及鄭員便先行經由人孔進入井內
吳員及李姓監工在人孔外觀看
- ✧ 09:35吳員也進入井內
- ✧ 10:20李姓監工發現鄭員躺於人孔下之平台上迅速聯絡救護人員將三人救起。

■原因：

- ✧ 人孔外側放置之送風機及柴油發電機放置位置太近→致送風機將柴油發電機之部分廢氣送入井內，造成井內一氧化碳(CO)濃度過高。

局限空間常見危害氣體特性

物質名稱	八小時日時量平均容許濃度	暴露徵兆及症狀	健康危害效應
一氧化碳 (無色、無味氣體)	35ppm	頭痛、噁心、虛脫、心跳不規則、反應遲鈍、失去意識、行為舉止變化	■50ppm 以上：1.5~4 小時工作效率會降低 ■200ppm 以上：會劇烈頭痛 ■2000ppm以上：會喪失意識及死亡 ■高於5000ppm：數分鐘內會致死



局限空間常見危害氣體特性

物質名稱	八小時日時量平均容許濃度	暴露徵兆及症狀	健康危害效應
二氧化碳 (無色無味氣體)	5000ppm	呼吸心跳加速、頭痛、發汗、喘氣、頭昏、眼花	■高濃度引起噁心、嘔吐，過久會喪失意識，大量吸入會導致循環衰竭而昏迷致死

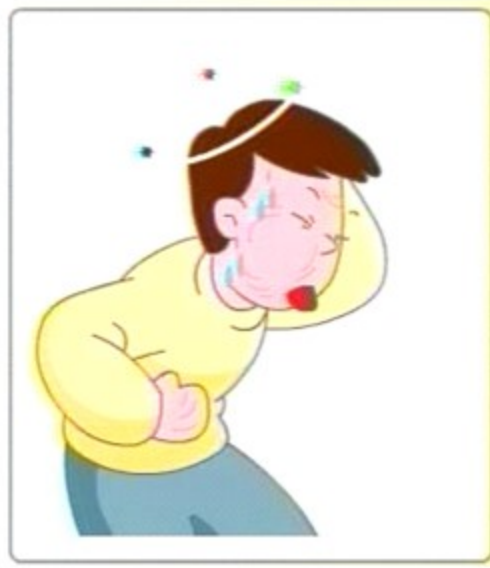
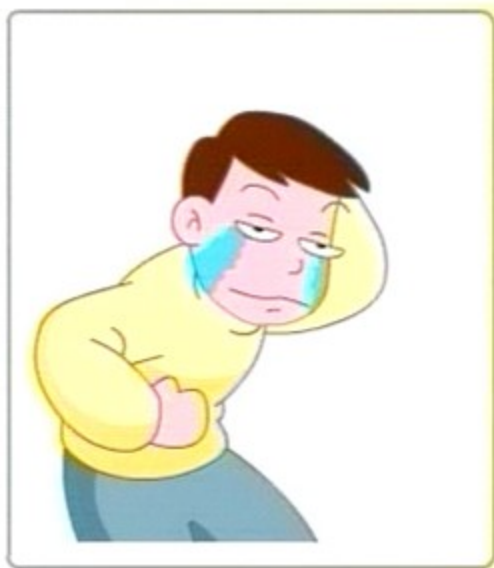


局限空間常見危害氣體特性

物質名稱	八小時日時量平均容許濃度	暴露徵兆及症狀	健康危害效應
甲苯 (澄清無色、芳香味)	100ppm	刺激、昏睡、頭痛、皮膚炎、疲勞、暈眩、噁心、眼花、動作不協調	>200ppm：造成眼花麻木及輕微噁心 >500ppm：精神混亂 >10000ppm：抑制中樞神經系統，導致無意識和死亡。

局限空間常見危害氣體特性

物質名稱	八小時日時量平均容許濃度	暴露徵兆及症狀	健康危害效應
硫化氫 (無色氣體或液體、臭蛋味)	10ppm	暈眩、頭痛、流淚、刺激感、肺水腫、支氣管肺炎、消化不良、失去意識	■0.2ppm任何人都可感覺到的臭氣味道 ■20-30ppm習慣了臭氣味道，無法再感受到高於此濃度的臭味。 ■100-150 ppm吸入2~15分鐘嗅覺神經麻痺。8~48小時會因支氣管炎、肺炎、肺水腫之窒息而死。 ■200-250ppm嚴重性刺激頭痛噁心嘔吐 ■300-500 ppm1-4 小時後可能會死亡 ■高於500 ppm 快速失去意識及死亡



有害氣體可能造成勞工之症狀
(影片欣賞09:50~)

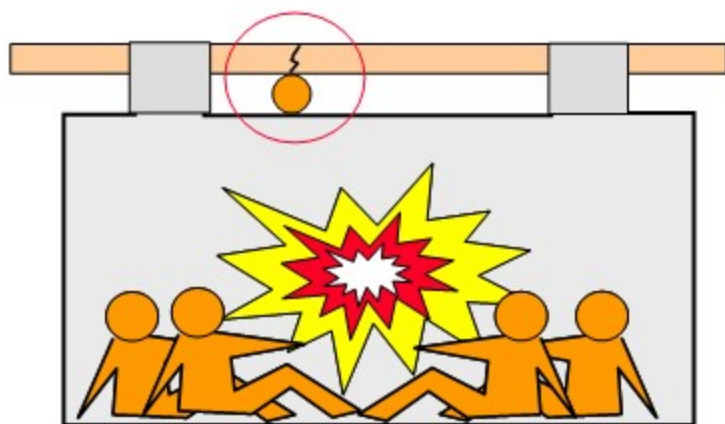
某電力管道瓦斯突出

■ 經過：

某電力管道施工中，四人中午於涵洞中休息，突然四人裸身奔出，衣物燒毀，四人送醫後皆因燒傷面積過大而死亡，纏訟數年。

■ 原因：

調查發現為瓦斯管線因車輛輾壓或其他工程重壓造成瓦斯突出，遇火源而發生災害。

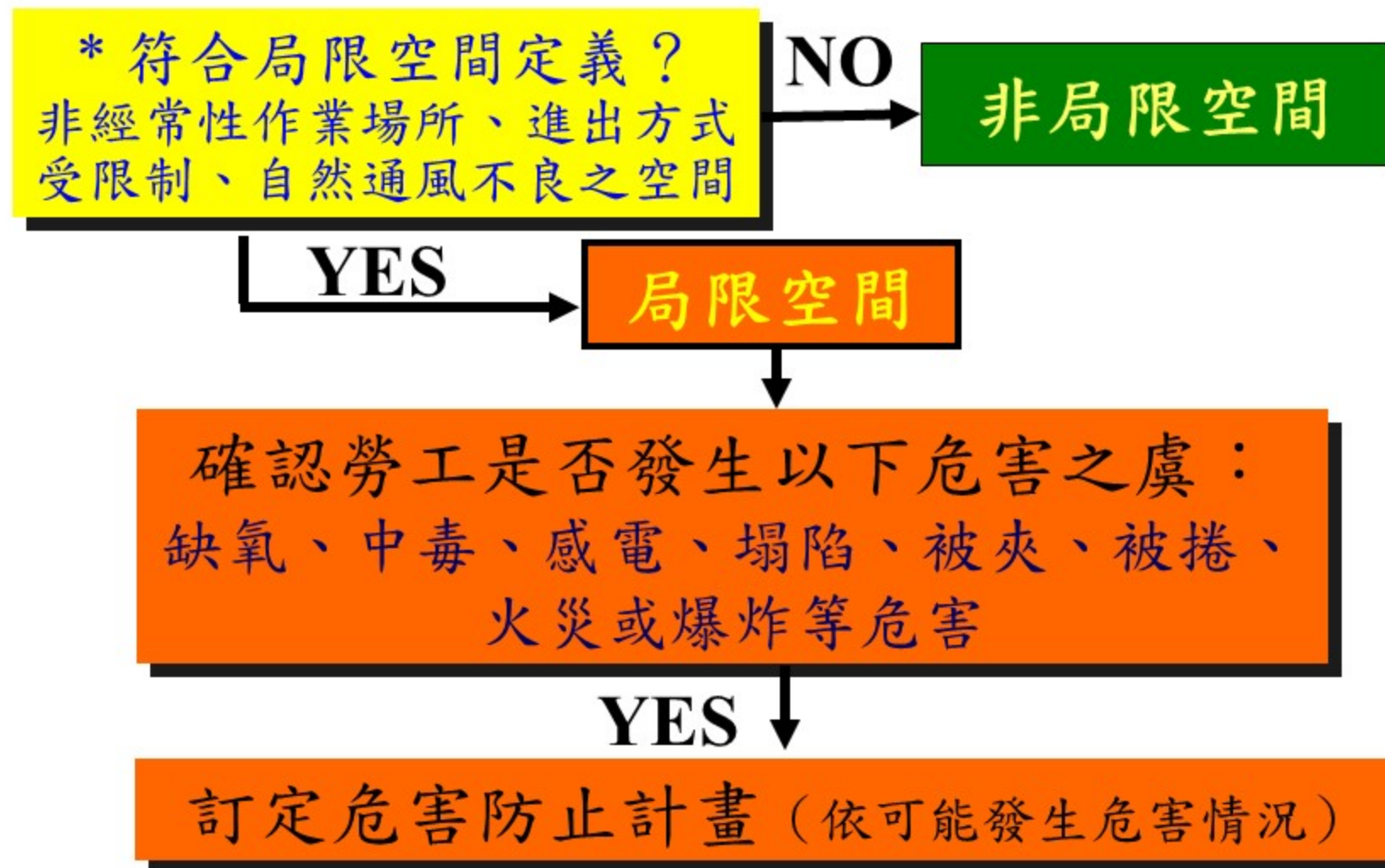




局限空間重大職災之兩大因素：

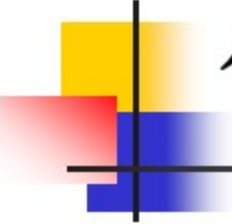
- 未能辨識及控制危害。
- 不正確及不適當的緊急應變。

局限空間分類參考流程



局限空間作業職災防止計畫內容





局限空間作業之動火許可

- 進入局限空間從事焊接、切割、燃燒及加熱等動火作業時，應有動火許可。

[職業安全衛生設施規則第29-6條]



局限空間作業之進入許可

- 進入許可由雇主、工作場所負責人或現場作業主管簽署
- 對勞工之進出，應予確認、**點名登記及紀錄保存三年**。

[職業安全衛生設施規則第29-6條]

局限空間作業職災防止計畫內容



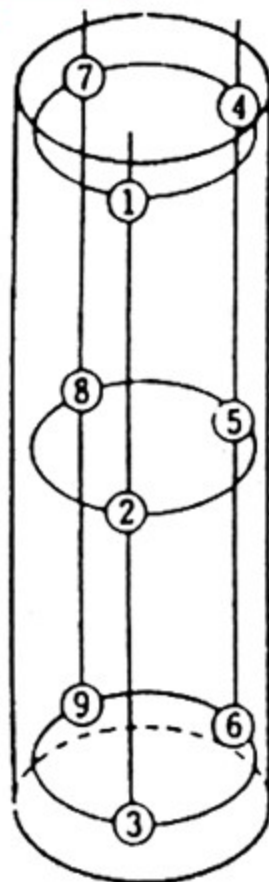
進入前先測定危害氣體濃度： 以確定該工作環境是安全的

- 以延伸管進入局限空間內部測定。

未確認濃度前
不可進入



四用或五用氣體偵測器





濃度要求在爆炸下限值之30%以下之原因

- 職業安全衛生法第18條

工作場所有立即發生危險之虞時，
雇主或工作場所負責人應即令
停止作業，並使勞工退避至安全場所。

- 職業安全衛生法施行細則第25條

有立即發生危險之虞時，係指於作業
場所有易燃液體之蒸氣或可燃性氣體
滯留，達爆炸下限值之30%以上時



竹科工安意外 6人硫化氫中毒

- 新竹科學園區內，以晶圓再生起家的「昇陽國際半導體」前晚委由國偉環保工程進行年度維修，廠方監測污泥槽內有毒氣體殘留量時，疑因量測深度不足，導致儀器判讀錯誤，且六名清潔員未配戴防毒面具，作業時疑吸入過量有毒氣體硫化氫昏厥送醫，其中男子朱平輝（四十三歲）傷勢嚴重，仍插管治療，這是竹科今年第一起重大工安意外，竹科管理局已展開調查，將追究廠商疏失。



可燃性氣體偵測儀量測時應注意事項

- 當空氣中可燃性氣體高於**爆炸上限**（UEL）時
 - 儀器可能呈現“0”**讀數**（初期讀值上升到最高，然後讀值再回歸0）
- 使用該儀器時，應持續**觀察數字或指針變化**，如數字**先升至極高數值而後迅速下降**，此時**即可能內部可燃性氣體濃度極高**。



使用測定儀器需注意之事項

- 定期請原廠商檢查與校準：保持儀器之精度與準度。
- 測定儀器使用前：以新鮮空氣或標準氣體（100%氧氣或0%惰性氣體）實施校準，以確定儀器之準確度。



氧氣濃度判讀應注意事項

- 俟測定儀器穩定指示值呈安定不變動後，開始測定時各測定點所獲取之指示值（取最低值）。

均在18%以上：表示該作業場所在無缺氧狀態。

均未滿18%：表示該作業場所在缺氧狀態。

（測到之值非常低時→ 附近有缺氧空氣發生源或缺氧空氣突出）

部分測定點未滿18%：表示該作業場所有局部缺氧情形。

（不能將各測定點予以相加後取平均值來判斷）



硫化氫濃度判讀應注意事項

- 俟測定儀器有充分時間使其穩定後，再開始讀取讀值。

均在10ppm以下：表示該作業場所非屬危險場所。

均在10ppm以上：表示該作業場所均屬危險狀態。

(測到之值非常高時→附近可能
能有硫化氫發生源)

部分測定點在10ppm以上：表示該作業場所所有
局部位置為危險狀態。



缺氧危險作業測定時機

(缺氧症預防規則第16條)

1. 當日作業開始前
2. 所有勞工離開作業場所後
再次開始作業前
3. 勞工身體有異常時
4. 換氣設備有異常時

→ 確認該作業場所空氣中氧氣濃度、硫化氫等其他有害氣體濃度



缺氧症預防規則31條

- 雇主對從事缺氧危險作業之勞工，發生下列症狀時，應即由醫師診治：
 - 一、顏面蒼白或紅暈、脈搏及呼吸加快、呼吸困難，目眩或頭痛等缺氧症之初期症狀。
 - 二、意識不明、痙攣、呼吸停止或心臟停止跳動等缺氧症之末期症狀。
 - 三、硫化氫、一氧化碳等其他有害物中毒症狀。



缺氧作業測定紀錄內容

1. 測定年月日時分
2. 測定場所
3. 測定地點(以圖表示)
4. 測定深度
5. 測定條件(通風前中後、作業前中後等)
6. 測定儀器種類
7. 測定結果
8. 測定者姓名
9. 依測定結果，應採取之必要防護措施

→ 紀錄應保存三年[缺氧症預防規則16條]。

測定人員之資格

- 甲級化學性~~因子~~作業環境測定技術士
甲級物理性~~因子~~作業環境測定技術士
- 熟悉局限空間，並經受訓相關課程。





安全衛生教育訓練

[職業安全衛生教育訓練規則]

◆缺氧作業主管：有害作業主管安全衛生訓練(18小時)

熟悉缺氧症預防規則及有害物作業相關法規、認知缺氧危害、熟悉缺氧環境測定方法、熟練預防缺氧之防護具、缺氧急救。

→在職教育訓練（每3年至少6小時）

◆新進或調換作業勞工（缺氧作業人員）：一般安全衛生教育訓練(6小時)

勞工作業前接受3小時必要之安全衛生教育訓練，缺氧作業、危害性物品作業各增加至今3小時。

→在職教育訓練（每3年至少3小時）

進入局限空間進行測定或救人時 應配戴呼吸防護具



- 一律佩戴正壓式呼吸防護具較為安全。
- 不可佩戴負壓式呼吸防護具。

輸氣管面罩 (SAR)

- 不可用於IDLH與缺氧之環境。
- 限制配戴者之作業範圍，可能妨礙工作
- 供氣管有長度的限制
(高壓供氣管線最長91.4公尺)
- 雇主使勞工戴用輸氣管面罩之連續作業時間，每次不得超過一小時
(有可能壓縮機故障或停電而停止供氣)
- 需使用專用快速連接頭
 - 與一般氣體快速接頭不相容
 - 避免發生誤用氣源情況發生

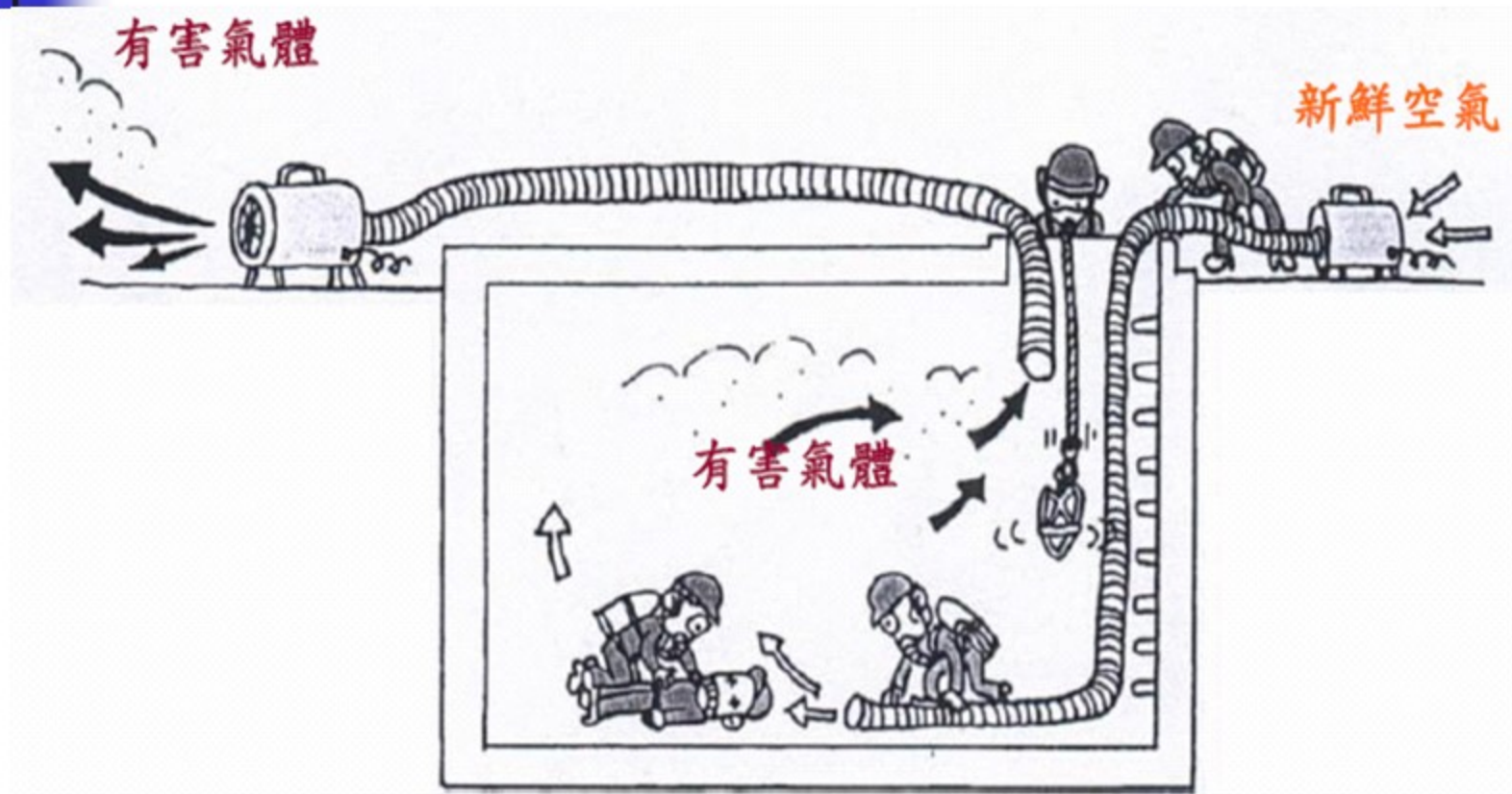




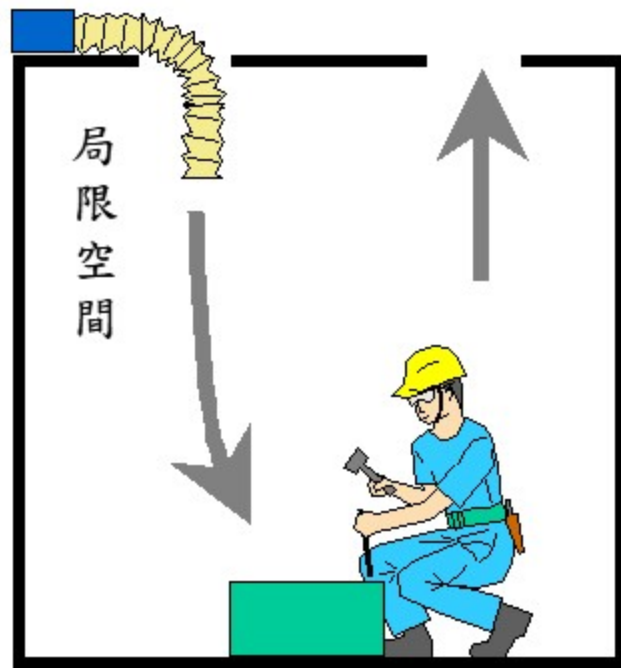
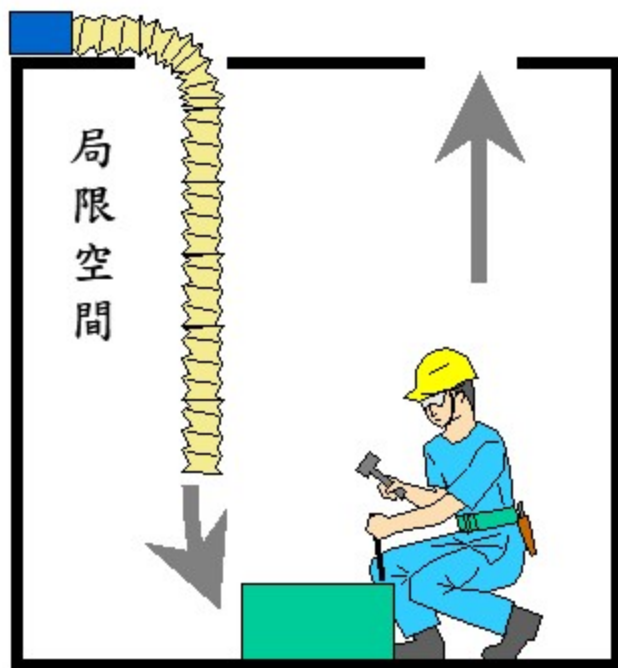
通風換氣之目的

- 維持氧氣濃度 $> 18\%$ ，而不高於 23% 。
- 維持硫化氫濃度 $< 10\text{ ppm}$ 。
- 維持有害物濃度在容許濃度以下。
- 維持可燃性氣體濃度 $< 30\%$ 爆炸下限。

進入時需通風

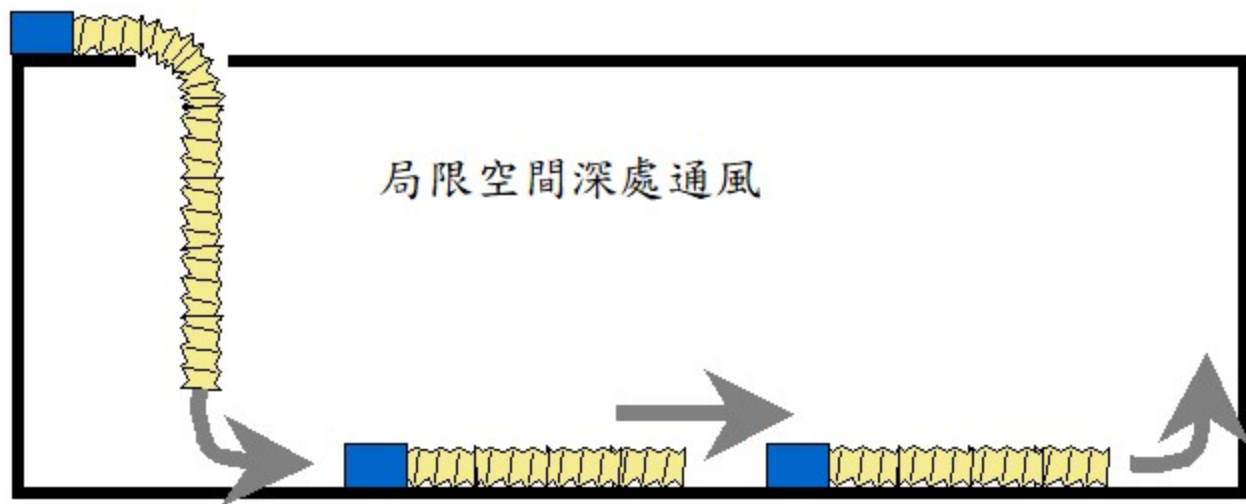


正確的通風觀念



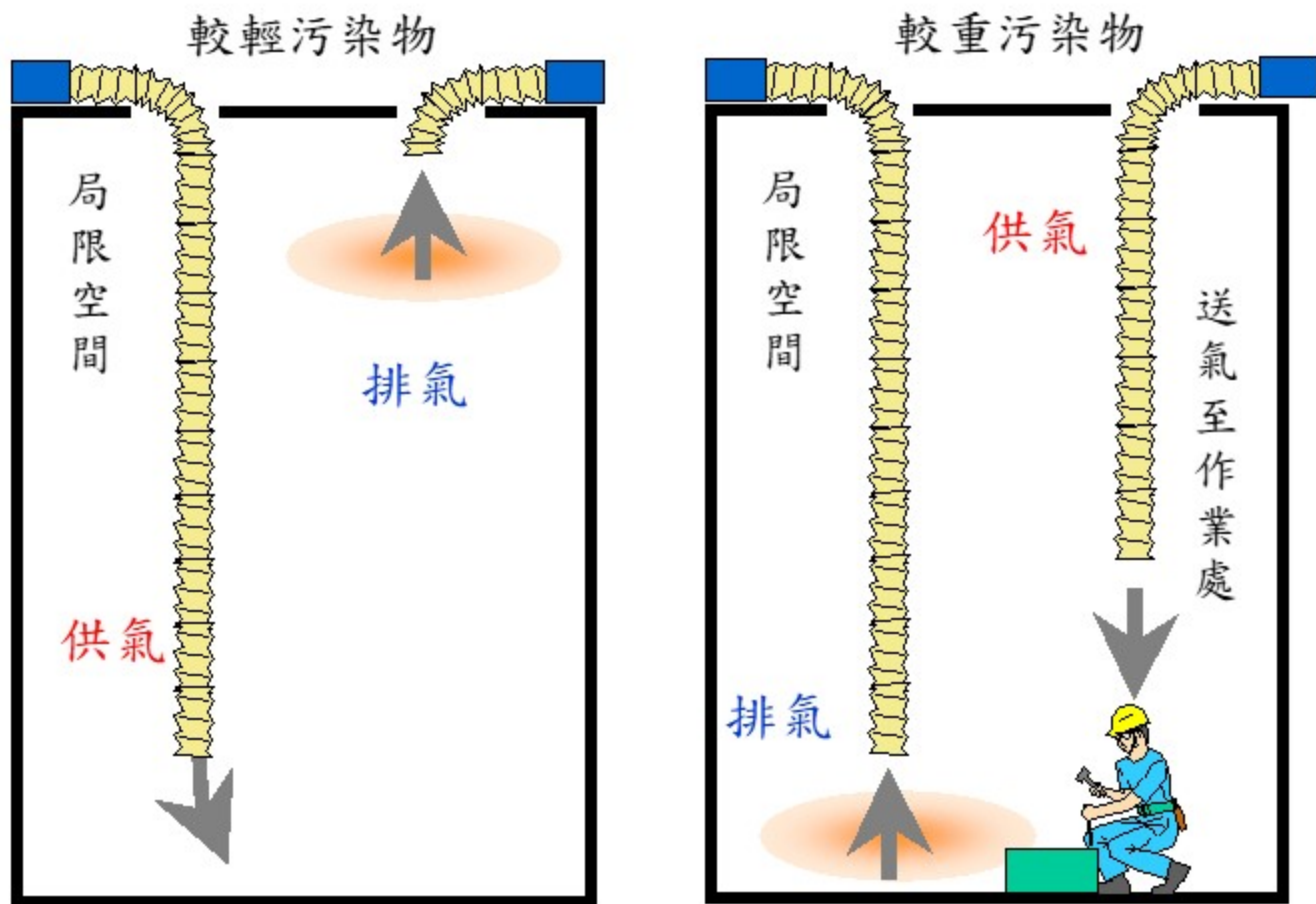
氣流應送達勞工作業處

正確的通風觀念



於縱深較大之局限空間，可採用**數個排風機**，**以前後排列**的方式**串連換氣**，將新鮮空氣輸送至空間之最深處

不同密度污染物之排除方法



三角架救人的方式

三角架救人的方式



作業時需派人全程監視



- 至少一位以上監視人員。
- 具隨時可與外面監視人員
聯繫之**聯絡設備**。



[缺氧症預防規則21條]



監視人員之工作項目

- 瞭解作業危害狀況。
- 隨時掌握許可進入人數及姓名。
- 警告非經許可人員，不得進入作業場所。
- 隨時監視作業狀況，並與作業人員維持適當聯繫。
- 發覺有異常時，應採取必要救援等緊急應變措施。
- 除非有人接替，於勞工作業期間應堅守在現場外面監視，不得任意離開。



監視儀器—救命器

- 雖然法規規定應有監視人員，但實際上如果多名勞工於局限空間中，且分散工作時，監視人員很難兼顧每位勞工狀態。
- 目前市面已有一種稱為「救命器」的產品
 - 人員如數十秒未移動，則會發出高分貝之警告音。
 - 如勞工能佩戴此種器材，也能提升作業之安全性。



缺氧作業場所入口公告事項

[缺氧症預防規則18條]

- 1. 有罹患缺氧症之虞之事項。
- 2. 進入該場所時應採取之措施。
- 3. 事故發生時之緊急措施及緊急聯絡方式。
- 4. 空氣呼吸器等呼吸防護具、安全帶等、測定儀器、換氣設備、聯絡設備等之保管場所。
- 5. 缺氧作業主管姓名。



公告「危險！禁止進入」

- 雇主應禁止非從事缺氧危險作業之勞工，擅自進入缺氧危險場所；並應將禁止規定公告於勞工顯而易見之處所。

[缺氧症預防規則18條]



參考資料

- 勞動部職業安全衛生署，局限空間作業缺氧、中毒重大職業災害案例電子書。
- 勞動部勞動及職業安全衛生研究所，局限空間氣體危害預防手冊。
- 勞動部勞動及職業安全衛生研究所，局限空間安全工作計畫指引。