



# 缺氧預防

## 大綱

18.1 空氣中氧濃度與攝氧機轉

18.2 缺氧對身體功能之影響

18.3 常見缺氧工作場所及缺氧  
之原因

18.4 缺氧之預防

本章重點摘要



## 案例：

- ▶ 據報載，有數名清洗儲槽污泥的工人，在進入已排空的儲槽內進行清洗時，突然失神昏倒。另外一名工人見狀，迅速入內搶救，卻也同時不幸罹難。案發後，經勞工檢查單位判斷，可能是儲槽內缺氧所引起的不幸事件。現在請您思考，排空的儲槽為何會缺氧。



## 前言：

- ▶ 人體可數天不進食，卻不容許數分鐘的缺氧。因為人體組織細胞不間斷的新陳代謝，須不斷的消耗氧。因此須透過人體的呼吸系統不斷的進行呼吸作用，以源源不斷的供應，據此維持正常的生理功能。若工作環境中，無法提供足夠人們呼吸作用所須的氧氣量時，就稱為缺氧。人體一旦缺乏氧的供應，嚴重的導致腦細胞不可逆的破壞，甚至造成人們死亡；輕則導致身體的不適與正常作業能力的喪失，不可不慎！

# 18.1 空氣中氧濃度與攝氧機轉



## 一、空氣中氧濃度

- 空氣中氧濃度的表示法有兩種：一種是百分比濃度法。一般而言，從海平面到1萬8千公尺處的氧約佔所有空氣中的21%，但此只能表示出氧的相對量。
- 另一種表示氧的方法是分壓法。以mmHg，即毫米水銀柱高來表示空氣中實際含有的氧分壓量。
- 如此可確切的知道空氣中實際含有的氧分壓量，是否足夠供應作業人員所須之氧。



- 例如760mmHg之空氣中，若氧含21%，則氧的分壓為159.6mmHg。
- 若高度增加，則氣壓降低，因此氧氣量也會隨之降低，而造成呼吸不順、胸悶、心跳加速、頭疼等高山症的症狀。
- 此種現象在初到高山地區的工作者或在無加壓設施的航空器上乘座的人員較易發生。



## 二、攝氧機轉

- 1.外呼吸：人體經呼吸系統，將外界的空氣透過呼吸道進入肺泡，在此進行氣體交換，被吸入體內的氧經擴散作用，進入微血管中與血紅素結合，透過血液循環運至全身。體內多餘的 $\text{CO}_2$ 也是經微血管擴散至肺泡中，再經呼吸作用排出體外。
- 2.內呼吸：組織細胞不斷的新陳代謝，慢慢地消耗掉經外呼吸而來的氧，最後氧濃度降低，二氧化碳濃度升高，此即為內呼吸。透過血液循環系統。可有效的將這些缺氧血運送至肺泡，經外呼吸作用而變成充氧血。



- 由上可知，若環境中氧的分壓很低或是有外來的物質干擾了血紅素帶氧的功能（如一氧化碳中毒）等均會造成缺氧症的現象。而貧血症者（血中血紅素不足）或是心肺功能不佳者，更不適合在可能發生缺氧的環境中作業，以免增加事故機率。

## 18.2 缺氧對身體功能之影響

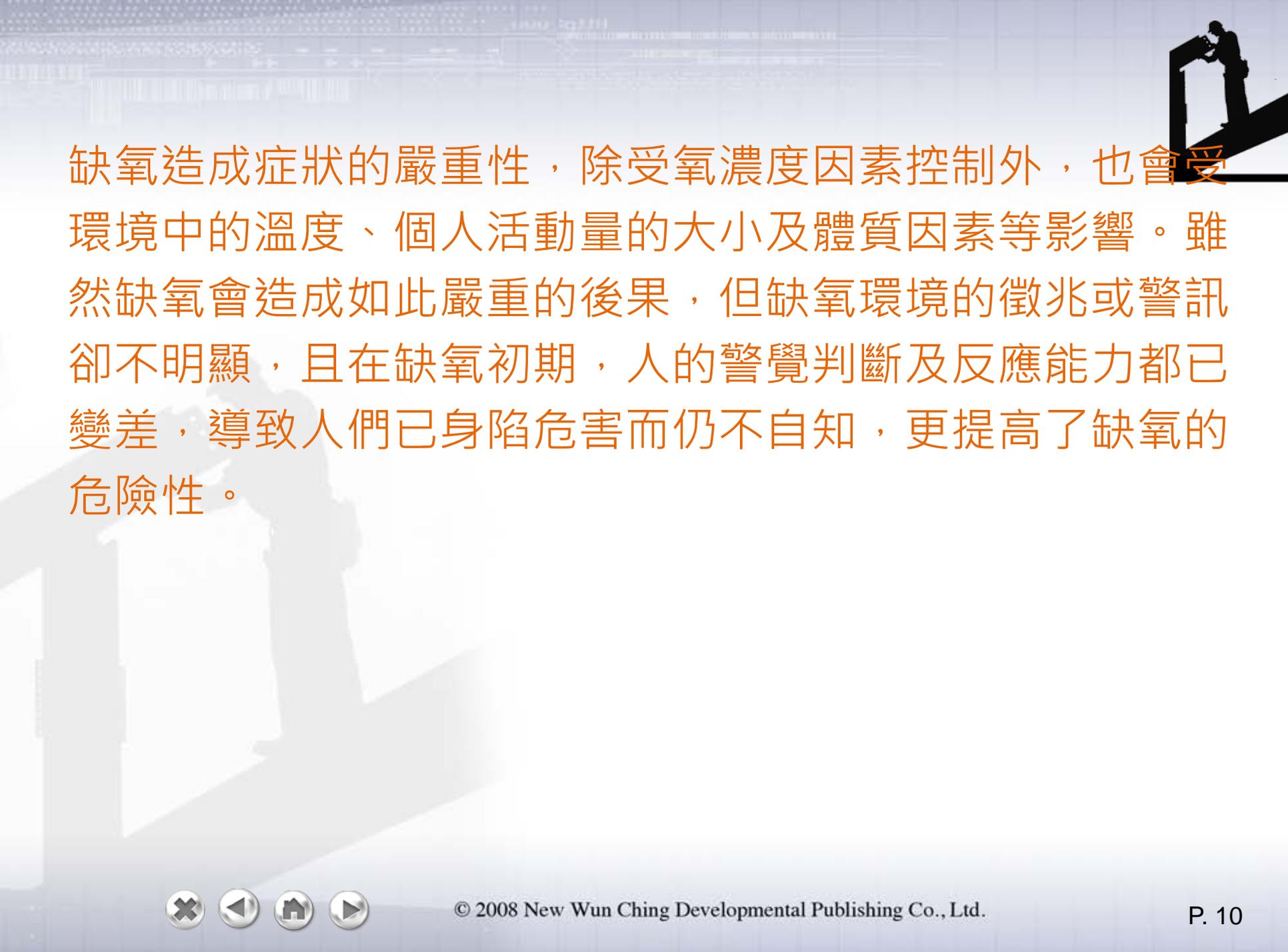


空氣中氧含量不及18%，即為含氧不充份之工作場所，在此環境下工作就有缺氧之虞！隨著空氣中含氧量的降低，對身體機能的影響也愈嚴重，一般而言，空氣中氧濃度在16%時，人體即出現各種不適之自覺症狀。詳細的情況請參照下表18-1：



表 18-1 空氣中氧濃度與身體可能出現症狀間的關係

等級	氧氣濃度	氧氣分壓	可能出現的症狀
1	16~12%	120~90mmHg	心跳加速、呼吸次數增加、精神不易集中、頭昏、想吐
2	14~9%	105~68mmHg	判斷力降低、酩酊狀態、全身乏力、意識遲鈍
3	10~6%	70~45mmHg	昏厥、中樞神經障礙、肌肉痙攣
4	6%以下	45mmHg 以下	在一瞬間昏倒、呼吸停止、心跳停止



缺氧造成症狀的嚴重性，除受氧濃度因素控制外，也會受環境中的溫度、個人活動量的大小及體質因素等影響。雖然缺氧會造成如此嚴重的後果，但缺氧環境的徵兆或警訊卻不明顯，且在缺氧初期，人的警覺判斷及反應能力都已變差，導致人們已身陷危害而仍不自知，更提高了缺氧的危險性。

## 18.3 常見缺氧工作場所及缺氧之原因



- 1.通風換氣不良場所：工作場所中無法透過自然通風作用，使工作場所內的氧含量維持在18%以上，導致工作場所內氧的含量逐漸降低，最後導致缺氧。此種情形，常發生在儲藏室、隧道、人孔、船艙、地下污水道、深井、排空的蓄水池、地下挖掘工程的坑道等場所。



## ➤ 2.自然發生的氧化作用消耗掉空氣中的氧：

- (1)土壤成份、礦石之氧化：含硫、鐵的礦石，土壤中含大量微生物，均會消耗空氣中之氧，隨時間增加，氧量消耗更大。此情形常發生在礦坑、隧道。
- (2)儲槽內壁材料之氧化：一般鋼製或含Fe金屬材料建構而成的儲槽，因儲存物含水或因密閉不通風，金屬氧化而逐漸消耗氧，造成缺氧。
- (3)有機質之氧化：發酵槽、污水處理場之各式槽、池，均含大量有機質，有機物之氧化無形中消耗空氣中大量氧，造成缺氧。此外，地下水之水井、排水暗溝，地下空洞，因水中所含Fe離子氧化，也會消耗大量氧造成缺氧。



- (4)作業場所內因通風換氣不良，加上使用各式內燃機或項燃燒設備（如鍛燒）這不僅消耗空氣中氧，且因燃燒作用產生之 $\text{CO}_2$ ，甚至是燃燒不完全而造成的 $\text{CO}$ ，更會加速缺氧症的發生，千萬要小心。
- (5)油漆、塗料，若塗佈於室內，在乾燥固化之前，會消耗大量氧，且油漆、塗料也含大量有機溶劑，若作業場所通風不充份，不僅有缺氧危害，也潛藏有機溶劑中毒的危機。
- (6)動植物之油脂、種子蔬果等之氧化：貯藏穀物、飼料、食品、油脂、種子蔬果等之倉庫、船艙、地下室、冷凍庫等之場所。因氧被大量消耗，此時若通風換氧不良，這些場所，實際上常呈缺氧狀態。



➤ 3. 惰性氣體或其他窒息性氣體之大量產生或封入而造成  
業場所缺氧：

- (1) 儲存惰性氣體之高壓鋼瓶或管線洩漏，造成特定空間內的氧氣相對減少，甚至全部被逼出，而造成缺氧。例如氮氣儲槽之洩漏。
- (2) 香蕉、鳳梨、木瓜等水果之催熟，常使用乙炔氣體，導致倉庫內 $O_2$ 濃度極低，甚至乙炔濃度達爆炸範圍，造成爆炸。
- (3) 冷凍機使用之冷媒洩漏或冷凍場所中所使用之乾冰，從管線中洩漏形成缺氧狀態。

- (4)礦坑挖掘作業：挖掘作業進行中，常有 $\text{CH}_4$ 氣或其他氣體突出的現象，造成坑道內氧氣被逐出而缺氧，且可燃性氣體聚集，也有燃燒爆炸之危險。
- (5)利用沉箱施工法進行地下鐵或其他地下坑道之挖掘時，工作房內空氣與地層中的還原性物質接觸，氧被消耗造成缺氧。
- (6)滅火氣體之使用：二氧化碳滅火或其他惰性氣體滅火材料，施放於船艙、地下室或任何型式之通風不充份場所，都可能造成缺氧。因此若無供氣式呼吸器，任何人均不可貿然進入此等場所。
- (7)燃燒不完全，產生一氧化碳：人們吸入含一氧化碳的空氣，血紅素因而喪失攜氧功能，造成身體缺氧。冬季瓦斯熱水器安裝不當，使用者又緊密門窗，往往造成CO中毒，缺毒死亡，不可不慎。



## 18.4 缺氧之預防

- 針對缺氧之預防，我們可從作業環境工程的改善及整體性的缺氧作業管理著手：

### 一、作業環境的改善

- 1.通風換氣：防止缺氧災害，最根本的做法，是實施通風換氣，並隨時保持作業場所中氧濃度在18%以上。通風換氣可分為自然通風換氣與機械通風兩種型式。以自然通風而言，在不影響儲存物質品質的條件下，可多開設自然通風換氣口，加大開窗面積，以利空氣的自然對流。



▶ 但自然通風受限較大，在實際的作業中，往往不敷所需，此時就須透過機械式的強制通風，以消除通風死角。利用機械通風，須注意下列要點：

- (1)新鮮的空氣輸出口，須儘量接近勞工，且供氣設施的進氣口，為避免吸入品質不佳之空氣，須遠離污染源及其他排出氣口。
- (2)確保通風系統的電力來源安全無虞，須有備用的動力來源。
- (3)換氣應充份且均勻，若作業場所中，無明顯的有機溶劑、特定化學物質污染，則至少維持每人 $100\text{M}^3/\text{min}$ 以上之換氣量。
- (4)實施換氣。徹底排空槽內既有內容物，並經新鮮空氣徹底置換。置換時避免使用純氧，免生意外。



- 2. 缺氧作業場所須標示及加鎖，以避免無關人員之進入倉儲場所，冷凍庫房等，均設置可由內開啟之雙向門。儲放高壓氣體特定設施之定期檢點維修以防洩漏。各式氣體輸送管線之閥門均標示開啟方向並加鎖，以防誤操作，導致氣體大量洩漏。
- 3. 實施作業環境測定，以得知作業場所中 $O_2$ 濃度，做為評估通風系統優劣及作業人員是否入內之參考。依實施的時機而言，可分為日常例行之檢點及進入封閉式作業場所（或稱密閉式作業場所，如人孔、下水道、儲槽、船艙等）之測



- 不管是那一種型式的測定，實施時須注意下列要點：
- (1)確定儀器的正確性與有效性。故儀器須定期校正及維修，以測定 $O_2$ 濃度而言，可使用直讀式氧氣測定儀測定之。
  - (2)測定時儘量人員先不進入，可利用延長導管抽氣，以供測定。且偵測時須注意除氧濃度外，對其他有毒氣體（例如 $H_2S$ 、 $CO$ 、 $CH_4$ ）等，亦應一併考慮監測。
  - (3)凡勞工可能活動之場所均應定期測定、記錄備查。



## 二、整體性的缺氧作業管理：

- 1.合格的缺氧作業人員及作業主管：缺氧作業屬高危險作業，不管作業的現場勞工或作業主管，均須經一定時數之安全衛生教育後，始得從事。且缺氧作業之進行，最好採小組作業，另配置監督人，執行作業監視，俾能及早發現異況，儘早處理。缺氧作業進行前，須將作業方式、作業時間、地點呈送作業主管核可後，方得進行。
- 2.作業前後，確實清點人數，並嚴禁無關人員進入作業場所。在作業場所出入口明顯處，公告揭示缺氧工作守則，並詳列作業注意事項、各項空氣呼吸器存放地點及管理人員姓名。



- 3. 有效地使用供氣式呼吸防護具或其他防護索、救生梯等器具。須注意一般的防塵口罩或濾毒罐，並無法提供作業者所須之氧氣，故在無法實施換氣或緊急搶救時，均須使用供氣式呼吸器或氧氣鋼瓶。在有墜落可能的作業場所作業，尚需配戴防護索，以防失神墜落。
- 4. 確實推行勞工缺氧預防教育：作業前，單位主管須對作業人員進行上工前的勤前教育，並檢點各項裝備。平時，則須利用集會時間，告知作業人員缺氧的預防之道，使其具有預知危險及對突發狀況因應的能力，以避免無謂的意外。



- 5.事故處理與急救：倘若工作場所或其他侷限空間內，發生缺氧昏厥事故時，千萬記得，除非救援者有萬全準備，否則任何人不宜貿然入內搶救。不然只是徒增不幸而已。救援者至少須配戴供氣式呼吸器具，且對事故現場熟悉，且以共同小組進行較佳。缺氧者若已昏厥，宜儘速移動至空氣新鮮處，若呼吸停止，則施以人工呼吸急救，並儘快送至醫療單位，在送醫途中，人工呼吸須不斷的進行，直到醫療人員到達為止。



缺氧症的發生，若不事先教育宣導預防，則突如其來的事  
故，往往令人措手不及，因此不僅事業單位，甚至是個人，  
對可能發生缺氧情況的場所，均須有所認知，並提高警覺  
免生意外。對管理單位而言，選工、配工時，也須考慮到  
那些人不適合在可能發生缺氧的環境下工作，以避免徒增  
事故的發生。

# 本章重點摘要

若工作環境中，無法提供足夠人們呼吸作用所需的氧氣量，即稱為缺氧。一般而言，工作場中氧的百分比濃度低於18%，就很容易發生缺氧的現象。人體一旦缺乏氧的供應，嚴重的將導致腦細胞不可逆的破壞，甚至造成死亡；輕則導致身體的不適與作業能力的喪失，不可不慎。

常見工作場所缺氧原因如下：

- 1.通風換氣不良。
- 2.氧化作用消耗掉空氣中的氧：如土壤成份中的礦物、儲槽內壁材料，有機質的氧化、油漆、塗料的氧化等。
- 3.惰性氣體或其他窒息性氣體之大量產生或封入。



## 缺氧之預防：

### 一、作業環境的改善

1. 加強通風換氣。
2. 缺氧作業場所之標示及加鎖。
3. 實施作業環境測定。

### 二、整體性的缺氧作業管理

1. 合格的缺氧作業人員及作業主管。
2. 作業前後確實清點人數。
3. 有效地使用缺氧預防教育。
4. 推行勞工缺氧預防教育。
5. 事故處理與急救。

