

財團法人職業災害預防及重建中心

113年度職災預防宣導會

局限空間危害預防

陳俊六, *Chen, Jin-Luh*

Senior Industrial Hygienist, MPH, Ph.D.

Associate professor in Kaohsiung First University of Science and
Technology & Chia Nan University of Pharmacy and Science

2024.8.1

2022/8/1

Created by Jinluh Chen

1

大綱

- 一. 局限空間缺氧危害預防設施
- 二. 預防缺氧及硫化氫中毒的措施
 1. 作業前的準備
 2. 作業中的管理
 3. 自動檢查及檢點
 4. 作業許可管制與監督
- 三. 硫化氫的物理化學性
- 四. 作業環境產生硫化氫的樣態
- 五. 硫化氫中毒的毒理機轉探討
- 六. 其他外、內呼吸缺氧化學品簡介
- 七. 結論與建議

2022/8/1

Created by Jinluh Chen

2

局限空間缺氧危害預防設施

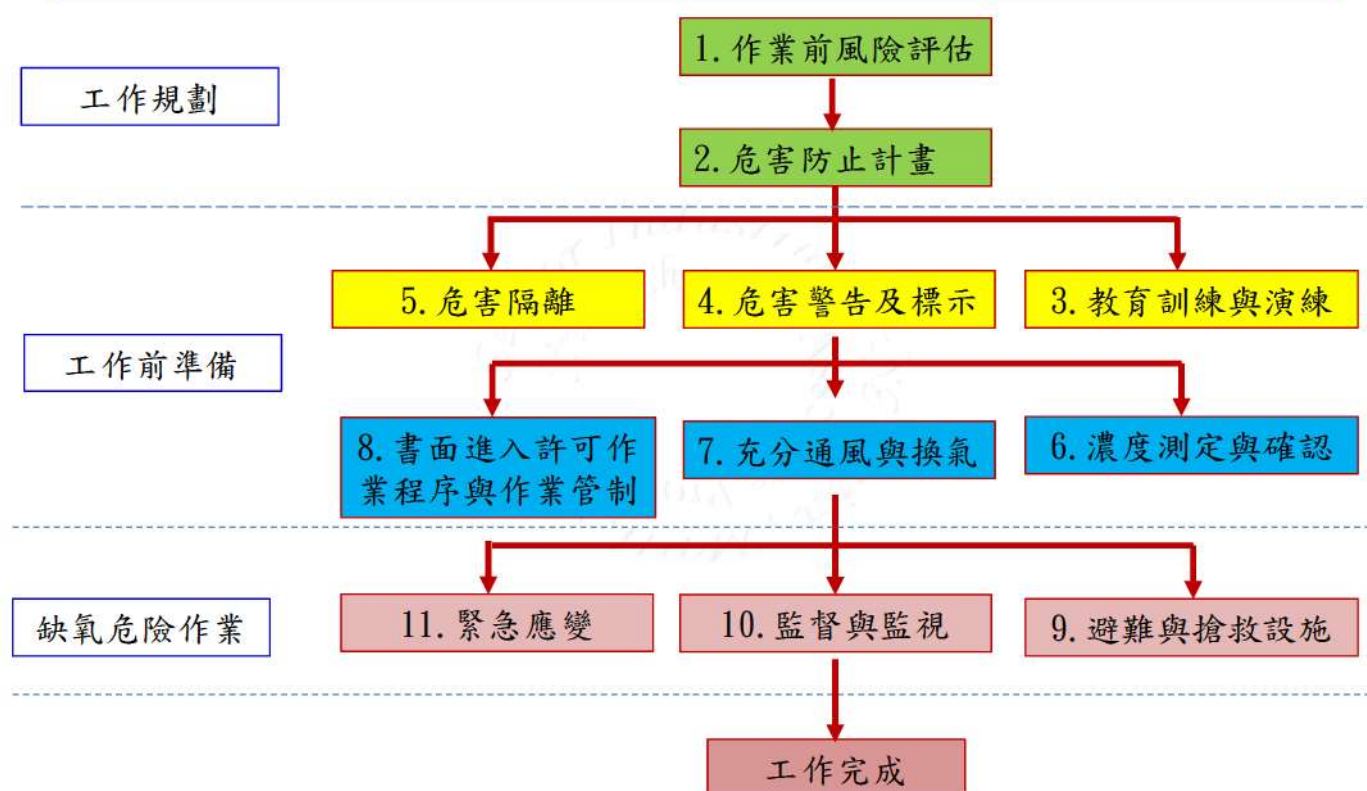
缺氧危險及局限空間業重要規定

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

3

缺氧危險及局限空間業重要規定



2022/8/1

Created by Jinduh Chen

4

局限空間

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

✚職業安全衛生設施規定第19條之1

❏ 缺氧和局限空間有關規定主要見於「職業安全衛生設施規則」以及「缺氧症預防規則」，但其他法規中亦有零散之相關規定

✚將相關法規之主要項目介紹如下：

職業安全衛生設施規

■ 本規定為局限空間規定重要事項包含：

1. 風險評估的危害防止計畫
2. 測定
3. 公告
4. 紀錄
5. 許可
6. 救援設施

缺氧症預防規則

■ 為局限空間主要法規之一，重要事項為**通風、測定、管理、監視、防護具**以及管理的細節

船舶清艙解體勞工安全規則

- 為管理船舶清艙解體所訂定，船舶中許多艙房為局限空間，訂有**測定**、**煙火管制**、**防護具設置**等相關規定

營造安全衛生設施標準

- 營造作業中如**隧道**、**沉箱**、**壓氣工法**亦常發生缺氧及局限空間災害，故標準對該類作業訂有相關預防災害的規定

其他法規

- 在「**儲槽等**」場所使用有機溶劑、特定化學物質或其他危害物質時，自應遵循相關法規(如：有機溶劑中毒預防規則、特定化學物質危害預防標準、危害性化學品標示及通識規則、勞工作業場所容許暴露標準等)規定辦理
- 職業安全衛生教育訓練規則
- 職業安全衛生管理辦法
- 勞工健康保護規則

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

11

交付承攬危害告知責任

- 局限空間作業職災事件中，死亡者屬交付承攬作業的比例約為總死亡人數的60%，因此局限空間作業安全衛生管理重點，包括交付承攬前的危害告知責任
- 職業安全衛生法第26條有關原事業單位(包括承攬人交付再承攬)的告知責任

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

12

危害告知應注意事項

告知時機：

事前－承攬人入場開始作業之前

告知內容：

工作環境+危害因素+法令規定措施

告知方式：

書面、協商會議記錄【口頭告知不合規定】

告知具體程度：

以「作業名稱」為單元，敘述工作環境，逐項評估「作業危害」及應採措施

預防缺氧及硫化氫中毒的措施

1. 作業前的準備

作業人員要求

1. 設置缺氧作業主管、監視人員
2. 制定安全作業程序
3. 實施缺氧作業教育訓練

安全衛生器材

1. 可偵測人員活動情形的裝置
2. 背負式安全帶(兩肩須有D環)、捲揚式防墜器 ?
3. 可以動力或機械輔助吊升的緊急救援設備
4. 通風設備
5. 氣體測定器
6. 救援用空氣呼吸器
7. 聯絡設備 (無線電對講機)
8. 照明設備

危害隔離

■能源關斷、上鎖或掛簽管制

1. 電能隔離
2. 高、低溫隔離
3. 危害物隔離

■作業場所除污處理

訂定危害防止計畫

■使勞工於缺氧危險作業及局限空間從事作業前，應**先確認**局限空間內**有無**可能引起勞工缺氧、中毒、感電、塌陷、被夾、被捲及火災、爆炸等**危害**

■如**有危害之虞**，應**訂定危害防止計畫**，供現場作業主管、監視人員、作業勞工及相關承攬人依循（第二十九條之一）

■ 危害防止計畫應依作業可能引起之危害訂定左列事項：

- 一. 局限空間內危害之確認
- 二. 通風換氣實施方式
- 三. 局限空間內氧氣、危險物、有害物濃度之測定
- 四. 電能、高溫、低溫及危害物質之隔離措施及缺氧、中毒、感電、塌陷、被夾、被捲等危害防止措施
- 五. 作業方法及安全管制作法
- 六. 進入作業許可程序
- 七. 提供之防護設備之檢點及維護方法
- 八. 作業控制設施及作業安全檢點方法
- 九. 緊急應變處置措施

教育訓練

■ 我國缺氧危險作業及局限空間作業職災事件中，罹災者未受一般安全衛生教育訓練的人數佔76%，幾乎所有發生災害的單位均未針對局限空間作業作必要的教育訓練

■ 教育訓練主要目的為教導勞工鑑別局限空間作業的危害，對象包括：作業主管、監視人、勞工、承攬人及缺氧作業主管

教育訓練時機

1. 新僱或調換作業情形
2. 作業程序變更
3. 危害種類變更
4. 控制方法變更
5. 勞工表現不安全行為

缺氧作業主管教育訓練

- ✚ 雇主對擔任缺氧作業主管之勞工，應於事前使其接受有害作業主管之安全衛生教育訓練。(職業安全衛生教育訓練規則第11條)
- ✚ 時數：18小時

缺氧作業主管教育訓練內容

- 一. 缺氧危險作業及局限空間作業職業安全衛生相關法規 三小時
- 二. 缺氧症預防規則 三小時
- 三. 缺氧危險場所危害預防及安全衛生防護具 三小時
- 四. 缺氧危險場所之環境測定 三小時
- 五. 缺氧事故處理及急救 三小時
- 六. 缺氧危險作業安全衛生管理與執行 三小時

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

23

缺氧作業勞工教育訓練

- 一. 雇主對從事缺氧危險作業之勞工，應依職業安全衛生教育訓練規則規定施予必要之安全衛生教育訓練（缺氧症預防規則第24條）
- 二. 新僱勞工或在職勞工於變更工作前依實際需要排定時數，不得少於3小時。從事缺氧作業應增列3小時，如製造、處置或使用危險物、有害物者應增列3小時教育訓練（職業安全衛生教育訓練規則第16條）

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

24

缺氧作業勞工教育訓練內容

1. 作業安全衛生有關法規概要
2. 職業安全衛生概念及安全衛生工作守則
3. 作業前、中、後之自動檢查
4. 標準作業程序
5. 緊急事故應變處理
6. 消防及急救常識暨演練
7. 缺氧、硫化氫危害症狀及其知識

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

25

緊急救援演練

-  缺氧危險作業及局限空間作業災害類型廣泛，意外發生時的搶救行動，也必須要事先作完善之準備及演練，才能於短時間內完成及避免連續罹難

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

26

預防缺氧及硫化氫中毒的措施

2. 作業中的管理

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

27

局限空間作業公告

■使勞工於局限空間從事作業，有危害勞工之虞時，應於作業場所入口顯而易見處所公告作業注意事項，使作業勞工周知（第二十九條之二）

- 一. 作業有可能引起缺氧等危害時，應經許可始得進入之重要性
- 二. 進入該場所時應採取之措施
- 三. 事故發生時之緊急措施及緊急聯絡方式
- 四. 現場監視人員姓名
- 五. 其他作業安全應注意事項

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

28

禁止進入公告

- ✚ 雇主應禁止作業無關(非經許可)人員進入局限空間之作業場所，並於入口顯而易見處所公告禁止進入之規定
- ✚ 於非作業期間，另採取上鎖或阻隔人員進入等管制措施 (第二十九條之三)

缺氧作業公告與局限空間作業公告

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
(缺氧症預防規則18)

1. 作業有可能引起缺氧等危害時，應經許可始得進入之重要性
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. 現場監視人員姓名
5. 其他作業安全應注意事項
(職業安全衛生設施規則29-2)

局限空間與缺氧公告板合併

1. 有罹患缺氧症之虞之事項（缺）
2. 作業有可能引起缺氧等危害時，應經許可始得進入之重要性（局）
3. 進入該場所時應採取之措施（缺）（局）
4. 事故發生時之緊急措施及緊急聯絡方式（缺局）
5. 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（缺）
6. 缺氧作業主管姓名（缺）
7. 現場監視人員姓名（局）
8. 其他作業安全應注意事項（局）

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

31

局限空間（缺氧）作業場所告示牌

施 工 單 位	電話：	
項 目	注 意 事 項	
有罹患缺氧症或其他危害之虞事項	缺氧、窒息、硫化氫、一氧化碳、火災、爆炸、中毒、感電、墜落、電弧灼傷、熱能、滑倒、塌陷、被捲、被夾、鼠蛇蟻蚊蜂咬傷等。	
作業有可能引起缺氧危害時應經許可始得進入之重要性	1 勞工如未經許可，則不確知有前項各式之危害及應採之防範措施。 2 若發生緊急危害時，能確實掌握作業人員及現場狀況、俾能及時救援。	
進入作業場所應採取之措施	1 進入前應經工作場所負責人或缺氧作業主管簽署許可，始可進入 2 進入前應先通風、檢測，確認氧氣及有害氣體濃度合於標準值。 3 監視人員應隨時監視，如發覺異常應即與工作場所負責人、缺氧作業主管及有關人員聯繫，並採取緊急措施。 4 作業中應採取連續確認並持續通風換氣。 5 通風時進氣孔不得置於發電機或車輛排氣孔附近。 6 局限空間內部禁止使用內燃機引擎泵浦；進入人孔禁止踩踏電纜接頭。 7 進入作業場所應使用梯子、人員應繫全身式安全帶及救生索，其一端繫留於孔口，且需置備滅火器、空氣呼吸器等設備，供避難或救援人員使用。	
事故發生時之緊急措施及緊急聯絡方式	一、緊急措施： 1 有立即危險之虞時應使人員退避至安全場所。 2 現場人工呼吸或 CCR 急救、搶救。 3 撥打 119 電話協助並迅速送醫。 二、緊急聯絡：行動電話、無線電對講機、擴音器、哨子。	
安全及呼吸防護具、測定儀器、聯絡設備等之保管場所	1 未作業時：置於工務所或工程車護工具箱帆布袋內。 2 作業時：置於作業場所明顯處所，供緊急救援用。 3 個人安全護具及聯絡設備等隨身攜帶。	
缺氧作業主管	姓名：	電話：
現場監視人員	姓名：	電話：
其他作業安全應注意事項	1 孔蓋開啟後，應加圍欄及防護網以防墜落。 2 應依道路交通標誌標線號誌設置規則辦理。 3 應依台電 91109 「工程施工道路交通安全防護措施」辦理。 4 其他詳各項作業危害告知單。	
禁止與作業無關之人員進入		

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

32

危害隔離

■對於化學設備及其附屬設備之改善、修理、清掃、拆卸等作業，應指定專人，依下列規定辦理：

一. 決定作業方法及順序，並事先告知有關作業勞工

二. 為防止危險物、有害物、高溫水蒸汽及其他化學物質洩漏致危害作業勞工，應將閥或旋塞雙重關閉且設置盲板

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

33

三. 應將前款之閥、旋塞等加鎖、鉛封或將把手拆離，使其無法擅動；並應設有不准開啟之標示或設置監視人員監視

四. 拆除第二款之盲板有導致危險物等或高溫水蒸汽逸出之虞時，應先確認盲板與其最接近之閥或旋塞間有無第二款物質殘留，並採取必要措施

(職業安全衛生設施規則第198條)

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

34

1. 電能：

- ✚關閉電源上鎖，臨時電源使用漏電斷路器。

2. 高低溫：

- ✚關閉蒸汽、冷媒等管線(使用雙重開關、插盲板)及掛簽標示或上鎖

3. 危害物質之隔離：

- ✚作業區須清除危害物(含二氧化碳滅火器、其他氣體容器)
- ✚關閉管線(使用雙重開關、插盲板)及掛簽標示

■對於電路開路後從事原帶電部位之維修作業，應於**確認電路開路後**，就該電路採取下列設施：

- 一. 開路之開關於作業中，應上鎖或標示「禁止送電」、「停電作業中」或設置監視人員監視之
- 二. 開路後之電路如含有電力電纜、電力電容器等致電路有殘留電荷引起危害之虞者，應以安全方法**確實放電**
- 三. 開路後之電路藉放電消除殘留電荷後，應以檢電器具檢查，**確認其已停電**，且為防止該停電路與其他電路之混觸、或因其其他電路之感應、或其實短路，並加接地
- 四. 前款停電作業範圍如為發電或變電設備或開關場之一部分時，**應將該停電作業範圍以紅藍帶或網加圍，並懸掛「有電危險區」標誌，以資警示**

■前項作業終了送電時，應事先確認從事作業等之勞工**無感電之虞**，並於拆除短路接地器具與紅藍帶或網及標誌後為之

■ 隔離措施：

✚ 關閉開關

✚ 盲斷

✚ 上鎖或掛簽

■ 預期達到的效果：

✚ 切斷危害來源

✚ 防止人員誤啟動開關

環境監測

■ 雇主使勞工從事局限空間作業，有缺氧空氣、危害物質致危害勞工之虞者，應置備測定儀器

■ 於作業前確認氧氣及危害物質濃度，並於作業期間採取連續確認之措施

（職業安全衛生設施規則第29-4條）

■使勞工從事缺氧危險作業時，應置備測定空氣中氧氣濃度之必要測定儀器，並採取隨時可確認空氣中氧氣濃度、硫化氫等其他有害氣體濃度之措施。

(缺氧症預防規則第4條)

■使勞工從事缺氧危險作業時，於當日作業開始前、所有勞工離開作業場所後再次開始作業前及勞工身體或換氣裝置等有異常時，應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。前項確認結果應予記錄，並保存3年。

(缺氧症預防規則第16條)

常見的容許暴露標準

氣體種類	法定容許濃度	法令依據
氧氣 (O ₂)	18 %以上	缺氧症預防規則
可燃性氣體 (%LEL)	爆炸下限值30% 以下	職業安全衛生設施規則
一氧化碳 (CO)	0.0035 %以下 (35 ppm)以下	勞工作業場所容許暴露標準
硫化氫 (H ₂ S)	0.001 %以下 (10 ppm)以下	勞工作業場所容許暴露標準

測定人員安全注意事項

- ✚ 開始測定氧氣時，測定者必須於外部以延伸管測定，使用動力抽氣測定。並避免單獨一人作業
- ✚ 打開人孔蓋時，為**預防缺氧或毒性氣體突然噴出**，造成人員瞬間吸入高濃度危害性氣體或缺氧空氣而致墜落，應注意防範並佩戴安全帶
- ✚ 如須進入局限空間作業場所測定時，先確認氧氣濃度在18%以上，並視需要佩戴供氣式呼吸防護具，且局限空間外應有監視人監看

再測定與確認

- ✚ 過去案例經驗，測定時認定為安全之作業環境，因未實施再測定而發生災情
- ✚ 須實施再測定的時機：如攪動、溫度變化、使用易揮發物質、有害物可能由管線持續進入或由底泥中漸漸揮發等
- ✚ 局限空間的監測應持續為之，且監測器應由勞工個人隨身攜帶，隨時保持監測狀況。如果勞工分為數組人員，每組人員也應分別攜帶監測器，方能提供更完善的保障

危害物測定(判讀)順序

 使用經過定期校正合格的4用氣體測定器

1. 先判讀氧氣濃度

 未滿18%，應以**防爆型風扇通風**換氣後再測定

2. 次判讀可燃性氣體蒸氣

 到達LEL的30%或警報器響起，應以**防爆型風扇通風**換氣後再測定

3. 再判讀硫化氫及其他有害氣體、蒸氣

 超過容許暴露標準，應通風換氣後再次測定

測定注意事項

1. 每次入槽前皆須實施局限空間作業環境氣體濃度測定
2. 測定儀器須具有防爆之設計及具有警報器功能
3. 測定儀器必須處於校正有效週期內
4. 確認儀器電力充足、歸零正確及測定氣體濃度範圍須含蓋法定容許濃度

5. 測定人員除須熟悉儀器操作外，並須依據作業範圍選擇具有代表性測定點實施測定
6. 氧氣濃度低於10%，會影響可燃性氣體濃度測定值
7. 注意儀器是否會受其他物質干擾
8. 測定時間應超過製造廠商標示之測試儀器最小反應時間。使用探針時，測定者的行進速度應配合採樣速度及測定儀器的反應時間
9. 須**持續監測**：過去案例發現，測試時認定為安全之作業環境，因未實施再測試而發生災情。須實施持續不斷監測情況有：攪動作業、溫度變化及使用易揮發物質等

測定紀錄

 確認測定結果應記錄於許可書上(建議至少每小時記錄一次)，並保存3年

 紀錄應包括：

1. 測定時間(年月日時分)
2. 測定地點
3. 測定方法
4. 測定條件
5. 測定結果

缺氧危害預防管理

- 對從事缺氧作業之勞工及缺氧作業主管施予必要的安全衛生教育訓練
- 指定缺氧作業主管從事監督及監視人各一人，隨時監視作業狀況
- 置備足夠數量之防護具、梯子、安全帶、救生索等設備應置備測定空氣中氧氣濃度的儀器及採取隨時確認濃度的措施
- 適當換氣，但不得使用純氧換氣
- 對進出缺氧、局限空間的勞工應確認或點名登記
- 張貼注意事項於顯而易見處並管制人員進出

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

47

通風與換氣

- 須確保勞工作業環境符合：
 - ✚ 空氣中氧氣含量保持18~23 %
 - ✚ 引火性液體之蒸氣或可燃性氣體之濃度不得超過其爆炸下限之30 %
 - ✚ 硫化氫濃度不得超過10 ppm
 - ✚ 空氣中有害物之濃度不得超過勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準之規定(如CO在35 ppm 以下)
 - ✚ 不得有會導致勞工有立即危害生命或健康的其他環境狀況

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

48

通風注意事項

1. 在採取通風之前，要先將可能進入該作業場所之缺氧空氣遮斷
2. 絕對不要使用純氧通風
3. 導管不可有破損、折曲且須與風扇密接，並確保引入新鮮空氣
4. 送風導管管口須深入最底部

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

49

5. 局限空間可能會有缺氧或或有害氣體突然釋出，故須持續通風以保障安全
6. 有對地電壓的所有電氣設備均應接地
7. 局限空間無法預測何時會有可燃氣體逸出，故應使用防爆型通風設備
8. 進氣口要遠離有害物發生原(如：內燃機)
9. 排氣口排氣不可造成二次空氣污染以免對排氣口附近勞工造成危害

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

50

10. 排出之氣體，如有可能具可燃性，必須管制鄰近區域的火源
11. 新鮮空氣應有效的送達勞工工作點附近，且將局限空間內或勞工工作點附近的污染物排出。避免換氣死角或使比重大的有毒蒸氣或氣體存積於底部而導致災害(如：硫化氫、二氧化碳、二氧化硫、氯氣、三氯乙烯、四氯化碳等**比重都比空氣重**)

- 若有防止爆炸、氧化或作業上有顯著困難致不能實施換氣者，則應置備適當且數量足夠之空氣呼吸器等呼吸防護具，並使勞工確實戴用



預防缺氧及硫化氫中毒的措施

3. 自動檢查及檢點

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

53

作業前檢點

- ✚ 使勞工於有危害勞工之虞之局限空間從事作業前，應指定專人檢點該作業場所，確認換氣裝置等設施無異常，該作業場所無缺氧及危害物質等造成勞工危害
- ✚ 前條及前項所定確認，應由專人辦理，其紀錄應保存三年

（職業安全衛生設施規則第29-5條）

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

54

作業前檢點重點

 『缺氧症預防規則』，勞工每次作業前檢點重點如下：

1. 確認進出局限空間場所的勞工，應予確認或點名登記
2. 應設置監視人員，發覺有異常時，應即與缺氧作業主管及有關人員聯繫
3. 於作業場所入口公告作業注意事項及禁止非從事缺氧危險作業勞工擅自進入

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

55

4. 連接局限空間配管之閥、旋塞應關閉並上鎖或設置盲板及掛簽標示以防誤操作
5. 應確認將缺氧空氣排出外部的排氣設備是否正常，並封閉可能漏洩缺氧空氣的處所
6. 確認已隔離危害源（電能、高低溫、危害性氣體、液體、機械能、廢液等）或已採必要之安全措施

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

56

7. 應予適當通風換氣(不得使用純氧換氣；若有害物或缺氧氣體可能持續發散，應持續通風)
8. 持續監測空氣中氧氣、可(易)燃性氣(液)體及有害氣體濃度
9. 確認空氣呼吸器等呼吸防護具是否適當(含救援人員)且具足夠數量
10. 戴用輸氣管面罩每次連續作業時間不得超過1小時

11. 確認是否具備必要的梯子、人員吊升的緊急救援設備、背負式安全帶(注意型式)、捲揚式防墜器?等設備
12. 置備適合工作場所需求的滅火設備
13. 應具可偵測人員活動情形的裝置、隨時可與外面監視人員聯繫的聯絡設備
14. 緊急應變步驟及醫療救援的聯繫方式應公告勞工周知

上述法規疑義

■ 雇主使勞工從事局限空間作業，有致其缺氧或中毒之虞者，應依下列規定辦理：(第29條之7)

- 一. 作業區域超出監視人員目視範圍者？，應使勞工佩戴符合國家標準CNS 14253-1同等以上規定之全身背負式安全帶及可偵測人員活動情形之裝置
- 二. 置備可以動力或機械輔助吊升之緊急救援設備....
- 三. 從事屬缺氧症預防規則所列之缺氧危險作業者，應指定缺氧作業主管，並依該規則相關規定辦理

???

自動檢查

- 確認進入缺氧或局限空間作業的必要性
- 確認缺氧作業主管、測定人員、監視人員及作業勞工經訓練合格，並備有教育訓練紀錄
- 確認已隔離危害物且設置盲板及上鎖或掛簽標示
- 確認已採取完善通風換氣並實施空氣監測
- 確認安全衛生設備已經檢點（防護具、梯子、防火防爆設備、滅火設備、防感電、聯繫通訊裝置、救援裝置等）
- 確認已完成工作場所進出公告事項
- 確認所有與作業有關人員(含承攬人)均已獲得應注意事項的告知
- 工作結束後應確認現場已復原並完成人員工具清點

預防缺氧及硫化氫中毒的措施

4. 作業許可管制與監督

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

61

局限空間作業許可

- 使勞工於有危害勞工之虞之局限空間從事作業時，其進入許可應由雇主、工作場所負責人或現場作業主管簽署後，始得使勞工進入作業。對勞工之進出，應予**確認、點名**登記，並作成**紀錄保存三年**

(職業安全衛生設施規則第29條之6第1項)

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

62

作業許可應載明事項

- 一. 作業場所
- 二. 作業種類
- 三. 作業時間及期限
- 四. 作業場所氧氣、危害物質濃度測定結果及測定人員簽名
- 五. 作業場所可能之危害
- 六. 作業場所之能源隔離措施
- 七. 作業人員與外部連繫之設備及方法
- 八. 準備之防護設備、救援設備及使用方法
- 九. 其他維護作業人員之安全措施
- 十. 許可進入之人員及其簽名
- 十一. 現場監視人員及其簽名

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

63

動火作業許可

 使勞工進入局限空間從事焊接、切割、燃燒及加熱等動火作業時，除應依第一項規定辦理外，應指定專人確認無發生危害之虞，並由雇主、工作場所負責人或現場作業主管確認安全，簽署動火許可後，始得作業

(職業安全衛生設施規則第29條之6第3項)

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

64

■ 動火許可證內容包含項目建議如下：

- (1) 動火作業許可的日期、時間
- (2) 動火作業的對象
- (3) 確定有無開口、裂縫及孔隙、陰溝等會使火花掉落引燃其下方的可燃物
- (4) 記載各種緊急狀況所必需的滅火器材
- (5) 指定動火監視員監看可能造成火災的地點
- (6) 授權動火的主管人員應檢查現場並簽署動火許可及批示應注意事項

■ 動火許可證(1式3聯)應保存3年

局限空間燃爆的危害概述

1. 高溫
2. 高壓
3. 缺氧
4. 一氧化碳
5. 其他有毒分解物

進入許可與作業管制

- 局限空間作業前，工作場所負責人應指定專人檢點該作業場所，依檢點結果製作作業場所檢點表
- 進入許可證連同作業場所檢點表，由工作場所負責人或現場作業主管簽署後，才可使勞工進入該作業場所工作。
- 對從事該作業勞工的進出，應予確認或點名登記，並製成紀錄保存三年以上備查

監督

- 使勞工從事缺氧危險作業時，應於每一班次指定缺氧作業主管從事下列監督事項：
 1. 決定作業方法並指揮勞工作業
 2. 通風與換氣、濃度測定與確認
 3. 當班作業前確認換氣裝置、測定儀器、空氣呼吸器等呼吸防護具、安全帶、救生索等救援設備或器具及其他防止職業災害的器具或設備之狀況，並採取必要措施
 4. 監督勞工對防護器具或設備之使用狀況
 5. 其他預防局限空間作業勞工危害之必要措施

硫化氫的物理化學性

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

69

物質狀態	液體、氣體	莫耳質量	34 g/mol
味道	刺激性，低濃度下味道類似臭雞蛋； 高濃度下嗅覺喪失	顏色	無色氣體或液體(高壓、低溫下)
熔點	-86 °C	沸點	-60.7 °C
臨界溫度	100.4 °C	自燃溫度	260 °C
爆炸範圍	4.3 - 46 vol %	氣體密度	1.189
水溶性	2.9 % (20°C時100 ml 水可溶解2.9 g)	化學反應	與重金屬生成硫化金屬的黑色沈澱

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

70

作業環境產生硫化氫的樣態

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

71

1. 蛋白質厭氧分解

- 硫化氫通常由有機物(含硫的氨基酸:蛋氨酸、胱氨酸和半胱氨酸)在無氧氣的原核生物分解的情況下產生，例如在沼澤和下水道中
- ✚ 此過程通常稱為厭氧消化，該過程通過減少硫酸鹽的微生物完成
- ✚ 提供含硫氨基酸的來源為動、植物蛋白質
- 上述為硫化氫中毒的職業災害中最常見類型

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

72

污水池硫化氫致死災害案例

99年05月29日彰化縣一皮革廠污水處理槽，因槽間流水孔徑新增設作業，造成6名勞工因硫化氫中毒致死

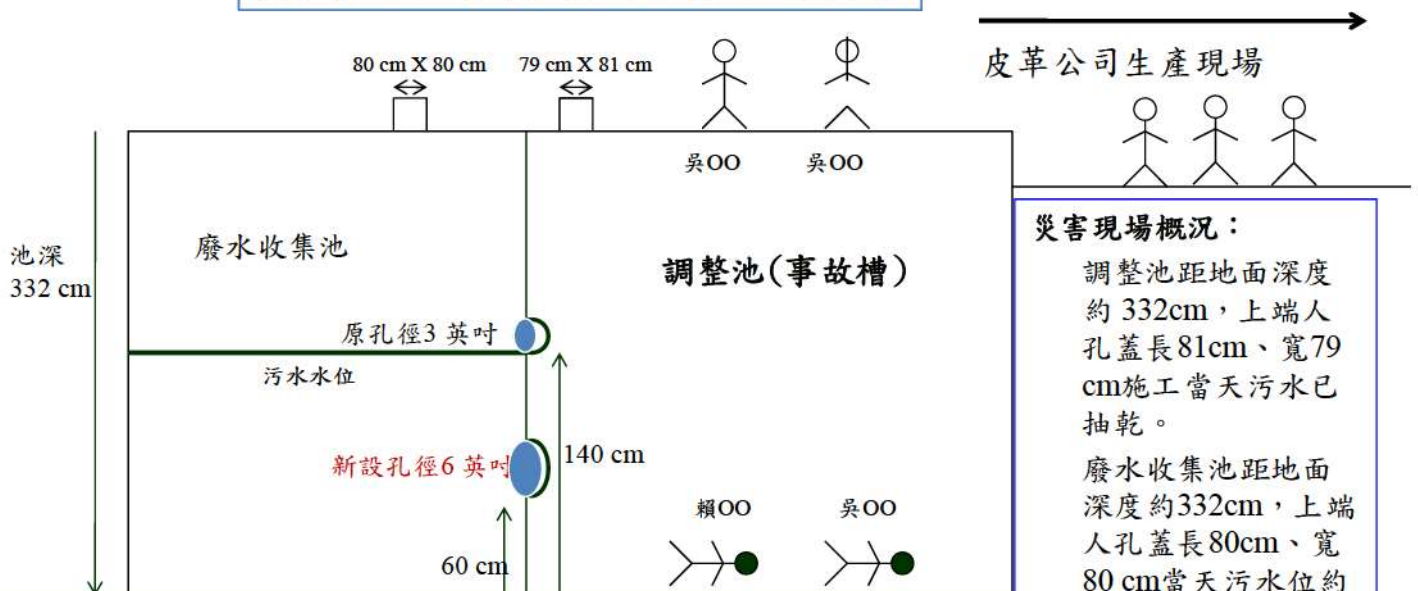
新聞報導

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

73

皮革公司災害現場示意圖



災害發生經過：

據皮革公司負責人吳OO描述事故災害發生經過，99年5月29日7時40分許該公司外包商OO工程行賴OO及吳OO 2人至調整池從事槽間流水孔徑新增設作業時，約在8時許賴OO欲爬梯子到事故池外時，聽到後方跌倒聲音轉頭欲拉起吳OO未果，2人一起跌落到池中，另OO皮革公司吳OO及吳OO在現場從事監視作業，見狀吳OO即下去營救也昏迷，吳OO見狀就大聲呼救，在其他處所作業勞工黃OO、陳OO及殷OO等人，先後進入救援，疑似因硫化氫中毒而昏迷，經消防人員救援後分送秀傳醫院及彰化基督教醫院急救中，其中吳OO及陳OO經急救不治死亡

災害現場概況：

調整池距地面深度約 332cm，上端人孔蓋長81cm、寬79 cm施工當天污水已抽乾。

廢水收集池距地面深度約332cm，上端人孔蓋長80cm、寬80 cm當天污水位約為140cm。

調整池與廢水收集池池間在距池底部140cm處原設有孔徑3英吋之流水孔，當天在距池底部60cm處欲新增設孔徑6英吋流水孔。

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

74

2. 油品煉焦爐氣加氫脫硫

- 用於脫去天然氣、汽油、煤油、柴油和燃料油中的硫的催化製程；油料中的硫化物主要有硫化氫(H_2S)、硫醇(RSH)、有機硫化物(RSSR)及環狀硫化物(Poly-cyclic thiophene)等硫化物，油品沸點低於 430°F 者硫化物以硫醇較多，沸點愈高者環狀硫化物也愈多，這些硫化物需利用加氫脫硫(HDS)製程脫除
- 加氫脫硫製程中含有可吸收並去除硫化氫氣體的設備。在煉油廠中，硫化氫氣體後續會轉化為副產物硫單質或硫酸，2005年全世界生產的64,000,000公噸的硫絕大多數是煉油廠和其他油氣加工廠的副產物

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

75

製程區硫化氫洩漏災害案例

- 2017年4月24日某煉油廠廠第六硫磺工場進行酸水汽提塔檢修時，疑因作業錯誤導致硫化氫回流外洩，承攬商36歲江姓工人吸入後不治，煉油廠吳姓員工、王姓工場長未戴防護具冒險搶救，也吸入硫化氫送醫急救，釀成1死2傷重大意外

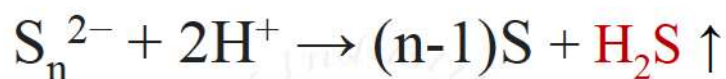
2022/8/1

Created by Jinduh Chen

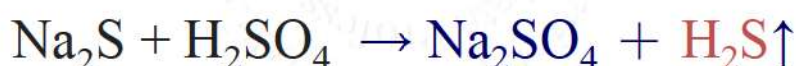
76

3. 鹼性硫化物與酸反應生成

■ 多硫化物酸化時即放出硫化氫和硫：



■ 鹼性硫化物和酸反應產稱硫化氫：



不相容化學品產生硫化氫災害案例

- 2007年3月21日瑞大鴻公司在回收廢液前，已先至某公司回收近半桶重金屬捕集液，其成份中含有 Na_2S
- 後來至帝盟回收廢液硫酸鎳時，開始是使用空桶(白色一公噸)進行回收，因為滿了，只剩下幾十公升，就將剩下含有硫酸鎳的廢液注入上述含有半桶重金屬捕集液的桶內。造成硫酸與 Na_2S 急劇反應，產生大量 H_2S 毒氣，造成4傷2死重大職業災害
- 廢液回收區屬半密閉空間，三面圍為牆壁僅有一面開放，因此產生的大量 H_2S 無法立即擴散
- 災害當天勞動檢查單位檢測回收桶內氣體結果，硫化氫濃度達20% (200,000 ppm)

硫化氫中毒的毒理機轉

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

79

抑制內呼吸而終止細胞呼吸

- 硫化氫干擾氧化酵素的功能，主要影響細胞色素氧化酶的作用，中斷呼吸鏈的電子傳播使細胞呼吸受到抑制而造成缺氧
- ✚ 細胞的無氧代謝造成乳酸堆積和代謝性酸中毒
- 硫化氫是細胞色素氧化酶的強抑制劑，能與線粒體內膜呼吸鏈中的氧化型細胞色素氧化酶中的三價鐵離子結合(錯化)，而抑制電子傳遞和氧的利用，引起細胞內缺氧，造成細胞內窒息
- ✚ 因腦組織對缺氧最敏感，最易受損。硫化氫可直接作用於腦，低濃度起興奮作用；高濃度起抑制作用，引起昏迷、呼吸中樞和血管運動中樞麻痺

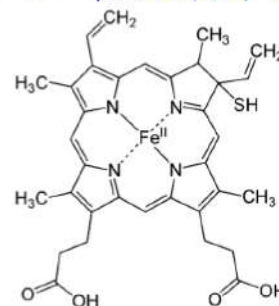
2022/8/1

Created by Jinduh Chen

80

高濃度時可形成硫化血紅素

- 高濃度的硫化氫也可作用於血色素，產生硫化血紅素 (sulfhemoglobin) 而引起化學窒息
- ✦ 高濃度硫化氫暴露時，可直接導致腦部呼吸中樞的抑制，迅速產生窒息死亡
- 硫血紅蛋白為血紅蛋白的變體，本身呈綠色，當它形成後，不能轉回正常的血紅蛋白。即使很少份量的硫血紅蛋白在血液中存在，亦會造成發紺
- ✦ 其出現是罕見的現象，硫氫根離子和 Fe^{3+} 在血液中結合，使其無法輸送氧氣



2022/8/1

Created by Jinduh Chen

81

硫化氫可能產生的反應及中毒表徵

生理作用/中毒表徵	濃度(ppm)
嗅覺閾值(人體可聞到的最低濃度)	0.0002~0.3
可聞到臭蛋味，但一般人並不容易聞到	0.13
輕微，但一般人皆可聞到味道的濃度	0.77
一般人很容易便可聞到的濃度	4.6
可工作7小時、但不會中毒的濃度	20
強烈、刺鼻，但還勉強可以忍受的濃度	27
眼睛產生角結膜炎及導致呼吸道刺激	50

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

82

生理作用/中毒表徵	濃度(ppm)
嗅覺疲乏(超過此一濃度3~15 分鐘後，即聞不到硫化氫之臭蛋味道)	100
嗅神經麻痺	150
長時間暴露可導致肺水腫	250
頭暈、嗜睡、頭痛、興奮感、步態不穩；呼吸可能於數分鐘內停止	500
短時間內導致昏迷、死亡	700
暴露後立即昏迷及停止呼吸	1,000
立即死亡(直接抑制呼吸中樞)	5,000

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

83

其他外、內呼吸缺氧化學品簡介

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

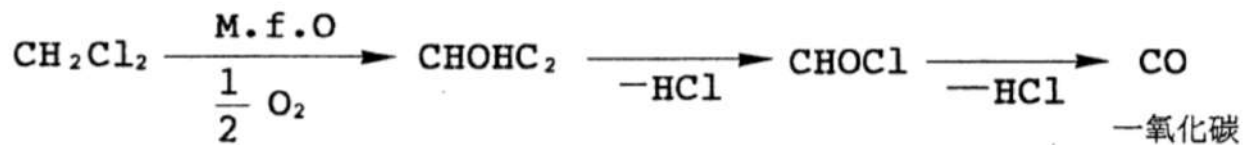
84

一氧化碳

產生來源

✚ 炭的半氧化(不完全燃燒)

✚ 生理代謝機轉



毒理機轉

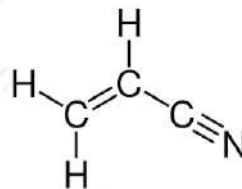
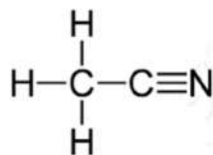
✚ 羰基血紅素(CO - Hb)與還原血紅素(O₂ - Hb)的鍵結活性差異

與硫化氫毒理機轉相類似的化學品

✚ 含氰根(CN⁻)酸鹼及腈基(R-CN)的化學品

✚ HCN、NaCN、KCN

✚



結論與建議

對進入污水池、下水道等可能產生硫化氫場所的建議

2022/8/1

Created by Jinduh Chen

87

報告結束
-提問及討論-



2022/8/1

Created by Jinduh Chen

88