



局限空間作業危害預防宣導會

下水道工程業



局限空間災害特性與案例分析

局限空間之法規定義

- ⊙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

(勞工安全衛生設施規則19條之1)

常見的局限空間

- ⊙通風不充分之場所如污水池、坑、井、地下管道、儲槽、隧道、穀倉、船艙、未完全開放之溫泉蓄水池等內部。
- ⊙人孔、下水道、溝渠、涵洞、坑道、水井、集液(水)井、反應器、蒸餾塔、蒸餾槽、生(消)化槽、儲槽、穀倉、船艙、地窖、施工中之地下室、沉箱高壓室內部。

局限空間：儲槽、塔槽



局限空間：溫泉水槽、污水處理槽



局限空間：純水槽、下水道人孔



局限空間之危害特性

【物理性危害】

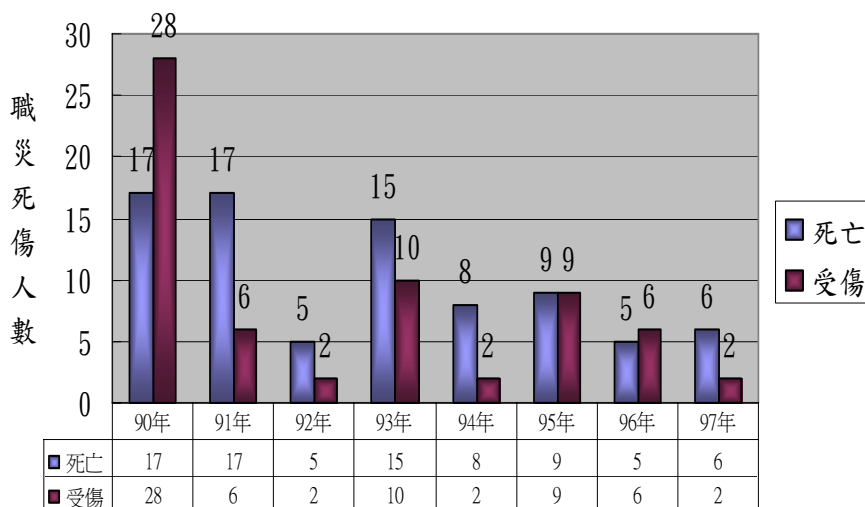
- 墜落、滑落
- 觸電或感電事故
- 被固體或液體掩埋
- 被夾(捲)於狹小空間
- 陷住塌陷、吞陷
- 熱或冷危害
- 其他

局限空間之危害特性

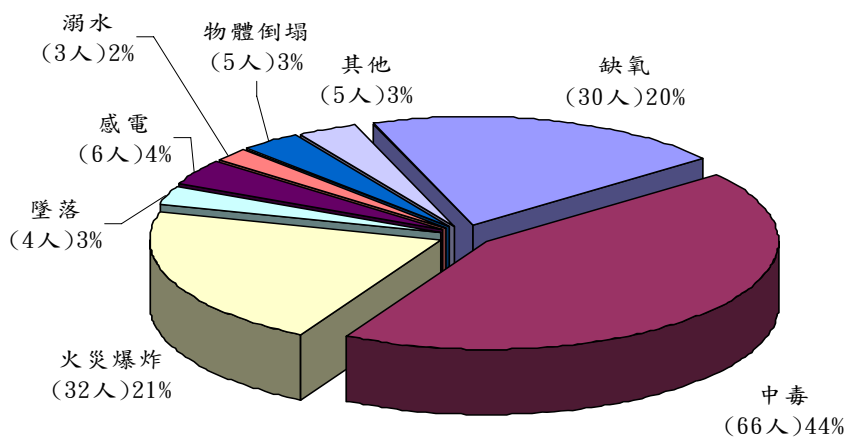
【化學性危害】

- 缺氧窒息
- 急性化學中毒(硫化氫、
- 一氧化碳等有害物中毒(含燃燒)。
- 火災、爆炸
- 其他

圖一 歷年來局限空間重大職災統計



圖二 局限空間重大職災類型分析(90-97年)



局限空間案例分析

96年台北縣板橋市污水下水道人孔收築發生 勞工缺氧3人死亡重大職災

V5 爽報 新聞News

工人沼氣中毒示意圖

探7米井 2死1危

未裝通風設備 缺氧害命

鄭興隆沿著階梯
下降約3公尺後，也
陷入昏迷、摔落在
林、邢兩人身上。

本報訊
下水道井深7公尺
包商未裝通風設備
2工人井底30秒昏迷
第3人下井搶救
立時摔落井底
2人不治1人命危

昨午11時許，富忠營造
的4名工人前往北縣板橋市漢
生東路，進行污水下水道底
座灌漿工程。29歲林金成與
30歲邢耀坤，進入深約7公
尺井底，不到30秒昏迷倒地，
留守井口44歲工人鄭興隆
見狀高喊「救命」示意他人
報警後，進入井內搶救2人。
沒想到鄭興隆也昏迷墜落
在林、邢2人身上。警消趕到
後，架設通風設備、並戴上
氧氣面罩將3人救出，但林、
邢被救起時已無生命跡象，
鄭仍有生命危險，法醫相驗
後，懷疑是缺氧造成窒息。
富忠營造從去年11月起
承包上述工程，勞委會昨在
事發後勘驗現場，發現不但
沒有通風設備、圍籬，防護
措施也不合格，將依《勞安
法》對業者處罰15萬元。

▲林金成等3人，全都昏迷於深約7公尺的下水道井底。

▲消防人員架起通風設備、
戴上氧氣面罩，進入井底將
3人救出。

93年台北縣三重市污水下水道人孔驗收檢查 發生勞工缺氧2人死亡重大職災



93年桃園縣地下管溝作業使用汽油內燃機式
泵抽水發生勞工一氧化碳中毒1死2傷職災



95年桃園縣興建水管作業使用內燃機式抽水
泵發生勞工一氧化碳中毒1人死亡



93年桃園縣垃圾掩埋場於人孔內作業發生勞工硫化氫中毒1死1傷職災案例

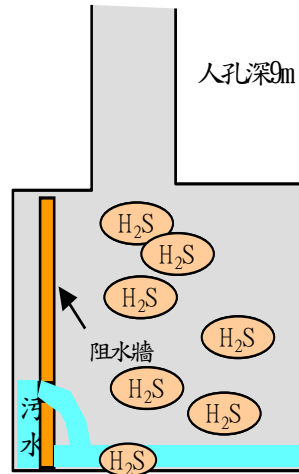


桃園縣某食品廠於廢水處理池作業發生勞工硫化氫中毒致3人死亡5人受傷災害



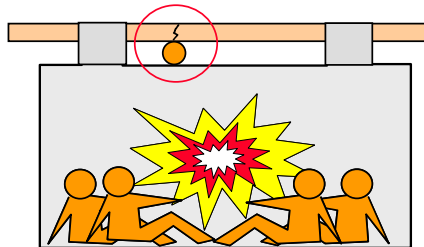
污水處理廠管道硫化氫中毒

- 污水處理場增建管道，勞工進入深度約九公尺之人孔，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。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左右，為管道底部淤泥中釋出。



電力管道瓦斯突出火災燒傷職災

- 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，後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，四人送醫後皆因燒傷面積過大而死亡，纏訟數年。



國外地下管道發生火災爆炸職災



95年桃園縣污水下水道人孔防蝕作業發生勞工有機溶劑作業中毒2人死亡重大職災



97年污水道新建工程推管佈場發生勞工
墜落受傷1人



95年花蓮縣工作井開挖作業因以挖土機將人
吊放至工作井底部發生勞工1人墜落死亡職災



蓄水池抽水作業發生勞工感電3人死亡職災



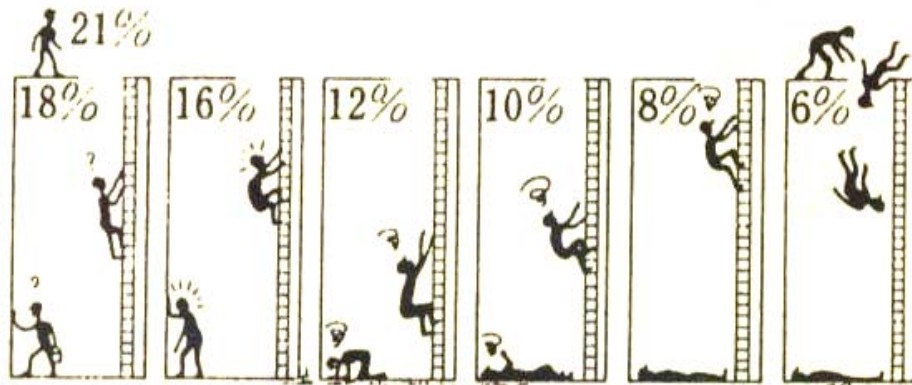
投光燈電線絕緣被覆破損導致漏電致死職災案





局限空間作業安全

人體缺氧反應



已達安全界限必須連續換氣。
 呼吸、脈搏加快、頭痛、嘔心、想吐。
 頭暈、想吐、四肢無力，無法支撐體重而墜落（死亡邊緣而死）。
 臉色蒼白、失神昏倒7-8分鐘以內死亡。
 瞬間昏倒呼吸停止，痙攣6分鐘即死亡。

常見毒性氣體性質

硫化氫	0.13-30PPM味道明顯且令人不快。50PPM下鼻子和咽喉乾噪刺激。100-150PPM暫時失去知覺。200-250PPM嚴重刺激及頭痛、惡心、嘔吐和頭昏眼花等症狀，暴露4至8小時可能致死。300-500PPM症狀同，暴露1至4小時可能致死。500PPM以上快速失去意識及死亡，未導致死亡之嚴重暴露可能引起記憶喪失、臉部肌肉麻痺、神經組織受損。
一氧化碳	短期暴露於50PPM以下對健康不會有不良影響。50PPM以上1.5-4小時工作效率會降低。400PPM以上會頭痛、虛弱、頭昏眼花、惡心、昏暈。1200PPM以上心跳加速且不規則。2000PPM以上喪失意識及死亡。5000PPM可能數分鐘內致死。中毒若嚴重損壞腦部則不可能完全康復。

常見可燃性氣體或蒸氣爆炸範圍

可燃性氣體或蒸氣	分子式	爆炸範圍(vol%)	
		下限	上限
氫	H ₂	4.0	75
乙炔	C ₂ H ₂	2.5	81
丙烯	C ₃ H ₆	2.4	10.3
丙烷	C ₃ H ₈	2.2	9.5
丁烷	C ₄ H ₁₀	1.9	8.5
甲苯	C ₇ H ₈	1.4	6.7
苯	C ₆ H ₆	1.4	7.1
丙酮	(CH ₃) ₂ CO	3.0	11
丙烯腈	CH ₂ CHCN	2.8	14.4
氯乙烯	C ₂ H ₃ Cl	4.0	22

局限空間作業常見缺失

- 一、送風管位置不當。
- 二、通風設備將一氧化碳送入人孔內。
- 三、測定方式不正確。
- 四、無測定記錄且領班檢點不確實。
- 五、現場無監視人員(缺氧作業主管)。
- 六、未使用安全索、帶或固定不當。
- 七、設置不正確之空氣呼吸器。

通風換氣

- 通風換氣主要目的是提供缺氧危險作業場所足夠之氧氣。
- 使空氣中含氧量 $>18\%$ ，以不形成富氧狀態 ($>23.5\%$) 為原則。
- 稀釋、降低空氣中危害氣體濃度，使有害物濃度低於容許濃度標準、危險物濃度低於爆炸下限百分之三十以下。
- 以局部排氣方式，有效排除危害氣體。

局限空間通風程序

確保引入新鮮空氣，但不可使用純氧

送風導管管口須深入最底部以完全吹除有害氣體

作業過程保連續持通風作業

監督通風設備維持有效運轉

通風換氣實施注意事項

1. 不得使用純氧，易造成火災、爆炸之危害。
2. 確保引入新鮮空氣。
3. 導管不可有破損、折曲且須與風扇密接。
4. 通風換氣須考慮作業人員工作位置，避免產生通風死角，例如常見人孔、下水道、廢水沉澱池、地下室等，對於送風導管管口應置深入底部。
5. 須有人監督通風設備維持有效運轉。
6. 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。

進入局限空間之通風原則 (1)



- 空氣平均分子量**28.8**,相當 **CO(28)**
- **CH₄(16)**, **NH₃(17)**, **N₂(28)**,飄浮在**上層**
- **H₂S(34)**, **CO₂(44)**, **SO₂(64)** 沈降在**下層**

進入局限空間之通風原則 (2)

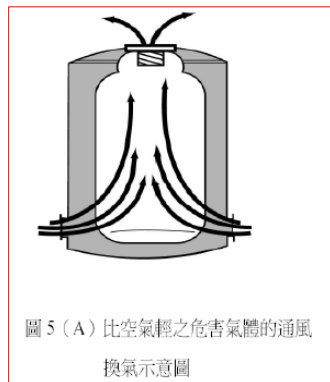
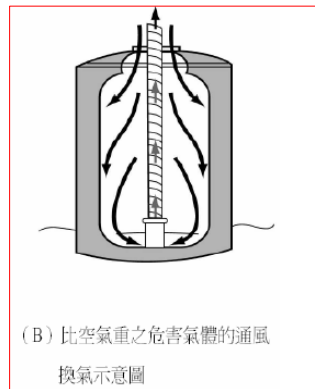


圖 5 (A) 比空氣輕之危害氣體的通風換氣示意圖



(B) 比空氣重之危害氣體的通風換氣示意圖

通風裝置



電氣防爆通風裝置



文氏管



置備測定儀器採取隨時確認氧氣、 硫化氫等其他危害物質濃度

- 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、硫化氫等其他危害物質濃度之措施



連續確認氧氣、危害物質濃度

- 於局限空間從事作業時，因空間廣大或連續性流動，可能有缺氧空氣、危害物質流入致危害勞工者，應採取連續確認氧氣、危害物質濃度之措施
- 空間廣大或連續性流動係指如下水道作業場所，無法將空間隔離，缺氧空氣或危害物質極易流入，可能危害勞工時，應採取連續確認濃度之措施
- 連續確認指以某一段時間（如十分鐘、三十分鐘等）作區隔，而作持續不斷確認，並非時間上每秒、每分之連續

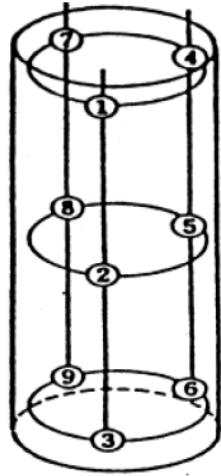
氣體監測器



應定期校準

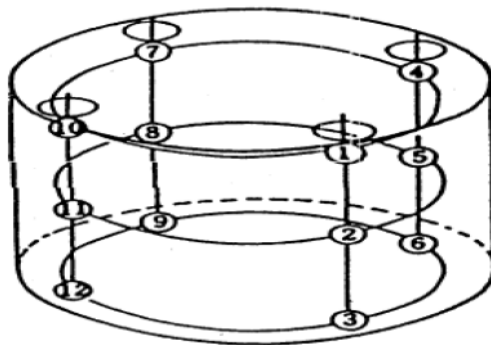
○	✗
	
<p>氣體偵測器須經校正，入槽前須確認槽內氧氣及有害氣體濃度</p>	<p>氣體偵測器未經校正，偵測數值偏差</p>

坑、井、人孔之測定位置



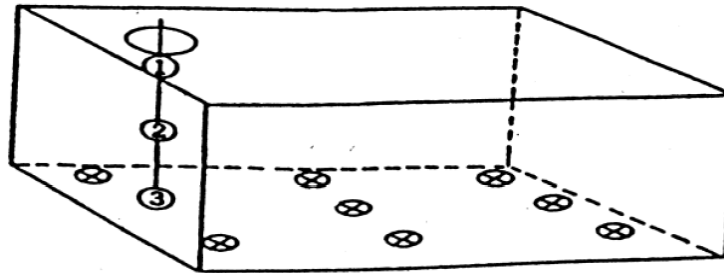
在三個不同深度各
選取三個測定點

大型圓形儲槽之測定位置



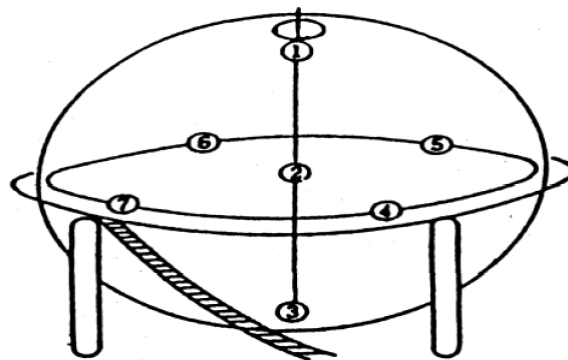
在全部人孔及開口下方各選取三個不同深度之點測定

船艙、水槽、消化槽之測定位置



先在開口下方1、2、3位置實施測定，然後佩戴空氣呼吸器進入測定其餘各點

球型儲槽之測定位置

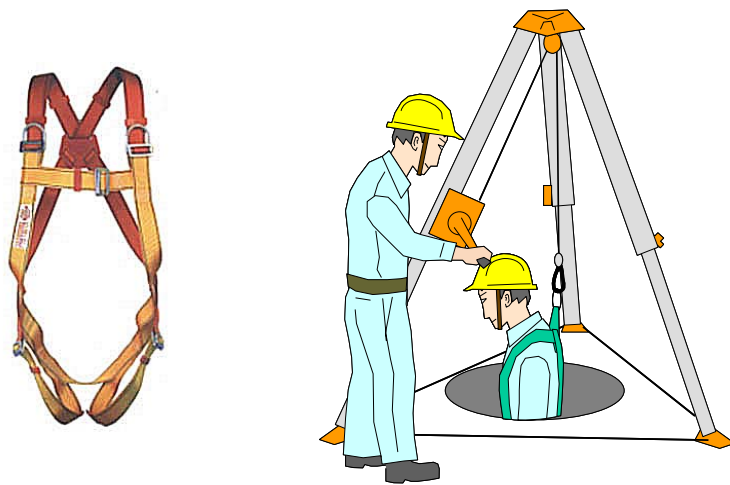


在頂端人孔垂直下方及最大直徑水平面上之採樣孔測定

防護具—自攜式空氣呼吸器



降落傘式之吊掛背帶以及吊掛用三腳架



人孔井標準作業範例



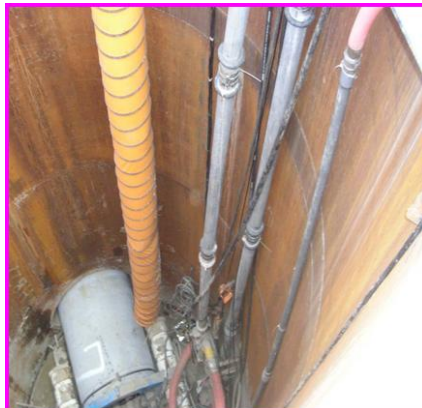
工作井護欄設置範例



工作井氣體測定範例



工作井通風換氣設置範例



捲揚式防墜器架設置範例



工作井上下設備圖例



工作井旁吊管正確作業



臨時用電設備設置漏電斷路器圖例



電器設備接地範例



局限空間作業危害預防 法令解說

勞工安全衛生法

■ 勞工安全衛生法第17條

事業單位以其事業之全部或一部分交付承攬時，應於事前告知該承攬人有關其事業工作環境、危害因素暨本法及有關安全衛生規定應採取之措施。承攬人就其承攬之全部或一部分交付再承攬時，承攬人亦應依前項規定告知再承攬人。

■ 第十八條事業單位與承攬人、再承攬人分別僱用勞工共同作業時，為防止職業災害，原事業單位應採取左列必要措施：

- 一、設置協議組織，並指定工作場所負責人，擔任指揮及協調之工作。
- 二、工作之連繫與調整。
- 三、工作場所之巡視。
- 四、相關承攬事業間之安全衛生教育之指導及協助。
- 五、其他為防止職業災害之必要事項。

事業單位分別交付二個以上承攬人共同作業而未參與共同作業時，應指定承攬人之一負前項原事業單位之責任。

勞工安全衛生法施行細則

■ 第十八條第一項第一款規定之協議組織，應由原事業單位召集之，並定期或不定期進行協議下列事項：

- 一、安全衛生管理計畫。
- 二、勞工作業安全衛生及健康管理規範。
- 三、安全衛生自主管理之實施及配合。
- 四、從事動火、高架、開挖、爆破、高壓電活線等危險作業之管制。
- 五、對進入密閉空間、有害物質作業等作業環境之作業管制。

- 六、電氣機具入廠管制。
- 七、作業人員進場管制。
- 八、變更管理事項。
- 九、劃一危險性機械之操作信號、工作場所標識(示)、有害物空容器放置、警報、緊急避難方法及訓練等事項。
- 十、使用打樁機、拔樁機、電動機械、電動器具、軌道裝置、乙炔熔接裝置、電弧熔接裝置、換氣裝置及沉箱、架設通道、施工架、工作架台等機械、設備或構造物時，應協調使用上之安全措施。
- 十一、其他認有必要之協調事項。

勞工安全衛生設施規則

■ **第二十一條之一** 雇主對於有車輛出入、使用道路作業、鄰接道路作業或有導致交通事故之虞之工作場所，應依下列規定設置適當交通號誌、標示或柵欄：

- 一、交通號誌、標示應能使受警告者清晰獲知。
- 二、交通號誌、標示或柵欄之控制處，須指定專人負責管理。
- 三、新設道路或施工道路，應於通車前設置號誌、標示、柵欄、反光器、照明或燈具等設施。

- 四、道路因受條件限制，永久裝置改為臨時裝置時，應於限制條件終止後即時恢復。
- 五、使用於夜間之柵欄，應設有照明或反光片等設施。
- 六、信號燈應樹立在道路之右側，清晰明顯處。
- 七、號誌、標示或柵欄之支架應有適當強度。
- 八、設置號誌、標示或柵欄等設施，尚不足以警告防止交通事故時，應置交通引導人員。
前項交通號誌、標示或柵欄等設施，道路交通主管機關有規定者，從其規定。

■ **第二十一條之二** 雇主對於使用道路作業之工作場所，為防止車輛突入等引起之危害，應依下列規定辦理：

- 一、從事挖掘公路施工作業，應依所在地直轄市、縣（市）政府審查同意之交通維持計畫，設置交通管制設施。
- 二、作業人員應戴有反光帶之安全帽，及穿著顏色鮮明有反光帶之施工背心，以利辨識。
- 三、與作業無關之車輛禁止停入作業場所。但作業中必須使用之待用車輛，其駕駛常駐作業場所者，不在此限。

四、使用道路作業之工作場所，應於車流方向後面設置車輛出入口。但依周遭狀況設置有困難者，得於平行車流處設置車輛出入口，並置交通引導人員，使一般車輛優先通行，不得造成大眾通行之障礙。

五、於勞工從事道路挖掘、施工、工程材料吊運作業、道路或樹養護等作業時，應於適當處所設置交通引導人員。

六、前二款及前條第一項第八款所設置之交通引導人員如有被撞之虞時，應於該人員前方適當距離，另設置具有顏色鮮明施工背心、安全帽及指揮棒之電動旗手。

鄰接道路作業管制措施



■第二十九條之一 雇主使勞工於局限空間從事作業前，應先確認該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，如有危害之虞者，應訂定危害防止計畫，並使現場作業主管、監視人員、作業勞工及相關承攬人依循辦理。前項危害防止計畫應依作業可能引起之危害訂定下列事項：

- 一、局限空間內危害之確認。
- 二、局限空間內氧氣、危險物、有害物濃度之測定。

- 三、通風換氣實施方式。
- 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。

- **第二十九條之二** 雇主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**公告下列注意事項**，使作業勞工周知：
- 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。

■ **第二十九條之三**

雇主應禁止作業無關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**。

■ **第二十九條之四**

雇主使勞工於局限空間從事作業時，因空間廣大或連續性流動，可能有缺氧空氣、危害物質流入致危害勞工者，應採取**連續確認氧氣、危害物質濃度之措施**。

■ **第二十九條之五** 雇主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**。

前項檢點結果應予記錄，並保存三年。

■ **第二十九條之六** 雇主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，並作成紀錄保存一年。**

前項進入許可，應載明下列事項：

- 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。

雇主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。

■ 第二百八十一條

- 雇主對於在高度二公尺以上之高處作業，勞工有墜落之虞者，應使勞工確實使用安全帶、安全帽及其他必要之防護具，但經雇主採安全網等措施者，不在此限。
- 前項安全帶之使用，應視作業特性，依國家標準規定選用適當型式，對於鋼構懸臂突出物、斜籬、二公尺以上未設護籠等保護裝置之垂直固定梯、局限空間、屋頂或施工架組拆、工作台組拆、管線維修作業等高處或傾斜面移動，應採用符合國家標準一四二五三規定之背負式安全帶及捲揚式防墜器。

工作井旁作業防墜防護具佩戴




捲揚式防墜器



■ 第二百八十一條

雇主對於使用對地電壓在一百五十伏特以上移動式或攜帶式電動機具，或於含水或被其他導電度高之液體濕潤之潮濕場所、金屬板上或鋼架上等導電性良好場所使用移動式或攜帶式電動機具，為防止因漏電而生感電危害，應於各該電動機具之連接電路上設置適合其規格，具有高敏感度、高速型，能確實動作之防止感電用漏電斷路器。

種別	漏電,過負載保護兼用		漏電保護兼用	
外觀				
相線式	1Ø2W			1Ø2W,1Ø3W, 3Ø3W
極數(P)	2P1E	2P2E	2	3
額定電壓V	110~220			110/ 220 380/ 440
額定電流15,20,30 (A)(周圍溫度40°C)				
額定靈敏度電流30mA				
動作時間0.1(秒)以下				
額定啟斷容量1.5KA(A.C) 110V220V380V440V (額定短時間電流)				

- 雇主採用前項規定之裝置有困難時，應將機具金屬製外殼及電動機具金屬製外殼非帶電部分，依下列規定予以接地使用：
 - 一、將非帶電金屬部分，以下列方法之一連接至接地極：（一）使用具有專供接地用芯線之移動式電線及具有專供接地用接地端子之連接器，連接於接地極者。（二）使用附加於移動式電線之接地線，及設於該電動機具之電源插頭座上或其附近設置之接地端子，連接於接地極者。
 - 二、採取前款（一）之方法時，應採取防止接地連接裝置與電氣線路連接裝置混淆及防止接地端子與電氣線路端子混淆之措施。
 - 三、接地極應充分埋設於地下，確實與大地連接。

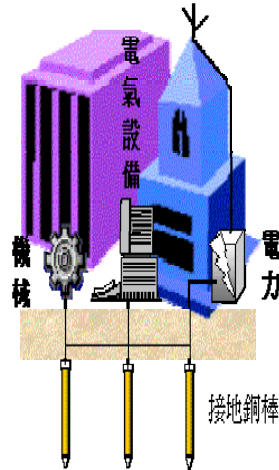
接地說明

1. 接地定義-----

是將目的物以導體與大地作良好的電氣性連接。

2. 電氣接地線：

1. 電氣開關箱外殼應予以接地線。
2. 各種機械設備馬達外殼應予以接地線。



■ 第二百八十一條

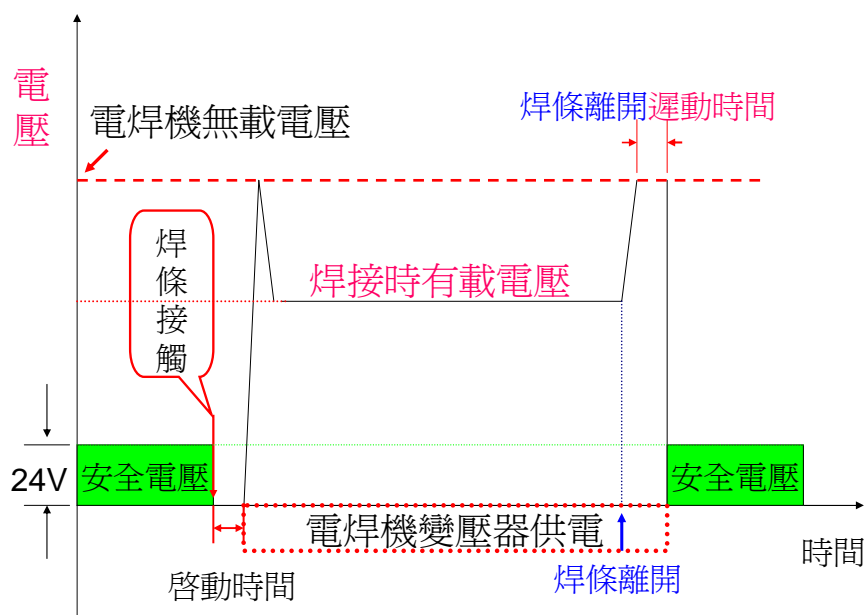
雇主對勞工於良導體機器設備內之狹小空間，或於鋼架等致有觸及高導電性接地物之虞之場所，作業時所使用之交流電焊機，應有自動電擊防止裝置。但採自動式焊接者，不在此限。

交流電焊機自動電擊防主裝置

外鍵式



內鍵式



缺氧症預防規則

- 第四條 雇主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。

- 第十六條 雇主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。

工作井氣體測定正確圖例

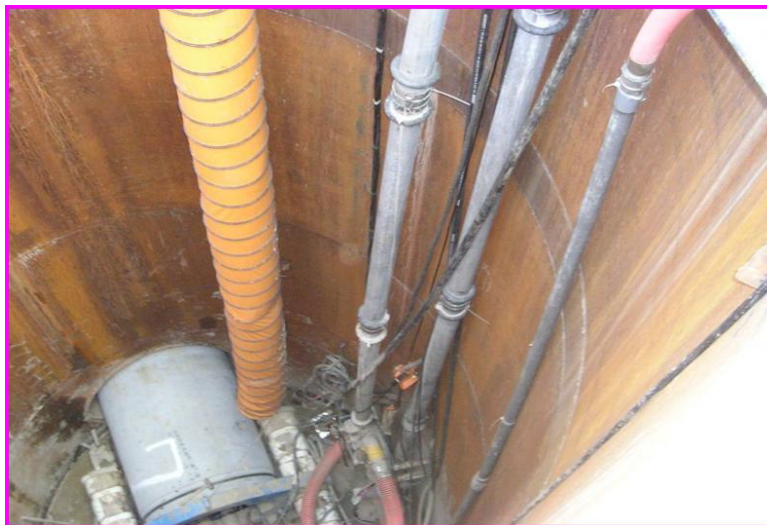


- 第五條 雇主使勞工從事缺氧危險作業時，應予適當換氣，以保持該作業場所空氣中氧氣濃度在百分之十八以上。但為防止爆炸、氧化或作業上有顯著困難致不能實施換氣者，不在此限。 雇主依前項規定實施換氣時，不得使用純氧。

局限空間作業通風設備範例



工作井通風換氣正確圖例



第十八條 雇主使勞工於缺氧危險場所或其鄰接場所作業時，應將**下列注意事項公告**於作業場所入口顯而易見之處所，使作業勞工周知：

- 一、有罹患缺氧症之虞之事項。
- 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、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。
- 五、缺氧作業主管姓名。

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。



- 第二十四條 雇主對從事缺氧危險作業之勞工，應依勞工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。

二、教育訓練時數：

新僱勞工或在職勞工於變更工作前依實際需要排定時數，不得少於三小時。但從事使用生產性機械或設備、車輛系營建機械、高空工作車、捲揚機等之操作及營造作業、缺氧作業、電焊作業等應各增列三小時；對製造、處置或使用危險物、有害物者應增列三小時。

- 第二十條 雇主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：
 - 一. 決定作業方法並指揮勞工作業。
 - 二. 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。
 - 三. 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、安全帶等及其他防止勞工罹患缺氧症之器具或設備之狀況，並採取必要措施。
 - 四. 監督勞工對防護器具或設備之使用狀況。
 - 五. 其他預防作業勞工罹患缺氧症之必要措施。

■ 第二十一條 雇主使勞工從事缺氧危險作業時，應指派一人以上之監視人員，隨時監視作業狀況，發覺有異常時，應即與缺氧作業主管及有關人員聯繫，並採取緊急措施。

■ 第二十五條 雇主使勞工從事缺氧危險作業，未能依第五條或第九條規定實施換氣時，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。

• 第二十六條 雇主使勞工從事缺氧危險作業，勞工有因缺氧致墜落之虞時，應供給該勞工使用之梯子、安全帶或救生索，並使勞工確實使用。

• 第二十七條 雇主使勞工從事缺氧危險作業時，應置備空氣呼吸器等呼吸防護具、梯子、安全帶或救生索等設備，供勞工緊急避難或救援人員使用。