



預防渠務工程氣體中毒事故

1. 引言

本刊物闡述渠務工程常見的氣體中毒危險，以及消除或減少這些危險的方法，目的是要協助渠務工程的東主、承建商及工人預防氣體中毒。有關渠務工程或其他密閉空間工作的詳細法律規定及實務指引，請參閱《工廠及工業經營(密閉空間)規例》及《工作守則：密閉空間工作的安全與健康》。

2. 導致渠務工程氣體中毒的常見錯誤

大部分渠務工程氣體中毒事件，皆因未能適當地識別工作間內空氣危害的危險，或者是為求及早完工而罔顧安全工序所致。

2.1 安全意識不足

- 為及早完工而對有關的危險評估不足。
- 為免麻煩，沒有採取控制措施及使用個人防護裝備。
- 未能察覺有毒氣體突然湧入的危險。
- 沒有候命工人留駐沙井外保持聯絡及採取應急行動。
- 漠視因工程引致有毒氣體突然湧入的危險。
- 忽視在通風不足的環境下進行渠務工作的危險。

2.2 緊急應變欠佳

- 渠務工程氣體中毒事件常引致多人死亡，這是因為於事發時，在場的工友救人心切，隨即奮不顧身進入排水渠，試圖搶救昏迷的工人，結果他們亦不幸中毒身亡。救援工作只可由受訓人員在有適當裝備及其他救援人員支援的情況下進行。
- 候命人員切勿在沒有適當救援裝備及支援的情況下進入沙井救人。

3. 渠務工程的空氣危害

渠務工人可能會暴露於有害的氣體、煙氣及蒸氣，導致嚴重中毒。因此，預防氣體中毒必先充分了解有關的空氣危害。

3.1 有害氣體、煙氣或蒸氣的源頭

有害氣體可自然存在於渠道系統內，但有些有害氣體則因施工而產生。渠務工程工作間密封的特性可能會增加工作的危險性，因為有害氣體可在工作範圍積聚，而且其濃度可在空氣中急速上升。在渠務工程中存在的有害氣體，一般源自下列情況：

- 渠道系統的污水渠、沙井及坑槽內的有機物質在分解時會產生甲烷及/或硫化氫。水溶性極高的硫化氫通常溶在污水內，並可能以氣泡形式積藏在污水渠的沉積物及淤渣中。攪動污水、沉積物或淤渣可以把積藏或已溶解的氣體釋放出來。
- 從地下油缸、氣體喉管、相連的排水系統或受污染的土地如堆填區等洩漏而進入工作範圍。
- 在通風不足的地方使用發電機及以燃料推動的工具，可能會耗盡氧氣及產生一氧化碳。

除氣體外，有害的煙氣或蒸氣亦可能因進行燒焊或使用粘合劑、油漆、揮發性或易燃性溶劑等工作而產生。

3.2 常見有害氣體的特性

許多有害氣體如一氧化碳，均是無色無味。另一方面，有些有害氣體如硫化氫，在濃度低時可能會有難聞的氣味，但濃度較高時氣味卻會因嗅覺疲勞而消失。渠務工人如認為藉氣味可輕易分辨有毒氣體的存在，則是非常危險的想法。

硫化氫、一氧化碳及甲烷均是渠務工地最常見的有害氣體。此外，缺氧亦是另一個導致工人患病及死亡的主要原因。這些有害氣體的特性現詳列如下：

| 有害氣體 | OEL (ppm) | IDLH (ppm) | 相對密度 (空氣 = 1.0) | LEL / UEL | 備註 |
|------------------------|-----------|------------|-----------------|--------------|-----------|
| 硫化氫 (H ₂ S) | 10 | 100 | 1.2 | 4.3% / 45.5% | 臭蛋味 |
| 一氧化碳 (CO) | 25 | 1,200 | 1.0 | 12.5% / 75% | 無色無味 |
| 甲烷 (CH ₄) | --- | --- | 0.6 | 5.3% / 15% | 置換空氣，使人窒息 |

註釋：

ppm - 百萬分率

OEL - 職業衛生標準 — 時間加權平均值

IDLH - 即時危及生命或健康的濃度

相對密度 - < 1.0 即較空氣為輕； >1.0 即較空氣為重

LEL/UEL - 爆炸下限/爆炸上限

3.2.1 硫化氫 (H₂S)

硫化氫是一種致命的氣體，其獨特的「臭蛋味」在非常低的濃度便可察覺。在濃度超過百萬分之 100 時，硫化氫會使嗅覺麻痺。即使在較低的濃度，硫化氫亦可影響嗅覺神經，使工人無法察覺濃度的變化。因此，藉氣味探測硫化氫的存在是非常危險的做法。探測硫化氫較可靠的方法，是使用已校準的氣體偵測儀。空氣中的硫化氫濃度如超過百萬分之 100，便會即時危及生命或健康，而濃度超過百萬分之 1,000 時，更可

使人即時昏迷。由於渠道系統內通常有污水存積，所以工人如吸入硫化氫而暈倒，便很容易溺斃。不要憑氣味探測硫化氫或其他有毒氣體的存在。

3.2.2. 一氧化碳 (CO)

在通風不足的地方燒炭，便會產生可致命及無色無味的一氧化碳氣體。此外，在通風不足的工作場所使用電油或柴油發電機或其他以燃料推動的工具，亦同樣會產生一氧化碳。暴露於濃度超過百萬分之 350 的一氧化碳中，就可以使人神志不清、軟弱無力及昏迷。如空氣中的一氧化碳濃度超過百萬分之 1,200，便會即時危及生命或健康。

3.2.3. 甲烷 (CH₄)

有機物質經多種細菌分解後，通常會產生甲烷。甲烷是一種無色、極度易燃及具爆炸性的氣體，可引致火災及爆炸。在通風不足的地方，積聚的甲烷會置換正常空氣，做成缺氧的環境。

4. 預防渠務工程氣體中毒的安全措施

4.1 評估空氣危害

渠務工程，尤其是地底喉管工程，潛藏了高度的空氣危害。工人應盡可能避免在排水渠內工作。若不進入排水渠進行工程，在合理的情況下並不切實可行，便應委聘一名合資格人士進行危險評估，以確定渠道內的潛在危害，並須採取所需的安全措施，以消除或減低關乎安全及健康的危險。

工作地點的負責人應核實按上述建議所進行的危險評估，確保涵蓋所有關乎安全及健康的潛在危害。

4.1.1 收集所有與渠務工程有關的資料

危險評估應在施工前由合資格人士進行。合資格人士應：

- 了解所採用的工作方法、所使用的裝置及物料，以及渠務工地實際的佈置及周圍的環境。為此，合資格人士可進行實地勘察及細閱平面圖、圖則及工作計劃。
- 確定及評估所有在施工前可能已存在及在施工期間可能出現的空氣危害。即使施工初期可能沒有有毒的氣體、煙氣或蒸氣，在渠道內進行工程期間仍可能會釋放出這些氣體。舉例來說，如施工期間攪動了含有硫化氫的淤渣或污水，硫化氫氣體會迅速地釋放出來，並積聚在密閉空間至危險水平。此外，有害氣體從現有的污水渠突然湧至新建的排水渠，亦時常發生。

4.1.2 空氣監測

空氣監測應由受過適當訓練及具備有關經驗的人士進行。空氣監測包括進入前的空氣測試及在工作期間的空氣監測。

- 如評估時發現工作環境可能有不良的變化，合資格人士應建議進行連續性的空氣監測。

- 合資格人士應在建議中指出是否必須使用認可呼吸器具，並應訂明工人可安全地逗留在密閉空間內的時限。

完成進入前的測試後，並不表示空氣監測已結束。由於排水渠內工作空間的空氣狀況可以急速轉變，所以必須進行連續性的空氣監測，以確保進行工程的整段工作期間空氣質素在可接受的水平。如工人曾短暫離開工作空間，在再進入前應進行「再進入」測試。實際上，再進入測試及進入前的測試應以完全一樣的方式進行，亦應視為同樣重要。當空氣監測儀器的警報啟動或察覺到任何其他危險的跡象時，工人須立即依照緊急程序離開所處空間。

使用空氣監測儀器的若干要點：

- 只有經妥善保養及適當校準的儀器才可用於進行空氣測試。非科學的方法，例如點火投井、觀察沙井內是否有生物或沙井的顏色，均不可靠。
- 配備多種感測器的氣體監測儀最常見的設計是可顯示氧氣、易燃氣體、硫化氫及一氧化碳的讀數。不過，絕不可假設只有這幾種有害氣體。如排水渠內可能有其他有害氣體，必須使用不同的或額外的空氣監測儀器來進行測試。
- 使用空氣監測儀器前，應先依照生產商的指示測試儀器是否正常運作，即進行功能或沖擊測試。
- 盡可能使用置於渠外的直讀式儀器，以連接的遙距探頭及取樣喉管測試排水渠內的空氣。
- 應先在測試人員身處的工作位置周圍進行空氣測試，以確保測試人員在進行空氣監測期間的安全及健康。
- 一般而言，應先測試氧氣含量。因為有些氣體感測器需有氧氣才能正常操作。如氧氣不足，可得出不可靠的讀數。如發現氧氣不足，即使含量可能仍足以維持生命，亦須作進一步調查。
- 測試排水渠內的空氣應由上而下，從頂部開始測試，最好每隔約 1 米，至空間的底部為止。由於把氣體從探頭抽取至監測儀器會需要一段時間，所以必須在每個取樣點取樣數分鐘。
- 在危險評估內記錄空氣監測的結果，並註明監測時間和位置。
- 如空氣狀況可能有變，必須再進行空氣監測。

4.2 預防氣體中毒的控制措施

4.2.1 避免在排水渠內工作

盡可能避免在排水渠內工作。在切實可行的情況下，應採取其他可行的工作方法，免除工人進入排水渠工作。

4.2.2 隔離

封閉喉管或供應管，以防有害物質流入。

4.2.3 清洗

使用如真空/噴射清洗器等機械工具，清除渠道系統內的廢物，包括砂礫、淤泥、淤渣及污水等，以消除有害氣體的源頭。

4.2.4 通風

應使用機械通風設備，以稀釋工作環境的空氣污染物，防止有害氣體積聚。

4.2.5 個人防護裝備

只有已佩戴認可呼吸器具的核准工人，方可進入環境不斷改變和難於評估的密閉空間，例如沙井。

如危害評估報告建議使用認可呼吸器具，或工人須進入密閉空間進行地底喉管工作，工作地點的負責人須確保任何進入密閉空間或在其內逗留的人，已正確佩戴適當的認可呼吸器具和合適的安全吊帶。安全吊帶須連接救生繩，而救生繩的另一端須由一名在該密閉空間外面候命的工人持着。

使用呼吸器具的人，應受過使用該種類型或型號呼吸器具的適當訓練。每次使用呼吸器具前應：

- 接駁裝備至氣樽、氣泵或壓縮機，以提供呼吸用的空氣。應小心確保為氣樽充氣或為氣喉型呼吸器供氣的壓縮機是特別為提供呼吸用的空氣而設計，並須適當保養壓縮機和把壓縮機放置於適當位置，以免從受污染的空气源頭引入空氣。
- 妥善檢查裝備，確保所有部件及配件沒有任何損壞迹象。
- 依照使用說明書檢查裝備的各項功能。測試包括「高壓漏氣測試」、「正壓測試」、「氣樽壓力測試」及「呼吸器警笛測試」等。
- 保持裝備在清潔及良好的狀態，已損壞的裝備應清楚標示「損壞」，並移離工地，送往維修。切勿使用已損壞的呼吸器具。

4.2.6 候命工人

候命工人應留駐在沙井外，與井內的核准工人保持聯絡，並必須經常提醒在沙井內工作的工人對該空間內任何環境變化保持警覺。如監測儀器發出警號或出現任何其他危險迹象時，候命工人應立即協助沙井內的工人依照緊急程序撤離該空間。

4.2.7 緊急應變準備

應制定一套緊急應變計劃，以處理工人在渠道系統內工作時可能遇到的任何嚴重和逼切的危險。所有工人應熟習緊急應變程序，並定期進行演習。

4.2.8 工作許可證制度

工作許可證制度是一項有效措施，能夠確保在渠道系統內工作的工人的安全及健康。除非工人已採取危險評估報告建議的所有安全預防措施，並已獲發出工作許可證，否則不應獲准進入排水渠。

5. 注意事項

- 認識渠道系統內可能存在的有害氣體的特性及危害。
- 開始工作前，確保已適當實施合資格人士建議的各項安全措施。
- 如須進入沙井或渠道系統，切勿單獨工作。
- 密切監察工作空間及四周範圍，提防出現危險狀況。
- 如有迹象顯示工人的安全及健康可能受到威脅，立即依照緊急程序撤離渠道系統。
- 指派一名合適的候命人員留駐在沙井外面，與井內的工人經常保持聯絡，以提供所需協助。
- 如發生意外，立即召喚緊急援助和執行緊急應變計劃。
- 遇有意外，切勿在沒有配備任何拯救裝備及缺乏其他救援人員支援的情況下，進入沙井搶救已昏迷的工人。
- 經常密切監督渠務工程施工。

6. 諮詢服務

如你對本刊物有任何疑問或想查詢職業健康及衛生事宜，請與勞工處職業安全及健康部聯絡：

電話：2852 4041

傳真：2581 2049

電郵：enquiry@labour.gov.hk

你亦可以透過互聯網，找到勞工處提供的各項服務及主要勞工法例的資料，本處網址是 <http://www.labour.gov.hk>。

你並可透過職安健熱線 2739 9000，查詢職業安全及健康局提供各項服務的資料。

7. 投訴熱線

如有任何有關不安全工作地方及作業模式的投訴，請致電勞工處職安健投訴熱線：2542 2172。所有投訴均會絕對保密。

本刊物可在勞工處職業安全及健康部各辦事處免費索取。亦可於勞工處網站 <http://www.labour.gov.hk> 下載，有關各辦事處的詳細地址及電話，可參考勞工處網站或致電 2559 2297。

歡迎複印本刊物，但作廣告、批核或商業用途者除外。如需複印，請註明錄自勞工處刊物《預防渠務工程氣體中毒事故》。

本刊物由勞工處職業安全及健康部印製

2017年5月版