



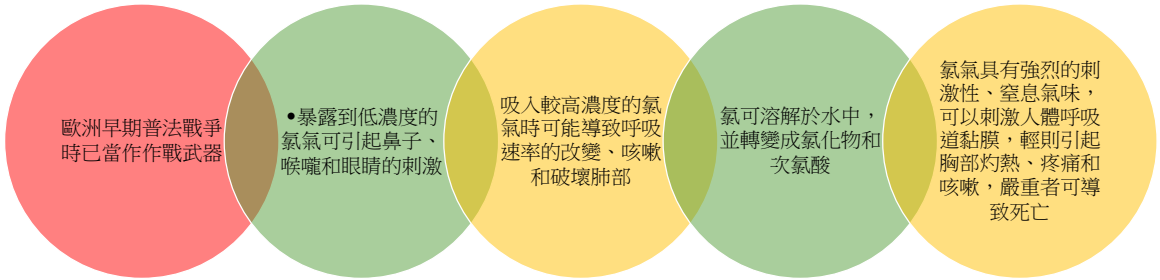
如何降低氯氣危害風險



綱要

- 認識氯氣
- 職業安全衛生法有關氯之規定
- 氯氣之危害
- 危害預防

認識氯氣



職業安全衛生法之角色定位



氯氣之來源

- 在氯鹼工業上，電解食鹽水製造氯氣、燒鹼（氫氧化鈉），在陽極生成氯氣，陰極生成氫氣及氫氧化鈉，工業上避免（1）氫氣和氯氣混和形成爆炸性的混和物（2）氫氧化鈉在電解槽中擴散到陽極與氯氣發生反應形成次氯酸鈉，降低氫氧化鈉產量，採用隔膜法、汞極法或薄膜法。描述本活動的目標。

隔膜法 (Diaphragm cell process)

在陽極與陰極之間設置石棉隔膜，是多孔性滲透隔層，在陽極端不斷地注入飽和食鹽水，是推動食鹽水流向的動力來源，氯離子在陽極被氧化成氯氣，由上方收集管收集，經過冷卻乾燥後成為化工原料。沒進行反應的鈉離子和剩餘的氯離子，通過石棉隔膜，到達陰極室，陰極電解水產生氫氣和氫氧離子

汞極法 (Mercury cell process或Castner-Kellner process)

汞極法是以汞金屬作為電解的陰極，電解質溶液的陽離子還原析出的金屬可與汞形成汞齊 (amalgam)，鈉金屬與汞結合即形成鈉汞齊，由於汞為密度大之液體，可平貼在電解槽底部通上直流電，為陰極，陰極和陽極間的距離應適當調節，避免短路，電解槽底部設計成小幅度傾斜的厚鋼板，使鈉汞齊能朝低處流動，鈉汞齊將流向解汞器，經熱水分解成汞、氫氣和氫氧化鈉溶液。汞藉由幫浦回到電解槽內重新使用，此為水銀循環線路。氫氣經冷卻器冷卻除去汞蒸氣；氫氧化鈉溶液經過活性碳除去汞微粒，此法生產的氫氧化鈉濃度特別高，可用於人造絲的製造

薄膜法 (Membrane cell process)

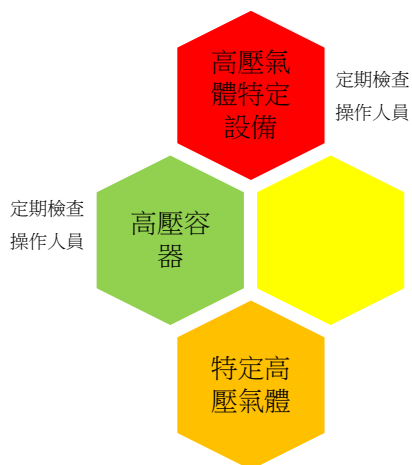
薄膜法是1972開始使用的方法，利用離子交換膜隔開陰陽極，陽極側注入精鹽水，氧化生成氯氣，陰極側注入超純水，電解水產生氫氣和氫氧根離子，離子交換膜只允許正離子通過，以便鈉離子能和氫氧根離子結合生成氫氧化鈉，同時避免氯氣和氫氧根離子發生反應生成次氯酸根



。離子交換膜法的電解槽的費用最低，且幾乎沒有公害汙染問題，是目前台灣氯鹼工業中的主流生產方式。

氯氣之儲運

危險性設備



防護具

呼吸防護：

1. 逃生用防毒口罩：含防氣濾毒罐之防毒口罩，當處置氣氣作業時；應隨身攜帶以利洩漏時逃生使用。
2. 濃度 5 ppm 以下時：使用含防氣濾罐之全面罩型防毒面具或供氣式呼吸防護具。
3. 濃度 5 ppm 以上時：供氣式呼吸防護具或全面罩型自供式空氣呼吸防護具(SCBA)。
4. 未確知濃度時：供氣式呼吸防護具或全面罩型自供式空氣呼吸防護具(SCBA)。

手部防護：橡膠、塑膠或皮製防滲手套，材質以 Responder、Tychem 10000(液氣)、Teflon、Viton、丁基橡膠等為佳。

眼/臉部防護：護目鏡、全面式護面罩。

皮膚及身體防護：

為防止皮膚接觸時，如有需要可穿戴橡膠工作靴、圍裙或防毒衣。

緊急沖淋裝置(特化 * 36)

- 僱主使勞工從事製造、處置或使用特定化學物質時，應設置洗眼、沐浴、漱口、更衣及洗衣等設備。但丙類第一種物質或丁類物質之作業場所並應設置緊急沖淋設備。

緊急沖淋裝置(特化 * 36)

特化 * 23

- 僱主使勞工處置、使用丙類第一種物質或丁類物質之合計在一百公升（氣體以其容積一立方公尺換算為二公升。以下均同。）以上時，應置備該物質等漏洩時能迅速告知有關人員之警報用器具及除卻危害之必要藥劑、器具等設施。

丙類第一種物質級丁類物質(特化*23)

- 氯是一種具有毒性、腐蝕性和助燃性的氣體，能和許多化學物質作用產生爆炸性的反應。氯在常溫下為氣體，在填充、貯藏、搬運時，需以高壓方式壓縮為液態的高壓氣體，此類的高壓氣體一旦洩漏，由於氣化膨脹而導至擴散成原本體積的數百倍，將造成嚴重的損失及災害。為防止發生洩漏時之危害，需要正確判斷、防止方法、應急工具、防護用具及氯除毒設備，來防止與設置防護之設施，如以集液溝、防液堤防止其流出，並使用抽液設備將氯安全輸回製造設備等。氯除毒設備之除毒方式可分為吸收液或中和劑兩種方式。

(1) 氫氧化鈣溶液噴灑系統 (Ca(OH)_2 solution spray system)

在密閉室內液氯儲存場所中，藉由噴灑氫氧化鈣溶液等中和劑以中和除毒方式來減低氯氣或液氯外洩後果的嚴重度

(2) 氫氧化鈣溶液導入系統 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ solution dumping system)

通常用於液氯鋼瓶置放於地下儲坑時。當偵測器偵測到液氯外洩時，自動將置於地面上的氫氧化鈣溶液導入液氯地下儲坑，藉以中和洩漏之液氯

3. 循環空氣系統-密閉式 (circulating air system-close type)

主要應用於液氯儲存鋼瓶置放於密閉室內時，為避免液氯外洩會擴散至鄰近廠房或住宅，以及考慮中和後殘液回收之問題，本法乃將液氯儲存鋼瓶置放於密閉建築物中，不斷地將密閉室內空氣抽出，並將所抽取之氣體通往洗滌塔中，和在洗滌塔中的氫氧化鈉溶液中和後，再將處理過之乾淨空氣送回原來的儲存室內，中和後的廢液並導入回收池內，再予以回收或處理。

4. 循環空氣系統-開放式 (circulating air system-open type)

主要應用於液氯儲存鋼瓶置放於密閉室內時，為避免液氯外洩會擴散至鄰近廠房或住宅，以及考慮中和後殘液回收之問題，本法乃將液氯儲存鋼瓶置放於密閉建築物中，不斷地將密閉室內空氣抽出，並將所抽取之氣體通往洗滌塔中，和在洗滌塔中的氫氧化鈉溶液中中和後，再將處理過之空氣排出於大氣中，液氯儲存室再不斷地通入大氣中的新鮮空氣，中和後的廢液並導入回收池內，再予以回收或處理

5. 真空型洗滌系統 (vacuum type scrubbing syste

主要應用於液氯儲存鋼瓶或儲槽，設置氣罩 (hood) 補集洩漏之氯氣，排氣管將氣罩內之洩漏氯氣抽至洗滌塔中，再以氫氧化鈉溶液將排出之氯氣中和，處理過後之空氣則直接排入大氣中，中和廢液則導入回收池，再進行回收處理或廢棄

6. 氯氣設備緊急排放系統 (Cl₂ equipment emergency venting system)

本設備主要應用於大型液氯儲存設備，當連接於液氯儲槽的管線或閥發生損壞的情況時，無法及時地將閥關閉，而造成氯氣不斷地外洩，無法中斷的情況發生，本設備乃在此種情況發生時，迅速地將儲槽中的液氯抽取出來，避免液氯不斷地外洩，並將所抽取之液氯排放至洗滌塔中，再用氫氧化鈉溶液將液氯中和，處理過之乾淨空氣直接排放至大氣中，中和廢液則排放至回收池中，待進一步處理或回收。惟瞬間無法立即有效阻絕

7. 貯坑式處理系統

由於從液氯儲存設備中洩漏出來之氯氣比重較空氣大，故會沈降在地表上。因此本設備乃在液氯儲存容器下方設置一貯坑，內部設置氯氣偵測器及排氣管線，當氯氣自儲存容器外洩時，排氣管開始抽氣，將沈積在地表上之氯氣抽至洗滌塔中，再以氫氧化鈉溶液將外洩之氯氣中和，處理後之氣體直接排放至大氣中，殘餘之中和液則排放至回收池中，等候進一步的處理。

各種氯除毒設備之優、缺點比較

氯除毒設備形式	優點	缺點
氫氧化鈣溶液噴灑系統	(1)設備費用低廉。 (2)適用於室內Cl ₂ 儲存之處所。	(1)防護系統啟動後，善後處理較麻煩。 (2)Ca(OH) ₂ 噴液易傷害人員或腐蝕設備。 (3)人員進入時需穿戴防護設備。
氫氧化鈣溶液導入系統	(1)設備費用低廉。 適用於地下凹坑之貯藏區。	(1)防護系統啟動後，善後處理較麻煩。 (2)Ca(OH) ₂ 噴液易傷害人員或腐蝕設備。 (3)需注意排水問題。 (4)鋼瓶運送困難。 (5)無法完全達阻絕之效果。

潛在危害

- 氯在常溫常壓下是黃綠色氣體，氣體比重2.5，具強烈之臭味，並有腐蝕性。不能燃燒，但具有助燃性。氯可用於製造氯化物、氯酸鹽，是合成氯乙烯之原料，並可用於漂白、殺菌、消毒。氯在25°C時液化壓力為7.86 atm，液氯即是氯氣經加壓、降溫所得的琥珀色液體。在0°C時1容積液氯經氣化，可膨脹得460倍體積的氣體。因此，液氯即使少量洩漏，影響的範圍也是相當廣泛。氯具有極活潑之化學性，其性質如表2所示，可與大多數金屬結合成氯化物，惟完全乾燥不含水份之氯在常溫下與鐵金屬不發生反應，故可儲存於鋼製容器，利於搬運，但溫度升高時，尤其至65°C以上，則侵蝕作用特別增強。含水份之氯氣會水解而生成鹽酸和次氯酸，強酸和強氧化劑同時存在，故侵蝕力特強。氯對眼睛、皮膚及呼吸器官有刺激作用，人吸入氯氣會因呼吸系統之黏膜含有水份而水解，可造成喉嚨刺痛、咳嗽等；多量吸入時會發生噁心、嘔吐、流淚、呼吸困難等，嚴重者可引起窒息或死亡。

災害類型

• 液態氯對於人體的皮膚有刺激性，長時間的接觸會引起皮膚灼傷；除了皮膚外，對眼睛亦會引起嚴重之傷害。氯在常溫常壓下會氣化成氣體，吸入會刺激呼吸道。通常氯氣濃度若3-5 ppm存在於空氣中時，一般人就可辨知；若濃度超過15 ppm時，對呼吸道及皮膚黏膜就會有強烈的刺激性；吸入高濃度的氯氣時，會有咳嗽、呼吸困難的情形發生，甚至可能會引起窒息死亡。氯氣有一種特異的刺激臭，若空氣中含有氯可因此察覺到。

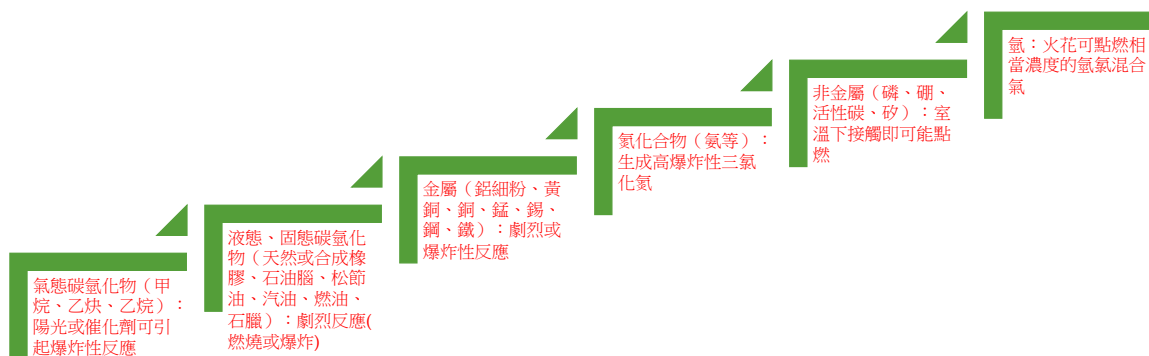
• 一般因氯氣所引起的中毒現象可分為兩類：急性中毒與慢性中毒。由於氯本身刺激性強，在氯作業場所中因機器外洩出大量氯氣，會造成勞工急性中毒，在危害預防上，對於急性中毒應加以特別注意。

急性中毒慢性中毒

暴露在高濃度氯氣下而引起的急性中毒，首先是眼睛、鼻子、喉頭之黏膜會受到強烈刺激，漸而會有燒灼及劇烈痛苦的感覺。慢慢的胸部會受到刺激而引起強烈反射性咳嗽，偶爾會因咳嗽而引發嘔吐，又因氯氣會對組織黏膜造成損傷，所以嘔吐時常有血絲塊，胸骨也會有疼痛的感覺。發生氯引起之急性中毒，應立刻休息，並儘快送醫做供氧治療，若未及時作適當治療、處理，可能會因而致死。此外，一般中毒的症狀有頭痛、不適感、焦慮、窒息感。急性中毒而導致死亡大多在裝置氯氣容器發生洩漏或爆炸時。

慢性中毒的症狀有支氣管炎、鼻黏膜炎、牙齒侵蝕、角膜異常或視力障礙等，長期暴露於低濃度下會有氯瘡斑。暴露於含氯氣1 ppm左右的環境中連續幾個小時後，可能會有輕微症狀的產生；長期暴露於0.5 ppm以下則會引起慢性支氣管炎並有較易罹患肺結核的傾向；暴露於0.8-1 ppm時會使肺功能降低。

應避免之接觸之物質



游泳池消毒使用次氯酸鈉

- 次氯酸鈉（sodium hypochlorite），化學式 NaClO ，是鈉的次氯酸鹽。次氯酸鈉與二氧化碳反應產生的次氯酸是漂白劑有的成分。

設施安全



災害防止對策（安全設施）

- 雖然已有除毒系統來防止液氯或氯氣洩漏之危害，但仍需注意氯氣本身雖無爆炸性及自燃性，但卻有助燃性，且大多數的可燃性材料可在氯氣中燃燒。其可和許多化學物質作用成為爆炸物或起爆炸性的反應如乙炔、松節油、乙醚、氨、可燃氣體、煙類、氫及金屬粉末等，所以消防設備也是液氯或氯氣洩漏防護重要措施之一。消防設備可分為防火設備及滅火設備：
 - (1) 防火設備：用於火災初期，如撒水設備、噴水設備等。
 - (2) 滅火設備：主要是以噴水滅火的方式，利用滅火藥劑噴射及惰性氣體 等擴散設備，直接撲滅火源。固定式噴水槍噴嘴口水壓 3.5 kg/cm^2 以上，放水能力在 400 L/min 以上能量，消防栓噴水壓 3.5 kg/cm^2 以上。
- 氯引起火災時，小火可使用化學乾粉或二氧化碳灌救；大火使用撒水、水霧或泡沫灌救。
- 使用

高壓氣體消費設施使用安全事項

- 高壓氣體消費設施，包括消費設備及其附屬消費設備所必要之措施，當消費設備之儲存能力在一千公斤以上時，或以導管接受消費時又稱「特定高壓氣體消費措施」，包括氣體設備、警戒標示、除毒設備、消防設備、檢知警報設備等。

氣體設備

- (1) 儲槽及鋼瓶氣體設備
 - A. 壓力容器經檢查取得合格證。
 - B. 儲存能力在5公噸以上者應設置防液堤，並注意堤內與堤外附近之設備設置應符合規定。
 - C. 內容積在5000公升以上儲槽配管，應在距槽外5公尺以上有可操作之緊急遮斷裝置，且遮斷裝置以儘量靠近槽體為原則。
 - D. 1公噸以上之儲槽應每年測定沉陷狀況一次以上。
 - E. 氣體設備之配管、管接頭及閥接合宜用熔接接合，或凸緣接合。
 - F. 防止槽體溫度升高宜搭遮棚及灑水冷卻。
 - G. 應設有逆流防止裝置及二重管裝置。
 - H. 5公尺內嚴禁煙火。

儲存安全

- (2) 儲存
- 使用氯氣時需有適當之裝卸及儲存設備，其場所應設計利於緊急避難之出口，且應至少有兩個出口，另距儲槽8公尺內，門宜設置二重門。
- A. 貯存場所要通風良好，遠離熱源。
- B. 鋼瓶應直立，未使用者應加護蓋；瓶身以鐵鍊固定避免傾倒；或將其中安全閥之一至於上部位置
- C. 空瓶、實瓶分開儲放，且標示清楚。
- D. 儲放地點應較地面為高，因為氯氣比空氣的比重大，在氯氣流向低處時，用除毒措施予以去除。
- E. 鋼瓶不可以滾動的方式進行搬運。

警戒標示

- 由於液氯是具有毒性的高壓氣體，所以在管理上要特別注意其設施之安全並予適當之警戒標示，如危險標示、位置標示、方向標示等，以免造成錯誤操作，引起之危害。
- (1) 警戒標示：
 - 事業場所要有明顯之境界線，並在場所外設置“注意：防止氣體之洩漏”標示，字體5cm×5cm以上。對於氯製造設施（儲存場）應標示“毒性氣體製造設施（儲存場）”，字體10cm×10cm以上”，且在氯氣作業場所標示“禁止非從事作業人員進入”與“禁止飲食與吸菸”等，藉以達到警示之目的。
- (2) 危險標示：
- 配管於地面上應標明內容物、異常現象時之聯絡電話與緊急處理方式。

檢知警報設備

- 指當氯氣洩漏時，能藉各種方式以偵知濃度變化之設備，並在設定氣體濃度下能自動發出警報，其精確度與設定值比較應在30% 以下。

游泳池使用次氯酸鈉

化學品危害分類：
急毒性物質第 5 級(吞食)
金屬腐蝕物第 1 級
腐蝕/刺激皮膚物質第 1 級
嚴重損傷/刺激眼睛物質第 1 級
水環境之危害物質(急毒性)第 1 級

什麼是次氯酸鈣和次氯酸鈉(Calcium Hypochlorite And Sodium Hypochlorite) ?

- 一般來說，次氯酸鈉會以不同的濃度溶在水中。雖然我們能在市面上購買到，但固態的次氯酸鈉卻不常用作商業用途。次氯酸鈉溶液相當清澈，液體顏色介於綠色至黃色，還會散發出氯的味道。次氯酸鈣為一種易溶於水且會釋出氧和氯的白色固體，它同樣也會散發氯的味道。這兩種化學物質都不會於環境中自然形成。次氯酸鈉和次氯酸鈣主要用作漂白劑或消毒劑。商業產品如漂白劑、清潔劑和用於飲用水、汗水淨化系統及游泳池中的消毒劑皆含有這兩種成分

危害警告訊息

- 吞食可能有害
- 可能腐蝕金屬
- 造成嚴重皮膚灼傷和眼睛損傷
- 造成嚴重眼睛損傷
- 對水生生物毒性非常大

不同暴露途徑之急救方法

吸入

- 將患者移至新鮮空氣處，若無法呼吸，施予人工呼吸，若心跳停止，施予心肺復甦術，立即送醫

皮膚接觸

- 用溫水緩和沖洗污染部位或眼睛至少 15 分鐘以上，沖水時脫去污染衣物，並立即就醫

眼睛接觸

- 1.立即吸掉或清除該化學品(戴隱形眼鏡須先取下)，並以緩和流動的水連續沖洗污染的眼睛 至少 15 分鐘。
- 2.避免清洗水進入未受污染的眼睛。
- 3.立即送醫就治。

食入

- 1.若患者意識不清，勿餵食任何東西。2.給予患者喝 240-300 毫升之水，切勿催吐。3.若呼吸停止，由專業人員施以人工呼吸。
- 4.若心跳停止，施予心肺復甦術，立即就醫

危害防範措施

- 操作時應配戴適當個人安全防護具。
- 應避免眼睛或皮膚接觸，若不幸被觸及應立即以大量清水沖洗後送醫。
- 應避免受熱、日曬或與酸性物質接觸發生分解，釋出氯氣，造成人員傷害、環境污染。
- 洩漏時，應以大量水沖入廢水系統處理，不可直接加酸中和，釋出氯氣造成污染。

什麼情況下會暴露於次氯酸鈣和次氯酸鈉？

- 使用消毒劑這類的家用漂白水很有可能會暴露於低劑量的次氯酸鈉和次氯酸鈣中
- 游泳池中若添加這類化學藥劑用來殺菌，你也有可能暴露在其中
- 公共飲水機裡若添加這類化學藥劑用來殺菌也有可能暴露其中
- 若在需漂白紙張和紡織品的環境下工作之工人，可能會暴露於更多的次氯化鈉和次氯化鈣

次氯酸鈣和次氯酸鈉對我的健康有什麼影響？

- 次氯酸鈉和次氯酸鈣會對身體產生有毒反應的原因主要是來自次氯酸鹽的腐蝕特性。如果不小心攝入家用漂白劑(含3-6%次氯酸鹽)就會造成腸胃道不適；若換做是更濃縮的商用漂白劑(濃度超過10%的次氯酸鹽)或次氯酸鹽粉末則會對口腔、喉嚨、食道及腸胃造成嚴重出血且穿孔性的腐蝕，最後導致死亡。重度中毒者會有永久疤痕和造成食道狹窄的病狀
- 如果吸入由濃縮次氯酸鹽溶液釋出的氯氣，可能會造成鼻腔不適、喉嚨痛和咳嗽；同樣的溶液接觸到皮膚會產生燒灼感、發炎反應和水泡。若使溫和性的漂白溶液接觸到眼睛可能會造成輕微且暫時性的不適，更高濃度的更可能對眼睛產生嚴重的傷害。長期暴露在低劑量的次氯酸鹽下也會造成皮膚不適
- 目前為止，尚未得知暴露到氯會不會對生育能力造成影響

次氯酸鈣和次氯酸鈉對孩童的健康有什麼影響？

- 對於那些暴露在次氯酸鈉和次氯酸鈣的孩童而言，其所受到的健康影響很有可能與成人相似。目前我們並不知道兒童受次氯酸鈉和次氯酸鈣的影響是否與成人有差異。但是一般來說，由於孩童呼吸道的口徑比成人來的小，因此孩童受腐蝕性物質的傷害應該比成人還大

在家中如何減少暴露於次氯酸鈣和次氯酸鈉的風險？

- 大部分的家中成員是不會暴露到高劑量的次氯酸鈉和次氯酸鈣。
- 含有次氯酸鈉和次氯酸鈣的家用產品應妥善存放於安全且孩童無法觸及的地方

如何降低風險



如何降低風險

濃度

- 市售多為百分之5-10
- 非必要不要買高濃度的

與酸混用

- 與鹽酸等酸混用會產生**氯氣**，產生重大危害

著防護具

- 防護衣-防護手套
- 防護鞋