

介紹

目的：液氯除毒設備應能有效地於氯氣或液氯外洩時，能予以回收除毒，而不致擴大影響區域。

1. 使用範圍

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。

2. 名詞解釋

種類：氯之中和劑一般使用石灰乳及氫氧化鈉，二者皆有所適用的濃度，石灰乳之濃度在 5~16%，氫氧化鈉在 15~20%。每一百公斤之氯氣所須之中和劑量為：

- (1) 氫氧化鈉應以反應率 60~80% 計，約 142 公斤~190 公斤（具有冷卻設備之吸收法反應率能達 80%，無者則僅達 60%）。
- (2) 消石灰吸收法反應率 60~90% 計，約 130~170 公斤，若僅使用消石灰撒佈法其反應率為 20%，約需 500 公斤

型式：液氯貯存場所阻絕設施設計需足以處理單一最大量的液氯儲槽或鋼筒洩漏量。液氯除毒設備型式如下：

(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。詳見圖 1。

(2) 氫氧化鈣溶液導入系統（ Ca(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。詳見圖 2。

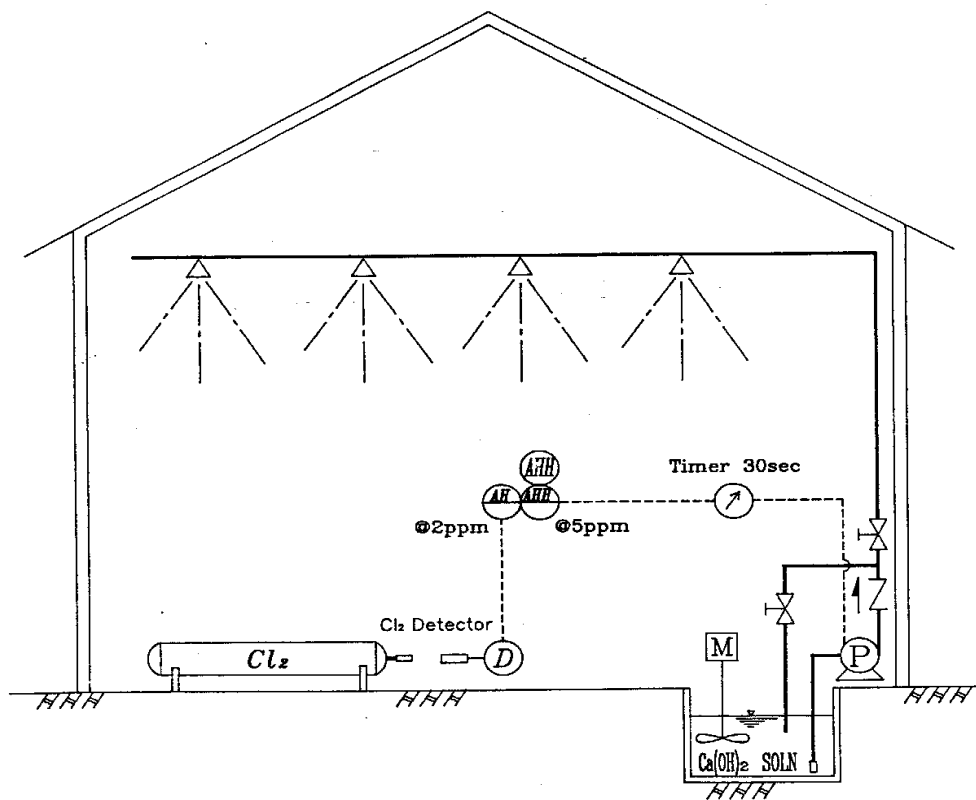


圖 1 氫氧化鈣溶液噴灑系統

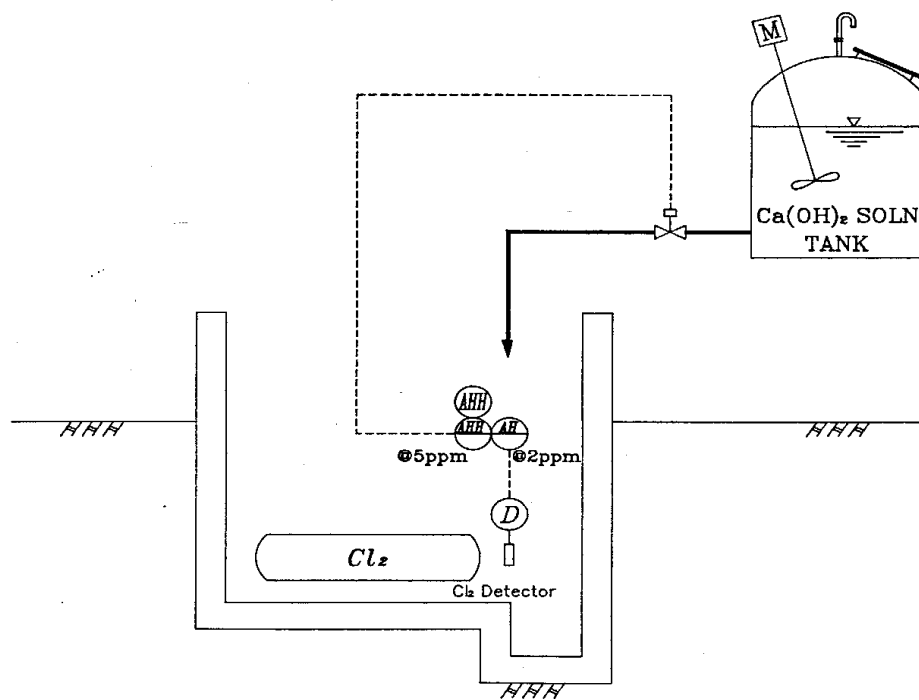


圖 2 氫氧化鈣溶液導入系統

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。詳見圖 3。

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。詳見圖 4。

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

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。詳見圖 5。

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，並將所抽取出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。詳見圖 6。

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。詳見圖 7。

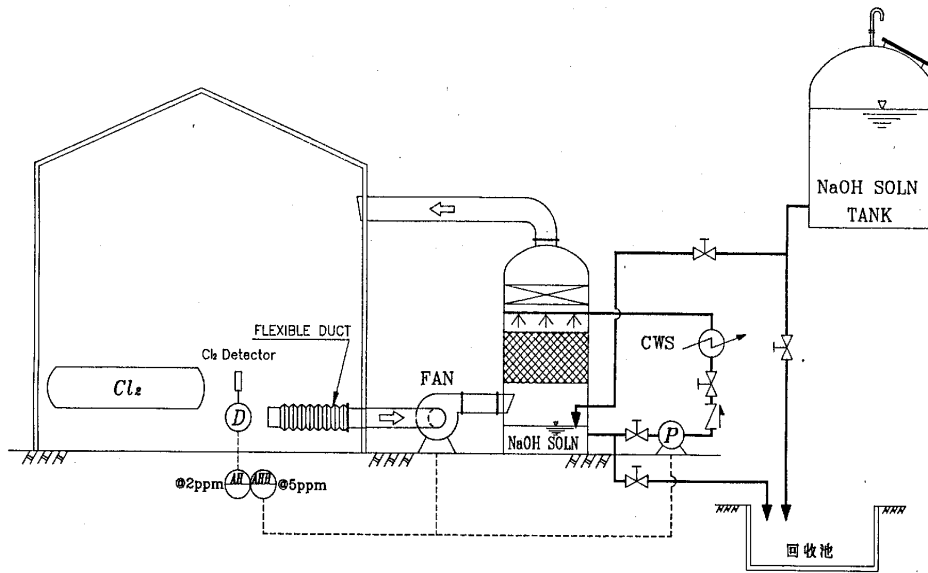


圖 3 循環空氣系統-密閉式

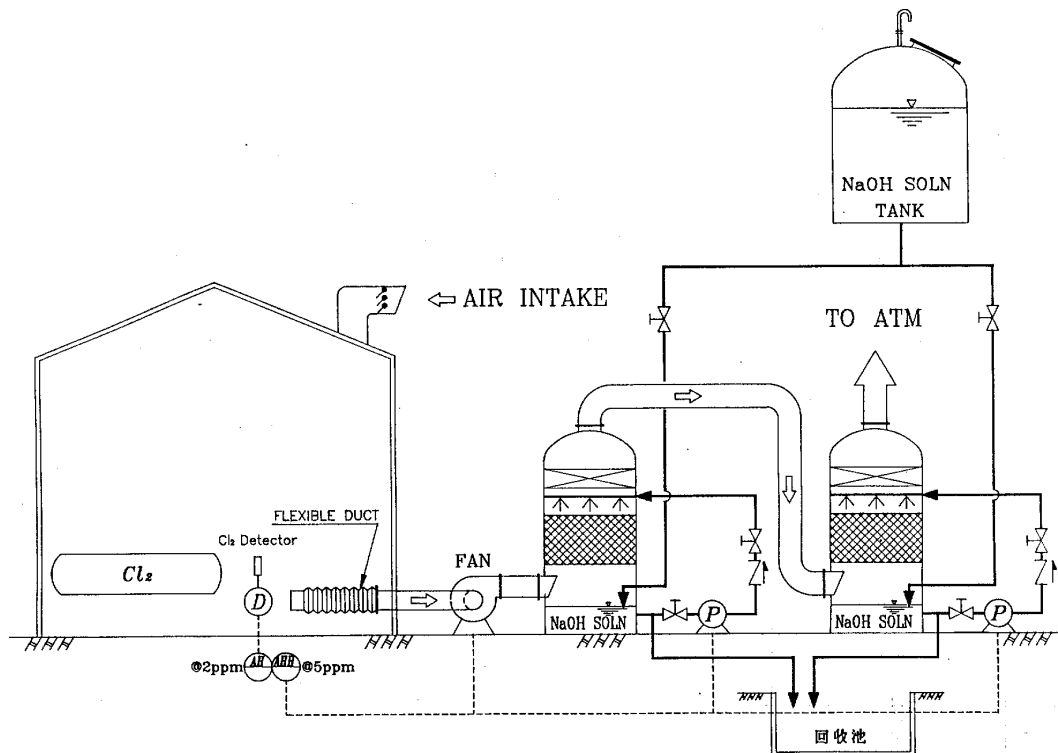


圖 4 循環空氣系統-開放式

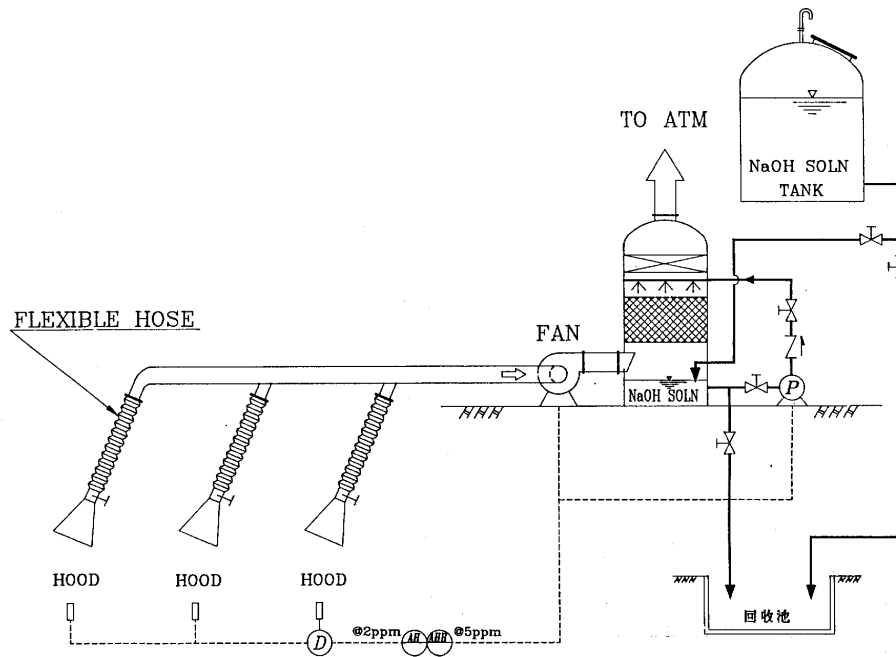


圖 5 真空型洗滌系統

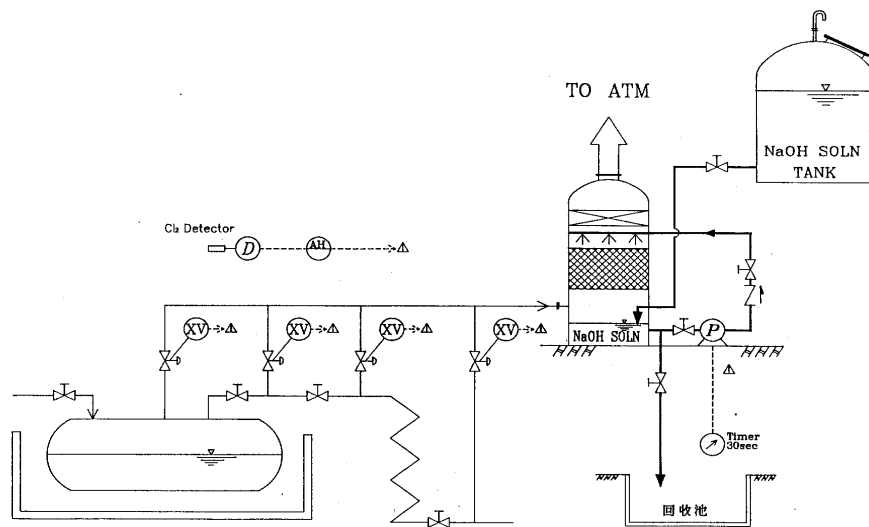


圖 6 氯氣設備緊急抽出系統

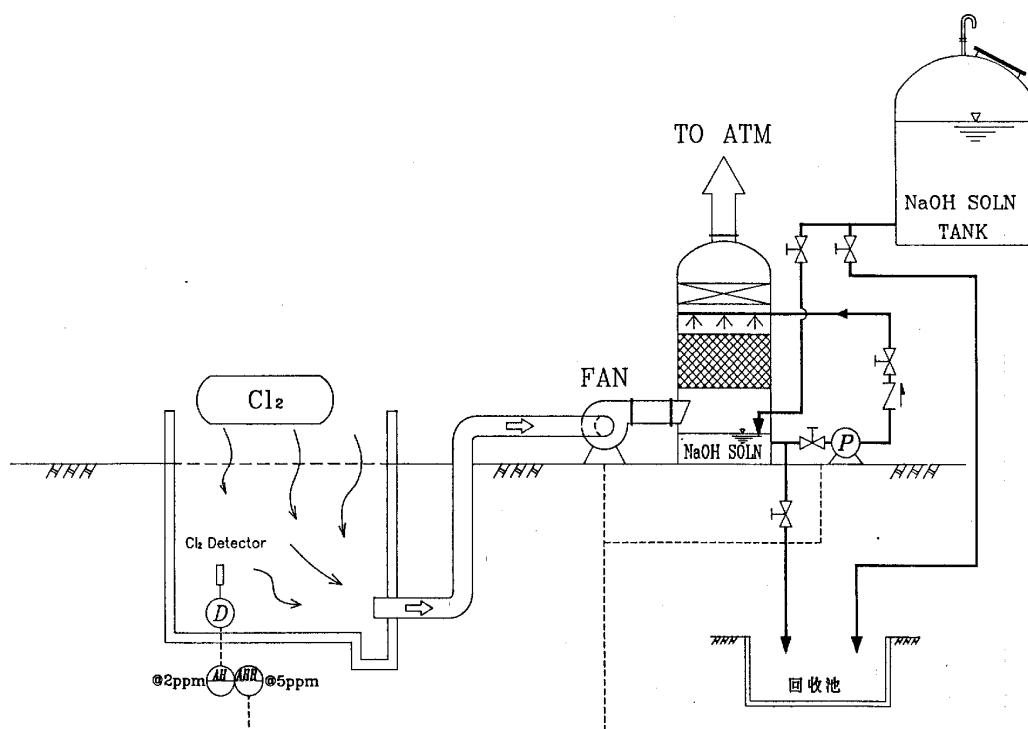


圖 7 貯坑式處理系統

各種氯消毒設備之優、缺點比較如表 1 所示。

表 1 各種氯消毒設備之優、缺點比較表

氯消毒設備形式	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。

氯除毒設備形式	優點	缺點
循環空氣系統 - 密閉式	採循環密閉式，若 Cl ₂ 之去除率較低時，亦不致外洩。 吸收後之溶液可作為漂白劑等之原料。 適於室內 Cl ₂ 之儲存或殺菌處所。	(1)於室內易造成煙霧現象。 (2)人員進入時需穿戴防護設備。 (3)緊急電源供應量大。
循環空氣系統 - 開放式	雙段式處理，效率較高。 吸收後之溶液可作為漂白劑等之原料。 適於室內 Cl ₂ 之儲存或殺菌處所。	(1)設備費用高。 (2)緊急電源供應量大。
真空型洗滌系統	適用於大面積區域而有多處 Cl ₂ 洩漏之虞的處所。 吸收後之溶液可作為漂白劑等之原料。	(1)Cl ₂ 開始洩漏致防護系統啟動之間，會有部份 Cl ₂ 已擴散。 (2)無法防止局部洩漏。
氯氣設備緊急 抽出系統	適用於大型儲槽或管路設施之除 Cl ₂ 系統。 吸收後之溶液可作為漂白劑等之原料。	(1)洩漏瞬間無法立即有效阻絕。
貯坑式處理系統	吸收後之溶液可作為漂白劑等之原料。 於室內或室外之 Cl ₂ 儲放區均可適用。	(1)需設置坑內積水排除設施。 (2)無法完全達到阻絕之效果。

使用場所：氯為工業廢水、家庭用水、水質淨化...等不可或缺的化學原料。氯也是製造合成橡膠、殺蟲劑、塑膠、冷凍劑...等之中間原料，氯還在染整與造紙工業上被廣泛地當作漂白劑使用。

危害

1. 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℃ 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℃ 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℃ 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。

表 2 氯之一般性質

原 子 量	35.5
分 子 量	71
沸 點	-33.7°C
熔 點	-102.4°C
顏 色	黃綠色
臨 界 溫 度	144.0°C
臨 界 壓 力	76.1atm
對 水 溶 解 度	4.61 倍 (容積, 0°C) 2.15 倍 (容積, 20°C)
比 重	2.5

表 3 空氣中氯濃度對人體之作用與影響簡表

氯濃度 (ppm)	作用
0.1~0.2	感覺臭味
1	強烈刺激臭(容許濃度為 1ppm)
3~6	刺激眼睛、鼻、喉而引起頭痛
14~21	暴露 0.5~1 小時有生命危險
40~60	短時間暴露有生命危險
100	無法忍受 1 分鐘以上
900	立即死亡

2. 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。

(1) 急性中毒

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，所以嘔吐時常會有血絲塊，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。

(2) 慢性中毒

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；長期暴露在 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。

(3) 其它

應避免之物質：

- A. 氣態碳氫化物（甲烷、乙炔、乙烷）：陽光或催化劑可引起爆炸性反應。
- B. 液態、固態碳氫化物（天然或合成橡膠、石油腦、松節油、汽油、燃油、石蠟）：劇烈反應(燃燒或爆炸)。
- C. 金屬（鋁細粉、黃銅、銅、錳、錫、鋼、鐵）：劇烈或爆炸性

反應。

D. 氮化合物（氨等）：生成高爆炸性三氯化氮。

E. 非金屬（磷、硼、活性碳、矽）：室溫下接觸即可能點燃。

F. 氫：火花可點燃相當濃度的氫氮混合氣。

3. 災害防止對策（安全設施）：雖然已有除毒系統來防止液氮或氮氣洩漏之危害，但仍需注意氮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氮氣中燃燒。其可和許多化學物質作用成爲爆炸物或起爆炸性的反應如乙炔、松節油、乙醚、氨、可燃氣體、烴類、氫及金屬粉末等，所以消防設備也是液氮或氮氣洩漏防護重要措施之一。消防設備可分爲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。氮引起火災時，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，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。

使用安全事項

1. 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爲原則。

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。

(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。

2. 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。

3. 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。

相關法令、標準

高壓氣體勞工安全規則

第 三 條 本規則所稱特定高壓氣體係指高壓氣體中之壓縮氫氣、壓縮天然氣、液氧、液氮及液氬、液化石油氣。

第 六 條 本規則所稱毒性氣體，係指.....、氯、.....之氣體。

第三十七條 儲存能力在一千公噸以上之液化可燃性氣體或液化氧氣儲槽及儲存能力在五公噸以上之液化毒性氣體儲槽或以毒性氣體為冷媒氣體之冷媒設備之承液器內容積在一萬公升以上者之四周，應設置可防止該液化氣體自儲槽漏洩時流竄至他處之防液堤。前項防液堤內側及自其外面十公尺範圍內不得設置該儲槽之附屬設備以外之設備。但下列設備，不在此限：

- 一、設置於防液堤內側者：與各該儲槽有關之低溫儲槽之輸液設備、惰性氣體儲槽、水噴霧、撒水裝置（含儲槽外面至防液堤間超過二十公尺時可自防液堤外側操作之滅火設備）、氣體漏洩探測警報設備之感應部份、除毒設備之吸引漏洩氣體之部分，照明設備、計測設備、排水設備、配管、配管架臺及上列設備之附屬設備及被認為不妨礙安全之設備。
- 二、設置於防液堤外側者：（一）與該儲槽有關之輸液設備、惰性氣體儲槽、冷凍設備、熱交換器、氣化器、氣體漏洩探測警報設備、除毒設備、照明設備、供防止擴散漏洩氣體而設置之構築物、計測設備、配管、配管架臺及上列設備之附屬設備。（二）導管或配管（膨脹接頭以外之部分以距地面在四公尺以上高度者為限。）及其架臺、消防設備、該事業場所設置之通路、具有可承受地盤荷重而埋設於地下之設施。（三）除前款前列者外，被認不妨礙安全之設備。儲存毒性氣體之液化氣體儲槽，其前項範圍之距離，應依左列規定：
 - 一、毒性氣體中可燃性氣體，應保持次表甲所示之距離。
 - 二、毒性氣體中前款以外之氣體，應保持次表乙所示之距離。

距離（公尺）	甲	乙
儲存能力 X（公噸）		

$5 \leq X < 1,000$	$\frac{4}{995}(X-5)+6$	$\frac{4}{995}(X-5)+4$
$1,000 \leq X$	10	8

- 第三十八條 可燃性氣體、毒性氣體及氧氣之氣體設備（除高壓氣體設備及空氣取氣口外）應具氣密之構造。
- 第四十一條 高壓氣體設備（容器及中央主管機關規定者外）應經以常用壓力一·五倍以上壓力實施之耐壓試驗及以常用壓力以上壓力實施之氣密試驗或經中央主管機關認定具有同等以上效力之試驗合格者。
- 第四十二條 高壓氣體設備（容器及中央主管機關規定者外）應具有以常用壓力二倍以上壓力加壓時，不致引起降伏變形之厚度或經中央主管機關認定具有同等以上強度者。
- 第四十三條 高壓氣體設備（容器及中央主管機關規定者外）應具有以常用壓力二倍以上壓力加壓時，不致引起降伏變形之厚度或經中央主管機關認定具有同等以上強度者。
- 第四十四條 氣體設備之材料，應使用足以適應該氣體之種類、形狀、溫度及壓力等諸性質之要求者。
- 第四十五條 高壓氣體設備，除配管、泵、壓縮機之部份外，其基礎不得有不均勻沉陷致使該設備發生有害之變形；儲存能力在一百立方公尺或一公噸以上之儲槽之支柱（未置支柱之儲槽者為其底座。）應置於同一基礎，並緊密結合。
- 第四十六條 塔（供進行反應、分離、精煉、蒸餾等製程之高壓氣體設備，以其最高位正切線至最低位正切線間之長度在五公尺以上者）、儲槽（以儲存能力在三百立方公尺或三公噸以上之儲槽）、冷凝器（豎式圓胴型者，以胴部長度在五公尺以上者為限）及承液器（以內容積在五千公升以上者為限）及支撐各該設備之支持構築物與基礎之結構，應能承受地震影響之耐震構造。
- 第四十七條 高壓氣體設備之可進行溫度變化之反應、分離、精煉、蒸餾、冷卻、冷凝、熱交換及加熱設備，應設置適當之溫度計，且應採取該設備內溫度超過常用溫度時，可迅使其溫度下降至常用溫度範圍內之措施。
- 第四十八條 高壓氣體設備、儲存設備或冷媒設備，應設置適當之壓力

錶，且應置該設備內壓力超過最高使用壓力時，可迅使其壓力恢復至最高使用壓力以下之安全裝置。

第四十九條 前條安全裝置（除設置於惰性高壓氣體設備者外）中之安全閥或破裂板應置釋放管；釋放管開口部之位置，應依左列規定：一、設於可燃性氣體儲槽者：應置於距地面五公尺或距槽頂二公尺高度之任一較高之位置以上，且其四周應無著火源等之安全位置。二、設於毒性氣體高壓氣體設備者：應置於該氣體之除毒設備內。三、設於其它高壓氣體設備者：應置於高過鄰近建築物或工作物之高度，且其四周應無著火源等之安全位置。

第五十一條 以可燃性氣體或毒性氣體為冷媒氣體之冷媒設備之承液器及液化氣體儲槽應裝設液面計（氧氣或惰性氣體之超低溫儲槽以外之儲槽，以採用圓型玻璃管以外之液面計為限）；該液面計如為玻璃管液面計者，應有防止該玻璃管不致遭受破損之措施。連接前項玻璃管液面計與承液器或儲槽（以儲存可燃性氣體及毒性氣體為限）間之配管，應設置自動及手動式停止閥。

第五十二條 設置於儲存可燃性氣體、毒性氣體或氧氣之儲槽（不含中央主管機關規定者）之配管（以輸出或接受該氣體之用者為限；包括儲槽與配管之連接部分）除依次條規定設置緊急遮斷裝置之閥類外，應設二具以上之閥；其一應置於該儲槽之近接處，該閥在輸出或接受氣體以外之期間，應經常關閉。

第五十三條 設置於內容積在五千公升以上之可燃性氣體、毒性氣體或氧氣等之液化氣體儲槽之配管（以輸出或接受液化之可燃性氣體、毒性氣體或氧氣之用者為限；包括儲槽與配管間之連接部份），應設置距離該儲槽外側五公尺以上之處可操作之緊急遮斷裝置。但僅用於接受液態之可燃性氣體、毒性氣體或氧氣之配管者，得以逆止閥代替。

第五十五條 自動控制進行反應、分離、精煉、蒸餾等製造設備之控制裝置、依次條、第五十七條或第六十二條規定設置之撒水裝置、依第六十七條規定設置之消防設備、製造設備之冷卻水泵、緊急照明設備及其它為確保製造安全經中央主管

- 機關規定之設施，應設置不因停電導致該設施失卻安全功能之緊急電源或採取其它輔助措施。
- 第六十條 可燃性氣體或毒性氣體之製造設備中，有氣體漏洩致積滯之虞之場所，應設可探測該漏洩氣體，且自動發出警報之設備。
- 第六十一條 毒性氣體之製造設備（中央主管機關規定者外），應依下列規定設置氣體漏洩時之防毒措施：一、可適當防止漏洩氣體擴散之裝置。二、應依該氣體毒性、氣體種類、數量及製程，選擇吸收各該毒性氣體之設備及吸收劑。三、防毒面罩及其它防護具，應保管於安全場所，並經常維護於適當狀態。
- 第六十二條 可燃性氣體或毒性氣體之儲槽或此等儲槽以外之儲槽而鄰近於可燃性氣體儲槽或處置可燃性物質之設備之四周及此等之支柱，應採取防止溫升之必要措施。
- 第六十三條 為區別毒性氣體製造設施与其它製造設施，應於其外部設置容易辨識其為毒性氣體製造設施之必要措施，且在該設施之泵、閥、接頭及其它有漏洩氣體之虞之處所，標示具有毒性之危險標示。
- 第六十四條 毒性氣體之氣體設備之配管、管接頭及閥之接合；應採用熔接接合。但不適於熔接接合者，得以在安全上具有必要強度之凸緣接合代替。
- 第六十五條 毒性氣體之氣體設備之配管，應依各該氣體之種類、性狀、壓力及該配管鄰近狀況，在必要處所採用二重管構造。
- 第六十八條 事業場所應依其規模及製造設施之形態，在事業場所內設發生緊急災害時，可迅速聯絡之通報設備。
- 第六十九條 設於製造設備之閥或旋塞及以按鈕方式等操作該閥或旋塞之開閉按鈕等（以下於本條文中簡稱閥之相關裝置）除依左列規定外，並應採取可使作業人員適當操作之措施：一、在閥之相關裝置應設可明確表示其開閉方向之標示外，如該閥之相關裝置之操作對製造設備在安全上有重大影響者，應設表示其開閉狀況之標示。二、與該閥之相關裝置有關之配管，應於近接該裝置之部位，以容易識別之方法標示該配管內之氣體或其他流體之種類及流動方向。

但使用按鈕操作者，不在此限。三、閥之相關裝置之操作對製造設備在安全上有重大影響且不經常使用者，應予加鎖、鉛封或採取其他同等有效之措施。但供緊急使用者，不在此限。四、在閥之相關裝置操作場所，應視該裝置之機能及使用頻率，設置可確實操作該裝置之作業臺。

第七十條

對高壓氣體之製造，於其生成、分離、精煉、反應、混合、加壓或減壓過程，應依左列規定維持於安全狀態：一、附設於安全閥或釋放閥之停止閥，應經常維持於全開放狀態。但從事安全閥或釋放閥之修理致有必要者，不在此限。二、當空氣液化分離裝置之液氧積存器內每公升液氧中乙炔之質量超過一毫克或其它碳氫化合物之含碳量超過一百毫克時，可即刻停止該空氣液化分離裝置運轉，且迅即將液氧排放之措施。三、左列氣體不得予以壓縮：（一）可燃性氣體（除乙炔、乙稀及氫外）中含氧容量佔全容量之百分之四以上者。（二）乙炔、乙稀或氫氣中之含氧容量佔全容量之百分之二以上者。（三）氧氣中之乙炔、乙稀及氫氣之容量之合計佔全容量之百分之二以上者。（四）氧氣中之可燃性氣體（除乙炔、乙稀及氫氣外）容量佔全容量之百分之四以上者。四、製造壓力超過每平方公分二十五公斤之壓縮乙炔時，應添加稀釋劑。

第七十一條

從事高壓氣體製造中之灌裝作業，應依下列規定：一、將液化氣體灌注於儲槽時，應控制該液化氣體之容量不得超過在常用溫度下該槽內容積之百分之九十；對毒性氣體之液化氣體儲槽，應設可自動探測液化氣體容量超過百分之九十界限之措施。二、將壓縮氣體（除乙炔外）及液化氣體（以液氨、液化二氧化碳及液氮為限）灌注於無縫容器時，應於事前對該容器實施音響檢查；對有異音者應實施內部檢查；發現內部有腐蝕或異物時不得使用。三、將高壓氣體灌注於固定在車輛之內容積在五千公升以上之容器或自該容器抽出高壓氣體時，應在該車輛設置擋車裝置並予以固定。四、將乙炔灌注於容器時，應維持其灌裝壓力在每平方公分二十五公斤以下，且應於灌注後靜置至其壓力於攝氏十五度時每平方公分十五·五公斤以下。五、將

環氧乙烷灌注於儲槽或灌注於容器時，應於事前使用氮氣或二氧化碳置換該儲槽或容器內部原有之氣體，使其不含有酸或鹼等物質。六、應在事前確認灌注液化石油氣於容器或受注自該容器之製造設備之配管與容器之配管連接部份無漏洩液化石油氣之虞，且於灌注或抽出並將此等配管內之氣體緩緩排泄至危險無虞後，始得拆卸該配管。七、高壓氣體之灌裝，應使用符合現行法令規定之合格之容器或儲槽。

第七十二條 為防止灌裝後氣體之漏洩或爆炸，高壓氣體之灌裝，應依下列規定：一、乙炔應灌注於浸潤有多孔質物質性能試驗合格之丙酮或二甲基甲醯胺之多孔性物質之容器。二、氰化氫之灌裝，應在純度百分之九十八以上氰化氫中添加穩定劑。三、氰化氫之灌氣容器，應於灌裝後靜置二十四小時以上，確認無氣體之漏洩後，於其容器外面張貼載明有製造年月日之貼籤。四、儲存環氧乙烷之儲槽，應經常以氮、二氧化碳置換其內部之氮、二氧化碳及環氧乙烷以外之氣體，且維持其溫度於攝氏五度以下。五、環氧乙烷之灌氣容器，應灌注氮或二氧化碳，使其溫度在攝氏四十五度時內部氣體之壓力可達每平方公分四公斤以上。

第七十五條 從事氣體設備之修理、清掃等作業（以下簡稱修理等相關作業），應依下列規定：一、從事修理等相關作業時，應於事前訂定作業計畫，並指定作業負責人，且應於該作業負責人監督下依作業計畫實施作業。二、從事可燃性氣體、毒性氣體或氧氣之氣體設備之修理等相關作業時，應於事前以不易與其內部氣體設置反應之氣體或液體置換其內部原有之氣體。三、從事修理等相關作業而認有必要使勞工進入氣體設備內部時，前款置換用氣體或液體應另以空氣再度置換。四、開放氣體設備從事修理等相關作業時，為防範來自其它部份之氣體流入該開放部份，應將該開放部份前後之閥及旋塞予以關閉，且設置盲板等加以阻隔。五、依前款規定關閉之閥或旋塞（以操作按鈕等控制該閥或旋塞之開閉者，為該操作按鈕等）或盲板，應懸掛「禁止操作」之標示牌並予以加鎖。六、於修理等相關作業終了後，

非經確認該氣體設備已可安全正常動作前，不得供製造作業使用。

第七十六條 儲存能力在一百立方公尺或一公噸以上之儲槽，應隨時注意有無沈陷現象，如有沉陷現象時，應視其沉陷程度採取適當因應措施。

第七十七條 操作製造設備之閥時，應考慮該閥之材質、構造及使用狀況、採取必要措施以防止過巨之力加諸於閥上，並訂入工作守則中。

第七十九條 容器放置場、灌氣容器及殘氣容器（以下簡稱灌氣容器等），應依下列規定：一、容器放置場應明確標示，且於外面明顯處所設置警戒標示。二、以絕熱材料被覆以外之可燃性氣體或氧氣灌氣容器等之容器放置場，應使用不燃性或難燃性材料構築輕質屋頂。三、可燃性氣體之容器放置場，應使儲存之氣體漏洩時不致滯留之構造。四、二氧化硫、氨、氯、氯化甲烷、環氧乙烷、氰化氫、光氣或硫化氫之容器放置場，應設該氣體等漏洩時可除毒之設備。五、可燃性氣體或氧氣之容器放置場，應依消防法有關規定設滅火設備。六、灌氣容器等應按灌氣容器及殘氣容器區分，分別放置於容器放置場；可燃性氣體、毒性氣體或氧氣之灌氣容器或殘氣容器亦同。七、容器放置場不得放置計量器等作業上必要以外之物品。八、容器放置場四周二公尺以內不得有煙火或放置危險性物質。但在容器放置場以厚度九公分以上鋼筋混凝土造或具有與此同等以上強度構築防護牆時，不在此限。九、灌氣容器等應經常保持其溫度於攝氏四十度（超低溫容器或低溫容器則以該容器內氣體之常用溫度中之最高溫度）以下。十、灌氣容器等（內容積在五公升以下者除外）應採取防止因容器之翻倒、掉落引起衝擊及損傷附屬之閥等措施。十一、可燃性氣體之容器放置場，不得攜帶有產生火源之機具或設備。

第一一三條 以儲槽儲存高壓氣體時，應依下列規定：一、儲存可燃性氣體或毒性氣體之儲槽，應設置於通風良好場所。二、儲槽四周二公尺以內不得有煙火或放置危險物質。三、液化氣體之儲存不得超過該液化氣體之容量於常用溫度下該槽

- 內容積之百分之九十。四、從事修理等相關作業，準用第七十五條之規定。五、儲存能力在一百立方公尺或一公噸以上之儲槽，應隨時注意有無沈陷現象，如有沉陷現象時，應視其沈陷程度採取適當因應措施。六、操作安裝於儲槽配管之閥時，應考慮閥之材料、構造及其狀況，採取必要措施以防止過巨之力加諸於閥上，並訂入工作守則中。
- 第一一六條 以容器儲存高壓氣體時，應依下列規定：一、儲存可燃性氣體或毒性氣體之灌氣容器等，應放置在通風良好之場所。二、儲存氰化氫之容器等，應每日檢點一次以上。三、氰化氫之儲存應自灌裝於容器之日起不得超過六十日。但純度在百分之九十八以上，且未著色者，不在此限。四、除滅火用二氧化碳或氮氣外，不得儲存在固定或積載於船舶、車輛或鐵路車輛之容器。但經勞工檢查機構許可者，不在此限。五、前列各款規定外，準用第七十九條第六款至第十一款之規定。
- 第一一七條 儲槽或容器之容積在○·一五立方公尺以下者，不受第一百十三條及前條規定之限制。高壓氣體為液化氣體時，前項之容積以質量十公斤換算為容積一立方公尺。
- 第一一八條 儲存高壓氣體之容積在三百立方公尺或三千公斤以上之事業單位應設專用儲存場（以下簡稱「高壓氣體儲存場」）。但甲類製造事業單位、供應事業單位經許可者，不在此限。
- 第一一九條 以儲槽儲存高壓氣體之高壓氣體儲存場（不含次條規定者）其設置準用第三十一條、第三十三條、第三十五條至第三十八條、第四十一條、第四十三條至第四十八條、第四十九條第一款及第二款、第五十條至第五十三條及第六十條、第六十二條至第六十九條之規定。
- 第一五四條 事業場所應有明確之境界線，並於該場所外設置易於辨識之警戒標示。
- 第一五五條 設置可燃性氣體消費設備之廠房，應具氣體自該設備漏洩時不致滯留之構造。
- 第一五六條 特定高壓氣體消費設備（以下簡稱消費設備）之材料，應使用足以適應該氣體之種類、性狀、溫度及壓力等諸性質之要求者。

- 第一五七條 消費設備（除配管之基礎外）不得有不均勻沉陷致使該設備發生有害之變形；儲存能力在一百立方公尺或一公噸以上之儲槽之支柱（未置支柱之儲槽者為其底座）應置於同一基礎，並緊密結合。
- 第一五八條 消費設置之儲存設備、導管、減壓設備及此等設備之配管等（以下簡稱儲存相關設備，但容器除外；且液氮儲存設備以儲存能力在一千公斤以上未滿三千公斤者為限。以下於次條及第一百六十三條均同）應經以常用壓力一·五倍以上壓力實施之耐壓試驗及以常用壓力以上壓力實施之氣密試驗或具有同等以上效力之試驗合格者。
- 第一五九條 儲存相關設備應具有以常用壓力二倍以上之壓力加壓時，不致引起降伏變形之厚度或經中央主管機關認定具有同等以上強度者。
- 第一六〇條 儲存相關設備（不含壓縮氣體之減壓設備）應設置適當之壓力表，且應置該設備內壓力超過最高使用壓力時可迅使其壓力恢復至最高使用壓力以下之安全裝置。
- 第一六一條 液氮或液氧之減壓設備與該氣體進行之反應、燃燒設備間之配管，應設逆流防止裝置。
- 第一六二條 可燃性氣體低溫儲槽，應有防止其內壓降低至較外壓為低時不致使該儲槽發生破裂之設施。
- 第一六三條 液氮或液氧之消費設備（中央主管機關規定者外），應依左列規定設置氣體漏洩時之除毒措施。一、可適當防止漏洩氣體擴散之裝置。二、應依該氣體毒性、氣體種類、數量及消費狀況，選擇吸收各該氣體之設備及吸收劑。三、除毒使用之防毒面罩及其它防護具，應保管於安全場所，並經常維護於良好狀態。
- 第一六四條 液氮或液氧之消費設備之配管、管接頭及閥之接合，應採用熔接接合。但不適於熔接接合者，得以安全上具有必要強度之凸緣接合代替。
- 第一六五條 液氮或液氧之消費設備之配管，應依各該氣體之種類、性狀、壓力及該配管鄰近狀況，在必要處所採用二重管構造。
- 第一六七條 消費設備中有氣體漏洩致積滯之虞之場所，應設置可探測該漏洩氣體，且發出自動警報之設備，但液氧除外。

- 第一六九條 儲存相關設備之四周五公尺以內應嚴禁煙火(該設備內者除外。)且不得置放危險性物質。
- 第一七二條 設置於消費設備之閥或旋塞及以按鈕方式等操作該閥或旋塞之開閉按鈕等準用第六十九條之規定採取可使作業人員適當操作該閥或旋塞之措施。
- 第一七三條 從事消費設備之修理等相關作業，準用第七十五條之規定。
- 第一七四條 儲槽應隨時注意有無沈陷現象，如有沉陷現象時，應視其沉陷程度採取適當因應措施。
- 第一七五條 操作消費設備之閥時，應考慮該閥之材料、構造及使用狀況，採取必要之措施以防止過巨之力加諸於閥上，並訂入工作守則中。

災害案例：

氯氣儲槽發生洩漏

1. 事故經過—高雄市某化學工廠以氯氣做為原料，製造氯化蠟、漂白水等化學品供應下游廠商。該廠液氯儲槽與管線上之焊接點附近發生腐蝕以致氯氣外洩，當現場偵測器偵察氯氣濃度異常時，氯氣阻絕系統隨即啟動。但因事故廠商之氯氣阻絕系統係採用氫氧化鈉噴灑及循環空氣開放式合併使用，該密閉空間因為反應產生的高溫而使搶救人員無法進入災區搶救，致使災害擴大至廠外。工廠附近居民因吸入外洩氯氣而導致三千多人掛號就醫，廠內財物損失達 200 萬以上。
2. 災因分析—氯氣唯一具毒性之化學物質，目前環保署以公告為毒性化學物質，並規定應建立緊急應變系統及氯氣阻絕系統，但未明文規定應採用何種阻絕措施。一般廠商常基於經濟考量而選用較簡易之設備。儲槽類等存量較大之設備，其阻絕設施應避免使用噴灑系統，因其密閉空間內會因中和反應而大量放熱，以致搶救人員無法立即進入災區搶救，迅速有效地控制氯氣洩漏情形。
3. 檢討對策—工廠應依規定定期確實檢查廠內設備、管線及規定檢查的項目，尤其是一些危害性物質的儲槽、周邊設備更要特別仔細。對於一些列管性的毒性化學物質之阻絕系統設施必須視物質種類、實際儲存量及周邊的安全設備來選擇適用方式。
本次氯氣儲槽之洩漏事件因洩漏量大應避免使用噴灑系統，其不但吸

收效果差，且易因中和反應產生高溫而阻礙搶救進行，故應採用循環空氣開放式之系統，但風車及洗滌塔之設計量應該規劃數劑足夠之吸收量，才能有效避免氯氣自密閉系統洩漏至外界。

主要參考資料

1. A.W. Cox., F.P. Lees and M.L. Ang,1993; “Classification of Hazardous Locations”, ISBN 0-85295-258-9, Institution of Chemical Engineers, UK.
2. F. P. Lees, 1996; “Loss Prevention in the Process Industries”, 2nd Edition, ISBN 0-7506-1547-8, Butterworth-Heinemann, Oxford, UK .
3. American Society for Testing and Materials, 1983; “A Guide to the Safe Handling of Hazardous Materials Accidents”, USA.
4. Trevor Kletz,1991; “Plant Design for Safety : A User-Friendly Approach”, ISBN 1-56032-068-0, Hemisphere Publishing Corporation, Loughborough, UK.
5. Daniel A. Crowl and Joseph F. Louvar,1990; “Chemical Process Safety : Fundamentals with Applications”, ISBN 0-13-129701-5, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
6. 高雄市政府勞工局勞工檢查所，1994; “氯之危害預防”。
7. 中華民國工業安全衛生協會，1995; “液氯－消費事業單位安全輔導手冊”，經濟部工業局。