

第六章 化學災害及其預防對策

6.1. 案例探討

6.1.1. 化學品洩漏案例

案例一：操作氨回流系統閥門遭漏洩氨氣噴濺受傷災害

(一) 災害資料摘要：

行業種類：倉儲業

災害類型：與有害物等之接觸

媒介物：有害物

罹難情形：重傷男 36 歲，工作經歷：當日。

(二) 災害發生經過：

XX 年 X 月 X 日晚上十時二十分，某農產加工所有限公司勞工甲在操作氨回流系統的閥門，要打開右邊起第三只閥門時，被漏噴出之氨氣噴到，導致頭部、頸部、右手受傷，並吸入氨氣，領到乙班接獲甲電話通知氨氣外洩，趕到現場處理，發現甲被氨氣噴到頭部，機房冷凍系統氨回收管線右邊起第三只閥門漏洩，就戴著濾毒罐式防護具進入該處，將該只閥門鎖緊，即不再漏洩，勞工甲另外被其他人員開車送到奇美醫院住院療傷。

(三) 災害原因分析：

本災害可能原因為罹難者甲於 XX 年 X 月 X 日晚間十點二十分操作打開右邊起第三條冷凍庫冷媒循環管線上之閥門時，因該閥門之閥蓋鬆動，噴出氨氣，致發生本災害。依上述分析本災害可能原因如次：

1. 直接原因：於操作過程中遭受氨氣洩漏噴濺致受傷。
2. 間接原因：冷凍系統冷媒循環管線上之閥門因長期使用未檢修，致操作中閥蓋鬆動，導致漏洩氨氣之不安全環境因素。
3. 基本原因：未能有效防範冷媒循環管線上閥門蓋可能鬆動產生氨氣漏洩造成危害之管理，監督缺失所致。

(四) 災害防止對策：

1. 雇主應依事業之規模、性質，實施安全衛生管理；並應依中央主管機關之規定，設置勞工安全衛生人員（勞工安全衛生作業主管）實施自動檢查。
2. 雇主對其設備及其作業，應訂定自動檢查計劃實施自動檢查。
3. 僱用勞工從事工作應對勞工施以從事工作及預防災變所必要之安全衛生教育、訓練。
4. 雇主對於經中央主管機關指定之作業場所應依規定實施作業

環境測定；對危險物及有害物應予標示，並註明必要之安全衛生注意事項。

5. 雇主對於勞工有暴露於高溫、低溫、非游離輻射、生物病原體、有害氣體、蒸氣、粉塵或其他有害物之虞者，應置備安全衛生防護具，如安全面罩、防塵口罩、防毒面具、防護眼鏡、防護衣等適當之防護具，並使勞工確實使用。
6. 使勞工處置丁類物質（氨）合計在一百公升以上時，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。
7. 使勞工從事製造或處置丁類物質（氨）時，應設置洗眼、淋浴、漱口、更衣及洗衣等設備。但丁類物質之作業場所應設置緊急沖淋設備。

6.1.2 侷限空間災害案例

案例一：從事抄紙機白水槽清理作業接觸缺氧空氣窒息死傷災害

（一）行業種類：紙漿，紙及紙製品製造業

災害類型：與有害物等之接觸

媒介物：有害物

罹難情形：死亡男 22 歲，工作經歷：5 個月

輕傷男 53 歲，工作經歷：14 年 10 個月

（二）災害發生經過：

XX 年 X 月 X 日上午五時，某造紙股份有限公司成功廠五號抄紙機開始停機準備保養及清理白水槽，早上八時上班起由領班甲及外籍勞工乙兩人負責清洗白水槽，於八時十五分起打開白水槽底部洩水閘洩水約一小時後，甲於白水槽人孔處觀察聞到刺激性微臭味道，即叫乙不要下槽，當他去換工作服回來時不見乙，即往槽內呼叫沒回應，趕緊叫抄紙副主任丙來處理，丙過去查看亦於槽口聞到刺激性臭味，先以手電筒照入槽內沒看到人，便廣播丁是否在別處，之後先通風打入空氣槽至內，並以電燈照明，才看到乙的帽子落在槽內梯腳處，丙便下槽查看，在另一抄紙機作業之外勞亨利亦隨後下槽，下槽後丙即感覺呼吸困難及昏眩，雖然看到乙斜躺在梯腳後面，但因丙感覺非常不適，一面向上呼叫支撐不住，一面爬梯至一半時，由同事拉出白水槽，丁亦隨後被拉出，一同送醫治療觀察。該廠機械維修員戊於 XX 年 X 月 X 日上午九時許，在五號抄紙機後段從事機械保養，看到前段部份有很多人聚集，即前往看到丙及丁有人扶著，表情很難過，但意識很清楚，又聽到有人在槽裡，即帶著防毒面具及繩子進入槽內，將躺在槽底之乙用繩子綁住救出槽外，由廠長己及庚班長施以 CPR 後，三人一起送醫院，乙經急救不治死亡。

災害現場位於五號抄紙機白水槽處，該槽長六六 0 公分、寬三 00 公分、深約三一 0 公分，槽容量約六十五立方米，槽頂部設 42x55 公分

人孔，槽下方接近底部設洩水閥。

(三) 災害原因分析：

罹難者乙未遵守該廠清洗白水槽之規定步驟與注意事項及主管之吩咐，即自行由人孔下梯進入槽內至底部時，暴露於缺氧之空間產生窒息而斜躺在梯腳處，惟乙於救出後經送醫急救不治死亡。

本災害發生原因分析如下：

1. 直接原因：暴露於可能缺氧之白水槽內。
2. 間接原因：
 - (1) 不安全狀況：白水槽於洩水槽內底部沉積廢紙漿滲出發酵之甲烷、硫化氫等物質滯留於槽內。
 - (2) 不安全動作：未遵守清洗白水槽規定之步驟兩注意事項及主管人員之吩咐，即自行進入槽內。
3. 基本原因：
 - (1) 缺乏警覺及語言上溝通不良。
 - (2) 缺氧作業主管人員未受特殊有害作業主管安全教育。
 - (3) 勞工安全衛生業務主管未受甲種勞工安全衛生業務主管安全教育。

(四) 災害防止對策：

1. 雇主僱用勞工人數在 100 人以上之事業單位擔任勞工安全衛生業務主管者，應受甲種勞工安全衛生業務主管安全教育。
2. 對缺氧作業主管人員應接受有害作業主管安全教育。
3. 加強對外籍勞工之安全衛生教育訓練及語言上之溝通，使外籍勞工確實遵守清洗白水槽規定之步驟及注意事項，並實施測定及使用防護用具，並確認無危險之虞始進入槽內，預防災害之發生。

6.1.3 化工廠爆炸之危害及防止對策

一、火災、爆炸之危害

(一) 火災、爆炸危害原因

化工廠發生火災、爆炸危害的原因如下所示，例如：

1. 動火作業使用之電源線或電氣設備而引起。
 - (1) 因短路、未接地、接觸不良等發生電弧。
 - (2) 電路超載而產生過熱。
 - (3) 發熱電器不正當使用。
 - (4) 不發熱電器意外事故所發生之過熱。
2. 吸煙、火柴、打火機及暴露之火燄而引起。
3. 機械之衝擊、摩擦、砂輪機產生火花而引起。
4. 電焊、氣焊產生的火花而引起。
5. 裸火而引起。
6. 爐火、排氣管火花而引起。
7. 自燃著火、如油布、工業廢棄物、垃圾等而引起。
8. 靜電而引起。
9. 雷電而引起。

(二) 危害物質

化工廠儲存大量之下列危害的危險物質及易燃物質：

1. 易燃性氣體。
2. 可燃性液體。
3. 廢棄物質。
4. 建築物、裝潢材料。
5. 紡織品。
6. 紙、塑膠品、油漆。
7. 粉塵等。

(三) 容易引起火災、爆炸危害之場所

化工廠容易引起火災、爆炸危害之設備與場所如下所示：

1. 壓力容器。
2. 油料、油氣管線。
3. 泵浦。
4. 鍋爐。
5. 油水分離池。
6. 集油坑。
7. 電氣設備。
8. 反應器。
9. 壓縮機房。
10. 明、暗溝系統。
11. 灌裝場所。

12. 油槽、氣槽地區。
13. 粉塵作業場所。
14. 包裝地區。
15. 危險物品倉庫。

二、防止對策

為防止化工廠之火災、爆炸事故發生，須採取下列之防火、防爆管理：

(一) 設備安全距離

動火作業地點應與化工廠設備、油槽等保持適當之安全距離，以防範動火產生之火花引燃附近設備發生火災，如果安全距離受地形或環境所限，其安全距離不夠時，可增設防爆牆或固定水牆、水霧補救，以防止動火的火花飛濺至製程地區。

(二) 工廠危險場所之劃分

工廠區或油槽區，依其危險的程度，劃分為第一和第二危險場所，在危險場所內採用防爆型電氣設備，而且非防爆型電氣設備，必須放置於危險場所之外，以策安全。

(三) 火源管制

動火作業產生的火花可能飛濺的距離約 35 呎(約 12 公尺)，因此必須與具有易燃性氣體或可燃性液體，保持適當之安全距離，另於動火作業附近禁止排放油料或油氣，對於電焊作業之標地線亦應按規定搭接於電焊工作物上、以免造成迷走電流引燃附近管線洩漏之油料或油氣。

(四) 危險物品的管理

許多化工廠火災，由於動火作業環境存放可燃性物料，如可燃性的液體、易燃性氣體、紙、保溫材料、油漆、廢棄物等，因動火作業的火花而引燃；因之，在動火作業前，必須清理乾淨，至於明、暗溝系統、油水分離池、集油坑、涵洞等附近亦是油料、油氣積滯的場所，動火前可以用金屬板，防火布等圍離，預防火花濺及附近危險物品，甚至亦可以建立水牆防火。

(五) 利用惰性氣體置換

管線或容器內，含有可燃性液體或氣體時，在動火作業前，必須將其所含之可燃物清理乾淨或用水、蒸氣、氮氣、二氧化碳沖洗後，經測定確認所含可燃性氣體濃度在爆炸下限 20%以下方可動火。如果容器內部有人進入工作時，應先以空氣置換容器內部有害氣體，但是禁止使用氮氣或二氧化碳吹驅，以防範人員缺氧窒息。

(六) 建立安全工作許可證制度

各項動火或冷作之作業，於每日作業前必須向轄區單位申請核發安全工作許可證，在轄區單位經過設備安全處理、檢點、測定等程序，確認安全狀況下，方可施工以確保人員與設備安全。未核發安全工作許可證前，禁止先行施工。

三、以下為實際照片之說明



圖 6-1 儲槽接地



圖 6-2 嚴禁煙火標示



圖 6-3 化學品製造場所應加強通風



圖 6-4 防爆型燈具、監視器



圖 6-5 高壓氣體鋼瓶已依規定標明所裝氣體之品名且妥予固定

6.1.4 化學品槽過熱爆炸危害及防止對策

化學品槽受熱時，其液體溫度大於大氣壓沸點溫度時，突然從密閉容器中釋放出來的一種物理現象。由於壓力突然釋放而使部分的液體發生爆炸性的蒸發，加上急速的衝出效應而使液滴蒸氣上升形成蒸氣雲，而發生沸騰液體膨脹蒸氣爆炸(BLEVE)的危害。

一、沸騰液體膨脹蒸氣爆炸(BLEVE)危害

BLEVE 發生在槽內儲存液體維持在沸點的大氣壓力以上時，儲槽裂開。這會造成爆炸性的蒸氣，並夾帶槽內物質與碎片。

- (一) 在含有液體的儲槽附近發生火燄。
- (二) 火焰會加熱槽壁。
- (三) 在液體液面下方的槽壁被液體冷卻，增加液體溫度及儲槽壓力。
- (四) 若火焰接近槽壁或只有蒸氣卻沒有液體來冷卻溫度的槽頂，儲槽的金屬溫度上升直到失去結構強度。
- (五) 儲槽破裂，爆炸性地氣化內容物。

二、防止對策

- (一) 防止在明火中暴露
 1. 儲槽地面斜度要 1:40，並將漏出的物料引導至安全區域遠離儲槽。
 2. 對儲槽要絕緣隔熱。
 3. 使用水霧冷卻儲槽。
 4. 配置減壓設備。
- (二) 防止機械毀損
- (三) 防止進料過多
- (四) 防止失控反應
- (五) 防止蒸氣空間爆炸
- (六) 防止機械故障

三、以下為實際照片之說明



圖 6-6 對於異類物品（雙氧水與次氯酸鈉）接觸有引起危險之虞者，已採取防止接觸之設施（防液堤隔離）。



圖 6-7 對於化學設備或其配管，為防止危險物洩漏或操作錯誤而引起爆炸、火災之危險，化學設備或其配管之接合部分，已使用墊圈使接合部密接。



圖 6-8 對於化學設備或其配管，為防止危險物洩漏或操作錯誤而引起爆炸、火災之危險，操作化學設備或其配管之閥及控制開關，均保持良好性能，標示其開關方向。

6.2 危害物質之分類

一、危害物

1. 爆炸性物質中之硝酸酯類、硝基化合物、過氧化有機物。
2. 著火性質中之易燃固體、自然物質、禁水性物質。
3. 氧火性物質中之氯酸鹽類、過氯酸鹽類、無機過氧化物、硝酸鹽類、固類亞氯酸鹽類、固類次氯酸鹽類。
4. 引火性液體：閃火點未滿攝氏六十五度之物質。
5. 可燃性氣體：氫、乙炔、乙烯、甲烷、丙烷、丁烷及其他於一大氣壓下攝氏十五度時，具有可燃之氣體。
6. 爆炸性物品：火藥、炸藥、爆炸劑、引燃物及其他具有爆炸性之化工原料。
7. 其他經中央主管機關指定者。

二、有害物

1. 有機溶劑中毒預防規則所稱之有機溶劑(56種)。
2. 特定化學物質危害預防標準所稱之特定化學物質(63種)。
3. 其他指定之化學物質(254種)。
4. 放射性物質：只產生自然性核變化，而放出一種或數種游離輻之物質。
5. 其他經中央管機關指定者。

6.2.1 危害物之危害特性

一、危害物之危害性分類

危害物之危害特性分有火災爆炸危害及健康危害兩種，如下表6-1與表6-2所示。

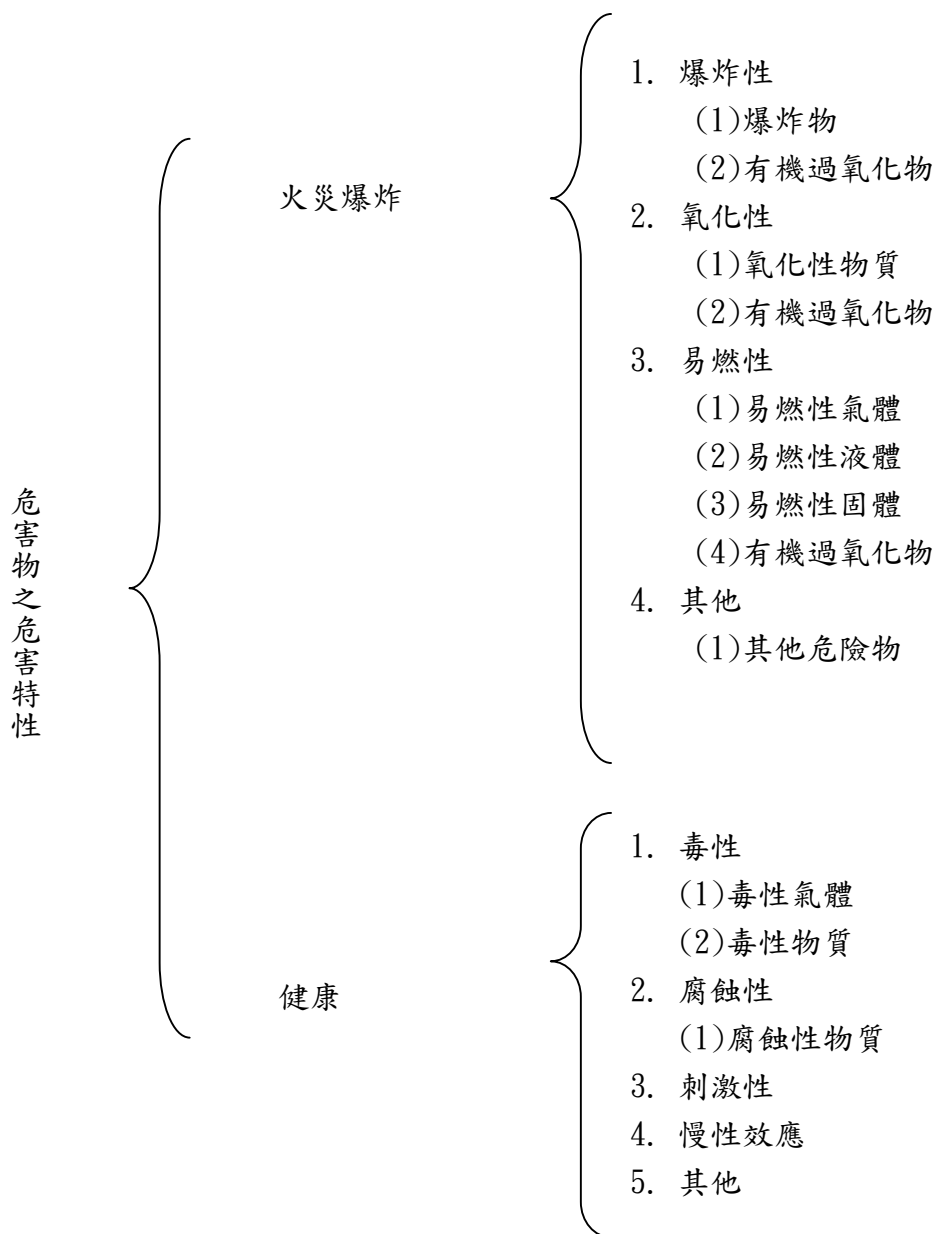


表6-1火災爆炸危害特性

爆炸性	1. 受震動、摩擦、接觸火苗或其他引燃物容易爆炸。 2. 受震動、摩擦、接觸火苗或其他引燃物非常容易爆炸。
氧化性	1. 高度易燃。 2. 接觸可燃物可能引起燃燒。 3. 與易燃物品混合容易爆炸。

易燃性	<ol style="list-style-type: none"> 1. 易燃。 2. 高度易燃。 3. 極高度易燃。 4. 極高度易燃液化氣體。 5. 接觸水會釋出高度易燃氣體。 6. 在空氣中會自燃。
其他	<ol style="list-style-type: none"> 1. 乾燥時具爆炸性。 2. 可做成十分易於爆炸的金屬化合物。 3. 加熱可能導致爆炸。 4. 無論與空氣接觸與否皆具爆炸性。 5. 可能會引起火災。 6. 接觸火會起強烈反應。 7. 與氧化物混合易於爆炸。 8. 使用時，可能會形成易燃/易爆蒸氣與空氣混合物。 9. 可能會形成爆炸性的過氧化物。 10. 使用時會具有高度易燃性。 11. 在密閉處加熱會有爆炸的危險。

表6-2 健康危害特性

急性效應	劇毒	<ol style="list-style-type: none"> 1. 吞食會有劇毒。 2. 與皮膚接觸會有劇毒。 3. 吸入時會有劇毒。 4. 會有十分嚴重的無法恢復的危險。
	有毒	<ol style="list-style-type: none"> 1. 吞食有毒。 2. 與皮膚接觸會有毒。 3. 吸入有毒。 4. 會有十分嚴重的無法恢復的危險。
	有害	<ol style="list-style-type: none"> 1. 吞食有害。 2. 與皮膚接觸會有害。 3. 吸入有害。 4. 可能會有無法恢復的危險。 5. 吸入可能會產生過敏。
	腐蝕	<ol style="list-style-type: none"> 1. 會引起灼傷。 2. 會引起嚴重灼傷。
	刺激	<ol style="list-style-type: none"> 1. 會刺激皮膚。 2. 皮膚接觸可能會產生過敏。 3. 會刺激眼睛。 4. 對眼睛可能會產生嚴重傷害。 5. 會刺激呼吸系統。 6. 皮膚、眼睛接觸會凍傷。

使用資料

<u>地</u>	<u>點</u>	<u>使用頻次</u>	<u>數 量</u>	<u>使用 者</u>
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

貯存資料

<u>地</u>	<u>點</u>	<u>數 量</u>
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

6.3.1 物質安全資料表「MSDS」

一、編修之工作

1. 原料：凡在清單之列的物質均應製作物質安全資料表。

2. 產品：凡事業單位之產品均應製作物質安全資料表。

二、物質安全資料表之提供

1. 原料：分送至有使用該物質之工作場所附近之固定處所，供勞工易於取閱。

2. 產品：

a. 凡第一次購買該危害物質者，事業單位應要求隨貨供應一份物質安全資料表。

b. 物質危害資訊有變時，應儘速編修。

三、物質安全資料表內容

1. 物質與廠商資料：物品名稱、物品編號、製造商獲供應商名稱、地址及電話、緊急聯絡電話/傳真電話。

2. 成分辨識資料：

(1) 純物質：中英文名稱、同義名稱、化學文摘社登記號碼(CAS No.)、危害物質成分(成分百分比)。

(2) 混合物：化學性質、危害物質成分之中英文名稱、濃度或濃度範圍(成分百分比)、危害物質分類及圖式。

3. 危害辨識資料：最重要危害效應、主要症狀、物品危害分類。

4. 急救措施：不同暴露途徑之急救方法、最重要症狀及危害效應、對急救人員之防護、對醫師之提示。

5. 滅火措施：適用滅火劑、滅火時可能遭遇之特殊危害、特殊滅火程序、消防人員之特殊防護設備。

6. 洩漏處理方法：個人應注意事項、環境注意事項、清理方法。

7. 安全處置與儲存方法：處置、儲存。
8. 暴露預防措施：工程控制、控制參數、個人防護設備、衛生措施。
9. 物理及化學性質：物質狀態、形狀、顏色、氣味、pH 值、沸點/沸點範圍、分解溫度、閃火點、自燃溫度、爆炸界線、蒸氣壓、蒸氣密度、密度、溶解度。
10. 安定性及反應性：安定性、特殊狀況下可能之危害反應、應避免之狀況、應避免之物質、危害分解物。
11. 毒性資料：及毒性、局部效應、致敏感性、慢毒性或長期病毒、特殊效應。
12. 生態資料：可能之環境影、響/環境流佈。
13. 廢棄物處置方法：廢棄物處置方法。
14. 運送資料：國際運送規定、聯合國編號、國內運送規定、特殊運送方法及注意事項。
15. 法規資料：適用法規。
16. 其他資料：參考文獻、製表單位、製表人、製造日期。

6.3.2 危害物標示

一、設計標示

1. 檢視其使用過程中之所有容器是否有標示。
2. 對於未標示清楚之容器，應要求供應商提供。
3. 供應商不能提供標示時，得自行依所收集之資料，製作標示。
4. 標示依規定，則可以公告板或其他媒介型式之警示代替。
5. 危害性產品其標示設計應於容器設計時，一併考慮。

二、提供標示

1. 工作場所之標示，除法令規定得免標示外，均應於危害物質之容器上標示或其他形式警示。
2. 標示應定期檢查，不可破損或模糊不清。
3. 標示重貼應按一定程序執行。
4. 圖式之格式應依危險物及有害物通識規則辦理。
5. 內容部分應有：名稱、主要成分、危害警告訊息危害防範措施及供應商或製造商之資料。

三、標示之製作。

註：1. 圖式請依危害物質之分類及圖式規定。

2. 有二種以上圖式時，請按阿拉伯數字排列之。

名 稱：

主要成份：

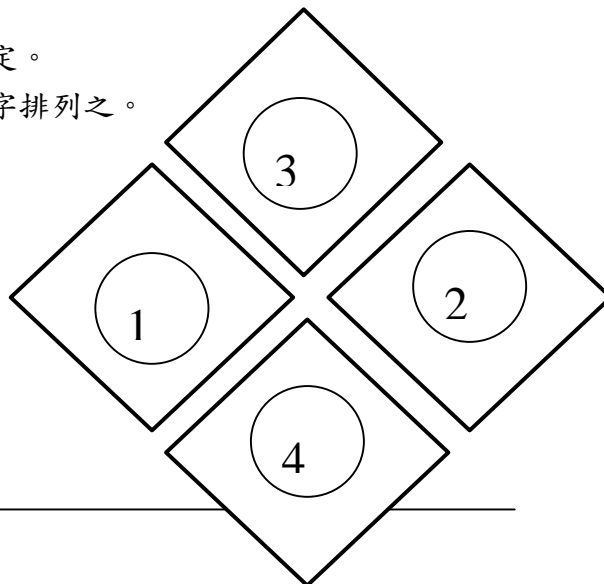
危害警告訊息：

危害防範措施：

製造商或供應商：a. 名稱

b. 地址

c. 電話



6.3.3 危害物暴露之教育訓練

一、教育訓練課程：包括

(一) 一般性：所有員工均應接受之課程：

1. 危害通識概要。
2. 法規介紹。
3. 本事業單位之危害通識制度簡介。
4. 各種圖式及物質安全資料表各項內容之涵意介紹。
5. 本事業單位各工作場所之危害物質種類、風險及其應變。

(二) 專屬性：製造、處置或使用危害物質之勞工應受訓之課程：

1. 危險物及有害物之通識計畫。
2. 危險物及有害物之標示內容及意義。
3. 危險物及有害物特性。
4. 危險物及有害物對人體健康之危害。
5. 危險物及有害物之使用存放處理及棄置等安全操作程序。
6. 緊急應變程序。
7. 物質安全資料表之存放取得方式。

二、對象：

(一) 本廠員工，可分為：

1. 新進員工：授予一般性課程及其專屬性課程。
2. 舊員工：授予定期複習課程。
3. 更換作業員工：授予專屬性課程或特殊性課程。

(二) 承攬人：授予專屬性課程或特殊性課程。

(三) 訪客：簡介重點課程。

三、教育訓練計劃書：

(一) 編撰合乎事業單位之計劃書。

(二) 內容應有訓練目標、目的、訓練對象及時機、課程內容及時數、訓練方式教材、考評等。

習題

1. 簡述危害物之分類？
2. 簡述危害物之危害特性？
3. 化工製程設備火災、爆炸有哪些原因？

參考文獻

1. 中華民國工業安全衛生協會（2002年）。勞工安全衛生管理員訓練教材。
2. 西島茂一（1992年）。從此之安全管理，日本中央勞動災害防止協會。
3. 鄭謀至（2003年）。消防訓練教材系列。