

事故案例與防止對策



報告人：羅銘祥

中華民國工業氣體協會 技術委員

☎ Office: 06-5817677 ext 254

📞 Mobile: 0911-298271

✉ E-mail : lojh@apci.com



中華民國工業氣體協會

大綱

1

名詞定義

意外事故調查與分析

事故案例與防止對策



名詞定義

➤ 重大職業災害（勞動檢查法27條、勞動檢查法施行細則31條）

本法第二十七條所稱重大職業災害，係指左列職業災害之一：

一、發生死亡災害者。

二、發生災害之罹災人數在三人以上者。

三、氨、氯、氟化氫、光氣、硫化氫、二氧化硫等化學物質之洩漏，發生一人以上罹災勞工需住院治療者。

四、其他經中央主管機關指定公告之災害。

➤ 事件(Incident)

➤ 意外事故(Accident)

➤ 虛驚事件(Near Miss)



意外事故調查與分析

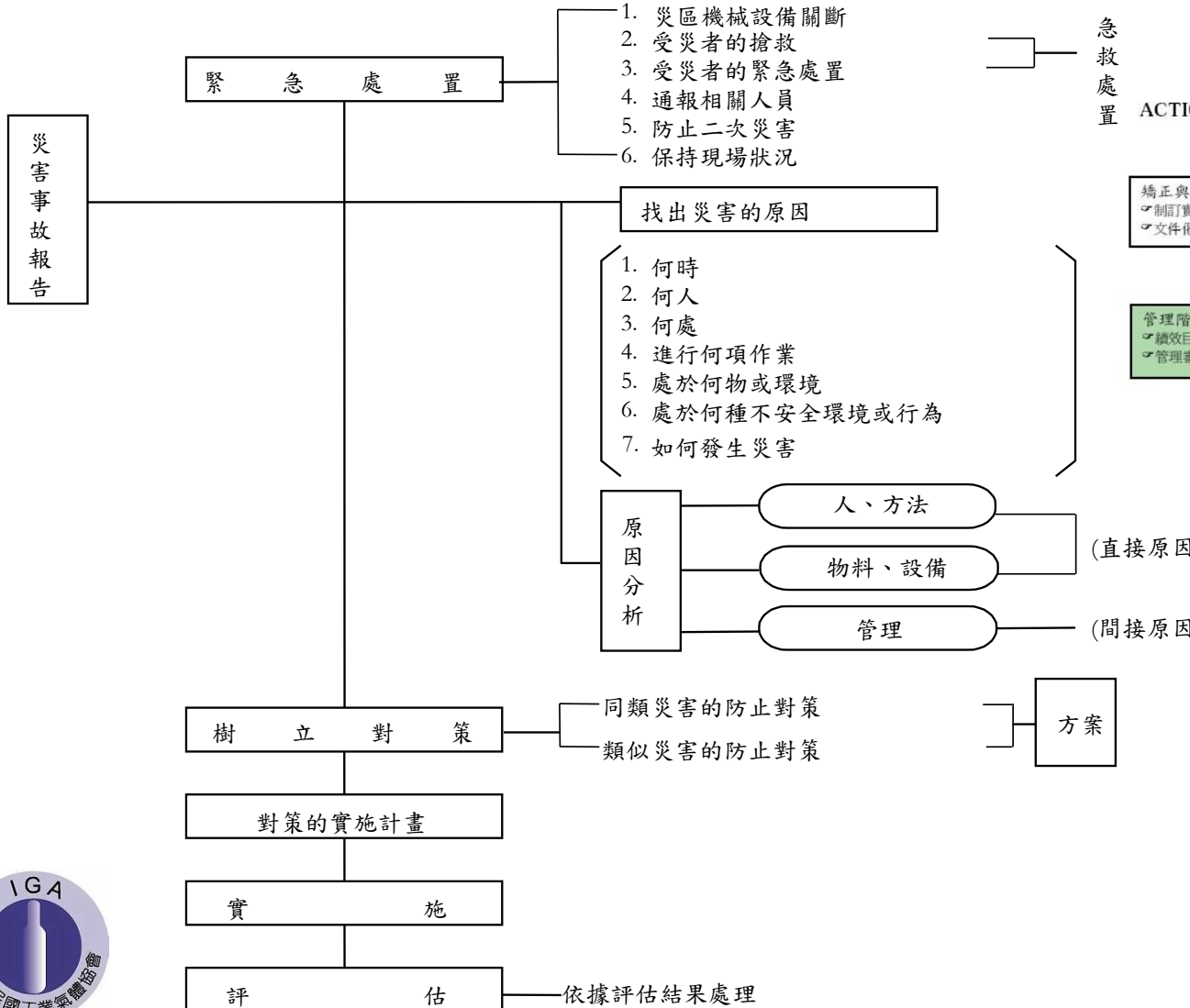
3

- 意外事故處理流程
- 事故調查基本步驟
- 原因分析方法

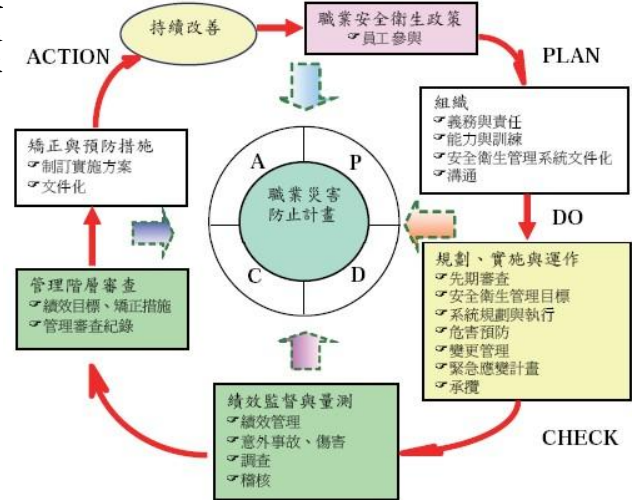


意外事故調查與分析-意外事故處理流程

4



急救處置



意外事故調查與分析-事故調查基本步驟(1/8)

5

- 成立調查小組
- 蒐集資訊
- 查明原因
- 列出可能的矯正或預防措施
- 作成建議
- 追蹤進展



意外事故調查與分析-事故調查基本步驟(2/8)

6

➤ 組成調查小組

- 運用小組方式，儘可能找出事故發生之事實真相及背後之基本原因，並據以找出預防類似事故之發生，因此事故調查召集人需要求事故發現者、參與急救搶救人員、受傷人員、技術人員、維修人員等參與調查或提供專業知識協助調查。

意外事故調查與分析-事故調查基本步驟(3/8)

7

➤ 蒐集資訊

🌸 書面資料

✓ 訓練紀錄

✓ 維修紀錄

✓ 檢查紀錄

✓ 工作程序

🌸 人員訪談

🌸 相關程序查核

意外事故調查與分析-事故調查基本步驟(4/8)

➤ 人員訪談

🌸 直接關係人

✓ 目擊者

✓ 受傷者

🌸 間接人員

✓ 受傷者之同伴

✓ 維修人員

✓ 醫護人員

意外事故調查與分析-事故調查基本步驟(5/8)

9

➤ 查明原因

🌸 運用災因模型

🌸 儘可能列出所有可能原因

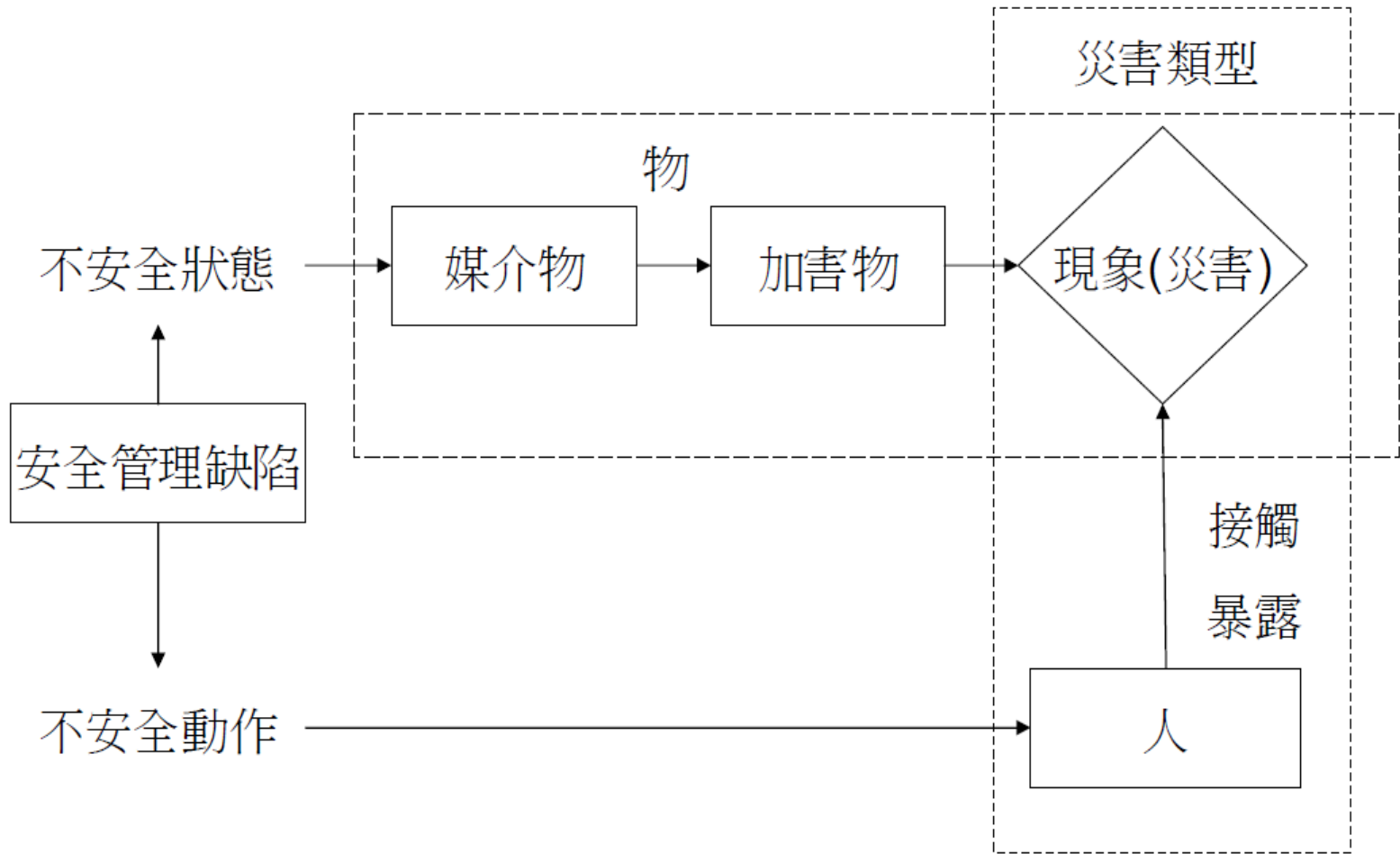
🌸 找出立即原因

🌸 找出基本原因

🌸 找出管理缺失

意外事故調查與分析-事故調查基本步驟(6/8)

10



意外事故調查與分析-事故調查基本步驟(7/8)

11

- 採取矯正及預防措施時應考量事項
 - 是否消除立即危害
 - 是否防止人員再發生類似事故
 - 區域或全面性之矯正措施
 - 事故發生機率及事故成本
 - 這些措施是否足夠，以往執行上有何困難



意外事故調查與分析-事故調查基本步驟(8/8)

12

➤ 改善建議執行及追蹤

- ❁ 改善建議內容應明確指定負責單位、人員、改善時間
- ❁ 改善建議應系統化追蹤其執行狀況

意外事故調查與分析-意外事故調查方法(1/2)

13

❁ 意外事故調查方法，利用5W1H

WHO WHAT
WHEN WHENRE
WHY HOW

❁ 事故原因可分為三類：

1. 直接原因：立即導致意外事故發生的原因。
2. 間接原因：為一項潛在的事件或狀態導致意外事件發生，如個人因素、作業因素。
3. 根本原因：追溯至管理系統失效，如能有效改善，可以預防類似事件再度發生。



意外事故調查與分析-意外事故調查方法(2/2)

14

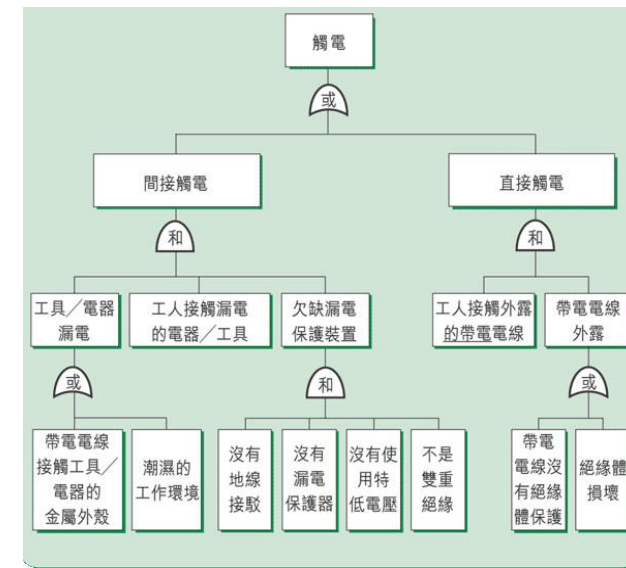
1. 核心分析技術(Core Analytical Techniques)

- 屏障分析(Barrier Analysis)
- 變更分析(Change Analysis)
- 事件及成因圖(Events and Causal Factors Charting, ECFC)

2. 複合式分析技術(Complex Analytical Techniques)

- 系統原因分析技術(Systematic Causal Analysis Technique, SCAT)
- 失誤樹分析(Fault Tree Analysis, FTA)
- 事件樹分析(Event Tree Analysis, ETA)
- 為何樹分析(Why Tree Analysis, WTA)
- 原因樹分析(Causal Tree Analysis, CTA)

3. 特殊分析技術(Specific Analytical Techniques)



事故案例與防止對策

15

案例一、管線內金屬雜質遇純氧，引起高溫燃燒

案例二、從事貨車上貨作業發生物體倒塌致死

案例三、從事製程反應器入槽清理作業發生缺氧窒息死亡

案例四、從事高壓氣體特定設備安裝測試作業發生爆炸致死

案例五、從事二氧化碳滅火鋼瓶排氣作業發生遭鋼瓶撞擊倒地致死



事故案例與防止對策

16

案例一

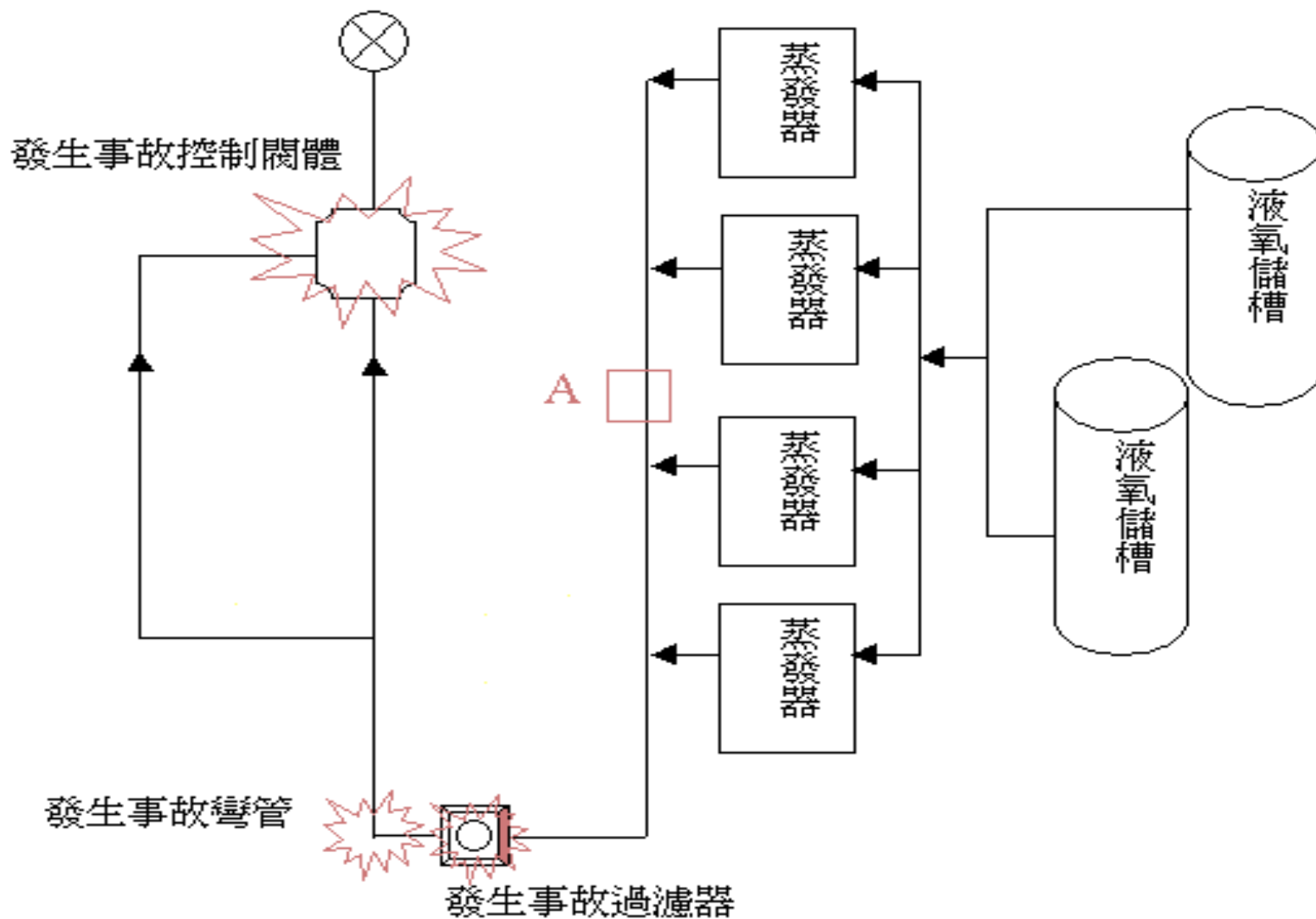
管線內金屬雜質遇純氧，引起高溫燃燒



液氧儲槽供應系統

(案例一)

17



災害現場-管線破損圖

(案例一)

18



過濾器正面破損狀況圖

(案例一)

19



過濾器背面破損狀況圖

(案例一)

20



具 100 mesh 之不鏽鋼材過濾器

90。彎頭破裂情形圖

(案例一)

21



控制閥破損情形

(案例一)

22

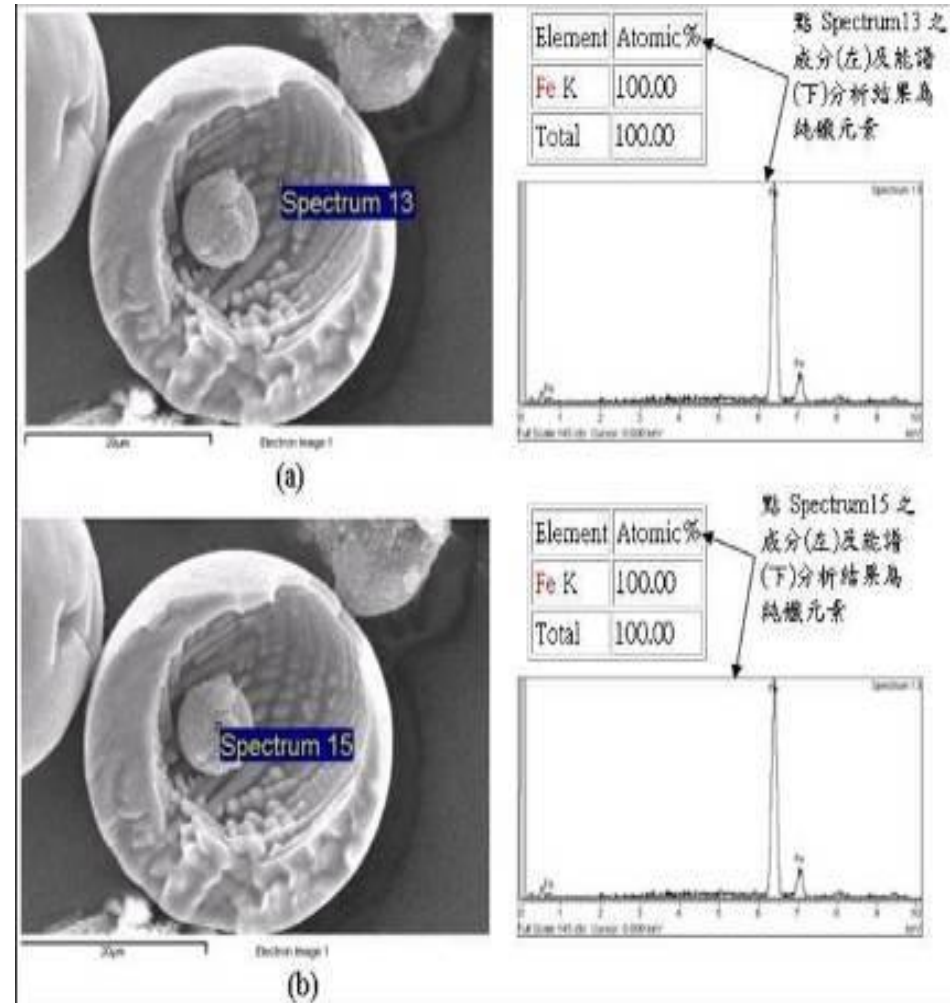


起火源之探討

(案例一)

23

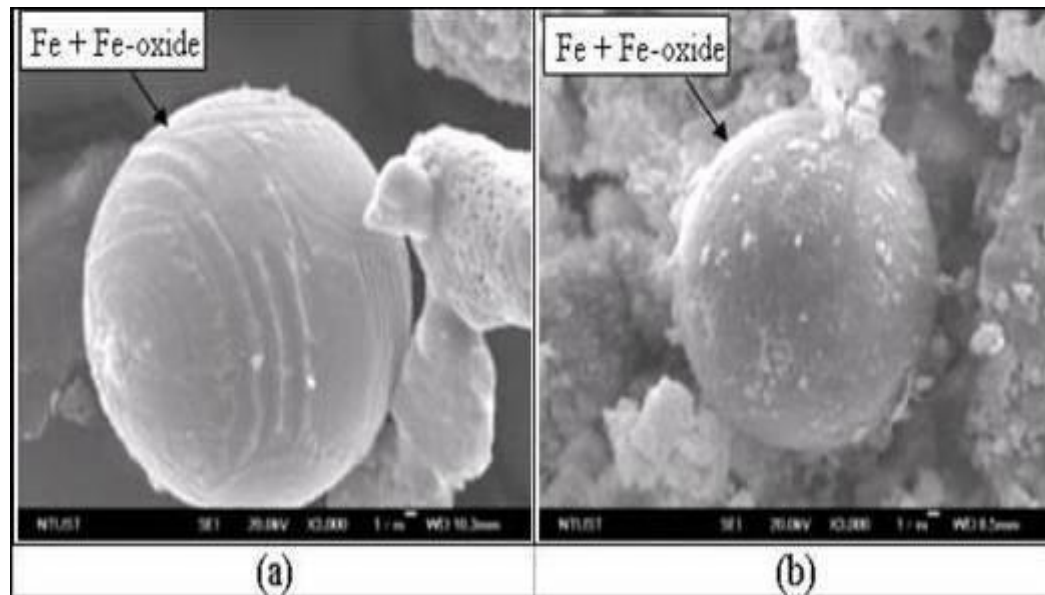
- 大部分鐵粉塵表面皆有氧化現象。
- 而發生事故的不鏽鋼篩網為100 篩目 / 每平方英吋，約為204 μm 以下的孔徑。
- 因此存在於事故管線內的金屬粉塵，具有相當高的機會可以衝擊不鏽鋼篩網，造成起火源。



起火原因－鐵屑

(案例一)

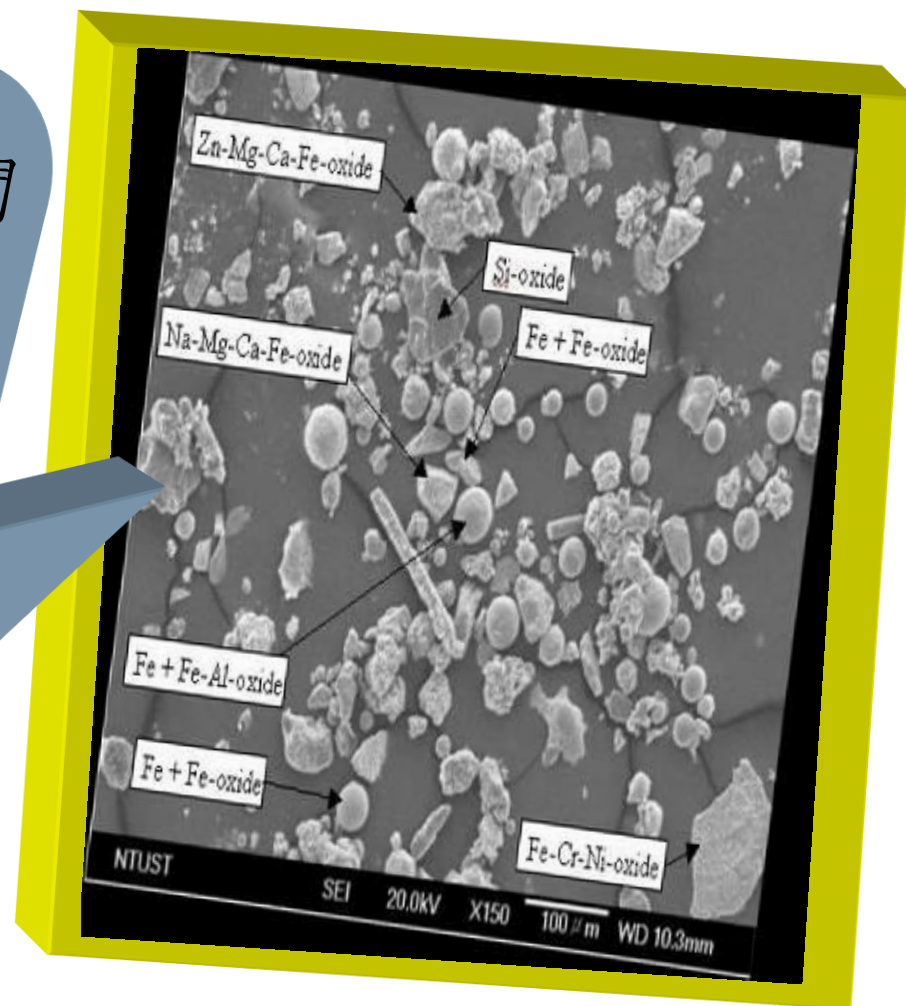
24



管線內部金屬顆粒之存在乃為設備安裝期間金屬顆粒沉積於管線內部(a)，而於通氮氣清管或開試車期間，金屬顆粒隨氣流流動與管壁磨擦碰撞造成其形貌與外部(b)雜質中之金屬顆粒不同。

- 因經過長期使用，可能內部殘留雜質、內壁物質脫落，或是此設備於高金屬粉塵濃度現場擺置一段時間(安裝與待料時間)，導致設備內的金屬雜質累積。
- 配管系統有許多閥件墊片(Packing)，因摩擦轉動，導致金屬雜質剝落殘留(此為氣體公司於氧氣輸送管線內裝設不鏽鋼過濾器的原因)。
- 管線焊接作業後，並未確實執行標準清洗作業。

將焊接完的管線或閥件，浸泡於鹼液與異丙醇溶液內，將金屬雜質與油漬去除，接著用氮氣將殘餘溶劑吹乾，後用紫外燈檢查是否有殘餘雜質存在。



□ 即當管線於作業完成（如管線焊接、安全或密閉通氣測試），進行管內通氣清洗雜質作業後，才裝上不鏽鋼篩網。

□ 考慮後端閥件之安全而提前裝上篩網時，應於通氣清管之後，將不鏽鋼篩網拆下清洗，再裝上然後才能試開。

第八十二條第二款

將導管設在地盤上時，應距地面安裝，且應在顯明易見處所設置詳細標明有高壓氣體種類、發現導管有異常之連絡處所及其他應注意事項之標示；

另雇主使勞工從事儲槽之操作作業時，應使該勞工就其作業有關事項實施檢點，並提供適當之防護具，此外，工作人員應適當受訓並告知操作物質之危害性及安全使用法。

案例二

從事貨車上貨作業發生物體倒塌致死

- 一、行業分類：其他通用機械設備製造業
- 二、災害類型：物體倒塌
- 三、媒介物：粉碎機
- 四、罹災情形：死亡1人

104年8月15日10時40分許，劉○○駕駛荷重3公噸之堆高機將重量約830公斤之粉碎機搬運至車廂時，由於貨車已堆放貨物，僅於靠近車頭右側車廂側門處留有一橫放粉碎機之空間裝載粉碎機，當時粉碎機料斗側朝向車頭，經碰撞後傾斜倚靠於車廂前方之門柱，該員未熄火即離開其位置，可能因堆高機未熄火產生之振動加上以鐵橇移動粉碎機，致重心不穩傾倒掉落擊中罹災者，致外傷性胸腹部鈍性傷，導致多重器官損傷而不治死亡。

一. 直接原因：工作中遭傾倒之粉碎機壓砸致外傷性胸腹部鈍性傷，導致多重器官損傷而不治死亡。

二. 間接原因：

不安全狀況：

(1) 堆高機駕駛於離開位置時未將原動機熄火。

(2) 使用堆高機從事粉碎機之搬運時未保持穩固狀態。

三. 基本原因：

(1) 未對勞工施以從事工作與預防災變所必要之安全衛生教育及訓練。

(2) 未使堆高機操作人員接受特殊作業安全衛生教育訓練。

(3) 未訂定自動檢查計畫。

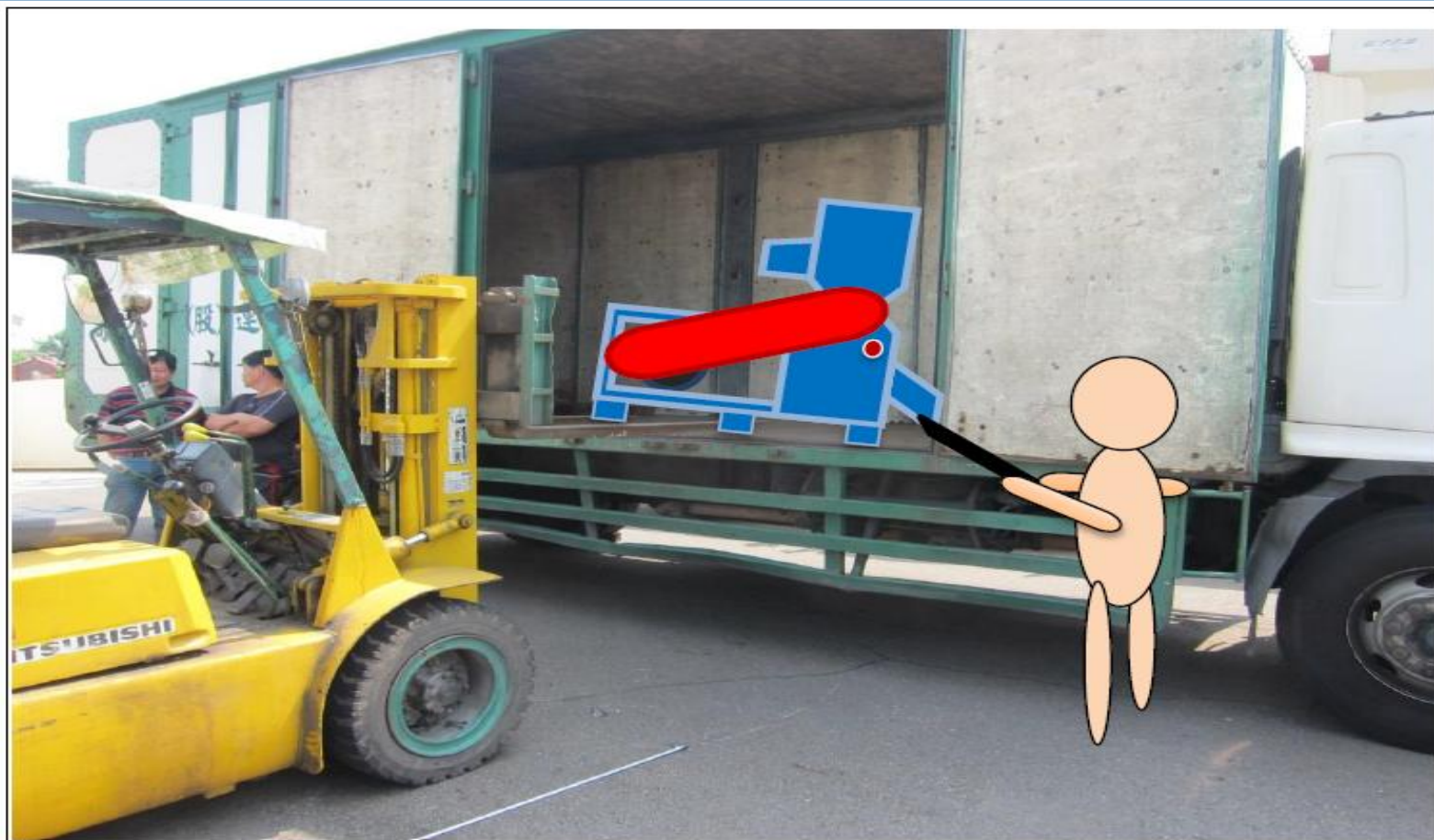


- 一. 使勞工操作堆高機從事作業，於駕駛者離開其位置時，應採取將貨叉等放置於地面，並將原動機熄火、制動。(職業安全衛生設施規則第116條第12款暨職業安全衛生法第6條第1項)
- 二. 對於堆高機之操作，不得超過該機械所能承受之最大荷重，且其載運之貨物應保持穩固狀態，防止翻倒。(職業安全衛生設施規則第127條暨職業安全衛生法第6條第1項)
- 三. 雇主對於荷重1公噸以上堆高機操作人員，應使其接受特殊作業安全衛生教育訓練。(職業安全衛生教育訓練規則第14條第1項第2款暨職業安全衛生法第32條第1項)
- 四. 雇主依第十三條至第六十三條規定實施之自動檢查，應訂定自動檢查計畫。(職業安全衛生管理辦法第79條暨職業安全衛生法第23條第1項)
- 五. 雇主對新僱勞工、或在職勞工於變更工作前，應使其接受適於各該工作必要之安全衛生教育訓練。(職業安全衛生教育訓練規則第16條第1項暨職業安全衛生法第32條第1項)

現場示意照片

(案例二)

34



照片 1

當時粉碎機料斗側朝向車頭，因罹災者離開其位置時未將堆高機熄火，其產生之振動加上罹災者未保持所載貨物之穩定狀態即以鐵棍移動粉碎機導致傾倒。

案例三

從事製程反應器入槽清理作業發生

缺氧窒息死亡



- 一、行業分類：其他化學製品製造業
- 二、災害類型：與有害物等之接觸
- 三、媒介物：其他(缺氧)
- 四、罹災情形：死亡1人

據該廠副課長李○○稱述：103年8月28日7時40分至50分左右大夜班副課長楊○○直接在2樓詢問人在3樓罹災者廖○○工作進度狀況後，立即回到2樓控制室與李○○辦理交接，交接到7時55分左右，突然接到同仁來電告知有人倒臥製程反應器中，李○○和楊○○到現場發現罹災者廖員倒臥於製程反應器中，李○○和楊○○立即佩戴輸氣管面罩進入該反應器將罹災者廖員搶救上來，約8時20分送往彰化基督教醫院急救後仍不治死亡。



可能為罹災者廖員災害發生當時在該廠製程反應器在未確認空氣中氧氣濃度，且未實施通風換氣之下，即佩戴防毒面具進入反應器，因製程反應器以氮氣加壓將EAPA移料至暫存槽，製程反應器內充滿氮氣，廖員因缺氧窒息送醫不治死亡。

一. 直接原因：罹災者廖員進入製程反應器作業時，因氧氣不足，致缺氧窒息死亡。

二. 間接原因：

不安全狀況：

(1) 進入製程反應器缺氧作業場所未進行氧氣監測，且未進行通風換氣。

(2) 進入製程反應器缺氧作業場所未置備適當之空氣呼吸器等呼吸防護具。

三. 基本原因：

(1) 未確實執行缺氧作業檢點及現場巡視事項。

(2) 缺氧作業主管未執行確認換氣裝置、測定儀器、空氣呼吸器等呼吸防護具等設備之狀況，且未指派監視人員隨時監視作業狀況。



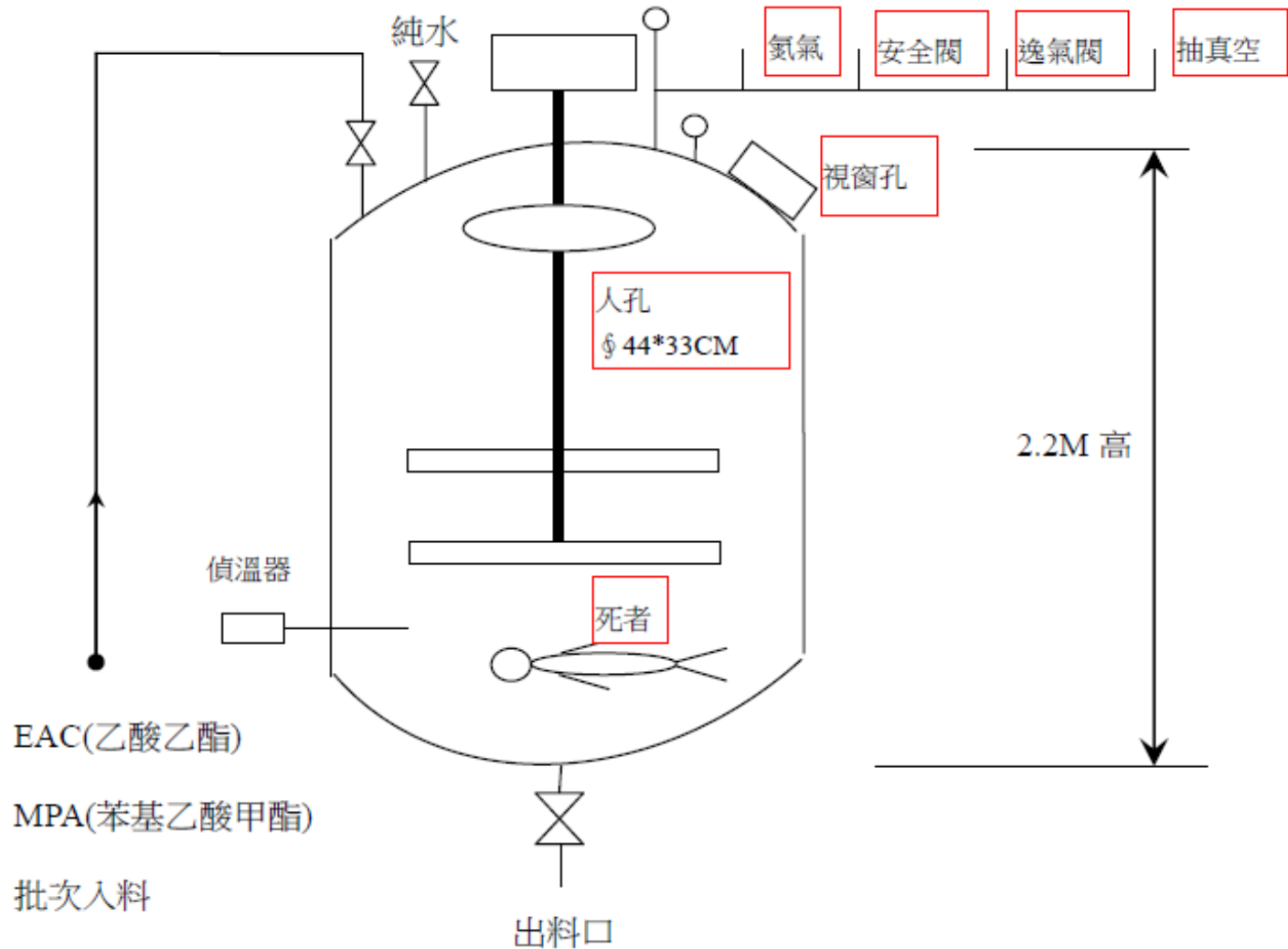
- 一. 雇主使勞工從事缺氧危險作業時，應置備測定空氣中氧氣濃度之必要測定儀器，並採取隨時可確認空氣中氧氣濃度、硫化氫等其他有害氣體濃度之措施。(缺氧症預防規則第4條暨職業安全衛生法第6條第1項)
- 二. 雇主使勞工從事缺氧危險作業時，應予適當換氣，以保持該作業場所空氣中氧氣濃度在百分之十八以上。....。(缺氧症預防規則第5條第1項暨職業安全衛生法第6條第1項)
- 三. 雇主使勞工從事缺氧危險作業時，應指派一人以上之監視人員，隨時監視作業狀況，發覺有異常時，應即與缺氧作業主管及有關人員聯繫，並採取緊急措施。(缺氧症預防規則第21條暨職業安全衛生法第6條第1項)
- 四. 雇主使勞工從事缺氧危險作業時，應於每一班次指定缺氧作業主管從事下列監督事項：一、....。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、...。(缺氧症預防規則第20條第3款暨職業安全衛生法第6條第1項)
- 五. 雇主使勞工從事缺氧危險作業，未能依規定實施換氣時，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。(缺氧症預防規則第25條暨職業安全衛生法第6條第1項)
- 六. 雇主應依其事業單位之規模、性質，訂定職業安全衛生管理計畫，要求各級主管及負責指揮、監督之有關人員執行缺氧作業時之作業檢點及現場巡視。(職業安全衛生管理辦法第12條之1第1項暨職業安全衛生法第23條第1項)



現場示意圖

(案例三)

40



案例四

從事高壓氣體特定設備安裝測試作
業發生爆炸致死



- 一、行業分類：其他金屬加工處理
- 二、災害類型：物體破裂
- 三、媒介物：壓力容器
- 四、罹災情形：1人死亡

依據○○五金行工作場所負責人王○○與○○有限公司實際經營負責人詹○○及相關人員口述，本次災害生經過如下：

災害發生於102年7月4日約11時許。當日上午9時20分許，○○氣體有限公司詹○○（以下簡稱詹員）將其製作完成之氣體分配器由車上移至○○五金行廠房東北側，便進行高壓氧氣桶→蒸發器→氣體分配器間之管路連接。於上午10時40分許，各設備間管路連通後，詹員便進行氣體分配器之測漏及灌氣作業，詹員先開啟高壓氧氣桶開關閥輸出25kg/cm²液態氧，氧氣便經蒸發器及管路進入氣體分配器中，詹員再至氣體分配器處，測試安裝完成之氣體管路有無洩漏並逐一關閉氣體開關閥，當關閉至最後一個氣體開關閥(位於氣體分配器左下方氣體開關閥，編號6)時，詹員站起來準備拿肥皂水欲測試焊接點有無漏氣情況時，忽然碰一聲，發生氣體分配器槽體爆裂，造成現場煙塵瀰漫，過沒多久即聽到有人員倒地，○○五金行王○○立即前往查看，即發現張○○（以下簡稱張員）倒臥在地上已經沒生命跡象，當下○○五金行立即通報警消單位。



一. 直接原因：

因氧氣分配器發生爆裂，造成端板飛射致勞工張員頭頸部遭切割倒地傷重當場死亡。

二. 間接原因：

不安全狀況：

(1) 氣體分配器未設置壓力超過最高使用壓力時可迅速使其壓力恢復至最高使用壓力以下之安全裝置。

(2) 氣體分配器與蒸發器之間未裝設減壓閥及壓力表。

三. 基本原因：未進行工作環境或作業危害之辨識、評估及控制。



- 一. 氣體分配器設置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。
- 二. 氣體分配器與蒸發器之間裝設減壓閥及壓力表。

現場示意照片(1)

(案例四)

46



照片 1 六個氣體開關閥 1~6 配置與測漏順序、高壓氧氣桶輸出液態氧氣壓力為 $25\text{kg}/\text{cm}^2$ (示意圖)。

現場示意照片(2)

(案例四)

47



照片 2 肇災現場氣體分配器、罹災者與端板飛射路徑(示意圖)。

案例五

從事二氧化碳滅火鋼瓶排氣作業發
生遭鋼瓶撞擊倒地致死



- 一、行業分類：其他化學材料製造業
- 二、災害類型：被撞
- 三、媒介物：其他壓力容器（二氧化碳滅火鋼瓶）
- 四、罹災情形：死亡1人、傷0人

罹災者於從事舊有滅火器鋼瓶排氣作業時，遭二氧化碳滅火鋼瓶撞擊頭部倒地，處，身體外表無明顯外傷，經送○○醫院急救，後轉○○醫院救治，於隔日5/1(六)上午7 點26 分許不治身亡。

- 一. 直接原因：遭二氧化碳滅火鋼瓶撞擊倒地致顱內出血死亡。
- 二. 間接原因：
不安全狀況：
 - (1) 進行二氧化碳滅火鋼瓶排氣作業時未將鋼瓶固定。
 - (2) 未先將排氣管和二氧化碳滅火鋼瓶瓶閥連接，即進行插梢拔出動作。
- 三. 基本原因：
 - (1) 未對勞工施以勞工安全衛生在職教育訓練。
 - (2) 鋼瓶排氣作業規範未明定作業時鋼瓶須先固定。

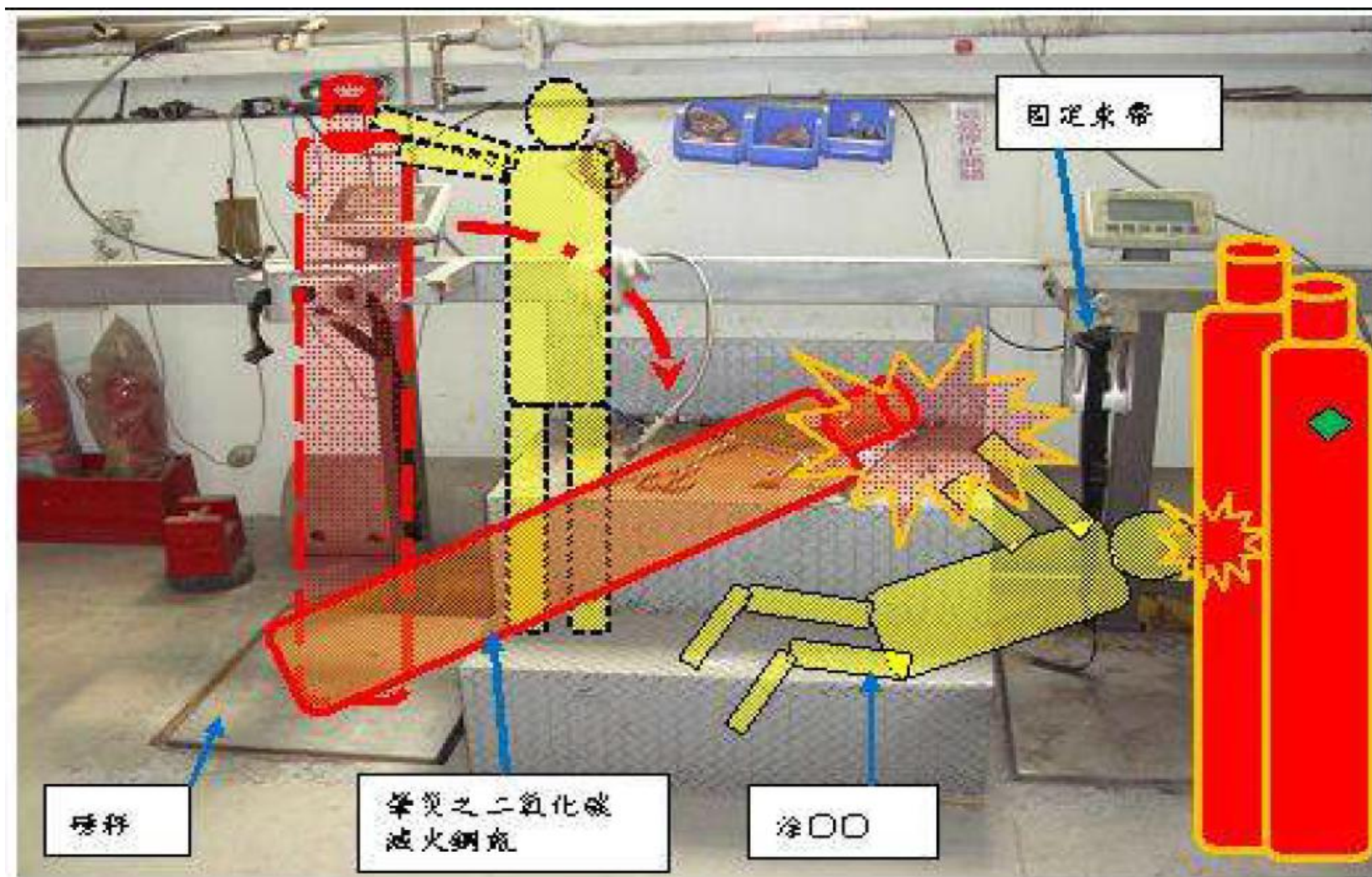


- 一. 雇主對於高壓氣體容器，不論盛裝或空容器，使用時，應依左列規定辦理：一、... 四、容器使用時應加固定。五...。（職業安全衛生設施規則第106條第4款）。
- 二. 雇主對一般勞工，應依其工作性質，施以勞工安全衛生在職教育訓練。（職業安全衛生教育訓練規則第17條第1項第13款）。

現場示意照片

(案例五)

53



安全，是回家唯一的路！