

## 局限案例 3\_分析參考

### 印刷電路板製造業-於廢水處理場慢混槽內發生硫化氫中毒災害調查分析報告

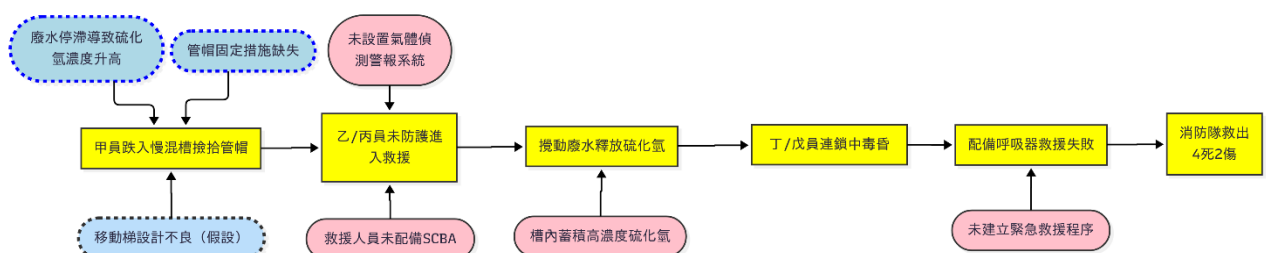
**重要提醒：** 本分析報告是基於所提供案例的有限資訊，並結合事故調查的專業方法論進行。部分內容為根據邏輯與經驗所做的合理假設，並會明確標示為\*\*(假設)\*\*。一場實際、完整的事務調查，需要更詳盡的現場勘查、人員訪談與物證檢驗來支持所有結論。

#### 事故基本資料

- 行業分類：印刷電路板製造業
- 災害類型：中毒、缺氧
- 媒介物：硫化氫 ( $H_2S$ )
- 罹災情形：死亡 4 人、受傷 2 人
- 事故時間：106 年 6 月
- 事故地點：廠內廢水處理場之化學處理慢混槽
- 事故摘要：因廢水場刮泥異常，勞工甲員於停止進水並抽除部分廢水後的慢混槽內，疑為撿拾掉落的管帽時不慎跌入槽內。隨後，勞工乙、丙、丁、戊員在未有適當防護下，接連進入槽中試圖救援，因攪動廢水導致劇毒硫化氫逸散，相繼中毒昏迷。最終由其他配戴空氣呼吸器的人員與消防隊救出，但仍造成 4 死 2 傷的重大悲劇。

#### 一. 事件成因分析圖 (ECFC)

此圖將事故發生的事件及相關條件按時間順序呈現，以視覺化方式釐清因果關係。



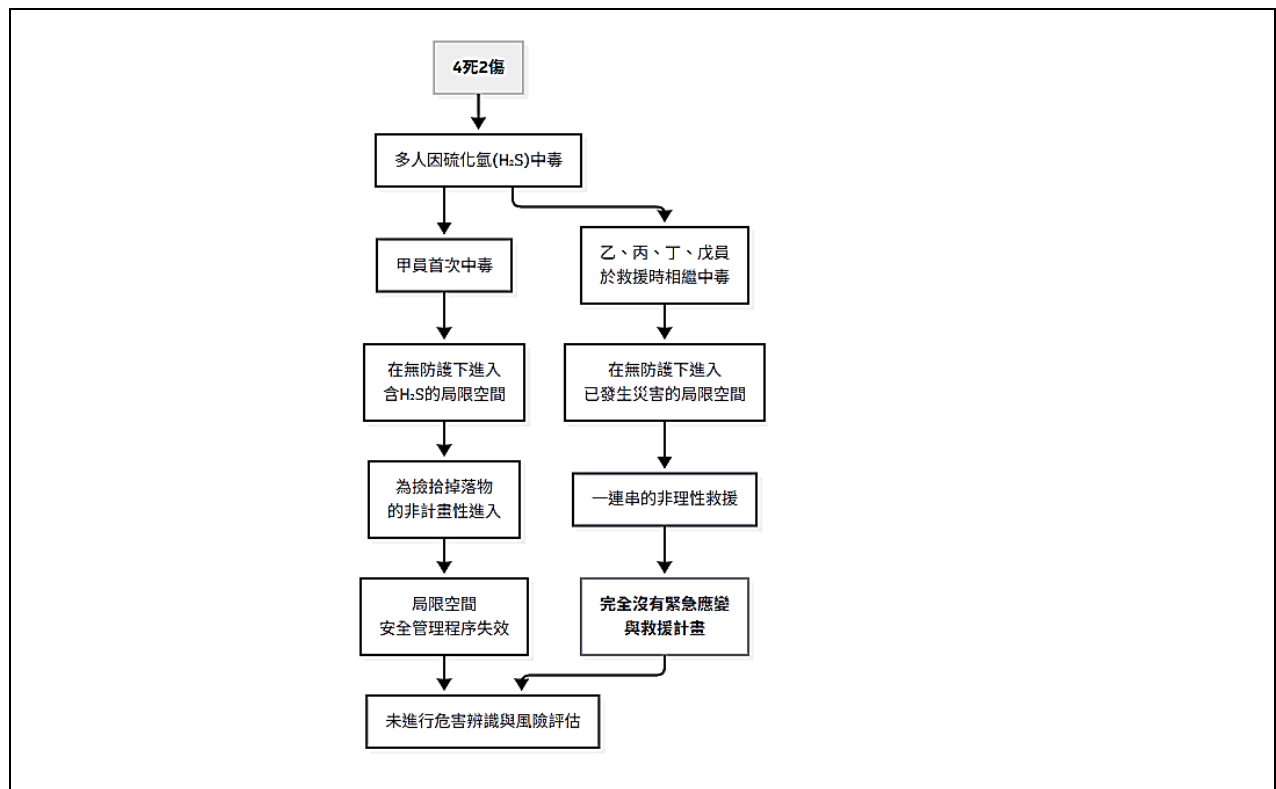
## 二. 時間序列表

此表以表格形式記錄事故發生的先後順序和相關條件，作為 ECFC 的輔助。

日期時間	事件描述	事實/ 假設	主(P)/次 (S)事件軸	相關條件 1 (直接條件)	相關條件 2 (條件 1 的背景或前提)
106 年 6 月 某日晚間	勞工甲員進入慢混槽，疑為撿拾管帽不慎跌入。	事實	P	未經許可進入局限空間、未佩戴防護具。	缺乏局限空間作業安全程序(SOP)。
同日	乙員發現後，至中控室呼叫支援。	事實	S	啟動了非制式的緊急呼救。	未啟動正式的、有組織的緊急應變計畫。
同日	乙員及丙員接續進入慢混槽救援甲員。	事實	P	救援人員未佩戴呼吸防護具。	嚴重缺乏對硫化氫危害的認知。
同日	因人員進入攪動廢水，造成硫化氫(H <sub>2</sub> S)大量逸散，乙、丙員吸入後中毒昏迷。	事實	P	槽底污泥受擾動，釋放劇毒氣體。	未意識到攪動廢水可能導致危害急遽升高。
同日	丁員見狀，為搶救同事也進入槽內，隨即中毒昏迷。	事實	P	第二波救援人員仍未佩戴呼吸防護具。	「救人心切」的本能反應壓過了風險判斷。
同日	戊員回到現場，看到 4 名同事倒在槽內，亦進入搶救，隨後昏迷 (推斷)。	事實/ 推斷	P	第三波救援人員依然未佩戴呼吸防護具。	現場已形成**『救援者陷阱』**的死亡連鎖。
同日	己員取抽風管回到現場，發現已有 5 人倒在槽內。	事實	S	終於有人試圖採取工程控制措施，但為時已晚。	缺乏事前規劃，導致應變措施混亂且無效。
事故後	另外 2 名員工配戴空氣呼吸器進入搶救，因困難未能成功。最終由消防隊救出。	事實	P	正確的救援行動終於展開，但已錯過黃金時間。	凸顯了專業救援的必要性與困難度。

## 三. 為何樹分析 (Why Tree)

本分析從最終的傷害事件開始，透過不斷追問「為什麼」來探究事件的根本原因。



## 四. 屏障分析

本分析旨在識別應有但失效、缺失或不足的屏障，導致危害接觸到目標。

- **危害：** 硫化氫 (H<sub>2</sub>S) 急性中毒
- **目標：** 甲、乙、丙、丁、戊等現場勞工

屏障類型	屏障	屏障表現 (事故時狀態)	屏障失效原因	屏障如何影響事故 (失效的後果)
工程控制	1. 機械通風與換氣	不存在	作業前未依規定實施通風，將有毒氣體排出。	整個作業與救援過程，人員皆暴露於致命濃度的硫化氫中。
	2. 氣體濃度偵測器	不存在	未實施作業前測定，也無連續偵測。	人員對無色、初期具臭蛋味但高濃度會麻痺嗅覺的劇毒氣體，完全沒有警覺。
行政管理/程序性	3. 局限空間作業許可	失效/不存在	甲員的進入是未經許可的非計畫性作業。	管理系統的第一道防線被完全繞過，導致後續所有安全措施均未啟動。
	4. 安全教育訓練	嚴重不足	未對勞工進行 H <sub>2</sub> S 危害、局限空間風險、救援程序等訓練。	勞工不僅無法自保，更因錯誤的認知而投入危險救援，導致災情慘重。
	5. 現場監督	失效	未能阻止甲員的非計畫性進入。	失去了在第一時間制止不安全行為的機會。
	6. 緊急應變與救援計畫	完全不存在 (關鍵屏障)	未建立任何書面或口頭的救援計畫，未指定救援隊，未演練。	導致了悲劇性的『救援者連鎖』，是本次災害擴大的最主要原因。

## 五. 變更分析

本分析比較「事故狀況」與「理想的無事故狀況」，以識別導致事故的關鍵差異。

因素	事故狀況	先前、理想或未發生事故狀況 (假設)	差異(變更)	效果評估 (差異對事故的影響)
<b>WHAT (什麼)</b>	為了撿拾一個小小的「管帽」而進入。	物品掉落應透過正式、安全的程序(如使用工具)或計畫性進入來處理。	作業的「目的」由正常工作變為非計畫性的臨時任務。	為了看似微不足道的目標，而繞過了所有安全程序，付出了慘痛代價。
<b>WHEN (何時)</b>	在人員落水/昏迷的「緊急狀態」下。	在計畫性、受控的狀態下作業。	現場情境由「受控」變為「失控的緊急狀態」。	緊急狀態引發了恐慌和非理性決策，導致一連串的錯誤救援。
<b>WHERE (何地)</b>	於充滿劇毒 H <sub>2</sub> S 的廢水槽底部。	於槽外安全區域。	危害地點為「立即致死或危害健康(IDLH)」的環境。	任何無防護的進入都等於是自殺行為。
<b>WHO (何人)</b>	一群未經訓練、僅憑本能救人的同事。	專業、有組織、配備完整裝備的救援隊。	應變人員的「角色」由專業救援者變為下一位罹災者。	救援行動非但無效，反而讓災情呈倍數擴大。
<b>HOW (如何)</b>	「一個接一個」跳下去救。	啟動緊急應變計畫，救援隊著裝後，以安全方式救援。	救援方式為「無序、無防護的本能反應」。	這是典型的局限空間災害擴大模式，也是最令人痛心的部分。

## 六. 人為失誤分析

本分析探討影響人員行為的深層次原因，而非僅歸咎於個人。

失誤類型	主要不安全行為/失誤	根本原因 (組織與系統層面)
違規行為(情境性)	甲員：未依規定(或常識)，為撿拾物品而擅自進入局限空間。	<b>安全管理制度：</b> <ul style="list-style-type: none"><li>缺乏嚴格的門禁或管制措施，讓人員能輕易進入危險區域。</li><li>未建立「任何進入都需許可」的強制性安全文化。</li></ul>
知識性錯誤 / 違規行為(例外性)	乙、丙、丁、戊員：看到同事倒下，出於救人本能，在明知危險(至少看到前人倒下)的情況下仍進入，此為典型的「例外性違規」。他們同時也因知識不足，嚴重低估了危害的立即性與致命性。	<b>訓練與文化：</b> <ul style="list-style-type: none"><li>緊急應變訓練的完全空白，未教導員工在危急時「唯一且正確」的反應是「通報求援，而非自行救援」。</li><li>安全文化中缺乏對「看不見的殺手(如 H<sub>2</sub>S)」的敬畏。</li></ul>

## 七. 根本原因探討(Root Cause Analysis, RCA) (參考用)

根本原因分析是一個系統化過程，旨在識別導致事件發生的最深層次原因，這些原因通常與管理系統的缺失相關，是組織有能力且應該聚焦修正的。RCA 整合前面各種分析方法的發現。

### 1. 安全管理制度的系統性缺失

- 未建立局限空間作業管理程序：公司未依法規建立包含許可、測定、通風、監督等在內的完整管理計畫，是所有錯誤的源頭。

### 2. 緊急應變計畫與救援能力不足

- 公司完全沒有制定局限空間作業的緊急應變程序與救援計畫。導致事故發生時，現場人員只能憑藉「救人」的本能反應，採取最危險的行動，造成原本 1 人的事故，迅速擴大為 4 死 2 傷的慘劇。

### 3. 教育訓練與危害告知的失效

- 從管理階層到現場勞工，對於廢水處理場常見的硫化氫(H<sub>2</sub>S)危害、局限空間風險、以及「禁止盲目救援」的黃金準則，認知完全不足。

### 矯正改善措施建議

#### • 制度層面：

- 立即建立並雷厲風行地執行「局限空間安全衛生管理計畫」與「緊急事故應變計畫」：此為首要且刻不容緩的措施。必須明文規定並強力宣導：「嚴禁任何未經訓練的人員，在未有防護裝備下，對局限空間災害進行『徒手』救援。」
- 建立救援程序與專責救援隊：應明訂緊急通報流程，並透過內部訓練建立專責救援小組，或與外部專業救援機構簽訂合約，確保救援行動的安全與專業。

- **設備層面：**

1. **補足安全與救援設備：** 立即採購並維護校正氣體偵測器、通風設備、供氣式呼吸防護具(SCBA)、三腳架、捲揚器、救生索等全套救援器材，並放置於隨時可取用之處。

- **人員層面：**

1. **實施震撼教育與重複演練：** 應以本次血的教訓作為案例，對全體員工實施局限空間危害(特別是 H<sub>2</sub>S)的專項訓練。訓練**最關鍵**的核心必須是：「遇到他人倒在局限空間，你的第一任務不是『救他』，而是『救自己，並向外求援』！」此觀念必須反覆演練，深植人心，才能打破救人本能所造成的死亡連鎖。
2. **強化監督與責任：** 嚴格要求作業主管、監視人員的現場監督責任，並賦予其絕對權力，制止任何不安全的進入或救援企圖。

重要提醒：本分析範例是根據提供演練個案的有限資訊及事故調查方法論進行的模擬分析，部分資訊為根據邏輯和經驗進行的假設，實際調查需收集更多證據來驗證。