\*

台南市新化區某公司火警事故

Fire incident at company in Xinhua District, Tainan

陳慶郎 陳名聖 陳德泰

新力美科技股份有限公司環保署南部環境毒災應變隊

台南市新化區那拔林里一號、台南市善化區南科九路20號

一、摘要

100年 7月 28日，新力美科技股份有限公司 新化廠製三課製程區竄出大量有機蒸氣，並迅速蔓延至鄰近廠區及周邊馬路，洩漏量到達爆炸下限且遇熱源而引起火災事故，波及鄰近製程區及品保實驗室（ 毒化物 少量運作場所 ） 。

關鍵詞：（1） 火災、（2）爆炸下限、（3） 少量運作場所

Abstract

100 July 28, at DSM- AGI Corporation, there was a leaking of organic vapor from the Zone 3 of production area and spread over to the nearby plant and the road. When the vapor cloud accumulated to the LEL level at certain area, which met the ignition source, a explosion occurred and affected the production area and QC room ( small amount of toxic chemical substance handling site ) .

Keywords : (l)Fire,(2)LEL,(3)a small amount operational site

二、事故 簡介

100年 7月 28日上午 9時 25分，本廠消防自動定點廣播系統作動，廣播指示 製三製程區火警警報，緊急應變小組人員立即前往查看，發現製三製程區竄出大量有機蒸氣，並迅速蔓延至鄰近廠區及周邊馬路，因該洩漏之有機溶劑比重比空氣重，迅速蓄積於地面低建處、溝渠死角等，不易被空氣吹散，而易燃液體之蒸氣延燒速度僅次於可燃性氣體的燃燒，應變人員到場立即架設消防水帶灑水降低該有機蒸氣濃度並防護降溫且疏散週遭人員，9月28 分疑似停放於馬路旁載運汙泥之卡車引擎溫度過高，引燃有機蒸氣後造成閃燃並引起火災事故，並波及鄰近製程區及品保實驗室（毒化物少量運作場所） ﹔其餘毒化物則存放於毒化物倉庫及原料槽區，未受火災波及。

表 1 毒化物少量運作場所受述及毒化物一 覽表

化學品 中文／英 文 CAS NO 固 液氣 態 數量（kg) 備註

三氯甲烷／Chloroform 67-66-3 液態 4.9 燒毀

鄰 苯二甲酐/Phthalic anhydride 85-44-9 固 態 0.15 燒毀

鄰苯二甲 酸二丁酯／Dibutyl phthalate ( DBP )

131-11-3 液態

0.099

燒毀

砒啶／Pyridine 110-86-1 液態 1.25 燒毀

二甲基甲瞌胺

／N,N-Dimethyl Formamide

68-12-2 液態

11.28

燒毀

三、應變過程

（ 一 ） 初期應變－安全、隔離及通報

製三製程區火警警報作動後，廠內應變人員立即架設消防水帶灑水防護降溫，9時28分，疑似停放於馬路旁載運汙泥之卡車引擎溫度過高，引燃有機蒸氣後造成火災，並迅速蔓延至鄰近製程區，且造成 6 名救災人員及另1名員工閃避不及而受傷，該等受傷人員分別送至成大醫院及奇美醫院進行醫療照護。

1.廠內員工疏散

火災發生後，指揮中心立即廣播全體人員疏散，並通報轄區新化消防隊請求支援，全體員工則疏散至省立台南醫院新化分院集結清點人數。

2.廠外通報

事故發生後，通報組人員除於 09 時 30 分通報轄區消防隊外，並於09 時 45 分通報南區毒災應變中心、台南市環保局、行政院勞委會南區勞動檢查所．．．．等相關單位 。

因顧及附近居民安全，廠方並立即指派人員通知附近那拔、羊林里里長，並通知附近省立台南醫院新化分院、農業改良場．．等，隨時準備疏散附近居民 。

（ 二 ） 搶救及應變過程

本公司於9時30分通報119勤務中心後，轄區新化消防分隊於9時37分到廠，立即接手滅火救災工作，廠方人員則提供相關危險物配置圖及物質安全資料表等救災資訊協助救災，環保署毒災應變隊也於到達現場後提供搶救單位相關毒化物諮詢 。

消防人員到場後會同廠方人員確認現場危害潛勢後立即針對毒化物少量運作場所進行滅火搶救行動，以期降低毒化物之燃燒或洩漏之 災害。唯現場火勢猛烈，毒化物少量運作場所於搶救後仍燃燒全毀。台南市消防局後續到達單位均迅速投入救災，唯現場仍有化學品等儲存在考量搶救人員安全前提下，先以擺設自動消防砲塔作降溫及界防護，並參考物質安全資料表劃定管制區域進行相關管制與除污動作。

環保署南區毒災應變隊台南應變隊到場後隨即展開相關環境檢測作業，包含廠內消防溢流水、空氣中污染物濃度相關數值等提供廠方及應變搶救單位作為行動方案之參考。經各單位全力搶救火勢於7月28日12 時控制，唯殘火處理較危險及費時，火勢按滅時間為 7 月 30日的時。

表 2 本次受災毒化物燃燒後可能產生之產物

列管編號 中文／英文名稱 CAS NO 危害分類 火場機燒後可能產物 防護裝備

054-01 三氯甲烷/Chloroform 67-66-3 6 甲酸、二氧化碳、 鹽 酸

半 面 式

073-01 鄰 苯甲酐／

Phthalic anhydride 85-44-9 6.8 鄰苯甲酸燻煙、

一氧化碳、二氧化碳

半 面 式

080-02 鄰 苯甲酸二丁酯／

Dibutyl phthalate 84-74-2 6

多 種多 環芳香烴

半 面 式

097-01 砒啶/Pyridine 110-86-1 3.6 氰化物煙霧、一氧化碳、二氧化碳和氮氧化物

4匕4勿

半 面 式

098-01 二甲基甲醯胺／

N,N-Dimethyl Formamide 68-12-2 3.6 二甲基氨、一氧化碳、二氧化碳、 氮氧化物

半 面 式

環保署南部毒災應變隊環境檢測使用PID、FID四用氣體偵測器、GC／MS、FTIR對於廠界周圍環境空氣進行檢測，結果均無異樣。

消防溢流水部份則 採用 PH 試紙檢測，結果呈偏酸性(PH值1~2)本公司獲知隨即進行攔阻並調派抽水車將該溢流水抽取或打回廠內廢水暫存池存放 。

表 3 PID 檢測結呆

(l)PID 採樣紀錄

項次 採樣地點 風向 風速(m/s) 採樣

時間 樣品編號 偵測結果

(ppm)

1 事故地點大門口 西北西

1.3 11:30 A l00072801-P01 N.D

2 農改場 西北西 1.3 13:05 Al0007280 1-P02 1.4

3 事故地點大門口 西北西 1.3 15:12 A l 00072801-P03 N.D

4 製七區、製八區 西北西 1.3 16:10 Al0007280 1·P04 N.D

5 事故地點大門口 西北西

1.3 16:20 A 10007280 l-P05 N.D

表 4 FID檢測結果

(l)FID 採樣記錄

項 次 採樣地點 風 向 風速(m/s) 採樣

時間 樣品給號 偵測結果

(ppm)

1 乾燥一區 西北西 1.3 11:20 Al 0007280 1-D01 13

2 製七區、製八區 西北西 1.3 15:00 Al 0007280 l-D02 25

3 事故地點大門口 西北西 1.3 15:12 A 10007280l-D03 N.D

4 製七區、製八區 西北西 1.3 16:10 A 10007280 l -D04 N.D

5 事故地點大門口 西北西 1.3 16:20 Al 00072801 -D05 N.D

表 5四周氣體檢測結果

(1）四周氣體偵測器檢測結果：

項次 採樣地點 風向 風速（m/s) 採樣時間 樣品編號 偵測結果

CO(ppm)

1 乾燥－區 西北西 1.3 11:20 A100072801-M01 5～15

2 製七區、製八區 西北西 1.3 15:00 Al00072801-M02 15

3 事故地點大門口 西北西 1.3 15:12 Al00072801-M03 N.D

4 製七區、製八區 西北西 1.3 16:10 Al00072801-M04 N.D

5 事故地點大門口 西北西 1.3 16:20 Al00072801-M05 N.D

項次 採樣地點 風向 風速（m/s) 採樣時間 樣品編號 偵測結果SO2ppmm

1 製七區、製八區 西北西 1.3 15:00 A100072801-M02 0.5

表 6 GC/MS 檢測結果

(1) GC/MS 採樣記錄

項次 採樣地點 風向 風速(m/s) 採樣時間 樣品編號 半定量結果

1 乾燥一區、乾燥二區 西北西 1.3 11:50 A10000728-G01 ND

2 製七區、製八區 西北西 1.3 12:20 A10000728-G02 環已烷:0.73

甲苯:0.52

3 農改場 西北西 1.3 13:05 A10000728-G03 ND

4 事故地點大門口 西北西 1.3 14:25 A10000728-G04 ND

5 製七區、製八區 西北西 1.3 14:50 A10000728-G05 環已烷:0.73

甲苯:0.52

6 事故地點大門口 西北西 1.3 14:12 A10000728-G06 ND

表 7 FTIR 檢測結果

事故現場周界環境監測FTIR偵測數據 化學品名稱

SO2 co NO2

平均值 N.D. N.D. N.D.

最大值 N.D. N.D. N.D.

事故現場大門 口 FTIR 偵測數據 化學品名稱

SO2 co NO2

平均值 N.D. 1.06665 N.D.

最大值 N.D. 2.1333 N.D.

表 8 放流水 PH 檢測結果

(l)pH 值採樣記錄

項次 採樣地點 風向 風速(m/s) 採樣時間 樣品編號 偵測結果

1 排放口 西 北西 1.3 12:00 W100072801-PH01 1~2

2 距大門 50公尺處 西 北西 1.3 14:12 Wl00072801-PH02 7

3 製七區、製八區 西 北西 1.3 16:30 W100072801-PH03 2~3

四、災因分析

（ 一 ）直接原因

疑似因卡車引擎溫度引燃有機溶劑蒸氣，起火燃燒。

（ 二 ）間接原因

因操作甲苯及環己烷回收溶劑 純化過程時，疑似排氣管路阻塞，使反應釜（編號 RE-92201）內壓力上升，導致管線脆弱處破裂，洩漏大量有機溶劑蒸氣迅速 蔓延至廠區及廠區道路 。

1. 不安全狀況

(1）易燃液體蒸氣外洩時，缺乏可燃性氣體自動偵測警報系統。

(2）存有易燃液體蒸氣，致有引起火災、爆炸之虞之工作場所，設置有火花、電弧或高溫成為發火源之車輛機械。

2.不安全行為

(1）靜止中交通載具未熄火 。

(2）參加搶救人員未配戴適當防護器具。

（ 三 ）基本原因：

1.勞工安全衛生教育訓練未落實，且勞工警覺性不足。

2.自動檢查頻率不足。

五、災後處理與復原

（ 一 ）公司於災後隨即成立善後復原小組，針對災害現場進行災後相關安全評估，且聘請國內外專家協助探討事故發生原因，並建立預防機制以防範災害再發生。

（ 二） 境復原方面廢水經圍 堵並抽取回廢水暫存池後，將符現場安全評估許可後可處理部分進入本公司廢水處理設備處理。其他相關廢水則交由首灃、晨貿（清除機構）等進行後續處理；廢棄物處理方面待事故調查與安全評估完成後，若有善後復原之相關廢棄物產出待獲得台南市環保局許可後將委託合格清理機構清運處理。

（ 三 ） 附近社區及居民本司指派專責人員調查居民是否有受災情況與安撫其情緒並統計受災狀況與損失，以利日後提供相關慰問與補償事宜且於當地里長保持聯繫 ，隨時保持敦親睦鄰之管道。

六、改善對策

（ 一 ）安全管理方面

1. 落實緊急應變訓練預計每半年實施乙次，並加強安全防護具之操作使用。

2. 加強承攬商安全管理包含送貨運輸業，進入本公司車輛一律要求加裝滅焰器方可進入本公司廠房。

3. 加強員工專業操作訓練如操做安全程序及如何應變。

4. 確實要求定期執行工作前之安全檢查及執行檢查維修工作並保存記錄。

（ 二 ）安衛設施方面

1. 進行製程危害評估，了解危害分析來進行預防，並加強設備安全設計。

2. 新建安裝設備一律要求本質安全設計，如溫度紀錄警報器、附警報之壓力計、原料輸送之緊急遮斷裝置、異常時使反應器內容物體安全洩放裝置等。

3. 現場一律安裝可燃性氣體偵測器及警報設備，現場開關及電氣設備一律安裝防爆設備。

4. 加強既有設備的安全措施，如自動遮斷設備、緊急洩放設備、水霧噴灑設備等 。

七、參考文獻

（ 一 ） 有機溶劑蒸氣接觸電器設備引起火災爆炸案例分析。張日誠、吳鴻 鈞、勞工安全衛生簡訊第 107 期

（ 二 ） 毒性化學物質災害疏散避難規劃之研究以大園工業區為例。林祥安、蔣偉寧 、許文科、 國立中央大學土木工程學系

（ 三 ） 長興化學工業股份有限公司路竹廠火事故。2008全國毒災事故應變案例研討會論文集 。

（ 四 ） 毒性化學物質災害防救查詢系統、http://toxiceric.epa.gov.tw/

\*

嘉義縣某塑膠公司火警事故

Fire incident at plastic company in Chiayi County

余基正

南亞塑膠工業股份有限公司

嘉義縣太保市北港路二段 201 號

一 、摘要

99 年 10 月 3 日早上 8 點 20 分 南亞塑膠工業股份有限公司嘉義廠發生熱媒油洩漏之火災，起火點為嘉義二廠一課二樓雙軸延伸聚丙烯膠膜機之縱向延伸設備，因火勢迅速延燒，導致整個廠房 燒燬。

關鍵詞：（ 1）嘉義二廠、（2） 熱媒油、（3） 火災

Abstract

October 3 1999 8:20 am, Nan Ya Plastics Corporation Chiayi Second Plant Thermal oil spill occurred a fire, accident locations, At second floor of first section, The Machine Direct Orientation device Biaxial Orientation Polypropylene film machine . The fire quickly spread, leading to the factory burned the whole scene

Keywords : (1) Chiayi Plant, (2) Thermal oil, (3) fire

二、事故簡介

位於嘉義縣太保市之南亞塑膠工業股份有限公司嘉義二廠於99年 10月3日08:20，雙軸延伸聚丙烯膠膜 7 號機作業員林君於巡視機台時，發現縱向延伸輪區中央有火光閃爍，且縱向延伸輪下方有熱媒油流出，林君迅才主控制室停機，並同 時呼叫 8 號機作業員 蕭君執行滅。

三、應變過程

（一）林君執行停機並關閉熱媒油總閉關，以減少熱媒油流出。

（二）一 旁蕭君 見狀立即拿起滅火器滅火。

（三 ）主機後段作業員蔡君 見到機台停止，火警警報系統作響及發現濃煙，亦 前往加入滅火 。

(四 ）因熱媒油引起之火勢瞬間擴大，大量濃煙不斷冒出，整個縱向延伸輪區已看不見，滅火人員研判已無法自行滅火，為求人員安全，避免遭濃煙嗆傷，立即撤退至一樓安全位置。

（ 五 ）當火警偵測器自動警報通知廠區警衛室，同時嘉二廠值日主管李君亦電話通報警衛課，消防車於 08時 31分出動。值日主管全體點名後架設兩條水帶滅火。08時 36分由公用廠斷電，並由警衛消防車架設兩條水帶灌救。

（ 六 ）08 時 40 分本公司新港廠區消防車 1 台、08 時 41 分太保消防隊 2台消防車入廠滅火，隨後各地區 消防車陸續入廠支援搶救共計39台。

（ 七 ） 10時16分嘉義縣張縣長入廠，隨即成立災害應變指揮中心，處理相關因應措施 。

（ 八 ）10月 4日凌晨00時 53分火勢撲滅，持續監控 。

四、災因分析

經確認為縱向延伸段（MDO） 第 三延伸輪熱媒油洩漏，洩漏原因係該延伸輪 L 側端面破損，而 熱媒油由輪具內洩漏至機台及地面。

（ 一 ） 直接原因

輪具端面破損導致熱媒油洩漏。

（ 二 ） 間接原因

破損處變形彎曲與機台固定鐵架摩擦產生高熱。

（ 三 ） 基本原因

輪具端面破損原因待鑑定。

五、 災後處理與復原

（ 一 ）機台設備因燒燬無法再使用，故不申請復工，惟針對災 區已實施天然災害防護相關措施，整棟廠房加裝防護網，並裝設安全圍籬，標示警戒，防止因強風或豪雨損壞物掉落傷及人員。

（ 二 ）嘉二廠廠內及廠外之消防設施均有依法規設置，且於99年 7月16日通過消防檢查，消防演練亦於 99年 6月 24 日辦理過，惟針對廠內現有同型機台仍增設強化措施如下：

1.熱媒油由礦物油 改為合成油，其優點 為安全及抗氧化性佳 。

2.針對熱媒油相 關設施，已執行如下：

(1） 輪具管理

A 氮氣耐壓試驗 。（強度測試）

B. 焊道作液滲（ PT）檢測。

C. 焊道作超音波（UT）檢測 。

(2） 迴轉接頭管理

A. 每班檢查有滲漏立即更換 。

B. 每 18 個月定期更換 。

c.迴轉接頭配合輪具作耐壓試驗 。

(3） 熱媒油滲漏控制

A.於機台下方、操作側及傳動側設備區域，增設防溢堤、導油溝及集油坑。

B. 各集油坑增設液位檢出器及蜂鳴器警報

C. 增設監視系統，監視縱向延伸區運作情形，每日監控室內監控查看，有問題立即反應 。

(4） 強化初期滅火能力，增設泡沫輪架式滅火器，配設固定消防管路至 MDO 延伸輪及出口輪具上方，並增設手動開關，遇有異常立即打開滅火 。

(5) MDO 段出入口增設靜電消除裝置，降低膜面靜電，並定期偵測紀錄 。

(6) MDO上方增設光電對照 式偵煙器，遇有異常立即警報 。

(7) 緊急排煙裝置與火警信號連動 。

3. 安全衛生管理

(1）推動 PSM 及變更管理，並對在職勞工施以必要之安全衛生 教育訓練（一般安全衛生教育訓練、 危害通識訓練、消防設備教育訓練課程.等） 。

(2） 加強廠內 緊急應變能力，每 2週辦理小型緊急應變演練訓練。

\*

高雄市中石化小港廠火警

Fire incident at Siaogang plant of a petrochemical company in Kaohsiung

周志忠

中國石油化學開發工業股份有限公司小港廠

高雄市小港區中林路34號

一 、摘要

於民國 100 年 4 月 13日 16 時 20 分，工場操作人員進行例行性巡視及取樣時，聽聞製程區高壓段傳出異響，並於同時間發現環己烷熱回收系統的熱交換器入口處發生火災。

火災現場在安全及可控制狀況下，工場值班主管會同南區毒災中心陳政任主任，進入火場點拍照，確定為熱交換系統入口管線上安全閥本體洩漏，立即對照安全閥資料圖，確認洩漏點為安全閥之設定螺栓口。經研討搶修處理方式後，交由檢修人員進行克漏任務，於隔日清晨完成滅火、止漏及檢修。

關鍵詞：（1）環己烷、（2）安全閥 、（3）火災

Abstract

On April 13, 2011, at 16:20, a plant operator heard unusual sounds at the high voltage section of the production area while performing routine inspection and collecting samples. At the same time, a fire was found to break out at the heat exchanger inlet for the cyclohexane heat recovery system. Under the situation where safety and condition of the fire scene were under control, the plant shift supervisor, with Director Chen

Zheng-ren of the Southern Center for Emergency Response of Toxic

Substance, entered the scene to take photos. Itwas confirmed that leakage occurred to the safety valve of the heat exchange system inlet line. The

situation was immediately compared with the information data drawing of the safety valve, which confirmed that the leakage point originated from the screw of the safety valve. After the handling method was discussed, the repairmen carried out stop-leakage operations. The extinguishing of the fire, stopping of leakage and repairs wer completed in the morning of the next day.

Keywords : (1) CYCLOHEXANE, (2) safety valve, (3) fire

二、事故簡介

（ 一 ） 於民國 100 年 4 月 13 日 16 時 20 分，現場操作人員進行巡視及取樣工作，經過環酮工場場周界，發現高壓區中和槽端發生火災，於第一時間立即通知控制中心，控制中心立即通報 119 消防隊，並依本廠「化災緊急應變程序」敢動緊急應變機制，在第一時間先自行展開滅火。

（二） 控制中心利用全廠廣播系統呼叫本廠「先鋒搶救小組」到事件現場支援，同時成立緊急應變中心，由應變指揮官指揮全力搶救，應變組織各組人員就定位後立即開始執行所分配任務，並依規定通報環保局及勞檢處等主管機關。

（三） 本場於17時40分完成洩漏設備與其他系統之隔離，並將火勢控制於洩漏設備之防火牆區域內，為避免火源熄滅後環己烷蒸氣繼續洩漏而有氣爆的風險 ，採取持續對附近設備噴灑消防水降溫，等待系統降溫、降壓後火源、自然熄滅之安全措施。

（四） 火災發生源之設備正常操作條件係高於常壓，為降低系統內壓力，於 17時 05分系統殘氣釋放至廢氣燃燒塔，以儘快降低洩漏量。

（五）於4月14日03時18分系統完成降溫降壓，滅火完成，火源熄滅，04 時 05 分完成止漏作業 。

三、應變過程

（一）4月13日（星期三）

16 : 20 現場操作人員正執行例行性的場區巡視及取樣工作，當下聽到此製程區高壓段傳出爆炸異響，望眼看去本區環已烷熱整合係統入口端方向發生火災 。

16:21 操作人員即通知控制中心，並由值班主管廣播全廠，並依本廠 緊急 應變程序成立緊急應變小組、進行搶救作業。

16 : 22工環人員立即以電話通報高雄市政府環保局稽查科。

16 : 25環酮工場立即緊急停車作業，並由緊急應變小組通報消防單位請求協助處理 。

16 : 30大林蒲等高雄市消防分隊陸續趕到廠內協助滅火16：35工環人員再以電話通報高雄市政府勞工局勞動檢查處。

16 : 36 工環人員再以電話通報高雄市政府環保局毒管科。

16 : 45 以化學泡沫及水柱控制出火點，並持續對災源周圍設備進行降溫。

17 : 05 將系統殘壓釋放至廢氣燃燒塔，以儘快降低洩漏量。

17 : 20工環人員再以電話通報高雄市政府環保局空噪科。

17 : 40完成洩漏設備與其他系統之隔離，將火勢控制於洩漏設備之防火牆區域內，為避免火熄滅後環己烷蒸氣繼續洩漏導致有氣爆之風險，採取持續對附近設備噴灑消防水降溫，等待系統降溫、降壓後火源、自然熄滅之安全措施。

19 : 00南區毒災中心陳政任主任帶領南區毒災應變隊進場協助 。

20 : 00廠長與葉副總由臺北抵達緊急應變小組控制中心進行指揮，並與消防局陳虹龍局長、勞檢處陳俊六處長、南區毒災應變中心陳政任主任及本廠技術小組高經理、林專員，開會研討如何進行滅火止漏 。

23 : 00熱交換系統已逐步降壓、降溫，火勢趨緩火源尚未熄滅。

23 :30值班主管莊明欽會同南區毒災中心陳主任，進入火災點拍照，確定為熱交換系統入口管線上安全閥本體洩漏，對照安全閥資料圖，研判洩漏點為安全閥之設定螺栓 。

（二）4月14日（星期四）

00 : 10 經討論後，確認洩漏點資訊已明確，系統壓力已低，可進行系統加水隔離環己烷就持續進入洩漏點，將火源熄滅並進行止漏搶修。修護人員進行止漏器具預製。

03：18系統加水隔離完成，火源已熄滅，廠內修護人員著防護衣具進入洩漏點搶修止漏。

04 : 05 完成洩漏處止漏作業。

04 : 40 人員及機其清點，無人員傷亡。

05 : 10 廠長召開檢討會，分配善後工作。

09 : 30 製一組經理與環酮工場主任前往大林消防隊完成筆錄。

四、災因分析

（一）直接原因

環己烷熱交換系統之安全閥（PSV-5442）設定螺栓斷裂彈出，撞擊正對面管線產 生火花，瞬間引燃洩漏出之環己烷氣體。

（二）間接原因

1.安全閥廠商保養不周：歲修保養期間，本廠委由柾鐵興公司進行安全閥拆檢及校正，未確實檢查更換有瑕疵之零件。

2.不安全環境：系統內為高壓、高溫環己烷物料（沸點：81℃），當系統環己烷洩漏會瞬間汽化為易燃氣體。

（三）基本原因：

1.監工專業不足，安全閥拆檢校正過程，未確實督促承包商（柾鐵興公司）做好檢修工作 。

2.安全閥檢修承包商管理疏失。

五、事件改善對策

（ 一 ） 直接原因 之改善

場區內相似之安全閱（有背壓之條件者）展開全面性檢查，針對安全閥設定螺栓 等是否瑕疵，若有瑕疵者重新更換新品。

（二）間接原因之改善

安全閥檢修過程，要求廠商須針對設定螺絲進行檢查，如有損壞斷裂，一律更換新品。

（三）基本原因之改善

1.加強監工人員專業訓練。

2.善盡對設備檢修過程監督職責。

3.要求安全閥檢修廠商檢討其標準作業程序書，並追究責。

六、災後處理與復原

針對本次火場涵蓋區（如附件一）之設備及管線，本廠採取策略如下:受火側管線一律更新重配，火場內之墊片一律更新，洩漏安全閥及同性質者一律拆下重新保養檢測，非直接受火側之管線及設備委由專業廠商進行非破壞檢測及試水壓測試 。

（一）設備清查：

火災後檢查週遭設備：熱交換器（E-5406)之端蓋、入口阻閥軸心與法蘭及設備相連之焊道與法蘭皆無損傷。

（二）設備試壓檢測

1.設備及管線金屬金相分析:為瞭解受火設備及管線材質金相組織是否有異常現 象，茲委託「環球檢驗科技股份有限公司」，於100年04月16進行現場金相及硬度檢測，詳細報告如附件四。

2.壓力容器設備試壓紀錄：本廠依照規定進行水壓試驗，相關試驗報告詳如附件 二 。

（三）安全閱（PSV-5442）及相似安全閥整修報告事故安全閥及相似安全閥重新拆檢，並針對設定螺栓檢查螺牙齒規及非破壞性檢測（PT），詳細報告如附件三。

\*

桃園縣平鎮市某電子科技公司火警事故

Fire incident at electronics technology company in Pingzhen,Taoyuan County

吳恩得、劉國瑞

聯茂電子股份有限公司、環保署北部環境毒災應變隊

桃園縣平鎮市工業一路 22 號、新竹縣竹東鎮中興路四段195號

一、摘要

99 年 12 月 10 日凌晨 約 04 時 00 分，本公司二廠一樓上膠作業區發生爆炸，初步調查結果為廠內一廠丙酮槽處於低液位且未有原料補充，現場操作人員通知設備人員至儲槽區查看，發現控制儲槽之電磁閥損壞，於是將電磁閥拆除，並將空氣管插入氣動系浦補料，將原本該送至一廠之丙酮原料送至二廠，導致丙酮由儲槽區持續送入二廠三樓之丙酮儲桶而造成溢流洩漏。丙酮液體隨即從二廠三樓溢流至一樓，現場人員察覺後，便趕至二廠三樓儲桶將上方輸送閥門手動關閉，然後返回一樓現場處理時，便發生丙酮爆炸，現場造成一死四傷，廠內隨即通報相關單位到場協助。現場協助處理單位有桃園縣消防局、桃園縣警察局、桃園 縣環保局、台灣電力公司、環保署北區環境督察大隊、環保署北部環境毒災應變 隊等單位。

關鍵詞：（ 1）丙酮、（2）爆炸、（3）電磁閥

Abstract

On December 10, 2010, at 04:00 before dawn, an explosion occurred at the first floor of the company's No. 2 Plant, glue coating area. Results from the preliminaη investigation showed that the liquid level of the acetone tank at No. 1Plant was low with no supplementary feeding. After the operator at the site informed the equipment personnel to inspect the tank area, it was found that the electromagnetic valve for the tank control was damaged.The electromagnetic valve was therefore removed, and an air

pipeline was inserted to the pneumatic pump for raw material feeding. The raw material, acetone, originally from No. 1Plant was transportedto No 2. Plant. This eventually caused overflow and leakage as the acetone from the tank area was continuously transported to the 3rd level of No. 2 Plant. The situation caused the acetone liquid immediately to overflow from the 3rd level to the 1st level of No. 2 Plant. After the workers at the scene knew about the situation, they rushed to the 3rd level (No. 2 Plant) and manually closed the transport valve above the tanks. After they returned to the 1st level to deal with the situation, the acetone exploded. The explosion injured 4 workers and caused 1casualty. The Plant immediately reported to the related units for assistance. The units assisting the scene included the Taoyuan County Fire Department, Taoyuan County Police Department,

Taoyuan County Environmental Protection Bureau, Taiwan Power Company, EPA，s Northern Inspection Team, and the Northern Center for Emergency Response of Toxic Substance.

Keywords : (1) Acetone, (2)Explosion, (3) electromagnetic valve

二、事故簡介

（一）99 年 12 月 10 日凌晨約04 時 00 分，二廠一樓TA上膠區發生爆炸，警衛隨即通報轄區消防隊山峰分隊前來支援。

（二）根據調查，導致本次爆炸事件之可燃物為丙酮，火源目前調查中﹔丙酮蒸氣係由於二廠三樓丙酮儲桶滿出，流至一樓，造成上膠區內丙酮蒸氣濃度到達爆炸範圍而導致之爆炸。

（三）二廠三樓丙酮儲桶滿溢之原因，為一廠發現丙酮缺料，進行工務部值班人員至槽區進行補料，二廠之氣動系浦誤認為一廠之氣動系浦又將控制氣動泵浦之電磁閥拆除，並把空氣管直接接上氣動泵浦測試，導致丙酮由儲槽持續送入二廠三樓丙酮儲桶造成溢流洩漏。

（四）依葉00口述、陳00察覺丙酮蒸氣濃度過高，將二廠三樓丙酮儲桶上方之閥門強制關閉並通知夜班主管葉宗樺上樓查看，將TA、T5 二台上膠機關機後，2員 在三樓處理後轉身至一樓處理時不久後隨即產生爆炸及並將二廠三樓丙酮儲桶上方之閥門強制關閉，受傷人員救出送至醫院，王00未離開火場，死亡。

（五）詳細災因待火災鑑識科及勞研院正式報告出來。

三、應變過程

（一）爆炸時警衛緊急聯絡轄區消防分隊，現場主管針對員工疏散並進行人數清點，屆時山峰消防隊趕到，並告知消防隊人員起火點及燃燒之物質，並提供廠內 平面圖、物質安全資料表，同時進行火災搶救、槽區桶槽撒水降溫及後續修復事 宜。

（二）相關環保單位也陸續抵達現場協助，廠內也提供毒化物運作紀錄表

及危害物質清單給環保署北部環境毒災應變隊，讓協助單位暸解廠內現有之化學品及儲存量。同時間應變隊也於現場實施環境監測並告知人員是否有危害。

（三）因廠內燃燒而使用大量消防泡沫，環保局人員於災後告知須完成廢水回收作業。並與環境毒災應變隊及環保局人員完成毒化物清點作業。

四、災因分析

（一）直接原因（不安全設備、環境、行為及狀況）

1.丙酮由二廠三樓洩漏流至一樓，由於濃度過高造成爆炸火災。

（二）間接原因

1.人員將二廠之氣動系浦誤認為一廠之氣動汞浦，將控制氣動泵浦之電磁閥拆除並把空氣管直接接上氣動泵浦，導致丙酮由儲槽持續送入二廠三樓丙酮儲桶造成流至一樓發生爆炸。

（三）基本原因：

1.廠內須建立一套完善的管理制度，並加強人員操作訓練規範。

五、災後處理與復原

（一）公司於災後實行一連串之改善計畫，並制定相關作業之標準作業程序，所 有部門員工也全力配合，務必達成勞工在零災害的環境中工作。下面表格為公司在災後安全之改善措施。

表 1廠內 改善措施實行表

項次 災後改善措施 執行單位 執行人員

1 廠內所有維修作業強制要求雙人作業，並嚴格

遵循標準操作程序（SOP），以確保之 各部門 彭○○

2 增加工安衛中心人力，並以三班輪班方式，於危險物品相關作業時陪同之 工安衛 彭○○

3 清查所有元件及管線之功能是否正常並確實標示使用狀況、內容物、來源及流向，避免誤操作 設備/製造 彭○○

4 儲槽溢流，回流系統改善 設備 蕭○○

5 偵測系統之加強 設備/製造 蕭○○

6 建立明確之標準作業程序 設備/製造 彭○○

7 配合政府機關單位指導，加強改善現場作業環境安全 工安衛

8 加強人員教育訓練，提高人員安全意識 各部門

\*

桃園縣中壢市某科技公司氣爆事故

Gas explosion accident at technology company in Zhongli,Taoyuan County

吳欽木、莊凱安

佳和桂科技股份有限公司、環保署北部環境毒災應變隊

桃園縣楊梅市獅四路2號、新竹縣竹東鎮中興路四段 195 號

一、摘要

民國100年6月9日約上午11時左右，本公司中壢廠，外包商騏大機電顧問股份有限公司，進行電線預留管工程之施工，使用噴燈作業時，不慎引燃水溝中有機溶劑氣體，火勢從廠房外側沿著水溝向內側竄起，引燃工廠後方之廢氣處理設備以及管路、遮雨棚及倉庫之保溫材，廠方人員滅火失敗後，火勢隨廢氣處理設備管路進入工廠二樓，隨著管路、遮兩棚及倉庫之保溫材延燒至倉庫，引燃倉庫存放之易燃液體並引發氣爆現象，進而波及隔壁首利得股份有限公司，所幸無人傷亡 。

關鍵詞：（1）溶劑 、（2）易燃液體、（3）火災

Abstract

On June 9, 2011, around 11:00, a fire occurred at the company's Zhongli factory.It was caused by the outsource company which accidently ignited the organic solvent gas within the ditch while conducting torch operations. The fire grew from the outer side of the factory toward the inner side along the ditch, which then ignited the waste gas treatment equipment and pipelines at the rear side of the factory and the thermal insulation facilities of the rain shelter and warehouse. As the factory workers failed to extinguish the fire, the fire entered the 2nd level of the factory through the pipelines of the waste gas treatment equipment, which continued to burn along the pipelines and the thermal insulation facilities of the rain shelter and warehouse, which then extended to the warehouse.

The fire ignited the flammable liquids stored inside the warehouse, which occurred with gas explosion and further affected the adjacent company, Tong Yong Cushion Tire. Fortunately there were neither injuries nor casualties.

Keywords : (1) solvent, (2) flammable liquids, (3) fire

二、事故簡介

民國 100年6月9日約上午11時左右，水電外包商騏大機電顧問股份有限公司人 員向本廠人員詢問是否還有滅火器，本廠人員得知水溝起火，於是緊急呼叫現場人員加入救火行列並打119求救，但火勢從廠房外側沿著水溝向內竄起，並引燃 管路的保溫棉、遮兩棚 隔熱浪板的保溫棉 以及廢氣處理設備，引燃後火勢迅速 蔓延，無法使用滅火器撲滅。然後火勢沿著遮兩棚的保溫棉進入一樓倉庫區，引 燃倉庫一區的保溫浪板後，倉庫一區內儲放的有機溶劑隨後也遭引燃並產生氣爆現象，進而延燒至隔壁工廠首利得股份有限公司的輪胎以及倉庫，而廢氣處理設備引燃後，火勢沿著風管延燒至二樓，將二樓辦公室以及預備產線燒毀。

經由桃園縣消防局第二大隊滅火後，佳和桂公司火勢於下午13時許控制住，首利得公司火勢於下午15日寄許控制住，沒有人員傷亡。

三、應變過程

（ 一 ） 緊急呼叫員工加入滅火行列並打119求救。

（ 二 ） 通告所有人員緊急撤離與清點人數：於初期滅火失敗後，緊急呼叫所有人員撤離並清點人數，確認沒有人員受困及受傷。

（ 三 ） 提供平面圖、火場內之危險物質予消防人員:因平面圖放置在火場裡無 法取出，因此以手繪平面圖告知消防隊長官，並告知火場內之危害物質種類及危險性。

（ 四 ） 桃園縣消防局第二大隊：進行現場滅火應變作業

（ 五 ） 環保署北部環境毒災應變隊抵達後，協助現場環境監控以及災後復原 建議，環境偵測結果如下：

表 1 光離子偵測器偵測結果

編號 時間 監（檢）測地點 待測物 監(檢)測值(ppm)

1 12 : 40 事故工廠大門口 TVOC 0.9 ppm

2 12 : 59 事故工廠大門口 TVOC 0.3 ppm

3 12 : 59 下風處 TVOC 0.1 ppm

4 13 : 29 事故工廠大門口 TVOC 1.2 ppm

5 14 : 41 事故工廠大門口 TVOC 0.9 ppm

表 2 火焰離子偵測器偵測結果

編號 時間 監（檢）測地點 待測物 監(檢)測值(ppm)

1 12:59 事故工廠大門口 THC 3ppm

2 13:29 事故工廠大門口 THC 6.6ppm

3 14:41 事故工廠大門口 THC 7.4ppm

表 3 傅立葉紅外光帶儀偵測結果

編號 時間 監（檢）測地點 待測物 監(檢)測值(ppm)

1 13:29 事故工廠大門口 ND ND

2 14:09 雨水排出口 乙酸乙酯 16ppm

3 14:09 雨水排出口 乙烯 5ppm

4 14:09 雨水排出口 正戊烷 40ppm

（ 六 ） 桃園縣環保局:實施稽查作業、協助善後復原

（ 七 ） 環保署北區督察大隊：實施稽查作業、協助善後復原

四、災因分析與改善對策

疑似為水封真 空機於抽真空時，挾帶些微有機溶劑蒸氣，進入水封真空系統之儲水槽，累積在真空系統儲水槽中，工作人員於清潔儲水槽時會將儲水槽裡的水倒入廢液槽中，但在清潔過程中不慎將含有有機溶劑的水灑溢到水溝中，造成水溝中含有有機溶劑。

外包商騏大機 電顧問股份有限公司，於本公司進行電線預留管工程之施工，使用噴燈施工時引燃水溝中有機蒸氣，雖然水溝的火勢不大，但是火勢沿著水溝從廠房外側向內竄出，引燃易燃的保溫棉以及PP材質風管，而無法以滅火器撲滅，進而引燃倉庫裡存放的易燃液體。下列為係針對災因分析與改善對策說明:

（ 一 ）水溝裡含有易燃液體的原因

1.災因分析：因為水封式真空系統的儲水桶含有些微溶劑，工作人員進行儲水桶清潔時不慎將含有有機溶劑的水溢灑到水溝中，造成水溝中含有有機溶劑。常用 的有機溶劑為乙酸乙酯和正己烷，其蒸氣密度（空氣＝1）分別為3.04、2.97，比空氣重，因此積存於水溝中不易散去。

2.改善對策

(1)增設防溢堤：儲水槽以防溢堤包圍，避免液漏情形發生。

(2)檢測揮發性有機蒸氣濃度:每天檢測水封真空系統周圍及水溝之揮發性有機 蒸氣濃度。

（ 二）水封真空系統含有溶劑的原因

1.災因分析：熱交換器熱交換效率不足，導致無法將所有有機溶劑蒸氣冷凝捕集。熱交換效率不足的主要因素為有以下 3 點說明：

(1）通入熱交換器的冰水溫度不夠低。

(2）熱交換器熱傳面積不足。

(3）水封式真空系統排氣量太大，熱交換器效率不足以將有機溶劑蒸氣全部冷凝下來。

2.改善對策

(1）降低熱交換器的冰水溫度 。

(2）增加熱交換器的熱傳面積 。

(3）縮小真空管線並將控制吸氣閥門降低排氣。

（ 三 ）水溝起火的原因

1.災因分析:外包商騏大機電顧問股份有限公司，於本公司進行電線預留管工程之施工，使用噴燈施工時引燃水溝中有機蒸氣。

2.改善對策：加強動火管理；此次外包商於動火作業前未確實申請動火許可，導致火災，將加強施工前危害告知，以及動火作業之管制，於施工時（動火前）監測作業環境VOC濃度，確認作業環境允許動火後始可進行動火作業。

（ 四 ）廢氣處理設備延燒

1.災因分析：初期小火引燃廢氣處理設備，火勢沿著風管延燒至廠房二樓，進而擴大災情。

2.改善對策：風管增設防火閘門；廢氣處理設備之風管增設防火閘門，若風管著 火時防火閘門可以防止火勢延燒。

（ 五 ）易燃材質之保溫材

1.災因分析：管路使用塑膠材質保溫管，遮雨棚及倉庫的屋頂天板使用內襯泡綿 式隔熱浪板建造，均為易燃材質，著火後火勢迅速延燒。

2.改善對策：使用耐燃材質或不燃材質建造；新設的鋼構建築或管路保溫材，盡量以耐燃材質或不燃材質建造。

（ 六 ）消防器材不足

1.災因分析:於初期小火時因為廠內的消防器材不足以將火勢撲滅，導致後續大火。

2.改善對策:增加消防器材；增加消防器材，選擇適合之滅火設備，以期在初期 火災時控制火勢。

（ 七 ）廠內儲存太多易燃化學品

1. 災因分析：廠內易燃化學品堆放太多，增加危害機會，若發事故容易將災情擴大。

2. 改善對策：將危險品以最低量儲存，降低風險。

（ 八 ）緊急應變能力不足

1.災因分析:於災害初期的應變能力不足，無法將出其小災害消除，容易導致大災害。

2.改善對策：重新制定緊急應變計畫及危害物通識計畫，落實教育訓練及計劃之演練。

五、災後處理與復原

（ 一 ）管制人員進入，避免人員受傷：管制非相關人員進入火場，維持火場的完整性，待消防局鑑識組人員鑑視結束後。

（ 二 ）人員24小時巡視廠房避免餘火並移除可能的危害：排定人員24小時巡視廠房，每班2人，避免餘火並移除可能的危害。

（ 三 ）毒化物載回烏林廠毒物區存放:於現場放置的毒化物接未受到波及，因此將毒化物運回本公司烏林廠之毒化物儲存區。

（ 四 ） 將未受火災波及之原物料，請原供應商運回：商請原供應商將未受波及的原物料運回儲存，將現場的危險物品清空，避免二次危害 。

（ 五 ） 組成應變小組，進入火場檢視並移出殘餘之化學品。

（ 六 ） 拆除受災區域廠房:請合格的清運商進行受災廠房的拆除及清除 。

六、參考文獻

（ 一 ）北部毒災應變隊新竹隊：桃園縣中壢市佳和桂科技公司氣爆事故報告。

\*

南投縣南投市某公司三氯化磷洩漏事故

Leakage incident of phosphorus trichloride at company in Na ntou City, Nantou County

林天欽 、陳德勇

有郁實業股份有限公司

南投縣南技市南崗工業區工業路12-2號

一、摘要

100 年 2 月 23 日下午 3 時 16 分，本公司自歐洲進口之三氣化磷貨櫃於卸 貨時不慎用堆高機刺破一桶，因三氯化磷遇到空氣中之溼氣會產生鹽酸氣—PCl3+3H2O→H3PO3+3HCl事故現場產生大量之白色鹽酸煙霧，廠長隨即前往察看，了解情況後成立緊急應變小組進行應變作業，經通報環保局及消防隊後，本公司應變人員穿著A 級防護衣及C級防護衣，以乾粉滅火器進行中和洩漏之三氯化磷，用木屑清理中和後之廢棄物，事故現場由中區毒災應變隊及環保局進行環境監測，消防局及警察局進行警戒，本事件並未造成任何人員傷亡，經秤重約有 294kg 之三氯化磷洩漏，爾後敝司將加強堆高機操作人員安全教育訓練及堆高機之防護裝置。

關鍵詞：（1）三氣化磷、（2）鹽酸氣、（3）洩漏

Abstract

On February 23, 2011,at15: 16, a barrel of the company 's phosphorus

trichloride cargo shipment from Europe was accidently pierced by the

stacker. Because phosphorus trichloride produces hydrochloric acid gas when contact with moisture within the air (PCL3+3H20→H3P03+3HCL), the scene produced abundant amounts of white hydrochloric acid mist. The

factory’s Director immediately went to the scene. After understanding of the situation, the emergency response team was established to carry out response operations. After the situation was reported to the Nantou

Environmental Protection Bureau and Fire Department, the company’s

response personnel wore A-level or C-level protection clothing and used dry powder fire extinguishers to neutralize the leaking phosphorus trichloride and then using sawdust to clean the neutralized waste. The accident scene was monitored by YERIC and the Environmental Protection Bureau in regards of environmental issues while the Fire Department and Police Department maintained alert control. The incident caused no injuries or casualties.After weighing,the leakage of phosphorus trichloride was about 294kg. In the future, the company will strengthen the safety training of the workers for stacker operations and protection devices.

Keywords : (1) Phosphorus trichloride, (2) hydrochloric acid gas, (3) leaking

二、事故簡介

（ 一 ）時間與災害規模

發生時間:2011 年 2 月 23 日下午 3 時 16 分

發生地點：南投市工業北路 12-2 號

人員傷亡：無人傷亡事故類別：洩漏

災害規模：倉庫周圍約50公尺內有鹽酸氣

（ 二 ）事故概述

100 年 2 月 23 日下午 3 時 16 分本公司於三氯化磷貨櫃卸貨時，在倉庫貯存區不慎用堆高機刺破一桶 50 加侖鐵桶裝三氯化磷，事故發生後洩漏之三氯化磷遇到空氣隨即產生白煙逸散到大氣中，本公司隨即成立緊急應變小組，穿著 A 級及 C 級防護衣攜帶乾粉滅火器中和洩漏之三氯化磷，之後再以木屑吸附中和後之廢棄物，消防隊抵達現場後，因三氯化磷為禁水性物質，敝司安管人員告知消防人員勿直接噴水，只在現場保持警戒防止火災發生，中區毒災應變隊及環保局於週界逕行環境監測，此次事件幸未造成任何人員傷亡約下午 5 時 30 分現場清理完畢經查洩漏約 294kg 三氯化磷，產生有害事業廢棄物約300kgs。

三、應變過程

（ 一 ） 初期應變

事故發生時，因刺破之鐵桶破洞較大，三氯化磷隨即洩漏於倉庫地面，三氯化磷遇空氣即產生鹽酸氣揮發於空氣中，依經驗遇到三氣化磷洩漏如直接覆蓋以鹼性物質（碳酸鈣、碳酸氫鈉）由於反應過激會產生大量放熱而引起火災，故敝司搶救人員立即穿著A級防護衣進入洩漏現場以乾粉滅火器與三氯化磷進行中和，以減少三氯化磷與空氣接觸後所產生之鹽酸氣，此次事件共耗用70支20P之乾粉滅火器，於狀況解除後使用木屑吸附中和後殘留之物質以清理事故現場。

（ 二 ）協助應變

由於三氯化磷遇水會產生鹽酸氣，因此消防隊人員抵達現場時，並未進行噴水作業，僅於週界警戒防止火災發生，中區毒災應變隊及環保局人員逕行環境監測作業，警察局人員協助道路管制防止閒雜人車接近。

（ 三 ）應變處理

由於洩漏於倉庫地板上，並未流出倉庫外，洩漏之三氯化磷經揮發中和後，殘留之廢酸以木屑吸附清理，清理後之有害事業廢棄物暫存於除污桶內由甲級廢棄物清理廠商處理。

四、災因分析與改善對策

（ 一 ）直接原因:人員操作堆高機不慎。

（ 二 ）間接原因:操作人員未注意。

（ 三 ）基本原因:操作人員訓練及堆高機防護措施不足。

五、災後處理與復原

由於洩漏僅止於倉庫內事故經處理後，中區毒災應變隊現場環境監測無污染環境之虞，事故現場所清理之有害事業廢棄物300kgs 於 3 月 21 日由甲級廢棄物清理公司佶鼎公司清理完畢 。

六、檢討及建議

（ 一 ）缺失檢討及改善方法

1.此次事件係人員操作堆高機不慎刺破鐵桶所致，由於三氯化磷遇空氣產生濃煙致使附近廠家以為發生火災，敝公司於事故發生時未通知鄰近廠家造成不必要恐慌，敝公司於事故後建立附近廠家緊急通報機制，以利未來緊急事件之通報。

2.當日新聞媒體亦隨同消防隊人員抵達現場，敝公司人員忙於現場救災未能有專人接待，致使媒體對外發布消息略有偏頗，事後已設立專責發言人主動提供媒體朋友相關訊息。

3.敝公司日後當加強緊急應變處理演練，以其能縮短事故應變處理時程。

（ 一 ）事故防止對策

由於次事件發生原因為堆高機操作不慎所致。

1. 敝公司將加強堆高機操作人員之教育訓練。

2. 敝公司於貯存場所加掛堆高機操作安全注意事項提醒員工注意，以防止事故再次發生。

3. 堆高機加裝防穿刺裝置。

\*

苗栗縣苗栗市某石化公司爆炸事故

Explosion incident at a petrochemical company in Miaoli City, Miaoli County

葉銘鈞

長春石油化學股份有限公司苗栗廠

360 苗栗市福安里福星 246 號

一 、摘要

民國 100 年 5 月 31 日凌晨約 1 時 43 分，長春石油化學股份有限公司苗栗廠之據乙烯醇四場五樓E列鹼化器，可能因螺旋輸送器摩擦引火，而發生爆炸 火災事故，幸無人員傷亡，火勢約 1 小時受到控制，廠房災損面積約 200 平方公尺，廠區與附近區域空氣品質監測無異常。

為防止再發事件，該廠廢除使用螺旋輸送器，變更為以斜扳回收散料方式設計，並加裝線上氧氣分析儀以控制氮氣流量，以確保系統內之氣體含氧量位於下限氧濃度（ Limited Oxygen Concentration，LOC） 以下 。

關鍵詞：（ 1）聚乙烯醇、（2）爆炸 、（3） 火災

Abstract

On May 31, 2011, during the small hours at 01:43, an explosion occurred from the alkalization device located at row E on the 5th floor, No. 4 factory of the the Miaoli plant of ChangChun PetroChemical. The reason was probably caused by friction from the screw conveyor, causing fire and then explosion. Fortunately, there were no injuries or casualties, and the fire was controlled after 1 hour. The total damage of the plant was 200 square meters. No abnormal signals were detected by the air quality monitors at the plant area and nearby locations.

To prevent a similar event from happening, the plant abolished the usage of screw conveyors, and changed to an inclined board design for

recycling. In addition, an oxygen analyzer was installed to the line to control nitrogen flow. The installment was to ensure the system ’s oxygen content in the gas is below the limited oxygen concentration (LOC).

Keywords: (1) Polyvinyl alcohol；PVA, (2)Explosion, (3) fire

二、事故簡介

民國 100 年 的 月 31 日凌晨約 1 時 43 分，長春石油化學股份有限公司苗 栗廠聚乙烯醇四場五樓 E 列鹼化器發生爆炸火災事故（如圖 一），工廠於事故發生後，立即循應變程序成立應變組織投入救災，並通報消防局、環保局及中區勞動檢查所等政府機構，請求協助技災。苗栗縣消防局救災救護指揮中心另行通報北部環境毒災應變隊到場協助 。

火勢於 2 時 50 分受到控制，約 3 時 19 分撲滅，無人員傷亡，廠房災損面積約 200 平方公尺，所產生之消防廢水約 100 噸均圍堵並導入廠內污水處理廠處理；廠區下風處空氣品質監測，無重大異常（FID 測值 5～7 ppm）。

（ 一 ）製程資料

聚乙烯醇製造為一自動化連續操作製程，使用醋酸乙烯酯(VAM)為原料並加入甲 醇當溶劑，聚合反應製成聚醋酸乙烯酯（PVAc）﹔聚合後的聚醋酸乙烯酯（PVAc）再輸送至5 樓熟成區進行鹼化反應，即加入液鹼(NaOH）製成PVA（聚乙烯醇），再經烘乾作業便完成成品的製造。

1. 反應式

(1）聚合程序

聚醋酸乙烯酯(PVAc)為黏稠之高分子聚合物，於鹼化器鹼化反應生成 PVA 固體，以輸送帶輸送至鹼化器尾端之粉碎機破碎至粉體，同時間也會生成醋酸甲酯（MeAc），與未反應完的 MeOH，形成鹼化液（鹼化液組成約為 70% MeOH，30% MeAc），故鹼化器內為固液相之狀態。

（ 二 ） 鹼化單元操作管理

聚乙烯醇四場聚合及鹼化反應夜班操作人力共兩人，一人負責控制室儀控監控，一人負責現場巡視及必要調整操作。依公司規定，現場巡視人員須每小時查核一 次﹔事發當時，據操作人員表示，在其巡視五樓時並無任何異狀，也未變更任何操作設施。而在其離開事故現場約五分鐘即發生事故。

三、應變過程

事故發生後，現場操作人員立即緊急停車，避免化學物質繼續輸送至事故廠房；工廠值班工程師於確認災情後，一方面循通報系統請求廠外支援及指揮救災組以消防系統滅火及區域隔離。消防局第一時間抵達，於取得救災資訊後，即至現場支援水柱滅火，俟後，北部環境毒災應變隊到場即刻著手現場及附近區域環境監測。

（ 一 ） 通報

1.廠內通報

工廠值班工程師為應變小組指揮官，指揮通報連絡組人員向廠內各單位說明事故，並調集應變器材及人員，並向廠長及台北公司回報，請求協助。

2.反應式

依程序通報消防局、環保局及中區勞動檢查所等政府機構，請求協助救災；並向附近鄰里長說明事故狀況。

（ 二 ）廠房滅火

鹼化器內因留有聚醋酸乙烯酯（PVAc）、聚乙烯醇（PVA）、甲醇及醋酸甲酯（MeAc）等有機物，設備爆炸後即於廠房五樓迅速燃燒，現場操作人員立即緊急停車，以防止災情擴大。此時因室內消防系統已毀損，只能使用室外消防系統滅火 。

（ 三 ）污染防治

1. 空氣監測

鹼化器內之有機物並無法定毒化物成分，理論上於火場高溫條件下可轉化為二氧化碳及水氣，對空氣品質影響甚微。北部環境毒災應變隊到場後即於事故現場及下風處量測，以光離子偵測器（PID）及火焰離子偵測器（FID）測值如下表：

單位：ppm

編號 時間 監測地點 PID 測值 FID 測值

1 2:50 AM 事故大樓一樓 0.04 未量測

2 3:23 AM 下風處300公尺 0.4 7

3 4:45 AM 下風處300公尺 0.1 5

廠房滅火後，北部環境毒災應變隊進入五樓以空氣採樣瓶進行空氣採樣，並將採樣瓶以氣相層析質譜儀（GC/MS）進行分析，檢測出空氣中含有醋酸甲酯（MeAc) 7.76 ppm 。

2.消防廢水圍堵

為避免事故產生之大量消防廢水造成環境污染，利用雨水排水系統收集，並導入廠內1,000 m3廢水緩衝設施；應變隊亦於事故地點5樓進行水質酸鹼值監測，測得消防廢水pH 值為7。

四、災因分析

聚乙烯醇四場為一穩定運轉之製程，本次事故可能之因素，可由下列方向探討：

（ 一 ）直接原因

本次事故直接原因為能量進入鹼化器內，引爆可燃性氣體後之火災，而能量之來源，依人為因素、電氣火花、明火、靜電、撞擊及摩擦等可能因素，歸納可能有 下列兩種判定：

1.螺旋輸送器葉片摩擦

依勞委會勞工安全衛生研究所專家於現場會勘時，發現廠房四樓之回收散料螺旋輸送器葉片有部份變形，提出本事故直接原因可能來自螺旋輸送器葉片與外殼摩擦產生火源、所致。

2. 螺旋輸送器培林摩擦

散料回收螺旋輸送器軸承選用型式不適當，造成鹼化液洩漏無法檢知，並因培林處摩擦產生熱源燃燒氣爆。

（ 二 ）間接原因:製程操作條件進入爆炸範圍

鹼化反應操作單元於停車設備開啟維修時，設備會接觸到空氣，為了降低危險性 ，當進行重新開車運轉生產時，會先用惰性氣體（氮氣）吹除置換系統內的空氣，將危險性降至最低。而正常操作中鹼化器須維持於30~50℃之間，此時設備中之甲醇及醋酸甲酯均將發揮至該溫度之飽和蒸氣壓，故理論上此一密閉系統，不 應有空氣滲入而進入爆炸範園。

（ 三 ）基本原因:製程變更管理不確實

該鹼化反應操作單元原為微正壓操作（5～10 mmH2O），因環保標準愈趨嚴格，為符合揮發性有機物設備元件之洩漏標準，防止有機氣體自鹼化器接縫處洩漏，於一年前將微正壓操作改為微負壓操作(0~-5mmH2O）。原評估該系統為密閉且僅微負壓操作，滲入之空氣量有限，應不致進入爆炸範園。但該變更並未實際測量系統之含氧量變化，僅以操作經驗即認定在安全範園，而造成變更管理之疏失。

五、災後處理與復原

事故發生後，由該公司董事長親自指揮整體事故原因調查與改善，以防止任何可能再發之因素。

( 一 ）斜板入料方式設計

使用完全不用動力的斜板入料方式設計，不用機械動力回收散料，可避免因機械動力產生火花。

（ 二 ） 鹼化機增加 N2 Seal 及流量控制計，避免空氣進入系統中原鹼化器僅於粉碎機通有氮氣，為防止設備氮封死角產生，於鹼化器底部增設三處氮封管線，並加裝流量計將訊號傳送控制室監看。

（ 三 ）加裝線上氧氣分析儀

以鹼化液飽和蒸氣壓之下限氧濃度（LOC）計算為 10.9% ，如能將氧濃度控制於此數值以下，可避免鹼化器進入爆炸範圍內之風險。鹼化器內氣體三角圖近似繪製如下：

（ 四 ） 製程重新進行危害鑑別 與風險評估

（ 五 ） 工作指導書（WI）修改與人員再教育訓練

六、參考文獻

（ 一 ） 北部環境毒災應變隊事故調查簡報資料

\*

高雄市橋頭區甲基丙烯甲酯事故

MMA incident at Ciaotou District, Kaohsiung

高廷嘉

行政院環境保護署南部環境毒災應變隊高雄市燕巢區大學路1號

一、摘要

100 年 01 月 03 日 22 時接獲高雄市政府環保局游先生通報，民眾反應高雄市橋頭區典昌路 28 號附近有不明異味自水溝發散。環保署南部環境毒災應變隊依據 4 號作業出勤，應變隊抵達後與現場消防指揮官會衍，依現場狀況研判疑似人為惡意傾倒廢液，經GC/MS鑑認為甲基丙烯酸甲酯(Methyl methacrylate, MMA），半定量濃度測值為12.59 ppm，pH 值約為 2 。經消防水沖洗後，研判現場環境無危害之虞，進行善後復原會議，後續交由環保局追蹤、處理。

此次事故為高雄市近年發生第四起相似案件，引起檢調、環保單位高度重視，調 查過程中應變隊也應檢調單位要求，到場進行鑑認、檢測作業，循線追查傾倒槽車、廢液來源工廠。最終，3 名被告因任意棄置有害事業廢棄物，判決違反廢棄物清理法第四十六條第一款之非法清理廢棄物罪。

關鍵詞：（1）甲基丙烯酸甲酯、（2）不明異味、（3）槽車

Abstract

On January 3, 2011, at 22:00, Mr.Yu from the Environmental Protection Bureau of Kaohsiung City Government informed that a civilian reported of unknown odors coming from the ditch nearby No. 28, Dianchang Rd., Qiaotou Dist., Kaohsiung City. The Southern Center for Emergency Response of Toxic Substance carried out actions according to No. 4 operation. After the response team arrived to the scene, the team discussed the situation with the on-site fire extinguishing commander.

According to the site, it was likely that the odor was caused by a person(s) maliciously dumping waste liquid. After GC/MS testing, the methyl methacrylate (MMA) semi-quantitative concentration was 12.59 ppm and pH value around 2. After it was neutralized by fire-extinguishing water, the environment was evaluated of having no potential hazards. An aftermath and recoveηr meeting was then held, which the follow-up tracking and handling was handed over to the Environmental Protection Bureau.

The incident was the fourth similar case occurring in Kaohsiung in recent years, which received high attention by the prosecutor and environmental protection units. By request of the prosecutor, the response team went to the scene to perform inspection and examination to track the dumping tanker and wastewater factory source. Eventually, the 3 defendants were sentenced illegal waste disposal for violating Article 46, Paragraph 1of the Waste Disposal Act for arbitrarily disposing hazardous industrial waste.

Keywords : (1) Methyl methacrylate, (2) unknown odors, (3) tanker

二、事故簡介

（ 一 ） 事故摘要

1. 發生時間 ：100 年 01 月 03 日 22 時 00 分。

2. 事故地點 ：高雄市橋頭區典昌路 28 號附近

（東經120∘16’2.9”；北緯22∘44’5.4”）

3. 受傷人員:0人受傷、0人死亡。

4. 事故類型 ：不明異味事故。

5. 災害規模：典昌路單向

（長約 200M，寬 0.5 M，污 染 面積約 100 M2)

6. 化學品：甲基丙烯酸甲酯（Methyl methacrylate , MMA) (CAS.NO : 80626)

（ 二 ）事故概述

環保署毒災應變報諮詢中心（以下簡稱諮詢中心）接獲高雄市環保局游先生通報，民眾反應高雄市橋頭區典昌路 28 號旁水溝內疑似有不明異味傳出，類似壓克力氣味，環保局請求支援，應變隊 23 時 06 分依 4 號作業出勤，於 23 時 25 分抵達。以 GC/MS 偵測化學品為甲基丙烯酸甲酯（MMA），半定量濃度測值為 21ppm，完成水體採樣。溝渠屬於深溝、長度約為 30 公尺，溝底廢液因滲入底泥，液體表面不明顯，因此無法估計廢棄量，經以消防水沖洗稀釋後，於距廢液傾倒點（圖 2-1)1公尺處 GC/MS 測值降至1ppm，完成現況討論會議，後續交由環保局處理，應變隊於 03 時 30 分賦歸。

三、應變過程

100 年 1 月 3 號 22 時 55 分諮詢中心接獲高雄市政府環保局游先生通報，民眾反應高雄市橋頭區典昌路 28 號附近有不明異味自水溝發散，環保局請求支援。

諮詢中心依「毒災應變諮詢中心毒災應變標準作業程序」之4 號作業，即不明化學品之災害及污染事故，派遣環保署南部環境毒災應變隊（以下簡稱應變隊）出勤支援。

諮詢中心依據通報內容，初步建議應變隊應注意：（1）在化學品未確認之前，請務必做好應變人員的防護措施；（2）請進行初步範圍內人員管制，隔離距離至少100 公尺；（3）請注意化學品於溝渠密閉空間內可能產生之潛在危害，做好相關預防措施。

應變隊到場後，隨即與高雄市環保局與消防局進行會銜，據環保局表示此異味由 下水道內傳出，且現場水溝蓋有明顯黑色污潰，疑似人為惡意傾倒廢液於下水道溝渠，溝底廢液因滲入底泥，液體表面不明顯，因此無法估計廢棄量。應變隊抵達現場後隨即以攜帶式氣相層析質譜儀（Portable GC/MS）進行不明化學品鑑認，鑑認結果為 MMA（圖 2-1），半定量濃度 12.59 ppm；並使用光離子偵測器（PID），沿下水道進行周界環境監控，測值最高為3.3 ppm；於下風處架設抽氣式傅利葉轉換紅外光光譜儀（FTIR），如圖2-2 所示，測得 MMA 濃度為 34.71 ppm；採集水樣測試 pH 值為 2。

由於MMA為行政院勞工委員會認定之勞工作業環境空氣中有害物（圖 3-3），直接接觸可能對眼睛造成損傷及刺激皮膚，特別是其液體和蒸氣具高度易燃性必 需注意於溝渠侷限空間內，可能造成的危害。

由於 MMA 散發之氣味濃烈，嗅覺閾值 0.034 ppm，容易引起鄰近民眾不良觀成；而此次事故遭惡意傾倒地點下水道溝渠為侷限空間，且持續散發濃烈氣味，考量 MMA 易揮發（蒸氣壓 29 mm Hg @20℃）、 且易燃等特性，應以通氣、稀釋為優先作為，故應變隊請求高雄市政府消防局協助以消防水沖刷下水道溝渠，如圖 3-4 所示，稀釋主要污染源、迫使下水道通氣且稀釋 MMA 濃度。應變隊於沖洗過程中，利用 PID 及 Extractive FTIR 嚴密監控周界空氣中 MMA 濃度，確保未因沖刷下水道而提高周界環境濃度，經消防水沖洗後，周界環境濃度降為 N.D。

四、災因分析

（ 一 ）直接原因

業者為節省 MMA 廢液之清理成本，未依廢棄物清理法之規定 ，委託合格清除處理業者清除、處理有害事業廢棄物並將之任意棄置。

（ 二 ）間接原因

事故地點照明不良、入夜後人煙罕至，且無裝設監視系統，易成為不肖業者傾倒廢液之目標。

五、案件追蹤

99 年度迄今，接連發生疑似惡意棄置含 MMA 之廢液，MMA 為行政院勞工委員 會認定之勞工作業環境空氣中有害物，直接接觸可能對眼睛造成損傷及刺激皮膚，特別是其閃火點僅 2℃，具高度易燃性；且 MMA 嗅覺閾值僅 0.034 ppm ，其 氣味容易引發民眾不良觀感。故高雄市政府環境保護局、警政署環保警察第三中 隊以及環境保護署南區環境督察大隊高度重視這些類似案件，應變隊除參與各起事故應變外，當各單位進行案件後續追蹤、調 查時，協助偵檢以及鑑認工作 。

彙整 99 年度迄今，諮詢中心共接獲四起類似事件，事故原因同為疑似人為惡 意傾倒 MMA 廢液事件，詳細時間、地點如下表 1 所示 。

表 1 99 年迄今高雄市 MMA 類似事故

日期 時間＊ 地點

99.03.29 02:03 高雄市前鎮區新生路

99.04.09 13:32 高雄市楠梓區大學十七街

99.11.30 22:00 高雄縣岡山鎮協和路

100.01.03 22:55 高雄市橋頭區典昌路

註記為行政院環境保護署毒災應變諮詢中心接獲通報時間。

（ 一 ）各起MMA事故概述

1. 高雄市前鎮區新生路

99 年 3 月 29 日 02 時 12 分諮詢中心通報前鎮區新生路與漁港北三路水溝蓋內逸散惡臭異味，高雄市環保局請求支援與協助檢測，應變隊於 02 時 20 分依四號作業出勤，02 時 47 分抵達現場與環保局人員會銜，附近有居民陳訴感到惡臭，疑似業者偷倒甲基丙烯酸甲酯（MMA）所導致。GC/MS檢測並重複比對分析出為MMA，半定量濃度 35.70ppm；PID 測值事故點讀值為320ppm。

2.高雄市楠梓區大學十七街

99 年 4 月 9 日 的 時 32 分接獲 高雄市環保局馮小姐通報，高雄市楠梓區 大學十街口水溝處傳出不明異味請求支援，應變隊 13 時 52 分依 4 號作業 出勤，於14時13分抵達現場與環保局人員進行會銜，應變隊員於事故地點以 PID 量測讀值 657 ppm ；以 GC/MS 量測出甲基基丙烯酸甲酯，測值為 899 ppm ，以大量清水沖洗雨水下水道後抽除污水，經抽除廢水約 20 噸。

3.高雄縣岡山鎮協和路

99 年 11 月 30 日 22 時接獲諮詢中心通報，於高雄縣岡山鎮（現已改制為高雄市岡山區）協和路 1 巷 18 號附近有民眾陳情，水溝疑似有壓克力味道，高雄縣政府環保局請求支援，應變隊 22 時 40 分依四號作業事件出勤。以 GC/MS檢測為甲基丙烯酸甲酯，半定量估算濃度為 84ppm，PID 偵測濃度為 107 ppm，溝泥車協助污水溝污水抽除作業，但因墊圈腐蝕以致損壞無法進行抽除作業，應變隊即調派 2 台抽吸兩用幫浦、15 桶 95 回收套桶至現場抽除作業，後續消防水庫車支援完成清溝作業，現場廢液暫存 95 加侖回收桶共 15 桶，高雄縣政府環保局協請甲級廢棄物處理商（榮工處）到場清運，後續交高雄縣政府環保局追蹤處理。

（ 二 ）應變隊協助支援事故調查

1. 槽車

100 年 01 月 04日 10 時 00 分 高雄市政府環保局鍾先生通報疑似傾倒廢液之泰祥衛生工程行水肥車，請求應變隊協助鑑認，應變隊隨即攜帶 GC/MS 及 PID 前往現場與環保局鍾先生及環保警察第三中隊潘先生等人會銜，並於嫌疑水肥車洩料口進行檢測，GC/MS 鑑認結果為 MMA 濃度 2.11 ppm；PID 測度為 4.86 ppm ，後續環保警察第三中隊行使職權搜索、扣押筆錄、相關物品、以及槽車之登記資料。

2. 工廠

100 年 02 月 11日 09 時 00 分行政院環境保護署南區環境督查大隊陳隊長通報，發現疑似近幾起惡意傾倒甲基丙烯酸甲酯廢液之來源工廠，請求應變隊協助鑑認。應變隊隨即攜帶 GC/MS 及 PID 前往現場與南區環境督查大隊陳隊長及環保警察第三中隊林先生等人會銜，暸解該廠房主要為回收壓克力（具甲基丙烯酸甲酯），經破碎、過篩後，以高溫將壓克力裂解為甲基丙烯酸甲酯單體，而廢液主要為純化製程中產生，廠房內共計 有 53 加 侖桶廢液 57 桶及製程殘渣約 250 公斤。廠房 內甲基丙烯酸甲酯純化製程廢液區進行檢測，GC/MS的鑑認結果為 MMA 濃度 10.15ppm；PID 測值為 199 ppm，後續交由南區環境督查大隊及環保警察第三中隊督導、處理。

（ 三 ）司法判決

臺灣高雄地方法院檢查署於 100 年 3 月 14 日偵結提起公訴，3名被告於審理程序中，對高雄縣岡山鎮協和路以及高雄市橋頭區典昌路兩起惡意傾倒 MMA 廢液案件均坦誠不諱。100 年 5 月 31 日臺灣高雄地方法院判決 3 名被犯廢棄物清理法第四十六條第一款之非法清理廢棄物罪，分處有期徒刑壹年拾月至壹年肆月不等，併科罰金拾萬至陸拾萬不等。

六、參考文獻

（ 一 ） 臺灣高雄地方法院刑事判決，100 年度訴字第 316 號 。

（ 二 ） 高雄市前鎮區新生路不明異味事故報告，行政院環境保護署南部環境毒災應變隊，2010 。

（ 三 ） 高雄市楠梓區不明異味事故報告，行政院環境保護署南部環境毒災應變隊，2010 。

（ 四 ） 高雄縣岡山鎮協和路不明異味事故報告，行政院環境保護署南部環境毒災應變隊，2010 。

（ 五 ） 高雄市橋頭區典昌路甲基丙烯酸甲酯事故報告，行政院環境保護署南部環境毒災應變隊，2011。

\*

屏東縣某公司三氯矽甲烷洩漏事故

Leakage incident of trichlorosilane at company in Pingtung County

唐嘉鴻

福聚太陽能股份有限公司

一、摘要

屏東市某多晶矽廠三氯化矽合成反應器，於 2011 年 01 月 06 日 18 時 10 分，因反應器內之矽砂結塊，反應器本體上HCI管線法蘭受熱不均勻膨脹，造成法蘭墊片密封不良，發生無水鹽酸逸散。

反應器因壓力驟降系統立即自動切斷入料，廠內人員立即是主動緊急應變機制，使用消防設備及水霧系統防止鹽酸氣逸散，於20分鐘內將洩漏源控制，並無造成任何人員損傷。

關鍵詞：（1） 三氯化矽、（2） 三氯矽甲烷合成反應器 、（3） 無水鹽酸

Abstract

Hydrogen chloride gas was leaked from a trichlorosilane synthesis reactor in the polysiliconplant in Pingtung city at 18:10 on January 6th, 2011. Itwas caused by the non-homogeneousheated flanges of the piping of HCl gas on the reactor. The gasket between the flanges was heated and expanded due to the metallurgic silicon was not well-fluidized in thereactor.

The feed was shut off immediately due to the pressure drop and the emergency response mechanism was activated. The fire fighting and the water spray system were activated in order to prevent the diffusion of the HCl gas and the situation was controlled within 20 minutes. No staff was hurt in this incident.

Keywords : (1) Trichlorosilane 、（2) Trichlorosilane synthesis reactor 、（3)Hydrogen chloride

二、事故簡介

三氯化矽合成區之第一線反應器（R-1303）於 2011 年 01 月 06 日 18 時10 分進行試俥，反應器內之矽粉與無水鹽酸開始進行合成反應，反應器溫度由常溫加熱到開俥溫度，因反應器內之矽砂結塊，導致反應器本體上 HCl 管線之法蘭受熱不均勻膨脹，造成法蘭墊片密封不良，發生無水鹽酸逸散。

三、應變過程

（ 一 ） 應變 時間 序

時間 應變行動

18:10 無水鹽酸逸散，關斷 R-1301 進料並釋壓。

18:15 應變器材及人員集結，是主動除毒水霧。

18:20 啟動廠內砲塔、消防栓及周界砲塔，抑制 HCl 逸散至廠外。

18:30 控制住現場，但有鹽酸氣逸散至 2-3 公里外的社皮地區與大洲里。

19:30 消防隊到廠外。

19:40 消防隊由本廠人員引導至事故區查看。

20:13 毒災應變隊到廠外。

20:25 毒災應變隊由本廠人員引導至事故區查看偵測值為87℃。

20:30 毒災應變隊之HCl偵測ND，紅外線熱像距事故地點 2 公尺處，偵測值為87℃

20:33 四用（LEL、SO2、CO、CL2）氣體偵測 ND。

20:39 檢知管距離事故點 2 公尺處，HCl偵測器測值為ND 。

20:46 檢知管距離事故點 1 公尺處，HCl偵測器測值為0.2ppm。

21:20 現場消防廢水pH值7。

21:40 陳教授向各級長官說明狀況。

（ 二 ） 應變過程照片

四、災困分析

（ 一 ）直接原因:鹽酸氣逸散。

（ 二 ）間接原因:不均勻膨脹造成法蘭墊片洩漏。

（ 三 ）基本原因:矽砂經長時間重壓於反應器底部形成結塊。

該鹼化反應操作單元原為微正壓操作（ 5～10 mmH2O），因環保標準愈趨嚴格，為符合揮發性有機物設備元件之洩漏標準，防止有機氣體自鹼化器接縫處洩漏，於一年前將微正壓操作改為微負壓操作(0~-5mmH2O）。原評估該系統為密閉且僅微負壓操作，滲入之空氣量有限，應不致進入爆炸範圍。但該變更並未實際測量系統之含氧量變化，僅以操作經驗即認定在安全範園，而造成變更管理之疏失。

五、災後處理與復原

（一）事故現場清理，消防廢水收集至消防廢水暫存槽，經廢水場處理後排放 。

（二）清除反應器底部結塊之矽砂，反應器及管線表面清理，更換保溫批覆。

清除前照片 清除前照片

說明:內部有矽粉結塊造成底部無法正常流體化

說明:已清潔內部矽塊，並確認內部並無損傷。

六、改善措施及矯正行動

（ 一 ）改善措施及矯正行動

改善措施 矯正行動

作業方法 矽粉投料與開、停車之間的問隔時間需對矽粉做去水分與持續擾動，以避免矽粉結塊之情形。

作業方法 建立熱鎖檢核表，已確保熱鎖作業能依規範執行。

作業環境 V1200製程區四周增設灑水除毒系統。