\*

氫氟酸槽車洩漏檢討報告

The leaking Report of a turn over hydrofluoric acid truck

一、摘要

某運輸公司承運50%氫氟酸行經高雄市小港工業區北林路及世全路口時，隨車押運人員發現後方有洩漏現象，立即停車圍籬警戒，並連絡協力廠商請求支援洩漏事故發生歷時1小時30分鐘後完成漏作業，洩漏並未擴大，未造成附近廠家或行人不適。

關鍵詞：氫氟酸

Abstract

A truck loaded with 50% of hydrofluoric acid from some transportation company, going passed Bei Lin Road and Shih Quan Road at Kaohsiung Xiao Gang Industry area, the driver and the crew member found out that there's a leakage in the back of the truck trough, immediately stop the truck and take precaution over the scene, at the same time, had contacted the collaboration factory for assistance. The whole leakage incident lasted for about one and a half hours, the leakage did not expand, or cause any uncomfortable for the neighborhood factories or even the walked by pedestrians.

Keywords : hydrofluoric acid（HF）

二、事故簡介

協明公司向某公司購買50％氫氟酸，指定由某運輸公司承運，於09:00從仁武出發，協明公司並派人隨車押送，行經小港工業區前北林路轉世全路口，由於路面顛簸，槽車車輪壓撞道路大型坑洞，約09:50行至唐榮不鏽鋼廠側門約50公尺處，押車人員發現槽體後方有洩漏現象(圖一)，立即通報協立廠商協助處理。

三、應變過程

1、洩漏影響範圍圍籬：洩漏發生後立即將槽車停靠路旁，並進行警戒，且通報協力廠商要求緊急應變協助。

2、應變啟動;協力廠商獲得訊息後，立即啟動緊急應變車攜帶防護器具4套及消石灰砲車2台(80公斤容量)、氫氟酸解毒劑(葡萄酸鈣及六氟靈)，前往事故現場進行救災。

3、洩漏處理：高雄市消防大隊前鎮分隊大林埔分隊及小港分隊於第一時間接獲通報，六輛消防車，於10:40以消防水霧在外圍警戒，同時間環保署南區毒中心及高市環保局人員立即趕至事故現場進行必要之戒護。

當緊急搶救人員至槽車洩漏處勘查後發現是槽底出料管法蘭螺栓斷裂，搶救人員立即穿著防護器具及防護衣，進行洩漏處螺栓更換。斷裂之螺栓於11:20更換完成清洗後以pH試纸檢視，無漏電之虞。並於11:30獲現場消防隊確認後，將槽車駛離現場至唐榮公司繼續交貨卸料，隨後展開現場善後事宜，在洩漏處下方以消石灰中和，周圍環境及水溝並以石膏圍堵防止外流，含酸氣廢水抽除和中和。

四、災因分析

1、直接原因：螺栓受外力快速破壞斷裂。

2、間接原因：

(1)、不安全之狀況：

槽車行經小港工業區時，由於路面顛簸槽車車輪壓撞道路大型坑洞，至槽底出料管法管(2英吋150LB)4只螺栓隻右上方1只齊頭斷裂。

(2)、不安全行為：

A、槽車行進遇不平路未減速慢行。

B、槽車司機未選擇較平坦路線行駛。

(3)、基本原因：

管線螺栓製造有瑕疵，造成螺栓材質硬度不足，難以抗拒瞬間剪刀破壞，依金相分析結果，螺栓遭破壞原因是由於螺栓表面有一類似脫碳(約0.8~0.9mm)之組織 (此類似脫碳層之產生，應由熱處理製程中所產生，與螺絲斷裂後洩漏之氢氟酸無關) ，使螺絲表面硬度(強度)降低，經使用後再受外力快速破壞之剪力影響，進而造成螺絲表面產生裂縫並快速斷裂之主因。

五、災後處理與復原

1、緊急成立善後復原小組，建立指揮系統及後勤支援系統，由南區毒災應變中心擔任處理技術指導和監測，協助進行善後復原處理。

2、物料回收：止漏完成後之槽車，經由現場指揮官消防隊人員及南區毒災中心人員檢視，確認再無洩漏之虞後，繼續進行交運卸貨。

3、除汙作業：圍堵之區域內以清水清洗槽車及地面水溝共用水(6頓)，檢測PH值在6.5~7之間，再以6噸水肥車回收水溝水，15:20時回收作業完成代運回原廠內處理。

六、檢討與改善

1、輸送路線規劃：依實際路況選擇較平坦路線行駛。

2、人員訓練：遇不平路面之路況槽車應減速慢行，隨槽車後方警戒車之安全之裝備和器材英齊備，應變能力再加強。

3、強化槽車出口管線之支撐數量。

\*

氫氣槽車翻覆事故

H2 tube trailer traffic accident

蔡岳宏

亞東/風險管理部

高雄縣路竹鄉後鄉村順安路331號

sky.tsai@airliquide.com

一、摘要

摘要內容：96.8.18(六)氫氣槽車於北上296公里左右，因某貨櫃車惡意超車，加上天候不佳造成氫氣槽車脫離車道，翻覆於邊坡草叢之意外事故，本公司立即啟動緊急應變程序，進行現場人員車輛安全隔離，在確認安全無虞下，於上午11:46左右完成車輛吊離現場之作業。

關鍵詞：氫氣槽車事故。

Abstract

Accident story : On Saturday stormy midnight, AUG 18, 2007, a H2 tube trailer rolling over to the road shoulder side of highway, northward around 296KM, which trailer was passed over by a badly driving cargo container trailer, and then it caused the H2 tube trailer driver lost control so as to slide away. ALFE South ERT start up right away and take the emergent action when we got the urgent call from the driver of 82 tube trailer. Fortunately, no any H2 gas leaking, no man injury, and trailer got slightly bending only at the frame fence side! The 82 tube trailer was completely craned out and dragged away the accident site at 11:46 AM· on Saturday morning, AUG 18.

Keywords: H2 tube trailer traffic accident

二、事故簡介

96.8.18(六)氫氣槽車於南下296公里左右,因某貨櫃直惡意超車,加上天候不佳造成氫氣槽車脫離車道. 翻覆於邊坡草叢之意外事故。

三、應變過程

本文內容：高縣某氣體公司。

1.通報119及本公司緊急應變中心

2.該司機於現場警戒

3.疏散現場與搶救各單位人員說明氫氣特性

4.人員到達並成立應變指揮中心

5.偵測器測量直體及大氣濃度

6.聯絡各式搶救車輛

7.與各單位研究搶救方式

8. Am 11:46左右完成搶救作業

四、災因分析

(一)直接原因:某貨櫃車惡意超車(未查明該車身份)。

(二)間接原因:天候不佳視線不良(該日為聖帕颱風,登陸台灣)

1.不安全之狀況：

a.天候不佳、視線不良。

2.不安全之行為：

a.貨櫃車之惡意超車。

b.司機精神不佳。

c.酒後駕車。

3.基本原因:夜間駕駛視線不佳、司機工作時數過長

五、災後處理與復原

1. 進行現場除污。

2. 以均壓方式將該車氣體回充至另一槽車。

3. 以氮氣purg後將車體扶正,至維修廠檢查修護。

六、檢討與改善

1.加強司機防禦駕駛訓練課程,駕駛道德宣導。

2.整合三區北、中、南之駕駛管理

3.實施人車管控、作業標準化。(增加駕駛人數、掌控人員休息時間、車輛定期維護、出車前檢查)。

4.增尋駕駛防瞌睡裝置。

\*

硝酸槽車翻覆事故

馬金泉

馬興化工原料有限公司

嘉義市保順路162號

rich77@ms35.hinet.net

一、摘要

96年1月17日12點20分左右，本公司硝酸槽車於國道1號北上293.8公里處，發生車禍事故，造成硝酸洩漏，該槽車載運硝酸共9120公斤，經由司機來電告知事故後，馬上調派空槽車(含移液泵浦)及緊急應變小組前往現場，消防隊、國道警察及環境災應變隊已在現場支援，硝酸污染面積約8平方公尺，1人受傷送醫，事故槽車由高雄台肥公司出發運回該公司地(嘉義)，事故原因為遭後方車輛追撞，造成槽車翻覆。

本公司緊急應變小組抵達現場後，先和現場各單位瞭解狀況後，隨後進行移槽作業，並連絡拖吊業者，於移槽完畢後進行車體扶正，環境毒災應變隊員以木屑、吸液棉條及吸液棉片做圍堵及吸收地面上之硝酸，環境毒災應變隊員穿著防護衣以止漏錐進行止漏成功，並以pH試紙於洩漏口測試結果pH為0，現場研判洩漏之硝酸約有4.5噸經動作用流向高速公路下方土壤，環境毒災應變隊員並確認土壤污染面積約15平方公尺，且無污染到高速公路下之急水溪，本公司亦派員與環保局稽查人員會勘，並進行後續土壤復原。

關鍵詞:洩漏、圍堵、移槽

Abstract

英文摘要:In Jan 17th 2007, due to a car accident, one of our company's tank truck carrying 9120 kg nitric acid rollover on Highway No.1 North 293.8km, and nitric acid started to leak out. After the truck driver informed the situation, our company arranged an empty-tank truck with pump and emergency group to handle this situation. After cooperated with fire brigade, highway polices and EPAERTS, finally the situation was under control.

Keywords: car accident, nitric acid, tank truck

二、事故簡介

硝酸車翻覆情形

三、應變過程

96年1月17日12點20分左右，本公司硝酸槽車於國道北上293.8公里處，發生車禍事故，造成硝酸洩漏，該槽車載運硝酸數量共9120公斤；車號：TR 566。由司機來電告知，事故後，馬上调派空槽車(含移沎泵浦)及緊急隊、國道警察及環境毒災應變隊巳在現場支援，硝酸污染面積約8平方公尺，1人受傷送，事故 ，点由高雄台肥公司出發運回該公司地(嘉義)，事故原因為遭後方車輛追撞，造成槽車翻覆。

1 3：16消防隊員設法進行止漏作業；環境毒災應變隊員先以沙包、木屑，吸液棉條及吸液棉片做圍堵及吸收地面上之硝酸，13：38環境毒災應變隊員穿著防護衣，持洩漏密封槍進行止漏作業並於13：50止漏成功，並以pH試紙於洩漏ロ測試結果pH為7。

14：04本公司緊急應變小組已抵達現場，環境毒災應變隊員告知現場已初步止漏，先調派空槽車及移液泵浦，務必要將槽車門之硝酸進行移槽作業，並請現場環保局稽查人員協調清除業者進行土壤復原，消防隊員隨時待命；環境毒災應變隊員協調國道第四警察隊於後續進行移槽與吊車等作業時，進行道路封閉，以免作業時發生危險。

由於硝酸液體於高架橋洩漏於橋面下，14：15經環境毒災應變隊員至橋下確認硝酸污染範圍於橋面下土壤處，土壤污染面積約15平方公尺，現場研判洩漏之硝酸約有4.5噸，並未流入急水溪中，將確認環境安全狀況下，後續由環境毒災應變隊員進行土壤污染處附近築土堤圍堵作業，以防止國道上槽車進行移槽作業時，因作業不慎而造成大量硝酸流下，硝酸流入急水溪造成水污染情事發生

14：37本公司之兩輛空槽車及移液泵浦抵達現場，開始進行移槽作業，由於槽車是向右翻覆90度，抽取孔財是位於槽體尾端(近車尾處)正上方，槽車翻覆後其位置在槽體中間位置，板當時能抽取的量有限，15：01請現場三台國道拖救車配合吊掛車頭及槽體前端(近車頭處)，使其往上吊掛，使槽内液體往槽體尾端集中後，再進行移槽作業以求槽内之硝酸能全數抽除，環境毒災應變隊員建議國道拖救車於吊掛時，注意吊掛點儘量考慮槽體結構較強之處，以免吊掛作業發生槽體破壞造成大量洩漏，15：56移槽作業完成，本公司緊急應變人員將殘留於移槽管線之硝酸收集乾淨。

接著請國道拖救車進行槽車扶正作業，16：06完成槽車扶正作業，本公司及國道高公局進行路面清除工作，與環保局稽查人員配合後續土壤復原作業。

四、災因分析

原因：本公司槽車遭後車猛烈追撞造成槽車翻覆，槽車洩料閥被撞斷，導致硝酸外洩。

五、災後處理與復原

1.緊急成立應變小組，攜帶緊急應變器材及移液車趕往現場進行災後處理，並協助調度復原裝備器材，進行善後復原處理。

2.進行人力調配及裝備支援調度

3.對本公司司機進行事後開會檢討，宣導往後若遭遇類似事故時的應變措施。

4.維持與環境毒災應變隊緊密聯繫互動，學習在各種緊急狀況時如何處置。

六、檢討與改善：

此次事故造成高速公路下約15平方公尺遭受硝酸污染，毒災應變隊建議請台南縣環保局環境稽查課人員與本公司人員配合進行土壤復原作業，以避免污染面積擴大造成更大的危害。另外本公司亦對公司內司機進行機會教育，再次提醒司機運輸危品時需住特別注意行車安全，並加強其緊急應變能力。

\*

高雄縣某公司槽車火災事故

A fire incident of a tank truck in a chemical company in Kaohsiung County

陳勝凱

南部環境毒災應變隊台南隊

台南縣新市鄉環東路一段1號2樓

shangkai@cems.nkfust.edu.tw

一、摘要

高雄縣某公司於9月7日17時09分，一輛15噸槽車正進行廠內精製樹脂液灌裝時，不慎引起火災，造成槽車司機當場死亡、槽車燒毀，並於事故現場旁一裝載純水之FRP桶槽遭到火災波及，事故損失金額待估。環境毒災應變隊接獲高雄縣消防局請求支援後，應變隊前往支援。環境毒災應變隊於17時52分抵達現場，立即利用光離子偵測器及移動式GC/MS於事故現場周界及槽車內物質進行偵測，並與現場毒災專責人員確認毒化物數量及存放位置是否遭受波及，另於現場確認消防污水均回收至廠內污水處理，並對事故原因進行討論。

關鍵詞：火災、槽車。

Abstract

On 17:09 September 07th 2007, a 15 tons tank truck caught in fire during loading at a chemical company in Kaohsiung County. The fire results in one fatality and the tank truck was destroyed. The fire also spread to an FRP tank filling with pure water. Kaohsiung County Fire Department called EPAERT for support.

EPAERT arrive the chemical company on 17:52. PID and portable GC-MS was used to monitoring and analysis of air pollutants and tank content, confirming the tank content is petroleum to waste resin. The fire did not spread to any toxic substances. Fire waste water was divered to waste water plant. Preliminary cause of the fire was discussed.

Keywords: fire, tank truck.

二、事故簡介

高雄縣某公司火災事故。

三、應變過程

南部環境毒災應變隊執勤人員於17時28分接獲高雄縣消防局勤務指揮中心通報於高雄縣某化學工廠發生槽車爆炸，1人死亡，事故工廠名稱不明確，請求支援。環境毒災應變隊於17時36分依據4號作業前往支援。在南部環境毒災應變隊值勤人員與現場指揮官高雄縣消防局黃先生確認事故現場工廠名稱為「○○股份有限公司」，值勤人員立即查詢廠商資料庫，發現為毒化物運作廠，執勤人員立即通報高雄縣環保局承辦人員並升級為2號作業。

環境毒災應變人員於17時52分抵達現場，應變人員立即至現場瞭解狀況，根據瞭解事故運輸公司為○○貨運公司，事故槽車容量15噸，司機為謝耀賢，目前殘液約為3-4噸。該槽車於17時09分正進行精製樹脂液進料過程中，不慎引起火災爆炸，造成司機死亡，槽車旁一裝載純水之FRP(玻璃纖維強化塑膠)桶槽遭受波及。應變人員立即於現場利用光離子偵測S(PID)於現場上風， 3M及下風， 3M進行偵測，測得數值為上風低於偵測下限(ND)及下風， 0.2ppm。應變人員並利用移動式GCMS於槽車通氣孔進行偵測，測得事故物質為甲苯0.09ppm、二甲苯0.21ppm及三甲基苯0.43ppm ，皆低於勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準(甲苯100ppm、二甲苯100ppm、三甲基苯25ppm)。應變人員並利用紅外線熱影像儀偵測事故槽車，測得槽體內容物約為3-4噸。

應變人員於事故現場確認消防廢污水皆被廠內排水閘門圍堵，並導流至廠內污水處理場處理。環境毒災應變隊應變人員與高雄縣環保局承辦人員及廠內毒化物專責人員確認廠内毒化物為三氟化硼， 599支鋼瓶， 15538KG之存量。並確認存放位置於該廠區內聚合區，與事故現場相距约120M左右，毒化物未遭受到波及。應變人員利用pH試紙於事故現場偵測現場消防廢污水之酸鹼值，測得為中性(pH-7) ，應變人員研判現場無危害之虞，於17時36分收隊。

四、災因分析

造成此事故的原因可能為下列2種：

1.疑似槽車電瓶上電極接頭產生火花，引燃精製樹脂液蒸氣，造成槽車氣爆。

2.因該物質之閃火點為86℃左右，並由現場灌裝之泵浦管線被火燒黑，疑似樹脂液先外洩至泵浦，泵浦的高溫與火花才引燃該精製樹脂液，而後回燒至槽車。

五、災後處理與復原

事故現場所產生的消防廢水，廠方已在廠內由排水閘門阻斷，廢水圍堵在廠內，並將抽至廠內污水處理廠處理；環境毒災應變隊、環保局、消防局、檢查所等單位，瞭解事故發生經過，並配合消防員及相關單位，進行現場火災原因調查，也建議廠方在原因調查清楚後，應立即尋求改善對策。

六、檢討與改善：

環境毒災應變隊建議：在此事故中針對精製樹脂液灌裝作業，進行危害風險評估找出作業中可能的危害因子，並研擬改善方案，並修訂精製樹脂液灌裝標準作業程序標準作業程序之相關操作步驟及作業中應注意相關事項，如應有夥同作業等，並應對相關作業之人員，持續及加強安全衞生教育訓練，宣導作業環境中可能的危害。就作業中使用到的機械、設備及車輛部份至少應依勞工安全衛生法定期實施自動檢查及作業檢點。廠方應對此事故檢討相關應變計畫，並就缺點部份進行檢討與改善，並定期舉辦演練使員工熟悉。

\*

國道1號北上員林交流道油罐車翻覆事故案例

The traffic accident of oil tanker overturned on number 1 highway

林碩峰1郭昭吟2

國立雲林科技大學毒災應變諮詢中心

台中縣大雅鄉科雅路46號1樓

epacrt@gmail.com

一、摘要

環保署中部環境毒災應變隊於民國96年4月10日上午3時52分由警廣得知，國道1號員林交流道北上匝道口發生油罐車翻覆，國道警察緊急通報消防隊協助，將受傷人員先行送醫，業者(某能源股份有限公司)已於現場連絡處理扶正及移槽之相關作業因油罐車內裝載液化石油氣，消防隊轉而通知中部環境毒災應變隊等相關單位並請求協助，應變隊抵達事故現場立即進行週界環境空氣測定並於確認無危害之虞後，應變隊於15時07分收隊賦歸

關鍵詞：油罐車、液化石油氣

Abstract:

At am 3:52 on April 10 in 2007, happened the traffic accident of oil tanker overturn on number 1 highway in Yuanlin. The highway police urgent message the fire brigade and call the 119 to take the injured person go to the hospital. The transport company was to moving the tank when they arrived at the scene immediately. The fire brigade requested the EPAERT (Environmental Protection Administration Emergency Response of Toxic Substance) assisted this accident, because oil tanker loading the 1.PG. The EPAERT arrive the scene immediately and doing the environmental monitoring. When the EPAERT confirmed no hazard in the environment, the condition was safety.

Keyword: oil tanker, LPG

二、事故簡介

環保署中部環境毒災應變隊於民國96年4月10日上午3時52分由警廣得知，國道1號員林交流道北上匝道口發生油罐車翻覆。環境毒災應變隊-雲林隊接獲彰化縣消防局通報此事故，因業者(某能源股份有限公司)已於現場連絡處理扶正及移槽之相關作業，消防隊請求支援，環境毒災應變隊-台中隊立即出動災害應變車趕赴現場執行相關環境緊急應變作業。應變隊抵達事故現場後，隨即與現場指揮官聯繫並進行周界環境監測(如圖一) ，另經現勘槽體及閥門並無損壞破裂(如圖二) ，且無洩漏狀況，經現場voc量測無讀值，現場開始進行槽體扶正吊掛作業(如圖三)。為避免於扶正作業時產生無預期之靜電火花，應變隊建議消防局進行灑水霧待命(如圖四)。業者將槽體扶正，並拖離匝道口，至平面道路進行移槽作業(如圖五)。完成移槽作業後，應變隊持續於事故現場監測，未偵測到異常物質。並研判現場無環境危害之虞後，應變隊於15時07分收隊賦歸。

三、應變過程

1.安全、隔離及通報

環保署中部環境毒災應變隊於96年4月10日上午3時52分由警廣得知，國道1號員林交流道北上匝道1號北上員林交流道上-瓦斯油罐車翻車事故，請求支援，環境毒災應變隊-雲林隊接獲通報後，隨即聯繫環境毒災應變隊-台中隊並立即派遣應變人員趕赴現場

2.指揮、辨識及評估、行動方案

道口發生油罐車翻覆。環境毒災應變隊，雲林隊接獲彰化縣消防局通報：環境毒災應變隊抵達事故現場後，隨即與現場指揮官聯繫並進行周界環境監測，經現勘槽體及閥門並無損壞破裂，且無洩漏狀況，經現場VOC量測無讀值，將進行扶正吊掛作業，現場開始進行槽體扶正吊掛作業，應變隊建議消防局為避免於扶正作業時產生火花，進行灑水霧待命警戒。但因槽體吊掛扶正作業困難，現場協調再調用一輛吊車前來支援，將槽體扶正後拖離匝道口，至平面道路進行移槽作業。廠商調派一輛10噸空槽車抵達現場，因事故槽車為20噸，故將分兩次進行移槽作業，移槽地點為台76線與埔心交流道交接附近。

3.防護措施、圍堵及控制、保護行動

第一次移槽作業時，消防隊員佈水線待命警戒(如圖六)，應變隊隨時監測槽體、連接管線是否密合、是否有因洩漏導致之異常溫度變化，應變隊人員並以熱影像儀、四用氣體偵測器及五用氣體偵測器持續監測(如圖七、圖八) ，監測數值並無異常狀況，順利完成第一次移槽作業。後續因業主無法調派另一輛空槽車前往移槽，故將先行部份移槽完成之滿載槽車運往豐榮分裝場後再回事故現場進行移槽作業。槽車返回現場準備進行第二次移槽作業，消防隊員佈水線持續待命警戒，應變隊人員以熱影像儀、四用氣體偵測器及五用氣體偵測器持續監測整個移槽作業，結果於移槽過程中均無異常狀況發生

4.除污、棄置、紀錄

移槽作業完成後應變隊持續於事故現場監測，依環境周界監測結果，事故現場並無造成環境污染及人民生命財產上安全之虞慮。隨後現場由業者進行事故現場及移槽作業現場之路面清掃作業(如圖九) ，在確認現場無環境污染，應變隊於15時07分收隊赋歸

四、災因分析

(一)直接原因：疑似油罐車過彎速度太快，造成翻車事故發生

(二)間接原因：

1.不安全之狀況：因連續幾天下雨，路面溼滑，造成輪胎抓地力不夠。

2.不安全之行為：入彎速度過快，未提高駕駛警覺性，造成翻車事故發生。

3·基本原因：缺乏足夠之交通安全正確知識，導致油罐車翻覆事故。

五、災後處理與復原掃作業。

因液化石油氣槽車槽體及閥門並無損壞破裂，且無洩漏狀況，事故業者實施道路清

六、檢討與改善：

(一)提升化學運輸緊急應變作業機能，運輸業者擬設置緊急應變車輛、移液專用車輛及充足應變器材。

(二)宣導運輸化學品業者及車輛駕駛，化學品認知、緊急應變處理及安全駕駛教育訓練；並灌輸駕駛者對運輸路線行前分析，熟悉運輸路線之高風險路段，行駛時提高駕駛警覺性，避免發生交通事故。

(三)事故槽車拖離事故現場過程中，需嚴加注意槽體溫度之變化。

(四)移槽之作業人員進行移槽相關作業時，必需著C級防護衣及相關防護措施。

(五)運輸公司應加強車輛檢查，避免車體機械、輪胎事故造成化學品事件甚或環境污染事件。

七、參考文獻：

1·行政院環境保護署，2005，2005全國毒災事故應變案例研討會論文集。

2.行政院環境保護署，2006，2006全國毒災事故應變案例研討會論文集

3.陳范倫、何大成，2006-2004年版緊急應變指南，工業技術研究院能環所。

4·洪肇嘉編，2007，2007年第四屆國際環境災害及緊急應變技術研討會論文集，國立雲林科技大學。

\*

嘉義縣某交通公司低硫燃料油槽車遭後方追撞事故

詹英杰

強本交通公司管理部經理

嘉義縣太保市麻寮里北港路2段247巷36號

chiang.pen@msa.hinet.net

一、摘要

96年1月2日本公司謝姓司機所駕駛之低硫燃料油貨品槽車，於六輕麥寮工業區裝貨重車北上，欲前往桃園林口交貨時，約於清晨3點55分左右，車輛行經彰化縣福興鄉台17線與台71線交會路口，因停等紅燈時，突遭後方00交通公司載水泥基樁之聯結拖板車追撞，造成槽車桶壁破裂，槽車內裝載的低硫燃料油漏，並污染週遭環境，本公司謝姓司機立即報警處理，並將傷者送醫後回報公司請求協助處理。本公司值班調度人員在接獲謝姓司機回報後，高層主管報告，在獲得指示後，立即向麥寮台塑公司調度室、彰化縣單位通報，同時立即聯繫調派公司緊急應變小組人員前往事故現場處理場污染物約32公秉污染面積地面375平方公尺，溝渠污染面積約595平方公尺，因此事故洩漏之低硫燃料油所造成之污染清除不易，連日來調派不少人力器材及各式機具設備等全力投入救災工作，在經過六天的搶救處理後，共抽除約50噸廢液，廢棄物約35噸，最後在96年1月7日完成事故現場週遭環境原工作。

關鍵詞：低硫燃料油、槽車、緊急應變、洩漏

Abstract

At am 3:55 on January first in 2007, a tank car of low sulfur fuel was happened the traffic accident. The cause of the accident was the tank car bumped by a truck, when the tank car driving to pass through the intersection of 17th and 71th path in Changhua County from the industry area of Mailiao Township. The accident caused the barrel wall of tank car burst and the low sulfur fuel leaked out. After the driver call the 119 and take the injured person go to hospital, the emergency response personnel rushed to the scene that transport company. We estimated about has 375 m2 ground area and 595 m2 ditch area to be polluted in the scene. The total amount has about 50 tons wastewater and 35 tons waste that we sweep away, after the six day-long rescues processing. The accident was deal with completed last on January seventh in 2007.

Keywords: low sulfur fuel, tank car, emergency response, leaked out

二、事故簡介：

本公司所承運台塑公司低硫燃料油貨品之槽車，於96年1月2日由司機畫00駕駛000-00曳引車(槽車： 00-00) ，自雲林縣麥寮鄉台塑六輕工業區裝貨重車北上欲前往桃園縣林口鄉台塑工三廠交貨，約於清晨3點55分左右，車輛行經彰化縣福興鄉台17線與台61線交會路口時，因前方路口交通號誌為紅燈，於是本公司司機將車輛停駛於路口外線車道上，大約經過10秒左右，我車後方卻突然遭疑似打瞌睡的00交通公司靠行司機林XX駕駛滿載水泥基樁之聯結拖板車追撞(曳引車：00-000 ；板車：00-00) ，因對方完全無煞車、衝擊力過大，造成其裝載的水泥基樁如箭一般的射穿駕駛室後，繼續往前飛行撞破我槽車桶壁，導致我槽車內裝載的低硫燃料油貨品32公秉全數洩漏，並污染週遭的環境，當時對方駕駛林XX受重傷，本公司司機謝00立即報警處理，並將傷者送醫後，同時電話回報公司請求協助處理。

三、應變過程：

1.初期應變—安全(Safety)、隔離(Isolation)及通報(Notification)

96年01月02日03時55分，本公司所承運低硫燃料油貨品之槽車，由雲林麥寮載貨後運送至桃園途中，於彰化縣鹿港鎮台17線北上36.5公里處，因後方突然遭疑似打瞌睡的00交通公司聯結拖板車追撞，導致載運之低硫燃料洩漏，並因追撞事故造成00交通公司拖板車司機林姓駕駛受傷，本公司槽車司機謝姓駕駛立即報警處理，並將傷者送醫後，同時電話回報公司請求協助處理。

事故當天本公司值班調度鄭專員，約於清晨4：00左右接獲謝姓司機的回報，在初步了解事故發生的經過及現場情況後，立即向公司高層主管報告，在獲得指示後，立即向公司調度室、彰化縣環保局，彰化縣消防局等相關單位通報，同時立即聯繫本公司緊急應變小組人員，並調派緊急應變車、應變器材及各式機具設備前往事故現場救援處理。

應變隊於04時17分監控警廣即時路況得知此事故後，立即致電彰化縣消防勤務中心，詢問是否需要支援，消防局勤務中心回答暫不需支援。於04時47分中部應變隊再次致電現場應變指揮官蔡大隊長瞭解事故現場概況，回答因大量洩漏，請求支援，應變隊建議消防局立即進行鄰近路面及溝渠圍堵作業，並隨即派遣人員前往協助支援事故現場，協助支援應變。

為顧及現場救災及安全，此事故發生初期，彰化縣消防局隨即管制事故現場人員進出，並於現場成立應變指揮中心，由彰化縣消防局蔡大隊長擔任現場指揮官指揮救災，並請警察局於事故現場兩側實施周邊人車交通管制，警察局立即針對災害現場進行隔離管制及交通疏導，避免非救災人員及車輛任意進出增加救災困擾。

2.應變諮詢¬—指揮(Command)、辨識及評估(Identification and Assessment)、行動方案(Action Plan)

趕赴現場搶救之彰化縣消防局於現場成立緊急應變指揮中心，由彰化縣消防局蔡大隊長擔任現場指揮官指揮救災。中部應變隊人員協助利用FTIR及PID偵測儀器實施空氣環境監測，經初步環境偵測後，PID監測VOC數據值上風處為0-0， 05ppm ，下風處為0-2ppm ， FTIR偵測化學物質為CO2及H20其餘皆為ND ，偵測儀器持續實施事故現場環境偵測，保持持續現場監控並將偵測值立即反應給應變指揮官，作為應變依據。隨即應變隊偕同與抵達現場環保局相關人員進行現場勘查，經初步評估現場洩漏之低硫燃料油約32公秉，污染面積地面375平方公尺，溝渠污染面積約595平方公尺。

3.協助應變—防護設施(Protective Equipment)、圍堵及控制(Containment and Control)、保護行動(Protection Action )

現場應變人員穿著C及防護衣利用吸油棉協助進行路面重油圍堵，肇事廠家應變人員利用木屑及吸油棉等吸附材料進行鄰近溝渠吸附作業，以防污染物之擴大。含油污水將進行廢油回收作業，吸附完之木屑將先暫存廠家，再統一由合法廢棄物處理廠商清運處理

4.應變處理—除污(Decontaomination and Cleaning)、棄置(Disposal)、記錄(Documentation)

初步完成油污抽除作業，由於天色已晚與環保局協調後，將於往後數日持續進行廢水及底泥抽除，中部應變隊另於1月03日、04日至事故現場瞭解事故廠家之除污復原工作，現場除污以路面清洗及溝渠油污抽除為主，持續以清水沖洗路面油漬，再以真空吸泥車抽取清洗廢水及溝渠重油抽離作業，05日使用油分散劑沖洗溝渠，並持續抽除廢液及底泥(含清洗液) ， 06日持續進行廢液及污染溝渠底泥等清除復原作業，直至07日16時51分完成事故現場復原作業，初步估計共抽除約50噸廢液(含重油、溝渠污水、清洗廢液)，廢棄物(含木屑、吸油棉溝渠底泥)約35噸。此事故所洩漏之低硫燃料油，因造成之污染範圍大，且油污清除不易，以致於事故發生後，連日來調派了不少人力、應變搶救器材及各式機具設備，全力動員投入救災工作，目的是為了避免汚染繼續擴大，期使災害程度降至最低。

四、災因分析：

(一)直接原因：肇事的00交通公司靠行司機林00，疑似疲勞駕駛打瞌睡，因而未發覺路口交通號誌為『紅燈』，以致於在完全無煞車之情況下，追撞我公司車輛後方槽桶。

(二)間接原因：

1. 不安全之狀況：肇事車輛未與前車保持適當的安全距離。

2. 不安全之行為：肇事車輛嚴重超載、車速過快。

3. 基本原因：未遵守道路交通安全規則、無照駕駛。

五、災後處理與復原：

1. 事故損壞之槽車，拖到乾佑公司嘉義的維修廠待修。

2. 現場清除之污染物，依合法程序委託甲級事業廢棄物清除業「一山環保工程公司」，就近送往位於彰濱工業區的「榮民工程公司中區事業廢棄物綜合處理中心」進行焚化處理。

3. 經過六天的緊急搶救處理後，最後在96年1月7日完成事故現場週遭環境的清理及復原工作。

4. 96年1月8日由本公司的楊協理、鄭經理，陪同彰化縣環境保護局承辦官員，共同到現場實施勘察，以確認事故現場已完成清理及復原，且已無任環境之危害。

5.本公司並於96年1月12日(96)強貨管字第010號函，報請彰化縣環境保局銷案後，正式宣告結案。

六、檢討與改善：

1. 本次車禍事故，經彰化縣車輛肇事鑑定委員會之肇事責任判定，00公司外車司機林00，因無照駕駛且行車未保持安全距離而追撞強本公司車輛，應負肇事過失之全責。

2. 本公司已將本次車禍事故，列入對公司司機行車安全教育宣導之案例，除了強調駕駛人應絕對遵守道路交通安全規則外，亦應注意如何做好自身的「安全防衛駕駛」，以避免車禍事故發生，確保自身行車之安全。

3. 本次車禍事故發生後，各項緊急應變處理所耗費的人力、物力及費用甚鉅(如附表)，今天特別藉此機會提出來，以供各位先進做參考，希望大家都能引以為鑑，以防止類似的意外事故再度發生。

附表：

強本交通公司96.01.02台17線與台61線路口車禍事故處理統計表

項次 項目 內容說明 合計

1 人力 1. 強本公司人員：67人次

2. 調派當地人員：56人次

3. 參與救援業者：33人次 156人次

2 物力 1. 指揮車：6車次

2. 緊急應變車：6車次

3. 器材貨車：6車次

4. 25噸油罐車：5車次

5. 30噸油罐車：3車次

6. 21噸卡車：5車次

7. 挖土機：2車次

8. 8噸真空吸泥車：3車次

9. 10噸真空吸泥車：9車次

10. 3噸水車：4車次 49車次

3 廢棄物 1. 廢棄物：79包(2.4公噸)

2. 廢油水：50.590公噸

3. 油污泥：32.420公噸 85.410公噸

4 費用 1. 車輛機具暨人員費用：106,000元

2. 燃料油洩漏賠償費用：409,312元

3. 應變器材耗用費用：321,789元

4. 一山環保公司清潔費用：308,700元

5. 奕昌重機工程費用：33,600元

6. 廢棄物處理費用：898,884元

7. 受損車輛維修費用：785,873元

8. 營業損失費用：378950元 4,243,108元

\*

載運液鹼槽車翻覆事故

The Capsizing Incident of Sodium hydroxide solution loaded Tank Car

楊有福、李家麟

弘昌交通事業有限公司運輸部、環保署環境毒災應變隊宜蘭隊台中縣沙鹿鎮中山路4-72號、宜蘭縣五結鄉利工二路100號B1

t00094794@cml.tinp.net.tw、epaertyl@itri.org.tw

一、摘要

中部某運輸公司載運液鹼槽車，於2007年03月28日上午經台北縣貢寮鄉濱海公路台2線92.3公里處，疑似過彎不慎翻落對向邊坡，槽體扭曲變形且卸料管閥件斷裂，洩漏量約30噸，液鹼沿邊坡向下漫流至海蝕平台，養殖池及近海。事故業者、環境鳥災應變隊、消防、環保單位前往處理，在相關單位人員的協助下，經過數小時的搶救及處置，整個事故獲得控制，濱海公路全線恢復通行。

關鍵詞：槽車、液鹼(氫氧化鈉)、翻覆事故

Abstract

A tank car was filled with Sodium hydroxide solution was capsized beside the seaboard highway, the area of Gongliao Township, Taipei County on March 28, 2007. The accident caused the distortion of the tank car and leaked of Sodium hydroxide solution. The liquid amount of leaked was 30 tons flowed to the coast and coastal waters. The Emergency Response of Toxic Team, Emergency Medical Team of Fire Bureau, and Environmental Protection Bureau were to dispose of accident, immediately. After several hours of salvage, the whole incident was taked care of by the assistance from related authorities. The hazard war under control and all the traffic lines were restored to normal.

Keywords: Tank car, Sodium hydroxide solution, Capsizing incident/n

二、事故簡介

(一)發生時間：96年3月28日 08：55

(二)發生地點：台北縣貢寮鄉台2線92.3公里處南下路段

(三)事故物質：48%液鹼(氫氧化鈉) (CAS. No：1310-73-2；UN. No：1824；消防署公共危險品；勞委會列管有害物)

(四)發生經過：

1.中部某運輸公司載運液鹼經由濱海公路南下至宜蘭，於龍洞灣附近發生槽車翻覆導致液鹼外洩，事故起因疑似為司機路況不熟加上車速過快，於道路轉彎處過彎不及，衝過對向北上車道後翻下邊坡。

2.槽車因槽體變形、破裂造成48%液鹼30噸全部外漏，路面污染面積約20平方公尺，養殖池污染面積約3,200平方公尺。

3.此事故造成槽車司機受傷送醫，台2線雙線車道封閉3個多小時，車陣綿延數公里長。

三、應變過程

(一)毒災應變諮詢中心監看警廣即時路況得知：台2線92.3公里南下路段發生化學槽車翻覆事故，台北縣消防局請求支援。

(二)毒災應變諮詢中心建議現場注意事項：

1.化學物質屬腐蝕性液體，請進入現場應變人員穿著化學防護衣進行防護工作，未著防護人員禁止進入。

2.發生地點屬濱海台2線，協請現場指揮官注意消防廢水流向及附近是否有養殖魚池。

3.建請瑞芳分局警員加強道路管制與疏通，避免有民眾圍觀之情事4，現場回報有刺激性味道產生，建議若濃度過高避免下風處民眾不適，消防人員可於下風處架設水線進行水霧防護，避免污染物擴散至下風處居民。

(三)台北縣消防局救援受困司機、瑞芳警察局進行交通管制並疏散圍觀民眾。

(四)環保署毒災應變隊—宜蘭隊抵達現場，遂即與指揮官會銜，確認載運4890液鹼(氫氧化鈉)30噸洩漏，路面殘液pH值14。

(五)公路養護單位合約廠商以木屑吸附路面殘液.事故業主調派人力協助路面掃除工作。

(六)事故業者調派大型吊車移除受損槽車.應變隊人員確認受污染範圍，並持續監測pH値。

(七)協助業者與宜蘭貨主調派抽液槽車至現場儘速進行現場廢液抽除作業。

(八)應變隊人員著C級防護衣於液鹼漫流岩石區設四道圍堵措施，以吸液棉吸取廢液；協助環保局人員借調海巡隊之吸油棉佈放於岩石區。

(九)應變隊協助事故業者、亞欣公司與環保局人員舀除現場廢液。

(十)業者完成抽除廢液7輛30噸槽車，共200噸廢液。複偵pH值已降至9以下。

(十一)應變隊、環保局與業者人員召開善後復原會議，業者表示廢液將送至六輕妥善處理。

(十二)後續廢液及廢棄物處理作業轉交環保局人員督導。

四、災因分析

(一)直接原因：司機路況不熟，車速過快，槽車過彎不及發生翻覆事故。

(二)間接原因：

1.不安全之狀況：(1)連續彎道標示不足。

(2)車子保養不確實。

(3)路程不熟。

2.不安全之行為：(1)行車超速。

(2)行程過長，休息不足。

3.基本原因：車速過快，車子保養不確實。

五、災後處理與復原

1.本次事故提共業者及環保局人員於清理現場時之適當防護器具以保護應變人員安全，應變隊人員隨時監測受污染水域，建議業者較嚴重區域先行清除。

2.廢液處置方法：

(1)小量液鹼外洩：以木屑吸附，在依事業廢棄物清除處理。

(2)大量液鹼外洩：注意廢液流向立即採取圍堵措施以預防污染擴大，再以吸液棉吸取廢液.或調派抽液槽車將廢液抽至污水廠妥善處理。

3.業者隔日再次派員至事故現場清除吸液棉等廢棄物，並調派空槽車抽除廢液150噸至汙水廠處理。

六、檢討與改善：

1.應變人員應著C級防護具以上進入現場進行偵測、圍堵或回收作業，避免受腐蝕性液體傷害。

2.進行意外事故介析(如擴散模擬)、並適時改變應變作為，以防污染持續擴大

3.槽車司機行車切勿超速且應注意水體慣性現象及路況變化，槽車輪胎及煞車之品質，為避免事件再次發生建請廠商更換相關安全零件及妥善定期保養槽車，並注意運送人員之精神狀況。

4.運輸業者、貨主或其他運輸業應協調合作模式，以便緊急事故時彼此之調度，加速應變處理之時效性。

5.本路段亦曾發生過類似槽車翻覆事故，建請相關管理單位加強該路段超速攔檢、增設車輛減速設施或告示牌，避免事故再次發生。

\*

光洋應用材料科技(股)公司火災事故

A fire accident of the solar applied materials technology corporation

黃揚欽,姚慧怡

光洋應用材料科技(股)公司1環安管理部

台南縣柳營鄉大農村工一路16號

kinghuang@solartech.com.tw;jessicayau@solartech.com.tw

一、摘要

台南縣柳營鄉大農村8鄰工一路之光洋應用材料科技股份有限公司環科廠於96年10月1日發生毒性化學物質運作場所(第三類毒性化學物質)之火災事故，人員全數安全撤離，火炎現場為零件清洗區，首日有2個反應進行運作，反應區使用之化學藥品為硝酸貯槽約2公噸、氫氟酸21公斤、氫氧化鉀(KOH) 50% 100 ~ 200公升、氫気化鈉(NaOH) 50% 100-200公升、氰化鈉已稀釋溶液(濃度2~3%) 250公升及氰化鈉原料(濃度2-36) 200公斤全數燒毀，而廠內運作場所現場貯存毒性化學物質為氰化鉀48.8公斤、氰化鈉181.8公斤安全移除，未受ㄨ艾汳及 此事件所幸處理得當，整個事故過程並無人A傷亡，。天對當地生態環境造成影響。

關鍵詞：第三類毒性化學物質、氰化鉀、氰化鈉、氫氟酸、硝酸

Abstract

A fire accident was taken place in Solar Applied Materials Technology Corp ESTP Factory (No.16, Gongye Ird Rd., Danong Village. Liouying Township,Tainan County 736) on October 1st, 2007, where it is a place for processing toxic chemical substances (Class III toxic chemical substances). All the personnel are evacuated safely. The fire site is the working area for parts clean, in which two reactors were operated on the date. The chemical products within this area were all burn down and are listed below: nitric acid storage tanks circa 2 ton-HF 2CKg、KOH 50% 100-200 L, NaOH 5096 100-200L-diluted NaCN solution (2~3% ) 250L and NaCN raw materials(2-3%) 200Kg. The two toxic chemical substances KCN 48.8 kg and NaCN 181.8kgstored in the plant were removed safely without being exposed to the fire. Fortunately, this event is controlled properly. No one is harmed and there is no environmental impact.

Keywords: Class III toxic chemical substances、KCN、NaCN、HF、Nitric acid

二、事故簡介

光洋應用材料科技股份有限公司環科廠(以下簡稱本廠) ，於96年10月1日中午約12：08發現有火災事故，廠內消防器材包含乾粉、CO2滅火器、室外消防栓水帶至零件清洗區進行滅火，於96年10月1日12： 09消防局獲報本廠火災情形，並於96年10月1日12：25通報台南縣環保局與環保署毒災緊急應變隊，報告本廠火災狀況及相關資料，並協請以上單位進行滅火救災與現場緊急應變處置。

本廠火災現場為零件清洗區，當日有2個反應區進行運作，反應區使用之化學藥品硝酸貯槽約2公噸、氫氟酸20公斤、氫氧化鉀(KOH) 50% 100~200公升、氫氧化鈉(NaOH) 50% 100-200公升、氰化鈉已稀釋溶液(濃度2~3%) 250公升及氰化鈉原料(濃度2~3%) 200公斤全數燒毀，而廠內運作場所現場貯存毒性化學物質為氰化鉀48.8公斤、氰化鈉181.8公斤安全移除，未受火災波及。

三、應變過程

人員於96年10月1日12:04發現火災事故時，立即以消防廣播系統遁知人員進行疏散，疏散人員由疏散引導組及各單位主管進行人數清點，確認所有人員全數安全離開火災現場。搶救組人員並立即以滅火器與室外消防栓之水帶進行滅火搶救，因為火勢過於猛烈，延燒至廠房外部之酸鹼液貯存槽及純水生成設備，因現場火勢無法由消防栓水線有效控制，故於12:09通報消防局本廠火災情形，並於12:25通報台南縣環保局與環保署毒性災害緊急應變中心報告本廠火災狀況及相關資料，協請單位進行滅火救災與現場緊急應變處置。

搶救組人員持續以消防栓水帶進行桶槽区之灑水降溫作業，直至消防單位12:34到達現場進行接手為止，本廠搶救組人員才退出第一線滅火範圍，南區毒災應變隊於13:10到達現場後要求本廠圍堵消防廢水，並以PID於廠房門口量測TVOC為0.4ppm ，並以氰化物檢知管檢測，檢測值低於偵測極限，應變隊前往察看廢水圍堵情形，圍堵之位置為廠門雨水排匯流至廠外之地下人孔，應變隊發現圍堵之高度不足，雖暫無外洩之虞，並建議本廠需再加高圍堵高度，因此本廠依照指示於廠區內的雨水溝涵洞堆置呈裝沙土之太空包，以圍堵消防廢水。

當日因為火勢延燒PP風管，造成大量燃燒濃煙產生，因當時風向改變使濃煙密佈於地面無法有效向上擴散，且濃煙持續往重溪國小及重溪村方向飄散，故本廠將週遭鄰里現況告知消防指揮官，請其考量進行疏散通報，以降低鄰里居民遭受濃焯危害之風險。

而火災當日火勢二次復燃，造成大量消防廢水進入廠區內之雨水溝，因火災現因此進行全廠斷電，圍堵之消防廢水無法在第一時間以沉水馬達進行抽取作業，造成部份消防廢水溢流出雨水溝函洞圍堵高度進入排水溝，因此當日下午5:00協調成傑營造協助以挖土機圍堵滯洪池出流口，下午7:00調派4台槽車於滯洪池出流口進行廢水抽出及運送作業，運回本廠廢水處理廠以次氯酸鈉(漂白水)進行氧化處理達到排放標準後，再納管排放至工業區污水下水道。

四、災因分析

(一)直接原因：本廠災害規模主要為零件清洗區域，疑因加熱88漸傾斜而接觸PP材質之反應槽壁，造成PP反應槽燃燒，因反應槽銜接之抽風櫃與風管、管路皆為PP材質，而進由持續延燒使無塵室設備也遭波及。

(二)間接原因：

1.不安全之狀況：

a.進行加熱反應之桶槽或設備，採用可燃之PP材質。

b.製程反應之加熱方式採用加熱器直接加熱方式，易造成電器走火之狀況產生。

c.反應槽的局部排氣罩及排氣風管，採用可燃之PP材質。

2.不安全之行為：

a.人員於作業過程因搬運物件不當碰觸加熱器，造成加熱器逐漸傾斜而接觸PP材質的反應槽。

b.反應槽加熱器的傾斜角度與放置高度無進行定期點檢作業。

3.基本原因：缺乏加熱系統與適用材質之風險知識，對加熱器之傾斜高角度及放置高度未訂定為日常點檢項目，導致加熱系統之運作異常而引起火災。

五、災後處理與復原

(一)戒備與防護

火災撲滅後，立即組織人員進行受損區域之24小時排班戒備，並規範巡察人員必須穿戴濾毒罐式空氣呼吸器、C級防護衣、防蝕手套、安全鞋及安全帽始得進入受損區域排班巡察，當日已使用之滅火器請消防廠商進行填裝補充並由其他廠區借調乾粉滅火器於現場戒備，10/1夜間巡察人員於受損區域發現餘火復燃，立即以消防栓及滅火器進行撲滅，避免災害再次發生。

(二)廢水

(1)消防用水滅火使用後產生之廢水，本廠於雨水溝進行截流圍堵，D棟廠區周圍雨水溝以混凝土圍堵(第一道圍堵) ，全廠區雨水溝排入工業區域雨水道之納管口以太空包呈裝沙土圍堵(第二道圍堵) ，並抽至巴克桶貯存後由本廠廢水廠處理。

(2)少量由雨水溝排至滯洪池之消防廢水，先行圍堵滯洪池出流處，並於101當日調派4台槽車抽水至廢水廠處理，除以槽車持續抽水外，10/2並從滯洪池配管至廢水廠由泵浦抽水至廢水廠處理。於10/2上午9：00因滯洪池出流口水位上升距離圍堵土堤高度僅剩40公分，再派遣挖土機進行土堤堆高作業，滯洪池，水位升高原因應是滯洪池出流口圍堵，但進流ロ仍有其他水源進入，10/2下午1：30完成抽水馬達架設工程，可直接由滯洪池出流口抽水至廢水處理廠處理後納管放流，因為10/5發佈柯羅莎颱風警報，為避免強風豪雨造成滯洪池水位暴漲而影響工業區公用設施，因此於105下午5點經呈報台南縣環保局。經其同意後遂將滯洪池出口之圍堵土堤以挖土機拆除，因此截至10/5下午6點，本廠廢水處理廠處理之滯洪池水量約為950公噸。

(3)10/1～10/5滯洪池水抽取處理期間，經本廠廢水廠處理後之放流水每三個小時採樣送至本廠分析室分析氰化物濃度，皆符合納管標準：10，3起連續5日於滯洪池·人ロ、中間水體、滯洪池出流口與納管廢水放流口，除自行採樣分析外並委由外部公正檢測機構(亞太科技)進行水質採樣檢測作業，本廠並木質持續行監控到1031止，無論自行檢測或委外檢測結果都符合法規標準。

(4)滯洪池水質確認小於0.2ppm後，持續監控採樣分析，並採集滯洪池進流口及出流口底泥進行分析，以確認底泥是否有污染情形。

(三)廢棄物

(1)廢棄物說明：由於本廠設備多為PP塑膠製品及牆面隔板，因有結構性的疑慮故拆除部分牆面，廢棄物混合物、其他廢玻璃、陶瓷、磚、瓦及黏土等混合物廢石膏、其他未歸類之一般事業廢棄物與燻煙無法使用之纸本文件，另清理現場過程中產出之棉、布等混合物，廢棄物代碼及預佔數量：

廢棄物代碼 D-0299 D-0699 D-0899 D-0599 D-0499 D-0401 D-2499

廢棄物名稱(種類) 廢塑膠

混合物(種類) 廢紙混合物(種類) 廢纖維或其他棉、布等混合物(種類) 土木或建築廢棄物混合物(種類) |其他廢玻璃、陶瓷、磚瓦及黏土等混合物(種類)

廢石膏(種類) 其他未

歸類之

一般事業廢

棄物(種類)

預估數量 5噸 0.5噸 0.5噸 300噸 5噸 50噸 1噸

處理方法 焚化處理/掩埋 焚化處理/掩埋 焚化處理/掩埋 掩埋 掩埋 掩埋 掩埋

特性 固體物 固體物 固體物 固體物 固體物 固體物 固體物

清除期程 96年10月~12月 96年10月~12月 96年10月~12月 96年10月~12月 96年10月~12月 96年10月~12月 96年10月~12月

(2)清理方法:依據廢棄物清理法之規定,提報緊急應變之廢棄物處置計畫經保主管機關核可,依照處置計畫內容進行廢棄物之清除處理作業。

(四)空氣

南區應變隊於10/1以PID於廠房門口量測TVOC為0.4pprn,並以氰亿物知管檢測,檢測值低於偵测極限,並於102 AM930於事故現場進行氰化物檢知,現場並無氰化物氣體殘留。

六、檢討與改善：

災害發生起因往往是於事前未以予預防，經由本次火災經驗，本公司高階主管確立在產品開發導入，建廠，建立產線前就需有風險評估的觀念，對於產品的研發製造、檢驗、包裝、運送、儲存的過程之中有可能産生的異常的狀况(溫度、震動氣體、霧滴、粉塵、靜電、廢水、髒污、味道、變形、聲音、幅射、壓力、觸電等)。在製程規劃時應對其風險程度進行鑑別，並於產線設計時將異常狀況予以排除。因此本公司需建置一套風險控管機制，確保風險得到完整的享前控制，而風險控管機制所需經驗及相關之軟硬體配置，本公司目前以下述方向，進行持續改善的工作。

(一)徵詢外部專家意見：向專業機構尋未更佳的防災應變系统提升防災應變能力。

(二)改善風管設備材質：重建時會使用PP之風管改為鑄鐵管內襯鐵氟龍，配加熱器之桶槽亦改為不鏽鋼材料。

(三)提升自我消防能力：消防系統增設自動灑水系統，增加煙霧偵測器及大型滅火器數量。

(四)加強消防廢水截流：廠房周圍增設截流溝及大型隂井並配置紧急發電機及抽水馬達，將溢流消防廢水直接抽回廢水處理廠處理。

(五)增加緊急應變器材：購置於毒災現場可進行立即防護救災之A級防護衣、SCBA呼吸防護具、洩漏防堵設備等緊急應變器材。

(六)強化組織應變能力：定期進行各單位編組之緊急應變訓練及演練，並進行不定期無預警之緊急應變演練測試，以確保現場之緊急應變能力與能量。

\*

南投縣南崗工業區某工廠氣爆及煙冒事故探討

The factory gas explode and smoking accident at Nangang industrial parks in Nantou County

郭昭吟1郭金鹰2林含宇3

1.國立雲林科技大學環境與安全衛生工程所

2.國立雲林科技大學毒災應變諮詢中心

3.國立雲林科技大學環境與安全衛生工程所

一、摘要

2007年05月17日上午07時左右，南投縣某工廠發生鍋爐氣爆引發二甲基甲醯胺氯化磷燃燒，環保署中部環境災害應變隊接獲消防局通报後，趕赴現場進行相關環境紧急變作為.因二甲基甲醯胺燃燒，會衍生氮氧化物，而禁水性物質三氯化磷奥水反應會產生鹽酸故事故初期於下風70公尺處以FIIK測得鹽酸濃度14ppm (固定污染源空氣污染物排放週界標， 0.1 ppm ，勞エ作業標準5ppm)及二甲苯值為16ppm (固定污染源空氣污染物排放週界標凖2 ppm勞工作業楪準100 ppm) ，現場立即進行水霧防護降低空氣污染物，同時進行消防廢水圍堵，調遣水肥車進行排水溝之廢水抽取，此時下風70公尺處測得鹽酸濃度10ppm二甲苯值ND ，現場勘察共1.365噸二甲基甲醯胺及44.7噸三氯化磷部分受燃損毀，爾後三氯化磷廢棄物清除動作缓慢，三氯亿磷裸露於戶外，於5月30日下午17時下雨再度反應31起冒煙事故，中部環境災害應變隊再度趕赴現場，使用碳酸鈣粉末覆蓋，並將廢棄物移往室內，覆蓋防水塑膠避免水氣反應，狀況解除。最後，廠區外連夜持續監測空氣品質，隔日進行廢棄物更換新桶作業。

關鍵字：鍋爐、二甲基甲醯胺、三氯化磷、禁水性物質、消防廢水

Abstract

At seven o'clock on May seventh in 2007, a factory was happened the gas exploded of boiler to fire the N,N-dimethylformamide (DMF) and PCl3 at Nantou County in Taiwan. After the EPAERT (Environmental Protection Administration Emergency Response of Toxic Substance) term got a request from the fire department, they arrived immediately and did environmental emergency response actions. The DMF was be fired would produce the NOx and the dangerous when wet PCl reaction with water would produce the HCI. In the initial period, the atmosphere HCl concentration in 70 meters downwind was 14 ppm (The air pollutant discharges standard is 0.1 ppm; 8 hours for a labor is 5 ppm) and atmosphere xylene concentration was 16 ppm (The air pollutant discharge standard is 2 ppm; 8 hours for a labor is 100 ppm). The air pollution was protected by water mist and the fire wastewater was surrounded in accident scene. The atmosphere HCI and xylene concentration in 70 meters down wind, was 14 ppm and ND respectively. Altogether has 1.365 tons DMF and 44.7 tons PCl3 were burnt damages partially, that we founded. Then, at seventh o'clock on May thirty in 2007, the weather was raining. The factory was happened the smoking accident, the cause was PCl3 and water mix reaction produce the HCI. When accident occurred that EPAERT as fast as possible arrived at the scene. The emergent personnel used the CaCO3, powder cover the waste PCl3 and the waste moved to indoor. The condition is over.

Keywords: boiler, DMF N,N-dimethylformamide, PCl3, dangerous when wet, fire wastewater

1.前言

化學工業廠房火災較為常見是因為廠房内儲存大量的化學藥品及物質，依各物質之化學性質可分其為可燃性氣體、著火性液體，易燃性物質，自然發火性物質、禁水性物質及氧化性物質等其儲存及處理應格外留意[1]。

一般常見化學工業廠房內危險物質之特性，分述如下：

(1)可燃性氣體及蒸氣：

可列入此類者，包括在常溫下為氣體之可燃性氣體(天然氣、乙炔等)、可燃性液化氣(液化石油氣、液氮等)及可燃性液體之蒸氣(乙醚、苯、二甲苯、乙醇等)。此等可燃性氣體與空氣(或氧氣)混合，混合氣體之組成達某一濃度範圍使之著火時，該火焰則迅速在泥.合氣體中傳播而引起爆炸。

(2)著火性液體：

著火性液體除具有可燃性外，在常溫下為液體而具流動性，故極易四處流竄並流向低處擴大其危險性。此外，高蒸氣壓之可燃性液體可從液體表面不斷蒸發可燃性蒸氣，觸及發火源而著火或併發爆炸。由於具此二種性質 致使可燃性液體遠較其他危險性物質更具特殊之危險性。

著火性液體之危險性得以閃點(Flash Point)表示，閃點較低之著火性液體特稱之謂引火性氣體(Flammable Liquid) 5點在常温以下者，於常溫下因發火源之存在，引發危險性閃火點較高之著火性液體，如升温至閃火點以上溫度時，則與前者相同亦具有發火之危險。

(3)易燃性物質：

紙、布、絲、綿等纖維製品及其碎屑，經常為火災時之起火物料。又木材、樹脂、塗料等一般可燃物及燃料類之一部分均可列入易燃性物質。此外，木造建築物、傢具、塗飾品等亦包含在內。此等易燃性物質之危險性，得以發火溫度與燃燒熱表示。此外，在常温下雖為固體但可因燃燒而溶融者，因成為液體而具流動性，更易增加其危險性，纖維類囚具多孔性而能保存空氣，增大各纖維與空氣間之接觸面，故極易著火，且著火後不易完全撲滅。

(4) 自燃性物質：

稱自燃發火(Spontaneous Ignition)者，謂「物質在常温下不自他處獲取火源，於空氣中自然發熱，該熱經長時間蓄積逐漸達到發火溫度而引起燃燒之現象」。自燃性物質產生自然發熱之原因，被認來自分解熱、氧化熱吸附熱、聚合熱、發酵等。自燃發火係因物質之自然發熱速度與熱之逸散速度間失去平衡產生熱積蓄所引起，因此，阻礙熱散即為促進自然發火之重要因素。多孔質、粉末狀或纖維狀物質易引起自燃火之原因，在其與空氣接觸面易氧化，同時其熱傳導較小而具保溫效果致產生熱積蓄

(5)禁水性物質：

具有吸收空氣中之濕氣或接觸水分即可發火或發熱之物質稱之禁水性物質。禁水性物質有金屬鈉、铝粉、碳化鈣、磷化鈣等與水反應產生可燃性氣體(氫、乙炔、磷化氫等發火者。

(6)氧化性物質：

二種或二種以上之氧化性物質及還原性物質因混合或互相接觸致引起放熱、發火之現象謂混合危險。

而化學工廠會發生爆炸原因都是因為廠內防火區未規劃完善，一旦發生火災時可能會造成火及煙的快速蔓延，和內部儲放危險性高的物品，一旦發生災害時，造成的火勢是相當大的且長時間燃燒，災害後所造成的財物損失使人力損失也是相當高的。在應變過程中，無論是工廠、槽車、學校實驗室所導致之毒化災事故，通常都要先掌握化學品儲放種類、數量、地點等，而後查詢物性、化性及健康危害等基本資料，才能採取進一步的應變措施[2]。而在毒化災類別中，以禁水性物質之搶救作為較為特殊，因禁水性物質與水作用有可能會產生有毒及易燃性氣體，根據2004年版緊急應變指南指出，若該禁水性物質為液體時，其搶救安全距離為50公尺，若為固體時為25公尺，且若處於大火中時，才可使用大量的水灌救，並以水霧將蒸氣冷凝下來[3]。然，災害事故的預防除一般性的安全檢查外，緊急應變程序的建立與訓練亦是相當重要的一環，因災難發生之時會使人們猶豫而呆滯，而減少創造力[14] ，因此平時的災害模擬演練與訓練更格外顯得重要，唯有透過不斷反覆的模擬與練習，才可避免應變時的失誤或判斷錯誤的發生。

二、事故簡介

2.1時間與災害規模

2.1.1第一次事故

發生時間：2007年5月17日07時

發生地點：南投縣某生產抗氧化劑工廠

人員傷亡：無人傷亡事故

類別：火災事故

災害規模：災損面積約2000坪

2.1.2第二次事故

發生時間： 2007年5月30日17時

發生地點：南投縣某生產抗氧化劑工廠

人員傷亡；無人傷亡事故

類別：冒煙事故

災害規模：災損面積約2坪

2.2事故概述

此事故除5月17日發生之氣爆事故造成火災外，廠家於5月30日清理廢棄物時造成第二次冒煙事故，以下將分別描述

2.2.1第一次事故概述

96年05月17日07時09分，南投縣某工廠發生氣爆事故，環保署中部環境災害應變隊接獲消防局通報後立即趕赴現場，抵達事故現場後，進行毒化物清查，並展開環境監測作業，初步清查結果該廠區毒化物運作為DMF 1.365噸、三氯化磷44.7噸，但因火勢過大，無法確認毒化物現狀，因三氯化磷為禁水性物質，已建議消防隊勿直接向火場射水，以水霧進行防護。

事故發生地點為該工廠製程區，疑似電線走火，波及鄰近化學品儲存區，現場風向不定應變隊依風向變換監測點，持續於下風處70-150m處，進行環境監測作業，事故工廠平面配置及監測採樣點如圖1所示，經建議消防指揮官以水霧防護後，濃度已持續下降，初期除二濃度外，其餘已降至容許值之内，雖未達立即危害程度，但仍由環保局透過現場媒體提醒民眾應儘量減少外出，並緊閉門窗，做好就地防護措施，現場消防廢水部份截流至廢水處理廠，部份流入廠外大排水溝，應變隊提供沙包及協助業者進行排水溝圍堵，南投縣環保局協調工業區服務中心調派水肥車抽除消防廢水，5月17日共計25噸9車次、1241車次3.5噸1車次，5月18日共計25噸8車次、3.5噸7車次，2日共計464.5噸，均送至工業區廢水處理廠處理，排水溝內消防廢水含抗氧化劑，呈乳狀，由業者及化兵群處理共計約50Kg甲苯裝太空包52袋，總重約2,600 Kg。

火勢於5月17日下午13時24分控制，但因現場鋼筋結構，殘火處理進行緩慢，經善後復原會議後，消防隊留守警戒，應變隊留守持續進行環境監測，於5月18日11時23分，經評估後會同環保局及廠方人員進入現場，確認DMF及三氯化磷均被波及，並以熱影像儀協助消防隊進行殘火處理，並於5月18日18時20分，再次會同環保局進入現場確認DMF及三氯化磷均被波及，於19時30分進行善後復原會議，廢水抽除及水溝清理作業完成。

2.2.2第二次事故概述

96年05月30日16時57分該公司於清理事故廢棄物時疑似復燃，冒出濃煙。環保署中部環境災害應變隊接獲環保局通報後立即趕赴現場，於下風處約50公尺進行HCl濃度監測，建議廠家於冒煙區域使用碳酸鈣粉末覆蓋，會同廠家及環保局人員進入現場會勘後，先將廢棄物移往室內、覆蓋防水塑膠避免水氣反應，並於隔日立刻進行換桶作業。在完成善後復原會議後，建議廠家留守至少2人，應變隊持續環境監測，05月31日上午8時進行廢棄物更換新桶作業,共完成10桶,合計3000 kg暫存於廠家。

三、應變過程

以美國加州緊急應變辦公室(CSM)之毒化災應變策略原則做為參考，描述整個事故應變過程如下[5] ：

3.1第一次事故緊急應變作為

(1)安全(Safety) 、隔離(Isolation)及通報(Notification)

首先第一線人員需確保自身安全，先行確認自身及現場資源是否充足，避免在資源不足時，貿然進入災區救災，導致更多人員傷亡，待外界支援警察人員抵達後，協助管制現場相關及非相關人員任何不安全之行為(圖2為警察人員抵達現場，於路口進行人車管制)，事故廠家進行廠內通報，並進行廠外通報，請求政府單位支援(消防、環保及警察單位)。

(2)指揮(Command )、辨識及評估( Identification and Assessment)、行動方案( Action Plan )

縣政府消防局、警察局、環保局、國軍36化兵群、工業區服務中心及環保署環境毒災應變隊、諮詢中心等救災單位陸續抵達現場，由縣長擔任指揮官(如圖3所示)，並進行災害評估，在評估現場狀況後，因倉庫區有禁水性物質三氯化磷，請消防局滅火人員避免直接灑水，並由於火勢猛烈，估計災情擴大及大量消防廢水問題，立即增援圍堵設備及吸附材，並請廠家應變人員進行將消防廢水圍堵於廠內，引導至廢水處理廠，少量消防廢水沿雨水溝流至廠外大排水溝，由廠家進行第1道圍堵，並由環保局協調工業區服務中心調度水肥車進行圍堵與抽液。

(3)防護措施(Protection Equipment) 、圍堵及控制(Containment and Control) 、保護行動(Protection Action)

由消防人員穿著SCBA持續滅火，環保署環境毒災應變隊進行環境監測，事故初期於下風70公尺處，以FTIR測得14 ppm (固定污染源空氣污染物排放週界標準0.1 ppm ，勞工作業標準5ppm)及二甲苯值為16ppm (固定汚染源空氣污染物排放週界標準2ppm勞工作業標準100 ppm) [6] ，監測數值如表1所示，鹽酸濃度由3ppm持續上升至14ppm後，因以水霧防護持續下降至0-3ppm ，二甲苯濃度亦由10ppm上升至16ppm後降至ND ，雖未達立即危害程度，但仍由環保局透過現場媒體，提醒民眾應儘量減少外出，並緊閉門窗，做好就地防護措施。，由於消防人員進行滅火及殘火處理時，持續撒水降溫，同時持續下雨中，導致陸續有不飽合樹脂流入溝渠如圖4之黏稠物，為預防污染廢水向外擴大，除加強溝渠圍堵(如圖5所示)，陸續完成10道圍堵，並由環保局請求國軍36化兵群支援溝渠廢水抽離與除污作業及消防局進行溝渠照明，如圖6國軍弟兄穿著C級防護衣協助溝渠清理作業。直至隔日19時45分所有的消防事項於完全執行完畢，殘火殘煙完全撲滅， 2天共抽除約404.5噸廢水，已送工業區廢水處理場處理，另外黏稠的化學品已全數撈除，共清除52袋50公斤太空包裝暫存於廠家。

(4)除污(Decontamination and Cleaning)、棄置(Disposal)、紀錄(Documentation)

圖7為國軍36化兵群協助架設除污站，供救災人員於離開事故現場前除污，災後由中部環境災害應變隊、諮詢中心、消防局、環保局、工業區服務中心及廠家負責人進行善後復原會議，進行廢棄物討論及提出相關消防廢水處置建議及相關費用後，要求廠家災後廢棄物需妥善控管，相關廢棄物由環保局持續督導廠家處理。

表1監測數值

FTIP下風處(約70-150公尺)監測分析數據(單位ppm)

筆數 日期 時間 HCl 二甲苯 NO2

1 5/17 0915 3 10 ND

2 5/17 0941 14 16 50

7 5/17 1617 9.3 2 ND

10 5/17 2241 0-3 ND 3-4

固定污染源空氣污染物排放標準NO2 ： 0.25ppm、HCI ： 0.1 ppm、二甲苯： 2ppm勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準八小時平均容許濃度；NO2：5ppm、HCI ：5ppm、二甲苯：100ppm、NH3：50ppm二甲苯： ERPGI ： 150 ppm、ERPG2 ： 200 ppm、ERPG3 ： 900 ppm。

3.2第二次事故緊急應變作為

(l)安全( Safety ) 、隔離( Isolation )及通報( Notification )

工廠人員於清理有害事業廢棄物時疑似發生復燃狀況，因現場清理廢棄物時，開挖禁水性物質區域，引起陣陣白煙，附近工廠人員以為發生復燃，通報消防局處理，消防局並通報環保局及中部環境毒災應變隊請求支援。

(2)指揮(Command)、辨識及評估(Identification and Assessment ) 、行動方案(Action Plan)

縣政府消防局抵達現場後發現非復燃事故隨即離開，環保署中部環境毒災應變隊抵達現場後，向現場指揮官南投縣環保局課長報到並瞭解事故概況，並進行災害評估。初步研判為廠家於清除廢棄物時，遭逢雨勢太大，空氣中水氣太多，導致三氯化磷廢棄物與水反應引起白煙，建議廠方隨即調派碳酸鈣進行覆蓋中和(如圖9所示)，避免鹽酸氣體持續溢散。

(3)防護措施(Protection Equipment) 、圍堵及控制(Containment and Control) 、保護行動(Protection Action)

由廠家穿戴氯毒罐及抗化手套及抗化靴先進行廢棄物覆蓋，環保署中部環境毒災應變隊進行環境監測，於廠區內距事故點下風10公尺處，以氯化氫檢知管量測結果為ND (氯化氫檢知管偵測極限為0.1 ppm)，固定污染源空氣污染物排放週界標準0.1 ppm ，勞工作業標5ppm ，無人體健康危害。並於現場殘餘水實施pH檢測，檢測結果為pH為67-完成覆蓋後進入现场勘查建議廠家儘速將廢囊物全部移往室內，覆蓋防水塑膠避免水氣反應，由於廠區內無電力進行晚間照明及無雹カ進行廢棄物裝桶作業，基於安全考量，建議晚間廠家守2名人員於現場警戒及定磚回塤狀況 應變隊亦於現場持續警戒，實施環境監測及定時報狀況，同時於隔日上午8時即展閖換桶作業，廠家陸續將2廠廢棄物移至1廠進行更換新作，共更換19桶，合計約6,000 kg之廢棄物，暫存於安全區域。

(4)除汚(Decontamination and Cleaning)、紀錄(Documentation)、棄置(Disposal)

災後由中部環境災害應變隊、環保局及廠家負責人進行善後復原會議，進行廢棄物討論求廠家災後廢棄物需妥善控管，相關廢棄物白環保局持續督導厰家處理。

四、災因分析

(1)直接原因：疑似電線走火引起氣爆波及其他化學品儲存區導致事故擴大。

(2)間接原因：

a.不安全之狀況：

(a)現場當時僅有1人值班，且無足夠能量於第一時間救災。

b.不安全行為：

(a)廠方事故發生後並未完整告知運作之化學品種類，尤其是禁水性物質，遭受波及導致無法於短時間撲滅火勢

(b)進行廢棄物處理未依危害特性採取預防措施

(3)基本原因：增加緊急阻斷設備能於發生事故自動阻斷化學品入料，並對工廠整體配置重新規劃將化學品儲存區及製程區分隔。

根據文獻顯示，國內化學廠事故災害，以事故型態進行分析，分為火災、洩漏及爆炸事故三種，其介別佔63%、25%及12%、事故原因中以人為因素為最多，儲存因素及安全設備故障次之，兩者相差不多，電器設備走火再次之，分別佔整體的30%、26%、25%及17%。其中人為因素為人員搬運、施工不慎或將化學品加錯儲槽等操作失當；儲存因素包括不適當儲存環境、容器及方法；安全設備故障如控制裝備失靈、設備/槽體及管線過熱、老舊或引起设備走火包括電線短路、靜電等因素[7]，另外根據文獻顯示，絕大多數事故災害的發生有85%都是來自於不安全的行為，僅有15%是來自於不安全的環境 ，而第一次事故災害主因是來自電器設備故障，電線走火所導致而成，且波及儲存區化學品導致事故擴大，另外雖然該二廠於事故發生後積極配合政府單位救災，但於通報時並未通報運作之全部化學品種，消防人員以水噴灑禁水性物質，導致滅火作業時程冗長，幸未有救災人員傷亡；而第二次事故為厰家第一次事故後之廢棄物因為進行災因調查及保險理賠等因素，廢棄物露天儲存，並於清理時因下雨導致禁水性廢棄物冒煙事故，廠家應架設遮棚或以塑膠布覆盖廢棄物並於清理時注意天候，備有相關墮性劑避免廢棄物遇水氣冒煙

五、結論

(l)該工廠配置化學品倉庫緊鄰製程區，第一次事故疑似製程區反應器發生爆炸引發火警並波及製程區鄰近化學品及毒化物儲存倉庫，導致事故擴大，而消防單位最初獲知之訊息僅有二甲苯亚無其他化學品及毒化物(DMF-PC13-IPA等) ，建議廠家需強化自身應變能量，並於通報時對知場內化學品種類數量及分佈，才保障救災人員安全，並將事故損失降至最低。

(2)此事故除了環境災害應變隊三隊出動，全力救災外，南投縣政府環保局及消防局相關人員之戮力投入救災，國軍人員亦協助出動進行環境緊急復原工作及工業區服務中心及廠方人員應變及配合，使得無環境污染事實之發生，亦無民眾公害之陳情事項。

(3)第二次事故為廠家在清除事故廢棄物時不慎引起，建議廠家進行相關禁水性物質清理作業時，避免於雨天進行，並應於作業時備有相關中和劑、乾粉滅火器或乾砂土等，以避免相關事故再次發生。

六、參考文獻

[1] 郭昭吟, 2005重大化學工業災害案例研析,工業安全衛生月刊,第192期

[2] 葉德惠、羅俊光, 2004毒性化學物質災害應變決策系統應用,第二屆環境災害及緊急應變技術研討會。

[3] ERG2004 , 2004 Emergency response guidebook-2004。

[4] Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Incident Data-Reactive Hazard Investigation, 15D, 2003

[5] California Specialized Training institute, First Responder Awareness First Responder Operations Incident Commander, OES., 2002

[6] 行政院環境保護署, 2006毒性化學物質災害疏散避難作業原則

[7] 洪肇嘉、郭金鷹, 2007台灣化學品儲存及運輸管理制度初探,環境毒災簡訊電子報第五期

[8]Nielsen, K. J., Carstensen, O., and Rasmussen, K., The prevention of occupational injuries in two industrial plants using an incident reporting scheme, Journal of Safety Research, 37,479-486, 2006.

\*

全興工業公司火災事故

Fire Accident in a Changhua Industrial Company

劉國斌

全興工業股份有限公司

彰化縣花壇鄉中山路2段789號

8150@gsk. com. tw

一、摘要

全興工業公司於96年2月18日凌晨3時15分左右發生火災事故，因放置化工廠外之碎綿起火燃燒，值班守衛發現後隨即通報廠內消防應變組織人員與負責主管抵達火災事故現場進行隔離管制及救災工作，同時亦通報彰化縣消防局花壇分隊抵達現場支援搶救。災情很快即控制住且無繼續擴大，約於4時30分左右火災完全撲滅，無人員傷亡。彰化縣環保局及環保署中部環境毒災應變隊抵達現場，進入災區進行現場會勘，研判起火點在半成品區，並未波及毒化物二異氰酸甲苯(毒化物儲存場所距事故地點約20公尺) ；此事故僅有聚醚多元醇53加侖1桶，因受輻射熱影響顏色加深。消防廢水已導入該廠廢水池中，無環境水體污染情形之發生，環保署中部環境毒災應變隊以檢知管及FTIR未偵測到異常物質，四用氣體偵測器及PID監測結果均為0ppm，並於現場進行污水放流口水樣採集工作，確認環境無危害之虞後離開，事故排除。

關鍵字：緊急應變、二異氰酸甲苯、消防廢水

Abstract

At am 3:15 on February eighteenth in 2007, a fire accident triggered from automobile plan in Changhua County. At pm 12:20 on February eighteenth in 2007, the ERIC (Emergency Response Information Center) apprised EPAERT (Environmental Protection Administration Emergency Response of Toxic Substance) rushed to the scene and began emergency response actions. The emergency team and environmental protection personnel were went to the disaster area to observe the fire position the fire position. The investigation showed that toxic matter TDI (toluene-2.4-diisocyanate) wasn’t shattered and toxic matter storage about distance 20 meter from fire position. There is a barrel with 53 gallons of polyether ploy in the scene. The barrel surface found has color change that was barrel influenced by radiation heat. The immediate monitor of FTIR and test tube has not detected the any unusual matter. The values of 4 gas monitor and PID was 0ppm by measured. Finally, the fire wastewater was channelized to the waste basin and environmental protection personnel sampling the wastewater for bring back to the laboratory to analyze. The condition is over.

Keywords: emergency response, TDI, fire wastewater

二、事故簡介

2.1時間與災害規模

發生時間：2007年02月18日03時15分

發生地點：全興工業公司

人員傷亡：無人傷亡事故

類別：火災事故

災害規模：災損面積約750平方公尺

1.廠房：前座椅合綿及碎綿生產線範圍屋頂鋼樑損毀。

2.設備：前座椅合綿及碎綿生產線設備燒毀，儲槽受高熱脫漆。

3.產品：前座椅合綿及碎綿先行度庫存量燒毁

4.原料：預熱區三桶原料燒毀及大儲槽受高熱影響進行檢驗後可回收處理

2.2事故概述

96年2月18日(農曆大年初一)凌晨3時15分左右，放置化工廠外之碎綿起火燃燒，並從窗戶延燒至廠內，導致碎綿及前座合綿生產線燒毀。火災發生時，值班守衛發現後判斷無法以滅火器撲滅火源，故立即通報消防應變组賳人員與廠區負責主管抵達火災事故現場進行隔離管制及救災工作，同一時間亦通報彰化縣消防局花壇分隊抵達現場支援搶救。災情很快即控制住無繼續擴大"的於4時30分左右火災完全撲滅，無人員傷亡。所幸火災事故未波及毒化物儲存場所。彰化縣環保局及環保署中部環境毒災應變隊應變人員抵達現場，進入災區會勘現場狀況，研判起火點在半成品區，然後原料儲存區與廠房間有通道隔離，故並未波及毒化物二異氰酸甲苯(毒化物儲存場所距事故地點約20公尺) ，本次事故並未波及生產線原料工作槽亦無發生洩漏情況；此事故僅有聚醚多元醇53加侖1桶，因輻射熱影響導致颜色加深。消防廢水已導入該廠廢水池中，無環境水體污染之發生，環保署中部環境毒災應變隊以檢知管及FTIR未偵測到異常物質，四用氣體偵測器及PID監測結果均為0ppm，並於現場進行污水放流口水樣採集工作，確認環境無危害之虞後離開，事故解除。

三、應變過程

(1)安全( Safety )、隔離( Isolation)及通報(Notification )

96年2月18日(農曆大年初一)凌晨3時15分左右，疑似人為縱火或抽煙亂丟煙蒂釀災，造成放置化工廠外之碎綿起火燃燒，並從窗戶延燒至廠內，導致碎綿及前座合綿生產線燒毀。火災發生初期時，立即針對災害現場進行隔離管制，避免非救災人員任意進出增加救災困擾，以利搶救及初步災因調查能順利進行。唯其適逢春節休假期間發生，值班守衛判斷無法撲滅火源，並因留守人力不足，故立即通報廠內消防應變組織人與廠區負責主管趕回火災事故現場配合救災工作，同一時間亦通報彰化縣消防局花壇分隊抵達現場支援搶救。

(2)指揮(Command) 、辨識及評估(Identification and Assessment)、行動方案(Action Plan)

經趕赴現場救災之彰化縣消防局花壇分隊與廠區消防應變組人員聯合救災，災情很快遭受控制無繼續擴大，約於4時30分左右火災完全撲滅，無人員傷亡。環保署中部環境毒災應變隊抵達現場後與彰化縣環保局會銜，隨後利用VOC、TDI檢知管及四用氣體偵檢儀器進行環境監測作業，並向協助彰化縣環保局進行災害評估，經環保署中部環境毒災應變隊進行現場初步環境監測後，監測結果檢知管未監測到異常物質，PID監測VOC濃度為0 ppm ，四用氣體偵測器偵測無異常(SO2 ， CO、O2及LEL) ，初步評估現場無危害之虞，環保署中部環境毒災應變隊會同彰化縣環保局進入事故現場瞭解狀況。

(3)防護措施(Protection Equipment) 、圍堵及控制(Containment and Control) 、保護行動( Protection Action)

環保署中部環境毒災應變隊及彰化縣環保局著C級防護衣進行現場勘查，研判起火點在半成品區，距毒化物二異氰酸甲苯(TDI)儲存區約20公尺，所幸原料儲存區與廠房間有通道隔離，故火勢並未波及毒化物。本次事故並未波及生產線原料工作槽亦無發生洩漏情況；此事故僅有聚醚多元醇53加侖1桶，因受輻射熱影響顏色加深，搶救過程產生之消防廢水已導入廠區內廢水池中，pH值約6.5，估計災損規模約750平方公尺，環保署中部環境毒災應變隊協助於廢水池和儲槽區及事故區等三區之周圍以手提式偵測器量測無讀值反應，並以FTIR偵檢儀器於事故現場持續實施環境偵測，監測結果FTIR未監測到異常物質。

(4)除污(Decontamination and Cleaning)、棄置(Disposal)、紀錄(Documentation)

災後由本公司與彰化縣環保局及環保署中部環境毒災應變隊進行善後復原會議，討論及提出相關注意事項，環保局建議本公司需對已導入廠區內廢水池之消防廢水及災後廢棄物需妥善控管，相關廢棄物由環保局持續督導。

四、災因分析

(1)直接原因：疑似人為縱火或抽煙亂丟煙蒂致使。由於火災短時間內受控制，故現場除一儲槽受波及燒毀外，毒化物及其他化學品未受波及。

(2)間接原因：

a.不安全之狀況：

(a)適逢農曆春節期間，現場當時僅有1人值班，故無足夠能量於第一時間救災。

b.不安全行為：

(a)成品存放區位置規劃不完善。

(b)存放置廠外物品未加護套處理。

(3)基本原因：使用後之碎綿存放位置規劃不善，且未加護套保護，導致人為縱火或抽煙亂丟煙蒂引起火災。

五、災後處理與復原

(一)調閱監視器

調閱火災發生區域之監視器，發現有糢糊之黑影移動，疑似人為縱火或抽煙亂丟煙蒂致使碎綿起火燃燒，發生火災。

(二)配合環保署之檢測

配合彰化縣環保局、環保署中部環境毒災應變隊抵達救災現場進行空氣環境監測無危害後，宣告事故排除。

(三)配合火災調查

配合彰化縣警察局進行火災事故原因鑑定及調查工作，確定非電線走火原因引發之火災。

(四)成立復原小組

1. 現場清理組

由生產單位安排人員進行製程區之火災事故現場環境整理，配合整體復原工作進行。

2. 廠房修繕組

由管理部協助廠房修繕工程發包廠商進行緊急修繕處理。

3. 設備修護組

生產設備之緊急維修復原，由生技部全面支援負責處理。

4. 生產調配組

由各單位主管進行人力調配及裝備支援調度，並由業務單位與各中心廠協調以對應中心廠及客戶需求。

5. 溝通連絡組

接到可進行復原動工通知後(初三)，即全面展開緊急搶修行動，至初九春節休假結束時，已恢復可生產對應中心廠之需求。

六、檢討與改善:

(一) 加強2S整理整頓

(二) 廠區外圍防護設施加強修繕

(三) 強化保全與監視系統,以維護廠區安全

(四) 健全外勞宿舍管理

(五) 落實緊急應變與消防演練

\*

桃園縣新屋鄉某化工廠火災爆炸事故案例

A blasted fire incident case of a chemical factory in Hsin Wu Taoyuan county

黃燕清、徐家偉

工業技術研究院/能源與環境資源研究所

新竹縣竹東鎮中興路四段195號

yenching@itri.org.tw、icebeetle@itri.org.tw

一、摘要

桃園縣新屋鄉某化工廠為毒化物運作廠，於今(96)年8月16 a 9時11分發生化學品貯存倉庫爆炸火警事故，環境毒災應變諮詢中心(以下簡稱諮詢 ，心)於9時33分桃園縣環保局通報：「消防局通報某化工厰發生火災氣爆，地址是桃園縣新屋鄉廠內化學品種類多，且有氧化性物質，毒化物運作場所，現場狀況不明，將前往事故現場。」，經諮詢中心查證， 9時35分環保署環境毒災應變隊(以下簡稱應變隊)新竹隊及台北隊依二號作業整裝出勤-10時28分應變隊抵達事故現場，與現場指揮官會銜，確認6名人員輕傷送醫，起火點位於該廠過氧化物貯存區，其內有混合貯存過氧化物質及連二亞硫酸鈉(保險粉)為易燃物質且數量龐大，初步估計災損面積約4000坪，未波及毒化物。火勢波及之化學品數量計有：保險粉(連二亞硫酸鈉)約40-50公噸、氯酸鈉50公頓、亞硝酸鈉20公噸，應變隊於下風處10-20公尺處架設FTIR ，並於事故現場以四用氣體偵測器及檢知管進行空氣持續監測，空氣監測結果測得硝酸8ppm (TWA 2ppm)二氧化硫濃度8ppm (TWA 2 ppm) ，建議立即疏散下風處500公尺人車，現場廢水調派砂包及抽水車進行圍堵與抽除，後續並由業者自行回抽處理。22時45分完成善後復原會議，事故現場由桃園消防局與業者進行水線戒護及清理，應變隊持續一組人A協助監控事故點附近保險粉區之溫度，至8月17日23時20分完成殘火處理確認現場已無危害，應變隊收隊賦歸。

關鍵詞：火災爆炸、氧化性物質、保險粉

Abstract

A poison operation chemical factory in Hsin Wu Taoyuan County, had incurred a blasted storage warehouse at 9:11 August the 16th this year, the fire incident over its chemical environmental toxic disaster prevention and relief center (a informant from Taoyuan County's environmental protection administration: "Fire Control Unit informed that a gas blasted fire has just happened on some chemical factory located at Hsin Wu Taoyuan County, there's various chemicals in the factory, also some oxidized substances, toxic chemical operation, the situation was unknown at this point, shall go over to the of information center), re incident location", through the verification of the information center, at 9:35 the toxic disaster prevention and relief team of environmental protection administration (as called, the team), followed by the number 2 operation, the Hsin Chu and Taipei teams were sent out. At10:28 the team arrived the incident location, and was met with the commander, confirmed that6 people with injuries and was sent to the hospital, the fire starting point should be of the oxidized substances storage area in the factory, among it, fused with large quantities of flammable hydrogen peroxide and sodium hydrosulfite" sodium hydrosulfite", for initial estimated, there's 4000 pings or so damage areas, yet fortunate did not spread to toxic chemical substances. The quantity of the chemical that was affected by the fire as followed: About 40 to 50 tons of sodium hydrosulfite (sodium hydrosulfite), 50 tons of sodium chloric acid, 20 tons of sodium nitrous acid, "the team" had set up FTIR 10 to 20 meters at the disadvantageous location, also used a four ways gas detector and examine tube to proceed continuously air monitoring at the incident scene, came out the result of the air monitoring 8ppm of the nitric acid (TWA 2 ppm), 8 ppm of sulfur dioxide consistency (TWA 2 ppm), suggested to evacuate all the people and vehicles 500 meters down the disadvantageous location, the wasted water at the scene had to send the sand bags and water pumping truck to carry out the blocking and drawing out the water, all the follow up works will be taken care by the owner of the factory. At 10:45pm, the meeting of incident restoration had finally accomplished, the incident scene had processed water line guarding and clean up by the owner and Taoyuan Fire Control bureau, "the team" had maintained one set of the crews to assist and monitor the temperature of the neighborhood area, till 11:20pm August the 17th, completed and make sure that there's no hazard of the remaining flame handling upon the incident scene, "the team" retrieve and leave the scene.

Key words: Fire explosion, oxidize substance, sodium hydrosulfite

二、事故簡介

08月16日09時33分環保署毒災應變諮詢中心(以下簡稱諮詢中心)接獲環保局通報：據消防局通知某化工廠發生火災氣爆，地址為桃園縣新屋鄉，因廠內化學品種類眾多存量大，且事故地點為氧化性物質，現場狀況尚不明確。經查詢毒災防救查詢系統及毒化物管理系統，確認該工廠為毒性化學物質運作場所，環保署環境毒災應變隊一二號作業出勤。該公司運作毒化物為三氧化鉻(20噸)、重鉻酸鈉(15噸) 、六氯乙烷(2噸)及聯胺(1.6噸) ，諮詢中心聯絡桃園勤務指揮中心，並傳真該工廠化工防災基本資料及物質安全資料表(三氧化鉻、重鉻酸鈉、六氯乙烷、過硫酸銨)等救災資料並聯繫公司毒化物專責人員，得知工廠倉庫碼頭區於9時11分發生爆炸，該區儲存過硫酸銨等大量氧化性物質，其毒化物貯存區尚未波及，建議：1.請再次確認毒化物之儲存位置，並告知現場消防隊優先阻絕與控制，避免延燒到毒化物。2.事故化學品為氧化性物質，建議搶救人員遠距離進行水霧及泡沫控制火勢，依據緊急應變指南建議管制距離為50公尺。3廠方需進行污染防制與監控，並注意消防廢水可能沿排水口流出廠外之必要圍堵與抽液。

表一、保險粉特性

保險粉

特徵 1淡黃色之粉末.熔點55℃ (分解).溶於水不溶於醇

保險粉

用途 1.在紡織行業保險粉用作還原染色的還原劑，還原性漂毛劑，還原染料印花助劑，絲綢的精練與漂白劑，染色物的剝色劑及染缸的清洗劑等。

2.在紙漿造紙業保險粉用作機械漿、熱磨機械漿及脫墨漿的漂白劑。

3.在食品行業保險粉用作食糖、糖果、蜜餞、餅乾、粉絲等的漂白劑和食品保鮮劑。

4.保險粉作為還原漂白劑廣泛朦朧用於高嶺土的漂白：毛皮的漂白和還原增白；竹製品和草編制品的漂白等。

5.保險粉在化學工工業中用作還原劑。

保險粉

危險特性 保險粉屬於4.2類自燃物品，遇少量水或暴露在潮濕的空氣中會分解發熱，引起冒煙甚至燃燒並放出有毒的SO2；130℃時能自燃；與氧化劑接觸會猛烈反應導致燃燒爆炸。

保險粉

滅火方法 1.滅火時可能遭遇之特殊危害：強還原劑能自燃，加熱或接觸明火會引起燃燒。暴露在空氣中會被氧化而變質。遇水、酸類或與有機物、氧化劑接觸，都可放出大量熱而引起劇烈燃燒，並放出有毒的二氧化硫氣體。

2.特殊滅火程序：1)先將附近存放未燃燒之保險粉搬運至安全地點. 2)以大量的水或噴水來滅火(任何其他滅火劑都只能撲滅表面火焰，並不能阻止保險粉分解，內部自然仍在進行，只有用足量的水使保險粉溶解，才能徹底滅火) 。但必須防止沖洗的水污染飲用水源及農田等。同時檢查其於包裝桶，對已發熱或桶蓋鼓包的，迅速移至通風處自然降溫。

三、應變過程

(一)應變過程

環保署環境毒災應變隊新竹隊及台北隊分別於10時28分及10時40分抵達事故現場，確認事故起火點為貯存倉庫之前段過氧化物貯存區，現場已知有6名工廠人員受傷，於11時01分火勢一度受控制，但因持續灑水現場產生爆炸，疑似存有禁水性物質，經應變隊再確認得知起火點除有氯酸鈉約50噸具強氧化性及過硫酸鈉約20噸等大量氧化性物質外，附近並存放有連二亞硫酸鈉(保險粉)約40-50噸易燃性物質，該物質與氧化劑接觸會猛烈反應導致燃燒爆炸，為避免災情擴大延燒到毒化物，建議消防人員暫停灑水並以水線戒護，待保險粉區溫度降低後進行開挖。事故現場監控連二亞硫酸鈉(保險粉)貯存數量大且溫度維持110~130℃，根據氣象局已發布聖帕颱風警報，為避免大雨造成瞬間反應使災情擴大，建議廠商備妥砂石及帆布。於22時05分並改採以1-2噸的強力水柱持續對區域進行噴灑以大量灑水促使瞬間反應及降溫，由應變隊持續針對熱源點偵測-22時37介此方式使連二亞硫酸鈉(保險粉)從150℃降至60℃ ， 22時45分進行善後復原會議應變隊仍留一組人員協助實施監控17日23時20分諮詢中心與現場消防指揮官聯繫，殘火已完全處理完畢，消防隊收隊，環境毒災應變隊員全部返回隊部。

(二)現場監控

1.熱影像溫度監控；

因事故儲存大量禁水性與氧化性之化學品，應變隊以熱影像儀監測起火點附近之連二亞硫酸鈉(保險粉)約140℃ ，因高溫自燃現象11時53分現場火勢一度復燃，消防隊進行搶救並以水線戒護毒化物區域。

表二、保險粉溫度監控

日期 時間 監(檢)測地點 監(檢)測值(℃)

0816 12:49 保險粉貯存區 50

0816 - 貯槽區 無液位為空槽

0816 18:45 保險粉貯存區 130

0816 20:19 保險粉貯存區 150

0816 21:15 保險粉貯存區 140

0816 22:14 保險粉貯存區 100

0816 22:28 保險粉貯存區 60-70

0816 23:33 保險粉貯存區 57

0817 00:03 保險粉貯存區 47

0817 07:30 保險粉貯存區 188

0817 08:00 保險粉貯存區 239

0817 08:28 保險粉貯存區 220

0817 09:00 保險粉貯存區 209

0817 11:15 保險粉貯存區 50-60

2.空氣監控：

現場空氣監測分別於下風處10-20公尺處架設FTIR、應變隊於事故現場使用四用氣體偵測器及檢知管，測得硝酸8 ppm (TWA 2 ppm)、SO2 8 ppm(TWA 2 ppm)及空氣中酸鹼值測得pH 5呈酸性，其測得數據高於TWA值，現場空氣具刺激性且有擴大之虞，應變隊告知消防分隊長、環保局、警察局及廠商，經過會商建議應疏散該廠周界500公尺之人車，經廠方特助與村長、村民協調暫安置於新屋鄉九斗村老人會館約45戶50人。

表三、霍氏紅外線光譜儀(FTIR)空氣監控結果

日期 時間 監(檢)測地點 待測物 監(檢)測值(ppm) 法規值(ppm)

1 13:56 下風處10公尺 二氧化硫 3 2

2 14:25 下風處10公尺 二氧化硫 2.3 2

3 15:19 下風處10公尺 二氧化硫 2.1 2

4 17:21 下風處10公尺 二氧化硫 1 2

表四、四用氣體偵測器空氣監控結果

編號 時間 監(檢)測地點 待測物 監(檢)測值(ppm) 法規值(ppm)

1 11:53 下風處20公尺 二氧化硫 2.0 2

2 11:57 下風處20公尺 硝酸 2.0 2

3 12:05 下風處5公尺 二氧化硫 8.0 2

4 12:05 下風處5公尺 硝酸 8.0 2

3 12:49 下風處10公尺 二氧化硫 1.0 2

4 12:49 下風處10公尺 硝酸 2.2 2

5 15:25 下風處10公尺 二氧化硫 2.0 2

6 15:26 下風處10公尺 硝酸 ND 2

7 20:19 週界2公尺 二氧化硫 2-5 2

8 21:15 週界2公尺 二氧化硫 2.2 2

3.廢水監控

新竹及台北應變隊於現場進行監測，消防廢水部分，導入廠內廢水池約25噸，於廠內排水溝測得水體酸鹼值為pH 1廠外後方排水溝測得pH 5，隨即告知廠方調度砂包並與應變隊配合進行圍堵作業，並調派槽車抽離廢水約15噸，建議廢水池亦須定時抽離，並持續監控廠區周圍。

四、災因分析

本次事故因現場存放大量且多種類之化學物質，據了解過氧化物所引燃之原因有靜電、過熱、火花、水浸、火焰等造成，現場據火災鑑識課人員研判並未發現火焰火源，亦沒有人受困，縱火可能性極低，協明化工公司專門進口各種化工原料，包括甲醇、亞硫酸鈉、偏矽酸鈉等，「都是易爆、易燃化學物」，現場毀損嚴重已無法查明是哪一項過氧化物引燃，確切爆炸原因還不清楚，不排除是因連日氣候熱又濕度高而釀災，正確之災害原因正由火災鑑識課人員鑑定中。

五、災後處理與復原

環保署環境毒災應變隊分別於事故當日及次日協同環保局、消防局及廠家負責人召開2次善後復原會議，律定應變要點及任務分工，獲致5項應變共識。

該廠於十月份召開與廠區附近民眾之協調會，由工業局、環保局、警察局及環境毒災應變隊等相關單位共同出席，會後達成協議，該廠同意於六個月後整理整顿並作遷廠之動作與周圍居民達成共識。

六、檢討與改善

1.業者應加強工安訓練及定期實施設備檢測，並於事故發生後能於第一時間啟動廠內人員緊急應變，以避免類似事故再發生及降低災損。

2.貯存場所需加強化學品之存放管理，禁水性物質應儘量獨立貯存，建議加設溫度濕度計等控制設施。

3.禁水性物質存放使用器具办應注意乾燥(例如堆高機)之狀況。

4.本次應變救災因現場化學品種類多，化學物質混合與危害性大建議廠商做好現場化學品文件管理，以利第一時間之搶救。

\*

昇龍公司火警事故

A fire in Flying Dragon

童景輝、莊凱安

昇龍工業股份有限公司/工業技術研究院

台北縣土城市民族街3號,新竹縣竹東鎮中興路四段195號

fdico@ms17.hinet.nct/kaian@itri.org.tw

一、摘要

事故發生時間為05月29日14時42分，台北縣消防局勤務指揮中心通報於「土城昇龍公司發生火警」並請求支援，經台北環境毒災應變隊連繫環保署毒災應變諮詢中心後，環保署毒災應變諮詢中心立即派遣台北環境毒災應變隊及新竹環境毒災應變隊前往現場協助。現場經業者、消防、環保以及應變隊等單位研討後，事故發生原因疑似為辦公室樓頂裝修工程，電焊火花不慎掉入成品倉庫儲存區造成火災，火災波及鄰苯二甲酸二丁酯(504.75公斤)及十溴二苯醚(120.59公斤) ，無人員傷亡，環境毒災應變隊於事故現場利用PID測得TVOC值為1.7 ppm ，而下風50公尺處以FTIR連續監測空氣中相關化學品濃度，其數據為ND.。為避免污染擴散，相關救災單位以圍堵將消防廢水侷限於廠內並予抽除等方式，進行災後復原措施。

關鍵詞：鄰苯二甲酸二丁酯、十溴二苯醚、PID、FTIR

Abstract

The incident happened on 2:42 PM, May 29th. Emergency Response Team (EPAERTTP)received a notice from Taipei Fire Brigade on a fire happen in Flying Dragons and was asked to support on incident handling. The incident was report to Emergency Response Information Center immediately. 2 ER teams, Taipei Response Team and Hsinchu team, were sent out to the incident scene.

A joint investigation was conducted by the facility owner, fire brigade, EPA and emergency response teams, the cause of the incident suspects to be the decoration operation at the top of the building. The welding spark dropped into the finish product warehouse and initiated the fire. Dibutyl phthalate (504.75kg) and decabromodiphenyl ether (126.59kg) were involved in the fire with no casualties.

Emergency Response team used PID to monitor the TVOC concentration and the concentration of incident scene was 1.7ppm. FTIR was used to monitor the concentration S0meters downwind and it was N.D. To prevent the incident spread out, the fire water was confined inside the territory of site and be pumped out later on.

Keywords: Dibutyl phthalate, Decabromobiphenyl ether, PID, FTIR

二、事故簡介

05月29日14時42分台北縣土城昇龍公司發生火警，事故發生第一時間消防局勤務指揮中心通報相關救災單位，前往事故現場協助救災工作，環保署則派遣台北環境毒災應變隊及新竹環境毒災應變隊到場協助災因調查。現場經業者、消防、環保以及應變隊等單位研討後，事故發生原因疑似為辦公室樓頂裝修工程，電焊火花不慎掉入成品倉庫儲存區造成火災，火災波及化學品為鄰苯二甲酸二丁酯(504.75公斤)及十溴二苯醚( 126.59公斤) ，無人員傷亡，而現場災損面積約300平方公尺，環境毒災應變隊於事故現場利用PID測得TVOC值為1.7 ppm ，而下風50公尺處以FTIR連續監測空氣中相關化學品濃度，其數據為ND. ；在消防廢水處理方面，消防廢水水質pH為9-10，為避免污染擴散，應變隊建議以圍堵方式將消防廢水侷限於廠內，並請業者調度水車抽除在完成消防廢水採樣及現場善後復原會議後，研判現場無危害之虞，相關應變人員收隊賦歸。

三、應變過程

事故發生時間為05月29日 14時42分，台北環境毒災應變隊接獲台北縣消防局勤務指揮中心通報於「土城市某公司發生火警」並請求支援，經台北環境毒災應變隊連繫環保署毒災應變諮詢中心後，環保署毒災應變諮詢中心立即派遣台北環境毒災應變隊及新竹環境毒災應變隊前往現場協助。

毒災應變諮詢中心建議現場應變人員應注意事項下列事項如下:

1.與公司毒化物專責人員或工安聯繫，確認毒化物儲放位置，若未波及或未著火，建議不要朝向毒化物區域大量灑水。

2.請注意消防廢水的流向，必要時需進行圍堵與抽液。

3.若需要靠近現場，建議應變人員需著空氣呼吸器，進入現場需著化學防護衣。

環境毒災應變隊抵達事故現場後，立即與現場指揮官、及本廠負責人會銜，事故原因疑似為辦公室樓頂裝修工程，電焊火花不慎掉入成品倉庫儲存區造成火災，波及存放於廠房內毒化物為十溴二苯醚(儲存量: 126.59公斤)、鄰苯二甲酸二丁酯(儲存量: 504.75公斤)，而4,4-二胺基二苯甲烷(儲存量: 313.7公斤)則未受波及，當時火勢已控制住並進行殘火處理，而應變隊人員進入事故地點勘查確認災損狀況及化學品，並於事故地點由PID測得TVOC值為1.7ppm ，由於現場有化學品被波及，故於下風處50公尺以FTIR連續監測空氣中相關化學品濃度(甲苯及二甲苯) ，而其數據為ND。廠內消防廢水處理方面應變隊與場內人員以沙包圍堵廠內排水溝，並由土城工業區服務中心及本廠分別調度6.5噸水車抽取廠外大排水溝及廠內之消防廢水，現場消防廢水pH值為9，事故現場總計抽取52噸之廢水，並轉運至土城工業區廢水處理廠處理。應變隊與消防隊、台北縣環境保護局及本廠完成善後復原會議後，研判無危害之虞後毒災應變隊收隊。後續回收作業則由交由本廠處理，並由台北縣環境保護局督導。

四、災因分析

(一)直接原因：廠區辦公室樓頂進行裝修工程，疑似電焊火花不慎掉入成品倉庫儲存區造成火災。

(二)間接影響因素

1.不安全之狀況：

a.事故地點未張貼化學品標示與儲存配置圖，無法立即得知現場有哪些化學品及可能之危害，造成消防與應變人員救援之困難。

b.廠區之倉庫皆為鐵皮結構，且無任何防火措施，在火災發生時容易發生延燒狀況，使災情難以及時控制。

2.不安全之行為:廠區辦公室在改建過程中，工人進行電焊作業時未加強對化學品之防護，導致電焊產生的火花可能掉落於廠房內引燃原物料而引起火災。

3.基本原因:業者未落實工安措施。

五、災後處理與復原

1.本次事故為避免污染擴散，對於消防廢水探取圍堵之措施使其侷限於廠內，並由業者調度水車抽除。

2.抽除之廢水後續交由土城工業區廢水處理廠處理。

3.廠商於災後之復原作業，依照有害事業廢棄物清理之相關規定，請合格廢清常者進行清理，並將清理證明文件送台北縣環保局備查。

六、檢討與改善

1.經過現場調查發現，廠區內的原物料皆未張貼化學品標示說明，外來救援之應變人員在第一時間內無法辨別化學品存放位置，已建議廠商張貼警告標示，以免再次事故發生造成消防及應變人員救援之困難。

2.本次火災起因依業者表示疑似廠區辦公室在改建過程中，工人進行電焊作業時產生的火花，掉落在廠房內引燃原物料而發生，故未來廠商應加強工安相關預防措施。

3.廠區內成品倉庫及原料倉庫之間，皆以鐵皮隔間，無任何防火措施，在火災發生時較容易發生延燒狀況，加上廠內多為易燃品，因此建議業者在未來重建時能夠注意廠房之間防火巷之規劃，以及防火設備裝置。

七、參考文獻

1. CCINFO光碟(CHEMINFO、MSDS、RTECS)，2007.

2. http://chem.cla.gov.tw/knowledge/preview/207.swf

3. http://www.iosh.gov.tw/data/9/warn 16.htm

\*

桃園縣蘆竹鄉某科技工廠氣爆事故

Gas Explosion Incident of A Technology Factory at Lu Chu Taoyuan County

陳范倫，莊凱安，何大成

工業技術研究院/能源與環境研究所

新竹縣竹東鎮中興路四段195號67館251室

van@itri.org.tw，kaian@itri.org.tw，tcho@itri.org.tw

一、摘要

96年6月25日上午09時45分，桃園縣蘆竹鄉某科技工廠發生氣爆，本事故火勢波及灌充區多個化學儲槽，以及成品倉庫中之醋酸成品，並發生多次連環爆炸。此事故造成現場人員1死6傷，燃燒後產生之刺鼻濃煙飄往下風處造成民眾呼吸的不適。事故初期公司嘗試第一時間動員緊急應變小組進行處理，但火勢迅速蔓延後由桃園縣消防局、環保局、勞檢單位等接手應變，歷經8小時才將火勢控制，初步估計損失超過10億新台幣。

關鍵詞：氣爆、緊急應變、光阻劑

Abstract

At 9:45 am June the 25th 2007, a gas blasted incurred of some technology factory at Lu Chu Taoyuan County, the fire had spread to a few chemical storage troughs in the irrigated filling area, and the finished products of acetic acid in the warehouse, also incurred quite a few times of continuous explosions. This incident caused one dead six injured at the scene, the irritated smoke that had produced by the fire was blown to the far end location of which had caused difficulty breathing for a lot of people. In the initial stage of the incident, the company had tried to put out the emergency disaster prevention and relief team to handle in the first place, but due to the fire rapidly spread, and then was taken over by Fire Control Bureau of Taoyuan County, Environmental Protection Administration, and Labor Inspection Unit. Went through 8 hours to put out the fire under control, initially estimated excess 1billion NTD of the damage and lost.

Key words: Gas Explosion, Emergency disaster prevention and relief, Light blocking solvent

二、事故簡介

06月25日10時31分，毒災應變諮詢中心(以下簡稱諮詢中心)接獲環境毒災監控中心(以下簡稱監控中心)通報：1於09時45分桃園縣某工廠發生氣爆，請查證。」桃園縣消防局勤務指揮中心得知初步現場訊息：「桃園縣蘆竹鄉某工廠火災，目前4人受傷，災害現場化學品不明，請求環境毒災應變隊支援.」，諮詢中心由資料庫搜尋確認該廠為毒化物運作廠所，隨即於10時37分派遣環境毒災應變隊出勤，諮詢中心緊急派遣諮詢專家、新竹應變隊及台北應變隊分別於11時34分、11時43分抵達事故現場，立即與現場消防指揮官謝呂泉局長會銜，並會问環保，勞檢及廠方成立現場指揮中心進行應變相關作為。本事故火勢波及6個丙二醇單甲基醚醋酸酯(Propylene Glycol Monomethyl Ether Acetate，PGMEA)儲槽、6個單甲基醚丙二醇(Propylene Glycol Monomethyl Ether，PGME)儲槽、1個二乙二醇丁醚Diethylene glycol monobutyl ether DBG)儲槽與10個小型冰醋酸(Glacial Acetic Acid)槽體，以及成品倉庫中之數百桶之醋酸成品，實驗室運作之少量毒化物並未遭到波及。應變人員於下風50公尺處以霍式紅外光譜儀(Fourier Transform Infrared spectrometry，FTIR)量測到醋酸及PGMEA之讀值分別為0.138 ppm與0.02 ppm：針對現場應變使用之消防廢水持續進行酸鹼值監測並執行圍堵與抽除作業，現場消防廢水pH值為1-2(強酸性) ，另同步協調廠商調派砂包及砂袋進行廢水圍堵，將其侷限於廠內溝渠以利進行廢水抽除作業，現場所採取之廢液立即後送分析實驗室進行檢測，應變隊持續監控現場應變，在火勢控制、現場溫度降低後，由消防局火災調查人員及勞檢單位人員進行災因調查。應變隊研判無環境潛在危害之虞後於17時28分收隊賦歸。

三、應變過程

06月25日10時31分，諮詢中心接獲監控中心通報本事故工廠發生氣爆，經聯繫桃園縣消防局勤務指揮中心得知初步現場目前4人受傷，災害現場化學品尚未確認，請求環境毒災應變隊支援；由於該廠為毒化物運作場所，諮詢中心立即依二號作業派遣台北隊及新竹隊趕赴現場支援，同步通知諮詢中心專家兩員到場協助支援。在應變隊趕赴現場尚未抵達之前，諮詢中心依據當時所蒐集有限的化學品運作資訊，先行將應變建議重要事項通報事故現場指揮官，初步建議如下：1.附近有其他工廠運作多種毒化物，其中氯氣為大量運作，如果事故現場觀察到黃綠色火焰刺鼻味氣體，氯氣貯存容器極有可能已經受到火勢波及而造成外洩，此時，搶救人員防護裝備必需提昇為自給式呼吸防護具(Self-Contained Breathing Apparatus，SCBA)及A級防護衣等級； 2.請注意消防廢水回收事宜。應變隊抵達現場後，因為事故工廠受災面積廣大，為強化現場應變程序有效地展開執行，根據功能需求將應變人員分為現場指揮中心、空氣監測組、槽體監控組與廢水監控組等四個應變作業小組，以下就四個應變作業小組的功能分述如下：(一)現場指揮中心：由諮詢中心專家及應變隊員與現場消防指揮官謝呂泉局長會銜，並會同環保、勞檢及廠方臨時徵用鄰廠會議室成立現場指揮中心；主要掌控現場災況研析、搶救策略、後續支援及訊息回報等功能，後續並與事故廠進行善後處理會議，研商災後廢水與廢棄物處理方式。

(二)槽體監控小組：由諮詢中心專家與應變隊員擔任，由於應變隊抵達現場時，事故現場仍處於大面積燃燒的災況，部分槽體已造成爆炸掀頂，另部分槽體仍受火勢直接燒烤或熱輻射影響，恐有爆炸之虞。因此，小組成員持紅外線熱影像儀(Infrared camera)持續觀測未爆炸掀頂的槽體溫度，對於觀測到溫度過高的槽體，則立即通知現場指揮中心，由指揮中心協助調派消防水線進行槽體降溫作業，並藉由救災無線電廣播現場消防隊員注意儲槽之潛在危害。經由小組持續監控槽體溫度的變化，並配合適度的槽體降溫作業，現場剩餘儲槽終能免於爆炸掀頂的嚴重後果，對於救災應變程序的順利執行與有效性均有決定性的助益。

(三)空氣監測小組：事故現場存放大量的醋酸、PGME與PGMEA等化學品，由於部分儲槽已受火勢波及產生槽體破裂，儲放之化學品大量洩漏至防液堤中，為確認洩漏化學品產生之氣體是否可能危及人員的危害，應變隊空氣監測小組於下風處50公尺處持續以FTIR監測現場空氣之狀況，並定期回報現場指揮中心量測數據以供參考。此外，由於當時現場風向不定，空氣監測小組亦須隨著風向的變化而機動轉移檢測點，才能確保量測污染物濃度值的真實性與代表性，下風處居民的生命財產安全均仰賴量測準確的數值與人員暴露研析而得以確保。

(四)廢水監控小組：由於現場逸散大量的化學品且消防隊在滅火過程中噴灑大量消防泡沫與消防水，為避免現場廢水流出廠外而造成附近環境的污染，應變隊先行派遣人員巡視週界並確認廠外廢水排放口排放狀況，立即通知現場指揮中心協調廠商調派砂包及砂袋進行現場廢水之圍堵作業，目的是將現場廢水侷限於廠內特定區域內(如溝渠等) ，以利業者調派水車進行後續廢水回收作業；應變隊員除了在現場協調業者執行抽除程序外，並針對收集的廢水進行採樣分析作業，藉以瞭解廢水之主要危害成分。本次事故業者總計回收消防廢水共計165噸。

現場火勢持續延燒且恐有爆炸之潛在危害，除了由消防人員以水霧持續噴灑降溫外，應變人員同步於下風50公尺處以FTIR量測醋酸及PGMEA的濃度讀值，為確認氯氣容器是否因火势波及而產生洩漏，現場以四用氣體偵測器量測氯氣，並再使用檢知管進行現場複偵量測，兩者測值均低於偵測極限(ND.)，於應變過程中亦協調廠商調派砂包及砂袋進行消防廢水之圍堵，同時針對廢液進行檢測及後處理之建議，廠商隨後調派水車進行廢水抽除作業，因唯迅火勢持續延燒可能導致鄰近儲槽有爆炸之虞，故持續以熱影像儀監控2座已起火燃燒儲槽旁10公尺外的DBG(300噸)儲槽槽體溫度，該儲槽受火災熱輻射影響槽體表面温度最高達270°C ，此溫度高於DBG沸點近30餘度，優先持續集中消防水線向槽體灑水降溫，初步將槽體温度降至150°C以下，因為槽體門DESG液位仍在一半的高度(推估的殘餘150噸) ，除持續灑水降溫外並加速罐裝區殘火處理以降低熱輻射的影響，同時間抽水車亦開始遠行廠內溝渠廢液抽除作業。

於16時54分應變隊與環保局稽查課、北區督察大隊和事故業者環安部經理召開善後復原會議，會議結論有以下六點：1.目前已抽除10噸，消防廢水，後續之抽除作業由業者自行處理，並將抽水車之車數及後送地點回報環保局：2.環境監測已無危害之虞(空氣PGMEA讀值低於0.13 ppm) ，將由環保局统一對外發佈新聞稿說明：3.現場消防局持續進行小區域殘火處理，待火勢滅撲及完全降温後，由火調課及勞檢單位著手進行災因調查；4.確認實驗室運作少量毒化物未波及；5.完成採樣的廢水樣品，曰新竹應變隊後送分析；6.後續由消防局與環保局協調現場後續處理事項，研判現場已無環境污染之虞，應變隊於17時28分收隊赋歸。

在本事故結束後數天內，應變隊及諮詢中心專家多次協同消防局火災調查人員與勞檢人員對於事故現場進行勘查，除首重於事故原因調查之外，亦使用热影像儀進行災後儲槽殘存化學品容量的確認作業，以利業者研析與規劃復原處理之相關事項。

四、災因分析

(一)直接原因：經與消防局火災調查課與勞檢單位多次進行現場勘查作業，並聽取事故業者的事故陳述，可能原因初步瞭解於火災發生前，現場正在進行動火作業，而導致儲槽區內其中一個儲槽發生氣爆，槽内PGME溢流至防溢堤內並引燃，火勢在防溢堤內蔓延進而引發其他儲槽的爆炸，正式之災因將以火災調查報告為主。

(二)間接原因：

1.不安全之狀況：儲槽區域內眾多儲槽共用同一個防溢堤且距離太靠近，一旦事故導致易燃液體外洩起火，勢將引發火勢的迅速蔓延並導致儲槽區整體之骨牌效應等危害，廠內在規劃建構儲槽區前應參考相關規範，並由具備工安專業技術的人員進行危害辨識所存在之重大潛在風險，再藉由整體的消防、偵測與消滅設施的構建，以達到事故预防.緊急應變及風險控制之多重目標。

2.不安全之行為：現場為儲放易燃性液體之儲槽區，任何未經審慎評估與許可之動火作業(產生明火或裸火等) ，絕對不應在該區擅自作為。尤其在類似動火作業實施之前，更應詳細確認儲槽內、連通輸送管線、防液堤內與溝渠中等所有可能接觸易燃液體或蒸氣等區域，廠內員工都應在動火之前進行詳細的隔離確認與泵空作業 以避免工程動火引燃易燃液體之導致嚴重後果。

3.基本原因：廠內對於易燃液體之潛在危害辨識尤待加強，特別是儲槽區域內設置眾多的中型儲槽，更加重該區事故發生後延宕應變與災害控制所造之嚴重後果，而與儲槽管線連通的灌裝區，以及鄰近停放多個已裝料或待裝料的水陸聯運可攜式槽櫃(Intermodal Portable Tanks) ，在在說明如何一個儲槽區內的小失誤或小事故能迅速蔓延至鄰近設備，終究更導致骨牌效應造成大規模的火勢，廠內亟需針對動火作業之標準與審核作業，及員工緊急應變訓練大幅強化，避免類似事故再次發生。

五、災後處理與復原

1. 由業者、消防局火災鑑識人員、環保局、勞檢單位及毒災諮詢中心專家針對此事故之起因進行多次勘驗及追查。

2. 工廠成立災害復原小組，首先針對事故遭波及儲槽內之化學品殘液，由應變隊以熱像儀進行槽體液面評估，由事故公司調度槽車進行抽液，後續事故區棄物依有害事業廢棄物清除處理方式清除處理之。

3. 配合勞檢與消防單位的调查進度，展開復工前的必要程序與檢查作業，同時啟動營運風險管理計劃BCP)，針對客戶與訂單進行移轉及因應措施。

六、檢討與改善

(一)導致本次事故災情擴大的主要原因，是由其中一個儲槽發生氣爆引發後續火災，洩漏逸散的易燃液體在防溢堤内流竄，火勢也因此而波及其他的儲槽，眾多儲槽使用同一個防溢堤的設計的確是另一個導致骨牌效應的原因，但是針對儲槽火災熱輻射、防護撒水、泡沫滅火系統與安全間隔諸多議題的確需再審慎評估。

(二)由於事故工廠所使用之化學品多為易燃液體且儲存量大，一般廠內所設置之手提式或移動式消防滅火器，的確無法因應快速蔓延的大面積火勢，依照此次的事故經驗，廠商應審慎評估現場所可能發生最嚴重的情境，並針對此情境建置適當的消防系統、固定式砲塔與泡沫滅火系統等設備，以大幅提昇廠內應付事故發生時的初期自救能量，儲存易燃性化學品的運作業者，亦應從此事故的過程及結果，審慎地研析本身既有消防能量是否足夠，特別需要考量的重點是在消防隊趕抵現場以前，事故應變只能仰賴業者本身的初期能量執行控制事故災況作業，業界仍須積極建置自我事前预防的能量，才是確保人命安全、財產損失與風險控制的及法門。

(三)落實動火許可制度，當防火防爆區域要進行動火許可時，應該知會廠內工安部門，於作業前做好相關的危害評估與確認工作，同時必須完成必要之隔離確認與泵空作業，如此才能避免災害事故再度發生。

\*

桃園縣蘆竹鄉某工廠火災事故

A Fire in a Chemical Factory

范姜威鎧

工研院能環所

faja@itri.org.tw

一、摘要

07月24日上午08時16分，桃園縣蘆竹鄉某工廠發生火警，火災事故現場為硝化棉片廠，事故發生原因疑似廠內配電盤走火所引起，事故現場硝化棉全數燒毀，另外波及可塑劑之環氧大豆油及鄰苯二甲酸二異壬酯( DINP) ，火勢未波及廠內列管毒化物，現，場以PID於下風5公尺處進行總揮發性有機物量測為0.1 ppm ，熱影像儀監控熱源並由消防隊持續以水霧降溫至40℃ ，消防廢水均流入廠內之廢水處理系統，研判現場無危害之虞，應變隊於上午10時46分收隊賦歸.

關鍵詞：硝花棉，環氣，大豆油、鄰苯二甲酸二異壬脂。

Abstract

At 08:16 am. on July 24, 2007, a fire accident happened at a factory to store the Nitrocellulose. The cause of this fire was suspected to be the electric wire breaks out a fire. All of Nitrocellulose in the factory was burnt. The fire involves the Epoxidized Soybean Oil and DINP. The EPAERT team members used the PID to detected TVOC were 0.1 ppm at 5m of downwind. The ThermoView to monitor heat source. The fire fighter sustains and lowers the temperature with the water until temperature was dropped to under 40℃. The waste water flow into the waste water processing station The EPAERT judged The state of the factory to be safe, and Leaving at 10:46 am.

Keywords: Nitrocellulose, Epoxidized Soybean Oil, DINP

二、事故簡介

07月24日08時16分，毒災應變諮詢中心(以下簡稱諮詢中心)接獲內政部消防署通報：「桃園縣某公司於07：51發生火警，現場狀況不明。」，經諮詢中心由毒仁物查詢系統搜尋確認該公司為毒化物運作廠所，隨即派遣新竹及台北環境毒災應變隊依二號作業分別於08時25分及28分出勤，而諮詢中心所緊急派遣的專家、台北隊及新竹隊於09時30分、09時45分抵達事故現場，立即與現場消防指揮官禹分隊長會銜，並會同環保、廠方成立現場指揮中心進行應變相關作為。得知火勢已撲滅，事故現場為棉片廠，該倉庫無貯存列管毒化物，火勢亦未波及列管毒化物，以PID於下風，5公尺處進行總揮發性有機物量測為0.1ppm ，現場消防廢水pH值為11，已導入廠內廢水處理廠，而現場以熱影像儀監控熱源并持續降溫中，至於事故現場硝化棉則全數燒毀，波及物為可塑劑之環氧大豆油及鄰苯二甲酸二異壬酯(DINP) ；經由諮詢中心建議可塑劑環氧大豆油無特殊危害性，但DINP遇到火災可能有爆炸性及煙霧毒性危害，並建議持續降溫監控。而現場持續以水霧降溫至40℃，並以PID於下風10公尺處進行複偵，偵測值為0.1 ppm ，研判無環境危害之虞，應變隊同仁10時46分收隊賦歸。

三、應變過程

本文内容：07月24日08時16分，諮詢中心接獲内政部消防署通報本事故公司發生火警，現場化學品狀況不明，由於該廠為毒化物運作場所，諮詢中心立即依二號作業派遣新竹隊及台北隊趕赴現場支援，同步通知諮詢中心專家到場協助支援。在應變隊前往途中諮詢中心依據當時所蒐集有限的化學品運作資訊，先行將應變建議重要事項通報事故現場指揮官，初步建議如下：確認是否為"硝化棉"，依據應變指南原則113內容，"硝化棉"具爆炸性，離氧窒息性滅火作為無效，在進入現場前，應特別謹慎與研析。

應變隊抵達現場後，為使現場應變程序有效地展開執行，根據功能需求將應變人員分為現場指揮中心、空氣監測、53加侖桶監控組與廢水監控組等四個應變作業小組，以下就四個應變作業小組的功能分述如下：

現場指揮中心：由諮詢中心專家及應變隊員與現場消防指揮官禹分隊長會銜，並會同環保、廠方成立現場指揮中心；主要掌控現場災況研析、搶救策略、後續支援及訊息回報等功能，後續並與事故廠進行善後處理會議，研商災後廢水與廢棄物處理方式。

熱影像監控小組：由應變隊員擔任。由於應變隊抵達現場時，事故現場仍處於悶燒的災況，部分53加侖桶已造成爆炸掀頂，另部分53加侖桶仍有熱輻射影響，恐有爆炸之虞。因此，小組成員持紅外線熱影像儀(infrared camera)持續觀測未爆炸掀頂的53加侖桶溫度，對於觀測到溫度過高的53加侖桶，則立即通知現場指揮中心，由指揮中心協助調派消防水線進行53加侖桶降溫作業，並藉由救災無線電廣播現場消防隊員注意53加侖桶之潛在危害，經由小組持續監控53加侖桶溫度的變化，並配合適度的53加侖桶降溫作業，現場剩餘53加侖桶终能免於爆炸掀頂的嚴重後果，對於救災應變程序的順利執行與有效性均有決定性的助益。

空氣檢測小組：事故現場無貯存列管毒化物、儲存物品為硝化棉片 (約4-5噸)可塑劑之環氧大豆油( 1 3 53加侖鐵桶)及鄰苯二甲酸ニ異壬酯( Disononyl phthalateDINP) (2桶53加侖鐵桶) ；火势並未波及該公司使月之列管毒化物，該公司使月之列管毒化物為環己烷， 468公斤、二硫化碳1.26公斤；鄰-二甲基聯苯胺，而聯胺無庫存為確認洩漏化學品產生之氣體是否危及人員的危害濃度，現場以PID於下風處5公尺處進行偵測總揮發性有機物濃度，並定期回報現場指揮中心量測數據以供參考。此外，空組亦需隨著風向的變化而機動轉移檢測點才能確保量測污染物濃度值的真實性與代表性，下風處居民的生命財產安全均仰賴量測準確的數值與人員暴露研析而得以確保。

廢水監控小組：由於現場逸散大量的化學品且消防隊在滅火過程中噴灑大量消防水，為避免現場廢水流出廠外而造成附近環境的污染，應變隊先行派遣人員巡視周界並確認廠外廢水排放口排放狀況與量測PH值，經調查了解事故現場消防廢水均流入廠內之廢水處理系統，且現場消防廢水並未污染環境周圍土壤，故對環境無危害之虞並立即通報現場指揮中心。

現場火勢悶燒且恐有爆炸之潛在危害，除了由消防人員以水霧持續噴灑降溫外，應燮人員同步於下風5公尺及10公尺處以PID量測總揮發性有機物濃度讀值，測值均低於法規值(3ppm)。於應變過程中同時針對廢液進行檢測及後處理，而現場因唯恐火勢悶燒一處可能導致未爆炸的53加侖桶有爆炸之虞，故持續以熱影像儀監控53加侖桶溫度，該53加侖桶受火災熱輻射影響53加侖桶表面温度高達100℃以上，優先持續集中消防水線向53加侖桶灑水降溫至40℃以下。

最後應變隊與環保局稽查課、北區督察大隊和事故業者生產處經理召開善後復原會議，會議結論有以下2點：1.應建立緊急應變組織，並針對可能發生的事故進行演練2.成品應妥善儲存，而儲存現場避免有引火源。離去時研判現場已無環境污染之虞，應變隊於10時46分收隊賦歸。

四、災因分析

1.直接原因：該作業區之配電盤因設備老舊且現場通風不良造成悶熱而引起走火。

2.間接原因：

不安全狀況：

·配電盤老舊。

·作業場所防火區隔不良。

不安全行為：現場堆置大量硝化纖維棉織成品，火勢波及成品，造成火勢無法控制。

3.基本原因：電器設備未落實定期保養及維護。

五、災後處理與復原

1. 緊急成立善後復原小組，建立指揮系統及後勤支援系統。由北區毒災應變諮詢中心擔任安全幕僚，並協助調度復原裝備器材，進行善後復原處理。

2. 進行人力調配及裝備支援調度。

六、檢討與改善：

1.針對可能發生的事故加強演練。

於事故發生初期，未立即針對起火地點進行滅火，導致火勢延燒至成品堆放區，造成火勢無法控制，公司雖有緊急應變小組，但因無法第一時間進行滅火，顯示員工並無第一時間應變之觀念，應再進行應變訓練。

2.成品應妥善儲存，儲存現場避免有引火源

由於該製程區使用之化學品為硝化棉片，屬於爆炸物，且現場儲存量大，一旦發生火災將一發不可收拾，由於事故現場使用乾躁機及乾燥室等電器設備，亦可能發生火災，為避免發生火警，建議製程區應盡量避免堆置大量完成品，應將完成品移至成品倉庫，即使發生火警，亦不致造成火勢擴大。

\*

中化合成生技股份有限公司爆炸事故

The blast of ChungHwa Chemical Synthesis & Biotech Co., Limited

張挹宗

中化合成生技股份有限公司

台北縣樹林市東興街一號

richard@ccsb.com.tw

一、摘要：

民國96年2月12日下午17：45左右，疑似製程中排出之廢溶劑貯存桶，因未將桶蓋鎖緊，以致溶劑揮發，在接觸上方抽風機電氣接點後，廠房 即發生爆炸火災意外，造成部份廠房嚴重損壞及2名員工直接遭受氣爆火球波及灼傷：1名員工逃生時，遭玻璃割傷事故發生時，據受傷同仁描述看到一團火球迎面而來，造成二名同仁灼傷。三名同仁倉皇逃出後，立即到浴廁以冷水沖浴受傷部位，另有一名同仁因事故發生時慌張，在逃生門無法直接開啟的情況下，直接以手擊破玻璃，以致手部遭玻璃割傷另各作業區主管聽到爆炸聲響，第一時問關閉作業區電源，並要求作業區人員依安全路線，迅速離開作業區，在判定難以自行撲滅，隨即由總務人員通知消防單位前來支援。另由本公司毒化物專責人員依事故處理規定，立即通報台北縣政府環境保護局，告知本廠目前事故情況。在消防單位支援未達之前，將各作業區目前正在作業之同仁集合在本廠停車場，除清點人數外，另指派人員拉出火場附近水帶進行滅火，避免火勢之延燒。於事故結束後進行現場勘查，研判災害發生可能原囚，提出預防災害發生之改善對策，如危險區域劃分重新規劃、製程變更、增設可燃性氣體偵測器、加強人員安全衛生教育訓練等。

關鍵詞：

中化、中化合成生技股份有限公司、廢溶劑、毒化物、消防水、危險區域劃分、可燃性氣體偵測器、安全衛生教育訓練。

Abstract

Around 5:45 pm, on February 12th, 2007, the accident was suspected due to an unlocked barrel of wasted solvent, which was discharged from the process. Its vapor got in contact with the electrical switch of exhaust fan above, and then the explosion and fire occurred instantly inside the factory. This caused severe damages upon partial factory, severe burn of 2 workers due to the gas explosion and fire balls and one cut wound worker by glasses while running away.

According to a injured worker's description, there's one huge fireball came directly tothem when the incident occurred, caused burn injury of 2 workers. After 3 workers ran out inpanic, they immediately went to shower their injure sectors with cold water in the bathroom; another colleaguc, found out that the emergency exit door can not open directly, broke theglasses by his bare hands and caused the cut wounds. In addition, the manager of each work station when they heard the explosion, immediately shut down the power at work station, and asked all the workers follow the exit route and leave the station as fast as they can. Whilst judging it would be difficult for them to extinguish the fire, the general affairs staffs immediately informed the fire control unit to support. Also our toxic chemical specialist according to the accident handling regulations informed Taipei county Government Environmental Protection Administration about this incident that happened just now. Beforethe fire control unit arrived, we had gathered all workers in each station to wait in the parking lot, and checked out the number of the workers, in addition, we had assigned staffs to pull outthe water hoses nearby the factory, to proceed and put out the fire, to avoid the fire extending.

After the incident, a scene investigation was proceed, to judge the possible reason soccurred of this calamity, also bring up the improvement strategy of how to prevent disaster happened again, such as re-arrange and demarcate the dangerous zones, change the process ingprocedure, increase flammable gaseous detector, and enhance the safety educational training classes for our staffs.

Keywords: ChungHwa ChungHwa Chemical Synthesis & Biotech Co. wasted solvent toxic chemical substances dangerous zones flammable gaseous detector safety educational training

二、事故簡介：

本公司位於台北縣樹林市東興街1號，自1964年成立至今，主要產品為合成藥品原料、化學原料等製造及買賣。成立四十幾年，並未發生重大工安意外。然而於民國96年2月12日下午17：45左右，疑似製程中排出之廢溶劑貯存桶，因未將桶蓋鎖緊，以致溶劑揮發，在接觸上方抽風機電氣接點後，廠房隨即發生爆炸火災意外，造成部份廠房嚴重損壞及2名員工直接遭受氣爆火球波及灼傷：1名員工逃生時，遭玻璃割傷。因事故已達本廠無法自行撲滅程度，隨即由廠務人員通知消防單位前來協助支援，又因本公司為毒化物運作列管場所，本公司毒化物專責人員依規定亦以電話通報台北縣政府環境保護局本廠事故發生情況。

三、應變過程:

96年2月12日約17時45分,於作業天井區發出一聲巨響，隨即於天井區冒出火舌，當時有三名同仁於該天井旁作業區從事包裝作業，事故發生時，據描述看到一團火球迎面而來，造成二名同仁灼傷。三名同仁倉皇逃出後，立即到浴廁以冷水沖浴受傷部位，並將衣褲褪去，再以乾淨衣服披覆身體、另有一名同仁因事故發生時慌張，在逃生門無法直接開啟的情況下，直接以手擊破玻璃，以致手部遭玻璃割傷，此三名同仁，均由兩名主管人員隨同救護車至醫院救治及看護。另各作業區主管聽到爆炸聲響，第一時間關闇作紧區電源，並要求作業區人員依安全路線，迅遠離問作業區。

天井區內因尚有一槽約盛裝200公升左右之廢溶劑塑膠槽體，已有熔融情況，流洩出槽內廢溶劑M廢水收集溝渠燃燒，並由環安課人員將廢水泵浦暫停啟動，避免延燒，此時，因判定難以自行撲滅，隨即由總務人員電話通知消防單位前來支援。另由本公司毒化物專責人員依事故處理規定，立即通報台北縣政府環境保護局，告知本廠目前事故情況。

在消防單位支援未達之前，將各作業區目前正在作業之同仁集合在本廠停車場，除清點人數外，另指派人員拉出火場附近水帶進行滅火，避免火勢之延燒，再指派人員將本廠一百餘支乾粉滅火器收集集中於停車場，指派另幾位同仁進行水線無法撲滅處之阻止延燒滅火工作，直至消防單位約18：00抵達後，交由消防單位接續滅火工作。在滅火過程中，消防隊發現可能有貯槽仍在洩漏，故又指派人員確實巡查貯存槽開關是否閉緊，並啟動原料貯存槽之撒水系統，避免火災高溫可能之影響。消防隊滅火同時，由該區負責主管協助消防隊之資訊提供、環安課人員指派部分同仁協助進行消防水之圍堵，避免消防水流至廠區以外，造成二次公害問題。其間環保局及毒災應變隊亦達本廠，協助消防單位進行監測及毒化物清查、北區勞動檢查所亦至廠內初步進行意外發生狀況暸解，整個撲滅行動約於19：40左右結東，消防車陸續離開本廠。再由消防單位鑑識人員、毒災應變隊及北區勞動檢查所進入事故地點，進行災因調查。

而本廠亦先將人員集中於停車場，再指派人員進行廠區內消防水之清除，並由環安課人員儘速啟動廢水輸送泵浦，將廢水輸送至本廠廢水處理場進行處理。另由環安課人員協助環保局及毒災應變隊清查本廠貯存之毒化物，是否確實並未於本次意外中遭受波及。

因撲滅結束時間已晚，本廠指示關閉廠區所有電源及由主管人員輪流夜間留守.避免二次事故發生，除消防單位針對事故現場拉起封鎖線外，本廠環安課人員亦對其他可能有危險之虞處設置警戒線，避免人員進入時發生受傷意外。

四、災因分析：

據現場勘查結果研判災害發生可能原因如下

(一)直接原因：火災爆炸。

(二)間接原因

不安全之狀況：

1.天井區設有非防爆型電器設備(抽風機)

2.天井區放置有廢液儲存桶，且上方外蓋未加鎖緊，蒸氣可能溢出

(三)基本原因：

1.未落實危害潟子鑑別分析。

2.未落實實施作業人員安全衛生教育訓練。

3.勞工危害認知不足。

五、災後處理與復原

(一)火災撲滅後，動員全廠當班人員，針對事故附近環境先做一清掃，並將路面消防水以人工方式掃除至桶中，再載運至廢水處理場處理。

(二)清點、統計受災設備、原料及產品數量

(三)將受災設備，原料、產品及廢棄物分類移除及處理。

(四)進行設備更新復原及作業區內隔間復原

(五)施工期間，加強承攬商及作業人員安全衛生管制

(六)将原暫存於現場單位之原料，全數移回倉庫貯存。

(七)復原作業區空氣污染防制設施，以防迨成空氣污染問題。

六、檢討與改善：

本公司依據勘查結果分析此案件之直接原因、間接原因、基本原因之結果，針對此次職業災害提出下列災害防止改善對策：

(一)危險區域劃分重新規劃，作業區劃訂為危險區域，内部所使用之機械、設備均依其使用操作之原料，選擇其適當防爆等级之防爆性能構造電器設備，天井區仍規劃為非危險區域，其危險考量，直接由製程流程進行改善。

(二)原製程中廢液産生後，會由天井區置放一噸方型桶收集後，再放置於貯存區待處理。為避免類似情況發生，相關製程之廢液收集，改由現場直接使用定管線連接至作業區外之固定槽體中貯放，避免再有溶劑蒸氣產生或蓄積等危險環境發生。且對於原作業區作業時，原料暫存現場之作法，亦更改要求各生產單位，非當日使用之溶劑原料，將不得暫存於現場

(三)對於可燃性氣體可能蓄積之作業場所，增設可燃性氣體偵測器，以達事前预防之效果，且將固定時間，委由廠商至廠進行校正作業及維護。

(四)為加強現場人員緊急應變處理能力，本廠環安課除逐步建立廠門人員工安觀念，人人有責外，亦將規劃緊急事故演練，由單位之演練逐步推廣至全廠之演練，使其對事故之發生能達有效之控制及處理。

(五)本廠環安課人員，每個月定期舉行不同議題之安全衛生教育訓練課程，針對各相關難作業人員施以安全衛生教育訓練，加強作業人員於作業中，對於安全衛生之個人管理及遵守。

(六)補增廠內未完善之危害物標示及物質安全資料表重新檢視更新，並加強訓練人員對標示之認知。

(七)針對廠內其他作業，逐步實施安全衛生危害鑑別及風險評估，並提出改善方案，加以控制其危害風險。

\*

某科技公司不明氣體外洩事故

Unknown gas to leak for high tech company

陳新友、于飛文、莊凱安

工業技術研究院

新竹縣竹東鎮中興路四段195號

shinyuchen@itri.org.tw fewwen@itri.org.tw kaiAn@itri.org.tw

一、摘要

事故發生時間為05月21日14時21分，遂後消防局勤務指揮中心接獲通報於「樹林市某科技公司疑似發生氨氣外洩」， 環保署毒災應變諮詢中心與台北環境毒災應變隊，接獲勤務指揮中心請求支援，並立即派員前往現場協助。現場經業者、消防、環保以及應變隊等單位研討後，事故發生原因為業者委託之外包公司於進行硫酸鎮與硝酸鎳廢酸液抽取過程中，造成不明氣體外洩所致，導致2人死亡與4人受傷。該不明氣體經環境毒災應變隊利用FIIR，GC-MS、檢知管以及四用氣體監測器等檢測儀器，確認為4(tA(H2S) ，立即致死濃度為100 ppm。為避免事故影響範圍擴大，相關救災單位則利用活塞(發生源阻絕) 、沙土覆蓋(洩漏液吸收)以及整體環境通風換氣(稀釋污染物濃度)等方式，進行災後復原措施。

關鍵詞：硫酸鎳、硝酸鎳、FTIR-H2S

Abstract

An accidence which Ammonia emitted in Shulin City was reported to Disasterprevention and rescue command center on 21-May. The accidence lead to two deaths and fourhurt. Unknown gases were relensed during the procedure deal with nickel sulfate and nickelnitrate solution. Thus, Emergency Response Information Center (EPAERIC) and EmergencyResponse Team (EPAERTTP) were asked to support immediately. FTIR, GC-MS, Detectortube and multi gas monitor were used to identify the chemicals then sulphurate the hydrogen (H,S) was detected. In order to prevent the calamity from enlargement, the sand and soil wastaken to stop up the leaking and the ventilation was enhancement.

Keywords: Nickel Sulfate, Nickel Nitrate, FTIR, H2S

二、事故簡介

05月21日14時21分台北縣樹林市某科技公司發生不明氣體外洩事故，整體事件造成2人死亡及4人受傷。事故發生第一時間消防局勤務指揮中心通報相關救災單位，前往事故現場協助救災工作，環保署則派遣毒災應變諮詢中心諮詢專家與台北環境毒災應變隊到場協助災因調查。現場經業者、消防、勞檢、環保以及應變隊等單位研討後事故發生原因為業者委託之外包公司於進行硫酸鎳與硝酸鎳廢酸液抽取過程中，造成明氣體外洩，進導致人員傷亡慘劇。應變隊抵達事故現場後，立即使用檢知管、四用氣體監測器，將其事故地點劃分管制區域，並初步判斷現場不明氣體應屬硫化物，而非缺氧環境所造成，其檢測數值為氧氣(02)濃度為206 %、二氧化硫(SO)濃度為20 ppm .H2S檢知管濃度2~3 ppm。為進一步確認真正肇事之不明氣體種類，應變隊則利用FTIR與GC-MS做進一步確認，確認該氣體為硫化鈉(H2S) ，發生源濃度高達2.000 ppm以上，該污染物之立即致死濃度為100ppm。為避免事故影響範圍擴大，相關救災單位則利用活塞(發生源阻絕)、沙土覆蓋(洩漏液吸收)以及整體環境通風換氣(稀釋污染物濃度)等方式，進行災後復原措施。經由上述處置後，再次檢測環境污染物濃度，均為ND，研判現場無危害之虞，應變隊人員收隊賦歸。

三、應變過程

05月21日15時06分環境毒災應變隊接獲台北縣消防局勤務指揮中~得知， r台北縣樹林市某公司發生疑似氨氣外洩」，經消防局與 科技公司聯繫後，初步得知 似清洗，電路版過程中發生硫酸鎳外洩，請求支援 應變沽詢中u依三號作業派遣台北環境毒災應變隊前往。

毒災應變諮詢中心建議現場應變人員應注意事項下列事項如下：

l.因已有人受傷，表示現場濃度相當高的，建議應變人員需著空氣呼吸器，至少C級防護衣才能進入應變，請注意後續現場洩漏化學品的流向，目前無火勢，不需要向現場灑水。

2.因兩物質均具有腐蝕性，需注意應變人員若不慎吸入兩物質可能會造成吸入性嗆傷與吸入性灼傷，嚴重時會導致肺水腫及呼吸困難，需注意應變人員之呼吸防護。

3.請應變隊評估洩漏容器型態與殘餘量，將資訊回傳諮詢中心，必要時進行擴散模擬分析。

4.依緊急應變指南，建議消防同仁優先疏散下風處50公尺之民眾。

毒災應變隊抵達後，經與現場消防指揮官消防分隊長確認事故為廢液抽取與搶救過程中，導致外包公司人員2人死亡與4人受傷慘劇。現場已使用消防沙進行覆盖，並進行環境整體通風。毒災應變隊2名隊員著防護裝備進入現場勘查，並以四用氣體偵測器分別檢測事故現場測得氯氣為ND、二氧化硫濃度為20ppm .由於室門二氧化硫濃度偏高，建議現場指揮官現場應持續進行通風，將空氣中二氧化硫稀釋。由於事故洩漏地點消防隊已使用沙土覆蓋，無法估算洩漏量為多少，其沙土覆蓋面積估計約3平方公尺。

經勘查事故現場發現該公司於事故現場存有3桶廢液儲存桶，每個儲存桶之容積為2.000公升，經詢問廠商内容物(請參考圖三示意圖)，分别為B桶為硫酸鎳(pH=1)，由於正進行抽液行為，桶內剩餘量約僅剩500公升，另兩桶(代號為A )為稀硫酸(pH=5) ，桶内剩餘量估計約1，300公升。事故現場一樓尚停留一台代清運業者之平板貨車，車上有2桶1000公升之塑膠桶，其中C桶內有液體約800公升，應為科技公司之硫酸鎳廢液(pH=1)，D桶內約有300公升之液體(pH=10) ，成分不明。為確認上述儲存桶之内容物，遂由應變隊採集後，送至工研院環境分析實驗室分析，應變隊於進行沙土覆蓋、確認周界二氧化硫濃度降至N.D、廢液採樣以及與業者進行善後處理會議後，研判無危害之虞，毒災應變隊收隊。現場交由警察單位進行人員管制。

針對該事故肇事原因北區勞動檢查所組長表示：「經該所追查代清理公司所載運之桶槽內容物，可能為硫化鈉(Na2S)，而硫化鈉在與酸性液體接觸後，會產生硫化氫(H2S)」，經勞檢所與代清理公司索取硫化鈉並與科技公司之廢液(內含硫酸鎳，pH=1 )混和後，初步證實會產生硫化氫之氣體，由於高濃度之硫化氫能在短時間內致人於死，表一、二(2,3)硫化氫在不同濃度與暴露時間可能造成之危機，根據文獻指出(1)，人員暴露於硫化氫100ppm以上時，硫化氫氣體會阻斷細胞呼吸作用，造成呼吸功能降低，致使嗅味抑止，聞不到味道。

根據當天於科技公司採集該公司之廢液儲存桶(編號A、B)與清運業者車上之塑膠桶(編號C、D ) ，相關採樣點與廢液桶配置如圖三所示，經實驗室分析結果發現，科技公司之廢液實為混酸(硝酸、硫酸、磷酸)，而清運業者車上之塑膠桶內之成分， C桶與科技公司之廢液相似，D桶之成分與科技公司之廢液成分不同，內含高濃度之硫化氫、鈉離子，硝酸根離子與硫酸根離子，檢測結與勞檢所預估之情況相似；應變隊於不明液體桶內(編號D)所採集之氣體，亦發現高濃度之硫化氫，證實該桶會產生硫化氫毒性氣體。

因此，結合上述檢測與重複測試結果，初步認為事故發生原因應為代清理業者所攜帶之廢液空桶並未清理乾淨，有殘留之硫化鈉，當加入科技公司之廢液後，瞬間產生大量之硫化氫，而由於現場通風不良，導致大量之硫化氫蓄積，致現場之代清理業者1名與科技公司搶救人員1名因暴露高濃度之硫化氫而死亡，其他搶救人員亦吸人大量硫化氫而送醫。下列反應方程式則為硫化鈉在酸性溶液下，產生硫化氫之反應流程。

表一、硫化氫之濃度與作用(2)

濃度(ppm) 症狀

0.03

3.01

10.0

50~100

100 ~200

200~300

600

1000~ 2000 感覺氣味之最低限

變為不快臭味

容許濃度

刺激氣管、結膜炎

嗅覺麻痺

1小時之內急性中毒

1小時之內致命性中毒

即刻死亡

表二、硫化氫於不同濃度與暴露時間可能造成之危害(3) 單位: ppm

時間

濃度 0~2分鐘 2~15分鐘 15~30分鐘 30分鐘~1小時 1~4

小時 4 ~8

小時 8~18

小時

50~100 輕微的結膜炎，呼吸道

100 ~150 咳嗽，眼睛刺激，嗅覺喪失

呼吸不規，律，眼睛刺喉嚨和眼睛刺痛，嗜睡 喉嚨刺激 分泌唾液和黏液，眼睛強烈疼痛X，咳嗽X 前述症狀加劇X 出血和死亡X

150 ~200 嗅覺喪失 喉嚨和眼晴 喉嚨和眼晴刺激 呼吸困難，視覺模糊懼光 強烈的刺激作用X 出血和死亡X

250~350 眼晴刺激，嗅覺喪失 眼晴刺激 流淚，感覺懼光 懼光，鼻黏膜炎，呼吸困難，結膜炎 出血和死亡X

350~450 眼晴刺激，嗅覺喪失 呼吸困難，咳嗽，眼晴刺激 眼睛和鼻子的刺激感加重，輕微的頭痛，疲憊和懼光 頭昏眼花，四肢發抖，死亡X 死亡X

500~600 咳嗽，衰落，無意識X 呼吸不順，眼晴刺激，衰落X 眼睛嚴重刺激，懼光心悸 嚴重的眼花和頭痛，四肢發抖，死亡

600~1500 衰落，無意識，死亡X 衰落，無意識，死亡X

X：數據來源為對感受性與人相似的狗進行實驗所得之結果

四、災因分析

(一)直接原因：該科技公司之廢液加入內含硫化鈉之廢液桶，導致產生大量硫化氫，造成人員中毒死亡。

(二)間接影響因素

1.不安全之狀況：

a. 本事故之代清理業者於貨車上攜帶他廠之化學品，顯示業者並未進行入廠管制之行為

b. 事故地點之廢液桶均未作任何標示及圖示，無法立即得知現場到底有哪些化學品及可能之危害

c. 由於事故地點位於一樓後方之夾層，內部通風不良，且唯一之窗戶緊靠鄰廠牆壁，並無通風之功能，使污染物累積，造成人員危害。

2.不安全之行為：

a. 清運業者未使用專用之廢液桶，而是使用其他已使用過之廢液桶，而業主未在現場監控代清理業者進行清理作業，確認廢液清運桶內無其它化學液體，再進行廢液裝運動作。

b. 業者委託代清理業者進行廢液清除時，未明確告知代清理業者廢液之成分、可能之危害、應避免之物質與應著適當的個人防護裝備，使代清理業者在不明的情況下進行清除。

c. 業主並無相對應的緊急應變程序及未備置緊急應變器材,導致員工在不知危險性的情況下,冒險進人现場搶救,導致大量傷3.基本原因:業主與代湇理業主輕忽化學品可能造成之危害與對員工訓練不足。

五、災後處理與復原

1.由於事故現場迄當日應變隊離開時,實際造成人員死亡原因仍未確認，由於此事故屬於工安事故，後續原因追查交由勞檢單位進行。

2.洩漏物以沙子圍堵覆蓋，並盡可能回收後由廢棄物清除業者回收處理。

3.本次事故無消防廢水流入生活廢水之排水溝，不致對環境産生危害。

4.持續以通風扇將室內空氣的二氧化硫稀釋，以減低事故現場可能洩漏量。

六、檢討與改善

1.由於事故為硫化鈉與硫酸鎳混和產生硫化氫之氣體，其氣味雖為臭蛋味，但氣體濃度若超過100 ppm以上會使人員失去嗅覺功能，需注意。

2.硫化氫氣體濃度超過600 ppm以上時，會造成人員快速失去意識及死亡，現場應變人員需穿著13級防護衣及穿戴正壓式空氣呼吸器。

3.由於事故場所未有儲存場所或容器應標示儲存化學品之名稱及可能危害等資訊，讓外來人員或救災人員能夠瞭解現場資訊，故第一時間應變人員欲進入現場、應需穿著至少C級防護衣及穿戴正壓式空氣呼吸器。

4.現場若發現因未明之化學災害而受傷者，其救助者應需穿著至少C级防護衣先將傷者進行除污，再以輔助呼吸器進行救助，避免以口對口人工呼吸，以免造成二次化學災害汚染傷害。

5.因毒化災而受傷者欲送醫，其身上可能沾染毒性化學物質或其呼吸會呼出有害氣體，因此必須先行初步除污オ能將其送入醫院。

6.因毒化災受傷者，若經移至事故地點外需送醫治療時，在未經初部除污情況下送醫，進入醫療院所前，應先行通知醫療院所有毒化災受傷人員送往請先建立除污途徑，再循醫療院所建立之除污途徑經除污後進入。其救護車及救護醫療人員、醫院診療間等應管控除污及監控以防散播污染源。

七、參考文獻

1. CCINFO 光碟(CHEMINFO 、MSDS 、RTECS),2007.

2. http://chem.cla.gov.tw/knowledge/preview/207.swf

3. http://www.iosh.gov.tw/data/f9/warn16.htm

\*

新竹縣某化學纖維公司熱煤油洩漏事故

The leaking incident of hot kerosene of a chemical fiber company at Hsin

Chu County

沈鴻銘1蔡榮桂2

1環保署北部環境毒災應變隊

2遠東紡織股份有限公司化學纖維總廠

一、摘要

96年04月10日新竹縣新埔鎮某化學纖維工廠發生熱煤油外洩事故，因幫浦軸封之軸心斷裂，造成機械軸封偏離，固定座與轉動環分離，且出口端之閘閥未能於第一時間關閉，以致管線回流造成二次洩漏。雖將洩漏之廢液及廢水侷限於防溢堤內，並無外洩至廠區外，然熱媒油操作之溫度(330℃)超過沸點(257℃)，造成部分熱媒油蒸氣逸散於空氣中。由於熱媒油不溶於水(雨水)，且嗅闔值為0.0012 ppm，導致廠區附近及新竹地區瀰漫異味，引發民眾抱怨及後續媒體效應，新竹縣環保局長與縣長陸續抵達現場關心災情，並督促廠商儘速環境善後及災因調查，文中將詳述現場初期災況與應變作為、現場空氣監測等應變過程，並分析事故災因及濃度擴散模擬、雖此事故非毒化災事件且未造成人員傷亡，但重大空氣污染所造成之環境影響與社會效應仍值得深思，未來業者或應變隊面對類似災害，應採取更謹慎態度應變。

關鍵詞：化學災害、緊急應變、熱煤油

Abstract

April the 10th 2007, a hot kerosene leakage incident happened with some chemical fiber factory at Hsin Pu Hsin Chu County, due to the crack of the axle center of the pump axle seal, caused the deviation of the mechanism axle, fall apart of the stabilizer and revolving ring, alsothe valve of the outlet did not shut down in the first beginning, result in the pipelines and caused the second time leakage. Even though the Icaked wasted fluid and waterhad all localized inside the overflow dike, there's no leakage outside the factory, nevertheles,the temperature of operating the hot kerosene of 330℃ had excess the boiling point of 257℃,caused partial vapor of the hot kerosene spread within the air. As a result of the hot kerosenewas water insoluble (rainwater), and the smell threshold was 0.0012 ppm, that caused abnormal smell filled the air in the neighborhood of the factory and Hsin Chu area, also there lated complain and effect by the public and media, the chief officer of the Hsin Chu CountyEnvironmental Protection Administration and the county magistrate continually arrived to thescene, to urge the owner conduct the investigation of the cause of the calamity and take careof the environment clear up as soon as possible. There's a detailed description in the article about the early stage of the calamity and the relief action taken at the scene, the process of theair detector, and also to imitate and an alyze the causes and the consistence spreading, Although this is not a toxic chemical incident, with no casualty, yet severe air pollution to cause the effects of the environment and society, it sure worth for us to think deeply, the owner or "the team" whilst facing similar disaster, should take a more serious attitude to dealwith it in the future.

Key words: Chemical disaster Emergency disaster prevention and relief hot kerosene

二、應變過程

04月10日04時55分環境毒災應變諮詢中心接獲新竹縣消防局通報：新竹縣新埔鎮某化學纖維公司熱媒油管線洩漏，請求支援，經查證毒性化學物質運作廠場名單、毒性化學物質災害防救查詢系統，確認該工廠為毒化物運作場所，立即依二號作業，於04時57分派遣新竹應變隊前往應變處理，於新竹應變隊抵達事故地點前毒災應變諮詢中心建議現場注意事項：熱媒油多應用在製程熱媒的使用，一旦自管線洩漏擴散至大氣環境，將產生冷卻效應，若為大量洩漏且侷限在一密閉空間內，遇點火源有可能產生閃燃進而引發火災的潛在危害。由於消防局來電指稱附近存在明顯氣味，基於熱媒油對於人體的影響效應較不明顯，建議先進行環境濃度量測再與廠商確認洩漏量為優先。

新竹應變隊於05時24分抵達，經與業者蔡經理討論，確認事故為廠內生產聚酯纖維之熱媒油幫浦軸封於04時17分發生爆裂而造成洩漏，業者立即將入口端之閘關閉，並進行後續止漏作業，因管壓致使出口端之閘閥未能關閉，業者嘗試以F形板手關閉仍無效時，將熱媒油傾洩於儲槽，待管線中壓力降下後，於04時40分完成出口端閘閥動作，洩漏之廢液及廢水侷限於事故點附近之防溢堤內，並無外洩至廠區外。然熱媒油操作之溫度(330℃)超過沸點(257℃) ，造成部分熱媒油蒸氣逸散於空氣中，且熱媒油不溶於水(雨水) ，嗅覺閾值為0.0012 ppm ，故造成工廠附近及新竹地區瀰漫臭味。

新竹應變隊立即以紅外線熱影像儀檢測事故之熱媒油幫浦溫度為181℃，並以火焰離子偵測器(FID)(如表一)於事故地點與下風處5公尺處分別測得空氣中總碳氫化合物濃度為4.2 ppm和1.4 ppm ，使用光離子偵測器(PID) (如表二)與紅外線光譜儀(FTIR) (如表三)檢測事故現場周界環境監測濃度值皆為ND.，並確認廠內固聚開發科實驗室、光學膜廠二樓實驗室及化驗科2樓實驗室等毒化物儲存場所均未受波及。

隨後廠方應變組織進行洩漏善後處理，將防液堤内之熱煤油廢液以集液工具及吸液棉回收至53加侖鐵桶，估計約500公斤。08時40分新竹應變隊测量事故地點與下風處5公尺處分別為1.78ppm和2.01ppm ，濃度已持續下降。

新竹縣環保局局長於07時20分抵達現場瞭解災況，新竹縣縣長於08時30分許抵達現場關心災情。最後事故災因檢討，由業者與縣長辦公室、新竹環保局、新竹消防局、新浦分局長、毒災應變隊及毒災諮詢中心，進行事故災因及善後復原檢討，並責成業者改善。

現場洩漏點廢液經業者回收成功後，應變隊量測現場讀值已降至容許濃度以下，研判無立即性危害。

表一 事故地點火焰離子偵測器(FID)分析結果

採樣點編號 時間 監(檢)測地點 待測物 監(檢)測值(ppm) 標準值(ppm)

1 06:31 事故地點 TVOC 4. 2 1

2 06:35 下風處5公尺 TVOC 1.4 1

3 6:42 警衛室 TVOC 1.1 1

4 07:30 事故地點 TVOC 3.20 1

5 07:34 下風處5公尺 TVOC 1.08 1

6 07:40 警衛室 TVOC 0.91 1

7 08:46 事故地點 TVOC 1.78 1

8 08:47 下風處5公尺 TVOC 2.01 1

9 09:01 事故地點 TVOC 0.24 1

表二 事故地點光離子偵測器(PID)分析結果

採樣點編號 時間 監(檢)測地點 待測物 監(檢)測值(ppm) 標準值(ppm)

1 05:40 周界環境 TVOC ND 1

2 連續監測 周界環境 TVOC ND 1

表三 事故地點紅外線光譜儀(FTIR)分析結果

採樣點編號 時間 監(檢)測地點 待測物

監(檢)測值(ppm) 標準值(ppm)

1 連續監測 周界環境 二苯醚 ND 1

註一:參考法規:勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準

三、災因分析

(一)直接原因：熱媒油幫浦軸封發生洩漏，因出口端之閘閥未能於第一時間關閉，以致管線回流造成二次洩漏

(二)間接原因：

1.不安全之狀況：

a.幫浦軸封之軸心斷裂，造成機械軸封偏離，固定座與轉動環分離。

b.管線緊急關閥採用人工方式，因管內壓力且為高溫物質且，以致洩漏時不易接近進行遮斷作業。

2.基本原因：對長期高速運轉之馬達設備未建立定期更換軸心之觀念，致使金屬疲乏致災害的發生。

四、濃度擴散模擬

1.模擬物質：熱媒油，主要成分為二苯醚(CAS. No：101-84-8，UN. No：3082)。

2.模擬情境：製程管線之熱媒油管，因為馬達之機械軸斷裂，導致管線內熱媒油瞬間洩漏。

3.模擬軟體：美國環保署使用之ALOHA 5.4版，洩漏量：3,000公斤

大氣條件：如下表

管線溫度： 330 ℃ 大氣溫度 20℃

管線內壓： 10公斤 大氣壓力： 1大氣壓

洩漏口直徑： 6吋 大氣濕度： 99%(雨天)

洩漏時間： 60分鐘 地表型態： 鄉村

洩漏源高度： 離地面1公尺 風速 3公尺/秒

洩漏速率： 45.4公斤/分 大氣對流： 無

不同的濃度-擴散距離關係： 單位：公尺

不同濃度擴散範圍

100 ppm 2 ppm 1 ppm

風速假設3 m/s ,大氣穩定度D 163公尺 1500公尺 2400公尺

結果說明：

l. 3,000公斤的熱媒油於管線輸送時洩漏，於60分鐘釋放於空氣中(洩漏速率約50公斤/分)，隨著每秒3公尺的風向往下風處擴散，由於熱媒油之內容物75%為二苯醚，本身具有強烈刺鼻味，所以利用二苯醚作為擴散模擬之主要危害物質。

2.最嚴重影響為立即危害生命與健康濃度(IDLH= 100ppm)之擴散距離，經過軟體模擬約擴散163公尺，該區域民眾需立即疏散，進入應變人員需著至少B級以上防護裝備，由衛星照片得知(下圖) ， 100ppm濃度範圍僅侷限於工廠四周及大馬路邊，尚未擴散至附近民宅或社區，因工廠初期應變人員皆有著裝，所以未造成人員任何明顯的健康影響。

3.其次影響為15分鐘之勞工作業場所容許濃度2ppm之擴散距離(STEL)，經過軟體模擬約擴散1.5公里，該區域民眾應緊密門窗，不要到戶外避免暴露於污染環境中進入應變人員需著至少C級以上防護裝備，由衛星照片得知(下圖)，2ppm擴散距離包括附近工業區及部分民宅，因為事故發生時間為凌晨且當時下雨，大部分民宅都會緊閉門窗所以推測受污染暴露的人員有限，已建議新竹縣衛生局人員針對該區域民眾調查其身體健康狀態，迄今尚未有民眾明顯身體不適或不舒服現象。

4.最後影響區域為勞工作業場所容許濃度(TWA)之1ppm，經過軟體模擬約擴散2.4公里，該區域還在容許濃度值範圍，進入應變人員至少需戴口罩或濾毒罐，民眾上街需戴口罩，住戶應緊密門窗避免污染物進入屋內造成影響。由衛星照片得知(下圖) ，1ppm擴散距離廣大包括附近工業區及部分民宅，因為1ppm之影響效應為勞工作業場所八小時的時量平均容許濃度，該事故洩漏影響時間約4小時，所以若以八小時時量平均則該區影響濃度應該低於1ppm ，由此推論對該區居民影響程度非常有限。

5.因為二苯醚之嗅覺闔值非常低，約為0.0012ppm ，在此濃度範圍的民眾都可以聞到些微刺鼻味而感到厭惡，但對人體不會有明顯的症狀與影響，經過軟體模擬約擴散超過10公里。以上驗證為何新竹縣市部分地區(新埔、竹北、新竹市及南寮等地區)民眾都可以聞到味道之原因。

五、檢討與改善：

本次外洩之化學品(熱媒油)，雖其化性危害低，但因嗅覺闖值極低，導致エ廠附近及新竹地區涧漫，味，引發民眾紛紛向環保局陳情及後墳媒體效應。針對此事件災因與應變過程部分進行檢討、檢討與改善歸納如下，期望在災害發生時能採取正確應變措施，將財產損失及環境污染降至最低。

(一)事故廠方應配合轄區環保主管機關進行災區復原，建議現場人員進行復原エ作時應穿著C級防護衣。

(二)各方單位建議業主在發生事故的製程應立即停產，並立即提出事件報告與檢討改善計畫，待災因調查清楚後始得復エ，以防範相同事故再度發生。

(三)廠商應加強機械巡檢及維修，並訓練廠內之人員應變能力，並建立廠內人員的應變流程，爾後若有事故發生可再第一時間做好完善的處理

(四)經查詢「行政院毒性化學物質災害防救查詢系統」毒化物運作廠商資料庫得知，廠內列管毒化物包括乙晴、乙二醇乙醚，二甲基甲醯胺、1，1，2，2-四氯乙烷、間-甲酚筹化学品，為少量核可運作廠商，運作地點分別於固聚開發科實驗室，光學膜廠一樓實驗室及化驗科2樓實驗室等3處。第一時間廠區平面圖並不完整(僅限於運作地點)：擴散模擬軟體(ALOHA 5.4.1)亦無肇事化學品之熱力學資料導致於第一時間無法有效提供完整疏散建議與擴散影響範圍資料。

(五)應變隊人員於應變初期著呼吸防護具應變，直至濃度下降到容許濃度(1 ppm)以下，研判廳危害之虞方才卸除防護裝備。環保局長抵達現場後，當下指示應變人員在災況未解除前，應谨慎持續偵測與著裝防護.，針對此項缺失則加強宣示與要求，應變隊於到場應變時，無論濃度嚴重與否，基本防護應至少包括安全帽，C級防護衣與濾毒罐等裝備，待災況解除後方能卸除裝備。

(六)因本次事故非毒災事故屬空氣污染事件，環保署欲採購之設備尚未齊全，應變隊應變能量有限，依現階段而言，僅能提供災區現場之污染偵測與研析尚無法針對積之空氣污染事件進行整體監測與追蹤。

(七)當現場有危害搶救人員之虞，應變隊除提供安全建議，亦提供C級防護包，以保護業者搶救人員或政府救災人員之生命安全，本次應變因輕忽熱媒油之危害及現有防護包不足，以致未執行上述事項，未來待防護包補充後，將強化資源分享之機制，並依據濃度管制區域，提供相關救災單位基本防護裝備。

(八)本次事故錯在誤判情勢，輕忽熱媒油之危害，忽略熱媒油不溶於水(雨水)，且嗅閾值為0.0012 ppm等特性，造成附近居民及新竹地區臭味瀰漫，引發後續媒體效應，諮詢中心與應變隊將檢討應變標準作業流程(SOP)並予以落實。

(九)針對事故地區週邊臭味瀰漫，廣受民眾抱怨部分，受限於人力及設備不足應變人員僅能對事故地點及廠區週界進行空氣監測，無法實施大範圍週界空氣採樣。依據以往事故應變經驗，例如日月光半導體火警事故、台中欣晃公司火警事故、苯船洩漏事件等事故，均造成重大空氣污染，環保署空保處同時啟動空污監測小組進行大範圍空氣監測，未來類似大範圍空氣污染情形，諮詢中心將與環境毒災應變隊討論現場污染現況，必要時監控中心建向上反應，議啟動空污監測機制，透過監控中心於中央橫向聯繫署內相關單位協助，共同投入救災作業。

\*

某化學工廠火警事故

Fire Accident Happened at a Chemical Company.

林旺鴻

pd@syn-tech.com.tw

一、摘要

於96年9月24日 12時30分許，台南縣某化工廠-作業員以離心機進行固液分離生產操作時，該作業員打開離心機電源後，開啟卸料閥將固液混合溶液經化學軟管由反應槽卸入離心機，約卸入1-5L溶液時，突然發生轟然一聲，火源由身後竄起，因生產作業使用二甲苯因而引發大火，公司立即展開緊急應變，投入救災工作，於消防隊及同仁合力搶救下火勢於1小時半後受到控制，並由公司人員與消防人員進行災後勘查及人員清點。該作業員小腿局部輕度灼傷，由同仁協助沖水後送往醫院就醫，現已康復。

關鍵詞：二甲苯，靜電

Abstract

Around 12:30 pm on Sep. 24. 2007, one operator handled the centrifuge for separationrocess of solid-liquid mixture at a chemical company in Tainan County. The operator turned on the power of centrifuge and transferred the solid-liquid mixture from reactor via flexible chemical hose into centrifuge. The fire accident happened by an explosive sound behind the operator while the operator just transferred 1-5L mixture into the centrifuge The fire became big due to the process liquid was Xylenes. The chemical company launched it own emergency system to control the fire. The fire accident was controlled with in one and a halfhour by firefighters as well as the company's emergency members. The fire was extinguished soon. The operator suffercd light degree burn on whose two calves. The operator was escorted by colleague to hospital after flushed by water in the company. The operator left the hospital on the same day. The operator recover from the wound and back tocompany now.

Keywords: Xylenes, Static electricity

二、事故簡介

1.發生時間

96年9月24日中午12點30分

2.發生地點:

3、發生經過

生產課作業員於事故發生當天早上8：00上班，依照公司規定穿著工作服、安全鞋安全帽、防護面具，耐酸鹼手套等安全防護器具後進行生產工作，備妥生產設備，確認局部排氣設備已開啟後開始進行離心操作(離心操作說明：離心操作為固液分離之單元操作，利用離心力原理將固體及液體進行分離)。離心時將固液混合溶液由反應槽經化學軟管卸入離心機中進行固液分離，卸料時間約30分鐘，卸料後繼續離心至排液管排出液以滴液狀態排出後，關閉電源待離心機停止後，打開離心機取出固體半製品秤重，完成一次操作，排出母液約400L ，排至離心機承接槽後以氣動幫浦傳送到10001， PE材質母液盛裝桶。該作業員約於10：00完成第一次之操作，接著進行第二次，完成第二次時已接近中午12：00 ，先休息吃中餐後於12：30分許進行第三次之離心操作，此時承接槽液體約殘留5公分高度之量，該作業員打開離心機電源後，開啟卸料閥將固液混合溶液由反應槽卸入離心機中，才卸人約1-5L溶液時，突然發生轟然一聲，火源由身後竄起，作業員立即放下手邊工作，離開事故現場，由同仁協助沖水後送往醫院就醫。事故現場起火後，因生產作業使用二甲苯，所以經引燃後發生大火，公司立即啟動緊急應變系統投入救災工作，於台南消防隊及同仁合力搶救下火勢於1小時半後受到控制，由公司人員與消防人員進行災後勘查確定無再發可能，本火警處置得宜未波及其他廠房及附近工廠。

該作業員由同仁協助沖水後送至醫院就醫，經診斷小腿局部輕度灼傷，包紮後回家，該員現已恢複上班。

三、應變過程

事故現場起火後，因生產作業使用二甲苯，所以經引燃後發生大火，公司立即展開緊急應變，投入救災工作，另一方面通知消防隊出動化學泡沫車進行搶救，台電人員隨即接獲通知進行斷電，火勢於消防隊及公司同仁合力搶救下於1小時半後受到控制，公司同仁與消防人員進行災後勘查，確定無再發可能後收隊進行人員清點奥善後。搶救過程中除台南縣消防局及消防隊之鼎力相助外，同時縣環保局、南區毒災應變中心及南區勞動檢查所等單位皆竭力所能協助災後事故分析及指導。

四、災因分析

1.以下原因經分析皆排除

1.1人為蓄意

1.2外包工程施工引發

1.3離心機製造不良引發

1.4電路系統故障引發

1.5進料不平衡以至於產生激烈震動引發

1.6操作時碰撞引發

1.7電線老化走火引發

1.8電器開關開啟引發

1.9離心機基座螺絲斷裂引發

1.10電力系統接地不良引發

1.11抽風管產生靜電累積進而放電引發

表一、相同型式離心機及其承接槽抽風管靜電測量結果

離心機 離心機抽風管 承接槽抽風管

管徑(吋) 風速(m/s) 靜電值(kv) 管徑(吋) 風速(m/s) 靜電值(kv)

1 5 5.0 0 5 3.5 0

2 5 8.3 0 1.5 8.5 0

3 5 10.8 0 1.5 9.5 0

4 5 7.0 0 5 10.5 0

5 5 6.5 0 1.5 7.0 0

6 5 5.4 0 1.5 1.5 0

7 5 57 0 5 5 0

8 5 7.5 0 5 5 0

9 5 9.5 0 5 5 0

2.燃燒三要素分析

2.1助燃物分析(起火點分析)

該作業員灼傷部位為小腿後方，當時所穿著工作褲僅小腿處局部有灼傷痕跡其餘部位完好，所以判斷起火點在母液承接槽位置，屬於大氣狀況下，氧氣充分。

2.2可燃物分析

該生產場所所使用溶劑為二甲苯，二甲苯與其他溶劑之物性比較如下表：

表二、一般溶劑燃燒特性比較表

常用溶劑 LFL％V UFL％V MIEXmJ 引火點℃

苯 1.2 8 0.20 -11

甲苯 1.2 7 0.24 4.4

二甲苯 1.0 6.7 0.20 17-25

甲醇 6.7 36 0.14 11

以純 3.3 19 -- 11

丙酮 2.2 13 1.15 -19

XBabrauskak, V. (2003) Ignition Handbook, Fire Science Publishers, Issaquah Wa.

由以上特性表來看,二甲苯之引火點雖高於一般溶劑，但其引燃濃度低使得危險機率提高，當天時間為9月份中午氣溫高於30℃。

2.3點火源分析與模擬

2.3.1模擬實驗步驟

仿照事故當天之操作步驟:開啟抽風，開啟離心機開關約10分鐘，打開離心機入料口後進行靜電測量,靜電測量依照接近離心機分為前、中、後3段。

離心機運轉時因離心力作用原理，空氣會由離心機蓋進入離心機，通過排液管排出(如下圖測量圖)。

經測量離心機PTFE材質排液館之前、中、後等三段之靜電值其數據整理如下表：

表三、靜電值統計表

位置 第一次(kv) 第二次(kv) 第三次(kv) 第四次(kv)

前段 -4.29 -4.17 -4.05 -4.17

中段 -2.28 -2.10 -1.96 -2.11

後段 -0.76 -0.89 -0.94 -0.86

2.3.2一般溶劑電阻值比較表

表四、一般溶劑電阻值

常用溶劑 電阻係數(Ω.cm)

苯 1.6x1013

甲苯 2.5 x1013

二甲苯 2.8 x1013

甲醇 109

丙酮 107~1010

2.3.3火花放電能量分析

W=(1/2)CV

W :火花放電能量(J)

C :絕緣導體的電容(F)

V:電壓(V)

表五、常見物質靜電容值

充電的物體 電容

鏟子 ~20pF

法蘭(10cm) ~10pF

漏斗 10~100pF

圓筒(~200L) 100~300pF

人體 100~300pF

油管車 ~1000pF

一般物體之火花放電能量，於4.17KV下皆超過二甲苯之最小引燃能量(0.20m)因此、PlFE材質極有可能因空氣及二甲苯，，摩擦造成靜電累積後放電，可能形成點火源。

3.災因分析結論

由以上分析得知，大氣、二甲苯揮發氣體溢散、可能靜電放電，構成燃燒三要素之情況下釀成此災害。

4.直接、間接與基本原因

4.1直接原因：二甲苯起火燒毀廠房。

4.2間接原因：

4.2.1不安全之狀況：因靜電累積於PI FE管後放電引燃溢散之二甲苯

4.2.2.不安全之行為：因離心機母液承接槽溢散

4.3基本原因：

離心機作業危害風險評估未充分，未對氣體流經非導體之零件進行靜電檢測，且進而除靜電累積之危險因子。有機溶劑溢散，造成不安全之環境。

五、災後處理與復原

1.成立災變善後復原小組，進行整理整頓及災後重建計劃。

2.事故發生原因調查，損失評估計算，改善對策檢討與建立。

3.配合消防局人員及相關單位進行現場火災原因調查。

4.進行人力調配及設備支援調度。

六、檢討與改善：

為防止類似事故再發生，針對相關問題點需檢討改善項目，邀集相關技術部門共同研議改善對策與提升防護。

1.修訂離心機操作指導書，增加靜電防制檢點項目。

2.修訂作業危害風險評估表，避免危害因子造成災害。

3.加強安全衛生教育訓練，使員工有正確的安全意識和技能來從事有機溶劑之作業工作。

4.加強作業人員宣導作業環境危害認知及告知。

5.檢討相關應變計畫，就警報、疏散、隔離、搶救、滅火、支援、救護、通報等等作嚴密周全之規定，並定期演練使員工熟悉。

\*

高雄市鼓山區疾管局溴化甲烷外洩事故

Leak of Methyl Bromide in CDC Kaohsiung Office

葉寶華

南部環境毒災應變隊

高雄市楠梓區卓越路2號

phy@cems.nkfust.edu.tw

一、摘要

96年6月700時10分有民眾反應高雄市疾管局地下室傳來一股刺鼻味道，且眼睛感到不過，故通報高雄港務消防隊。但因刺鼻味道持續不散，且狀況不明，高雄港務消防隊10時23分通報南部環境毒災應變隊，請求支援。因事故地點屬密閉空間，向部環境毒災應變隊抵達現場後，先以四用氣體偵測器偵測LEL及氧氣濃度，待確定無爆炸與缺氧，危害後，應變人員穿著B級防護衣，手持四用氣體偵測器與光離子偵測器(PID)進入現場查看，經現場查看與利用攜帶式氣相層析質譜儀(GC/MS)鑑定確認，事故物質為存放於一樓貯藏室的溴化甲烷鋼瓶，且鋼瓶側邊洩漏點發現有結晶物，因藉由通風管道擴散至地下室。應變隊以止漏器材進行止漏，並同時利用PID監測，待確定室內PID讀值持續降低後，將洩漏鋼瓶運回至抽氣櫃並接上扶氣管線，將氣體排至污水處理廠並以氫氧化鈉中和。鋼瓶排空後，後續由疾管局聯繫業者回收處理。此事故無人員傷亡。

關鍵詞：溴化甲烷、洩漏

Abstract

On June 7th 2007, an unknown odor was reported from the basement of CDC Kaohsiung Office. Fire Brigade of Kaohsiung Harbor then called EPA Southern Emergeney Response Team (ERT) for help. As the basement is a confined space, Responders from EPA ERT first used multiple gas detectors to make sure that flammable gases were low and oxygen concentration was normal. Further detection was made by PID and portable GC/MS. GC/MS identified that the unknown odor was methyl bromide, a common pesticide for cargo ship. Aleaking methyl bromide cylinder was then found in a storeroom on the first floor. Respondersfrom EPA ERT、then stopped the leak with patches, removed the cylinder and shipped to awaste water treatment plant for venting The vented gas was neutralized by sodium hydroxide.There was no injury or fatality in this incident.

Keywords: Methyl bromide, leakage

二、事故簡介

南部環境毒災應變隊接獲高雄市港務消防隊通報，請求支援。應變隊依四號(不明化學品災害及污染事故)作業出勤，抵達現場後，經現場勘查與GC/MS質譜鑑定，確認洩漏物質為一樓貯藏室貯放的溴化甲烷鋼瓶發生輕微洩漏。應變隊以止漏器材將洩漏鋼瓶緊急止漏後，利用PID偵測直到儲藏室內空氣讀值降至1.5ppm以下，研判無立即危害之虞，應變隊離開現場，並將發生洩漏的鋼瓶運回至抽氣櫃，接管至污水處理廠並以氫氧化鈉中和。鋼瓶完成排空後，後續由疾管局聯繫業者回收。

三、應變過程

南部環境毒災應變隊接獲高雄市港務消防隊通報:高雄市疾管局地下室有不明化學品造成眼睛刺痛，請求支援。應變隊依四號作業出勤，抵達現場後，會同高雄市政府環保局第六科沈先生、高雄港務消防隊施小隊長商討應變事宜。應變隊詢問疾管局人員，疾管局人員表示地下室並未存放化學品，但一樓貯藏室有存放溴化甲烷鋼瓶，此鋼瓶之用途為船上的殺鼠劑，但已長時間未使用。

應變隊先以四用氣體偵測器(CO、Cl2、LEL、O2)於地下室樓梯口偵測，氧氣濃度為20.9% ， CO、C12、LEL皆為ND ，再以PID及攜帶式GC/MS進行偵測(如圖一) ， PID讀值為20ppm ， GC/MS定性結果鑑定為溴化甲烷(如圖二)。應變隊穿著防護衣並攜帶四用氣體偵測器與PID ，由應變隊陳主任帶隊，進入地下室現場勘查，於地下室並未發現有存放化學品，再進入一樓貯藏室找尋不明氣體洩漏源。搜尋後發現，洩漏源為貯藏室内-支標示裝載溴化甲烷之鋼瓶(容量約為40公斤)，鋼瓶側邊有結晶狀(如圖二) ，溴化甲烷.氣體是藉由通風管道擴散至地下室與鄰近的疾管局辦公室。發現洩漏點後，應變隊以紅外線熱像儀偵測洩漏鋼瓶，發現鋼瓶門還有約一半的溴化甲烷(如圖四)- 再以疾管局提供之溴化甲烷氣體檢知管於洩漏鋼瓶側邊結晶處偵測確認，雙重鑑定事故物質為溴化甲烷。應變隊穿著B級防護衣以止漏器材進行止漏作業(如圖五)，止漏後，疾管局聯絡代理廠商(Great Leakes)處理，但代理廠商無法立即處理，若待廠商派員回收，恐再發生洩漏事件，故應變隊於貯藏室內持續以PID監測，直到讀值降至低於1.5ppm ，研判無危害之虞，應變隊離開現場，並將止漏後之鋼瓶運回至抽氣櫃，由南部應援團隊成員錦德氣體公司高先生支援連接管線(如圖六) ，接管排至污水處理廠，並以氫氧化鈉中和。鋼瓶完成排空後，後續由疾管局聯繫業者回收。

四、災因分析

(一)直接原因：此事故疑似因貯藏室內溴化甲烷鋼瓶，由於長時間存放於貯藏室内，桶體出現腐蝕穿孔造成洩漏。

(二)間接原因：

1.不安全之狀況：室內通風不良、堆放已超過保存期限或不使用之化學品。

2.不安全之行為：氣體容器應定期檢查，長時間不使用需交由供應廠商回收處理，避免類似事故再度發生。

3.基本原因：儲藏室內存放長期不使用之化學品。

五、災後處理與復原

應變隊將洩漏鋼瓶止漏後，疾管局連絡代理廠商(溴化甲烷鋼瓶為美國進口；Great Leakes)處理，但代理廠商無處理能力，且待廠商派員回收恐再發生洩漏事件，故應變隊將洩漏的鋼瓶運回至抽氣櫃，由南部應援團隊成員錦德氣體公司高先生接管排至污水處理廠並以氫氧化鈉中和。鋼瓶完成排空後，後續由疾管局聯繫業者回收。

六、檢討與改善：

此事故疑似因貯藏室内溴化甲烷鋼瓶，由於長時間存放於貯藏室內，桶體出現腐蝕穿孔造成洩漏。建議氣體容器應定期檢查，長時間不使用需交由供應廠商回收處理，避免類似事故再度發生。

八、不明意外事故及其他案例

\*

台中市某科技公司氣爆事故

The acciden

t of gas exploded from a technical company in

Taichung City

陳良基

旭光箔膜科技股份有限公司

台中市40850公業區18路5號

g962491@yahoo.com.tw

一、摘要

台中市甲科技公司於民國九十六年五月四日下午二點二十八分發生氣爆事故。甲傷人員先行送醫，科技公司進行測試新製程時，疑似員工添加原料甲苯進行混合作業時不慎引發機台氣爆，震破周遭玻璃並波及三名人員受傷。緊急通報消防隊協助，將受因該廠有申請運作甲基異丁酮等環保署列管之毒性化學物質，轉而通知環境毒災應變隊及環保局等相關單位，環保署毒災應變隊抵達事故現場進行週界環境空氣測定並確認未波及毒化物，再由各相關單位緊急召開善後復原會議，由環保局監督業者進行災後現場清理作業並解除事故狀況。

關鍵詞：氣爆、甲基異丁酮、人員受傷

Abstract

At pm 2:28 on May fifth in 2007, a technical company was happoned the gas explodedt was a worker working wrong way of the tolueneon that causing the gas exploded, when the technical company was testing the newhospital. Because this has using the toxic chemical matter of methyl isobutyl ketone that administered byso this accident must advertised the EPAERT (Environmental Protection Administrationin Taichung City. The cause of the acciden mix operatprocess. The explosion caused the three people hurt. The technical company urgent messagethe fire brigade and call the 119 to take the injured person go to thecompanyEPA, mergency Response of Toxic Substance) and EPA. After the EPAERT arrived the scene, related they did environmental monitoring and confirmed no hazard in the environment. Final, everyUSBdepartment to hold a mecting of recover conference. The environmental protcction bureau was making the decontamination and cleaning. The condition is over

Keywords: gas exploded, methyl isobutyl ketone, toxic chemical matter

二、事故簡介

台中市西屯區甲科技公司，於民國九十六年五月四日日下午約兩點發生氣爆事故，為試驗新購塗佈機，第一次試車塗佈品質不如預期，停車再次重新泡料，因所用测試材料中含可燃性物質甲苯，重新開車時產生氣爆，事故地點機台如(附圖一)所示。震落機房內天花板及周遭玻璃破損並波及三名人員受傷，現場災損面積約為100平方公尺，如(附圖二)所示，當日發生氣爆時，廠內立即啟動緊急應變程序，由鄰近機房人員進行滅火及搶救傷患至安全處所，位於辦公室人員則通報相關單位前來支援搶救工作；消防隊於接獲通知後趕往現場進行救災及搶救傷患，並將傷患送至醫院急救；因甲科技公司為環保署列管毒化物運場所，故於事故發生後通報台中市環保局此事故，環保局並通知環保署環境毒災應變隊並請求支援，隨即環保局及環保署環境毒災應變隊趕往現場支援，環境毒災應變隊於事故現場使用偵檢器材進行環境周界濃度測定如(附圖三) ，確認未波及列管毒化物甲基異丁酮，毒化物儲存場所儲存之甲基異丁酮存量約為1公噸，儲存場所離事故地點約50公尺，如(附圖四、附圖五)所示，並會同消防人員及環保局人員進行現場勘查，後續與業者進行善後復原協調工作，並由環保局監督業者進行善後復原工作。

「一1

表一 應變工作及作為表

應變單位 應變工作 應變作為

甲科技公司 1.災情研判 研判製程區有火源產生並有人員受傷，應立即啟動場區緊急應變機制、程序。

2.現場救災 由鄰近作業區人員使用滅火器滅火。

3.搶救傷患 將傷患搶救至安全處所進行簡單醫療等待後送。

4.疏散附近作業區人員 廣播疏散廠區人員。

5.通報相關單位 通報消防單位及環保單位，請求支援救災。

6.隔離、封鎖現場 封鎖事故現場，並管制非相關救災人員不得進入現場。

7.等待支援 等待救援單位至現場支援救災。

8.善後復原 與環保局、消防隊及環保署環境。毒災應變隊開善後復原會議，針對事故環境復原、廢棄物處理及復原時間等，進行討論。

9. 災因調查、檢討及事故報告 製作事故災因調查報告，檢送相關單位備查，並進行內部檢討及改善。

消防隊 1.災情評估

抵達事故現場，依業者描述事故發生情形及現場災況進行救災評估、訂定救災行動方案(部署水線符合救災、並協助業者將事故發生點的化學品移出至空曠地點)。

2.搶救傷患、後送醫院 將事故現場三名傷患緊急救護並後送至澄清醫院。

3.部署水綵，待命救災 因此事故為氣爆事故，並肇事化學物質為甲苯，此化學物為易燃物質，有回火及爆炸可能，故部署水線、待命救災。

4.勘查事故現場、化學品儲存場 會同業者、環保局及環保署環境毒災應變隊進入事故現場勘查，並對化學品儲存場所內所存放之所化學品逐一清點，確認化學品存量、是否有其他危害物於事故現場等，確保災情評估之正確性。

5.善後復原會議 確認事故現場無火災發生，受傷人員已送醫。

環保局 1.查詢、查證化學品存量 由網路申報系統及書面申報資料查詢甲科技公司化學品存量，並查證通報是否屬實，以方便現場救災使用。

2.勘查事故現場、化學品儲存場所 會同業者、消防隊及環保署環境毒災應變隊進入事故現場勘查，並對化學品儲存場所內所存放之化學品逐一清點，確認化學品存量、是否有其他危害物於事故現場等，確保災情評估之正確性。

3.填寫事故稽查單 將事故發生時間、災況及化學品數量等，填寫稽查單，回報上屬長官並留作紀錄、備查。

4.召開善後復原會議，並提供建議。 提供相關清理場。

5.監督業者復原工作、廢棄物清理 監督業者依安全、合法及對環境無慮的處理方式進行復原工作等必要時提供相關合法業者協助清除廢棄物。

環保署環境毒災應變隊 1.災情評估 抵達事故現場，向現場指揮官報到，並瞭解災情進行救災評估及提供建議、救災行動方案(因消防單位已部署水線待命救災，建議讓毒災應變隊進行環境週界濃度測定，確認現場化學品種類及濃度)。

2.監測環境週界濃度 以五用氣體偵檢器、PID禎檢器及FTIR進行環境監測。

3.提供救災資訊 提供緊急應變手冊、MSDS及北美緊急應變指南，供指揮官查詢。

4.勘查事故現場、化學品儲存場 會同業者、消防隊及環保局進入事故現場勘查，並對化學品儲存場所內所存放之化學品逐一清點，確認化學品存量、是否有其他危害物於事故現場等，確保災情評估之正確性。

5.善後復原會議 確認事故現場未波及毒化物，週界環境測定也無危害之虞所。

四、災因分析[4]

(一)直接原因：機房内揮發性氣體濃度過高，泡料時產生靜電引發氣爆。

(二)間接原因：

1.不安全狀況：排風設備設計之不健全，排風功率明顯不足。

2.不安全環境：未提供設置妥適安全措施及警告標示等之作業場所

(三)基本原因：

1.未訂定標準作業程序，工作守則。

2.未提供勞工安全衛生所必要之設備及措施。

3.未訂時實施巡查、檢點作業

4.勞工作業人員安全衛生教育不足。

五、災後處理與復原

(一)成立善後復原小組。

(二)進行現場人力調配及隔離其他之化學品。

(三)將氣爆區隔離，避免閒雜人員進入危險區域，避免再次發生災害。

(四)進行災因分析及事故調查

(五)評估拆除及復原其損壞之設備。

(六)現場施工環境勘查，避免拆除中再次發生災害。

(七)辦理採購合約，發包予廠商製造。

(八)配合廠商現場安裝，檢送相關文件向主管申請試車復工，並經檢查合格後始行正式加入生產行列。

六、檢討與改善

經過本次氣爆事件後，甲科技公司加強對員工之安全衛生管制作業，且安排一名廠內人員進行觀察監督之責；確切要求於新製程或儀器處修前後，做好安全衛生管制作。業及注意相關防範事項，以預防類似事件再次發生。[3][4]

甲科技公司評估作業場所設施、設備條件，增補安全衛生設施、設備，如下：

(一)機器設備安全方面

1.徐靜電設備加裝，已消除靜電發生的可能。

2.加設排夙馬達轉速異常警報器，避免排風不良造成拒發性氣體濃度過高，導致氣爆產生。

3安裝合格的防爆燈管；乾燥箱内，安裝氣體濃度感測器(LEL)。

4.購置手提式氣體濃度感測器。

5.強化保安教育，加強設備安全衛生檢查工作。

6.針對排風設計與風量重新評估後，更改獨立系統排風，全面排除濃度過高發生的可能。

(二)人員安全方面

1.定期辦理員工安全衛生教育訓練，加強有害危險物質認知。

2.採購100%棉質服裝供操作人員穿著

(三)空間規劃計其他強化工作

1·清除塗佈車間前區非必要物件。

2.所有車間之電氣暨插座已由甲級電器負責公司完成再保護措施。

3.請消防設備公司規劃於槽料上方加設消防器具之可行性。

4.由研發主導將生產製程配方修正及簡化。

5.請消防防災公司檢查廠區滅火器設置。

6.加強單位主管監督，發生異常立即停車，並報告單位主管，並往上呈報處理。

七、參考文獻

1 .行政院環境保護署，2006，毒性化學物質災害緊急應變處理手冊

2.行政院環境保護署，2001，毒性化學物質災害防救手冊。

3.勞工安全衛生法，2002

4.旭光箔膜科技股份有限公司，2007，職災復工改善計畫書。

\*

某大學理學大樓實驗室氣爆事故

The accident of gas exploded in the university

呂啟瑞

私立逢甲大學安全衛生組

台中市西屯區文華路100號

cjlu@fcu.edu.tw

一、摘要

某大學理學大樓實驗室於96年04月20日傳出氣爆事故，造成1名學生受到灼傷，事故發生原因疑似以模擬工廠廢液進行氧化蒸餾分解回收實驗時發生氣爆。應變隊接獲諮詢中心通報後，台中環境應變隊立即向台中市消防局勤務指揮中心查證此事故後，依2號作業出勤。因氣爆未引起火災及現場化學品洩露等衍生災害，校方亦於事故發生後立即進行現場通風排氣，降低現場危害，並與消防隊進行現場管制，待應變隊使用儀器測量以釐清現場未因氣爆衍生其他化學品洩漏之意外情事後，校方進行災後復原工作，並將廢棄物交由合格處理業者進行處理。

關鍵詞：工廠廢液、氣爆事故、毒性化學物質

Abstract

On April twentieth in 2007, a laboratory was happened the gas exploded in certairnuniversity. This accident cause a student burned. The reason is likcly the factory waste liquidoxidized to cause the gas exploded which in distillation recycling reaction. When the ERIC (Emergency Response Information Center) apprised the EPAERT (Environmental ProtectionAdministration Emergency Response of Toxic Substance), the Taichung EPAERT check this accident for fire department of Taichung City immediately. The gas exploded didn't bring the fire and chemical leak out. The school opened the exhaust fan to ventilated and exhausted immediately, when the accident was happened. The fir brigade was control the people to passin and out. After the EPAERT used the device to check the scene no chemical leak out, the school was making the decontamination and cleaning. The waste took to the waste disposal company to deal with..

Keywords: waste liquid, gas exploded, leak out

二、事故簡介

96年04月20日某大學實驗室氣爆事故，為學生模擬台中某科技廠PPR正光阻液廢液進行實驗，其主要成分為PPR正光阻液廢液中之乳酸乙脂，比例約佔20~30% ；該實驗是以氧化蒸餾分解裝置進行PPR正光阻液廢液回收處理研究。

本事故發生前，此項廢液回收實驗已進行多次，之前試驗皆順利完成，唯本事故在實驗進行分餾步驟時，疑似因為氧化裝置之氣封墊片老化，導致反應槽壓力外洩，有機氣體急速澎漲而造成氣爆，週遭化學品儲存櫃及窗戶因爆震造成玻璃破碎，並造成1位學生遭受灼傷及割傷，所幸未引起化學品噴濺及燃燒，雖造成鄰近之化學品儲存櫃之櫥窗玻璃破碎，但櫃內化學品無傾倒、亦無洩漏痕跡；校方立即將受傷學生送醫急救，同時通報消防局及環保局，並對實驗室進行通風，且封鎖事故現場。

消防隊抵達現場後，了解此事故並未引起火災，因氣爆事故有波及實驗室其他化學品之虞，為避免可能遭受波及之各項化學品引發其他事故，立即協助校方進行管制作業，並持續於實驗室周圍戒護。

應變隊抵達現場後，與現場消防人員及校方了解狀況，並以直讀式偵測儀器於事故現場外圍進行檢測，確認無異常讀值後，即持直讀式儀器進入氣爆現場，近行氣爆源的空氣偵測，亦無異常讀值反應；另一方面持續於理學大樓週界下風處以FTIR進行監測.亦未發現異常化學品圖譜後，研判現場環境無危害之虞，應變隊即與校方人員依該校之化學品清單進行現勘，釐清是否有其他化學品或列管毒化物遭受波，經確認後研判此事故未擴大及無環境污染之虞，應變隊收隊賦歸。

三、應變過程

(一)災況現場。

1.維護現場人員安全：校方人員第一時間將傷患學生送醫。

2.現場隔離及禁止出入：校方人員立即拉起警戒線，並封鎖實驗室，且協同消防人員於警戒線外進行管制，待應變隊抵達，進行環境監測後，方開放相關校方及消防人員進入勘查。

3.通報災情：事故發生後，校方立即通報台中市消防及環保單位，待消防單位及環保單位抵達。

(二)指揮及評估災情。

1.建立現場指揮及管理：校方由該單位負責人為第一應變者，負責現場指揮，且在状况不明之事故初期，正確的完成人員救護、通報相關單位以及依照地形進行管制。並於消防及環保單位陸續抵達後，轉移指揮權予消防單位，並配合提供相關事故訊息，以利評估災情。

2.辨識及評估：應變隊先與校方人員會銜，了解事故原因與肇事物質，再以直讀式空氣偵測儀器，先於管制區外進行偵測，待確認安全無虞後，向事故地點深入並持續監測，司時於事故地點下風處，以FTIR(傅利葉紅外線光譜儀)進行中遭環境的大氣分析，待監測結果顯示空氣中無危害物質反應後，校方即會同應變隊人員進入該實驗室，確認其他化學品之狀況。

3.規劃搶救行動：由於此事故僅氣爆瞬間造成1員學生受傷，並立即由實驗室中其他學生扶出，且未造成其他化學品於氣爆後洩漏，燃燒等持災情，故未擬定搶救行動。搶救行動之原則第一為人員安全、第二為環境保護、第三為物資設備、最後木為恢復運作。

(三)災害搶救。

1.防護設備：因此事故為氣爆，肇事化學品為模擬正光阻液廢液，由於氣爆後空氣中可能具有該物質之氣體、蒸氣，故應變隊人員於空氣檢測時，以及會同校方人員進入現勘時，校方人員及應變隊員皆著呼吸防護具：若肇事化學品不明或有波及其他化學品，則建議採用最高防護標準-供氣式個人呼吸防護裝備及A級防護衣，在完整之防護下進入事故地點進行偵測與勘查。

2.災害圍堵與控制：氣爆發生後，現場負責人即啟動排氣設備，通過排氣管路的氣體會先經氣體洗滌塔去除有害物質後，再排入大氣：另校方表示洗滌塔及實驗室之廢水會導入學校之廢污水處理系統進行處理後排放，若消防隊有進行灑水動作時，應變隊配合將四週雨水溝沙包等資才進行溝渠圍堵，避免化學品因消防廢水而擴散。

3.保護行動：依據校方緊急應變計畫，事故初期實驗室中蒸氣濃度高時校方已對同樓層之人員進行疏散，若事故造成火災、洩漏等持續性的危害，依緊急應變計畫校方將疏散該大樓之所有人員，若災情持續擴大，且經監測發現空氣中有害物質濃度增高，應變隊亦會建議校方擴大疏散範圍。另外應變對於現勘後，針對某大學之化學品儲存方式出建議， 建議將化學品儲存位置遠離壓力容器、烘箱、加熱設備等儀器設備，避免發生事故時，因存放之化学品遭受汲及而導致災情擴大，或增加搶救行動與災害圍堵控制之困難度。

(四)災後處理

1.除污及清理現場：校方人員將受傷學生帶離事故現場，於就醫前已先行運用鄰近之緊急沖淋設備進行緊急除污；若事故持續擴大，該大樓周圍亦有設置緊急沖淋器以供人員進行除污，且化學品災害擴大時消防隊.消防隊亦能提供核生化災害處理車，以提供緊急應變時之除污能量。

2.棄置：應變隊確認現場無危害之虞後，建議校方將廢棄物交由合格處理業者進行處理，若有產生含化學品之消防廢水，環保單位亦會於現場溝渠進行圍堵，並協調水箱車、水肥車業者進行抽除作業，避免可能產生危害之廢棄物以不適當之方法棄置。

3.事件紀錄：校方於事故後，將事故情境套入校園演練之中模擬狀況，並將其事故過程及相關演練資料記錄存查；應變隊於事故結束後，亦將處理過程及結果製作事故報告書上呈署円；消防隊勤務指揮中心亦將出動人力物力進行統計歸檔。

四、災因分析

(一)直接原因：溼式氧化反應器氣封墊片老化。在反覆使用及不同物質實驗情況下，實驗物質與墊片應造成材質老化，在增加壓力時，由氣封處洩漏而造成氣爆。

(二)間接原因：

1.不安全之狀況：

a.使用設備之設計有瑕疵，氣封墊片未以凹槽處理，致使反應物質接觸墊片後，造成老化而有洩漏之可能。

b.該實驗室並未對該項設備容易耗損部份進行例行性之自動檢查，無法預知危害。

c.氧化蒸餾分解裝置鄰近藥品儲存櫃，受氣爆時爆震波及導致藥品儲存櫃受損，所幸未造成儲存櫃中其他化學藥品洩漏，導致災害擴大。

2.不安全之行為：進行實驗時，未佩帶適當防護具，如護目鏡、面罩等，導致氣爆時,直接造成實驗人員灼傷。

3.基本原因:事故發生前,相同實驗已順利進行數次,故實驗人員輕忽實驗設備之自動澰查及化學品危害特性

五、災後處理與復原

1.校方、消防隊及應變隊進行善後復原會議，確認事故原因及災損範圍。

2.依照化學品清單清點化學品，釐清肇事化學品及老줌波及其他化學品。

3.校方人員與消防隊及應變隊進行善後復原會議後，確認現場已無危害之虞，校方即進行事故現場清理

六、檢討與改善:

1.建議校方針對實驗室SOP進行規範，實驗人員的個人防護措施，避免類似事故再度發生。

2.建議校方列管毒化物應改存放遠離烘箱、加熱器等設備之處，避免意外發生時遭受波及，而擴大災害。

七、參考文獻

1.全國毒災事故應變案例研討會論文集，2005、2006

2. Hazardous Matcrials Incident Commander (I) 2006

3. Hazardous Materials Incident Commander (II)，2006

4.第四屆國際環境災害及緊急應變技術研討會論文隽(The 4th InternationalEnvironmental Disaster and Emergency Response Conference)，2007

\*

朝陽科技大學實習場所安全衛生意外事故

The laboratory accident in Chaoyang University of Technology

章日行

朝陽科技大學環境工程與管理系

台中縣霧峰鄉吉峰東路168號

changjh@acyut.edu.tw

一、摘要

台中縣某科技大學於民國96年5月21中遭化學藥品噴濺之意外災害，後經學生循校方緊急應變系統通報鄰近醫院進行緊急救護，至晚上6時左右，經醫生診斷無礙後返家休息日下午3時40分發生學生於實驗操作因校方屬「毒性化學物質」使用單位，所以台中縣環保局與環境毒災應變隊經由通報系統得知，立即派員到校瞭解，事故發失原因係學生未依標準實驗步驟操作，導致發生氣爆意外，事故當時因有學生在現場進行實驗，所以臉部遭受化學藥品噴濺，因校方對於毒化物有設置專區管制，所以事故發生後經台中縣環保局及環境毒災應變隊確認後，除人員受傷及部分實驗器材受損外，並無毒性化學物質因此次意外造成化學災害。

關鍵詞：實驗室意外、化學試驗、氧化反應

Abstract

A laboratory accident happencd in Chaoyang University of technology at 15:30 on May 21, 2007. A student who canducted a sol extraction prncess was injby the sprayingreactants in tubes. After transported to nearby hospital through urgent not ification system, the student was cured and back home at 18:00.

Because the university is attributed to the responsible organization of 「hazardous material」, EPB of Taichung county and emergency response team came to CYUT in a short period of time. The accident resulted from wrong operation of students, which made theen by the gas expansion. The student was hurt by spraying reactants in the tubes. Because there was specific area for control the hazardous material in CYUT, no leakage ofoperatiohazardous material during this accident in addition to the above slight loss.

Keywords: Laboratory accident, chemical experiment, oxidation reaction

二、事故簡介

環管系大學部專題生陳同學於5月21日下午在人文與科技大樓G-712實驗室進行土壤序列萃取專題實驗時，因為離心管氣爆導致臉部被化學液體噴濺，經緊急送仁愛醫院經醫師診斷無大礙後返家休息。

三、應變過程

事故發生後，環安中心接獲通報後立即調閱實驗室相關化學品清單、種類與數量及平面配置圖，供相關單位應變使用，並立即轉通報相關單位進行處理。由於事故地點位於實驗室，所以先將相關動力來源切斷，並管制現場人員進出，以避免災害擴大，同時保持現場所有儀器物件的完整，以利調查工作的採樣及分析。經詢問實習相關的教師與同學，瞭解事故發生時的各種情況，收集有關的資料，並通報台中縣環保局、環境毒災應變隊、教育部環保小組及中區勞動檢查所等單位，將事故發生速度通報上列單位。經過校方環安中心會同台中縣環保局及環境毒災應變隊教師與同學的說明資料，同時按照事故現場的損害情況提外單位及專家建議，要求事故單位提出相關改善對策，於期限等相關單位調查，依據實習相關報告。再彙整相關校內內完成改善。

四、災因分析

(一)直接原因：人員未遵循標準操作程序，造成氣爆。

(二)間接原因：

1.不安全之狀況：

抽氣櫃之玻璃門未拉至定位，導致噴濺波及人員。

2.不安全之行為：

人員未配戴適當個人防護具，同時未依標準操作程序進行實驗。

3.基本原因：缺乏適當之試驗操作程序安全衛生知識，導致實驗室運作錯引起化學藥品激烈反應。

五、災後處理與復原

1.緊急成立善後復原小組，建立指揮系統及後勤支援系統。進行實驗室設備損失清查、實驗室環境檢查及設備安全措施改善檢查，實驗步驟檢視及受傷人員後續追蹤。

2.成立災後重建小組，進行環境清潔整理、實驗室儀器設備安全防護措施改善、實驗步驟重新修訂加入相關安全操作程序、加強人員安全意識之訓練及宣導。

六、檢討與改善：

1.進入實驗室之教職員生必須接受3-6小時之安全衛生教育訓練方可進行實驗操作。

2.全面檢討實驗步驟，將安全操作程序及注意事項納入步驟中，並使操作人員確實瞭解。

3，加強並落實實習場所安全衛生管理，嚴格要求進行實驗時需著適當之個人防護具。

4，實驗室動力來源(電源)重新檢視並加裝漏電斷路器。

5·校方環安中心同時施行『檢查不合格禁用』之措施，發現有不符安全規定之設備，立即貼上封條禁用，待改善完成方可繼續使用。

\*

台中縣大里市疑似廢棄物場址污染事故案例

The accident of waste pollution in Taichung County

陳韋志1郭昭吟2

國立雲林科技大學毒災應變諮詢中心

台中縣大雅鄉科雅路46號1樓

epaert@gmail.com

一、摘要：

96年6月13日12時46分，台中縣大里市草堤路疑似發生硫酸二甲酯( Dimethyl sulfate)外洩事故，環保署中部環境毒害應變隊接獲諮詢中心通知後，立即出動災害應變亘趕赴現場執行相關環境緊急應變作業:在確認事故現場無環境污染之虞後，相關廢棄物清除問題，經由環境復原會議協調由縣市環保局廢管課負責起善後督導事宜，本文並藉由此次事故，運用ALOHA進行後果分析模擬，以评估探討硫酸二甲酯之毒性氣雲擴散分布情況及影響範圍。

關鍵詞：硫酸二甲酯、ALOHA

Abstract:

At pm 12:46 on June thirteenth in 2007, this accident had a suspicion that dimethyl sulfate leak out in Taichung County. The ERIC (Emergency Response Information Center) apprised the EPAERT (Environmental Protection Administration Emergency Response of Toxic Substance) which EPAERT rushed to the scene and began emergency response actions. After the EPAERT confirmed no hazard in the environment, the decontamination and cleaning work superintended by the environmental protection bureau. According to the accident in this article, we can using ALOHA model to simulate the result analysis and assess the incidence of dimethyl sulfate of toxic gas cloud.

Keyword: Dimcthyl sulfate, ALOHA

二、事故簡介：

台中縣大里市草堤路於2007年06月13日 12時46分疑似發生硫酸二甲)外洩事故，環保署中部環境毒害應變隊接獲諮詢中心通知酯(Dimethyl sulfate後，立即出動災害應變車趕赴現場執行相關環境緊急應變作業。應變隊抵達現場後發現事故地點緊閉上鎖並已由警方以封鎖線管制禁止人員進出，故無法進入勘查倉庫內化學品，另倉庫外並堆放有六桶(每桶約一噸)廢棄桶槽(如圖一所示)，初步由外觀檢視並無破裂洩漏現象。以FTIR (FACE-OP300)進行定性量測倉庫週界硫酸二甲酯濃度(如圖二所示)，其偵測結果讀值為0ppm (勞工作業環境空氣中有害物容許濃度(TWA)標準，硫酸二甲酯八小時平均容許濃度法規值為0.1ppm )，並分別以FID於倉庫週遭及倉庫外廢棄儲桶處進行揮發性有機物量測(如圖三所示) ，偵測結果分別為0 ppm及0.005-0.02 ppm ，兩者同樣皆低於TWA法規標準值，另應變隊以pH試紙檢測現場周遭農田及溝渠内的水質酸鹼度(如圖四所示)，pH值顯示為中性，初步排除受到污染之可能性；經與台中縣環保局討論環境復原相關事項後(如圖五所示)，後續將會由環保局廢管課進行稽查，相關廢棄物亦由廢管課督導善後事宜，在確認現場已無環境污染之虞，應變隊於15時16分收隊賦歸。

三、應變過程：

1.安全、隔離及通報

96年06月13日12時46分環保署環境毒災應變隊台中隊接獲毒災應變諮詢中心通報：台中縣大里市草堤路疑似發生硫酸二甲酯( Dimethyl sulfate)外洩事故，請環境毒災應變隊台中隊趕赴現場進行相關環境緊急應變作為，環境毒災應變隊台中隊接獲通報後，隨即聯繫台中縣環保局毒管承辦人廖媚蘭小姐及屯區毒管承辦人陳鈞閔先生，敦請相關置位實施事故現場人員進出管制，並立即派員趕赴現場

2.指揮、辨識及評估、行動方案

環境毒災應變隊台中隊於12時55出勤，並於14時抵達事故現場，後續中部環境毒災應變隊計畫主持人及台中縣環保局毒管承辦人吳碧玲等人員亦陸續抵達事故現場；台中縣環保局指出該倉庫涉及非法囤積液態有毒廢棄物環境污染刑事案件，於12日凌晨四時港務局與環保警察第二中隊在台中地檢署檢察官滕治平指揮下曾搜索過倉庫，由於事故地點緊閉上鎖並已由警方以封鎖線管制禁止人員進出，故無法進入勘查倉庫内化學品。另倉庫外並堆放有六桶(每桶約-噸)廢棄桶槽，初步由外觀檢視並無破裂洩漏現象。為消除週遭人民恐慌及確認倉庫內非法囤積有毒廢棄物是否已外洩而污染週遭環境，應變隊隨即以FTIR(FACE-OP300)及PID分別進行定性及揮發性有機物量測環境監測作業。

3.防護措施、圍堵及控制、保護行動

應變隊員先以FTIR在倉庫外圍15公尺處進行定性環境監測，以監測週遭環境中是否有硫酸二甲酯逸散存在；並以PID對倉庫週遭和倉庫外廢棄儲桶週遭進行揮發性有璣物監測作業。， FTIR顯示結果為現場並無硫酸二E，酯讀值，倉庫週遭及倉庫外廢棄儲桶處PID揮發性有機物量測結果分別為0 ppm及0.005-0.02 ppm (勞工作業環境空氣中有害物容許濃度法規標準值為3 ppm) ，唯恐廢棄之化學品已外洩汚染倉庫週界稻田，應變隊以pH試紙檢測現場農田及溝渠內水體，檢測結果pH值顯示為6-7 (法規值為pH值6-9)，研判現場農田並無污染之虞。

4.除污、棄置、紀錄

依環境周界監測結果，事故現場並無造成立即環境污染及人民生命財產上安全之虞慮。隨後現場經台中縣環保局開立稽查單作為紀錄並與中部環境毒災應變隊計畫主持人郭昭吟教授等相關應變人員召開環境復原會議，商討善後事宜會議中縣市環保局毒管承辦人表示後續將再會同環保局廢管課進行稽查，而相關廢棄物將由廢管課進行督導善後事宜，在確認現場無環境污染，應變隊於15時16分收隊賦歸。

四、災因分析：

(一)直接原因：

該倉庫存放有害事業廢棄物，存放之廢棄物散發出異味及疑似洩漏污染週遭農田。

(二)間接原因：

1.不安全狀況：有毒廢棄物存放環境不佳，導致桶槽生鏽變形。

2.不安全行為：廢棄化學品溶劑及潤滑油在無任何環保設備及事先環境影響評估核准下非法任意堆放，不僅嚴重危害週遭環境，並留下難以處理的廢棄物處置問題。

3.基本原因：利用一般民眾對事業有害廢棄物處置知識(認知)之缺乏，租用倉庫堆放有毒事業廢棄物，以謀取非法利益。

五、災後處理與復原

事故現場之有毒廢棄物，待相關警察單位撤銷查封後，委由台中縣環保局廢管科督導善後。

六、結論與改善：

(一)根據國內案例資料統計分析，評估各場所類型及發生頻率之污染潛勢高低順序得知不明廢棄物棄置約佔緊急應變場所的20.3%【1】，因此，第一線緊急應變人員平時遇到不明物質外洩(廢棄)事件，趕赴現場應變人員須以自身安全為首要考量，除先行封鎖事故現場外，運用偵測儀器針對事故點周遭環境進行監測，並將測得結果提供現場指揮官參考，以作為研擬應變處置措施之依據：若在不知物質特性而須進入洩漏點進行相關圍堵止漏作業，則應將個人防護等級應提高，始能進入現場從事相關應變處置作為。

(二)一般民眾對於有害事業廢棄物危害及處置措施之認知普遍不足，導致不法人士利用此點來牟取暴利；環保單位應加強一般大眾對於有害事業廢棄物危害及處置的認知，及加強對於有害事業廢棄物回收處置之管控。

(三)本坎事故地點週遭農田環繞，更緊臨河川，故在緊急應變過程中，特別注意其廢水有無流入河川中及週遭農田中，以避免對環境造成二次危害。

(四)此次事故初期通報為疑似發生硫酸二甲酯( Dimethyl sulfate)外洩事故，由於硫酸二甲酯為疑似人體致癌性之毒性、腐蝕性物質，其蒸氣會嚴重刺激眼睛、呼吸道、黏膜及皮膚，若硫酸二甲酯液體與皮膚或眼睛接觸後會導致嚴重的灼傷及起水泡，而硫酸二甲酯基本物化特性及危害性毒性量如表1所示，當發生硫酸二甲酯洩漏緊急事件時，毒性危害將是從事應變救災最主要考量之因素。藉由事故現場所獲得資訊，透過後果分析模擬，可依其模擬結果做為現場應變指揮官擬定緊急應變措施之參考依據(如執行非搶救人員疏散)，減少伴隨災害所帶來的損失。據此應變隊於事後運用美國環保署使用之ALOHA模擬軟體，針對硫酸二甲酯進行洩漏擴散模擬，此次模擬氣象假設條件如表2所示，模擬情境為假設53加侖桶裝之硫酸二甲酯發生直接洩漏，並連續洩漏一小時，評估硫酸二甲酯之毒性氣雲擴散分布情況及影響範圍。依其模擬結果可知，硫酸二甲酯總洩漏量為266 kg ， TEEL-2毒性影響範圍則為2.2 km ( TEEL-2表示人體暴露於室外將造成不可恢復性或嚴重之健康危害之最大濃度)，TEEL-3毒性影響範圍則為602 m ( TEEL-3為人體暴露在室外之立即危害濃度)；圖六則為硫酸二甲酯模擬擴散衛星空視圖；因此當發生硫酸二甲酯洩漏事故建議逐一疏散下風處650 m內的居民，但經情境假設模擬結果所評估疏散之距離遠大於2004年北美應變指南及緊急應變卡及防救災手冊所建議之疏散距離(如表3所示)，因此在發生硫酸二甲酯洩漏時，事故現場初期隔離距離可先行參考2004年緊急應變指南(或緊急應變卡及防救災手冊)所建議之距離,隨著現場周界環境偵測結果適時擴大疏散距離，另外可請求消防隊以水霧或5%氫氧化鈉水溶液噴灑洩漏區，以降低或分解蒸發之硫酸二甲酯蒸氣，另外需注意的是由於硫酸二甲酯之蒸氣比空氣重，因此搶救人員應依現場地勢作考量，保持人員位於上風處，並遠離低窪及通風不良之處，更需注意有無人員躲至低漥點避難之可能。

表1硫酸二甲酯基本物化特性及危害性毒性

硫酸二甲酯(Dimcthy sulfate) ；簡稱DMS

分子式：(CH3)2SO4) 分子量： 126

物質狀態：油狀液體 顏色：無色

pH：- 氣味：淡洋蔥味

密度： 1.3283 蒸氣密度： 4.4

溶解度： 2.8 g/100L TWA：1ppm

LEL 29000ppm IDLH： 7ppm

表2氣象條件

氣象條件

大氣溫度 27.5℃

大氣壓力 1atm

大氣濕度 75%

地表型態 市區

風速 1.83m/s

大氣對流 0.50

大氣穩定度 F

註：中央氣象局台中監測站2000年5月-2007年5月觀測數據

表3硫酸二甲酯疏散距離

參考文獻 疏散距離(m)

2004年緊急應變指南 100

緊急應變卡及防救災手冊 50-100

模擬情境 650

七、參考文獻：

1.林永章、傅彥盛，2007 ，台中縣大里市疑似廢棄物場址污染事故案例，環境電子報第7期，行政院環保署毒災應變諮詢中心

2.鄭宗敏、謝奇峰、施邦築、張寬勇，2005 ，地理資訊系統在化學災害防救之應用。

3.車明道， 2006 ，我國土壤及地下水污染過去及未來發展趨勢分析

4.陳范倫、何大成， 2006 ， 2004年版緊急應變指南，工業技術研究院能環所。

5.中區毒災應變諮詢中心， 2005 ，硫酸二甲酯緊急應變指南，行政院環保署。

6.中區毒災應變諮詢中心，2005 ，硫酸二甲酯防救災手冊，行政院環保署。

\*

高雄縣大樹鄉遭棄置氯氣鋼瓶外洩事故

Leak in an Abandoned Chlorine Cylinder in Kaohsiung

蔡曉雲

行政院環保署南部環境毒災應變隊

高雄縣燕巢鄉大學路一號

u9315916@ccms.nkfust.edu.tw

一、摘要

高雄縣大樹鄉龍目村龍目路附近疑似廢棄不明氣體外洩，環保局請求支援，高雄應變隊凌晨02：09抵達現場後，以四用氣體(LEL ， SO2、CO、CL2 ppm)偵測器確認為氯氣(50kg)鋼瓶外洩，並請消防隊以水霧防護。應變人員和台塑人員協力進行止洩，最後再以鋼瓶套桶封存後送至台塑仁武廠內之液鹼廠處理。現場少量廢水圍堵後以吸液棉吸附，氯氣讀值降至ND(<0.1 ppm) ，研判無危害之虞，於07：49收隊賦歸。本文描述此事件的應變方式及處理過程，以及原因分析。

關鍵詞：氯氣、鋼瓶、外洩

Abstract

An unknown gas leak was reported from a village in Kaohsiung County. Kaohsiung Environmental Protcction Burcau called EPAERT for help. Responders from EPAERT used multiple gas detector (LEL, So2, CO, C12) to confirm that the leak was from a chlorine cylinder. Fire Department applied water spray to confine the chlorinc gas. Responders from EPAERT and Formosa Plastics stopped the leak and put the cylinder in an ERCV. The cylinder was then sent to the caustic plant in Formosa Plastic for venting and abatement. The wastewater in the incident site was confined and absorbed by absorbent sheets. The response was completed when the chlorine concentration dropped to below ND(<0.1 ppm).

Keywords: Chlorine, cylinder, leak

二、事故簡介

高雄縣大樹鄉龍目村龍目路附近疑似廢棄雙氧水外洩，環保局六科請求支援，應變隊02:09抵達現場,進行環境偵測、處理外洩鋼瓶及提供應變防護資材。

三、應變過程

事故現場外圍，立即著化學防護衣、防毒面具手持四用CL2 ppm)進行偵測，確認為外洩氣體為氯氣。發現氯氣的檢測化，因氯氣為重質氣體易沉積在低窪處，測值會隨著風變化，再進入外洩的辦公室內勘察，並建議消防隊在事故外圍以水霧阻隔防護，以降低氯氣的影響範圍，由於吸入氯氣對人體會造成嚴重的刺激鼻、咽及上呼吸道，過量可造成肺水腫，在空氣中勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準為0.5ppm ，故應應變人員於凌晨02：09抵達氣體(LEL% ，值在3.00-5.00ppm附近變隨後改著SCB變人員偕環保局人員與消防隊和龍目村長商議，決定立即疏散50公尺內居民。

進入外洩的現場，發現氯氣檢測值竟為over ，表示超過偵測範圍30ppm ，即刻建議消防隊架設固定式的水砲塔以水霧阻隔，但礙於消防水線長度不足，故應變人員使用附近厠所的水管自行灑水以降低氯氣在空氣中的濃度。

先前消防隊請求台塑仁武廠人員協助，以洩漏鋼瓶帽(Leaking Cylinder Cap)進行止漏，但經應變人員進行測漏後，發現仍有外洩情形，故進行二次止漏，在應變人員建議下，與台塑人員一同以鉛棒混環氧樹脂膠條封住鋼瓶熱溶栓口，再使用AKIT工具的A夾以強力擠壓至無洩漏，應變人員以偵測器確認氯氣測值降至ND(ND<0.01 ppm) ，之後再以鋼瓶套桶封存後送至台塑仁武廠內之液鹼廠處理。

由於氯氣的水解反應為Cl2 + H2O → HOCL + HCL ，故廢水呈酸性，應變人員在事故外圍以吸液棉吸附圍堵，再放入除污桶內依有害廢棄物處理。其過程應變人員仍持續進行環境偵測至災後復原作業結束，其結果皆低於儀器偵測下限值，初步研判現場無立即危害之虞，於07：49收隊賦歸。

四、事故原因分析

(一)直接原因：自民國61年起，該氯氣鋼瓶便遭棄置於此，而鋼瓶熱溶栓口為polymer材質，長期放置的熱溶栓材質劣化，以致外洩。

(二)間接原因：

1.不安全之狀況：

a.民宅內放置高壓液化氯氣鋼瓶，無任何防範措施，以致氯氣外洩。

b.未定期確認鋼瓶狀態，以致發生鋼瓶熱溶栓損壞，任由氯氣外洩。

2.不安全之行為：

a.由於氯氣為列管毒化物，其處理費用高，而鋼瓶業者又未回收處理，任意棄置實為無良心業者

b.民宅內看管人員對鋼瓶的內容物為何種氣體都不清楚，更不清楚氯氧對人體的傷害，即任由鋼瓶放置於室內。

3.基本原因：看管人員的對鋼瓶的認知不足，缺乏適當之安全管理。

五、災後處理與復原

1.災後處理的部份，先將堆滿棄置雜物的民宅房間清空，再搬運己止洩的鋼瓶至鋼瓶套桶車，後送至至台塑仁武廠內之液鹼廠處理，其過程應變人員仍持續進行環境偵測，以確認環境中無殘留的氯氣。

2.善後復原處理的部份，地面少量廢水的部份以吸液棉進行吸附圍堵，放入除污桶內依有害廢棄物處理。

六、檢討與改善：

本事故完全肇因使用者未善盡使用與保管責任，至鋼瓶年久未報廢而腐蝕而洩漏。未來應加強化學品廢棄之管理，以避免類似事故再度發生。