



第一重油脫硫工場氫氣外洩火 災事故原因及復工改善計畫

發表人：大林煉油廠 蔡榮傑

日期：102年11月12日



報告大綱

- 一、事故概況
- 二、事故原因
- 三、改善對策
- 四、火場附近建築物結構安全鑑定
- 五、對火災設備復原工作進行評估、檢查、修護及更換
- 六、危害分析及安全評估
- 七、安全管理
- 八、承攬商管理
- 九、善後處理情形



一、事故概況

1. 發生時間：101年8月10日10時14分
2. 事故地點：第一重油脫硫工場
C-2002壓縮機旁高壓系
統抽真空進口管線盲板
法蘭



一、事故概況

3. 工場大修處理程序：

- (1) 第一重油脫硫工場依排定計畫於8月8日進行停爐大修，工期39天至9月15日止。
- (2) 工場交付承攬商施作之前，需進行停爐前處理工作，包括系統及反應器觸媒鈍化及以柴油循環冷卻、系統降壓排放、油料泵空及吹驅等程序，經分析及確認系統管線及設備安全後，才於第九天後交與相關承攬商施作檢修。



一、事故概況

4. 事故摘要：

- (1) 8月10日反應器觸媒已完成鈍化、降溫及降壓程序，系統壓力降至39kg/cm²G、反應器平均溫度已降至85°C左右並持續降溫工作。
- (2) 上午10:00左右在事故現場及附近有兩項工作進行施工，分別為：
 - a. 離心壓縮機C-2002密封油系統控制閥檢修工作。
 - b. 觸媒裝卸廠家索特公司進行管線拆盲之準備工作，工場長 並在現場督導。



一、事故概況

- (3) 上午10時14分，承攬商索特公司於C-2002壓縮機旁拆除系統抽真空進口管線盲板法蘭時（該盲板前之關斷閥已關斷），氫氣外洩引起火警，承攬商索特公司三人灼傷，10時40分送達小港醫院，經初步醫療後於13時00分轉送國軍左營醫院燒燙傷中心醫療處理。
- (4) 10:43事故現場經搶救後火災獲得控制，系統持續降壓至4kg/cm²G。
- 11:05系統引入氮氣稀釋氫氣濃度。
- 11:30火焰熄滅，高市消防車撤離，僅廠區消防車現場警戒。



一、事故概況

- (5)火警發生時，廠方第一時間透過通報系統，以電話分別向總公司、事業部、高市消防局、勞檢處、環保局，及社區六里里長通報情況，並後續以速報表通報。
- (6)11:00左右社區人士及高市消防局、環保署、勞檢處、環保局新聞媒體陸續到場關心，當時情況已獲控制，僅餘少量焰冒出；經說明後於11:30許陸續離去。

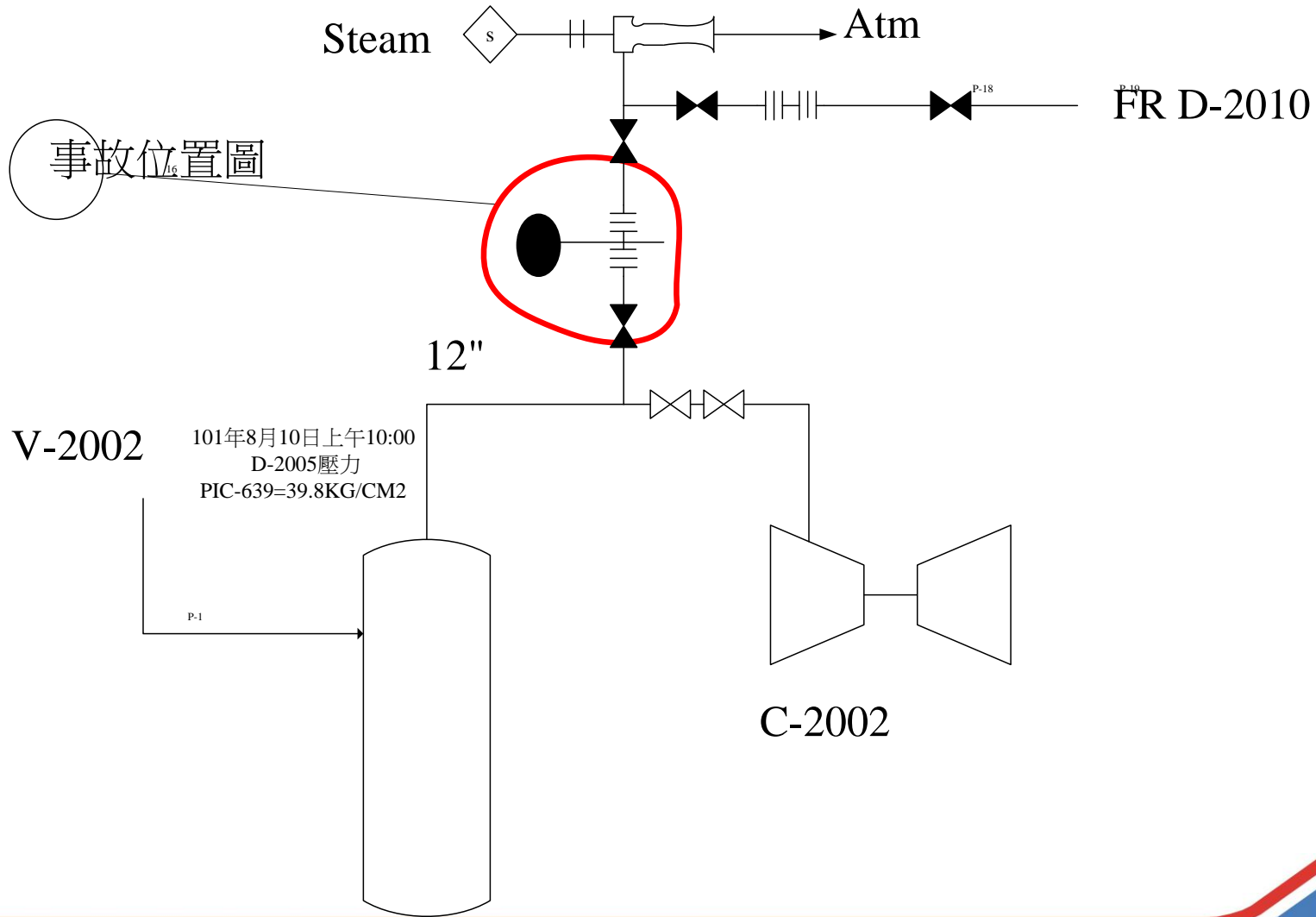


一、事故概況

- (7) 著火點附近之壓縮機滑油系統受到波及，部分管線、儀表及控制閥受損，壓縮機本體目視無重大損害。
- (8) 16:30 進行事故調查檢討會並將會議記錄陳核。



事故設備管線示意圖





事故當時照片 1



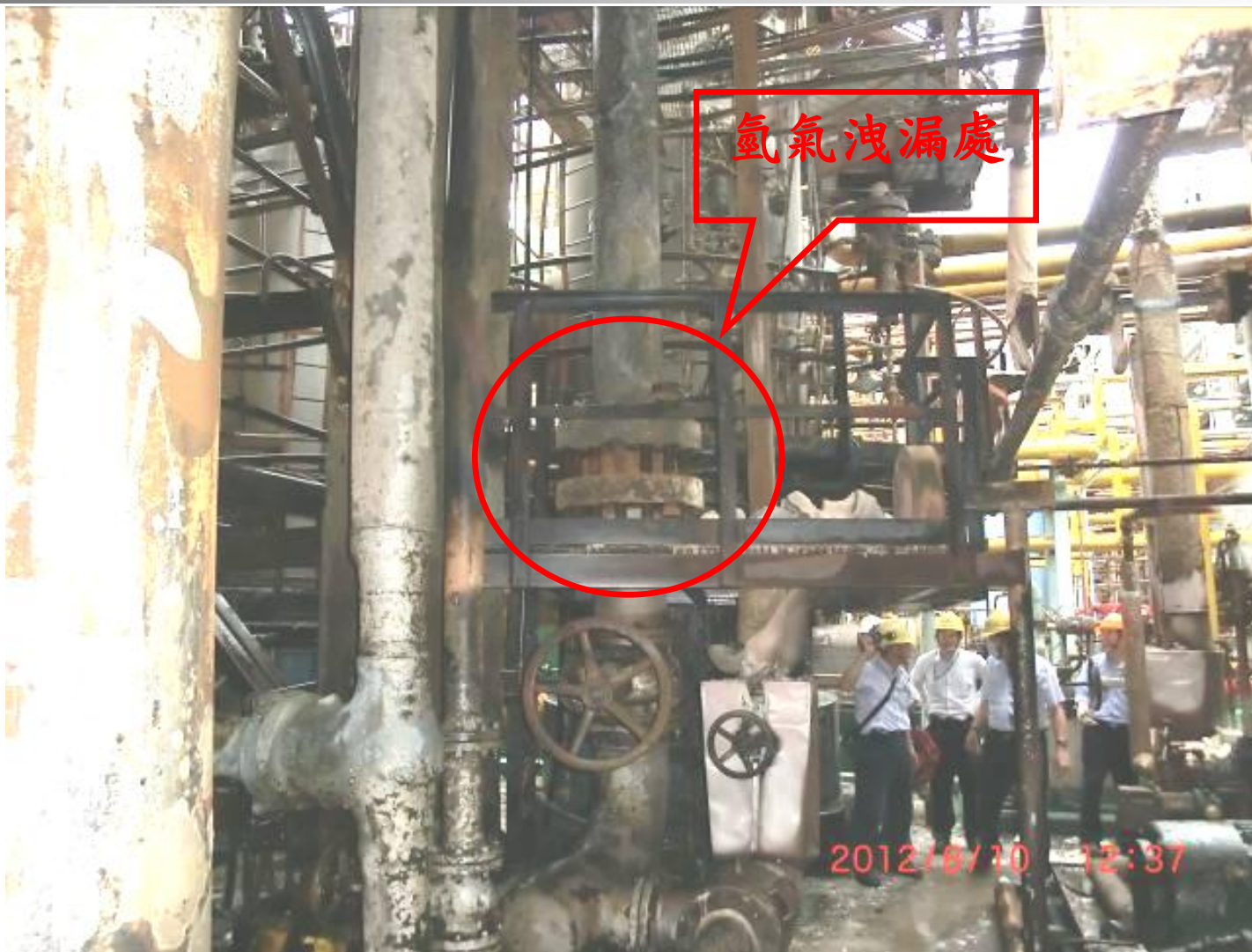


事故當時照片2





事故後現場照片 1





事故後現場照片2





二、事故原因

1. 直接原因：氫氣外洩引起火災。
2. 間接原因：
 - (1) 不安全行為：未經確認管線殘存壓力，拆除尚未釋壓之法蘭螺栓。
 - (2) 不安全環境：12吋管線有殘存壓力及可燃性氣體、氫氣。



二、事故原因

3. 基本原因：

- (1) 工作許可證之檢點項目未再確認。
- (2) 未遵守停爐作業程序。
- (3) 主管執行停爐步驟思慮未周詳。



三、改善對策

1. 設備面：無。
2. 制度面：無。
3. 管理面：
 - (1) 教導並督促所屬確實遵照工作許可證作業項目，實施檢點。
 - (2) 施工時確實遵守第一RDS停爐工作指導書之作業程序。
 - (3) 以小班教學方式宣導本案例，避免同類型事件再發生。



三、改善對策

4. 執行面：

- (1) 拆除法蘭螺栓時，應確認管線無殘存壓力，始可作業。
- (2) 管線有殘存壓力、可燃性氣體或氫氣時，不得進行拆盲。
- (3) M-2005 12” 盲法蘭螺栓KEYLOCK，並標示未經許可禁止操作，管線加盲後立即實施。



三、改善對策

5. 轄區自我檢討

工場長認為夏天反應器觸媒床溫度冷卻速度較慢，擔心排擠工場大修工期，誤認為該盲板上游之高壓關斷閥可以完全關斷，所以提前執行抽真空之前置作業；又因為上游端關斷閥到盲板法蘭管線間無排放管線，在無法確認管線有殘存壓力，即拆除法蘭螺栓，致氫氣外洩引發火警事故。爾後施工前應思慮周詳，待系統壓力釋除後再允許承攬商施工拆盲板。



四、火場附近建築物結構安全鑑定

1. 委託高雄市結構工程工業技師公會對火場附近建築物結構安全鑑定，依據鑑定結果進行修護及更換。



四. 火場附近建築物結構安全鑑定

2. 鑑定結果及建議事項：

建築物整體架構尚無安全之虞，既有鋼構件經除銹及重新油漆防銹處理後尚能再行使用。惟部份鐵皮屋頂、一支鋼樑及二支外挑槽鋼因扭曲變形，建議更換後再繼續使用。



五、對火災設備復原工作進行評估、檢查、修護及更換

1. 聘請金屬中心對火災復原工作進行評估、檢查，然後由修護單位對設備進行修護及更換。



五、對火災設備復原工作進行評估、檢查、修護及更換

2. 設備檢查及適用性評估

第一重油脫硫工場因火災，造成工場局部區域之設備及管線受到影響，為了順利推動後續維修工作及維護工場之操作安全，進行受火災影響區域之相關檢查及評估工作。

評估工作及檢測工作如下：

- (1) 受災區設備及管線適用性評估(含材質金相、硬度、超音波衰減及PT檢查)。
- (2) 加強受災區受影響設備及管線之非破壞檢查。



五、對火災設備復原工作進行評估、檢查、修護及更換

3. 受火災影響分區表

區域	特 徵	溫度範圍
I	保溫完整，油漆未變黑，未受火災影響	常溫
II	鋼構、管線油漆薰黑	常溫~65°C
III	鋼構、管線油漆變黑、起泡、剝落	65°C~205°C
IV	鋼材呈現回火藍色，鋼材軟化	超過 205°C~425°C
V	設備、管線鋁皮熔毀，管線變形，平台變形損壞	超過 425°C~730°C
VI	鋼材球墨化，熔融	超過730°C



估、檢查、修護及更換

4. 修護及更換

項次	工作項目	負責部門
1	鉗作油漆、配管及鐵件等修護及更換	機械修理課
2	壓縮機、泵浦等相關設備修護及更換	轉動機械課
3	電動驅動器、馬達本體、工作電源管線、動力電源管線、照明電源管線等修護及更換	電工課
4	偵測器及其配線修護及更換	電子課
5	高壓浮筒液位開關、磁式液位計、傳送器、調壓閥、控制閥、電纜及電管等修護及更換	儀器課



六、危害分析及安全評估

1. 為何樹分析(Why Tree Analysis)
2. 重新評估TOSHMS/OHSAS18001職安衛管理系統：
 - 表A：職務及作業清查表。
 - 表B：危害鑑別與風險評估表。



六、危害分析及安全評估

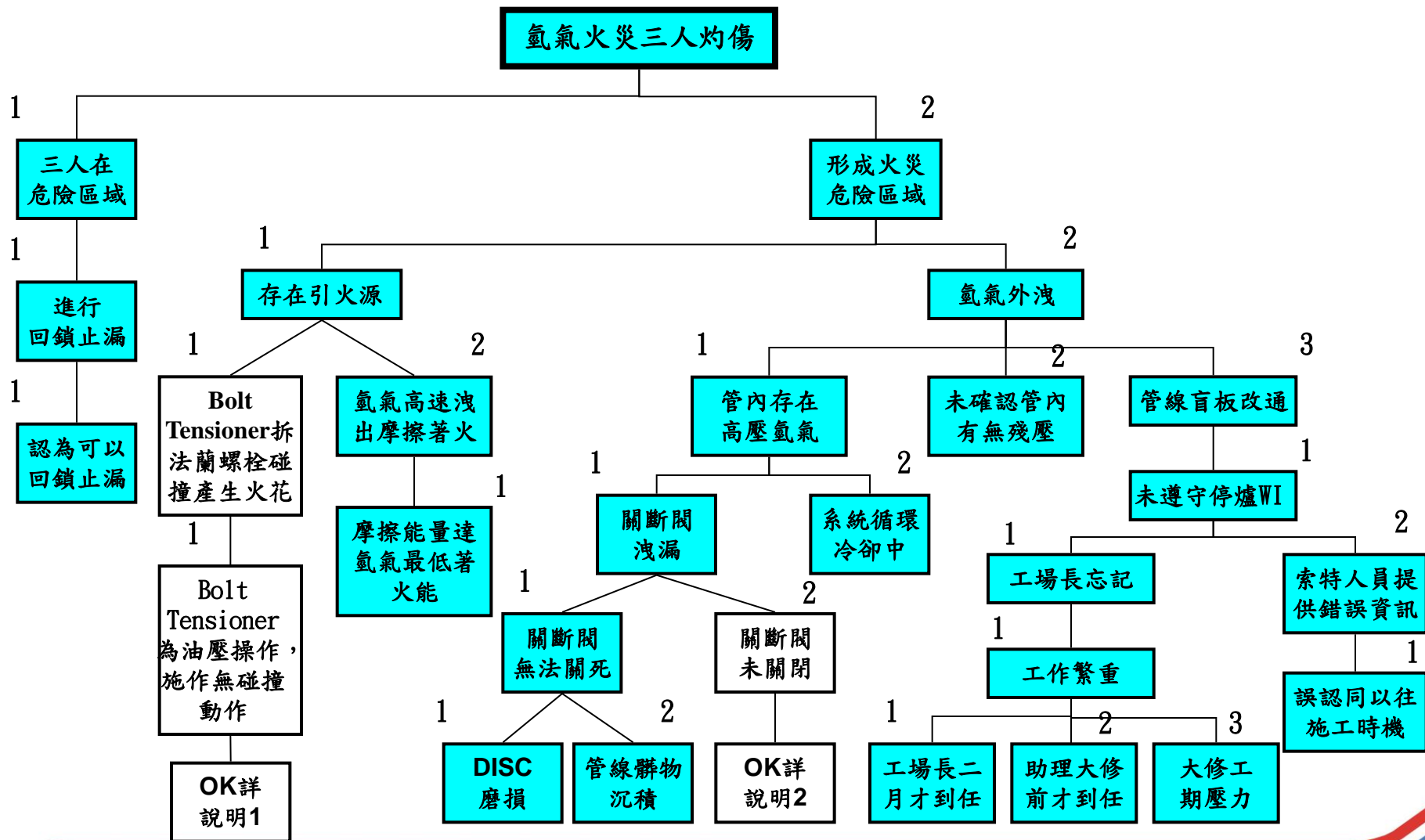
1. 為何樹分析(Why Tree Analysis)

第一重油脫硫工場火警 事故原因WTA

- 評估人員：大林煉油廠
柯光明、蔡榮傑、郭松和、
徐榮昌、陳天福、黃冠賓、
閻志中
- 指導人員：高雄市勞動檢查處
何明信專門委員

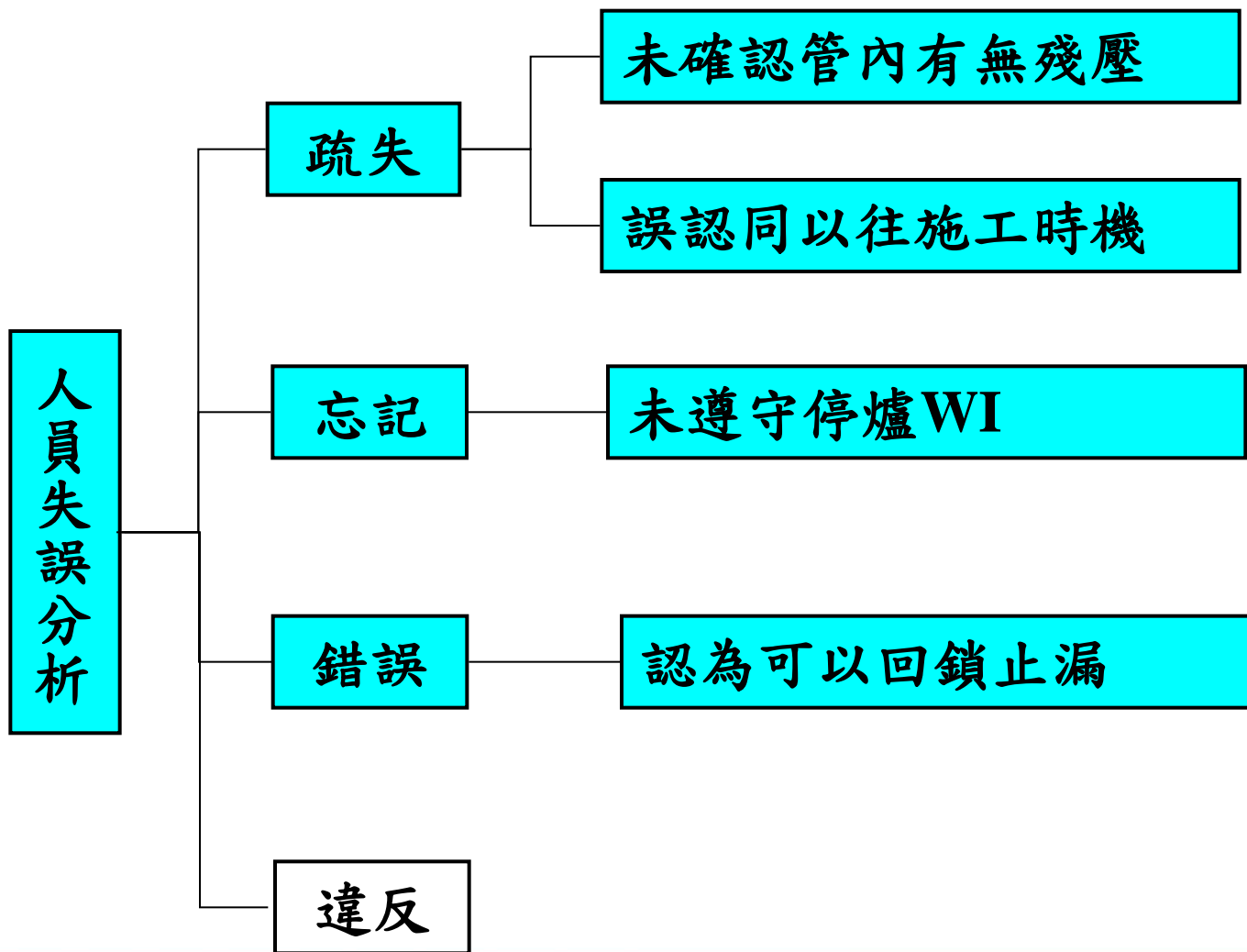


第一重油脫硫工場氫氣外洩火警WTA





人員失誤分析





人員失誤防範對策

直接原因	防範對策
未確認管內有無殘壓	確認管內有無殘存壓力，列為管線拆盲之關鍵步驟。
誤認同以往施工時機	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過教育訓練灌輸，以往經驗不可盡信。 2. 應確實遵守SOP及WI，可利用Check list等防錯誤判斷。
未遵守停爐WI	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將改通M2005進口處盲板列為關鍵步驟。 2. M2005進口處盲板KEYLOCK及設置警告標示牌，再次提醒相關人員注意。 3. 透過教育訓練、案例宣導及懲處促使遵守SOP及WI。
認為可以加鎖止漏	透過教育訓練灌輸，遇高壓氫氣洩漏，應立即撤離現場。



防範對策(1/8)

事故原因	防範對策
1. 三人在危險區域	
1.1 進行回鎖止漏	
1.1.1 認為可以回鎖止漏	對操作員及承攬商教育訓練，遇高壓氫氣洩漏，應立即撤離現場。



防範對策(2/8)

事故原因	防範對策
2. 形成火災危險區域	
2.1 存在引火源	
2.1.2 氫氣高速洩出摩擦著火	
2.1.2.1 摩擦能量達氫氣最低 著火能	本質危害



防範對策(3/8)

事故原因	防範對策
2. 形成火災危險區域	
2.2 氫氣外洩	1. 確實遵守停爐WI，待系統降壓、氫氣吹驅及釋壓後，才可進行管線盲板改通。 2. M2005進口處盲板KEYLOCK及設置警告標示牌，再次提醒相關人員注意。
2.2.1 管內存在高壓氫氣	
2.2.1.1 關斷閥洩漏	
2.2.1.1.1 關斷閥無法關緊	
2.2.1.1.1.1 DISC磨損	本質危害
2.2.1.1.1.2 管線髒物沉積	本質危害



防範對策(4/8)

事故原因	防範對策
2. 形成火災危險區域	
2.2 氫氣外洩	<ol style="list-style-type: none"> 1. 確實遵守停爐WI，待系統降壓、氫氣吹驅及釋壓後，才可進行管線盲板改通。 2. M2005進口處盲板KEYLOCK及設置警告標示牌，再次提醒相關人員注意。
2.2.1 管內存在高壓氫氣	
2.2.1.2 系統循環冷卻中	



防範對策(4/8)

事故原因	防範對策
2. 形成火災危險區域	
2.2 氫氣外洩	
2.2.2 未確認管內有無殘壓	<ol style="list-style-type: none"> 1. 確認管內有無殘存壓力，列為管線拆盲之關鍵步驟。 2. 教育訓練：若無Drain 或 Vent 排放量測確認，應查看高壓系統無壓力後再拆除盲板。



防範對策(5/8)

事故原因	防範對策
2. 形成火災危險區域	
2.2 氫氣外洩	
2.2.3 管線盲板改通	
2.2.3.1 未遵守停爐WI	
2.2.3.1.1 工場長忘記	
2.2.3.1.1.1 工作繁重	
2.2.3.1.1.1 工場長二月才到任	現場主管輪調時應考量大修日期，儘早到任以便提早安排大修事宜。



防範對策(6/8)

事故原因	防範對策
2. 形成火災危險區域	
2.2 氫氣外洩	
2.2.3 管線盲板改通	
2.2.3.1 未遵守停爐WI	
2.2.3.1.1 工場長忘記	
2.2.3.1.1.1 工作繁重	
2.2.3.1.1.2 助理大修前才到任	現場工場長助理調任時應考量大修日期，儘早安排到任協助工場長大修事宜。



防範對策(7/8)

事故原因	防範對策
2. 形成火災危險區域	
2. 2 氫氣外洩	
2. 2. 3 管線盲板改通	
2. 2. 3. 1 未遵守停爐WI	
2. 2. 3. 1. 1 工場長忘記	
2. 2. 3. 1. 1. 1 工作繁重	
2. 2. 3. 1. 1. 3 大修工期壓力	請煉製事業部研究適度放寬大修工期。



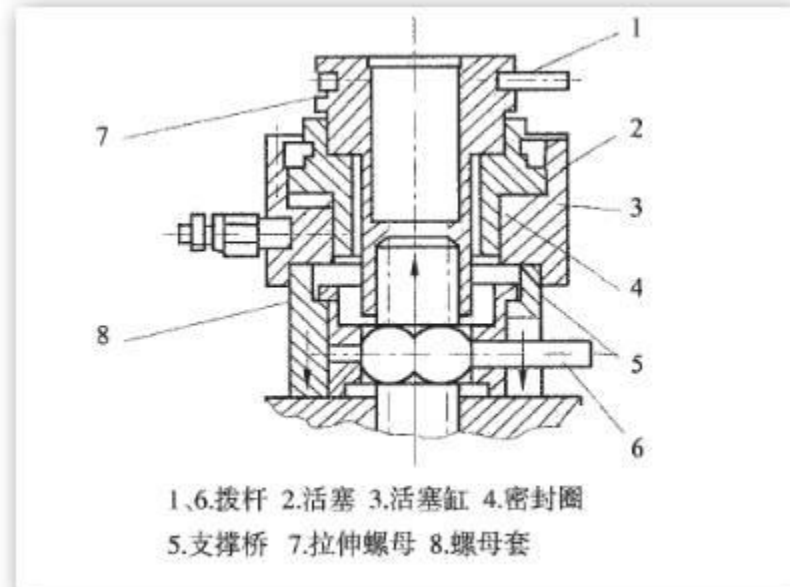
防範對策(8/8)

事故原因	防範對策
2. 形成火災危險區域	
2.2 氫氣外洩	
2.2.3 管線盲板改通	
2.2.3.1 未遵守停爐WI	
2.2.3.1.2 索特人員提供錯誤資訊	
2.2.3.1.2.1 誤認同以往失施工時機	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過教育訓練灌輸，以往經驗不可盡信。 2. 應確實遵守SOP及WI，可利用Check list等防錯誤判斷。



WTA說明1

Bolt Tensioner(螺栓拉伸器)一般由液壓泵、高壓軟管、壓力錶和拉伸體組成。其中液壓泵為動力源，壓力錶反映泵的輸出壓力，高壓軟管聯接液壓泵和拉伸體。拉伸體是實現螺栓拉伸的執行元件。主要由活塞缸、活塞、支承橋和拉伸螺母組成。結構如下圖所示。螺栓拉伸器的結構[1]工作時，動力源輸出的高壓油經高壓軟管輸送至活塞缸3，在壓力作用下活塞缸中的活塞上移，帶動拉伸螺母向上移動。拉伸螺母與工作螺栓螺紋聯接，從而拉長工作螺栓，使螺栓伸長達到所要求的變形量，變形控制在彈性變形範圍之內，然後進行預緊或拆卸作業，最後通過液力或者機械回位的方式使工作螺栓回復原來的形狀，完成作業。



油壓操作，無敲擊動作



WTA說明2

1. 李兩全為當天索特公司申請工作許可證之轄區檢點者，確實於101年8月10日08:19，有到現場以F型扳手關M-2005入口高壓關斷閥，確認已無法再關。
2. 右圖為事故當天所拍攝之照片，顯示該閥已關閉。





六、危害分析及安全評估

2. 重新評估TOSHMS/OHSAS18001

職安衛管理系統：

2.1 表A職務及作業清查表

增列盲板拆裝作業

台灣中油股份有限公司煉製事業部大林煉油廠

表A：職務及作業清查表

部門：第一重油脫硫工場

填表日期：101.09.13

(101)

項次	危害鑑別 編號	作業流程/名稱	狀態	工作性質	職務 (作業人員)	作業條件				備註
				(非)例行		環境	設備/工具	物料/化學品	危害特性	作業資格條件
51	6D10 051	檢修-盲版拆裝	保養	非例行	操作員/承攬商	重油脫硫工場	扳手、盲板、個人防護具、偵測器	製程流體(油、氣、水、蒸氣)	爆炸、火災、與製程流體接觸、缺氧	500



2.2表B危害鑑別與風險評估表

台灣中油股份有限公司煉製事業部大林煉油廠

表B:危害鑑別與風險評估表

部門:第一重油脫硫工場

填表日期:101.09.13

(101)

項次	風險評估編號	作業流程/名稱	狀態	步驟/節點	可能發生原因	後果影響	危害代碼	保護措施/防治措施	風險評估				風險等級	決定控制措施
									頻率	機率	可能性	嚴重度		
137	6D10 051 003	檢修-盲板拆裝	維修保養	盲板拆裝	未釋壓PURGE乾淨	火災、爆炸、與製程流體接觸、缺氧	CH1, CH2, CH3, CH4, CH5, CH8,	1. 由drain試漏。 2. 確認系統無壓力	4	8	三	B	3	
138	6D10 051 004	檢修-盲板拆裝	維修保養	盲板拆裝	檢修設備相關管線遺漏未盲	火災、爆炸、與製程流體接觸、缺氧	CH1, CH2, CH3, CH4, CH5, CH8,	1. 由drain試漏。 2. 確認系統無壓力	4	5	四	B	4	
139	6D10 051 005	檢修-盲板拆裝	維修保養	盲板拆裝	恢復時遺漏拆盲	火災、爆炸、與製程流體接觸、缺氧	CH1, CH2, CH3, CH4, CH5, CH8,	1. 由drain處試有無流體。 2. 由流量計或液位計確認有無流體進入	4	5	四	C	4	



七、安全管理

1. 廠長召集本廠現場部門主管實施事故案例宣導，避免類似事故於其他部門發生。
2. 大修工場應舉辦停爐、大修及開爐教育訓練。
3. 擬定開爐前緊急應變演練。
4. 安排適度之大修工期，避免趕工。
5. 現場工場長及助理工程師調任時應考量大修日期，儘早安排到任準備大修事宜。



八、承攬商管理

1. 請索特公司修訂施工計畫書，並對所屬員工教育訓練。
2. 對參與大修之承攬商實施安全衛生宣傳。
3. 加強大修承攬商查核，例假日安排人員出勤查核。
4. 總公司及煉製事業部加強大修工場工安查核。
5. 承攬商有危害之虞立即要求停工，改善後始可復工。



九、善後處理情形(1/2)

1. 召開C-2002復原檢討追蹤會議。
2. 開爐前應依本廠製程安全查核要點(570-OSM-0F)完成「工場開爐前製程安全查核表」及開爐前工安查核，才可以進料開爐。(開爐前實施)
3. 於本廠「工程安全及協議組織會議紀錄」增列管線拆裝盲板應遵守事項。(已完成修訂)
4. 於本廠工作許可管制守則(570-OSM-0C)之「各項作業環境危害因素及安全衛生告知單」增列管線拆裝盲板可能的危害及防範措施。
(已完成修訂)



九、善後處理情形(2/2)

5. 於本廠工作許可管制守則(570-OSM-0C)，增訂「管線拆裝盲板作業檢點表」，將管線拆裝盲板作業列為關鍵作業，確認管內有無殘存壓力列為關鍵步驟。(已完成修訂)
6. 將事故案例及WTA結果放於本廠Ampere學習平台，作為小班教學之教材。(已完成)
7. 將要求本廠各操作部門檢討TOSHMS/OHSAS18001職安衛管理系統之表A：職務及作業清查表及表B：危害鑑別與風險評估表，「管線拆裝盲板作業」列為必評估之項目。(執行中)

品質 服務 信譽

報告完畢

敬請指教