

石化事業部林園廠

新三輕E-1385簡報

吳志德 副廠長

2025年6月



簡報大綱

一、工廠簡介

二、E-1385事件概述

三、事故設備後續概述與精進作為

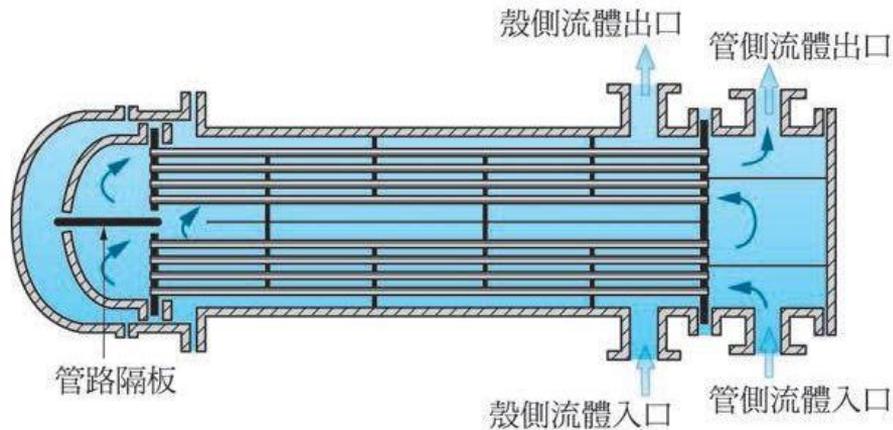
四、結語

一、工廠簡介-煉油及石化廠常見換熱器介紹

殼管式熱交換器

是一種**結構簡潔、易於維護**的熱交換器設備。

其承受壓力能力較高，廣泛應用於化工製程、動力廠、冷凍機械等各個領域，是當今工業中**最常見**的熱交換器之一。



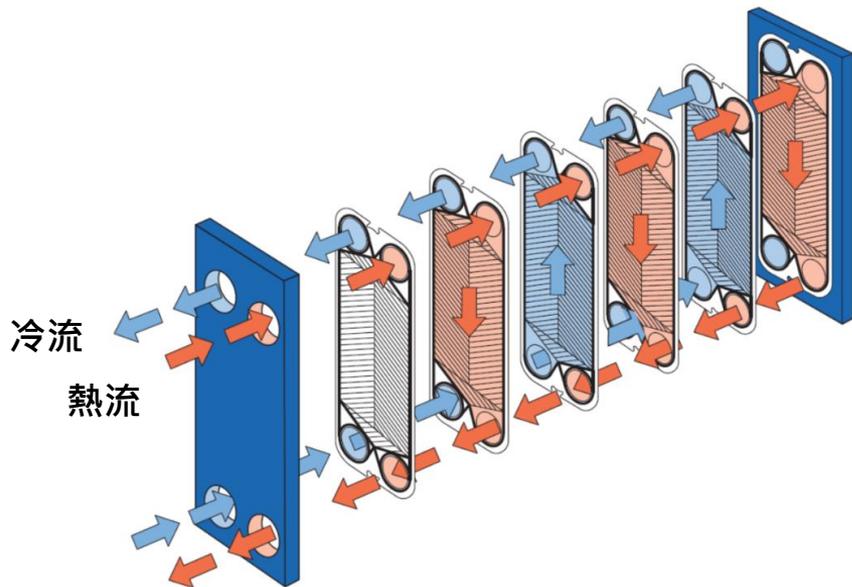
一、工廠簡介-煉油及石化廠常見換熱器介紹

板式熱交換器

是一種利用金屬板在兩種流體之間傳遞熱量的熱交換器。

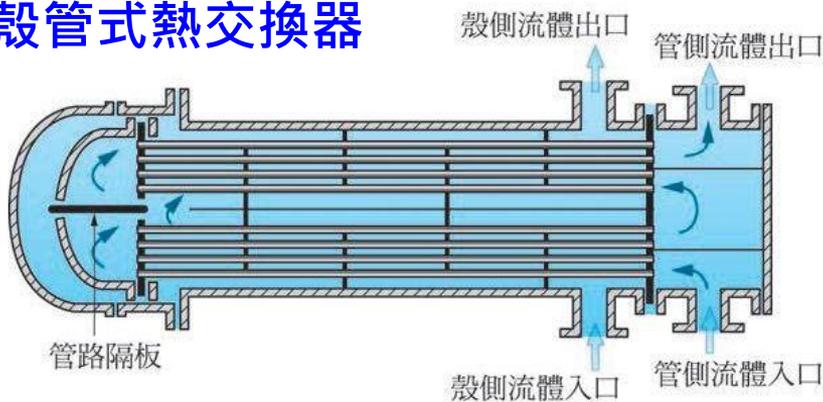
它通常由一系列平行排列的金屬板組成，這些金屬板之間有間隙，使兩種流體能夠進行熱交換，而不直接混合。

這種設計可以實現高效的熱傳遞，同時保持流體的分離。

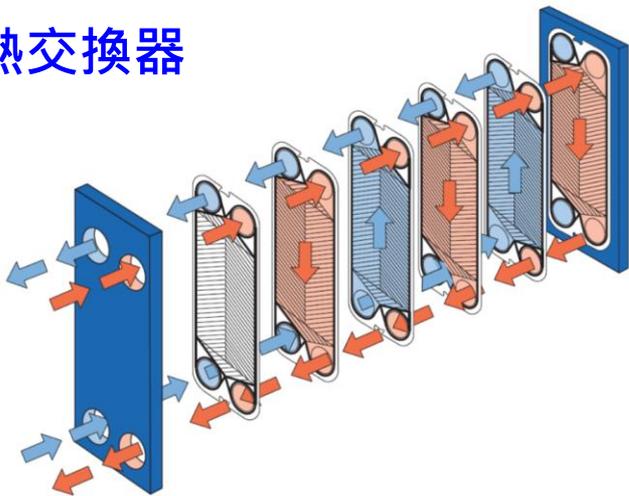


一、工廠簡介-煉油及石化廠常見換熱器介紹

殼管式熱交換器



板式熱交換器



優點

- 耐高壓
- 耐高溫
- 無須墊片

- 換熱效率高
- 體積小
- 便於維護
- 能小溫差換熱

缺點

- 體積大
- 易結垢
- 維護不便

- 不耐高壓
- 不耐高溫
- 需要墊片密封

一、工廠簡介-煉油及石化廠常見換熱器介紹

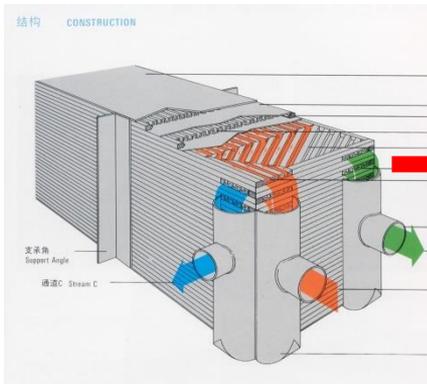
大林廠

輕油

裂解爐



冷箱



後續分離

- ✓ 乙烯
- ✓ 丙烯
- ✓ 丁二烯
- ✓ BTX
- ✓ C9...

裂解氣壓縮機

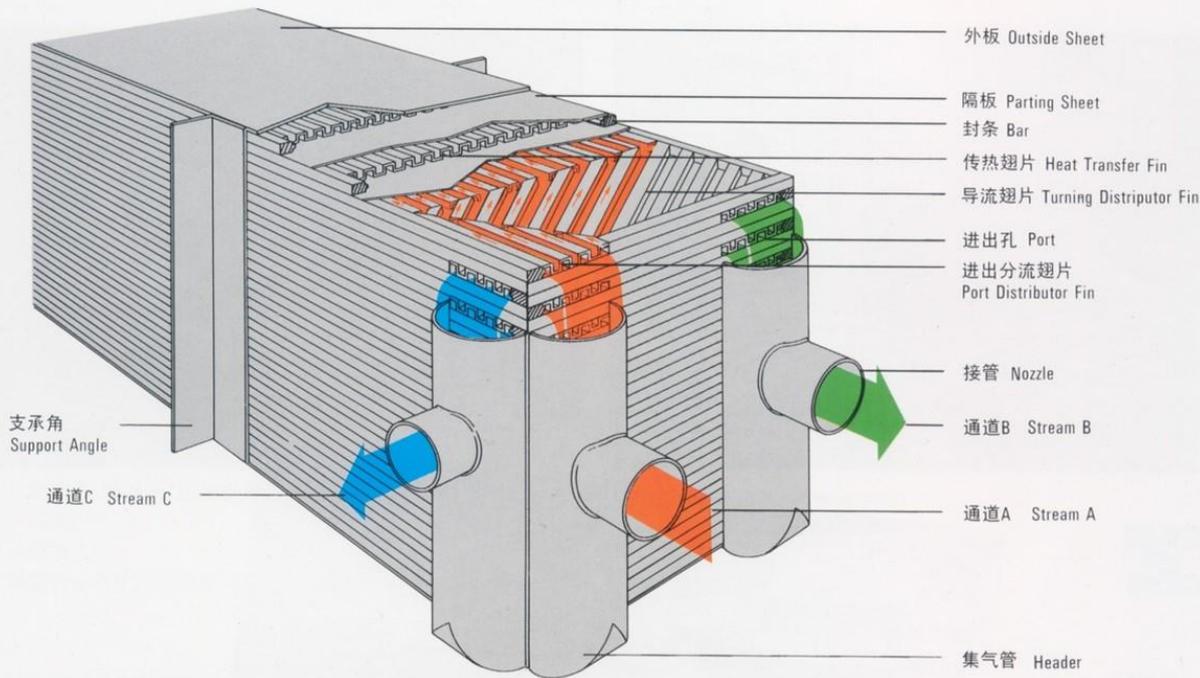


媒體關切?!



一、工廠簡介-冷箱介紹

结构 CONSTRUCTION



冷箱為板式熱交換器的一種，能使流體於鰭片兩側流動傳遞熱能。

輕裂製程中將輕油裂解後之氣體冷卻，進行後續分離。

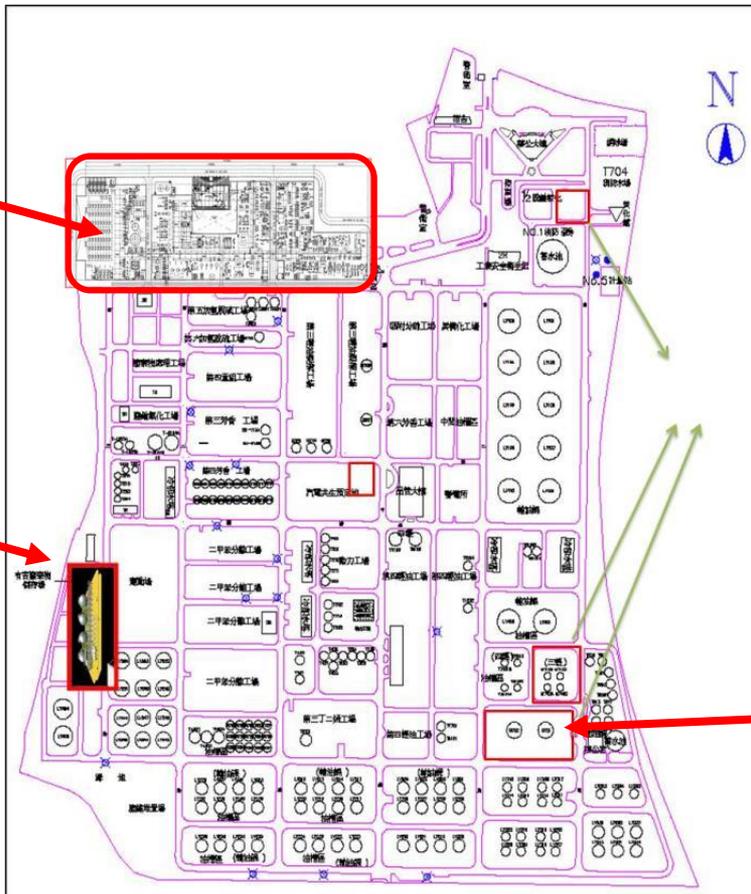
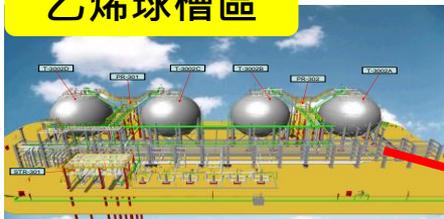
(E-1385X也為冷箱系統的一部分)

一、工廠簡介-廠區附屬設施介紹

新三輕組



乙烯球槽區



目前新三輕乙烯成品直送下游或常壓球槽(因E-1385毀損), 乙烯冷凍槽儲存主要來源為四輕

乙烯冷凍槽



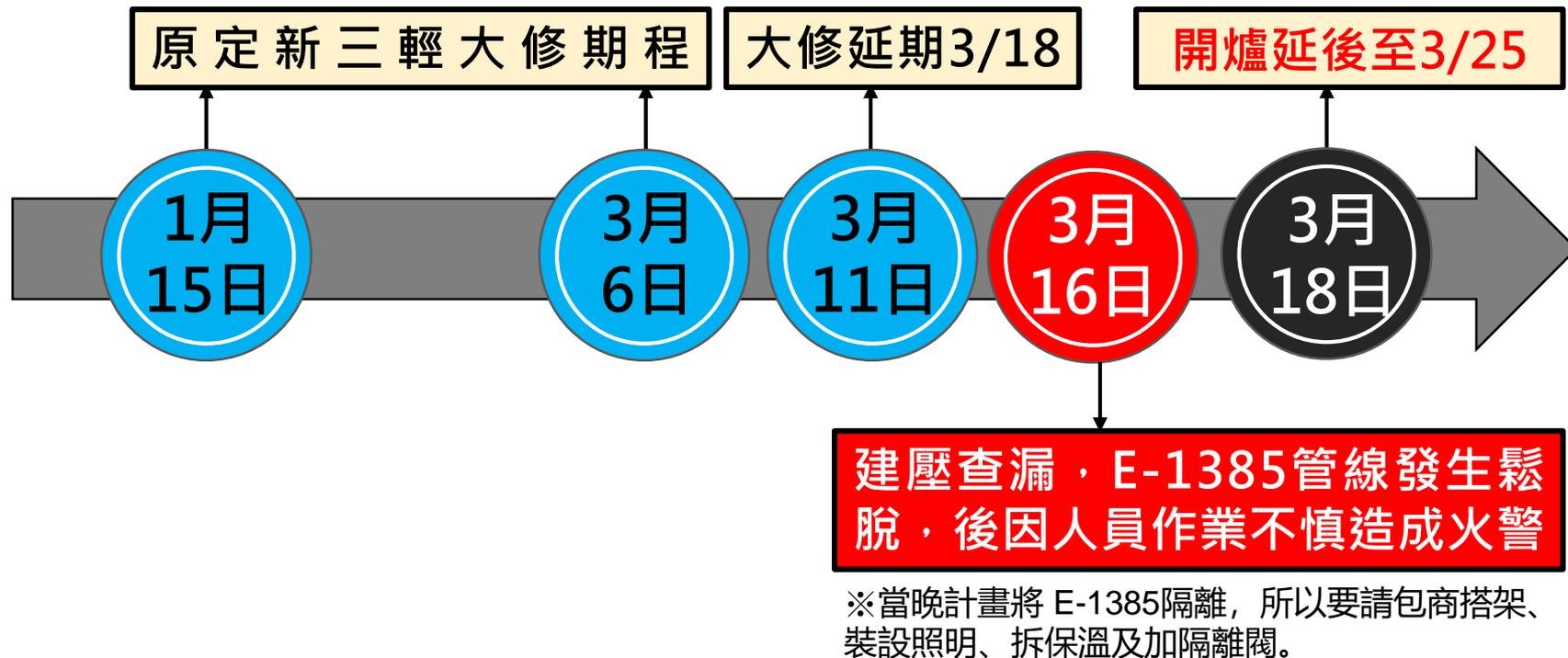
一、媒體報導-20240316-E-1385事件



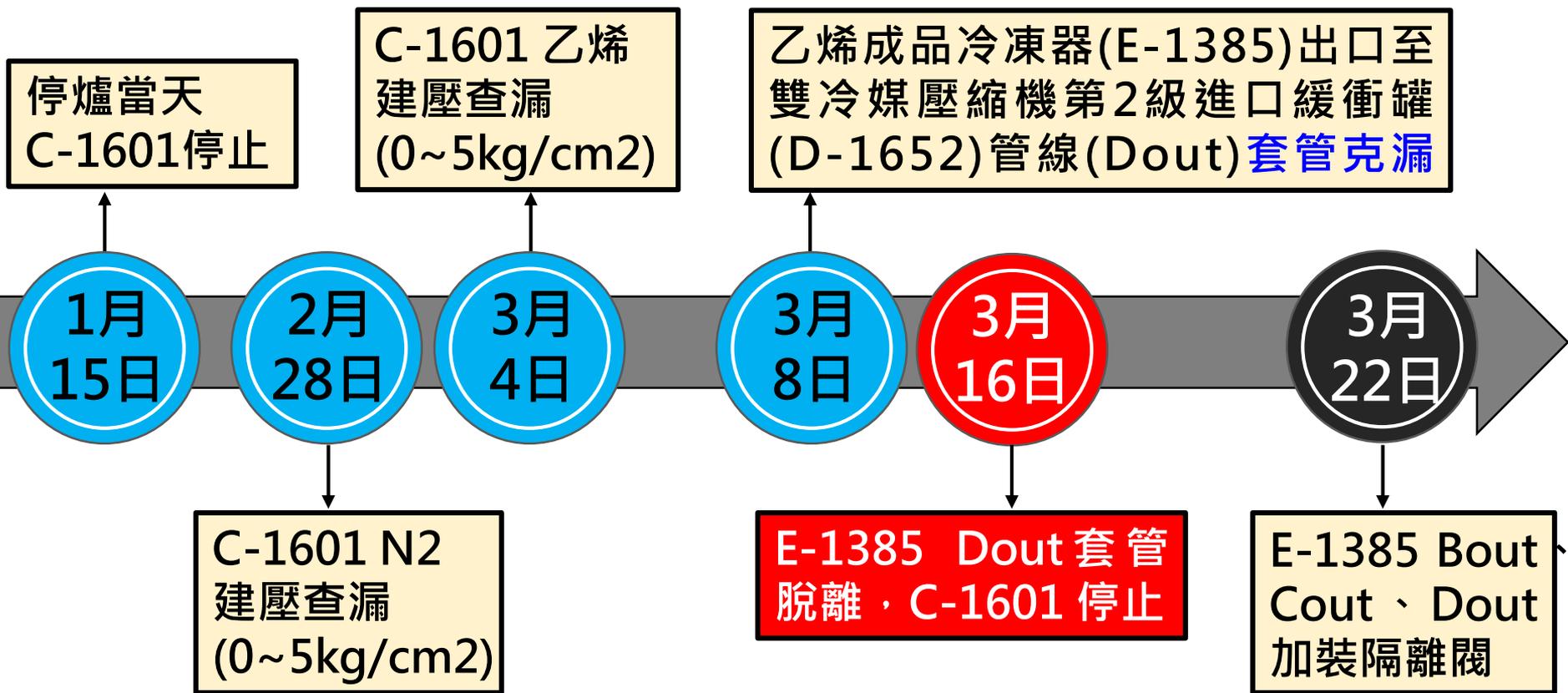
一、媒體報導-20240316-E-1385事件



二、E-1385事件概述-大修原訂時序



二、E-1385事件概述-事故發生時序



二、E-1385事件概述

E-1385於製程中的角色

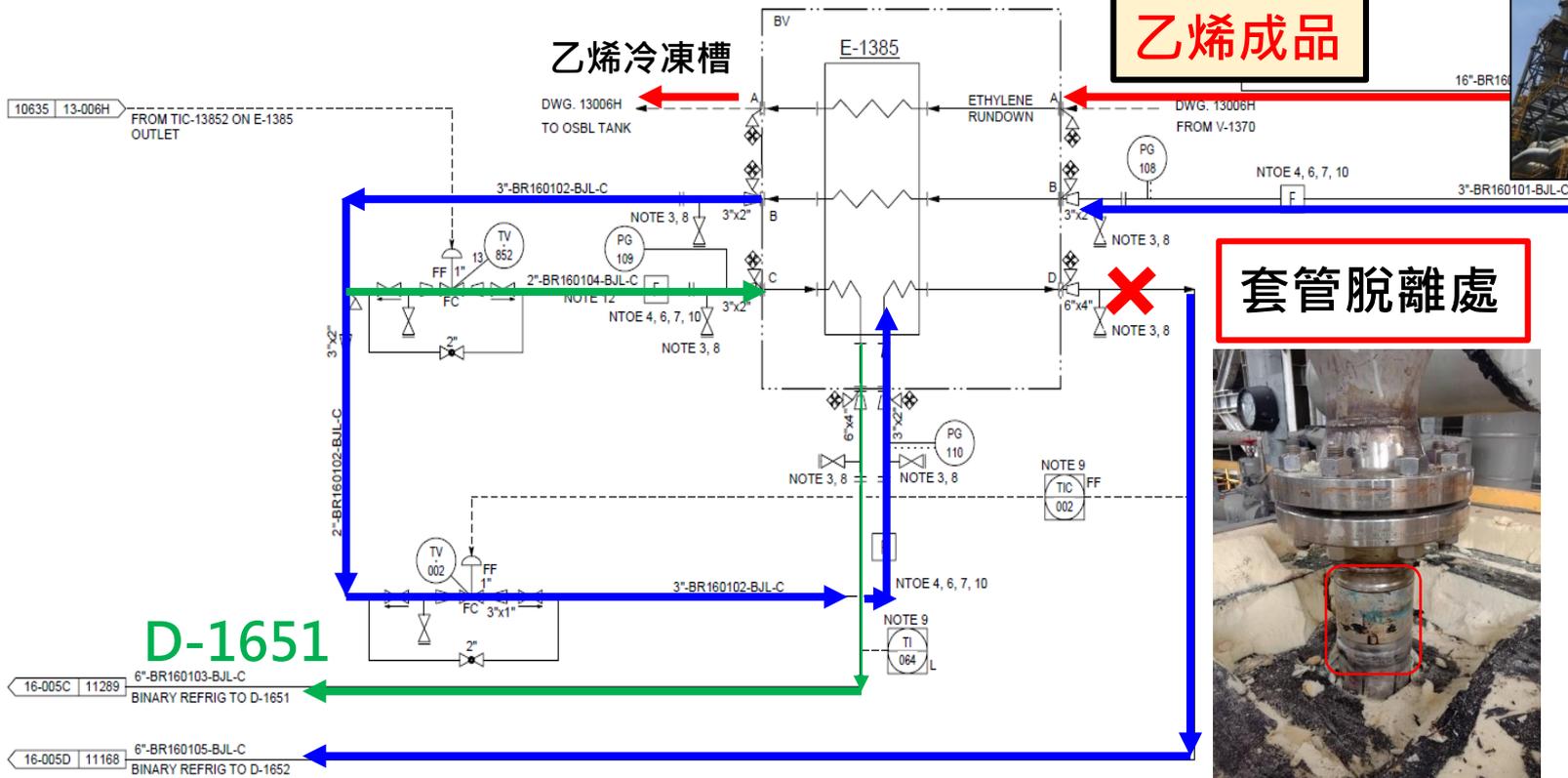
-乙烯精餾塔-



乙烯成品

冷媒

套管脫離處

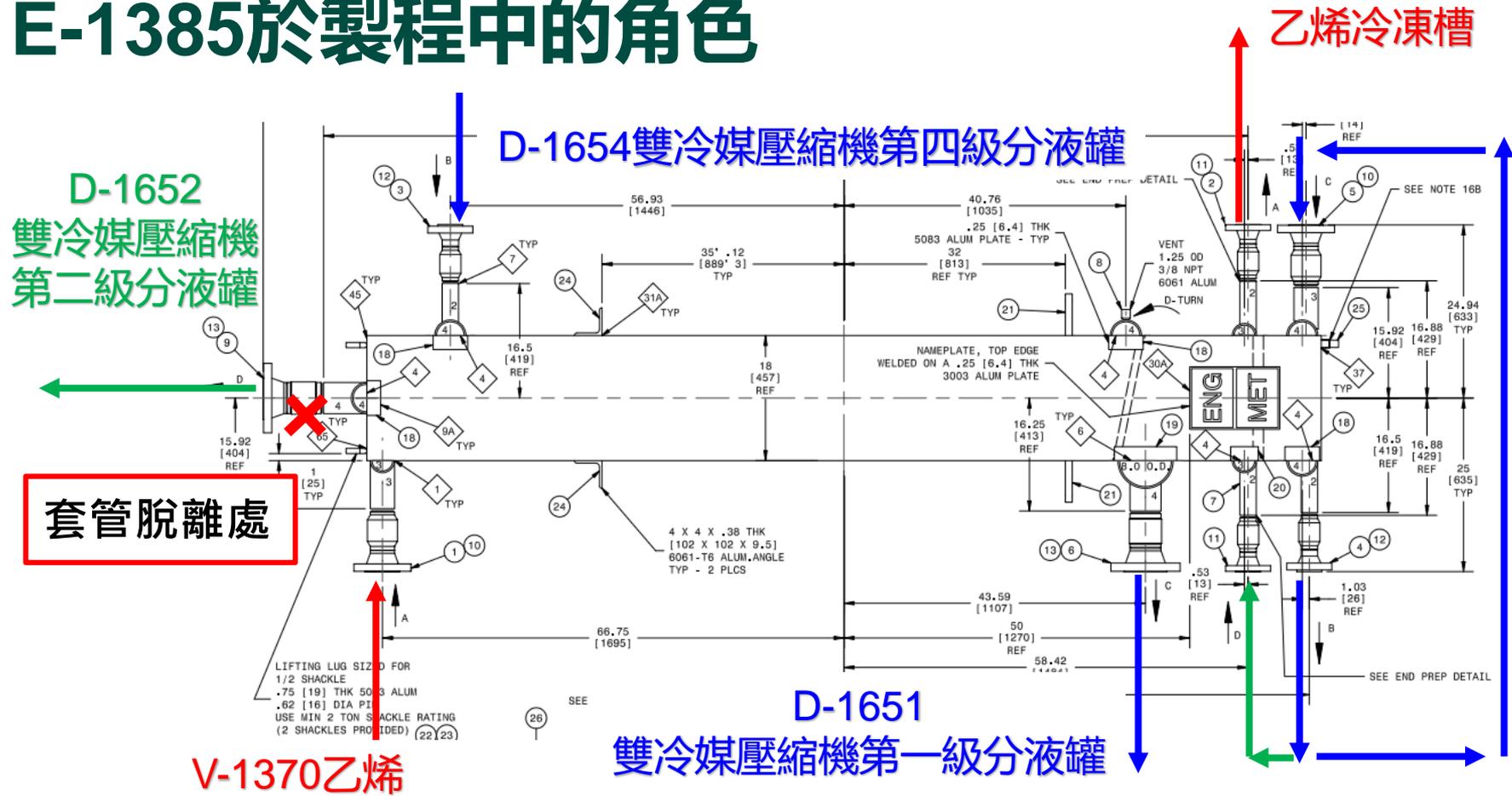


D-1651

D-1652

二、E-1385事件概述

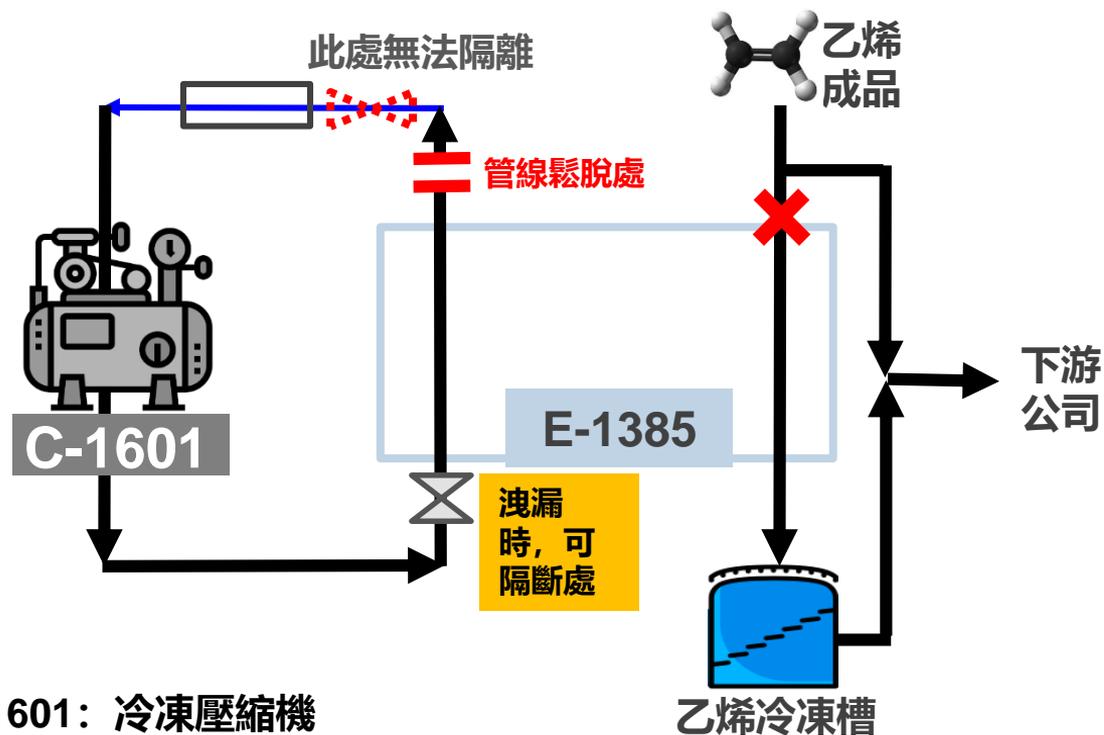
E-1385於製程中的角色



二、E-1385事件概述-事故簡圖

說明

- E-1385為乙烯成品與冷凍儲槽間的橋梁設備。
- 當E-1385管線鬆脫後，無法以既有系統隔離，所以必須加裝隔離閥。

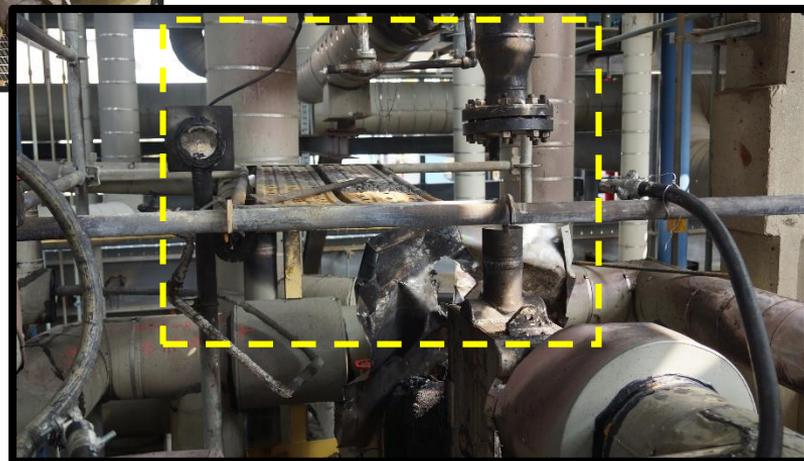
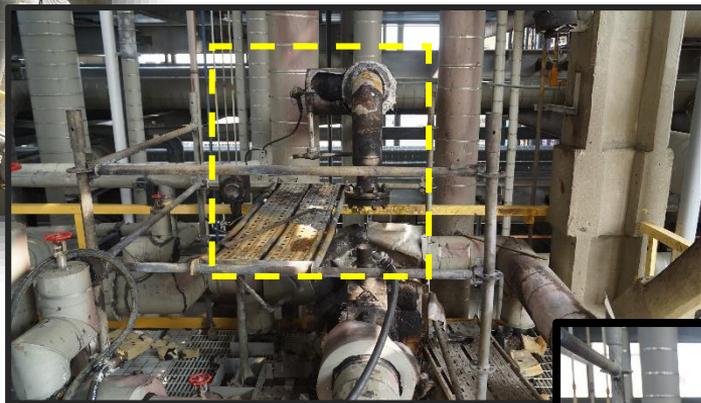
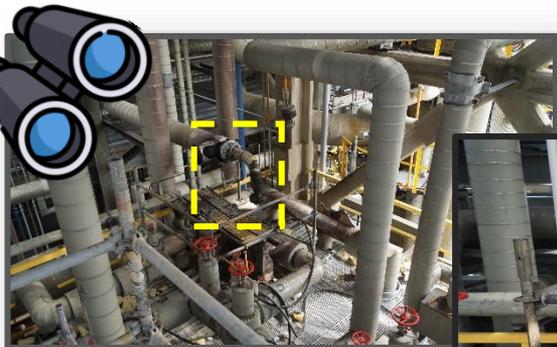


二、E-1385事件概述-災害後設備損傷狀況

說明 發生火災範圍如下相片



二、E-1385事件概述-災害後設備損傷狀況



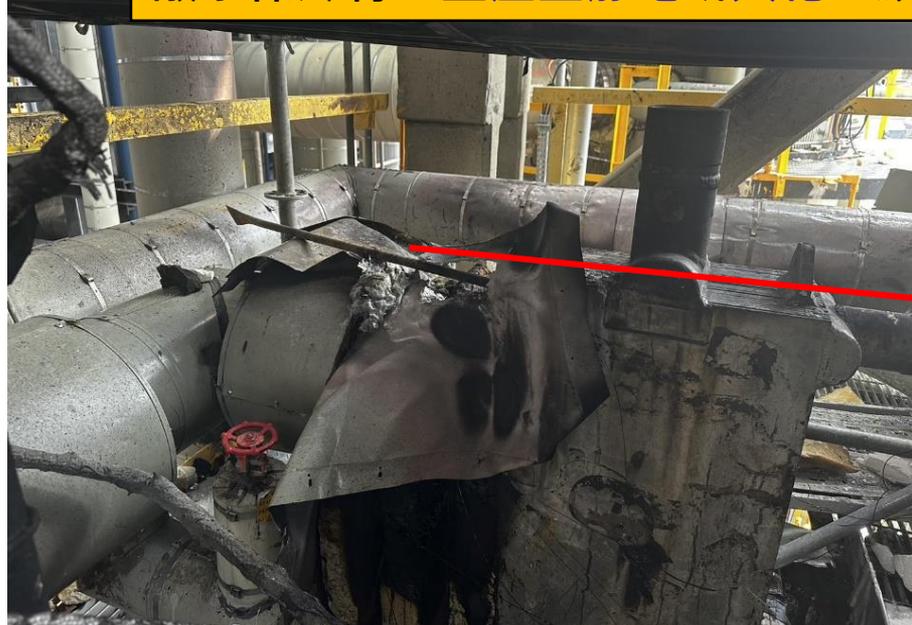
說明

- 影響範圍約 $5.3M^3$ (長1.5X寬1.5X高2.5)
- 設備經檢查無受損

二、E-1385事件概述- 事故發生過程及應變處置情形

說明

火勢撲滅後，依現場殘留手工工具研判，承攬商人員於作業期間使用鐵撬敲擊保冷材，並產生靜電或火花，致發生火警



不安全工具(鐵撬)

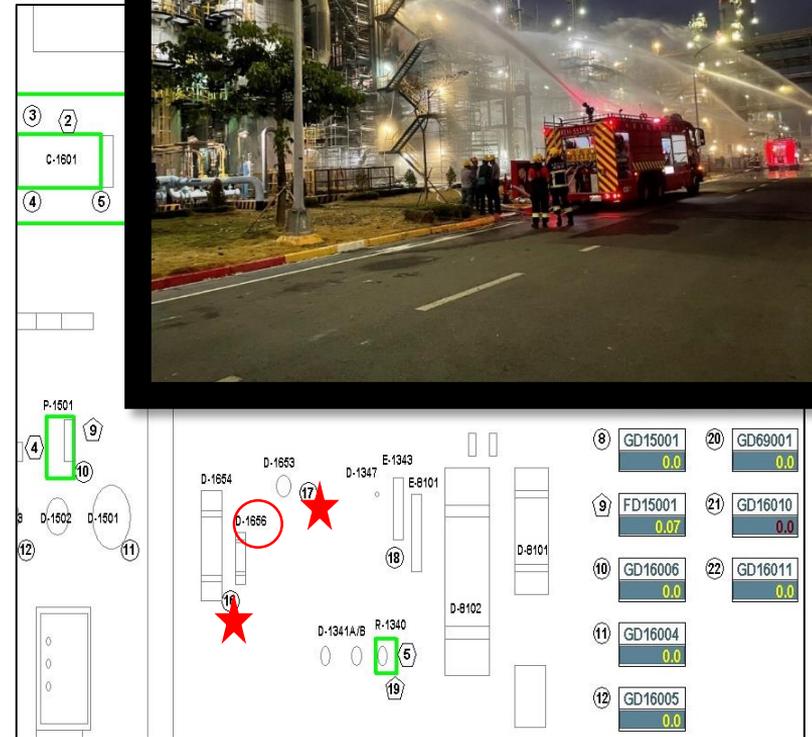
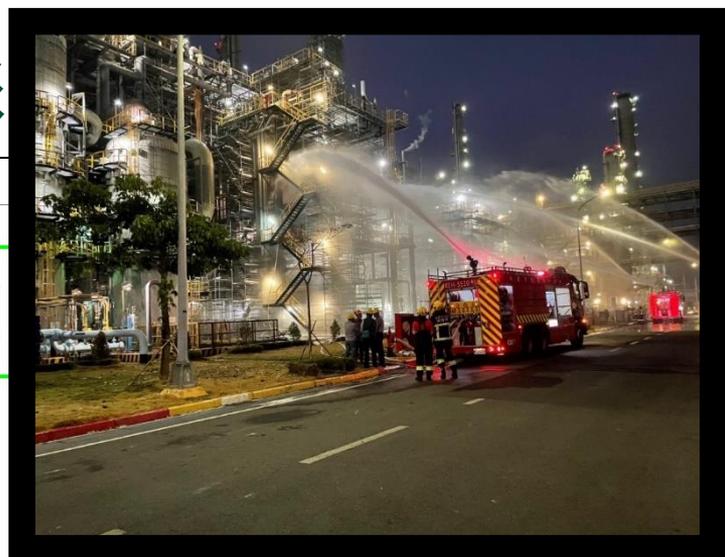


二、E-1385事件概述- 事故發生過程及應變處置情形

洩漏當時鄰近**氣體偵測器**警報，
通知控制室，以**水霧**隔離

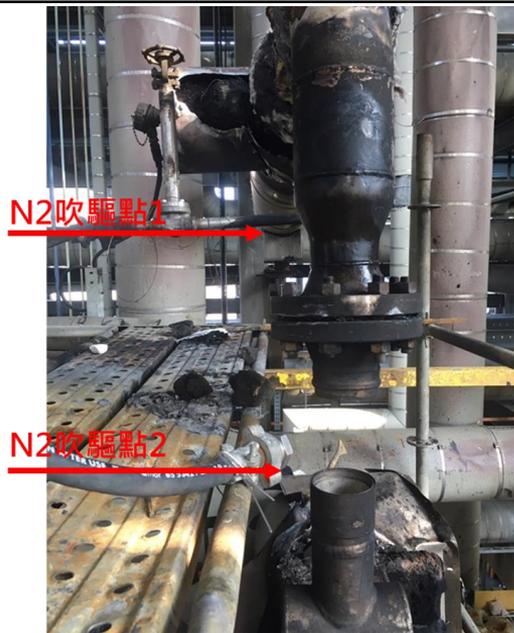


鄰近氣體偵測器偵測趨勢圖



○ E-1385位置 ★ 氣體偵測器

二、E-1385事件概述-事故發生過程(剪影)-1



說明：E-1385管線洩漏後，轄區於系統隔離外，另同時於現場增加兩個N2(氮氣)吹驅點，稀釋現場洩漏乙烯濃度。



說明：火勢撲滅後，依現場殘留手工工具研判，承攬商人員於作業期間使用鐵撬敲擊保冷材，並產生靜電或火花，致發生火警

二、E-1385事件概述-事故發生過程(剪影)-2



說明：林園廠消防隊與高雄市消防局聯合至現場進行火勢控制與灑水隔離及冷卻附近設備管線。



說明：紅色圈為火焰燃燒位置，現場實際受損區域控制在此處。

二、E-1385事件概述-估計損失

非常災害（意外損失）簡報

事業單位：台灣中油公司石化事業部

災害名稱：新三輕組乙烯成品冷凍器(E-1385)洩漏火警事故

報告日期：113年5月2日

發生日期：113年3月16日

單位金額：新台幣元

| 項目 | 地點 | 災害（意外）情況及修復計畫簡述 | | | | 估計損失 | 估計修復支出 | | 附註 |
|-----|----------|-----------------|----|--------|----------------------|------------|------------|------|--|
| | | 受損設備名稱 | 數量 | 設備受損情況 | 所採取之必要措施及修復日期 | | 資本支出 | 費用支出 | |
| 1 | 新三輕組低溫工場 | E-1385 | 1 | 火災毀損 | 修復周邊管線及更新換熱器(116年大修) | | 12,460,000 | | 除依審計法等有關規定辦理外，本案所需報損金額修復費用及有關證明文件，正由本公司積極辦理中，容俟詳細調查統計或按實際支出數列計後，再另案陳報。 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 合計： | | | | | | 12,460,000 | | | |

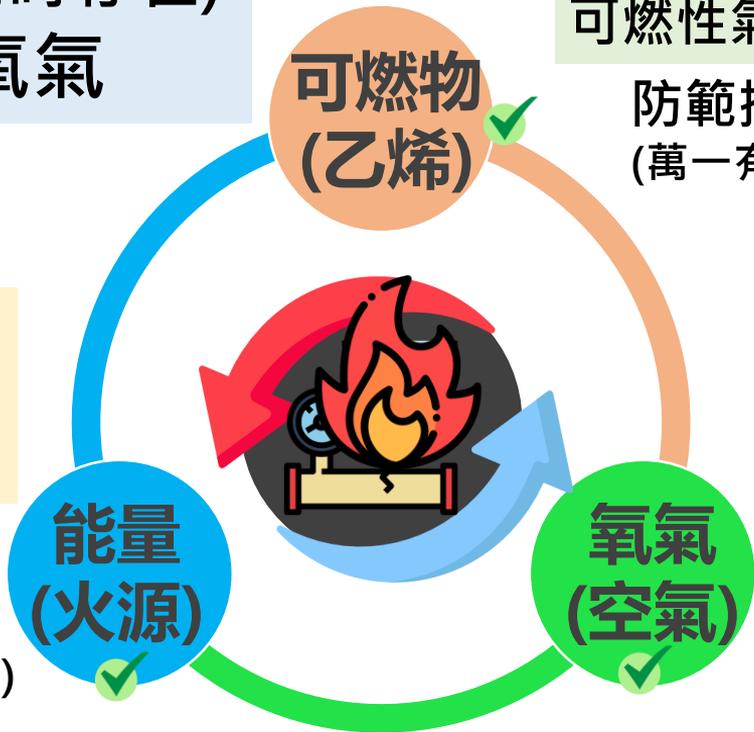
損失金額：一千兩百四十六萬元

二、E-1385事件概述-事故發生原因及應防範措施

燃燒三要素：(同時存在)
可燃物+能量+氧氣

承攬商作業人員使用鐵
撬(金屬)敲擊保冷材(金
屬)，產生靜電/火花

防範措施：澆水或使用
無火花工具(如：銅鍍合金)

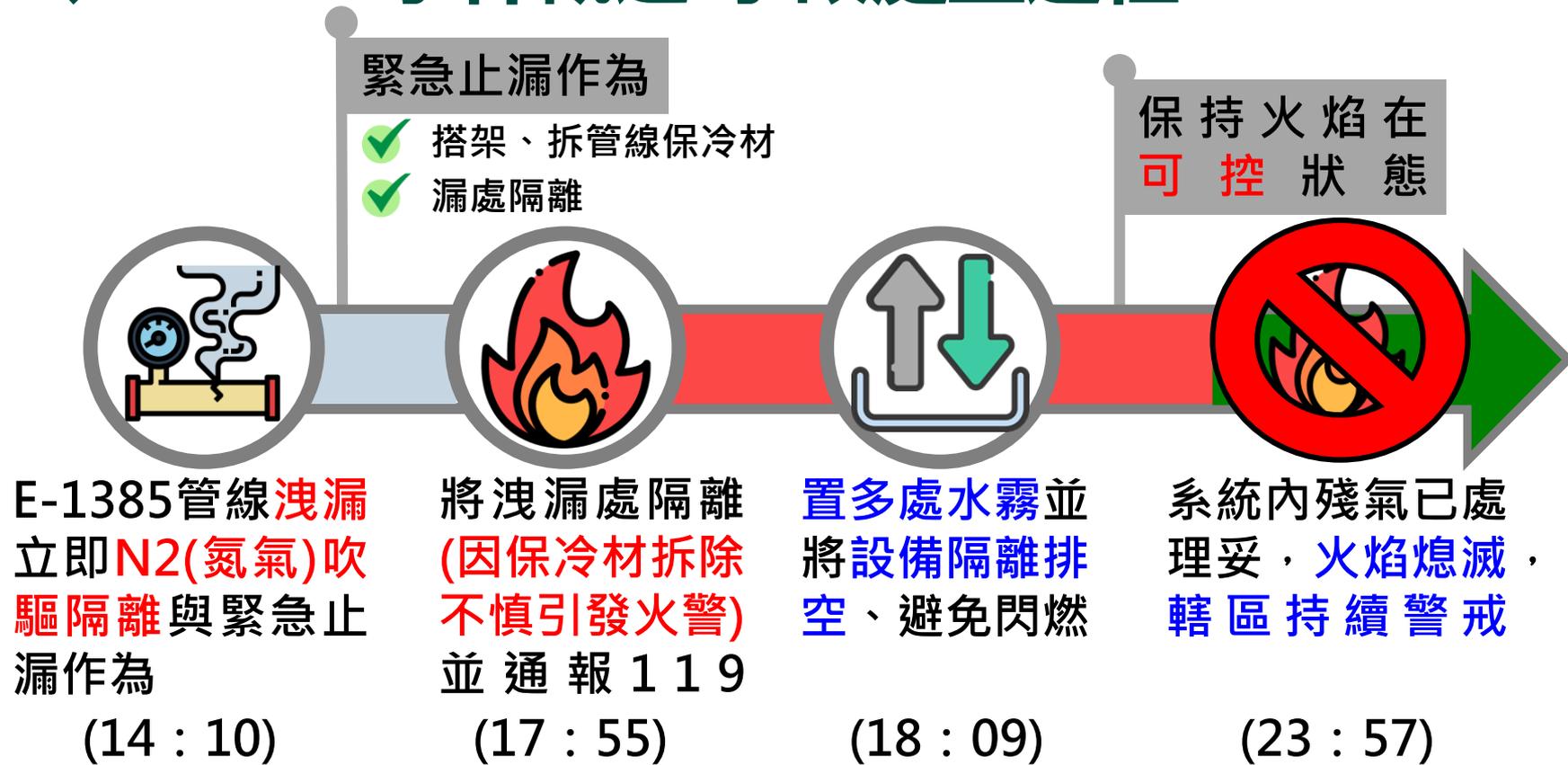


E-1385出口管線鬆脫，導致
可燃性氣體(乙炔)洩漏

防範措施：適當的吹驅位置
(萬一有內容物飄出時，稀釋洩漏物)

環境空氣中
氧含量約為21%

二、E-1385事件概述-事故處置過程



※ 保溫保冷修繕工作指導書(WI)對於安全工具之使用規定未完善

二、E-1385事件概述- 大修時E-1385外部焊道PT檢測

大世界非破壞工業檢驗有限公司

液滲檢測(PT)報告表

| | | | |
|--------------|--|--------|---|
| 工作名稱 | 林園石化廠新三輕組等工場大修非破壞檢測工作 | | |
| 工程編號 | UEA128N002 | 檢測單位 | 大世界(NDT)公司 |
| 使用工場及名稱 | 新三輕低溫工場 | 檢測日期 | 113.02.05 |
| 設備編號 | E-1385外部拆保冷焊道PT檢測 | 檢測規範 | <input checked="" type="checkbox"/> CNS 11398 <input type="checkbox"/> ASME |
| 檢測位置 | <input type="checkbox"/> 母材 <input checked="" type="checkbox"/> 焊道及熱影響區 | | |
| 檢測時機 | <input type="checkbox"/> 焊接後 <input type="checkbox"/> 背割後 <input type="checkbox"/> 熱處理後 <input type="checkbox"/> 試壓後 <input checked="" type="checkbox"/> 表面處理後 | | |
| 表面處理 | <input checked="" type="checkbox"/> 電動鋼刷 <input type="checkbox"/> 溶劑清洗 <input type="checkbox"/> 研磨 <input type="checkbox"/> 噴砂 <input type="checkbox"/> 水刀清洗 | | |
| 液滲材料 | 廠牌 | 型號 | 試件溫度 |
| 滲透劑 | RED-MARK | R-1ANT | 25-52°C |
| 顯像劑 | RED-MARK | R-1SNT | 滲透時間 |
| 清潔劑 | RED-MARK | R-1MNT | 5-7分鐘 |
| 清洗作用 | <input checked="" type="checkbox"/> 吸收性布或紙沾清洗液擦拭 <input type="checkbox"/> 使用水壓 | | 顯像時間 |
| 使用螢光滲透劑時黑燈規格 | 波長 | A:強度 | <input type="checkbox"/> 乾式() <input checked="" type="checkbox"/> 濕式(5-30分鐘) |
| | | | 乾燥時間溫度 |
| | | | 自然乾燥 |
| | | | 清洗作用 |
| | | | KG/Cm ² |
| | | | 水溫 |
| | | | °C |

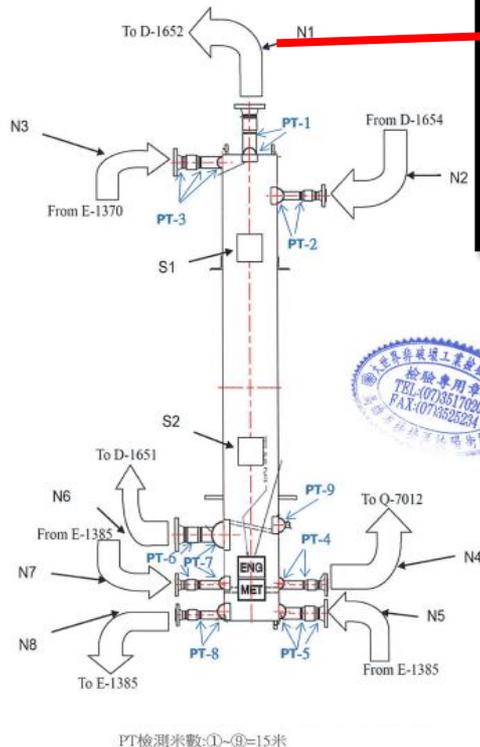
簡圖及說明：

- (1). 檢測位置：如附圖所示。
- (2). 檢測結果：合格(未發現瑕疵顯示)。
- (3). 檢測米數合計：15米。
- (4). 表面處理合計：15米。

**大修時檢測焊道
未發現瑕疵**



新3NC低溫 E-1385外部焊道PT檢測



PT檢測米數:①~⑨=15米

二、E-1385事件概述-事故發生前

套管脫離前



套管克漏



二、E-1385事件概述-事故發生時

套管脫離後

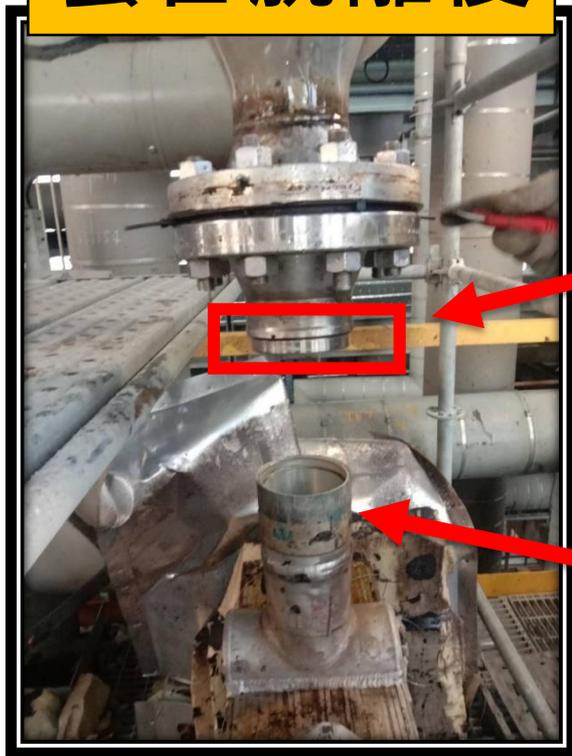


套管拆除克漏



二、E-1385事件概述-事故發生後

套管脫離後



不鏽鋼
(法蘭管線)

鋁合金
(設備本體)

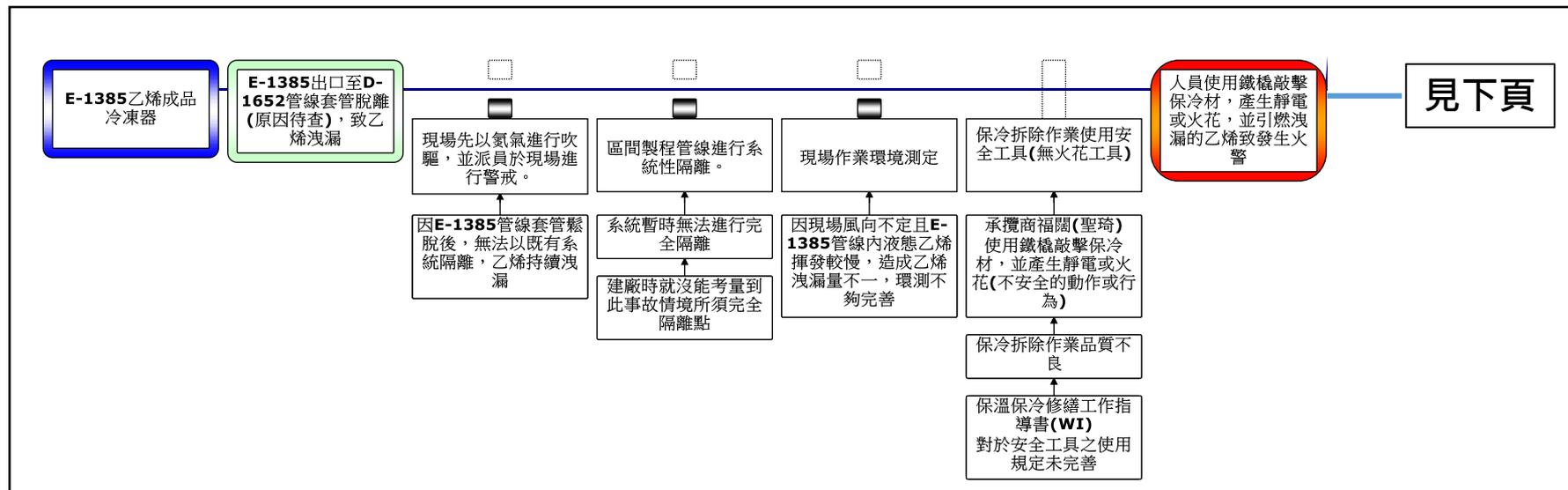
常見金屬物理特性

熱膨脹係數 鋁 > 不鏽鋼

| Material | Material type | Linear coefficient CLTE α at 20 °C ($\times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) | Volumetric coefficient α_V at 20 °C ($\times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) |
|--------------|---------------|---|--|
| Aluminium | Metal | 23.1 | 69 |
| Brass | Metal alloy | 19 | 57 |
| Carbon steel | Metal alloy | 10.8 | 32.4 |
| CFRP | Composite | -0.8 ^[10] | Anisotropic |
| Concrete | Aggregate | 12 | 36 |
| Copper | Metal | 17 | 51 |
| Diamond | Nonmetal | 1 | 3 |
| Ethanol | Liquid | 250 | 750 ^[11] |
| Gasoline | Liquid | 317 | 950 ^[9] |
| Glass | Glass | 8.5 | 25.5 |

| | | | |
|-----------------|---------------|----------------------------|---------------------|
| Silicon Carbide | Nonmetal | 2.77 ^[20] | 8.31 |
| Silicon | Nonmetal | 2.56 ^[21] | 9 |
| Silver | Metal | 18 ^[22] | 54 |
| "Sitall" | Glass-ceramic | 0±0.15 ^[23] | 0±0.45 |
| Stainless steel | Metal alloy | 10.1 ~ 17.3 | 30.3 ~ 51.9 |
| Steel | Metal alloy | 11.0 ~ 13.0 | 33.0 ~ 39.0 |
| Titanium | Metal | 8.6 | 26 ^[24] |
| Tungsten | Metal | 4.5 | 13.5 |
| Water | Nonmetal | 69 | 207 ^[25] |
| "Zerodur" | Glass-ceramic | ≈0.007-0.1 ^[26] | |
| ALLVAR Alloy 30 | Metal alloy | -30 ^[27] | anisotropic |

二、E-1385事件概述-事故屏障分析-1



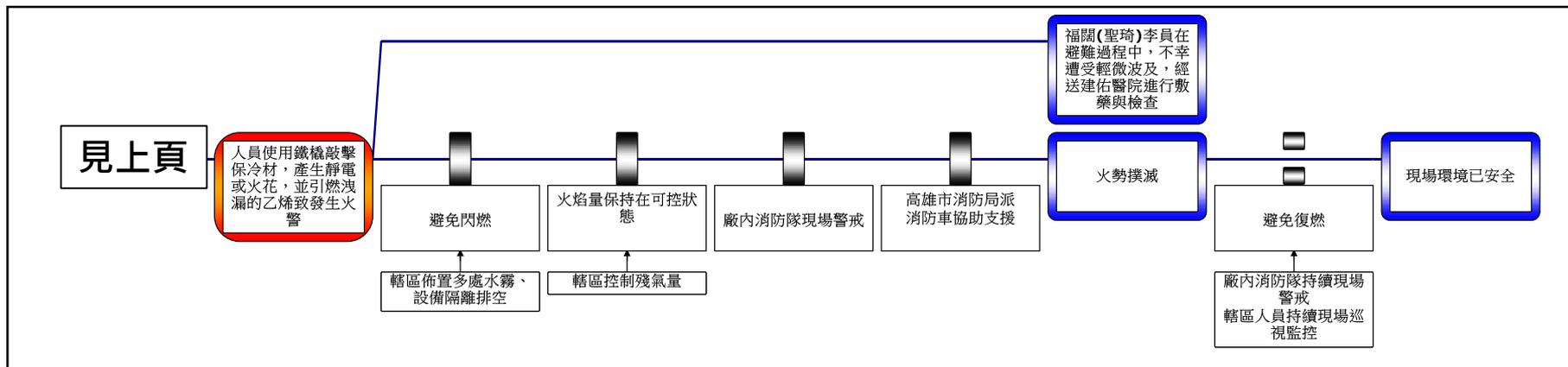
直接原因

承攬人福闊(聖琦)李員於緊急搶修作 業期間使用鐵槌敲擊保冷材, 並產生 靜電或火花, 致發生火警。

間接原因

現場作業人員環境測定不夠完善

二、E-1385事件概述-事故屏障分析-2



不安全的環境或狀況

E-1385至D-1652出口管線因套管鬆脫，造成乙烯洩漏，且因該區間製程管線暫時無法進行系統性隔離。

基本原因

保溫保冷修繕工作指導書(WI)對於安全工具之使用規定未完善

三、事故設備後續概述與精進作為

1

事故設備已停用

- ✓ 高雄市勞檢處要求事故設備(E-1385本體)停工改善
- ✓ 不影響操作

2

轄區針對該停用設備進行必要之安全作為

- ✓ 包含隔離及氮封，以確保安全無虞

3

事故研討

※ 本案洩漏設備之連結套管係屬原廠專利

- ✓ 諮詢原廠探究管線洩漏可能原因，並持續追蹤，擬定後續改善措施

4

設備精進管理作為

- ✓ 事故設備：採購新品/原廠檢修
- ✓ 既有設備：同類型設備造冊管理與實施非破壞性檢測(PT/RT)

※ PT：液滲透探傷；RT： γ -ray射線探傷



PT(液滲透探傷)示意圖

三、事故設備後續概述與精進作為

3 事故研討-續

Transition Joint-Mechanical Issue



- UPDATE – 11/14/2024
- Lummus performed a destructive test of the transition joint in our labs using a Scanning Electron Microscope (SEM) – The results were shared with CPC (see below for highlights)
- Conclusion from the analysis was that there was stress on the joint which was a result of the joints separating. The most likely cause for the separation of the joint is the use of the clamp.
- POST MEETING UPDATE – Lummus to confirm with metallurgist whether there was any indication of fatigue which could have been a result of the suspected 2 phase flow occurring throughout the many years of use. Lummus does not believe lack of fatigue would mean that the occurrence of 2 phase flow did not cause the leak as Gami noted that while the Transition Joint (TJ) was tested at 7 x the MAWP, excessive vibration resulting from 2 phase flow could effect the TJ and be the root cause of the leak.

- Lummus在我們的實驗室使用掃描電子顯微鏡（SEM）對過渡接頭進行了破壞性測試 - 結果已與CPC分享（重點內容見下文）
- 分析的結論是關節承受了壓力，這是由關節分離所導致的。關節分離最可能的原因是使用了夾具。
- 會議後更新 - Lummus 將與冶金專家確認是否有任何疲勞跡象，這可能是由於多年使用過程中疑似發生的二相流所導致。Lummus 認為即使沒有疲勞跡象，也不代表二相流不是造成洩漏的原因，因為正如 Gami 所指出，雖然過渡接頭 (TJ) 經過了 7 倍最大允許工作壓力 (MAWP) 的測試，但二相流引起的過度振動可能會影響過渡接頭，並成為洩漏的根本原因。

三、事故設備後續概述與精進作為

產銷調度(下游廠家)

- ✓ 已協調分配及減供方案

相關人士/處理說明

- ✓ 附近民代訪視(鄰里長/議員)

開爐生產預計日程

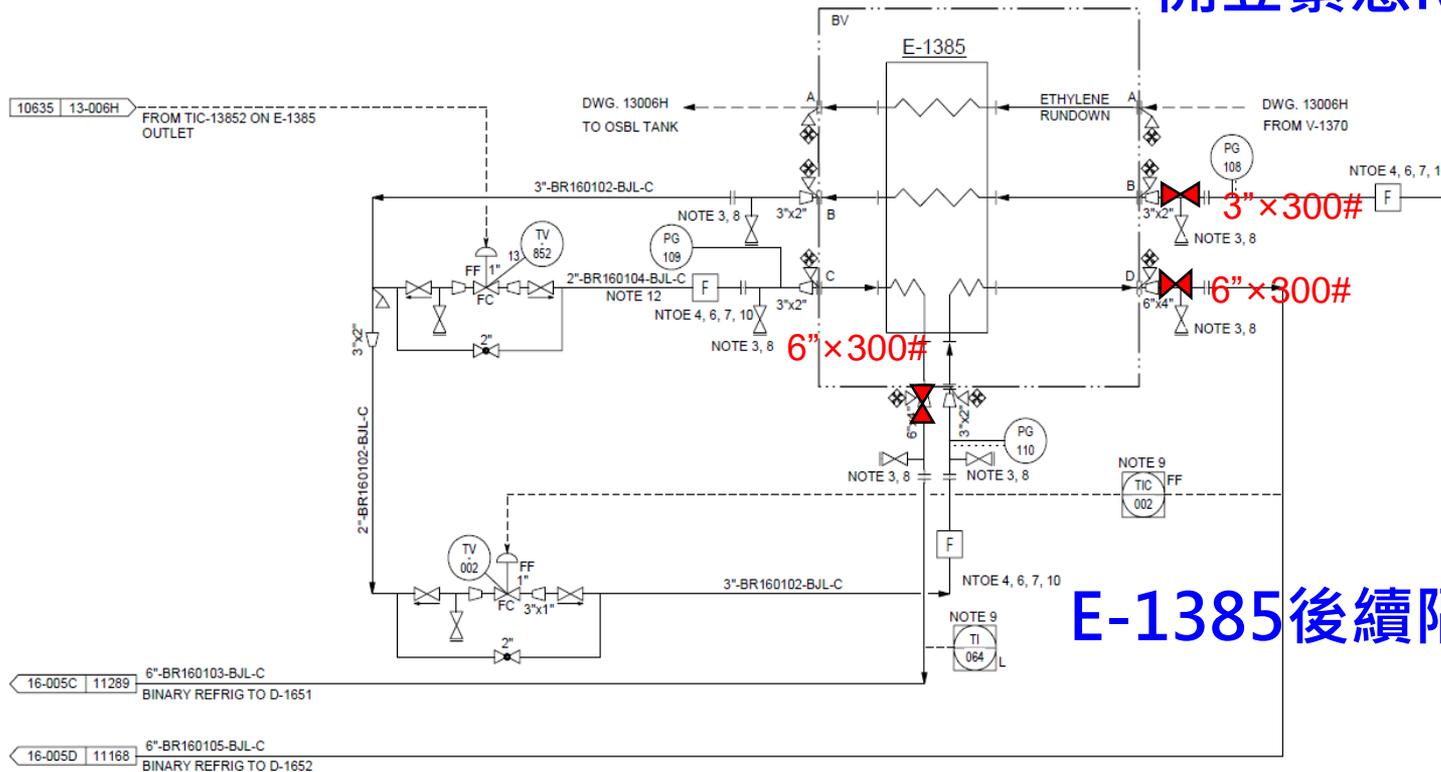
- ✓ 預計113年3月25日進料

MOC管理

- ✓ 此類設備連接法蘭拆裝管理
- ✓ 設備開放檢查位置

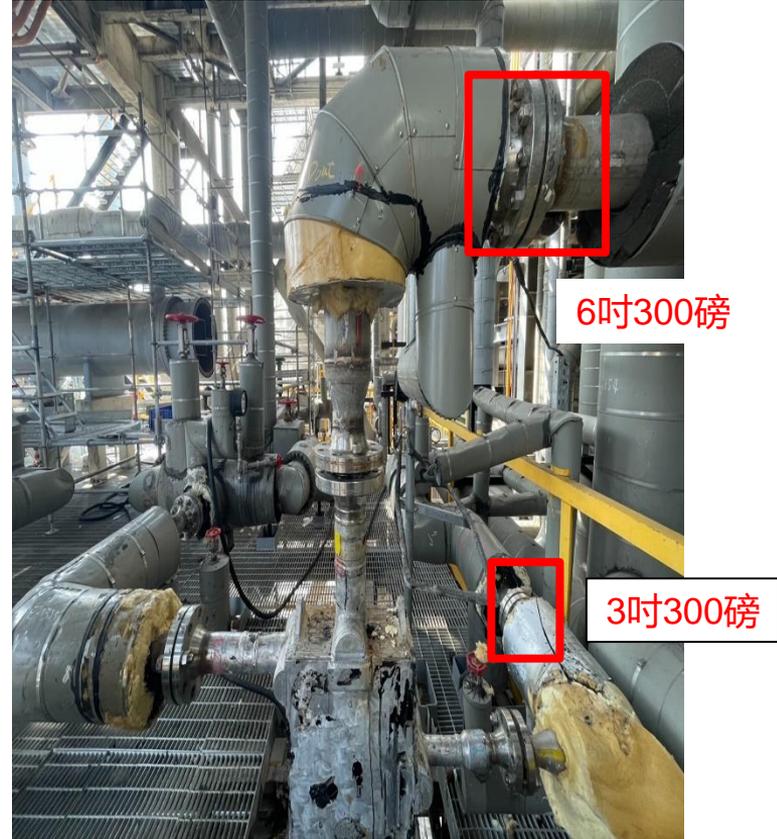
三、檢討與後續改善辦理情形

開立緊急MOC 隔離設備



E-1385後續隔離點位置

三、檢討與後續改善辦理情形



E-1385後續隔離點位置(隔離前)

三、檢討與後續改善辦理情形



3吋300磅



6吋300磅



6吋300磅

三、事故設備後續概述與精進作為

設備面

- 依檢討會議結果，諮詢原廠 Lumas及Chart Energy，依原廠建議改善設計
- 非破壞檢測檢查同類型設備

制度面

保溫保冷修繕工作指導書(WI)納入安全工具之使用規定

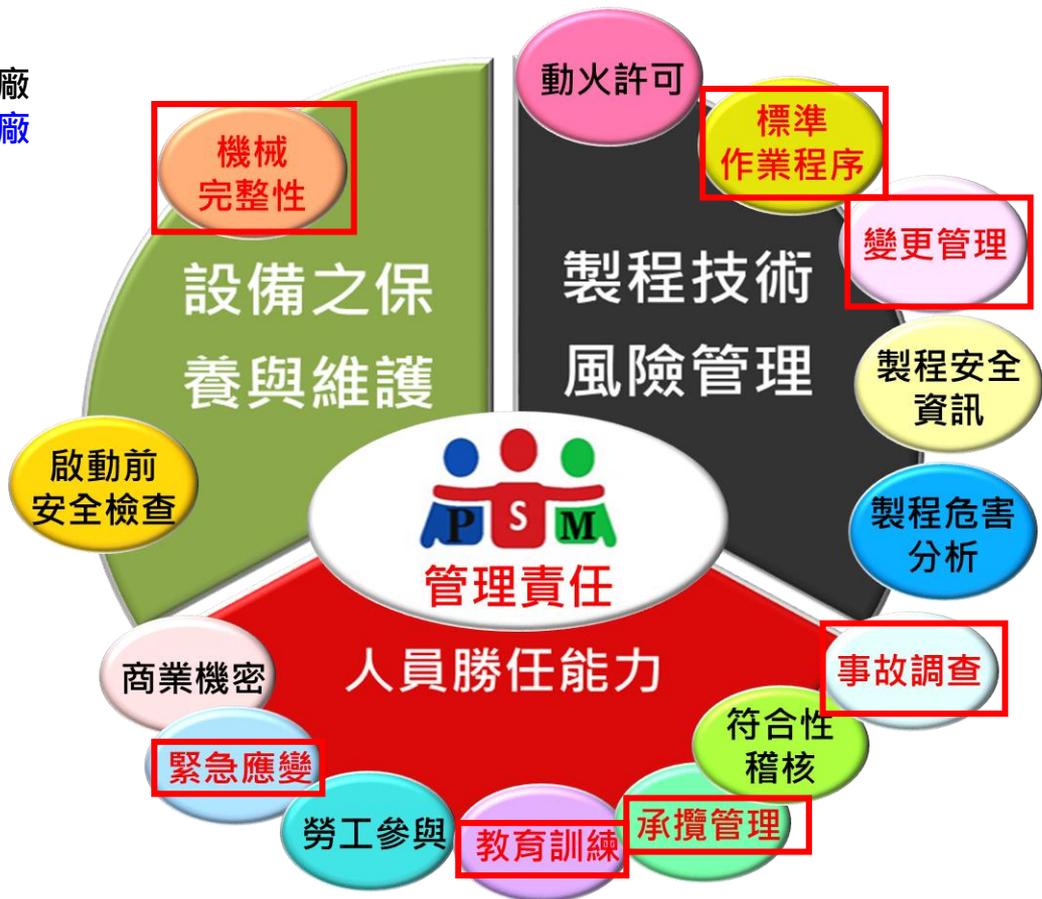
管理面

監造部門對保溫保冷修繕承攬商之工具選用合宜性，進行相關宣導

後續改善辦理情形

主管機關應對議會要求：
回應主管機關三點如下

- (1) E-1385已依法隔離封存停用
- (2) 同類型設備已清查造冊管理
- (3) 同類型設備將設置線上洩漏偵測器監控



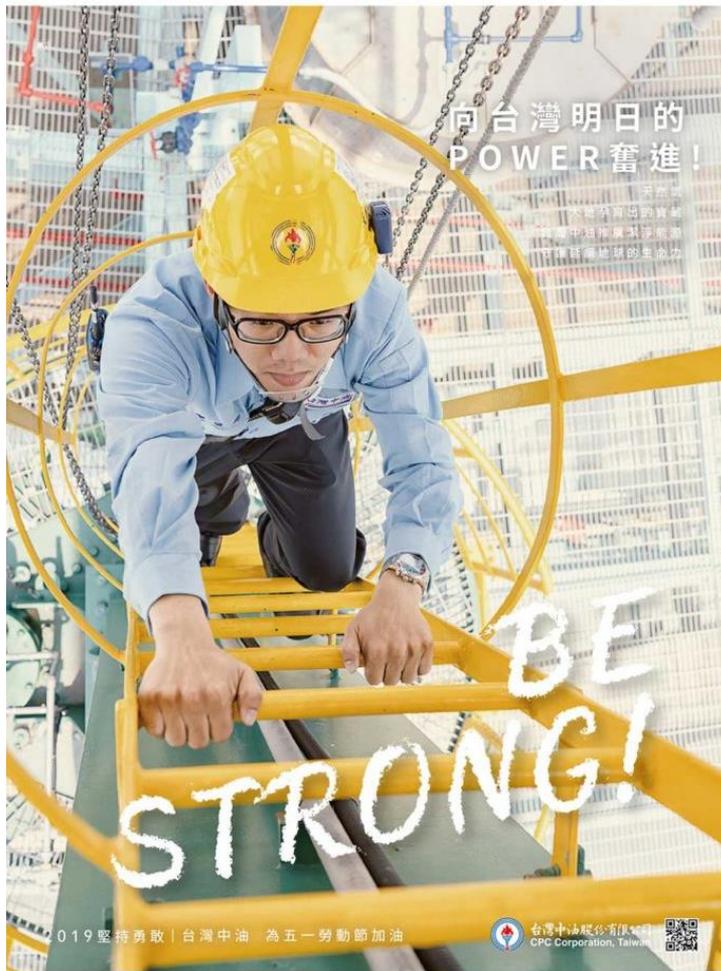
四、結語



施顏祥

前任中華民國經濟部長

沒有工安，就沒有石化



Q&A時間

— 感謝聆聽 —