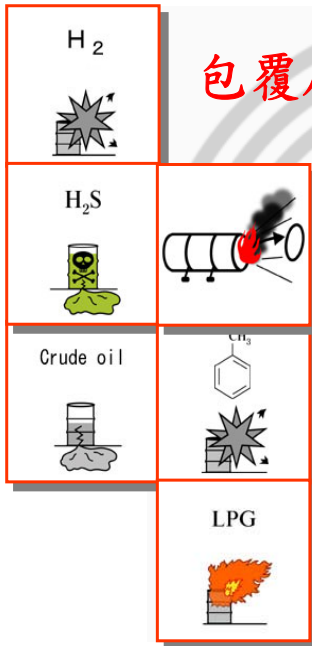


包覆層下腐蝕問題調查和改善



台灣中油股份有限公司
煉製研究所
蘇俊吉

078271@cpc.com.tw

100.10.31



保溫層下腐蝕問題，已造成煉製、石化、電力和化學等工業在停產、維修成本以及安全上等方面的重大損失，本文首先收集和歸納國內外實際案例，解析腐蝕的成因，進而對影響包覆層下腐蝕的因素進行探討，彙整出包覆層下腐蝕高風險的參數，並提出預防改善方案。案例分析結果顯示包覆層下腐蝕的型態屬於高度局部性，且腐蝕速率高於其他國家工業經驗值，溫度和包覆鋁皮結構欠缺完整性是影響包覆層下腐蝕的主要因素；降低包覆層下腐蝕風險的策略包括強化包覆材的設計以及安裝品質，來排除水分進入，對高腐蝕性環境以及特殊結構可提升塗覆品質，同時在不影響能耗和製程穩定應拆掉不必要的包覆改以防護籠罩來保護人員，最後對潛在高風險的設備和管線提出應用多項不同非破壞檢測技術得檢查策略，加強清查和檢查，以期降低因洩露所導致的工安環保以及非計畫性停爐等經濟損失。



包覆層下腐蝕(CUI) (Corrosion Under Insulation)

- 水透過鋁皮缺口滲入**包覆材**內和**金屬外壁**接觸
- 水和**碳鋼**或**低合金鋼**起**電化學反應**，生成**氧化鐵**
- 導致**壁厚減薄**，**承壓不足**，而發生**洩漏**或**挫曲變形**
- Cl**、**S**和**低PH值**加速反應



包覆材種類和角色

☞ 包覆材種類

1. **保溫材**:降低熱損失、製程穩定性、人員保護
2. **保冷材**:避免表面結冰
3. **混凝土或噴漿處理**:結構防火保護

☞ 包覆材角色

1. **包覆材**和**設備**之間存在**空間和間隙**，使**水**和其**他腐蝕性因子**能**持續停留**其中、**形成密閉系統**
2. **包覆材料**具**吸附水**和**虹吸**的能力
3. **包覆材料**含**腐蝕性因子**，**加速設備腐蝕**
(例如:早期**矽酸鈣**含**氯離子**)



設備和管線的隱形殺手-CUI

台灣中油
煉製研究所

- ❖ CUI問題被**包覆材和鋁皮**所隱藏，不易被發現
- ❖ 腐蝕型態屬於**高度局部性**
- ❖ 發現可見的徵兆，問題已很嚴重常需花更多資源去處理它
- ❖ 此問題普遍存在煉製、石化、電力、鋼鐵以及化學等工業，是**各類製程共通問題**且為一個**古老的腐蝕問題**



對工場運轉的衝擊

台灣中油
煉製研究所

1. NACE報導:工場因CUI所引起設備維修、汰換和停產損失每年約為美金**2500萬元**
2. 英國SHELL公司:**35%**腐蝕意外事件來自CUI問題
3. ExxonMobil公司:因CUI洩漏**80%**發生在管線
 - (A) 60~80%管線維護費用來自CUI
 - (B) NDE和檢查費用接近重新塗漆費用
 - (C) 修補CUI的費用占維修總預算10%
4. 台灣未經正式統計，但相信應該不少業主已深受其害



腐蝕速率計算

台灣中油
煉製研究所

編號	操作溫度 (°C)	操作時數 (年)	包覆型態 (矽酸鈣+鋁皮)	原始壁厚 (mm)	殘留壁厚 (mm)	腐蝕速率 (mpy)
N1	42	18	Type I	22	12.7	20.3
N2	83	18	Type I	25	12.5	27.3
N3	41	18	Type I	14	4.5	20.8
N4	72	18	Type I	14	2.2	25.8
N5	45	18	Type I	12	3.1	19.5
N6	83	18	Type I	25	12.8	27.3
N7	92	18	Type I	12	3.4	18.8
N8	98	18	Type I	12	3.7	18.2
N9	98	18	Type I	12	2.9	19.9
N10	180	18	Type I	12	12	0
N11	170	18	Type I	8	8	0



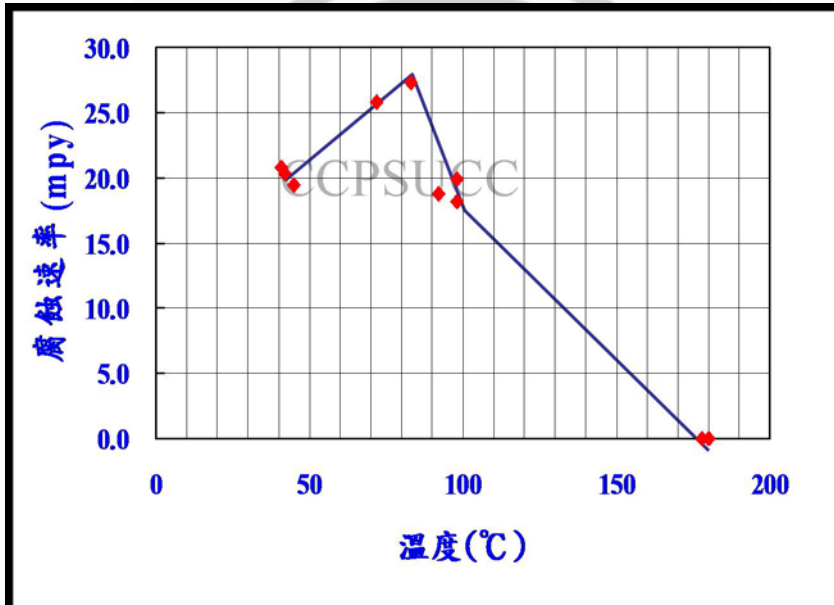
腐蝕速率計算

台灣中油
煉製研究所

編號	操作溫度 (°C)	操作時數 (年)	包覆型態 (矽酸鈣+鋁皮)	原始壁厚 (mm)	殘留壁厚 (mm)	腐蝕速率 (mpy)
N13	60	14	Type II	25	23	5.6
N14	60	14	Type II	25	20	14
N15	48	18	Type III	8	0	17.5
N16	46	18	Type III	8	5	6.6
N17	46	18	Type III	8	2	13.1



腐蝕速率計算



腐蝕調查結果

1. 定性:

-CUI腐蝕速率隨著溫度增高而增加，溫度在70~90°C之間存在最高腐蝕速率，隨著溫度再增高腐蝕速率急遽降低

-實際案例: 80°C

-軟體計算: 90°C

-API數據: 70°C

2. 定量:

1. 最高腐蝕數率

-實際案例(80°C): 27.3mpy

-軟體計算(85°C): 5mpy

-API數據(70°C): 20mpy, 10mpy(海洋性環境)

2. 40°C溫度

-實際案例: 20mpy

-軟體計算: 1mpy

-API數據: 10mpy, 5mpy(海洋性環境)

-R. Nixon報告: 美國CUI約為19.7mpy



CUI失效原因調查分析

- ※保溫層設計不良
- ※保溫層安裝不正確
- ※保溫層年久失修
- ※保溫層受外力損傷
- ※塗覆品質不佳



CUI預防管理方案-MI應用

(A)第一屏障:包覆正確設計和安裝(本質設計安全)

- 正確包覆鋁皮的設計和安裝
- 落實防水膏塗覆來排除水分進入
- 選用吸水性低的隔熱材料
- 選用低氣的隔熱材料
- 強化塗覆品質，特殊場所和結構應用品質佳和長效型有機/無機塗層

(B)第二屏障:維護保養-(操作)

- 包覆以及防水膏定期維護檢修
- 在不影響能耗和製程操作穩定下拆掉不必要的包覆，外加保護籠罩，作為人員保護

(C)第三屏障:清查和檢查(老舊工場)

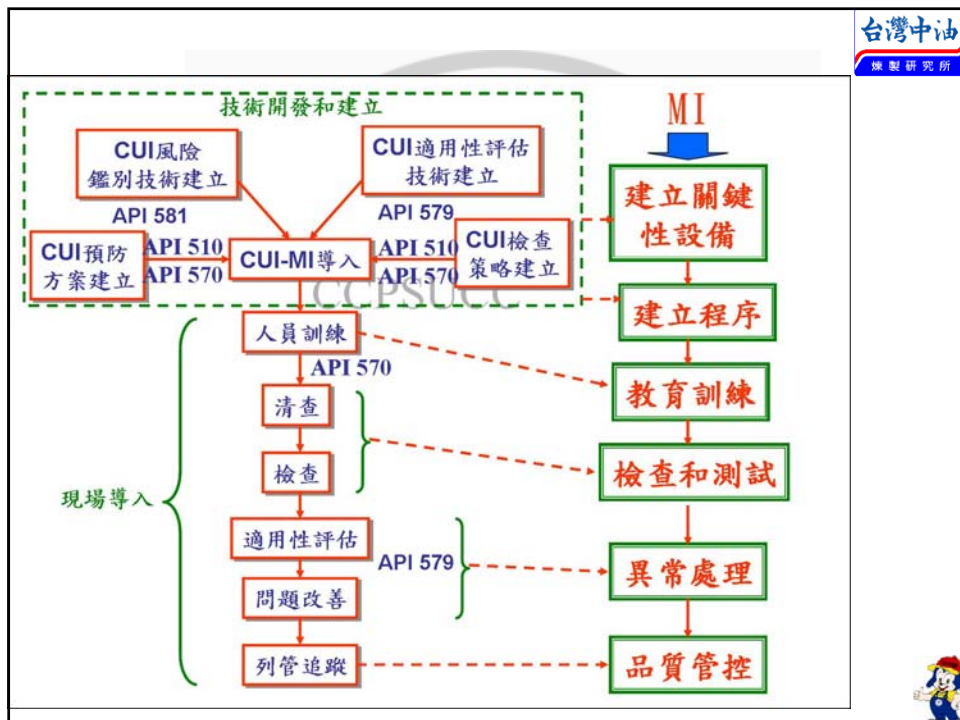
- 應用MI風險鑑別(RBI)進行清查/檢查/修護
- 提高檢查有效性



1910.119 設備完整性 (Mechanical Integrity, MI)

- 確保機械設備是在適當方法下進行設計、製造、取得、安裝和維護,以符合被使用目的的一個行動(作業、制度)
- 以一個持續設備完整性理念取代損壞維修理念,確保製程設備和儀控從設計、建造、安裝和維護來降低危險物質洩漏的風險

CPCSUC



結論

1. CUI腐蝕調查結果顯示

(A) 在室溫以上溫度，CUI腐蝕速率隨著溫度增高而增加，
70~90°C溫度附近有最高的腐蝕速率

(B) 保溫層的結構設計、保溫層安裝、維護以及塗漆品質是影響
CUI的主要因素

2. 應用機械完整性(MI)從設計、建造、安裝、操作和檢查可有效
預防CUI的發生，包括：

(A) 正確包覆設計和安裝

- 正確包覆鋁皮的設計和安裝
- 落實防水膏塗覆來排除水分進入
- 選用吸水性低的隔熱材料
- 選用低氣的隔熱材料
- 強化塗覆品質，特殊場所和結構應用品質佳和長效型有機/無機塗層

(B) 落實維護保養

- 包覆以及防水膏定期維護檢修
- 在不影響能耗和製程操作穩定下拆掉不必要的包覆，外加保護籠罩，作為人員保護

(C) 老舊工場清查和檢查

- 應用MI風險鑑別(RBI)進行清查/檢查/修護
- 提高檢查有效性



報告完畢 敬請批評指教

Thank You for Your Attention!

