

出國報告(出國類別：洽公)

大林石化油品儲運中心三區 26 座石  
化品儲槽統包工程參訪日本帝國公  
司 API-685 泵浦及出廠測試

服務機關：台灣中油股份有限公司興建工程處

姓名職稱：蘇祐尼工程師、曾柏瑋工程師

派赴國家/地區：日本/光都、大阪

出國期間：114 年 3 月 3 日至 3 月 8 日

報告日期：114 年 3 月 28 日

## 摘要

本報告著重在介紹帝國電機製作所公司及其所生產之罐式無軸封電動泵浦的特點，並見證帝國公司於其廠房內對 P-3320A 及 P-3303B（為本案輸送苯之泵浦）之性能測試、機械運轉測試及油漆檢查，皆符合契約規範要求。大林石化油品儲運中心第三區之大林石化油品儲運中心三區 26 座石化品儲槽統包工程為前鎮儲運所須搬遷之主要石化品儲槽興建案，主要用於儲放苯、甲苯、二甲苯、甲醇、粗九碳、丙二醇及四聚丙烯等多種石化產品，其中苯與粗九碳(內含二環物二烯，即 DCPD)等更為環境部公告之毒性化學物質。一旦有洩漏情事發生，可能造成嚴重的後果及危害。因此，本案於設計階段即充分考量如何減少洩漏發生的可能性，以保障後續操作人員之安全與健康，及周遭環境之維護。而在石化產業中，泵浦軸承向來即為可能洩漏點之一，是以帝國集團所專攻之罐式無軸封電動泵浦，不啻是針對此一問題之解方。無軸封和完全無洩漏的設計，使泵體與外界隔絕，將介質密封於罐式構造中，可有效避免其中液體發生洩漏。

# 目次

一、 目的.....	4
二、 過程及工作內容.....	5
三、 具體成效及參訪重點.....	6
四、 心得及建議.....	15

# 一、目的

為配合行政院「高雄海空經貿城整體發展綱要計畫」調整舊港區使用機能，本公司須配合遷移前鎮儲運所，因此，本公司與交通部高雄港務局（現更名為台灣港務公司高雄港務分公司）協商於高雄港洲際貨櫃二期填海造地新生地建置大林石化油品儲運中心，於第一區及第三區興建包含 103 座各式儲槽，銜接大林廠、林園廠 36 條區域外長途管線及相關附屬建物與設備。

其中位於大林石化油品儲運中心第三區之大林石化油品儲運中心三區 26 座石化品儲槽統包工程為前鎮儲運所須搬遷之主要石化品儲槽興建案。本次參訪位於日本之帝國電機製作所工廠並在旁見證本案相關之 API-685 泵浦的出廠驗證與測試，確保 API-685 泵浦的性能、品質與可靠性皆符合本公司相關技術規範與運行要求，減少設備運行風險與後續維修成本。藉由現場見證測試，可及時發現並解決潛在問題，確保設備交付後無需額外調整，縮短專案工期。此外，參訪帝國電機製作所工廠並審查相關文件與品質，將促進雙方溝通，深化合作關係，並提升對供應商產品與製程的掌握，有助於未來類似專案的執行效率與品質管理能力的提升。

## 二、 過程及工作內容

預定起迄日期	天數	到達地點	詳細工作內容
114/3/3	1	高雄→大阪	啟程
114/3/4-114/3/5	2	光都	P-3320A & P-3303A 檢驗及性能測試
114/3/6	1	大阪	泵浦外觀及性能測試狀況檢討
114/3/7	1	大阪	日本帝國公司工廠參觀及品質、文件與問題討論
114/3/8	1	大阪→高雄	返程

### 三、具體成效及參訪重點

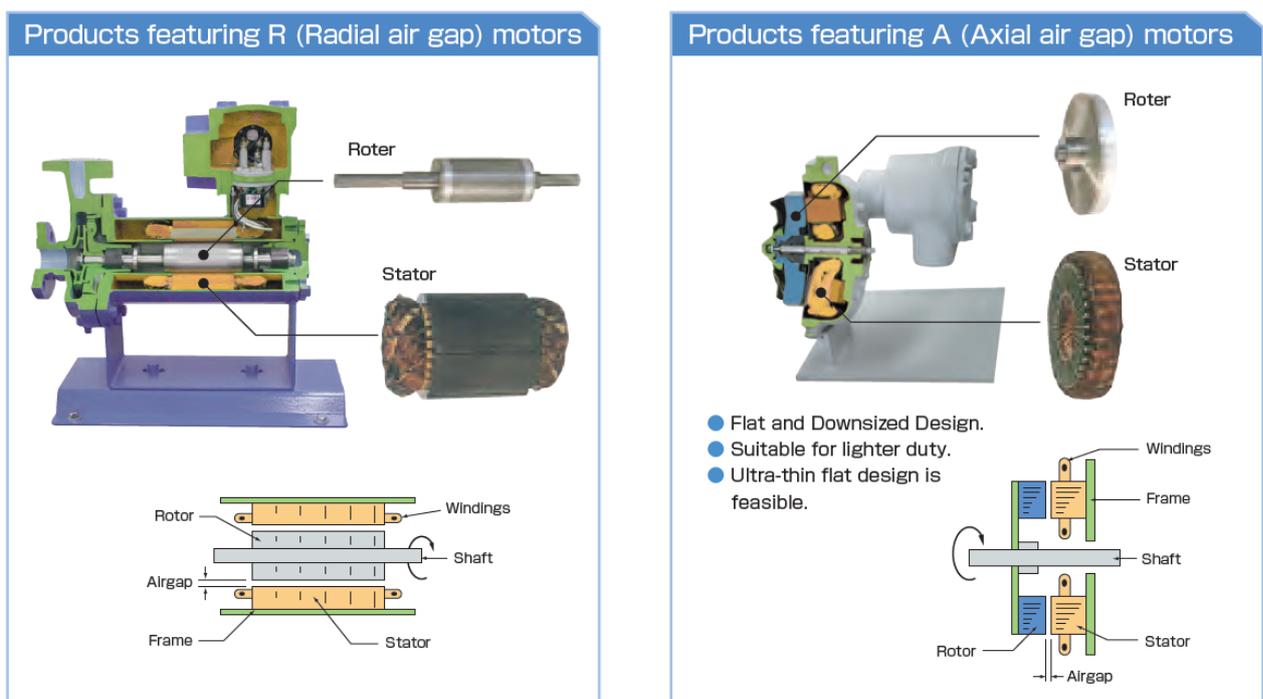
#### 1. 帝國電機製作所公司簡介

帝國集團是目前全球最大的罐式無軸封電動泵浦的製造供應商，在世界各地有超過 40 萬台以上在運轉使用中，具備無洩漏、高可靠性的特點，可應用於最苛刻的製程環境，如石化、化工、電子、空調、航太、高鐵、電廠等各產業領域。

帝國集團在日本、中國和美國都有製造、服務與銷售機構，同時在德國，新加坡和韓國各地皆設有銷售和服務辦事處。臺灣帝國泵浦成立於 1998 年，是帝國集團的成員公司，透過與日本原廠技術服務同步運作。2012 年臺灣帝國併入大連帝國公司旗下、同時設立帝國高雄保養廠技術服務提升銷售和顧客服務的品質。

#### 2. 罐式無軸封電動泵浦特色

帝國電機製作所公司所生產的罐式無軸封電動泵浦主要分為 R (Radial air gap) 與 A (Axial air gap) 兩種型式的馬達，如下圖所示：



R 型式的泵浦為一般型，較常見，亦即本案所使用之泵浦。A 型式的泵浦則常使用在較小負荷及空間考量需要泵浦較為扁平的狀況。

其罐式無軸封電動泵浦採無軸封和完全無洩漏的設計，並採用防爆等級馬達，提供最可靠的機械及防止流體外洩的離心式泵浦，特別適用於具防爆需求的危險區域與昂貴、環境敏感的流體輸送製程。

一般泵浦是將泵體與電機組分開，以聯軸器來連結驅動，所以液體介質會從轉動軸的軸封處洩漏。帝國罐式無軸封電動泵浦則是將泵浦與電機組一體化，將介質密封於像罐頭一樣在罐式構造中，保證液體不發生洩漏。因此可處理易燃易爆、強酸強鹼或有毒性的液體，尤其在高溫高壓條件下更具有耐久性強的顯著特徵。

帝國罐式無軸封的設計使泵體與外界隔絕，不會有空氣或其他物質被吸入，適合需要與空氣隔絕的系統運行，且無需潤滑液與軸封，既省去注油的麻煩，也不會污染輸送液。由於泵體無冷卻風扇，運轉噪音小，主要維護只需更換軸承，可降低運行成本。電機與泵浦另採用積木式結構緊密結合為一體，整體體積小、重量輕、占地面積小，安裝簡便，可減少安裝，維護和空間的相關成本。

此外，帝國集團的罐式無軸封電動泵浦皆配置有自行開發之軸承磨損監測裝置(如下圖)，方便操作單位掌握泵浦軸承的轉動方向及耗損狀況，提前規劃維護更換，降低因泵浦失常對產線之衝擊。



### 3. 性能測試內容及結果

於 3/4 到達帝國公司後開始進行 Kick-Off Meeting 確認檢驗內容、規範值及相關檢驗程序。



圖 3.1 測試項目討論

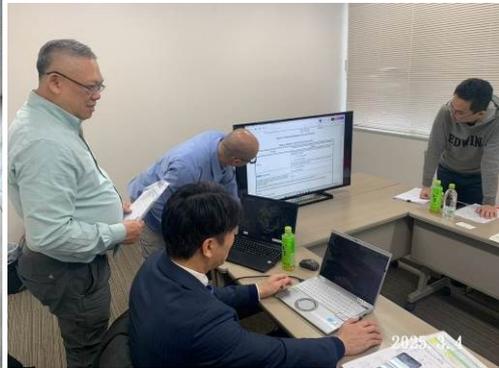


圖 3.2 檢驗程序討論

後續開始進行 P-3320A 及 P-3303B 之性能測試、機械運轉測試及油漆檢查。

#### (一)P-3320A 性能測試：

依據泵浦 Data Sheet 測試分為五個階段，分別為：

- (1).流量 0(l/min)，揚程為 117.3(m)開始進行性能測試紀錄。
- (2).流量 170(l/min)，揚程為 117.8(m)開始進行振動量測。
- (3).流量 1750(l/min)，揚程為 103.4(m)開始進行振動量測。
- (4).流量 1920(l/min)，揚程為 101.7(m)開始進行振動量測。
- (5).流量 2400(l/min)，揚程為 89.4(m)開始進行振動量測。

完成後繪製性能曲線圖。

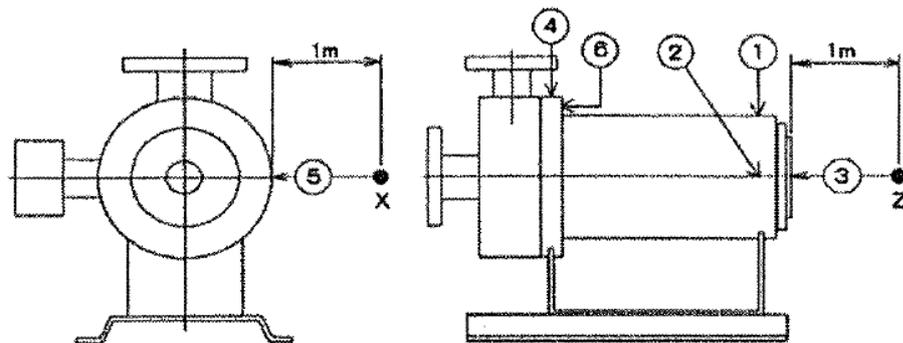


圖 3.3 泵浦振動值量測位置表示

振動值量測記錄表：符合規範要求 3(mm/s)以下

LOCATION		1	2	3	4	5	6
量測點	170 L/min	2.11	2.98	1.02	0.59	1.31	0.91
	1750 L/min	2.5	2.44	1.64	2.3	1.24	1.35
	1920 L/min	2.74	1.66	1.11	2.02	1.48	1.56
	※2400 L/min	3.34	3.14	2.67	3.09	2.76	2.36

(※依據 API 685 規定，超過 preferred operating region 時，振動值標準調整為 3.9mm/s。)

 <p>2025. 3. 4</p>	 <p>2025. 3. 4</p>
<p>調整流量至 1750 L/min</p>	<p>量測值：2.44mm/s</p>
 <p>2025. 3. 4</p>	 <p>2025. 3. 4</p>
<p>調整流量至 2400 L/min</p>	<p>量測值：3.34mm/s</p>

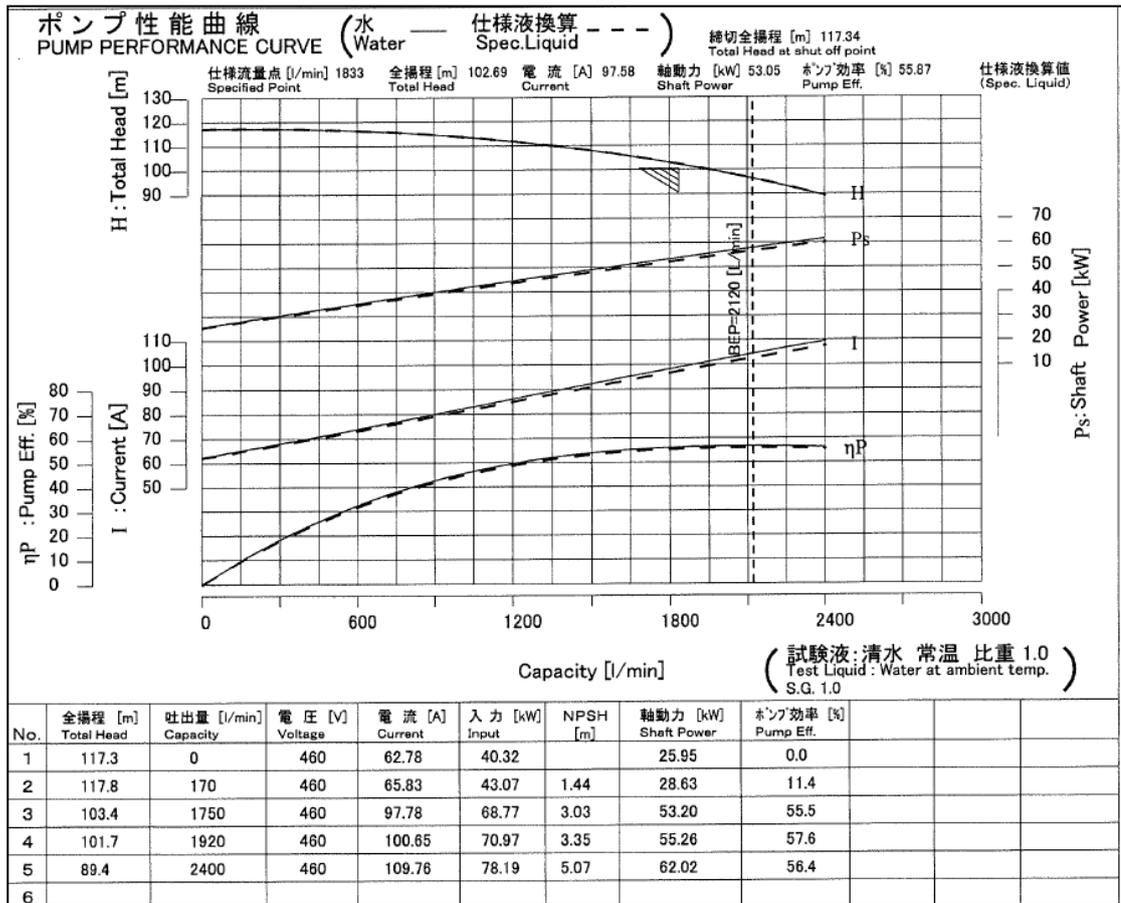


圖 3.4 P-3320A 性能曲線圖

判定結果：性能曲線及振動值量測結果符合規範要求。

(二)P-3320A 4 小時運轉測試：

3/5 開始進行 P-3320A 4 小時運轉測試，每小時紀錄振動值及噪音值。

測試紀錄如下：

		振動值(mm/s)						噪音(dB)	
		1	2	3	4	5	6	X	Z
測定時間	0 min	1.83	2.03	1.77	2.15	1.68	1.67	83.9	82.2
	60min	2.22	1.98	1.89	2.07	1.53	1.72	84.1	82.3
	120 min	2.81	2.28	1.88	2.72	1.44	1.44	83.2	83.6
	180 min	2.3	2.36	1.26	2.10	1.56	1.56	84.7	83.8
	240 min	2.52	2.74	1.09	1.86	1.50	1.50	83.5	82.1
容許值		≤3.0mm/s						≤85dB	

測試結果：

判定結果：4 小時運轉測試結果符合規範要求。

(三)P-3320A 外觀油漆檢查：

本案使用油漆系統膜厚須達 130  $\mu\text{m}$  以上，色號為 Munsell N-70。

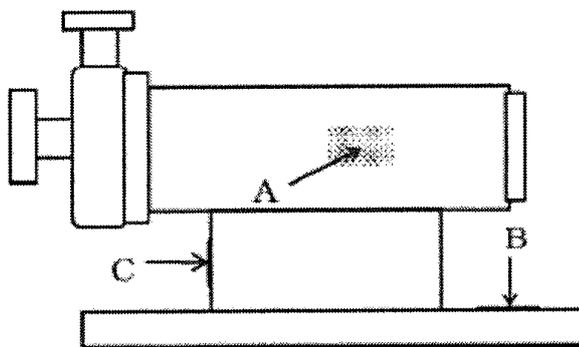


圖 3.5 油漆膜厚度量測點示意圖

膜厚度量測記錄表：

檢測點	量測值( $\mu\text{m}$ )		
A	276	230	189
B	251	139	275
C	175	257	217

色號比對：N-70 無誤	膜厚測量：實測 230 $\mu\text{m}$

判定結果：油漆色號及膜厚符合規範要求。

(四)P-3303B 性能測試：

依據泵浦 Data Sheet 測試分為五個階段，分別為：

- (1).流量 0(l/min)，揚程為 249.3(m)開始進行性能測試紀錄。
- (2).流量 1000(l/min)，揚程為 242.9(m)開始進行振動量測。

- (3)流量 2383(l/min)，揚程為 218.2(m)開始進行振動量測。
- (4)流量 2500(l/min)，揚程為 213.2(m)開始進行振動量測。
- (5)流量 3117(l/min)，揚程為 184.8(m)開始進行振動量測。

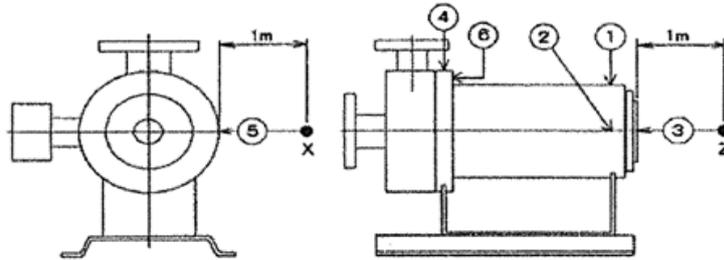


圖 3.6 泵浦振動值量測位置表示

量測結果：規範要求 3(mm/s)以下，量測時發現流量 2500L/min 時點 1 振動值 3.3mm/s 超過規範標準。

LOCATION		1	2	3	4	5	6
量測點	1000 L/min						
	2383 L/min						
	2500 L/min(149m <sup>3</sup> /h)	3.3	3.01	1.67	1.74	2.64	2.18
	※3117 L/min						
調整流量至 2500 L/min(149m <sup>3</sup> /h)		標準值：3mm/s 量測值：3.3mm/s					

判定結果：因振動值量測結果超過標準，不符合規範要求。

檢討：在 2025 年 3 月 6 日見證泵運行之性能試驗檢查中，發現振動值超出了驗收標準，原因由於測試台的主閥門故障，導致振動產生。

於 2025 年 3 月 17 日帝國泵浦公司提出檢討報告，說明問題造成原因(詳附件 1)。後續帝國公司修復損壞的閥門及將測試轉移到另一個具有更高剛性和穩固性的測試台上進行性能測試所得出之性能測試報告，結果已符合規範要求。

測定箇所 LOCATION		1	2	3	4	5	6
測定値 MEASUREMENT	at 1000 [L/min]	2.96	2.95	1.73	2.38	1.53	2.31
	at 2383 [L/min]	2.87	2.99	2.21	1.89	1.53	2.39
	at 2500 [L/min]	2.66	2.92	1.60	1.81	1.77	2.16
	at 3117 [L/min]	2.88	2.56	1.66	1.51	1.80	2.01

圖 3.7 P-3303B 振動值量測記錄報告

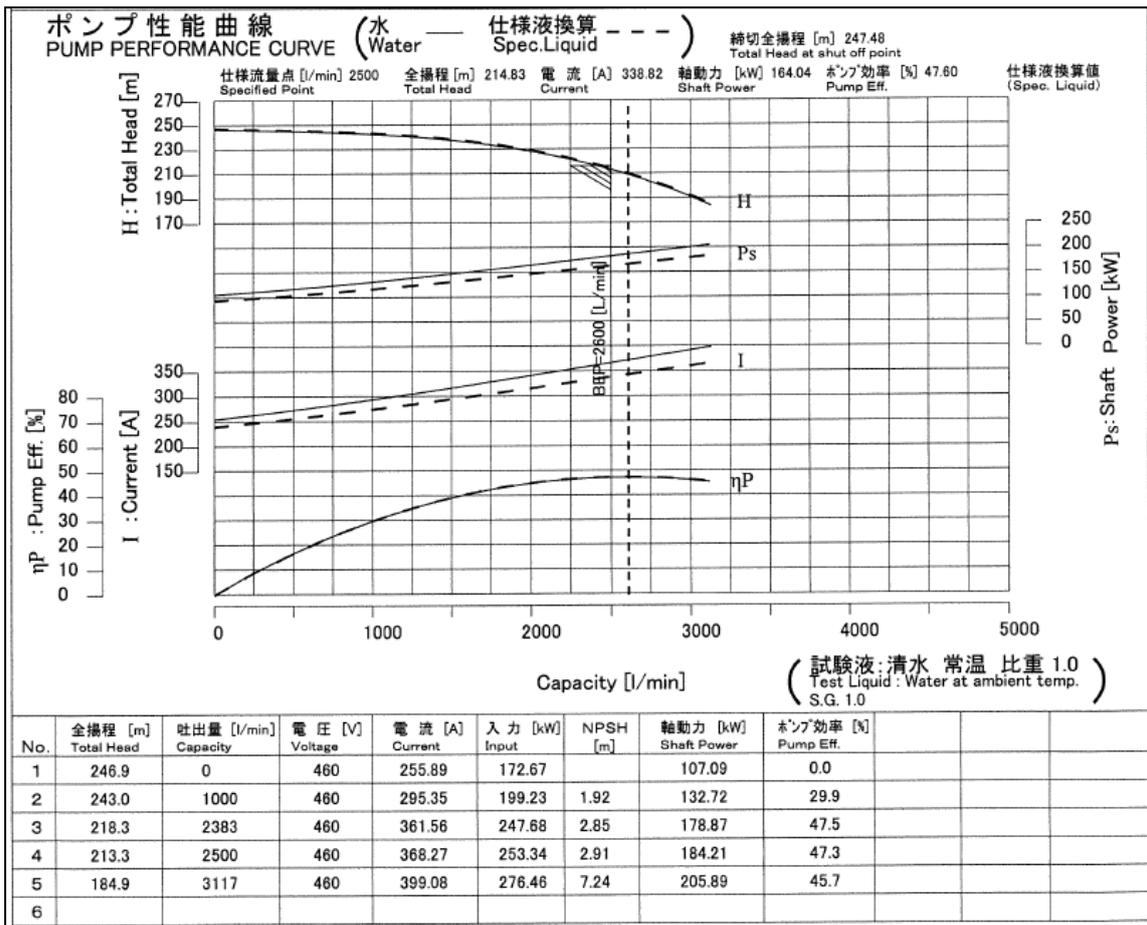


圖 3.8 P-3303B 性能曲線圖

時間 TIME		振動 VIBRATION (RMS) [mm/s]						騒音 NOISE [dB]	
		①	②	③	④	⑤	⑥	X	Z
M E A S U R E M E N T  測 定 值	at 0 [min]	2.96	2.92	1.85	1.68	1.62	2.14	84.3	82.7
	at 60 [min]	2.71	2.96	1.98	1.53	1.82	2.10	84.8	82.4
	at 120 [min]	2.30	2.85	1.71	1.38	2.15	2.03	84.4	82.6
	at 180 [min]	2.10	2.69	1.47	1.32	2.00	1.80	83.4	81.8
	at 240 [min]	2.28	2.35	1.70	1.55	2.21	1.98	84.4	82.5
許容值 ALLOWANCE		3.0 $\geq$						85 $\geq$	

圖 3.9 P-3303B 4 小時運轉測試報告

判定結果：依據報告內容判定符合規範要求

## 四、心得及建議

大林石化油品儲運中心第三區之大林石化油品儲運中心三區 26 座石化品儲槽統包工程為前鎮儲運所須搬遷之主要石化品儲槽興建案，主要用於儲放苯、甲苯、二甲苯、甲醇、粗九碳、丙二醇及四聚丙烯等多種石化產品，其中苯與粗九碳(內含二環物二烯，即 DCPD)等更為環境部公告之毒性化學物質。一旦有洩漏情事發生，可能造成嚴重的後果及危害。因此，本案於設計階段即充分考量如何減少洩漏發生的可能性，以保障後續操作人員之安全與健康，及周遭環境之維護。而在石化產業中，泵浦軸承向來即為可能洩漏點之一，是以帝國集團所專攻之罐式無軸封電動泵浦，不啻是針對此一問題之解方。無軸封和完全無洩漏的設計，使泵體與外界隔絕，將介質密封於罐式構造中，可有效避免其中液體發生洩漏。

此次參訪見證了帝國公司於其廠房內對 P-3320A 及 P-3303B 之性能測試、機械運轉測試及油漆檢查，皆符合契約規範要求。雖然最後發生 P-3303B 振動測試因廠方測試台的主閥門故障，以致於當下振動值量測超過標準之插曲，但後續廠方積極排除問題並重新測試，在兩週內即提出檢討報告與重新測試合格之報告，充分展現廠方之專業及對於其所生產泵浦之品質把關足以令人信賴。