

出國報告（出國類別：洽公）

# 大林廠第 12 煤油加氫脫硫工場工程 往復式壓縮機機械運轉測試

服務機關：台灣中油股份有限公司

姓名職稱：蔡崇文 機械工程師

宣正祺 電機工程師

派赴國家：德國

出國期間：105.03.23～105.04.01

報告日期：105.04.19

# 摘 要

煉製事業部大林煉油廠興建之第12煤油加氫脫硫工場中，設置六台往復式壓縮機，其中C-3201A/B、C-3301A/B列為工場製程的關鍵設備。承攬商為富台工程股份有限公司，經投標階段及預採購會議嚴格評選後，選擇德國NEA集團(Neuman & Esser Group)為本案往復式壓縮機供應商。目前六台壓縮機主機已全數製造完成，準備進行機械運轉測試(Mechanical run test)，本次行程會同富台設計人員及第三公證TUV檢查員見證測試過程及確認壓縮機製造品質符合要求，並討論主機交貨運輸、系統相關設備及管線組裝、查核製造進度符合預定時程及加強掌握後續進度規劃，以期未來現場整體裝建能如期順利完成。

# 目 錄

壹、目的 .....	4
貳、過程 .....	5
參、心得與建議 .....	13

## 壹、目的

本次公務出國之主要目的為見證氫氣循環往復式壓縮機的機械運轉測試 (Mechanical run test)，其主要行程為壓縮機機械運轉測試及測試後拆卸目視檢查，確認主軸承(main bearing)、汽缸套(Cylinder liner)、活塞桿(Piston rod)、活塞(Piston)、活塞環(Piston ring)、支撐環(Riding ring)等重要部件表面磨損情況；印證其測試過程符合檢驗與測試計畫(Inspection and test plan)及工廠機械運轉測試程序(Workshop mechanical run test procedure)及 API 618 規定。

## 貳、過程

### 一、 行程安排

日期	行程
3/23 (三)	高雄出發前往德國法蘭克福
3/24 (四)	由法蘭克福機場搭德國鐵路前往 NEA 集團位於 Aachen 附近的 Übach-Palenberg 工廠，進行工作簡報後，即參與見證 C-3301B 拆卸後目視檢查，之後由 NEA 專案人員帶領工廠導覽。
3/25 (五) ~ 3/28 (一)	德國國定假日(壓縮機系統組裝內部討論)
3/29 (二)	C-3201A 機械運轉測試 (5 hours)。
3/30 (三)	C-3201A 拆卸後目視檢查，NEA 準備 C-3201B 機械運轉測試前機台調整。 見證 NEA 工廠檢驗用儀器(Vibration meter) 內部校正流程。
3/31 (四) ~ 4/1 (五)	結束 NEA 公司機械運轉測試行程，由法蘭克福機場搭機回國。

### 二、 聽取簡報和討論

#### A、 NEA 集團簡介

Neuman & Esser Group 創立於西元 1830 年，至今已 186 年歷史，專精於製造往復式壓縮機，為往復式壓縮機市場領導者之一，亦為錘擊式研磨機、沖擊式研磨機優秀的生產製造商。目前 NEA 集團銷售計劃為核心的壓縮機由德國工廠生產製造，完整壓縮機套裝(Skid)系統則由全球分公司協力完成。包含美國、巴西、義大利、泰國、中國、莫斯科、印度、埃及、杜拜分公司，因應不同案件的合約要求及工廠地點，審慎考量壓縮機系統的組裝產地。NEA 認為此策略可滿足不同區域的當地法規，減少跨區域時差的聯繫問題，能更有效率的完成壓縮機套裝系統供貨。NEA 集團全球雇用員工超過 1000 人，目前可生產的壓縮機最大入口流量為 100,000 Nm<sup>3</sup>/h，最大功率為 30,000 kW，最大出口壓力為 1000 bar。本案六台壓縮機分別於 Aachen 附近的 Übach-Palenberg 工廠製造 C-3201A/B (無油式)、C-3301A/B (微油式)，及鄰近萊比錫的 Wurzen 工廠製造 C-3101A/B (微油式)。較大型的壓縮機由 Übach-Palenberg 工廠製造，較小型的壓縮機則由 Wurzen 工廠製造，另有 Stassfurt 工廠負責活塞環及密封系統供應。

## B、進度查核

六台壓縮機主機(Bare compressor)已全數製造完成，查核 NEA 進度表，依 Overall project schedule 排程，預計進度壓縮機主機預計於 3/16 ~ 3/29 完成機械運轉測試。實際進度排定 C-3101A/B 於 3/15~3/19，C-3301A 於 3/21、3/22，C-3301B 於 3/23、3/24，C-3201A 於 3/29、3/30，C-3201B 於 3/31、4/1 由第三方公證 TUV 檢驗員會同完成機械運轉測試。故本次行程可見證 C-3301B 拆卸後目視檢查及 C-3201A 機械運轉測試及拆卸後目視檢查。測試完成後即將進行油漆及包裝工作，德國工廠出貨時程可符合原訂日期(105.04.30)，不影響未來壓縮機系統組裝進度。

## C、壓縮機系統組裝討論

與 NEA 專案人員及富台設計主辦討論壓縮機系統內相關設備進度及組裝問題，了解目前 NEA 德國工廠僅生產主機(Bare compressor)，本案由泰國分公司協助整合，品管人員考察後決定潤滑油系統及壓縮機套裝系統(Skid)由韓國協力廠商配合完成。統包商——富台工程公司於投標階段服務建議書內提到 NEA 壓縮機系統出貨地點為韓國，中油/富台/NEA 三方 104.06.25 預採購會議中，亦有解釋如富台選擇 NEA 為供應商且決定為套裝系統(Skid)出貨，則由韓國協力廠商完成套裝系統配管組裝工作。如富台選擇 NEA 為供應商且決定不為套裝系統(Skid)出貨，則壓縮機主機(Bare compressor)由德國出貨，潤滑油系統(Lube oil system)由韓國組裝出貨，緩衝罐(Pulsation dampener)及其他附屬產品則選擇符合 GPA 要求之供應產地。最終富台工程決定由 NEA 完成壓縮機套裝系統管線、儀錶組裝工作，盡量減少工作介面，以期有效控制專案工期。



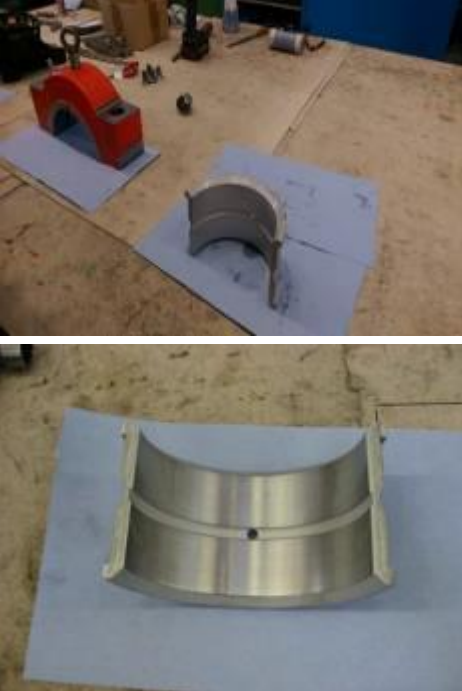
## D、參觀工廠

參觀 Übach-Palenberg 工廠收料暫存區、製造/加工/組立區、汽缸檢驗測試區、壓縮機機械運轉測試區、倉庫。

## 三、壓縮機機械運轉測試



### A、C-3301B 拆卸後目視檢查 (2016/03/24)

依照 NEA 提供之檢驗與測試計畫(Inspection and test plan)及與 NEA 人員討論決定拆卸機械運轉測試後溫度最高的 4th 汽缸及主軸承，其結果亦與 C-3301A 相符，溫度最高的皆為 4th 汽缸及主軸承。拆卸後檢查主軸承(main bearing)、汽缸套(Cylinder liner)、活塞桿(Piston rod)、活塞(Piston)、活塞環(Piston ring)、支撐環(Riding ring)表面不允許有損傷，目視檢查結果表面無異常磨損狀況，並由第三方公證 TUV 檢查員確認合格。

	<p>檢查 C-3301B 4th 活塞、活塞環、支撐環，表面無異常磨損狀況</p>
	<p>檢查 C-3301B 4th 活塞桿，表面無異常磨損狀況</p>
	<p>檢查 C-3301B 4th 主軸承，無異常磨損狀況</p>

#### B、C-3201A 機械運轉測試 (2016/03/29)

依照 NEA 提供之檢驗與測試計畫及工廠機械運轉測試程序進行。首先驗證 bar-over test，紀錄 Head end / Crank end 之活塞間隙及 Rod run out 數據。接著分 4 階段紀錄 5/15/60/300 分鐘運轉狀況，量測各軸承溫度、轉速、曲軸箱內潤滑油溫度、潤滑油系統出口壓力，並於 300 分鐘結束前量測噪音值及振動值(參考用)，機械運轉測試結果由第三方公證 TUV 檢查員確認合格。

	<p>C-3201A Front view and shop lube oil system</p> <p style="text-align: center;">&amp;</p> <p>C-3201A Driver view</p>
 <p style="text-align: center;">Axial</p> <p style="text-align: center;">Vertical</p>	<p>C-3201A bar-over test: 量測 Rod run out 數據</p> <p>使用工具: Dial Gauge</p>



	<p>C-3201A bar-over test: 量測 Piston clearances</p> <p>使用工具: 鉛條、游標卡 尺</p>
	<p>C-3201A Mech. run test:</p> <p>→轉速測量 392.3 RPM</p>
 <p>潤滑油系統出口壓力錶</p>	<p>C-3201A Mech. run test:</p> <p>→Oil pressure 4.1 kg/cm<sup>2</sup>G</p>



Main bearing 溫度測量



Crosshead bearing 溫度測量



External bearing 溫度測量

C-3201A  
Mech. run test:

→ 軸承溫度測量




Crosshead 溫度測量



Piston rod 溫度測量

C-3201A  
Mech. run test:

→ 溫度測量  
1. Crosshead  
2. Piston rod

	<p>C-3201A Mech. run test:</p> <p>振動量測</p>
	<p>C-3201A Mech. run test:</p> <p>噪音量測</p>
	





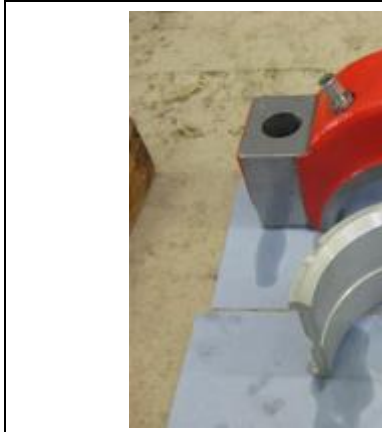
振動量測 Foundation edge (Axial)

振動量測 Cylinder (Axial)

噪音量測

**C、C-3201A 拆卸後目視檢查 (2016/03/30)**

依照 NEA 提供之檢驗與測試計畫(Inspection and test plan)及與 NEA 人員討論決定拆卸機械運轉測試後溫度較高的 2nd 汽缸及主軸承。拆卸後檢查主軸承(main bearing)、汽缸套(Cylinder liner)、活塞桿(Piston rod)、活塞(Piston)、活塞環(Piston ring)、支撐環(Riding ring)表面不允許有損傷，檢查結果由第三方公證 TUV 檢查員確認合格。

		<p>檢查 C-3201A 2nd cylinder liner, 無異常磨 損狀況</p>
		<p>檢查 C-3201A 2nd 活塞桿, 表 面無異常磨損 狀況</p>
		<p>檢查 C-3201A 2nd 活塞、活塞 環、支撐環, 表面無異常磨 損狀況</p>
		<p>檢查 C-3201A 2nd 主軸承, 無 異常磨損狀況</p>

## 參、心得與建議

- 1、本次公務出國至德國 NEA 集團(Neuman & Esser Group) 位於 Aachen 的工廠見證往復式壓縮機「機械運轉測試(Mechanical run test)」。進廠區前，於適當位置規劃有「安全鞋櫃及換鞋區」與走道進口牆上掛有「耳塞筒」供取用、其廠房內妥善規劃各類工作——製造/加工/組立/檢驗/測試區且走道動線佳，整潔、明亮，5S 實施成果不錯。另其廠區內設置之起重吊車，皆附有顯示目前「吊掛物」之『荷重』，以避免超載，…等安全貼心的作為，皆值得我們借鏡。
- 2、NEA 集團目前依然在投資擴建，正所謂工欲善其事必先利其器，工廠新式的自動化加工機具可大幅縮短壓縮機製造時間並提高競爭力。本次行程針對「往復式壓縮機之機械運轉測試過程」，NEA 德國工廠測試團隊由三位人員協力合作，都依其訂定之測試程序規定進行，整體過程之量測數據會等第三方公證檢驗員確認後才繼續下個目標作業的量測，每階段測試完畢立即將數據輸入，作業人員落實 SOP 與維持良好的執行效率，頗值得學習。
- 3、「運轉測試」首重其相關檢測儀器之“精準度”，所以個人認為『檢測儀器』的校準是比較重要的。  
於該案測試時，核對 NEA 檢驗用之相關檢測儀器校正資料，發現『振動檢測儀器 Vibration meter』鄰近 NEA 品管規定需要重新校正之日期，因 NEA 文件都是經過 ISO 稽核，經與第三方公證 TUV 檢驗員討論後，雖認同其有效性。但仍要求見證 NEA 內部校正流程，其品管部門亦同意即刻進行校正。經與「3rd party 檢驗單位校正合格之標準振動源」，進行 Vibration meter 內部校正，比對 Vibration meter 讀值符合標準振動源校正紀錄。



使用由 3rd party 檢驗單位校正之標準振動源，進行 Vibration meter 內部校正



Witnessed  Reviewed   
 On behalf of: *TUV I FE TM*  
 Name: *Michael Böger*  
 Signature: *M. Böger*  
 Date: *30.03.2012*

PM 16 2195

**SPEKTRA** Schwingungstechnik und Akustik GmbH Dresden

Vibrationsysteme - Schweißanlagen - Drucklaboratorien - Ultraschall



akkreditiert durch die / accredited by the

**Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH**



als Kalibrierlaboratorium im / as calibration laboratory in the

**Deutschen Kalibrierdienst**



0 2 2 7

D-K-

10183-01-20

Kalibrierschein  
 Calibration Certificate

Kalibrierzeichen  
 Calibration mark

Gegenstand Object	Schwingungskalibrator	Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem internationalen Einheitensystem (SI). Die DAkkS ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Für die Erhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich. This calibration certificate attests the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The DAkkS is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates. The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.
Hersteller Manufacturer	RION CO. Ltd.	
Typ Type	VE-10	
Fabrikat/Serien-Nr. Serial number	32901792 PM 21953	
Auftraggeber Customer	NEAC Compressor Service GmbH & Co. Kg. DE-52511 Uebach-Palenberg	
Auftragsnummer Order No.	120142	
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines Number of pages of the certificate	3	
Datum der Kalibrierung Date of calibration	15.02.2012	

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit.  
 This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of both the Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.

Datum Date	Leiter des Kalibrierlaboratoriums Head of the calibration laboratory	Bearbeiter Person in charge
15.02.2012	<i>P. Begoff</i> Philipp Begoff	<i>E. Mühl</i> Eugen Mühl

0103-40-43270



SPEKTRA Schwingungstechnik und Akustik GmbH Dresden  
 Heideberger Str. 12, DE-01189 Dresden - Tel. (0351) 4 00 24 31

Seite 3 zum Kalibrierschein vom 15.02.2012  
Page of calibration certificate dated

Witnessed  Reviewed   
On behalf of J&V T.FB-TH  
Name: Michael Briesa  
Signature: M. Briesa  
Date: 30.03.2016

0227

D-K-  
15183-01-00

2012-02

## 6. Bestandteile der Normalmesseinrichtung

	Hersteller	Typ	Serien-Nr.
Vergleichsnormal	ENDEVCO	2270M8	ABHM6
Kalibriersystem	SPEKTRA	CS18 DKD 7	200819

## 7. Ergebnisse

### Frequenz:

Sollwert: 159,200 Hz  
Messwert (Mittelwert): 159,392 Hz  
Abweichung vom Sollwert: 0,192 Hz  
Standardabweichung: 0,008 %

### Beschleunigung:

Sollwert (RMS): 10,00 m/s<sup>2</sup>  
Messwert (RMS - Mittelwert): 10,11 m/s<sup>2</sup>  
Abweichung vom Sollwert: 1,1 %  
Standardabweichung: 0,05 %

### Klirrfaktor:

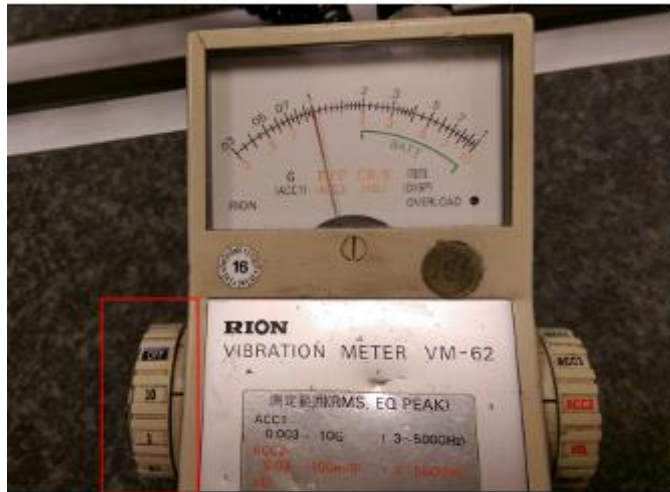
0,9 %

### Bemerkung:

Der Mittelwert und die Standardabweichung wurden aus 12 Einzelwerten gebildet, wobei die 2 Extremwerte gestrichen wurden.



讀值之倍數



調整讀值為10倍後，確認數據無誤，完成內部校正

確認 Vibration meter 讀值符合標準振動源校正紀錄

10.0 m/s<sup>2</sup>

- 4、本公司大型投資案之氣體壓縮機幾乎都會列為關鍵設備，建議應多讓相關人員有機會參與設備出廠前之檢驗，以確保設備品質，並能增加實務經驗。
- 5、此次會驗過程中，第三方公證檢驗員先查核工廠的品管文件，機械運轉測試中同時紀錄量測數據，最後再核對 NEA 的紀錄是否一致。拆卸檢查過程，除了目視檢驗亦有指導可用手指觸摸檢查是否有不平滑之表面，經由意見交換，學到更多專業的知識，對未來工作助益匪淺。因承包商之設計人員並不一定具備專業實務的素養及派赴見證人員亦無法全程參與，故專業的「第三方公證」確有其必要性，所以建議未來外購重要設備之檢驗，建議皆需要求第三方公證全程參與。