

出國報告（出國類別：洽公）

大林煉油廠  
赴歐洲參加壓縮機操作研討會  
出國報告

服務機關：大林煉油廠

姓名職稱：周志高 工程師

派赴國家：德國

出國期間：2011/12/03-2011/12/12

報告日期：2012/01/31

## 摘要

本公司為因應環保，須將國內汽油芳香烴含量降至 35 vol%以下，因此，需增產烷化油來改善汽油品質及提升油品產值，故在大林廠投資興建烷化工場生產烷化油。於烷化反應中，溫度是控制烷化反應重要因素之一，因此要靠冷凍壓縮機來維持低溫，幫助烷化反應，並抑制副反應的發生。

本工場所用冷凍壓縮機 C-2001 為德國 Man turbo 公司所製造，搭配 9700 kw 馬達，並使用 Voith 液體聯軸器變速。目前正進入檢測階段，因此派遣人員出國做設計、操作研討、檢測相關等事宜，以確保重要設備品質及未來操作順利。

# 目次

目的	1
過程	2
測試暨討論摘要	2
1. 製程概述	2
2. 冷凍壓縮機 (Refrigerant Compressor) C-2001 簡介	3
3. 壓縮機測試過程及摘要	5
4. 性能測試過程及摘要	6
5. 機械運轉測試過程及摘要	10
參訪 VOITH 與討論	12
心得及建議	14
附錄：C-2001 測試紀錄部分	

# 目的

為環保因素，國內汽油芳香烴含量須降至 35 vol% 以下，因此，本公司需增產烷化油來改善汽油品質，及提升油品產值。值是之故，大林廠在興建重油轉化工場之後，配套另行興建烷化工場生產烷化油。

烷化工場製程可分為選擇性加氫、烷化反應、異構化及廢酸再生四個單元。其中之烷化反應，採用杜邦的 Stratco 硫酸法烷化製程，由含 C3、C4、C5 的輕質烯烴 (light olefin) 和異丁烷 (isobutene) 在濃硫酸催化劑下，於杜邦之專利反應器中反應。

所產之烷化油具低揮發性、低硫及高辛烷值 (設計值為 96)，不含烯烴及芳香烴，除可增加汽油品質，且有助於提昇環保等級，降低空污費之支出，同時可因應未來日趨嚴格之環保法規，提升本公司汽油產品之競爭力。

烷化反應時，反應器須保持在 5.5~13°C 之間，高溫則會有副反應：斷鍵、烯烴氧化、酸液稀釋和產生硫酸烷酯；溫度太低，會抑制反應生成物在酸沉降槽內的沉降速度，並可能導致酸溢流而浪費酸液，也使得反應器內換熱器管束結垢。

是故需要冷凍壓縮機一台，以提供低溫。本工場之冷凍壓縮機編號為 C-2001，乃由德國 Man turbo 公司所製造，搭配 9700 kw 馬達，並使用 Voith 液體聯軸器變速，此工程已進入檢測階段，此次派遣人員出國辦理操作研討、檢測相關等事宜，以確保重要設備品質及未來操作順利。

# 過程

## 測試暨討論摘要

### 1. 製程概述

烷化工場製程可分為選擇性加氫、烷化反應、異構化及廢酸再生四個單元，各由不同的專利製程廠商提供，細部設計、採購、裝建和試運轉則由中鼎公司承包。

於其中烷化反應之製程，乃是採用杜邦(DUPONT)公司的 Stratco 硫酸法烷化製程，由含 C3、C4、C5 的輕質烯烴(light olefin)和異丁烷(isobutene)在濃硫酸催化劑下，在杜邦公司之專利反應器中反應。

所產之烷化油具低揮發性、低硫及高辛烷值(設計值為 96)，不含烯烴及芳香烴，除可增加汽油品質，且有助於提昇環保等級，降低空污費之支出，同時可因應未來日趨嚴格之環保法規，提升本公司汽油產品之競爭力。

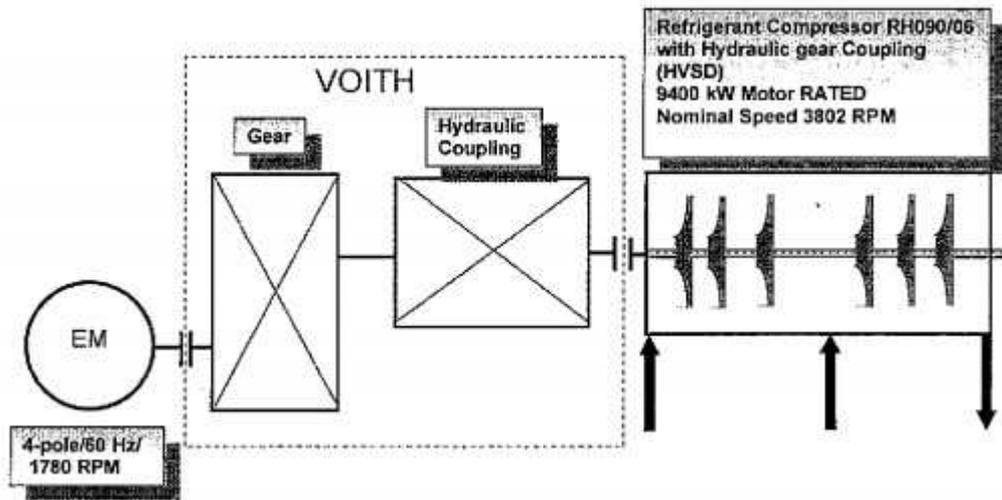
烷化反應時，專利反應器須保持在 5.5~13°C 之間，若溫度太高則會有副反應：斷鍵、烯烴氧化、酸液稀釋和產生硫酸烷酯；若溫度太低，會抑制反應生成物在酸沉降槽內的沉降速度，並可能導致酸溢流而浪費酸液，也使得反應器內換熱器管束結垢。

因此，本工場需冷凍壓縮機 C-2001(冷凍乃指此壓縮機之功能)來維持低溫，幫助烷化反應，並抑制副反應的發生。其中異丁烷既為反應物，亦是冷凍劑。

循環異丁烷和循環冷凍劑提供了烷化反應的異丁烷成份，其與烯烴進料的體積比維持在 7:1 到 10:1 之間最佳。循環冷凍劑之組成則是藉調整去丙烷塔進料流量來控制，當此流量被調整時，循環冷凍劑中的丙烷濃度亦要藉分析儀監測，以維持其丙烷濃度在 13.0 mol% 左右。在正常操作條件之下，這個濃度會依據裝置進料組成與流量而改變。如果丙烷濃度太低，則反應生成物中之冷凍劑成份必須於更高溫度下方能驟沸汽化，結果將導致更高的烷化反應溫度，此時則要調降去丙烷塔之進料流量，使冷凍循環液中的丙烷濃度再累積起來。濃度太高，則冷凍劑蒸汽壓和壓縮機出口壓力將逐漸增高，冷凍容量將降低，同時導致更高的烷化反應溫度。

## 2. 冷凍壓縮機 (Refrigerant Compressor) C-2001 簡介

整套機組配置如下圖：



整套外型圖示意如下：

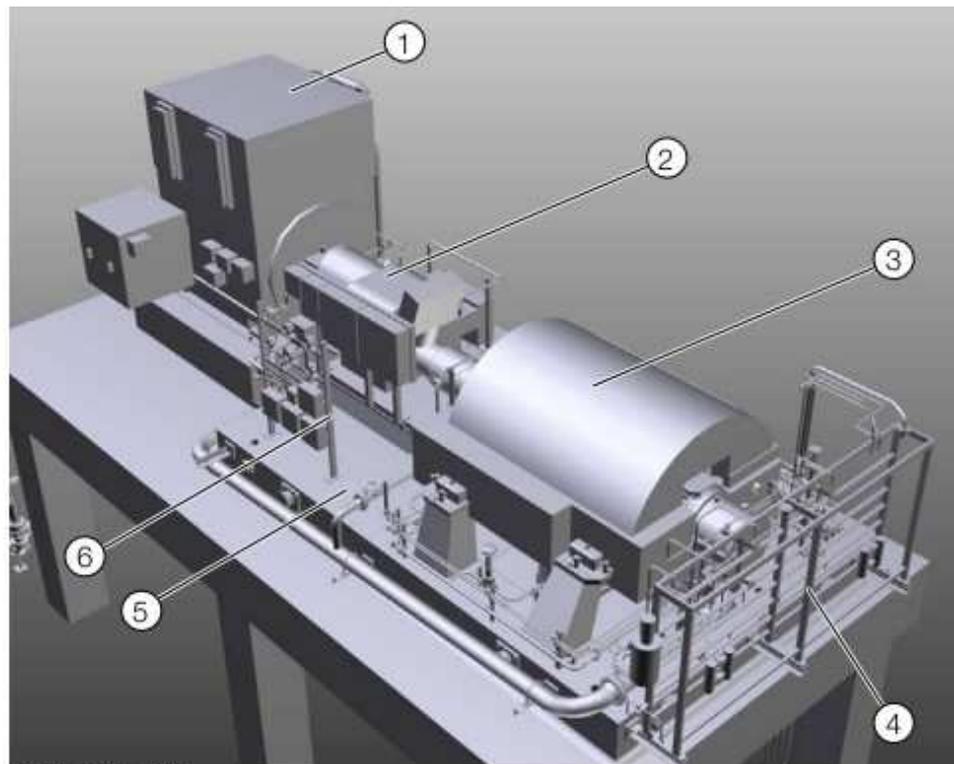


圖 3-2 機器組

- 1 主驅動電機 CM-2001
- 2 聯軸器 G-2001
- 3 壓縮機 C-2001
- 4 封鎖氣體系統儀錶架
- 5 底座
- 6 儀錶架

壓縮機進料共有兩股，其組成成份如下：

	從 D-2004 閃蒸鼓	從 D-2006 節熱器	出口
丙烷 Propane	10.97	22.74	13.00
異丁烷 i-Butane	75.49	65.40	73.75
正丁烷 n-Butane	13.13	11.74	12.89
異戊烷 i-Pentane	0.25	0.07	0.22
異丁烯 i-Butene		0.02	0.01
烷化油 C6+	0.15	0.01	0.13
平均分子量	56.69	54.95	56.39

壓縮機之設計操作條件如下：

	從 D-2004 閃蒸鼓	從 D-2006 節熱器	出口	整體
容積流量 Nm <sup>3</sup> /hr (1 atm, 0°C)	90882	18957	109839	109839
重量流量 kg/hr	229852	46472	276324	276324
入口壓力 kg/cm <sup>2</sup> a	1.083	3.135		
溫度 °C	-4.8	18.5		
比熱值 Cp/Cv	1.12	1.13		
壓縮性	0.96	0.92		
容積 m <sup>3</sup> /hr	82356	6101		
出口壓力 kg/cm <sup>2</sup> a			9.306	
溫度 °C			67.1	
比熱值 Cp/Cv			1.17	
壓縮性			0.83	
制動馬力 kw	3784	4770		8591
多變效率(Polytropic efficiency) %				83

C-2001 乃為德國 Man turbo 公司製造，搭配東元 9700 kw 馬達，並使用 Voith 液體聯軸器變速，具一件式軸、六段葉輪（葉片為 closed backwards curved 型式）、水平分割的 diaphragms。並採用雙向式 tandem 乾式氣體機械軸封，和 tertiary barrier seals of double carbon ring，採用 N<sub>2</sub> 做為分離氣體，避免油跑到乾式氣體機械軸封和第二道排氣裡，或製程氣體跑到潤滑油系統污染潤滑油。水平分割軸承箱，tilting-pad 式徑向和止推軸承。控制系統為 Siemens SIMATIC PCS7-400FH，並具有抗激變（anti-surge）控制系統。

### 3. 壓縮機測試過程及摘要

下圖為 C-2001 在測試台上已準備妥當，即將進行測試。



依照合約，壓縮機需要進行各種測試，包括：非破壞性測試、水壓測試 (Hydrostatic)、葉輪超速 (Impeller over-speed @ 最大連續轉速的 115%)、轉子動平衡 100% 轉速、機械運轉 (4hr)、在出口壓力下的氣體洩漏 (gas leak test at discharge pressure)、性能測試 (Performance test PTC10 type 2 或 VDI 2045)、軸封洩漏測試 (Gas seal test vendor shop) 等等。

目前已到製造後期，已經組裝完成，並完成必要之測試項目後，準備進行最後之機械運轉和性能測試。此次出國目的即是目擊 MAN 公司進行機械運轉測試和性能測試。

事前，MAN 公司曾來函說明測試程序，將先以備用軸進行性能測試，再進行機械運轉測試。(因為若先進行機械運轉測試，再做性能測試，此時若碰上必須修正機器設計來符合性能要求的情況，勢須重頭進行機械運轉測試，才能再做性能測試。執是之故，廠家一般乃都先做性能測試，再進行機械運轉測試，以節省測試成本。)

第一根軸完成測試後，拆開機殼裝入另一根軸，時間約需二週，再進行第二根軸的機械運轉測試。(因為出國時間因素，第二根軸測試只能委由第三方公正機關代為見證進行。)

#### 4. 性能測試過程及摘要

依照合約，測試須依照下列標準進行：

- API 617
- ASME PTC 10-1997, Reaffirmed 2003
- ISO 5167-2: 2003 Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular crosssection conduits running full
- ISO 5358: 2005 Turbocompressors – Performance test code
- Inspection and test plan Refrigerant Compressor INS-100009407 Rev.03

MAN Turbo 公司先由電腦計算、選擇出適合的測試氣體、測試轉速等，再來進行測試。因為受限於德國電壓與我國不同，測試時是使用 MAN 工廠的測試專用馬達和部分附屬設備來做測試。

特別之處在於本案壓縮機進口有兩股，分別為不同的組成、壓力和溫度，一股由壓縮機入口進入，另一股則由第三、四段葉輪之間的機殼引入；出口則只有一股。經過討論，MAN 工程師特別解釋說明，已在前三段和後三段機殼之間加裝一臨時用的溫度感應器，量出氣體在該處之溫度，再經由控制第二根入口管線的進口壓力，就可以將壓縮機視成兩部份，視同為兩台壓縮機的組合，有各自的邊界條件。依照熱力學定律，由各自的邊界條件來計算出所需的馬力數，再經由軟體來模擬實際製程氣體的操作條件，分別檢驗前、後部份的性能是否能合於規範要求。因此，前、後部份的性能測試須分別進行。（此乃因一般壓縮機製造廠商不太可能會有與操作工場完全相同的製程氣體可用來進行性能測試，ASTM PTC-10 測試標準允許製造廠商採用相近的氣體做測試，測試後，再以軟體計算模擬成真實氣體，做出報告。）

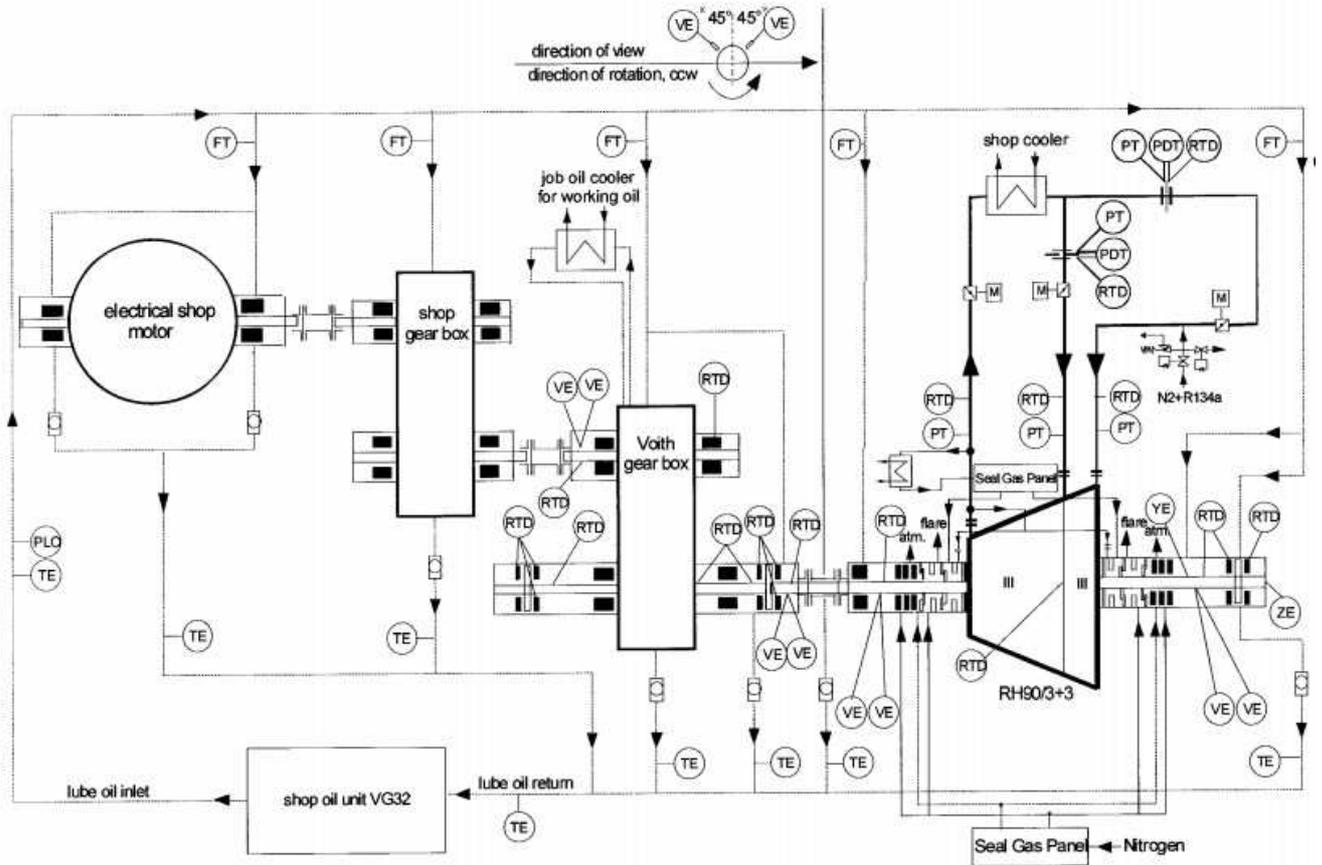
MAN 公司根據設計條件，計算出測試條時所使用之氣體及操作條件如下：

測試分類	I	II
測試氣體	40% N2 + 60% R134a	30% N2 + 70% R134a
分子量	72.42	79.83
密度	3.09	10.4
重量流量 Mass flow, dry 【kg/hr】	229852	276324
入口條件：壓力 【bar a】	1.05	3.65
溫度 【°C】	25	71.5
入口體積流量 【m3/hr】	81989	37747

出口條件：壓力 【bar a】	3.29	12.3
溫度 【℃】	81	131
性能：Gas power 【kw】@3766 rpm	3635	5890

測試時所測量的值會稍有誤差，則需要符合 ASME PTC-10 Type 2 所規定的範圍內。

測試時之流程圖如下：



因為 MAN 所用測試氣體之分子量較本工場實際使用之製程氣體為大，故所需馬力數也較大，因此本案實際配置 9700 kw 馬達，測試時卻需使用 11000 kw 馬達，方才能應付測試時之馬力需求。此外，MAN 特地新購一測試用馬達（日後仍可使用），惟第一日測試之中途即因該馬達風扇裝反，致馬達線圈溫度急升而緊急跳車，終止測試，MAN 乃決定更換馬達，隔天補做。

因為本案採用液體聯軸器來調速，未採用一般常用的蒸汽透平機。故測試一開始，是先備妥潤滑油系統、軸封用之氮氣系統、冷卻水系統，皆確認循環妥當後，始可按鈕起動馬達（已寫於控制系統內）。此時，液體聯軸器是放在零轉速位置，待馬達全速運轉後（距離按下馬達起動按鈕不到一分鐘），系統自動開始由液體聯軸器增速，至轉速

達 3200 轉（約設計轉速之 85%，距離按下馬達起動按鈕約 12 分鐘），後才由控制台接手調整流量，進行各點之測試。

剛開始是以測試槽中現有之 N2 與 R134a 之混合氣體(此時 R134a 約 30%)先循環，再逐漸加入 R134a，至其組成成份與測試所需條件一致，待壓力和溫度穩定穩定後，才能開始量測數據。此步驟約耗時二小時。之後才改變操作條件，做七個操作點，分別是設計點前後、Surge 點等，到達每一點需至穩定後，約 20 分鐘，檢查此時之測試狀況，是否在如下所附表之條件內，才能做記錄。是故，每一部份之性能測試須進行一整天。

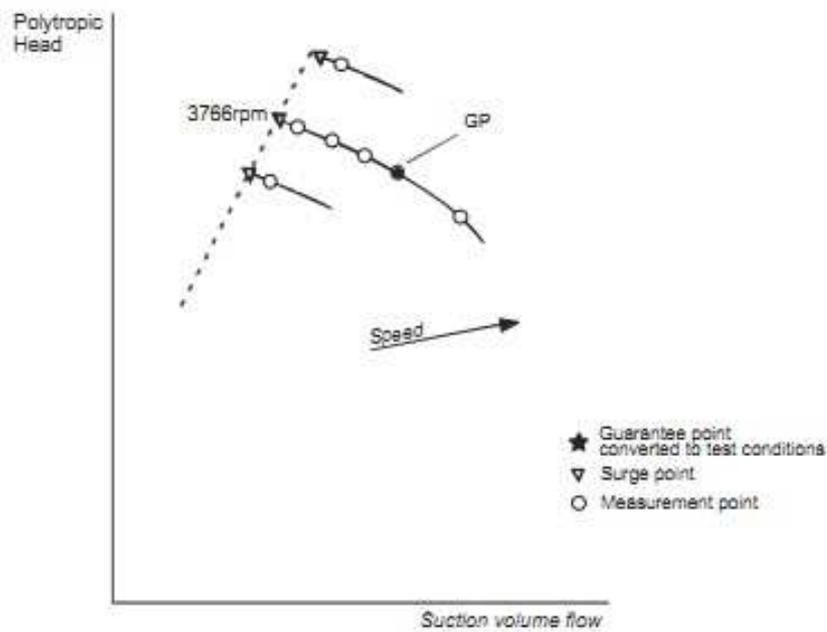
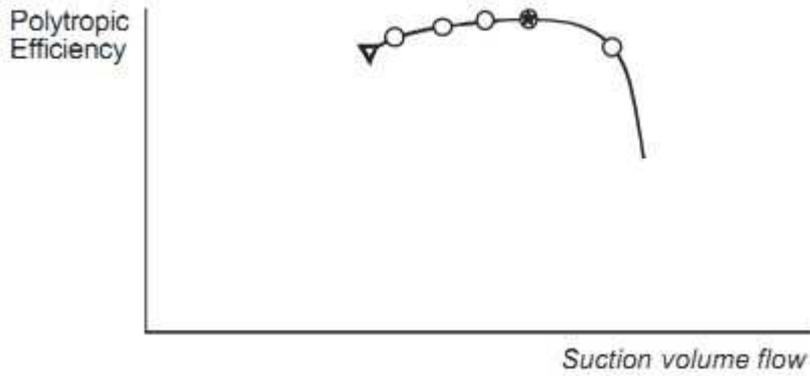
#### 檢查 Stage I 測試狀況

	Symbol	Unit	Permissible deviation	Specified values	Test values	Deviation / Value	Check
			[%]			[%] / [-]	
Gas type				API data sheet	60% R134a + 40% N2		
Inlet Pressure [bar, abs]				1,062	1,1		
Inlet Temperature [°C]				-4,8	25		
Specific volume ratio	$V_i/V_d$	-	5	2,6786	2,6506	-1,04	OK
Flow coefficient	$\phi$	-	4	0,0730	0,0730	0,00	OK
Machine Mach number	Mm	-		0,902	0,930		
( $Mm_i - Mm_{sp}$ )	$\Delta Mm$	-	see Fig. 3.3			0,029	OK
Machine Reynolds number	Rem	-		6,049E+06	3,141E+06		
( $Rem_i / Rem_{sp}$ )	Rem-V.	-	see Fig. 3.5			0,519	OK

#### 檢查 Stage II 測試狀況

	Symbol	Unit	Permissible deviation	Specified values	Test values	Deviation / Value	Check
			[%]			[%] / [-]	
Gas type				API data sheet	70% R134a + 30% N2		
Inlet Pressure [bar, abs]				3,014	3,7		
Inlet Temperature [°C]				28,66	71,5		
Specific volume ratio	$V_i/V_d$	-	5	2,9547	2,9478	-0,23	OK
Flow coefficient	$\phi$	-	4	0,0336	0,0336	0,00	OK
Machine Mach number	Mm	-		0,881	0,928		
( $Mm_i - Mm_{sp}$ )	$\Delta Mm$	-	see Fig. 3.3			0,047	OK
Machine Reynolds number	Rem	-		6,377E+06	4,418E+06		
( $Rem_i / Rem_{sp}$ )	Rem-V.	-	see Fig. 3.5			0,693	OK

由所記錄下之數據，畫出如下之性能測試曲線（Polytropic efficiency vs suction volume flow）、surge 線（Polytropic head vs suction volume flow）等。

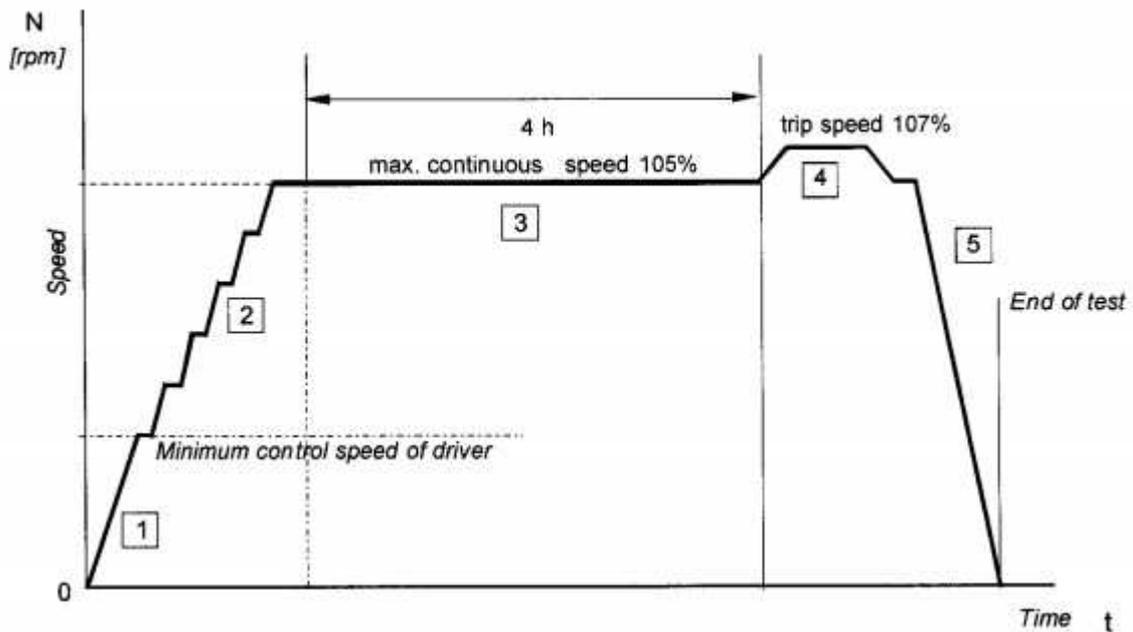


MAN 測試之結果，壓縮機性能符合設計條件，而 surge 點測試出來還在原預計 surge 點的左側，亦即本案壓縮機比原先具有更大一點之操作範圍。

實際第一天測試時，馬達過熱跳車，壓縮機立刻停下。隔天，更換馬達後繼續做未完之測試，期間又因馬達電壓受隔壁測試台用電影響跳車一次。第三天才進行壓縮機第二部份之性能測試。第四天進行機械運轉測試。

## 5. 機械運轉測試過程及摘要

機械運轉測試為測試壓縮機在各種轉速下運轉的狀況如何，典型轉速對時間圖如下所示。



1. 先加速至傳動器最低控制轉速。
2. 以每 10% 間距加速，會經過第一臨界轉速（2141 rpm），要快速通過，直至最大連續操作轉速，持續操作到潤滑油溫和軸承溫度穩定。
3. 在最大連續操作轉速 105%（3954 rpm），運轉 4 小時。

註：至最大連續操作轉速，開始記錄 Babbitt metal 溫度、油入口溫度、油出口溫度、油壓、油量，以後每 20 分鐘記錄一次；同時壓縮入出口溫度和壓力也要記錄。

振動監測儀器要先做校正，也要做記錄，做 vibration spectra analysis。  
量噪音。

4. 加速至跳車轉速，107%（4030 rpm），維持至少 15 分鐘。
5. 慢慢停下至靜止，紀錄 unfiltered 和 filtered displacement amplitudes 和 phase angles vs 轉速要畫圖，畫出 Bode plots。

註：完成機械運轉測試後約八小時，足夠時間讓機器冷下來，才檢查軸承。

C-2001 各轉速範圍分別為：min operating (85%) / Normal (100%) / max (105%) / Trip (107%)：3201 / 3766 / 3954 / 4030 rpm。

測試時可容許的軸振動值，在 Normal operating / Trip 轉速下分別為 44.25 / 56.95  $\mu\text{m}$ 。

測試時所用潤滑油為 VG46，壓縮機油潤滑系統之入口油溫為 48°C，到 VOITH 油潤滑系統之入口油溫為 55°C，乃是藉由油的溫度來調整油的黏度。（原先 MAN 預備是要以 R32 潤滑油來做測試，但是買油時買了 R46，故就將錯就錯，用 R46 了。至現場也是要用 R46 潤滑油。）

潤滑油系統運轉前須先以潤滑油循環沖洗潤滑油系統，檢查油的清潔度來判斷整個潤滑油系統是否乾淨可用，不會損壞壓縮機。要依照 API 614 所規定之測試方法檢驗每單位體積內存在多少顆粒。因為是全新的油，MAN 工程師說在幾小時內就完成清洗潤滑油系統管線的工作，可以做測試了。（這部份也是到現場之後要特別注意的事情。）

實際測試時，因為使用液體聯軸器的關係，並沒有採用階梯方式增速，而是控制系統內部自動增速，在約二十分鐘內以等比例方式加速至約 3200 轉，後才改換成控制台手動操作。

另 MAN 為節省測試成本，採用較細的管線，致管線流速高達 30 m/s，實際在本工場中管線較粗，算出流速僅有 12.55 m/s，因此會比在測試場所大幅降低管線之噪音。

## 參訪 VOITH 與討論

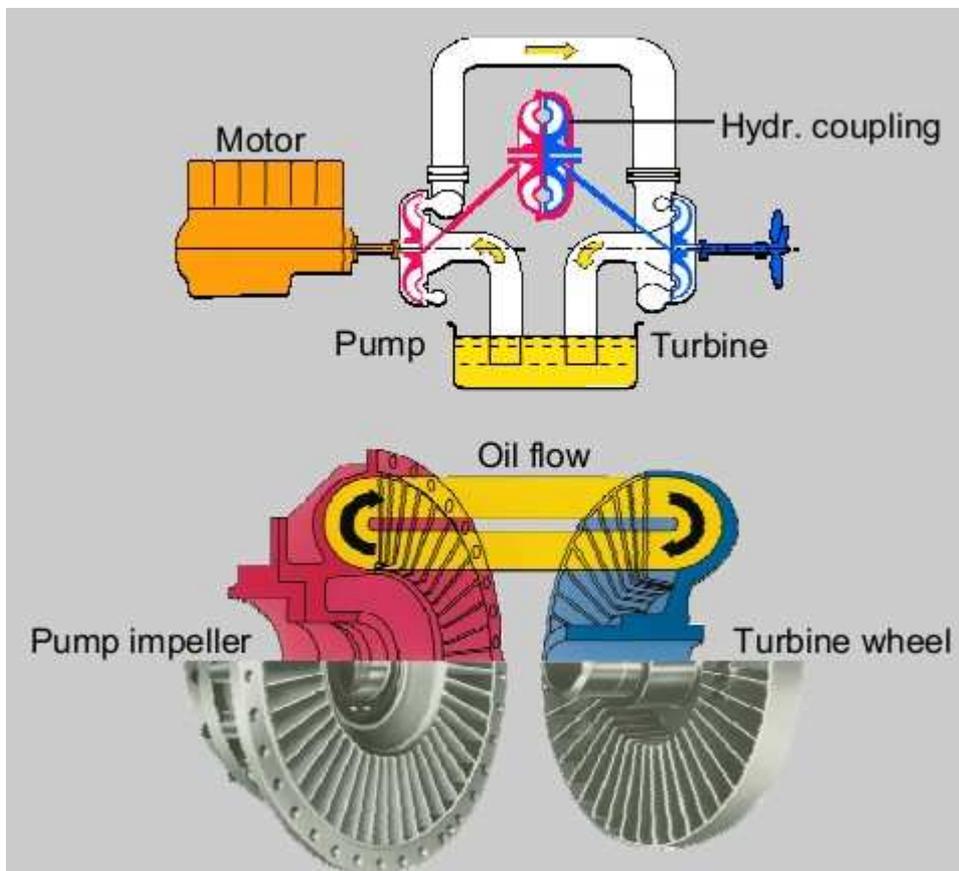
VOITH 於 1867 年創立，為德國公司，現仍為 VOITH 家族所擁有，於全世界約有 42000 名員工。生產主力為動力傳送器、造紙機械等項，VOITH 人員稱現全世界三分之一的紙張是採用該公司造紙機械所製造出來的；所製造之各種動力傳送用液體聯軸器，則用在輪船、電廠、鋼廠、鑽油平台等處。

裝流體聯軸器的優點是：能節省大量電力、延長機械壽命、允許馬達無載起動、延長馬達壽命、隔絕振動等。

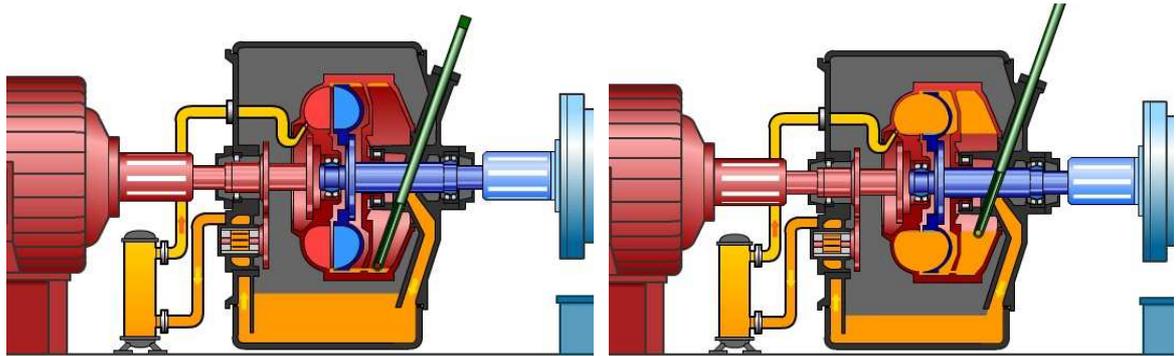
適合使用流體聯軸器的場合有 300 kw 以上、使用高壓馬達之風車、泵浦及壓縮機，設計點與實際操作點差距大，運轉負載變動大等場所。

與變頻器相比較，流體聯軸器有初始購置成本較低，可用於各種環境，無變頻器會碰上之諧波干擾，不受電源或頻率影響，可靠度高，維修容易，零件便宜等優點。

其操作原理是由兩個內有葉片、碗狀的設備面對面相靠，藉由兩者之間存在的工作油，在馬達旋轉帶動主動側時，將動力傳送到另一側（被動端）跟著轉起來，如下圖：



簡單說明流程為馬達轉動時帶動工作油泵，將油送到液體聯軸器（兩個碗形設備之內）內，勺管（scoop，圖中綠色管）前端有孔，會讓油自動由該孔流回油箱，因此依勺管的位置變化，來控制油的量而決定能傳送多少動力，也就是轉多少轉。如下列兩張圖所示，當勺管愈深入，聯軸器內的油變少，轉速就減慢；當勺管拉出到底，油量增至最多，就能全速運轉。因此而達到變速的目的。



據 VOITH 公司所述，一般鍋爐之 ID fan 裝設流體聯軸器，所節省下來之電費約可於一年左右回收聯軸器的成本。

若本案 C-2001 採用變頻器的話，變頻器費用甚至會超過壓縮機甚多；更不用提變頻器電氣設備之故障機率甚高。是故，本案為節能與穩定操作，乃採用流體聯軸器做調速用。

此次所拜訪為 VOITH 公司流體聯軸器製造工廠，約有 1600 名員工，零件都在該工廠內加工製造，組裝及測試。因競爭對手少，目前生意大好，廠房正陸續在重新改造中，朝更現代化生產之方向前進。

## 心得及建議

1. 經由目擊整個測試的操作過程，以及測試時所碰到的兩次因為馬達而跳車的難得經驗，覺得對此台壓縮機可說毫無影響，且測試馬力高於實際所用馬力一成以上，且測試驗證出之激變點（surge point）更佳，足見此台壓縮機性能優異，對此套壓縮機連液體聯軸器之操作更有信心。惟整套機組運至現場後，還要組合連接東元馬達使用，是第一次的全套運轉，屆時仍需請中鼎特別留意試運轉程序，不能掉以輕心。

2. 要進入 MAN 工廠，需要穿著安全防護裝備，MAN 公司非常細心，安全鞋、安全帽、安全眼鏡都已事先準備妥當，足證德國人注意安全細節。未來本工場操作時將有濃硫酸、C3、C4 油料，安全亦須格外注意。

3. 此次所參觀兩家德國公司，其設備零件主要為自行加工，甚少委外製造，求的就是品質，兩家公司也皆以此自豪。在工廠內加工機台上的從業員工清一色都是德國白種人，未見其他有色人種，且年輕員工很多，還有年長者指導年輕者來看，猜想是因為德國人所實施的學徒制關係，外來人若未能從小就在德國學制內，可想而知根本不易進入工作。或能讓主事者參考。

### 附錄：C-2001 測試紀錄（部份）

# TEST READINGS

Official Thermodynamic Shop Performance Test



Dept. <b>IPAT</b>		Code Word <b>TALIFRIG</b>				Job No. <b>H.0200035.02</b>				Machine No. <b>6570</b>												
		Name <b>FISCHER</b>								Date <b>05.12.11</b>		Sheet										
MP-No.	Time	Speed Comp.	<b>PART 1 : STAGEGROUP 1</b>																			
-	h:min	rpm																				
			Refrigerant Compressor Type R4 90-06 Machine No.: 6570																			
	<b>10:48</b>		Start of compressor Speed increased Gas mixture adjusted																			
	<b>12:33</b>	<b>3730</b>	Test speed reached Gas mixture : 60% R134a + 40% N <sub>2</sub> Measurement of 1. stagegroup																			
<b>41</b>	<b>13:01</b>	<b>3786</b>	} for N <sub>0</sub> = 3766 rpm																			
<b>42</b>	<b>14:24</b>	<b>3760</b>											Measurement									
<b>43</b>	<b>14:52</b>	<b>3732</b>											Measurement									
	<b>14:56</b>		Stop of compressor Winding temperature of test stand motor were too high																			
			End of test run																			
		 MAN Diesel & Turbo SE Test Department Oberhausen				 Date <b>21. DEZ 2011</b>		Witnessed <input type="checkbox"/> Reviewed <input checked="" type="checkbox"/> Noted <input type="checkbox"/> Signature <b>Frank Lange</b>														

# TEST READINGS

Official Thermodynamic Shop Performance Test



Dept. <b>IPAT</b>		Code Word <b>TALIFRIG</b>			Job No. <b>H.0200035.02</b>			Machine No. <b>6570</b>										
		Name <b>FISCHER</b>						Date <b>06.12.11</b>		Sheet								
MP-No.	Time	Speed Comp.	<b>PART 1 : STAGE GROUP 1</b>															
-	h:min	rpm																
			Refrigerant Compressor Type RH 90-06 Machine No: 6570															
	11:07		Start of compressor Speed increased gas mixture adjusted															
	12:00	3722	Test speed reached Gas mixture: 60% R134a + 40% N <sub>2</sub> Measuring of 1. stage group															
44	12:08	3689	} for N <sub>G</sub> = 3766 rpm															
45	12:31	3682									Measurement							
46	13:52	3690									Measurement							
			Speed decreased															
47	14:23	3420	} for N <sub>G</sub> = 3484 rpm (92,5%)															
	14:28										Trip of electr. motor due to test bed control system							
	14:46										Restart							
			Speed and gas mixture adjusted															
48	15:44	3420	} for N <sub>G</sub> = 3484 rpm (92,5%)															
											Measurement							
			Speed decreased															
49	16:10	3190	} for N <sub>G</sub> = 3201 rpm (85%)															
50	16:22	3182									Measurement							
	16:27		Stop of compressor															
		Witnessed	<input type="checkbox"/>	End of test run (Part 1)														
		Reviewed	<input checked="" type="checkbox"/>															
		Noted	<input type="checkbox"/>															
Date		7.1.02.2011																

SGS  
Date: 7.1.02.2011  
Frank Lange  
Signature:

MAN Diesel & Turbo  
Test Department  
Oberhausen

# TEST READINGS

Official Thermodynamic Shop Performance Test



Dept. <b>IPAT</b>		Code Word <b>TALIFRIG</b>				Job No. <b>H.0200035.02</b>				Machine No. <b>6570</b>			
		Name <b>FISCHER</b>								Date <b>07.12.11</b>		Sheet	
MP-No.	Time	Speed Comp.	<b>PART 2 : STAGE GROUP 2</b>										
-	h:min	rpm											
			Refrigerant Compressor Type: RH 90-06 Machine No.: 6570										
	10:42		Start of compressor Speed increased										
	10:58	3904	Gas mixture adjusted Test speed reached Gas mixture: 70% R134a + 30% N <sub>2</sub> Measuring for 2. stage group										
51	11:10	3710	Measurement										
52	11:41	3705	" " " " " "										
53	12:13	3674	" " " " " "										
54	12:38	3691	" " " " " "										
55	13:07	3663	" " " " " "										
56	13:18	3613	" " " " " "										
			Speed decreased										
57	13:52	3424	Measurement										
58	14:04	3405	" " " " " "										
			Speed decreased										
59	14:36	3198	Measurement										
60	15:09	3184	" " " " " "										
	15:15		Stop of compressor										
			End of test run (Part 2)										

	Witnessed	<input type="checkbox"/>
	Reviewed	<input checked="" type="checkbox"/>
	Noted	<input type="checkbox"/>
Date	21. DEZ. 2011	
Frank Lange		
	Signature	



# TEST READINGS

Official Mechanical Running Shop Test



Dept. <b>IPAT</b>		Code Word <b>TALIFRIG</b>				Job No. <b>H.0200035.02</b>				Machine No. <b>6570</b>			
		Name <b>FISCHER</b>								Date <b>08.12.11</b>		Sheet	
MP-No.	Time	Speed Comp.											
/	hh:mm	rpm											
			Refrigerant Compressor Type: R490-06 Machine No.: 6570 First rotor: R1387272 Gear Box, manufacturer Voith Type: R19600M API										
	10:11		Start of compressor Speeds increased										
	10:21	3801	Minimum operating speed reached Time for stabilisation										
101	10:41	3209	Measurement, min. operating speed										
102	10:45	5391	"										
103	10:47	3581	"										
104	10:50	3768	Measurement, normal operating speed										
105	11:00	3959	Measurement, MCS, start of the 4 hours test run										
	:												
112	13:20	3953	Measurement, max. oil pressure adjusted: $p_{oic} = 1,8 \text{ barg}$										
113	13:40	382	Measurement, min. oil pressure: $p_{oic} = 1,25 \text{ barg}$										
114	14:00	3958	Measurement, max. oil temperature: $t_{oic} = 57,4^\circ\text{C}$										
115	14:20	3956	Measurement, min. oil temperature: $t_{oic} = 41,9^\circ\text{C}$										
116	14:40	3956	Measurement, normal tube oil values adjusted										
117	15:00	3958	Measurement, end of the 4 hours test run Speed increased										
118	15:04	4037	Measurement, trip speed										
119	15:19	4038	Measurement, end of trip speed										
	15:21		Stop of compressor										
			End of test run										

<b>SGS</b>	Witnessed <input type="checkbox"/>
	Reviewed <input checked="" type="checkbox"/>
	Noted <input type="checkbox"/>
Date 21. DEZ. 2011	
Frank Lange	Signature

