

出國報告（出國類別：洽公）

大林廠第三重油加氫脫硫工場  
產能提昇興建統包工程  
赴熱交換器製造廠監辦

服務機關：台灣中油股份有限公司

姓名職稱：張高勳 機械工程師

柯智強 一般工程師

派赴國家：義大利

出國期間：105.06.13～105.06.22

報告日期：105.07.18

# 摘要

以石化業工廠裡的各種固定設備來說，熱交換器一直都扮演著化工製程中的關鍵角色，尤其是製程條件較嚴苛的高溫高壓下，設備所需的可靠度亦須相對提高，因此在設備製造過程中所需的檢查規範亦較為嚴謹。本案的重要設備之一 E-3005 熱交換器(Air Cooled heat exchanger)由統包商中鼎公司負責採購，興工處負責審核及追蹤。該設備由義大利 **Boldrocchi** 公司承製，我方除要求承攬商須依照 ASME Sec VII Div.1 及 API661 進行設計，取得 ASME U Stamp 及相關製造實績外，檢查與測試程序計畫也必須符合中油相關工程規範。

本次公務出國之主要目的，係赴熱交換器製造廠 **Boldrocchi** 公司進行相關測試檢驗，並針對交貨時程提出討論以符合現場安裝時程需求。另外本次出國亦順道參訪 **Villa Scambiatori** 公司(本案 E-3000 S&T Heat Exchanger 製造商)及 **SIAD** 公司(往復式壓縮機)，並與上述公司進行設計、安裝、操作及維修等技術研討，以期日後工程裝建、試車工作順利推動及確保設備器材之品質。

# 目 次

壹、目的 .....	4
貳、過程 .....	5
一、行程安排.....	5
二、出國紀要.....	6
參、心得與建議.....	15

## 壹、目的

「M10101 大林廠第三重油加氫脫硫工場產能提昇興建統包工程案」為一產能擴增 133%之全工場性更新，工場中有許多產能已達操作瓶頸的設備，如反應器、壓縮機、熱交換器、及高馬力泵浦等，均須於本次工程進行新增、修改或更換。以 E-3005 熱交換器(Air Cooled heat exchanger)為例，製程專利廠商 CLG 於基本設計階段，除了設計將熱負荷提升至需求量以外，同時考量製程中所產生的硫化氫銨物質(NH<sub>4</sub>HS)容易設備腐蝕、降低操作可靠度之故，因而將熱交換器 Tube 管材質提升為耐腐蝕的合金鋼 Incoloy 825，因此 E-3005 熱交換器可謂為本案重要且新製的採購長交期設備之一。

此次奉派出國前往 Boldrocchi 公司對設備進行相關測試檢驗，依據核可之檢驗計畫(Inspection Test Plan)，本次檢測 E-3005 熱交換器管束共 8 座，向義大利 Boldrocchi 採購。為求慎重並確保交貨時程可符合現場安裝時程需求(規劃為 2016 年 9 月)，本次訪廠同時亦針對交期提出討論，避免影響往後工程進度推展。出國期間亦順道參訪 Villa Scambiatori 公司(本案 E-3000 S&T Heat Exchanger 製造商)及 SIAD 公司(往復式壓縮機)，並與上述公司進行設計、安裝、操作及維修等技術研討，以期日後工程裝建、試車工作順利推動及確保設備器材之品質。

## 貳、過程

### 一、行程安排

日期	詳細工作內容
6月13日	啟程前往義大利米蘭。
6月14日	至 SIAD 公司參訪(往復式壓縮機)。
6月15日~ 6月19日	至 Boldrocchi 公司進行 Air cooled heat exchanger 技術研討、參與水壓及氣壓試驗、進行技術文件澄清會議。
6月20日	至 Villa Scambiatori 公司參訪進行技術研討。 (S&T heat exchanger)
6月21日	至 Boldrocchi 公司進行技術研討，並參與水壓及氣壓試驗及出貨時程討論。
6月22日	結束行程由米蘭機場搭機回國。

## 二、出國紀要

### 1. 赴 SIAD Machine Impianti 公司參訪

(1) 因 Boldrocchi 公司於本次出國前三天通知 6/14 無法配合 Air cooled heat exchanger 檢驗測試，須延後檢驗時程一天，故臨時安排 SIAD 往復式壓縮機工廠參訪。

(2) SIAD 集團總部設立於義大利北方米蘭近郊的重工業城市 Bergamo，而 SIAD Machine Impianti 為集團旗下之一子公司，其公司主要的產品有往復式壓縮機及氣體分離設備(氧氣、氮氣，有作到醫療級)等。

(註：相關引用圖片已事先徵求 SIAD 同意使用)

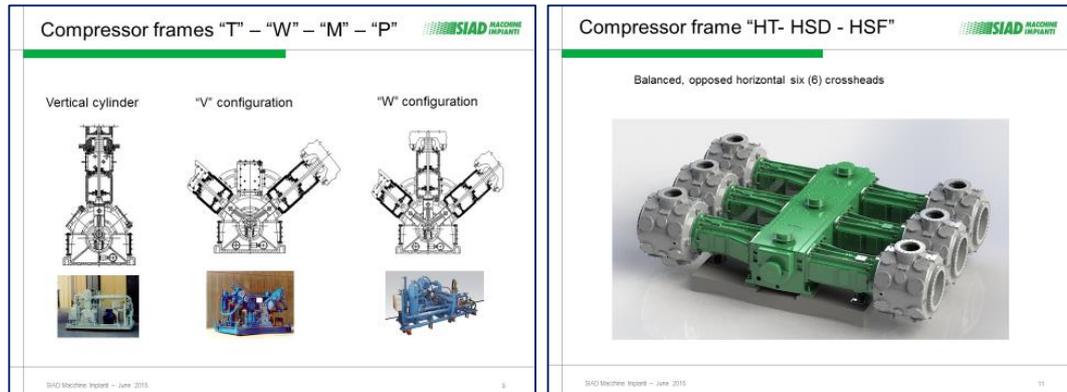
**Products and Services** 

- Air separation units (ASU) for the production of oxygen, nitrogen and argon. 
- API618 piston compressors; Oil-free reciprocating compressors for PET bottle blowing.  
- Global Service.
- Welding, cutting and handling for optimized automation.   
- Components and solutions for industrial combustion.
- Gas treatment systems.
- CO<sub>2</sub> production, recovery and extraction plant and gas purification systems.  
- Industrial, specialty and medical gases. 

SIAD Machine Impianti - April 2016 20

(3) 所生產的壓縮機係依據 Code API-618 STD 設計製造，簡報介紹基本構造有 cylinder (piston, piston sleeves, unloading valve, suction & discharge valve, bearing)、crank case (crank shaft, crosshead, connecting rod)、spacer、motor...等等；產品型式分為直立式(Vertical)和臥式(Horizontal)

兩種，其中直立式的 Frame Size 有 I, T, W, M, P 型；臥式 Frame Size 有 HP, HD, HSD, HSF, HT 型，級數從 1 段至 6 段，氣缸分別有無油式及有油潤滑式，產品相關構造圖及型式如下表。



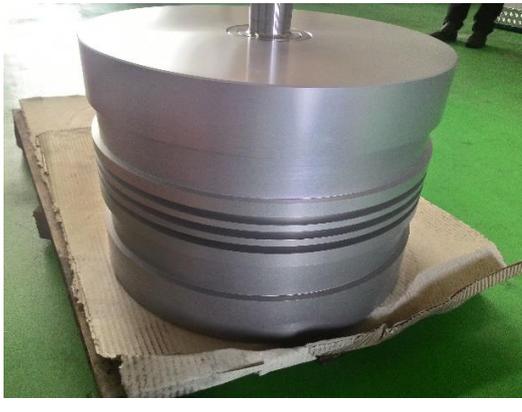
Type	Frame	Max Power (kW)	Max rod load (N)	Stroke (mm)	Crosshead	Stages	Min/Max Speed (rpm)	Max. Cylinder bore (mm)	Max pressure (Bar)
Vertical	I	10	6000	50	1	1-2	300/1200	130	100
	T	75	15000	100	1/2/3	1-5	300/1200	220	350
	W	200	45000	100	1/2/3	1-5	300/1 200	410	350
	M	450	85000	150	1/2/3	1-5	300/750	630	350
	P	1100	133000	215	1/2/3	1-5	300/750	800	350
Horizontal	HP	1400	165000	165-200	2/4	1-4	300/750	800	600
	HD	2400	240000	165-275	2/4	1-4	300/750	900	600
	HSD	4100	240000	115-135-160	2/4/6	1-6	600/1500	750	600
	HSF	6400	350000	135-160-185	2/4/6	1-6	520/1200	750	600
	HT	8700	625 000	290-340	2/4/6	1-6	300/500	1000	600

(4) 工廠裡面所見到的臥式壓縮機幾乎都是整體式壓縮機組(package)，包含附屬設備如進出口緩衝罐(Pulsation Damper)、氣液分離罐(K.O. drum)、冷卻器(cooler)及控制盤(PLC)等，都組裝在一基座(skid)上。

(5) 中油大林廠有採用 SIAD 所製造之氫氣循環壓縮機，該壓縮機係無油式氣缸，因此氣缸襯套(Liner)壽命廠商建議 2 年須更換。另外若製程氣體含有硫化氫含量達 20%wt 或 CO, CO<sub>2</sub> 含量達 10%wt 時，襯套的材質則須額外 coating Ni 的成份，以防止酸氣腐蝕。

(6) SIAD Machine Impianti 公司由於在技術及品質方面的專注發展，目前

該公司的往復式壓縮機產品已獲得多項國際專利及品質認證，包括 ISO 9001、TÜV、中國安全品質許可、瑞士 SVT\ASIT 認證，以及由俄羅斯認證機構 GORGOSTEKNADZOR 所作的認證。

	
<p>SIAD 公司參訪</p>	<p>工廠參訪</p>
	
<p>V type 直立式壓縮機</p>	<p>臥式壓縮機</p>
	
<p>Piston</p>	<p>Piston</p>

## 2. 赴 Boldrocchi 辦理熱交換器監辦

### (1) 簡介

Boldrocchi 公司創立於西元 1909 年，有 106 年之歷史，其總部即位於義大利之 Biassono，主要產品為空氣熱交換器及風機風門及其相關服務，其全球員工人數約 400 人，年營業額約 1.2 億歐元。本案 E-3005 熱交換器 8 座管束由本廠製造。進工廠參觀只能走在走道黃線以內，另外照相也必須經廠方同意才可照相。

### (2) 參觀工廠

#### A. 收料區

本區材料之材質，證明確認其標示、數量、PMI、尺寸外觀之查驗合格後入庫。



收料區

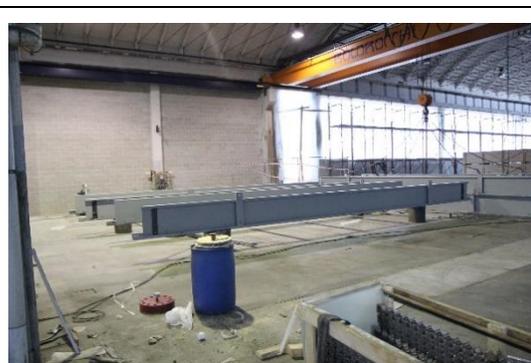


fin tube 解說

#### B. 製造/加工/組立工場



製造/加工/組立工場

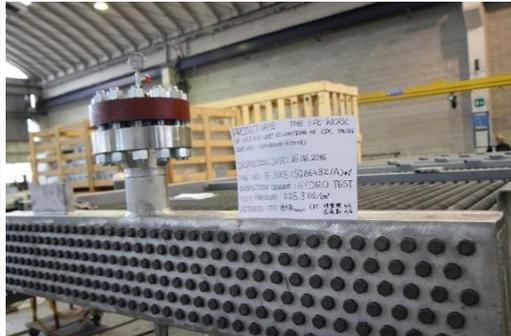


製造/加工/組立工場

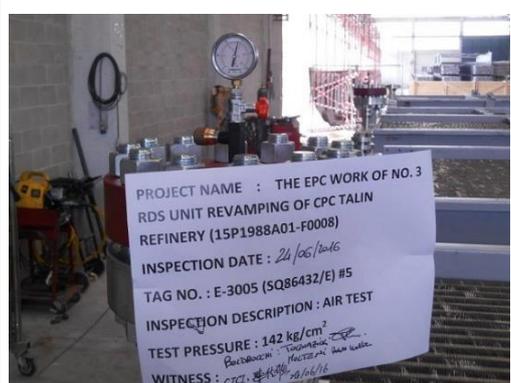
(3) 試壓

本次測試管束之水壓、氣壓，單機測試待運送至台灣良聯公司組裝後在台測試。

A. 水壓

	
<p>管束測試水壓</p>	<p>測試壓力為 225.3 Kg/cm<sup>2</sup></p>

B. 氣壓

	
<p>管束測試氣壓，測試壓力為 142 Kg/cm<sup>2</sup></p>	
	
<p>氣壓測試</p>	<p>壓力表校正紀錄</p>

(4) 討論

A. 本案預定進度 (詳下表)。

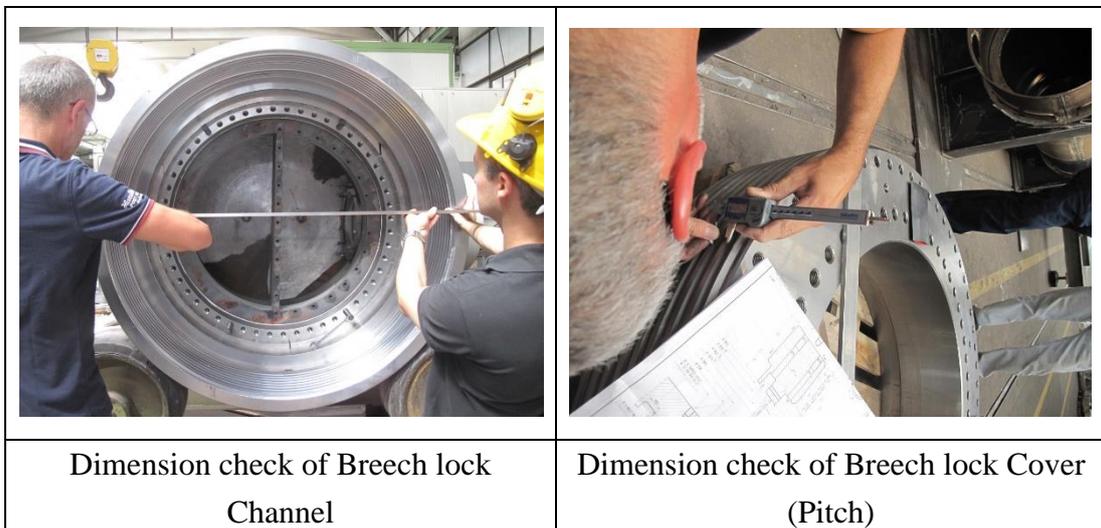
Description Vendor	Progress		Vendor Print/ Manufacture Statues	Procurement Statues	Destination Delivery Date
Air Cooler HE (Incolloy 825) F0008, E-3005	P	55.00%	GA Drawing, ITP, Motor Data Sheet 均審核完成	Motor 交期: 2016/07/30	To Site
義大利- BOLDROCCHI	A	55.00%	Hydrostatic Test, 預計於 <u>2016/06/14 至 2016/06/24</u> 進行	Finned Tube : 已到貨 Plate : 已到貨	2016/08/30

B. 因製造廠商 Boldrocchi 製造、測試時程較預計為落後，因此調整將第一批測試完成之 4 座管束船運台灣組裝，另 4 座待測試完成後船運。

### 3. 赴 Villa Scambiatori 公司參訪

(1) Villa Scambiatori 為本案 E-3000 高壓熱交換器(Shell and Tube Heat Exchanger)之設備製造商，設備雖於今年 5 月已運抵大林廠並安裝完成，但為了配合 Boldrocchi 公司所排定設備檢測時間之空檔，故 6/20 安排至 Villa 公司進行參訪及技術討論。

(2) E-3000 高壓熱交換器採用 Breach Lock Closure (BLC) Type，進工廠參觀時剛好有一台 Breach lock 熱交換器正在檢驗螺紋尺寸，我們請廠商進行設備內部構造及檢驗程序解說。



(3) Breech lock 熱交換器之檢驗程序簡介如下：

A. 材料檢查

查核材質證明及標示，包含化學成分/機械性質、材料取樣(Forged Material)及 PMI 測試。

B. 機械加工及組焊部件：板材開槽、銲接 NDE 檢查。

C. PWHT 紀錄審查及硬度測試。

D. 完工測試：水壓試驗及氣壓試驗。

E. 出貨準備：清潔、乾燥、油漆、出廠前尺寸外觀查驗及包裝。

(4) 參觀工廠

A. 收料區

材料存放分為戶外儲放場及室內存放場，戶外儲放場主要放置 Plate、Flange、Fitting，室內存放場主要存放 Tube。



B. 製造/加工/組立工場

本場配有焊接機(SAW、GTAW)、鑽孔機，銲條存放室備有溫度濕度控制設備、銲條預熱箱、銲條保溫箱。另外噴砂油漆室可自動調節溫度濕度，以克服環境不允許下仍可進行噴砂油漆作業。PWHT 及 Breech lock 製作乃委由其下包商製作，而 Breech lock 螺紋檢驗則在 Villa Scambiatori 工廠內完成。

	
<p>Welding machine of SAW</p>	<p>Welding of tube sheet(GTAW)</p>
	
<p>銲條存放區</p>	<p>銲條預熱箱</p>
	
<p>銲條保溫箱</p>	<p>噴砂油漆區域</p>

C. 檢驗測試工場

- ① NDE 相關的儀器有 PT/MT/RT/UT/LT
- ② 材料測試：PMI 設備
- ③ PWHT：硬度測試機具
- ④ 壓力試驗：壓力錶
- ⑤ 噴砂油漆：膜厚計

以上器材均有定期進行儀器校正。



Radiation area of RT



LT 測試水槽



硬度計



PT test



PMI



油漆膜厚計



UT

## 參、心得及建議

1. 此次參訪義大利的 Boldrocchi、Villa Scambiatori、SIAD 等三間公司，詳細瞭解 Air cooled heat exchanger、S&T heat exchanger 及往附式壓縮機的元件構造及工廠製作、檢驗流程，並適時與製造廠家討論關鍵的製作及檢驗點，以瞭解設計、組裝及操作所需注意事項。
2. 所參訪的三家設備製造商都相當注重工作環境之整潔，不僅工廠內走道相當暢通，每樣工具及零件均分門別類的擺放整齊並明顯標示，連工廠內的洗手間都是乾淨明亮，讓參訪者第一眼就有好印象，此點相當值得國內廠商學習。
3. 本次至 Boldrocchi 公司參加 Air cooled heat exchanger (E-3005) 的 Final inspection 並參與出貨時程討論，於到訪當日才發現該公司因設備製造進度落後，導致與檢驗時程有落差一事。本設備共 8 座管束原先預計排定於 6/24 可完成水、氣壓測試，但卻延至 7/5 日才會完成，事前卻毫無預警，可能是義大利人工作態度使然，日後若有採購該國設備對於時程管控不可不慎。
4. Boldrocchi 公司晚上該廠有進行 RT 等非破壞檢測工作，因此廠區周邊入口均有拉警戒線及警戒標示，預防非相關人員進入，值得讚許。
5. 感覺此次統包商對設備 E-3005 製造進度的掌握沒有落實，建議日後國外設備採購應要求設備製造商提供(最少)每個月的製造進度 review 及檢附相關購料證明或製造現況的相片佐證等(如果人員不能駐廠)，另外此點建議統包商在設備採購初期在 TBE 中加入，如此會更有效的掌握設備製造進度及交期。