

出國報告（出國類別：洽公）

## 赴歐洲查驗超音波流量計之製作 及驗證乾式校正過程工作報告書

服務機關：台灣中油股份有限公司

天然氣事業部

永安液化天然氣廠

姓名職稱：郭慶輝/儀電工程師

蔡登讚/儀表技術員

派赴國家：歐盟

出國期間：99年11月28日至12月04日

報告日期：100年02月08日

經濟部暨所屬機關出國報告提要

出國報告名稱：赴歐洲查驗超音波流量計之製作及驗證乾式校正過程

頁數 10 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣中油永安液化天然氣廠/沈佑雄/07-6911131-231

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

郭慶輝/台灣中油永安液化天然氣廠/儀電組/儀電工程師/07-6911131-352

蔡登讚/台灣中油永安液化天然氣廠/儀電組/儀表技術員/07-6911131-363

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：99/11/28~99/12/04

出國地區：歐盟

報告日期：100/02/08

分類號/目

關鍵詞：

內容摘要：(二百至三百字)

本公司永安廠為國內二座國內液化天然氣（LNG）接收站之一，目前除有海底及陸上二供氣迴路供應國內民生及工業用戶所需外，廠區內亦建有一供氣迴路，直接供應鄰近之台電公司興達發電廠，做為電廠發電所需之燃料。有鑑於為更準確量測天然氣交易量，以確保買賣雙方之權益，因此本公司於民國 99 年進行工程採購案招標，預計將該計量站既有二套 24 吋之流孔板計量設備，更換為 20 吋超音波計量設備，以更符合天然氣計量之準確性及可靠性。

此次得標之廠商所採用為歐盟 Elster Instromet 公司所製造之超音波流量計，所以至原製造廠進行流量計之製作查驗及見證乾式校正過程，同時進行參訪該公司渦輪流計量錶之製作工廠。

## 目 錄

壹、目的	-----3
貳、行程	-----3
參、概述	-----3
肆、心得與建議	-----7
伍、附件	-----8

## 壹、目的

本公司永安廠為國內二座國內液化天然氣（LNG）接收站之一，目前除有海底及陸上二供氣迴路供應國內民生及工業用戶所需外，廠區內亦建有一供氣迴路，直接供應鄰近的台電公司興達發電廠做為發電所需之燃料。有鑑於為更準確量測天然氣交易量，確保買賣雙方之權益，所以本公司於民國 99 年公開招標流量計更換之工程採購案，預計將既有二套 24 吋之流孔板計量設備更換為 20 吋超音波計量設備。

此次至流量計製造廠(Elster Instromet)，參訪該公司渦輪流量計及超音波流量計之製造工廠。進行流量計之製作查驗及見證乾式校正過程，相關校驗結果如附件。本次原製造廠所製作之二只超音波流量計，其設計流量量測範圍為 200m<sup>3</sup>/h(Qmin)~19,300 m<sup>3</sup>/h (Qmax)，壓力使用範圍 8~50.1 barg，以及採 4-paths 超音波探頭。

## 貳、行程

11 月 28 日：啓程。

11 月 29 日：參訪德國 Elster Instromet 渦輪流計量錶工廠。

11 月 30~12 月 2 日：至比利時 Elster Instromet 超音波流量計製造工廠查驗超音波流量計及見證乾式校正過程。

12 月 3~4 日：返程回國。

## 參、概述

### 一、渦輪流量計

#### 1. 計量原理

渦輪流量計其計量原理為流體通過流量計之轉動葉片，透過葉片之轉動速度換算成流體流速後計算流量。

#### 2. 渦輪計量錶

Elster Instromet 德國工廠目前主要作為渦輪計量錶製造地點，工廠廠區內擁有二間經 PTB 認證之低壓（如圖【一】）及高壓實驗室(如圖【二】)。其二間實驗室之溫度量測元件及壓力感測計，各每 2 年送標準實驗室校驗，另外主校驗錶部分，則每 6 年送 PTB(德國標準實驗室)校驗追溯。

低壓之實驗室之校驗能力為最大管徑 DN600，校驗壓力為常壓(1atm)，

使用空氣作為校驗流體，主校驗錶為經 PTB 認證之音速噴嘴及渦輪計量錶。因溫度對校驗結果有很大影響，所以溫度必須控制在 $\pm 0.3$  Deg. C，每月須將紀錄溫度曲線送檢驗機構備查，以確保校驗準確性。

高壓之實驗室之校驗管徑為 2~8 吋，校驗壓力為 25 bar，亦使用空氣作為校驗流體，主校驗錶採用該公司所生產之精確度相當高之雙轉子式正位移流量計(rotary gas meters)。

目前 Instromet 所生產之渦輪計量錶 6 吋之管徑之錶體，經其長期審慎評估後，改採一體成型之製作方式，將整塊原金屬材料，經過高速切削機進行切削成型。在渦輪計量錶成品亦維持 2 日之庫存量，以減少庫存成本，提高生產效率。



圖【一】Elster Instromet 低壓流量實驗室

## 二、超音波流量計

### 1. 計量原理

超音波在傳送時，會因於不同介質及其流速而產生傳送速度之變化，藉此特性及可透過超音波來量測流體之流速進而計算流量。超音波流量計由於安裝於管壁上，故計量時不會有壓力損失之問題，且可使用於大管徑及管

線壓力高之計量場所(如圖【三】)。

隨者科技技術之進步，流量計所使用之探頭(Transducer)體積亦越來越小(如圖【四】)，材質也改採用鈦金屬製作。



圖【二】 Elster Instromet 高壓流量實驗室

## 2. 超音波流量計

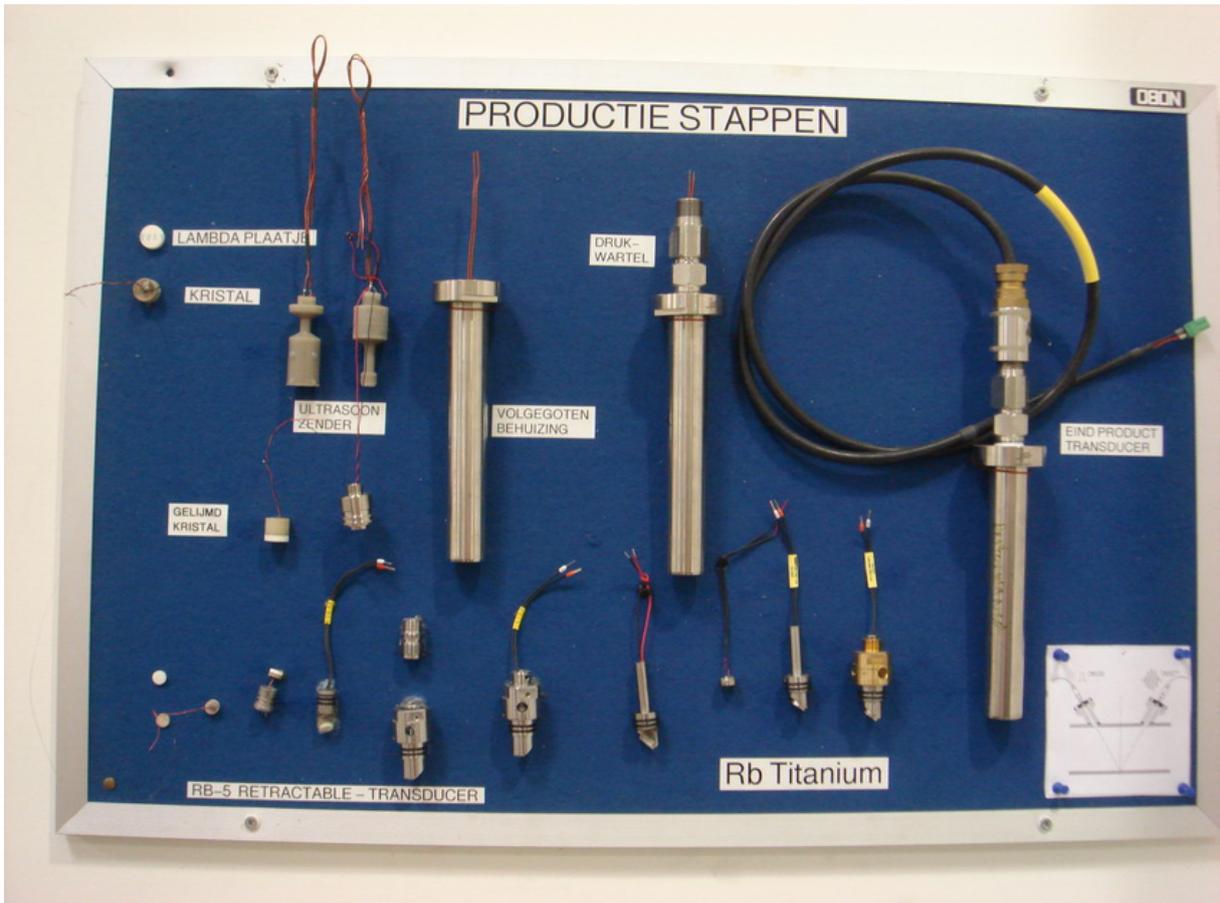
超音波流量計乾式校驗是將法蘭二端密封，先將流量計抽成真空狀態後填充氮氣，並量測取 30 秒氮氣之溫度(約 15 Deg. C)及壓力(約 18~22 bar)之平均值為計算基礎，計算此時超音波之理論音速值後，比對流量計各對超音波探頭所實際檢測之音速值，檢視二數值是否符合 AGA#10 標準所規定 $\leq 0.1\text{m/s}$ 之誤差值內。

另外進行超音波流量計之接點輸出及各項功能檢測，包括(1)頻率輸出(Frequency output)，(2)光耦合輸出(Opto-coupler output)，(3)類比輸出(Analog output)，(4)螢幕顯示(Display)，(5)重新啓動(Restart)，(6)設定參數列印(Parameter file printout)等功能測試(如圖【五】)。

本次所採購之二只超音波流量計經乾式校驗程序及各項功能檢測後，均符合要求(詳附件)，無異常情形發生。



圖【三】大管徑(40吋)超音波流量計



圖【四】USM TRANSDUCER



圖【五】超音波流量計查驗

#### 肆、心得與建議

- 一、目前流量計已發展出相當多之型式，而隨著超音波技術的發展，使得超音波流量計可廣範使用需量程比高、壓力高、大管徑之量測場所，且因其準確度可靠度高的特性，本公司已將其逐漸取代以往所裝設之流孔板流量計，作為電廠天然氣買賣計量計價使用。且因流量計之量測精確度影響交易雙方甚鉅，如何確保流量計準確度維持在一定範圍，透過校正程序是可得到驗證及調整。因目前國內外尚無明確規定超音波流量計所需之校驗週期(原製造廠針對其實驗室之校驗主錶所訂定之校驗週期 6 年)，且流量計之送實驗室校驗費用所費不貲，因此如雙方可以取得共識，並透過流量計自我診斷軟體的協助判斷，進而延長流量計之校驗週期。
- 二、因本廠既有流孔板計量設備皆位於防爆區域內，故原傳送器之電氣迴路設計皆採本質安全迴路設計(intrinsic safety)，惟此次超音波流量計無法全部均採本質安全迴路設計設計，而採耐壓防爆之設計。原製造廠再下一階段產品介紹時，亦維持原設計，無改採本安設計，經詢問答覆因超音波流量計與後端診斷

軟體，隨著科技進步及軟體功能越來越多，除流量信號傳輸外未來會有更多診斷資料須傳送，如採本安設計將無法負荷這些資訊之傳輸需求，故仍須採耐壓防爆設計。因此在施工時需增加耐壓防爆之迴路不得與既有本安迴路共用現場接線箱。

## 伍、附件

- 一、附件 1、FE-4941 超音波流量計 FAT 測試報告。
- 二、附件 2、FE-4942 超音波流量計 FAT 測試報告。



## Factory Acceptance Test Report Ultrasonic Flowmeter

**Contractual data:**

**Customer:** Elster-Instromet Sdn. Bhd. - Malaysia  
Yung Loong Engineering Corp.

**Site:** \_\_\_\_\_

**Customer ref. no.:** PO001747-1/0428TW

**Subject:** Q.Sonic-4C / 20inch / 300# / RF

**Tag No.:** FE-4941

**Supplier:**

Elster NV/SA  
Rijkmakerlaan 9  
B-2910 Essen  
Belgium

**Project no.:** \_\_\_\_\_

**Sales no.:** 903959

**Serial number:** 4828

Item	Description	Checked																				
1	Visual Inspection of US meter: (Spoolpiece is not damaged and transducers are properly mounted on spoolpiece)	Ok																				
2	Diameter spoolpiece (inch):	20																				
3	Transducer type:	Rb-Ti-1																				
4	Serial numbers transducers:	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>306869</td><td>306896</td></tr> <tr><td>2</td><td>306867</td><td>306865</td></tr> <tr><td>3</td><td>306881</td><td>306889</td></tr> <tr><td>4</td><td>306880</td><td>306895</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		A	B	1	306869	306896	2	306867	306865	3	306881	306889	4	306880	306895	5				
	A	B																				
1	306869	306896																				
2	306867	306865																				
3	306881	306889																				
4	306880	306895																				
5																						
5	Serial number electronics:	7761																				
Preparation for Dry-calibration: (UFM to be isolated (blind flanges) and pressurized with 100% nitrogen)																						
6	Dry calibration temperature:	15.3																				
7	Dry-calibration pressure:	18.998																				
8	Calculated velocity of sound:	349.10																				
Execution of Dry-cal																						
9	Measured mean velocity of sound (m/s):	349.27																				
10	Measured velocity of sound per path (m/s):	<table border="1"> <tbody> <tr><td>1</td><td>349.270</td></tr> <tr><td>2</td><td>349.268</td></tr> <tr><td>3</td><td>349.272</td></tr> <tr><td>4</td><td>349.266</td></tr> <tr><td>5</td><td>n.a.</td></tr> </tbody> </table>	1	349.270	2	349.268	3	349.272	4	349.266	5	n.a.										
1	349.270																					
2	349.268																					
3	349.272																					
4	349.266																					
5	n.a.																					
(Difference between calculated VoS [item 8] and measured VoS [item 9 & 10]: <b>≤0.1 m/s</b> )																						
11	Measured average corrected gas flow velocity (offset) (m/s):	0.000																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Max. allowed offset</th> </tr> <tr> <th>meter size (inch)</th> <th>corrected Vgas (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>0.008</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.007</td></tr> <tr><td>8</td><td>0.0055</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.004</td></tr> <tr><td>12</td><td>0.003</td></tr> <tr><td>16</td><td>0.003</td></tr> <tr><td>&gt;&gt;&gt; 20</td><td>0.003</td></tr> <tr><td>≥24</td><td>0.003</td></tr> </tbody> </table>			Max. allowed offset		meter size (inch)	corrected Vgas (m/s)	4	0.008	6	0.007	8	0.0055	10	0.004	12	0.003	16	0.003	>>> 20	0.003	≥24	0.003
Max. allowed offset																						
meter size (inch)	corrected Vgas (m/s)																					
4	0.008																					
6	0.007																					
8	0.0055																					
10	0.004																					
12	0.003																					
16	0.003																					
>>> 20	0.003																					
≥24	0.003																					
12	Frequency output	Ok																				
13	Opto-coupler outputs	Ok																				
14	Analogue outputs	Ok																				
15	Display	Ok																				
16	Coded Multiple Burst	Ok																				
17	Restart:	Ok																				
18	Parameterfile printout in UFM meter.	Ok																				

**FAT Report Authorisation:**

Dept.:	Dry-cal technician	Client / Third Party	Company Stamp
Name:	Dries Van den Broek		
Sign.:			
Date:	2/12/2010		

01 09 01C 1502/B 20090302



## Factory Acceptance Test Report Ultrasonic Flowmeter

**Contractual data:**

**Customer:** Elster-Instromet Sdn. Bhd. - Malaysia  
Yung Loong Engineering Corp.

**Site:** \_\_\_\_\_

**Customer ref. no.:** PO001747-1/0428TW

**Subject:** Q.Sonic-4C / 20inch / 300# / RF

**Tag No.:** FE-4942

**Supplier:**

Elster NV/SA  
Rijkmakerlaan 9  
B-2910 Essen  
Belgium

**Project no.:** \_\_\_\_\_

**Sales no.:** 903959

**Serial number:** 4829

Item	Description	Checked																				
1	Visual Inspection of US meter: (Spoolpiece is not damaged and transducers are properly mounted on spoolpiece)	Ok																				
2	Diameter spoolpiece (inch):	20																				
3	Transducer type:	Rb-Ti-1																				
4	Serial numbers transducers:	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>306861</td> <td>306885</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>306894</td> <td>306879</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>306875</td> <td>306899</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>306858</td> <td>306897</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		A	B	1	306861	306885	2	306894	306879	3	306875	306899	4	306858	306897	5				
	A	B																				
1	306861	306885																				
2	306894	306879																				
3	306875	306899																				
4	306858	306897																				
5																						
5	Serial number electronics:	7768																				
Preparation for Dry-calibration: (UFM to be isolated (blind flanges) and pressurized with 100% nitrogen)																						
6	Dry calibration temperature:	15.00																				
7	Dry-calibration pressure:	21.18																				
8	Calculated velocity of sound:	349.31																				
Execution of Dry-cal																						
9	Measured mean velocity of sound (m/s):	349.33																				
10	Measured velocity of sound per path (m/s):	<table border="1"> <tbody> <tr><td>1</td><td>349.33</td></tr> <tr><td>2</td><td>349.33</td></tr> <tr><td>3</td><td>349.33</td></tr> <tr><td>4</td><td>349.33</td></tr> <tr><td>5</td><td>n.a.</td></tr> </tbody> </table>	1	349.33	2	349.33	3	349.33	4	349.33	5	n.a.										
1	349.33																					
2	349.33																					
3	349.33																					
4	349.33																					
5	n.a.																					
(Difference between calculated VoS [item 8] and measured VoS [item 9 & 10]: <b>≤0.1 m/s</b> )																						
11	Measured average corrected gas flow velocity (offset) (m/s):	-0.002																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Max. allowed offset</th> </tr> <tr> <th>meter size (inch)</th> <th>corrected Vgas (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4</td><td>0.008</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.007</td></tr> <tr><td>8</td><td>0.0055</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.004</td></tr> <tr><td>12</td><td>0.003</td></tr> <tr><td>16</td><td>0.003</td></tr> <tr><td>&gt;&gt;&gt; 20</td><td>0.003</td></tr> <tr><td>≥24</td><td>0.003</td></tr> </tbody> </table>			Max. allowed offset		meter size (inch)	corrected Vgas (m/s)	4	0.008	6	0.007	8	0.0055	10	0.004	12	0.003	16	0.003	>>> 20	0.003	≥24	0.003
Max. allowed offset																						
meter size (inch)	corrected Vgas (m/s)																					
4	0.008																					
6	0.007																					
8	0.0055																					
10	0.004																					
12	0.003																					
16	0.003																					
>>> 20	0.003																					
≥24	0.003																					
12	Frequency output	Ok																				
13	Opto-coupler outputs	Ok																				
14	Analogue outputs	Ok																				
15	Display	Ok																				
16	Coded Multiple Burst	Ok																				
17	Restart:	Ok																				
18	Parameterfile printout in UFM meter:	Ok																				

**FAT Report Authorisation:**

Dept.:	Dry-cal technician	Client / Third Party	Company Stamp
Name:	M. van Groezen		
Sign.:			
Date:	2-12-2010		

01.09.01C.19/2/B 20080929