

出國報告  
(出國類別：洽公)

赴新加坡訪視台達 2 號  
貨艙液位計及計量系統(CTMS)  
校正比對技術研討報告書

服務機關：台灣中油公司天然氣事業部台中液化天然氣廠  
姓名職稱：陳品蓁/普運管理師  
黃詠廷/產品管理師  
派赴國家：新加坡  
出國期間：113 年 3 月 11 日至 3 月 14 日  
報告日期：113 年 3 月 20 日

## 摘要：

為響應環境永續及節能減碳等國家政策目標，並因應市場用電需求逐年增加及政府能源轉型政策，在我國各能源發電量中，天然氣發電之占比逐年上升。台中液化天然氣廠作為國內第二座天然氣接收站，其中占最大宗氣源主要來自卡達 Ras Laffan 港，以 Taitar 系列船隻將液化過後的天然氣運送至本廠卸收。

台灣中油(股)公司投資四艘液化天然氣船（LNG Carrier）並為之租船人，藉參與投資船東控股公司同時具有船東人角色，順利執行與 RasGas II 之 LNG 購運契約以供應台電公司大潭、通霄電廠及下游用戶所需之天然氣。依據租船契約(Time Charter Party, TCP)，船舶每隔 30 個月應進塢維修保養，本次為 Taitar No.2 於新加坡 Seatrium 船廠進行第 6 次塢修。天然氣的價格與卸收數量之計算攸關雙方公平交易及正確性，對交易雙方之權益影響甚巨，見證重點為 CTM 之校正比對作業。本次 CTMS 校正比對結果由買方代表台灣中油公司(台中廠)、船舶管理公司 NiMiC 及公證 NKKK 日本海事檢定協會於 113 年 3 月 13 日所出示對台達二號四座 cargo tank 之量測儀器之校驗報告，並證明量測儀器有效性，而其船上計量設備的量測及校驗結果均在允許誤差範圍內，所有與會人員確認無虞之後做最後的文件簽屬。

# 目次

壹、 目的.....	4
貳、 行程.....	5
參、 貨艙液位計(CTMS)校比對 .....	5
肆、 貨艙液位計(CTMS)等計量設備報告簽核 .....	14
伍、 心得與建議 .....	17

## 壹、目的

台灣中油公司每年須自國外藉由船運進口大量液化天然氣(LNG)以供應國內工業、民生、能源所需，由於台灣現行運營的液化天然氣接收站並無 LNG 計量計，須以 LNG 船上 CTMS 計量設備作為船岸卸收計算依據。同時，船運 LNG 至台中廠之船次逐年增加，以 112 年度為例達 119 船次，年卸收 LNG 總量達 700 萬噸以上。依據船籍協會船舶檢驗規定，LNG 船舶每五年需進行塢修兩次，每次塢修之間不得超過 36 個月。為此本次塢修安排在 Seatrium 船廠，由台灣中油公司、NiMiC 管理公司偕同海事公證公司相關單位人員，共同參與船上 CTMS 校正比對確認其精準度均在合理誤差範圍內，以保障買賣雙方之權益。

船上 CTMS 設備以雷達感測電腦設備為主，機械式浮球為輔，接收各設備偵測點所得數據，分別計算卸船前(Before Unloading)之船艙滿載總量及卸收後(After Unloading)之船艙卸載餘量，前後相減之差值即為船方卸收數量證明(Certificate Unloading)，並依據氣體熱值計價。故船上 CTMS 計量設備之準確度、穩定度直接影響交易數量之正確性與公正性，所以對船上計量設備進行測量及校驗都會在買賣雙方及公證公司代表共同見證下測試。惟本次賣方代表-卡達 RasGas 公司並未派員，參與巴拿馬籍台達二號輪計量設備量測及校驗工作之監證者包括：船方代表-NiMiC 管理公司、買方代表-台灣中油(股)公司，並由日本海事檢定協會 NKKK(NIPPON KAIJI KENTEI KYOKAI)擔任第三公證單位在場執行校驗之監證。

## 貳、行程

三月十一日:啟程前往新加坡

三月十二日:參與貨艙液位計(CTMS)等計量設備之校正比對

三月十三日:參與貨艙液位計(CTMS)等計量設備之校正比對與報告簽核

三月十四日:返程回國

## 參、貨艙液位計(CTMS)校比對

### 一. 參與 Taitar No.2 第六次塢修計量設備校正比對及測試人員

(1) 台灣中油股份有限公司(買方代表)：

Ms. Chen Pinchen

Mr. Huang Yungting

(2) NiMiC Shipmanagement Co., Ltd(船方代表)：

Mr. Randy D. Contreras

Mr. Jod Chen

(3) Nippon Kaiji Kentei Kyokai(NKKK 日本海事鑑定協會代表)

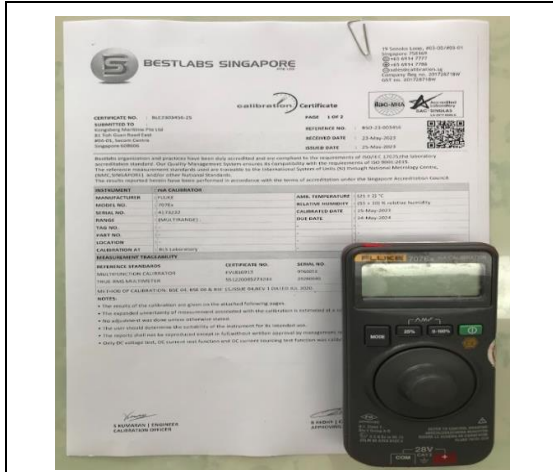
Mr. Filbert Ng

Mr. Ng Choon Hong

## 二. 貨艙計量方式及校正比對程序

貨艙液位計(CTMS)等計量設備之校正比對之前，三方人員在船上會議室事前召開會議，NKKK 公證人員進行檢驗前報告，報告包含校驗項目及進行順序。由於 LNG 船承載之貨物是超低溫可燃性液化天然氣，需儲存於完全密閉之超低溫儲槽中，無法直接在艙口量測液位深度，而台達系列輪又為 Moss type(球膜式)儲槽，在校驗過程中量測後須再套用公式進行球槽實際容積之計算。因此必須採用 Custody Transfer System 方式計量，在貨艙內設置液位計、溫度計、壓力計等感測器，以及傾角計(Inclinometer meter)以計算船身俯仰、傾斜，同計傳送到於船上控制室之貨艙計量系統電腦，將計算出的貨物體積總量計算後顯示出來，計量時以雷達式液位為主、浮球式液位為輔，可以對液位計算出之數值進行雙重確認。

而本次校正計量設備校正有五：雷達式液位計、溫度計、壓力計、傾斜儀、浮球式液位。



雷達式液位計



捲尺



溫度校正設備



壓力量測儀-1



壓力量測儀-2



檢驗說明書

圖一、校正儀器及其合格證書

## 1. 浮球式液位計校正

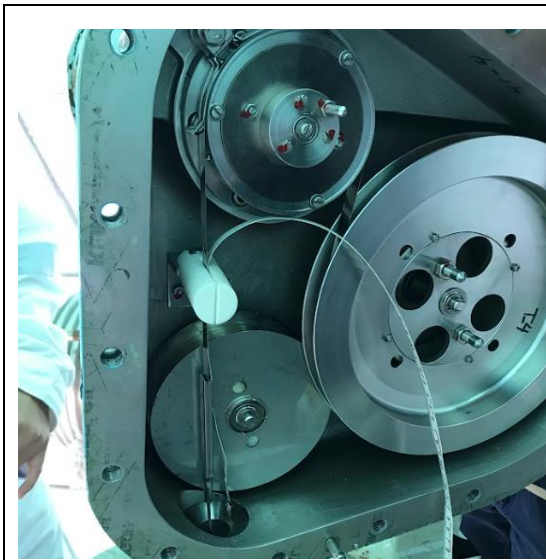
### (1) 零點校正：

進入貨艙內，首先將浮筒降至最底部，以標準鋼尺測量浮筒導線從槽頂至槽底最大長度，校正其零點位置。惟本次 Nimic Ship Management 表示該項作業已於日前完成，即使船廠已提供本公司人員可進入局限空間之許可，Nimic 人員仍以安全因素為由，拒絕本公司進入貨艙檢視之要求。

### (2) 準確度測試：

- I. 將浮球液位計外蓋拆除，將浮球拉至最頂部後與公證捲尺綁定。
- II. 在液位計上方外蓋以設定一參考點作為捲尺的起始點，現場以膠帶標誌，將浮球液位計下降至 4/5 儲槽高度位置，將此時公證捲尺與液位計鉛帶捲尺之位置紀錄比較，一共需紀錄三次數據。每量完一次，須將浮球作正負一公尺的位移，確認重新量測時數據一致。
- III. 將浮球往下移動到約儲槽 1/5 高度時，重複步驟 II 之量測方法。
- IV. 量測結束後，將浮球式液位計螺絲鎖上並鉛封，確保設備經過校驗不會再更動。





捲尺與鋁尺對應同行

B : float immersion point shall be calculated as follows  
 $B = \frac{\text{effective float weight (g)} \times 10}{\text{float area (cm}^2\text{)} \times \text{LNG gravity}} = 42 \text{ (mm)}$   
 effective float weight = float weight - tape tension = 1000 (g)  
 float area = 510.7 (cm<sup>2</sup>)  
 LNG gravity is estimated as 0.47  
 C : bottom nut thickness = 10 (mm)

TANK NO.	1	2	3	4
TEST DATE	13th Sep, 2009 21st Oct, 2009	14th Sep, 2009 21st Oct, 2009	14th Sep, 2009 21st Oct, 2009	14th Sep, 2009 23rd Oct, 2009
A (mm)	130	130	135	125
B (mm)	42	42	42	42
C (mm)	10	10	10	10
H (mm)	182	182	187	177
Ambient temp t (°C)	23.2	24.6	24.7	24.2
corrected height Hz (mm)	179	178	183	173

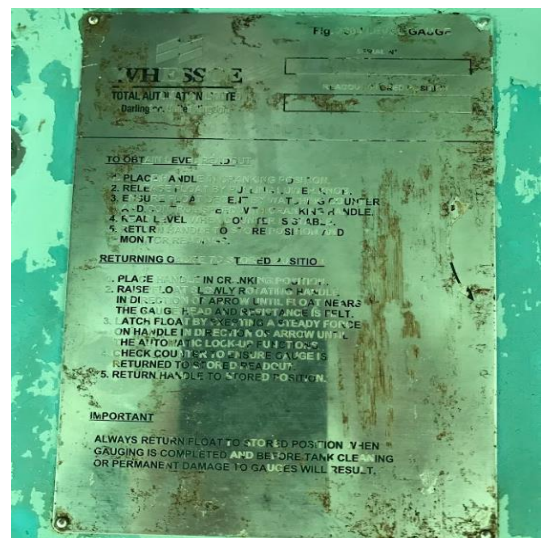
Hz = H + ΔC  
 $\Delta C = (\beta - \alpha) \times (t - 20) \times \text{tank height}$   
 $\alpha$  : Allminum coefficient of linear expansion =  $23 \times 10^{-6}$   
 $\beta$  : Inver tape coefficient of linear expansion =  $2 \times 10^{-6}$

41420  
 - tank height = 41400 (mm)  
 Sept. 14  
 NICK  
 Oct. 21  
 C.J.

量測後數值計算公式



浮球式液位計本體刻度



液位計銘牌

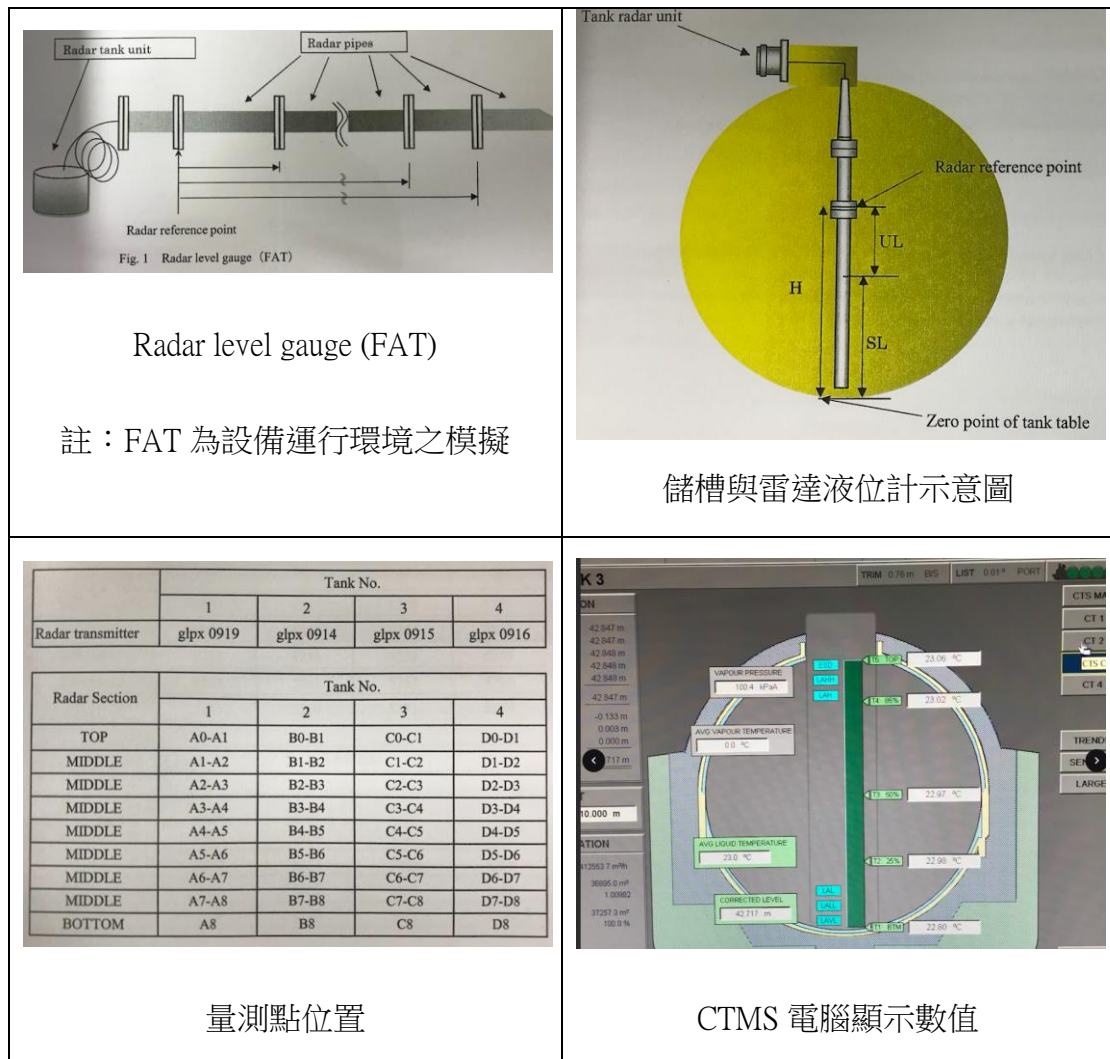
圖二、現場量測照片及記錄(浮球式液位計)

## 2. 雷達式液位計校正：

- (1) 現場量測以頂部以下的第二法蘭為準作為雷達參考點於下圖中。
- (2) 計算量測值(SAT)與雷達液位計顯示之數值(FAT)。
- (3) 同時須考慮進反射之長度。
- (4) 量測三次後取到每個法蘭面之各別平均值，將量測值與雷達液位計顯示值進行比較，並算出最大誤差範圍。

註：實際值(公證設備量測值)與預測值(CTMS 系統螢幕顯示)

最大誤差需落在 $\pm 5$  mm 方可判定為合格



圖三、校正示意圖及 CTMS 顯示數據(雷達式液位計)

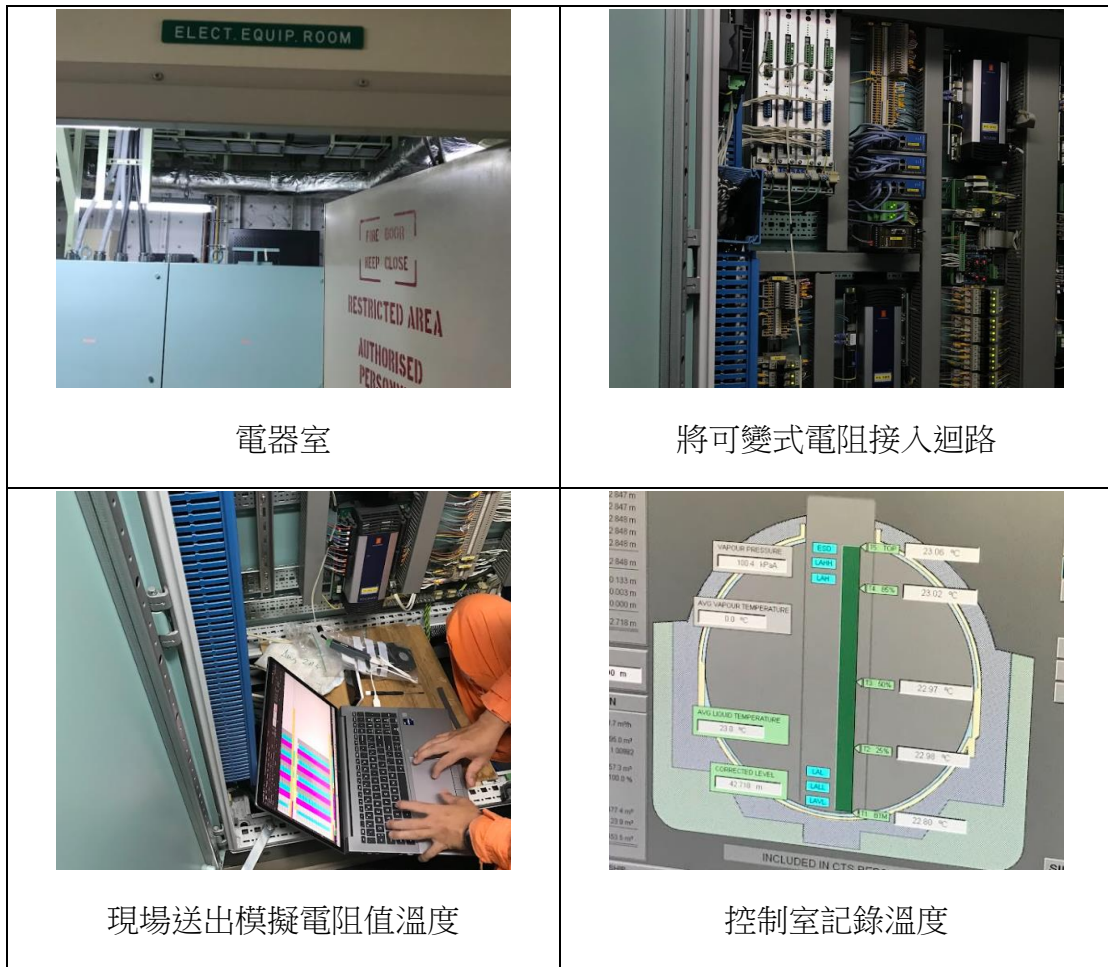
### 3. 儲槽溫度計校正

每個儲槽各有兩個溫度計(RTD)，一主一備(Main v.s. Back-up)。

利用金屬電阻隨溫度變化之特性，溫度量測系統以標準電阻箱模擬溫度變化，測試溫度量測迴路之準確度，測試時以電阻箱接於迴路上，並分別送出對應 0°C、-100°C、-160°C 之電阻 100 ohm、60.26 ohm、35.54 ohm。

- (1) 將可變式電阻器連接於迴路上
- (2) 在貨艙取五個高度點位 底部(T1)、25%(T2)、50%(T3)、85%(T4)及頂部(T5)，將電阻器輸入選擇電阻值分別為 100Ω、60.26Ω、35.54Ω，其所對應的溫度分別為 0°C、-100°C、-160°C。
- (3) 記錄控電腦示之數值，比對模擬訊號與控制室顯示之數值差異。

註：量測與 CTMS 顯示結果之方均根在 0°C 與 -100°C 時，允許誤差值分別為 0°C ± 1.5°C、-160°C ± 0.2°C。



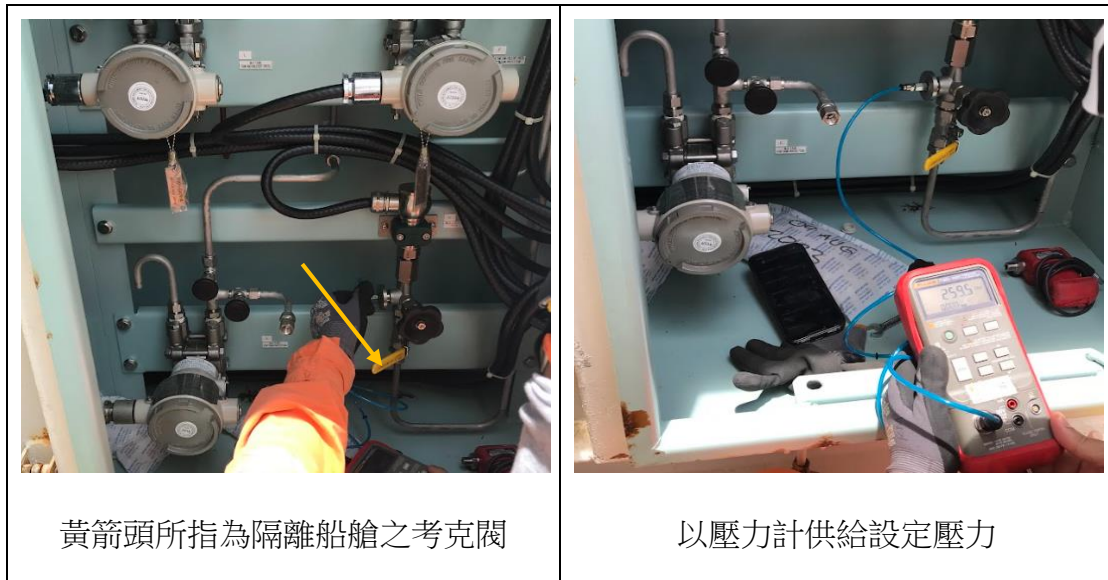
圖四、現場量測與設定照片(儲槽溫度計)

#### 4. 儲槽壓力系統校正

以校正好的手壓式壓力計供給已知壓力 80kpa、110kpa、140kpa，並對照現場之參考壓力錶，且由控制室紀錄螢幕顯示，並紀錄其誤差值。可允許誤差值為±1%。

- (1) 於儲槽頂部先將連接貨艙之考克閥關閉。
- (2) 換上專用接頭後，將壓力計連接於儲槽頂部貨艙之壓力管線。

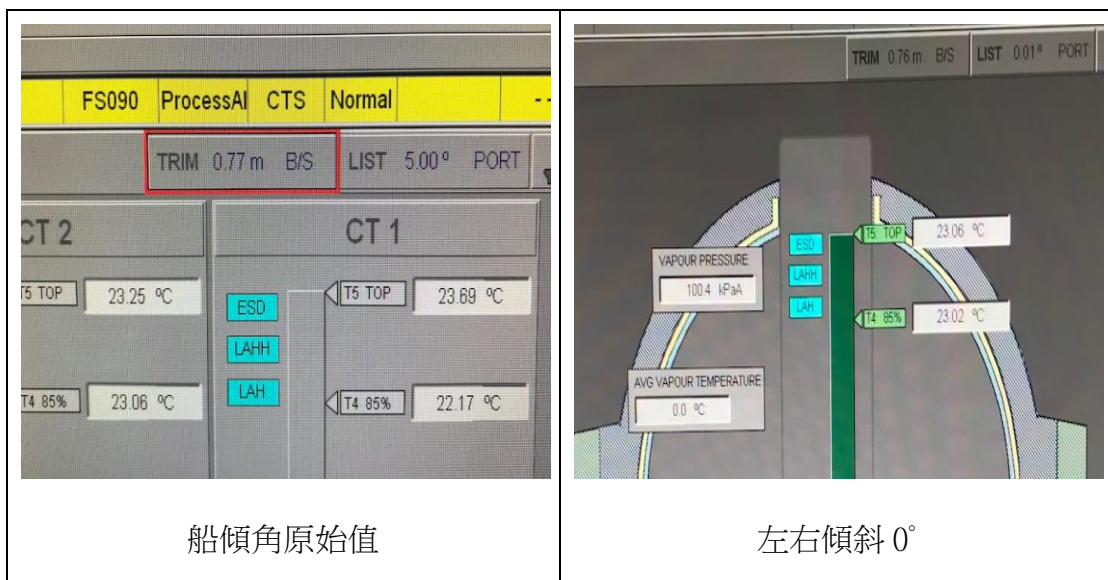




圖五、現場量測照片(儲槽壓力計)

### 5. 傾斜量測系統

Taitar No. 2 傾斜量測系統於乾船塢修時架為水平，但非完全水平以致標準值並未歸零，調校後用量測元件，送出模擬電流 4 mA、12 mA、20 mA，分別模擬船身的(Trim)9.67m B/S、0m、9.67m B/H，左右傾斜 5°(P)、0°、5°(S)。可允許誤差值為 1%。



圖六、現場送訊號後 CTMS 系統顯示照片(傾斜量測系統校正)

## 肆、貨艙液位計(CTMS)等計量設備報告簽核

本次 CTMS 校正比對結果由 NKKK 日本海事鑑定協會，於 113 年 3 月 13 日所出示對台達二號四座 Cargo Tank 之量測儀器之校驗報告，並事先證明量測儀器有效性，而其量測結果(如下表一)，均在容許誤差範圍內，所有與會人員確認無虞之後簽屬校驗報告文件(如圖八)，CTMS 校驗工作正式完成。



圖七、儲槽壓力計之備品及其校正合格報告

**SUMMARY OF RESULTS**

NO.	INSPECTION		REQUIREMENT / SPECIFICATION			RESULT (Difference)		
			SPA	Maker's	ISO10976:2023	Sensor	Indication	Integrate
1	<b>RADAR TYPE LEVEL GAUGE</b>		± 7.5 mm	± 5 mm	± 5 mm	---	---	3.2 mm
2	<b>TEMPERATURE MEASURING SYSTEM</b>	<b>Main</b>	±0.2°C	±0.2°C	±0.2°C	at -160°C		
						0.01 °C	0.07 °C	0.07 °C
			±1.5°C	±1.5°C	±1.5°C	at -100°C		
					0.07 °C	0.29 °C	0.30 °C	
					at 0°C			
					0.19 °C	0.40 °C	0.44 °C	
2	<b>TEMPERATURE MEASURING SYSTEM</b>	<b>Back-up</b>	±0.2°C	±0.2°C	±0.2°C	at -160°C		
						0.01 °C	0.11 °C	0.11 °C
			±1.5°C	±1.5°C	±1.5°C	at -100°C		
					0.07 °C	0.13 °C	0.15 °C	
					at 0°C			
					0.20 °C	0.12 °C	0.23 °C	
3	<b>PRESSURE MEASURING SYSTEM</b>	<b>Main</b>	± 1 % of full span	± 0.5 % of full span	± 0.5 % of full span	---	---	0.33 %
						---	---	0.2 kPa
		<b>Spare</b>				---	---	0.33 %
						---	---	0.2 kPa
4	<b>TRIM &amp; LIST SIMULATION</b>	<b>Trim</b>	N.A.	± 0.5 % of full span	± 0.5 % of full span	0.18 %	0.00 %	0.18 %
						---	0 mm	35 mm
		<b>List</b>				0.18 %	0.00 %	0.18 %
						---	0.00 °	0.02 °
5	<b>FLOAT TYPE LEVEL GAUGE</b>		± 7.5 mm	± 7.5 mm	*± 5 mm	---	---	3 mm

\* Some existing ATGs are not able to meet this verification tolerance, in which case a verification tolerance of ± 7.5 mm may be applied.

表一、校正結果總覽

**SITE ACCEPTANCE TEST (SAT)  
FOR  
"TAITAR NO.2"**


This is to confirm that all the tests carried out on 12 March 2024 onboard vessel "TAITAR NO.2" at Seatrium O&G (Americas) Limited, Benoi Yard, Singapore which comply with the procedure witnessed by the following personals.

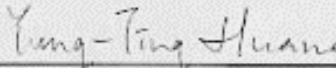
Date of signing: 13 March 2024

  
\_\_\_\_\_  
Capt. Randy D. Contreras  
Master of "TAITAR NO.2"



  
\_\_\_\_\_  
Mr Jod Chen  
NiMiC Shipmanagement Co., Ltd.

  
\_\_\_\_\_  
Ms Chen Pinchen  
CPC Corporation, Taiwan

  
\_\_\_\_\_  
Mr Huang Yungting  
CPC Corporation, Taiwan



  
\_\_\_\_\_  
Mr Filbert Ng  
Nippon Kaiji Kentei Kyokai  
Singapore Office

  
\_\_\_\_\_  
Mr Ng Choo Hong  
Nippon Kaiji Kentei Kyokai  
Singapore Office

圖八、三方代表人員結果確認簽名



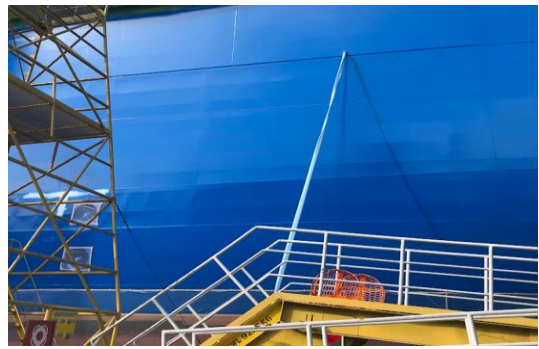
## 伍、心得與建議

1. 非常榮幸有機會參與到 Taitar No.2 之塢修作業，讓我深刻了解 CTMS 的校正的意義與目的，在校正誤差範圍(0.33%)內即為合格，結果可見表一，為協同台達輪及 NKKK 共同監證之結果報告。
2. CTMS 校正比對的目的旨在於，為求液位計之數值無偏離而進行的五項檢驗，分別為兩項液位、溫度、壓力、傾角。其中在溫、壓、傾角已知的情形下，可透過液位值求得正確的 LNG 體積，其基本原理在於透過船上的雷達液位計為主、浮球液位計為輔，透過儲槽建置時所記錄，以固定容積量測記錄出的相對應高度位置之 Tank Table(可見表二)，由此表，可查表得到該液位高度時之 LNG 容積總量。總的來說，CTMS 校正在五項檢驗合格的情況下，能間接保證 LNG 卸收總體積之正確性。
3. 本次與以往在新加坡北部的 Sembawang 船廠不同，本次作業於新加坡西南部的 Seatrium 船廠進行，與台中廠相同的是有同樣嚴謹的工安規定，舉凡進廠前填寫的環境安全告知、進廠後先行至換上工作服及配戴安全帽才能前往乾船塢進行作業，此外船廠規定廠內移動中不得使用手機的規定也十分嚴格，未遵守者將被禁止入廠三日。第一次到大型船廠參觀十分新鮮，大型機械、比台達輪更大的船隻，登輪更是透過與舷梯不同之大型爬架；除了我們負責的 CTMS 校驗作業外，還有很多在乾船塢(船下置放墊塊後將水抽乾)才能進行的作業，如平常在水下無法除鏽油漆的部分、大型電纜接到船上以利作業、數十條空氣管線拉上船隻進行儲槽的灌吹等等。

4. 對於部分設備校驗的方式，與台中廠相同的部分是在線上接上訊號設備後，送出模擬訊號，4、8、12、16、20 mA，以對應不同的設計數值。浮球式液位計校正後使用鉛封的方式，也與廠內如出一轍，讓人十分有熟悉感，也了解到不管到哪裡，大部分的檢驗工作方式都有雷同之處，可以互相參考及學習。
5. 參加 CTMS 模擬校驗前，本以為校驗作業是要做到完全一致，到現場校驗前會議由 NKKK 解說時才了解，校驗過程中在合理誤差值內都屬正常，且並不會對 CTMS 計算之總量造成明顯影響。思考後想到，以往在學進行實驗時也有誤差值的概念，在誤差範圍內都可視為正確。
6. 本次非常遺憾的部分是無法檢視浮筒式液位計系統之零點校正作業，也無法進入下部機艙及一睹貨艙的內部結構。出發前有向廠內前輩請教過往經驗，每次都會有檢視浮筒式液位計系統零點校正作業之行程，也能進入 LNG 船輪機機房等區域了解輪機、機艙等重要機房運作之模式，更能在浮筒式液位計系統零點校正作業時進入貨艙內觀察內部的 Spray pump 及 Cargo pump。在擔任 loading master 期間及以往見習時，只能透過溝通及請船方操作的方式顯示在控制畫面上的設備，如今能一睹其樣貌的機會被 Nimic Ship Management 以安全考量為由擋下，實在令人錯愕及惋惜，畢竟以往並沒有相關前例，值得慶幸的是至少還有船員拍的照片能參考及佐證儲槽中清潔的程度及設備的樣貌。



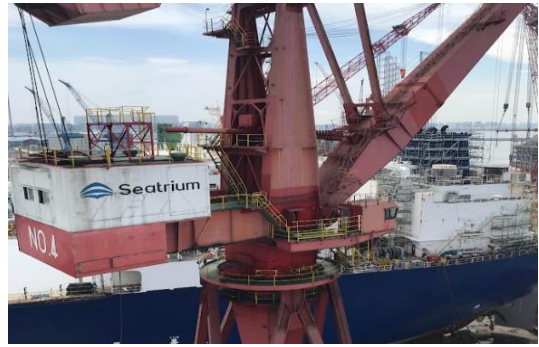
台達二號於 Seatrium 船廠



台達二號外部結構包膜整修



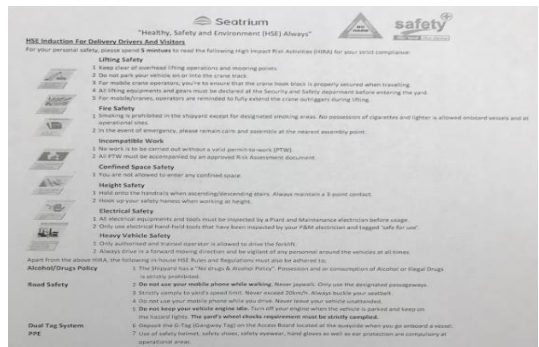
儲槽頂部入口與蓋上之帆布



塢修用大型滑軌移動式吊臂



CTMS 機櫃



進場安全事項告知



底部 Cargo pump(船方提供)



泵井照片(船方提供)

圖九、Seatrium 船廠及台達二號塢修設備照片



Gauge (m-cm)	Volume (m3)	Diff. (m3)	Gauge (m-cm)	Volume (m3)	Diff. (m3)	Gauge (m-cm)	Volume (m3)	Diff. (m3)
19-50	16,895.667	13.353	*20-00	17,564.076	13.381	*20-50	18,233.519	13.394
51	16,909.020	13.353	* 01	17,577.457	13.382	* 51	18,246.913	13.394
52	16,922.373	13.355	* 02	17,590.839	13.382	* 52	18,260.307	13.394
53	16,935.728	13.355	* 03	17,604.221	13.383	* 53	18,273.701	13.395
54	16,949.083	13.356	* 04	17,617.604	13.383	* 54	18,287.096	13.394
55	16,962.439	13.356	* 05	17,630.987	13.383	* 55	18,300.490	13.394
56	16,975.795	13.357	* 06	17,644.370	13.384	* 56	18,313.884	13.395
57	16,989.152	13.358	* 07	17,657.754	13.384	* 57	18,327.279	13.394
58	17,002.510	13.359	* 08	17,671.138	13.384	* 58	18,340.673	13.395
59	17,015.869	13.359	* 09	17,684.522	13.385	* 59	18,354.068	13.395
19-60	17,029.228	13.360	* 10	17,697.906	13.385	* 60	18,367.463	13.394
61	17,042.588	13.361	* 11	17,711.292	13.386	* 61	18,380.857	13.395
62	17,055.949	13.361	* 12	17,724.678	13.386	* 62	18,394.252	13.395
63	17,069.310	13.362	* 13	17,738.064	13.386	* 63	18,407.647	13.394
64	17,082.672	13.362	* 14	17,751.450	13.386	* 64	18,421.041	13.395
65	17,096.034	13.363	* 15	17,764.836	13.387	* 65	18,434.436	13.395
66	17,109.397	13.364	* 16	17,778.223	13.387	* 66	18,447.831	13.395
67	17,122.761	13.365	* 17	17,791.610	13.388	* 67	18,461.226	13.394
68	17,136.126	13.365	* 18	17,804.998	13.387	* 68	18,474.620	13.395
69	17,149.491	13.365	* 19	17,818.385	13.388	* 69	18,488.015	13.395
19-70	17,162.856	13.366	*20-20	17,831.773	13.389	*20-70	18,501.410	13.394
71	17,176.222	13.367	* 21	17,845.162	13.388	* 71	18,514.804	13.395
72	17,189.589	13.368	* 22	17,858.550	13.389	* 72	18,528.199	13.394
73	17,202.957	13.368	* 23	17,871.939	13.389	* 73	18,541.593	13.395
74	17,216.325	13.368	* 24	17,885.328	13.389	* 74	18,554.988	13.394
75	17,229.693	13.369	* 25	17,898.717	13.390	* 75	18,568.382	13.394
76	17,243.062	13.370	* 26	17,912.107	13.390	* 76	18,581.776	13.394
77	17,256.432	13.370	* 27	17,925.497	13.390	* 77	18,595.170	13.395
78	17,269.802	13.371	* 28	17,938.887	13.391	* 78	18,608.565	13.394
79	17,283.173	13.371	* 29	17,952.278	13.390	* 79	18,621.959	13.394
19-80	17,296.544	13.372	*20-30	17,965.668	13.391	*20-80	18,635.353	13.393
81	17,309.916	13.373	* 31	17,979.059	13.391	* 81	18,648.746	13.394
82	17,323.289	13.373	* 32	17,992.450	13.391	* 82	18,662.140	13.394
83	17,336.662	13.373	* 33	18,005.841	13.392	* 83	18,675.534	13.393
84	17,350.035	13.374	* 34	18,019.233	13.391	* 84	18,688.927	13.394
85	17,363.409	13.375	* 35	18,032.624	13.392	* 85	18,702.321	13.393
86	17,376.784	13.375	* 36	18,046.016	13.392	* 86	18,715.714	13.393
87	17,390.159	13.375	* 37	18,059.408	13.392	* 87	18,729.107	13.393
88	17,403.534	13.376	* 38	18,072.800	13.393	* 88	18,742.500	13.393
89	17,416.910	13.376	* 39	18,086.193	13.392	* 89	18,755.893	13.392
19-90	17,430.286	13.377	*20-40	18,099.585	13.393	*20-90	18,769.285	13.393
91	17,443.663	13.378	* 41	18,112.978	13.393	* 91	18,782.678	13.392
92	17,457.041	13.378	* 42	18,126.371	13.393	* 92	18,796.070	13.392
93	17,470.419	13.378	* 43	18,139.764	13.393	* 93	18,809.462	13.392
94	17,483.797	13.379	* 44	18,153.157	13.394	* 94	18,822.854	13.392
95	17,497.176	13.379	* 45	18,166.551	13.393	* 95	18,836.246	13.391
96	17,510.555	13.380	* 46	18,179.944	13.394	* 96	18,849.637	13.391
97	17,523.935	13.380	* 47	18,193.338	13.393	* 97	18,863.028	13.391
98	17,537.315	13.380	* 48	18,206.731	13.394	* 98	18,876.419	13.391
99	17,550.695	13.381	* 49	18,220.125	13.394	* 99	18,889.810	13.391

由液位計數值可直接等於對應容積

表二、液位與 LNG 容積對照表