

出國報告（出國類別：國外承攬）

關島 Piti 電廠效率試驗現場檢修及調校

服務機關：台灣電力公司台中發電廠

姓名職稱：王明山 課長

派赴國家：美國 關島

出國期間：104/03/14~104/03/22

報告日期：104/04/24

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：關島 Piti 電廠效率試驗現場檢修及調校工作

頁數 8 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司電力修護處/萬新陽/02-27853199-140

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

王明山/台中發電廠/儀資二組四課/課長/04-26302123-3740

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：104/03/14~104/03/22 出國地區：美國關島

報告日期：104/04/24

分類號/目

關鍵詞：

內容摘要：(二百至三百字)

關島 Piti#7 電廠於 2015/03/19 進行機組效率試驗，為求順利完成測試，發電處派遣 Mark V 控制系統、機械控制系統調校及除礦水系統化學處理專業人員前往協助。測試前逐一完成各項檢修、調校及準備工作如：GE Mark V 控制系統相關控制參數查證及調整、空氣過濾器設備檢修、噴水設備檢修測試及氣渦輪機 OFF-Line 水洗工作等。此次效率試驗因準備工作充份及工作人員發揮團隊合作精神，順利達成任務。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.nat.gov.tw/reportwork>)

目的：

關島 Piti#7 電廠於 2015/03/19 進行機組效率試驗，為求順利完成測試及獲得佳績，發電處派遣 Mark V 控制系統、機械控制系統調校及除礦水系統化學處理專業人員前往協助。測試前逐一完成各項檢修、調校及準備工作如：水處理設備檢修及樹脂還原再生、GE Mark V 控制系統相關控制參數調整、控制系統異常自診警報排除、空氣過濾器清吹設備檢修、噴水設備檢修測試及氣渦輪機 OFF-Line 水洗工作等。

工作內容：

104.03.15

一、水處理電磁閥(F12) 檢修

檢修前狀態：電磁閥無法動作，A 口無輸出，B 口有輸出，過濾槽出口閥(F12)無法開啟。
權宜措施：A 口軟管拆卸閒置，B 口軟管移至驅動器左側接頭，出口閥保持常開狀態。

檢修：

1. 電磁閥紅色鈕向右轉動 90°，A 口有輸出、B 口無輸出。紅色鈕復歸，A 口無輸出，B 口有輸出，表示以手動方式可以執行切換動作。
2. 操作開關扳至手動(控制電源(DC 24V)，仍然只有 B 出口有輸出。量測接線端子電原為 DC 24V，判斷線圈燒毀。
3. 操作開關扳至 OFF，關閉控制氣源，整組電磁閥更新備品。

測試：

1. 原互換之出口軟管恢復至原接頭。
2. 開啟控制氣源，氣動閥關閉。
3. 開關扳至手動，氣動閥開啟。

二、水處理電磁閥(F21)洩漏檢修

洩漏之主因為墊片失去彈性，拆卸後緊鎖組合螺絲，不再洩漏。

三、水處理氣動閥(F11、F12、F13、F14、F21、F22、F23)動作時，驅動器左右搖擺。

1. 雙向式驅動器，蝶閥閥體之間的固定螺絲(4 只)大部份鬆脫、未鎖緊，或欠缺。
2. F11 固定螺絲斷了 2 只，F13 只有鎖 2 只固定螺絲，F12、F21、F23 只有鎖 3 只固定螺絲。
3. 鬆脫螺絲先鎖緊，缺少部分(M5×20 內六角)待購買新品，更新補齊。

四、水處理 F15 驅動器入口空氣管線(OPEN 端)破漏，由於空氣管線長度夠，以截斷方式處理。

五、兩組造水系統均失效需重新再生

再生第一組:C 塔及 A 塔

(一)再生程序:

C 塔

1. 關閉所有閥類及靜置一分鐘
2. 打開 C-31、C-13、C-14
3. 啟動 P-05 or P-06
4. HCL 槽注藥液位 30cm
5. HCL 注藥濃度 6%~8%
6. 以流率 $0.72m^3/hr$ 注藥，60 分鐘後關閉 C-31
7. 置換導電度至 $<200\mu S/cm$ 後關閉 P-05 or P-06
8. 然後打開 F-11、F-12、C11、C15，關閉 C13、C14。
9. 啟動 P-01 or P-02 清洗至導電度 $<11\mu S/cm$ 後等待下一步驟

A 塔

1. 關閉所有閥類及靜置一分鐘
2. 打開 A-31、A-13、A14
3. 啟動 P-05 or P-06
4. NaOH 注藥液位 30cm
5. NaOH 注藥濃度 3%~4%
6. 以流率 $1.63m^3/hr$ 注藥，45 分鐘後關閉 A-31
7. 置換導電度至 $<200\mu S/cm$ 後關閉 P-05 or P-06
8. 然後打開 F-11、F-12、C11、C12。
9. 啟動 BL-01 or BL-02
10. 啟動 P-03 or P-04 及 P-01 or P-02
11. 以流率 $9m^3/hr$ 清洗至導電度至 $11\mu S/cm$ 以下就完成再生程序。

(二)再生後造水

A 塔： $4.63\mu S/cm$ MB 塔： $0.17\mu S/cm$

六、檢查噴水控制及溫度控制相關參數並與原始設計值作比較，列出差異處，並作為參數調整參考。相關參數如下：

參數名稱	目前設定值	原始設定值	單位
WQK3_B	2.355000	4.1185	#/sec
WQK3_E	2.237000	3.9125	#/sec
WQK3_K	1.24800	2.233	##
WQK3_M	9.0000	9.5640	#/sec
WQK3_N	1.5000	2.6	#/sec

104.03.16

一、再生水廠第二組:C 塔及 A 塔

1. 再生程序與 03/15 第一組相同
2. 再生後造水 A 塔： $3.83^{\mu\text{S}}/\text{cm}$ MB 塔： $0.14^{\mu\text{S}}/\text{cm}$

二、水處理驅動器(F11)斷的固定螺絲處理

1. 關閉控制氣源，卸下驅動器。
2. 退出斷的固定螺絲
3. 驅動器回裝
4. 開啟控制氣源

三、水處理驅動器固定螺絲缺少部分，檢查補齊。

四、清查 Mark V 控制系統異常自診警報，發現<S> core 壓縮機出口壓力傳送器(編號 96CD-1B)未運轉，指示 300 psi(Range：0~300psi)，拆卸壓力傳送器準備送 Cabras 廠測試

五、Mark V 控制系統自診警報顯示 IGV 仍處於校調模式，重新進入校調程式再離開，警報自動消失，真正原因不明。

六、建置噴水控制 Excel 計算表，作為參數調整模擬演算。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	FQLM1	#CTIM	#CMHUM	#WQJA						FQLM1	7.66000	#/sec	Liquid Pael Mass Flow	
2		7.66000	0.05320	0.28440	0.00000					WQK3_G	1.00000	##		
3														
4	#FQMT_B_K	FXQRC	WQKa_N	M WQ offset						CTIM	87.00000	deg F	Max Comp Inlet Plancee	
5		8.41750	1.40000	1.50000	0.50000					WQKR1	120.00000	deg F	MAX	
6										WQKR2	30.00000	deg F	MIN	
7										WQKR8	59.00000	deg F		
8	WOR2									WQK3_T	0.00190	HUM/F		
9														
10	Water Injection to Pael Ratio RATIO									CMHUM	0.03000		Specific humidity	
11	WTRRW									WQKR5	0.06000	##/##A	MAX	
12										WQKR6	0.03000	##/##A	MIN	
13	參數名稱	目前設定值	原始設定值	單位						WQKR7	0.00630	##/##A		
14	WQK3_B	2.355000	4.1185	#/sec						WQK3_H	12.00000	##/##		
15	WQK3_E	2.237000	3.9125	#/sec										
16	WQK3_K	1.24800	2.233	##/##						WQKa_N	1.5			
17	WQK3_M	9.00000	9.5640	#/sec			1.500000	2.6		WQK3_N	1.50000	#/sec	MIN flow	
18	WQK3_N	1.50000	2.6	#/sec										
19										WQJA	0.00000			
20										WQK3_A	0.00000	##		
21														
22										FQMT_B_K	8.41750			
23								2.355000	4.1185	WQK3_B	2.85	#/sec		
24								1.248000	2.233	WQK3_K	1.75	##/##		
25										FQMT	7.66000	#/sec	Total Pael Mass Flow	
26														
27										FXQRC	1.40000		Wet Low NOx Pael Mix Ratio	
28														
29										WQ offset				
30										WQKR3	0.50000	#/sec	Adjustable Offset #/sec <0.000 #/sec>	
31														
32										WQKRMX	10.00000	#/sec	Wtr Inj Max Water Limit for NOx #/sec <9.5640 #/sec>	
33														

七、Mark V <I>操作站檔案備份，備品操作站開機檢查及檔案安裝，實際現場測試確認可以正常操作。確認 tiger 資料蒐集系統顯示正常。

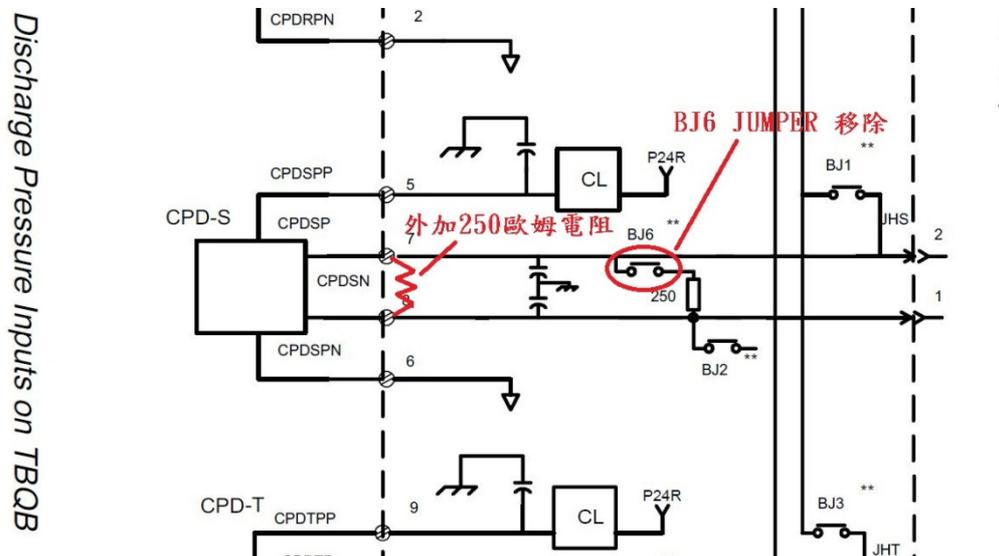
104.03.17

一、96CD-1B 壓力傳送器測試及檢修

1. 壓力傳送器至 Cabras 廠，測試動作正常。
2. 回裝後，輸入端子電壓 24 VDC，輸出電流應為 4 mA，但為 0 mA。
3. 懷疑電表故障，另測 96CD-1A，電流為 4 mA，顯然是控制卡片有問題。

4. 經查閱線路圖發現 250Ω 精密電阻燒毀，若要更換卡片須 MarkV 控制系統停電，並拆除相關線路，因控制卡片老舊，停電風險較高，可能延伸更多問題。暫時解焊備品卡片上的 250Ω 精密電阻，外掛 250Ω 電阻方式解決，如下圖。

250Ω 精密電阻燒毀主要原因可能現場校調傳器拆線不慎引起短路。



二、除礦水槽洩水、造水

1. 上午，水槽洩水。
2. 下午，兩套水處理設備同時造水。
3. 檢查所有氣動閥，動作正常。

104.03.18

一、造水

1. 兩套水處理設備同時造水。
2. 檢查所有氣動閥，動作正常。
3. 下午，除礦水槽滿水位

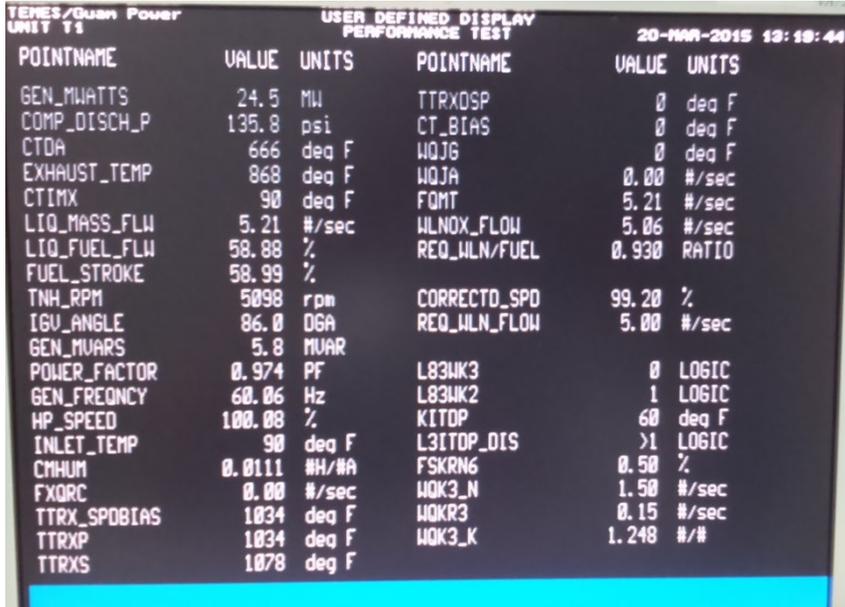
二、效試前準備

1. 協助效率試驗測試儀器安裝。
2. 空氣過濾器清吹系統檢修，順序控制卡片已無法正常控制，拆除原線路改以人工方式 Purge 空氣過濾器，原 Supply Air 管路過濾器拆卸清潔及管路壓力錶更換新品。
3. Turbine Shell & Exhaust Frame Blower 出口止回閥動作不順，經調整鉸鏈後，動作正常。
4. IGV 控制改為校調模式，強迫維持開度為 86 度，避免水洗時自行關閉。
5. 氣渦輪機水洗時發現 Water Wash Pump Inlet Pressure Low，導致 Pump 經常突然停止，檢查 Pump 出口壓力及水量正常，暫將 PLC Input 接點短路隔離，以確保水洗工作順利進

行。

104.03.19

一、建置 Mark V Performance 監視畫面。



USER DEFINED DISPLAY
PERFORMANCE TEST
20-MAR-2015 13:19:44

POINTNAME	VALUE	UNITS	POINTNAME	VALUE	UNITS
GEN_MWATTS	24.5	MW	TTRXDSP	0	deg F
COMP_DISCH_P	135.8	psi	CT_BIAS	0	deg F
CTDA	666	deg F	WQJG	0	deg F
EXHAUST_TEMP	868	deg F	WQJA	0.00	#/sec
CTIMX	90	deg F	FQMT	5.21	#/sec
LTO_MASS_FLOW	5.21	#/sec	WLNOX_FLOW	5.06	#/sec
LTO_FUEL_FLOW	58.88	%	REQ_WLN/FUEL	0.930	RATIO
FUEL_STROKE	58.99	%			
TNH_RPM	5098	rpm	CORRECTD_SPD	99.20	%
IGV_ANGLE	86.0	DGA	REQ_WLN_FLOW	5.00	#/sec
GEN_MUARS	5.8	MUAR			
POWER_FACTOR	0.974	PF	L83UK3	0	LOGIC
GEN_FREQUENCY	60.06	Hz	L83UK2	1	LOGIC
HP_SPEED	100.00	%	KITOP	60	deg F
INLET_TEMP	90	deg F	L3ITOP_DIS	>1	LOGIC
CMHUM	0.0111	#/HA	FSKRN6	0.50	%
FXQRC	0.00	#/sec	WQK3_N	1.50	#/sec
TTRX_SPOBIAS	1034	deg F	WQK3	0.15	#/sec
TTRXP	1034	deg F	WQK3_K	1.248	#/H
TTRXS	1078	deg F			

二、協助 Carbas 廠 #1 機吹灰蒸汽壓力控制閥(PV-99)控制閥行程測試。

三、效率試驗開始至 22MW 時，#1 燃燒筒噴水軟管破裂，效率試驗停止，以燃油軟管取代更新。

四、噴水關斷閥於停機後未關閉，經查手動排放閥關閉引起，原因可能是蓄壓閥膜片裂化無法蓄壓，關閉此閥可以保證蓄壓，開啟關斷閥，但停機後如未開啟，將無法洩壓以關閉噴水關斷閥。

五、噴水關斷閥之蓄壓閥更新

104.03.20

一、剩餘之燃油軟管備品(7 只)，更新於 #2~#4、#7~#10 燃燒筒噴水軟管，只有#5、#6 未更新。

二、效率試驗從 22MW 開始。

三、運轉中 #4 燃燒筒噴水軟管接頭滲漏(因墊片厚度影響，已無再鎖緊的空間)，待停機後再處理。

四、IGV 角度刻度表與 Mark V 有差異，offset 3 度，且關閉時位於 32~33 度之間變動，待日後重新量測校正。

五、排煙道伸縮縫，可能機蓄油漬導致燃燒(小火)，灑水後熄滅。

六、配合 Peak Load 線上調整參數，更動參數如下:

參數名稱	舊設定值	新設定值	單位
WQK3_B	2.35500	2.85000	#/sec
WQK3_K	1.24800	1.75000	##
WQKRMX	9	10	#/sec
WQKR3	0.15	0.5	#/sec
TTK1_I	1150	1157	F

104.03.21

一、#4 燃燒筒噴水軟管接頭滲漏處理

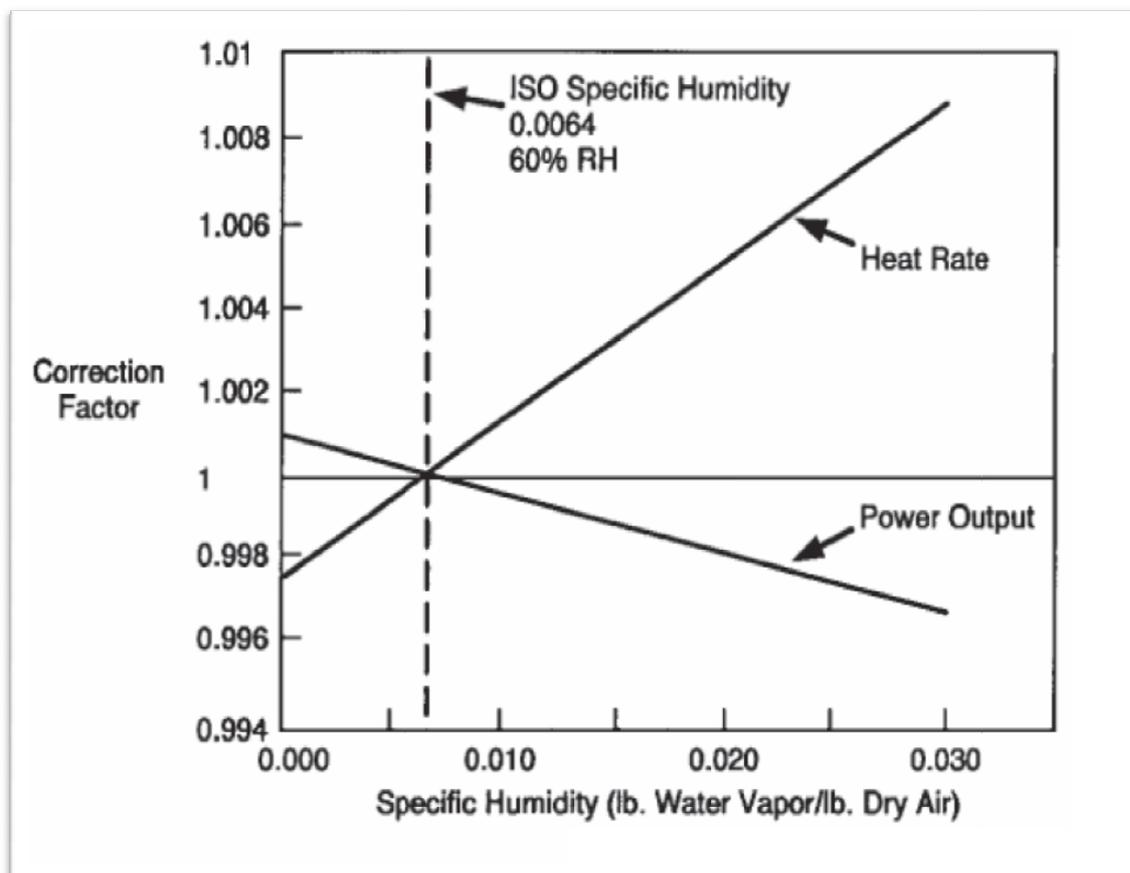
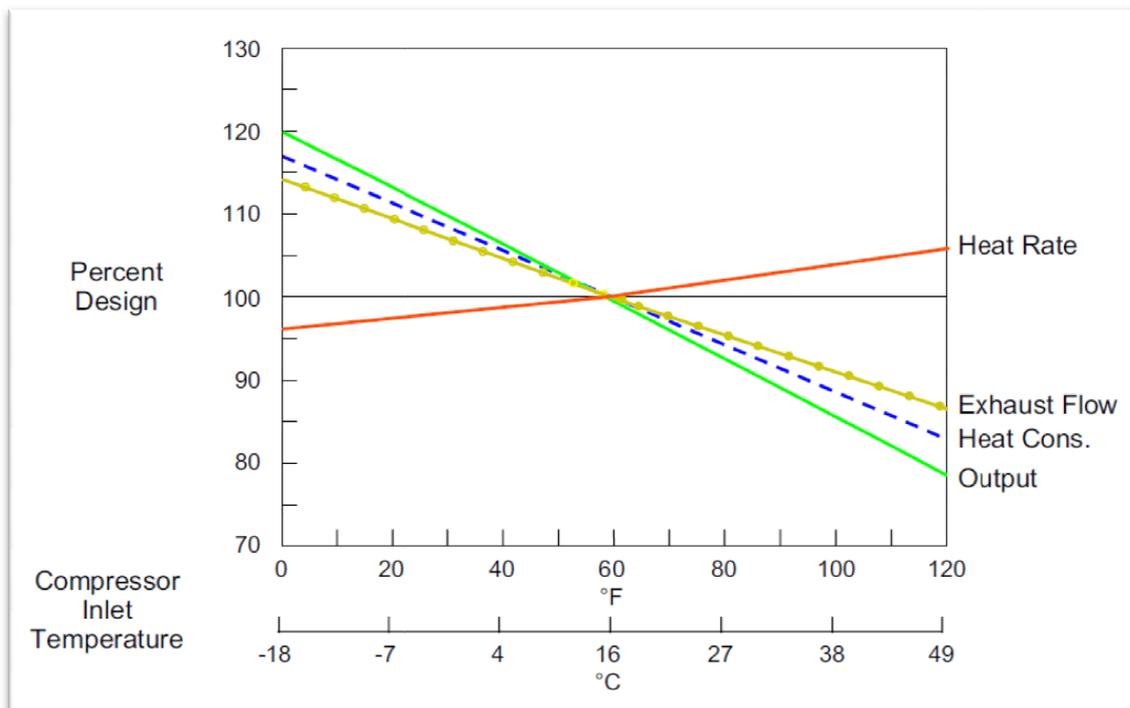
二、Mark V 控制參數備份

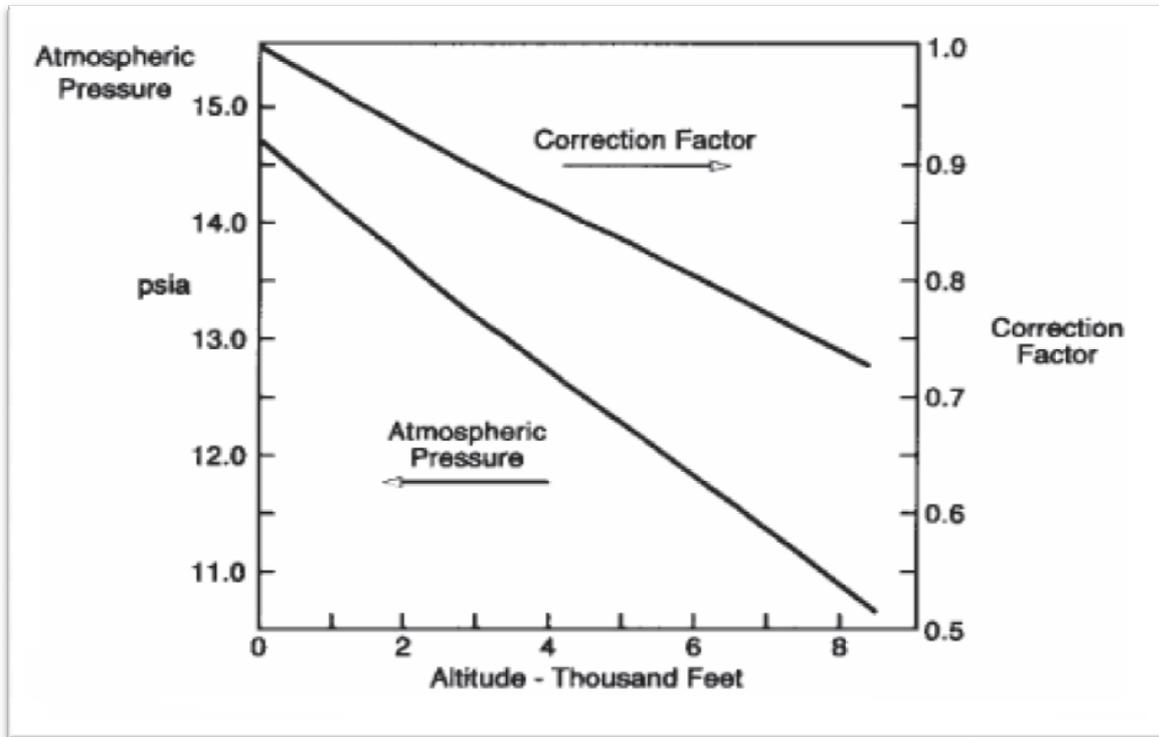
心得及建議:

本次協助檢修及測試過程獲得不少寶貴經驗，由於台電及台機社工作人員合作無間，終於完成效率試驗。氣渦輪機效能隨著運轉時間會逐漸降低，通常在首次運轉累積 24,000 小時後，其保證值效能將會降低 2% to 6%，效能降低可分為可恢復和不可恢復部份。可恢復部份如壓縮機葉片髒污，可藉由氣渦輪機水洗清潔改善或更徹底地開蓋清潔，該部份也是本次檢修重點工作之一，至於不可恢復部份為渦輪及壓縮機葉片間隙增大，表面光滑度及翼面形狀改變，該情況只能配合大修周期檢查並更換受損部份。效試計算式並未修正累積運轉時數造成之效能降低，對於受測機組有點吃虧。

隨著氣渦輪機運轉模式、空氣污染物、濕度、使用的燃料及 De-NOx 噴水量皆會影響效能降低程度，因此要量化氣渦輪機效能降低程度有相當困難，不過較常 off-line 水洗有助減緩效能降低，而氣候乾燥地區亦較潮濕地區有助減緩效能降低。

影響氣渦輪機出力因素有很多如：空氣溫度/濕度、氣壓、噴水量控制、排氣溫度控制、燃料熱值、進氣及排氣壓損等等，雖然空氣溫度/濕度、氣壓影響氣渦輪機出力顯著，但效率試驗時環境氣候條件將被修正至 ISO conditions(15°C、14.7 psia、60% relative humidity, 修正曲線參考下圖)，因此氣候條件反而影響不大，除非量測儀器本身誤差大。真正影響本次效率試驗的因素應是進氣壓損、壓縮機葉片髒污、噴水量控制及排氣溫度控制，這些影響因素在工作人員努力下皆一一排除，相較於 2014 年效率試驗結果，平均 Peak Load 淨發電量由 38,696KW 提升至 39,478KW，符合合格標準。





圖表資料來源: GE GER-3567H GE Gas Turbine Performance Characteristics

出國人員: 王明山 陳炳華 徐永守