

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



## 出國報告審核表

|                                     |  |                                   |
|-------------------------------------|--|-----------------------------------|
| 出國報告名稱：關島 Piti 電廠效率試驗現場檢修及調校工作報告    |  |                                   |
| 出國人姓名<br>(2人以上，以1人為代表)              | 職稱   | 服務單位                              |
| 王明山                                 | 課長   | 台中發電廠儀資二組                         |
| 出國類別                                | <input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習<br><input checked="" type="checkbox"/> 其他:執行台灣機電工程服務社委託關島 Piti 電廠效率試驗現場檢修及調校工作 |                                   |
| 出國期間：104年03月14日至104年03月22日          |  | 報告繳交日期：104年04月24日                 |
| 出國人員<br>自我審核                        | 計畫主辦<br>機關審核   | 審核項目                              |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>  | 1.依限繳交出國報告                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>  | 2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得及建議事項」) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>  | 3.無抄襲相關資料                         |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>  | 4.內容充實完備.                         |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>   | 5..建議具參考價值                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>  | 6.送本機關參考或研辦                       |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>   | 7.送上級機關參考                         |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>   | 8.退回補正，原因：                        |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>   | (1) 不符原核定出國計畫                     |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>   | (2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容            |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>   | (3) 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項                |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>   | (4) 抄襲相關資料之全部或部分內容                |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>   | (5) 引用相關資料未註明資料來源                 |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>   | (6) 電子檔案未依格式辦理                    |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>   | 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表：       |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>   | (1) 辦理本機關出國報告座談會(說明會)，與同仁進行知識分享。  |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>   | (2) 於本機關業務會報提出報告                  |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>   | (3) 其他 _____                      |
| <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>   | 10.其他處理意見及方式：                     |

報告人：  單位主管：  主管處：  總經理：  副總經理

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「公務出國報告資訊網」為原則。



## 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： $3.83^{\mu S/cm}$  MB 塔： $0.14^{\mu S/cm}$

#### 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 Pacl 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 Pacl Ratio RATIO |          |         |             |         |   |          |          |        | CMHUM     | 0.03000   |       | Specific humidity                                    |   |
| 11 | WTRW                                |          |         |             |         |   |          |          |        | WQKR5     | 0.06000   | ##/## | MAX  |   |
| 12 |                                     |          |         |             |         |   |          |          |        | WQKR6     | 0.03000   | ##/## | MIN  |   |
| 13 | 參數名稱                                | 目前設定值    | 原始設定值   | 單位          |         |   |          |          |        | WQKR7     | 0.00630   | ##/## |  |   |
| 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 | 1.1185 | WQK3_B    | 2.85      | #/sec |  |   |
| 24 |                                     |          |         |             |         |   |          | 1.248000 | 2.233  | WQK3_K    | 1.75      | ##    |  |   |
| 25 |                                     |          |         |             |         |   |          |          |        | FQMT      | 7.66000   | #/sec | Total Pacl Mass Flow                                 |   |
| 26 |                                     |          |         |             |         |   |          |          |        |           |           |       |  |   |
| 27 |                                     |          |         |             |         |   |          |          |        | FXQRC     | 1.40000   |       | Wet Low NOx Pacl 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> |   |

#### 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。

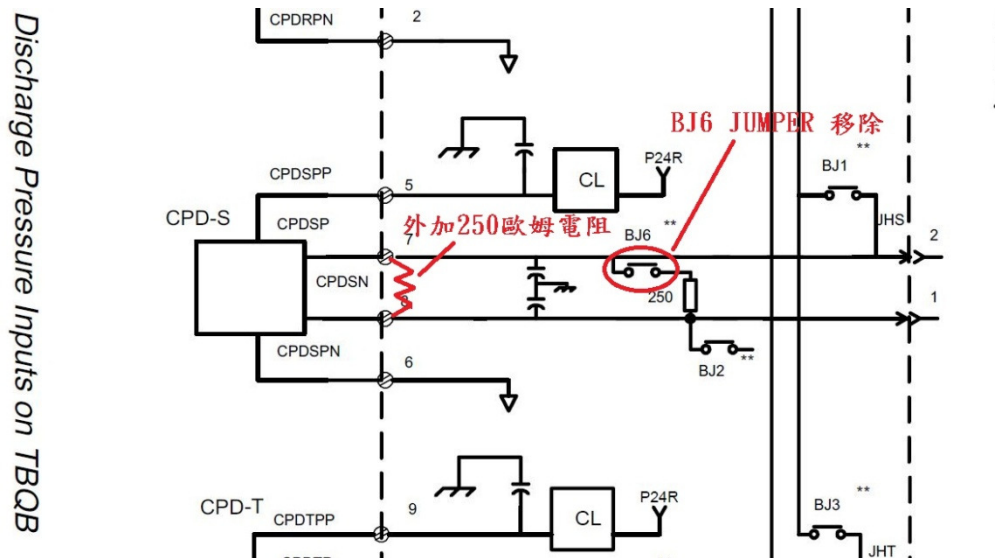
### 104.03.17

#### 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

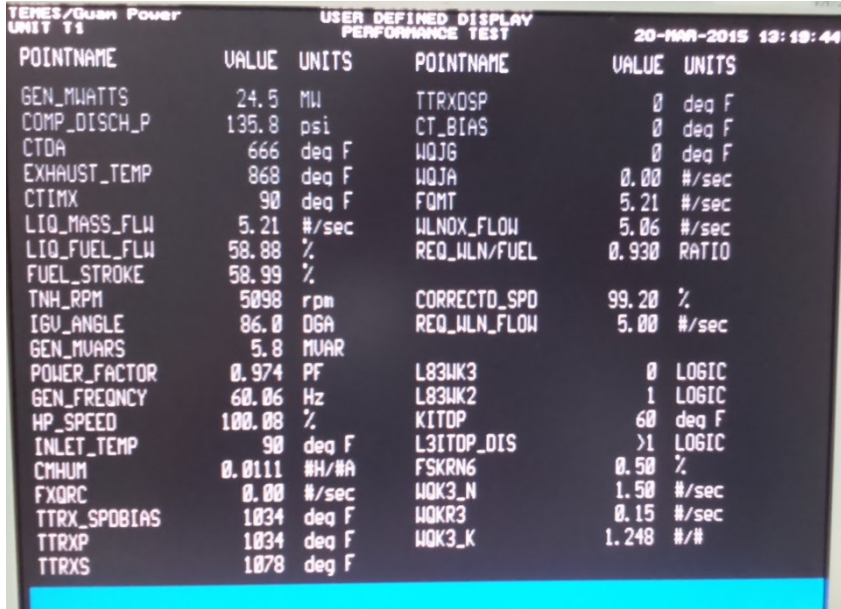
1. 協助效率試驗測試儀器安裝。
2. 空氣過濾器清吹系統檢修，順序控制卡片已無法正常控制，拆除原線路改以人工方式 Purge 空氣過濾器，原 Supply Air 管路過濾器拆卸清潔及管路壓力錶更換新品。
3. Turbine Shell & Exhaust Frame Blower 出口止回閥動作不順，經調整鉸鏈後，動作正常。
4. IGV 控制改為校調模式，強迫維持開度為 86 度，避免水洗時自行關閉。
5. 氣渦輪機水洗時發現 Water Wash Pump Inlet Pressure Low，導致 Pump 經常突然停止，檢查 Pump 出口壓力及水量正常，暫將 PLC Input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

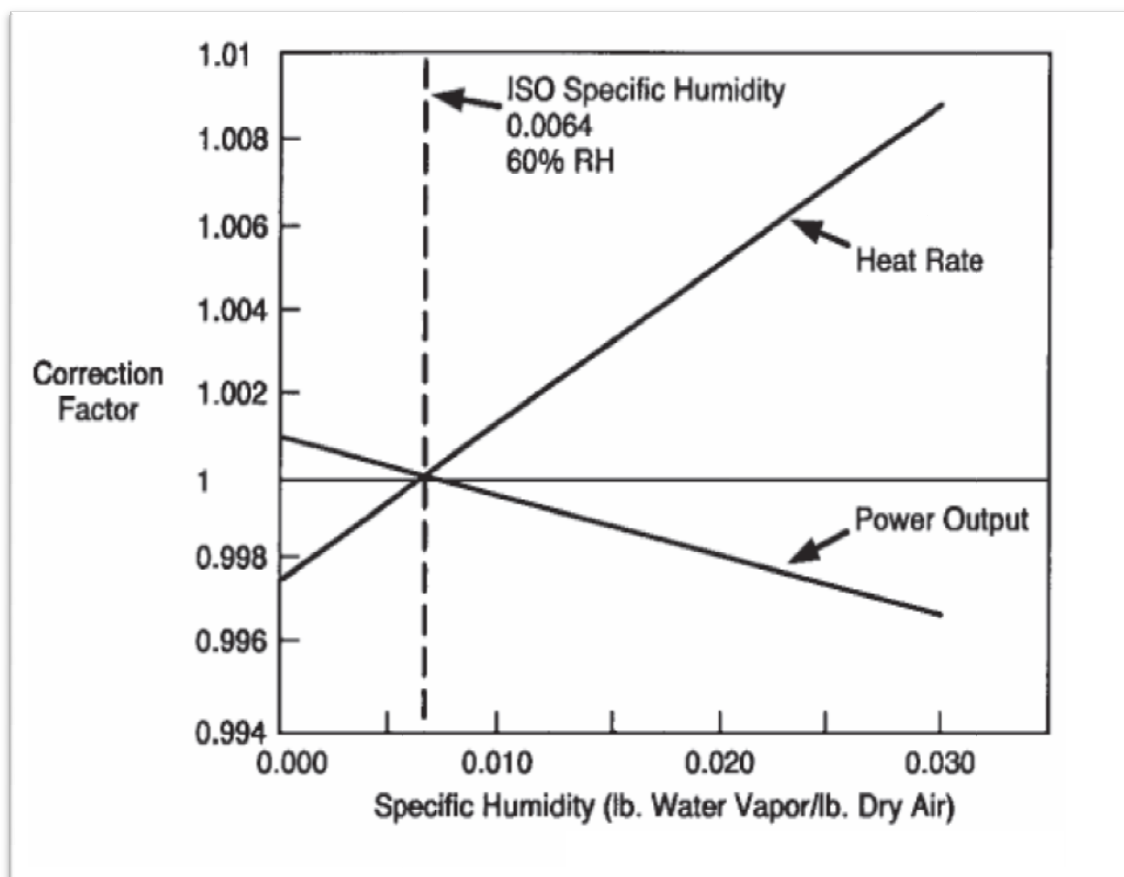
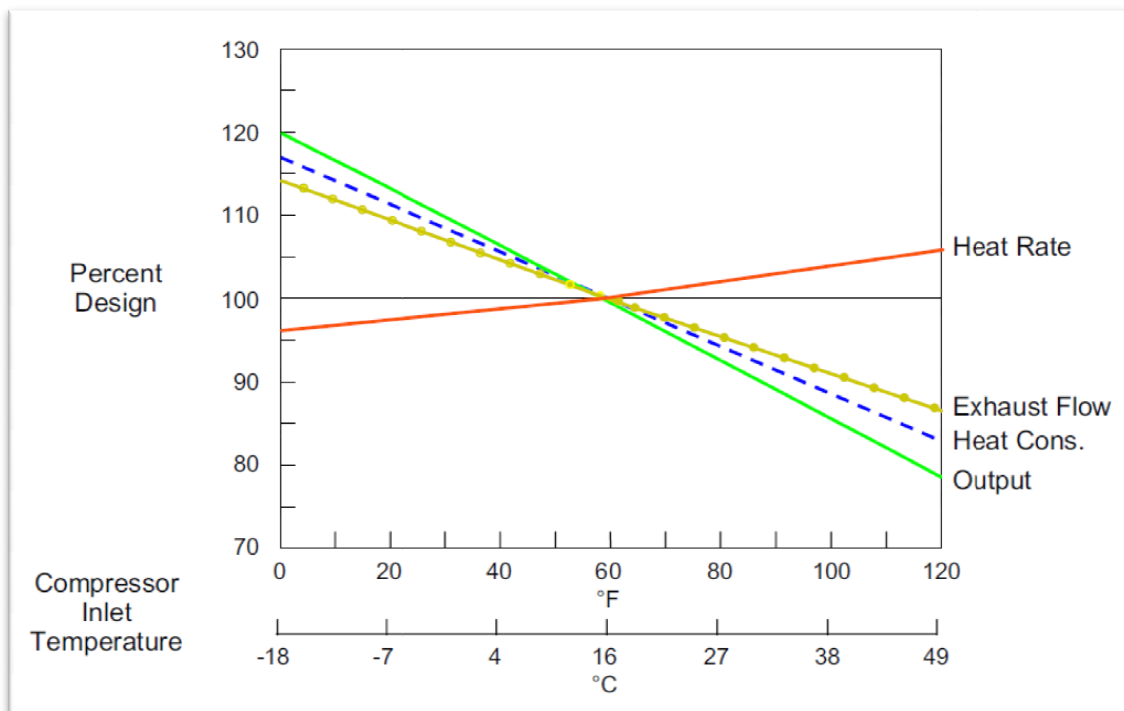
二、Mark V 控制參數備份

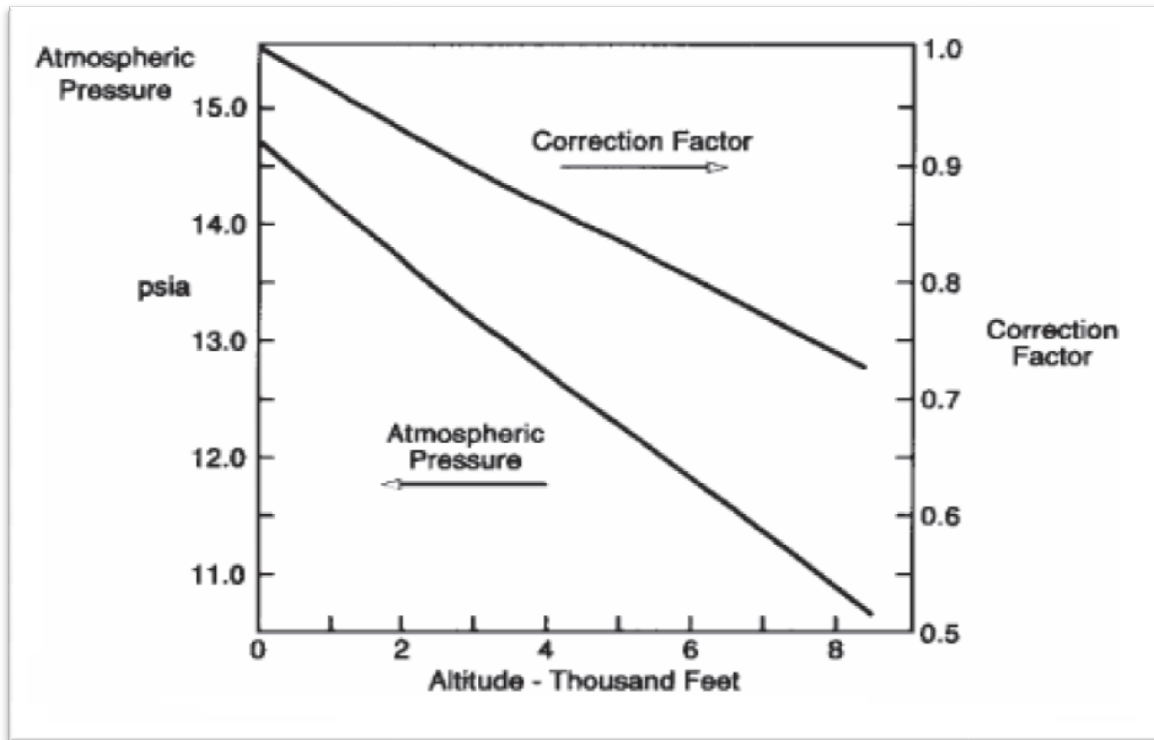
#### 心得及建議:

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