

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：開會/實習)

## 實習氣渦輪機組早期預警技術

服務機關：台灣電力公司

出國人職稱：機械工程師





姓名：李亦堅

出國地區：德國

出國日期：102年8月20日至8月29日

報告日期：102年10月23日

出國報告名稱：實習氣渦輪機組早期預警技術		
出國人姓名(2人以上,以1人為代表)	職稱	服務單位
李亦堅	機械研究專員	台灣電力公司
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input checked="" type="checkbox"/> 實習 <input type="checkbox"/> 其他 _____ (例如國際會議、國際比賽、業務接洽)	
出國期間：102年8月20日至102年8月29日		報告繳交日期：102年10月23日
出國人員自我審核	計畫主辦機關審核	審核項目
<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1.依限繳交出國報告 2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得及建議事項」) 3.無抄襲相關資料 4.內容充實完備. 5..建議具參考價值 6..送本機關參考或研辦 7.送上級機關參考 8.退回補正,原因: (1) 不符原核定出國計畫 (2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 (3) 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項 (4) 抄襲相關資料之全部或部分內容 (5) 引用相關資料未註明資料來源 . (6) 電子檔案未依格式辦理 (7) 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 9..本報告除上傳至出國報告資訊網外,將採行之公開發表: (1) 辦理本機關出國報告座談會(說明會),與同人進行知識分享。 (2) 於本機關業務會報提出報告 (3) 其他 10.其他處理意見及方式:

報告人：  單位主管：  主管處主任：  總經理：  副總經理：

出國報告名稱：實習氣渦輪機組早期預警技術

頁數 53 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

台灣電力公司/陳德隆/2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

李亦堅/台灣電力公司/綜合研究所/機械研究專員/8078-2293

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他(開會)

出國期間：102.8.20~102.8.29

出國地區：德國

報告日期：102.10.

分類/號目：

關鍵詞：氣渦輪機 (Gas Turbine)、複循環發電機組 (Combined Cycle Power Plant)、早期監測預警系統 (Earlier Failure Pre-alarm Monitoring System)、監診中心 (Power Diagnostics Center)

內容摘要：(二百至三百字)

目前公司內部發電處及其所屬複循環機組電廠與綜合研究所積極合作推動氣渦輪機 (Gas Turbine) 燃燒穩定性調校技術，以期建立GT運轉維護之關鍵性技術，並能深耕公司相關部門之各使用階層，其中本所負責核心技術之建立與運作，並肩負將相關可應用實務技術推展轉移至電廠運轉維護等相關人員，因此本次出國實習「氣渦輪機組早期預警技術」為目前核心技術建立之中長程目標。

本次出國實習工作內容為：

- 學習早期監測預警系統在氣渦輪機燃燒穩定性之應用。
- 學習與參觀氣渦輪機燃燒系統監診中心之整體設計理念與架構。

- 赴 SIEMENS 燃氣複循環發電機組，學習早期監測預警系統在氣渦輪機燃燒穩定性之應用實務。

#### 實習心得總結報告為

本次實習氣渦輪機組早期預警技術，藉由實地系統架設之觀摩實習及與技術人員技術之交流，可充分了解與學習氣渦輪機組燃燒監診及早期預警技術。

赴國外實習氣渦輪機組早期預警技術之最佳拜訪對象為氣渦輪機組製造商，在世界各國火力發電機組發展之先進復循環機組中，發電業者與製造商已不僅止於機組建構及備品提供，為維護先進復循環機組高效率、高可用率及低污染排放之性能，發電業者與製造商進行之機組性能維護技術交流與服務已是必然之手段。

基本上，製造商提供之機組性能維護技術與服務，必須要有深厚之設計與理論基礎，並配合機組運轉特性。製造商藉由機組運轉數據結合機組設計理論，發展出 Power Diagnostics，用以提供發電業者復循環機組之高效率、高可用率及低污染排放之服務。

對於身為台灣之最大發電業者而言，目前面臨燃料成本高漲、售電單價過低雙重夾擊下，如何維持機組高效率、高可用率之性能應為公司當前責任之一，其中學習製造商機組設計理論及監診技術，建立 Power Diagnostics 技術為電廠服務為本所積極研發之核心技術。

本次出國實習氣渦輪機組早期預警技術之建議：

氣渦輪機燃燒動態之複雜性及受上下游組件、條件改變影響甚

大，機組之更新案不再只是單一元件或性能改善，潛在影響因素須有完善之全盤評估。為維護先進復循環機組高效率、高可用率及低污染排放之性能，建議公司應成立復循環機組性能監診中心 (Power Diagnostics Center)，專職負責較專業之氣渦輪機性能調校技術支援、機組事故之肇因分析與改善措施、機組運轉性能劣化之早期預警、機組重要組件更新案之機組性能影響整體評估、電廠操作實務之理論提升…等工作，將其實務與理論之專業技術統籌由單一部門負責。對各復循環電廠而言，降低機組事故率，可更專心於機組運轉維護工作，專業性維護、改善、更新及調校工作，由監診中心技術支援；對公司整體而言，公司之不同廠家復循環機組性能維護與提升工作由單一監診中心負責技術支援，節省重複人力，有效率預防機組事故發生及發生後快速排除、整體評估機組性能後，由有限預算進行機組有效更新、建立核心技術為公司有效之無形資產，為因應未來電業自由化後之自由市場競價機制，監診中心可發揮提升整體效能，進行機組效能及經濟性之有效與安全調度。

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

# 實習氣渦輪機組早期預警技術

## 目 錄

出國報告審核表	II
出國報告提要	III
目錄	VI
圖表目錄	VII
壹、實習目的與行程	1
1.1 緣起與目的	1
1.2 行程與內容	3
1.2.1 行程	
1.2.2 行前規劃及實習內容	
貳、實習內容與心得	6
參、綜合結論與建議	12
肆、參考文獻	14
附件1 本次出國實習口頭報告之內容	26

# 圖表目錄

## 圖目錄

圖 1 監診中心功能架構示意圖 .....	15
圖 2 SIEMENS 監診中心運作架構示意圖 .....	15
圖 3 SIEMENS 監診中心提供服務範圍示意圖 .....	16
圖 4 SIEMENS 監診中心各地分佈示意圖 .....	16
圖 5 SIEMENS 監診中心發展示意圖 .....	17
圖 6 SIEMENS 監診中心目前服務客戶統計圖 .....	17
圖 7 SIEMENS 監診中心運作流程圖 .....	18
圖 8 SIEMENS 監診中心運作流程與專家系統連結圖 .....	18
圖 9 SIEMENS 監診中心之氣渦輪機功能模組示意圖 .....	19
圖 10 SIEMENS 監診中心之遠端監診示意圖 .....	19
圖 11 SIEMENS 監診中心之遠端複循環機組監診示意圖 .....	20
圖 12 SIEMENS 監診中心之數據收集示意圖 .....	20
圖 13 SIEMENS 監診中心之遠端軸振動平衡服務示意圖 .....	21
圖 14 SIEMENS 監診中心之遠端 GT governor 最佳化服務示意圖 ....	21
圖 15 SIEMENS 監診中心之遠端 GT 燃燒調校服務示意圖 .....	22
圖 16 SIEMENS 監診中心之遠端機組熱功分析示意圖 .....	22
圖 17 SIEMENS 監診中心之 GT 肇因分析示意圖 .....	23
圖 18 SIEMENS 監診中心之 GT 運轉最佳化示意圖 .....	23
圖 19 拜訪 SIEMENS 能源部門及電廠，實習 PD 之技術 .....	24
圖 20 拜訪 SIEMENS Power Diagnostic Center，實習監診中心運作 .	24
圖 21 PD 設計人員架構之介紹與診斷專家之討論 .....	25
圖 22 拜會 SIEMENS 能源部門副總裁，感謝安排此次行程 .....	25

# 壹、實習目的與行程

## 1.1 緣起與目的

目前公司內部發電處及其所屬複循環機組電廠與綜合研究所積極合作推動複循環發電機組之氣渦輪機 (Gas Turbine) 燃燒穩定性調校技術，以期建立氣渦輪機運轉維護之關鍵性技術，並能深耕公司相關部門之各使用階層，其中本所負責核心技術之建立與運作，並肩負將相關可應用實務技術推展轉移至電廠運轉維護等相關人員，因此本次出國實習「氣渦輪機組早期預警技術」為目前本所核心技術建立之中長程目標。出國實習氣渦輪機組早期預警之相關技術建立。

本次出國實習工作報告內容為：

- 學習早期監測預警系統在氣渦輪機燃燒穩定性之應用。
- 學習與參觀 GT 燃燒系統監診中心之整體設計理念。
- 赴 SIEMENS 燃氣複循環發電機組，學習早期監測預警系統在氣渦輪機燃燒穩定性之應用實務。

實習氣渦輪機組燃燒穩定度調校核心技術之主要規劃：

短期(100 ~年度)：氣渦輪機組燃燒效能改善技術。

主要對氣渦輪機組燃燒控制與調校技術學習與燃燒調校方法之提升。

中期(101~ 年度)：氣渦輪機組燃燒效能監測診斷技術。



主要對氣渦輪機組燃燒效能監測系統之建置與監測診斷  
技術學習與提升。

長期(102~ 年度)：氣渦輪機組早期預警技術技術 (本次出國實習之  
目的)。

主要對氣渦輪機組燃燒效能監測系統之遠端監測診斷功  
能之建置與遠端監測診斷技術學習與提升。

本年度為執行氣渦輪機組早期預警技術技術。

## 1.2 行程與內容

### 1.2.1 行程

日期	地點	拜訪公司討論內容
8/20~21	去程	
8/21~25 (含2日 例假)	西門子 Power Diagnostic Center	1.學習早期監測預警系統在氣渦輪機燃燒穩定性之應用。 2.學習與參觀 GT 燃燒系統監診中心之整體設計理念。
8/26~27	西門子 Irsching Power plant	赴 SIEMENS 燃氣複循環發電機組，學習早期監測預警系統在氣渦輪機燃燒穩定性之應用實務。
8/28~29	返程	

## 1.2.2 行前規劃及實習內容

### 1.2.2.1 行前規劃實習主題

此次依出國任務之主題聯繫本公司複循環機組 GT 製造商-SIEMENS，出國前規劃相關實習內容並與實習公司聯絡相關細節，其主要內容如下：

#### 1. 提出實習拜訪之需求

Dear Mr. Julian,

Thanks for your kind arrangement to visit SIEMENS in Germany. I had visited Berlin in 2011 for the evolution of GT V84.2 upgrade project and for your modern GT, SGT-8000H. In 2012, I had a visitation to see a new cc project, Bugok 3 in South Korea. For this time, I have interest in your LTMP service and the related technology. In Taiwan, Taiwan Power Company may be not the only one electric maker in the future of Taiwan power electricity market. The impact of electricity liberalization will lead to another consideration for the GT maintenance. For the cost saving, I will survey the merit of your LTMP service comparison with maintenance jobs by ourselves. If it is possible, I would like to know the **LTMP** detail project and its advantage of Power Diagnostics Service.

Sincerely Yours truly,

I-Chien Lee

李亦堅

Energy Research Laboratory, TPC

#### 2. 經同意後，提出本次拜訪實習之主要工作內容

- The main interest topics are to be listed below,:
  1. The whole scope of LTSA compared with Standard.
  2. The difference of Term Warranty and Standard Warranty.
  3. The technology of Term Warranty

4. How to avoid an unscheduled outages in period of the Term Warranty time
5. Power Diagnostics Service: Win TS Monitoring and Power Diagnostic, includes data acquisition method, central data base, analysis methods and tools, diagnostic rules
  - To visit your Power Diagnostics center and power plant.

The motive of this visit is to survey the merit of your LTSA compared with maintenance jobs by ourselves.

## 貳、實習項目與心得

本次實習主要瞭解國外氣渦輪機之監診系統(Power Diagnostic System)與系統結構，及與電廠互動之應用，由西門子 Power Diagnostics Center 去瞭解其應用與技術為最佳之學習途徑，並實習監診中心與鄰近之複循環機組發電廠互動。在本次實習內容之時程上，首先與西門子監診中心技術人員進行技術研討與交流，再赴監診中心現場實際觀摩學習，最後再拜會，實習其應用技術與經驗。在本報告中為能在說明敘述上能有較容易循序瞭解，其順序上先介紹監診中心特性，接續說明監診中心系統架構以及其應用，最後說明如何將所見所聞應用在目前工作上，以達到實習之目的。

監診中心的功能為及時監測燃氣輪機，蒸汽輪機，餘熱回收鍋爐和發電機等電廠設備異常運行條件，提出解決方案，以便協助提高電廠的可用性和操作性，監診中心功能架構如圖 1 所示，SIEMENS 監診中心運作架構如圖 2 所示。

監診中心的設計亦可為管理決策提供更可靠的依據，其包括：

- 幫助最大限度地減少非計劃停運的風險：機組各組件透過運轉資料之收集及與資料庫內類似的資料行為分析，監診中心可以幫助分析與預測機組各組件許多可能產生的問題，其中主要包括幾個月後的儀表和控制系統(I&C)，將產生一個報警。早期故障檢測可使電廠人員有足夠的時間來準備組件和人力，再下一次強迫停運計劃之大修中進行更換，

進而有助於避免非計畫型停機，以保持停機時間降至最低，有助於維持機組高可用率。

- 性能和操作優化：上述之狀態監測可以幫助最大限度地減少非計畫停機的風險外，監診服務可最佳化機組運轉數據，由輸出之定期分析結果可以幫助評估機組未來投資需求，或直接由監診中心進行可操作方案評估，以滿足電廠的特殊需求（例如，燃料改變）。
- 大幅節省運轉維護成本：監診中心的定期性能分析，可以協助 GT 具有更高的機組效率水平。如此能導致大幅節省燃料，機械維護，穩定運轉，降低 NOx 排放。對電廠的壽命是否延長計畫，可以提供更精確的風險評估。

監診中心運作架構（圖 2 SIEMENS PDC）主要透過網路將電廠機組及時運轉重要參數數據及初步分析資料傳輸至資料收集中心，經由分析工具及模組進行機組性能分析，如有必要並將分析結果及運轉重要參數數據傳送至專家系統，經由專業技術人員進一步分析。目前 SIEMENS 監診中心設置位置含蓋歐洲（德國）、美洲（美國）、及亞洲（新加坡），如圖 4 所示。

SIEMENS 監診中心之前身成立於西元 2000 年，早期僅為少數人進行機組運轉趨勢之監測，經由兩年之運作後，成立第一個有組織之

Power Diagnostics Center 於美國 Orlando，開始開發分析工具及模組，並進行機組性能分析，如圖 5 所示。目前其監診之機組超過 540units, 建立超過 500 以上 Rulebases, 11000 個事故案件資料庫，其詳細統計數據如圖 6 所示，此部分為實習之重點，基於原廠智慧財產之保密，本次實習雖僅獲得概念式的設計理念，但對未來欲研究發展自我技術幫助頗大，可省去自我摸索及 Try and error 時間。

圖 7 為 SIEMENS 監診中心運作流程圖，此可為建立氣渦輪機監診中心學習之範本。以目前進行之氣渦輪機燃燒穩定性分析與調校工作，以及南部電廠、通霄電廠監測系統運行等研發技術與成果進行模組化，再補強分析工具，應可建立出具有功能簡單但架構健全之氣渦輪機燃燒穩定性監診中心。

架構健全之監診系統主要分為兩分子系統，分別為：

Power Diagnostics Team：執行 Power Diagnostics Center 運作，負責工作為

- Data Acquisition
- Data Processing
- Data Analysis
- Deviation Analysis
- Root Cause
- Configuration Expert

Expert Network Team：負責分析診斷，應具有理論與實務經驗之專業人員，其專業知識應涵蓋：

- Rotor Dynamics
- Control System
- Thermodynamics
- Combustion
- Fluid Mechanics
- Materials

在上述兩項中，前者屬於 online monitoring，後者屬於 offline diagnostics，兩者匯集之報告回報電廠，必要時進行改善措施，SIEMENS 運作相關示意圖如圖 8 所示。

依 SIEMENS 列出 Gas Turbine 間診項目如下所示，其利用模組方式設計成 Tools，除人工智慧外，屬分析診斷技術之程式分析部分（示意圖如圖 9 所示）：

- Turbine stress evaluation
- Partial discharge
- Bearing temperature
- Air inlet filter clogging



- GT operation statistics
- GT startup parameter
- Operating-hour counter
- GT thermodynamics
- Temperature distribution
- Acoustic analysis
- Operating logs
- Pre-event recorder
- Vibration range monitoring
- Pattern Recognition

目前進行之 GT 燃燒穩定性調校技術已含概上述部分之分析工具與功能，本次實習更補強了部分技術及增加了數項分析方法。

綜合了上述之組織架構與功能，SIEMENS 監診系統利用架構在 DC/DAS 之 T3000 控制系統下之 WIN\_TS 近端資料收集分析與傳輸工具，進行與遠端溝通，此部分原廠提供了內建功能，當功能啟動時，SIEMENS 技術人員可由遠端進行其示意圖如圖 10、11、12 所示。

實習之最後為解說 SIEMENS 監診系統為客戶進行之服務案例，此亦為為來監診系統建置之服務學習目標，其中包

括：

- 遠端軸振動平衡服務，如圖 13 所示。
- 遠端 GT governor 最佳化服務，如圖 14 所示。
- 遠端 GT 燃燒調校服務，如圖 15 所示。
- 遠端機組熱功分析服務，如圖 16 所示。
- GT 肇因分析服務，如圖 17 所示。
- GT 運轉最佳化服務，如圖 18 所示。

## 參、綜合結論與建議

### ● 本次出國實習氣渦輪機組早期預警技術之結論：

本次實習氣渦輪機組早期預警技術，藉由實地系統架設之觀摩及與技術人員技術之交流，可充分了解與學習氣渦輪機組燃燒監診技術。

赴國外實習氣渦輪機組早期預警技術之最佳拜訪對象為氣渦輪機組製造商，在世界各國火力發電機組發展之先進復循環機組中，發電業者與製造商已不僅止於機組建構及備品提供，為維護先進復循環機組高效率、高可用率及低污染排放之性能，發電業者與製造商進行之機組性能維護技術交流與服務已是必然之手段。

基本上，製造商提供之機組性能維護技術與服務，必須要有深厚之設計與理論基礎，並配合機組運轉特性。藉由機組運轉數據結合機組設計理論，發展出 Power Diagnostics，用以提供發電業者復循環機組之高效率、高可用率及低污染排放之服務。

對於身為台灣之最大發電業者而言，目前面臨燃料成本高漲、售電單價過低雙重夾擊下，如何維持機組高效率、高可用率之性能應為公司當前責任之一，其中學習製造商機組設計理論及監診技術，建立 Power Diagnostics 技術為電廠服務為本所積極研發之核心技術。

### 本次出國實習氣渦輪機組早期預警技術之建議：

氣渦輪機燃燒動態之複雜性及受上下游組件、條件改變影響甚

大，機組之更新案不再只是單一元件或性能改善，潛在影響因素須有完善之全盤評估。為維護先進復循環機組高效率、高可用率及低污染排放之性能，建議公司應成立復循環機組性能監診中心 (Power Diagnostics Center)，專職負責較專業之氣渦輪機性能調校技術支援、機組事故之肇因分析與改善措施、機組運轉性能劣化之早期預警、機組重要組件更新案之機組性能影響整體評估、電廠操作實務之理論提升…等工作，將其實務與理論之專業技術統籌由單一部門負責。對各復循環電廠而言，降低機組事故率，可更專心於機組運轉維護工作，專業性維護、改善、更新及調校工作，由監診中心技術支援；對公司整體而言，公司之不同廠家復循環機組性能維護與提升工作由單一監診中心負責技術支援，節省重複人力，有效率預防機組事故發生及發生後快速排除、整體評估機組性能後，由有限預算進行機組有效更新、建立核心技術為公司有效之無形資產，為因應未來電業自由化後之自由市場競價機制，監診中心可發揮提升整體效能，進行機組效能及經濟性之有效與安全調度。

#### 肆、參考文獻

Website:” <http://www.siemens.com/entry/cc/en/> ”

Website:“<https://www.gseps.com/> ”

# 實習心得 Power Diagnostics 功能架構

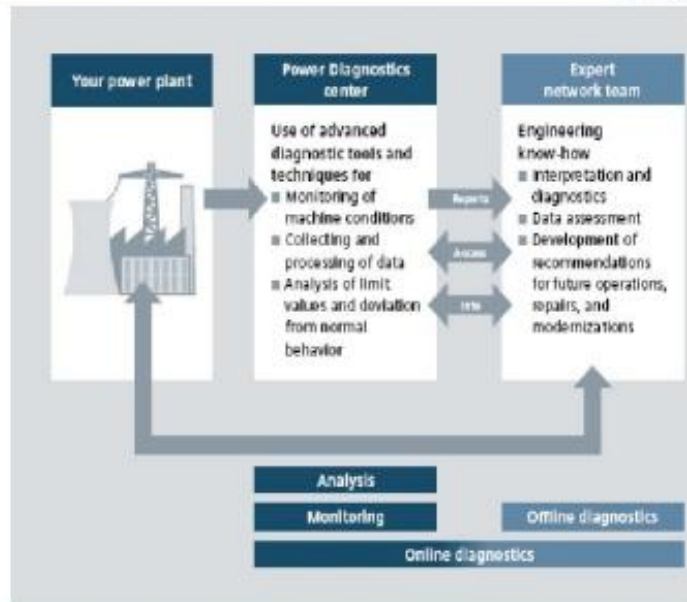


圖 1 監診中心功能架構示意圖

# 實習心得 Siemens Power Diagnostics

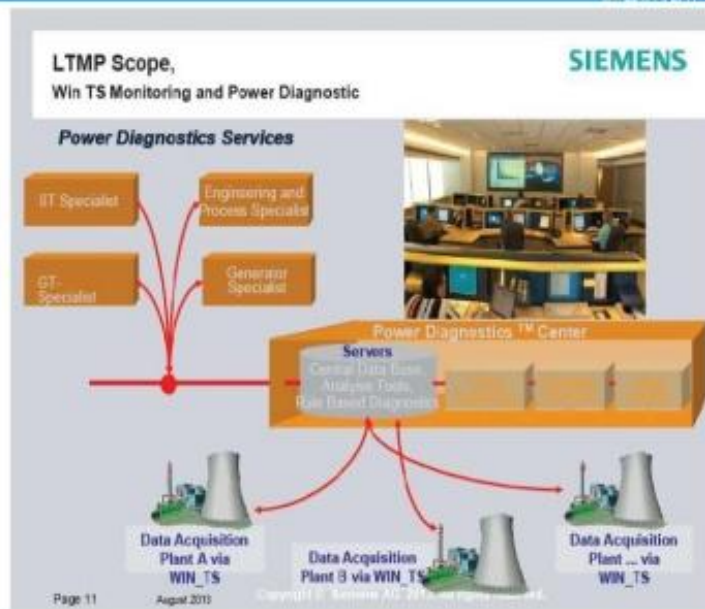


圖 2 SIEMENS 監診中心運作架構示意圖

# 實習心得 Siemens Power Diagnostics



**Power Diagnostics<sup>®</sup> services ...**

- will provide ...
  - ✓ Regular documentation of machine conditions
  - ✓ Access to the Siemens Expert Network
  - ✓ **Early detection of many operating issues**
  - ✓ Information for proactive decision making
- are the sound basis for ...
  - ✓ Condition-based maintenance
  - ✓ **Flexible operation**
  - ✓ **Efficiency / Availability / Reliability Improvement**
  - ✓ Timely repair planning
- in combination with long term service contracts provides
  - ✓ Risk sharing, extended warranties
  - ✓ Performance related payment
  - ✓ Cost savings

Page 12    April 2013    Copyright © Siemens AG 2013. All rights reserved.



圖 3 SIEMENS 監診中心提供服務範圍示意圖

# 實習心得 Siemens Power Diagnostics Centers



**Power Diagnostics<sup>™</sup> Centers**

Locations marked on the map: PDC Orlando, PDC Erlangen, PDC Mülheim, PDC Branch St. Petersburg, PDTC Berlin, PDC Branch Singapore.

Restricted © Siemens AG 2013. All rights reserved.



圖 4 SIEMENS 監診中心各地分佈示意圖

# 實習心得 Siemens Power Diagnostics Evolution

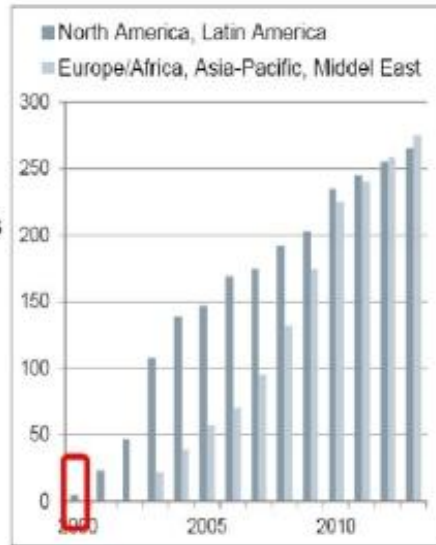


## In The Beginning

- Long Term Trending
- Few Units & People
- No Process, No Tools

## Significant Changes Over The Years

- Increased Monitored Fleet
- Built up an Organization
- Developed the Process
- Tool Development (R&D)
  - Time Series Database
  - Rulebase – Expert System
  - PowerPlot, PowerMonitor



Restricted © Siemens AG 2013 All rights reserved.



圖 5 SIEMENS 監診中心發展示意圖

# 實習心得 Siemens Power Diagnostics Fleet & Processed Data



## 540 Units

- 434 Gas Turbines
- 106 Steam Turbines

## 471 Programs

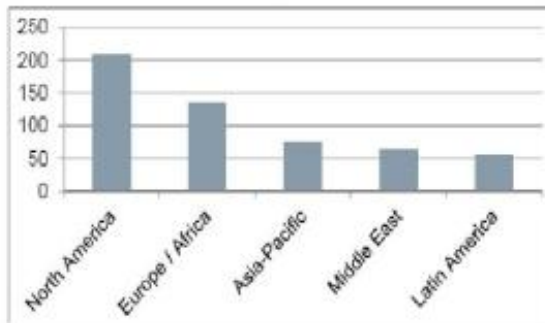
- 410 LTP
- 61 O&M
- 70 None

## Region

- 209 North America
- 56 Latin America
- 135 Europe / Africa
- 75 Asia-Pacific
- 65 Middle East

## Data Processing

- 500+ Rulebases
- 11,000+ Unique Malfunctions
- 150,000+ Sensors Monitored Daily
- 3.6 Million Sensor Hours/Day Processed
- 3+ Terabytes in PROD



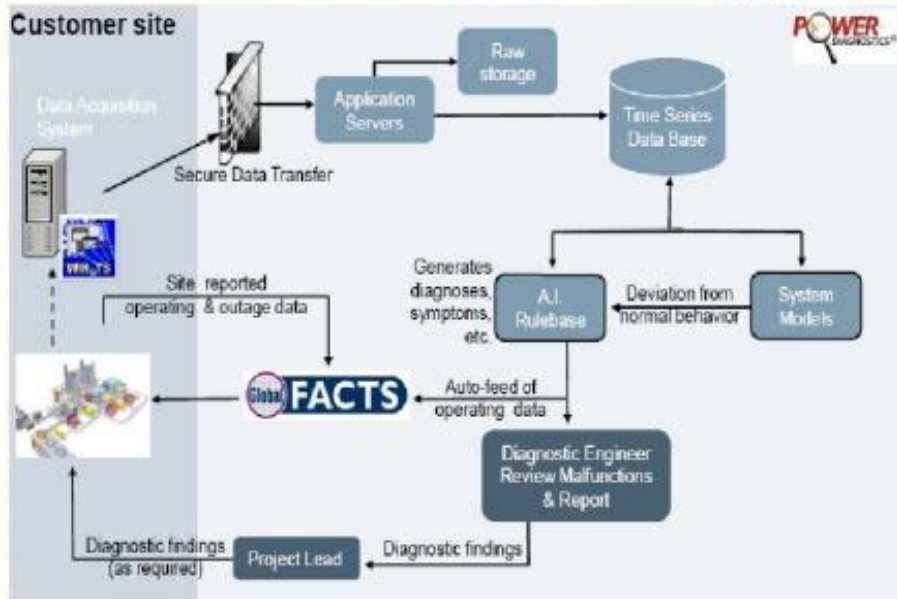
Restricted © Siemens AG 2013 All rights reserved.



圖 6 SIEMENS 監診中心目前服務客戶統計圖



# 實習心得 Siemens Power Diagnostics Monitoring Workflow

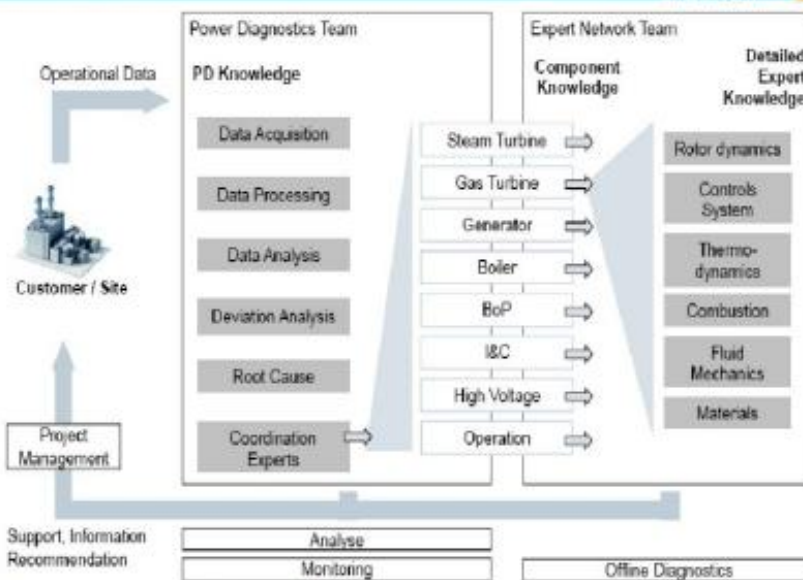


Taiwan Power Company



圖 7 SIEMENS 監診中心運作流程圖

# 實習心得 Siemens Power Diagnostics Diagnostics Experts & Technology Ownership



Restricted © Siemens AG 2013 All rights reserved.

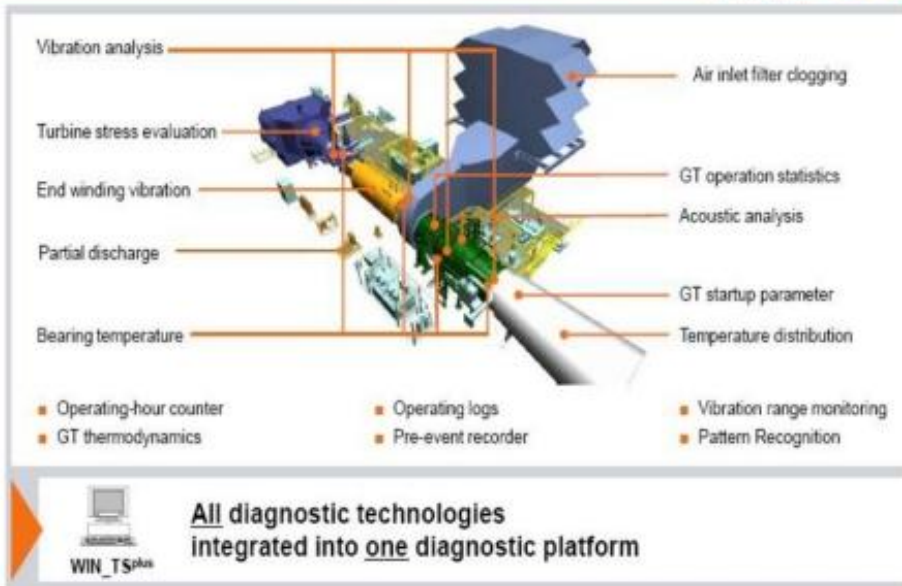


Taiwan Power Company



圖 8 SIEMENS 監診中心運作流程與專家系統連結圖

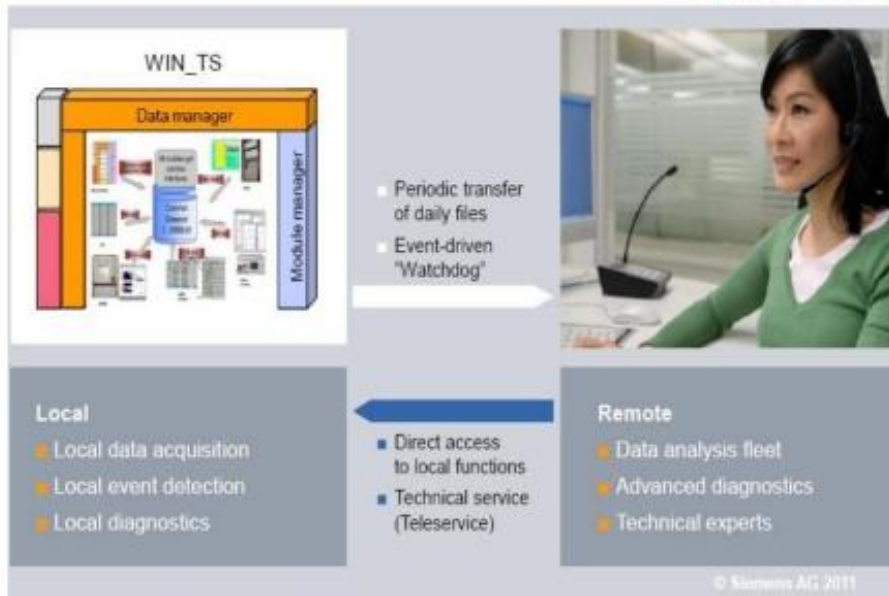
# 實習心得 Siemens Power Diagnostics Diagnostic Modules



Taiwan Power Company TPC

圖 9 SIEMENS 監診中心之氣渦輪機功能模組示意圖

# 實習心得 Siemens Power Diagnostics Remote Transfer



Taiwan Power Company TPC

圖 10 SIEMENS 監診中心之遠端監診示意圖

# 實習心得 Siemens Power Diagnostics Network Configuration



830 Turbines with WIN\_TS Diagnostic Systems worldwide  
600 Gas Turbines      220 Steam Turbines



圖 11 SIEMENS 監診中心之遠端複循環機組監診示意圖

# 實習心得 Siemens Power Diagnostics DataCenter



DataCenter provides turbine data

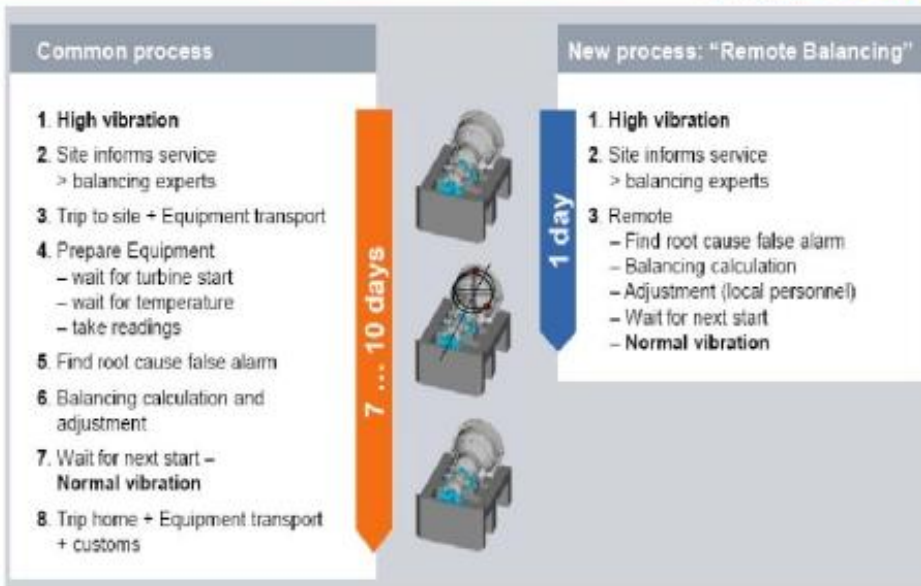
- Of over 2,000 operation years
- In high quality and availability
- With advanced analysis tools



圖 12 SIEMENS 監診中心之數據收集示意圖



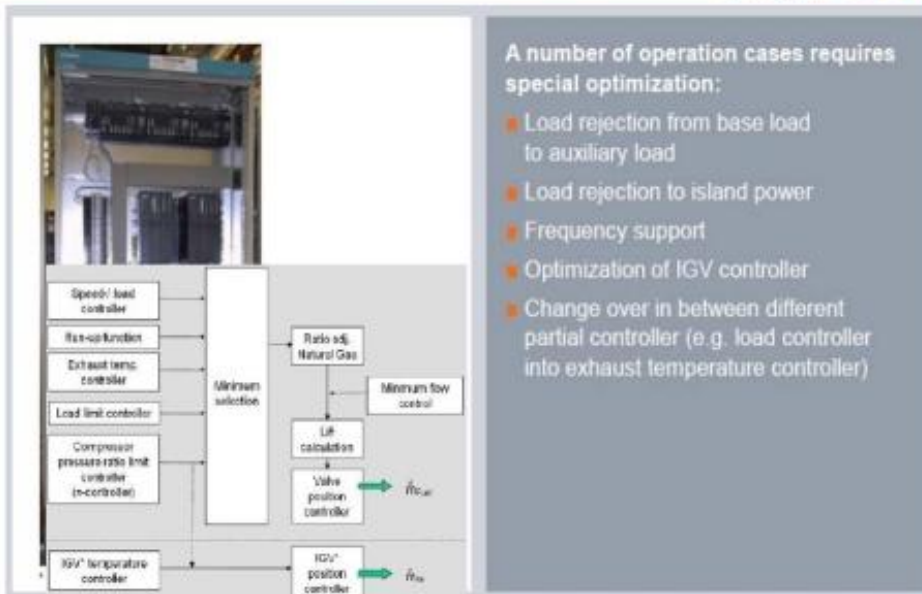
# 實習心得 Siemens Remote Support Ready (RSR) Common process / New process



Taiwan Power Company TPC

圖 13 SIEMENS 監診中心之遠端軸振動平衡服務示意圖

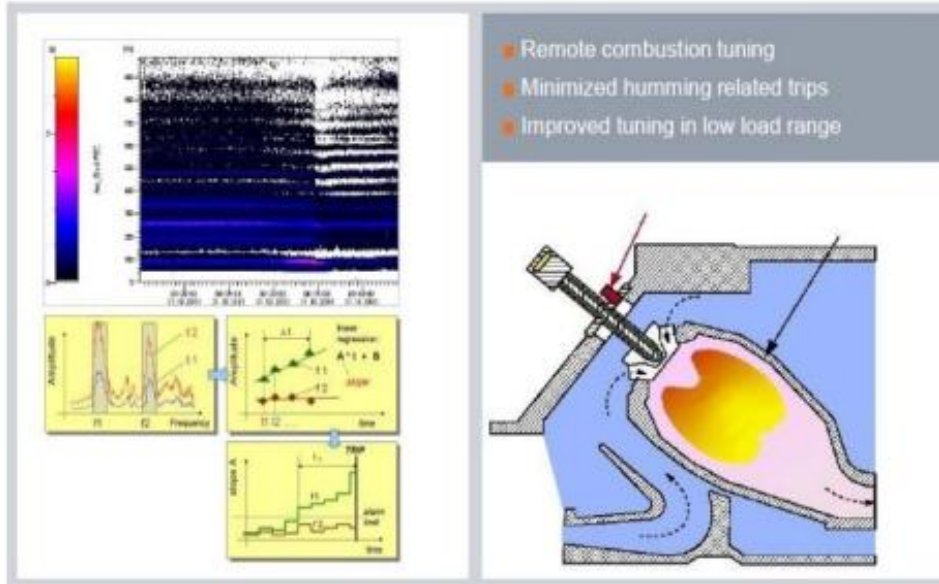
# 實習心得 Siemens Remote Support Ready (RSR) GT Governor



Taiwan Power Company TPC

圖 14 SIEMENS 監診中心之遠端 GT governor 最佳化服務示意圖

實習心得 *Siemens Remote Support Ready (RSR)*  
 Combustion dynamics

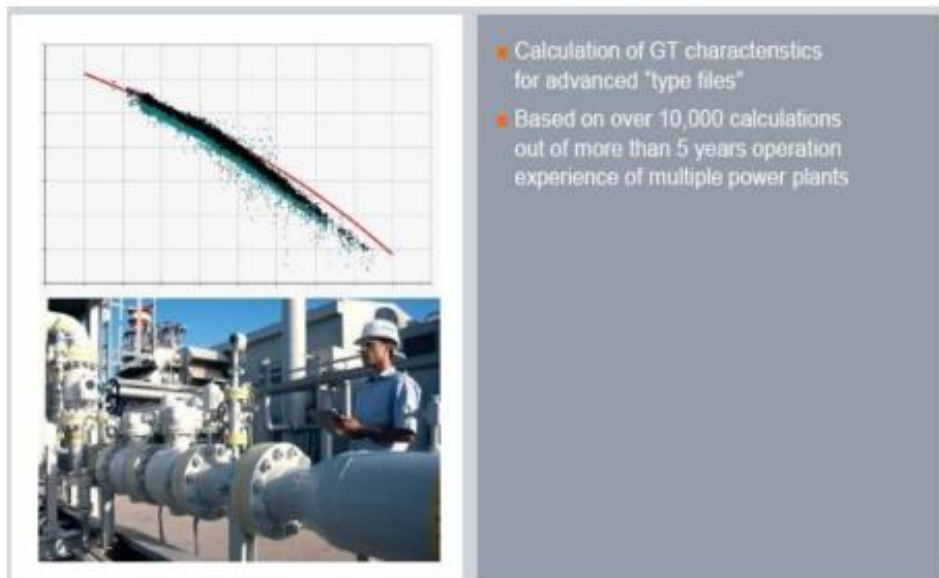


Taiwan Power Company



圖 15 SIEMENS 監診中心之遠端 GT 燃燒調校服務示意圖

實習心得 *Siemens Remote Support Ready (RSR)*  
 Advanced thermodynamic analysis



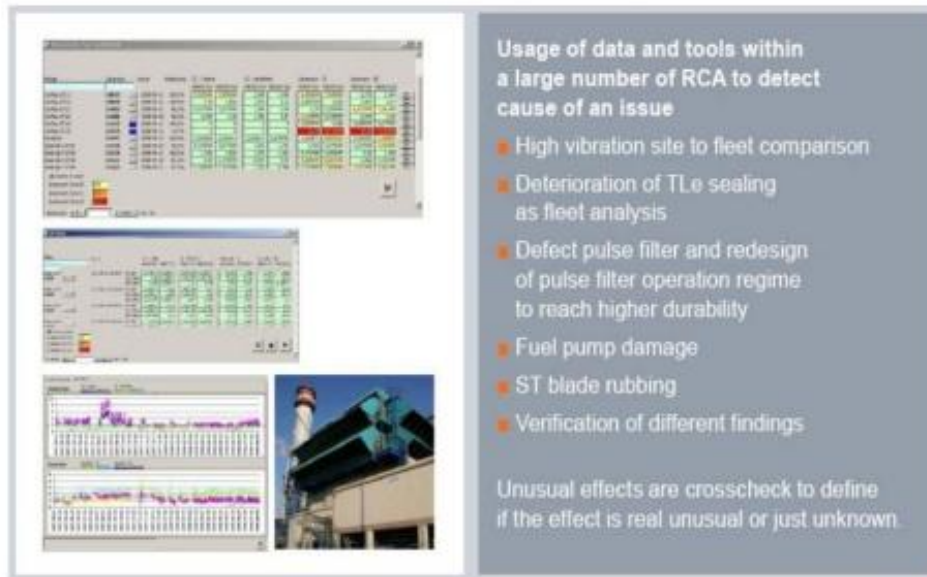
Taiwan Power Company



圖 16 SIEMENS 監診中心之遠端機組熱功分析示意圖

## 實習心得 Siemens Remote Support Ready (RSR) RCA (Root Cause Analysis)

綜合研究所 TPRI



台灣電力公司

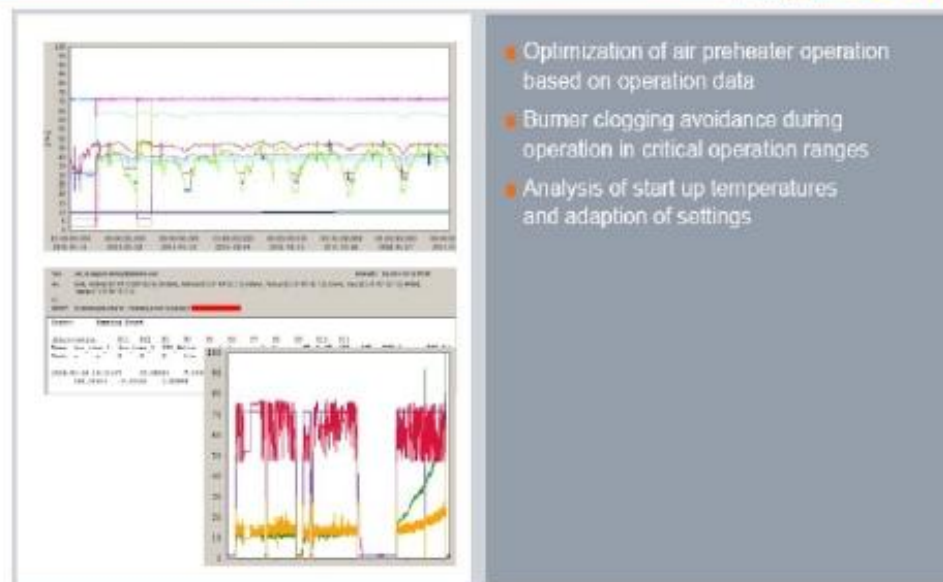
Taiwan Power Company



圖 17 SIEMENS 監診中心之 GT 肇因分析示意圖

## 實習心得 Siemens Remote Support Ready (RSR) Optimization of operation

綜合研究所 TPRI



台灣電力公司

Taiwan Power Company



圖 18 SIEMENS 監診中心之 GT 運轉最佳化示意圖



## 拜訪實習照片(1/4)



- 拜訪SIEMENS能源部門，實習PD之技術

- 拜訪SIEMENS負責O&M之IPP電廠，實習PD之應用



台灣電力公司

Taiwan Power Company



圖 19 拜訪 SIEMENS 能源部門及電廠，實習 PD 之技術

## 拜訪實習照片(2/4)



- 拜訪SIEMENS POWER DIAGNOSTICS CENTER，實習監診中心之運作



台灣電力公司

Taiwan Power Company



圖 20 拜訪 SIEMENS Power Diagnostic Center，實習監診中心之運作

## 拜訪實習照片(3/4)



- 拜訪 SIEMENS 能源部門，PD 設計人員架構之介紹

- 拜訪 SIEMENS 能源部門，PD 診斷專家之討論

圖 21 PD 設計人員架構之介紹與診斷專家之討論

## 拜訪實習照片(4/4)



- 拜會 SIEMENS 能源部門 Vice president，感謝安排此次實習行程

圖 22 拜會 SIEMENS 能源部門 Vice president，感謝安排此次實習行程



## 實習氣渦輪機組早期預警技術

姓名：李亦堅

派赴國家：德國

出國期間：102年8月20日至8月29日

報告日期：102年8月27日

## 實習之動機

- 在目前公司自主技術建立方面，發電處及其所屬複循環機組電廠與綜合研究所積極合作推動氣渦輪機（GT）燃燒穩定性調校自主技術，以期建立GT運轉維護之關鍵性技術，並能深耕公司相關部門之各使用階層，其中**本所負責核心技術之建立與運作**，並肩負機組性能提升之技術建立。氣渦輪機組早期預警技術為目前核心技術建立之中長程目標。

## 實習主題規劃

綜合研究所



### ● 氣渦輪機組燃燒穩定度調校核心技術之 主要規劃

短期(100~年度)

中期(101~年度)

長期(102~年度)

氣渦輪機組  
燃燒效能  
改善技術

渦輪機組  
燃燒效能  
監測診斷技術

氣渦輪機組  
早期預警技術



台灣電力公司

Taiwan Power Company



## 出國實習工作內容

綜合研究所



- 本次出國實習工作內容為：
  - 學習早期監測預警系統在氣渦輪機燃燒穩定性之應用。
  - 學習與參觀GT燃燒系統監診中心之整體設計理念。
  - 赴SIEMENS燃氣複循環發電機組，學習早期監測預警系統在氣渦輪機燃燒穩定性之應用實務。



台灣電力公司

Taiwan Power Company



## 行程與內容

綜合研究所



- 本次實習行程、拜訪日程由邀訪單位安排

日期	地點	拜訪公司討論內容
8/20~21	去程	
8/21~25 (含2日 例假)	西門子 Diagnostic Center, Erlangen	1.學習早期監測預警系統在氣渦輪機燃燒穩定性之應用。 2.學習與參觀GT燃燒系統監診中心之整體設計理念。
8/26~27	西門子 Irsching Power plant	赴SIEMENS燃氣複循環發電機組，學習早期監測預警系統在氣渦輪機燃燒穩定性之應用實務。
8/28~29	返程	



台灣電力公司

Taiwan Power Company



## 行前規劃實習主題

出國前規劃相關實習內容並與拜訪公司聯絡相關細節

綜合研究所



Dear Mr. Julian,

Thanks for your kind arrangement to visit SIEMENS in Germany. I had visited Berlin in 2011 for the evolution of GT V84.2 upgrade project and for your modern GT, SGT-8000H. In 2012, I had a visitation to see a new cc project, Bugok 3 in South Korea. For this time, I have interest in your LTMP service and the related technology. In Taiwan, Taiwan Power Company may be not the only one electric maker in the future of Taiwan power electricity market. The impact of electricity liberalization will lead to another consideration for the GT maintenance. For the cost saving, I will survey the merit of your LTMP service comparison with maintenance jobs by ourselves. If it is possible, I would like to know the **LTMP** detail project and its advantage of **Power Diagnostics Service**.

Sincerely Yours truly,

I-Chien Lee

李亦堅

Energy Research Laboratory, TPC



台灣電力公司

Taiwan Power Company





## 行前規劃實習主題

出國前規劃相關實習內容並與拜訪公司聯絡相關細節

綜合研究所



- The main interest topics are to be listed below,:
  1. The whole scope of LTSA compared with Standard.
  2. The difference of Term Warranty and Standard Warranty.
  3. The technology of Term Warranty
  4. How to avoid an unscheduled outages in period of the Term Warranty time
  5. Power Diagnostics Service: Win TS Monitoring and Power Diagnostic, includes data acquisition method, central data base, analysis methods and tools, diagnostic rules
  6. to visit your Power Diagnostics center and power plant.
- The motive of this visit is to survey the merit of your LTSA compared with maintenance jobs by ourselves.



台灣電力公司

Taiwan Power Company



## 實習心得 *Power Diagnostics*

綜合研究所



- In the last decade and following market developments, the business relationships between customers and original equipment manufacturers (OEMs) of power plants have shifted toward longer-term cooperation. This is particularly due to the rapid development of high efficiency components, for example gas turbines, using the most advanced technologies and materials.
- The more sophisticated a power plant component becomes, the more attention is required during operation to avoid the risk of abnormal behavior.
- This conclusion has led to new forms of cooperation between customers and OEMs. Power Diagnostic Service is one important outcome of this development



台灣電力公司

Taiwan Power Company



## 實習心得 *Power Diagnostics* 目的

綜合研究所



- The PDS goal is to detect abnormal operating conditions of power plant equipment like gas turbines, steam turbines, heat recovery boilers, and generators as early as possible in order to subsequently help improve plant availability and operations. To this end, multiple data acquisition tools are used to obtain daily operational data from our customers' plants.



台灣電力公司

Taiwan Power Company



## 實習心得 *Power Diagnostics Benefit*

綜合研究所



- PDS is designed to provide a more reliable basis for your management decisions regarding:
  - scheduled outages
  - performance and operating optimizations
  - plant operating support
  - consistent refurbishments
  - timely reinvestments



台灣電力公司

Taiwan Power Company





### ● Scheduled outages

- Units will be checked against an ever-growing database of similar machines and components in the field. By doing so, PDS can help detect many arising issues months before the Instrumentation and Control system (I&C) would generate an alarm or even trip the unit due to equipment protection criteria.
- Early fault detection allows sufficient time for service teams to prepare parts and manpower, turning a potential forced outage into a scheduled event, thus helping to keep downtime to a minimum.



### ● Performance and operating optimizations

- Continued condition monitoring can help to minimize the risk of unplanned outages
- Data from our Power Diagnostics Service to optimize the operation of units
- regular condition reports can help to assess the demand for future investments.
- PDS may also help to evaluate possible operational alternatives to cover special customer needs.



● Opportunity for substantial cost savings

- PD's regular reviews and performance analyses can help to operate GT at higher efficiency levels. This may result in substantial savings on fuel, machinery, and enhance environmentally friendly operation.
- PDS can also help you make decisions that can potentially extend the lifetime of your power plants. Knowing more about their condition may allow for a more precise risk assessment and a better perspective on their future performance.



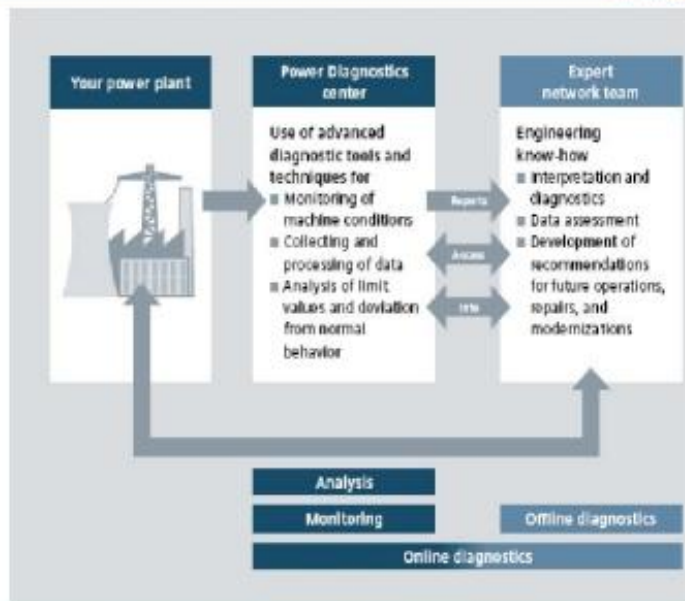
- Monitoring and supporting, but not operating
- PDS is based on passive data collection and analysis. There is no possibility of controlling the site's instrumentation and control system and engine operation.
- PDS is not operating customers' power plants, but helping them run the equipment more efficiently and profitably.





## 實習心得 Power Diagnostics 功能架構

綜合研究所



台灣電力公司

Taiwan Power Company



## 實習心得 Siemens Power Diagnostics

綜合研究所



- Siemens opened a pilot remote monitoring center in Orlando, Florida in 2000, launching a new quality standard in remote monitoring of advanced gas turbine and combined-cycle plants for long-term service program customers.
- With the primary focus on these long-term maintenance programs, monitoring on a 24/7 basis was officially introduced in February 2002 as "Power Diagnostics Service" (PDS).



➤ First monitoring center in Orlando



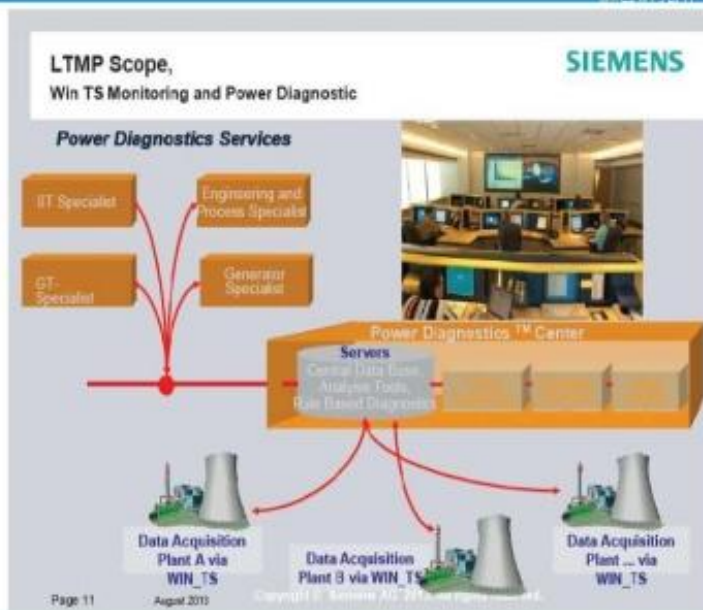
台灣電力公司

Taiwan Power Company





# 實習心得 Siemens Power Diagnostics



Taiwan Power Company



# 實習心得 Siemens Power Diagnostics



## Power Diagnostics® services ...

- |  |   |   |
|--|---|---|
| will provide ...   | ✓ | Regular documentation of machine conditions         |
|  | ✓ | Access to the Siemens Expert Network                |
|  | ✓ | Early detection of many operating issues            |
|  | ✓ | Information for proactive decision making           |
| are the sound basis for ...                              | ✓ | Condition-based maintenance                         |
|  | ✓ | Flexible operation                                  |
|  | ✓ | Efficiency / Availability / Reliability Improvement |
| in combination with long term service contracts provides | ✓ | Timely repair planning                              |
|  | ✓ | Risk sharing, extended warranties                   |
|  | ✓ | Performance related payment                         |
|  | ✓ | Cost savings  |

Page 12

August 2013

Copyright © Siemens AG 2013. All rights reserved.



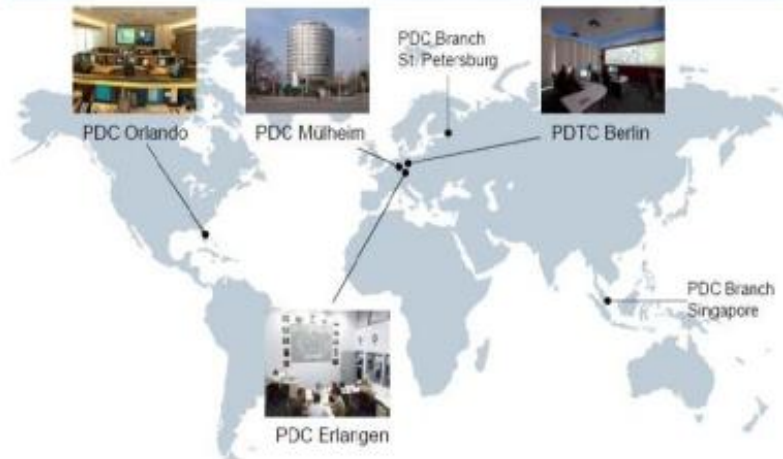
Taiwan Power Company



# 實習心得 Siemens Power Diagnostics Centers



## Power Diagnostics™ Centers



Restricted © Siemens AG 2013 All rights reserved.



台灣電力公司

Taiwan Power Company



# 實習心得 Siemens Power Diagnostics Evolution

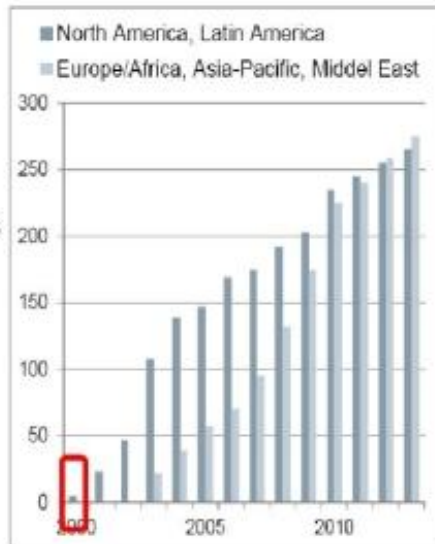


### In The Beginning

- Long Term Trending
- Few Units & People
- No Process, No Tools

### Significant Changes Over The Years

- Increased Monitored Fleet
- Built up an Organization
- Developed the Process
- Tool Development (R&D)
  - Time Series Database
  - Rulebase – Expert System
  - PowerPlot, PowerMonitor



Restricted © Siemens AG 2013 All rights reserved.



台灣電力公司

Taiwan Power Company



# 實習心得 Siemens Power Diagnostics Fleet & Processed Data



## 540 Units

- 434 Gas Turbines
- 106 Steam Turbines

## 471 Programs

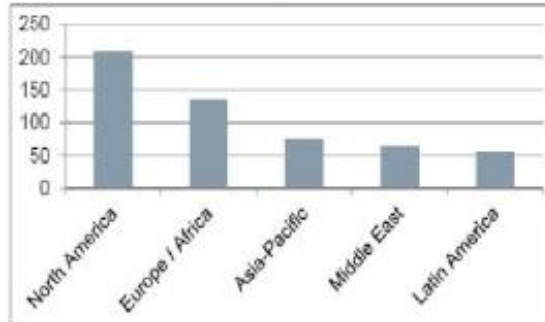
- 410 LTP
- 61 O&M
- 70 None

## Region

- 209 North America
- 56 Latin America
- 135 Europe / Africa
- 75 Asia-Pacific
- 65 Middle East

## Data Processing

- 500+ Rulebases
- 11,000+ Unique Malfunctions
- 150,000+ Sensors Monitored Daily
- 3.6 Million Sensor Hours/Day Processed
- 3+ Terabytes in PROD



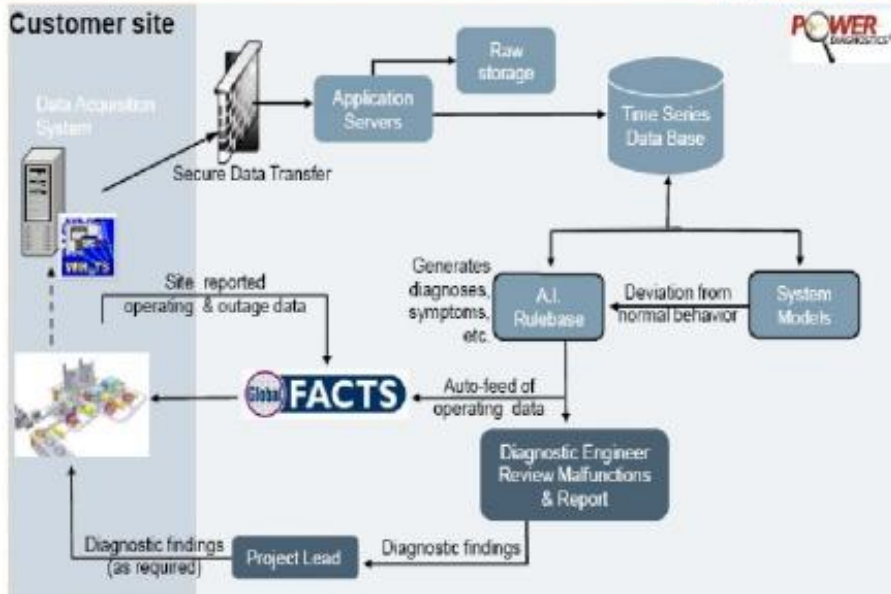
Restricted © Siemens AG 2013. All rights reserved.



Taiwan Power Company



# 實習心得 Siemens Power Diagnostics Monitoring Workflow

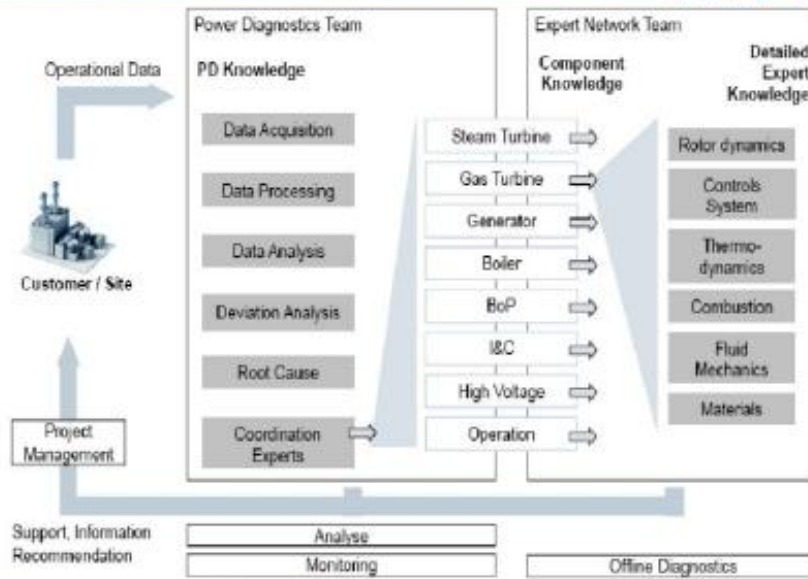


Taiwan Power Company



# 實習心得 Siemens Power Diagnostics Diagnostics Experts & Technology Owership

綜合研究所 TPRI



Restricted © Siemens AG 2013 All rights reserved.



Taiwan Power Company TPC

# 實習心得 Siemens Power Diagnostics Diagnostic Modules

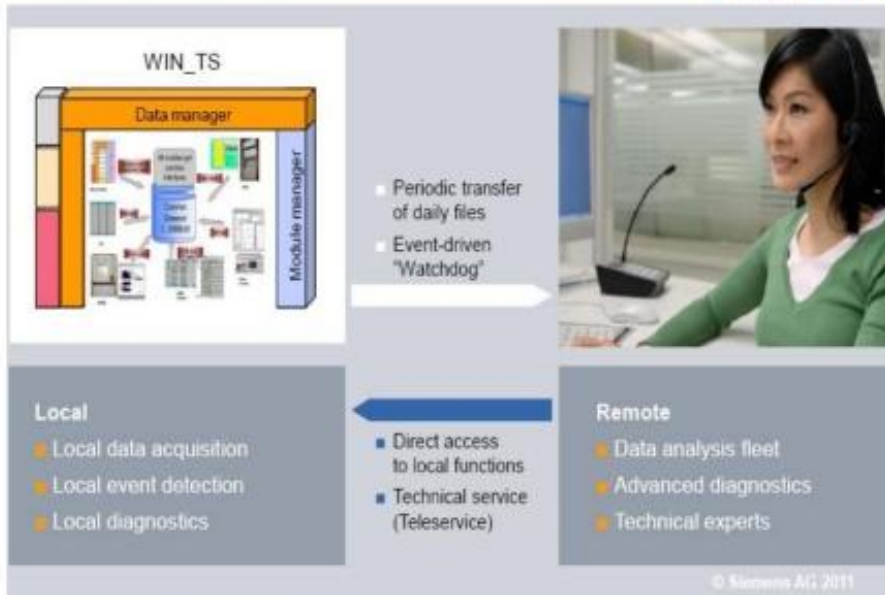
綜合研究所 TPRI



Taiwan Power Company TPC



# 實習心得 Siemens Power Diagnostics Remote Transfer



Taiwan Power Company

# 實習心得 Siemens Power Diagnostics Network Configuration



830 Turbines with WIN\_TS Diagnostic Systems worldwide  
600 Gas Turbines      220 Steam Turbines



Taiwan Power Company

# 實習心得 Siemens Power Diagnostics DataCenter



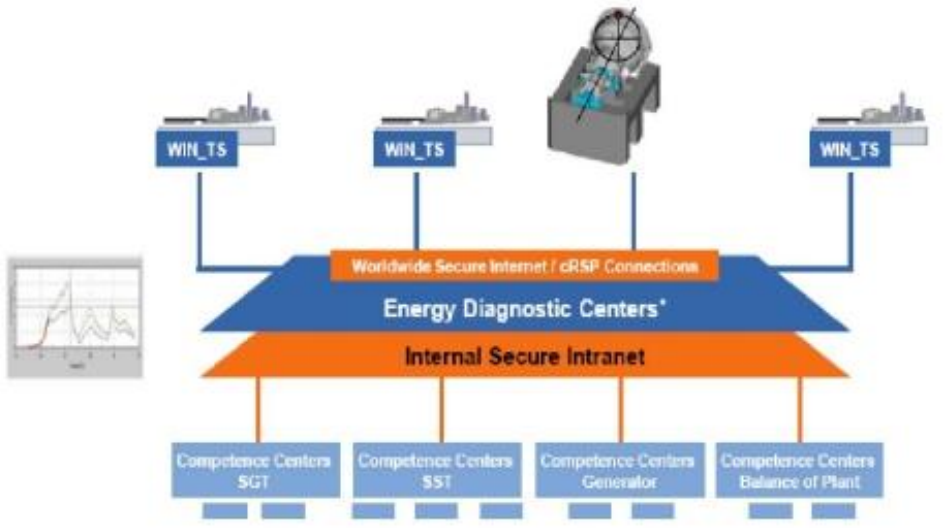


**DataCenter provides turbine data**

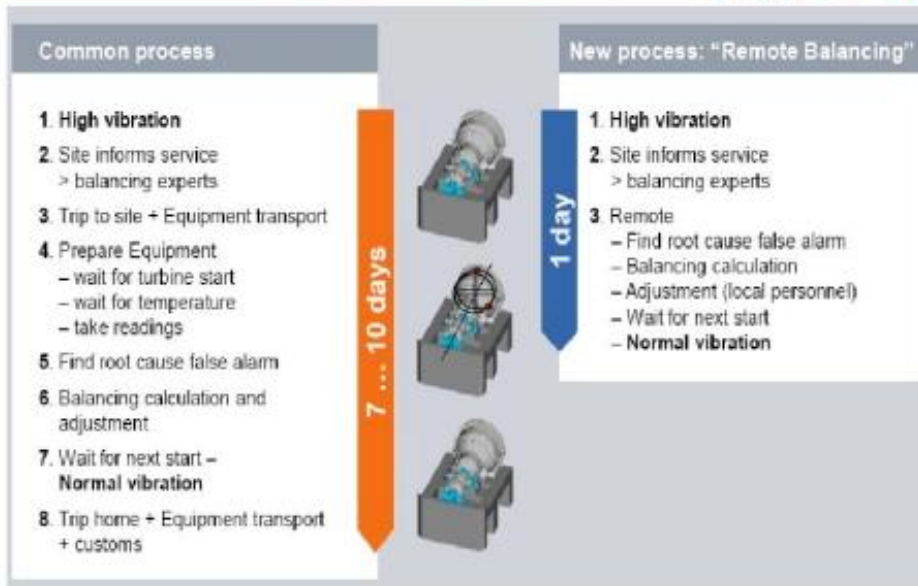
- Of over 2,000 operation years
- In high quality and availability
- With advanced analysis tools



# 實習心得 Siemens Remote Support Ready (RSR) Remote Balancing of Turbine Rotors

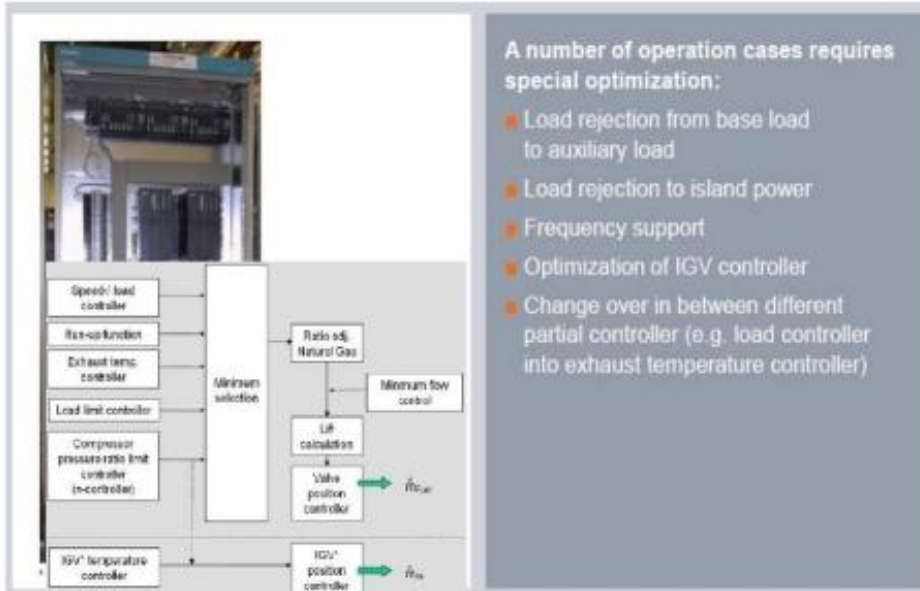


# 實習心得 Siemens Remote Support Ready (RSR) Common process / New process



Taiwan Power Company TPC

# 實習心得 Siemens Remote Support Ready (RSR) GT Governor

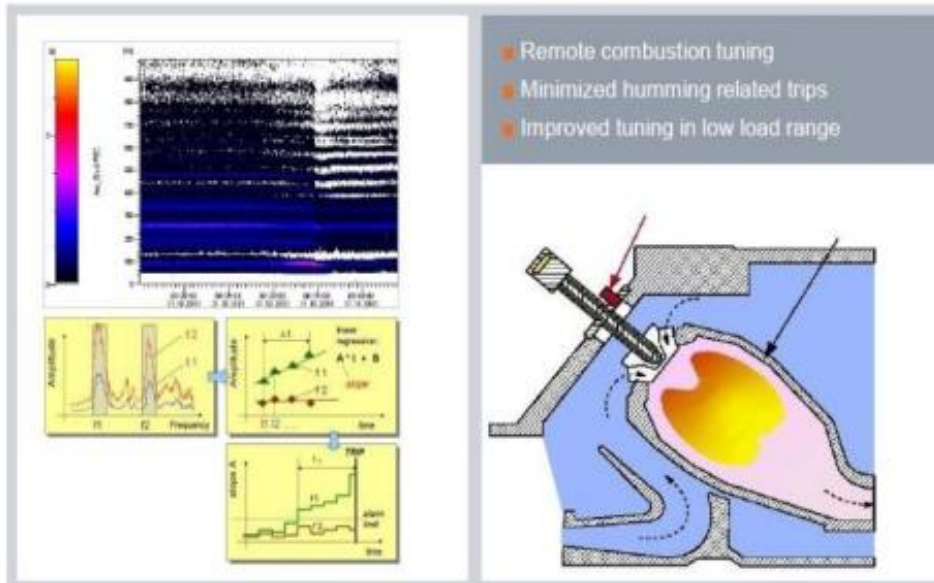


Taiwan Power Company TPC



## 實習心得 Siemens Remote Support Ready (RSR) Combustion dynamics

綜合研究所 TPRI



- Remote combustion tuning
- Minimized humming related trips
- Improved tuning in low load range

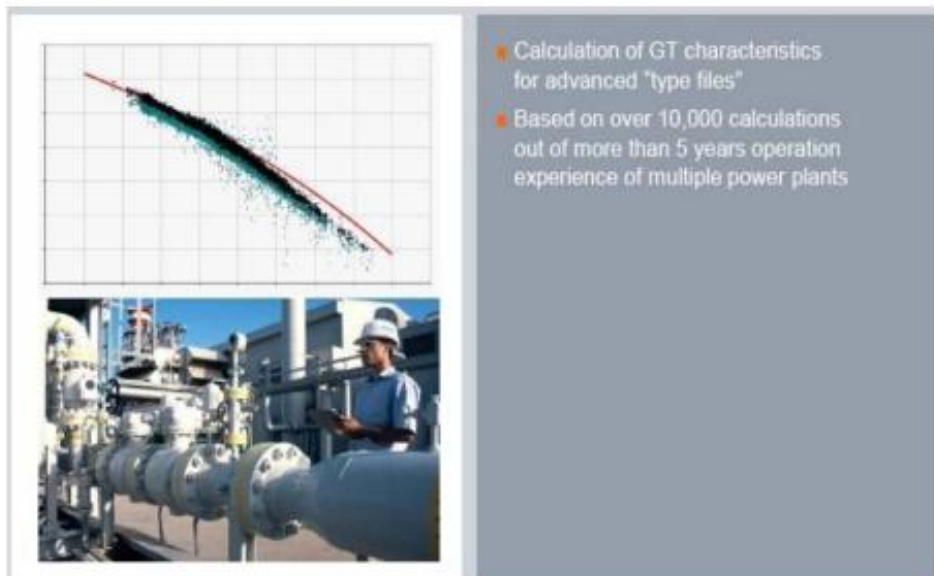
台灣電力公司

Taiwan Power Company



## 實習心得 Siemens Remote Support Ready (RSR) Advanced thermodynamic analysis

綜合研究所 TPRI



- Calculation of GT characteristics for advanced "type files"
- Based on over 10,000 calculations out of more than 5 years operation experience of multiple power plants

台灣電力公司

Taiwan Power Company





## 實習心得 Siemens Remote Support Ready (RSR ) RCA (Root Cause Analysis)

綜合研究所



Usage of data and tools within a large number of RCA to detect cause of an issue

- High vibration site to fleet comparison
- Deterioration of TLe sealing as fleet analysis
- Defect pulse filter and redesign of pulse filter operation regime to reach higher durability
- Fuel pump damage
- ST blade rubbing
- Verification of different findings

Unusual effects are crosscheck to define if the effect is real unusual or just unknown

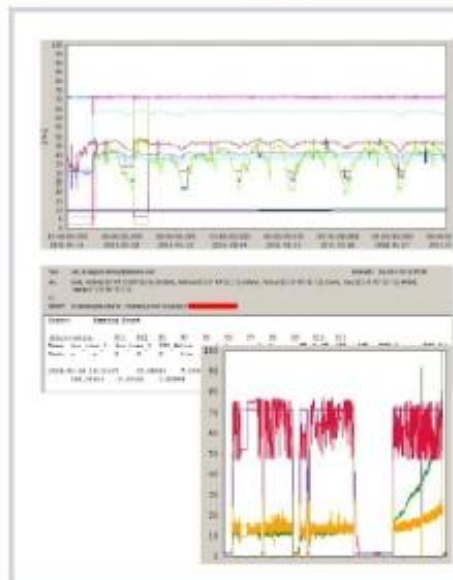


Taiwan Power Company



## 實習心得 Siemens Remote Support Ready (RSR ) Optimization of operation

綜合研究所



- Optimization of air preheater operation based on operation data
- Burner clogging avoidance during operation in critical operation ranges
- Analysis of start up temperatures and adaption of settings

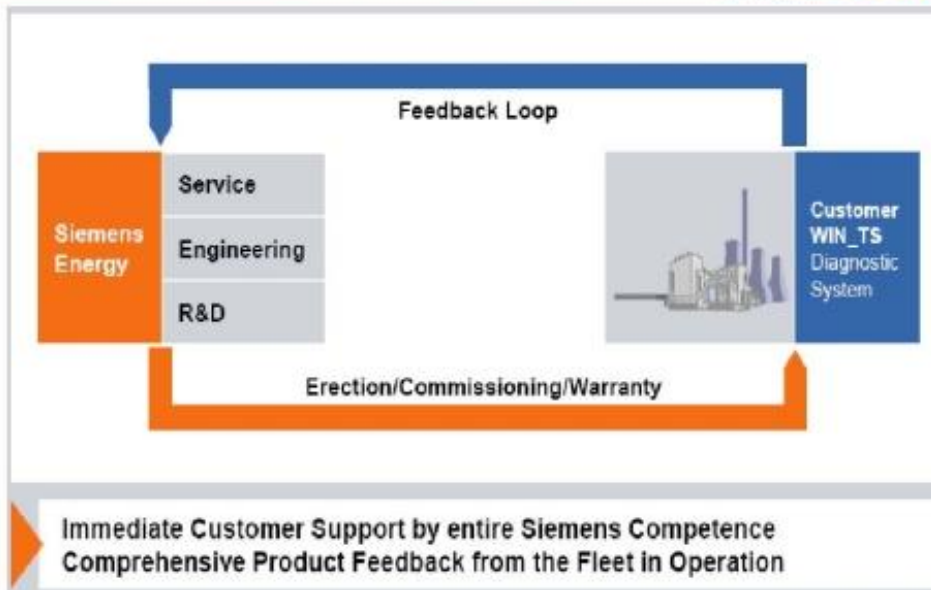


Taiwan Power Company



## 實習心得 Siemens Remote Support Ready (RSR) Benefit for Operation, Service and R&D

綜合研究所 TPRI



Immediate Customer Support by entire Siemens Competence  
Comprehensive Product Feedback from the Fleet in Operation

台灣電力公司

Taiwan Power Company



## 拜訪實習照片(1/4)

綜合研究所 TPRI



- 拜訪SIEMENS能源部門，實習PD之技術



- 拜訪SIEMENS負責O&M之IPP電廠，實習PD之應用

台灣電力公司

Taiwan Power Company



## 拜訪實習照片(2/4)



- 拜訪SIEMENS POWER DIAGNOSTICS CENTER，實習監診中心之運作

## 拜訪實習照片(3/4)



- 拜訪SIEMENS 能源部門，PD 設計人員架構之介紹

- 拜訪SIEMENS 能源部門，PD 診斷專家之討論



## 拜訪實習照片(4/4)



- 拜會SIEMENS能源部門Vice president，感謝安排此次實習行程

## 結論與建議

- 赴國外實習氣渦輪機組早期預警技術之最佳拜訪對象為氣渦輪機組製造商，在世界各國火力發電機組發展之先進復循環機組中，發電業者與製造商已不僅止於機組建構及備品提供，為維護先進復循環機組高效率、高可用率及低污染排放之性能，發電業者與製造商進行之機組性能維護技術交流與服務已是必然之手段。
- 基本上，製造商提供之機組性能維護技術與服務，必須要有深厚之設計與理論基礎，並配合機組運轉特性。藉由機組運轉數據結合機組設計理論，發展出Power Diagnostics，用以提供發電業者復循環機組之高效率、高可用率及低污染排放之服務。
- 對於身為台灣之最大發電業者而言，目前面臨燃料成本高漲、售電單價過低雙重夾擊下，如何維持機組高效率、高可用率之性能應為公司當前責任之一，其中學習製造商機組設計理論及監診技術，建立Power Diagnostics 技術為電廠服務為本所積極研發之核心技術。

## 結論與建議



### ● 本次出國實習氣渦輪機組早期預警技術之結 論：

- 熟悉了解習氣渦輪機組早期預警技術之架構功能及建置關鍵處，其中包括監測、資料收集傳輸與儲存、資料初步分析、專家系統。
- 依據Siemens Power Diagnostics Service成熟技術為目前本所發展之習氣渦輪機組燃燒穩定性調校自主技術之中長期目標。
- 機組事故早期預警系統之應用，可給於目前研究所建立南部電廠GT12及通霄電廠GT32之氣渦輪機燃燒穩定性監測與診斷系統重要參考資料。

## 結論與建議



### ● 本次出國實習氣渦輪機組早期預警技術之建 議：

- 氣渦輪機燃燒動態之複雜性及受上下游組件、條件改變影響甚大，機組之更新案不再只是單一元件或性能改善，潛在影響因素須有完善之全盤評估。以公司之組織結構，建議應結合運轉單位（電廠）、政策推展單位（發電處）、研究單位（綜合研究所）及相關單位進行整體評估，才能獲得最佳效能。
- 對於身為台灣之最大發電業者而言，目前面臨燃料成本高漲、售電單價過低雙重夾擊下，如何維持機組高效率、高可用率之性能應為公司當前責任之一，其中學習製造商機組設計理論及監診技術，建立Power Diagnostics中心為電廠服務為本所積極研發之核心技術。