

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：水力電廠監控設備技術

頁數 12 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/(02)23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：黃郁斌/台灣電力公司/營建處電氣組/電機設計專員/(02)23666965

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：97年12月14日至97年12月20日 出國地區：印度

報告日期：98年2月18日

分類號/目

關鍵詞：

內容摘要：

本次出國計畫任務為「水力電廠監控和保護設備技術實習」。本報告內容係將此次在印度 Bharat Heavy Electricals Limited (BHEL) 公司 Bangalore 工廠實習水力電廠監控系統過程及內容作一紀錄。

水力電廠監控系統範圍涵蓋整個電廠設備的控制、測量、監視和保護，目前中型水力電廠監控系統採用分層分散式控制系統，包含多個控制器；每個控制器依其監控對象不同具有不同的功能，並可採用雙重操

作員工作站及雙重區域網路，故任何一個控制器、主控站或一段通信線路故障不會造成整個監控系統崩潰，大幅提高可靠性。

監控軟體若需要中文化界面，建議及早於招標或設計初期即確認提供此項功能。若因現場施工空間限制而須分別安裝監控盤面時，則可考量設置盤間接線端子台，以利現場施工安裝期間之拆、接線工作。監控系統之設計常須配合運轉維護單位之需求而調整，應注意設計階段的溝通工作及設計施工界面整合。

出國報告（出國類別：實習）

## 水力電廠監控設備技術

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：黃郁斌 電機設計專員

派赴國家：印度

出國期間：97年12月14日至20日

報告日期：98年02月18日

## 摘要

水力電廠監控系統範圍涵蓋整個電廠設備的控制、測量、監視和保護，目前中型水力電廠監控系統採用分層分散式控制系統，包含多個控制器；每個控制器依其監控對象不同具有不同的功能，並可採用雙重操作員工作站及雙重區域網路，故任何一個控制器、主控站或一段通信線路故障不會造成整個監控系統崩潰，大幅提高可靠性。

監控軟體若需要中文化界面，建議及早於招標或設計初期即確認提供此項功能。若因現場施工空間限制而須分別安裝監控盤面時，則可考量設置盤間接線端子台，以利現場施工安裝期間之拆、接線工作。監控系統之設計常須配合運轉維護單位之需求而調整，應注意設計階段的溝通工作及設計施工界面整合。

# 目次

一、 目的	3
二、 過程	4
三、 心得	5
1. BHEL 公司	5
2. 水力電廠監控技術	5
3. maxDNA 系統	8
四、 建議事項	11

## 一、 目的

水力電廠為目前應用廣泛的再生能源之一，隨著機組數目增加其分布範圍更為廣大，如何提高電廠設備可靠度及減少運轉維護人力需求為水力電廠規劃設計的重要考量。因電廠設備及監控保護系統日益精進，其運轉維護概念亦隨之創新改進。考量印度 Bharat Heavy Electricals Limited (BHEL) 公司為本公司碧海水力電廠發電設備共同承攬廠商，可針對本次實習主題配合提供較深入之技術資料，故赴此公司進行監控保護系統技術實習及資料蒐集。

藉由此次實習瞭解掌握水力電廠監控保護系統技術發展，不僅提升個人專業，對公司日後水力電廠規劃設計亦有所助益。

## 二、 過程

本次實習執行時間為 97 年 12 月 14 日至 20 日，地點為印度 Bharat Heavy Electricals Limited (BHEL) 公司 Bangalore 工廠。12 月 15 日至 19 日每天至工廠實習。主要了解 BHEL 公司 maxDNA 監控系統之功能，及監控盤面製造試驗過程。此外，並與 BHEL 公司討論在工程實際執行上可能遭遇之困擾。

### 三、心得

#### 1. BHEL 公司：

BHEL 公司全名為 Bharat Heavy Electricals Limited，為印度國營企業，在印度能源及基礎建設方面是最大的工程和製造企業，其營業項目包含了發電、輸配電、鐵路、電信、再生能源…等等。BHEL 公司不僅生產水力發電機組，也生產火力機組，如：超臨界機組，風力機組及太陽能電池；印度超過 65%的發電量來自 BHEL 公司提供的設備。

BHEL 公司總部位於新德里，主要有 14 個製造工廠；其中製造發電機及水輪機的工廠位於 Bhopal，而製造監控系統、電子設備及太陽能電池的工廠位於 Bangalore。

#### 2. 水力電廠監控技術

水力電廠監控系統範圍涵蓋整個電廠設備的控制、量測、監視和保護，包含了控制設備、量測設備、監視設備、記錄設備和保護設備。主要功能為控制機組的起停，控制斷路器等開關設備，自動發電控制，監視發電機組、斷路器、變壓器、匯流排、電纜等設備的運轉參數，提供報警，記錄運轉數據，事故紀錄查詢，列印報表…等等。和平溪碧海水力發電廠屬中型水力電廠，其監控系統採用分層分散式控制系統（Distributed Control System）。

分散式控制系統中包含多個控制器，每個控制器依其監控對象不同具有不同的功能。因分散式監控系統的功能分佈在各控制器或主控站上，並依其監控功能按性質、複雜程度、組織結構等不同分為不同級別，故每層級別既可獨立工作，亦可對其他級



別進行協調聯繫，使整個系統發揮最適當的控制效果。

一般而言分層分散式控制系統依結構和功能可分為兩個層次，即主控層和現場控制單元（Local Control Unit，LCU）層。主控層屬上層，可經由現場控制單元層接收各設備的狀態，並進行操作控制動作，並可提供監視信號給廠外更高階的監控層級（如：中央調度中心，Central Dispatching & Control System，CDCS），一般是透過工業電腦（IPC）來進行監控。LCU 現場控制單元層屬下層，直接透過 LCU 監控特定受控制設備，LCU 根據被控制對象的需求可以是 IPC、可編程式控制器（PLC）或單晶片（Single-chip）。因分層分散式監控系統由多個控制器構成，並可採用雙重操作員工作站（dual-redundant operator stations）及雙重區域網路（LAN），故任何一個控制器、主控站或一段通信線路故障不會造成整個監控系統崩潰，僅僅影響與受損控制器有關的功能，將可靠性大幅提高，是分層分散式監控系統最重要的特色。

此外，分層分散式監控系統可根據設備規模配合擴充監控設備，具有很大的擴充彈性。現場控制單元的數量依據電廠機組數量而定，一般是一台機組（含發電機、激磁設備水輪機、調速機、進水閘…等等）配置一個現場控制單元，開關場（含主變壓器、開關設備及輸電線路…等等）配置一個現場控制單元，電廠地下公用輔助設備（如：通風、空調、供水設施…等等）配置一個現場控制單元，電廠地上公用輔助設備配置一個現地控制單元，水工機械設備（含尾水閘門）配置一個現場控制單元，水壩閘門組配置一個現場控制單元，線上終端機（on-line RTU）通訊介面盤面配置一個現地控制單元。

主控層功能主要為執行操作員和電廠控制系統間之人機通信（MMI）及機組、開

關場和各廠用設備間的協調功能。其中人機介面功能主要為：電廠的資料蒐集、以印表機和操作員工作站執行人機通信、對各控制站執行控制和協調功能、有效電力控制（Automatic Power Control，APC）、利用電腦和週邊設備來監視和紀錄電廠設備的運作、處理事件發生順序（SOE）資料和印表機列印之事件資料。有效電力控制執行方式可分為線上（on-line）控制及離線（off-line）控制 2 種方式來討論，有效電力控制程式加入與否可從主控站來設定，機組 MW 輸出設定值須在液晶顯示器(LCD)上顯示。

在線上控制模式時，電廠將加入更上層的中央調度中心線上自動發電控制（AGC：Automatic Generation Control）。有效電力控制結合自動負載調整器的性能須能達到線上自動發電控制的需求。線上 RTU 的 AGC 控制指命可為脈衝形式或設定值形式。脈衝形式為每個脈衝寬度相當於一定數目的 MW 改變，由中央調度中心間隔固定周期送出，由機組控制器將監視此脈衝寬度，超過脈衝寬度時發出警報。

離線控制模式可再分為自動頻率控制（Automatic Frequency Control，AFC）、半自動控制、緊急發電控制（EGC：Emergency Generation Control）及手動控制 4 種方式。在自動頻率控制模式時，主控層偵測開關場匯流排頻率偏差值執行自動頻率控制以及自動送出設定值到自動負載調整器（ALR）調整機組有效電力。在半自動控制模式時，電廠有效電力輸出的設定值須經由操作員輸入。操作員在操作員工作站須能執行設定機組 MW 輸出、改變速度垂下率（speed droop）、改變 MW 極限。機組 MW 輸出的設定值需經操作員工作站下指令設定。對於新的設定值將作上下極限值核對和執行時間限制監視。緊急發電控制模式係為因應系統頻率超過設定偏差頻率（如 0.2Hz），此時機組應自動進入緊急發電控制調度模式，即以機組最大允許升載/降載速率，調升/調

降機組電力輸出，且運轉狀態須經線上終端機送至中央調度中心，直到系統頻率回復至允許值。在手動控制模式時，不使用自動負載調整功能，操作員可經由主控站藉交談方式，或操作機組現地控制器調整機組輸出的設定值。

### 3. maxDNA 系統：

maxDNA (Dynamic Network of Applications) 監控系統是 BHEL 公司與美國 Metso Automation 公司合作製造之分散式監控系統，不僅已應用於水力發電機組，亦以應用於火力發電機組、複循環機組及汽電共生機組，也適用於其他工業生產系統。maxDNA 分散式監控系統包含了一系列的子系統。其中 maxSTATION 可提供常規控制 (regulatory control)、順序邏輯控制 (sequential logic control)、使用者操控界面及電廠資訊管理，maxVUE 為 32 位元的使用者圖形介面，maxTOOLS 為開發整個監控系統應用、架構及安裝功能的軟體工具綜合套組。此外，maxSTATION 可配置構成操作員控制站 (operator station)、工程師工作站 (engineers station)、資料儲存系統 (maxSTORIAN)、閘道器 (gateway, maxLINKS) 或連結伺服器 (link server, maxOPC)。

maxDNA 分散式監控系統主要元件說明如下。

分散式處理單元 (DISTRIBUTED PROCESSING UNIT, DPU) 為 32 位元處理器，使用 Windows CE.net 操作系統 (可支援離線模擬和測試)，為開放式結構，採物件導向架構。經雙重 ethernet port 界面連接使用 maxNET ethernet 高速資料網路。包含 64 MB compact flash RAM and 128 MB SDRAM，內建 SOE (1 ms resolution)。可經由所有 maxSTATIONS 進入操控使用。可採單一架構或雙重備用 (redundant) 架構。

I/O MODULES 具節省空間、可靠、有效率等優點。符合 IEEE 472 之耐突波規定，抗 RFI 及 EMI 干擾能力則符合 IEC 61000- 4-2,3 & 12 規定，交流電壓隔離能力為 1500 Vpeak。各個 channel 的 Binary modules 採 LED 指示。具整廠區遠端 I/O 及 HMI 功能，analog 及 digital I/O 皆可採雙重備用架構。遠端處理單元(Remote Processing Units, RPU) 包含 DPU 及 I/O module。

maxTOOLS 於工程師工作站 (engineers station) 中執行，可離線模擬和測試，產生報表文件，具 “Windows Explorer” 形式之樹狀導覽功能。

maxNET 提供符合工業標準的 Switched Fast Ethernet，網路採雙重備用架構，速度 100Mbps，多方即時通信，含 intelligent switching，資訊流量 (Traffic) 不會衝突中斷。

maxSTATION 以 Windows XP 為基礎，採開放式系統結構，可使電廠網路與商業網路良好地連結通信，個別處理工作至整廠控制皆可執行。可進行線上圖控功能，及線上產生報表文件，可搭配 maxVUE 快速建立圖示和顯示畫面更新。

maxSTORIAN 為的歷史資料收集和儲存軟體，搭配 maxSTATION 運作，“Delta-Save” 資料儲存方式使可儲存系統資料最大化。關聯式資料庫簡化資料分析的報告和詢問 (query)。檔案可儲存至光碟片中，並可支援電廠管理介面。

maxLINKS 以 Windows XP 為基礎，可連結至外部系統：如 GT 控制，PLC 網路……等等，可支援其他系統和網路資料轉換。所有資料皆可經 maxLINKS 提供至 maxSTATION。

maxVUE GRAPHICS 特點為軟體平台 (Software Backplane) 及 TCP/IP 通信協定之開放式架構，所有 maxSTATION 皆可連結至網路。maxVUE 使用 32 位元控制器，連

結至主計時系統，可使用虛擬 DPU 執行線上模擬和測試，可線上產生文件。maxVUE 內建 SOE (1 ms resolution)，100 Mbps Switched fast ethernet，全雙向 (Full duplex) 操作，多方即時通信，各控制站獨立軟體工具，遠端 I/O 功能，具遠端診斷分析及控制功能。maxVUE 可簡易整合其他獨立系統，可經使用光纖或電氣纜線惟通信媒介，達成整廠一致性的自動化解決方案。

#### 四、 建議事項

因本公司近年來水力發電工程規模明顯小於中國、印度等新興國家，且考量相關採購規定、避免採購爭議，多採最低價標模式；致使歐洲、日本大廠可能因工程利潤太少或因成本因素無法與新興廠家競爭，而對於本公司工程案興趣缺缺，連帶相關交流活動也日益減少，對於安排各項實習參訪的困難度也越來越高。況且科技發展及工程技術進步越來越快，外在大環境亦瞬息萬變，建議適當修改相關出國規定，日後對於非常態性的出國實習計畫可配合工程實際需求調整執行年度，而非拘泥於 2 年前所擬定之計畫年度。目前國際大廠亦有提供收費之實習課程，為加強實習效果，亦建議於出國實習預算內可同時編列提供實習課程費用；而非一味要求國外單位免費提供實習內容，以避免國外單位對於相關實習參訪虛應了事，甚至留下本公司額外造成廠家困擾之印象。此外，亦可考量與國外績優大廠建立合作關係，定期派員至國外學習新技術，並於出國前提供線上學習課程以增加實習成效。

針對監控系統工作，本次實習建議事項如下所述。

因國外公司所提供監控軟體通常主要針對英文或其本國語言環境設計，若需要中文文化界面，建議於招標或設計初期即強調或確認可配合提供此項功能，避免因無法轉換中文輸出畫面或報表帶來困擾。監控盤面之硬體設計與現場施工環境應充分整合，例如：若因現場施工空間限制而須分別安裝監控盤面時，則可考量設置盤間接線端子台，以利現場施工安裝期間之拆、接線工作，減少控制線接線問題。

監控系統之設計常須配合運轉維護單位之需求而做適當調整，為避免廠家因等待甲方確認需求而影響計畫時程，建議加強甲乙雙方於設計階段的溝通工作及設計施工

界面的整合工作，尤其是超出合約範圍之要求應儘早通知，並考量給予合理之補償。

此外，水力發電主設備工程多以國內廠家或顧問公司為聯繫窗口，惟國內廠家可能因經濟規模或技術能力而須借助國外廠家才能完成工程全部事項；為加強對工程執行及技術發展之掌握，建議仍應持續對國外廠家之接觸與了解，避免因層層轉接造成隔閡和資訊落差。