

出國報告（出國類別：實習）

大林電廠更新改建計畫 汽機設備修護實習

服務機關：台電電力修護處南部分處

姓名職稱：林哲宇 機械工程專員

派赴國家：日本

出國期間：103.06.27~103.07.08

報告日期：103.08.27

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：大林電廠更新改建計畫汽機設備修護實習

頁數 34 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：林哲宇/台灣電力公司/修護處南部分處
機械工程專員/(07)2510195 ext.516

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：103.06.27~103.07.08 出國地區：日本

報告日期：103.08.27

分類號/目

關鍵詞：超超臨界汽機燃煤機組、高溫(600°C)、高壓(25Mpa)

內容摘要：(二百至三百字)

台電公司為配合高雄港整體規劃與大林電廠原#1、#2 號機屆齡汰舊更新、提高發電效率，並利用紅毛港遷村後取得之土地，與目前廠區用地合計 70 公頃，預計將原汽力機組(#1~#5 號機，其中#1、#2 號機已拆除)改建為 2 部高效率之超超臨界汽機燃煤機組(2 部機組裝置容量共 1,600MW，蒸氣溫度 600°C、壓力 25Mpa)，預定商轉日期分別為 105 年 07 月、106 年 07 月。故為因應大林電廠更新改建計畫之後續機組維護需求，此行赴原廠家東芝電力-京濱事業所(Keihin)參與海外部份訓練課程，透過課堂上講述、解說、Q&A、工廠參訪等方式，以期了解廠家規劃之超超臨界汽機及其附屬設備之設計、製造及維護等相關技術。

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

出國報告目錄

頁數

壹、	出國目的.....	2
貳、	出國日期及行程.....	2
參、	參訓內容.....	5
肆、	討論事項.....	28
伍、	參訓心得與建議.....	30

壹、出國目的

台電電力修護處主要負責台電公司內、外部各電廠汽力機組等發電設備之修護工作，對於各電廠目前所屬之亞臨界汽力機組的修護能力已有相當成熟的技術與把握。台電公司目前正在規劃新建中的機組包括林口電廠3部800MW(三菱MHI)與大林電廠2部800MW(東芝Toshiba)機組，此5部機皆屬於超超臨界燃煤火力機組，故為因應未來大林電廠超超臨界機組的維護需求，且有感於對未來新建機組之修護能力的不確定性，本次赴日本橫濱-東芝京濱事業所參與有關超超臨界汽機及其所屬設備之設計、製造及維護技術等相關訓練課程，課程間透過東芝公司所安排之專業技術人員於課堂講述、解說、相互討論、工廠參觀等方式，可望對未來機組新建完成後，可提早並有效的掌握機組設備等相關修護工作。

目前發展超超臨界技術領先的主要是日本、歐洲和美國等，具有超超臨界設備供應能力的製造廠有德國西門子、美國GE、日本三菱、日立、東芝等公司，其中日本的東芝公司在其本國內的川越(Kawagoe)、能代(Noshiro)、原町(Haramachi)、七尾大田(Nanao-Ohta)、橘灣(Tachibana-wan)、敦賀(Tsuruga)、碧南(Hekinan)、苓北(Reihoku)等電廠均有其製造之超超臨界機組，數量之多，足見日本東芝公司在超超臨界機組領域中的顯著成績，更是研發製造超超臨界機組的領先者，故在透過參與本次海外訓練後，除了學習到對未來機組修護的相關資訊外，並經由本次與東芝公司技術人員接觸，相信對未來大修資源的取得亦是一大助益。

貳、出國日期及行程

本次海外參訓期間自 6 月 27 日至 7 月 11 日(其中 7/9~7/11 為參訓後自費行程)，出國計畫為大林電廠更新改建計畫中之海外訓練部分，全部訓練課程(大林電廠新建機組之海外訓練合約總時數為 120 小時)內容包含汽機之設計、製造、測試、運轉、維護等技術，由台電發電處、核火工處、大林電廠、電力修護處南部分處連同汽力機組製造原廠家-東芝(Toshiba)規劃，本人參與其中之設計、製造、維護等修護相關之課程，參訓期間地點主要以東芝-京濱事業所【圖一】為主，參訓期間安排閥類、轉軸、汽缸、葉片製造、EHC、AVR、未來科學館、太陽能系統介紹等工廠參訪行程，將在後續參訓內容中詳述，【表一】為出國日期及行程內容、【圖二】為

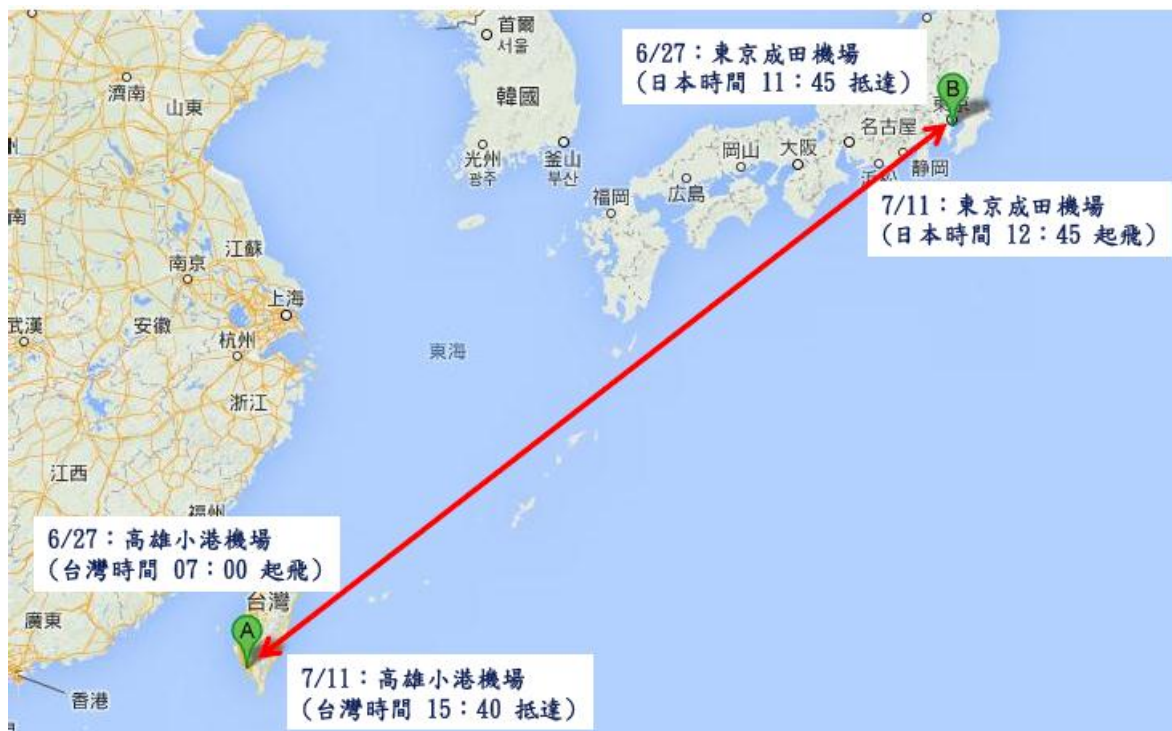
飛行航線。

【表一】出國日期與行程內容

日期	天數	行程概述
06/27	第 1 天	去程－ 飛機：高雄小港機場(台 07:00)→東京成田機場(日 11:45)，約 4 小時 接駁車：東京成田機場→橫濱，約 2 小時
06/27~07/08	第 1-12 天	參訓－ 東芝京濱事業所(Keihin Product Operations)與其他工廠
07/09~07/10	第 13-14 天	自費行程
07/11	第 15 天	返程－ 火車JR：橫濱→東京成田機場，約2小時 飛機：東京成田機場(日 12:45)→高雄小港機場(台 15:40)，約 4 小時



【圖一】東芝京濱事業所 (Keihin Product Operations) 外觀



【圖二】飛行航線

參、參訓內容

從物理意義上講，根據機組採用的蒸汽參數劃分，只有超臨界(SC, Supercritical)和亞臨界之分，超超臨界(USC, Ultra Supercritical)為產業界的一種區分，目前國際上在發電領域中尚無統一的標準與規定，多數國家把主蒸汽壓力在 24.1MPa 以上或主蒸汽溫度、再熱蒸氣溫度在 566°C 以上(不論壓力或溫度其一升高，或兩者都升高)之機組定義為超超臨界，日本將壓力大於 24.1MPa 或溫度達到 566°C 以上的參數定義為超超臨界狀態；丹麥認為蒸汽壓力 27.5MPa 是超臨界與超超臨界的分界線；由此可見日本與歐美國家對此定義並不相同，不過本質上超臨界與超超臨界並無區別。【表二】為汽輪機組定義說明，【表三】為大林電廠更新改建機組主要設計規範，【圖三】為大林電廠新建汽輪機組模型外觀。

本次海外參訓課程分為課堂與工廠參訪二部分，課程內容經由台電與東芝公司兩方多次討論後歸結而成，主題在有關大林電廠更新改建機組的設計、製造、測試、運轉、維護等五大項目，皆涵蓋在整個訓練過程中，目的在使參訓人員對大林電廠未來的新機組有一套完整性、邏輯性的概念。本人參與其中前八天課程，以下分別對課堂與工廠參訪內容作概略介紹，其參訓課程內容、講師、地點如【表四】所示。

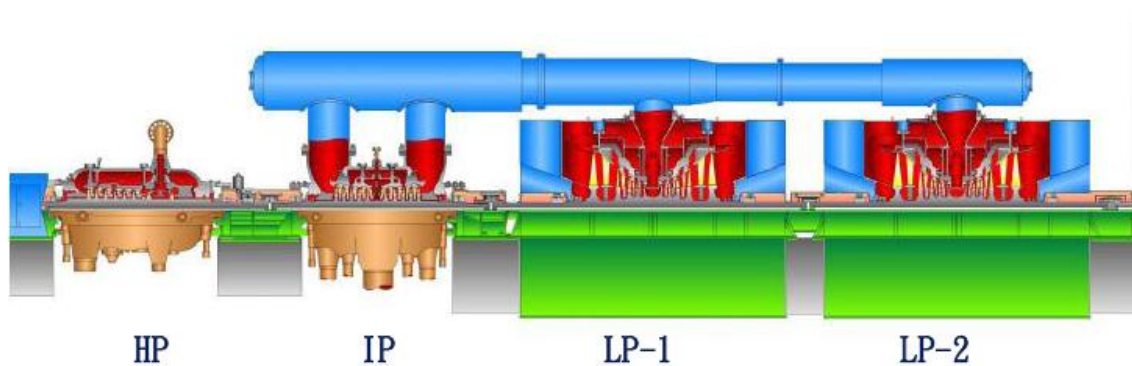
【表二】汽輪機組定義

機組別	亞臨界	超臨界(SC)	超超臨界(USC)	
蒸汽壓力	<22.1Mpa	>22.1Mpa	日本	>24.1Mpa
			歐美	>28Mpa
蒸氣溫度	<374°C	>374°C	日本	>566°C
			歐美	>580°C
毛廠熱效率	<37.9%	>40%	>45.3%	

【表三】大林電廠更新改建機組主要設計規範

機組別	新一機	新二機
裝置容量	800MW	800MW
蒸汽壓力	25Mpa	25Mpa
蒸氣溫度	600°C	600°C
*毛廠熱效率	45.59%	45.59%
鍋爐高度	85M	85M
預定商轉日期	105.07	106.07

* 大林電廠更新改建機組之毛廠熱效率預估為45.59% (沒有扣廠內用電)；
所謂毛廠熱效率=鍋爐效率 X 汽機效率。



【圖三】大林電廠新建汽輪機組外觀

【表四】參訓課程表

日期	參訓天數	課程內容	講師	地點
06/27	DAY-1	Orientation	大瀧哲也 等	川崎 本社
06/30	DAY-2	Steam Turbine (Operation & Maintenance)	三澤真人	京濱 事業所
07/01	DAY-3			
07/02	DAY-4	Turbine Control Equipment (Major Steam Valves)	竹丸竜平	京濱 事業所
07/03	DAY-5	Plant Tour-A	竹丸竜平	本工廠
		Plant Tour-B	三澤真人	西工廠
07/04	DAY-6	Plant General (General Arrangement of Turbine Building)	鷹取賢 蔡少汶	京濱 事業所
		Plant Tour-C	廣橋容子	川崎 本社
07/07	DAY-7	Turbine Control Equipment (BFP Turbine Valves System)	竹丸竜平	京濱 事業所
		Turbine Control Equipment (LP Turbine Bypass Valve System)	中村好文	京濱 事業所
07/08	DAY-8	Heat Exchanger (Ta-Lin Renewal Project)	李進 齋藤享榮 吉崎丈宏	京濱 事業所
		Closing Meeting	瀬戸口博邦 等	京濱 事業所
		Plant Tour-D	飛田菜摘 渡邊薫 廣橋容子	府中 事業所

一、 課堂

課堂上各講師以汽輪機組相關設備與廠房配置等資料作概略說明，過程中透過與講師討論、提問、並由我方分享台電相關經驗的方式，預期可達到參訓的最大效益。綜合八天課程，主要內容包含下列六項：

1. Steam Turbine (Operation & Maintenance)
2. Turbine Control Equipment(Major Steam Valves)
3. Plant General(General Arrangement of Turbine Building)
4. Turbine Control Equipment(BFP Turbine Valves System)
5. Turbine Control Equipment(LP Turbine Bypass Valve System)
6. Heat Exchanger(Ta-Lin Renewal Project)。

(一) 本課程從超超臨界汽力機組的主要項目介紹，其說明如下：

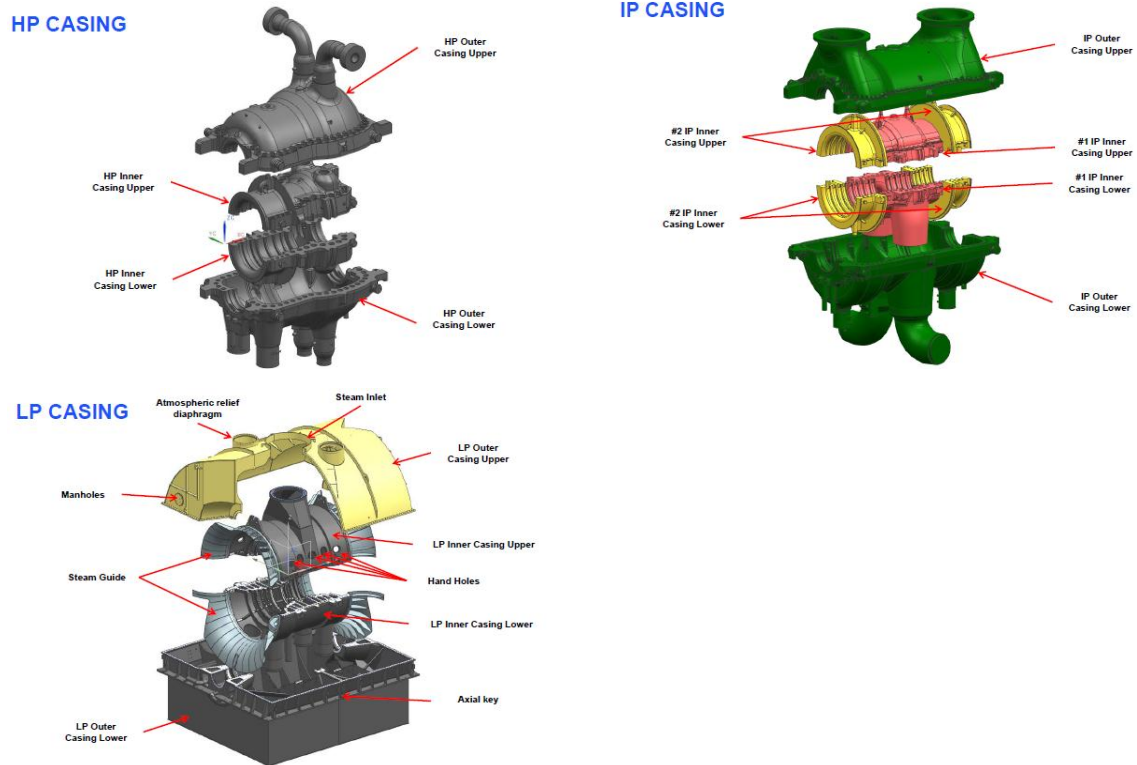
1. 汽機類型：3,600rpm單軸串聯式、4流排氣式(LP往冷凝器各2道)、單流再熱循環、衝動式與反動式設計。
2. 高壓段汽機(HP)：單流式、雙汽缸、1式。
3. 中壓段汽機(IP)：雙流式、雙汽缸、1式。
4. 低壓段汽機(LP)：雙流式、雙汽缸、2式。
5. 蒸氣條件(at 100%)：蒸氣溫度 600℃、蒸氣壓力 25MPa、排氣壓力7.45KPa。
6. 葉片級數：高壓 12級、中壓 2*9級、低壓4*6級。
7. 抽汽數量：8組抽汽管路至再熱循環系統。
8. 汽機主要部件：汽缸、噴嘴、動葉片、轉軸、軸承、慢車系統。

(二) 汽缸(Casing)：

1. 雙汽缸的目的
 - (1) 降低蒸汽洩漏量。
 - (2) 降低熱應力與溫度差。
2. 汽缸中心線的特性
 - (1) 使汽缸熱膨脹易觀察、操作。
 - (2) 使安裝方式簡單。

(3) 使修護工作簡易。

3. 【圖四】為高、中、低壓雙汽缸外觀概略圖。



【圖四】高、中、低壓雙汽缸外觀概略圖

(三) 噴嘴(Nozzle)：

1. 噴嘴塊(Nozzle Box)設計概念

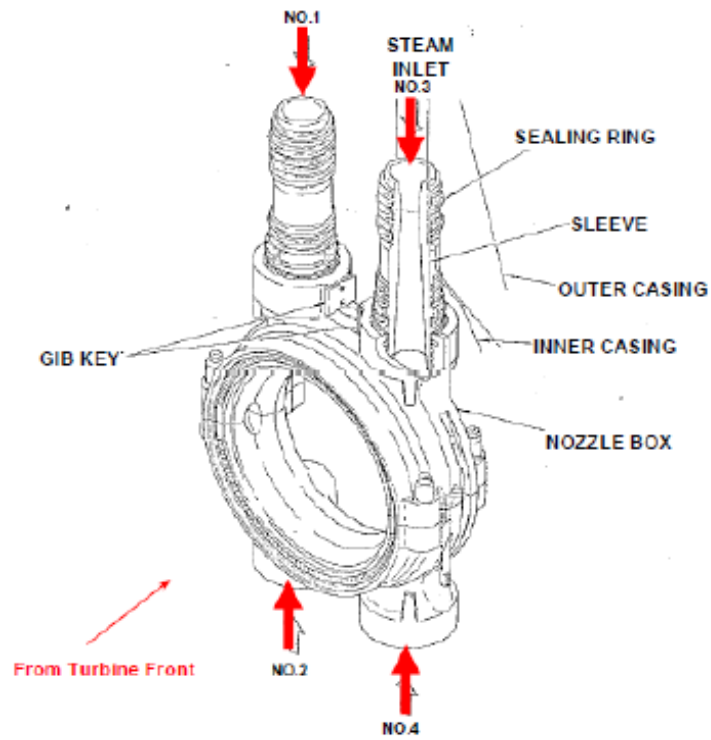
(1) 避免內殼直接接觸高溫高壓蒸汽衝擊。

(2) 噴嘴塊壁薄，熱應力影響性相對較小。

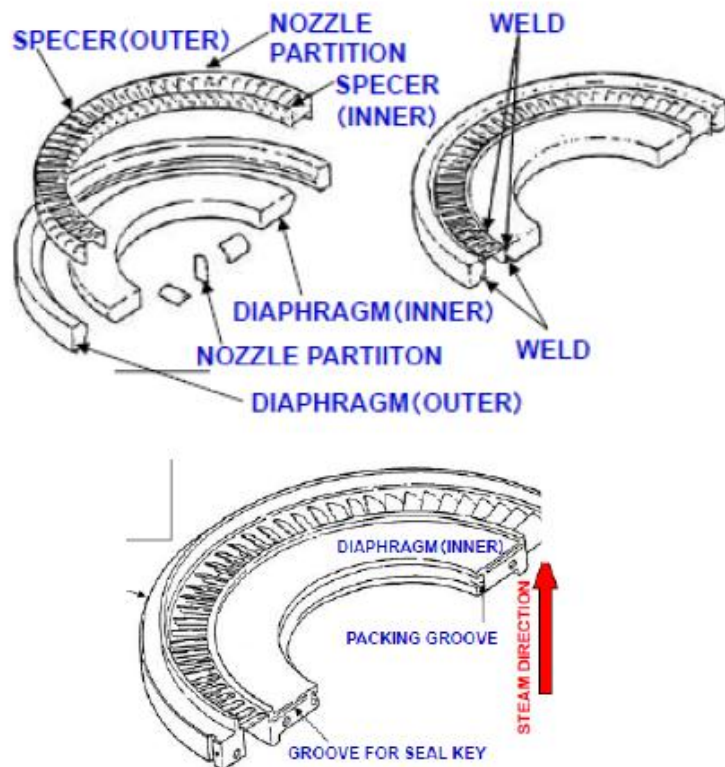
2. 噴嘴靜葉片組立(即高壓汽機段第一級靜葉片)

(1) 由葉片、內外間隔塊(SPACER)、隔板(DIAPHRAGM與PARTITION)組立 焊接。

3. 【圖五】為Nozzle Box & Casing Assembly概略圖、【圖六】為噴嘴靜葉片組立圖。



【圖五】 Nozzle Box & Casing Assembly圖示



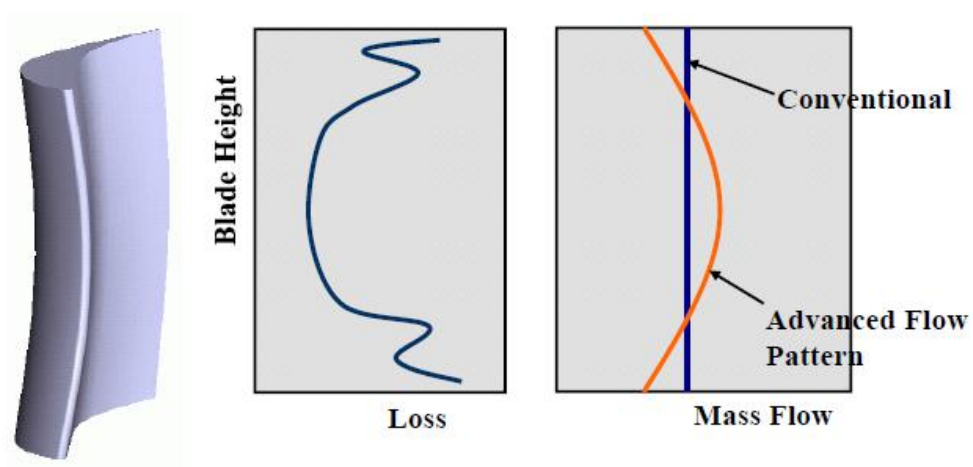
【圖六】 噴嘴靜葉片組立圖示

(四) 動葉片(Turbine Blades)：

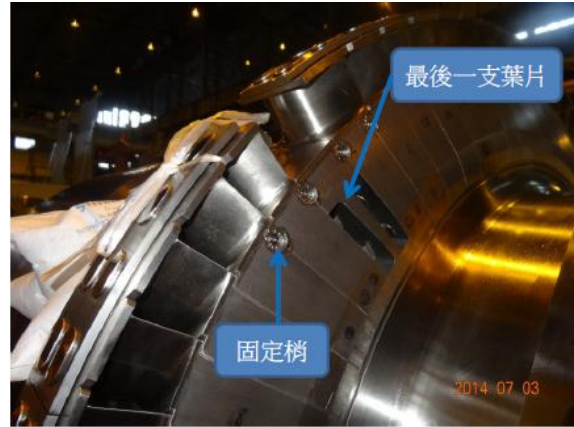
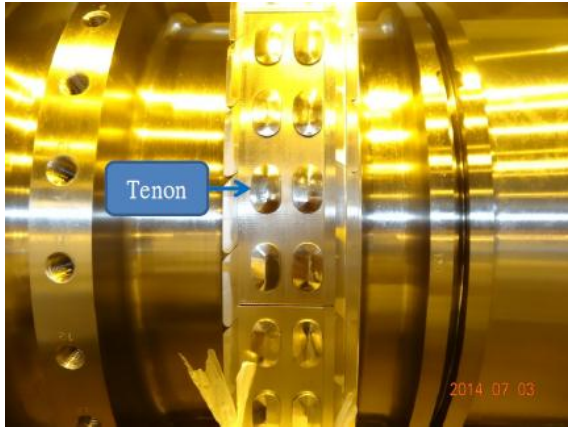
1. 高、中、低壓汽機段各級動葉片之葉端(Tip)、葉中(Mid)、葉根(Root)類型整理如【表五】。
2. 現行設計為Advanced Flow Pattern：
 - (1) 傳統葉片設計是蒸汽流量固定沿著葉片長度等速流過。
 - (2) 現行葉片設計是蒸汽流量隨著葉片長度而變化，因而有較佳的效率。
 - (3) 【圖七】為傳統設計與現行設計葉片Advanced Flow Pattern比較。
3. 高壓汽機段第一級動葉片即噴嘴葉片(Nozzle Blade)，其葉端屬Tenon Shroud類型，葉根屬Outside Dovetail類型，安裝過程中，最後一支動葉片與轉軸處為V型槽口(Notch)，容易安裝，但相鄰左右兩支動葉片最後須有固定梢(PIN)作固定，如【圖八】、【圖九】所示。
4. 除噴嘴葉片葉端屬Tenon-Shroud類型外，其餘葉片葉端設計為Snubber之類型，其主要特性為：
 - (1) 葉片與葉覆環一體成形。
 - (2) 整圈葉覆環相互連結。
 - (3) 受到激振力(簡單來說，就是使振動體產生振動的力)時，具有較低的振動應力。
 - (4) 抗腐蝕。
 - (5) 汽封尺寸可直接於Snubber上加工，改善葉端汽封能力，降低無效蒸汽量。
 - (6) 易拆裝。
 - (7) 【圖十】為Snubber圖示。
5. 葉端汽封片(Fin)類型有Multiple Fin、Hi-Lo Fin，經廠家實驗比較兩者效率，以Hi-Lo Fin較佳，【圖十一】為Multiple Fin與Hi-Lo Fin效率比較圖。
6. 葉中有Lug & Sleeve屬低壓末兩級葉片，其不同於舊機組末級葉片Lashing Wire型式，未來如何檢修、NDT如何檢測，亦屬本單位大修重點項目之一，【圖十二】可看出新、舊型兩者差異。

【表五】高、中、低壓汽機動葉片類型

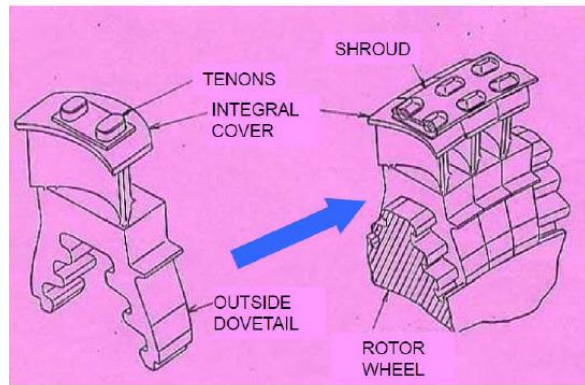
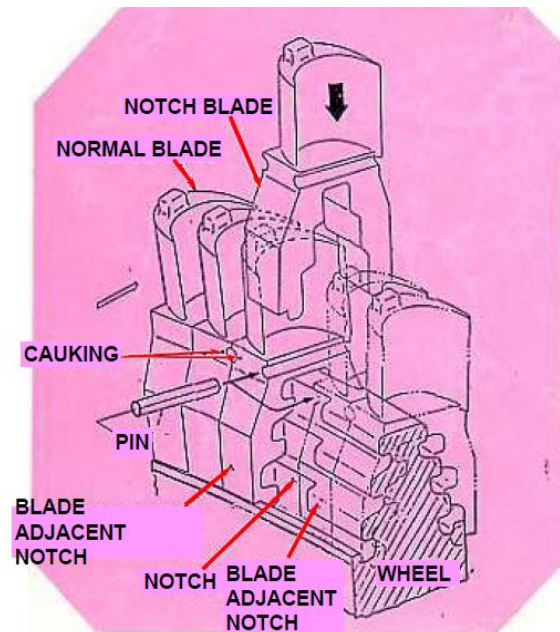
Stage No.	Tip Type (葉端)	Mid Type (葉中)	Root Type (葉根)
HP-1	Integral Cover & Tenon Shroud	-	Outside Dovetail
HP-2 to HP-12	Snubber with Hi-Lo Fins	-	T-Type
IP-13 to IP-21	Snubber with Hi-Lo Fins	-	Outside Dovetail
LP-22 to LP-24	Snubber with Hi-Lo Fins	-	Outside Dovetail
LP-25 to LP-26	Snubber with Straight Fins	Lug & Sleeve	Fork Type
LP-27(L-0)	Snubber	Lug & Sleeve	Christmas Tree



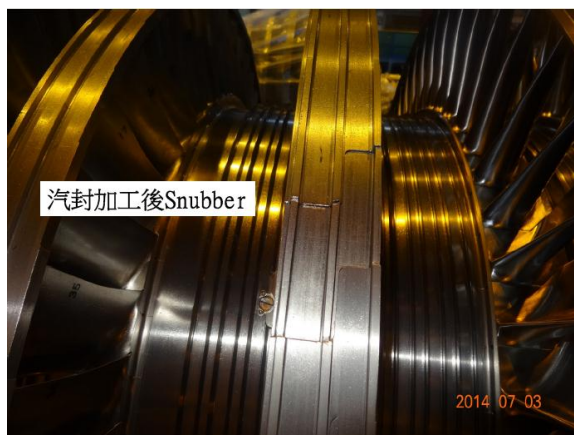
【圖七】葉片Advanced Flow Pattern圖示



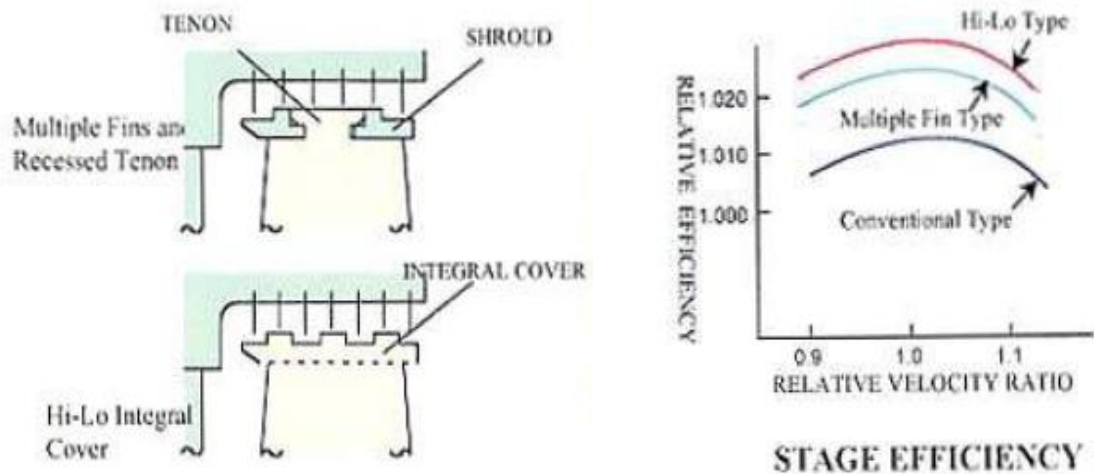
【圖八】 Tenon-Shroud、PIN圖示



【圖九】 Dovetail、Notch圖示



【圖十】 Sunbber圖示



【圖十一】Multiple Fin與Hi-Lo Fin效率比較圖



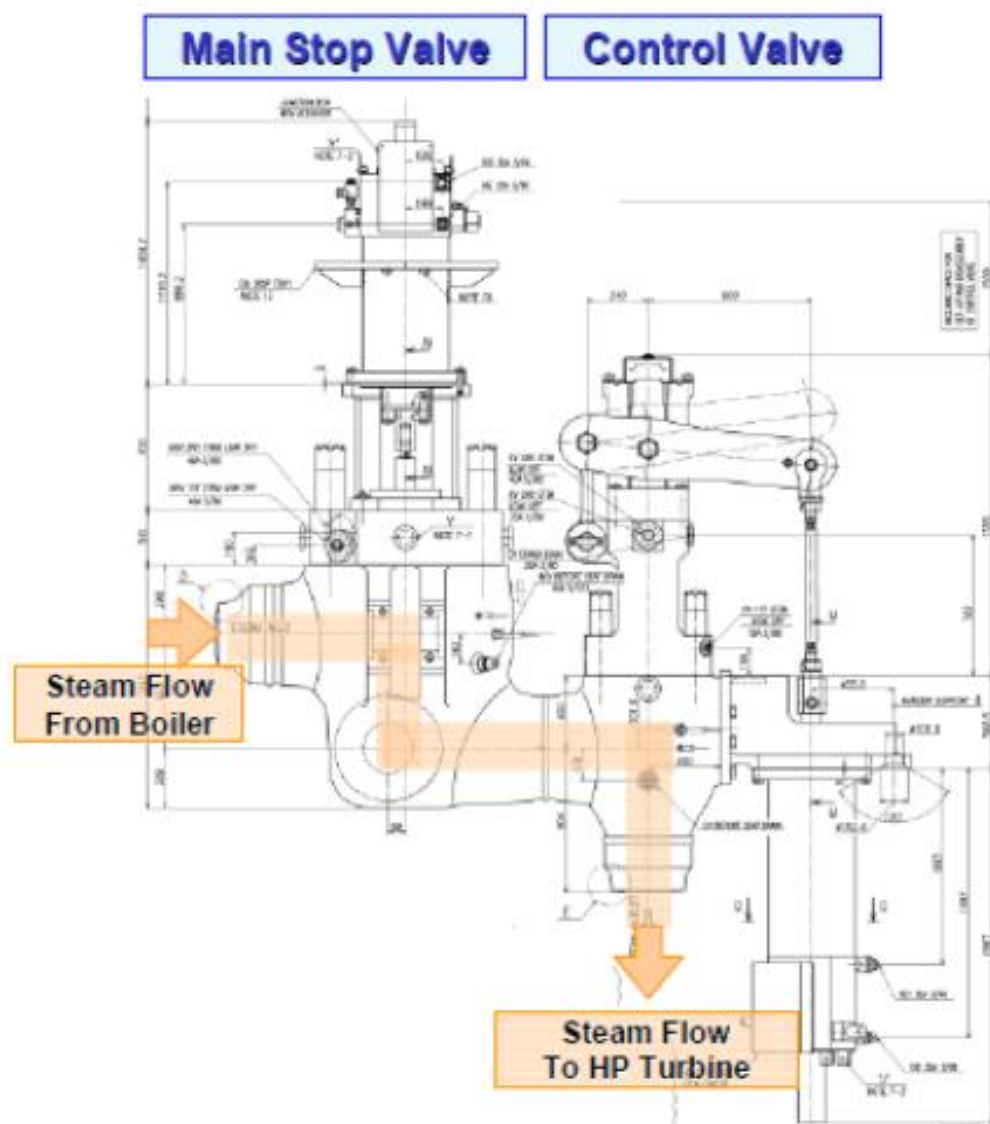
【圖十二】低壓末二級葉片的葉中新(Lug & Sleeve)、舊(Lashing Wire)機組不同類型

(五) 汽機主要閥類：MSV、CV、CRV(RSV+ICV)、Ventilator Valve，其主要功能分別如下述：

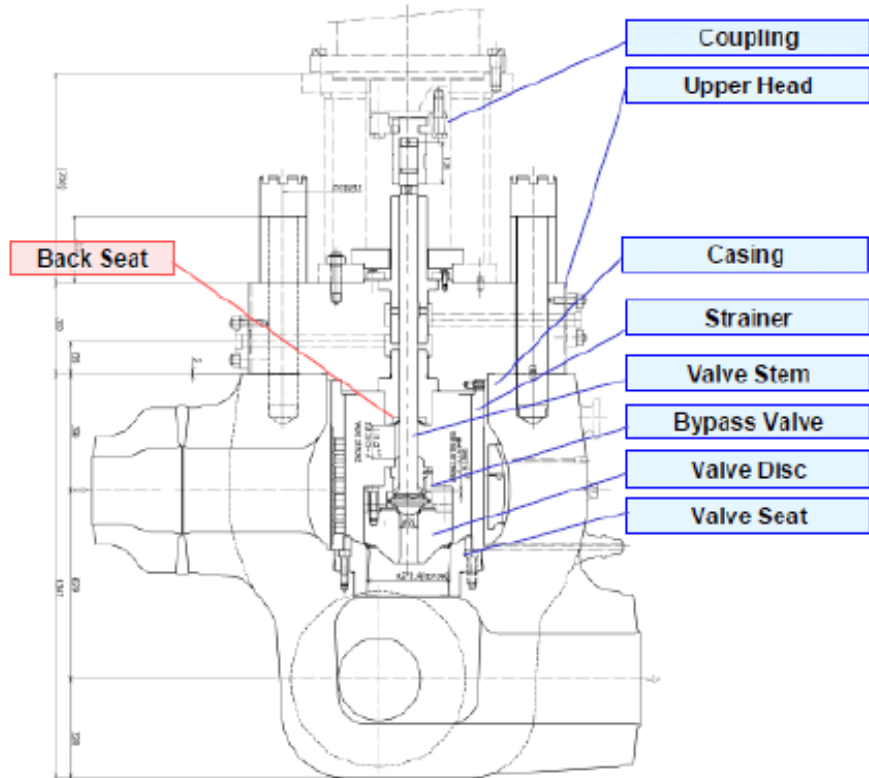
1. MSV(Main Stop Valve)：運轉中的機組跳機時，會關斷來自鍋爐的蒸汽源，阻止蒸氣繼續進入，防止汽機超速，【圖十三】為 MSV 與 CV 組合概要圖、【圖十四】為 MSV 概要圖。
2. CV(Control Valve)：控制進入高壓段的蒸汽量，以控制汽機之轉速，使汽機維持在正常負載下運轉，【圖十五】為 CV 概要圖。
3. CRV(Combined Reheat Valve)：此閥組由再熱關斷閥(RSV, Reheat Stop Valve)

與中間閥(ICV, Intercept Valve)共用一閥體組成，其中 RSV 的功能如同 MSV，當運轉中的機組跳機時，會關斷來自鍋爐的蒸汽源；在機組啟動時(Start Up)，ICV 會可控制進入中壓汽機段(IP)的蒸汽量來控制轉速，當機組棄載(Load Rejection)時會急速關閉，防止汽機超速，【圖十六】為 CRV 概要圖。

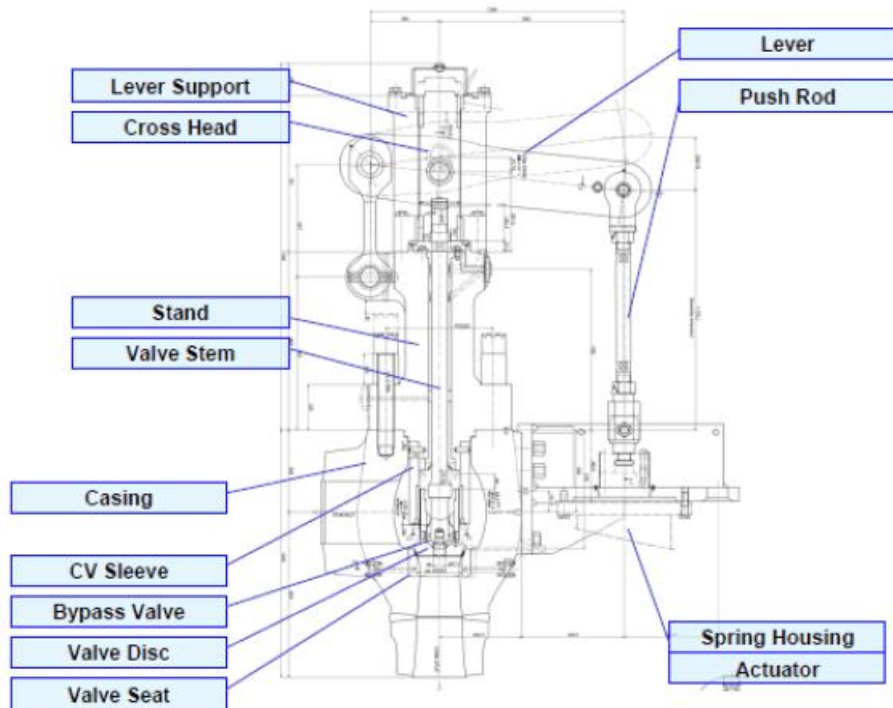
4. Ventilator Valve：此閥位於高壓第一抽汽至冷凝器路徑中之一閥，目的在將第一抽汽之水排往冷凝器室，【圖十七】為 Ventilator Valve 概要圖、【圖十八】為 Ventilator Valve 位置圖。



【圖十三】MSV 與 CV 組合概要圖

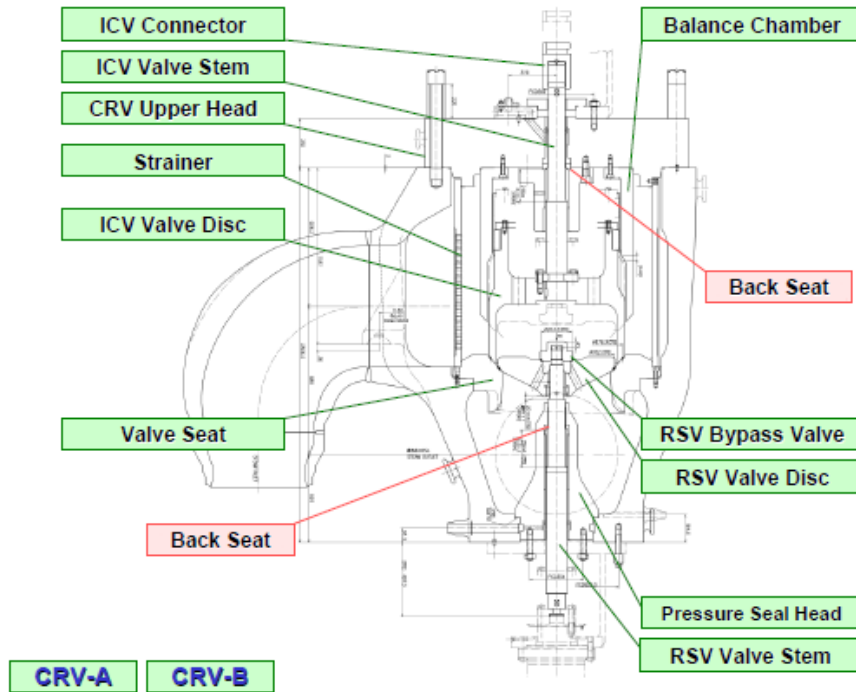


【圖十四】MSV概要圖

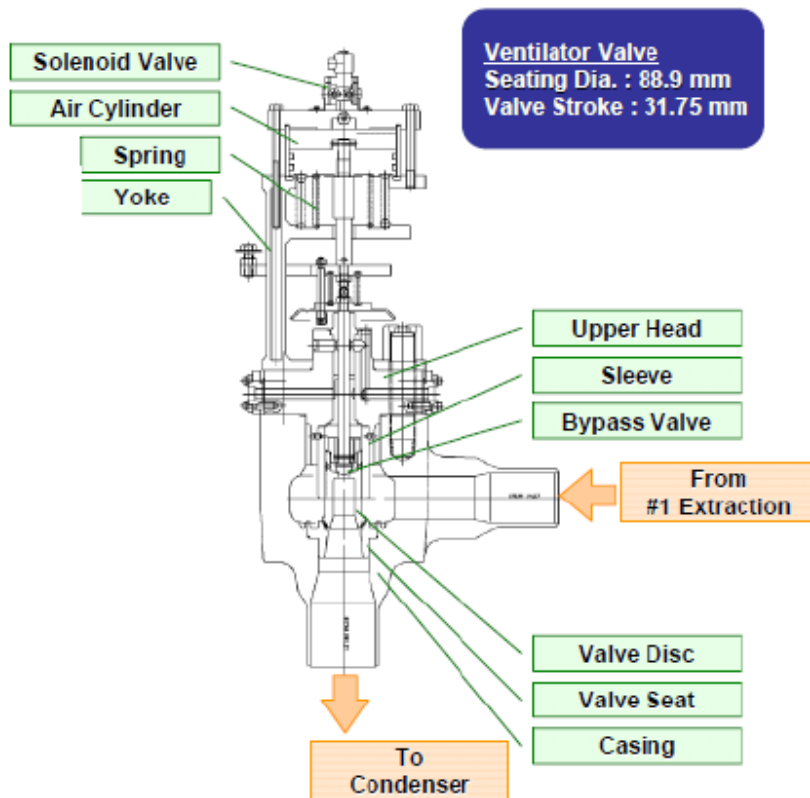


【圖十五】CV概要圖

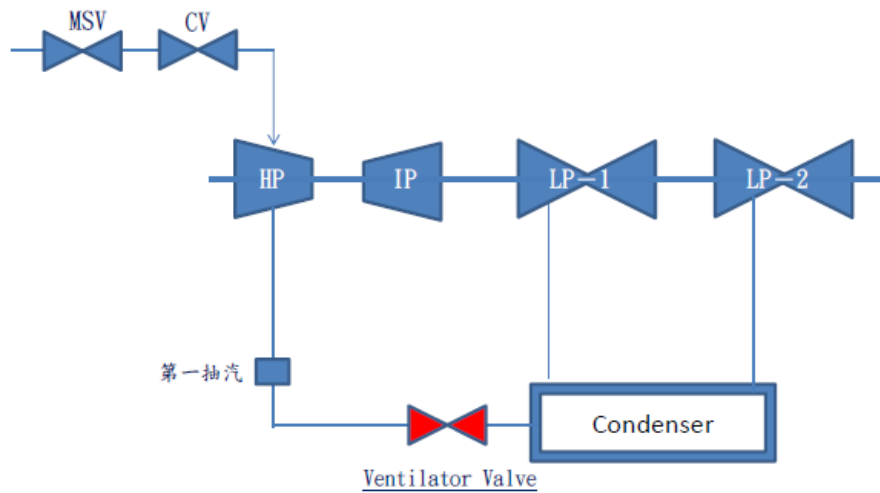
Combined Reheat Valve - Sectional Schematics



【圖十六】CRV概要圖



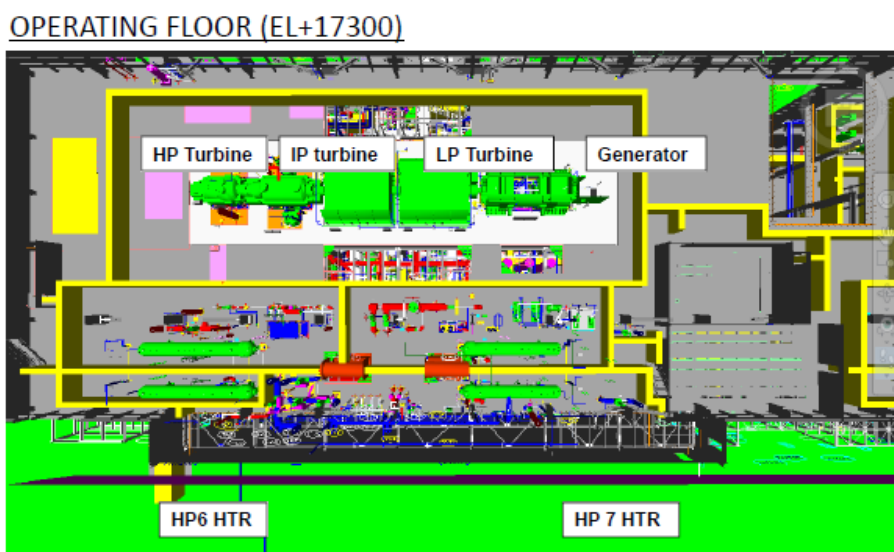
【圖十七】Ventilator Valve概要圖



【圖十八】 Ventilator Valve 位置圖

(六) 大林電廠更新改建中設備安排佈置(General Arrangement)，其主要目的在於：

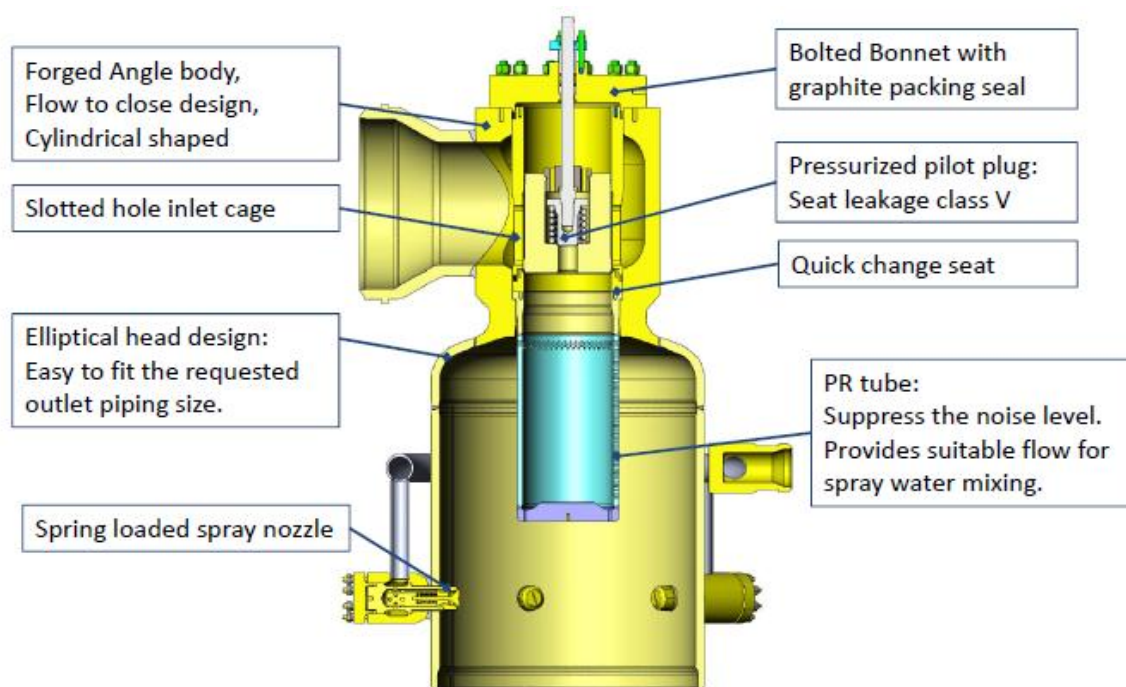
1. 提供各設備的落點資訊(主機組設備、建築物、樓層、管路)，例如【圖十九】為汽輪機組標高位置圖示。
2. 提供各設備維修與通道位置。
3. 提供設計者(東芝公司)與使用者(大林電廠)間溝通的基本要件。
4. 提供在改建與安裝過程中有關設備如何運輸等資訊。
5. 提供管路、電纜(箱)、測試、配電盤等設計資料。



【圖十九】汽輪機組標高位置圖示

(七) 低壓旁通控制閥(LP Bypass Control Valve) 【圖廿】：

1. 此閥組由 CCI(Control Components Inc.)公司製作，其公司主要領域在控制閥類的製造。
2. 當蒸汽無法經由正常作功後排到冷凝器，而需要經由旁通閥將多餘之蒸汽排到冷凝器以維持汽機壓力。
3. 未來在汽機主機修護部份會增加 2 組低壓旁通控制閥。
4. 特性：①鍛造體，圓柱型缸體、②具有槽孔之進汽殼、③管路易配置、④具彈簧式噴嘴頭、⑤閥帽以石墨封環固鎖、⑥低噪音、⑦閥座可快速更換。



【圖廿】 低壓旁通控制閥概要圖

二、 工廠參訪

本次參訓共安排四處廠外參訪，可大略瞭解東芝公司除了在發電業上汽輪機組製造外，尚有重視環保的太陽能系統、商業用高速電梯(台北 101 大樓的高速電梯由東芝公司承作)等世界級的製造生產能力，另於 07/04 參訪位於川崎本社の東芝未來科學館(於 2014 開幕)，經由館內人員介紹東芝公司歷史沿革，是本次參訓行程中意料外的收穫。以下是四個參訪點簡介：

(一) Plant Tour-A(東芝京濱事業所-本工廠)

1. 內容：CRV、MSV、CV、Ventilator Valve 等閥製造與測試
2. 過程：本工廠位於京濱事業所廠區內，此工廠主要製作汽機閥體等重件設備，目前大林電廠超超臨界機組之 CRV(Combined Reheat Valve)、MSV(Main Steam Valve)、CV(Control Valve)，以及閥盤(Valve Disc)、閥座(Valve Seat)、閥桿(Valve Stem)、十字頭(Cross Head)等閥組件車修項目，皆由本工廠生產製造。在本工廠參訪過程中，僅允許拍攝大林電廠相關設備，【圖廿一】－【圖廿五】。

(二) Plant Tour-B(東芝京濱事業所-西工廠)

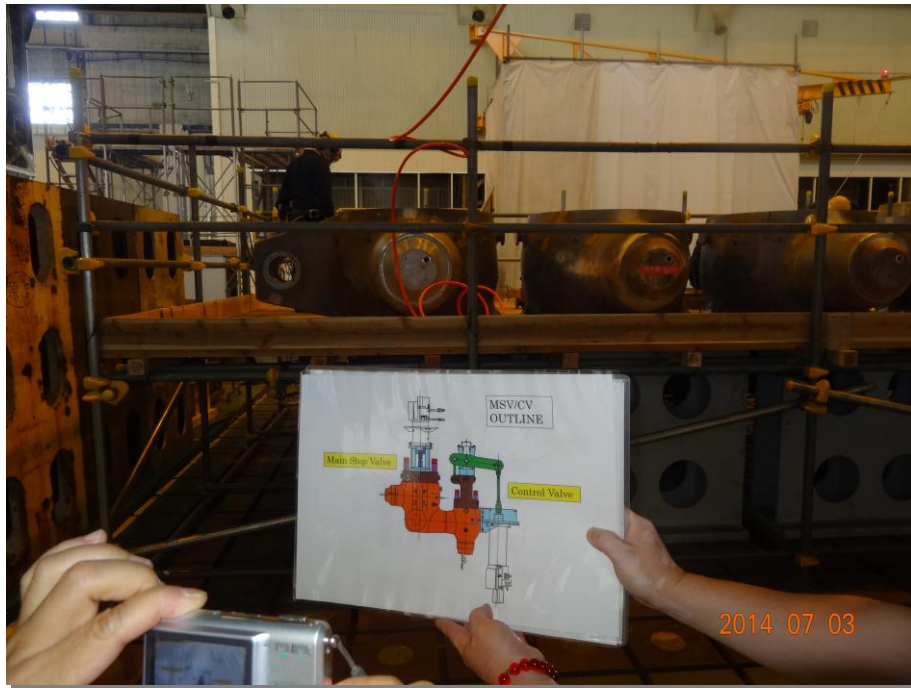
1. 內容：汽缸、轉軸、噴嘴塊、動葉片等製造
2. 過程：西工廠離東芝京濱事業所約 15 分鐘路程，此廠主要負責製作汽缸、轉軸、噴嘴塊、動葉片等汽機設備，目前大林電廠超超臨界機組之高、低壓轉軸尚在加工中，課堂上講述到高壓轉軸之第一級動葉片(即噴嘴葉片)的 Notch、Tenon 等名詞在此站參訪皆有看到實物，並與講師再次討論這些部件；另中壓轉軸已完成並初步包裝；高、中、低壓汽缸、噴嘴塊等設備皆已完成約 70－80%，同樣在西工廠參訪過程中，僅允許拍攝大林電廠相關設備，【圖廿六】－【圖三十】。



【圖廿一】本工廠與西工廠位置圖



【圖廿二】大林新建機組CRV本體車修



【圖廿三】大林新建機組 MSV/CV 焊補作業



【圖廿四】機組閥件車床加工作業情形



【圖廿五】 Ventilator Valve 水壓測試



【圖廿六】 HP外缸



【圖廿七】IP 外缸



【圖廿八】HP轉軸



【圖廿九】IP 轉軸(包裝中)



【圖三十】LP轉軸

(三) Plant Tour-C(東芝未來科學館)

1. 內容：東芝歷史沿革介紹
2. 過程：本科學館位於川崎本設，於今年(2014)開幕，一樓是環境和能源、二樓是數位技術與影像、三樓是歷史、半導體、醫療與燈的樓層，涵蓋電氣、資訊、精密儀器等東芝歷年來所研發出的各項產品與技術，其中台灣地標-台北 101 大樓之高速電梯模型亦展示在館內；此外，除了參觀之外，透過親身體驗館內有趣的設施，感受最新技術成果與社會和生活的關聯性，並經由館內解說員介紹東芝歷史沿革，了解到東芝公司能成為世界大廠非一朝一夕可達成，【圖三十一】、【圖三十二】。



【圖三十一】東芝未來科學館位置圖



【圖三十二】東芝未來科學館館內設施體驗、介紹

(四) Plant Tour-D(東芝府中事業所)

1. 內容：太陽能系統應用、EHC、AVR 製造簡介
2. 過程：府中事業所位於府中市，離東芝京濱事業所約 1 小時車程，此事業所樓層頂樓皆設置有太陽能板，解說員告知事業所使用的太陽能板屬不同廠家製造，可測試各家太陽能板的差異性，在天氣良好狀況下，本棟大樓一天所用電量的 20~30%可從太陽能取得；此事業所是製造 EHC、AVR 設備的主要廠區，作業區域環境近似無塵室，於此區作業人員從頭至腳皆須穿著公司提供的衣物，以確保製造電子設備之品質；於參訪過程得知大林電廠超超臨界機組相關設備尚在進行中，【圖三十三】、【圖三十四】。



【圖三十三】東芝府中事業所位置圖



【圖三十四】東芝府中事業所太陽能板、EHC、AVR介紹

肆、 討論事項

除課堂上與講師討論課程內容外，於課程後會議再針對下列二項作討論：

一、 修護手冊－本次參訓課程雖有安排修護相關的Steam Turbine(Operation & Maintenance)，但實際有關維護Maintenance的部分，其上課講義內容主要是介紹機組設備的設計、構造，對於如何修護，以及相關的修護手冊提及甚少，故提出此問題與東芝公司人員討論後，告知在後續機組裝機中會有比較詳細的修護程序資料，供將來大修工作之進行。

二、 修護週期、工期、人力－藉由對日本中部碧南火力發電所#1機(700MW燃煤超超臨界鍋爐機組)【圖三十五】，提出問題作說明：

問題：汽機開蓋大修間隔週期多久(幾年小修一次及幾年開蓋大修一次)及檢修時程(工期)和大修或檢修範圍?

回覆：(1)檢修種類：分A，J檢修

〔A 檢修〕，即開蓋大修

範圍：高、中、低壓汽機、主閥開蓋檢修。

天數：分解組裝 44 天、試運轉 2 天，共計 46 天(#1－5 號機平均數)。

* 以上單指汽機，如包括鍋爐整機的檢修則平均為 70 天加調整。

間隔：4 年 (目標改 6 年)。

〔J 檢修〕，即未開蓋小修

範圍：高、中壓汽機上半開蓋，其餘轉軸、動靜件、軸承部分不拆檢；
主閥開蓋檢修。

天數：分解組裝 30 天、試運轉 2 天，共計 32 天(#1－5 號機平均數)

* 以上單指汽機，如包括鍋爐整機的檢修則平均為 70 天加調整。

間隔：2年(目標改3年)。

綜合上述，比較與目前大林電廠亞臨界機組大修(開蓋)週期、工期、人力，整理如下【表六】，及大林電廠超超臨界機組預估工作人力配置【表七】：

【表六】大林亞臨界、超超臨界機組與碧南電廠大修比較

開蓋	大林亞臨界機組	大林超超臨界機組	碧南電廠#1機
鍋爐高度	65米	85米	80米
大修週期	4年大修	4年大修(目標6年)	4年大修(目標6年)
大修工期(汽機)	52天(一天1班制)	尚未確定	46天(一天2班制，1班12小時)
大修人力	85人(含起重、電焊)	預估 100 人 (含 起 重、電焊)	未告知人力
備註		新增修護項目－ ①1組IP段 ②2組LP Bypass control Valve	鍋爐全檢大修約70天(一天2班制，1班12小時)

【表七】大林電廠超超臨界機組預估工作人力配置

開 蓋	鉗工	起重	電銲	合計	備註
高壓汽機	1+15			16	工程師+技術員
低壓汽機	1+14			15	
汽機閥類	1+7			8	
主飼水泵汽機	1+13			14	
主飼水泵	1+11			12	
中壓汽機	1+10			11	新增修護
LP Bypass Control Valve	0+4			4	新增修護 (與汽機閥類合併)
合計	6+74	16	4	100	

機組概要

		1号機	2号機	3号機	4号機	5号機
定格輸出		70万kW	70万kW	70万kW	100万kW	100万kW
機組熱效率 (上段HHV/下段LHV)		41.64% 43.83%	41.66% 43.85%	41.90-i6 44.10-i6	42.17 44.38%	
鍋 爐	型式	放射再熱貫流型(変圧運転)				
	蒸發量	2,300t/h, 300t/h, 2,250t/h			3,050t/h	
	使用燃料	石炭専焼(軽油、重油)			石炭専焼(軽油)	
	燃料消費量	270.8t/h	270.3t/h	250.5t/h	354.0t/h	
	製作者	三菱重工業	(Babcock)日立	IHI(石川島播磨重工業)		
汽 輪 機	形式	串型4流排氣式再熱復水型				
	主蒸氣壓力	24.1MPa(246kg/cm ²)				
	主/再熱 蒸氣溫度	538-C/566-C		538-C/593-C	566-C/593-C	
	製作者	東芝	日立製作所	三菱重工業	東芝	
發 電 機	形式	回轉橫軸回轉磁界型、水以及氬氣冷却方式				
	定格輸出	80万kVA			112万kVA	
	製作者	東芝	日立製作所	三菱電機	東芝	
運轉開始		1991.10.18	1992.6.12	1993.4.22	2001.11.8	2002.11.6
		1991.10.18	1992.6.12	1993.4..22	2001.11.8	2002.11.6

【圖三十五】碧南電廠#1-5 機組概要說明圖

伍、參訓心得與建議

一、對個人

首先感謝本單位各長官給予參與本次海外實習訓練的機會，在此訓練之前，僅知本公司台電目前在大林電廠、林口電廠正在新建超超臨界機組，至於何謂超超臨界機組、製造廠家、更新改建目的、改建後修護處如何安排工作等相關議題均無概念，經本次海外訓練後，得到相當多有關超超臨界機組知識、日本電廠在大修維護安排上的資訊、以及目前世界大廠對超超臨界機組的製造概況，對個人視野的拓展，真的是一大躍進。此外，在本次參與訓練中，認識東芝公司授課的講師、機組更新相關人員，還有本公司核火工處、發電處、大林電廠等3位一同參訓同仁，皆屬大修資源一部分，相信對未來機組大修是一大助益。

二、對參訓課程

本次海外參訓課程內容，類似台電訓練所開班的大型汽機概論課，包含課前課程內容討論規劃、課堂後測驗、課後意見調查表，甚至還有結訓證書，在在顯示東芝公司與台電公司對本次有關大林電廠更新改建案訓練的重視。另外尚在安排中的在地訓練課程，預計明年(104年)四月份會於大林電廠開辦，本單位將持續追蹤並積極參與在地訓練課程，以彌補僅有少數名額可參加海外訓練課程的缺憾。

三、對公司/修護處

電力修護處(包含北、中、南分處)主要負責業務是維修台電公司內、外各電廠所屬之汽力機組大修工作，對於亞臨界機組的維修技術、NDT檢測工作項目、振動故障排除等都有相當豐富的經驗與資料，但對目前林口電廠、大林電廠正在新建超超臨界機組的大修工作卻顯得相當陌生；另外有關於修護處人員年齡老化的舊問題依然存在，因此更要提早規劃並補足大修人力、能力，以面對將來退休潮可能造成的窘境。大林電廠新一機預計105.07商轉、新二機預計106.07商轉，亦即分別在106、107年將面對新一、二機大修工作，以目前103年南分處第一工作隊人力，在歷經一至二次大修後(110年)，將計有屆齡員工25名退休，超過6成以上人員屆齡退休，【表八】顯示目前第一工作隊年齡分佈現況。

建議應積極派員參與大林電廠新建機組，以利未來大修工作之承接，例如提早準備機組大修用的特殊工具(如特製量具、吊掛機具等)、大修程序書編寫；即使現在面對新型機組的不熟悉，但透過以往長期累積的修護技術，且有效的保存資料，相信將來面對大修工作不會有太大困擾。

歸納上述，對本次參訓在公司/修護處心得與建議：

- (一) 積極派員參與大林電廠新建機組，以利未來大修工作之承接。
- (二) 提早規劃大修人力，以面對未來退休潮造成之窘境。
- (三) 技術經驗傳承。

【表八】南一隊103年人力年齡分佈現況

屆齡退休年份	人數(分類+評價)	人數小計	人數累計
105	0+2	2	2
107	1+3	4	6
108	1+4	5	11
109	0+7	7	18
110	1+6	7	25
111	0+2	2	27
114	1+0	1	28
120後	4+6	10	38
合計	8+30		38

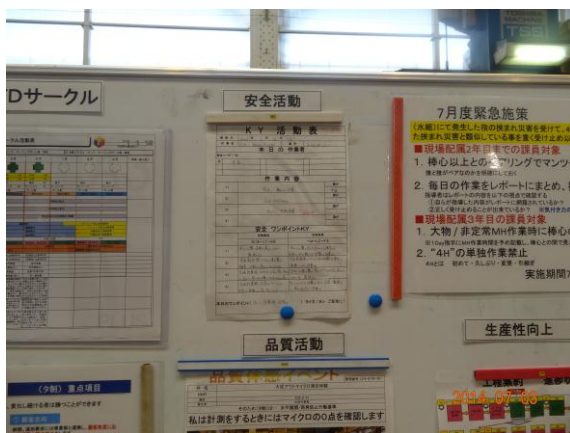
四、對工安

本次參訓中安排的機組設備製造參訪，有本工廠(閥類區)、西工廠(轉軸、汽缸區)、府中事業所(EHC、AVR區)，從這三個廠區內，可以觀察出東芝公司對員工工作安全的保護措施【圖三十六】－【圖三十九】：

- (一) 每日開工前KY活動－此活動即修護處在機組大修期間每日開工前的預知危險小組活動(KY)，詳述今日主要作業內容、作業者、危險要因、對策措施等。
- (二) 特定作業人員－廠區內有各種不同類型的大型機械加工機，在每台加工機外圍放置告示牌，並於告示牌上張貼該機台使用者(担当)的照片、

姓名、工作項目，非告示牌上人員，不得使用該機具，讓現場監工(責任者)容易確認機具是否由合格人員操作。

- (三) 搬重限制—廠區內張貼一張徒手搬運圖，內容包括搬運姿勢、性別、年齡，讓員工在搬運物品前先評估會不會超過自己所能負荷的能力，預先做好防範。
- (四) 員工辨識—在工廠內可容易辨識出此員工在現場的功能性，例如大修現場的吊掛指揮手以紅色帽套作識別。
- (五) 工作進度狀況—每台加工機外的告示牌上插有不同顏色旗子，代表此機台的工作狀況(例如綠色旗子代表工作進度正常、白色旗子代表本機台停止使用)，讓現場監工容易瞭解工作進度及機具使用狀況。
- (六) 機工具使用後歸位—此為整理整頓(5S)安全檢核項目之一，置物架上所使用工具、物件排列整齊，除了保護在此區作業的舒適安全性外，也讓非此區工作人員經過時不被工具絆倒而受傷。
- (七) 空調設備—廠房皆為60-70年建築，當初建造時並無裝設空調設備，但隨著時空的轉變，於舊廠房內加裝空調設備，讓廠區內作業人員有較舒適的工作環境，相對也會直接影響到產品的品質。
- (八) 零災害紀錄—零災害一直是工安追求的目標，在廠區內的明顯處放置一紀錄板，不斷提醒作業人員要時時刻刻注意安全，共同創造零災害的紀錄。



【圖三十六】工安宣導與措施(1)



【圖三十七】 工安宣導與措施(2)



【圖三十八】 工安宣導與措施(3)



【圖三十九】 工安宣導與措施(4)