

出國報告（出國類別：實習）

# 學習伺服閥應用與汽機相關附屬設備 以提升汽機控制系統與伺服閥之穩定性

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：褚漢民 氣渦輪機維護專員

派赴國家：日本

出國期間：104.10.12~104.10.23

報告日期：104.12.23

# 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：學習伺服閥應用與汽機相關附屬設備以提升汽機控制系統  
與伺服閥之穩定性

頁數\_14\_ 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司人資處/陳德隆/(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

褚漢民/台灣電力公司/第一核能發電廠/氣渦輪機維護專員/(02)2638-3501  
#3304

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他(洽公)

出國期間：104.10.12~104.10.23

出國地區：日本

報告日期：104.12.23

分類號/目

關鍵詞：伺服閥、主汽機

內容摘要：(二百至三百字)

職奉派赴日本學習伺服閥應用與汽機相關附屬設備以提升汽機控制系統與伺服閥之穩定性，學習日本原廠維護技術，並與其資深技術人員互相交流相關設備於使用過程中曾經發生的經驗，應用於目前及未來工作上，以提升發電的安全性與可靠性。

因汽機設計、控制系統及相關輔助設備日新月異，須持續學習新設計與新技術以確保運轉安全為目的，赴 MOOG、IMI/CCI、KUBOTA、HISAKA 及 TOKYO SANGYO 等公司學習主汽機、伺服閥應用與汽機相關附屬設備於汽機控制的新設計，可作為本公司汽機改善參考。

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

# 目 次

內 容	頁 次
壹、 目的	1
貳、 過程	1
參、 心得及建議	13

# 本文

## 壹、目的：

因汽機設計、控制系統及相關輔助設備日新月異，須持續學習新設計與新技術以確保運轉安全為目的，赴 MOOG、IMI/CCI、KUBOTA、HISAKA 及 TOKYO SANGYO 等公司學習主汽機、伺服閥應用與汽機相關附屬設備於汽機控制的新設計，可作為本公司汽機改善參考。

## 貳、過程：

### 一、往返行程：

1041012 ~ 1041012	往程 台北→關西→神戶
1041013 ~ 1041013	參訪 IMI/CCI 公司
1041014 ~ 1041014	參訪 KUBOTA 公司
1041015 ~ 1041017	參訪 HISAKA 公司
1041018 ~ 1041020	參訪 MOOG 公司
1041021 ~ 1041022	參訪 TOKYO SANGYO 公司
1041023 ~ 1041023	返程 東京→台北

### 二、洽公主要內容：

#### IMI/CCI 公司部分

##### (一)BPV 功能介紹

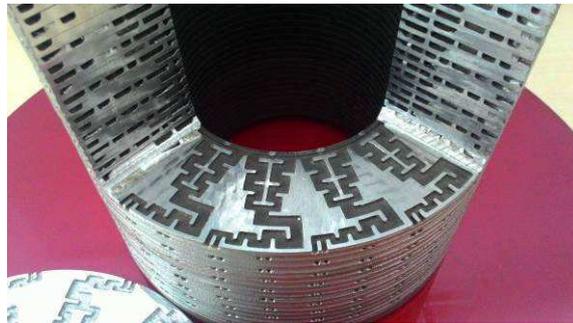
BPV(Bypass Valve)旁通閥乃一氣機安全設備，正常運轉時汽機作功後蒸汽排到冷凝器，如因特別狀況須排除多餘之蒸汽以協助維持汽機蒸汽壓力時或汽機棄載時之蒸汽即經由旁通閥而直接排到冷凝器。此閥為單閥座圓筒式 (Single-Seat Plug Type)，由單動作器操作，由高壓液壓油操作伺服閥開啟，彈簧力關閉。汽機起動時，負載跳脫時，或反應爐冷卻時，排洩蒸汽至主冷凝器。汽機 3 只旁通閥容量設計為額定蒸汽量之 25%，以確保汽機安全。

BPV 的特色為高差壓，並能在緊急狀況下有效的釋放蒸汽壓力至冷凝器，為能有效的減壓，IMI/CCI 公司設計之釋壓閥採用堆疊式碟盤(Disc Stack)，詳圖一及圖

二，並透過高溫熔結，確保能有效的降壓也不會發生任何散開的可能。



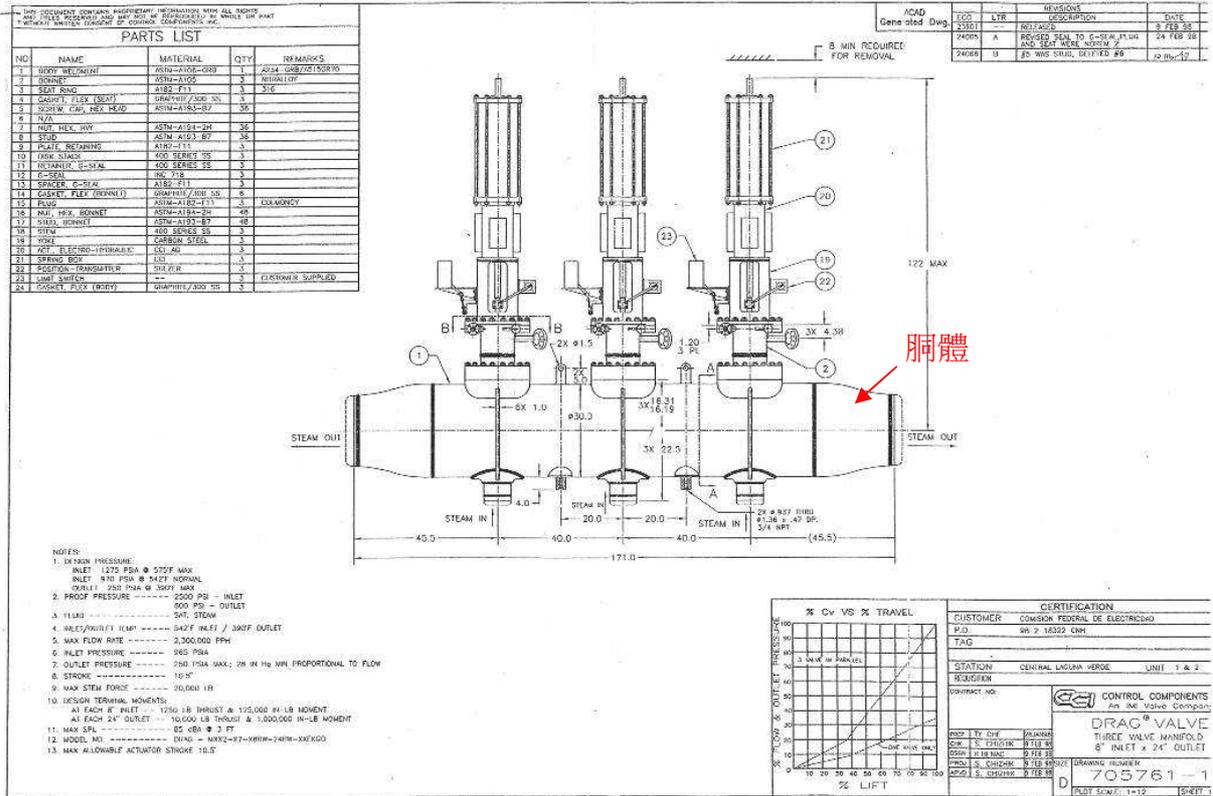
圖一、釋壓閥採用堆疊式碟盤(Disc Stack)



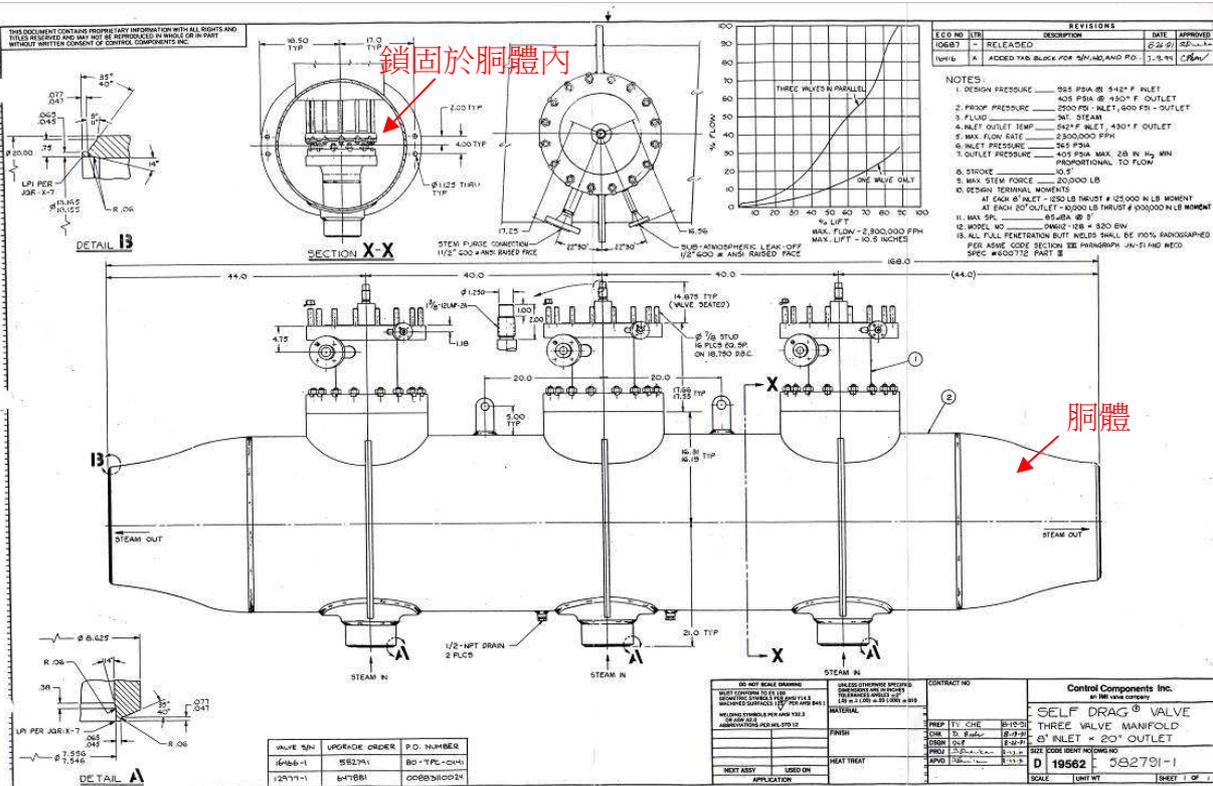
圖二、釋壓閥採用堆疊式碟盤(Disc Stack)

## (二)新型式 BPV 介紹

目前本廠所使用的 BPV 為舊型的設計，雖仍能穩定的控制旁通的蒸汽量，惟其舊型式設計上釋壓閥鎖固於胴體內(參圖三、圖四)，於高溫熱應力變形造成部分蒸汽量內漏，新型式則無此問題(參圖五)，計畫將作為本廠 BPV 改善之參考。

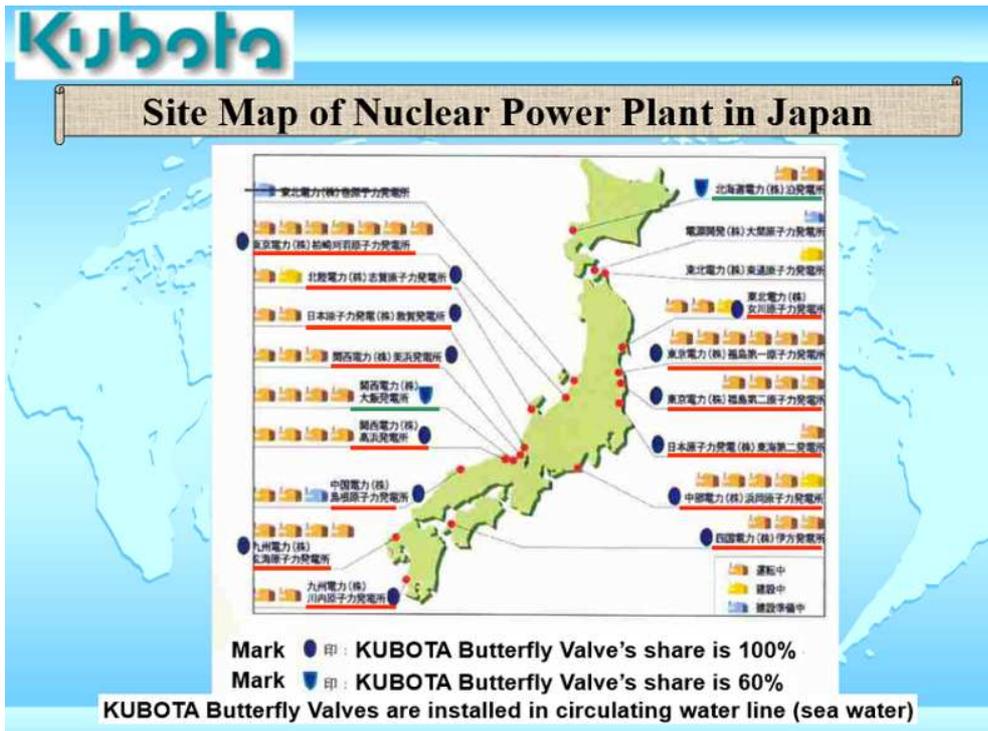


圖三、本廠現有 BPV 設計(釋壓閥鎖固於胴體內)

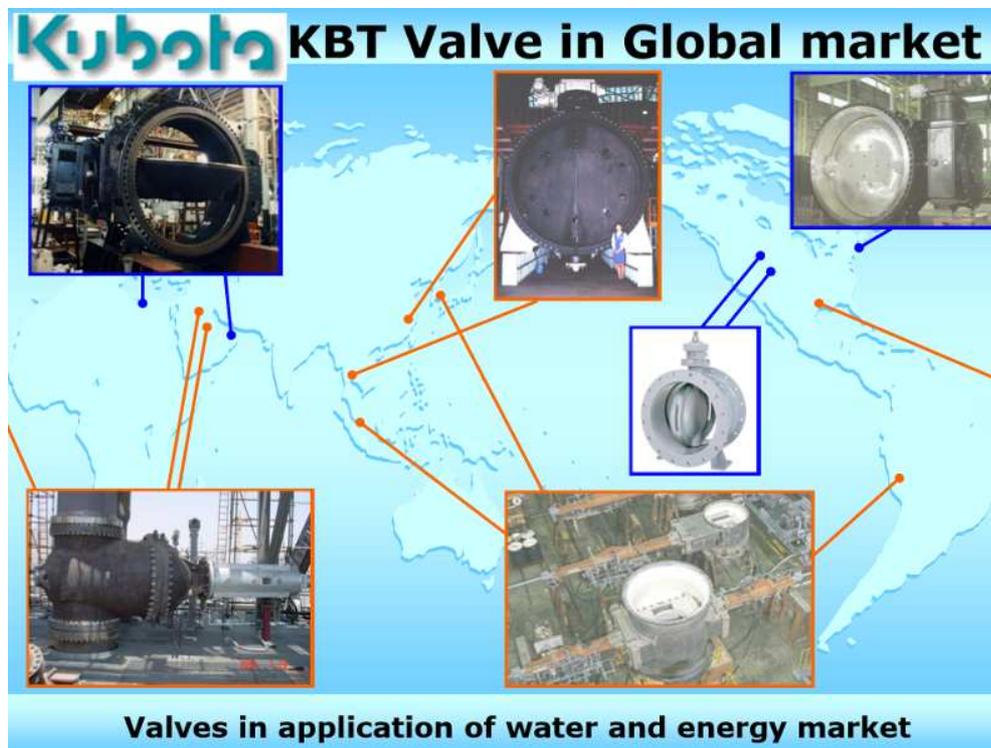


圖四、本廠現有 BPV 設計(釋壓閥鎖固於胴體內)





圖六、日本國內 KUBOTA 蝴蝶閥使用分佈



圖七、世界上 KUBOTA 蝴蝶閥使用分佈



圖八、KUBOTA 最大型蝴蝶閥(直徑 4200mm)

Performance Comparison for sea water valve				
Option	Rubber Lining	Stainless Steel (316)	Aluminum Bronze	Glass Flake Paint
Anti-Corrosion Performance	Good	Middle There is some possibility of Pitting Corrosion	Good	Middle There is some possibility of pin hole defect.
Anti-Erosion Performance	Good - Middle Resilient surface can absorb cavitation energy.	Good	Good - Middle Surface hardness is weak.	Middle – Not good There is some possibility of coming off by cavitation.
Total	Good (Cost is low.)	Good - Middle	Good (Cost is high.)	Middle

表一、海水閥材質比較表

(二) KUBOTA 海水蝴蝶閥特色

KUBOTA 所製造的蝴蝶閥特色如下，

1. 內部與海水接觸部分皆完全塗佈橡膠
2. 設計閥盤面在水流通過時，確保是流線穩定的
3. HUB SEAL RING 的設計，確保海水不會從軸桿流出(參圖九)
4. 閥盤與軸桿透過固定銷固定，確保組裝正確



圖九、HUB SEAL RING 設計

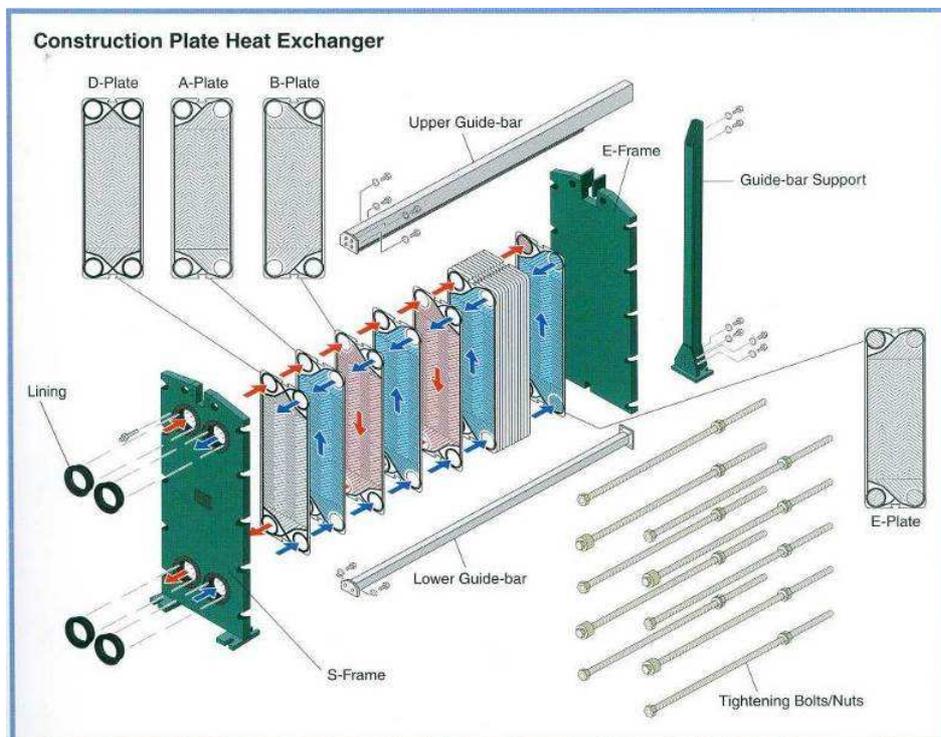
## HISAKA 公司部分

### (一)HISAKA 公司介紹

HISAKA 公司成立於 1953 年，致力於板式熱交換器的開發、設計與製造，廣泛的應用於各領域，例如化學工廠、鋼鐵業、造紙業、發電業等，發展出最大最有效率的板式熱交換器(參圖十)，並發展出高效率組裝之板式熱交換器(參圖十一)，板式熱交換器有眾多優點(參(三)板式熱交換器的優點)，但主汽機蒸氣熱交換器設備仍採用管殼式熱交換器，原因在於核能電廠管側要求高純度的水，不允許海水洩漏至管側，而板式熱交換的缺點就是不易查漏，有一微小洩漏孔，無法在短時間內檢查出來；但板式熱交換器仍是一種良好設計的熱交換器，本廠海水電解之熱交換器設備即採用板式熱交換器。



圖十、最大最有效率的板式熱交換器



圖十一、板式熱交換器組立圖

## (二)熱交換器介紹

舉凡在一系統內流體溫度有的必須加熱，有的必須冷卻，以達到系統之要求。凡將一流體內的熱能，傳至另一流體的設備，即謂熱交換器。

目的是使兩種流體間進行熱量交換，而實現加熱或冷卻等目的的裝置設備，最常見的不外乎是透過液體、氣體の間接接觸式傳導過程，有效讓物體的熱量進行能量的交換。

常見的熱交換器有: 1.板式熱交換器 2.管殼式熱交換器 3.固定管板式熱交換器 4.浮動式熱交換器 5.U 型管式熱交換器 6.填料函式熱交換器 7.套管式熱交換器。

## (三)板式熱交換器的優點

HISAKA 公司指出板式熱交換器的優點如下，在維護上僅需定期確認板式熱交換器之兩端板距離是否符合標準，若因振動或其他因素造成間隙變大，則需增加鎖固，若是常態性容易增加間隙，則可評估改善為雙鎖固螺栓方式執行，即可改善此問題。

1. 熱交換效率高
2. 熱傳係數高
3. 相同的熱交換能力，體積小
4. 熱傳導面積具有彈性變化(可透過增加板片或減少調整)
5. 熱損耗小
6. 價格低

## 穆格(MOOG)公司部分

### (一) 日本 MOOG 公司介紹

穆格 (MOOG) 公司為世界主要伺服閥之設計製造廠家，本廠主汽機控制閥(CV，Control Valve)與旁通閥(BPV，Bypass Valve)所使用之伺服閥即是 MOOG 產品。日本 MOOG 公司乃一測試維護中心，日本大多數電廠皆定期送至位於神奈川測試維護中心檢測，並透過儀器再次校正電磁鐵磁力(參圖十二)，依狀況更換部分組件或僅清潔校正並提供一年原廠保固，若有異常故障狀況，日本 MOOG 也提供檢驗報告作為使用者肇因分析，而絕大多數異常狀況皆是油質出現的問題，因此確保油質正常穩定是做好伺服閥維護工作的第一基本功夫，該電磁鐵磁力校正部分，本廠尚無該設備可執行校正工作，僅可要求第一線工作人員不可將強磁之磁鐵接近伺服閥，以免影響該磁性進而破壞伺服閥的功能。於探討未來延壽本廠 EH 控制系統將改成穩壓控制是否會對現行伺服閥有任何影響，原廠若以現有系統條件下將不影響伺服閥，若系統規劃上有整體性的變化時，則需要有完整的考量，屆時將提供完整報告作為本廠改善之依據。



圖十二、伺服閥之電磁鐵磁力校正

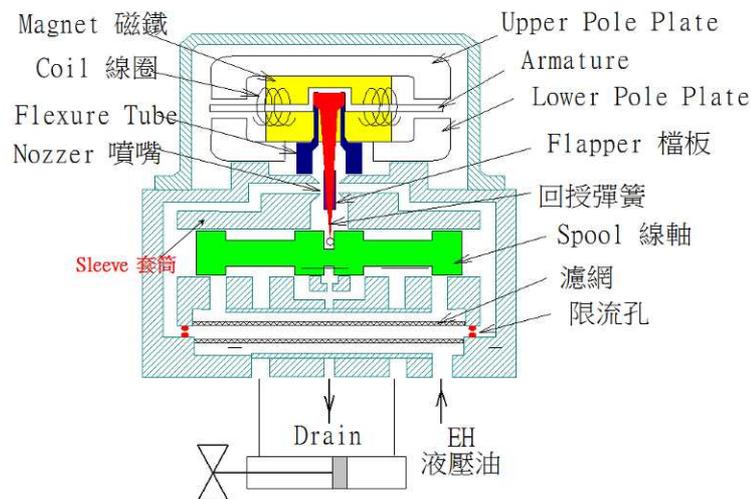
### (二) 伺服閥介紹(參圖十三)

伺服閥為接受 DEH 的需求訊號，調節進入動作器之最高液壓量以推動汽閥到所要求的開度。裝有此種伺服閥之進汽閥才可以隨意調整其開度；本廠只有控制閥及汽機旁通閥裝有伺服閥（共 7 個），其動作之原理如下：

1. 每只伺服閥有兩組線圈，只要其中一只正常動作即可正確操作該閥。
2. 當 DEH 之控制訊號送到伺服閥之線圈 (Coil) 後，即產生一個扭力 (Torque)，帶動檔板 (Flapper) 向旁邊移動，因此檔板和噴嘴 (Nozzle) 之間隙減少，背

壓增加，而另一邊噴嘴和檔板之間隙增加，以致背壓減少，因此作用在線軸（Spool）兩面之壓力不同，推動線軸向一方向移動。因此高壓液從線軸之位移之大小而決定其壓力而流到汽閥之動作器，以開啟汽閥。

3. 當線軸移動時，嵌在其中心點之回授彈簧（Feedback Spring）受力，其力量傳到扭力馬達（Torque Motor）上，去抵消線圈上之扭力，當回授彈簧之扭力完全抵消了 DEH 信號加在線圈上之扭力後，檔板恢復到中央位置。因此，兩個噴嘴之背壓相同，線軸不再移動，就停留在新的位置上。當 DEH 信號再改變時，則其力量又不能互相抵消時，線軸又會移動，以趨向一個新的平衡。



圖十三、伺服閥剖面圖

## TOKYO SANGYO 公司部分

### (一) TOKYO SANGYO 公司介紹

於 1942 年創立，原名為 Daiwa Kikai Co., Ltd.，專注於設備機具製造及販賣，於 1947 年日商 Mitsubishi 公司成為該公司最大股東至今，該公司目前仍為於 Mitsubishi 公司在日本關東地區的唯一代理商且負責海外市場。Mitsubishi 技術與 Westinghouse 系出同源，本廠高壓汽機即 Westinghouse 機組(Siemens 公司於 2000 年併購 Westinghouse 汽機相關部門)，因此維護上的經驗與 Westinghouse 原廠建議相仿，建議定期開蓋檢查高壓汽機並執行相關非破壞檢測，並備好足夠的備品數量，以確保機組安全穩定運轉。

## 參、心得及建議：

### 一、心得：

- (一) 這次是我第一次到國外設備廠家參訪，希望可以在最短時間吸收最多的資訊，因此時程上的安排較於緊湊，對自己來說是一項嚴峻的挑戰，也是第一次全程用英文跟外國人溝通，只有少數時間日本原廠有華裔員工才是稍緩和的溝通與討論，面對技術面上的英文溝通也是一大挑戰，自己的英文能力必須再加強，而技術面上的經驗也要持續精進。
- (二) 日本技師在技術面上確有其獨特性，專精於自己負責的工作項目，也以自己的工作內容為榮，專人負責各精密技術，以 MOOG 公司為例，負責拆裝伺服閥之專任技師必須要有 5 年以上的經驗，精準的卸除與安裝只需要花費 1 小時，負責電性測試的技師則是長達十年以上的經驗，精準的調整校正可以在 4 個小時內完成，經過一系列的測試校正後提供一年的保固。
- (三) 業界各項技術日新月異，唯有不斷地精進，才能確保機組穩定安全。

### 二、建議：

本廠汽機伺服閥用於控制閥與旁通閥，伺服閥乃高壓液壓油控制，是全汽機最精密、複雜與最重要的組件之一，只要有一微小故障或動作異常則可能造成機組降載或跳機。本廠已透過程序書規定密切監控油質，每次大修也依程序書規定測試，並淘汰測試結果較差的伺服閥，若能將淘汰的伺服閥送至日本原廠做更精密的測試，或許可以提供油系統在維護上一些精進方案，確保汽機安全穩定運轉。