

出國報告（出國類別：實習）

# 大潭電廠熱回收鍋爐之系統設計、控制、運轉技術及效率分析

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：鄭普建 / 機械值班主任

派赴國家：日本

出國期間：98年11月13日至98年11月26日

報告日期：99年1月18日

## 出國報告審核表

出國報告名稱：大潭電廠熱回收鍋爐之系統設計、控制、運轉技術及效率分析		
出國人姓名(2人以上,以1人為代表)	職稱	服務單位
鄭普建	機械值班主任	大潭發電廠
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、業務接洽等)	
出國期間：98年11月13日至98年11月26日		報告繳交日期：99年1月18日
出國計畫主辦機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input type="checkbox"/> 2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」) <input type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input type="checkbox"/> 4.內容充實完備. <input type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.退回補正,原因: <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <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"/> 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"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他_____ <input type="checkbox"/> 10.其他處理意見及方式:	

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「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

報 告 人		審 核 人		單 位		主 管 處		總 經 理	
				主 管		主 管		副 總 經 理	

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：大潭電廠熱回收鍋爐之系統設計、控制、運轉技術及效率分析

頁數 36 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

鄭普建 大潭電廠 機械值班主任 TEL:(03)4733777 轉 5001

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：98/11/13 至 98/11/26 出國地區：日本

報告日期：99 年 1 月 18 日

分類號/目

關鍵詞：大潭電廠、熱回收鍋爐、HRSG、複循環

內容摘要：(二百至三百字)

大潭電廠複循環機組目前為台電公司熱效率最高機組，而熱回收鍋爐效率好壞，實為複循環整體效率之重要因素。在大潭電廠整體試運轉的最後階段，鍋爐的系統設計、性能提升、運轉模式最佳化及事故妥善處理均為現階段應加強的課題。在本報告內容中對熱回收鍋爐系統設計、效率分析、運轉程序及控制邏輯均有介紹及說明，同時對於一些問題也與廠家討論後提出建議。此次奉派至日本三菱公司，學習熱回收鍋爐相關技術，希未來對於大潭電廠之整體維護及運轉帶來助益。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網

<http://open.nat.gov.tw/reportwork>)

# 報告書目錄

	頁次
一. 出國研習目的	2
二. 出國研習過程	3
三. 研習內容及心得	4
1. 大潭熱回收鍋爐	4
2. 熱回收鍋爐系統設計	9
3. 熱回收鍋爐效率	21
4. 熱回收鍋爐的運轉與控制	26
四. 結論與建議	35

## 一. 出國研習目的

熱回收鍋爐是利用氣渦輪機之高溫排氣，回收廢熱加熱飼水產生蒸汽，為複循環電廠高熱效率的主要因素，其裝機之良窳及運轉是否平順，影響電廠整體效率，而良好安裝及運轉技術可延長機組運轉壽命、減少維護之耗費及提高機組可靠度、可用率並維持良好的效率，故對其結構、原理、裝機、運轉、維護保養技術必須深入研習，瞭解其製造結構、安裝技術、運轉測試方法，期能安全順利及高效率運轉。

大潭電廠複循環機組為目前公司熱效率最高機組(本廠四號機在九月之效率試驗中效率高達 51.65%，HHV)，而熱回收鍋爐之效率好壞，實為複循環整體效率之關鍵。在大潭電廠整體試運轉的最後階段，鍋爐效率、性能提升、運轉模式最佳化及事故妥善處理均為現階段應加強的課題。為了現有機組的效率及安全運轉並為了機組未來增建或改建計劃，赴日 MHI 原廠進行研習熱回收鍋爐設計、安裝、維護、測試及運轉技術。此次奉派前往日本 MHI，學習熱回收鍋爐相關技術，希於未來大潭電廠運轉時，能對整體維護及運轉帶來助益。

## 二. 出國研習過程

研習過程：(1) 98 年 11 月 13 日由台北(中正機場)搭機赴日本關西機場，由關西機場經大阪轉車至高砂。

(2) 98 年 11 月 14 日至 22 日，於日本三菱公司高砂製作所實習。

(3) 98 年 11 月 23 日，由高砂經大阪至橫濱。

(4) 98 年 11 月 24 日至 25 日，於日本三菱公司總部橫濱參訪。

(5) 98 年 11 月 26 日，由橫濱經成田機場返回台北(桃園機場)。

研習內容：大潭電廠熱回收鍋爐設計、安裝、維護、測試及運轉技術研習。

課程項目：熱回收鍋爐之發展及技術特徵

熱回收鍋爐系統設計

熱回收鍋爐輔機設備

熱回收鍋爐之控制

熱回收鍋爐之運轉

熱回收鍋爐之維護保養

熱回收鍋爐效率及性能測試

三菱公司 IGCC 電廠簡介

三菱公司新式複循環機組介紹

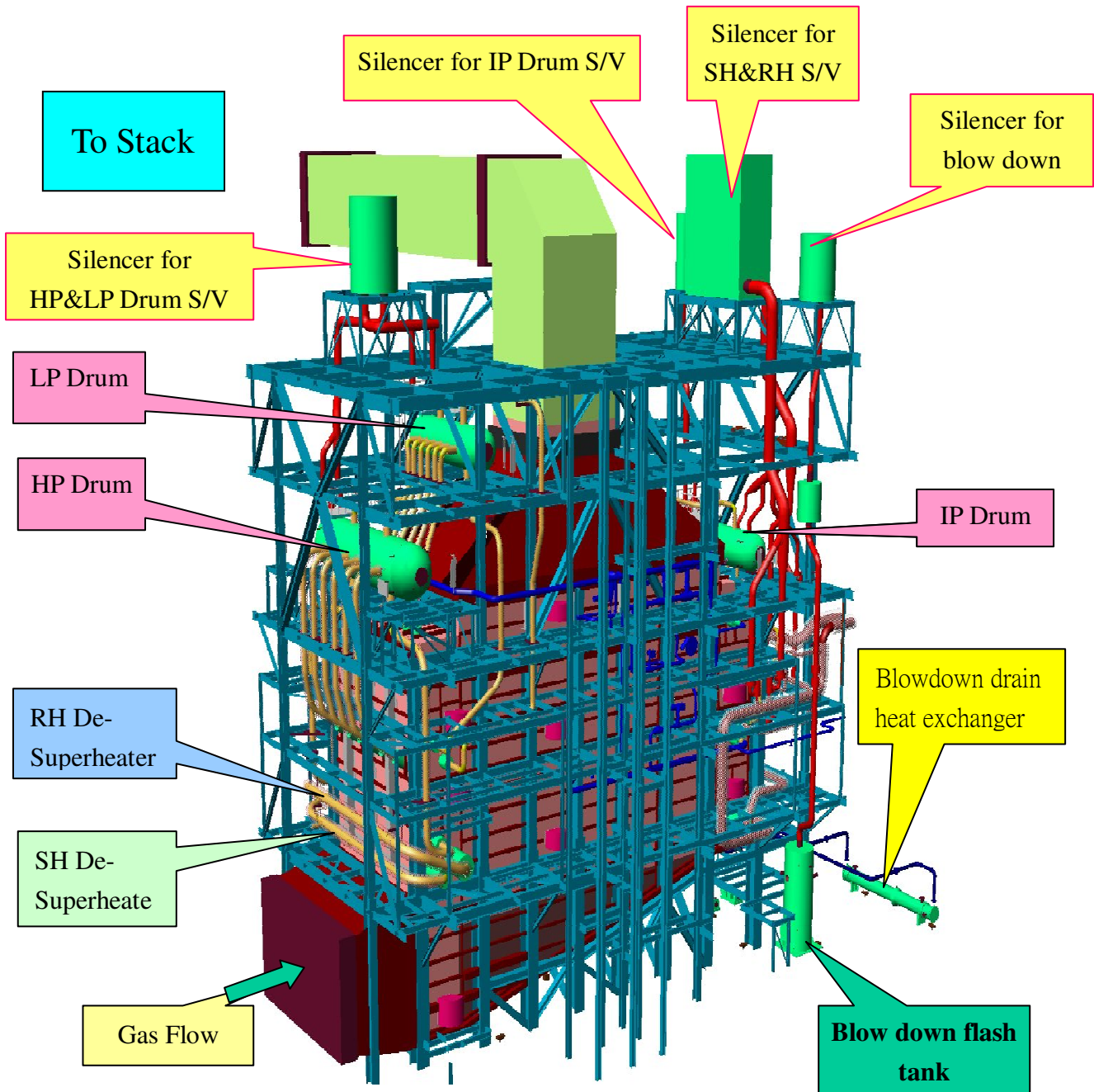
### 三. 研習內容及心得

#### 1.大潭熱回收鍋爐

##### 1.1 大潭電廠熱回收鍋爐設計規格

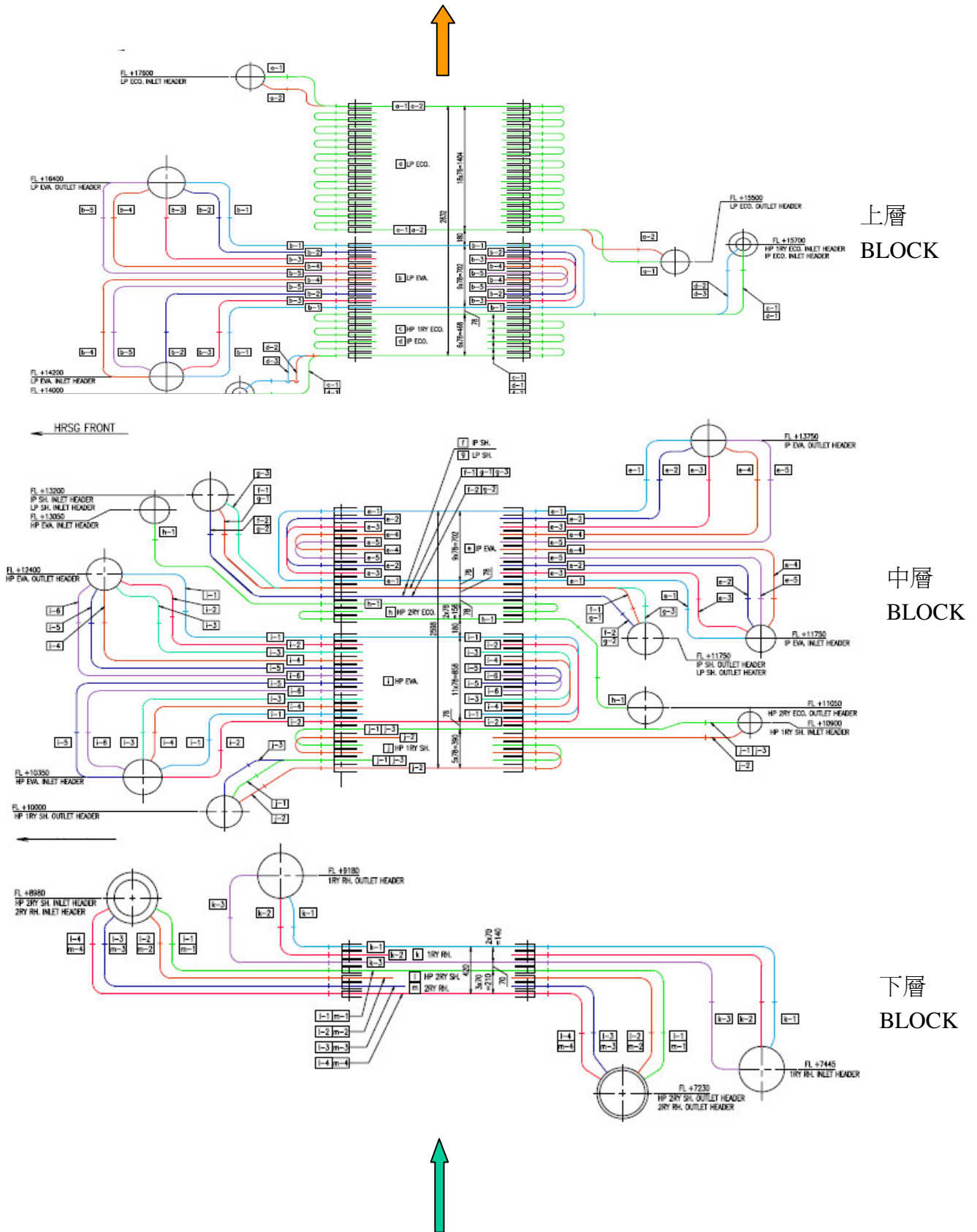
		Stage 1	Stage 2
熱回收鍋爐型式		垂直燃氣流/自然循環/三壓	
設計條件		大氣溫度=32 °C	
燃氣渦輪機型式		M501F	M501G
系統配置		3 on 1 x 2	2 on 1 x 4
高壓蒸汽	流量	211 t/h	253.3 t/h
	壓力	13.30 MPa-a	13.40 MPa-a
	溫度	540 °C	538.2 °C
中壓蒸汽	流量	23.8 t/h	51.4 t/h
	壓力	3.9 MPa-a	4.30 MPa-a
	溫度	278.5 °C	283.1 °C
低壓蒸汽	流量	26.1 t/h	40.9 t/h
	壓力	0.69 MPa-a	0.70 MPa-a
	溫度	271.0 °C	271.6 °C
再熱蒸汽	流量	228.7 t/h	257.3 t/h
	壓力	3.56 MPa-a	3.6 MPa-a
	溫度	567.9 °C	566.5 °C

## 1.2 熱回收鍋的外部配置





### 1.3 熱回收鍋爐內部管路圖



#### 1.4 設計壓力

系統			設計壓力
	起自	迄至	
低壓省煤器	冷凝水泵出口	低壓飼水泵進口	2.90 MPa-g
低壓飼水	低壓飼水泵出口	低壓飼水控制閥	4.80 MPa-g
低壓蒸汽	低壓飼水控制閥	低壓過熱器出口	1.20 MPa-g
中壓省煤器	中壓飼水泵出口	中壓飼水控制閥	10.9 MPa-g
中壓蒸汽	中壓飼水控制閥	中壓過熱器出口	5.9 MPa-g
再熱器	再熱器進口	再熱器出口	4.51 MPa-g
高壓省煤器	高壓飼水泵出口	高壓飼水控制閥	25.0 MPa-g
高壓蒸汽	高壓飼水控制閥	高壓過熱器出口	15.1 MPa-g

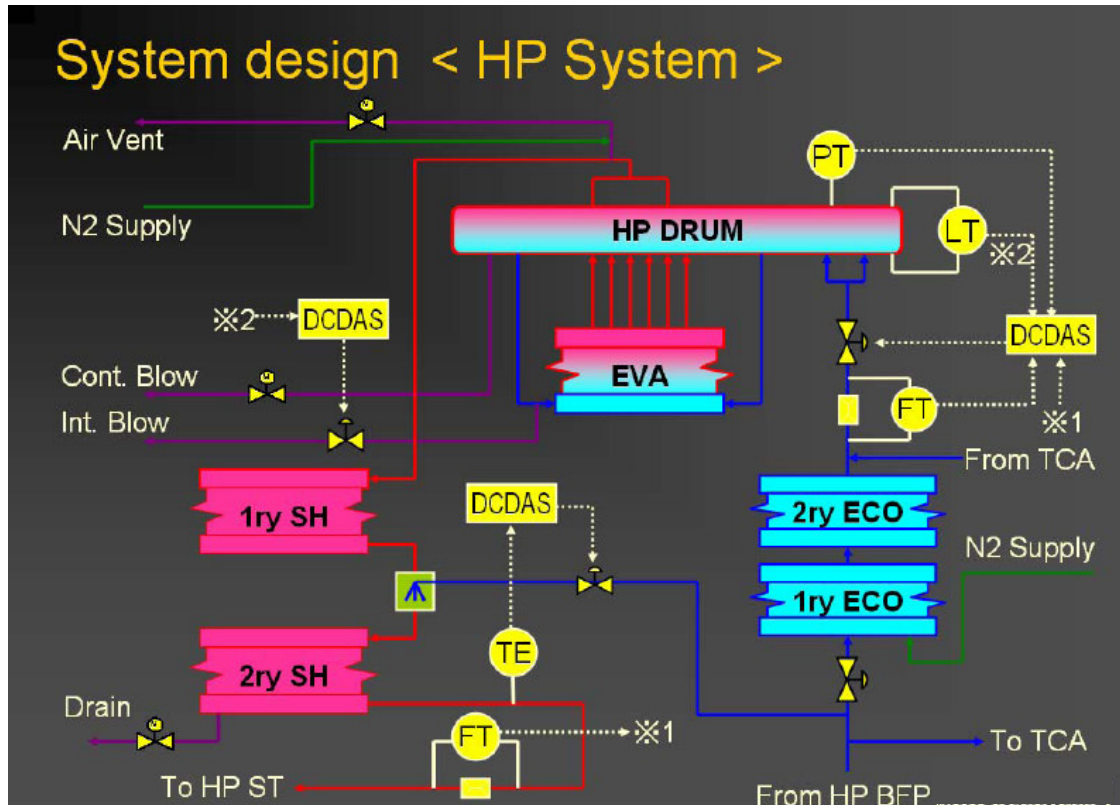
#### 1.5 熱回收鍋爐各系統滿水容量

系統 項目	高壓系統	中壓系統	低壓系統	預熱器系統 PREHEATER
	滿水時	滿水時	滿水時	滿水時
汽水鼓 DRUM N.W.L	33.70	27.20	27.20	--
	14.7	12.8	12.8	--
過熱器 SH.	18.50	2.20	4.60	--
再熱器 RH.	--	14.00	--	--
蒸發器 EVA.	27.60	20.00	27.80	--
省煤器 ECO.	11.00	4.00	31.30	--
小計	90.80 ton	67.40 ton	90.90 ton	0 ton
滿水時合計	249.1ton			

給水系統	3.41	0.63	0.70	2.00
主蒸汽系統	0.96		0.72	--
再熱蒸汽系統	--	2.60	--	--
小計	4.37 ton	3.23 ton	1.42 ton	2.00 ton
満水時合計	11.0ton			
満水時總計	260.1ton			

## 2.熱回收鍋爐系統設計

### 2.1 高壓系統



熱回收鍋爐高壓系統包括高壓省煤器、高壓汽鼓、高壓蒸發器及高壓過熱器等設備。其簡單流程為高壓飼水→高壓省煤器→高壓汽水鼓→高壓蒸發器→高壓汽水鼓→第一段高壓過熱器→過熱器噴水減溫器→第二段高壓過熱器→高壓蒸汽管路。

高壓飼水由高壓飼水泵出口經高壓第一段省煤器、高壓第二段省煤器進入高壓汽水鼓。當一台 HRSG 運轉時使用一台高壓飼水泵，其它為備用；當兩台 HRSG 運轉時使用二台高壓飼水泵，另一台為備用。每台泵出口逆止閥前均有經最小流量再循環控制閥通至冷凝器。

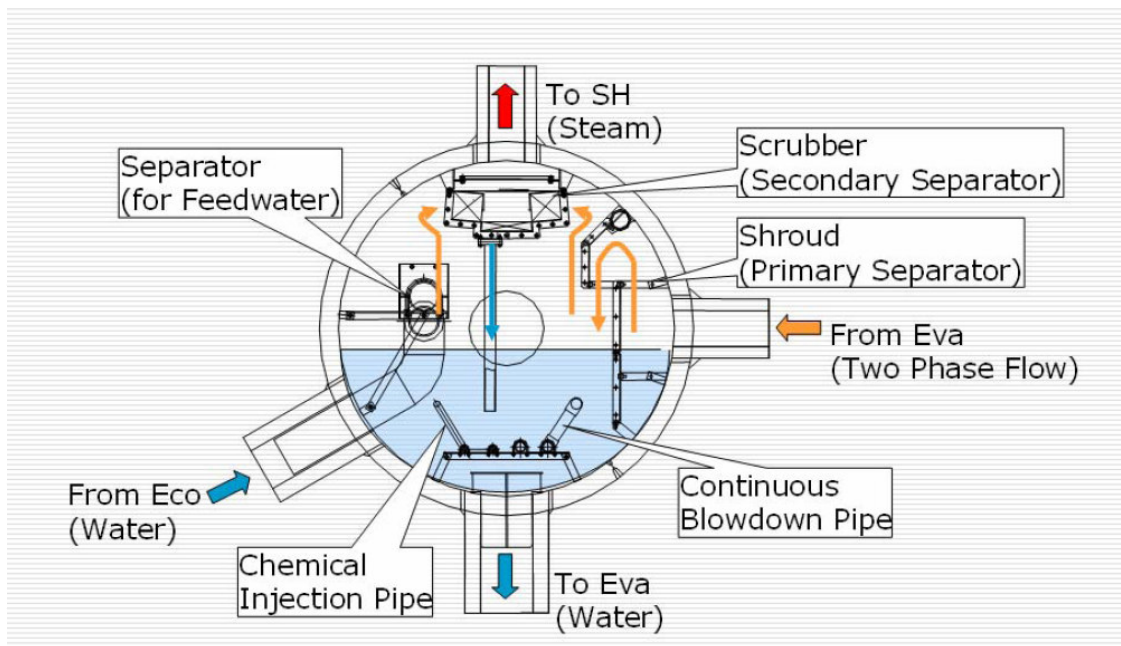
高壓汽水鼓水位由高壓飼水控制閥（200mm $\Phi$  大閥 LAB93AA700 及 80mm $\Phi$  小閥 LAB93AA701 控制），第二段省煤器出口與高壓飼水控制閥間設有流量傳送器、溫度傳送器及壓力傳送器監測並做為汽鼓水位控制用。

高壓飼水控制閥由耐差壓大之小閥先開啓，控制信號 30%(demand)時小

閥全開，demand 信號再增加時大閥才開始開啓，水位控制上設計有一最小開度(demand set 5% )用來控制高壓飼水最低流量。

氮氣管路是鍋爐氮封用，它直接裝置於高壓第一段省煤器進口端 vent 管路及高壓汽鼓 vent 管路上。

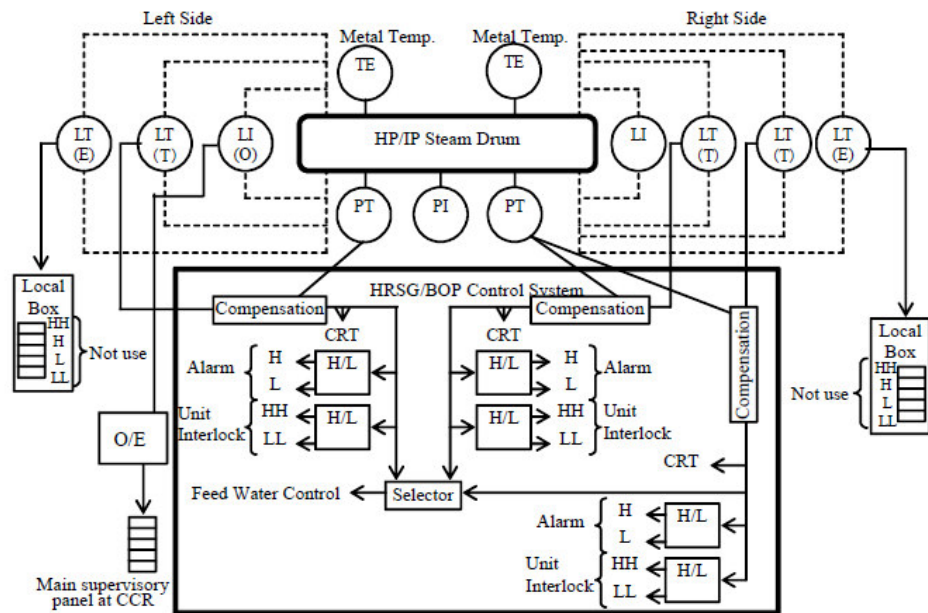
高壓汽鼓內徑為 2000mm、長 9400mm、滿水量為 34m<sup>3</sup> 位於高壓系統的最上方，其內部包含組件及概圖如下所述：




鼓

- 兩組安全閥及其相關管路、消音器。
- 飼水管路。
- 兩支光學式、兩支差壓式及三支電極式液位計共七支，其中一支光學式及兩支差壓式傳回控制室做為監視並設有高、低液位警報。三支電極式液位計做為液位監視、控制及三選二之跳脫邏輯用。
- 連續沖放管路。
- 化學加藥管路。
- AIR VENT 管路。
- 飽和蒸汽取樣管路。
- 壓力錶及三組壓力傳送器。

- 兩端各一個人孔。
- 汽鼓金屬溫度偵測元件。
- 飽和蒸汽管路。
- 氮氣系統。



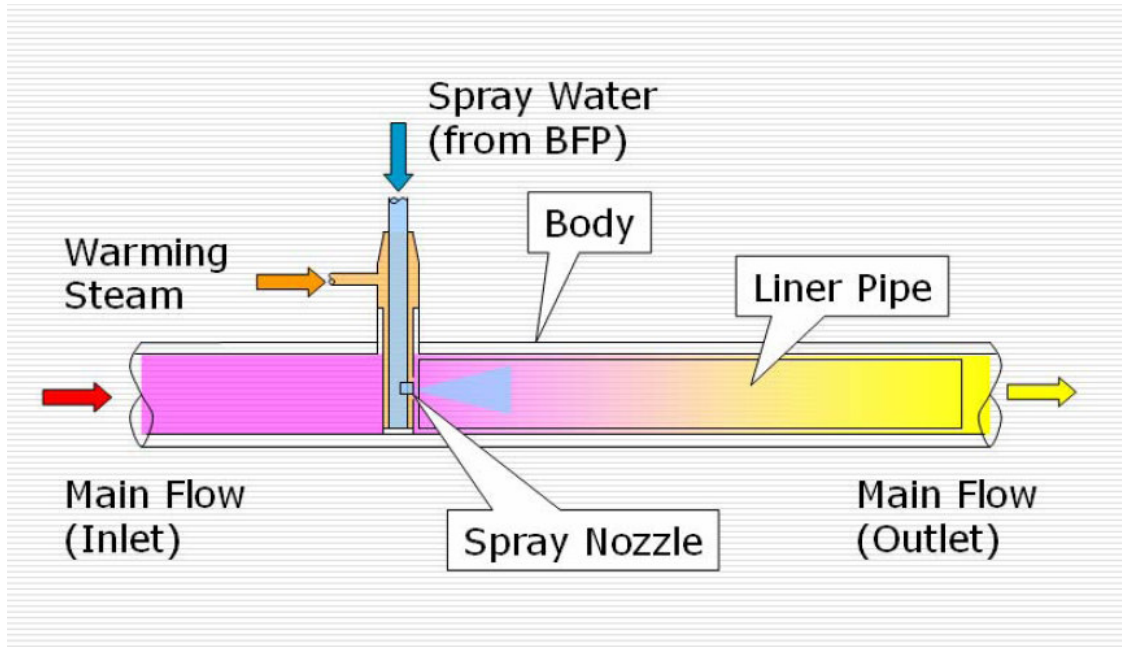
LT(E) : Electronic Probe Type Level sensor  
 LT(T) : Differential Pressure Type Level sensor  
 LI : Glass Gauge  
 PT : Pressure Transmitter  
 PI : Pressure Gauge  
 TE : Thermo element  
 O/E : Optical / Electrical signal conversion system  
 : Level indicator

高壓汽鼓液位計概圖

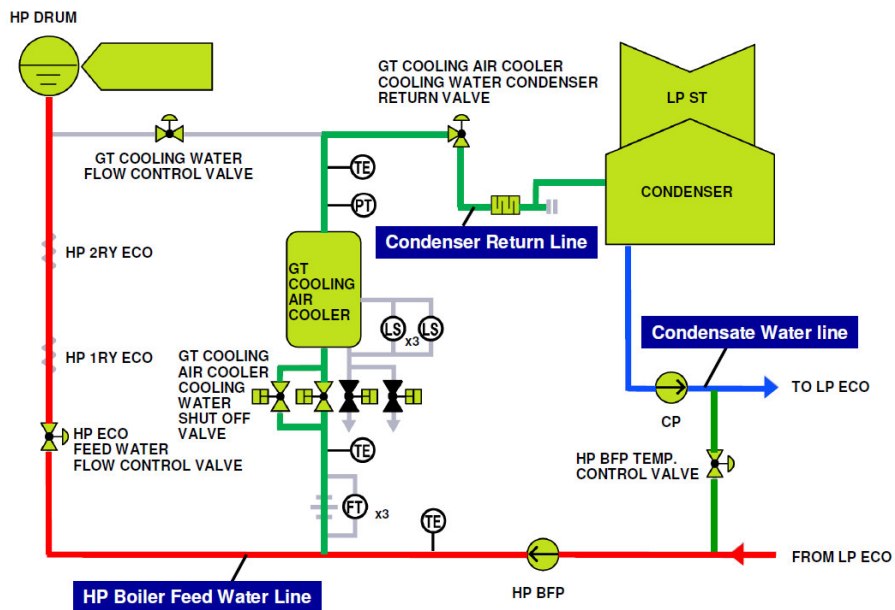
高壓汽鼓內的飽和水經兩支降水管至高壓蒸發器，在高壓蒸發器中一部份飽和水蒸發成爲液-汽兩相流體，因比重差造成之自然循環經由六支上升管流回高壓汽水鼓，因此高壓汽鼓及高壓蒸發器中是在兩相區中，同時存在著飽和水及飽和蒸汽。同時在高壓蒸發器的最底部裝設有中間排放閥，在需要大量排水時可將高壓汽鼓及高壓蒸發器內的水排出。

高壓汽鼓內的飽和蒸汽經汽水分離器後進入第一段高壓過熱器提高過熱度成爲過熱蒸汽，在進入第二段過熱器之前裝設有噴水減溫器控制第二段過熱器出口溫度於 538°C 內。

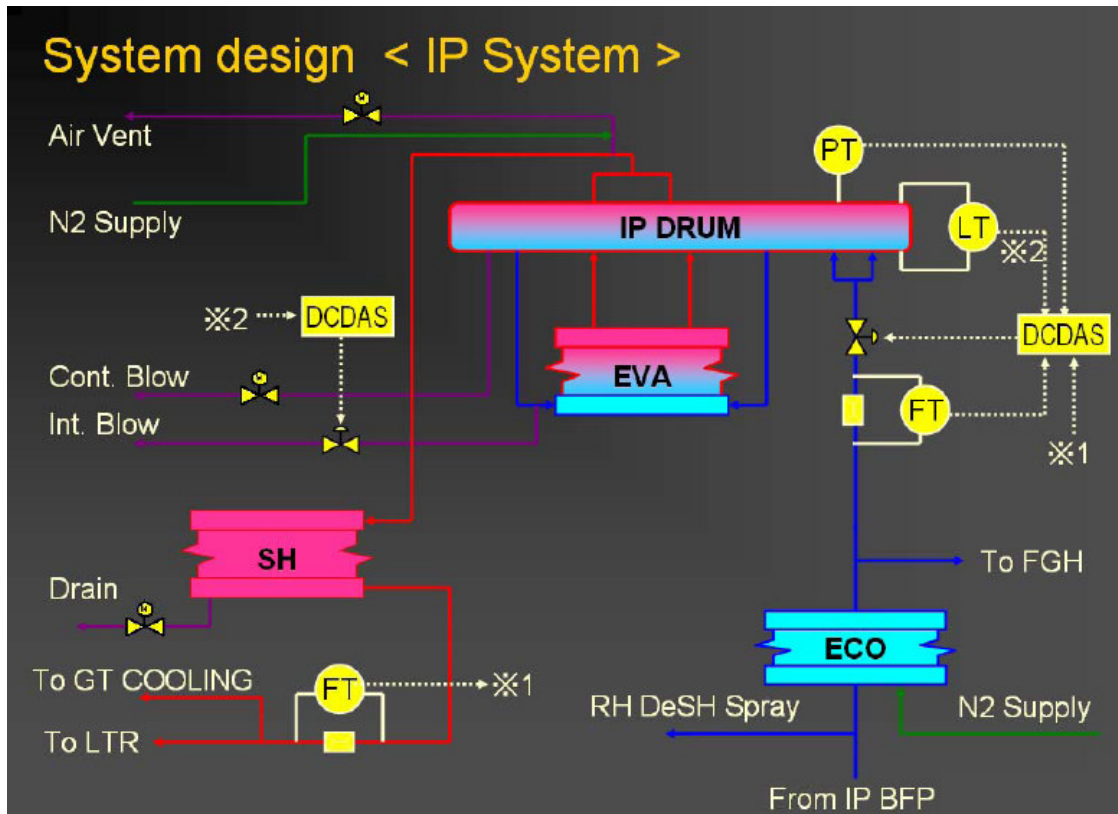
高壓過熱器噴水減溫器其水源為高壓飼水泵出口之飼水，再由第一段過熱器進口蒸汽當 warming steam，以降低溫差及熱應力，並經由過熱器噴水減溫控制閥控制流量，調整適當的蒸汽溫度。過熱器噴水減溫器簡圖如下所示：



在高壓飼水泵出口另有一 GT TCA 冷卻水管路，做為 GT 冷卻空氣的冷卻水，依不同 GT 負載排至冷凝器或第二段省煤器出口後，如圖示。



## 2.2 中壓系統



熱回收鍋爐中壓系統包括中壓省煤器、中壓汽鼓、中壓蒸發器及中壓過熱器等設備。其簡單流程為中壓飼水→中壓省煤器→中壓汽水鼓→中壓蒸發器→中壓汽水鼓→中壓過熱器→中壓蒸汽管路→再熱器系統。

中壓飼水由中壓飼水泵出口經中壓省煤器進入中壓汽水鼓。正常使用一台中壓飼水泵，另一台為備用；每台泵出口逆止閥前均有經最小流量再循環控制閥通至冷凝器。

中壓汽水鼓水位由中壓飼水控制閥(80mmΦ)控制，飼水控制閥裝設於省煤器出口能適當的維持省煤器內壓力，避免飼水汽化。省煤器出口與中壓飼水控制閥間設有流量傳送器、溫度傳送器及壓力傳送器監測並做為汽鼓水位控制用。在水位控制上設計有一最小開度(demand set 5%)用來控制中壓飼水最低流量。

氮氣管路是鍋爐氮封用，它直接裝置於中壓省煤器進口端 vent 管路及中壓汽鼓 vent 管路上。

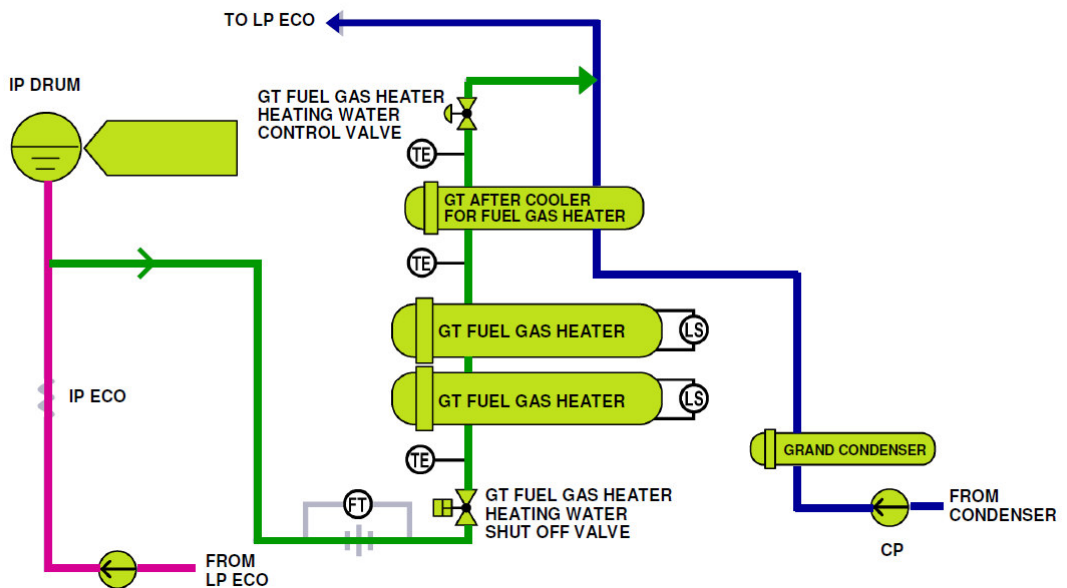


中壓汽鼓內徑為 2000mm、長 8000mm、滿水量為 27m<sup>3</sup> 位於中壓系統的最上方，其內部包含組件及概圖可參照前述高壓汽鼓。

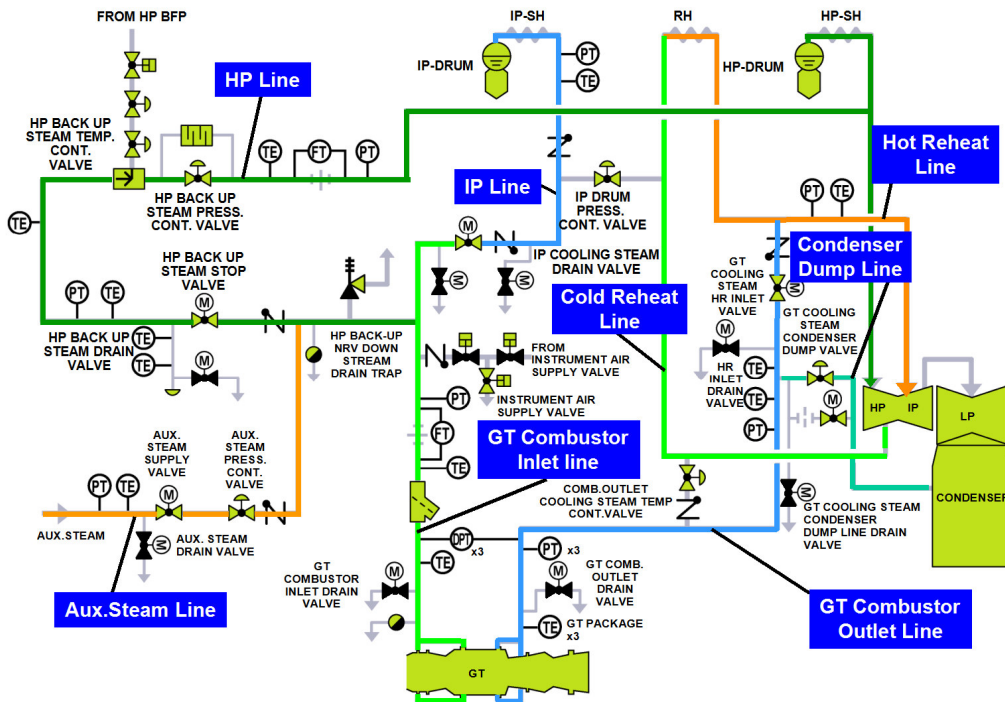
中壓汽鼓內的飽和水經兩支降水管至中壓蒸發器，在中壓蒸發器中一部份飽和水蒸發成爲液-汽兩相流體，再經由二支上升管流回中壓汽水鼓。同時在中壓蒸發器的最底部裝設有中間排放閥，在需要大量排水時可將中壓汽鼓及中壓蒸發器內的水排出。

中壓汽鼓內的飽和蒸汽經汽水分離器後進入 中壓過熱器提高過熱度成爲過熱蒸汽，再進入再熱器系統。

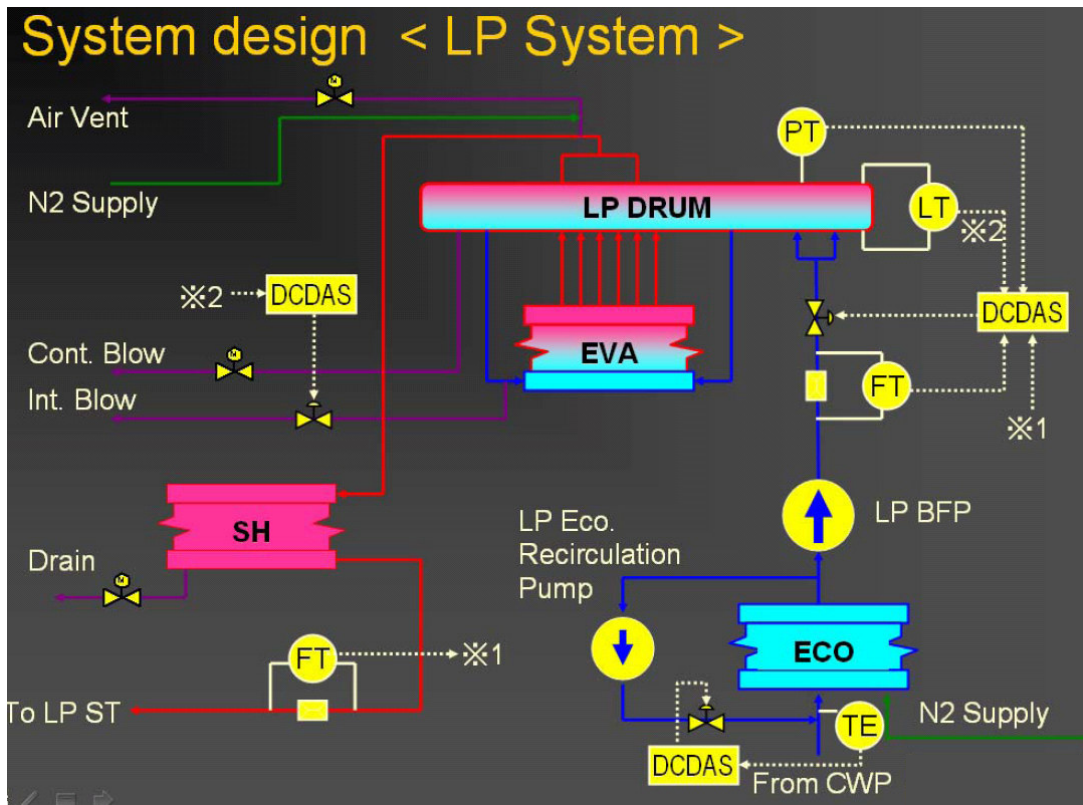
在中壓系統中，另供應 FGH 加熱天然氣及 GT 燃燒器冷卻蒸汽。中壓飼水泵出口之飼水亦供應至 FGH 系統，做爲 GT 天然氣加熱器熱源，依不同 GT 負載由後端之控制閥調整流量，其流程如圖示。



MHI 501G 之燃燒器是由蒸汽冷卻，在中壓過熱器後有一蒸汽管路供應至 GT 燃燒器冷卻系統，其流程如下圖示：



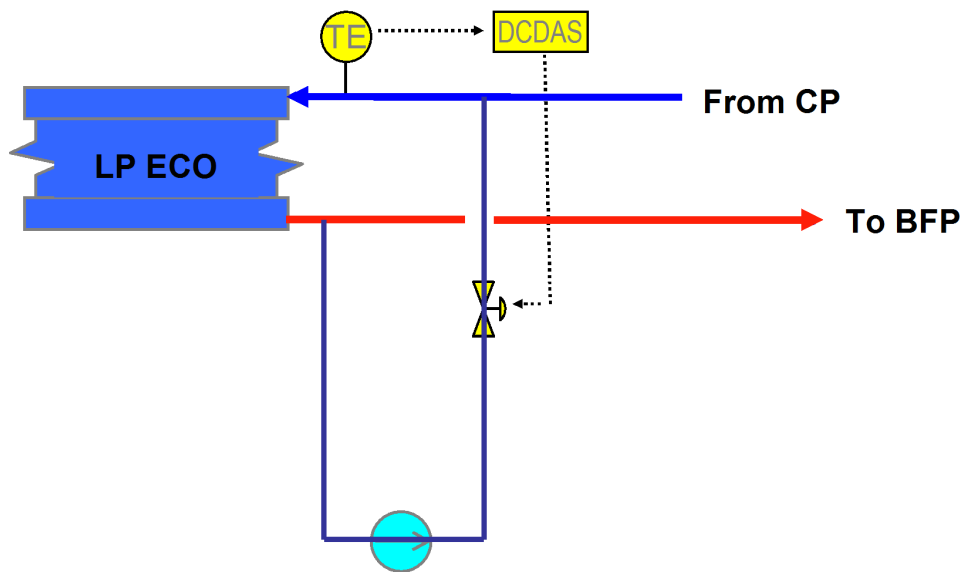
## 2.3 低壓系統



熱回收鍋爐低壓系統包括低壓省煤器、低壓汽鼓、低壓蒸發器及低壓過熱器等設備。

STAGE 2 熱回收鍋爐低壓省煤器功能可視為如同 STAGE 1 中的預熱器，其流程為熱井→冷凝水泵→低壓省煤器→高、中、低壓飼水泵進口集管。利用低壓省煤器循環泵及控制閥控制低壓省煤器冷凝水進口溫度約在 55℃，以避免燃氣在煙囪出口溫度低於露點溫度。

熱回收鍋爐低壓系統流程為低壓省煤器→低壓飼水泵→低壓汽水鼓→低壓蒸發器→低壓汽水鼓→低壓過熱器→低壓蒸汽管路。低壓飼水由低壓飼水泵出口經低壓飼水控制閥進入低壓汽水鼓。正常使用一台低壓飼水泵，另一台為備用；每台泵出口逆止閥前均有經最小流量再循環控制閥通至冷凝器。



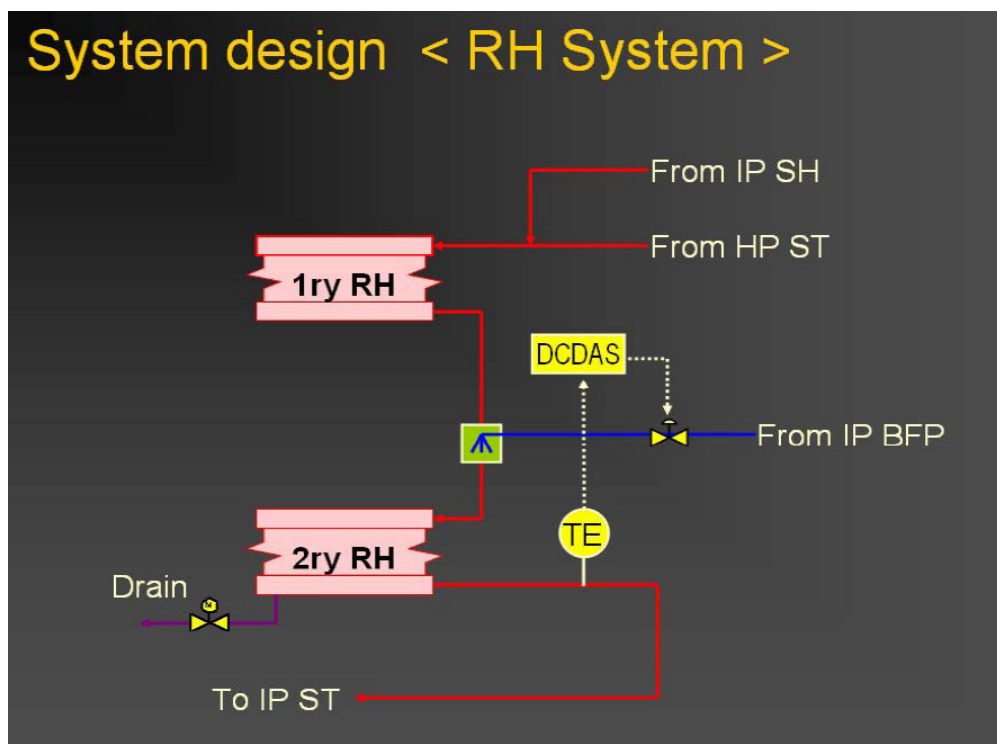
低壓汽水鼓水位由低壓飼水控制閥控制，裝設有流量傳送器、溫度傳送器及壓力傳送器監測並做為汽鼓水位控制用。在水位控制上設計有一最小開度(demand set 5%)用來控制低壓飼水最低流量。氮氣管路是鍋爐氮封用，它直接裝置於低壓省煤器進口端 vent 管路及低壓汽鼓 vent 管路上。

低壓汽鼓內徑為 2000mm、長 8000mm、滿水量為 27m<sup>3</sup> 位於低壓系統的最上方，其內部包含組件及概圖可參照前述高、中壓汽鼓。

低壓汽鼓內的飽和水經兩支降水管至低壓蒸發器，在低壓蒸發器低一部份飽和水蒸發成為液-汽兩相流體，再經由六支上升管流回低壓汽水鼓。同時在低壓蒸發器的最底部裝設有低間排放閥，在需要大量排水時可將低壓汽鼓及低壓蒸發器內的水排出。

低壓汽鼓內的飽和蒸汽經汽水分離器後進入低壓過熱器提高過熱度成為過熱蒸汽，再進入低壓蒸汽系統。

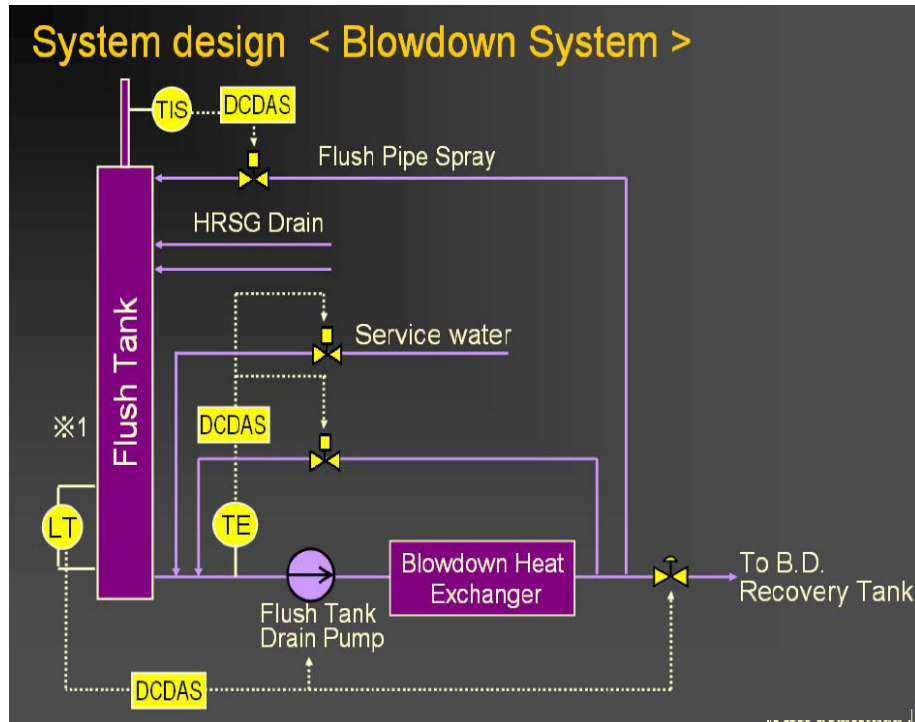
## 2.4 再熱器系統



中壓過熱蒸汽與高壓汽機出口之冷再熱蒸汽混合後，進入第一段再熱器加熱，在第二段再熱器前，裝設有噴水減溫器，控制第二段再熱器出口溫度於 566°C。

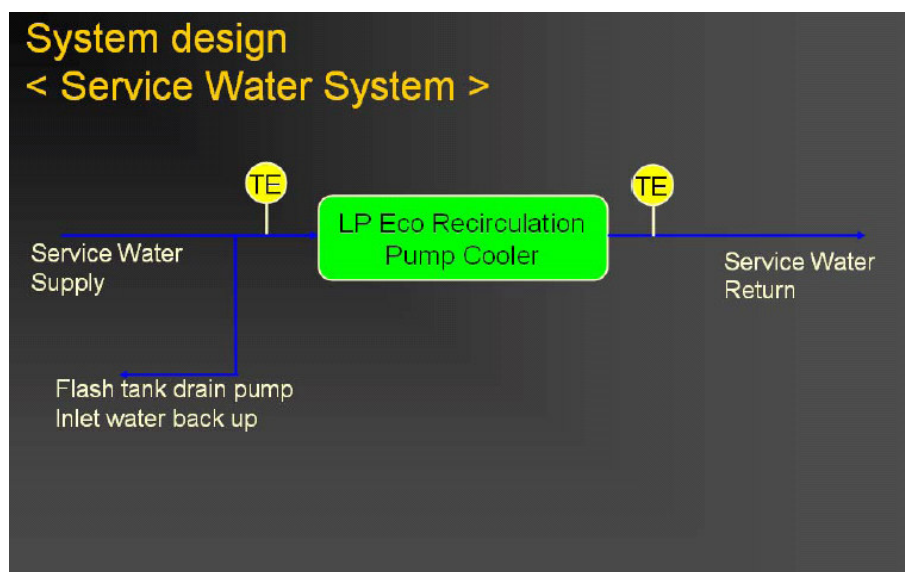
再熱器噴水減溫器其水源為中壓飼水泵出口之飼水，再由第一段再熱器進口蒸汽當 warming steam，以降低溫差及熱應力，並經由過熱器噴水減溫控制閥控制流量，調整適當的蒸汽溫度。

## 2.5 沖放水系統



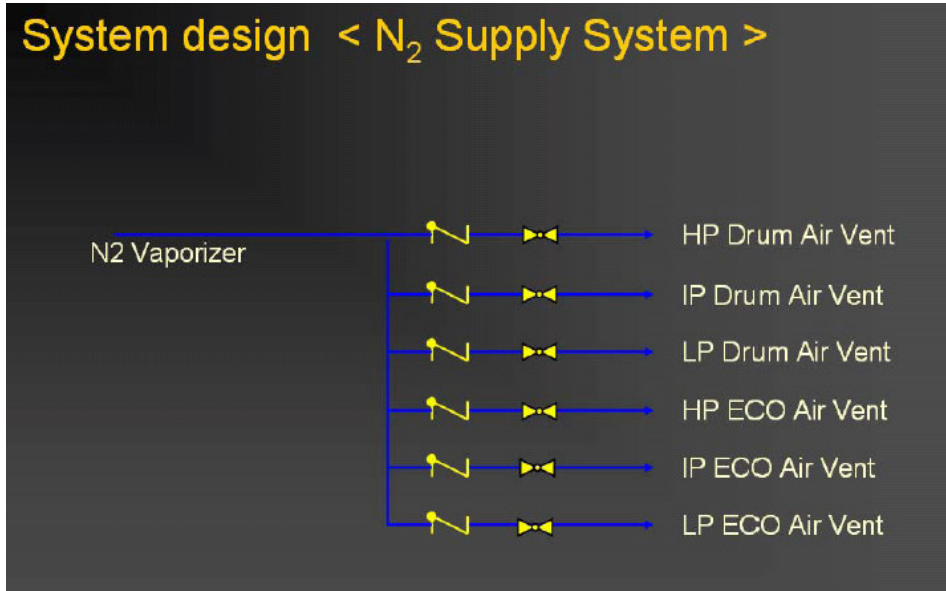
熱回收鍋爐沖放水閃化槽 回收來自熱回收鍋爐 洩水。閃化槽長 5000mm、內徑為 1600mm，容量為 10.1m<sup>3</sup>。再經由閃化槽傳送泵回收至鍋爐沖放水回收水槽，其液位由出口控制閥所控制；傳送泵進口溫度利用經熱交換器降溫後的回收水再循環控制於 60°C 以下。

## 2.6 廠用水系統



廠用水系統在熱回收鍋爐僅做為兩台低壓省煤器再循環泵軸承冷卻使用，另當沖放水閃化槽水溫過高時做為後備冷卻水使用。

## 2.7 氮氣系統



熱回收鍋爐之氮氣系統主要做為機組長期停機時氮封使用，避免氧氣進入內部造成氧化。

氮氣系統供應連接至下列設備之空氣排放管線，以利氮封時使用。

- 高壓汽鼓。
- 中壓汽鼓。
- 低壓汽鼓。
- 高壓省煤器。
- 中壓省煤器。
- 低壓省煤器。

### 3.熱回收鍋爐效率

#### 3.1 熱回收鍋爐效率計算

鍋爐效率的定義為鍋爐所吸收的總熱量，扣除洩放水量熱量及其它消耗的熱量所得出的淨產出熱量與淨燃料熱量比值。投入燃料熱量扣除無效熱量就是淨燃料熱量。大潭發電廠是屬於複循環系統發電，因此鍋爐的熱效率計算在投入熱量部分與傳統鍋爐不同；是以氣渦輪機排的熱量來作計算。

熱回收鍋爐的效率一般而言可用下式來定義(以 STAGE 1 為例)：

$$\text{HRSG效率} = \frac{QO_{HRSG}(\text{HRSG吸收的熱量})}{Q_{in}(\text{GT排氣熱量} - \text{散失在大氣中的熱量})} \times 100\% \quad (1)$$

式(1)中,分母項工作流體在 HRSG 吸收熱燃氣之後產生之熱量  $QO_{HRSG}$  計有

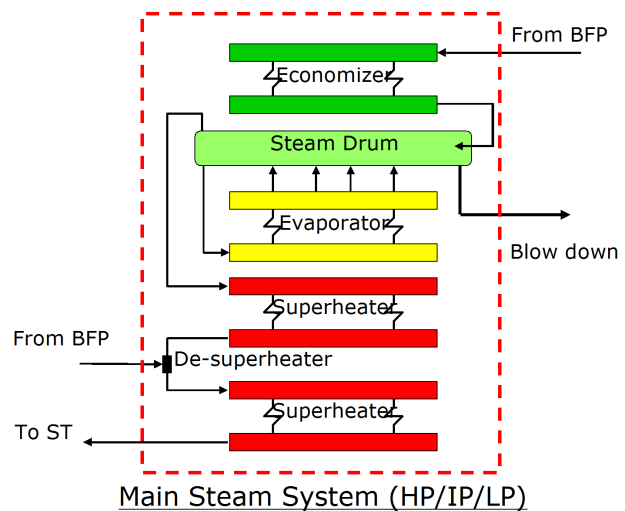
$$QO_{HRSG} = QO_{HP} + QO_{IP} + QO_{LP} + QO_{RH} + QO_{PR} \quad (2)$$

式(2)中：

$QO_{HP}$ ：高壓管排吸收熱量

$QO_{IP}$ ：中壓管排吸收熱量

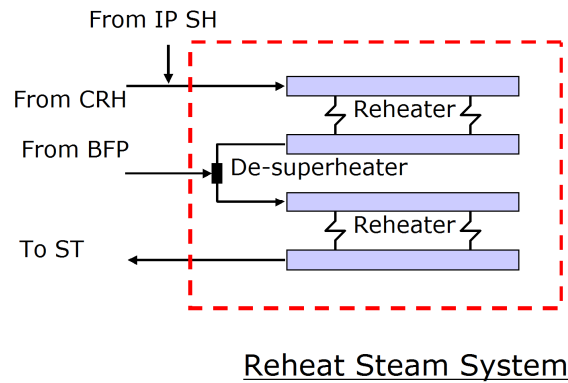
$QO_{LP}$ ：低壓管排吸收熱量





$QO_{RH}$  : 再熱管排吸收熱量

$QO_{PR}$  : 預熱器管排吸收熱量



以高壓系統為例，在高壓系統中獲得的熱量有高壓飼水所吸收的熱量、高壓汽鼓沖放水所吸收的熱量及高壓噴水減溫水所吸收的熱量，其中高壓飼水及高壓噴水減溫水的總質流量可以併為總蒸汽流量來計算，同時均是經由高壓飼水泵所供給，因此彼此的熱焓值也會相同，如下式所示

$$QO_{HP} = [W_{SHP} \times (h_{SHP} - h_{WHPF}) + W_{WBDHP} \times (h_{WDHP} - h_{WHPF})] \quad (3)$$

相對的 MHI 所提供的  $QO_{HP}$  為：

$$QO_{HP} = [W_{SHP} \times (h_{SHP} - h_{WCW}) + W_{WBDHP} \times (h_{WDHP} - h_{WCW})] \quad (4)$$

其中  $h_{WCW}$  這點取的應非正確，應該要以飼水泵後的焓值才是正確的。

$W_{SHP}$	高壓蒸汽之流率
$W_{WBDHP}$	高壓汽水鼓洩放水之流率
$h_{SHP}$	高壓蒸汽之比焓
$h_{WHPF}$	高壓飼水之比焓
$h_{WDHP}$	高壓汽水鼓飽和水之比焓
$h_{WCW}$	冷凝水之比焓

同樣的中壓、低壓及再熱器所吸收的熱量公式也有同樣的問題，如附件一。

另外式(1)中, GT 排放熱量到 HRSG 扣除大氣中無法作功的熱量  $Q_{in}$  為

$$Q_{in} = [W_{GT} \times (h_{GT} - h_{RG})] \quad (5)$$

式中  $h_{GT}$  為氣渦輪機排入熱回收鍋爐的熱焓, 而  $h_{RG}$  為熱燃氣在大氣溫度下的熱焓。

在此 MHI 提供計算 HRSG 內燃氣熱焓的公式為：

$$h = 1.216 \times 10^{-4} \times T^2 + 1.051 \times T \quad \text{--- 燃天然氣} \quad (6)$$

$$h = 1.207 \times 10^{-4} \times T^2 + 1.051 \times T \quad \text{--- 燃油}$$

因此, 只要有氣渦輪機排氣流量即可計算相對的輸入熱量, 在 MHI 的計算式中 GT 排放熱燃氣之流率  $W_{GT}$  如下式：

$$W_{GT} = \frac{(1 - 0.3/100) \times QO_{HRSG}}{(h_{GT} - h_{HRSG})} \quad (7)$$

式中  $h_{GT}$  為氣渦輪機排入熱回收鍋爐的熱焓, 而  $h_{HRSG}$  為熱燃氣在熱回收鍋爐的熱焓。

根據(7)式可以 MHI 是假設熱回收鍋爐的熱交換效率為 99.7%, 利用所得的熱量來反推算熱燃氣之流率。而非利用實際熱燃氣流率來計算熱回收鍋爐效率, 因此整個效率的計算在代入(5)式及(7)式後可得：

$$\begin{aligned}
\eta_{HRSG} &= \frac{QO_{HRSG}}{Q_{in}} \times 100\% \\
&= \frac{QO_{HRSG}}{W_{GT} h_{GT} - (h_{GT} - h_{HRSG})} \times 100\% \\
&= \frac{QO_{HRSG}}{(10.3/100) \times QO_{HRSG} \times (h_{GT} - h_{HRSG})} \times 100\% \\
&= \frac{h_{HRSG}}{0.997 \times h_{GT}} \times 100\%
\end{aligned} \tag{8}$$

由上式得知，在 MHI 熱回收鍋爐的效率計算中，僅與氣渦輪機排氣溫度、熱回收鍋爐出口溫度及大氣溫度相關。

### 3.2 熱回收鍋爐效率偏差值公式

在計算出熱回收鍋爐效率後，與 MHI 提供經氣溫修正之效率標準值比較，即可得熱回收鍋爐效率偏差值，可以用來監視目前熱回收鍋爐運轉的狀況。

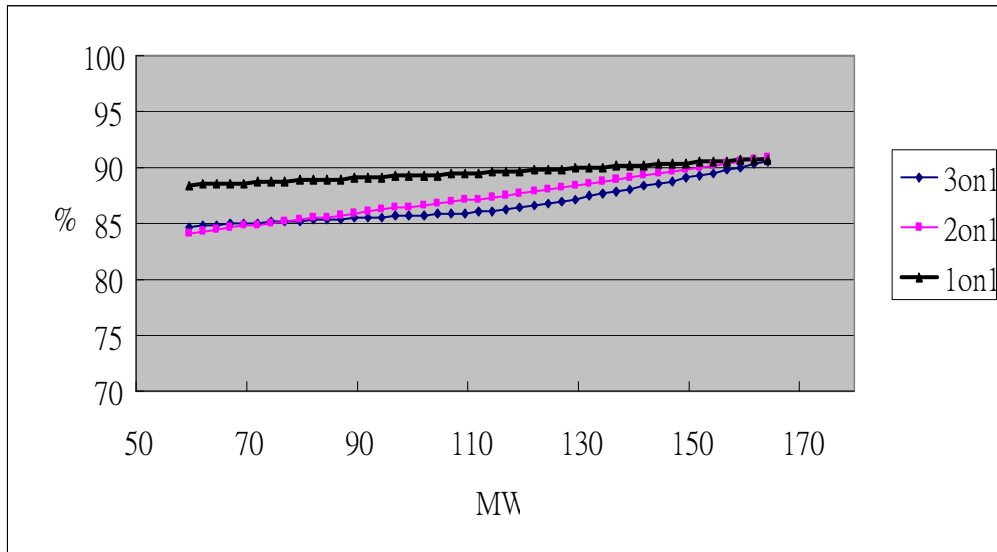
$$\Delta\eta_{SGC} = \eta_{SGC} - (\eta_{SG\_BaseG} + \eta_{SG\_CorG}) \tag{9}$$

其中  $\Delta\eta_{SGC}$  為 HRSG 效率偏差值， $\eta_{SGC}$  為 HRSG 效率計算值， $\eta_{SG\_BaseG}$  為 HRSG 效率標準值， $\eta_{SG\_CorG}$  為 HRSG 效率大氣溫度修正值。

HRSG 效率標準值如下表，其中  $MWA_{GT}$  為氣渦輪機發電量。

運轉模式	$139.5 \leq MWA_{GT}$	$116.9 \leq MWA_{GT} < 139.5$	$MWA_{GT} < 116.9$
3 on 1	$0.0991 \times MWA_{GT} + 74.235$	$0.0843 \times MWA_{GT} + 76.308$	$0.0249 \times MWA_{GT} + 83.243$
2 on 1	$0.0721 \times MWA_{GT} + 78.966$	$0.0670 \times MWA_{GT} + 79.679$	$0.0584 \times MWA_{GT} + 80.682$
1 on 1	$0.0253 \times MWA_{GT} + 86.621$	$0.0235 \times MWA_{GT} + 86.872$	$0.0205 \times MWA_{GT} + 87.224$

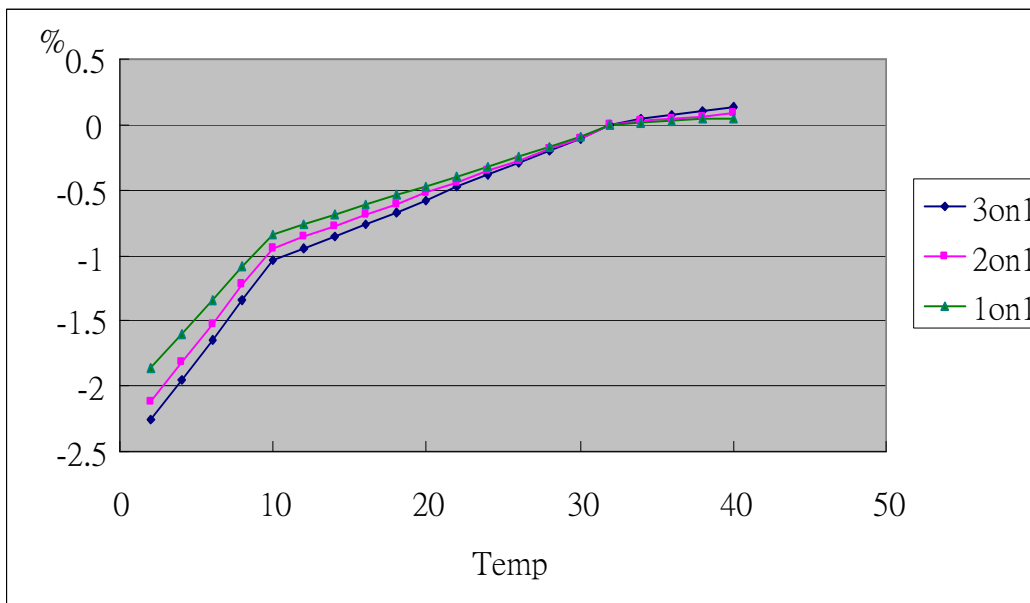
在氣渦輪機不同負載下，HRSG 效率標準值如下圖



HRSG 效率大氣溫度修正值如下表，其中  $T_{GRG}$  為大氣溫度。

運轉模式	$32 \leq T_{GRG}$	$10 \leq T_{GRG} < 32$	$T_{GRG} < 10$
3 on 1	$0.0176 \times T_{GRG} - 0.5627$	$0.0467 \times T_{GRG} - 1.5088$	$0.1540 \times T_{GRG} - 2.57$
2 on 1	$0.0098 \times T_{GRG} - 0.3094$	$0.0421 \times T_{GRG} - 1.3649$	$0.1480 \times T_{GRG} - 2.41$
1 on 1	$0.0062 \times T_{GRG} - 0.1987$	$0.0377 \times T_{GRG} - 1.2215$	$0.1280 \times T_{GRG} - 2.11$

在不同大氣溫度下，HRSG 效率修正值如下圖



## 4.熱回收鍋爐運轉與控制

### 4.1 熱回收鍋爐的起動程序概述

#### (1).準備階段：

熱回收鍋爐所有泵及閥均切換至自動並開始起動，起動程序如下：

熱回收鍋爐起動前，相關輔機起動程序

STEP 1 LP ECO WARMING V/V OPEN →LP ECO INLET ISO V/V OPEN

STEP 2 起動低壓飼水泵

STEP 3 起動中壓飼水泵

STEP 4 起動高壓飼水泵

熱回收鍋爐起動程序

STEP 1 開啓熱回收鍋爐排氣風門

STEP 2 開啓 LP ECO WARMING 閥

STEP 3 開啓 LP ECO 隔離閥

STEP 4 開啓 IP 飼水 WARMING 閥  
開啓 LP 飼水控制閥後隔離閥  
關閉 LP ECO WARMING 閥

STEP 5 開啓 IP 飼水隔離閥

STEP 6 開啓 HP 飼水 WARMING 閥  
開啓 IP 飼水控制閥後隔離閥  
關閉 IP 飼水 WARMING 閥

STEP 7 開啓 HP 飼水隔離閥

STEP 6 開啓 HP 飼水控制閥 A/B 後隔離閥  
關閉 HP 飼水 WARMING 閥

#### (2).洩水及排空氣階段：

在氣渦輪機點火後，依程序開啓洩水閥，洩放蒸汽管路內的凝結水；開啓逸氣閥，排放管路內的空氣或氮氣。隨著氣渦輪機升速，排氣溫度上升且蒸汽

的溫度及壓力也漸漸升高，當蒸汽管及汽鼓達一定壓力時，逐漸關閉熱回收鍋爐洩水閥及逸氣閥。

(3).壓力控制階段：

當蒸汽壓力超過汽機旁通閥最小設定值時，汽機蒸汽旁通閥開啓並將蒸汽控制於最小設定壓力，此時蒸汽管路上的洩水閥及逸氣閥也依程序慢慢關閉。

(4).正常運轉階段：

在汽機起動併聯後，蒸汽旁通閥逐漸關閉，改利用汽機控制閥控制蒸汽壓力，當汽機蒸汽控制閥全開，改爲變壓運轉模式。此時蒸汽的壓力及溫度隨著氣渦輪機的負載而變化。

(5). 熱回收鍋爐熱存封爐停機程序：

STEP 1 關閉 HP 2RY SH OUTLET HDR DRAIN V/V

關閉 HP STM PIPE DRAIN V/V

關閉 IP SH OUTLET HDR DRAIN V/V

關閉 IP STM PIPE DRAIN V/V

關閉 1RY RH INLET HDR DRAIN

關閉 2RY RH OUTLET HDR DRAIN

關閉 LP SH OUTLET HDR DRAIN V/V

關閉 LP STM PIPE DRAIN V/V

關閉 GT 燃燒器冷卻蒸汽 DRAIN V/V

STEP 2 高壓汽鼓補水至熱存封爐水位

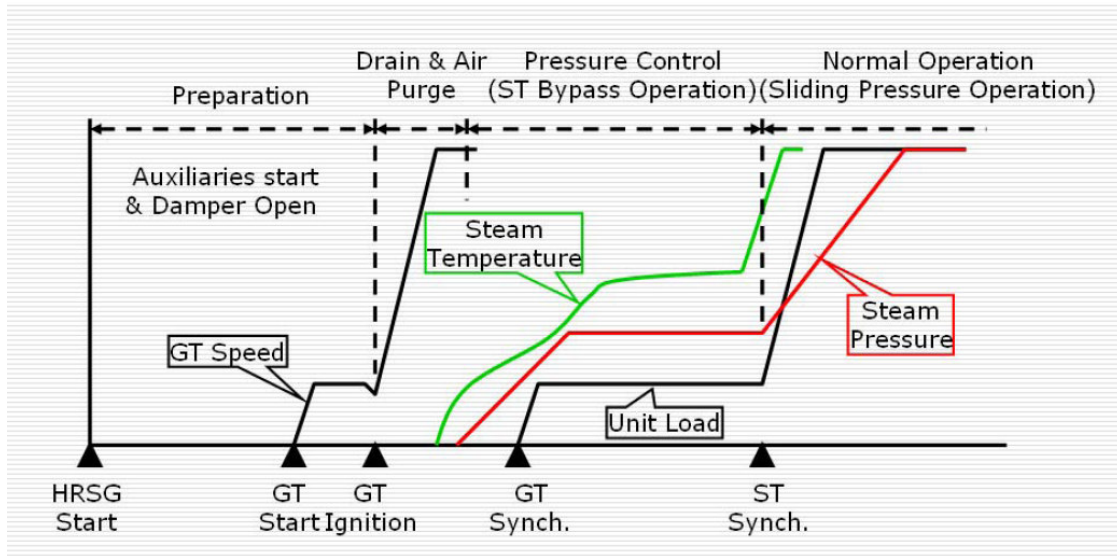
中壓汽鼓補水至熱存封爐水位

低壓汽鼓補水至熱存封爐水位

STEP 3 關閉高壓飼水關斷閥

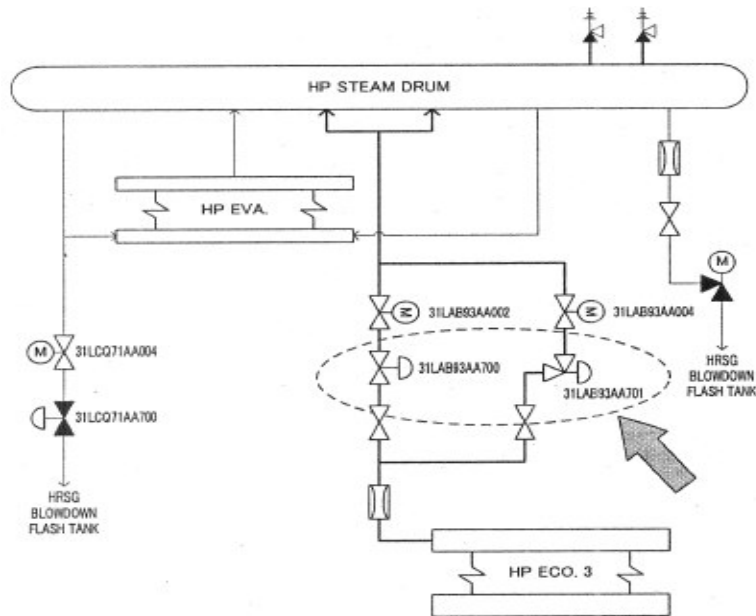
關閉中壓飼水關斷閥

## 4.2 起動曲線



## 4.3 汽鼓水位控制

汽鼓的水位是由飼水控制閥來做調節，若水位過高需排放時則由中間排放閥來排放。在機組起動期間，由汽鼓水位來做單元控制；而在起動完成正常運轉時，是由汽鼓水位、飼水流量及蒸汽流量來做三元控制。以高壓汽鼓水位控制來做說明：



#### 4.3.1 高壓汽鼓飼水控制閥

##### (a).設備功能概述

高壓飼水控制之最主要目的在於維持高壓飼水與蒸汽系統間之動態平衡，亦即將高壓飼水儘可能精確的隨蒸汽流量之變化而變化飼水量，以維持高壓汽鼓水位穩定。在這動態平衡中高壓汽鼓水位是維持平衡的參數，且儘量維持在定值，以補償系統中之流失(如洩放、沖放等)及量測的誤差。高壓飼水控制閥由主閥(Main valve)及次閥(Sub valve)所組成，以便在機組起動期間控制高差壓的飼水流量。

##### (b).設備功能敘述(參考附件二類比控制圖 SGCL30)

###### Part-(a)

高壓汽水鼓左右兩端設有三支液位傳送器，右端二只，左端一只，所量測之液位信號皆經過高壓汽水鼓壓力之補償。

###### Part-(b)

高壓飼水流量設有兩支流量傳送器量測，流量信號且經過高壓飼水溫度補償。

###### Part-(c)

高壓蒸汽流量設有兩支流量傳送器量測，流量信號且經過高壓蒸汽之壓力及溫度補償。

###### Part-(d)-單元控制模式

在自動模式時，高壓飼水控制閥是由汽鼓水位設定值與量測值之間的誤差值經比例積分(PI)控制器來控制，此控制模式稱之為單元控制。當高壓蒸汽流量低於設定值時，其汽鼓水位控制會自動切為單元控制。

###### Part-(e)-三元控制模式

在自動模式時，高壓飼水控制閥以汽鼓水位誤差值、高壓蒸汽流量及高壓飼水流量為參數之控制模式稱之為三元控制，在此模式之下水位設定



值與量測值間所產生之偏差信號送至比例積分(PI)液位控制器，其輸出加上高壓蒸汽流量信號後，再與高壓飼水流量信號作比較，所得誤差值再送至高壓飼水比例積分(PI)控制器。當高壓蒸汽流量高於設定值時，汽鼓水位控制會自動切為三元控制。

#### Part-(k)

控制需求輸出 0-100%信號應被轉換成爲主/次閥之開啓需求信號。

#### Part-(f)

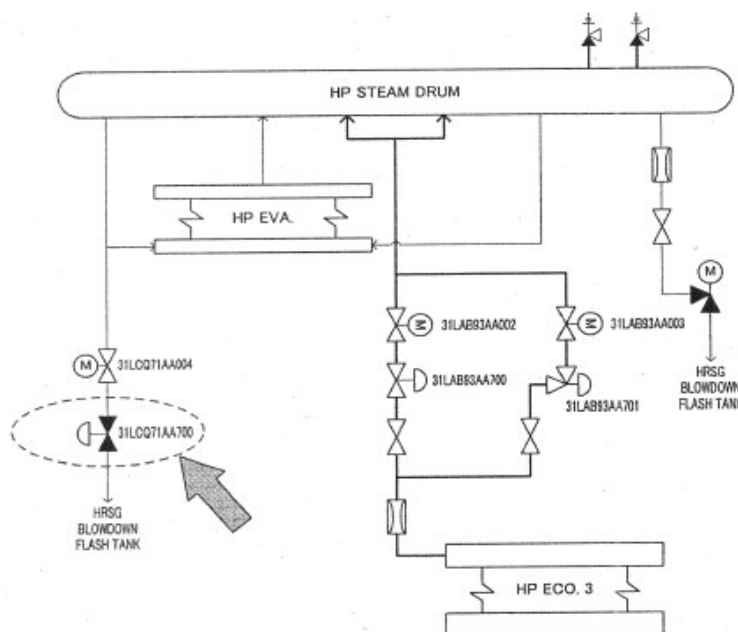
高壓飼水控制閥在下項情況必須被控制於最低開度：

- 1.在起動期間：避免進入汽鼓的流量變化過大。
- 2.在熱回收鍋爐停機時：釋放因 HRSG 內的餘熱，加熱省煤器內飼水所造成高壓。

#### Part-(g)

高壓飼水控制閥於 HRSG 啓動期間應被開啓保持在起動位置，以防汽鼓水位突升。

#### 4.3.2 高壓汽鼓中間排放控制閥



(a).設備功能概述

當高壓汽水鼓液位異常高於設定值時，高壓汽鼓中間排放控制閥開啓洩水至閃化槽。

(b).設備功能敘述(參考類比控制圖 SGCL30)

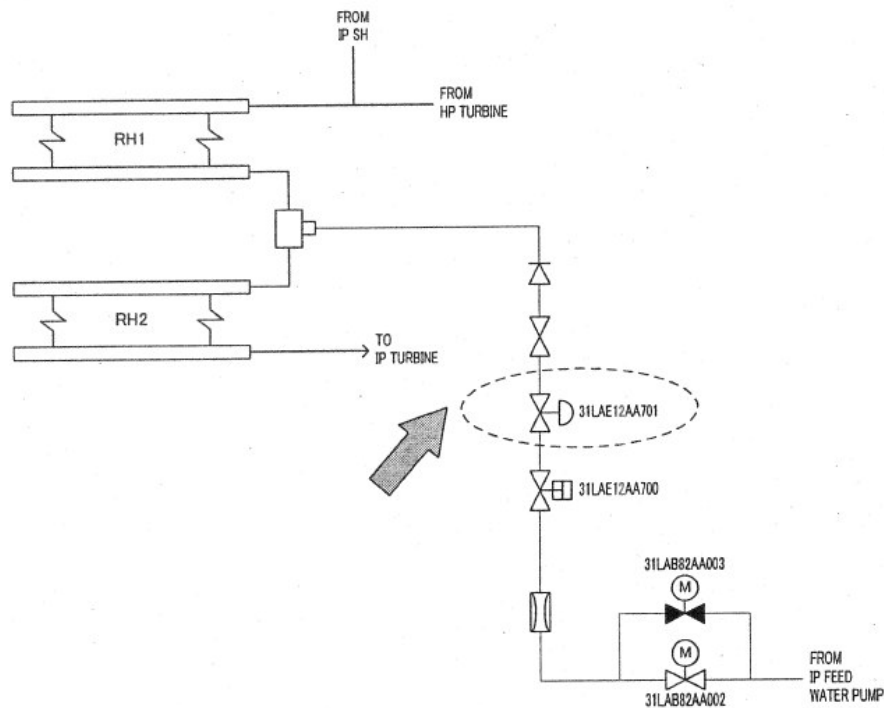
Part-(h)

在正常運轉狀況之下，汽水鼓洩放設定值應設於正常液位 (NWL)加上 100mm，在汽水鼓水膨脹(Swelling)現象消除前其洩放設定值應設於正常液位加上 50mm。當液位突升時，高壓汽鼓中間排放控制閥將開啓以防汽鼓內之液體產生騰帶(Carry-over)。

Part-(i)

當高壓汽鼓與飼水管路隔離時，中間排放控制閥應保持全關。

4.4 蒸汽溫度控制：是由蒸噴水減溫控制閥來控制，以再熱蒸汽溫度控制為例。



#### (a)設備功能概述

中壓汽鼓之飽和蒸汽，經中壓過熱器與來自高壓汽機排汽混合，再經一次再熱器、再熱器噴水減溫及二次再熱器後，成為再熱蒸汽。再熱器噴水減溫位於一次再熱器與二次再熱器間，並以中壓飼水噴入蒸汽中來控制二次再熱器出口蒸汽溫度。

#### (b)設備功能敘述(參考附件三類比控制圖 SGCT10)

##### Part-(a)

在自動模式時，再熱器噴水減溫閥受控於二次再熱器進口蒸汽溫度與出口蒸汽溫度之串級控制(Cascade control)。在此模式下之二次再熱器出口蒸汽溫度設定值與實際量測值比較之偏差信號被送至比例積分 (PI)溫度控制器，其輸出加上二次再熱器進口蒸汽溫度設定值，再與二次再熱器出口蒸汽溫度作比較，所得誤差值則送至比例積分(PI)溫度控制器。

##### Part-(b)

在設定二次再熱器出口蒸汽溫度時，不宜使用固定值，而應以二次再熱器出口蒸汽溫度再加 5 °C 且再加上溫升限制當作設定值，如此不只可控制出口蒸汽溫度且亦可同時控制其溫升率，(此乃因在 GT 負載升載階段其排氣溫度會突然上升導致蒸汽溫度亦會突升)，溫度設定值之上限值為 568 °C。

##### Part-(c)

過噴水(Over-injection)預防迴路之設置在於防止 噴水減溫後蒸汽溫度因過量噴水低於飽和溫度。

##### Part-(d)

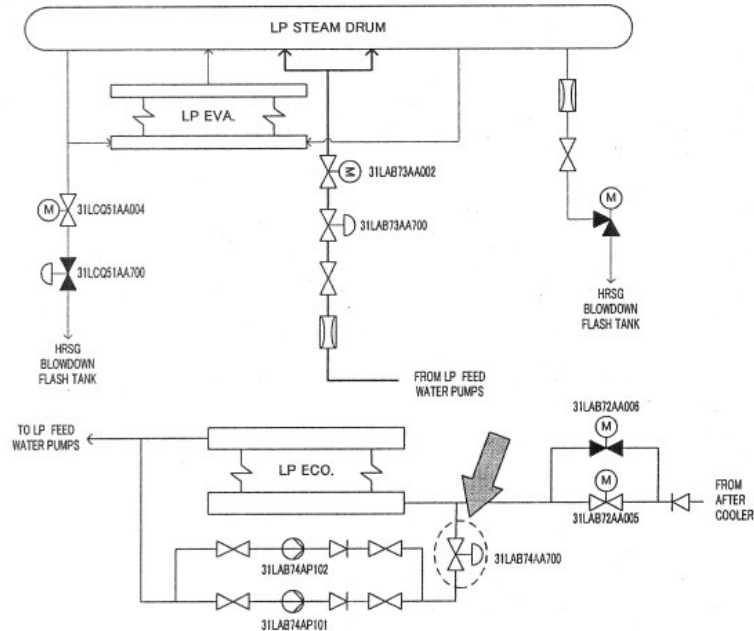
當再熱器噴水減溫控制閥開關到達高低限時，再熱器進口蒸汽溫度設定值也會被高低限制值所限制，以防止設定值持續過度升降。

##### Part-(e)

當不需噴水時，噴水減溫控制閥會保持於全關的位置。

#### 4.5 飼水溫度控制：低壓省煤器溫度主要是由低壓省煤器再循環控制閥所控制。

##### 4.5.1 低壓省煤器再循環控制閥



##### (a).設備功能概述

低壓省煤器再循環控制閥之主要目的是維持低壓省煤器進口水溫高於露點。

##### (b).設備功能敘述(附件四參考類比控制圖 SGCT30)

###### Part-(a)

在自動模式時，低壓省煤器再循環控制閥由設定值與實際溫度間的誤差值經比例積分(PI)控制器後所控制。為維持再循環泵的最小流量，此閥有一最小開度。

###### Part-(c)

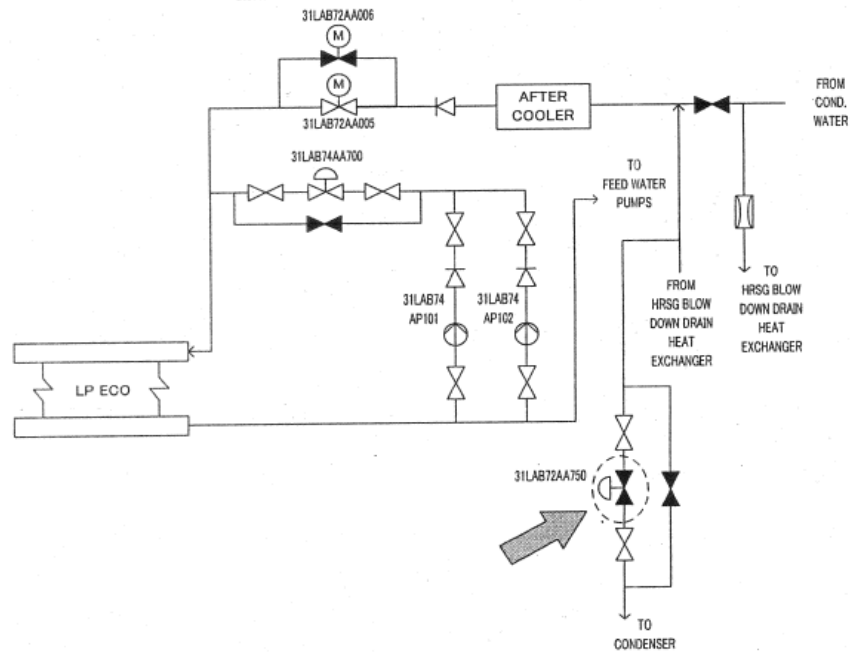
水溫必須維持高於酸露點(acid dew point)。

###### Part-(b)

當兩個再循環泵都停止後，低壓省煤器再循環控制閥仍須維持在最小開

度。

#### 4.5.2 沖放熱交換最小流量控制閥



##### (a).設備功能概述

主要的目的是為了維持沖放熱交換器入口的最小冷凝水流量，提供熱交換器足夠冷卻水。

##### (b).設備功能敘述(參考類比控制圖 SGCT30)

###### Part-(d)

在自動模式時，本閥的開度依沖放熱交換器入口冷凝器水流量控制，以維持最小流量。

###### Part-(e)

在冷凝水泵全停時，此閥必須維持在全關的位置。

## 四. 結論與建議

- (一). 本次奉派至日本三菱重工接受熱回收鍋爐訓練，在專業課程能有更深入的了解，也更進一步了解廠家的設計邏輯。同時 MHI 設計人員因為長期都只能接觸 MHI 機組，因此許多的思路跟觀念都受到了限制，常在一個無形的框架中打轉。而我們台電公司有多種廠家的機組，各種設計哲學的機組都能在本公司找到，因此一些不同設計觀念及人因工程上，MHI 的設計工程師也都很感興趣，提供他們一些不同的思考方向，這方面就是我們台電人員的優勢。除了主機及熱元件部份外，一些細部的設計、輔機的配置及控制概念均能在各廠家間截長補短，得到最適合公司的機組。而在興建工程開始進行後，做一些修正有時已經太慢了，如能在整個設計定稿前與得標廠家溝通相信會有比較好的結果。建議如有新的機組增建計畫時，能讓電廠相關的運轉維護人員參與，對日後的試運轉及商轉均有正面的助益。
- (二). 如同內文所述，對於 MHI 之熱回收鍋爐之效率計算公式仍有一些問題，已請 MHI 人員於更新 R7 版時加以修正說明。線上效率如能做到正確可靠，對機組的運轉模式及問題的提早發現都會有很大的幫助。
- (三). 在汽鼓水位控制中，可以發現只要熱回收鍋爐開始起動程序後，其汽鼓飼水控制閥就會維持最小開度持續的補水；而汽鼓水位超過設定值後，中間排放閥會開啓洩水。在調度室要求補水到機組起動完成送汽前，這個持續補水又同時持續洩水的動作是不中斷的，這個過程除了浪費水資源外，同時前次停機熱回收鍋爐進行熱存的高壓及高溫也同時被釋放掉。在實際運轉中，一部熱回收鍋爐的高、中、低壓飼水控制閥維持最小開度的補水量約為 70t/h，而除礦水至熱井的補水量最大也約為 70t/h，因此如有多部氣渦輪機同時起動也容易造成熱井水位過低的現象。在與 MHI 設計人員討論後，建議在氣渦輪機點火熱回收鍋爐開始加熱後，熱回收鍋爐的飼水控制閥再維持最小開度即可，避免無謂的水資源及能源的浪費。

(四). 感謝各級長官給予職此次赴日實習的機會，能與 MHI 設計人員釐清一些疑問並了解其設計的邏輯，不但增進了個人智識，同時亦開展了個人的視野，對於日後的工作，深感獲益良多。

**TPC DAH-TARN COMBINED POWER STATION  
STAGE-I**

No.	Item				
1-1	HRSG efficiency (GAS firing 1/4)				
<p>Formula</p> $\eta_{SGG\#*} = QO_{HRSG\#*} / QI_{GTG\#*} \times 100$ $QO_{HRSG\#*} = QO_{HPG\#*} + QO_{IPG\#*} + QO_{LPG\#*} + QO_{RHG\#*} + QO_{PRG\#*}$ $QI_{GTG\#*} = W_{GTG\#*} \times (H_{GTG\#*} - H_{RGG\#*}) / 1000000$ $H_{GTG\#*} = 1.216 \times 10^{-04} \times T_{CGTG\#*}^2 + 1.051 \times T_{CGTG\#*}$ $H_{RGG\#*} = 1.216 \times 10^{-04} \times T_{GRGG\#*}^2 + 1.051 \times T_{GRGG\#*}$ $H_{HRSG\#*} = 1.216 \times 10^{-04} \times T_{GHRSG\#*}^2 + 1.051 \times T_{GHRSG\#*}$ $W_{GTG\#*} = (QO_{HRSG\#*} / (1 - 0.3 / 100)) / (H_{GTG\#*} - H_{HRSG\#*}) \times 1000000$ <p>(Note) #: 1 or 2 (Unit No.) , * : 1~3 (HRSG No.)</p>					
Symbol	Name	Unit	KKS No.	Type	Remarks
$\eta_{SGG\#*}$	HRSG EFFICIENCY	%	-	Calculate	# : 1 or 2 (Unit No.) * : 1~3 (HRSG No.)
$QO_{HRSG\#*}$	HRSG TOTAL HEAT OUTPUT	GJ/h	-	Calculate	From No.1-2
$QO_{HPG\#*}$	HP SYSTEM HEAT OUTPUT	GJ/h	-	Calculate	From No.1-2
$QO_{IPG\#*}$	IP SYSTEM HEAT OUTPUT	GJ/h	-	Calculate	From No.1-2
$QO_{LPG\#*}$	LP SYSTEM HEAT OUTPUT	GJ/h	-	Calculate	From No.1-2
$QO_{RHG\#*}$	RH SYSTEM HEAT OUTPUT	GJ/h	-	Calculate	From No.1-2
$QO_{PRG\#*}$	PREHEATER SYSTEM HEAT OUTPUT	GJ/h	-	Calculate	From No.1-4
$QI_{GTG\#*}$	HRSG HEAT INPUT	GJ/h	-	Calculate	# : 1 or 2 (Unit No.) * : 1~3 (HRSG No.)
$W_{GTG\#*}$	GAS FLOW RATE FROM GT	Kg/h	-	Calculate	Ditto
$H_{GTG\#*}$	GAS ENTHALPY AT HRSG INLET	kJ/kg	-	Calculate	Ditto
$H_{RGG\#*}$	GAS ENTHALPY AT ATMOSPHERE	kJ/kg	-	Calculate	Ditto
$H_{HRSG\#*}$	GAS ENTHALPY AT HRSG OUTLET	kJ/kg	-	Calculate	Ditto
$T_{CGTG\#*}$	GAS TEMPERATURE AT HRSG INLET	degC	#*HBB01CT001	Measured	Ditto
$T_{GRGG\#*}$	AMBIENT TEMPERATURE (GT INLET)	degC	#*MBL01CT031 #*MBL01CT032	Measured	Ditto
$T_{GHRSG\#*}$	GAS TEMPERATURE AT HRSG OUTLET	degC	#*HBB01CT004	Measured	Ditto



**TPC DAH-TARN COMBINED POWER STATION  
STAGE-I**

No.	Item				
1-2	HRSG efficiency (GAS firing 2/ 4)				
Formula					
$QO_{HPG\#*} = (W_{SHPG\#*} \times (H_{SHPG\#*} - H_{WCWG\#*}) + W_{WBDHPG\#*} \times (H_{WDHPG\#*} - H_{WCWG\#*})) / 1000000$ $QO_{IPG\#*} = (W_{SIPG\#*} \times (H_{SIPG\#*} - H_{WCWG\#*}) + W_{WBDIPG\#*} \times (H_{WDIPG\#*} - H_{WCWG\#*})) / 1000000$ $QO_{LPG\#*} = (W_{SLPG\#*} \times (H_{SLPG\#*} - H_{WCWG\#*}) + W_{WBDLPG\#*} \times (H_{WDLPG\#*} - H_{WCWG\#*})) / 1000000$ $QO_{RHG\#*} = ((W_{SCRHG\#*} + W_{SIPG\#*}) \times (H_{SRHOG\#*} - H_{SRHIG\#*}) + W_{WRHSPG\#*} \times (H_{SRHOG\#*} - H_{WCWG\#*})) / 1000000$ $W_{SCRHG\#*} = 2.708 \times 10^{-08} \times W_{SHPG\#*}^2 + 0.9655 \times W_{SHPG\#*}$					
(Note) # :1or2 (Unit No.) , * : 1~3(HRSG No.)					
Symbol	Name	Unit	KKS No.	Type	Remarks
QO <sub>HPG#*</sub>	HP SYSTEM HEAT OUTPUT	GJ/h	-	Calculate	# :1or2 (Unit No.) * : 1~3(HRSG No.)
QO <sub>IPG#*</sub>	IP SYSTEM HEAT OUTPUT	GJ/h	-	Calculate	Ditto
QO <sub>LPG#*</sub>	LP SYSTEM HEAT OUTPUT	GJ/h	-	Calculate	Ditto
QO <sub>RHG#*</sub>	RH SYSTEM HEAT OUTPUT	GJ/h	-	Calculate	Ditto
W <sub>SHPG#*</sub>	HP STEAM FLOW RATE	kg/h	#*LBA31CF101 #*LBA31CF102	Measured	Ditto
W <sub>SIPG#*</sub>	IP STEAM FLOW RATE	kg/h	#*LBA21CF101 #*LBA21CF102	Measured	Ditto
W <sub>SLPG#*</sub>	LP STEAM FLOW RATE	kg/h	#*LBA11CF101 #*LBA11CF102	Measured	Ditto
W <sub>SCRHG#*</sub>	COLD RH STEAM FLOW RATE	kg/h	-	Calculate	Ditto
W <sub>WBDHPG#*</sub>	HP DRUM BLOWDOWN WATER FLOW RATE	kg/h	#*LCQ71CF101	Measured	Ditto
W <sub>WBDIPG#*</sub>	IP DRUM BLOWDOWN WATER FLOW RATE	kg/h	#*LCQ61CF101	Measured	Ditto
W <sub>WBDLPG#*</sub>	LP DRUM BLOWDOWN WATER FLOW RATE	kg/h	#*LCQ51CF101	Measured	Ditto
H <sub>SHPG#*</sub>	HP STEAM ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	From 1-3
H <sub>SIPG#*</sub>	IP STEAM ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	From 1-3
H <sub>SLPG#*</sub>	LP STEAM ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	From 1-3
H <sub>SRHOG#*</sub>	RH OUTLET STEAM ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	From 1-3
H <sub>SRHIG#*</sub>	RH INLET STEAM ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	From 1-3
H <sub>WCWG#*</sub>	CONDENSATE WATER ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	From 1-4
H <sub>WDHPG#*</sub>	HP DRUM WATER ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	From 1-4
H <sub>WDIPG#*</sub>	IP DRUM WATER ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	From 1-4
H <sub>WDLPG#*</sub>	LP DRUM WATER ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	From 1-4
W <sub>WRHSPG#*</sub>	RH SPRAY WATER FLOW RATE	kg/h	#*LAE12CF101	Measured	# :1or2 (Unit No.) * : 1~3(HRSG No.)

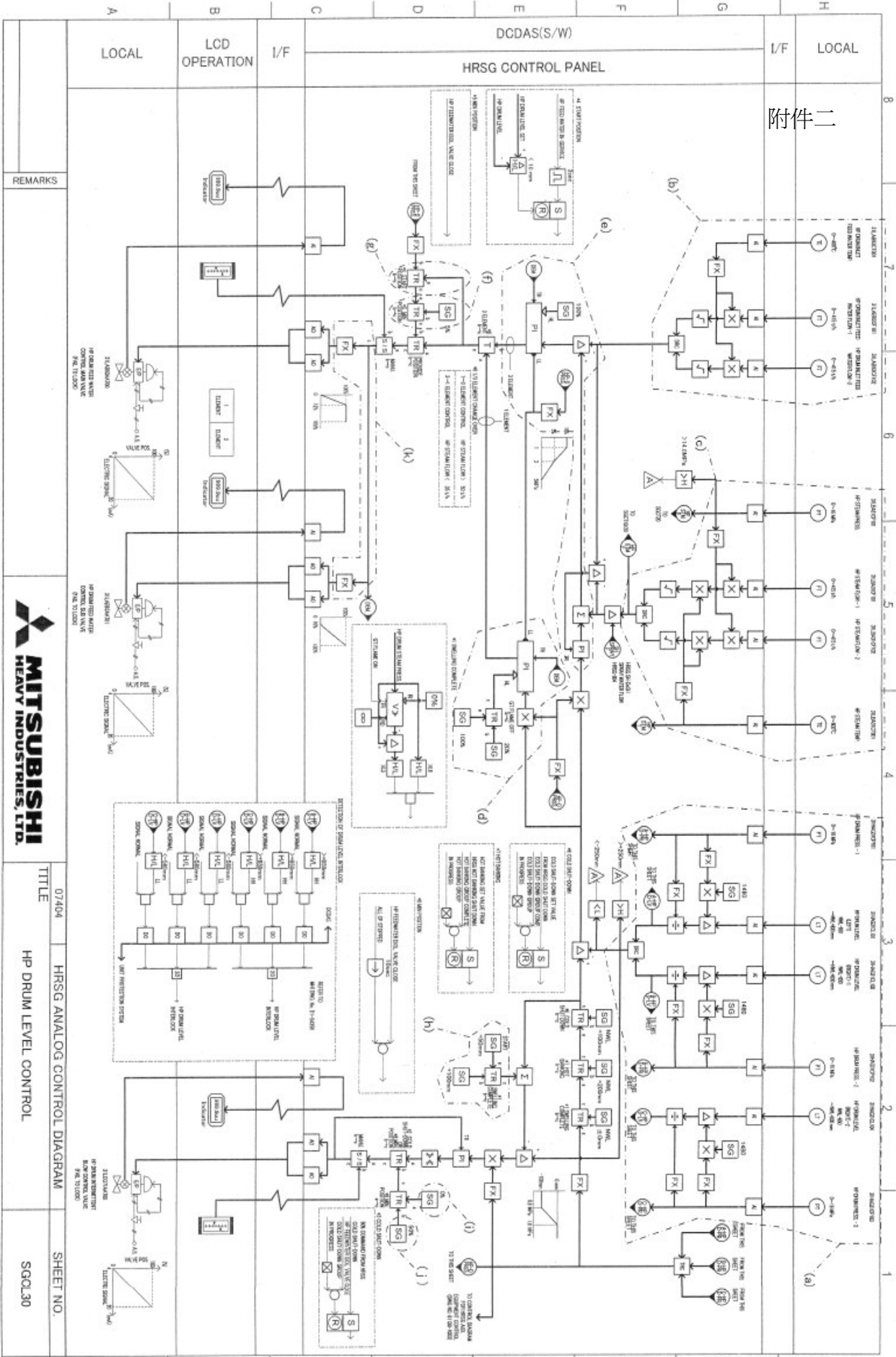
**TPC DAH-TARN COMBINED POWER STATION  
STAGE-I**

No.	Item				
1-3	HRSG efficiency (GAS firing 3/ 4)				
Formula					
$H_{SHPG\#*} = PT2H( P_{SHPG\#*} + 0.1013, T_{SHPG\#*} ) \quad PT2H(, TSAT2HL) : \text{steam table calculation}$ $H_{SIPG\#*} = PT2H( P_{SIPG\#*} + 0.1013, T_{SIPG\#*} )$ $H_{SLPG\#*} = PT2H( P_{SLPG\#*} + 0.1013, T_{SLPG\#*} )$ $H_{SRHOG\#*} = PT2H( P_{SRHOG\#*} + 0.1013, T_{SRHOG\#*} )$ $H_{SRHIG\#*} = PT2H( P_{SRHIG\#*} + 0.1013, T_{SRHIG\#*} )$ <p>(Note) # :1or2 (Unit No.) , * : 1~3(HRSG No.)</p>					
Symbol	Name	Unit	KKS No.	Type	Remarks
H <sub>SHPG#*</sub>	HP STEAM ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	# :1or2 (Unit No.) * : 1~3(HRSG No.)
H <sub>SIPG#*</sub>	IP STEAM ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	Ditto
H <sub>SLPG#*</sub>	LP STEAM ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	Ditto
H <sub>SRHOG#*</sub>	RH OUTLET STEAM ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	Ditto
H <sub>SRHIG#*</sub>	RH INLET STEAM ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	Ditto
T <sub>SHPG#*</sub>	HP STEAM TEMPERATURE	degC	##LBA31CT001	Measured	Ditto
T <sub>SIPG#*</sub>	IP STEAM TEMPERATURE	degC	##LBA21CT001	Measured	Ditto
T <sub>SLPG#*</sub>	LP STEAM TEMPERATURE	degC	##LBA11CT001	Measured	Ditto
T <sub>SRHOG#*</sub>	RH OUTLET STEAM TEMPERATURE	degC	##LBB01CT001	Measured	Ditto
T <sub>SRHIG#*</sub>	RH INLET STEAM TEMPERATURE	degC	##LBC02CT001	Measured	Ditto
P <sub>SHPG#*</sub>	HP STEAM PRESSURE	MPag	##LBA31CP101	Measured	Ditto
P <sub>SIPG#*</sub>	IP STEAM PRESSURE	MPag	##LBA21CP101	Measured	Ditto
P <sub>SLPG#*</sub>	LP STEAM PRESSURE	MPag	##LBA11CP101	Measured	Ditto
P <sub>SRHOG#*</sub>	RH OUTLET STEAM PRESSURE	MPag	##LBB01CP101	Measured	Ditto
P <sub>SRHIG#*</sub>	RH INLET STEAM PRESSURE	MPag	##LBC01CP001	Measured	Ditto

**TPC DAH-TARN COMBINED POWER STATION  
STAGE-I**

No.	Item				
1-4	HRSG efficiency (GAS firing 4/ 4)				
<p>Formula</p> $H_{WCWG\#*} = PT2H( P_{WCWG\#} + 0.1013, T_{WCWG\#*} ) \quad PT2H(), PSAT2HL() : \text{steam table calculation}$ $H_{WDHPG\#*} = PSAT2HL( P_{WDHPG\#*} + 0.1013 )$ $H_{WDIPG\#*} = PSAT2HL( P_{WDIPG\#*} + 0.1013 )$ $H_{WDLPG\#*} = PSAT2HL( P_{WDLPG\#*} + 0.1013 )$ $H_{WPROG\#*} = PT2H( P_{WPRG\#*} + 0.1013, T_{WPROG\#*} )$ $H_{WPRIG\#*} = PT2H( P_{WPRG\#*} + 0.1013, T_{WPRIG\#*} )$ $QO_{PRG\#*} = W_{WPRG\#*} \times ( H_{WPROG\#*} - H_{WPRIG\#*} ) / 1000000$ <p>(Note) # : 1or2 (Unit No.) , * : 1~3(HRSG No.)</p>					
Symbol	Name	Unit	KKS No.	Type	Remarks
H <sub>WCWG#*</sub>	CONDENSATE WATER ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	# : 1or2 (Unit No.) * : 1~3(HRSG No.)
H <sub>WDHPG#*</sub>	HP DRUM WATER ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	Ditto
H <sub>WDIPG#*</sub>	IP DRUM WATER ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	Ditto
H <sub>WDLPG#*</sub>	LP DRUM WATER ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	Ditto
T <sub>WCWG#*</sub>	CONDENSATE WATER TEMPERATURE	degC	#*LAB61CT001	Measured	Ditto
P <sub>WDHPG#*</sub>	HP DRUM WATER PRESSURE	MPag	#*HAG31CP101 #*HAG31CP102 #*HAG31CP103	Measured	Ditto Middle value
P <sub>WDIPG#*</sub>	IP DRUM WATER PRESSURE	MPag	#*HAG21CP101 #*HAG21CP102 #*HAG21CP103	Measured	Ditto Middle value
P <sub>WDLPG#*</sub>	LP DRUM WATER PRESSURE	MPag	#*HAG11CP101 #*HAG11CP102 #*HAG11CP103	Measured	Ditto Middle value
P <sub>WCWG#</sub>	CONDENSATE WATER PRESSURE	MPag	#0LCA12CP101	Measured	# : 1or2 (Unit No.)
QO <sub>PRG#*</sub>	PREHEATER SYSTEM HEAT OUTPUT	GJ/h	-	Calculate	# : 1or2 (Unit No.) * : 1~3(HRSG No.)
W <sub>WPRG#*</sub>	PREHEATER WATER FLOW	Kg/h	#*LAB61CF101	Measured	Ditto
H <sub>WPROG#*</sub>	PREHEATER OUTLET WATER ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	Ditto
H <sub>WPRIG#*</sub>	PREHEATER INLET WATER ENTHALPY	kJ/kg	-	Calculate	Ditto
P <sub>WPRG#*</sub>	PREHEATER WATER PRESSURE	MPag	#0LAB63CP201	Measured	Ditto
T <sub>WPROG#*</sub>	PREHEATER OUTLET WATER TEMPERATURE	degC	#0LAB62CT001	Measured	Ditto
T <sub>WPRIG#*</sub>	PREHEATER INLET WATER TEMPERATURE	degC	#0LAB61CP301	Measured	Ditto

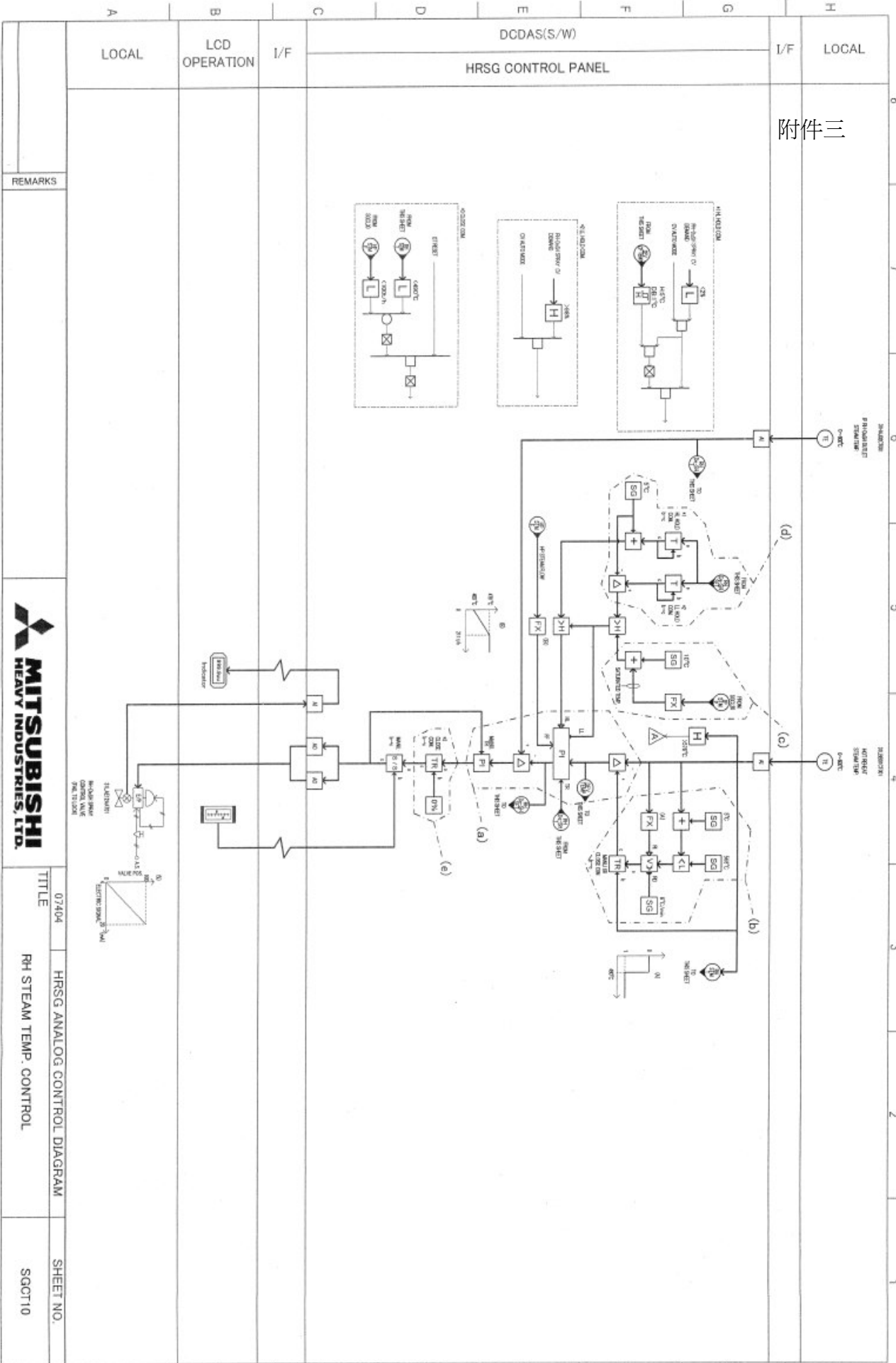
附件二



07404 HRSG ANALOG CONTROL DIAGRAM  
HP DRUM LEVEL CONTROL  
SHEET NO. SGQJ.30

REMARKS

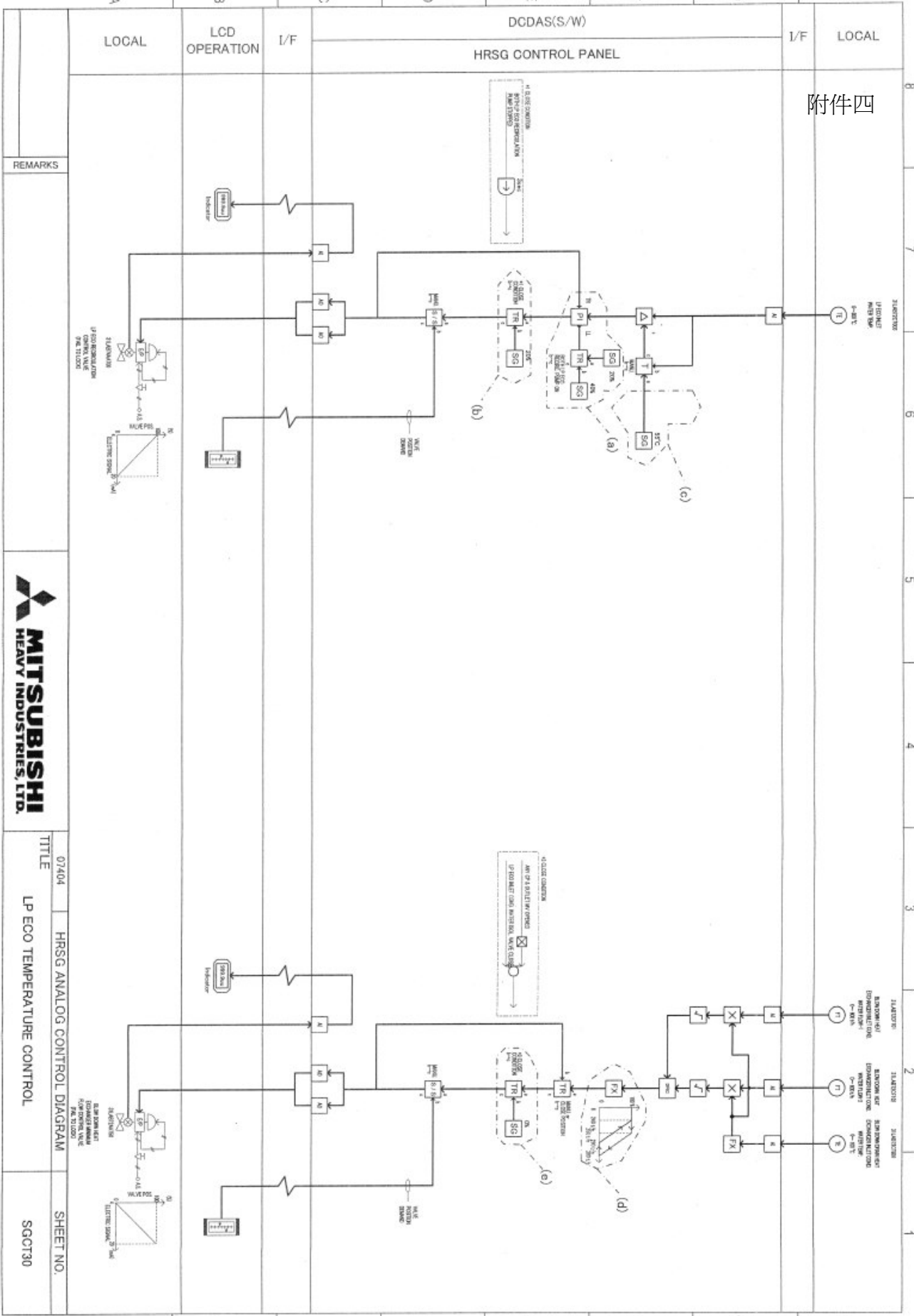
附件三



07404 HRSG ANALOG CONTROL DIAGRAM  
 TITLE RH STEAM TEMP. CONTROL  
 SHEET NO. SQ0710

REMARKS

附件四



TITLE  
07404 HRSG ANALOG CONTROL DIAGRAM  
LP ECO TEMPERATURE CONTROL

SHEET NO.  
SGCT30

REMARKS