

# 反應爐冷卻水系統控制介紹

(Reactor Coolant System)

BB System

INNER PWR班

## 學習目標

- 使學員瞭解反應爐冷卻水系統之功能及流程
- 使學員瞭解反應爐冷卻水系統之組成元件
- 使學員瞭解反應爐冷卻水系統之壓力及水位控制

## 課程內容:

- 壹、概要
- 貳、系統功能
- 參、系統組成元件
- 肆、控制(溫度/壓力/水位)
- 伍、運轉注意事項

## 壹、概要

- 利用冷卻水把爐心產生的熱量傳遞給蒸汽產生器的二次側飼水，藉以產生蒸汽，推動汽輪發電機。
- 反應爐冷卻水系統包括三個相同的獨立迴路，並聯於壓力槽，每個迴路各有一台冷卻水泵和一個蒸汽產生器。
- 本系統也包括調壓槽（Pressurizer）和調壓槽釋放槽（Pressurizer Relief Tank），以及相關管路和控制儀器。
- 反應爐冷卻水系統之完整性（Integrity），由調壓槽頂部安全閥和動力釋壓閥來保護。

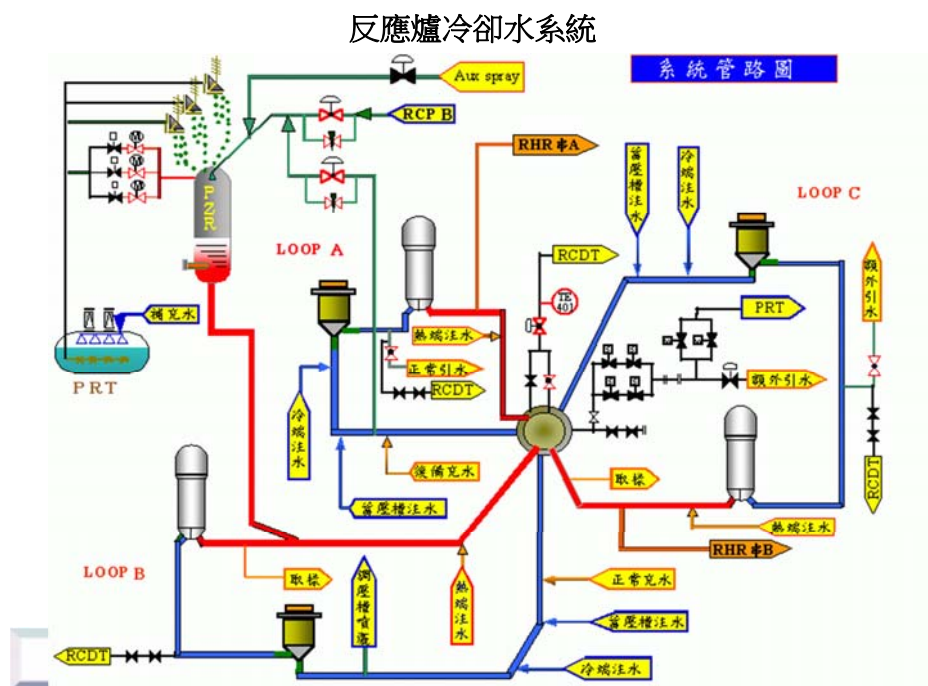
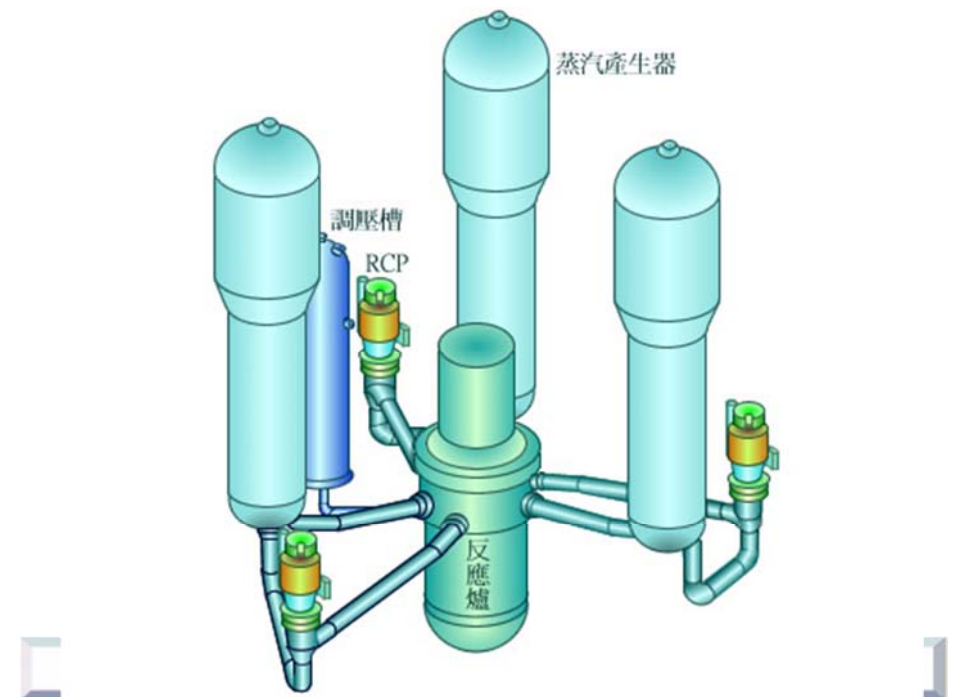
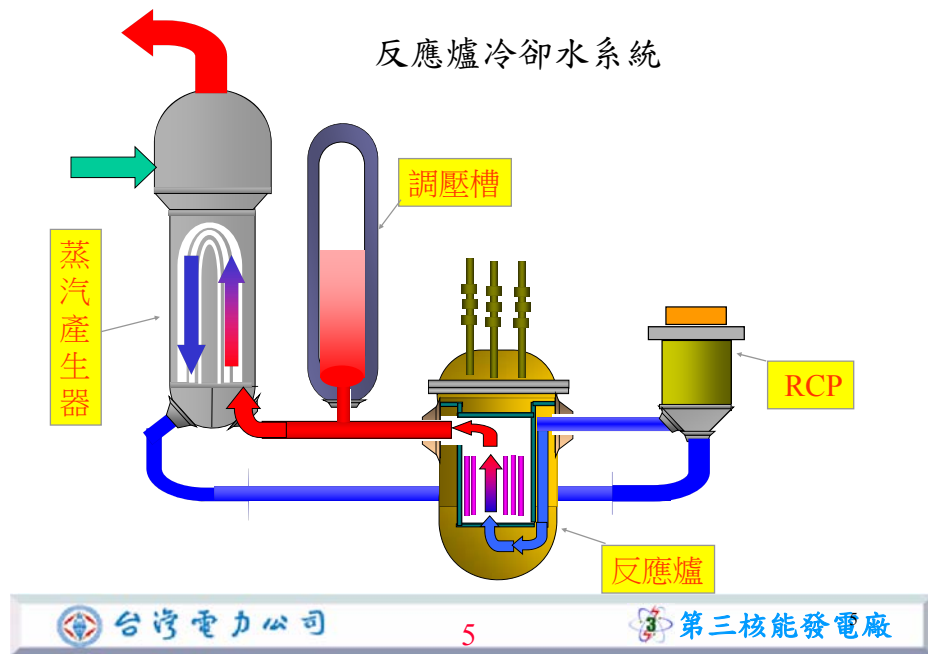


表7-1 系統參數

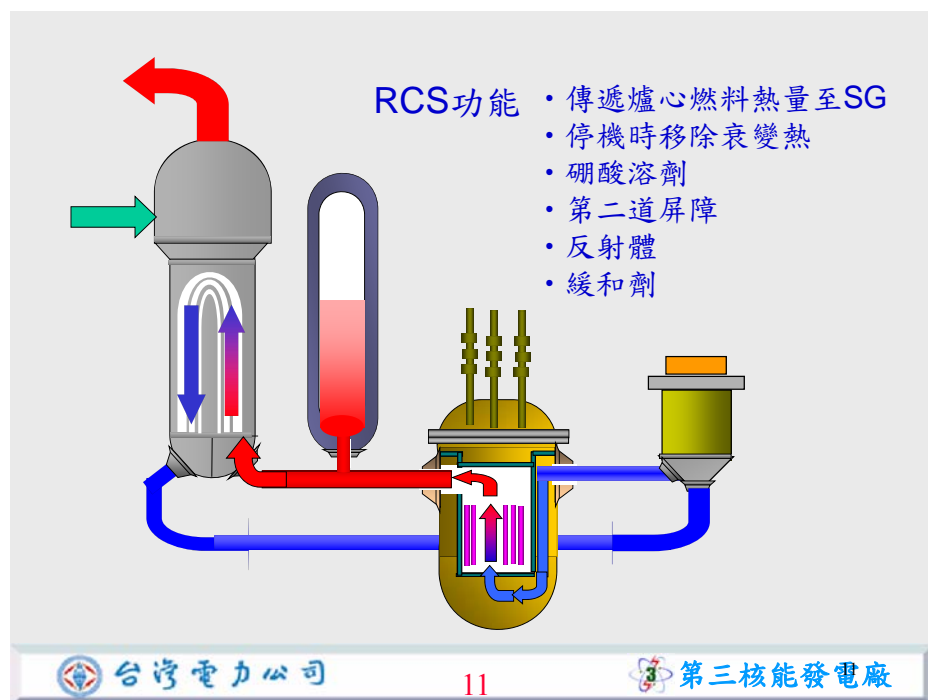
|                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| 熱傳迴路數                  | 3                        |
| 設計壓力                   | 174.7 kg/cm <sup>2</sup> |
| 正常運轉壓力                 | 157.2 kg/cm <sup>2</sup> |
| 系統總容積 (包含調壓槽和調節管路)     | 266.46 m <sup>3</sup>    |
| 最大保證功率下，系統之液體容積 (含調壓槽) | 250.12 m <sup>3</sup>    |

表7-1 系統參數

|                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| 核能蒸汽供給系統 (NSSS) 功率 | 2822 MWt               |
| 滿載時冷卻水溫度           | 熱端 326.3℃<br>冷端 291.3℃ |
| 滿載時冷卻水溫升           | 35℃                    |
| 冷卻水總流量率            | 49.59 Mkg/hr           |
| 滿載時蒸汽壓力            | 67 kg/cm <sup>2</sup>  |
| 滿載時蒸汽溫度            | 282.5℃                 |

## 貳、系統功能

- 一、帶走爐心燃料產生之熱量，經由蒸汽產生器把熱量傳遞到二次系統之飼水。
- 二、機組停機時，移除因分裂產物衰變產生的衰變熱。
- 三、作為可溶性中子毒素（硼酸）之溶劑。
- 四、擔任防止分裂產物逸出至周圍環境的第二道屏障。
- 五、用作反射體，促進中子經濟運用。
- 六、用作中子緩和劑，使中子減能至熱中子狀態，俾增加分裂機率。

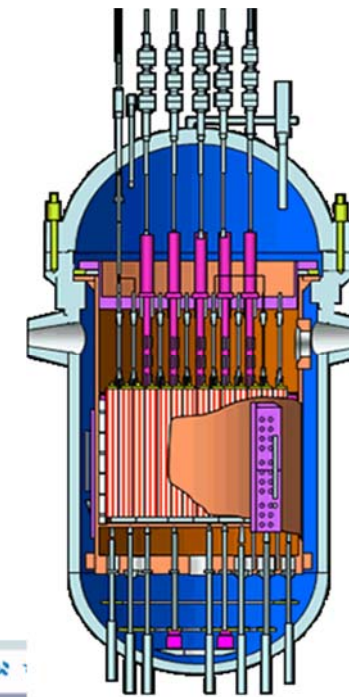


## 參、系統組成元件

- 一、反應爐槽
- 二、蒸汽產生器 (Steam Generator)
- 三、反應爐冷卻水泵 (Reactor Coolant Pump, RCP)
- 四、管路
- 五、調壓槽 (Pressurizer)

## 一、反應爐槽

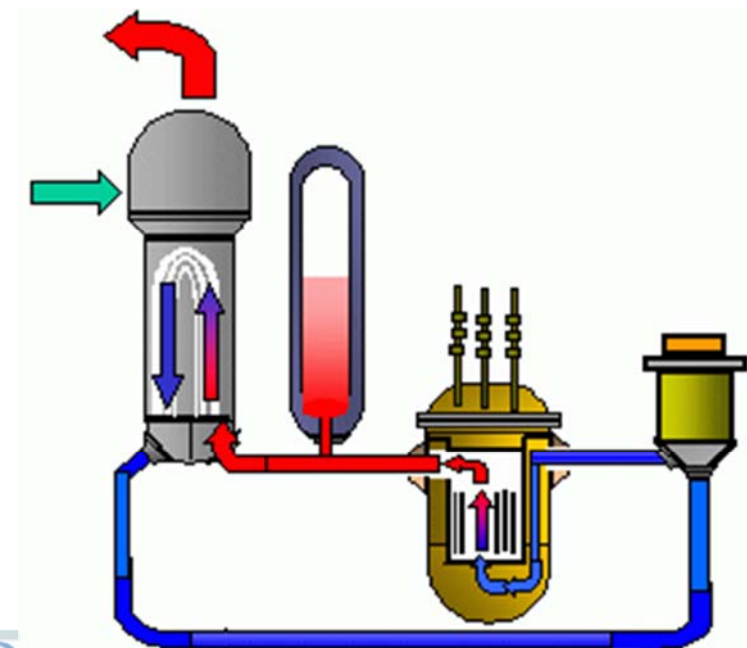
- 反應爐槽係一直立圓柱形，焊以半球形底蓋和可移動之頂蓋，爐槽包含爐心支持組件、控制棒、中子屏蔽板、以及其它相關元件。
- 入口和出口管嘴與爐槽連接，冷卻水先經由入口管嘴進入爐槽，向下流經槽壁和爐心筒（Core Barrel）間的環形空間，在爐槽底部轉向後向上流經爐心，吸收熱量後經出口管嘴流出爐槽。



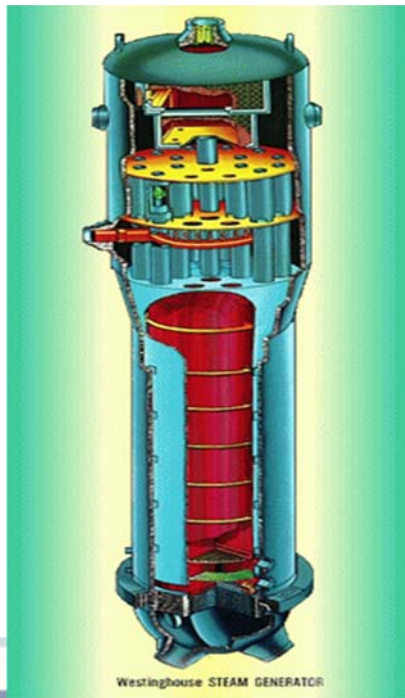
反應爐壓力槽

## 二、蒸汽產生器（SG）

- 係直立圓筒形，內部裝U形管組和汽水分離設備之蒸發器。
- 反應爐冷卻水由半球形底蓋之入口管嘴流經U形管後，經由他端之出口管嘴流出。
- 外殼係碳鋼製造，U形管材料為英高鎳，管板一次側另加襯英高鎳。
- 半球形底蓋和管嘴內側與反應爐冷卻水接觸之表面，襯以沃斯田鐵不銹鋼。







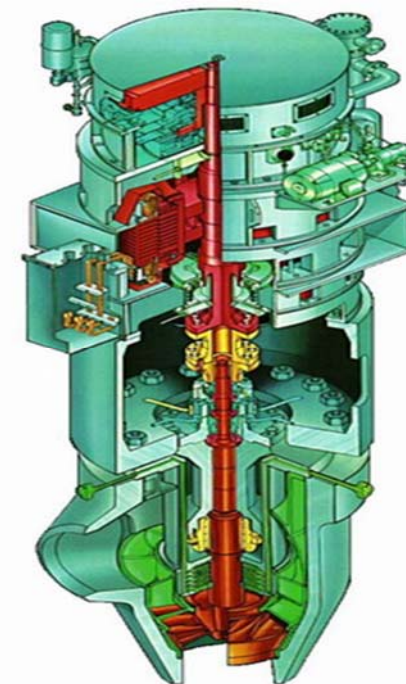
蒸汽產生器

## SG設計基準:

在下列三種情況下，汽水分離設備都能保證水份不超過0.25%（重量比）。

- (1) 100%蒸汽流量穩定狀態下運轉，且沸騰水位在正常水位（50%）
- (2) 當運轉在滿載蒸汽流量的15%到100%範圍內，發生10%階變情況下
- (3) 當運轉在滿載蒸汽流量的15%到100%範圍內，發生每分鐘滿載蒸汽流量5%之升或降載率時

## 三、反應爐冷卻水泵（RCP）

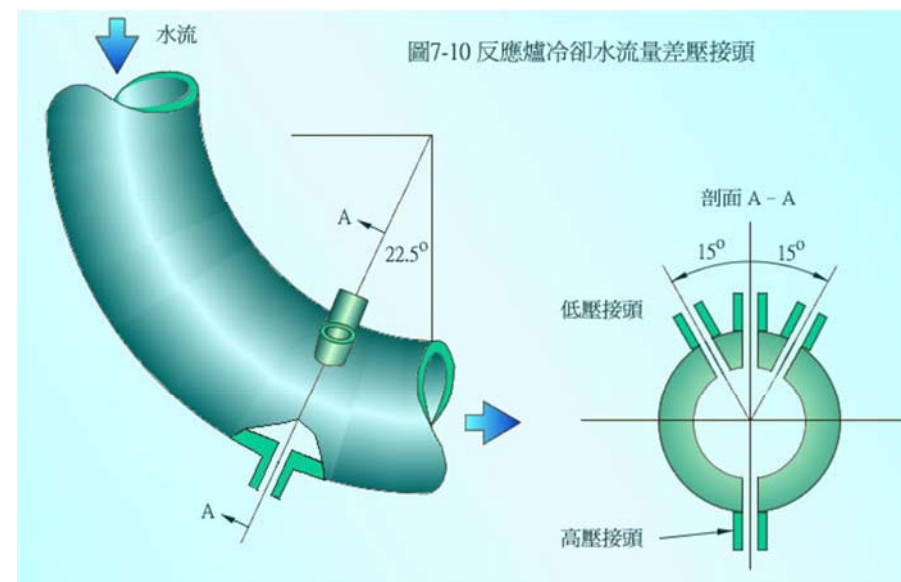


#### 四、管路

- RCS包括三個相同的獨立迴路
- 每個迴路包括內徑為29吋熱端管路和內徑為27.5吋的冷端管路，介於蒸汽產生器和RCP入口間的跨管，為減低RCP入口處的壓力降，並改善入口處的流體特性，其內徑增至31吋。

1. 除下列管路外，其餘的輔助系統與冷卻水迴路連接的管路均高於冷卻水迴路的水平中心線：
  - (1) 餘熱移除泵（RHR Pump）入口管路，係由水平中心線呈 $45^\circ$ 向下，以確保當反應爐冷卻水迴路的水位降低時，仍能連續運轉餘熱移除系統。

- (2) 迴路洩水管路及燃料換填或臨時使用的水位測量接頭。
- (3) 接於水平中心線的調壓槽調節管路。
- (4) 接於熱端管路水平中心線的安全注水管路。
- (5) 接於熱端管路的三個測溫井，其中有兩個低於水平中心線。
- (6) 位於蒸汽產生器下游 $90^\circ$ 肘管處，測量冷卻水流量用的差壓接頭（圖7-10）



## 2. 伸入反應爐冷卻水迴路的穿越管路:

- (1) 調壓槽噴水連接管路，以杓狀（Scoop）伸入冷端管路（圖7-11）。
- (2) 爐水取樣管路（圖7-12）。
- (3) 裝於熱端管路測溫井之窄幅（Narrow Range）電阻溫度探測器，以杓狀伸入熱端管路（圖7-13）。
- (4) 裝於測溫井之寬幅（Wide Range）及冷端窄幅電阻溫度探測器（圖7-14）。

圖7-11 PZR噴水管路以杓狀伸入冷端迴路管

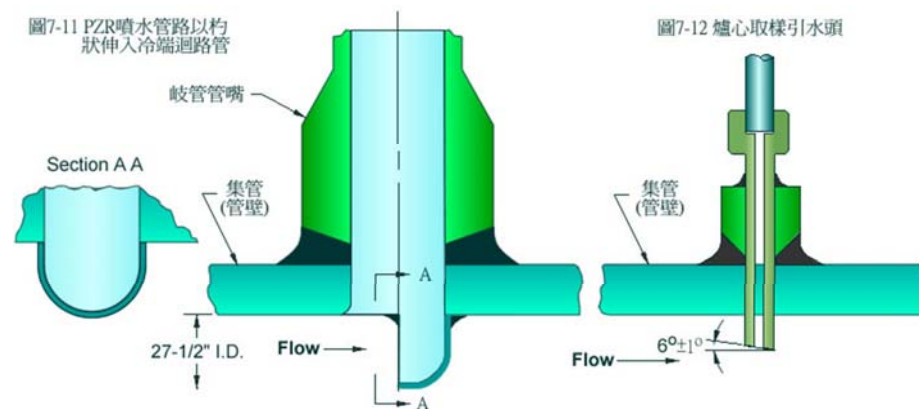


圖7-12 爐水取樣引水頭

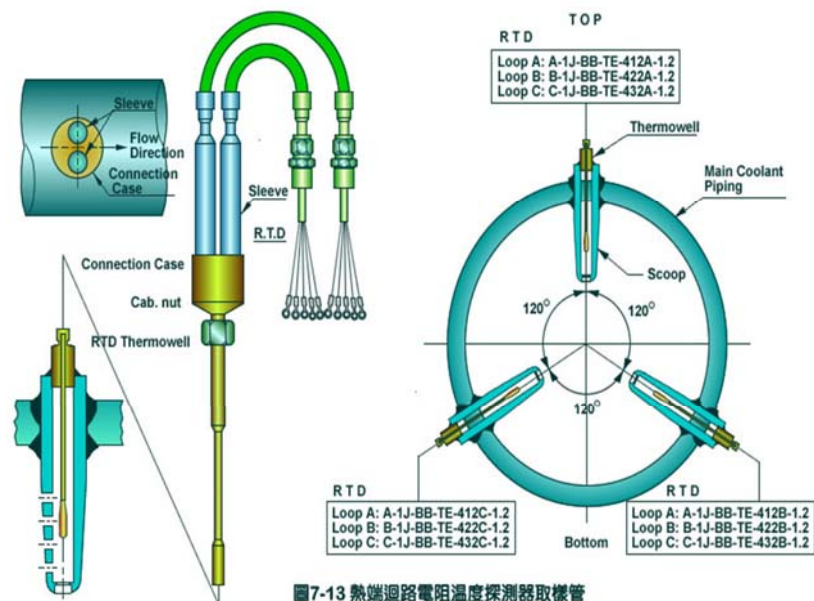
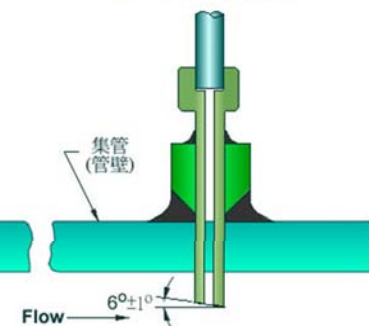


圖7-13 熱端迴路電阻溫度探測器取樣管

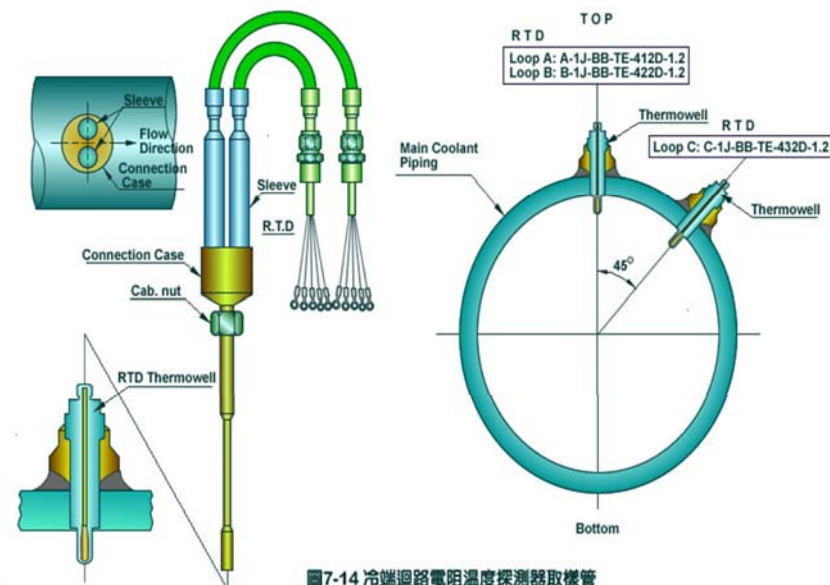


圖7-14 冷端迴路電阻溫度探測器取樣管

### 3. 主要穿越管路 (圖7-1)

- (1) 14吋的調壓槽調節管路接於二號迴路的熱端。
- (2) 12吋的安全注水蓄壓槽管路接於各迴路的冷端。
- (3) 6吋的熱端安全注水管路 (事故後再循環階段使用)，接於各迴路之熱端。

- (4) 4吋的調壓槽噴水管路接於一號和二號迴路RCP出口之冷端管路。
- (5) 3吋的後備和正常充水管路分別接於一號和二號迴路之冷端。
- (6) 各迴路都有洩水管路接到反應爐冷卻水洩水槽 (RCDT) 的出口管路上。

(圖7-1)

- (7) 3吋的正常引水和1吋的額外引水分別接於一號和三號迴路的跨管。
- (8) 6吋的冷端安全注水管路接於每一迴路冷端。
- (9) 爐水取樣管路接於二號和三號迴路之熱端。
- (10) 12吋餘熱移除泵入口管路接於一號和三號迴路的熱端。

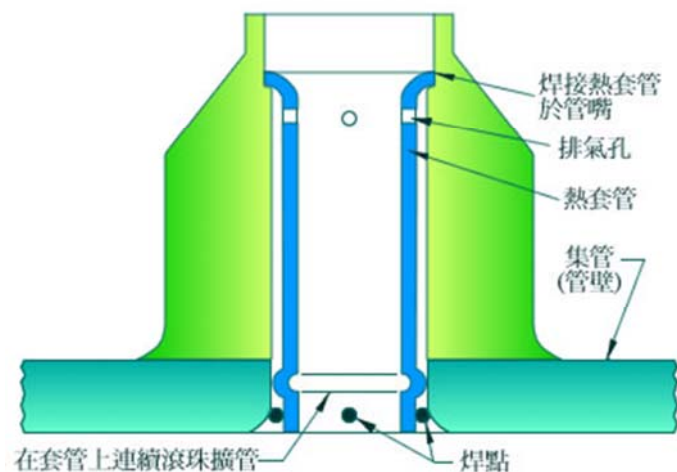
(圖7-1)

### 4. 裝有熱套管的穿越道路 (圖7-15)

- (1) 來自CVCS的充水管路與冷卻水迴路之接頭處。
- (2) 調壓槽調節管路的兩端。
- (3) 調壓槽噴水管路與調壓槽之接頭處。
- (4) 安全注水蓄壓槽與各迴路之接頭。



圖7-15 熱套管之剖面圖



## 肆、控制

- 一、溫度部份
- 二、壓力部份
- 三、水位部份

### 一、溫度部份

- 1. 窄幅電阻溫度探測器 (R.T.D.)
- 2. 寬幅電阻溫度探測器 (R.T.D.)
- 3. 反應爐冷卻水迴路溫差與平均溫度。
- 4. 溫度警報與指示

### 1. 窄幅電阻溫度探測器

#### (1) 功用

提供反應爐冷卻水迴路的 $T_{avg}[(T_H+T_C)/2]$   
 $\Delta T (=T_H-T_C)$  信號，作為溫度指示和反應爐控制與保護信號。

## (2) 說明

- ①每一RCS迴路之熱端有三個相隔120°之測溫井，伸入熱端管路中（圖7-13），每個測溫井內有二個電阻溫度探測器(RTD)，一個置於使用，一個置於備用。
- ②將每一迴路熱端的三個電阻溫度探測器之值平均，而得到具有代表該迴路的熱端溫度（ $T_{\text{hot/avg}}$ ）。

- ③每一RCS迴路之冷端有一個測溫井，裝於靠近RCP之出口管路上，該測溫井（圖7-14）內有二個電阻溫度探測器，一個置於使用，以偵測冷端溫度（ $T_{\text{cold}}$ ），一個置於備用。
- ④採用測溫井設計之目的主要是為降低RCS洩漏的可能性。
- ⑤電阻溫度探測器係利用白金為測量材料，其準確度為0.2°F。

## 2. 寬幅電阻溫度探測器

### (1) 功用

- ① 正常功率運轉時，提供一多重溫度指示。
- ② 其溫度指示範圍從0~375°C，當暫態變化、暖爐（Heat Up）和冷爐（Cool Down）時可提供廣泛的溫度指示。

### (2) 說明（圖7-16）

- ① 寬幅電阻溫度探測器感測元件直接安裝於測溫井中，其作用係保護溫度感測元件，且降低冷卻水洩漏的可能性。

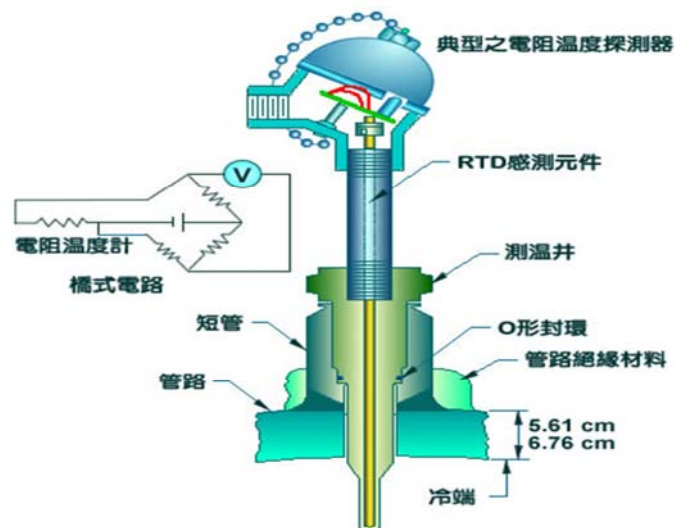


圖7-16 寬幅電阻溫度探測器

各冷卻水迴路的平均溫度 $T_{avg}$ 傳送信號到下列保護裝置：

- ①  $OP\Delta T_{SP}$ 跳脫設定點
- ②  $OT\Delta T_{SP}$ 跳脫設定點
- ③ 低 $T_{avg}$  (Low  $T_{avg}$ )  $295.6^{\circ}\text{C}$
- ④ 過低 $T_{avg}$  (Low-Low  $T_{avg}$ )  $287.8^{\circ}\text{C}$

### ① $OP\Delta T_{SP}$ 跳脫設定點

- 本保護裝置之作用為保護爐心，避免單位長度的燃料棒產生過量的功率。
- $OP\Delta T$ 反應爐跳脫裝置的目的為確保燃料的完整性，在可能的超額定功率情況下不致發生燃料熔化，限制 $OT\Delta T$ 需要的保護範圍，作為高中子通量反應爐跳脫的後備保護。

- $OP\Delta T$ 跳脫設定點的計算公式：

$$OP\Delta T_{SP} = \Delta T_0 \left\{ K_4 - K_5 \left( \frac{\tau_3 s}{1 + \tau_3 s} \right) \left( \frac{1}{1 + \tau_4 s} \right) T - K_6 \left[ T \left( \frac{1}{1 + \tau_4 s} \right) - T' \right] - f_2(\Delta\Phi) \right\}$$

- 式中

$\Delta T_0 = 100\%$ 額定功率下之 $\Delta T = 35^{\circ}\text{C}$

$K_4 \leq 1.092$ ，正常跳脫設定點 $109.2\%$

$K_5 \geq 3.6\%/^{\circ}\text{C}$ ，當 $T_{avg}$ 正在升高時  
( $T_{avg}$ 正在降低時， $K_5 = 0$ )

$T$  = 由各冷卻水迴路量得之 $T_{avg}$ 值。

$K_6$  = 常數

當 $T_{avg} > 308.8^{\circ}\text{C}$ 時， $K_6 \geq 0.0014/^{\circ}\text{C}$

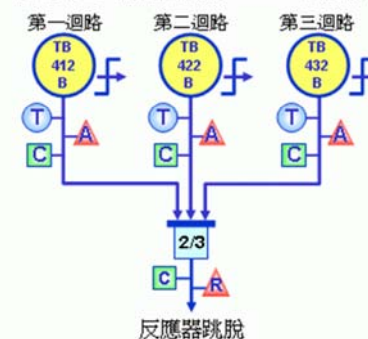
當 $T_{avg} \leq 308.8^{\circ}\text{C}$ 時， $K_6 = 0$ 。

$T' = 308.8^{\circ}\text{C}$

$f_2(\Delta\Phi) = 0$ ，功率階游離腔量得之爐心頂部和底部之指示功率差。

- 運轉中，若Tavg高於額定值或正增加時， $OP\Delta T_{SP}$ 設定點將是109.2%減去兩個修正因數，對於各種 $\Delta\Phi$ ， $f_2(\Delta\Phi)$ 永為零，故 $OP\Delta T_{SP}$ 之設定點不能高於109.2%。
- C-4控制連鎖：三選二邏輯，三個迴路的 $\Delta T$ 信號，其中二迴路的 $\Delta T$ 升高到低於 $OP\Delta T_{SP}$ 反應爐跳脫設定點3%時動作，使汽機回退（Runback）和阻棒抽出（圖7-17）。

過功率 $\Delta T$ 反應爐跳脫(Lead/Lag補償)



過功率 $\Delta T$ 阻棒和汽機回退(Lead/Lag補償)

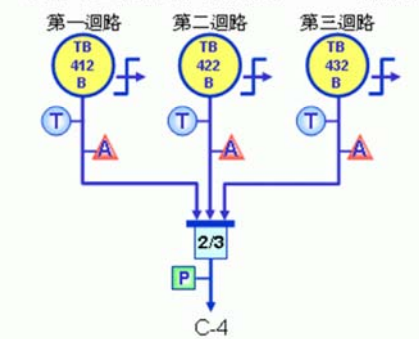


圖7-17 過功率 $\Delta T$ 反應爐跳脫及自動和手動阻棒抽出、汽機回退

## ② $OT\Delta T_{SP}$ 跳脫設定點

- 本保護裝置之作用係保護爐心，避免反應爐爐心達沸騰點（DNB）。
- 下列四個參數影響爐心達沸騰點：
  - ↑(a) 冷卻水平均溫度（Tavg）
  - ↓(b) 冷卻水壓力
  - ↑(c) 爐心功率(軸向功率分佈)
  - ↓(d) 冷卻水流量

- $OT\Delta T_{SP}$ 跳脫設定點的計算公式：

$$OT\Delta T_{SP} = \Delta T_0 \left\{ K_1 - K_2 \left( \frac{1 + \tau_1 s}{1 + \tau_2 s} \right) \left[ \left( \frac{1}{1 + \tau_4 s} \right) T - 308.8 \right] + K_3 (P - 157.1) - f_1(\Delta\Phi) \right\}$$

- 式中

$\Delta T_0 = 100\%$ 額定功率下的 $\Delta T = 35^\circ\text{C}$

$K_1 \leq 1.378$ ，正常跳脫設定點137.8%

$K_2 \geq 0.04086/^\circ\text{C}$  (常數)

$T =$  各冷卻水迴路量得之 $T_{avg}$

$K_3 = 0.02275/\text{kg}/\text{cm}^2$  (常數)

$P =$  量得的調壓槽壓力

$f_1(\Delta\Phi) =$  爐心頂部和底部中子通量差的函數(參閱 T.S表3.3.1-1)



- OT $\Delta$ T設定點以 $\Delta$ T為單位，運轉中若Tavg高於程式設定溫度（圖7-19），或壓力降低，或 $\Delta\Phi$ 超出正常運轉值時，OT $\Delta$ T<sub>SP</sub>設定點將自動降低，於是當三個變數趨近於DNB時，OT $\Delta$ T<sub>SP</sub>設定點將成為更保守，相反地，當Tavg降低或壓力高於額定值157.2 kg/cm<sup>2</sup>時OT $\Delta$ T<sub>SP</sub>設定點將自動增加。

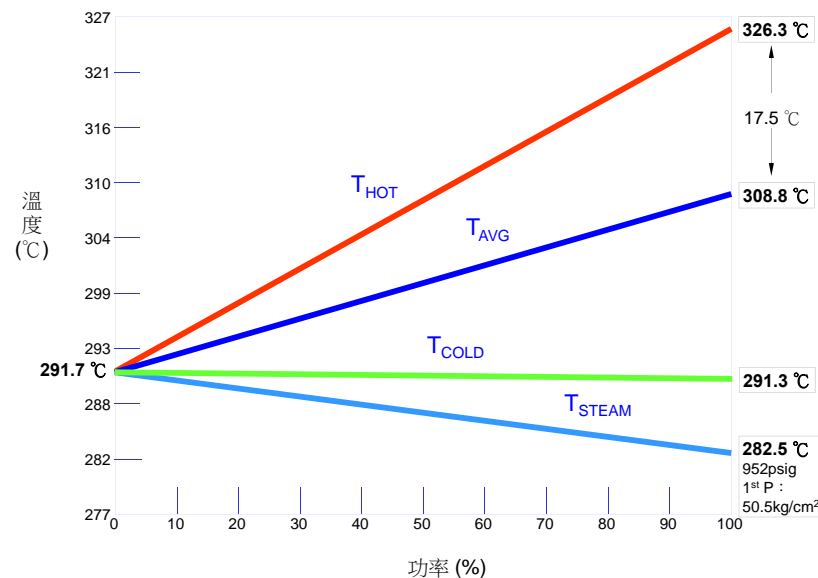


圖7-19 反應爐溫度控制程式

- C-3控制連鎖：三選二邏輯，為反應爐爐心之多重保護，當其中二個迴路的 $\Delta$ T升高到低於OT $\Delta$ T反應爐跳脫設定點3%時，OT $\Delta$ T線路使保護裝置動作，引起汽機回退及阻棒抽出，其目的在防止反應爐即將發生跳脫，因為引起OT $\Delta$ T跳脫保護的幾種情況係緩慢暫態，故仍有足夠的時間讓汽機降載使反應爐恢復安全情況。

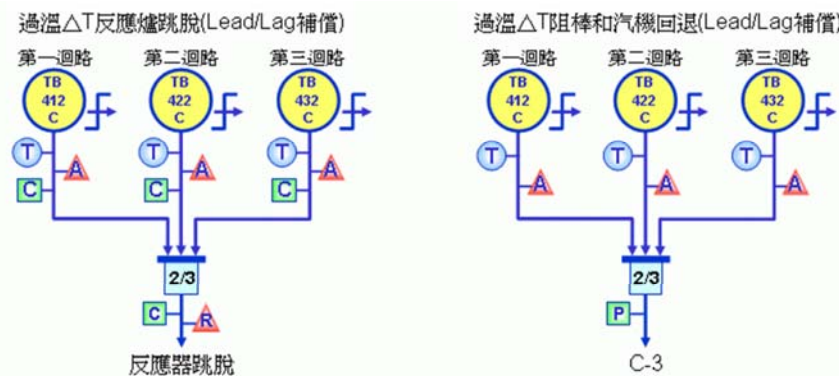


圖7-18 過溫 $\Delta$ T反應爐跳脫及自動和手動阻棒抽出、汽機回退

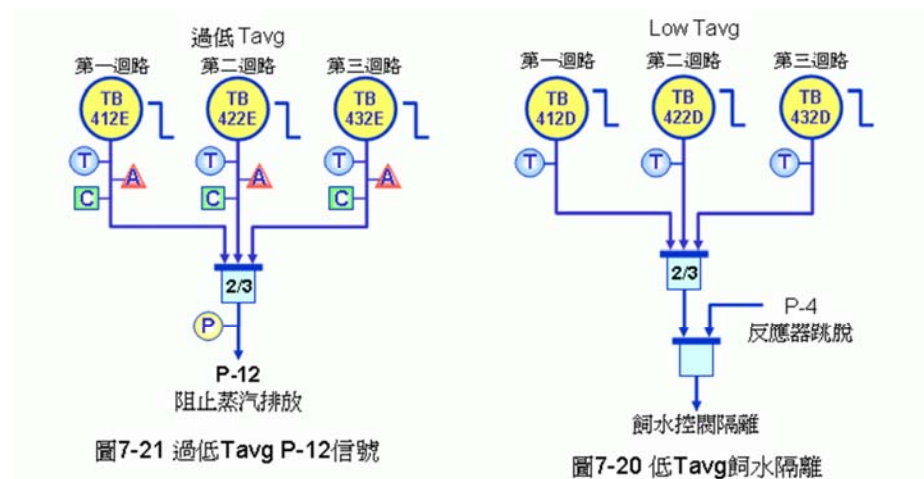
- 汽機回退時，汽機控制系統的平均降載率為10%/分，以133%/分的降載率經2.3秒的降載，間隔27.7秒，維持此負載後再進行另一次的汽機回退。

### ③ 低Tavg (Low Tavg) (圖7-20)

- 三選二邏輯，當反應爐跳脫後，Tavg降到295.6℃設定點時引起飼水系統飼水主控制閥隔離，其目的為防止反應爐冷卻水過份冷卻。

### ④ 過低Tavg (Low-Low Tavg) (圖7-21)

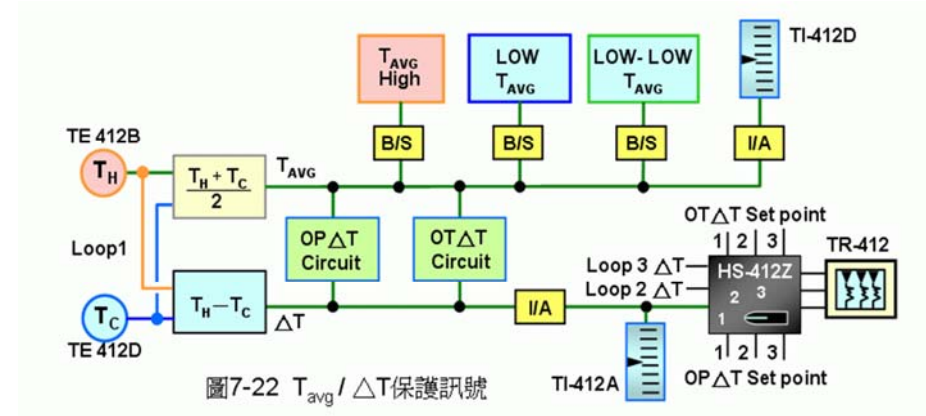
- P-12允許信號：三選二邏輯，當Tavg降到287.8℃設定點時，閉鎖蒸汽排放系統 (Steam Dump System) 的信號動作，阻止蒸汽排放閥繼續開啟。



$$(3) \Delta T = T_h - T_c$$

- 各冷卻水迴路的溫差 ( $\Delta T = T_h - T_c$ ) 信號，傳送到下列保護裝置：（圖7-22）

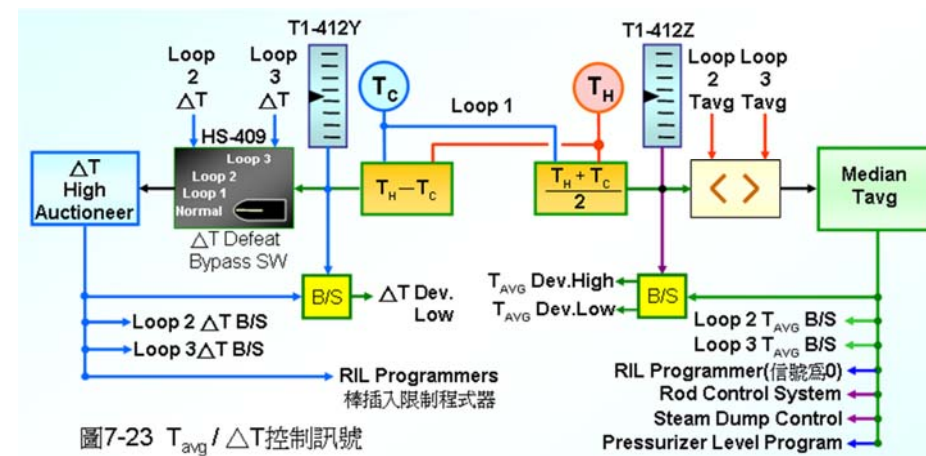
- ① OP $\Delta T$ 跳脫設定點
- ② OT $\Delta T$ 跳脫設定點



#### (4) 中值 Tavg(Median Tavg)

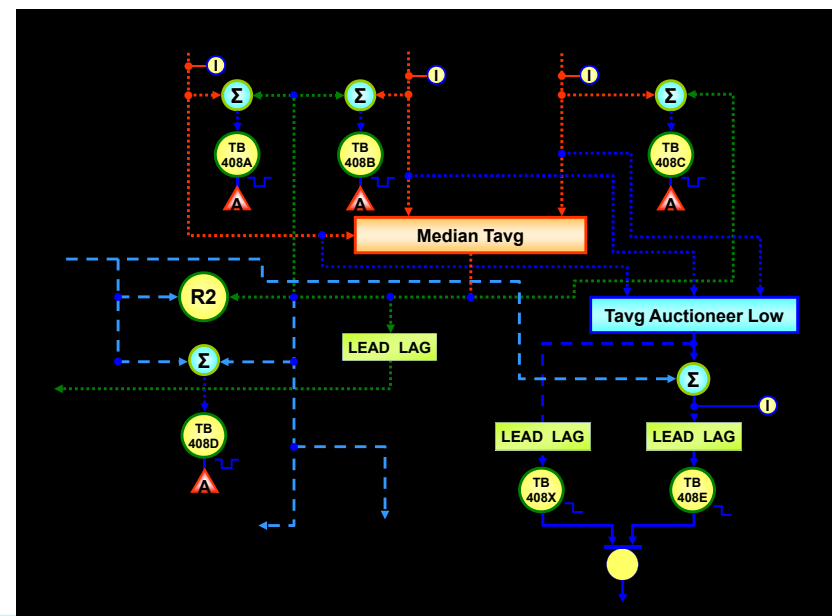
- 來自三個迴路的個別Tavg信號，取中值Tavg，其信號傳送到下列三個控制系統（圖7-23）及控制棒插入限值計算系統(RIL):

- ① 控制棒控制系統
- ② 蒸汽排放控制系統
- ③ 調壓槽水位控制系統



### (5) Auctioneer Low Tavg

- 來自三個迴路的個別Tavg信號，取其中之最低值Tavg，其信號傳送到下列控制連鎖：  
C-16：當最低值Tavg低於Tref達11°C或Tavg在289.4°C以下時，禁止汽機自動加載（圖7-24）。



### (6) Auctioneer High $\Delta T$

- 來自三個迴路的個別 $\Delta T$ 信號，取其中之最高值 $\Delta T$ ，其信號傳送到控制棒插入限值計算系統（圖7-23）

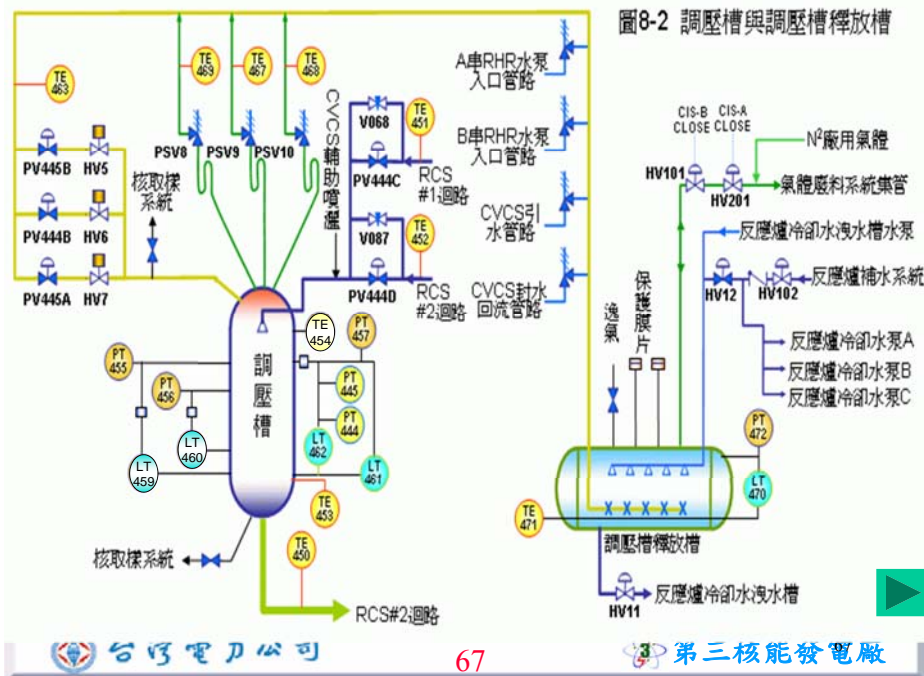
## 二、壓力控制系統

- 包括加熱器、噴灑閥、動力釋壓閥、安全閥
- 加熱器:總容量為 1396KW，分成五組
  - 備用組:A、B、D和E組只能全部同時使用或停止，總額定容量為1020KW
  - 控制組:C組之額定容量為376KW，其輸出依調壓槽壓力成比例變化



- 兩個噴灑閥PV-444C和PV-444D，分別接於一號和二號冷卻水迴路的冷端
- 每一噴灑閥有一手動旁通閥，當正常運轉，噴灑閥全關時，保持0.13L/S的冷卻水經旁通閥流經噴水管路。目的為使調壓槽和冷卻水迴路的硼液濃度隨時保持平衡，防止噴灑管路和調節管路發生過份冷卻，避免下次開啟噴灑閥時，使噴嘴發生熱應力和熱震現象

- 三個動力釋壓閥係PV-445B、PV-444B和PV-445A
- 每一只閥在 $164.2\text{Kg/cm}^2$ 釋放壓力下的容量為 $0.25\text{Mkg/hr}$ 。
- 若動力釋壓閥發生洩漏時，操作員可藉上游的電動隔離閥將此迴路隔離



- 三個自激式彈簧負荷安全閥，每一只閥在 $174.7\text{Kg/cm}^2$ 釋放壓力下的容量為 $0.45\text{Mkg/hr}$
- 其目的為確保冷卻水系統壓力不致超過安全限值，以保護反應爐冷卻水系統之完整性

## 壓力傳送器：

1. PT-455、PT-456、PT-457，三個調壓槽壓力傳送器提供信號到下列裝置：
  - (1) 控制室個別壓力指示儀表
  - (2) 低壓力反應爐跳脫（三選二邏輯） 136.8 kg/cm<sup>2</sup>
  - (3) 反應爐控制與保護系統（OT△T，反應爐跳脫以及C-3）

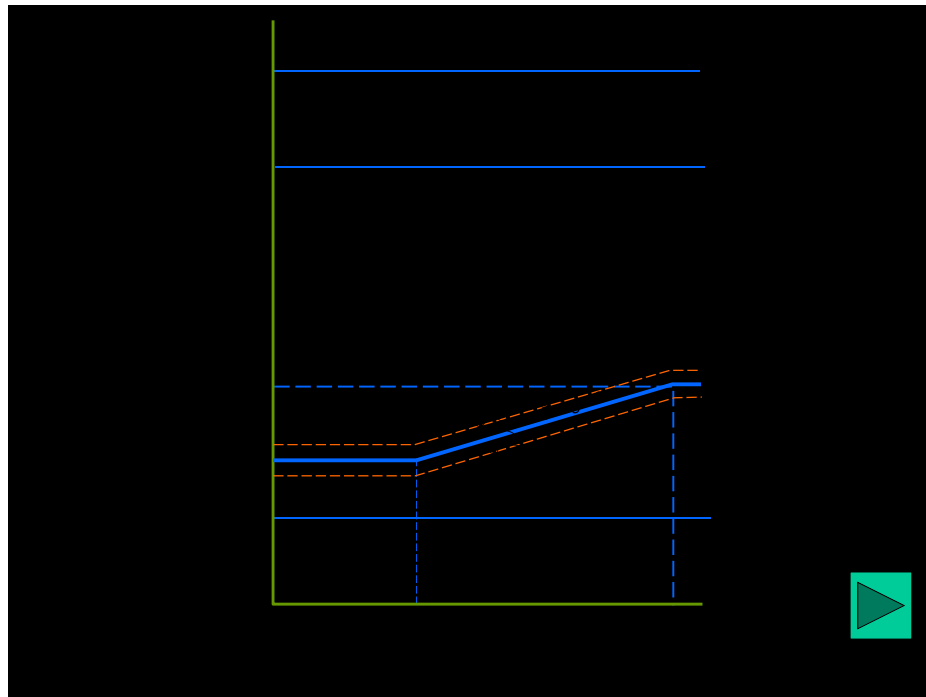
- (4) 高壓力反應爐跳脫（三選二邏輯） 167.7 kg/cm<sup>2</sup>
- (5) 機組起動時，提供低壓力（三選二邏輯）大於140.6 kg/cm<sup>2</sup>信號，安全注水信號自動復歸。
- (6) 提供低壓力（三選二邏輯） 129.7 kg/cm<sup>2</sup>信號，安全注水系統動作。

2. PT-444/445/455之中值信號提供高/低壓力警報，當高壓力時開啟動力釋壓閥PCV-445A和PCV-445B。該中值信號亦送至PID控制器，該PID控制器的輸出信號控制調壓槽備用及控制組加熱器，噴水控制閥（PV-444C和PV-444D）和動力釋壓閥PCV-444B。

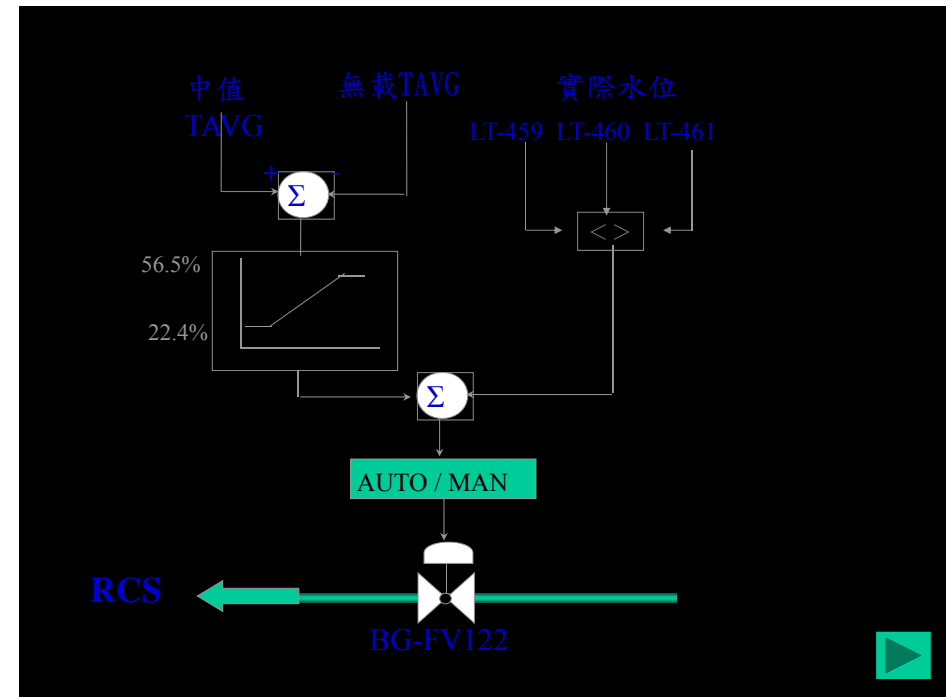
3. PT-403、PT-402，係一號和三號冷卻水迴路熱端的二個寬幅壓力傳送器，提供全運轉範圍反應爐冷卻水壓力的記錄和指示，當機組起動或停機期間，操作員可參考本儀錶，以手動控制加熱器和噴水閥以及調整引水到CVCS；本傳送器亦提供RHR系統的迴路進口隔離閥之允許信號。

### 三、水位部份

1. LT-459、LT-460、LT-461係調壓槽水位傳送器。
  - (1)提供反應爐控制與保護系統及爐水控制系統的控制信號，每一傳送器分別提供信號到控制室水位指示計，當其中兩個傳送器達92%高水位時，反應爐跳脫。
  - (2)調壓槽水位傳送器的中間值信號，顯示於控制盤上的水位記錄器，記錄器亦同時顯示調壓槽的程式水位。



- (3)中間值Tavg與無載Tavg值比較後的差額信號送到程式水位控制器，來設定調壓槽的程式水位。  
故調壓槽的程式水位將依冷卻水中值Tavg而改變，而中值Tavg則隨反應爐功率而改變，故低功率時調壓槽內水的容積將較高功率時少。



## 伍、運轉注意事項

### 一、反應爐冷卻水泵

- 1.當RCP停止時，其軸封注水仍須繼續供應，假如喪失軸封注水，且反應爐爐水溫度大於 $65^{\circ}\text{C}$ 時，則CCW必須供應到熱屏蔽熱交換器。
- 2.當反應爐爐水溫度大於 $65^{\circ}\text{C}$ 時，必須確認後備電源處於可用情況，以確保當一次電源中斷後，CCW和軸封注水仍能繼續供應到RCP。

2. LT-462，係第四個獨立的調壓槽水位傳送器，且經低溫校正，當反應爐起動、停機和燃料更換時提供水位指示之用。
3. LT-470，係調壓槽釋放槽水位傳送器，提供控制室調壓槽釋放槽水位指示與高、低水位警報。

3. VCT的壓力必須維持在 $1.06 \sim 1.27 \text{ kg/cm}^2$ 以提供一有效背壓作用於一號軸封封環。
4. RCP軸封注水的水溫不能超過 $54^{\circ}\text{C}$ 且軸封注水流量必須維持在 $0.5\text{L/S}$ 和 $0.8\text{L/S}$ 之間。

5. 當失去馬達軸承油冷卻器的冷卻水時，RCP仍允許繼續運轉直到上或下軸承溫度升到 $85^{\circ}\text{C}$ 。
6. 當所有RCP皆已停掉且冷卻水已藉RHR熱交換器冷卻時，冷卻水系統可能發生不均勻的溫度分佈，除非調壓槽內有汽泡存在否則不能試圖起動RCP。



二、下列情況出現時，必須停止RCP(SOP321.1)：

- ① 高振動 (AOP-526.1) 。
- ② 馬達軸承溫度大於85℃ 。
- ③ 喪失封水，且CCW至其熱屏蔽的冷卻水溫度大於40.5℃ 時。
- ④ 一號封環的差壓小於14 kg/cm<sup>2</sup> 。
- ⑤ 一號封環封水洩漏量小於0.013 L/sec 。
- ⑥ 馬達線圈溫度大於155℃ 。

三、與一號軸封有關的注意事項：

- 1. 當一號封環洩漏流量大於0.3L/s時，關閉一號軸封洩漏管路隔離閥。
- 2. 充水和逸氣期間，若VCT壓力可能大於RCS壓力時，應保持一號軸封洩漏管路隔離。
- 3. 充水和逸氣期間，軸封注水管路必須保持正壓和適當的流量。

四、RCP設計上不提供“起動--停止”運轉，為防止其馬達線圈燒毀，起動運轉應注意以下各項(SOP321.1)：

- (a)一次只能起動一台RCP。
- (b)允許連續起動二次，但第二次起動要等馬達全停不轉後，才可以起動。若第二次起動馬達轉動20分鐘以後停下來時，則可做第三次起動。否則應等泵停止45分鐘後，才可以再起動RCP。
- (c)在二小時內RCP起動勿超過三次，若已經在二小時以內起動了三次，應等RCP停轉一小時以後，才可做第四次起動。

(d).RCP的頂舉油泵起動2分鐘，油壓達42 kg/cm<sup>2</sup>以後RCP才可以起動，起動前，需觀察頂舉油泵指示燈，確信頂舉油泵運轉中且油壓正常。

(e)RCP起動以後頂舉油泵應至少繼續運轉1分鐘以上。

## 自我評估(一)

1.測量反應爐冷卻水流量用的差壓接頭接於何處?

答:蒸汽產生器下游90°肘管處

2.調壓槽噴水管路由那兩個迴路之RCP出口冷端管路接出?

答:一號和二號迴路

3.正常引水由何一RCS迴路的跨管引出?

答:一號迴路

## 自我評估(二)

4.來自三個迴路的個別Tavg信號，取中值Tavg後，其信號傳送到那三個控制系統?

答:① 控制棒控制系統

② 蒸汽排放控制系統

③ 調壓槽水位控制系統

## 自我評估(三)

5.每一調壓槽噴灑閥有一手動旁通閥，當正常運轉，噴灑閥全關時，旁通閥保持0.13L/S的冷卻水流經噴水管路，目的為?

答:

(1)使調壓槽和冷卻水迴路的硼液濃度隨時保持平衡

(2)防止噴灑管路和調節管路發生過份冷卻，避免下次開啟噴灑閥時，使噴嘴發生熱應力和熱震現象

圖7-1 反應爐冷卻水系統

