

# 課程內容

- 系統功能
- 系統說明

## 反應爐水補充系統

2015/10/14

壓水式反應器訓練教材

1

2015/10/14

壓水式反應器訓練教材

2

### 系統功能：

- 供給純水或硼酸水至反應爐冷卻水系統，用來控制反應度，或作充水之用。
- 提供4% (7000ppm)濃度硼酸溶液到：
  - 反應爐冷卻水系統 (RCS)。
  - 燃料更換水儲存槽 (RWST)。
  - 硼回收系統 (BRS)。
- 加化學劑入反應爐冷卻水系統：
  - 大修起機前加聯胺—除氧。
  - 停機時加氫氧化鋰—提升pH值。
  - 大修第二天加雙氧水—除鈷 ( $H_2O_2$ )。

### 三個次子系統

- [反應爐水補充系統](#)：供給除礦和除氧補充水到CVCS, SIS, RCS。
- [硼酸儲存與傳送系統](#)：貯存4%濃度的硼酸溶液，用來控制反應度。硼酸溶液藉由補水控制系統，經硼酸傳送泵供給到各系統。另外，化學劑混合槽作為化學添加之用。
- [補水控制系統](#)：供給自動控制，設定與計數硼酸溶液和一次水之補充量，此系統自動供給混合硼酸溶液的需求量至不同的一次水系統。

2015/10/14

壓水式反應器訓練教材

4

## 反應爐水補充系統：

補充水儲存槽的水源：

1. 除礦水經真空除氣後之除氧水。
2. 硼回收蒸發器冷凝回收水(BRS)。
3. 液體廢料系統偵檢槽(LRS Monitor Tank)。

供給至下列系統，包括：

1. 反應爐冷卻水泵#3軸封注水。
2. 化學與容積控制系統。
3. 硼酸混拌槽(Batching tank)。
4. 硼酸注入調節槽(BIST)。
5. 液體廢料系統排放集管。

5

## 反應爐水補充儲存槽：

- ◆ 容量:473125公升(125,000)加侖。
- ◆ 槽頂裝置一橡膠膜片與水面保持接觸以保持水中溶氧，膜片上方直通大氣。
- ◆ 水位開關兼指示(LIS-2)提供：
  - 高低水位警報及高水位信號去關閉補水進口閥HV-10
  - 低低水位警報及停止傳送泵以保護泵。
- ◆ 水位開關(LS-11)：
  - 提供高水位警報。
- ◆ 水位開關(LS-12)：
  - 提供低水位警報。

2015/10/14

壓水式反應器訓練教材

6

## 補充水傳送泵：

- ◆ 二台補充水傳送泵(BL-N-P038/BL-N-P039)為水平離心式，設計揚程67M下，泵的出水量為757 L/min。
- ◆ 20hp, 3600 rpm, 460V, 3相, 60赫茲電動馬達驅動。

2015/10/14

壓水式反應器訓練教材

7

## 硼酸儲存與傳送系統：

- ◆ 硼酸是一種溶解性均質的中子毒素，幫助控制棒和可燃耗毒素，在臨界時維持爐內反應度的平衡。
- ◆ 4%的硼酸溶液供給到下列系統：
  1. 爐水控制系統(CVCS)。
  2. 燃料更換水儲存槽(RWST)。
  3. 硼回收滯留槽(BRS)。
- ◆ 硼酸來源：
  1. 硼酸混拌槽(Boric acid batching tank)。
  2. 硼回收系統(Boron recycle system)。

8

## 硼酸儲存槽:

- ◆ 兩座硼酸槽，容量各為71915公升（19000加侖）儲存4%的硼酸液。槽頂部有一橡膠隔膜浮置液面，防止空氣和硼酸混合。隔膜上方通大氣，槽附有電氣加溫設備，且溫度要高於18.3°C以防止硼酸結晶。
- ◆ 水位計LI-106、LI-161、LI-108、LI-163裝置於JP005盤，指示兩硼酸槽水位，並有三段警報指示。
  - 第一段:高或低水位，提供是否需要補水之警示。
  - 第二段:低-低水位，將違反運轉規範規定之限值。
  - 第三段:槽空，同時跳脫硼酸傳送泵及關閉出口閥。

2015/10/14

壓水式反應器訓練教材

9

## 硼酸傳送泵

- ◆ 正常運轉時為一台為後備(manual模式)，另台置auto，依反應爐補水控制系統之補水信號而自動起動，以提供硼酸溶液至充水泵的入口集管。
- ◆ 傳送泵於手動或自動起動後，除正常的供給硼酸溶液至充水泵入口集管外，亦從泵的出口走最小流量流至相關的硼酸槽(泵A流回槽A，泵B流回槽B)。

2015/10/14

壓水式反應器訓練教材

10

## 硼酸混拌槽(Batching Tank):

- ◆ 容量1514公升（400加侖），利用水調合硼酸的結晶體成硼酸溶液，補充到硼酸槽。為幫助結晶狀的硼酸溶解，槽中備有蒸汽管用來加熱提升水溫。
- ◆ 其加熱能力為八十分鐘內，可使槽內溶液溫度由32°C上升到74°C，使用輔助蒸汽系統的蒸汽，以TV-100自動控制水溫。

2015/10/14

壓水式反應器訓練教材

11

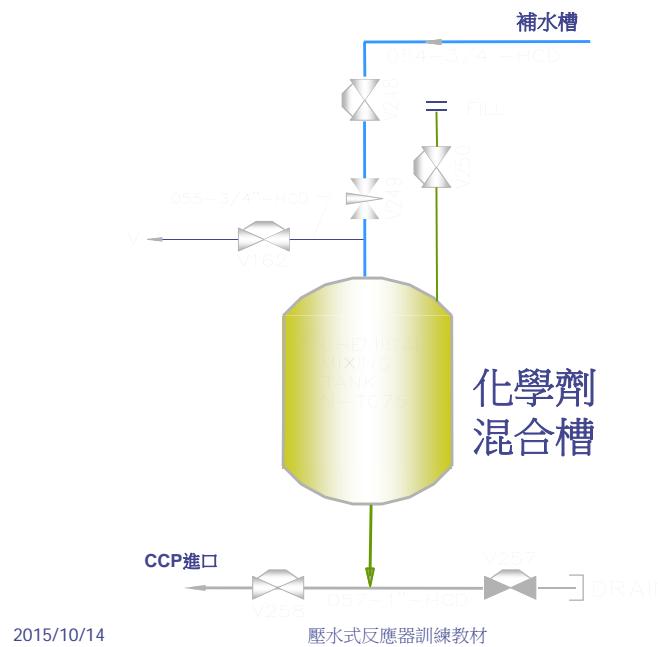
## 化學劑加入系統

- ◆ 本系統主要為一個化學劑混合槽，連接供水、調節閥、化學劑補充、逸氣、洩放等管路，供給至充水泵的入口。
- ◆ 化學劑混合槽的容量為5加侖，其容量設計須能注入35%的聯氨溶液，提供10ppm的濃度於反應爐冷卻水系統以利除氧。
- ◆ 由閥BG-V249調節補進混合槽的流量率。

2015/10/14

壓水式反應器訓練教材

12



## 反應爐水補充系統：

◆ 包括自動控制器和閥、泵，能自動補水到：

1. 爐水控制系統(CVCS)
2. 燃料更換水儲存槽(RWST)
3. 硼回收系統。

◆ 選擇開關(BG-HS71)位於控制盤(JP001)提供五種可供選擇的「遙控補水模式」：

1. 自動模式(AUTO)
2. 稀釋模式(Dilute)
3. 後備稀釋模式(Alternate Dilute)
4. 加硼模式(Borate)
5. 手動模式(Manual)

2015/10/14 壓水式反應器訓練教材

14

## 補水運轉模式：

### 1. 自動模式 (Automatic mode) :

正常運轉中，因容積控制槽低水位信號(20%)，依預先設定之濃度，自動補充硼酸溶液進入充水泵的入口集管，以維持VCT水位，當VCT水位提升至40%時，自動停止補水。

### 2. 稀釋模式 (Dilute mode) :

由操作員操作，補充純水經容積控制槽噴嘴進入槽內，降低反應爐冷卻水系統的硼液濃度。

### 3. 後備稀釋模式 (Alternate Dilution Mode) :

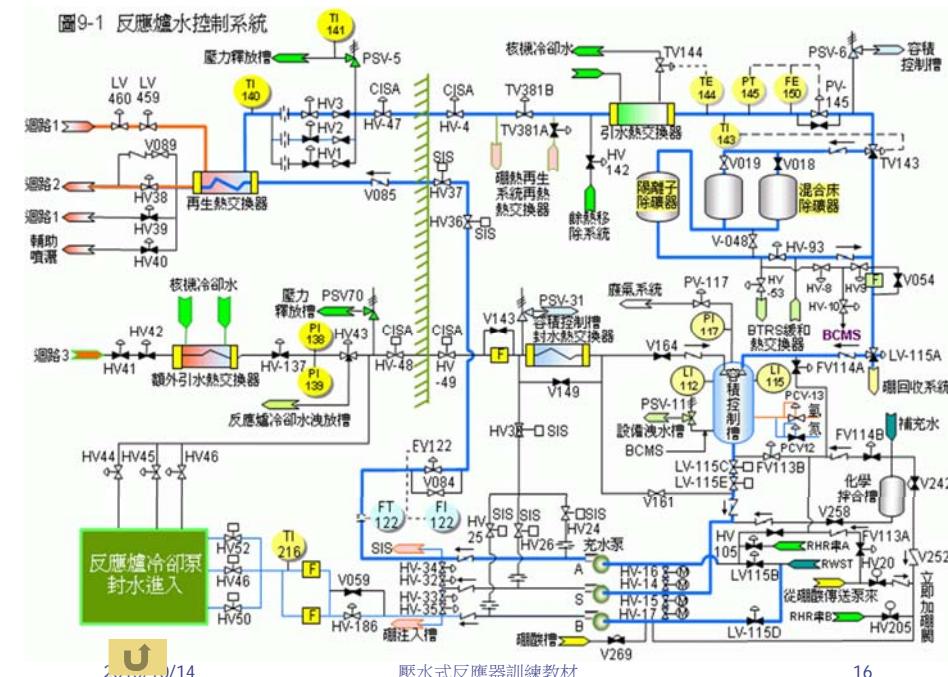
由操作員操作，將純水直接注入到充水泵的入口集管和容積控制槽，快速降低反應爐冷卻水系統的硼液濃度。

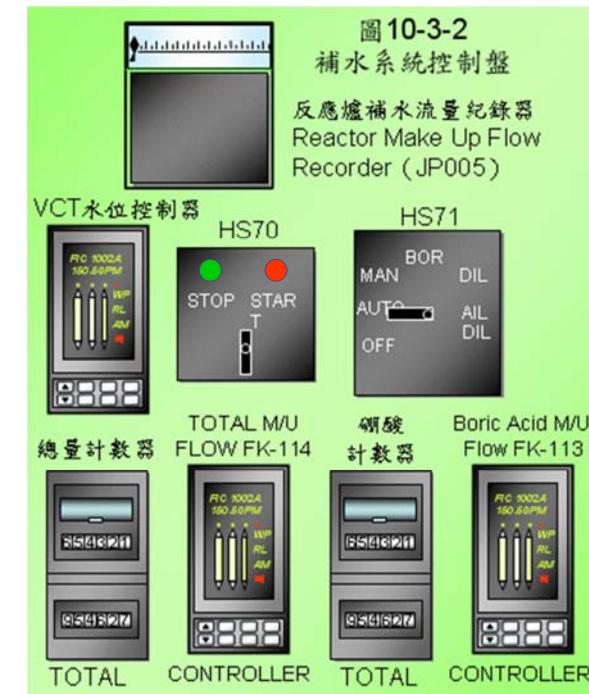
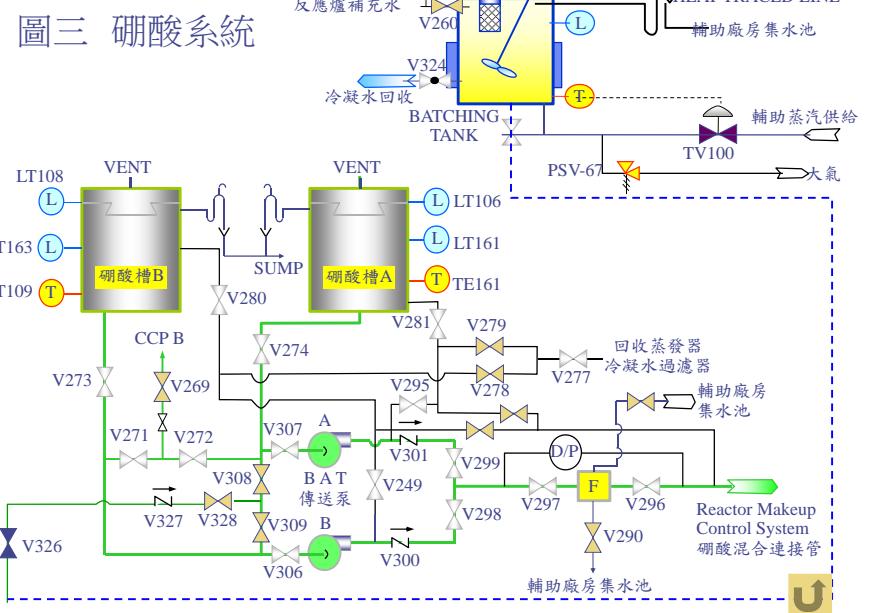
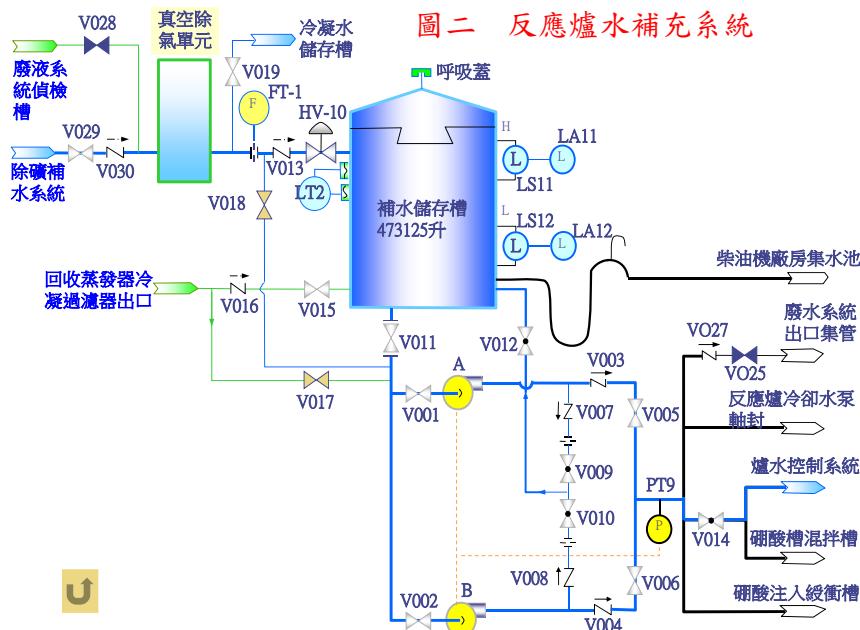
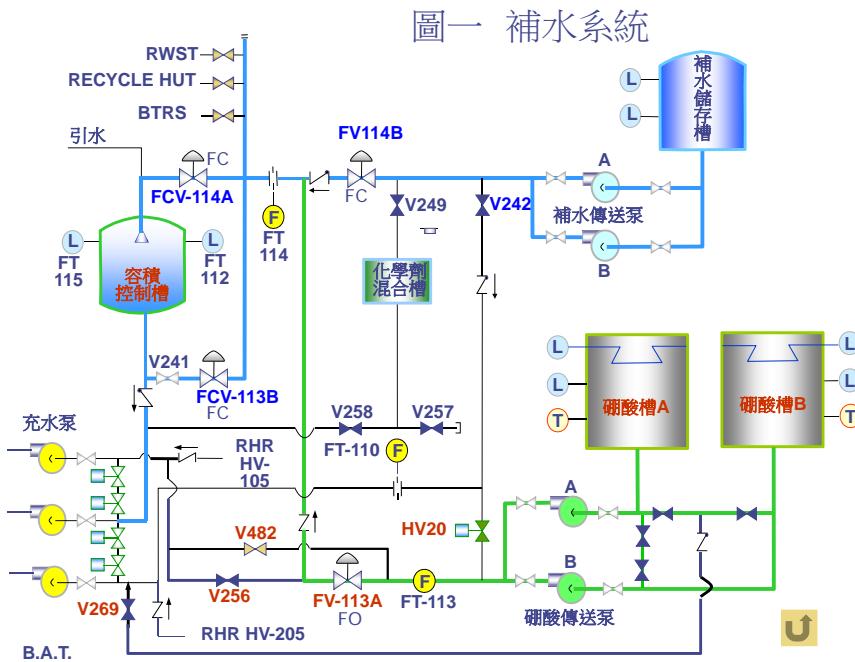
### 4. 加硼模式 (Borate mode) :

補充硼酸由充水泵的入口集管注入，到反應爐冷卻水系統，增加硼液濃度。

### 5. 手動模式 (Manual mode) :

操作員操作，將純水或硼酸混合溶液補充到特定系統。





# THE END

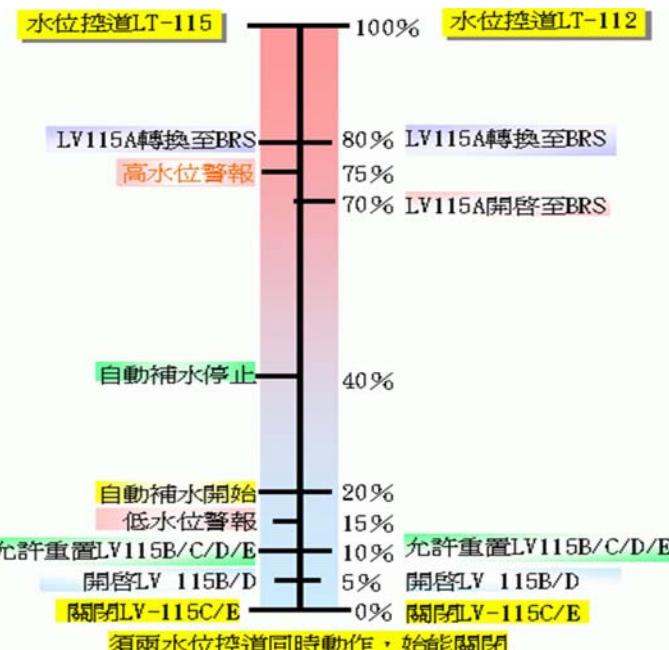
敬請指教

謝謝！



2015

圖9-4 容積控制槽水位設定



21

2015/10/14

壓水式反應器訓練教材

22