**第三章　反應爐壓力槽儀器**

1. 反應爐水位儀器

反應爐水位儀器的主要功能為監視反應爐的水位，除了提供反應爐水位控制的水位信號外，另提供反應爐高水位、低水位的一些連鎖跳脫與緊急爐心冷卻系統的啟動信號。

反應爐各種高度參考點：

⮚ 反應爐壓力槽零點(Reactor Vessel Zero，RVZ)

1.定義：反應爐壓力槽(RPV)內底部(Bottom Head Invert)上方即為零點。

2.所有RPV內部及乾井設備之配置，均以此點為基準點(Benchmark)。

⮚ 儀器零點(Instrument Zero，IZ)

1.由RVZ算起至蒸汽乾燥器之裙底，高度為505.62英吋加上15英吋，總高度為520.62英吋，此高度為正常水位儀器之參考零點，稱作儀器零點。

2.有效燃料頂部(Top of Active Fuel，TAF)高度為358.56英吋，為LOCA後燃料區範圍水位儀器之參考零點。

反應爐水位儀器依其監視範圍、使用時機及跳脫功能，共分成如**表1**的五種範圍水位儀器，其中除燃料區水位儀器是以爐心燃料的頂端為基準點(亦即零點)外，其餘四種範圍的水位儀器皆以反應爐儀器零點為基準點。在這五種範圍水位儀器中:

1. 窄範圍水位儀器使用於正常運轉時的水位

指示，並提供第三階、第八階水位急停信

號及第四階的連鎖信號。

1. 寬範圍水位儀器使用於反應爐水位低於反

應器儀器零點以下的水位指示及提供第一

階、第二階水位的啟動及隔離功能。

1. 異常追蹤範圍水位儀器僅作水位高於窄範

圍水位儀器時之水位監視。

1. 停機灌水水位儀器則為反應爐冷爐或大修

時之反應爐爐心水位監視。

5.燃料區水位儀器則用以監視爐心水位喪失，並持續下降到燃料區時的水位指示及記錄。

**各種水位儀器的種類**

表2為各種範圍水位儀器校正的各種溫度條件及溫度修正係數，由於各種水位儀器均為線性且本身無法對溫度變化補償，因此相同溫度條件的不同範圍水位儀器的指示大部份時間均不相同,茲分別介紹如下：

**水位儀器的種類與範圍**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 種 類 | 範 　圍 | 參考零點 |
| 窄 範 圍 | 0 | ～ | +150cm | 儀器零點 |
| 寬 範 圍 | -380 | ～ | +150cm | 儀器零點 |
| 異常追蹤範圍 | 0 | ～ | +460cm | 儀器零點 |
| 停機灌水範圍 | 0 | ～ | +1000cm | 儀器零點 |
| 燃料區範圍 | -380 | ～ | +130cm | 燃料頂點 |

表1：水位儀器的種類與範圍

各範圍水位儀器的校正環境

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 水位儀範圍 | 儀器零點 | 指示範圍 　(cm ) | RPV溫度(℃) | RPV壓力kg/cm2 | D/W溫度(℃) | D/W壓力kg/cm2 | 圍阻體 溫度/壓力 |
| Fuel Zone | TAF | -380 ～ +130 | 100 | 0 | 100 | 0 | H/L 抵消不列入計算 |
| Wide Range | IZ | -380 ～ +150 | 287.3 | 72 | 57.2 | 0 |
| Narrow Range | IZ | 0 ～ +150 | 287.3 | 72 | 57.2 | 0 |
| Upset Range | IZ | 0 ～ +460 | 287.3 | 72 | 57.2 | 0 |
| Shutdown Range | IZ | 0～ +1000 | 48.8 | 0 | 26.6 | 0 |

表2：各範圍水位儀器的校正環境

停機灌水水位儀器於大修或反應爐開蓋時，由於參考水頭用的冷凝水槽隨著爐蓋被拆除，造成參考水頭喪失，此時必須在傳送器(低壓側加裝定壓氣源以模擬參考水頭的壓力，如此才能獲得正確的水位指示，而此定壓氣源在反應爐蓋回裝後即須拆除，並利用CRD充水管路的水將參考水頭管路灌水。

由表2各範圍水位儀器的校正環境來看各種水位儀器的使用時機如下：

1.在正常運轉：

以窄範圍儀器為準

當水位低於窄範圍水位儀器時，此時反應爐已急停，水位則以寬範圍水位儀器為準。

當水位高於窄範圍儀器時，水位以異常追蹤範圍為準。

2.停機冷爐時：

只能使用停機灌水水位儀器，其他水位儀器僅供參考。

燃料區水位儀器僅使用於反應爐水位下降到燃料區，此狀況發生在LOCA。

1. 反應爐壓力儀器

反應爐壓力槽壓力儀器的主要作用為提供監視反應爐槽的壓力，避免反應爐壓力槽過壓促使爐心功率上升危害燃料安全，甚至使反應爐壓力槽破裂之異常情況，這些監視的壓力儀器所提供的功能有反應爐高壓力急停，再循環系統跳脫，引動重複反應度控制系統，SRV釋放功能動作、低壓注水閥開啟、RHR停機冷卻模式隔離等，茲分別介紹如下：

**2-1 反應器急停**

範圍：0～90 kg/cm2

設定點：74.76 kg/cm2 (1063psig)

**2-2 低壓注水閥允許開啟**

範圍：0～90 kg/cm2

設定點：26.94 kg/cm2 (383psig)

**2-3 再循環泵跳脫及引動重複反應度控制**

系統

範圍：0～90 kg/cm2

設定點：78.41 kg/cm2 (1115psig)

**2-4 RHR停機冷卻模式隔離**

範圍：0～90 kg/cm2

設定點：9.34 kg/cm2 (133psig)

**2-5 SRV釋放功能動作**

範圍0～100 kg/cm2

設定點：77.57 kg/cm2 (1103psig)開啟1個SRV

78.27 kg/cm2(1113psig)再開啟8個SRV

78.97 kg/cm2 (1123psig)再開啟最後7個SRV

1. 爐心流量儀器

爐心流量儀器分為爐心流量儀器及爐心驅動水流量儀器，爐心流量儀器提供指示及記錄並可讓運轉員判別噴射泵的可用性；爐心驅動水流量儀器除提供記錄及指示，另外提供中子偵測系統爐心熱功率跳脫設定點參考值。

驅動水流量利用爐心再循環泵進口管路上的彎頭產生的差壓信號送到中子偵測系統的流量單元以計算爐心驅動水流量及再循環泵流量控制。

噴射泵為提供爐心流量的指示與記錄的流量元件，共有20支，其中第5、 10、15、20為全儀式噴射泵，即噴射泵喉部及擴散管出口都有壓力接頭，剩餘的16支噴射泵則僅有喉部接頭，另一接頭則使用共用的備用硼液管，第5、10、15、20全儀式噴射泵各有一只流量傳送器量取喉部及擴散管出口的差壓，此為校正用的流量指示，除此之外尚各有壹只流量傳送器量測。

共用之備用硼液管及喉部差壓，加上其餘16支噴射泵共20支，再分成LOOP A及LOOP B，每一LOOP各有10支流量信號，利用合計器將此10支流量信號相加後送到H13-P602盤的記錄，此外，每一支噴射泵流量在H13-P619盤上另有個別的流量指示器以提供個別的噴射泵流量指示

。

爐心流量的計算如下：

1、當兩台再循環泵運轉時，爐心總流量為L00P-A與L00P-B流量之和。

2、兩台再循環泵跳脫時，爐心總流量仍為L00P-A與L00P-B流量之和，祇不過此時流量為自然對流之流量。

3、僅乙台再循環泵運轉時，因為有些流量會倒流到停用之噴射泵，所以爐心總流量為運轉迴路流量減去停用迴路流量。

1. 反應爐溫度儀器

**4-1 緩和劑溫度**

利用再循環泵進口管路上安裝的溫度元件量取進口水溫再送到1(2)C02盤的記錄器作指示及記錄。

**4-2 反應爐頂蓋及底蓋溫度**

1.反應爐頂蓋

由溫度元件偵測反應爐殼法蘭(SHELL FLANGE)及反應爐頂蓋法蘭(HEAD FLANGE)之溫度。

2.反應爐底蓋

由溫度元件偵測底蓋(BOTTOM HEAD)及偵測反應爐底部洩水管路(BOTTOM DRAIN)的溫度。

3.前述的溫度元件經1(2)C19盤上的轉換器轉換後分送到1(2)C19盤上的低溫開關(設定點24℃)及1(2)C02盤上的記錄器。

1. 反應爐凸緣洩漏偵測(如下圖)

利用壹只壓力開關偵測反應爐頂蓋與壓力槽兩只金屬封環間的壓力，以監視內封環是否洩漏。

1.壓力開關(PS)安裝於反應爐爐水淨化系統除礦器控制盤旁儀器

架上，於壓力達5. 6kg/cm時即動作產生警報。

2.大修完畢起動後，由於封環內積存之水經加熱後膨脹而使壓力開關動

作，此時可經由壓力開關管路上的洩水閥洩水將警報消除。

3.在乾井內有一手動操作閥，停機時可將漏水洩到乾井機件洩水收集

槽。

4.內封環洩漏時，不宜將封環內水定期洩放，如此易導致封環表面裂痕

增加。



1. ATTS儀器

在第一、二節的反應爐水位及壓力儀器中由於會動作RPS、ADS、ECCS、RCIC、ATWS、RRCS 等系統，故儀器本身即有不同系統的分別，但因儀器本身的結構同為傳送器→跳脫單元→跳脫系統(或動作系統)邏輯，且均分佈於相同的四個水位儀器架上，因此將這些具有相同儀器架構的儀器集中另成一個ATTS(Analog Transmit Trip System)系統.

**6-1 ATTS系統儀器架構**

系統儀器架構主要為傳送器偵測現場壓力、水位或流量信號後轉換為4到20mA電流信號，並送到輔機廠房4樓的ATTS盤上的跳脫單元，跳脫單元又分主跳脫單元及副跳脫單元，副跳脫單元和主跳脫單元共用相同的傳送器，即傳送器輸出4～20mA信號到主跳脫單元，再經主跳脫單元轉換成1～5VDC信號到副跳脫單元。當跳脫單元的輸入信號足以使跳脫單元動作時，跳脫單元則動作相關的繼電器，再由繼電器的接點變化，動作相關的RPS或ECCS系統邏輯。

**6-2 工作電源**

ATTS共7個盤面中分成RPS 四個盤面及ECCS 三個盤面；RPS盤面電源來自控制室RPS BUS；ECCS 盤面則各有壹個DC 125V及壹個AC 120V電源，其中125 VDC電源須再經INVERTER轉換成120VAC後才能使用。