**第十五章 蒸汽系統**

壹、概述

蒸汽系統包括主蒸汽系統、汽機旁通、抽汽和汽封蒸汽系統等。反應爐產生的蒸汽，由四條主蒸汽管引導穿過包封容器，經汽機節流閥（四只）和控制閥（四只）至高壓汽機。每條主蒸汽管，在乾井內側和包封容器外側各有一主蒸汽隔離閥(Main Steam Isolation Valve， MSIV)，必要時可接受信號自動關閉，俾隔離一次系統，主蒸汽管上也裝有安全釋壓閥(Safety Relief Valve)，有雙重功能，一為藉爐內高壓開啟，限制反應爐壓力，使其不超過ASME規範（設計壓力為1250psig，ASME規範容許過壓至110％，即1375 psig）；一為接受信號而釋放爐槽壓力，二者均為保護反應爐，以免過壓情況發生。主蒸汽管路上的汽機節流閥、調速閥及旁通閥等，則可關斷或調節進入汽輪機之蒸汽量。

抽汽系統之作用是引導蒸汽至蒸汽抽氣器(Steam Jet Air Ejector ，SJAE)、汽水分離再熱器(MSR)、汽封蒸汽蒸發器(Seal Steam Evaporator)及飼水泵汽機等。

貳、設計標準

1.正常運轉中，主蒸汽系統能引導反應爐蒸汽通過包封容器至汽輪

機。

2.主蒸汽管路之設計，須能防止帶有過量放射性之蒸汽洩漏至廠外。

3.此系統須能防止核能蒸汽供給系統壓力過高，致使核能流程壓力邊界損壞。

參、系統組件

**3-1主蒸汽管(Main Steam Line)**

1.四條主蒸汽管設計標準

（1）運轉中可做汽機節流閥及主蒸汽隔離閥之性能試驗。

（2）管路破裂時，能限制放射性物質洩漏。

（3）管路斷裂時，能限制爐槽內部組件因大量汽水沖放之差壓。

（4）一條管路隔離下，容許反應爐在功率運轉。

2.功能

以四條管傳送蒸汽經汽機節流閥及控制閥至汽機高壓段。節流閥上游之各主蒸汽管與主蒸汽集管連通，此蒸汽集管之功用，可在主蒸汽隔離閥及節流閥做性能試驗時，使進入高壓汽機之蒸汽做適當的分配，而且也是抽至蒸汽噴射抽氣器、汽水分離再熱器、飼水泵汽機、汽封蒸汽蒸發器以及蒸汽旁路系統等之蒸汽來源。

**3-2 反應爐頂蓋通氣閥**

1.功能

排除頂蓋區域之不凝結氣體。

**3-3 安全釋壓閥**

1.功能

安全釋壓閥係反應爐過壓保護設備之一，十六只安全釋壓閥分別擔任下述各種功能：

（1）安全動作

核能系統壓力過高，可能導致反應爐冷卻水壓力邊界損壞。安全釋壓閥彈簧受高壓而自行開啟，限制反應爐壓力升高，使其不超過ASME規範。

（2）釋放動作

防止核能系統於全功率運轉下，因MSIV關閉導致瞬間過壓，信號由壓力開關控制，引導儀器用空氣至氣壓操作活塞，藉機械機構使閥開啟。

（3）自動洩壓系統(ADS)

接受邏輯電路控制信號，儀器用空氣至氣壓操作活塞，藉機械機構以開啟ADS各閥（七只安全釋壓閥兼用作ADS閥），洩放爐槽壓力，使低壓注水(LPCI)系統及低壓爐心噴洒(LPCS)系統能發揮其功能。

（4）低─低設定系統(Lo Lo Setting )為限制安全釋壓閥開關的頻率及降低二次開啟時之排放量，使其沖放範圍增大。

（5）手動操作

由控制室手動操作，當汽機主冷凝器因MSIV關閉而不能使用時，可手動開啟該閥以降低爐壓。

3.設計標準

（1）安全設計標準

a、防止核能系統壓力過高，致使核能流程壓力邊界發生損壞。

b、核能系統管路小漏時，若HPCS未及時動作，能夠迅速洩放爐壓，LPCI或LPCS及時發揮功效，以確保燃料護套的完整。

c、排洩管須能承受釋放時之壓力或衝擊。

d、設計能在運轉前加以測試，亦可定期證實其洩壓功能。

（2）功率運轉設計標準

a、異常時，釋壓閥能防止爐壓達到安全動作開啟的設定壓力。

b、負載跳脫後，各開啟的安全釋壓閥須能適當地復閉，俾能儘

快恢復正常功率運轉。

**3-4 蒸汽管限流器(Flow Restrictor)**

1.位置：四條主蒸汽管各置一限流器，位於MSIV和S/R閥之間。

2.功能：

（1）主蒸汽管在包封容器外發生斷裂時，在MSIV未完全關閉前，限制反應爐水蒸汽流失（限制最大流量為200％），以保護燃料。

（2）限制蒸汽乾燥器及壓力槽內部組件在管路斷破時壓力差。

（3）提供MSIV因流量過高之關閉信號。

（4）提供主蒸汽流量信號至飼水流量控制系統。

（5）在MSIV未關前，可限制放射性物質於乾井外之釋放量。

**3-5主蒸汽管隔離閥**

每一條主蒸汽管裝設兩只MSIV，在乾井內和包封容器外，各裝一只。

1.功能

（1）防止燃料護套損壞。

（2）燃料放射性物質隨爐水或蒸汽流失時，關閉MSIV，可限制放射性物質洩漏至周圍環境。

（3）乾井內管路斷破，大量漏洩時，關閉MSIV，可以限制放射性物質洩漏至周圍環境。

2.每只MSIV包括下列組件

(1)關閉活塞及氣缸

(2)液壓緩衝筒

(3)速度調整閥

(4)主閥座

(5)導引閥及閥座

(6)關閉彈簧

**3-6主蒸汽管洩水系統(Steam Line Drains)**

1.功能

（1）在反應爐起動及低功率運轉期間，連接於主蒸汽管最低點之洩水管路，可將管路積水（或蒸汽）洩至主冷凝器。

（2）在不正常情況下，可手動或自動引導洩水至抑壓池系統。

（3）每條主蒸汽管外圍隔離閥下游與內圍隔離閥上游，有一連通小管，主要目的用作平衡跨越MSIV間的壓力。

**3-7主汽機節流閥**

1.正常運轉中全開，停機時用以關斷蒸汽。

2.作為緊急動作閥，防止控制閥失靈或負載跳脫時汽機超速。

**3-8主汽機控制閥（又稱調速閥）**

1.汽機起動時，控制進入汽機的蒸汽量，達到汽機轉速控制。

2.接受DEH信號，控制汽機出力。

3.接受蒸汽旁通與壓力調整(SB&PR)系統信號，控制反應爐壓力。

**3-9旁通閥(Bypass Valve)（六只）**

1.反應爐／汽機起動或停機、負載跳脫時，利用旁通閥把多餘蒸汽排至主冷凝器，藉以控制反應爐壓力。

2.各旁通閥全開總流量為汽機全載流量的35％。

3.旁通閥由蒸汽旁路與壓力調整(SB&PR)系統控制。

**3-10 汽水分離再熱器**

1.功用

（1）MSR把高壓汽機排汽所含水份移除，乾蒸汽予加熱後，送入低壓汽機。

（2）減少低壓汽機葉片侵蝕。

（3）提高電廠效率。

**3-11飼水泵汽機蒸汽供給管路**

飼水泵汽機共有三台，每台小汽機所需蒸汽由二條蒸汽管供給，一條來自汽水分離再熱器出口，於正常運轉時供小汽機使用；另一條由主蒸汽集管供給，於低負載時供小汽機使用。

**3-12 汽封蒸汽系統**

1.功用

（1）提供乾淨無輻射性的蒸汽至主汽機做格蘭汽封。

（2）提供乾淨無輻射性的蒸汽至飼水泵汽機做格蘭汽封。

（3）提供乾淨無輻射性的蒸汽至主汽機各控制閥做汽封。

**3-13蒸汽旁通及壓力調整(SB&PR)系統**

1.功用：偵測主蒸汽管壓力及控制汽機調速閥及旁通閥之開度，使通過蒸汽管路之流量與反應爐蒸汽產生率相配合，以維持蒸汽管路壓力接近設定值。

2.SB&PR控制盤：位於主控制室背盤，內部為控制器，包含三組分離且獨立之PLC控制器控道(三組CP)及相關IO模組。控制盤接受下列三個信號輸入：a.Dome Press之壓力信號(三支)。b.汽機DEH 之汽機流量參考信號(一個信號源分送兩點)c.值班員控制盤之控制信號。

3.SB&PR控制盤輸出下列三個信號:

（a）流量需求信號送至汽機控制。

（b）旁通閥需求信號至旁通閥控制。

（c）系統狀況指示信號至值班員控制盤及DCS系統。