**第九章控制棒驅動液壓系統**

1. 控制棒驅動液壓系統的功用

一、正常時：

* + 1. 提供驅動液壓，於接受到棒控制及資訊系統信號時，可使控制棒抽出或插入，並逐步予定位，以控制爐心反應度。
    2. 提供下列設備之所需：

(1)控制棒驅動機構冷卻水。

(2)再循環泵封環沖淨。

(3)爐水淨化系統:水泵A/B/C台之熱屏蔽沖淨。

(4)反應爐逆沖式水位儀器之沖水。

(5)充壓急停蓄壓器，於接受RPS急停信號時，提供控制棒快速插入的動力。

二、緊急時：

液壓系統接受反應爐保護系統自動動作或手動動作信號，快速將控制棒插入爐心，以保護反應爐安全。

1. 控制棒液壓系統組件及其流程

一、液壓系統的流程、組件、目的及警報：

1.水源有二：

（1）正常運轉中，水源來自凝結水除礦器組之出口集管。

（2）如凝結水泵未運轉或除礦器組停用時，水源則取自凝結水槽。

2.CRD泵進口過濾器

（1）兩組，一組使用，另一組備用，此外另設一旁通管，以利兩組過濾器均故障時，暫時使用。

（2）除去粒子雜物，以免進入CRD驅動機構而減短其運轉壽命。

3.CRD泵

(1)每部機組均有兩台，每台各為100％之多級電動離心泵，正常一台運轉，另一台備用。

(2)正常流量67-85gpm，壓力1750～1800psig。急停時，最大流量200gpm，壓力約1200psig，以供蓄壓器補水之需。

(3)每台泵進口及出口端均裝有隔離閥，必要時可隔離維修。

(4)最小流量管：最小流量管接於泵出口，維持泵的最低冷卻流量，避免泵過熱。

(5)正壓封水管：防空氣進入系統影響運轉。

(6)輔助油泵：潤滑止推軸承及齒輪箱潤滑用。

4.CRD驅動水過濾器

(1)兩組並列，一組運轉，一組備用。

(2)移除灰塵防止其進入液壓單元。

5.爐水淨化系統泵的機械軸封沖淨

(1)供給0.5～3gpm(可調)的水到每台泵的機械軸封沖淨及冷卻，以延長機械軸封壽命。

(2)限流孔在調整器失靈時，防止過量水進入軸封。

6.再循環泵封環之沖淨

(1)供給2.5~3gpm的水到每台再循環泵，保持封環清潔，增加泵壽命。

(2)流量限流孔的功用，防止過量水進入再循環泵封環。

7.蓄壓器充水管

(1)供給高壓水到145只HCU的蓄壓器。

(2)正常時：蓄壓器由CRD泵出口管路浮動(Float)充壓。

(3)止回閥：若泵故障，防止蓄壓器的液壓逆流到泵端。

(4)超載保護：反應爐急停後，限制最大流量在165gpm，馬達也有過電流電驛保護超載。

8.系統流量及壓力控制站

(1)CRD正常運轉時，急停及冷卻所需之流量與壓力是靠流量控制站及驅動水∕冷卻水壓控制站來調節。

（2）驅動水∕冷卻水壓控制站。

9.穩定閥

（1）抽出或插入，均可保持通過的流量固定不變。

（2）四套並列，每套穩定閥包括兩個閥組，兩個閥組之節流閥均分別調整為2gpm，並列使用。

（3）未驅動前有4gpm通過每套穩定閥，抽出時關閉一只電磁閥，將2gpm之水轉供給驅動之用。插入時則關閉兩只電磁閥，將4gpm之水轉供給驅動用。

10.管內釋壓閥

（1）當穩定閥故障失誤時，防止驅動水過壓。

（2）試驗閥，供測試管內釋壓閥之動作是否正常。

11.排水集管

（1）被驅動的HCU之排水得以逆向流經其他所有未被驅動之HCU的進入反應爐。

（2）兩只壓力平衡閥引導水流從冷卻水管到排水集管。

（3）當反應爐急停後，壓力平衡閥使排水集管得以立即再行充壓，防止在急停之後CRD受到過大之差壓。

12.急停洩放容器(簡稱SDV)

(1)可容納急停時全部CRD的排放水量，以限制反應爐水的流失。

(2)急停排水集管及儀器容器，儀器容器係用來測定SDV之存水量。

(3)急停導引閥

a.控制急停進口閥和出口閥，正常運轉時經此閥供給操作空氣，使急停進出口維持關閉。

b.每一組HCU一個，計145個。

(4)後備急停閥作為急停導引閥和SDV隔離導引閥排洩操作空氣壓力之後備閥，正常運轉中，電磁線圈在失能狀態，和急停導引閥恰好相反。每部機組共有兩只後備急停閥，任一後備急停閥動作，皆可排洩操作空氣。

(5)替代插棒系統(ARI)

a.發生預期暫態未急停事件時，將儀用操作空氣洩放再次插入控制棒，以滿足控制棒插入多樣性之要求。

b.本系統屬重複反應度控制系統(RRCS)之支系統。

c.信號：

（a）反應爐二階水位(-76cm)

（b）反應爐高壓力(78.41kg/cm2;1115psig)

（c）手動引動

1. 控制棒的液壓控制單元(HCU)組成元件及功能

一、管路組件(Piping Assembly)：

* + 1. 面向HCU外觀，由左由右，計有七支液壓升管：

（1）插入管：CRD活塞下方之液壓管。

（2）冷卻水管：接自冷卻水集管端。

（3）排洩管：CRD液壓系統排水集管。

（4）急停排水管：接到急停洩放容器。

（5）驅動管：接自驅動水集管。

（6）充水管：接自充水集管到蓄壓器。

（7）抽出管：接到CRD活塞上方之管路。

二、驅動水部份

1包括四只導向電磁閥(正常時失磁狀態)，裝置於歧管上。

2.導向電磁閥依棒控制及資訊系統(RC&IS)之信號動作，引導驅動液壓到驅動機構的活塞上方或下方。

三、冷卻水部份

1.冷卻水升管及止回閥。

2.流程及流量：由冷卻水集管引水經止回閥到驅動機構插入管端，經常維持其壓力高於爐壓15psi及0.2～0.34gpm流量。

3.止回閥：當CRD插入時，插入管路壓力高於爐壓17.6kg/cm2(250psi)，此時止回閥被逆壓所關閉，可防止驅動水流經冷卻水管回到CRD液壓系統。

四、急停液壓部份

1.功用：

（1）急停之動作：直接聯結於反應爐保護系統之急停導引閥，一旦接到RPS之急停信號時，立即洩出操作空氣，使急停進、出口閥開啟。

（2）蓄壓器之液壓，經急停進口閥到CRD，迅速將控制棒插入爐心。

（3）CRD之排水，經急停出口閥洩水到急停洩放容器。

2.急停閥：

（1）正常運轉閥位置：空氣操作閥，藉空氣壓力保持關閉。

（2）急停動作時：操作空氣因導引閥失能而排洩，本身之彈簧恢復力將急停閥開啟。

五、急停蓄壓器及儀器

1.功用：急停蓄壓器用以供給CRD急停時快速插入控制棒之獨立動力。

2.數量及型式：每一HCU內均有一組，每組蓄壓器包括一只活塞式蓄壓器及一只氮氣筒。

3.活塞下方高壓之氮氣即儲存能之來源，活塞上方為高壓液體，驅動迅速插入控制棒之水源。正常情況下，活塞是位於最下端位置。

4.活塞封環：氮氣與水間之活塞，使用二只Teflon封環及一只橡皮O形封環，以防止洩漏。

5.正常運轉時，蓄壓器連續由CRD液壓供給系統之充水集管補充。為防止蓄壓器水逆流，在其進口處裝一止回閥，若充水集管水源斷絕，蓄壓器內壓力仍能維持相當時間。

6.為了確保蓄壓器隨時能夠將反應爐急停，在蓄壓器下方設有儀器，監視其洩漏情形。

（1）漏水達37CC時，發出警報。

（2）漏氮氣壓力低於108kg/cm2(1535psi)時，發出警報。

（3）漏水或漏氮氣都會造成蓄壓器故障之警報出現，此時值班員可在控制盤之值班員控制模組壓 “ACCUM. FAULT” 按鈕，由控制棒展示模組看出那一蓄壓器故障紅燈閃亮。

（4）欲知氮壓低或是漏水，可派員到現場故障的HCU查知。

肆、系統運轉、注意事項及限制

一、系統運轉：

1.控制棒抽出：控制棒抽出時，分度管必須先頂起，使筒夾指扣之張開不受分度管和控制棒重力的作用，然後引導驅動抽出之液壓到筒夾活塞下方及驅動活塞上方，將控制棒抽出。

2.控制棒插入：RC&IS送出插入信號時，CRD在插入動作時，筒夾指扣因分度管之錐面不受干擾，故可順利滑入，整個電磁閥的開及閉順序亦係自動控制。

3.急停：當急停信號時，反應爐保護控道的電源被切斷急停導引閥失能，後備急停閥賦能，均使各HCU的急停進、出口閥因失去操作空氣而開啟，同時SDV隔離導引閥也失能，使SDV的通氣閥及洩水閥因失去操作空氣而關閉。由蓄壓器的液壓，直接引導到驅動活塞下方，急速插入各控制棒，驅動活塞上方之排水則排列SDV內。