

# 核能二廠九十一年度第一次運轉員執照測驗筆試試題

科目：運轉原理、熱力學、熱傳及流體力學

時間：九十一年一月廿五日08:40~10:20

※本試卷題目共 10 題※

1. 請解釋下列名詞：(10 %)
  - (1) 質量欠缺 (Mass Defect)
  - (2) 反應度 (Reactivity)
  - (3) 遲延中子 (Delayed Neutron)
  - (4) 次臨界增殖 (Subcritical Multiplication)
  
2. (1)何謂泵孔蝕現象？何謂淨正吸水頭 (NPSH) ？ (6 %)  
(2)如何防止泵孔蝕現象發生？ (4 %)
  
3. 請計算 5 psia 之壓力相當於多少吋水銀柱壓力？若以水銀柱真空表示又為多少？ (8 %)
  
4. 某一機組起動時，在同一爐心結構條件下抽棒達到臨界，抽棒速度若有 A、B 兩種狀況，且 B 為 A 之 1.5 倍，在達到臨界時，請回答下述問題：
  - (1) A、B 兩種狀況下，反應爐達臨界所費時間何者較短？。(4 %)
  - (2) 達臨界時之棒位 (控制棒密度) 為 A 高、B 高或一樣？ (4 %)
  - (3) 達臨界時之計數率為 A 高、B 高或一樣？ (4 %)
  
5. 何謂泵 Runout ？為何運轉中之泵應避免該狀況出現。(10 %)

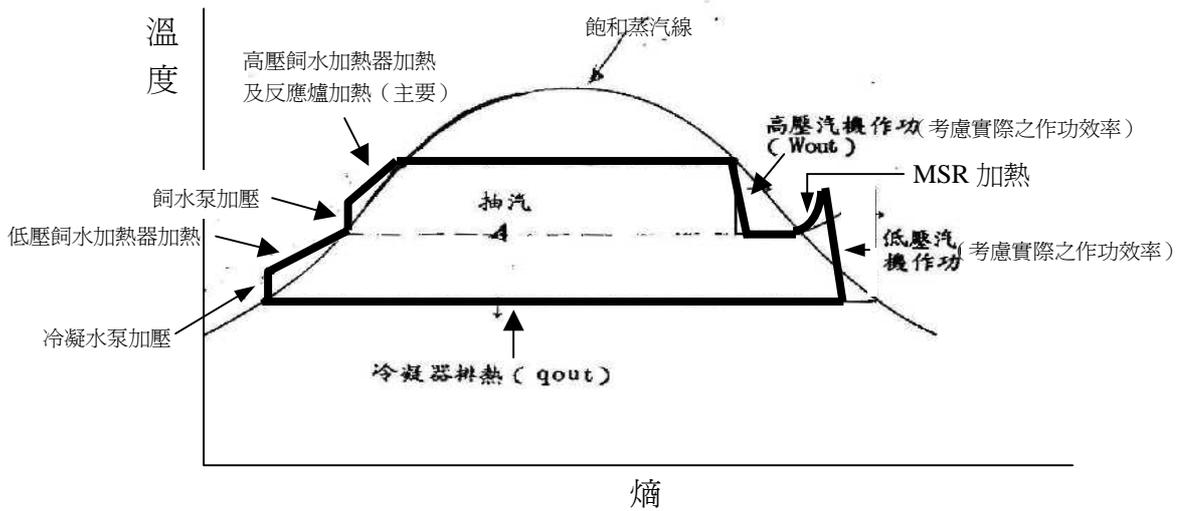
6. 請以 T-S 曲線表示，並說明貴廠之蒸汽動力循環（蒸汽循環包括反應爐、高壓汽機、MSR、低壓汽機、主冷凝器、冷凝水泵、低壓飼水加熱器、飼水泵、高壓飼水加熱器等設備，並應考慮主汽機之作功效率）。（10 %）
7. 請解釋下列名詞：（10 %）
- (1) 飽和溫度
  - (2) 蒸汽乾度 (Quality)
  - (3) 空泡比 (Void Fraction)
  - (4) 差速比 (Slip Ratio)
8. 請說明下列參數改變時，臨界熱功率之變化情形。（10 %）
- (1) 爐心流量
  - (2) 反應爐壓力
  - (3) 燃料束軸向尖峰趨向爐心底部
  - (4) 爐心冷卻水之次冷度（試以蒸發長度及局部蒸汽乾度之變化說明之）
9. 一原子爐爐心體積為  $150,000 \text{ cm}^3$ ，中子通量為  $5 \times 10^{13} \text{ n/cm}^2\text{-sec}$ ，已知爐心中有鈾-235 共 15 公斤， $\sigma_f = 500 \text{ barn}$ ，請計算反應爐所產生的熱功率為多少？（10 %）
- （註：功率 = 中子通量  $\times$  巨觀截面  $\times$  爐心體積  $\times$  每次分裂產生之能量）
10. 請簡述下列狀況下反應度之變化情形。（10 %）
- (1) 飼水次冷度下降
  - (2) 燃料溫度上升時（包括都卜勒效應及自屏蔽效應）

## 參 考 答 案

科目：運轉原理、熱力學、熱傳及流體力學（RO）

1. (1) 質量欠缺：原子的實質量會小於組成此原子各粒子質量之總和，此質量差異即質量欠缺。  
(2) 反應度：用以度量反應器距離臨界多遠之單位，一般以  $\rho$  或  $\Delta k/k$  表示。  
(3) 遲延中子：由分裂碎片經衰變產生的中子，通常在分裂發生  $10^{-14}$  秒後所產生的中子。  
(4) 次臨界增殖：於次臨界狀態下所進行自續之連鎖反應，由中子源所產生的中子，恰好補足因  $K_{eff}$  小於 1.0 而致使代分裂增殖過程所損失的中子。
2. (1) 當流體經一壓力降，達飽和壓力以下的區域時，流體會蒸發產生汽泡，此汽泡隨著流體被帶走，至一較高壓力區域，此汽泡突然破滅，流體衝入汽泡原所佔有的空間，造成很高的衝擊壓力，如果此現象發生在泵輪葉，或靠近輪葉的部份，會嚴重損壞水泵殼側金屬，這就是所謂的孔蝕現象。  
(2)  $NPSH = P_{dynamic} + P_{static} - P_{saturated}$   
(3) 當 NPSH 為正值時就不會有孔蝕現象，這可藉增加泵進口壓力，如在泵進口前加裝一升壓泵或增加進口之液位高度而達成；或降低此流體的溫度以降低流體的飽和壓力。
3. (1)  $29.92 \text{ inHg} / 14.7 \text{ psia} \times 5 \text{ psia} = 10.18 \text{ inHg}$   
(2)  $29.92 \text{ inHg} - 10.18 \text{ inHg} = 19.74 \text{ inHg}$  真空
4. (1) B 狀況  
(2) 棒位相同  
(3) 一樣
5. (1) 當泵出口喪失背壓以致流量增大所產生之現象謂之。  
(2) 由於增加流量導致馬達負荷增加，電流加大可能損壞到馬達線圈。

6. 如附圖



7. (a)飽和溫度；係指在某一特定壓力下，液體開始沸騰或體凝結時的溫度。  
 (b)蒸汽乾度：蒸汽與水汽混合體之質量比。 $X = \text{蒸汽質量} / \text{蒸汽質量} + \text{水份質量}$   
 (d)空泡比(V)： $V = V_g / (V_g + V_l)$  蒸汽與水汽混合體之體積比。  
 (c)差速比： $S = V_g / V_f$  蒸汽速度與水流速度之比值。

8. (1)爐心流量增加則臨界熱功率也跟著增加。  
 (2)當其他因素不變，當反應爐壓在增加時，臨界熱功率減少。  
 (3)當其他因素不變，當軸向尖峰趨近爐心底部時，臨界熱功率會增加。  
 (4)進口冷卻水飽和溫度增加時，會有以下變化；  
 a. 如蒸發長度減少，會使臨界熱功率減少。  
 b. 會造成局部蒸汽乾度下降，即臨界熱功率增加。

9.  $P = \Sigma \Phi V / 3.1 \times 10^{10} = 3.1 \times 10^7 \text{ watts} = 31 \text{ MW}$

10. (1)水密度變大，緩和效果增加，加入正反應度。  
 (2)(a)燃料溫度上升時都卜勒效應造成未捕獲中子之能量範圍變寬，中子被共振補獲機率增大而加入負反應度。  
 (b)燃料溫度上升時，屏蔽效應變小，形成共振捕獲，造成鈾分裂機率減少，加入負反應度。

# 核能二廠九十一年度第一次運轉員執照測驗筆試試題

科目：核能電廠系統設計；包括安全和緊急系統

時間：九十一年一月廿五日10:40~12:20

※本試卷題目共 10 題※

1. 請繪出貴廠兩部機組皆滿載運轉時，廠內 13.8 KV 及 4.16 KV 匯流排之電力系統配置圖。(包括各匯流排之優先電源、後備電源) (10 %)
  
2. (1)請說明控制棒急停時，急停相關設備(包括儀用空氣及控制棒液壓驅動系統)如何動作，以將控制棒快速插入爐心?(4 %)  
(2)若急停進口閥洩漏，可能造成什麼情況?控制室是否可察覺此一情況?請說明。(4 %)  
(3)若僅有一後備急停電磁閥動作，而另一只故障之情況下，是否仍能達到其後備功能?請繪圖說明。(2 %)
  
3. (1)一次圍阻體及乾井之耐溫、耐壓限制各為何。(4 %)  
(2)在發生乾井內主蒸汽管斷裂之 LOCA 事故初期，設計上如何避免因洩漏之高溫高壓蒸汽而造成乾井過壓?(2 %)  
(3)有那些系統可以降低事故後圍阻體及乾井內之氫氣濃度?(4 %)
  
4. 貴廠緊急爐心冷卻系統有那些支系統?其取水水源及動作信號各為何?(10 %)

5. 請回答下列有關廠房通風冷卻系統之問題：

- (1) 控制室之通風冷卻系統於設計上如何抑低控制室人員於事故時所接受之輻射劑量。(2 %)
- (2) 請列出下列通風冷卻系統何者具有自動啟動之設計，並說明其自動啟動信號各為何？(8 %)
  - a. 反應器輔助廠房通風系統 1VA4A
  - b. 反應器輔助廠房排氣系統 1VA12
  - c. 柴油發電機室排氣扇 1VD3D
  - d. RHR 泵室冷卻系統
  - e. RWCU 泵室冷卻系統
  - f. 反應器廠房事故後充氣系統 1VR8B
  - g. 汽機廠房密封區域排氣系統 1VT4
  - h. 控制廠房 HVAC 設備室排氣扇 1VC8A
  - i. 控制廠房蓄電池室設備室排氣扇 1VC6B
  - j. 燃料廠房排氣扇 2VF2A

6. 請回答下列有關控制棒與燃料棒之相關問題：

- (1) 控制棒中吸收中子之材料為何？(2 %)
- (2) 控制棒之棒位如何偵測？(2 %)
- (3) 燃料棒內充氬氣之目的為何？(2 %)
- (4) 燃料束中水棒及天然鈾燃料丸之功用為何？(4 %)

7. 請說明下列組件或設備之功能為何。(10 %)

- (1) 爐心中央之燃料墊塊 (Fuel Support Piece)
- (2) 緊急寒水系統之膨脹槽 (Expansion Tank)
- (3) 爐心側板 (Core Shroud)
- (4) 反應器廠房頂部水池 (Upper Pool)

8. 請說明下列設備之冷卻水由那些系統提供(如有特定機組或多個來源，均請一併列出)? (10 %)

- (1) 緊急寒水器
- (2) 一次圍阻體穿越器室冷卻器
- (3) 反應爐爐水取樣站
- (4) 壓縮空氣系統之空壓機
- (5) 反應器廠房 1VR1A

9. 請回答下列系統之蒸汽來源為何 (包括正常及後備來源)? (10 %)

- (1) 主汽機汽封蒸汽
- (2) 飼水加熱器 1A 之加熱蒸汽
- (3) MSR 第一段加熱蒸汽
- (4) RCIC 汽機之驅動蒸汽
- (5) RFPT 驅動蒸汽

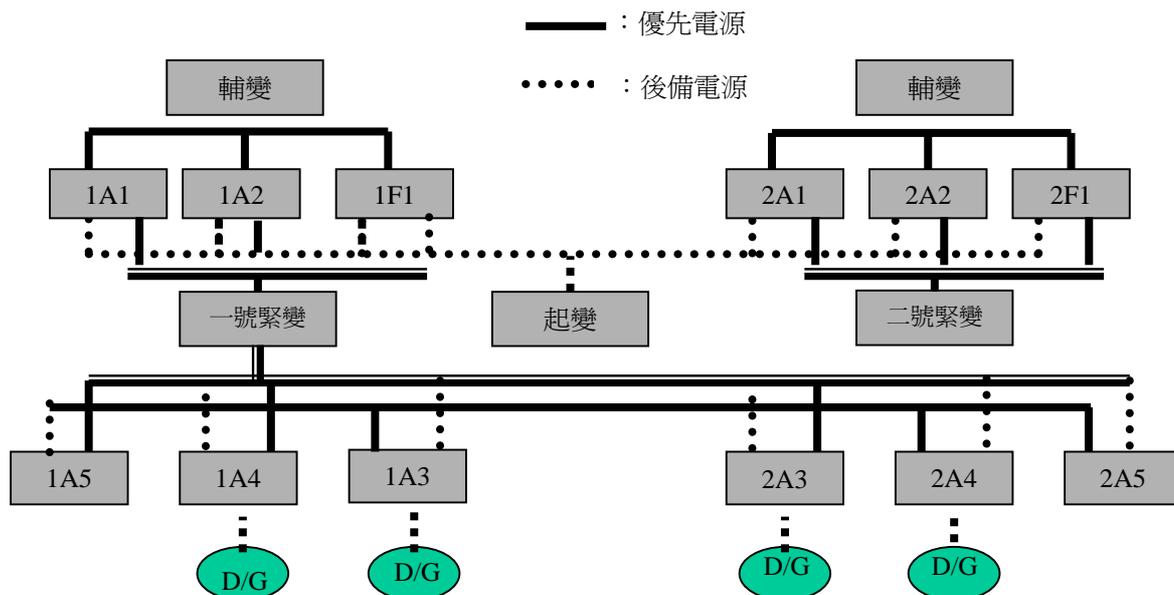
10. 請回答下列有關再循環系統之問題：

- (1) 再循環水泵機械軸封之沖淨水來源及功能為何? (4 %)
- (2) 當乾井高壓力信號出現時將流量控制閥閉鎖 (Motion Inhibited) 之目的為何? (2 %)
- (3) 請簡單說明再循環系統如何提供強制之爐心水流。(4 %)

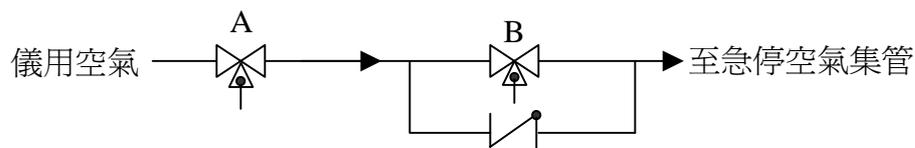
## 參 考 答 案

科目：核能電廠系統設計；包括安全和緊急系統（RO）

1. 另有第五台柴油發電機可取代 1(2)A3/4 匯流排上之 D/G，但一次只能取代一台。



2. (1) 急停導引閥失磁開啟洩放急停進出口閥膜片上方之空氣，急停進出口閥因閥桿上之彈簧力作用而快速開啟，蓄壓器內之高壓水即進入驅動活塞下方將控制棒快速插入爐心；急停後段，反應爐壓力亦由分隔球反送入驅動活塞下方，形成另一推力。
- (2) 控制棒可能插入，此時將會有 ROD DRIFT 警報提醒值班人員注意，按下操作盤之 ROD DRIFT 按鈕，即可由展示盤中之指示紅燈找出浮動插入之控制棒。
- (3) 參考下圖，若 A 故障，則仍可由 B 進行空氣洩放功能；若 B 故障，則急停空氣集管之空氣仍可經由 B 之旁通管止回閥再由 A 進行空氣洩放功能。



3. (1) 乾井：內壓 27.5psig/外壓 21psig；330°F  
圍組體：15psig；200°F

(2)由水平通洩口將蒸汽經抑壓池導引至圍組體

(3)CGCS、氫氣再結合器、氫氣點火系統

4. LPCS：由抑壓池取水，L-1 或乾井高壓力時動作起動。

HPCS：由抑壓池或 CST 取水，L-2 (-100cm) 或乾井高壓力時動作起動。

LPCI：由液壓池取水，L-1 或乾井高壓力時動作起動。

ADS：L-1 或乾井高壓力時動作，另加 L-3 確認信號，一台該區低壓 ECCS 泵運轉及延時 120 秒之邏輯。

5. (1)設有緊急通風冷卻、過濾加壓系統，將進入控制室之空氣先過濾；並由廠房外取氣，使控制室維持正壓狀態，不使未經過濾之空氣進入控制室。

(2)

c. 柴油發電機室排氣扇 1VD3D：

控制開關置於“AUTO”位置+ 柴油機室內高溫度+ 選擇開關

(1GE-HS-289)不選擇“D” + 第二區柴油機自動加載時序沒有 block 信號+火警隔離開關(1GE-HS-307)置於“NORM”位置。

◎當下列情況全符合時，將延遲 45 至 50 秒後自動地起動：

- 其控制開關置於“AUTO”位置。
- 柴油機房室內高溫度。
- 選擇開關 (1GE-HS-289) 選擇於 D。
- 通風扇 1VD3E 或 1VD3F 空氣流量低。
- 第二區柴油機自動加載時序沒有 block 信號。
- 火警隔離開關置於“NORM”位置。

◎假如火警隔離開關置於“NORM”位置時，當第二區柴油機自動加載時序起動信號出現時以及下列任一情況符合時，1VD3D 將自動地起動：

- 選擇開關(1GE-HS-289)未選 D。
- 選擇開關(1GE-HS-289)選 A，且風扇 1VD3E 或 1VD3F 空氣低流量。

d. RHR 泵室冷卻系統：RHR 泵起動信號（手動或自動）

i. 控制廠房蓄電池室設備室排氣扇 1VC6B（另一台風扇低流量）

j. 燃料廠房排氣扇 2VF2A（ARM-137 高輻射 100mR/hr）

6. (1)B<sub>4</sub>C

(2)由驅動活塞上之永久磁鐵移動時，使裝置於位置指示棒上之 53 組簧片開關閉合，而產生棒位信號。

(3)增加熱傳導性及降低燃料完與戶套間之化學活性。

(4)水棒：增進中子緩和效果、改善燃料中央之功率分布、作為 LOCA 時之熱沉。

天然鈾燃料丸：充作反射體以減少中子之逸失。

7. (1)燃料元件之橫向定位、傳遞燃料重量經控制棒導管至反應爐底蓋、控制經過燃料束之冷卻水流量。  
(2)提供寒水泵足夠之 NPSH  
(3)分隔爐心及降流區、再循環管路破管時提供爐心 2/3 之淹蓋之圍板、爐心底板及頂部導架之橫向支撐  
(4)大修時 STEAM SEPERATOR/DRYER 之儲存及燃料傳送時之水屏蔽、運轉時之輻射屏蔽、LOCA 時之抑壓池補水水源。
8. (1)ECW  
(2)正常寒水及緊急寒水系統  
(3)NCCW  
(4)A/C：NCCW ，B/D：TPCCW  
(5)正常寒水
9. (1)主蒸汽、汽封蒸汽蒸發器、輔助鍋爐。  
(2)高壓汽機第 5 級抽汽  
(3)高壓汽機第 3 級抽汽  
(4)主蒸汽管 A  
(5)MSR
10. (1)來自 CRD 泵出口下游，保持水封之乾淨，減少軸封之磨耗。  
(2)使維持充放途徑（進出口閥亦保持開啟）  
(3)經再循環泵提供驅動水流，經爐內之噴射泵將速度水頭轉變為壓力水投以將冷卻水流入爐心。

# 核能二廠九十一年度第一次運轉員執照測驗筆試試題

科目：儀器和控制

時間：九十一年一月廿五日13:10~14:50

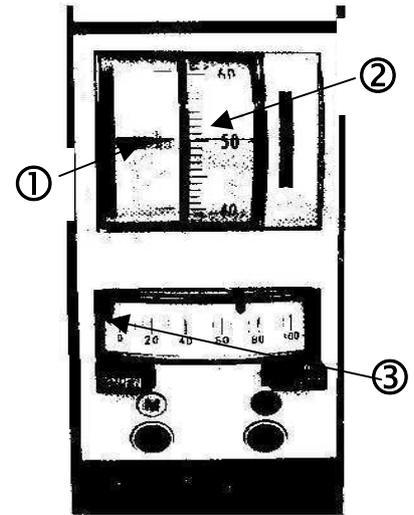
※本試卷題目共 10 題※

1. (1)當反應爐水位降至-80 cm時，那些 PCIS Group 之圍阻體隔離信號會動作？(4 %)
  - (2)那個 PCIS Group 之圍阻體隔離信號動作會造成爐水淨化系統取樣隔離閥自動隔離？其自動隔離信號為何？(2 %)
  - (3)爐水淨化系統排水管流量控制閥自動關閉之信號為何？其目的為何？(4 %)
- 
2. (1)RC&IS 係由那幾個支系統所組成？(2 %)
  - (2)請說明下列控制棒展示模組指示燈亮之意義及值班員控制模組按鈕之功能。(8%)
    - a. ALIGNMENT 指示燈
    - b. TEMP LIMIT 指示燈
    - c. IN TIMER SKIP 按鈕
    - d. SELECT ROD INSERT 按鈕
- 
3. 請回答下列有關中子偵檢儀器問題：
    - (1) 為何 SRM 偵檢器可採用脈高鑑別器鑑別中子信號？(2 %)
    - (2) IRM 偵檢器採用 Campbell 法鑑別中子信號有那些優點？(4 %)
    - (3) 機組於正常升載過程中，IRM 於段階開關 Range 9，讀數為 25 時，若將反應爐模式開關由 S/U 模式切換至 RUN 模式？會有什麼結果？請說明理由。(4 %)

4. (1) 某一壓力傳送器之偵測範圍為  $0\sim 70\text{kg/cm}^2$ ，若該壓力傳送器之輸出信號為  $12\text{mA}$ ，則其對應之壓力值為多少  $\text{kg/cm}^2$ ？(2%)

(2) 右圖為反應器水位控制系統之 master controller，請說明圖中①、②、③之指示各代表什麼信號？(6%)

(3) 承上題，若①之信號上升，則②、③之指示將如何變化？(2%)



5. 請回答下列有關中子偵測系統流量單元 (Flow Unit) 控制問題：

(1) 請說明四只 FLOW UNIT 如何分配供應信號至六串 APRM。(4%)

(2) 機組於正常升載過程中，若流量單元 A 之輸出因卡片故障而偏高 (A/B/C/D 輸出信號分別為 50%、40.5%、41.5%、39.5%)，是否會造成任何連鎖動作？請說明理由。(4%)

6. 柴油發電機運轉模式有 Isochronous 及 Droop 兩種模式，請問此兩種模式有何不同？在與系統併聯運轉時使用何種模式？為什麼？(10%)

7. 請回答下列有關 SB & PR 控制問題：

(1) 請繪出 SB & PR 及主汽機閥位需求控制方塊簡圖，並據以說明當提昇反應爐功率時，主汽機閥位如何變化。(7%)

(2) 請說明下列各信號之來源及其功能：(3%)

- 流量需求信號
- 汽機流量參考信號
- 負載誤差信號

8. 請說明那些情況下，RFPT 會由 REMOTE 控制模式自動切換到 OVERRIDE 控制模式？（10 %）
9. 請回答下列儀器信號之來源為何？（10%）
- (1) 再循環水流量控制系統所使用之中子通量信號
  - (2) SGTS A 台高輻射自動起動信號
  - (3) 反應器水位控制系統蒸汽程式（Steam Programming）之功率參考信號
  - (4) 低壓汽機排汽室噴水系統 10%負載連鎖信號
  - (5) SB & PR 壓力調整器之壓力輸入信號
10. 請回答下列之敘述為正確或錯誤，若為錯誤之敘述，請更正之。（12%）
- (1) RCIC 起動後，若反應爐水位達 L-8 時，為保護汽機葉片，汽機跳脫關斷閥（Trip Throttle Valve）將自動關閉。
  - (2) LOCA 發生後，若一次圍阻體壓力大於 9 psig，RHR A 將立即由 LPCI 模式變為 CTMT SPARY 模式，RHR B 則將延時 1 分鐘後方由 LPCI 模式變為 CTMT SPARY 模式。
  - (3) 反應爐滿載功率時，發電機冷氫溫度上升至 52°C 時，會造成發電機跳脫，引起反應爐急停。
  - (4) 反應爐於 50%功率時，TV-2/TV-3 關閉會造成反應爐半急停。
  - (5) RWCU 測試開關 E31-S1A/E31-S1B 置於” TEST” 位置時，反應爐 L-2 低水位信號將不會使 RWCU 被隔離。
  - (6) IRM 段階開關於 Range 8 時，即使 SRM Upscale 信號發生，也不會造成阻棒。
  - (7) 反應爐功率 >40% RTP 時，若主汽機跳脫，將使 EOC-RPT 動作，再循環水泵跳脫停止運轉（idle）。
  - (8) 六支 APRM 信號皆 >5%之情況下，若發生反應爐水位下降至 L-2，經過 2 分鐘後，RRCS 四個支系統均將動作。

# 參 考 答 案

科目：儀器與控制 (RO)

1 答：

- (1) 1B、1C、2A、4、5
- (2) 2A，動作信號為 L-2 or D/W Hi press
- (3) a. 排水管流量控制閥上游壓力低於 5psig 時，發出警報並關閉流量控制閥，預防爐心淨化系統被主冷凝器抽成真空。
- b. 排水管流量控制下游壓力高於 140psig 時，發出警報並關閉流量控制閥，預防通往至冷凝器及廢水處理系統的管路，因阻塞遭受淨水系統加壓。

2 答：

- (1) 控制棒中介系統(RIS)  
棒動作控制系統(RACS)  
棒群驅動系統(RGDS)  
控制棒位置指示系統(RPIS)
- (2) a. 在棒群模式下，該棒群內任二根控制棒的位置相差一個(在未驅動時)或二個(在驅動時)以上節距。
- b. 表示核心展示圖過熱，此時自動將值班員控制模組 DISPLAY SELECTION 之 "ALL RODS"，"SELECTED HALF" 及 "SELECTED GROUP" 三個按鈕之功能失效，以防展示圖過熱燒毀。
- c. 按此鈕，使控制棒(群)的連續插入動作不受正常的定時線路限制，控鈕鬆開後，無 Settle 動作。
- d. 按此鈕，可顯示那一根控制棒正被手動 Scram，做 Scram Timing Test。

3 答：(1) 絕大多數中子脈衝皆能超過低限值(Threshold Level)而通過，而絕大多數伽瑪脈衝低於低限值而被阻擋。

- (2) a. 因平方作用，增進鑑別伽瑪信號之能力。
- b. 避免 DC 系統引起之電漏洩效應。
- c. AC 放大器穩定耐用又經濟。
- d. 讀數直接和偵檢器之中子通量成比例。

(3) 因 IRM 於段階開關 Range9，讀數為 25 時，APRM 讀數約為 3.16%，若反應爐模式開關由 S/U 模式切換至 RUN 模式，機組會因  $APRM \leq 5\%$ ，引起阻棒。

4. (1)  $70 \times \left[ \frac{(12-4)}{(20-4)} \right] = 35.0 \text{ KG/cm}^2$   
 (2) ①：反應器水位回授信號（經 steam programming 修正後之水位信號，於 3 元控制時，則將飼水-蒸汽流量列入，形成預期之水位信號）  
 ②：水位設定信號  
 ③：控制器輸出（至 M/A Station）之水位需求信號  
 (3) 當反應器水位①上升，與水位設定信號②相比得到一差值，即產生較原水位需求控制信號③低之信號，降低飼水量，以使水位回授與水位設定趨於一致。

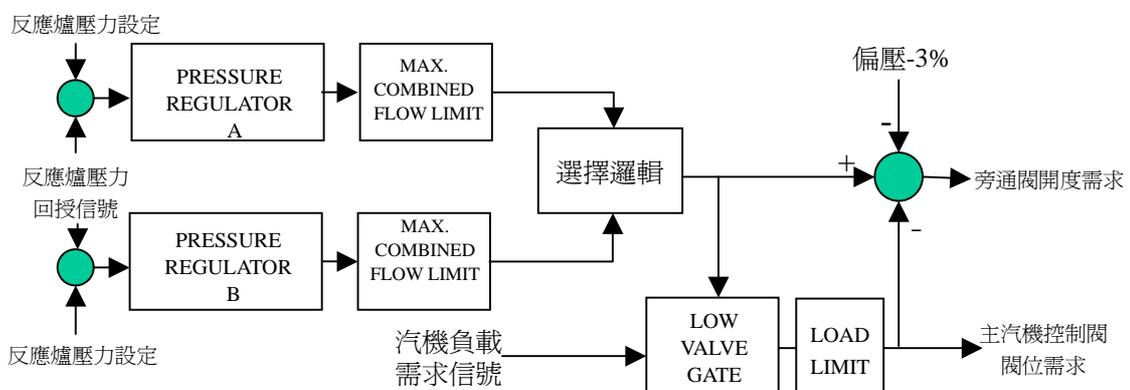
- 5 答：(1) FLOW UNIT A/C 分配至 APRMA/C/E，FLOW UNIT B/D 分配至 APRMB/D/F。  
 (2) 無任何跳脫單元動作。因 APRM A/C/E 設定點之 Flow Bias 係數自流量單元 A/C 之低值，故流量單元 A Failure High，並不造成機組半急停。另因流量單元 A/D 並不作 Mismatch 之比較，雖兩者輸出信號相差大於 10%，亦不會造成機組阻棒。

6. Isochronous Mode：轉速（頻率）不受負載影響而改變，調速閥僅接受轉速設定與回授信號而改變，適用於單機運轉。

Droop Mode：轉速（頻率）隨負載增加而降低，調速閥接受轉速設定、轉速回授信號及負載回授信號而改變，適用於併聯運轉。

併聯運轉時用 Droop Mode，若用 Isochronous Mode 併聯後，若系統頻率稍大於 D./G 頻率，則 D/G 會因逆向功率電驛動作而跳脫；若系統頻率稍小於 D./G 頻率，則 D/G 會嘗試恢復原頻率而持續加大進油量，使 D/G 過載而跳脫或受損。

- 7 答：(1) 如附圖，當反應爐壓力升高，Pressure Regulator 輸出增加，與主汽機控制系統之負載需求比較後，取低值成為控制閥閥位需求信號，一般情況下，主汽機控制系統之負載需求信號會較 Pressure Regulator 輸出信號為高，故使控制閥增加開度。



- (2)a. 經由 Max. Combined Flow Limiter 限制後之 Pressure Regulator 信

號，送至汽機控制電路做為 GV 之控制及做為旁通閥要求信計算之輸入。

- b. 流量需求信號與汽機負載需求信號經低值比較之輸出，做為旁通閥需求信號計算之輸入。
- c. 流量需求信號與負載速度限制器限制後之負載需求信號比較，所產生之誤差信號，做為再循環水流量控制系統主控制器之輸入信號。

- 8 答：(1)執行電氣或機械超速跳脫測試
- (2) M/A 速度需求信號未在 2100~6040 RPM 內
  - (3) RFPT Latch 後，其 HP 及 LP STOP VALVE 均未全開。

- 9 答：(1)APRM C or APRM E
- (2)CTMT Vent Plenum Rad. Monitor 控道 A & D，D17-K609A & D
  - (3)高壓汽機第一級壓力
  - (4)高低壓汽間上跨管之壓力開關
  - (5)反應爐爐壓

- 10 答：(1)錯誤。僅關閉蒸汽供給閥及其旁通閥，RCIC 停止運轉並置於備用狀態。
- (2)錯誤。LOCA 後延時十分鐘後 A 串才會改為 CTMT SPRAY 模式，B 串則再延時 90 秒。
  - (3)正確。
  - (4)正確。
  - (5)錯誤。E31-S1A/E31-S1B 置於 TEST 位置，並不會 By pass L-2 信號。
  - (6)正確。
  - (7)錯誤。EOC-RPT 會使再循環水泵 Hi TO Low，但不會跳脫。
  - (8)錯誤。飼水回退邏輯不會動作。

# 核能二廠九十一年度第一次運轉員執照測驗筆試試題

科目：程序書：包括正常、異常、緊急  
和放射性控制程序書

時間：九十一年一月廿五日 15:00~16:40

※本試卷題目共 10 題※

1. 請解釋運轉規範中下列名詞：(8%)
  - (1) 可用/可用性(Operable/Operability)
  - (2) 爐心改變(Core Alteration)
  - (3) 可辨認洩漏(Identified Leakage)
  - (4) 一次圍阻體完整性(Primary Containment Integrity)
2. 若氣象局發布「海上陸上颱風警報」後，且颱風有可能吹襲本廠時，請回答下列問題：
  - (1) 何時應成立防颱中心？(2%)
  - (2) 應在何時確認氣渦輪機之可運轉性？(2%)
  - (3) 當廠區進入7級暴風半徑前，69KV線路應如何操作？(3%)
  - (4) 應廠區進入10級暴風半徑時，應採取何種行動？(6%)
3. 核能電廠防護衣物穿著方式可分為A、B、C、D四式，請分別說明其適用時機及裝備種類。(10%)
4. 在大修期間，當二次圍阻體完整性被破壞時，需採取之立即措施為何？(5%) 在破壞二次圍阻體完整性前，需執行那些管路閘查核？(2%)又在何種狀況下可以免除此項查核？(2%)

5. 請說明機組進入何種狀況時，必須進入緊急放射性物質釋放控制程序。(10%)
6. 運轉規範中對運轉模式 (Operational Condition) 之定義各為何？  
請依反應器模式開關位置及反應器水溫之大小分別定義之。(10%)
7. 請說明下列那些情況，依運轉規範規定須立即採取停機行動？(10%)  
(假設機組滿載穩定運轉中)
- (1)一只 Jet P' p 流量指示 downscale。
  - (2)69KV 外電喪失且 DIV. II D/G 又故障不可用。
  - (3)兩串 SGTS 不可用。
  - (4)兩台再循環泵因故跳脫。
  - (5)APRM A 不可用，APRM D 之 LPRM 有 6 支故障不可用。
8. (1)大修期間，在R/B 7F、F/B 3F或R/B 2F進行AA或AAA類RWP工作項目，則現場固定式ARM警報測試頻率為何？(4%)  
(2)上述測試若發現ARM有故障時，應如何處理？(6%)
9. 根據貴廠操作程序書之訓練要求，運轉人員在操作控制組件時，須作自我查証，其作法為何？(10%)
10. 請說明運轉規範對抑壓池(Suppression Pool)有何限制？其限制基礎(Bases)為何？(10%)

## 參 考 答 案

科目：程序書：包括正常、異常、緊急  
和放射性控制程序書 (RO)

1. (1) A system, subsystem, train, component or device shall be OPERABLE or have OPERABILITY when it is capable of performing its specified function(s) and when all necessary attendant instrumentation, controls, electrical power, cooling or seal water, lubrication or other auxiliary equipment that are required for the system, subsystem, train, component or device to perform its function(s) are also capable of performing their related support function(s).

(2) A CORE ALTERATION shall be the movement or manipulation of any fuel, sources, reactivity control components, or other components affecting reactivity within the reactor vessel with the vessel head removed and fuel in the vessel.

The following exceptions are not considered to be CORE ALTERATIONS :

a. Movement of SRMs, LPRMs, IRMs, TIPs or special movable detectors ( including undervessel replacement ) ;

b. Control rod movement, provided there are no fuel assemblies in the associated core cell.

Suspension of CORE ALTERATIONS shall not preclude

completion of movement of a component to a safe, conservative position.

(3) A. Leakage into collection systems, such as pump seal or valve packing leaks, that is captured and conducted to a sump or collecting tank, or

B. Leakage into the drywell atmosphere from sources that are both specifically located and known either not to interfere with the operation of the leakage detection systems or not to be PRESSURE BOUNDARY LEAKAGE.

(4) PRIMARY CONTAINMENT INTEGRITY shall exist when:

A. All penetrations required to be closed during accident conditions are either:

1. Capable of being closed by an OPERABLE containment automatic isolation valve system, or

2. Closed by at least one manual valve, blind flange, or deactivated automatic valve secured in its closed position, except as provided in Table 16.3.6.4-1 of Specification 16.3.6.4.

B. All equipment hatches are closed and sealed.

- C. Each primary containment air lock is OPERABLE pursuant to Specification 16.3.6.1.3.
- D. The primary containment leakage rates are within the limits of Specification 16.3.6.1.2.
- E. The sealing mechanism associated with each penetration, e.g., welds, bellows or O-rings, is OPERABLE.

2. (1) 成立防颱中心的時機：

- A. 本廠進入颱風「戒備期間」，或
- B. 廠長室指令成立，或
- C. 總公司防颱中心指令成立。

(2) 當氣象局發佈「陸上颱風警報」後，研判颱風有可能吹襲電廠時，電廠應在八小時內確認氣渦輪機之可運轉性，對於停止供電運轉已超出一天者，依電廠程序書進行氣渦輪機組（包括其本身之柴油發電機）起動試驗。

(3) 當電廠進入七級風（13.9 米/秒）暴風半徑前一小時，考慮廠外 69 KV 線路可能故障跳脫，開始執行程序書 598(氣渦輪機單獨供電至廠內負載緊急操作程序書)，起動一台氣渦輪機併聯入 69 KV，並將外電(武金線和中金線)切離，另一台備用。

(4) 當廠區已進入 10 級風暴風半徑範圍，廠內核能機組應於 2 小時內降載至 STOP VLV/CV FAST CLOSURE TRIP BYPASS DIV I 及 DIV II 兩個警示燈亮(1/2C03 盤)，並確認 1/2C09 及 1/2C11 盤之 K9A/B/C/D Relay 賦能。

任一機組若有下列任一狀況發生時，則該機組在四小時內機組解聯熱待機，並依運轉規範時限隨後 36 小時內達冷爐停機：(1) 喪失一台緊急柴油發電機（即 D/G DIV I 或 DIV II 不可用），但第 5 台 D/G 可取代任一。或(2) 喪失 345 KV 部份迴線，剩二條或二條以下迴線可用。或(3) 喪失 69 KV 廠外電源及一台氣渦輪機。

任一機組若有下列任一狀況發生時，則立即執行該機組冷爐停機行動儘快達冷爐停機：(1) 喪失二個廠外電源 (345 KV 及 69 KV 均喪失)，或(2) 喪失一台緊急柴油發電機 (即 D/G DIV I 或 DIV II 不可用) 和一個廠外電源，但第 5 台 D/G 可取代任一，或(3) 喪失二台緊急柴油發電機 (即 D/G DIV I 及 DIV II 不可用)，但第 5 台 D/G 可取代任一。

3. A 式：適用於短時間工作人員於污染區之巡視查漏，化學取樣及運轉操作。裝備有：橡膠套鞋、棉紗手套、橡膠手套 (視情況需要時使用)、劑量佩章、輔助劑量計。

B 式：適用  $<370\text{Bq}/100\text{cm}^2$  ( $22,200\text{dpm}/100\text{cm}^2$ ) 之乾燥污染區。裝備有：原則上禁穿私人衣物、棉紗手套、橡膠手套 (視情況需要時使用)、帆布靴、一套連褲防護衣、便帽 (限 R/B 7F 或 HP 核可區域使用)、劑量佩章、輔助劑量計、橡膠套鞋、呼吸防護面具。

C 式：: 適用  $\geq 370\text{Bq}/100\text{cm}^2$  ( $22,200\text{dpm}/100\text{cm}^2$ ) 之乾燥高污染區。裝備有：與 B 式同、需第二套紙質或連褲防護衣、可能需第二套手套、呼吸防護面具 (視情況需要時使用)。

D 式：會潮濕之污染區。裝備有：與 B 式同、全身防水雨衣、橡膠雨鞋或橡膠套鞋、呼吸防護面具 (視情況需要時使用)。

4. (1) A. 立即停止爐心改變。

B. 不可在一/二次圍阻體，搬運用過燃料及停止 RPV 組件回裝工作 (屬 LOAD OVER CORE)。

C. 執行 RHR S/D COOLING MODE & RWCUC/U MODE 查核簽証表。

D. 喪失二次圍阻體完整性、啟始日期、時間，登錄在值班日誌及 LCO 登錄簿上。

(2) 執行 RHR S/D COOLING MODE & RWCUC/U MODE 查核簽証表。

(3) 若 Recir A/B Loop 及 Bottom drain line 已被 Plug 住或 E12-F010 關閉中，則任一 RWCUC/U MODE 與 RHR S/D COOLING MODE 管路閥查核表，可免執行。

5. .若下列任一種異常狀況發生或存在則進入本程序書：

- 二次圍阻體差壓 $\geq 0$ cm 水柱
- 二次圍阻體任一區域溫度高於最高正常運轉限值
- 二次圍阻體任一區域 HVAC 冷卻器的溫差(dT) $>$ 最高正常運轉限值
- 二次圍阻體 HVAC 排氣輻射強度 $>$ 最高正常運轉限值(100mR/hr)
- 二次圍阻體任一區域輻射強度 $>$ 最高正常運轉限值
- 二次圍阻體任一地面洩水集水池 (SUMP) 水位 $>$ 最高正常運轉限值
- 廠界放射物質釋放率大於 2mR/hr (第二類緊急事故 B 級)

6.

Condition	Mode Switch Position	Average Reactor Coolant Temperature
1. POWER OPERATION	Run	Any temperature
2. STARTUP	Startup/Hot Standby	Any temperature
3. HOT SHUTDOWN	Shutdown***	$> 212$ °F
4. COLD SHUTDOWN	Shutdown***	$\leq 212$ °F
5. REFUELING*	Shutdown or Refuel**	$\leq 140$ °F

7. (1)、(3)、(4)、(5)

8 (1) 工作人員在 #1、#2 機 R/B 7F、F/B 3F、R/B 2F 等區域作業過程中，可能產生高輻射／污染變動之曝露工作時段／項目，或作業過程可能接受變動性之高輻射／污染曝露工作項目 (RWP、AAA 類或 AA 類項目)，HP 人員可視現場工作狀況，選擇合適測試時段，連絡控制室測試現場固定式區域輻射監測器 (ARM) 警報器，以測

試現場工作人員對輻射之警覺性。

- (2) 發現永久式 ARM 不可用時，發現者應主動開立設備請修單，並立即通知主控制室和主管制站執行相關輻射安全的偵測管制。不可用 ARM 的相關監測區域或進出通道，除了檢修該 ARM 的工作人員和 HP 外，嚴禁無關人員繼續工作或停留現場。系統上“有安全連鎖 (interlock) 的例行工作” (例如，反應器廠房七樓和燃料廠房三樓的燃料填換)、主控制室和管制站作業，以及其他經 SORC 評估後，必須執行的工作，則須符合以下條件方可繼續工作：1. HP 應設置臨時的區域輻射監測器，替代 ARM 進行區域之輻射監測。2. HP 應派人監控，以掌握狀況。

9. (1) 找出欲操作組件之組件

(2) 指著欲操作之組件

(3) 大聲說出欲操作之組件

(4) 執行操作組件動作

10. (a) 水位應維持在 576.6cm 至 591.8cm 之間

(b) 在 Mode 1, 2 時最大溫度為 35°C (95°F)，下列條件例外：

(1) 在 testing 時，排汽至 S.P. 允許最高至 105°F

(2) CTP ≤ 1% RTP 時，允許最高至 110°F

(c) 限制基礎：確保 ECCS 系統之水源 (流體容量及泵 NPSH) 及 RCIC、SRV 之 Heat Sink 存在，以使其安全功能確保。