

核能二廠九十四年度第一次核子反應器 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：九十四年四月四日 08:40~10:20

(*本試卷計有選擇題15題，問答及計算題10題)

一、選擇題 (單選，每題2分共30分)

1. 下列有關原子核基本理論之說明，何者為**錯誤**之敘述？
 - (A) 原子的實際質量恒小於構成原子核各核子以及核外圍各電子的質量和。
 - (B) 原子核之結合能相當於將各核子結合成原子核所釋放的能量。
 - (C) 原子核之總結合能愈大，表示該原子核愈趨穩定。
 - (D) 對一穩定原子核而言，隨著質量數的增加，中子數的增加率必較質子數的增加率為快。
2. 下列有關遲延中子 (Delayed Neutron) 之說明，何者敘述較為**正確**？
 - (A) 原子核分裂時，大部分之分裂中子屬於延遲中子。
 - (B) 在功率上升暫態時，長半衰期遲延中子母核之衰變效應較為顯著。
 - (C) 對發電用反應爐而言，爐心遲延中子分數 ($\bar{\beta}$) 由爐心壽命初期逐漸上升至爐心壽命末期。
 - (D) 若反應度 ($\frac{\Delta K}{K}$) 與爐心遲延中子分數 ($\bar{\beta}$) 相等時，有可能發生瞬發臨界 (Prompt Critical)。
3. 下列有關有效增殖因數 (K_{eff}) 中六因子因數之說明，何者為**錯誤**之敘述？
 - (A) 減能長度愈大時，熱中子不漏機率 (L_{th}) 愈小。

- (B) U^{235} 之再生因數 (η) 貢獻量較 Pu^{239} 為大。
- (C) 共振逃逸機率 (P) 與核心壽命有關。
- (D) 熱中子利用因數 (f) 和非可分裂性吸收物密度與燃料密度之比 ($\frac{N^*}{N^U}$) 成反比關係。
4. 下列那一項因素使得反應爐週期增長？
- (A) 瞬發中子 (Prompt Neutron) 數量增加。
- (B) 反應度 ($\frac{\Delta K}{K}$) 變化率增加。
- (C) 爐心遲延中子分數 ($\bar{\beta}$) 增加。
- (D) 短半衰期遲延中子母核數量增加。
5. 如果反應爐處於 $250^\circ F$ 之次臨界狀態下，下列那一項因素會增加停機餘裕 (Shutdown Margin) ？
- (A) 反應爐冷卻水加熱。
- (B) 增加再循環水流。
- (C) Sm^{149} 衰變。
- (D) 控制棒抽出。
6. 下列各參數變化對反應度之緩和劑溫度係數 (α_{TM})、都卜勒係數 (α_D) 及空泡係數 (α_V) 之影響，何者為**錯誤**之敘述？
- (A) 緩和劑溫度升高時， α_{TM} 及 α_D 更為負值。
- (B) 爐心空泡含量增加時， α_{TM} 及 α_V 更為負值。
- (C) 燃料溫度升高時， α_{TM} 及 α_V 更為負值。
- (D) 控制棒密度增加時， α_{TM} 及 α_V 更為負值。
7. 下列控制棒何者對軸向中子通量曲線影響最大？
- (A) 淺棒 (Shallow Rod)。
- (B) 深棒 (Deep Rod)。

- (C) 中間棒 (Intermediate Rod)。
- (D) 邊緣棒 (Edge Rod)。
8. 反應爐運轉所產生之主要中子毒素 (Xe^{135} 及 Sm^{149}) 特性，下列何者敘述較為正確？
- (A) Xe^{135} 及 Sm^{149} 可藉由分裂及衰變產生。
- (B) Xe^{135} 及 Sm^{149} 可藉由燃耗及衰變移除。
- (C) 反應爐急停初期， Xe^{135} 因燃耗及衰變暫停而停止移除，使得 Xe^{135} 濃度上升。
- (D) Sm^{149} 之反應度本領較 Xe^{135} 為小。
9. 當反應爐於燃料周期末期時，影響共振吸收 (Resonance Capture) 最大者是下列那一對核種？
- (A) Pu^{239} 和 U^{235} 。
- (B) Pu^{239} 和 Pu^{240} 。
- (C) U^{238} 和 Pu^{240} 。
- (D) U^{238} 和 Pu^{239} 。
10. 可燃毒素常會加入反應爐爐心內，其目的為何？
- (A) 減少控制棒陰影效應。
- (B) 在高功率運轉時能讓有深棒區域得到較平整之中子通量曲線。
- (C) 在燃料回填於爐心時能填加較多之反應度於爐心內。
- (D) 在反應爐運轉期間維持緩和劑係數為負值。
11. 燃料護套與冷卻水間 ΔT 迅速增加但熱通量卻下降，此顯示：
- (A) 正發生全面沸騰 (Bulk Boiling)。
- (B) 已達偏離核沸騰 (DNB)。
- (C) 臨界熱通量正增加中。
- (D) 正發生核沸騰 (Nucleate Boiling)。

12. 下列那一項核心參數變化將導致臨界功率 (Critical Power) 上升？
- (A) 爐心流量 (Core Flow) 增加。
 - (B) 反應爐壓力增加。
 - (C) 局部尖峰因數增加。
 - (D) 軸向尖峰因數上移。
13. 飽和蒸汽乾度 100%，壓力保持不變時，下列何者敘述較為正確？
- (A) 加熱時，則產生更多蒸汽。
 - (B) 移除部分熱能時，則蒸汽溫度下降，其乾度亦下降。
 - (C) 移除部分熱能時，則蒸汽溫度下降，但蒸汽體積不變。
 - (D) 移除部分熱能時，則蒸汽溫度不變，形成更多液體。
14. 若改變一離心式水泵之轉速為原先之兩倍時，則水泵運轉所需之功率約增加為原先之幾倍？
- (A) 2 倍。
 - (B) 4 倍。
 - (C) 6 倍。
 - (D) 8 倍。
15. 下列那一項無法達成防止運轉中水泵孔蝕之發生？
- (A) 降低液體溫度。
 - (B) 將出口閥開大。
 - (C) 降低液體中氣體之含量。
 - (D) 將進口閥開大。

二、問答及計算題 (10 題共 70 分)

1. 試解釋下列名詞：(10%)

- (1) 自屏蔽效應 (Self-shielding Effect)。
- (2) 逆功率效應 (Reverse Power Effect)。
- (3) 潛能 (Potential Energy)。
- (4) 泵 Runout 。

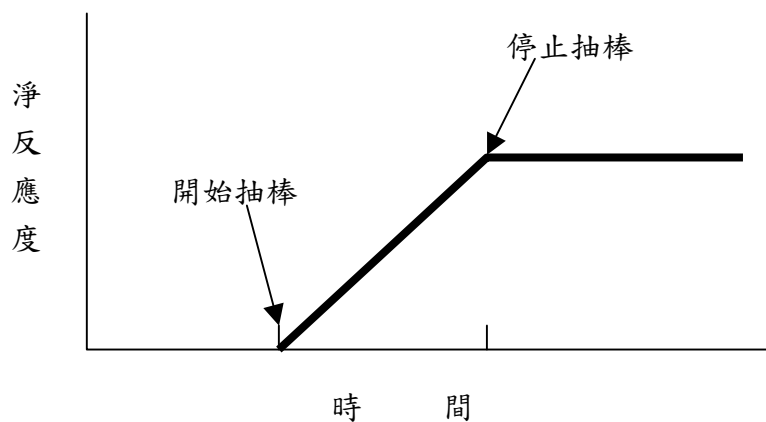
2. (1) 何謂次臨界增殖 (Subcritical Multiplication) ？

(2) 反應爐初次裝填燃料時，中子源計數率為 100 cps，若中子偵測器裝置過份偏離中子源，則裝填燃料估算臨界所需裝填的燃料數目時，可能高估或低估？

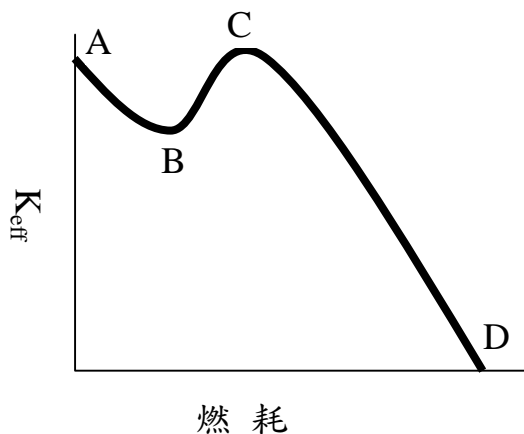
(3) 若反應爐第一階段有效增殖因數 (K_{eff}) 達 0.95 時，當運轉員抽出控制棒本領為 $0.0270 \frac{\Delta K}{K}$ 的控制棒後，則反應爐第二階段重新穩定之 K_{eff} 為多少？

(4) 那一階段之每代淨獲得的快中子減少速率較慢？ (10%)

3. 下圖為反應器臨界後，將控制棒抽出一節以加入一正反應度時之反應度與時間之變化圖，請繪圖說明抽棒期間反應器週期之變化情形？ (5%)

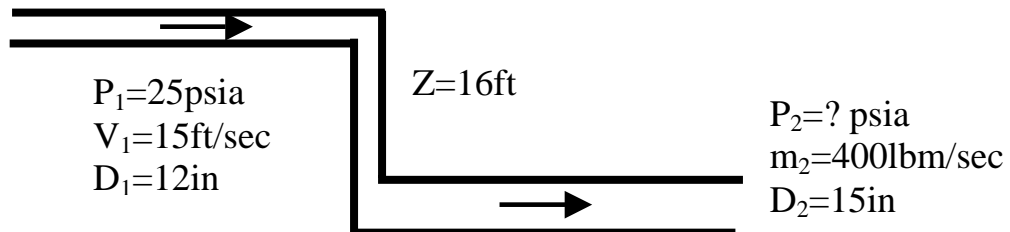


4. 在下列情況下，對反應度之緩和劑溫度係數 (α_{TM})、都卜勒係數 (α_D) 及空泡係數 (α_V) 而言，何者將最先產生作用以改變反應度？並說明改變反應度之理由。(9%)
- (1) 在 30% 功率下，主汽機跳脫而一個蒸汽旁通閥未自動開啟。
 - (2) 在 60% 功率下，運轉員將控制棒由 08 抽至 10。
 - (3) 1% 功率時抽出控制棒。
5. 下圖為核心壽命中有有效增殖因數 (K_{eff}) 與爐心燃耗之關係圖，請說明 A → B、B → C、C 及 C → D 之核心多餘反應度隨燃耗變化原因？(10%)



6. 假設有一熱機進行卡諾循環 (Carnot Cycle)，其加熱過程於 300 psia 下進行，冷卻過程則在一大氣壓力下進行，請問此 Carnot Cycle 之效率為何？(3%)
7. 一飽和狀態之汽水混合物，飽和壓力為 1,000 psia，比焓為 870 Btu/lb，則其汽水混合物之乾度 (Quality)、比容 (Specific Volume) 及空泡比 (Void Fraction) 各為多少？(9%)
8. 比容為 $0.530 \text{ ft}^3/\text{lbm}$ 之流體，於 6 吋管路中，其平均流速為 950 ft/hr，則於其他運轉參數相同情況下，比容為 $0.564 \text{ ft}^3/\text{lbm}$ 之流體，於 10 吋管路中，其平均流速為何？(5%)

9. 下圖為某一水流以 15ft/sec 之速度和 25psia 之壓力流經直徑 12 吋之水平管路後，轉彎向下達 16 呎，然後再次保持水平且直徑增加為 15 吋，如最後質量速度是 400lbm/sec，則最後水流壓力為何？（已知水的密度為 62.4lbm/ft³，不考慮 Friction Losses）（6%）



10. 若冷凝器之真空度為 27.89 吋汞柱，冷凝水溫度為 90°F，請問冷凝水之次冷度（Subcooling）為多少？（3%）

參考公式：

1. Carnot Cycle Efficiency = $(T_H - T_C) / T_H$

2. Bernoulli Equation (For an incompressible fluid)

$$\frac{V^2}{2g} + z + \frac{p}{\rho g} = C$$

3. gravity acceleration constant : $g = 9.81 \text{ m/s}^2 = 32.2 \text{ ft/s}^2$

4. 1 atmosphere pressure = 760mmHg = 29.92inHg = 14.7psi

5. 蒸汽乾度(Quality) = $W_s / (W_w + W_s)$

參 考 答 案

科目：運轉原理、熱力學、熱傳及流體力學 (R0)

一、選擇題

1. C	2. D	3. B	4. C	5. A
6. B	7. A	8. D	9. C	10. C
11. B	12. A	13. D	14. D	15. B

二、問答題

- (1) 自屏蔽效應 (Self-shielding Effect)：因為燃料丸外圍溫度較內部低，其共振尖峰較狹且高，對某一能階的中子在通過燃料丸外圍時即被吸收，而未達內層，稱為自屏蔽效應。

(2) 逆功率效應 (Reverse Power Effect)：當一根控制棒抽出一或二節，造成燃料束功率下降的情形，稱為逆功率效應。

(3) 潛能 (Potential Energy)：即物質由液體氣化為同溫同壓之氣體所需之熱量。

(4) 泵 Runout：當泵出口喪失背壓以致流量增大所產生之現象謂之。

2. (1) 於次臨界狀況下，以中子源來維持自續連鎖反應之過程。

(2) 低估。

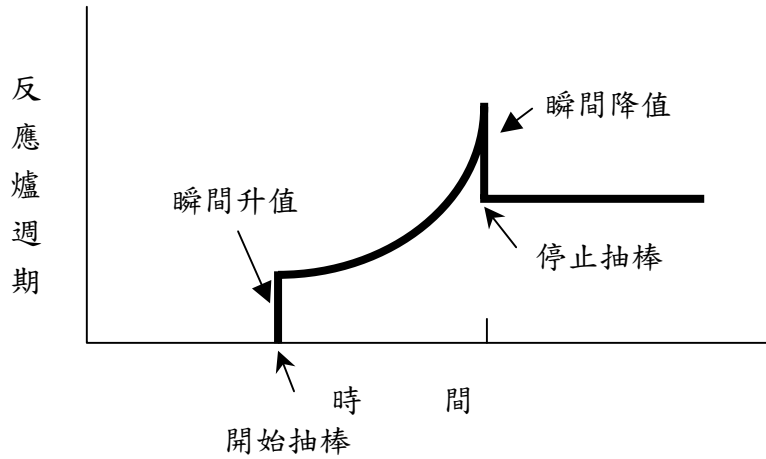
$$(3) \text{ 第一階段反應度} = \frac{0.95 - 1}{0.95} = -0.0526 \frac{\Delta K}{K}。$$

$$\text{第二階段反應度} = -0.0526 \frac{\Delta K}{K} + 0.0270 \frac{\Delta K}{K} = -0.0256 \frac{\Delta K}{K}$$

$$K_{\text{eff}} = \frac{1}{1 + 0.0256} = 0.975。$$

(4) 第二階段之每代淨獲得的快中子減少速率較慢。

3.



4. (1) α_V ，爐心壓力增加，空泡含量降低，加入正反應度。
(2) α_D ，控制棒由 08 抽至 10，功率增加，燃料溫度上升，共振吸收擴大，加入負反應度。
(3) α_D ，功率增加，燃料溫度上升，共振吸收擴大，加入負反應度。
5. (1) A \rightarrow B：由於 Xe^{135} 及 Sm^{149} 的累積，核心多餘反應度減少。
(2) B \rightarrow C：可燃性毒素之燃耗與 Pu^{239} 之累積，使得核心多餘反應度增加，其中以可燃性毒素之燃耗為最主要原因。
(3) C： Pu^{239} 的累積速率已減少，而可燃性毒素的燃耗率大約和燃料的燃耗相近。
(4) C \rightarrow D：燃料的燃耗是最主要因素，而 K_{excess} 也降至無法利用正常之控制方法使反應爐功率維持在 100% 運轉。
6. 經查 Steam Table 得知，300 psia 時之飽和溫度為 417.35°F，一大氣壓 (14.7 psia) 時之飽和溫度為 212°F。因此，

$$\text{該Carnot Cycle效率} = \frac{(417.35 + 460) - (212 + 460)}{(417.35 + 460)} = 23.4\%$$

7. 假設其乾度為 χ ，經查 Steam Table 得知，飽和壓力 1000 psia 時，其 $h_f=542.6 \text{ Btu/lb}$ ， $h_g=1192.9 \text{ Btu/lb}$ ， $V_f=0.02159 \text{ ft}^3/\text{lb}$ ， $V_g=0.44596 \text{ ft}^3/\text{lb}$

$$(1) h=870=(1-\chi) \times 542.6 + \chi \times 1192.9 = 542.6 + 650.3 \chi$$

$$\therefore \chi = 50.3\%$$

$$(2) \text{比容} = 0.503 \times 0.44596 + (1-0.503) \times 0.02159 = 0.2351 \text{ ft}^3/\text{lb}$$

$$(3) \text{空泡比} = 0.503 \times 0.44596 / 0.2351 = 0.954 = 95.4\%$$

8. 由於 $\dot{m}_1 = \dot{m}_2$ ， $\frac{V_{av1} A_1}{V_1^2} = \frac{V_{av2} A_2}{V_2^2}$ ，

$$\frac{950 \times 0.25 \times \pi \times (6/12)^2}{0.530} = \frac{V_{av2} \times 0.25 \times \pi \times (10/12)^2}{0.564}$$

$$\text{平均流速 } (V_{av2}) = 363.94 \text{ ft/hr}$$

9. 由於質量速度 $\dot{m} = AV\rho$ ，比容 $\nu = 1/\rho$ ，

$$\text{因此 } 4001 \text{ lbm/sec} = (\pi/4) \times (15/12)^2 \times V_2 \times 62.41 \text{ lbm/ft}^3, V_2 = 5.22 \text{ ft/sec}$$

$$\nu_1 = \nu_2 = \frac{1}{62.41 \text{ lbm/ft}^3} = 0.016 \text{ ft}^3/\text{lbm}$$

$$\text{由伯努利公式 } Z_1 + V_1^2/2g + P_1 \nu_1 = Z_2 + V_2^2/2g + P_2 \nu_2 \text{ 得知，}$$

$$16 + 0.5 \times 15^2/32.2 + 25 \times 144 \times 0.016 = 0 + 1/2 \times (5.22)^2/32.2 + P_2 \times 144 \times 0.016$$

$$P_2 = 33.29 \text{ psia}$$

10. 由於一大氣壓 760 mmHg (29.92 inHg) 相當於 14.7 psia，

$$\text{因此冷凝器真空} = 29.92 \text{ inHg} - 27.89 \text{ inHg} = 2.03 \text{ inHg}$$

$$\text{相當於 } 2.03 \text{ inHg} / 29.92 \text{ inHg} \times 14.7 \text{ psia} = 0.997 \text{ psia}$$

經查 Steam Table 得知，0.997 psia 之飽和溫度為 101.6°F，

$$\text{故冷凝水次冷度} = 101.6^\circ\text{F} - 90^\circ\text{F} = 11.6^\circ\text{F}$$

核能二廠九十四年度第一次核子反應器 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：九十四年四月四日 10:40~12:20

(* 本試卷計有選擇題15題，問答題10題)

一、選擇題 (單選，每題2分共30分)

1. 下列有關 RPV 內部組件功用之說明，何者為**正確**之敘述？
 - (A) 汽水分離器可使蒸汽乾度由 15 % 增加至 90 %。
 - (B) 外圍燃料墊塊可減小核心因徑向功率分佈不均，所造成核心水流不合理分配之現象。
 - (C) SBLC 穿越管提供 LPCS 管路破裂偵測信號。
 - (D) 爐心底板提供各燃料元件之垂直支持。
2. 下列有關 ATTS 之設計說明，何者為**正確**之敘述？
 - (A) ATTS 系統之主/副跳脫單元輸入信號範圍均為 4~20mA。
 - (B) ATTS 各盤面電源設計為 AC 及 DC 雙重電源。
 - (C) ATTS 各盤面儀控跳脫設計為故障時須動作(Fail Safe)。
 - (D) ECCS 盤面喪失電源後立即復電時，跳脫單元將較傳送器先行反應。
3. 下列那一項 PCIS Group 2A 動作之隔離設備可以手動中止 (Override) 其動作？
 - (A) 一次圍阻體正常沖淡隔離閥。
 - (B) 一次圍阻體事故後沖淡隔離閥。
 - (C) 乾井正常真空破壞閥。
 - (D) 乾井緊急真空破壞閥。
4. 下列有關再循環水系統之設計說明，何者為**錯誤**之敘述？

- (A) 噴射泵之驅動水流與降流區之吸入水流比約為 1:2。
 - (B) 若發生再循環水泵進口管路斷管時，噴射泵的位置能保持 2/3 爐心高度水位。
 - (C) 為避免再循環水泵承受過大熱應力，RPV 底蓋區水溫與蒸汽室飽和溫度溫差必須 $\leq 100^{\circ}\text{F}$ 時，方可起動再循環水泵。
 - (D) 乾井高壓力時，為容許壓力槽沖放不受限制，流量控制閥將鎖於當時位置，同時禁止再循環水泵出口閥關閉。
5. 有支控制棒棒位顯示由 20 變為 10 表示此控制棒？
- (A) 插入 30 吋。
 - (B) 抽出 30 吋。
 - (C) 插入 60 吋。
 - (D) 抽出 60 吋。
6. 下列有關 RPS 各信號急停設計理由，何者為**錯誤**之敘述？
- (A) SDV 高水位，反應爐急停以保障 SDV 有足夠的容量容納急停時之排水。
 - (B) 主蒸汽管高輻射，表示燃料護套有重大破損，反應爐急停以避免分裂產物持續外洩。
 - (C) 反應爐低水位，預期功率持續產生時，無法保持足夠冷卻水來冷卻及淹蓋爐心燃料，反應爐急停以保護燃料完整。
 - (D) 反應爐高水位，預期將造成主汽機及反應爐飼水泵汽機孔蝕，反應爐急停以保護汽機發生孔蝕。
7. 下列有關主蒸汽管限流器功用之說明，何者為**錯誤**之敘述？
- (A) 主蒸汽管在包封容器外發生斷裂時，在 MSIV 未完全關閉前，限制反應爐水蒸汽最大流量 150% 之流失，以保護燃料屏障。
 - (B) 限制蒸汽乾燥器及壓力槽內部組件在管路斷破時，大量汽水沖放所造成之壓力差。

- (C) 提供 MSIV 因流量過高之關閉信號。
 - (D) 提供主蒸汽流量信號至飼水流量控制系統。
8. 下列何者**不是** SB&PR 系統故障偵測邏輯 (Fault Detector Logic) 之輸入比較信號？
- (A) 負載誤差信號。
 - (B) 負載需求信號。
 - (C) 流量需求信號。
 - (D) 旁通閥需求信號。
9. 下列有關發電機監測設備功能之說明，何者為**錯誤**之敘述？
- (A) GCM 之功能為監測發電機鐵心是否有過熱現象。
 - (B) RFM 之功能為監測發電機與勵磁機機體內所發生之火花及嚴重過熱現象。
 - (C) GCM 之離子偵檢器所產生之電流值，僅與氫氣流量大小有關，而與氫氣壓力無關。
 - (D) RFM 之工作原理乃利用高頻 CT 偵測流經發電機中性相之高頻電流成分。
10. 下列有關儀控電源配置之說明，何者為**錯誤**之敘述？
- (A) PRM 系統之電源係由 125VDC 經轉換為交流電源所提供。
 - (B) RPS-B 匯流排之 M-G Set 電源來自於 ESF 馬達控制中心。
 - (C) RPS 匯流排提供各中子偵測控道所需電源。
 - (D) UPS 系統之主要電源係由 125VDC 經轉換為交流電源所提供，其後備電源則係由 480V 匯流排經變壓後所提供。
11. 下列有關備用緊急柴油發電機 (含第五台 D/G) 之設計說明，何者為**正確**之敘述？
- (A) 除 Div. III D/G 引擎係由空氣起動馬達帶動外，其餘各 D/G 均為起動空氣所帶動。

- (B) Div. I/II/III D/G 及 5th D/G 之引擎轉速控制，正常均使用電氣調速器，機械調速器則作為後備使用。
 - (C) Droop 設定值愈大，D/G 轉速隨負載增加而下降愈快。
 - (D) Div. I/II D/G 之兩組 AVR 具有自動追隨 (Auto Tracking) 功能，使用中之 AVR 故障時，可自動切換至備用 AVR。
12. 下列何者為核二廠緊急爐心冷卻系統之設計基準事故 (Design Basis Accident ,DBA) ?
- (A) 再循環水泵進口管路雙端斷破(Double End Break)。
 - (B) 蒸汽管發生小破孔。
 - (C) 一條主蒸汽管在限流器(Flow Limiter)上游突然斷開。
 - (D) 飼水管路雙端斷破(Double End Break)。
13. 下列那一項設備可由正常冷凍水系統提供冷卻水？
- (A) 爐水取樣冷卻器。
 - (B) 事故後取樣系統 (PASS) 取樣冷卻器。
 - (C) 汽機廠房取樣冷卻器。
 - (D) 主蒸汽隧道冷卻器。
14. 核二廠裝置在下列那一位置之強震監測儀不提供主控制室 OBE/SSE 警報？
- (A) 包封容器底座。。
 - (B) 反應爐基座。
 - (C) HPCS 管路。
 - (D) 輔機間底板。
15. 核二廠一號機事故後取樣系統 (PASS) 之取樣點配置，下列何者為**錯誤**之敘述？
- (A) 乾井有 1 個取樣點。

- (B) 一次圍阻體有 2 個取樣點。
- (C) 噴射泵 A 串有 1 個取樣點。
- (D) RHR-B 有 1 個取樣點。

二、問答題 (10 題共 70 分)

1. 請說明爐心燃料元件方向之辨認方法為何? (10%)
2. 於發生 LOCA 時, 請說明一次圍阻體 (含乾井) 氫氣產生之來源為何 (包含短程及長程之產生)? 可利用那些系統加以控制? (5%)
3. (1) 若再循環泵之兩只水封裝置皆受損時, 有何裝置可限制反應器冷卻水大量流失? (2%)
(2) 在功率與流量圖中最低功率線之目的為何? (2%)
4. (1) 控制棒驅動液壓系統中穩定閥之功能為何? (2%)
(2) 請說明由正常急停導引閥動作與僅由後備急停閥動作, 在急停時間上的差異, 其理由為何? (2%)
(3) 反應爐於高壓狀況下, 若控制棒急停導引閥故障, 無法執行正常功能, 則設計上有何替代方式能使控制棒急停插入? (3%)
5. (1) SRV 低—低設定 (Lo-Lo Setpoint) 系統之目的為何? 如何作用? (4%)
(2) SRV 排洩管路之真空破壞閥設置目的為何? (2%)
(3) 於操作空氣壓力喪失時, SRV 裝設之蓄壓器容量, 設計上可供 SRV 開啟幾次? (2%)
6. (1) 何謂蒸汽乾燥器效應? (3%)
(2) 蒸汽程式設置之目的為何? (3%)

7. (1) 發電機容量曲線制定之目的為何？ (3%)
- (2) 請說明發電機分別於低於機組額定功率因素之過激磁區運轉、額定功率因素與欠激磁區之間運轉以及欠激磁區運轉時，發電機容量各受限於何因素？ (6%)
8. (1) 緊急柴油發電機 Barring Device Lockout 裝置之功能為何？ (2%)
- (2) 於 Isochronous 模式下，若緊急柴油發電機與系統併聯運轉時可能發生什麼狀況？ (4%)
9. 請說明控制廠房下列各空間之主要通風冷卻系統有那些？那些屬於安全相關系統？ (8%)
- (1) Computer Room。
- (2) RPS M-G Set Room。
- (3) ESF Switchgear Room。
- (4) Emergency Chiller Room。
10. 請說明緊急冷凍水系統 A 串提供那些系統之冷卻水？ (7%)

參考答案

科目：核能電廠系統設計；包括安全和緊急系統（RO）

一、選擇題

1. A	2. D	3. B	4. C	5. A
6. D	7. A	8. B	9. C	10. C
11. A/C	12. A	13. D	14. C	15. D

二、問答題

- （1）燃料匣鎖緊裝置須朝向控制棒中央。
 - （2）燃料匣上之間格鈕須朝向控制棒葉片。
 - （3）舉吊把手之識別突面須朝向控制棒中心。
 - （4）各燃料組必須對稱。
 - （5）舉吊把手上之燃料編號可由控制棒中心向外辨讀。
- （1）短程氫氣之形成，係由燃料護套鋁金屬與水反應產生大量氫氣。反應作用如下：
$$\text{Zr} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{>2000^\circ\text{F}} \text{ZrO}_2 + 2\text{H}_2 + 2800\text{Btu/lb}$$
長程氫氣之形成，乃由於分裂產物的輻射作用，將爐水及抑壓池池水分解為自由氫氣及氧氣。
 - （2）
 - a. 氫氣偵測系統。
 - b. 氫氣沖淡系統。
 - c. 氫氣再結合系統。
 - d. 氫氣點火系統。
- （1）節流襯套能於兩封水承面失去作用時，限制反應器冷卻水大量流失。
 - （2）反應爐功率必須達到此最低功率以上，再循環水泵方能由15Hz切換至60Hz運轉，目的在防止FCV發生孔蝕現象。
- （1）不論CRD抽出或插入時，均可保持通過FCV的流量固定不變。

- (2) 若僅由後備急停閥動作，兩只後備急停閥之電磁線圈賦能開啟急停閥時，因操作空氣之洩放較總計145只急停導引閥全部洩放時間為長，故全部CRD全入時間會較久，約慢10秒左右。
 - (3) 可藉由後備急停閥動作及ARI系統完成控制棒急停插入。

5.
 - (1) 為限制安全釋壓閥開關的頻率及降低第二次開啟時之排放量，設計低—低設定邏輯，降低兩個再開啟及五個再關閉之設定點，使其沖放範圍增大（由100psi增大至107~167psi）。
 - (2) 引導乾井空氣進入排洩管路，以防止沖放蒸汽在管路內凝結而形成真空，致抑壓池倒灌入管路。SRV排洩管路部分積水，再次開啟SRV時，可能導致排洩管路過壓。
 - (3) 5次。

6.
 - (1) 反應爐產生之蒸汽經汽水分離器及蒸汽乾燥器而送至主蒸汽管路，當蒸汽通過汽水分離器及蒸汽乾燥器時產生之磨擦力會使蒸汽壓力降低，其壓力降與蒸汽流量之大小成平方比的關係，此現象謂之蒸汽乾燥器效應。
 - (2) 反應爐高功率時，由於蒸汽乾燥器效應使爐心水位與降流區之水位不一致在正常運轉中為使爐心的水位不因蒸汽乾燥器效應而改變，以及汽水分離器和蒸汽乾燥器最佳工作效果，因而設置蒸汽程式來補償此效應對水位之影響。

7.
 - (1) 發電機容量曲線用來限制定子和轉子線圈最熱點溫度、定子鐵心溫度以及限制線圈間絕緣的溫差等，以作為運轉發電機之最高準則。
 - (2)
 - a. 於低於機組額定功率因素之過激磁區運轉，發電機容量受轉子線圈溫度所限。
 - b. 於額定功率因素與欠激磁區之間運轉，發電機容量受定子線圈溫度所限。
 - c. 於欠激磁區運轉，發電機容量受定子鐵心溫度所限。

8.
 - (1) 當緊急柴油發電機由維護模式切換置至運轉模式時，Barring Device

Lockout 之 Piston 被推出，使得 Lock Pin 被擋住，以防止緊急柴油發電機運轉中，誤操作 Barring Device 而發生危險。

- (2) 若系統頻率稍微提高，柴油發電機立刻會因逆向功率電驛動作而跳脫；若系統頻率稍微降低，則柴油發電機會因超載而跳脫或受損。

9. (1)OVC-25A/B/C (NSR) 及獨立冷卻空調 (NSR) 。

(2) OVC-3A/B (NSR) 、OVC-4A/B (NSR) 及獨立冷卻空調 (NSR) 。

(3) OVC-25A/B/C (NSR) 及1/2VC5A/B (SR) 。

(4) 2VC-7A/B (SR) 及1VC-8A/B (SR) 。

10. (1)RHR-A 泵軸封冷卻器。

(2) RHR-A 泵室冷卻器。

(3) LPCS 泵室冷卻器。

(4) RCIC 泵室冷卻器。

(5) DIV-I 穿越器室冷卻器。

(6) DIV-I 電纜開關室冷卻器。

(7) DIV-I 主控制室緊急通風過濾冷卻器。

核能二廠九十四年度第一次核子反應器
運轉員執照測驗筆試試題

科目：儀器和控制

時間：九十四年四月四日10:40~12:20

(* 本試卷計有選擇題15題，問答題10題)

一、選擇題 (單選，每題2分共30分)

1. 下列有關反應爐水位儀器之描述，何者正確？
 - (A) 寬範圍及窄範圍水位儀器提供反應爐正常運轉時之水位指示。
 - (B) 機組滿載運轉中，寬範圍水位儀器之水位指示較窄範圍水位儀器之指示為高。
 - (C) 當冷凝水槽(Condensing Chamber)內之凝結水因閃化而降低時，將造成水位指示偏低。
 - (D) 事故時，若乾井溫度上升至超出水位儀器之校正溫度時，將造成指示水位較實際水位偏高。
2. 下列有關爐心流量及再循環流量儀器之描述，何者正確？
 - (A) 爐心流量係由兩迴路之再循環流量加總而得。
 - (B) 噴射泵全儀式流量儀器係取自噴射泵喉部及擴散管出口之差壓換算而得。
 - (C) 平均能階中子儀器(APRM)之流量偏差信號係取自爐心流量。
 - (D) 當一台再循環泵停止運轉時，爐心流量儀器所顯示的為運轉迴路之流量。
3. 下列那一消防偵測儀器不適宜裝置於輻射區域？
 - (A) 離子偵測器。
 - (B) 紅外線偵測器。
 - (C) 光電子偵測器。
 - (D) 熱誘發裝置 (HAD)
4. 下列有關緊急柴油發電機控制系統之描述，何者錯誤？

- (A) 轉速 DROOP 係指無載轉速與滿載轉速之差值除以無載轉速之百分比。
- (B) DROOP 模式時，適用於併聯運轉；當併聯後，柴油發電機之頻率隨負載增加而降低。
- (C) ISOCHRONOUS 模式一般適用於單機供電運轉時，不論負載如何變化，其轉速均維持於原設定值不變。
- (D) 第五台柴油發電機僅有 DROOP 模式，若其 DROOP 設定在 4%，則其無載轉速頻率為 62.4Hz。

5. 某一壓力傳送儀器提供 4~20 mA 之信號，作為一 0~200psi 之壓力指示，則當以標準壓力泵送出 150psi 之壓力進行傳送器校正時，傳送器輸出電流為 15.5mA，則該傳送器誤差為：

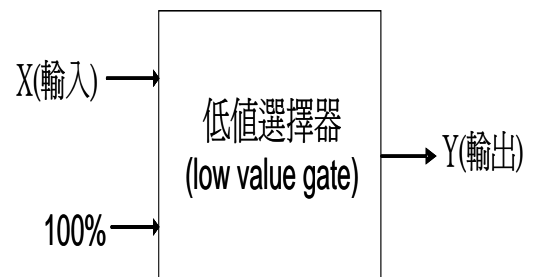
- (A) +0.5 mA
- (B) -0.5 mA
- (C) +1.0 mA
- (D) -1.0 mA

6. 右圖為某一控制迴路之簡圖，請問：

當 X 之輸入由 80% 變為 120% 時，

Y 之輸出信號將如何變化？

- (A) 不變
- (B) 由 80% 變為 120%
- (C) 由 80% 變為 100%
- (D) 由 80% 變為 60%



7. 下列何者不是再循環泵起動之連鎖信號？

- (A) FCV 流量控制器在手動位置。
- (B) 泵進出口閥開度大於 90%。
- (C) 飼水流量大於 22.5% 額定流量。
- (D) FCV 在最小開度。

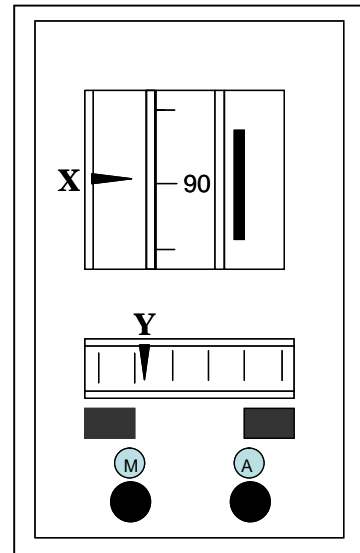
8. 機組滿載運轉中，反應器水位在三元控制，若反應器水位控制系統之蒸汽流量信號喪失，則反應器水位將如何變化（假設無人為操作）？
- (A) 水位下降後因低水位急停。
 - (B) 水位升高後因高水位急停。
 - (C) 水位先下降後再上升至較原設定水位低之水位運轉。
 - (D) 水位不變。
9. 輻射偵測器 1T-44 之「HV OFF」燈亮，則該偵測器之指示將如何變化？
- (A) 增加至超出指示範圍(OVERSCALE)。
 - (B) 降低至超出指示範圍(DOWNSCALE)。
 - (C) 不變。
 - (D) 降低至較原指示低，但仍在指示範圍內。
10. 下列那一輻射偵測器之高輻射信號動作會造成系統設備自動隔離？
- (A) RHR 輻射偵測器。
 - (B) 圍阻體排氣輻射偵測器(Containment Vent Plenum Radiation Monitor)。
 - (C) 廢氣排放口輻射偵測器 (Off Gas Vent Pipe Radiation Monitor)。
 - (D) 廢料廠房排氣輻射偵測器。
11. 下列有關各流程偵測儀器之描述，何者錯誤？
- (A) 熱偶(Thermal Couple)係利用不同金屬間在不同溫度下其間電位差不同之特性而量測溫度。
 - (B) 文氏管(Venturi Tube) 可用來偵測管路中流體之流量。
 - (C) 一冷凝器管側係利用海水作為冷卻，若其進出口差壓變大，即表示流經冷凝器之海水流量增加。
 - (D) RTD 係利用金屬在不同溫度下之電阻值不同之特性來量測

溫度。

12. 下列敘述，何者**正確**（假設儀器功能皆正常）？
- (A) APRM 控道 A/C 同時動作跳脫時，反應爐保護系統會動作，導致控制棒急停插入。
 - (B) 當反應爐水位降至寬範圍水位儀器指示-90 公分時，RCIC 及 HPCS 會自動起動。
 - (C) 當 ATWS 反應爐高壓力控道 A 或 E 任一動作跳脫時，再循環泵 A 台將動作跳脫，停止運轉。
 - (D) 當 PCIS GROUP 1C 第一區動作時，將造成 RWCU 系統一次圍組體外側隔離閥隔離。
13. 下列何種情況會造成反應器保護系統動作跳脫？
- (A) 反應爐模式開關在「STARTUP」位置時，反應爐水位達 L-8 以上。
 - (B) 反應爐模式開關在「RUN」位置時 IRM HI-HI 動作。
 - (C) 反應爐模式開關在「STARTUP」位置時，反應爐水位降至 L-3 以下。
 - (D) 在 20%額定熱功率運轉時，主汽機跳脫。
14. 一限流孔式流量儀器用來偵測流經管路之水流量，經校正後，其在實際流量 150gpm 下所對應之差壓為 20psig，若其限流孔孔徑因沖蝕而增加，量測之差壓仍為 20psig，則所測得之流量將較實際流量為：
- (A) 高
 - (B) 低
 - (C) 無影響
 - (D) 以上皆非

15. 右下圖為貴廠反應器水位控制系統主控制器之簡圖，原設定在 90 公分水位運轉，若因飼水泵汽機 MEH 瞬間異常（隨後即恢復正常），造成反應器水位瞬間上升至 100 公分，則 X、Y 點之指針初期將如何變化？

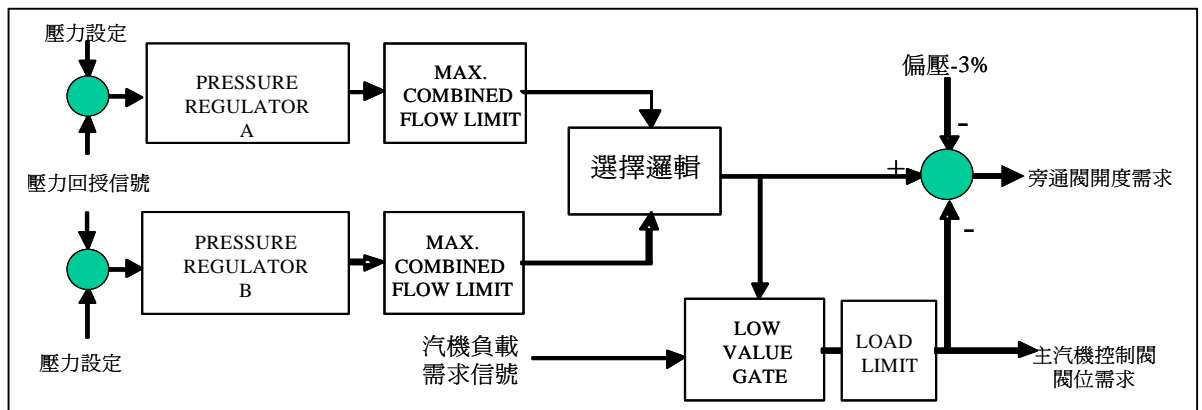
- (A) X 往上升，Y 往左減少
- (B) X 往上升，Y 往右增加
- (C) X 往下降，Y 往右增加
- (D) X 往下降，Y 往左減少



二、問答題 (70%)

1. 下圖為貴廠 SB&PR 及主汽機 ABB-TT6 控制系統簡圖，請由簡圖請回答下列問題：

- (1) 當機組由併聯升載時，控制系統如何運作，以提昇發電機輸出。(6%)
- (2) 機組滿載運轉中，若 GV-1 因故關至全關，則機組有何反應。(2%)



2. 請回答下關儀控系統跳脫信號之跳脫邏輯。

例：圍阻體隔離系統之 L-2 低水位 A/B/C/D：

答：A 及 D 同時動作：第一區動作

B 及 C 同時動作：第二區動作

- (1) 反應爐保護系統之 L-3 跳脫控道 A/B/C/D。(3%)
- (2) LPCI 自動起動之 L-1 及乾井高壓力控道 A/E。(2%)
- (3) PCIS Group 1C 之設備區域高溫度控道 A/B。(2%)

3. 請回答下列有關飼水泵汽機 MEH 控制系統之相關問題：

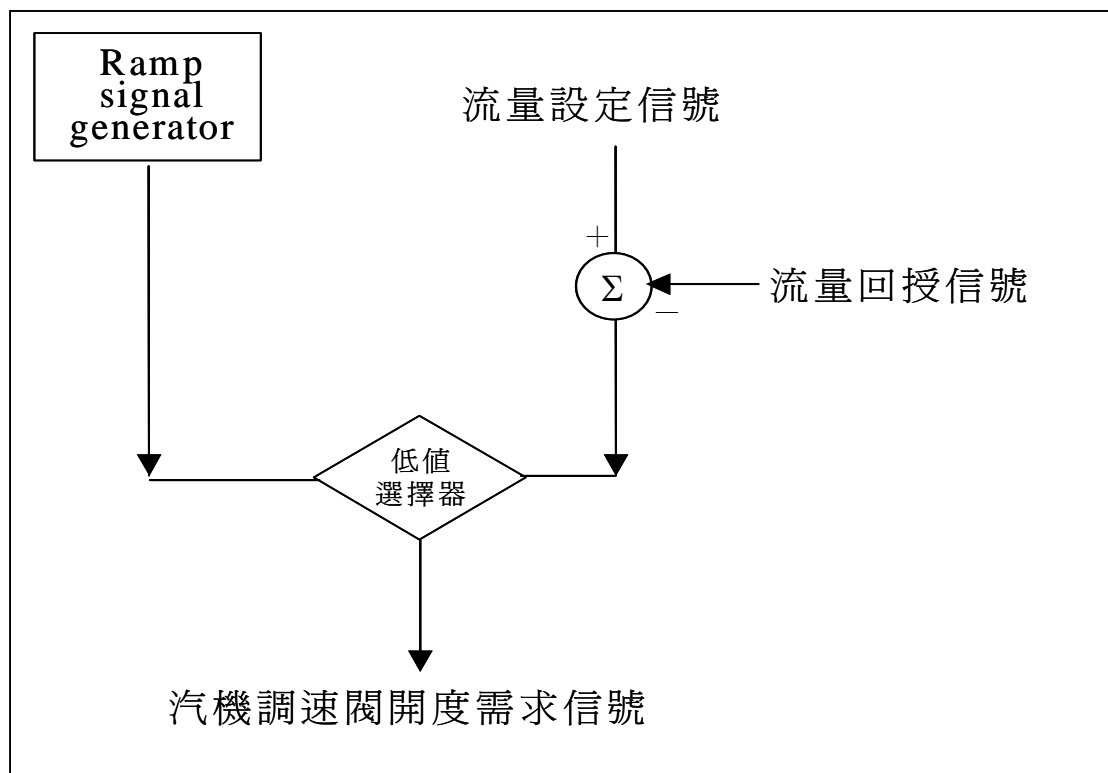
- (1) 那些情況下其控制模式會由「REMOTE」切換至「MANUAL」模式。(4%)
- (2) 飼水泵汽機須符合那些條件方可「LATCH」。(4%)

4. 請回答下列有關反應爐水位控制系統之問題：

- (1) 請分別說明機組於**起動**及**滿載運轉**時，反應爐水位控制系統如何運作以控制反應爐水位（請就起動水位控制器、主控制器自動控制之輸入及輸出信號及其如何改變閥門開度或飼水泵汽機轉速以控制飼水流量等分別簡述之）。（6%）
- (2) 機組滿載運轉中，反應器水位在三元自動控制，若一只主蒸汽管 SRV 誤開啟，則反應器水位將如何變化？請說明之。（2%）

5. 請回答下列有關 RCIC 系統之問題：

- (1) 下圖為 RCIC 系統速度控制簡圖，請依該圖說明 RCIC 系統自動起動時，如何達到所設定之流量。（6%）
- (2) 請說明若 RCIC 系統起動補水入反應爐中，若反應爐水位上升至 L-8 高水位信號動作，則系統之自動反應為何？（2%）
- (3) 承(2)，之後若水位下降至 L-2 以下時，系統之自動反應又為何？（2%）



6. 請回答下列有關控制棒及中子偵測儀器之問題：
- (1) 如何測知控制棒在爐心中所在位置（棒位）？（2%）
 - (2) 中子偵測器之工作原理為何？（3%）
 - (3) 中子偵測儀器為何要消除加瑪(γ)射線所造成之雜訊？如何消除？（3%）
7. 請回答下列各儀控信號如何量測而得（說明其量測點）？（6 %）
- (1) 主汽機反馬達(Anti-Motoring)跳脫信號。
 - (2) 棒位型式控制系統(RPCS)之 LPSP 信號。
 - (3) 反應器水位控制系統之飼水流量信號。
 - (4) LPCS 注水管破管偵測。
8. 下列情況下各儀器之指示將如何變化？並請說明原因。（5%）
- (1) 反應器水位儀器之可變水頭接頭洩漏。
 - (2) 主冷凝器水位儀器上端改接至大氣。
9. 請回答下列有關主汽機控制系統（ABB-TT6）之問題：
- (1) 請說明控制盤（INSERT PANEL）上，下列各燈號之意義：（3%）
 - a. READY
 - b. THERMAL LIMIT
 - (2) 機組滿載運轉中，若 TV-2 之閥位回授信號偏高 10%，則此控制系統將有何反應？控制盤上之指示（含開度及閥位指示燈）將如何顯示？（3%）
10. 若類比跳脫系統(ATS) A 控道之電源完全喪失，造成該系統斷電，則該區相對應下游之 ECCS 及 RPS 控道將如何動作？並請分別說明原因。（4%）

參考答案

科目：儀器與控制(RO)

一、選擇題：

1. D	2. B	3. A	4. ABCD	5. B
6. C	7. C	8. A	9. B	10. B
11. C	12. D	13. C	14. B	15. A

二、問答題：

- (1) 反應器功率因抽棒升再循環流量而增加，反應器壓力上升，SB&PR之 Demand增加，使得主汽機之GV Demand增加，GV開度增加，主汽機流量增加，作功增加，發電機輸出因而增加。

(2) GV-1 關閉時，因汽機蒸汽流量減少，反應器壓力上升，SB&PR Demand 增加，BPV 亦會開啟，以容納 GV 1 關閉所減少之流量。
- (1) 重複二選一，即 A 或 C 任一動作 RPS-A；B 或 D 任一動作 RPS-B。

(2) L-1 A 或乾井高壓力 A 動作加上 L-1 B 或乾井高壓力 B 動作。

(3) 區域高溫 A 動作第一區；區域高溫 B 動作第二區。
- (1) a. 3 個速度控道故障且內部速度參考信號大於 200rpm

b. 轉速與內部速度控制需求信號相差大於 1000rpm

c. 內部速度控制需求信號大於 200rpm，但 RFPT 轉速低於 1rpm

d. WDPF 控制系統異常（手動壓下「MANUAL CONTROL」鈕）。

(2) a. INTERNAL SPEED DEMAND <5 RPM

b. LP/HP STOP V/V 全關

c. LP/HP GV 全關

d. EXHAUST V/V 全開

e. 無 OVERSPEED TRIP 及 RFPT TRIP 信號。

4. (1) 起動時由起動水位控制器接受水位回授信號，控制起動閥 HV-241 之開度以控制飼水流量。滿載運轉時為三元控制，以反應器水位、主蒸汽流量及飼水流量作為回授信號，控制 RFPT 之轉速以控制飼水流量。
(2) SRV 誤開啟，因蒸汽流量取訊點在 SRV 下游，故初始偵測之蒸汽流量未變，但實際流量增加，故水位下降，主控制器將提高水位需求，增加飼水流量，最終水位將維持比原水位較低之水位運轉。
5. (1) 起動初期，ramp generator 以預設之速率將輸出由 0 逐漸提升，經與來自流量需求之信號經低值選擇器比較送至調速閥，使汽機起動，當系統流量增加時，流量回授信號並待 ramp generator 之信號大於流量需求之信號後，即由流量需求之信號控制轉速。
(2) 蒸汽供應閥 F045 及旁通閥 F095 CLOSE、注水閥 F013 因 F045 關閉而 CLOSE，RCIC GV 受自動控制隨後逐漸開至全開。
(3) F045 旁通閥 F095 及注水閥 F013 會再開啟注水入反應爐。
6. (1) 利用分度管驅動活塞底部之永久磁鐵移動時，引動裝置於指示管上兩組藉磁力動作之簧片開關(REED SWITCH)，來顯示控制棒位置。
(2) 其為分裂游離腔，外極表面塗有濃縮鈾化物 U_2O_6 (90%濃縮U-235)，熱中子穿入塗料，使U-235分裂，高能量、帶電的分裂產物導致氫氣游離，兩極間加高電壓，電子被吸至中間電極 (內極)，形成一脈衝輸出的信號。
(3) 因 γ 射線亦會造成氫氣游離而產生脈衝信號，造成非中子產生之信號，故需濾除此「雜訊」。
SRM：脈高鑑別器；
IRM：Campell法；
LPRM：因在功率階時伽碼與中子信號可視為成比例，故不須濾除。
7. (1) 高壓汽機第一級壓力與排汽之壓力差。
(2) 高壓汽機第一級壓力。
(3) 主蒸汽管之限流器。
(4) 量測 RHR A 及 LPCS 注水管之差壓。

8. .(1) ΔP 增加，指示降低。
 - (2) ΔP 增加，指示偏低。

- 9.(1) a. 表示汽機已 Latch，Speed Signal $> 0.216\text{rpm}$ 且 Speed setpoint BC $< 90\text{rpm}$ 。
 - b. 表示所選定之升載或升速率超過熱應力計算器所算出之限值。
- (2) 將使 TV-2 關下至約 93% (110%-103%=7%，當 TV/GV Transfer 後，TV 之 Demand 變為 103%)，而 INSERT PANEL 上之閥位開度仍指示為 100%，指示燈則為紅燈熄。

10. 屬 ECCS 者不動作，因其為正常失磁；屬 RPS 者將動作，因其為正常激磁。

核能二廠九十四年度第一次核子反應器
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：九十四年四月四日 15:00~16:40

(* 本試卷計有選擇題15題，問答題10題)

一、選擇題 (單選，每題2分共30分)

1. 當執行615.3.3 LPCI額定流量定期測試時，RHR-C測試閥E12-F021因故無法重新開啟，請問依運轉規範16.3.5.1 Action B規定，須於多久時間內修復？
 - (A) 31天。
 - (B) 14天。
 - (C) 72小時。
 - (D) 24小時。
2. 依據「核子反應器設施異常事件報告及立即通報作業辦法」，機組運轉中下列何者不屬於二小時內通報之情事：
 - (A) 機組強制停止運轉或解聯。
 - (B) HPCS突然動作。
 - (C) 設施內人員死亡或工安事故造成人員須送至設施外就醫。
 - (D) 違反運轉技術規範之安全限值。
3. 廢料廠房Exhaust Upstream Radiation Monitor OW-34 出現Noble Gas Activity Warm alarm，請問依運轉規範16.3.3.7.1-1規定進入LCO外，並需採取什麼措施？
 - (A) 每24小時取樣分析一次。
 - (B) 連續取樣，每12小時分析一次。
 - (C) 每8小時取樣分析一次。

(D) 每8小時取樣一次，每24小時分析一次。

4. 依據「核子反應器運轉人員執照管理辦法」第30條規定，於執勤時食用含酒精成分之飲料或擅離職守，應處以何種處分？

(A) 記過並調離工作崗位。

(B) 廢止其執照。

(C) 吊扣其執照三個月至十八個月。

(D) 撤銷其執照。

5. 下列何者**不是**運轉規範16.3.6.3.1中，有關抑壓池之規定？

(A) 最高溫度。

(B) 最低溫度。

(C) 最高水位。

(D) 最低水位。

6. 依據運轉規範，下列何者**不是**具有執照運轉人員之工作時間限制規定？

(A) 在任一48小時週期內工作24小時。

(B) 連續12小時。

(C) 連續14天而無2天空班。

(D) 在任一7天週期內工作40小時。

7. 使用於污染區之防止異物侵入 (FME) 罩係何種顏色？

(A) 綠色。

(B) 紫色。

(C) 藍色。

(D) 黃色。

8. 依程序書104規定，閉鎖電驛及保護電驛動作指示牌之復歸，須先經下列人員中兩人同意：
- (A) 運轉副廠長、運轉課長、電氣課長、當值值班工程師。
 - (B) 廠長、運轉副廠長、維護副廠長、當值值班工程師。
 - (C) 運轉副廠長、電氣課長、品質課長、當值值班工程師。
 - (D) 運轉副廠長、維護副廠長、運轉課長、電氣課長。
9. 發電機以氫氣作為冷卻媒介，換氣操作時，必須以何種氣體作媒介，以防止氫爆？
- (A) 氧氣。
 - (B) 二氧化碳。
 - (C) 氮氣。
 - (D) 空氣。
10. 一台再循環水泵跳脫，於插棒過程發生非控制下功率振盪，若於多久時間內未能有效抑制，必須手動急停反應爐？
- (A) 30秒鐘。
 - (B) 1分鐘。
 - (C) 2分鐘。
 - (D) 3分鐘。
11. 機組起動過程中，下列何項不是準備運轉汽機前之核對項目？
- (A) 汽機已慢車迴轉中，且至少兩小時。
 - (B) 正常逸氣閥開啟。
 - (C) 飼水流量大於 8%。
 - (D) 軸封潤滑油與高壓油之壓力與溫度正常。
12. 廠房某區域之 β/γ 空浮濃度為 $7,300\text{Bq}/\text{m}^3$ ，試問你若欲進入須：

- (A) 佩戴半面式面具。
- (B) 佩戴全面式面具。
- (C) 佩戴空氣供（自）給式面具。
- (D) 人員不得進入該區。

13. 當控制室發生火災須撤離並於控制室外執行停機事件，是屬於何類緊急事故？

- (A) 異常事件之示警通知 (Unusual Event)。
- (B) 緊急戒備 (Alert)。
- (C) 廠區緊急事故 (Site Area Emergency)。
- (D) 全面緊急事故 (General Emergency)。

14. 下列何者不需永久保存？

- (A) 運轉人員資格及再鑑定資格紀錄。
- (B) 值班主任日誌。
- (C) 異常事件報告。
- (D) 急停報告。

15. 當電廠實際測量之10或15分鐘平均風速已達24.5米/秒時，任一機組若有下列任一狀況發生時，則在4小時內該機組解聯熱待機，並在隨後之36小時內達冷爐停機：

- (A) 喪失69KV廠外電源。
- (B) 喪失一條345KV迴線。
- (C) 喪失Div. II緊急柴油發電機和一個廠外電源。
- (D) 喪失Div. I緊急柴油發電機。

二、問答題（10題共70分）

1. 若反應爐在額定壓力下，一只主蒸汽管安全釋壓閥卡在開啟位置，試問控制室有何徵候？應如何處理？（7%）
2. 當反應爐急停，欲查證控制棒是否全入，依據程序書 248 有那些方法？（7%）
3. 依據程序書907規定，進入那些區域須申請輻射工作許可證（RWP）？另依據「游離輻射防護標準」之規定，職業及一般民眾的安全年劑量限值各為何？（7%）
4. 運轉規範對某項偵測試驗逾期未執行之規定為何？若機組依運轉規範規定於今日 07:05 開始降載，10:25 達「STARTUP」，試問依運轉規範 16.3.0.3 規定，機組最遲須於何時分別到達「HOT SHUTDOWN」及「COLD SHUTDOWN」？（7%）
5. 依據運轉規範 16.3.7.5.3，當控制廠房 ESF Switchgear Room 之二氧化碳系統不可用時，需採取之 Action？（7%）
6. 請說明機組在 85% 功率運轉時發生不明原因的反應器急停，請列舉反應器急停復歸的重要 10 個步驟。（7%）
7. 依據緊急操作程序書（EOP），「圍阻體控制」之進入條件（Entry Condition）為何？（7%）
8. 若 Offgas 系統之活性炭床串結霜，請問會有何徵候？需採取之措施為何？（7%）
9. 反應器急停後，若有控制棒未全入，則有那些方法可使之插入？（7%）
10. 機組滿載運轉中，一台 NCCW 水泵跳脫，控制室有那些徵候？若

二台 NCCW 水泵同時跳脫，應採取之立即行動為何？(7%)

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）

一、選擇題

1. A	2. D	3. D	4. C	5. B
6. D	7. B	8. A	9. B	10. C
11. B	12. B	13. B	14. C	15. D

二、問答題

1. (1) 盤面閥指示燈亮(壓力開關燈亮)

SRV/ADS VLV Leakage 警報燈亮

下降後回到原來的流量/反應爐水位降低後回復至較低水位。

抑壓池水溫上升，水位亦上升。

1C14 盤上之 B21-R614 溫度指示升高。

汽機負載相應降低。

(2) A. 試圖以手動將卡住開啟之安全/釋壓閥之控制開關，從 AUTO 轉至 OPEN 再轉至 OFF 再轉回到 AUTO。

B. 若該閥仍無法即時關閉，為防抑壓池水溫太高，先起動抑壓池冷卻系統。

C. 若有 EOP 進入時機存在，則執行 EOP 程序書。

D. PA廣播，並通知HP管制站進行反應器廠房輻射及人員管制疏散工作。

E. 確認反應器水位三元控制仍可自動控制。

F. 儘可能立即降載，較低的反應器壓力可能使安全釋壓閥關閉。

G. 拉掉卡住開啟之安全釋壓閥之125 DC 電磁線圈電源保險絲，確認安全釋壓閥已關閉。否則，再將該保險絲復原再嘗試將安全釋壓閥開關從 AUTO轉至OPEN再轉至OFF再轉回到AUTO，查證該安全釋壓閥能否關閉。

H. 若反應器功率已大於 1% 額定熱功率而抑壓池水溫達 43.3°C(110°F)，立即手動急停反應爐，然後將反應器模式開關轉至“SHUTDOWN”位置並每30分鐘查証一次，確認抑壓池溫度<48.9°C

(120°F)。

- I. 若控制棒全入，為防止反應爐壓力下降過速，可考慮關閉MSIV。若控制棒無法全入，則依EOP ATWS反應爐控制流程執行。
- J. 若釋壓閥可關閉，則依正常操作冷爐，並且開始檢修安全/釋壓閥。

2. (1) MODE SW 置於"REFUEL"位置，控制棒需選"INDIVIDUAL DRIVE"模式
"INSERT REQUIRED" 指示燈沒亮
 - (2) MODE SW 切換至 "S/D" 位置後查證控制棒位置指示均為 "00" 綠燈亮且沒有控制棒在 OVER TRAVEL 未停妥在 "00" 全入位置
 - (3) Check OD7，所有控制棒全部在 "00" 全入位置。
3. (1) 進入 $\geq 50 \mu\text{Sv/hr}$ 之區域
 - 進入污染及高污染區
 - 進入空浮污染區
 - 進入放射線物質區
 - 進入可能受到中子曝露之區域
 - 進入輻射情況不明之地區
 - 每日可能接受超過 0.1 mSv 之工作
 - (2) 職業為 $< 50\text{mSv/年}$
一般人為 $< 5 \text{ mSv/年}$
4. (1) T. S. 16. 4. 0. 2
 - 最大許可延長時間不得超過該測試週期之 25%。
 - 任何連續 3 次測試週期之總和時間，不得超過原規定測試週期之 3.25 倍。
 - (2) 今日 19:05 達「HOT SHUTDOWN」，明日 19:05 達「COLD SHUTDOWN」。
5. . 應於 1 小時內在其雙重系統或設備在火災時可能損壞的區域，建立連續性的防火監視並準備後備消防設備；對其他的地區則建立每小時一次的防火巡視，並於 14 日內恢復可用。否則按第 16. 6. 9. 2 節規定填寫異常事件報告呈送原能會並於 30 天內遵循第 16. 6. 9. 3 規定填寫報告，報告內容包括所採取的應對措施，損壞原因及修復計劃與日程。

6. 急停之重要復歸步驟：

- (1) 將反應爐主開關立即轉到“REFUEL”位置，並確認所有控制棒已全入，再將反應爐開關轉到“S/D”位置。
- (2) 將SDV高水位旁路鑰匙開關Key SW.由“Norm”轉到“Bypass”位置。
- (3) 將SRM及IRM全部插入爐心。
- (4) 確定並排除產生急停之原因。
- (5) 將反應爐急停復歸開關由“Norm”轉到“Reset”位置。
- (6) 核對急停系統“A”及“B”的各四組之急停導引閥電磁線圈均已賦能：反應爐控制盤上八個指示燈均亮。
- (7) 保持反應爐主開關在“S/D”位置，直到SDV當未洩放完畢之「Scram Discharge Volume Not Drained」警報消除為止。
- (8) 將反應爐急停復歸開關轉回“Norm”位置。

7. (1)D/W 平均溫度 $>57^{\circ}\text{C}$

- (2)CTMT 溫度 $>40^{\circ}\text{C}$
- (3)D/W 壓力 $>1.74\text{psig}$
- (4)抑壓池溫度 $>35^{\circ}\text{C}$
- (5)抑壓池水位 $<5.76\text{m}$
- (6)抑壓池水位 $>5.91\text{m}$
- (7)CTMT 氫氣濃度 $>0.5\%$
- (8)RPV 水位 $<\text{TAF}$ 或指示不明

8. (1)徵候

- A. 當所有活性炭床隔離閥在固定位置而活性炭床流量降低中。
- B. 在上述A項發生前，高露點警報出現。
- C. 碳床室差壓上升(N64-R612)。

(2)立刻措施

- A. 繼續開啟炭床進口閥F051A及B，並手動打開F051C或F051D(視何串結

霜而定)。

B. 利用乾空氣吹過結霜的炭床。

C. 提高炭床室冷凍機溫度控制器設定值以協助將水汽吹出炭床。

(3)後續措施

A. 監視總流量不應受限制或堵塞。

B. 監視處理後輻射偵測系統及廢氣排氣輻射偵測儀的輻射強度。

C. 繼續沖淨結霜的活性炭床串直到系統流量恢復至原來之值。

D. 若需要重新平衡兩活性炭床串之流量。

E. 注意碳床室差壓變化 (警報值 0.28 kg/cm^2)

9. (1) 將急停電磁閥斷電。

(2) 將急停空氣集管隔離及排氣。

(3) 復歸急停信號，必要時移除 RPS 邏輯跳脫信號且將 SDV 洩水後，手動急停。

(4) 以 HCU TEST SWITCHES 執行個別控制棒急停。

(5) 提高 CRD 驅動水差壓。

(6) 驅動控制棒，必要時移除 RC & IS 連鎖。

(7) 將控制棒驅動活塞上 (OVERPISTON) 體積排氣進行洩放。

10. .(1)若一台跳脫，徵候如下：

A. “核機冷卻水泵跳脫” 警報出現。

B. “核機冷卻水泵自動起動 ” 警報出現。

C. “核機冷卻水泵過載，或馬達線圈高溫 ” 警報出現。

D. “核機冷卻水泵出口集管壓力低 ” 警報出現。

E. 核機冷卻水冷卻之組件(設備)溫度上升。

(2)若兩台 NCCCW PUMP 均跳脫，必要措施：

A. 急停反應爐，和跳脫主汽機。

B. 跳脫再循環水泵。

C. 跳脫 CRD 泵。

- D. 跳脫 RWCU 泵。
- E. 通知調度課。
- F. 停止用過燃料池冷卻泵（若需要，可改由 RHR 系統來進行冷卻運轉）
- G. 若廢料濃縮系統使用中，則將該系統之冷卻水改由另外一部機之 NCCW 供給。