

核能二廠九十二年度第一次高級運轉員執照測驗 筆 試 試 題

科目：核能電廠運轉原理、流力、熱力學

時間：九十二年六月廿七日 08:40~10:20

※本試卷計有選擇題 12 題及問答題 7 題共 19 題※

一、選擇題 (30%)：1.皆為單選題，每題 2.5 分，答錯不倒扣。

2.請將答案直接寫在答案卷上。。

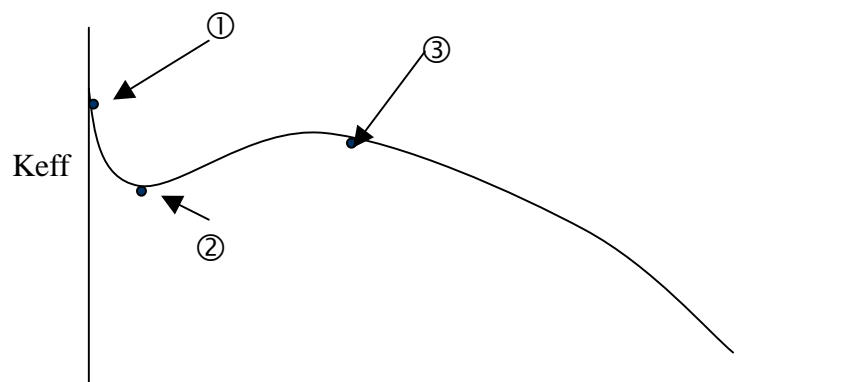
1. () 下列何者對中子之描述為正確？
 - A. 只有熱中子可產生核分裂反應。
 - B. 理想的中子緩和劑 (Moderator) 具有大的中子巨觀吸收截面。
 - C. 遲延中子分數隨爐心壽命增加而逐漸降低。
 - D. 瞬發中子之能量大部分屬中速中子範圍。
2. () 下列何者表示反應爐恰在臨界狀態？
 - A. $K_{\text{eff}}=1$ ； $\Delta K/K=0$
 - B. $K_{\text{eff}}=1$ ； $\Delta K/K=1$
 - C. $K_{\text{eff}}=0$ ； $\Delta K/K=0$
 - D. $K_{\text{eff}}=0$ ； $\Delta K/K=1$
3. () 反應爐燃料中與中子發生核分裂反應以產生熱能之最主要同位素為：
 - A. U-235；Pu-241
 - B. U-235；U-238
 - C. U-238；Pu-239
 - D. U-235；Pu-239
4. () 下列有關控制棒本領之描述，何者正確？
 - A. 在爐心中央之控制棒較爐心邊緣之控制棒有較大之控制棒本領。
 - B. 爐水溫度增加時，控制棒本領降低。
 - C. 爐心空泡含量增加，控制棒本領增加。
 - D. 燃料溫度增加，控制棒本領增加。
5. () 下列有關爐心反應度係數之描述，何者錯誤？
 - A. 反應度係數係指某參數改變一個單位時，其反應度之變化量。

- B. 爐心空泡含量增加，則燃料溫度係數更負。
 - C. 緩和劑溫度上升，則緩和劑溫度係數更負。
 - D. 核心壽命增加，則空泡係數更負。
6. () 下列有關分裂產物毒素之描述，何者錯誤？
- A. 分裂產物毒素主要為鈾-149 及氙-135。
 - B. 分裂產物毒素有很大之熱中子吸收截面。
 - C. 當反應爐滿載運轉 3 個月後急停，鈾-149 及氙-135 之濃度會先增加，後逐漸降低。
 - D. 當反應爐功率達一定值穩定約 40~50 小時後，氙-135 之濃度才會平衡。
7. () 下列何者與 K_{eff} 之大小無關？
- A. 爐心尺寸
 - B. 爐心燃料燃耗
 - C. 緩和劑與燃料原子數比值 ($N_{\text{mod}}/N_{\text{fuel}}$)
 - D. 裝置中子源強度
8. () 機組滿載運轉中，再循環泵 A 台突然因故跳脫，則最先作用的反應度係數為何？
- A. 空泡係數
 - B. 緩和劑溫度係數
 - C. 燃料溫度係數
9. () 機組滿載運轉中，假設冷卻海水之進口溫度及流量皆未變化，因閘門洩漏而導致主冷凝器真空降低，則冷凝水溫度會如何變化？
- A. 增加，因冷凝水次冷度降低
 - B. 降低，因冷凝水次冷度增加
 - C. 增加，因冷凝器飽和壓力增加
 - D. 降低，因冷凝器飽和壓力降低
10. () 貴廠 RHR 熱交換器係由緊急海水系統 A 串提供冷卻海水，若因異物入侵而造成 10% 熱交換器管堵塞不通，則系統之水頭損失 (System Head Loss) 及 ECW 泵 A 之泵水頭 (Pump Head) 變化為何 (與未堵塞時相比) ？
- A. 系統之水頭損失增加、ECW 泵 A 之泵水頭減少
 - B. 系統之水頭損失減少、ECW 泵 A 之泵水頭增加

- C. 系統之水頭損失增加、ECW 泵 A 之泵水頭增加
 D. 系統之水頭損失減少、ECW 泵 A 之泵水頭減少
11. () 一台冷卻水泵，其進口溫度及壓力分別為 49°C 、 11.7psia ，其淨正吸水頭 NPSH 約為多少呎(不考慮進口端冷卻水流速對 NPSH 之影響)？
- A. 20 呎
 B. 23 呎
 C. 26 呎
 D. 30 呎
12. () 在起動正位移泵(Positive Displacement Pump)前，其出口閥必須先開啟之主要原因是：
- A. 防止泵殼過壓而破裂
 B. 限制泵馬達之起動時間
 C. 降低出口管路之流量擾動
 D. 降低泵馬達之起動電流

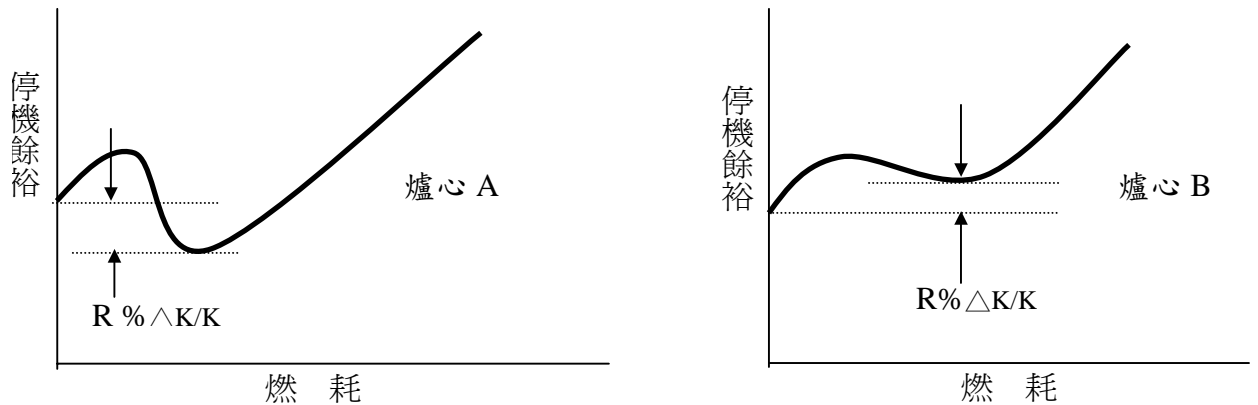
二、問答題 (70%)

1. 請解釋下列名詞： (12%)
- (1) 停機餘裕(Shutdown Margin)
 - (2) 次臨界增殖(Subcritical Multiplication)
 - (3) 管路水錘(Water Hammer)
 - (4) 泵止水頭 (Shutoff Head)
2. (1) 下圖一為某一爐心之 K_{eff} 與爐心燃料燃耗之關係圖，請分別說明 ①→②、②→③， K_{eff} 值變化之原因。(7%)
- (2) 下圖二、三為爐心 A、B 之停機餘裕與爐心燃料燃耗之關係圖，請說明爐心 A、B 之停機餘裕運轉規範限值各應為多少？(3%)



燃耗

圖一

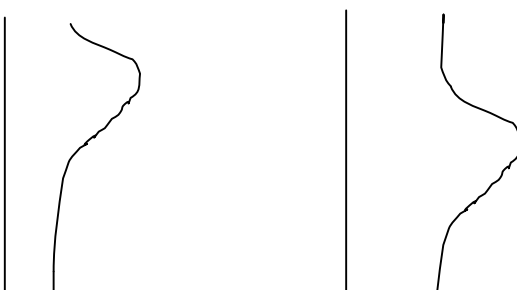


圖二

圖三

3. (a) 一反應器中,其瞬發中子之中子壽命為 10 sec, 遲延中子之壽命為 12.7sec, 而遲延中子分數 (Delay Neutron Fraction, β) 為 0.0064, 試計算中子平均壽命。(4%)
- (b) 請依上例說明 Delay Neutron 在反應器控制上之重要性。(5%)
4. 為保持燃料棒完整性, 下面幾個限制條件所應注意的熱功率運轉參數分別為何?
- (1) 限制燃料護套 1%之塑性變形。(3%)
 - (2) 避免燃料護套溫度超過 2,200°F。(3%)
 - (3) 使熱流限值具足夠的餘裕, 避免變態沸騰。(3%)
5. 一反應器爐心內二燃料束A、B之軸向功率分佈如下圖, 如果二燃料束之Total Bundle Power相同, 且徑向功率尖峰均位於爐心中央部位, 請回答下列問題: (10%)
- (1) 那一燃料束之出口蒸汽乾度較高? 原因何在?
 - (2) 那一燃料束經過的水流量較高? 原因何在?
 - (3) 此二燃料束在壓力降上有何差別? 原因何在?

爐心頂部



爐心 A

爐心 B

爐心底部 _____

6. (1) 泵浦運轉前，管路為何要先排氣(Venting)? (3%)
- (2) 在下列情況下，離心泵及正位移泵之泵浦及系統運轉特性區線將如何變化? 請分別繪圖說明。(7%)
- (a) 泵出口閥開度增加。
- (b) 泵速增加。
7. 將一地面水池之水以泵浦傳送至50呎高處之開放式水槽，水管內徑為6吋，泵之出口水頭為55呎，總摩擦水頭損失為3呎，請問傳送水量為多少gpm? (水密度為62.4 lbm/ft³，1 ft³=7.481 gal，1g=32.2 ft/sec²) (10%)

$$Z_1 + \frac{V_{av1}^2}{2g} + P_1 V_1 + H_p = Z_2 + \frac{V_{av2}^2}{2g} + P_2 V_2 + H_f$$

參 考 答 案

一、核能電廠運轉原理、流力、熱力學(SRO)

一、選擇題：

題別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
答案	C	A	D	A	D	C	D	A	C	C	B	A

二、問答題：

1.(1) 在常溫，無氙毒，最大本領控制棒全出之情況下，反應器離臨界之程度大小，以 $1-K_{eff}$ 表示之。

(3) 泵運轉在流量=0時之最大出口水頭。

2.(1) ①→②：由於 Xe-135 及 Sm-149 之累積。

②→③：Pu-239 之累積及可燃毒素之燃耗。

(2)爐心A： $(R+0.38)\% \Delta K/K$ ；爐心B： $0.38\% \Delta K/K$ 。(分析方式)

3.(1) $10E-4*(1-0.0064)+12.7*0.0064=0.0813\text{sec}$

(2)由 $T=l*/\rho$ 來比較有遲延中子與僅有瞬間中子之情形。

4. (1)LHGR

(2)APLHGR

(3)MCPR

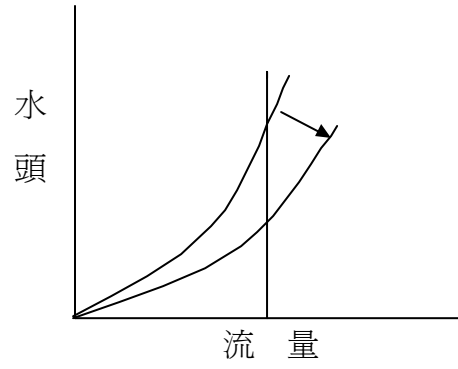
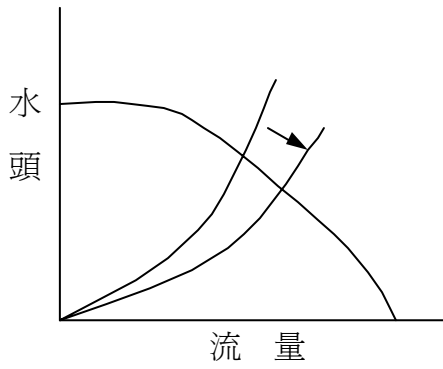
5. (1)B 之出口乾度較高，因其 flow 較低。

(2)A 之 Core flow 較高，因 B 之 Power peak 在底部，使 Void 較早產生，2-phase flow 發生在較低之位置，friction 增加。

(3)壓力降相同，均為Core ΔP 。

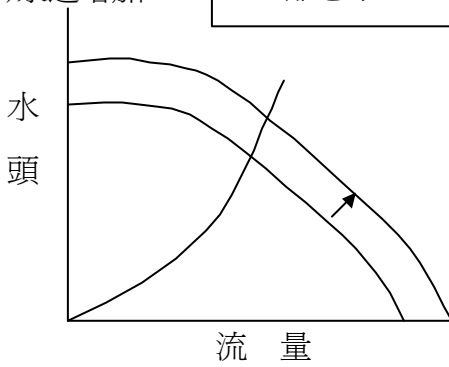
6.(1)防止水錘現象或泵氣鎖 (Gas Binding) 發生。

(a) 出口閥開度增加

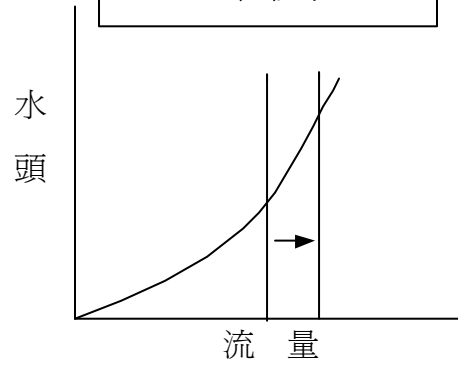


(b) 泵速增加

離心泵



正位移泵



$$7. P_1 = P_2, v_1 = v_2, V_{a1} = 0$$

$$0 + 0 + 55 = 50 + \frac{V_{a2}^2}{2g} + 0 + 3$$

$$\therefore V_{a2}^2 = (2 \times 2 \times 32.2) = 128.8 \text{ ft}^2/\text{sec}^2, V_{a2} = 11.35 \text{ ft/sec}$$

$$\text{流量} = 11.35 \times A = 11.35 \times \frac{\pi}{4} \times (6/12)^2 = 2.23 \text{ ft}^3/\text{sec} \doteq 1000.5 \text{ gpm}$$

核能二廠九十二年度第一次高級運轉員執照測驗 筆 試 試 題

科目：核能電廠系統設計、控制和儀器

時間：九十二年六月廿七日 10:40~12:20

※本試卷計有選擇題12題及問答題8題共20題※

一、選擇題（30%）：1.皆為單選題，每題 2.5 分，答錯不倒扣。

2.請將答案直接寫在答案卷上。。

1. () 緊急寒水系統冷凝器之海水側設有進出口之差壓計，下列描述何者錯誤？（假設差壓儀器功能正常）
 - A. 若差壓增加，表示流經冷凝器之海水流量增加。
 - B. 若流經冷凝器之海水流量減少，則差壓指示減小。
 - C. 若流經冷凝器之海水流量增加，則差壓指示增加。
 - D. 若冷凝管堵塞，則差壓指示增加。

2. () 一壓力傳送器提供 $0\sim 20\text{kg/cm}^2$ 之指示範圍，若量測該傳送器之信號為 16mA ，則相當於多少壓力？（ 4mA 表 0% ， 20mA 表 100% ）
 - A. 12.0 kg/cm^2
 - B. 14.0 kg/cm^2
 - C. 15.0 kg/cm^2
 - D. 16.0 kg/cm^2

3. () 下列有關中子偵測系統之描述，何者正確？
 - A. SRM、IRM 及 LPRM 之偵檢器之工作原理皆為利用入射中子與外極塗料內之 U-235 產生分裂反應，帶電之分裂產物再使氫氣游離，電子被吸至中間電極而產生信號。
 - B. APRM 之流量偏壓 (Flow Bias) 跳脫設定之流量係取自爐心流量信號。
 - C. IRM 利用脈高鑑別器以區別中子信號及加瑪 (γ) 信號。
 - D. SRM、IRM 及 APRM 之偵檢器及指示儀器電源由 RPS 匯流排供給。

4. () 機組 80% 功率運轉中，下列何種信號不會造成再循環泵自動切換至低速運轉？
- A. 飼水流量低於 22.5%
 - B. 主蒸汽與泵進口溫度差高於 8.6°F
 - C. 主汽機跳脫
 - D. 反應爐三階低水位 (L-3)
5. () 下列何者情況不會造成 DIV I/II 緊急柴油發電機「UNIT AVAILABLE EMERGENCY STATUS」指示燈熄滅？
- A. 直流燃油泵控制開關在 STOP 位置。
 - B. 直流控制電源喪失。
 - C. 軸承高溫度跳脫儀器誤動作。
 - D. 現場「LOCAL/REMOTE」開關切換至 LOCAL 位置。
6. () 下列那些狀況下 RFPT 會由「REMOTE」自動切換至「MANUAL」控制模式？
- A. RFPT 轉速低於 2,660rpm。
 - B. 內部控制需求信號大於 200rpm，但汽機轉速低於 1rpm。
 - C. RFPT 轉速需求信號與內部控制需求信號相差 1,000rpm 以上。
 - D. 執行機械超速跳脫測試。
7. () 下列敘述何者錯誤？
- A. 爐心燃料之重量係由燃料墊塊傳遞至爐心底板支撐。
 - B. 爐心中央燃料墊塊之節流孔徑較外圍燃料墊塊為大。
 - C. 乾井真空釋放閥主要功能為防止抑壓池水因包封容器對乾井負壓過大，而越過堰牆溢流至乾井內。
 - D. 抑壓池補水系統 (SPMS) 之水源為上池之汽水分離器儲存池。
8. () 機組 50% 額定熱功率運轉中，下列何種情況會立即造成反應爐保護系統動作，反應器急停？
- A. 主汽機一只關斷閥 (TV) 關閉。
 - B. 反應器保護系統電驛 K14A 及 K14E 失磁。
 - C. 主蒸汽隔離閥 F028C 關閉時，F022B 之 K3G 電驛失磁。
 - D. SDV 高水位旁通開關至於「旁通」位置，SDV 水位開關 C11-N013A/B 相繼動作跳脫。

9. () 於輻射管制區使用之個人口袋型劑量警報器所偵測之劑量主要為何種輻射？
- A. α 射線
 - B. β 射線
 - C. γ 射線
 - D. 中子
10. () 下列有關控制棒急停裝置之描述，何者正確？
- A. 當任一急停導引閥線圈失磁時，即可使控制棒急停插入。
 - B. 替代插棒系統之電磁閥平時係在激磁狀態，當替代插棒系統信號動作時，即失磁開啟電磁閥洩放急停空氣集管之空氣。
 - C. 於急停空氣集管上游配置有一組後備急停閥，任一後備急停閥動作，即可阻斷空氣之供給，並洩放急停空氣集管之空氣，以作為急停導引閥失效時之替代裝置。
 - D. 設計上，急停進口閥較急停出口閥較早開啟，以使控制棒快速插入反應爐。
11. () 下列有關爐心隔離冷卻系統 (RCIC) 之描述，何者正確？
- A. 其泵為汽機帶動，驅動蒸汽接自主蒸汽管 C。
 - B. 其汽機調速閥於備用狀態時為全開，並由汽機主軸帶動之油泵供給閥之控制油壓。
 - C. 汽機下游排汽管路設有兩只過壓保護膜 (Rupture Diaphragm)，當排汽壓力過高達其設定時，保護膜破裂，將蒸汽沖放至抑壓池，以防止汽機機殼過壓。
 - D. 爐心隔離冷卻系統注水閥 E51-F013 會接受反應爐達八階高水位信號而自動關閉。
12. () 下列有關主汽機之敘述，何者正確？
- A. 主汽機 Anti-Monitoring 儀器之信號係取自低壓汽機進汽與排汽之差壓，動作邏輯為三選二。
 - B. 主汽機超速跳脫控制器 (OPC) 動作時將造成主汽機調速閥/關斷閥/中間閥/再熱閥跳脫關閉。
 - C. 主汽機 EOTS 共有 4 只速度控道，動作邏輯為四選二。
 - D. 當主汽機調速閥之伺服閥之電磁線圈因故斷電時，其將因機械偏壓而使調速閥關閉。

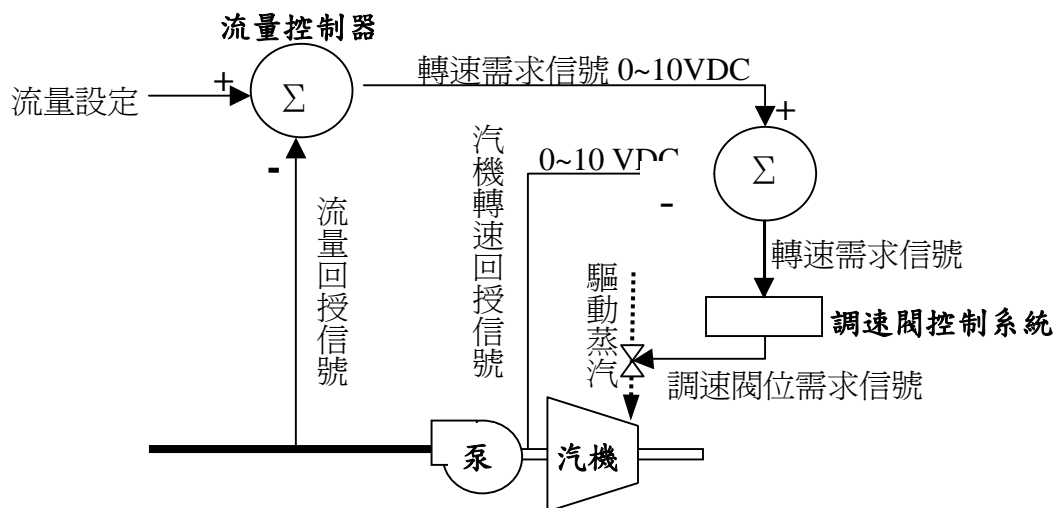
二、問答題 (70%)

1. (1) DIV I/II/III 及第五台緊急柴油發電機之起動方式有何不同? (3%)
(2) 機械調速器與電氣調速器之功用有何不同? (4%)
(3) 失去廠外電源 (LOOP) 時, 那些信號會使緊急柴油發電機跳脫?
(3%)
2. 請說明發生爐心失水事故 (LOCA) 時, 那些系統可控制圍阻體及乾井內之氫氣濃度? 並簡述其如何控制? (10%)
3. (1) 重複反應度控制系統 (RRCS) 包括那些支系統? 並請分別說明其如何作用, 以降低爐心反應度。(8%)
(2) 承上題, 那些支系統動作邏輯包括 APRM 之允許信號? (2%)
4. 機組滿載運轉中, 飼水在三元控制, 水位選擇開關在 "A" 位置。下列情況下, 反應器水位將有何變化? 並請說明變化之原因 (假設無人為操作)。(9%)
 - (1) 參考水頭至水位傳送器 C34-N004A 之接頭洩漏。
 - (2) 一只 SRV 測試時, 因故卡住在開啟位置。
5. 下列情況下, 儀器之指示將如何變化? 並請說明原因。(9%)
 - (1) 再循環 (驅動水) 流量儀器之彎頭內側壓力偵測管接頭洩漏。
 - (2) 在反應爐緊急洩壓時, 反應器水位儀器。
 - (3) 限流孔式流量儀器之限流孔徑變大。
6. 下列系統之設計基準事故為何 (請註明為完全斷管或小破管)? (6%)
 - (1) 一次圍阻體 (溫度及壓力)。
 - (2) 乾井 (溫度及壓力)。
 - (3) 緊急爐心冷卻系統。
7. 請說明下列設備組件之功能。(6%)
 - (1) 主蒸汽管安全釋壓閥排放管之真空破壞閥
 - (2) 抑壓池之水平通洩口 (Horizontal Vent)
 - (3) 主蒸汽管限流器 (Flow Restrictor)

8. 下圖為某一汽機驅動補水系統之控制簡圖，該補水系統供水至一反應爐壓力槽，並由壓力槽提供驅動蒸汽，流量需求設定為 600gpm。經測試於驅動蒸汽壓力為 70kg/cm^2 、轉速 4,200rpm 時，泵出口流量及壓力分別為 600gpm 及 80kg/cm^2 ；轉速需求信號 0~10VDC 對應於 1,000~4,500rpm 之轉速需求。若分別發生下列情況，將對此系統之汽機轉速、泵出口流量及壓力造成什麼影響（其他參數未變）？並請說明其原因。（10%）

(1) 若因維護人員引用之校正資料錯誤，誤將流量控制器輸出範圍由 0~10VDC 改為 0~7.5VDC。

(2) 流量回授信號偏高。



參 考 答 案

二、核能電廠設計、儀器與控制(SRO)

一、選擇題：

題別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
答案	A/B	C	A	B	D	B	A/C	D	C	C	B	D

二、問答題：

- 1.(1)DIV I/II/第5台使用壓縮空氣經空氣分配器直接進入汽缸推動活塞，
DIV III利用起動空氣馬達帶動轉軸
 - (2)電氣調速器提供正常或緊急狀況時之調整引擎進油量用，機械調速器則作為後備之用，其設定較電氣調速器為高。
 - (3)超速、低潤滑油壓、高冷卻水溫、差動電驛（187）、過電流低電壓電驛（51V）；
第五台D/G則為超速差動電驛（51V）及GEAR OIL LOW PRESSURE.
2. ◆沖淡系統：由圍組體取氣加壓乾井，使乾井之空氣經水平通洩口流至圍組體，以沖淡乾井氫氣濃度。
 - ◆氫氣再結合器：抽圍組體之空氣，以再結合器中氫氧結合方式降低氫氣濃度。
 - ◆氫氣點火系統：以分佈於乾井/圍組體之電氣點火器使氫氧結合方式，降低氫氣濃度
- 3.(1)硼液自動注入系統：自動注硼，降低爐心反應度。
 - ARI：洩放急停儀用空氣，使控制棒插入。
 - FWRB：降低飼水控制系統之控制信號使汽機轉速降至轉換速度最低，使飼水流量下降。
 - 再循環泵跳脫：跳脫#5、#2斷路器，降低爐心流量。
 - (2) 硼液自動注入系統及FWRB
- 4.(1)因參考水頭洩漏，偵測之水位信號將偏高，水位指示將偏高，水位控制系統將將低飼水流量，使反應器水位降低。視偏差之幅度大小，若幅度小，則反應器水位將維持在較低之水位運轉；若幅度太大，將因低水位而急停。
 - (2) 因水位控制系統之蒸氣流量信號取自SRV之下游，故偵測到蒸氣流量降低，飼水流量降低，水位會降低，最後穩定在較低之水位運轉。

- 5.(1)因彎管內側為低壓端，接頭洩漏將使差壓增加，偵測之流量指示變大。
 - (2)反應爐緊急洩壓將可能使參考水頭之冷凝腔 (CONDENSING CHAMBER) 之水閃化，使差壓變小，偵測之水位偏高。
 - (3)限流孔徑增大，差壓變小，使偵測之流量信號降低。
- 6.(1)一支主蒸汽管路於乾井內完全斷管。
 - (2)溫度：主蒸汽管路於乾井內小斷管；壓力：主蒸汽管路於乾井內大斷管。
 - (3)再循環管路於泵進口端管路完全斷開。
- 7.(1)防止蒸汽沖放後冷凝形成真空，抑壓池水吸入管路，與下次沖放時產生過大之突壓，使管路損壞。
 - (2)安全釋壓閥管路至抑壓池圍組體側之通道、LOCA沖放期間，導引蒸汽排入抑壓池冷卻、氫控時乾井空氣流至圍組體之通道。
 - (3)
 - 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%），以保護燃料屏障。
 - 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）之壓力量。
 - 提供 MSIV 因流量過高（11.79kg/cm）之關閉信號。
 - 提供主蒸汽流量信號至飼水流量控制系統。
 - 在MSIV未關閉前，可限制放射性物質於乾井外之釋放量。
- 8.(1)因轉速需求信號控制範圍變小，將造成汽機轉速最高達3625rpm，此轉速將無法使泵流量及壓力達到設計之要求。
 - (2)因流量回授信號偏高，將使轉速需求降低而降低轉速，造成流量下降，再使控制系統提高汽機轉速，最後使系統運轉在較原來為低之轉速及流量（實際流量）。

核能二廠九十二年年度第一次高級運轉員執照測驗 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：九十二年六月廿七日 13:10~14:50

※本試卷題目共10題※

1. 三台飼水泵在自動三元控制運轉中，且起動流量控制閥(AE-LV-241)全關，請說明停用系統之步驟及應注意事項。(10%)
2. 請說明主控制室盤面有那些鑰匙應放在開關上，以便處理緊急情況？(7%)
3. 請說明再循環泵機械軸封之逸氣程序(10%)
4. 請列舉十項BWR 37類暫態之定義。(10%)
5. 請依序排列飼水加氫系統啟用操作程序：(10%)
 - A、 H_2/O_2 產生系統之高壓系統啟用。
 - B、 H_2/O_2 產生系統之低壓系統啟用。
 - C、冷凝水注氧系統啟用。
 - D、氫氣及氧氣產生系統啟用。
 - E、氫氣及氧氣流量控制系統啟用。
6. 請說明依據程序書 576.1 之規定，貴廠防颱中心成立及解除之時機。(10%)
7. 請說明 RPS 斷電復歸之程序及其應注意事項。(10%)
8. (1)進入那些區域需申請輻射工作許可證 (RWP) ? (3%)
 - (2)貴廠目前 RWP 依危險機率分為那幾類? (3%)
 - (3)那幾類 RWP 申請需簽會值工師? (2%)
 - (4)值工師於 RWP 簽會時及簽發 RWP 後，應確認及注意那些事項？(3%)
 - (5) 輻射工作許可證 (RWP) 之有效期限為何？現場巡視人員是否需要申請 RWP ? (2%)

9. 當颱風來襲，泵室進水口發現有大量垃圾、雜草等異物或魚群異常集結時，請問此時運轉循環水泵應如何配合運轉操作？並應注意那些事項？(10%)
10. 假設距離某一加馬 (γ) 射源 2 公尺處測得之劑量率為 $250 \mu\text{Sv/hr}$ ，若一工作人員於距離射源 5 公尺處工作，則該處劑量率為多少？又該工作人員可於該處工作多久，而不會超過貴廠程序書每日劑量之限制值？(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 (SRO)

1. 當反應爐功率降至約 75% 反應器額定負載時，確認欲停用飼水泵 M/A 控制站之偏差為較低之 Bias，使另兩台 RFPT M/A Bias 及飼水主控制器使其輸出維持在 10%~20% 之間以利水位變化之控制用。
 - 原則上將此飼水泵 M/A 控制站維持在自動控制，(若飼水泵 M/A 控制站或有其他異常而無法維持自動時，亦可將此飼水泵 M/A 控制站改至手動並確定功能正常，但必須隨時注意此飼水泵之進口流量一定要低於另兩台，以防飼水量過多使 RPV 水位偏高造成無謂的暫態發生)。
 - 確認 AE-HV-237、238、239、240 及 LV-241 均全關。
 - 開啟起動出口閥 (HV-237，238 或 239)。
 - 緩慢開啟 LV-241 至全開，確認當 LV-241 開啟時，飼水流量及反應爐水位均未變，緩慢節流開啟 HV-240 至全開。
 - 緩慢關閉飼水泵出口閥 (HV-147、161、175) 至全關位置。
 - 緩慢節流關閉 HV-240 至全關。(注意：也許需要調整飼水泵轉速以補償此飼水泵出口壓力對運轉中飼水泵影響。)
 - 在 AE-LV-241 關閉過程，確認該泵出口流量逐漸降低出口壓力逐漸上升，直至其最低流量閥開啟後流量不再降低，繼續緩慢關閉 AE-LV-241。
 - 於適當時機(注意此飼水泵出口壓力、轉速不宜太高)，將欲停用的飼水泵 M/A 控制器仍位於"Auto"時放為手動，並將飼水泵汽機轉速調降，但須保持出口壓力高於反應爐壓力 3~5kg/cm² 作為備用。
 - AE-LV-241 全關後，關閉飼水泵起動出口閥(HV-237，238 或 239)。
 - 需要時可停用一台凝結水泵。
 - 當機組負載降至約 40%，停用第二台反應爐飼水泵，當第二台飼水泵停用後，將停用的二台飼水泵選擇一台跳脫，另一台作為備用。(注意：此時只剩單台 RFPT 使用，且仍在三元控制，將 M/A STATION 之 BIAS 置於-5% 以避免水位暫態需急降水位時，RFPT 轉速可能受限於其輸入/輸出特性曲線而無法繼續下降，導致暫態水位無法有效降低。
 - 當機組負載降至約 20 ~ 25%(飼水流量約 1350±50 T/Hr)時，由三元控制切換至單元控制。
 - 切換飼水泵控制由主控制器自動控制，切至起動水位控制閥→AE-LV-241 自動控制。

2.
 - a. 反應爐主開關鑰匙
 - b. Reactor Scram Reset SW 鑰匙
 - c. 急停洩放容器高水位旁路鑰匙

3. 系統充水完成後依以下步驟執行水封腔之逸氣:

- (1) 關閉沖淨水來源 144LB01(B33-F014A)，打開洩水閥 144EB01、144EB02(144EB02 下游管路有盲板)逸除第一級水封腔空氣，完成後關閉洩水閥 144EB01、144EB02 (復歸下游盲板),並打開 144LB01(B33-F014A)。
- (2) 開啟 stage flow 管路上之 144AJB01(B33-F079A)、144AJB02(B33-F084A、下游管路有管塞)，逸除第二級水封腔空氣,完成後關閉洩水閥 144AJB02(復歸下游管塞)，保持 144AJB01(B33-F079A)於開啟位置。
- (3) 逸氣過程中應注意將水封腔之空氣完全逸除，以免影響軸封壽命。

4. BWR 37 類暫態之定義

- 1.棄載 (Electric Load Rejection)。
- 2.棄載及汽機旁通閥故障 (Electric Load Rejection with Turbine Bypass Valve Failure)。
- 3.汽機跳脫 (Turbine Trip)。
- 4.汽機跳脫及汽機旁通閥故障 (Turbine Trip with Turbine Bypass Valve Failure)。
- 5.主蒸汽閥關閉 (MSIV closure)。
- 6.疏忽關閉一個主蒸汽閥 (Inadvertent Closure of One MSIV)。
- 7.主蒸汽閥部分關閉 (Partial MSIV Closure)。
- 8.失去冷凝器真空 (Loss of Normal Condenser Vacuum)。
- 9.壓力調節器故障開啟 (Pressure Regulator Fails Open)。
- 10.壓力調節器故障關閉 (Pressure Regulator Fails Closed)。
- 11.疏忽開啟一個安全/釋放閥後無法關閉 [Inadvertent Opening of a Safety/ Relief Valve (stuck)]。
- 12.汽機旁通閥故障開啟 (Turbine Bypass Fails Open)。
- 13.汽機旁通或控制閥關閉反應器壓力上升 [Turbine Bypass or Control Valve Cause Increased Pressure (Closed)]。
- 14.再循環控制故障- 增加流量 (Recirculation Control Failure Increasing Flow)。
- 15.再循環控制故障- 減少流量 (Recirculation Control Failure Decreasing Flow)。
- 16.一台再循環泵跳脫 (Trip of One Recirculation Pump)。
- 17.二台再循環泵跳脫 (Trip of All Recirculation Pump)。
- 18.不正常地起動再循環泵 (Abnormal Startup of Idle Recirculation Pump)。
- 19.再循環泵急速地停轉 (Recirculation Pump Seizure)。
- 20.功率運轉期間， 增加飼水流量 (Feedwater-Increasing Flow at Power)。

- 21.失去飼水加熱器 (Loss of Feedwater Heater)。
- 22.失去飼水流量 (Loss of All Feedwater Flow)。
- 23.飼水泵 (或冷凝水泵) 一台跳脫 [Trip of One Feedwater Pump (or Condensate Pump)]。
- 24.飼水- 低流量 (Feedwater - Low Flow)。
- 25.起動或停機期間， 飼水流量低 (Low Feedwater Flow During Startup or Shutdown)。
- 26.起動或停機期間， 飼水流量高 (High Feedwater Flow During Startup or Shutdown)。
- 27.功率運轉期間， 抽出控制棒 (Rod Withdrawal at Power)。
- 28.起動時， 誤抽控制棒， 造成局部通量 (High Flux Due to Rod Withdrawal at Startup)。
- 29.誤插控制棒 (Inadvertent Insertion of Rod or Rods)。
- 30.反應器保護系統偵測故障 (Detected Fault in Reactor Protection System)。
- 31.失去廠外電源 (Loss of Offsite Power)。
- 32.失去輔助電源 (失去輔助變壓器)[Loss of Auxiliary Power (Loss of Auxiliary Transformer)]。
- 33.誤起動高壓注水系統 (Inadvertent Startup of HPCS)。
- 34.電廠事故， 造成急停 (Scram due to Plant Occurrences)。
- 35.儀器， RPS 故障造成假信號跳脫 (Spurious Trip Via Instrumentation ， RPS Fault)。
- 36.手動急停 (Manual Scram)。
- 37.不知原因的急停 (Cause Unknown)。

5. D-B-A-E-C

6.防颱中心成立時機：

- (1) 本廠進入颱風「戒備期間」。
- (2) 廠長室依當地實際情況研判向主管處報備後指令成立。
- (3) 總公司防颱中心指令成立。

防颱中心解除時機：

- (1) 暴風圈脫離本廠「警戒區域」，由總指揮視當地實際情況核定，向主管處報備後宣布解除。
- (2) 配合總處防颱中心解除。

7. RPS 斷電復歸程序:

1. 至 RPS MG-SET 室確認 RPS MG-SET 上游電源有電(控制箱上亮綠色指示燈亮表示有電，紅色燈亮表示馬達已運轉中)。

注意:上游電源 BKR1/2C1C24 或 1/2C4C13 未動作 TRIP 或下游已確認有供電時則左列 MCC, BKR 不可再操作 OFF.

2. 按下 "MOTOR ON" 按鈕(此按鈕為 MOTOR ON 與 REST 共用同一按鈕)復歸 MG-SET 跳脫信號, 建立電壓至 120V 左右。

注意:若初起動瞬間發生過電壓跳脫(起動後電壓會回降到約 30V), 此時須再復歸一次(按 MOTOR ON SW), 並確認電壓建立正常(120V).

3. 送上 MG-SET 輸出 BKR。
 4. 確認 EPA1 POWER IN 紅燈亮, 於 S2 位置復歸 EPA2 跳脫信號(OV,UV,UF)。
 5. 送上 EPA1 BKR, 確認 EPA1 POWER OUT 紅燈亮。
 6. 確認 EPA2 POWER IN 紅燈亮, 於 S2 位置復歸 EPA2 跳脫信號(OV,UV,UF)。
 7. 送上 EPA2 BKR, 確認 EPA2 POWER OUT 紅燈亮。
8. (1) 進入下列地區工作前均須申請輻射工作許可證 (RWP):
- 進入 $\geq 50 \mu\text{Sv/hr}$ (5mrem/hr) 之輻射區及高輻射區。
 - 進入污染及高污染區。
 - 進入空浮放射性區。
 - 進入放射性物質區維護設備, 校正儀器等。
 - 進入可能遭受中子曝露之區域。
 - 進入輻射情況不明之地區。
 - 每日可能接受超過 0.1mSv(10mrem) 之工作。
- (2) RWP 依危險機率分為四類:
- AAA 類: 過程中可能產生高輻射/污染變動之潛在危險性工作時段/項目。
 - AA 類: 可能接受變動性高輻射/污染曝露影響之危險性工作項目。
 - A 類: 穩定高輻射/污染之工作項目。
 - 一般類: 一般之輻射工作項目。
- (3) AAA 類及 AA 類 RWP 申請時, 工作單位檢驗員應在 "潛在性危險工作" 欄勾勒, 或詳細註明其他潛在危險性工作項目, 並須簽會值工師。
- (4) 值工師會簽時應確認該項維護工作, 不致影響運轉或運轉操作執行時不致造成參與此項工作人員之危險。值工師在簽發 AAA 及 AA 類 RWP 後, 應隨時注意系統運轉操作過程中有無造成輻射場之改變。若可能造成狀況變動時, 應通知保健物理課轉知工作單位。
- (5) AAA 類及 AA 類 RWP 有效期限為 24 小時。
- A 類及一般類 RWP 若屬重覆性工作, 最長有效期限為 7 天。
 - 大修或現場設有管制站之長期檢修期間各類 RWP 有效期限, 可申請核准至檢修結束。
 - 經特許之巡視操作人員, 可經由劑量自動管登系統上登記, 毋須申請輻射工

作許可證。

9. 程序書 521

颱風期間或進水口大量垃圾產生時機組配合運轉操作：

- I. 細網須連續清洗時，運轉中機組應降載至 75%PWR 各維持 3 台循環水泵運轉，另一台可停泵清洗細網及迴轉攔污柵以待備換，以減少清洗細網壓力。
- II. 運轉中機組若有迴轉攔污柵故障，該部機組請依下表操作，另一部機組視垃圾量亦做相同操作。

故障迴轉攔污柵	機組負載	循環水泵運轉
1 台	50%	3 台
2 台	30%	2 台
3 台	10%	2 台

10. $2^2/5^2=X/250$ $X=40\mu$ Sv/hr

每日劑量限值為 0.5mSv=500 μ Sv/hr

500μ Sv/ 40μ Sv/hr=12.5Hrs.

核能二廠九十二年度第一次高級運轉員執照測驗 筆試試題

科目：行政管理程序書、各種狀況與限制

時間：九十二年六月廿七日 15:00~16:40

※本試卷題目共10題※

1. 閉鎖電驛(86 Relay)有那兩種類型？其復歸方法有何不同？復歸程序如何？(12%)
2. 請依據運轉規範 16.6.14 ”颱風期間運轉方案”之規定，說明當廠區已進入 10 級風暴風半徑範圍時，若機組設備皆正常，其運轉指引為何？那些情況下，須於 4 小時內將該機組解聯熱待機？(10%)
3. 執行具有潛在性跳機或安全系統動作之測試或檢修工作，於工作前應採取那些措施，才可確保工作之可靠性？(12%)
4. 於燃料填換(Refueling)模式運轉期間，在下列情況時，有何運轉限制條件？
 - (1)欲將一支控制棒由全入抽出至 20 位置。(4%)
 - (2)欲將單根控制棒葉片移除更換時。(5%)
5. 核能電廠可能發生之緊急情況，按事故之影響程度與演變之順序可以分成那四類？請說明下列事故係屬於那一類？(12%)
 - (1)事故電廠界個人全身劑量達 0.5 毫西弗/小時。
 - (2)事故電廠放射性物質外釋超過運轉規範限制值十倍時。
 - (3)事故電廠廠界個人全身劑量率達 0.01 西弗/小時。
 - (4)電廠狀況超過運轉規範之限制時。
 - (5)發生超過設計基礎限值之地震、風災、水災時。
 - (6)喪失廠外電源及喪失所有之廠內交流電源。
 - (7)廠內火災持續 10 分鐘以上。
 - (8)控制室須撤離或須於控制室外執行停機。
 - (9)喪失所有廠內緊要直流電源達 15 分鐘以上。
 - (10)電廠安全受威脅，或有人試圖侵入，或意圖破壞。
6. 依運轉規範規定，發生下列狀況時應如何處理？(9%)
 - (1)執行偵測試驗時，測試結果不符標準。
 - (2)某項偵測試驗因作業疏忽而逾期未執行。
 - (3)機組狀況超出規範所述情形，而致不能滿足 LCO 及 ACTION 之要

求。

7. 請說明運轉規範下列 LCO 之基礎(Bases)為何？
 - (1)旁通閥開啟時控制棒抽動之限制。(2%)
 - (2)靜止之再循環迴路再起動之溫差限制。(2%)
 - (3)抑壓池水位之高低限制。(4%)
8. 根據貴廠核能電廠設定值暫時變更及臨時性線管路拆除、跨接工作管制程序書 1102.03, 請說明那些情形下之設備設定值暫時變更及臨時性線管路拆除、跨接工作申請, 於值工師核准後即可執行?(10%)
9. (1)請說明壓力隔離閥(Pressure Isolation Valve)之作用為何?(4%)
(2)運轉規範為什麼要對壓力隔離閥之洩漏作限制?(4%)
- 10.請判斷下列那些情況須提立即通報或特別報告:(10%)
 - (1) RHR A 於測試過程中因故跳脫, 7 日內恢復可用。
 - (2) 5th D/G 於定期測試中, 因運轉員操作錯誤而跳脫。
 - (3) 機組功率小於 35%時, 主汽機因故跳脫, 發電機自動解聯, 主蒸氣旁通閥開啟, 於 4 小時內修復主汽機之故障。
 - (4) 機組功率運轉中, 測試時不慎造成 RCIC 注水入反應爐(假設運轉員處置得宜, 未造成反應器急停)。
 - (5) 外部循環水管路因逸氣不完全, 起動 CWP 後, 因管路水錘現象造成 NCCW 熱交換器人孔蓋洩漏。
 - (6) 控制廠房電池室於執行 CO₂ 系統引動閥及管路 Puff Test 試驗時, 發現防火風門無法自動關閉, 經檢修於 7 日後恢復可用。
 - (7) 機組滿載運轉中, 一台再循環水泵因誤動作由高速自動切換至低速運轉(假設運轉員處置得宜, 未造成反應器急停)。
 - (8) 山上生水池 A/B 因檢修而隔離 5 日。
 - (9) 反核人士聚眾於電廠大門口舉行示威遊行。
 - (10) 機組功率運轉中, 反應爐爐水氣離子濃度達 0.03ppm, 且持續 48 小時。

參 考 答 案

科目：行政管理程序書、各種狀況與限制(SRO)

1. (1) 機械閉鎖式：此電驛在盤面有一只約 2 吋大的橢圓形把手，且一般都有一個琥珀色指示燈；電驛動作後會向左轉動約 30 度，指示燈熄滅；復歸時需向中間轉回正常位置，且轉動後需立即放手。千萬不可強復歸，否則會燒壞線圈。若復歸後立即再跳表示故障尚存在，應查明後再復歸。(GE 提供的發電機如 HPCS D/G，以及 LF MG-Set 等均屬此類)
- (2) 電氣閉鎖式：此型閉鎖電驛並不明顯，動作時係利用電氣自持 (Seal-in)，一般都會亮白燈。其復歸不必到現場，只需在主控室將相關控制開關瞬間扳至 "TRIP" 或 "STOP" 位置即完成復歸，往往已經復歸了還不自覺。故任何 BKR 跳脫後必需切實查明跳脫原因，確認沒有電氣故障存在之後才能將控制開關瞬間扳至 "TRIP" 或 "STOP" 位置。貝泰設計的閉鎖電驛，如 DIV I / II D/G 保護電驛，及所有 13.8KV、4.16KV、480 LC BKR 等均屬此類。(主發電機與主汽機則是以按鈕方式復歸)

依 104 程序書規定：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：運轉副廠長、運轉課長、電氣課長、當值值班工程師。通常復歸作業係由當值值班工程師及上列前三人之一同意。同意復歸之前，須確定電氣故障已排除或不明跳脫已改善，復歸動作指示牌及閉鎖電驛須在值班工程師日誌記載。

2. 廠內核能機組應於 2 小時內降載至 STOP VLV/CV FAST Closure TRIP BYPASS 警示燈亮。

任一機組若有下列任一狀況發生時，則在四小時內該機組解聯熱待機，並依運轉規範時限在隨後之 36 小時內達冷爐停機：

- (1) 喪失 Div. I 或 Div. II 中一台緊急柴油發電機
- 或(2) 喪失 345KV 部份迴線，剩二條或二條以下迴線可用
- 或(3) 喪失 69KV 廠外電源及一台氣渦輪機

3. 程序書 112

4. (1) 參考 T.S.16.3.9.1

- a. A control rod shall not be withdrawn unless the Refuel position "one-rod-out" interlock are OPERABLE 且 Mode SW.鎖在 refuel 位置。

(2)參考 T.S.16.3.10.1

- A. The reactor mode switch is OPERABLE and locked in the Shutdown or Refuel position per Specification 16.3.9.1.
- B. The source range monitors (SRM) are OPERABLE per Specification 16.3.9.2.
- C. The SHUTDOWN MARGIN requirements of Specification 16.3.1.1 are satisfied.
- D. All other control rods in a five-by-five array centered on the control rod being removed are inserted and electrically or hydraulically disarmed.
- E. All other control rods are inserted.

5. 異常事件之示警通知 (UNUSUAL EVENT)、緊急戒備 (ALERT)、廠區緊急事故 (SITE AREA EMERGENCY)、全面緊急事故 (GENERAL EMERGENCY)

異常事件之示警通知：4、7、10。

緊急戒備：2、6、8。

廠區緊急事故：1、5、902。

全面緊急事故：3。

6. (1)應宣佈該系統不可用。

(2)參閱 TECH. SPEC.16.4.0.3。

(3)參閱 TECH. SPEC.16.3.0.3。

7.(1) The rod withdrawal limiter system input power signal originates from the first stage turbine pressure. When operating with the steam bypass valves open, this signal indicates a core power level which is less than the true core power. Consequently, near the low-power setpoint and high-power setpoint of the rod pattern control system the potential exists for nonconservative control rod withdrawals. Therefore, when operating at a sufficiently high power level, there is a small probability of violating fuel safety limits during a licensing basis rod withdrawal error transient. To ensure that fuel safety limits are not violated, this specification prohibits control rod withdrawal when a biased power signal exists and core power exceeds the specified level.

(2) In order to prevent undue stress on the vessel nozzles and bottom head region, the recirculation loop temperatures shall be within 50 °F of each other prior to startup of an idle loop.

(3) The suppression pool water volume must absorb the associated decay and structural sensible heat released during a reactor blowdown from 73.47 kg/cm² (1045 psig). The volume of the suppression pool water and the temperature of this water is based on this analysis. This analysis includes all sources of energy

input but ignores all heat losses from the containment except for the energy removed by the RHR system. It is assumed that the entire reactor water is blown down into the drywell during a LOCA.

8. 機組大修期間在不違反運轉規範下、大修期間 Full Core Discharge 後 Re-loading 前，反應器急停阻棒及監視系統、對於不涉及運轉規範或程序書執行或設備設定更改及運轉安全等因運轉參數處於不穩定區警報間歇出現，以致干擾整體警報之監視，需暫時隔離警報之拆線申請及復原、允許檢修系統之設定值變更及拆除／跨接授權值工師核准。
9. T.S.16.3/4.4.3.3 PRESSURE ISOLATION VALVE (PIV) LEAKAGE :
RCS PIVs are defined as any two normal closed valves in series within the reactor coolant pressure boundary (RCPB). The function of RCS PIVs is to separate the high pressure RCS from an attached low pressure system. This protects the RCS pressure boundary described in 10CFR 50.2, 10 CFR 50.55a(c), and GDC 55 of 10 CFR 50, appendix A. During their lives, these valves can produce varying amounts of reactor coolant leakage through either normal operational wear or mechanical deterioration
10. 立即通報：3、5、9
特別報告：2、6、8