

核能二廠九十一年度第二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：九十一年五月廿四日08:40~10:20

一、選擇題（25%）：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. () 當反應器單獨以瞬發中子達到臨界時，謂之瞬發臨界（Prompt Critical），亦即下列何項等於反應度時，反應器即成瞬發臨界？
 - A. 遲延中子衰變常數（ $\lambda_{\text{Delayed Neutron}}$ ）
 - B. 瞬發中子分數（ $\beta_{\text{Prompt Neutron}}$ ）
 - C. 遲延中子分數（ $\beta_{\text{Delayed Neutron}}$ ）
 - D. 瞬發中子衰變常數（ $\lambda_{\text{Prompt Neutron}}$ ）
2. () 壓力不變，對飽和水蒸汽加熱，下列何項會減小？
 - A. 密度
 - B. 溫度
 - C. 熵（Entropy）
 - D. 焓（Enthalpy）
3. () 一般而言，汽機的那個位置最容易造成葉片腐蝕？
 - A. 高壓汽機的最末級葉片
 - B. 低壓汽機的最末級葉片
 - C. 高壓汽機第一級葉片
 - D. 低壓汽機第一級葉片
4. () 在爐心燃料循環末期（EOC），大多數的能量係由下列那兩種同位素分裂產生？
 - A. U-235 及 U-238
 - B. Pu-241 及 U-235
 - C. Pu-239 及 U-238
 - D. Pu-239 及 U-235
5. () 下列何者會降低熱傳導率？
 - A. 使用傳導係數較高之材料
 - B. 提高管內外之溫度差
 - C. 增加熱交換器管壁厚度

- D. 增大熱傳遞之面積
6. () 下列何項反應爐核心參數會降低燃料之臨界熱功率？
- A. 增加爐心進口冷卻水之次冷度
 - B. 升高反應爐水位
 - C. 增加爐心流量
 - D. 增加反應爐壓力
7. () 當一封閉之冷卻水系統在 100 psig 運轉壓力時其洩漏率為 80 gpm，試問當壓力降至 75 psig 時，洩漏率為多少？
- A. 69 gpm
 - B. 60 gpm
 - C. 51 gpm
 - D. 40 gpm
8. () 反應器滿載運轉兩個月後因故於兩小時內停機，試問爐心 Xe-135 之濃度需要多久才能達平衡狀態？
- A. 8 至 10 小時
 - B. 20 至 25 小時
 - C. 40 至 50 小時
 - D. 70 至 80 小時
9. () 當反應器滿載運轉時，若一根燃料棒超過臨界熱功率，係因下列何項因素而導致燃料損壞？
- A. 超過燃料丸溫度
 - B. 超過燃料護套溫度
 - C. 超過燃料棒內部壓力
 - D. 超過燃料棒熱應力
10. () 下列何項會造成運轉中泵浦發生孔蝕？
- A. 降低進口的溫度
 - B. 泵進口閥節流
 - C. 泵出口閥節流
 - D. 降低泵的轉速

二、問答題 (75%)

1. 何謂康普吞效應 (Compton Effect) 及光電效應 (Photoelectric Effect) ？

- 請說明兩者間最大之相異處。(10%)
2. 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？(9%)
- (註：功率=中子通量×巨觀截面×爐心體積×每次分裂產生之能量)
3. 請回答下列有關備用硼液系統運轉原理有關問題：
- (1)請列出硼液吸收中子之反應式。(4%)
- (2)其硼液濃度要求為何？考量因素為何？(6%)
4. 請繪圖說明 $N_{\text{mod}}/N_{\text{fuel}}$ 與 K_{eff} 之關係及爐心設計在何區域？並解釋其理由為何？(10%)
5. 請回答下列有關遲延中子有關問題：
- (1)請說明遲延中子分數 (β) 隨爐心壽命之變化情形及其原因？(5%)
- (2)請說明遲延中子在反應器控制上之重要性。(5%)
6. 請說明沸水式反應器爐心初期及末期軸向功率分佈之變化情形與其變化之原因。(8%)
7. 請回答於下列各情況下，泵驅動馬達電流之變化情形：(10%)
- (1)泵出口閥開度減小。
- (2)進口流體之次冷度增加。
- (3)泵過流(Runout)。
- (4)馬達轉軸卡住。
8. 請解釋下列名詞：(8%)
- (1) 臨界熱功率 (Critical Power)
- (2) 蒸發長度 (Boiling length)
- (3) 再生因數 (Reproduction Factor)
- (4) 停機餘裕 (Shutdown Margin)

參考答案 (91.5.23~5.24)

科目：核能電廠運轉原理、流力與熱力學(SRO)

一、選擇題：

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

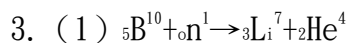
二、問答題：

1. 康普吞效應 (Compton Effect)： γ 射線光子和吸收物質中的電子發生彈性碰撞，碰撞前後能量與動量恆等，入射光子有一部份能量轉移給電子。另外較低能量的光子散射離開原有途徑。

光電效應 (Photoelectric Effect)： γ 射線光子之能量若大於原子軌道電子的結合能，與原子發生作用後將所有能量轉移給電子。

其最大相異處乃在於光電效應是真正的吸收過程，而康普吞效應中的光子能量只是減少。

$$2. P = \Sigma \Phi V / 3.1 \times 10^{10} = 3.1 \times 10^7 \text{ watts} = 31 \text{ MW}$$



(2)

240ppm：用以抵消空泡、溫度、都卜勤效應和控制棒本領減少等的反應度係數正向變化效應。

180ppm：用來克服 Xe 完全衰變時所引起之反應度增加。

240ppm：作為 0.05 Δ K/K 之停機餘裕。

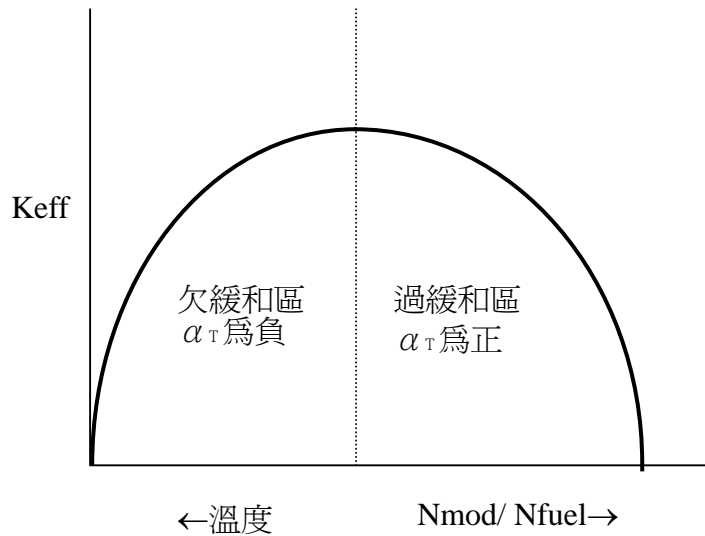
165ppm：加 25%(660ppm \times 25%=165ppm)，補償不完全混和漏失。

175ppm：考量 RHR S/D Mode 運轉之稀釋作用。

以上硼液濃度合計至少 1000ppm 以上

4. (1) 在過緩和區，緩和劑(水)密度降低時， $K_{\text{eff}} \uparrow$ ；在欠緩和區則反之。

(2) BWR 設計在欠緩和區。因為為了反應器安全起見，當爐心溫度上升時，希望有負反應度產生，而造成反應度自行抑減作用，故爐心設計 $N_{\text{mod}} / N_{\text{fuel}}$ 一定要在欠緩和區。



5. (1) 其值自BOC之0.0072漸降至EOC之0.0051，原因為BOC時 β 值主要由U-235支配，而後隨燃耗增加，Pu-235之含量比例漸增，Pu-235 (β 值為0.002) 分裂產生之遲延中子之能量較高，中子熱化時間較長，洩漏及被吸收之機會較大，故 β 值會降低。
- (2) 若無遲延中子，則反應器週期將為瞬發中子主導，而變為很短，如此功率增加之速率將太快而無法控制。說明如下：
- ※ 若無遲延中子：
 $L^* = 10^{-4}$ sec，對於增加 $0.001\Delta K/K$ 之反應度時之反應器週期為
 $T = 10^{-4} / 10^{-3} = 0.1$ sec，即每秒之功率變化將為 $e^{1/0.1} = e^{10} = 220226$ 倍。
- ※ 有遲延中子：
 $L = L^* + (\beta - \Delta K/K) / \lambda = 10^{-4} + (0.007 - 0.001) / 0.1 = 0.06$ sec
 $T = 0.06 / 10^{-3} = 60$ sec，即每秒之功率變化將為 $e^{1/60} = 1.016$ 倍。
6. 爐心初期：控制棒抽出較少，底部冷卻水溫度較低，故為 bottom peak。
 爐心末期：初期底部中子通量較高，燃料燃耗較多，故尖峰上移。
7. (1)增加。
 (2)增加。
 (3)當為徑流式 (radial flow) 泵時電流增加；軸流式泵時電流下降。
 (4)增加。
8. (1) 在一個燃料元件內，開始造成變態沸騰的燃料束功率。
 (2) 燃料束軸向距離之衡量，自開始沸騰點至發生變態沸騰處之距離。
 (3) 由熱中子引起分裂所產生之中子數與被燃料吸收的熱中子數之比值。與燃料濃縮度、核心壽命有關。
 (4) 指反應爐在冷爐、無氬毒與控制棒全入之狀況下，假設最強本領控制棒全出，此時1與爐心 K_{eff} 值之差值，即此時距臨界多遠之一尺度。

核能二廠九十一年度第二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：九十一年五月廿四日 10:40~12:20

※本試卷題目共 10 題※

1. 請回答下列有關 HPCS 柴油發電機之控制與保護有關問題：
 - (1)引擎的保護跳脫信號為何？ (4 %)
 - (2)發電機的保護跳脫信號為何？ (4 %)
 - (3)LOCA 時，以上那些信號不會被閉鎖(BLOCK)？ (2 %)
2. 請回答下列緊急柴油發電機調速器控制有關問題：
 - (1)何謂 Speed Droop？ (4 %)
 - (2)Droop Mode 和 Isochronous Mode 各代表何意義。 (6 %)
3. (1)核二廠安全釋壓閥有幾只？其安全與釋放之壓力設定點各為何？ (6%)
(2)有幾只 SRV 具有 ADS 之功用？其在主蒸汽管路之分佈為何？ (4%)
4. (1). 請列舉反應器水位儀器之種類與範圍。 (4%)
(2)請列舉反應器第一階及第二階水位會有那些系統動作。 (6%)
5. 請列舉造成再循環水系統馬達自動跳脫之信號。 (9 %)
6. 請列舉再循環系統液壓動力單元(Hydraulic Power Unit)之跳脫信號。 (10 %)
7. 請回答下列有關飼水控制問題：
 - (1)反應爐正常運轉水位設定之考慮因素有那些？ (4%)
 - (2)何謂蒸汽程式(Steam Programming)？ (3%)
 - (3)機組由 70%額定熱功率逐漸降載至 45%額定熱功率期間，兩台 RFPT 運轉中，若運轉員並未進行控制系統之設定調整，則主控制器之輸出會有何

變化？請說明原因。(4%)

8. 請回答下列有關 ECCS 系統之問題：

(1)RHR 停機冷卻模式之隔離信號為何？(3%)

(2)RHR 包封容器噴水模式動作信號為何？(3%)

(3)承(2)，於包封容器噴水動作後，有那些設備會有自動開啟或關閉動作？
請說明。(4%)

9. 請簡述下列主汽機監視儀器之功用及感測器取訊之位置。

(1)振動偵測器(4%)

(2)機殼膨脹偵測器(3%)

(3)差膨脹偵測器(3%)

10. 請列出 IRM 阻棒及急停之信號。(10%)

參考答案 (91.5.23~5.24)

科目：核能電廠系統設計、控制與儀器 (SRO)

1. (1)引擎保護信號：

- a. 低潤滑油壓(20psi)LOCA 時 Block
- b. 高冷卻水溫(205.8F)LOCA 時 lock
- c. 超速(>1035RPM)
- d. 起動失敗：接到起動信號後 5 秒內轉速要 140 RPM 以上，否則即跳脫引擎，以免引擎之起動設備受損。

(2)發電機保護信號：

- a. 差動電驛(87)
- b. 失磁電驛(40)
- c. 逆向功率電驛(32)
- d. 過流且低電壓(51V)

以上在 LOCA 或 LQOSP 時，87 電驛及超速均被 Block。

2. (1)Speed Droop= (No load Speed-Full Load Speed) /Full Load Speed

droop 設定愈大則轉速隨負載變化之變化量越大，droop 為 0 時無論負載為如何引擎轉速均維持一定。

(2)a. Droop Mode 時：

EDG 之頻率(speed)隨負載之增加而降低。在此 Mode 時 EDG 之頻率與負載曲線為一下降斜線，當 EDG 與系統併聯時頻率已被系統決定，EDG 即可運轉於該頻率下 droop 曲線所對應的負載。

b. Isochronous Mode 時：

無論負載如何變化，轉速(頻率)均維持於原設定值不變。單機運轉時必須置於此 Mode。此 Mode 亦即是 Speed droop 置於零之狀況。

3. (1)16 只安全釋壓閥，其中 7 只具有 ADS 功能。

(2) ADS 分佈如下：

閥數	安全功能設定點	釋放功能設定點
1	1190psig	1103psig
3	1190psig	1113psig
5	1180psig	1113psig
7	1165psig	1123psig

MSL	ADS
A	# 9
B	# 2 # 4
C	# 11、13、16
D	# 6

4. (1) 水位儀器的種類與範圍

種 類	範 圍	參 考 零 點
窄範圍	0~+150cm	儀器零點
寬範圍	-380~+150cm	儀器零點
異常追蹤範圍	0~+460cm	儀器零點
停機權水範圍	0~+1000cm	儀器零點
燃料區範圍	-380~+130cm	燃料頂點

(2)a. 第二階水位-76cm(L-2)

- (a) 啟動 RCIC
- (b) 啟動 HPCS(-101cm)
- (c) 跳脫再循環水泵
- (d) 隔離爐水淨化系統
- (e) 關閉包封容器隔離閥(PCIS group IB, IC, 2A 及 4)
- (f) 動作 RRCS
- (g) 起動 HPCS 柴油發電機

b. 第一階水位-330cm(L-1)

- (a) 啟動 LPCI
- (b) 啟動 LPCS
- (c) ADS 閥允許動作(須先延時 104 秒)
- (d) 關閉 MSIV(PCIS group 1A, 2B)
- (e) 啟動備用柴油機(DIV-I 及 DIV-II)

5. a. 進口閥<90%開度

b. 出口閥<90%開度

c 泵馬達閉鎖電驛跳脫

d. ATWS 跳脫：1. Rx prees 1115psig 或 2. Rx 水位L2

6. (1)a. 使用單元跳脫，備用單元未在 Ready 狀態，或

b. 備用單元因使用單元泵出口低壓力及伺服信號過大而跳脫 2 秒內，泵切換不成功。

(2)油位過低

(3)高油溫

(4)泵馬達過載或低電壓

(5)電子控制信號不正常

(6)乾井高壓力(1.74psig)且 test SW 不在 test 位置。

7. (1)下列因素決定水位設定之高低

a. (a)限制水份騰帶及蒸汽挾回爐心。

(b)壓力槽高水位時造成水份騰帶，汽水分離器中水份因此不能有效地從蒸汽中分離，此現象可能造成汽機葉片的損壞。

(c)壓力槽低水位時，分離器的裙部無水掩蓋，造成“蒸汽潛挾”，蒸汽進入降水區，致降低了爐心次冷的作用，或引起噴射泵或再循環泵發生“孔蝕”現象。

b. 適當高度的水位以防止核心無水掩蓋。

(2)蒸汽程式(Steam programming)

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：

a. 測定水位 + (100-P/55)*12.7cm = 設定水位 = 實際水位 + 12.7cm

P：代表功率；當功率小於45%時為一定值45。

b. 由上述公式得知功率在45%以下時壓力槽水位儀器測定水位等於實際水位。

(3)主控制器輸出將降低，此為反應降載時主蒸汽流量降低而降低飼水流量之需求，以使水位維持在設定值。

8. (1). a. Rx press > 9.34 kg/cm² (133psig)

b. 第三階水位

c. 停機冷卻管路附近溫度高(leakage)

(2)a. LOCA發生後10分鐘(B loop為11.5分鐘)且，b. 乾井高壓力(1.74psig)且，c. 包封容器高壓力(9psig)

b. 在乾井高壓力信號存在且手動引動。

(3)RHRA(B)、緊急循環水泵A(B)自動起動；RHR Hx 進出口閥及包封容器噴灑閥自動開啟，其他影響包封容器噴灑的閥自動關閉。

9. (1)振動監視儀：

用來測定和記錄汽機轉速高於600rpm時轉子的振動情形，振動探測棒裝在各主軸承附近轉軸上。振動太大表示汽機不正常，有危險情況存在，振動記錄器備有警報，任一軸承所測得的振動超過設定值時，即發生警報。此監視儀附有相角指示表，用來指示軸承振動的“高點”與No.1平衡孔(汽機轉子參考點)之間角度的關係。

(2)機殼膨脹監視儀：

用來測定汽機機殼對固定端(基礎)的位移，指示蒸汽溫度變化引起的機殼膨脹和收縮情形。機殼膨脹時，若自由滑動的一端受到阻礙，監視儀即有不正常指示，應立即檢查，否則將造成汽機嚴重地損壞。

(3)差額膨脹監視儀：

當蒸汽進入汽機後，轉子和機殼均將膨脹，但因轉子質量較小，比機殼熱得快，

故膨脹較機殼為快，轉子葉片與固定葉片之間留有適當的軸向間隙，以容許差額膨脹；但如差額膨脹超過容許的差額限制，則轉部與定部二者間將發生碰擦。此監視儀係用以記錄轉部與定部之相對位移。

10(1) 阻棒：

- a. UPSCALE HI+不在 RUN mode 下
- b. DOWNSCALE+不在 RUN mode 下且 range sw. 不在 1
- c. 偵測器未全入+不在 RUN mode 下
- d. INOP+不在 RUN mode 下

(2) 急停：

Startup mode 下，下列任一 IRM 控道之信號會急停：

- a. UPSCALE HI HI+不在 RUN mode 下
- b. INOP+不在 RUN mode 下

核能二廠九十一年度第二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：九十一年五月二十四日 13:00~14:40

一、選擇題 (25%)：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. () 依照程序書 903.2 之規定，機組起動期間欲進行乾井查漏工作時，須經值工師確認反應器功率至少低於多少%額定熱功率，保健物理課人員方可允許工作人員進入？
 - A. 4%
 - B. 6%
 - C. 8%
 - D. 10%

2. () 根據核二廠 900 系列程序書對輻射管制之規定，下列敘述何者錯誤？
 - A. 進入高輻射區前應事先申請輻射工作許可證 (RWP)。
 - B. 高輻射區域之進出門應上鎖，以管制人員進出。
 - C. 凡屬 AA (含)類以上之 RWP，方須加會由值工師簽章。
 - D. 高輻射區係指空間輻射強度界於 $50 \mu\text{Sv/h} \sim 1\text{mSv/h}$ 之區域。

3. () 於大修末期，反應爐蓋回裝後，下列那一措施係為防止因意外造成冷爐過壓事件？
 - A. 將 B21-F001/F002 保持開啟。
 - B. 維持 RHR 停機冷卻模式運轉。
 - C. 將 CRD 泵掛卡，避免加壓反應器。
 - D. 禁止控制棒抽插。

※ 4~10 題請就方框中之敘述，就 A、B、C、D 之答案組合中，選擇出最適當者。

4. () 機組起動升載期間，對下列各項操作之順序排列，何者正確？

- a. 啟用第二台飼水泵，
- b. 反應器模式開關 (Mode Switch) 切換至 “RUN” 位置，
- c. 主冷凝器抽真空，
- d. 啟用 MSR，
- e. 使用汽封蒸汽
- f. 再循環泵低速切換至高速運轉，

- A. a→b→c→d→e→f
- B. e→c→b→a→d→f
- C. c→e→b→d→f→a
- D. e→c→b→d→a→f

5. () 下列那些係反應器熱功率超過執照全功率之限制？

- a. 每一值平均不得超過執照全功率。
- b. 任何時間瞬間功率不得超過102%，於102%運轉時間不得超過20分鐘。
- c. 101%~102%及100.5%~101%功率間運轉時分別不得超過30分鐘及1小時。
- d. 超過執照全功率之時間及次數應儘可能減少。

- A. abcd

- B. abc
- C. bcd
- D. acd

6. () 根據核二廠 900 系列程序書對輻射管制之規定，下列敘述何者為正確？

- a. 若運轉狀況變動會影響提升現場工作場所之輻射狀況，達高輻射水平之潛在危險時，控制室值班主任/廢控助理應事先通知保健物理主管制站，俾便轉知現場工作人員採行適當之輻防因應措施。
- b. 工作單位執行 RT 照相作業前，須先由值主任利用高聲電話廣播，請其他人員勿進入作業影響範圍，方可進行工作。
- c. 接受 1 雷得的伽瑪射線與 1 雷得的中子照射，其造成人體的等效劑量皆為 1 侖目。
- d. 大修期間，在反應器廠房七樓進行燃料吊運工作前，保健物理人員應連絡控制室，每日測試現場固定式 ARM 警報器乙次。

- A. abc
- B. ab
- C. abcd
- D. bcd

7. () 依據核二廠異常操作程序書之規定，下列哪些狀況需立即手動急停反應器？

- a. 機組起動運轉中，反應器模式開關在"RUN"位置，兩台在循環泵皆因故未運轉。
- b. 機組滿載運轉中，主冷凝器管海水洩漏，冷凝水系統導電率上升，熱井出口/冷凝水泵出口之導電率指示已達 10.0 μ MHO/CM，而反應爐導電率指示達 0.4 μ MHO/CM，
- c. 機組 80% 功率運轉中，兩台 NCCW 泵相繼故障，無法運轉。
- d. 機組滿載運轉中，發生強烈地震，強度達 OBE 警報設定值。
- e. 機組滿載運轉中，喪失儀用空氣，部份控制棒開始滑移插入。

- A. abc
- B. acd
- C. acde
- D. abcde

8. () 依程序書 282.1”大修期間反應度監視計畫”，下列那些係需適時監視反應度之工作？

- a. 抽動控制棒以進行控制棒驅動機構及控制棒葉片之更換工作。
- b. 燃料挪移及新燃料填入。
- c. 更換中子偵測儀器。
- d. 因執行相關試驗而進行之控制棒抽出。

- A. abc
- B. bcd
- C. acd
- D. abd

9. () 依據程序書 576”颱風警報下之運轉”之內容，下列有關颱風來襲期間之敘述，何者為**正確**？

- a. 當電廠進入七級風暴風半徑後一小時內，應儘速起動一台氣渦輪機併聯入 **69 KV** 系統，並將外電切離。
- b. 當氣象局發佈「陸上颱風警報」後，若陸上颱風警報之警戒區域涵蓋本廠之警戒區域時，電廠應在 8 小時內確認緊急柴油發電機之可運轉性。
- c. 有關平均風速之判定，原則上應以核一廠或核二廠所量測之較高風速為準。
- d. 廠區實際量測之平均風速達十級風，69KV 外電兩迴線皆跳脫，但 345KV 外電、兩台汽渦輪機及柴油發電機皆正常，則應於 2 小時內降載至”STOP VLV/CV FAST CLOSURE TRIP BYPASS”警示燈亮。

- A. abc
- B. bcd
- C. acd
- D. abcd

10. () 下列有關緊急操作程序書之內容，何者為正確？

- a. 反應器發生 ATWS 事件時，應防止 ADS 自動動作。
- b. 當進行"一次圍阻體灌水操作時"，若圍阻體水位可維持在 18.88m 以上時，應優先使用由圍阻體內取水之補水系統。
- c. 熱容量溫度限制與反應器壓力及液壓池溫度有關，當反應爐壓力高於最小反應爐灌水壓力時，若反應器壓力愈高，則允許之抑壓池溫度則愈低。
- d. 在一次圍阻體氫氣控制中，若乾井氫氣濃度低於 8% 或無法確認其低於 8%，則應停止氫氣點火器之運轉。

- A. abc
- B. bcd
- C. acd
- D. abd

二、問答題 (75%)：共 8 題

1. (1)機組正常運轉期間，假設距離某一伽馬點射源 1 公尺處測得之劑量率為 $2700 \mu\text{Sv/hr}$ ，若一工作人員於距離該射源 3 公尺處工作，則該處劑量率為多少？ (4 %)
(2)承上題，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？ (4 %)
2. 請回答下列有關緊急操作程序書 (EOP) 之問題：
 - (1)何謂"最小反應爐灌水壓力"？ (2%)
 - (2)當無法利用 SBLC 注硼時，可利用那些系統作為替代注硼方式？五硼酸鈉應從何處加入？ (4%)

(3)執行圍阻體灌水時，當圍阻體水位上升達4.13 m時，須執行反應爐逸氣。請問該高度(4.13m)如何決定？又為何要執行RPV逸氣？(4%)

3. 請說明下列有關遙控停機盤操作之問題：

(1)當控制室發生火災而需到遙控停機盤操作時，依程序書 500.21 及 578 之內容，於離開控制室前，應執行那些操作？(4%)

(2)程序書 500.21 中，要求將安全釋壓閥自動開啟功能隔離，其目的為何？(2%)

(3)當控制室須撤離或須於控制室外執行停機時，係屬那一類緊急事故？(2%)

4. 機組大修中，上池正進行核燃料吊運挪移工作，若發生 Rx WELL 水位突降之狀況，主控制室有那些徵候會出現？需採取那些必要措施？(10%)

5. 機組滿載穩定運轉中，一號機正進行RHR A 額定流量測試，主控制室1C03 盤之”NSSS/BOP ANN POWER SUPPLY FAILURE”警報出現，經測試警報，發現前盤之警報窗皆失去功能。請回答以下幾項問題，：

(1)立即措施為何？(3%)

(2)如何監視機組運轉狀況。(3%)

(3)在何種狀況之下應宣佈進入第二類緊急事故？(3%)

6. 請回答下列系統操作有關問題：

(1)機組正常降載期間，飼水主控制器(Master Controller)在自動控制。若發現主控制器之輸出降為0%時，請問應如何處理？並說明若不處理之可能影響。(4%)

(2)機組大修末期，反應爐頂蓋回裝後，可能造成RPV壓力升高的壓力來源為何？(4%)

(3)機組滿載運轉中，若兩台再循環泵跳脫，且已停止運轉超過六小時，於再起動前，須先運轉RWCU系統一段時間，其理由為何(假設反應爐在熱待機狀況下)？(3%)

7. 請回答下列有關主汽機運轉之問題：

(1) 汽機升速期間，振動值超過多少時須手動跳脫汽機？(3%)

(2) 何時須執行主汽機機械超速跳脫機構測試？測試時若汽機轉速達1998 RPM時仍未跳脫，則應立即採取何種措施？(3%)

- (3) 大修後主汽機初次起動，將主汽機 Latch 後，須先將控制閥開至全開位置後再手動跳脫汽機，此操作之目的為何？ (3 %)
8. (1)機組滿載運轉中，若發生一台再循環泵跳脫，運轉員之立即措施為何？ (3 %)
- (2)若任一廠房排氣輻射偵測器高輻射警報出現時，控制室應採取什麼行動？(3 %)
- (3)當起動 HPCS 泵後，發現馬達之電流表無指示時之立即措施為何？為什麼？(4 %)

參 考 答 案 (91.5.23~5.24)

科目：程序書（SRO）

壹、選擇題：

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

貳、問答題：

1. (1) $1^2/3^2 = x/2700 \quad \therefore x = 300 \mu\text{SV/hr}$
 (2) 每日劑量限值為 $0.5\text{mSV} = 500 \mu\text{SV} \quad \therefore 500 \mu\text{SV}/300 \mu\text{SV} = 1 \text{ Hr } 40 \text{ mins}$

2. (1) 為下列壓力之高值，在此差壓下，流經緊急洩壓所需開啟最小安全釋壓閥之蒸汽流量，能將爐心之衰變熱有效移除：
 - 安全釋壓閥再開啟之最低壓力，
 - 反應爐及抑壓池（一次圍阻體）間之最小差壓。
 (2) RWCU：由 PRECOAT TANK 加入；CRD：由 DST 加入。
 (3) 此為再循環管路之最低點，進行 RPV 排氣以便進行圍阻體灌水時，水可經破口灌入反應器。

3. (1) 儘可能手動急停反應器，手動跳脫主汽機，將 MSIV 隔離關閉。
 (2) 為防止因災誤動作開啟而造成爐水（蒸汽）非控制之流出。
 (3) 第二類緊急戒備事故。

4. 依程序書 597.1
 - ◎徵候：主控制室 1(2)C01 下列警報出現：
 - Rx WELL STORAGE AREA LOW LEVEL ALARM
 - Rx WELL Hi/LOW LEVEL ALARM
 - ◎立即措施：
 - a. 由 1(2)C01 盤 EC-LI-716 和主控制室之閉路電視確認 Rx WELL 水位是否確實下降，如果確認 Rx WELL 水位驟然下降時，應立刻通知現場的 SRO 命令全體工作人員撤離七樓或由主控制室，以各種通訊方式通知七樓工作人員撤離。
 - b. 如果 Rx WELL 水位偏低時，開啟 HPCS 注水閥 1(2)E22-F004 利用 CST FLUSH WTR 補水入 RPV。或通知現場值班人員到 1(2)R18 盤開啟 1(2)EC-HV-207 由 CST 補水。
 - c. 若 Rx WELL 水位繼續下降時，立刻通知值工師、保健物理課，並立即停止和 RPV 有關設備運轉，如 RHR S/D COOLING、RWCU、UPPER POOL CLEAN-UP.....。
 - d. 通知七樓工作人員將正在吊運或挪移的燃料元件依程序書 590.2 所述放置於下列各項最接近的位置後撤離七樓。
 - (1) 原來的爐心位置

- (2) 用過燃料儲存架
 - (3) 斜面燃料傳送系統之上豎立器。
- e. 若 Rx WELL 水位無法維持正常水位，依機組大修的實際情況，立刻起動可用的 ECCS PUMP 補水入 RPV 或利用消防水由 RHR B LOOP 補水。
5. (1) 當喪失警報窗時，須確認警示窗喪失範圍相關系統是否正常，加強監視機組狀況，立即停止各種測試、操作，保持穩定運轉
- (2) 每 15 分鐘以 ERF Group 列印核對相關系統參數。
- (3) 大部份(約 75%)或全部之主控制室警報(警示窗裝置)失靈達 15 分鐘以上，且電廠正處於暫態狀況，(有計劃的測試除外)，則進入第二類緊急事故。
6. (1) 應即調降運轉中 RFPT M/A STATION 之 BIAS，使 MASTER CONTROLLER 之輸出維持在至少 10%以上；若不處理，則因主控制器已無調降空間，將造成水位逐漸上升，再不處理，將造成高水位急停。
- (2) 來自 CRD 系統正常進水(冷卻水)、高壓 ECCS 系統意外起動、CRD HCU (RPS 斷電：急停閥故障/意外開啟)、COND/FW SYS (CP 起動且隔離閥失去完整性)。
- (3) 避免產生溫度層化現象，於起動再循環泵時對爐底區域組件產生熱震。
7. (1) 非臨界轉速區：14 MIL
- 臨界轉速區：當軸承油溫及金屬溫度不超過限值且維護人員要取數據時，為 18MIL。
- (2) 大修初次起動或影響跳脫系統之相關檢修工作。立即手動跳脫。
- (3) 進行高壓油管之 purge，防止氣泡積存，影響油路之穩定性。
8. (1) 應立即插棒降功率至 80%ROD LINE 以下，以離開 Z 區。
- (2) 應即通知 HP 進行環測取樣，並查看警報動作原因。
- (3) 應即將開關 OFF，避免 CT 開路而造成危險。

核能二廠九十一年度第二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：九十一年五月二十四日 15:00~16:40

一、選擇題 (25%)：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. 下列有關運轉規範之敘述，何者正確？

- A. 機組起動中，準備進行反應爐模式開關至” RUN” 之操作時，NCCW 輻射偵測器因取樣泵故障而不可用，此時應待 NCCW 輻射偵測器恢復可用後方可切換模式開關。
- B. 當機阻降載準備進入運轉模式 2 前，應依 16.4.0.4 之規定先執行 APRM/IRM 於運轉模式 2 需可用之跳脫功能偵測試驗後，方可將模式開關切換至” STARTUP/HOT STANDBY” 。
- C. 機組功率運轉中，控制棒 28-09 因機械問題卡在 22 位置無法抽動而宣佈不可用中，24-09 之急停蓄壓器又故障，則機組應於 12 小時內達熱停機。
- D. 機組功率運轉中，反應爐冷卻水系統之可辨認洩漏及不可辨認洩漏限值各為 5/20gpm。

2. 下列有關進程序書臨時變更之規定，何者錯誤？

- A. 變更內容需未改變原程序書之精神。
- B. 變更需經由 2 個電廠管理階層人員核准。對於影響電廠運轉之變更，至少有一人持有受影響機組之高級運轉員執照。
- C. 在執行後 14 天內，程序書變更應留存紀錄，並經電廠運轉審查委員會審查並由廠長核准。
- D. 所謂「電廠管理階層人員」，係界定為核二廠之值工師及各技術課長(含) 以上人員或其代理人。

3. 下列有關異常事件立即通報及書面報告規定之敘述，何者錯誤？

- A. 機組發生運轉規範 16.6.9.2.1.B 所列之異常事件時，至遲應於 2 小

時內通報原子能委員會。

B. 異常事件書面報告應於事件發生之日起一個月內陳報原子能委員會。

C. 若發生「運轉規範所禁止的項目」(例如進入運轉規範 LCO 且未遵循應採之行動者或偵測試驗時限超過運轉規範所允許時限等事件)時，應立即以電話告知 AEC 駐廠人員，並於 LOG 簿上登記時間。

D. 電廠宣佈發生緊急計劃第 2 類(含)以上之緊急事故時，當值值工師應立即陳報副廠長、廠長及核發處並填寫電話通報記錄表，並於 1 小時內傳真至核發處、緊執會、原能會核管處、地方政府。

4. 下列有關貴廠程序書規定之敘述，何者正確？

A. 改善課於廠房內執行設備管路油漆或地面塗裝等修繕工作，得不需開立檢修工作連絡書，但應事先提出「化學品使用許可單」。

B. 若禁止操作卡之副卡遺失時，作業負責人或其直屬工作主管須在掛卡清單備註欄內親自簽名，方可視為該項工作已完成，方可交由值班人員進行銷卡工作。

C. 若發電機之保護電驛動作而跳脫，經查為誤動作，於復歸時需由運轉副廠長、值班主任、電氣課長及運轉課長之中任兩人同意後方可為之。

D. 為巡視或緊急操作上的需要，目前廠房內重要設備所在之高輻射區門鎖鑰匙，如 ECCS 泵室，委由值工師保管。

※以下 5~10 題請就方框中之敘述，就 A、B、C、D 之答案組合中，選擇出最適當者。

5. 機組發生下列 a~e 之狀況，何者需提特別報告？

- a. 機組功率運轉中，測試時不慎造成 HPCS 注水入反應爐(假設運轉員處置得當，未造成反應器急停)。
- b. 控制室 OC103 盤地震儀器因電源故障而失去功能達 3 天。
- c. 測試時發現 RHR A 系統流量不符運轉規範要求而宣佈不可用。
- d. 山上生水池 A 因檢修而隔離 20 日。
- e. 柴油發電機定期測試時，於加速期間因故跳脫。

- A. ade
- B. abd
- C. abde
- D. abe

6. 下列有關運轉規範對控制室每值基本人力之規定的敘述，何者正確？

- a. 當兩部機皆運轉時，值班工程師/SRO/RO 之最少成員數分別為 1/2/4 名。
- b. 在交接班時，若一名 RO 因突發狀況遲到而致無法符合最少成員之要求，則允許先交接班，但須在一小時內找人替補，否則即屬違反運轉規範。
- c. 當兩部號機機組皆停機大修，二號機進行機組大修狀態下，因人員調度問題，允許值工師兼任爐心改變之監督工作。
- d. 若經過廠長依據已建立之程序書核准，則具有執照之運轉員在兩天內之工作時數得超過 24 小時。
- e. 當僅一部機在運轉時，至少要有 3 名 RO，其中 2 名在運轉之機組，1 名在停機之機組。

- A. ade
- B. abcd
- C. abde
- D. acd

7. 下列情況，何者已進入運轉規範之運轉限制條件（LCO）？
（以下狀況除非特別註明，否則皆在機組滿載運轉時發生）

- a. 機組在熱停機狀態，抑壓池水位指示為 595 公分。
- b. 二氧化碳儲存槽 1T-44 因檢修而需清槽，乃將該槽內之二氧化碳全部移至 2T-44，並已依 SORC 評估維持 2T-44 液位在 90% 之安全需求量以上。
- c. 進行 MSIV 位置開關引動 RPS 之邏輯測試後，於 MSIV 恢復至全開時，電驛 C71-K10A 不會恢復激磁，且時間超過 2 小時。
- d. HPCS 測試管路至 CST 回水隔離閥 EM-HV-147 測試時無法關閉。
- e. 執行程序書 614.2.1”安全釋壓閥壓力儀器控道功能及校正測試”時，依步驟內容，將 1C01 盤 16 只 SRV 鑰匙開關置於“OFF”位置。

- A. ade
- B. abcd
- C. abde
- D. bcd

8. 下列有關運轉模式之敘述，何者**正確**？

- a. 當反應爐蓋移除時（爐心仍有燃料），方進入運轉模式 5。
- b. 在運轉模式 3 時，在”one rod out”連鎖可用之情況下，允許反應爐模式開關轉至”REFUEL”位置。
- c. 運轉模式 3、4 之差別在於反應爐冷卻水溫度是否大於 100°C。
- d. 在運轉模式 5，若所有控制棒皆在全入狀態下，則反應爐模式開關允許因執行連鎖測試而置於任何位置。

- A. acd

- B. abcd
- C. abd
- D. bcd

9. 下列那些情況需依程序書 1102.03” 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” 之規定提出申請？

- a. 因洩水閥洩漏，加裝臨時塑膠軟管導引洩水至集水槽。
- b. 生水管接頭脫接，加裝盲板以防止水再流失。
- c. 閥門之電磁線圈接地，將該閥電源拆線隔離。
- d. 執行 RCIC 額定流量測試，依程序書步驟將注水閥低水位自動起動功能移除。
- e. 依據核准之運轉規範修改案調整儀器跳脫設定點。

- A. acd
- B. bc
- C. abde
- D. bcd

10. 下列有關貴廠 100 系列程序書之規定，何者正確？

- a. 程序書具有優先性，各課備忘錄及會議決議不可違反程序書之規定。
- b. 若為短期性欲替代程序書之規定，或特殊狀況才適用時，為求程序書本身之穩定性，此時各課應依程序書 120.1 之規定提特殊程序書申

- A. **acd**
- B. **bcd**
- C. **abcd**
- D. **abc**

二、問答題 (75%)：共 8 題

1. 請解釋運轉規範下列名詞：(9 %)

- (1) 可用/ 可用性 (OPERABLE/OPERABILITY)
- (2) 反應器保護系統響應時間 (RESPONSE TIME)
- (3) 壓力邊界洩漏 (PRESSURE BOUNDARY LEAKAGE)

2. 請回答下列有關運轉限制條件之訂定基礎 (BASES) 為何？(12%)

- (1) 運轉規範 16.3.1.3.7 要求反應器熱功率大於 RC&IS 之低功率設定點時，若主汽機旁通閥未全關時，控制棒禁止抽出。
- (2) 運轉規範 16.3.4.1.3 規定兩再循環迴路流量差 (flow mismatch) 不得大於特定限值。
- (3) 運轉規範 16.3.3.7.3 要求氣象儀器維持可用。

3. 附圖為運轉規範對 貴廠二號機反應爐壓力槽之壓力—溫度限制曲線圖，請回答下列問題：

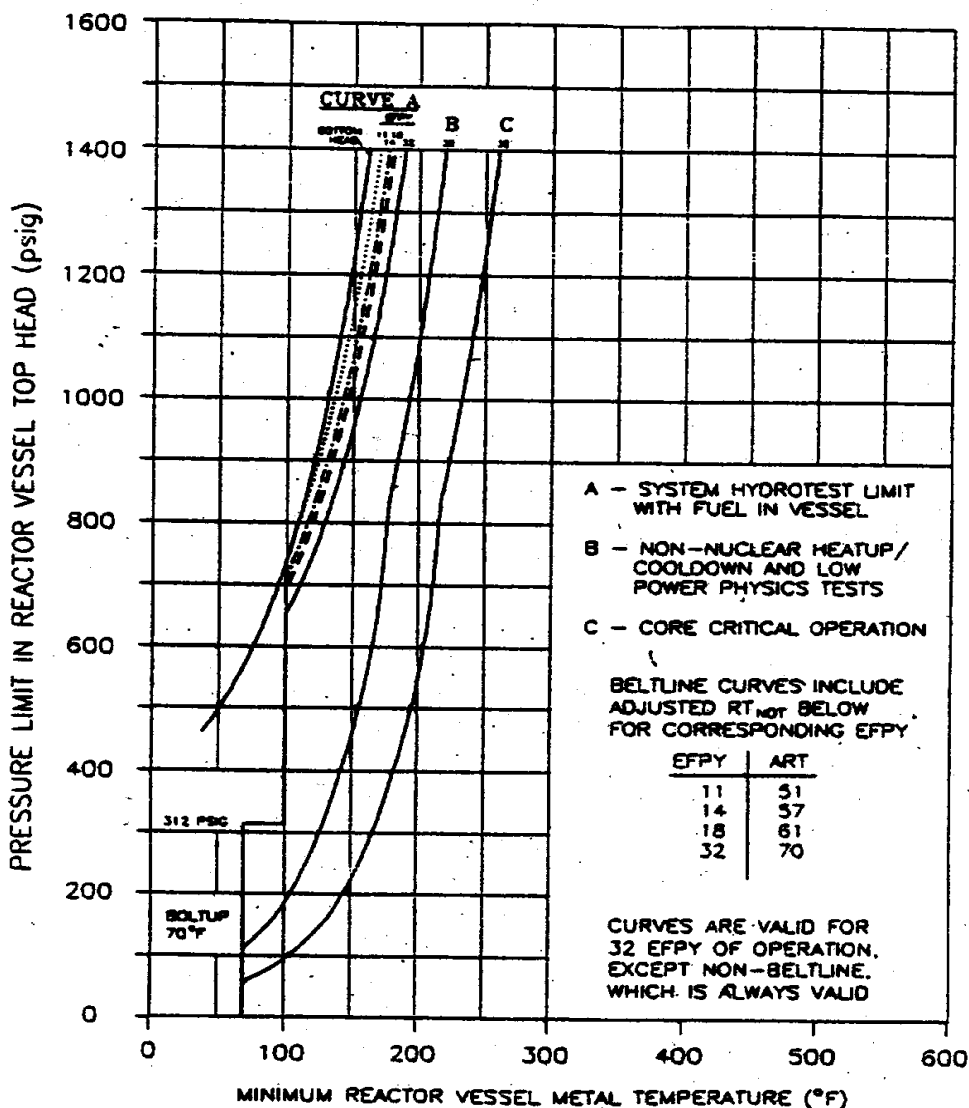
- (1) 若二號機正依程序書 295 進行反應爐槽洩漏試驗而準備升溫升壓中，請問應採用那一條限制曲線？(2 %)
- (2) 若二號機準備抽棒啟動，請問應採用那一條限制曲線？(2 %)
- (3) 運轉之溫度應維持在限制曲線之右邊或左邊？(2 %)
- (4) 曲線上之溫度，和壓力各取自何處？(4 %)

4. (1) 貴廠運轉規範之安全限值有那些？(8 %)


- (2) 依貴廠運轉規範 16.6.7 之規定，若機組運轉狀況違反安全限值時，應

於多少時間內通報原子能委員會？（2 %）

5. 請判斷下列狀況何者已進入運轉規範之運轉限制條件 (LCO) ? 若已進入，請說明進入之章節；若未進入，亦請說明判斷之依據。(12 %)
- (1) 機組大修中，反應爐蓋已移除，上池水位維持在 75 呎 3 吋，上燃料池與爐穴間之閘門已移除，而抑壓池水位在 575 公分。
 - (2) 機組大修中，反應爐蓋已移除，輔機廠房 7 樓長條門開啟中，依據運轉規範 16.3.9.10 將周圍四只燃料匣已移除之控制棒抽出，以進行控制棒葉片更換工作 (尚未將控制棒葉片吊出)。
 - (3) 機組功率運轉中，抑壓池水位儀器 EM-LI-142B (提供控制室抑壓池水位指示、HPCS/RCIC 抑壓池高水位取水閥切換邏輯) 指示偏低約數十公分，且低水位警報出現，而實際水位為 585 公分。
6. 下班時間，非預期檢修工作如經判斷係屬潛在性影響跳機之檢修工作，但卻急須檢修時，應如何處理？請就審查及核准程序說明之。(6 %)
7. 若您是值工師，於接獲下列工作申請時，應如何處理？(9 %)
- (1) 機組大修中，機械課申請開啟輔機廠房通燃料廠房之兩道鐵捲門，以運送設備進入燃料廠房。
 - (2) 機組運轉中，機械課申請進行輔機廠房 3 樓管架施工之電焊工作。
 - (3) 廢控室申請排放廢液系統取樣槽之廢液。
8. 請回答下列有關緊急事故應變計畫之問題：
- (1) 依照緊急事故應變計畫，緊急事故之分類分級有那些？(6%)
 - (2) 發生那一類事故 (含) 以上時，需成立技術支援中心 (TSC) ? (2%)
 - (3) 非上班時間發生 2A (含) 以上之事故時，值工師 (或其指定人員) 應負責通知廠內及廠外那些人 (單位) ? (4%)



EFPY : Effective Full Power Year
 ART : Adjusted Reference Temperature

	台電公司 TAIWAN POWER COMPANY KUSHENG NUCLEAR POWER STATION UNITS 1 & 2
	REACTOR PRESSURES VS. MINIMUM TEMPERATURES FOR UNIT 2
FIGURE 16.3.4.6.1-2	

參考答案 (91.5.23~5.24)

科目：行政管理程序書、各種狀況與限制(SRO)

壹、選擇題

題號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	C	D	D	B	A	A	C	D	B	D

貳、問答題

- (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) The REACTOR PROTECTION SYSTEM RESPONSE TIME shall be the time interval from when the monitored parameter exceeds its trip setpoint at the channel sensor until deenergization of the scram pilot valve solenoids.

(3) PRESSURE BOUNDARY LEAKAGE shall be leakage through a non-isolable fault in a reactor coolant system component body, pipe wall or vessel wall.
- (1) 因 RPCS 之功率值係取自高壓汽機第一級壓力換算而得，若旁通閥未全關，則可能會形成不保守之抽棒限制。

(2) 以符合 ECCS 在 LOCA 事故之設計條件。

(3) 以確保有足夠之氣象資料以估算平時或事故時對民眾之輻射劑量，以便採取必要措施。
- (1) 任何一小時周期內爐水溫升或溫降率小於或等於 20°F 時： A 曲線，否則應採 B 曲線。

(2) C

(3) 右邊

(4) 溫度：反應爐頂蓋凸緣，槽殼凸緣及頂蓋金屬溫度，由 C14 盤反應爐槽溫度記錄器 AA-TR-497。

壓力：寬/載範圍反應爐壓力指示計及事故後壓力指示計。

4. (1)a. 當反應爐壓力小於 785psig 或爐心流量低於 10%額訂流量時，反應爐功率不得超過 25%RTP。

b. 當反應爐壓力大於 785psig 或爐心流量高於 10%額訂流量時，爐心 MCPR 值不得低於 COLR 之 MCPR 安全限值。

c. 反應爐壓力邊界之壓力不得大於 1325psig，

d. 反應爐水位應大於 TAF。

(2) 應於 1 小時內通報原能會。

5. (1) 未進入 LCO，依據 16.3/4.5.2 之註解，說明當反應爐穴已灌滿水，符合 16.3.9.8 及 16.3.9.9 之水位要求，且上池閘門已移除，則抑壓池可不需可用。

(2) 未進入 LCO，依據 CORE ALTERATION 定義，在周圍燃料已移出之情況下抽動控制棒，不屬 CORE ALTERATION。故不屬需 SUSPEND 之對象。

(3) 進入 LCO，包括 16.3.5.3、16.3.3.3(表 16.3.3.3-1 第 3.d 項及 16.3.3.5(表 16.3.3.5-1 之第 e 項)。

6. 若於下班時間或例假日遇程序書 112 定義之設備故障須緊急檢修者，值工師應通知相關維護課及品質課人員到廠後，由維護課、品質課人員及值工師執行潛在性影響機組跳機之評估工作後做成記錄，並以電話或傳真將評估結論告知七.C 項所列舉之固定審查委員或其代理人，經廠長或代理副廠長核准後進行隔離操作及檢修工作。品質課人員負責全程核對工作。

7. (1) 清查是否有進行爐心改變或潛在性反應爐洩水工作。

(2) 應請儀器課協助查核是否施工區域附近是否亦受電磁干擾之設備，可參考程序書 151 之第五.B.(6)。

(3) 應查核 CWP 運轉台數及輻射偵測器對應之跳脫設定點。

8. (1) 依程序書 1400，分類分級如下表

事故類別	級別	分級原則
第一類緊急事故：異常事件		異常事件。
第二類緊急事故：緊	A 級	無放射性物質外釋之緊急戒備事故。

急戒備	B 級	有放射性物質外釋之緊急戒備事故。
第三類緊急事故： 廠區緊急事故	A 級	無放射性物質外釋之廠區緊急事故。
	B 級	有放射性物質外釋，但廠界最大個人全身劑量率小於 0.5mSv/h (50mre/h) 時之廠區緊急事故。
	C 級	有放射性物質外釋，但廠界最大個人全身劑量率大(等)於 0.5mSv/h (50mre/h) 時之廠區緊急事故。
第四類緊急事故： 全面緊急事故	A 級	指已下令執行民眾防護行動之全面緊急事故(自第三類 B、C 級事故惡化演變而來者)。
	B 級	指突發性之全面緊急事故(事故發生或演變突然而無法循序準備與下令執行各項民眾防護行動)。

(2)第 2 類

(3)依程序書 1412 規定：

廠內：執勤主管、緊計專工師、廠長/副廠長

廠外：緊執會主任委員及執行祕書、原能會核管處/核技處、地方政府。