

核能一廠九十四年度第一次運轉員執照測驗筆試試題
科目：一、核子反應器運轉原理包括反應器物理、熱
力學、熱傳及流體力學

時間：九十四年一月十一日 08：40—10：20

※本試題含解答共 10 頁※

一、選擇題（單選）每題 2 分，（共 30%）

1. 下列何者為反應度正確之敘述？

A. 反應度 = $\frac{1 - k_{eff}}{k_{eff}}$ 。

B. 反應度 = $\frac{k_{eff}}{k_{eff} - 1}$ 。

C. 反應度為反應爐距離臨界多遠的一種尺度。

D. 反應度為反應爐內中子能讓核燃料產生核分裂反應之能力。

答：C

2. 下列那一項是瞬發中子（prompt neutron）的特性？

A. 平均誕生能量為 0.5MeV。

B. 通常是由分裂產物之激態原子核產生。

C. 分裂產生之中子超過 99% 為瞬發中子。

D. 核分裂反應發生後 1 秒內所產生之中子。

答：C

3. 瞬發中子與延遲中子（delayed Neutron）若由同一核分裂反應產生時，則瞬發中子比較有可能會符合下列那一項敘述？

A. 被 Xe-135 補獲。

B. 導致 U-235 產生熱中子分裂（thermal fission）。

C. 於 1eV 到 1000eV 之間的共振能量（resonance energy）時會被 U-238 所捕獲。

D. 於減能過程容易逃逸出反應爐。

答：D

4.下列那一項不會影響有效增殖因素 (keff) ?

- A. 裝置中子源。
- B. 燃料燃耗。
- C. 緩和劑與燃料原子數比值。
- D. 反應爐本體尺寸。

答：A

5.下列那一項會減少停機餘裕 (Shut down Margin) ?

- A. 反應爐運轉期間之燃耗。
- B. 反應爐運轉期間之鎳 (Gd) 燃耗。
- C. 反應爐停機階段增加緩和劑溫度 10°F。
- D. 反應爐急停後之 Sm-149 增加。

答：B

6.有一反應爐起動時處於無 Xe 狀態，若控制棒停止抽棒後，WRNM 計數值為 1000 CPS，在沒有任何運轉設備運轉下，當 20 分鐘後下列那一個敘述是正確的？

- A. WRNM 小於 1000 CPS，並逐漸減少。
- B. 小於 1000 CPS 但會穩定任某一數值。
- C. 大於 1000 CPS，並逐漸增加。
- D. 維持在 1000 CPS 不變。

答：D

7.在爐心末期，反應爐功率產生分裂反應是由於那兩種同位素？

- A. U-235 和 U-238。
- B. Pu-241 和 U-238。

C. Pu-239 和 U -238。

D. Pu-239 和 U -235。

答：D

8.當反應爐處於欠緩和狀態時（under moderated）若緩和劑溫度下降，則下列敘述何者正確？

A. 由於比較多之熱中子被補獲因此加入負反應度。

B. 由於較多的中子逃逸造成加入負反應度。

C. 由於較少的中子逃逸，造成加入正反應度。

D. 由於較少的熱中子被緩和劑補獲因此加入正反應度。

答：C

9.有一反應爐已停機三個星期並且控制棒已經全入，若發生最中央之控制棒突然全出，則中子通量會如何？（反應爐仍保持在次臨界狀態）

A. 保持一定不變。

B. 會增加並穩定在較高之水平。

C. 會暫時增加最後會回到原來狀態。

D. 會一直增加直到運轉員插入控制棒。

答：B

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。

答：C

11.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。

答：A

12.在反應爐滿載狀態下，則爐心燃料之燃料護套表面傳熱至爐水中其最主要之傳熱成方式何？

- A. 輻射。
- B. 傳導。
- C. 強制對流。
- D. 自然對流。

答：C

13.貴廠某一設備之潤滑油熱交換器，當其冷卻水流增加二倍流速則下列那一項數值會增加？

- A. 潤滑油出口溫度。
- B. 冷卻水出口溫度。
- C. 潤滑油溫差。
- D. 冷卻水溫差。

答：C

14.若 1 lbm 的水在定壓下處於飽合狀態下，此時加入 1Btu 的熱於水中則會有何現象發生？

- A. 水溫增加 1°F。
- B. 部分的水蒸發。

- C. 水的密度變大。
- D. 產生 1°F 的過熱 (Super heat)。

答：B

15. 液體的自然對流要能發生則下列那一項因素必須存在？

- A. 液體的密度變化。
- B. 液體的相 (phase) 變化。
- C. 液體必須維持次冷狀態。
- D. 液體必須有輻射熱傳導。

答：A

二、試解釋下列名詞：(12%)

1. 控制棒本領 (Control rod worth)：某一支控制棒吸收熱中子能力大小之效力，其測量單位為 $\Delta k/k$
2. 中子通量 (Neutron Flux)：即一立方公分體積中所有中子，在某一特定之能量下，一秒內所移動的總行程，或留位面積內每秒通過的中子數。
3. 熱中子利用因素 (Thermal Utilization Factor) $f = \frac{\text{被燃料所吸收之熱中子數}}{\text{被所有材料所吸收之熱中子數}}$
4. 倍增時間 (doubling time)：即反應爐功率增加 2 倍所需時間。

三、何謂逆功率效應 (Reverse Power Effect)？又逆功率常發生於何時試解釋之。(7%)

答：A：(a) 抽出一根淺棒，功率上升，產生更多蒸汽，此汽泡有由其燃料束間向上移之趨勢。

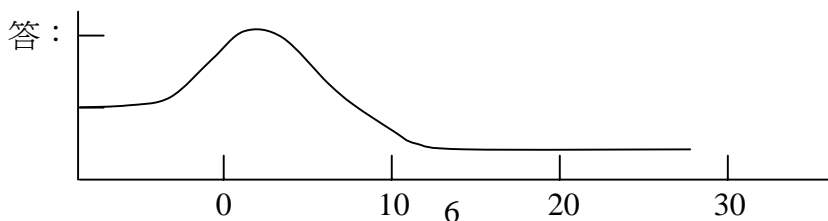
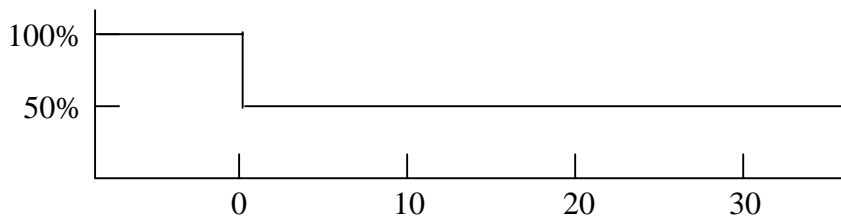
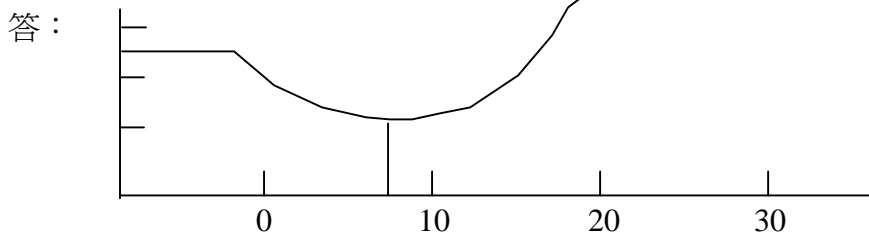
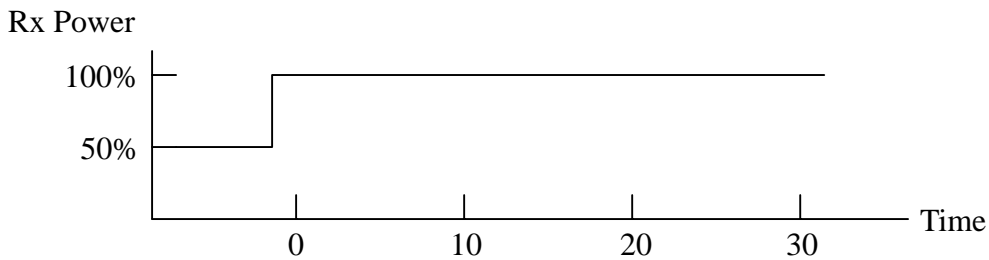
(b) 在燃料束上方增加的空泡含量，將使該區域之功率減小。

(c)總燃料束功率是略增，或不變，或減少，須視核心底部功率增加之量和核心頂部功率減少之量之差異而定。

(d)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 (Reverse Power Effect)。

B：逆功率效應通常在接近燃料末期，且控制棒之抽動並不連續也僅限數節距之情況下才發生，故在運轉上並不致造成困擾。

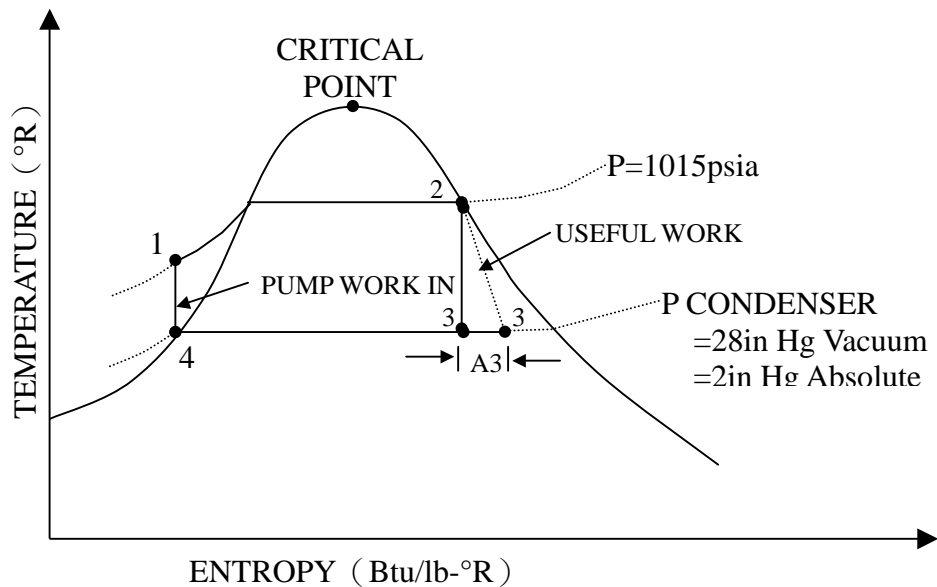
四、試繪出反應爐功率改變下，爐心氙 (xe) 對反應度之變化關係？
(6%)



五、若貴廠一號機反應爐起動時增殖因數 (k_{eff}) = 0.95 此時之反應度為多少？當運轉員抽動一支控制棒本領為 $0.0020 \frac{\Delta K}{K}$ 的控制棒，則反應爐新反應度變為多少？(6%)

答：① $\frac{0.95-1}{0.95} = -0.0526 \frac{\Delta K}{K}$
 ② $-0.0526 \frac{\Delta K}{K} + 0.0020 \frac{\Delta K}{K} = -0.0506 \frac{\Delta K}{K}$

六、沸水式核能電廠之汽力系統是一郎肯循環 (RANKINE CYCLE)，請繪圖說明。(T-S 圖) (8%)



T-s and Diagram for BWR Rankine Steam Cycle

此 Cycle 包括有：

- (1) 1-2：常壓傳送熱能，液體被加熱形成液汽雙相。
- (2) 2-3：絕熱膨脹使得功輸出 (理想汽機)。
- (3) 3-4：常溫傳熱到熱沉，不可用的熱排出。
- (4) 4-1：液體被絕熱壓縮加壓 (理想泵)。

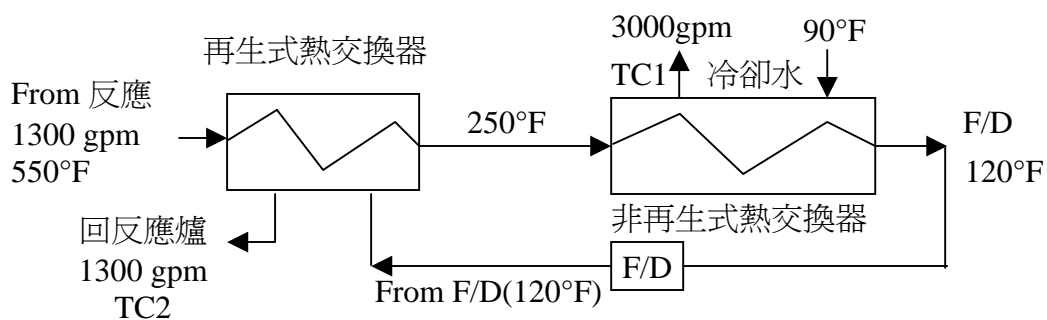
七、如附圖 RWCU 熱交換器之流程示意圖所示，求下列數值：

($C_p=1\text{Btu}/1\text{bm}^\circ\text{F}$ ， $1\text{gal}=8.331\text{bm}$)

(1)非再生式熱交換器之冷卻水出口溫度。

(2)此系統流回爐心的水溫。

(3)計算整個流程所損失的熱焓。(本題共 6%)



答：(1) $3000 * (T_{c2} - 90) = 1300 * (250 - 120)$ $\therefore T_{c2} = 146.3^\circ\text{F}$

(2) $1300 * (550 - 250) = 1300 * (T_{c2} - 120)$ $\therefore T_{c2} = 420^\circ\text{F}$

(3) $q = 1300 * 60 * 8.33 * 1 * (120 - 250) = -8.446\text{Btu}/\text{hr} = -24.746\text{MW}$

八、請解釋 Runout，為何運轉中之泵應避免該狀況出現。(4%)

《解》(1)當泵喪失背壓以致流量增大所產生之現象謂之。

(2)由於增加流量將導致馬達負荷增加，加大電流可能損壞到馬達線圈。

九、何謂燃料都卜勒效應及自屏蔽效應，在燃料末期都卜勒效應有何改變？(8%)

答：都卜勒效應：燃料由於溫度上升，造成燃料對中子吸收增加，稱為都卜勒效應，

自屏蔽效應：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。當燃料溫度增高時，燃料丸外圍之共振尖峰擴張較之內層要小，故外層之中子屏蔽作用減小，被內層吸收之中子增多。

燃料末期隨著 Pu^{240} 之增加，因為 Pu^{240} 具有很大的共振吸收截面，故都卜勒效應增加，而使反應度成更大的負值。

十、請判斷下列敘述是否正確？若有錯誤，請寫出正確的答案。(10%)

- (1)只有熱中子才能造成分裂反應，而產生中子，
- (2)緩和劑溫度上升，則緩和劑溫度係數愈負。
- (3)每次核分裂產生之能量主要來自分裂中子之動能。
- (4)當控制棒全入，鏈鎖反應停止，因此爐心中將無中子再產生。
- (5)反應器臨界可發生在任何功率。

答：(1)錯，快中子亦可與 U-238 或 PU-240 作用造成分裂反應。

(2)對。

(3)錯，為分裂碎片之動能。

(4)錯，在反應器停止運轉後，爐心中仍會產生中子。

(5)對。

十一、試說明下列名詞或單位之差別 (3%)

(1)PSIA 與 PSIG

(2)真空度與真空

答：(1)PSIA = PSIG + 大氣壓力

(2)真空度 + 真空 = 大氣壓力

核能一廠九十四年度第一次運轉員執照測驗筆試試題
科目：二、核能電廠設計；包括安全和緊急系統
時間：九十四年一月十一日 10：30—12：10

※本試題含解答共 9 頁※

一、選擇題（單選）每題 2 分（共 24%）

1. 貴廠 HPCI 小汽輪機接到下列哪一訊號時不會跳脫？
- A. 水泵之吸水壓力過低。
 - B. CST 水位過低。
 - C. 反應爐水位 L-8。
 - D. 小汽輪機排汽壓力 $> 150\text{psig}$ 。

答：B

2. 機組 ADS 系統因 L-1 引動，運轉員不慎按下復歸鈕，下列敘述 ADS 狀態何者正確？
- A. 反應爐水位在 L-1 以上則 120 秒後自動洩壓。
 - B. CS 或 RHR 水泵停止運轉，反應爐水位保持 L-1 以下，ADS 邏輯可復歸。
 - C. CS 或 RHR 水泵停止運轉，反應爐水位保持 L-1 以下，ADS 邏輯無法復歸。
 - D. 以上皆非。

答：B

3. 下列敘述何者不屬於 PCIS Group III 應動作之設備？
- A. 起動 SBGT。
 - B. 隔離乾井取樣系統。
 - C. 隔離 RWCUC 系統。
 - D. 隔離廠房正常通風系統。

答：C

4. 有一連續滿載之馬達，如果喪失馬達冷卻水源則？

- A. 泵會有孔蝕現象 (Cavitation)。
- B. 會造成馬達過電流保護喪失。
- C. 會破壞馬達絕緣與接地。
- D. 會造成馬達相電流不平衡。

答：C

5. 有一多轉速之離心泵，其流量達 1800 GPM 時轉速為 3600rpm，若離心泵轉速為 2400rpm 時，其流量大約降為多少？

- A. 1200 GPM。
- B. 1350 GPM。
- C. 1000 GPM。
- D. 900 GPM。

答：A

6. 比較閘閥 (gat valve) 與球閥 (globe valve) 的特性，球閥一般比閘閥在開啟時會有_____壓降；球閥_____用於節流作用。

- A. 較小；較少。
- B. 較大；較多。
- C. 較小；較少。
- D. 較大；較少。

答：B

7. 下列那一項參數改變會導致離心泵產生孔蝕現象？

- A. 逐步減少泵速度。
- B. 慢慢增加泵進口壓力。
- C. 慢慢增加泵出口壓力。

D. 逐步增加泵進口液體溫度。

答：D

8. 下列有關控制棒之敘述何者為非？

A. 歧管（manifold）之功用為引導 7 支升管和 HCU 上各閥間之水流。

B. 控制棒驅動機構插入時其流量約 4gpm，抽出時流量約 2gpm。

C. 控制棒急停響導閥共有 97 個。

D. 每一支控制棒驅動機構共有 4 只導向電磁閥。

答：C

9. 下列有關發電機磁場開關(41)閉合後，則下列設備之敘述何者正確？

A. 主變壓器之油冷系統自動停止。

B. 勵磁機空間加熱器自動起動。

C. 廠用輔助變壓器之油冷卻系統會自動起動。

D. 比壓器空間加熱器會自動起動。

答：C

10. 緊急柴油發電機自動起動後，下列那一項信號能讓其自動停機？

A. 失磁。

B. 反向功率。

C. 曲軸箱高壓力。

D. 五秒鐘延時起動失效（未達 2000 rpm）。

答：D

11. 有關充氣式輻射偵檢器之描述何者錯誤？

- A. 游離腔與比例計數器無輻射鑑別能力。
- B. 游離腔的輻射靈敏度較差。
- C. 比例計數器有能譜分析能力。
- D. 蓋革計數器的輸出脈數與入射粒子成正比。

答：A

12.若 LOCA 信號出現時，下列有關 RHR 系統自動反應設備何者錯誤？

- A. 四台 RHR 水泵同時起動。
- B. RHR 海水加壓泵自動起動。
- C. 關閉未選擇到之迴路注水閥 10 分鐘。
- D. 關閉 MOV-F021 A/B。

答：B

二、貴廠控制室 603 盤面與控制棒有關之指示燈共有 6 個，請詳列每個指示燈所代表之意義。(12%)

- 答：1.蓄壓器故障 (Accumulator Trouble) 琥珀色指示燈，表示蓄壓器內 N2 壓力低於 1025psig 或高壓水洩漏 (60cc)。
- 2.急停閥開啟 (Scram Valve Open) 藍色指示燈，每一支控制棒均有關閉，一旦開啟表示該控制棒已開始急速插入爐心。
- 3.控制棒全入 (Control Rod Full in) 綠色指示燈，信號由簧片開關 S51，S52 併聯送來，顯示該實控制棒在全入位置。
- 4.未選定而控制棒浮動 (Control Rod Drifting When not selected) 紅色指示燈，表示該支控制棒未被選定或選定未操作而自行移動且經過奇數的簧片開關。
- 5.控制棒全出 (Control Rod Full out) 紅色指示燈，信號由簧片

開關 S49 送來顯示該支控制棒在全出位置。

6.控制棒選定 (Control Rod Full Selected) 白色指示燈，表示選定支控制棒。

三、請列出引起汽機自動跳脫油壓消失之五種保護裝置為何？(5%)

答：

- (1). 汽機超速保護裝置。
- (2.) 軸承潤滑油壓過低保護裝置。
- (3). 推力軸承過度磨損保護裝置。
- (4). 低真空保護裝置。
- (5). 跳脫電磁線圈動作保護裝置。

四、若控制室主開關位置在“添換燃料”時，中子偵測系統遇有那些情形會產生阻棒現象？(5%)

答：主開關在“添換燃料”中子偵測系統遇在下列狀況會產生阻棒現象：

- (a)WRNM HI LEVEL ≥ 105 。
- (b)WRNM PERIOD ≤ 45 秒。
- (c)WRNM DOWNSCALE ≤ 3 CPS。
- (d)WRNM INOP。
- (e)平均能階偵測器偵測值高 (APRM High)。

六、試簡述貴廠共有那四種不同範圍之水位儀器，各有何用途並請指出約略之監測水位範圍。(10%)

答：

A. 窄程水位儀 (Narrow Range) -FW/RPS/ECCS CONTROL

窄程水位儀提供飼水控制、反應器保護及緊急爐心冷卻等系統之連鎖邏輯，並係校正於 1000psig 之爐心飽和水/蒸汽及 135 之乾井周溫狀況下使用，其監測範圍為 0~150cm，儀器零點對應 1313ccm（自壓力槽內底部起算）之高度。

B. 寬程水位儀（Wide Range）- ECCS CONTROL

本水位儀主要為於喪失飼水及爐水存量不足而使水位遠低於正常高度時供起動緊急爐心冷卻系統之用。本水位儀係校正供在 1000gsig 之爐心飽和水/蒸汽及 135°F 乾井周溫之環境下使用，其監測範圍為自 -380~+150cm，0cm 指示同樣對應於自爐底起算 1313cm 之高度。

C. 爐心灌水用水位儀（Flooding Rage）

本水位儀係是提供反應爐停機冷爐或是停機後將爐槽淹水用時之水位指示，故稱為爐心淹水用或停機用水位儀；其使用之校正環境為 100°F、常壓之爐水及 80°F 之乾井周溫，監測範圍為 +1250~+2250cm，0cm 對應於槽底之高度。

D. 燃料區水位儀（Fuel Zone Range）

本水位儀係供 LOCA 事故時監測反應爐之水位用，為校正適用於 212°F 之飽和爐水/蒸汽及乾井周溫，並且已無噴射泵流量之條件。本水位儀之監測範圍為 -250~+500cm，其 0cm 指示對應於燃料頂端（TAF）之高度。

六、貴廠第五台緊急柴油發電機接受那些信號會自動起動？又自動起動後第五台緊急柴油發電機如何供電至相關匯流排？（6%）

答：A. 急柴油發電機接受以下任一信號將會自動起動：

1. 乾井高壓力（2psig）或反應器低水位（LEVEL #1）+ 控制室 TRANSFER SW（TS）置於“5TH DG”位置。
2. 一號機 4.16KV Bus #3 或 Bus #4，或二號機 4.16KV Bus #3

或 Bus #4 任何一匯流排低電壓 + 控制室 TRANSFER SW (TS) 置於 "5TH DG" 位置。

B. 柴油發電機接受以下信號將會自動供電：

上述自動起動信號 + 選定之機組匯流排 TIE BKR 在 CLOSE 位置 + DG 自動起動後 10 秒延遲 + 5TH DG Bus 低電壓。

七、試說明 MSR 水份分離再熱器功用為何？其第 1、第 2 級加熱之蒸汽來自何處？加熱作完功後洩水到何處？（9%）

答：(1)MSR 之功用：

a.藉由汽水分離器（Moisture Separator）及加熱器移除由高壓汽機做功後排出蒸汽所含的水份，並將蒸汽再予以加熱，然後進入低壓汽機。

b.減低低壓汽機葉片的侵蝕。

c.提昇電廠廠率。

(2)MSR 第一級加熱之蒸汽係由高壓汽機之第四級抽汽供給。

MSR 第二級加熱之蒸汽係由主蒸汽集管經再熱器控制閥供給。

(3)MSR 第一級加熱器洩水至#2 飼水加熱器。

SR 第二加熱器洩水至#1 飼水加熱器。

八、BWR 電廠控制棒系統由底部插入之優缺點為何？（4%）

答：BWR 使用由底部插入之控制棒系統，其優點有三：

1. BWR 爐心上部發生大量汽泡，若控制棒自頂部插入，部份抽出的控制棒將留置上部，使燃料棒上端不能充份燃燒，造成爐心下半部尖峰功率過高。

2. 燃料添換操作時，勿須移動 CRD 機構。

3. 爐內汽水分離器和乾燥器，不受控制棒系統之干擾。

缺點：可能發生控制棒掉落事故。

九、試述反應爐 L-0 與 L-2 低水位之邏輯連鎖各有那些？（6%）

答：L-0 ①啟動 爐心水位高度以下時，運轉員欲執行 PHR 圍阻體噴灑功能須得到連鎖信號允許。

L-2 ①隔離 MSIV 及 RWCU

②啟動 RCIC 與 HPCI

③啟動 Loop Selection

④動作 ATWS 邏輯包含 Recirc Pump Trip，ARI 洩壓，自動注冊許可

十、試寫出下列再循環泵的回退（Runback）之條件：（9%）

(A)cavitation

(B)Feed Water Pump Trip

(C)Manual

答：(A)再循環泵出口閥開度 < 90% 或 飼水流量 < 25% + 延時 15 秒。

(B) ①再循環泵 A 和 B 的磁場開關閉合

②Scoop Tube A 和 B unlocked

③FWP 少於 2 泵運轉

④反應水位 < L-4

(C) ①再循環泵 A 和 B 的磁場開關閉合

②Scoop Tube A 和 B unlocked

③爐心功率 > 60%

④爐心流量 > 45%

⑤主控制器板下 Toggle Switch

十一、若貴廠 2 號機滿載運轉中，有三台 CP 運轉二台 RFP (B+C) 運轉，而 SS/1322 之選擇位在下列狀況時 (A)

(b) (c) 當 CP 跳脫至單台運轉，請寫出(a)(b)(c)

狀況下之 RFP 跳脫狀態。(6%)

答：(a) 0.5 秒內先跳 B 台，若 B 台未跳脫則 0.5~3 秒內跳 C 台。

(b) 0.5 秒內先跳 B 台若 B 台未跳脫則 0.5~3 秒內跳 C 台。

(c) 0.5 秒內先跳 C 台若 C 台未跳脫則 0.5~3 秒內跳 B 台。

十二、簡述發電機 AVR 控制原理。(4%)

答：有兩種控制模式，即基本調整器 (Base Adjuster)，又稱手動方式；另一為電壓調節器 (Voltage Adjuster)，即通稱的自動方式。其輸出控制交流勵磁機的磁場大小，藉以間接改變主發電機轉子磁場，而達到控制電壓或無效電力的目的。當無效電力的需求降低時，AVR 將自動產生一減壓信號，以保持發電機電壓於一定。同理，當無效電力需求增加時，則 AVR 自動產生升壓信號，以保持發電機電壓一定。

核能一廠九十四年度第一次運轉員執照測驗筆試
試題

科目：三、儀器和控制

時間：九十四年一月十一日 10：30～12：10

※本試題共四頁※

一、選擇題 10 題每題 2 分共計 20 分（皆為單選題，答錯不倒扣）

1、有關 EDG A/B 之運轉，下列敘述何者錯誤？

- (A)、EDG 正常停機時，現場 FIELD SHORTING 紅燈亮。
- (B)、在自動起動信號情況下，起動於 5 秒內轉速 < 200RPM 會使 EDG 自動停機。
- (C)、若 EDG 86 RY 動作，於現場復歸時先復歸 SDR(LOCK RESET PB)，再復歸 86 LOCK RELAY。
- (D)、EDG 自動起動信號有 (1) D/W 高壓力 (2psig)、(2) Rx 低水位 (L-2)、(3) 4.16KV BUS # 3/#4 低電壓。

2、下列各項設施之冷卻媒體何者敘述為非？

- (A)、勵磁機、磁場功率二極體是以空氣冷卻媒體來冷卻。
- (B)、發電機定子導體是以氫冷卻媒體來冷卻。
- (C)、發電廠定子鐵心轉子以空氣冷卻媒體來冷卻。
- (D)、發電機機內氫氣是以 TBCW 冷卻媒體來冷卻。

3、反應爐第二階水位設定的理由，下列敘述何者為非？

- (A)、反應器水位第三階和第二階間的容積相當於反應爐由全功率失去部份飼水而急停所發生的空泡退縮之容積。
- (B)、-110cm (-43.5") 時關斷 STOP VALVE/GV VALVE 並隔

離 RWCU，防止蒸汽繼續流失。

(C)、水位設定須低到不使 RCIC 及 HPCI 系統在飼水未終斷而急停情況前動作。

(D)、跳脫再循環泵 (ATWS-RPT)。

4、下列何者不是阻止選棒 (Rod Select Block) 的信號來源？

(A)、驅動選擇電源開關置於“啟用”位置 (Select Power Switch in “on” Position)。

(B)、控制棒本領限制器阻止選棒 (RWM Select Block)。

(C)、控制棒驅動定時器失靈 (Control Rod Drive Timer Malfunction)。

(D)、控制棒位置資料系統故障 (Rod Position Information System Inop)。

5、下列何者不是 PCIS Gr.3 隔離信號出現後引發自動動作的設備？

(A)、隔離一次圍阻體氣體控制系統閥 (SB-108-201~210, SE-249~250)。

(B)、隔離反應器廠房正常通風系統 (SB-11/12/13/14 閥)。

(C)、隔離爐水取樣隔離閥。

(D)、起動 SBGT。

6、有關 RECIRC PUMP 機械軸封第一級或第二級洩漏，下列敘述何者為非？

(A)、第一級機械軸封洩漏：H11-P602 盤會出現 P'P A&B SEAL STAGING HI/LO FLOW 及 OUTER SEAL A&B LEAK DET HI FLOW 警報。

- (B)、第一級機械軸封洩漏，則第二級軸封壓力升高，第一級 SEAL CAVITY TEMP 溫度依洩漏量而上升。
- (C)、第二級機械軸封洩漏則第二級軸封壓力降低。第二級 SEAL CAVITY TEMP 溫度依洩漏量而上升。
- (D)、超過限制則依據運轉規範 LCO 3.4.4 處理，四小時內降至限值以內，否則 12 小時內將反應器置於 MODE 3 且 36 小時內將反應器置於 MODE 4。
- 7、為確保核能安全，柴油發電機在緊急狀況下（自動起動信號存在時），下列何種情形不會自動安全停機？
- (A)、超速，大於 1035RPM。
- (B)、發電機相間短路（差動電驛動作）。
- (C)、五秒鐘延時起動失效（未達 200RPM）
- (D)、護套水溫高（205°F）。
- 8、儀用空氣由正常運轉壓力逐漸下降消失時，後續之狀況，下列何者為非？
- (A)、當壓力低至 5.98kg/cm²(85PSIG)，備用空氣壓縮機會自動起動，MCP-120-3 盤有“備用空壓機自動起動”警報出現。
- (B)、當壓力低至 5.98kg/cm²(85PSIG)時，將關閉儲存槽進口連通閥 AOV-107-206，同時於 MCP-120-3 有“儀用空氣集管 A/B 低壓力/儀用空氣連通閥開啟”警報出現。
- (C)、儀用空氣壓力低至 5.28kg/cm²(75PSIG)時，H11-P603 有“飼水儀用空氣低壓力”警報出現。

(D)、假設一部機組的空壓機空氣壓力降至 $< 5.98\text{kg/cm}^2 (85\text{PSIG})$ 時，連通閥將自動開啟，使兩部機組連通運轉。假使壓縮空氣壓力繼續降至 $< 5.28\text{kg/cm}^2 (75\text{PSIG})$ 時經過 5 秒的延遲，連通閥不會自動關閉。

9、有關汽機／發電機有關設備，下列各項解釋何者為非？

(A)、 Anti-motoring：目的是防止汽機／發電機變成馬達運轉。

(B)、 Anti-motoring 動作時機：Auto Stop Oil 壓力 $> 45\text{psig} + \text{GEN Output BKR Close}$ 或磁場開關關閉時跳脫汽機。

(C)、 OPC：目的是避免汽機超速。

(D)、 Reverse power：目的是防止汽機／發電機變成馬達運轉。

10、MSIV 快速關閉時間設計參數是下列那項（包括 0.5 秒儀器動作時間）？

(A)、 6~8.5 秒。

(B)、 1~3.5 秒。

(C)、 7~9.5 秒。

(D)、 3~5.5 秒。

二、MCP-120-24 盤上有幾個有關保護發電機的偵測系統，並請說明其功能？（10 分）

三、對於乾井壓力狀況，控制室內有何儀表可供判讀？（7 分）

四、請說明 ARTS/MELLLA 其目的為何？（8 分）

五、請列出 6 項發生 ATWS 時可行之變通插棒方法？（7 分）

六、機組滿載時 RPS A 電源因故失電，機組會有那些現象？如果此

電源無法立刻恢復應如何處理（10分）

七、假設 RCIC 跳脫時，請問在控制室可否判別 RCIC 是超速跳脫，如何判別？（6分）

八、請解釋下列名詞(a) 時間常數(b)比率控制(c)控制迴路(d)偏差。(10分)

九、請寫出 RPV 分別在 8 階水位及 2 階水位達到設定值時會動作那些設備？（7分）

十、請問(1)單支控制棒急停 TOGGLE SW(2)RPS 設備電源(4A-3)SW 在 RPS BUS A 失電，如何使用？（8分）

十一、EDG 設計準則要求接到起動信號後十秒內達到全速及全壓，40 秒內達到全載，請說明全速、全壓、和全載的正確意義。（7分）

參考答案

一、選擇題：

1、(D) (2) 應為 Rx 低水位 (L# 1)。2、(C) 是以氫冷卻媒體來冷卻。3、(B) 關斷 MSIV 並隔離 RWCU。4、(A) 驅動選擇電源開關置於“停止”位置。5、(C) 隔離爐水取樣隔離閥 PCIS Gr.1 隔離信號出現後引發自動動作的設備。6、(A)

僅出現 P'P A&B SEAL STAGING HI/LO FLOW 警報。7、(A)。
8、(D) 空氣壓力繼續降至 $<5.28\text{kg/cm}^2$ (75PSIG) 時經過 5 秒
的延遲，將自動關閉連通閥，以免二部機組全遭拖垮。9、(B)
Auto Stop Oil 壓力 $<45\text{psig}$ 。10、(D)

二、

1、GCM：偵測氣體粒子狀態，以研判發電機線圈絕緣是否劣化。

2、RFM：偵測高頻放電脈衝信號，研判發電機線圈絕緣是否劣
化。

3、ASGS：偵測並消除發電機轉軸上之靜電壓。

4、PSS：偵測系統暫態變化，先行調整 AVR，以為因應。

5、FOVM：偵測發電機末端線匝振動。

三、1、MCP-120-5 二只乾井壓力記錄器(一只指示錶壓力、一只指示絕
對壓力)。

2、MCP-120-22 A/B 盤面，各有二只乾井壓力記錄器/指示器(一只
NARROW RANGE. 一只 WIDE RANGE)。

3、H11-P601 二只乾井壓力指示器(一只 NARROW RANGE. 一只
WIDE RANGE)。

四、1、ARTS：APRM/RBM/Tech Spec. Improvement Program

2、MELLA：Max, Extended Load Line Limit Analysis

3、目的：ARTS-(a)在低於 RATED FLOW 下有較高功率區域之運轉。

(b)在低於 RATED power/rated flow 下之暫態，
提升燃料保護。

(c)提升 RBM 系統反應。

(d)簡化 APRM/RBM 之運轉規範之測定要求。

MELLA-証實在 Core flow 75%~100% 可以擴大其運轉區
域。

五、1、急停電磁閥切電。

2、排放急停閥供氣集管壓力。

3、復歸急停，假如必要時旁通 RRCS ARI 和 RPS 跳脫邏輯。

- 4、將 SDV（急停洩放容器）洩水。
- 5、手動急停反應器。
- 6、單棒急停測試開關中間急停位置。
- 7、提高控制棒驅動水差壓。
- 8、手動插棒。
- 9、若需要時旁通 RWM 連鎖。
- 10、排放 CRD 活塞上部的水藉爐壓插入。

六、1、現象：將導致反應器半急停

H11-P603 盤出現下列的警報窗：反應爐系統“A”自動急停、反應爐系統“A”手動急停、洩放容器高水位跳脫、主蒸汽管隔離閥不在全開位置跳脫、一次圍阻體高壓力跳脫、反應爐高壓力跳脫、反應爐低水位跳脫、主蒸汽管高輻射跳脫、汽機控制閥快速關閉跳脫、汽機斷止閥關閉跳脫、反應器中子偵測系統跳脫。

2、指示燈部份：PCIS GROUP#1 外側白燈 DS13 一只指示燈亮、H11-P603 盤及 H11-P609 盤上急停組“A”四只白色指示燈熄滅、H11-P610 盤上“ALTA”側白色電源指示燈熄滅。

3、隔離部份：爐水淨化系統隔離閥 G33-F001 關閉、反應器廠房通風系統 SB-12，SB-14 關閉，同時 E-39A/B 及 S-4A/B 將 TRIP，SBGTA 起動、CRHP 隔離、AOV-110-200/202 隔離、PCARM、HOMS、PASS、B31-F019/20、PRM（D11-K609A、D11-K603A/C）。

4、處理：(a) 在 H11-P610 盤用手動將反應爐保護系統電源選擇開關由“NORMAL”切換至指示燈沒亮之“ALTA”(b) 復歸 H11-P603 盤上半急停警報 (c) 復歸一次圍阻體隔離系統 (PCIS) 信號 (d) 復歸反應器通風系統 (e) 復歸爐水淨化系統 (f) 復歸其餘隔離之系統。

七、RCIC 超速跳脫必須要現場手動復歸，因此如於控制室操作

throttle&trip valve 無法打開即為超速跳脫。

八、1、時間常數(Time Constant):若輸入(INPUT) 瞬間步階改變(step change)，儀器反應全程應變數之 63.2% 所需之時間。

2、 比率控制 (Proportional Control): 控制器輸出的校正信號與偏差成比例的一種控制方式。

3、控制迴路：自變數感測器所獲變數信號經控制器產生校正輸出信號，送到控制元件調整開度，使流程變數保持在設定值。

4、偏差：流程變數與設定值之差，通常以控制範圍的百分數表示。

九、

高水位跳脫 (8 階水位)	144cm	56.5"	<ul style="list-style-type: none"> • 飼水泵跳脫 • RCIC/HPCI 汽機跳脫 • 主汽機跳脫 • 86/GP、86/GB
低水位跳脫 (2 階水位)	-110cm	-43.5"	<ul style="list-style-type: none"> • 隔離 MSIV 及 RWCU • 啟動 RCIC • 啟動 HPCI • 選擇再循環迴路準備 LPCI 注水 • 動作 ATWS (含 RPT 及 RRCS)

十、1、單支 C.R.急停盤 TOGGLE SW

(1) UP：正常位置

(2) CENTER：a.可用於控制棒無法以正常方法插入之替代方法，控制棒單支急停。

b.做 "Scram Timing" Test 用。

(3) DOWN：做選棒用，要由上快速扳下，(目前此項功

能已不用！)

2. RPS 設備電源(4A-3)SW：將後備電源供電給失電之 RPS

BUS，如 RPS BUS A 失電，則應將 SW 切至 ALT A 的位置。

十一、全速指 EDG 之額定轉速 900RPM

全壓指 EDG 之額定電壓 4160V

全載指 EDG 之額定負載 3600Kwe

核能一廠九十四年度第一次運轉員執照測驗筆試
試題

科目：四、運轉及輻射防護作業程序書、運轉技術規範

時間：九十四年一月十一日 15：00～16：40

※本試題共四頁※

一、選擇題 10 題每題 2 分共計 20 分（皆為單選題，答錯不倒扣）

1、有關核一廠飼水加氫系統及蒸汽抽氣及再結合系統之運轉，下列敘述何者為非（程序書 305.2）？

(A)、蒸汽抽氣及再結合組兩組併聯運轉或單串蒸汽抽氣及再結合組運轉，始允許飼水加氫系統置入使用。

(B)、若發生蒸汽抽氣及再結合組異常跳脫僅剩一組，而飼水加氫系統仍正常注氫中，則依正常停用方式停止注氫，若緊急，則以緊急方式，停止注氫。

(C)、若 SJAE+ RCMBNR 故障異常（未跳脫）或主冷凝器之真空異常偏高，不必手動停用飼水加氫系統。

(D)、飼水加氫系統停用期間（非短期），機組依規定運轉一組蒸汽抽氣及再結合組，以提高機組運轉效率。

2、有關核一廠發生緊急事故時之處理程序，下列敘述何者為非（程序書 1403）？

(A)、核能電廠發生的「異常事件」嚴重違反「運轉規範」的限制要求，且使電廠安全程度漸趨惡化時，電廠應即宣佈發生緊急戒備。

(B)、當外釋輻射偵測器顯示有輻射外釋或懷疑有輻射外釋

時，應派緊急輻射偵測隊至廠界偵測，偵測結果立刻報告 TSC 並電傳緊執會，以評估輻射外釋造成之廠外民眾劑量。

(C)、事故期間，若電廠狀況變更，不必重新審視“1401 緊急事故分類”程序書，決定目前事故類別，執行應變作業。

(D)、事故初期，值工師將留在主控室指揮應變作業，直至 TSC 成立後方由大隊長接替。

3、運轉規範有關反應爐冷卻水系統的洩漏率限制，下列敘述何者有誤？

(A)、無壓力邊界洩漏。

(B)、前 24 小時平均不明洩漏率不可超過 5 GPM。

(C)、前 24 小時總洩漏率不可超過 25 GPM。

(D)、反應爐在運轉模式即 Mode1 下，在 4 小時期間內的不明洩漏率增加 ≤ 4 GPM。

4、有關控制室機組之運轉，下列各項敘述何者有誤？

(A)、任何有執照的當值運轉員判斷繼續運轉將危及機組安全時都有權停機。

(B)、面臨可能使反應度改變之工作，必須全程密切監視爐心狀況，尤其在抽出控制棒時應嚴肅行之。

(C)、面臨程序書步驟不符合現況或未明確規範時，應立即要求暫停操作，先確定機組於安全穩定狀態後，依循程序書修改之管道解決。

(D)、主控制室鑰匙不用時，應放在鑰匙箱，不應插在開關上。但主控制室因運轉需要，得將“反應器主開關”及“RWM

旁路鑰匙”之鑰匙置於開關上。

5、程序書 513 有關颱風警報期間運轉相關事項，下列敘述何者有誤？

- (A)、當電廠實際測量之 10 或 15 分鐘平均風速已達 10 級風 24.5 米/秒，廠內核能機組應於 2 小時內降載至反應爐熱功率 25%左右(主冷凝器蒸汽旁通能力範圍)運轉。
- (B)、喪失一台緊急柴油發電機，機組應於四小時內解聯熱待機，並依運轉規範時限在隨後 24 小時內達冷爐停機。
- (C)、喪失 69KV 外來電源，機組應於四小時內解聯熱待機，並依運轉規範時限在隨後 24 小時內達冷爐停機。
- (D)、喪失一台緊急柴油發電機和一個廠外電源，應立即執行該機組冷爐停機行動，儘快達冷爐停機。

6、一次圍阻體氫/氧偵測系統 (HOMS SYS)，下列敘述何者有誤？

- (A)、一次圍阻體氫/氧偵測系統在任何時刻，要能自動與手動運轉，當 LOCA 發生後須能連續偵測。
- (B)、一串偵測器故障時，必須於十四天內修復，否則反應爐須在其後之 12 小時內達熱停機。
- (C)、HOMS SYS 分兩個安全相同的控道，每個控道均有 5 個取氣點分別在乾井(3 點)及抑壓槽上方空間(2 點)，5 點自動輪流抽氣體氣樣分析監測 H₂ 及 O₂ 濃度。
- (D)、5 個取樣點電磁閥接到 PCIS(GR-3)信號，自動隔離關閉，除非在 HOMS 盤面將 PCIS 隔離信號旁路開關切到

“PCIS BYPASS”或隔離信號消除並手動復歸後才能開
啟。

7、APRM 之 LPRM Input 數目正常時各為多少，下列敘述何者
有誤？

- (A)、 APRM A 10 支。
- (B)、 APRM B 12 支。
- (C)、 APRM C 12 支。
- (D)、 APRM D 12 支。

8、CSCW PUMP 一台 INOP 時，運轉規範規定須在幾小時內恢
復可用？

- (A)、 12 小時。
- (B)、 24 小時。
- (C)、 36 小時。
- (D)、 72 小時。

9、廢液收集後之分類及處理原則，下列敘述何者有誤？

- (A)、高放射性、低導電率廢水：過濾、除礦、排釋大海。
- (B)、高放射性、高導電率廢水：濃縮、固化、冷凝水回收。
- (C)、低放射性、高導電率廢水：過濾、排釋大海。
- (D)、清潔劑廢水、坑道地下滲水：過濾、排釋大海。

10、運轉規範 16.6 規定兩部機運轉時，值班員每值最少成員為何？

- (A)、 2 位 SRO，3 位 RO。

(B)、 3 位 SRO，4 位 RO。

(C)、 2 位 SRO，3 位 RO。

(D)、 1 位 SRO，4 位 RO。

二、什麼時機執行 EOP 一次圍阻體控制？ (10 分)

三、在停機冷卻的過程中，什麼程序步驟有潛在性地造成反應器爐水意外排水？(10 分)

四、主煙囪(OFF GAS VENT PIPE)輻射偵測器警報出現，運轉員應如何處理？(8 分)

五、何謂合理抑低(as low as reasonably achievable，ALARA)？執行 ALARA 需將那些因素列入考慮？(6 分)

六、執行 EH Fluid Pump Test 其測試目的為何？ (6 分)

七、請寫出 ITS 對 SBLC 系統之規定？(10 分)

八、核一廠程序書中對乾井及抑壓槽內須充氮氣的時機與時限如何規定？(8 分)

九、HPCI 不可用且任一低壓 ECCS 注水/噴灑系統不可用時，運轉規範有何規定？。(6 分)

十、依據核子反應器設施異常事件報告及立即通報作業辦法，請列出動力用核子反應器設施應於一小時內立即通報之情事（計三項）(8 分)

十一、請問 ADS TIMER 開始計時動作後，如何使 ADS 不動作？(8 分)

參考答案

一、選擇題：

1、(C)(儘早手動停用飼水加氫系統)。2、(C)(應重新審視“1401 緊急事故分類”程序書，決定目前事故類別)。3、(D) 在 4 小時期間內的不明洩漏率增加 ≤ 2 GPM。4、(D) (“反應器主開關”及“急停洩放容器旁路開關”)。5、(C) 喪失 69KV 外來電源及一台氣渦輪機。6、(B) 必須於七天內修復。7、(C) APRM C 10 支。8、(D)。9、(A) 高放射性、低導電率廢水：過濾、除礦、回收儲存。10、(B)

二、發生或已存在下列任一異常狀況執行 EOP 一次圍阻體控制：

- (1)、 抑壓槽水溫 $> 35^{\circ}\text{C}$
- (2)、 乾井平均空間溫度 $> 100^{\circ}\text{C}$
- (3)、 乾井壓力 > 2 PSIG
- (4)、 抑壓槽水位 $> +3$ cm
- (5)、 抑壓槽水位 < -10 cm
- (6)、 一次圍阻體氫氣濃度 $> 2\%$

三、在停機冷卻過程中潛在性爐水洩漏途徑有：

- (1)、 停機冷卻執行中，至廢料系統隔離閥被誤開。
- (2)、 停機冷卻執行中，MO-F004 被誤開，爐水洩至至 TORUS。
- (3)、 RHR 一串執行停機冷卻，迴路連通閥 MO-F010 被誤開，爐水經由連通閥至另一串，則爐水可能由另一串之途徑洩至 TORUS 或廢料系統等。
- (4)、 PP 最低流量閥被誤開，爐水流至 TORUS。
- (5)、 PP 進口 RELIEF VALVE 因突壓或其他因素 stuck open。

四、(1)、運轉員立即至控制室背盤察看該輻射偵測器之指示數據。

- (2)、 並將指示數據及警報出現的時間登錄在值班日誌上。
- (3)、 通知 HP 人員取樣，範圍包括主警衛室、小坑、氣鍋輪機、

開關場、
緊急泵室。

(4)、若真的 HI 且達提報值，按 RER 規定處理。

(5)、若儀器故障開單檢修，一個 INOP，RX 繼續運轉 7 天，兩個 INOP，
且無臨時替代偵測器，必須 24 小時冷停機。

五、合理抑低(as low as reasonably achievable, ALARA)是指儘一切合理之努力，以維持輻射曝露在實際上遠低於法規所規定之劑量限度。ALARA 須與原許可之活動相符合。ALARA 須考慮技術現狀、改善公共衛生及安全之經濟效益、以及社會與社會經濟因素。

六、轉此 Test SW 時，Solenoid 20/MPT OPEN，洩放 EH 油壓，當 EH 液壓油壓力 < 1350psig 時，由壓力開關 63/MP 動作使備用台自動啟動，其目的是測試低油壓自動起動 Logic 是否正常。

七、Standby Liquid Control (SBLC) System

LCO 3.1.7 Two SBLC subsystems shall be OPERABLE.

APPLICABILITY:MODES 1 and 2.

ACTIONS

CONDITION	REQUIRED ACTION	COMPLETION TIME
A.Sodium pentaborate solution B. not within limits but > 12%	A. 1 Restore sodium pentaborate solution to within limits.	72 hours <u>AND</u> 10 days from discovery of failure to meet the LCO
B.One SBLC subsystem C. inoperable for reasons other D. than Condition A.	B. 1 Restore SBLC subsystem to OPERABLE status.	7 daysAND 10 days from discovery of failure to meet the LCO
E.Two SBLC subsystems F. inoperable for reasons other	C.1 Restore one SBLC subsystem to OPERABLE status.	8 hours

G. than Condition A.		
D.Required Action and E.associated Completion Time F. not met.	D.1 Be in MODE 3.	12 hours

八、乾井及抑壓槽含氧濃度規定。

- (1)、反應器熱功率大於 15%後 24 小時內，乾井及抑壓槽之氧體積濃度必須小於 4%。計劃性停機前 24 小時含氧濃度允許大於 4%。
- (2)、氧含量超過以上限制時，必須於 24 小時內恢復，否則次 8 小時內反應器降載到 START-UP MODE。

九、HPCI 不可用且任一低壓 ECCS 注水/噴灑系統不可用時，72 小時內恢復 HPCI 至可用狀態或 72 小時內恢復低壓 ECCS 注水/噴灑系統至可用狀態。

十、動力用核子反應器設施應立即通報之情事及通報時限

有下列情事之一者，應於一小時內通報：

- (1)、違反運轉技術規範之安全限值。
- (2)、任何天然災害或其他因素，對核子反應器設施運轉安全構成質威 或嚴重阻礙核子反應器設施人員執行安全運轉 (例如火災、颱風、洪水、海嘯、地震、暴徒攻擊、毒氣洩漏、放射性物質外釋等)。
- (3)、已發布新聞或通知相關機關之事件，且該事件對民眾或設施人員健康及安全有影響。

十一、自動洩壓閥，一旦接受自動洩壓信號後，下列兩種情形始可停止洩壓動作：

- (1)、水位大於 -378cm 時，按下復歸電鈕即可復原關閉洩放閥。或 C S 以及 R H R 水泵都停轉時，也可復歸該系統。
- (2)、如果水位尚低於 -378cm 時，按下復歸電鈕，可暫時復原，但等 120 秒後又會自動開啟洩壓。