

核能二廠九十一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：九十一年一月廿五日 08:40~10:20

※本試卷題目共 10 題※

1. 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 %)

2. 請解釋下列名詞。(10 %)
 - (1) 快中子和慢中子
 - (2) 瞬發中子和遲延中子
 - (3) 停機餘裕
 - (4) 變態沸騰

3. 機組在 100%功率運轉，若發生下列事件，請說明反應爐壓力、功率及反應度之變化？
 - (1) SRV 突然開啟。(4 %)
 - (2) 控制棒掉落。(6 %)

4. 請列表說明當(a)緩和劑溫度上升(b)核燃料溫度上升(c)控制棒密度增加時(d)空泡增加時(e)爐心壽命愈久時，對各反應度係數及控制棒本領(Rod Worth)之影響為何？(10 %)

5. 反應爐在停機過程中，假設 30 分鐘內，其爐壓由 940psig 降為 560psig，請問：（10 %）
- (1) 其降溫率為多少？
 - (2) 在此過程中，爐心流體每單位質量(1bm)被移走多少熱量？
6. 一離心泵之出口壓力在調整轉速後，由 600psi 降低至 400psi。若該泵在 600psi 時所需之功率為 12472HP，則 400psi 時需多少馬力？（10 %）
7. 假設反應爐停機時之停機餘裕為 $2.0\% \Delta K/K$ ，經分析其單支強控制棒之本領為 $0.04\% \Delta K/K$ 。現在如果反應爐由 ALL ROD IN 狀態開始抽棒，當 SRM 之中子計數率增加為原來讀數之 20 倍時，請計算此時之 K_{eff} 為多少？（10 %）
8. 請繪圖說明 N_{mod}/N_{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 %）
9. 下列有關氙-135 問題，何者為正確？如為錯誤者，並改正錯誤。（10%）
- (1) 反應器提昇功率時，因中子通量的增加，加速氙毒的燃耗，故其初期之氙毒濃度會減少。
 - (2) 在反應器功率突降之暫態中，當氙毒達尖峰高點後，氙毒濃度會隨時間開始下降，而導致功率的增加，可能使節點功率超過其封套值。
 - (3) 氙-135 的熱中子吸收截面小，須經較長的時間(約 140~50 小時)才能達平衡。
 - (4) 功率上升時，因氙毒的變化，使通量尖峰往核心頂部移動；功率降低時，通量尖峰往核心底部移動，故功率變化時，須特別注意氙毒的暫態變化趨勢。

10. (1)反應爐冷卻水經高功率及低功率之燃料束時，何處所受阻力較大？為什麼？(6%)
- (3) 承上題，爐心之設計如何解決因阻力不同，致流量不均而造成燃料過熱之問題？(4%)

參 考 答 案

科目：核能電廠運轉原理、流力、熱力學 (SR0)

1. (1) ${}_5\text{B}^{10} + {}_0\text{n}^1 \rightarrow {}_3\text{Li}^7 + {}_2\text{H}$

(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

2. (1)及(2)請參閱教材上冊第二章及第三章。

3. (1)SRV 打開，壓力下降，空泡增加，空泡加入負反應反，使功率下降。

(2)抽棒，功率上升、燃料溫度上升，doppler 係數先反應，加入負反應度。

4.

	緩和劑溫度 增加	空泡含量 增加	燃料溫度 上升	控制棒密度 增加	爐心壽命 增加
空泡係數	不變	↑	↑	↑	↓
緩和劑溫度 係數	↑	不變	↑	↑	↓
燃料溫度係數	↑	↑	↓	不變	↑
控制棒本領	↑	↓	不變	視情況而定	↓

5. (1)由 steam table 算出 940psig 時 $T_{\text{sat}}=539^\circ\text{F}$; 560psig $T_{\text{sat}}=481.5^\circ\text{F}$

$\therefore \Delta T=539-481.5=57.5^\circ\text{F}$, 溫降率=57.5/0.5=115 $^\circ\text{F/hr}$

(2) $Q=m \times \Delta h$, $Q/m=\Delta h=535.4-466.2=69.2\text{BTU/lbm\#}$ (若用 properties of water 表之數值，則計算結果約為 68 BTU/lbm)

6. 流量 α 轉速，水頭 α (轉速)²，功率 α (轉速)³

\therefore 功率 α (水頭)^{3/2} 12472HP=9300KW

\therefore 400psi 之功率=9300 \times (400/600)^{3/2}=5062KW=6789HP

7. $\Delta K/K=-2.0\%-0.04\%=-2.04\%$

最初之 $K_{\text{eff}}=1/(1\Delta K/K)=1/(1+0.0204)=0.98$

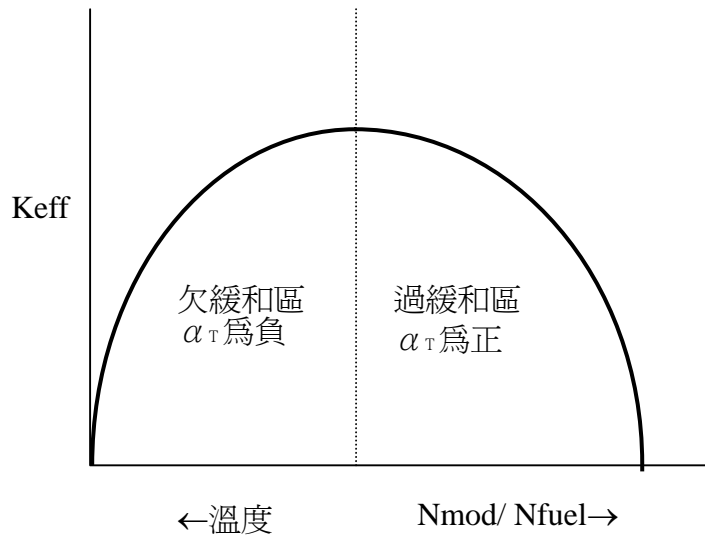
計數率 $CR=S/(1-K_{\text{eff}})$,

$$20 = \text{最終計數率} / \text{初始計數率} = S / (1 - K_F) / S / (1 - K_I) = 1 - K_I / (1 - K_F)$$

$$= 1 - 0.980 / (1 - K_F)$$

$$\therefore K_F = 1 - (0.0204 / 20) = 1 - 0.0009 = 0.999\#$$

8. (1) 在過緩和區，緩和劑(水)密度降低時，降低 $\rightarrow K_{eff} \uparrow$ ；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，希震有負反應度產生，而假成反應度自行抑減作用，故爐心設計 N_{mod} / N_{fuel} 一定要在欠緩和區。



9. (1)(2) 為正確敘述
 (3) Xe-135 吸收截面大，氙之平衡濃度隨中子通量呈非線性變化。
 (4) 功率愈高，平衡之 Xe 毒使通量尖峰往核心底部移動，反之則往頂部移動。
10. (1) 高功率時所受阻力較大，因其表面空泡較多，增加流體之阻力。
 (2) 爐心中央之限流孔孔徑較邊緣之孔徑為大，以提供更多水流。

核能二廠九十一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：九十一年一月廿五日 10:40~12:20

※本試卷題目共 10 題※

1. (1)請繪出控制棒急停儀用空氣管路之急停電磁引閥、後備急停閥及輔助插入閥相對位置簡圖，並說明其個數及其功能？(5%)
(2)當控制棒急停快速插入時，設計上如何減緩其末段之衝力？(2%)
(3)急停蓄壓器充氮氣時，壓力過高或過低各有何不良影響？其原因為何？(3%)
2. (1)在控制室如何確認備用硼液系統已運轉，且硼液已打入反應爐？(6%)
(2)貴廠一號機於90年9月24日曾發生SBLC系統之硼液流失事件，事後對硼液儲存槽之液位(容積)儀器作改善，請說明改善之內容及原因為何？(4%)
3. (1)請說明有那些系統可冷卻或補充下燃料池池水？並簡述其流程為何？(7.5%)
(2)承上題，若發生喪失所有廠外電源事件時，那些系統仍可運作？為什麼？(2.5%)
4. (1)機組大修中，一號機DIV I D/G因進行LOCA測試而起動運轉中(LOCA信號仍存在)，1A3匯流排之廠外電源因故跳脫，請說明此時DIV I D/G及過Load Sequencer之自動動作情形為何(是否會自動併聯加載？)。(6%)
(2)DIV I/ III D/G及第五台D/G之空氣起動系統設計各為何？請就其起動裝置簡述之(4%)
5. 請回答下有關主蒸汽系統安全釋壓閥SRV之問題：
 - (1) Lo-Lo setpoint之目的何在？(3%)
 - (2) 排放管設有Quencher，其功能為何？(2%)

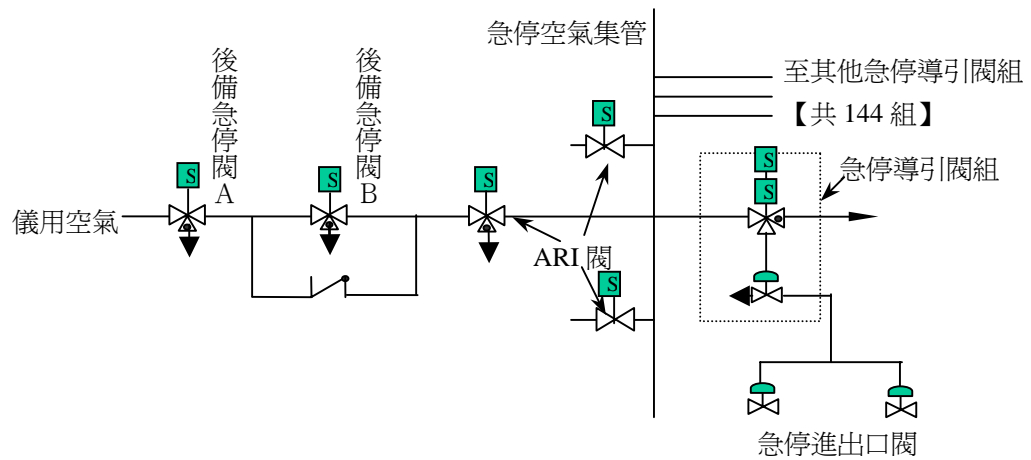
- (3) 請說明具 ADS 功能之 SRV 與其它 SRV 之引動機構及動作信號上
有何不同？(5 %)
6. 請回答下列有關主汽機控制系統(ABB-TT6)之問題：
- (1) 請說明控制盤(INSERT PANEL)之下列燈號之意義：(4%)
- PR CONT ON GV
 - TT6 TRIP
- (2) 機組滿載運轉中，若 TV-2 之閥位回授信號偏高 10%，則此控制系
統將有何反應？控制盤上之指示(含開度及閥位指示燈)將如何顯
示？(2 %)
- (3) 主汽機在 LOAD MODE 運轉，PR CONT ON GV 燈亮，TARGET OUTPUT
顯示為 600MWe；ACTUAL OUTPUT 顯示為 540MWe；BC LOAD SP 顯示
為 570MWe，且增加中；AUTO CONTROL 及 PROGRAM DEVICE 皆在 ON。
若 AUTO CONTROL 切換至 OFF，則 TARGET LOAD、ACTUAL LOAD、BC
LOAD SP 之顯示各將如何變化？(4 %)
7. 請回答下列有關 RFPT 控制系統問題：
- (1) 汽機 Latch 之條件。(3 %)
- (2) 由 REMOTE 模式自動切換至 MANUAL 控制模式之可能原因。(4 %)
- (3) 由 OVERRIDE 模式切換至 REMOTE 模式之條件。(3 %)
8. 請說明下列參數各提供至那些儀控系統，並說明其用途為何。
(10 %)
- 高壓汽機第一級壓力
 - 主蒸汽流量(取自限流器)
9. 請回答下列敘述是否正確？若敘述錯誤，請說明之。(10 %)
- 汽機高壓油自動停車跳脫電磁閥 20-1/AST~20-4/AST 任兩只動作
即會導致集管洩油，關閉所有蒸汽閥。
 - 任一 RFPT 共有三個速度偵測控道，當有 2 個控道故障時，RFPT
將跳脫。

- (3)反應器水位儀器之參考水頭側洩漏，將造成水儀器指示偏高。
 - (4)主汽機 GV-2 之伺服閥若斷電，則伺服閥將維持原位置，GV-2 之閥位將無法接受正常控制信號(非跳脫)而改變。
 - (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。
10. 機組滿載運轉中，當發生下列狀況時，假設無人為操作，請問機組或設備會作何反應？並請說明原因。(10%)
- (1)主汽機GV-2因漏油而緩慢關閉。
 - (3) ATTS ECCS DIV I之儀用電源瞬間喪失，於0.5秒後復電（並請說明傳送器及ATTS之動作情形）。

參 考 答 案

科目：核能電廠系統設計、控制和儀器（SRO）

1. (1) 如圖。



(2) 活塞管上方設有緩衝裝置，包括軸向多只孔徑由下往上漸小之緩衝孔、緩衝活塞及緩衝彈簧，分度管行程末段時，驅動活塞將頂起緩衝活塞向上，逐漸堵住排水孔，限制排水量，最後頂到緩衝彈簧，藉以緩和衝擊力。

(3) 氮氣壓力過高，將使蓄壓器內之急停驅動水量減少，使急停時間增加；氮氣壓力過低，將使蓄壓器內之急停驅動水驅動壓力減少，同樣使急停時間增加；

2. (1) 爆破閥白燈熄、出口閥指示開啟、泵運轉燈亮、泵出口壓力上升、儲存槽出口液位降低、反應器功率降低、RWCU 系統隔離。

(2) 將儀器偵測位置由儲存槽出口閥下游改移至另一儀器偵測管，如此當硼液儲存槽出口 PLUG 後，液位指示及液位警報仍保有功能。

3. (1) 有燃料池冷卻淨化系統：由下燃料池之溢流口取水，經洩水槽→泵→熱交換器→過濾組→回至下燃料池。

RHR 燃料池冷卻模式：由泵上游取水，經 RHR 熱交換器回至下燃料池。

緊急補水系統：由 CST 取水，經緊急補水泵 P-56A/B 直接補至下燃料池

(2) RHR 燃料池冷卻模式及緊急補水系統仍可運作，因其由緊要匯流排供電，但部份閥門需至現場手動操作。

4. (1) 第 0-1 秒：•DIV I D/G 會持續運轉，

- LOAD SEQUENCER 會送出卸載信號（維持 1 秒）將已運轉之設備進行卸載、復歸原加載信號及送出閉鎖 AUTO START 信號。

1 秒後：LOAD SEQUENCER 會送出閉合 D/G 輸出斷路器信號，開始送出 LOCA 之加載信號。

(2)DIV I/II/5th：利用壓縮空氣進入空氣起動集管，利用起動空氣分配器分配進入不同之汽缸，推動曲軸以啟動 D/G。

DIV III：利用壓縮空氣驅動 AIR MOTOR，AIR MOTOR 之齒輪與引擎飛輪咬合，帶動引擎快速起動。

5. (1) 增大部份 SRV 開啟及關閉之範圍，以減少 SRV 開啟沖放之次數，減少多次動作時產生之衝擊。

(2) 降低 SRV 動作排放蒸汽時對抑壓池壁產生之 dynamic load。

(3) ADS：高壓驅動空氣、兩只蓄壓器，動作信號為乾井高壓力或 L-1 水位（因其亦具有 SRV 功能，故動作信號亦包括反應器高壓力）。

SRV：低壓驅動空氣、一只蓄壓器，動作信號為反應爐高壓力。

6. (1)a. 來自 SB&PR 之壓力信號低於主汽機控制系統之閥位需求信號（MCV DEMAND），主汽機之控制閥閥位接受反應爐壓力信號而改變。

b. •MSMT START FALIURE，或

•110%超速跳脫動作，或

•UNLOAD 模式下，有 2 支（含）速度控道故障。

(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。

(3) ACTUAL LOAD

維持 540 MWe

TARGET LOAD

自 600 跳至 570 MWe

BC LOAD SP

維持 570 MWe

7. (1) •INTERNAL SPEED DEMAND < 5 RPM，

•HP/LP STOP VALVE&GV ALL CLOSED，

•EXHAUST VALVE FULLY OPEN，

•無 OVERSPEED TRIP/TURBINE TRIP 信號。

(2) •3 個速度控道故障且內部速度參考信號大於 200rpm

•轉速與內部速度控制需求信號相差大於 1000rpm

•內部速度控制需求信號大於 200rpm，但 RFPT 轉速低於 1rpm

•WDPF 控制系統異常。

(3) •壓下 REMOTE CONTROL PERMISSIVE，且

•來自 M/A STATION 之速度需求信號與內部速度參考信號相差小於 60rpm

8. (1)•提供 RPS /EOC-RPT 中 TV<95% open 或 GV fast closure 跳脫旁通連鎖。

•提供 RC&IS 之 Rod pattern control 中之反應爐功率參考信號。

- 提供主汽機負載回授信號給主汽機控制系統。
 - 反應器水位控制系統之 Steam programming 之功率信號，
 - 主汽機 anti-motoring 之差壓信號之一
- (2) •反應器水位控制系統之蒸汽流量信號
- PCIS GROUP 1A 之主蒸汽高流量隔離信號

9. (1)錯誤，20-1/AST 或 20-3/AST 加上 20-2/AST 或 20-4/AST 方會動作跳脫。

(2)錯誤，3 支故障才會。

(3)正確

(4)錯誤，伺服閥會因機械（彈簧）偏壓而關閉，GV-2 將因而關閉。

(5)錯誤。該開觀止旁通溫度隔離信號。

10. (1)GV-2關閉，反應器所產生之蒸汽大於主汽機所須，反應爐壓力因而上升，BPV雖將開啟，但因 SB&PR之max. combined flow limit 115%之限制，無法完全承受反應器所產生之蒸汽，反應爐壓力終將上升至高壓力設定點而跳脫反應器。

(2)ATTS 電源斷電又復電，將使傳送器在復原期間送出偏低之信號，不過因有延時電驛，故此低信號(L-1&L-2)將暫時被 block 不會造成 LOCA 或 ATWS 動作。待延時電驛計時完成之前，傳送器信號已恢復正常。

核能二廠九十一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：九十一年一月廿五日 13:00~14:40

※本試卷題目共 10 題※

1. 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%)
2. 若你是值班主任，於控制室接獲輔助廠房二樓火災報告後，應立即採取那些措施？(7%)
3. 試問機組大修結束升載過程中，在何時需進行那些廠房之查漏作業？機組升載過程中，為防止爐心熱功率振盪之發生，應注意那些事項？(10%)
4. 機組在滿載穩定運轉中，請回答下列異常狀態有關問題：
 - (1)為何主蒸汽/飼水/凝結水三者流量之間存在固定偏差？(4%)
 - (2)如飼水/凝結水之流量差額過大是何原因？(4%)
5. 請說明在異常或緊急時值班交班程序為何？(10%)
6. 請簡述主汽機大修後初次起動，從 Latch 到 1800 rpm 運轉之間之操作程序及注意事項為何（假設其附屬系統皆正常運轉或可用）？(8%)

7. 請回答下列有關緊急操作程序書的問題：
- (1)何謂“適當爐心冷卻 (Adequate Core Cooling)”？有那三種方式？請依優劣順序排列之。(5%)
 - (2)執行圍阻體灌水時，當圍阻體水位上升達那一高度時，須執行 RPV 逸氣？請問該高度如何決定？又為何要執行 RPV 逸氣？(5%)
 - (3)當需要注硼時，若 SBLC 泵故障不可用，則有那些方式可作為替代注硼之方式？(2%)
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. 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%)
10. 請說明針對90年1月16日#2機跳機事件，執行再循環水泵 Hi to Lo 時須特別注意的事項(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. 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欄污柵以待備換，以減少清洗細網壓力。
- II. 運轉中機組若有迴轉欄污柵故障，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。

故障迴轉欄污柵	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

2. Mode Sw →S/D

- Manual scram
- RPS 斷電 (M-G Set Room)
- 利用 CRD 單支插入 (加大 Drive flow)
- 現場單支控制棒急停
- 現場洩儀用空氣
- 現場將 piston 上方 Venting。

3. (1) Rx Pr >30 kg/cm² 且反應爐功率小於 6%：執行乾井查漏。

20% < 負載 < 30%：執行汽機廠房查漏工作

(2) 為防止產生爐心熱功率振盪，升載時應注意以下各點：

- A. 升載時應監視 LPRM/APRM 雜訊
- B. 升載時應遠離 Region-Z, 保留 7% 之餘裕。

升載過程中有關核心穩定性之辨認與處置措施：

- A. 功率振盪之辨認：

(1) 熟悉中子通量之正常振幅，若雜訊超過正常之 2 倍以上即應特別注意。

(2) 中子雜訊之週期（一般振盪週期約 2 秒）。

(3) 必要時可觀察 LPRM 之變化若雜訊振幅異常增加，且週期漸趨明顯，即可判斷為功率振盪。

B. 進入不穩定區，應即插棒或升流量離開（但升流量仍需遵守 PCIOMR）

C. 異常運轉狀況：再循環泵跳脫請參閱程序書 528，飼水溫度突降請參閱程序書 518 處置。

D. 若發生功率振盪應採應變措施如下：

(1) 如判斷有功率振盪現象，應立即插棒抑制之。

(2) 若 2 分鐘內未能有效抑制，應即 Manual Scram。

4. . (1). MAIN STEAM/F. W. /CONDENSATE W.

三者流量之間存在固定偏差之原因：

● MAIN STEM FLOW=(F. W. FLOW)+(CRD FLOW)

F. W. FLOW={CONDENSATE FLOW - CRD - RFP SEAL WATER - SEALING STEAM - RFPT MIN FLOW (IF RFPT RESET FOR STBY)}

(2)如 F. W. /CONDENSATE WATER 之流量差額過大之原因：

- RFP MIN FLOW VLV 關不緊洩漏，
- HTR 出現 TUBE LEAK，
- COND. DEMIN. RECYCLE，
- 各段 HTR 之飼水側 PSV 動作，
- 管路可能破損。

5. 程序書 500.1。

(1) 當到達本廠時，接班之值班人員將發覺主控制室的進出已受到嚴格的管制（依程序書 500.2” 正常及異常情況時控制室之進出管制”），接班的人應於到達出入管制站後向值工師提出報告，而後暫留於主控制室旁之會議室。

(2) 當值工師（或其指定代理人）將簡單地對接班人員說明異常或緊急情況的性質，此項說明應在會議室舉行。

(3) 值工師（或指定代理人）將分派接班人員至需要的工作崗位，處理現存的情況，如果不需要額外的工作崗位，值工師（或代理人）須指揮進行各個崗位的交班工作。下列原則必須遵守：

1. 交接班必須在工作崗位上進行。
 2. 接班人員須注意當值運轉員之行動與工作。首先協助當值運轉員，而後逐漸承擔控制工作。
 3. 交班後之值班員不應離開其崗位直到確信接班之值班員能完全掌握控制且所有交待資料都已交待。
 4. 值工師（或指定代理人）必須監督交接程序，直到所有的值班員的工作崗位都交接完畢。
 5. 除非特殊情況，否則值工師與值班主任應該最後才交班。
-
6. 於閘試驗盤上，按下汽機 LATCH 按鍵約三秒鐘。
 - 確認汽機跳脫油壓建立後，MODE 欄指示燈正確。
 - 確認 TARGET SPEED 顯示窗數字顯示 1800 RPM。
 - 確認閘試驗盤上之閘位指示燈正確。
 - 確認 TV/GV INDICATION 指示 TV1、TV2、TV3 和 TV4 關閉，GV2、GV3 全開，GV1、GV4 的開度約 80%。
 - 選擇由 TT6 INSERT PANEL 執行運轉指令
 - 選擇／確認 OPERATION MODE
 - 利用 DISPLAY SELECT 查看 RUN - UP RATE SP 的數字顯示。
 - 設定 TARGET SPEED 設定 TARGET SPEED 至 550 RPM。
 - 起動 AUTO CONTROLLER (AC) PROGRAM
 - 確認 ACTUAL SPEED 指示上升大於 90 RPM 後，MODE 指示欄: READY 指示燈熄，RUN-UP 指示燈亮。
 - 監看 TV COMMON DEMAND 及各閘開度是否正反應。
 - 開啟 1 (2) AD - HV - 292 及 1 (2) AD - HV - 293 至全開後，關閉 1 (2) AD - HV - 720。
 - 維持汽機轉速在 550 RPM，檢查所有汽機監視儀器，以保證所有運轉條件都滿足，並
 - 確定有足夠的軸承油流量，流經汽機及發電機之各個軸承的目視鏡 (SIGHT CLASS)。
 - 檢查主汽機轉子的磨擦。
 - 設定 TARGET SPEED，提升 TARGET SPEED 至 1800 RPM。
 - 確認 ACTUAL SPEED 指示上升，READY 指示燈熄 RUN-UP 指示燈亮。
 - 監看 TV COMMON DEMAND 及各閘開度是否正常反應。
 - 汽機轉速進入臨界速度範圍 (#1:800~1200RPM, #2:851~1150RPM)

後，驗證 RUN - UP RATE 上升至 180 RPM / min.。

- 汽機轉速離開臨界速度範圍後，驗證 RUN-UP RATE 自動回復至 RUN - UP RATE SP.。

7. (1) 所謂“適當爐心冷卻 (Adequate Core Cooling)”係指能保持水位在有效燃料頂部 (TAF) 或以上時謂之。依優劣順序排列：爐心浸入水中 (Core Submergence)、蒸汽冷卻並有補水系統注入反應爐 (Steam Cooling with non ATWS)、蒸汽冷卻但無補水系統注入反應爐 (Steam Cooling with ATWS)。

(2) 4.13m，該高度為再循環系統管路的最低點。因為此處是反應爐內蒸汽和不凝結氣體，可以經由一次系統邊界可能進行排氣的最低點。如圍阻體水位上升至破管處以上，則蒸汽和不凝結氣體會積聚在反應爐內無法逸出。

(3) 從 SBLC 硼液槽藉 RWCU 系統打入 RPV
以硼砂 / 硼酸藉 RWCU 系統打入 RPV
以 ADST 槽藉 CRD 系統打入 RPV

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 $\geq 50 \mu\text{Sv/h}$ (5mrem/h) 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. 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。

10. Recirc Pump Hi to Lo 過程中應注意事項：

- 執行 TBM：提醒以下注意事項（參考程序書 245 之附件三）

一、Hi to Lo 前：

- 1、值主任召開 TBM，明確告知操作事項。
- 2、詳閱程序書各項規定及注意要點。
- 3、詳述人員配置及擔負職責、掌握的參數。

二、Hi to Lo 時：

- 1、應確認各條件都符合程序書 245 之要求。

註：若有安排汽機廠廠查漏，應考慮查漏時間長短造成負載下降之問題。(建議 350MWe 汽機廠房查漏工作人員就位，300MWe 即進行汽機廠房查漏，盡量縮短查漏時間。)

2. Recirc Pump Hi to Lo 前，應確認 Master Controller 的輸出必須大於 10%(10~20%)，若 Master Controller 的輸出小於 10%，則應適時地調整使用中的飼水泵(RFPT)M/A Controller 的 BIAS，或增加負載至 32~35 % CTP，使 Master Controller 的輸出大於 10%。

- 5、執行 Recirc Pump Hi to Lo 前可先記錄下列各運轉參數以利對照：

_____MWe、CTP(%)_____

Master Controller Output(AEA27)_____

FW M/A Controller BIAS：A_____ B_____ C_____

RFPT Speed：A_____ B_____ C_____

- 6、人員的配置適當且足以照顧到各種參數(各執照人員含值主任/值工師)。
- 7、預期 Recirc Pump Hi to Lo 後，反應爐水位會上升，故以 Master Controller 預調整在較低反應爐水位約 75cm，以抵 Recirc Pump Hi to Lo 後水位突升量，加大控制餘裕，但須注意各控制器的輸出(Output)的位置。
- 8、運轉員於 Recirc Pump Hi to Lo 過程中應密切監視並呼喊出各參數變化的趨勢，使值主任/值工師能掌握參數的變化，互相配合提醒確實依程序書步驟按步執行。

* Recirc Pump Hi to Lo 過程中應注意事項：

- 1、BKR #5A/B Trip
 - 2、Recirc Pump A/B Speed 下降。
 - 3、Rx 水位上升。
 - 4、Rx 功率、負載下降。
 - 5、Recirc Pump Speed 約至 450RPM、注意 BKR#2A/B 應自動 Close。
 - 6、確定 Hi to Lo 成功後，將 FCV A/B 全開，再依程序書確認完成操作。
- Recirc Hi → LO 時，爐心熱功率儘可能低於 36 %。(約 35~32%)視機組實際運轉需要，著手準備再循環泵由高速切換低速之手動操作準備工作：
- a. 切換前預先調整反應器水位, 預留切換後水位膨脹的空間.
 - b. 調整 RFPT M/A Bias 及飼水主控制器使其輸出在 10%~20%之間可供水位變化之控制.
 - c. 注意反應爐水位及功率.
 - d. 當切換完成後確認反應器水位及功率均穩定後，立即將流量控制閥全部打開.

核能二廠九十一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：九十年一月五日 15:00~16:40

※本試卷題目共 10 題※

1. 請回答下列有關程序書臨時變更之問題：
 - (1) 依運轉規範 16.6.8.D 之規定，程序書臨時變更須符合那些規定？(5%)
 - (2) 根據貴廠程序書臨時變更管制辦法規定，程序書臨時變更內容涉及那些要件，不得申請程序書臨時變更？(5%)

2. 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%)

3. 請回答下列有關貴廠運轉規範定義之問題：
 - (1) Drywell Integrity 除了穿越乾井之管路之可關閉性、乾井 Equipment Hatch 須保持關閉及密封外，尚須符合那些條件？(8%)
 - (2) 機組大修期間，下列反應爐內工作那些不屬於 CORE ALTERNATION？(2%)
 - a. 將 SRM 偵測儀抽出爐心
 - b. 將燃料由爐心移動位置
 - c. 將周圍燃料已挖空之控制棒抽出
 - d. 將控制棒插至全入（周圍仍有燃料）

4. 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%)
5. 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，測試結果不符運轉規範之合格標準。
 - (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。
6. 請判斷下列各種狀況是否必須宣佈機組進入運轉制條件？並請寫出進入運轉限制條件名稱為何？(12 %)
- (1) 機組 REFUELING 期間，RHR E12-F009 在全開狀態時因故斷電。
 - (2) 機組滿載運轉期間，主汽機高壓油低壓力跳脫之壓力開關 63/LP 故障失效。
 - (3) 機組滿載運轉期間，執行遙控停機盤儀器控道檢查時，發現 RCIC 汽機速度指示錶 C61-R003 指示 Downscale。
 - (4) 機組熱停機期間，RWCU F/D 未置入使用時，將 F/D 進口高溫隔離邏輯暫時旁通。
 - (5) 機組熱停機期間，RWCU G33-F004 過電流保護電驛故障，無法動作。
 - (6) 機組滿載運轉期間，飼水穿越器#43 正封水壓力為 14psig。
7. (1) 運轉規範中規定在那些狀況下須每十五分鐘記錄 RX CORE EXIT 溫度及 BOTTOM HEAD DRAIN 水溫？(6%)
- (2) 在二號機大修期間，若你是當值值工師，接獲機械課申請開啟一號機密封廠房 (ENCLOSURE BUILDING) 七樓之長條門，請問你應如何處理？(4%)
8. 於燃料填換(Refueling)模式運轉期間，在下列情況下時，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。(6%)
9. (1)附圖為貴廠反應爐冷卻系統壓力／溫度限制曲線，請說明限制曲線 A、B、C、D、E 之意義各為何？(5%)
- (2)請依據貴廠電廠設計特性回答反應爐組件之暫態限制：(4%)
- (a) 由 70°F 至 560°F 來回之 heatup and cooldown cycles 次數？
- (b) 允許 Loss of feedwater heaters 暫態之 step change cycles？
- (c) 由 100% 至 0% 額定功率之 reactor trip cycles 次數？
- (d) 大於 1250psig 之水壓試驗次數
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，反應爐爐水氫離子濃度達 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) a. 未改變原程序書之精神。
 - b. 變更經由 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，程序書變更應保有紀錄，經電廠運轉審查委員會審查，再由廠長核准。
- (2) a. Q 級或 R1 級系統／設備之程序變更，且影響系統安全功能。
 - b. 涉及 FASR 所敘述之系統或備之程序變更，且經評估有超出原設計基準之虞者。
 - c. 可能增加事故的或然率或可能增加事故的後果較 FSAR 所預估者更嚴重。
 - d. 可能產生之事故或失靈事件之類型與 FASR 所預估不同。
 - e. 減低運轉規範基準中所限定之安全餘裕。
 - f. 涉及運轉規範之修改。
 - g. 其他輻安與工安項目。
2. (1) 因應運轉或檢修工作緊急需要或例假日、夜間等特殊情形，各有關課工作負責人或申請人無法按照正常程序事先提出申請核准時。
 - (2) 機組大修期間，在不違反運轉規範下，允許檢修系統之設定值變更及拆除／跨接工作。
 - (3) 大修期間 Full Core Discharge 後，Reloading 前，反應器急停，阻棒及監視系之暫時旁通／跨接工作。
 - (4) 對於不涉及運轉規範、程序書執行、設備設定更改及運轉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，需暫時隔離警報之線申請及復原。
3. (1) 參考 T. S. 16. 1. 12
DRYWELL INTEGRITY shall exist when all the following conditions are met:
 - A. The suppression pool is maintained in accordance with Specification 16. 3. 6. 3. 1。

- B. All penetrations required to be closed during accident conditions are either:
 - 1. Capable of being closed by an OPERABLE automatic isolation valve, 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
 - C. All equipment hatches are closed and sealed.
 - D. Each drywell air lock is OPERABLE pursuant to Specification 16.3.6.2.3.
 - E. The drywell leakage rates are within the limits of Specification 16.3.6.2.2.
 - F. The sealing mechanism associated with each penetration, e.g., welds, bellows or O-rings is OPERABLE
- (2)a、c 不屬 core alteration，請參考 T.S.16.1.8 之定義。

4. 答：參考 T.S.16.6.14

- (1)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。
 - (2)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：
 - a. 喪失 Div. I 或 Div. II 中一台緊急柴油發電機，或
 - b. 喪失 345KV 部份迴線，剩二條或二條以四迴線可用，或
 - c. 喪失 69KV 廠外電源及一台氣渦輪機
5. (1)應宣佈該系統不可用，並依相關 ACTION 執行。
 (2)依 TECH. SPEC. 16.4.0.3 執行。
 (3)依 TECH. SPEC. 16.3.0.3 執行。
6. (1)進入 LCO，16.3.6.4.1 一次圍組體隔離閥之可用性
 (2) 未進入 LCO
 (3) 進入 LCO 16.3.3.7.4 "REMOTE SHUTDOWN SYSTEM"
 (4) 未進入 LCO
 (5) 未進入 LCO
 (6) 進入 LCO 16.3.6.1.4.2 "FEEDWATER PENETRATION POSITIVE SEAL WATER SYSTEM"

7. (1) a. RX POWER < 30%，二再循環迴路均無強制循環水流。
b. 任何功率下，只有一台再循環泵運轉，且流量 < 40% 額定流量。
c. 急停伴隨再循環泵跳脫，且反應爐未達冷停機，當再起動再循環泵或增加反應爐功率時。
- (2) 應確認是否有燃料吊運及吊重誤經過燃料上方（反應器廠房七樓）、爐心改變或潛在性造成洩水之操作在進行
8. (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.
9. (1) A: System hydrostatic or leak testing limit
B: Heatup by non-nuclear means/cooldown following a nuclear shutdown and low power physics test
C: Operations with a critical core other than low power physics test
D: RPV head bolting studs under full tension limit
E: Adjusted RTNDT for corresponding Effective Full Power Year
(2) (a) 120 次、(b) 80 次、(c) 200 次、(d) 40 次
10. 答：立即通報：3、5、9
特別報告：2、6、8