

核能三廠九十二年度第一次運轉員執照測驗筆試試題

科目：一、運轉原理、熱力學、熱傳及流體力學

時間：九十二年十二月二十三日 08:40~10:20

※本試題共貳頁※

- 1.請解釋並界定何謂有效遲延中子分數 ($\bar{\beta}_{eff}$) (4%) ? 何謂遲延中子 (3%) ? 何謂瞬發中子? (3%)
- 2.反應爐最初功率為 1KW，如果給予 1 dpm 之起動率，求何時到達 75KW。(10%)
- 3.何謂倒增殖率 (Inverse Multiplication Rate) ? 倒增殖率與 k_{eff} 的關係為何? 倒增殖曲線有何用途? (10%)
- 4.一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 12472 HP 則 400psi 時需多少馬力? (10%)
- 5.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%)
- 6.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 50 至 140 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。

7.請計算 5psia 之壓力相當於多少吋水銀柱壓力？若以水銀柱真空表示又為多少？（10%）

8.何謂泵 Runout？為何運轉中之泵應避免該狀況出現？（10%）

9.請簡述下列狀況下反應度之變化情形。

(1)燃料溫度上升時（包括都卜勒效應及自屏蔽效應）（7%）

(2)反應爐功率升高（3%）

10.壓水式核能電廠中氫之來源有那些？以何種形態進入環境中？（10%）

一、答案

$$1. \bar{\beta}_{\text{eff}} = \bar{\beta} \times \bar{I}$$

有效遲延中子分數為加權平均貝他分數與遲延中子重要因數之乘積。

(1) 在 10^{-14} 秒以後由分裂碎片衰變時所產生的中子為遲延中子。

(2) 在 10^{-14} 秒內由核分裂反應產生之中子為瞬發中子。

$$2.75 \text{ kw} = (1 \text{ KW}) 10^{(1 \text{ dpm})t}$$

$$\therefore .75 = 10^{(1 \text{ dpm})t} \quad \therefore t = 1.875 \text{ 分}$$

$$3.(1) \frac{1}{M} = 1 - K_{\text{eff}} \text{ 當 } K_{\text{eff}} \text{ 接近 } 1 \text{ 時，接近零。} M = \frac{1}{1 - K_{\text{eff}}}$$

$$(2) \frac{1}{M} = \frac{C_o}{C_i}$$

(3)(a) 當核燃料裝填入反應爐時 (b) 抽控制棒爐心接臨界時

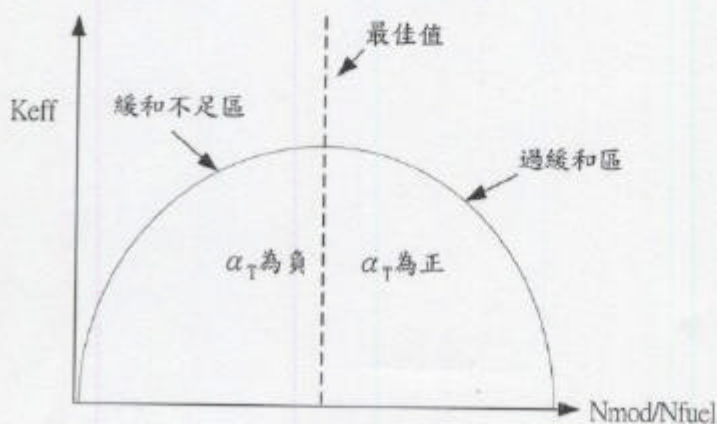
(c) 利用硼液稀釋法爐心首次接近臨界時

4. 流量 $\propto$ 轉速，水頭 $\propto$ (轉速)²，功率 $\propto$ (轉速)³

$$\therefore \text{功率} \propto (\text{水頭})^{3/2} \quad \therefore 400 \text{ psi 之功率} = 9300 (400/600)^{3/2} = 6789 \text{ HP}$$

$$\text{又 } 12472 \text{ HP} = 9300 \text{ KW}$$

5.



6.(1)(2)為正確敘述。

(3)Xe135 吸收截面愈大，氙之平衡濃度隨中子通量呈非線性變化，時間約 40~50 小時。

(4)功率愈高，平衡之 Xe 毒使通量尖峰在核心底部移動，反之則往頂部移動。

7.(1) $29.92''\text{Hg}/14.7\text{ psia}\times 5\text{ psia}=10.18''\text{Hg}$ 。

(2) $29.92-10.18=19.74$ (in Hg 真空)。

8.(1)當泵出口喪失背壓以致流量增大所產生之現象謂之。

(2)由於增加流量導致馬達負荷增加，電流加大可能損壞到馬達線圈。

9.(1)(a)燃料溫度上升時都卜勒效應造成未補獲中子之能量範圍變寬，中子被共振補獲機率增大而加入負反應度。

(b)燃料溫度上升時，屏蔽效應變小，形成共振補獲，造成鈾分裂機率減少加入負反應度。

(2)功率升高時，加入爐心負反應度。

10.(1)控制反應度之硼酸與中子反應 $^{10}\text{B}(\text{N}, 2\alpha)\text{H}^3$ 。

(2)控制爐水 PH 值之氫氧化鋰 $^6\text{Li}(\text{N}, \alpha)\text{H}^3$ 。

(3)鈾燃料之三元分裂經燃料護套進入冷卻水中。

(4)氙主要存在於水中，以液體形式(態)經電廠廢液系統或以氣體形態由蒸汽直接進入環境。

核能三廠九十二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：九十二年十二月二十三日 10:40~12:20

※本試題共壹頁※

1.請說明下列有關蒸汽產生器之設備功用：(10%)

(1)倒"J"形噴嘴 (2)管束裙 (3)導流板 (4)蒸汽限流孔

2.是非題：

(1)本廠蒸汽產生器主飼水泵是單級，雙吸入式離心泵。(2%)

(2)一般泵浦軸承所用的金屬材料是巴氏合金。(2%)

(3)推力軸承是為了抵消泵運轉所產生的軸向推力。(2%)

(4)本廠蒸汽產生器主飼水泵所使用的水封軸套左右旋向不同，可作為減壓之用。(2%)

(5)一般之油系統濾網更換時要記得把逸氣閥打開，確定油已充滿過濾器後立即再關。(2%)

3.試述 PWR 之反應爐溫度採用平均溫度隨功率作有限度提高之原因。(10%)

4.主蒸汽系統供至那些系統使用？(10%)

5.(1)VCT 的水位控道有那些？(2%)

(2)VCT 各水位控道有何功用？(8%)

6.試列 NSCW 之負載？(10%)

7.說明反應爐壓力槽冷卻水旁通路徑？(6%)各佔多少百分比流量？(4%)

8.說明馬達帶動輔助飼水泵及汽機帶動輔助飼水泵的自動起動信號？(10%)

9.說明主發電機使用氫氣冷卻之優缺點？(10%)

10.請寫出核三廠 RHR 系統在不同機組狀況下之運轉情形，簡述之？(10%)

二、答案

- 1.(1)倒 J 形噴嘴，其噴嘴位置較飼水環管為高，可使飼水環管隨時均充滿水，以避免 WATER HAMMER 產生。
- (2)管束裙用以分離飼水和蒸汽，使能得較高蒸汽品質及飼水流經 DOWNCOMER 時受 RISER 區之加熱，可減少熱損。
- (3)導流板用以使飼水均勻進入 RISER 區，並使低流量區(即雜質沈澱處)接近沖放系統引出口附近，易將雜質及沈澱物移除。
- (4)蒸汽限流孔用以指示蒸汽流量及當發生 STEAM LINE BREAK 時限制蒸汽流出速率防止 S/G 瞬間產生閃化，使 S/G 壓力以一定速率下降。

2.(1)對，本廠蒸汽產生器主飼水泵是單級，雙吸入式離心泵。

(2)對，一般泵浦軸承所用的金屬材料是巴氏合金。

(3)對，推力軸承是為了抵消泵運轉所產生的軸向推力。

(4)對，本廠蒸汽產生器主飼水泵所使用的水封軸套左右旋向不同，可作為減壓之用。

(5)對，油系統濾網更換時要記得把逸氣閥打開，確定油已充滿過濾器後立即再關。

3.(1)固定 Tavg Mode.

優點：a.RCS Tavg 溫度固定、體積不變，不須大型之 PZR。

b.RCS 體積不變，故 Charging 少，Letdown 減少，CVCS 負荷較低。

c.過剩反應度因 Tavg 固定，不需克服 α_T 所引起之負反應度

d.Tavg 固定，DNB 過熱機會減少

缺點：Q = KA (Tavg-Tsteam)

Q ↑ Tavg 固定，Tsteam ↓，P steam press ↓

水汽增多，Turbine 效率 ↓，葉片受損

(2)固定 Steam Pressure(Tsteam)

缺點：a.RCS 體積膨脹，須較大之 PZR。

b.CVCS 負荷加重，必須處理大量引水

c.過剩反應度須增加以應付 α_T

d.Tavg ↑，Thot ↑，RCS Press ↑，RCS 管路必須加厚抗壓

e.Tavg ↑，容易引起 DNB

優點：a.汽機效率良好

b.汽機葉片受損機會降低

因固定 Tavg 或 Tsteam 各有利弊，因此 PWR 之運作採取折衷方式，將 Tavg 隨功率作有限度的提高。

4.a.MSV&CV 至高壓汽機（四支 26 吋管）

- b.輔助蒸汽系統
- c.汽封系統
- d.MSR A.B.C.D 的第二級加熱蒸汽
- e.MFW P'P 汽機 A.B.C（低功率<40%）
- f.蒸汽排放至大氣
- g.蒸汽排放至冷凝器
- h.供汽至 TDAFW P'P

5.(1)VCT 包括兩水位控道 LT-112 和 LT-115

(2)功用如下：LT-115 水位 LT-112

LCV 115A 轉向 VCT 80% + LCV 115A 完全轉向 VCT

高水位警報 75% +

70% + LCV 115A 開始轉向 VCT

自動補水停止 40% +

自動補水開始 20% +

低水位警報 15% + 低水位警報(請看設定點 SETPOINT)

允許 resst LCV 115B/C/D/E 10% + 允許手動重置 LCV 115B/C/D/E

CV115B,D OPEN LCV115C,E 5% + LCV115B,D OPEN LCV115C,E CLOSE
CLOSE +

5%水位需 LT-112 與 LT-115 均動作，才會使 LV115B,D OPEN LV115C,E
CLOSE

6.NSCW LOAD

(1)SAFETY RELATIVE：

- a.CCW Hx
- b.ESSENTIAL CHILLER CONDENSER
- c.D/G JACK WATER Hx

(2)NON-SAFETY RELATIVE：

- a.CENTRAL CHILLER CONDENSER
- b.真空泵 SEAL COOLER
- c.驅氣泵 SEAL COOLER
- d.TBCCW Hx
- e.ACCESS BUILDING CHILLER CONDENSER
- f.次氯酸鈉產生器

7.a.爐心筒突面和反應爐槽出口間隙旁通流量。

b.控制棒和儀用導引套管旁通流量。

(1)冷卻水從控制棒套管緩衝區的四小孔旁通。

(2)冷卻水從燃料元件底部經儀用套管旁通。

c.冷卻水從阻板流經轉換區，經阻板和爐心筒之間的模型板旁通。

d.第三區燃料和鄰近阻板存有間隙，冷卻水從此旁通。

e.冷卻水經爐心筒法蘭面上的 24 噴嘴進入反應爐槽頂部旁通。

8.(1)馬達帶動 AFW 泵之自動起動信號：

a.SIS

b.LOSS OF OFFSITE POWER (LOV + D/G BKRL COSED)

c.任一 S/G LO-LO LEVEL

d.三台主飼水泵皆跳脫且起動飼水泵亦跳脫

e.AMSAC 之動信號

(2)汽機帶動 AFW 泵之自動起動信號：

a.三個 S/G 任二個 S/G LO-LO LEVEL

b.LOSS OF OFFSITE POWER (LOV + D/G BKRL CLOSED)

c.AMSAC 動作信號

9.優點：

a.氫氣具高熱導性及高熱傳係數，易移除熱量(熱傳效果佳,冷卻效果好)。

b.氫氣密度小，故風損亦小。

c.無氧氣及濕氣存在，不會有發生電暈現象之顧慮，故絕緣壽命長。

e.由於無氧存在，故能避免發生火災。

缺點：

a.氫氣與氧混合在 5%~70% 均易發生爆炸，故運轉中氫氣純度需保持在 90%以

上且設計時，發電機外殼強度需加大。

b.發電機進行維護工作時，需進入發電機，為避免氫氣爆炸需有排氣設備，正常運轉時，為避免氫氣洩漏需有封油系統。

c.氫壓高，運轉中無法避免洩漏，且需不斷補充氫氣。

10.(1)機組起動：將機組由冷機提升到無載時溫度與壓力，此時 RHR 是由 RCS HOT LEG(LOOP 1,3)取水一方面由 Hx 做 COOLING 後，由 RCS COLD LEG 注入，一方面經由 V007,V008 與 CVCS 之 HV-142 連通做水質的淨化，並與 PV-145 配合做為壓力之控制。

(2)正常運轉：機組由熱待機至功率運轉階段，此時 RHR 處於備用狀態進口運通至 RWST 做為 ECCS LOW HEAD SAFETY INJECTION，若發生 SI 則自動起動做為低壓安全注水。

(3)機組停機：機組由熱停機(HOT SHUTDOWN)($<176.7^{\circ}\text{C}$ ， 30kg/cm^2)至冷機狀態此時 RHR 連通至 RCS HOT LEG LOOP 1\$3 一方面經由 RHR Hx 加以冷卻，再注入 RCS COLD LEG 一方面由 V007，V008 至 CVCS HV-142 建立 LETDOWN FLOW 並做水質淨化與壓力控制。

(4)燃料裝填：當準備換裝燃料時 RHR 可由 RWST 取水，打水注入反應爐，反應爐蓋吊開一呎 RWST 2000 PPM 的含硼水即由 VESSEL FLANGE OVERFLOW 入 REFUELING POOL 中，當 REFUELING POOL 高水位時，停止 RHR P'P。當裝填燃料完成後 RHR 由 RCS HOT LEG 打水回 RWST (經由 V005) 直到 REFUELING POOL 水位已至 VESSEL FLANGE 以下 STOP。

(5)事故運轉：(a)注水階段 RHR 至 RWST 取水注入 RCS COLD LEG (若壓力 $>\text{RCS}$ 壓力時)。

(b)冷端再循環階段 當 RWST LOW-LOW WATER LEVEL $\rightarrow$ RHR 由 RECIRCULATION SUMP 取水(HV-101,102,201,202 OPEN)一方面提供 CCP SUCTION 一方面注入 RCS COLD LEG。

(c)熱端再循環階段 當冷端再循環 10hrs 後 RHR 改由 HOT LEG 注入爐心，以溶解結晶之硼酸。

核能三廠九十二年度第一次運轉員執照測驗筆試試題

科目：三、儀器與控制

時間：九十二年十二月二十二日 13:00~14:40

※本試題共參頁※

1. 請依運轉規範，寫出 REACTOR TRIP SYSTEM 及 ESFAS 之 Response Time 之定義。(2%) 下列各動作信號之 Response Time 為何？(8%)
 - a. Overtemperature ΔT
 - b. Overpower ΔT
 - c. Pressurizer Pressure-Low
 - d. Pressurizer Water Level-High
 - e. Undervoltage-Reactor Coolant Pumps
 - f. Underfrequency-Reactor Coolant Pumps
 - g. 4.16 KV Emergency Bus Undervoltage (Loss of Voltage)
 - h. Steam Line Isolation (Negative Steam Line Pressure Rate - High)
2. 請寫出 OT ΔT 及 OP ΔT 之設定式，此二跳脫信號之保護目的為何？(10%)
3. 試述 SR、IR、PR 中子偵檢器放置之高度(爐心高度)，並說明理由？(10%)
4. 請說明核三廠之爐外核儀之編號為何，其各使用何種偵檢器及如何？消除伽瑪信號(10%)
5. 核三廠圍阻體內之溫度 (air temperature)、壓力 (internal pressure)

限值為何？理由何在？（10％）

6. (1)機組在 MODE 6，假如你是值班主任，若此時儀控人員欲向你申請執行功率階（PR）爐外核儀控道之校準作業，請問你最應注意的是什麼？（4％）

(2)第五台柴油機依程序書 600-O-052S 執行測試，柴油機起動後 KJ-F271 未起動，值班人員開立請修單後繼續執行測試，這次柴油機起動後換成 KJ-F272 未起動，若你是值班主任，請問應如何判定第五台柴油機之可用性，請詳述其法規依據。（6％）

7. 機組大修後起動，已進入 Mode 4，SSPS 置於“OPERATE”模式，但尚未抽出停機棒組。儀控人員欲執行偵測試驗程序書 600-I-SB-1003B “反應器保護系統時間響應測試(B)串”第 7.19 步驟“蒸汽產生器過高水位動作 ESH 測試”，以驗證飼水控制閥關閉的時間響應（該測試原應於 Mode 5 執行，因故延後）。為使測試得以執行，經值班人員同意後，儀控人員將 SSPS 一 universal card 拔出（將使 Auto SI 失效）。請問（1）儀控人員為何要拔卡片才能進行測試？（2％）（2）此舉是否違反運轉規範，請詳述原因。（6％）

（3）此事件值班人員或儀控人員是否犯了什麼錯誤？（2％）

8. 斷路器之 TEST COUPLE 用途為何？（5％）EHC 在備用模式控制 (STANDBY CONTROL)時，後備超速跳脫的設定點必須下降到 105%之理由為何？（5％）

9. 請根據運轉規範 Table 16.5.7-1 (COMPONENT CYCLIC OR TRANSIENT LIMITS) 完成下表：（10％）

Component	Cyclic or Transient Limit	Design Cycle or Transient
Reactor Coolant System	【A】 heatup cycles at $\leq 55.6^{\circ}\text{C/hr}$ (100°F/hr) and	Heatup cycle - Tavg from $\leq 93.3^{\circ}\text{C}$ (200°F) to $\geq 287.8^{\circ}\text{C}$ (550°F)
	【B】 cooldown cycles at $< 55.6^{\circ}\text{C/hr}$ (100°F/hr)	Cooldown cycle - Tavg from $\geq 287.8^{\circ}\text{C}$ (550°F) to $\leq 93.3^{\circ}\text{C}$ (200°F)
	【C】 pressurizer cooldown cycles at $\leq 111.1^{\circ}\text{C/hr}$ (200°F/hr)	Pressurizer cooldown cycle temperatures from $\geq 343.3^{\circ}\text{C}$ (650°F) to $\leq 93.3^{\circ}\text{C}$ (200°F)
	【D】 loss of load cycles, without immediate turbine or reactor trip	$\geq 15\%$ of RATED THERMAL POWER to 0% of RATED THERMAL POWER
	【E】 cycles of loss of offsite A.C. electrical power	Loss of offsite A.C. electrical ESF Electrical System
	【F】 inadvertent auxiliary spray actuation cycles	Spray water temperature differential $> 197.2^{\circ}\text{C}$ (355°F)
	【G】 leak tests	Pressurized to $> 174.71\text{kg/cm}^2$ (2485 psig)
	【H】 hydrostatic pressure tests	Pressurized to $\geq 218.44\text{kg/cm}^2$ (3107 psig)
Secondary System	【I】 steam line break	Break in a $> 15.24\text{ cm}$ (6 inch) steam line
	【J】 hydrostatic pressure tests	Pressurized to $> 94.91\text{kg/cm}^2$ (1350 psig)

10. 在哪些異常情形下會個別跳脫主飼水泵汽機？（6%）又在哪些異常情形下會跳脫三台主飼水泵汽機？（4%）

三、答案

- 1.請參看 T/S 之定義及 Table 16.3.3.1-2 與 16.3.3.2.1-2。
- 2.請參看 T/S Table 16.2.2-1。OT Δ T 用以防止 DNB，OP Δ T 則作燃料 KW/FT 之保護。
- 3.(1)SR：置於爐心下半部之中心高度 (即爐心 1/4 高度) 是由於 a. 起機時中子通量較集中在下半部 b. Neutron Source 亦在此高度，可有效的偵測起動階段中子通量的變化。
(2)IR：置於爐心中央高度位置，起動階段部份控制棒仍插在爐心內，中子通量仍以分佈在爐心中央高度居多，故置此才能有效地偵測中子通量的變化。
(3)PR：分四個象限，每個象限分置於上/下兩個半部，主要用以偵測爐心上/下功率分佈之狀況，做為爐心軸向功率控制之依據。
- 4.爐外核儀共有三種，分別為 SR、IR、PR (SR-31、32；IR-35、36；PR-41、42、43、44)
(1)SR 使用 BF₃ Proportional Counter，係利用鑑別器來消除 γ 信號。
(2)IR 使用 CIC (Compensated Ionization Chamber)，補償式游離腔偵檢器，係利用內腔偵測 IR 信號來與外腔偵測的 $In+I\gamma$ 作補償，使只存有 In 信號。
(3)PR 使用 UIC (Uncompensated Ionization Chamber)，非補償式游離腔偵檢器，由於 $I\gamma$ 的值可以忽略不計，故不必補償 γ 信號。
- 5.平均溫度 $\leq 48.9^{\circ}\text{C}$ (120°F)，目的在確保不超過事故分析中之 LOCA/MSLB 之初始溫度。壓力需維持在 -0.4~3 psig，由於事故分析中之 LOCA/MSLB 造成圍阻體壓力最多升高 46 psig，維持此壓力限值可確保圍阻體之最大內壓為 49 psig，低於其設計壓力 60 psig。
- 6.(1)由於 2/4 PR 會產生 P-10 信號而自動 BLOCK SR，故應注意一

次只能執行一個控道校準，恢復後才能執行下一個。

(2)應判定第五台柴油機不可用。依據 GL 91-18 第 6.5 節：測試失敗，應檢查判斷肇因，並在進行下次測試前，改正問題。僅以重覆測試以達到合格標準而不尋找肇因或改正缺失，這種建立或驗證可用性的方法不能接受。

7.(1)因停機棒組尚未抽出，可見 RTB 尚未 close，故 P-4 存在，同時在 Mode 4 Tavg 必 $< 295^{\circ}\text{C}$ （即 Low Tavg 存在），P-4+Low Tavg→close FWCV，故無法執行飼水控制閥關閉的時間響應測試，需拔卡片使此一邏輯失效。

(2)並未違反運轉規範，SI 之 Automatic Actuation Logic 之適用模式雖為 Model~4，但在 Mode 4 時僅需 Manual SI 可用即可，Auto SI 並不需可用。拔卡片雖造成 Auto SI 不可用，但未影響 Manual SI 之功能。

(3)600 系列程序書要求之執行方式為 STEP BY STEP，未經 TPCN 之審查程序，不得擅自變更測試方式。同時 SSPS 置入保護後，除執行偵測試驗時可置於“TEST”2 小時外，不得任意拔卡片，否則將有旁通反應器保護系統之疑慮。

8.(1)斷路器搖下後，為使連結盒內之輔助接點仍能與控制室接通，以便執行測試所需之邏輯能成立，故以 TEST COUPLE 連接連結盒與控制室。

(2)因 B/U CONTROL 時 CV 直接由手輪調整其開度（由流量控制單元）。負載控制單元及速度控制單元沒有功能，原來之超速保護第一關 SPEED REGULATOR 失去功能，汽機 OVERSPEED 之 RISK 因而增加，故降至 105%以確保汽機即時跳脫。

9.A：200；B：80；C：40；D：80；E：400；F：10；G：50；H：5；I：1；J：5。

10.(1)a.飼水泵軸承低油壓(PS-949 (25A)，950 (25B)，951 (25C)；

設定點： 0.3 kg/cm^2 。

b. 飼水泵汽機軸承低油壓(PS-952 (19A), 953 (19B), 954 (19C); 設定點： 0.3 kg/cm^2)。

c. 飼水泵汽機超速 (5968 ± 61 轉/%)。

d. 飼水泵排汽低真空(PS-53 (37C), 53A (33C), 56 (37B), 56A (33B), 59 (37A), 59A (33A); 設定點： $12'' \text{ HgA}$)。

e. 飼水泵汽機止推軸承磨損(PS-57,29,25; 設定點： 2.81 kg/cm^2)。

f. 手動跳脫(現場或控制室)

(2)a. 任一蒸汽產生器高--高水位

b. 安全注水信號

c. 飼水泵進口淨正吸水頭不足 (AE-PDB4, 13, 22; 設定點： 8 kg/cm^2)

d. 飼水泵出口集管高壓力 (AE-PS28, 29, 30; 設定點： 127 kg/cm^2)。

核能三廠九十二年度第一次運轉員執照測驗筆試試題

科目：四、程序書：包括正常、異常、緊急和放射性控制程序書

時間：九十二年十二月二十三日 15:00~16:40

※本試題共貳頁※

- 1.依據 GOP-203 (加熱及起動熱待機到 2% 功率) 請說明機組由熱待機至 2% 之反應爐起動應注意事項 (列舉 10 項)。(12%)
- 2.依據 GOP-204 (2% 功率至 100% 功率正常運轉) 請列舉機組由 2% 至 50% 功率之主要操作步驟 (列舉 15 項) (12%)
- 3.請解釋下列名詞：(10%)
 - (1)游離輻射
 - (2)活度
 - (3)緊急曝露
 - (4)放射性廢棄物
- 4.請列舉發電機併聯系統操作之主要步驟 10 項 (10%)
- 5.請依據 570.00 (反應爐急停或安全注水) 程序書回答下列問題：
 - (1)發生安全注水 (SI) 動作之徵兆為何？(5%)
 - (2)發生 SI 後運轉員之立即動作為何？請列舉 10 項 (5%)
- 6.請依據 570.02 (自然循環降溫) 程序書，說明如何確認自然循環迴路已建立？(10%)
- 7.請說明蒸汽產生器破管之一、二次系統徵候。(6%)
- 8.請依據 GOP 217 (機組冷停機或大修期間安全運轉操作) 程序書回答下列洩水期間作業有關問題？(10%)

(1)洩水期間如何監視水位變化。

(2)MID Loop 水位如何監視。

(3)當 RCS 水位降至 132 呎 4 吋與 HOT LEG 頂端之間 (116 呎 11.5 吋) 需有那些水位監視器可用。

(4)為避免 RHR 泵發生孔蝕現象, RCS 水位至少應維持多少?

9.請依據 AOP 537.4 (RCS 半充水狀況下喪失 RHR 功能異常操作) 程序書回答下列問題:

(1)在 JP 001 盤面出現那些現象可供判定 RHR 可能發生 Air Binding? (5%)

(2)在 RCS 半水位狀況下喪失 RHR 功能時之立即措施為何? (5%)

10.請依據 SOP-584 (颱風警報期間機組之運轉措施) 說明颱風警報期間機組之運轉措施規定。(10%)

四、答案

1.反應爐起動應注意事項。

- (1)至少二位持照運轉員在控制室。
- (2)至少 2 只 SR、2 只 IR、3 只 PR，中子偵測儀器可用。
- (3)不可用硼液稀釋達到臨界。
- (4)隨時留意可能臨界。
- (5)在源階階段，不可用多於一種以上方法達到臨界。
- (6)不可在 RIL 以下臨界。
- (7)接近臨界前 15 分鐘內，RCS Tavg 需 $\geq 288^{\circ}\text{C}$ 。
- (8)持續起動率不可 > 1.0 。
- (9)瞬間起動率不可 > 1.5 。
- (10)臨界在 ECP 預估棒位 $\pm 500\text{PCM}$ 之外，應插入控級組控制棒重新計算。
- (11)RCP 少於三台運轉，不可起動反應爐。

2.2%至 50%之主要操作步驟。

- (1)反應爐 2%功率，啟動主飼水泵，停止起動飼水泵。
- (2)反應爐功率上升至 5%。
- (3)主汽機汽櫃暖機。
- (4)反應爐功率上升至 6~8%。
- (5)準備汽機轉動工作。

01.開啟洩水閥。

02.開啟儀器根閥。

03.MSR 再熱器供給閥配置。

04.確定 EHC 控制盤開關位置正常。

05.確定 ATSI 可用。

(6)選擇汽機起動率，轉動汽機。

(7)配合油溫，35°C 升速至 1500rpm，43°C~49°C 升速至 1800rpm。

(8)執行保護設備測試 600-0-43.3。

(9)停止馬達入口泵及慢車油泵，頂起油泵。

(10)復歸“系統故障”、“電氣功能失效”燈號。

(11)MSR 第一級再熱器使用。

(12)反應爐功率提升至 15~18%。

(13)併聯發電機。

(14)以 Load set 提升發電機設定，以 Load limit 控制上升率。

(15)提升發電機輸出直到蒸汽排放閥正好關閉，並維持穩定。

(16)關閉部份蒸汽管路洩水。

(17)主飼水小閥換大閥。

(18)反應爐功率 20%，起動一台加熱器洩水泵。

(19)汽機發電機功率 > 15%，將飼水泵速度控制，控制棒控制放“自動”
置蒸汽排放控制模式於“Tavg”。

(20)廠內用電轉換由輔變受電。

(21)MSR 第二級再熱器使用。

(22)反應爐功率 40%。

(23)起動第三台冷凝水泵。

(24)起動第二台主飼水泵。

(25)反應爐 50%功率。

3.(1)游離輻射：係指直接或間接使物質產生游離作用之電磁輻射或粒子輻射。

(2)活度：指一定量之放射性核種在某一時間內之自發性衰變數目。

(3)緊急曝露：指於急迫情況下作有計畫之例外曝露。

(4)放射性廢棄物：指可經由自發性核變化釋出游離輻射之物質。

4.發電機併聯系統之主要操作步驟如下：

(1)汽機轉速 1800rpm，反應爐功率 15~18%。

(2)重置發電機保護設備。

(3)建立發電機磁場電壓

01.電壓調整模式開關 (HS-107E) 置手動。

02.手動電壓調整開關 (HS-107D) 指示低限燈亮。

03.關閉磁場斷路 HS-107B。

04.調整手動電壓調整開關，使發電機磁場電壓至 24.3kv
(MA-EI-90A)。

05.確定三相電壓平衡。

06.用 HS-107C (自動電壓調整開關) 使 EI-107 電壓轉換表歸零。

07.電壓調整模式開關 (HS-107E) 轉到自動。

- (4)通知開關場將發電機輸出斷路器（GCB）前後空斷開關（D.S）關閉。
- (5)選擇一發電機輸出斷路器（HS-111 或 HS112），按下“SYC”（同步）按鈕。
- (6)通知調度室準備併聯。
- (7)確定發電機電壓是比系統電壓高一點點。
- (8)調整汽機轉速（按 Increase 或 Decrease 鈕），使同步燈順時針方向緩慢轉動。
- (9)指針到達 59 分處（12 點前 1 分）按下斷路器 Close 按鈕。
- (10)迅速將 Load set 升至 120MW 左右。
- (11)按下另一斷路器“SYC”再按“Close”。

5.(1)(a)任何 SI 之警報窗燈亮

- (b)SI 的各泵自動起動。
- (2)(a)確認查反應器是否急停。
- (b)Tb 和 GEN 是否跳脫。
 - (c)確認 AC 緊要匯流排有電。
 - (d)查證 SI 動作及飼水隔離情形。
 - (e)查證圍阻體 A 階隔離。
 - (f)確認 AFW 泵運轉中。
 - (g)確認 SI 泵運轉中。
 - (h)確認 A/B 串 CCW、NSCW 運轉中。

(i) 確認至少兩台圍阻體 Fan cooler 在 Lo speed 運轉中。

(j) 查證圍阻體通風隔離。

(k) 確認 CREVS 動作。

(l) 查證 MSL 隔離。

(m) 確認不需要圍阻體噴灑。

6.(1) RCS 之次冷度足夠

(2) S/G 壓力下降或穩定中。

(3) RCS T_{Hot} 穩定或下降中。

(4) 爐心出口熱電偶溫度穩定或下降中。

(5) RCS T_{Cold} 趨近 S/G 壓力之飽和溫度。

7.(1) SGTR 之徵候如下：

運 轉 參 數		變 化 趨 勢	
一 次 側	RCS T_{avg}	→	
	RCS 壓力	↘	
	調壓槽 水位	↘	
	VCT 水位	↘	
	充水流量	↗	
	圍阻體壓力、溫度及濕度	→	
二 次 側	蒸汽量	破管 S/G	無破管 S/G
		→	→
	蒸汽壓力	→	→
	FW 流量	↘	→
	S/G 水位	↗	→
	DRMS 偵側器	↗	
	VAMCIS 偵側器	↗	

(2) 運轉員應採取之措施包括：

a. 依據 AOP 525.3 及 525.7 處理。

b. 計算洩漏率

c. 確認破管的 S/G

d. 隔離破管的 S/G

e. 如洩漏值大於 T.S 之 LCO 限值 (1GPM) 依 GOP210 降載

f. 通知值工師/值主任/廠長/調度室。

8.(1) 洩水過程依高度需求以 BB-LI462、BB-LG-557、RVLIS、BB-LI-516、BB-LI-556 監視水位，並以 Trending 顯示降水位之趨勢。

(2) MID-Loop 水位計 LI-516、LI-556 可供監視爐心水位升降趨勢。

(3) BB-LI-516 及 BB-LG-557 要可用。

(4) RCS 水位應維持在熱端管路中心線上方至少 5 公分。

9.(1)a. 馬達電流指示不穩有搖晃現象。

b. 由流量指示器或電腦點監視顯示流量不正常晃動。

c. RHR 泵出口壓力有搖晃現象或失去壓力指示。

d. 泵現場異聲過大。

(2) 立即措施

a. 若有以下情況，立即停止 RHR 泵。

(a) RCS 水位過低 (低於附表一相對於 RHR 流量之 RCS 水位)。

(b) RHR 泵失去出口壓力。

(c) RHR 泵持續有 Cavitation 現象。

b. 迅速減少 RHR flow ≤ 1000 gpm ($227\text{M}^3/\text{hr}$)。

c.隔離引水和已知之洩漏管路。

d.參考附圖一預估達沸騰的時間(如附圖一),在潛在的 core damage 之前圍阻體封閉必須完成。

e.當 RHR 完全失效致使機組喪失冷停機功能時,應依據“事故分類判定程序(1401)程序書”判定是否進入緊急事故。

10.(1)平均風達 7 級風時評估是否降載。

(2)平均風達 9 級風時開始附載(必要時降至 30%以下)。

(3)平均風達 10 級風時,2 小時內降至 30%以下。

(4)平均風達 13 級風時,儘速降至 20%左右。

(5)風速達 16 級風時,4 小時內降至熱待機。

核能三廠九十二年度第一次運轉員執照測驗筆試試題

科目：五、核能電廠運轉原理、流力、熱力學

時間：九十二年十二月二十二日 08:40~10:20

※本試題共貳頁※

- 1.(1)何謂熱通道因數(Hot Channel factor)，請說明之。(2%)
(2)請列舉影響反應爐功率分佈之因素。(3%)
(3)請定義何謂軸向通量差。(2%)
(4)運轉員如何確定反應爐之熱通道因數在限值內。(3%)
- 2.流體以 15 呎/秒之速度和 25psia 之壓力流直徑 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 400 lbm/秒求最後之壓力為多少？($\rho=62.4/\text{呎}^3$)(12%)
- 3.注汽機飽和蒸汽(壓力 715 psia)排至壓力 1 psia 的冷凝器，汽機效率為 85%，請計算每 lbm 作功流體進入汽機作了多少功？(12%)
- 4.請解釋下列名詞。(10%)
(1)何謂壓力降，其與水頭損失，兩者之關係為何？
(2)一個流體迴路中壓力降包括那些？
- 5.機組在 BOL 及 EOL 均以同一起動率 0.5dpm 起動，試問在何種狀況下，反應器之 K_{eff} 何者較大？並請計算所加入之反應度分別是多少？(12%)
- 6.機組急停後，請列舉除控制棒以外，五種可能導致停機餘裕降低之異常狀況及其改正行動。(12%)
- 7.本廠機組之總熱功率設計為 2785MWt，其 RCS 之總體積為 941ft³，今機組剛進入 Mode 3，試問至 Mode 2 之最快升溫率為多少，是否合於規定，應如何處置？(1 ft³ 水重量=62.43 磅)(10%)
- 8.請問衰變熱如何產生？當機組自滿載運轉停機後所產生之衰變熱約

佔全功率多少百分比？試概略繪圖形描繪自停機後 48 小時內之趨勢圖。(12%)

9.(1)請說明氙-135(Xe-135)及鈾-149(Sm-149)之來源。(5%)

(2)請列出碘-135 之放射衰變過程。(5%)

五、答案

$$1.(1) \text{HCF} = \frac{P_{\max}}{P_{\text{avg}}} = \frac{q_{\max}}{q_{\text{avg}}} \Rightarrow \frac{\phi_{\max}}{\phi_{\text{avg}}}$$

(2) 反射體、利用不同濃縮度的燃料分置於爐心的適當位置、利用可燃毒素燃料棒、改變控制棒位置、溫度上升時都卜勒效應之影響及分裂產物毒素如氙及鈾等。

$$(3) \Delta I = \frac{i_T - i_B}{i_{100}}$$

(4)a. 各組控制棒均未離開同組要求位置 15 吋(±12 節)以上，同組控制棒均能同步移動。

b. 各組控制棒抽插時，能適當的循序互相重疊。

c. 各棒組體位置在控制棒插入限值之上。

d. ΔI 在運轉許可範圍內。

e. 象限功率傾斜度未超過 1.02 限值，警報訊號未出現。

$$2. V_2 = \frac{m}{\rho} \cdot \frac{1}{A} = 400 \times \frac{1}{62.4} \times \frac{1}{\frac{\pi \left(\frac{15}{4}\right)^2}{12}} \quad \therefore V_2 = 5.22 \text{ ft/sec}$$

$$U = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{62.4} = 0.016 \text{ ft}^3/\text{lbm}$$

$$P_1 U_1 + \frac{gz_1}{gc} + \frac{1}{2} \frac{V_1^2}{gc} = P_2 U_2 + \frac{gz_2}{gc} + \frac{1}{2} \frac{V_2^2}{gc}$$

$$25 \times 144 \times 0.016 + \frac{32}{32} \times 16 + \frac{1}{2} \times 15^2 \times \frac{1}{32} = P_2 \times 144 \times 0.016 + 0 + \frac{1}{2} (5.22)^2$$

$$57.6 + 16 + 3.52 = 2.3 \times P_2 + 43$$

$$\therefore 77.12 = 2.3P_2 + 0.43 \quad \therefore P_2 = \frac{76.69}{2.3} = 33.3 (\text{lbf}/\text{in}^2) = 33.3 \text{ psia}$$

3. 715 psia 壓力下 $S_g = 1.427$

$$S_f(1 \text{ psia}) = 1326$$

$$S_g(1 \text{ psia}) = 1.9782$$

$$(1-X) \times 1326 + X(1.9782) = 1.4274 \quad \text{求出 } X = 70$$

$$h(1 \text{ psia}) = 3 \times h_f + 7 \times h_g = (3 \times 69.7) + (7 \times 1106.0) = 795.1$$

$$W_{ideal} = h_{in} - h_{out} = h_g(715 \text{ psia}) - 795.1 = 1199 - 795.1 = 403.9 \text{ (Btu/lbm)}$$

$$W_{ideal} = 85\% \times 403.9 = 343.3 \text{ (Btu/lbm)}$$

4.(1)a.壓力降：流體在系統流程中兩點間所顯示的壓力差謂之壓力降。

b.水頭損失是壓力降的另一種表示#

$$\text{損失水頭(ft)} = \text{壓力降(lb/in}^2\text{)} \times 144(\text{in}^2/\text{ft}^2) \times \text{比容(ft}^3/\text{lb)}$$

(2)一個迴路中壓力降為流體通過每一機件時水頭損失之總和，包括摩擦損失、水位差、機件進出口損失及水加速度損失。

$$5. \text{SUR} = 26.06/T \quad \therefore T = 26.6/0.5 = 52.12$$

$$\rho(\text{BOL}) = 1 + \bar{B}_{eff} / (1 + \bar{\lambda} T) = \bar{B}_{eff} / (1 + \bar{\lambda} T) = 0.0013153$$

$$\rho(\text{EOL}) = 0.0051 / (1 + 0.08 \times 52.12) = 0.0009865$$

$$\therefore \rho = (K_{eff} - 1) / K_{eff}, K_{eff}(\text{BOL}) = 1 / (1 - \rho) = 1 / 0.9986847 = 1.001317$$

$$K_{eff}(\text{EOL}) = 1 / (1 - \rho) = 1 / 0.999135 = 1.0009874$$

$$\rho(\text{BOL}) = 0.0013153 \times 10^5 = 131.53 \text{ PCM}$$

$$\rho(\text{EOL}) = 0.0009865 \times 10^5 = 98.65 \text{ PCM}$$

6.(1)Xe die out：加入正反應度，可加硼至 HotXe free。

(2)RCS 意外 Dilute：加入正反應度，將可能導致 Dilute 之方式(如 BG-V242)設法隔離。

(3)S/R PORV Fail OPEN：導致 Tavg 下降加入正反應度，若無法手動 Close，則將其 Iso v/v Close。

(4)Steam Dump V/V Fail Open：導致 Tavg 下降加入正反應度，將控制器置於手動並調整 Demand 至 0 或手動 close 該 v/v。

(5)Main Stam Line S.V. Stuck Open：Tavg 下降，加入正反應度，將相關 S/G 隔離，並停止補水進入該 S/G。

7.機組最低臨界溫度 551°F，Mode3 最低溫度 35°F

假設 RCS 升溫過程中無任何熱量移除，且在 Mode 3 時，RCP 3 台運轉中加入之熱功率為 10 MWe

$$9410 \times 62.43 = 587466 \text{ (磅)}$$

$$1 \times 587466 \times (551 - 350) = 176827266 \text{ (BTU)}$$

$$176827266/(10000 \times 3412.14)=5.182(\text{hr})$$

$$301/5.182=58.085(^{\circ}\text{F/hr})$$

並不違反 T.S 之規定(100°F/hr)

8.(1)主要來自分裂產物持續衰變所釋出之熱量。

(2)約 6%

(3) 1 秒 6.0%

1 分 4.5%

30 分 2.1%

1 小時 1.6%

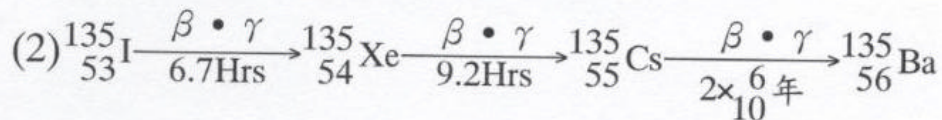
8 小時 1.0%

24 小時 0.7%

48 小時 0.6%

9.(1)Xe-135 之來源：包括由核分裂直接產生及由碘-135 核種衰變而來。

Sm-149 之來源：係由核分裂直接產生。



核能三廠九十二年度第一次運轉員執照測驗筆試試題

科目：六、核能電廠系統設計、控制和儀器

時間：九十二年十二月二十二日 10:40~12:20

※本試題共壹頁※

1.請說明(1)RCS 壓力之 SAFETY LIMIT 為何。(2%)

(2)RCS 壓力之 SAFETY LIMIT 之適用模式及 ACTION。(8%)

2.核三廠為何加裝 CCP 後備最小流量管路後又要拆除?(10%)

3.反應爐跳脫信號中，其保護功能係為避免爐心發生 DNB 者有那些?(6%) 其跳脫設定值為何?(4%)

4.用過燃料池設計上如何避免池水流失?(10%)

5.試列出反應爐保護系統之六項基本設計原則?(10%)

6.敘述調壓槽容量設計基準。(10%)

7.請問 AMSAC 的輸入信號有那些?(5%) 在什麼狀況下 AMSAC 會輸出信號去動作設備?(5%)

8.試述 ECCS 設計最終接受標準?(10%)

9.圍阻體移熱系統由那些設備所組成?(5%) 請分別敘述其功用?(5%)

10.FSAR 事故分析中將事故嚴重性分為那四類?(2%) 請對每一類各列舉 3 件事故例子。(8%)

六、答案

1.(1)RCS 壓力之 SAFETY LIMIT 為 192.29 kg/cm^2 (2735 psig)。

(2)Modr 1、2：於 1 小時內將機組置於 HOT STANDBY 並將 RCS 壓力降至 192.29 kg/cm^2 (2735 psig) 以下，並依 16.6.7 規定陳報報告。

Modr 3、4、5：於 5 分鐘內將將 RCS 壓力降至 192.29 kg/cm^2 (2735 psig) 以下，並依 16.6.7 規定陳報報告。

2.經詳細評估其原設計基礎，認為

- a.本廠當初 CCP AMF 設置的原因 (RCS 會發生過壓，造成 CCP 因流量不足而受損的假設條件) 已不成立，反而加裝 AMF 管路後衍生一些預想不到的問題。
- b.本廠已針對調壓槽 PORV 做改善，並提升至 Class 1E 等級。
- c.安全分析結果顯示，即使 CCP 因運轉於關斷水頭而毀損，在喪失高壓安全注水下仍可安全停機。
- d.移除 AMF 管路不但不會對機組安全有不利衝擊，更能解決本廠意外 SI 動作時，AMF 斷管冷卻水流失之顧慮，故可以將整個 CCP AMF 管路設施予以取消。

3.a.功率階高中子通量 (HIGH SETPOINT) 109% POWER.。

b.功率階高中子通量正變化率 $+5\%/2 \text{ SEC}$ 。

c.功率階高中子通量負變化率 $-5\%/2 \text{ SEC}$ 。

d.反應爐冷卻水泵低電壓 (P-7 連鎖信號) 電壓 $< 70\% > 0.5 \text{ SEC}$ 。

e.反應爐冷卻水泵低頻率(P-7 連鎖信號) 頻率 $< 57.5 \text{ Hz} > 0.6 \text{ SEC}$ 。

f.冷卻水低流量 (P-7,P-8 連鎖) $< 90\% \text{ FLOW RATED}$ 。

g.OT△TSP:138.3% ± PENALTIES。

h.調壓槽低壓力：PZR 壓力 $< 136.78 \text{ kg/c m}^2$ (1945 PSIG)。

4.a.SPENT FUEL POOL 的 COOLING P'P SUCTION 取水位置在水面下 6 ft 位置，避免抽水的管路斷裂或洩漏把水抽光，回流管路在水面下 2 ft 處有反虹吸孔，避免虹吸作用而使水流失。

b.TRANSFER CANNAL 與 SPENT FUEL POOL 相通之 #1 GATE 和 CASK LOADING PIT 與 SPENT FUEL POOL 相通之 #2 GATE 均高於燃料頂部。即使此二門 LEAK 也不會使 FUEL UNCOVERY。

c.在 POOL 內層不銹鋼裡襯與混凝土牆間有偵測洩漏管路，可用以偵測洩漏。

d.POOL 底部沒有洩水孔。

e.SPENT FUEL POOL 的結構為防震一級。

5.多重性：具有兩串保護邏輯櫃，任一串均能達到保護功能，達到安全停機的目的。

的，採用多重測定系統，同一參數有多個儀器測定。

獨立性：保護儀器控道及保護系統邏輯櫃，其所在位置及電氣設備均相互獨立，任一故障，不影響保護系統功能。

互異性：利用數種不同方法，達到同一目的或保護功能，如 AUX FEEDWATER 使用 MOTOR AND TURBINE DRIVEN。

故障時趨向安全之動作性：保護系統的設計，故障時送出一安全動作訊號。如：控制棒控制系統斷電時，控制棒將因本身重力插入爐心達到安全停機目的。

可試性：保護系統邏輯櫃可在功率運轉中執行測試功能，而不影響正常運轉，由另一串來擔任保護，保護儀器控道，亦可在功率運轉中做控道校正工作，不影響保護功能。

控制系統不致影響保護系統之可靠性：

- 控制系統經由隔離放大器產生控制訊號與保護系統隔離。
- 保護系統假訊號或控制系統故障時，均會發生劇烈變化，保護系統採用三選二 LOGIC，控制系統採用多重分離控道，可補償保護系統該動作而未動作或不該動作而動作之不足。
- 保護系統控道在執行測試時，置於跳脫位置。
- 同一參數提供給保護與控制系統時，使用四選二邏輯。

6.a.槽內飽和水和蒸汽膨脹容積之和，須足以提供程式爐水容積變化時所需之壓力反應。

b.10%階變升載(Step Load Increase)時，須確保足夠的水容積，以防止加熱器未被冷卻水覆蓋。

c.蒸汽容積須能容納負載由滿載突降 100%，而反應爐及蒸汽排放系統在自動控制中，引起之冷卻水湧入(Insurge)時，不致引起反應爐高水位跳脫。

d.蒸汽容積須夠大，以防止下述情況引起調壓槽內的飽和水從安全閥釋放出：

- 當棄載時，制棒未自動控制，蒸汽排放系統不動作，調壓槽高水位引起反應爐跳脫。
- 反應爐和汽機同時跳脫後，不致引起安全注水系統動作。
- 反應爐和汽機同時跳脫後，調壓槽的水不致流空。

7.(1)輸入信號包括：

- a.MFW P'P A/B/C (三個)，
- b.FCV/FIV (FLOW < 25%) (三個)，

c.PT-448, 449 (T/B 1ST STAGE IMPULSE PRESSURE 汽機第一級衝擊室壓力)(ANALOG)。

(2)當(a)MFW P'P A/B/C 三台均在 OFF 狀態 (即 HPSV AND LPSV 關閉或油壓開關低油壓 PS-940, 941, 942 即表示此 MFW P'P 停止)。

或者(b)FCV/FIV 來的三個飼水管路有兩個隔離時 (2/3 LOGIC) 且 PT-448, 449 來的壓均 $>40\%$ (C-20 消失 AMSAC 未被 BLOCK) (即 T/B 功率 $>40\%$ POWER)

→相同的訊號送至三個 ALP 再送至多數決模板，而產生 AMSAC 動作訊號

8.ECCS 設計最終接受標準：

- 發生事故保持 FUEL CLADDING 之溫度小於 2200°F 。
- 發生事故使燃料護套全氧化厚度 $<17\%$ 未氧化前之護套厚度(全氧化厚度，係指氧氣與鋯作用產生 ZRO 之厚度)。
- 發生事故後：氫氣生成量小於 1% 假定值(假設含有燃料之 CLADDING 皆有水或蒸汽反應產生之 H_2 生成量)。
- 事故後，保持爐心於可冷卻結構(COOLABLE GEOMETRY)不致變形，影響冷卻。
- 事故後，(在注水階段後)能繼續提供長期的冷卻(以免事故擴大)。

9.

A.設備

B.功用

a.CTMT FAN COOLERS

正常運轉時用來移除 CTMT 熱量，保持溫度與濕度，當 LOAC 發生後，自動轉換至 LOW SPEED 用來移除大氣的溫度，降低壓力，使空浮和放射性微粒洩漏的可能減少。

b.再循環風扇

移除 S/G 和 RCP, PZR 等區域熱點的熱量。

c.CAVITY COOLING UNIT

移除 CAVITY Rx VESSEL 邊的熱量。

d.CRDM COOLING FAN

用來移除 CRDM 線圈所發出的熱量。

e.CONTAINMENT SPRAY

事故後用來降低 CTMT 之溫度與壓力，並把 I-131 溶解下來，使 CTMT 不致過壓，放射性氣體不會外洩。

10.(1)a. Condition I: Normal operation and operational transients.

b. Condition II: Faults of moderate frequency Infrequent faults.

c. Condition III: Infrequent faults.

d. Condition IV: Limiting faults

(2)舉例部份請參考 FSAR 15.0-1。

核能三廠九十二年度第一次運轉員執照測驗筆試試題

科目：七、程序書：包括正常、異常、緊急和放射性控制程序書

時間：九十二年十二月二十二日 13:00~14:40

※本試題共參頁※

1. 請依 GOP 201 (自更換燃料/冷停機模式升溫至熱爐停機) 之 2.0 注意事項與運轉限制，就下列各項分別寫出兩點 注意事項與運轉限制：
 - (1) 行政管制 (2%)
 - (2) RCS 操作限制 (2%)
 - (3) RCP 操作限制 (2%)
 - (4) 滿水運轉 (Solid Operation) (2%)
 - (5) 反應度控制 (2%)
2. 請依核三廠之 GOP 寫出執行主汽機 shell warming 與 chest warming 的時機與主要內容 (10%)
3. 請寫出運轉規範內 ALL MODES 都適用之設備/儀器至少五項 (5%)，以及 AT ALL TIMES 都適用之設備/儀器或限制至少五項 (5%)。
4. RCP 一號軸封洩漏高流量之可能原因為何，立即措施為何 (7%)；一號軸封洩漏低流量之可能原因又為何，立即措施為何 (3%)，以上均請擇要寫出。
5. 若 345KV 輸配電線路跳脫或停用，致兩部機併聯時僅剩兩迴路運轉，或一部機併聯時僅剩一迴路運轉時，運轉員之立即措施為何 (2%)；當外電不穩定時，核三廠緊要安全匯流排配置規範表如下，請完成正常模式下電源配置表之空白處。(8%)

機 組 狀 態			正常模式		替代模式	
			A-PB 匯流排	B-PB 匯流排	A-PB 匯流排	B-P 匯流排
正 常 功 率 運 轉	1.當 161KV 外 電不穩定時	受電電源：			輔助變壓器	345KV 起變
		備用電源：			DG-A	DG-B
	2.當 345KV 外 電不穩定時	受電電源：			輔助變壓器	DG-B
		備用電源：			161KV 起變	5TH DG
	3.當 161KV 與 345KV 外電 皆不穩定時	受電電源：			輔助變壓器	DG-B
		備用電源：			DG-A	5TH DG
發 電 機 停 機 期 間	4.當 161KV 外 電不穩定時	受電電源：			DG-A	345KV 起變
		備用電源：			5TH DG	DG-B
	5.當 345KV 外 電不穩定時	受電電源：			161KV 起變	DG-B
		備用電源：			DG-A	5TH DG
	6.當 161KV 與 345KV 外電 皆不穩定時	受電電源：			DG-A	DG-B
		備用電源：			5TH DG	5TH DG

6. 依據核三廠之手動跳脫指引，主汽機及發電機在哪些異常情形下需手動跳脫，理由為何（10%）

7. (1)寫出 FW LINE 破在 CTMT 內時下列參數之變化：（4%）

(a)TAVG (b)FW flow (c)CTMT sump 水位 (d)CTMT pressure；

(2)當發生失去所有 AC 電源時，假如都沒有運轉員操作，對機組將有何影響？（6%）

8.請依序寫出 EOP 570.20（喪失所有緊要交流電源）中之立即執行步驟（2%）；請說明 CSF (Critical Safety Function)之使用方法(包括：執行之時機、監測頻率、特殊狀況等)。（8%）

9.(1)核三廠之緊急操作程序書分成那三大部份，此三大部份各有何設計上之特色？（3%）

(2)當蒸汽產生器發生破管事件時，為了降低事故之影響，運轉員在

事件過程中係依那幾項重點原則來處理？（7%）

10.請說明下列事故，分屬那種緊急計畫事故類別？（10%）

(1)LOCA：

洩漏率>50 gpm

洩漏率>120gpm

(2)SGTR：

超過 LCO

多根 S/G U-Tube 斷裂(數百 gpm)，且喪失外電

一根 S/G U-Tube 斷裂，且喪失外電

多根 S/G U-Tube 斷裂(數百 gpm)

一次側至二次側洩漏率>10 gpm，且蒸汽管路破裂

(3)S/G 故障：二次側系統快速失壓

(4)ECCS 動作，注水入爐心

(5)主控制室撤離

8. (1)請參看 EOP 570.20。

- (2)a.開始監測
- 離開 570.00 程序書
 - 570.00 程序書中提及

- 停止監測
- 冷停機 ($<93^{\circ}\text{C}$)
 - 轉換到正常運轉程序書 (GOP)
 - 已決定採取長期冷卻行動
 - RHR 冷卻運轉
 - 冷端或熱端再循環運轉

- b.頻 率
- 紅色或橘色路徑出現，須連續監測。
 - 黃色或綠色路徑出現，每 10~20 分鐘監測一次。

- c.特殊狀況
- 喪失所有交流電源時(全黑)，CSF 必須偵測，但 FRG 程序書不須執行

9.(1)ORG：提供運轉由已知事故狀態，恢復至穩定正常狀態之操作指引(包含事故判斷分辨後，提供操作指引)；CSF：在確保維持輻射屏蔽之各項安全參數沒有因事故而受到威脅被壞，而提醒運轉員即時防範或補救；FRG：當 CSF 監測之安全參數受到威脅時，為確保安全功能繼續維持，此部份之程序書提供恢復其功能之操作指引，完成後指引回到 ORG。

(2)重要步驟：

- a.確定破管蒸汽產生器
- b.隔離破管蒸汽產生器
- c.降低 RCS 溫度 (依破管 S/G 壓力決定，保持所需次冷度)
- d.降低 RCS 壓力 (SI 需 BLOCK，使 MSIS 不會產生，才能以 intact S/G STM DUMP cooldown)
- e.terminate SI
- f.依 BACKFILL(EOP 570.11)、BLOWDOWN(EOP 570.12)、STEAM DUMP (EOP 570.13) 執行冷機。

主要原則：儘快使 RCS 壓力小於破管 S/G 壓力(或相等)，以減小 leakage，且可避免 S/G OVERFILL，造成二次管路受損。

10.(1) II, III

(2) I, III, II, II, II

(3) II

(4) II

(5) II

事故分類	異常事件	緊急戒備	廠區緊急事故
LOCA	超過 LCO	> 50 gpm	超過充水容量(120 gpm)。
S/G 故障失效 或一次/二次 側洩漏	超過 LCO	單一 S/G 急速失效 且喪失廠外電源， 或洩漏率達數百 gpm。	S/G 急速失效(洩漏率達數 百 gpm)且喪失廠外電源。
SGTR		一根 S/G U-Tube 斷 裂，且喪失外電。	
		多根 S/G U-Tube 斷 裂(數百 gpm)	多根 S/G U-Tube 斷裂(數百 gpm)，且喪失外電。
		一次側至二次側洩 漏率 > 10 gpm，且 蒸汽管路破裂。	一次側至二次側洩漏率 > 50 gpm，且蒸汽管路破 裂，且燃料有破損。

核能三廠九十二年度第一次運轉員執照測驗筆試試題

科目：八、行政管理程序書、各種狀況及限制

時間：九十二年十二月二十二日 15:00~16:40

※本試題共壹頁※

- 1.請說明在執行偵測試驗時，若遇到某些步驟需要作修改，請回答應如何處置（10%）
- 2.請列舉值班工程師負責記錄和審查之文件至少 5 項（10%）
- 3.機組運轉狀況如果超出安全限值（Safety Limit），依運轉規範 16.6.7 之規定應如何處理？
- 4.(1)貴廠運轉規範對反應爐爐水（RCS）水質限值之規定為何（5%）
(2)當 $T_{avg} > 121^{\circ}\text{C}$ 時 RCS 之氧化物、氯化物之限值為何？（5%）
- 5.請依據運轉規範 16.9.2 異常事件報告規定，列舉應在二小時內通報之事項（任何八項）（10%）
- 6.請列舉核能電廠必須永久保存之記錄（任何五種）（10%）
- 7.請列舉 SORC 之職掌（任何五項）？（10%）
- 8.運轉規範中對反應爐冷卻水系統邊界洩漏限制為何？（10%）
- 9.請說明主控制室持照人員之最低限制為何？（10%）
- 10.(1)請說明反應爐冷卻水系統發生下列暫態次數之限制為何？（4%）
(a)反應爐跳脫 (b)RCS 喪失流量
(2)何謂 PTS 事件？何謂 RT_{NDT} ？（6%）

八、答案

1.TPCN 修訂程序書應考量及審查之程序：

- (1)未修改原程序書之內容和精神。
- (2)要由兩位 SORC 委員批准，其中一要持有 SRO 執照。
- (3)修改後在 14 天內經 SORC 主席批准。

2.(1)special order

- (2)shift T/O checklist
- (3)值工師日誌
- (4)指令日誌
- (5)設備巡視卡
- (6)ESF shift T/O checklist

3.違反安全限值時應採取下列行動：

- (1)在一小時內，將機組至少置於熱待狀態
- (2)違反安全限值應儘快通報核發處，呈報原會，以符合第 16.6.9.2.1B 節規定之要求。
- (3)應準備違反安全限值報告，並經電廠運轉審查委員會審查，報告內容應包括(1)違反狀況，(2)違反後對機組組件、系統或結構之影響，及(3)為防止再發生所取改正行動。
- (4)違反安全限值報告應呈送核發處，並經核安處及核安會之審查，於違反安全限值後一個月內呈報原能會，以符合第 16.9.9.2.2 節規範之要求。

4.(1)RCS 冷卻水活性限制為：

a. $\leq 1.0 \mu \text{Ci/gm}$ I-131 等值劑量和

b. $\leq 100/E \mu \text{Ci/gm}$

(2)

Impurity	Nomal Op(ppm)	< 24HR 暫態(ppm)
氧化物	≤ 0.10	≤ 1.00
氯化物	≤ 0.15	≤ 1.50

5.請參考 T.S.16.6.9.2 內容

6.永久保存紀錄：

- (1)反映 FSAR 中設備和系統設計修改之記錄與監圖
- (2)記載新、用過核燃料之存量、移轉和燃料組件之歷史記錄
- (3)放射性氣體、液體排放記錄
- (4)有運轉暫態循環數限制之組件的運轉 Cycle 或暫態 Cycle
- (5)特殊反應器測試或試驗
- (6)運轉人員資格、經驗、訓練及再訓練之記錄
- (7)RCS 之 ISI 記錄
- (8)廠外環境監測記錄
- (9)品保記錄
- (10)10CFR50.59 有關 USI 審查記錄
- (11)SORC 和 NSARC 會議記錄
- (12)使用期間記錄，包括安裝、維修記錄

7.請參閱運轉轉規範 16.6.5.1.2.5

8.Reactor Coolant System leakage shall be limited

(1) PRESSURE BOUNDARY LEAKAGE.

(2) 1 gal/min UNIDENTIFIED LEAKAGE.

(3) 1 gal/min total primary-to-secondary leakage through all steam generators, and 500 gallons per day through any one steam generator.

(4) 10 gal/min IDENTIFIED LEAKAGE from the reactor coolant system.

(5) 33 gal/min CONTROLLED LEAKAGE at a RCS pressure of 2235 ± 20 psig.

(6) 1 gal/min leakage from any reactor coolant system pressure isolation valve specified in table 16.3.4.7.2-1.

適用性：MODES 1,2,3 and 4.

9.人員最低限制如下表：

Applicable Condition	SRO Shift Engineer	License Category		
		SRO	RO	Nonlicensed
One unit operating (b)	1	1	3	3
Two units operating (b)	1	2	4	4
All units shutdown (c)	1(d)	0	2	3

10.(1)(a) 400 次 (b) 80 次

(2) PTS 事件：在 PWR RPV 內極大壓力之下或其後，產生嚴重過冷的事作或暫態。

RT_{NDT} ：依 ASME Code NB-2231 定義 RPV 材料的參考溫度。(作 Charpy v test USE=78ft-1b)