

因應日本福島電廠事故
台電第三核能發電廠
壓力測試報告
(Rev.1b)

台灣電力公司
中華民國 102 年 5 月

目錄

1. 廠址/電廠說明	1-1
1.1 廠址特性.....	1-1
1.2 機組主要特性.....	1-1
1.3 機組間安全設計之差異.....	1-2
1.4 安全度評估(PSA)的範圍與結論.....	1-2
2. 地震.....	2-1
2.1 設計基準.....	2-1
2.1.1 電廠設計之耐震強度(DBE)	2-1
2.1.1.1 設計基準地震(DBE)的特性	2-1
2.1.1.2 評估 DBE 的方法	2-1
2.1.1.3 DBE 適切性的結論	2-3
2.1.2 電廠防禦 DBE 的方法	2-5
2.1.2.1 確認地震後安全停機所需關鍵結構物、系統及組件(SSC)可用	2-5
2.1.2.2 避免地震後反應器或用過燃料池受損的主要操作規定	2-6
2.1.2.3 其他地震間接影響之考量	2-8
2.1.3 電廠承諾的持照基準.....	2-10
2.1.3.1 一般程序	2-10
2.1.3.2 廠外移動設備/資源.....	2-11
2.1.3.3 已知之承諾偏差事項、其可能影響及矯正規劃	2-13
2.1.3.4 福島核一廠事故後業主自主確認的持照承諾	2-14
2.2 現行設計基準之餘裕評估.....	2-16
2.2.1 地震導致燃料的嚴重受損的範圍.....	2-16
2.2.1.1 弱點及地震嚴重強度之瀕危效應	2-16
2.2.1.2 強化防護能力的措施	2-19
2.2.2 可承受不喪失包封圍阻體完整性的地震強度.....	2-24
2.2.3 超過 DBE 的地震及伴隨超過 DBF 的水災	2-24
2.2.3.1 考量電廠地理位置與設計，本情境發生的可能性	2-24
2.2.3.2 弱點、故障模式及瀕危效應	2-25
2.2.3.3 強化防護能力的措施	2-25
3. 水災.....	3-1
3.1 設計基準.....	3-1
3.1.1 能抵抗的水災	3-1
3.1.1.1 設計基準水災(DBF)的特性.....	3-1
3.1.1.2 評估 DBF 的方法	3-3
3.1.1.3 DBF 適切性的結論	3-5
3.1.2 保護電廠防禦 DBF 的方法	3-7

3.1.2.1 確認水災後安全停機所需 SSC 可用	3-7
3.1.2.2 主要用來防範廠址水災的方法	3-9
3.1.2.3 警示並減緩水災後果的主要操作規定	3-10
3.1.2.4 其他水災間接影響的考量	3-13
3.1.3 電廠承諾的持照基準	3-14
3.1.3.1 一般程序	3-14
3.1.3.2 電廠用以確認承諾的廠外移動設備/補給	3-15
3.1.3.3 已知之承諾偏差事項及其可能影響及矯正規劃	3-15
3.1.3.4 業主已開始檢視的特定承諾	3-15
3.2 現行設計基準之餘裕評估	3-19
3.2.1 視預警時間所設想或實施的額外防護措施	3-19
3.2.2 弱點與瀕危效應	3-21
3.2.3 強化防護能力的措施	3-23
4 極端天然災害之威脅	4-1
4.1 極端惡劣天候情況（暴風雨、豪大雨）	4-1
4.1.1 事件組合及選擇為設計基準的原因	4-1
4.1.2 極端自然威脅的弱點與瀕危效應	4-5
4.1.3 阻止瀕危效應或增加電廠強固性的方法	4-6
5. 喪失電源與最終熱沉	5-1
5.1 反應爐	5-1
5.1.1 喪失廠外電源	5-1
5.1.1.1 後備電源供/配電設計基準	5-1
5.1.1.2 廠內電源供應的運轉時間	5-1
5.1.1.3 延長廠內自主供電時間的方法	5-2
5.1.1.4 強化防護能力的措施	5-2
5.1.2 喪失廠外電源及廠內後備電源(SBO)	5-3
5.1.2.1 設計要求	5-3
5.1.2.2 電池容量及運轉期長	5-5
5.1.2.3 燃料劣化前廠內自主運轉能力	5-6
5.1.2.4 可防止燃料劣化的外部支援措施	5-6
5.1.2.5 強化防護能力的措施	5-7
5.1.3 喪失廠外電源、備用電源(EDG)及其他另樣式備用電源	5-8
5.1.3.1 設計要求	5-8
5.1.3.2 電池容量及運轉期長	5-12
5.1.3.3 燃料劣化前廠內的自主運轉能力	5-12
5.1.3.4 可防止燃料劣化的外部支援措施	5-13
5.1.3.5 強化防護能力的措施	5-13
5.1.4 喪失最終熱沉	5-26

5.1.4.1 燃料劣化前廠內自主能力設計要求	5-27
5.1.4.2 可阻止燃料劣化的措施	5-28
5.1.4.3 強化防護能力的措施	5-29
5.1.5 廠區全黑下喪失最終熱沉(SBO+DBE)	5-29
5.1.5.1 燃料劣化前廠內自主能力設計要求	5-29
5.1.5.2 可防止燃料劣化的外部支援措施	5-30
5.1.5.3 強化防護能力的措施	5-33
5.2 燃料池內的用過燃料	5-40
5.2.1 喪失廠外電源	5-41
5.2.1.1 後備電源供/配電設計基準	5-41
5.2.1.2 廠內電源供應的運轉時間	5-42
5.2.1.3 延長廠內自主供電時間的方法	5-42
5.2.1.4 強化防護能力的措施	5-42
5.2.2 喪失廠外電源及廠內後備電源(SBO)	5-42
5.2.2.1 設計要求	5-42
5.2.2.2 電池容量及運轉期長	5-42
5.2.2.3 燃料劣化前廠內自主運轉能力	5-43
5.2.2.4 可防止燃料劣化的外部支援措施	5-43
5.2.2.5 強化防護能力的措施	5-43
5.2.3 喪失廠外電源、備用電源(EDG)及其他另樣式備用電源	5-43
5.2.3.1 設計要求	5-43
5.2.3.2 電池容量及運轉期長	5-44
5.2.3.3 燃料劣化前廠內自主運轉能力	5-44
5.2.3.4 可防止燃料劣化的外部支援措施	5-44
5.2.3.5 強化防護能力的措施	5-46
5.2.4 喪失最終熱沉	5-48
5.2.4.1 燃料劣化前廠內自主能力設計要求	5-48
5.2.4.2 可阻止燃料劣化的外部支援措施	5-49
5.2.4.3 強化防護能力的措施	5-49
5.2.5 廠區全黑下喪失最終熱沉	5-49
5.2.5.1 燃料劣化前廠區自主能力設計要求	5-49
5.2.5.2 可防止燃料劣化的外部支援措施	5-49
5.2.5.3 強化防護能力的措施	5-50
6. 嚴重核子事故管理	6-1
6.1 嚴重核子事故管理的組織	6-1
6.1.1 組織規劃	6-1
6.1.1.1 組織架構	6-1
6.1.1.2 使用現有設備的可能性	6-5

6.1.1.3 使用移動式設施	6-8
6.1.1.4 後勤供應管理	6-9
6.1.1.5 輻射外釋的管理及侷限輻射的準備	6-10
6.1.1.6 通信設備及資訊系統	6-11
6.1.2 必須評估的事故管理措施	6-12
6.1.2.1 廠週邊基礎設施受到廣泛破壞	6-12
6.1.2.2 廠區局部高劑量率、輻射污染及許多設施受損之救援影響評估	6-15
6.1.2.3 事故管理措施在外部危害下的可行性及有效性	6-16
6.1.2.4 電力供應的不可用性	6-17
6.1.2.5 儀控系統失效的可能性	6-19
6.1.2.6 廠址內其他臨近機組的可能效應	6-20
6.1.2.7 我國核能電廠安全防護優勢	6-21
6.2 反應爐	6-22
6.2.1 喪失爐心冷卻功能：在爐心燃料受損發生之前	6-22
6.2.1.1 防止燃料損壞和排除燃料在爐心高壓下受損的可能性	6-22
6.2.1.2 瀕危效應及發生該效應所需的時間	6-23
6.2.1.3 現行管理措施的適切性	6-23
6.2.2 喪失冷卻功能：在爐心燃料受損之後	6-25
6.2.2.1 緩解措施	6-25
6.2.2.2 瀕危效應及發生期限的風險	6-25
6.2.2.3 現行管理措施的適切性	6-25
6.2.3 爐心燃料受損後，保護圍阻體完整性之事故管理措施及電廠設計特點	6-27
6.2.3.1 氫風險管理	6-27
6.2.3.2 防止圍阻體過壓	6-27
6.2.3.3 防止再臨界	6-28
6.2.3.4 防止圍阻體基座熔穿	6-28
6.2.3.5 保護圍阻體完整性設備所需之 AC、DC 電力供應要求	6-28
6.2.3.6 瀕危效應及發生期限的風險	6-28
6.2.3.7 現行管理措施的適切性	6-29
6.2.4 減輕喪失圍阻體完整性後果之事故管理措施	6-30
6.2.4.1 設計、運轉與組織程序	6-30
6.2.4.2 瀕危效應及發生期限的風險	6-31
6.2.4.3 現行管理措施的適切性	6-31
6.3 用過燃料池	6-32
6.3.1 喪失用過燃料池冷卻功能之事故管理措施	6-32
6.3.1.1 喪失適當輻射屏蔽之前/之後	6-33
6.3.1.2 用過燃料池水位降至燃料元件頂部之前/之後	6-34
6.3.1.3 用過燃料池燃料嚴重損毀之前/之後	6-34

6.3.1.4 瀕危效應及發生期限的風險	6-35
6.3.1.5 現行管理措施的適切性	6-35
6.4 具體要點.....	6-37
6.4.1 儀控的適宜性及可用性	6-38
6.4.2 控制室的可用性 & 適居性	6-38
6.4.3 氫氣可能積聚在圍阻體之外的廠房	6-40

0. 內容提要 (Executive summary)

1. 廠址/電廠說明

1.1 廠址特性

本廠位於屏東縣恆春鎮南灣路 387 號，廠址佔地 329 公頃，距恆春鎮約 5 公里，南距鵝鑾鼻約 15 公里，北距高雄約 110 公里。廠址內及周邊無溪流、水壩，廠房面向南灣，距離海邊約 300 公尺。龍鑾潭位於廠房北邊，距離小於 1 公里。

1.2 機組主要特性

裝有兩部西屋公司設計製造的三迴路壓水式反應爐，額定功率為 2775MWt/951Mwe。初次臨界日期一號機為 1984.03.30，二號機為 1985.02.01。一號機於 2009/7/7、二號機於 2008/12/2 執行小幅功率提升，提升後為 2822 MWt/960MWe。RCS 設計運轉參數如下：

正常運轉壓力	Psig	2235(157 kg/cm ²)
系統全部容積包括 PZR 和調節管	ft ³	9410(266.3 m ³)
最高保證功率運轉下系統液體容積	ft ³	8833(250 m ³)
調壓槽(PZR)最大噴灑率	GPM	700(44.1 L/S)
調壓槽(PZR)加熱器容量	KW	1400
一次側熱功率	MWt	2834
反應爐熱功率	MWt	2822
一次側設計容量		

RCP 運轉下一迴路的流量 GPM 97600(一號機)，92600 (二號機)
(Thermal Design Flow)

反應爐出口溫度	°C	327.4
反應爐入口溫度	°C	290.1
蒸汽產生器飼水溫度	°C	228.1

1.3 機組間安全設計之差異

每部機安全相關系統均為雙重設備的設計，分為 A、B 串。佈置方面互相隔開，在電氣方面相互隔離。如此，任何單一元件故障或失靈，將不致影響到整個系統的功能。設計上只要任一串功能正常，就能達到安全停機的目的。二號機主要設備均複製一號機。因此兩部機的安全相關設備，設計是完全相同，但實體相互隔離。以下設備為兩部機共用之安全相關設備：

1. 一台氣冷式 4.16KV/7000KW 緊急柴油發電機 (5TH EDG)，可完全取代機組的水冷式緊急柴油發電機。但 5THEDG 僅能取代任一台緊急柴油發電機。2011.03.11 福島事件後，新增 SOP 1451，經過跨接信號後，5THEDG 可同時供應兩個安全相關 4.16KV 匯流排。
2. 兩部機共用 NSCW 廠房，但廠房內部每部機、每串設備維持實體隔離設計。

1.4 安全度評估(PSA)的範圍與結論

本廠於 1987 年 10 月完成核三廠的第一版安全度評估(PRA)報告，此

後，本公司以三年一期為原則，執行 PRA 的更新計畫，迄今共歷經 4 期的 PRA 更新。

本廠建立有功率運轉安全度評估模式及大修停機安全度評估模式，功率運轉安全度評估模式又細分為廠內事件、地震、颱風、水災及火災五類分析，最近一版的安全度評估結論為：

- (1) 功率運轉 CDF 總和為 $1.8E-5/RY$ ，大修停機 CDF 總和為 $2.5E-5/RY$ 。
- (2) 功率運轉 LERF 總和為 $1.2E-6/RY$ ，大修停機模式未分析 LERF。

2. 地震

2.1 設計基準

2.1.1 電廠設計之耐震強度(DBE)

2.1.1.1 設計基準地震(DBE)的特性

本廠設計之耐震強度有二：(1) SSE：0.4g；(2) OBE：0.2g。此兩數值係就廠址地質特性與週遭環境地震區域依(1)Tectonic Province Method 及(2)Geologic Structure Method 兩種方式評估可能發生的最大地震而定出 $SSE=0.4g$ ，並取其一半值為 OBE，即 $OBE=0.2g$ 。

2.1.1.2 評估 DBE 的方法

本廠依以下兩方法進行評估 DBE：

1. Tectonic Province Method

(1) South Central Mountain Seismotectonic Province

核三廠址位於此地震區內，故以此區內歷史發生之最大地震，假設發生在核三廠，求其最大可能地表加速度。本區歷史發生之最大地震資料如下：

Nov 7, 1972, 規模=5.4 (相當於震度 VI~VII MMScale)

由 Neumann 及 Trifunac&Brady 所發表的圖表，查得核三廠之最大地表加速度約為 0.1g。

(2) Western Taiwan Seismotectonic Province

本區發生之歷史地震有三次，其資料如下：

Mar 17, 1906, 規模=7.1

Apr 21, 1935, 規模=7.1

Dec 17, 1941, 規模=7.1 (對核三廠影響較大)

為保守計，假設 Dec 17, 1941 之地震發生在距核三廠 20 公里處，由核三 FSAR 2.5-27 圖，得核三廠最大之地表加速度為 0.32g。

(3) South Eastern Taiwan-Western Philippine Sea Seismotectonic Province

本區發生最大之歷史地震有二次，其資料如下：(詳 FSAR 圖 2.5-22)

Aug 22, 1936, $M=7.1$

Aug 15, 1959, $M=6.9$

此地震區之邊界距離核三廠約為 20~35km，且鑑於此地震區對核三廠耐震設計之重要性，故保守假設最大地震為 $M=7.5$ (原為 7.1)，距離核三廠 $D=20\text{km}$ (原為 20~35km)，由 Schnabel&Seed (1973) 建立之圖表，得核三廠之最大之地表加速度為 0.39g。

(4) Other Seismotectonic Provinces

以歷史最大地震 Jun.5,1920 規模=8.3 震央在花蓮外海，距離核三廠約 90 公里，依 Schnabel&Seed (1973) 建立之圖表，得核三廠之最大之地表加速度為 0.1g。

結論：以 Tectonic Province Method 得核三廠之 $SSE=0.39g$ 。

2. Geologic Structure Method

於核三廠址 100km 範圍內有兩大可能活動斷層：

(1) 台東縱谷斷層 (詳 FSAR 圖 2.5-19)

經保守推算，此斷層向南延伸，距核三廠最近處約 35km，且與此斷層有關之地震為 $M=7.3$ 。為保守計，假設台灣最大的歷史地震 (Jun.5,1920 規模=8.3) 發生在距核三廠 35km 處，由 Schnabel&Seed (1973) 之圖表，得核三廠之最大地表加速度為 $\leq 0.4g$ 。

(2) 潮州斷層 (詳 FSAR 圖 2.5-18)

為保守計，假設此斷層向南延伸，且規模 7.1 之地震發生在此斷層上，且距離核三廠最近處約 20km，由 Schnabel&Seed 之 attenuation relationship 圖表得核三廠之最大地表加速度為 0.32g。

結論：以 Geologic Structure Method 得核三廠之 $SSE=0.4g$

綜合上述兩種方法推測，定出本廠之 $SSE=0.4g$ ，並以其一半定為本廠

之 $OBE=0.2g$ 。本廠設計採保守策略並方便設計，於設計時以基礎座落之岩盤面 $0.4g$ 為 SSE 設計值。

依國立中央大學所作「恆春斷層對核三廠址動力特性影響評估計畫」之研究，恆春斷層若破裂至地表，則核三廠地表面可能產生之 PGA 值為 $0.38G$ 。

2.1.1.3 DBE 適切性的結論

1. 本廠自建廠以來已經歷了 88 年 921 集集大地震、95 年 1226 恆春大地震兩次全島大地震，廠址地震震度皆未達 $OBE(0.2g)$ 程度。為因應 921 集集大地震後兩次修訂（88 年 12 月及 94 年 7 月）之內政部「建築物耐震設計規範」，本廠除分別於 91 年及 93 年已評估符合第一次修訂（88 年 12 月）之法規外，目前亦依據第二次之修訂（94 年 7 月）內容完成評估，結果顯示原設計可符合最新法規，廠房機組安全無虞。
2. 建廠初期定調為疑似斷層的恆春斷層，近日因為精準科技儀器監測結果，為中央地調所公告為第二類活斷層。南部「恆春斷層」現況之設計基準評估說明如下：

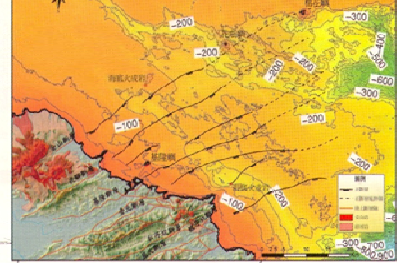
經濟部中央地質調查所特刊第二十三號（2009 年 12 月）公布，恆春斷層為逆移斷層，呈北北西走向，由屏東縣車城鄉海口向南延伸至恆春鎮南灣，長約 16 公里。恆春斷層截切晚期更新世的石灰岩層，暫列為第二類活動斷層。

台電公司依據經濟部中央地質調查所的公佈資料，委託國立中央大學辦理：

- (1)、核能電廠場址振動特性及地震反應研究（98 年 5 月完成）
- (2)、恆春斷層對核三廠動力特性影響評估計畫（99 年 11 月完成）



2007中央地質調查所年報



初步評估結果，詳下表。「恆春斷層」所引發的地震傳遞至核三廠反應器廠房基礎岩盤時，地震加速度為 0.22g，小於本廠之基礎岩盤設計基準地震值 0.4g。

	陸域長度	海域長度	震源深度	規模(ML)	地表 加速度
恆春斷層	16 公里	-----	10 公里	6.4	核三： 0.38g

	核三廠
依恆春斷層推算之本廠地表加速度值	0.38 g
依恆春斷層推算之基礎岩盤處加速度值	0.22 g
基礎岩盤處設計加速度值	0.4 g

3. 本廠廠房（核島）區內所有廠房皆直接座落於已去除表土之新鮮泥岩

盤上，目的即為降低地震對廠房結構的衝擊。

4. 因此就目前所獲得之已知資料而言，設計基準訂 OBE 為 0.2g，SSE 為 0.4g 應屬適切。

2.1.2 電廠防禦 DBE 的方法

2.1.2.1 確認地震後安全停機所需關鍵結構物、系統及組件(SSC)可用

為確認地震後安全停機所需關鍵結構物、系統及組件(SSC)可用，清查安全停機所需關鍵的結構物、系統及組件(SSC) 設計皆屬 SEISMIC CAT.I 設備、結構，說明如下：

結構物(STRUCTURE)：

- 1.控制廠房 -----耐震一級
- 2.輔助廠房 -----耐震一級
- 3.柴油機廠房 -----耐震一級
- 4.圍阻體 -----耐震一級
- 5.廠用海水泵室 -----耐震一級
- 6.燃料廠房 -----耐震一級

系統(SYSTEM)及組件(COMPONENT)：

- 1.緊急柴油發電機(KJ SYS) -----耐震一級
- 2.緊急爐心冷卻系統 ECCS (RHR、CCP) -----耐震一級
- 3.反應爐冷卻水系統(RCS) -----耐震一級
- 4.圍阻體噴灑系統(BK SYS) -----耐震一級
- 5.核機冷卻水系統(CCW) -----耐震一級
- 6.緊要寒水系統(GJ SYS) -----耐震一級
- 7.廠用海水系統(NSCW) -----耐震一級
- 8.化學與容積控制系統(BG SYS) -----耐震一級
- 9.輔助飼水系統(AL SYS) -----耐震一級

即其設計基準皆為可承受基礎岩盤震度 0.4g 之 SSE 地震，因此在設計基準地震(DBE)後應皆能保持可用。

2.1.2.2 避免地震後反應器或用過燃料池受損的主要操作規定

地震發生時，警報動作器（SG-YS001）TRIGGER 燈亮及／或 OBE 燈亮及／或 SSE 燈亮，執行地震處理程序書 582/582.1。程序書 582/582.1 係參照 NRC RG 1.166 Rev.0「PRE-EARTHQUAKE PLANNING AND IMMEDIATE NUCLEAR POWER PLANT OPERATOR POSTEARTHQUAKE ACTIONS」及 RG 1.167 Rev.0「RESTART OF A NUCLEAR POWER PLANT SHUT DOWN BY A SEISMIC EVENT」認可之 1989 年 12 月 EPRI 報告編號 NP-6695「Guideline for Nuclear plant Response to an Earthquake」。

1. AOP582 強震處理程序

- (1) 目的：提供機組於強震發生時的處理指引，震後系統和設備的初步查核項目，俾及早發現異常狀況，採取有效因應措施。
- (2) 規定簡要說明：（流程見附件 1）
 - a. 本廠發生強震，且已達強震急停或達 OBE 以上強度時確認反應器自動急停、否則立即手動急停反應器，進入 EOP 570.00。依程序書 1401-H 類「自然災害及其他影響機組安全情況」緊急應變行動基準條件，決定應採取之緊急動員規定。若機組強震急停且超過 SSE，同時氣象局發佈海嘯警報，須一併執行程序書 1451「機組斷然處置程序指引」。
 - b. 若地震儀 TRIGGER 警報動作(JP04A-W24)，但強度未達強震急停警報設定點，也未達 OBE 時值班經理/值班主任應研判機組設備受損狀況，依程序書規定決定是否繼續運轉、依序停機、或手動急停
 - c. 密切注意氣象資料，如震央位於近海，可能引發海嘯，應參考氣象通報據以執行程序書 582.2（海嘯處理程序）。
 - d. 執行初期系統評估研判是否需將機組冷爐至冷停機。

2. AOP582.1 強震停機後機組重要設備詳細檢查程序書

(1) 目的：強烈地震後各系統及設備可能因強震而損壞，本程序書提供機組於地震停機後再起動前，設備之詳細檢查項目與內容，若地震強度大於 OBE 者需執行長程評估，預做機組恢復運轉之準備。專案小組依據設備檢查結果執行再評估，送 SORC 審查後，再送總公司執行安全評估。若屬原能會起動管制要求者，機組須待原能會核准後，才可以再起動。若屬 EPRI 3 級損害情況者，必須於機組再起動前完成長程評估。

(2) 規定簡要說明：(流程見附件 2)

- a. 電廠應成立專案小組，進行系統設備詳細檢查。小組成員涵括機械、電氣、儀控、修配、改善、廢處、保健物理、核技、品質、運轉人員等。如果需要操作設備，則由運轉值班人員配合執行，必要時請總處或公司外專業人員支援參與專案小組。由廠長指定一位經理擔任小組組長，彙總各課組檢查結果，評估各系統功能是否受影響，判定 EPRI 損害等級，將結果送 SORC 審查。
- b. 停機後各維護組人員依各類設備重點檢查標準針對程序書所列相關設備逐一執行詳細檢查，判定是否有實體或功能受損；設備受損需拍照存證。無法研判是否已達功能受損，請求相關組協助判定或召集會議討論。
- c. 維護部門檢查發現設備受損研判會影響其可用性時，須通知值班主任登錄及執行運轉規範限制條件之採取行動並依設備受損狀況執行必要之檢修。
- d. 當安全相關設備有實體或功能嚴重受損，或非安全相關設備判定為 ≥ 1 級損害時，需依程序規定項目執行擴大目視檢查。
- e. 當超出 OBE 時，為判定地震對於安全相關設備/結構的影響，以及是否須執行非破壞檢測，確保電廠能承受下一次地震，

應執行長程評估。必要時委請國內外專家學者或單位專案評估。

2.1.2.3 其他地震間接影響之考量

1. 非安全停機所需關鍵的結構物、系統及組件，若現場位置鄰近安全停機所需關鍵的結構物、系統及組件(SSC)，則皆設計提升其耐震程度，以防止因其坍塌而損及安全停機所需關鍵的結構物、系統及組件(SSC)。

2. 喪失廠外電源供應：

由於外電非屬耐震一級設備，SSE 地震時外電相關變壓器可能已損壞，因此 345kV、161 kV 外電、第三電源與氣渦輪發電機都無法供電到本廠 ESF 匯流排，以供給安全停機設備所需之電力。此時，本廠 ESF 匯流排將由耐震一級之 A、B 串緊急柴油發電機供電。

若兩部機之任一 A、B 串緊急柴油發電機因故失效，則可由耐震一級之第五台緊急柴油發電機替代，以提供安全停機設備所需電力。

如前述備援之所有 AC 電源均喪失，機組將跳機進入 570.00 後再導入 570.20 廠區全黑緊急處理程序。

3. 廠外的情況可能因地震導致道路運輸中斷，造成阻礙或延遲人員及設備到達廠區：

- (1) 可利用重型機械設備排除路障。

- (2) 本廠設置有重件碼頭，可利用海運載運必要之救援人員及救援設備。

- (3) 可利用距廠區約 7 公里的恆春機場，以空運必要之救援人員及救援設備；或以直升機載運救援人員或吊掛救援設備直接進入廠區。

- (4) 發生事故時，若

- a. 事件發生於正常上班時段：

- (a) 若運轉值班人員無法抵達電廠接班，此時模中有訓練班人力，另機動支援班人員（大部份為持照人員），可接替及協助機組運轉處置。
- (b) 各維護部門人力均在廠內，另有長期合約駐留廠區承包商，維護人力可達百人，應可滿足緊急情況設備維護需求。
- (c) 廠內消防班人力於二值時段配置 10 人，而正常上班時段依緊急計畫組織，編組緊急後備消防隊人力有 60 人，可協助消防工作。

b.事件發生於非正常上班時段：

- (a) 依交通狀況，利用陸海空運載送鳳山、五甲備勤宿舍維護人員（機、電、儀、修）人員進廠進行維護工作。另電廠維護協力商亦有許多居住於高雄、屏東地區之技術人力，且維護合約中，均列有緊急搶修項目，遇有緊急事故時，可洽協力廠商就近派人支援。
- (b) 目前消防班人力為外包方式，於非正常上班時段維持 6 名消防員在廠，另消防班外包人員均為恆春地區居民，遇有狀況時可緊急通知入廠。另有駐廠保警人力，亦可協助救災事宜。

- 4. 重要廠房內的重要油槽皆設置有防溢堤，各油槽防溢堤之圍堰容積已經重新核算，皆大於油槽容量，足夠防止溢流。若伴隨地震而發生火災，不致因到處溢流而衝擊到附近的重要安全相關設備/設施及影響整體救援行動。
- 5. 重要廠房內的吊車，雖然未在程序書內詳述停用期間的停駐點，但實務執行面上皆已有停駐點的作法。經全面重新檢討與規劃這些停駐點，確認即使因地震導致吊車墜落，也不會使其下方或附近的重要安全相關設備/設施受損，因而造成安全停機上的重大衝擊。重新檢視後的停駐點已明訂於相關程序書內容來規範。
- 6. 若因地震致發生火災：

- a. 本廠已完成對於消防相關設施依消防系統維護作業執行測試、維護和檢查未發現異狀，包括：自動消防水噴灑系統、二氧化碳自動噴灑系統、消防泡沫噴灑系統、海龍自動滅火系統、室內外消防栓。
- b. 本廠與安全停機有關區域之消防設施為耐震一級，其源頭設備（CST、泵）、管線皆為耐震一級。
- c. 本廠正進行機組生水消防管路地下管線部分明管化的改善，並將進行生水池槽體及管路耐震能力的提升。
- d. 本廠編置有消防隊及消防車，可迅速從各救源水源取水滅火。

7. 開挖與回填

建廠時期將表面堆積層及風化泥岩層挖除使廠房結構直接座落於新鮮泥岩層（詳 FSAR APENDIX 2B 及圖 2B-1、2B-7、2B-8、2B-9），無結構座落於回填區，確保結構耐震能力；商轉後，廠區或廠房周邊新、舊管線埋設、更新之開挖、回填皆依本廠施工程序書 1261：「開挖與回填程序書」進行工程管控，確保不因開挖回填影響廠房結構及管線耐震能力；依據本廠長期進行之廠房沉線測量結果顯示，本廠各廠房經年來並無沉陷或不均勻沉陷之現象。

2.1.3 電廠承諾的持照基準

2.1.3.1 一般程序

- 1. 本廠平時均定期依 600、700 系列程序書執行安全相關系統、結構之維護、檢查及測試，以確認承諾的持照基準。
- 2. 在地震後則依下列程序書執行檢查及測試：
 - ◆ 程序書 582:強震處理程序。
 - ◆ 遇強震(>OBE)時，執行 582 程序書過程，如反應器急停及／或安全注水自動動作，則進入 EOP570.00，如喪失所有 AC 電源則進入 570.20。
 - ◆ 依程序書 582.1「強震停機後機組重要設備詳細檢查程序書」，執

行設備詳細檢查。

◆ 依程序書 700-A-001「廠區內外結構體檢查程序書」，執行結構檢查。

2.1.3.2 廠外移動設備/資源

本廠備援設備、物資詳列如下表（A 類，100.6.30 前已整備）：

核三廠「因應日本福島事件總體檢第十項設備備品、器材、工具建置」規劃表(100.6.30 前已整備)

序號	器材名稱	規範	動力源	數量	用途	備置場所	預定備置時程	負責部門	營測/檢查週期
1	吸油繩索	雙層單索/10'長 8"直徑，吸油量 20 加侖每條	無	10 條	吸油	D 暫存庫 (26M)	已完成	環化組	每年三月檢查
2	手壓式抽油泵	55cm 長 x1.5cm·6.5L/分	無	5 支	吸油	D 暫存庫 (26M)	已完成	環化組	每年三月檢查
3	木屑	粉狀	無	50 公斤	洩捕油	泵室 (8M)	已完成	環化組	每年三月檢查
4	化油劑	非離子介面活性劑	無	50 公升	化油	D 暫存庫 (26M)	已完成	環化組	每年三月檢查
5	吸油棉	17 英吋 x19 英吋，吸油量 0.38 加侖每片	無	2000 片	吸油	D 暫存庫 (26M)	已完成	環化組	每年三月檢查
6	大貨車	15T/11T/6.5T	柴油	3	運輸器材	車庫 (24M)	已完成	供應組	每月
7	汽油引擎抽水 泵	流量：1100LPM 揚程：30M 馬力數：5.5HP (油耗約 1.0 L/Hr)	汽油	12	臨時抽水用	吊車庫 (24M)	已完成	修配組	每月(S.O.P 192)
8	電動沉水泵	流量：300LPM 揚程：10M 馬力數：1HP	電力	8	臨時抽水用	工具庫 (15M)	已完成	修配組	每月(S.O.P 192)
9	柴油發電機	額定輸出電流：240V/301A;480V/150A 額定輸出功率：125KVA 提供 110V、220V 及 480V 之電源	柴油	1	提供臨時電源	修配大樓北側圍籬 (15M)	已完成	修配組	每週(S.O.P 193)
10	多用途工作機	發電機額定輸出功率：24KVA 提供照明、空壓機、電焊機電源插座 提供 110V、220V 之電源	柴油	3	提供臨時電源及照明	修配大樓北側、西南圍籬 (15M)	已完成	修配組	每週(S.O.P 194)
11	臨時抽(沉)水泵使用的蛇管	配屬臨時抽(沉)水泵	無	20 套 (含電動 8 套/汽油動力 12 套)	臨時抽水用	工具庫及吊車庫 (15/24M)	已完成	修配組	每月(S.O.P 192)
12	昇空工程車	額定載重：150 公斤，最高作業高度：12 公尺，最大作業半徑：7 公尺	柴油	1	提供高空作業時使用	吊車庫 (24M)	已完成	修配組	每月及每年(S.O.P 193)
13	堆高機	23 噸 1 台,12 噸 1 台,8 噸 1 台,7.5 噸 1 台 5 噸 1 台 ,4 噸 5 台	柴油	10	器材搬運	吊車庫 (24M)	已完成	修配組	每月及每年(S.O.P 190)
14	拖車	35 噸 1 台,60 噸 1 台	柴油	2	器材搬運	吊車庫 (24M)	已完成	修配組	每月及每年(S.O.P 190)
15	移動式吊車	225 噸 1 台,200 噸 1 台,90 噸 1 台,80 噸 1 台,60 噸 1 台 ,20 噸 1 台,10 噸 1 台	柴油	7	器材吊拆裝	吊車庫 (24M)	已完成	修配組	每月及每年(S.O.P 190)
16	手拉鍊條吊車	0.5~3 噸	無	50	器材吊拆裝	吊車庫 (24M)	已完成	修配組	每年(S.O.P 190)

17	移動式發電機	110v/220v (KOSIKA KG3500 型) (油耗約 1.7 L/Hr @2.8KVA 輸出)	汽油	14	消防救 災排煙 用	#1/#2 機組 各廠房 (15M)	已完成	修配組	每月(S.O.P 192)
18	排煙機	5700fpm	電力	14	消防救 災排煙 用	#1/#2 機組 各廠房 (15M)	已完成	修配組	每月(S.O.P 192)
19	消防水箱車	容量：7000 公升 操作壓力：4~15 kg/cm ² 出水量：460~890LPM 車機通訊	柴油	1	消防救 災用	廠內消防 隊部 (24M)	已完成	工安組	每值試車
20	消防化學車	水容量：3500 公升 泡沫原液：500 公升 乾粉：250 公斤 操作壓力：4~15 kg/cm ² 出水量：400~750LPM 車機通訊	柴油	1	消防救 災用	廠內消防 隊部 (24M)	已完成	工安組	每值試車
21	消防器材車	高空照明燈、排煙機、 110v/220v 發電機及延長 線、各類破壞器材、救災 備品及車機通訊設備	柴油	1	消防救 災用	廠內消防 隊部 (24M)	已完成	工安組	每值試車
22	消防指揮車	兼救災先導車 操作壓力：4~15 kg/cm ² 出水量：460~890LPM 車機通訊	汽油	1	消防救 災用	廠內消防 隊部 (24M)	已完成	工安組	每值試車
23	移動式消防泵	操作壓力：4~15 kg/cm ² 出水量：460~891LPM (油耗約 9.0 L/Hr)	汽油	3	消防救 災用	廠內消防 隊部 (24M)	已完成	工安組	每月測試
24	空氣呼吸器	9 公升/300bar/60 分鐘 消防隊部 22 套/備用鋼瓶 78 支 廠房內配置 78 套/備用鋼 瓶 95 支	無	100 套/ 備用 鋼瓶 193 支	消防救 災用	廠內消防 隊部及廠 房內	已完成	工安組	每六個月檢查功能 正常
25	移動式砲塔	操作壓力：4~15 kg/cm ² 出水量：460~891LPM	消防 車	6	消防救 災用	廠內消防 隊部 (24M)	已完成	工安組	每 3 個月測試
26	移動式發電機	110v/220v (KOSIKA KG3500 型) (油耗約 1.7 L/Hr @2.8KVA 輸出)	汽油	3	消防救 災用	廠內消防 隊部 (24M)	已完成	工安組	每月測試
27	排煙機	5700fpm	電力	3	消防救 災用	廠內消防 隊部 (24M)	已完成	工安組	每月測試
28	砂包	20kg	無	170	消防救 災用	廠內消防 隊部 (24M)	已完成	工安組	每六個月檢點
29	輸水軟管	1" ϕ , 公尺	無	100 公尺	積水抽 排	#1 輔機 74'	已完成	廢料處理 組	每半年點檢
30	輸水軟管	1" ϕ , 公尺	無	100 公尺	積水抽 排	#2 輔機 74'	已完成	廢料處理 組	每半年點檢
31	輸水軟管	3/4" ϕ , 公尺	無	100 公尺	積水抽 排	#1 輔機 74'	已完成	廢料處理 組	每半年點檢
32	輸水軟管	3/4" ϕ , 公尺	無	100 公尺	積水抽 排	#2 輔機 74'	已完成	廢料處理 組	每半年點檢
33	氣動泵	揚程(Suction lift) 06 公尺	高壓 空氣	1 台	積水抽 排	#1 輔機 74'	已完成	廢料處理 組	每半年點檢
34	氣動泵	揚程(Suction lift) 06 公尺	高壓 空氣	1 台	積水抽 排	#2 輔機 74'	已完成	廢料處理 組	每半年點檢
35	氣動泵	揚程(Suction lift) 10 公尺	高壓 空氣	1 台	積水抽 排	#1 輔機 74'	已完成	廢料處理 組	每半年點檢
36	氣動泵	揚程(Suction lift) 10 公尺	高壓 空氣	1 台	積水抽 排	#2 輔機 74'	已完成	廢料處理 組	每半年點檢
37	移動式發電機	110v/220v (KOSIKA KG3000 型) (油耗約 1.5 L/Hr @2.3KVA 輸出)	汽油	4 台	輻射偵 測儀器 後備電 源	#1/#2 輻防 教室 (15M)	已完成	保健物理 組	每月測試

38	電動空壓機	容積：6 公升；輸出壓力： 8 kg/cm ² ；馬力：2HP；	110V AC 電力	3 台	氣動閥 操作	救援設備 倉庫(原工 具庫) (24M)	100.6.23	機械組	每三個月點檢
----	-------	--	------------------	-----	-----------	-------------------------------	----------	-----	--------

2.1.3.3 已知之承諾偏差事項、其可能影響及矯正規劃

1. 依據程序書 192 救災用器材維護及管理程序書，移動設備包括移動式柴油發電機、汽油引擎抽水機等每週或每月執行自動檢查、測試及維護，以維持在可用的狀態。
2. 若固定裝設之安全保護系統設備發生任何偏離，本廠依據下列相關程序書進行安全評估及矯正措施之執行：
 - a. 值班人員即馬上依照程序書 1102.01 開出請修單，並判定是否進入運轉規範/技術手冊之運轉限制條件(LCO)、若影響安全系統則依狀況宣告不可用，並進行通報（程序書 113 異常事件書面報告作業程序）。
 - b. 各組和核安處駐廠安全小組人員依程序書 1115.01 不符合品質案件處理管制程序準則填發 NCD 品質不符通知、若涉及 10CFR21 事項則依規定進行通報。
 - c. 請修單、NCD 等矯正措施的規劃視需要依下列程序書辦理：
 - ◆ 若對於機組有造成潛在性跳機、關鍵性組件/環境的檢修工作，則依程序書 112「潛在性機組急停 / 跳機或其它危險之檢修工作作業程序(SWP)（經驗回饋 1）」辦理。
 - ◆ 依程序書 1114.03「禁止操作卡管制程序」完成掛卡。
 - ◆ 依程序書 1110.01「品質查證作業程序」辦理查證工作。
 - ◆ 依程序書 1115.03「營運期間安全相關組件按法規要求執行修理與更換(Code Repair & Replacement)程序書」執行檢修。
 - ◆ 依程序書 1115.02「臨時性 NON - CODE REPAIR 管制程序書」執行檢修。
 - ◆ 依程序書 1103.01「電廠設計修改管制」提出設計修改(DCR)。
 - ◆ 依程序書 1103.04「核能電廠設備／組配件更新作業管制程序書」提出組配件更新、修改(EMR)。

- ◆ 依程序書 1102.02「儀器、電氣設備設定點變更管制」提出設定點變更。
- ◆ 依程序書 1102.03「設定值暫時變更及臨時性設備變更、線路管路拆除、跨接工作管制程序書」提出臨時性變更。

2.1.3.4 福島一廠事故後業主自主確認的持照承諾

1. 因應恆春斷層（鄰近本廠）新事證發現，台電已加速進行地質調查及核電廠耐震能力評估。本項工作流程規劃，詳以下附件 3 所示，其工作內容及時程規劃如次：

(1) 規劃階段

98 年 12 月 30 日委請核能研究所辦理「核能電廠廠址地質穩定性及地震危害度再評估計畫」，規劃廠址附近海陸域地質調查工作，並規劃專家審查調查報告。

(2) 調查階段

99 年 11 月 10 日委託中興工程顧問公司辦理「營運中核能電廠補充地質調查工作」，內容包括廠址附近海陸域地質調查、地球物理探測、地形測量、各項試驗等，已於 101 年 11 月完成。

(3) 評估階段

- a. 請原設計顧問公司泰興公司根據美國核能法規辦理耐震餘裕評估(SMA)，評估在超越設計基準情境下，電廠廠房及設備組件提供安全停機及餘熱移除的能力，預定 102 年 12 月完成，並依評估結果進行必要之耐震補強工作。
- b. 依 2009 年美國機械工程師學會(ASME)規範，辦理耐震安全度評估(SPRA)。預定 103 年 10 月完成。

2. 已建置電廠與中央氣象局地震與海嘯預警系統連線，並已建置警示與維護機制，目前正持續蒐集傳送訊息，作為未來配合中央氣象局地震測報中心相關精進參考。
3. 台電公司已洽請中央氣象局地震測報中心協助規劃建置本廠廠區井下地震儀裝設，可有效監控廠房基礎震度及進行地震後之後續評估。

4.本廠檢討地震後，可能因而導致喪失廠外電源所採行之強化措施如下：

- a. 若兩部機A、B串緊急柴油發電機均因故失效，則可於拆除電氣連鎖後，由第五台緊急柴油發電機同時供應至兩部機之其中一串ESF匯流排電力。另外，A、B串緊急柴油發電機若可用，亦可於拆除電氣連鎖後，同時支援供電至另一部機組之ESF匯流排。
- b. 當所有AC電源均無法恢復，且預期短期內無法恢復供電時，同時進入程序書1451機組斷然處置程序指引，利用移動式柴油發電機引接至AC、DC所需之緊急電源。

5. 本廠檢討地震後，可能因而導致廠外道路交通中斷且非正常上班時段時，所採行之強化措施為：已登錄居住恆春地區各類專長人員 103 人（含運轉），事故時可優先通知進廠協助機組運轉工作；各類專長協力廠商亦比照列冊，於徵得其同意進廠協助設備搶修維護工作。

6. 重要廠房內的吊車，除了檢視其停用期間的妥當停駐點並明訂於相關程序書內容來規範之外，同時，本廠亦已完成加裝該吊車在水平軌道方向的固鎖裝置，使其於地震時不會因水平軌道方向的位移而離開停駐點。

7. 本廠檢討地震後，伴隨衍生其他複合式災害時，需增購用以減緩事故或搶救機組的備援設備、物資詳列如下表：(B 類，100.6.30 後增購)

核三廠「因應日本福島事件總體檢第十項設備備品、器材、工具建置」規劃表(100.6.30 後增購，更新日：102.05.20)

序號	器材名稱	規範	動力源	數量	用途	備置場所	(預定)備置時程	負責部門	營測/檢查週期
1	移動式發電機	110v/220v (KOSIKA KG3000 型) (油耗約 1.5 L/Hr @2.3KVA 輸出)	汽油	2	輻射偵測儀器後備電源	#1/#2 輻防教室 (15M)	100.8.19	保健物理組	每月測試
2	砂包	20kg	無	430	消防救災用	廠內消防隊部 (24M)	100.11.30	工安組	每六個月檢點
3	消防水庫車	容量：12000 公升 操作壓力：10 kg/cm ² 出水量：4000LPM 車機通訊	柴油	1	消防救災用	廠內消防隊部 (24M)	101.05	工安組	每值試車
4	消防泡沫車	水容量：7000 公升 泡沫原液：3000 公升 操作壓力：4~15 kg/cm ² 出水量：750~1500LPM 車機通訊	柴油	1	消防救災用	廠內消防隊部 (24M)	100.12.26	工安組	每值試車
5	4.16KV 柴油發電機	額定輸出功率：1500KW 提供 4.16KV 之電源	柴油	2 台	提供臨時電源	救援設備倉庫(原工具庫) (24M)	101.07	電氣組	每三個月點檢
6	柴油引擎抽水 泵	流量：600LPM 揚程：15M 吸程：7 米	柴油	30	臨時抽水用	救援設備倉庫(原工具庫) (24M)	100.10.25	修配組	每月(S.O.P 192)

7	柴油引擎泵	流量：600LPM 揚程：65M	柴油	3	臨時送水用(CST 傳送泵後備)	救援設備倉庫(原工具庫)(24M)	100.11.17	修配組	每月(S.O.P 192)
8	柴油引擎泵	流量：1600LPM 揚程：30M	柴油	2	消防栓出口升壓用(升壓泵)	救援設備倉庫(原工具庫)(24M)	100.11.17	修配組	每月(S.O.P 192)
9	柴油引擎泵	流量：1000LPM 揚程：56M	柴油	2	臨時送水用(生水池)	救援設備倉庫(原工具庫)(24M)	100.11.17	修配組	每月(S.O.P 192)
10	柴油引擎發電機	額定輸出功率：370KVA 提供 110V、220V 及 480V 之電源	柴油	10	提供臨時電源	救援設備倉庫(原工具庫)(24M)	100.11.17	修配組	每週(S.O.P 192)

2.2 現行設計基準之餘裕評估

2.2.1 地震導致燃料的嚴重受損的範圍

2.2.1.1 弱點及地震嚴重強度之瀕危效應

1. 台電公司依據各廠功率運轉活態安全度評估報告分析資料(參考台電公司 1995 年活態 PRA 報告)，其採用地震危害度分析曲線與耐震強度分析結果，計算地震時對各安全相關系統的影響，並經過該分析人員與電廠 SRO 討論出可能之事故序列，判定本廠可能因地震導致損害之安全結構/設備。然而電廠內設備過多，限於物力與人力下，實際無法進行所有設備進行故障模式與效應分析，故訂定篩濾原則，如下：

- (1) 設備或結構物之耐震中值等於或少於 3.0g (本原則係因強度大於 3.0g 的地震機率較小)
- (2) 設備或結構之 HCLPF(High-Confidence-Low-Probability of Failure) 值小於合理的最大地表加速度，此值與廠址之地震危害度分析曲線有關。(HCLPF 之物理意義為此地表加速度下，有 95%的信心此設備或結構僅有 5%的故障率)

經上述兩原則篩濾下。可得下列列表之重要設備及結構物之耐震排序。

識別編號	結構物／設備	失效模式	耐震強度中值(g)
S01	Gas turbine	Coupling cap screw	0.30

S02	Offsite power	General failure	0.40
S31	#5 Diesel Generator	Support failure	1.20
S05	Component cooling water pump	Foundation anchor Bolts	1.39
S06	125-V DC distribution panel	Structural	1.48
S07	480-V motor control center	Structural	1.55
S08	Diesel fuel-oil storage tank	Pipe failure due to tank sliding	1.90
S09	480-V load center chatter	Chatter	1.96
S10	Auxiliary/control building	Shear wall failure	2.00
S11	Interposing-logic cabinets	Generic structure	2.01
S12	Component cooling water heat exchanger	Mid support anchor bolts	2.11
S13	125-V DC batteries and racks	Bay connection bolts	2.13
S14	Diesel generator auxiliaries	Tank anchorage	2.17
S15	Refueling water storage tank	Shear failure of tank wall	2.20
S16	Diesel generator	Frame structure	2.23
S19	480-V load centers	Structural	2.40
S20	Diesel engines	Govenor Function	2.49
S21	Diesel generator Cabinet chatter	Chatter	2.49
S22	Component cooling water building	Shear wall failure	2.50
S23	4.16 KV switchgear chatter	Chatter	2.60
S24	Essential chilled water pump	Pump hold-down bolts	2.69
S26	Diesel generator building	Shear wall failure	2.80
S27	120-V AC distribution pannel	Structural	2.86
S29	Containment fan cooler	Structure column flange	3.00

2. 核三廠地震評估 PRA 事件樹分析結果如附圖 3-1 所示：

可能因地震而衍生之地震事件樹詳如下表所示，其中除最後兩項因為 RCS 破裂的 cliff edge 甚低，無法產出新的成功路徑外，其餘均檢討其成功路徑及 cliff edge。

核三廠地震事件樹列表

地震衍生事件樹	說明	是否已在地震壓力測試事件樹成功路徑內考量
E0	地震 且喪失外電	是
E0R	地震 且喪失外電 且 RWST 完整性損壞	是
E05	地震 且喪失外電 且第 5 台柴油機損壞	是
E05R	地震 且喪失外電 且第 5 台柴油機損壞 且 RWST 完整性損壞	是
E0D	地震 且喪失外電 且 1A、1B 柴油機損壞	是
E0DR	地震 且喪失外電 且 1A、1B 柴油機損壞 且 RWST 完整性損壞	是
EOQ	地震 且喪失外電 且 RCS 壓力邊界完整性損壞	否 但 RCS 破裂的 cliff edge 甚低，無法產出新的成功路徑
E05Q	地震 且喪失外電 且第 5 台柴油機損壞 且 RCS 壓力邊界完整性損壞	否 但 RCS 破裂的 cliff edge 甚低，無法產出新的成功路徑

由該附圖內所述之 PRA 事件樹分析，其成功路徑共有 4 條：

(1)地震導致喪失外電 ➔ 反應器急停 ➔ 以 DC 控制之汽機帶動輔助飼水泵移熱 ➔ 若廠內 AC 電源成功建立(可持續 DC 電源)➔ 冷卻成功

(2)若廠內 AC 電源成功建立 ➔ 以 AC 馬達帶動輔助飼水泵移熱 ➔

冷卻成功

(3) 喪失二次側熱沉 → 以一次側高壓注水並開啟 PZR PORV 移熱
(需搭配高壓注水再循環模式移熱及圍阻體移熱) → 冷卻成功

(4) SG 後備補水(柴油引擎消防泵)成功 → 冷卻成功

由該附圖內所述之 PRA 事件樹分析計算方法，依 Cliff Edge 定義為各冷卻成功路徑中安全餘裕最高者之最低標題之耐震度為代表，故即為成功路徑(1)或(2)之 1.48g。

總結核三廠地震案例之各成功路徑之安全餘裕及其 Cliff Edge，改善重點包括：

- (1) 加強 G/T 之 Coupling Cap Screw，提升肇始事件耐震度。
- (2) 加強消防水至 S/G 之注水管路，增加成功路徑(4)的安全餘裕。

2.2.1.2 強化防護能力的措施

為強化防護能力，本廠進行以下程序書及硬體改善措施：

- (1) 新增 1451 機組斷然處置程序指引，指引使用各種救援設備，包括蒸汽產生器後備補水、用移動式柴油發電機接至緊急所需 AC、DC 電源，維持控制室監控功能等。同時評估執行圍阻體排氣，避免氫氣累積發生爆燃與圍阻體過壓、持續監控用過燃料池水位與溫度，必要時採取緊急補水措施，維持用過燃料池冷卻、並執行恢復機組長期冷卻能力指引，以阻止電廠產生瀕危效應。
- (2) 進行下兩表所列改善案強化各種複合式災害之防禦與救援能力

編號		內容
DCR	M1-4256 M2-4257	由 BL-V023 下游盲板接消防水帶補水至 RCS(需製作消防水帶快速接頭)，已於 101 年 3 月 12 日完成。
	M1-4258 M2-4259	由 AP-V020 上游盲板接消防水帶補水至 CST(需製作消防水帶快速接頭)，已於 100 年 12 月 14 日完成。
	M1-4261 M2-4262	由 BN-V005 下游沖洗盲板接消防水帶補水至 CTMT(需製作消防水帶快速接頭)，已於 100 年 11 月 8 日完成。
	M1-4273	從用過燃料池增設管路至燃料廠房 100 呎鐵捲

	M2-4274	門外。(消防車可在廠房外補水入用過燃料池)，已於 101 年 3 月 19 日完成。
	M1-4304 M2-4305	於 AP-P100, 101 進出口隔離閘上、下游增加歧管。(柴油引擎泵可替代執行動力補水)，已於 101 年 12 月 14 日完成。
	M1-4372 M2-4373	於用過燃料池上方增設噴灑管路，已於 101 年 12 月 14 日完成。
	M1-4145 M2-4146	AL-P020 燃料油槽(N-AL-T021)移位, 增加可由輔助鍋爐供油管線供油，已於 102 年 3 月 6 日完成。
	M1-4286 M2-4287	燃料廠房燃料池增設氫氣濃度監測系統，已設計完成，目前正施工中。
	M0-4285	NSCW 廠房各泵房間增設水密門及防水牆，已於 100 年 11 月 9 日完成。

編號		內容
MMR	M0-0683	於廠用海水取水池上方增設防雜物蓋板，已於 100 年 6 月 24 日完成。
	M1-0712 M2-0713	用過燃料池利用廠內消防系統緊急補水時需有固定架以架設固定消防瞄子，已於 101 年 2 月 29 日完成。

本廠預定分於一、二號機廠房/安全重要設備之門，規劃增設擋水設施(1 公尺高)之位置及門號(如下)。

一號機部份

序 號	廠 房/高程	門 號	形 式 (單扇或雙扇)	備 註	MMR 編號
緊急柴油發電機廠房(ZD)					
1	D/G, EL. 100'	338	單扇	逃生門	M1-0735
2	D/G, EL. 100'	347	雙扇	防飛射物門	
3	D/G, EL. 100'	337A	單扇	逃生門	
4	D/G, EL. 100'	339A	單扇	逃生門	
5	D/G, EL. 100'	340	單扇	逃生門	
6	D/G, EL. 100'	348	雙扇	防飛射物門	
控制廠房(ZA)					

7	C/B, EL. 100'	98	雙扇	防飛射物門	M1-0737
8	C/B, EL. 100'	115	單扇	逃生門	
輔助廠房(ZA)					
9	A/B, EL. 100'	226	單扇	逃生門	M1-0733
10	A/B, EL. 100'	238	雙扇	防飛射物門	
11	A/B, EL. 100'	255	單扇	逃生門, 西	
12	A/B, EL. 100'	251	雙扇	設備進出門	
核機冷卻水廠房(ZA)					
13	CCW, EL. 100'	317	雙扇	設備進出門	規劃開立 中
燃料廠房(ZF)					
14	F/B, EL. 100'	321	單扇	內門	M1-0733
15	F/B, EL. 100'	322	單扇	內門	
16	F/B, EL. 100'	323	單扇	內門	
CST 廠房(ZY)					
17	CST 廠房 98.5'	10	單扇 3-C-ZY-810	一般進出門	除以 M1-0739 設 計增加 2 呎 高擋水堰 外, 並另規劃 增加 1 公尺 高之擋水設 施(本 MMR 規 劃開立中)
18	CST 廠房 98.5'	11	單扇 3-C-ZY-810	一般進出門	
RWST					
19	燃料填換儲水 池	12	單扇 3-C-ZY-810	一般進出門	規劃開立 中
行政通道廠房(ZG)					
20	通道廠房 EL. 100'	1-1	雙扇	經常進出門	M1-0737
廢料廠房(ZR)					
21	R/B, EL. 100'	369	單扇	一般進出門	M0-0732
22	R/B, EL. 100'	371	雙扇	一般進出門	
23	R/B, EL. 100'	372	單扇	一般進出門	

24	R/B, EL. 100'	379	雙扇	一般進出鐵捲門	
25	R/B, EL. 100'	421	雙扇	一般進出門	
26	R/B, EL. 100'	SD1	單扇	鐵捲內門	
新廢料廠房					
27	新廢料廠房， EL. 100'	廢棄物貯存庫隧道口增設防水閘門			M0-0889
第 5 部柴油發電機廠房(ZD)					
NSCW					
28		NSCW 對外開口處			M0-0853

二號機部份

序 號	廠 房 / 高 程	門 號	形 式 (單扇或雙扇)	備 註	MMR 編號
緊急柴油發電機廠房(ZD)					
1	D/G, EL. 100'	338	單扇	逃生門	M2-0736
2	D/G, EL. 100'	347	雙扇	防飛射物 門	
3	D/G, EL. 100'	337A	單扇	逃生門	
4	D/G, EL. 100'	339A	單扇	逃生門	
5	D/G, EL. 100'	340	單扇	逃生門	
6	D/G, EL. 100'	348	雙扇	防飛射物 門	
控制廠房(ZA)					
7	C/B, EL. 100'	98	雙扇	防飛射物 門	M2-0738
8	C/B, EL. 100'	115	單扇	逃生門	
輔助廠房(ZA)					
9	A/B, EL. 100'	226	單扇	逃生門	M2-0734
10	A/B, EL. 100'	238	雙扇	防飛射物	

				門	
11	A/B, EL. 100'	255	單扇	逃生門, 西	
12	A/B, EL. 100'	251	雙扇	設備進出 門	
核機冷卻水廠房(ZA)					
13	CCW, EL. 100'	317	雙扇	設備進出 門	規劃開立 中
燃料廠房(ZF)					
14	F/B, EL. 100'	321	單扇	內門	M2-0734
15	F/B, EL. 100'	322	單扇	內門	
16	F/B, EL. 100'	323	單扇	內門	
CST 廠房(ZY)					
17	CST 廠房 98.5'	10	單扇 3-C-ZY-810	一般進出 門	除 以 M2-0740 設計增加 2 呎 高擋水堰外, 並 另規劃增加 1 公尺高之擋水 設施(本 MMR 規 劃開立中)
18	CST 廠房 98.5'	11	單扇 3-C-ZY-810	一般進出 門	
RWST					
19	燃料填換儲水 池	12	單扇 3-C-ZY-810	一般進出 門	規劃開立 中
行政通道廠房(ZG)					
20	通道廠房 EL. 100'	1-1	雙扇	經常進出 門	M2-0738

- (3) 已委託中興工程顧問公司進行氣渦輪發電機組耐震評估, 已於 101 年底完成耐震補強規劃設計。因核三廠將進行第五台柴油機廠房之水密門及防水強化改善, 暫時不急於執行氣渦輪機廠房耐震補強計劃。。
- (4) 本廠已於程序書 1451「機組斷然處置程序指引」中建立救援策略 MS.1-01「手動操作汽機帶動或柴油引擎帶動輔助飼水泵」, 在喪失緊要 DC 電源時可以利用手動操作汽機帶動輔助飼水泵, 補水注入

蒸汽產生器。因為此救援操作不受緊要 DC 電源耐震能力(1.48g)的限制，而可將 Cliff Edge 提升至 1.90g，增加成功路徑(1)及(2)之安全餘裕。

2.2.2 可承受不喪失包封圍阻體完整性的地震強度

本廠結構物耐震餘裕，依 100 年 11 月「營運中核能二、三廠耐震安全餘裕評估計畫第一次報告」結果如下表所列：

結構物	地表加速度中值
Containment Exterior Shell	5.8g
Concrete Internal Structure	3.3g
Auxiliary/Control Building	2.0g
Diesel Generator Building	2.8g
Component Cooling Water Building	2.5 g
NSCW Pump House	4.4 g

2.2.3 超過 DBE 的地震及伴隨超過 DBF 的水災

2.2.3.1 考量電廠地理位置與設計，本情境發生的可能性

1. 廠址內及周邊無溪流、水壩、土石流之潛勢溪流；鄰近之龍鑾潭最高水位（溢流口）16.5 公尺，雖然較本廠房區地面的 15 公尺高出 1.5 公尺，但兩地之間有高程約 30 公尺自然高地屏障、隔離。因此，地震時也沒有因該潭潰堤而造成潭水淹入廠區或土石流之疑慮。
2. 廠址西北角設置兩座五萬噸生水池，地面高程約 51 公尺。雖然較本廠房區地面的 15 公尺高出 36 公尺，但兩地之間有自然高地屏障、隔離，且水池西側地形低於水池基地。因此，地震時也沒有因該生水池崩潰而造成池水淹入廠區或土石流之疑慮。
3. 東側 5000 噸消防水槽遠在 500 公尺外，地震時亦無因該消防水槽崩潰而造成生水淹入廠區之疑慮。

因此本廠不會因為超過 DBE 的地震而引發超過 DBF 的水災

2.2.3.2 弱點、故障模式及瀕危效應

本廠周邊環境如上節所述，因為無洪水來源，因此只有超出 DBE 的狀況，無超出 DBF 狀況，即無因地震引發水災之弱點或瀕危效應。

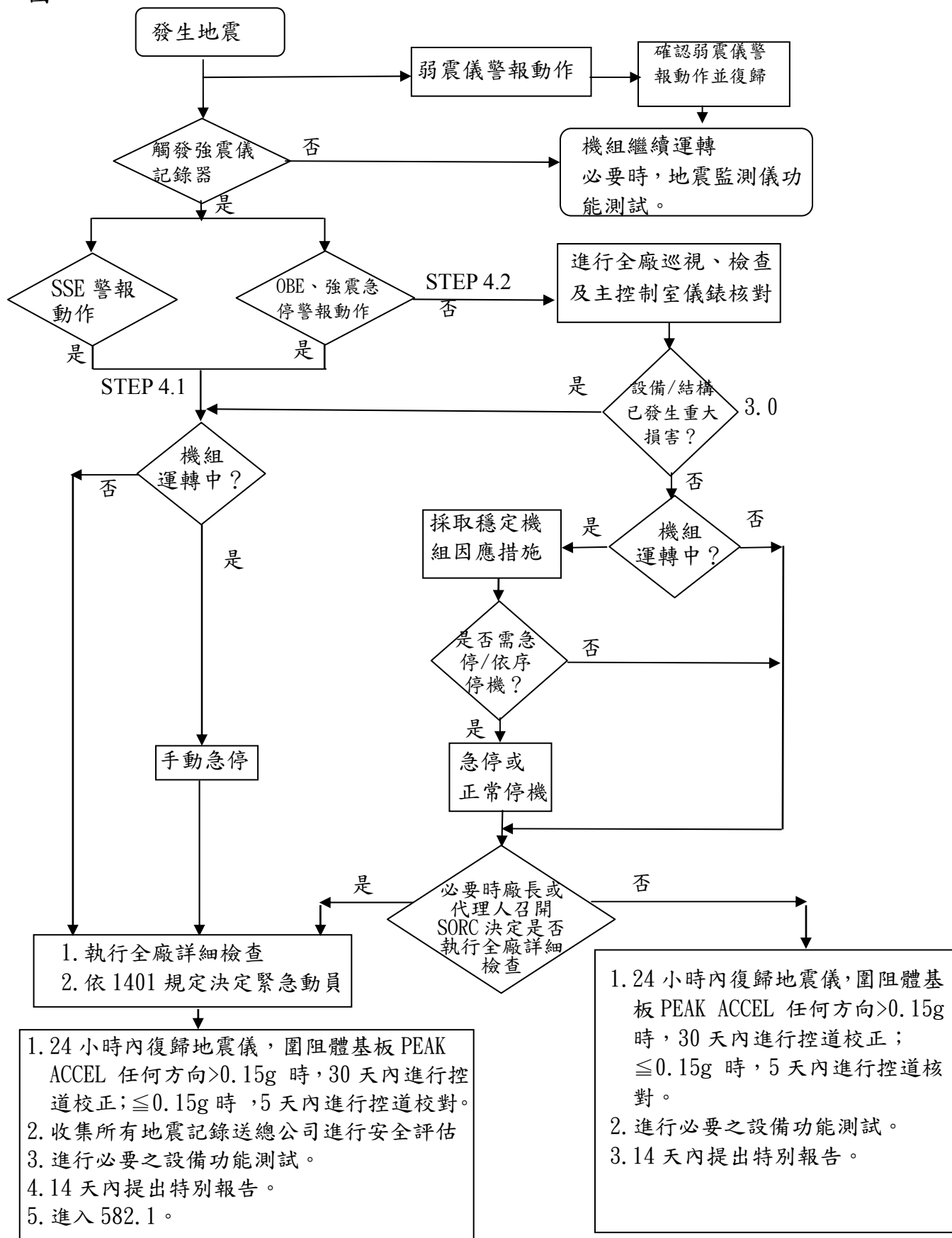
2.2.3.3 強化防護能力的措施

本廠雖然無須因為地震引發水災而採行強化防護能力，但本廠仍將依中興顧問公司所進行「核能一、二及三電廠生水系統耐震評估及補強設計技術服務」一案所建議，將對兩座五萬噸生水池及 5000 噸消防水槽、2000 噸生水池進行結構補強，強化其結構強度，提高耐震能力。

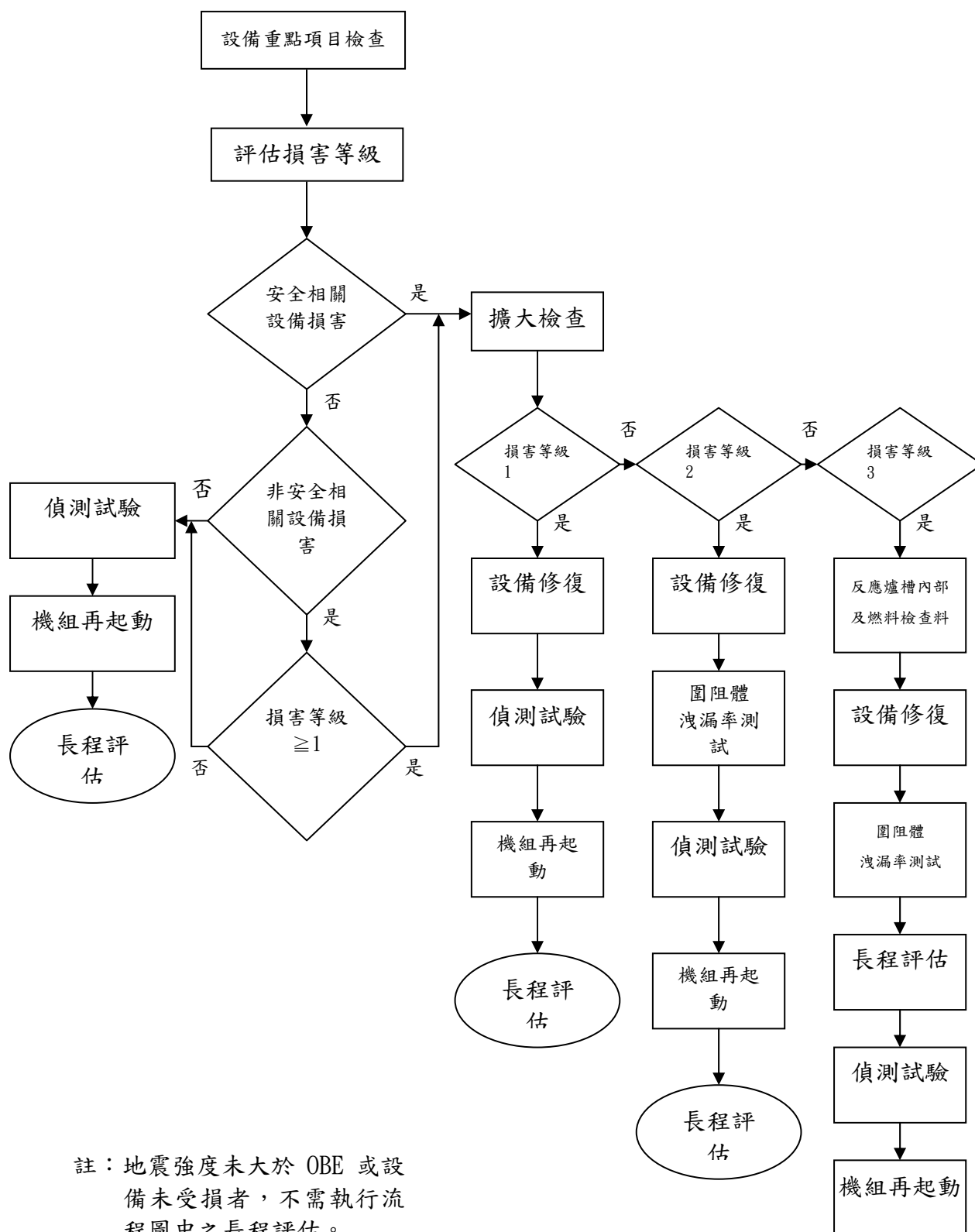
參考文獻

- 1.經濟部中央地質調查所特刊第二十三號（2009 年 12 月），中央地質調查所
- 2.核能三廠功率運轉活態安全度評估（84 年 12 月），核研所
- 3.台灣電力公司核三廠期終安全分析報告（FSAR），台灣電力公司
- 4.核三廠地震評估 PRA 事件樹分析，台灣電力公司

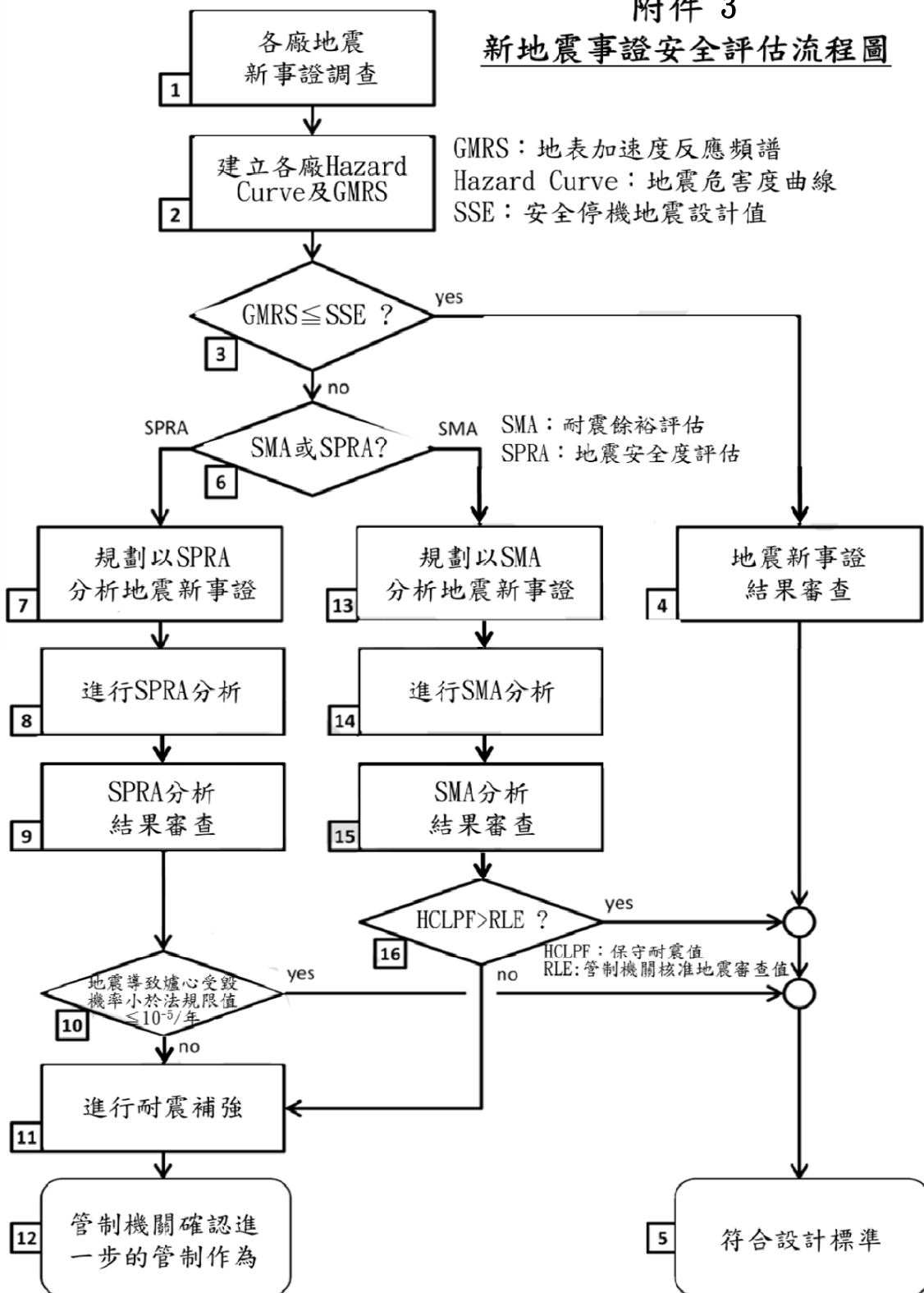
附件 1: 強震處理流程
圖



附件 2：強震停機檢查、測試、機組再起動評估流程圖



附件 3 新地震事證安全評估流程圖



FSAR APPENDIX 2B

2B.3 DESCRIPTION OF EXCAVATIONS

Figures 2B-1 through 2B-4 illustrate the yard area excavation along with the deeper power block structural excavations. The original ground surface in the yard area varied from about 15 meters to 34 meters above mean sea level. The general yard area was cut down to approximately elevation 15 meters with enough variation to promote surface drainage over the area. The deeper power block structural excavations were made within the large yard area and extend down to various elevations depending upon the particular structure they are designed to contain. The deepest power block excavations are those for the circulating water discharge tunnels where they exit from the turbine buildings of both units. These extend down to an elevation of 4.9 meters below sea level.

It should be noted that for convenience of design, plant elevations have been converted to the English system with absolute elevation 15.00 meters equalling plant elevation 100 feet 0 inches. Plant elevations are usually expressed in this manner and therefore do not reflect the true elevation (based on the mean sea level datum). In this appendix, elevations expressed in meters are true elevations.

The perimeter slopes of the yard area were made at a gradient of approximately 1:1 (one horizontal to one vertical) with intervening drainage terraces. Power block excavation slopes were generally cut at a gradient of one-half horizontal to one vertical. Several slopes were modified to flatter gradients because of instability. This is discussed in subsection 2B.5.1.

Standard earthmoving equipment accomplished the excavation work. Backhoes performed the final trimming of cut slopes.

2B.4 GEOLOGIC CONDITIONS

2B.4.1 POWER BLOCK AREA

This subsection presents geologic conditions as exposed in yard area and power block excavations. Descriptions of regional geology are found in section 2.5, Report of Hengchun Fault Investigation(), and Site Selection Report(?).

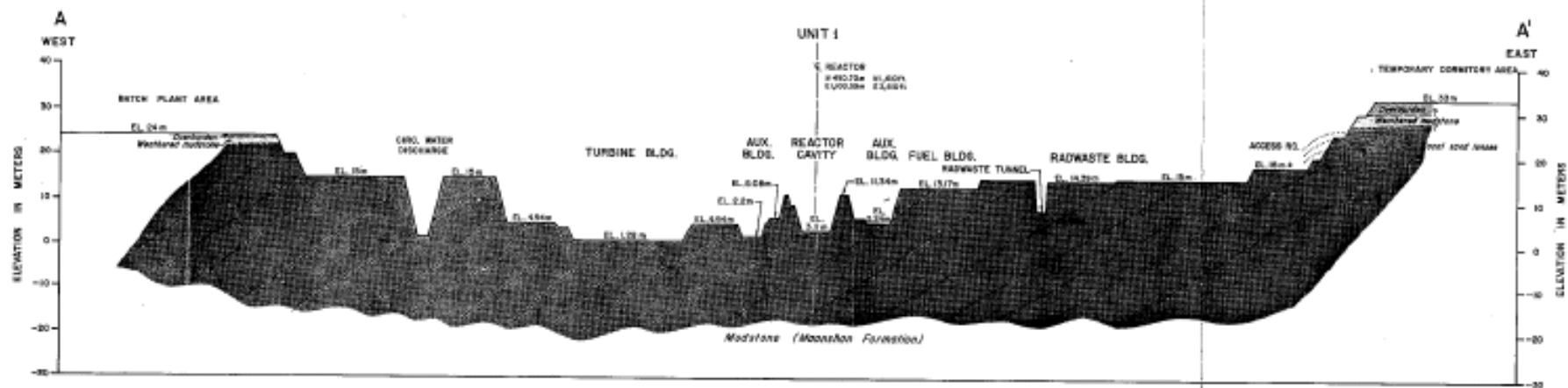
The general surface geology of the yard area is shown in figure 2B-1. Geologic conditions in power block excavations are illustrated by figures 2B-2, 2B-3, 2B-4, and 2B-5. A detailed geologic log of the east slope of the yard area is shown in figure 2B-6 (4 sheets). Subsurface conditions

are illustrated by geologic sections, figures 2B-7, 2B-8, and 2B-9.

The power block area excavations exposed gray mudstone covered by a layer of overburden. The upper part of the mudstone is weathered. Figure 2B-1 shown the locations of contacts between overburden, weathered mudstone, and fresh mudstone at elevation 15 meters in the yard area.

Prior to excavation, the overburden in the power block consisted of deposits of brown sandy clay with coral fragments. a layer of well-rounded pebbles and cobbles was locally present at the base. Scattered large coral reef fragments were also present. The clay was generally well consolidated and stiff. Free ground water was present in small amounts in the overburden. Prior to site grading, the overburden in the power block area varied from 0 to slightly over 7 meters in thickness. Much of this has since been removed by the excavation work. Areas where overburden deposits remain are indicated on figure 2B-1.

Fresh unweathered mudstone is the foundation for all major power block structures. The mudstone is a consolidated but uncemented sedimentary rock, has a gray color, and consists primarily of clay and silt with minor amounts of sand. The thickness of the mudstone has not been determined but the rock has been cored to a depth of over 200 meters in the power block area. The mudstone is massive to finely laminated and has abundant joints, most of which are healed or tightly closed. Some joints are filled with black clay.

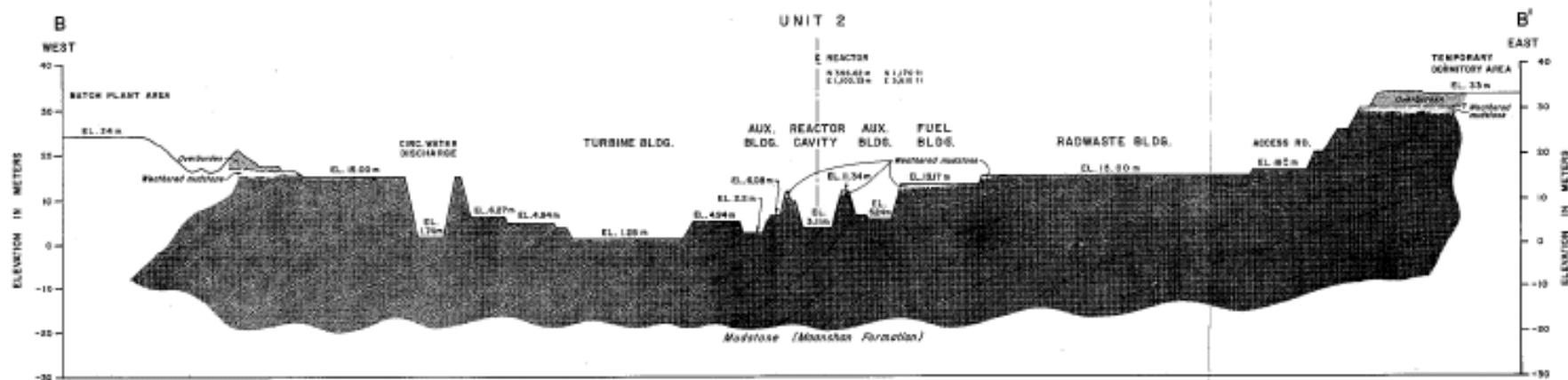


NOTE: Ground surface profile shown with 2% vertical exaggeration; bedding attitudes shown at true apparent angle without vertical exaggeration

SCALE: VERT. 1:500
HORIZ. 1:500

中華民國七十九年
TAIWAN POWER COMPANY
MAANSHAN NUCLEAR POWER STATION UNITS NO. 1 & 2
1990

GEOLOGIC SECTION A-A'
Figure 2B-7

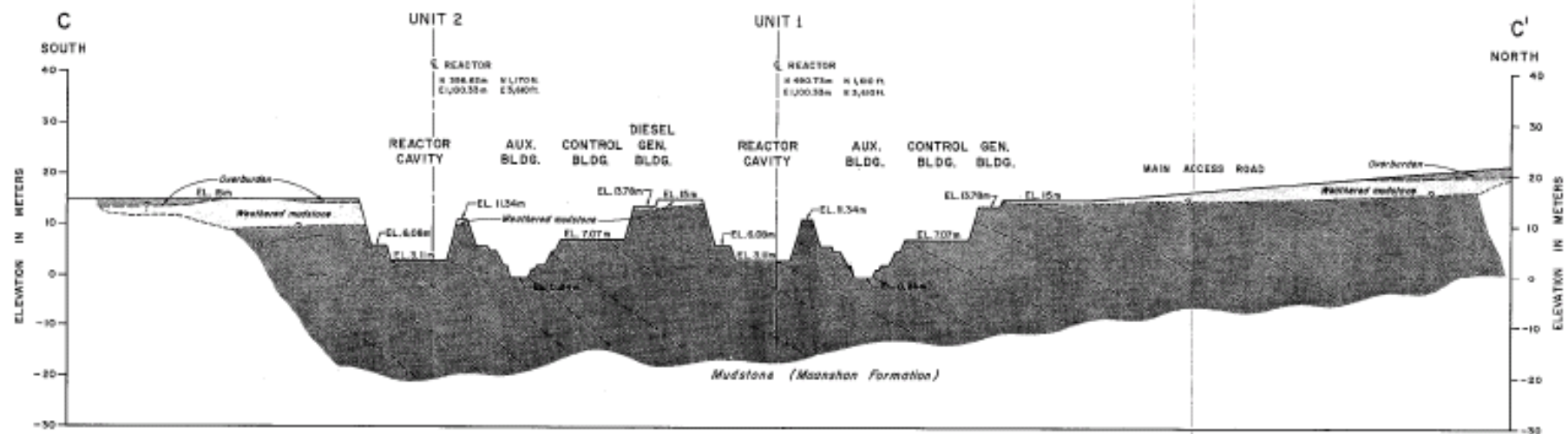


NOTE: Ground surface profile shown with
2 X vertical exaggeration; building
outlines shown at true apparent
angle without vertical exaggeration

SCALE: HORIZ. 1:200
VERT. 1:200

台灣電力公司
TAIWAN POWER COMPANY
NAANSHAN NUCLEAR POWER STATION UNITS NO. 1 & 2
PEAR

GEOLOGIC SECTION B-B'
Figure 2B-8



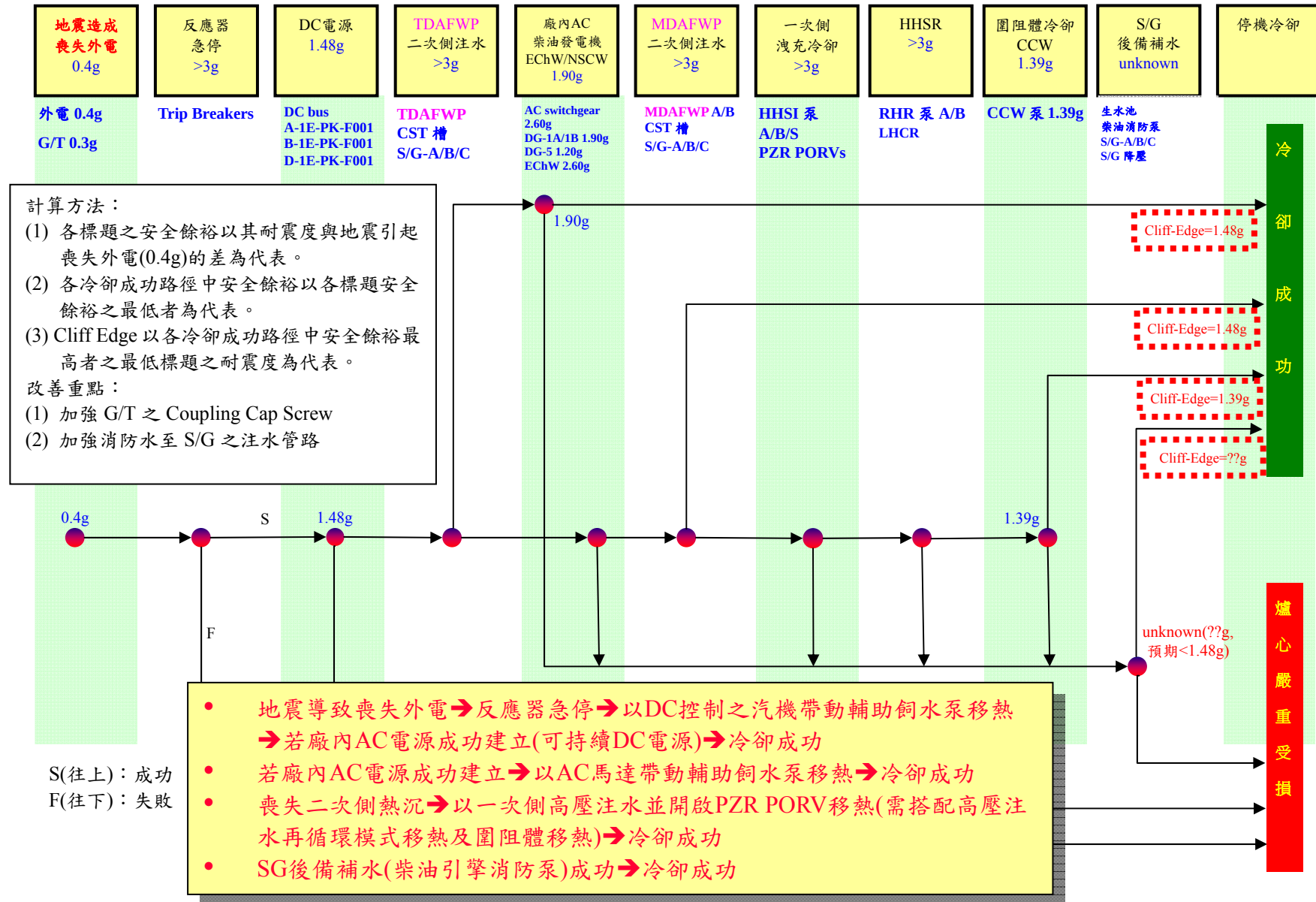
NOTE: Ground surface profile shown with 2x vertical exaggeration; bedding attitudes shown at true apparent angle without vertical exaggeration

SCALE: VERT. 1:500
HORIZ. 1:1000

臺灣電力股份有限公司
TAIWAN POWER COMPANY
MAANSHAN NUCLEAR POWER STATION UNITS NO. 1 & 2
FSAR

GEOLOGIC SECTION C-C'
Figure 2B-9

附圖 3-1. 核三廠地震評估事件樹



3. 水災

3.1 設計基準

3.1.1 能抵抗的水災

3.1.1.1 設計基準水災(DBF)的特性

依據本廠 FSAR 所述，水災可能發生的原因為海嘯或豪大雨，需防範之設計基準水災(DBF)的說明如下：

1. 海嘯水災：廠址高程位於海平面上 15 公尺；環台各地潮差都不同，本廠鄰近海域有紀錄之最大潮差為高雄港的 4.03 公尺；依鄰近區域歷次海嘯高度紀錄及鄰近海域地層結構推算出本廠最大海嘯溯上高度為 12.53 公尺，因此無海嘯引發廠區水災之虞。

2. 豪大雨水災評估方法：

廠址降雨紀錄不足以作為推估最大可能降雨量，因此選四個鄰近的中央氣象局測候站記錄推估最大可能降雨量，此四個測候站為大武、台東、高雄及恆春測候站。

依據取得的測候站記錄，並以 Gumbel Method 推估得各測候站不同回歸期的一小時最大降雨強度如下表：

Return Period	Maximum Hourly Rainfall (mm)								Observation Period
	2.33	10	50	100	200	500	1000	10000	
Tawu	61	93	125	139	152	170	184	228	'40-'75
Taitung	51	72	93	101	110	122	131	160	'42-'75
Kaohsiung	54	82	110	122	133	149	160	199	'42-'75
Hengchun	62	85	109	118	128	140	151	183	'42-'75

以上項所得結果與台灣各地最降雨量相比較 (FSAR TABLE 2.4-3)、繪製於世界最大雨量包絡曲線 (the envelope curve of the world's greatest point rainfall. , FSAR TABLE Fig. 2.4-5)，台灣最大時降

雨量 176 mm 極接近恆春站萬年一次時降雨量 (183 mm)，而台灣短降雨延時之包絡曲線， $R=9.9D^{0.6}$ ，甚低於世界包絡曲線，因此採用 10000 年回歸期時降雨量， $R_1=228\text{mm}$ 為馬鞍山廠址最大可能降雨量 (PMP)。

3. 海嘯水災評估方法：

依據海嘯來源位置，有三種海嘯可能襲擊馬鞍山（本廠）海岸，(1) 那些來自東或北太平洋如智利海嘯或阿拉斯加海嘯、(2) 起源於巴士海峽或呂宋海峽的海嘯及 (3) 起源於南中國海的海嘯；來自太平洋的海嘯對台灣海岸無破壞效果，因為廠址 (site) 位於南灣內，南灣有兩隻手臂（半島）位於其兩側，廠址被保護以抵抗來自太平洋的海嘯；根據中華民國中央氣象局的海嘯紀錄，顯示最高海水位紀錄乃由 1960 年 5 月的智利海嘯及 1964 年 3 月的阿拉斯加海嘯所產生，分別為 0.6m 及 0.15m；兩者都是由最近最大規模（芮氏 8.5）地震所產生，因為這是極劇烈的地震，所產生的水位升卻是如此的小，因此不必對太平洋所產生的海嘯進一步考慮，注意力應放在於巴士海峽、呂宋海峽及南中國海所產生的海嘯。

由於南灣開口朝南，廠址會被來自巴士海峽、呂宋海峽及南中國海所產生的海嘯所影響。而海嘯產生的機制是源於淺層（震央小於 60 公里）且規模大的地震，淺層地震將提供海嘯損害最大的潛力，依據中央氣象局的紀錄，100 年來本地區並無海嘯損害的報告；為提供本區域最大的安全，選一規模 8.0 的地震作海嘯波浪研究，根據 Wilson (1969) 報告，接近震源的海嘯高度可用該地震規模及下式計算

$$\text{Log } H = 0.75 M - 5.0$$

依此，規模 8.0 的地震之海嘯高度為 10m，又由 Wilson 報告，海嘯周期可以其地震規模與下式計算得出

$$\text{Log } T = 0.625 M - 3.31$$

因此，一個規模 8.0 地震之海嘯週期為 49 分鐘，此處 H，T，M，分別為波高，週期與地震芮氏規模。

由震央產生的海嘯來至淺水處，靜水位至波頂高度可以由下式推估

$$\frac{d}{d_o} = \left(\frac{\sqrt{1 + \frac{h_o}{d_o}} - 1}{\sqrt{1 + \frac{h}{d}} - 1} \right)^{\frac{4}{5}} \left(\frac{\sqrt[6]{1 + \frac{h_o}{d_o}} - 1}{\sqrt[6]{1 + \frac{h}{d}} - 1} \right)^{\frac{6}{5}}$$

此處， d_o 及 h_o 分別是震央處靜水位水深及波頂高， h 是水深 k 處靜水位上的波頂高。海底地震經常發生於水深 3000 公尺處。在此狀況下震央海嘯高度為 5 公尺，而位於馬鞍山海岸水深 50 公尺處的波峰 (wave crest) 依上式計算將為 12.5 公尺，根據皺摺曲線，海嘯能量將會消散而波高將降低至 95%。因此，來至馬鞍山海岸前的波峰高將大約 11 公尺。

再從 Iida (1963) 公式，地震規模 (M) 與海嘯規模 (m) 有如下式的關係

$$m = 2.61 M - 18.44$$

由一規模 m 的海嘯，其可能最大溯上高程可經由 Iida 的統計資料預估。假設規模 M 是 8.0 則其可能最大溯上高度約 6-8m。然而依據近 100 年的紀錄，無任何海嘯災難報告。縱然考慮發生在巴士海峽或南中國海的地震，高雄港的波高仍是一般的 (正常 normal)，因此乃採用 Iida 的經驗判斷。將最大潮滿潮位 4.03m 與上述 8.0m 海嘯加上 0.5m 的出水高，決定出最大海嘯高程為 12.53m。

因此設計基準水災 (DBF) 除廠用海水泵室因位於海岸邊需考量海嘯之外，其餘區域僅考量豪大雨所形成之洪水即可。亦即，本廠之設計基準水災 (DBF) 考量為百年一次時降雨強度 120 mm/hr 及萬年一次時降雨強度 228 mm/hr。

3.1.1.2 評估 DBF 的方法

依據本發電廠之終期安全分析報告 (FSAR)，分別就海嘯或豪大雨所引發

之水災的設計基準說明評估 DBF 的方法如下：

1. 海嘯的設計基準：

因廠址所在面向南方，其海嘯威脅來自巴士海峽、呂宋海峽及南中國海，且為一淺震源高規模地震所伴生。因此，假設瑞氏規模 8.0 地震引發海嘯，又震源位置之海嘯波高為 5 公尺時，則馬鞍山海岸之海嘯波高約 11 公尺，致使廠區海嘯溯升高度約 8 公尺，加上暴潮水位 4.03 公尺之影響，再加上 0.5 公尺的餘裕考量，故訂定本廠最大海嘯溯上水位為 12.53 公尺。據此，核三廠主廠房區基地高程定為 15 公尺以避免海嘯侵襲。

2. 水災的設計基準：

(1)廠房區高程位於海平面上 15 公尺，高於原建廠前評估可能最大海嘯高度 12.53 公尺，因此無海嘯引發廠區水災之虞；

(2)廠址內及周邊無溪流、水壩；

(3)附近龍鑾潭最高水位 16.5 公尺雖然較本廠房區地面的 15 公尺高出 1.5 公尺，但兩地之間有高程約 30 公尺自然高地屏障、隔離，潭水無淹入廠區之疑慮；

(4)廠址內兩座五萬噸生水池，其地面高程 51.5 公尺，雖較本廠房區地面高程 15 公尺高出 36.5 公尺，但兩地之間有自然高地屏障、隔離，生水無淹入廠區之疑慮；

(5)廠房區域周邊高程，除南方臨海側外皆較廠房區高，形成自然的隔水屏障。因此，本廠廠房區域的排水系統只需處理侷限於廠房區域內的降雨量即可，且排水系統設計上直接排至南側海域，所有排水皆為重力排水。此侷限之廠房區域的面積約 22 萬平方公尺。

因為依既有資料顯示海嘯不會造成廠房區水災，所以設計基準水災(DBF)主要考慮為廠址可能最大時降雨強度。依前述，本廠廠址的最大可能降雨

強度(PMP)為 228 mm/hr，所形成的逕流量則約 14cms，其計算說明如下：

$$Q = CIA \quad (C=1.0, I=228 \text{ mm/hr}, A \doteq 220000 \text{ M}^2)$$

$$\doteq 1.0 \times (228 \times 0.001 / 3600) \times 220000$$

$$\doteq 14 \text{ cms (M}^3/\text{SEC)}$$

因此，本廠廠房區設計的排水系統排洪能力為 20cms(相當於時降雨強度 325mm/hr)，足以處理侷限廠房區內的最大可能降雨強度(PMP)。

3.1.1.3 DBF 適切性的結論

因應近年全球氣候變遷，暴雨、地震及海嘯頻仍，本廠收集近年的資料，據以推估及檢視原設計 DBF 的適切性，結果顯示本廠的原設計 DBF 仍然適切。說明如下：

1. 海嘯之考量：

依據現有已知之相關分析、調查，包含 100 年 8 月 19 日「國科會海嘯模擬研究小組」公布「潛在大規模地震所引發的海嘯對核電廠之影響」報告，核三廠潛在海嘯溯上高度均低於 FSAR 之設計基準海嘯溯上高程。本廠相關設計基準海嘯溯上高程及廠址設計高程之比較，詳下表：

國科會模擬結果註 1	FSAR 分析海嘯溯上高度註 2	廠房基地高程
10.0 公尺	12.53 公尺	15.0 公尺
註 1：模擬程式採用 COMCOT；海域地形採用現有國家資料庫 註 2：建廠前台南水工試驗所		

由上表得知，本廠廠房基地高程高於國科會模擬結果所推定之海嘯溯上高度，故不會因為海嘯而淹水。廠用海水泵室對外進出口位於 12.6 公尺高程處，對此，本廠已完成 MMR-M0-0853 設計，將於廠用海水泵室對外進出口處增設約 3.5 公尺高之擋水設施(含水泥圍堰牆、水密門及頂部雨遮)，另廠用海水泵室外牆及屋頂版之出入口、通風口及吊卸口等各

式開口均已納入新建防海嘯檔堤之工作範圍，現正委請本公司營建處評估、設計中。

2. 暴雨水災之考量：

本廠因近年氣候變遷，依據中央氣象局恆春測站，最近 30 年來每年最大單日降雨量之歷史紀錄共 32 筆，重新進行百年及萬年重現期距之暴雨推算，得百年一次之暴雨為 169.36mm/hr，萬年重現期之暴雨為 303.32mm/hr。此兩數值皆小於本廠房區排洪系統之渠道 A 及渠道 B 之廠區可容許之暴雨量 325 mm/hr，且由於本廠主排水渠道排水能量為 20cms，相當於 325 mm/hr 降雨強度的逕流量，另本廠於廠房區西南角亦設計施作一排水能量為 20cms 的緊急排水口（緊急排水口排水能力檢核如下示），安全餘裕已達 100%，因此評估本廠的原設計 DBF 仍然適切。

核三廠南側安全圍籬下緊急洩水口排水能力檢核

南側安全圍籬緊急洩水孔（牆）厚 40 cm，深 70 cm，寬 235 cm，共有 6 孔，地面坡度斜率大於 0.01，簡化、保守計算其通水量，以假設其為明渠作計算，（北側人行道頂高程為 97.35'，詳圖 301-P-002, SECT. D）。

$$A = 2.35 \times 0.7 = 1.645 \text{ m}^2 \text{ (截面積)}$$

$$P = 2.35 + 0.7 \times 2 = 3.75 \text{ m (濕周)}$$

$$R = A/P = 1.645/3.75 = 0.4387 \text{ m (水力半徑)}$$

$$n = 0.014 \text{ (糙度係數)}$$

$$S = 0.01 \text{ (坡度)}$$

$$v = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2} = (1/0.014) \times 0.4387^{2/3} \times 0.01^{1/2} = 4.12 \text{ m/sec}$$

$$Q = A \times v = 1.645 \times 4.12 \times 6 \text{ (孔)} = 40.66 \text{ m}^3/\text{sec}$$

保守策略，將排水量減半， $0.5 \times 40.66 \div 20 \text{ m}^3/\text{sec}$ ，即南側安全圍籬下方洩水孔總排水能力將大於 20cms。

亦即經評估本廠排洪渠道仍可承受氣候變異所造成之豪大雨量，並無廠房區淹水之疑慮。

於保護區西南角安全圍籬下方設有排洪能力 20cms 的緊急洩水孔，直接將地表逕流經由較低窪之地面漫流入海域，提升排洪餘裕，其排洪能力與廠房區兩側排洪渠道總能力相當。

3.1.2 保護電廠防禦 DBF 的方法

3.1.2.1 確認水災後安全停機所需 SSC 可用

為確認水災後安全停機所需關鍵結構物、系統及組件（SSC）可用，清查安全停機所需關鍵的結構物、系統及組件（SSC）設計高程皆高於最大海嘯溯上高度（12.53 公尺），且在設計最大降雨強度（PMP）下亦不會發生廠房遭洪水侵入，故仍可維持可用，說明如下：

結構物（STRUCTURE）：

<u>廠房</u>	<u>所在區域</u>	<u>底層高程</u>
1.控制廠房 -----	廠房區 EL.15m	EL.9m
2.輔助廠房 -----	廠房區 EL.15m	EL.7.2m
3.柴油機廠房 -----	廠房區 EL.15m	EL.15m
4.圍阻體 -----	廠房區 EL.15m	EL.15m
5.廠用海水泵室 ---	泵室區 EL.12.6m	EL.7.6m(操作層)
6.燃料廠房 -----	廠房區 EL.15m	EL.15m

系統(SYSTEM)及組件(COMPONENT)：

<u>系統及組件</u>	<u>所在區域</u>	<u>底層高程</u>
1.緊急柴油發電機(KJ SYS) -	廠房區 EL.15m	EL.15m
2.緊急爐心冷卻系統 ----- ECCS (RHR、CCP)	廠房區 EL.15m	EL.7.2m
3.反應爐冷卻水系統(RCS) ---	廠房區 EL.15m	EL.7.2m
4.圍阻體噴灑系統(BK SYS) -	廠房區 EL.15m	EL.7.2m
5.核機冷卻水系統(CCW) -----	廠房區 EL.15m	EL.15m

- | | | |
|------------------------|--------------|---------|
| 6.緊要寒水系統(GJ SYS) ----- | 廠房區 EL.15m | EL.9m |
| 7.廠用海水系統(NSCW) ----- | 泵室區 EL.12.6m | EL.7.6m |
| 8.化學與容積控制系統----- | 廠房區 EL.15m | EL.7.2m |
| (BG SYS) | | |
| 9.輔助飼水系統(AL SYS) ---- | 廠房區 EL.15m | EL.15m |

依上述列表，除廠用海水系統的 SSC 位於泵室（出入口高程為 12.6 公尺）外，其餘系統的 SSC 皆位於廠房區（高程為 15 公尺）內。雖然這些位於廠房區內的廠房底層有部份低於 15 公尺，但必須發生超過設計基準且高於 15 公尺的海嘯，或超過設計最大降雨強度（PMP）且高於 20CMS 逕流量的暴雨，才會因廠房區排水系統無法負荷，致使廠房開始進水，進而使這些 SSC 遭受淹水衝擊。同理，廠用海水系統的 SSC，在發生超過設計基準且高於 12.6 公尺的海嘯時，才會遭受淹水衝擊。

又本廠並無低於地面之設備、電纜隧道或涵管直接由廠房區通往海邊，所有電纜皆置於導線管內，導線管再以諸多人孔接續（人孔蓋皆為雙層水密型鑄鐵蓋），無虞海水自此等管道長驅直入侵入廠房區，惟為加強防護，將在導線管口加強填封；且本廠周邊無水庫或河流，無虞暴雨時河水漫入廠區之廠外水災狀況。

此外本廠於福島事件後，立即依據 WANO SOER 2011-2 之建議事項 3，（Recommendation 3：Verify the capability to mitigate internal and external flooding events required by station design），以 WALKDOWN 及檢查方式完成驗證減緩外部及內部水災事故所需物料及設備的適切性。範圍包括：

- (1) 廠房地面層及地面層以下之管線穿越孔填封。
- (2) 緊要設備廠房區之集水池排水泵及防水門。
- (3) 廠房地面層對廠區之防火門、緊急逃生門及鐵捲門。
- (4) 廠區排水途徑。

本項查驗結果，電廠現行因應設計基準水災的設施，並無偏差情況，可以符合原設計要求發揮應有之功能。詳如附表 3-1。

所有施作之管線防水填封方式皆為經測試合乎規範要求之方法，地下管線穿越孔填封皆自廠房內側以目視方式進行檢查。

以目視檢查填封是否損壞，水密膠條是否列化，集水坑之抽水泵是否可運作，若其為正常者即在檢查表之功能性項目標註為”Y”。

3.1.2.2 主要用來防範廠址水災的方法

本廠用來防範廠址水災的主要考量在處理侷限廠房區(約 22 萬平方公尺)的暴雨降水。其方法概分為廠房內與廠房區（外）兩部份，分別說明如下：

1. 廠房內：

(1)所有地面下與外界接觸之牆面穿越孔皆設計防水填封。

(2)地面以下的基礎及牆於伸縮縫、結構縫處設置有合成橡膠止水帶，所有廠房的基礎底部及位於地面下的外牆皆施作防水處理（waterproofing）。

(3)緊要設備房間設置門檻或水密門，防止該房間進水或內部的水溢出。

(4)各樓層地面積水則由地面洩水孔收集至廠房集水池，再經由集水池排水泵排至不同的廢液處理系統進行處理及排放。

2. 廠房區（外）：

(1)廠用海水泵室出入口設於高程 12.6 公尺處，高於最大可能海嘯高度，確保廠用海水泵不被淹水而故障。

(2)廠房一樓樓地版高程位於 15 公尺高程處，所有位於外牆的門或地面上之開口至少皆距離地面六吋以上以防止累積之洪水（FSAR 3.4.1.1.2 節所述）浸入廠房，廠房室外地坪高程為海平面上 14.85 公尺。

(3)廠房區周邊設計有足以輸送最大可能降雨強度（PMP）的地面排水系統、鋪面有足夠的斜率，以確保不積水，並足以宣洩最大降雨強度時

來自屋頂排水管的水量。廠房區主排水渠道具備 20cms 排水能力，大於最大可能降雨強度（228 mm/hr）所形成之逕流量（14cms）。

(4)廠房區外東側、北側及西側皆有高地與廠房區隔離，且有獨立的排水系統，使此等區域地表逕流不會進入本廠房區域。

(5)廠房區南（近海）側安全圍籬下方亦設有 6 個 70 cm 高×235 cm 寬底部高程在 14 公尺的緊急洩水口，其洩水能力約為 20cms，相當於東西兩側排水系統之總排水量，可更確保廠房區不致因氣候變異所造成之豪大雨量而發生淹水之疑慮。

3.1.2.3 警示並減緩水災後果的主要操作規定

本廠重要廠房及 ESF 設備房間皆在低點設置集水池，並配有水位偵測儀器，在主控制室設置集水池高水位警報窗。當高水位警報動作後，運轉員根據對應的警報窗回應程序書，指派人員至現場查明原因及採取適當的改正措施以排除故障，詳參下表：

項次	名稱	警報窗	程序書	項次	名稱	警報窗	程序書
1	充水泵室集水池高水位	JP004 C-33	595.1.3	14	控制廠房集水池高高水位	JP009 B-55	595.6.2
2	餘熱移除泵室集水池高水位	JP004 C-27	595.1.3	15	通道控制廠房集水池高高水位	JP009 B-63	595.6.2
3	圍阻體集水池 B，高／高高水位	JP004 D-05	595.1.4	16	廢料通道集水池高高水位	JP009 B-64	595.6.2

4	圍阻體集水池 A，高／高高水 位	JP004 B-02	595.1.2	17	核機冷卻水 廠房集水池 高水位	JP009 B-65	595.6.2
5	圍阻體噴灑泵 室集水池高水 位	JP004 C-29	595.1.3	18	廢料除污集 水池高高水 位	JP009 B-74	595.6.2
6	圍阻體爐穴集 水池水位上升 率高	JP004 D-22	595.1.4	19	廢料廠房一 般集水池高 高水位	JP009 B-75	595.6.2
7	圍阻體西邊集 水池水位上升 率高	JP004 D-23	595.1.4	20	輔助廠房集 水池高高水 位	JP009 B-84	595.6.2
8	圍阻體正常東 邊集水池水位 上升率高	JP004 D-24	595.1.4	21	輔助廠房平 面集水坑高 水位	JP009 B-73	595.6.2
9	硼酸槽室集水 池高水位	JP005 B-35	595.2.2	22	圍阻體正常 ／反應爐穴 ／RCDT 集水 池高高水	JP013 B-41	595.9.2
10	緊急柴油機廠 房集水池高水 位	JP009 B-43	595.6.2	23	圍阻體廠房 升降機水池 高水位	JP013 B-42	595.9.2
11	燃料廠房除污 槽集水池高高 水位	JP009 B-44	595.6.2	24	燃料更換用 水儲存槽／ 廠用海水系 統閥室集水	JP004 C-03	595.1.3

					池高水位		
12	燃料廠房一般 集水池高高水 位	JP009 B-45	595.6.2	25	緊急柴油發 電機燃油儲 存槽漏油收 集池高油位 警報	JP018 A-21	595.12
13	汽機廠房洩水 集水池高高水 位	JP009 B-54	595.6.2				

若現場運轉員發現異常進水或其他異常現象，則執行程序書 583 緊急淹水程序處理與排除此異常現象。該程序書的主要操作說明如下：

1. 確定集水池排水泵是否正常運轉，並立即追蹤洩水來源。
2. 檢查各廠房低處任何淹水的跡象，監視集水池水位，檢查各設備運轉情況及各低窪處積水現象。
3. 增加臨時排水泵，提高排水功能。
4. 確定水流來源，並隔離。
5. 當發生接近或超過設計基準之大大雨、洪水、颱風暴潮、海嘯時，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。
6. 淹水事件無法有效控制時，停用可能受損之馬達及組件，並切斷電源。
7. 如影響電廠運轉安全時，將反應器停機，並置於冷停機，直到淹水事件消除或已在控制下。
8. 淹水機件恢復使用前，必須做好安全檢查。
9. 電器組件恢復使用前，必須確定絕緣正常。

10.檢修損壞(破裂)管路及設備。

11.通知保養人員清理淹水現場。

3.1.2.4 其他水災間接影響的考量

1. 喪失廠外電源

如喪失所有 AC 電源，機組將跳機進入 570.00 後進入 570.20，當所有 AC 電源均無法恢復時，同時進入 1451 機組斷然處置程序指引，列置第五台柴油發電機同時提供給 2 個緊要匯流排，以維持緊急電源供應，當第五台柴油發電機也喪失時，利用移動式柴油發電機引接至 AC、DC 所需之緊急電源。

2. 廠外之情況阻礙/延遲人員及設備到達廠區

若因水災狀況致使廠外之情況阻礙/延遲人員及設備到達廠區，則可應用以下方式解決交通或人力：

(1) 可利用機械設備排除路障。

(2) 本廠設置有重件碼頭，可利用海運載運事故時必要之救援人員及設備。

(3) 亦可利用恆春機場，空運事故時必要之救援人員及設備或直升機載運人員或吊掛設備直接進入廠區。

(4) 依發生事故時

(A) 事件發生於正常上班時段：

(a)若運轉值班人員無法抵達電廠接班，此時模中有訓練班人力，另機動支援班人員(大部份為持照人員)，可接替及協助機組運轉處置。

(b)各維護部門人力均在廠內，另有長期合約駐留廠區承包商，維護人力可達百人，應可滿足緊急情況設備維護需求。

(c)廠內消防班人力於二值時段配置 10 人，而正常上班時段依緊急計畫組織，編組緊急後備消防隊人力有 60 人，可協助消防工作。

(B) 事件發生於非正常上班時段：

- (a)本廠已登錄居住恆春地區各類專長人員 103 人（含運轉），事故時可優先通知進廠協助機組運轉工作；各類專長協力廠商亦比照列冊，於徵得其同意進廠協助維護。
- (b)依交通狀況，利用陸海空運載送鳳山、五甲備勤宿舍維護人員(機、電、儀、修)人員進廠進行維護工作。另電廠維護協力商亦有許多居住於恆春、屏東、鳳山地區之技術人力，且維護合約中，均列有緊急搶修項目，遇有緊急事故時，可洽協力廠商就近派人支援，交通受阻狀況下協力廠商進廠方式可比照員工進廠方式處理。
- (c)目前消防班人力為外包方式，於非正常上班時段維持 6 名消防員在廠，另消防班外包人員均為恆春地區居民，遇有狀況時可緊急通知入廠。另有駐廠保警人力，亦可協助救災事宜。

3.1.3 電廠承諾的持照基準

3.1.3.1 一般程序

1. 平時均定期依 600、700 系列程序書執行安全相關系統、結構之維護、檢查及測試，以確認承諾的持照基準。
2. 對於廠房外部的防淹水，係在外牆穿越孔施以填封(630-S-015)，另廠房的必要開口如門/窗(650-S-006)需維持其功能正常。
3. 對於廠房區防淹水，是以設置於廠房區四周的排水渠道排水並維持其通暢來達成。
4. 對於廠房內防淹水，則以廠房樓層洩水孔(700-M-263)配合 ESF 泵室水密門(值班定期巡視)與穿牆穿越孔填封(630-S-015)來達成。
5. 對於廠房內的排水，則以廠房集水池配合集水池泵(700-M-039)與相關管閥（排水管線設有逆止閥）發揮功能來達成。
6. 遭遇洪水或海嘯後，則依下列程序書執行檢查及測試：

- ◆ 程序書 582.2 海嘯處理程序。
- ◆ 遇廠房淹水警示時，執行程序書 583 緊急淹水程序書，過程如反應器急停及／或安全注水自動動作，則進入 EOP570.00，如喪失所有 AC 電源則進入 570.20。
- ◆ 依程序書 700-A-001「廠區內外結構體檢查程序書」，執行結構檢查，包含排水渠道、管線之結構完整及暢通，周邊駁坎檢查預防發生土石流。本程序書要求每年 6 月間（汛期前）實施包含排水系統之結構體之定期檢查，並於颱風前、後及 4 級以上地震後進行排水系統之結構體。。

3.1.3.2 電廠用以確認承諾的廠外移動設備/補給

依據程序書 192 救災用器材維護及管理程序書，移動設備包括移動式柴油發電機、柴（汽）油引擎抽水機等每週或每月執行自動檢查、測試及維護，以維持在全時可用的狀態。

本廠備援設備、資源及其維護週期、單位詳請參閱前段 2.1.3.2 敘述之附表。

3.1.3.3 已知之承諾偏差事項及其可能影響及矯正規劃

本廠目前無已知之承諾偏差事項，若發生任何偏離，本廠依據相關程序書進行安全評估及執行矯正措施，詳請參閱前段 2.1.3.3 敘述。

NSCW 泵室管線穿越管之填封，將修改設計為鋼板配合矽利康膠方式填封，以確保對承諾事項無偏差。

3.1.3.4 業主已開始檢視的特定承諾

1.本廠已開立或進行中的改善案與簡易改善案如下表所示：

編號		內容
DCR	M0-4275	廠用海水(NSCW)泵室增設防水牆及水密門，相關儀電設備須配合修改移位，已於 100 年 12 月 26 日完成。
	M0-4276	配合廠用海水(NSCW)泵室增設防海嘯牆及水密門，增設進風管至廠用海水泵室及修改相關風管，已於 101

		年 2 月 3 日完成。
	M0-4277	配合廠用海水(NSCW)泵室增設防海嘯牆及水密門，修改相關消防管路，已於 101 年 11 月 16 日完成。
	M0-4285	廠用海水(NSCW)泵室增設防水牆及水密門，已於 100 年 11 月 9 日完成。
	M0-4350	加強 NSCW 泵坑北側牆穿越孔及於樓板處裝浮動人孔蓋，已於 102 年 1 月 8 日完成。
MMR	M0-0672	保護區南側安全圍籬洩水孔上方鐵絲網修改成可向外掀起式，已於 100 年 8 月 9 日完成。
	M0-0683	於廠用海水池上方增設防雜物蓋板，已於 100 年 6 月 24 日完成。

NSCW 廠房泵室底層洩水孔孔蓋經細部設計，孔蓋設計為底部附有浮板之止水鋼板，於其下方有水之情況下，鋼板將受浮力而浮起封住開口。

2. 本廠預定分於一、二號機廠房/安全重要設備之門，規劃增設擋水設施(1 公尺高)之位置及門號(如下)。

一號機部份

序 號	廠 房 / 高 程	門 號	形 式 (單扇或雙扇)	備 註	MMR 編號
緊急柴油發電機廠房(ZD)					
1	D/G, EL. 100'	338	單扇	逃生門	M1-0735
2	D/G, EL. 100'	347	雙扇	防飛射物門	
3	D/G, EL. 100'	337A	單扇	逃生門	
4	D/G, EL. 100'	339A	單扇	逃生門	
5	D/G, EL. 100'	340	單扇	逃生門	
6	D/G, EL. 100'	348	雙扇	防飛射物門	
控制廠房(ZA)					
7	C/B, EL. 100'	98	雙扇	防飛射物門	M1-0737
8	C/B, EL. 100'	115	單扇	逃生門	

輔助廠房(ZA)					
9	A/B, EL. 100'	226	單扇	逃生門	M1-0733
10	A/B, EL. 100'	238	雙扇	防飛射物門	
11	A/B, EL. 100'	255	單扇	逃生門, 西	
12	A/B, EL. 100'	251	雙扇	設備進出門	
核機冷卻水廠房(ZA)					
13	CCW, EL. 100'	317	雙扇	設備進出門	規劃開立 中
燃料廠房(ZF)					
14	F/B, EL. 100'	321	單扇	內門	M1-0733
15	F/B, EL. 100'	322	單扇	內門	
16	F/B, EL. 100'	323	單扇	內門	
CST 廠房(ZY)					
17	CST 廠房 98.5'	10	單扇 3-C-ZY-810	一般進出門	除以 M1-0739 設 計增加 2 呎 高擋水堰 外, 並另規劃 增加 1 公尺 高之擋水設 施(本 MMR 規 劃開立中)
18	CST 廠房 98.5'	11	單扇 3-C-ZY-810	一般進出門	
RWST					
19	燃料填換儲水 池	12	單扇 3-C-ZY-810	一般進出門	規劃開立 中
行政通道廠房(ZG)					
20	通道廠房 EL. 100'	1-1	雙扇	經常進出門	M1-0737
廢料廠房(ZR)					
21	R/B, EL. 100'	369	單扇	一般進出門	M0-0732
22	R/B, EL. 100'	371	雙扇	一般進出門	
23	R/B, EL. 100'	372	單扇	一般進出門	
24	R/B, EL. 100'	379	雙扇	一般進出鐵捲 門	

25	R/B, EL. 100'	421	雙扇	一般進出門	
26	R/B, EL. 100'	SD1	單扇	鐵捲內門	
新廢料廠房					
27	新廢料廠房， EL. 100'	廢棄物貯存庫隧道口增設防水閘門			M0-0889
第 5 部柴油發電機廠房(ZD)					
NSCW					
28		NSCW 對外開口處			M0-0853

二號機部份

序 號	廠 房 / 高 程	門 號	形 式 (單扇或雙扇)	備 註	MMR 編號
緊急柴油發電機廠房(ZD)					
1	D/G，EL. 100’	338	單扇	逃生門	M2-0736
2	D/G，EL. 100’	347	雙扇	防飛射物門	
3	D/G，EL. 100’	337A	單扇	逃生門	
4	D/G，EL. 100’	339A	單扇	逃生門	
5	D/G，EL. 100’	340	單扇	逃生門	
6	D/G，EL. 100’	348	雙扇	防飛射物門	
控制廠房(ZA)					
7	C/B，EL. 100’	98	雙扇	防飛射物門	M2-0738
8	C/B，EL. 100’	115	單扇	逃生門	
輔助廠房(ZA)					
9	A/B，EL. 100’	226	單扇	逃生門	M2-0734
10	A/B，EL. 100’	238	雙扇	防飛射物門	
11	A/B，EL. 100’	255	單扇	逃生門，西	
12	A/B，EL. 100’	251	雙扇	設備進出門	
核機冷卻水廠房(ZA)					
13	CCW，EL. 100’	317	雙扇	設備進出門	規劃開立 中

燃料廠房(ZF)					
14	F/B，EL. 100’	321	單扇	內門	M2-0734
15	F/B，EL. 100’	322	單扇	內門	
16	F/B，EL. 100’	323	單扇	內門	
CST 廠房(ZY)					
17	CST 廠房 98.5’	10	單扇 3-C-ZY-810	一般進出門	除 以 M2-0740 設計增加 2 呎 高擋水堰外，並 另 規 劃 增 加 1 公 尺 高 之 擋 水 設 施(本 MMR 規 劃開立中)
18	CST 廠房 98.5’	11	單扇 3-C-ZY-810	一般進出門	
RWST					
19	燃料填換儲水 池	12	單扇 3-C-ZY-810	一般進出門	規劃開立 中
行政通道廠房(ZG)					
20	通道廠房 EL. 100’	1-1	雙扇	經常進出門	M2-0738

3.2 現行設計基準之餘裕評估

3.2.1 視預警時間所設想或實施的額外防護措施

本廠在研判發現有海嘯跡象或接獲中央氣象局海嘯預警通報時，依據程序書 582.2 海嘯處理程序，視預警時間的長短，預先準備與處置，說明如下：

1. 研判有海嘯跡象時：

值班經理通知泵室值班員檢查 NSCW 泵室各防海嘯門、水密門、人孔蓋板 (EL 6'-6" 沖洗泵區域人孔蓋板不須關閉，因為於設計修改案完成後，若海嘯水位高於 EL 6'-6"，海嘯水位會將人孔蓋板推起自動封住人孔；平時萬一此區域發生斷管事故時，此區域需有洩水孔，以免淹水損壞沖洗泵) 及細網蓋板，上述設施均保持關閉並鎖緊。

2. 接獲中央氣象局海嘯通報時之處置：

- (1)當中央氣象局發佈海嘯警報，預測海嘯可能侵襲本廠，則依程序書 1401「事故分類判定程序」研判是否進入 HU1（自然災變或破壞現象影響到保護區者）之異常示警事件。若中央氣象局已預測海嘯可能侵襲本廠且超過設計基準時，需同時執行程序書 1451「斷然處置程序指引」。若海嘯通報預告海嘯可能侵襲本廠時，由運轉副廠長召集各技術組、供應組及政風組經理成立海嘯危機應變小組。
- (2)值班經理通知泵室值班員檢查 NSCW 泵室各防海嘯門、水密門、人孔蓋板（EL 6'-6" 沖洗泵區域人孔蓋板不須關閉）及細網蓋板，上述設施均保持關閉並鎖緊，並通知修配組派員支援與協助。
- (3)值班經理通知修、電、儀等相關組移走泵室區域非固定設備並由核三廠行動簡訊中心，發送至「南灣海嘯預警通知群」，通知南灣宿舍區人員準備撤離
- (4)若海嘯可能侵襲本廠時，海嘯危機應變小組指派保警於海嘯到達 1 小時內，撤離泵室區域所有人員，設立圍籬禁止人員進入，並於安全地點（例如模中或二號機汽機廠房 131 呎）監控
- (5)海嘯危機應變小組依中央氣象局資料及恆春地區海象判斷對本廠 NSCW 系統及廠區之衝擊。若預期海嘯可能損壞 NSCW 系統時，預先解聯停機，並立即執行 RCS 降溫。
- (6)若海嘯破壞現象影響到緊要區(包括 NSCW 泵室及 NSCW 排水渠道)，則依程序書 1401「事故分類判定程序」研判是否進入 HA1（自然災變或破壞現象影響到緊要區者）之緊急戒備事故。並依程序書 1406「緊急組織動員程序」執行組織動員。TSC 成立後，海嘯危機應變小組併入 TSC 運作。
- (7)海嘯警報期間須持續密切監控 NSCW 泵及 CWP 之運轉參數(電流、壓力、流量及振動等)。

A. CWP 運轉異常時：

- (a) 當 CWP 之運轉電流升高、出口壓力降低、振動增高時，機組應開始降載，並視 CWP 狀況決定是否解聯。
- (b) 若喪失循環水泵，依程序書 514.1，若同一冷凝器二只水箱(water box)之循環水泵 N-P053/N-P054 或 N-P055/N-P056 同時跳脫時，須密切的監視主汽機之運轉參數，並依程序書 210 儘速降載解聯，並將反應器降至 1% 功率。
- (c) 若因循環水泵跳脫致冷凝器真空無法維持時，依程序書 508.6 手動跳脫反應器及主汽機。

B. NSCW 運轉異常時：

- (a) 當 NSCW 泵出口壓力流量降低、電流升高或振動增高至危險值等運轉異常狀況時，參考程序書 545。
- (b) 當有喪失 NSCW 之虞時，機組應儘速解聯停機，降壓降溫至冷停機。
- (c) 若喪失所有 NSCW 泵，則進入程序書 578，若 NSCW 泵無法恢復運轉，則進入 570.29 採取因應措施。

3.2.2 弱點與瀕危效應

本廠廠房區與海側並無位於地表下且暢通之設備管線（如電纜隧道）容許外水入侵廠房，周邊亦無河流或水庫，弱點存在於廠房外牆門戶，依目前狀況，本廠海嘯評估 PRA Event Tree 分析結果如附圖 3-1 所示。

依該附圖所述之 PRA 事件樹分析結果，核三廠海嘯評估之結論，爐心停機冷卻成功路徑僅有一種情況，即：海嘯導致喪失最終熱沉 ➔ 反應

器急停 ➔ 以 DC 控制之汽機帶動輔助飼水泵移熱 ➔ 因喪失房間移熱能力，TDAFWP、MDAFWP、CCW 無法長期運轉 ➔ SG 後備補水(柴油引擎消防泵)成功 ➔ 冷卻成功。

其中安全餘裕及其 Cliff Edge 因僅有一條成功路徑，故其 Cliff Edge 即為本海嘯案例之 Cliff Edge。其安全餘裕須以各標題安全餘裕之最低者為代表，故為 5.88 m (15.0 m – 9.12 m)；其 Cliff Edge 依定義為各標題高度之最低者為代表，即為 15.0 m。說明如下：

- (1) 廠用海水取水池頂部加設攔污格柵，使大型垃圾、雜物不會侵入取水池，確保泵浦取水功能不受影響。
- (2) 廠用海水抽水馬達低點位於 7.62m 樓層上 1.5m 處，即位於 EL.9.12m 處，故海嘯水位來至 EL.9.12m 處時，廠用海水抽水馬達會跳脫，使本系統不可用。
- (3) 海嘯水位來至 EL.15m (廠址圖示標高 EL.100'-0") 處時，機組重要廠房會陸續進水，致使位於廠房底層的重要電源 (含 DC 電源) 不可用，因此馬達帶動輔助飼水泵(MDAFWP)、汽機帶動輔助飼水泵(TDAFWP)、一次側洩充冷卻、高壓注水再循環(HHSR)、圍阻體冷卻 (CCW) 等設備會隨之無操作電源可供運轉操作。
- (4) A、B 台緊急柴油發電機使用廠用海水系統 (NSCW) 冷卻，廠用海水抽水馬達不可用時，A、B 台緊急柴油發電機亦不可用，惟第五台緊急柴油發電機則使用空氣冷卻，故仍可用。經現場查證，確認第五台緊急柴油發電機關鍵組件為激磁開關，其高程位於地面(EL.15m) 上 1m 的位置，電池、盤面位於 15.3m，因此廠內 AC 柴油發電機高程定為 EL.15.3m。
- (5) 本廠 TDAFWP 是有能力以手動操作方式起動運轉，故在喪失 DC 電源情況下，仍可在現場手動運轉。本評估保守在喪失 DC 電源情況下 TDAFWP 無法運轉，因此採用控制廠房開始淹水導致喪失 DC 匯流排的高度 EL.15m 定為 TDAFWP 失效之高度。

(6) 本廠具有多元的 SG 後備補水方式，檢視其中的關鍵設備是柴油引擎輔助飼水泵或柴油消防泵。經現場查證，確認該泵關鍵點為連軸器的低點，因此該泵之高程定為 EL.15.3m。

為加強防護，本廠將在安全相關廠房對外門戶增設一公尺高的擋水設施。

3.2.3 強化防護能力的措施

1. 本廠主要廠房區地面高程位於海平面上 15 公尺處，臨近海邊的廠用海水抽水機房屋頂出入口亦位於海平面上 12.6 公尺處，皆高於可能的最大海嘯溯上高度，因此若地震伴隨發生海嘯時，仍可無虞海水侵襲。惟為強化防護能力，目前本廠已於 100 年 6 月 30 日完成廠用海水取水池加設格柵頂蓋工程，防止海嘯時大型污物自取水池頂部侵入取水池影響取水。另外，本廠亦於 100 年 8 月 31 日完成廠用海水取水泵室馬達區的水密門與擋水牆設施，將其分機組/分串實體隔離保護，防止海嘯侵襲時同時喪失所有廠用海水泵。經此改善之後，可使肇始事件的海嘯防護高程從原來廠用海水泵馬達的 9.12 公尺，提升至該馬達室屋頂排風口最下緣的 12.9 公尺。
2. 已完成核電廠附近海陸域地形地貌調查，並重新檢視核電廠終期安全分析報告(FSAR)的海嘯設計基準及電廠設施的安全性。100 年 8 月 19 日「國科會海嘯模擬研究小組」公布「潛在大規模地震所引發的海嘯對核電廠之影響」報告，本廠潛在海嘯溯上高度低於設計基準海嘯溯上高程。
3. 近年氣候遽變，各地降雨強度似乎都有明顯變大，但本廠取自恆春氣象站最大降雨強度紀錄為 156.5 mm/hr (2005/09/03，丹瑞颱風)，取自大武氣象站 10 年來最大降雨強度紀錄為 103.5 mm/hr (2005/07)，以上兩記錄均遠小於設計最大可能降雨強度 (PMP) 228 mm/hr；又 100 年 8 月 30 日南馬都颱風期間，本地區每小時最大降雨強度為 127 mm/hr，亦仍小於設計之 PMP 值，惟因應氣候遽變，本廠向恆春氣象站購得近 30 年來(共 32 筆) 每年最大日降雨量紀錄，推估回歸期百年及萬年的最大時降雨

量，依資料及經驗公式所推定計算得百年一次最大時降雨量為 169.3 mm/hr、萬年一次最大時降雨量為 303 mm/hr，其所形成之逕流量仍小於本廠東西兩側排洪系統排洪能力（20cms，相當於 325 mm/hr 之降雨強度），惟為強化防水能力，雖然在廠房區南側圍籬下方設有緊急洩水孔且具有額外之 20cms 之排水能力，本廠仍將在重要廠房開口加裝 1 公尺高以上之防水擋板，並定期巡視、清理廠房區西南角緊急洩水孔（20cms 排水能力），使無雜物堵塞，提升排水餘裕。

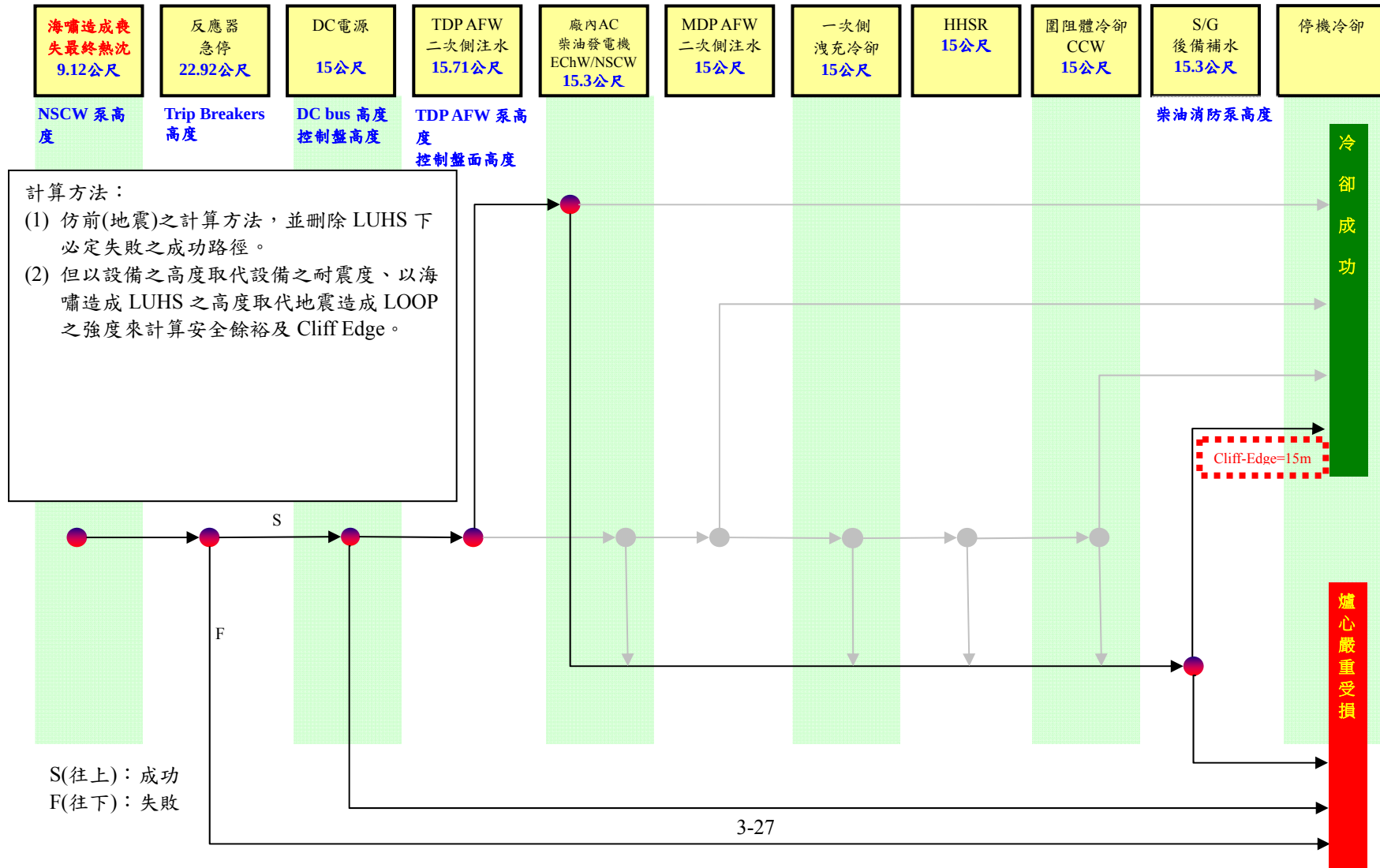
4. 為防範因廠區淹水流入廠房，本廠已提簡易改善案，就安全系統相關廠房對外進、出之門評估設置檔水板之可行性，以便當氣象局發布颱風加豪大雨或判斷廠區淹水有侵入廠房之虞時，可事先裝設；本廠亦已提改善案，就安全系統相關廠房之重要關鍵防火門或防爆門提升其水密性，以阻隔廠區淹水入侵重要關鍵區域/房間，防止重要設備/設施故障或失效。未來若本改善案完成後，則重要廠房底層的重要電源(含 DC 電源)不致因淹水而喪失，則 Cliff Edge 可以從原來的 15.0 公尺提升至 SG 後備補水的 15.3 公尺。同時，本改善案完成後，則第五台緊急柴油發電機的關鍵高程，亦可從原來的 16 公尺，提升至該廠房通風口的 23.38 公尺高程。
5. 為加速處理廠房淹水後的排水措施，本廠除了原有的 20 台抽(沉)水泵外，另已購買 30 台柴油引擎抽水泵，以增強機動排水能力。
6. 在完全喪失緊要 DC 電源的狀況，本廠已建立程序，在控制室利用量測儀器提供現場傳送器之工作電壓，量取電流再轉換成為工程單位。在可以監控機組重要參數的狀況下，本廠 TDAFWP 有能力不依賴 DC 電源，於現場手動起動並維持運轉。本廠已將這些操作列為維護及運轉人員的重點訓練項目。
7. 本廠檢討 SG 後備補水，加強以消防車機動運補方式，作為當柴油引擎輔助飼水泵及柴油消防泵失效後的替代補水措施。因此，本廠除已增購一台消防泡沫車外，另將增購一台消防水庫車以加強其機動運補能力。

由於本廠的現有消防車平時已妥備於消防隊部(高程 24 公尺)，故亦對加強消防水至 SG 注水能力有所幫助。

參考文獻

1. 潛在大規模地震所引發的海嘯對核電廠之影響，100 年 8 月，國科會
2. 中央氣象局恆春測站雨量紀錄
3. 台灣電力公司核三廠期終安全分析報告 (FSAR)，台灣電力公司
4. 核三廠水災評估 PRA 事件樹分析，台灣電力公司

附圖3-1 核三廠水災評估事件樹



附表 3-1：現場門及開孔檢查表

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
	CST			清查廠房外牆 EL.109 呎以下的開孔及門戶
ACCESS DOOR #10	CST EL.98'-6"	PM ARC1-DR24 & ARC2-DR24	Y	無
ACCESS DOOR #11	CST EL.98'-6"	PM ARC1-DR24 & ARC2-DR24	Y	無
牆面穿越孔 Y1 (LINK-SEAL)	CST EL.94'-7 3/4"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 Y18 (LINK-SEAL)	CST EL.94'-7 3/4"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 Y2 (LINK-SEAL)	CST EL.94'-7 3/4"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 Y3 (LINK-SEAL)	CST EL.95'-0 3/8"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 Y4 (LINK-SEAL)	CST EL.95'-0 3/8"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 Y5 (LINK-SEAL)	CST EL.95'-0 3/8"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 Y27 (LINK-SEAL)	CST EL.95'- 3"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OY1 (LINK-SEAL)	CST EL.94'-7 3/16"	SOP 630-S-015	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
牆面穿越孔 Y28 (LINK-SEAL)	CST EL.95'-3"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OY2 (LINK-SEAL)	CST EL.94'-7"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 Y6 (LINK-SEAL)	CST EL.95'-0 3/8"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 Y7 (LINK-SEAL)	CST EL.95'-0 3/8"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 Y8 (LINK-SEAL)	CST EL.94'-10 5/16"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 Y9 (LINK-SEAL)	CST EL.94'-7 3/4"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 Y10 (LINK-SEAL)	CST EL.95'-0 3/8"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 Y11 (LINK-SEAL)	CST EL.95'-0 3/8"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 Y17 (LINK-SEAL)	CST EL.94'-7 3/4"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 Y12 (LINK-SEAL)	CST EL.94'-7 3/4"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 Y13 (LINK-SEAL)	CST EL.94'-7 3/4"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 AY41 (VENTING)	CST EL.103'-6"	目視檢查	Y	無
牆面穿越孔 AY42 (VENTING)	CST EL.103'-6"	目視檢查	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
	FIRE PUMP HOUSE			
ACCESS DOOR #46 (VENTING)	ELEC. EQUIP. ROOM EL.99'-0"	啟閉測試	Y	無
ACCESS DOOR #47 (VENTING)	ELEC. EQUIP. ROOM EL.99'-0"	啟閉測試	Y	無
ACCESS DOOR #48 (VENTING)	DIES. FIRE PUMP RM EL.99'-0"	啟閉測試	Y	無
ACCESS DOOR #49 (VENTING)	DIES. FIRE PUMP RM EL.99'-0"	啟閉測試	Y	無
ACCESS DOOR #50 (VENTING)	DIES. FIRE PUMP RM EL.99'-0"	啟閉測試	Y	無
ACCESS DOOR #51 (VENTING)	DIES. FIRE PUMP RM EL.99'-0"	啟閉測試	Y	無
ACCESS DOOR #52 (VENTING)	ELEC. FIRE PUMP RM EL.99'-0"	啟閉測試	Y	無
ACCESS DOOR #53 (VENTING)	ELEC. FIRE PUMP RM EL.99'-0"	啟閉測試	Y	無
	D/G			
MISSILE PROOF DOOR #347	D/G COL.13 EL.100'-0"	WALKDOWN	Y	無
MISSILE PROOF DOOR #348	D/G COL.21 EL.100'-0"	WALKDOWN	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
ACCESS DOOR #338	D/G COL. 13 EL.100'-0"	PM ARC1-DR21 & ARC2-DR21	Y	無
ACCESS DOOR #340	D/G COL. 21 EL.100'-0"	PM ARC1-DR21 & ARC2-DR21	Y	無
ACCESS DOOR #337A	D/G COL. Q.2 EL.100'-0"	PM ARC1-DR21 & ARC2-DR21	Y	無
ACCESS DOOR #339A	D/G COL. Q.2 EL.100'-0"	PM ARC1-DR21 & ARC2-DR21	Y	無
牆面穿越孔 AD14 ,防火填封(ELA 003 00)	D/G COL. 13 EL.107'-9"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 AD15 ,防火填封(ELA 003 00)	D/G COL. 21 EL.107'-9"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 D1 ,LINK-SEAL	D/G COL. Q EL.92'-6"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 D3 ,LINK-SEAL	D/G COL. Q EL.94'-7 1/2"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 D4 ,LINK-SEAL	D/G COL. Q EL.94'-7 1/2"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 D5, LINK-SEAL	D/G COL. Q EL.94'-7 1/2"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 D6, LINK-SEAL	D/G COL. Q EL.94'-7 1/2"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 D17, LINK-SEAL	D/G COL. 13 EL.92'-3 3/8"	SOP 630-S-015	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
牆面穿越孔 D7, LINK-SEAL	D/G COL. Q EL.94'-8 1/4"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 D18 LINK-SEAL	D/G COL. Q EL.90'-6 3/8"	SOP 630-S-015	Y	無
	#5 D/G			
ACCESS DOOR #526	#5 D/G COL.10 EL.100'-0"	PM ARC0-DR06	Y	無
MISSILE PROOF DOOR #550	#5 D/G COL.10 EL.100'-0"	WALKDOWN	Y	無
ACCESS DOOR #525	#5 D/G COL. DGA EL.100'-0"	PM ARC0-DR06	Y	無
牆面穿越孔 D122 NON-SHRINK GROUT	#5 D/G COL. DGA EL.95'-9"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 D162 NON-SHRINK GROUT	#5 D/G COL. DGA EL.95'-9"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 D163 NON-SHRINK GROUT	#5 D/G COL. DGA EL.95'-9"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 D182 NON-SHRINK GROUT	#5 D/G COL. DGA EL.90'-6"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 D231, 防火填封(PLA 003 00)	#5 D/G COL. DGA EL.100'-6"	SOP 630-S-015	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
牆面穿越孔 D232 ,防火填封(PLA 003 00)	#5 D/G COL. DGA EL.101'-1"	SOP 630-S-015	Y	無
	CTMT			
ACCESS DOOR #356	TENDOM GARRY EL.100'-6"	啟閉測試	Y	無
EMERG. EXIT LOCK	CTMT. EL.108'-8"	SOP 600-M-009A&B	Y	無
EQUIP. HATCH	CTMT. EL.148'-0"	SOP 600-M-006	Y	無
PERSONAL ACCESS DOOR	CTMT. EL.148'-0"	SOP 600-M-009A&B	Y	無
	F/B			
ROLL UP DOOR #329	F/B COL. A1 EL.100'-0"	PM ARC1-DR02 & ARC2-DR02	Y	無
EMERG. EXIT DOOR #328	F/B COL. A1 EL.100'-11"	PM ARC1-DR22 & ARC2-DR22	Y	無
EMERG. EXIT DOOR #326	F/B COL. 26 EL.100'-0"	PM ARC1-DR22 & ARC2-DR22	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
牆面穿越孔 OF4 ,防氣填封(PLB V03 00)	F/B COL. 26 EL.102'-0"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OF5, 防氣填封(PLB V03 00)	F/B COL. 26 EL.102'-0"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OF6 ,防氣填封(PLB V03 00)	F/B COL. 26 EL.102'-0"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 F53 ,LINK SEAL	F/B COL. A1 EL.101'-0"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 F83, LINK SEAL	F/B COL. A1 EL.101'-0"	SOP 630-S-015	Y	無
	AB/B (輔助鍋爐間)			
玻璃採光窗 WINDOW	AB/B COL. X1 EL.101'-0"	目視檢查	Y	無
百葉通風窗 LOUVER	AB/B COL. X1 EL.101'-0"	目視檢查	Y	無
玻璃採光窗 WINDOW	AB/B COL. X1 EL.101'-0"	目視檢查	Y	無
百葉通風窗 LOUVER	AB/B COL. X1 EL.101'-0"	目視檢查	Y	無
鐵捲窗 LOUVER	AB/B COL. X1 EL.101'-0"	啟閉測試	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
玻璃採光窗 WINDOW	AB/B COL. X2 EL.101'-0"	目視檢查	Y	無
百葉通風窗 LOUVER	AB/B COL. X2 EL.101'-0"	目視檢查	Y	無
玻璃採光窗 WINDOW	AB/B COL. X2 EL.101'-0"	目視檢查	Y	無
百葉通風窗 LOUVER	AB/B COL. X2 EL.101'-0"	目視檢查	Y	無
鐵捲門 1	AB/B COL. X2 EL.100'-0"	啟閉測試	Y	無
百葉通風窗 LOUVER	AB/B COL. XA EL.101'-0"	目視檢查	Y	無
大鐵捲門	AB/B COL. XA EL.100'-0"	PM ARC1-DR03 & ARC2-DR03	Y	無
百葉通風窗 LOUVER	AB/B COL. XA EL.101'-0"	目視檢查	Y	無
玻璃採光窗 WINDOW	AB/B COL. XB EL.101'-0"	目視檢查	Y	無
鐵捲窗	AB/B COL. XB EL.101'-0"	啟閉測試	Y	無
鐵捲門 2	AB/B COL. XB EL.100'-0"	啟閉測試	Y	無
	CONTROL BLDG.控制廠房			

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
牆面穿越孔 A117 LINK SEAL EQUAL	A/B COL. 21 EL.97'-8"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 A787 LINK SEAL EQUAL	A/B COL. 21 EL.94'-5 3/4"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA540 LINK SEAL EQUAL	A/B COL. 21 EL.96'-3"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 AA65 LINK SEAL EQUAL	A/B COL. 21 EL.93'-3 7/16"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 AA393 LINK SEAL EQUAL	A/B COL. 21 EL.95'-7"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 A106 NON-SHRINK GROUT	A/B COL. 21 EL.92'-6"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA713 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.95'-6"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 AA242 ELA 0W3 00	A/B COL. 21 EL.109'-10"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA403 PLB V00 00	A/B COL. 21 EL.109'-0"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 AA9 PLC 0W3 00	A/B COL. 21 EL.100'-9"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 AA10 PLC 0W3 00	A/B COL. 21 EL.101'-9"	SOP 630-S-015	Y	無
EMERG. EXIT DOOR #115	A/B COL. 21 EL.100'-0"	PM ARC1-DR18 & ARC2-DR18	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
MISSILE PROOF DOOR #98	A/B COL. 21 EL.100'-0"	啟閉測試	Y	無
	AUX./BLDG.輔助廠房			
牆面穿越孔 OA952 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.89'-2"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA953 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.88'-6"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA954 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.87'-10"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA955 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.86'-6"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA956 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.81'-4"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA957 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.89'-2"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA958 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.88'-6"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA959 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.87'-10"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA960 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.81'-4"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA961 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.89'-2"	SOP 630-S-015	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
牆面穿越孔 OA962 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.88'-6"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA963 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.87'-10"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA964 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.86'-6"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA965 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.81'-4"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA966 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.89'-2"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA967 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.87'-10"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA968 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.86'-6"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA969 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.83'-10"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA970 ELA 0W0 00	A/B COL. 21 EL.81'-4"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA541 LINK SEAL EQUAL	A/B COL. 21 EL.96'-6"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 AA115 LINK SEAL EQUAL	A/B COL. 21 EL.93'-3 1/4"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 A107 LINK SEAL EQUAL	A/B COL. 21 EL.95'-0"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 A127 LINK SEAL EQUAL	A/B COL. 21 EL.92'-2 1/4"	SOP 630-S-015	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
牆面穿越孔 OA037 LINK SEAL EQUAL	A/B COL. 21 EL.93'-0"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA038 LINK SEAL EQUAL	A/B COL. 21 EL.93 '04"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 A126 LINK SEAL EQUAL	A/B COL. 21 EL.94'-1 1/8"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 AA380 LINK SEAL EQUAL	A/B COL. 21 EL.96'-1 3/4"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 A113 LINK SEAL EQUAL	A/B COL. 21 EL.94'-3 1/4"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 A105 LINK SEAL EQUAL	A/B COL. 21 EL.93'-1 3/8"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 OA1682 PLB V00 R0	A/B COL. 21 EL.106'-9"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 AA545 DRY PACK	A/B COL. 21 EL.102'-0"	SOP 630-S-015	Y	無
牆面穿越孔 A1744 DRY PACK	A/B COL. 21 EL.103'-6"	SOP 630-S-015	Y	無
EMERG. EXIT DOOR #226	A/B COL. 21 EL.100'-0"	PM ARC1-DR14 & ARC2-DR14	Y	無
MISSILE PROOF DOOR #238	A/B COL. 21 EL.100'-0"	WALKDOWN	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
	CCW			
MISSILE PROOF EQUIP. HATCH #1	CCW COL. 26.3 EL.100'-0"	無	Y	無
MISSILE PROOF EQUIP. HATCH #2	CCW COL. 26.3 EL.100'-0"	無	Y	無
ACCESS DOOR #317	GARBAGE RM. EL.100'	PM ARC1-DR14 ARC2-DR14	Y	無
	T/B			
STEEL DOOR #31	T/B COL. A EL.100'-0"	PM ARC1-DR01 & ARC2-DR01	Y	無
ACCESS DOOR #30	T/B COL. A EL.100'-0"	PM ARC1-DR23 & ARC2-DR23	Y	無
ACCESS DOOR #27	T/B COL. 12 EL.100'-0"	PM ARC1-DR23 & ARC2-DR23	Y	無
ACCESS DOOR #22	T/B COL. 12 EL.100'-6"	PM ARC1-DR23 & ARC2-DR23	Y	無
ACCESS DOOR #16	T/B COL. 12 EL.100'-0"	PM ARC1-DR23 & ARC2-DR23	Y	無
ACCESS DOOR #33	SWG. COL. 7 EL.100'-0"	PM ARC1-DR23 & ARC2-DR23	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
	NSCW VALVE RM.			
ACCESS DOOR #54	VALV. RM. EL.99'-10"	PM ARC1-DR24 & ARC2-DR24	Y	無
MISSILE PROOF DOOR #55	VALV. RM. EL.100'-0"	啟閉測試	Y	無
牆面穿越孔 AY060 VENTING	EL.104'-10"	目視檢查	Y	無
牆面穿越孔 AY061 VENTING	EL.106'-3"	目視檢查	Y	無
DIESEL FUEL OIL TANK				
ACCESS DOOR #13	PUMP RM. EL.100'-0"	PM ARC1-DR24 & ARC2-DR24	Y	無
ACCESS DOOR #14	PUMP RM. EL.100'-0"	PM ARC1-DR24 & ARC2-DR24	Y	無
	NSCW PUMP ROOM			
ACCESS DOOR	ROOF EL.41'-4 1/2"	啟閉測試	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
VENTING WINDOW(TYP. 4)	ROOF EL.42'-4 1/2"	WALKDOWN	Y	無
TRAVEL SCREEN HATCH(TYP.4)	ROOF EL.44'-10 1/2"	WALKDOWN	Y	無
FINE SCREEN HATCH(TYP.4)	ROOF EL.44'-2"	WALKDOWN	Y	無
NSCW PUMP HATCH(TYP.4)	ROOF EL.44'-2"	WALKDOWN	Y	無
WASHWATER PUMP HATCH(TYP.2)	ROOF EL.44'-2"	WALKDOWN	Y	無
樓板穿越孔 NS01	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM ARC0-5601	Y	無
樓板穿越孔 NS02	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM ARC0-5601	Y	無
樓板穿越孔 NS03	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM ARC0-5601	Y	無
樓板穿越孔 NS04	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM ARC0-5601	Y	無
樓板穿越孔 NS05	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM ARC0-5601	Y	無
樓板穿越孔 NS06	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM ARC0-5601	Y	無
樓板穿越孔 NS07	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM ARC0-5601	Y	無
樓板穿越孔 NS08	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM ARC0-5601	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
樓板穿越孔 NS09	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS10	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS11	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS12	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS13	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS14	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS15	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS16	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS17	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS18	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS19	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS20	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS21	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
樓板穿越孔 NS22	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS23	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS24	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS25	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS26	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS27	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS28	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS29	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS30	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS31	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS32	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS33	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS34	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
樓板穿越孔 NS35	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS36	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS37	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS38	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS39	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS40	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS41	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS42	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS43	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS44	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS45	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS46	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS47	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
牆面穿越孔 NS48	SEPERATING WALL EL.21'-6"	PM AR0-SL01	Y	無
牆面穿越孔 NS49	SEPERATING WALL EL.21'-6"	PM AR0-SL01	Y	無
牆面穿越孔 NS50	SEPERATING WALL EL.9'-9"	PM AR0-SL01	Y	無
牆面穿越孔 NS51	SEPERATING WALL EL.9'-9"	PM AR0-SL01	Y	無
牆面穿越孔 NS52	SEPERATING WALL EL.9'-9"	PM AR0-SL01	Y	無
牆面穿越孔 NS53	SEPERATING WALL EL.9'-9"	PM AR0-SL01	Y	無
牆面穿越孔 NS54	SEPERATING WALL EL.9'-9"	PM AR0-SL01	Y	無
牆面穿越孔 NS55	SEPERATING WALL EL.9'-9"	PM AR0-SL01	Y	無
牆面穿越孔 NS56	SEPERATING WALL EL.9'-9"	PM AR0-SL01	Y	無
牆面穿越孔 NS57	SEPERATING WALL EL.9'-9"	PM AR0-SL01	Y	無
牆面穿越孔 NS58	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS59	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS60	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
樓板穿越孔 NS61	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
樓板穿越孔 NS62	OPERATION FL. EL.25'-0"	PM AR0-SL01	Y	無
WORKING HOLE(TYP.4)	OPERATION FL. EL.25'-0"	列入 PM 項目	Y	無
DRAIN DITCH 1(TYP.2) FOR TRAVEL SCREEN	OPERATION FL. EL.25'-0"	WALKDOWN	Y	無
DRAIN DITCH 2(TYP.4) FOR FINE SCREEN	OPERATION FL. EL.25'-0"	WALKDOWN	Y	無
VENTING DUCT (TYP.4)	OPERATION FL. EL.35'-10"	WALKDOWN	Y	無
	廠房區東側排水渠道	渠道暢通巡視	Y	無
	廠房區西側排水渠道	渠道暢通巡視	Y	無
	廠房區南側安全圍籬洩水孔	渠道暢通巡視	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.1 廠房外部部份				
	廠房區北外側排水渠道	渠道暢通巡視	Y	無
	廠房區西外側排水渠道	渠道暢通巡視	Y	無
	廠房區東外側排水渠道	渠道暢通巡視	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.2 廠房內防洪保護措施(詳 FSAR TABLE 3.4-1)				
DR NO.196 水密門	RM.NO.198 RHR P'P B 串 EL.64'	PM ARC12-DR06	Y	無
堆牆開口(BRICKED UP OPENING)(僅考量 FLOODING 問題並無水密金屬膜, 開口底部高程 EL.75')	RM.NO.198 RHR P'P EL.75'		Y	無
DR NO.205 水密門	RM.NO.199 SPR. P'P B 串 EL.64'	PM ARC12-DR10	Y	無
堆牆開口(BRICKED UP OPENING)(僅考量 FLOODING 問題並無水密金屬膜, 開口底部高程 EL.75')	RM.NO.199 SPR P'P EL.75'		Y	無
DR NO.197 水密門	RM.NO.200 RHR. P'P A 串 EL.64'	PM ARC12-DR06	Y	無
堆牆開口(BRICKED UP OPENING)(僅考量 FLOODING 問題並無水密金屬膜, 開口底部高程 EL.75')	RM.NO.200 RHR P'P EL.75'		Y	無
DR NO. 204 水密門	RM.NO.201 SPR. P'P A 串 EL.64'	PM ARC12-DR09	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.2 廠房內防洪保護措施(詳 FSAR TABLE 3.4-1)				
堆牆開口(BRICKED UP OPENING)(僅考量 FLOODING 問題並無水密金屬膜, 開口底部高程 EL.75')	RM.NO.201SPR. P'P EL.75'		Y	無
DR NO.208 水密門	RM.NO.196 CHARG. P'P B 串 EL.64'	PM ARC12-DR08	Y	無
堆牆開口(BRICKED UP OPENING)附加水密金屬膜	RM.NO.196CHARG. P'P EL.75'		Y	無
PENE. NO. A145 (WATER SEAL)(僅考慮 FLOODING 水位高度下之穿越孔)	RM.NO.196CHARG. P'P RM EL.79'	S.O.P. 630-S-015	Y	無
PENE. NO. AA268 (WATER SEAL)(僅考慮 FLOODING 水位高度下之穿越孔)	RM.NO.196CHARG. P'P RM EL.77'	S.O.P. 630-S-015	Y	無
DR NO.198 水密門	RM.NO.197CHARG. P'P S 台 RM EL.75'	PM ARC12-DR11	Y	無
堆牆開口(BRICKED UP OPENING)附加水密金屬膜	RM.NO.197CHARG. P'P EL.75'		Y	無
PENE. NO.OA162 (WATER SEAL)(僅考慮 FLOODING 水位高度下之穿越孔)	RM.NO.197CHARG. P'P EL.79'	S.O.P. 630-S-015	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.2 廠房內防洪保護措施(詳 FSAR TABLE 3.4-1)				
PENE. NO. OA163 (WATER SEAL)(僅考慮 FLOODING 水位高度下之穿越孔)	RM.NO.197CHARG. P'P EL.79'	S.O.P. 630-S-015	Y	無
PENE. NO. OA539 (WATER SEAL) (僅考慮 FLOODING 水位高度下之穿越孔)	RM.NO.197CHARG. P'P EL.79'	S.O.P. 630-S-015	Y	無
PENE. NO. OA1006 (WATER SEAL)(僅考慮 FLOODING 水位高度下之穿越孔)	RM.NO.197CHARG. P'P EL.77'	S.O.P. 630-S-015	Y	無
PENE. NO. AA266 (WATER SEAL)(僅考慮 FLOODING 水位高度下之穿越孔)	RM.NO.197CHARG. P'P EL.78'	S.O.P. 630-S-015	Y	無
DR NO.202 水密門	RM.NO.202 CHARG. P'P A 串 EL.75"	PM ARC12-DR07	Y	無
堆牆開口(BRICKED UP OPENING)附加水密金屬膜	RM.NO.202 CHARG. P'P EL.75"		Y	無
PENE. NO. OA1004 (WATER SEAL)(僅考慮 FLOODING 水位高度下之穿越孔)	RM.NO.196CHARG. P'P EL.78'	S.O.P. 630-S-015	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.2 廠房內防洪保護措施(詳 FSAR TABLE 3.4-1)				
PENE. NO. OA211 (WATER SEAL)(僅考慮 FLOODING 水位高度下之穿越孔)	RM.NO.196CHARG. P'P EL.79'	S.O.P. 630-S-015	Y	無
PENE. NO.OA1723 (WATER SEAL)(僅考慮 FLOODING 水位高度下之穿越孔)	RM.NO.196CHARG. P'P EL.77'	S.O.P. 630-S-015	Y	無
PENE. NO.OA1724 (WATER SEAL)(僅考慮 FLOODING 水位高度下之穿越孔)	RM.NO.196CHARG. P'P EL.77'	S.O.P. 630-S-015	Y	無
PENE. NO.OA887 (WATER SEAL)(僅考慮 FLOODING 水位高度下之穿越孔)	RM.NO.196CHARG. P'P EL.77'	S.O.P. 630-S-015	Y	無
PENE. NO.OA1723,1724,887(WATER SEAL)(僅考慮 FLOODING 水位高度下之穿越孔)	RM.NO.196CHARG. P'P EL.77'	S.O.P. 630-S-015	Y	無
FLOOR DRAIN	A/B EL.74'-0"(3-P-ZA-801)	S.O.P 700-M-263,MEA1/2-0364	Y	無
FLOOR DRAIN	A/B EL.88'-0"(3-P-ZA-802)	S.O.P 700-M-263,MEA1/2-0364	Y	無
FLOOR DRAIN	A/B EL.100'-0"(3-P-ZA-803)	S.O.P 700-M-263,MEA1/2-0364	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.2 廠房內防洪保護措施(詳 FSAR TABLE 3.4-1)				
FLOOR DRAIN	A/B EL.126'-0"(3-P-ZA-804)	S.O.P 700-M-263,MEA1/2-0364	Y	無
FLOOR DRAIN	A/B EL.148'-0"(3-P-ZA-805)	S.O.P 700-M-263,MEA1/2-0364	Y	無
SUMP PUMP (N-LE-P117/P118/P119/P120)	RM.NO.81 EL.80'-0" (3-OP-ZJ-111,211)	MEA1/2-0364	Y	無
FLOOR DRAINS	RM.NO.60~63,65,66,70,71,74,75 EL.80'-0" (3-P-ZJ-801)	S.O.P 700-M-263	Y	無
WALL SCUPPERS	RM.NO.89,90,93 EL.100'-0" (3-P-ZJ-802)	目視檢查	Y	無
FLOOR DRAINS	RM.NO.117,126 EL.126' -0" (3-P-ZJ-803)	S.O.P 700-M-263,MEA1/2-0364	Y	無
FLOOR DRAINS	RM.NO.160~163 EL. 148' -0" (3-P-ZJ-804)	S.O.P 700-M-263,MEA1/2-0364	Y	無
LARGE PIT & SUMP PUMP(N-LE-P125/P126)	RM.NO.467,470 EL.100' -0" (3-P-ZD-101,151)	MEA1/2-0364	Y	無

設備/材料	實際位置	功能驗證方式	功能性 (Y/N)	差異說明及改善措施
3.2 廠房內防洪保護措施(詳 FSAR TABLE 3.4-1)				
FLOOR DRAINS	RM. NO.361,362 EL.100' -0"	S.O.P 700-M-263,MEA1/2-0364	Y	無
FLOOR DRAINS	RM.NO. 367 EL.126' -0"	S.O.P 700-M-263,MEA1/2-0364	Y	無
4' X 8' LOUVERED OPENINGS	RM.NO. 367 EL.126' -0"	啟閉測試	Y	無
FLOOR DRAINS	RM.NO.378,379 EL.100' -0"	S.O.P 700-M-263,MEA1/2-0364	Y	無

4. 極端天然災害之威脅

4.1 極端惡劣天候情況（暴風雨、豪大雨）

1. 隨著地球的暖化，全球氣候變化越來越劇烈及難以捉摸。台灣本島天候主要是每年 5-6 月的梅雨季及 7-10 月的颱風季。從氣象局的資料顯示，颱風是影響台灣極端降雨之重要因素。當颱風滯留本島時間越長，所造成的災害損失越大。本廠終期安全分析報告(FSAR)在極端惡劣天候情況，所考量作為設計基準之事件，已將暴風雨納入，且已在「日本福島電廠 311 事件」發生後，檢討本廠廠房內防洪設計包括輔助廠房、控制廠房、汽機廠房、行政廠房、廢料廠房、輔助鍋爐廠房、廠房內房間及廠用海水系統泵室等廠房內重要設備防洪設計（含穿越孔填封、地板排水孔、阻水門檻高度、集水坑排水泵），並於 100 年 4 月 8 日完成列表，並至現場進行巡視檢查，確認完整性符合設計。另依據運轉規範測試要求執行定期性測試驗證，及廠家說明書、維護經驗、業界經驗、維護法規相關矯正措施等，確認設備可用性。依據定訂維護週期，以維持設備可靠度，驗證這些防護設備是符合設計基準。同時台電總處為面對極端氣候的衝擊已在 100 年 9 月，以「颱風與豪大雨/土石流」等複合式天災、超出設計基準的壓力測試（如附件 4-1），進行檢驗各核電廠防護能力，嘗試找出弱點與瀕危效應，進行強化各核電廠防護能力的措施。本篇報告內容，主要是參照去年 9 月，以「颱風與豪大雨/土石流」等複合式天災、超出設計基準的壓力測試。查詢中央氣象局資訊，本廠地區並未有因閃電與冰雹造成災害的紀錄。假設發生閃電或冰雹災害，對本廠安全相關設備應不會造成損害，但可能影響廠外電源輸電線路。其影響已涵蓋於本報告中。

4.1.1 事件組合及選擇為設計基準的原因

廠房外防洪設本廠位於恆春鎮南灣，廠址佔地 329 公頃，距恆春鎮約 5 公里，南距鵝鑾鼻約 15 公里，北距高雄約 110 公里。可能侵襲本廠之極端惡劣天候情況，包括颱風、豪大雨以及土石流等天然災害。考量最嚴重之複合式災害事件組合，則為颱風、豪大雨以及土石流同時發生之事件。針對此最嚴重之複合式災害事件組合所產生之強風、豪雨與土石流，本廠之設計考量說明如下：

1. 廠房外防洪設計：

- (1) 幹管排洪能力設計：廠房區排水皆採重力排水，地面主排水系統計有：

- a. 東側管線渠道排水，排水能力為 11 CMS (m^3/s ，末端出水渠道為 180 cm 寬×200 cm 深，設有防闖入隔柵)。

b. 西側管線渠道排水，排水能力為 9 CMS（末端出水渠道為 180 cm 寬×200 cm 深，設有防闖入隔柵）。

東、西兩側幹管總排水能力共計為 20 CMS，又此排洪系統所涵蓋排洪面積為 216,627m²（廠房區及其北側停車場、倉庫區），依 FSAR2.3.2.3 節所述設計最大降雨強度 120 mm/hr 計算此區域水量為 7.22 CMS，遠小於設計排水能力。另外廠房區南側有一自然洩水口，額外提供直接漫流至循環水取水區海域 20 CMS 的排水能力。

(2) 廠房區外北側、東側及西側皆有高地，將廠房區隔離且有獨立的排水系統。北側排水以道路與廠房區隔離，東側排水以道路及安全圍籬與廠房區隔離，西側排水則以駁坎與廠房區隔離。因此，廠房區外之區域落雨不會進入本廠廠房區域。

(3) 廠房區周邊環境的設計考量：

a. 所有位於外牆的門或地面上之開口至少皆距離地面六吋以上，以防止累積之雨水（3.4.1.1.2 節所述）浸入廠房，廠房室外地坪高程為海平面上 14.85 米。

b. 地面以下的基礎及牆於伸縮縫、結構縫處設置有合成橡膠止水帶，所有廠房的基礎底部及位於地面下的外牆皆施作防水處理（waterproofing）。該等防水材料位於結構體下方處或結構體與結構體之間，若有劣化則無法處理，惟該等材料位於不見天日處不易劣化，且若有劣化則形成之滲水量亦極低微，不會構成危害。

c. 廠房周邊設計有足以輸送最大可能降雨量（PMP）的地面排水系統、鋪面有足夠的斜率以宣洩最大降雨強度時來自屋頂排水管的水量。

【註：所有可接近之防水門、屏蔽（包括防飛射物門及 CCW RC 屏蔽牆等）、及穿越器填封完整性皆已現場查證或檢查。除廠用海水泵室之穿越孔填封外，皆符合設計之要求。】

(4) FSAR2.3.2.3 本廠設計最大降雨強度 120mm/hr（百年一次大雨）所形成的廠房區暴雨量 7.22CMS 及最大降雨強度 228mm/hr（萬年一次大雨）所形成的水量 13.72CMS，兩者皆小於核三廠廠房外防洪設計排水能力 20 CMS（相當於降雨強度 325mm/hr）。

【註：經檢視本區域歷年之最大降雨強度，以 2005.9.23 日丹瑞颱風最大降雨強度為 156.5 mm/hr（9.56CMS）（氣象局正式記錄），未超過本廠設計之 325mm/hr，並未造成本廠廠址淹水。】

以氣象局恆春氣象站 1980 至 2011 每年每日最大降雨量數據，使用對數皮爾遜 Type III 公式推算，本地區百年一次之每小時最大降雨量為 169.36mm/hr，萬年一次之每小時最大降雨量為 303.32mm/hr，雖較原 FSAR 設計基準萬年一次之每小時最大降雨量 228mm/hr 為大，惟其產生之逕流量仍小於廠區排水系統的排水能力 20cms（相當於降雨強度 325mm/hr）。

2. 土石流災害：

- (1) 「農委會水保局」公告資料顯示本廠所在地恆春地區並無土石流潛勢溪流。
- (2) 前國道發生邊坡崩塌時，本廠曾做邊坡調查，並無順向坡存在本廠周邊區域。
- (3) 本廠廠房區四周除臨海之南側地勢較廠房區低外，其餘東、北、西側皆較廠房區高，並在斜坡上皆設計施作完善駁坎磚，廠房結構直接座落於新鮮泥岩盤上無土壤液化之狀況，外圍邊坡高度低，坡度緩，無水源，在強震下，地表可能的變動不致太大，無特別因應需求。其中：
 - a. 東側駁坎最高點（平台）高程約 30 公尺，由上至下整理成平台、斜坡、平台、斜坡間次排列，總坡度小於 34° ，無崩落破壞之虞。
 - b. 本廠廠房區北側坡頂為開關場區，高程約 25 公尺，為一規劃設置完善之場區，與廠房區之間有兩斜坡夾一平台，總坡度小於 34° ，無崩落破壞之虞。
 - c. 廠房區西側坡頂高程約 24 公尺，為保護區保安圍籬外圍道路及保安植被林地，高程約 25 公尺，安定穩固，亦無崩落破壞之虞。

3. 廠房內防洪設計：

若海嘯可能之高度超過廠址高度(15 米)，海嘯及其所夾帶之雜物可能造成電廠內許多建築物、房門、道路、桶槽及其他基礎設施受到毀壞。根據本公司核能電廠安全防護總體檢報告(核能電廠防海嘯評估報告摘要)，本廠主要廠房之基地高程(15 米)高於海嘯溯上水位 12.53 米，不受海嘯侵襲影響。

本廠廠房內設備防洪保護設計基準(詳 FSAR 第 3.4 章節)：

- (1) 安全有關的組件具有雙重性，其所在廠房位置之佈置，具有適當的分隔性，或設計具有自然排水的功能。
- (2) 設計不透水緊密房間以保護安全相關設備，水密門裝有開關和

電路提供警報給控制室，避免被不當開啟。

(3) 廠房中安全重要設備的房間，其人員通道、穿越管路和其他經過牆壁的穿越孔，皆有不透水緊密設計。

(4) 有關牆、門、(控制、電氣等)盤或者其他分隔間的封閉功能，係依據 FSAR 3.4.1.2 Flood protection for Flooding from component Failures 設計。

(5) 廠房房間中的系統組件和管路均設計有淹水程(高)度的警報、在控制室有警報。

(6) 與連接海洋/水槽等水源連結之系統設備，無論設計位置或保護功能，均不會因淹水事故而造成設備失效。

(7) 位於淹水區域的移動式堆牆(Bricked-up)開口(openings)，設計有金屬膜(metallic diaphragm)式之水封，設備維修通口(HATCH)亦設計有水封。

(8) 非水封(non-watertight)門在底部皆設計有百葉窗(LOUVER)開口。

(9) 對於淹水量較小的房間之門皆設有高度 6 英吋止水堰(CURB)。某些特別區域則高於 6 英吋。

(10) 建築結構間的分離接頭，設計有塑性(Elasto-metric)膨脹接頭作水封。對於低於最大淹水水位的穿越器，在管路與穿越器套管間，設計有塑性(Elasto-metric)膨脹接頭作水封。

(11) 全部廠房之房間設計皆可承受預期的淹水事故所施加的流體靜壓力。

(12) 在淹水迅速蓄積、或者高流量破口可能發生的區域，設計有排水口。

(13) 電氣箱和其他脆弱設備安裝有襯墊，並且對防火噴水頭有遮蔽的設計。

(14) 在不同的消防管線內安裝限流孔。

本廠廠房內防洪措施，係根據上述設備保護設計基準，依每一房間內破管事故之淹水分析結果建議而設計(詳 FSAR 第 3.4 章節)。對廠房(圍阻體外)內重要安全設備防洪設計如下：

(1) 防水門之設計。

(2) 堆牆開口(BRICKED UP OPENING)附加水密金屬膜(metallic diaphragm)之設計。

(3) 水密穿越孔(WATER SEAL PENETRATION)與地板排水孔(FLOOR DRAINS)之設計。

(4) 廠房內之防溢堤，均依本廠 FLOODING 分析結果及建議，皆在 ESSC 電氣設備重要房間內設有高於 6” 之門檻 (CURB)，以防洪水入侵。

4. 外露設備對強風的承受能力：

(1) 345kV 線路可承受 61.9 m/s 風速(17 級風速：56.1~61.2 m/s)。

(2) 161kV 線路可承受 45 m/s 風速(14 級風速：41.5~46.1 m/s)。

(3) 鐵塔可承受 70.7 m/s 風速(大於 17 級風速)。

(4) 防震 1 級結構物抗風強度為 70 m/s(大於 17 級風速)，說明如下：

電廠安置 ESF 設備的廠房屬於第一類結構，在設計上可承受颱風來襲所挾帶的強大風速，保證機組的完整性及有足夠能力執行反應爐安全停機。FSAR 3.5.1.4 Missiles Generated by Natural Phenomena 已將颱風捲起飛射物對廠房的威脅納入評估。Table 3.5-7 分析 4000 lb 汽車以水平速度 75 ft/sec、垂直速度 50ft/sec 撞擊廠房時，廠房能忍受和吸收撞擊能量，保護廠房內部系統、組件。強風捲起的飛射物(projectile)撞擊，對本廠安全相關設備應不會造成損害，但可能影響廠外電源輸電線路。其影響已涵蓋於本報告中。

4.1.2 極端自然威脅的弱點與瀕危效應

1. 廠房內防洪保護設計是依據每一房間內破管事故之淹水分析結果建議而設計，除輔助廠房底層之 ECCS 泵 7 間房間外，其他廠房房間並不需要設置水密門。設計之初已經考量雨排水系統及海嘯影響，無水災易淹沒之廠房。若因外部天然災害，水量超過設計基準，造成廠房淹水，控制廠房 80 呎為水災弱點。

2. 主要的水災弱點、瀕危效應是控制廠房最底層 80 呎淹水，因內有安全相關電氣設備，包括 A/B 緊要匯流排及 A/B/C/D 安全串電池室、充電機等，如全部淹水將造成所有安全相關電氣設備不可用，等於喪失所有 AC/DC 電源，此時爐心的餘熱僅能藉由二次側熱沉移除。由汽機帶動輔助飼水泵對蒸汽產生器補水，現場手動操作 AL-HV113、HV114、HV115，及蒸汽產生氣動力釋壓閥，維持蒸汽產生器 FEED & BLEED。若二次側熱沉也喪失，將衍生爐心熔毀的嚴重後果。本項瀕危效應與壓力測試報告 5.1.3 節「喪失廠外電源、後備電源(EDG)及其他多元備援電源」相同，可運轉期長已列於 5.1.3 節。

3. 其次是輔助廠房 74 呎淹水，且造成安全相關泵（均設置於有水密門設計的房間內）淹水不可用。所以當廠房集水池高水位警報出現，需立即處理。
4. 此外，若緊要海水(NSCW)進水口被大量雜物堵塞，造成細網受雜物阻塞而影響泵浦取水，將使機組喪失最終熱沉。

4.1.3 阻止瀕危效應或增加電廠強固性的方法

1. 因應極端惡劣天候之應變與處置(參考圖 4-1：颱風處理流程及圖 4-2：廠區/廠房淹水處理流程)：

- (1) 中央氣象局發佈海上陸上颱風警報或預計於假日期間將發佈海上陸上颱風警報，可能危害本廠時，進入程序書 154(颱風期間作業程序書)。
- (2) 當中央氣象局預測 18 小時內，颱風的暴風範圍可能侵襲台灣及金門、馬祖陸上，發佈「海上陸上颱風警報」，且「颱風警報之警戒區域涵蓋本廠」，進入程序書 584(颱風警報期間機組之運轉措施程序書)。
- (3) 海嘯警報發佈後及海嘯侵襲本廠時，進入程序書 582.2(海嘯處理程序書)。
- (4) 廠房淹水，進入程序書 583(緊急淹水事件程序書)。
- (5) 依強風及超大豪雨對本廠的影響程度進入程序書 1401（事故判定分類程序書）予以分類，使電廠能遵循本程序書儘快做出事故種類之正確判斷，提供研擬因應措施並及時依規定通報。
- (6) 超出電廠設計基準的情況發生時，機組喪失廠內外交流電源或反應爐/蒸汽產生器補水需求，必須採取決斷行動做好廢棄反應爐之準備，則進入程序書 1451(機組斷然處置程序指引程序書)。

2. 補強措施：

- (1) 因應海嘯改善案，廠用海水泵室取水池池頂已增設攔污格柵蓋板，防止海嘯可能挾帶之大型垃圾、雜物掉入取水池。另外，已完成廠用海水泵馬達室實體隔離改善，以防止海嘯侵襲造成喪失所有廠用海水泵馬達。
- (2) 依據程序書 700-A-001，執行結構體檢查包含排水渠道、管線之結構完整及暢通，並執行周邊駁坎檢查，適時整備以預防駁坎崩塌。

- (3) 依程序書 582, 582.1, 582.2 作好地震/海嘯後處理程序和設備檢查及處理。
- (4) 依據程序書 192 執行定期檢查保養及測試，使救災用器材平時保持可用狀態，適時提供廠內緊急救災時使用。緊急救援設備有：汽油引擎抽水泵 12 台；電動動力沉水泵 8 台；緊急電力(柴油發電機 1 台；多功能工作機 3 台；汽油排煙用發電機 18 台)可提供相關抽(沉)水泵後備電力。
- (5) 重要廠房(如控制廠房/輔助廠房)淹水時，若集水池排水泵來不及排水，可增設臨時抽(沉)水泵，提高排水功能。與控制廠房/輔助(反應器)廠房有相交通道之廠房一併列入防淹水檢討，如通道控制廠房、廢料廠房亦予防淹水處理。
- (6) 原控制廠房 80 呎 A/B BUS 及 A/B/C/D 充電機室對外門戶設計有 10 吋門檻與外界隔離。已開立 DCR M1-4249/M2-4250 提升關鍵廠房對外防火門/防爆門的水密性。若防火門/防爆門可承受水壓壓力，則瀕危效應將變為廠房外積水超過廠房開口高度($\geq$ 海平面上 19 米)。
- (7) 已增購 30 台柴油引擎抽水泵，以增加機動排水能力。
- (8) 已增購 10 台 480VAC 移動式柴油發電機，提供緊急補水泵、空調設備、監控儀器及緊急照明/通訊等備援電源。
- (9) 將增購 2 台 4.16kV 移動式柴油發電機，以提供長期冷卻相關設備之備援電源。(101 年 7 月完成)

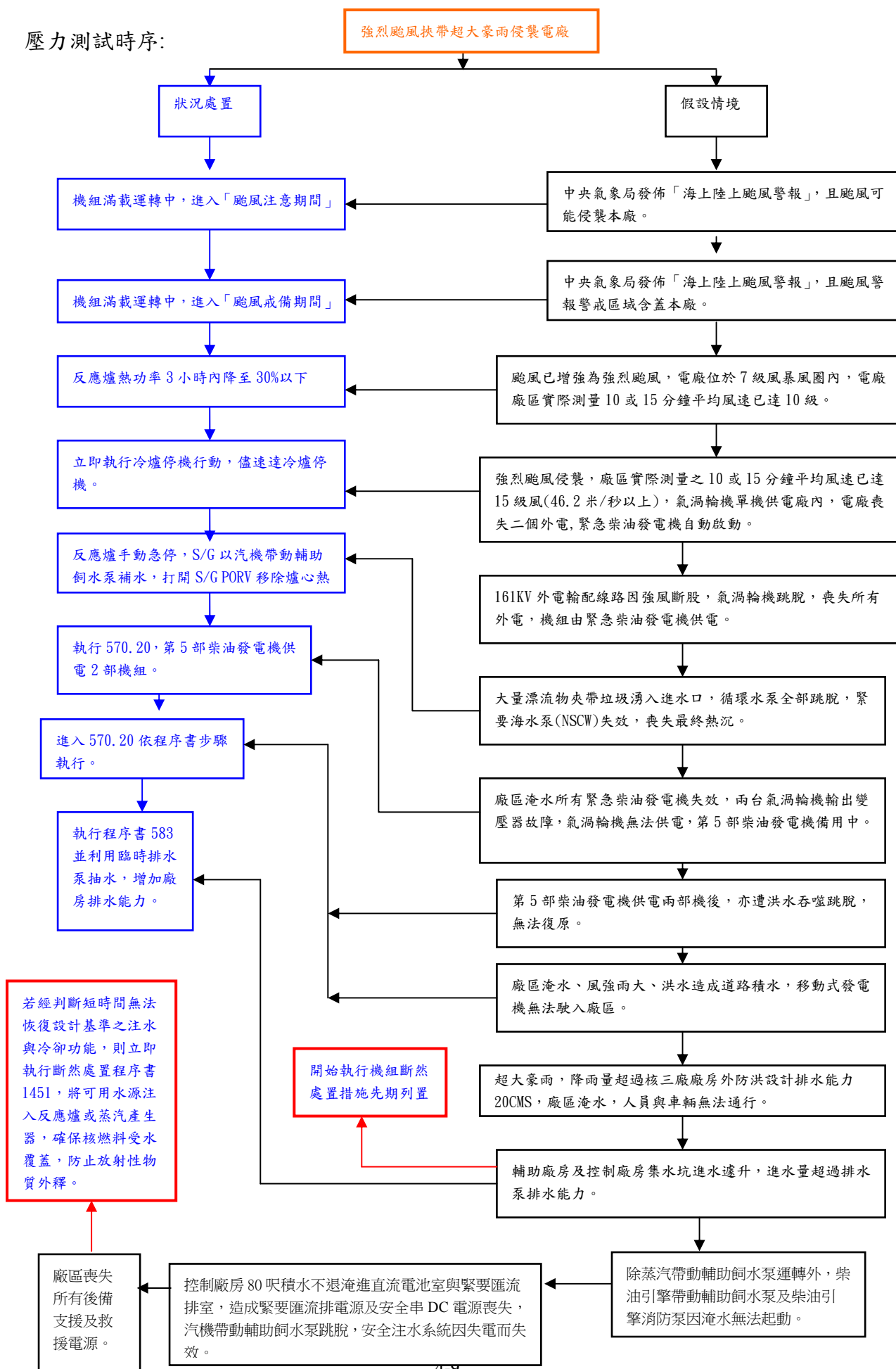
附件 4-1 「颱風+豪大雨/土石流」廠內壓力測試

核三廠強烈颱風挾帶超大豪雨壓力測試流程

情境：

- 1.二部機滿載運轉。
- 2.中央氣象局發佈廠址所在地區超大豪雨特報(24 小時累積雨量達 350 毫米以上)。
- 3.防颱緊急應變小組成立，消防班 6 員與防颱人員待命中。
- 4.值班預加/留置一班人力，於備勤宿舍待命。
- 5.強烈颱風侵襲電廠，造成緊急電源與後備電源喪失。
- 6.颱風挾帶超大豪雨，造成廠房底層淹水，安全系統喪失注水功能。

壓力測試時序：

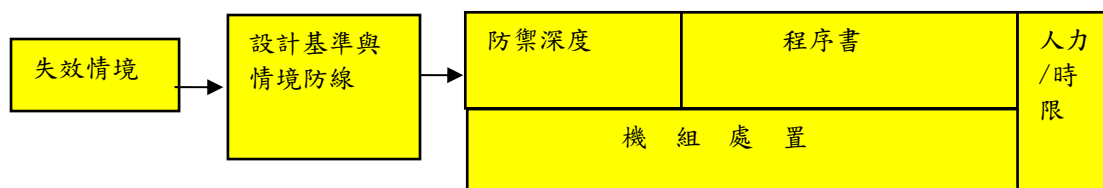


情境：

1. 二部機滿載運轉
2. 中央氣象局發佈廠址所在地區超大豪雨特報(24 小時累積雨量達 350 毫米以上)
3. 防颱緊急應變小組成立，消防班 6 員與防颱人員待命中。
4. 值班預加/留置一班人力，於備勤宿舍待命。本廠程序書 154 於颱風季節前或在中央氣象局發布海上陸上颱風警報或預計於假日期間將發布海上陸上颱風警報，可能危害本廠時，得成立防颱緊急應變小組，對本廠人員、設備、建築物加以防範，並維持人員、機組之安全。廠長或其代理人職掌防颱人員之調動；各組經理（含外單位駐廠主管）或代理人負責調派適量之防颱人員擔任防颱工作。運轉組負責評估颱風狀況，颱風期間內運轉值班人員調度事宜，至少會留一班值班人員於備勤宿舍待命。短時間淹水（如颱風期間），由防颱人員支援當值值班處理。颱風過後長期淹水處理，則由維護人員全力搶救。
5. 強烈颱風侵襲核能電廠，造成緊急電源與後備電源喪失。
6. 颱風挾帶豪大雨，造成廠房底層淹水，安全系統喪失注水功能。
7. 如有戶外操作，需評估強風大雨時人員是否可操作，及有足夠的防護措施下進行操作。
8. 若設備絕緣因雨水入侵有短路的可能時，則需待雨變小不影響設備絕緣時操作或安裝適當的防護，阻擋強風驟雨。

核三廠強烈颱風挾帶超大豪雨壓力測試流程

第 2 頁



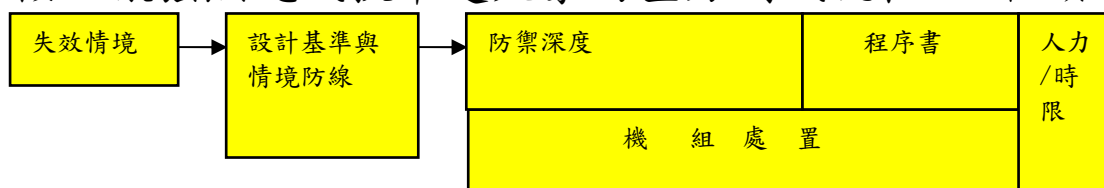
中央氣象局發佈「海上陸上颱風警報」，且颱風可能侵襲本廠，進入「颱風注意期間」。	345Kv 線路可承受 61.9m/s 風速(17 級:56.1~61.2m/s). 161Kv 線路可承受 45m/s 風速(14 級:41.5~46.1m/s). - 鐵塔可承受 70.7m/s 風速. - 防震 1 級結構物抗風強度為 70m/s.	電源 345Kv 4 迴路. 161Kv 2 迴路(包括氣渦輪發電機) - 緊急柴油發電機. - 第 5 部柴油發電機(包括緊急時同時提供兩部機組之應變能力). - 第三電源 11.4KV/4.16KV，經 5th D/G 提供至#1 或#2 機緊要電源 4.16KV 及 480VAC。 480V 移動式柴油引擎發電機。 - DC 電源。 - 增購 2 台 4.16KV 移動式柴油引擎發電機。(101 年 7 月完成) - 增購 10 台 480VAC 移動式柴油發電機。(100 年 11 月 17 日完成) S/G 補水 - 電動輔助飼水。 - 汽機帶動輔助飼水。 - 柴油引擎帶動輔助飼水。 - 柴油引擎消防。 - 消防車。 反應爐注水 - 反應爐補水系統(含消防車補水)。 - ECCS 注水。 - RWST 重力補水。 - BH-P020。 - 圍阻體灌水。 - RWST 增設快速接頭供消防車補水。 熱沉 - 緊要海水。 - CST。 - DST。 - 生水池。 - CST 增設快速接頭供消防車補水。	- 中央氣象局發佈颱風警報後，廠長或其代理人應視本廠實際情況研判成立防颱緊急應變小組。 - 防颱緊急應變小組成立後三小時內，各組執行程序書 154 檢查項目及採取防範措施，並將檢查表交防颱副指揮官彙總。 - 颱風期間，地方政府宣佈不上班時，交通車停止發車；惟防颱指揮官得視機組及廠區安全需求，認為有必要時，責由副指揮官知會各相關經理要求相關員工出勤搶修，並通知供應經理協調派車。 - 防颱副指揮官彙總各單位防颱緊急應變小組人員名冊 SOP 154 表 1，影本一份送供應組(俾供準備車輛或防颱糧食用)。 - 運轉組評估風雨狀況，視需要通知該當值運轉人員下班後留守做為預備班並視為待命人員，而下一班人員即正常接班。同時酌情安排運轉機動班、訓練班人員以增加值班人力廠內備用資源。並評估交通道路可能因風雨過大或坍方，提前召進接班之值班人員。	各組派員 3 小時內完成程序書 154 檢查表
---	--	--	---	-------------------------

第 3 頁



核三廠強烈颱風挾帶超大豪雨壓力測試流程

第 4 頁



中央氣象局發佈「海上陸上颱風警報」，且颱風已增強為強烈颱風，警報之警戒區域涵蓋電廠，電廠位於 7 級風暴風圈內，電廠廠區實際測量 10 或 15 分鐘平均風速已達 10 級風（24.5 米/秒）。	1. 345Kv 線路可承受 61.9m/s 風速(17 級:56.1~61.2m/s). 2. 161Kv 線路可承受 45m/s 風速(14 級:41.5~46.1m/s). 3. 鐵塔可承受 70.7m/s 風速. 4. 防震 1 級結構物抗風強度為 70m/s.	電源 1. 345Kv 4 迴路. 2. 161Kv 2 迴路(包括氣渦輪發電機) 3. 緊急柴油發電機. 4. 第 5 部柴油發電機(包括緊急時同時提供兩部機組之應變能力). 5. 第三電源 11.4KV/4.16KV，經 5th D/G 提供至#1 或#2 機緊要電源 4.16KV 及 480VAC。 6. 480V 移動式柴油引擎發電機。 7. DC 電源。 8. 增購 2 台 4.16KV 移動式柴油引擎發電機。(101 年 7 月完成) 9. 增購 10 台 480VAC 移動式柴油發電機。(100 年 11 月 17 日完成) S/G 補水 1. 電動輔助飼水泵。 2. 汽機帶動輔助飼水泵。 3. 柴油引擎帶動輔助飼水泵。 4. 柴油引擎消防泵。 5. 消防車。 反應爐注水 1. 反應爐補水系統(含消防車補水)。 2. ECCS 注水。 3. RWST 重力補水。 4. BH-P020。 5. 圍阻體灌水。 6. RWST 增設快速接頭供消防車補水。 熱沉 1. 緊要海水泵 2. CST。 3. DST。 4. 生水池。 5. CST 增設快速接頭供消防車補水。	1. 依程序書 584 颱風期間運轉方案執行, 反應爐熱功率 3 小時內降至 30%以下。 2. 防颱緊急應變小組人員接受指揮官或副指揮官調配, 搶救損害設備。	當班約 23 人/ 1 小時內 防颱緊急應變小組人員待命中
---	--	---	--	---

Cliff-edge Effect：廠址近海颱風生成或颱風行進速度超出預期，電廠應變組織及整備不及

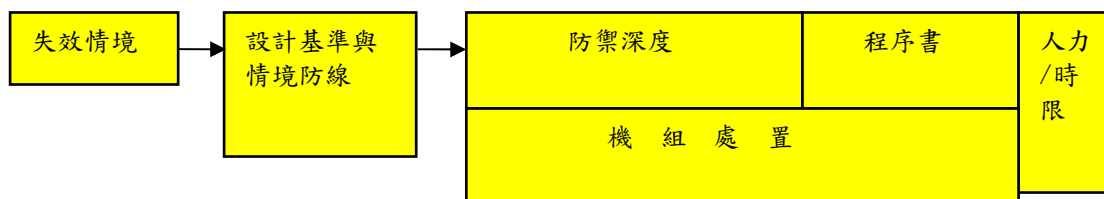
核三廠強烈颱風挾帶超大豪雨壓力測試流程

第 5 頁

失效情境	設計基準與 情境防線	防禦深度	程序書	人力 /時 限
		機 組 處 置		
強烈颱風侵襲，廠區實際測量之 10 或 15 分鐘平均風速已達 15 級風(46.2 米/秒以上)，氣渦輪機單機供電廠內，電廠喪失二個外電，緊急柴油發電機自動啟動。	1. 345Kv 線路可承受 61.9m/s 風速 (17:56.1~61.2 m/s). 2. 161Kv 線路可承受 45m/s 風速 (14:41.5~46.1 m/s). 3. 鐵塔可承受 70.7m/s 風速. 4. 防震 1 級結構物抗風強度為 70m/s.	電源 2. 161Kv 由氣渦輪發電機供電. 3. 緊急柴油發電機. 4. 第 5 部柴油發電機(包括緊急時同時提供兩部機組之應變能力). 5. 第三電源 11.4KV/4.16KV, 經 5th D/G 提供至#1 或#2 機緊要電源 4.16KV 及 480VAC。 6. 480V 移動式柴油引擎發電機。 7. DC 電源。 8. 增購 2 台 4.16KV 移動式柴油引擎發電機。(101 年 7 月完成) 9. 增購 10 台 480VAC 移動式柴油發電機。(100 年 11 月 17 日完成) S/G 補水 1. 電動輔助飼水泵。 2. 汽機帶動輔助飼水泵。 3. 柴油引擎帶動輔助飼水泵。 4. 柴油引擎消防泵。 5. 消防車。 反應爐注水 1. 反應爐補水系統(含消防車補水)。 2. ECCS 注水。 3. RWST 重力補水。 4. BH-P020。 5. 圍阻體灌水。 6. RWST 增設快速接頭供消防車補水。 熱沉 1. 緊要海水泵 2. CST。 3. DST。 4. 生水池。 5. CST 增設快速接頭供消防車補水。	依程序書 584 颱風期間運轉方案執行, 立即執行冷爐停機行動, 儘速達冷爐停機。	當班 約 23 人/ 6 小時 內
161KV 外電輸配線路因強風斷股，氣渦輪機跳脫。	同上	同上	501.3: 如外電均跳脫，且氣渦輪機差動電驛動作跳脫，確認緊急柴油發電機運轉供電中。	每部機 4 人/ 分鐘內

核三廠強烈颱風挾帶超大豪雨壓力測試流程

第 6 頁



兩台氣渦輪機輸出變壓器故障，氣渦輪機無法供電。	同上	電源 3. 緊急柴油發電機。 4. 第 5 部柴油發電機(包括緊急時同時提供兩部機組之應變能力)。 5. 第三電源 11.4KV/4.16KV，經 5th D/G 提供至#1 或#2 機緊要電源 4.16KV 及 480VAC。 6. 480V 移動式柴油引擎發電機。 7. DC 電源。 8. 增購 2 台 4.16KV 移動式柴油引擎發電機。(101 年 7 月完成) 9. 增購 10 台 480VAC 移動式柴油發電機。(100 年 11 月 17 日完成) S/G 補水 1. 電動輔助飼水泵。 2. 汽機帶動輔助飼水泵。 3. 柴油引擎帶動輔助飼水泵。 4. 柴油引擎消防泵。 5. 消防車。 反應爐注水 1. 反應爐補水系統(含消防車補水)。 2. ECCS 注水。 3. RWST 重力補水。 5. 圍阻體灌水。 6. RWST 增設快速接頭供消防車補水。 熱沉 1. 緊要海水泵 2. CST。 3. DST。 4. 生水池。 5. CST 增設快速接頭供消防車補水。	氣渦輪機無法供電，確認機組由緊急柴油發電機持續供電中。	每部機 4 人/1 分鐘內
-------------------------	----	---	-----------------------------	---------------

核三廠強烈颱風挾帶超大豪雨壓力測試流程

第 7 頁

失效情境	設計基準與 情境防線	防禦深度	程序書	人力 /時 限
		機 組 處 置		
大量漂流物挾帶垃圾湧入進水口，造成循環水泵流量遽降、海水進水口細網高差壓以及迴轉攔污柵與清洗泵過電流頻頻跳脫，最後循環水泵相繼跳脫。	(1)依 FSAR 敘述，機組最終熱沉 NSCW 取水池的容量為 350382 ft³（取水池及抽水機房總容量，自 EL. -8.2’ 至 EL. -27’，取水池池底 EL. -28’，抽水機房底 EL. -36.5’），以此容量足以供應兩部機組運轉 30 分鐘所需水量，依推算(FSAR)本地海嘯週期為 49 分鐘，退潮期約 25 分鐘，因此於退潮期備用水量尚未用完海水已可開始補注。 (2)支援系統-電源、Travel Screen、備品狀況(含支援系統) a 迴轉攔污柵是垂直迴轉，由鏈條帶動，必要時，也可以手動迴轉。電源從安全串 A-1E-PH-E06 和 B-1E-PH-E06 受電。 b. 均定有維護週期，備品迴轉攔污柵鍊輪，迴轉攔污柵鍊條，迴轉攔污柵網片足以供應三次大修。	電源 4. 第 5 部柴油發電機(包括緊急時同時提供兩部機組之應變能力)。 5. 第三電源 11.4KV/4.16KV，經 5th D/G 提供至#1 或#2 機緊要電源 4.16KV 及 480VAC。 6. 480V 移動式柴油引擎發電機。 7. DC 電源。 8. 增購 2 台 4.16KV 移動式柴油引擎發電機。(101 年 7 月完成) 9. 增購 10 台 480VAC 移動式柴油發電機。(100 年 11 月 17 日完成) S/G 補水 1. 電動輔助飼水泵。 2. 汽機帶動輔助飼水泵。 3. 柴油引擎帶動輔助飼水泵。 4. 柴油引擎消防泵。 5. 消防車。 反應爐注水 1. 反應爐補水系統(含消防車補水)。 2. ECCS 注水 3. RWST 重力補水。 5. 圍阻體灌水。 6. RWST 增設快速接頭供消防車補水。 熱沉 1. 緊要海水泵 2. CST。 3. DST。 4. 生水池。 5. CST 增設快速接頭供消防車補水。	程序書 154：大量漂流物及垃圾湧入進水口，通知指揮官派待命人員至現場清理。 (1)狀況 1：緊要海水泵(NSCW)進水口可用(未受海嘯雜物堵塞)，且抽水泵可用動力設備部份有 5 部備用緊要海水馬達，抽水泵屬沉水式，不會因為海嘯而損壞。(備品儲存於 4 號倉庫、高程海平面 26.1 米) (2)狀況 2：緊要海水泵(NSCW)進水口不可用，則以蒸汽產生器補水配合蒸汽排放，移除反應器餘熱。	4 人 /4 小時內

核三廠強烈颱風挾帶超大豪雨壓力測試流程

第 8 頁

失效情境	設計基準與 情境防線	防禦深度	程序書	人力 /時 限
		機 組 處 置		
緊要海水泵 (NSCW)出口 流量及壓力 晃動，緊要海 水進水池週 邊充滿浮木 與垃圾	同上	同上	若所有緊要海水 泵(NSCW)跳脫無 法運轉，進入 AOP578，必要時 手動急停並依 EOP570.00 程序 書執行，若導致所 有的核機冷卻水 (CCW)系統不可用 時，則執行 EOP 570.29-喪失所有 核機冷卻水之緊 急操作程序書。	當班 約 23 人 /1 小 時
廠區淹水，風 強雨大，洪水 造成道路積 水，吊運車輛 無法通行，緊 要進水口浮 木及垃圾無 法清理。	同上	同上	若所有緊要海水 泵(NSCW)跳脫無 法運轉，進入 AOP578，必要時 手動急停並依 EOP570.00 程序 書執行，若導致所 有的核機冷卻水 (CCW)系統不可用 時，則執行 EOP 570.29-喪失所有 核機冷卻水之緊 急操作程序書。	當班 約 23 人 /1 小 時

核三廠強烈颱風挾帶超大豪雨壓力測試流程

第 9 頁

失效情境	設計基準與 情境防線	防禦深度		程序書	人力 /時 限	
		機 組 處 置				
緊要海水泵 (NSCW)全部跳脫，短期無法恢復運轉，最終熱沉喪失。緊要迴轉攔污柵與沖洗泵過電流頻頻跳脫，反應爐手動急停。	同上	電源 4. 第 5 部柴油發電機(包括緊急時同時提供兩部機組之應變能力). 5. 第三電源 11.4KV/4.16KV，經 5th D/G 提供至#1 或#2 機緊要電源 4.16KV 及 480VAC。 6. 480V 移動式柴油引擎發電機。 7. DC 電源。 8. 增購 2 台 4.16KV 移動式柴油引擎發電機。(101 年 7 月完成) 9. 增購 10 台 480VAC 移動式柴油發電機。(100 年 11 月 17 日完成) S/G 補水 1. 電動輔助飼水泵。 2. 汽機帶動輔助飼水泵。 3. 柴油引擎帶動輔助飼水泵。 4. 柴油引擎消防泵。 5. 消防車。 反應爐注水 1. 反應爐補水系統(含消防車補水)。 3. RWST 重力補水。 5. 圍阻體灌水。 6. RWST 增設快速接頭供消防車補水。 熱沉 2. CST。 3. DST。 4. 生水池。 5. CST 增設快速接頭供消防車補水。			緊要海水泵 (NSCW)不可用，喪失最終熱沉，將採蒸汽產生器補水配合蒸汽排放，移除反應器餘熱。 若導致所有的核機冷卻水 (CCW)系統不可用時，則執行 EOP 570.29-喪失所有核機冷卻水之緊急操作程序書。	當班 約 23 人 /1 小 時

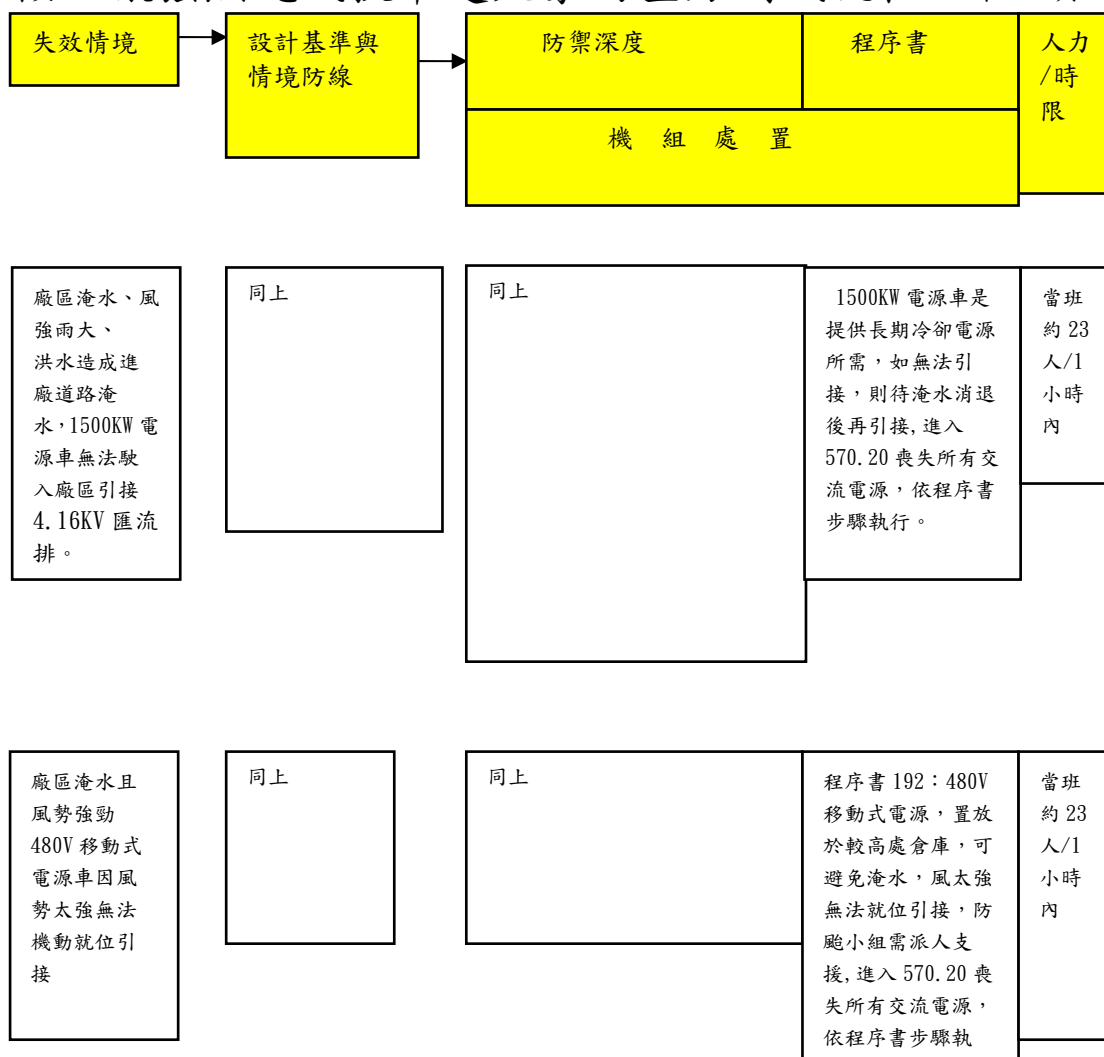
核三廠強烈颱風挾帶超大豪雨壓力測試流程 第 10 頁

失效情境	設計基準與 情境防線	防禦深度	程序書	人力 /時 限
		機 組 處 置		
廠區淹水所有緊急柴油發電機差動電驛動作跳脫，無法復歸，第 5 部柴油發電機備用中。	1. 東、西兩側幹管總排水能力共計為 20cms。 依。FSAR2.3.2.3 本廠設計最大降雨量 120mm/hr(百年一次大雨)所形成的廠房區暴雨量 7.22CMS 及最大降雨強度 228mm/hr 所形成的水量 13.72CMS，兩者皆小於核三廠廠房外防洪設計排水能力 20CMS。 另外廠房區南側有一自然洩水口提供直接漫流至循環水取水區海域。極端惡劣天候情況(暴風雨、豪大雨)若降雨量超過核三廠廠房外防洪設計(20CMS)，就會造成廠區淹水。 2. 經檢視本區域歷年之最大降雨量，以 2005.9.23 日丹瑞颱風最大降雨量為 156.5 mm/hr(9.56CMS)(氣象局正式記錄)，未超過本廠設計之 228mm/hr，並未造成本廠廠址淹水。	電源 4. 第 5 部柴油發電機(包括緊急時同時提供兩部機組之應變能力)。 5. 第三電源 11.4KV/4.16KV，經 5th D/G 提供至#1 或#2 機緊要電源 4.16KV 及 480VAC。 6. 480V 移動式柴油引擎發電機。 7. DC 電源。 8. 增購 2 台 4.16KV 移動式柴油引擎發電機。(101 年 7 月完成) 9. 增購 10 台 480VAC 移動式柴油發電機。(100 年 11 月 17 日完成) S/G 補水 1. 電動輔助飼水泵。 2. 汽機帶動輔助飼水泵。 3. 柴油引擎帶動輔助飼水泵。 4. 柴油引擎消防泵。 5. 消防車。 反應爐注水 1. 反應爐補水系統(含消防車補水)。 3. RWST 重力補水。 5. 圍阻體灌水。 6. RWST 增設快速接頭供消防車補水。 熱沉 2. CST。 3. DST。 4. 生水池。 5. CST 增設快速接頭供消防車補水。	緊急柴油發電機跳脫，先進入程序書 EOP 570.20，需列置 5THD 至需求匯流排，再執行電源恢復。 第 5 部柴油發電機可依斷然處置程序書 1451 操作供電至 2 部機緊要匯流排。	當班 約 23 人 /1 小 時內 2 人 /1 小 時內

核三廠強烈颱風挾帶超大豪雨壓力測試流程 第 11 頁

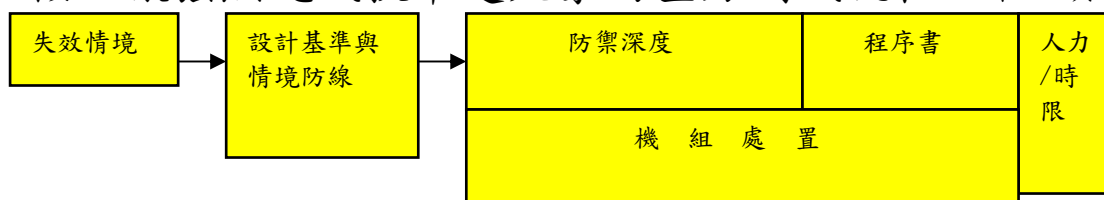
失效情境	設計基準與 情境防線	防禦深度	程序書	人力 /時 限
		機 組 處 置		
第 5 部柴油發電機供電 2 部機後，亦遭洪水吞噬跳脫，無法復原。	同上	電源 6. 480V 移動式柴油引擎發電機。 7. DC 電源。 8. 增購 2 台 4.16KV 移動式柴油引擎發電機。(101 年 7 月完成) 9. 增購 10 台 480VAC 移動式柴油發電機。(100 年 11 月 17 日完成) S/G 補水 2. 汽機帶動輔助飼水泵。 3. 柴油引擎帶動輔助飼水泵。 4. 柴油引擎消防泵。 5. 消防車。 反應爐注水 1. 反應爐補水系統(含消防車補水)。 3. RWST 重力補水。 5. 圍阻體灌水。 6. RWST 增設快速接頭供消防車補水。 熱沉 2. CST。 3. DST。 4. 生水池。 5. CST 增設快速接頭供消防車補水。	(1)第 5 部柴油發電機跳脫，進入 570.20 喪失所有交流電源，依程序書步驟執行。 (2) 480V 移動式柴油引擎發電機引接至第三電源。	當班 約 23 人 /1 小 時內 每組 3 人 /1 小 時
氣渦輪機廠區、風強雨大、氣渦輪機全黑起動柴油發電機引接中，風勢太強人員無法進行工作。	同上	同上	1. 核三廠計劃配置 2 台 1500KW 電源車引接 4.16KV 匯流排。未規劃由氣渦輪機全黑起動柴油發電機引接。 2. 執行 570.20 喪失所有交流電源，依程序書步驟執行。	9 人 /4 小 時內 當班 約 23 人/1 小時 內

核三廠強烈颱風挾帶超大豪雨壓力測試流程 第 12 頁



Cliff-edge Effect：廠區淹水，救援電源可靠度與機動性面臨挑戰

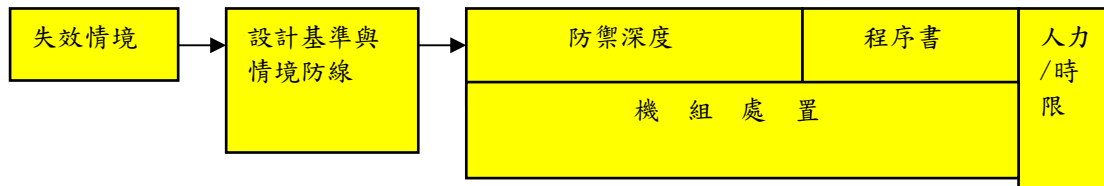
核三廠強烈颱風挾帶超大豪雨壓力測試流程 第 13 頁



超大豪雨，降雨量超過核三廠廠房外防洪設計排水能力 20CMS。廠區淹水，人員與車輛無法通行。	1. 東、西兩側幹管總排水能力共計為 20cms。 依 FSAR2.3.2.3 本廠設計最大降雨量 120mm/hr(百年一次大雨)所形成的廠房區暴雨量 7.22CMS 及最大降雨強度 228mm/hr 所形成的水量 13.72CMS，兩者皆小於核三廠廠房外防洪設計排水能力 20CMS。 另外廠房區南側有一自然洩水口提供直接漫流至循環水取水區海域。極端惡劣天候情況(暴風雨、豪大雨)若降雨量超過核三廠廠房外防洪設計(20CMS)，就會造成廠區淹水。 2. 經檢視本區域歷年之最大降雨量，以 2005.9.23 日丹瑞颱風最大降雨量為 156.5 mm/hr(9.56CMS)(氣象局正式記錄)，未超過本廠設計之 228mm/hr，並未造成本廠廠址淹水。	電源 7. DC 電源。 8. 增購 2 台 4.16KV 移動式柴油引擎發電機。(101 年 7 月完成) 9. 增購 10 台 480VAC 移動式柴油發電機。(100 年 11 月 17 日完成) S/G 補水 2. 汽機帶動輔助飼水泵。 3. 柴油引擎帶動輔助飼水泵。 4. 柴油引擎消防泵。 5. 消防車。 反應爐注水 1. 反應爐補水系統(含消防車補水)。 3. RWST 重力補水。 5. 圍阻體灌水。 6. RWST 增設快速接頭供消防車補水。 熱沉 2. CST。 3. DST。 4. 生水池。 5. CST 增設快速接頭供消防車補水。	設計上不致造成廠區淹水，若排水渠道功能失效無法順利將水排出，將會造成廠區淹水，只有盡力將移動式柴油引擎發電機運至廠區提供救援設備所需電源，否則只能待水消退。	每組 3 人 /1 小 時內
---	---	---	---	-----------------------------------

核三廠強烈颱風挾帶超大豪雨壓力測試流程

第 14 頁

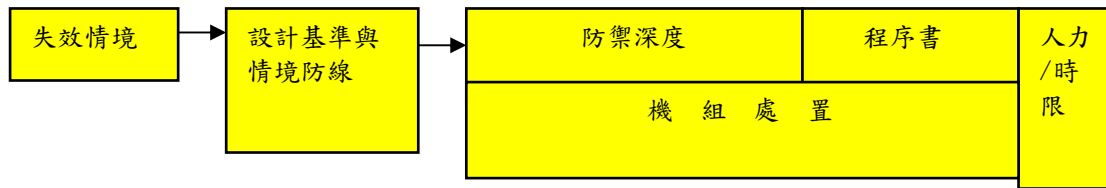


輔助廠房及控制廠房集水坑進水遽升，進水量超過排水泵排水能力。	1. 廠房有防淹水設計，廠房內防淹水並不需動力設備，樓層洩水孔在停電時仍可集水進集水池。若進水量超過洩水孔排放量，廠房各樓層將會淹水，尤以低樓層較嚴重。 ESF 泵室水密門及該泵室集水池管路未直通輔助廠房集水池之設計，可阻擋廠房積水進入 ESF 泵室內。 2. 對於廠區防淹水，是以設置於廠區四周的排水渠道排水並維持其通暢來達成。 3. 廠房穿越孔檢查填封(630-S-015)(每次大修檢查一次)，另廠房的必要開口如門/窗(650-S-006)(每半年檢查一次)，需維持其功能正常，破壞填封時以程序書 1265 管線穿孔鑽切與封填工程程序書管制。 4. 對於廠房外部的防淹水，係在外牆穿越孔施以填封(630-S-015)(每次大修檢查一次)，另廠房的必要開口如門/窗(650-S-006)(每半年檢查一次)需維持其功能正常。 5. 對於廠房內防淹水，則以廠房樓層洩水孔(700-M-263)配合 ESF 泵室水密門(值班定期巡視)與穿牆穿越孔填封(630-S-015)來達成。 6. 主要的水災弱點是控制廠房最底層 80 呎淹水，因內有安全相關電氣設備，包括 A/B 緊要匯流排及 A/B/C/D 安全串電池室、充電機等，如全部淹水將造成所有安全相關電氣設備不可用，等於喪失所有 AC/DC 電源，將產生嚴重後果。其次是輔助廠房 74 呎淹水，造成安全相關泵(均有水密門設計)淹水不可用。所以當廠房集水池高水位警報出現，需立即處理。若排水泵來不及排水，將增加臨時排水泵，提高排水功能。本廠已開立 MMR-M1-0737, M2-0738 於控制廠房/輔助廠房之對外開口處設置擋水設施或改善關鍵防火門/防爆門的水密性，並增購 30 台緊急排水泵，以增加排水能力。	電源 7. DC 電源。 8. 增購 2 台 4.16KV 移動式柴油引擎發電機。(101 年 7 月完成) 9. 增購 10 台 480VAC 移動式柴油發電機。(100 年 11 月 17 日完成) S/G 補水 2. 汽機帶動輔助飼水泵。 3. 柴油引擎帶動輔助飼水泵。 4. 柴油引擎消防泵。 5. 消防車。 反應爐注水 1. 反應爐補水系統(含消防車補水)。 3. RWST 重力補水。 5. 圍阻體灌水。 6. RWST 增設快速接頭供消防車補水。 熱沉 2. CST。 3. DST。 4. 生水池。 5. CST 增設快速接頭供消防車補水。	1. 執行 AOP583 確定集水池排水泵是否正常運轉，並立即追蹤洩水來源。檢查各廠房低處任何淹水的跡象，監視集水池水位，檢查各設備運轉情況及各低窪處積水現象。並利用臨時排水泵抽水，提高排水功能。 2. 另外盡力將移動式柴油引擎發電機運至廠區做後備電源，供救援設備使用。 3. 開始執行機組斷然處置措施先期列置。	當班約 23 人 /1 小時內 每組 3 人 /1 小時內 2 人 /2 小時內
--------------------------------	--	---	---	---

核三廠強烈颱風挾帶超大豪雨壓力測試流程 第 15 頁

失效情境	設計基準與 情境防線	防禦深度	程序書	人力 /時 限
		機 組 處 置		
反應器廠房 及控制廠房 底層淹水，廢 料廠房各收 集槽開始溢 流	同上	同上	583:增加臨時排水 泵，提高排水功 能。確定水流來源 並隔離，如影響電 廠運轉安全時，將 反應器置於冷停 機，直到淹水事件 消除或已在控制 下。	當班 及防 颱小 組人 員約 20 人 /1 小 時
除蒸汽帶 動輔助飼 水泵運轉 外，柴油引 擎帶動輔 助飼水泵 及柴油引 擎消防泵 因淹水無 法起動。	以汽機帶動輔助飼水泵 維持蒸汽產生器補水及 蒸汽排放能力即可將 RCS 降溫降壓，汽機帶動 輔助飼水泵額定流量為 380gpm 水源可來自 CST、DST 及生水。 1. 後備柴油引擎帶動輔 助飼水泵額定流量為 360gpm。水源可來自 CST、DST 及生水，蒸汽 產生器壓力須降至 60kg/ cm ² 以下。 2. 連接至消防水系統， 可由柴油消防泵補 水。消防水泵額定流量 1500 gpm，蒸汽產生器 壓力須降至 9kg/ cm ² 以 下。 3. 用消防車(出口水壓 約 6-10 kg/ cm ²)以消 防水帶連接至 AL-V660 上游消防水接頭，可以 補水至蒸汽產生器，流 量約 200gpm，蒸汽產生 器壓力須降至 6kg/cm ² 以下。	電源 7. DC 電源。 8. 增購 2 台 4.16KV 移動式柴油 引擎發電機。(101 年 7 月完 成) 9. 增購 10 台 480VAC 移動式柴油 發電機。(100 年 11 月 17 日完 成) S/G 補水 2. 汽機帶動輔助飼水泵。 5. 消防車。 反應爐注水 1. 反應爐補水系統(含消防車補 水)。 3. RWST 重力補水。 5. 圍阻體灌水。 6. RWST 增設快速接頭供消防車 補水。 熱沉 1. CST。 2. DST。 3. 生水池。 4. CST 增設快速接頭供消防車補 水。	570.20:維持蒸汽 帶動輔助飼水泵運 轉，並開啟蒸汽排 放閥，利用補水與 排汽將 RCS 降溫降 壓。	當班 約 23 人 /1 小 時

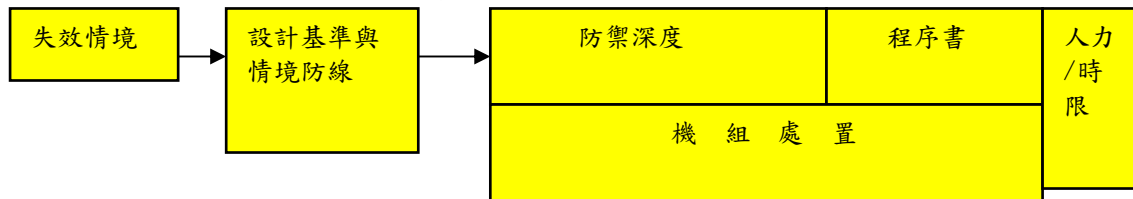
核三廠強烈颱風挾帶超大豪雨壓力測試流程 第 16 頁



控制廠房 80 呎直流電池室與緊要匯流排室進水,造成緊要匯流排電源及安全串 DC 電源喪失,汽機帶動輔助飼水泵跳脫,安全注水系統因失電而失效。	1. 安全相關直流設備負載及作為安全相關設備控制電源,它由四個 125VDC 支系統: A/B/C/D-PK-F001 所組成。其中 A 與 C 支系統屬於 A 串負載群; B 與 D 支系統屬於 B 串負載群。此種設計係確保任一支系統發生故障,仍不影響反應爐保護及 ESF 系統執行其安全功能,設計上至少可維持 8 小時。 2. 只要蓄電池組可用,重要的 DC 及 AC(經由變流器)操作電源就能保持可用。而保持充電機可用就能維持蓄電池組可用。 3. 本廠安全串 4.16kV 已有從 11.4kV 系統電源降壓的第電三源做備援,充電機可從第三電源供電。(已完成) 4. 事故時若 11.4kV 也不可用, A/B/C/D 安全串充電機可增設接用移動式柴油發電機之界面。	電源 8. 增購 2 台 4.16KV 移動式柴油引擎發電機。(101 年 7 月完成) 9. 增購 10 台 480VAC 移動式柴油發電機。(100 年 11 月 17 日完成) S/G 補水 1. 消防車。 - 反應爐注水 1. 反應爐補水系統(含消防車補水)。 3. RWST 重力補水。 5. 圍阻體灌水。 6. RWST 增設快速接頭供消防車補水。 熱沉 2. CST。 3. DST。 4. 生水池。 5. CST 增設快速接頭供消防車補水。	1. 570.20: 蒸汽帶動輔助飼水泵跳脫,利用手動調整 T&T(跳脫調整閥),再起動蒸汽帶動輔助飼水泵,否則依 1451 程序書利用消防車執行 S/G 後備補水,並手動開啟蒸汽產生器 PORV 排放蒸汽執行降溫降壓。 2. 派員至電池室抽除積水後,利用移動式柴油發電機跨接充電至 PK 系統(125V DC CLASS 1E),盡快恢復 DC 電源。	當班 約 23 人 /1 小 時 每組 3 人 /3 小 時
--	---	--	--	--

Cliff-edge Effect：淹水造成直流電源喪失，監控及安全設備系統失效，機組狀況不明

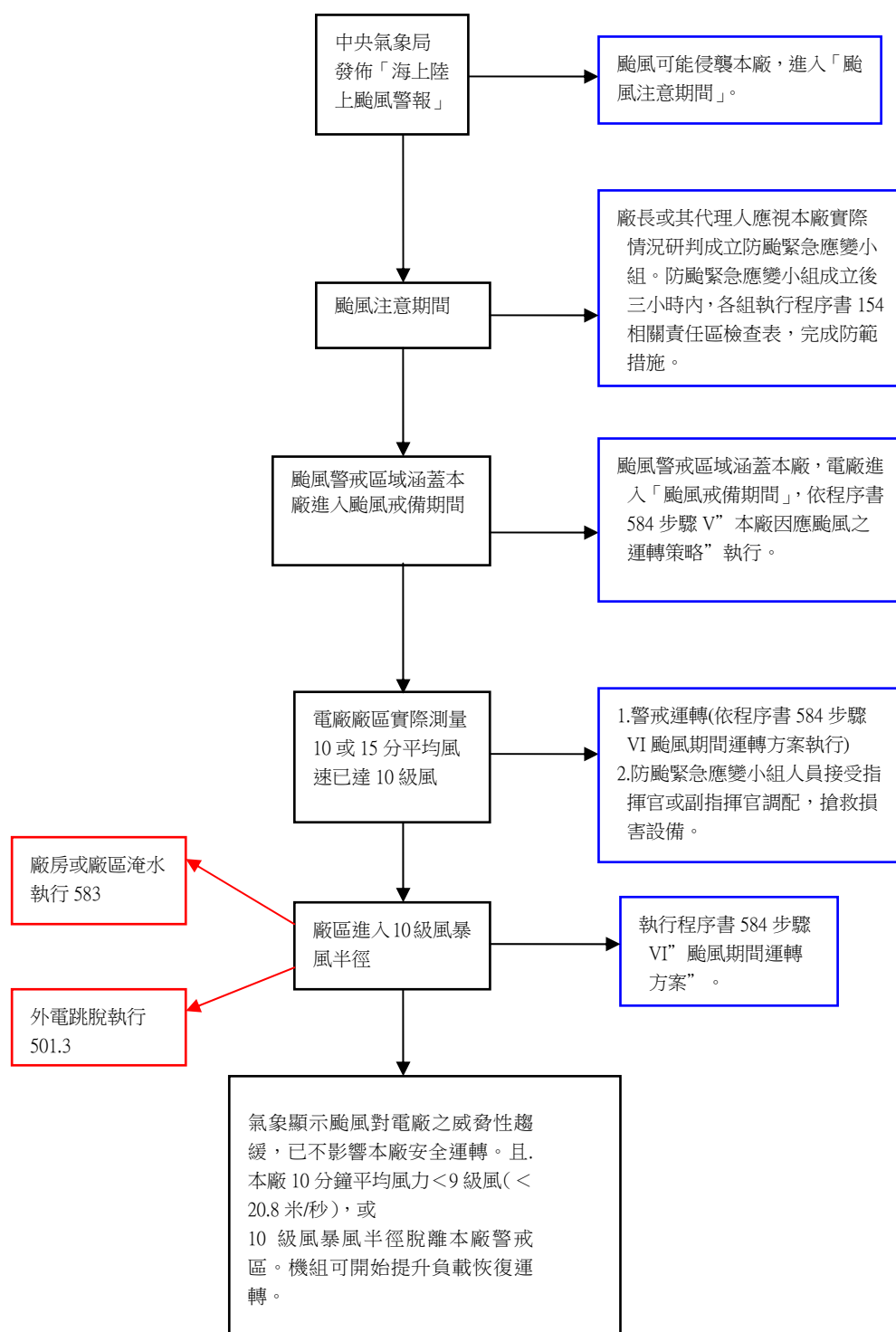
核三廠強烈颱風挾帶超大豪雨壓力測試流程 第 17 頁



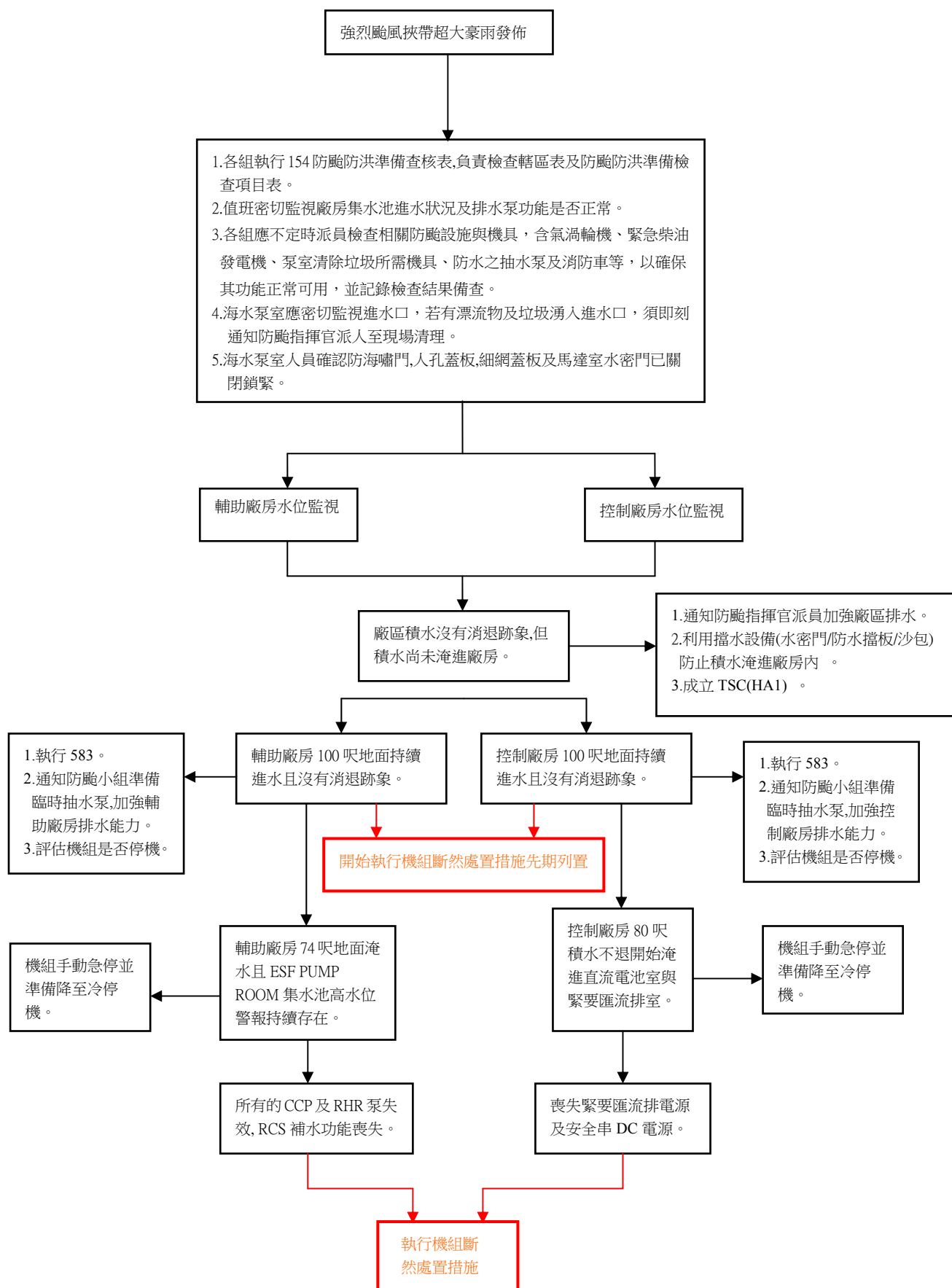
廠區喪失所有後備支援及救援電源。	爐心必需被水淹蓋,圍阻體完整性必需保持。	S/G 補水 1. 消防車。 - 反應爐注水 1. 反應爐補水系統(含消防車補水)。 3. RWST 重力補水。 5. 圍阻體灌水。 6. RWST 增設快速接頭供消防車補水。 熱沉 2. CST。 3. DST。 4. 生水池。 5. CST 增設快速接頭供消防車補水。	若經判斷短時間無法恢復設計基準之注水與冷卻功能，則立即執行斷然處置程序書 1451，將可用水源注入反應爐或蒸汽產生器，確保核燃料受水覆蓋，防止放射性物質外釋。	(1)每組 3 人/1 小時 (2)持續進行
------------------	----------------------	--	--	--------------------------------------

Cliff-edge Effect：廠區淹水，救援電源可靠度與機動性面臨挑戰

圖 4-1：颱風處理流程



附圖 4-2：廠區/廠房淹水處理流程



5. 喪失電源與最終熱沉

5.1 反應爐

5.1.1 喪失廠外電源

本廠廠外電源區分為 345kV 與 161kV 系統。345kV 系統有兩個匯流排 (Bus NO1 和 NO2)，藉四迴路 345kV 輸電線與電力網相聯，分三路(大鵬 一、二、三路)輸至大鵬超高壓變電所；瀾力線輸至瀾力超高壓變電所。161kV 系統只有單一匯流排 (161kV BUS)，有一迴路與楓港變電所相聯，另一迴路經墾丁變電所再送至楓港變電所。一台 345kV 起動變壓器及兩台 161kV 起動變壓器 (一台供一號機另一台供二號機，緊急時可相互支援)，提供兩部機組起動、停機所須用電力。機組正常運轉時，廠用電力可由機組輔助變壓器自行供給。

喪失廠外電源時，核能安全有關電源匯流排 A/B-PB-S01，則由緊急柴油發電機組供給。

5.1.1.1 後備電源供/配電設計基準

每一部核能機組的安全串匯流排各配備一台 4.16kV、60Hz、3 相的緊急柴油發電機(A、B 台緊急柴油發電機)，該發電機係旋轉磁場，同步型、空氣冷卻，為耐震一級設計，可提供連續 7000 kW 或短時間 (2 小時) 7700kW 負載。發電機由快速啟動的柴油引擎來驅動，每一台緊急柴油發電機組經由斷路器連接到安全串 4.16 kV 電力系統的安全串負載群。在 A/B-PB-S01 喪失電壓(LOV)時，緊急柴油發電機將自動起動並依加載時序供電給各 ESF 設備，提供電廠安全停機的必要電源。A、B 台緊急柴油發電機所需之冷卻水由廠用海水系統(NSCW)提供。

A、B 台緊急柴油發電機為防震一級設計，可承受重力加速度 0.4g 之強震仍能正常執行設計功能。柴油機裝設高程為海平面以上 15 公尺，高於本廠防淹水的設計基準線(取最大海嘯溯上值)12.53 公尺(FSAR 2.4.5.3)。廠房外門為一般通行門及防爆門，沒有防水設計。

A、B 台緊急柴油發電機每月定期執行測試和機件定期檢查，確認柴油機可用。

5.1.1.2 廠內電源供應的運轉時間

1. A、B 台緊急柴油發電機燃油儲存及傳送系統:耐震一級。每部緊急柴油發電機各配備一座燃油儲存槽、一只燃油日用槽及兩台燃油傳送泵。燃油儲存槽的容量能在設計基準事故且發生 LOV 時，提供緊急

柴油發電機在額定負載下連續運轉 7 天，加上 15%額外容量供給定期測試用油。燃油儲存槽的可用容量為 94000 加侖，運轉規範要求最少油量需大於 81420 加侖（75%/5M/308.2 公秉）。日用槽，其有效容量為 1950 加侖，可供緊急柴油發電機在滿載的情形下連續運轉 4 小時，運轉規範要求最少油量需大於 533 加侖（29.55%/48.8 cm）。

2. A、B 台緊急柴油發電機起動空氣系統:除空氣壓縮機外皆為耐震一級。每台緊急柴油發電機配備兩套獨立的起動空氣系統，每一套包括一台空壓機、一只空氣儲存槽及其後段冷卻器、空氣乾燥器、和兩個空氣進氣閥等附屬設備。空氣儲存槽壓力維持在 225~250psig 之間，每一只空氣儲存槽容量在空氣壓縮機不運轉的情形之下，可以提供緊急柴油發電機 5 次起動(緊急起動柴油發電機最低空氣壓力為 150psig)。運轉規範要求至少一個空氣儲存槽壓力大於 225psig (15.85 kg/cm²)。

5.1.1.3 延長廠內自主供電時間的方法

- 1.除了 A、B 台緊急柴油發電機燃油儲存槽的容量能提供緊急柴油發電機在額定負載下連續運轉 7 天之外，本廠另有輔助鍋爐油槽可作為備用油源，容量約 1,155 公秉，可補至 A、B 台緊急柴油發電機燃油儲存槽，延長緊急柴油發電機運轉時間，約可供一台緊急柴油發電機連續運轉 14 天。
- 2.後續補充油源，可以搭配油罐車自氣渦輪機 35000 公秉油槽取油補至 A、B 台緊急柴油發電機燃油儲存槽。35000 公秉油槽現存油 11,000 公秉，約可再供一台緊急柴油機連續運轉 140 天以上。

5.1.1.4 強化防護能力的措施

- 1.已完成加強 A、B 台緊急柴油發電機可靠度之各項檢查：
 - (1)檢討現有維護作業程序書關於防震、防水、防火是否有遺漏有待加強之處。
 - (2)檢視緊急柴油發電機各項附屬配件是否在正常備用狀態。
 - (3)檢視緊急柴油發電機各部配件有何鬆動不牢靠部份，可能於強震中受損影響機組可靠度。
 - (4)檢視緊急柴油發電機及附屬系統(含油槽)等設備所在週邊有無鬆動不牢靠部份，可能於強震中受損影響機組可靠度。檢視緊急柴油發電機（含全黑起動柴油機）待機狀態下各項空間加熱器是否功能正常，保持電氣設備性能正常。

(5)檢視緊急柴油發電機保持緊急手動操作程序、設備如臨時電纜、開關、機具等可用。

(6)檢視儀電管路的防水措施是否保持正常可用。

(7)檢視現有庫存備品是否足夠、是否有定期實施維護以應不時之需。

2. A、B 台緊急柴油發電機廠房高程 15 公尺，為耐震一級結構，高於本廠最大海嘯溯上高程的 12.53 公尺，故無需對海嘯作進一步防護。為防範因廠區淹水流入廠房，本廠已提簡易改善案，就安全系統相關廠房對外進、出之門評估設置檔水板之可行性，以便當氣象局發布颱風加豪大雨或判斷廠區淹水有侵入廠房之虞時，可事先裝設；本廠亦已提改善案，就安全系統相關廠房之重要關鍵防火門或防爆門提升其水密性，以阻隔廠區淹水入侵重要關鍵區域/房間，防止重要設備/設施故障或失效。(預定 102 年 12 月 31 日完成)

3. 已完成 A、B 台緊急柴油發電機廠房吊車在停用期間的停駐點規劃及水平軌道方向的固鎖裝置。該停駐點是考量當吊車因地震而發生墜落時，其下方沒有安全相關的重要設備會因此損壞。而固鎖裝置則確保該吊車在地震時不會產生水平軌道方向的位移，以致於離開相對安全的停駐點。

5.1.2 喪失廠外電源及廠內後備電源(SBO)

5.1.2.1 設計要求

當廠外電源及 A、B 台緊急柴油發電機不可用時，本廠備有二台全黑起動氣渦輪發電機組和一台第五部緊急柴油發電機，可供應各機組安全停機之用(註：此三台發電機為氣冷式，不需要廠用海水系統(NSCW)提供冷卻水)。本廠另設置第三電源，可由 11.4kV 配電線路供電至機組安全相關匯流排。這三種多元性備援資源的詳細說明如下：

1. 氣渦輪發電機組

本廠氣渦輪發電機組主機 (MS 7001B 型) 及有關設備是向美國 GE 公司購買，其設計額定容量(假定設備裝設於海平面，一大氣壓，大氣溫度 90°F)：基載輸出(BASE LOAD)為 51.48MW，尖峰輸出(PEAK LOAD)約 57MW。發電機是日本日立公司出品，二極三相，3600rpm，60Hz，Y 接線，中性點經變壓器接地；屋外式圓柱型轉子，開放式通風空氣冷卻式交流同步發電機。發電機的額定容量 69,600 kVA，額定輸出 59,160KW，端電壓 13,800V，電樞電流 2,912A，磁場電壓 430V，磁場電流 476A，功率因數 0.85。

本廠氣渦輪發電機組平時執行兩種定期測試以確保其可用性：全黑起動氣渦輪發電機組試運轉依 650-O-032，每個月執行一次並加載 40 MW 運轉一小時；正常起動氣渦輪發電機組試運轉依 650-O-031 每個月執行一次並加載 5 MW 運轉 30 分鐘。

氣渦輪機 35000 公秉油槽最低安全存量 9,000 公秉（包括 1,500 公秉呆置油），油位降低趨近於 10,000 公秉，則通知運轉組購油補充。

氣渦輪發電機為一般設計，無耐震等級。裝設高程為海平面以上 35 公尺，高於本廠最大海嘯溯上高程的 12.53 公尺，且沒有因豪雨淹水之顧慮。

2. 第五部緊急柴油發電機

第五部緊急柴油發電機係旋轉磁場，同步型、空氣冷卻。可提供連續 7159 kW 或短時間（2 小時）7875kW 負載。激磁電源獨立於廠內輔助 AC 電源，發電機係利用勵磁機磁場閃化設備，而建立到額定電壓，勵磁機磁場閃化電源直接來自永久磁鐵發電機產生的電力。第五部緊急柴油發電機每月輪流列置到 A1E-PB-S01、B1E-PB-S01、A2E-PB-S01、B2E-PB-S01 緊要匯流排執行 6300 kW 加載測試。

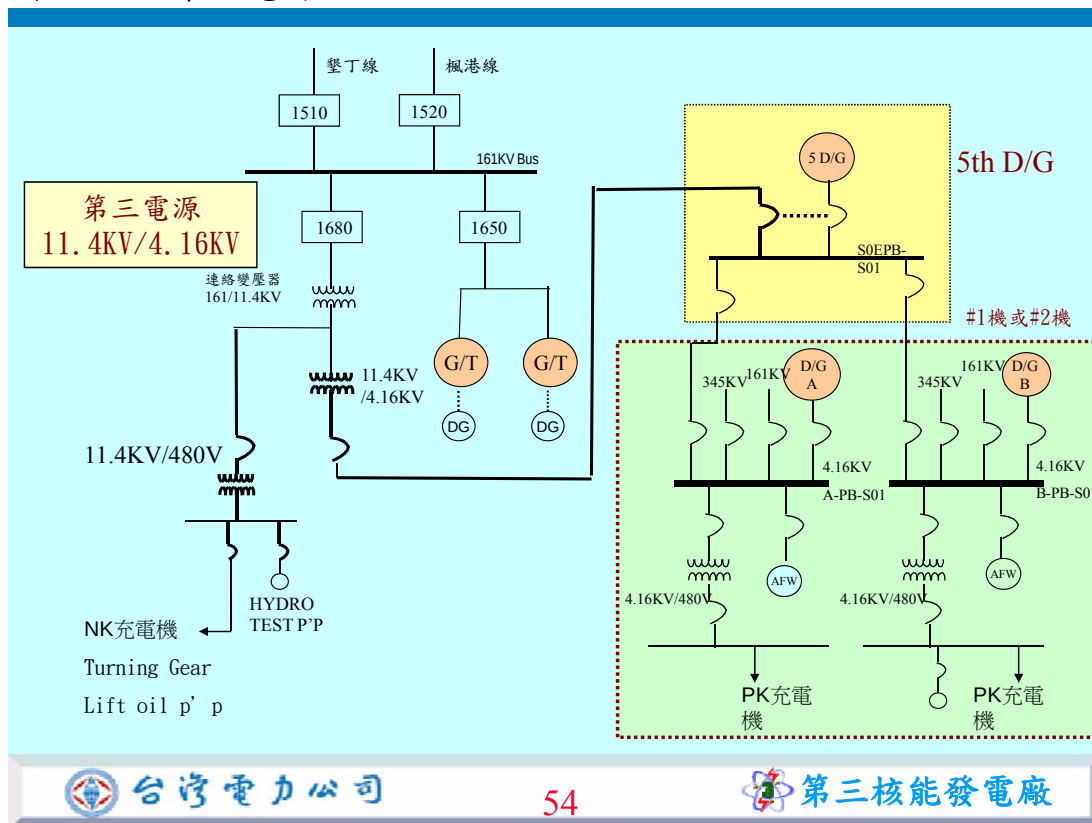
第五部緊急柴油發電機燃油儲存槽(S-T133)頂部經由防火裝置和外界大氣相通，該槽容積大小係設計提供 15%容積供盛裝定期測試所需的燃油，另剩餘部份之容積須能提供足夠柴油發電機額定出力連續運轉 7 天所需的燃油。儲存槽總容量為 118,730 加侖，但可用容量是 114,000 加侖，運轉規範要求油量必須 $\geq$ 85,000 加侖（70%）。

起動空氣系統主要功能係依序供給 40 kg/cm² 的起動空氣噴入引擎各氣缸內藉以轉動柴油機，本迴路由兩套雙重性獨立的壓縮空氣子系統組成，每一子系統包括一台空壓機、一組中間冷卻器、後段冷卻器、空氣乾燥器及一只儲氣槽所組成。使用任一套壓縮空氣子系統即可起動緊急柴油發電機。儲氣槽壓力保持在 38~42 kg/cm²，以確保單一儲氣槽在沒有空壓機可起動充壓的情況下，具有足以提供緊急柴油發電機最少五次起動所需的空氣需求。

第五部緊急柴油發電機為防震一級設計，可承受重力加速度 0.4G 之強震仍能正常執行設計功能。裝設高程為海平面以上 15 公尺，高於本廠最大海嘯溯上高程的 12.53 公尺。廠房外門為一般通行門及防爆門，沒有防水設計。

3. 第三電源

圖 5.1-1：第三電源



1. 氣渦輪發電機全黑起動柴油機組之鉛酸蓄電池組為 6 顆湯淺 190H52 所組成，每顆湯淺蓄電池容量是 12V/200AH，該蓄電池組供應啟動全黑起動柴油機所需的 24 VDC 電力，每月依照 700-E-1000.3 表格 ELT003 『氣渦輪機全黑起動柴油機組鉛酸蓄電池維護檢查表』執行定期維護保養，確保 DC 蓄電池於正常備用狀態。氣渦輪發電機啟動後，可回頭對該蓄電池組進行充電。
2. 第五部緊急柴油發電機的蓄電池組容量為 125VDC/220AH，具有可供給緊急負載兩小時之能力，但只要第五部緊急柴油發電機啟動後，即可回頭對該蓄電池組進行充電。

5.1.2.3 燃料劣化前廠內自主運轉能力

1. 氣渦輪發電機：

自備全黑起動柴油機(每部機一台，容量 1100KW)，廠外電力可用時由廠外電力提供控制及輔機電力；廠外電源不可用時，由全黑起動柴油機提供起動時所需的控制及輔機電力。

氣渦輪發電機組配置 35000 公秉油槽一座，600 公秉日用槽兩座。35000 公秉油槽現存油量 11,000 公秉，可供兩部氣渦輪發電機同時滿載連續運轉 14 天。如果氣渦輪發電機只需提供廠內緊要負載時，則現存油量可供連續運轉超過 30 天以上。

2. 第五部緊急柴油發電機：

第五部緊急柴油發電機燃油儲存槽容積須能提供足夠該柴油發電機額定出力下連續運轉 7 天所需的燃油。

5.1.2.4 可防止燃料劣化的外部支援措施

1. 本廠另有輔助鍋爐油槽可作為備用油源，容量約 1,155 公秉，可補至第五部緊急柴油發電機燃油儲存槽，延長第五部緊急柴油發電機運轉時間，約可供其連續運轉 14 天。輔助鍋爐油槽補油到各緊急柴油發電機燃油儲存槽，依照 SOP 395.3「柴油發電機燃油儲存和傳送」及 SOP395.3.1「第五部柴油機燃油儲存和傳送」執行。
2. 可以搭配油罐車自氣渦輪機 35000 公秉油槽取油補至第五部緊急柴油發電機燃油儲存槽。35000 公秉油槽現存油量 11,000 公秉，約可再供第五部緊急柴油發電機連續運轉 140 天以上。
3. 若氣渦輪機 35000 公秉油槽用罄，則須由廠外運補。本廠可供給緊急柴油發電機及氣渦輪發電機燃油的重要油槽列表如表 5.1-1：

表 5.1-1 核三廠各儲油槽存油量說明表 (盤點日期 100.7.29)

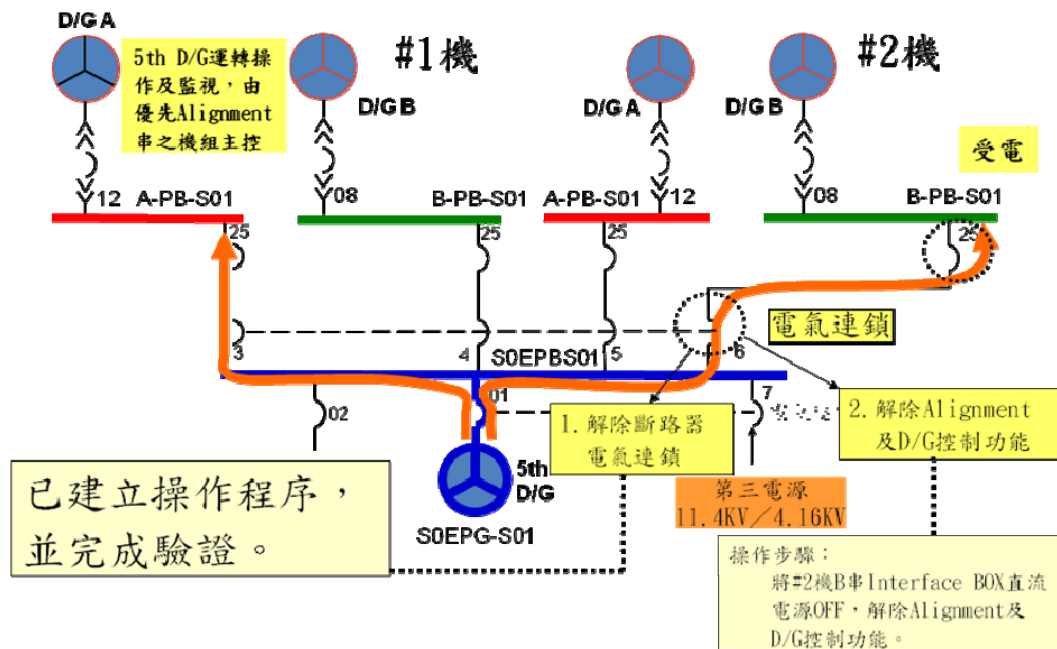
名 稱	存 油 量	備 註
氣渦輪機 35,000 公秉油槽	11,720 公秉	
氣渦輪機日用槽 A 槽	443 公秉	A 槽、B 槽底部有連通閥
氣渦輪機日用槽 B 槽	443 公秉	A 槽、B 槽底部有連通閥
一號機 A 串柴油機儲油槽	308.2 公秉	運轉規範要求最低存量
一號機 B 串柴油機儲油槽	308.2 公秉	運轉規範要求最低存量

二號機 A 串柴油機儲油槽	308.2 公秉	運轉規範要求最低存量
二號機 B 串柴油機儲油槽	308.2 公秉	運轉規範要求最低存量
第五部柴油機儲油槽	321.8 公秉	運轉規範要求最低存量
輔助鍋爐儲油槽	1155 公秉	可補至 DG A/B 及 5 TH DG 燃油儲油槽
合計	14,429.6 公秉	

5.1.2.5 強化防護能力的措施

1. 本公司「核能電廠耐震評估專案小組」已完成核電廠氣渦輪機及生水池初步耐震勘查，本廠將配合公司規劃進行補強設計及工程，氣渦輪機耐震補強施工。(預定 102 年 12 月 31 日完成)
2. 第五部緊急柴油發電機必要時可以同時供電兩部機；各機組柴油發電機也可經由 S-0E-PB-S01 匯流排，支援另一部機。本廠已完成相關測試，並將操作程序納入程序書 1451。
3. 本廠已提簡易改善案，就安全系統相關廠房(包括第五部緊急柴油發電機)對外進、出之門評估設置檔水板之可行性，以便當氣象局發布颱風加豪大雨或判斷廠區淹水有侵入廠房之虞時，可事先裝設；本廠亦已提改善案，就安全系統相關廠房之重要關鍵防火門或防爆門提升其水密性(包括第五部緊急柴油發電機)，以阻隔廠區淹水入侵重要關鍵區域/房間，防止重要設備/設施故障或失效。(預定 102 年 12 月 31 日完成)
4. 已完成氣渦輪發電機廠房與第五台緊急柴油發電機廠房吊車在停用期間的停駐點規劃及水平軌道方向的固鎖裝置。該停駐點是考量當吊車因地震而發生墜落時，其下方沒有安全相關的重要設備會因此損壞。而固鎖裝置則確保該吊車在地震時不會產生水平軌道方向的位移，以致於離開相對安全的停駐點。

圖 5.1-2：第五部緊急柴油發電機同時供電兩部機



5.1.3 喪失廠外電源、後備電源(EDG)及其他多元備援電源

5.1.3.1 設計要求

1. 電廠全黑(SBO)事故演變

SBO 事故肇因於開關場隨機故障、線路網干擾或氣候因素等所致之廠外電源喪失。喪失廠外電源影響兩部機組，而假設其中一部機組之緊急廠內交流電源(不包含 AAC)亦喪失而構成 SBO 事故。於暫態初期，喪失廠外電源將使汽機及反應器跳脫，同時主蒸汽隔離閥關閉。主蒸汽隔離閥關閉使得蒸汽產生器壓力上升而開啟蒸汽產生器 PORV，而 PORV 之釋放蒸汽，使得蒸汽產生器水位下降。蒸汽驅動之輔助飼水泵於蒸汽產生器低水位時會自動啟動，之後即仰賴其維持蒸汽產生器水位，同時消耗部分蒸汽。依據 NUMARC-87-00，於 SBO 8 小時期間需假設每台 RCP 有 25 gpm 的洩漏流量，因此反應爐水位會降低。

於核三廠 FSAR 15.9 評估假設 AAC(氣渦輪機)於 SBO 8 小時期間不可用，在此假設下，電廠 SBO 事故長期之連續演變，基本上是決定於電廠「#570.20 喪失所有緊要交流電源程序書」所訂之運轉措施之執行。

2. 核能蒸汽供應系統分析

FSAR 15.9 之分析結果顯示，於 SBO 事故下，考慮每台 RCP 有 25 gpm 的洩漏流量，由於輔助飼水系統及蒸汽產生器 PORV 於 SBO 8 小時期間為可用，因此爐心不致達未淹蓋狀態。

3. 餘熱移除所需之冷凝水水量

假設蒸汽產生器水位由輔助飼水系統控制於穩態，則於 SBO 8 小時期間，總共所需的冷凝水槽(CST)水量為 134,646 加侖，遠小於輔助飼水系統運轉可用之最低 CST 水量(275,000 加侖)，CST 的水量足夠輔助飼水系統於 SBO 情況下，連續運轉 8 小時。

4. 壓縮空氣系統能力

FSAR 15.9 分析顯示，每部機組可用之備用壓縮空氣，包括氮氣瓶站提供之氮氣及安全有關壓縮空氣儲存槽提供之儀用空氣，總容量為 33,768 scf，約為 SBO 8 小時期間所需量之 11 倍。

5. 輔助飼水系統

FSAR 15.9 評估顯示，汽機驅動輔助飼水泵及附屬之管路、閥、水源、直流電源、儀控、輔助飼水泵室環境溫度等，有能力使輔助飼水系統於 SBO 期間連續運轉 8 小時。至於輔助飼水泵室環境溫度，由第 9 項之評估可知，在進出門打開情況下，亦可符合設備運轉溫度限值。發生 SBO 時，依現有「#570.20 喪失所有緊要交流電源程序書」執行相關措施，則輔助飼水系統可確保有連續運轉 8 小時之能力。

6. 儀控系統

FSAR Table 15.9.2-1 列出了應付 SBO 所需之所有電廠系統、設備、組件及其相關儀控及電源，並評估其應付 SBO 8 小時的能力，評估結論為電廠儀控設計足以應付 SBO 8 小時。

7. 蓄電池負載

FSAR 15.9 採用 IEEE Standard 485，評估蓄電池負載之充分性，結論為依程序書執行部分非必要之直流負載切離後，蓄電池系統 A(A-1E-PK-B001)、B(B-1E-PK-B001)、C(C-1E-PK-B001)及 D(D-1E-PK-B001)之設計容量足以承受 SBO 8 小時期間所需運作系統之電力負荷。

8. 圍阻體完整性

(1) 圍阻體隔離檢討

FSAR 15.9 對電廠圍阻體所有隔離閥，依 NUMARC 87-00 7.2.5 節之指引，評估其於 SBO 時是否處於安全的位置及對須開啟運作之閥是否於控制室有指示，執行方式分三步驟：

- a. FSAR 圖 6.2-55 列出所有的圍阻體隔離閥，然後依指引去除某些類的閥，包括正常運轉鎖在關閉狀態之閥、喪失交流電源或壓縮空氣時即關閉之閥、逆止閥、位於非輻射閉路系統但預期 SBO 期間不致有罅隙之閥及所有常規內徑小於 3 吋之

閥。

- b. 由步驟 a 所得之剩餘閥中，找出於 SBO 時必須開啟運作之閥，並評估其可否不依賴 Class 1E AC 電源而運作及在控制室有閥位指示。
- c. 最後須對其他剩餘之閥作評估，確定其於 SBO 8 小時期間之隔離功能。

FSAR 15.9 評估之結果顯示，於 SBO 8 小時期間，必須開啟運作之閥如下表所示：

閥號	正常運轉狀態	描述
AB-HV311	Open	主蒸汽管 A 至輔助飼水泵汽機運轉用隔離閥
AB-HV109	Open	主蒸汽管 A 動力釋壓閥 PV501 前隔離閥
AB-HV116	Open	主蒸汽管 A 動力釋壓閥 PV504 前隔離閥
AB-HV211	Open	主蒸汽管 B 至輔助飼水泵汽機運轉用隔離閥
AB-HV209	Open	主蒸汽管 B 動力釋壓閥 PV502 前隔離閥
AB-HV216	Open	主蒸汽管 B 動力釋壓閥 PV504 前隔離閥
AB-HV309	Open	主蒸汽管 C 動力釋壓閥 PV503 前隔離閥
AB-HV316	Open	主蒸汽管 C 動力釋壓閥 PV506 前隔離閥
AL-HV213	Open	AFWP(TD)至 S/G A 流量控制閥
AL-HV214	Open	AFWP(TD)至 S/G B 流量控制閥
AL-HV215	Open	AFWP(TD)至 S/G C 流量控制閥

上表所列各閥中，SG PORV 隔離閥(AB-HV109、AB-HV116、AB-HV209、AB-HV216、AB-HV309、AB-HV316)為 MOVs，正常為開著，失效時停留在原狀態，不需閥位指示。

主蒸汽至輔助飼水泵汽機隔離閥 AB-HV311 與 AB-HV211 為 AOVs，正常為開著，喪失 AC 電源時停留在原開啟位置，後續之運作可藉由壓縮空氣之供應，閥位指示則藉由 125 VDC 電源。

汽機驅動輔助飼水泵至 SG 之節流閥，AL-HV213、AL-HV214

及 AL-HV215 為 AOVs，正常為開著，喪失 AC 電源時停留在原開啟位置，後續之運作可藉由壓縮空氣之供應，閥位指示則藉由 125 VDC 電源。對其他剩餘之閥，包括馬達驅動輔助飼水泵至 SG 之節流閥(AL-HV113、AL-HV114 及 AL-HV115)、圍阻體低容積供氣隔離閥(GT-HV106)與圍阻體低容積排氣隔離閥(GT-HV107)、A 串氫氣再結合器氣體回流圍阻體內隔離閥(GT-HV317)、圍阻體集水池管路圍阻體內側隔離閥(HG-HV101)、RHR 泵 A 進口隔離閥(BC-HV206 與 BH-HV008)、RHR 泵 B 進口隔離閥(BC-HV106 與 BH-HV005)以及反應器冷卻水洩水槽與燃料填換池出口閥(HG-HV103)，FSAR 評估顯示，這些閥正常為開著，失效時停留在原狀態，然而可藉外圍之隔離閥(失效時為關閉)或逆止閥(對馬達驅動輔助飼水泵至 SG 之節流閥 AL-HV113、AL-HV114 及 AL-HV115 而言)達到隔離之功能。

(2)圍阻體結構完整性

於 SBO 8 小時內，圍阻體溫度與壓力之反應主要之決定因素為 (a)RCS 與圍阻體空間之間的熱傳所致之 Sensible Heat Source、(b)於 SBO 事故下，每台 RCP 25 gpm 的洩漏流至圍阻體所致之等量熱源效應。FSAR 15.9 分析結果與圍阻體設計溫度及壓力之比較如下：

設計壓力： 75 psia SBO 8 小時期間最高壓力：38 psia

設計溫度： 300 °F SBO 8 小時期間最高溫度：232 °F

9.通風喪失

因 SBO 所致之通風系統喪失，必須考慮環境溫升之主要區域 (Dominant Areas of Concern)有 ESF 設備室 A/B、ESF 設備室 C/D、輔助飼水泵室及主控制室。正常運轉時 ESF 房間由中央寒水系統 (GB) 和通風系統維持低於環境溫度 (廠房外部溫度)，FSAR 15.9 說明 LOV 信號動作時設備自動起動運轉，包括緊要含水系統及 AHU；再發生 SBO 時設備雖已失電停轉，但也喪失緊要寒水及通風系統，設備餘熱殘留於房間，若加上原已較高的環境溫度，會導致 SBO 時房間溫度上升。此外控制室 JP007C 警報窗 窗號：11『SBO & AL-P019 RM DOOR NT OPEN』，提醒運轉員，因高溫蒸汽到汽機帶動輔助飼水泵房間，SBO 時房間喪失空調冷卻，必須立即開啟汽機驅動輔助飼水泵防火門。FSAR 15.9 評估結果如下表所示：

區域	正常溫度(°F)	SBO 溫度 (°F)	設備運轉限制溫度 (°F)
ESF 設備室 A/B	86	122	131
ESF 設備室 C/D	86	122	131
輔助飼水泵室	104	155	160
主控制室	75	120	120

10.其他系統，例如通訊、照明等

FSAR 15.9 評估顯示電廠通訊與照明設備有充分能應付 SBO 8 小時。

5.1.3.2 電池容量及運轉期長

1.以現有 SBO 最低負載，電池容量設計上至少可維持 8 小時。但若欲延長供電能力至 24 小時，A、B、C、D 串容量均不足。

2.電池容量及運轉期長

(1)A、B 串電池額定容量：1,650 AH（電池極片：11）

(2)C、D 串電池額定容量： 900 AH (電池極片：6)

(3)A、B、C、D 電池額定容量，於切除暫不需要的安全串負載後，可因應 SBO 下運轉 8 小時。

5.1.3.3 燃料劣化前廠內的自主運轉能力

1.發生全黑事件，首先進入 EOP 570.20，為確保 CLASS-1E 電池組能維持 SBO 之需求，需 30 分鐘內切除暫不需要的安全串負載。

2.若喪失所有 DC 電源，汽機帶動輔助飼水泵和蒸汽產生器 PORV 仍可現場手動操作，進行蒸汽產生器的補水和排放蒸汽，控制 RCS 溫度壓力，維持爐心冷卻。

3.當汽機帶動輔助飼水泵不可用時，另有一台柴油引擎帶動輔助飼水泵可對蒸汽產生器補水。

4.機組由熱待機冷卻至熱停機約需 16 小時，需用水 1,041 噸(FSAR Table 9.2-12)。CST 可用容積 2,680 噸約可供使用 40 小時，DST 可用容積

378.5 噸約可供使用 6 小時。若輔助飼水泵改由生水取水，10 萬噸生水池約可供兩部機同時使用 32 天。

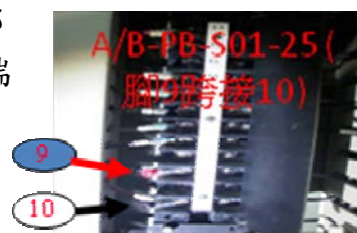
- 5.程序書 570.20 內已將重要需改善散熱的設備包括汽機帶動輔助飼水泵、開關箱、電池組等房間及儀控盤列出，利用開啟各房間/儀控盤的門來散熱，並可利用移動式排風扇送風，以增強散熱效果。

5.1.3.4 可防止燃料劣化的外部支援措施

- 1.台灣電力公司為綜合性電業，本身有發電、輸配電及售電系統，本廠緊急事故發生後，如有必要，公司即可評估需求，採取適當的救援措施，盡速恢復廠外 345kV 或 161kV 輸電系統供電至廠內安全相關系統。
- 2.當廠內水源不夠時，可由消防車補水至 CST、RWST、SFP、RCS。
電廠現有消防水箱車 1 台，容量 7 噸。屏東縣消防局第四大隊共四分队(恒春、車城、滿州、枋山)消防車配置有水庫車 10 噸 2 台；12 噸 2 台；水箱車 3 噸 1 台；3.5 噸 4 台；小水車 1 噸 4 台。廠外水源可取自#2、#3 號深水井、龍鑾潭、海水。包商支援人力，各維護組訂定合約之包商人力。
- 3.確認主要瀕危效應發生的時間：
CST 可用容積 2,680 噸約可供使用 40 小時，DST 可用容積 378.5 噸約可供使用 6 小時，共約 46 小時。若輔助飼水泵改由生水取水，10 萬噸生水池約可供兩部機同時使用 32 天。

5.1.3.5 強化防護能力的措施

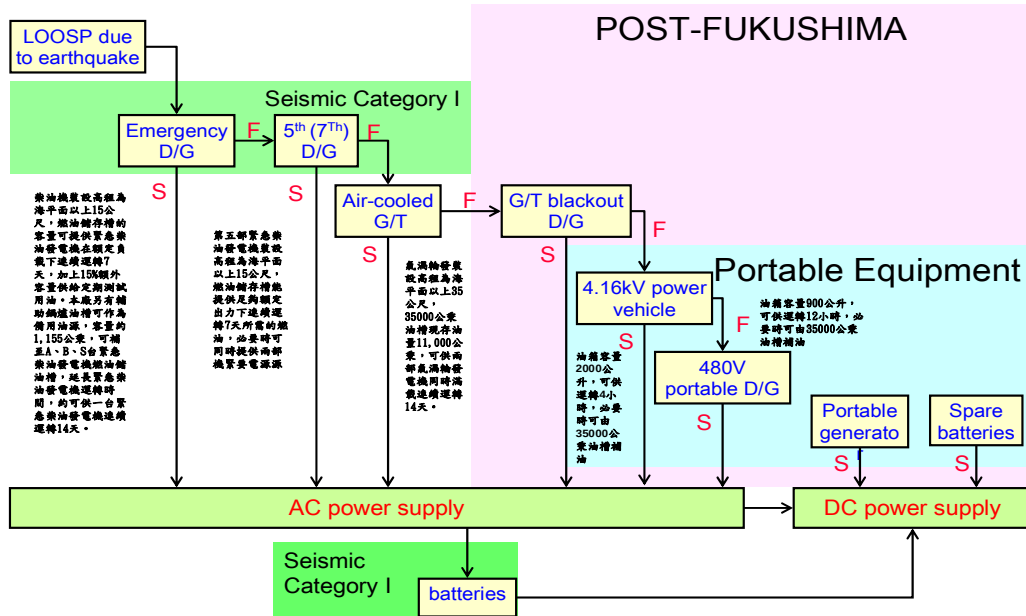
- 1.已確認在全黑狀況下，安全有關蓄電池組具 8 小時的供電容量，相關操作隔離部分非緊要負載部分，也已列入程序書 570.20。此期間配合電廠將新購之 480V 移動式柴油發電機裝置與快速接線介面運作以充電至該電池組，即可維持該電池組長期的供電能力。(已於 101 年 4 月 19 日完成)
- 2.已完成第五台氣冷式柴油發電機同時提供兩部機緊要電源能力之可行性驗證，並設置相關端接點之快速接線端子以利跨接作業之執行，相關操作指引並已列入程序書 1451。
- 3.總處將購置 6 台 4.16kV 1500kW 柴油發電機電



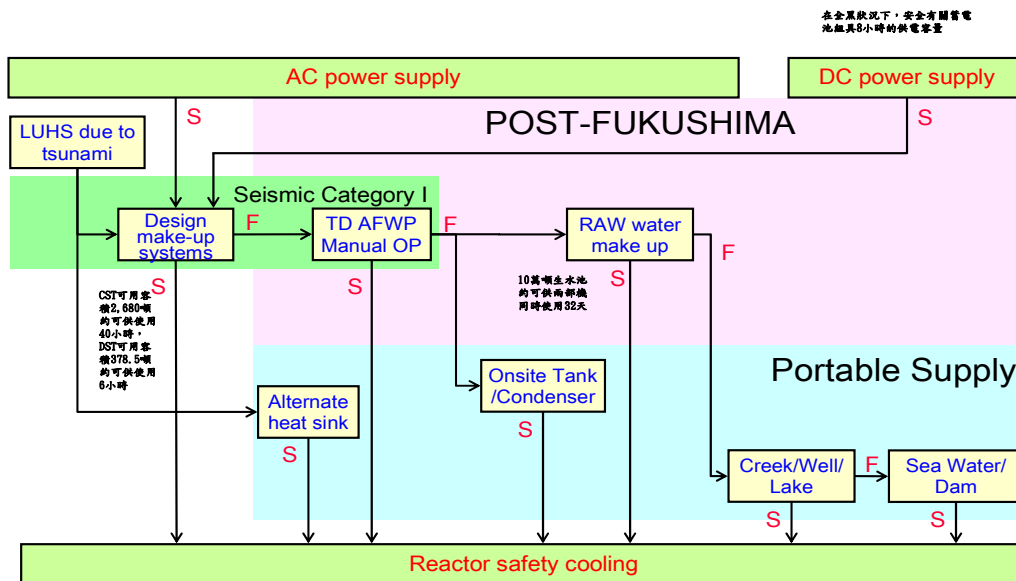
源車，其中兩台將配置於本廠(已到貨)。另與現有設備連接之開關設備介面部分已成立 DCR-M0-4325 改善案(已於 102 年 3 月完工)。

4. 已購置 10 台 370kVA/3 ϕ /480V 移動式柴油發電機，以供電至充電機電源來維持 125VDC 直流匯流排電力、供電至重要水泵以補水至重要設備/設施、供電至總機/TSC/控制室以維持必要之通信、指揮與適居系統等重要 480V 負載。另亦提 DCR 改善案設置相關 480V 移動式柴油發電機供電介面，以利快速引接供電(規劃如附件 5.1-1，已完成)。
5. 已備整小型移動式發電機 24 台，緊急時可支援臨時抽(沉)水泵、排煙風扇、輻射偵測儀器等用電，以確保救援設備或儀器設備正常發揮功能。
6. 已完成檢討全黑時主控制室必要之監控參數，包含蒸汽產生器/反應爐/調壓槽/圍阻體的水位及壓力、反應爐溫度、圍阻體輻射強度、用過燃料池水位及溫度、爐外核儀指示、蒸汽產生器的輔助飼水流量及 RWST/BAT/CST 水槽水位指示等的電源，藉由廠區全黑時緊急應變後備交流電源之強化措施，可確保蓄電池組可用，達成強化儀控電源供給。
7. 當廠內水源不夠時，可由消防車補水至 CST、RWST、SFP、RCS。電廠將新購消防泡沫車 1 台，容量 7 噸(已到貨)；新購消防水庫車 1 台，容量 12 噸(已於 101 年 5 月到貨)。廠外水源可取自#2、#3 號深水井、龍鑾潭、海水。
8. 已增購 3 台移動式空壓機以提供個別氣動閥之操作需求。
9. 一般救援設備存放倉庫高程約在 25 米，這些倉庫為原施工處留下的鐵皮屋倉庫，地震中若受損壞，對救援設備應還不致造成損壞。

LOOSP DUE TO EARTHQUAKE ANALYSIS



LUHS DUE TO TSUNAMI ANALYSIS



附件 5.1-1:核三廠 480V 移動式緊急柴油發電機規劃(實際以 DCR M1-4245/
M2-4246 為主)

一、需求摘要(每部機)

1. 需操作之 MOV ---新增 480V 移動式柴油發電機供電介面⁽⁴⁾⁽⁷⁾。
 - (1) GT-HV401A(輔助廠房 126 呎)
 - (2) BH-HV101/HV102(輔助廠房 126 呎)
 - (3) BH-HV201/HV202(輔助廠房 126 呎)
 2. Hydro test pump BH-P020(輔助廠房 74 呎) ---已有既設第三電源供電介面、並可由 480V 移動式柴油發電機供電⁽¹⁾⁽⁵⁾。
 3. A/B/C/D 安全串充電機 ---新增 480V 移動式柴油發電機供電介面(A/B 串)⁽³⁾⁽⁶⁾ 及同第 1 項之 MOV 操作電源延伸供電介面(C/D 串)⁽⁴⁾⁽⁷⁾。
 4. NJ/NK 充電機 ---同第 2 項之已有既設第三電源供電介面⁽¹⁾⁽⁵⁾。
 5. 控制室照明 ---同第 3 項之 A/B 安全串充電機延伸供電介面⁽³⁾⁽⁶⁾。
 6. PA 後備電源 ---同第 1 項之 MOV 操作電源延伸供電介面⁽⁴⁾⁽⁷⁾。
 7. EC-P102/112 電源---同第 1 項之 MOV 操作電源延伸供電介面⁽⁴⁾⁽⁷⁾。
 8. 總機蓄電池充電機---新增 480V 移動式柴油發電機供電介面⁽²⁾。
 9. TSC 電源---同第 8 項之新增 480V 移動式柴油發電機供電介面⁽²⁾。
 10. 氫氣分析器---同第 1 項之 MOV 操作電源延伸供電介面⁽⁴⁾⁽⁷⁾。
 11. 控制室緊急通風---同第 3 項之 A/B 安全串充電機延伸供電介面⁽³⁾⁽⁶⁾。
 12. SEISMIC FIRE PUMP---同第 1 項之 MOV 操作電源延伸供電介面⁽⁴⁾⁽⁷⁾。
 13. AP-M100、AP-M101---同第 3 項之 A/B 安全串充電機延伸供電介面⁽³⁾⁽⁶⁾。
- 註：()內數字表示“二、全部的 480V 移動式柴油發電機配置圖”之移動式柴油發電機代號。

第 1 項：需操作之 MOV ---新增 480V 移動式柴油發電機供電介面：

- (1) GT-HV401A(輔助廠房 126 呎)
- (2) BH-HV101/HV102(輔助廠房 126 呎)
- (3) BH-HV201/HV202(輔助廠房 126 呎)

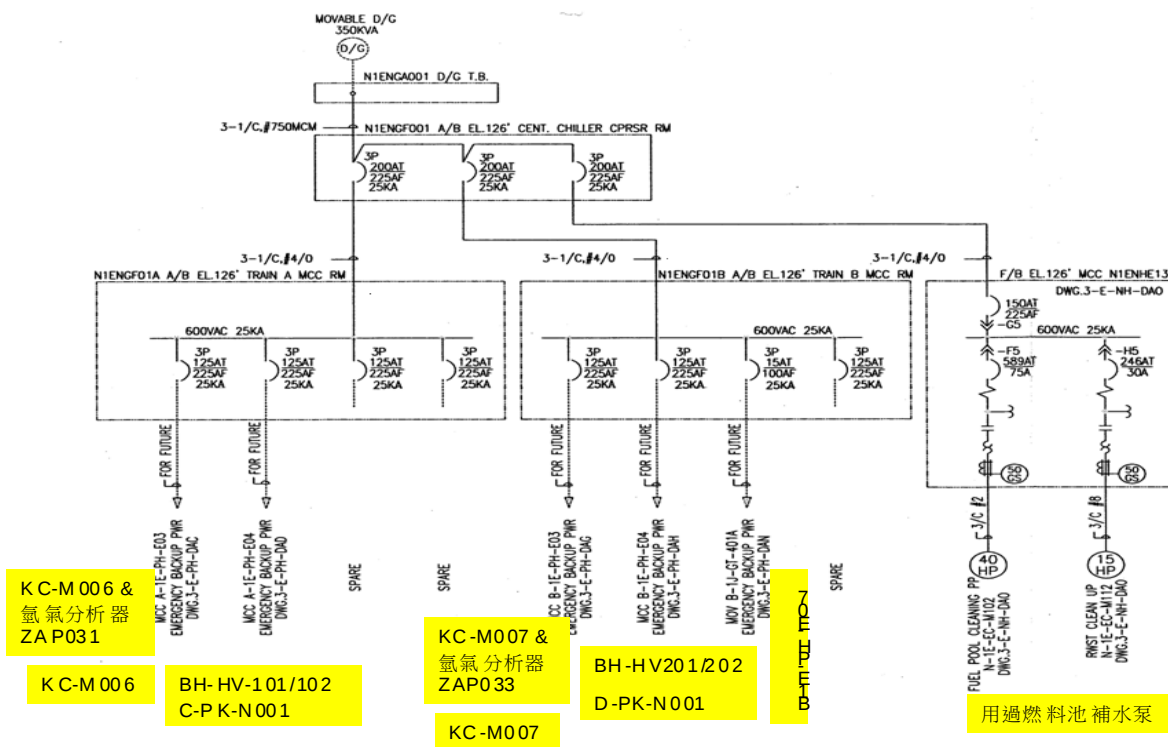
第 3 項：C-PK-N001、D-PK-N001 安全串充電機

第 6 項：PA 後備電源(其 UPS 位於 A/B 126 呎，可新增 480V 移動式柴油發電機供電介面做為備用電源，由 MOV 之 480V 移動式柴油發電機供電介面再延伸供電。)

第 7 項：EC-P102/112 電源

第 10 項：氫氣分析器

第 12 項：SEISMIC FIRE PUMP (KC-M006、KC-M007)

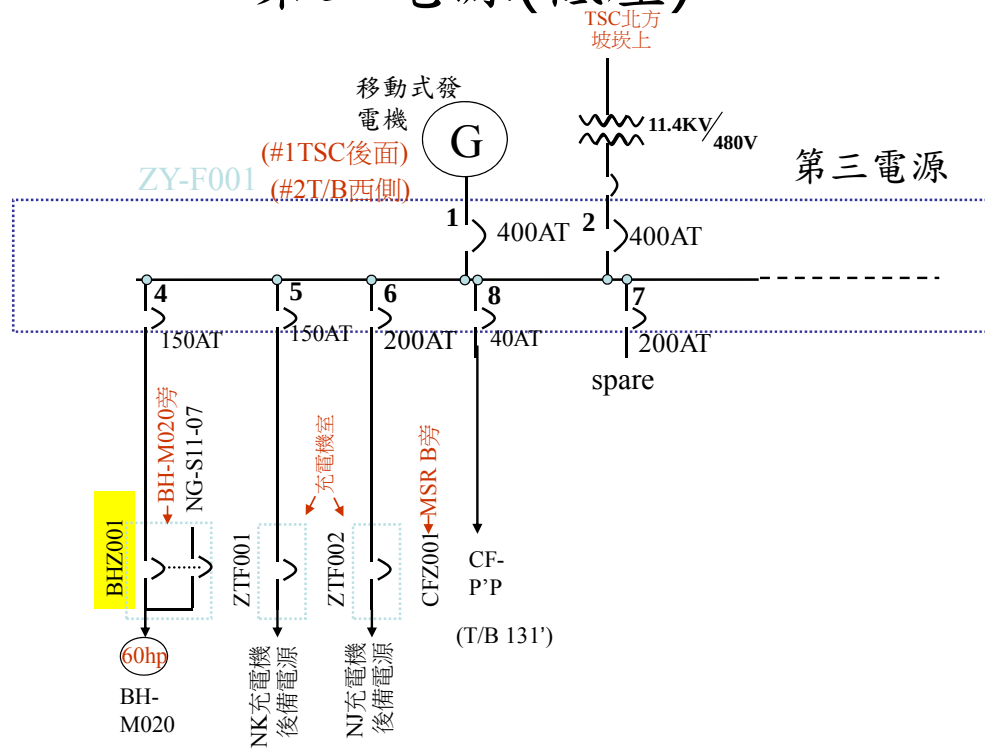


第 2 項：Hydraulic test pump BH-P020

第 4 項：NJ/NK 充電機

已有既設第三電源供電介面，增設可由 480V 移動式柴油發電機供電。

第三電源(低壓)



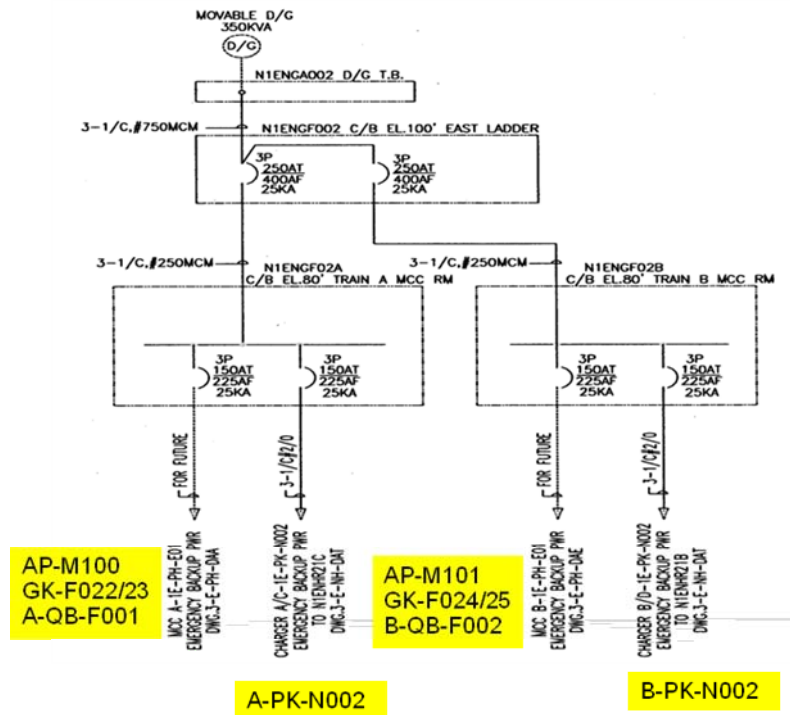
第 3 項：A-PK-N001、B-PK-N001 安全串充電機

第 5 項：控制室照明

第 11 項：控制室緊急通風

第 13 項：AP-M100、AP-M101

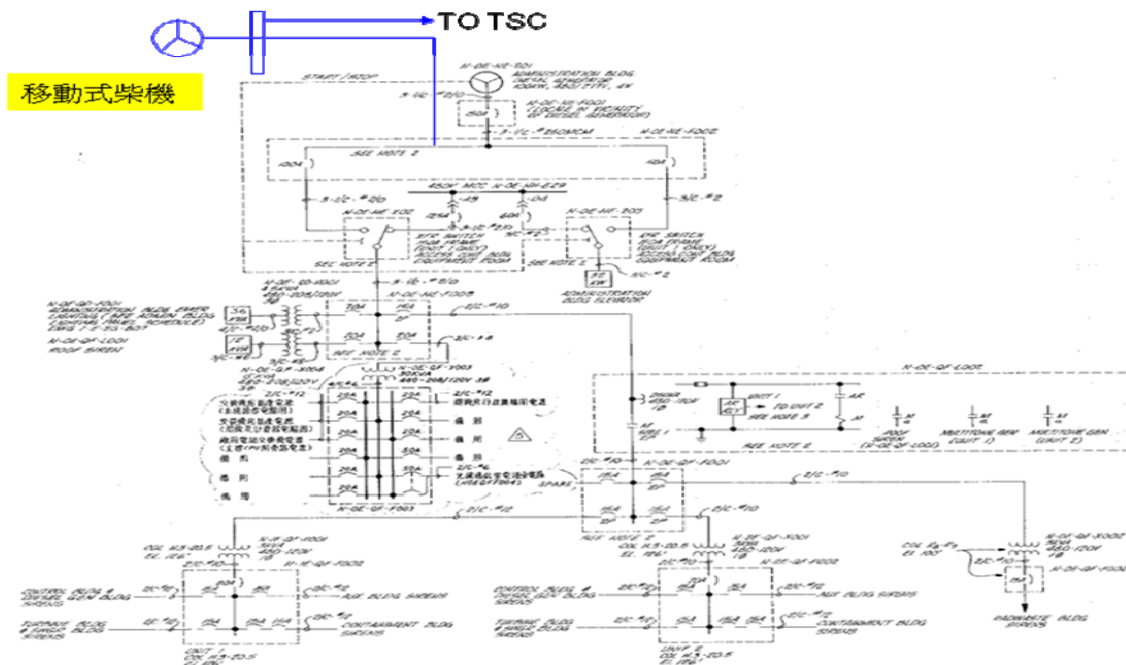
控制廠房緊急電源



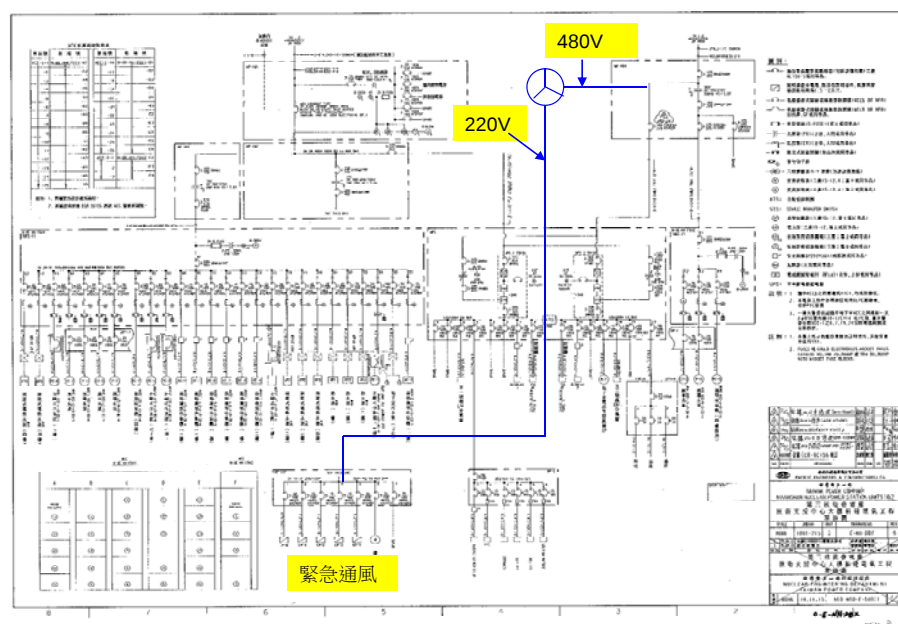
第 8 項：總機蓄電池充電機

第 9 項：TSC 電源

- (1) 總機蓄電池有行政廠房柴油機可供電。
可供應廠內電話、PHS、微波電話。
- (2) 若行政廠房柴油機不可用，則需接 480V 移動式柴油發電機

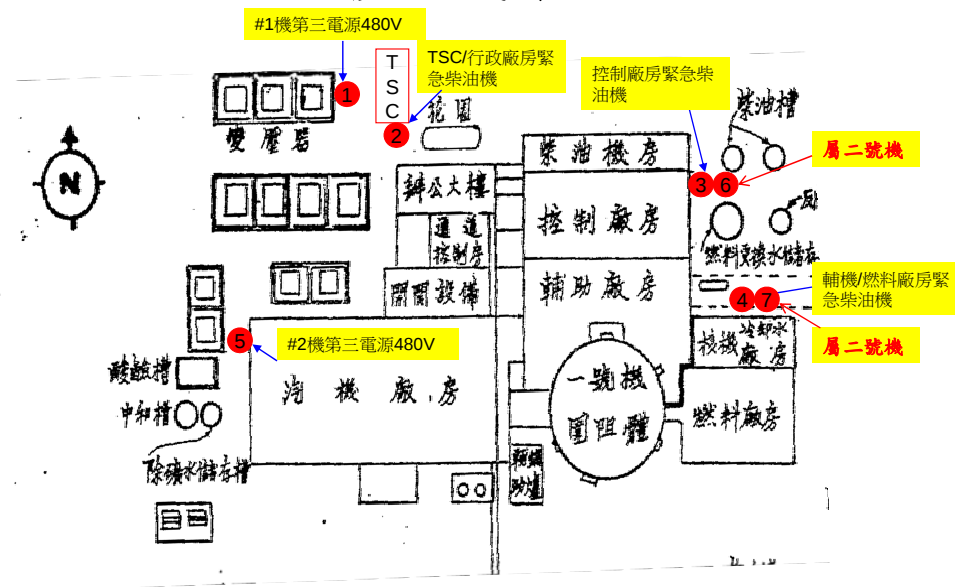


TSC 緊急電源



二、全部的 480V 移動式柴油發電機配置圖

480V移動式柴油之配置位置



三、完成日期

1. 配電線路，經由 DCR 評估設計，已完成。
2. 已購置 480VAC 移動式柴油發電機(統一容量為 370kVA)，總計 10 台。
3. 已採購移動式空壓機 3 台。
4. 全案已於 101.01.31 完成。

四.1：DCR M1-4245/M2-4246 負載分配 N-NGF001

負載名稱	電源名稱	設備電源置	改善方法	總電源
BH-HV101/102、 KC-M006、 A1JZAP031、	A-PHE04F1&F2、 A-PHE03D3、 A-PHE03J3B & F2-08	輔機廠房 EL.126' A 串 MCC 室	在 A 串 MCC 室裝一組分電盤 N-NGF01A， 供 A 串 MCC 用， N-NGF01A 由 N-NGF001 供電	本表負載由發電機分電盤 N-NGF001 供電
BH-HV201/202、 GT-HV401A、 B1JZAP033、 KC-M007	B-PHE04F4&D1 B-PHE07D2&B2A B-PHE03H1B & F2-10 B-PHE03D3	輔機廠房 EL.126' B 串 MCC 室	在 B 串 MCC 室裝一組分電盤 N-NGF01B， 供 B 串 MCC 用， N-NGF01B 由 N-NGF001 供電	
PA-PAA(輔機、燃料、控制、 D/G)PA-PAH(圍阻體)	N-NHE05 N-NHE26	輔機廠房 EL.126' A 串 MCC 室	由 A 串 MCC 供電	
PA-PAB(輔機、燃料、控制、 D/G)PA-PAK(圍阻體)	N-NHE12 N-NHE25	輔機廠房 EL.126' B 串 MCC 室	由 B 串 MCC 供電	
N-ECM102/112	N-NHE13F5 & H5	燃料廠房 EL.126' MCC 室	由分電盤 N-NGF001 供電至 MCC N-NHE13	
C-PK-N001	A-PHE04G2	輔機廠房 EL.126' A 串 MCC 室	A-PHE04 規劃由 N-NGF01A 供電	

D-PK-N001	B-PHE04G2	輔機廠房 EL.126' B 串 MCC 室	B-PHE04 規 劃由 N-NGF01B 供 電	
-----------	-----------	------------------------------	------------------------------------	--

四.2：NG-F001 移動式柴油發電機負載計算

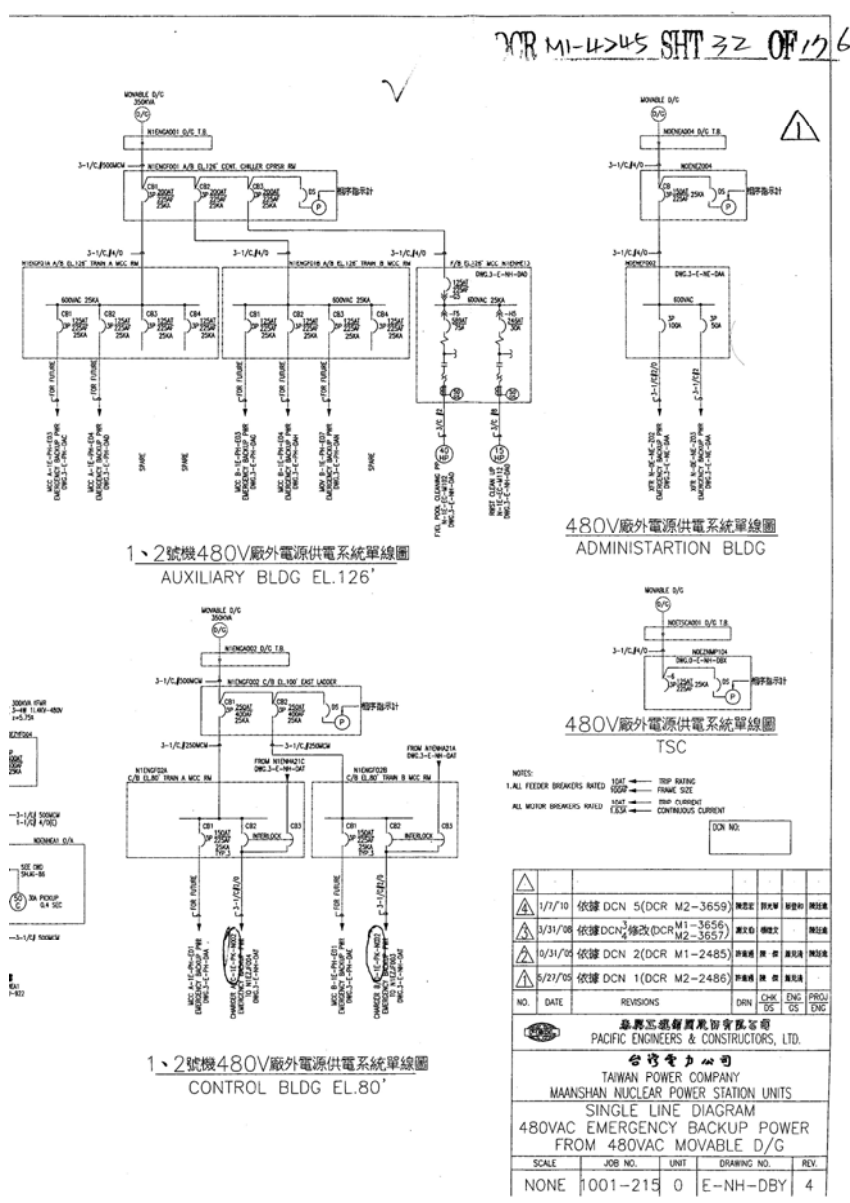
項次	負載名稱	WATTS(KW)	備註
1	KC-M006/M007	24.2	
2	BH MOV	9	
3	A1/2JZAP031	1	
4	A1/2JZAP033	1	
5	EC-M102/M112	40.6	
6	PA UPS	4	
7	C-PKN001	44	
8	D-PKN001	44	
合計		179.8	

五.1：DCR M1-4245/M2-4246 負載分配 N-NGF002

負載名稱	電源名稱	設備電源置	改善方法	總電源
A-AP-M100 A-GK-F022/F023 A-QB-F001	A-PHE01B2、 A-PHE01A4&E3、 A-PHE01A2	控制廠房 EL.80' A 串 MCC 室	在 A 串 MCC 室'裝一組分電盤 N-NGF02A，供 A 串 MCC 用。控制室照明規劃 10kVA。	本表負載由發電機分電盤 N-NGF002 供電
A-PK-N002	N-NHE21F4	ACCESS CONTROL 廠房 EL.73' 串 MCC 室	A-PK-N002 由 N-NGF02A 供電， C-PK-N002 由 C-PK-N001 取代	
B-AP-M101 B-GK-F024/F025 B-QB-F002	B-PHE01B2、 B-PHE01A4&E3、 B-PHE01A2	控制廠房 EL.80' B 串 MCC 室	在 B 串 MCC 室裝一組分電盤 N-NGF02B，供 B 串 MAA 用。控制室照明規劃 10kVA。	
B-PK-N002	N-NHE21B2	ACCESS CONTROL 廠房 EL.73' 串 MCC 室	B-PK-N002 由 N-NGF02B 供電， D-PK-N002 由 D-PK-N001 取代	

五.2：NG-F002 移動式柴油發電機負載計算

項次	負載名稱	WATTS(KW)	備註
1	AP-M101	10.3	
2	GK-F024	15.8	
3	GK-F025	42.4	
4	A-PKN002	45	
5	B-PKN002	45	
6	QB-F001	10	
7	QB-F002	10	
合計		178.5	



5.1.4 喪失最終熱沉

- 1.核三廠最終熱沉為南灣(海水)，廠用海水系統(NSCW)即是抽取該處海水作為冷卻水，經熱交換後，將熱量帶回到南灣。正常的衰變熱移除方式為：
 - (1)蒸汽產生器產生的蒸汽，利用主蒸汽管路的蒸汽排放閥排放至冷凝器，或經由主蒸汽管路 PORV(動力釋放閥)排放至大氣以帶走熱量。
 - (2)蒸汽產生器可由馬達帶動輔助飼水泵或汽機帶動輔助飼水泵補水，水源來自 CST、DST 及生水池。
 - (3)如 RCS 壓力降至 30kg/cm^2 以下時，可由 RHR 系統經核機冷卻水系統(CCW)搭配廠用海水系統(NSCW)移除餘熱，以繼續降溫降壓。
- 2.核三廠廠用海水泵與取水攔污設備均安裝在耐震一級結構體內，廠用海水泵室結構訂有檢測週期與改善追蹤機制，確保結構體完整性。
 - (1)依 FSAR 敘述，機組 NSCW 取水池的容量為 350382 ft^3 （取水池及抽水機房總容量，自 EL.-8.2'至 EL.-27'，取水池池底 EL.-28'，抽水機房底 EL.-36.5'），以此容量足以供應兩部機組運轉 30 分鐘所需水量，依推算(FSAR)本地海嘯週期為 49 分鐘，退潮期約 25 分鐘，因此於退潮期備用水量尚未用完前海水已可開始補注。
 - (2)支援系統-電源、Travel Screen、備品狀況(含支援系統)
 - a.迴轉攔污柵是垂直迴轉，由鏈條帶動，必要時，也可以手動迴轉。電源從安全串 A-1E-PH-E06 和 B-1E-PH-E06 受電。
 - b.均定有維護週期，備品迴轉攔污柵鍊輪，迴轉攔污柵鍊條，迴轉攔污柵網片足以供應三次大修。
 - (3)依 FSAR (3.8.4.1.8) 敘述廠用海水結構物——取水隧道、取水池及抽水機房皆為耐震一級 (Seismic Category I structures)，設計基準為地表水平加速度 $0.4g$ ，因此取水隧道應不會因為地震而遭受損害，而岸壁為一結實結構物，座落於岩石海床，亦不至於因為地震而崩落堵塞進水口，影響進水量。
 - (4)進水口結構現況(最新檢測日期與結果)與檢測週期
 - a.一號機檢查日期：99.11.19 至 99.12.06，檢查結果：在大修期間發現有部份片塊狀混凝土剝落並已修復完成，且檢查結果已經大會核備，(100 年 2 月 17 日會核字第 1000002133 號書函准予備查)。

b.二機檢查日期：98.11.16 至 98.11.30 檢查結果：在大修期間發現有部份片塊狀混凝土剝落並已修復完成，且檢查結果已經大會核備，(98 年 12 月 29 日會核字第 0980021026 號書函准予備查)

c.檢測週期：每 5 年檢查(配合大修期間檢查，故約 3 cycles 檢查一次)

5.1.4.1 燃料劣化前廠內自主能力設計要求

喪失最終熱沉，機組可由輔助飼水泵補水，維持蒸汽產生器補水及蒸汽排放能力(二次側熱沉)即可將 RCS 降溫降壓。

- 1.蒸汽產生器產生的蒸汽，經由主蒸汽管路 PORV(動力釋放閥)排放至大氣，可將熱量釋放至大氣。
- 2.蒸汽產生器可由馬達帶動輔助飼水泵或汽機帶動輔助飼水泵補水，水源來自 CST、DST 及生水池。蒸汽產生器水源如表 5.1-2

表 5.1-2 蒸汽產生器水源容量(每部機)：

	名稱	結構體材質	耐震等級	送水方式	標高	動力
1	CST 2838 噸 (750000 加侖)	鋼筋混凝土水池，內襯為 SA-240-304L 不銹鋼	0.4g	設計配管	海平面上 15m	重力
2	DST 378 噸 (100000 加侖)	A-240-304L 不銹鋼	0.15g	設計配管	海平面上 15m	重力
3	消防水槽 1419 噸 × 2 (375000 加侖 × 2)(兩部機共用)	A-283-C 碳鋼	0.15g	設計配管	海平面上 15m	重力
4	生水池 50000 噸 × 2 (兩部機共用)	鋼筋混凝土水池	0.15g	設計配管	海平面上 51.5m	重力

註：2~4 項儲水槽水池原設計耐震等級僅依內政部建技規則要求設計。

- 3.當只是喪失所有 NSCW 系統，而 CCW 系統流量及泵仍可正常運轉之情況下，CCW 系統能充分冷卻 CCP (因 CCW 系統再循環時，其

水流會被環境周溫所冷卻)。CCP 持續運轉對 RCP 軸封和 RCS 提供注水，則可防止 SEAL LOCA 發生，進而避免爐心燃料裸露。

5.1.4.2 可阻止燃料劣化的外部支援措施

1. 當馬達帶動輔助飼水泵與汽機帶動輔助飼水泵皆不可用時，另有一台柴油引擎帶動輔助飼水泵可對蒸汽產生器補水。
2. 當所有型式輔助飼水泵皆不可用時，另可安排柴油引擎消防泵對蒸汽產生器補水。
3. 假設廠內另部機組未受損，從另部機組提供可用的設備：
另部機冷凝水儲存槽 CST、DST 可連通，提供輔助飼水泵水源。
另部機柴油引擎帶動輔助飼水泵可連通，提供蒸汽產生器補水。
4. 假設廠內所有機組都受損，從廠外提供可用的設備：
消防車補水至 CST、RWST、SFP、RCS，現有消防水箱車 1 台容量 7 噸。屏東縣消防局第四大隊共四分隊(恒春、車城、滿州、枋山)消防車配置有水庫車 10 噸 2 台；12 噸 2 台；水箱車 3 噸 1 台；3.5 噸 4 台；小水車 1 噸 4 台。
廠外水源可取自#2、#3 號深水井、龍鑾潭、海水。
5. 上述操作運轉所需時間：
 - (1) 柴油引擎帶動輔助飼水泵起動：1 小時，每部機各 2 人。
 - (2) 連接消防水系統，進行蒸汽產生器補水：30 分鐘，2 人。
 - (3) CST 連通：15 分鐘，1 人。
 - (4) DST 連通：15 分鐘，每部機各 1 人。
 - (5) 消防車由龍鑾潭取水：1 小時，3 人。
6. 執行操作合格人員的適切性：
 - (1) 核三廠已針對平時運轉及緊急搶修人力，包含電廠人員、外單位支援人員、協力廠商人員等，其相關之輻射防護訓練，已有完整的規範，並適當的訓練。
 - (2) 各維護組依緊急計劃任務編組，並依專長、証照建立支援人員連絡名冊，包括連絡電話、地址，可先徵召恒春地區人員，做為緊急時任務分配之依據。
7. 確認主要瀕危效應發生的時間：
CST 可用容積 2,680 噸約可使用 40 小時。DST 可用容積 378.5 噸約

可供使用 6 小時，共約 46 小時。若輔助飼水泵改由生水取水，10 萬噸生水池約可供兩部機同時使用 32 天。

5.1.4.3 強化防護能力的措施

- 1.遠超出設計基準的海嘯發生時，進水口可能受損或嚴重堵塞，導致最終熱沉喪失，將採取蒸汽產生器補水配合蒸汽排放，來移除反應爐餘熱。
- 2.已完成增設鐵格板設施於原廠用海水泵進口取水池頂部，以防止海嘯侵襲時所挾帶之大型垃圾、雜物等入侵該取水池，進而阻礙廠用海水泵之取水而使該泵故障。
- 3.已完成水密牆及水密門等封堵措施，實體分隔廠用海水泵馬達及相關電氣設備，避免因海水侵入而使所有的廠用海水泵馬達同時故障。經改善完成之廠用海水泵馬達室海嘯上湧防護高度與主體泵室排風設備層高度相同，同為 12.9 公尺。
- 4.廠用海水取水口較大之雜物(樹枝、垃圾)由人工在取水口攔污柵打撈。
- 5.如迴轉攔污柵失效，則利用人工在集水池和固定攔污柵前打撈雜物，以確保 NSCW 泵水源乾淨。(本廠現有 20 噸/60 噸吊車各 1 台，15 噸大卡車 1 台可支援清理作業，並於 SOP 1451 建立緊急進水口垃圾清運程序。)
- 6.本廠已備儲 5 台廠用海水泵馬達可供緊急更換之用，已於 SOP 1451 建置人員進行緊急搶修廠用海水泵馬達之作業機制，以期可於 7 小時內完成廠用海水泵馬達之更替作業。(搬運 2 小時，更換 5 小時)
- 7.當廠內水源不夠時，可由消防車補水至 CST、RWST、SFP、RCS。電廠將新購消防泡沫車 1 台，容量 7 噸(已到貨)；新購消防水庫車 1 台，容量 12 噸(已於 101 年 5 月到貨)。廠外水源可取自#2、#3 號深水井、龍鑾潭、海水。

5.1.5 廠區全黑下喪失最終熱沉 (SBO+DBE)

5.1.5.1 燃料劣化前廠內自主能力設計要求

- 1.本廠發生廠區全黑(SBO)時，最終熱沉已同時喪失，因此，有關廠內自主能力設計的要求，參考上述 5.1.3.3 敘述(唯柴油引擎帶動輔助飼水泵並非原設計即有，而是本廠在 2001.3.18 發生廠區全黑事件後新

增的設備)。此時，機組係由二次側熱沉移除熱量，持續將一次側降溫、降壓。

- 2.若機組滿載運轉時，發生全黑事件且同時喪失二次側熱沉（SG 無法移除熱量，CCP 無法復電以維持 RCP 軸封注水），則爐心可能在 2 小時內受損。

5.1.5.2 可防止燃料劣化的外部支援措施

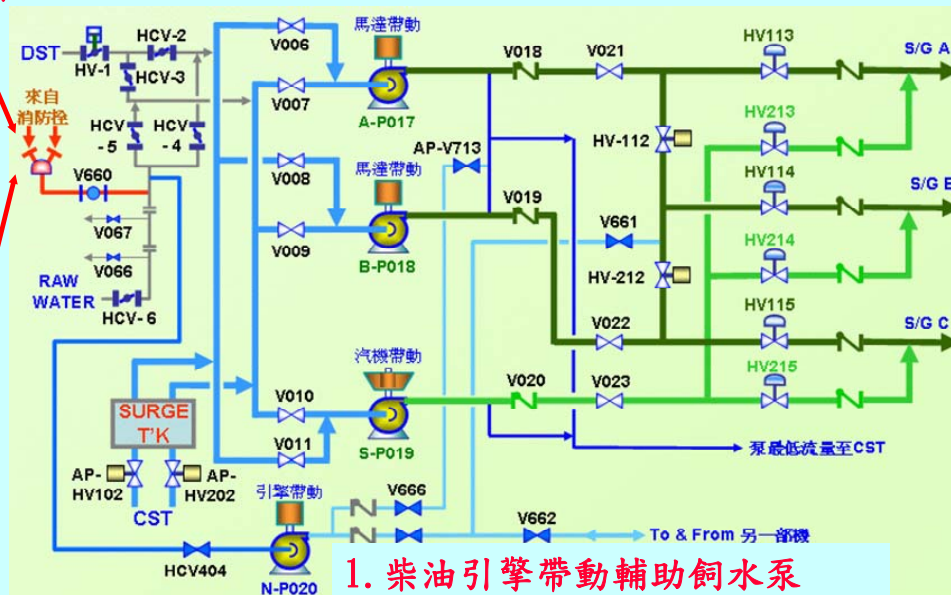
- 1.本廠發生廠區全黑(SBO)時，最終熱沉已同時喪失，因此，有關防止燃料劣化的外部支援措施，參考上述 5.1.3.4 與 5.1.4.2 敘述。此時，機組係由二次側熱沉移除熱量，持續將一次側降溫、降壓。
- 2.本廠在發生廠區全黑事件後，對於維持二次側熱沉之正常運作(以移除一次側熱量)議題上，有所檢討與改善措施，其詳細說明如下：
 - a.後備柴油引擎帶動輔助飼水泵，由 480HP、轉速 1800rpm 的六缸柴油引擎帶動，每部機各裝置一台，有連接管路可以互相連通，出口壓力在 860psig 以上，額定流量為 360gpm。水源可來自 CST、DST 及生水，蒸汽產生器壓力須降至 60kg/cm^2 以下即可進行補水作業。
 - b.連接至消防水系統，可由柴油引擎消防泵補水。該消防泵額定流量 1500gpm，蒸汽產生器壓力須降至 9kg/cm^2 以下進行補水作業。
 - c.用消防車(出口水壓約 $6\text{-}10\text{kg/cm}^2$)可以補水，流量約 250gpm，蒸汽產生器壓力須降至 6kg/cm^2 以下進行補水作業。(如附圖 5.1-3) (操作程序依 1451 斷然處置指引程序處理)
 - d.以上之三項之蒸汽產生器降壓方式，可現場手動開啟 S/G PORV(動力釋放閥)將蒸汽排放至大氣。

附圖5.1-3 注水至蒸汽產生器

2. 柴油消防泵



3. 消防車



1. 柴油引擎帶動輔助飼水泵

台灣電力公司

44

第三核能發電廠

3.若無法由蒸汽產生器或 RHR 系統執行一次側降溫降壓時，則進行反應爐洩壓以利進行反應爐直接補水作業：

- 由調壓槽動力釋放閥洩壓至壓力釋放槽。
- 由反應爐頂部排氣閥排放至壓力釋放槽。(規劃 480V 移動式柴油發電機供至安全串充電機以提供直流電源，詳如附件 5.1-1)
- 依程序書 1451 斷然處置指引程序執行。

4.假設廠內所有機組都受損，從廠外提供可用的設備：

若萬一無法自廠用海水取水隧道取得海水，本廠可考慮列入後援熱沉的水源如下：

表 5.1-3 後援熱沉的水源

	名稱	結構體材質	耐震等級	送水方式	標高	動力來源
1.	2 千噸生水	鋼筋混凝土水池	0.15g	設計配管	海平面上 54.3m	重力
2.	5 千噸	加蓋鋼筋混	0.15g	設計配管	海平面上	重力

	消防水槽	凝土水池			70.5m	
3.	5 萬噸生水池 (x2)	無蓋鋼筋混凝土水池	0.15g	設計配管	海平面上 51.5m	重力
4.	#2、#3 號 深水井	鋼管	N/A	設計配管	海平面上 50m	配電 系統
5.	龍鑾潭	天然水體	N/A	臨時水箱 車及水帶	堤頂海平 面上 18.5m	車載 水泵
6.	海水	天然水體	N/A	臨時水泵 及水帶	碼頭海平 面上 3~5m	臨時 水泵

註(1)：1~3 項消防水槽/生水池原設計耐震等級僅依內政部建技規則要求設計。

註(2)：#2、#3 深水井總出水量為 2.56 噸/分。

註(3)：消防水車或臨時抽水泵可於泵室碼頭抽取海水。屏東縣消防局第四大隊共四分隊(恒春、車城、滿州、枋山)消防車配置：水庫車 10 噸 2 台，12 噸 2 台。水箱車 3 噸 1 台，3.5 噸 4 台。小水車 1 噸 4 台。

5.確認主要瀕危效應發生的時間：

CST 可用容積 2,680 噸約可使用 40 小時。DST 可用容積 378.5 噸約可供使用 6 小時，共約 46 小時。若輔助飼水泵改由生水取水，10 萬噸生水池約可供兩部機同時使用 32 天。

台電公司核安處於 100 年 9 月完成核三廠斷然處置分析報告。本報告的分析目的在於利用先進之 RELAP5-3D 系統事故分析程式模擬斷然處置措施執行時之情境與步驟，藉由量化計算出在不同情境下所需注入生水或海水之最小流量，以確保爐心燃料溫度不高於燃料護套明顯開始氧化之溫度(1500°F)。由分析結果可得以下結論：

- (1)假設在電廠全黑發生之前(事件發生10分鐘內)，包含 MDAFW 與TDAFW之輔助飼水系統皆可運作，那麼二次側蒸汽產生器水位即可維持在接近正常水位。倘若事件發生之後一小時內，TDAFW仍可持續運轉，如此二次側便可先執行控制降壓動作，當TDAFW失效必須啟動緊急降壓操作時，二次側蒸汽產生器即可維持在低壓力(12kg/cm²)高水位之有利狀態。由此狀態執行SG PORV緊急洩壓後，爐心冷卻水仍可維持自然循環之流量(約為事件發生前初始流量之4.36%)，且燃料完全被爐心冷卻水所覆蓋，最高燃料護套溫度亦遠低於開始氧化之

溫度(1500°F)。

- (2) 假設當SG壓力降至60psia時開始注入生水或海水，分別以注水流量為500gpm至2000gpm等五組流量進行分析，得到使SG窄幅水位開始上升所需之最長與最短時間分別為24.3小時(500gpm)及2.81小時(2000gpm)，使水位升至正常水位(50%)之時間則為38.2小時(500gpm)及3.2小時(2000gpm)。
- (3) NSSS之長期平衡壓力約500psi，NSSS之自然對流流量則約為4.3%，Accumulator於降壓時注水量約為原始存量之24%，而最高燃料護套溫度為441°F。
- (4) 如假設事件發生後0小時發生RCP軸封洩漏狀況(Seal LOCA)，一次側會有75gpm之冷卻水量流失。分析結果顯示由於爐心冷卻水將持續流失，因而造成燃料未能被冷卻水長期覆蓋而使得燃料護套溫度竄升；SBO發生後8小時爐心水位(collapsed water level)降至燃料頂部，軸封洩漏發生後9小時燃料溫度開始迅速竄升。

5.1.5.3 強化防護能力的措施

1. RCS 後備補水路徑：

- (1) RWST→重力→RHR 泵→RCS (圖 5.1-6，路徑閥門均為正常開啟)
- (2) RWST→BH-V001→BH-P020→BH-V061→BH-V063→BH-V712→BG-V799→RCP 軸封注水(圖 5.1-7)。
- (3) 消防車→BL-V023 下游盲板→BL-V014→BG-V242→CCP→SI 進口管路(閥可手動開啟)(圖 5.1-8)(盲板需安裝快速接頭，已於 101 年 3 月 12 日完成)
- (4) 本廠已增購 2 台 4.16kV 電源車，並將增設引接介面，可供電至廠內 4.16kV 匯流排，供電 CCP 提供 RCS 補水及 RCP 軸封注水。

2. 圍阻體後備灌水：

- (1) RWST→重力→BH- HV102、101，HV202、201→再循環集水池(圖 5.1-9)
- (2) 消防水系統→消防閥 KC-XV111→三個分支 KC-XV113、XV114、XV115→打入圍阻體(圖 5.1-10)
- (3) 消防車→BN-V005 上游盲板→BK-V031、V032、HV107、HV207→圍阻體噴灑管路(圖 5.1-4)(盲板需安裝快速接頭，已於 100 年 11 月 8 日完成)

- (4)現有消防水箱車 1 台容量 7 噸；新購消防泡沫車 1 台容量 7 噸(已到貨)；新購消防水庫車 1 台容量 12 噸(已於 101 年 5 月到貨)。
- (5)屏東縣消防局第四大隊共四分隊(恒春、車城、滿州、枋山)消防車配置：水庫車 10 噸 2 台，12 噸 2 台。水箱車 3 噸 1 台，3.5 噸 4 台。小水車 1 噸 4 台

3.RWST 後備補水路徑：

消防車→BN-V005 上游盲板→RWST(圖 5.1-11)(盲板需安裝快速接頭，已於 100 年 11 月 8 日完成)

4.CST 後備補水

- (1)生水→AL-HCV006→眼鏡型盲板→AL-HCV005 (經 AL-HCV004 亦可)→AP-HV102/HV202→CST(圖 5.1-12)
- (2)消防車→AP-V020 上游盲板→CST(圖 5.1-13)(盲板需安裝快速接頭，已完成)

5.蒸汽產生器補水後備水源：

(1)50000 噸生水池

→AM-V1145/V1139→AM-V1060→AM-V1167→AM-V1273→AL-HCV006→AL-HCV004/AL-HCV005→AFW PUMP→S/G

(2)2000 噸生水池

→AM-V1151/V1152→AM-V1171/V1208→AM-V1173→AM-V665→AM-V664→AM-V666→AL-HCV006→AL-HCV004/HCV005→AFW PUMP→S/G

(3)5000 噸消防水槽

→KC-V1115→KC-V1116→AM-V1035→AM-V1033→AM-V1032→AM-V1031→AM-V1172→AM-V1173→AM-V665→AM-V664→AM-V666→AL-HCV006→AL-HCV004/HCV005→AFW PUMP→S/G

6.蒸汽產生器洩壓：如無電、無儀用空氣可用手動開啟 S/G PORV。

7.RCS 洩壓：由 PZR PORV 或爐頂排氣閥洩壓，DC 電源需 480V 移動式柴油發電機提供給 PK 充電機。

8.圍阻體洩壓：經由 GT-HV401A→GT-HV402→GT-F017→大氣。(圖 5.1-5) (480V 移動式柴油發電機供電給 MOV)

上述操作與電源、氣源及支援系統操作的步驟與決策機制，依 1451 斷然處置指引程序處理，已訓練完成。

9.檢視生水池槽體管路的耐震能力及完整性

- (1)依地震小組評估再進行補強或改善措施
- (2)將生水管路明管化，增加生水主管路之可靠度及災後維護或更換管路之效率。(DCR M0-4313 已於 102 年 4 月 23 日設計完成)
- (3)配合生水管路明管化，研究改善生水主管路的局部彈性，於特定地點連接彈性管路，以吸收地震錯位造成之位移，讓管路不致輕易被扯壞。(預定 103 年 12 月 31 日完成)
- (4)配合生水管路明管化，研究於生水 A/B 池與主管路間增設斷管超流控制閥，以因應萬一管路破斷造成生水完全洩漏之衝擊。
- (5)生水管斷管處置措施，依斷然處置應變準則處理。(隔離避免水源流失，土石流與修護，已完成演練)

經上述強化防護能力措施，將爐心熔毀時間由 18 小時變為不發生爐心熔毀。

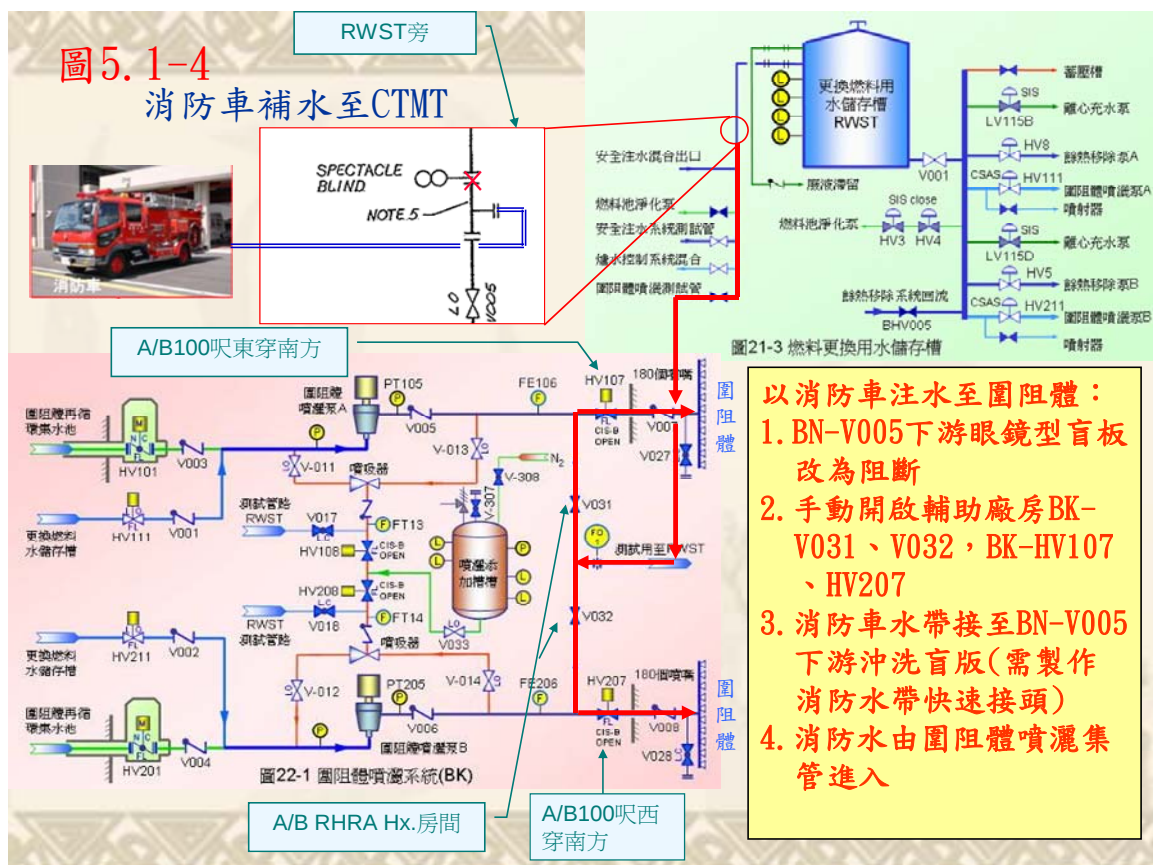


圖 5.1-5 CTMT後備逸氣路徑

CTMT

GT-HV401A：

- 執行逸氣需要 480VAC (PH, MCC)
- 建立相關CIV的Portable Power

GT-HV402：

- 需DC電源及安全等級氣源

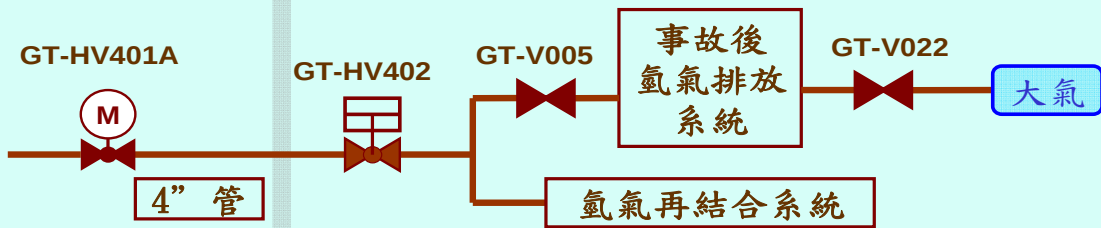


圖 5.1-6 RWST重力補水至RCS

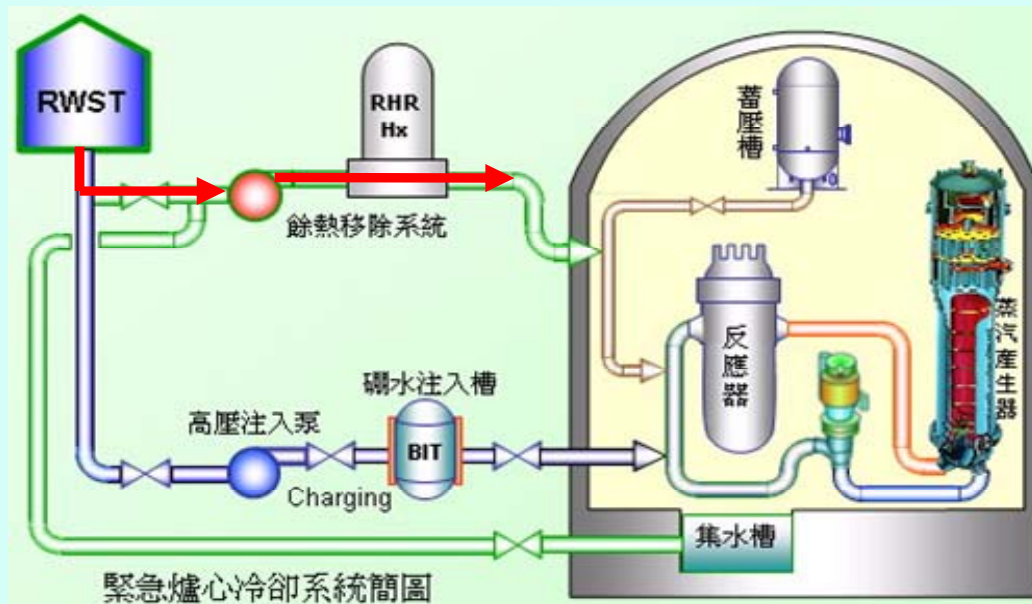


圖 5.1-7 由Hydro Test Pump建立RCP軸封注水路徑
補充RSC水量

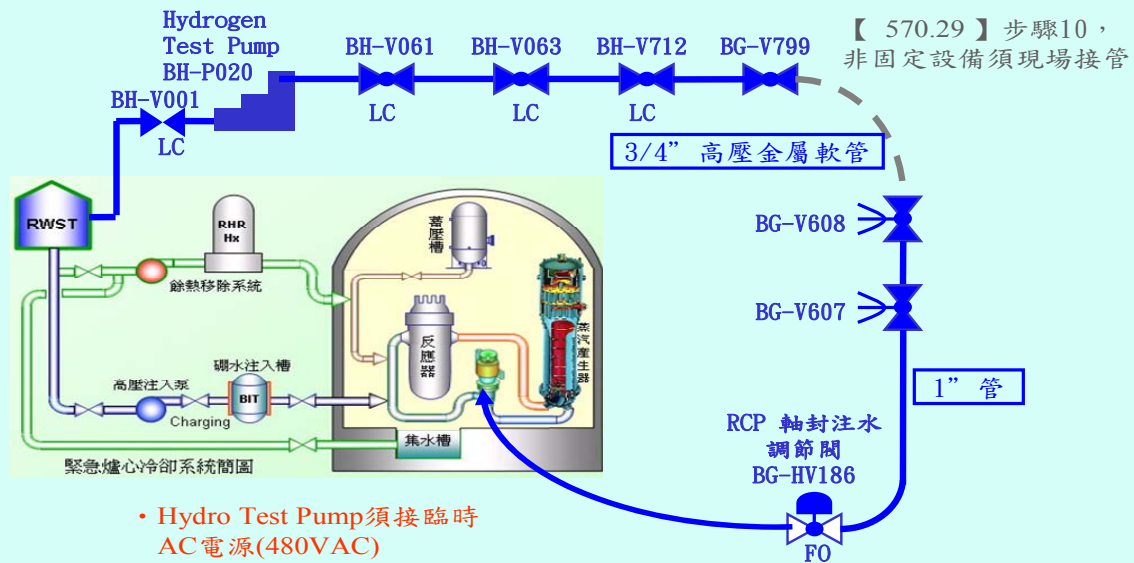


圖 5.1-8 由消防車補水至RCS

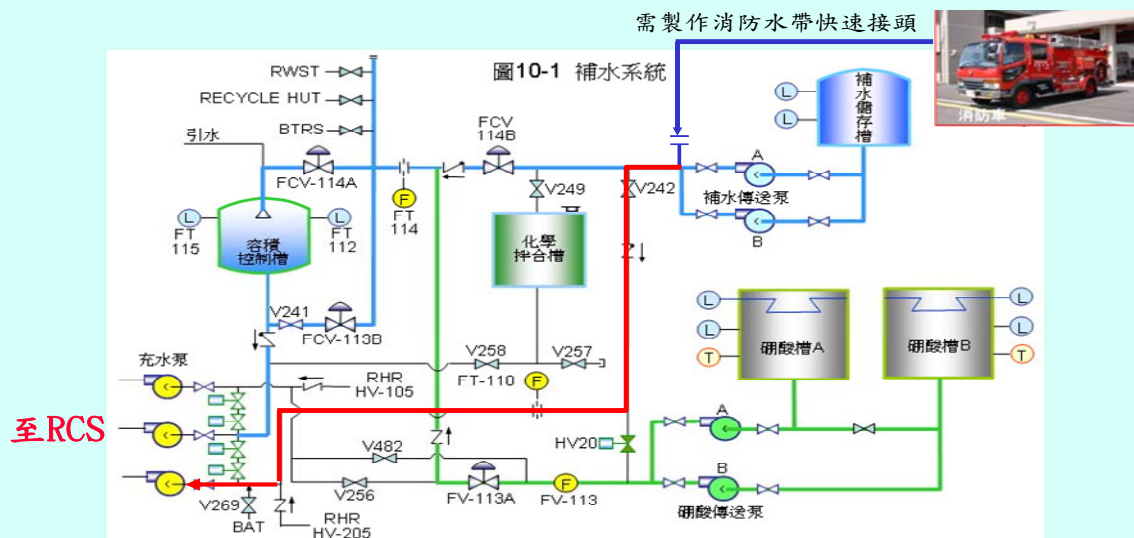
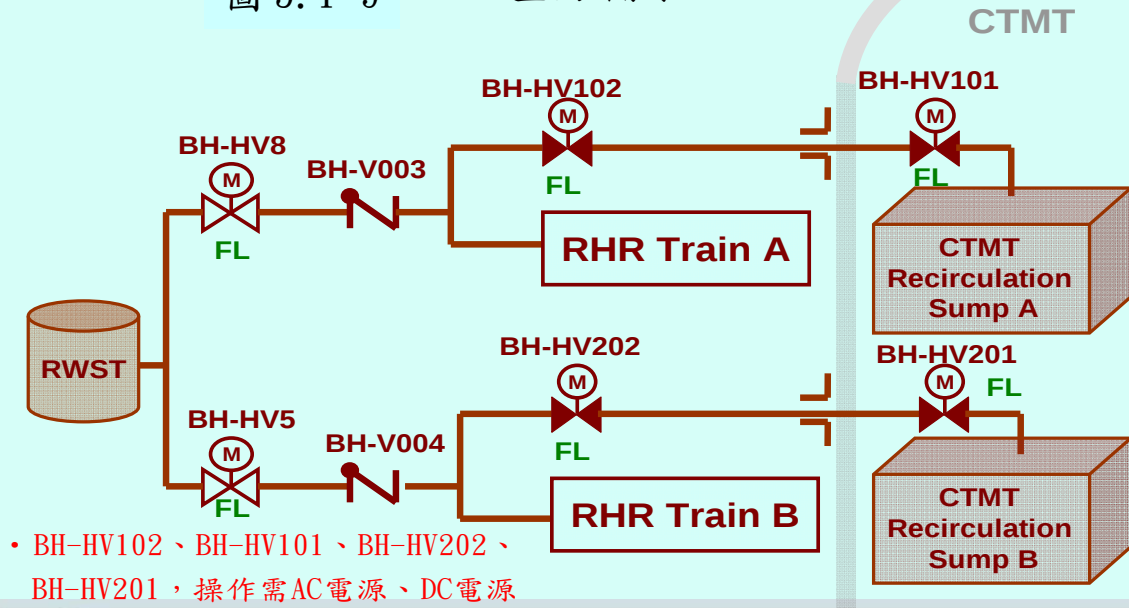


圖 5.1-9 RWST重力補水至CTMT



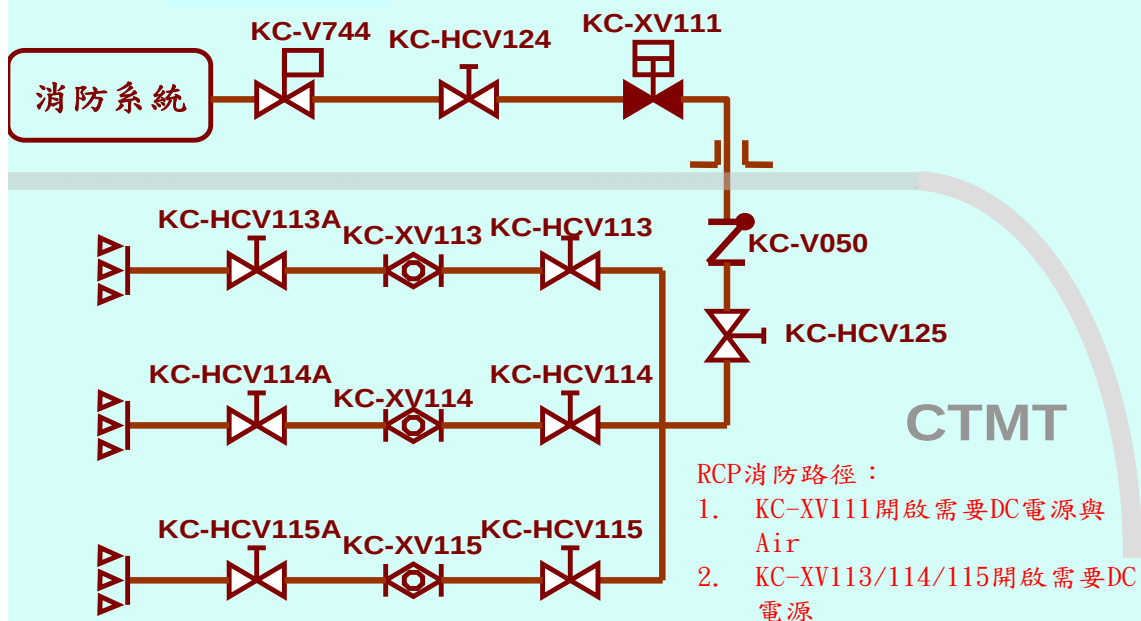
台灣電力公司

18



第三核能發電廠

圖 5.1-10 消防水經RCP消防管路補至CTMT

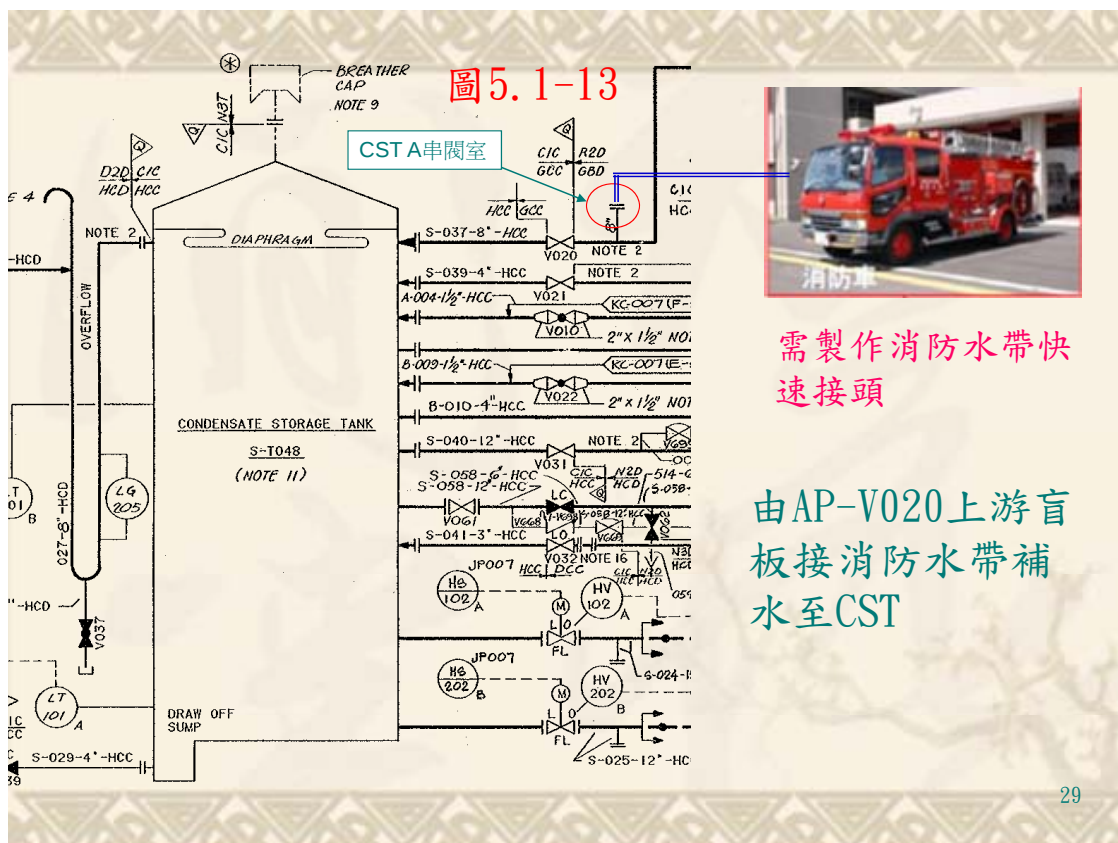


台灣電力公司

19



第三核能發電廠



5.2 燃料池內的用過燃料

本廠兩部機組各有一個位於燃料廠房內的用過燃料池，為耐震一級鋼筋混凝土牆結構，表面襯以不鏽鋼板。池內設置亦為耐震一級不鏽鋼燃料架以貯存用過燃料。依現行設計基準，本廠用過燃料池冷卻及補水系統說明如下：

1. 冷卻系統：具有二串獨立各有 100% 流量的冷卻水泵、熱交換器及相關管路，為耐震一級設計。冷卻水泵電源分別由安全有關電源匯流排 A/B-PB-S01 供電，喪失廠外電源時可由緊急柴油發電機或氣渦輪發電機供電。核機冷卻水(CCW) 提供熱交換器之冷卻水，然後將熱量轉給廠用海水系統(NSCW)，再轉交給最終熱沉(南灣)。CCW 及 NSCW 相關水泵電源亦由安全有關電源匯流排 A/B-PB-S01 供電。設計上每一串支系統在正常運轉時，能移除整個爐心在停機後 150 小時的熱負載，加上前一次更換下來已冷卻一年的 72 支燃料組件之熱負載，再加上以前所更換下來的，總共 2160 支燃料組件的熱負載，而能維持水溫小於 140°F。而本系統設計的最大熱負載是能移除整個

爐心在停機後 150 小時的熱負載，加上 72 支停機 36 天後的燃料組件，再加上以前所更換下來的燃料組件，總共 2160 支燃料組件的熱負載，而水溫能維持在 150°F 以下。

2.補水系統：

- (1) 正常補水是來自除礦水儲存槽(DST)，貯水量是 10 萬加侖，補水流量率 215 gpm。若有補充硼酸水的需求時，則由燃料更換水儲存槽(RWST)，經用過燃料池池水淨化系統補水。RWST 硼酸水的硼濃度為 2400~2500 ppm，貯水量約 46 萬加侖，補水流量率 100 gpm。
- (2) 緊急時以兩台獨立、耐震一級設計之 CST 傳送泵(各 210 gpm)補水，自冷凝水儲存槽(CST)(為耐震一級水槽，貯水量為 75 萬加侖)取水，CST 傳送泵電源分別由安全有關電源匯流排 A/B-PB-S01 供電，喪失廠外電源時可由緊急柴油發電機或氣渦輪發電機供電。

用過燃料池之冷卻，平常時由兩串獨立具 100%容量之用過燃料池冷卻系統(SFPCS)擇一執行冷卻功能。平時池水因蒸發或者管閥洩漏而使水位下降，或者當 SFPCS 兩串均無法執行冷卻功能，導致池水因溫度上升加速蒸發甚至沸騰而使水位下降時，可利用相關補水系統進行補水，避免用過燃料池內燃料劣化。

5.2.1 喪失廠外電源

5.2.1.1 後備電源供/配電設計基準

當喪失廠外電源時，由 A、B 台緊急柴油發電機組供給安全有關電源匯流排 A/B-PB-S01，並由 A/B-PB-S01 供電給用過燃料池之冷卻及緊急補水系統相關泵，此時用過燃料池之冷卻及緊急補水功能可由運轉員在需要時起動運轉，則用過燃料不致劣化。

本廠用過燃料池水位及溫度儀器由非安全串供電，當喪失廠外電源時，尚可由非安全串的 DC 電池供電約 2 小時。在這 2 小時期間，可由運轉員在需要時改由安全有關電源匯流排 A/B-PB-S01 供電以維持本儀器監視功能。但若運轉員未執行上述轉供電操作的話，則當 2 小時過後，控制室將喪失監控用過燃料池水位及溫度之能力。

5.2.1.2 廠內電源供應的運轉時間

用過燃料池冷卻及緊急補水系統之電源，主要由 A、B 台緊急柴油發電機供電，故冷卻及緊急補水系統可運轉時間，取決於 A、B 台緊急柴油發電機可運轉時間。

有關 A、B 台緊急柴油發電機燃油與起動空氣等支援運轉期長，可詳參前述 5.1.1.2 說明。

本廠用過燃料池水位及溫度儀器由非安全串供電，當喪失廠外電源時，尚可由非安全串的 DC 電池供電約 2 小時。若運轉員未執行改由安全有關匯流排 A/B-PB-S01 供電操作的話，則當 2 小時過後，控制室將喪失監控用過燃料池水位及溫度之能力。但若運轉員執行了轉供電操作，則本儀器監視期長，由緊急柴油發電機可運轉時間決定(詳參前述 5.1.1.2 說明)。

5.2.1.3 延長廠內自主供電時間的方法

可由本廠輔助鍋爐油槽或氣渦輪機 35000 公秉油槽補充燃油以延長供電時間，作法參考前述 5.1.1.3 說明。

5.2.1.4 強化防護能力的措施

有關 A、B 台緊急柴油發電機的強化防護能力的措施，諸如加強可靠度之各項檢查、廠房高程與防淹水檢討，及廠房內吊車停駐點規劃等，詳參前述 5.1.1.4 說明。

5.2.2 喪失廠外電源及廠內後備電源(SBO)

5.2.2.1 設計要求

當喪失廠外電源及廠內後備電源時，可由氣渦輪發電機、第五部緊急柴油發電機或第三電源供電給安全有關電源匯流排 A/B-PB-S01，並由 A/B-PB-S01 供電給用過燃料池之冷卻及緊急補水系統相關泵，此時用過燃料池之冷卻及緊急補水功能可由運轉員在需要時起動運轉，則用過燃料不致劣化。

有關氣渦輪發電機、第五部緊急柴油發電機及第三電源此三種多元性備援資源的詳細說明請參考前述 5.1.2.1 說明。

5.2.2.2 電池容量及運轉期長

關於氣渦輪發電機與第五部緊急發電機的蓄電池組說明，請詳參前述

5.1.2.2 說明。

5.2.2.3 燃料劣化前廠內自主運轉能力

關於氣渦輪發電機與第五部緊急發電機的自主運轉能力說明，請詳參前述 5.1.2.3 說明。

5.2.2.4 可防止燃料劣化的外部支援措施

關於氣渦輪發電機與第五部緊急發電機的外部支援措施說明，請詳參前述 5.1.2.4 說明。

5.2.2.5 強化防護能力的措施

關於氣渦輪發電機與第五部緊急發電機的強化防護能力措施說明，請詳參前述 5.1.2.5 說明。

5.2.3 喪失廠外電源、後備電源(EDG)及其他多元備援電源

當喪失廠外電源、後備電源(EDG)及其他多元備援電源時，機組將進入長期廠區全黑(SBO)事件，此時用過燃料池之冷卻及緊急補水系統相關泵因無電力而全部失效。唯用過燃料池水位與溫度等儀器尚可提供 2 小時的監視能力(非安全相關的電池組供電)。在此情境下，藉由下述兩種方法，可避免用過燃料池之燃料劣化：

1. 新增 4.16kV 1500KW 柴油發電機電源車(詳見 5.2.3.5 第 2 項所述)供電給安全有關電源匯流排 A/B-PB-S01，並由 A/B-PB-S01 供電給用過燃料池之冷卻及緊急補水系統相關泵，則運轉員可於需要時起動運轉相關設備。
2. 利用池水沸騰蒸發來帶走用過燃料產生的餘熱，並搭配強化用過燃料池補水能力的措施(詳見 5.2.3.5 第 3 項至第 8 項所述)，適時補充用過燃料池水位。

5.2.3.1 設計要求

1. 用過燃料池喪失冷卻之設計如下：

依據本廠之用過燃料池儲存容量擴充工程熱水流分析報告 (Reracking Thermal Hydraulic Analysis Report)，假設停機後 150 小時退出 157 束燃料，且前一批次退出之 72 束燃料已冷卻 1 年，且燃料退出後達到燃料池最大的燃料儲存容量(即 2160 束燃料)，計算完全喪失用過燃料池冷卻後，池水溫升率為 5.94°C/Hr，池水

達到沸騰時間約 6.7 小時(池水起始溫度為 60℃，正常運轉時，池水溫度約為 30℃)，沸騰後池水降至燃料頂部上方 10 呎時間約 40 小時。

2. 本廠全黑(SBO)事故評估：

依據本廠 FSAR 15.9 評估假設 SBO 發生之 8 小時期間無任何 AC 電源可用，在此假設下，電廠 SBO 事故之連續演變，基本上是決定於電廠「EOP570.20 喪失所有緊要交流電源程序書」所訂之運轉措施之執行成效。

依上述保守假設，AC 電源於 SBO 8 小時後恢復可用，進而恢復用過燃料池冷卻及補水功能；而用過燃料池水位降至燃料頂部上方 10 呎時間約 40 小時。因此，依據設計基準，當發生廠區全黑(SBO)事件時，有足夠的因應時間，可避免用過燃料池儲存之燃料劣化。

5.2.3.2 電池容量及運轉期長

本廠用過燃料池冷卻及補水系統不需使用 DC 電池。但用過燃料池水位及溫度儀器尚可由非安全串的 DC 電池供電約 2 小時。當 2 小時過後，控制室將喪失監控用過燃料池水位及溫度之能力。

5.2.3.3 燃料劣化前廠內自主運轉能力

1. 本廠將依據程序書 597.1 用過燃料池喪失冷卻能力或池水流失時之處置與恢復程序執行，即若用過燃料池水位或冷卻能力一直無法恢復，將評估池水溫升率及達到沸騰時間，若能補充冷卻水時，視狀況建立冷卻水 feed and bleed 的冷卻方式，以延長池水達到沸騰的時間。
2. 本廠將依據程序書 570.20 執行，除設法恢復安全有關電源匯流排電源外，並監控用過燃料池水位(若水位(EC-LI109)<35%，則通知 TSC 設法補水。)

5.2.3.4 可防止燃料劣化的外部支援措施

1. 假設廠內另一部機組未受損，可相互支援減緩事故後果的設備/操作時間/人力說明如下：

(1) 補水水源：

- a. 兩部機冷凝水儲存槽 CST 可連通，提供用過燃料池補水水源：#1 CST ↔ 1-AP-V698 ↔ #2 CST。

- b.兩部機除礦水儲存槽 DST 可連通，提供用過燃料池補水水源： #1 DST←→ 1-AN-V739←→ Backup DST←→ 2-AN-V739←→ #2 DST。

(2) 硼酸水：

- a.RWST 可經由用過燃料池淨化系統連通至另一部機，提供 ECCS 或用過燃料池水源： #1 RWST→ 1-BH-HV003→ 1-BH-HV004(需裝設移動式空壓機供氣給 BH-HV003/HV004)→ 1-EC-V024→ 1-EC-P102/P112(需裝設可移動式柴油發電機供電給 EC-P102/112)→ 1-HE-V056←→ 1-HE-V084←→ 2-HE-V084←→ 2-HE-V056→ (2-EC-V066→ #2 RWST) 或 (2-EC-V070→ #2 用過燃料池)。
- b.用過燃料池可經由用過燃料池淨化系統連通至另一部機，提供部份存水給 ECCS 或用過燃料池水源： #1 用過燃料池→ 1-EC-V019/V020→ 1-EC-P102/P112(需裝設可移動式柴油發電機供電 EC-P102/112)→ 1-HE-V056←→ 1-HE-V084←→ 2-HE-V084←→ 2-HE-V056→ (2-EC-V066→ #2 RWST) 或 (2-EC-V070→ #2 用過燃料池)。
- c.如燃料傳送渠道或桶裝填池有水時，可經由用過燃料池淨化系統連通至另一部機，可提供 ECCS 或用過燃料池水源： #1 桶裝填池→ 1-EC-V026→ 1-EC-P102/P112(需裝設可移動式柴油發電機供電 EC-P102/112)→ 1-HE-V056←→ 1-HE-V084←→ 2-HE-V084←→ 2-HE-V056→ (2-EC-V066→ #2 RWST) 或 (2-EC-V070→ #2 用過燃料池)。

以上兩部機組相互支援現場查證部份，已於民國 100 年 4 月 25 日完成。

(3) 上述操作運轉所需時間與人力：

- a.CST 連通：15 分鐘，1 人。
- b.DST 連通：15 分鐘，每部機各 1 人。
- c.RWST 連通：
- ◆ 操作連通閥門：需 30 分鐘，每部機各 1 人。
 - ◆ 裝設可移動式柴油發電機：需 1 小時，每部機各 4 人(分

2 組)。

註：分 2 組為 1 組負責移動式柴油發電機搬運安裝，1 組負責操作閥包括移動式空壓機搬運安裝

◆ 裝設移動式空壓機：需 1 小時，每部機各 2 人。

d. 用過燃料池連通：

◆ 操作連通閥門：需 30 分鐘，每部機各 1 人。

◆ 裝設可移動式柴油發電機：需 1 小時，每部機各 4 人(分 2 組)。

e. 燃料傳送渠道或桶裝填池：

◆ 操作連通閥門：需 30 分鐘，每部機各 1 人。

◆ 裝設可移動式柴油發電機：需 1 小時，每部機各 4 人(分 2 組)。

f. 消防車由龍鑾潭取水：1 小時，3 人。

(4) 執行操作合格人員的適切性：

a. 核三廠已針對平時運轉及緊急搶修人力，包含電廠人員、外單位支援人員、協力廠商人員等，其相關之輻射防護訓練，已有完整的規範，並適當的訓練。

b. 各維護組依緊急計劃任務編組，並依專長、証照建立支援人員連絡名冊，包括連絡電話、地址，可先徵召恒春地區人員，做為緊急時任務分配之依據。

2. 假設廠內所有機組都受損，當廠內水源不夠時，可由消防車補水至 CST、RWST、SFP。電廠現有消防水箱車 1 台，容量 7 噸。屏東縣消防局第四大隊共四分隊(恒春、車城、滿州、枋山)消防車配置有水庫車 10 噸 2 台；12 噸 2 台；水箱車 3 噸 1 台；3.5 噸 4 台；小水車 1 噸 4 台。廠外水源可取自#2、#3 號深水井、龍鑾潭、海水。包商支援人力可來自各維護組訂定合約之包商人力。

3. 台灣電力公司為綜合性電業，本身有發電、輸配電及售電系統，本廠緊急事故發生後，如有必要，公司即可評估需求，採取適當的救援措施，盡速恢復廠外 345kV 或 161kV 輸電系統供電至廠內安全相關系統。

5.2.3.5 強化防護能力的措施

1. 新增程序書 1451「機組斷然處置程序指引」，對於各類超過設計基準狀況的應變有詳細規劃，包括用過燃料池的緊急救援措施，足以保護用過燃料池內用過燃料的安全。相關應變之操作已完成運轉人

員訓練。

- 2.配合廠區全黑事件檢討改善，將購買 4.16kV 1500KW 柴油發電機電源車(已到貨)，作為安全有關電源匯流排之備援電氣設備，另與現有設備連接之開關設備介面部分已成立 DCR-M0-4325 改善案(已於 102 年 3 月完工)，以強化用過燃料池的長期冷卻及補水能力。
- 3.已購買 480V 的移動式柴油發電機，提供 CST 傳送泵及耐震一級消防泵備援電源，強化由 CST 取水進行用過燃料池長期補水能力。另亦提 DCR- M1-4245/M2-4246 改善案設置相關 480V 移動式柴油發電機供電介面，以利快速引接供電(已完成)。
- 4.已購買 480V 的移動式柴油發電機，提供用過燃料池池水淨化泵之備援電源，且亦已增購移動式空壓機以提供氣動閥之操作需求，強化由 RWST 取水進行用過燃料池長期補充硼酸水之能力。另亦提 DCR- M1-4245/M2-4246 改善案設置相關 480V 移動式柴油發電機供電介面，以利快速引接供電(已完成)。
- 5.已購買移動式柴油引擎泵，配合管路配置改善，作為替代 CST 傳送泵之備援水泵，以增強由 CST 取水進行用過燃料池的補水能力。相關必要的硬體修改或設置，已開立 DCR-M1-4304/M2-4305 已於 101 年 12 月 14 日完成)。
- 6.已規劃由消防水槽取水經柴油引擎消防泵，藉由燃料廠房室內消防水站連接消防水帶補水至用過燃料池。
- 7.已規劃由消防車或室外消防栓經消防水帶補水至用過燃料池。另提用過燃料池冷卻系統管路配置改善案(DCR-M1-4269/M2-4270，已完成)，由消防車或室外消防栓取水，經此冷卻系統改善管路補水至用過燃料池。
- 8.為避免事故後，燃料廠房因輻射或其他環境因素致人員無法進入廠房內，已提用過燃料池常備硬式消防補水管路改善案(DCR-M1-4273/M2-4274，已完成)，可利用消防車或室外消防栓經消防水帶連接廠房外常備硬式補水管路直接進行用過燃料池的補水。因不需操作任何閥門及不需進入廠房內，可強化事故後用過燃料池緊急補水之能力。
- 9.為避免事故後，用過燃料池結構損壞，任何補水方式無法建立水位，致用過燃料池無法被水淹蓋，可能使用過燃料池劣化，已提用過燃料池常備硬式噴灑管路評估改善案(DCR M1-4372/M2-4373，已於

101 年 12 月 14 日完成),可利用消防車或室外消防栓經消防水帶連接廠房外常備硬式噴灑管路直接進行用過燃料池的噴灑,藉由噴灑方式使用過燃料降溫,避免用過燃料劣化。

- 10.已備整小型移動式發電機,緊急時可支援排煙風扇、輻射偵測儀器等用電,以確保救援設備或儀器設備正常發揮功能。
- 11.已完成檢討全黑時主控制室必要之監控參數,包含用過燃料池水位及溫度,藉由廠區全黑時緊急應變後備交流電源之強化措施,達成強化儀控電源供給。
12. 當廠內水源不夠時,可由消防車補水至 CST、RWST、SFP。電廠將新購消防泡沫車 1 台,容量 7 噸(已到貨);新購消防水庫車 1 台,容量 12 噸(已於 101 年 5 月到貨)。廠外水源可取自#2、#3 號深水井、龍鑾潭、海水。
13. 已完成檢討主控制室必要之監控參數,包含用過燃料池水位及溫度,藉由儀控組的儀器以提供傳送器 24VDC 工作電壓,來量測迴路電流值。再轉換為工程值,進而得出用過燃料池目前水位及溫度。
- 14 已提新增用過燃料池水位及溫度儀器改善評估案(DCR M1-4589/M2-4590,已於 102 年 3 月 18 日評估完成),將各新增水位及溫度儀器,預計將由安全串不斷電系統供電,事故發生後,將可有 8 小時由控制室監控的能力。
- 15 已完成燃料廠房 Cask Crane 及 Fuel Handling Crane 吊車在停用期間的停駐點規劃及水平軌道方向的固鎖裝置。該停駐點是考量當吊車因地震而發生墜落時,其下方沒有安全相關的重要設備會因此損壞。而固鎖裝置則確保該吊車在地震時不會產生水平軌道方向的位移,以致於離開相對安全的停駐點。

5.2.4 喪失最終熱沉

5.2.4.1 燃料劣化前廠內自主能力設計要求

當僅喪失最終熱沉,雖然用過燃料池冷卻系統相關泵尚有電力,然無法將用過燃料池的最終熱量轉交給廠用海水系統(NSCW)帶走,情況與喪失用過燃料池冷卻系統相同,唯用過燃料池正常補水功能不受影響。此情境下,本廠將依據程序書 597.1 用過燃料池喪失冷卻能力或池水流失時之處置與恢復程序執行,即若用過燃料池水位或冷卻能力一直無法恢復,將

評估池水溫升率及達到沸騰時間，視狀況建立冷卻水 feed and bleed 的冷卻方式，以延長池水達到沸騰的時間。

另一避免用過燃料劣化方法，即利用池水沸騰蒸發帶走用過燃料餘熱，並利用補水功能，適時補充用過燃料池水位。

5.2.4.2 可阻止燃料劣化的外部支援措施

1. 假設廠內另一部機組未受損，可相互支援減緩事故後果的設備/操作時間/人力說明，請參考 5.2.3.4.項 1。

2. 假設廠內所有機組都受損，當廠內水源不夠時，可由消防車補水至 CST、RWST、SFP。電廠現有消防水箱車 1 台，容量 7 噸。屏東縣消防局第四大隊共四分隊(恒春、車城、滿州、枋山)消防車配置有水庫車 10 噸 2 台；12 噸 2 台；水箱車 3 噸 1 台；3.5 噸 4 台；小水車 1 噸 4 台。廠外水源可取自#2、#3 號深水井、龍鑾潭、海水。包商支援人力，各維護組訂定合約之包商人力。

3. 確認主要瀕危效應發生的時間：

依據本廠之用過燃料池儲存容量擴充工程熱水流分析報告 (Reracking Thermal Hydraulic Analysis Report)，計算完全喪失用過燃料池冷卻後，池水溫升率為 $5.94^{\circ}\text{C}/\text{Hr}$ ，池水達到沸騰時間約 6.7 小時，沸騰後水位降至燃料頂部上方 10 呎的時間約 40 小時。(詳參 5.2.3.1.1 說明)

5.2.4.3 強化防護能力的措施

關於喪失最終熱沉的強化防護力的措施，請參考 5.1.4.3 項 2~6。

5.2.5 廠區全黑下喪失最終熱沉

本廠發生廠區全黑(SBO)時，最終熱沉已同時喪失，用過燃料池冷卻及補水功能亦同時喪失。此情況下，機組狀況與前述 5.2.3(廠區全黑)相同。

5.2.5.1 燃料劣化前廠區自主能力設計要求

有關用過燃料池喪失冷卻之設計與廠區全黑 (SBO) 事件之評估，請參考 5.2.3.1 說明。有關廠內自主能力設計要求，請參考 5.2.3.3 說明。

5.2.5.2 可防止燃料劣化的外部支援措施

1. 此情況下，機組狀況與前述 5.2.3(廠區全黑)相同。有關外部支援措施，請參考 5.2.3.4 說明。

2.確認主要瀕危效應發生的時間：

依據本廠之用過燃料池儲存容量擴充工程熱水流分析報告 (Reracking Thermal Hydraulic Analysis Report)，計算完全喪失用過燃料池冷卻後，池水溫升率為 $5.94^{\circ}\text{C}/\text{Hr}$ ，池水達到沸騰時間約 6.7 小時，沸騰後水位降至燃料頂部上方 10 呎的時間約 40 小時。(詳參 5.2.3.1.1 說明)

5.2.5.3 強化防護能力的措施

此情況下，機組狀況與前述 5.2.3(廠區全黑)相同。有關強化防護能力的措施，請參考 5.2.3.5 說明。

6. 嚴重核子事故管理

6.1 嚴重核子事故管理的組織

6.1.1 組織規劃

6.1.1.1 組織架構

6.1.1.1.1 緊急事故應變組織

(1) 電廠現況

緊急控制大隊(圖 6-1)為本廠緊急計畫作業核心單位，由緊急技術支援中心、八個緊急工作隊、一個緊急民眾資訊中心組成，分別擔任各種計畫及實際應變作業之任務。本廠緊急計畫動員人力編組如表 6-1 所示。

在嚴重事故發展過程，主要是由 TSC、TSC 之下的嚴重事故處理小組 (AMT)及主控制室(MCR)的交互運作，以訂定救援決策，執行救援行動，監視救援的有效性，再視狀況調整。TSC、AMT、MCR 在事故時的職責說明如下：

- A. 技術支援中心(TSC：Technical Support Center)：為「嚴重核子事故」之主導單位，負責救援行動之規劃。在事故發展過程，TSC 接收由 AMT 小組所整理的事故狀況以及救援行動建議，綜合研判，決定救援對策，再通知相關工作隊組執行。
- B. 嚴重事故處理小組(AMT：Accident Management Team)：附屬於 TSC 之下，負責掌握事故狀況，並依據嚴重事故處理指引(SAMG：Severe Accident Management Guideline，本廠為程序書 1450)提出建議之救援措施，交由 TSC 執行決策。在 TSC 決定救援措施後，指導控制室執行救援，並持續監視救援行動的有效性，視情況調整救援行動。AMT 組成為 AMT 小組長、運轉聯絡組、安全分析組、反應器評估組、輔助安全分析組人員。
- C. 主控制室(MCR：Main Control Room)：提供機組事故狀況資訊，執行救援措施之系統設備操作，監視救援措施的負面效應及長期顧慮，回饋給 AMT 調整救援行動建議。

本廠在機組發生「嚴重核子事故」之緊急狀況時，即遵循緊急操作程序書(EOP: Emergency Operation Procedure)及嚴重事故處理指引(SAMG)，來處理事故狀況，並成立 TSC 與 AMT，研判進入 SAMG 之各項應變措施，依事故狀態採取對應之策略，以減緩嚴重事故的後果。

在 TSC 成立且 AMT 開始運作之前，主控制室人員依據 SAMG 的控制室事故處理指引 SACRG-1，先監視電廠是否處於任何威脅下，並處置可能在 TSC 成立運作前造成爐心受損的事故狀況。

在 TSC 成立之後且 AMT 開始進行救援行動之決策後，事故救援的主控權將由主控制室轉移至 TSC，在此以後，主控制室人員改執行控制室事故處理指引 SACRG-2，由主動轉為被動，依據 TSC 的行動決策執行救援操作，監視救援措施的負面效應(如執行圍阻體噴灑降壓，須避免氫氣燃燒)及長期顧慮(如 CST 水量是否足夠)，並回報執行狀況。

(2) 福島事件後之強化措施

- A. 為因應類似福島事件長期事故救援的需求，本廠的 TSC、AMT 都區分為兩組人力，如表 6-2、表 6-3 所示。
- B. TSC 成員及機、電、儀、修等技術組專業人力因交通中斷、或其他因素無法抵達廠區時，以留在廠區單身宿舍及居住於恆春地區之員工，由 TSC 指令按其專長進行任務編組，以執行機組事故下之應變任務。本廠另已建立包商及本廠員工就近支援人力名冊，包括聯絡方式、包商人力專長/員工專長證照等人力名冊，就近支援人力召集進廠後，統一接受 OSC 主任依任務需求調度赴現場進行搶修工作。

6.1.1.1.2 使用廠外技術支援

(1) 電廠現況

我國核子事故緊急應變組織體系，如圖 6-2。本廠緊急事故應變組織係以緊急控制大隊為核心單位，以本公司緊執會為直接支援單位，以核子事故中央災害應變中心為廠外協調支援單位。

緊急事故發生時，本廠緊急控制大隊立即研判事故所屬種類，影響程度，動員其所轄不同技術小組，展開不同緊急應變措施，同時依規定向緊執會報告事故之演變，緊執會則依該會作業程序隨時支援本廠。於狀況需要時，電廠之救災資源與物資外援請求，將透由緊執會循「核子事故中央災害應變中心」及該中心「前進指揮所」之管道及指揮體系，由中央災害應變中心指揮官統一指揮調度。

在核子事故中央災害應變中心及該中心開設在現場之「前進指揮所」指揮官指揮下，無論是內政部消防署、警方、國軍或其他之政府部門支援人力、甚至國外機構皆統籌由中央災害應變中心指揮調派，進入電廠協助救災事宜。

(2) 福島事件後之強化措施

對於兵警力之運用，本廠已與兵警力支援協定單位簽定有協定書，雙方定期聯繫，充分了解協定內容及做法。

6.1.1.1.3 程序書、訓練、及演習

(1) 電廠現況

本廠因應機組事故之處理程序書，計有 500 系列異常操作程序書、582-地震緊急程序書、582.1-強震後機組詳細檢查程序書、584-颱風警報期間機組之運轉、595.6.2-廠房洩水池高水位處理”、582.2-海嘯處理程序、570.20-廠區全黑”、586.6-火警安全停機。這些 500 系列程序書均為運轉人員年度訓練之項目，定期訓練及演練，並在核安演習之初始階段列入演練。

在進入嚴重事故的階段，本廠有一系列的核子事故緊急應變程序書 1400~1428、1428.1、1450。本廠之嚴重事故處理指引 SAMG 為程序書 1450，其內容係依據 PWROG 標準版的 SAMG，加入電廠特有的設定值及相關的系統、設備，而成為適用本廠的版本。內容包括嚴重事故控制室指引(SACRG-1、SACRG-2)、嚴重事故指引(SAG-1~SAG-8)、嚴重威脅指引(SCG-1~SCG-4)、嚴重事故終止指引(SAEG-1、SAEG-2)。這些事故處理指引均配合核安演習完整的訓練及演練。

(2) 福島事件後之強化措施

為了因應類似福島電廠之超出設計基準的複合式災變時喪失廠內外交流電源或反應爐熱移除的情況，電廠已建立「機組斷然處置程序指引」

(URG: Ultimate Response Guideline, 程序書 1451)^[2]，強化深度防禦並統合廠內、外資源，提供第一時間減緩與控制反應爐、圍阻體與用過燃料池喪失冷卻或完整性的處置程序。

URG 規劃三個階段完成，如表 6-4 所示，各階段已規劃訓練頻度如下：

- A. URG 第一階段策略(須於啟動後 1 小時內完成列置)：列入運轉員訓練，每年訓練 2 次。
- B. URG 第二階段策略(須於啟動後 8 小時內完成列置)：列入 OSC 訓練，每年訓練 2 次。
- C. URG 第三階段策略(須於啟動後 36 小時內完成)：列入 OSC 訓練，每年訓練 2 次。

在爐心及圍阻體救援部分，倘若喪失 AC、DC 電源，URG 以策略 MS.1-01 手動啟動後備柴油引擎帶動輔助飼水泵或以附件十手動操作 TDFAWP；另依據 URG 附件七「喪失所有電力時監測一、二次側重要參數」量測蒸汽產生器水位。消防車補水(CST、RWST 或圍阻體)只需依據衰變熱狀況評估在特定時間內所要補水的車次，相關計算已經嚴重事故沙盤演練。

在用過燃料池救援部分，URG 中依據 NEI 06-12 所建立的過燃料池救援措施(包括用過燃料池另樣式補水內部策略、用過燃料池補水外部策略、用過燃料池噴灑外部策略)，均有流程的計算或實際測試驗證其可行性。

URG 執行條件流程及通報時機如圖 6-3，URG 恢復爐心及用過燃料池冷卻的流程圖如圖 6-4，其整體運作係配合每三年一次的核安演習時演練。

除此之外，對於原有的嚴重事故處理指引，本廠也將增加訓練頻度為每年一次，核安演習劇本由原能會規劃，若有加入由「核子事故中央災害應變中心」指揮官下令調派內政部消防署/警方/國軍等進廠支援等相關演練

項目，本廠配合演練。

6.1.1.2 使用現有設備的可能性

(1) 電廠現況

本廠在機組發生「嚴重核子事故」之緊急狀況時，即遵循 EOPs 及 SAMG 來處理事故狀況，並成立 TSC 與 AMT，研判進入 SAMG 之各項應變措施，依事故狀態採取對應之策略，以減緩嚴重事故的後果。

另外對於用過燃料池冷卻發生異常的狀況，電廠係依 597.1「用過燃料池喪失冷卻能力或池水流失時之處置與恢復程序」程序書進行處理，以確保用過燃料能被水淹蓋，保持冷卻，避免用過燃料曝露造成嚴重事故發生。

本廠對上述用以減緩嚴重事故相關程序書之設備進行清查，可分為兩大類，一為已裝置系統上之重要設備(固定，用於一般與緊急狀況)，另一為用以支援緊急狀況之設備(通常用來應付緊急狀況，有固定與非固定，部分具有機動性)，設備項目及清查結果分述如下：

A. 已裝置系統上之重要設備(固定，用於一般與緊急狀況)

a. RCS/圍阻體注水：

- 餘熱移除系統 (RHR)
- 高壓注水系統 (CCP)
- 中壓注水系統 (ACCUMULATOR)
- 冷凝水傳送系統 (CST)

b. 蒸汽產生器補水與蒸汽排放：

- 主蒸汽隔離系統 (MSIV)
- 輔助飼水系統
- 飼水隔離系統 (FWIV)

c. 圍阻體冷卻系統

- 圍阻體氫氣分析儀
- 圍阻體風扇冷卻器

- 事故後氫氣排放系統
- 氫氣再結合系統(Hydrogen Recombiner System)
- 圍阻體低容積排放系統

d. 緊急電源

- 緊急柴油發電機 A
- 緊急柴油發電機 B
- 第五台緊急柴油發電機
- 氣渦輪發電機

e. 熱移除(最終熱沉)

- 廠用海水系統(NSCW)

f. 用過燃料池池水冷卻系統

- 用過燃料池冷卻系統
- 用過燃料池補水

上述設備，均已依品保制度納入本廠定期測試、保養，並由 MMCS 進行管控。經查證結果均依相關測試週期進行測試，且均為可用狀態。詳如「核三廠安全防護總體檢報告附件九-1-1」^[1]所示。

B. 支援緊急狀況之設備(通常用來應付緊急狀況，有固定與非固定，部分具有機動性)

- a. AMT 小組作業場所硬體 (含各成員電腦)
- b. 事故處理所須參數指示儀表 (包括 ERF 及盤面儀表)
- c. 硼酸備料
- d. 生水緊急補水入爐心(包括生水池、相關管路及盲板)
- e. EOP 程序書連鎖需跨接或拆除的接點部分，查驗跨接線數量、位置
- f. TSC 柴油發電機
- g. 防火設施(含水源、CO2 存量、發電機、消防泵、取水泵、消防車等)

上述設備依屬性(主動 Active、被動 Passive)，進行相關之「測試(Test)」或「檢視(Inspect)」/「現場巡查(walkdown)」，來確認其設備可用並可發揮功能，各項設備檢視結果均正常。詳如「核三廠安全防護總體檢報告附件九-1-2」^[1]所示。

但是，一旦發生地震/海嘯/水災之複合式災難，而導致電廠長期喪失 AC、DC 電源及最終海水熱沉，則上述減緩事故後果之重要設備將無法發揮其功能。

(2) 福島事件後之強化措施

針對上述現有減緩事故後果重要設備可能因長期喪失 AC、DC 電源及最終海水熱沉而失去功能，本廠推動下列改善措施：

- A. 建立 URG (程序書 1451)，依急迫性分三階段建立後備救援設施，強化事故因應能力，如表 6-4 所示。
- B. 改善廠用海水泵室防海嘯設計：
 - a. 完成廠用海水取水池加設格柵頂蓋工程，防止海嘯時大型污物自取水池頂部侵入取水池影響取水。(100 年 6 月 30 日完成)
 - b. 完成廠用海水取水泵室馬達區的水密門與擋水牆設施，將其分機組/分串實體隔離保護，防止海嘯侵襲時同時喪失所有廠用海水泵。改善後可將海嘯防護高程從原來廠用海水泵馬達的 9.12 公尺，提升至該馬達室屋頂排風口最下緣的 12.9 公尺。(100 年 8 月 31 日完成)
- C. 強化電廠防範淹水之能力：
 - a. 本廠將規劃在重要廠房開口加裝 1 米高以上之防水擋板或將廠房門改為水密設計。(預計在 102 年 12 月 31 日完成)
 - b. 為加速處理廠房淹水後的排水措施，本廠除了原有的 20 台抽(沉)水泵外，另已購買 30 台柴油引擎抽水泵，以增強機動排水能力。
- D. 建立在完全喪失 DC 電源時的監視及控制能力
 - a. 在完全喪失緊要 DC 電源的狀況，本廠已建立程序來量測重要運轉

參數，在控制室利用量測儀器提供現場傳送器之工作電壓，量取電流再轉換成為工程單位。這些重要參數必須提供給事故處理小組 (AMT)，才能正確的訂定救援決策。

- b. 本廠已經建立程序(URG 附件十「汽機帶動輔助飼水泵喪失控制電源時運轉指引」)，在不依賴 DC 電源的狀況下，於現場手動起動 TDAFWP 及開啟蒸汽產生器 PORV 並維持運轉。針對現場手動啟動 TDAFWP，運轉人員均已實際演練確認可行。(訓練課程代號：M3173 及 M3173-1，名稱：汽機帶動輔助飼水泵喪失直流及交流電轉速調整操作)

E. 強化 SG 後備補水能力

- a. 將「建立柴油引擎驅動輔助飼水泵」及「以消防水帶連接消防車或消防栓」兩種補水 SG 的方式，列為運轉員訓練重點項目，每年訓練 2 次。
- b. 本廠將增購一台消防水庫車(已於 101 年 05 月交貨)，以加強機動運補 SG 之能力。

6.1.1.3 使用移動式設施

(1) 電廠現況

本廠原有事故救援的移動式設備僅有提供 TSC 緊急電力的移動式柴油發電機，以及消防用的消防車，其他的救援操作均未使用到移動式設備。

(2) 福島事件後之強化措施

為因應類似福島電廠的複合式災害，本廠設置了 URG，建立移動式的電源、氣源、水源，以執行救援操作。各項策略之執程序、設備安裝位置或儲存位置、所需人力及列置時間均已詳述於 URG 程序之中，可以在要求的時間內完成設置並開始執行其救援功能。

核三廠 URG 針對移動式設施建立了十項策略，對應之移動式設備如下：

策略	移動式設備
----	-------

MS.1-03、生水（消防水）注水入蒸汽產生器	消防車
MS.1-06、生水（消防水）注入反應爐	消防車
MS.2-02、沉水泵排水操作	電動抽水泵、汽油引擎抽水泵、柴油引擎帶動抽水泵，以車輛運輸。
MS.2-03、480V 移動式柴油發電機引接	480V 移動式柴油發電機
MS.2-04、移動式空壓機/氮氣瓶供給圍阻體排氣閥	移動式空壓機/氮氣瓶
MS.2-05、用過燃料池緊急補水/噴灑	移動式柴油發電機、移動式柴油引擎泵、消防水箱車
MS.2-06、機動性水源對 CST 注水	消防水箱車
MS.2-07、機動性水源對 RWST 注水	消防水箱車
MS.2-08、4.16kV 電源車引接	4.16kV 電源車
MS.3-01、緊急進水口垃圾清運	吊車、卡車、大型吊籃與吊索

對於各項設備之儲放位址、設置方式、所需人力、工具及時間，均有詳細的規劃，預期在事故時可以有效的調度，達成救援的目標。

6.1.1.4 後勤供應管理

本廠對於事故下後勤供應的管理，在福島事件前後並無明顯差異。

本廠程序書 1411「後勤與設備支援程序」明確說明了本廠嚴重事故時後勤供應管理的運作程序，其項目如下：

- A. 協調緊急應變組織第二梯隊人力，以支援緊急應變組織。
- B. 負責車輛調度，材料供應，緊急備料與採購及人員之食宿安排。
- C. 財務與會計之支援。
- D. 充實目前及將來設備要求。

E. 了解廠外情況(如風向、進出交通路線)，以便安排供應及支援的物力、人力進廠路線。

F. 向緊執會申請後勤支援。

6.1.1.5 輻射外釋的管理及局限輻射的準備

(1) 電廠現況

現行本廠對嚴重事故時輻射外釋的管理及局限輻射的準備，係依據程序書 1414「輻射偵測程序」執行廠房、監測區與廠界等三種輻射偵測，提供 TSC 來決定最佳的放射性物質外釋策略，並為搶修人員規劃較完善的輻射安全防護措施。

本廠的嚴重事故處理指引(程序書 1450)，SCG-1「減緩分裂產物外釋」、SCG-2「圍阻體降壓」、SCG-3「控制氫氣燃燒」、SCG-4「控制圍阻體真空」、SAG-5「降低分裂產物的外釋」、SAG-6「圍阻體溫度壓力控制」、SAG-7「降低圍阻體氫氣濃度」目的就在減少分裂產物的外釋，然而這些救援措施都必須要有電源或氣源才有辦法執行。

(2) 福島事件後之強化措施

A. 強化執行圍阻體排氣之能力

福島電廠因為在廠房內累積大量的氫氣，導致排放時發生嚴重氫氣爆炸的狀況。有鑑於此，我們必須建立在喪失所有 AC 及 DC 電源時執行圍阻體排氣的能力，以避免氫氣過度累積。

本廠之 URG 建立了兩項策略：「480V 移動式柴油發電機引接」、「移動式空壓機氮氣瓶供給圍阻體排氣閥」，對於各項設備之儲放位址、設置方式、所需人力、工具及時間，均有詳細的規劃，預期在事故時可以有有效的調度，在要求的時間內完成設置，並視事故狀況適時地執行圍阻體排氣的救援功能。

B. 增加事故後放射性液體貯存容量

福島電廠事故導致大量的放射性液體排放，對此本廠已於程序書

930.2 妥善規劃事故時放射性液體貯存設施及處置時機，詳如表 6-5。

C. 增加侷限輻射搶修作業所需配備

對於事故下可以使用的輻射屏蔽、防護衣等儲存量，本廠重新調查整理於表 6-6，這些存量再加上其他電廠的調度支援，應可符合事故救援的需求。

6.1.1.6 通信設備及資訊系統

(1) 電廠現況

本廠既有的通訊設備包含高聲電話廣播系統(PA)、微波電話系統、廠內電話系統、DECT (同 PHS) 電話系統、中華電信外線電話、直通對講機及衛星電話。

- A. 衛星電話主機 (電池，待機 48hr，主機置於 TSC 大隊長座位旁；分機置於#1、2 號機主控室，由 TSC 主機供電) 本廠每月定期測試功能，必要時可移至戶外使用。
- B. PA 系統所需電源來自 NH-E26-C2 (QF-UPS01)、NH-E25-C2 (QF-UPS02)、NH-E05-B2 (QF-UPS03)、NH-E12-B2 (QF-UPS04)，當廠區全黑時，可由 UPS 供電給 PA，以維持 PA 之運作。
- C. 本廠廠內電話系統及 DECT 電話系統交換機與本公司專設長途電話交換機 (微波電話系統)，位於行政大樓 1 樓，當廠區全黑時，由自備的蓄電池可提供 20 小時持續運轉所需。
- D. 中華電信外線電話不必外加電源，線路完整即可通話。
- E. 直通 (熱線) 電話由 TSC 對各支援中心 OSC、輻 HPC、模中控制室及 #1&2 機控制室之間直通對講，其功能由微波交換機提供，當廠區全黑時，由自備的蓄電池可提供 20 小時持續運轉所需。
- F. 資訊系統，廠區內外網路資訊系統 (internet) 及視訊傳遞係利用本公司自行建置之光纖網路、微波系統及中華電信 ADSL。其系統有自備蓄電池可提供 10 小時持續運轉所需；中華電信 ADSL 由 TSC 內部供

電，線路完整即可傳遞。

(2) 福島事件後之強化措施

- a. 衛星電話主機：在發生廠區全黑事件時，若備用電池用罄，可由 480VAC 移動式柴油發電機供電，提供衛星電話電源。
- b. PA 系統：考量長時間失電導致蓄電池組電力用罄的狀況，可由本廠 480VAC 移動式柴油發電機併電至高聲電話之 UPS 電源，確保 PA 系統持續可用。
- c. DECT 電話系統：考量長時間失電導致蓄電池組電力用罄的狀況，由本廠 480VAC 移動式柴油發電機連接至 N1E-NH-F001A，保持通訊持續可用。

6.1.2 必須評估的事故管理措施

6.1.2.1 廠週邊基礎設施受到廣泛破壞

在電廠週邊設施(包括連外道路)受到廣泛破壞時，電廠須倚賴廠區內及鄰近區域的人力、物力來進行短期急迫的救援操作，並設法將電廠之狀況連絡核子事故中央災害應變中心及本公司之緊執會等單位，請求提供長期的救援支援。

(1) 電廠現況

A. 人力配置：

a. 緊急計畫動員人力：

- (a) 在正常上班時間，值班經理通知主管，依程序書 1400「緊急應變計畫」及其相關執执行程序書進行動員，以應付緊急情況。

各維護部門人力均在廠內，另有長期合約駐留廠區承包商，維護人力可達百人，應可滿足緊急情況設備維護需求。

若運轉值班人員無法抵達電廠接班，此時模中有訓練班人力，另機動支援班人員(大部份為持照人員)，可接替及協助機組運轉處

置。

(b) 假日或夜間，值班經理會立即通知廠內值日、值夜主管支援，依程序書 1400「緊急應變計畫」及其相關執执行程序書進行動員，以應付緊急情況。

(c) 緊急計畫動員各編組人力如表 6-1。

b. 消防人力：

屬外包之消防勤務工作人員，全隊共 29 人，除隊長 1 人、消防巡查員 3 人、多功能蓄水池消防巡查員 1 人，其餘人員分成 4 班每班 6 人，不分例假日或國定假日，採 24 小時 3 班輪值，每班最低出工人數為 6 人(包含領班、消防車駕駛員及消防員)，按輪值表依分配勤務執行工作。此外，消防班外包人員均為恆春地區居民，遇有狀況時可緊急通知入廠協助救援。

如另有需要，可依本廠緊急計畫 1408「OSC 動員與應變程序」、1420「消防救火程序」技術支援中心（TSC）成立時，可召集緊急消防隊其隊員約 58 人。

本廠目前每 3 個月執行 1 次不預警通聯或動員測試，每年配合緊急計畫演習消防演練或訓練。

B. 物力配置

a. 本廠現有消防救災器材及重型救災機具詳如前述 2.1.3.2 附表。本廠配備有拖車 2 部、吊車 7 部、堆高機 10 部，於重大狀況時可用於廠區環境搶救，以維持廠區交通正常，使緊急搶救作業順利。

b. 本廠配備有消防指揮車 1 部、消防器材車 1 部、消防水箱車 1 部、消防化學車 1 部，於事故時可在很短的時間內就開始執行消防救災工作。

C. 通訊能力檢討：

本廠廠內通訊系統計有：廠用有線電話、微波電話、DECT（同

PHS) 無線電話、PA 高聲電話、聲力電話 (Sound Power) 等，除聲力電話不需電源外，其餘均設置獨立不斷電系統供電。

全黑後，廠用有線電話、微波電話及 DECT 無線電話，可持續使用 20 小時，PA 高聲電話可持續使用 4 小時。

若廠用有線電話、微波電話、DECT 無線電話、PA 高聲電話均不可用時，對外尚可使用衛星電話聯繫，廠區也還有 Walkie Talkie 及聲力電話維持通訊。

因為上述通訊設施的完備，電廠可以很快地聯繫到中央災害應變中心，詳述電廠受損及救援的狀況，並請求提供及時之人力及物力的支援。

(2) 福島事件後之強化措施

A. 人力配置檢討：

檢討廠外救援機制無法順利抵達，電廠獨自應付之能力，以及規劃補強如下：

- (a) 核發處決定 101 年 4 月起消防班每班增加 2 人。
- (b) 本廠已登錄居住恆春地區各類專長人員 103 人 (含運轉)，事故時可優先通知進廠協助機組運轉工作；各類專長協力廠商亦比照列冊，於徵得其同意進廠協助維護。
- (c) 依交通狀況，利用陸海空運載送鳳山、五甲備勤宿舍維護人員 (機、電、儀、修) 人員進廠進行維護工作。另電廠維護協力商亦有許多居住於高雄、屏東地區之技術人力，且維護合約中，均列有緊急搶修項目，遇有緊急事故時，可洽協力廠商就近派人支援。

B. 物力配置檢討：

- a. 本廠於 100 年 12 月 31 日增購消防泡沫車 1 台，並採購水庫車 1 台，已於 101 年 05 月交貨。
- b. 本廠參考福島電廠的事故經驗，將核三廠既有之資源及經檢討須

增購之設備，整理成「核三廠設備備品、器材、工具建置規劃表」，詳如前述 2.1.3.4.7 附表。

C. 通訊能力檢討：

- a. 衛星電話主機：在發生廠區全黑事件時，若備用電池用罄，可由 480VAC 移動式柴油發電機供電，提供衛星電話電源。
- b. PA 系統：考量長時間失電導致蓄電池組電力用罄的狀況，由本廠 480VAC 移動式柴油發電機供電到高聲電話之 UPS 電源，確保 PA 系統持續可用。
- c. DECT 電話系統：考量長時間失電導致蓄電池組電力用罄的狀況，由本廠 480VAC 移動式柴油發電機連接至 N1E-NH-F001A，保持通訊持續可用。

6.1.2.2 廠區局部高劑量率、輻射污染及許多設施受損之救援影響評估

6.1.2.2.1 搶修作業之輻射防護因應措施

(1) 電廠現況

- A. 搶修作業進行前，先由保健物理派員執行現場之輻射、污染及放射性空氣濃度偵測。
- B. 依現場輻射狀況規劃輻射防護措施：
 - a. 評估現場裝設輻射屏蔽的可行性，以降低現場輻射劑量率，進而減少工作人員接受之劑量。
 - b. 提供必要之輻射防護裝備，如輻射防護衣、呼吸防護面具、鉛衣等，必要時指導搶修人員穿戴各項輻射防護裝備。
 - c. 評估工作人員最長可工作時間，必要時進行計時管制。
- C. 提供搶修人員每人 1 枚人員劑量警報計(EPD)，並要求發生警報時，務必立即離開現場，以避免發生劑量失控的情況。
- D. 搶修現場設置可攜式區域輻射偵測器(ARM)，以提供搶修人員即時輻

射資訊，一旦現場輻射狀況發生變化時，可立即撤離，以保護人員安全。

- E. 搶修人員離開現場後，須至指定地點進行體外污染偵測，以確保無污染之虞。

(2) 福島事件後之強化措施

對於事故下可以使用的輻射屏蔽、防護衣等儲存量，本廠重新調查整理於表 6-4，這些存量再加上其他電廠的調度支援，應可符合事故救援的需求。

6.1.2.2.2 控制室之輻射防護因應措施

(1) 電廠現況

- A. 定期執行控制室之輻射、污染及放射性空氣濃度偵測。
- B. 依控制室輻射狀況規劃輻射防護措施：
 - a. 評估裝設輻射屏蔽的可行性，以降低現場輻射劑量率，進而減少值班人員接受之劑量。
 - b. 提供必要之輻射防護裝備，如輻射防護衣、呼吸防護面具、鉛衣等，必要時指導搶修人員穿戴各項輻射防護裝備。
 - c. 評估值班人員最長可工作時間，必要時進行計時管制。

(2) 福島事件後之強化措施

- A. 在控制室適居性方面，本廠已經採購了 480V 移動式柴油發電機，可維持控制室適居性所需電力。

6.1.2.3 事故管理措施在外部危害下的可行性及有效性

(1) 電廠現況

日本福島電廠在發生超出設計基準事故時，因為電廠固定之救援設備喪失功能，又無其他後備機動之救援設備可用，終於導致事故的後果難以收拾。經檢討本廠相較於福島電廠多設置了一台氣冷式緊急柴油發電機和兩台氣渦輪發電機，不易發生類似福島電廠長期完全喪失 AC 電力的狀況，

但現有之設備及救援措施缺乏機動性和時效性，可能無法應付複合式災害的複雜狀況。

(2) 福島事件後之強化措施

有鑑於現有之設備及救援措施缺乏機動性和時效性，本廠建立了機組斷然處置程序指引 (URG)，規劃及整備各項後備救援設施，一旦發生嚴重事故，可在最短時間內採行「決斷行動」，將所有可資運用的水源列置完成，適時將水注入蒸汽產生器及用過燃料池，確保核燃料的熱移除及完整性，防止放射性物質外釋，達到避免大規模民眾疏散的主要目的。

A. 時效性

URG 主要策略不同於 EOP/SAMG 以徵兆考量逐步評估之策略，而是以最短時間採行明確的行動（決斷行動），及時防止事故惡化，並進而控制電廠狀態，達到防護民眾安全的主要目的。

B. 可行性

電廠因應各種基準事故，已配置多樣性及多重性的救援防護系統/設備。當發生超出基準事故時，電廠除積極恢復救援系統/設備外，並可藉由預先容易整備（困難度較低），並經規劃儲放於不易受複合性災難損害場所之移動式設施（包括電力、動力及水源），成功達成上述目的。

C. 有效性

電廠依據各項評估結果，建置之 URG，相關各種策略亦規劃已考量深度防禦之理念，建立多樣性及多重性之策略（例如各種水源、電力等），確保電廠因應複合性災害救援行動能力的有效性。

6.1.2.4 電力供應的不可用性

(1) 電廠現況

本廠原設計可在 SBO 喪失所有 AC 電源的狀況下，以 125VDC 蓄電池的電力維持汽機帶動輔助飼水泵運轉 8 小時，機組必須在 8 小時內恢復 AC 電源，否則將喪失移熱功能而陷入危機。

(2) 福島事件後之強化措施

本廠的 URG 可確保在 8 小時內能夠建立後備電源，並更進一步規劃如何在無 DC 電力的狀況下維持以汽機帶動輔助飼水泵補水蒸汽產生器，移除爐心衰變熱。

A. URG 恢復電力供應策略

- a. 策略 MS.1-02「第 5 部柴油發電機供電二部機」：當喪失外電且 A/B 台柴油發電機不可用時，列置第五部柴油發電機供電二部機。
- b. 策略 MS.2-01「延長直流電源供電時間」：包括以移動式柴油發電機充電至 DC 電源、第五部柴油發電機提供二部機使用 (MS.1-02)、第三電源建立、4.16KV 電源接引 (MS.2-08)
- c. 策略 MS.2-03「480V 移動式柴油發電機引接」：當喪失所有外電且所有緊急柴油發電機及氣渦輪發電機也無法使用時，利用 480V 移動式柴油發電機充電至 DC 電源，及送至 EC-P102/P112，AP-P100/P101，KC-P006/ P007 當後備電源。
- d. 策略 MS.2-08「4.16kV 電源車引接」：當喪失所有外電且所有緊急柴油發電機及氣渦輪發電機也無法使用時，利用 4.16kV 電源車供電至 4.16kV BUS，提供救援設備所需電源。
- e. URG 附件十四「移動式柴油發電機供電指引」：包括
 - (a) 供電至水壓測試泵 BH-P020，以建立 RCS 替代軸封注水
 - (b) 供電至輔助廠房，提供重要 MOV、氫氣分析儀及 PA 高聲電話所需電力
 - (c) 供電至燃料廠房，提供 EC-P102、122 電源，以補水至用過燃料池
 - (d) 供電至控制廠房，提供安全串蓄電池充電機、控制室緊急通風及控制室照明之電源
 - (e) 供電至行政廠房，提供有線電話、微波電話及 PHS 無線電話所需

電力

(f) 供電至 TSC

B. URG 建立喪失 DC 電源時汽機帶動輔助飼水泵的操作能力

依據 URG 附件十「汽機帶動輔助飼水泵喪失控制電源時運轉指引」，可在無 DC 電力的狀況下繼續控制 TDAFWP 的運轉。

6.1.2.5 儀控系統失效的可能性

(1) 電廠現況

本廠事故後重要儀控系統及電源，均依運轉規範執行定期測試(大部份測試週期為 3 個月)，並依預防保養計畫執行維護工作。經查證這些儀控系統及電源均保持在可用狀況。

但若發生福島電廠類似的複合式災難，導致儀控之 DC 電力全部喪失，則儀控系統將失去功能，而大為增加救援的困難度及複雜性。例如在喪失所有 DC 電力時，本廠若要採用人為控制汽機帶動輔助飼水泵補水蒸汽產生器，並人為開啟蒸汽產生器之動力釋壓閥移熱，運轉人員必須知道二次側蒸汽產生器的壓力、水位及輔助飼水的流量，以及一次側反應爐的壓力、溫度及水位，否則無法得知補水移熱的成效。

(2) 福島事件後之強化措施

本廠有鑑於在發生類似福島電廠完全喪失 DC 電力的情境下，運轉員將失去監視機組重要參數的能力，規劃下列兩項改善措施：

A. 在 URG 中設置「喪失所有電力時監測爐內熱電偶」、「喪失所有電力時監測一、二次側重要參數」兩個程序

使用校正儀器以提供傳送器工作電壓，來量測儀控迴路之電流值，再轉換為工程值。這些重要參數包括蒸汽產生器壓力及水位、輔助飼水流量、RCS 壓力及水位、爐心出口熱電偶溫度、圍阻體壓力及水位、冷凝水儲存槽水位、燃料更換水儲存槽水位、用過燃料池溫度及水位，量測點及所使用的校正儀器均已整理於 URG 程序書中。

B. 在 URG 中設置建立 DC 充電機後備電源的程序

本廠已完成採購 480V 的移動式柴油發電機，並於 URG 策略 MS.2-03「480V 移動式柴油發電機引接」中設置建立 DC 充電機後備電源的程序，並可維持儀控電力的持續供應。

6.1.2.6 廠址內其他臨近機組的可能效應

(1) 電廠現況

本廠廠區有兩部核能機組，但原有的緊急計畫之規劃及設計並未考慮雙機組均發生事故的情境。包括 TSC 及 AMT 的人力、事故時動員之維修人力、AMT 會議室的 SAMG 狀態板、兩部機機組狀態的可能組合(兩部機均運轉中，或一部機運轉另一部機大修)以及消防能力各方面，現有之準備均不夠充足。

(2) 福島事件後之強化措施

本廠檢討雙機組事故的情況及因應方式如下：

A. 設備強化方案

- a. 本廠之 URG 係依據兩部機組來規劃，所以其機動設備之數量可以足夠因應雙機組織事故狀況。
- b. 因應雙機組事故，本廠已完成 AMT 會議室 SAMG 狀態板的改善，可同時監控並紀錄兩部機組的狀況，以分別訂定適當的救援策略。

B. 人力強化方案

- a. 本廠已檢討雙機組事故時 TSC 及 AMT 之人力配置，規劃兩組之輪替人力，確保事故的處理不受持續性較長時間的影響，參閱表 6-1 及表 6-2。
- b. 已建立機、電、儀、修等專業支援人員名冊，由 TSC 按其專長進行任務編組，以執行雙機組事故下之應變任務。

C. 程序強化方案

- a. 建立 URG 附件四「由一個電源同時提供給 2 個緊要匯流排」由兩部機任一台緊急柴油機(共五台)同時供應兩部機組的策略。

- b. 因為 SAMG 並無針對大修機組的因應方案，本廠於 URG 策略 MS.2-05「用過燃料池緊急補水/噴灑」增加了用過燃料池的救援措施，以補 SAMG 的不足。

6.1.2.7 我國核能電廠安全防護優勢

我國核能電廠相較福島一廠多擁有 5 道防護優勢：

- (1) 福島一廠緊要海水泵為露天，我國核能電廠緊要海水泵有建築物(緊要海水泵室)保護。
- (2) 福島一廠 1~4 號機緊急柴油發電機安置於汽機廠房底層，我國核能電廠緊急柴油發電機均安置於平面層耐震一級的廠房內，防洪能力相對較高。
- (3) 福島一廠無設置第 5 台氣冷式柴油發電機，我國核能電廠在平面層設有氣冷式柴油發電機，可在緊急柴油發電機喪失冷卻水情況時，提供後備電源。
- (4) 福島一廠無設置氣冷式氣渦輪機，我國核能電廠在高程 22~35 公尺設有氣冷式氣渦輪機，可在緊急柴油發電機喪失冷卻水情況時，提供後備電源。
- (5) 福島一廠無設置生水池，我國核能電廠設置在高程 62~116 公尺，3.7~10.7 萬噸生水池可依靠重力注水入反應爐。

因此，核三廠在電源上有 1 台空氣冷卻的柴油發電機，以及兩台氣渦輪機，若發生類似福島喪失最終海水熱沉的情境時，仍可提供二次側的輔助飼水泵所需的 AC 及 DC 電力，移除爐心餘熱。

核三廠在水源上有生水池、深水井、龍鑾潭等額外水源，可以持續補充 CST，維持輔助飼水持續的運轉。在補水設備上，核三廠每部機各有 1 台柴油引擎驅動的輔助飼水泵，且機組間可以互相連通，可提供後備的救援。另還有生水、消防水的補水管路，在水源的選擇上有多樣性。

針對這些優勢，本廠另依原能會要求進行下列的強化做為：完成緊要

海水泵各串分離之水密性；改善 A、B 台緊急柴油發電機、第 5 台氣冷式柴油發電機的廠房設計，使具 FSAR 設計海嘯高度再加 6 公尺之水密性；強化氣冷式氣渦輪機、生水池耐震能力。在這些改善後，更可確保核電廠在事故下可以安全的停機。

6.2 反應爐

6.2.1 喪失爐心冷卻功能：在爐心燃料受損發生之前

6.2.1.1 防止燃料損壞和排除燃料在爐心高壓下受損的可能性

(1) 防止燃料受損的救援措施

- A. 本廠設置有緊急運轉操作程序書(EOP)，其目的為防止事故惡化至爐心熔損。當發生喪失爐心冷卻功能時，電廠立即依照 EOP (570.00～570.57) 進行機組救援，主要的操作是以二次側的輔助飼水系統/替代補水系統（包括柴油引擎輔助飼水泵及消防水等）補水蒸汽產生器，並開啟蒸汽產生器動力釋放閥(PORV)來移除反應爐之衰變熱。
- B. 若是電廠喪失二次側熱沉，則可改以一次側的洩充冷卻方式，來移除反應爐之衰變熱，惟因此種方式會增加圍阻體的壓力，必須另採行圍阻體降壓的救援措施。只要上述 EOP 的操作能夠移除反應爐之衰變熱，則可防止燃料發生損壞。

本廠的 EOP 所使用的設備，除了柴油引擎輔助飼水泵外，都必須要有電和冷卻水才能夠進行救援，若電廠發生超出設計基準的情況，機組長期喪失廠內外交流電源及海水熱沉，則機組將喪失衰變熱移除之能力。

(2) 排除燃料在爐心高壓下受損的可能性

本廠在 SBO 時所依循的 EOP 570.20，以及在爐心冷卻不足的事故時所依循的 EOP 570.43 及 570.42，均要求將 RCS 降壓，可以避免燃料在爐心高壓下受損的狀況發生。另依據本廠之 SAMG (程序書 1450)，在反應爐失效前必須將 RCS 壓力降低至 28.12 kg/cm^2 以下，以避免爐槽在高壓

受損時熔融物噴出，而導致瞬間壓力突波損壞圍阻體的情況。

依據 EOP 或 SAMG，本廠降低 RCS 壓力的方式主要是開啟蒸汽產生器的 PORV，其次是開啟調壓槽的 PORV，但這兩種操作在設計上都需要操作電力，一旦發生機組喪失廠內外交流電源的情況，將導致執行上的困難。

6.2.1.2 瀕危效應及發生該效應所需的時間

本廠在發生超出設計基準的事故，導致喪失所有交流電力以及海水之最終熱沉的情況下，可由汽機帶動輔助飼水泵(TDAFWP)補水入蒸汽產生器，並開啟蒸汽產生器動力釋壓閥(PORV)來移除衰變熱，TDAFWP 設計基準上可以直流電力維持運轉 8 小時。

以 MAAP5 程式模擬電廠全黑(SBO)事故時序，本廠在 TDAFWP 維持運轉 8 小時的情況下，則事故發生後 15.21 小時 SG 乾涸，16.97 小時爐心燃料裸露，18.71 小時爐心燃料溫度超過 2200°F 而開始受損。

另模擬 TDAFWP 維持運轉 24 小時的情況下，則事故發生後 41.78 小時 SG 乾涸，44.66 小時爐心燃料裸露，47.14 小時爐心燃料溫度超過 2200°F 而開始受損。

在機組大修期間，風險最高的首推反應爐冷卻水系統(RCS)半水位運轉期間，此時水位低於熱端管路頂部以下，水量僅剩下約 180,000 磅，一旦喪失餘熱移除，爐水將很快達到沸騰。平均而言，本廠在大修停機後第二天進入半水位運轉，若喪失餘熱移除，爐水將在 18 分鐘達到沸騰，1.5 小時爐心裸露。

考量功率運轉及大修兩種情況，燃料受損瀕危效應的發生時間應訂為爐心燃料裸露的時間，對功率運轉的情況應為 16.97 小時，而對大修 RCS 半水位運轉的情況應為 1.5 小時。

6.2.1.3 現行管理措施的適切性

本廠燃料受損瀕危效應的發生時間為爐心燃料裸露的時間，經檢討

本廠原有之救援程序及設備，並無法在爐心燃料裸露之前備妥並開始救援。

對於功率運轉的情況，本廠成立了 URG，其中涵蓋各種可能的替代灌水路徑、動力及水源。一旦符合斷然處置之條件，本公司將動員所有可能之人員物力，最短時間內將所有可資運用的水源排列完成，經判斷短時間無法恢復設計基準之注水與冷卻功能，立即將可用水源注入蒸汽產生器，並開啟蒸汽產生器 PORV，確保衰變熱能夠移除，防止燃料受損。

URG 對於維持衰變熱移除的能力有下列幾項策略：

- (1) 策略 MS.1-01「手動操作汽機帶動或柴油引擎帶動輔助飼水泵」：可於事故發生後 1 小時內，在無 DC 電力的狀況下控制 TDAFWP 的運轉或建立後備的柴油引擎帶動輔助飼水泵注水。
- (2) 策略 MS.1-03「生水（消防水）注水入蒸汽產生器」：將生水（消防水）注水入蒸汽產生器，列置水源(50000/2000 噸生水池或 5000 噸消防水槽)經由輔助飼水泵或後備柴油引擎帶動輔助飼水泵注水入蒸汽產生器，或由室外消防栓或消防車供水至蒸汽產生器。須配合手動開啟蒸汽產生器的 PORV 來快速的降低壓力，以利柴油引擎帶動的輔助飼水泵能將生水打入蒸汽產生器，或允許消防水補入蒸汽產生器。
- (3) 策略 MS.2-03「480V 移動式柴油發電機引接」：可建立長期的 DC 電力，維持 TDAFWP 的長期運轉。
- (4) 蒸汽產生器補水水源(URG 附件九)：將生水、消防水、龍鑾潭、海水列為長期的冷卻水源。
- (5) 蒸汽產生器洩壓(URG 附件八)：如無電、無儀用空氣，可用手動開啟 S/G PORV。
- (6) RCS 洩壓(URG 附件八)：為避免 RCS 在高壓時失效，可由 PZR PORV 或爐頂排氣閥洩壓，DC 電源需移動式柴油發電機充電(URG 附件十四)。執行反應爐緊急洩壓時，需考慮同時執行圍阻

體排氣，避免圍阻體過壓。

斷然處置第一階段策略可於一小時內列置完成，可以於 16.97 小時內行蒸汽產生器注水，避免燃料受損瀕危效應的發生。

對於大修 RCS 半水位運轉的情況，本廠則要求保留 2 個蓄壓槽的水量，一旦發生喪失餘熱移除事件，可於 1 小時內將蓄壓槽的水注入反應爐，而將爐心裸露的時間由 1.5 小時延長為 4.1 小時。再進一步搭配 URG 的替代灌水路徑、動力及水源，應可有效避免燃料受損。

6.2.2 喪失冷卻功能：在爐心燃料受損之後

6.2.2.1 緩解措施

電廠 EOP 係以避免燃料受損為主要目標，但若燃料仍有受損情況，則可由 TSC 之嚴重事故處理小組(AMT)，遵循嚴重事故處理指引(SAMG)，針對不同事故狀況，進行各項救援策略評估及建議行動，達到終止燃料劣化的目的。

在爐心燃料受損之後，本廠採用與 PWROG 一致的嚴重事故處理指引(SAMG)，恢復救援設備可用，再採行蒸汽產生器注水(SAG-1)、RCS 降壓(SAG-2)、RCS 注水(SAG-3)、圍阻體灌水(SAG-4)等策略，以維持爐心衰變熱的持續移除，並確保爐槽的完整性，使電廠達到穩定可控制的狀況。

6.2.2.2 瀕危效應及發生期限的風險

以 MAAP5 程式模擬電廠全黑事故，本廠在 TDAFWP 維持運轉 8 小時的情況下，則在事故發生後 18.71 小時爐心燃料溫度超過 2200°F 而開始受損，22 小時壓力槽受損失效。

另模擬 TDAFWP 維持運轉 24 小時的情況下，則在事故發生後 47.14 小時爐心燃料溫度超過 2200°F 而開始受損，55.72 小時壓力槽受損失效。

因此，爐槽失效瀕危效應的發生時間應訂為 22 小時。

6.2.2.3 現行管理措施的適切性

燃料受損後爐槽失效瀕危效應的發生時間為 22 小時，經檢討現行之救

援程序及設備，在複合式災變的複雜狀況下，有風險無法在 22 小時內備妥並開始救援。

對於此項弱點，本廠成立了 URG，規劃在燃料受損前執行圍阻體降壓、灌水的策略，以及儘可能降低 RCS 溫度及壓力，這些措施可以有效延長爐槽失效的時間。

(1) 圍阻體後備灌水(URG 附件八)：灌水至圍阻體之反應爐穴，確保爐槽失效時爐槽底部四周為水覆蓋，可大為延緩爐槽失效的時間。

A. RWST→重力→BH-HV102、101，HV201、202→再循環集水池

B. 消防水系統→消防閥 KC-XV111→三個分支 KC-XV113、XV114、XV115→打入圍阻體

C. 消防車→消防水帶→BN-V633 上游管路 BN-005-4"-HCD 快速接頭→BN-V633→BK-V031、V032、HV107、HV207→圍阻體噴灑管路

核三廠灌水進入反應爐穴以淹蓋爐槽底部的流徑，是藉由圍阻體 100 呎樓層在 SG C compartment 約 20 公分高度 25 公分直徑的通氣孔，進入爐內核儀通往爐槽底部的通道，流至爐槽底部。

在注水進入圍阻體後，會先淹滿圍阻體 100 呎樓層下方的集水池，包括兩個正常集水池及兩個再循環集水池，之後圍阻體 100 呎水位上升，在高於上述通氣孔下緣時，水就會流入爐穴區域，核三廠 SAMG 係以 100 呎水位升高於 40 公分(通氣孔上緣)來判定爐穴已經為水淹蓋，亦即爐槽底部四周已為水覆蓋。

(2) 圍阻體洩壓(URG 附件八)：經由 GT-HV401A→GT-HV402→GT-F017→大氣

(3) 策略 MS.1-03「生水（消防水）注水入蒸汽產生器」：將生水（消防水）注水入蒸汽產生器，列置生水(50000/2000 噸生水或 5000 噸消防水槽)經由輔助飼水泵或後備柴油引擎帶動輔助飼水泵注水入蒸汽產生

器，或由室外消防栓或消防車供水至蒸汽產生器。須配合手動開啟蒸汽產生器的 PORV 來快速的降低壓力，以利柴油引擎帶動的輔助飼水泵能將生水打入蒸汽產生器，或允許消防水補入蒸汽產生器。

- (4) 蒸汽產生器洩壓(URG 附件八)：如無電、無儀用空氣，可用手動開啟 S/G PORV。
- (5) RCS 洩壓(URG 附件八)：為避免 RCS 在高壓時失效，可由 PZR PORV 或爐頂排氣閥洩壓，DC 電源需移動式柴油發電機充電(URG 附件十四)。執行反應爐緊急洩壓時，需考慮同時執行圍阻體排氣，避免圍阻體過壓。

這些策略可於 22 小時之前就開始執行，可以避免爐槽失效瀕危效應的發生。

6.2.3 爐心燃料受損後，保護圍阻體完整性之事故管理措施及電廠設計特點

6.2.3.1 氫風險管理

本廠 SAMG 之事故處理指引 SAG-7 “降低圍阻體氫氣濃度” 中可使用「以可用的點火源執行氫氣燃燒」、「釋放水蒸汽防止氫氣燃燒」、「啟用氫氣再結合器」，以避免大規模的氫氣燃燒或爆炸。

在高氫氣濃度(>6%)時，須進入嚴重威脅指引 SCG-3 “控制氫氣燃燒” 的指引，以低容積排放系統、事故後氫氣排放系統排放氫氣，以避免大規模的氫氣燃燒或爆炸。

若電廠發生超出設計基準的情況而喪失廠內外交、直流電源時，SAMG 所述的氫氣控制策略將無法操作。

6.2.3.2 防止圍阻體過壓

核三廠 SAMG 之事故處理指引 SAG-6 “圍阻體降壓” 中可使用圍阻體風扇冷卻器及圍阻體噴灑系統來降低圍阻體的壓力，以避免圍阻體過壓失效。

若是圍阻體的壓力高達 110psig，須進入嚴重威脅指引 SCG-2 “圍阻體

降壓”的指引，以圍阻體風扇冷卻器、圍阻體噴灑系統、低容積排放系統、事故後氫氣排放系統來降低圍阻體的壓力，以避免圍阻體過壓失效。

上述的設備需有 AC 及 DC 的電力才能運轉，若電廠發生超出設計基準的情況而喪失廠內外交、直流電源時，SAMG 所述的防止圍阻體過壓策略將無法操作。

6.2.3.3 防止再臨界

本廠 SAMG 在執行 SAG-3 “RCS 注水”時，或是依據 URG 執行 RCS 注水時，必須監視 NIS 起動率，若起動率大於零，應調整水源之硼濃度，或停止注水以增加蒸氣空泡率抑制反應度。

6.2.3.4 防止圍阻體基座熔穿

核三廠 SAMG 之事故處理指引 SAG-4 “圍阻體注水”及 SAG-8 “使圍阻體淹水”，目的都在確保爐槽失效時爐槽底部四周為水覆蓋，當熔渣流入時，可以形成較容易冷卻的狀態，防止圍阻體基座熔穿。

若電廠發生超出設計基準的情況而喪失廠內外交、直流電源時，SAMG 所述的防止圍阻體基座熔穿之策略將無法操作。

6.2.3.5 保護圍阻體完整性設備所需之 AC、DC 電力供應要求

上述氫風險管理、防止圍阻體過壓、防止再臨界、防止圍阻體基座熔穿等策略都需要 AC 及 DC 的電力。

若電廠發生超出設計基準的情況而喪失廠內外交、直流電源時，SAMG 所述的策略將無法執行。

6.2.3.6 瀕危效應及發生期限的風險

本廠圍阻體過壓失效中值(A_m)為 182 psig，分析模式不準度(β_M)為 0.20，結構強度不準度(β_S)為 0.15，總和不準度(β_C)為 0.25，以此計算 HCLPF 之壓力為 101.7 psig，本廠以此壓力作為圍阻體過壓失效的壓力。

以 MAAP5 程式模擬電廠全黑事故，本廠在 TDAFWP 維持運轉 8 小時的情況下，則在事故發生後 19.5 小時圍阻體內有局部氫氣燃燒，22 小時壓

力槽受損失效，60.2 小時圍阻體過壓失效。

另模擬 TDAFWP 維持運轉 24 小時的情況下，則在事故發生後 55.72 小時壓力槽受損失效，57.4 小時圍阻體內有局部氫氣燃燒，101.9 小時圍阻體過壓失效。

因此，圍阻體失效之瀕危效應的發生時間為 60.2 小時。

6.2.3.7 現行管理措施的適切性

若電廠發生超出設計基準的情況而喪失廠內外交流電源時，上述氫風險管理、防止圍阻體過壓、防止再臨界、防止圍阻體基座熔穿等策略將無法執行。因此，本廠建置 URG 策略如下：

- (1)核三廠的 URG MS.2-03「480V 移動式柴油發電機引接」及 MS.2-08「4.16kV 電源車引接」可以恢復 AC 及 DC 電源，之後以 URG 附件八「超出設計基準時蒸汽產生器、反應爐、圍阻體之熱移除及洩壓路徑」可以建立洩壓的路徑，或由消防車經圍阻體噴灑管路進行圍阻體灌水，也同樣有降壓的效果。等到 URG 策略 MS.3-01「緊急進水口垃圾清運」及策略「MS.3-02 NSCW 馬達更換」之後，則又增加圍阻體風扇冷卻器及圍阻體噴灑系統可用，可有效防止圍阻體過壓。
- (2)核三廠的 URG MS.2-03「480V 移動式柴油發電機引接」及 MS.2-08「4.16kV 電源車引接」可以恢復 AC 及 DC 電源，之後以 URG 附件八「超出設計基準時蒸汽產生器、反應爐、圍阻體之熱移除及洩壓路徑」提供 RWST 重力補水、消防水系統經消防閥 KC-XV111 補水、消防車經圍阻體噴灑管路補水三種策略，可在爐槽失效前就淹滿反應爐穴，有效防止圍阻體基座熔穿。
- (3)核三廠的 URG MS.2-03「480V 移動式柴油發電機引接」及 MS.2-08「4.16kV 電源車引接」可以恢復 AC 及 DC 電源，之後以 URG 附件八「超出設計基準時蒸汽產生器、反應爐、圍阻體之熱移除及洩壓路徑」執行圍阻體降溫、降壓，可以在短期內避免圍阻體失效。等到 URG 策略 MS.3-01「緊急進水口垃圾清運」及策略「MS.3-02

NSCW 馬達更換」之後，則又增加圍阻體風扇冷卻器及圍阻體噴灑系統可用，可長期保護圍阻體的完整性。

這些策略可於 60.2 小時內開始執行，可以避免圍阻體失效之瀕危效應的發生。

6.2.4 減輕喪失圍阻體完整性後果之事故管理措施

6.2.4.1 設計、運轉與組織程序

本電廠原有減緩輻射物質外釋的設計包括：

- (1) 降低圍阻體外釋之設備：圍阻體風扇冷卻器、圍阻體噴灑、圍阻體低容積排氣系統、事故後氫氣排放系統
- (2) 減緩 S/G 外釋之設備：蒸氣排放至冷凝器
- (3) 減緩輔助廠房的外釋之設備：圍阻體隔離閥
- (4) 圍阻體降壓之設備：圍阻體風扇冷卻器、圍阻體噴灑、圍阻體低容積排氣系統、事故後氫氣排放系統
- (5) 控制氫氣燃燒之設備：
 - A. 使用蒸氣惰化圍阻體(PZR 的 PORV、反應爐槽頂蓋排氣閥)
 - B. 蓄意性點火控制氫氣燃燒的設備(例如送電控制棒驅動機構冷卻風扇來點燃圍阻體高層的氫氣)
 - C. 圍阻體排氣(圍阻體低容積排氣系統、事故後氫氣排放系統)
- (6) 控制圍阻體真空之設備：開啟 PZR 的 PORV、開啟反應爐槽頂蓋排氣閥
- (7) 刷洗分裂產物的設備：
 - 蒸汽產生器之分裂產物：輔助飼水泵、主飼水泵、起動飼水泵、冷凝水泵、柴油引擎驅動後備輔助飼水泵、消防水系統、消防車；
 - RCS 之分裂產物：高壓注水系統及低壓注水系統。

- 圍阻體之分裂產物：圍阻體的 RWST 重力補水流徑及圍阻體噴灑泵。

(8) 淹蓋爐渣的設備：RCS 的高壓注水系統及低壓注水系統；圍阻體的 RWST 重力補水流徑及圍阻體噴灑泵。

在喪失圍阻體完整性之後，核三廠可依據 SAMG，操作上述設備，儘可能降低分裂產物的外釋量，對應的指引有 SG 注水(SAG-1)、RCS 注水(SAG-3)、圍阻體注水(SAG-4)、降低分裂產物外釋(SAG-5)、圍阻體降壓(SAG-6)、降低圍阻體氫氣濃度(SAG-7)、使圍阻體淹水(SAG-8)。另為避免圍阻體大規模失效以及分裂產物大量外釋，SAMG 另有減緩分裂產物外釋(SCG-1)、圍阻體降壓(SCG-2)、控制氫氣燃燒(SCG-3)、控制圍阻體真空(SCG-4)等嚴重威脅指引。

然而，一旦發生複合式災難導致電廠喪失 AC 及 DC 電力，則這些救援措施將無法執行。

6.2.4.2 瀕危效應及發生期限的風險

如前所述，本廠非常保守的採用設計壓力 60 psig 作為圍阻體過壓失效的壓力。

以 MAAP5 程式模擬電廠全黑事故，本廠在 TDAFWP 維持運轉 8 小時的情況下，則在事故發生後 19.5 小時圍阻體內有局部氫氣燃燒，22 小時壓力槽受損失效，60.2 小時圍阻體過壓失效。

另模擬 TDAFWP 維持運轉 24 小時的情況下，則在事故發生後 55.72 小時壓力槽受損失效，57.4 小時圍阻體內有局部氫氣燃燒，101.9 小時圍阻體過壓失效。

因為減緩輻射物質外釋的需求是發生在圍阻體失效之後，其瀕危效應的發生時間可訂為圍阻體失效的時間，亦即 60.2 小時。

6.2.4.3 現行管理措施的適切性

有鑑於一旦發生複合式災難導致電廠喪失 AC 及 DC 電力，則上述減緩輻射物質外釋的救援措施將無法執行，本廠建置 URG 策略如下：

- (1) 核三廠的 URG MS.2-03「480V 移動式柴油發電機引接」及 MS.2-08「4.16kV 電源車引接」可以恢復 AC 及 DC 電源，之後以 URG 附件八「超出設計基準時蒸汽產生器、反應爐、圍阻體之熱移除及洩壓路徑」可以建立洩壓的路徑，或由消防車經圍阻體噴灑管路進行圍阻體灌水，也同樣有降壓的效果。等到 URG 策略 MS.3-01「緊急進水口垃圾清運」及策略「MS.3-02 NSCW 馬達更換」之後，則又增加圍阻體風扇冷卻器及圍阻體噴灑系統可用，可有效防止圍阻體過壓。
- (2) 核三廠的 URG MS.2-03「480V 移動式柴油發電機引接」及 MS.2-08「4.16kV 電源車引接」可以恢復 AC 及 DC 電源，之後以 URG 附件八「超出設計基準時蒸汽產生器、反應爐、圍阻體之熱移除及洩壓路徑」提供 RWST 重力補水、消防水系統經消防閥 KC-XV111 補水、消防車經圍阻體噴灑管路補水三種策略，可在爐槽失效前就淹滿反應爐穴，有效防止圍阻體基座熔穿。
- (3) 核三廠的 URG MS.2-03「480V 移動式柴油發電機引接」及 MS.2-08「4.16kV 電源車引接」可以恢復 AC 及 DC 電源，之後以 URG 附件八「超出設計基準時蒸汽產生器、反應爐、圍阻體之熱移除及洩壓路徑」執行圍阻體降溫、降壓，可以在短期內避免圍阻體失效。等到 URG 策略 MS.3-01「緊急進水口垃圾清運」及策略「MS.3-02 NSCW 馬達更換」之後，則又增加圍阻體風扇冷卻器及圍阻體噴灑系統可用，可長期保護圍阻體的完整性。

這些策略可於 60.2 小時內開始執行，可以避免輻射物質外釋之瀕危效應的發生。

6.3 用過燃料池

6.3.1 喪失用過燃料池冷卻功能之事故管理措施

本廠設計上是以用過燃料池冷卻及淨化系統(SFCCS)，維持池水溫度在

35°C 以下。SFPPCS 具有二串獨立各有 100% (13000gpm) 流量的冷卻泵，熱交換器(48.3×10^6 Btu/hr) 及相關管路，為耐震一級設計。冷卻水泵電源分別由緊要匯流排 A、B 串供電，喪失外電時可由緊急柴油發電機及氣渦輪發電機供電。SFPPCS 係由核機冷卻水(CCW)提供冷卻水，然後再將熱量轉由最終熱沉廠用海水系統(NSCW)。

6.3.1.1 喪失適當輻射屏蔽之前/之後

一旦失去強制冷卻功能，用過燃料之高餘熱將導致燃料池水溫上升、水位下降；池邊輻射劑量將會隨之增加，當冷卻水位降到燃料有效高度（TAF；Top of Active Fuel）上之 10 呎位置時，燃料射出之 γ 輻射會與用過燃料池周邊空氣、水泥牆產生「康普敦散射」效應，使得用過燃料池周邊輻射劑量將達到 2~20 mSv/hr，為正常人所能承受的上限，本廠執照文件定義用過燃料池適當輻射屏蔽為燃料有效高度上之 10 呎。

(1) 喪失適當輻射屏蔽之前

電廠目前係以程序書 597.1「用過燃料池喪失冷卻能力時恢復程序」來因應用過燃料池喪失冷卻之事件，並依據測量的輻射強度高低，決定適當之工作人員撤退對策。

程序書 597.1 要求儘速依據程序書 366.1「用過燃料池的充水、洩水與過濾」尋找可補水至用過燃料池之水源與路徑，將用過燃料池水補至正常水位（EC-LI109 > 34.88%，> 142 呎 10 吋）。可用補水路徑如下：

- A. 由除礦水儲存槽(DST)補水，貯水量是 10 萬加侖，補水流量率 215 gpm。
若有補充硼酸水的需求時，則由燃料更換水儲存槽(RWST)，經池水淨化系統補水。RWST 硼酸水的硼濃度為 2400~2500 ppm，貯水量約 46 萬加侖，補水流量率 100 gpm。
- B. 由冷凝水儲存槽(CST)(為耐震一級水槽，貯水量為 75 萬加侖)補水，有兩台獨立、耐震一級設計之 CST 傳送泵(各 210 gpm)。

若用過燃料池冷卻水水位或冷卻能力一直無法恢復，則須評估池水升溫率及達到沸騰時間，視狀況建立冷卻水 feed and bleed 的補水方式，以延

長池水達到沸騰的時間。

程序書 597.1 所述補水至用過燃料池之水源與路徑均需要電力才能運作，若發生類似福島電廠的複合式災變，喪失所有 AC 電源及海水熱沉，電廠將喪失用過燃料池之冷卻救援能力。

(2) 喪失適當輻射屏蔽之後

在喪失適當輻射屏蔽之後，人員可能無法接近用過燃料池或進入燃料廠房，故需至現場操作的因應措施皆不可行，現有的程序書 597.1 並未說明在這種狀況應如何救援。

6.3.1.2 用過燃料池水位降至燃料元件頂部之前/之後

用過燃料池水位降至燃料元件頂部之前/之後的現場環境相較上述喪失適當輻射屏蔽的狀況更為嚴重，人員無法接近用過燃料池或進入燃料廠房，故需至現場操作的因應措施皆不可行，現有的程序書 597.1 並未說明在這種狀況應如何救援。

6.3.1.3 用過燃料池燃料嚴重損毀之前/之後

當燃料嚴重受損，燃料熔毀情況下，燃料丸聚集於池底並熔融成一圓球狀，在燃料丸濃縮度小於5%，沒有緩和劑（水）情況下，不致於達到臨界質量，可保持在次臨界狀態。若加上燃料格架材質皆含有硼片夾板，其吸收中子之效果，將有更多保持次臨界之餘裕。美國核能協會(NEI)專家指出：「用過燃料池乾涸時，用過燃料並無再次臨界的疑慮，但會釋出大量的伽馬輻射」；由美國國家科學院研究委員會報告（Safety and Security of Commercial Spent Nuclear Fuel Storage）亦有此一結論，故用過燃料池在喪失冷卻水事件下，極不可能發生臨界之情況。

因銻水反應或銻氧化反應會產生大量的化學反應熱，並產生氫氣，在氫氣與大量熱量產生交互作用情況下，將加劇燃料溫度上升，同時存在有氫爆之危機(當氫濃度 $>4\%$ 時即可能發生)。

用過燃料池燃料嚴重損毀之前/之後的現場環境相較上述燃料裸露的

狀況更為嚴重，人員無法接近用過燃料池或進入燃料廠房，故需至現場操作的因應措施皆不可行，現有的程序書 597.1 並未說明在這種狀況應如何救援。

6.3.1.4 瀕危效應及發生期限的風險

依據核能研究所以計算流體力學分析技術(Computational Fluid Dynamics, CFD)為基礎，進行的用過燃料池於喪失冷卻能力事故下之熱水流分析，假設本廠爐心燃料於停機 7 天後全部退出至用過燃料池，同時用過燃料池喪失冷卻能力，池水將於 11.23 小時後沸騰，於事故發生後 56 小時池水下降至燃料有效高度上之 10 呎，84.4 小時池水下降至燃料元件頂部，在裸露 8.5 小時後，燃料將被加熱至 600°C；若持續未進行補水措施，則於裸露後的 18.6 小時，將會到達 1200°C。

當燃料裸露後，裸露部分之燃料僅能藉由蒸汽產生的對流效應以及熱輻射效應將裸露燃料之衰變熱移除，因此在燃料裸露後其溫度將會快速的上升，倘若用過燃料池水位降至燃料裸露，當溫度達到400°C以上時將開始發生緩慢之「鋁、水氧化反應」；當溫度達到800°C以上時「鋁護套軟化並可能破裂失效」，導致放射性物質外洩；當溫度達到980°C以上時，「鋁、水氧化反應」激烈進行，巨量的化學反應放熱可能導致「鋁護套火災」等嚴重事故，並且迅速增加燃料溫度達1200°C，此時強烈的鋁-水反應將導致溫度迅速的上升而造成燃料嚴重受損大量放射性物質釋放的狀況。

雖然依據核能研究所之分析，在燃料開始裸露後到達600°C時立即灑水，能確保燃料在裸露後不致產生損害之狀況，但本廠仍以燃料裸露的時間作為用過燃料池喪失冷卻瀕危效應發生的時間，亦即84.4小時。

6.3.1.5 現行管理措施的適切性

本廠原有的緊急操作程序書與嚴重核子事故處理指引，可應付設計基準事故，確保機組安全，惟發生超出設計基準的複合式災變時，喪失所有 AC 電源及海水熱沉，現行程序書將無法因應。

因此，本廠另新增 URG(程序書 1451)，提供第一時間減緩與控制用過燃料池喪失冷卻或完整性的處置程序，於最短時間內將所有可資運用的水源排列完成，經判斷短時間無法恢復設計基準之補水與冷卻功能，立即將可用水源注入用過燃料池，確保核燃料受水覆蓋，防止大量放射性物質外釋。

茲分別就用過燃料池水位下降之各階段本廠 URG 所規劃的救援策略說明如下：

(1) 喪失適當輻射屏蔽之前

此情境下，因用過燃料池尚有適當輻射屏蔽，故人員可接近用過燃料池，評估實際狀況，可採行之措施參考前述章節 5.2.3.3、5.2.3.4 及 5.2.3.5。

(2) 喪失適當輻射屏蔽之後

在喪失適當輻射屏蔽之後，人員可能無法接近用過燃料池或進入燃料廠房，故需至現場操作的因應措施皆不可行，必須採行下列後備的外部補水措施如下：

- A. 參考 5.2.3.5 第 8 項，利用消防車或室外消防栓經消防水帶連接廠房外常備硬式補水管路直接進行用過燃料池的補水。
- B. 參考 5.2.3.5 第 9 項，利用消防車或室外消防栓經消防水帶連接廠房外常備硬式噴灑管路直接進行用過燃料池的噴灑，並進行用過燃料池的補水。

(3) 用過燃料池水位降至燃料元件頂部之前

採行同『喪失適當輻射屏蔽之後』之措施。

(4) 用過燃料池水位降至燃料元件頂部之後

此情境下，因現場輻射劑量過高，人員將無法靠近燃料池，管理措施與『喪失適當輻射屏蔽之後』相同。

- A. 當燃料開始裸露時，如採取 5.2.3.5 第 8 項策略，利用消防車或室外消防栓經消防水帶連接廠房外常備硬式補水管路直接進行用過

燃料池的補水，補水水量為 500gpm，則施行補水 6.72 小時後，即可將水位回復至原始高度。

B. 當補水策略無法進行，或用過燃料池結構損壞，致補水無法建立池水水位，則採取 5.2.3.5 第 9 項策略，利用消防車或室外消防栓經消防水帶連接廠房外常備硬式噴灑管路直接進行用過燃料池的噴灑，噴灑水量為 200gpm，則噴灑 19.92 小時後，即可將水位回復至原始高度。

C. 若噴灑策略無法建立池水水位，依據核能研究所進行的用過燃料池於喪失冷卻能力事故下之熱水流分析結果顯示，在燃料開始裸露後到達 600°C 時立即灑水，雖然因全池平均噴灑造成的降溫能力受限，仍使燃料溫度明顯高於飽和溫度，但確能控制燃料溫度並進一步使其降低，確保燃料在裸露後不致產生損害之狀況。

(5) 用過燃料池燃料嚴重損毀之前

採行同『用過燃料池水位降至燃料元件頂部之後』之措施繼續執行用過燃料池補水及噴灑。

(6) 用過燃料池燃料嚴重損毀之後

此階段須盡力恢復用過燃料池補水及噴灑措施，以降低燃料溫度，減少放射性物質外釋。同時，此階段須持續監控用過燃料池周遭氫氣濃度，採取適合的氫控策略，避免氫氣過度累積，對此本廠已提出燃料廠房燃料池增設氫氣濃度監測系統改善案(M1-4286/M2-4287，預定於104年5月31日前設計完成)，建立燃料廠房的氫氣監測能力。

依據 URG 的要求，在本廠斷然處置啟動後 2 小時內完成策略「MS.2-05 用過燃料池緊急補水/噴灑」之列置，相較上述燃料裸露的時間 84.4 小時，本廠有充分的能力避免瀕危狀況之發生。

6.4 具體要點

6.4.1 儀控的適宜性及可用性

(1) 電廠現況

若是發生類似「日本福島電廠」之複合性災害，主要儀器將可能因為電力供應之中斷而失去其監測控制的功能。本廠對於儀控電源使用之直流電力，設計上有因應 SBO 達 8 個小時的能力，但若發生類似福島電廠的複合式災變，導致長期喪失 AC 電源及海水熱沉，電廠將陷入危機。

(2) 福島事件後之強化措施

在本廠之 URG 中，已詳細規劃了電力恢復及延長的方案（URG 附件四「由一個電源同時提供給 2 個緊要匯流排」、附件十四「移動式柴油發電機供電指引」），因此對於儀器的電力供應，有充分把握在 8 個小時內允以恢復。

另外，本廠建立有「喪失所有電力時監測爐內熱電偶」(URG 附件六)、「喪失所有電力時監測一、二次側重要參數」(URG 附件七)，可以在喪失 DC 電源時，用校正儀器提供工作電壓，量取重要運轉參數(包括 RCS、SG、SFP、重要水槽)，協助掌握機組狀況。

6.4.2 控制室、TSC 之適居性及現場控制、取樣位置的可用性

(1) 電廠現況

● 控制室之適居性

核三廠每部機的主控制室都配置有 2 安全串的緊急通風系統，可維持主控制室正壓且過濾進氣的能力，符合 NRC NUREG-0696 Functional Criteria for Emergency Response Facilities 之適居性要求，在發生 DBA 設計基準事故期間，確保在控制室之人員劑量不超過 50mSv。因此對於各種事故狀態，若有廠房輻射外釋（包括燃料廠房）情況，均可維持主控制室適居性。

但若發生類似福島電廠的複合式災變，導致長期喪失 AC 電源及海水熱沉，主控制室的適居性將無法維持。

- **TSC 之適居性**

核三廠 TSC 通風系統對於輻射適居性要求，等同於主控制室通風系統要求，可吸附移除 99% 的碘。另外，核三廠規劃在類似福島事故下的圍阻體排氣路徑是經由事故後排氫系統排放，其配置有 HEPA 過濾器，能過濾輻射物質，維持廠區的輻射劑量。由以上說明，核三廠在設計上可允許 TSC、AMT 等救援人員進入 TSC 執行其任務。

但若發生類似福島電廠的複合式災變，導致 TSC 損壞或長期喪失 AC 電源及海水熱沉，則 TSC 的適居性將無法維持。

- **現場控制、取樣位置的可用性**

核三廠緊急計劃程序書 1419「再入程序」說明事故時需進入高輻射地區執行搶救的輻防規定。緊急再入隊在行動之前，須先由緊急輻射偵測隊偵測進出路線及工作現場之輻射、空浮及污染狀況，評估屏蔽、防護衣、防護面具、空氣呼吸器的需求，再據以決定再入人員之工作時限及規劃進行的程序。

緊急再入隊之輻射防護規定，工作人員之全身之有效等效劑量單一年內不得超過 50 毫西弗，連續五年之有效劑量不得超過 100 毫西弗；眼球水晶體之等價劑量一年內不得超過 150 毫西弗；皮膚或四肢之等價劑量於一年內不得超過 500 毫西弗。

工作人員之緊急曝露，僅可在搶救生命或防止嚴重危害、減少大量的集體有效劑量、防止演變成災難三種情況之一時，始得為之。除搶救生命外，參與緊急曝露之有效劑量儘可能不超過單一年有效劑量限度之兩倍（100 毫西弗）。為搶救生命，參與緊急曝露之有效劑量儘可能不超過單一年有效劑量限度之十倍（500 毫西弗）。

任何參與緊急曝露行動人員必須出於自願，於採取行動前須先考慮此項行動之可能性與付出之代價，且應先告知參與行動人員已知或可能之危險及後果，經行動人員同意才進行。

若發生類似福島電廠的複合式災變，導致長期喪失 AC 電源及海水熱

沉，現場之控制及取樣工作仍可依據現行之規定來執行。

(2) 福島事件後之強化措施

而若電廠發生超出設計基準的情況發生時，預期機組喪失廠內外交流電源時，電廠將依照 URG 附件十四「移動式柴油發電機供電指引」，恢復控制室緊急通風系統及 TSC 通風系統之正常運作，長期維持控制室及 TSC 的適居性，同時電力恢復方案，亦可確保長期維持控制室、TSC 之照明及監控所需的電力。

經檢討 TSC 並未考慮多機組、自然威脅之情境，因此成立核管案件 MS-JLD-101-3003「核能電廠緊急應變場所功能檢討」規劃建造免震重要棟，預定在 104 年底完成。免震棟設計時會將多機組、自然威脅之情境納入考量。

6.4.3 氫氣可能積聚在圍阻體之外的廠房

(1) 電廠現況

當發生超出基準事故時，造成爐心冷卻不足，將導致護套鉛水等氧化反應產生氫氣，並藉由 RCS 破口或釋壓途徑排放至圍阻體。若發生類似福島電廠的複合式災變，導致長期喪失 AC 電源，造成氫氣再結合器及事故後氫氣排放系統無法運轉，則圍阻體內氫氣將逐漸累積，進而可能發生爆燃現象，造成圍阻體受損。

本廠可能積聚氫氣的廠房除了圍阻體外僅有燃料廠房，燃料廠房目前主要是以建立排氣路徑來減少氫氣的積聚。

(2) 福島事件後之強化措施

本廠已提出燃料廠房燃料池增設氫氣濃度監測系統改善案 (M1-4286/M2-4287，預定於 104 年 5 月 31 日前設計完成)，建立燃料廠房的氫氣監測能力，以利氫氣控制策略之訂定。

參考文獻

1. 台灣電力公司核三廠安全防護總體檢報告，2011 年 9 月 30 日
2. 台灣電力公司核三廠斷然處置程序指引，2011 年 11 月 30 日

3. 圖 6-1、核能電廠緊急控制大隊組織體系

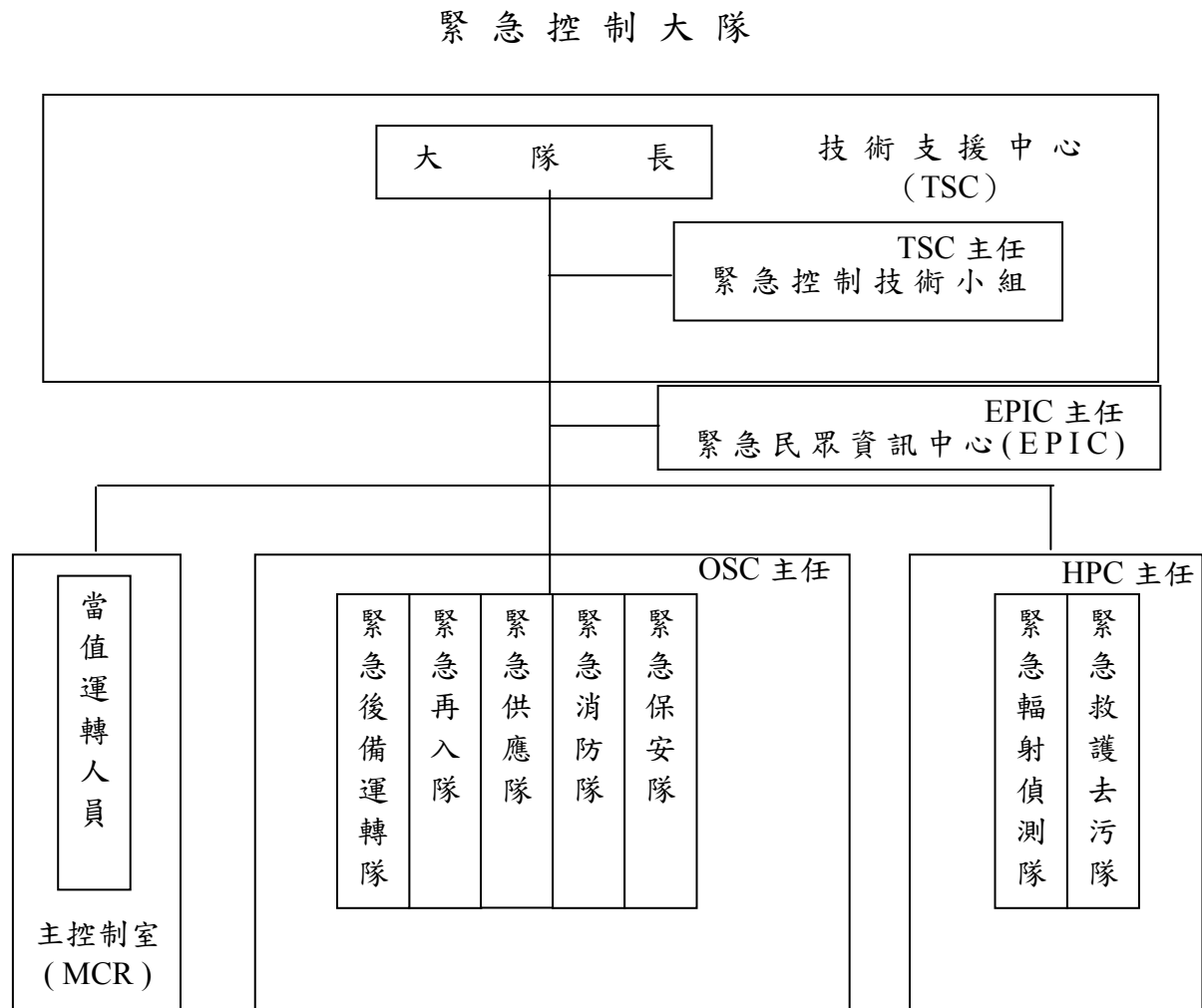


圖 6-2、中華民國核子事故緊急應變組織體系

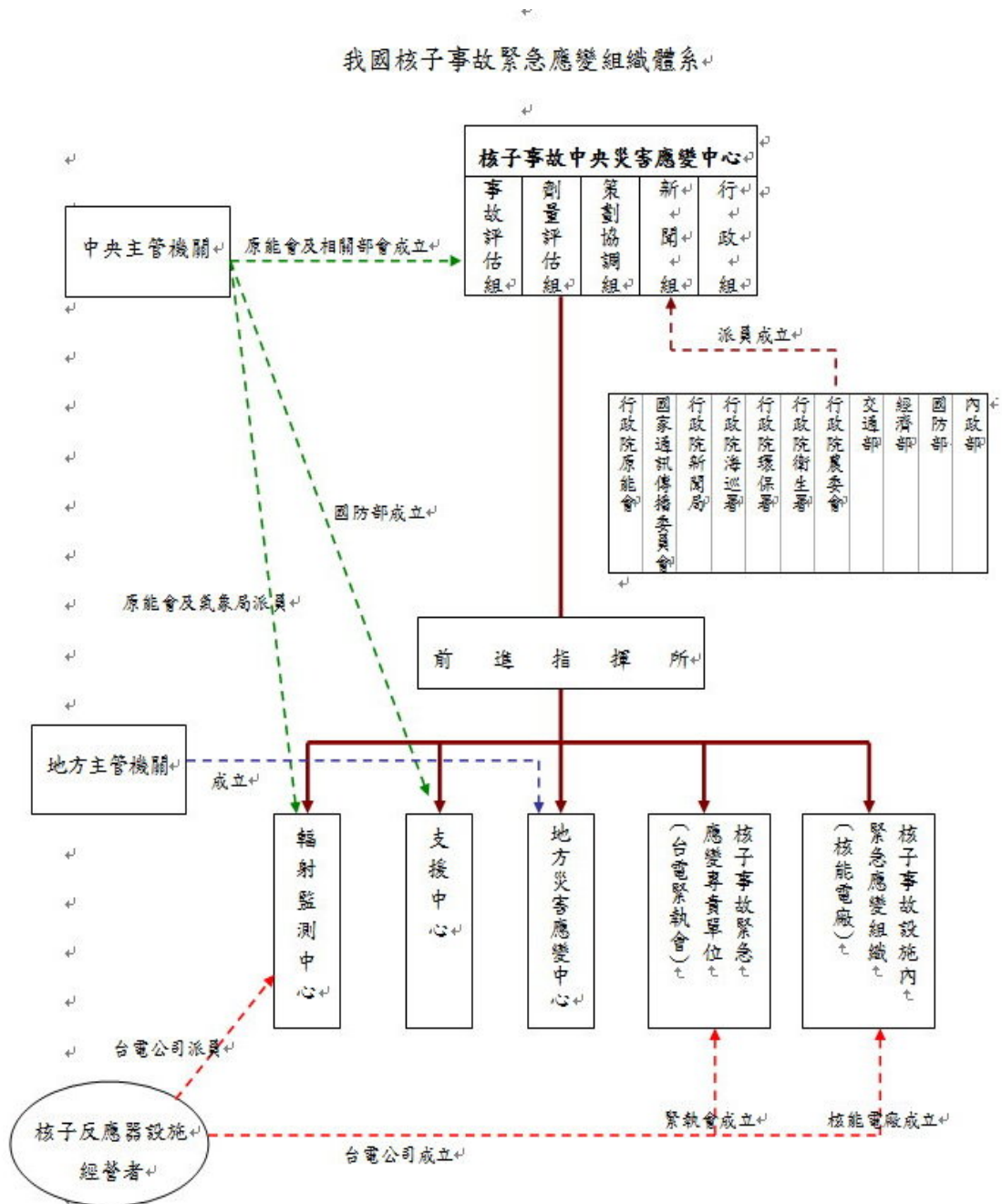


圖 6-3、URG 執行條件流程及通報時機

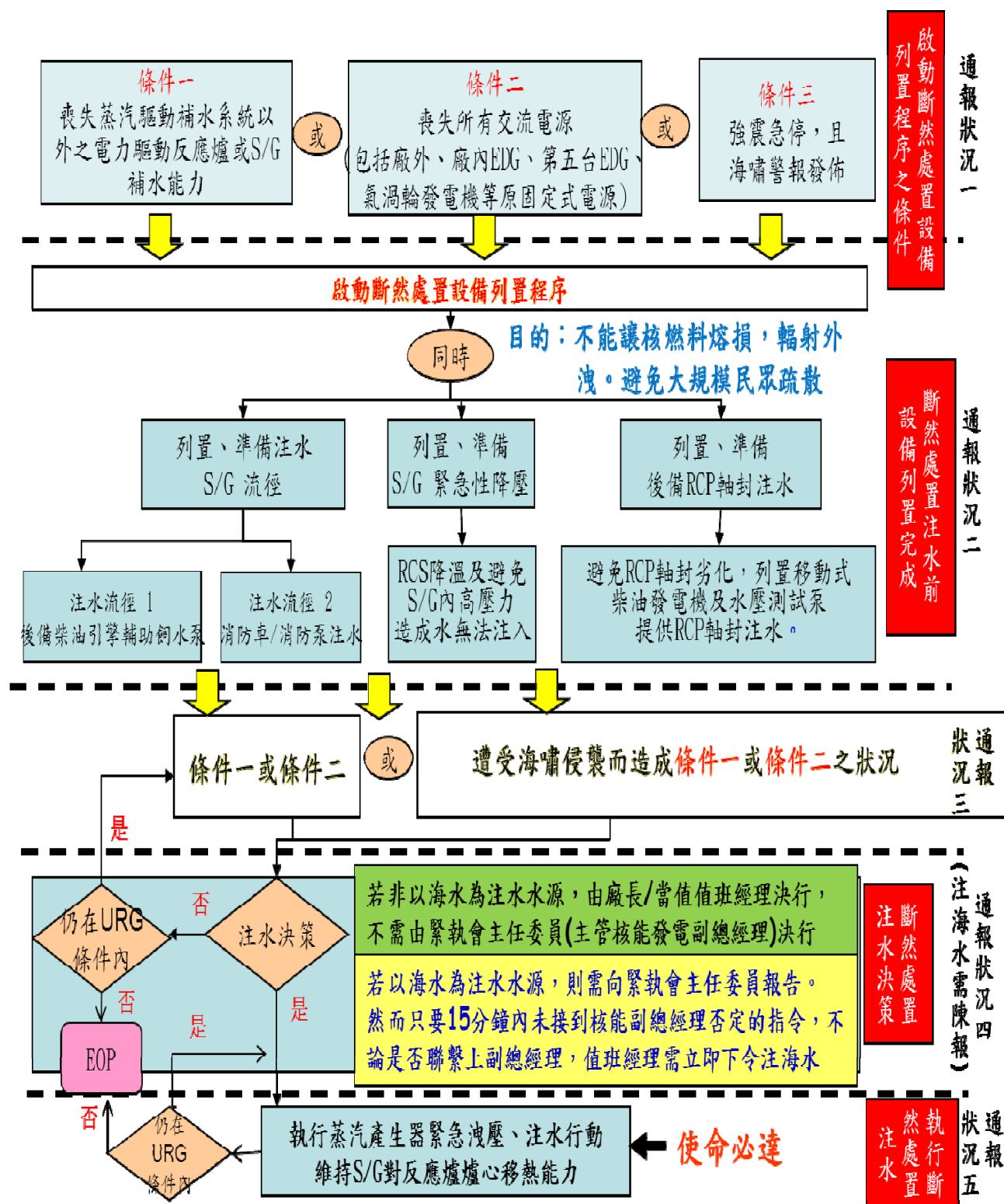


圖 6-4、URG 恢復爐心及用過燃料池冷卻流程圖

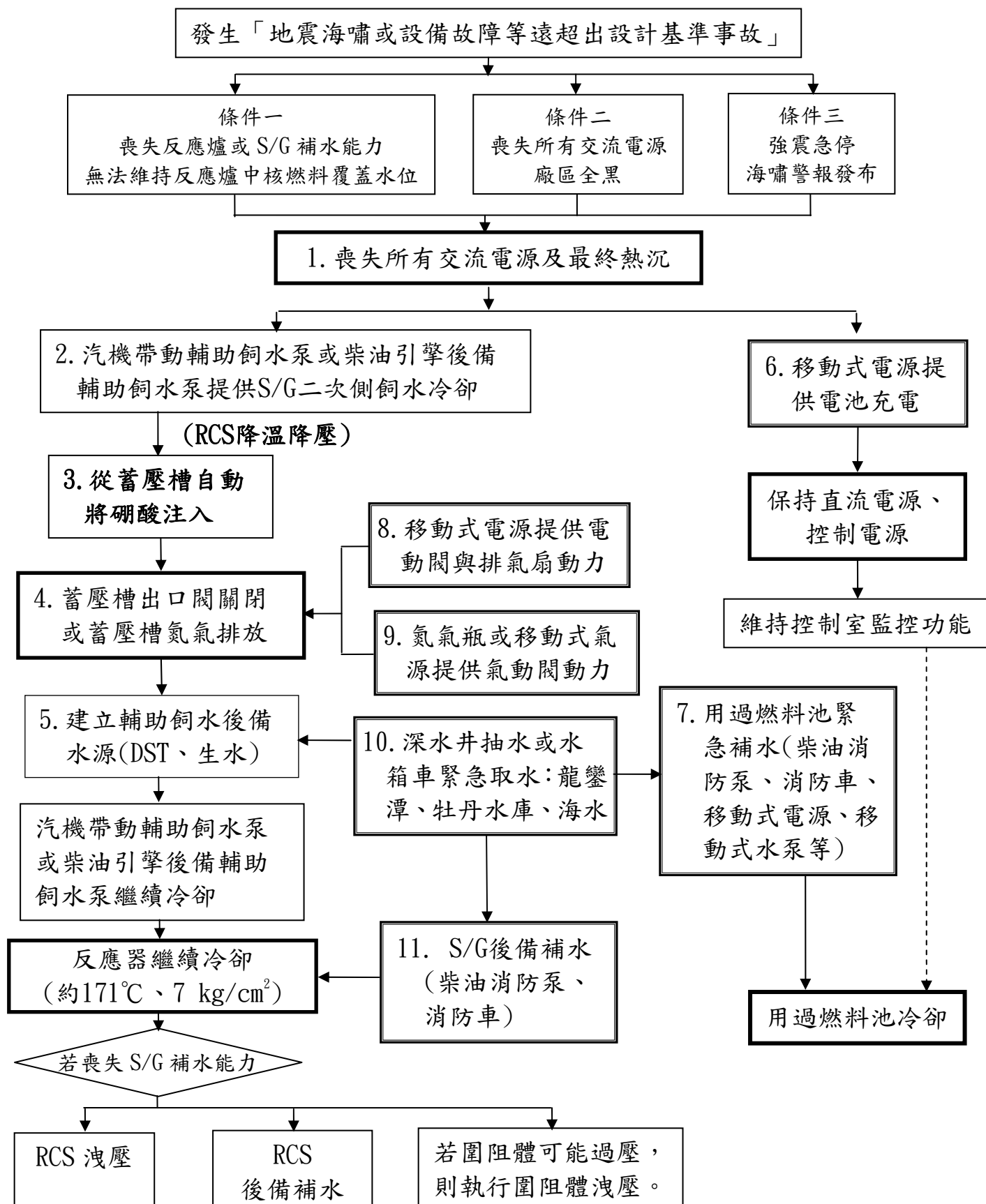


表 6-1、緊急計畫動員人力編組

項目	各 隊 名 稱	人 數
一、	技術支援中心 TSC	52 人
二、	作業支援中心 OSC	
二 1	緊急保安隊	9 人
二 2	緊急消防隊	58 人
二 3	緊急供應隊	15 人
二 4	緊急再入隊	124 人
二 5	緊急後備運轉隊	14 人
	合計	221 人
三、	保健物理中心 HPC	
三 1	緊急救護去污隊	20 人
三 2	緊急輻射偵測隊	19 人
	合計	39 人
四、	控制室當值運轉人員 (MCR)	23 人
總計		335 人

表 6-2、TSC 成員輪替名冊

職稱	第一組	第二組	職責
緊急控制大隊長	廠長	運轉副廠長、維護副廠長機動輪替	負責全廠緊急行動之指揮
緊急控制運轉技術小組長兼 TSC 主任	運轉經理	品質經理	主持 TSC 緊急狀況之分析與研判，並提出應變建議與作法。必要時，建議大隊長組成「嚴重事故處理小組（AMT）」應變。
緊急控制運轉技術小組副小組長	核技經理	核技組核技課長	綜合事故評估，研判影響與損失，召集嚴重事故處理小組（AMT）。
緊急控制維護技術小組組員	機械經理	修配經理	評估搶修方法，聯繫緊急再入隊派員進行搶修。
緊急控制維護技術小組組員	電氣經理	儀控經理	依事故類別及廠界輻射狀況等定期向廠外支援機構報告事故及演進狀況。
緊急控制資訊管理組組員	電算經理	電算組核安資訊課長	提供氣象資料，傳遞事故資訊。
緊急控制輻防環化組組員	保物經理	環化經理、廢處經理機動輪替	偵測輻射狀況及建議非緊急工作人員應否集結待命。提供放射性物質外釋量及氣象資料。
緊急控制資訊管理組組員	緊計資深工程師	大修小組長或工程師	協助研判事故類別，提供事故資訊。

表 6-3、AMT 成員輪替名冊

	AMT 第一小組	AMT 第二小組	職責
AMT 小組長	運轉經理	核技經理	負責評估 AMT 成立時機、督導 AMT、遵循 SAMGs、建議大隊長適當決策及預測救援行動。
運轉聯絡組	機動支援班 值班主任	機動支援班 值班主任	與控制室連絡取得運轉即時資訊，提供即時資訊給安全分析評估組 分析評估。
安全分析組	安評課長	安評課課員	確認移轉至 SAMGs、決定 SAMG 分項、決定 SAG 分項、最佳化救援時機、系統回復優先次序。控制參數趨勢、系統狀態評估。
反應器評估組	核工課長	核技組人員	確認反應爐停機、確認燃料損壞及請 TSC/緊執會協助提供圍阻體大氣樣本、預估釋放率等資訊。
輔助安全分析組 人員	核技組人員	核技組人員	輔助圖判讀，事故變化預測。

表 6-4、URG 三階段點檢表

階段	策略	時限
第一階段	策略 MS. 1-01 手動操作汽機帶動或柴油引擎帶動輔助飼水泵 策略 MS. 1-02 第 5 部柴油發電機供電二部機 策略 MS. 1-03 生水（消防水）注水入蒸汽產生器 策略 MS. 1-04 蓄壓槽注水反應爐 策略 MS. 1-05 水壓測試泵注水反應爐 策略 MS. 1-06 生水（消防水）注入反應爐	1 小時內
第二階段	策略 MS. 2-01 延長直流電源供電時間 策略 MS. 2-02 沉水泵排水操作 策略 MS. 2-03 480V 移動式柴油發電機引接 策略 MS. 2-04 移動式空壓機氮氣瓶供給圍阻體排氣閥 策略 MS. 2-05 用過燃料池緊急補水/噴灑（須於 2 小時內完成） 策略 MS. 2-06 機動性水源對 CST 注水 策略 MS. 2-07 機動性水源對 RWST 注水 策略 MS. 2-08 4.16kV 電源車引接	8 小時內
第三階段	策略 MS. 3-01 緊急進水口垃圾清運 策略 MS. 3-02 NSCW 馬達更換	36 小時內

表 6-5、核三廠重大天然災害後放射性液體貯存設施處理時機與方式

貯存區域	貯存設施	最大貯存量 (公噸)	處置時機
廠房內儲存槽	LRS 滯留槽 3 只及偵檢槽 2 只、化學槽 2 只、濃縮槽 2 只、BRS 滯留槽 2 只、洗衣廢水收集槽 2 只	1,430	若發現系統、結構與組件故障造成放射性廢液洩漏情形時，以廠房內各系統集水池、桶槽優先儲存放，並經過濾處理、取樣分析、估算排放量，依正常程序排至大海。
廠區集水槽	蓄水槽、S/G 廢水處理槽、乾洗衣房廢水收集槽、LA 衛生污水收集槽	980	如廠房內集水池、桶槽不足因應廢液外漏至廠房外時，則廢液依規劃引至廠區集水設施暫存(蓄水槽、S/G 廢水處理槽、乾洗衣房廢水收集槽、衛生污水收集槽)、經沉澱或臨時過濾處理、取樣分析、估算管制排放量，再將廢水導引至正常排放渠道排至大海。
輔助廠房 (74~100 呎)	輔助廠房底層	28,000 (二部機)	如廠區集水設施及各種處理方式仍不足因應，在斷然處置時，可將廢水導引至輔助廠房或汽機廠房底層暫存，經沉澱或臨時過濾處理、取樣分析、估算管制排放量，再將廢水導引至正常排放渠道排至大海。
汽機廠房 (73~100 呎)	汽機廠房底層	60,000 (二部機)	
合計		90,410 公噸	

表 6-6、核三廠輻射屏蔽、防護衣等儲存量表

防護裝備	設備分類	目前儲量(件/套)
可攜式輻射屏蔽	鉛衣	115
	鉛毯	940
防護衣	拋棄式防護衣	31200
	棉質防護衣	12000
	拋棄式鞋套	60000