

因應日本福島電廠事故
台電第一核能發電廠
壓力測試報告
(Rev-1b)

台灣電力公司

中華民國 102 年 5 月

(本頁空白)

目錄

章節	頁次
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	1-1
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	2-1
2.1.2 電廠防禦 DBE 的方法	2-3
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	2-3
2.1.2.2 避免地震後反應器爐心或用過燃料池受損的主要操作規定	2-7
2.1.2.3 其他地震間接影響之考量	2-12
2.1.3 電廠承諾的持照基準	2-15
2.1.3.1 一般程序	2-15
2.1.3.2 廠外移動設備/資源	2-17
2.1.3.3 已知之承諾偏差事項、其可能影響及矯正規劃	2-17
2.1.3.4 福島一廠事故後業主自主確認的持照承諾	2-18
2.2 現行設計基準之餘裕評估	2-20

2.2.1 地震導致燃料的嚴重受損的範圍	2-20
2.2.1.1 弱點及地震嚴重強度之瀕危效應	2-20
2.2.1.2 強化防護能力的措施	2-22
2.2.2 可承受不喪失包封圍阻體完整性的地震強度	2-23
2.2.3 超過 DBE 的地震及伴隨超過 DBF 的水災	2-23
2.2.3.1 考量電廠地理位置與設計，本情境發生的可能性	2-23
2.2.3.2 弱點、故障模式及瀕危效應	2-34
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	3-1
3.1.1.3 DBF 適切性的結論	3-3
3.1.2 保護電廠防禦 DBF 的方法	3-5
3.1.2.1 確認水災後安全停機所需 SSC 可用	3-5
3.1.2.2 主要用來防範廠址水災的方法	3-7
3.1.2.3 警示並減緩水災後果的主要操作規定	3-8
3.1.2.4 其他水災間接影響的考量	3-11
3.1.3 電廠承諾的持照基準	3-13
3.1.3.1 一般程序	3-13
3.1.3.2 電廠用以確認承諾的廠外移動設備/補給	3-14
3.1.3.3 已知之承諾偏差事項及其可能影響及矯正規劃	3-14
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	3-15
3.2.1 視預警時間所設想或實施的額外防護措施	3-15
3.2.2 弱點與瀕危效應	3-16
3.2.3 強化防護能力的措施	3-17
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	4-14
4.1.3 阻止瀕危效應或增加電廠強固性的方法	4-20
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(喪失 69/345kV 外來之電源)	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	5-4
5.1.1.3 延長廠內自主供電時間的方法	5-4
5.1.1.4 強化防護能力的措施	5-5
5.1.2 喪失廠外電源及廠內後備電源(SBO) (喪失 69/345kV 來源之外電,EDG)	5-6
5.1.2.1 設計要求	5-6
5.1.2.2 電池容量及運轉期長	5-7
5.1.2.3 燃料劣化前廠內自主運轉能力	5-7
5.1.2.4 可防止燃料劣化的外部支援措施	5-9
5.1.2.5 強化防護能力的措施	5-15
5.1.3 喪失廠外電源、備用電源(EDG)及其他另樣式備用電源 (即喪失 69/345kV 來源之外電,EDG, 5th EDG ,GT)	5-18

5.1.3.1 設計要求	5-18
5.1.3.2 電池容量及運轉期長	5-19
5.1.3.3 燃料劣化前廠內的自主運轉能力	5-20
5.1.3.4 可防止燃料劣化的外部支援措施	5-20
5.1.3.5 強化防護能力的措施	5-23
5.1.4 喪失最終熱沉(最終熱沉為 ESW 海水)	5-24
5.1.4.1 燃料劣化前廠內自主能力設計要求	5-24
5.1.4.2 可阻止燃料劣化的外部支援措施	5-26
5.1.4.3 強化防護能力的措施	5-30
5.1.5 廠區全黑下喪失最終熱沉 (SBO+LUHS)	5-33
5.1.5.1 燃料劣化前廠內自主能力設計要求	5-33
5.1.5.2 可防止燃料劣化的外部支援措施	5-33
5.1.5.3 強化防護能力的措施	5-37
5.2 燃料池內的用過燃料	5-39
5.2.1 喪失廠外電源(喪失 69/345kV 外來之電源)	5-39
5.2.1.1 後備電源供/配電設計基準	5-39
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 強化防護能力的外部支援措施	5-43
5.2.2 喪失廠外電源及廠內後備電源 (即喪失 69/345kV 來源之外電,EDG)	5-43
5.2.2.1 設計要求	5-43
5.2.2.2 電池容量及運轉期長	5-44
5.2.2.3 燃料劣化前廠內自主運轉能力	5-45

5.2.2.4 可防止燃料劣化的外部支援措施	5-46
5.2.2.5 強化防護能力的措施	5-49
5.2.3 喪失廠外電源、備用電源(EDG)及其他另樣式備用電源 (即喪失 69/345kV 來源之外電,EDG, 5th EDG ,GT)	5-51
5.2.3.1 設計要求	5-51
5.2.3.2 電池容量及運轉期長	5-52
5.2.3.3 燃料劣化前廠內自主運轉能力	5-52
5.2.3.4 可防止燃料劣化的外部支援措施	5-52
5.2.3.5 強化防護能力的措施	5-55
5.2.4 喪失最終熱沉(加入氣冷式 SFPACS 說明)	5-57
5.2.4.1 燃料劣化前廠內自主能力設計要求	5-57
5.2.4.2 可防止燃料劣化的外部支援措施	5-58
5.2.4.3 強化防護能力的措施	5-60
5.2.5 廠區全黑下喪失最終熱沉(SBO+LUHS)	5-60
5.2.5.1 燃料劣化前廠區自主能力設計要求	5-60
5.2.5.2 可防止燃料劣化的外部支援措施	5-61
5.2.5.3 強化防護能力的措施	5-63

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	6-2
6.1.1.2 使用現有設備的可能性	6-4
6.1.1.3 使用移動式設施	6-7
6.1.1.4 後勤供應管理	6-8
6.1.1.5 輻射外釋的管理及局限輻射的準備	6-9
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	6-11
6.1.2.1 廠房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	6-14
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	6-18
6.1.2.6 廠址內其他臨近機組的可能效應	6-18

6.2 反應爐	6-20
6.2.1 喪失爐心冷卻功能：在爐心燃料受損發生之前	6-20
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	6-20
6.2.1.2 瀕危效應及發生該效應所需之時間	6-20
6.2.1.3 現行管理措施的適切性	6-21
6.2.2 喪失冷卻功能：在爐心燃料受損之後	6-21
6.2.2.1 減緩措施	6-21
6.2.2.2 瀕危效應及發生該效應所需之時間	6-21
6.2.2.3 現行管理措施的適切性	6-22
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	6-22
6.2.3.1 氫風險管理	6-22
6.2.3.2 防止圍阻體過壓	6-23
6.2.3.3 防止再臨界	6-23
6.2.3.4 防止圍阻體基座熔穿	6-24
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	6-24
6.2.3.6 瀕危效應及發生期限的風險發生該效應所需之時間	6-25
6.2.3.7 現行管理措施的適切性	6-25
6.2.4 減輕喪失圍阻體完整性後果之事故管理措施	6-26
6.2.4.1 設計、運轉與組織程序	6-26
6.2.4.2 瀕危效應及發生該效應所需之時間	6-28
6.2.4.3 現行管理措施的適切性	6-28

6.3 用過燃料池	6-30
6.3.1 喪失用過燃料池冷卻功能之事故管理措施	6-30
6.3.1.1 喪失適當輻射屏蔽之前/之後	6-30
6.3.1.2 用過燃料池水位降至燃料元件頂部之前/之後	6-31
6.3.1.3 用過燃料池燃料嚴重損毀之前/之後	6-31
6.3.1.4 瀕危效應及發生期限的風險	6-31
6.3.1.5 現行管理措施的適切性	6-32
6.4 具體要點	6-32
6.4.1 儀控的適宜性及可用性	6-32
6.4.2 控制室的可用性及其適居性	6-33
6.4.3 氫氣可能積聚在圍阻體之外的廠房	6-33
6.5 參考文獻	6-34

1.廠址/電廠說明

1.1 廠址特性

核一廠位於台灣北端，北緯 25'18"，東經 121'35"，離台北市約 28 公里，北臨東海，西傍乾華溪，廠址東西向寬約 200 公尺，南北向長約 1.5 公里面積約 20 公頃，海拔高度自 5 至 20 公尺不等，東西兩側均有與廠址平行之山脊，南側為大屯山系。

1.2 機組主要特性

裝有兩部 GE 奇異公司設計製造的第 4 代沸水式反應爐，額定功率為 1775MWt。初次臨界日期一號機為 1977 年 10 月 16 日，二號機為 1978 年 11 月 9 日。另一號機於 2009 年 2 月 24 日、二號機於 2008 年 7 月 9 日完成飼水流量不準度校正之小幅度功率提升，提升後為 1804 MWt。2012 年 11 月兩部機均完成中幅度功率提升至 1840 MWt。

機組設計運轉參數如下：

裝填燃料數目	束	408
控制棒數目	支	97
RPV 壓力槽內部高度	in	815
RPV 壓力槽內部直徑	in	203
圍阻體型式	MARK-I	

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：

一台氣冷式 4.16kV/4000kW 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 5th EDG 僅能取代任一台緊急柴油發電機。日本福島事故後，廠區全黑程序書 535 已做修改，經過適當的管控，可將 5th EDG 可同時供應兩個安全相關 4.16KV 匯流排。

1.4 安全度評估(PSA)的範圍與結論【1】

本廠於 1995 年完成核一廠的活態 PRA 報告，本公司以三年一期為原則，執行 PRA 的更新計畫。

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 $1.8\text{E}-5/\text{RY}$ ，大修停機 CDF 總和為 $6.2\text{E}-6/\text{RY}$ 。

(2) 功率運轉 LERF 總和為 $6.5\text{E}-6/\text{RY}$ 。

(3) 功率運轉 CDF 中廠內事件佔 14.2% ($2.6\text{E}-6/\text{RY}$)，地震佔 30.6%

($5.6\text{E}-6/\text{RY}$)，颱風佔 0.2% ($3.0\text{E}-8/\text{RY}$)，水災佔 54.7% ($1.0\text{E}-5/\text{RY}$)，

火災佔 0.2% ($4.1\text{E}-8/\text{RY}$)。

(4) 功率運轉 LERF 中廠內事件佔 12.3% ($8.0\text{E}-7/\text{RY}$)，地震佔 53.6%

($3.5\text{E}-6/\text{RY}$)，颱風佔 0.2% ($1.4\text{E}-8/\text{RY}$)，水災佔 33.7% ($2.2\text{E}-6/\text{RY}$)，

火災佔 0.2% ($1.1\text{E}-8/\text{RY}$)。

資料來源：【1】台電內部文件，「安全度評估同行審查建議及異常事件損害成本評估研究完成報告」，民國 96 年修訂版

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

核一廠係將 1909 年發生於板橋規模 7.3 的地震，假定是發生在距核一廠最近距離約 8 公里處的新莊斷層(或稱金山斷層)上，新莊斷層為非活動斷層，但為保守仍假定其為活動斷層，參考台灣歷史地震之距離震度衰減關係，推定設計基準地震(DBE)基準值為 0.3g，運轉基準地震(OBE)取 DBE 之一半為 0.15g。

2.1.1.2 評估 DBE 的方法

核電廠的地震設計基準(安全停機)依據來源

(一) Tectonic Province Method

核一廠建廠較早，未採 Tectonic Province Method 推估 SSE 值。

(二) Geologic Structure Method

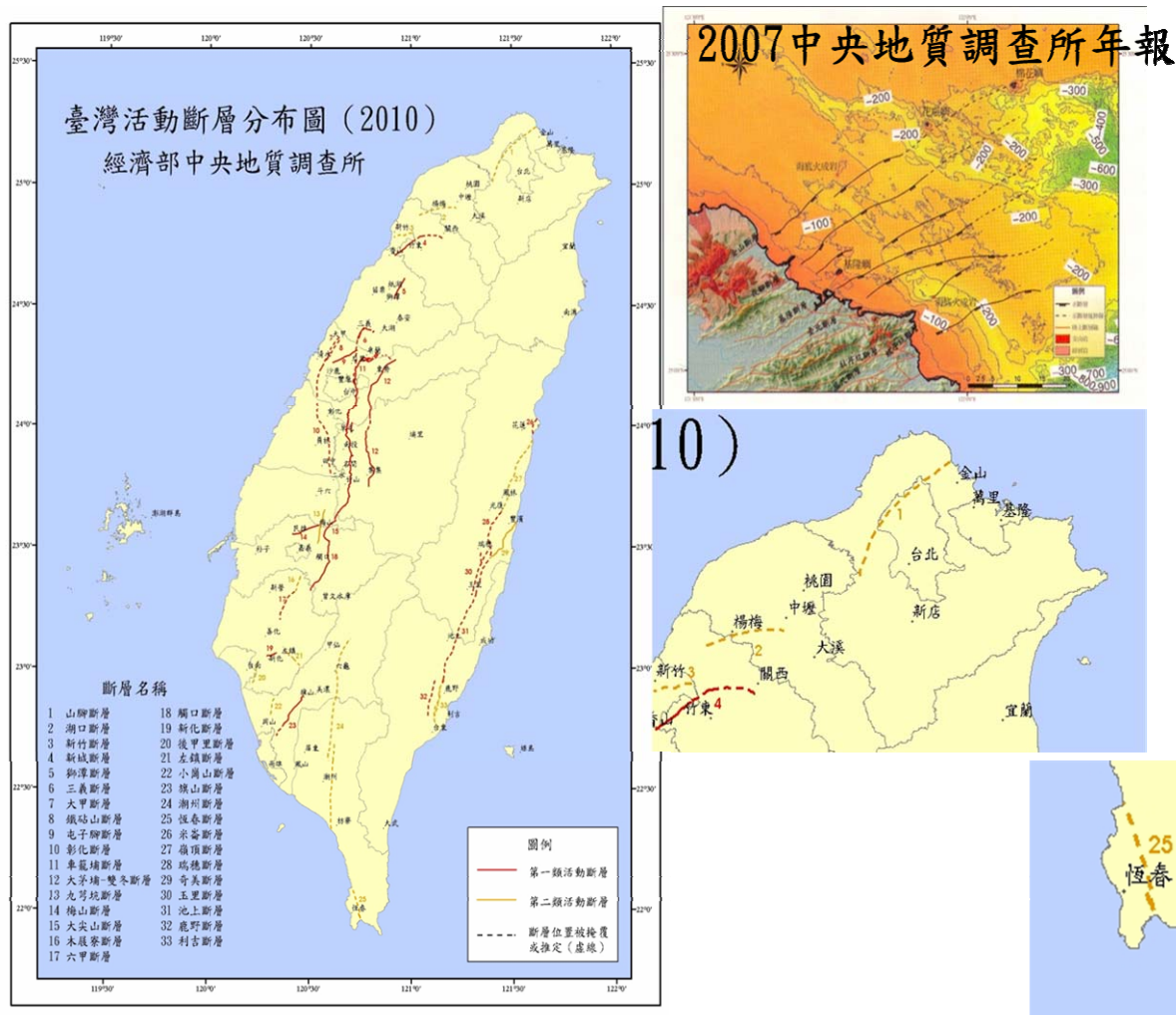
核能電廠設計基準地震之制定，係經由探測以判定廠址附近斷層是否屬於可能活動斷層，及該斷層與核電廠址之距離，並分析廠址附近的地震歷史紀錄，經由危害度分析推估出核電廠址可能發生之最大地表加速度。

核一廠設計規劃時，係將 1909 年發生於板橋規模 7.3 的地震，假定是發生距核一廠最近距離約 8 公里處的新莊斷層(或稱金山斷層)發生錯動所造成之地震，新莊斷層為非活動斷層，但為保守仍假定其為活動斷層，震源深度在 20km，震央震度為 X 級(MM scale)，參考台灣歷史地震之距離震度衰減關係及危害度分析，在廠址所造成之震度為 VIII 至 IX(MM scale)，經由震度與加速度值關係換算，而後決定安全停機地震(SSE)基準值為 0.3g，而其回歸期為一百萬年。

2.1.1.3 DBE 適切性的結論

(一) 依美國核能法規，廠房防震設計基準必須依據廠址 320 公里範圍內之地質及地震條件，計算可能活動斷層(指三萬五千年內曾活動過 1 次，或是五十萬年內曾經活動過 2 次以上之斷層)對核能電廠之潛在威脅，再經由國內、外專家參考歷史上最大地震記錄來推算核能電廠的設計基準地震。

(二) 經濟部中央地質調查所特刊第十九號(2007 年 7 月)公布，山腳斷層為正斷層，呈北北東走向，可以分成兩段：南段自新北市樹林區向北延伸至台北市北投區，長約 13 公里；北段由北投區延伸至新北市金山區，長約 21 公里。山腳斷層的最近一次活動時間，可能距今約 1 萬年以前，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核一廠第三次十年耐震安全評估計畫(97 年 7 月完成)

初步評估結果，「山腳斷層」所引發的地震傳遞至核一廠反應器廠房基礎時，地震加速度為 0.19g，小於核一廠之設計基準地震值 0.3g (詳表 2-1 及 2-2)。

(表 2-1)

	陸域長度	海域長度	震源深度	規模 (ML)	地表加 速度
山腳 斷層	34 公里	16.6 公里	10 公里	6.8	0.34g

(表 2-2)

依山腳斷層推算之地表加速度值	0.34g
依山腳斷層推算之基礎岩盤處加速度值	0.19g
基礎岩盤處設計加速度值	0.3g

綜合上述兩點說明，核一廠之設計基準地震(DBE) 0.3g 仍具有適切性，可以採用。

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

(一) 核一廠安全停機設備所屬廠房耐震結構檢視如下：

A. 核一廠核島區內主要廠房結構分為耐震一級、耐震二級等 2 種，而耐震一級建築物即採 0.3g 為耐震設計基準，現依設備分類在其廠房耐震等級詳表 2-3~2-5 如下：

(表 2-3)

設備	相關參數	高程(海平面以上) 公尺	耐震 等級	防水措施
電源	外來電源	起動變壓器A串：14 起動變壓器B串： 16.4	II	無
	緊急柴油發電機	11.2	I	*
	第五號緊急柴油發電機	11.2	I	*
	氣渦輪機	21.2	II	無
水源	緊要海水泵	11.2	I	緊要海水 泵廠房內
排洪渠道	乾華溪排洪 渠道	出水口頂部：8.3~ 22.3 出水口底部：1.9~ 16.9	II	N/A

RPV冷卻 (Flooding)	緊急爐心冷卻系統	圍阻體內	I	*
	消防水(生水)	上池池底：65 下池池底：62	II	N/A
	海水(注入反應爐)	無	無	無
反應度控制	控制棒	圍阻體內	I	*
	備用硼液控制系統	圍阻體內	I	*
	備用注硼	圍阻體內	I	*
圍阻體/反應爐完整性	圍阻體充氮系統	11.2	II	無
	氫氣偵測系統	圍阻體內	I	*
	氫體再結合系統	圍阻體內	I	*
	圍阻體排氣	圍阻體內	I	*
	備用氣體處理系統	圍阻體內	I	*

* 安置於廠房之系統設備，已備妥砂包，可堆置廠房各出入大門一米高。

(表 2-4) 核一廠重要儲水槽：

項次	儲水槽名稱	容積(噸)	耐震等級	結構體材質	距海平面高程
1	CST(一號機)	1893	I	不銹鋼槽體	海平面11.2公尺
2	CST(二號機)	1893	I	不銹鋼槽體	海平面11.2公尺
3	DST(一號機)	189	II	鋁材槽體	海平面-0.25公尺(廠房內)
4	DST(二號機)	189	II	鋁材槽體	海平面-0.25公尺(廠房內)
5	3000噸生水池(二座，共用)	6000	II	鋼筋混凝土	海平面78公尺
6	100000噸生水池(上、下池合計10萬噸)	100000	II	鋼筋混凝土	海平面62公尺

(表 2-5) 核一廠供給緊急柴油發電機(EDG)及氣渦輪機(GT)之重要儲油槽：

項次	儲油槽	耐震等級	容積	距海平面高度	材質	承接漏油之防溢堤
1	EDG 日用油槽 (一號機)	I	1200 加侖	廠房地面 11.2 公尺	鋼槽體	廠房內
2	EDG 日用油槽 (二號機)	I	1200 加侖	廠房地面 11.2 公尺	鋼槽體	廠房內
3	EDG 儲油槽	I	850000 加侖	槽底 19.7 公尺	鋼槽體	有
4	5TH EDG 日用 油槽	I	1300 加侖	廠房地面 20.2 公尺	鋼槽體	廠房內
5	5TH EDG 儲油 槽	I	61000 加侖	廠區 11.2 公尺	鋼槽體	有
6	GT 日用油槽 (三座)	II	共 1800 公秉	油槽地面 25.9 公尺	鋼槽體	有
7	35000 公秉儲油 槽	II	35000 公秉	油槽地面 110.8 公尺	鋼槽體	有

B. 核一廠為達安全停機所需的關鍵結構物、系統及組件(SSC)如下：

(a) 結構物(Structure)：

1. 一號機聯合結構廠房 ----耐震一級
2. 二號機聯合結構廠房 ----耐震一級
3. 緊要海水泵室廠房 ----耐震一級
4. 第五號柴油機廠房(含貯油槽及日用貯油槽) ----耐震一級
5. 冷凝水貯水槽(含基座) ----耐震一級
6. EDG 85 萬加侖油槽(含基座) ----耐震一級
7. 一號機 EDG 日用貯油槽 ----耐震一級
8. 二號機 EDG 日用貯油槽 ----耐震一級
9. 主煙囪 ----耐震一級

(b) 系統及其支援系統：

1. 緊急爐心冷卻系統(ECCS) ----耐震一級
 - a. 低壓注水系統(LPCI, Subsystem RHR)

- b. 爐心噴灑系統(CS)
- c. 高壓注水系統(HPCI)
- d. 自動洩壓系統(ADS)

(充填氮氣的氮氣瓶管路雖非耐震一級設計，若管路斷管，蓄壓器內蓄存的氮氣與儀用氮氣管路間設有逆止閥(耐震一級)，確保不會洩漏，並可動作 SRV 五次。)

電源(EDG) ----耐震一級

冷卻水水源(ESW) ----耐震一級

2. 爐心隔離冷卻系統(RCIC) ----耐震一級

125 伏特直流電源 ----耐震一級

冷卻水水源(CST) ----耐震一級

3. 緊急柴油發電機(1~4 及 5th D/G) ----耐震一級

燃油儲槽及傳送系統 ----耐震一級

空氣起動系統 ----耐震一級(起動空壓機、Air Dryer 為非耐震一級)(5th D/G 為空氣冷卻)

4. 聯合廠房冷卻水系統(CSCW) ----耐震一級

電源(EDG) ----耐震一級

冷卻水水源 ----緊要海水系統(ESW)，進水口廠房結構為耐震一級

5. 緊要海水系統(ESW) ----耐震一級

電源(EDG) ----耐震一級

冷卻水水源 ----進水口廠房、渠道結構為耐震一級

6. 緊急冰水系統(No.3~5 Chiller)

電源(EDG) ----耐震一級

冷卻水水源 ----聯合廠房冷卻水系統(CSCW)為耐震一級

7. 餘熱移除系統(RHR)

電源(EDG) ----耐震一級

冷卻水水源 ----緊要海水系統(ESW)，進水口廠房結構為耐震一級

上述安全停機所需結構物及設備皆為耐震一級，於核一廠遭遇設計基準地震(DBE)狀況下皆能保持可用，確保機組可

安全停機無虞。

(二) 核一廠反應器廠房五樓耐震檢視如下：

- A. 反應器廠房五樓起重機(overhead crane)為 90 公噸(主吊車荷重)固定式具有防止單一失靈 (Single-Failure- Proof Crane)功能的吊車，可符合兩個主要目標：a) 當發生安全停機地震(SSE)時，該起重機能維持安全懸吊緊要荷重(Critical Load)，但不須維持其運轉操作能力。b) 該起重機即使發生單一零組件失靈，仍不會喪失制動與懸吊緊要荷重之能力。正常停放並以制動塊固定於該樓層北端，台車及吊鉤遠離燃料池及爐心上方，該起重機雖不屬於安全有關設備，但為耐震一級結構，故不會因地震而影響電廠安全相關系統；相反地，由於起重機具有防止單一事故失靈功能，對安全系統的相互關係將會更安全。
- B. 燃料更換平臺(Refueling Platform)為耐震一級結構。該平臺正常停放並以插銷固定於燃料池及爐心間，其下方為樓板區，平臺支撐架之軌道在沿燃料池及爐心的兩側，地震時無掉落顧慮。
- C. 燃料池 (Fuel Storage Pool) 構造為鋼筋混凝土築成之池體，內襯鋪設不銹鋼板，設置於耐震一級之反應器廠房內，故同屬耐震一級結構。池內正常水位高程(N.W.L.)為 EL.136.50 英尺，依池體設計資料，池內水位維持在燃料元件頂部 7.88 英尺以上，故可確保用過燃料有水覆蓋，不受地震影響而受損。

2.1.2.2 避免地震後反應器爐心或用過燃料池受損的主要操作規定

- (一) 核一廠所有安全停機所需關鍵的結構物、系統及組件(SSC，包括反應器爐心、或用過燃料池)均依 DBE 值設計，足以抵禦 DBE 而不會造成 SSC(反應器爐心、或用過燃料池)之失效，然在地震後仍有程序書 512.1『核能電廠強震後緊急處理步驟』、512.2『強烈地震後全廠檢查』、512.3『強烈地震停機後再啟動前全廠重要設備結構物查核表』做為應變及檢查，其內容並已參照 1989 年 12 月之 EPRI 報告 NP-6695：「Guideline For Nuclear Plant Response To An Earthquake」修訂。
- (二) 上述與核一廠緊急運轉有關之程序書，其目的與摘要簡要說明如下：
 - A. 512.1 程序書『核能電廠強震後緊急處理步驟』

目的：提供機組於地震發生時的處理指引，供運轉員應及時採取應變行動。

摘要：1. 地震強度已超過 OBE 或 SSE 時，除執行步驟 5.2.6.1/5.2.6.2 外，並同時依程序書 1451 採取斷然處置措施(RPV 快速降壓至 35 kg/cm^2 後儘速冷停機，參考本程序書附件二-1)，以及依程序書 514 檢視是否有海嘯侵襲本廠。

2. 假如機組運轉中

- 確認 RPS 強震自動急停裝置動作，反應爐已自動急停。
- 若機組應急停而未急停，則應手動急停反應器。
- 依程序書 207 “反應爐急停”處理。
- 儘速依程序書 512.2(PART2 查核表)，對緩減事故後果之各項設備進行檢查。

3. 假如機組已停機

- 值班經理通知維護組人員，依程序書 512.3 “強烈地震後機組再啟動前全廠重要設備/結構物檢查”進行全廠詳細檢查。
- 值班經理通知廠長請總公司組成專案小組，協助電廠進行強烈地震後，廠房結構設備之詳細檢查與測試。
- 依 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。
- 24 小時內復歸地震儀系統，5 天內進行地震儀之控道校正。
- 收集所有地震記錄送總公司進行安全評估。
- 進行必要之設備功能測試。
- 撰寫特別報告，14 天內送原能會。(報告中應敘述地震規模、地震反應頻譜、對電廠安全功能造成的影響等等)

4. 若地震監測儀器系統不可用，開立請修單並通知儀控組進行檢修並撰寫特別報告，14 天內送原能會。

B. 512.2 程序書『強烈地震後全廠檢查』

目的：1. 發生強烈地震後，可能引起任何設備/結構的損害及誤動作，予以觀察、檢查、測試及評估，並據以研判機組是否繼續運轉或依序正常停機。

當地震強度達 OBE(運轉基準地震達設備)以上時，機組先保守採取斷然處置措施，將反應器自動或手動急停後快速降壓。然而緩減事故後果之重要設備可能在強震等複合式災變下受損；或因破斷管淹水或水噴灑、油槽或潤滑油火災，導致強震下原未受損設備遭受水損或火損，而無法發揮其功能。須儘速執行現場查證，並釐清可能存在之弱點，將異常設備由其他設施替代或進行搶修，以降低機組可能風險，增進確保機組安全。

2. 本程序書之 PART1 检查工作依檢查人力，原則上地震發生後 12 小時至 24 時內完成。當地震強度達 OBE(運轉基準地震達設備)以上時，則儘速執行本程序書 PART 2 檢查。

摘要：強震儀觸發未達 OBE 時：

1. 運轉員立即行動依 PART1「主控制室查核表」進行控制室盤面檢查及核對。若機組運轉中，密切監視反應爐功率及發電機出力變化之情形，依本廠標準操作程序書、異常操作程序書、緊急操作程序書及運轉技術規範，採取穩定機組之因應措施。
2. 強烈地震後運轉員依附件 PART1，針對全廠所有可接近的區域如反應器廠房/聯合廠房查核表、汽機廠房查核表、電氣設備查核表、外圍設備查核表、廢料廠房查核表、開關場查核表進行檢查。檢查之重點包含：
 - (1) 管路系統的洩漏情形。
 - (2) 低壓桶槽的損害情形。
 - (3) 開關場設備的損害情形。
 - (4) 桶槽液位指示有變化的實際液位。
 - (5) 高振動、高軸承溫度及有異聲的旋轉設備。
 - (6) 與鄰近物件碰撞或遭掉落物撞擊的設備損害情形。
 - (7) 代表性設備的地錨的螺栓(anchor bolts)變形或鬆脫，造成設備翻滾、滑動或移位情形。
 - (8) 附加配管，包含軟管、短管，電線導管受損情形。
 - (9) 管線損害及管路支撐位移情形。

- (10) 電氣櫃或儀器櫃有無變形及櫃內組件(如電驛及電路開關)的狀況。
 - (11) 混凝土結構龜裂或剝落情形。
 - (12) 重要電驛、斷路器及其它對震動敏感的電氣組件的可用狀態。
 - (13) 可能掉落在安全停機設備上的非固定設備。
 - (14) 地震事件下因破斷管淹水或水噴灑，是否導致設備水損無法發揮功能。
 - (15) 地震事件下因油槽或潤滑油等引起火災，是否導致設備火損無法發揮功能。
3. 強烈地震後，若經總處專案小組或本廠 SORC 評估結果，認為有必要時，可利用程序書 512.3 強烈地震後全廠重要設備/結構查核表進行全廠詳細檢查。(依上述查核表進行查核)
4. 上述檢查結果

(1) 若設備/結構未發生重大損害：

- a. 若機組仍在運轉中，依上述檢查結果，評估機組是否須停機。機組須停機之狀況如下：
 - a.1 地震導致輻射外釋。
 - a.2 地震造成系統或設備不可用，依運轉規範之規定機組須停機。
 - a.3 地震造成系統或設備損害，影響機組安全穩定運轉。
- b. 若不須停機，則執行下列步驟：
 - b.1 24 小時內復歸地震儀，5 天內進行控道核對。
 - b.2 進行必要之設備功能測試。
 - b.3 撰寫特別報告，14 天內送原能會。(報告中應敘述地震規模、地震反應頻譜、對電廠安全功能造成的影響等等)
 - b.4 若地震監測儀器系統不可用，開立請修單並通知儀控組進行檢修並撰寫特別報告，14 天內送原能會(報告格式參閱 ITS TABLE 16.6.9-2)。

c. 若須停機

c.1 確認安全停機所需設備可用，包含：

c.1.1 餘熱移除系統(含水泵與熱交換器)

c.1.2 主要的水源(如 CST)

c.1.3 補水系統(冷凝水系統、飼水系統、RCIC、ECCS 等)

c.1.4 廠內緊急電力(EDG、蓄電池、AC/DC BUS、相關斷路器與電驛)

c.1.5 監控安全停機的重要儀控設備。

c.2 依程序書依序停機。

d. 機組停機後，執行下列後續措施

d.1 24 小時內復歸地震儀，5 天內進行控道核對。

d.2 進行必要的設備功能測試。

d.3 撰寫特別報告，14 天內送原能會。(報告中應敘述地震規模、地震反應頻譜、對電廠安全功能造成的影響等等)

d.4 若地震監測儀器系統不可用，開立請修單並通知儀控組進行檢修並撰寫特別報告，14 天內送原能會(報告格式參閱 ITS TABLE 16.6.9-2)。

e. 經完成運轉規範所要求的各項測試及符合要求後，證實機組運轉所需設備均可用，機組可重新起動。

(2) 若設備/結構確已受震發生重大損害，應立即停止反應爐功率運轉，並依程序書 512.1 第 5.2.6.1/5.2.6.2 節採取各項行動。

地震強度達 OBE 以上時：

1. 地震強度達 OBE 以上時除依程序書 512.1 第 5.2.6 節採取各項行動，運轉人員協同維護人員儘速依 PART2 反應器廠房查核表、聯合廠房查核表、辦公廠房查核表、下列核表，外圍設備查核表對緩減事故後果之重要設備進行檢查。
2. 檢查方式同強震儀觸發未達 OBE 之第 2 點所列各項

重點，儘速確認反應各項設備是否損其功能，以利機組判斷是否對異常設備改以其他設施替代，或對異常設備進行搶修。

C. 512.3 程序書『強烈地震停機後再啟動前全廠重要設備結構物查核表』

目的：1. 本操作規程提供在發生超過 OBE 強烈地震，或強烈地震雖未超過 OBE，但經檢查發現設備/結構已發生重大損害後，經專案小組(或 SORC)評估結果，須依本程序書對全廠設備/結構進行詳細檢查。

2. 全廠主要設備/結構檢查(20%)之時限原則上 24 小時內執行完成，設若必須執行擴大檢查，其時限原則上反映在地震後一至二週內完成，若需打開反應爐蓋進行爐內設備檢查時，檢查完成時間可能需一個月或更長時間。

摘要：1. 依「核一廠強烈地震停機後再啟動前全廠重要設備/結構物查核表」，進行全廠重要設備/結構物重點目視檢查。

2. 將檢查結果，依 EPRI-NP-6695「核能電廠設備地震損壞等級」標準，由 TSC 或總處專案小組判定損害等級。

3. 各維護組初步判斷安全相關設備是否受到損害。

4. 儀控組判斷地震儀是否受到損害。

5. 執行要求受損修復設備/結構各項測試，證實機組運轉所需設備均可用。

6. 由 TSC 或總處專案小組提出強震後機組再起動評估報告，經原能會核可，機組才能重新起動。

7. 各維護組進行目視擴大檢查項目。

8. 依目視擴大檢查結果，依 EPRI-NP-6695「核能電廠設備地震損壞等級」標準，再確認損害等級。

9. 由總處召集成立專案小組，推動長程評估相關事宜。

2.1.2.3 其他地震間接影響之考量

(一) 對於因地震可能導致安全有關 SSC 發生受損之 SSC，設計上一般採耐震一級之考量並設計可承受 DBE 以保持其完整性。

(二) 若發生因地震致廠房內部淹水：

核一廠廠房內部淹水事件(如管線、槽體破裂等原因所造成)，已於民國 77 年 12 月由本公司核能技術處執行廠房事故淹水分

析，分析範圍包括聯合結構廠房及汽機廠房。根據分析結果不會影響機組之安全停機功能。正常供電時緊要設備區皆有地板集水坑排水泵，控制室隨時監視集水坑水位，若有水位異常現象發生時會自動啟動集水坑排水泵，並已於 100 年 4 月 8 日啟動測試，相關集水坑排水泵一切正常。若喪失正常電源時，緊要設備區設有地板淹水之警報監測機制，觸動警報為機械接點所引動，因此控制室仍可持續監測該區域之淹水狀況，並視需要調派柴油動力排水泵進行抽水。

(三) 若因地震致發生火災：

1. 核一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。
2. 核一廠與安全停機有關區域之消防設施為耐震一級，但其源頭設備、管線非為耐震一級，惟核一廠將強化巡視、維護作業，以增加消防管路之可靠度。
3. 核一廠已著手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；另外，10 萬噸生水池上、下池加裝連通管與機組的環形生水管連通，可做為複合式緊急事故發生時，反應器、乾井、抑壓池及用過燃料池的補水備援水源。
4. 核一廠已增購大型消防泵 8 台，可從各救援水源取水滅火。

(四) 若喪失廠外電源時：

1. 核一廠每一部機有配置 2 台安全等級之緊急柴油發電機，供廠外電源喪失後提供緊急冷卻系統所需電源。
2. 核一廠另有配置一台兩部機共用之氣冷式第 5 台安全等級之緊急柴油發電機(5th EDG)，可隨時接替任一台機組緊急柴油發電機(EDG)。
3. 以上安全等級之緊急柴油發電機均依據 DBE 值設計，足以抵禦 DBE 而造成之失效；為防範伴隨之水災影響緊急柴油發電機，已依福島案經驗，開立 MMR-C0-0407 將第 5 台柴油機廠房出入門加裝水密門，並將聯合結構廠房出入門加裝擋水板，以強化阻水功能。

(五) 若發生因地震致廠外之情況可能阻礙或延遲人員及設備到達廠區時：

1. 若事件發生於正常上班時段：
 - a. 可能發生運轉值班人員無法抵達電廠接班情形，但此時模中有訓練班人力，另有機動支援班十數人(大部份為持照人員)，可接替及協助機組運轉處置。
 - b. 維護人力除各部門均在廠內外，另有平時長期合約駐留廠區承包商之維護人力可達百人以上，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 8 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 25 人，可協助消防工作。
2. 若事件發生於非正常上班時段：
 - a. 經調查居住廠區茂林單身備勤宿舍值班(含運轉組)人員計有 23 人，將可優先通知協助機組運轉工作，以因應運轉值班因接替人力無法抵達之情況；另居住淡水備勤宿舍、淡水、金山、石門等鄰近地區值班人員有 102 人，也可在外援抵達前，先行進廠協助。
 - b. 經調查居住廠區茂林單身備勤宿舍維護人員(機、電、儀、修、保健物理等)人員計有 45 人，將可緊急動員進行設備搶修工作，另居住淡水備勤宿舍、淡水、金山、石門等鄰近地區維護部門同仁有 186 員，也可通知進廠協助緊急應變處置。另電廠維護協力商亦有許多居住於金山、石門地區之技術人力，且維護合約中，均列有緊急搶修項目，遇有緊急事故時，可洽協力廠商就近人力支援。
 - c. 消防班人力於非正常上班時段維持 6 名消防員在廠，消防班外包人員均為金山、石門地區居民，遇有狀況時將可緊急通知入廠。另有駐廠保警人力，亦可協助救災事宜。
 - d. 若事件發生於非上班時間，而廠外人員無法抵廠時，對於維護人力需求衝擊較大，必須借助協力商居住金山、石門、基隆之技術人力協助。
3. 至於因地震導致道路運輸中斷，造成人員及設備受阻礙或延遲到達廠區，中央災害應變中心應核一廠請求支援時，將以下列方式運作：
 - a. 可利用重型機械設備排除路障。

- b. 可利用距廠區附近空地，以直升機載運救援人員或吊掛救援設備。

(六) 核一廠之開挖回填已訂有 1361 程序書「開挖與回填工程」可供依循，且土方開挖後之棄土，於核一廠工程合約上均有要求廠商處理且納入工程費用計算，由廠商自行運至合格棄土場處理。核一廠事故處理設施鄰近區域並無開挖與回填土方之工程，至於目前進行中的增設生水管路工程，其管溝開挖處所皆於廠區外圍乾華溪對岸之山坡上，開挖及回填作業均不致有危害廠區安全之虞，多餘土方亦依合約要求由承攬商負責運至合格的棄土場處理。

2.1.3 電廠承諾的持照基準

2.1.3.1 一般程序

核一廠耐震一級之系統/設備/結構，其定期之結構檢查、評估及修補，以及設備測試及維護，核一廠程序書 512.1、512.2、512.3、600 系列「定期測試程序」及 700 系列「維護作業程序」均已涵蓋。其中耐震一級結構物及系統之維護、檢查及測試週期如下表：

(表 2-6)

項次	系統/設備/結構	維護週期	檢查週期	測試週期
1	一號機聯合結構廠房	N/A	每 5 年	N/A
2	二號機聯合結構廠房	N/A	每 5 年	N/A
3	緊要海水泵室廠房	N/A	每次大修	N/A
4	第五號柴油機廠房(含貯油槽及日用貯油槽)	廠房：N/A 貯油槽：每 3 個月洩水 日用油槽：每 6 個月洩水	廠房：每 5 年 貯油槽：N/A 日用油槽：N/A	廠房：N/A 貯油槽：N/A 日用油槽：N/A
5	冷凝水貯水槽(含基座)	貯水槽：呼吸閥每次大修 基座：N/A	貯水槽：每次大修外表面檢查 基座：每 5 年	貯水槽：N/A 基座：N/A
6	EDG 85 萬加侖油槽(含基座)	油槽：每 3 個月洩水 基座：N/A	油槽：每次大修外表面檢查	油槽：N/A 基座：N/A

			基座：每 5 年	
7	一號機 EDG 日用貯油槽	每 6 個月洩水	每次大修外表面檢查	N/A
8	二號機 EDG 日用貯油槽	每 6 個月洩水	每次大修外表面檢查	N/A
9	緊急爐心冷卻系統(ECCS) a. 低壓注水系統(LPCI, Subsystem RHR) b. 爐心噴灑系統(CS) c. 高壓注水系統(HPCI) d. 自動洩壓系統(ADS)	a. 註 1 b. 註 1 c. 註 1 d. 註 1	a. 註 1 b. 註 1 c. 註 1 d. 註 1	a. 每 3 個月 b. 每 3 個月 c. 每 3 個月 d. 每 18 個月
10	爐心隔離冷卻系統(RCIC) 125 伏特直流電源 冷卻水水源(CST)	RCIC：註 1 電源：一個燃料週期 CST 水源：註 1	RCIC：註 1 電源：電池 7 天，充電機 1 個月 CST 水源：註 1	RCIC：每 3 個月 電源：一個燃料週期 CST 水源：N/A
11	緊急柴油發電機(1~4 及 5th D/G) 燃油傳送系統 空氣起動系統(起動空壓機、Air Dryer 為非耐震一級) (5th D/G 為空氣冷卻)	每次大修	每次大修	EDG：每月測試運轉 燃油傳送系統：每 3 個月測試 空氣啟動系統：每月測試運轉
12	聯合廠房冷卻水系統(CSCW)	註 1	註 1	每 3 個月
13	緊要海水系統(ESW)	每二次大修	每次大修	每 3 個月
14	緊急冰水系統(No.3~5 Chiller)	一個燃料週期	一個燃料週期	連續運轉
15	餘熱移除系統(RHR)	註 1	註 1	每 3 個月
16	緊要電源 a. Bus 3 b. Bus 4	a. 每兩次大修 b. 同上	a. 每一次大修 b. 同上	a. 每二次大修 b. 同上
17	反應器廠房五樓起重機	每次大修前一個月內		
18	燃料更換平臺	每次吊燃料前七天		
19	燃料池	N/A	每 1 個月	N/A

註 1：系統設備維護/檢查週期依據核一廠 700 系列程序書執行。

2.1.3.2 廠外移動設備/資源

由於現行持照基準於設計基準地震下安全停機所需關鍵的結構物、系統及組件(SSC，包括反應器爐心、或用過燃料池)不至於受損，仍舊足以將機組安全停機。

核一廠除原先既有之一般性救援設備備品，並為檢討整合福島事故衍生救災複合性所需各類器材，增購了兩部大型的 4.16kV/1500kW 移動式貨櫃電源車及 12 部中型 480V/500kW、480V/200kW 等之柴油發電機，多部輕便型汽/柴油發電機、空壓縮機、內燃機抽水器等(部份尚未交貨)及其它充裕的救災器材或備品(如附表 2-1~2-4，摘錄自本廠程序書 113.5 所列之“第一核能發電廠災害防救整備器材 A/B 類總表”所列示之各類備品/器材)。

上述設備置放地點之安排以器材備品的性質或運用分散佈置等方式皆有相當的安全高程(地點高程參考行政院國科會民國 100 年 8 月所評估之北台灣地區地震、海嘯可能高度)，以確保不受颱風及海嘯之影響且又易於取用之地點。核一廠亦為此另提 PCN 修訂 113.5 程序書，增加「災害防救器材備置及管理」章節；將列屬 A 類之內燃機、發電機、空壓機等動件器材以預防保養(P.M)管登程序每季定期檢查及測試。屬 B 類之電纜、水管、油管、油料、硼砂、氣體類者以半年為期檢查一次。新修訂之管理章節無論對設備備品種類項目之儲置、檢查、測試、經管者皆有明確規範或統籌，對爾後災害防救或支援各單位之需將達充份備材、快速聯繫調度之便。

另外，在相容性的先決條件下則以友廠(核二廠)為廠外移動設備/補給供給來源及相互支應之。

2.1.3.3 已知之承諾偏差事項、其可能影響及矯正規劃

依目前之設計，並無偏離 FSAR 之承諾。若發生任何偏離，核一廠依據下列相關程序書進行安全評估及矯正措施：

- (一) 值班人員依照程序書 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 113.1 異常事件立即通報作業程序、程序書 113.2 異常事件書面報告作業程序)。
- (二) 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。

(三) 請修單、NCD等矯正措施的規劃視需要依下列程序書辦理：

1. 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「潛在性及關鍵性組件/環境造成機組跳機之檢修工作評估審查作業程序」辦理。
2. 可能引發運轉或維護的問題或導致工安、輻安、水災、火災等事故者，則依程序書112.1「潛在性危險工作評估審查作業程序」辦理。
3. 依程序書1114.03「禁止操作卡管制程序」完成掛卡。
4. 依程序書1110.01「品質人員現場工作停留查證作業程序」辦理查證工作。
5. 依程序書1109.09「按法規要求執行機械組件之修理與更換(Code Repair & Replacement)管制程序書」執行檢修。
6. 依程序書1109.08「非法規修補(Non-Code Repair)管制程序」執行檢修。
7. 依程序書1103.01「電廠設計修改管制」提出設計修改(DCR)。
8. 依程序書1103.04「核能電廠備品或組配件更新之技術作業管制程序書」提出組配件更新、修改(EMR)。
9. 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。
10. 依程序書1102.03「臨時性設備變更(設定值暫時變更及臨時性線管路拆除,跨接)工作管制程序書」提出臨時性變更。
11. 依程序書1103.05「核能同級品組件檢證程序書」辦理。

2.1.3.4 福島一廠事故後業主自主確認的持照承諾

(一) 配合311福島事件之檢視，核一廠承諾之耐震提昇相關改善如下：

1. DCR-C1/C2-3184/3185：「將機組生水消防管路地下管線部分增設一明管迴路」。
2. DCR-C1/C2-3295/3296：「將EDG日用油槽油罐車補油管路提昇為耐震一級」。
3. DCR-C1/C2-3310/3311：「將SFPACS冷卻水塔CT-15A/B之相關管路提昇為耐震一級，作為複合式緊急事故發生時，有SFPACS作為反應器、乾井、抑壓池及用過燃料池的熱能移除替代系統」。

(二) 總處規劃部分：

1. 因應山腳斷層及恆春斷層新事證發現，台電已加速進行地質調查及核電廠耐震能力評估，工作流程規劃詳附件一。工作內容及時程規劃如次：
 - a. 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。
 - b. 調查階段
99年11月10日已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。
 - c. 評估階段
 - 請原設計顧問公司(益鼎公司)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。
 - 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6月底前完成。
2. 本公司除依據美國法規進行核電廠耐震安全評估(SMA)外，因應北部山腳斷層新事證將先行進行耐震補強：
 - a. 核一廠已選定兩串安全注水停機路徑，直接提升該等路徑上之設備管路耐震能力至可承受山腳斷層最大可能震度，以確保機組安全停機，已於100年12月底完成評估，評估報告目前本公司內部審查/修訂中。
 - b. 除緊急電源、注水及冷卻系統均屬核能耐震一級的設計外，對於固定之後備救援設施設備，如生水池、生水管與氣渦輪機廠房結構設備等，已專案辦理耐震能力提升計畫，以確保後備電源及水源充足。
3. 除已規劃專家審查「核能電廠廠址地質穩定性及地震危害度再評估計畫」報告外，另規劃與國震中心洽談計畫：
 - 核四FSAR評估與台灣核電廠SPRA軟體開發
 - 核電廠一次圍阻體受震裂損與氣密性評估實驗及數值分

析

- 核電廠二級結構物耐震評估與補強
 - 核電廠耐震設計規範比較與評估
 - 核電廠地震監測與應用，評估增設二部機反應器廠房各樓層地震儀
4. 已建置各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。
 5. 已洽請中央氣象局地震測報中心增加各廠廠區井下地震儀裝設，包括裝置數量、位置及時程，以利地震後可有效監控廠房基礎震度及進行後續評估。
 6. 「核一廠耐震設計基準由0.3g強化為0.4g」評估案已由本公司委託益鼎公司進行中。

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

本公司依據各廠功率運轉活態安全度評估報告分析資料(參考本公司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，判定核一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，可得下列表2-7之重要設備及結構物排序：

(表2-7) 重要設備／結構物耐震強度排序表

識別 編號	結構物／設備	失效模式
S02	Offsite Power	Insulator Failure

S03	Gas Turbine	Anchor Bolt Failure
S04	Air Accumulator	Anchorage Failure
S05	Power Center Transformers	Anchored Core/Coil Assemblies
S06	Core Support Structure	Support Leg Buckling
S07	Gas Turbine MCC	Functional Failure Of The Skid Mounted MCC's
S08	Condensate Storage Tank	Shell Buckling
S20	5th D/G	Support Failure
S09	Reactor Vessel Support Skirt (Ring Girder)	Vessel To Girder Bolts
S10	4.16-KV Switchgear (Structure Failure)	Base Plug Welds
S11	Fuel Assembly	Collapse Of Fuel Rods
S12	Recirculation Pumps	Snubber Failure
S13	Diesel Oil Storage Tank	Shell Buckling
S14	4.16-KV Switchgear (Relay Chatter)	Relay Chatter
S15	ESWP MCC	Functional Failure
S16	Main Control Boards	Functional Failure
S17	D/G Control Panel	Relay Chatter
S18	480V Power Center (Relay Chatter)	Relay Chatter

* : Spectrum Acceleration (g)

註：本數據摘自核一廠 PRA 報告。原報告中 S1、S19 係強震時因控制室天花板耐震能力欠佳導致控制室部份功能喪失之假設條件，業已因核一廠完成控制室天花板改善工程(DCR-C1/C2-1363/1364)，故予刪除。另 S20 係新增項目，為 5thEDG 柴油機耐震強度分析之數據。

本公司另參考日本核能電廠之分析方式以事件樹尋找 Cliff Edge 及安全餘裕，詳細之分析手法請參考附件二「核一、二、三廠壓力測試評估事件樹分析」有關本廠地震案例之結論，簡述如下：假設已經發生大地震，如欲成功達成爐心停機冷卻之最後目的，則必須依序一一完

成下述階段目標(即標題)包括，使反應器急停處於次臨界狀況、DC 與儀控功能正常、HPCI/RCIC 可以注水進入 RPV、低壓注水 AC 電源必須可用、低壓的 RHR 或 CS 必須可用，最後圍阻體內累積之 DECAY HEAT 必須可以排入大海。但若喪失 AC 電源或是 RHR/CS 不可用時必須採用替代補水方式此時反應器必須洩壓成功、海水或消防水補水必須成功注入 RPV、DECAY HEAT 必須最終可以經由圍阻體排氣方式排放至大氣。

分析結果顯示共有 2 種情況可以達成爐心停機冷卻之最後目的，包括：

- (1) 地震造成喪失外電下，反應器急停及高低壓爐心補水(含圍阻體最終冷卻)均成功之序列。
- (2) 地震造成喪失外電下，反應器急停成功，高低壓爐心補水雖然失敗但長期之替代爐心補水(含圍阻體排氣)成功之序列。

以上各成功路徑之安全餘裕及其 Cliff Edge 說明如下：

- (1) 成功路徑(1)之安全餘裕須以各標題安全餘裕之最低者為代表，此路徑即為 0.44g (1.05g 減去 0.61g)；其 Cliff Edge 依定義為各標題耐震度之最低者為代表，即為 1.05g。
- (2) 成功路徑(2)之安全餘裕因替代爐心補水之設計耐震強度數值尚待確認但預期其為最低(<1.05g)，故其 Cliff Edge 預期為最低(<1.05g)。
- (3) 由於地震事件之 Cliff Edge 依定義為各冷卻成功路徑中(共有 2 條路徑)安全餘裕最高者之最低標題耐震度為代表，此處即為成功路徑(1)之 1.05g，亦即當地震強度達 1.05g 時本廠即無法達成爐心停機冷卻，其原因為反應器無法急停。

2.2.1.2 強化防護能力的措施

1. 依據地震事件樹之肇始事件，核一廠之地震造成喪失外電之中值為 0.61g，其關鍵設備為氣渦輪機之 Skid Anchor Bolt。氣渦輪機及相關設備補強改善由營建處委託中興公司評估，已於 101 年底完成耐震補強規劃設計。因核一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。
2. 依據地震事件樹，Cliff Edge 為 1.05g，原因為燃料支撐結構受震損壞，造成反應器無法急停，核一廠 ATWS 將自動引動，立即注入硼液，相關設備電源為緊要電源。福島事故後，並已加購硼砂，規劃機動注硼的方法，納入程序書。經此強化措施可將反應爐帶入次臨界狀態，核一廠 Cliff Edge 將由燃料支撐結構 1.05g 轉移

至 CST 槽 1.15g。

3. 依據地震事件樹成功爐心冷卻的路徑之一，反應爐必須能夠洩壓，確保低壓注水能夠提供足夠冷卻流量。反應爐洩壓耐震度為 0.79g，其關鍵設備為其蓄壓槽。核一廠已於第一階段總體檢中規劃充足氮氣瓶及移動式空壓機，可因應蓄壓槽地震後損壞提供 SRV 後備緊急氣源，維持反應爐洩壓功能。
4. 依據地震事件樹成功爐心冷卻的路徑之一，生水、消防水泵或消防水車透過 BCSS、RHR 系統執行機動注水，相關注水途徑與水源已於總體檢第四項「最終熱沉檢討」規劃完成，相關操作已列入機組斷然處置程序書中規範。另，除進行生水池耐震提升及生水管明管化外，針對山腳斷層新事證亦已完成 BCSS 及 RHR A 注水路徑耐震提升評估。

2.2.2 可承受不喪失包封圍阻體完整性的地震強度

核一廠提供包封圍阻之主要結構物為座落於聯合廠房中的一次圍阻體 (Primary Containment)，包括反應爐基座 (Reactor Vessel Pedestal)、反應爐混凝土屏蔽牆 (Reactor Concrete Shield Wall)、抑壓池支撐柱 (Torus Support Column) 及生物屏蔽牆 (Biological Shield Wall)。依據核一廠 1990 年英文版地震 PRA 第三冊 Appendix C2「Seismic Fragility Analysis」表 5-1，上述結構之耐震地表加速度中值非常高，分別為：

結構物	地表加速度中值
反應爐基座	5.6g
反應爐混凝土屏蔽牆	7.5g
抑壓池支撐柱	7.8g
生物屏蔽牆	8.0g

同時，根據核一廠目前進行之耐震餘裕工作初步評估結果，包覆上述結構體的聯合廠房之耐震地表加速度中值為 2.8g，因此地震導致圍阻體喪失包封能力機率甚低。

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

核一廠位於台灣北端的新北市石門區，北臨東海，約在東經 121°35'、北緯 25°18' 位置，場址寬度約 200 公尺，縱長約 1.2 公里，佔地約 233 公頃。

核一廠廠區可分為西側乾華區與東側小坑區兩大區塊，兩大區塊之間有山丘相隔，並以乾華隧道相連通。東側小坑區為小坑溪河谷谷地，

小坑溪由南向北流經小坑區注入東海，本區主要設施有備品倉庫、改善組辦公大樓、放射實驗室等。西側乾華區為乾華溪下游河谷谷地，乾華溪於建廠時以構築堤岸、護坡方式將廠區段之乾華溪改道，建構為人工排放渠道，由南向北流經乾華區注入東海，而核一廠主要廠房與設施即座落於本區。核一廠於建廠當時經填土整地，地勢由南至北呈高往低，另機組廠房地面及乾華溪出口河堤於建廠時曾填高至 12 公尺(經中興工程顧問公司重測亦大於 11 公尺)，主要乃防範發生天然災害時，不致於造成主要廠房淹水。

核一廠主要廠房位於乾華區，其東西兩側均為山丘。東側之煙囪區內有 2,000 噸、1,000 噸及 600 噸生水池各 1 座，若因強震發生水池損毀，儲水漫流至廠區內，相對廠區之大面積，不致造成淹水。西側風力發電區則有 1 座 100,000 噸生水池及 2 座 3,000 噸生水池，因該區地形東側較高，北向西方向較低，研判若因強震發生水池槽體結構破裂，其溢流方向應向地表較低之北向西洩流，即使向東側(向廠房方向)流，則將由山腳下乾華溪人工渠道排向海洋。另廠區地表高程由南向北漸低，故即使有山上水洩流，應可即時排放至海邊，廠區不致淹水。

核一廠東側小坑溪全長約 4 公里，自建廠迄今並未曾發生土石流，又根據「行政院農委會水土保持局」防災資訊網所公佈之資料不包括本溪流，即不屬土石流潛勢溪流，且無開發整理之行為，附近植被茂密，坡面保護良好。

西側之乾華溪全長約 8 公里，根據「行政院農委會水土保持局」所公佈之資料，乾華溪(阿里磅溪)源頭上游約 1.5 公里長發生土石流潛勢為「中」(詳附件三)，但距離核一廠有 4.2 公里遠。經電洽農委會水保局土石流防災中心查詢結果，乾華溪近年來並無發生土石流之記錄，且整條溪流除「核能一廠用過核燃料中期貯存計畫」外，無大規模開發整地行為；乾華溪上游均按環境影響評估規定委外辦理定期「核能一廠用過核燃料中期貯存計畫施工期間環境監測」。每半年辦理衛星影像變異監測，但均未於計畫區乾華溪上游流域發現有明顯崩塌現象之變異地。

大台北地區近年來遭受最嚴重暴雨侵襲之颱風為民國 89 年 10 月 31 日之象神颱風及民國 90 年 9 月 16 日之納莉颱風。故核一廠於納莉颱風後委託益鼎公司執行土石流評估分析，益鼎公司另外再找具專業之精英大地工程顧問公司共同承辦「小坑溪及乾華溪土石流危險度評估」一案。依據益鼎公司及精英大地工程顧問有限公司之「小坑溪及乾華溪土石流危險度評估報告」(91.8.14)，小坑溪及乾華溪可歸納為低潛能、低危險度或中低處理等級，且即使上游發生土石流，土石流堆積起始點距核一廠乾華溪仍有 4.2 公里，小坑溪仍有 3.5 公里，故

核一廠位於土石流土砂淤積區之外，應不受土石流災害之影響。

2.2.3.2 弱點、故障模式及瀕危效應

核一廠東側煙囪區 3 座生水池，以及西側風力發電區 1 座十萬噸生水池及 2 座 3,000 噸生水池，其槽體均為一般之儲水結構設計，故於超過 DBE 之地震發生時，可能因生水池槽體毀損而導致池水溢流。惟根據前述超過 DBE 的地震及伴隨超過 DBF 的水災的檢視，溢流之池水不致造成乾華區之淹水，故不會對主要廠房設施造成影響。此外，經檢視乾華溪及小坑溪之土石流狀況，核一廠亦不受土石流災害之影響。

2.2.3.3 強化防護能力的措施

針對生水池可能因地震使槽體毀損而導致池水溢流的弱點，以及土石流的防範，核一廠已採取下列措施強化防護能力：

(一) 生水池槽體毀損：

1. 台電公司營建處已完成 10 萬噸及 2 座 3,000 噸生水池槽體耐震評估及補強設計，以提升槽體之耐震能力。
2. 為避免萬一因生水池槽體毀損，淹水漫流廠區入侵重要廠房，核一廠仍將將第 5 台柴油機廠房出入門加裝水密門，並將聯合結構廠房出入門加裝擋水板，以強化阻水功能。

(二) 土石流的防護：

1. 已修改 104.37 程序書，將乾華溪及小坑溪納入土石流監測範圍。
2. 根據「中央氣象局」發布豪大雨特報，若達 500mm/日警戒值，即發布土石流潛勢溪流警戒警訊，則依據下列程序書執行：
 - 104.37 「乾華溪土石流監測」
 - 106.9.4 「危機管理及應變作業程序」
 - 「乾華溪出水口水位監測暫行措施」

參考文獻

a.官方文件

- 1.經濟部中央地質調查所特刊第十九號(經濟部中央地質調查所)

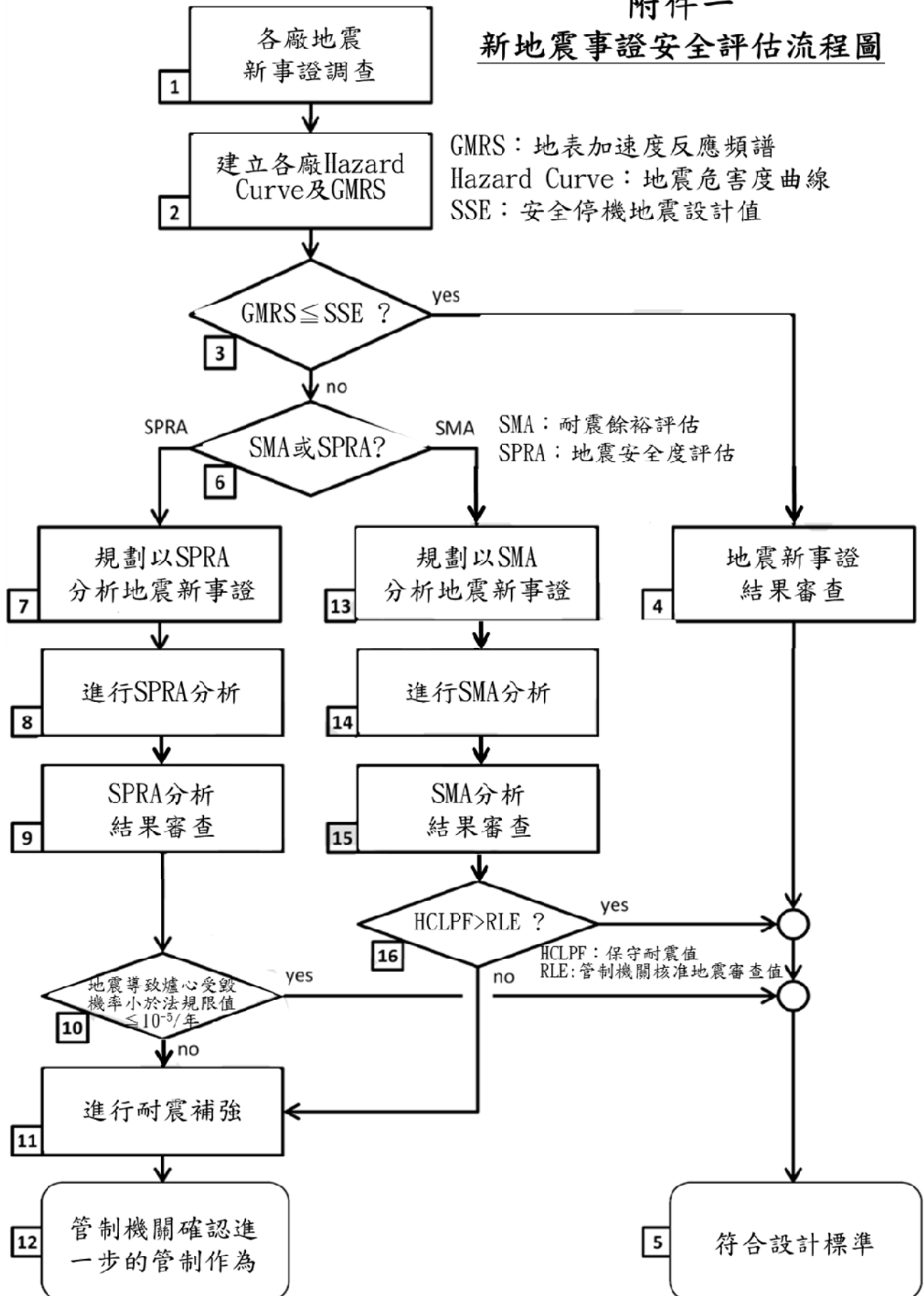
b.業界組織文件

N/A

c.台電內部文件

- 1.「核一廠終期安全分析報告」(台灣電力公司)
- 2.「核一廠第三次十年耐震安全評估計劃」(國立中央大學)
- 3.「金山核能一廠事故淹水分析報告」(台灣電力公司)
- 4.「營運中核能電廠補充地質調查工作」(中興工程顧問公司)
- 5.「核能一廠功率運轉活態安全度評估」(核研所)
- 6.「小坑溪及乾華溪土石流危險度評估報告」(益鼎公司、精英大地工程顧問有限公司)
- 7.104.37 程序書：「乾華溪土石流監測」
- 8.106.9.4 程序書：「危機管理及應變作業程序」
- 9.112 程序書：「潛在性及關鍵性組件/環境造成機組跳機之檢修工作評估審查作業程序」
- 10.112.1 程序書：「潛在性危險工作評估審查作業程序」
- 11.113.5 程序書：「災害防救要點」
- 12.512.1 程序書：「核能電廠強震後緊急處理步驟」
- 13.512.2 程序書：「強烈地震後全廠檢查」
- 14.512.3 程序書：「強烈地震停機後再啟動前全廠重要設備結構物查核表」
- 15.1102.01 程序書：「設備檢修工作管制程序」
- 16.1102.02 程序書：「儀器、電氣設備設定點變更管制」
- 17.1102.03 程序書：「臨時性設備變更(設定值暫時變更及臨時性線管路拆除,跨接)工作管制程序書」
- 18.1103.01 程序書：「電廠設計修改管制」
- 19.1103.04 程序書：「核能電廠備品或組配件更新之技術作業管制程序書」
- 20.1103.05 程序書：「核能同級品組件檢證程序書」
- 21.1109.08 程序書：「非法規修補(Non-Code Repair)管制程序」
- 22.1109.09 程序書：「按法規要求執行機械組件之修理與更換 (Code Repair & Replacement)管制程序書」
- 23.1110.01 程序書：「品質人員現場工作停留查證作業程序」
- 24.1114.03 程序書：「禁止操作卡管制程序」
- 25.1115.01 程序書：「不符合品質案件處理管制程序」
- 26.「乾華溪出水口水位監測暫行措施」

附件一 新地震事證安全評估流程圖



附件二

核一廠地震案例

核一廠地震案例之標題，包括最前之肇始事件及最後之停機冷卻狀態，共有 11 個標題及其相關之事故序列發展，分別說明於下：

- (1) 肇始事件：為本事件樹之起頭：地震造成喪失外電(參考核一廠地震事件樹 EO.EVT)。如本附件之圖 1-1 所示，本肇始事件定義為(同時喪失外電及 G/T，即 345 kV*69 kV*G/T)，核一廠之地震造成喪失外電之中值為 0.61g，其關鍵設備(弱點)為 G/T 之 Skid Anchor Bolt。
- (2) 反應器急停：地震造成喪失外電且反應器急停失敗(即往下)，則表示發生預期暫態未急停(Anticipated Transient Without Scram, ATWS)，本分析保守假設將直接導致爐心熔損。如圖 1-1 所示，本標題定義為(CRDM 插棒失效無法全入)，核一廠之 CRDM 耐震度為 1.05g，其關鍵設備(弱點)為爐心支撐結構。
- (3) DC 電源與 I&C：地震造成喪失外電、反應器急停雖然成功，但蒸汽驅動(RCIC、HPCI)泵之控制電源(DC 電源)或其儀控(I&C)失敗，本分析保守假設將直接導致爐心熔損。RCIC 泵之控制電源來自 125 VDC Bus 1、HPCI 泵之控制電源來自 125 VDC Bus 6。另因核一廠之 I&C 除了考量使用傳統式之電驛(Relay)方式，另外考量控制室盤面系統，而地震較易造成盤面功能失效。若此 125VDC 與 I&C 兩者之一喪失(或失效)，則其所支援之蒸汽驅動(RCIC、HPCI)泵亦將不可用。如圖 1-1 所示，本標題定義為(同時喪失 125 VDC Bus 1 及 Bus 6 或喪失 I&C，即表示該標題功能失效)，故此 DC 系統與 I&C 之弱點為控制盤面功能失效，其耐震度為 2.65g。
- (4) RCIC/HPCI 爐心注水：同前項，地震造成喪失外電、反應器急停雖然成功，但蒸汽驅動(RCIC、HPCI)泵因泵本身或其水源(CST)之故障而導致之不可用。如圖 1-1 所示，本標題定義為(同時喪失 RCIC 及 HPCI、或 CST 槽，即 RCIC*HPCI+CST)，核一廠之 RCIC/HPCI 耐震度雖強(>3g)，但 CST 僅為 1.15g，故此弱點為 CST，即為 1.15g。
- (5) 反應器洩壓：地震造成喪失外電、反應器急停及早期高壓注水雖然成功，但長期高壓補水因喪失廠內 AC 電源或 RHR/SPCM 而失效，再因反應器洩壓無法及時洩壓，而使低壓系統無法注水入爐心，導致爐心熔損。核一廠共有 10 個 SRV，在非 ATWS 下，保守假設至少須開啟 2 個 SRV。如圖 1-1 所示，本標題定義為(9 個以上(含)之

SRV 無法開啟)，核一廠之反應器洩壓耐震度為 0.79g，其關鍵設備(弱點)為其蓄壓槽。

- (6) 廠內 AC 電源(柴油發電機)及 CSCW/ESW：地震造成喪失外電、反應器急停及早期高壓注水雖然成功，但長期高壓/低壓補水均因喪失廠內 AC 電源或 RHR/SPCM 而失效，導致爐心熔損。核一廠廠內 AC 電源共有緊急柴油發電機 DG-1A 及 DG-1B、以及兩部機組共用之第五台柴油發電機 DG-5。其中 DG-1A 及 DG-1B 為水冷式，須賴 CSCW 冷卻，CSCW 又須賴 ESW 冷卻(ESW 又稱為最終熱沈)；而 DG-5 雖為氣冷式，但 RHR/SPCM 仍須靠 CSCW 來冷卻 RHR 熱交換器。此標題又有兩種情況：

A. 高壓注水成功：仍須依賴 SPCM 來冷卻 Torus，始能作長期之高壓爐心補水，並避免圍阻體過壓失效。長期之高壓爐心補水若失敗，尚可考慮低壓爐心注/補水之可能路徑。

B. 高壓注/補水失效：高壓注/補水失效時，廠內 AC 電源須供電給 4 台 LPCI 及 2 台 CS 泵，以進行低壓爐心注水。但因低壓注/補水亦須 AC 電源及 SPCM，故高壓注/補水失效時，低壓注/補水亦必定失效。因此，須考慮項(9)斷然處置之替代爐心補水。

如圖 1-1 所示，本標題定義為(同時喪失所有 DG (DG-1A/1B/DG5)及其相關支援系統，即 4.16 kV Switchgear+DG-1A*DG-1B* DG5+CSCW+ESW)，核一廠之廠內 AC 電源耐震度為 1.56g，其關鍵設備(弱點)為 4.16 kV Switchgear。

- (7) LPCI/CS 爐心補水：繼上，本標題必然失效，因此，直接跳至項(9)，詢問替代爐心補水。
- (8) 圍阻體冷卻/RHR：繼上，地震造成喪失外電、反應器急停及早期高壓/低壓注水雖然成功，但長期高壓/低壓補水因喪失圍阻體冷卻(RHR/SPCM 模式)。此事故序列在核一廠地震事件樹 EO.EVT 已保守假設將導致爐心熔損；但如前述，本分析參考程序書 1451「核一廠斷然處置程序指引」之中最可行之救援手段，提出可行之對策，如下之標題。如圖 1-1 所示，本標題定義為(同時喪失所有 RHR/SPCM，即 CSCW+ESW)，核一廠之廠內圍阻體冷卻/RHR 耐震度為 2.65g，其關鍵設備(弱點)為 ESW。
- (9) 替代爐心補水/消防水/海水：繼上，依程序書 1451 之斷然處置，即以 BCSS(或消防水庫車)之消防水或 RHRSW 之海水，來進行替代爐心補水。如替代爐心補水失效，則保守假設將直接導致爐心熔損；但替代爐心補水成功，仍須依賴圍阻體排氣來進行圍阻體冷卻。如圖 1-1 所示，本標題定義為(喪失 BCSS(或消防水庫車)之消

防水或 RHRSW 之海水，即 BCSS*消防水庫車*RHRSW)，核一廠之替代爐心補水耐震度及其關鍵設備(弱點)均待查(但不影響結果)。

- (10) 圍阻體排氣：繼上，保守假設替代爐心補水成功運轉時，僅能依賴圍阻體排氣來進行圍阻體冷卻。如圍阻體排氣失效，則保守假設將直接導致爐心熔損。如圖 1-1 所示，本標題定義為(圍阻體排氣失效，即 CTV)，核一廠之圍阻體排氣耐震度甚強(>3g)，無地震損壞之虞。
- (11) 停機冷卻：為本事件樹之終點：A. 爐心停機冷卻成功，爐心不致熔損；B. 爐心停機冷卻失敗，爐心熔損。

對於因地震引發之其他肇始事件已在成功路徑內列入考量，如本附件之表 1-1。

地震事件樹之耐震度分析：

核一廠壓力測試評估地震事件樹之耐震度分析，依其標題之系統故障樹，整理其下各 SSC 之耐震度(中值等參數)及 HCLPF 值，包括最前之肇始事件，但扣除必然失效之第(7)項、待查之第(9)項、以及最後之停機冷卻狀態，共有 8 個標題，如本附件表 1-2 所示，分別說明於下：

- (1) 肇始事件：核一廠之 Ceramic Insulator 為 345 kV 及 69 kV Switchyard 所共用，其耐震度中值為 0.40 g；Gas Turbine 之耐震度中值為 0.61 g。因此，肇始事件 EO 之耐震度中值為 0.61 g。
- (2) 反應器急停：核一廠 Ring Girder 之耐震度中值為 1.22 g；Core Support Structure 之耐震度中值為 1.05 g；Fuel Assembly 之耐震度中值為 1.70 g；其餘各 SSC 之耐震度中值均 > 3 g。因此，本標題之耐震度中值為 1.05 g。
- (3) DC 電源與 I&C：核一廠 125 VDC Switchboard 之耐震度中值為 6.25 g；125 VDC Batteries and Racks 之耐震度中值 > 3 g；Control Room Panels System 之耐震度中值為 2.65 g。因此，本標題之耐震度中值為 2.65 g。
- (4) RCIC/HPCI 爐心注水：核一廠 RCIC 系統之耐震度中值 > 3 g；HPCI 系統之耐震度中值 > 3 g；以及 CST 之耐震度中值為 1.15 g。因此，本標題之耐震度中值為 1.15 g。
- (5) 反應器洩壓：核一廠 ADS/SRV Accumulator 之耐震度中值為 0.79 g；Valve 之耐震度中值 > 3 g。因此，本標題之耐震度中值為 0.79 g。
- (6) 廠內 AC 電(柴油發電機)及 CSCW/ESW：核一廠 4.16 kV Switchgear

之耐震度中值為 1.56 g；DG-1A/DG-1B 之耐震度中值 > 3 g；DG5 之耐震度中值 1.20 g；CSCW 系統之耐震度中值 > 3 g；ESW 系統之耐震度中值為 2.65 g。因此，本標題之耐震度中值為 1.56 g。

(7) 圍阻體冷卻/RHR：在廠內 AC 電成功下，核一廠 RHR Pump 之耐震度中值 > 3 g；RHR Heat Exchanger 之耐震度中值 > 3 g；RHR Valve 之耐震度中值 > 3 g；ESW 系統之耐震度中值 2.65 g。因此，本標題之耐震度中值為 2.65 g。

(8) 圍阻體排氣：核一廠 CTV 之耐震度中值 > 3 g。因此，本標題之耐震度中值 > 3 g。

依上述核一廠地震案例之結論，爐心停機冷卻成功者共有二種情況，包括：

- (1) 地震造成喪失外電下，反應器急停及長期之高壓爐心補水(含圍阻體冷卻)均成功之事故序列。
- (2) 地震造成喪失外電、反應器急停成功但長期之高壓爐心補水失敗下，長期之替代爐心補水(含圍阻體排氣)成功之事故序列。

其中各成功路徑之安全餘裕及其 Cliff Edge 說明如下：

- (1) 成功路徑(1)之安全餘裕須以各標題安全餘裕之最低者為代表，故為 0.44g (1.05g - 0.61g)；其 Cliff Edge 依定義為各標題耐震度之最低者為代表，即為 1.05g。
- (2) 成功路徑(2)之安全餘裕因替代爐心補水尚待查且預期最低(<1.05g)，故其 Cliff Edge 預期最低<1.05g。
- (3) 由於此案例之 Cliff Edge 依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)之 1.05g。

大修期間事件樹分析說明：

以爐心衰變熱之多寡及爐心(爐穴)水位高低為考量，大修期間以 RPV 開始開蓋到爐穴滿水位之期間其風險為最高，故探討僅著重於此期間(簡稱為 POS 3)。核一廠 POS 3 共有四個與喪失餘熱移除功能相關之事件樹，分別為：

- (1) 肇始事件 C3E1B (RHR 運轉串隔離)：在大修期間，通常僅運轉一串 RHR，此肇始事件即為運轉串 RHR 因故隔離，造成餘熱移除的中斷。此事件專指電廠在 2 個小時內可回復 RHR 運轉的情況，對運轉員而言，除了設法回復原運轉串的運轉外，尚可進行換串作業，以回復餘熱移除。

- (2) 肇始事件 C3E1T (RHR 共同吸水閥隔離)：此肇始事件為 RHR 兩個共同取水閥(E11-F008 及 E11-F009)因故隔離而中斷餘熱移除的進行，但此情況可於 2 個小時內回復，在運轉員消除隔離的肇因後，可將兩串 RHR 之一復歸，即可進行餘熱移除。
- (3) 肇始事件 C3E2B (RHR 運轉串喪失)：此肇始事件為 RHR 運轉串發生誤失而中止運轉，中斷了餘熱移除的進行，而且在 2 個小時以上均無法復歸；運轉員必須進行 RHR 換串作業，以回復餘熱移除，維持爐心燃料的冷卻。
- (4) 肇始事件 C3E2T (RHR 共同吸水喪失)：此肇始事件為 RHR 共同吸水因故喪失，同時無法於 2 個小時內復歸；運轉員須採取除了停機冷卻模式外其它可行的替代方式，來進行餘熱移除。

其中以 C3E2T(如本附件圖 1-2)最為嚴重，故以其為參考，就其標題及其相關之事故序列發展，分別討論於下：

- (1) 肇始事件：為本事件樹之起頭：地震造成同時喪失兩串 RHR 且無法於 2 個小時內復歸(參考核一廠大修期間廠內事件之事件樹 C3E2T.EVT)。如本附件圖 1-2 所示，本肇始事件定義為(同時喪失兩串 RHR)，核一廠之地震造成喪失兩串 RHR (RHR 水泵、閥或熱交換器)之中值均 $> 3g$ (亦即可予忽略)，因此，其關鍵設備(弱點)應為其支援系統 PC 3A/4A，其中值為 $1.03g$ 。
- (2) 主蒸汽管隔離(標題 M(S))：地震造成喪失兩串 RHR 且主蒸汽管隔離失敗(即往下)，本分析保守假設將直接導致爐心熔損。但核一廠之 MSIV 為 FC (Fail Close)之設計，且在 POS 3 (RHR 已在運轉中)，主蒸汽管尚未隔離之機率甚低，故可予忽略。
- (3) DC 電源與 I&C：地震造成喪失兩串 RHR、主蒸汽管隔離雖然成功，但反應器洩壓(SRV) (標題 R(V))之控制電源(DC 電源)或其儀控(I&C)失敗，本分析保守假設將直接導致爐心熔損。SRV 之控制電源來自 125 VDC Bus 1 及 125 VDC Bus 2。另因核一廠之 I&C 除了考量使用傳統式之電驛(Relay)方式，另外考量控制室盤面系統，而地震較易造成造成沉至盤面功能失效。若此 125 VDC Bus 1 及 125 VDC Bus 2 (含 I&C)同時喪失(或失效)，則其所支援之 SRV 亦將不可用。如本附件圖 1-2 所示，本標題定義為(同時喪失 125 VDC Bus 1 及 Bus 2，即表示該標題功能失效)，故此 DC 系統與 I&C 之弱點為控制盤面功能失效，其耐震度為 $2.65g$ 。
- (4) 反應器洩壓(標題 R(V))：地震造成喪失兩串 RHR、主蒸汽管隔離雖然成功，但反應器洩壓無法及時洩壓，而使低壓系統無法注水入爐心，導致爐心熔損。核一廠共有 10 個 SRV，本標題定義為(所有之

SRV 均無法開啟)，核一廠之反應器洩壓耐震度為 0.79g，其關鍵設備(弱點)為其蓄壓槽。

- (5) 廠內 AC 電(柴油發電機)及 CSCW/ESW：在本肇始事件之前題(地震造成喪失 PC 3A/4A)下，本標題必然失效。
- (6) LPCI/CS 爐心補水(標題 E)：繼上，在本肇始事件之前題(地震造成喪失 PC 3A/4A)下，本標題必然失效。
- (7) CRD 沸騰移熱(標題 S(T))：繼上，在本肇始事件之前題(地震造成喪失 PC 3A/4A)下，本標題必然失效。
- (8) RHRSW 圍阻體淹灌(標題 F(L))：繼上，在本肇始事件之前題(地震造成喪失 PC 3A/4A)下，本標題必然失效。
- (9) 停機冷卻：為本事件樹之終點：A. 爐心停機冷卻成功，爐心不致熔損；B. 爐心停機冷卻失敗，爐心熔損。

依上述之討論，地震造成同時喪失兩串 RHR 之情況下，並無爐心停機冷卻成功之情況，其 Cliff Edge 即為肇始事件之 1.03g。

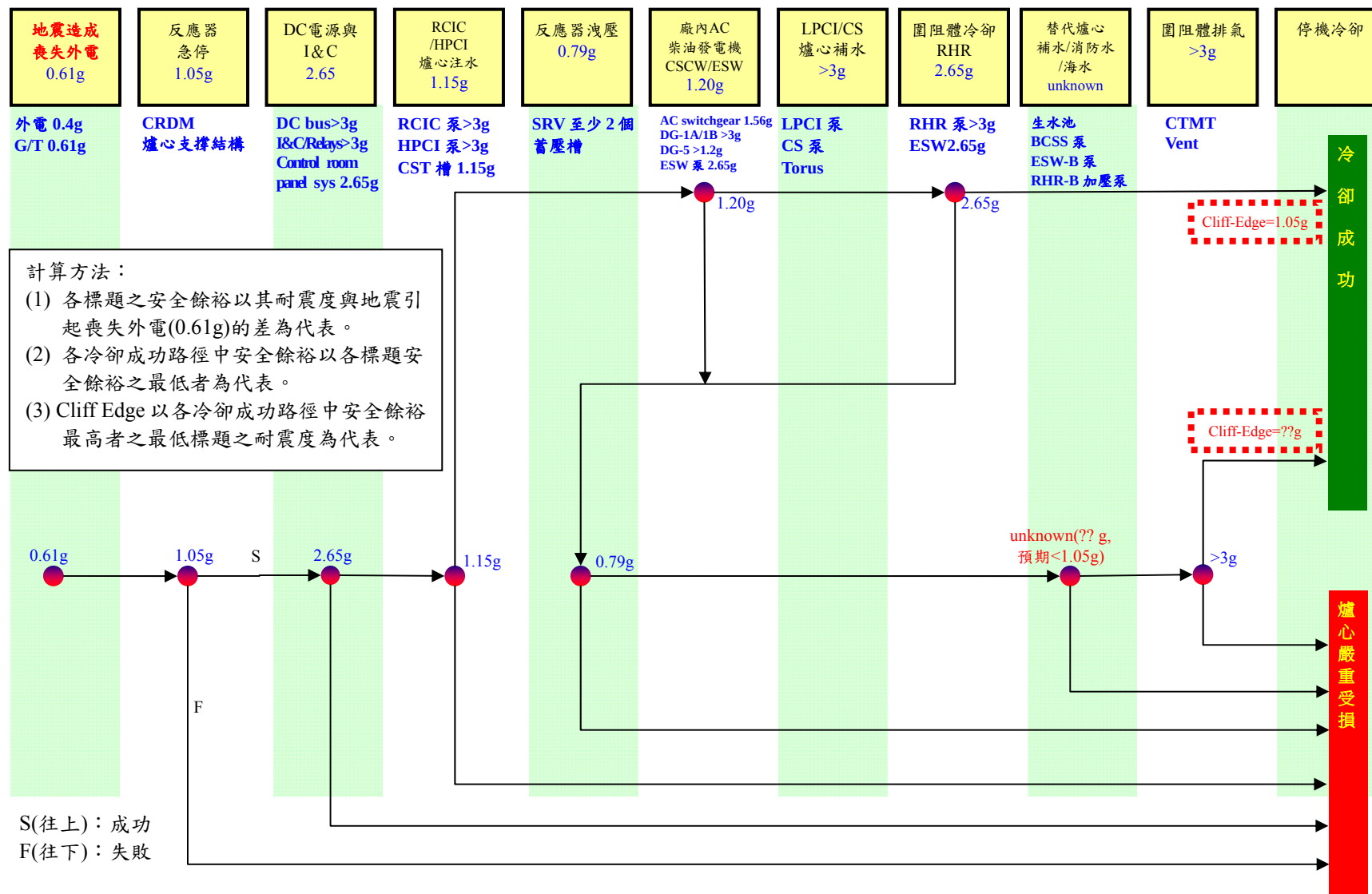


圖 1-1. 核一廠地震評估事件樹

表 1-1 核一廠地震事件樹序列查核表

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
EO	地震 且喪失外電	是
ES	地震 且洩壓閥蓄壓槽損壞	是
EOS	地震 且喪失外電 且洩壓閥蓄壓槽損壞	是
EO5	地震 且喪失外電 且第 5 台柴油機損壞	是
EO5S	地震 且喪失外電 且第 5 台柴油機損壞 且洩壓閥蓄壓槽損壞	是
EC	地震 且暫態未急停	是
ECS	地震 且暫態未急停 且洩壓閥蓄壓槽損壞	是
ECO	地震 且喪失外電 且暫態未急停	是
ECOS	地震 且喪失外電 且暫態未急停 且洩壓閥蓄壓槽損壞	是

表 1-2 核一廠壓力測試評估地震事件樹之耐震度分析(1/4)

肇始事件	EO	系統故障樹	345 kV*69 kV*G/T	耐震度中值(Am, g)
SSC	失效模式	中值(Am, g)	β_r	β_u
Ceramic insulator (345/69 kV Switchyard)	Support	0.40	0.20	0.24
Gas Turbine (G/T)	Skid Mounted MCC	1.08	0.39	0.30
	Skid Anchor Bolt	0.61	0.08	0.18
標題	反應器急停	系統故障樹	NA	耐震度中值(Am, g)
SSC	失效模式	中值(Am, g)	β_r	β_u
Reactor Vessel Support Skirt (Ring Girder)	Vessel to Girder Bolt	1.22	0.27	0.36
CRD Housing Supports	NA	> 3	NA	NA
Control Rods	Insertability	> 3	NA	NA
Control Rods Drive	NA	> 3	NA	NA
Core Support Structure	Shroud Support Leg Buckling	1.05	0.40	0.38
Fuel Assembly	Collapse of Fuel Rods.	1.70	0.34	0.33

表 1-2 核一廠壓力測試評估地震事件樹之耐震度分析(2/4)

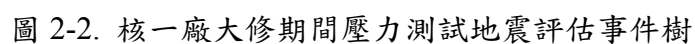
標題	DC 電源與 I&C	系統故障樹	125VDC1*125 VDC6 + I&C	耐震度中值 (Am, g)
SSC	失效模式	中值(Am, g)	β_r	β_u
125 VDC Switchboard	Function	6.25	0.31	0.48
125 VDC Batteries and Racks	Function & Structure	> 3	NA	NA
Control Room Panels System	Relay Logic Panel	2.65	0.35	0.38
標題	RCIC/HPCI 爐 心注水	系統故障樹	RCIC*HPCI + CST	耐震度中值 (Am, g)
SSC	失效模式	中值(Am, g)	β_r	β_u
RCIC Pump	NA	> 3	NA	NA
RCIC Turbine	NA	> 3	NA	NA
HPCI Pump	NA	> 3	NA	NA
HPCI Turbine	Taper Pins and Anchor Bolts	> 3	NA	NA
CST	Shell Buckling	1.15	0.09	0.33

表 1-2 核一廠壓力測試評估地震事件樹之耐震度分析(3/4)

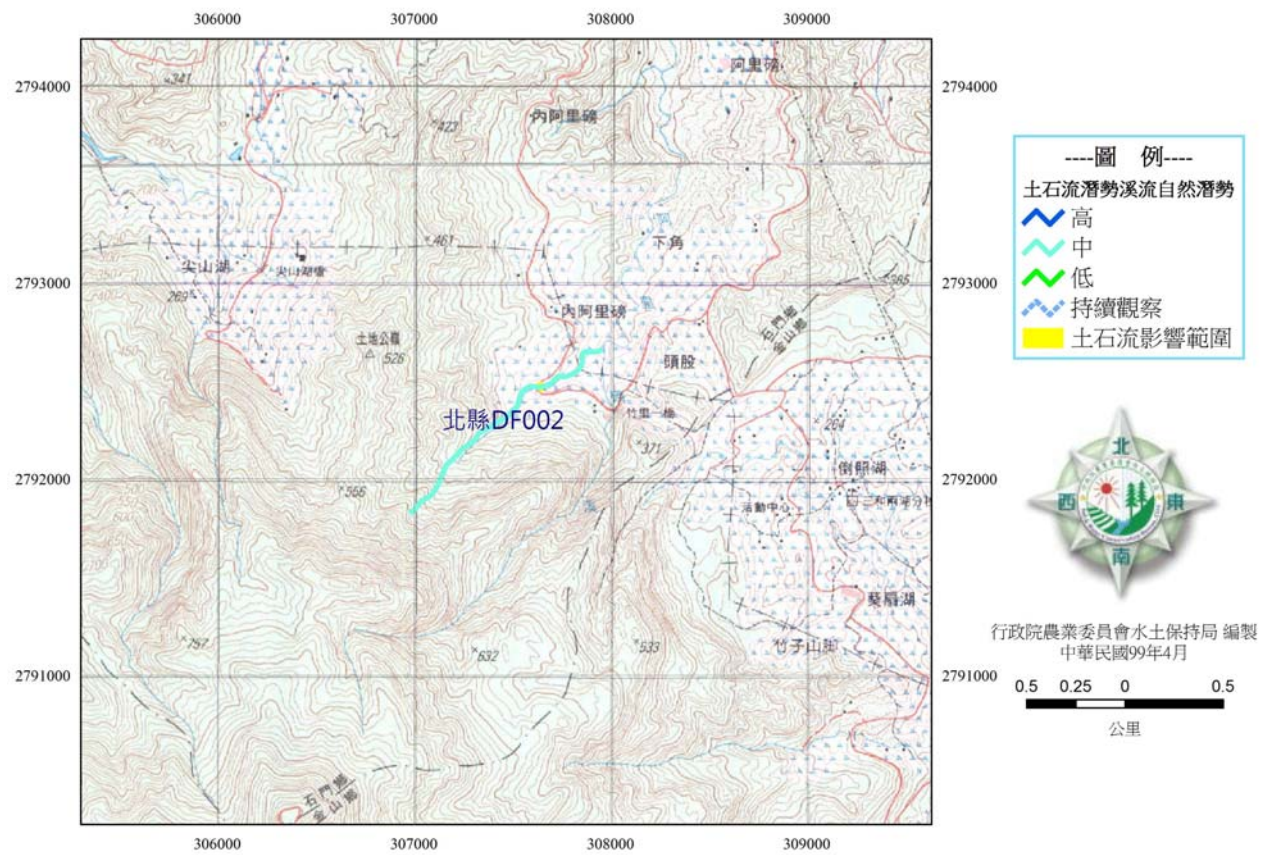
標題	反應器洩壓	系統故障樹	ADS/SRV	耐震度中值 (Am, g)
SSC	失效模式	中值(Am, g)	β_r	β_u
Accumulator	Anchor	0.79	0.37	0.48
Valve (ADS AOV)	Function	> 3	NA	NA
標題	廠內 AC 電(柴油發電機)及 CSCW/ESW	系統故障樹	4.16 kV Switchgear + DG-1A*DG-1B*DG5 + CSCW + ESW	耐震度中值 (Am, g)
SSC	失效模式	中值(Am, g)	β_r	β_u
4.16 kV Switchgear	Chatter	2.25	0.29	0.34
	Base Plug Welds	1.56	0.32	0.37
DG5	Support	1.20	0.50	0.50
DG-1A/DG-1B	NA	> 3	NA	NA
CSCW Pump	NA	> 3	NA	NA
CSCW Heat Exchanger	NA	> 3	NA	NA
ESW Pump	NA	> 3	NA	NA
ESW Sluice Gate	NA	> 3	NA	NA
ESW Traveling Screen	NA	> 3	NA	NA
ESWP MCC	Function	2.65	0.31	0.44

表 1-2 核一廠壓力測試評估地震事件樹之耐震度分析(4/4)

標題	圍阻體冷卻 /RHR (廠內 AC 電成功)	系統故障樹	RHR/SPCM + ESW	耐震度中值 (Am, g)
SSC	失效模式	中值(Am, g)	β_r	β_u
RHR Pump	Anchor Bolt	> 3	NA	NA
RHR Heat Exchanger	Anchor Bolt	> 3	NA	NA
RHR Valve	NA	> 3	NA	NA
ESW 系統	NA	2.65	0.31	0.44
標題	圍阻體排氣	系統故障樹	CTV	耐震度中值 (Am, g)
SSC	失效模式	中值(Am, g)	β_r	β_u
CTV Valve	NA	> 3	NA	NA



(附件三)乾華溪自然潛勢等級



附表 2-1 核一廠既有災害防救整備器材(A類)-摘錄自程序書 113.5

項次 編號	器材名稱/用途	規格 / 規範	佈放地點及高程(EL)	經管部門/組 課
A-12	柴油發電機/OSC 備用	480V/400kW	#5 D/G 西側 OSC 備用 電源 EL 11.3M	電氣/電器課
A-13	汽油發電機/一般備用	110V 220V/3kVA	G/T 電氣倉 EL 21.9M	電氣/變電課
A-14	汽油發電機/一般備用	110V 220V/3.5kVA	G/T 電氣倉 EL 21.9M	電氣/變電課
A-15	汽油發電機/一般備用	110V 220V/4.1kVA	工具室 EL 9.15M	機械/機具課
A-16	汽油發電機/一般備用	110V 220V/4.1kVA	工具室 EL 9.15M	機械/機具課
A-19	汽油發電機/焊機供電	110V/180A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-20	汽油發電機/焊機供電	110V/180A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-21	汽油發電機/焊機供電	110V/180A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-22	柴油發電機/焊機供電	110V/180A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-23	柴油發電機/焊機供電	110V/180A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-24	柴油發電機/焊機供電	110V/180A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-25	柴油發電機/焊機供電	110V/250A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-26	柴油發電機/焊機供電	110V/300A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-27	柴油發電機/焊機供電	110V/300A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-28	柴油發電機/焊機供電	110V 220V/320A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-31	汽油發電機/消防	110V 220V/3.0kVA	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
A-32	汽油發電機/消防	110V 220V/3.0kVA	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
A-35	汽油引擎抽水機/一般	3"直徑揚程 31M	工具室 EL 9.15M	機械/機具課
A-36	汽油引擎抽水機/一般	3"直徑揚程 31M	工具室 EL 9.15M	機械/機具課
A-37	汽油引擎抽水機/一般	2"直徑揚程 30M	工具室 EL 9.15M	機械/機具課
A-38	汽油引擎抽水機/一般	2"直徑揚程 30M	工具室 EL 9.15M	機械/機具課
A-39	汽油引擎抽水機/一般	2"直徑揚程 30M	工具室 EL 9.15M	機械/機具課
A-40	汽油引擎抽水機/消防	10kg/396GAL/分鐘	消防器材車 EL 10.7M	工安/消防課

附表 2-1 核一廠既有災害防救整備器材(A 類)

項次 編號	器材名稱/用途	規格 / 規範	佈放地點及高程(EL)	經管部門/組課
A-41	汽油引擎抽水機/消防	10kg/396GAL/分鐘	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
A-55	移動式起重機(柴油)	25 公噸	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
A-56	移動式起重機(柴油)	14 公噸	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
A-57	堆高機(柴油)	14 公噸	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
A-58	堆高機(柴油)	7 公噸	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
A-59	堆高機(柴油)	5 公噸	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
A-60	堆高機(柴油)	3.5 公噸	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
A-61	油壓式升空車(柴油)/高空作業	荷重 100kg/10M	重機械房 EL 8.5M	電氣/保電課
A-62	消防水箱車/消防	10M ³ 消防水	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
A-63	消防化學車/消防	內備消防泡沫原液及乾粉等	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
A-64	消防器材車/消防	內備強力照明燈、泵類、發電機、破壞工具等	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
A-65	救護車(汽油)/傷患載送	內備急救擔架/床及法定配備救護器具	消防班 EL 10.7M	工安/消防課

附表 2-2 核一廠既有災害防救整備器材(B 類)

項次 編號	器 材 名 稱	規格 / 規範	佈放地點及高程(EL)	經管部門/組課
B-08	ESW 泵備用馬達	4.16kV/400HP	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電機課
B-09	RHR 泵備用馬達	4.16kV/1000HP	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電機課
B-10	CRD 泵備用馬達	460V/250HP	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電器課
B-11	CSCW 泵備用馬達	460V/250HP	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電器課
B-12	衛星電話	全套	2 機主控制室 EL 28M	電氣/電器課
B-13	微波通訊	全套	#1 號微波站 EL 85.7M	電氣/電器課
B-21	擋水砂包	20kg/袋 x4300 個	分置#1/#2 機組及附屬各廠房共 37 個出入口 EL 11.3M	改善/營繕課
B-22	海漂物處理器具	木槌、掃把、垃圾袋等	泵室人員工作間 EL 8M	修配/氣渦課
B-29	吸油繩 x10 條	不織布 10'x8"直徑	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	環化/環保課
B-30	手壓式抽油泵 x5 支	55cmx1.5cm 直徑	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	環化/環保課
B-31	洩捕劑 x10kg	粉狀礦砂	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	環化/環保課
B-32	化油劑 x20 公升	非離子介面活性劑	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	環化/環保課
B-33	吸油棉 x200 片	吸油 PP 纖維	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	環化/環保課
B-34	水瓢 2Lx10、棧板 x2 塊	PVC 供水瓢/木棧板	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	環化/環保課
B-35	空鐵桶容器 x10 個	55 加侖	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	環化/環保課
B-36	清潔沉水泵 x2 具	1/6 馬力	#1/#2 機主控制室 EL 28M	廢料/流廢課
B-37	清潔沉水泵 x2 具	1/6 馬力	#1/#2 機廢控室工具箱 EL 11.3M	廢料/流廢課
B-38	延長線(輪)x2 組	每組 30M	#1/#2 機廢控室工具箱 EL 11.3M	廢料/流廢課
B-39	1" ϕ 塑膠管 x2 條	每條 25M	#1/#2 機廢控室工具箱 EL 11.3M	廢料/流廢課
B-45	防靜電衣 x5 套	Sx1、Mx2、Lx1、XLx1	O/G 1F 製氫室 EL 11.3M	運轉/值班
B-46	電腦網路資訊/設備	交換器、Ethernet	電腦室 EL 28M	電算/程式課
B-51	高級柴油	100 公升	小坑#1 倉庫 EL 13M	供應/材料課
B-54	手電筒 x10 具	一般手電筒/頭燈	物品倉庫 EL 7.4M	供應/總務課

附表 2-2 核一廠既有災害防救整備器材(B類)- 摘錄自程序書 113.5

項次 編號	器 材 名 稱	規格 / 規範	佈放地點及高程(EL)	經管部門/組課
B-55	飲用水、糧食及其它 民生必需品	依程序書 104.22A 表所列 (防颱整備)	供應組茂林餐廳 EL 110M	供應/總務課
B-56	人員輸送巴士	40 人座	停車廠 EL 7.5M	供應/總務課
B-57	大卡車	15 公噸	停車廠 EL 7.5M	供應/總務課
B-58	乾粉滅火器 x20 具	15 磅型	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
B-59	空氣呼吸器 x10 具	容積 6.5 公升,充 氣壓力 300BAR	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
B-60	緊急照明燈 W 型 x10 具	12V/50W 亮度 150000 燭光	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
B-61	排煙機 x2 具	110V/1HP	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
B-62	茂林消防水池	水池一池	茂林倉庫區 EL 105M	工安/消防課
B-63	望遠鏡 x1 具	10 倍率	工安組辦公室 EL 24M	工安/消防課
B-64	氧氣偵測儀 x5 具	0~25%	工安組辦公室 EL 24M / 控制室 EL 28M	工安/工安課
B-66	防靜電鞋 x5 雙	Mx2、Lx3	工安組貨櫃 EL 11.3M	工安/工安課
B-67	三角危險旗 x10 條	每條 20 公尺	工安組貨櫃 EL 11.3M	工安/工安課
B-68	救生衣	2 件	進水口泵室 EL 5.6M	工安/工安課
B-69	救生衣	2 件	十萬噸生水池 EL 70M	工安/工安課
B-70	救生衣	2 件	第一抽水站 EL 21.9M	工安/工安課
B-71	救生衣	2 件	第二抽水站 EL 100M	工安/工安課
B-72	救生圈	3 只	進水口泵室 EL 5.6M	工安/工安課
B-73	救生圈	2 只	十萬公噸生水池 EL 70M	工安/工安課
B-74	救生圈	2 只	第一抽水站 EL 21.9M	工安/工安課
B-75	救生圈	2 只	第二抽水站 EL 100M	工安/工安課
B-76	救生浮水拋繩	2 組	進水口泵室 EL 5.6M	工安/工安課
B-77	救生浮水拋繩	1 組	十萬公噸生水池 EL 70M	工安/工安課
B-78	救生浮水拋繩	1 組	第一抽水站 EL 21.9M	工安/工安課
B-79	救生浮水拋繩	1 組	第二抽水站 EL 100M	工安/工安課

附表 2-3 因應福島事件增購災害防救整備器材(A類)摘錄自程序書 113.5

項次 編號	器材名稱/用途	規格 / 規範		佈放地點及高程(EL)	經管部門/組課
A-01	柴油發電機電源車/通用	4.16kV/1500kW		40 呎貨櫃置 G/T EL 21.9M	電氣/電機課
A-02	柴油發電機/#1 機備用	480V/500kW		#1 機 EL 28M 屋頂	電氣/電器課
A-03	柴油發電機/#1 機備用	480V/500kW		#1 機 EL 28M 屋頂	電氣/電器課
A-04	柴油發電機/#1 機備用	480V/500kW		#1 機 EL 28M 屋頂	電氣/電器課
A-05	柴油發電機/#1 機備用	480V/500kW		#1 機 EL 28M 屋頂	電氣/電器課
A-06	柴油發電機/#2 機備用	480V/500kW		#2 機 EL 28M 屋頂	電氣/電器課
A-07	柴油發電機/#2 機備用	480V/500kW		#2 機 EL 28M 屋頂	電氣/電器課
A-08	柴油發電機/#2 機備用	480V/500kW		#2 機 EL 28M 屋頂	電氣/電器課
A-09	柴油發電機/#2 機備用	480V/500kW		#2 機 EL 28M 屋頂	電氣/電器課
A-10	柴油發電機/TSC 備用	480V/200kW		G/T 發電區 EL 21.9M	電氣/電器課
A-11	柴油發電機/N2 SYS 備用	480V/200kW		G/T 發電區 EL 21.9M	電氣/電器課
A-17	柴油發電機/一般備用	110V 220V	/320A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-18	柴油發電機/一般備用	110V 220V	/320A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-29	汽油發電機/AOV 操作	110V 220V	/3.5kW	#1 機儀控工作間 EL 11.3M	儀控/校驗課
A-30	汽油發電機/ AOV 操作	110V 220V	/3.5kW	#2 機儀控工作間 EL 11.3M	儀控/校驗課
A-33	柴油發電機/#1 倉貯備用	480V/200kW		#1 廢料貯庫 EL 22.7M	廢料/固廢課
A-34	柴油發電機/#2 倉貯備用	480V/200kW		#2 廢料貯庫 EL 18.9M	廢料/固廢課
A-42	汽油引擎抽水機/消防	10kg/396GAL/分鐘		消防班 EL 10.7M	工安/消防課
A-43	汽油引擎抽水機/消防	10kg/396GAL/分鐘		消防班 EL 10.7M	工安/消防課
A-44	汽油引擎抽水機/消防	10kg/396GAL/分鐘		G/T 發電區維護工作間 EL 21.9M	工安/消防課
A-45	汽油引擎抽水機/消防	10kg/396GAL/分鐘		G/T 發電區維護工作間 EL 21.9M	工安/消防課
A-46	汽油引擎抽水機/消防	10kg/396GAL/分鐘		G/T 發電區維護工作間 EL 21.9M	工安/消防課

附表 2-3 因應福島事件增購災害防救整備器材(A類)

[illegible]

附表 2-4 因應福島事件增購災害防救整備器材(B 類)

項次 編號	器材名稱/用途	規格 / 規範	佈放地點及高程(EL)	經管部門/組課
B-01	5KV 動力電纜	1 芯/3600M	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/變電課
B-02	5KV 動力電纜	1 芯/2000M	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電機課
B-03	600V 動力電纜	1 芯/4000M	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電器課
B-04	600V 動力電纜	3 芯 4 號/1000M	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電器課
B-05	600V 動力電纜	3 芯 6 號/1000M	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電器課
B-06	600V 動力電纜	3 芯 8 號/3000M	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電器課
B-07	600V 動力電纜	3 芯 10 號/1000M	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電器課
B-14	沉水泵 x2 具(A&B)	220V/3"/4HP	#1 機 SBTG EL 16.2M	機械/機具課
B-15	沉水泵 x2 具(C&D)	220V/3"/4HP	#2 機 SBTG EL 16.2M	機械/機具課
B-16	工具用電輪座 x15 個	110V/30M 長	工具室 EL 9.15M	機械/機具課
B-17	#12 號鍍鋅鐵線	50kg	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
B-18	#10 號鍍鋅鐵線	50kg	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
B-19	#8 號鍍鋅鐵線	50kg	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
B-20	高級柴油	200 公升	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
B-23	蛇管(軟管)及管夾	3"直徑/60 尺	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	修配/氣渦課
B-24	蛇管(軟管)及管夾	4"直徑/100 尺	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	修配/氣渦課
B-25	蛇管(軟管)及管夾	6"直徑/20 尺	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	修配/氣渦課
B-26	輸水帶及管夾	2.5"直徑/1640 尺	10 萬噸生水池生水過濾室 EL 70M	修配/修配課
B-27	天然硼砂	29 公噸	茂林倉庫 EL 100M	環化/放化課
B-28	天然硼酸	29 公噸	茂林倉庫 EL 100M	環化/放化課
B-40	盛裝袋(塑膠袋)	30 公升裝/600 個	廢料組貨櫃 EL、11.3M	廢料/除污課
B-41	盛裝袋(塑膠袋)	120 公升裝/600 個	廢料組貨櫃 EL、11.3M	廢料/除污課
B-42	盛裝袋(塑膠袋)	150 公升裝/600 個	廢料組貨櫃 EL 11.3M	廢料/除污課
B-43	輸水軟管(帶)	3"直徑/100 公尺長	#1 機 R-15 門內樓梯間 EL 11.3M	廢料/流廢課

附表 2-4 因應福島事件增購災害防救整備器材(B 類)

項次 編號	器材名稱/用途	規格 / 規範	佈放地點及高程(EL)	經管部門/組課
B-44	輸水軟管(帶)	3"直徑/100 公尺長	#2 機 R-15 門內樓梯間 EL 11.3M	廢料/流廢課
B-47	氧氣	6M ³ /支 x10 支	小坑氣體倉庫 EL 13.2M	供應/材料課
B-48	乙炔	3kg/支 x10 支	小坑氣體倉庫 EL 13.2M	供應/材料課
B-49	氮氣	6M ³ /支 x10 支	小坑氣體倉庫 EL 13.2M	供應/材料課
B-50	氬氣	6M ³ /支 x10 支	小坑氣體倉庫 EL 13.2M	供應/材料課
B-52	95 汽油	400 公升	小坑油品倉庫 EL 14.4M 及汽 油引擎用油部門	供應/材料課
B-53	防濕裝(青蛙裝)x20 套	L&XL Size	供應組物品倉庫 EL 7.4M	供應/總務課
B-65	可燃性氣體偵測器 x30 具	0~100%LEL	工安組辦公室 EL 24M / 控制室 EL 28M	工安/工安課
B-80	鉛毯(現場配置外之 儲備)	600 件	洗衣房 EL 18.9M	保健/輻防課
B-81	鉛衣(現場配置外之 儲備)	50 件	洗衣房 EL 18.9M	保健/輻防課

(本頁空白)

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

核一廠設計基準水災主要需考慮海嘯及暴雨對電廠的影響。

(一)海嘯

根據終期安全分析報告(FSAR) 2.6.11 節，核一廠最大可能海嘯溯上高度為 9 米，加上高潮位 1.73 米，總高度為 10.73 米，其來源係依據台南水工試驗所報告：「The Report on the Prediction of Tsunami Runup at the Coast of Chin Shan」所做的分析結果。

(二)水災

核一廠設計基準水災(DBF)係以 10,000 年重現可能最大降雨量 297mm/hr 為設計基準，選擇該數值係以淡水區 10,000 年重現可能最大降雨量 252.7mm/hr (下限)及鞍部區 325.2mm/hr (上限)，加上淡水及鞍部觀測站 1943~1972 共 30 年暴雨記錄為基礎，分析結果之數值。

此外，因核一廠內有小坑溪及乾華溪流過，故需考慮土石流是否衍生廠區水災的影響。東側小坑溪自建廠迄今並未曾發生土石流，又依據農委會防災資訊網，小坑溪並非土石流潛勢溪流。西側之乾華溪(阿里磅溪)源頭約 1.5 公里長發生土石流潛勢為「中」，但距離核一廠有 4.2 公里遠。經電洽農委會水保局土石流防災中心查詢結果，乾華溪近年來並無發生土石流之記錄。依據益鼎公司及精英大地工程顧問有限公司之「小坑溪及乾華溪土石流危險度評估報告」(91.8.14)，小坑溪及乾華溪可歸納為低潛能、低危險度或中低處理等級，且即使上游發生土石流，土石流堆積起始點距核一廠乾華溪仍有 4.2 公里，小坑溪仍有 3.5 公里，故核一廠位於土石流土砂淤積區之外，應不受土石流災害之影響。

3.1.1.2 評估 DBF 的方法

(一)FSAR 海嘯的設計基準

依據核一廠終期安全分析報告(FSAR)之敘述，最大可能海嘯溯上高度為 9 公尺，加上高潮位 1.73 公尺，總高度為 10.73 公尺，當時建議廠房地面高程應大於 11 公尺，因此最終主廠區高程設

計為 12 公尺。核一廠終期安全分析報告(FSAR)有關海嘯溯上水位及主廠房區基地高程摘錄如下：

根據歷史記錄，最大的海嘯發生在 1867 年 6 月 11 日，估計在基隆的湧浪高度為 7.5 米，曾對基隆地區造成嚴重破壞，據推測應為基隆東北方向距離 134 公里處之海底火山爆發所引起之海嘯，經計算因為此地震在金山海岸造成的海嘯波浪為 2.12 米高。若考慮海岸坡度斜率為 1/5，且海嘯與最大海浪同時發生時，海浪的總能量是風浪與海嘯波浪的總合。因此，計算其合併的溯昇高度在海岸坡度斜率 1/5 時為 9 米，再加上暴潮水位 1.73 公尺，故核一廠溯上水位訂為 10.73 公尺，主要廠房基地高程則定為 12 公尺以避免受海嘯之侵襲。

(二)FSAR 水災的設計基準

核一廠廠區可分為西側乾華區與東側小坑區兩大區塊，兩大區塊之間有山丘相隔，並以乾華隧道相連通。東側小坑區為小坑溪河谷谷地，小坑溪由南向北流經小坑區注入東海，本區主要設施有備品倉庫、改善組辦公大樓、放射實驗室等。西側乾華區為乾華溪下游河谷谷地，乾華溪於建廠時以構築堤岸、護坡方式將廠區段之乾華溪改道，建構為人工排放渠道，由南向北流經乾華區注入東海，而本廠主要廠房與設施即座落於本區。本廠於建廠當時經填土整地，地勢由南至北呈高往低，另機組廠房地面及乾華溪出口河堤於建廠時曾填高至 12 公尺(經中興工程顧問公司重測亦大於 11 公尺)，主要乃防範發生天然災害時，不致於造成主要廠房淹水。

核一建廠時期，因廠址附近之降雨歷史記錄缺乏，故以台北、淡水、基隆、鞍部、竹子湖等降雨歷史記錄，執行分析求得各區之 10,000 年重現最大降雨量。其中又以鞍部(325.2mm/hr)及淡水(252.7mm/hr)為最大，且離廠址也較近，故最後以鞍部為上限，淡水為下限，求得廠址 10,000 年重現可能最大降雨量 297mm/hr 做為核一廠的設計基準。

核一廠主要廠區(乾華區)之排水系統可分為二個部分：

- a. Power Block 內之廠區：地面排水採重力排水。本區域匯集地表雨水排放之路徑計有五條直徑分別為 50cm、60cm、80cm、100cm(2 條)之排水管往西排入乾華溪，以及一條寬 70cm x 深 (50~150)cm 排水溝往北排至 Power Block 外，總排水能力共計為 5.6cms(5.6 公噸/每秒)。又此排水系統所涵蓋排水面積為 45,394 平方公尺，依終期安全評估報告 FSAR 2.4.3.1 節所述設

計最大降雨強度 297 mm/hr，計算此區域水量為 3.745 cms，故總排水能力可符合 FSAR 之要求。

- b. 乾華廠區：包含 Power Block 在內之乾華廠區，其地面排水皆採重力排水模式，有往西流排至乾華溪以及往北排至廠界外之東海二種途徑。依據 FSAR 2.4 節，核一廠排洪設計係以 10,000 年再現可能最大洪峯量(Probable Maximum Flood, PMF)764 立方公尺/秒(27,000 CFS)及可能最大降雨量(Probable Maximum Precipitation, PMP) 297mm/hr(公釐/小時)為考慮，由乾華溪人工渠道匯集排放，並將佔用乾華溪流水設計截面積 87 平方公尺中的 80 平方公尺，尚有 7 平方公尺約 8%之餘裕空間。故乾華溪人工渠道除可排放上游山區之雨水外，下游之廠房周邊相關排水溝、排水管均依地勢由高往低裝設，所匯集之雨水最後亦導入乾華溪人工渠道排放入海，其排放能力可涵蓋設計考慮之最大洪峰量及最大時雨量。
- c. 本公司已委託中興工程顧問公司完成廠區高程測量，依據其所繪製之圖面，可研判廠區易遭受淹沒之區域為 Power Block 北側牆以北至貨櫃區間之區域(包括大停車場、臨時變電站及綠地等)，惟本區域設有排水溝將積水排入乾華溪及東海，如上述乾華溪排放能力說明，本區域不致淹水。

3.1.1.3 DBF 適切性的結論

(一)海嘯設計基準之適切性

福島事故發生後，本公司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。依據調查及檢視結果，核一廠廠址高程為 11.2 公尺，確認重要廠房及設備不受海嘯淹溢。根據與海嘯相關之分析與評估，包括 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，顯示核一廠的海嘯設計基準是適當的。台電公司現有核電廠之廠址高程設計，係依現有歷史氣象資料推斷，考量所在地及鄰近地區曾發生而可能侵襲台電核電廠海嘯之高程，並依據全島週邊海溝分佈情形，加入合理餘裕，作為廠址設計高程的依據。相關設計基準海嘯高程及廠址設計高程，詳列於下表：

(表 3-1)

單位：公尺

廠別	核一廠	核二廠	核三廠	龍門廠
----	-----	-----	-----	-----

FSAR 分析海嘯溯上高程 (註)	10.73	10.28	12.03	8.07
廠房高程(m)	11.2	12.0	15.0	12.0

註：依據中央氣象局及日本的文獻記載所定。

另外，台電公司將成立專案，規畫針對 FSAR 有關可能海底火山及海底山崩引發海嘯進行評估。

(二)水災設計基準之適切性

1. 本廠#1 機於 1978.12.10，#2 機於 1979.07.15 開始商轉迄今已逾 30 年。經洽氣象局提供 1979.01.01～2011.08.30 期間，鞍部及淡水測站所測之最大時雨量，以及鄰近(如表 3-2)均未達本廠之設計最大時雨量 297mm/hr。

(表 3-2)

核一廠鄰近觀測站1979.01.01～2011.08.30 期間最大時降雨量記錄			
測站名稱	最大時降雨量	發生日期	備註
鞍部	136.5mm/hr	2001.09.05	(註2)
淡水	96.0mm/hr	1993.08.16	
富貴角	116.0mm/hr	2000.10.31	(註1, 2)

註 (1)氣象局富貴角觀測站位於新北市石門區山溪村 10 鄰九芎林 13 號旁(石門國小山溪分班附近)。自 1994 年 10 月設站迄今最大時降雨量為 116.0mm/hr，發生於 2000.10.31，24 時象神颱風侵襲時。

(2)116.0mm/hr 應係核一廠商轉以來遭受最大暴雨侵襲之記錄。表 3-1 所載 2001.09.05 鞍部測站所測之最大時降雨量 136.5mm/hr 雖大於 116.0mm/hr，但當日富貴角測站所測之最大時降雨量為 38.5mm/hr。

2. 2011.12.05 經洽氣象局提供 1979～2011 年(正式商轉迄今共 33 年)之淡水及鞍部測站之每年最大日降雨量記錄，依此記錄數據導入「對數皮爾遜 III 型」公式分析計算，求得淡水區 10,000 年重現可能最大降雨量為 231.54mm/hr；鞍部區則為 358.61mm/hr。同理，依 FSAR 所述，以鞍部為上限，淡水為下限，則核一廠 10,000 年重現可能最大降雨量為 $(231.54 \text{ mm/hr} + 358.61 \text{ mm/hr}) / 2 = 295 \text{ mm/hr}$ ，仍小於核一廠之設計最大時雨量 297mm/hr。

基於上述之評估說明，核一廠之設計最大時雨量 297mm/hr 應屬適切。

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

- (一) 核一廠廠內之主要設施分為與核能安全有關之設施(Safety Related)及與核能安全無關之設施(Non-Safety Related)兩大類，其中與核能安全有關之設施均為耐震一級結構(以下簡稱一級結構)，包括聯合結構廠房、冷凝水貯水槽、第五台柴油發電機廠房、緊要海水泵室廠房、85 萬加侖油槽及廢氣煙囪；其餘與核能安全無關之設施則非屬一級結構，如汽機廠房、循環冷卻水抽水機廠房、廢氣廠房、防波堤等。與核能安全有關之設施在各項災害發生時必須能順利運轉，係首要之檢核項目，因此所有與核能安全相關之設施需在 FSAR 海嘯溯上水位條件侵襲下，皆能運轉無礙，方可初步確保核能電廠之安全性。至於與核能安全無關之設施，則可允許在海嘯侵襲下受損，而不危及核能電廠之安全性。

核一廠於遭遇設計基準水災之狀況下，安全停機所需之 SSC 是否皆能保持可用，確保機組可安全停機無虞，茲檢視如下：

1. 因核一廠廠區地勢南高而北低，經檢視核一廠重要廠房設施之地面高程，除循環海水泵室(Normal Intake Pump House)，其餘重要廠房設施(包括一號機及二號機汽機廠房及聯合結構廠房、緊急抽水機房、第 5 台緊急柴油發電機廠房等)之地面高程均大於 11 公尺。當發生設計基準海嘯時，除循環海水泵室以外，其餘廠房設施均足以因應現行設計基準之要求。惟循環海水泵室雖會遭受海嘯之侵襲，然而其建物及相關設備並非安全有關，其失效並不影響機組之安全停機功能。

另外，針對核一廠之緊急抽水機房進水暗渠及防海嘯閘門將可能受海嘯之侵襲，本公司電源開發處已委託中興工程顧問公司辦理核能發電廠海嘯總體檢評估，依據中興工程顧問公司第二階段期末報告書的結論顯示，防海嘯閘門在海嘯作用力下不致有損壞的危險；而緊急抽水機房取水暗渠之渠道結構在海嘯作用力亦將不致發生損壞。

2. 核一廠重要儲水槽及儲油槽之高程詳如表 3-3 及表 3-4，除 DST 儲水槽外，其餘儲槽均高於海嘯溯上水位。DST 儲水槽雖位於聯合結構廠房之地下二樓(EL. - 0.25 公尺)，但是因為聯合結構廠房不受設計基準海嘯之侵襲，故 DST 儲水槽亦不受海嘯之危害；而 CST 儲水槽之地面高程為 11.2 公尺，其周邊有圍牆環繞，圍牆之地面高程大於 11 公尺，且高度為 3.2 公尺，故可發揮阻

隔功能，使不受設計基準海嘯之危害。

(表 3-3) 核一廠重要儲水槽高程：

項次	儲水槽名稱	容積(噸)	耐震等級	結構體材質	距海平面高程
1	CST (一號機)	1893	I	不銹鋼槽體	海平面 11.2 公尺
2	CST (二號機)	1893	I	不銹鋼槽體	海平面 11.2 公尺
3	DST (一號機)	189	II	鋁材槽體	海平面-0.25 公尺 (廠房內)
4	DST (二號機)	189	II	鋁材槽體	海平面-0.25 公尺 (廠房內)
5	3000 噸生水池 (二座，共用)	6000	II	鋼筋混凝土	海平面 78 公尺
6	100000 噸生水池 (上、下池合計 10 萬噸)	100000	II	鋼筋混凝土	海平面 62 公尺

(表 3-4) 核一廠重要儲油槽高程：

項次	儲油槽	耐震等級	容積	距海平面高度	材質	承接漏油之防溢堤
1	EDG 日用油槽 (一號機)	I	1200 加侖	廠房地面 11.2 公尺	鋼槽體	廠房內
2	EDG 日用油槽 (二號機)	I	1200 加侖	廠房地面 11.2 公尺	鋼槽體	廠房內
3	EDG 儲油槽	I	850000 加侖	槽底 19.7 公尺	鋼槽體	有
4	5TH EDG 日用油槽	I	1300 加侖	廠房地面 20.2 公尺	鋼槽體	廠房內
5	5TH EDG 儲油槽	I	61000 加侖	廠區 11.2 公尺	鋼槽體	有
6	GT 日用油槽(三座)	II	共 1800 公秉	油槽地面 25.9 公尺	鋼槽體	有
7	35000 公秉儲油槽	II	35000 公秉	油槽地面 110.8 公尺	鋼槽體	有

- 根據前述排水能力之探討，核一廠乾華區之排洪能力足以應付豪大雨而不致造成廠區淹水，因此廠房內各相關設備均不受影

響。另核一廠自建廠以來遭逢最大暴雨侵襲的係發生於民國 89 年 10 月 30 日至 11 月 1 日的象神颱風侵台時，當時累積雨量如表 3-5、3-6 所列，已達超大豪雨標準，而當時乾華溪排放渠道並未滿溢，乾華廠區廠房亦無淹水情形而造成 SCC 設備受損。

(表 3-5)

象神颱風最大時雨量及 24 小時最大累積雨量(富貴角測站)	
最大時雨量 89.10.31 24 時	116mm/hr
24 小時內最大累積雨量 89.10.31 16 時至 89.11.01 15 時	757.5mm

(表 3-6)

象神颱風單日累積雨量(富貴角測站)	
89 年 10 月 30 日	45.0mm
89 年 10 月 31 日	540.5mm
89 年 11 月 1 日	290.5mm
總累積雨量	876mm

(二) 於福島事件後，核一廠已立即依據 WANO SOER 2011-2 Recommendation 3：「Verify the capability to mitigate internal & external flooding events required by station design」，檢視防洪保護措施及執行相關設備/設施現場查證：

a.廠區防洪保護措施可分為廠房內及廠房外兩部分：

- 廠房外防洪保護措施，詳附件一。
- 廠房內防洪保護措施，詳附件二。

b.依據核能總體檢有關電廠內外水災之檢討，核一廠已執行現場巡視檢查相關設備/設施可符合防止水災要求，現場查證(Walkdown)結果詳附件三～六。

3.1.2.2 主要用來防範廠址水災的方法

- (一) 廠區北側海岸公路之高程大於 11 米，可作為核一廠防範海嘯侵襲之屏障。
- (二) 乾華溪人工排水渠道設有防海嘯閘門阻隔海嘯，且主要廠房高程均在 11 米以上，並無淹水之虞。
- (三) 核一廠於建廠當時經填土整地，地勢由南至北呈高往低，另機組廠房地面及乾華溪出口河堤於建廠時曾填高至 12 公尺(經中

興工程顧問公司重測亦大於 11 公尺)，主要乃防範發生天然災害時，不致於造成主要廠房淹水。

- (四) 核一廠主要廠區(乾華區)之排水管/溝及乾華溪排水渠道設計，均能充分處理最大可能之降雨，進而保護重要廠房設施不受洪水之危害。
- (五) 雖然小坑溪不屬土石流潛勢溪流，乾華溪(阿里磅溪)源頭上游約 1.5 公里長發生土石流潛勢為「中」，但近年來並無發生土石流之記錄。考量電廠的安全，核一廠仍已修改 104.37 程序書「乾華溪土石流監測」，將乾華溪及小坑溪均納入土石流監測範圍。(100 年 6 月 30 日以後完成)

3.1.2.3 警示並減緩水災後果的主要操作規定

核一廠廠房地面樓高度是依據 FSAR 所評估的海嘯最高高度、最大風浪和最大洪水高度加總後並留些許餘裕而訂的設計高度，因此廠房地面樓高度足以應付抵抗設計基準海嘯而不致造成廠房內安全停機所需關鍵的 SSC 淹水。

電廠在正常供電時，緊要設備區皆有地板集水坑排水泵，控制室隨時監視集水坑水位，若有水位異常現象發生時會自動啟動集水坑排水泵。但是為強化災害防救機制，俾減少災害損失，核一廠已訂定海嘯閘門啟閉、廠房內水災處理、廠區水災緊急操作規程等相關災害防救要點程序書以進行應變及處理，內有災害防救整備項目，包括抽水機、沉水泵、緊急發電機等救援水災之移動式設備。若喪失正常電源時，緊要設備區設有地板淹水之警報監測機制，觸動警報為機械接點所引動，因此控制室仍可持續監測該區域之淹水狀況，並視需要調派柴油動力排水泵進行抽水。相關程序書之目的及摘要說明如下：

(一)104.22 程序書「颱風災害預防與處理」

目的：為防範颱風、洪水災害侵襲，減少損失，各工作部門之準備及應變。

- 摘要：
- 1. 颱風季前準備：各部門於每年 3 月底前依防颱及災害防救整備項目檢查表進行巡檢，並於 4 月底前改善完成。
 - 2. 颱風警報發佈後：各有關工作部門於防颱中心成立前將防颱準備項目確實查核及備妥。
 - 3. 災變之戒備：當颱風動態由「海上警報」轉為「海上陸上警報」時，召開防颱會議成立防颱中心應變，由廠長指派颱風輪值經理並召集應變人力集中待命，由輪值經理統一指揮應變。

(二)104.37 程序書「乾華溪土石流監測」

目的：為防範乾華溪及小坑溪土石流災害侵襲，減少電廠損失

摘要：- 防汛期間乾華溪道及小坑溪道上游監測
- 災變之戒備

(三)513 程序書「颱風警報期間運轉」

目的：為防範颱風侵襲減少損失，於颱風期間核能電廠喪失廠外電源之威脅較正常天候為大，為避免此種情況出現並影響到機組之安全停機，特訂本程序書為颱風期間機組運轉之指引。

摘要：規範運轉員應採取之行動，包括：

- 1.接獲氣象局發佈「海上陸上颱風警報」後
- 2.廠區進入暴風圈前一小時
- 3.颱風期間運轉方案
 - 機組停止降載之時機
 - 機組開始升載或恢復運轉之時機
- 4.若由氣象塔測得陣風風速快達 60 米/秒時，且對電廠保護區運轉安全構成實質威脅或嚴重阻礙電廠人員執行安全運轉時，即宣佈機組進入異常示警
- 5.由氣象局之報導知道颱風持續風速達 60 米/秒時，且對電廠管制區運轉安全構成實質威脅或嚴重阻礙電廠人員執行安全運轉時，機組即宣佈進入緊急戒備事故

(四)514 程序書「海嘯警報期間之運轉」

目的：當接獲中央氣象局所發布的遠地海嘯警報通報且預期海嘯會侵襲本廠運轉員之行動。

摘要：運轉員中央氣象局所發布的遠地海嘯警報通報且預期海嘯會侵襲本廠時，則依步驟 a.開始執行；若接獲的是近海海嘯警報且預期本廠會受到侵襲，則逕跳到步驟 b.執行；若機組已停機，則依步驟 c.執行。

- a.接獲遠地海嘯警報且預期海嘯會侵襲本廠，進入緊急事故分類 — 異常示警 (HU1)。
- b.接獲近海海嘯警報且預期本廠會受到侵襲，進入緊急事故分類 — 異常示警 (HU1)。
- c.若機組已停機，則啟動 Torus Cooling 並儘量利用主冷凝器將機組帶至冷停機狀態。
- d.遇中央氣象局發佈海嘯警報，可能侵襲本廠且預期波高大於海平面 5 公尺時，將執行 RPV 緊急洩壓，降低反應爐壓力至 35 kg/cm^2 。

(五)515 程序書「廠區水災緊急操作規程」

目的：廠區水災有下列任一情況時,需立即執行本程序書。

- (1) 超過一千年頻率的超級颱風或大雨發生,乾華溪水位達設計基礎洪水水位【乾華溪水位 2.75 公尺 (EL.4.6 公尺)】。
- (2)大海嘯侵襲電廠海岸,造成海水倒灌至廠區。
- (3)廠區消防水管或生水管破管。
- (4)廠區水災灌入廠房內,造成汽機廠房 17.25'、反應器廠房-0.83'、聯合廠房-0.83'淹水。

摘要：依據本程序書所定之情況,將採行下述應變措施：

- a.監測乾華溪出水口水位上升狀況。
- b.若乾華溪溪流水位達到設計基礎洪水之警戒高度【乾華溪水位 2.75m (EL.4.6m)】,繼續注意水位上升率,並執行下列行動
 - 預期洪水會危害到機組設備安全之虞時,開始執行降載停機冷爐之操作。
 - 通知各管制部門,堆砌砂袋(綠色)於相關廠房四周圍進/出門,高度至少一米,避免水災灌入廠房內。
- c.廠區消防水管破或生水管破
 - 現場查看破管位置,破管大小、破管的系統,若消防系統水管破漏水,確認管路後將其破管隔離,生水管漏水、破管設法隔離破管。
 - 置砂袋於廠房四周圍低窪處,避免水災灌入廠房內
- d.大海嘯侵襲電廠海岸,造成海水倒灌至廠區,緊急應變依 1451 程序書處理。
- e.廠區水災灌入廠房內,造成汽機廠房 17.25'、反應器廠房-0.83'、聯合廠房-0.83'淹水,緊急應變依 515.2 廠房內水災處理程序書執行操作。
- f.運轉員其次行動
 - 繼續執行廠房的巡視檢查至廠區水災解除。
- g.廠區水災之解除
 - 當乾華溪水位 $<0.9\text{m}$,繼續監測乾華溪出水口水位至隔日三值,若水位均在 0.9m 以下,則廠區水災解除。
 - 廠區消防水管破或生水管破已隔離(或檢修完成)且廠房內水災清理完成(不含設備檢修),則廠區水災解除。
 - 海嘯已解除,在廠區及廠房內水災清理完成(不含設備檢修),經技術經理會議決議或廠長(或廠長代理

人) 考量電廠實際狀況，宣布廠區水災解除。

h. 廠區水災解除後，進行防海嘯閘門關閉及堆砌砂袋復原。

(六)515.2 程序書「廠房內水災處理程序書」

目的：若因洪水由地面層進入廠房或因廠房內之管路及其他設備破損大量漏水時，造成廠房內淹水事故之處置措施。

摘要：廠房內若因洪水經由地面層進入或如循環水、廠用海水、凝結水、飼水、消防水、一次系統水、CSCW 冷卻水、CHILLER WATER 寒水冷卻系統、廢料管路及其他設備等管路發生破管時大量漏水，地面集水池泵來不及將水排出，將造成廠房淹水事故，並可能造成設備而故障。

事故範圍區分為（一）汽機廠房(二) 聯合廠房(三) 反應器廠房(四) 廢料廠房 4 個區域，每個區域詳列事故徵兆、行動指引，緊急處理步驟等。其他相關配合程序書如下：

1. 依程序書 540.4 第 SC/L-2 節、第 SC/L-5 節處理。
2. 按運轉規範 LCO 3.4.4 RCS Operational Leakage (反應爐冷卻水系統洩漏)
3. 程序書 308.1 設備和地面洩水集水池系統
4. 程序書 308.14 廢海水排放系統
5. 程序書 912 放射性物質外釋管制程序

3.1.2.4 其他水災間接影響的考量

(一)若喪失廠外電源時：

核一廠 345kV 以及 69kV 開關場之地面高程分別為 16 公尺及 22 公尺，均大於海嘯溯上之水位高度，基本上不受海嘯之侵襲。惟若萬一因災害發生可能導致喪失廠外電源時：

1. 核一廠每一部機組均有配置 2 台安全等級之緊急柴油發電機，供廠外電源喪失後提供緊急冷卻系統所需電源。
2. 核一廠另有配置一台緊急時可供兩部機共用之氣冷式第 5 台具安全等級之緊急柴油發電機(5th EDG)，可隨時接替任一機組之緊急柴油發電機(EDG)。如發生兩部機同時全黑事件，依現行第 5 台柴油發電機標準操作程序：
 - a. 先將第 5 台柴油發電機列置(Align)及送電至一部機之緊要匯流排。
 - b. 再將該匯流排之非必要負載設備停用，以及將另一部機組欲

供電之匯流排上非必要負載切離，同時防止自動起動。

- c. 由原先受電之匯流排透過第 5 台柴油發電機現場匯流排，轉供至另一部機組之緊要匯流排供電。

上述之實際操作步驟及詳細匯流排負載分配，已明列於核一廠 1452.1 程序書第 1 節內容中。藉由如此之操作模式，可確保第 5 台柴油發電機同時供電兩部全黑機組時不會過載運轉。

- 3. 以上安全等級之緊急柴油發電機均依據 DBE(Design Base Earthquake)值設計，足以抵禦 DBE 而造成之失效，且其所在位置之廠房地面高程均大於海嘯溯上之水位高度，應不受海嘯之侵襲，然而核一廠依福島事件經驗，已開立 MMR 將第 5 台柴油機廠房出入口增設水密門，並將聯合結構廠房出入門加裝擋水板，以強化防洪阻水功能。此外，核一廠亦將規劃於乾華廠區建構防海嘯擋牆，以防範海嘯的侵襲。

- 4. 另外核一廠還配置二台氣渦輪機，其廠房地面高程為 22 公尺，不受海嘯之侵襲。二台氣渦輪機中，只需一台即可替代核一廠 69kV 外來電源。

(二)若發生因海嘯致廠外之情況可能阻礙或延遲人員及設備到達廠區時：

- 1. 若事件發生於正常上班時段：

- a. 可能發生運轉值班人員無法抵達電廠接班情形，但此時模中有訓練班人力，另有機動支援班十數人(大部份為持照人員)，可接替及協助機組運轉處置。
- b. 維護人力除各部門均在廠內外，另有平時長期合約駐留廠區承包商之維護人力可達百人以上，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 8 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 25 人，可協助消防工作。

- 2. 若事件發生於非正常上班時段：

- a. 經調查居住廠區茂林單身備勤宿舍值班(含運轉組)人員計有 23 人，將可優先通知協助機組運轉工作，以因應運轉值班因接替人力無法抵達之情況；另居住淡水備勤宿舍、淡水、金山、石門等鄰近地區值班人員有 102 人，也可在外援抵達前，先行進廠協助。

- b. 經調查居住廠區茂林單身備勤宿舍維護人員(機、電、儀、修、保健物理等)人員計有 45 人，將可緊急動員進行設備搶修工作，另居住淡水備勤宿舍、淡水、金山、石門等鄰近地區維護部門同仁有 186 員，也可通知進廠協助緊急應變處置。另電廠維護協力商亦有許多居住於金山、石門地區之技術人力，且維護合約中，均列有緊急搶修項目，遇有緊急事故時，可洽協力廠商就近人力支援。
 - c. 消防班人力於非正常上班時段維持 6 名消防員在廠，消防班外包人員均為金山、石門地區居民，遇有狀況時將可緊急通知入廠。另有駐廠保警人力，亦可協助救災事宜。
 - d. 若事件發生於非上班時間，而廠外人員無法抵廠時，對於維護人力需求衝擊較大，必須借助協力商居住金山、石門、基隆之技術人力協助。
3. 至於因地震導致道路運輸中斷，造成人員及設備受阻礙或延遲到達廠區，中央災害應變中心應核一廠請求支援時，將以下列方式運作：
- a. 可利用重型機械設備排除路障。
 - b. 可利用距廠區附近空地，以直升機載運救援人員或吊掛救援設備。

3.1.3 電廠承諾的持照基準

3.1.3.1 一般程序

- (一)廠區內所有排水渠道除了每年執执行程序書 104.22「颱風災害預防與處理」及 795.12「廠區結構監測巡視作業程序」，於每年進行例行性及天然災害後勘查，以確定排水暢通及結構穩固外，尚有相關部門年度契約定有專人專責清潔溝渠，而核一廠並於 100.03.15 完成整個廠區排水渠道暢通巡視。
- (二)執行 792.1 程序書：「防海嘯閘門關閉及開啟操作測試」，提供防海嘯閘門關閉及開啟操作測試之詳盡步驟，以確保防海嘯閘門於海嘯發生時之可靠性。
- (三)穿越孔之檢查，係依據 791.1 程序書：「穿越孔定期檢查程序」，周期為 18 個月，及 791.2 程序書：「廠房外牆穿越管件及預留孔密封完整性檢查程序」，周期為 18 個月，執行定期檢查。
- (四)依 104.37 程序書，定期監測乾華溪及小坑溪之土石流狀況。

3.1.3.2 電廠用以確認承諾的廠外移動設備/補給

依據現行持照基準，於電廠設計基準下並不會因海嘯/水災造成廠區淹水，安全停機所需關鍵的結構物、系統及組件(SSC，包括反應器爐心、或用過燃料池)亦不致於受損，仍舊足以將機組安全停機。

核一廠除原先既有之一般性救援設備備品，並為檢討整合福島事故衍生救災複合性所需各類器材，增購了兩部大型的 4.16kV/1500kW 移動式貨櫃電源車及 12 部中型 480V/500kW、480V/200kW 等之柴油發電機，多部輕便型汽/柴油發電機、空壓縮機、內燃機抽水泵等(部份尚未交貨)及其它充裕的救災器材或備品(如附表 3-1~3-4，摘錄自本廠程序書 113.5 所列之“第一核能發電廠災害防救整備器材 A/B 類總表”所列示之各類備品/器材，並視實際狀況配合修訂)。

上述設備置放地點之安排以器材備品的性質或運用分散佈置等方式皆有相當的安全高程(地點高程參考行政院國科會民國 100 年 8 月所評估之北台灣地區地震、海嘯可能高度)，以確保不受颱風及海嘯之影響且又易於取用之地點。核一廠亦為此另提 PCN 修訂 113.5 程序書，增加「災害防救器材備置及管理」章節；將列屬 A 類之內燃機、發電機、空壓機等動件器材以預防保養(P.M)管登程序每季定期檢查及測試。屬 B 類之電纜、水管、油管、油料、礮砂、氣體類者以半年為期檢查一次。新修訂之管理章節無論對設備備品種類項目之儲置、檢查、測試、經管者皆有明確規範或統籌，對爾後災害防救或支援各單位之需將達充份備材、快速聯繫調度之便。(100 年 6 月 30 日以後完成)

另外，在相容性的先決條件下，則以友廠(核二廠及龍門電廠)作為廠外移動設備/補給供給來源及相互支應之。

3.1.3.3 已知之承諾偏差事項及其可能影響及矯正規劃

核一廠廠房地面高程量測結果雖較原設計高程(12 米)略低約 80 公分，惟基於下述理由，並不影響本廠排水防洪功能：

1. 依據 FSAR 之最大海嘯高程為 10.73 米，仍低於廠區地面高程、北側海岸道路及防海嘯閘門頂部之高程。
2. 核一廠廠區地勢由南至北呈高往低，且一、二號機主廠房及乾華溪出口河堤建廠時曾填高至 12 米，主要即防範發生暴雨排洪來不及時，尚不致造成主要廠房淹水。
3. 乾華溪人工渠道除可排放上游山區之雨水外，下游之廠房周邊相關排水溝、排水 RC 管均依地勢由高往低裝設，所匯集之雨水最後亦導入乾華溪人工渠道排放入海，其排放能力可涵蓋設計考慮

之最大洪峰量及最大時雨量。

FSAR 記述高程與實際量測高程不一致，將於 FSAR 2.4、2.6 及 3.4 節加註：「FSAR 及設計圖面所述地面高程 12 公尺為標稱高程(Nominal Elevation)，實際高程數值較低，相差約 80 公分」。

3.1.3.4 業主已開始檢視的特定承諾

配合福島事件之檢視，核一廠承諾之相關改善如下(均為 100 年 6 月 30 日以後完成)：

- 1.DCR-C0-3307：「因應海嘯突然來襲，增設防海嘯閘門快速關閉功能」
- 2.DCR-C0-3308：「ESW 泵取水暗渠上方所有開口換裝為耐海嘯格柵板，及第一道上方開口設固定欄杆，以防止大型垃圾進入暗渠」
- 3.DCR-C0-3283：「ESW 沖洗泵地下二層樓板開口增設浮球閥，平常可洩樓板積水，海嘯來可抵擋海嘯」
- 4.MMR-C0-0407：「第 5 台柴油機廠房出入口增設水密門」
- 5.MMR-C0-0416：「ESW 泵室閘坑地下一樓及二樓、ESW 泵出牆處及沖洗泵出口穿牆處，設置管路穿牆密封之支撐加強板」

除了 MMR-C0-0407 之外，核一廠並規劃將聯合結構廠房出入門加裝擋水板，以強化防洪阻水功能，亦規劃於乾華廠區建構防海嘯擋牆，以防範海嘯的侵襲。

另外，本公司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。依據調查及檢視結果，更新核一廠終期安全分析報告之廠址高程，確認重要廠房及設備不受海嘯淹溢。(100 年 6 月 30 日以後完成)

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

- (一) 本公司已建置各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。(100 年 6 月 30 日以前完成)
- (二) 防海嘯閘門平時即保持於全關位置以防海嘯，故不需考慮海嘯之預警。
- (三) 若豪大雨/颱風時，警報發布至淹水尚有一定之時間，核一廠將持續監測乾華溪出水口水位，當水位達 1.0m 時開啟臨海側防海嘯閘門，當水位達 2.0m 時再開啟臨廠側防海嘯閘門，以防廠區

淹水。

- (四) 依 515 程序書「廠區水災緊急操作規程」，於海嘯預警期間，必要時可加派人員，按規劃在各重要廠房地面樓層之出入口加強堆疊砂包，減緩海嘯可能入侵各廠房。(100 年 6 月 30 日以後完成)
- (五) 根據「中央氣象局」發布豪大雨特報，若達 500mm/日警戒值即發布土石流潛勢溪流警戒警訊，則依據下列程序書執行：
 - 104.37「乾華溪土石流監測」：執行巡視工作，注意是否有溪水混濁異常、山鳴等土石流徵兆，並注意是否有河道阻塞淤積、坡地地表異常改變或異常坍滑等影響河道正常輸水之情事產生
 - 106.9.4「危機管理及應變作業程序」：確實掌握及預防營運可能發生之異常或敏感事件，成立「危機管理及應變小組」因應，並統籌資訊蒐報與人力調配，定期檢討評估可能影響安全運轉之不良因素，並策訂處理方針，俾能及時處理突發狀況、聯繫支援單位（含兵、警力支援單位）、及時「化解危機」或有效「疏解糾紛」，減輕本廠將造成之危害或不必要之困擾

3.2.2 弱點與瀕危效應

核一廠廠房地面樓高度是依據 FSAR 所評估的海嘯最高高度、最大風浪和最大洪水高度加總後並留些許餘裕而定的設計高度，因此廠房地面樓高度足以應付抵抗設計基準海嘯。

本公司參考日本核能電廠之分析方式以事件樹尋找 Cliff Edge 及安全餘裕，依據「核一、二、三廠壓力測試評估事件樹分析」，有關本廠海嘯案例之結論(詳附件七)簡述如下：假設已經發生海嘯，如欲成功達成爐心停機冷卻之最後目的，則必須依序一一完成下述階段目標(即標題)包括，使反應器急停處於次臨界狀況、DC 與儀控功能正常、HPCI/RCIC 可以注水進入 RPV、AC 電源必須可用、低壓的 RHR 必須可用，最後圍阻體內累積之 DECAY HEAT 必須可以排入大氣。

分析結果顯示爐心停機冷卻成功者僅有一種情況，即為

- (1)海嘯造成 LOUH(喪失海水最終熱沉)、反應器急停成功且高壓爐心補水成功，反應爐洩壓成功，廠內 AC 柴油發電機成功與 BCSS 注水成功之序列。

其中安全餘裕及其 Cliff Edge 說明如下：

因僅有成功路徑(1)，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 0.64 公尺 (39.83 呎-37.72 呎=2.11 呎)；其 Cliff Edge 依定義為各標題高度之最低者為代表，即為 12.14 公尺(或 39.83 呎)。

3.2.3 強化防護能力的措施

福島事故發生後，台電公司立即成立核能電廠防海嘯評估專案小組，進行核電廠附近海陸域地形地貌調查，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，並完成下列強化措施：

1. 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。依據調查及檢視結果，核一廠廠址高程為 11.2 公尺，確認重要廠房及設備不受海嘯淹溢。
2. 現勘檢視防海嘯閘門、海水渠道溯上可能途徑、廠房穿越器防水功能、廠區排水功能及路徑、蓄電池室/開關箱室及柴油發電機廠房防水功能，確認相關防海嘯設施均具有足夠因應能力。
3. 完成 6 扇防海嘯閘門改為電動操作，依序全部可於 5 分鐘內關妥。
4. 提升緊要海水系統防海嘯能力，完成核一廠緊要海水系統防海嘯能力評估作業，確認海嘯溯上水位不致造成結構與設備損壞，以確保海嘯侵襲後緊要海水的冷卻功能。(100 年 6 月 30 日以後完成)
5. 立即檢視颱風、豪大雨廠區防洪設計基準與排洪能力，確認核一廠有足夠的排洪安全能力。
6. 已繪製廠區廠房易遭淹沒區域的圖面，並另建立廠區廠房各排放流徑及排放能力之列表，供核一廠更進一步強化廠區廠房排洪能力。
7. 增購 8 台汽柴油動力排水泵，以因應超出設計基準的洪水侵襲，強化廠房機動排水能力。
8. 完成修訂 104.37 程序書「乾華溪土石流監測」，將乾華溪及小坑溪均納入土石流監測範圍。
9. 已規劃補強措施，即檢討各重要廠房(含 ESW 泵室)對外出入口之防洪能力，並提設計修改案 MMR-C0-0407 規劃將第 5 台柴油機廠房出入口增設水密門(詳附件八)，並將聯合結構廠房出入門加裝擋水板，以強化重要廠房之阻水能力。此外，核一廠亦將規劃於乾華廠區建構防海嘯擋牆，以防範海嘯的侵襲。

參考文獻

a. 官方文件

1. 「潛在大規模地震所引發海嘯對核電廠之影響」(國科會)
2. 「The Report on the Prediction of Tsunami Runup at the Coast of Chin Shan」(台南水工試驗所)

b. 業界組織文件

1. WANO SOER 2011-2 : 「Fukushima Daiichi Nuclear Station Fuel Damage Caused by Earthquake and Tsunami Response Template」(WANO)

c. 台電內部文件

1. 「核一廠終期安全分析報告」(台灣電力公司)
2. 「台電核能設施海嘯侵襲影響總體檢－補充地形測量成果集冊(第一核能發電廠)」(中興工程顧問股份有限公司)
3. 「核能發電廠海嘯總體檢評估－第一核能發電廠第二階段期末報告書(初稿)」(中興工程顧問股份有限公司)
4. 「核能一廠功率運轉活態安全度評估」(核研所)
5. 104.22 程序書：「颱風災害預防與處理」
6. 104.37 程序書：「乾華溪土石流監測」
7. 106.9.4 程序書：「危機管理及應變作業程序」
8. 113.5 程序書：「災害防救要點」
9. 513 程序書：「颱風警報期間運轉」
10. 514 程序書：「海嘯警報期間之運轉」
11. 515 程序書：「廠區水災緊急操作規程」
12. 515.2 程序書：「廠房內水災處理程序書」
13. 791.1 程序書：「穿越孔定期檢查程序」
14. 791.2 程序書：「廠房外牆穿越管件及預留孔密封完整性檢查檢查程序」
15. 792.1 程序書：「防海嘯閘門關閉及開啟操作測試」
16. 795.12 程序書：「廠區結構監測巡視作業程序」

附件一

External Flooding

Equipment	Mitigation strategy required (Y/N)	Vulnerabilities noted
1.抗淹水設備(程序書 113.5 執行驗證)	N	NA
2.防洪砂包	Y	評估原先擋水砂袋存放量不足(300包)，擬變更砂包設置方式，由集中貯放改採重點堆置於各廠房 1F 出入門。
3 防海嘯閘門(程序書 792.1 & 795.6 執行驗證)	Y	程序書 792.1 增列於每年執行閘門開關測試時，加作目視檢查閘門、鏈條及軌道情況。
4.增設 6 只防海嘯閘門吊門機	Y	已於 100 年 10 月底施工完成

附件二

Internal Flooding

Equipment	Mitigation strategy required (Y/N)	Vulnerabilities noted
廢液收集槽 #1/2 機各 15 槽	N	均為 Seismic class II 之設計，假設在設計基準地震發生後全部不可用。

- 1.如地震發生後廢液收集槽破裂洩漏造成廠房淹水，本廠備有移動式沉水泵如附件三所列，可接臨時電源進行抽水，避免各安全設備淹水失去功能。
- 2.當廢料槽損壞造成淹水，因各廢料槽均有隔離之槽室，淹水應侷限在各廢料槽室內部，不會大量外洩造成廠房淹水。且廢料槽大多集中在廢料廠房，而廢料廠房並無機組安全有關的設備，故不致影響機組安全停機功能。
- 3.藉由臨時抽水泵傳送的放射性廢水，先泵送至廢料廠房的各廢液收集槽貯存，若持續大量產生超出收集槽可容納時，本廠程序書 1414-9 表「核一廠重大天然災害後放射性廢液貯存設施與處理時機」，已妥善規劃：如廢液系統各桶槽集水設施及相關處理方式仍不足以因應，在斷然處置時，可將放射性廢液導至汽機廠房底層暫時貯存，經必要的處理、取樣分析、估算管制排放量，等規定程序處理回收或外釋。
- 4.相關的人力於本廠程序書 1451「核一廠斷然處置程序指引」之「沉水泵排水操作列置時間分析表」已有具體之規劃。操作訓練曾於 100.6.15 配合壓力測試稽核前實施，另已規劃年度自辦訓練課程納入再訓練。

附件三 External Flooding

Equipment/Material	Physical Location	Available and staged (Y/N)	Functional (Y/N)	Gaps noted or corrective actions taken
緊急發電機	工 具 室	Y	Y	NA
	消 防 班	Y	Y	NA
	G/T 工作間	Y	Y	NA
抽水機	工 具 室	Y	Y	NA
	消 防 班	Y	Y	NA
移動式起重機	重機械房	Y	Y	NA
堆高機		Y	Y	NA
油壓式升降車	重機械房	Y	Y	NA
化學消防車	車 庫	Y	Y	NA
水箱消防車		Y	Y	NA
乾粉滅火器	消 防 班	Y	Y	NA
空氣呼吸器		Y	Y	NA
緊急照明燈		Y	Y	NA
排煙機		Y	Y	NA
照明器材車	車 庫	Y	Y	NA
救護車		Y	Y	NA
急救用醫療器材藥品	醫務室	Y	Y	NA
人員、物質輸送車輛	停車場	Y	Y	NA
消防水池（兼救災用準備水池）	茂林山區	Y	Y	NA
擋水砂袋	重機械房西邊	Y	Y	NA
電腦網路資訊	電 腦 室	Y	Y	NA

無線通信系統	#1/#2 機主控制室及微波站	Y	Y	NA
吸油繩	85 萬加侖油槽南邊器材儲存間	Y	Y	NA
手壓式抽油泵		Y	Y	NA
洩捕劑		Y	Y	NA
化油劑		Y	Y	NA
吸油棉		Y	Y	NA
海漂物處理	進水口泵室	Y	Y	NA
手電筒	物品倉庫	Y	Y	NA
望遠鏡	工安組 辦公室	Y	Y	NA
氧氣偵測儀		Y	Y	NA
可燃性氣體偵測儀		Y	Y	NA
防靜電鞋	工安組 貨櫃	Y	Y	NA
三角危險旗		Y	Y	NA
防靜電衣	O/G 製氫室	Y	Y	NA
飲用水、糧食及其他民生必要品	茂林餐廳	Y	Y	NA
救生衣	進水口泵室	Y	Y	NA
	10 萬噸水池	Y	Y	NA
	第一抽水站	Y	Y	NA
	第二抽水站	Y	Y	NA
救生圈	進水口泵室	Y	Y	NA
	10 萬噸水池	Y	Y	NA
	第一抽水站	Y	Y	NA
	第二抽水站	Y	Y	NA
救生浮水拋繩	進水口泵室	Y	Y	NA

	10 萬噸水池	Y	Y	NA
	第一抽水站	Y	Y	NA
	第二抽水站	Y	Y	NA
防洪渠道	全廠區	Y	Y	NA
防海嘯閘門	防海嘯閘門橋	Y	Y	NA
穿越孔	全廠房	Y	Y	一號機已於 100.03.31 完成驗證，二號機部分已於 100.04.15 前完成驗證

驗證/檢視方式：

- (一) 防災設備檢查採執行程序書 515「廠區水災緊急操作規程」。
- (二) 防洪渠道檢查依據程序書 795.12「廠房結構監測巡視作業程序」辦理，其勘查時機為：
 - 1、台灣本島發佈北部陸上颱風警報，
 - 2、依中央氣象局發佈地震震度四級（含）以上，
 - 3、連續性豪、大雨（24 小時降雨量累計達 130 毫米以上）。
- (三) 防海嘯閘門之措施：程序書 792.1「防海嘯閘門關閉及開啟操作測試」及程序書 795.6「修配組設備巡視檢查程序」。
- (四) 相關穿越孔檢查依據程序書 791.1「穿越孔定期檢查程序」，週期 18 個月及程序書 791.2 廠房外牆穿管件及預留孔密封完整性檢查程序書，週期 18 個月。
- (五) 所列裝備係列表於本廠程序書 113.5「災害防救要點」，對於較重要之裝備(如消防車)另有 700 系列程序書提供檢查之依據，其餘屬被動式之設備則為目視檢查。

附件四 Barriers

系統名稱	執行時機	現有維護機制/程序書	擬加強之維護措施
防海嘯閘門	每年	編號：792.1 名稱：閘門開關測試	增列於每年執行閘門開關測試時，加作目視檢查閘門、鏈條及軌道情況。分別加註於程序書：792.1：「防海嘯閘門關閉及開啟操作測試」及程序書 795.6：「修配組設備巡視檢查程序」之內。
廠房穿越孔	18 個月	1. 編號：791.1 名稱：穿越孔定期檢查程序 2. 程序書編號：791.2 名稱：廠房外牆穿管件及預留孔密封完整性檢查程序書。	再次完成驗證： unit 1:已於 100.3.31 前完成（針對運轉中可進入區）。 unit 2:已於 100.4.15 前完成（配合目前機組大修時程）。

附件五

廠區砂包堆置規劃一覽表

位置	可能進水通道(處)	砂包堆置總長度(M)	堆置 1M 高所需數量(包)	備註
#1	11	22.55	1353	
#2	12	24.15	1449	
新寒水機房	4	10.97	658	
#5 號柴油機	2	2.83	170	
O/G 廠房	5	9.29	557	
總計	NA		4187	

說明:一、纖維材質砂包尺寸約 50cm(L)×70cm(W)× 10cm(H)計。

二、若以雙層斷面堆疊法:60 包/M，數量為 4187 包。

三、擬於每處通道旁空地規劃砂包堆置區(以油漆繪製)，並明顯標示數量及所在區域。

四、堆置方式以木棧板作底部支撐，以便於裝整及砂袋損壞。

附件六 Internal Flooding

Equipment/Material	Physical Location	Available and staged (Y/N)	Functional (Y/N)	Gaps noted or corrective actions taken
Sump Pump (#1/2 機各 28 口 Sump、37 台 Pump)	廢料/反應器/聯合/汽 機廠房	Y	Y	#1/2 機各有 3 台移動式沉水泵 另工具室有 5 台移動式抽水機備用
防火門 #1/2 機各 2 扇 (T-21、T-22)	Heater bay 平面樓	N	N	核一廠廠房內部淹水事件(如管線、槽體破裂等原因 所造成),已於民國 77 年 12 月由本公司核能技術處 執行廠房事故淹水分析,分析範圍包括聯合結構廠 房及汽機廠房。根據分析結果不會影響機組之安全 停機功能。正常供電時緊要設備區皆有地板集水坑 排水泵,控制室隨時監視集水坑水位,若有水位異 常現象發生時會自動啟動集水坑排水泵,並已於 100 年 4 月 8 日啟動測試,相關集水坑排水泵一切 正常。
防火門 #1/2 機各 3 扇 (R-1、R-8、R-13)	廢料廠房通往聯合廠 房 EL-0.83/17.33 呎	N	N	
防火門 #1/2 機各 4 扇 (D-4、D-14、SW-3、 R-23)	EL39.83 呎通往 反應器/聯合廠房/汽機 廠房	N	N	

1. 廠房內淹水由各 Sump 打水到廢料系統處理後回收或排放,目前各 Sump 測試均正常。
2. 若廠房內淹水量太大各 Sump 來不及打水且淹過 Sump 馬達致失去功能,本廠備有移動式沉水泵如上表,可接臨時電源進行抽水,避免各安全設備淹水失去功能。
3. 災害防救要點程序書 113.5 整備項目相關沉水泵每年 6 月檢查乙次,今年提前於 3/30 日完成檢查。
4. 集水坑排水泵維護程序書 781.9 相關 Sump Pump 每次大修分解檢修維護。
5. 所列 sump pump 均早已列入本廠設備預防保養程序列管中,其是否正常之判斷標準與故障後開立請修單之管理均行之有年。

附件七 核一廠海嘯案例

核一廠海嘯案例之標題，包括最前之肇始事件及最後之停機冷卻狀態，共有 11 個標題及其相關之事故序列發展，其基本之情況為基本案例之情況，再加上海嘯引發 LOUH 之後果，以下僅加討論海嘯引發 LOUH 之後果，地震引發 LOOP 之後果請參考前(3.1)節之說明，不另贅述。分別說明於下：

- (1) 肇始事件：為本事件樹之起頭：地震造成喪失外電後，再因地震引發海嘯，進而 LOUH。如本附件圖 1-2 所示，核一廠之地震引發海嘯造成 LOUH 之中值為(11.5 公尺或 37.72 呎)，其關鍵設備(弱點)為 ESW 儀控設備高度(ESW 泵室儀器控制線路高程為 EL. 37.72 呎或 11.5 公尺)。
- (2) 反應器急停：海嘯造成 ATWS，其關鍵設備(弱點)為 CRDM 高度(以 HCU 底部高程為 EL. 40.50 呎)。
- (3) DC 電源與 I&C：海嘯造成 RCIC、HPCI 泵之控制 DC 電源(125 VDC Bus 1、Bus 6)或其控制盤之失效，其關鍵設備(弱點)為 DC SWBD 高度/控制盤高度 57.16 呎或 17.42 公尺(DC SWBD 高程為 EL. 57.16 呎，控制盤設備高程為 EL. 57.16 呎)。
- (4) RCIC/HPCI 爐心注水：同前項，海嘯造成 RCIC、HPCI 泵或其控制盤之失效，其關鍵設備(弱點)為 RCIC/HPCI 泵高度/控制盤高度(廠房內之 RCIC 泵基座頂部高程為 EL. 1.17 呎，HPCI 泵基座頂部高程為 EL. 3.33 呎，控制盤高度在主控制室，因海嘯必須先高過廠房底部方能流入廠房內部造成淹水，故以廠房一樓 39.83 呎或 12.14 公尺為弱點)。
- (5) 反應器洩壓：海嘯造成 SRV 控制盤之失效，其關鍵設備(弱

點)為 SRV 控制盤高度(控制盤高度在主控制室，地板高度為 73.83 呎)。

(6) 廠內 AC 電(柴油發電機)及 CSCW/ESW：海嘯造成 LOUH，水冷式(由 CSCW/ESW 冷卻)之 DG-1A 及 DG-1B 必然喪失、僅剩 DG-5。同上(3.1)節，此標題又有兩種情況：

A. 高壓注水成功：仍須依賴 SPCM 來冷卻 Torus，而 SPCM 因 LOUH 必然失效。

B. 高壓注/補水失效：高壓注/補水失效時，DG-5 須供電給兩部機組之 4 台 LPCI 及 2 台 CS 泵，以進行低壓爐心注水。但因低壓注/補水亦須 AC 電及 SPCM，故高壓注/補水失效時，低壓注/補水亦必定失效。因此，直接跳至項(9)，詢問替代爐心補水。

如圖 1-2 所示，核一廠廠內 AC 電之失效，其關鍵設備(弱點)為 AC Switchgear 高度/DG-5 高度/DG-5 控制盤高度之最低者(AC Switchgear 設備高程為 EL. 40.16 呎，DG-5 基座頂部高程 EL. 40.66 呎，DG-5 控制盤設備高程為 EL. 40.66 呎，本項故為 40.16 呎)。

(7) LPCI/CS 爐心補水：繼上，本標題必然失效，因此，直接跳至項(9)，詢問替代爐心補水。

(8) 圍阻體冷卻/RHR：繼上，本標題必然失效，因此，直接跳至項(9)，詢問替代爐心補水。

(9) 替代爐心補水/消防水/海水：繼上，海嘯造成 LOUH、進而喪失 RHRSW。因此，如圖 1-2 所示，核一廠替代爐心補水之失效，其關鍵設備(弱點)為 BCSS 泵高度(BCSS 泵基座頂部高程為 EL. 40.5 呎)。

(10) 圍阻體排氣：海嘯造成 LOUH 評估對圍阻體排氣之影響甚微。

(11) 停機冷卻：為本事件樹之終點：A. 爐心停機冷卻成功，爐心不致熔損；B. 爐心停機冷卻失敗，爐心熔損。

同上(3.1)節，依上述核一廠海嘯案例之結論，爐心停機冷卻成功者僅有一種情況，即：

(1) 海嘯造成 LOUH、反應器急停成功但長期之高壓爐心補水失敗下，長期之替代爐心補水(含圍阻體排氣)成功之事故序列。

其中安全餘裕及其 Cliff Edge 說明如下：

(1) 因僅有成功路徑(1)，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 0.64 m (39.83 呎-37.72 呎=2.11 呎)；其 Cliff Edge 依定義為各標題高度之最低者為代表，即為 12.14 公尺(或 39.83 呎)。

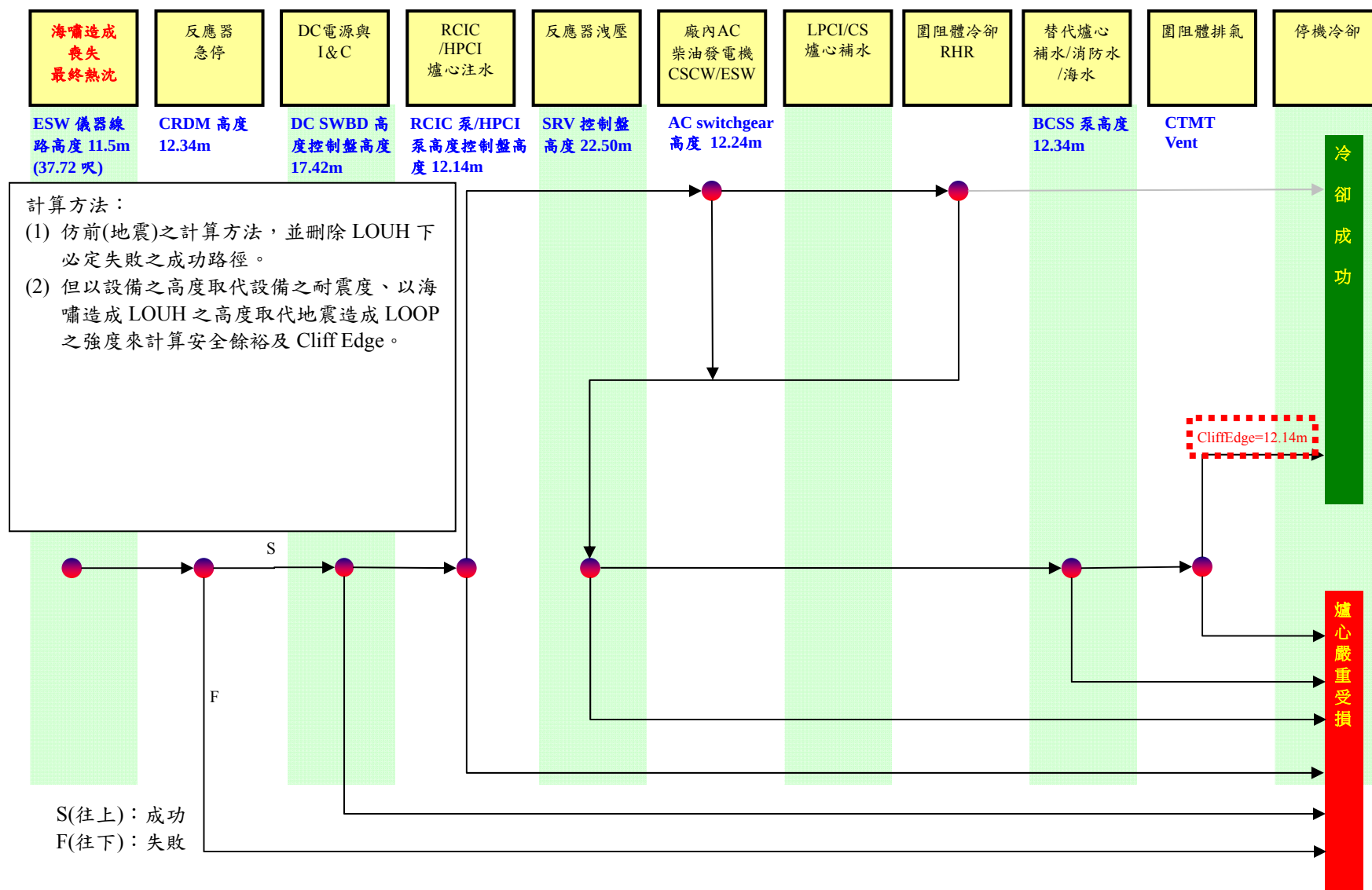


圖 1-2. 核一廠海嘯評估事件樹

附件八 MMR-C0-0407
第 5 台柴油機廠房出入口增設水密門

編號	廠房名稱	門編號	位置	門寬 (MM)	結構開口寬 (MM)
1	5th EDG	DG1	5 號柴油機房東向門	1950	2100
2	5th EDG	DG8	5 號柴油機房南向門	900	1000

附表 3-1 核一廠既有災害防救整備器材(A 類)

摘錄自本廠程序書 113.5

項次 編號	器材名稱/用途	規格 / 規範	佈放地點及高程(EL)	經管部門/組 課
A-12	柴油發電機/OSC 備用	480V/400kW	#5 D/G 西側 OSC 備用 電源 EL 11.3M	電氣/電器課
A-13	汽油發電機/一般備用	110V 220V/3kVA	G/T 電氣倉 EL 21.9M	電氣/變電課
A-14	汽油發電機/一般備用	110V 220V/3.5kVA	G/T 電氣倉 EL 21.9M	電氣/變電課
A-15	汽油發電機/一般備用	110V 220V/4.1kVA	工具室 EL 9.15M	機械/機具課
A-16	汽油發電機/一般備用	110V 220V/4.1kVA	工具室 EL 9.15M	機械/機具課
A-19	汽油發電機/焊機供電	110V/180A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-20	汽油發電機/焊機供電	110V/180A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-21	汽油發電機/焊機供電	110V/180A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-22	柴油發電機/焊機供電	110V/180A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-23	柴油發電機/焊機供電	110V/180A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-24	柴油發電機/焊機供電	110V/180A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-25	柴油發電機/焊機供電	110V/250A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-26	柴油發電機/焊機供電	110V/300A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-27	柴油發電機/焊機供電	110V/300A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-28	柴油發電機/焊機供電	110V 220V/320A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-31	汽油發電機/消防	110V 220V/3.0kVA	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
A-32	汽油發電機/消防	110V 220V/3.0kVA	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
A-35	汽油引擎抽水機/一般	3"直徑揚程 31M	工具室 EL 9.15M	機械/機具課
A-36	汽油引擎抽水機/一般	3"直徑揚程 31M	工具室 EL 9.15M	機械/機具課
A-37	汽油引擎抽水機/一般	2"直徑揚程 30M	工具室 EL 9.15M	機械/機具課
A-38	汽油引擎抽水機/一般	2"直徑揚程 30M	工具室 EL 9.15M	機械/機具課
A-39	汽油引擎抽水機/一般	2"直徑揚程 30M	工具室 EL 9.15M	機械/機具課
A-40	汽油引擎抽水機/消防	10kg/396GAL/分鐘	消防器材車 EL 10.7M	工安/消防課

附表 3-1 核一廠既有災害防救整備器材(A 類)-

摘錄自本廠程序書 113.5

項次 編號	器材名稱/用途	規格 / 規範	佈放地點及高程(EL)	經管部門/組課
A-41	汽油引擎抽水機/消防	10kg/396GAL/分鐘	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
A-55	移動式起重機(柴油)	25 公噸	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
A-56	移動式起重機(柴油)	14 公噸	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
A-57	堆高機(柴油)	14 公噸	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
A-58	堆高機(柴油)	7 公噸	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
A-59	堆高機(柴油)	5 公噸	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
A-60	堆高機(柴油)	3.5 公噸	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
A-61	油壓式升空車(柴油)/高空作業	荷重 100kg/10M	重機械房 EL 8.5M	電氣/保電課
A-62	消防水箱車/消防	10M ³ 消防水	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
A-63	消防化學車/消防	內備消防泡沫原液及乾粉等	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
A-64	消防器材車/消防	內備強力照明燈、泵類、發電機、破壞工具等	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
A-65	救護車(汽油)/傷患載送	內備急救擔架/床及法定配備救護器具	消防班 EL 10.7M	工安/消防課

附表 3-2 核一廠既有災害防救整備器材(B 類)

摘錄自本廠程序書 113.5

項次 編號	器 材 名 稱	規格 / 規範	佈放地點及高程(EL)	經管部門/組課
B-08	ESW 泵備用馬達	4.16kV/400HP	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電機課
B-09	RHR 泵備用馬達	4.16kV/1000HP	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電機課
B-10	CRD 泵備用馬達	460V/250HP	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電器課
B-11	CSCW 泵備用馬達	460V/250HP	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電器課
B-12	衛星電話	全套	#1/#2 機主控制室 EL 28M	電氣/電器課
B-13	微波通訊	全套	#1 號微波站 EL 85.7M	電氣/電器課
B-21	擋水砂包	20kg/袋 x4300 個	分置#1/#2 機組及附屬各廠房共 37 個出入口 EL 11.3M	改善/營繕課
B-22	海漂物處理工具	木槌、掃把、垃圾袋等	泵室人員工作間 EL 8M	修配/氣渦課
B-29	吸油繩 x10 條	不織布 10'x8"直徑	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	環化/環保課
B-30	手壓式抽油泵 x5 支	55cmx1.5cm 直徑	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	環化/環保課
B-31	洩捕劑 x10kg	粉狀礦砂	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	環化/環保課
B-32	化油劑 x20 公升	非離子介面活性劑	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	環化/環保課
B-33	吸油棉 x200 片	吸油 PP 纖維	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	環化/環保課
B-34	水瓢 2Lx10、棧板 x2 塊	PVC 供水瓢/木棧板	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	環化/環保課
B-35	空鐵桶容器 x10 個	55 加侖	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	環化/環保課
B-36	清潔沉水泵 x2 具	1/6 馬力	#1/#2 機主控制室 EL 28M	廢料/流廢課
B-37	清潔沉水泵 x2 具	1/6 馬力	#1/#2 機廢控室工具箱 EL 11.3M	廢料/流廢課
B-38	延長線(輪)x2 組	每組 30M	#1/#2 機廢控室工具箱 EL 11.3M	廢料/流廢課
B-39	1" ϕ 塑膠管 x2 條	每條 25M	#1/#2 機廢控室工具箱 EL 11.3M	廢料/流廢課
B-45	防靜電衣 x5 套	Sx1、Mx2、Lx1、XLx1	O/G 1F 製氫室 EL 11.3M	運轉/值班
B-46	電腦網路資訊/設備	交換器、Ethernet	電腦室 EL 28M	電算/程式課
B-51	高級柴油	100 公升	小坑#1 倉庫 EL 13M	供應/材料課
B-54	手電筒 x10 具	一般手電筒/頭燈	供應組物品倉庫 EL 7.4M	供應/總務課

附表 3-2 核一廠既有災害防救整備器材(B 類)

摘錄自本廠程序書 113.5

項次 編號	器 材 名 稱	規格 / 規範	佈放地點及高程(EL)	經管部門/組課
B-55	飲用水、糧食及其它 民生必需品	依程序書 104.22A 表所列 (防颱整備)	供應組茂林餐廳 EL 110M	供應/總務課
B-56	人員輸送巴士	40 人座	停車廠 EL 7.5M	供應/總務課
B-57	大卡車	15 公噸	停車廠 EL 7.5M	供應/總務課
B-58	乾粉滅火器 x20 具	15 磅型	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
B-59	空氣呼吸器 x10 具	容積 6.5 公升,充 氣壓力 300BAR	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
B-60	緊急照明燈 W 型 x10 具	12V/50W 亮度 150000 燭光	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
B-61	排煙機 x2 具	110V/1HP	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
B-62	茂林消防水池	水池一池	茂林倉庫區 EL 105M	工安/消防課
B-63	望遠鏡 x1 具	10 倍率	工安組辦公室 EL 24M	工安/消防課
B-64	氧氣偵測儀 x5 具	0~25%	工安組辦公室 EL 24M / 控制室 EL 28M	工安/工安課
B-66	防靜電鞋 x5 雙	Mx2、Lx3	工安組貨櫃 EL 11.3M	工安/工安課
B-67	三角危險旗 x10 條	每條 20 公尺	工安組貨櫃 EL 11.3M	工安/工安課
B-68	救生衣	2 件	進水口泵室 EL 5.6M	工安/工安課
B-69	救生衣	2 件	十萬噸生水池 EL 70M	工安/工安課
B-70	救生衣	2 件	第一抽水站 EL 21.9M	工安/工安課
B-71	救生衣	2 件	第二抽水站 EL 100M	工安/工安課
B-72	救生圈	3 只	進水口泵室 EL 5.6M	工安/工安課
B-73	救生圈	2 只	十萬公噸生水池 EL 70M	工安/工安課
B-74	救生圈	2 只	第一抽水站 EL 21.9M	工安/工安課
B-75	救生圈	2 只	第二抽水站 EL 100M	工安/工安課
B-76	救生浮水拋繩	2 組	進水口泵室 EL 5.6M	工安/工安課
B-77	救生浮水拋繩	1 組	十萬公噸生水池 EL 70M	工安/工安課
B-78	救生浮水拋繩	1 組	第一抽水站 EL 21.9M	工安/工安課
B-79	救生浮水拋繩	1 組	第二抽水站 EL 100M	工安/工安課

附表 3-3 因應福島事件增購災害防救整備器材(A 類)

項次 編號	器材名稱/用途	規格 / 規範	佈放地點及高程(EL)	經管部門/組課
A-01	柴油發電機電源車/通用	4.16kV/1500kW	40 呎貨櫃置 G/T EL 21.9M	電氣/電機課
A-02	柴油發電機/#1 機備用	480V/500kW	#1 機 EL 28M 屋頂	電氣/電器課
A-03	柴油發電機/#1 機備用	480V/500kW	#1 機 EL 28M 屋頂	電氣/電器課
A-04	柴油發電機/#1 機備用	480V/500kW	#1 機 EL 28M 屋頂	電氣/電器課
A-05	柴油發電機/#1 機備用	480V/500kW	#1 機 EL 28M 屋頂	電氣/電器課
A-06	柴油發電機/#2 機備用	480V/500kW	#2 機 EL 28M 屋頂	電氣/電器課
A-07	柴油發電機/#2 機備用	480V/500kW	#2 機 EL 28M 屋頂	電氣/電器課
A-08	柴油發電機/#2 機備用	480V/500kW	#2 機 EL 28M 屋頂	電氣/電器課
A-09	柴油發電機/#2 機備用	480V/500kW	#2 機 EL 28M 屋頂	電氣/電器課
A-10	柴油發電機/TSC 備用	480V/200kW	G/T 發電區 EL 21.9M	電氣/電器課
A-11	柴油發電機/N2 SYS 備用	480V/200kW	G/T 發電區 EL 21.9M	電氣/電器課
A-17	柴油發電機/一般備用	110V 220V /320A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-18	柴油發電機/一般備用	110V 220V /320A	修配工場 EL 9.15M	修配/修配課
A-29	汽油發電機/AOV 操作	110V 220V /3.5kW	#1 機儀控工作間 EL 11.3M	儀控/校驗課
A-30	汽油發電機/ AOV 操作	110V 220V /3.5kW	#2 機儀控工作間 EL 11.3M	儀控/校驗課
A-33	柴油發電機/#1 倉貯備用	480V/200kW	#1 廢料貯庫 EL 22.7M	廢料/固廢課
A-34	柴油發電機/#2 倉貯備用	480V/200kW	#2 廢料貯庫 EL 18.9M	廢料/固廢課
A-42	汽油引擎抽水機/消防	10kg/396GAL/分鐘	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
A-43	汽油引擎抽水機/消防	10kg/396GAL/分鐘	消防班 EL 10.7M	工安/消防課
A-44	汽油引擎抽水機/消防	10kg/396GAL/分鐘	G/T 發電區維護工作間 EL 21.9M	工安/消防課
A-45	汽油引擎抽水機/消防	10kg/396GAL/分鐘	G/T 發電區維護工作間 EL 21.9M	工安/消防課
A-46	汽油引擎抽水機/消防	10kg/396GAL/分鐘	G/T 發電區維護工作間 EL 21.9M	工安/消防課

附表 3-3 因應福島事件增購災害防救整備器材(A 類)

摘錄自本廠程序書 113.5

[illegible]

附表 3-4 因應福島事件增購災害防救整備器材(B 類)

項次 編號	器材名稱/用途	規格 / 規範	佈放地點及高程(EL)	經管部門/組課
B-01	5KV 動力電纜	1 芯/3600M	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/變電課
B-02	5KV 動力電纜	1 芯/2000M	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電機課
B-03	600V 動力電纜	1 芯/4000M	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電器課
B-04	600V 動力電纜	3 芯 4 號/1000M	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電器課
B-05	600V 動力電纜	3 芯 6 號/1000M	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電器課
B-06	600V 動力電纜	3 芯 8 號/3000M	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電器課
B-07	600V 動力電纜	3 芯 10 號/1000M	#2 貯庫 EL 18.9M	電氣/電器課
B-14	沉水泵 x2 具(A&B)	220V/3"/4HP	#1 機 SBTG EL 16.2M	機械/機具課
B-15	沉水泵 x2 具(C&D)	220V/3"/4HP	#2 機 SBTG EL 16.2M	機械/機具課
B-16	工具用電輪座 x15 個	110V/30M 長	工具室 EL 9.15M	機械/機具課
B-17	#12 號鍍鋅鐵線	50kg	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
B-18	#10 號鍍鋅鐵線	50kg	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
B-19	#8 號鍍鋅鐵線	50kg	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
B-20	高級柴油	200 公升	重機械房 EL 8.5M	機械/機具課
B-23	蛇管(軟管)及管夾	3"直徑/60 尺	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	修配/氣渦課
B-24	蛇管(軟管)及管夾	4"直徑/100 尺	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	修配/氣渦課
B-25	蛇管(軟管)及管夾	6 直徑"/20 尺	85 萬加侖油槽南邊器材間 EL 21.9M	修配/氣渦課
B-26	輸水帶及管夾	2.5"直徑/1640 尺	10 萬噸生水池生水過濾室 EL 70M	修配/修配課
B-27	天然硼砂	29 公噸	茂林倉庫 EL 100M	環化/放化課
B-28	天然硼酸	29 公噸	茂林倉庫 EL 100M	環化/放化課
B-40	盛裝袋(塑膠袋)	30 公升裝/600 個	廢料組貨櫃 EL、11.3M	廢料/除污課
B-41	盛裝袋(塑膠袋)	120 公升裝/600 個	廢料組貨櫃 EL、11.3M	廢料/除污課
B-42	盛裝袋(塑膠袋)	150 公升裝/600 個	廢料組貨櫃 EL 11.3M	廢料/除污課
B-43	輸水軟管(帶)	3"直徑/100 公尺長	#1 機 R-15 門內樓梯間 EL 11.3M	廢料/流廢課

附表 3-4 因應福島事件增購災害防救整備器材(B 類)

項次 編號	器材名稱/用途	規格 / 規範	佈放地點及高程(EL)	經管部門/組課
B-44	輸水軟管(帶)	3"/直徑 100 公尺長	#2 機 R-15 門內樓梯間 EL 11.3M	廢料/流廢課
B-47	氧氣	6M ³ /支 x10 支	小坑氣體倉庫 EL 13.2M	供應/材料課
B-48	乙炔	3kg/支 x10 支	小坑氣體倉庫 EL 13.2M	供應/材料課
B-49	氮氣	6M ³ /支 x10 支	小坑氣體倉庫 EL 13.2M	供應/材料課
B-50	氬氣	6M ³ /支 x10 支	小坑氣體倉庫 EL 13.2M	供應/材料課
B-52	95 汽油	400 公升	小坑油品倉庫 EL 14.4M 及汽 油引擎用油部門	供應/材料課
B-53	防濕裝(青蛙裝)x20 套	L&XL Size	供應組物品倉庫 EL 7.4M	供應/總務課
B-65	可燃性氣體偵測器 x30 具	0~100%LEL	工安組辦公室 EL 24M / 控制室 EL 28M	工安/工安課
B-80	鉛毯(現場配置外之 儲備)	600 件	洗衣房 EL 18.9M	保健/輻防課
B-81	鉛衣(現場配置外之 儲備)	50 件	洗衣房 EL 18.9M	保健/輻防課

(本頁空白)

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)

過去的自然災害跟隨著氣候循環，常有一定的規律，但近幾年卻明顯出現異常，同時影響層面加大；雖然人類對於大氣變化的掌握已經有相當的認知，但仍應秉持防範於未然的理念於平時做好萬全的準備。

台灣環境資訊中心曾報導 2010 年間颱風季遲至 8 月底才啟動，直到 9 月中旬「凡那比」颱風來襲，水淹南台灣，成為該年威脅台灣陸地最嚴重的颱風。該一颱風過後，尾隨在後的首波東北季風讓台灣北部也淪為水鄉。繼 2009 年重創南台的莫拉克颱風後，學界開始討論，到底極端的氣候事件是個案還是通例？在這裡重要的是學者已提出示警，「強降雨」型氣候未來將威脅台灣。

面對極端氣候的衝擊，開始「調適」可能是不得不選擇的一條路。核一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，且核一廠也在「日本福島電廠 311 事件」發生後，已驗證這些防護設備符合設計基準。同時台電總處為因應極端氣候的衝擊，已在 2011 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，進行檢驗各核能電廠的防護能力，嘗試找出弱點與瀕危效應，以強化各核能電廠防護能力的措施。

4.1.1 事件組合及選擇為設計基準的原因

可能侵襲核一廠的極端惡劣天候情況，包括颱風、豪大雨、閃電、外部火災以及土石流等天然災害，而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。因此核一廠，針對颱風、豪大雨、土石流的防抗能力，特別予以檢視，故針對此方面，說明核一廠之相關設計如下：

1. 廠區高程

核一廠為台電公司所轄核能電廠之一，位於台灣北端的新北

市石門區，北臨東海，約在東經 121°35'、北緯 25°18'位置，廠址寬度約 200 公尺，縱長約 1.2 公里，佔地約 233 公頃。核一廠廠區可區分為東側小坑及西側乾華兩區，中間為南北走向的山丘所區隔，兩區之間設有乾華隧道作為聯通道路，小坑廠區東邊有小坑溪緊鄰，乾華廠區西邊則有乾華溪相鄰。

核一廠裝置兩部機，重要設備及廠房，諸如反應器所在的聯合結構廠房、蒸汽渦輪發電機所在的汽機廠房，第五台柴油機廠房，氣渦輪機廠房，開關場，緊要海水機房.....等全部位於乾華廠區，其設計高程為 11.2m 以上，Power Block 之廠房區距海岸約 500 公尺。乾華廠區係位於乾華溪下游河谷，乾華溪長約 8 公里，流域洩放面積(Drainage Area)約 9.5 平方公里，建廠時期經過評估設計後，將乾華溪下游段改建為人工排放渠道(以下稱為乾華溪人工渠道)，作為乾華溪流域及本廠廠區主要的排洪排水渠道。

2. 廠區排洪能力

(1) 排水系統

核一廠廠區排水系統，主要是排放因降雨所造成的地表逕流，藉由廠房邊溝、RC 排放管，依地勢由高往低裝設，以重力方式排放，除可排放上游之山洪暴雨外，亦可容納廠區廠房周邊之匯流雨水，最後導入乾華溪人工渠道排放入海。

廠區西側共有 5 支排水幹管，總排水能力為 4.4CMS，末端排入乾華溪人工排洪渠道；北側另有一支排水幹管，排水能力為 1.2CMS，末端排入東海。上述幹管總排水能力共計為 5.6CMS。又此排洪系統所涵蓋排洪面積為 45394M² (Power Block 之廠房區)，依 FSAR 2.4.3.1 節所述設計最大降雨強度 297mm/hr 計算此區域最大降水量為 3.745CMS，仍小於幹管設計排水能力。

(2) 排洪能力

依據 FSAR 2.4.3.1 (Probable Maximum Precipitation, PMP)，建廠設計時，廠址附近之降雨歷史記錄並不足夠，故以台北、

淡水、基隆、鞍部、竹子湖等歷史記錄做為分析考慮，該 5 地區之 10,000 年重現可能最大降雨量(詳表 4-1)，又以鞍部及淡水為最大，且離廠址也較近，故最後以該兩地區做為評估分析依據，求得 10,000 年重現可能最大降雨量 297mm/hr 做為核一廠的設計基準。

表 4-1 (建廠分析各站之重現頻率可能最大降雨量)

重現頻率 (年)	各觀測站最大時雨量(mm/hr)				
	台北	淡水	基隆	鞍部	竹子湖
5	66.2	50.3	59.8	62.1	64.0
10	78.0	62.5	71.0	76.0	67.0
20	86.0	75.2	82.2	90.6	70.0
50	100.0	92.0	100.0	112.0	72.0
100	107.6	109.7	112.1	132.8	74.0
200	118.0	124.0	129.0	152.0	
500	130.0	146.0	149.0	182.0	
1,000	136.0	171.9	165.4	214.8	
10,000	172.1	252.7	233.2	325.2	

核一廠#1 機於 1978.12.10，#2 機於 1979.07.15 開始商轉迄今已逾 30 年。經洽中央氣象局提供 1979.01.01~2011.08.30 過去近 34 年期間，鞍部及淡水測站所測之最大時雨量(如表 4-2)均未達核一廠之設計最大時雨量 297mm/hr，故核一廠排洪排水之設計基準應屬適切，相對比較可證核一廠排洪排水能力充足，且仍具廣大餘裕。

表 4-2

核一廠鄰近觀測站 1979.01.01~2011.08.30 近 33 年期間最大時降雨量記錄			
測站名稱	最大時降雨量	發生日期	備註
淡水	96.0mm/hr	1993.08.16	
富貴角	116.0mm/hr	2000.10.31	(註 a)
鞍部	136.5mm/hr	2001.09.05	(註 b)

註：a.氣象局富貴角觀測站位於新北市石門區山溪村 10 鄰九芎林 13 號旁(石門國小山溪分班附近)。自 1994 年

10 月設站迄今最大時降雨量為 116.0mm/hr，發生於 2000.10.31, 24 時象神颱風侵襲時，係核一廠商轉以來遭受最大暴雨侵襲之記錄。

b.2001.09.05 鞍部測站所測之最大時降雨量 136.5mm/hr 雖大於 116.0mm/hr，但當日富貴角測站所測之最大時降雨量為 38.5mm/hr。

另依據 FSAR 2.4.2.2 (Flood Design Considerations)及 FSAR 2.4.3.3 (Design Flood for Various Site of Structure)，廠區排洪設計係以 10,000 年重現可能最大洪水(Probable Maximum Flood, PMF) 764 立方公尺/sec (或 27,000CFS)為考慮，將佔用乾華溪排放渠道設計斷面積 87 平方公尺中的 80 平方公尺，尚有 7 平方公尺約 8%之餘裕空間。因此如發生可能最大洪水量(PMF)時，其洪水面距離乾華溪排放渠道堤頂尚有約 0.91 公尺之空間。

因此只要乾華溪人工排放渠道及廠房周邊排水溝、排放 RC 管保持暢通不堵塞，即使遭逢暴雨時雨量達 297mm/hr (註：尚不計入乾華溪人工排放渠道設計餘裕 8%)，主廠房周邊仍不致有淹水之虞。

台灣地區暴雨或山洪主要都是因颱風侵襲伴隨而來的，核一廠建廠以來遭逢最大暴雨侵襲係發生於 2000 年 10 月 30 日至 11 月 1 日的象神颱風侵台時，當時最大降雨強度為 116.0mm/hr(氣象局正式記錄)，遠低於本廠設計之 297mm/hr，並未造成本廠廠址淹水。累積雨量如表 4-3、表 4-4 所列，已達超大豪雨標準，而當時乾華溪排放渠道並未滿溢，乾華廠區廠房亦無淹水情形，可印證核一廠設計排洪防抗能力尚無問題。

表 4-3

象神颱風最大時雨量及 24 小時最大累積雨量(富貴角測站)	
最大時雨量	116 mm/hr

89.10.31 24 時	
24 小時內最大累積雨量	757.5 mm
89.10.31 16 時至 89.11.01 15 時	

表 4-4

象神颱風單日累積雨量(富貴角測站)	
89 年 10 月 30 日	45.0 mm
89 年 10 月 31 日	540.5 mm
89 年 11 月 1 日	290.5 mm
總累積雨量	876 mm

3.廠房內防洪設計

廠房內防洪設計包括汽機廠房、聯合廠房、反應器廠房、廢料廠房等，

其淹水事故分析及其防範參 FSAR 第 2.4、3.4 章節及「515.2 廠房內水災處理程序書」，列述如後：

(1)設備保護設計基準如下：

- a.安全有關的組件具有雙重性，獨立分隔及自然排放之設計。
- b.設計不透水緊密房間，裝有開關和電路提供警報給控制室。
- c.廠房中安全有關之重要設備的房間如 CORNER ROOM，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。
- d.廠房地面系統設計有淹水程(高)度的警報、在控制室有警報，如聯合廠房、汽機廠房等。
- e.廠房排水設計沒有直接連通暴雨排水系統，可阻隔洪水藉由排水系統倒流侵入廠房。
- f.汽機、聯合廠房間管路貫穿的結構是完全封閉防漏。
- g.對於淹水較小的房間之門皆設有高度 6 英吋止水堰(CURB)。
- h.反應器廠房底樓 CORNER ROOM 之集水池，均屬該區單獨

專用，未與其他區域連通，避免外來淹水入侵，確保 ECCS 重要設備之完整可靠性。

(2)廠房內防洪防範措施，係根據上述設備保護設計基準，對廠房內重要安全設備防洪設計如下：

a.防水門之設計

安全有關安全冷停機(COLD SHUTDOWN)的組件之房間：

RHR PUMP-A CORNER ROOM

HPCI/CORE SPRAY PUMP-A CORNER ROOM

RHR PUMP-B CORNER ROOM

RCIC/ CORE SPRAY PUMP-B CORNER ROOM

等 4 房間通往 TORUS 外部區域設有防水門。

b.水密穿越孔(WATER SEAL PENETRATION)之設計：

為確保本廠現有管路、風管、電纜槽、電纜管等之穿牆、樓板穿孔之完整性和廠房外牆之各項導管及預留孔密封之完整，以維持其防水氣密等功能，進而增進人員及機組設備之安全。

c.地板排水孔(FLOOR DRAINS)之設計：

除上述 4 間安全有關安全冷停機(COLD SHUTDOWN)的組件房間內之 FLOOR DRAINS 不直接往外排放外，其他廠房及通道皆設有 FLOOR DRAIN 來洩水排洪。

(3)廠房區外，均有其各自獨立的排水系統，東側排水以道路跟安全圍牆與廠房區隔離，西側排水以道路跟安全圍牆與廠房區隔離，南側 345kV 開關場排水以安全圍牆與廠房區隔離，北側排水以安全圍牆與廠房區隔離，其中北側安全圍牆雖然設置有車輛出入口，但因地面高程係由南側往北側下降，地面雨水不會由北側進入。因此，廠房區外之區域落雨不會進入本廠廠房區域。

(4)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，以防止累積之雨水侵入廠房，廠房室外地坪高程為海平面上 11.2 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)。
- 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。

4.土石流防抗能力：

- (1)乾華溪全長約 8 公里，根據「行政院農委會水土保持局」所公佈之資料，乾華溪(阿里磅溪)源頭上游約 1.5 公里長發生土石流潛勢為「中」，如圖 4-1。

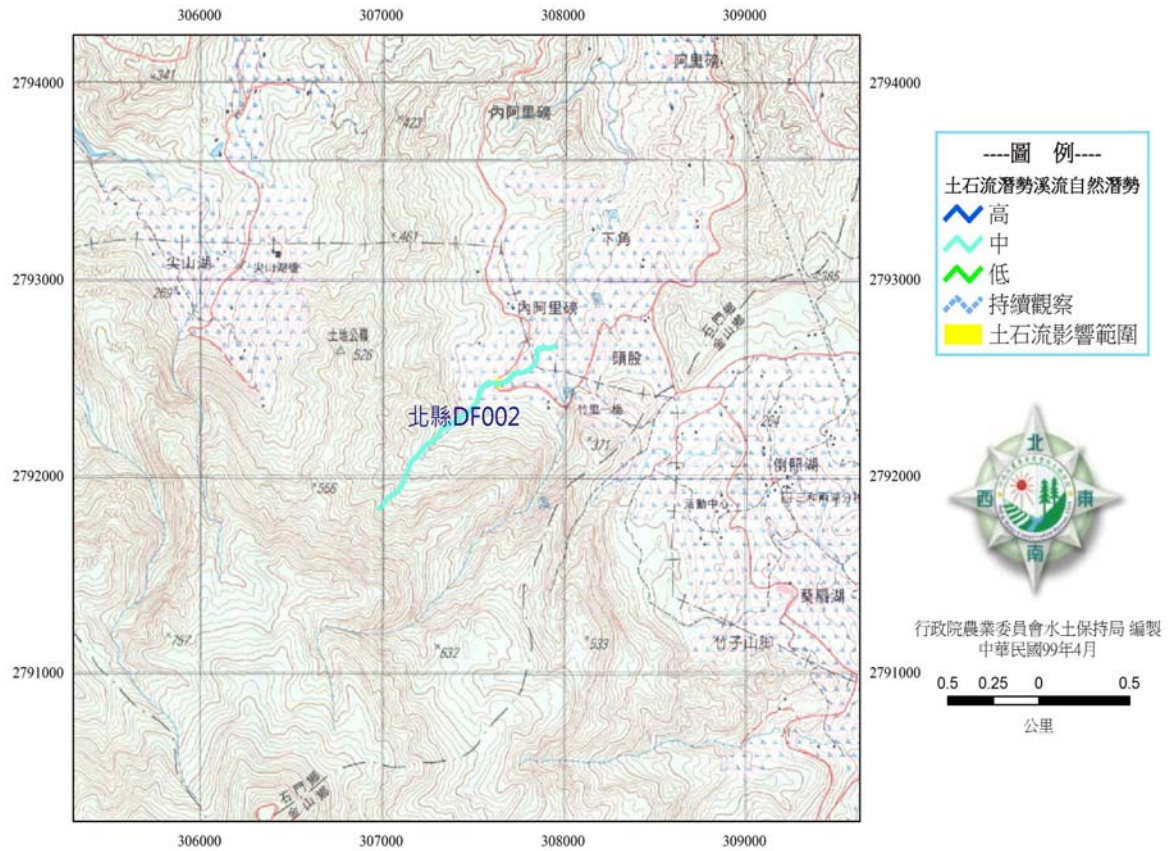
小坑溪全長約 4 公里，根據「行政院農委會水土保持局」所公佈之資料不包括本溪流即不屬土石流潛勢溪流，且無開發整理之行為，附近植被茂密，坡面保護良好。

- (2)本廠最接近乾華溪之廠房與之相隔約 50 公尺，乾華溪過去並無發生土石流之歷史紀錄，整條溪流除「核能一廠用過核燃料中期貯存計畫」外，無大規模開發整地行為；乾華溪上游均按環境影響評估規定委外辦理定期「核能一廠用過核燃料中期貯存計畫施工期間環境監測」。每半年辦理衛星影像變異監測，但均未於計畫區乾華溪上游流域發現有明顯崩塌現象之變異地。

- (3)大台北地區近年來遭受最嚴重暴雨侵襲之颱風為 2000 年 10 月 31 日之象神颱風及 2001 年 9 月 16 日之納莉颱風。故核一廠於納莉颱風後委託益鼎公司執行土石流評估分析，益鼎公司另外再找具專業之精英大地工程顧問公司共同承辦「小坑溪及乾華溪土石流危險度評估」一案。依據益鼎公司及精英大地工程顧問有限公司之「小坑溪及乾華溪土石流危險度評估報告」(民國

91.8.14)，小坑溪及乾華溪可歸納為低潛能、低危險度或中低處理等級，且即使上游發生土石流，土石流堆積起始點距核一廠乾華溪仍有 4.2 公里，小坑溪仍有 3.5 公里，故核一廠位於土石流土砂淤積區之外，應不受土石流災害之影響。

圖 4-1 (乾華溪自然潛勢等級)



5.順向坡滑動防抗能力

依據中央地質調查所民國 97 年出版之「都會區及周遭坡地環境地質資料庫圖集-富貴角圖幅」環境地質基本圖(圖 4-2、4-3)得知，本廠基地地層屬沖積層及火山角礫岩，岩體結構類型屬火成岩，其岩性無明顯層面，即便基地北側小區域曾有岩屑崩滑(落石)災害，整體並無平面滑動問題。

現場勘查可知本廠基地兩側(包括乾華區、小坑區)之山坡，植栽茂密，其間大型喬木林立，多為原始林相，鮮少有開發行為；坡趾處具有大型排水溝渠，地表逕流排洩快速，無積水情事。

綜合上述，本廠基地地層為沖積層及火山角礫岩，並無順向坡成立之條件，廠區部分區域山坡曾有局部岩屑崩滑災害，成因乃連續性豪大雨沖刷所造成，且對廠房無直接影響；故研判基地內應無順向坡平面滑動災害問題。

圖 4-2 (核一廠機地岩體結構類型)

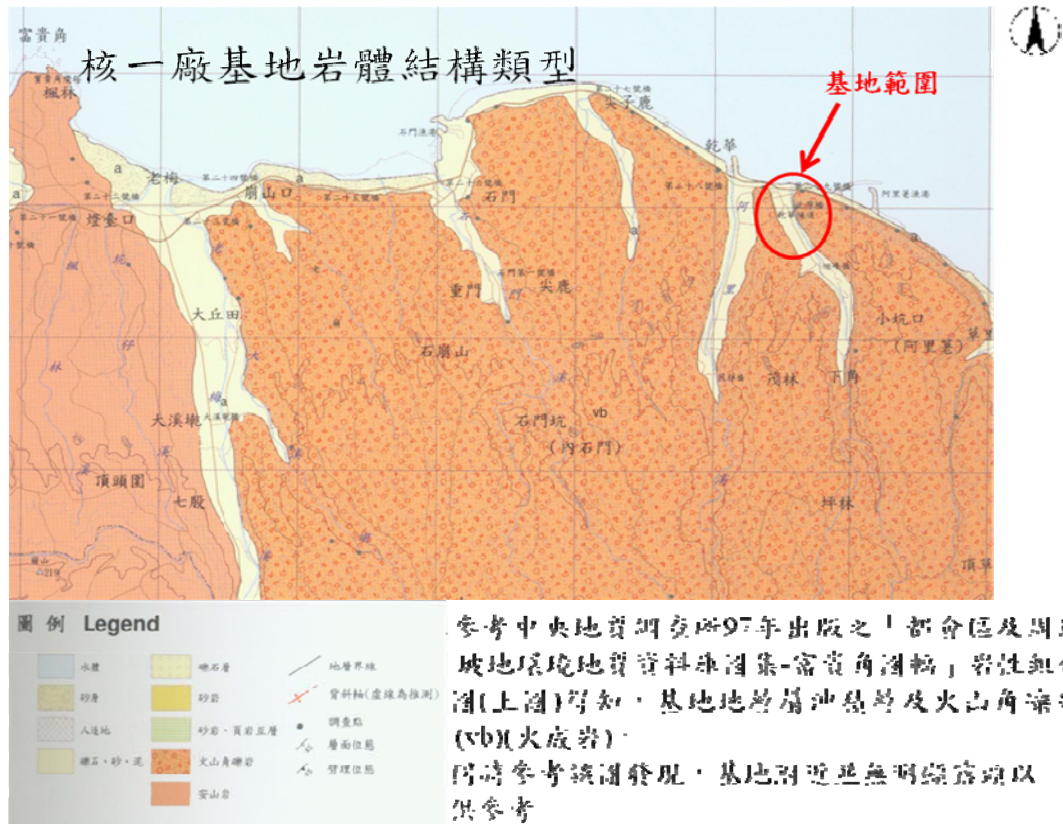
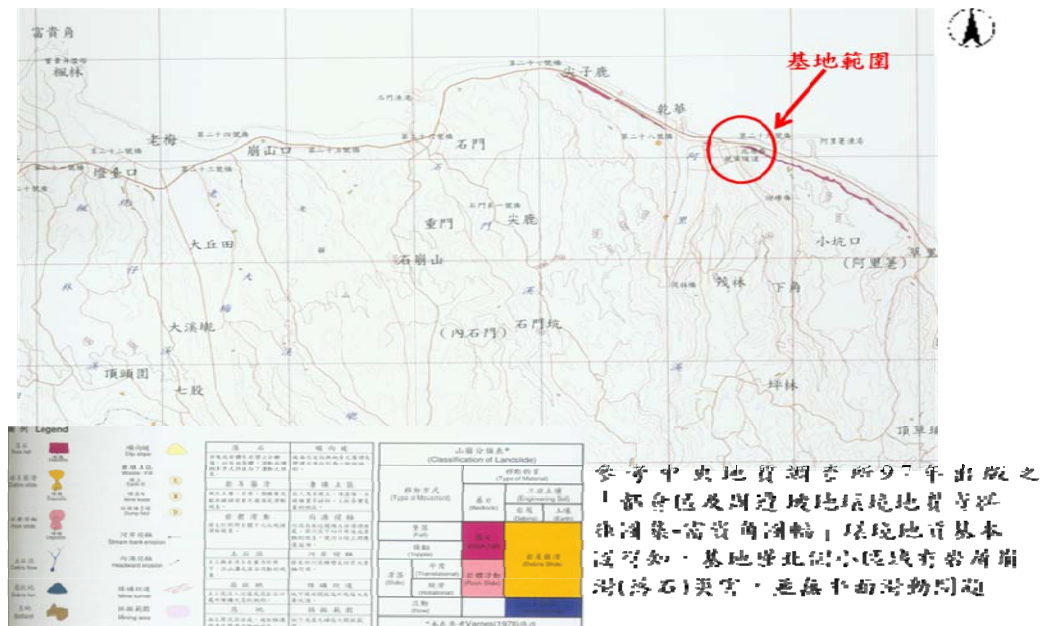


圖 4-3



6. 外露設備對強風的承受能力

(1) 廠房結構

依據核一廠FSAR第3.3節，耐震一級及耐震二級結構物之設計風速(design wind speed)距地表面30呎高度處為134 mph (60 m/sec)，瞬時最大風速為148 mph (66 m/sec)。(附註：依我國中央氣象局颱風強度分類，強烈颱風為蒲福風級16級以上，風速大於51 m/sec者。)

由於結構物與地表有高度差，因此結構物高點與地表構成氣壓差，而風壓力與風速的平方成正比，風速則隨氣壓梯度的增加而增大，故當氣壓急遽變化時，結構物高點風速急升，風壓力將大幅增大。核一廠設計風速及設計風壓力如表4-5所示：

表4-5 核一廠建物風速風壓設計基準

高度(feet)	設計風速(mph)	設計風壓力(psf)
0~50	148	75
50~150	168	95

核一廠重要廠房均為耐震一級結構，已有考慮承受強風的能力，亦包括強風（主要為颱風）捲起的飛射物撞擊的情況，FSAR 3.5.2.4 Typhoon-Generated Missiles 為考慮颱風捲起的飛射物，飛射物主要來源為樹枝及受侵襲房屋之破碎物。經評估主要廠房結構可承受因強風（主要為颱風）捲起的飛射物撞擊，亦可涵蓋冰雹侵襲的狀況。

(2) 開關場結構

台電公司輸電線路鐵構早期設計之基準風速，為台灣東部 50m/sec 即 15 級風；台灣西部 40m/sec 即 12 級風，且仍具 0.3 倍餘裕可抗 52m/sec 陣風即 16 級風。

惟 1977 年 7 月 25 日台灣遭受賽洛瑪颱風侵襲，登陸南台灣造成嚴重破壞及災害，位於高雄的大林火力發電廠附近的高雄港變電所為當時台灣南部唯一的超高壓變電所，因為超高壓鐵塔及特高壓線鐵塔被吹斷數十座，供電系統嚴重毀損，南電無法北送，造成台灣許多地區停電，當年報告曾形容此颱風造成二戰以來臺灣最大的破壞事件，賽洛瑪颱風後，台電公司即

檢討並進行提升線路鐵構耐風能力改善。

依供電處提供架空輸電線路設計準則所敘及本廠輸配電係屬西部重要線路，能承受風力如下表所敘，基準風速 44.9m/sec 即 14 級風，陣風可達 61.9m/sec 即 17 級風以上，但縱使喪失外電，本廠仍有柴油發電機、氣渦輪機、5thEDG 柴油發電機能提供機組安全停機所需電力。

表 4-6 支持物及電線基準速度壓標準表

表 5 支持物及電線基準速度壓標準表

荷重條件		基準 速度壓 q_0 (Kg/m ²)	對應風速(m/Sec)		
			基準風速 (10 分鐘 平均)	陣風率	陣風
平常時(全島一致)		20			17.5
颱風時	西部一般線路	200	39.8	1.45	57.7
	西部重要線路	230	44.9	1.38	61.9
	東部一般線路	260	50.6	1.3	65.8
	東部重要線路	300	54.4	1.3	70.7
作業時(全島一致)		20			17.5

另依據核能電廠開關場設計準則（民國 76 年初版），CLASS A 之設備、結構等，其必須承受風力的部份設計風速為 70 m/sec，而耐風強度風速應達 100 m/sec，本廠後期裝設設備如 GCB、GCS，即係遵循此一設計準則。

(3)OFF GAS STACK 設計風速(design wind speed)：其位於 EL.98.5m 高度處，設計風壓力如下表所示：

高度(m)	設計風壓力(psf)
99~164	95
>164	105

(附註：依我國中央氣象局颱風強度分類，強烈颱風為蒲福風級 16 級以上，風速大於 51 m/sec 者。)

綜觀上述確認本廠實具備足夠防禦能力因應惡劣天候來襲，但恐極端氣候變化更趨劇烈且複合式來襲，所以假設「暴風、豪大雨、土石流」等組成複合式天災、且超出前述設計基準的壓力測試，也假設部份情境係在悖離本廠認知下，以檢驗本廠防護能力，詳如附件 4-1「颱風+豪大雨/土石流廠內壓力測試」評估。

4.1.2 極端自然威脅的弱點與瀕危效應

經由附件 4-1「颱風+豪大雨/土石流廠內壓力測試」評估，推演本廠極端情況之弱點與瀕危效應，及相對補強措施如下；

- A. 本廠高程 11.2 公尺距海岸距約 500 公尺，由本廠基地地形可知，基地東西兩側俱屬山坡地，廠區地表高程由南向北漸低，故本廠基地屬天然河谷，是一個甚易排洪地形。主要廠區位於乾華區，在假設豪大雨的情境下，應可沿乾華溪即時排放至海邊，廠區不致淹水，且應不會出現土石流，惟如果超出預期而發生土石流，致洪水改道淹進乾華廠區 Power Block 區域，機組將會落入危險情境。
- B. 本廠排洪能力係假設最大可能降雨量之 297mm/hr 的暴雨降於廠區；現為因應極端自然威脅，若再假設於無土石流，但發生超出設計基準暴雨侵襲下，導致排洪渠道無法排洩因超過設計基準之暴雨所產生漫地流，而淹進乾華廠區 Power Block 區域，可能導致機組受到危害。

註：A.及 B.的假設情境均已超出本廠設計基準，係為配合壓力測試進行，以尋找本廠的弱點與瀕危效應。

1. 極端自然威脅的弱點

針對上述 A.及 B.假設情境況之補強措施，本廠因應天然災害中颱風、豪大雨及土石流所需執行之相關程序書，已檢討建立強化措施如下：

(1)程序書 104.22「颱風災害預防與處理」：

- a.颱風季前準備：各部門於每年 3 月底前依防颱及災害防救整備項目檢查表進行巡檢，並於 4 月底前改善完成。
- b.颱風警報發佈後：各有關工作部門於防颱中心成立前將防颱準

備項目確實查核及備妥。

- c. 災變之戒備：當颱風動態由「海上警報」轉為「海上陸上警報」時，召開防颱會議成立防颱中心應變，由廠長指派颱風輪值經理並召集應變人力集中待命，由輪值經理統一指揮應變。

(2) 程序書 513「颱風警報期間運轉」：

電廠重要的設備中，屬於第一類結構及第一類系統，在設計上可承受颱風來襲時所挾帶的強大風速，這些設備須保證機組的完整性及有足夠的能力執行反應爐安全停機。

一旦發生汽機、發電機、主變壓器或機組輔助變壓器(UT-X/Y)故障或無法使用時，反應爐安全停機所需的電力將由廠外電源(起動變壓器 ST-A/AS 及 ST-B/BS)或廠內緊急柴油發電機所提供，由於颱風期間，核能電廠喪失廠外電源之威脅較正常天候為大，為避免此種情況出現，並影響到機組之安全停機，故本程序書提供颱風警報發佈後本廠機組安全運轉之指引。

(3) 程序書 515「廠區水災緊急操作規程」：

A. 廠區水災有下列任一情況時，需立即執行本程序書。

- a. 超過一千年頻率的超級颱風或大雨發生，乾華溪水位達設計基礎洪水水位【乾華溪水位 2.75 公尺 (EL.4.6 公尺)】。
- b. 大海嘯侵襲電廠海岸，造成海水倒灌至廠區。
- c. 廠區消防水管或生水管破管。
- d. 廠區水災灌入廠房內，造成汽機廠房 17.25'、反應器廠房 -0.83'、聯合廠房 -0.83' 淹水。

B. 本廠將採行之應變措施：

- a. 監測乾華溪出水口水位上升狀況。
- b. 若乾華溪溪流水位達到設計基礎洪水之警戒高度【乾華溪水位 2.75 公尺 (EL.4.6 公尺)】，繼續注意水位上升率，預

期洪水會危害到機組設備安全之虞時，開始執行降載停機冷爐之操作。

- c.通知各管制部門，堆砌砂袋(綠色)於相關廠房四周圍進/出門，高度至少一米，避免水災灌入廠房內。(廠內已增購備妥 4000 砂袋(綠色))
- d.當乾華溪水位上升或預期水位上升時，於接獲氣象局發佈「海上陸上颱風警報」研判颱風有可能吹襲電廠時或監測乾華溪出水口水位(以水面波浪最低處為準)達 1.0 公尺時，電動快速開啟乾華溪下游(下層)全部海嘯閘門。當監測乾華溪出水口水位達 2.0 公尺時，電動快速開啟乾華溪上游(中層)全部海嘯閘門。
- e.廠區消防水管或生水管破管時，現場查看破管位置、大小、系統，若消防系統水管破漏水，確認管路後將其破管隔離，生水管漏水、破管設法隔離破管。另置砂袋於廠房四周圍低窪處，避免水災灌入廠房內(重機械房西側備有 300 包防颱砂包(米色)，可隨時取用)。

(4)程序書 515.2「廠房內水災處理程序書」

廠房內若因洪水經由地面層進入或如循環水、廠用海水、凝結水、飼水、消防水、一次系統水、CSCW 冷卻水、CHILLER WATER 寒水冷卻系統、廢料管路及其他設備等管路發生破管時大量漏水，地面集水池泵來不及將水排出，將造成廠房淹水事故，並可能造成設備而故障。

事故範圍區分為(一)汽機廠房(二)聯合廠房(三)反應器廠房(四)廢料廠房 4 個區域，每個區域詳列事故徵兆、行動指引，緊急處理步驟等。其他相關配合程序書如下：

- a.依程序書 540.4 第 SC/L-2 節、第 SC/L-5 節處理。
- b.按運轉規範 LCO 3.4.4 RCS Operational Leakage (反應爐冷卻水系統洩漏)

- c.程序書 308.1 設備和地面洩水集水池系統
- d.程序書 308.14 廢海水排放系統
- e.程序書 912 放射性物質外釋管制程序

(5)程序書 795.12 「廠區結構監測巡視作業程序」：

針對廠區排水系統，每年進行例行性及天然災害後勘查，以確定排水暢通及結構穩固，其現場勘查時機為：

- a.台灣本島發佈北部陸上颱風警報。
- b.依中央氣象局發佈地震震度四級（含）以上。
- c.連續性豪、大雨。（24 小時降雨量累計達 130 毫米以上，由運轉值班人員通知）。

(6)雖然小坑溪及乾華溪近年來並無發生土石流之記錄，但依「農委會水保局」之預警系統，每逢「中央氣象局」發布豪大雨特報時，若達警戒值（500mm/day）即發布土石流潛勢溪流警戒警訊，本廠將執执行程序書 104.37「乾華溪土石流監測」、程序書 106.9.4「危機管理及應變作業程序」及「乾華溪出水口水位監測暫行措施」之相關規定。

(7)在極端自然威脅大量洪水入侵廠房的弱點途徑，可能是由聯合廠房 D-4/R-15 門侵入，順沿樓梯洩至聯合廠房底樓區域，造成寒水機設備區大量淹水。防範措施：

- a.在廠房出入口(含 D-4/R-15 門)增設擋水板，減緩入侵水量。
- b.原有緊要寒水機 PUMP 四周圍已加裝鐵板圍離，避免淹水直接危害安全設備。
- c.另該區地板設置多個地面洩水孔，每個洩水孔均連通 3 吋洩水管路至集水坑，再由 100GPM 之 SUMP PUMP 排放至集水槽。
- d. SEEPED TANK 有 2 台傳送泵共 170GPM，緊急淹水時可切換

為地面積水抽水機，直接經由循環海水渠道排放。

e.本廠 113.5 程序書除原有救災設備，另已增購完成各類移動式發電機、沉水泵、抽水機等備援機具。

2. 瀕危效應

聯合/反應器廠房地下二樓若淹水達 56cm 以上(即廠外水災水源經由地面層之設備吊運孔(Hatch)縫隙洩漏至反應器廠房四個 ECCS Room)，將使所有高、低壓安全注水泵全部失效，補水中斷將造成爐心安全狀況變為嚴峻。

積水續升至地下一樓(EL.17.33 呎)地板上 30 cm 後，將使 CRD 泵、CSCW 泵及 CST 泵喪失功能，緊急柴油機 A、B 亦告喪失(因 MCC 3A-2、4A-2、CSCW 水泵淹水喪失，導致緊急柴油發電機亦喪失)造成廠內電源喪失，僅有第五台柴油發電機提供兩部機組使用，造成情況緊急。若聯合/反應器廠房積水 > 12.7 m (即已達一樓地板上 60 cm)，此時除非廠區排除積水或設置替代注水路徑，否則所有 ECCS 注水泵及替代補水如 CST 泵、BCSS 泵、RHR 海水增壓泵以及冷凝水泵均將不可用。爐心喪失補水，最終將導致爐心熔損。

豪雨或海嘯使進水口之水質極度惡化，喪失 CWS 及 ESW，即喪失最終熱沉，爐心餘熱無法移除，最終將導致爐心熔損。

(1)依核一廠 FSAR 3.4.3 節所述，接近核一廠一、二號機組的乾華溪最大洪水高度仍低於電廠平面至少 3 呎(0.91 公尺)，廠房排水設計沒有直接連通暴雨排水系統，可阻隔洪水藉由排水系統倒流侵入廠房；汽機、聯合廠房間管路貫穿的結構是完全封閉防漏，反應器廠房底樓 CORNER ROOM 之集水池，均屬該區單獨專用，未與其他區域連通，避免外來淹水入侵，可確保 ECCS 重要設備之完整可靠性。故，設計之初已經考量暴雨排水系統及海嘯影響，無水災易淹沒之廠房。惟若因外部天然災害，水量超過設計

基準，造成廠房淹水，聯合廠房及反應器廠房高程 39.83 呎以下樓層為水災弱點。

(2)主要的水災弱點、瀕危效應是反應器廠房最底樓-0.83 呎的淹水，因該樓層各 CORNER ROOM 內有安全相關包含高壓爐心注水系統(HPCI)、低壓爐心注水系統(LPCI)、爐心噴灑系統(CS)等之緊急爐心冷卻系統，以及爐心隔離冷卻系統(RCIC)，如全部淹水將造成所有高、低壓緊急注水系統(含電動水泵及蒸汽驅動水泵)不可用，會完全喪失緊急安全系統對反應爐補水之功能，將僅剩下後備圍阻體噴灑水泵(BCSS PUMP)。

(3)BCSS 為非安全有關係統，連接消防水系統及圍阻體噴灑管路，可後備提供反應爐及圍阻體之冷卻水源，此後備水泵在背壓小於 110 PSIG 下，可泵送 250 GPM 以上的水量至反應爐，惟利用本系統注水前，需先進行反應爐降壓，在反應爐降壓過程中，可能造成反應爐水位低於有效燃料頂部(TAF)之暫態，然依本公司核安處之模擬分析，不致有銹水反應狀況發生故不足慮，惟若萬一供給 BCSS PUMP 之消防水源發生問題(低於 153 GPM)時，即可能衍生嚴重後果。

(4)其次是聯合廠房平面樓 39.83 呎淹水，因內有安全相關電氣開關箱室，包括 4.16kV 緊要匯流排#3 及#4，如全部淹水將造成 A/B 串安全相關交流電氣設備不可用，造成廠區全黑及喪失最終熱沉，將僅剩 DC 蓄電池系統，而 DC 蓄電池系統容量設計上僅足以支撐 8 小時。此外，因 BCSS PUMP 及 MOV 均安裝於平面樓 39.83 呎，故若淹水可能會造成電源受損，惟電源若因淹水受損，可以人工手動開啟 MOV，並由東面牆上之 BCSS 斷然處置注水孔，利用消防車或其它打水裝置，將水打入以提供反應爐及圍阻體之冷卻水，詳見核一廠 1452.2 程序書第 8 節內容規定。在分散多重原則下，本廠已規劃在 RHR 系統的 E11-FF003 及 CS 系

統的 E21-F044A/B 以拆除該閥閥蓋及閥盤後，再偶接特製閥蓋引接消防栓或消防車的消防水另闢爐心注水路徑，詳見核一廠 1452.2 程序書第 3 節內容規定。

- (5)此外，若緊要海水(ESW)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：

- (1)中央氣象局發佈海上陸上颱風警報，可能危害本廠時，進入 104.22 程序書「颱風災害預防與處理」。
- (2)104.37「乾華溪土石流監測」：執行巡視工作，注意是否有溪水混濁異常、山鳴等土石流徵兆，並注意是否有河道阻塞淤積、坡地地表異常改變或異常坍滑等影響河道正常輸水之情事產生
- (3)當中央氣象局預測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 513 程序書「颱風警報期間運轉」。
- (4)廠房或廠區淹水時，進入 515.2 程序書「廠房內水災處理程序書」或 515 程序書「廠區水災緊急操作規程」。
- (5)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 1451 程序書「核一廠斷然處置程序指引」。

2.補強措施：

- (1)因應海嘯改善案，ESW 泵取水暗渠上方所有開口已換裝為耐海嘯格柵板，及第一道上方開口設固定欄杆，以防止大型垃圾進入暗渠，影響 ESW 抽水泵之取水功能。(100 年 6 月 30 日以後完成)

- (2)廠區內所有排水渠道除了每年執执行程序書 104.22「颱風災害預防與處理」及 795.12「廠區結構監測巡視作業程序」，於每年進行例行性及天然災害後勘查，以確定排水暢通及結構穩固外，尚有相關部門年度契約定有專人專責清潔溝渠。
- (3)依據 113.5 程序書，除原先既有之一般性救援設備備品外，為整合福島事故衍生救災複合性所需各類器材，另增購兩部大型的 4.16kV/1500kW 移動式貨櫃電源車增購中，12 部中型 480V/500 kW (8 台)、480V/200kW(4 台)等之柴油發電機，多部輕便小型汽/柴油發電機、空壓縮機、內燃機抽水泵等(部份尚未交貨)以及其它充裕的救災器材或備品，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。已購進之 8 台固定式柴油發電機 (480V/500 kW)依據 DCR 設計已安裝於辦公大樓屋頂(EL 100 ft)，故並無淹水之虞，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，並配合機組大修預計於一號機 EOC-26 及二號機 EOC-26 安裝完成，在相關 DCR 未完工前，可靠人工引接供電。而 4 台移動式柴油發電機(480V/200kW)，其中兩台係提供一號及二號廢料貯存庫緊急時供電使用，第三台為供給充氮系統用，剩餘一台則留作緊急支援用，此 4 台移動式柴油發電機平時存放於汽渦輪機廠房及一號廢料貯存庫較高處，故亦無淹水之虞。(100 年 6 月 30 日以後完成)
- (4)如聯合結構廠房底樓為較易淹水區域，若 Sump Pump 來不及排水，Seeped Tank 有二台傳送泵，可切換當作地面積水抽水泵，直接泵送經由循環海水渠道排放。另外，核一廠已增購大型汽油引擎抽水泵 8 台，強化廠房機動排水能力。(100 年 6 月 30 日以後完成)
- (5)已成立改善案 MMR-C0-0407，於第 5 台柴油機廠房出入口增設水密門；另外，將聯合結構廠房出入口加裝擋水板，以強化重要廠房防洪阻水能力。(100 年 6 月 30 日以後完成)

- (6)辦理增購之 2 台 4.16kV 移動式柴油發電機，將用來提供長期冷卻相關設備之備援電源。(100 年 6 月 30 日以後完成)
- (7)透過「1452.1 斷然處置程序輔助程序書電源的建立」程序書所列的負載管控，以及 125VDC SWBD #6 轉供至 DC SWBD #2 的機制，DC 至少可支撐 24 小時，以維持 RCIC 之運轉所需。125V DC Battery #6 對 Battery #1、Battery #2 的轉供電操作，可藉由既有的直流 125V DC 系統之三只轉供配電盤-I/II/III 達成。

參考文獻

a. 官方文件

1. 「都會區及周遭坡地環境地質資料庫圖集-富貴角圖幅」(經濟部中央地質調查所)

b. 業界組織文件

N/A

c. 台電內部文件

1. 「核一廠終期安全分析報告」(台灣電力公司)
2. 「小坑溪及乾華溪土石流危險度評估報告」(益鼎公司、精英大地工程顧問有限公司)
3. 架空輸電線路設計準則(台灣電力公司)
4. 核能電廠開關場設計準則(台灣電力公司)
5. 104.22 程序書：「颱風災害預防與處理」
6. 104.37 程序書：「乾華溪土石流監測」
7. 106.9.4 程序書：「危機管理及應變作業程序」
8. 113.5 程序書：「災害防救要點」
9. 513 程序書：「颱風警報期間運轉」
10. 515 程序書：「廠區水災緊急操作規程」
11. 515.2 程序書：「廠房內水災處理程序書」
12. 535 程序書：「廠區全黑」
13. 795.12 程序書：「廠區結構監測巡視作業程序」
14. 1451 程序書：「核一廠斷然處置程序指引」
15. 1452.1 程序書：「斷然處置程序輔助程序書電源的建立」
16. 1452.2 程序書：「斷然處置程序輔助程序書水源的建立」
17. 1452.3 程序書：「斷然處置程序輔助程序書反應爐緊急降壓與圍阻體排氣」
18. 1452.4 程序書：「斷然處置程序輔助程序書熱沉的建立」
19. 1452.5 程序書：「斷然處置程序輔助程序書支援應變措施」
20. 1452.6 程序書：「斷然處置程序輔助程序書聚集所可居住性控制」

附件 4-1 「颱風+豪大雨/土石流」廠內壓力測試

一、「颱風+豪大雨/土石流」廠內壓力測試說明

(1) 目的：測試本廠因應未來氣候變遷的極端氣候複合式災害應變能力，同時找出深度防禦的安全餘裕，及測試電廠重要安全防線在假設情境下的耐壓崩潰點(Cliff-edge effect)

(2) 演練假設起始情境：

- 1.強烈颱風侵襲核能電廠，預測帶入豪大雨。
- 2.防颱緊急應變小組成立，消防班6員與防颱人員待命中。
- 3.值班預召/留置一班人力，於廠內待命。
- 4.二部機滿載運轉

接續：

- 5.颱風帶入強風及超豪大雨，造成廠外電源與緊急後備電源先後喪失，廠區因排洪道的土石流阻塞致洪水流竄，致主要廠區地表及主要廠房底層淹水安全系統喪失注水功能，及ESW淹水喪失熱沈。

註:上述情境係為執行壓力測試所作假設，實悖離本廠認知如下

1. 在此假設中央氣象局預報資料與實際風力/雨量不符，致電廠錯失研判使機組落入危險情境，但以目前中央氣象局所預報的準確性足夠讓電廠有充分時間，先將機組帶至安全狀態。
2. 迄至目前，強烈颱風與超大豪雨尚未有同時來襲紀錄，而假設雨量卻以大於 10000 年重現期距之暴雨推算，致造成主要廠區淹水
3. 依農委會水土保持局所發佈資訊及本廠勘查，在本廠廠區不致發生土石流使廠區淹水，但在此假設排洪渠道因發生土石流堵塞而使洪水在漫淹乾華廠區後，沖向主廠房廠區且下水道系統分佈廠區各處進口處皆遭土石流堵塞造成淹水。
4. 本廠每次大修後執执行程序書 796(廠房穿越孔定期檢查)確保穿越孔完整及將漸序完成各主要廠房的水密門/擋水板，在此也假設此道防禦被突破造成廠房內底樓淹水。

5. 緊要海水泵室高程11.2m且與大海相鄰，縱使洪水侵入也會直接洩入乾華溪下游排水渠道，立即進入大海，不致造成淹水使緊要海水泵室內設備受損。

(3) 管控待命人力之做法：

1. 颱風警報發布後，運轉主管依颱風應變人力組成之最低人數，運用支援班或訓練班人員協助運轉外，並於颱風侵襲期間評估道路可能發生因風雨過大或坍塌而阻塞不通，預期將延誤交接班時間，提前召進接班人員或預留卸班人員在廠內待命，以利按時交班或協助運轉，避免當值運轉人員因值班工作時間太長而影響精神及體能狀態，危及機組安全運轉。
2. 另外核一廠事務管理手冊「3-4 颱風過境政府機關宣布新北市、台北市暨基隆市停止上班時本廠交通車行駛要點」，亦有相關之執行細節、程序。

(4) 風強雨驟對戶外人員操作影響之探討：

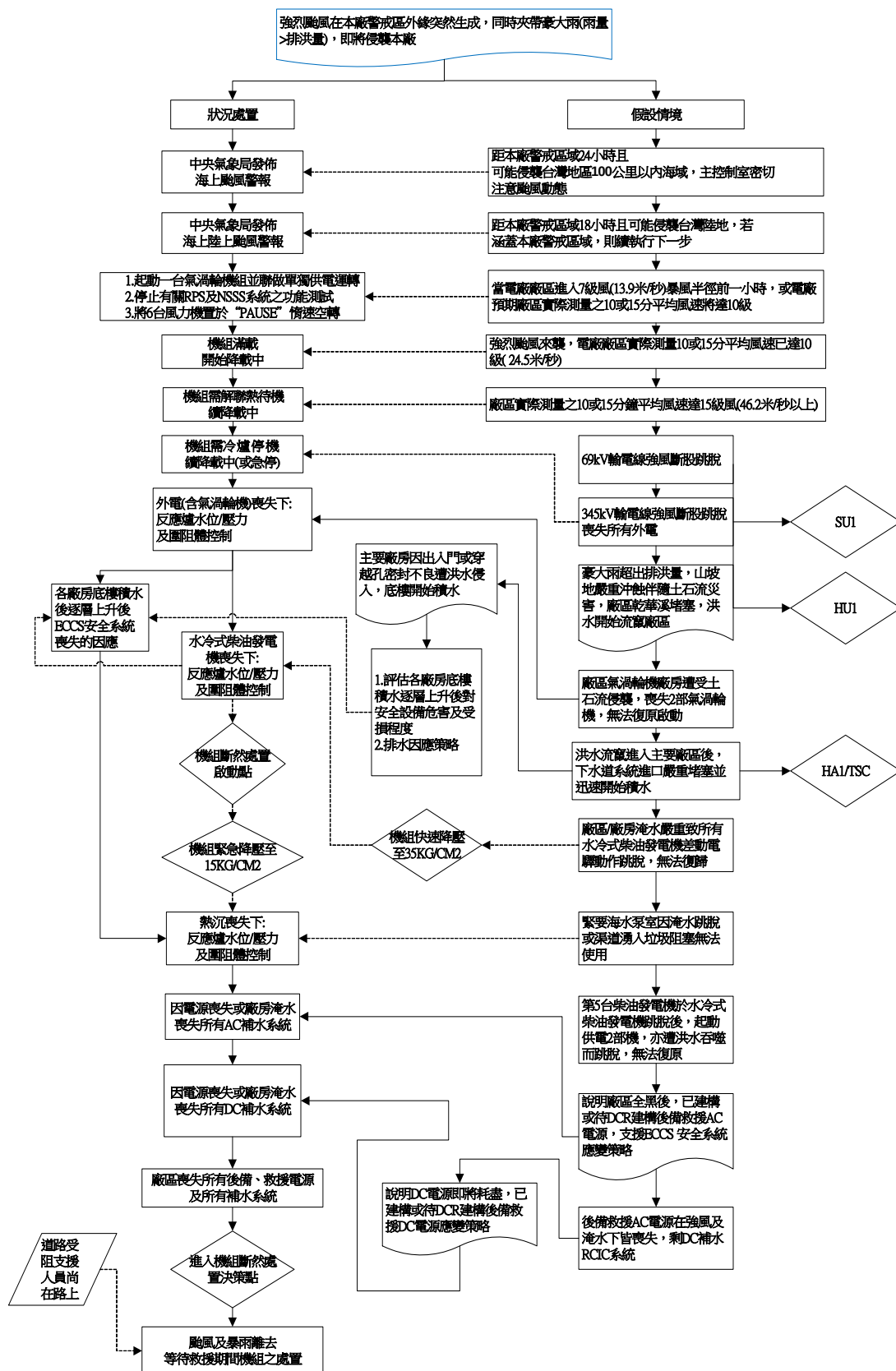
1. 強風驟雨人員尚可外出操作時，核一廠員工平日配備之工安鞋、工安帽及安全帶即可提供足夠的安全防護，另備有輕便雨衣可供雨中作業，然而若人員無法外出時可由重型車輛（大吊車、推高機）護送前往，以完成必要之任務。
2. 核一廠供電介面（BKR）絕大部份為遙控操作，開關箱亦設置於室內，操作時無需曝露在強風驟雨之惡劣環境中，即使需現場手動操作電氣設備時，亦有高壓絕緣手套、衣服、鞋子可供使用，以避免感電意外，設備有絕緣劣化之虞，送電前會量測負載側確認正常無虞，再行操作送電以避免設備短路受損。

(5) 供電介面是否安排適當的故障隔離設備之說明：

供電介面在既有設計上均有自動隔離之功能，若出現應隔離未隔離狀況則可由人員進行審慎確認判定後再行操作，此一作業模式為運轉值班人員之常態基本作業要求。因此供電介面故障適當隔離作業，將依各種類供電介面發生的各種故障狀況研判評估，再採取合適的隔離範圍進行隔離操作。

- 壓力測試時序(如圖一)
- 壓力測試流程(如圖二)

二、圖一「颱風+豪大雨/土石流」廠內壓力測試時序



三、圖二「颱風+豪大雨/土石流」廠內壓力測試流程

核一廠颱風與豪大雨/土石流壓力測試流程

第1頁

情境：

- 1.強烈颱風侵襲核能電廠，預測帶入豪大雨。
- 2.防颱緊急應變小組成立，消防班6員與防颱人員待命中。
- 3.值班預召/留置一班人力，於廠內待命。
- 4.二部機滿載運轉

接續：

- 5.颱風帶入強風及超豪大雨，造成廠外電源與緊急後備電源先後喪失，廠區因排洪渠道的土石流阻塞致洪水流竄，造成主要廠區地表及主要廠房底層淹水，安全系統喪失注水功能及ESW機房淹水喪失熱沈。

失效情境	設計基準與 情境防線	防禦深度	程序書	人力 /時限
左敘情境下並敘述機組處置				
中央氣象局 發佈「海上 陸上颱風警 報」，警報 之警戒區域 若涵蓋電廠 警戒區域， 且7級風暴 風圈邊緣距 離電廠警戒 區域18小時 之距離，進 入「颱風注 意期間」	開關場/輸 配電陣風 設計57.7m/ sec 即17級風 主要廠房 設計60 m/ sec即 17級風	電源 1.345kV四迴路 2.69kV二迴路 3.氣渦輪機(A/B) 4.水冷式柴油發電機(A/B) 5.氣冷式柴油發電機(5th) 6.氣渦輪機全黑起動柴油 發電機(DCR中) 7.2台1500KW移動式柴油 發電機 8.12台480V移動式柴油 發電機(8台500kW固定配 接裝設於2F以上高度，可 供電CSCW、SBGT及DC充 電機) 9.DC替代 注水系統 1.CP/FW 2.CRD 3.RCIC 4.HPCI 5.CS 6.LPCI 7.SBLC自TEST TK取水 8.CST經RHR CS 充水管路 9.消防水經BCSS 10.消防水庫車(取用溪水、 海水)經BCSS 11.ESW經RHR海水連通管 12.增加移動式之輔助CP利 用熱井餘水(DCR中)	進入「颱風注意期間」： 1.依程序書513監視颱風動向。研判 颱風有可能吹襲電廠時，依程序書 515廠區水災緊急操作規程規定開啟 海嘯閘門。 2.試驗全部通信系統及測試「天然 災害通報系統」正常。 3.8小時內確認DIV I.及DIV II 緊急柴 油發電機運轉之可用性。 4.8小時內確認氣渦輪機可運轉。 各部門依程序書104.22「防颱檢查 表」實施檢查與缺失之改善 熱沈 1.CWP/SWP 2.ESW/BOOSTER PP 3.水冷式柴油發電機變通運轉模式(為第4項DCR 完成前，可採行之替代模式) 4.10萬噸生水池下池重力式管線增加另一固定 管引接至ESW泵出口管路，提供做為第二套最 終熱沉。 5.SBGT(可由480V移動式柴油發電機供電) 控制氣源 1.配置軟管及快速接頭，接用HCU氣氣瓶， 增加乾井儀用氣源持續力達43.2小時以上 2.液氬槽供給儀用氬氣	當值/8小 時(第1~3 項) 各部門/ 七級風到 達本廠 「警戒區 域」10 小時前 (第4項)
「海上陸上颱風警報」，警報之警戒區域若涵蓋電廠警戒區域，且7級風暴風圈邊緣距離電廠警戒區域10小時之距離，電廠進入「颱風戒備期間」	開關場/輸 配電陣風 設計 57.7m/sec 即17級風 主要廠房 設計60 m/ sec即 17級風	同前	進入「颱風戒備期間」： 防颱緊急應變小組成立時： • 若本廠所在遭逢強風、豪雨發生，則由廠長（或其代理人）依實際狀況主動向核發處報備自行戒備或指示召開防颱會議成立防颱中心應變。 • 颱風值勤經理，向值班經理連繫防颱緊急應變小組已正式成立，值班經理應適時與颱風輪值經理保持連絡。 • 值班經理應指派專人將IBM天然災害通報系統（NDS）開啟並申告確認上線。 • 如本廠遭受颱風侵襲，電力發電狀況有異常或發生災害時，應使用天然災害或生產事故緊急事件速報程序通報。	當值/4小 時

核二廠颱風與豪大雨/土石流壓力測試流程

第2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
左敘情境下並敘述機組處置				
當電廠廠區進入7級風(13.9米/秒)暴風半徑前一小時，或電廠廠區預期將會進入颱風7級風暴風半徑內且電廠廠區實際測量之10或15分平均風速已達10級風。	開關場/輸配電陣風設計 57.7m/sec 即17級風 主要廠房 設計60 m/sec即 17級風	電源 1.345kV四迴路 2.69kV二迴路 3.氣渦輪機(A/B) 4.水冷式柴油發電機(A/B) 5.氣冷式柴油發電機(5th) 6.氣渦輪機全黑起動柴油發電機 7.2台1500KW移動式柴油發電機(購置中) 8.12台480V移動式柴油發電機(8台500kW，可供電CSCW、SBGT及DC充電機) 9.DC替代 注水系統 1.CP/FW 2.CRD 3.RCIC 4.HPCI 5.CS 6.LPCI 7.SBLC自TEST TK取水 8.CST經RHR CS 充水管路 9.消防水經BCSS 10.消防水庫車(取用溪水、海水)經BCSS 11.ESW經RHR海水連通管 12.增加移動式之輔助CP利用熱井餘水(DCR中)	◆依程序書310.5 起動一台氣渦輪機，併入 69 kV匯流排，並將外電切離，另一台備用 ◆停止有關RPS及NSSS系統之功能測試。	當值/0.5小時
			熱沈 1.CWP/SWP 2.ESW/BOOSTER PP 3.水冷式柴油發電機變通運轉模式(為第4項DCR完成前，可採行之替代模式) 4.10萬噸生水池下池重力式管線增加另一固定管引接至ESW泵出口管路，提供做為第二套最終熱沉。 5.SBGT(可由480V移動式柴油發電機供電) 控制氣源 1.配置軟管及快速接頭，接用HCU氮氣瓶，增加乾井儀用氣源持續力達43.2小時以上 2.液氮槽供給儀用氮氣	
中央氣象局發佈「海上陸上颱風警報」，警報之警戒區域涵蓋電廠警戒區域，電廠廠區實際測量10或15分平均風速已達10級風(24.5米/秒)	開關場/輸配電陣風設計 57.7m/sec 即17級風 主要廠房 設計60 m/sec即 17級風	同前	1.於3小時內降載至RPS之汽機跳脫旁通設定點以下。	當值/3小時
廠區實際測量10或15分鐘平均風速跳升達15級風(46.2米/秒以上)	開關場/輸配電陣風設計 57.7m/sec 即17級風 主要廠房 設計60 m/sec即 17級風	同前	1.於4小時內解聯熱待機	當值/4小時 解聯熱待機

核一廠颱風與豪大雨/土石流壓力測試流程

第3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
左敘情境下並敘述機組處置				
69kV輸電線 強風斷股跳脫 >57.7m/sec	開關場/ 輸配電 陣風設計 57.7m/ sec 即17級 風	電源 1.345kV四迴路 2.69kV二迴路// 喪失 3.氣渦輪機(A/B) 4.水冷式柴油發電機(A/B) 5.氣冷式發電機(5 th) 6.氣渦輪機全黑起動柴油發電機 7.2台1500KW移動式柴油發電機(購置中) 8.12台480V移動式柴油發電機(8台500kW, 可供電CSCW、SBGT及DC充電機) 9.DC替代 注水系統 1.CP/FW 2.CRD 3.RCIC 4.HPCI 5.CS 6.LPCI 7.SBLC自TEST TK取水 8.CST經RHR CS 充水管路 9.消防水經BCSS 10.消防水庫車(取用溪水、海水)經BCSS 11.ESW經RHR海水連通管 12.增加移動式之輔助CP利用熱井餘水(DCR中)	→由氣象塔測得陣風風速快達60米/秒時(即廠區已進入17級強烈颱風),且對電廠保護區運轉安全構成實質威脅或嚴重阻礙電廠人員執行安全運轉時,即宣佈機組進入異常示警。(依據1401異常示警HU1)。 →颱風持續風速達60米/秒時,且對電廠管制區運轉安全構成實質威脅或嚴重阻礙電廠人員執行安全運轉時,機組即宣佈進入緊急戒備事故。(依據1401緊急戒備事故HA1)。 熱沈 1.CWP/SWP 2.ESW/BOOSTER PP 3.水冷式柴油發電機變通運轉模式(為第4項DCR完成前,可採行之替代模式) 4.10萬噸生水池下池重力式管線增加另一固定管引接至ESW泵出口管路,提供做為第二套最終熱沉。 5.SBGT(可由480V移動式柴油發電機供電) 控制氣源 1.配置軟管及快速接頭,接用HCU氮氣瓶,增加乾井儀用氣源持續力達43.2小時以上 2.液氮槽供給儀用氮氣	當值/持續進行
345kV輸電線 強風斷股跳脫 >57.7m/sec	開關場/ 輸配電 陣風設計 57.7m/ sec 即17級 風	電源 1.345kV四迴路// 喪失 3.氣渦輪機 4.水冷式柴油發電機(A/B) 5.氣冷式柴油發電機(5 th) 6.氣渦輪機全黑起動柴油發電機 7.2台1500KW移動式柴油發電機(購置中) 8.12台480V移動式柴油發電機(8台500kW, 可供電CSCW、SBGT及DC充電機) 9.DC替代 注水系統 1.CP/FW// 喪失 2.CRD 3.RCIC 4.HPCI 5.CS 6.LPCI 7.SBLC自TEST TK取水// 喪失 8.CST經RHR CS 充水管路// 喪失 9.消防水經BCSS 10.消防水庫車(取用溪水、海水)經BCSS 11.ESW經RHR海水連通管 12.增加移動式之輔助CP利用熱井餘水(DCR中)	1.立即執行冷爐停機行動,儘速達冷爐停機 2.如機組已急停則執行急停復歸 3.檢視由345kV供電之緊急BUS改由水冷式柴油發電機起動供電 (507.6/207/501.6/204) 熱沈 1.CWP/SWP// 喪失 2.ESW/BOOSTER PP 3.水冷式柴油發電機變通運轉模式(為第4項DCR完成前,可採行之替代模式) 4.10萬噸生水池下池重力式管線增加另一固定管引接至ESW泵出口管路,提供做為第二套最終熱沉。 5.SBGT(可由480V移動式柴油發電機供電) 控制氣源 1.配置軟管及快速接頭,接用HCU氮氣瓶,增加乾井儀用氣源持續力達43.2小時以上 2.液氮槽供給儀用氮氣	當值/12小時 達冷爐停機

核一廠颱風與豪大雨/土石流壓力測試流程

第4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
左敘情境下並敘述機組處置				
豪雨嚴重沖蝕山坡地伴隨土石流災害，廠區乾華溪堵塞使洪水開始流竄廠區(雨量>500mm/Day) 廠區氣渦輪機廠房遭遇土石流，喪失2部氣渦輪機，無法復原啟動	乾華溪排水量297mm/hr 廠區排水排洪設施主要係利用乾華人工排放渠道，除可排放上游之山洪暴雨外，亦可容納廠區廠房周邊之匯流雨水 農委會水土保持局資料顯示無土石流 氣渦輪機高程22M	電源 3.氣渦輪機(A/B)//喪失 4.水冷式柴油發電機(A/B) 5.氣冷式柴油發電機(5th) 6.氣渦輪機全黑起動柴油發電機 7.2台1500KW移動式柴油發電機(購置中) 8.12台480V移動式柴油發電機(8台500kW，可供電CSCW、SBGT及DC充電機) 9.DC替代 注水系統 1.CP/FW 2.CRD 3.RCIC 4.HPCI 5.CS 6.LPCI 7.SBLC自TEST TK取水 8.CST經RHR CS 充水管路 9.消防水經BCSS 10.消防水庫車(取用溪水、海水)經BCSS 11.ESW經RHR海水連通管 12.增加移動式之輔助CP利用熱井餘水(DCR中)	1.依程序書104.37乾華溪土石流監測召開應變會議成立防災中心應變 2.檢視所有緊急匯流排均改由水冷式柴油發電機提供電源 3.執行EOP 540.1維持反應爐水位及壓力,EOP 540.3進行圍阻體壓力控制/起動抑壓池冷卻儘量降低其溫度 4.接近設計基礎之洪水，進入天然災害及意外事故--緊急戒備。 5.達設計基礎之洪水，通知各管制部門，堆砌砂袋(綠色)於相關廠房四周圍進/出門，高度至少一米。 (EOP 540.1/540.3/520/515/104) 熱沈 2.ESW/BOOSTER PP 3.水冷式柴油發電機變通運轉模式(為第4項DCR完成前，可採行之替代模式) 4.10萬噸生水池下池重力式管線增加另一固定管引接至ESW泵出口管路，提供做為第二套最終熱沉。 5.SBGT(可由480V移動式柴油發電機供電) 控制氣源 1.配置軟管及快速接頭，接用HCU氮氣瓶，增加乾井儀用氣源持續力達43.2小時以上 2.液氮槽供給儀用氮氣	當值/1小時
廠區洪水流入主要廠區後，下水道系統進口全部被堵塞並迅速開始積水(雨量>297mm/hr)	廠區乾華溪排水量297mm/hr 主要廠區高程12M，地面排水系統排水量2.48cms 廠區排水排洪設施主要係利用乾華人工排放渠道，除可排放上游之山洪暴雨外，亦可容納廠區廠房周邊之匯流雨水 機組廠房平面層、氣冷式柴油發電機(5th)室、及緊要海水泵室等對外門戶裝設防水擋板(MMR中)	電源 4.水冷式柴油發電機(A/B) 5.氣冷式柴油發電機(5th) 6.氣渦輪機全黑起動柴油發電機 7.2台1500KW移動式柴油發電機(購置中) 8.12台480V移動式柴油發電機(8台500kW，可供電CSCW、SBGT及DC充電機) 9.DC替代 注水系統 2.CRD 3.RCIC 4.HPCI 5.CS 6.LPCI 9.消防水經BCSS 10.消防水庫車(取用溪水、海水)經BCSS 12.增加移動式之輔助CP利用熱井餘水(DCR中)	1.主要廠區開始積水依程序書再確認機組停機並宣佈進入1401緊急戒備事故HA1，成立TSC 2.依1408『OSC動員與應變程序』進行緊急動員 3.監視主要廠區(廠房外)集水坑警報/集水坑泵正常運轉中 4.在主要廠區緊要設備以沙袋或主要廠房進出門架設擋水板圍堵以防止進水 (515/515.2/204/1408) 熱沈 2.ESW/BOOSTER PP 3.水冷式柴油發電機變通運轉模式(為第4項DCR完成前，可採行之替代模式) 4.10萬噸生水池下池重力式管線增加另一固定管引接至ESW泵出口管路，提供做為第二套最終熱沉。 5.SBGT(可由480V移動式柴油發電機供電) 控制氣源 1.配置軟管及快速接頭，接用HCU氮氣瓶，增加乾井儀用氣源持續力達43.2小時以上 2.液氮槽供給儀用氮氣	持續進行
廠房平面樓進出口有砂袋阻擋				

核一廠颱風與豪大雨/土石流壓力測試流程

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
左敘情境下並敘述機組處置				

主要廠房因出入門或穿越孔密封不良遭洪水入侵，底樓迅速開始積水 各廠房地樓因積水上升對安全設備受損評估 評估積水逐層上升後對安全設備受損危害程度 排水因應策略 依序敘述各廠房地樓及漸上升至平面樓	廠房平面樓進出口有沙袋阻擋 機組廠房平面層、氣冷式柴油發電機(5th)室、及緊要海水泵室等對外門戶裝設防水擋板(MMR中) 廠房外牆穿管件及預留孔密封完整性檢查(程序書791.2) ECCS房間計4區各自獨立且有水密門設計分隔，為圍阻抑壓池區洩漏至各房間內，房內各設1台50 GPM抽水及室內FLOOD警報 汽機廠房流到本身廠房 SUMP(排水量50GPM/台*5) 廢料廠房流到本身廠房 SUMP(排水量50GPM/台*1) 聯合廠房流到本身廠房 SUMP 由機械組機具課負責提供淹水時之排水設備(2台移動式發電機提供電源、5台電力沉水泵(程序書113.5))	電源 4.水冷式柴油發電機(A/B)//喪失 5.氣冷式柴油發電機(5th) 6.氣渦輪機全黑起動柴油發電機 7.2台1500KW移動式柴油發電機(購置中) 8.12台480V移動式柴油發電機(8台500kW，可供電CSCW、SBGT及DC充電機) 9.DC替代 注水系統 2.CRD//喪失 3.RCIC//喪失 4.HPCI//喪失 5.CS//喪失 6.LPCI//喪失 9.消防水經BCSS 10.消防水庫車(取用溪水、海水)經BCSS 11.ESW經RHR海水連通 12.增加移動式之輔助CP利用熱井餘水(DCR中) 熱沉 2.ESW/BOOSTER PP 3.水冷式柴油發電機變通運轉模式(為第4項DCR完成前，可採行之替代模式)//喪失 4.10萬噸生水池下池重力式管線增加另一固定管引接至ESW泵出口管路，提供做為第二套最終熱沉。 5.SBGT(可由480V移動式柴油發電機供電) 控制氣源 1.配置軟管及快速接頭，接用HCU氮氣瓶，增加乾井儀用氣源持續力達43.2小時以上 2.液氮槽供給儀用氮氣	1.監視廠房集水井水位，如水位異常則依據程序書515.2追蹤水流來源，並適當加以隔離。 2.安裝沉水泵或動力抽水機由D-4/R-15將淹水打至廠房外。(1451) 3.備有緊急救援設備各式大小沉水泵、抽水機共13台，緊急發電機共13台，可提供相關受災廠房樓層、區域淹水時後備緊急機動救援。 4.聯合廠房地樓積水漸升，將喪失正常/緊急寒水系統及控制室空調，升至17.33呎後將使CSCW喪失，升至39.83呎以上時DIV-1/2開關室可用性喪失。 - 預期聯合廠房地樓區域將淹水且造成正常/緊急寒水系統不可用: (1)指令停機，並停用該區相關設備。 - 預期CSCW水泵區域馬達將淹水: (1)若尚未停機，則手動急停反應器。 (2)停用CSCW水泵該區設備及水冷式柴油發電機(A/B)，改用氣冷式柴油發電機(5th)運轉供電。 (3)另即進行反應爐替代注水(消防水)列置至僅剩1閥。 - 預期DIV-1/2開關室將淹水: (1)機組斷然處置啟動，先進行注水管路列置後，將反應爐緊急洩壓至15kg/cm²。	3人/1.5小時設立1台抽水機(防颱小組) 持續進行
---	--	--	--	--

核一廠颱風與豪大雨/土石流壓力測試流程

第6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
左敘情境下並敘述機組處置				
主要廠房因出入門或穿越孔密封不良遭洪水入侵，底樓迅速開始積水各廠房底樓因積水上升對安全設備受損評估 評估積水逐層上升後對安全設備受損危害程度 排水因應策略 依序敘述各廠房底樓及漸上升至平面樓 (續)	同前	同前	5.反應器廠房底樓積水漸升，ECCS防水門因反向水壓可能開始滲入，故擬如下： - 反應器廠房EL-0.83'水位開始積升 (1)通知防颱小組加強排水至廠房外 (2)即進行反應爐替代注水(消防水)列置至僅剩1閥。 - 任一ECCS ROOM區域> 最高正常運轉水位 (1)切電隔離該區設備 - 任一ECCS ROOM區域> 最高安全運轉水位 (1)機組指令停機，控制性降壓至35KG/CM2 - 超過一個以上ECCS ROOM區域> 最高安全運轉水位 (1)機組若尚未停機，則手動急停 (2)控制性降壓至15KG/CM2 - 若注水系統皆不可用，則進入機組斷然處置 6.水冷式柴油機廠房地面>30CM後，將喪失AVR盤面而喪失水冷式柴油發電機。 7.汽機廠房底樓淹水，將喪失飼水系統。 8.廢料廠房底樓淹水，不影響反應爐安全。	NA

核二廠颱風與豪大雨/土石流壓力測試流程

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
左敘情境下並敘述機組處置				
各廠房從底樓積水逐層上升後，ECCS安全系統喪失的因應	ECCS房間共4區各自獨立且有水密門分隔，為圍阻抑壓池區洩漏至各房間內，設計上 1.各房內設有1台50 GPM抽水幫浦 2.系統足以應付任何大小破管 3.低壓注水任一系統至少有兩串獨立系統 4.高壓注水系統/爐心隔離冷卻系統為蒸汽驅動，在廠區發生全黑時可運轉 5.低壓餘熱移除系統為分離之兩串，只需1串就足夠安全停機支用 機組廠房平面層、氣冷式柴油發電機(5th)室、及緊要海水幫浦室等對外門戶裝設防水擋板/水密門(MMR中)、防海嘯牆或砂袋阻擋 廠房外牆穿管件及預留孔密封完整性檢查(程序書791.2) 汽機廠房流到本身廠房SUMP(排水量50GPM/台*5) 廢料廠房流到本身廠房SUMP(排水量50GPM/台*1) 聯合廠房流到本身廠房SUMP 由機械組機具課負責提供淹水時之排水設備(2台移動式發電機提供電源、5台電力沉水泵(程113.5))	電源 5.氣冷式柴油發電機(5th) 6.氣渦輪機全黑起動柴油發電機 7.2台1500KW移動式柴油發電機(購置中) 8.12台480V移動式柴油發電機(8台500kW，可供電CSCW、SBGT及DC充電機) 9.DC替代 注水系統 9.消防水經BCSS 10.消防水庫車(取用溪水、海水)經BCSS 11.ESW經RHR海水連通 12.增加移動式之輔助CP利用熱井餘水(DCR中) 熱沉 2.ESW/BOOSTER PP 4.10萬噸生水池下池重力式管線增加另一固定管引接至ESW幫浦出口管路，提供做為第二套最終熱沉。 5.SBGT(可由480V移動式柴油發電機供電)控制氣源 1.配置軟管及快速接頭，接用HCU氮氣瓶，增加乾井儀用氣源持續力達43.2小時以上 2.液氮槽供給儀用氮氣	從上述安全評估可知，有影響ECCS者為聯合廠房與反應器廠房: (註:以下在複合災害可能已先執行，則再確認已完成) 1.ECCS泵於反應器廠房底樓積水>最高正常運轉水位 ≡任一ECCS ROOM區域>最高正常運轉水位 (1)切電隔離該區設備 ≡任一ECCS ROOM區域>最高安全運轉水位 (1)機組指令停機，控制性降壓至35KG/CM2 ≡超過一個以上ECCS ROOM區域>最高安全運轉水位 (1)機組若尚未停機，則手動急停 (2)控制性降壓至15KG/CM2以下 ≡若注水系統皆不可用，則進入機組斷然處置 2.ECCS BUS電源區域積水 - 預期聯合廠房底樓區域將淹水且造成正常/緊急寒水系統不可用: (1)指令停機，並停用該區相關設備。 ≡預期CSCW水泵區域馬達將淹水: (1)若尚未停機，則手動急停反應器。 (2)停用CSCW水泵該區設備及水冷式柴油發電機(A/B)，改用氣冷式柴油發電機(5th)運轉供電。 (3)另即進行反應爐替代注水(消防水)列置至僅剩1閥。 ≡預期DIV-1/2開關室將淹水: (1)機組斷然處置啟動，先進行注水管路列置後，將反應爐緊急洩壓至15kg/cm²。 3.所有ECCS喪失時，先進行注水管路列置後，再將機組反應爐緊急降壓至15kg/cm²以下。(1451)	持續進行

核一廠颱風與豪大雨/土石流壓力測試流程

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
左敘情境下並敘述機組處置				
廠區/廠房淹水嚴重致所有緊急柴油發電機差動電驛動作跳脫，無法復歸(DG喪失下:反應爐水位/壓力及圍阻體控制)	柴油發電機具多重性與獨立性，廠房共有3區高程12M，只需1區可用就足以供給安全停機所需電力 機組廠房平面層、氣冷式柴油發電機(5th)室、及緊要海水泵室等對外門戶裝設防水擋板(MMR中)或砂袋阻擋	電源 5.氣冷式柴油發電機(5th) 6.氣渦輪機全黑起動柴油發電機 7.2台1500KW移動式柴油發電機(購置中) 8.12台480V移動式柴油發電機(8台500kW，可供電CSCW、SBGT及DC充電機) 9.DC替代 注水系統 9.消防水經BCSS 10.消防水庫車(取用溪水、海水)經BCSS 11.ESW經RHR海水連通//1串喪失 12.增加移動式之輔助CP利用熱井餘水(DCR中) 熱沈 2.ESW/BOOSTER PP//1串喪失 4.10萬噸生水池下池重力式管線增加另一固定管引接至ESW出口管路，提供做為第二套最終熱沉。 5.SBGT(可由480V移動式柴油發電機供電) 控制氣源 1.配置軟管及快速接頭，接用HCU氮氣瓶，增加乾井儀用氣源持續力達43.2小時以上 2.液氮槽供給儀用氮氣	1.依535程序書執行第5台緊急柴油發電機同時對兩部機組緊急供電應變能力之操作步驟。 2.執行相關EOP。 3.依1451核一廠斷然處置程序指引，進行後備注水準備。 4.依1451斷然處置程序指引，緊急降低爐壓使低於15KG/CM2，緊急降壓的同時，進行圍阻體排氣，並將二次圍阻體卡車雙重門及二次圍阻體樓頂釋壓板開啟(DCR中)。	當值/0.6小時 修配組人員/0.5小時
緊要海水泵室因淹水跳脫或渠道湧入垃圾阻塞無法使用(熱沉喪失下:反應爐水位/壓力及圍阻體控制)	緊要海水泵室高程12M，室內水泵馬達位在更高位置，不易淹水 緊要海水進水口廠房增設防海嘯牆，能擋住洪水壓力，杜絕滲入 緊急進水口蓄水池已加裝格子網，故渠道不會有浮木垃圾阻塞	電源 5.氣冷式柴油發電機(5th) 6.氣渦輪機全黑起動柴油發電機 7.2台1500KW移動式柴油發電機(購置中) 8.12台480V移動式柴油發電機(8台500kW，可供電CSCW、SBGT及DC充電機) 9.DC替代 注水系統 9.消防水經BCSS 10.消防水庫車(取用溪水、海水)經BCSS 11.ESW經RHR海水連通管//喪失 12.增加移動式之輔助CP利用熱井餘水 熱沈 2.ESW*2/BOOSTER PP//喪失 4.10萬噸生水池下池重力式管線增加另一固定管引接至ESW出口管路，提供做為第二套最終熱沉。 5.SBGT(可由480V移動式柴油發電機供電) 控制氣源 1.配置軟管及快速接頭，接用HCU氮氣瓶，增加乾井儀用氣源持續力達43.2小時以上 2.液氮槽供給儀用氮氣	1.續以EOP維持水位及圍阻體壓力(1451/EOP)	當值/1小時

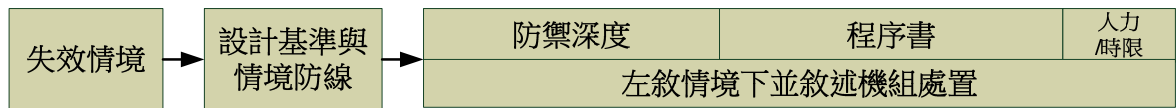
核一廠颱風與豪大雨/土石流壓力測試流程

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
左敘情境下並敘述機組處置				
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 說明廠區全黑後，已建構或待DCR建構後備救援AC電源，支援ECCS安全系統應變策略	5 TH 氣冷式柴油發電機高程12M 12台480V 移動式柴油發電機係福島事件後辦理增購，將配合DCR改善，8台500kW固定配接裝設於2F以上高度，其他則儲備在適當高程位置，避免淹水 480V 移動式柴油發電機(本廠原有1台，已增購備妥12台480V 移動式柴油發電機)	電源 5.氣冷式柴油發電機(5 th)/喪失 6.氣渦輪機全黑起動柴油發電機 7.2台1500KW移動式柴油發電機(購置中) 8.12台480V移動式柴油發電機(8台500kW，可供電CSCW、SBGT及DC充電機) 9.DC替代 註：7項購置中暫無法使用，惟在最壞狀況下第8項已可用，故絕不致有後續失效情境 注水系統 9.消防水經BCSS 10.消防水庫車(取用溪水、海水)經BCSS 12.增加移動式之輔助CP利用熱井餘水(DCR中) 熱沈 4.10萬噸生水池下池重力式管線增加另一固定管引接至ESW泵出口管路，提供做為第二套最終熱沉。 5.SBGT(可由480V移動式柴油發電機供電)	至此本廠可用AC電源均已喪失剩DC支援爐心，將選擇優先性將支援AC電源置入使用 1.將2台480V 100kW 移動式柴油發電機連接至機組SBGT及DC充電機 2.值班人員將氣渦輪機全黑起動柴油發電機藉由D.S.切換，供電至起變SWGR 7/7S 3.廠區積水退去後將480V 移動式柴油發電機就位引接(1451) 氣動氣源 1.配置軟管及快速接頭，接用HCU氮氣瓶，增加乾井儀用氣源持續力達43.2小時以上 2.液氮槽供給儀用氮氣 3.大修廠用空氣系統與廠內儀用/廠用空氣系統連接，供給儀用空氣至廠內(一號機可用，二號機DCR中)	電氣/1小時/一部機組 電氣/3小時當值/1小時 電氣/3小時
因電源喪失或廠房淹水喪失所有AC補水系統 8台480V 500kW 移動式柴油發電機購齊配妥，加上 注水系統第12項及熱沉4項 DCR改善完成後，本廠將不致喪失最終熱沉，注水系統能力	AC電源的ECCS設備為房間共4區各自獨立且有水密門分隔，為圍阻抑壓池區洩漏至各房間內，設計上 1.各房內設有1台50 GPM抽水 2.系統足以應付任何大小破管 3.同一系統至少兩串獨立系統 4.低壓餘熱移除系統為分離之兩串，只需1串就足夠安全停機支用	電源 8.12台480V移動式柴油發電機(8台500kW，可供電CSCW、SBGT及DC充電機) 9.DC替代(提供SRV) 注水系統 9.消防水經BCSS 10.消防水庫車(取用溪水、海水)經BCSS 12.增加移動式之輔助CP利用熱井餘水(DCR中) 熱沈 4.10萬噸生水池下池重力式管線增加另一固定管引接至ESW泵出口管路，提供做為第二套最終熱沉。 5.SBGT(可由480V移動式柴油發電機供電) 6.抑壓池	依1451斷然處置程序指引 1.確認水源可用性並擬定優先順序，同時其注水路徑已列置完成 2.一次圍阻體排氣操作路徑已列置完成(一次圍阻體排氣操作時必需考慮是否逆流到另一部機並採取防範措施(304.17)) 註：2台480V 500kW 移動式柴油發電機可接用作SBGT及DC充電機電源 氣動氣源 1.配置軟管及快速接頭，接用HCU氮氣瓶，增加乾井儀用氣源持續力達43.2小時以上 2.液氮槽供給儀用氮氣 3.大修廠用空氣系統與廠內儀用/廠用空氣系統連接，供給儀用空氣至廠內(一號機可用，二號機DCR中)	持續進行

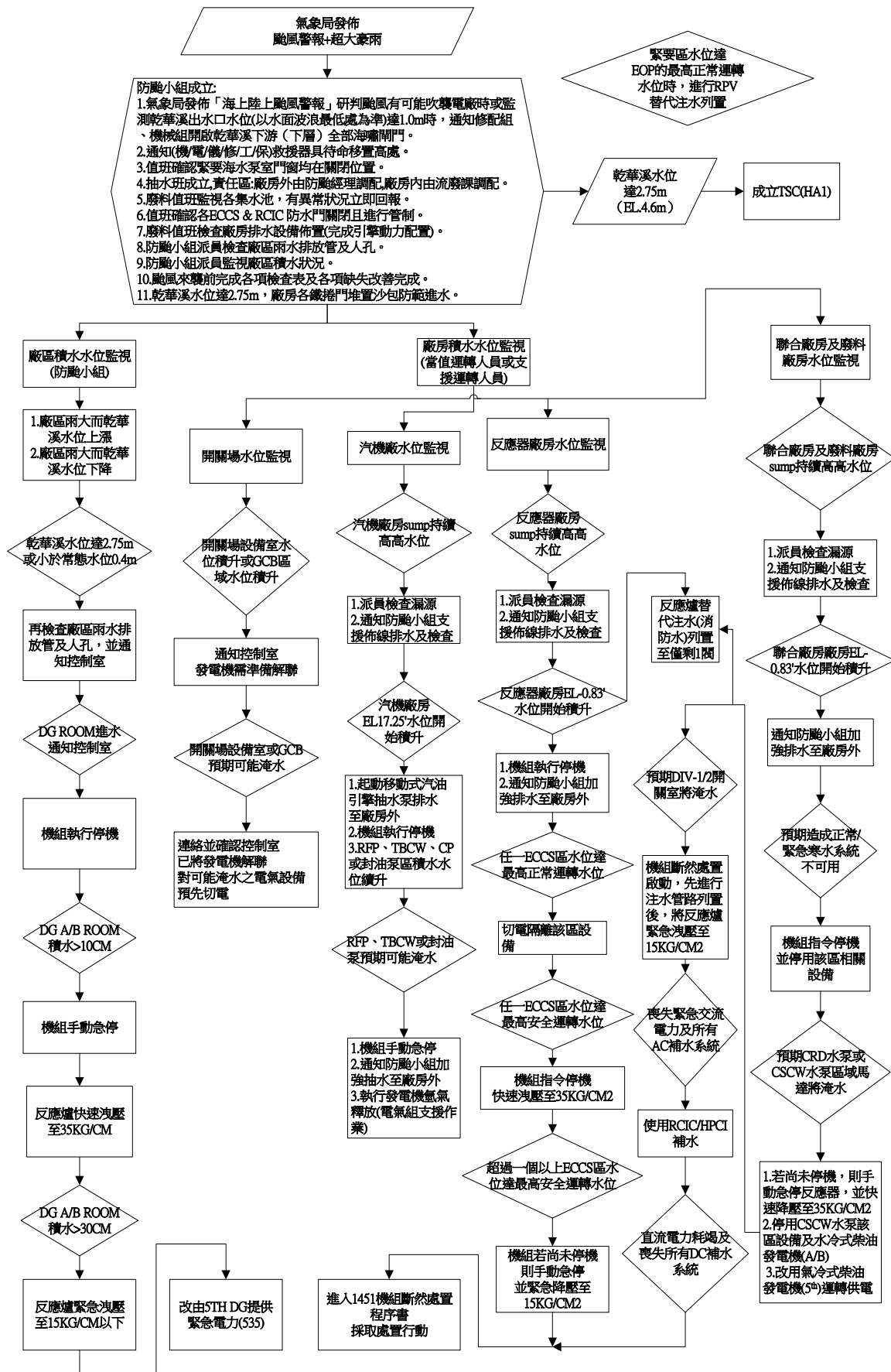
第10頁

4-36

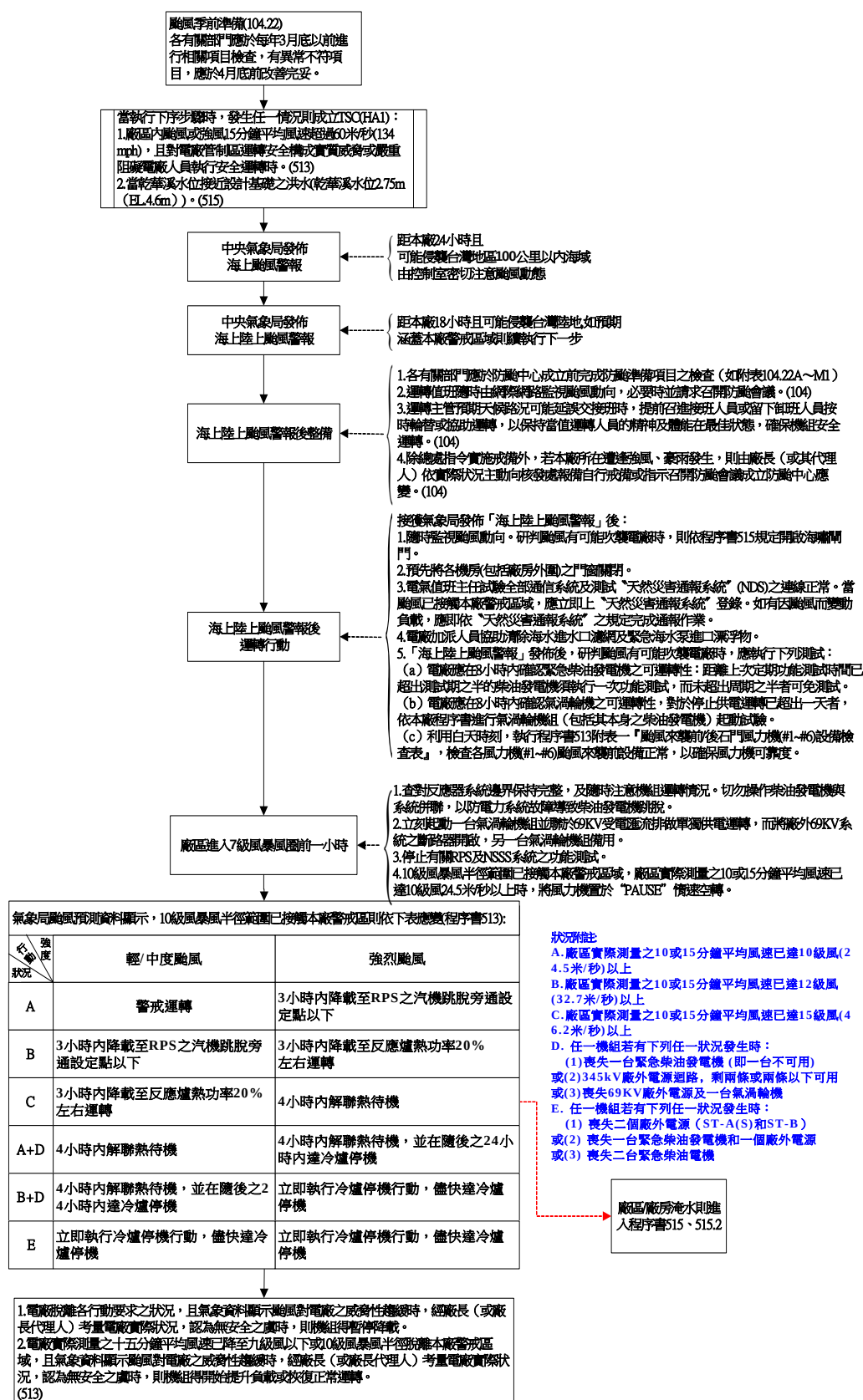


颱風及暴雨離去後機組在等待救援期間處置(道路受阻支援人員尚在路上)	爐心在任何時候必須被水淹蓋 圍阻體維持完整 連外道路有: 淡金公路 連外通訊有: 微波/電信局/直通電話/傳真機/衛星/網路等6種	電源 8.12台480V移動式柴油發電機(8台500kW，可供電CSCW、SBGT及DC充電機) 9.DC替代(提供SRV) 注水系統 9.消防水經BCSS 10.消防水庫車經BCSS 12.增加移動式之輔助CP利用熱井餘水(DCR中) 熱沉 4.10萬噸生水池下池重力式管線增加另一固定管引接至ESW泵出口管路，提供做為第二套最終熱沉。 5.SBGT(可由480V移動式柴油發電機供電) 6.抑壓池 氣動氣源 1.配置軟管及快速接頭，接用HCU氮氣瓶，增加乾井儀用氣源持續力達43.2小時以上 2.液氮槽供給儀用氮氣 3.大修廠用空氣系統與廠內儀用/廠用空氣系統連接，供給儀用空氣至廠內(一號機可用，二號機DCR中)	反應爐: ❖ 如可，續以RCIC維持RPV水位 ❖ 如BUS 3/4任一可用，優先540.7所列注水系統(含替代)維持爐心淹蓋 ❖ 如廠區失電，執行DC延長(535)：非必要負載OFF且DC匯流排結 ❖ 如喪失所有注水，則以替代注水維持水位，若水位無法維持高於有效燃料頂部(TAF)，需使用生水或海水注入反應爐，則進入斷然處置決策點，執行斷然處置措施(1451) ❖ 建立SRV替代氣源 1.連通CRD HCU充氮用氮氣瓶(DCR中) 2.節流開啟一次圍阻體充氮系統液氮槽至儀用氮氣管路上各手動旁通閥) 程序書521 3.移動式空壓機就位引接 (1451) ❖ SRV開啟時，若無任何SBGT運轉執行一次圍阻體排氣，應確認SB-108-209已關閉(304.17)。 圍阻體 ❖ 需注意一次圍阻體壓力，執行一次圍阻體排氣，以確保爐心隔離冷卻系統(RCIC)不致因排汽高壓力跳脫 ❖ 一次圍阻體排氣操作時，必需考慮是否逆流到另一部機並採取防範措施(304.17)。 ❖ 如BUS 3/4任一可用，建立ESW ❖ 檢視ESW MOTOR/如受損則更換 燃料池水溫續監測，保持燃料被水淹蓋(1451)	持續進行
12台480V 移動式柴油發電機係福島事件後辦理增購已備妥，規劃將8台500kW固定配接裝設於2F以上高度(DCR中)，其他則儲備在適當高程位置，避免淹水 8台480V 500kW移動式柴油發電機，可先人工引接，若加上注水系統 第12項 及熱沉 4項 DCR改善完成後，本廠將不致喪失最終熱沉，注水系統能力	85萬加侖油槽最低燃油存量45萬加侖，可同時供給四台柴油機運轉約約416hr(17天) 3萬5000公秉及600公秉油槽最低燃油存量1萬2000公秉，可供單一氣渦輪機持續30天運轉 電廠管理辦法規定主控制室儲備糧食有十人份五天儲量 DC電池可撐8小時且在CR 2F，非必要負載OFF且DC匯流排連結可撐24小時			

附件 4-2 程序書 515 及 515.2 增訂「豪大雨或洪水廠區/廠房淹水處理流程」



附件 4-3 程序書 513 增訂「颱風警報下之運轉」處理流程



(本頁空白)

5.喪失電源與最終熱沉

5.1 反應爐

5.1.1 喪失廠外電源(喪失 69/345kV 外來之電源)

因應地震造成的喪失電力，本廠有耐震一級設計之 EDG 1A/1B/2A/2B/5th 柴油發電機；因應洪水造成的喪失電力，本廠有座落高程之氣渦輪發電機兩部及氣渦輪發電機啟動用柴油發電機；並有福島事故後新增設置放於高程耐震廠房的 8 部 480V/500kW、4 部 480V/200 kW、1 部 4.16kV/1500kW 移動式柴油發電機。並在 1452.1 程序書明確列出直接由電纜供電至兩部機組的操作方法，應不致受地震，洪水等影響。

因淹水造成喪失熱沉事故，為維持反應爐爐心燃料有水淹蓋，避免發生嚴重核子事故的發生，本廠斷然處置措施執行爐水補水之設施，包含 RCIC、生水池靠重力以及利用消防水庫車或移動式抽水機為動力，使用正常水源及後備水源補水至反應爐，其中生水池靠重力以及利用消防水庫車或移動式抽水機為動力補水，與喪失設備房間冷卻造成的瀕危效應無關。另本廠程序書 1452.2 第 1 節載明可用手動開啟 RCIC 相關閥門，以手動方式運轉 RCIC，執行反應爐補水，不致發生瀕危效應。

5.1.1.1 後備電源供/配電設計基準

廠內配電系統分為核能安全有關及非核能安全有關廠用供電系統。安全有關供電系統提供各緊急爐心冷卻系統電源，以防止爐心熔毀事故，並確保反應爐安全停機；而非核能安全有關廠用供電系統則提供機組運轉所需之各輔助系統電源，使汽輪發電機系統能在掌控之下確保安全可靠的運轉。

電廠相關之供/配電系統設計說明如下(見附圖 5-1 核一廠輸配電系統單線圖)：

- 1.非核能安全有關廠用供電系統電源(4.16kV Bus #1 /Bus #2)可選擇來自於主發電機供電之輔助變壓器、廠外 345kV 電力系統或 69kV 電力系統

降壓之起動變壓器。

機組發電運轉期間，廠用供電系統電源通常選用輔助變壓器，若有必要亦可手動切換至 345kV 或 69kV 起動變壓器供電；遇有機組跳機時，會自動切換至 345kV 或 69kV 起動變壓器供電。

- 2.核能安全有關緊要匯流排(4.16kV Bus #3 /Bus #4) 則分別由 4.16 kV Bus #1 /Bus #2 經 4.16 kV Tie BKR 3-1 / Tie BKR 4-2 轉供。
- 3.每一部機組配置 2 台完全獨立且相同型式、3600kW 容量的安全等級緊急柴油發電機(EDG A/B)，其座落於聯合廠房內 11.2 公尺高程，於廠外電源喪失後，緊急柴油發電機會自動起動且於 10 秒內達額定轉速及電壓，並使柴油機斷路器自動投入，分別供電 4.16kV Bus #3 / Bus #4 (DIV I / II)，提供緊急冷卻系統所需電源。
- 4.緊急柴油發電機供電系統共分為二區，分別獨立供電至各區緊要匯流排 (DIV I / II)，兩區緊要匯流排下游之緊急負載互為雙重後備，只要單一區緊急柴油機、緊要匯流排及其下游緊急負載功能正常，即可確保反應爐安全冷卻停機。
- 5.另配置一台兩部機共用之氣冷式第 5 台安全等級之緊急柴油發電機(5th EDG)，容量 4000kW，座落於 11.2 公尺高程之獨立廠房，可隨時替代任一機組緊急柴油發電機(EDG 1A/1B/1AS/1BS)。可直接在主控制室手動切換第 5 台柴油機替代任一緊急柴油發電機，因而可有效提高每一緊要匯流排緊急柴油發電機供電之可靠性。
- 6.以上安全等級之緊急柴油發電機均依設計基準事件(DBE)之需求設計，在發生設計基準事件(DBE)時，可提供執行反應爐安全停機所需的電源。
- 7.機組跳脫時，4.16kV Bus 電源採自動切換方式，4.16kV Bus #1 / Bus #2 分別由 69kV / 345kV 外電供電，緊要匯流排(4.16kV Bus #3 /Bus #4) 則分別由 4.16 kV Bus #1 /Bus #2 轉供，在 10 週波內完成切換，皆無斷電

之虞。另外，配置二台全黑起動氣渦輪發電機，但只需一台即可替代本廠兩部機組 69kV 外來電源。

8.安全有關之 480 PC 3A/4A 分別由 4.16 kV Bus #3 / Bus #4 經廠用變壓器 SST 3A/4A 降壓供電。

(1)480 PC 3A/4A 分別供電至 480V Swing Bus 3-4A/3-4B 之正常電源，而 480 PC 4A/3A 則分別提供 480V Swing Bus 3-4A/3-4B 之備用電源。

(2)480V Swing Bus 3-4A/3-4B 供電至 480V MCC 3A-1 / 4A-1、RHR MCC A/B。480V Swing Bus 3-4A 另供電至氫氣再結合器系統。

(3)480 PC 3A 供電至下游之 480V MCC 3A-2 / 3A-5 / 3A-4 / 3A-7，480V MCC 3A-4 另供電下游之 480V MCC 3A-3 / 3A-6。

(4)480 PC 4A 供電至下游之 480V MCC 4A-2 / 4A-5 / 4A-4 / 4A-7，480V MCC 4A-4 另供電下游之 480V MCC 4A-3 / 4A-6。

9.一次圍阻體氫氣監測系統(HOMS)監視乾井及抑壓池(Torus)內氫氣、氧氣濃度以為 Purge 的參考，其電源由 CR-PDP-1A/1B 供電。

依上述，本廠對喪失廠外電源之因應設計，為配屬於每個緊要 4.16kV 匯流排之緊急柴油發電機會自動起動且於 10 秒內達額定轉速及電壓，而後斷路器自動投入供電，以提供緊要匯流排必要之電力。而只要 DIV I 或 II 任一區緊急柴油發電機能成功供電至匯流排，就能提供機組保持在安全停機狀態所需之電源。

另本廠在設計上亦備有第 5 台柴油機做為兩部機第一區及第二區緊急柴油機之後備柴油機，當任何一部機組之緊急柴油機無法擔負緊要供電功能時，均可以第 5 台柴油機即時替代供電。此外，非安全等級之二台氣渦輪發電機亦可分別經由其主變壓器連接至 69kV 開關場，只要一台氣渦輪發電機即可提供兩部機組安全停機所需之電源。

5.1.1.2 廠內電源供應的運轉時間

緊急柴油發電機(EDG A/B)：

- 1.油料：廠內配置 85 萬加侖柴油儲存槽一只，平時存量保持在 45 萬加侖以上，可同時供給四台柴油機可連續使用約 17 日。
- 2.冷卻方式：水冷式。
- 3.支援系統：
 - (1)起動及控制線路電源由 125VDC 供給，來源可為 125V SWBD #1 或 125V SWBD #2，互為後備，以支援柴油發電機運轉。
 - (2)每台柴油發電機都有一個獨立的起動空氣系統，各有兩台電動馬達帶動的空氣壓縮機將空氣壓縮後，經空氣乾燥器組送到四個空氣槽，空氣槽出口再由管路連結一起後分四路到柴油發電機的兩具柴油引擎，每路接到兩個空氣起動馬達，平常每台柴油發電機起動空氣槽儲存容量可供其 6 次冷機起動之用。
 - (3)冷卻水源為聯合廠房冷卻水(CSCW)，CSCW 系統之熱量移除媒介則為海水，必須有海水作為熱沉，CSCW 系統才能長期支援緊急柴油發電機的運轉。

5.1.1.3 延長廠內自主供電時間的方法

緊急柴油發電機(EDG A/B)：

- 1.每部緊急柴油發電機各有一只日用油槽，此日用油槽設有室外緊急補油口，萬一無法正常由 85 萬加侖柴油儲存槽補油時，可由此補油。
- 2.若中油或台塑公司補充油源有困難時，輔助鍋爐及氣渦輪機之柴油儲存槽可支援緊急柴油發電機所需柴油。此柴油儲存槽平時保持 12000 公秉柴油(油槽容量為 35000 公秉) 以上存量，因此可延長廠內緊急柴油發電機的運轉時間。
- 3.壓力測試涵蓋地震、水災、極端天然災害三大事象，這些事象不一定會同時發生(或可能同時發生)，且不一定造成 85 萬加侖氣渦輪機、輔助

鍋爐以及 35000 公秉油槽同時完全失效，因此存活下來的儲油則可經臨時接管引接泵送，供應因 85 萬加侖儲油槽受損而無法供油運轉的柴油發電機，重新起動發電供應機組緊要 BUS 用電。

輔助鍋爐油槽則可使用臨時抽油泵引接至室外緊急補油口，泵送補到緊急柴油發電機的日用槽供給緊急柴油發電機運轉用油。

5.1.1.4 強化防護能力的措施

1.本廠曾於象神颱風期間因樹木倒塌流至小坑溪卡在北原橋橋墩，造成雨水伴隨之雜物堆堵小坑溪，使雨水無法經小坑溪流洩到大海而滿出小坑溪，致使溪水流竄至小坑低窪區域，接著沿著乾華隧道進入乾華停車場的低窪區域，再經乾華溪流至大海。該次事件未上淹至乾華區的行政大樓，足以證明本廠因溪流阻塞溢洪，賴地形、地勢之利仍能順暢排水。因此海嘯上溯、豪雨溢洪對核一廠並不會發生瀕危效應，且在保守性之決策下仍成立 MMR-C0-0407 在 5th 柴油機對外開口處加裝防水門之強化措施。

2.為確保各柴油發電機及 4.16kV 電氣開關箱室之完整，已採行強化防淹水措施說明：

本廠所有之柴油發電機及其儲油槽和其附屬設備，均位於地面層以上，相關管線若於地面層以下亦採地下管溝形式。除 Corner Room 內之低壓 MCC 位於地面層以下，4.16kV 電氣開關箱及 MCC 均位於地面層以上，為保護(含)地面層以下區域之 4.16kV 電氣開關箱、低壓 MCC 以及保護其間之 ECCS 系統/設備，目前已成立 MMR-C0-0407 修改作業申請案，規劃 5th EDG 廠房對外之門及開口增設防止洪水入侵設施，防範發生淹水。另外將建造一座 170 公尺長，高於海平面 17 公尺之防海嘯牆；且在 ESW PUMP ROOM 建造防海嘯牆。

3.電廠為強化喪失廠外電源時，確保廠內必要設備電源之供給，研議有相關強化措施如下：

本廠在「1452.1 核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書電源的建立」應變程序書，明訂緊急時可由正常機組之 EDG，透過 5th EDG 配電盤同時提供另一部機組轉供電之應變能力、負載調度預估及節電等操作步驟。

5.1.2 喪失廠外電源及廠內後備電源(SBO) (喪失 69/345kV 來源之外電,EDG)

5.1.2.1 設計要求

因應喪失廠外電源及廠內後備電源的狀況，廠內設計有其他緊急後備電源如下：

1. 第 5 台緊急柴油發電機(5th EDG)：

容量 4000kW，為氣冷式，係本廠一、二號機組 4 台緊急柴油發電機之後備替代，當其佈置於替代位置時，與原有之柴油發電機功能相同，接受該代替匯流排之緊急自動起動併聯信號。佈置替代於何台柴油機須事先加以選定，且同時只允許替代一台，當滿載出力時，足以應付緊急時 ECCS 系統所需電力之供給，且可隨時替代任一機組緊急柴油發電機(EDG A/B)。

2. 氣渦輪發電機：

本廠氣渦輪發電機組共有二部，均為氣冷式，每部氣渦輪機組發電容量為 69600kVA，功率因數 0.85，主要做為本廠兩部核能機組之緊急全黑起動電源，亦可為電力系統尖峰或大機組跳脫時電力不足之後備電源，氣渦輪發電機組從開始啟動到併聯發電之時間約 10 分鐘，提升負載至滿載（50MW）約七分半鐘。

平時啟動電源來自 69kV 系統 BUS-2(若 BUS-2 停電也可利用 BUS-1)，經由主變壓器(69/13.8kV)後，再經由一台啟動變壓器(1500kVA 13.8kV/4.16kV) 來供給啟動馬達之電源，以帶動氣渦輪發電機組運轉發電。全黑時，為確保其全黑柴油發電機有能力啟動、加速及接受負載，此時可利用柴油發電機組之蓄電池組 24VDC 電源，帶動柴油發電機產

生 4.16kV 之交流電力，送電至氣渦輪發電機組啟動馬達，作為氣渦輪機之全黑啟動電源。

平時由 GT 現場控制室或 69kV 開關場控制室啟動與監控氣渦輪發電機組。緊急時也可利用 345kV 開關場控制室內操作電腦來遙控啟動或監控氣渦輪機組運轉。

3.在 SBO 情況時，本廠可由 RCIC 維持反應爐水位，RCIC 主要依賴 125V 直流電供應必要電力，其設計基準可維持 8 小時，依 95 年 11 月核研所完成之核一廠 MUR 功率提昇之電廠全黑安全評估報告，已確認在最保守情況下，即使不考慮交流電源第 5 台柴油發電機及氣渦輪機之可用性，電廠仍有充分能力應付 SBO 達 8 小時。若再經本廠已擬訂之直流負載管控作業來供電，在無廠外支援下能承受之全黑事件運轉期長可達 24 小時。MUR 功率提昇之電廠全黑安全評估分析如本章之附件一。

5.1.2.2 電池容量及運轉期長

第 5 台緊急柴油發電機所有之 125V DC 蓄電池容量為 410AH，能夠供給維持負載運轉至少 8 小時，以確保核能系統安全。

各氣渦輪發電機所有之 125V DC 蓄電池容量為 400AH，亦能維持負載運轉至少 8 小時。

5.1.2.3 燃料劣化前廠內自主運轉能力

1.第 5 台緊急柴油發電機(5th EDG)：

(1)自主運轉能力：

不受外來系統因素影響，可自行獨立成一系統，具自主運轉能力。

(2)控制：

起動及控制線路電源為 125VDC，由獨立之蓄電池供給。

(3)油料：

設有日用槽提供 1300 加侖存量，以供連續運轉 4 小時以上，且自有獨立燃油儲存槽一只，平常維持至少 52000 加侖存量，可連續使用約 8 日；油槽設有室外補油口，可由此補油。

(4)冷卻：

氣冷式。

(5)支援系統：NA

2.氣渦輪發電機：

(1)自主運轉能力：

不受外來系統因素影響，可自行獨立成一系統，具自主運轉能力。

(2)控制電源：

DC，由獨立之蓄電池供給。

(3)油料：

氣渦輪發電機組配置有 1 只容量為 35000 公秉之柴油儲存槽，由其供油至 3 只容量各 600 公秉油槽後，再輸送至氣渦輪發電機組，而柴油儲存量平時保持在 12000 公秉以上，可供一台 G/T 運轉供電至兩部機組 ESF 及 BOP 匯流排，連續使用 30 日以上。

(4)冷卻：

氣冷式。

(5)支援系統：

氣渦輪發電機組之全黑柴油機啟動電源係由一組 24VDC 之蓄電池組供給，二部柴油發電機各別獨立。每部柴油發電機發電容量為 1500kVA，電壓為 4.16kV，功率因數 0.73。惟若一部氣渦輪發電機組之全黑柴油機故障時，仍可透過連結斷路器，由另一部氣渦輪發電機組之全黑柴油機支援，而不影響其全黑啟動之能力。

3.SBO 時，若以 RCIC 控制反應爐水位及壓力，至少可支撐 8 小時。若以生水系統維持反應爐水位（斷然處置措施），以雙機組複合式災變下補水計算（包括反應爐、用過燃料池總需補水量為 1600gpm=363.4 噸/小

時；生水總存量以 80%計約 8 萬噸），可連續提供 220 小時（9.17 天），若再考慮 ADS/SRV 連續操作，氣源可支撐 43.2 小時，故能承受全黑事件的運轉時間為至少可支撐 43.2（RCIC+生水注水）小時。

5.1.2.4 可防止燃料劣化的外部支援措施

1. 廠內現有設備，例如其他機組的設備

(1) 本廠在「1452.1 核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書電源的建立」應變程序書，明訂緊急時可由正常機組之 EDG，透過 5th EDG 配電盤同時提供另一部機組轉供電之應變能力、負載調度預估及節電等操作步驟。

(2) 廠內各機組尚有本身的 ADS/SRV、HPCI、RCIC、儀用氮氣系統，以及另一部機可互相支援的 DST（一、二號機可相互支援）、CST（一、二號機可相互支援）、生水系統（一、二號機可相互支援）、儀用空氣系統、廠用海水系統等。

(3) 廠內有消防車數量如下，可接用生水、抽取乾華溪水或海水，連結至 BCSS 系統進行爐心或用過燃料池補水冷卻，以防止燃料劣化。

核一廠消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註
消防化學車	一輛	3,000 公升	0~20 kg/cm ²	出水量 3000 公升/分鐘@8.78 kg/cm ²
水庫車一輛	一輛	10,000 公升	0~20 kg/cm ²	出水量 3000 公升/分鐘@10.97 kg/cm ²

2. 假設廠內所有機組都受損，從廠外提供可用的設備

(1) 廠內所有機組都受損且喪失最終熱沈（喪失電力供應），外部提供可用的設備支援則有本廠的消防車、石門區、金山區、三芝區、核二廠

等消防隊的消防車、消防水泵、消防水帶。但先決條件必需每部機組的 ADS/SRV 可操作減壓，BCSS 及 RHR 系統的管路仍可用下才能發揮效用。

核一廠附近行政區消防車統計表(含三芝、石門)

新北市三芝區消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註
水箱車	二輛	1500 公升(1.5 噸)	10 kg/cm ²	小計 3 噸
水庫車一輛	一輛	12 噸	10 kg/cm ²	
新北市石門區消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註
水箱車	一輛	2 噸	10 kg/cm ²	
水箱車	二輛	1.5 噸	10 kg/cm ²	小計 3 噸
合計	6 輛	水量 20 噸		

核二廠及附近行政區消防車數量統計表(含萬里、金山)

核二廠消防隊消防車及移動式抽水機				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註
水庫車	一輛	10 噸	10 kg/cm ² ~ 12 kg/cm ²	排水量：3000 公升/分
化學車	一輛	2000 公升(2 噸)	10 kg/cm ²	
移動式抽水 泵	四台	抽水量：1500 公升 /分		
新北市金山區消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註
水箱車	一輛	3000 公升(3 噸)	10 kg/cm ²	
水箱車	一輛	1500 公升(1.5 噸)	10 kg/cm ²	

水庫車	一輛	12 噸	10 kg/cm ²	
化學車 1000 公升	一輛	1000 公升(1 噸)	10 kg/cm ²	
新北市萬里區消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註
水箱車	一輛	2 噸	10 kg/cm ²	
水箱車	一輛	3 噸	10 kg/cm ²	
水庫車	一輛	10 噸	10 kg/cm ²	
合計	9 輛	水量 41.5 噸		

(2)廠外提供可用的設備有核二廠的一台 4.16kV 1500kW 移動式柴油發電機及四台 480V 200kW 移動式柴油發電機，必要時亦可調用龍門電廠的移動式柴油發電機支應。

(3)本廠已與新北市政府消防局簽訂「消防救災支援協定書」，支援單位之人力、車輛、機具，將依災害之特性，進入災區支援搶救。

3.臨近電廠(如水力、氣渦輪機組)能經專用配線直接配置供電

與本廠距離最近的電廠有核二廠、林口火力發電廠，惟目前並無專用輸配電線路直接配置。

4.上述任一系統操作運轉所需時間

(1)本廠消防車自生水泵室取水經已列置好的 BCSS、RHR 管路到補水進入爐心所需總時間約 25 分鐘。

(2)石門區消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 10 分鐘，若爐心補水路徑已列置完成，則所需時間只有進廠時間 10 分鐘。

(3)三芝區或金山區消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 20 分鐘，萬里區消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 30 分

鐘，若補水路徑已列置完成，則所需時間只有 20 至 30 分鐘。

(4)核二廠消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 25 分鐘，若補水路徑已列置完成，則所需時間只有 25 分鐘。

(5)核二廠移動式柴油發電機調用預計需 2 小時，龍門電廠移動式柴油發電機調用支應預計需 5 小時，然後由廠內電氣人員引接供電。

5.執行特殊引接合格人員的可用性

系統設備如何操作已列於附件二、核一廠機組斷然處置3階段策略之 Phase 1 項目表中，對系統、設備確認及操作由運轉值班人員執行，勞力操作只需再補以些許勞力支援即可完成，並均由值班主任指令為之；消防車、消防設備的操作仍由消防隊消防人員為之。

上述執行操作之人員均經訓練及演練測試，可完全勝任操作要求，故不構成操作合格人員可用性的疑慮。

6.確認主要瀕危效應發生的時間

(1)在無外援情況下，第 5 台緊急柴油發電機、四部緊急柴油發電機有獨立的儲油系統，35000 公秉儲油槽正常儲油為 12000 公秉以上，除了直接供油到 600 公秉×3 儲油槽再泵送氣渦輪機外，亦可機動接管或載送到第 5 台緊急柴油發電機及四部緊急柴油發電機之獨立的儲油儲存槽。各緊急電源救援成功路徑圖如下：

(2)若以 RCIC 控制反應爐水位及壓力，目前至少可支撐 8 小時。

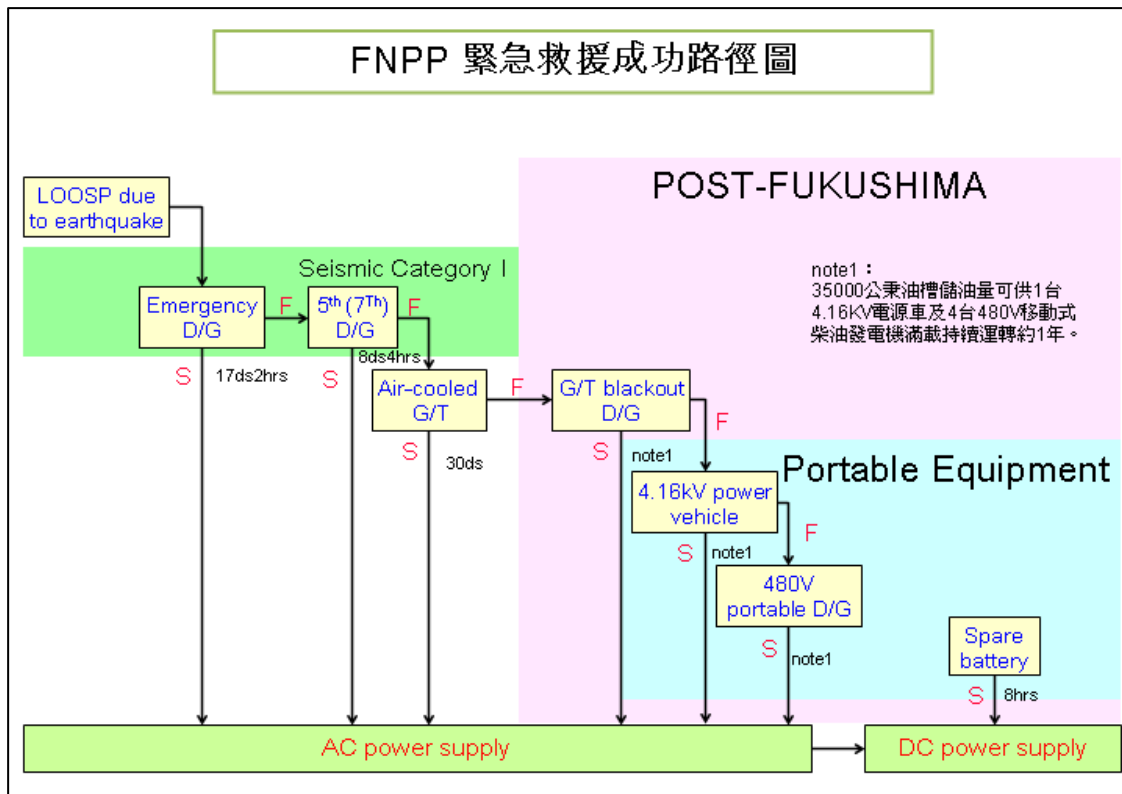
(3)若以『救援機組熱移除路徑』利用生水系統維持反應爐水位（斷然處置措施），以雙機組複合式災變下補水計算（包括反應爐、用過燃料池總需補水量為 1600gpm=363.4 噸/小時；生水總存量以 80%計約 8 萬噸），可連續提供 220 小時（9.17 天）。

(4)再考慮 ADS/SRV 連續操作，氣源可支撐 43.2 小時，倘非連續操作時，支撐時間自可更為延長。

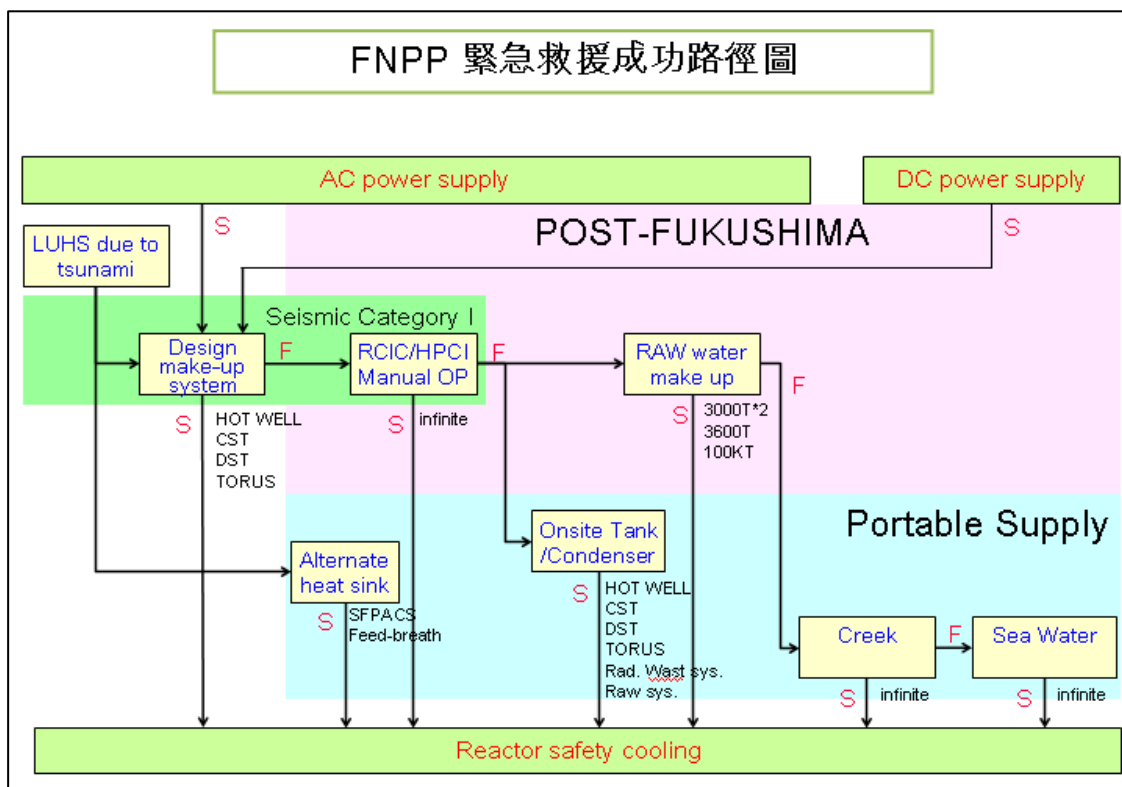
此外尚可節流開啟一次圍阻體充氮系統由液氮槽至儀用氮氣管路上旁通閥 V-108-340A/B，可長期繼續供給 SRV/ADS 操作氣源。（參附件二、機組斷然處置 3 階段策略--CS.2-01）

(5)3 萬 5 千公秉油槽及 600 公秉氣渦輪機貯存油槽已納入氣渦輪機耐震提升之評估補強工作範圍，已經完成評估。

(6)綜合上述，在無廠外支援下，靠洩壓及注水併行策略執行，能承受全黑事件的運轉時間至少在 43.2（RCIC+生水注水）小時以上，惟若反應爐洩壓及注水併行策略執行至約 40 小時，抑壓池水位上升將達抑壓池排氣管口高度，會造成抑壓池無法進行排氣洩壓，圍阻體完整性將受衝擊，而危及反應爐安全。



各緊急電源救援成功路徑圖



5.1.2.5 強化防護能力的措施

1.若以RCIC控制反應爐水位及壓力，在透過「1452.1核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書電源的建立」程序書所列的負載管控以及125VDC SWBD #6轉供至DC SWBD #2的機制後，至少可支撐24小時；另以生水系統維持反應爐水位（斷然處置措施），在雙機組複合式災變下之補水計算，可連續提供220小時（9.17天）。

若再考慮ADS/SRV連續操作，其氣源可支撐43.2小時（參附件二、機組斷然處置3階段策略--CS.2-01），倘非連續操作時，支撐時間可再延長。綜合上述，在無廠外支援下，能承受全黑事件的運轉時間為改善後，至少可先支撐43.2（RCIC+生水注水）小時，再配合節流開啟一次圍阻體充氮系統由液氮槽至儀用氮氣管路上旁通閥V-108-340A/B（參附件二、機組斷然處置3階段策略--CS.2-01），可長期繼續延長供給SRV/ADS操作氣源。

2. 本廠採以現行規劃之 DCR-C0-3294(10 萬噸生水池之下池增設一組重力式管線)增加另一固定管引接至 ESW Pumps 出口管路，提供做為第二套最終熱沉。

從執行1451「核一廠斷然處置程序指引」程序書開始，10萬噸生水池之儲存量為(註: 10萬噸生水池之下池重力式管線引出之使用量為8.3萬噸):

a.爐心補水 $1600\text{gpm} \times 8\text{hr} = 768000\text{gal}$ (2906880公升)；經8小時後8.3萬噸生水剩約8.01萬噸(80093120公升)。

b.8.01萬噸能再提供RHR heat exchanger約125.96小時，此時斷然處置第三階段(啟動後36小時內)應早已修復及恢復ESW PUMP，RHR熱交換器冷卻水則可恢復由ESW PUMP提供。

靠10萬噸生水池之下池增設一組重力式管線提供RHR熱交換器冷卻水能力，至少可獨立維持供給冷卻水5天以上

3.本廠已提出下列強化措施，在發生廠區全黑事件下，可緊急提供 4.16kV / 480V AC 之電源所需：

(1)已修訂「1452.1 核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書電源的建立」程序書，指引操作第 5 台 EDG 緊急時在負載管控下，同時供電至兩部機組之 4.16kV 匯流排#3 或#4。

(2)將氣渦輪機附屬之二台 4.16kV 1100kW 柴油發電機供電至 4.1kV 匯流排#7/#7S，再連接兩部機組之 4.16kV 匯流排#1/#2，然後轉供至 4.16kV 匯流排#3 或#4，相關規劃及演練已經完成。

(參附件二、機組斷然處置 3 階段策略--CS.2-02)

(3)增加 8 台 480V 500kW 移動式柴油發電機，配合辦理中之

DCR-C1/C2-3313/3314，對 480V P.C/MCC、充電機、UPS 及控制室照明等配置增設移動式柴油發電機引接點及電纜，提供充電機電源以供應 125VDC 直流匯流排及重要 UPS 電源，以及重要 480V 負載。

DCR-C1-3313：480V 電源部份須分兩階段完成，第一階段為移動柴油發電機配線至手動切換開關箱部份(非安全有關組件);第二階段為手動切換開關箱至相關負載之 MCC(安全有關組件)部份，因安全有關組件的購置時程較長，故分兩階段施工。

DCR-C2-3314：480V 電源部份須分兩階段完成，第一階段為移動柴油發電機配線至手動切換開關箱部份(非安全有關組件);第二階段為手動切換開關箱至相關負載之 MCC(安全有關組件)部份，因安全有關組件的購置時程較長，故分兩階段施工。

(參附件二、機組斷然處置 3 階段策略--CS.1-07)

(4)由總處採購 6 台 4.16kV 1500kW 柴油發電機電源車，本廠將分配 2 台，1 台配置於廠內(1 台暫置龍門電廠)，配合辦理中之

DCR-3313/3314，於 4.16kV Bus #3/4 配置增設移動式柴油發電機引接點及電纜，由電纜逕從 4.16kV Bus 3/4 Dummy BKR 引接。

(參附件二、機組斷然處置 3 階段策略--CS.2-03)

(5)成立 DCR-C0-3312，已將 TSC 照明及空調控制盤面增設移動式柴油發電機引接點及電纜敷設(含後備 TSC)，並將原 TSC 整棟照明電源變壓器設於屋外 1F，改設於高處位置(含後備 TSC)。

(6)已成立 MMR-0407 將強化 5thEDG 等廠房之防淹水之能力以確保其供電能力不致受洪水之影響。

4.緊急提供 RCIC 直流電源：

SBO 時，透過負載的管控以及 125V SWBD #6 的轉供機制，可維持 RCIC 直流電源 24 小時。(已修訂於「1452.1 核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書電源的建立」程序書)

另在第 3 項措施(1)~(3)項之任一項均可確保直流電源的可用及持久，並可支援 RCIC 及 ADS 直流電源等。

5.機動性注水設備：

本廠已購買 8 台移動式大型消防泵

容量：38.2kW 2000 lpm@6kg/cm², 1500 lpm@10kg/cm² 大型消防泵，以增強本廠機動注水或抽水能力。

6.相關之緊急操作步驟均已加入1451程序書內，說明在發生上述狀況時如何處置。

7.油料耗竭時：

(1)第 5 台緊急柴油發電機(5th EDG)：

自有獨立燃油儲存槽設有室外補油口，油罐車可由此補油。

(2)氣渦輪發電機：

氣渦輪發電機組 600 公秉油槽設有直接外接補油之裝置，油罐車可由此補油。

(3)氣渦輪機各油槽及生水池之耐震補強已依陳報 原能會時程列管中。

a.氣渦輪機各油槽耐震補強由營建處委託中興公司評估中，已完成耐震評估及補強規劃設計。

b.生水池耐震補強由營建處委託中興公司規劃設計中。

c.擋水板型式現由總處規劃中。

上述氣渦輪機及生水池耐震補強後可使二台氣渦輪機在地震後仍能提供二部核能機組之安全與非安全相關系統之電源，再加上生水池所提供之水源，增加電源及水源之分散性與多樣性，可進一步確保反應爐爐心不致熔毀。

8.擋水板完成後可在現有廠房高程之上進一步防止廠房進水，確保安全系統不致因廠房淹水而喪失功能。

5.1.3 喪失廠外電源、備用電源及其他另樣式備用電源(即喪失 69/345kV 來源之外電,EDG, 5th EDG ,GT)

5.1.3.1 設計要求

若喪失廠外電源、備用電源(EDG A/B)及第 5 台安全等級之緊急柴油發電機(5th EDG)和氣渦輪發電機等其他備用電源後，電廠設計上將僅剩下直流電力系統可用，而廠內之直流電力系統及儀用電源配置如下：

1.廠內安全有關直流設備負載及安全有關設備控制電源，它由三個 125VDC 支系統即 125V SWBD #1 / 125V SWBD #2 / 125V SWBD #6 所組成。其中 SWBD #1 支系統屬於緊要 ECCS-A 串負載群；SWBD #2 / #6 支系統屬於緊要 ECCS-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。

2. 120VAC 儀用電源，含 UPS 輸出之儀用電源及一般非 UPS 之儀用電源。

(1) UPS 輸出之儀用電源：

每一部機有 SUPS-1 及 SUPS-2 各一台；DC 蓄電池容量為 8 小時設計。二號機另有 ERF-A 及 ERF-B 分別提供一、二號機 ERF 系統使用

及後備 TSC 緊急備用電源；DC 蓄電池容量為 8 小時設計。UPS 輸出之儀用電源：主要供給程序電腦、ERF 電腦、汽機控制、飼水控制、廣播通話系統等重要設備。

(2)非 UPS 之儀用電源：

由 MCC 3A-1 及 MCC 4A-1 緊要匯流排供電，分別供給兩串儀用電源匯流排總盤：IDP-120V-1 及 IDP-120V-2。惟電廠發生全黑時，本項儀用電源將同時喪失。

(3)只要蓄電池組可用，重要的DC及AC(經由UPS)操作，儀控電源就能保持可用。

3.RCIC/HPCI直流電源的設計：

喪失廠外電源、備用電源及其他另樣式備用電源(即喪失69/345kV來源之外電,EDG, 5th EDG ,GT)期間，反應器補水須靠RCIC或HPCI系統之運作，RCIC或HPCI系統僅需直流電源及汽機蒸汽源即可啟動，不須依賴交流電源，而RCIC直流電源來自125V DC MCC 1A，HPCI直流電源來自125V DC MCC 2A。

5.1.3.2 電池容量及運轉期長

RCIC直流電源125V DC MCC 1A來自125V SWBD #1，HPCI直流電源125V DC MCC 2A來自125V SWBD #6，設計上125V SWBD #1與125V SWBD #6各蓄電池組額定容量為2320AH，至少可維持8小時運轉。

5.1.3.3 燃料劣化前廠內的自主運轉能力

若以 RCIC 控制反應爐水位及壓力，至少可支撐 8 小時。若以生水系統維持反應爐水位（斷然處置措施），以雙機組複合式災變下補水計算（包括反應爐、用過燃料池總需補水量為 1600gpm=363.4 噸/小時；生水總存量

以 80%計約 8 萬噸)，可連續提供 220 小時(9.17 天)，若再考慮 ADS/SRV 連續操作，氣源可支撐 43.2 小時，故能承受全黑事件的運轉時間為至少可支撐 43.2 (RCIC+生水注水) 小時。另有 HPCI 於迫切性需要時，可運轉以協助反應爐補水及降壓，但因機組全黑喪失最終熱沉，HPCI 運轉會造成抑壓池水溫快速上升衝擊較大，須審慎視狀況決定是否使用。

5.1.3.4 可防止燃料劣化的外部支援措施

1. 廠內現有設備，例如其他機組的設備

(1) 建立全黑時直流電 24 小時供電能力

依本廠 FSAR TABLE 8.3-10a 及 TABLE 8.3-10b 的 Station Black Out(SBO)所需之負載，計算電廠全黑(SBO)後各蓄電池組放電量(AH)累計值如下表：

Battery-1 SBO放電量為實際值(A)乘以間隔時間(Hr)，單位為安培-小時(AH)									
間 隔 (分)	0-0.5	0.5-1	1-44.5	44.5-45	45-180	180-479	479-480	後 16hr	24 小 時累計
									剩餘(+)/ 不足(-)
SBO 實際 值(A)	813.2	220	220	220	195	115	129	129	
SBO 放 電量	6.78	1.83	159.50	1.83	438.75	573.08	2.15	2064	3247.93 (AH)

(AH)									-927.93 (AH)
Battery-2 SBO放電量為實際值(A)乘以間隔時間(Hr)，單位為安培-小時(AH)									
SBO 實際 值(A)	281	145	145	145	120	100	114	114	
SBO 放 電量 (AH)	2.34	1.21	105.13	1.21	270	498.14	1.9	1824	2704.12 (AH)
									-384.12 (AH)
Battery-6 SBO放電量為實際值(A)乘以間隔時間(Hr)，單位為安培-小時(AH)									
SBO 實際 值(A)	1223.2	80	146	146	102	5	5	5	
SBO 放 電量 (AH)	10.19	0.67	105.85	1.22	229.50	24.92	0.08	80	452.43
									1867.57

- a. 由上表顯示：125V DC Battery #1不足 928AH、Battery #2不足 384AH，無法延長使用至24小時，但 Battery #6 尚有 1867AH餘裕；因此，在電廠全黑後可由125V DC Battery #6 的轉供電操作，則可達全黑24小時供電目標，尚且有555.57 AH之餘裕 (125V DC Battery #1/#2/#6電池額定容量各為2320AH)。
- b. SBO時透過「1452.1核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書電源的建立」程序書所列的負載管控，以及125VDC SWBD #6轉供至DC SWBD #2的機制，至少可支撐24小時，以維持RCIC之運轉所需。

125V DC Battery #6 對Battery #1、Battery #2的轉供電操作，可藉由既有的直流125V DC系統之三只轉供配電盤-I/II/III達成。轉供操作參照1452.1程序書。

(參附件二、機組斷然處置3階段策略--CS.2-04)

(2)本廠在「1452.1核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書電源的建立」應變程序書，明訂緊急時可由正常機組之EDG，透過5th EDG配電盤同時提供另一部機組轉供電之應變能力、負載調度預估及節電等操作步驟，對蓄電池充電機供電，送至負載。

(3)已規劃並備以移動式柴油發電機引接至蓄電池之充電機送電使用，以延長蓄電池供電能力。

(4)廠內有消防車數量如下，可接用生水、抽取乾華溪水或海水，連結至BCSS系統進行爐心或用過燃料池補水冷卻，以防止燃料劣化。

核一廠消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備註
消防化學車	一輛	3,000 公升	0~20 kg/cm ²	出水量 3000 公升/分鐘@8.78 kg/cm ²
水庫車一輛	一輛	10,000 公升	0~20 kg/cm ²	出水量 3000 公升/分鐘@10.97 kg/cm ²

2.假設廠內所有機組都受損，從廠外提供可用的設備
同5.1.2.4節第2項說明。

3.臨近電廠(如水力、氣渦輪機組)能經專用配線直接配置供電
同5.1.2.4節第3項說明。

4.上述任一系統操作運轉所需時間
同 5.1.2.4 節第 4 項說明。

5.執行特殊引接合格人員的可用性

同5.1.2.4節第5項說明。

6.確認主要瀕危效應發生的時間

若直流電源亦不可用，則：

(1)ADS/SRV 在直流電喪失後，則靠安全功能動作洩放反應爐壓力。

(2)以『救援機組熱移除路徑』利用生水系統維持反應爐水位（配合斷然處置措施），以雙機組複合式災變下補水計算（包括反應爐、用過燃料池總需補水量為 1600gpm=363.4 噸/小時；生水總存量以 80%計約 8 萬噸），可連續提供 220 小時（9.17 天）；若抽用溪水，則時間更可延長。

(3)若反應爐洩壓及注水併行策略執行至約 40 小時，抑壓池水位上升將達抑壓池排氣管口高度，會造成抑壓池無法進行排氣洩壓，圍阻體完整性將受衝擊，而危及反應爐安全。

5.1.3.5 強化防護能力的措施

1.RCIC/HPCI喪失直流電源運轉方案(手動啟動運轉)

已於1452.2/1452.3程序書建立「喪失直流電源及氣源後，以RCIC蒸汽管路作緊急洩壓」操作步驟，現場手動節流開啟RCIC汽機TRIP&THROTTLE VALVE，運轉RCIC消耗反應爐蒸汽進行洩壓

2.總體檢電源強化方案

已規劃並備以移動式柴油發電機引接至蓄電池之充電機送電使用，以延長蓄電池供電能力。

3.程序書救援電源列置行動

1451程序書救援電源列置行動計有(參附件二、核一廠機組斷然處置3階段策略)：

CS.2 -08 480V 機動性柴油發電機引接

CS.2-02 氣渦輪機全黑柴油發電機供電二部機

CS.2-03 4.16kV 電源車引接

5.1.4 喪失最終熱沉(最終熱沉為 ESW 海水)

5.1.4.1 燃料劣化前廠內自主能力設計要求

1.正常熱沉：

反應器正常停機時，由耐震二級的正常循環海水進水口結構，用四台循環海水泵（137000加侖/台）從大海抽取海水提供停機所需的冷卻水做為最終熱沉。進水口結構設計上可承載75 lb/ft²的風力、海嘯、最大的高或低潮汐。此一結構尚有防波堤抵抗風浪及保護水道，但在地震超過耐震二級以上設計參數時，可能導致循環海水進水口結構喪失功能。

2.最終熱沉：

電廠事故後，正常海水取水口若受損、阻塞無法取水，可利用緊急進水口結構抽取海水連續供給冷卻水，而緊要海水系統（ESW）座落在乾華溪上，為耐震一級結構體，每部機組包括了兩台立式緊要海水泵，每台緊要海水泵足以提供反應器安全停機時所需的冷卻水，做為最終熱沉。最終熱沉是由大海（東海）和乾華溪提供混合冷卻水，緊急進水口結構設計上能在所有惡劣天氣和海象下運作，以及防海嘯閘門可確保乾華溪和結構的完整。

緊急進水口之最終熱沉有能力提供足夠的冷卻，維持單機組事故後的安全控制，以及另一部機組同時安全停機並維持在安全停機的狀態，或使兩部機組同時停機及並維持在安全停機的狀態。此外，最終熱沉有能力承受最嚴重的自然災害，任何人為的單一故障不會喪失最終熱沉的能力。由於最終熱沉（UHS）係無限量供應的水源，可始終提供反應器在正常和緊急情況的冷卻水源。

ESW立式水泵在所有的設計水位可以運轉，每部機組的水泵由水泥結構牆彼此分開，每部機組耐震一級的緊要海水管路分佈在乾華溪的兩側地下，以保護並防範系統多重的失效。每部機組有兩串 100%的容量的水泵及相關冷卻水供應管路，以提供機組的重複設計要求。

(1)ESW 系統容量:

兩部機組共 4 台緊要海水泵，其容量為每台 8,000 加侖/每分鐘。廠房高程 11.2 公尺(參附圖 5-2)，各台水泵馬達及配電盤箱位於緊要海水泵室內，當發生設計基準海嘯時，不致使緊要海水泵室及相關電氣盤箱淹水受損。

(2)支援系統:

a.電源:

各區之水冷式緊急柴油發電機(廠房高程 11.2 公尺，但須由緊要海水系統供給冷卻水)及第 5 台緊急柴油發電機(廠房高程 11.2 公尺，為氣冷式柴油發電機，無需海水冷卻)，設計上皆為耐震一級 (SEISMIC CLASS I)

b.通風:

緊急泵室設有四台屋頂排風扇 E-118-1A、E-118-1B、E-118-1AS、E-118-1BS。平時 E-118-1A/B 保持一台在運轉，E-118-1AS/1BS 亦保持一台在運轉，以避免緊急泵室內過於悶熱潮濕。

(3)ESW 進水口結構物檢視與海嘯防護評估:

a.依 FSAR 2.4.6.3 所述，本廠海嘯防護設計，是以 1867 年發生於基隆的海嘯資料為經驗作為設計基礎。推估當時的最大波高為 7.5 米。又依據 FSAR 2.4.6.5 所述，海岸斜率 1/5 時，海嘯加風力所造成之浪高可達 9 公尺，再加 1.73 公尺高之最大暴雨洪峰，推估浪高可遞上到 10.73 公尺。

b.本廠設有防海嘯設施(含閘門)，頂部高程約 11.34 公尺，其設計為用以阻擋海嘯造成廠區淹水。閘門關閉時，底部與乾華溪床仍有

1.57 公尺高之空間，以供機組滿載時之冷卻水排放。因應防範海嘯來襲，平日將原本常開之防海嘯閘門保持在常關位置，並建立開啟機制以防汛，同時亦已完成增設防海嘯閘門電動快速吊門機構，在接獲海嘯預警時，5 分鐘內即可關閉之。

5.1.4.2 可阻止燃料劣化的外部支援措施

1. 廠內現有設備，例如其他機組的設備

參鑑福島事件在喪失最終熱沉時的策略，為注水入爐心後，燃料的衰變熱將所注入爐心的冷卻水加熱蒸發，並透過 ADS/SRV 的開啟將蒸發蒸汽排至抑壓池冷凝，對不及冷凝或無法冷凝的蒸汽或不凝結氣體，經圍阻體排氣系統排至大氣，而形成一個暫時性的熱移除救援路徑。因此針對電廠喪失所有海水(最終熱沉)事件，本廠規劃有因應策略如下：

(1) 最終熱沉路徑

熱移除路徑 1：

此一路徑是將反應器經 ADS/SRV 的開啟洩壓後，將低壓救援生水或海水注入爐心，冷卻爐心的燃料，移除燃料衰變熱。這些低壓救援生水被爐心的燃料加熱蒸發後，透過 ADS/SRV 的開啟將蒸發蒸汽排至抑壓池冷凝，不及冷凝、未被冷凝、無法冷凝或是不凝結氣體經圍阻體排氣系統排至大氣而形成一個暫時性的救援熱移除路徑，以待長期冷卻系統重建後，接替爐心燃料熱移除任務。

熱移除路徑 2：

每部機組有兩部緊要海水泵（ESWP）、從緊要海水取水口（EMERGENCY INTAKE）抽取海水泵送到聯合廠房冷卻水（CSCW）系統、餘熱移除系統（RHR）等熱交換器，以移除 CSCW、RHR 系統所帶出的熱能棄之於大海，此一路徑系統設計上每一迴路容量為 100%，耐震一級之組件，且每

一迴路採分離配置。在設計基準下只要有一迴路運作，就足以應付緊急狀態下爐心燃料衰變熱及安全有關機件冷卻的熱移除，本廠已建立緊要海水泵馬達萬一受損時迅速更換之機制。

熱移除路徑 3：

水冷式柴油發電機(A/B)變通運轉供電模式(已建立於 540.7 程序書)：

- a.發生複合式災情時，緊要海水系統(ESW)可能因地震、海嘯，造成不可用，間接造成水冷式柴油發電機無法運轉，反應爐與抑壓池將失去熱沉。屆時即使廠內聯合廠房冷卻水系統(CSCW)未受波及，靠其冷卻的水冷式柴油發電機 EDG 1A/1B/2A/2B 也未受損，然由於喪失最終熱沉（緊要海水），導致 CSCW 喪失熱沉，終而造成 EDG 1A/1B/2A/2B 不能運轉供電減緩事故。遇此狀況，本廠規劃可以下列變通方式運轉，原則上以 EDG 1B/2B 優先為作變通運轉，若 EDG 1B/2B 無法行之，再運轉 EDG 1A/2A 為進行變通運轉。
- b.變通運轉模式說明：本廠每部機組燃料池冷卻系統（SFPCS）的冷卻能力為 $3.42\text{E}6 \text{ Btu/hr} \times 2$ ，新增燃料池冷卻系統（SFPACS）的冷卻能力為 $16.2\text{E}6 \text{ Btu/hr} \times 2$ ，而每部 EDG（1A/1B/2A/2B）在額定負載下需經 CSCW 帶走的熱量有 $5.9\text{E}6 \text{ Btu/hr}$ （jacket water cooler total duty load），因之 EDG 運轉所產生的熱移除可經由 CSCW 帶走，再經燃料池冷卻系統(SFPCS)將熱量帶到用過燃料池(SFP)，SFP 所吸收的熱則經由新增燃料池冷卻系統(SFPACS)帶走，經由其冷卻水塔棄之於大氣，如此可維持水冷式柴油發電機的運轉，供給緊急電力至緊要安全設備，建立反應爐與抑壓池之最終熱沉，確保電廠在安全狀態。

註：相關區域熱負載 WC-4 為 $3.6\text{E}6 \text{ Btu/hr}$ 、AH-15 為 219850 Btu/hr （CSCW 30gpm）、AH-13 為 219850 Btu/hr （CSCW 30gpm）、

AH-10 為 744200 Btu/hr (CSCW 100gpm) 、AH-11 為 744200 Btu/hr (CSCW 100gpm)

(2)反應爐補水：

a.延長/增強爐心隔離冷卻系統(RCIC)補水至爐心運轉期長

爐心隔離冷卻系統(RCIC)是一可消耗反應爐內蒸汽(熱量)，又可補水進入反應爐內，維持本系統運轉可達到多面效能。RCIC 蒸氣驅動泵之調速器控制需使用直流電源，原設計可使用 8 小時，經切離一部份非必要之負載後可達 24 小時，發生廠區全黑時加強直流電源系統之負載管控，將可使爐心隔離冷卻系統(RCIC)及安全釋壓閥(SRV)內有自動洩壓功能之釋壓閥(ADS)增加可用時間。

b.喪失 RCIC 補水時替代爐心補水強化因應措施

當發生廠區全黑狀況致使緊急爐心冷卻系統 (ECCS) 不可用，且高壓爐心注水系統(HPCI)與爐心隔離冷卻系統(RCIC)亦因故無法發揮功用時，必須立即進行反應爐降壓，開啟釋壓閥(SRV)將反應爐迅速降壓至小於 3 kg/cm²，以使低壓之替代水源，如消防水(生水)、移動式抽水機或消防車注水，可將冷卻水經 RHR 系統管路補入反應爐。電廠現行設計有替代爐心冷卻水流徑，可將位於 78 公尺高處之 3000 噸×2 生水池生水靠重力方式灌水進入反應爐，此流程路徑說明如下：

(參考附件二、機組斷然處置 3 階段策略--CS.1-01 附圖)

路徑：以西邊山上兩個標高為 78 公尺容量各為 3000 公噸的生水槽做為 BCSS 系統之水源，另西邊山上有標高為 62 公尺計 10 萬公噸容量的兩個大生水池為 3000 公噸生水槽之供水來源。

3000 噸×2 生水池→MO-E11-FF027(手動閥正常全開)「二次圍阻體內」→MO-E11-FF028(電動閥正常全關)「二次圍阻體內」→BCSS 水泵「二次圍阻體內」→MO-E11-FF030(電動閥正常全關)「二次圍阻體內」→MO-E11-FF031(電動閥正常全關)「二次圍阻體內」→MO-E11-F017A(F017B,電動

閥正常全開)「二次圍阻體閥室內」→ MO-E11-F015A(F015B,
電動閥正常全關)「二次圍阻體閥室內」→ 反應爐(RPV)。

(3)圍阻體熱移除與逸氣部份：

發生喪失最終熱沉時，需將反應爐緊急洩壓，將大量之反應爐內熱量移至一次圍阻體內，抑壓池水溫會急速上升，燃料若過熱也會產生氫氣，很可能造成抑壓池熱容溫度大於限值，與一次圍阻體壓力上升達一次圍阻體壓力限制，因此必需一次圍阻體內逸氣，以保護一次圍阻體完整。

而本廠之一次圍阻體氣體控制系統(PCACS)，在事故發生後，至抑壓槽壓力上升至壓力限值前，可先從抑壓槽進行逸氣排放（經抑壓池水吸收過濾可減低放射性物質釋放量），再經備用氣體處理(SBGT)系統抽氣處理後排放至廠界，執行一次圍阻體逸氣，降低一次圍阻體壓力，若無效再從乾井進行排放。另本廠機組裝設有圍阻體洩壓系統(Direct Torus Venting System)，在一次圍阻體內壓力上升達到50psig時，可利用本系統洩放一次圍阻體壓力，避免超過壓力限值，維持一次圍阻體的完整性。

2.假設廠內所有機組都受損，從廠外提供可用的設備

同5.1.2.4節第2項說明。

3.上述任一系統操作運轉所需時間

同5.1.2.4節第4項說明。

4.執行特殊引接合格人員的可用性

同5.1.2.4節第5項說明。

5.確認主要瀕危效應發生的時間

若反應爐洩壓及注水併行策略執行至約40小時，抑壓池水位上升將達抑壓池排氣管口高度，會造成抑壓池無法進行排氣洩壓，圍阻體完整性將受衝擊，而危及反應爐安全。

5.1.4.3 強化防護能力的措施

1.強化最終熱沉：

在設計基準下，緊要海水系統只要有一迴路運作，就足以應付緊急狀態下爐心燃料衰變熱及安全有關機件冷卻的熱移除，本廠已建立緊要海水泵馬達萬一受損時迅速更換之機制，並為確保充足備品，已增購一台備用馬達儲放在高處倉庫(目前共有2台備用馬達)，以因應馬達受損時可迅速更換。

(參考附件二、機組斷然處置3階段策略--CS.3-02)

2. 本廠採以現行規劃之 DCR-C0-3294(10 萬噸生水池之下池增設一組重力式管線)增加另一固定管引接至 ESW Pumps 出口管路，提供做為第二套最終熱沉。

從執行 1451「核一廠斷然處置程序指引」程序書開始，10 萬噸生水池之儲存量為(註: 10 萬噸生水池之下池重力式管線引出之使用量為 8.3 萬噸):

- a. 爐心補水 $1600\text{gpm} \times 8\text{hr} = 768000\text{gal}$ (2906880 公升)；經 8 小時後 8.3 萬噸生水剩約 8.01 萬噸(80093120 公升)。
- b. 8.01 萬噸能再提供 RHR heat exchanger 約 125.96 小時，此時斷然處置第三階段(啟動後 36 小時內)應早已修復及恢復 ESW PUMP，RHR 熱交換器冷卻水則可恢復由 ESW PUMP 提供。

靠 10 萬噸生水池之下池增設一組重力式管線提供 RHR 熱交換器冷卻水能力，至少可獨立維持供給冷卻水 5 天以上

3.反應爐補水：

路徑 1：利用熱井餘水

若核一廠緊急爐心冷卻系統(ECCS)不可用，可考慮增配管路利用水質佳

而存量有371噸之熱井餘水，接用移動式水泵打水入反應爐。已成立DCR辦理中

註：冷凝水儲存槽(CST)為耐震等級I級設計，貯水容量約1892公噸(50萬加侖)，可靠高度落差對熱井持續補水，做為反應爐，或噴灑一次圍阻體，及用過燃料池之龐大補水來源。

路徑 2：消防車抽取溪水或海水做為 BCSS 系統之水源(參考附件二、機組斷然處置 3 階段策略--CS.1-04 附圖)

本廠廠區內乾華溪與小坑溪經年四季水量豐沛，可利用備有之3台移動式消防泵(1200L/min、揚程70M，吸水揚程9M)、消防水庫車(容量10公噸，消防泵浦由車引擎驅動，出水量在8bar (8.78kg/cm²) 時，每分鐘3公噸以上)、消防化學車(容量3公噸，消防泵浦由車引擎驅動，出水量在10bar (10.97kg/cm²) 時，每分鐘3公噸以上)，抽取乾華溪生水池水源或抽取海水，再利用接水帶供水做為備用水源灌入BCSS消防水入口，業經訓練、演練完成。

註：核一廠消防班備有 2 1/2" X 25 公尺室外消防水帶 210 條，且足以在短時間完成連接。

路徑 3：以東邊山上三個標高 108 公尺共計 3600 公噸容量的生水池做為 BCSS 系統之水源(參考附圖 5-4)

東邊山上三個標高 108 公尺計 3600 公噸容量的生水池做為 BCSS 系統之水源：廠房東側消防栓：水源來自山上之第二抽水站，靠高度落差供給，由消防栓可拉設管路至 BCSS 系統消防水入口處。

路徑 4：以 10 萬公噸生水池為水源，直接靠落差補充水源至廠內生水環管，再打入反應爐

本廠已成立 10 萬公噸生水池增設管路之設計改善案(參附圖 5-3)，使不需動力即可由 10 萬公噸容量的兩個大生水池靠落差補充水源至廠內。目前台電營建處正進行"核能電廠之生水池耐震評估及補強工程"，其中涉及生水池耐震評估及生水池供水系統耐震評估，本廠考量介面及作業

一貫性，已建議營建處將本案列入該處進行中之"核能電廠之生水池耐震評估及補強工程"一併辦理。

- 4.爐心隔離冷卻系統(RCIC)運轉時，其排放蒸汽係排放至一次圍阻體之抑壓池，長期運轉將使得背壓上升，最終導致爐 RCIC 無法運轉。因此，本廠已研擬如何加強一次圍阻體內逸氣，以降低一次圍阻體內壓力，延長 RCIC 之運轉期長。

本廠針對發生喪失熱沉或電廠全黑事故時，一次/二次圍阻體之排氣功能正進行設計修改案，規劃增設旁通備用氣體處理系統(SBG T)之過濾器、閥及管路，並配合增購之移動式 480VAC 柴油發電機供電配置，可進行一次圍阻體之沖淨、排氣，對事故時一次圍阻體內累積的氫氣可發揮稀釋、排除作用。相關措施如下(參附圖 5-5)：

- (1).SBGT 系統不可用或一次圍阻體內溼度高時，執行一次圍阻體排氣路徑：

a.乾井 → MO-108-206 或 207 → AO-108-214(原為 MOV 改為 AOV) → 增設隔離閥(正常關閉) → 過濾器 → 高點排放。

b.TORUS → MO-108-204 → AO-108-214(原為 MOV 改為 AOV) → 增設隔離閥(正常關閉) → 過濾器 → 高點排放。

- (2).二次圍阻體排氣路徑：

二次圍阻體 → SB-HV-15 或 16(FAIL OPEN) → MO-108-209
→ AO-108-214(原為 MOV 改為 AOV) → 增設隔離閥(正常關閉) → 過濾器 → 高點排放。

- 5.補水水源結構體評估、強化：

為因應強震帶來之損傷，核一廠已著手評估各項耐震等級提升之作業。

- (1)本廠現正執行消防管路明管化改善工程，此改善工作可增加生水主管路之可靠度及災後維護及管路更換之效率，預訂 102 年 07 月 31 日前完成。

- (2)已辦理設計改善案評估、改善生水主管路的局部彈性，於特定地點連

接撓性管路，以吸收地震錯位造成之位移，讓管路不致輕易被扯壞。

5.1.5 廠區全黑下喪失最終熱沉 (SBO+LUHS)

5.1.5.1 燃料劣化前廠內自主能力設計要求

廠區全黑下喪失最終熱沉情況下，替代反應爐冷卻措施：

若以 RCIC 控制反應爐水位及壓力，目前至少可支撐 8 小時，經直流電負載管控後至少可支撐 24 小時。若以生水系統維持反應爐水位（斷然處置措施），以雙機組複合式災變下補水計算（包括反應爐、用過燃料池總需補水量為 $1600\text{gpm}=363.4$ 噸/小時；生水總存量以 80% 計約 8 萬噸），可連續提供 220 小時（9.17 天），若再考慮 ADS/SRV 連續操作，參附件二、機組斷然處置 3 階段策略-- CS.2-01，氣源可支撐 43.2 小時。綜合上述，在無廠外支援下能承受全黑事件的運轉時間至少可支撐 43.2（RCIC+生水注水）小時。惟若再配合節流開啟一次圍阻體充氮系統由液氮槽至儀用氮氣管路上旁通閥 V-108-340A/B（參附件二、機組斷然處置 3 階段策略--CS.2-01），可長期繼續供給 SRV/ADS 氣源延長操作時間。

5.1.5.2 可防止燃料劣化的外部支援措施

1. 廠內現有設備，例如其他機組的設備

(1) 廠內各機組尚有本身的 ADS/SRV、HPCI、RCIC、儀用氮氣系統，以及另一部機可互相支援的 DST（一、二號機可相互支援）、CST（一、二號機可相互支援）、生水系統（一、二號機可相互支援）、儀用空氣系統（一、二號機可相互支援）、廠用海水系統（一、二號機可相互支援）等。

(2) 依核一廠機組斷然處置 3 階段策略 Phase 1 措施，將生水(消防水)注水入反應爐。

(參考附件二、核一廠機組斷然處置 3 階段策略 CS.1-01)

(3)依核一廠機組斷然處置 3 階段策略 Phase 1 措施，利用廠內消防車引接注水。

(參考附件二、核一廠機組斷然處置 3 階段策略 CS.1-04)

(4)廠內有消防車數量如下，可接用生水，連結至 BCSS 系統進行爐心或用過燃料池補水冷卻，以防止燃料劣化。

核一廠消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註
消防化學車	一輛	3,000 公升	0~20 kg/cm ²	出水量 3000 公升/ 分鐘@8.78 kg/cm ²
水庫車一輛	一輛	10,000 公升	0~20 kg/cm ²	出水量 3000 公升/ 分鐘@10.97 kg/cm ²

2.假設廠內所有機組都受損，從廠外提供可用的設備

(1)廠內所有機組都受損且喪失最終熱沉（喪失電力供應），外部提供可用的設備支援則有本廠的消防車、石門區、金山區、三芝區、核二廠等消防隊的消防車、消防水泵、消防水帶。但先決條件必需每部機組的 ADS/SRV 可操作減壓，BCSS 及 RHR 系統的管路仍可用下才能發揮效用。

核一廠附近行政區消防車統計表(含三芝、石門)

新北市三芝區消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註
水箱車	二輛	1500 公升(1.5 噸)	10 kg/cm ²	小計 3 噸
水庫車一輛	一輛	12 噸	10 kg/cm ²	
新北市石門區消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註

水箱車	一輛	2 噸	10 kg/cm ²	
水箱車	二輛	1.5 噸	10 kg/cm ²	小計 3 噸
合計	6 輛	水量 20 噸		

核二廠及附近行政區消防車數量統計表(含萬里、金山)

核二廠消防隊消防車及移動式抽水機				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註
水庫車	一輛	10 噸	10 kg/cm ² ~ 12 kg/cm ²	排水量：3000 公升/分
化學車	一輛	2000 公升(2 噸)	10 kg/cm ²	
移動式抽水機	四台	抽水量：1500 公升 /分		
新北市金山區消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註
水箱車	一輛	3000 公升(3 噸)	10 kg/cm ²	
水箱車	一輛	1500 公升(1.5 噸)	10 kg/cm ²	
水庫車一輛	一輛	12 噸	10 kg/cm ²	
化學車 1000 公升	一輛	1000 公升(1 噸)	10 kg/cm ²	
新北市萬里區消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註
水箱車	一輛	2 噸	10 kg/cm ²	
水箱車	一輛	3 噸	10 kg/cm ²	
水庫車	一輛	10 噸	10 kg/cm ²	
合計	9 輛	水量 41.5 噸		

(2)廠外提供可用的設備有核二廠的一台 4.16kV 1500kW 移動式柴油發電機及四台 480V 200kW 移動式柴油發電機，必要時亦可調用龍門電廠的移動式柴油發電機支應。

(3)本廠已與新北市政府消防局簽訂「消防救災支援協定書」，支援單位之人力、車輛、機具，將依災害之特性，進入災區支援搶救。

3.上述任一系統操作運轉所需時間

(1)本廠消防車自生水泵室取水經已列置好的 BCSS、RHR 管路到補水進入爐心所需總時間約 25 分鐘。

(2)石門區消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 10 分鐘，若爐心補水路徑已列置完成，則所需時間只有進廠時間 10 分鐘。

(3)三芝區或金山區消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 20 分鐘，萬里區消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 30 分鐘，若補水路徑已列置完成，則所需時間只有 20 至 30 分鐘。

(4)核二廠消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 25 分鐘，若補水路徑已列置完成，則所需時間只有 25 分鐘。

(5)核二廠移動式柴油發電機調用預計需 2 小時，龍門電廠移動式柴油發電機調用支應預計需 5 小時，然後由廠內電氣人員引接供電。

4.執行特殊引接合格人員的可用性

系統設備如何操作已列於附件二、核一廠機組斷然處置3階段策略之 Phase 1 項目表中，對系統、設備確認及操作由運轉值班人員執行，勞力操作只需再補以些許勞力支援即可完成，並均由值班主任指令為之；消防車、消防設備的操作仍由消防隊消防人員為之。

上述執行操作之人員均經訓練及演練測試，可完全勝任操作要求，故不構成操作合格人員可用性的疑慮。

5.確認主要瀕危效應發生的時間

若反應爐洩壓及注水併行策略執行至約40小時，抑壓池水位上升將達抑壓池排氣管口高度，會造成抑壓池無法進行排氣洩壓，圍阻體完整性將受衝擊，而危及反應爐安全。

5.1.5.3 強化防護能力的措施

- 1.因應地震造成的喪失電力本廠有耐震一級設計之 EDG 1A/1B/2A/2B/5th 柴油發電機。EDG 1A/1B 配屬一號機、DG 2A/2B 配屬二號機，每一部機組的每一部 EDG 設計容量為 100%，只要有一部 EDG 成功運轉就可充足供給緊要 BUS 用電。另 5th EDG 為一、二號機共用，可百分之百支援任一部機組之需求，或在負載控管下亦可同時供給兩部機組。
- 2.因應洪水造成的喪失電力，核一廠有座落高程之氣渦輪發電機兩部及氣渦輪發電機啟動用柴油發電機兩部；並有置放於高程耐震廠房的 8 部 480V/500kW、4 部 480V/200 kW、1 部 4.16kV/1500kW 移動式柴油發電機。已在 1452.1 程序書明確列出直接由電纜供電至兩部機組的操作方法，應不致受地震，洪水等影響。
- 3.因淹水造成喪失熱沉事故，為維持反應爐爐心燃料有水淹蓋，避免嚴重核子事故的發生，本廠斷然處置措施執行爐水補水之設施，包含 RCIC、生水池靠重力以及利用消防水庫車或移動式抽水機為動力，使用正常水源及後備水源補水至反應爐，其中生水池靠重力以及利用消防水庫車或移動式抽水機為動力補水，與喪失設備房間冷卻造成的瀕危效應無關。另本廠程序書 1452.2 第 1 節載明可用手動開啟 RCIC 相關閥門，以手動方式運轉 RCIC，執行反應爐補水，不致發生瀕危效應。

4.最終熱沉喪失相關強化方案：

同 5.1.4.3 節強化防護能力的措施敘述。

5.緊急交流及直流電源強化方案：

同5.1.3.5節說明。

6.替代長期冷卻機制

參見附件二、核一廠機組斷然處置3階段策略CS.3-03替代長期冷卻（程序書1451 p134）

5.2 燃料池內的用過燃料

5.2.1 喪失廠外電源(喪失 69/345kV 外來之電源)

5.2.1.1 後備電源供/配電設計基準

1.燃料池補水系統:

- (1). CST 其貯存槽容量為 50 萬加侖，屬耐震一級設計，CST 系統為耐震二級設計，其電源為非緊要電源，兩台 CST 泵，每台額定 500 gpm，馬達 60HP(480V MCC 1A-2 或 2A-2)。於正常運轉中至少維持可用水量 25 萬加侖以上。
- (2). DST 其貯存槽容量為 5 萬加侖，屬耐震二級設計，其電源為非緊要電源，兩台 DST 泵，每台額定 275 gpm，馬達 40HP(480V MCC 1A-2 或 2A-2)。於正常運轉中至少維持可用水量 1 萬加侖以上。

2.燃料池系統電源

- (1).燃料池冷卻系統冷卻水泵由緊要電源供電(480V MCC 3A-1 或 4A-1)。
 - (2).新增燃料池冷卻系統(SFPACS)冷卻水泵由緊要電源供電(480V MCC 3A-7 或 4A-7)，其後備電源為非緊要電源(480V POWER CENTER 2A 或 1A)。
 - (3).燃料池水位/溫度儀器監控電源為控制室 120VAC 儀用電源 (IDP-120V-1 及 2，分別來自緊要電源之 480V MCC 3A-1 及 4A-1)。
- 電廠相關之供/配電系統設計說明如下(見附圖 5-1 核一廠輸配電系統單線圖)：

- a.非核能安全有關之廠用供電系統電源(即為非緊要電源，4.16kV Bus #1 /Bus #2)可選擇來自於主發電機供電之輔助變壓器、廠外 345kV 電力系統或 69kV 電力系統降壓之起動變壓器。機組發電運轉期間廠用供電系統電源通常選用輔助變壓器，若有必要亦可手動切換至 345kV 或 69kV 起動變壓器供電；遇有機組跳機時，會自動切換至

345kV 或 69kV 起動變壓器供電。

- b.核能安全有關緊要匯流排(即為緊要電源,4.16kV Bus #3 /Bus #4) 則分別由 4.16 kV Bus #1 /Bus #2 經 4.16 kV Tie BKR 3-1 / Tie BKR 4-2 轉供。
- c.每一部機組配置 2 台完全獨立且相同型式、3600kW 容量的安全等級緊急柴油發電機(EDG A/B)，其座落於聯合廠房內 11.2 公尺高程，於廠外電源喪失後，緊急柴油發電機會自動起動且於 10 秒內達額定轉速及電壓，並使柴油機斷路器自動投入，分別供電 4.16kV Bus #3 / Bus #4 (DIV I / II)，提供緊急冷卻系統所需電源。
- d.緊急柴油發電機供電系統共分為二區，分別獨立供電至各區緊要匯流排(DIV I / II)，兩區緊要匯流排下游之緊急負載互為雙重後備，只要單一區緊急柴油機、緊要匯流排及其下游緊急負載功能正常，即可確保反應爐安全冷卻停機。
- e.另配置一台兩部機共用之氣冷式第 5 台安全等級之緊急柴油發電機(5th EDG)，容量 4000kW，座落於 11.2 公尺高程之獨立廠房，可隨時替代任一機組緊急柴油發電機(EDG 1A/1B/1AS/1BS)。可直接在主控制室手動切換第 5 台柴油機替代任一緊急柴油發電機，因而可有效提高每一緊要匯流排緊急柴油發電機供電之可靠性。
- f.以上安全等級之緊急柴油發電機均依設計基準事件(DBE)之需求設計，在發生設計基準事件(DBE)時，可提供執行反應爐安全停機所需的電源。
- g.機組跳脫時，4.16kV Bus 電源採自動切換方式，4.16kV Bus #1 / Bus #2 分別由 69kV / 345kV 外電供電，緊要匯流排(4.16kV Bus #3 /Bus #4) 則分別由 4.16 kV Bus #1 /Bus #2 轉供，在 10 週波內完成切換，皆無斷電之虞。另外，配置二台全黑起動氣渦輪發電機，但只需一台即可替代本廠兩部機組 69kV 外來電源。

h.安全有關之 480 PC 3A/4A 分別由 4.16 kV Bus #3 / Bus #4 經廠用變壓器 SST 3A/4A 降壓供電。

a) 480 PC 3A/4A 分別供電至 480V Swing Bus 3-4A/3-4B 之正常電源，而 480 PC 4A/3A 則分別提供 480V Swing Bus 3-4A/3-4B 之備用電源。

b) 480V Swing Bus 3-4A/3-4B 供電至 480V MCC 3A-1 / 4A-1、RHR MCC A/B。480V Swing Bus 3-4A 另供電至氫氣再結合器系統。

c) 480 PC 3A 供電至下游之 480V MCC 3A-2 / 3A-5 / 3A-4 / 3A-7，480V MCC 3A-4 另供電下游之 480V MCC 3A-3 / 3A-6。

d) 480 PC 4A 供電至下游之 480V MCC 4A-2 / 4A-5 / 4A-4 / 4A-7，480V MCC 4A-4 另供電下游之 480V MCC 4A-3 / 4A-6。

依上述所述，本廠對喪失廠外電源之因應設計，為配屬於每個緊要 4.16kV 匯流排之緊急柴油發電機會自動起動且於 10 秒內達額定轉速及電壓，而後斷路器自動投入供電，以提供緊要匯流排必要之電力。而只要 DIV I 或 II 任一區緊急柴油發電機能成功供電至匯流排，就能提供機組保持在安全停機狀態所需之電源。另本廠在設計上亦備有第 5 台柴油機做為兩部機第一區及第二區緊急柴油機之後備柴油機，當任何一部機組之緊急柴油機無法擔負緊要供電功能時，均可以第 5 台柴油機即時替代供電。此外，非安全等級之二台氣渦輪發電機亦可分別經由其主變壓器連接至 69kV 開關場，只要一台氣渦輪發電機即可提供兩部機組安全停機所需之電源。

當喪失廠外電源時，用過燃料池冷卻設備可由 4.16kV 匯流排之緊急柴油發電機/第 5 台柴油機發電機/氣渦輪發電機供電，繼續達成其冷卻之功能。用過燃料池補水設備雖不由緊急電源供電，但在喪失廠外電源時，用過燃料池水位與溫度應不致立即變化至有安全顧慮之地步，補水作業可有較充裕的時間進行處理。

5.2.1.2 廠內電源供應的運轉時間

緊急柴油發電機(EDG A/B)：

- 1.油料：廠內配置 85 萬加侖柴油儲存槽一只，平時存量保持在 45 萬加侖以上，可同時供給四台柴油機可連續使用約 17 日。
- 2.冷卻方式：水冷式。
- 3.支援系統：
 - (1)起動及控制線路電源由 125VDC 供給，來源可為 125V SWBD #1 或 125V SWBD #2，互為後備，以支援柴油發電機運轉。
 - (2) 每台柴油發電機都有一個獨立的起動空氣系統，各有兩台電動馬達帶動的空氣壓縮機將空氣壓縮後，經空氣乾燥器組送到四個空氣槽，空氣槽出口再由管路連結一起後分四路到柴油發電機的兩具柴油引擎，每路接到兩個空氣起動馬達，平常每台柴油發電機起動空氣槽儲存容量可供其 6 次冷機起動之用。
 - (3)冷卻水源為聯合廠房冷卻水(CSCW)，CSCW 系統之熱量移除媒介則為海水，必須有海水作為熱沉，CSCW 系統才能長期支援緊急柴油發電機的運轉。

5.2.1.3 延長廠內自主供電時間的方法

緊急柴油發電機(EDG A/B)：

- 1.每部緊急柴油發電機各有一只日用油槽，此日用油槽設有室外緊急補油口，萬一無法正常由 85 萬加侖柴油儲存槽補油時，可由此補油。
- 2.若中油或台塑公司補充油源有困難時，輔助鍋爐及氣渦輪機之柴油儲存槽可支援緊急柴油發電機所需柴油。此柴油儲存槽平時保持 12000 公秉柴油(油槽容量為 35000 公秉) 以上存量，因此可延長廠內緊急柴油發電機的運轉時間。

5.2.1.4 強化防護能力的外部支援措施

- 1.為確保各柴油發電機及 4.16kV 電氣開關箱室之完整，已採行強化防淹水措施說明：

本廠所有之柴油發電機及其儲油槽和其附屬設備，均位於地面層以上，相關管線若於地面層以下亦採地下管溝形式。除 Corner Room 內之低壓 MCC 位於地面層以下，4.16kV 電氣開關箱及 MCC 均位於地面層以上，為保護(含)地面層以下區域之 4.16kV 電氣開關箱、低壓 MCC 以及保護其間之 ECCS 系統/設備，目前已成立 MMR-C0-0407 修改作業申請案，規劃 5th EDG 廠房對外之門及開口增設防止洪水入侵設施，防範發生淹水。另外將建造一座 170 公尺長，高於海平面 17 公尺之防海嘯牆；且在 ESW PUMP ROOM 建造防海嘯牆。

- 2.電廠為強化喪失廠外電源時，確保廠內必要設備電源之供給，研議有相關強化措施如下：

本廠在「1452.1核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書電源的建立」應變程序書，明訂緊急時可由正常機組之EDG，透過5th EDG配電盤同時提供另一部機組轉供電之應變能力、負載調度預估及節電等操作步驟。

5.2.2 喪失廠外電源及廠內後備電源(即喪失 69/345kV 來源之外電,EDG)

5.2.2.1 設計要求

因應喪失廠外電源及廠內後備電源的狀況，廠內設計有其他緊急後備電源如下：

- 1.第 5 台緊急柴油發電機(5th EDG)：

容量 4000kW，為氣冷式，係本廠一、二號機組 4 台緊急柴油發電機之後備替代，當其佈置於替代位置時，與原有之柴油發電機功能相同，接受該代替匯流排之緊急自動起動併聯信號。佈置替代於何台柴油機須事先加以選定，且同時只允許替代一台，當滿載出力時，足以應付緊急

時 ECCS 系統所需電力之供給，且可隨時替代任一機組緊急柴油發電機(EDG A/B)。

2. 氣渦輪發電機：

本廠氣渦輪發電機組共有二部，均為氣冷式，每部氣渦輪機組發電容量為 69600kVA，功率因數 0.85，主要做為本廠兩部核能機組之緊急全黑起動電源，亦可為電力系統尖峰或大機組跳脫時電力不足之後備電源，氣渦輪發電機組從開始啟動到併聯發電之時間約 10 分鐘，提升負載至滿載（50MW）約七分半鐘。

平時啟動電源來自 69kV 系統 BUS-2(若 BUS-2 停電也可利用 BUS-1)，經由主變壓器 (69/13.8KV) 後，再經由一台啟動變壓器 (1500kVA 13.8kV/4.16kV) 來供給啟動馬達之電源，以帶動氣渦輪發電機組運轉發電。全黑時，為確保其全黑柴油發電機有能力啟動、加速及接受負載，此時可利用柴油發電機組之蓄電池組 24VDC 電源，帶動柴油發電機產生 4.16kV 之交流電力，送電至氣渦輪發電機組啟動馬達，作為氣渦輪機之全黑啟動電源。

平時由 GT 現場控制室或 69kV 開關場控制室啟動與監控氣渦輪發電機組。緊急時也可利用 345kV 開關場控制室內操作電腦來遙控啟動或監控氣渦輪機組運轉。

5.2.2.2 電池容量及運轉期長

第5台緊急柴油發電機所有之125V DC蓄電池容量為410AH，能夠供給維持負載運轉至少8小時，以確保核能系統安全。

各氣渦輪發電機所有之125V DC蓄電池容量為為400AH，亦能維持負載運轉至少8小時。

5.2.2.3 燃料劣化前廠內自主運轉能力

1.第 5 台緊急柴油發電機(5th EDG)：

(1)自主運轉能力：

不受外來系統因素影響，可自行獨立成一系統，具自主運轉能力。

(2)控制：

起動及控制線路電源為 125VDC，由獨立之蓄電池供給。

(3)油料：

設有日用槽提供 1300 加侖存量，以供連續運轉 4 小時以上，且自有獨立燃油儲存槽一只，平常維持至少 52000 加侖存量，可連續使用約 8 日；油槽設有室外補油口，可由此補油。

(4)冷卻：

氣冷式。

(5)支援系統：NA

2.氣渦輪發電機：

(1)自主運轉能力：

不受外來系統因素影響，可自行獨立成一系統，具自主運轉能力。

(2)控制電源：

DC，由獨立之蓄電池供給。

(3)油料：

氣渦輪發電機組配置有 1 只容量為 35000 公秉之柴油儲存槽，由其供油至 3 只容量各 600 公秉油槽後，再輸送至氣渦輪發電機組，而柴油儲存量平時保持在 12000 公秉以上，可供一台 G/T 運轉供電至兩部機組 ESF 及 BOP 匯流排，連續使用 30 日以上。

(4)冷卻：

氣冷式。

(5)支援系統：

氣渦輪發電機組之全黑柴油機啟動電源係由一組 24VDC 之蓄電池組供給，二部柴油發電機各別獨立。每部柴油發電機發電容量為

1500kVA，電壓為 4.16kV，功率因數 0.73。惟若一部氣渦輪發電機組之全黑柴油機故障時，仍可透過連結斷路器，由另一部氣渦輪發電機組之全黑柴油機支援，而不影響其全黑啟動之能力。

5.2.2.4 可防止燃料劣化的外部支援措施

1. 廠內現有設備，例如其他機組的設備

(1) 本廠在「1452.1核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書電源的建立」應變程序書，明訂緊急時可由正常機組之EDG，透過5th EDG配電盤同時提供另一部機組轉供電。

(2) 廠內有消防車數量如下，可接用生水、抽取乾華溪水或海水，連結至BCSS系統進行用過燃料池補水冷卻，以防止燃料劣化。

核一廠消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註
消防化學車	一輛	3,000 公升	0~20 kg/cm ²	出水量 3000 公升/ 分鐘@8.78 kg/cm ²
水庫車一輛	一輛	10,000 公升	0~20 kg/cm ²	出水量 3000 公升/ 分鐘@10.97 kg/cm ²

(3) 反應器廠房五樓設有消防水系統，可拉水帶從消防箱取水(正常容量為 3600 公噸，可與 2 只 3000 公噸生水池連接，其後備水源為 10 萬公噸生水池)補入用過燃料池。

(4) 依 Nuclear Energy Institute 發佈的 NEI 06-12 文件建議，已增設用過燃料池抗震等級之常備硬管式消防補水、噴灑管路硬體，額外增加至少 500 gpm 補水及 200 gpm 噴灑容量，以強化當用過燃料池或廠房嚴重受損，用過燃料池無法以正常補水的方式獲得適當冷卻時，燃料池冷卻及補水能力。

2. 假設廠內所有機組都受損，從廠外提供可用的設備

(1) 廠內所有機組都受損且喪失最終熱沉（喪失電力供應），外部提供可

用的設備支援則有本廠的消防車、石門區、金山區、三芝區、核二廠等消防隊的消防車、消防水泵、消防水帶。

核一廠附近行政區消防車統計表(含三芝、石門)

新北市三芝區消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註
水箱車	二輛	1500 公升(1.5 噸)	10 kg/cm ²	小計 3 噸
水庫車一輛	一輛	12 噸	10 kg/cm ²	
新北市石門區消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註
水箱車	一輛	2 噸	10 kg/cm ²	
水箱車	二輛	1.5 噸	10 kg/cm ²	小計 3 噸
合計	6 輛	水量 20 噸		

核二廠及附近行政區消防車數量統計表(含萬里、金山)

核二廠消防隊消防車及移動式抽水車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註
水庫車	一輛	10 噸	10 kg/cm ² ~ 12 kg/cm ²	排水量：3000 公升/分
化學車	一輛	2000 公升(2 噸)	10 kg/cm ²	
移動式抽水車	四台	抽水量：1500 公升 /分		
新北市金山區消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註
水箱車	一輛	3000 公升(3 噸)	10 kg/cm ²	

水箱車	一輛	1500 公升(1.5 噸)	10 kg/cm ²	
水庫車一輛	一輛	12 噸	10 kg/cm ²	
化學車 1000 公升	一輛	1000 公升(1 噸)	10 kg/cm ²	
新北市萬里區消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註
水箱車	一輛	2 噸	10 kg/cm ²	
水箱車	一輛	3 噸	10 kg/cm ²	
水庫車	一輛	10 噸	10 kg/cm ²	
合計	9 輛	水量 41.5 噸		

(2)廠外提供可用的設備有核二廠的一台 4.16kV 1500kW 移動式柴油發電機及四台 480V 200kW 移動式柴油發電機，必要時亦可調用龍門電廠的移動式柴油發電機支應。

(3)本廠已與新北市政府消防局簽訂「消防救災支援協定書」，支援單位之人力、車輛、機具，將依災害之特性，進入災區支援搶救。

3.臨近電廠(如水力、氣渦輪機組)能經專用配線直接配置供電

與本廠距離最近的電廠有核二廠、林口火力發電廠，惟目前並無專用輸配電線路直接配置。

4.上述任一系統操作運轉所需時間

(1)本廠消防車自生水泵室取水經已列置好的 BCSS、RHR 管路到補水進入燃料池所需總時間約 25 分鐘。

(2)石門區消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 10 分鐘，若爐心補水路徑已列置完成，則所需時間只有進廠時間 10 分鐘。

(3)三芝區或金山區消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 20

分鐘，萬里區消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 30 分鐘，若補水路徑已列置完成，則所需時間只有 20 至 30 分鐘。

(4)核二廠消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 25 分鐘，若補水路徑已列置完成，則所需時間只有 25 分鐘。

(5)核二廠移動式柴油發電機調用預計需 2 小時，龍門電廠移動式柴油發電機調用支應預計需 5 小時，然後由廠內電氣人員引接供電。

(6)以山上 3000 噸生水池之生水補水需時 15 分鐘，以消防車經新增設之用過燃料池抗震等級之常備硬管式補水需約 25 分鐘。

因主要瀕危效應發生時間約為 90 小時，此時在事故後緊急應變組織之 TSC、AMT、OSC、HPC 及 EPIC 等組織成員皆已進廠，支援資源已備齊。

5.執行特殊引接合格人員的可用性

系統設備如何操作已列於附件二，對系統、設備確認及操作由運轉值班人員執行，勞力操作只需再補以些許勞力支援即可完成，並均由值班主任指令為之；消防車、消防設備的操作仍由消防隊消防人員為之。

上述執行操作之人員均經訓練及演練測試，可完全勝任操作要求，故不構成操作合格人員可用性的疑慮。

6.確認主要瀕危效應發生的時間

依據目前的模擬分析，假設大修全爐心燃料退出至用過燃料池，並喪失用過燃料池冷卻系統及新增用過燃料池冷系統的冷卻功能，則9.4小時後池水開始沸騰，47小時後覆蓋用過燃料的池水水位將低於10呎(造成上方空間輻射劑量開始上升)，用過燃料束內最熱的燃料棒護套將在90小時後開始劣化。

5.2.2.5 強化防護能力的措施

1.本廠已提出下列強化措施，在發生廠區全黑事件下，可緊急提供 4.16kV

/480V AC 之電源所需：

(1)已修訂「1452.1 核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書電源的建立」程序書，指引操作第 5 台 EDG 緊急時在負載管控下，同時供電至兩部機組之 4.16kV 匯流排#3 或#4。

(2)將氣渦輪機附屬之二台 4.16kV 1100kW 柴油發電機供電至 4.1kV 匯流排#7/#7S，再連接兩部機組之 4.16kV 匯流排#1/#2，然後轉供至 4.16kV 匯流排#3 或#4，相關規劃及演練已經完成。

(參附件二、機組斷然處置 3 階段策略--CS.2-02)

(3)增加 8 台 480V 500kW 移動式柴油發電機，配合辦理中之 DCR-C1/C2-3313/3314，對 480V P.C/MCC、充電機、UPS 及控制室照明等配置增設移動式柴油發電機引接點及電纜，提供充電機電源以供應 125VDC 直流匯流排及重要 UPS 電源，以及重要 480V 負載。
DCR-C1-3313：480V 電源部份須分兩階段完成，第一階段為移動柴油發電機配線至手動切換開關箱部份(非安全有關組件);第二階段為手動切換開關箱至相關負載之 MCC(安全有關組件)部份，因安全有關組件的購置時程較長，故分兩階段施工。
DCR-C2-3314：480V 電源部份須分兩階段完成，第一階段為移動柴油發電機配線至手動切換開關箱部份(非安全有關組件);第二階段為手動切換開關箱至相關負載之 MCC(安全有關組件)部份，因安全有關組件的購置時程較長，故分兩階段施工。

(參附件二、機組斷然處置 3 階段策略--CS.1-07)

(4)由總處採購 6 台 4.16kV 1500kW 柴油發電機電源車，本廠將分配 2 台，1 台配置於廠內(1 台暫置龍門電廠)，配合辦理中之 DCR-3313/3314，於 4.16kV Bus #3/4 配置增設移動式柴油發電機引接點及電纜，由電纜逕從 4.16kV Bus 3/4 Dummy BKR 引接。

(參附件二、機組斷然處置 3 階段策略--CS.2-03)

(5)成立 DCR-C0-3312，已將 TSC 照明及空調控制盤面增設移動式柴油

發電機引接點及電纜敷設(含後備 TSC)，並將原 TSC 整棟照明電源變壓器設於屋外 1F，改設於高處位置(含後備 TSC)。

(6)已成立 MMR-0407 將強化 5thEDG 等廠房之防淹水之能力以確保其供電能力不致受洪水之影響。

2.機動性注水設備：

本廠已購買 8 台移動式大型消防泵。

容量：38.2kW 2000 lpm@6kg/cm², 1500 lpm@10kg/cm² 大型消防泵，以增強本廠機動注水或抽水能力。

3.相關之緊急操作步驟均已加入1451程序書內，說明在發生上述狀況時如何處置。

4.油料耗竭時：

(1)第 5 台緊急柴油發電機(5th EDG)：

自有獨立燃油儲存槽設有室外補油口，油車可由此補油。

(2)氣渦輪發電機：

氣渦輪發電機組 600 公秉油槽設有直接外接補油之裝置，油車可由此補油。

5.已提出改善案 MMR-0407 將強化 5th EDG 等廠房之防淹水之能力以確保其供電能力不致受洪水之影響。

5.2.3 喪失廠外電源、備用電源及其他另樣式備用電源(即喪失 69/345kV 來源之外電,EDG, 5th EDG ,GT)

5.2.3.1 設計要求

若喪失廠外電源、備用電源(EDG)及其他另樣式備用電源，即喪失用過燃料池正常補水及強制冷卻功能，池水表面之溫度最終將上升至攝氏100度，但仍有足夠的時間以替代的方式進行補水。

5.2.3.2 電池容量及運轉期長

此系統無使用直流電源。

5.2.3.3 燃料劣化前廠內自主運轉能力

雖喪失正常補水與強制冷卻能力但仍保有緊急補水能力，反應器廠房五樓設有消防水系統，可拉水帶從消防箱取水(正常容量為 3600 公噸，可與 2 只 3000 公噸生水池連接，其後備水源為 10 萬公噸生水池)補入用過燃料池。或可使用新增設用過燃料池抗震等級之常備硬管式消防補水、噴灑管路硬體，以至少 500 gpm 補水及 200 gpm 噴灑容量補水。

若燃料池水溫持續上升，則可依 1451 斷然處置程序進行二次圍阻體換氣或排氣程序將熱量排放至大氣。

5.2.3.4 可防止燃料劣化的外部支援措施

1.廠內現有設備，例如其他機組的設備

(1)本廠在「1452.1核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書電源的建立」應變程序書，明訂緊急時可由正常機組之EDG，透過5th EDG配電盤同時提供另一部機組轉供電之應變能力、負載調度預估及節電等操作步驟，對蓄電池充電機供電，送至負載。

(2)廠內有消防車數量如下，可接用生水、抽取乾華溪水或海水，連結至BCSS系統進行用過燃料池補水冷卻，以防止燃料劣化。

核一廠消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備註
消防化學車	一輛	3,000 公升	0~20 kg/cm ²	出水量 3000 公升/ 分鐘@8.78 kg/cm ²
水庫車一輛	一輛	10,000 公 升	0~20 kg/cm ²	出水量 3000 公升/ 分鐘@10.97 kg/cm ²

2.假設廠內所有機組都受損，從廠外提供可用的設備

- (1)廠外提供可用的設備有核二廠的一台 4.16kV 1500kW 移動式柴油發電機及四台 480V 200kW 移動式柴油發電機，必要時亦可調用龍門電廠的移動式柴油發電機支應。
- (2)本廠已與新北市政府消防局簽訂「消防救災支援協定書」，支援單位之人力、車輛、機具，將依災害之特性，進入災區支援搶救。
- (3)廠內所有機組都受損且喪失最終熱沈（喪失電力供應），外部提供可用的設備支援則有本廠的消防車、石門區、金山區、三芝區、核二廠等消防隊的消防車、消防水泵、消防水帶。

核一廠附近行政區消防車統計表(含三芝、石門)

新北市三芝區消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備註
水箱車	二輛	1500 公升(1.5 噸)	10 kg/cm ²	小計 3 噸
水庫車一輛	一輛	12 噸	10 kg/cm ²	
新北市石門區消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備註
水箱車	一輛	2 噸	10 kg/cm ²	
水箱車	二輛	1.5 噸	10 kg/cm ²	小計 3 噸
合計	6 輛	水量 20 噸		

核二廠及附近行政區消防車數量統計表(含萬里、金山)

核二廠消防隊消防車及移動式抽水機				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備註
水庫車	一輛	10 噸	10 kg/cm ² ~	排水量：3000

			12 kg/cm ²	公升/分
化學車	一輛	2000 公升(2 噸)	10 kg/cm ²	
移動式抽水 水泵	四台	抽水量：1500 公升 /分		
新北市金山區消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註
水箱車	一輛	3000 公升(3 噸)	10 kg/cm ²	
水箱車	一輛	1500 公升(1.5 噸)	10 kg/cm ²	
水庫車一 輛	一輛	12 噸	10 kg/cm ²	
化學車 1000 公升	一輛	1000 公升(1 噸)	10 kg/cm ²	
新北市萬里區消防隊消防車				
名稱	數量	水箱容量	出口壓力	備 註
水箱車	一輛	2 噸	10 kg/cm ²	
水箱車	一輛	3 噸	10 kg/cm ²	
水庫車	一輛	10 噸	10 kg/cm ²	
合計	9 輛	水量 41.5 噸		

3. 臨近電廠(如水力、氣渦輪機組)能經專用配線直接配置供電

與本廠距離最近的電廠有核二廠、林口火力發電廠，惟目前並無專用輸配電線路直接配置。

4. 上述任一系統操作運轉所需時間

(1) 本廠消防車自生水泵室取水經已列置好的 BCSS、RHR 管路到補水進入燃料池所需總時間約 25 分鐘。

- (2)石門區消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 10 分鐘，若補水路徑已列置完成，則所需時間只有進廠時間 10 分鐘。
- (3)三芝區或金山區消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 20 分鐘，萬里區消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 30 分鐘，若補水路徑已列置完成，則所需時間只有 20 至 30 分鐘。
- (4)核二廠消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 25 分鐘，若補水路徑已列置完成，則所需時間只有 25 分鐘。
- (5)核二廠移動式柴油發電機調用預計需 2 小時，龍門電廠移動式柴油發電機調用支應預計需 5 小時，然後由廠內電氣人員引接供電。
- (6)以山上 3000 噸生水池之生水補水需時 15 分鐘，以消防車經新增設之用過燃料池抗震等級之常備硬管式補水需約 25 分鐘。

因主要瀕危效應發生時間約為 90 小時，此時在事故後緊急應變組織之 TSC、AMT、OSC、HPC 及 EPIC 等組織成員皆已進廠，支援資源已備齊。

5.執行特殊引接合格人員的可用性

系統設備如何操作已列於附件二，對系統、設備確認及操作由運轉值班人員執行，勞力操作只需再補以些許勞力支援即可完成，並均由值班主任指令為之；消防車、消防設備的操作仍由消防隊消防人員為之。

上述執行操作之人員均經訓練及演練測試，可完全勝任操作要求，故不構成操作合格人員可用性的疑慮。

5.2.3.5 強化防護能力的措施

- 1.機組大修期間燃料池和反應爐穴連通時，可使用備用圍阻體噴灑系統 (Backup Containment Spray System, BCSS)、水庫車引擎或移動式消防泵經由餘熱移除系統(Residual Heat Removal, RHR)管路補水到燃料池或爐心。

- 2.非大修期間燃料池和反應爐穴不連通時，用 BCSS(後備圍阻體噴灑系統)系統管路以水庫車引擎或移動式消防泵打水經由 RHR 餘熱移除系統管路補水到燃料池（須拆盲板 SSF-116-200）。
- 3.反應器廠房五樓設有消防水系統，可拉水帶從消防箱取水(正常容量為 3600 公噸，可與 2 只 3000 公噸生水池連接，其後備水源為 10 萬公噸生水池)補入用過燃料池。
- 4.生水經由補充水除礦器旁通管借重力補入 DST(原貯存水量平時至少 1 萬加侖以上)，DST 泵由 480V 移動式發電機接入 MCC 1A-2 或 2A-2 提供電源。因用過燃料池溢流緩衝槽之反應爐穴溢流口蓋板不密合會漏水至反應爐穴，故非大修期間須經由 Service Box 接臨時軟管補水。
- 5.若喪失電源時可由新增購之 480V 柴油發電機接入 MCC (馬達控制中心) 提供新增燃料池冷卻系統電源，支援燃料池冷卻。
- 6.完成燃料池冷卻異常時之緊急補水應變程序(程序書 503.6『燃料池冷卻和淨化系統故障』及 1451「核一廠斷然處置程序指引」)之建立，並已完成運轉人員訓練。
- 7.依 Nuclear Energy Institute 發佈的 NEI 06-12 文件建議，已增設用過燃料池抗震等級之常備硬管式消防補水、噴灑管路硬體，額外增加至少 500 gpm 補水及 200 gpm 噴灑容量，以強化當用過燃料池或廠房嚴重受損，用過燃料池無法以正常補水的方式獲得適當冷卻時，燃料池冷卻及補水能力。
- 8.增購 480V 柴油發電機供給新增燃料池冷卻系統緊急應變使用，並提升此系統冷卻管路耐震程度，增加用過燃料池冷卻之多重深度防禦。
- 9.修訂程序書 1024 規定大修中用過燃料池內由爐心剛移出之退出燃料及再使用較高衰變熱之燃料，與舊有用過燃料池內退出時間較久之低衰變熱燃料及不發熱的新燃料、以棋盤式方式擺放，符合衰變熱較低燃料作為衰變熱較高燃料之「熱沉」，或將衰變熱較高燃料分散擺放之原則，以延緩燃料護套鋁合金發生火災的時間。

5.2.4 喪失最終熱沉(加入氣冷式 SFPACS 說明)

5.2.4.1 燃料劣化前廠內自主能力設計要求

除以大海（東海）和乾華溪為最終熱沉之外，本廠新增燃料池冷卻系統係氣冷式以大氣為最終熱沉。系統 2 串運轉時，能移除燃料池最大熱負載，停機後 150 小時一個全爐心燃料移置，加上 36 天前之前一週期退出之燃料移置，及歷次移置總共 3083 束燃料等的熱負載情況下，能維持池水溫度小於 65.5 °C。系統包括 2 組熱交換器、生水/氣冷式冷卻水塔，由緊要電源(480V MCC 3A-7 或 4A-7)供電，其後備電源為非緊要電源(480V POWER CENTER 2A 或 1A)。熱移除能力 16.2E+6 Btu/hr x 2 @ 125°F 燃料池水溫，管路為耐震一級設計，二次側(生水側)亦為耐震一級設計，但二次側之生水/氣冷式冷卻塔屬耐震二級設計。

喪失主要最終熱沉的事故，若僅假設最終熱沉為大海（東海）和乾華溪，此情境下用過燃料池冷卻及補水相關泵雖尚有供給電源，可發揮用過燃料池的冷卻及補水功能，但燃料池冷卻系統需要海水系統支援，仍將因喪失最終熱沉而影響此系統之冷卻功能；但本廠已有之新增燃料池冷卻系統（SFPACS），係將用過燃料的衰變熱經由冷卻水塔移除至大氣中，形成一氣冷式的熱移除系統，不受喪失主要最終熱沉影響，可確保用過燃料池正常冷卻功能不受影響。

若氣冷式的新增燃料池冷卻系統亦喪失，則僅能採取補水及自然冷卻(自然蒸發)方式移除用過燃料池內之熱量。

此時之用過燃料池補水的方式有

- 1.機組大修期間燃料池和反應爐穴連通時，可使用備用圍阻體噴灑系統 (Backup Containment Spray System, BCSS)、水庫車引擎或移動式消防泵經由餘熱移除系統(Residual Heat Removal, RHR)管路補水到燃料池或爐心。
- 2.非大修期間燃料池和反應爐穴不連通時，用 BCSS(後備圍阻體噴灑系統)系統管路以水庫車引擎或移動式消防泵打水經由 RHR 餘熱移除系統管路補水到燃料池（須拆盲板 SSF-116-200）。

- 3.反應器廠房五樓設有消防水系統，可拉水帶從消防箱取水(正常容量為 3600 公噸，可與 2 只 3000 公噸生水池連接，其後備水源為 10 萬公噸生水池)補入用過燃料池。
- 4.生水經由補充水除礦器旁通管借重力補入 DST(原貯存水量平時至少 1 萬加侖以上)，DST 泵由 480V 移動式發電機接入 MCC 1A-2 或 2A-2 提供電源。因用過燃料池溢流緩衝槽之反應爐穴溢流口蓋板不密合會漏水至反應爐穴，故非大修期間須經由 Service Box 接臨時軟管補水。
- 5.依 Nuclear Energy Institute 發佈的 NEI 06-12 文件建議，已增設用過燃料池抗震等級之常備硬管式消防補水、噴灑管路硬體，額外增加至少 500 gpm 補水及 200 gpm 噴灑容量，以強化當用過燃料池或廠房嚴重受損，用過燃料池無法以正常補水的方式獲得適當冷卻時，燃料池冷卻及補水能力。

5.2.4.2 可防止燃料劣化的外部支援措施

1.廠內現有設備，例如其他機組的設備

若氣冷式的新增燃料池冷卻系統仍可用、則可使用此系統移除用過燃料池內之熱量。若氣冷式的新增燃料池冷卻系統不可用，僅能採取補水及自然冷卻(自然蒸發)方式移除用過燃料池內之熱量。

本廠在「1452.1核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書電源的建立」應變程序書，明訂緊急時可由正常機組之EDG，透過5th EDG配電盤同時提供另一部機組轉供電。

2.假設廠內所有機組都受損，從廠外提供可用的設備

(1).廠外提供可用的設備有核二廠的一台 4.16kV 1500kW 移動式柴油發電機及四台 480V 200kW 移動式柴油發電機，必要時亦可調用龍門電廠的移動式柴油發電機支應。

(2).本廠已與新北市政府消防局簽訂「消防救災支援協定書」，支援單位之人力、車輛、機具，將依災害之特性，進入災區支援搶救。

3.上述任一系統操作運轉所需時間

- (1)本廠消防車自生水泵室取水經已列置好的 BCSS、RHR 管路到補水進入燃料池所需總時間約 25 分鐘。
- (2)石門區消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 10 分鐘，若補水路徑已列置完成，則所需時間只有進廠時間 10 分鐘。
- (3)三芝區或金山區消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 20 分鐘，萬里區消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 30 分鐘，若補水路徑已列置完成，則所需時間只有 20 至 30 分鐘。
- (4)核二廠消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 25 分鐘，若補水路徑已列置完成，則所需時間只有 25 分鐘。
- (5)核二廠移動式柴油發電機調用預計需 2 小時，龍門電廠移動式柴油發電機調用支應預計需 5 小時，然後由廠內電氣人員引接供電。
- (6)以山上 3000 噸生水池之生水補水需時約 15 分鐘，以消防車經新增設之用過燃料池抗震等級之常備硬管式補水需時約 25 分鐘。

因主要瀕危效應發生時間約為 90 小時，此時在事故後緊急應變組織之 TSC、AMT、OSC、HPC 及 EPIC 等組織成員皆已進廠，支援資源已備齊。

4.執行特殊引接合格人員的可用性

系統設備如何操作已列於附件二，對系統、設備確認及操作由運轉值班人員執行，勞力操作只需再補以些許勞力支援即可完成，並均由值班主任指令為之；消防車、消防設備的操作仍由消防隊消防人員為之。

上述執行操作之人員均經訓練及演練測試，可完全勝任操作要求，故不構成操作合格人員可用性的疑慮。

5.確認主要瀕危效應發生的時間

依據目前的模擬分析，假設大修全爐心燃料退出至用過燃料池，並喪失

用過燃料池冷卻系統及新增用過燃料池冷系統的冷卻功能，則9.4小時後池水開始沸騰，47小時後覆蓋用過燃料的池水水位將低於10呎(造成上方空間輻射劑量開始上升)，用過燃料束內最熱的燃料棒護套將在90小時後開始劣化。

5.2.4.3 強化防護能力的措施

1.強化最終熱沉：

- (1).在設計基準下，緊要海水系統只要有一迴路運作，就足以應付緊急狀態下爐心燃料衰變熱及安全有關機件冷卻的熱移除，本廠已建立緊要海水泵馬達萬一受損時迅速更換之機制，目前緊要海水泵有二備用馬達，儲放在高處倉庫，以因應馬達受損時可迅速更換。
- (2).將SFPACS冷卻水塔CT-15A/B之相關管路提升為耐震一級。
- (3).目前已成立MMR-C0-0407修改作業申請案，規劃5th EDG廠房對外之門及開口增設防止洪水入侵設施，防範發生淹水。另外將建造一座170公尺長，高於海平面17公尺之防海嘯牆；且在ESW PUMP ROOM建造防海嘯牆。
- (4).除本廠已購入之2台4.16kV 1500kW柴油發電機，1台配置於廠內(1台暫置龍門電廠)，尚有核二廠之同型柴油發電機可支援本廠使用，均可增加ESW系統電力之供電能力。

5.2.5 廠區全黑下喪失最終熱沉(SBO+LUHS)

5.2.5.1 燃料劣化前廠區自主能力設計要求

若廠區全黑喪失所有電源及喪失主要最終熱沉時，用過燃料池正常冷卻及補水功能將喪失。本廠將依據程序書1451『核一廠斷然處置程序指引』附件二用過燃料池冷卻緊急應變流程，監視及採取應變措施，恢復用過燃料池冷卻及補水能力。

5.2.5.2 可防止燃料劣化的外部支援措施

1. 廠內現有設備，例如其他機組的設備

- (1) 若氣冷式的新增燃料池冷卻系統仍可用，則由新購置之 480V 移動/固定發電機接入 MCC 提供新增燃料池冷卻系統電源，支援燃料池冷卻能力。或依「1452.1 核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書電源的建立」應變程序書，緊急時可由正常機組之 EDG，透過 5th EDG 配電盤同時提供另一部機組轉供電。
- (2) 使用備用圍阻體噴灑系統(BCSS)以水庫車引擎或移動式消防泵經由 RHR 系統管路補水到燃料池。
- (3) 反應器廠房五樓設有消防水系統，可拉水帶從消防箱取水(正常容量為 3 座共 3600 公噸之生水池，另可與 2 座各 3000 公噸生水池連接，其後備水源為 10 萬公噸生水池)補入用過燃料池。
- (4) 生水經由補充水除礦器旁通管借重力補入 DST(原貯存水量至少 1 萬加侖以上)，DST 泵可由 480V 移動式發電機接入 MCC 1A-2 或 2A-2 提供電源，將 DST 水打入燃料池緩衝溢流槽再泵至用過燃料池或經由 Service Box 接臨時軟管直接補水至用過燃料池。
- (5) 依 Nuclear Energy Institute 發佈的 NEI 06-12 文件建議，已增設用過燃料池抗震等級之常備硬管式消防補水、噴灑管路硬體，額外增加至少 500 gpm 補水及 200 gpm 噴灑容量，以強化當用過燃料池或廠房嚴重受損，用過燃料池無法以正常補水的方式獲得適當冷卻時，燃料池冷卻及補水能力。

2. 假設廠內所有機組都受損，從廠外提供可用的設備

- (1) 若氣冷式的新增燃料池冷卻系統仍可用，則廠外提供可用的設備有核二廠的一台 4.16kV 1500kW 移動式柴油發電機及四台 480V 200kW 移動式柴油發電機，必要時亦可調用龍門電廠的移動式柴油發電機支援。
- (2) 本廠已與新北市政府消防局簽訂「消防救災支援協定書」，支援單位之人力、車輛、機具，將依災害之特性，進入災區支援搶救。

3.上述任一系統操作運轉所需時間

- (1)本廠消防車自生水泵室取水經已列置好的 BCSS、RHR 管路到補水進入燃料池所需總時間約 25 分鐘。
- (2)石門區消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 10 分鐘，若補水路徑已列置完成，則所需時間只有進廠時間 10 分鐘。
- (3)三芝區或金山區消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 20 分鐘，萬里區消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 30 分鐘，若補水路徑已列置完成，則所需時間只有 20 至 30 分鐘。
- (4)核二廠消防隊消防車（假設已載水待命中）進廠時間約 25 分鐘，若補水路徑已列置完成，則所需時間只有 25 分鐘。
- (5)核二廠移動式柴油發電機調用預計需 2 小時，龍門電廠移動式柴油發電機調用支應預計需 5 小時，然後由廠內電氣人員引接供電。
- (6)以山上 3000 噸生水池之生水補水需時約 15 分鐘，以消防車經新增設之用過燃料池抗震等級之常備硬管式補水需時約 25 分鐘。

因主要瀕危效應發生時間約為 90 小時，此時在事故後緊急應變組織之 TSC、AMT、OSC、HPC 及 EPIC 等組織成員皆已進廠，支援資源已備齊。

4.執行特殊引接合格人員的可用性

系統設備如何操作已列於附件二，對系統、設備確認及操作由運轉值班人員執行，勞力操作只需再補以些許勞力支援即可完成，並均由值班主任指令為之；消防車、消防設備的操作仍由消防隊消防人員為之。

上述執行操作之人員均經訓練及演練測試，可完全勝任操作要求，故不構成操作合格人員可用性的疑慮。

5.確認主要瀕危效應發生的時間

依據目前的模擬分析，假設大修全爐心燃料退出至用過燃料池，並喪失

用過燃料池冷卻系統及新增用過燃料池冷系統的冷卻功能，則9.4小時後池水開始沸騰，47小時後覆蓋用過燃料的池水水位將低於10呎(造成上方空間輻射劑量開始上升)，用過燃料束內最熱的燃料棒護套將在90小時後開始劣化。

5.2.5.3 強化防護能力的措施

- 1.機組大修期間燃料池和反應爐穴連通時，可使用備用圍阻體噴灑系統(Backup Containment Spray System, BCSS)、水庫車引擎或移動式消防泵經由餘熱移除系統(Residual Heat Removal, RHR)管路補水到燃料池或爐心。
- 2.非大修期間燃料池和反應爐穴不連通時，用 BCSS(後備圍阻體噴灑系統)系統管路以水庫車引擎或移動式消防泵打水經由 RHR 餘熱移除系統管路補水到燃料池（須拆盲板 SSF-116-200）。
- 3.反應器廠房五樓設有消防水系統，可拉水帶從消防箱取水(正常容量為 3600 公噸，可與 2 只 3000 公噸生水池連接，其後備水源為 10 萬公噸生水池)補入用過燃料池。
- 4.生水經由補充水除礦器旁通管借重力補入 DST(原貯存水量平時至少 1 萬加侖以上)，DST 泵由 480V 移動式發電機接入 MCC 1A-2 或 2A-2 提供電源。因用過燃料池溢流緩衝槽之反應爐穴溢流口蓋板不密合會漏水至反應爐穴，故非大修期間須經由 Service Box 接臨時軟管補水。
- 5.若喪失電源時可由新增購之 480V 柴油發電機接入 MCC (馬達控制中心)提供新增燃料池冷卻系統電源，支援燃料池冷卻。
- 6.完成燃料池冷卻異常時之緊急補水應變程序(程序書 503.6『燃料池冷卻和淨化系統故障』及 1451「核一廠斷然處置程序指引」)之建立，並已完成運轉人員訓練。
- 7.依 Nuclear Energy Institute 發佈的 NEI 06-12 文件建議，已增設用過燃料池抗震等級之常備硬管式消防補水、噴灑管路硬體，額外增加至少 500 gpm 補水及 200 gpm 噴灑容量，以強化當用過燃料池或廠房嚴重受損，用過燃料池無法以正常補水的方式獲得適當冷卻時，燃料池冷卻及補水能

力。

8.增購 480V 柴油發電機供給新增燃料池冷卻系統緊急應變使用，並提升此系統冷卻管路耐震程度，增加用過燃料池冷卻之多重深度防禦。

9.修訂程序書 1024 規定大修中用過燃料池內由爐心剛移出之退出燃料及再使用較高衰變熱之燃料，與舊有用過燃料池內退出時間較久之低衰變熱燃料及不發熱的新燃料、以棋盤式方式擺放，符合衰變熱較低燃料作為衰變熱較高燃料之「熱沉」，或將衰變熱較高燃料分散擺放之原則，以延緩燃料護套鋁合金發生火災的時間。

10.將 SFPACS 冷卻水塔 CT-15A/B 之相關管路提升為耐震一級。

附圖 5-1 核一廠輸配電系統單線圖

附圖 5-2 核一廠重要設備高程

附圖 5-3 反應爐注水、熱移除之設計改善

附圖 5-4 核一廠設施高程

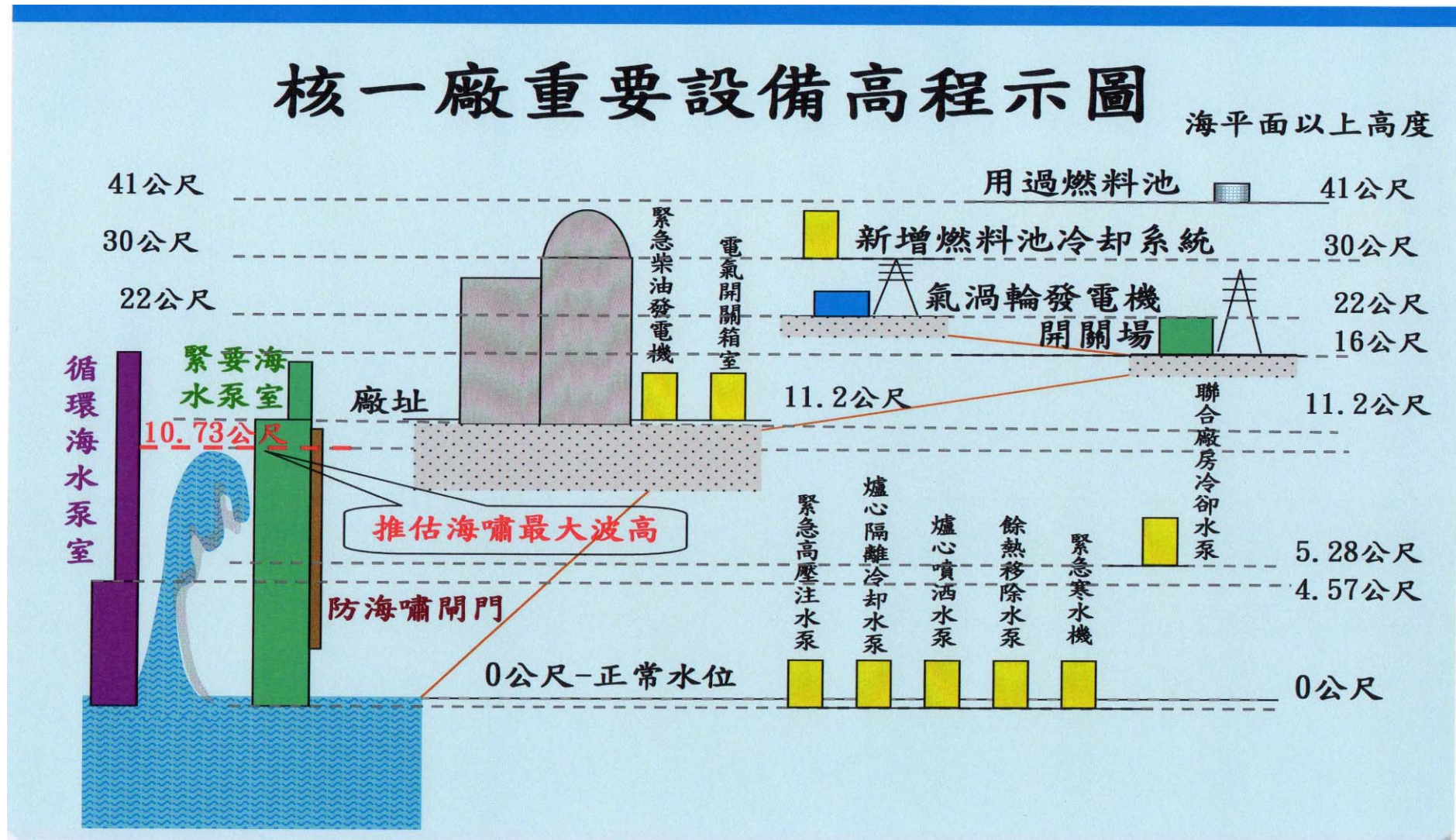
附圖 5-5 一次圍阻體／二次圍阻體排氣路徑

附件一、MUR 功率提昇之電廠全黑安全評估分析中核一廠可因應之 SBO
期長

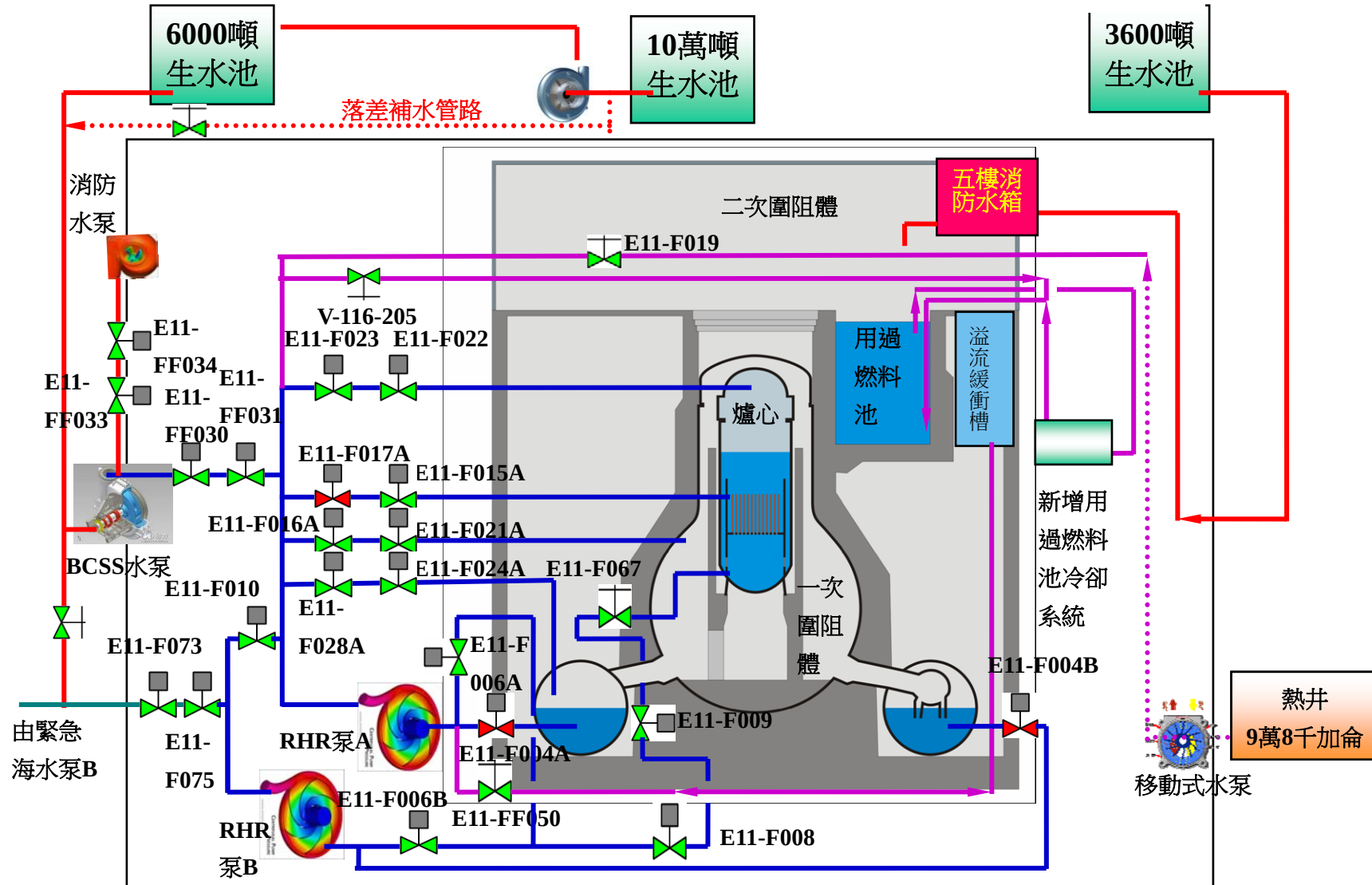
附件二、核一廠機組斷然處置 3 階段策略(摘錄)

(本頁空白)

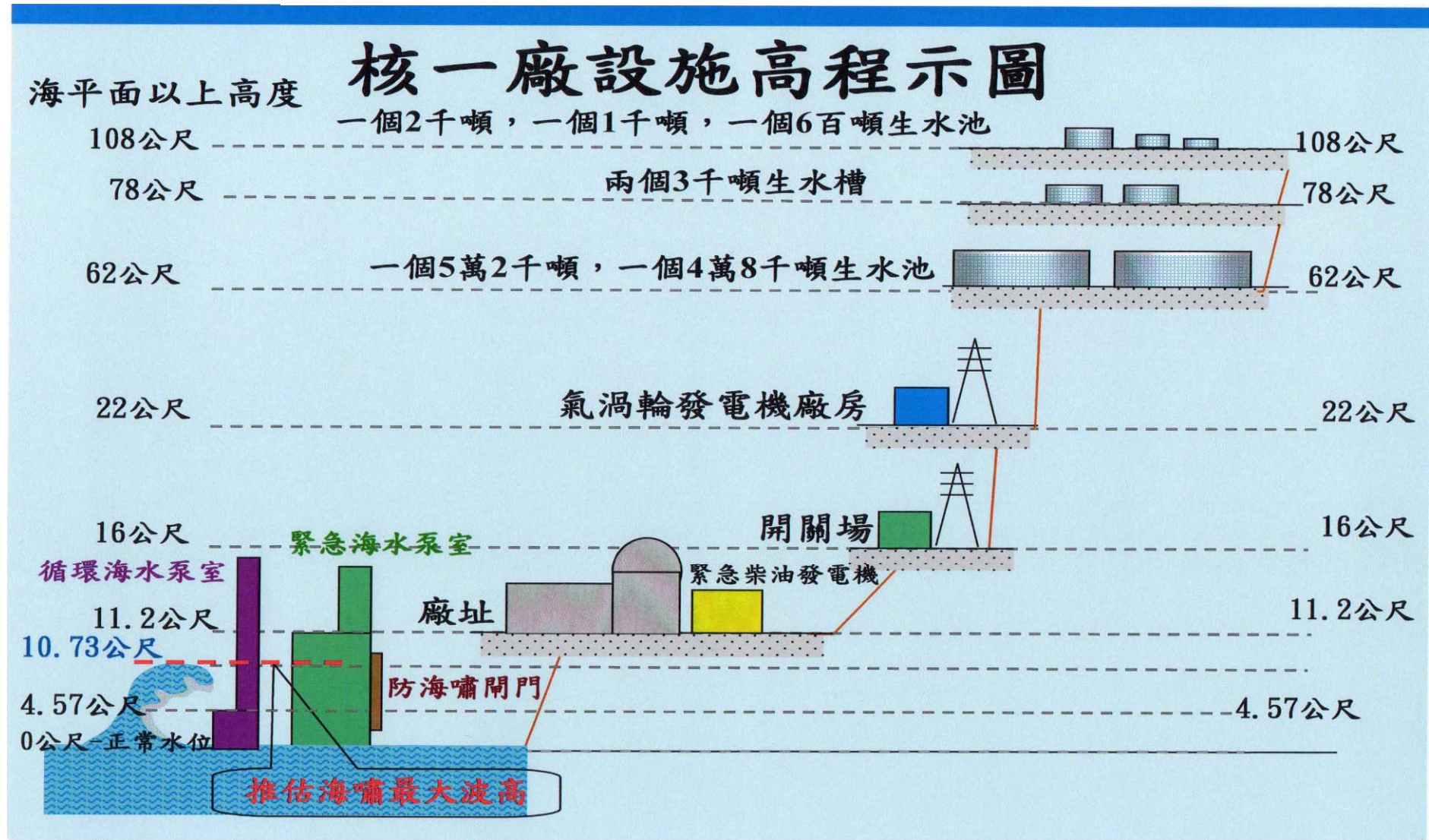
附圖 5-2 核一廠重要設備高程

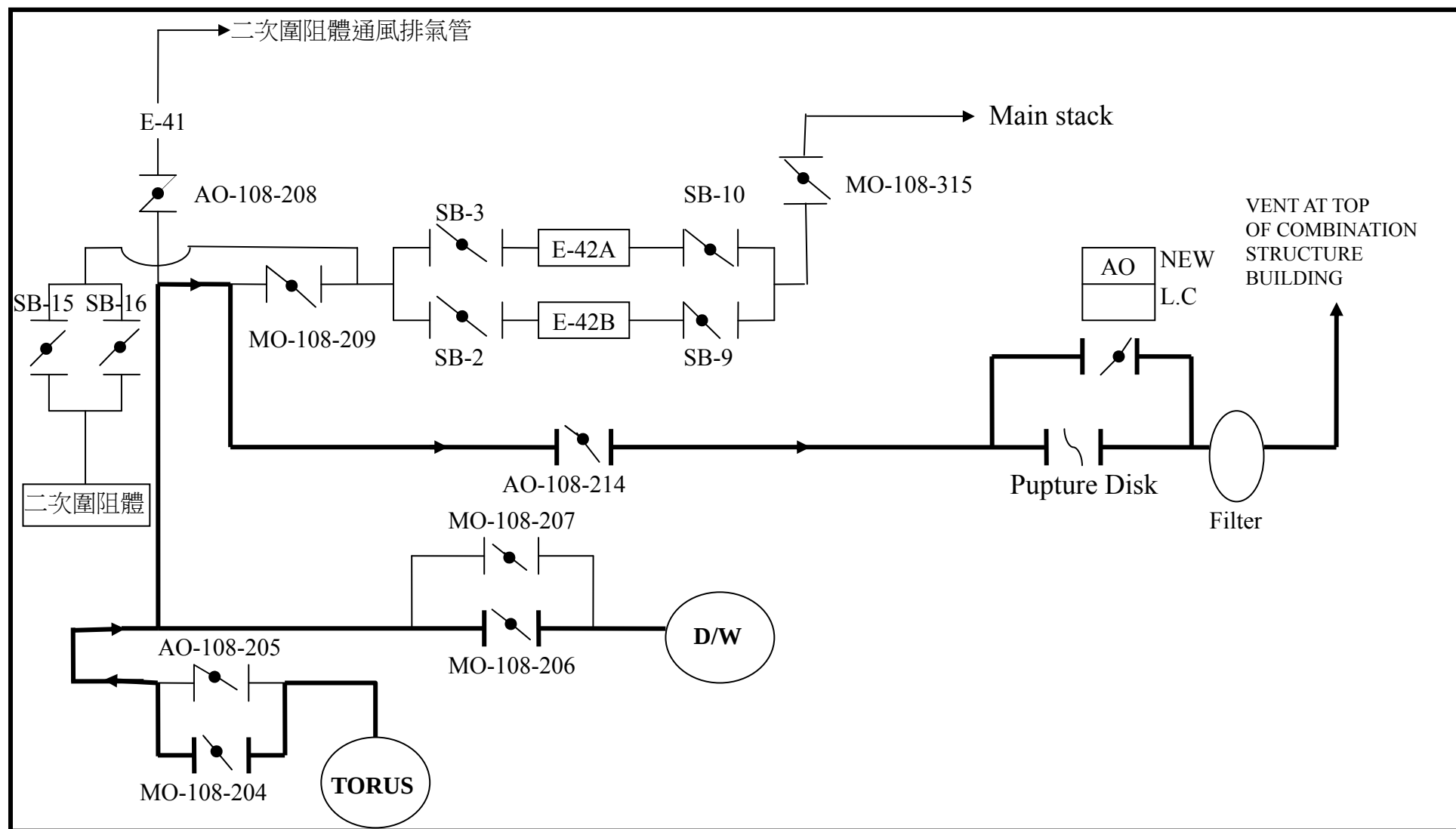


附圖 5-3 反應爐注水、熱移除之設計改善



附圖 5-4 核一廠設施高程





附圖 5-5 一次圍阻體／二次圍阻體排氣路徑

(本頁空白)

附件一、MUR 功率提昇之電廠全黑安全評估分析中核一廠可因應之 SBO 期長

依據 95 年 11 月 9 日核研所「核一廠 MUR 功率提昇之電廠全黑安全評估」，採用 NUMARC 87-00 所列之 10 個項目，並配合核一廠已具備機制與措施，評估核一廠可因應之 SBO 期長如下：

項次	要項名稱	期長評估
1	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。 保守不假設 5 號柴油發電機及氣渦輪機作為替代交流電源(AAC)。 評估是以 102% 額定功率來進行，於暫態初期，喪失廠外電源將使汽機控制閥快速關閉、再循環泵跳脫(MG Set A 驅動馬達電源 4.16 kV #1 Bus 及 MG Set B 驅動馬達電源 4.16 kV #2 Bus 失電)及主蒸汽隔離閥關閉，反應器因汽機控制閥快速關閉而急停，飼水泵因失電而跳脫。主蒸汽隔離閥關閉使得反應爐壓力間歇上升下降而啟閉安全釋壓閥，而安全釋壓閥之釋放蒸汽，使得反應爐水位下降及抑壓池水溫上升。RCIC 及 HPCI 系統於反應爐水位降至 L2 時，自動補水以維持水位，同時消耗部分蒸汽。抑壓池水溫因無 RHR 抑壓池冷卻模式無法動作而持續上升。 在不考慮 AAC 可用性下，電廠 SBO 事故長期之連續演變，基本上是決定於「1452.1 核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書電源的建立」程序書所訂之運轉措施之執行，主要包括(1) 確認 RCIC 或 HPCI 能維持反應爐水位、(2) 使用安全釋壓閥之釋壓功能或自動洩壓 (ADS) 功能，在降溫率小於 55 C/hr 下，適當地將反應爐壓力降至 150 psig 及(3) 在乾井壓力上升到 10 psig 前，將 RCIC 排汽高壓力跳脫線路旁通，以避免 RCIC 汽機因排汽高壓力(10 psig)而跳脫。
2	核能蒸汽供應系統分析	本項主要目的為針對核能蒸汽供應系統，估算其於 SBO 事故下，反應爐爐心達到未淹蓋的時間以及所需的 RCIC/HPCI 運轉時間，藉以判定核能蒸汽供應系統是否有能力應付 SBO 達 8 小時，而不致使爐心達未淹蓋狀態。FSAR 既有之 RCIC/HPCI 系統評估結果及本報告功率提昇至 102 % 額定後之 RCIC/HPCI 系統評估結果顯

項次	要項名稱	期長評估
		示，該二系統於 SBO 事故下，可連續運轉 8 小時，而於 102 % 額定功率下 SBO 之分析結果顯示，於 SBO 事故下，只要 RCIC 或 HPCI 有在補水，則爐心不致達未淹蓋狀態，因此運轉功率之提昇，對核能蒸汽供應系統而言，其仍有能力應付 SBO 達 8 小時而不致使爐心達未淹蓋狀態。 然 RCIC/HPCI 實際上能維持運轉的時間長度取決於 RCIC/HPCI 系統及其配合環境的特性，依據福島核能一廠 2 號機及 3 號機的經驗，RCIC 可以運轉的時間長於 24 小時（1 至 3 天）。
3	餘熱移除所需之冷凝水水量	依 ANSI/ANS-5.1-1979 及假設反應器已運轉 100 天之條件下，在 SBO 後 8 小時內，因應衰變熱所需 CST 水量為 54712gal，利用 SRV/ADS 為反應爐降壓所消耗水量為 55218gal，合計 $54712+55218=109930$gal。因而於 SBO 8 小時期間，總共所需的 CST 冷凝水水量為 $54712+55218=109930$ 加侖。冷凝水槽的設計是 RCIC/HPCI 至少可用的水量為 206000 加侖，因此結論為：功率提昇至 102 % 額定後，CST 的水量足夠 RCIC/HPCI 於 SBO 情況下，連續運轉 8 小時。 依據目前本公司因應超出基準設計事故之規劃，可以 DST（5 萬加侖容量）以及由另一機組 CST 補充、或以消防車接生水補充至 CST（50 萬加侖容量），故水源部份應可進一步確保維持 24 小時的需求。
4	壓縮空氣系統能力	於 SBO 8 小時期間，爐心衰變熱之移除，主要是靠安全釋壓閥間歇性於壓力達開啟設定點時自動開啟洩壓，並將蒸汽排放至抑壓池。安全釋壓閥總共有 10 只，每只均有釋放功能 (Relief Function) 及安全功能 (Safety Function)，另外，其中有 5 只具自動洩壓 (ADS) 功能。各閥裝設蓄壓器，積存操作用的壓力氮氣 (N₂) 或儀用空氣 (ADS 各閥多一個蓄壓器)，於操作空氣壓力供給喪失時，蓄壓器氣壓足供安全釋壓閥 (釋放功能) 開啟 5 次之用，而安全釋壓閥總共有 10 只，因此允許總共開啟 $5 \times 5 + 5 \times 5 \times 2 = 75$ 次。 根據 102 % 額定功率之 SBO 分析，於 SBO 8 小時期間，若不採取降壓措施，僅使用安全釋壓閥之自動釋放功能，則總開啟次數約 88 次，因而可能用到安全釋壓閥之安全功能。雖如此，於 SBO 時液氮槽可經由緊要 AC 電源

項次	要項名稱	期長評估
		控制之隔離閥 V-107—233B 提供氮氣至 ADS 空氣集管，確保所有 ADS 閥有足夠之氮氣運作，因而可確保 SRV 之釋放功能，亦即儀用氮氣系統有足夠能力應付 SBO 達 8 小時。因此儀用氮氣能力基本上不因功率提昇而受影響。 此外本廠另配置有備用儀控氮氣 14 瓶，可續連續使用 11.2 小時，並可連接 HCU 備用氮氣 40 瓶再延長連續使用 32 小時，因此當可維持 24 小時之需求，綽綽有餘。
5	儀控系統	FSAR Table 15.1.45-1 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，包括 RCIC 系統、HPCI 系統、冷凝水系統、ADS 系統、反應爐壓力及水位指示、抑壓池水溫及水位指示。針對儀控部分，評估結論為電廠儀控設計足以應付 SBO 8 小時，該評估結論，於功率提昇下仍適用。至於連鎖、起動與控制邏輯本身在設計上既評估可因應 8 小時，與期長即無關聯。
6	蓄電池負載	既有 FSAR 15.1.45 節，採用 IEEE Standard 485，評估蓄電池負載之充分性，結論為： 125 VDC Station Battery No. 1 之設計容量，於 SBO8 小時期間，足以承受 RCIC 及其他支援系統運作之電力負荷。 125 VDC Station Battery No. 2 之設計容量，於 SBO8 小時期間，足以承受 HPCI 及其他支援系統運作之電力負荷。 於功率提昇至 102% 額定後，發生 SBO 時，RCIC 系統、HPCI 系統、控制室緊急照明及反應爐偵測及儀器運作相關之電力負載，與 100 % 額定功率之情形，並無不同，因此既有 FSAR 評估結論仍適用。 依「1452.1 核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書電源的建立」程序書執行對直流不必要負載之管控，可使蓄電池能力足以供電 24 小時，支援 RCIC 運轉。另依據目前本公司因應超出基準設計事故之規劃，可以移動式之發電機，供應充電機交流電源，為電池組充電。在移動式發電機持續可用的期間，電池組即為長期可用。
7	通風喪失	SBO 溫升主要關切區域為主蒸汽隧道、RCIC 泵室、HPCI 泵室、控制室及電瓶充電室，因這些區域容納有 SBO 時達安全停機所需之設備，或是該等區域溫度過高會影響安全停機設備之運作。既有 FSAR 評估結果下

項次	要項名稱	期長評估																								
		表所示： 100 % Power SBO 主要區域 FSAR 既有分析結果表 <table><tr><th>區域</th><th>正常溫度(F)</th><th>SBO 溫度 (F)</th><th>設備環境驗證 (EQ) 溫度(F)</th></tr><tr><td>主蒸汽隧道</td><td>135</td><td>193</td><td>NA</td></tr><tr><td>RCIC 泵室</td><td>95</td><td>124</td><td>148</td></tr><tr><td>HPCI 泵室</td><td>95</td><td>132</td><td>148</td></tr><tr><td>控制室</td><td>75</td><td>113</td><td>120</td></tr><tr><td>電瓶充電室</td><td>77</td><td>128</td><td>131</td></tr></table> 上表顯示，RCIC 泵室、HPCI 泵室、控制室及電瓶充電室於 SBO 通風系統喪失 8 小時期間，溫度均不致超過設備環境驗證(EQ)溫度。上表中並未列出主蒸汽隧道內設備環境驗證(EQ)溫度作比較，乃是因主蒸汽隧道內有 EQ 溫度限制之溫度感測儀器，於主蒸汽隧道高溫時，提供信號關閉主蒸汽隔離閥，而 SBO 時主蒸汽隔離閥早已關閉，因此可以不考慮該溫度感測儀器是否仍有功能。而主蒸汽隧道高溫 193F 仍低於圍阻體外主蒸汽斷管事故所致之溫度，因此不致有結構完整性有關問題存在。對 RCIC 泵室、HPCI 泵室、控制室及電瓶充電室而言，均不受發生 SBO 初始功率影響，因此既有 FSAR 分析結果亦適用於 102%功率後情形。至於主蒸汽隧道，預期非常小，可忽略，既有 FSAR 對主蒸汽隧道之分析結果，仍適用於功率提昇至 102 % 額定之情形。因此 SBO 通風喪失之整體評估結論與既有 FSAR 一樣，即 RCIC 泵室、HPCI 泵室、控制室及電瓶充電室 於 SBO 通風系統喪失 8 小時期間，溫度均不致超過設備環境驗證溫度。 1452.1 程序書中要求全黑事故發生後 20 分鐘內打開主控室，電腦室和控制背盤之門，以及 HPCI、RCIC、DC 電池室屋門以利散熱，以上各區域在 SBO 期間的溫升應可控制在設備 EQ 要求的溫度之下。	區域	正常溫度(F)	SBO 溫度 (F)	設備環境驗證 (EQ) 溫度(F)	主蒸汽隧道	135	193	NA	RCIC 泵室	95	124	148	HPCI 泵室	95	132	148	控制室	75	113	120	電瓶充電室	77	128	131
區域	正常溫度(F)	SBO 溫度 (F)	設備環境驗證 (EQ) 溫度(F)																							
主蒸汽隧道	135	193	NA																							
RCIC 泵室	95	124	148																							
HPCI 泵室	95	132	148																							
控制室	75	113	120																							
電瓶充電室	77	128	131																							
8	HPCI/RCIC 系統檢討	HPCI/RCIC 使用蒸汽推動，並以 DC 電源控制。相關之水源、DC 電源、儀控及通風均已另項檢討，事故溫度/壓力影響亦以程序書操作涵蓋，而參考 FSAR 相關章節之 SBO 圍阻體完整性及通風喪失之評估結果，於 SBO 8																								

項次	要項名稱	期長評估																		
		小時期間，並未有可能引起 HPCI 汽機跳脫或系統隔離的信號。但為了避免 RCIC 汽機因排汽高壓力(25 psig)而跳脫，於 SBO 期間，須適時將 RCIC 排汽高壓力跳脫線路旁通，核一廠已將此措施反映在「1452.1 核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書電源的建立」程序書中。故發生 SBO 時，依現有程序書執行相關措施，HPCI/RCIC 仍可確保有連續運轉 8 小時之能力。 依「1452.1 核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書電源的建立」程序書執行對直流不必要負載之管控，可使蓄電池能力足以供電 24 小時，支援 RCIC 運轉。因此 RCIC 可維持長期間的運轉，依據福島核能一廠 2 號機及 3 號機的經驗，RCIC 可以運轉的時間長於 24 小時（1 至 3 天）。																		
9	圍阻體完整性	圍阻體隔離於 SBO 8 小時期間，必須開啟運作之閥有 RCIC 汽機之蒸汽供應管路上之隔離閥 E51-F007 及 E51-F008、RCIC 泵抑壓池取水閥 E51-F031、RCIC 泵出口閥 E51-F013、壓縮空氣隔離閥 V-107-233B、HPCI 汽機之蒸汽供應管路上之隔離閥 E41-F002 及 E41-F003、HPCI 泵抑壓池取水閥 E41-F042、HPCI 泵出口閥 E41-F006；RCIC 及 HPCI 系統之圍阻體外側閥靠直流電操作，而圍阻體內側閥於喪失 AC 電源時停留在開啟狀態，V-107-233B 是由緊要電源操作，於 SBO 8 小時期間，上述閥於控制室有閥位指示。因此圍阻體隔離可以確保至 DC 電源可維持之最大期長。 圍阻體結構完整性 圍阻體之設計壓力、溫度及 SBO 後 8 小時的壓力、溫度為 設計壓力： <table> <tr> <td>乾井</td><td>抑壓槽空間</td><td>抑壓池</td></tr> <tr> <td>70.7psia</td><td>70.7psia</td><td>70.7psia</td></tr> </table> SBO 後 8 小時的壓力： <table> <tr> <td>37.7psia</td><td>37.2psia</td><td>37.2psia</td></tr> </table> 設計溫度： <table> <tr> <td>乾井</td><td>抑壓槽空間</td><td>抑壓池</td></tr> <tr> <td>340F</td><td>340F</td><td>340F</td></tr> </table> SBO 後 8 小時的溫度： <table> <tr> <td>295.0F</td><td>190.2F</td><td>207.9F</td></tr> </table> 若發生 SBO 持續 8 小時，一次圍阻體之乾井及抑壓槽空間之溫度及壓力最高值，離設計值仍有相當大的餘裕，而抑壓池	乾井	抑壓槽空間	抑壓池	70.7psia	70.7psia	70.7psia	37.7psia	37.2psia	37.2psia	乾井	抑壓槽空間	抑壓池	340F	340F	340F	295.0F	190.2F	207.9F
乾井	抑壓槽空間	抑壓池																		
70.7psia	70.7psia	70.7psia																		
37.7psia	37.2psia	37.2psia																		
乾井	抑壓槽空間	抑壓池																		
340F	340F	340F																		
295.0F	190.2F	207.9F																		

項次	要項名稱	期長評估
		溫度離沸騰溫度，仍有充分餘裕，RCIC 及 HPCI 水泵之 NPSH 要求可充分符合。 SBO 後圍阻體溫度壓力受衰變熱及 SRV/ADS 開啟的影響（SRV/ADS 開啟影響的源頭亦為衰變熱），逐漸上升。壓力部份 MARGIN 甚大，考慮衰變熱遞減之因素，應可維持 24 小時之圍阻體結構完整（EOP 540.3 亦會適時洩壓）。乾井之溫度的 MARGIN 較小，依 EOP 之一次圍阻體控制的程序，亦會執行乾井噴灑，必要時執行 RPV 緊急洩壓，控制一次圍阻體溫度，在 CONTROL RELEASE 的前提下，此項考量亦應可維持 24 小時之圍阻體結構完整。
10	其他系統，例如通訊、照明等	既有 FSAR 評估顯示電廠通訊與照明設備有充分能應付 SBO 8 小時，功率提昇 2% 額定後，電廠通訊與照明設備亦有充分能力應付 SBO 8 小時。 至於是否能維持 24 小時，取決於電池組之供電能力是否能維持 24 小時。

附件二、核一廠機組斷然處置 3 階段策略(摘錄)

階段	項次	策略 (相關程序書及 DCR)	時限
Phase 1	CS.1-01	生水(消防水)注水入反應爐 (程序書 1451 p24 /540.7.4 SEC.2 , DCR-C0-3294)	1 小時
	CS.1-02	廠區全黑反應爐降壓 (程序書 1451 p44 , DCR-C1/C2-3319/3320)	
	CS.1-03	廠區全黑圍阻體排氣 (程序書 1451 p28/304.17 , DCR-C1/C2-3305/3306)	
	CS.1-04	消防水車引接注水 (程序書 1451 p38/ 540.7.4 SEC.5)	
	CS.1-05	RCIC 手動運轉操作 (程序書 540.7.9 PCN 注水)	
	CS.1-06	第 5 部柴油發電機供電二部機 (程序書 1452.1)	

階段	項次	策略 (相關程序書及 DCR)	時限
Phase 2	CS.2-01	移動式空壓機/氮氣瓶供給 SRV/ADS 氣源 (程序書 1451 p36, DCR-C1/C2-3319/3320)	8 小時
	CS.2-02	氣渦輪機全黑柴油發電機供電二部機	
	CS.2-03	4.16kV 電源車引接 (DCR-C1/C2-3313/3314)	
	CS.2-04	延長直流電源供電時間 (DCR-C1/C2-3313/3314)	
	CS.2-05	用過燃料池補/灑水 (程序書 1452.2, DCR-C1/C2-3292/3293)	
	CS.2-06	沉水泵排水操作 (程序書 1451 p42)	
	CS.2-07	機動性水源對 CST 注水 (DCR-C1/C2-3292/3293)	
	CS.2-08	480V 機動性柴油發電機引接 (程序書 1451 p31, DCR-C1/C2-3313/3314)	
Phase 3	CS.3-01	緊急進水口垃圾清運 (程序書 1451 p50, DCR-C0-3308)	36 小時
	CS.3-02	ESW 馬達更換 (程序書 1451 p50)	
	CS.3-03	替代長期冷卻 程序書 1451 p134)	

6.嚴重核子事故管理

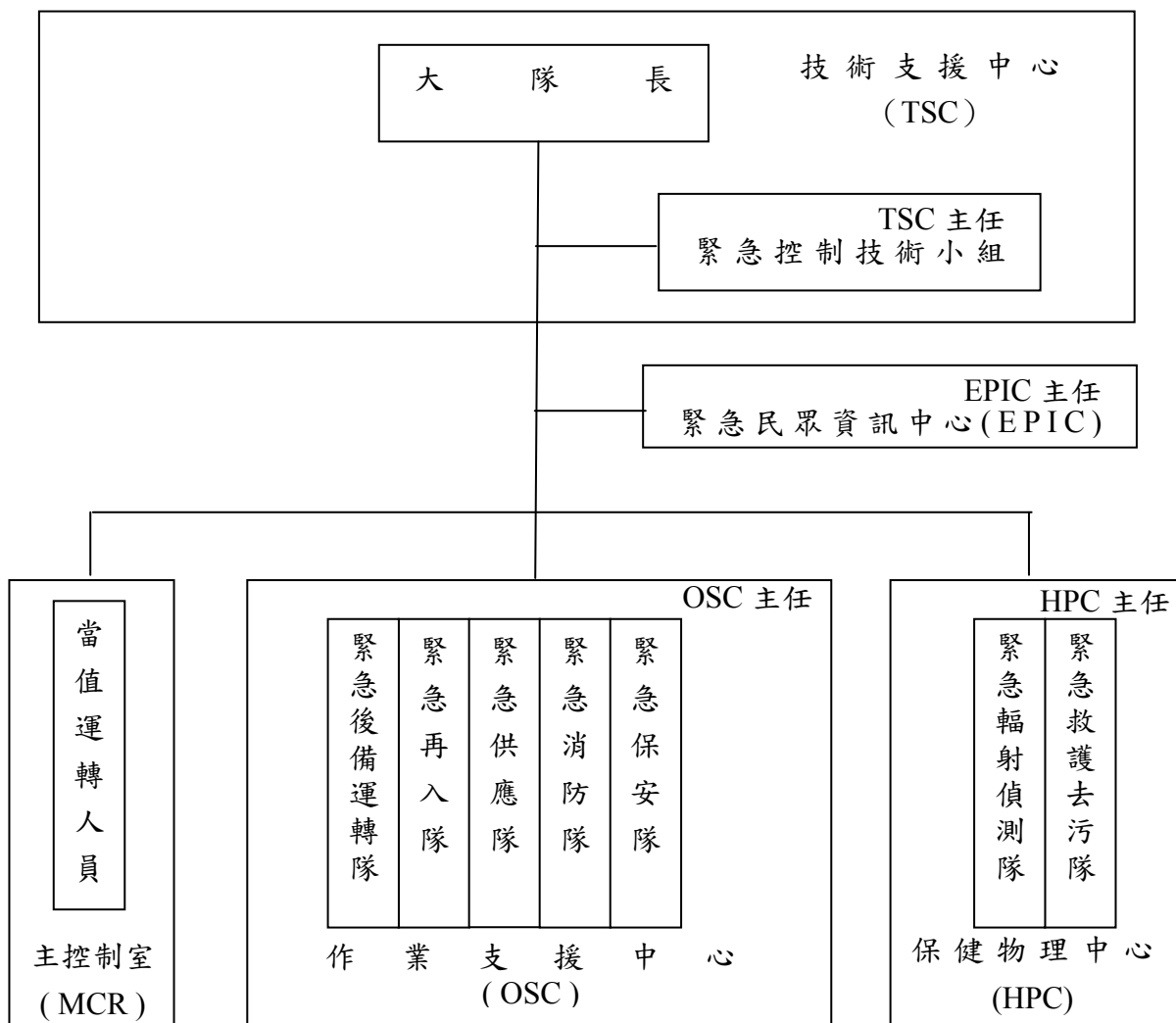
6.1 嚴重核子事故管理的組織

6.1.1 組織規劃

核能一廠緊急應變組織

緊急控制大隊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。

緊急控制大隊編組 (摘錄自 1400 程序書)



6.1.1.1 組織架構

嚴重核子事故組織架構：

- 1.緊急技術支援中心(TSC)-為廠緊急行動之研判指揮中樞，與廠外核子事故中央災害應變中心、緊執會及廠內控制室、緊急作業支援中心、緊急保健物理中心及緊急民眾資訊中心等聯繫之窗口。
- 2.緊急控制大隊長- 由廠長擔任，負責廠內緊急應變行動之指揮，電廠危機管理與防護決策。
- 3.嚴重事故處理小組（AMT）

因應嚴重核子事故，本廠已參照美國 BWROG 所發展之通用嚴重核子事故處理指引 BWROG EPGs/SAGs REV.2(2001/03)，建置本廠專有之嚴重核子事故處理程序書（SAP-1/SAP-2 :Severe Accident Procedure；如附圖 6-1 及 6-2），並成立嚴重事故處理小組（Accident Management Team；AMT）之功能編組。

AMT 為 TSC 針對嚴重事故時所組成之功能小組。當電廠發生無法建立適當爐心冷卻，將可能進行圍阻體灌水之嚴重核子事故時，AMT 提供事故狀態的診斷及建議因應策略給 TSC。

AMT 小組長由核技組經理擔任，並依任務分為三個分組，各分組再分 2 班，作為輪替及後備之必要因應。小組長可另依實際需求，增加工作分組或組員（如 SPDS 聯絡員）。雙機組事故時另成立一組 AMT 獨立適職運作，AMT 小組長仍為核技組經理擔任。AMT 各分組成員及主要工作如下（摘錄自 1407 程序書）：

單機組事故 AMT 各分組成員及主要工作
分兩班輪班(各 12 小時)持續處理單機組事故

分 組	小 組 長	運轉聯絡組 分組長	安全分析評估組 分組長/(成員)	反應器工程技術 評估組 分組長/(成員)	核一廠 資訊平台
第一班	核技組經理	運轉經理 (兼任)	品質經理 (兼任) /(1~2 員)	核技經理 (兼任) /(1~2 員)	1.核一廠聯絡官 2 員(電算組)
第二班		運轉課長	安管課長 /(1~2 員)	安評課長 /(1~2 員)	2.TSC 助理 2 員 (核技組)
主 要 工 作	△建議成立 AMT △督導 AMT △遵循 SAGs △決策制訂 △預測救援 措施	△確認移轉至 SAGs △決定 SAG 分項 △圍阻體灌水影響 △最佳化救援時機 △系統回復優先次序	△控制參數趨勢 △RPV 流量評估 △系統狀態評估	△確認反應爐停機 △確認 RPV 破裂 △確認燃料損壞 △請 TSC/緊執會協助提供下列資訊 --圍阻體內氣體樣本 --預估釋放率	△中央災害應變 中心資訊平台 相關作業

雙機組事故 AMT 各分組成員及主要工作

分 組	小 組 長	運轉聯絡組 分組長		安全分析評估組 分組長/(成員)		反應器工程技術 評估組 分組長/(成員)		核一廠 資訊平台
A 組 第一班	核技組經理	先發機組 A	後發機組 B	先發機組 A	後發機組 B	先發機組 A	後發機組 B	1.核一廠聯絡官 2 員(電算組) 2.TSC 助理 2 員(核技組)
		運轉經理 (兼任)	大修資深 工程師	品質經理 (兼任) /(1~2 員)	資品課長 /(1~2 員)	核技經理 (兼任) /(1~2 員)	核工課長 /(1~2 員)	
B 組 第二班		運轉課長	模擬中心 講師	安管課長 /(1~2 員)	運品課長 /(1~2 員)	安評課長 /(1~2 員)	核技課長 /(1~2 員)	
主 要 工 作	△建議成立 AMT △督導 AMT △遵循 SAGs △決策制訂 △預測救援 措施	△確認移轉至 SAGs △決定 SAG 分項 △圍阻體灌水影響 △最佳化救援時機 △系統回復優先次序		△控制參數趨勢 △RPV 流量評估 △系統狀態評估		△確認反應爐停機 △確認 RPV 破裂 △確認燃料損壞 △請 TSC/緊執會協助提供下列資訊 --圍阻體內氣體樣本 --預估釋放率		△中央災害應變 資訊平台 相關作業

A 負責先發事故機組，共分 2 班(各 12 小時)持續處理雙機組事故

B 負責後發事故機組，共分 2 班(各 12 小時)持續處理雙機組事故

4.控制室

於發生嚴重核子事故而 TSC 尚未成立前，事故機組當值值班經理/值班主任依據緊急操作程序書（EOP 540.1～540.4、540.7）及核一廠斷然處置程序指引（1451）執行緊急應變處理行動之操作。TSC 成立後，於接獲控制室遵循 EOP 處理機組事故狀況，研判需進入 SAP 時，經 AMT 小組長（或其代理人）報請大隊長裁定，機組事故狀況將轉移由 TSC 主導後續的應變處理，並由 AMT 負責遵循嚴重事故處理指引，提供 TSC 必要之狀態評估及決策建議。

6.1.1.2 使用現有設備的可能性

- 1.本廠已依據 WANO SOER 2011-2 驗證嚴重事故使用設備的可用性及功能性，以 SAP 程序書(540.5 及 540.6)及 EOP 輔助程序書(540.7)範圍篩選，依設備屬性(Active/Passive)進行必要 Test 或 Inspect/Walkdown 方式完成驗證/檢視，查驗結果均符合要求。
- 2.對用以減緩嚴重事故相關程序書之設備進行清查，計分為兩大類，一為已裝置系統上之重要設備(固定式，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，有固定式與非固定式，部分具有機動性)，設備項目及清查結果分述如下：

(1)已裝置系統上之重要設備(固定式，用於一般與緊急狀況)

a.RPV/一次圍阻體注水：

- 1.低壓注水系統（LPCI），2.爐心噴灑系統(CS)，3.高壓注水系統（HPCI），4.爐心隔離冷卻系統（RCIC），5.冷凝水傳送系統（CST），6.反應器飼水泵(RFP)，7.消防水系統，8.圍阻體後備噴灑系統(BCSS)，9.緊急爐心注水系統充水泵，10.備用硼液系統(SBLC)及 RHR 海水連通管路。

b.一次圍阻體排氣：

- 1.一次圍阻體排氣系統，2.備用氣體處理系統，3.乾井噴灑，4.抑壓池噴灑。

c.反應爐功率控制

1.模式開關停爐(MODE SW S/D)，2.重複反應度控制系統--控制棒替代插入 (Alternate Rod Insertion, ARI)，3.控制棒(CR)，4.備用硼液系統。

d.RPV 壓力控制：

1.主汽機旁通閥，2.主蒸汽管路洩水閥，3.高壓注水系統測試型態，4.爐心隔離冷卻系統測試型態，5.蒸汽抽氣器(SJAE)，6.主汽機汽封蒸汽旁通閥，7.反應爐爐水淨化系統(RWCU)，8. RHR 停爐冷卻模式，9.安全釋壓閥/自動洩壓系統(SRV/ADS)。

e.一次圍阻體氬氣控制：

1.氬氣偵測系統，2.抑壓池排氣，3.乾井排氣，4.一次圍阻體空氣/氬氣沖淨系統，5.氬氣再結合器，6.乾井噴灑，7.抑壓池噴灑。

f.一次圍阻體控制：

1. RHR 抑壓池冷卻系統，2.乾井空調機系統。

g.二次圍阻體控制/放射性物質釋放控制：

1.備用氣體處理系統，2.二次圍阻體內區域空調機，3.汽機廠房通風系統，4.廢料廠房通風系統。

h.緊急電源：

1.水冷式緊急柴油發電機，2.氣冷式第 5 台柴油發電機，3.氣渦輪機。

i.熱移除(熱沉)：

1.聯合廠房冷卻水系統，2.緊要海水系統。

j.池水冷卻：

1.用過燃料池，2.抑壓池冷卻系統。

k.其他：

1.儀用空氣系統，2.聯合廠房冷卻水系統，3.廠用海水系統，4.緊要寒水系統

上述設備，均已依品保制度納入本廠定期測試、保養，並由 MMCS(電腦化維護管理系統)進行管控，現均處於可用狀態。

(2)支援緊急狀況之設備(通常用來應付緊急狀況，有固定式與非固定式，部

分具有機動性)

- a.AMT 小組作業場所硬體（含各成員電腦）及運作軟體
- b.事故處理所須參數指示儀表（包括 ERF 及盤面儀表）。
- c.替代硼液注入設備。
- 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.移動式空壓機（EDG 起動空氣備用）。
- g.TSC/OSC 柴油發電機。
- h.防火(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)，業已完成相關之「測試(Test)」或「檢視(Inspect)」/「現場巡查(walkdown)」，確認其設備可用並可發揮功能，各項設備檢視結果均正常，對預防保養未涵蓋之極少部分項目，已檢討修訂至 MMCS(電腦化維護管理系統)管控，定期執行預防保養。

- 3.現場查證或檢查緩減事故後果之重要設備(如防火設備)，渠等功能是否因地震/海嘯/水災之交互作用而喪失，並確認潛在弱點檢討：

核一廠已完成減緩事故後果重要設備之所在位置、耐震等級、使用電源來源及目前維護措施之查證，包括：反應爐灌水設備、反應度控制、氫氣控制、圍阻體排氣、反應爐排氣及壓力控制、用過燃料池緊急補水系統、緊要海水系統及防火設備等。各重要設備對火災、水災、耐震、海嘯事件現行電廠設計基準現場查證或檢查之結果如下：

(1)火災方面：

- a.核一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.核一廠與安全停機有關區域之消防設施（除源頭設備、管線外）為耐震一級。

(2)水災方面：

將興建海拔 17 公尺高的海嘯牆以保護機組廠房，於 5 號柴油發電機出入口增設水密門並補強緊要海水泵室的防水能力(在 ESW PUMP ROOM 建造防海嘯牆。)。

(3)耐震方面：

- a.核一廠反應器廠房、緊急爐心冷卻系統均採耐震一級之設計，反應器廠房燃料吊車亦同，且已完成增設機械煞車裝置，可防止發生滑移而墜落。
- b.「核能電廠耐震評估專案小組」已完成核一廠全黑啟動氣渦輪機系統、儲油槽及生水池之勘查。
- c.核一廠發、變電相關設施廠房內，非屬系統上既有之設備、器材、雜項物件等各種物件之臨時性或長期性之存放皆有管理辦法，以確保這些物件之儲放位置，於地震或平時均不會損壞安全設備。

(4)海嘯方面

依據現有已知之相關分析、調查，包括福島事件後國科會所做之海嘯分析，顯示電廠現行之海嘯設計基準仍符合 FSAR 之分析假設。

6.1.1.3 使用移動式設施

本廠已增購 12 台 480V 移動式柴油發電機、新配置 1 台 4.16kV 柴油發電機電源車、2 台移動式柴油空壓機、3 台小型移動式空壓機、及 8 台移動式大型消防泵等設備，若電廠發生超出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補水，電廠已建置程序書 1451「核一廠斷然處置程序指引」，包括各種因應方案（如後備動力、水源、氣源，及灌水途徑、必要之圍阻體壓力、氬氣控制等），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，立即將可用後備水源注入反應爐，確保核燃料受水覆蓋，防止燃料受損及放射性物質外釋。

程序書 1451「機組斷然處置程序指引」(Ultimate Response Guideline) 以下簡稱 URG。為電廠遭遇地震、海嘯等超出設計基準事故之複合式災害，或喪失緊急海水(ESW)及所有廠外(內)交流電源情況下，提供指導策略及操作

步驟，以達到下列目的：

- 1.維持反應器爐心冷卻。
- 2.維持控制室監控功能。
- 3.防止(減少)放射性物質外釋。
- 4.移除廠房氫氣積存。
- 5.維持燃料池冷卻及用過燃料的淹蓋。
- 6.本指引目標為長時間維持爐心冷卻、燃料池冷卻及用過燃料的淹蓋，積極修復救援設備並恢復長期冷卻能力。

其中各項策略，已預先規劃建立於 1451 程序書之附件（說明如下），並可迅速據以執行。斷然處置第一/二/三階段各項策略，並須於啟動後 1/8/36 小時內完成列置，按照決策執行。

1451 程序書附件四：核一廠斷然處置行動策略及通報流程。（本文之附圖 6-3）

1451 程序書附件一：核一廠斷然處置程序流程圖。（本文之附圖 6-4）

1451 程序書附件二：核一廠用過燃料池冷卻緊急應變流程。（本文之附圖 6-5）

鑑於複合式災害發生時，各種電廠現有系統、設備或水源設施可能同時喪失，因此，需充分將廠內外可資利用的資源與方法納入考量，故規劃移動式的電源、水源與氣源，其機動性的佈置與處理時間，列於程序書 1451「核一廠斷然處置程序指引---附件三、核一廠兩部機組執行斷然處置程序指引之替代操作措施」供以參循，以因應複合式災害的各種可能情境。

6.1.1.4 後勤供應管理

發生緊急事故時，即依電廠程序書 1411「後勤與設備支援程序」，由緊急供應隊提供後勤與設備支援。

緊急供應隊以供應組經理為隊長，依次選派課長為一至三級代理人，以供應組及會計組人員為隊員，緊急供應隊長負責後勤供應管理：

- 1.協調後備人力，以支援緊急應變組織。
- 2.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。

- 3.持續更新廠內緊急工作人員名單及集合地點。
- 4.財務與會計之支援。
- 5.評估目前及將來人力及設備要求。
- 6.派員到集結待命地區當協調員。
- 7.了解廠外情況（如風向、進出交通路線）。
- 8.向有關單位申請後勤支援。

6.1.1.5 輻射外釋的管理及局限輻射的準備

當發生嚴重事故時，本廠對於輻射外釋的管理及局限輻射的準備，可分放射性氣體及放射性液體外釋二部份，茲說明如下：

1.放射性氣體外釋方面

- (1).正常情況下，一次圍阻體可藉由自動隔離之設計功能，將放射性物質包封在圍阻體內，以防堵意外事故時分裂產物外釋之情況，確保廠界外輻射劑量(Off Site Dose)不會超過 10CFR100 規定。
- (2).當緊急事故發生使廠界輻射率達到 5Ci /sec 時，則依據 EOP 程序書 540.4「二次圍阻體與放射性物質釋放控制」進行相關必須隔離之所有洩漏；若事故持續惡化至需進入 SAP 後，依據程序書 540.6 之「圍阻體和放射性物質釋放控制(SAP-2)」規定，當二次圍阻體 HVAC 輻射強度超過 100 mR/hr 時，需確認 HVAC 已隔離，並起動 SBGTS，有效過濾放射性物質。
- (3).當 EOP/SAP 執行救援行動過程中時，若圍阻體因壓力、氫氣濃度過高，或因圍阻體無法承受 RPV 能量沖放而可能造成圍阻體失效時（圍阻體之壓力抑制能力），依照 EOP/SAP 規定，必須強制進行一次圍阻體排氣（操作程序詳如程序書 540.3），以確保一次圍阻體完整，避免導致放射性氣體無法控制的大量外釋。
- (4).若發生類似福島事件之複合性災難時，預期圍阻體沖/排氣系統可能因為電源喪失而失去功能時。電廠將依據已規劃完成之斷然處置第一階段策略 CS.1-03--廠區全黑圍阻體排氣進行操作。

2.放射性液體外釋方面

(1).放射性液體外洩可能途徑:

意外事件造成放射性物質外洩，首先可能洩入該廠房內集水池後溢流，或最壞狀況係淹沒廠房底層 1~2 樓後，進一步溢出廠房外時，會流入廠區雨水下水道，或滲入底層有裂縫的海水排水渠道，此皆由電廠冷卻海水出水口流入大海。

程序書 912 規定，當發生地震並接獲運轉員通知停止廢水外釋時，應立即停止廢水外釋，待地震停止後，檢查廢料系統及廢水外釋管道相關設備、儀器正常，並確定安全無虞後，才可再進行外釋排放。

(2).因應方案：

意外事件造成放射性物質外洩，造成對本廠之衝擊，經評估本廠最大廢液儲存空間最多可達 51,400 立方公尺（原儲存廠房由廢料廠房改至汽機廠房底層，#1/#2 號機共有 51,400 立方公尺）。

立即通報緊執會與中央災害應變中心，必要時由中央災害應變中心協調輻射偵測中心派專業人員進駐海邊加強監測。

本廠程序書針對緊急搶修之支援人力，其相關之進廠程序及輻防管制程序，已有完整的規範，但對於複合式災害可能需求之極少數特殊專業人員，如情況許可，仍要求編入本廠緊急工作隊，再依現行程序書任務編組進行搶修作業。

在考量搶救時效之緊急情況下，而無法納入編組者，由 HPC 保健物理人員作約 5~10 分鐘之搶修輻射安全講習，說明緊急曝露之法規規定、接受輻射之風險及現場輻防狀況，搶修輻射劑量警報限值，並徵得當事人之劑量授權同意簽名。會同支援人員前往現場，並指導相關輻防注意事項。

搶救人員進入輻射管制區前，由 HPC 保健物理人員每人發予佩章及輔助劑量警報計，並指導搶救人員有關輻防衣物之穿著及輻防裝備之使用等。

搶修後，由保健物理人員協助前往指定之臨時管制站進行全身污染偵測及去污作業，依接受劑量多寡執行必要劑量查核及醫護照顧，確保搶修人員輻射安全。

6.1.1.6 通信設備及資訊系統

1.電廠正常/緊急通訊設備(包括電源、設備、臨時佈線、PHS 基地台等)現行設計：

(1) PA (廣播通話系統)

a.由不斷電系統 SUPS-1 供電。

b.汽機廠房、反應器廠房及屋外部份可操作隔離獨立運作，以避免單一區不可用時，造成全廠不可用。

(2)衛星電話

附電池，可待機 48 小時，充電器為 110V AC 電源。

(3)廠內電話

a.有設置獨立 8 小時 48 VDC 300AH 蓄電池及充電機一次側為 220VAC 單相電源。電源來自 11kV 系統/監控室 UPS(後備)。

b.替代停機盤(ASP)系統之電話依安全等級配管敷設。

(4)低功率二哥大(PHS)

a.依附於廠內電話系統。

b.一般方式架設，一般業務通訊用。

(5)廠外電話

a.中華電信(除專線外)與廠內電話總機連結。

b.公司微波通訊系統，有設置 8 小時 48 VDC 300AH 獨立蓄電池及充電機一次側為 220VAC 單相電源。

2.正常/緊急通訊設備超出設計基準之因應措施與強化方案：

(1)總機充電機可用目前已準備之單相 220V 移動式汽油發電機作為後備電源；即可保持廠內電話及 PHS 可用。

(2)目前本廠總機室設於主警衛室外之辦公大樓地下室，易受海嘯淹水而喪失功能，已將其遷移至高處。(微波設備已遷移至供應大樓二樓)

6.1.2 必須評估的事故管理措施

日本 311 強震引發大海嘯，造成福島一廠重大核子事故，導致廠區全黑，喪失爐心緊要救援電源；本廠檢視現有電廠設計、設備、緊急應變措施等，確

認在類似事故設計基準上，較福島電廠在深度防禦上為佳(例如本廠設有獨立氣冷式第 5 台緊急柴油發電機及位於高處的 10 萬噸生水池可依重力補水進入洩壓後的 RPV，說明如下)。另對於超出設計基準時之因應作為，已進行深度防禦之補強措施，以具體強化本廠因應複合式災害之應變能力。

A.在 311 事故發生前，本廠即較福島一廠對於因應事故具有優勢者說明如下：

- 1.本廠 ESW 緊要海水泵廠房位置較高且是有廠房建物保護的。
- 2.本廠 EDG 是位於平面樓層且處於耐震 1 級廠房內。
- 3.本廠配備有氣冷式第 5 台緊急柴油發電機可做為核能機組的備用。
- 4.本廠有位於高處的 2 部氣冷式氣渦輪發電機可充份做為機組事故所需之電源。
- 5.本廠西側山上有標高 62 公尺的 10 萬噸生水池可藉重力即可注水進入已洩壓的反應爐。

B.在 311 事故後，除已建立斷然處置程序外，另有購置多台移動式 EDG 並已將各種水源(溪水/海水)列入救源之列。

6.1.2.1 廠房週邊基礎設施受到廣泛破壞

電廠緊急應變計畫(1400 系列程序書)，已對緊急控制大隊各組織，包括當值值班人員、緊急後備運轉隊，均有明訂其分工權責及動員方式。另外對於事件發生於「正常」或「非正常」上班時段之緊急應變人力之檢討如下：

1.事件發生於正常上班時段：

- (1).可能發生運轉值班人員無法抵達電廠接班情形，但此時模中有訓練班人力，另有機動支援班十數人(皆為持照人員)及運轉組人力，可接替及協助機組運轉處置。
- (2).維護人力除各部門均在廠內外，另有平時長期合約駐留廠區承包商之維護人力可達百人以上，應可滿足緊急情況設備維護需求。
- (3).廠內消防班人力於二值時段配置 8 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 25 人，可協助消防工作。

2.事件發生於非正常上班時段：

- (1.)經調查居住廠區茂林單身備勤宿舍值班(含運轉組)人員計有 23 人，將

可優先通知協助機組運轉工作，以因應運轉值班因接替人力無法抵達之情況；另居住淡水備勤宿舍、淡水、金山、石門等鄰近地區值班人員有 102 人，也可在外援抵達前，先行進廠協助。

(2).經調查居住廠區茂林單身備勤宿舍維護人員(機、電、儀、修、保健物理等)人員計有 45 人，將可緊急動員進行設備搶修工作，另居住淡水備勤宿舍、淡水、金山、石門等鄰近地區維護部門同仁有 186 員，也可通知進廠協助緊急應變處置。另電廠維護協力商亦有許多居住於金山、石門地區之技術人力，且維護合約中，均列有緊急搶修項目，遇有緊急事故時，可洽協力廠商就近人力支援。

(3).消防班人力於非正常上班時段維持 6 名消防員在廠，消防班外包人員均為金山、石門地區居民，遇有狀況時將可緊急通知入廠。另有駐廠保警人力，亦可協助救災事宜。

(4).若事件發生於非上班時間，而廠外人員無法抵廠時，對於維護人力需求衝擊較大，須借助協力商居住金山、石門、基隆之技術人力協助。

(5).本廠已與新北市政府消防局簽訂「消防救災支援協定書」，支援單位之人力、車輛、機具，將依災害之特性，進入災區支援搶救。

3.使用廠外技術支援以為事故管理(包括廠外支援不可用的應急措施)

當電廠萬一發生緊急事故，道路不通時或其他不預期狀況時，核能電廠能及時通報『中央災害應變中心』統一指揮調度國內運輸工具，即時安排吊運器材及人員運送，使救災所需人員和器材能及時協助處理。

若遇緊急事故，OSC 再入隊搶修人力不足時，需尋求本廠各維護組備援人力(後備再入隊)及廠外協力廠商人力，進廠支援機組搶修作業。

若因海嘯道路中斷廠外支援不可用時，本廠緊急應變組織各工作隊已編組可分批輪替，利用廠內原有備援設備搶救機組。

4.程序書、訓練、及演習

(1).電廠每年均對於運轉持照人員進行 30 小時模擬器訓練，其內容包括：正常電廠運轉演練（含測試及行政責任）、核能蒸汽供給系統異常之演練、系統設備異常之演練、影響重要安全功能之緊急事件(EOP)演練、運轉團隊提出之訓練需求、運轉經驗回饋，融入相關異常、緊急

事件之演練，及嚴重事故處理小組（AMT）將規劃每兩年進行必要訓練，另對於「斷然處置指引程序」預定比照 SAP 訓練頻度，納入電廠例行訓練。

- (2).此外，對於不同程度之事故型態，台電公司將依照緊急應變計畫（1400 系列程序書），動員必要組織，以整合公司內外資源，達到控制電廠事故的目的。本廠每年均會進行緊急計畫演習，及定期配合地方政府進行核安演習。期間包括對於緊急計畫人員進行例行訓練，並依據演習事故嚴重性進行 EOP/ SAP(100 年緊急計畫演習亦包括斷然處置程序)之推演訓練。
- (3).針對廠外支援極少數特殊專業人員，如時間許可，仍須要求先執行輻射防護訓練，內容包括緊急輻射防護及風險告知等內容，再進行搶修作業。在考量搶救時效之緊急情況下，而無法事前給予輻射防護訓練者，則由本廠施與約 5-10 分鐘之緊急搶救講習，並由輻防人員或工安人員陪同前往現場搶修，隨時指導相關輻防及工安注意事項。有關其進廠作業之相關輻防管制規定已列入程序書 903 進出管制程序中規範。

5.廠外通訊方案

本廠對外通訊有市話、微波電話、衛星電話、原能會和緊執會及石門消防隊直通電話、手機及視訊會議等多重系統。

本廠程序書「1420 消防程序」，已訂電廠若發生重大火災、風災、水災、震災、爆炸以及複合式等災害時，消防班當值班長應依消防班緊急通訊冊通知其他消防班員入廠協助救災；另已建立核一廠緊急應變人力通訊名冊，並完成規劃金山、石門、淡水人員呼叫進廠支援機制。

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

電廠發生嚴重事故而造成廠區局部高劑量率、輻射污染及許多設施受損時，本廠之輻射防護因應措施如下：

- 1.於搶修作業前，保健物理先派員至現場/主控制室執行輻射、污染及放射性空氣濃度偵測。

2.依現場/主控制室測得之輻射狀況，及考量主控制室可進出及適居性，以規劃輻射防護措施：

(1).對高劑量率、輻射污染之區域，評估裝設輻射屏蔽或進行清潔除污，降低輻射劑量率以保護工作人員。

(2).評估搶修/值班人員最長工作許可時間，必要時進行計時管控。

(3).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。

本廠鉛衣存量共有 140 件，鉛毯存量為 2500 件，審慎規劃管控現場搶修人員數量及鉛衣，鉛毯之使用，目前存量應足以因應短期事故搶救之需求。若因事故嚴重且長期的事故需求，將請求友廠支援因應。

鉛衣，鉛毯分別配置於現場和洗衣房，依本廠 113.5 程序書「災害防救器材備置及管理」半年檢查一次。

3.事故期間之輻射管制，依 1415 程序書作業程序對事故搶修人員或撤離人員之污染偵檢與去污作業，俾以保護人員之安全及防止污染擴大。

(1).事故現場搶修人員之偵檢與去污

a.現場搶修之進出口應設置臨時管制站包括污染隔離墊、手提污染偵測器及必要之防護。

b.人員欲離開臨時管制站時須先脫除輻射防護裝備後，再自行使用污染偵測器執行偵測。

c.經偵測無污染者可即行離去，回作業支援中心（OSC）待命。

d.測得污染者由緊急輻射偵測隊通知緊急救護去污隊協助除污，去污設備如程序書 913 第 5.0 節所列。

e.緊急救護去污隊視其污染程度及污染部位依據程序書 913 第 6.0 節之去污程序進行人員除污，污染未能除至放行標準時，應取得大隊長之同意後由 TSC 電話通知放射試驗室（後備去污場所）並由緊急救護去污隊人員陪同下將污染人員送往放射試驗室除污。

f.人員監測及去污之過程及去污前後之污染情況，應依附件之格式保存紀錄。

(2).撤離人員之偵檢與去污

a.緊急救護去污隊事先備妥攜帶型人員去污箱及其它防護裝備與手提

污染偵測器，存放於緊急救護去污隊集合地點。

- b.當下達廠區集結待命命令時，由大隊長視當時情況決定非緊急工作人員撤離至集結待命地區，緊急救護去污隊應派員於集結待命地點，執行偵檢作業並在適當地點設置臨時去污站，偵測重點應包含全身由頭到腳各部位，偵測器移動速度不可過快應該有足夠反應時間，判定是否污染。
- c.臨時去污站之設立應有完整之圍籬，鋪設牛皮紙、污染隔離墊及除污、偵測等有關裝備。
- d.為儘快離開事故廠區，原則上撤離人員之污染偵檢在到達集結待命地點後，於下車時逐一進行偵檢，無污染者在指定地點集合待命，測得污染者先將污染部位隔離後前往臨時去污站接受除污。
- e.在臨時去污站除污過程中所產生的廢棄物應集中放入塑膠袋內，經偵測標示後由緊急救護去污隊人員押送，以放射性廢料收回電廠處理。
- f.人員監測及去污之過程及去污前後之污染情況應保存紀錄壹年。
- g.人員如已受污染且經判斷可能受到體內污染時，則安排送請放射試驗室進行全身計測或生化分析。

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. 核一廠考慮外部天然災害引發危害可能造成的改變或監視了解其改變，業已加強監視機制，修訂或建立相關監測或因應程序，如：本廠「104 管理實務」程序書中對廠區乾華溪土石流的監測，要求定期與不定期之監測，若土石流達警戒基準值或降雨達豪大雨量，則將視需要成立危機處理小組，並分析狀況評估其對電廠之衝擊，以期預知危機與及時掌握可能的改變，俾提早採取因應措施，降低其不良影響。
- 2. 至於對廠區地形地貌之變化掌握，業經實勘量測，根據其變化業已完成評估對目前電廠組態所造成的衝擊，另目前台電公司正辦理核一廠地質調查及地震危害度再評估等案，以確認可能之影響。
- 3. 若實際發現外部危害對電廠造成任何的改變，在未改善復原前，本廠會對

改變狀況定期評估監測，以確實掌握其對電廠組態所造成的衝擊。

4. 鑑於日本福島電廠事件，電廠已進行「電廠核安全防護總體檢評估」，檢討超出設計基準的情況，並進行電廠體質之對應改善。包括建立電廠程序書 1451「核一廠斷然處置程序指引」，本程序書除規劃各項設施的整備並包含採行時機與流程等，以最短時間之「決斷行動」，將所有可資運用的水源排列完成，適時將可用水源注入反應爐（或燃料儲存池），確保核燃料受水覆蓋，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。

(1)時效性：電廠斷然處置程序指引(1451)，主要策略不同於 EOP/SAP 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。

(2)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。

(3)有效性：電廠依據各項評估結果，建置之「斷然處置程序指引」，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. 直流電源：本廠在 SBO 下，設計基準的 125V 直流電源電力供應可維持 8 小時，如對 125V DC Battery #6 對 Battery #1、Battery #2 的轉供電操作，藉既有的直流 125V DC 系統之三只轉供配電盤-I/II/III 達成全黑 24 小時供電。
2. 交流電源：在發生廠區全黑事件下，為緊急提供 4.16kV/480V AC 之電源已做相關評估及改善，包括：

(1)已修訂程序書，指引操作 5th EDG 緊急時同時供電至兩部機組。

- (2)已備妥必須之電纜及相關操作程序書，將氣渦輪機附屬之二台 4.16kV 1100kW 柴油發電機提供廠內機組 4kV BUS 緊急可用電源。
- (3)已增購 12 台 480V 移動式柴油發電機及成立 DCR 安裝供電接頭及線路。
- (4)由總處採購 6 台 4.16kV 1500kW 柴油發電機電源車中，本廠配置一台。

6.1.2.5 儀控系統失效的可能性

電廠主要安全相關儀器，均為耐震一級。然於類似「日本福島電廠」之複合性災害，主要儀器將可能受到電力供應之影響而失去其監測控制的功能，而電廠對於儀控電源使用之直流電力（包括不斷電系統），設計上均可因應 SBO 之初期 8~24 小時能力。由於電廠斷然處置行動中，已詳細規劃多項電力恢復及延長的方案，因此對於儀器的電力供應，將有充分時間允以恢復。

另外電廠斷然處置行動，主要以 RPV 緊急洩壓、緊急補水及圍阻體排氣為方向之救援策略，即便儀器不可用時，電廠只要依照事故發生之情況（如地震、海嘯或 SBO）進行「斷然處理」。即可達成淹蓋爐心終止事故惡化的目的。

當事故發生時，電廠將成立 TSC（包括嚴重事故處理小組:AMT），其中 AMT 小組長依實際須求增加 SPDS 聯絡員，以分析評估偵測 EOP 控制參數的儀器可用性及可靠度，並對每一個參數值做最正確的評估及預測，並將評估結果提交 AMT 小組長及緊急控制大隊長，掌握電廠狀態據，增加電廠事故控制的能力。

6.1.2.6 廠址內其他臨近機組的可能效應

對於兩部機組因應複合式災難，同時發生事故情況：

1.設備檢討與強化方案：

本廠安全防護總體檢，其中在「一/二號機組相互支援之因應措施」議項中，已針對電廠水源、電源、氣源分類：

- (1).廠用海水連通
- (2).CST(冷凝水儲存槽)傳送系統、DST(除礦水儲存槽)傳送系統
- (3).大修用空氣壓縮機冷卻系統
- (4).生水(消防系統)

(5).廢液處理系統

(6).儀用空氣連通

(7).儀用空氣系統由廠外空壓機支援

(8).水冷式緊急柴油發電機(EDG-1A/1B/2A/2B)或氣冷式第五台緊急柴油發電機(5th EDG)提供事故機組緊急匯流排之電力。

(9).69kV 起動變壓器 ST-A(S)、345kV 起動變壓器 ST-B(S)提供廠外電力至事故機組緊急匯流排

(10).本廠裝設有兩部氣渦輪發電機，當外電喪失時，只要一部氣渦輪發電機成功併聯運轉，就可提供兩部核能機組所需的全部電力

已完成現行可相互支援設備之支援措施及對事故減緩及救援之功用之查證，並提出相關檢討及強化方案。

2.雙機組事故發生時，外界環境可能遭致嚴苛的破壞，會使技術支援中心緊急控制小組人力的動員成效，受到衝擊。本廠已充分檢討擴增技術支援中心、緊急控制小組、嚴重核子事故處理小組等成員人力配置，於程序書「1406 緊急組織動員程序」及「1407 TSC 動員與應變程序」完成修訂，適當規劃建置緊急控制小組兩組人力運作時之輪替代理人力，確保事故的處理不受持續性較長時間的影響。

3.因應雙機組事故，將完成強化技術支援中心與後備技術支援中心裝置與設備之改善，使可同時對雙機組狀況連線與多螢幕分開顯示，俾能同時掌握不同機組之狀況，進行即時之對策處理。另每兩年辦理一次嚴重核子事故處理小組成員之訓練，以強化雙機組事故發生運作時無虞。

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

當電廠發生喪失爐心冷卻功能時，依循 EOP 540.1/540.2 程序書，必要時允許不管降溫率，將 RPV 緊急洩壓維持爐壓在 15kg/cm^2 以下，並執行一次圍阻體之排氣，配合 535 廠區全黑程序書，以 EDG、5th EDG 或氣渦輪機供電給兩部機的緊要匯流排，利用蒸汽驅動水泵如 RCIC 或 HPCI 系統對 RPV 進行補水。

若發生超出設計基準事故廠區全黑狀況時，手動開啟 SRV/ADS 盡速降低反應爐壓力至 15kg/cm^2 ，並持續以 RCIC/HPCI 維持 RPV 於正常較高水位。RCIC 及 HPCI 皆無法運轉或失效後，確認已有注水流徑列置完成，將 RPV 緊急洩壓(確認壓力降至約 3kg/cm^2 以下)使反應爐得以注水並維持水位控制。(詳如程序書 1451 附件五 策略表 CS.1-02 廠區全黑反應爐降壓)確保爐心不會有高壓受損的情況。另目前電廠程序書 1452.3 第 2 節已有相關手動替代操作程序，可提供 SRV 開啟所須之直控制電源和氣源。控制電源可由新增移動式柴油機供應。

6.2.1.2 瀕危效應及發生該效應所需之時間

在喪失電力及爐心補水情況時，可由 RCIC 維持反應爐水位，RCIC 設計基準上可以直流電力維持 8 小時，另透過負載的管控以及 125V SWBD #6 的轉供機制，可維持 RCIC 直流電源 24 小時，期間依本廠程序書(1451)附件五相關策略建立後備的電源、氣源，即可執行救援操作，長期維持爐心冷卻，不至發生喪失電力及爐心補水情況之瀕危效應。

依據 MAAP5 程式模擬電廠全黑事故時序分析：(詳本章之附件一--核一廠 RCIC 不同持續時間(0~24 小時)分析與模擬)

- 1.本廠在 RCIC 正常運轉 8 小時的情況下，則在事故發生後 11.19 小時之後，爐心水位將從正常運轉水位到降低至爐心燃料裸露。而在事故發生後 12.42 小時，爐心燃料溫度即會超過 2200F ，爐心燃料開始受損；
- 2.如 RCIC 正常運轉 24 小時的情況下，則在事故發生後 27.94 小時之後，爐

心水位將從正常運轉水位到降低至爐心燃料裸露。而在事故發生後 29.53 小時，爐心燃料溫度即會超過 2200F，爐心燃料開始受損。

6.2.1.3 現行管理措施的適切性

電廠因應複合性災害之情況，已於斷然處置程序指引規劃值班人員配置及 3 階段點檢表，其中第 1 階段之相關項目為需在短時間內(1 小時內)由廠內人力必須能獨力完成。由廠內當值人員整合廠內人力，運用既有資源，迅速及時執行斷然處置程序指引程序書(1451)，斷然處置第一階段策略 CS.1-01 生水(消防水)注水入反應爐，於啟動後 1 小時內可完成列置，並按照決策執行生水/消防系統 Line-up/接臨時管注水入反應爐之緊急操作，以防止爐心燃料裸露發生爐心熔毀，使能有效緩和機組狀況並獨力持續運作 24 小時為原則，然後緊急應變組織動員人力到達就位，次第接替並展開後續處理行動。因此電廠斷然處置規劃，可以在瀕危效應發生前完成整備，並將各項規劃水源注入反應爐，確保爐心為水覆蓋，不會發生燃料受損的瀕危情況。

6.2.2 喪失冷卻功能：在爐心燃料受損之後

6.2.2.1 減緩措施

爐心燃料受損之後，本廠配合嚴重事故處理指引 (SAP-1)，針對不同事故狀況 (RC/F-1~RC/F-6)，執行 RPV 和一次圍阻體灌水和圍阻體和放射性物質釋放控制 (SAP-2)之圍阻體壓力、氫氣及餘熱移除等控制策略，達到終止燃料劣化的目的。且 URG 及 SAP 均涵蓋圍阻體壓力、氫氣及餘熱移除等控制策略，持續維持圍阻體之可用性，降低放射性物質外釋的可能。

另外電廠斷然處置程序指引之整體規劃，包括建立後備的電源、氣源、水源執行救援操作，配合 SAP 規劃之最佳方式，將水注入反應爐/圍阻體，以維持爐心燃料為水覆蓋，降低燃料受損可能，並確保反應爐壓力槽(RPV)及圍阻體之完整性，降低放射性物質外釋的可能，使電廠達到長期穩定可控制的狀況。

6.2.2.2 瀕危效應及發生該效應所需之時間

依據 MAAP5 程式模擬電廠全黑事故時序分析，本廠在 RCIC 正常運轉 8 小時的情況下，則在事故發生後 11.19 小時之後，爐心水位將從正常運轉水位到降低至爐

心燃料裸露。而在事故發生後 12.42 小時，爐心燃料溫度即會超過 2200°F，爐心燃料開始受損。

6.2.2.3 現行管理措施的適切性

反應爐壓力槽受損之後，本廠依據 SAP-1 & SAP-2 策略維持圍阻體的完整性，以降低分裂產物的外釋量，對應的指引有氫氣控制(PC/G)、一次圍阻體控制、二次圍阻體控制及放射性物質釋放控制。

電廠另可依據斷然處置程序指引，及時回覆爐心水位，可防止燃料受損可能。同時配合 TSC 之嚴重事故處理小組 (AMT)，以遵循嚴重事故處理程序 (SAP)，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。且斷然處置程序指引及 SAP 均涵蓋圍阻體壓力、氫氣及餘熱移除等控制策略，持續維持圍阻體之可用性，降低放射性物質外釋的可能。

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

核一廠圍阻體內設有氫氣偵測系統(HOMS)可偵測氫氣含量，利用圍阻體充氮系統進行沖淨和運轉備用氣體處理系統(SBGT)，可發揮稀釋氫氣及排除功能。本廠可能積聚氫氣的廠房僅有二次圍阻體廠房，目前為建立排氣路徑來減少氫氣的積聚、故利用移動式發電機供電至備用氣體處理系統(SBGT)進行排氣，並已完成在反應器廠房 5F 屋頂增設可手動及遙控開啟之 Blowout Plate，於複合式緊急事故發生時，可先行打開防止反應器廠房內氫氣積存，避免氫氣爆炸。

反應爐壓力槽受損之後，本廠依據 SAP-2 對應指引的氫氣控制(PC/G)策略執行一次圍阻體排氣和沖淨，以降低一次圍阻體氫氣濃度。考量在超出設計基準事故時，儀器可靠度可能降低，進入程序書 1451(核一廠斷然處置程序指引)，於執行反應爐緊急洩壓時，為避免氫氣累積發生爆燃與一次圍阻體過壓，致使圍阻體完整性被破壞。得暫不考慮輻射釋放率，將二次圍阻體卡車雙重門及二次圍阻體樓頂釋壓板開啟以避免二次圍阻體氫氣累積發生爆燃。

於電廠搶救過程中，除依據 URG 建立爐心補水，避免氫氣持續產生外，氫氣控制系統所需電力，也在 URG 優先恢復的範圍內。一旦電源恢復後，即可起動事故後氫氣再結合器降低氫氣濃度外，配合圍阻體排氣等策略，有效避免氫爆的可能情況。

6.2.3.2 防止圍阻體過壓

在喪失電力及爐心補水情況時，可由 RCIC 進行降壓及補水，透過負載的管控以及 125V SWBD #6 的轉供機制，可維持 RCIC 直流電源 24 小時，期間依本廠斷然處置程序指引程序書(1451)，斷然處置第一階段策略 CS.1 -01 生水(消防水)注水入反應爐，於啟動後 1 小時內可完成列置，並按照決策執行生水/消防系統 Line-up/接臨時管注水入反應爐之緊急操作，及時回覆爐心水位，防止燃料進一步損害。

本廠 SAP-2「圍阻體和放射性物質釋放控制」PC/P 中可使用圍阻體排氣及圍阻體噴灑系統來降低一次圍阻體的壓力，另可利用圍阻體洩壓系統(Direct Torus Venting System)直接洩壓，以避免圍阻體過壓失效。其設計壓力為 80psig，容許流量為 284,407 lbm/hr。

6.2.3.3 防止再臨界

本廠在執行 SAP-2 反應爐功率控制 (RC/Q) 時，會確認反應爐模式開關於「SHUTDOWN」位置、RRCS ARI 已動作及執行 SBLC 注硼至 RPV 直到硼液槽液位降至 0%，反應爐已停爐。另啟用 RHR 停爐冷卻時，監視 WRNM 廣程中子監測系統以掌控已注入之硼液不被稀釋，防止發生再臨界。

若因事故造成備用硼液系統不可用，緊急注硼因應措施如下：

1. 有電情況下，硼液注入方式有：(1).從備用硼液控制系統硼液槽經由爐水淨化系統打入爐心。(2).以硼砂/硼酸經由爐水淨化系統打入爐心。(3).以除礦水儲存槽經由控制棒驅動系統打入爐心。
2. 當發生廠區全黑事件時，將倉儲內備用硼酸、硼砂，製成硼液以沉水泵輸送至消防水車，再將消防水車內之硼液泵送經由餘熱移除系統注入爐心，避免反應爐發生再臨界的情況。
3. 各核能電廠對於採購備用硼酸、硼砂，除考慮現有倉儲空間外，並以執行圍阻

體灌水至 TAF 高度，及比照 RPV 安全停機之硼濃度計算所需之硼酸、硼砂量，完成額外增購量。

6.2.3.4 防止圍阻體基座熔穿

本廠 SAP-1 RPV 和一次圍阻體灌水之事故處理程序書，對乾井噴灑/灌水之操作指引，目的在確保爐槽失效時爐槽底部周圍為水覆蓋，當熔渣流入時仍足以獲得冷卻，防止圍阻體基座熔穿。

另本廠已新增斷然處置程序指引程序書(1451)，建立後備的電源、氣源，可執行救援操作。斷然處置程序指引已涵蓋圍阻體壓力、氫氣及餘熱移除等控制策略，可有效持續維持圍阻體之可用性。

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

電廠 EOP 因應事故期間採行圍阻體排氣方式，主要依據 EOP-PC 540.3 「一次圍阻體控制」所列系統（包括 SBGT 系統、正常沖放供給/排出系統、事故後沖放供給系統、乾井至一次圍阻體排放閥及乾井緊急真空破除閥。）進行圍阻體排氣控制，必要時可移除隔離連鎖，其策略已包括預期廠區全黑後須執行 CTMT 排氣/沖淡之方案。

當發生超出基準事故，喪失相關電源時，電廠可依據斷然處置程序指引程序書(1451) 所建立後備的電源，包括起動 5th EDG、氣渦輪發電機或以新增移動式柴油機等方式，恢復上述系統可用性。

為確保於超出基準事故狀況時，電廠用以應變之必要緊急設備，均能於短時間內獲得電源，電廠已規劃提出相關之強化措施，可緊急提供 4.16kV/480V AC 之電源所需，包括：

1. 已修訂程序書，指引操作 5th EDG 緊急時同時供電至兩部機組。
2. 已備妥必須之電纜及相關操作程序書，將氣渦輪機附屬之二台 4.16kV 1100kW 柴油發電機提供廠內機組 4kV BUS 緊急可用電源。
3. 已增購 12 台 480V 移動式柴油發電機及成立 DCR 安裝供電接頭及線路。
4. 由總處採購 6 台 4.16kV 1500kW 柴油發電機電源車中，本廠已配置一台。

6.2.3.6 瀕危效應及發生期限的風險發生該效應所需之時間

在保守條件假設下，由核安處委託核研所以 MAAP5 程式評估，分別假設 RCIC 於 8 小時及 24 小時後因故失效，導致喪失爐心補水及冷卻情況，計算結果(以 RCIC 失效時間起算)：

1. RCIC 運轉 8 小時：

圍阻體過壓（未考慮 RPV 已洩壓及圍阻體排氣）：19.26 HR。

2. RCIC 運轉 24 小時：

圍阻體過壓（未考慮 RPV 已洩壓及圍阻體排氣）：33.78 HR。

6.2.3.7 現行管理措施的適切性

本廠現行設計一次圍阻體完整性以熱移除與逸氣方法，以避免圍阻體過壓：

1. 一次圍阻體以內部通風保持乾井氣溫，減輕乾井內部機件設備劣化。
2. 一次圍阻體氣體控制系統(PCACS)，在設計基準事故發生後，抑壓槽壓力上升至壓力限值前，可先從抑壓槽進行逸氣排放，降低一次圍阻體壓力低於限值，維持一次圍阻體完整，其次再從乾井進行排放。
3. 圍阻體噴灑系統共有兩串，當一次圍阻體壓力大於 0.77kg/cm^2 時，起動餘熱移除系統(RHR)之圍阻體噴灑功能，降低圍阻體壓力、溫度。
4. 一次圍阻體氫氣再結合器系統，可將氫和氧結合成水，防止圍阻體內氫濃度增加引起爆炸。
5. 一次圍阻體充氮系統，將一次圍阻體維持在充氮惰化（Inerted）情況下運轉，以控制易燃氣體產生時，防止發生氫爆。
6. 當可能發生嚴重的爐心損毀或可能喪失一次圍阻體完整性時，為確保一次圍阻體之結構主體完整性，必需執行一次圍阻體逸氣，此時逸氣可不考慮輻射外釋率，排除隔離連鎖，由一次圍阻體氣體控制系統(PCACS)，再經備用氣體處理(SBGT)系統抽氣處理後排放至廠界執行一次圍阻體逸氣，維持一次圍阻體完整。

當爐心燃料受損後，此時 TSC(技術支援中心)已成立，由 AMT 小組參循本廠

SAP-1 & SAP-2 策略維持圍阻體的完整性，以降低分裂產物的外釋量，對應的指引有氫氣控制(PC/G)、一次圍阻體控制、二次圍阻體控制及放射性物質釋放控制，及 PC/P 中可使用圍阻體排氣及圍阻體噴灑系統來降低一次圍阻體的壓力，另可利用圍阻體洩壓系統直接洩壓，以避免圍阻體過壓失效。

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

1. 機組、系統緊急操作、應變程序書：

本廠因應機組事故之處理程序書，除一般設備/系統之 500 系列異常操作程序書，提供運轉操作人員遵循外，當機組安全運轉遭受挑戰時，則會依循 EOP 緊急操作程序書(540.1~540.4/540.7 程序書)進行機組緊急操作，維持機組安全停機。若機組安全狀況仍進一步惡化，此時 TSC(技術支援中心)已成立，則由 AMT(嚴重事故處理小組)，並參循 (540.5/540.6 程序書)分別執行控制參數評估、電廠狀態評估、系統狀態評估及救援評估等，提供嚴重事故處理策略，供 TSC 決定最佳運轉策略，以確保民眾之安全。

2. 緊急應變能力訓練部份：

- (1).台電公司目前在總公司及各核能電廠均訂有核子事故緊急應變措施、應變組織、實施程序。緊急組織係以各廠緊急控制大隊為核心單位,以台灣電力公司緊急計畫執行委員會為直接支援單位（我國核子事故緊急應變組織體系，如附圖 6-6）,以核子事故中央災害應變中心為廠外協調支援單位，本廠相關人員均依程序每年執行年度訓練及年度核子反應器設施緊急應變計畫演習。
- (2).演練共同項目：TSC 技術支援作業、機組運轉及事故處理；年度分項演練項目：救護去污及送醫作業、廠房/廠區輻射偵作業、環境輻射偵測作業、消防應變作業、OSC 損害控制作業、緊急再入搶修作業、民眾諮詢處理作業、廠區集結待命作業、廠區保安作業。每年演練項目，除共同項目外，有關年度分項演練項目係由緊執會依規定逐年納入演練。
- (3).每四年應執行一次上述全部所有演練項目之演習(核安演習)。
- (4).平時或廠內演習時，可依上述支援協定書內容協定事項請求支援。

3. 協助處理事故之協議/合約

緊急事故期間，本廠可獲廠外緊急支援，主要來自本公司緊執會，該會將統籌指揮全公司之人力、物力支援本廠處理緊急事故，並負責向上級機構呈報及聯絡事宜，此外本廠亦可經由特約之醫療機構獲得傷患急救及輻射傷患救治支援。緊急事故期間，如有需要，本廠可經由緊執會洽請國內外特約核能機構提供技術支援。

(1) 本公司輻傷防治體系

北部輻傷中心(台北榮民總醫院)

(2) 行政院衛生署核災醫療體系

依據核災醫療網，規劃指定有如下之核災急救責任醫院：

a. 核災二級急救責任醫院(區域醫院、地區醫院)

1. 馬偕紀念醫院淡水分院
2. 長庚紀念醫院基隆分院
3. 行政院衛生署基隆醫院

b. 核災三級急救責任醫院(醫學中心)

1. 馬偕紀念醫院
2. 長庚紀念醫院林口分院
3. 臺灣大學醫學院附設醫院

(3) 國內外特約之技術支援

本廠緊急事故發生後，如經緊執會評估認有必要時，可透過緊執會洽請國外緊急組織提供緊急技術支援，如美國核能運轉協會(INPO)、奇異、西屋、貝泰等公司，該部分係由緊執會負責簽訂緊急技術支援協定於「台電公司核子反應器設施緊急應變計畫」。

(4) 消防支援協定：本廠與新北市消防局第六大隊訂有消防救災支援協定。

(5) 兵警力支援協定：本廠對預防危害或破壞事件及天然災害與地方軍警單位訂有兵警力支援協定書。

4. 廠外支援搶救人員進入輻射區/污染區之處理機制

- (1).本廠程序書 1426「外界至廠內支援配合作業程序」規定，由本公司緊執會統籌指揮全公司人力、物力支援處理緊急事故，在緊執會協助辦妥緊急入廠手續後，交由作業支援中心主任指揮展開搶修作業，作業支援中心主任依支援人力專長，將支援人員編入本廠緊急工作隊輪值名單內，加入搶修行列進行搶修作業。
- (2).本廠程序書 1419「再入程序」規定，緊急再入隊長根據任務內容、現場狀況與緊急輻射偵測隊隊長共同規劃適當之再入搶修步驟，再入行動前，緊急輻射偵測隊先選擇偵檢儀器，派人偵測進出路線及工作現場之輻射、空浮及污染狀況，在取得現場輻射狀況後，判定再入人員工作時限及規劃其他應進行步驟。如因工作需要，必須超過劑量限制值時，須經緊急控制大隊長批准，並告知再入人員現場輻射、空浮、污染狀況與可能受到之曝露劑量及相關輻防注意事項，進入偵測之人員及再入工作者，應攜輔助劑量警報計、專用 TLD 佩章及著適當防護衣物及裝備。
- (3).當現場輻射劑量率過高時，依法提高個人劑量授權，並管制工作人員接受之劑量，使符合法規之緊急曝露要求，必要時，則更換作業人員，以確保符合法規要求。

6.2.4.2 瀕危效應及發生該效應所需之時間

在保守條件假設下，由核安處委託核研所以 MAAP5 程式評估，分別假設 RCIC 於 8 小時及 24 小時後因故失效，導致喪失爐心補水及冷卻情況，計算結果（以 RCIC 失效時間起算）：

RCIC 運轉 8 小時：

圍阻體過壓（未考慮 RPV 已洩壓及圍阻體排氣）：19.26 HR。

RCIC 運轉 24 小時：

圍阻體過壓（未考慮 RPV 已洩壓及圍阻體排氣）：33.78 HR。

6.2.4.3 現行管理措施的適切性

若反應爐喪失正常補水，水位預期降至有效燃料頂部(TAF)以下時，需將反應

爐緊急洩壓，將大量之反應爐內熱量移至一次圍阻體內，抑壓池水溫會急速上升，燃料若過熱也會產生氫氣，很可能造成抑壓池熱容溫度大於限值與一次圍阻體壓力上升達一次圍阻體壓力限制。因此必需一次圍阻體內逸氣，以保護一次圍阻體完整。

核一廠針對全黑事故時，一次/二次圍阻體會喪失正常排氣功能已進行 DCR 設計修改案，規劃將 SBGT 相關排氣閥由電動閥改為氣動閥以確保失電後可保持在開啟位置，並增設過濾器在濾除大部份的輻射物質後，再由聯合廠房屋頂高點排放至大氣，並配合增購之移動式 480VAC 柴油發電機供電配置，可進行一次圍阻體之沖淨、排氣，對事故時一次圍阻體內累積的氫氣可發揮稀釋、排除作用，DCR 未完成前之應變措施，本廠將依 TI-2515-121 之作法，現場手動充氣爆破 SD-108-1 進行排氣，已編訂在程序書 1452.3 供運轉人員操作之依據。防範措施亦包括氫氣流竄至另一部機。惟本廠審慎考量本案可能造成部份放射性物質外釋的影響，擬待蒐集了解 BWROG 對 MARK-1 圍阻體採行之明確改善建議或對策後再積極參照辦理之。相關改善案措施如下：

a.若 SBGT 不可用或是一次圍阻體內濕度過高時，一次圍阻體排氣路徑為：

1. 乾井 DRYWELL → MO-108-206 or 207 → AO-108-214 (原為 MOV 將修改為 AOV)→新增的隔離閥(正常時為關閉) →過濾器 →高點排放.
2. 抑壓池 TORUS → MO-108-204 or 205 →AO-108-214(原為 MOV 將修改為 AOV)→新增的隔離閥(正常時為關閉) →過濾器 →高點排放.

b.二次圍阻體排氣路徑

1. 二次圍阻體 → SB-HV-15 or 16 (FAIL OPEN) → MO-108-209 →AO-108-214(原為 MOV 將修改為 AOV)→新增的隔離閥(正常時為關閉) →過濾器 →高點排放.

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

6.3.1.1 喪失適當輻射屏蔽之前/之後

本廠是以有效燃料高度(TAF)以上 10 呎作為適當的輻射屏蔽。

1. 喪失適當輻射屏蔽之前

人員可接近反應器廠房 5F 用過燃料池旁，一方面以 480V 移動式發電機供給新增燃料池冷卻系統電源，盡可能恢復用過燃料池冷卻功能。一方面依以下途徑提供燃料池補水：

- (1).使用備用圍阻體噴灑系統(Backup Containment Spray System, BCSS)以水庫車引擎或移動式消防泵經由 RHR 系統管路補水到用過燃料池。目前已成立 DCR 3303/3304，該系統可由耐震 II 級提昇至耐震 I 級。
- (2).利用反應器廠房五樓消防水系統，拉水帶從消防箱取水(正常容量為 3600 公噸、可與 3000 公噸 x 2 水槽連接，其後備水源為 10 萬公噸水池)補入用過燃料池。
- (3).生水經由補充水除礦器旁通管借重力補入 DST(原貯存水量至少 1 萬加侖以上)，DST 泵可由 480V 移動式發電機接入 MCC 1A-2 或 2A-2 提供電源，將 DST 水打入燃料池緩衝溢流槽再泵至用過燃料池或經由 Service Box 接臨時軟管直接補水至用過燃料池。
- (4).已完成增設用過燃料池抗震等級常備硬管式消防補水及噴灑各一管路，可以水庫車引擎或移動式消防泵提供 500 gpm 補水或 200 gpm 噴灑用過燃料池之能力。

2. 喪失適當輻射屏蔽之後

在喪失適當輻射屏蔽之後，在人員可能無法接近反應器廠房 5F 用過燃料池旁，除上述第(2)項利用反應器廠房五樓消防水系統，拉水帶從消防箱取水及經由 Service Box 接臨時軟管直接補水入用過燃料池途徑將不易執行，其餘 3 項皆為可行之補水途徑。

6.3.1.2 用過燃料池水位降至燃料元件頂部之前/之後

1. 用過燃料池水位降至燃料元件頂部之前

若人員可接近反應器廠房 5F 用過燃料池旁，則採行同前一節所述『喪失適當輻射屏蔽之前』之措施。

若人員無法接近反應器廠房 5F 用過燃料池旁，則採行同前一節所述『喪失適當輻射屏蔽之後』之措施。

另外預期水位將降至燃料元件頂部以下，可利用已完成之用過燃料池抗震等級常備硬管式消防補水及噴灑各一管路，以水庫車引擎或移動式消防泵提供 500gpm 補水或 200gpm 噴灑用過燃料池。

2. 用過燃料池水位降至燃料元件頂部之後

用過燃料開始裸露，反應器廠房 5F 用過燃料池周遭輻射劑量上升，採行同『喪失適當輻射屏蔽之後』之措施外，並啟動已完成之用過燃料池抗震等級常備硬管式消防補水及噴灑各一管路，以水庫車引擎或移動式消防泵提供 500 gpm 補水或 200 gpm 噴灑用過燃料池。

6.3.1.3 用過燃料池燃料嚴重損毀之前/之後

用過燃料池燃料嚴重損毀之前/之後，除採行同前一節所述『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外，並持續監控用過燃料池周遭氫氣濃度，以避免大規模的氫氣燃燒或爆炸。

本廠已另新增斷然處置程序指引程序書(1451)，建立後備的電源、氣源、水源，以保護燃料不受損壞。

6.3.1.4 瀕危效應及發生期限的風險

依據目前的模擬分析，假設大修全爐心燃料退出至用過燃料池，並喪失用過燃料池冷卻系統及新增用過燃料池冷系統的冷卻功能。9.4 小時後池水開始沸騰，47 小時後覆蓋用過燃料的池水水位將低於 10 呎(造成上方空間輻射劑量開始上升)，用過燃料束內最熱的燃料棒護套將在 90 小時後開始劣化。

6.3.1.5 現行管理措施的適切性

緊急時燃料池可由凝結水儲存與傳送系統(CST)或除礦水系統(DST)補水。機組大修期間燃料池和反應爐穴連通時，可使用備用圍阻體噴灑系統(BCSS)、水庫車引擎或移動式消防泵經由餘熱移除系統(RHR)管路補水到燃料池或由反應器廠房五樓消防水系統，拉水帶從消防箱取水補入用過燃料池，可有效維持用過燃料處於安全狀態。

若廠房內局部區域有微量氫氣積存，反應器廠房通風系統或備用氣體處理系統(SBGT)正常運轉時，仍可發揮稀釋及排除能力。亦可遙控打開 BLOWOUT PANEL 及打開二次圍阻體雙重門(以及鄰近的 D-5/D-4 門)或卡車雙重門，形成自然對流通風途徑，即可發揮稀釋及排除能力。已編列在 1452.3 程序書。

6.4 具體要點

6.4.1 儀控的適宜性及可用性

電廠主要安全相關儀器，均為耐震一級，因此於類似「日本福島電廠」之複合性災害，主要儀器將可能受到電力供應之影響而失去其監測控制的功能，而電廠對於儀控電源使用之直流電力（包括不斷電系統），設計上均可因應 SBO 之初期 8~24 小時能力。由於電廠斷然處置行動中，已詳細規劃多項電力恢復的方案，因此對於儀器的電力供應，將有充分時間允以恢復。

另外電廠斷然處置行動，主要以 RPV 緊急洩壓、緊急補水及圍阻體排氣為方向之救援策略，即便儀器不可用時，電廠只要依照事故發生之情況（如地震、海嘯或 SBO）進行「斷然處理」。即可達成淹蓋爐心終止事故惡化的目的。

當事故發生時，TSC 成立後，於接獲控制室遵循 EOP 處理機組事故狀況，研判需進入 SAP 時，經 AMT 小組長（或其代理人）報請大隊長裁定，電廠將成立 AMT，AMT 小組長依實際須求增加 SPDS 聯絡員，以分析評估偵測 EOP 控制參數的儀器可用性及可靠度，並對每一個參數值做最正確的評估及預測，並將評估結果提交 AMT 小組長及緊急控制大隊長，掌握電廠狀態據以增加電廠事故控制的能力。

6.4.2 控制室的可用性及適居性

本廠控制室適居性系統有：

基本設備--主控制室儀控電源、1 串主控制室緊急通風(F-1-SA/SB、AH-23-SA/SB)、主控制室照明設備。

支援設備--主控制室儀控設備電源、緊要交流電源、直流電源。

已成立 DCR 對主控制室空調寒水系統增設兩台各 100%氣冷式寒水機，在複合式災變下可供給主控制室所需之空調能力。另增購 480V 移動式柴油發電機及成立 DCR 安裝供電接頭及線路，以提供維持控制室可用性及適居性相關設備所需的電力，確保長期維持控制室相關照明及相關儀器的監控。

6.4.3 氫氣可能積聚在圍阻體之外的廠房

若反應器廠房通風系統或備用氣體處理系統皆因失電無法運轉，則一次圍阻體內之氫氣及反應器廠房高點可能累積之氫氣，無法靠通風系統運轉作稀釋或排除，故已規劃辦理下列修改。

1.對反應器廠房內氫氣偵測與排除進行設計修改：

(1).目前在廢氣廠房樓層有偵測氫氣之儀器，在汽機三樓廠房及電池室亦有類似裝置，鑑於福島事故時反應器廠房高樓層區域發生氫氣爆炸，造成廠房嚴重受損，故本廠成立設計修改案，已在反應器廠房五樓，增設氫氣偵測裝置，以監視氫氣濃度狀況並採取因應措施。

(2).在無電情況下，為排除反應器廠房高處氫氣，另成立設計修改案，在反應器廠房屋頂增設釋壓板(Blow-Out Plate)，設計在緊急必要狀況時，可以遙控及手動開啟及關閉，均已施工完成。

2.對一次圍阻體內氫氣排除與稀釋提出設計修改：

同第 6.2.4.3 節說明。

6.5 參考文獻

a:官方文件:

1.潛在大規模地震引發海嘯對核電廠之影響記者會簡報:行政院國家科學委員會

2.歐盟壓力測試(比利時版本)

b.業界組織文件:

SOER 2011-2 :Fukushima Daiichi Nuclear Station Fuel Damage Caused by Earthquake and Tsunami :WANO

c.台電內部文件:

- 1.「緊急事故處理計畫」:程序書編號 1401
- 2.「嚴重核子事故處理指引」:程序書編號 1450
- 3.「核一廠斷然處置程序指引」:程序書編號 1451
- 4.「RPV 和一次圍阻體灌水(SAP-1)」:程序書編號 540.5
- 5.「圍阻體和放射性物質釋放控制 (SAP-2)」:程序書編號 540.6
- 6.「放射性物質外釋管制程序」:程序書編號 912
- 7.「進出管制程序」:程序書編號 903
- 8.「消防程序」:程序書編號 1420
- 9.「災害防救器材備置及管理」:程序書編號 113.5
- 10.「緊急事故時人員監測與去污程序」:程序書編號 1415
- 11.「人員除污程序」:程序書編號 913
- 12.「管理實務」:程序書編號 104
- 13.「緊急組織動員程序」:程序書編號 1406
- 14.「TSC 動員與應變程序」:程序書編號 1407
- 15.「外界至廠內支援配合作業程序」:程序書編號 1426

540.5 RPV和一次圍阻體灌水(SAP-1)

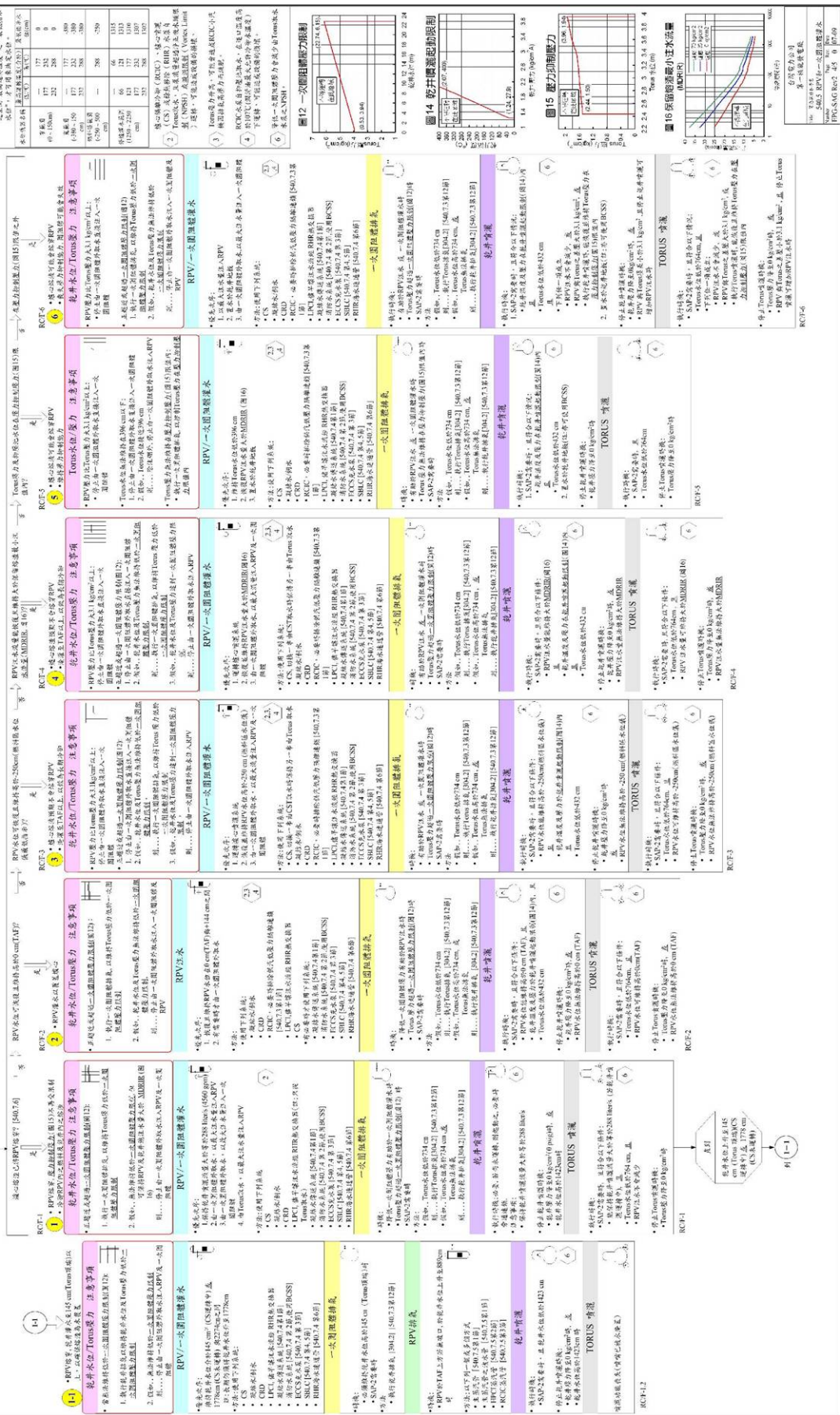
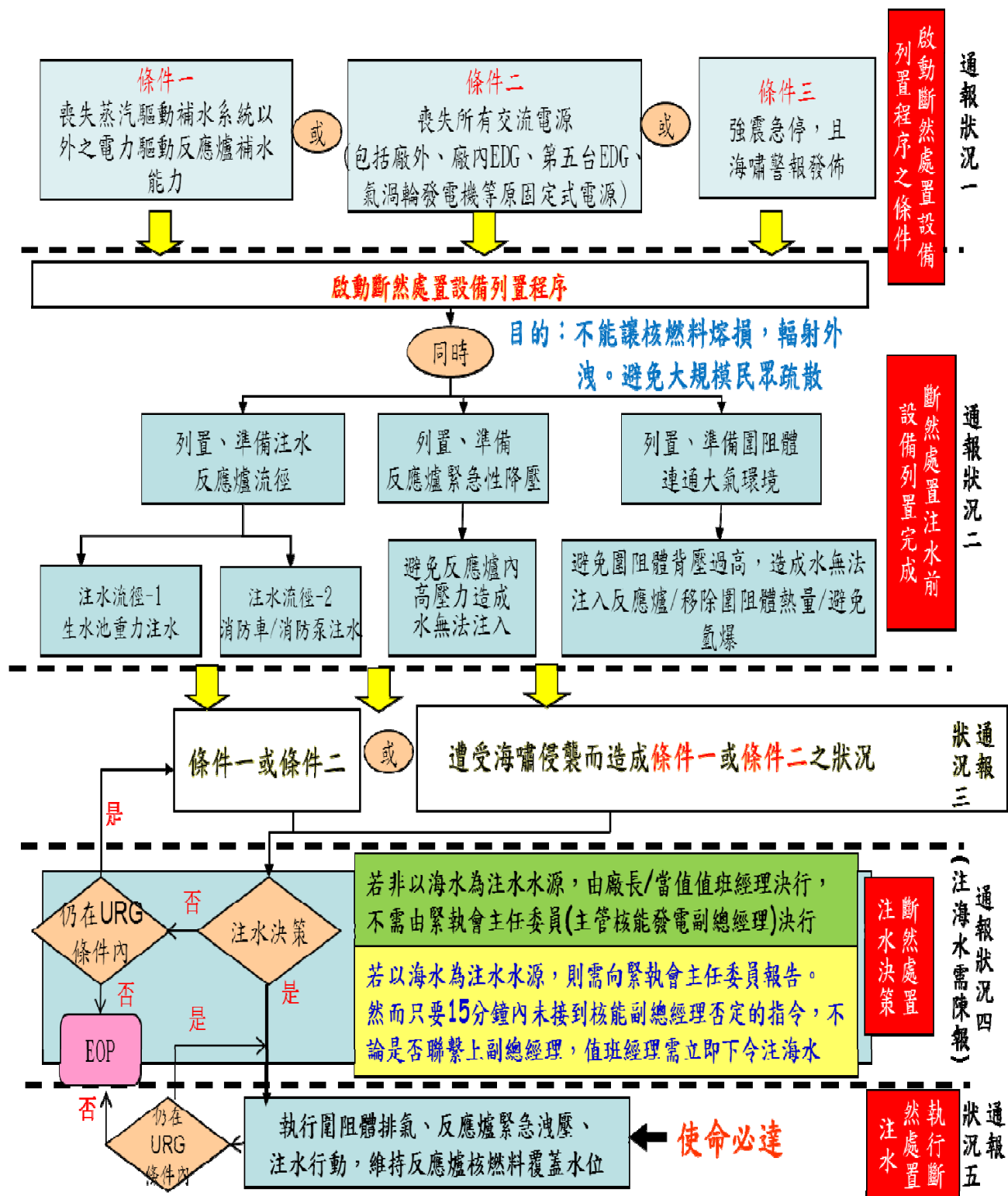
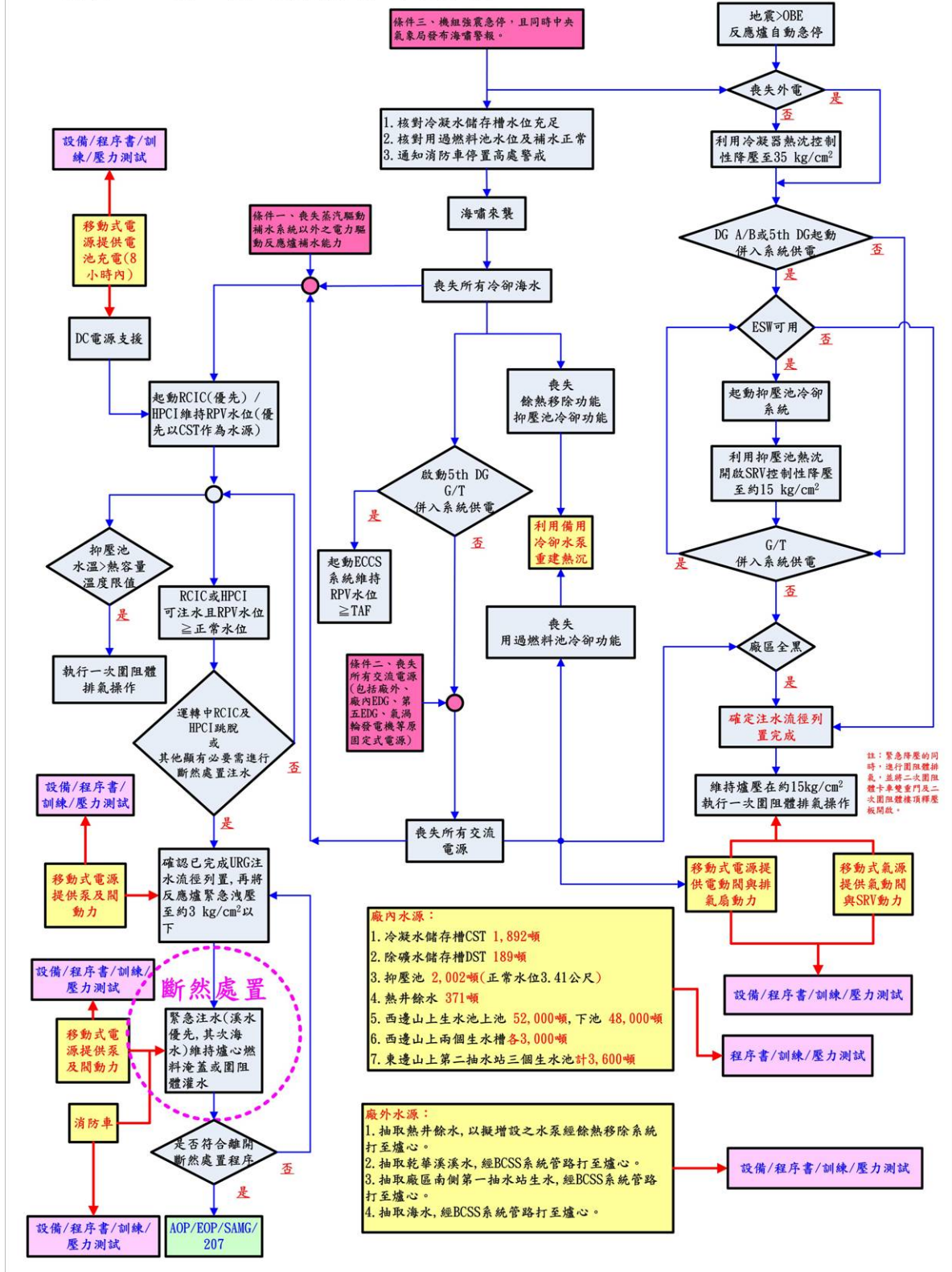


圖 6-3 核一廠斷然處置行動策略及通報流程



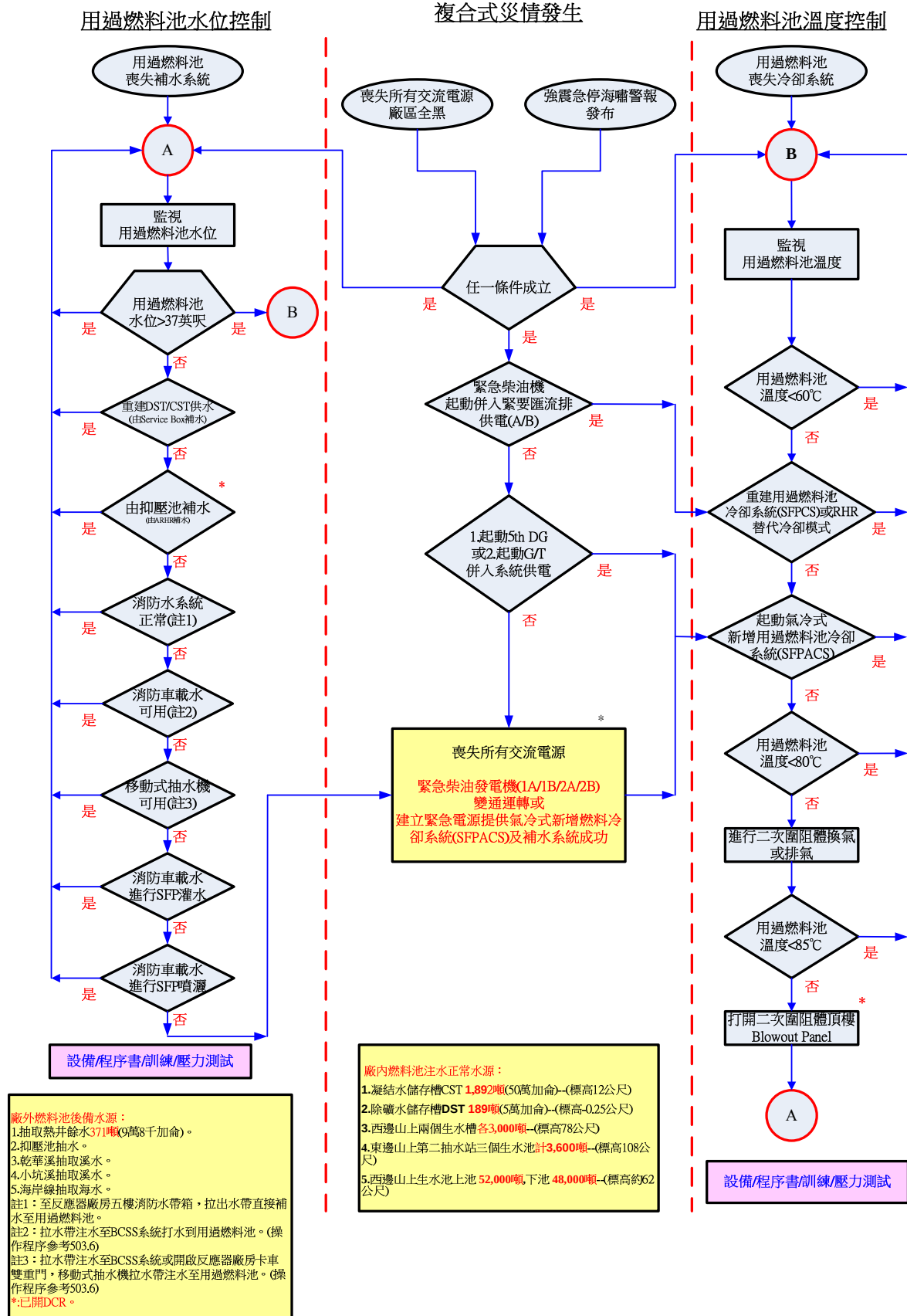
附圖 6-4

附件一、核一廠斷然處置程序流程圖



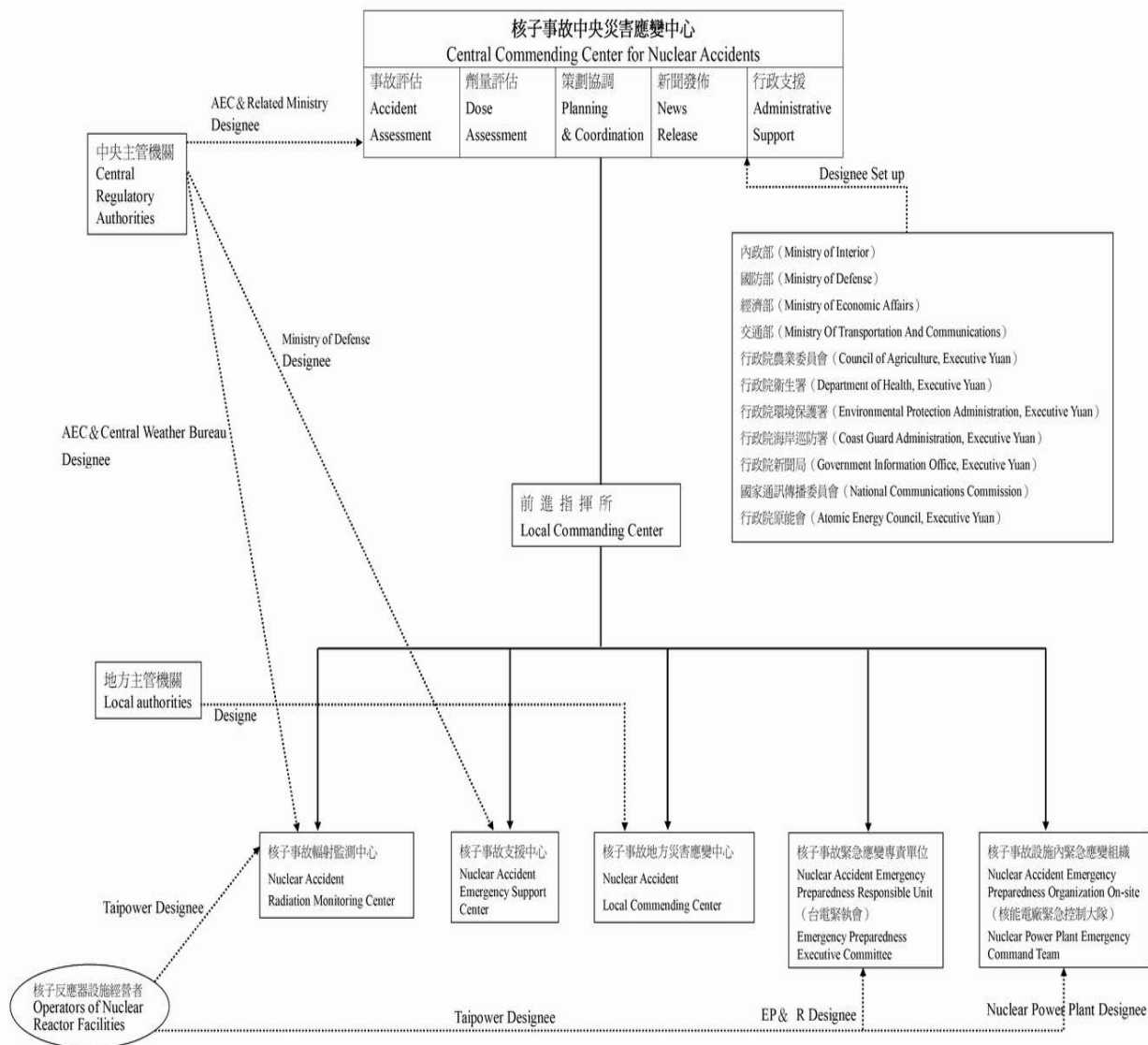
附圖 6-5

附件二、核一廠用過燃料池冷卻緊急應變流程



附圖 6-6 全國核子事故緊急應變中心組織圖

核子事故緊急應變組織圖 (Nuclear Accidents Emergency Preparedness Organization Chart)



附件一

核一廠 RCIC 不同持續時間(0~24 小時)分析與模擬

1. 模擬事故說明

在 MARK I 電廠設計中，RCIC 扮演了在全黑事故中保持爐心冷卻的角色。正常 RCIC 使用的標準的間為 8 小時，而在 2011 年 3 月日本所發生的核能電廠全黑事故中，其福島第一核能發電廠的二號機與三號機的 RCIC 分別使用了 30~70 小時之久，證明 RCIC 實際可使用時間遠超過原本設計的 8 小時。因此本案例模擬分析了核一廠的 RCIC 分別在使用時數 0~24 小時，對電廠運轉參數以及運轉人員應對策略所造成的影響做分析與模擬。

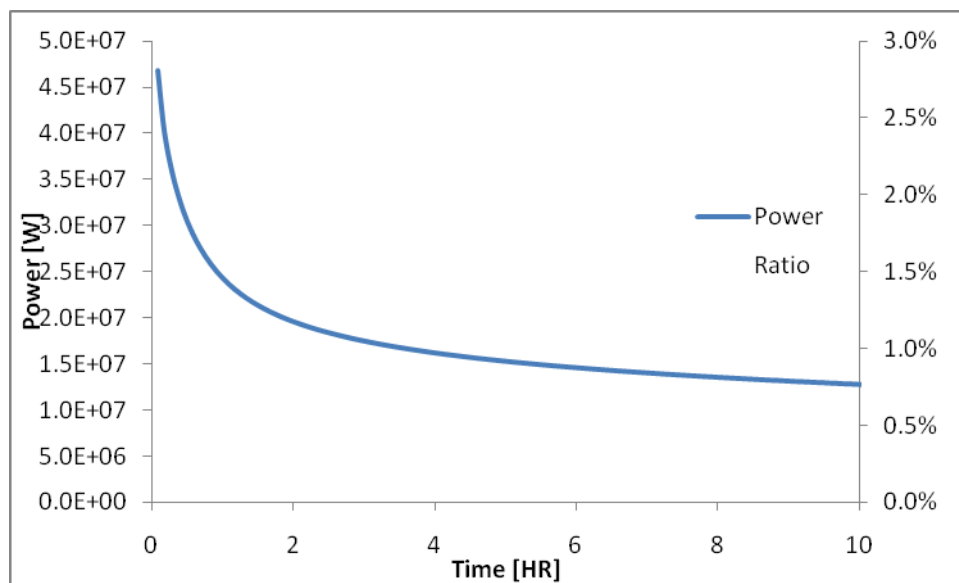
2. 事故現象說明

全黑事故發生之後，反應爐急停，其衰變熱約為其額定功率之 3%，之後衰變熱隨時間遞減如下圖(1)所示。

RCIC 將維持爐心水位在 Level 3~Level 8 之間，壓力槽內水蒸發為蒸汽，水位逐漸下降，蒸汽經由 SRV 排放至抑壓池(Suppression Pool)內冷凝。

一旦爐心水位低於實際燃料頂端(TAF)後，爐心裸露，燃料溫度開始上升，在高溫之下，燃料棒護套的鋯金屬(Zr)與蒸汽作用發生鋯水反應，產生氫氣並放出熱量，所產生之氫氣經由 SRV 外釋到抑壓池內。

但由於全黑狀態，電廠仍缺乏最終熱沉，壓力槽所排出的高溫高壓蒸汽只能由抑壓池吸收，而一旦抑壓池的水溫超過其飽和溫度，將喪失吸納壓力槽所排出蒸汽之能力。



圖(1) 反應器功率圖

3.對電廠反應時間的影響

在 RCIC 正常運轉 8 小時的情況下，則在事故發生後 11.19 小時之後，爐心水位將從正常運轉水位到降低至爐心裸露。而在事故發生後 12.42 小時，爐心溫度即會超過 2200F，爐心開始受損。而在最保守的情況下，假設發生複合式大型災難時 RCIC 與 HPCI 等緊急爐心冷卻系統皆不可用，則在事故發生後 0.73 小時，爐心水位即會從正常運轉水位到降低至爐心裸露。而在事故發生後 1.33 小時，爐心溫度即會超過 2200°F，爐心開始受損。

而以 2011 年 3 月日本福島第一核能發電廠事故為例，在地震後 1 小時海嘯抵達，使得電廠陷入全黑狀態，而 RCIC 與 HPCI 尚可運轉 30 小時以上(以三號機為例)。

因此 RCIC 之延續時間對電廠反應時間息息相關，下表(表(一))為 RCIC 持續運轉時間分別為 0~24 小時時，以 MAAP5 程式模擬電廠全黑事故時序的運跑結果。

與福島事故不同的是，國內核能電廠皆配備有生水池，利用高度提供的壓力，無需電即可將冷卻水源注入反應爐內。附件(一)將驗證以生水池注水能力是否可提供充分的冷卻水源。

4.模擬案例結果

表(一) RCIC 運轉 0~24 小時全黑事故時序(核一廠)

Event	RCIC 0 hr	RCIC 1 hr	RCIC 2 hr	RCIC 3 hr	RCIC 4 hr	RCIC 5 hr	RCIC 6 hr	RCIC 7 hr	RCIC 8 hr
TAF	0.73	2.68	4.47	5.50	6.53	7.63	8.77	9.96	11.19
PCT=2200 F	1.33	3.58	5.50	6.50	7.59	8.76	9.92	11.17	12.42
CDF > 0	1.41	3.67	5.50	6.59	7.67	8.84	10.01	11.26	12.51
BAF	2.00	4.75	6.67	7.76	8.92	10.09	11.26	12.59	13.84
RPV failed	5.37	8.35	10.80	11.99	13.40	14.73	16.26	17.43	19.25
SP temperature > 100 C	N/A	N/A	13.68	13.18	12.66	12.17	12.09	11.89	11.26
Containment Pressure > design pressure (62 psig=0.528 MPa)	5.42	11.59	13.34	14.01	14.35	14.76	16.35	17.51	19.26
Containment Failure(184.7 psig=1.27 MPa)	11.36	32.32	31.79	32.59	29.24	27.05	27.76	26.17	29.26

Event	RCIC 10 hr	RCIC 12 hr	RCIC 14 hr	RCIC 16 hr	RCIC 18 hr	RCIC 20 hr	RCIC 22 hr	RCIC 24 hr
TAF	13.41	15.65	17.85	20.49	22.35	24.08	25.91	27.94
PCT=2200 F	14.68	16.94	19.19	21.94	23.86	25.61	27.51	29.53
CDF > 0	14.85	17.19	19.36	22.11	24.03	25.86	27.78	29.87
BAF	17.68	19.43	22.22	24.51	26.65	27.42	31.28	33.41
RPV failed	19.93	22.29	25.07	27.73	29.62	31.70	34.33	35.09
SP temperature > 100 C	12.10	13.01	12.93	12.93	12.93	12.93	12.93	12.93
Containment Pressure > design pressure (62psig=0.528 MPa)	19.60	22.36	25.11	28.03	29.70	31.79	32.27	33.78
Containment Failure(184.7 psig=1.27 MPa)	34.14	37.35	38.02	40.52	44.22	46.57	47.12	48.56

附件(一) 核一廠斷然處置時效分析

NPP1 Chinshan SBO timing

Sequence t=0 min Reactor Scrammed
 RCIC on
 t=20 min Tsunami
 Loss of RCIC
 t=60 min Emergency Depressurization (ADS open)
 Raw water system on
 RPV water level maintain at L-3
 Containment venting

反應爐急停之後，爐心殘留衰變熱仍需持續補充冷卻水，然則衰變熱隨著時間降低，所需注水率亦隨之降低。

案例 1A 假設當在反應爐急停 60 分後即洩壓並以生水池注水，在洩壓過程中水位將低於 TAF，但高於 MSCRWL，此時生水池注水能力為 225gpm。

若以 0.75 倍生水池注水能力注水，此時生水池注水能力為 170gpm，爐心水位將低於 MSCRWL，但水位隨即被灌到 TAF 之上，爐心溫度並未升高到發生鋇水反應的所需溫度。

若以 0.6 倍生水池注水能力注水，此時生水池注水能力為 153gpm，爐心水位將低於 MSCRWL，但水位隨即被灌到 TAF 之上，爐心溫度逼近發生鋇水反應的所需溫度。

	CASE 1A	CASE 1B 生水池注水能力 0.75 倍	CASE 1C 生水池注水能力 0.6 倍
初始生水池注水率	255gpm	170gpm	153gpm
最低爐心水位	TAF 以下 1.191 公尺 (高於 MSCRWL)	TAF 以下 2.251 公尺 (低於 MSCRWL)	TAF 以下 3.361 公尺 (低於 MSCRWL)
最高爐心溫度	315 C 低於 815 C(=1500F)	519C 低於 815 C(=1500F)	780C 逼近 815 C(=1500F)

MSCRWL: Minimum Steam Cooling Reactor Water Level，最低可以用蒸汽冷卻效果冷卻爐心的水位。

1500 F: 開始發生鋇水反應，產生氫氣的溫度。

(本頁空白)