

核能機組起動申請書

申請人：台灣電力公司 申請日期：107年04月09日

通訊地址：臺北市羅斯福路三段二四二號

一、依據依據核子反應器停止運轉後再起動管制辦法第 18 條規定及大會 107 年 3 月 31 日會核字第 1070003879 號函辦理。

二、申請事項：

核二廠 2 號機調校蒸汽旁通壓力控制系統機組急停後
起動申請

三、檢附資料：

(一)、核二廠 2 號機 107 年 3 月 28 日機組急停後起動安全評審表

(二)、核二廠 2 號機 107 年 3 月 28 日急停綜合檢討報告

附件 1：核二廠 2 號機 107 年 3 月 28 日反應器急停初步評估報告

附件 2：核二廠 2 號機調校蒸汽旁通壓力控制系統機組急停肇因分析及改善措施(含反應爐暫態重建分析)



申請人：台灣電力公司

代表人：簡福添

代表人職稱：核能發電處處長

核二廠 2 號機機組急停/跳機後再起動安全評審表

	年	月	日	時	分	通報人/受話人
事件發生時間	107	03	28	13	25	依個資法第5條 保護個人資料
通報總處時間	107	03	28	14	08	依個資法第5條保護個人資料 依個資法第5條保護個人資料
通報原能會時間	107	03	28	14	08	依個資法第5條保護個人資料 核安監管中心

一、事件摘要：

1. 事件前機組狀況／關鍵設備運轉情形：

反應器功率 約 30 %，發電機出力 200 MWe

關鍵系統／設備：蒸汽旁通壓力控制系統(SB&PR)

2. 事件類別

☒ 反應器急停，引動信號：APRM 2及APRM 1之OPRM動作

☐ 主汽機跳脫，引動信號：主發電機接地保護電驛359G

☐ 因發生異常事件而停止運轉，事件名稱：

3. 經過概述：

107年3月21日 11:30二號機大修後再轉開始起動，依照程序書241~243執行，從抽棒臨界、升溫升壓到發電機併聯，於3月27日 12:55機組第一次併聯，並於3月28日 07:26機組第二次併聯，併聯後續依程序書244抽棒升載中，於3月28日 13:25:26因APRM 2及APRM 1 之反應爐保護儀器OPRM 動作，引發反應爐保護系統動作，反應爐自動急停。事件時間序列說明如下：

107.3.28

13:25 二號機依照程序書244抽棒升載中，(APRM約30%，發電量約200MWe)，再循環泵低速運轉中。

13:25:26 APRM 2及APRM 1之OPRM 動作，引發反應爐保護系統動作，反應爐自動急停。反應爐運轉員手動跳脫主汽機及主發電機，廠內電源匯流排2F1、2A1、2A2由輔變自動切換至起變及緊變供電。主汽機跳脫，反應爐急停，功率降至0%，蒸汽流量再緩降至0；蒸汽流量、飼水流量及水位反應均為正常。

13:25:31反應爐水位下降至第三階水位(L-3)，由RFPT B 台控制反應爐水位，持續補水至第七階水位以上。

13:25:39運轉員將運轉模式主開關(Mode SW)切至Refuel位置，確認控制棒全入，反應爐安全停機。

13:25:42運轉員依程序書將運轉模式主開關(Mode SW)切至Shutdown位置。

13:27:20 RPS動作信號復歸。

13:27:40反應爐水位回復穩定正常水位，由RFPT B 台控制保持飼水系統穩定運轉，控制反應爐水位。

二、事件歸類

☐設備不良 ☐維護不良 ☐輸電系統故障 ☐檢修缺失 ☒試驗失誤 ☐設計不良
☐操作缺失 ☐營運程序書缺失 ☐施工不良 ☐行政管理缺失 ☐其他

三、安全審查（沸水式機組）

1.事件前後有無不符運轉規範規定 ☐有 ☒無

2.相同事件以前有無發生過 ☐有 ☒無

（如有則檢討以前之改善措施是否妥當）詳_____

3.事件時安全及重要設備功能是否正常

A.控制棒全入 ☒是 ☐否

B.特殊安全設施／緊急爐心冷卻系統

圍阻體隔離系統 ☒可用 ☐動作正常 ☐異常

爐心隔離冷卻系統 ☒可用 ☐動作正常 ☐異常

高壓注水系統（核一廠） ☐可用 ☐動作正常 ☐異常

高壓爐心噴洒系統（核二廠） ☒可用 ☐動作正常 ☐異常

低壓爐心噴洒系統（核二廠） ☒可用 ☐動作正常 ☐異常

低壓注水系統 ☒可用 ☐動作正常 ☐異常

爐心噴洒系統（核一廠） ☐可用 ☐動作正常 ☐異常

自動洩壓系統 ☒可用 ☐動作正常 ☐異常

安全釋壓系統 ☒可用 ☐動作正常 ☐異常

備用氣體處理系統 ☒可用 ☐動作正常 ☐異常

備用硼液控制系統 ☒可用 ☐動作正常 ☐異常

易燃氣體控制系統（核二廠） ☒可用 ☐動作正常 ☐異常

C.緊急柴油發電機

動作正常或可用 ☒可用 ☐動作正常 ☐異常

自動加載時序動作正常或可用 ☒可用 ☐動作正常 ☐異常

D.廠外電源有無斷電發生 ☐有 ☒無

E.再循環水泵正常運轉中(低速運轉中)

☒是 ☐否

4.人員有無傷亡或超輻射曝露

☐有 ☒無

5.放射性物質有無外洩或空浮發生

有 ☒無

6.緊急爐心冷卻系統

是否在終期安全分析報告分析範圍內

☒是 ☐否

7.管線或設備有無旁通或跨接

☐有 ☒無

※上述各項如有異常情形者請詳細說明

四、系統設備動作異常之原因說明及改善預防措施

1. 反應爐保護系統動作之成因係數位化更新之蒸汽旁通壓力控制系統之參數並未達最佳化調諧，該系統輸出信號周期性波動，導致主汽機控制閥閥位開度周期性波動，致無法有效衰減反應爐壓力周期性波動，當反應爐功率瞬間升至30%時引動反應爐保護儀器OPRM動作所致。
2. 經收集運轉參數，完成所有相關設備檢查，確認主汽機相關設備均正常，並委託燃料廠家進行反應爐暫態重建分析，評估結果確認此次反應爐自動安全停機，反應爐爐心及燃料完整設備正常，安全無虞。
3. 反應爐急停後，台電公司除完成相關設備檢測外，針對此次影響「蒸汽旁通壓力控制系統」輸出信號穩定性的調校參數，已由原廠設計技師重新計算分析，完成靜態模擬測試，並訂定更嚴苛的動態測試接受標準，以確保該系統輸出信號及主汽機控制閥閥位變動周期及幅度不影響反應爐壓力控制；另增訂反應爐保護儀器OPRM的行政管制強化措施，加強監視反應爐參數變化，以確保機組再運轉後安全無虞。。

五、評審結果：

1.異常事件原因已查明改正

☒是 ☐否（說明理由）

2.異常事件分類

☐本事件屬情況（一），准予機組啟動。

☒本事件屬情況（二），電廠擬定具體綜合報告送總處審查同意後，送陳原能會審查同意後機組方可啟動。

3.總處審查結論：

- (1). 本次事件未違反運轉規範限值，且相關警報、信號及設備均依設計功能正確動作。
- (2). 本次事件肇因調查已明確釐清，系統設備確認正常(含反應爐及燃料)，後續改善措

施均已備妥，機組處於可隨時起動的冷停機狀態。

(3). 已完成改善精進作業，加強監督及設備趨勢掌握。

(4). 擬同意事件故障肇因、改善措施及後續精進作為，並同意核二廠向原能會申請機組起動。

六、是否須成立核能機組專案調查小組：

1. ☐ 是：預定成立時間_____

☐ 機組有導致分裂產物障壁嚴重劣化或進入未經分析且嚴重影響機組安全之情事。

☐ 事件過程中不正常的現象重複發生（包括原因、安全有關設備動作失常、一次系統參數溫度、壓力、水位等）

☐ 事件在48小時內無法確認急停原因或安全有關設備、系統動作失常原因。

2. ☒ 否：（請詳述理由）

本次反應爐急停原因明確。台電公司為審慎追查急停肇因，特於107年3月28日成立專案處理小組，由本公司總經理擔任召集人，成員包括公司內核發處及核安處等核工及熱流專家，並請原廠家英維斯公司協助肇因調查及燃料廠家進行反應爐暫態模擬分析。

七、資料：

☐ 相關記錄器資料

☐ 測試報告

☒ 暫態記錄器相關資料(SOE)

☐ 個別評估報告

☒ 警報順序表

☒ 其他（急停綜合檢討報告、反應器急停初步評估報告、總處審查意見及電廠說明）

核定 (核發處處長)	
覆核 (總處審查小組召集人)	
審查人員	核安處
	核發處

依個資法第5條保護個人資料

機組急停/跳機或異常事件後再起動審查成員名冊

一、事故機組：核二廠 2 號機

二、事故時間：107 年 03 月 28 日 13 時 25 分

三、審查成員：

姓 名	單 位	資 格 備 註
依個資法第5條保護 個人資料	核發處	☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☒ 4
	核發處	☒ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4
	核發處	☒ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4
	核發處	☒ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4
	核發處	☒ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4
	核發處	☒ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4
	核安處	☒ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☒ 4
	核安處	☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☒ 4

資格備註：1.本公司反應器高級運轉員資格檢定合格

2.壓水式反應器技術訓練班(PWRT)

3.沸水式反應器技術訓練班(BWRT)

4.事故肇因相關專業訓練

※本表請併同附件 9.1 「安全評審表」留存備查

總處審查意見彙總表

項次	審查意見	核二廠辦理說明
1	請補充說明 RFPT 振動值設定點與幅度	1. RFPT 振動警報設定: 4mils。 2. 約為 4.0mils~4.55mil 之間晃動。
2	12:31:38.972~13:08:31.092 請說明為何 RFPT 警報持續 30 分鐘	當時 RFPT B 運轉在 3500 ~ 3700 RPM 附近, 接近警報設定點 4mils, 警報出現, 運轉員察覺該現象後已請修配組評估, 修配組查看相關參數後確定設備正常, 震動略大係運轉於該轉速之運轉特性, 運轉員則嚴密監控 RFPT 運轉情形。
3	13:11:44.912 請說明 RFPT 警報後續動作為何	詳附件說明 2。
4	13:25:26.192 REACTOR SCRAM DIV 2 OR 4 請說明該警報為何發生在 13:25:26.200 APRM 1 OPRM TRIP STATUS 之前	詳附件說明 1。
5	APRM 1/2 OPRM Trip 已動作, 請說明 APRM 3/4 OPRM Trip 為何沒動作	APRM 1/2/3/4 取訊分別來自不同之 LPRM 信號, 故會有極些微之差距, 當爐心功率 STP $\geq 29.5\%$ 時 APRM 1/2 先達設定點, 引動 Trip, 而 APRM 3/4 則尚未達設定點, 故沒動作。
6	13:31:50.010~13:33:59.700 SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH C 請說明為何復歸後又動作	1. 當 SDV 進行洩水時, 其水位會高低振盪地下降, 若此時水位正在水位開關的動作臨界點, 則會產生短暫復歸又動作的情形, 屬正常現象。 2. 13:31:50.010~13:33:59.700 期間, 為 SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH C 之機械浮球開關復歸邊緣, 故會反復出現 3. 13:33:59.700 之時間點為 SDV 實際洩完水之時間

7	請說明 Historical Alarm List 為何沒有 APRM 1 OPRM TRIP 之警報	在 SOE 13:25:26.200 APRM 1 OPRM TRIP 警報出現,13:25:27.000 APRM 1 OPRM TRIP 警報復歸, SOE 取樣率為 0.01 秒, SOE 主要做為事故時序的分析使用, 故取樣率時間極為短暫, 而 Historical Alarm List 取樣率為 4 秒, 在取樣的時間點該信號因已復歸, 故未顯示此警報。
---	---	---

承辦人

依個資法第5條保護個人資料

課長

依個資法第5條保護個人資料

經理

依個資法第5條保護個人資料

副廠長/廠長

依個資法第5條保護個人資料

依個資法第5條保護個人資料

附件

(1)OPRM 與 RPS 動作時序說明

TIME	EVENT	DESCRIPTION
28-MAR-18 13:25:26.192	SBD36	REACTOR SCRAM DIV 2 OR 4
28-MAR-18 13:25:26.192	SBD52	RPS SCRAM LOGIC D STATUS
28-MAR-18 13:25:26.200	SED40	APRM 1 OPRM TRIP STATUS
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD29	NEUTRON MON SYS SCRAM CH A1
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD35	REACTOR SCRAM DIV 1 OR 3
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD54	RPS SCRAM LOGIC C STATUS
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD32	NEUTRON MON SYS SCRAM CH B2

ERF 系統的 SOE 報表所提供的資料，其時間分辨率為 10ms，因此報表中所記載的事件其發生的間隔時間如果相差超過 10ms，這些事件發生的先後次序必與報表一致；但事件發生的時間如果間隔相差不到 10ms，就在誤差範圍之內，也就是說這 10ms 之間 ERF 系統只能確定 SOE 報表上的事件確實發生，但無法保證其發生的先後順序。如上圖所示，此次跳機 OPRM 與 RPS 動作的時間發生於 13:25:26.192 與 13:25:26.200 之間，間隔僅 8ms，就無法確定其發生的先後次序。

(2)FCD30(B RFPT VIBRATION STATUS)轉態說明

TIME	EVENT	DESCRIPTION	STATUS	ALARM
28-MAR-18 12:31:38.972	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	OPEN	NML
28-MAR-18 13:08:31.092	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	VIBR HI	ALM
28-MAR-18 13:08:34.892	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:09:45.472	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	VIBR HI	ALM
28-MAR-18 13:11:44.912	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:25:24.000	SED41	APRM 2 OPRM TRIP STATUS	VIBR HI	ALM

在 SOE 報表中 FCD30 在 13:11:44.912 出現 VIBR HI 警報後未再恢復 NORMAL（如上圖），這是因為 SOE 報表僅記載至 13:40 為止所發生的事件，經追查確認 FCD30 已於 13:56:56.152 恢復 NORMAL，如下圖所示。

TIME	STATUS
28-MAR-18 12:30:00	NORMAL
28-MAR-18 12:31:38.972	VIBR HI
28-MAR-18 13:08:31.092	NORMAL
28-MAR-18 13:08:34.892	VIBR HI
28-MAR-18 13:09:45.472	NORMAL
28-MAR-18 13:11:44.912	VIBR HI
28-MAR-18 13:56:56.152	NORMAL

核二廠2號機

107年03月28日

急停綜合檢討報告 (Rev. 0)

報 告 內 容

- 一、事件過程中機組系統設備動作序列正確性之評估
- 二、事件發生肇因
- 三、改善措施
- 四、機組再起動安全性評估
- 五、其他經主管機關指定之事項

附件一 反應器急停/跳機初步評估報告

附件二 核二廠2號機調校蒸汽旁通壓力控制系統機組急停肇因分析及改善措施(含反應爐暫態重建分析)

一、事件過程中機組系統設備動作序列正確性之評估

3月28日

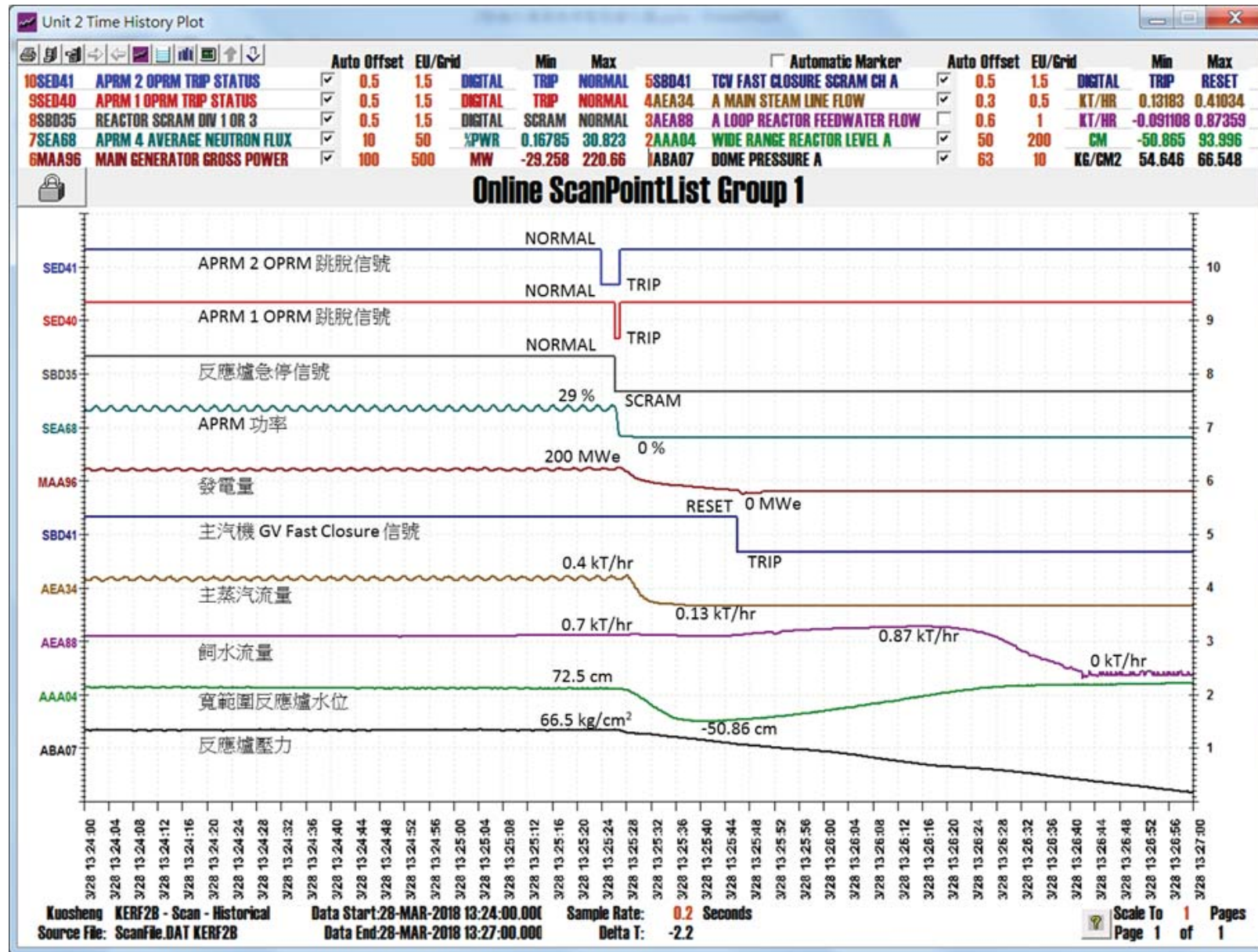
- 13:25 2號機依照程序書244抽棒升載中，(平均功率階偵測器APRM約29%，發電量約200MWe)，再循環泵低速運轉中。
- 13:25:26 APRM 2及APRM 1之反應爐保護儀器OPRM跳脫，引發反應爐保護系統(RPS)動作，反應爐自動安全停機。運轉員手動跳脫主汽機，廠內電源匯流排2F1、2A1、2A2由輔助變壓器自動切換至起動變壓器及緊急起動變壓器供電。反應爐急停，主汽機跳脫後，功率降至0%，蒸汽流量、飼水流量及水位反應均為正常。(機組參數變化如下圖一.1，急停信號及時間序列如下表一.1)
- 13:25:31 反應爐水位下降至第三階水位(L-3)以下第二階水位(L-2)以上，由反應爐飼水泵汽機(RFPT) B台控制反應爐水位，持續補水至第七階水位以上。
- 13:25:39 運轉員將運轉模式開關(Mode SW)切至燃料填換(Refuel)位置，確認所有控制棒全入，反應爐安全停機。

13:25:42 運轉員依程序書將運轉模式開關(Mode SW)切至停機(Shutdown)位置。

13:27:20 反應爐保護系統(RPS)動作信號復歸。

13:27:40 反應爐水位回復至穩定正常水位，由RFPT B台控制保持飼水系統穩定運轉，控制反應爐水位。

跳機過程中安全相關重要設備動作情況均正常，各項暫態資料詳如「附件一 反應器急停/跳機初步評估報告」。



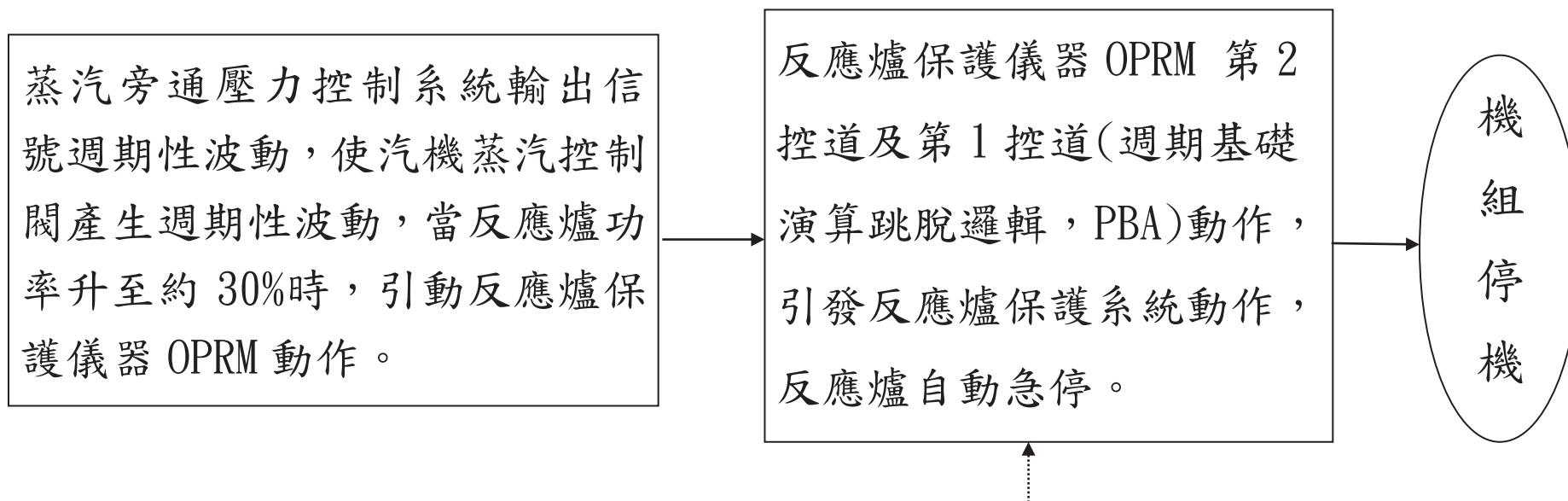
圖一.1：2號機急停暫態變化圖

28-MAR-18 12:31:38.972	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	APRM 2及1之 OPRM動作	VIBR HI	ALM
28-MAR-18 13:08:31.092	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS		NORMAL	NML
28-MAR-18 13:08:34.892	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS		VIBR HI	ALM
28-MAR-18 13:09:45.472	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS		NORMAL	NML
28-MAR-18 13:11:44.912	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS		VIBR HI	ALM
28-MAR-18 13:25:24.000	SED41	APRM 2 OPRM TRIP STATUS	引動RPS 反應爐急停	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.192	SBD36	REACTOR SCRAM DIV 2 OR 4		SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.192	SBD52	RPS SCRAM LOGIC D STATUS		SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SED40	APRM 1 OPRM TRIP STATUS		TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD29	NEUTRON MON SYS SCRAM CH A1		HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD35	REACTOR SCRAM DIV 1 OR 3	引動RPS 反應爐急停	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD54	RPS SCRAM LOGIC C STATUS		SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD32	NEUTRON MON SYS SCRAM CH B2		HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.201	SBD53	RPS SCRAM LOGIC A STATUS		SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.201	SBD51	RPS SCRAM LOGIC B STATUS		SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.210	SBD31	NEUTRON MON SYS SCRAM CH A2	引動RPS 反應爐急停	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.220	SBD30	NEUTRON MON SYS SCRAM CH B1		HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.872	SBD29	NEUTRON MON SYS SCRAM CH A1		NORMAL	NML
28-MAR-18 13:25:26.872	SBD30	NEUTRON MON SYS SCRAM CH B1		NORMAL	NML

表一.1：急停信號及時間序列SOE(Sequence Of Events)

二、事件發生肇因

(一)、急停過程示意圖



【急停原因分析】

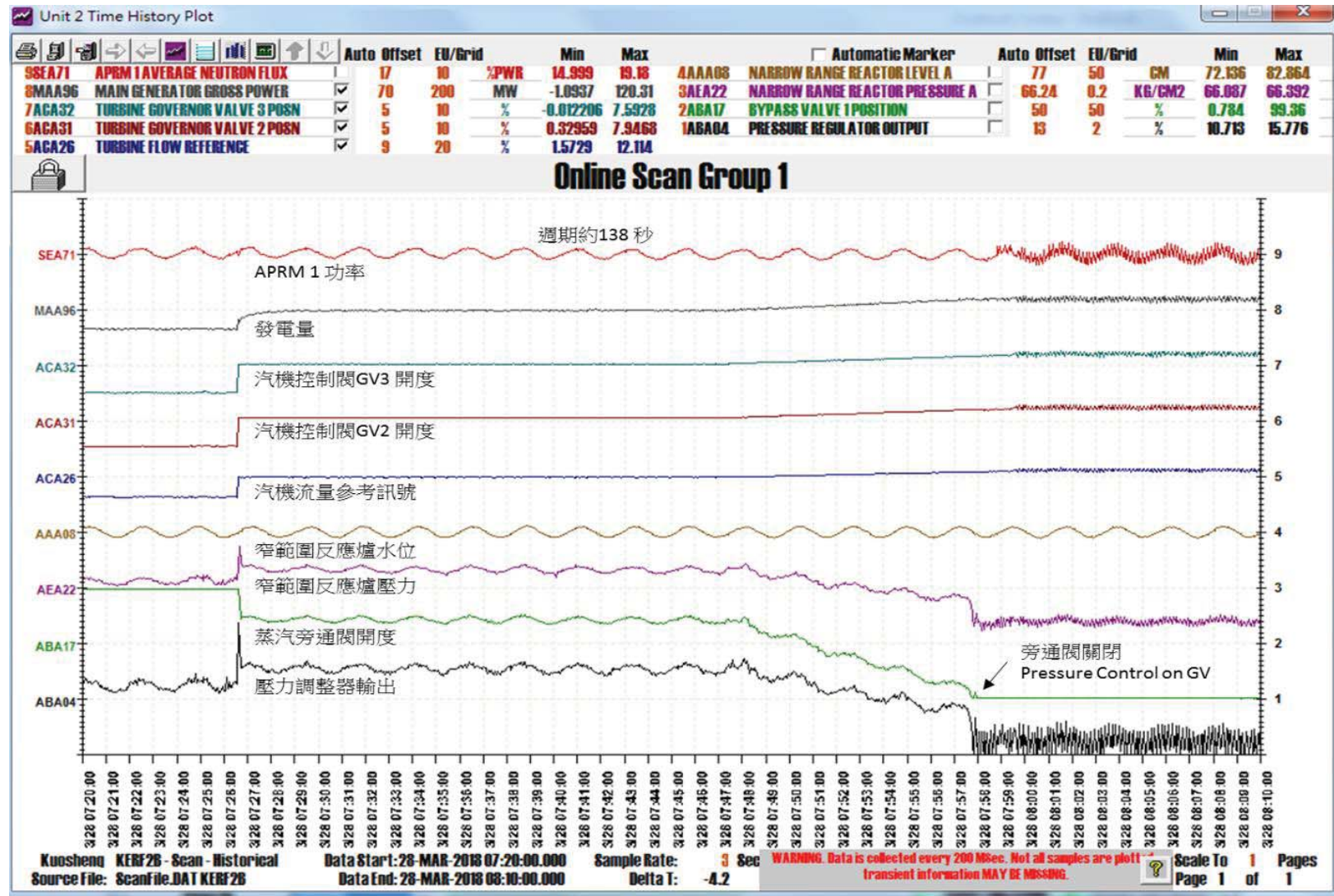
(二)、急停原因分析(詳附件二、第參章)

1.可能肇因研判

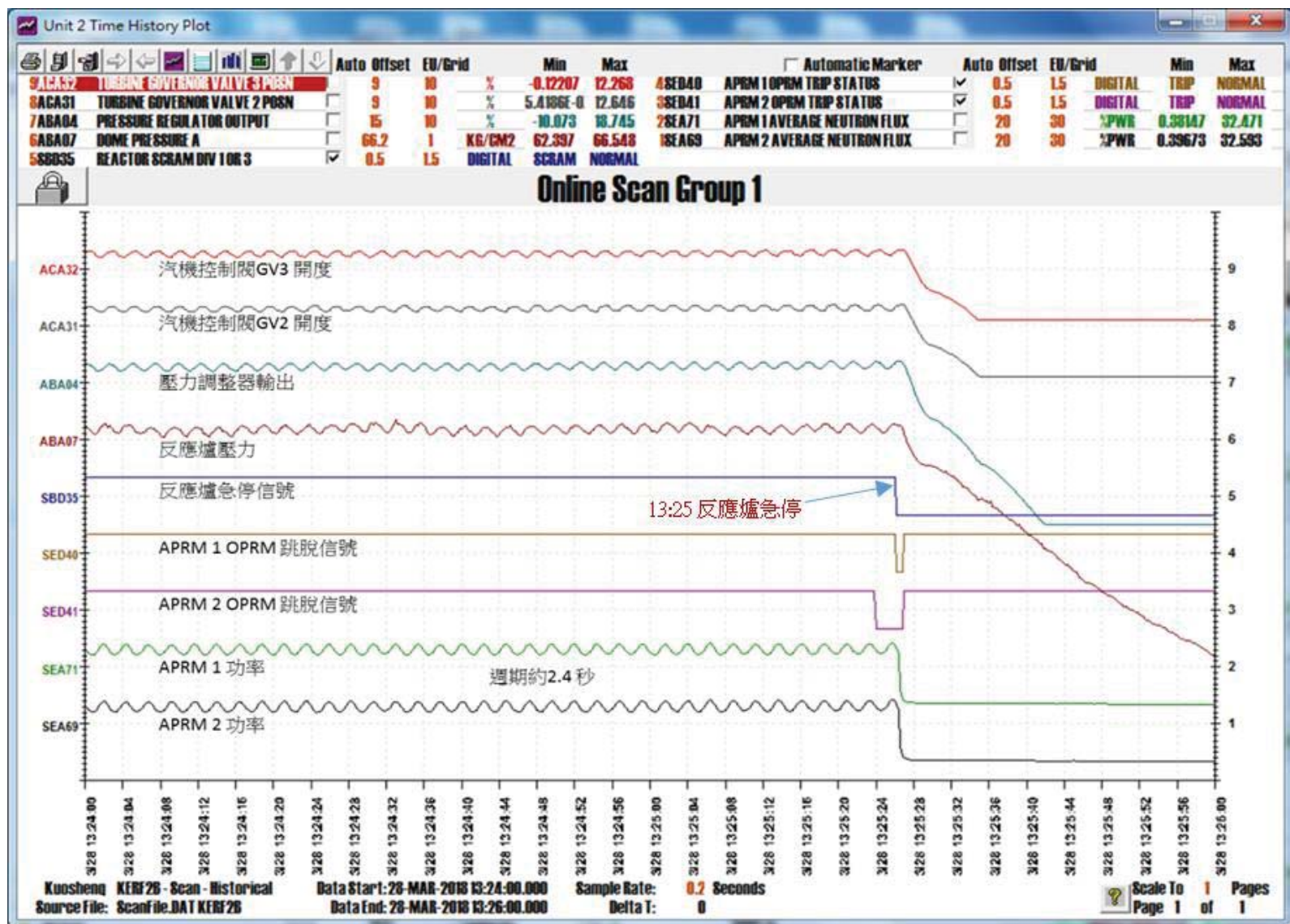
核二廠2號機於3月28日07:26併聯後，反應爐壓力與蒸汽旁通壓力控制輸出信號以週期約138秒波動(詳如圖二.1、圖二.2、圖二.3、圖二.4)，此波

動現象純屬單元水位控制之正常特性，直到旁通閥於07:58關閉後，反應爐壓力交由汽機控制閥控制(Pressure Control on GV)，反應爐壓力與蒸汽旁通壓力控制輸出信號波動週期約2秒，此週期剛好落在OPRM PBA演算跳脫邏輯週期區間(1~3.5秒)內(詳如圖二.2)，使OPRM PBA跳脫邏輯開始計數，當反應爐抽棒持續提升功率，13:25時，反應爐爐心功率達30%、爐心流量33.9%，致反應爐保護儀器OPRM 達引動條件(爐心功率大於29.5%)動作，引發反應爐急停；因此研判事件肇因可能為反應爐壓力控制轉換時所引發。

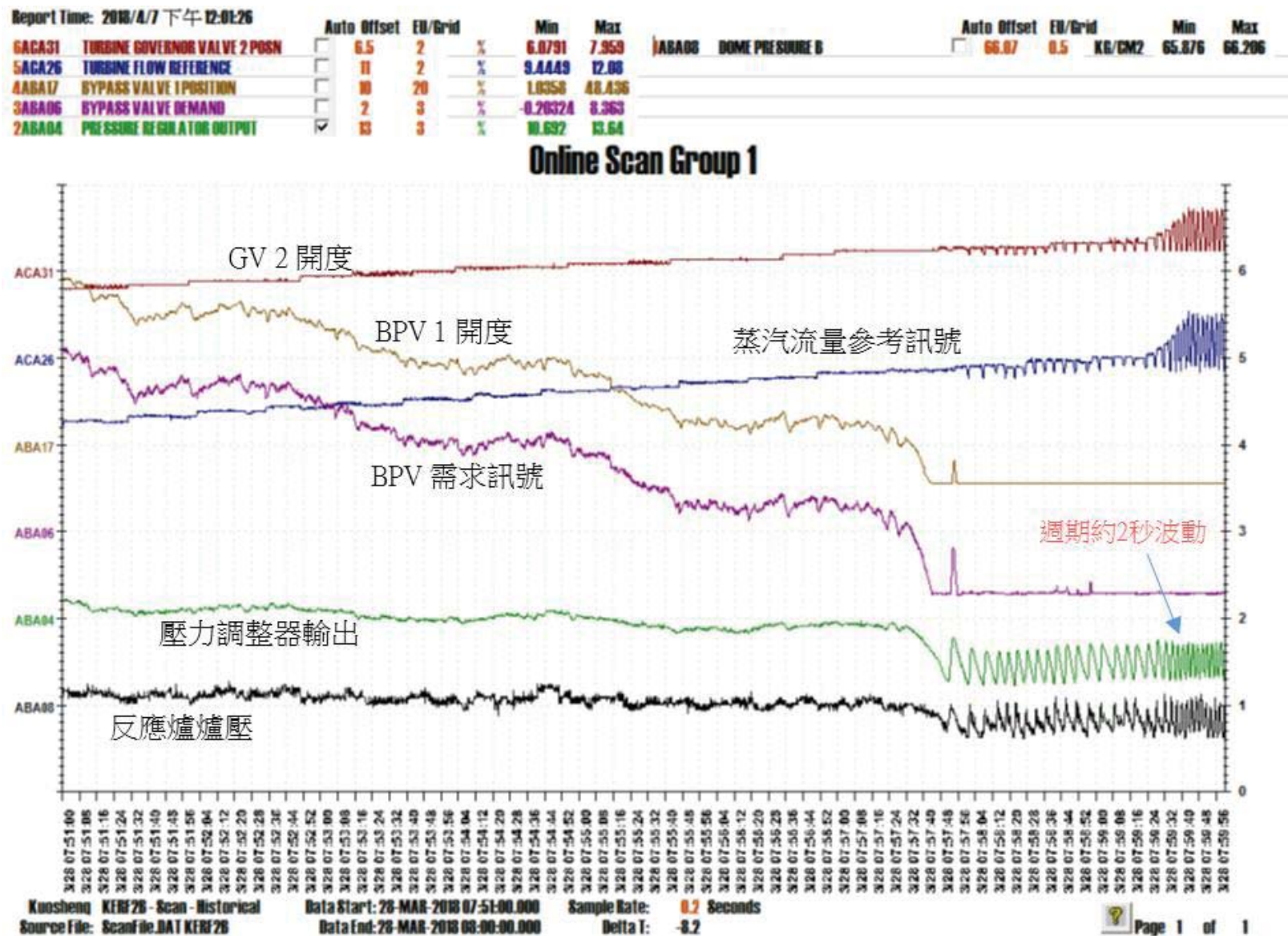
另將07:58蒸汽旁通閥關閉前後之時間軸放大，解析運轉參數變化(詳如圖二.3、圖二.4)，發現反應爐壓力由蒸汽旁通閥控制轉換至汽機控制閥的過程中，反應爐的壓力及蒸汽旁通壓力控制系統輸出信號才產生一個週期約2秒的信號波動；此外當時反應爐水位及功率皆在穩定狀態。因此研判此2秒之信號波動源自蒸汽旁通壓力控制系統輸出信號控制不穩所致，非源自於反應爐自發性的壓力波動。



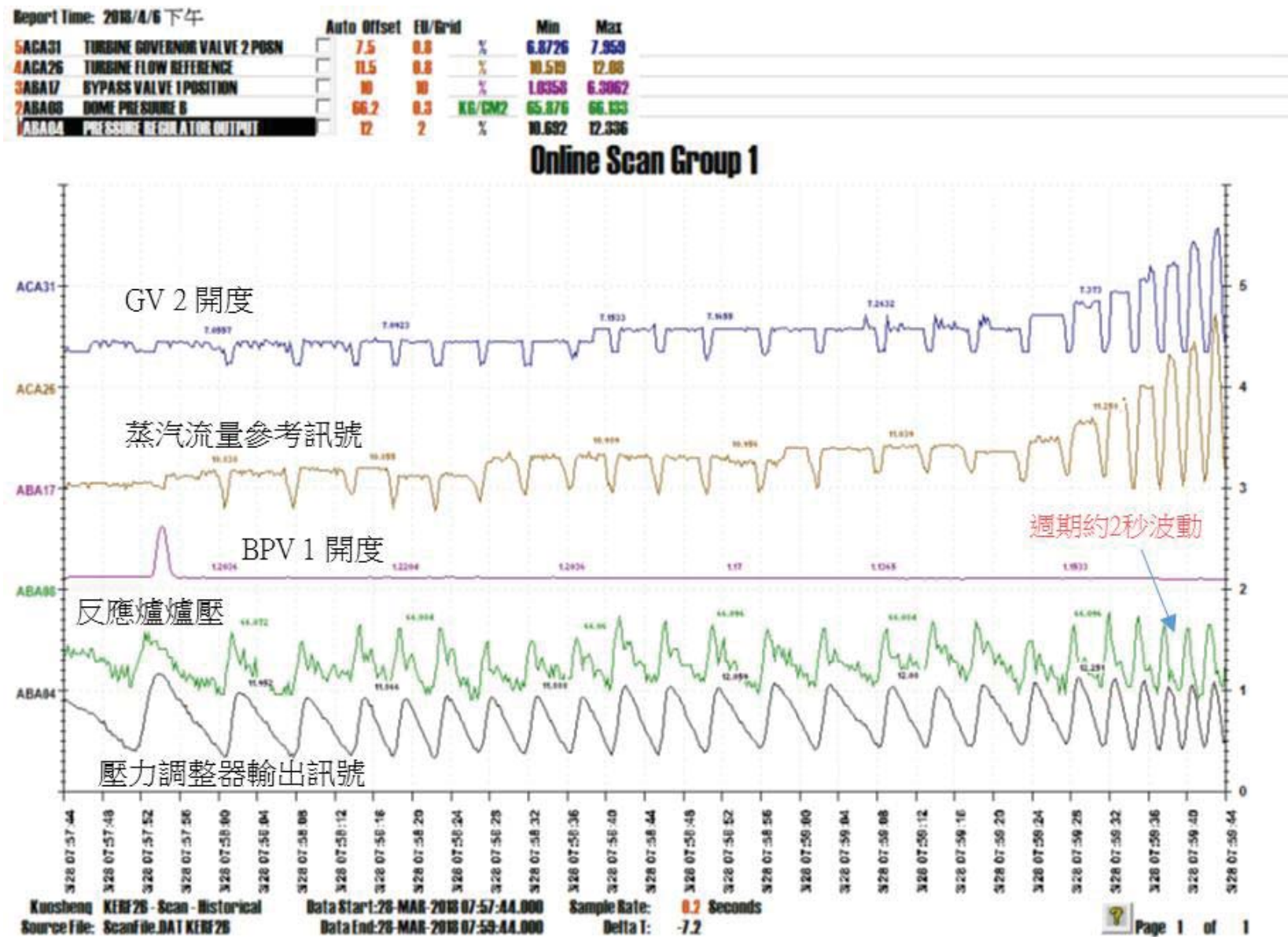
圖二.1 發電機併聯後，旁通閥關閉前後重要參數



圖二.2 機組急停後OPRM動作重要參數



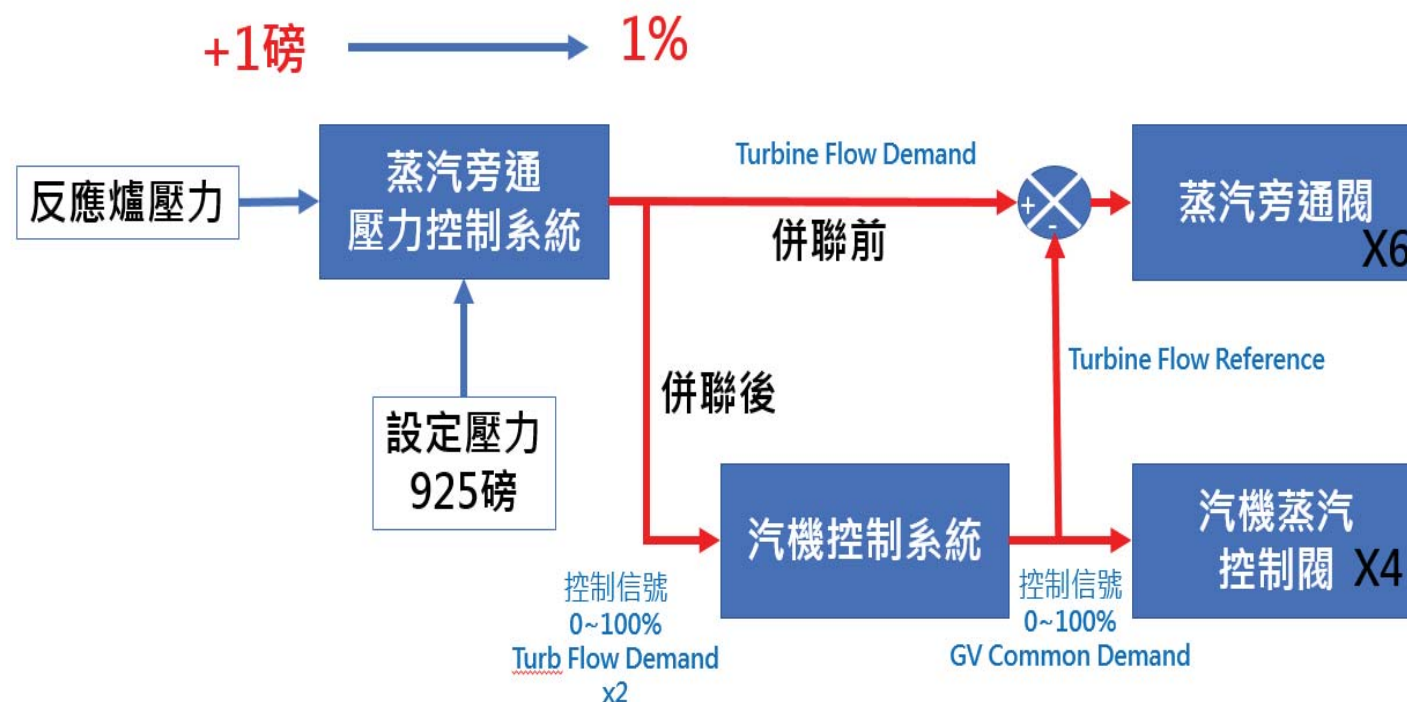
圖二.3 併聯後旁通閥關閉後，引發蒸汽旁通壓力控制輸出信號不穩



圖二.4 PR CONTROL ON GV 後，蒸汽旁通壓力控制輸出信號控制不穩

2. 蒸汽旁通壓力控制與汽機控制肇因確認

依上述之可能肇因研判，本次急停事件源自於蒸汽旁通壓力控制輸出信號不穩所致，引起汽機蒸汽控制閥週期性波動，造成反應爐保護儀器 OPRM 動作，進而引動反應爐保護系統動作而急停。從蒸汽旁通壓力控制系統(SB&PR)控制流程簡要圖檢視(如下圖)，蒸汽旁通壓力控制系統不穩定的可能來源包括：汽機控制系統(DEH)、蒸汽旁通閥與汽機蒸汽控制閥、信號傳輸、蒸汽旁通壓力控制系統。



逐一檢視上述系統設備是否引發蒸汽旁通壓力控制輸出信號控制不穩，引起汽機蒸汽控制閥週期性波動，釐清如下：

(1) 汽機控制系統：

核二廠參照ERF歷時資料，第一次及第二次併聯時，由汽機控制系統主導控制汽機控制閥開度階段，汽機流量參考信號(Turbine Flow Reference)和汽機控制閥開度皆呈現穩定。

第一次併聯，進行汽機熱機(Soaking)後，逐漸藉由提升DEH的負載需求設定讓負載增加，同時蒸汽旁通閥逐漸關閉，直到蒸汽旁通閥全關後，進入汽機控制閥壓力控制模式(Pressure control on GV)，此後汽機控制閥閥位控制切換由蒸汽旁通壓力控制系統輸出信號控制，閥位開始波動；後續機組按計畫降載進行自動電壓調整器(AVR)調校時，降低DEH負載設定點進入負載控制模式而開啟蒸汽旁通閥，此時汽機控制閥閥位由DEH控制，閥位恢復穩定。

上述現象證實汽機控制閥閥位的波動，非源自於DEH。

(2) 蒸汽旁通閥與汽機蒸汽控制閥：

當機組併聯後由DEH控制主汽機控制閥開度，控制閥GV 2及GV 3閥位係追隨控制閥開度信號(GV Demand)之週期性波動信號同步動作，故判定汽機控制閥GV 2及GV 3機構正常。

當反應爐壓力控制因機組運轉需要切換為蒸汽旁通閥控制時，1號蒸汽旁通閥閥位確實追隨蒸汽旁通閥需求信號之週期性波動信號同步動作，故判定1號蒸汽旁通閥之機構正常。

此次停機後於3月30日進行汽機控制閥與蒸汽旁通閥外觀檢查，結果確認閥門設備組件正常；原廠技師於4月2日針對汽機控制閥與蒸汽旁通閥要求重新執行相關測試與調校，內容包括：控制閥閥位行程與特性曲線驗證、蒸汽旁通閥之伺服閥零位(NULL)電流及閥位行程驗證，驗證結果並無發現任何異常。

(3) 信號傳輸：

停機後經測試量測蒸汽旁通壓力控制系統、主汽機控制系統、汽機

蒸汽控制閥及蒸汽旁通閥之間信號傳輸情形，結果皆正常。

(4)蒸汽旁通壓力控制系統：

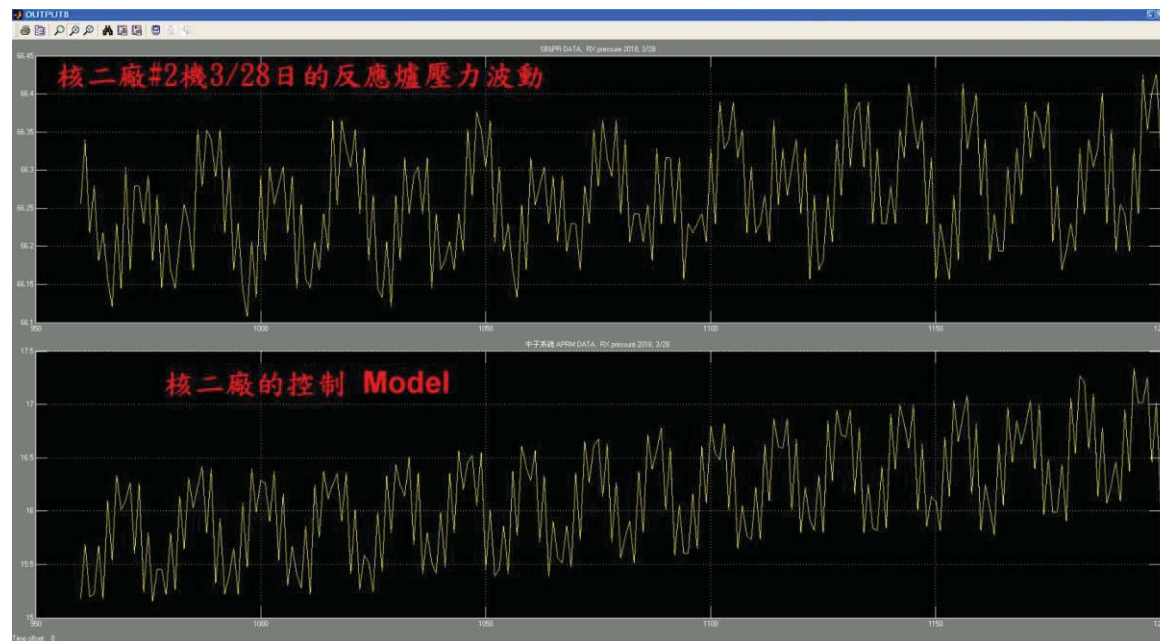
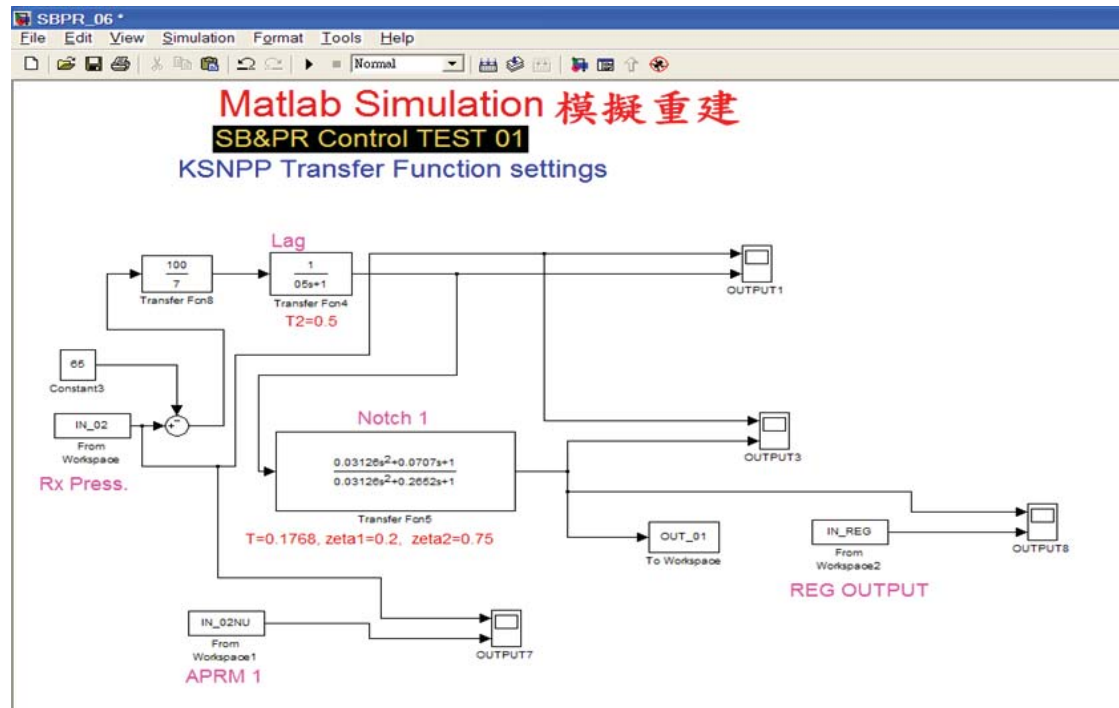
此次2號機再運轉起動過程，依據程序書執行蒸汽旁通壓力控制系統(SB&PR)更新後動態調校，由原廠技師與核二廠儀控人員會同執行。本系統需於起動至滿載過程中，機組在不同階段進行動態調校，以獲得系統控制流程的最佳調諧。

2號機再運轉起動過程中，機組併聯前、後均依程序書SP-2016-04，執行步階改變及觀察輸出控制反應與查證，並視需要進行參數值之動態調校。由ERF等資料顯示3月28日13:25機組提升功率過程中，因該系統輸出信號週期性波動，造成反應爐爐壓亦出現週期性波動，引發反應爐保護系統動作，機組自動安全停機。

SB&PR原廠國外技師於3月30日及3月31日陸續抵廠，協助核二廠進行肇因分析及後續改善建議擬訂。經電廠人員與原廠技師討論，同時參考業界數位化系統軟硬體的查證經驗，執行SB&PR系統運作正常查證、

硬體查證、軟體查證。經查證結果：SB&PR系統運作正常查證已於3月29日完成；硬體查證於3月31日完成確認正常；4月1日進行軟體查證確認符合設計功能，惟蒸汽旁通壓力控制系統控制參數之調校未達最佳化，需進行改善。。

4月1日以急停前反應爐壓力進行模擬重建，以相同的輸入參數包括：Lag Time($TR_2=0.5$ 秒)、Center Frequency($\tau_0=0.1768$ 秒)、 $Z_1=0.2$ 、 $Z_2=0.75$ ，分析結果詳如下圖，確認事件當時調校之參數未達到最佳調諧(Optimum Tuning)，無法有效衰減系統界面的壓力擾動信號，需廠家持續再調校。



3. 肇因確認

經上述驗證及分析結果，本次急停肇因可確認為數位化更新之蒸汽旁通壓力控制系統之參數並未達最佳化調諧，致無法有效衰減反應爐壓力週期性波動，引發OPRM PBA演算跳脫邏輯。

三、改善措施(詳附件二、第肆章)

3月28日機組急停後，本公司即要求蒸汽旁通壓力控制系統原廠家務必將問題解決，同時要求加派國外原設計技師及軟體技師抵台，駐廠協助釐清肇因及擬定改善措施，並要求未來機組再運轉時，全程參與調校至滿載完成。

到目前為止，原廠技師與台電公司核二廠相關同仁已完成多項的測試驗證工作，包括：汽機蒸汽控制閥閥位行程測試、蒸汽旁通閥閥位行程測試、系統間信號傳輸驗證、汽機蒸汽控制閥特性曲線確認、控制系統軟／硬體驗證、參數模擬測試及評估系統內參數設定值對系統穩定度之影響等。期使在未來進行動態調校時，其它外在可能影響的因素都在正常狀態，令機組運轉時，蒸汽管路動態補償參數(TR2)的調校能較準確。

從本次事件資料回饋，經原廠技師確認事件前蒸汽管路動態補償參數(TR2)之調校方向正確，同時台電公司核二廠要求原廠技師利用離線的模擬測試台對TR2參數在原設計範圍內(0.1~2.0秒)進行靈敏度分析，以找出最佳調諧的蒸汽管路動態補償參數(TR2)值，作為未來線上動態調校的基準。參照廠家之建議，蒸汽管路共振補償參

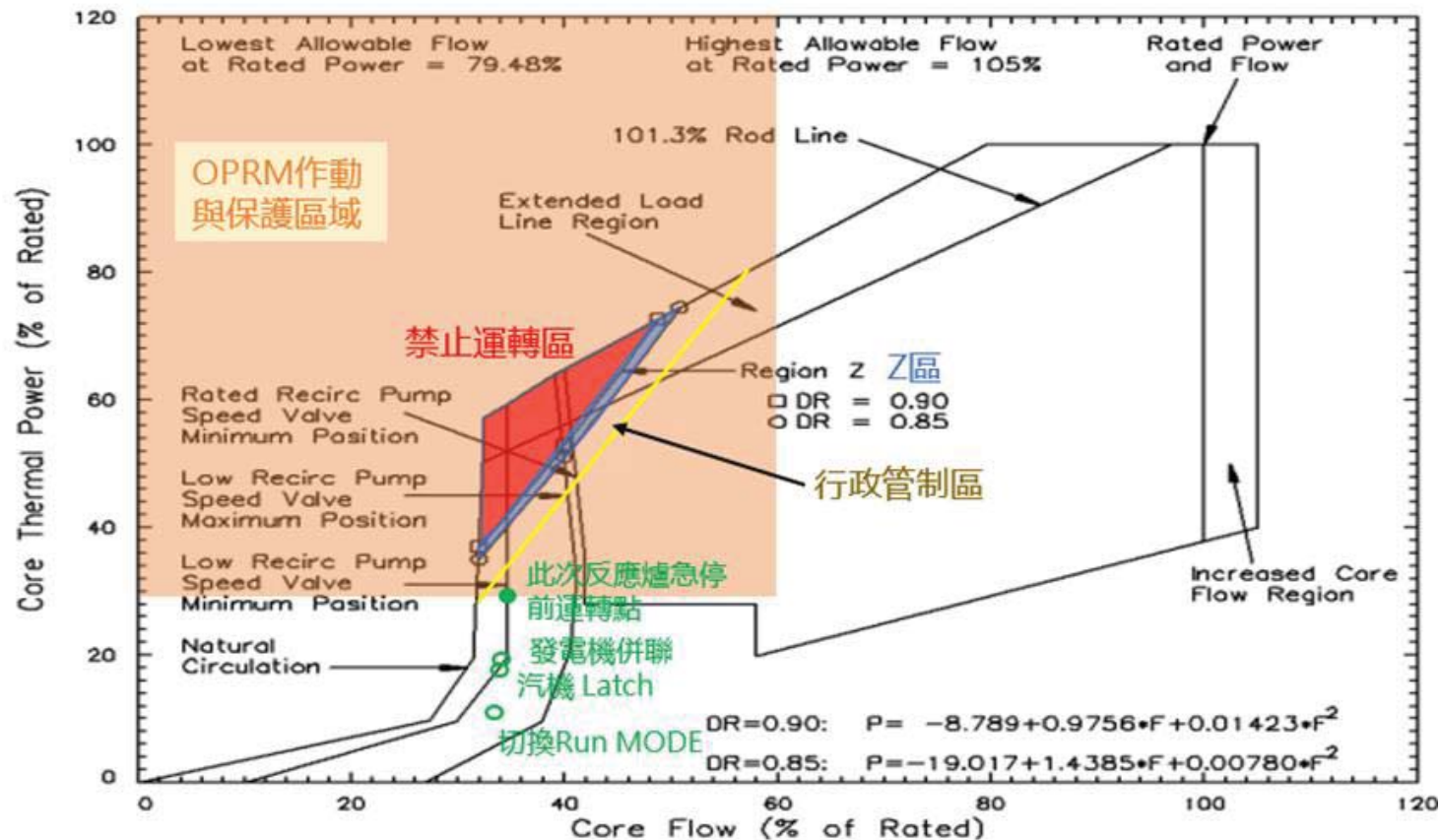
數TR2以1.6秒做為起始值，進行動態調校及驗證，觀察反應爐壓力波動現象，若未達到允收標準之最佳化控制，則以每次0.05秒增幅，改變TR2參數設定進行微調，且不超過原奇異公司之設計最大值2.0秒。動態調校須依照程序書(SP-2016-04)執行，同時增訂程序書之允收標準、調校時機及異常應變措施的因應，以確保未來動態調校時，機組安全及人員的有效因應作為

原計畫執行動態調校之時機點在反應爐水位控制由單元切換至三元後執行，其考量此時爐心水位與壓力信號較穩定，有助於線上動態調校，惟此時可能令機組進入OPRM引動條件的運轉區域，為有效降低風險，因此將調整動態調校改為在較低功率區(約15~20%熱功率)執行，並訂定更嚴格的調校接受標準，允許爐壓的波動小於1 psi且波動週期時間大(等)於4秒，避免落入OPRM PBA波動週期區間內(1~3.5秒)，調校待穩定後再提升負載。在動態調校期間，並增訂行政管制強化措施(詳如附件二第伍、六節)，供運轉員有效監視反應爐OPRM參數變化，同時有效執行因應作為。

針對前述強化作為，核二廠已修訂SB&PR系統數位化功能測試程序書、起動管制程序書，同時對持照運轉員進行課堂訓練。

四、機組再起動安全性評估(詳附件二、第伍章)

- (一) 機組停機後，相關安全系統皆動作正常，反應爐安全停機，所有設備包含汽機、發電機經檢查均正常未受損。運轉人員依程序書操作，將反應爐模式開關切至 SHUT DOWN 位置，並持續降低反應爐壓力及爐水溫度，將反應爐帶至冷爐停機狀態，機組安全無虞。
- (二) 急停前，反應爐運轉點歷程軌跡如下圖，反應爐之運轉點(爐心熱功率約 28.6%，爐心流量 33.9%)，未進入爐心熱水力不穩定區域(一般稱為 Z 區，如上圖藍色區域標示)運轉，且離核二廠的行政管制區(如下圖黃線標示)尚有距離。其它可能明顯影響爐心穩定性之因素包括：爐心功率分佈極端集中於底部、再循環水泵跳脫、喪失飼水加熱器等，檢視當時機組運轉狀態與各項運轉參數，確認並無前述異常狀態。



(三) 本公司委請燃料廠家進行反應爐暫態重建分析，燃料廠家針對OPRM動作前爐心穩定性進行兩項分析：一是用STAIF程式，計算當時爐心功率波動的最大衰減比(limiting decay ratio) 為0.364(遠小於1)，顯示當時爐心狀態非常穩定；另一以RAMONA5-FA程式模擬爐心功率受到擾動後的反應，結果顯示初始爐心

功率波動很小而且快速衰減。

故本次反應爐功率波動現象，並非由爐心熱水力不穩定所致，係由外來的持續性波動(即汽機控制閥閥位波動)引起，否則不可能發生持續性的功率波動。

(四) 此次本公司委請燃料廠家進行反應爐暫態重建分析，同時評估爐心功率波動導致燃料臨界功率比(CPR)的變化。

分析報告中，燃料廠家使用OPRM動作前爐心重要參數作為分析起點，對爐心外加一壓力波動使爐心發生功率波動，以RAMONA5-FA程式進行模擬，微調壓力波動使爐心功率波動吻合事件當時APRM信號波動頻率，並使爐心功率波動幅度大於當時APRM信號波動幅度。其計算結果顯示燃料最小臨界功率比(MCPR)的變化值小於0.31。而燃料廠家用其爐心穩態分析程式(MICROBURN-B2)計算，對應於OPRM動作前之爐心MCPR值為2.95，而其MCPR運轉限制值(OLMCPR)為2.06。因此，此一外加的強迫性爐心功率波動使MCPR減少為2.64($2.95 - 0.31 = 2.64$)，仍大於OLMCPR(2.06)，更遠大於MCPR安全限值

SLMCPR(1.09)。(註：MCPR值越大，爐心燃料熱限值餘裕越多)

急停後，由APRM讀數顯示爐心波動快速停止，反應爐功率快速下降。因此，OPRM動作後，燃料MCPR值會越大，讓爐心燃料熱限值餘裕越多。

由於爐心的MCPR值一直遠大於SLMCPR，故判定在此次爐心功率波動期間，燃料護套皆維持完整。

- (五) 反應爐急停後，對爐水進行取樣分析，分析結果各項數據顯示為正常停機狀況之數值，107年4月2日之後，5種碘同位素量測數值均已小於儀器最低可測值(MDA)，可證明爐心燃料護套完整性良好。
- (六) 針對此次影響「蒸汽旁通壓力控制系統」輸出信號穩定性的調校參數，已由原廠設計技師重新計算，並完成靜態模擬測試與參數靈敏度分析。同時已訂定更嚴格的動態調校接受標準及執行時機，以確保該系統輸出信號及主汽機控制閥閥位變動週期及幅度不影響反應爐壓力控制。
- (七) 為精進爐心功率監控行政管理機制，修訂程序書244改為升載時於約25%功率時
 - 1. 運用ERF觀察及記錄APRM之功率讀值不可有明顯短週期性變化(週期小於4

秒)，若有不符情形，須暫停升載。

2. 同時手動將APRM顯示盤畫面切換至OPRM監看畫面，提前監控OPRM偵測參數變化情形。

五、其他經主管機關指定之事項

- 將本次事件發生時之反應爐暫態重建分析納入綜合檢討報告。

台電公司辦理情形：

本公司已委請燃料廠家進行反應爐暫態重建分析，以確認當時爐心功率波動對燃料之影響，並釐清反應爐功率波動之原因，是否為爐心自發性引發，或是由SB&PR輸出信號波動所造成。

燃料廠家於107年4月7日完成OPRM動作前的爐心穩定性分析，並評估此次爐心功率波動對燃料的影響，詳如「附件二 核二廠2號機調校蒸汽旁通壓力控制系統機組急停肇因分析及改善措施(含反應爐暫態重建分析) 之『附件4 反應爐暫態重建分析報告』」。

(一)、模擬分析結果

1. 爐心穩定性

燃料廠家對核二廠2號機OPRM動作前爐心穩定性進行兩項分析：
一是用STAIF程式計算當時爐心功率波動的衰減比(decay ratio)；另一以

RAMONA5-FA程式模擬爐心功率受到擾動後的反應。OPRM動作前爐心重要參數如表五.1。

STAIF程式計算OPRM動作前功率波動衰減比結果如表五.2，其最大衰減比(limiting decay ratio)為全爐心衰減比(global decay ratio)，數值為0.364(遠小於1)，如此小的衰減比，顯示當時爐心狀態在OPRM動作前非常穩定。

RAMONA5-FA程式計算，是以基本模態(fundamental mode)擾動來引發全爐心功率波動，並模擬後續系統暫態反應達30秒。結果如圖五.1，顯示初始爐心功率波動很小而且快速衰減。此結果也驗證爐心狀況在OPRM動作前非常穩定，並支持STAIF程式計算的衰減比結果。

STAIF與RAMONA5-FA兩程式計算結果都顯示爐心狀況非常穩定，對爐心的擾動也快速衰減；因此，除非有外來的持續性波動(如汽機控制閥閥位波動)，否則不可能發生持續性的功率波動。因此可以判定功率波動是源自於SB&PR輸出信號波動而帶動汽機控制閥閥位波動所引

發的。

2. 爐心功率波動導致燃料臨界功率比(CPR)變化

燃料廠家再次用表五.1中OPRM動作前爐心重要參數作為分析起點，對爐心外加一壓力波動使爐心發生功率波動，以RAMONA5-FA程式進行模擬，微調壓力波動使爐心功率波動吻合事件當時APRM信號波動頻率，並使爐心功率波動幅度大於當時APRM信號波動幅度，此一外加的強迫性爐心功率波動模擬結果如圖五.2。

對應於圖五.2之功率波動，RAMONA5-FA程式計算出燃料最小臨界功率比(MCPR)的變化值小於0.31。而燃料廠家爐心穩態分析程式(MICROBURN-B2)計算出對應於表五.1之爐心MCPR值為2.95，而其MCPR運轉限制值(OLMCPR)為2.06。因此，此一外加的強迫性爐心功率波動使MCPR減少為2.64($2.95 - 0.31 = 2.64$)，仍大於OLMCPR(2.06)，更遠大於MCPR安全限值SLMCPR(1.09)。(註：MCPR值越大，爐心燃料熱限值餘裕越多)

急停後，由APRM讀數顯示爐心波動快速停止，反應爐功率快速下降。因此，OPRM動作後，燃料MCPR值會越大，讓爐心燃料熱限值餘裕越多。

由於爐心的MCPR值一直遠大於SLMCPR，故判定在此次爐心功率波動期間，燃料護套皆維持完整。

(二)、結語

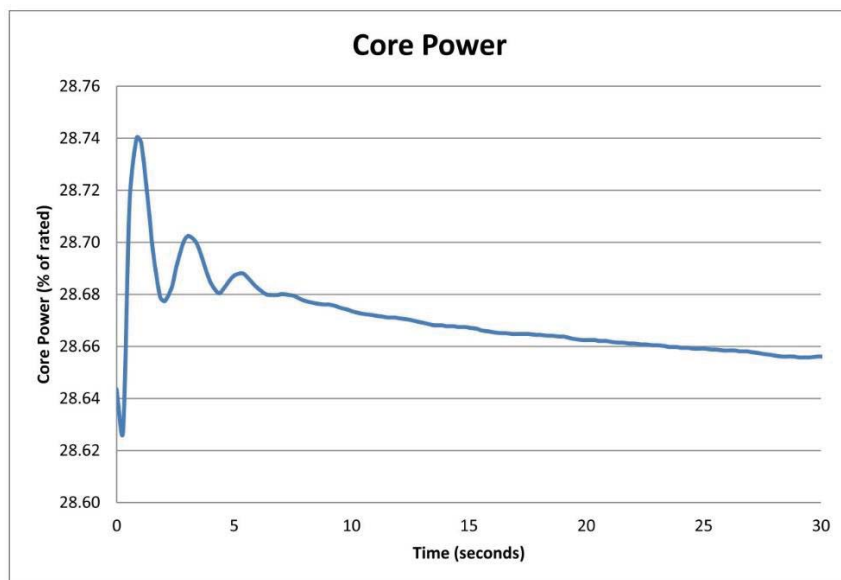
經燃料廠家分析驗證結果：核二廠2號機107年3月28日OPRM動作前，爐心非常穩定，爐心功率波動係由接受SB&PR輸出信號的汽機控制閥閥位波動所引起。此一外加的強迫性爐心功率波動所導致的MCPR值變化量僅為0.31，且MCPR值2.64，遠大於SLMCPR值1.09，可確認燃料護套完整性無虞。

(三)、參考資料

1. Framatome FS1-0037080 “Simulation of Kuosheng Unit 2 Cycle 25 Power Oscillation on March 28, 2018”.

表五.1 OPRM 動作前爐心重要參數

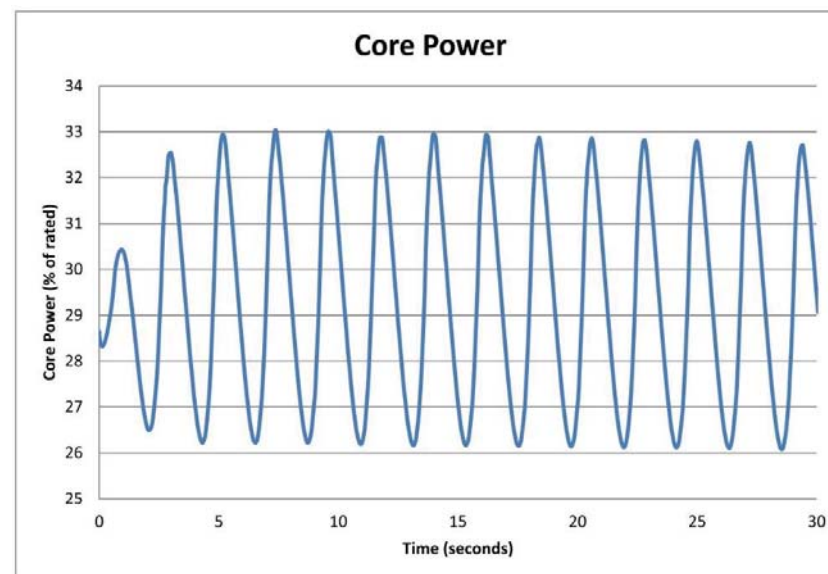
參數名稱	數值
Cycle Exposure (MWd/MTU)	2.3
Core Thermal Power (MWth)	859.5
Core Pressure (psia)	947.0
Core Inlet Subcooling (BTU/lbm)	15.50
Core Flow (Mlb/hr)	28.69



圖五.1 受擾動的爐心功率反應

表五.2: STAIF 程式計算功率波動衰減比結果

各種類型的衰減比	衰減比值
Hot Channel	0.049
Limiting Channel	0.053
Global (Core-Wide)	0.364
Regional	0.188



圖五.2 強迫性的爐心功率波動

第二核能發電廠 反應器急停／跳機初步評估報告

值班主任

依個資法第5條
保護個人資料

值班經理

依個資法第5條
保護個人資料

運轉經理

依個資法第5條
保護個人資料

副廠長

依個資法第5條保護個人資料

廠長

依個資法第5條
保護個人資料

反應器急停／跳機初步評估報告

1. 機組： 二號機

2. 事件發生日期： 107 年 3 月 28 日

3. 事件發生時間： 13 點 25 分

4. 暫態資料

	<u>最</u> <u>大</u>	<u>最</u> <u>小</u>
(1)反應爐壓力(kg/c m ²)	<u>67.19</u>	<u>66.4</u>
(2)反應爐水位(cm)	<u>117.3</u>	<u>- 50.86</u>
(3)爐心流量(T/HR)	<u>13850</u>	<u>8270</u>
(4)熱功率(MWT)	<u>690</u>	<u>0</u>
(5)APRM %(變化最大者)	<u>32.58</u>	<u>0.19</u>
(6)OFF GAS POST TREATMENT RADIATION (CPM)		
CH. A	<u>533</u>	<u>342</u>
CH. B	<u>355</u>	<u>211</u>
(7)OFF GAS VENT PIPE RADIATION (CPM)	<u>132</u>	<u>81</u>

(8)反應爐保護系統

控 道	信 號	動 作 時 間	復 原 時 間
A1	<u>NEUTRON MON SYS</u>	<u>13:25:26</u>	<u>13:27:20</u>
	<u>SCRAM CH A1</u>		
A2	<u>NEUTRON MON SYS</u>	<u>13:25:26</u>	<u>13:27:20</u>
	<u>SCRAM CH A2</u>		
B1	<u>NEUTRON MON SYS</u>	<u>13:25:26</u>	<u>13:27:20</u>
	<u>SCRAM CH B1</u>		
B2	<u>NEUTRON MON SYS</u>	<u>13:25:26</u>	<u>13:27:20</u>
	<u>SCRAM CH B2</u>		

(9)ECCS

	信 號	動 作 時 間	復 原 時 間
HPCS	<u>正常未動作</u>	_____	_____
LPCI A	<u>正常未動作</u>	_____	_____
LPCI B	<u>正常未動作</u>	_____	_____
LPCI C	<u>正常未動作</u>	_____	_____
LPCS	<u>正常未動作</u>	_____	_____
ADS	<u>正常未動作</u>	_____	_____
(10)RCIC	<u>正常未動作</u>	_____	_____

(11)圍阻體隔離

	原 因	動 作 時 間	復 原 時 間
Group 1A	<u>正常未動作</u>	_____	_____
Group 1B	<u>正常未動作</u>	_____	_____
Group 1C	<u>正常未動作</u>	_____	_____
Group 2A	<u>正常未動作</u>	_____	_____
Group 2B	<u>正常未動作</u>	_____	_____
Group 2C	<u>正常未動作</u>	_____	_____
Group 3	<u>正常未動作</u>	_____	_____
Group 4	<u>正常未動作</u>	_____	_____
Group 5	正常已動作	_____	_____
<u>(爐壓 133psig 已動作)</u>			
Group 6	<u>正常未動作</u>	_____	_____

(12)SGTS A	動作信號	<u>正常未動作</u>	動作時間	_____	復原時間	_____
SGTS B	動作信號	<u>正常未動作</u>	動作時間	_____	復原時間	_____

(13)柴油發電機

DIV I 起動信號 正常未動作 時 間 _____
併聯時間 _____ 停止運轉時間 _____

DIV II 起動信號 正常未動作 時 間 _____
併聯時間 _____ 停止運轉時間 _____

DIV III 起動信號 正常未動作 時 間 _____
併聯時間 _____ 停止運轉時間 _____

(13.1)自動加載時序

DIV I 起動信號 正常未動作 動作是否正常 是 ☐ 否 ☐
下游設備起動時序核對 正常 ☐ 異常 ☐

如有異常 異常設備及採取措施： _____

DIV II 起動信號 正常未動作 動作是否正常 是 ☐ 否 ☐
下游設備起動時序核對 正常 ☐ 異常 ☐

如有異常 異常設備及採取措施： _____

(14)SRV 動作 ☐ 是 ☒ 否 (若“是”請述明那只動作其動作時間及復原時間)

(15)備用硼液控制系統 信號 正常未動作 動作時間 _____ 復原時間 _____

(16)易燃氣體控制系統 信號 正常未動作 動作時間 _____ 復原時間 _____

5. 跳脫設備

	是	否
(1)汽機跳脫時間 時間 <u>13:25:45</u> 信號 <u>手動跳脫</u>	☒	☐
(2)再循環水泵 PCV PARTIAL CLOSURE	☐	☒
(3)再循環水泵跳脫	☐	☒
(4)再循環水泵高速變成低速運轉	☐	☒ (SCRAM 前低速運轉)
(5)飼水泵跳脫	☐	☒
(6)冷凝泵跳脫	☐	☒
(7)由自動改為手動之設備 <u>無</u>		
(8)廠外電源有無斷電發生	☐ 有	☒ 無

6. 初步安全評估

	是	否
(1)RPV 壓力低於安全釋壓閥定值	☒	☐

- | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| (2)RPV 溫度升降率小於 100°F/hr | ☒ | ☐ |
| (3)熱功率小於額定值 | ☒ | ☐ |
| (4)控制棒全入 | ☒ | ☐ |
| (5)急停/跳機時是否進入運轉規範限制運轉條件 | ☐ | ☒ |
| (5.1)急停/跳機時是否違反運轉規範 | ☐ | ☒ |
| (6)抑壓池水位在規定範圍 | ☒ | ☐ |
| (7)抑壓池水溫低於 120°F | ☒ | ☐ |
| (8)乾井壓力小於 1.74 PSIG | ☒ | ☐ |
| (9)機組急停或緊急爐心冷卻系統是否在終期安全分析報告分析範圍內 | ☒ | ☐ |
| (10)管線或設備有無旁通或跨接 | ☐ 有 | ☒ 無 |

7. 急停/跳機經過

(依事件發生經過及實際操作情形並參照第 15. 節 ALARM TYPER, ERF --- 等資料以時間為單位逐步敘事件發生順序及設備動作檢討)

(1)事件發生順序 (EVENT SEQUENCE)

13:25:26 二號機依照程序書 244 抽棒升載中，(APRM 約 29%，發電量約 200MWe)，再循環泵低速運轉中。因 APRM 2 及 APRM 1 OPRM 動作，引發反應爐自動急停。由反應器運轉員手動跳脫主汽機及主發電機，廠內電源匯流排由 2F1、2A1、2A2 由輔變自動切換至起變及緊變供電。13:25:31 反應爐水位下降至第三階水位(L-3)，由 RFPT B 台控制反應爐水位，持續補水至第七階水位。13:25:39 運轉員依程序書將運轉模式主開關(Mode SW)切至 Refuel 位置，確認控制棒全入，反應爐安全停機，13:25:42 秒運轉員依程序書將運轉模式主開關(Mode SW)切至 Shutdown 位置。

(2)設備動作檢討(包含重要或安全系統/設備/警報或第 4. 及 5. 節動作異常之原因及檢討)

本次事件係 APRM 2 及 APRM 1 OPRM 動作，引動反應爐自動急停。由反應器運轉員手動跳脫主汽機及主發電機。再循環泵維持低速運轉中。反應爐水位下降至第三階水位(L-3)以下，但未達第二階水位(L-2)，因此緊急爐心補水系統(ECCS)及爐心隔離冷卻系統(RCIC)均未達自動啟動之條件。反應爐壓力未上升至急停設定點，亦未達開啟安全釋壓閥(SRV)的條件，主蒸汽管隔離閥(MSIV)保持開啟，故主冷凝器熱沉仍正常運作。此外，對圍阻體完整性亦未

產生任何衝擊，總結，機組急停過程中各項參數反應均正常，安全重要設備動作情況亦均正常。

8. 急停/跳機原因

本次事件係 APRM 2 及 APRM 1 OPRM 動作，引動反應爐自動急停。

9. 上次類似急停/跳機事件比較（如有則檢討以前之改善措施是否妥當）

無

10. 人員曝露或傷亡

無

11. 放射性物質有無外洩或空浮發生

無

12. 改正行動及預防再發生措施

√ 運轉，維護人員訓練

措施：2 號機 1070328 急停經驗回饋及 OPRM 訓練

√ 程序書修改

措施：修訂程序書 244，於 25%功率時即須監視 OPRM 變化
修訂特殊程序書 2016-04 及 2018-01
詳急停事件綜合報告

√ 設備檢修/改善

措施： 詳急停事件綜合報告

____ 其他

措施： 無

13.再起動前應注意事項：

詳急停事件綜合報告

14.急停/跳機分類

(1) _____ 本急停/跳機事故，經分析屬於情況(一)，報告廠長或其指定代理人及通報總處，並向原能會核備後，啟動機組。

(2) √_____ 本急停/跳機事故，經分析屬於情況(二)，請運轉副廠長召集跳機分析小組進一步分析，並通知廠長或其代理人及通報總處，並需獲原能會審核准許後，啟動機組。

15.附件資料

√_____ P-1 OD-7

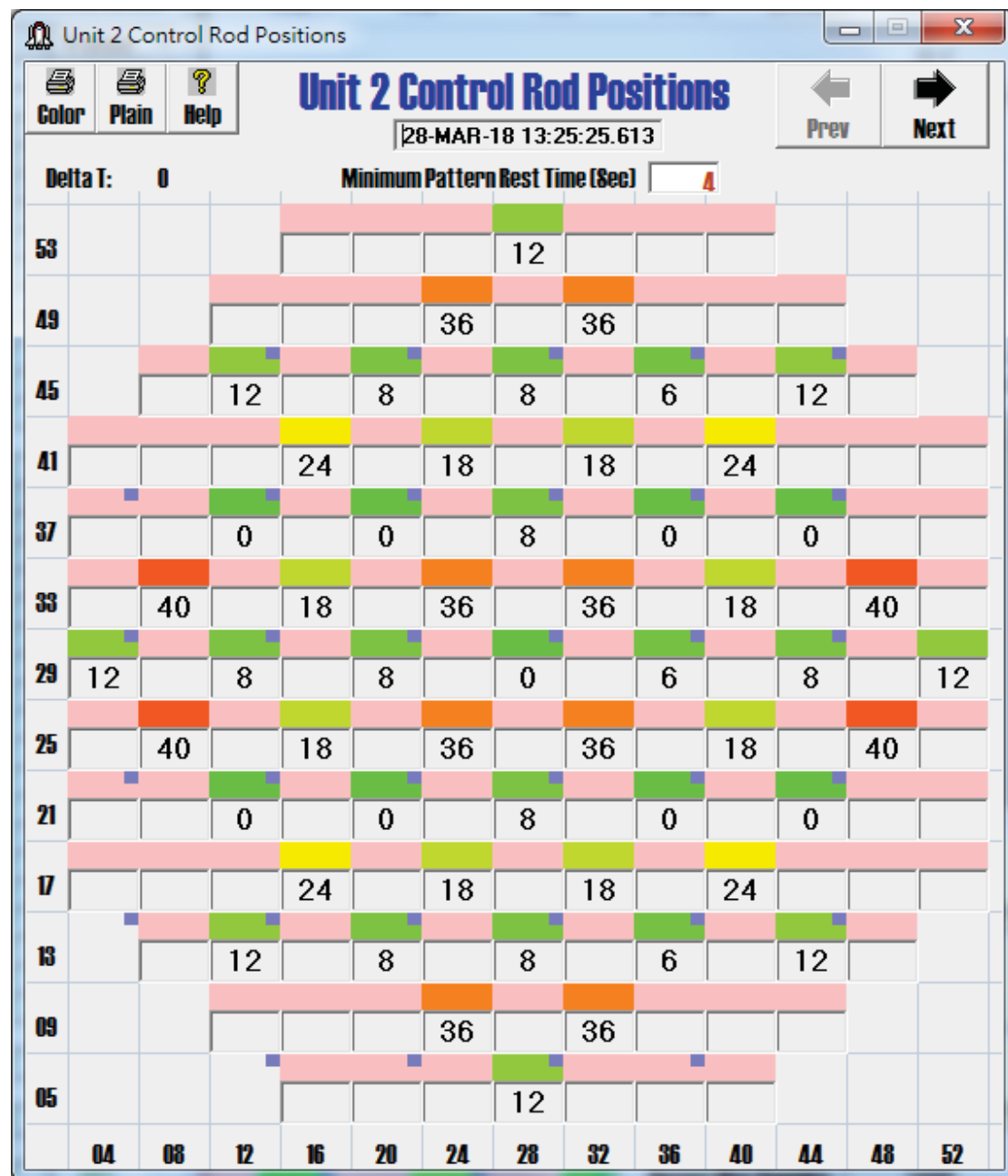
√_____ ALARM TYPER PRINTOUT

√_____ SOE PRINTOUT

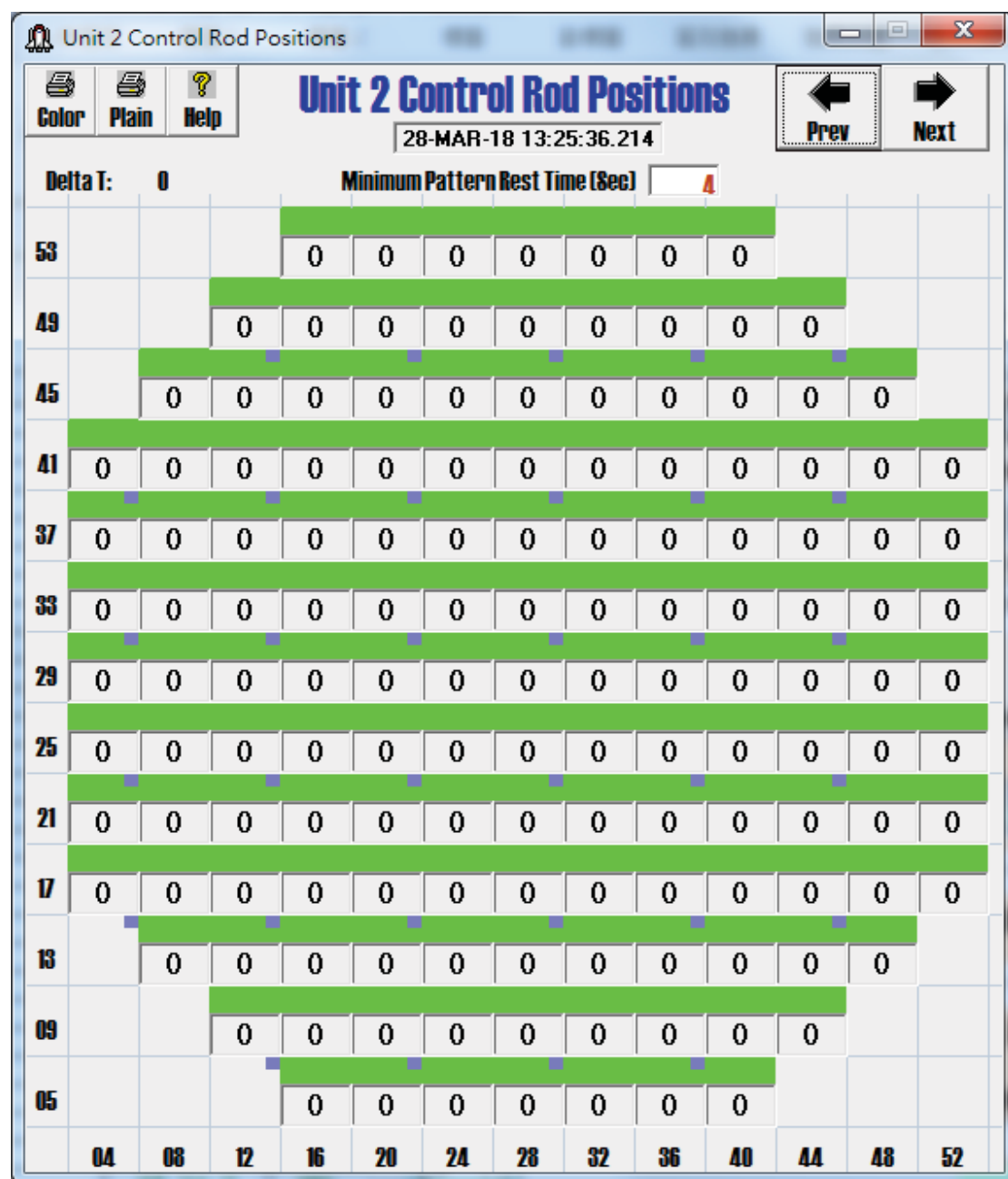
____其他(詳列名稱) _____

註：附件資料中若有異常信號，如該出現而未出現或不該出現而出現的信號，請說明異常原因及解決措施(以附件資料型式併入初步評估報告)。

2018.3.28 13:25:25 急停前控制棒棒位(急停時間 13:25:26)



2018.3.28 13:25:36 急停後控制棒棒位



附件：SOE 及 Historical Alarm List 重要資訊暨差異說明

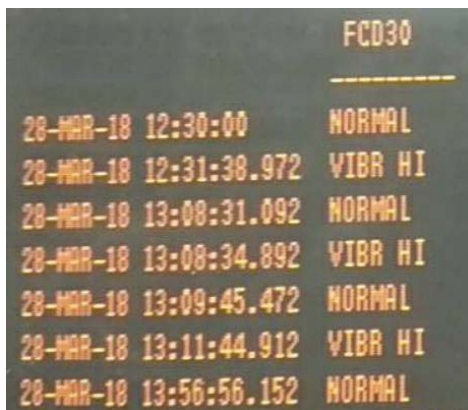
在急停過程中機組出現之重要資訊暨差異說明如下(SOE 及 Historical Alarm List 如下表)：

1. 說明 1：SOE 12:31:38~13:11:44 反應爐飼水泵汽機高振動(RFPT VIBR HI) 警報說明

- (1) 當時 RFPT B 運轉在 3500 ~ 3700 RPM 附近，接近警報設定點 4 mils (約在 4.0 ~ 4.55 mils 之間晃動)，故警報出現，此轉速區振動略大係該 RFPT 之運轉特性，維護人員立即查看潤滑油油溫、潤滑油壓力及軸承溫度等相關參數後確定設備正常，運轉員於此期間則加強嚴密監控 RFPT 運轉情形。

對振動值略大之運轉轉速區，將依機組水位控制情形，適度調整轉速，避開該轉速區。

- (2) 在 SOE 報表中 FCD30 在 13:11:44.912 出現 VIBR HI 警報後未再恢復 NORMAL，乃因 SOE 報表係列印至 13:40 為止所發生的事件，附上確認 FCD30 已於 13:56:56.152 恢復 NORMAL 之記錄，如下圖所示。



FCD30	

28-MAR-18 12:30:00	NORMAL
28-MAR-18 12:31:38.972	VIBR HI
28-MAR-18 13:08:31.092	NORMAL
28-MAR-18 13:08:34.892	VIBR HI
28-MAR-18 13:09:45.472	NORMAL
28-MAR-18 13:11:44.912	VIBR HI
28-MAR-18 13:56:56.152	NORMAL

2. 說明 2：APRM 1/2 OPRM 動作暨反應爐急停說明

- (1) APRM 2 及 APRM 1 之 OPRM 陸續動作，導致反應爐保護系統動作，反應爐自動急停。
- (2) 在 SOE 報表中 13:25:26.192 發生 REACTOR SCRAM DIV 2 OR 4，在 13:25:26.200 APRM 1 OPRM TRIP STATUS 之前，乃因緊急應變設施電腦系統(ERF)系統之 SOE 報表所提供的資料，其時間分辨率為 10 ms，因此報表中所記載的事件其發生的間隔時間如果相差超過 10 ms，這些事件發生的先後次序必與報表一致；但若事件發生的時間間隔相差不

到 10 ms，就在誤差範圍之內。而本次 RPS 與 OPRM 動作的時間分別發生於 13:25:26.192 與 13:25:26.200，其間隔時間僅 8 ms，應視為同一時間發生。

- (3) APRM 1/2/3/4 OPRM 取訊分別來自不同之 LPRM 信號，故取訊會有極些微之差距，當爐心功率 $\geq 29.5\%$ 時，APRM 1/2 OPRM 先達設定點，引動 Trip；而 APRM 3/4 OPRM 則尚未達設定點時反應爐已急停無功率，故沒動作。

3. 說明 3：有關急停洩放容器(SDV) CH A/B 與 CH C/D 引動高水位半急停時間差異說明

- (1) 每部機共有兩組急停洩放容器(SDV)，其中一組配置 A/B 控道之 SDV 高水位急停浮球開關(1BF-LSH-283A/283B)，分別引動 RPS-A 及 RPS-B 半急停信號；另一組配置 C/D 控道之 SDV 高水位急停浮球開關(1BF-LSH-283C/283D)，分別引動 RPS-C 及 RPS-D 半急停信號。
- (2) 由於兩組 SDV 累積水量的速度會有些微差距；因此，A/B 控道之浮球開關與 C/D 控道之浮球開關引動 SDV 高水位半急停時間有些微差異係屬正常現象。

4. 說明 4：SDV CH C 復歸後又動作說明

- (1) 當 SDV 進行洩水時，其水位會高低振盪地下降，若此時水位正在水位開關的動作臨界點，則會產生短暫復歸又動作的情形，屬正常現象。
- (2) 13:31:50.010~13:33:59.700 期間，為 SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH C 之機械浮球開關復歸邊緣，故會反覆出現。
- (3) 13:33:59.700 之時間點為 SDV 實際洩水完成之時間。
- (4) 電廠儀控人員於 4 月 3 日完成 SDV CH C 水位急停浮球開關測試，確認設定點正常。

5. 說明 5：Historical Alarm List 中僅出現 APRM 2 OPRM TRIP 而未出現 APRM 1 OPRM TRIP 警報說明

在 SOE 13:25:26.200 APRM 1 OPRM TRIP 警報出現，13:25:27.000 APRM 1 OPRM TRIP 警報復歸，SOE 取樣率為 0.01 秒，SOE 主要做為事故時序的分析使用，故取樣間隔時間極為短暫，而 Historical Alarm List 取樣率為 4 秒，在取樣的時間點該信號因已復歸，故未顯示此警報。

6. 說明 6：ISOLATION COMMAND GRP 5 CH A/B 警報說明

反應爐急停後水位暫態變化在 L-2 以上到 L-7 之間，達 L-3 時引動 PCIS GRP 5 動作，惟爐壓在 133 psig 時即已動作 GRP 5(隔離反應爐停機冷卻系統)。

7. 說明 7：NARROW RANGE REACTOR LEVEL A/B 警報說明

反應爐急停後水位暫態變化，水位曾低於窄範圍(NARROW RANGE)水位儀器指示範圍 0~150CM，故出現此一 SLO(Signal Lo)信號。

8. 說明 8：A CONDSR A/B HOTWELL LEVEL 警報說明

此係反應爐急停後，因系統回水及冷凝器真空變化所致。反應爐急停後，反應爐補水需求量減少，原本補水中之 RFP B 由最小流量(MINI FLOW)回水至 B 熱井(HOTWELL)使水位升高。另急停後汽機跳脫，排入主冷凝器之蒸汽減少，使主冷凝器 A/B 之壓力降低，HOTWELL A/B 水位升高。

9. 說明 9：控制棒 28-37 於 2 號機急停過程，棒位於 00 與 48 來回跳動說明

28-MAR-18 13:25:40	CRD2837	CONTROL ROD 28-37 POSITION	to 0	NOTCH	NML	from 8
28-MAR-18 13:27:44	CRD2837	CONTROL ROD 28-37 POSITION	to 48	NOTCH	NML	from 0
28-MAR-18 13:27:56	CRD2837	CONTROL ROD 28-37 POSITION	to 0	NOTCH	NML	from 48

由上表 ERF 的棒位資訊顯示，反應爐急停後控制棒 28-37 已插至 00 位置，在 13:27:44 時從原本全入的位置 00 跳至位置 48，過 12 秒後又跳至位置 00。

控制棒 28-37 在急停時已在全入 00 位置，又從 00 直接跳至 48，但中間過程並未出現任何其他棒位顯示(02~46)，研判此棒位信號 48 應為棒位指示器傳送假信號，已進行更換控制棒 28-37 之棒位指示器。

Unit 2 Kuosheng Offline Sequence Of Events Summary

Page 1 of 2

Kuosheng: KERF2B - Delta - Historical
Source File: DeltaFile.DAT KERF2B

Delta T: 0

Online Delta

Start Time: 28-MAR-2018 10:00:00.00
End Time: 28-MAR-2018 13:40:00.00

Time	Point ID	Point Name	Stat	Value
28-MAR-18 12:11:09.772	NBD02	AUX XFMR TO 4KV BKR A201	CLOSED	NML
28-MAR-18 12:11:09.852	NBD06	EMERG SU XFMR TO 4KV BKR A205	OPEN	NML
28-MAR-18 12:17:17.032	NBD01	AUX XFMR TO 4KV BKR A101	CLOSED	NML
28-MAR-18 12:17:17.092	NBD03	SU XFMR TO 4KV BKR A103	OPEN	NML
28-MAR-18 12:24:07.252	MAD10	AUX XFMR TO 13.8KV BKR F105	CLOSED	NML
28-MAR-18 12:24:07.352	MCD02	SU XFMR TO 13.8KV BKR F103	OPEN	NML
28-MAR-18 12:31:38.972	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	VIBR HI	ALM
28-MAR-18 13:08:31.092	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:08:34.892	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	VIBR HI	ALM
28-MAR-18 13:09:45.472	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:11:44.912	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	VIBR HI	ALM
28-MAR-18 13:25:24.000	SED41	APRM 2 OPRM TRIP STATUS	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.192	SBD36	REACTOR SCRAM DIV 2 OR 4	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.192	SBD52	RPS SCRAM LOGIC D STATUS	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SED40	APRM 1 OPRM TRIP STATUS	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD29	NEUTRON MON SYS SCRAM CH A1	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD35	REACTOR SCRAM DIV 1 OR 3	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD54	RPS SCRAM LOGIC C STATUS	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD32	NEUTRON MON SYS SCRAM CH B2	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.201	SBD53	RPS SCRAM LOGIC A STATUS	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.201	SBD51	RPS SCRAM LOGIC B STATUS	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.210	SBD31	NEUTRON MON SYS SCRAM CH A2	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.220	SBD30	NEUTRON MON SYS SCRAM CH B1	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.872	SBD29	NEUTRON MON SYS SCRAM CH A1	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:25:26.872	SBD30	NEUTRON MON SYS SCRAM CH B1	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:25:26.880	SBD31	NEUTRON MON SYS SCRAM CH A2	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:25:26.880	SBD32	NEUTRON MON SYS SCRAM CH B2	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:25:27.000	SED40	APRM 1 OPRM TRIP STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:25:27.000	SED41	APRM 2 OPRM TRIP STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:25:31.010	SBD24	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH D	LO TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:31.060	SBD22	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH B	LO TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:31.152	SBD21	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH A	LO TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:31.180	SBD23	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH C	LO TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:38.592	SBD03	RX MODE SW-START AND HOT STANDBY	STARTUP	NML
28-MAR-18 13:25:38.832	SBD04	RX MODE SW-RUN	OFF	NML
28-MAR-18 13:25:39.801	SBD02	RX MODE SW-REFUEL	REFUEL	NML
28-MAR-18 13:25:39.940	SBD03	RX MODE SW-START AND HOT STANDBY	OFF	NML
28-MAR-18 13:25:42.532	SBD01	RX MODE SW-SHUTDOWN	SHUTDOWN	NML
28-MAR-18 13:25:42.600	SBD34	MANUAL SCRAM DIV 2 OR 4	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:42.580	SBD02	RX MODE SW-REFUEL	OFF	NML
28-MAR-18 13:25:42.652	SBD33	MANUAL SCRAM DIV 1 OR 3	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:43.912	SFDE7	DISCH VOL HI WTR LVL ROD BLK	RODBLOCK	ALM
28-MAR-18 13:25:45.832	ACD10	TURBINE REMOTE TRIP BACKUP	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:45.840	ACD09	TURBINE REMOTE TRIP	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:45.840	ACD11	TURBINE MANUAL TRIP	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:45.860	ACD40	MAIN TURBINE CHANNEL A TRIP	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:45.860	ACD39	MAIN TURBINE CHANNEL B TRIP	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:45.972	SBD41	TCV FAST CLOSURE SCRAM CH A	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:45.972	SBD43	TCV FAST CLOSURE SCRAM CH C	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:45.972	SBD44	TCV FAST CLOSURE SCRAM CH D	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:45.980	SBD42	TCV FAST CLOSURE SCRAM CH B	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:46.080	SBD37	TURB STOP VLV CLOSURE SCRAM CH A	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:46.080	SBD38	TURB STOP VLV CLOSURE SCRAM CH B	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:46.092	SBD39	TURB STOP VLV CLOSURE SCRAM CH C	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:46.112	SBD40	TURB STOP VLV CLOSURE SCRAM CH D	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:47.772	ACD09	TURBINE REMOTE TRIP	RESET	NML
28-MAR-18 13:25:47.780	ACD10	TURBINE REMOTE TRIP BACKUP	RESET	NML
28-MAR-18 13:25:49.720	SBD06	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH B	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:49.900	MDD02	XFMR BKR 3570(#1)//3670(#2) POSI	OPEN	NML
28-MAR-18 13:25:49.900	ACD21	TURBINE INITIATED GEN TRIP	TRIP	ALM

Unit 2 Kuosheng Offline Sequence Of Events Summary

Page 2 of 2

Kuosheng: KERF2B - Delta - Historical
Source File: DeltaFile.DAT KERF2B

Delta T: 0

Online Delta

Start Time: 28-MAR-2018 10:00:00.00
End Time: 28-MAR-2018 13:40:00.00

Time	Point ID	Point Name	Stat	Value
28-MAR-18 13:25:49.912	MDD03	XFMR BKR 3580(#1)//3680(#2) POSI	OPEN	NML
28-MAR-18 13:25:49.932	ACD10	TURBINE REMOTE TRIP BACKUP	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:49.940	ACD09	TURBINE REMOTE TRIP	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:49.972	MDD01	MAIN GENERATOR ON LINE STATUS	OFFLINE	NML
28-MAR-18 13:25:49.992	NBD01	AUX XFMR TO 4KV BKR A101	OPEN	NML
28-MAR-18 13:25:49.992	MAD10	AUX XFMR TO 13.8KV BKR F105	OPEN	ALM
28-MAR-18 13:25:50.052	NBD03	SU XFMR TO 4KV BKR A103	CLOSED	NML
28-MAR-18 13:25:50.052	NBD02	AUX XFMR TO 4KV BKR A201	OPEN	NML
28-MAR-18 13:25:50.052	NBD04	SU XFMR TO 4KV BKR A203	CLOSED	NML
28-MAR-18 13:25:50.072	MCD02	SU XFMR TO 13.8KV BKR F103	CLOSED	NML
28-MAR-18 13:25:50.392	MBD01	EXCITER FIELD BREAKER STATUS	OPEN	ALM
28-MAR-18 13:25:50.420	SBD05	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH A	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:56.620	SBD07	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH C	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:56.952	SBD08	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH D	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:26:12.832	SBD33	MANUAL SCRAM DIV 1 OR 3	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:26:12.852	SBD33	MANUAL SCRAM DIV 1 OR 3	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:26:13.112	SBD34	MANUAL SCRAM DIV 2 OR 4	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:26:13.572	SBD33	MANUAL SCRAM DIV 1 OR 3	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:26:16.592	SBD23	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH C	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:26:17.052	SBD21	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH A	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:26:17.192	SBD24	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH D	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:26:17.400	SBD22	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH B	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:26:32.872	ACD11	TURBINE MANUAL TRIP	RESET	NML
28-MAR-18 13:27:20.572	SBD53	RPS SCRAM LOGIC A STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:27:20.580	SBD35	REACTOR SCRAM DIV 1 OR 3	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:27:20.580	SBD54	RPS SCRAM LOGIC C STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:27:20.592	SBD36	REACTOR SCRAM DIV 2 OR 4	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:27:20.592	SBD51	RPS SCRAM LOGIC B STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:27:20.600	SBD52	RPS SCRAM LOGIC D STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:31:50.010	SBD07	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH C	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:31:50.292	SBD07	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH C	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:31:52.940	SBD07	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH C	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:31:53.500	SBD07	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH C	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:33:58.760	SBD08	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH D	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:33:59.700	SBD07	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH C	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:34:11.472	SBD06	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH B	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:34:13.810	SBD05	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH A	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:34:17.312	SFDE7	DISCH VOL HI WTR LVL ROD BLK	NORMAL	NML
End Of Report				

Unit 2 Kuosheng Historical Alarm List

Sample Rate (Secs): 4

Page 1 of 7

Kuosheng: KERF2B - Scan - Historical
Source File: ScanFile.DAT KERF2B

Delta T: 24.2

Online Scan

Start Time: 28-MAR-2018 12:00:00.000
End Time: 28-MAR-2018 13:40:00.000

Time	Point ID	Point Name	Value	Units	Stat	Limit	Deadband
28-MAR-18 12:00:00	AADF5	ISOL CMD GRP 5 SHTDN COOL CH A	ISOLATE	DIGITAL	AHI	ISOLATE	
28-MAR-18 12:00:00	EJDB8	RHR LOOP A TO RW ISO HV-244	NOT CLSD	DIGITAL	AHI	NOT CLSD	
28-MAR-18 12:00:00	AADF4	ISOL CMD GRP 5 SHTDN COOL CH B	ISOLATE	DIGITAL	AHI	ISOLATE	
28-MAR-18 12:00:00	AEA83	RFP C SUCTION FLOW	0.045559	KT/HR	ALO	0.69	0.12
28-MAR-18 12:00:00	FCD12	RFPT C TRIP OR TRIP HDR LOW PRES	TRIP	DIGITAL	AHI	TRIP	
28-MAR-18 12:00:00	EBD05	A TPCW PUMP STATUS	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 12:00:00	ADD17	A CONDENSATE PUMP STATUS	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 12:00:00	EGD11	A NCCW PUMP STATUS	RUN	DIGITAL	AHI	RUN	
28-MAR-18 12:00:00	BB055	A RECIRC PUMP NORMAL BKR 5 F112	OPEN	DIGITAL	AHI	OPEN	
28-MAR-18 12:00:00	AGA12	MSR HP DRAIN TANK B DISCH TEMP	-79.216	DEG_C	SLO	0	2
28-MAR-18 12:00:00	FCA37	REHEAT STEAM TO RFP TURBINE TEMP	270.15	DEG_C	AHI	270	2
28-MAR-18 12:00:00	KAA05	HIGH PRESS AIR HEADER PRESS	14.827	KG/CM2	AHI	14.8	0.3089
28-MAR-18 12:00:00	DAD04	D CIRC WATER PUMP STATUS	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 12:00:00	DAD02	B CIRC WATER PUMP STATUS	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 12:00:00	ADD20	D CONDENSATE PUMP STATUS	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 12:00:00	MAD10	AUX XFMR TO 13.8KV BKR F105	OPEN	DIGITAL	ALO	OPEN	
28-MAR-18 12:00:00	BB056	B RECIRC PUMP NORMAL BKR 5 F113	OPEN	DIGITAL	AHI	OPEN	
28-MAR-18 12:00:00	LPM4647D	LPRM 46-47 D FLUX	3.6	W/SQCM	ALO	5	4.092
28-MAR-18 12:00:00	LPM1407D	LPRM 14-07 D FLUX	4.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 12:00:00	LPM0615D	LPRM 06-15 D FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 12:24:08	MAD10	AUX XFMR TO 13.8KV BKR F105	CLOSED	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 12:31:40	FC030	B RFPT VIBRATION STATUS	VIBR HI	DIGITAL	ALO	VIBR HI	
28-MAR-18 12:51:20	LPM1447D	LPRM 14-47 D FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 12:52:08	LPM4639D	LPRM 46-39 D FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 12:52:20	LPM4647C	LPRM 46-47 C FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.092
28-MAR-18 12:52:40	LPM3847D	LPRM 38-47 D FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 12:54:28	LPM4623D	LPRM 46-23 D FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:08:32	FC030	B RFPT VIBRATION STATUS	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:08:36	FC030	B RFPT VIBRATION STATUS	VIBR HI	DIGITAL	ALO	VIBR HI	
28-MAR-18 13:09:48	FC030	B RFPT VIBRATION STATUS	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:11:48	FC030	B RFPT VIBRATION STATUS	VIBR HI	DIGITAL	ALO	VIBR HI	
28-MAR-18 13:18:32	LPM1447D	LPRM 14-47 D FLUX	9.4	W/SQCM	NML		4.212
28-MAR-18 13:23:48	LPM3847D	LPRM 38-47 D FLUX	9.8	W/SQCM	NML		4.212
28-MAR-18 13:25:24	SED41	APRM 2 OPRM TRIP STATUS	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 13:25:28	SBD53	RPS SCRAM LOGIC A STATUS	SCRAM	DIGITAL	AHI	SCRAM	
28-MAR-18 13:25:28	SBD54	RPS SCRAM LOGIC C STATUS	SCRAM	DIGITAL	AHI	SCRAM	
28-MAR-18 13:25:28	SBD51	RPS SCRAM LOGIC B STATUS	SCRAM	DIGITAL	AHI	SCRAM	
28-MAR-18 13:25:28	SBD52	RPS SCRAM LOGIC D STATUS	SCRAM	DIGITAL	AHI	SCRAM	
28-MAR-18 13:25:28	SED08	APRM DOWNSCALE ALARM STATUS	DNSCALE	DIGITAL	ALO	DNSCALE	
28-MAR-18 13:25:28	SBD35	REACTOR SCRAM DIV 1 OR 3	SCRAM	DIGITAL	ALO	SCRAM	

詳説明1

詳説明5

Unit 2 Kuosheng Historical Alarm List

Sample Rate (Secs): 4

Page 2 of 7

Kuosheng: KERF2B - Scan - Historical
Source File: ScanFile.DAT KERF2B

Delta T: 24.2

Online Scan

Start Time: 28-MAR-2018 12:00:00.000
End Time: 28-MAR-2018 13:40:00.000

Time	Point ID	Point Name	Value	Units	Stat	Limit	Deadband
28-MAR-18 13:25:28	SBD36	REACTOR SCRAM DIV 2 OR 4	SCRAM	DIGITAL	ALO	SCRAM	
28-MAR-18 13:25:28	SED41	APRM 2 OPRM TRIP STATUS	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:25:32	AAA08	NARROW RANGE REACTOR LEVEL A	15.084	CM	ALO	30.48	3
28-MAR-18 13:25:32	AAA09	NARROW RANGE REACTOR LEVEL B	21.786	CM	ALO	30.48	3
28-MAR-18 13:25:32	AADF2	ISOLATION COMMAND GRP 5 CH A	ISOLATE	DIGITAL	ALO	ISOLATE	
28-MAR-18 13:25:32	AADF3	ISOLATION COMMAND GRP 5 CH B	ISOLATE	DIGITAL	ALO	ISOLATE	
28-MAR-18 13:25:32	BFD18	SCRAM DISCH DRAIN VALVE 281B	CLOSED	DIGITAL	ALO	CLOSED	
28-MAR-18 13:25:32	SBD22	VESEL LOW WTR LVL SCRAM CH B	LO TRIP	DIGITAL	ALO	LO TRIP	
28-MAR-18 13:25:32	SBD21	VESEL LOW WTR LVL SCRAM CH A	LO TRIP	DIGITAL	ALO	LO TRIP	
28-MAR-18 13:25:32	BFD17	SCRAM DISCH VENTING VALVE 281A	CLOSED	DIGITAL	ALO	CLOSED	
28-MAR-18 13:25:32	SBD24	VESEL LOW WTR LVL SCRAM CH D	LO TRIP	DIGITAL	ALO	LO TRIP	
28-MAR-18 13:25:32	SBD23	VESEL LOW WTR LVL SCRAM CH C	LO TRIP	DIGITAL	ALO	LO TRIP	
28-MAR-18 13:25:32	BFD20	SCRAM VALVE STATUS	OPEN	DIGITAL	AHI	OPEN	
28-MAR-18 13:25:32	LPM3823D	LPRM 38-23 D FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3839A	LPRM 38-39 A FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3839B	LPRM 38-39 B FLUX	4.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3831C	LPRM 38-31 C FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3831B	LPRM 38-31 B FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3831A	LPRM 38-31 A FLUX	4.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3823C	LPRM 38-23 C FLUX	4.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3815D	LPRM 38-15 D FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3815C	LPRM 38-15 C FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3815B	LPRM 38-15 B FLUX	4.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3807D	LPRM 38-07 D FLUX	3.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM4647B	LPRM 46-47 B FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.092
28-MAR-18 13:25:32	LPM3807C	LPRM 38-07 C FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3807B	LPRM 38-07 B FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3815A	LPRM 38-15 A FLUX	4.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3031A	LPRM 30-31 A FLUX	4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3807A	LPRM 38-07 A FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM4647A	LPRM 46-47 A FLUX	2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM4639C	LPRM 46-39 C FLUX	3	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM4639B	LPRM 46-39 B FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM4631D	LPRM 46-31 D FLUX	3.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3847C	LPRM 38-47 C FLUX	3.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM4623C	LPRM 46-23 C FLUX	3.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM4615D	LPRM 46-15 D FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM4615C	LPRM 46-15 C FLUX	3.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM4615B	LPRM 46-15 B FLUX	4.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3847D	LPRM 38-47 D FLUX	3	W/SQCM	ALO	5	4.212

詳説明6

Unit 2 Kuosheng Historical Alarm List

Sample Rate (Secs): 4

Page 3 of 7

Kuosheng: KERF2B - Scan - Historical
Source File: ScanFile.DAT KERF2B

Delta T: 24.2

Online Scan

Start Time: 28-MAR-2018 12:00:00.000
End Time: 28-MAR-2018 13:40:00.000

Time	Point ID	Point Name	Value	Units	Stat	Limit	Deadband
28-MAR-18 13:25:32	LPM4631C	LPRM 46-31 C FLUX	3.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1415B	LPRM 14-15 B FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0631B	LPRM 06-31 B FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0631C	LPRM 06-31 C FLUX	3.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0631D	LPRM 06-31 D FLUX	3.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0639B	LPRM 06-39 B FLUX	4.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0639C	LPRM 06-39 C FLUX	3.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0639D	LPRM 06-39 D FLUX	3	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1407A	LPRM 14-07 A FLUX	2.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1407B	LPRM 14-07 B FLUX	2.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1407C	LPRM 14-07 C FLUX	3	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1439B	LPRM 14-39 B FLUX	3.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1415C	LPRM 14-15 C FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1415D	LPRM 14-15 D FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1423A	LPRM 14-23 A FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1423B	LPRM 14-23 B FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1423C	LPRM 14-23 C FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1423D	LPRM 14-23 D FLUX	3.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1431B	LPRM 14-31 B FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1431C	LPRM 14-31 C FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1431D	LPRM 14-31 D FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0615A	LPRM 06-15 A FLUX	3	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0615B	LPRM 06-15 B FLUX	2.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0615C	LPRM 06-15 C FLUX	2.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0623D	LPRM 06-23 D FLUX	3.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0623C	LPRM 06-23 C FLUX	4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1439C	LPRM 14-39 C FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3023C	LPRM 30-23 C FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2247C	LPRM 22-47 C FLUX	3.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2247D	LPRM 22-47 D FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3007A	LPRM 30-07 A FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3007C	LPRM 30-07 C FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3007D	LPRM 30-07 D FLUX	4.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3015A	LPRM 30-15 A FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3015B	LPRM 30-15 B FLUX	4.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3015C	LPRM 30-15 C FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3015D	LPRM 30-15 D FLUX	4.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2239D	LPRM 22-39 D FLUX	4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3023D	LPRM 30-23 D FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3031D	LPRM 30-31 D FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212

Unit 2 Kuosheng Historical Alarm List

Sample Rate (Secs): 4

Page 4 of 7

Kuosheng: KERF2B - Scan - Historical
Source File: ScanFile.DAT KERF2B

Delta T: 24.2

Online Scan

Start Time: 28-MAR-2018 12:00:00.000
End Time: 28-MAR-2018 13:40:00.000

Time	Point ID	Point Name	Value	Units	Stat	Limit	Deadband
28-MAR-18 13:25:32	LPM3039A	LPRM 30-39 A FLUX	4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3039B	LPRM 30-39 B FLUX	4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3039C	LPRM 30-39 C FLUX	4.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3047A	LPRM 30-47 A FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3047B	LPRM 30-47 B FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3047C	LPRM 30-47 C FLUX	3.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3023A	LPRM 30-23 A FLUX	4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1439D	LPRM 14-39 D FLUX	3.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1447B	LPRM 14-47 B FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1447C	LPRM 14-47 C FLUX	3.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1447D	LPRM 14-47 D FLUX	3.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2207C	LPRM 22-07 C FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2207D	LPRM 22-07 D FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2215A	LPRM 22-15 A FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2215B	LPRM 22-15 B FLUX	4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2215D	LPRM 22-15 D FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2247A	LPRM 22-47 A FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2223D	LPRM 22-23 D FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2231A	LPRM 22-31 A FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2231C	LPRM 22-31 C FLUX	4.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2231D	LPRM 22-31 D FLUX	4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2239A	LPRM 22-39 A FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2239B	LPRM 22-39 B FLUX	4.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2239C	LPRM 22-39 C FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3047D	LPRM 30-47 D FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2215C	LPRM 22-15 C FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	AAA08	NARROW RANGE REACTOR LEVEL A	-11.898	CM	SLO	0	3
28-MAR-18 13:25:36	AAA09	NARROW RANGE REACTOR LEVEL B	-8.1116	CM	SLO	0	3
28-MAR-18 13:25:36	LPM3831D	LPRM 38-31 D FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM3839C	LPRM 38-39 C FLUX	2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM3839D	LPRM 38-39 D FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM3847A	LPRM 38-47 A FLUX	2.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM3823B	LPRM 38-23 B FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM3823A	LPRM 38-23 A FLUX	2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM3847B	LPRM 38-47 B FLUX	2.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM4631A	LPRM 46-31 A FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM4639A	LPRM 46-39 A FLUX	2.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM4631B	LPRM 46-31 B FLUX	2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM4623B	LPRM 46-23 B FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM4623A	LPRM 46-23 A FLUX	2.4	W/SQCM	ALO	5	4.212

詳説明7

107 年 3 月 28 日

核二廠 2 號機調校蒸汽旁通壓力控制系統
機組急停肇因分析及改善措施

台灣電力股份有限公司

中華民國 107 年 4 月 8 日

目 錄

壹、事件摘要	3
貳、機組狀況及處理經過.....	5
一、機組狀況	5
二、事件通報	8
參、反應爐保護系統動作原因分析及肇因確認	9
一、可能肇因研判.....	9
二、蒸汽旁通壓力控制與汽機控制肇因確認.....	13
(一) 汽機控制系統(DEH).....	15
(二) 蒸汽旁通閥(BPV)與汽機蒸汽控制閥(GV).....	18
(三) 信號傳輸.....	20
(四) 蒸汽旁通壓力控制系統(SB&PR).....	23
肆、改善措施	32
伍、反應爐安全評估	34
一、OPRM 動作條件說明	34
二、OPRM 動作時機組狀況說明	38
三、急停前反應爐熱水力狀態說明.....	41
四、OPRM 動作對爐心燃料的影響說明	42
五、國外經驗回饋.....	44
六、行政管制強化措施.....	46
陸、結語	47
附件 1 SOE 及 Historical Alarm List 重要資訊暨差異說明...	48
附件 2 機組起動升載過程 SB&PR 動態調校說明	57
附件 3 SB&PR 原廠事件調查與建議事項報告.....	69
附件 4 反應爐暫態重建分析報告	88
附件 5 SB&PR 系統數位化功能測試程序書、起動管制程序書修訂	101

壹、事件摘要

台電公司核二廠2號機在3月20日獲原能會同意再運轉申請，當日台電公司即要求核安團隊進駐電廠，與核二廠團隊同步展開對反應爐及發電設備再次安全檢查，於3月21日上午確認再運轉安全檢查完成，同日11時30分抽出控制棒起動反應爐，機組起動後陸續進行反應爐保護系統、安全系統、主汽機及發電機等相關測試，於3月25日早上7時26分完成併聯前所有測試與調校工作。於當日向原能會提出併聯申請。

原能會於3月27日中午同意核二廠2號機併聯，核二廠於12時55分完成發電機首度併聯發電，續依計畫提升負載至約11萬瓩，並連續運轉8小時後，按原定計畫與程序執行主汽機機械超速跳脫測試與發電機轉軸配重，28日早上7時26分再度併聯。

依照核能機組大修後再運轉管制程序，機組大修期間完成之設備更新案，於首次運轉時均需完成相關測試與調校工作。因此本次機組再運轉也需對相關設備更新案，計有發電機、蒸汽旁通壓力控制系統等進行必要的測試與調校。其中發電機因定子線圈重繞須執行冷卻風量測試與調整、相位與相序核測及自動電壓調整器調校與測試；另蒸汽旁通壓力控制系統數位化更新案，雖於105年4月大修期間完成，惟105年5月大修後因避雷器故障事件實際僅發電約35分鐘，之後反應器安全停機，即無蒸汽產出可供該系統進行動態調校，故未能執行後續各階段之動態調校，所以須列入本次再運轉時程計畫內進行動態調校管制。該項系統屬數位化設備，於設計階段已完成驗證與確認(V&V)，然該系統控制反應靈敏，運轉前已依照程序書，完成離線靜態模擬測試，待機組運轉後反應爐產生蒸汽，即可在反應爐升溫升壓至發電機滿載期間，按照程序書由原廠2位駐廠技師分別於9個階段進行動態調校與取訊。

3月27日第一次併聯時，發現主汽機控制閥閥位有波動現象，立即邀原廠駐廠技師召開討論會，並將取訊數據傳回美國原廠再進行分析。於3月28日第二次併聯前，駐廠技師重新完成靜態模擬，確認參數可用後，即依程序書進行動態調校。3月28日早上7時26分發電機第二次併聯，於11時35分完成再次調校，持續觀察主汽機控制閥之閥位波動幅度變小。下午1時25分升載過程中，因該系統輸出信號週期性波動，造成反應爐保護系統動作，機組自動安全停機，停機過程中相關安全系統皆動作正常，停機後確認所有設備，包含汽機、發電機等亦均在安全狀態。

事件當日台電公司立即成立專案小組，由總經理擔任召集人，副召集人由核能副總擔任，成員包含核發處、核安處、核二廠等專業人員，並要求原廠派設計技師抵廠，共同釐清肇因與解決調校問題。

專案小組經收集運轉參數，並完成所有相關設備檢查，同時依反應爐及燃料廠家之評估結果，確認此次反應爐自動安全停機，反應爐、燃料及主汽機相關設備均正常。而反應爐保護系統動作之成因係蒸汽旁通壓力控制系統輸出信號週期性波動，導致主汽機控制閥閥位開度週期性波動，當反應爐功率瞬間升至30%時引動反應爐保護儀器OPRM動作所致。

反應爐急停後，台電公司除完成相關設備檢測外，針對此次影響「蒸汽旁通壓力控制系統」輸出信號穩定性的調校參數，已由原廠設計技師重新計算分析，完成靜態模擬測試，並訂定更嚴格的動態測試接受標準，以確保該系統輸出信號及主汽機控制閥閥位變動週期及幅度不影響反應爐壓力控制；另增訂反應爐保護儀器OPRM的行政管制強化措施，加強監視反應爐參數變化，以確保機組再運轉後安全無虞。

貳、機組狀況及處理經過

一、機組狀況

(一)機組起動至急停過程說明

107年3月21日11:30核二廠2號機依照程序書241~243開始執行反應爐控制棒抽出，從抽棒臨界、反應爐升溫升壓，陸續進行反應爐保護系統及安全系統、主汽機與發電機等相關測試，於3月25日上午完成併聯前所有測試與調校工作，當日向原能會提出併聯申請。原能會於3月27日中午同意機組併聯，12:55完成發電機首次併聯發電。續依計畫提升負載至約11萬瓩，並連續運轉8小時後，按原定計畫與程序執行主汽機機械超速跳脫測試與發電機轉軸配重，28日早上7時26分再度併聯。併聯後續依程序書244抽棒提升負載，於3月28日13:25:26因APRM第1、2控道對應之反應爐保護儀器OPRM控道1、2跳脫，引發反應爐保護系統動作，機組自動安全停機，停機過程中相關安全系統皆動作正常，停機後確認所有設備，包含汽機、發電機等亦均在安全狀態。

本事件時序說明：

3月28日

13:25 2號機依照程序書244抽棒升載中，(平均功率階偵測器APRM約29%，發電量約200MWe)，再循環泵低速運轉中。

13:25:26 APRM 2及APRM 1之反應爐保護儀器OPRM跳脫，引發反應爐保護系統(RPS)動作，反應爐自動安全停機。運轉員手動跳脫主汽機，廠內電源匯流排2F1、2A1、2A2由輔助變壓器自動切換至起動變壓器及緊急起

動變壓器供電。反應爐急停，主汽機跳脫後，功率降至0%，蒸汽流量、飼水流量及水位反應均為正常。

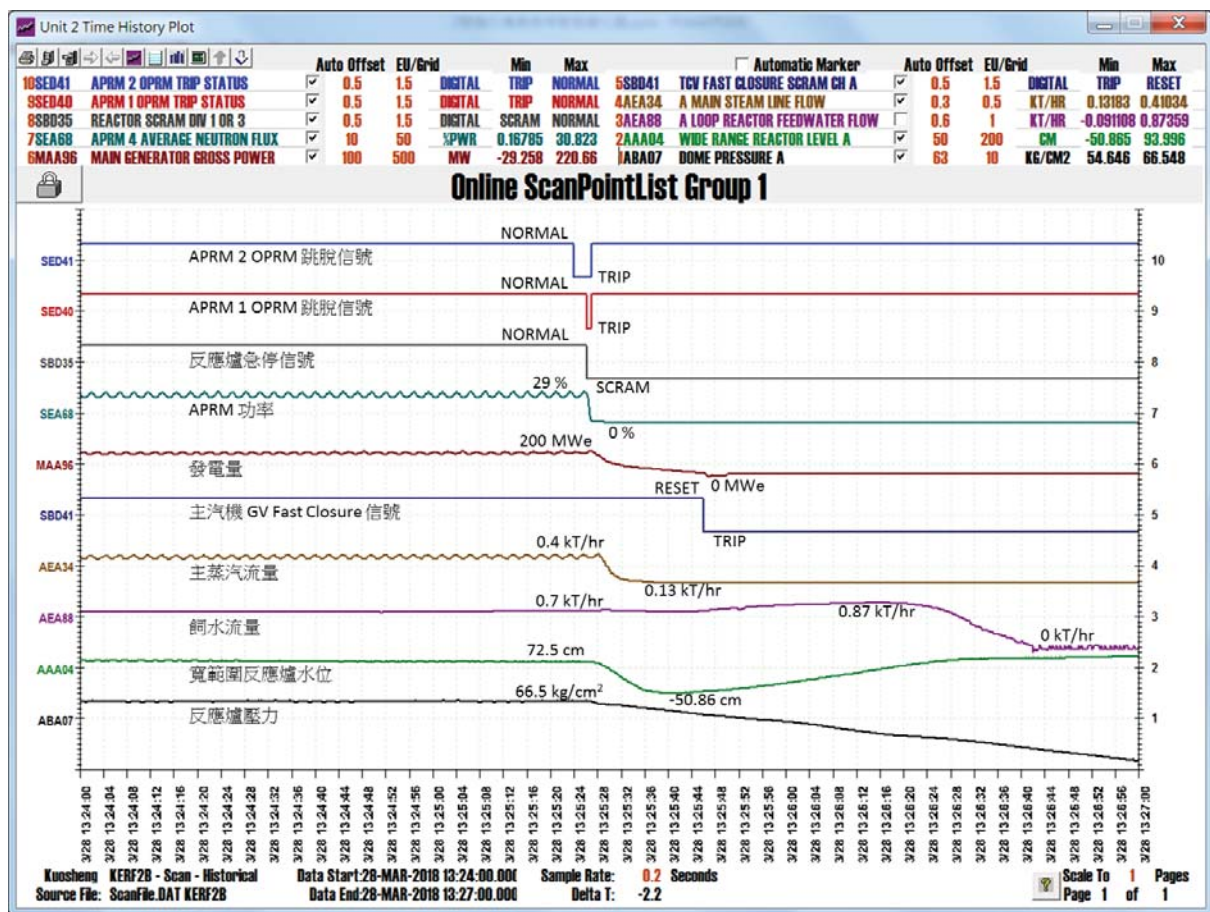
13:25:31 反應爐水位下降至第三階水位(L-3)，由反應爐飼水泵汽機(RFPT) B台控制反應爐水位，持續補水至第七階水位以上。

13:25:39 運轉員將運轉模式開關(Mode SW)切至燃料填換(Refuel)位置，確認所有控制棒全入，反應爐安全停機。

13:25:42 運轉員依程序書將運轉模式開關(Mode SW)切至停機(Shutdown)位置。

13:27:20 反應爐保護系統(RPS)動作信號復歸。

13:27:40 反應爐水位回復至穩定正常水位，由RFPT B台控制保持飼水系統穩定運轉，控制反應爐水位。



貳號機急停暫態變化圖

28-MAR-18 12:31:38.972	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	VIBR HI	ALM
28-MAR-18 13:08:31.092	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:08:34.892	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	VIBR HI	ALM
28-MAR-18 13:09:45.472	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:11:44.912	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	VIBR HI	ALM
28-MAR-18 13:25:24.000	SED41	APRM 2 OPRM TRIP STATUS	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.192	SBD36	REACTOR SCRAM DIV 2 OR 4	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.192	SBD52	RPS SCRAM LOGIC D STATUS	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SED40	APRM 1 OPRM TRIP STATUS	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD29	NEUTRON MON SYS SCRAM CH A1	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD35	REACTOR SCRAM DIV 1 OR 3	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD54	RPS SCRAM LOGIC C STATUS	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD32	NEUTRON MON SYS SCRAM CH B2	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.201	SBD53	RPS SCRAM LOGIC A STATUS	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.201	SBD51	RPS SCRAM LOGIC B STATUS	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.210	SBD31	NEUTRON MON SYS SCRAM CH A2	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.220	SBD30	NEUTRON MON SYS SCRAM CH B1	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.872	SBD29	NEUTRON MON SYS SCRAM CH A1	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:25:26.872	SBD30	NEUTRON MON SYS SCRAM CH B1	NORMAL	NML

急停信號及時間序列 SOE(Sequence Of Events)

(二)機組反應及異常情形說明

在急停過程中機組出現之反應紀錄包含SOE及Historical Alarm List，其出現之重要資訊暨差異說明詳如附件1。

(三)反應爐安全停機說明

急停後，由運轉員手動跳脫主汽機。再循環泵維持低速運轉中。反應爐水位下降至第三階水位(L-3)以下，但未達第二階水位(L-2)，因此緊急爐心補水系統(ECCS)及爐心隔離冷卻系統(RCIC)均未達自動起動之條件。反應爐壓力未上升至急停設定點，亦未達開啟安全釋壓閥(SRV)的條件，主蒸汽管隔離閥(MSIV)保持開啟，故主冷凝器熱沉仍正常運作。急停過程中，圍阻體完整性未受任何影響，各項運轉參數均正常，安全系統動作亦均正常。

二、事件通報

事件發生於107年3月28日13:25，核二廠立即依照113.1程序書「各類事件立即通報作業程序」通報流程，於當日14:32完成電話及傳真通報原能會、地方政府及相關單位(在2小時時限內)。為避免造成民眾疑慮，通報內容除說明反應爐自動安全停機，相關安全系統反應正常外，另說明本事件無放射性物質外釋疑慮，對民眾或廠內人員健康安全亦無任何影響。

參、反應爐保護系統動作原因分析及肇因確認

一、可能肇因研判

3月28日反應爐急停後，核二廠即收集反應爐與汽機相關運轉參數(詳如圖1、圖2、圖3、圖4)，從圖1來看，機組於3月28日07:26併聯後，反應爐壓力與蒸汽旁通壓力控制輸出信號以週期約138秒波動，此波動現象純屬單元水位控制之正常特性，直到旁通閥於07:58關閉後，反應爐壓力交由汽機控制閥控制(Pressure Control on GV)，反應爐壓力與蒸汽旁通壓力控制輸出信號波動週期約2秒，此週期剛好落在OPRM PBA演算跳脫邏輯週期區間(1~3.5秒)內(詳如圖2)，使OPRM PBA跳脫邏輯開始計數，當反應爐抽棒持續提升功率，13:25時，反應爐爐心功率達30%、爐心流量33.9%，致反應爐保護儀器OPRM 達引動條件(爐心功率大於29.5%)動作，引發反應爐急停；因此研判事件肇因可能為反應爐壓力控制轉換時所引發。

另將07:58蒸汽旁通閥關閉前後之時間軸放大，解析運轉參數變化(詳如圖3、圖4)，發現反應爐壓力由蒸汽旁通閥控制轉換至汽機控制閥的過程中，反應爐的壓力及蒸汽旁通壓力控制系統輸出信號才產生一個週期約2秒的信號波動。此外當時反應爐水位及功率皆在穩定狀態。因此研判此2秒之信號波動源自蒸汽旁通壓力控制系統輸出信號控制不穩所致，非源自於反應爐自發性的壓力波動。

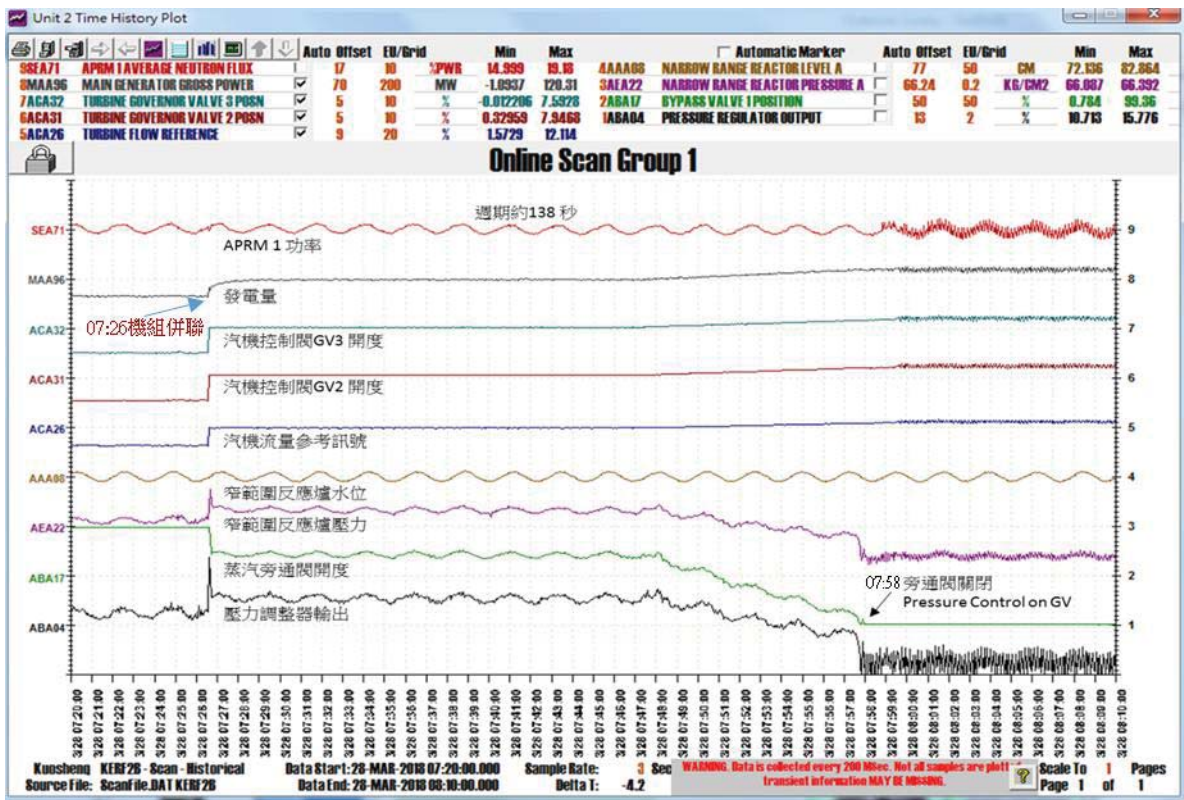


圖1 發電機併聯後，旁通閥關閉前後重要參數

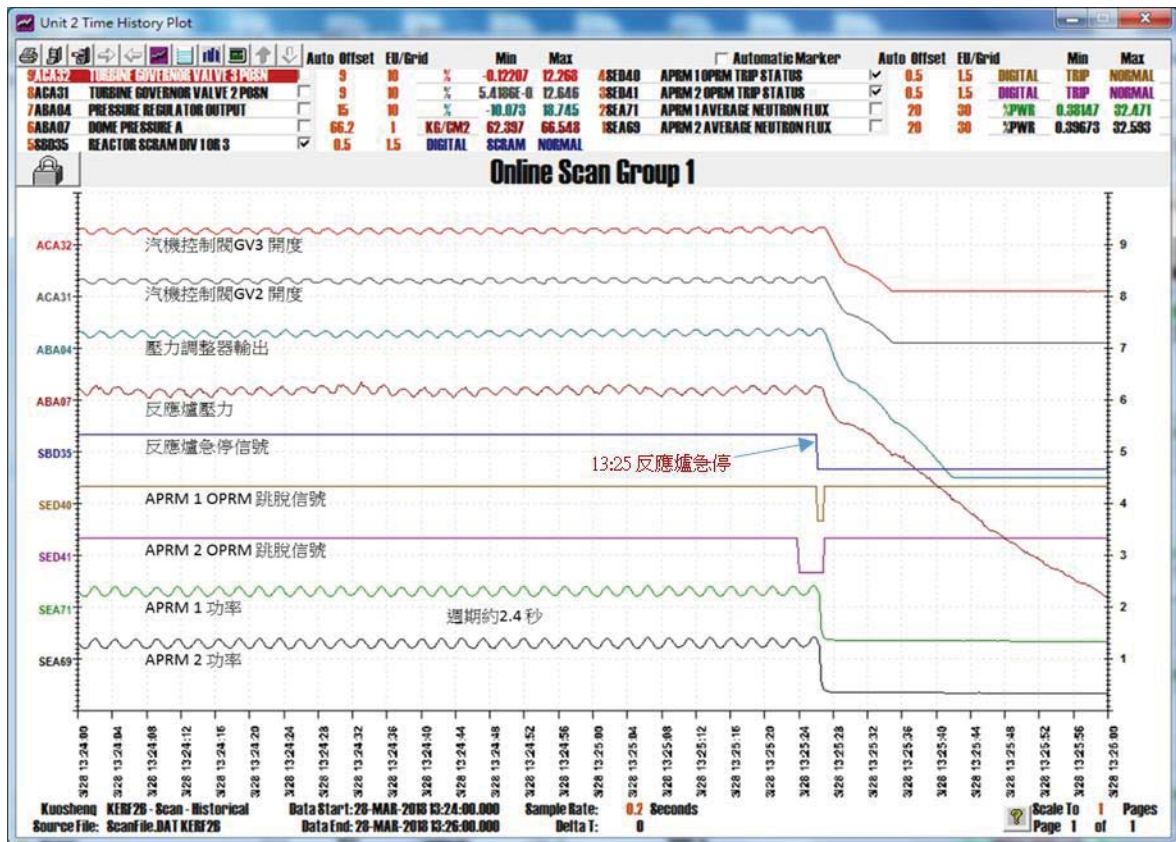


圖2 機組急停後OPRM動作重要參數

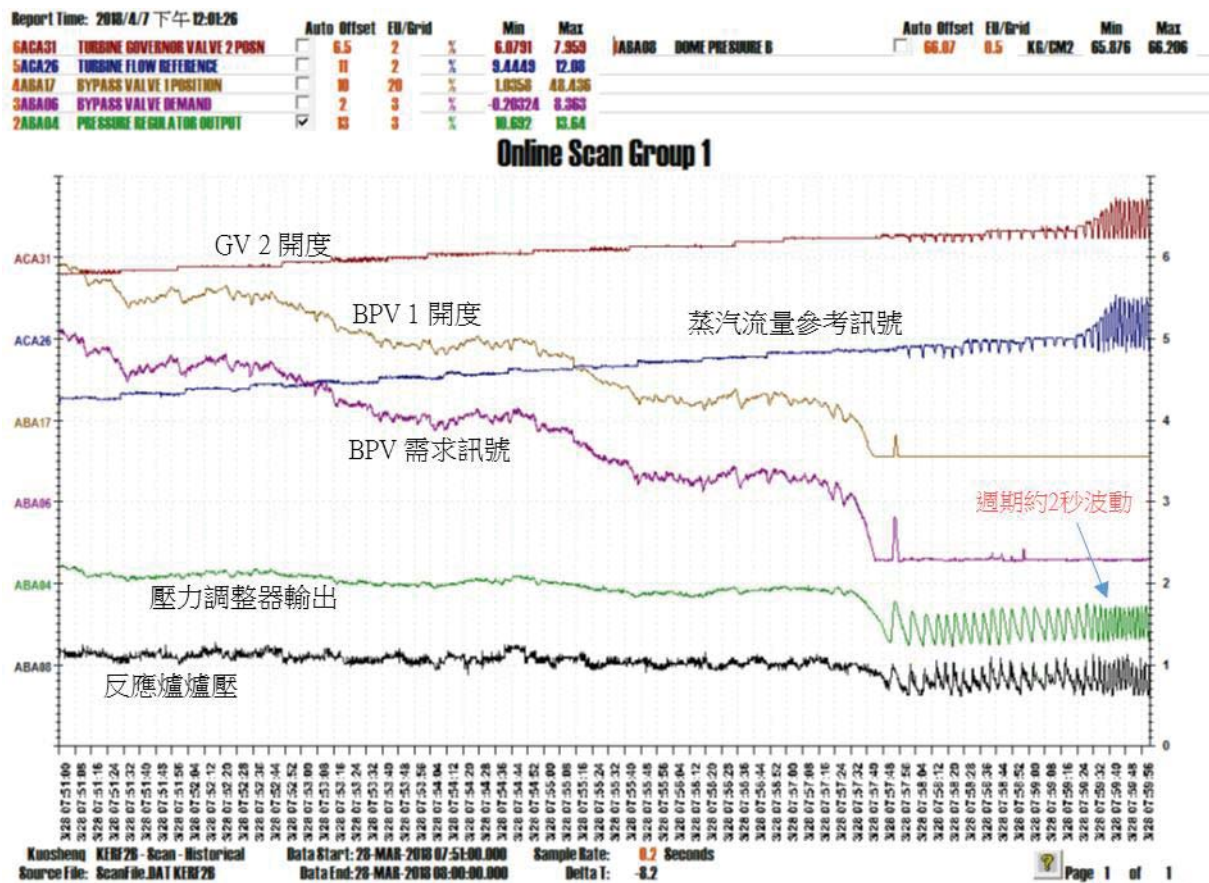


圖3 併聯後旁通閥關閉後(Pressure Control on GV)

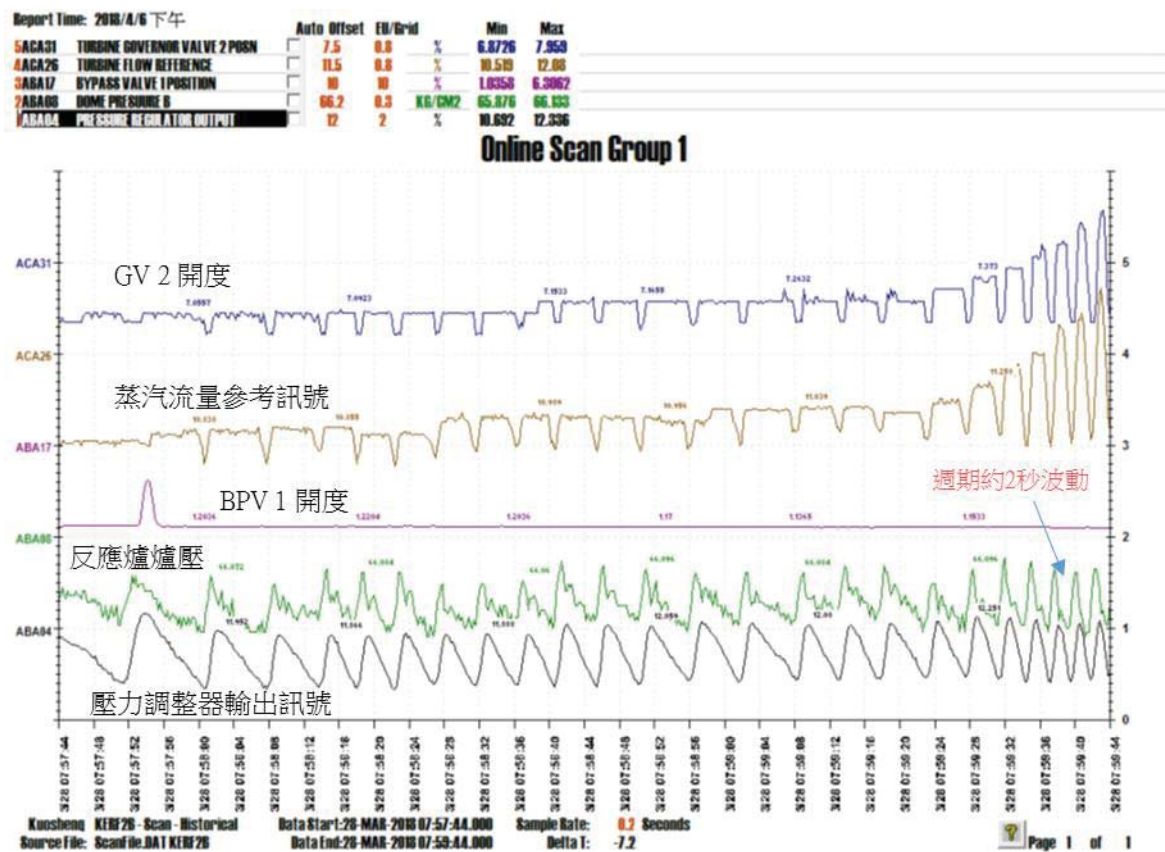
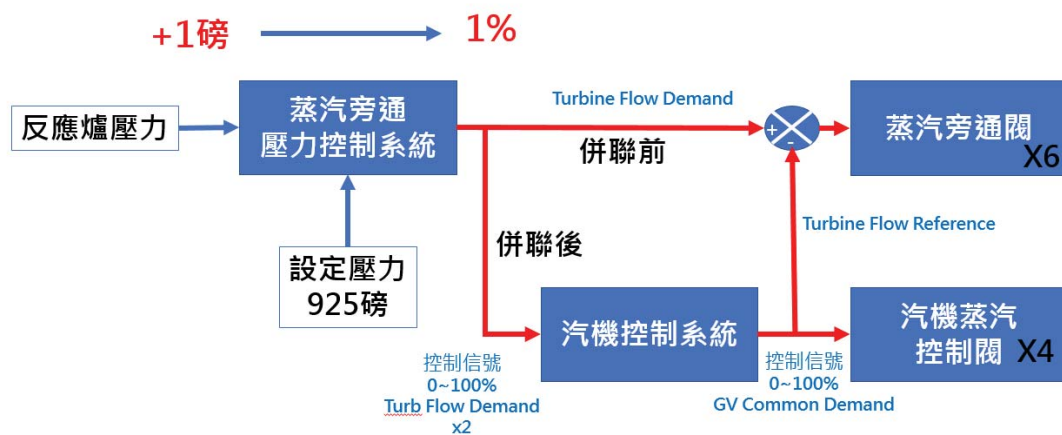


圖4 PR CONTROL ON GV後，蒸汽旁通壓力控制輸出信號控制不穩

二、蒸汽旁通壓力控制與汽機控制肇因確認

經研判本次急停事件源自於蒸汽旁通壓力控制輸出信號控制不穩所致，引起汽機蒸汽控制閥週期性波動，造成反應爐保護儀器OPRM動作，進而引動反應爐保護系統動作而急停。從蒸汽旁通壓力控制系統控制流程簡要圖檢視(如下圖)，蒸汽旁通壓力控制系統不穩定的可能來源包括：汽機控制系統、蒸汽旁通閥與汽機蒸汽控制閥、信號傳輸、蒸汽旁通壓力控制系統。將逐一檢視上述系統設備是否引發蒸汽旁通壓力控制輸出信號控制不穩。



蒸汽旁通壓力控制系統設定壓力於925磅，反應爐壓力值與此系統設定壓力值比較後，其差值1磅換算對應為1%壓力控制輸出信號，此信號於併聯前做為蒸汽旁通閥需求信號，以開啟蒸汽旁通閥控制反應爐壓力。併聯後，蒸汽旁通壓力控制系統之輸出信號將送至汽機控制系統，汽機控制系統分別輸出流量參考信號(Turbine Flow Reference)及汽機蒸汽控制需求信號(GV Common Demand)，流量參考信號與蒸汽旁通壓力控制系統之輸出信號經加法器後，輸出為蒸汽旁通閥的需求信號，用以控制旁通閥的開度，穩定反應爐壓力；而汽機蒸汽控制需求信號(GV Common Demand)則控制汽機蒸汽控制閥之開度，進而控制推動主汽機發電機之蒸汽流量，轉換蒸汽之機械熱能為發電

量，同時穩定反應爐壓力。整體控制系統必須執行參數調校，使反應爐壓力控制、主汽機控制、旁通閥及汽機蒸汽控制閥等之控制互相匹配，方可使反應爐壓力及輸出電力控制穩定。

參照圖3、圖4，反應爐壓力由蒸汽旁通閥控制轉換至汽機控制閥的過程中，反應爐的壓力及蒸汽旁通壓力控制系統輸出信號開始波動，研判此波動源自蒸汽旁通壓力控制輸出信號不穩，引起汽機蒸汽控制閥週期性波動，此現象推斷可能為下列設備異常所引發，包括：汽機控制系統(DEH)、蒸汽旁通閥(BPV)與汽機蒸汽控制閥(GV)、信號傳輸、蒸汽旁通壓力控制系統(SB&PR)，逐一釐清如下：

(一) 汽機控制系統(DEH)

參照ERF歷時資料，於汽機發電機併聯前後及反應爐壓力控制模式切換時，相關信號變換情形判斷可排除DEH控制不穩定，說明如下：

1. 3月27日發電機第一次併聯時，單獨由汽機控制系統控制汽機控制閥開度，此控制模式係以固定的負載需求設定點(Load Setpoint)信號控制，同時回授此信號(Turbine Flow Reference)給蒸汽旁通壓力控制系統，據以計算出蒸汽旁通閥需求信號，藉此控制蒸汽旁通閥開度，調節反應爐壓力達到穩定，此時Turbine Flow Reference信號和汽機控制閥開度皆呈現穩定(如下圖)，可說明DEH系統邏輯運作正常且系統控制妥適。

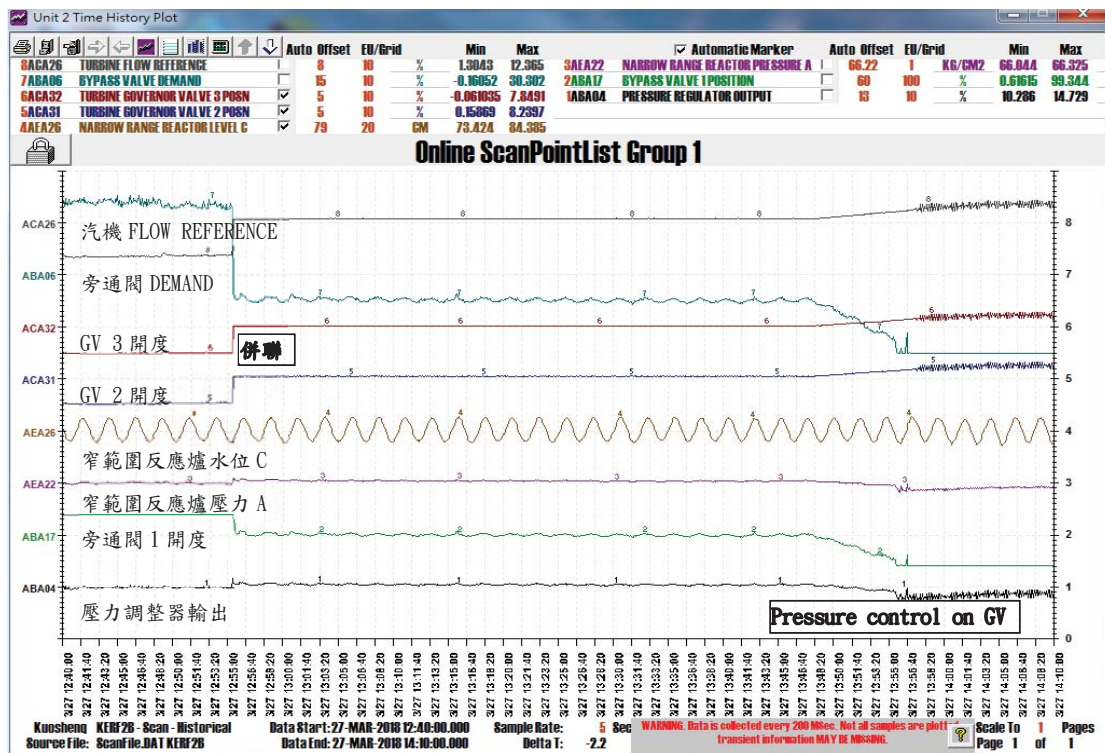


圖. 3月27日汽機發電機第一次併聯升載直到進入 Pressure control on GV 控制模式後整體波動幅度之差異情形

- 3月27日第一次併聯，進行汽機熱機(Soaking)後，逐漸藉由提升DEH的負載需求設定讓負載增加，同時蒸汽旁通閥逐漸關閉，直到蒸汽旁通閥全關後，進入汽機控制閥壓力控制模式(Pressure control on GV)，此後汽機控制閥閥位控制切換由蒸汽旁通壓力控制系統輸出信號控制，閥位開始波動(如下圖)，此一現象證實汽機控制閥閥位的波動，非源自於DEH。

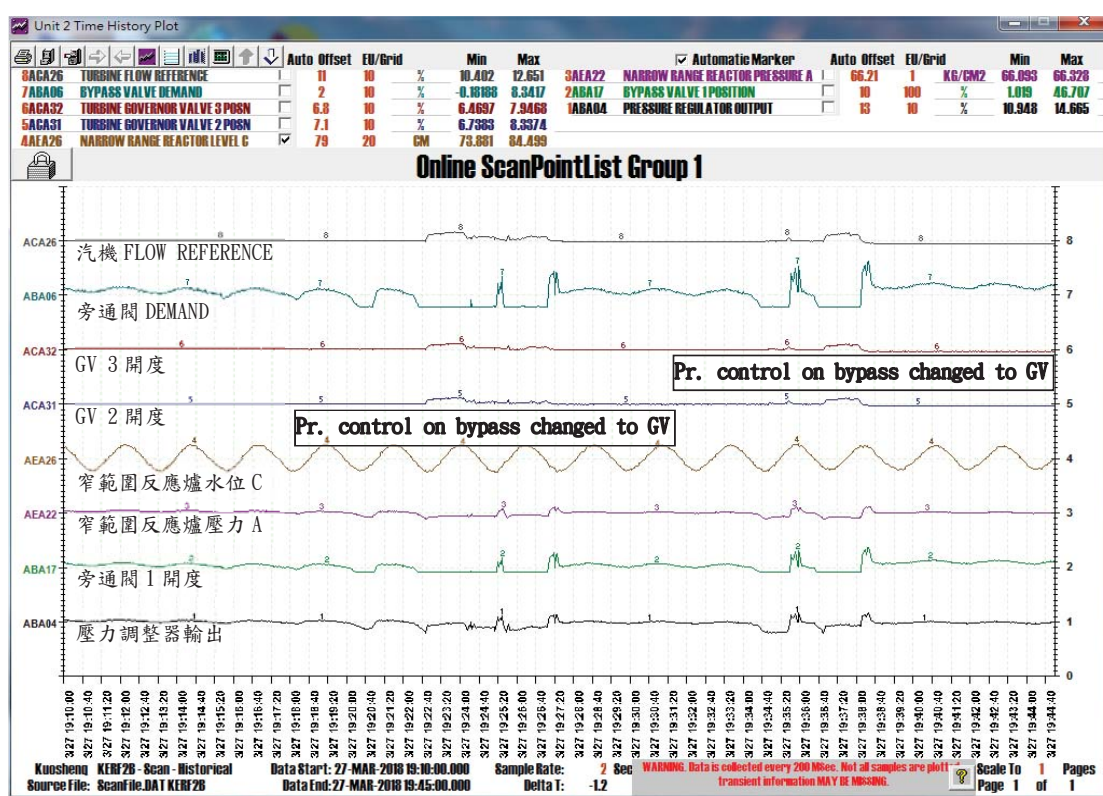


圖. 3月27日控制模式切換(Pressure control on GV/on Bypass valve)之反應爐壓力及 Pressure Regulator output 和汽機控制閥開度之連動

- 3月27日負載約10%，按計畫進行自動電壓調整器(AVR)調校時，需在穩定的負載條件下執行，因此降低DEH負載設定點進入負載控制模式而開啟蒸汽旁通閥，此時汽機控制閥閥位由DEH控制，閥位恢復穩定，此一現象證

實先前汽機控制閥閥位的波動，非源自於DEH，亦即證實DEH的控制正常且穩定。

4. 3月28日第二次併聯後，發現汽機控制閥閥位波動的現象與3月27日第一次併聯現象相同(如下圖)。

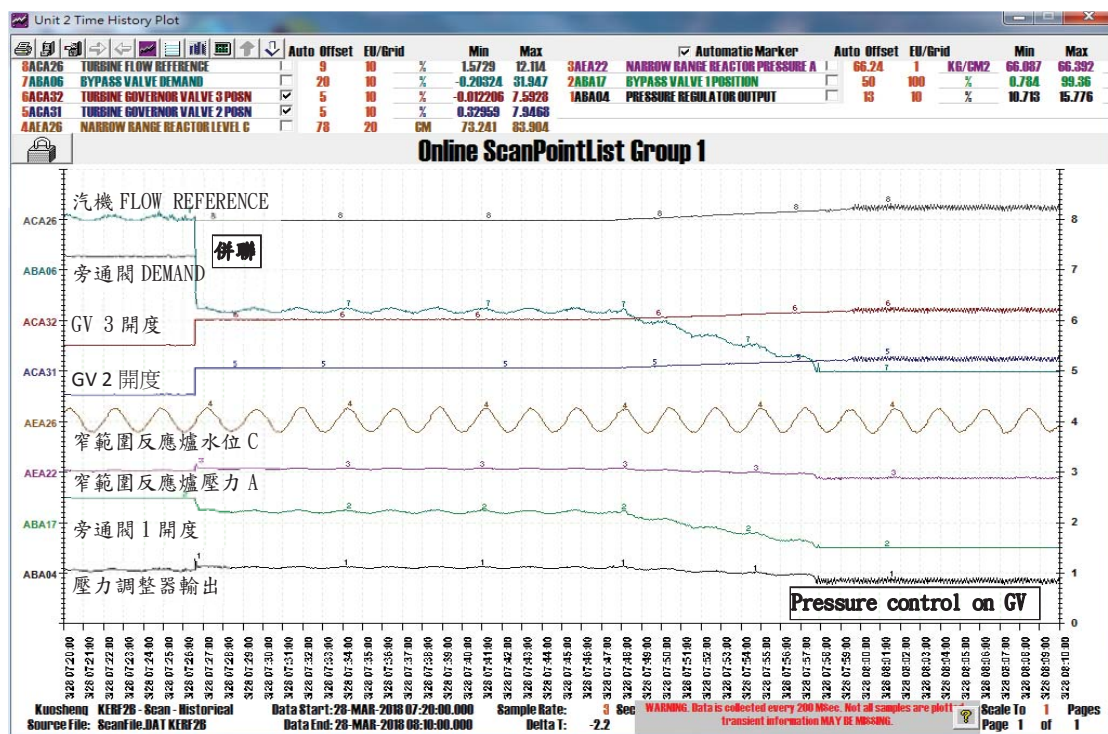
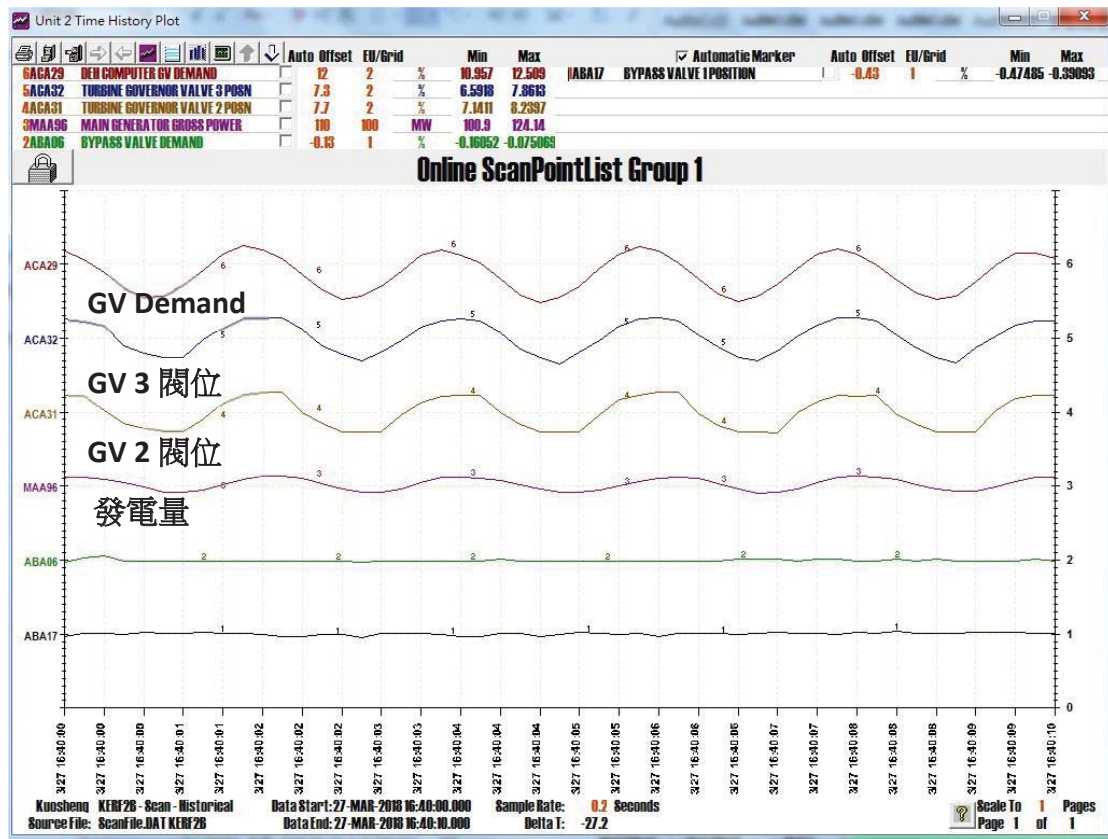


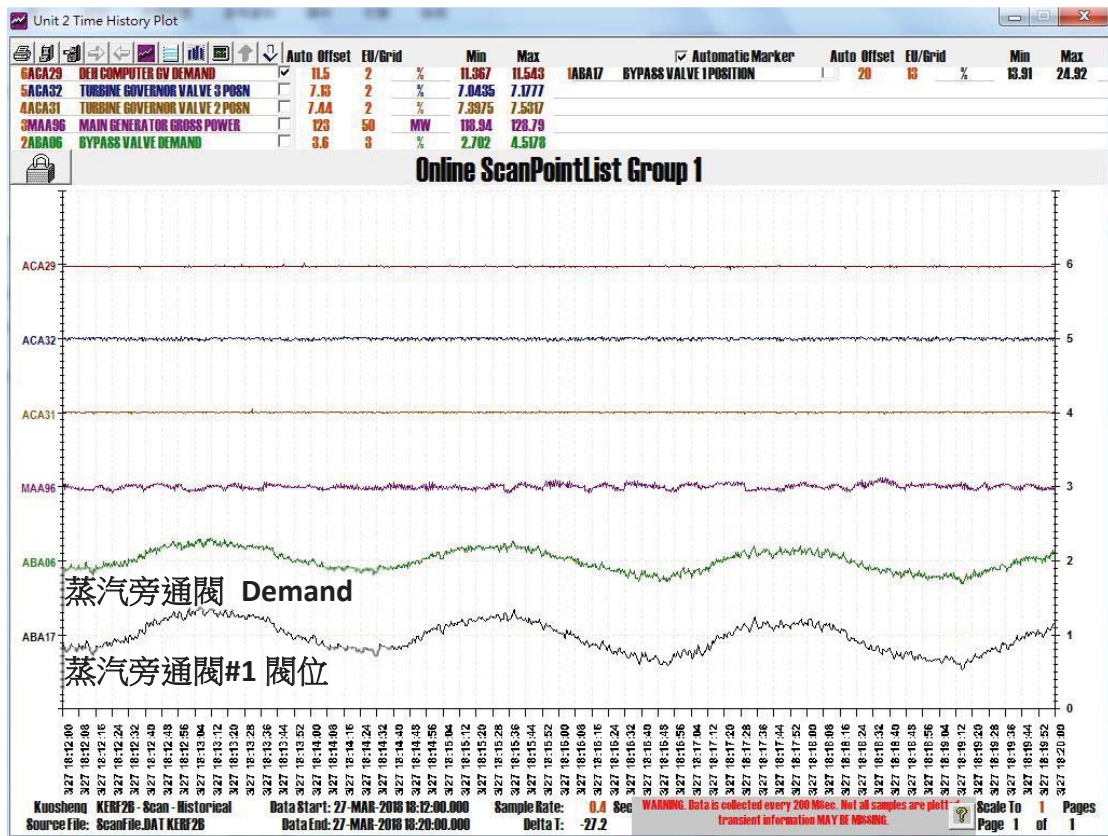
圖. 3月28日汽機發電機第二次並聯升載直到進入 Pressure control on GV 控制模式後整體波動幅度之差異情形

(二) 蒸汽旁通閥(BPV)與汽機蒸汽控制閥(GV)

1. 當機組併聯後由DEH控制主汽機控制閥開度，控制閥GV 2及GV 3閥位係追隨GV Demand之週期性波動信號同步動作，故判定控制閥GV 2及GV 3機構正常。



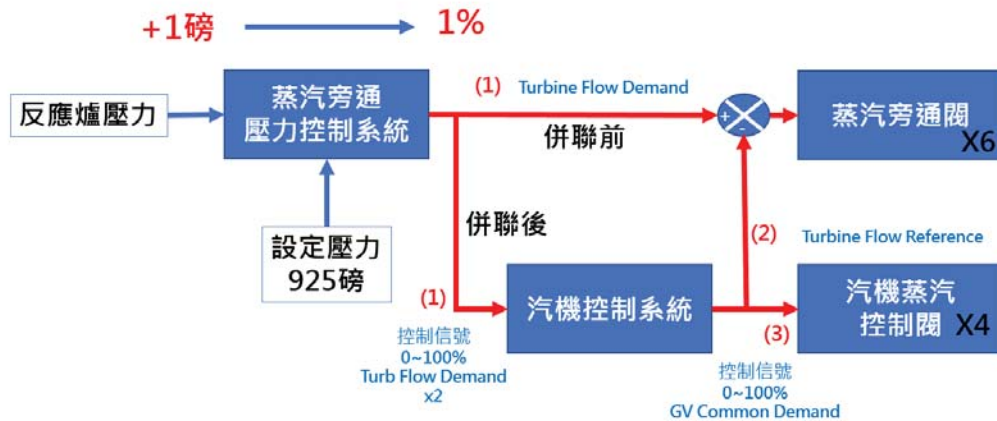
2. 當反應爐壓力控制因機組運轉需要切換為蒸汽旁通閥控制時，蒸汽旁通閥#1閥位確實追隨蒸汽旁通閥需求信號之週期性波動信號同步動作，故判定蒸汽旁通閥#1之機構正常。



3. 3月30日上述閥門閥位波動後機組停機期間，依電廠程序書720.1.2「汽機各控制閥維護保養程序」及721「核二廠主蒸汽旁通閥」，進行控制閥及主蒸汽旁通閥外觀檢查確認，相關油管及驅動器等接合仍維持良好無漏油情形，控制閥及主蒸汽旁通閥之閥桿、彈簧座及油壓缸等經檢查均正常無異狀。
4. 急停後，SB&PR原廠技師抵廠，於4月2日針對汽機控制閥與蒸汽旁通閥要求重新執行相關測試與調校，內容包括：控制閥閥位行程與特性曲線驗證、蒸汽旁通閥之伺服閥零位(NULL)電流及閥位行程驗證，驗證結果並無發現任何異常。

(三) 信號傳輸

蒸汽旁通壓力控制系統控制流程圖



1. 蒸汽旁通壓力控制系統提供反應爐壓力需求信號(Turbine Flow Demand)至主汽機控制系統，經計算後產生閥位設定需求信號(GV Common Demand與Turbine Flow Reference)送至汽機蒸汽控制閥，同時回傳至蒸汽旁通壓力控制系統，做為開啟蒸汽旁通閥之控制信號，每次大修皆需驗證控制系統間信號傳輸之正確性及穩定性。

2. 3月29日協同SB&PR原廠技師做以下之信號傳輸驗證：

步驟1：由蒸汽旁通壓力控制系統模擬Turbine Flow Demand各階段輸出電壓信號(0、2.5、5.0、7.5、10Vdc)送至主汽機控制系統，觀察二組主汽機控制系統輸入模組控制信號(0~100%)轉換是否穩定正常。

系統名稱	信號點名稱	工程值範圍	記錄值					
蒸汽旁通壓力控制系統輸出模組	(1)Turbine Flow Demand	0-100% 對應 0 - 10 Vdc	0	2.5	5.0	7.5	10.0	Vdc
主汽機控制系統輸入模組	(1)Turbine Flow Demand A	0-100%	0.05	24.95	49.95	74.9	99.85	%
	(1)Turbine Flow Demand B	0-100%	0	25	49.95	74.85	99.9	

此步驟執行結果，如上表所示，蒸汽旁通壓力控制系統控制器設定Turbine Flow Demand信號送至主汽機控制系統，由二組輸入模組接收轉換，觀察各階段電壓信號與對應轉換之工程值均符合要求且穩定，判定控制信號傳輸正常。

步驟2：經由主汽機控制系統輸出模組，轉換成各階段輸出電壓(0、2.5、5.0、7.5、10 Vdc)送至蒸汽旁通壓力控制系統，觀察二組輸入控制信號(0~100%)轉換是否穩定正常。

系統名稱	信號點名稱	工程值範圍	記錄值					
主汽機控制系統輸出模組	(2)Turbine Flow Reference	0-100% 對應 0 - 10 Vdc	0	2.5	5.0	7.5	10.0	Vdc
蒸汽旁通壓力控制系統輸入模組	(2)Turbine Flow Reference A	0-100%	-0.1	24.9	49.8	74.8	99.7	%
	(2)Turbine Flow Reference B	0-100%	0	24.9	49.8	74.9	99.7	

此步驟執行結果，如上表所示，在主汽機控制系統控制器設定Turbine Flow Reference信號經由輸出模組轉換為電壓信號送至蒸汽旁通壓力控制系統輸入模組，觀察各階段電壓信號(Vdc)對應轉換之工程值均符合要求且穩定，判定控制信號傳輸正常。

步驟3：由主汽機控制系統模擬Turbine Flow Reference信號(0~100%)，觀察汽機控制系統內部程式邏輯轉換至汽機蒸汽控制閥(GV Common Demand)信號(0~100%)，各階段輸出及轉換範圍(0、25、50、75、100%)需一致。

系統名稱	信號點名稱	工程值範圍	記錄值					
主汽機控制系統輸出信號	(2)Turbine Flow Reference	0 – 100 %	0	25	50	75	100	%
主汽機控制系統輸入信號	(3)GV Common Demand	0 – 100 %	0	25	50	75	100	

此步驟執行結果，如上表所示，汽機控制系統 Turbine Flow Reference 控制信號轉換至汽機蒸汽控制閥 GV Common Demand 對應之工程值均符合要求且穩定，判定控制信號傳輸正常。

- 經由主汽機控制系統與蒸汽旁通壓力控制系統輸入與輸出控制模組相互間信號傳輸及程式邏輯內部信號之轉換驗證，確認兩系統間的控制信號傳輸正常。

(四) 蒸汽旁通壓力控制系統(SB&PR)

此次2號機於107年3月21日再運轉起動過程，依據程序書執行蒸汽旁通壓力控制系統(SB&PR)更新後動態調校，由原廠技師與核二廠儀控人員會同執行。本系統需於起動至滿載過程中，機組在不同階段進行動態調校，以獲得系統控制流程的最佳調諧；輸入系統之初始參數值是由原廠設計技師實際從原類比卡片設定取得後，經由靜態模擬測試，驗證輸出信號反應正常且符合預期，於是確立初始參數值。

2號機再運轉起動過程中，機組併聯前、後均依程序書SP-2016-04，執行步階改變及觀察輸出控制反應與查證，並視需要進行參數值之動態調校。調校過程詳如附件2(機組起動升載過程SB&PR動態調校說明)，由ERF等資料顯示3月28日13:25機組提升功率過程中，因該系統輸出信號週期性波動，造成反應爐爐壓亦出現週期性波動，引發反應爐保護系統動作，機組自動安全停機。

SB&PR原廠國外技師於3月30日及3月31日陸續抵廠，協助核二廠進行肇因分析及後續改善建議擬訂。經電廠人員與原廠技師討論，同時參考業界數位化系統軟硬體的查證經驗，執行SB&PR系統運作正常查證、硬體查證、軟體查證。

經查證結果：SB&PR系統運作正常查證已於3月29日完成；硬體查證於3月31日完成確認正常；4月1日進行軟體查證確認符合設計功能，惟蒸汽旁通壓力控制系統控制參數之調校未達最佳化，需進行改善。詳細查證說明如下：

1. 系統查證

3月29日查證SB&PR硬體自我診斷紀錄，均未發現控制系統模組有任何異常訊息。執行結果摘要說明如下：

(1)主處理器(Main Processor, MP)模組功能檢查：正常模組運轉燈號顯示：『PASS綠燈亮』、『FAULT燈不亮』、『ACTIVE黃燈閃爍』、『MAINT1燈不亮』、『MAINT2燈不亮』。

主處理器(MP)狀態燈檢查表					
PASS	FAULT	ACTIVE	MAINT1	MAINT2	結果說明
綠燈亮	不亮	黃燈閃爍	不亮	不亮	正常

(2)I/O模組燈號及TCM通訊模組功能檢查：

I/O 模組功能檢查表(以燈號判斷是否運作正常)								
模組位置	模組型式	燈號檢查結果	模組位置	模組型式	燈號檢查結果	模組位置	模組型式	燈號檢查結果
C1-S1			C2-S1			C3-S1		
C1-S2	TCM	√	C2-S2	BP	√	C3-S2	BP	√
C1-S3	AI	√	C2-S3	AI	√	C3-S3	AI	√
C1-S4	AO	√	C2-S4	AO	√	C3-S4	AO	√
C1-S5			C2-S5	AO	√	C3-S5	AO	√
C1-S6			C2-S6	DI	√	C3-S6	DI	√
C1-S7	DO	√	C2-S7	DO	√	C3-S7	DO	√
C1-S8			C2-S8	DO	√	C3-S8		
備註： 1. 模組正常運轉燈號顯示：『PASS 綠燈亮』、『FAULT 燈不亮』、『ACTIVE 黃燈亮』。表上以「√」表示燈號正常顯示。 2. 卡片位置 C1-S2 表示：CHASSIS #1 (一號機櫃)，SLOT 2 (第二張卡片模組)，模組型式欄位若為空白則代表該槽位無卡片。 3. 類比輸出模組電源黃色指示燈 PWR1 及 PWR2 正常應亮。 4. TCM 模組若有接通信號線之孔位，檢查其 LINK 綠燈亮、RX/TX 橘燈閃爍。								

(3)電源供應器(PSU)及電源模組(Power Module)功能檢查：正常模組運轉燈號顯示：『PASS綠燈亮』、『FAIL燈不亮』、『ALARM燈不亮』、『BAT LOW燈不亮』、『TEMP燈不亮』。

TRICON CHASSIS 電源模組狀態檢查表					
PASS	FAIL	ALARM	BAT LOW	TEMP	結果說明
綠燈亮	不亮	不亮	不亮	不亮	正常

經上述檢查結果確認各模組上的燈號指示均符合硬體自我診斷狀態燈號，顯示控制系統正常運作。

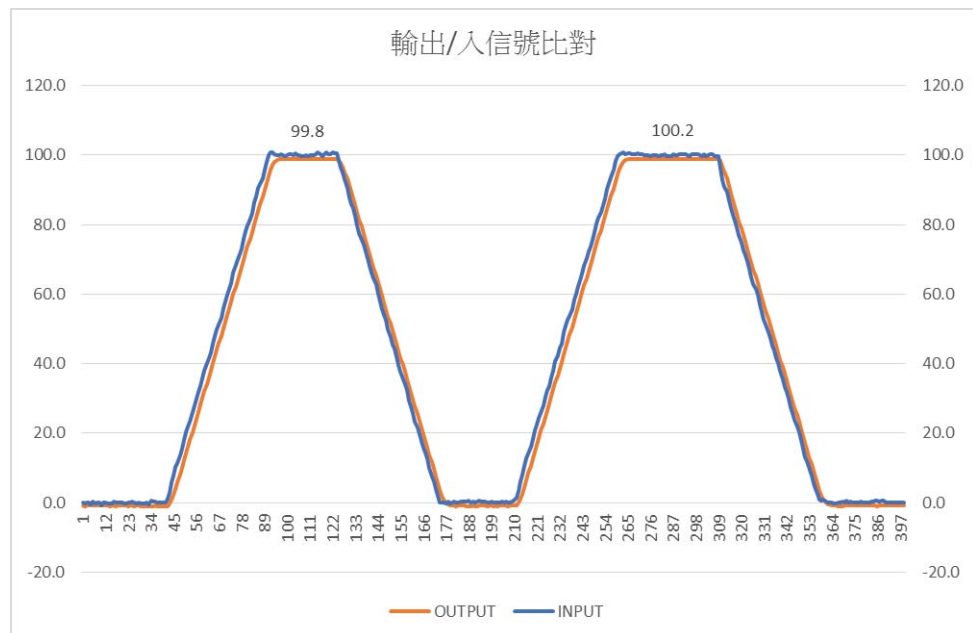
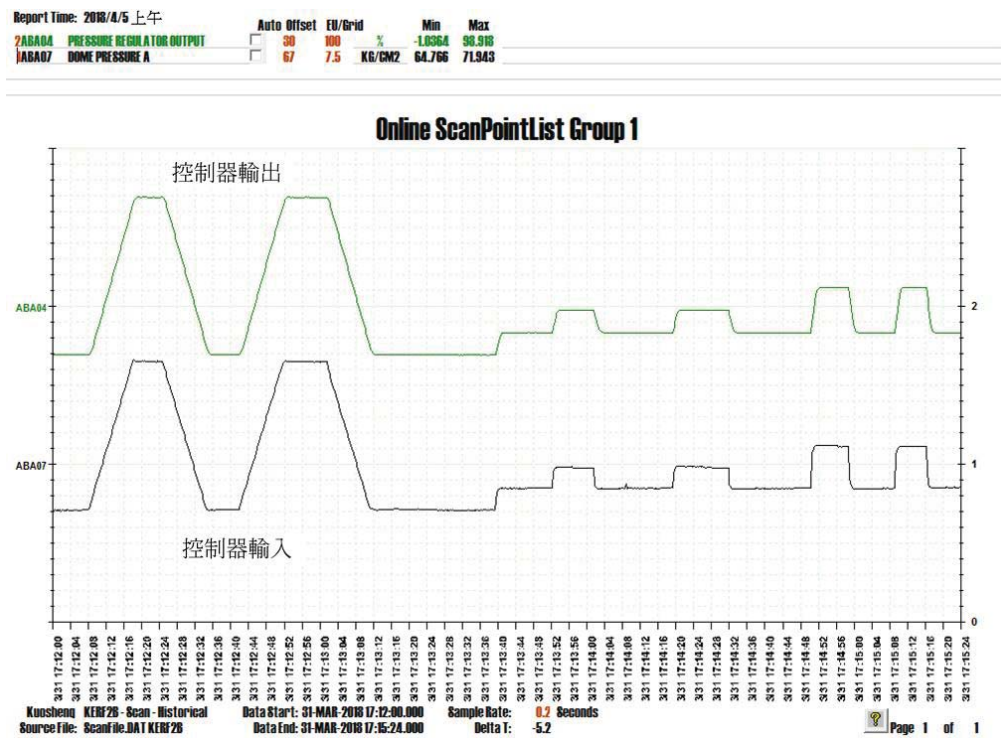
2. 硬體查證

(1)3月29日由原廠技師會同核二廠工程師驗證主汽機控制系統與蒸汽旁通壓力控制系統間輸入及輸出信號的正確性，驗證結果輸入及輸出信號傳輸皆正確及穩定正常(結果請參照本文第參、二、(三)、2節執行量測資料)。

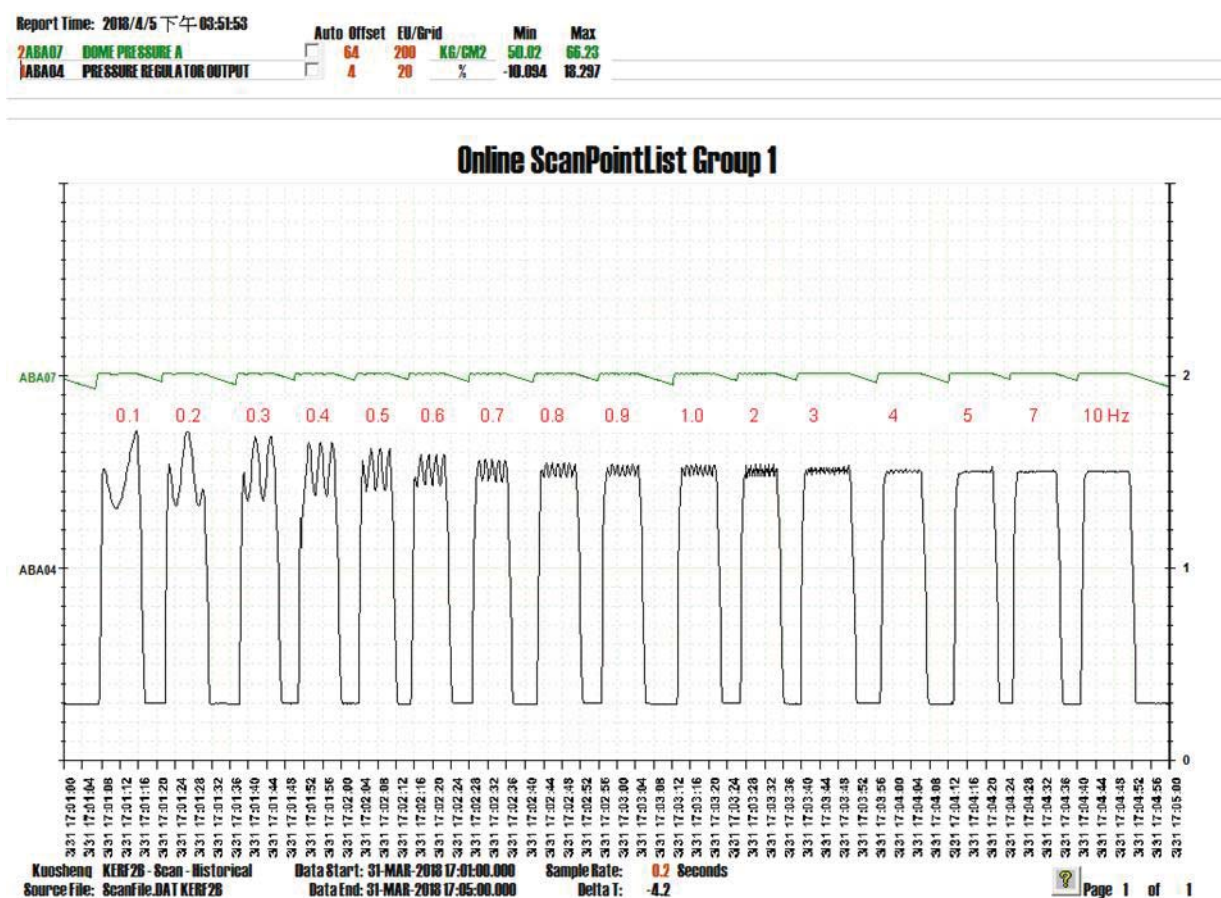
(2)3月31日以信號產生器模擬反應爐壓力輸入蒸汽旁通壓力控制系統，再量測輸出信號，查證輸入與輸出兩者之反應狀況，包括步階響應(Step Response)，遞升響應(Ramp Response)，頻率響應(Frequency Response)驗證，測試結果為輸出信號均能同步追隨輸入信號反應，且變化幅度亦符合預期；查證模擬輸入信號透過軟硬體反應的輸出信號正確穩定，確認數位化的硬體功能正常。

A. 步階、遞升、遞減變化反應

以實際信號導入系統輸出與輸入端查證，模擬反應爐壓力的暫態，包括步階、遞升、遞減等變化，控制器輸出如下圖，驗證輸出可跟隨輸入值變化，且變化比率約1%/1psi，符合設計需求。



B. 進行濾波補償功能之軟硬體驗證，原廠技師配合核二廠儀控人員，以實際信號導入系統輸出與輸入端測試；測試結果如下圖，原設計之Steam line Compensator (含Notch 與 Low Pass filter)之中心頻率訂為 $T0=0.1768$ (0.9 Hz)，當信號擾動接近中心頻率時，可明顯看出該頻率之干擾信號明顯被消弭，驗證確認系統設計符合原來GE之中心頻率0.9 Hz過濾效果。



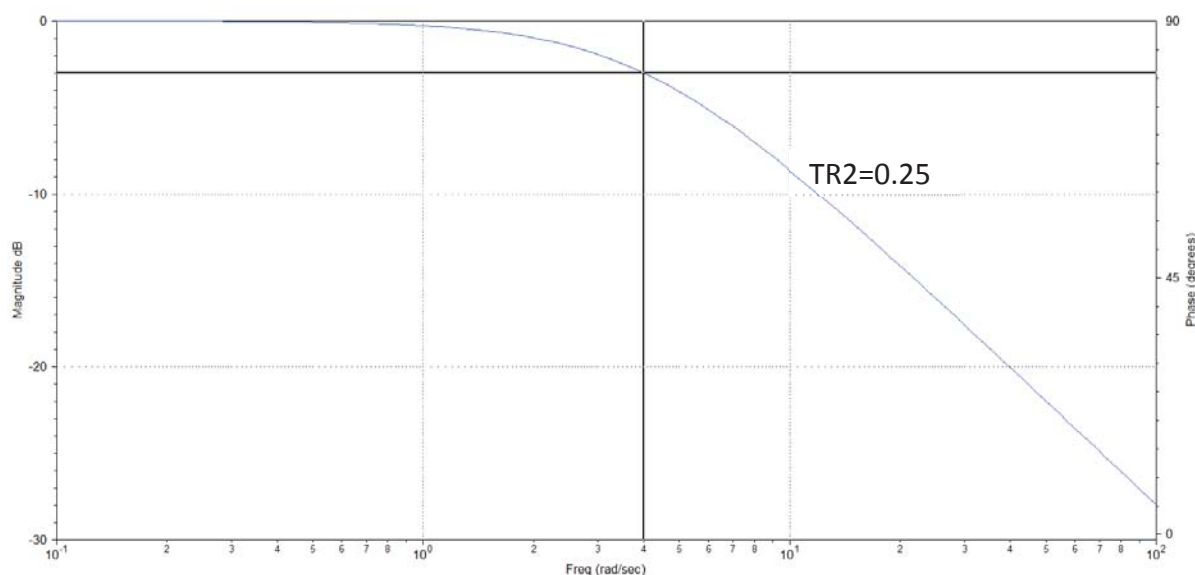
3. 軟體檢查

(1). 3月31日原廠軟體技師比對數位化的控制區塊 (Functional Block)，包括Lead/Lag Block、Notch

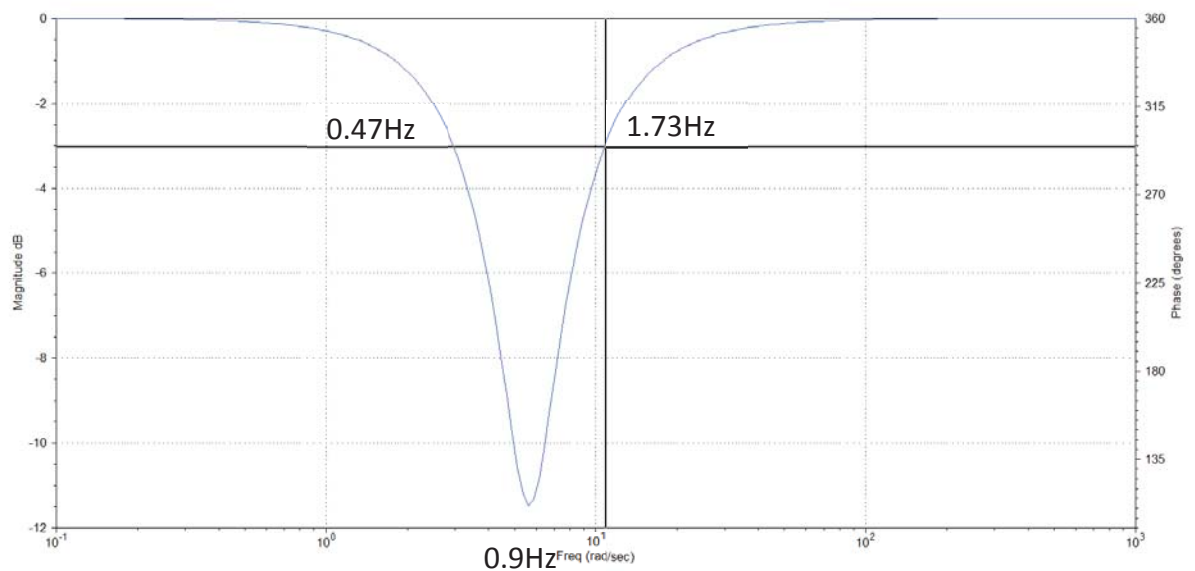
Block、Lag Block等3個功能區塊，模擬頻率響應圖譜，檢查其參數設定所產生圖譜的中心頻率點、衰減頻率點等，確認其數位軟體區塊符合設計功能。

A. 檢查Lead/Lag Block參數均設定為0，符合設計功能。

B. 模擬輸入Lag Block $TR2=0.25$ ，控制區塊Lag Block運算 $(1/TR2*s+1)$ 產生一階波形響應(如下圖)，符合設計功能。

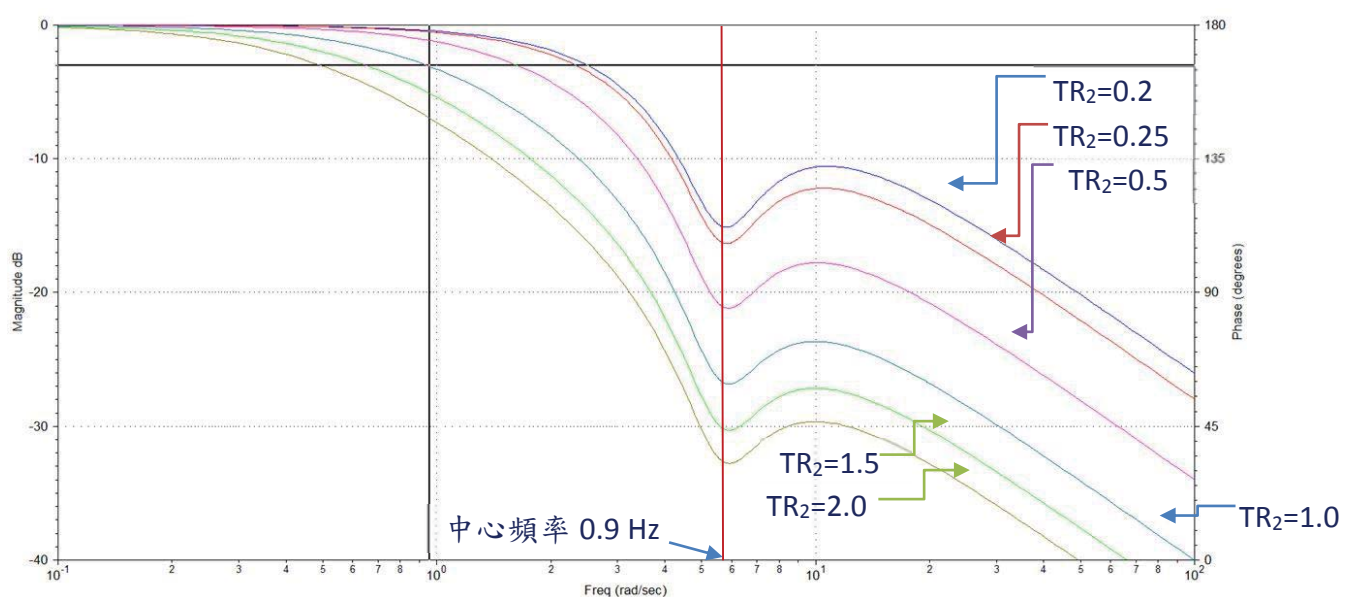


C. Notch Block：以模擬中心頻率0.9 Hz 輸入控制系統，得到的中心頻率亦落在0.9Hz(如下圖)，顯示控制區塊Notch Block轉換功能符合設計。

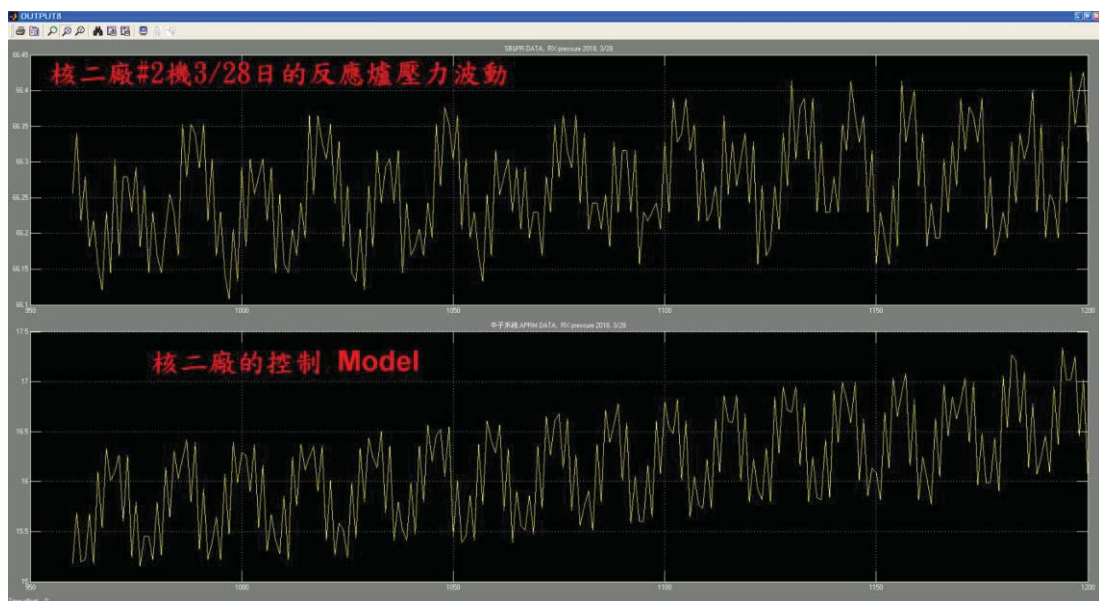
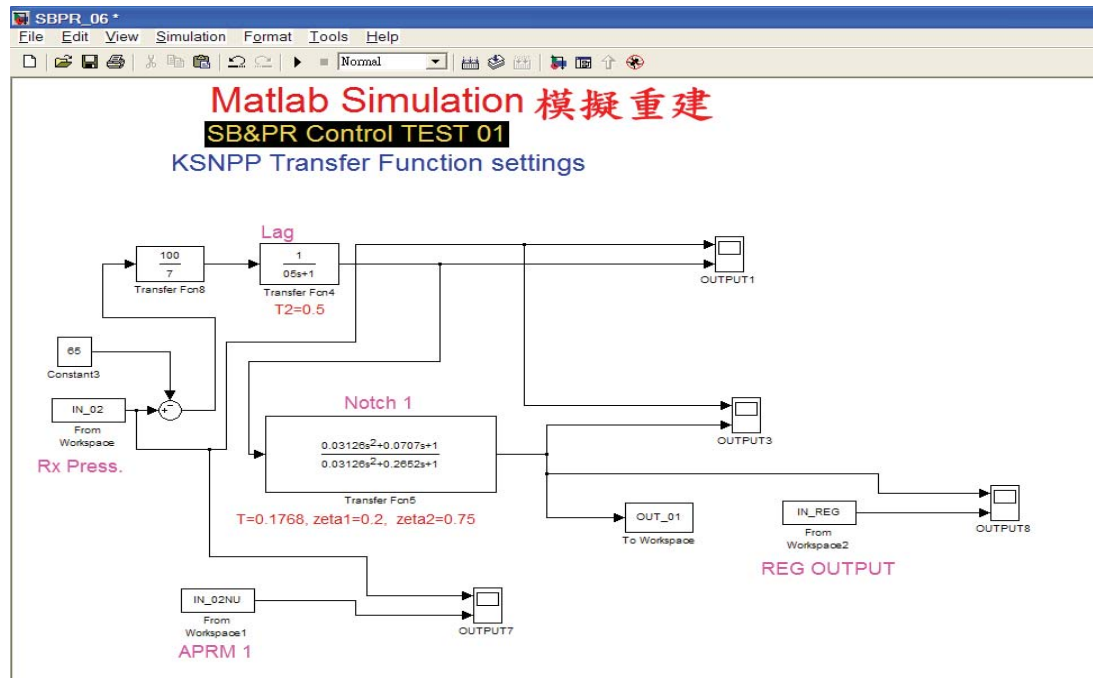


(2). 4月1日由廠家技師與電廠人員依據軟硬體信號圖譜分析，確認數位化的軟體設計正常反應。

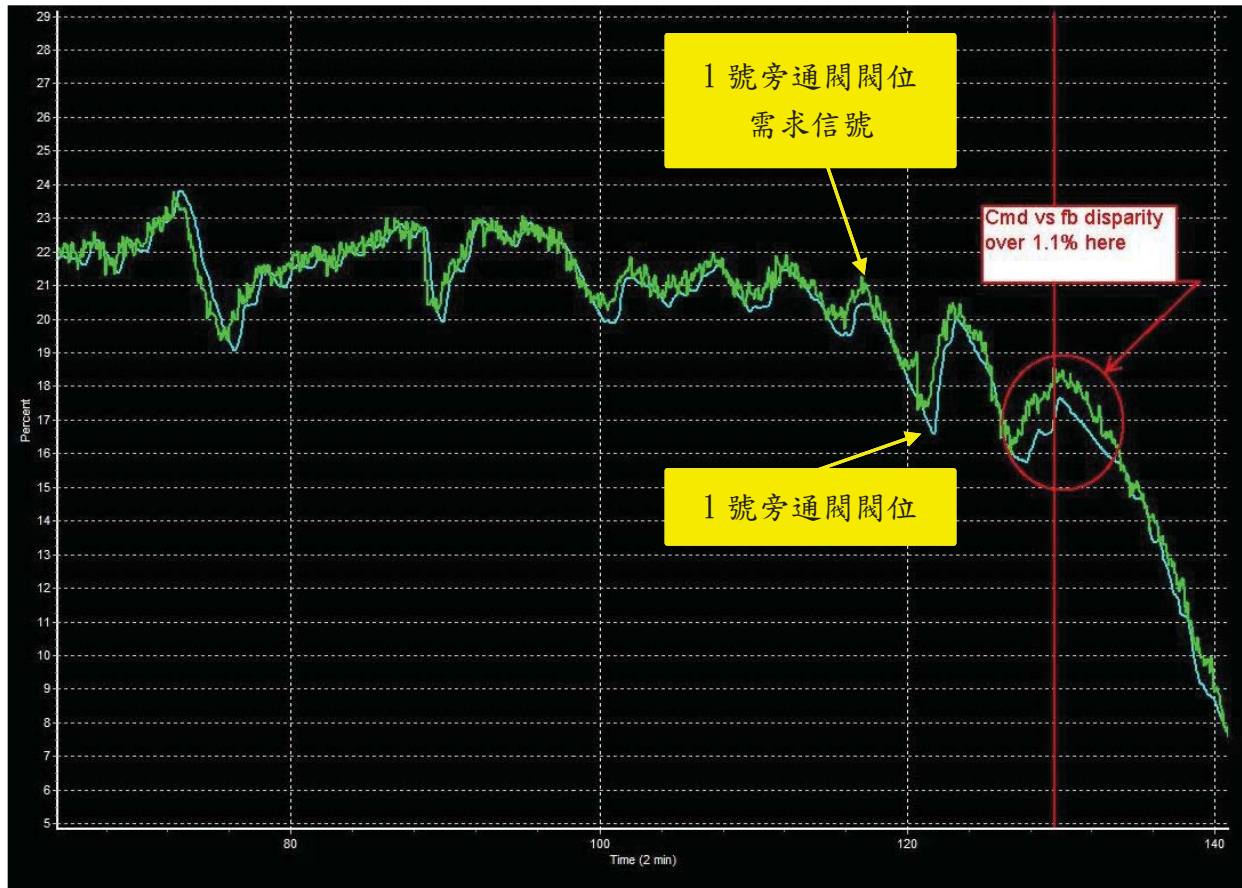
使用模擬軟體針對二號機之補償參數進行模擬， TR_2 數值增加，可於Notch作用之抑制區間，針對較低頻率信號提供較強之衰減效果(如下圖)，確認低頻之壓力擾動因素，可經由設計之濾波邏輯而衰減，波形變化符合預期，顯示數位軟體區塊整體運作符合設計功能。



- (3). 4月1日以急停前反應爐壓力進行模擬重建，以相同的輸入參數包括：Lag Time($TR_2=0.5$ 秒)、Center Frequency($\tau_0=0.1768$ 秒)、 $Z_1=0.2$ 、 $Z_2=0.75$ ，分析結果詳如下圖，確認事件當時調校之參數未達到最佳調諧(Optimum Tuning)，無法有效衰減系統界面的壓力擾動信號，需廠家持續再調校。



(4). 依據廠家擷取3月28日SB&PR系統內資料，於反應爐壓力準備由蒸汽旁通閥切換至汽機控制閥控制時，發現1號蒸汽旁通閥閥位與需求信號反應有些微落後現象(如下圖)，廠家已於4月5日完成相關閥位控制器參數再調校，並水平展開至其它5只蒸汽旁通閥詳如附件3。



綜上所述，可確認數位化更新之蒸汽旁通壓力控制系統之參數並未達最佳化調諧，致無法有效衰減反應爐壓力週期性波動，引發 OPRM PBA 演算跳脫邏輯。有關參數設定之最佳化分析與改善詳如附件 3(SB&PR 原廠事件調查與建議事項報告)。

肆、改善措施

3月28日機組急停後，本公司即要求蒸汽旁通壓力控制系統原廠家務必將問題解決，同時要求加派國外原設計技師及軟體技師抵台，駐廠協助釐清肇因及擬定改善措施，並要求未來機組再運轉時，全程參與調校至滿載完成。

到目前為止，原廠技師與台電公司核二廠相關同仁已完成多項的測試驗證工作，包括：汽機蒸汽控制閥閥位行程測試、蒸汽旁通閥閥位行程測試、系統間信號傳輸驗證、汽機蒸汽控制閥特性曲線確認、控制系統軟／硬體驗證、參數模擬測試及評估系統內參數設定值對系統穩定度之影響等。期使在未來進行動態調校時，其它外在可能影響的因素都在正常狀態，令機組運轉時，蒸汽管路動態補償參數(TR2)的調校能較準確。

從本次事件資料回饋，經原廠技師確認事件前蒸汽管路動態補償參數(TR2)之調校方向正確，同時台電公司核二廠要求原廠技師利用離線的模擬測試台對TR2參數在原設計範圍內(0.1~2.0秒)進行靈敏度分析(詳如附件3 SB&PR原廠事件調查與建議事項報告)，以找出最佳調諧的蒸汽管路動態補償參數(TR2)值，作為未來線上動態調校的基準。參照廠家之建議，蒸汽管路共振補償參數TR2以1.6秒做為起始值，進行動態調校及驗證，觀察反應爐壓力波動現象，若未達到允收標準之最佳化控制，則以每次0.05秒增幅，改變TR2參數設定進行微調，且不超過原奇異公司之設計最大值2.0秒。動態調校須依照程序書(SP-2016-04)執行，同時增訂程序書之允收標準、調校時機及異常應變措施的因應，以確保未來動態調校時，機組安全及人員的有效因應作為。

原計畫執行動態調校之時機點在反應爐水位控制由單元切換至三元後執行，其考量此時爐心水位與壓力信號較穩定，有助於線上動態調校，惟此時可能令機組進入OPRM引動條件的運轉區

域，為有效降低風險，因此將調整動態調校改為在較低功率區(約15~20%熱功率)執行，並訂定更嚴格的調校接受標準，允許爐壓的波動小於 1 psi且波動週期時間大(等)於4秒，避免落入OPRM PBA波動週期區間內(1~3.5秒)，調校待穩定後再提升負載。在動態調校期間，並增訂行政管制強化措施(詳如本文第伍、六節)，供運轉員有效監視反應爐OPRM參數變化，同時有效執行因應作為。

針對前述強化作為，核二廠已修訂SB&PR系統數位化功能測試程序書、起動管制程序書(詳如附件5)，同時對持照運轉員進行課堂訓練。

伍、反應爐安全評估

一、OPRM 動作條件說明

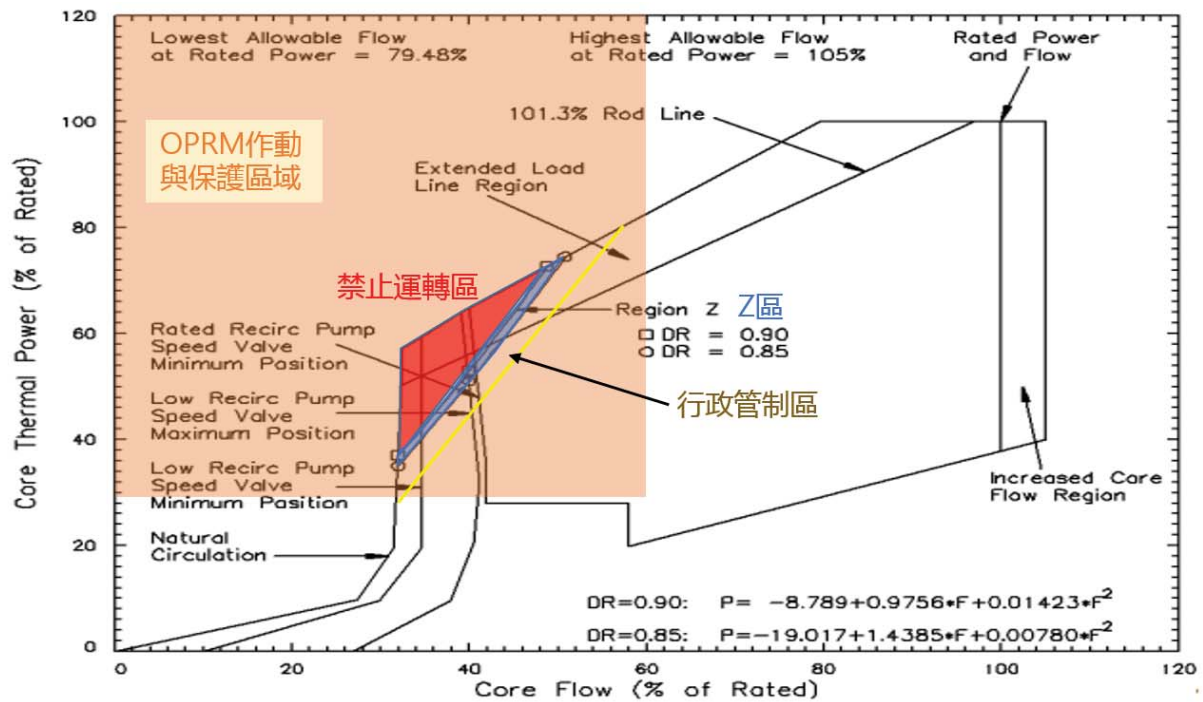
核二廠爐心功率階中子偵測系統(PRNM)有4個平均功率階中子偵測器(APRM)控道，每個控道由33個局部功率階中子偵測器(LPRM)組成。

反應爐保護儀器設有爐心功率波動監測機制，該項保護功能主要在確保爐心功率大於29.5%且反應爐再循環驅動水流量小於60%運轉區間內(詳如下圖)，該項保護措施稱為OPRM，此OPRM共有4個控道，每個OPRM控道有25個單元(Cell)，每個OPRM Cell係由對應之APRM控道的3~4個LPRM所組成。

每一個OPRM控道有三種演算(Algorithm)跳脫邏輯：

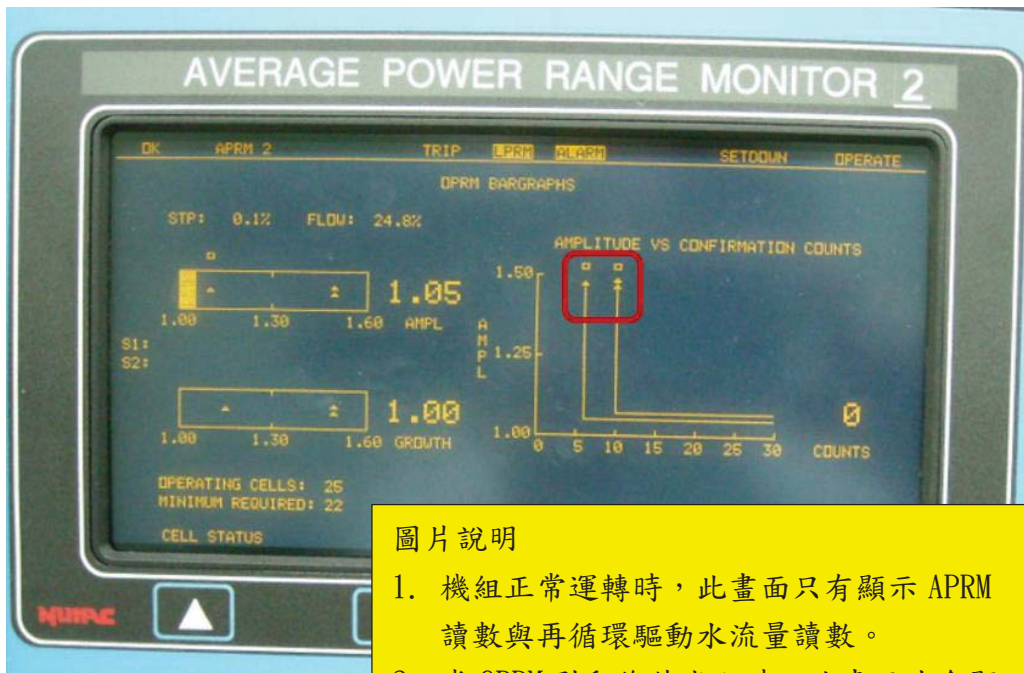
1. 以週期為基準之演算(Period Based Algorithm, PBA)跳脫邏輯
2. 以振幅為基準之演算(Amplitude Based Algorithm, ABA)跳脫邏輯
3. 以增長率為基準之演算(Growth Rate Based Algorithm, GRBA)跳脫邏輯

上述每一個OPRM控道之任一演算邏輯計算達警報設定點則送出功率波動警報；達急停設定點時，則送出功率波動急停信號至任意四選二邏輯模組(Voter)，輸出OPRM UPSC TRIP信號至反應爐保護系統(RPS)。



3月28日反應爐急停時，運轉人員確認反應爐跳脫來自於OPRM信號，經儀控人員至控制室背盤(2C08盤)查看確認OPRM控道1及OPRM控道2，兩控道均出現OPRM UPSC TRIP跳脫信號，且動作信號來自OPRM PBA（詳下圖）。



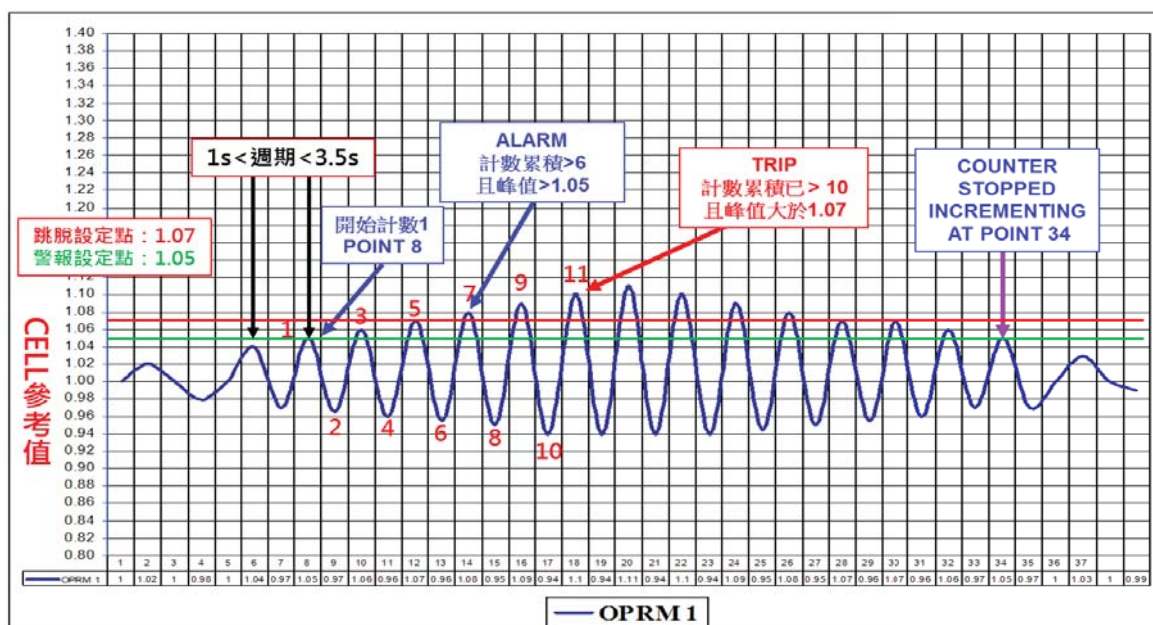


圖片說明

1. 機組正常運轉時，此畫面只有顯示 APRM 讀數與再循環驅動水流量讀數。
2. 當 OPRM 引動條件成立時，此畫面才會顯示 OPRM 動作相關參數。此時畫面所看到就是 OPRM 動作後的情形。

OPRM PBA之引動邏輯為波動週期，說明如下圖：

1. 當波動週期(波峰到波峰時間)介於1秒~3.5秒之間，即使未達OPRM引動(Enable)條件，OPRM即開始計數。
2. 下一個波峰到波峰(或波谷到波谷)週期在平均週期的 ± 0.1 秒範圍內，累進計數加1，以此類推。
3. 計數量之算法為開始計數後波峰和波谷的連續累積計數。
4. 當連續累積計數量大於6且振幅峰值大於1.05，觸發警報(Alarm)；若未達引動條件時會旁通警報。
5. 當連續累積計數量大於10且振幅峰值大於1.07，觸發跳脫(Trip)；若未達引動條件時會旁通跳脫。



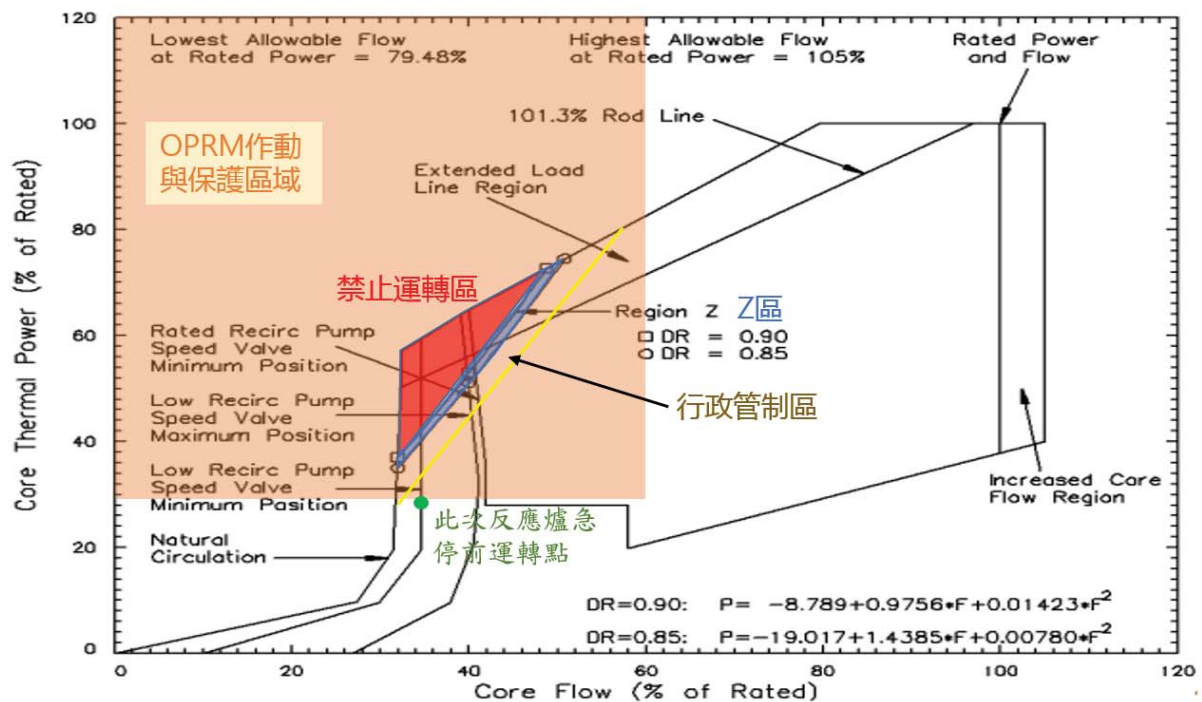
二、OPRM 動作時機組狀況說明

107年3月28日13:25時，反應爐爐心監測系統POWERPLEX - III顯示爐心熱功率約28.6%，爐心流量33.9%（未達OPRM引動條件，爐心功率大於29.5%），此時運轉員為執行下一個動作，將反應爐水位控制由單元切換至三元控制，因此需微升反應爐熱功率，將編號20-45控制棒由棒位06位置抽一個節距至08位置（全爐心控制棒位如下圖），於13:25:26時反應爐發生急停。

			--	--	--	12	--	--	--			53
			--	--	--	36	--	36	--	--	--	49
		--	12	--	08	--	08	--	06	--	12	45
--	--	--	24	--	18	--	18	--	24	--	--	41
--	--	00	--	00	--	08	--	00	--	00	--	37
--	40	--	18	--	36	--	36	--	18	--	40	33
12	--	08	--	08	--	00	--	08	--	08	--	12 29
--	40	--	18	--	36	--	36	--	18	--	40	25
--	--	00	--	00	--	08	--	00	--	00	--	21
--	--	--	24	--	18	--	18	--	24	--	--	17
	--	12	--	08	--	08	--	06	--	12	--	13
		--	--	--	36	--	36	--	--	--		09
			--	--	--	12	--	--	--			05
04	08	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52
CROD SEQUENCE : A-2												

急停後，運轉員以反應爐安全為優先，立即執行反應爐急停復原操作，確認所有控制棒全入，並手動跳脫主汽機與發電機，將機組置於安全停機狀態。後續運轉員立即確認急停動作原因，包括確認事件序列(SOE)、警報清單(Alarm List)螢幕、另儀控人員至控制室背盤確認OPRM PBA動作。運轉員由SOE螢幕得知OPRM控道2動作後2秒，OPRM控道1緊接動作，引動4選2跳脫

邏輯反應爐急停，急停時爐心熱功率約30%，爐心流量33.9%（剛進入OPRM引動條件，詳如下圖）。



急停發生前，反應爐之運轉點（爐心熱功率約28.6%，爐心流量33.9%），未進入爐心熱水力不穩定區域（一般稱為Z區，如上圖藍色區域標示）運轉，且離核二廠的行政管制區（如上圖黃線標示）尚有距離；依GE發行之技術文件（Reactor Stability Detect and Suppress Solutions Licensing Basis Methodology for Reload Application，編號：NEDO-32465-A Class 1 August 1996）文件內容：“……從反應爐實際運轉經驗來看，當爐心熱功率低於30%時，預期反應爐不會發生功率不穩定現象。另外，反應爐熱功率30%以下，燃料最小臨界功率比（MCPR）安全限值有很大餘裕，即使發生功率不穩定現象，也不會威脅到MCPR安全限值。”

exceeding specified acceptable fuel design limits are not possible or can be reliably and readily detected and suppressed."

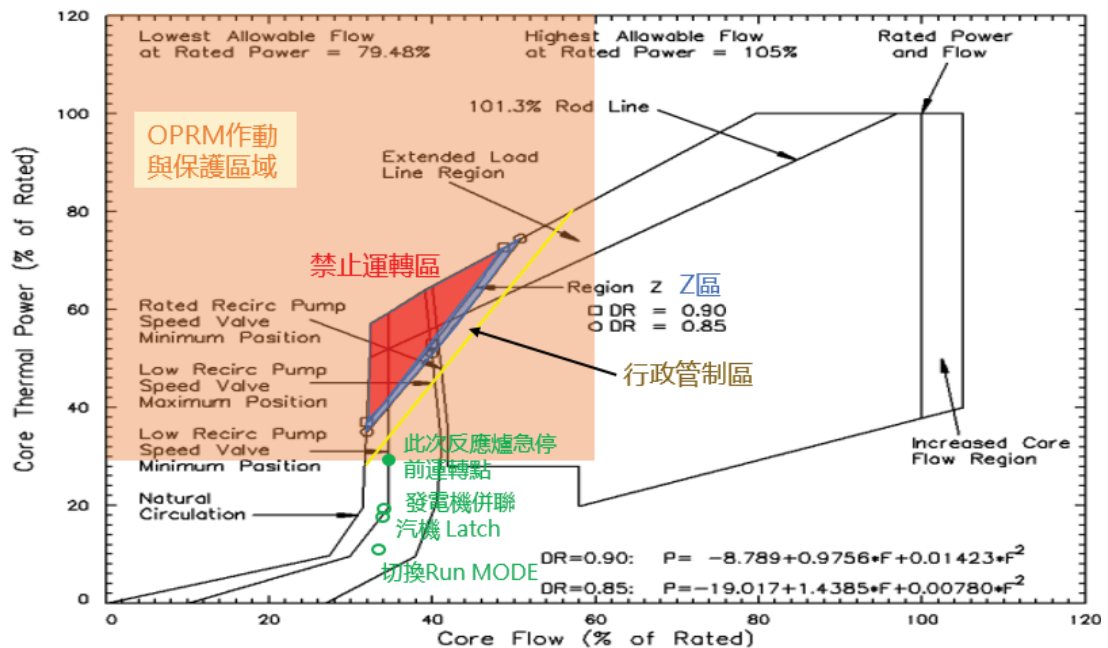
The Option III hardware and software system was designed to reliably and readily detect and suppress both core wide and regional mode oscillations prior to violating the MCPR safety limit for anticipated oscillations. The ability to trip the reactor is automatically enabled at power and flow conditions at which stability related oscillations are possible. The trip function will be enabled when both the power level is greater than 30% of rated and the core flow is less than 60%. Based on experience with actual instabilities and decay ratio calculations, instabilities above 60% flow are not expected. Similarly, instabilities occurring below 30% power are also not expected. If an instability were to occur below 30% power, the instability would not be expected to grow large enough to threaten the MCPR SL. This expectation is due, in part, to the large MCPR margin that exists at low power.

Both core wide and regional mode oscillations will be reliably detected and suppressed while the oscillation magnitude is still low. In order to detect all expected oscillation modes, the outputs from a small number of LPRMs in the same area of the core are combined into one OPRM cell signal. Thus, small regions of the core are effectively monitored for instabilities.

Multiple cells distributed throughout the core provide input to each of the RPS channels. This ensures that the system is sensitive to all of the anticipated oscillation modes, and also provides substantial redundancy for the input signals and accommodates out of service or failed LPRMs. A number of LPRM-to-OPRM cell assignments (i.e., number and location of the LPRMs that comprise a cell) are possible within the constraints of the OPRM definition given in Reference 1. The Option III methodology takes plant-specific LPRM assignments into account in calculating the hot bundle oscillation magnitude.

The licensing methodology described in this report is consistent with the one described in References 1 and 2. The methodology is designed to demonstrate that the system and setpoints will result in suppression of the oscillation before the MCPR SL is violated for anticipated oscillations. In this context, anticipated oscillations are those which, based on both experience and analytical simulations, might be expected to occur in a reactor. Specifically, these events approach a limit cycle and gradually increase in amplitude. The period of these oscillations becomes relatively constant (i.e., detectable) prior to the oscillation amplitude significantly exceeding the noise level. This is consistent with the observed behavior of actual plant instability events such as LaSalle-2 and WNP-2 and is consistent with the results of analytical simulations. Oscillations with frequencies between 0.3 and 0.7 Hz and growth rates up to 1.6 are considered anticipated oscillations. Protection against violating the MCPR SL for anticipated oscillations is demonstrated solely by use of the PBDA (i.e., no credit is taken for the other two algorithms which are provided as defense-in-depth protection against unanticipated oscillations).

三、急停前反應爐熱水力狀態說明



急停前，反應爐運轉點歷程軌跡如上圖，反應爐之運轉點（爐心熱功率約28.6%，爐心流量33.9%），未進入爐心熱水力不穩定區域（一般稱為Z區，如上圖藍色區域標示）運轉，且離核二廠的行政管制區（如上圖黃線標示）尚有距離。其它可能明顯影響爐心穩定性之因素包括：爐心功率分佈極端集中於底部、再循環水泵跳脫、喪失飼水加熱器等，檢視當時機組運轉狀態與各項運轉參數，確認並無前述異常狀態。

本公司委請燃料廠家進行反應爐暫態重建分析（詳附件4），燃料廠家針對OPRM動作前爐心穩定性進行兩項分析：一是用STAIF程式，計算當時爐心功率波動的最大衰減比（limiting decay ratio）為0.364（遠小於1），顯示當時爐心狀態非常穩定；另一以RAMONA5-FA程式模擬爐心功率受到擾動後的反應，結果顯示初始爐心功率波動很小而且快速衰減。

故本次反應爐功率波動現象，並非由爐心熱水力不穩定所致，係由外來的持續性波動（即汽機控制閥閥位波動）引起，否則不可能發生持續性的功率波動。

四、OPRM 動作對爐心燃料的影響說明

此次本公司委請燃料廠家進行反應爐暫態重建分析(詳附件4)，同時評估爐心功率波動導致燃料臨界功率比(CPR)的變化。

在附件4中，燃料廠家使用OPRM動作前爐心重要參數作為分析起點，對爐心外加一壓力波動使爐心發生功率波動，以RAMONA5-FA程式進行模擬，微調壓力波動使爐心功率波動吻合事件當時APRM信號波動頻率，並使爐心功率波動幅度大於當時APRM信號波動幅度。其計算結果顯示燃料最小臨界功率比(MCPR)的變化值小於0.31。而燃料廠家用其爐心穩態分析程式(MICROBURN-B2)計算，對應於OPRM動作前之爐心MCPR值為2.95，而其MCPR運轉限制值(OLMCPR)為2.06。因此，此一外加的強迫性爐心功率波動使MCPR減少為2.64($2.95 - 0.31 = 2.64$)，仍大於OLMCPR(2.06)，更遠大於MCPR安全限值SLMCPR(1.09)。(註：MCPR值越大，爐心燃料熱限值餘裕越多)

急停後，由APRM讀數顯示爐心波動快速停止，反應爐功率快速下降。因此，OPRM動作後，燃料MCPR值會越大，讓爐心燃料熱限值餘裕越多。

由於爐心的MCPR值一直遠大於SLMCPR，故判定在此次爐心功率波動期間，燃料護套皆維持完整。

反應爐急停後，對爐水進行取樣分析，分析結果如下(MDA代表儀器可量測最低值)，各項數據顯示為正常停機狀況之數值，107年4月2日之後，5種碘同位素量測數值均已小於MDA，可證明爐心燃料護套完整性良好。

活度 日期	熱功 率 (MWt)	I-131 等 價劑量 ($\mu\text{Ci/g}$)	I-131 ($\mu\text{Ci/g}$)	I-132 ($\mu\text{Ci/g}$)	I-133 ($\mu\text{Ci/g}$)	I-134 ($\mu\text{Ci/g}$)	I-135 ($\mu\text{Ci/g}$)
107/03/28	0	2.550E-06	<MDA	2.096E-05	6.641E-06	<MDA	<MDA
107/03/29	0	5.072E-07	<MDA	1.405E-05	<MDA	<MDA	<MDA
107/03/30	0	1.133E-07	<MDA	3.138E-06	<MDA	<MDA	<MDA
107/03/31	0	8.938E-08	<MDA	2.476E-06	<MDA	<MDA	<MDA
107/04/01	0	8.171E-08	<MDA	2.263E-06	<MDA	<MDA	<MDA
107/04/02	0	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA
107/04/03	0	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA	<MDA

說明：

1. 急停後未量測到I-131的活度，顯示並無I-131的突升(Spike)，而且爐水I-131等價劑量分析結果遠低於運轉規範限值 $0.2 \mu\text{Ci/g}$ ，因此可確認燃料護套完整性無虞。
2. 爐水中碘同位素半衰期I-131(8.04天)、I-132(2.3小時)、I-133(20.8小時)、I-134(52.6分鐘)、I-135(6.61小時)，碘核種之母核種為Te，其中僅有I-132核種之半衰期較母核種Te-132短(Te-132之半衰期為3.25天)，故I-132之衰減是以Te-132之半衰期為準，導致I-132會較I-133、I-134及I-135活度衰減慢之原因，4月2日再進行爐水取樣分析結果，I-132活度已衰減<MDA。

五、國外經驗回饋

(一) G電廠1號機OPRM動作致反應爐自動急停

事件概述：

2016年6月17日，美國G電廠(BWR-6)為執行控制棒佈局更換及主汽機控制閥開關測試，機組降載至約65%功率。在執行4只主汽機控制閥開關測試時，有一只控制閥在關閉狀態，另一只控制閥發生不預期的關閉，其餘兩只控制閥無法穩定控制反應爐壓力，造成反應爐壓力與功率週期性波動，引發OPRM動作，反應爐自動急停。事件發生後2天，2016年6月19日美國核管會即核准該機組再起動。

補充說明：

台電公司核二廠將3月28日之急停過程，洽請燃料廠家進行評估，燃料廠家回函表示：核二廠本次急停類似2016年6月17日美國G電廠案例(當時功率約65%)，G電廠爐心功率波動現象係受主汽機控制閥無法穩定控制反應爐壓力，造成反應爐壓力與功率週期性波動，而非爐心功率自發性之波動。

(二) C電廠1號機OPRM動作致反應爐自動急停

事件概述：

2017年5月30日，美國C電廠1號機(BWR-6)反應爐功率約28%，爐心流量約26%，再循環泵低速運轉時，正在於單根控制棒連續抽出時，壓力控制器於調節反應爐壓力時產生3 psi的上下波動，引動「增長率演算法」(OPRM GRBA)信號跳脫，反應爐自動急停。事件發生後3天，於2017年6月2日美國核管會即核准該電廠再起動。

C電廠總公司為防止事件再發生，已安裝新版「增長率演算法」(OPRM GRBA)，以防止假的跳脫信號。

立即改正行動包含提高OPRM設定點(依據GE分析，將OPRM GRBA設定點從1.3提高至1.6)；訂定運轉策略：在OPRM符合引動條件下的功率／流量運轉區域，執行控制棒急停時間測試之管制要點。

後續改正行動將調整「低功率設定點」(Low Power Set Point, LPSP)至18%，以利在執行控制棒急停時間測試時，不會進入OPRM符合引動條件下的功率／流量運轉區域。

補充說明：

核二廠執行全爐心控制棒急停時間(scram timing)測試，係配合每次大修末期反應爐洩漏試驗期間進行，故不會發生類似C電廠於約30%功率執行此一測試，引發OPRM動作致反應爐急停之事件。

六、行政管制強化措施

為能更強化爐心功率之監控，避免因爐心熱水力不穩定或外在系統控制(如SB&PR)不穩定，引起APRM功率指示波動而使反應爐保護儀器OPRM動作，造成反應爐急停，除現有反應爐保護儀器OPRM邏輯跳脫保護功能外，另再精進爐心功率監控行政管理機制如下：

- (一) 反應爐保護儀器OPRM功能啟用之條件為各別對應控道再循環驅動流量小於60%及APRM讀數大於29.5%，強化反應爐保護儀器OPRM引動條件進入前之爐心功率狀態確認，於約25%功率時運用ERF觀察及記錄APRM之功率讀值不可有明顯短週期性變化(週期小於4秒)，若有不符情形，須暫停升載。
- (二) 修訂程序書244改為升載時於約25%功率時手動將APRM顯示盤畫面切換至OPRM監看畫面，提前監控OPRM偵測參數變化情形。

陸、結語

核二廠 2 號機本次再運轉過程，承蒙社會各界期望能順利安全再轉，台電公司與核二廠團隊亦執行多項安全再檢查與確認，惟不幸在第 2 次併聯後發生自動安全停機，反應爐保護系統發揮功能。急停過程中相關安全系統皆動作正常，停機後確認所有設備，包含汽機、發電機等亦均在安全狀態。

反應爐急停後，台電公司除完成相關設備檢測與肇因確認外，針對此次影響「蒸汽旁通壓力控制系統」輸出信號穩定性的調校參數，已由原廠設計技師重新計算，並完成靜態模擬測試與參數靈敏度分析。台電公司亦已訂定更嚴格的動態調校接受標準及執行時機，以確保該系統輸出信號及主汽機控制閥閥位變動週期及幅度不影響反應爐壓力控制；另增訂反應爐保護儀器 OPRM 的行政管制強化措施，加強監視反應爐參數變化，以確保機組再運轉後安全無虞。

附件 1 SOE 及 Historical Alarm List 重要資訊暨差異說明

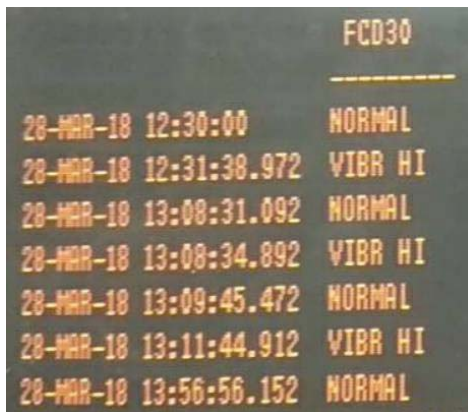
在急停過程中機組出現之重要資訊暨差異說明如下(SOE 及 Historical Alarm List 如下表)：

1. 說明 1：SOE 12:31:38~13:11:44 反應爐飼水泵汽機高振動(RFPT VIBR HI) 警報說明

- (1) 當時 RFPT B 運轉在 3500 ~ 3700 RPM 附近，接近警報設定點 4 mils (約在 4.0 ~ 4.55 mils 之間晃動)，故警報出現，此轉速區振動略大係該 RFPT 之運轉特性，維護人員立即查看潤滑油油溫、潤滑油壓力及軸承溫度等相關參數後確定設備正常，運轉員於此期間則加強嚴密監控 RFPT 運轉情形。

對振動值略大之運轉轉速區，將依機組水位控制情形，適度調整轉速，避開該轉速區。

- (2) 在 SOE 報表中 FCD30 在 13:11:44.912 出現 VIBR HI 警報後未再恢復 NORMAL，乃因 SOE 報表係列印至 13:40 為止所發生的事件，附上確認 FCD30 已於 13:56:56.152 恢復 NORMAL 之記錄，如下圖所示。



FCD30	
28-MAR-18 12:30:00	NORMAL
28-MAR-18 12:31:38.972	VIBR HI
28-MAR-18 13:08:31.092	NORMAL
28-MAR-18 13:08:34.892	VIBR HI
28-MAR-18 13:09:45.472	NORMAL
28-MAR-18 13:11:44.912	VIBR HI
28-MAR-18 13:56:56.152	NORMAL

2. 說明 2：APRM 1/2 OPRM 動作暨反應爐急停說明

- (1) APRM 2 及 APRM 1 之 OPRM 陸續動作，導致反應爐保護系統動作，反應爐自動急停。
- (2) 在 SOE 報表中 13:25:26.192 發生 REACTOR SCRAM DIV 2 OR 4，在 13:25:26.200 APRM 1 OPRM TRIP STATUS 之前，乃因緊急應變設施電腦系統(ERF)系統之 SOE 報表所提供的資料，其時間分辨率為 10 ms，因此報表中所記載的事件其發生的間隔時間如果相差超過 10 ms，這些

事件發生的先後次序必與報表一致；但若事件發生的時間間隔相差不到 10 ms，就在誤差範圍之內。而本次 RPS 與 OPRM 動作的時間分別發生於 13:25:26.192 與 13:25:26.200，其間隔時間僅 8 ms，應視為同一時間發生。

- (3) APRM 1/2/3/4 OPRM 取訊分別來自不同之 LPRM 信號，故取訊會有極些微之差距，當爐心功率 $\geq 29.5\%$ 時，APRM 1/2 OPRM 先達設定點，引動 Trip；而 APRM 3/4 OPRM 則尚未達設定點時反應爐已急停無功率，故沒動作。

3. 說明 3：有關急停洩放容器(SDV) CH A/B 與 CH C/D 引動高水位半急停時間差異說明

- (1) 每部機共有兩組急停洩放容器(SDV)，其中一組配置 A/B 控道之 SDV 高水位急停浮球開關(1BF-LSH-283A/283B)，分別引動 RPS-A 及 RPS-B 半急停信號；另一組配置 C/D 控道之 SDV 高水位急停浮球開關(1BF-LSH-283C/283D)，分別引動 RPS-C 及 RPS-D 半急停信號。
- (2) 由於兩組 SDV 累積水量的速度會有些微差距；因此，A/B 控道之浮球開關與 C/D 控道之浮球開關引動 SDV 高水位半急停時間有些微差異係屬正常現象。

4. 說明 4：SDV CH C 復歸後又動作說明

- (1) 當 SDV 進行洩水時，其水位會高低振盪地下降，若此時水位正在水位開關的動作臨界點，則會產生短暫復歸又動作的情形，屬正常現象。
- (2) 13:31:50.010 ~ 13:33:59.700 期間，為 SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH C 之機械浮球開關復歸邊緣，故會反覆出現。
- (3) 13:33:59.700 之時間點為 SDV 實際洩水完成之時間。
- (4) 電廠儀控人員於 4 月 3 日完成 SDV CH C 水位急停浮球開關測試，確認設定點正常。

5. 說明 5：Historical Alarm List 中僅出現 APRM 2 OPRM TRIP 而未出現 APRM 1 OPRM TRIP 警報說明

在 SOE 13:25:26.200 APRM 1 OPRM TRIP 警報出現，13:25:27.000 APRM 1 OPRM TRIP 警報復歸，SOE 取樣率為 0.01 秒，SOE 主要做為事故時序

的分析使用，故取樣間隔時間極為短暫，而 Historical Alarm List 取樣率為 4 秒，在取樣的時間點該信號因已復歸，故未顯示此警報。

6. 說明 6：ISOLATION COMMAND GRP 5 CH A/B 警報說明

反應爐急停後水位暫態變化在 L-2 以上到 L-7 之間，達 L-3 時引動 PCIS GRP 5 動作，惟爐壓在 133 psig 時即已動作 GRP 5(隔離反應爐停機冷卻系統)。

7. 說明 7：NARROW RANGE REACTOR LEVEL A/B 警報說明

反應爐急停後水位暫態變化，水位曾低於窄範圍(NARROW RANGE)水位儀器指示範圍 0~150CM，故出現此一 SLO(Signal Lo)信號。

8. 說明 8：A CONDSR A/B HOTWELL LEVEL 警報說明

此係反應爐急停後，因系統回水及冷凝器真空變化所致。反應爐急停後，反應爐補水需求量減少，原本補水中之 RFP B 由最小流量(MINI FLOW)回水至 B 熱井(HOTWELL)使水位升高。另急停後汽機跳脫，排入主冷凝器之蒸汽減少，使主冷凝器 A/B 之壓力降低，HOTWELL A/B 水位升高。

9. 說明 9：控制棒 28-37 於 2 號機急停過程，棒位於 00 與 48 來回跳動說明

28-MAR-18 13:25:40	CRD2837	CONTROL ROD 28-37 POSITION	to 0	NOTCH	NML	from 8
28-MAR-18 13:27:44	CRD2837	CONTROL ROD 28-37 POSITION	to 48	NOTCH	NML	from 0
28-MAR-18 13:27:56	CRD2837	CONTROL ROD 28-37 POSITION	to 0	NOTCH	NML	from 48

由上表 ERF 的棒位資訊顯示，反應爐急停後控制棒 28-37 已插至 00 位置，在 13:27:44 時從原本全入的位置 00 跳至位置 48，過 12 秒後又跳至位置 00。

控制棒 28-37 在急停時已在全入 00 位置，又從 00 直接跳至 48，但中間過程並未出現任何其他棒位顯示(02~46)，研判此棒位信號 48 應為棒位指示器傳送假信號，已進行更換控制棒 28-37 之棒位指示器。

Unit 2 Kuosheng Offline Sequence Of Events Summary

Page 1 of 2

Kuosheng: KERF2B - Delta - Historical
Source File: DeltaFile.DAT KERF2B

Delta T: 0

Online Delta

Start Time: 28-MAR-2018 10:00:00.00
End Time: 28-MAR-2018 13:40:00.00

Time	Point ID	Point Name	Stat	Value
28-MAR-18 12:11:09.772	NBD02	AUX XFMR TO 4KV BKR A201	CLOSED	NML
28-MAR-18 12:11:09.852	NBD06	EMERG SU XFMR TO 4KV BKR A205	OPEN	NML
28-MAR-18 12:17:17.032	NBD01	AUX XFMR TO 4KV BKR A101	CLOSED	NML
28-MAR-18 12:17:17.092	NBD03	SU XFMR TO 4KV BKR A103	OPEN	NML
28-MAR-18 12:24:07.252	MAD10	AUX XFMR TO 13.8KV BKR F105	CLOSED	NML
28-MAR-18 12:24:07.352	MCD02	SU XFMR TO 13.8KV BKR F103	OPEN	NML
28-MAR-18 12:31:38.972	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	VIBR HI	ALM
28-MAR-18 13:08:31.092	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:08:34.892	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	VIBR HI	ALM
28-MAR-18 13:09:45.472	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:11:44.912	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	VIBR HI	ALM
28-MAR-18 13:25:24.000	SED41	APRM 2 OPRM TRIP STATUS	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.192	SBD36	REACTOR SCRAM DIV 2 OR 4	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.192	SBD52	RPS SCRAM LOGIC D STATUS	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SED40	APRM 1 OPRM TRIP STATUS	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD29	NEUTRON MON SYS SCRAM CH A1	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD35	REACTOR SCRAM DIV 1 OR 3	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD54	RPS SCRAM LOGIC C STATUS	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.200	SBD32	NEUTRON MON SYS SCRAM CH B2	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.201	SBD53	RPS SCRAM LOGIC A STATUS	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.201	SBD51	RPS SCRAM LOGIC B STATUS	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:26.210	SBD31	NEUTRON MON SYS SCRAM CH A2	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.220	SBD30	NEUTRON MON SYS SCRAM CH B1	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:26.872	SBD29	NEUTRON MON SYS SCRAM CH A1	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:25:26.872	SBD30	NEUTRON MON SYS SCRAM CH B1	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:25:26.880	SBD31	NEUTRON MON SYS SCRAM CH A2	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:25:26.880	SBD32	NEUTRON MON SYS SCRAM CH B2	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:25:27.000	SED40	APRM 1 OPRM TRIP STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:25:27.000	SED41	APRM 2 OPRM TRIP STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:25:31.010	SBD24	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH D	LO TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:31.060	SBD22	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH B	LO TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:31.152	SBD21	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH A	LO TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:31.180	SBD23	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH C	LO TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:38.592	SBD03	RX MODE SW-START AND HOT STANDBY	STARTUP	NML
28-MAR-18 13:25:38.832	SBD04	RX MODE SW-RUN	OFF	NML
28-MAR-18 13:25:39.801	SBD02	RX MODE SW-REFUEL	REFUEL	NML
28-MAR-18 13:25:39.940	SBD03	RX MODE SW-START AND HOT STANDBY	OFF	NML
28-MAR-18 13:25:42.532	SBD01	RX MODE SW-SHUTDOWN	SHUTDOWN	NML
28-MAR-18 13:25:42.600	SBD34	MANUAL SCRAM DIV 2 OR 4	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:42.580	SBD02	RX MODE SW-REFUEL	OFF	NML
28-MAR-18 13:25:42.652	SBD33	MANUAL SCRAM DIV 1 OR 3	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:25:43.912	SFDE7	DISCH VOL HI WTR LVL ROD BLK	RODBLOCK	ALM
28-MAR-18 13:25:45.832	ACD10	TURBINE REMOTE TRIP BACKUP	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:45.840	ACD09	TURBINE REMOTE TRIP	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:45.840	ACD11	TURBINE MANUAL TRIP	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:45.860	ACD40	MAIN TURBINE CHANNEL A TRIP	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:45.860	ACD39	MAIN TURBINE CHANNEL B TRIP	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:45.972	SBD41	TCV FAST CLOSURE SCRAM CH A	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:45.972	SBD43	TCV FAST CLOSURE SCRAM CH C	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:45.972	SBD44	TCV FAST CLOSURE SCRAM CH D	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:45.980	SBD42	TCV FAST CLOSURE SCRAM CH B	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:46.080	SBD37	TURB STOP VLV CLOSURE SCRAM CH A	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:46.080	SBD38	TURB STOP VLV CLOSURE SCRAM CH B	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:46.092	SBD39	TURB STOP VLV CLOSURE SCRAM CH C	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:46.112	SBD40	TURB STOP VLV CLOSURE SCRAM CH D	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:47.772	ACD09	TURBINE REMOTE TRIP	RESET	NML
28-MAR-18 13:25:47.780	ACD10	TURBINE REMOTE TRIP BACKUP	RESET	NML
28-MAR-18 13:25:49.720	SBD06	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH B	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:49.900	MDD02	XFMR BKR 3570(#1)//3670(#2) POSI	OPEN	NML
28-MAR-18 13:25:49.900	ACD21	TURBINE INITIATED GEN TRIP	TRIP	ALM

Unit 2 Kuosheng Offline Sequence Of Events Summary

Page 2 of 2

Kuosheng: KERF2B - Delta - Historical
Source File: DeltaFile.DAT KERF2B

Delta T: 0

Online Delta

Start Time: 28-MAR-2018 10:00:00.00
End Time: 28-MAR-2018 13:40:00.00

Time	Point ID	Point Name	Stat	Value
28-MAR-18 13:25:49.912	MDD03	XFMR BKR 3580(#1)//3680(#2) POSI	OPEN	NML
28-MAR-18 13:25:49.932	ACD10	TURBINE REMOTE TRIP BACKUP	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:49.940	ACD09	TURBINE REMOTE TRIP	TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:49.972	MDD01	MAIN GENERATOR ON LINE STATUS	OFFLINE	NML
28-MAR-18 13:25:49.992	NBD01	AUX XFMR TO 4KV BKR A101	OPEN	NML
28-MAR-18 13:25:49.992	MAD10	AUX XFMR TO 13.8KV BKR F105	OPEN	ALM
28-MAR-18 13:25:50.052	NBD03	SU XFMR TO 4KV BKR A103	CLOSED	NML
28-MAR-18 13:25:50.052	NBD02	AUX XFMR TO 4KV BKR A201	OPEN	NML
28-MAR-18 13:25:50.052	NBD04	SU XFMR TO 4KV BKR A203	CLOSED	NML
28-MAR-18 13:25:50.072	MCD02	SU XFMR TO 13.8KV BKR F103	CLOSED	NML
28-MAR-18 13:25:50.392	MBD01	EXCITER FIELD BREAKER STATUS	OPEN	ALM
28-MAR-18 13:25:50.420	SBD05	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH A	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:56.620	SBD07	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH C	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:25:56.952	SBD08	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH D	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:26:12.832	SBD33	MANUAL SCRAM DIV 1 OR 3	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:26:12.852	SBD33	MANUAL SCRAM DIV 1 OR 3	SCRAM	ALM
28-MAR-18 13:26:13.112	SBD34	MANUAL SCRAM DIV 2 OR 4	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:26:13.572	SBD33	MANUAL SCRAM DIV 1 OR 3	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:26:16.592	SBD23	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH C	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:26:17.052	SBD21	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH A	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:26:17.192	SBD24	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH D	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:26:17.400	SBD22	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH B	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:26:32.872	ACD11	TURBINE MANUAL TRIP	RESET	NML
28-MAR-18 13:27:20.572	SBD53	RPS SCRAM LOGIC A STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:27:20.580	SBD35	REACTOR SCRAM DIV 1 OR 3	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:27:20.580	SBD54	RPS SCRAM LOGIC C STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:27:20.592	SBD36	REACTOR SCRAM DIV 2 OR 4	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:27:20.592	SBD51	RPS SCRAM LOGIC B STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:27:20.600	SBD52	RPS SCRAM LOGIC D STATUS	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:31:50.010	SBD07	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH C	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:31:50.292	SBD07	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH C	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:31:52.940	SBD07	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH C	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:31:53.500	SBD07	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH C	HI TRIP	ALM
28-MAR-18 13:33:58.760	SBD08	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH D	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:33:59.700	SBD07	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH C	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:34:11.472	SBD06	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH B	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:34:13.810	SBD05	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH A	NORMAL	NML
28-MAR-18 13:34:17.312	SFDE7	DISCH VOL HI WTR LVL ROD BLK	NORMAL	NML
End Of Report				

Unit 2 Kuosheng Historical Alarm List

Sample Rate (Secs): 4

Page 1 of 7

Kuosheng: KERF2B - Scan - Historical
Source File: ScanFile.DAT KERF2B

Delta T: 24.2

Online Scan

Start Time: 28-MAR-2018 12:00:00.000
End Time: 28-MAR-2018 13:40:00.000

Time	Point ID	Point Name	Value	Units	Stat	Limit	Deadband
28-MAR-18 12:00:00	AADF5	ISOL CMD GRP 5 SHTDN COOL CH A	ISOLATE	DIGITAL	AHI	ISOLATE	
28-MAR-18 12:00:00	EJDB8	RHR LOOP A TO RW ISO HV-244	NOT CLSD	DIGITAL	AHI	NOT CLSD	
28-MAR-18 12:00:00	AADF4	ISOL CMD GRP 5 SHTDN COOL CH B	ISOLATE	DIGITAL	AHI	ISOLATE	
28-MAR-18 12:00:00	AEA83	RFP C SUCTION FLOW	0.045559	KT/HR	ALO	0.69	0.12
28-MAR-18 12:00:00	FCD12	RFPT C TRIP OR TRIP HDR LOW PRES	TRIP	DIGITAL	AHI	TRIP	
28-MAR-18 12:00:00	EBD05	A TPCCW PUMP STATUS	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 12:00:00	ADD17	A CONDENSATE PUMP STATUS	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 12:00:00	EGD11	A NCCW PUMP STATUS	RUN	DIGITAL	AHI	RUN	
28-MAR-18 12:00:00	BBD55	A RECIRC PUMP NORMAL BKR 5 F112	OPEN	DIGITAL	AHI	OPEN	
28-MAR-18 12:00:00	AGA12	MSR HP DRAIN TANK B DISCH TEMP	-79.216	DEG_C	SLO	0	2
28-MAR-18 12:00:00	FCA37	REHEAT STEAM TO RFP TURBINE TEMP	270.15	DEG_C	AHI	270	2
28-MAR-18 12:00:00	KAA05	HIGH PRESS AIR HEADER PRESS	14.827	KG/CM2	AHI	14.8	0.3089
28-MAR-18 12:00:00	DAD04	D CIRC WATER PUMP STATUS	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 12:00:00	DAD02	B CIRC WATER PUMP STATUS	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 12:00:00	ADD20	D CONDENSATE PUMP STATUS	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 12:00:00	MAD10	AUX XFMR TO 13.8KV BKR F105	OPEN	DIGITAL	ALO	OPEN	
28-MAR-18 12:00:00	BBD56	B RECIRC PUMP NORMAL BKR 5 F113	OPEN	DIGITAL	AHI	OPEN	
28-MAR-18 12:00:00	LPM4647D	LPRM 46-47 D FLUX	3.6	W/SQCM	ALO	5	4.092
28-MAR-18 12:00:00	LPM1407D	LPRM 14-07 D FLUX	4.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 12:00:00	LPM0615D	LPRM 06-15 D FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 12:24:08	MAD10	AUX XFMR TO 13.8KV BKR F105	CLOSED	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 12:31:40	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	VIBR HI	DIGITAL	ALO	VIBR HI	
28-MAR-18 12:51:20	LPM1447D	LPRM 14-47 D FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 12:52:08	LPM4639D	LPRM 46-39 D FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 12:52:20	LPM4647C	LPRM 46-47 C FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.092
28-MAR-18 12:52:40	LPM3847D	LPRM 38-47 D FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 12:54:28	LPM4623D	LPRM 46-23 D FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:08:32	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:08:36	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	VIBR HI	DIGITAL	ALO	VIBR HI	
28-MAR-18 13:09:48	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:11:48	FCD30	B RFPT VIBRATION STATUS	VIBR HI	DIGITAL	ALO	VIBR HI	
28-MAR-18 13:18:32	LPM1447D	LPRM 14-47 D FLUX	9.4	W/SQCM	NML		4.212
28-MAR-18 13:23:48	LPM3847D	LPRM 38-47 D FLUX	9.8	W/SQCM	NML		4.212
28-MAR-18 13:25:24	SED41	APRM 2 OPRM TRIP STATUS	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 13:25:28	SBD53	RPS SCRAM LOGIC A STATUS	SCRAM	DIGITAL	AHI	SCRAM	
28-MAR-18 13:25:28	SBD54	RPS SCRAM LOGIC C STATUS	SCRAM	DIGITAL	AHI	SCRAM	
28-MAR-18 13:25:28	SBD51	RPS SCRAM LOGIC B STATUS	SCRAM	DIGITAL	AHI	SCRAM	
28-MAR-18 13:25:28	SBD52	RPS SCRAM LOGIC D STATUS	SCRAM	DIGITAL	AHI	SCRAM	
28-MAR-18 13:25:28	SED08	APRM DOWNSCALE ALARM STATUS	DNSCALE	DIGITAL	ALO	DNSCALE	
28-MAR-18 13:25:28	SBD35	REACTOR SCRAM DIV 1 OR 3	SCRAM	DIGITAL	ALO	SCRAM	

詳説明1

詳説明5

Unit 2 Kuosheng Historical Alarm List

Sample Rate (Secs): 4

Page 2 of 7

Kuosheng: KERF2B - Scan - Historical
Source File: ScanFile.DAT KERF2B

Delta T: 24.2

Online Scan

Start Time: 28-MAR-2018 12:00:00.000
End Time: 28-MAR-2018 13:40:00.000

Time	Point ID	Point Name	Value	Units	Stat	Limit	Deadband
28-MAR-18 13:25:28	SBD36	REACTOR SCRAM DIV 2 OR 4	SCRAM	DIGITAL	ALO	SCRAM	
28-MAR-18 13:25:28	SED41	APRM 2 OPRM TRIP STATUS	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:25:32	AAA08	NARROW RANGE REACTOR LEVEL A	15.084	CM	ALO	30.48	3
28-MAR-18 13:25:32	AAA09	NARROW RANGE REACTOR LEVEL B	21.786	CM	ALO	30.48	3
28-MAR-18 13:25:32	AADF2	ISOLATION COMMAND GRP 5 CH A	ISOLATE	DIGITAL	ALO	ISOLATE	
28-MAR-18 13:25:32	AADF3	ISOLATION COMMAND GRP 5 CH B	ISOLATE	DIGITAL	ALO	ISOLATE	
28-MAR-18 13:25:32	BFD18	SCRAM DISCH DRAIN VALVE 281B	CLOSED	DIGITAL	ALO	CLOSED	
28-MAR-18 13:25:32	SBD22	VESEL LOW WTR LVL SCRAM CH B	LO TRIP	DIGITAL	ALO	LO TRIP	
28-MAR-18 13:25:32	SBD21	VESEL LOW WTR LVL SCRAM CH A	LO TRIP	DIGITAL	ALO	LO TRIP	
28-MAR-18 13:25:32	BFD17	SCRAM DISCH VENTING VALVE 281A	CLOSED	DIGITAL	ALO	CLOSED	
28-MAR-18 13:25:32	SBD24	VESEL LOW WTR LVL SCRAM CH D	LO TRIP	DIGITAL	ALO	LO TRIP	
28-MAR-18 13:25:32	SBD23	VESEL LOW WTR LVL SCRAM CH C	LO TRIP	DIGITAL	ALO	LO TRIP	
28-MAR-18 13:25:32	BFD20	SCRAM VALVE STATUS	OPEN	DIGITAL	AHI	OPEN	
28-MAR-18 13:25:32	LPM3823D	LPRM 38-23 D FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3839A	LPRM 38-39 A FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3839B	LPRM 38-39 B FLUX	4.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3831C	LPRM 38-31 C FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3831B	LPRM 38-31 B FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3831A	LPRM 38-31 A FLUX	4.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3823C	LPRM 38-23 C FLUX	4.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3815D	LPRM 38-15 D FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3815C	LPRM 38-15 C FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3815B	LPRM 38-15 B FLUX	4.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3807D	LPRM 38-07 D FLUX	3.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM4647B	LPRM 46-47 B FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.092
28-MAR-18 13:25:32	LPM3807C	LPRM 38-07 C FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3807B	LPRM 38-07 B FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3815A	LPRM 38-15 A FLUX	4.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3031A	LPRM 30-31 A FLUX	4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3807A	LPRM 38-07 A FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM4647A	LPRM 46-47 A FLUX	2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM4639C	LPRM 46-39 C FLUX	3	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM4639B	LPRM 46-39 B FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM4631D	LPRM 46-31 D FLUX	3.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3847C	LPRM 38-47 C FLUX	3.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM4623C	LPRM 46-23 C FLUX	3.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM4615D	LPRM 46-15 D FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM4615C	LPRM 46-15 C FLUX	3.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM4615B	LPRM 46-15 B FLUX	4.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3847D	LPRM 38-47 D FLUX	3	W/SQCM	ALO	5	4.212

詳説明6

Unit 2 Kuosheng Historical Alarm List

Sample Rate (Secs): 4

Page 3 of 7

Kuosheng: KERF2B - Scan - Historical
Source File: ScanFile.DAT KERF2B

Delta T: 24.2

Online Scan

Start Time: 28-MAR-2018 12:00:00.000
End Time: 28-MAR-2018 13:40:00.000

Time	Point ID	Point Name	Value	Units	Stat	Limit	Deadband
28-MAR-18 13:25:32	LPM4631C	LPRM 46-31 C FLUX	3.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1415B	LPRM 14-15 B FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0631B	LPRM 06-31 B FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0631C	LPRM 06-31 C FLUX	3.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0631D	LPRM 06-31 D FLUX	3.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0639B	LPRM 06-39 B FLUX	4.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0639C	LPRM 06-39 C FLUX	3.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0639D	LPRM 06-39 D FLUX	3	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1407A	LPRM 14-07 A FLUX	2.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1407B	LPRM 14-07 B FLUX	2.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1407C	LPRM 14-07 C FLUX	3	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1439B	LPRM 14-39 B FLUX	3.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1415C	LPRM 14-15 C FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1415D	LPRM 14-15 D FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1423A	LPRM 14-23 A FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1423B	LPRM 14-23 B FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1423C	LPRM 14-23 C FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1423D	LPRM 14-23 D FLUX	3.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1431B	LPRM 14-31 B FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1431C	LPRM 14-31 C FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1431D	LPRM 14-31 D FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0615A	LPRM 06-15 A FLUX	3	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0615B	LPRM 06-15 B FLUX	2.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0615C	LPRM 06-15 C FLUX	2.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0623D	LPRM 06-23 D FLUX	3.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM0623C	LPRM 06-23 C FLUX	4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1439C	LPRM 14-39 C FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3023C	LPRM 30-23 C FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2247C	LPRM 22-47 C FLUX	3.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2247D	LPRM 22-47 D FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3007A	LPRM 30-07 A FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3007C	LPRM 30-07 C FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3007D	LPRM 30-07 D FLUX	4.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3015A	LPRM 30-15 A FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3015B	LPRM 30-15 B FLUX	4.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3015C	LPRM 30-15 C FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3015D	LPRM 30-15 D FLUX	4.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2239D	LPRM 22-39 D FLUX	4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3023D	LPRM 30-23 D FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3031D	LPRM 30-31 D FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212

Unit 2 Kuosheng Historical Alarm List

Sample Rate (Secs): 4

Page 4 of 7

Kuosheng: KERF2B - Scan - Historical
Source File: ScanFile.DAT KERF2B

Delta T: 24.2

Online Scan

Start Time: 28-MAR-2018 12:00:00.000
End Time: 28-MAR-2018 13:40:00.000

Time	Point ID	Point Name	Value	Units	Stat	Limit	Deadband
28-MAR-18 13:25:32	LPM3039A	LPRM 30-39 A FLUX	4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3039B	LPRM 30-39 B FLUX	4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3039C	LPRM 30-39 C FLUX	4.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3047A	LPRM 30-47 A FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3047B	LPRM 30-47 B FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3047C	LPRM 30-47 C FLUX	3.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3023A	LPRM 30-23 A FLUX	4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1439D	LPRM 14-39 D FLUX	3.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1447B	LPRM 14-47 B FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1447C	LPRM 14-47 C FLUX	3.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM1447D	LPRM 14-47 D FLUX	3.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2207C	LPRM 22-07 C FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2207D	LPRM 22-07 D FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2215A	LPRM 22-15 A FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2215B	LPRM 22-15 B FLUX	4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2215D	LPRM 22-15 D FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2247A	LPRM 22-47 A FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2223D	LPRM 22-23 D FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2231A	LPRM 22-31 A FLUX	4.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2231C	LPRM 22-31 C FLUX	4.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2231D	LPRM 22-31 D FLUX	4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2239A	LPRM 22-39 A FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2239B	LPRM 22-39 B FLUX	4.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2239C	LPRM 22-39 C FLUX	4.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM3047D	LPRM 30-47 D FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:32	LPM2215C	LPRM 22-15 C FLUX	3.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	AAA08	NARROW RANGE REACTOR LEVEL A	-11.898	CM	SLO	0	3
28-MAR-18 13:25:36	AAA09	NARROW RANGE REACTOR LEVEL B	-8.1116	CM	SLO	0	3
28-MAR-18 13:25:36	LPM3831D	LPRM 38-31 D FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM3839C	LPRM 38-39 C FLUX	2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM3839D	LPRM 38-39 D FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM3847A	LPRM 38-47 A FLUX	2.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM3823B	LPRM 38-23 B FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM3823A	LPRM 38-23 A FLUX	2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM3847B	LPRM 38-47 B FLUX	2.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM4631A	LPRM 46-31 A FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM4639A	LPRM 46-39 A FLUX	2.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM4631B	LPRM 46-31 B FLUX	2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM4623B	LPRM 46-23 B FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM4623A	LPRM 46-23 A FLUX	2.4	W/SQCM	ALO	5	4.212

詳説明7

Unit 2 Kuosheng Historical Alarm List

Sample Rate (Secs): 4

Page 5 of 7

Kuosheng: KERF2B - Scan - Historical
Source File: ScanFile.DAT KERF2B

Delta T: 24.2

Online Scan

Start Time: 28-MAR-2018 12:00:00.000
End Time: 28-MAR-2018 13:40:00.000

Time	Point ID	Point Name	Value	Units	Stat	Limit	Deadband
28-MAR-18 13:25:36	LPM4615A	LPRM 46-15 A FLUX	2.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM0639A	LPRM 06-39 A FLUX	2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM1415A	LPRM 14-15 A FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM1431A	LPRM 14-31 A FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM3031C	LPRM 30-31 C FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM0623A	LPRM 06-23 A FLUX	2.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM0623B	LPRM 06-23 B FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM0631A	LPRM 06-31 A FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM3007B	LPRM 30-07 B FLUX	2.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM1439A	LPRM 14-39 A FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM3023B	LPRM 30-23 B FLUX	2.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM3031B	LPRM 30-31 B FLUX	2.8	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM3039D	LPRM 30-39 D FLUX	2.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM2223A	LPRM 22-23 A FLUX	2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM1447A	LPRM 14-47 A FLUX	2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM2207A	LPRM 22-07 A FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM2207B	LPRM 22-07 B FLUX	2.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM2247B	LPRM 22-47 B FLUX	2.2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM2223B	LPRM 22-23 B FLUX	2.6	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM2223C	LPRM 22-23 C FLUX	2	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:36	LPM2231B	LPRM 22-31 B FLUX	2.4	W/SQCM	ALO	5	4.212
28-MAR-18 13:25:44	SFDE7	DISCH VOL HI WTR LVL ROD BLK	RODBLOCK	DIGITAL	ALO	RODBLOCK	
28-MAR-18 13:25:44	SBD33	MANUAL SCRAM DIV 1 OR 3	SCRAM	DIGITAL	ALO	SCRAM	
28-MAR-18 13:25:44	SBD34	MANUAL SCRAM DIV 2 OR 4	SCRAM	DIGITAL	ALO	SCRAM	
28-MAR-18 13:25:48	ACD11	TURBINE MANUAL TRIP	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 13:25:48	SBD37	TURB STOP VLV CLOSURE SCRAM CH A	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 13:25:48	SBD38	TURB STOP VLV CLOSURE SCRAM CH B	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 13:25:48	SBD41	TCV FAST CLOSURE SCRAM CH A	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 13:25:48	SBD42	TCV FAST CLOSURE SCRAM CH B	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 13:25:48	ACD40	MAIN TURBINE CHANNEL A TRIP	TRIP	DIGITAL	AHI	TRIP	
28-MAR-18 13:25:48	SBD44	TCV FAST CLOSURE SCRAM CH D	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 13:25:48	SBD43	TCV FAST CLOSURE SCRAM CH C	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 13:25:48	SBD40	TURB STOP VLV CLOSURE SCRAM CH D	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 13:25:48	SBD39	TURB STOP VLV CLOSURE SCRAM CH C	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 13:25:48	ACD39	MAIN TURBINE CHANNEL B TRIP	TRIP	DIGITAL	AHI	TRIP	
28-MAR-18 13:25:52	ACD09	TURBINE REMOTE TRIP	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 13:25:52	ACD21	TURBINE INITIATED GEN TRIP	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	
28-MAR-18 13:25:52	SBD05	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH A	HI TRIP	DIGITAL	ALO	HI TRIP	
28-MAR-18 13:25:52	SBD06	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH B	HI TRIP	DIGITAL	ALO	HI TRIP	
28-MAR-18 13:25:52	ACD10	TURBINE REMOTE TRIP BACKUP	TRIP	DIGITAL	ALO	TRIP	

詳説明3

Unit 2 Kuosheng Historical Alarm List

Sample Rate (Secs): 4

Page 6 of 7

Kuosheng: KERF2B - Scan - Historical
Source File: ScanFile.DAT KERF2B

Delta T: 24.2

Online Scan

Start Time: 28-MAR-2018 12:00:00.000
End Time: 28-MAR-2018 13:40:00.000

Time	Point ID	Point Name	Value	Units	Stat	Limit	Deadband
28-MAR-18 13:25:52	MBD01	EXCITER FIELD BREAKER STATUS	OPEN	DIGITAL	AHI	OPEN	
28-MAR-18 13:25:52	MAD10	AUX XFMR TO 13.8KV BKR F105	OPEN	DIGITAL	ALO	OPEN	
28-MAR-18 13:26:00	ADA79	B CONDSD D HOTWELL LEVEL	-15.11	CM	ALO	-12.7	2
28-MAR-18 13:26:00	SBD08	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH D	HI TRIP	DIGITAL	ALO	HI TRIP	
28-MAR-18 13:26:00	SBD07	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH C	HI TRIP	DIGITAL	ALO	HI TRIP	
28-MAR-18 13:26:12	AAA08	NARROW RANGE REACTOR LEVEL A	13.024	CM	ALO	30.48	3
28-MAR-18 13:26:12	AAA09	NARROW RANGE REACTOR LEVEL B	12.499	CM	ALO	30.48	3
28-MAR-18 13:26:16	SBD33	MANUAL SCRAM DIV 1 OR 3	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:26:16	ADA79	B CONDSD D HOTWELL LEVEL	-8.0921	CM	NML		2
28-MAR-18 13:26:16	SBD34	MANUAL SCRAM DIV 2 OR 4	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:26:20	AAA08	NARROW RANGE REACTOR LEVEL A	41.018	CM	NML		3
28-MAR-18 13:26:20	AAA09	NARROW RANGE REACTOR LEVEL B	40.274	CM	NML		3
28-MAR-18 13:26:20	SBD22	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH B	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:26:20	SBD21	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH A	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:26:20	SBD24	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH D	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:26:20	SBD23	VESSEL LOW WTR LVL SCRAM CH C	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:26:36	ACD11	TURBINE MANUAL TRIP	RESET	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:26:36	AEA82	RFP B SUCTION FLOW	0.56829	KT/HR	ALO	0.69	0.12
28-MAR-18 13:27:04	ABA33	A MAIN STEAM LINE TEMP	274.85	DEG_C	ALO	275	1.5
28-MAR-18 13:27:08	ABA34	B MAIN STEAM LINE TEMP	274.73	DEG_C	ALO	275	1
28-MAR-18 13:27:08	AEA82	RFP B SUCTION FLOW	0.83525	KT/HR	NML		0.12
28-MAR-18 13:27:12	ABA35	C MAIN STEAM LINE TEMP	274.85	DEG_C	ALO	275	1.5
28-MAR-18 13:27:12	ABA36	D MAIN STEAM LINE TEMP	274.73	DEG_C	ALO	275	1.5
28-MAR-18 13:27:24	SBD53	RPS SCRAM LOGIC A STATUS	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:27:24	SBD54	RPS SCRAM LOGIC C STATUS	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:27:24	SBD51	RPS SCRAM LOGIC B STATUS	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:27:24	SBD52	RPS SCRAM LOGIC D STATUS	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:27:24	SBD35	REACTOR SCRAM DIV 1 OR 3	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:27:24	SBD36	REACTOR SCRAM DIV 2 OR 4	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:27:28	FC437	REHEAT STEAM TO RFP TURBINE TEMP	267.98	DEG_C	NML		2
28-MAR-18 13:27:44	BFD18	SCRAM DISCH DRAIN VALVE 281B	NOT CLSD	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:27:44	BFD17	SCRAM DISCH VENTING VALVE 281A	NOT CLSD	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:27:48	BFD20	SCRAM VALVE STATUS	CLOSED	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:29:08	MAA84	T/G BRG NO.2 VIBRATION	7.0853	MIL	AHI	7	0.33
28-MAR-18 13:29:32	MAA84	T/G BRG NO.2 VIBRATION	6.449	MIL	NML		0.33
28-MAR-18 13:32:28	ADA77	A CONDSD B HOTWELL LEVEL	17.868	CM	AHI	17.78	2
28-MAR-18 13:33:44	ADA76	A CONDSD A HOTWELL LEVEL	18.039	CM	AHI	17.78	2
28-MAR-18 13:34:00	SBD08	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH D	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:34:00	SBD07	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH C	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:34:12	SBD06	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH B	NORMAL	DIGITAL	NML		

詳説明8

Time	Point ID	Point Name	Value	Units	Stat	Limit	Deadband
28-MAR-18 13:34:16	SBD05	SCRAM DISCH VOL HI WTR LVL CH A	NORMAL	DIGITAL	NML		
28-MAR-18 13:34:20	SFDE7	DISCH VOL HI WTR LVL ROD BLK	NORMAL	DIGITAL	NML		
End Of Report							

附件 2 機組起動升載過程 SB&PR 動態調校說明

一、緣由：

核二廠為精進蒸汽旁通壓力控制系統(SB&PR)的可靠性，進行該系統之數位化更新，於 105 年 4 月完成 2 號機之安裝，105 年 5 月機組起動期間開始執行各階段動態調校，由原廠技師與核二廠儀控人員會同執行，因避雷器故障事件實際僅發電約 35 分鐘，之後反應爐安全停機，即無蒸汽產出可供該系統進行動態調校，故未能執行後續各階段之動態調校，所以須列入本次再運轉時程計畫內進行動態調校。

此次 2 號機於 107 年 3 月 21 日再運轉起動過程，重新依據程序書執行蒸汽旁通壓力控制系統(SB&PR)更新後動態調校，由原廠技師與核二廠儀控人員會同執行。本系統需於起動至滿載過程中，機組在不同階段進行動態調校，以獲得系統控制流程的最佳調諧；輸入系統之初始參數值是由原廠設計技師實際從原類比卡片設定取得後，經由靜態模擬測試，驗證輸出信號反應正常且符合預期，於是確立初始參數值。

2 號機再運轉起動過程中，機組併聯前、後均依程序書 SP-2016-04，執行步階改變及觀察輸出控制反應與查證，並視需要進行參數值之動態調校。

二、機組併聯前調校過程說明：

由原廠技師會同核二廠儀控人員執行下列步階改變及輸出控制反應查證，以驗證系統控制的穩定度符合接受標準(接受標準採原 GE 起動運轉時之功率測試：從壓力設定點改變至反應爐暫態響應的第一個波峰需小於 10 秒，decay ratio 需小於 0.25)：

- (一) 反應爐壓力達 800~850 psi，執行爐壓設定點步階改變(輸入最大 ± 3 psi 的步階改變)。
- (二) 反應爐壓力在 900 psi，執行反應爐安全釋壓閥測試期間，觀察爐壓暫態響應及蒸汽旁通閥反應。
- (三) 主汽機復歸(LATCH)前，執行爐壓設定點步階改變(輸入最大 ± 10 psi 的步階改變)。

上述執行結果均符合程序書接受標準，測試結果說明詳如附件 A。

三、機組併聯後調校過程說明：

在機組併聯後，原廠技師及核二廠儀控人員持續依照程序書觀察反應爐爐壓變化：

(一) 3 月 27 日 12:55 機組第一次併聯(相關觀察結果說明，詳如附件 B)：

1. 觀察併聯前、後反應爐爐壓變化及旁通閥開度信號變化，符合預期。
2. 當汽機蒸汽旁通閥關閉後，進入汽機控制閥壓力控制模式(Pressure control on GV)，此時發現汽機控制閥閥位開度有波動現象，電廠立即邀原廠技師召開討論會，並將取訊數據傳回美國原廠；經原廠技師與美國原廠討論後，並完成靜態模擬測試，確認蒸汽管路動態補償延遲參數(Lag Time，TR2)需修訂(0.25 秒調為 0.40 秒)，規劃於機組解聯後輸入新 TR2 參數值(0.40 秒)。
3. 執行汽機超速跳脫期間，觀察蒸汽旁通閥開度變化，確認符合預期。

(二) 3 月 28 日 07:26 機組第二次併聯(相關觀察結果說明，詳如附件 C)：

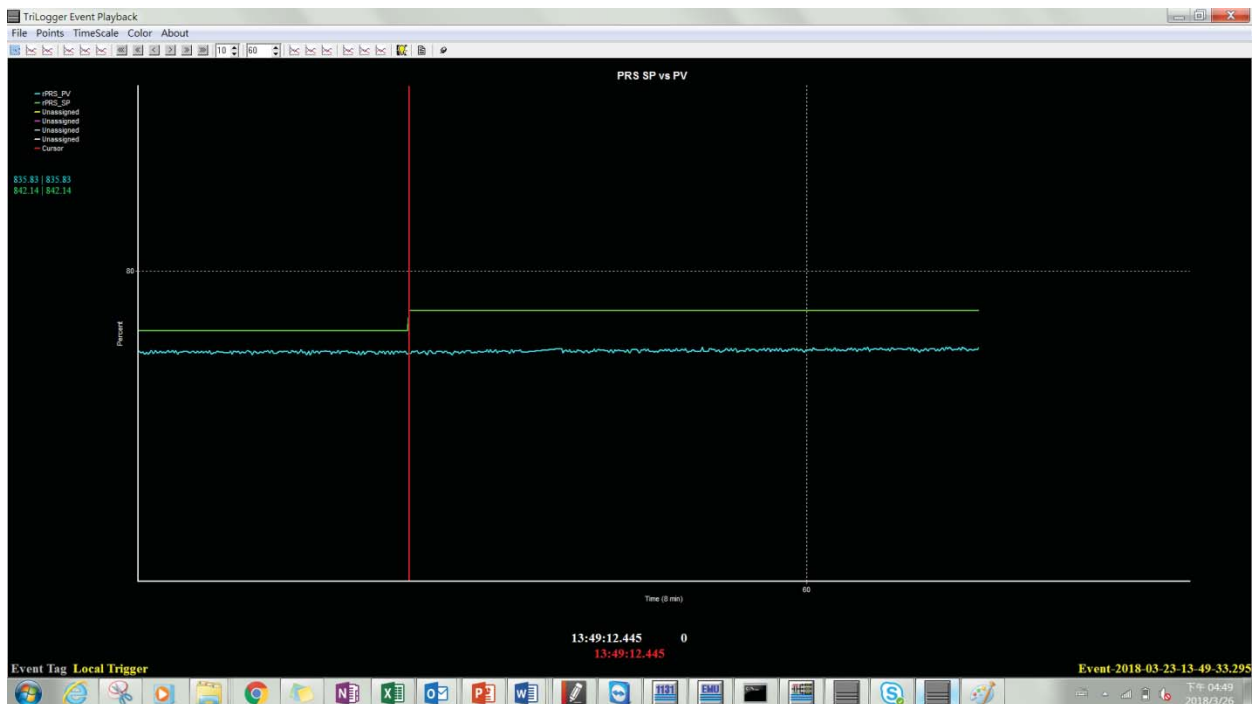
1. 併聯後直到進入 Pressure control on GV 前，汽機控制閥開度皆維持穩定。當進入 Pressure control on GV 後，反應爐壓力及蒸汽旁通壓力控制系統輸出信號略顯不穩，且觀察汽機控制閥開度仍有波動現象，原廠技師決定續調校 TR2，原廠技師重新完成靜態模擬測試(0.4 秒調為 0.5 秒)，即依程序執行動態調校，並於調校過程密切監視各參數反應。
2. 於 11 時 35 分完成調校後，觀察汽機控制閥開度波動幅度變小，已見改善但仍呈週期性波動；原計畫執行動態調校之時機點在反應爐水位控制由單元切換至三元後再執行，其考量此時爐心水位與壓力信號較穩定，有助於線上動態調校；但於 13 時 25 分機組提升功率

過程中，因該系統輸出信號週期性波動，造成反應爐爐壓亦出現週期性波動，引發反應爐保護系統動作，機組自動安全停機。

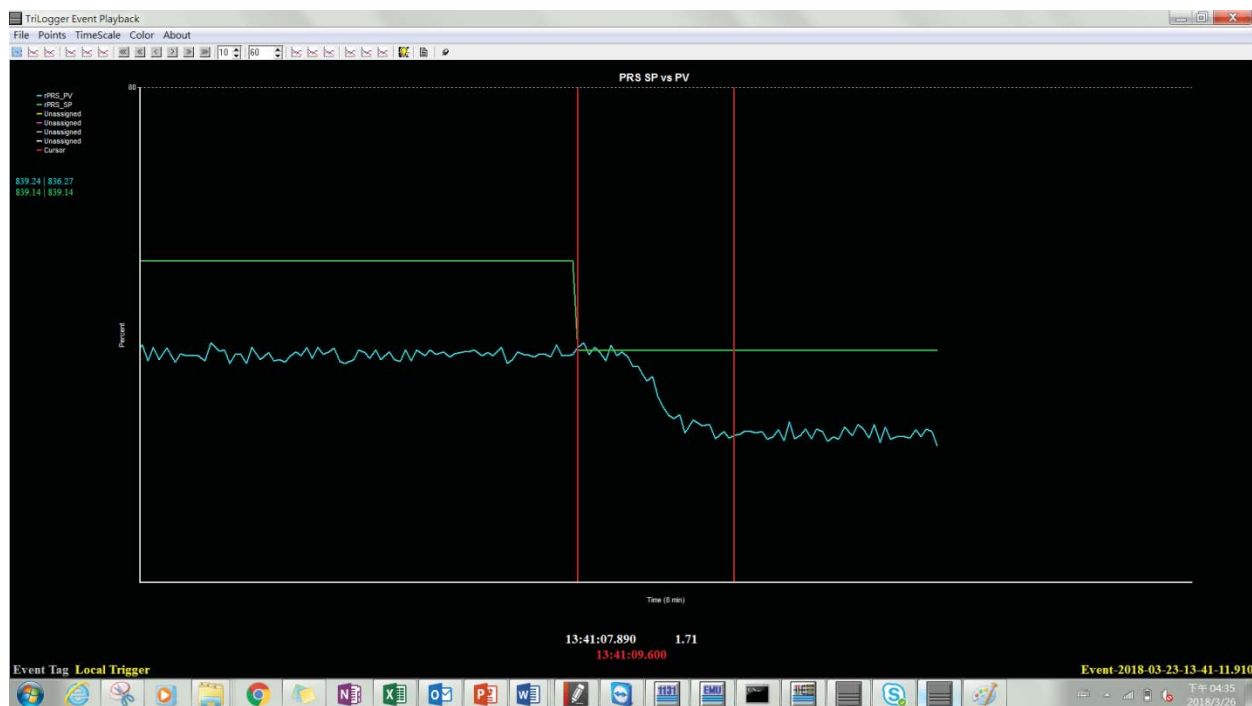
附件 A

一、反應爐壓力達 800~850 psi，執行爐壓設定點步階改變：

1. 輸入最大+3 psi 後，6 只旁通閥測試前、後均在全關位置，爐壓未有變動，控制系統反應符合預期；觀察從爐壓設定點改變至反應爐暫態響應的第一個波峰時間 $T = 0$ 秒，decay ratio = 0，結果符合程序書接受標準，如下圖(綠色線代表爐壓設定點，藍色線代表反應爐壓力)。

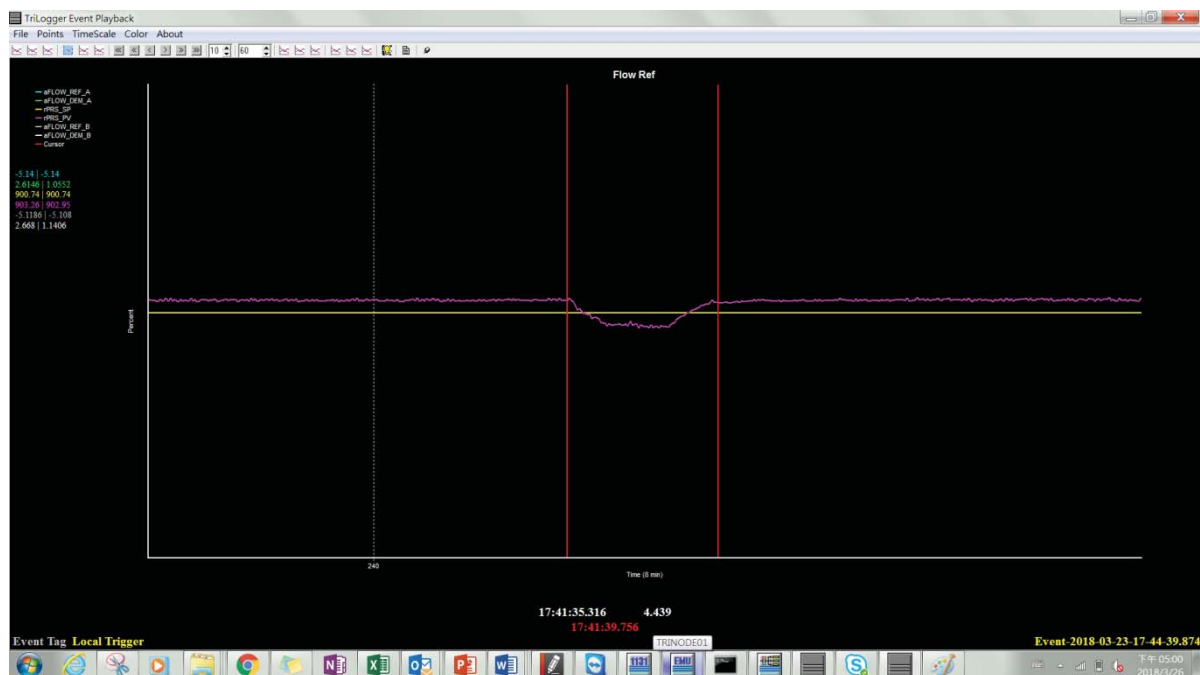


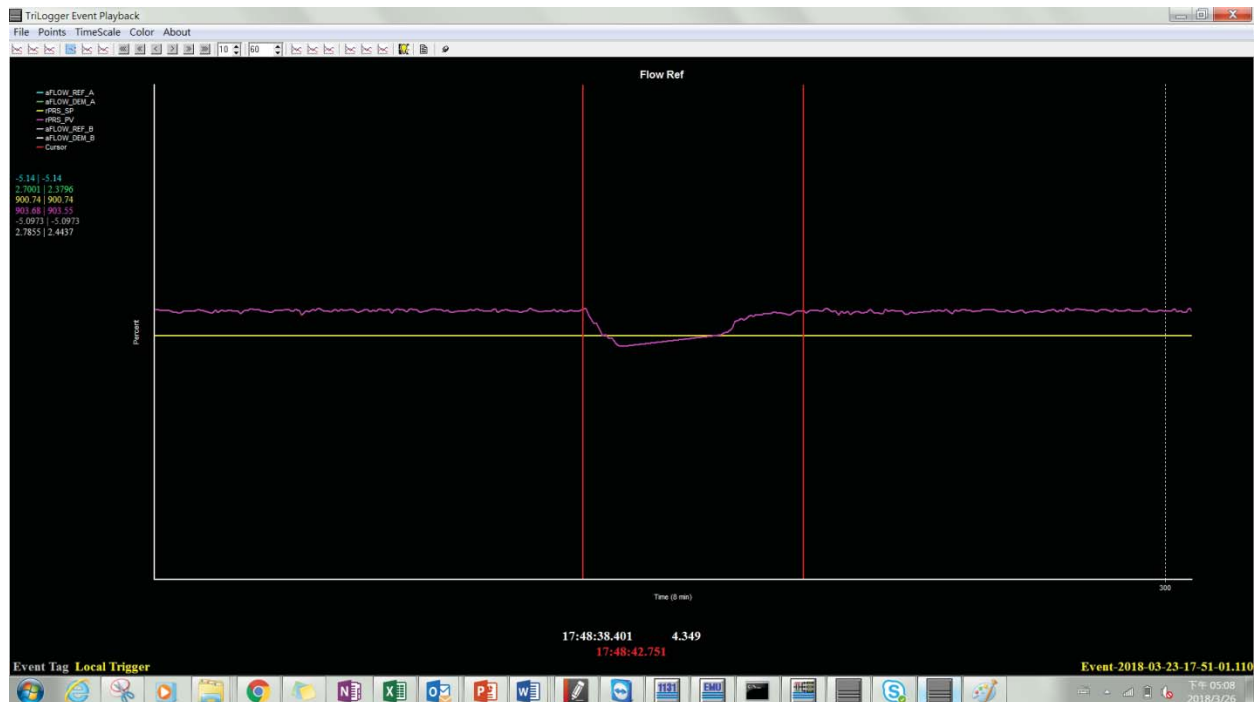
2. 輸入最大-3 psi 後，旁通閥開啟，爐壓下降後隨即趨於穩定，控制系統反應符合預期，觀察從爐壓設定點改變至反應爐暫態響應的第一個波峰時間 $T = 1.71$ 秒，decay ratio = 0，結果符合程序書接受標準，如下圖(綠色線代表爐壓設定點，藍色線代表反應爐壓力)。



二、反應爐壓力在 900 psi，執行反應爐安全釋壓閥測試期間，觀察爐壓暫態響應 (以 2 只 SRV 測試觀察結果為例)：

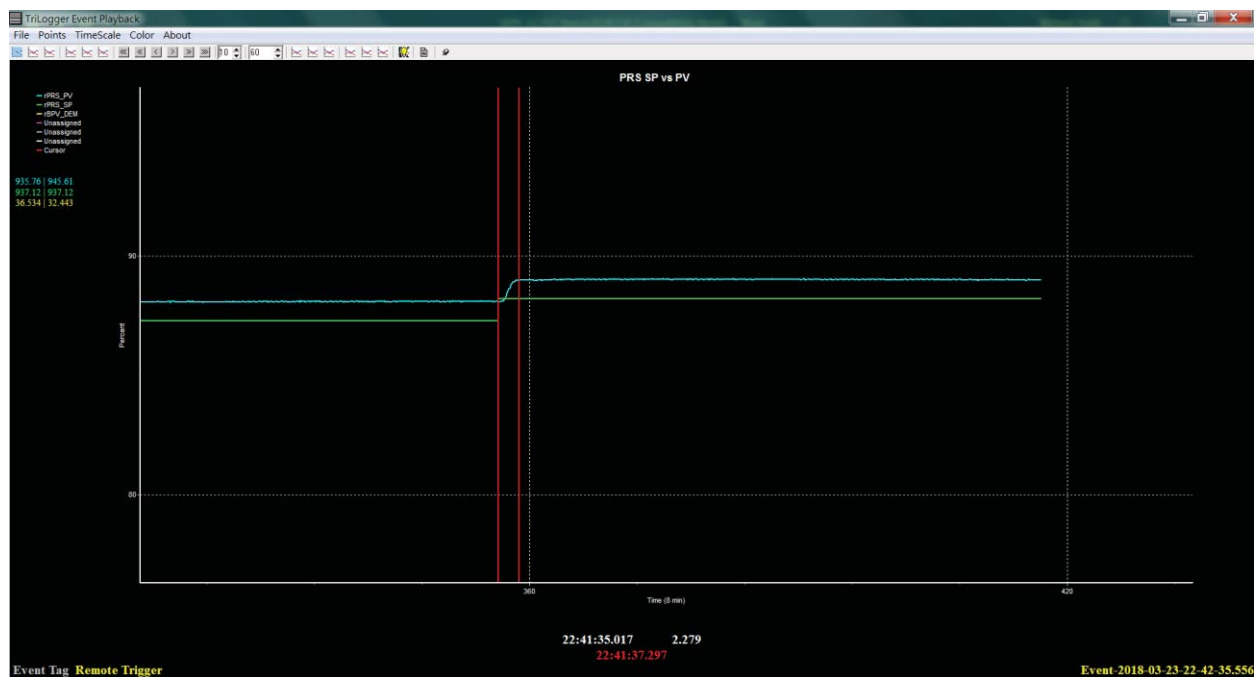
安全釋壓閥開啟時，反應爐壓力下降，關閉後，反應爐壓力上升，且 16 只安全釋壓閥開啟/關閉測試期間爐壓控制穩定，控制系統反應符合預期，如下圖(紫色線代表反應爐壓力，黃色線代表爐壓設定點)。



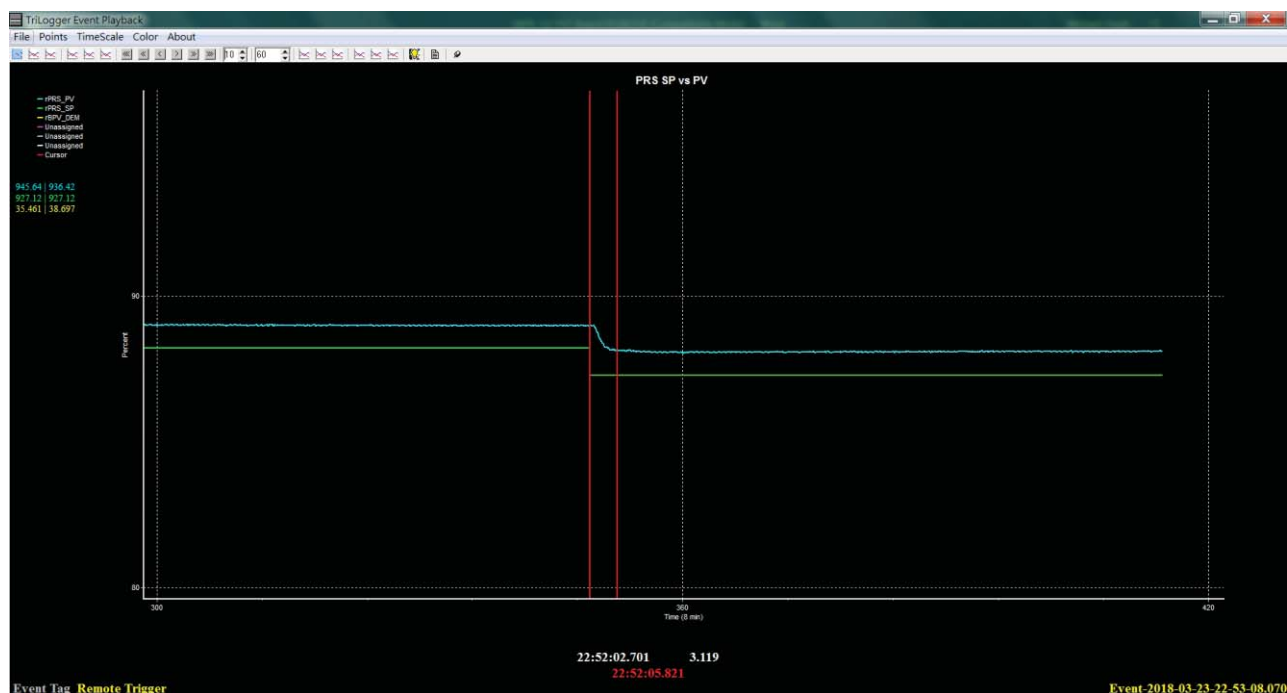


三、主汽機復歸(LATCH)前：執行爐壓設定點步階改變：

1. 輸入最大+10 psi 後，爐壓上升後隨即趨於穩定，控制系統反應符合預期，觀察從爐壓設定點改變至反應爐暫態響應的第一個波峰時間 $T = 2.279$ 秒， $\text{decay ratio} = 0$ ，結果符合程序書接受標準，如下圖 (綠色線代表爐壓設定點，藍色線代表反應爐壓力)。



2. 輸入最大-10 psi 後，爐壓下降後隨即趨於穩定，控制系統反應符合預期，觀察從爐壓設定點改變至反應爐暫態響應的第一個波峰時間 $T = 3.119$ 秒，decay ratio = 0，結果符合程序書接受標準，如下圖(綠色線代表爐壓設定點，藍色線代表反應爐壓力)。



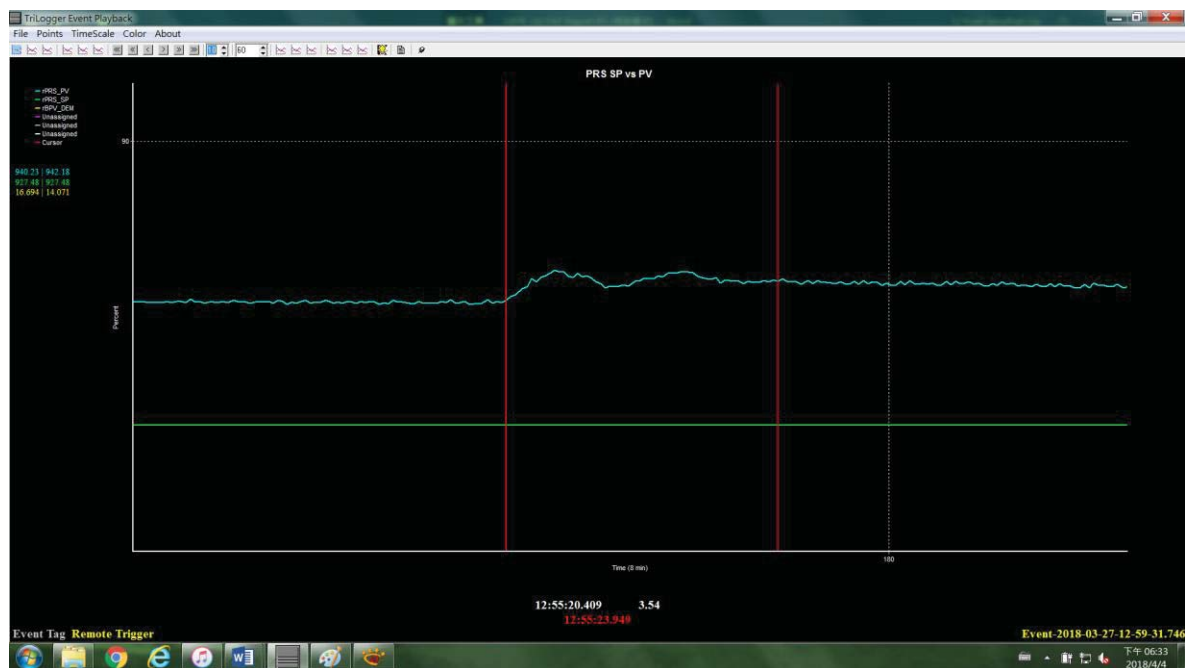
附件 B

1. 併聯後，原廠技師會同電廠人員觀察旁通閥需求信號減少(詳下圖一)，爐壓微幅上升後隨即控制穩定(詳下圖二)，控制系統反應符合預期(圖示綠色線代表爐壓設定點，藍色線代表反應爐壓力，黃色線代表旁通閥需求信號)。

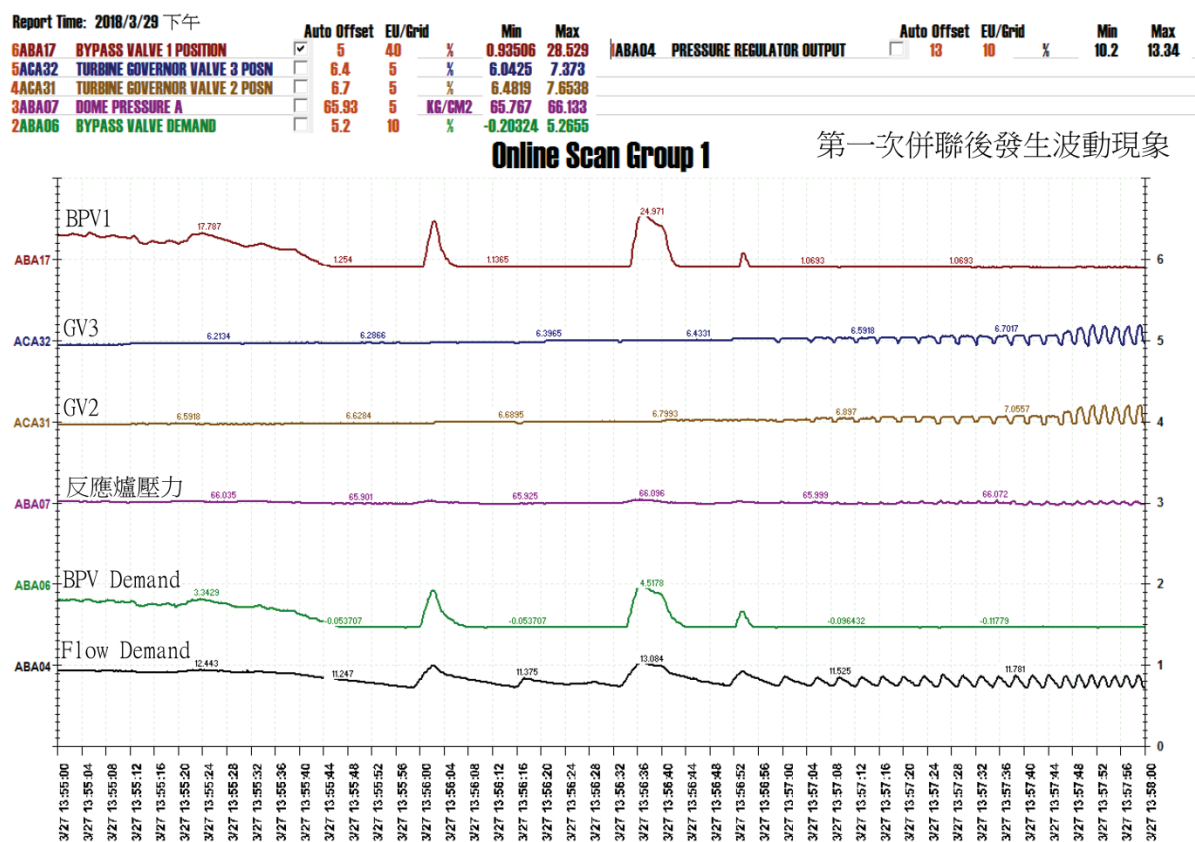
圖一



圖二(圖一紅色圈圈處放大)



2. 併聯後從 ERF 取訊觀察汽機控制閥(GV2/GV3)閥位開度有波動現象，如下圖所示。

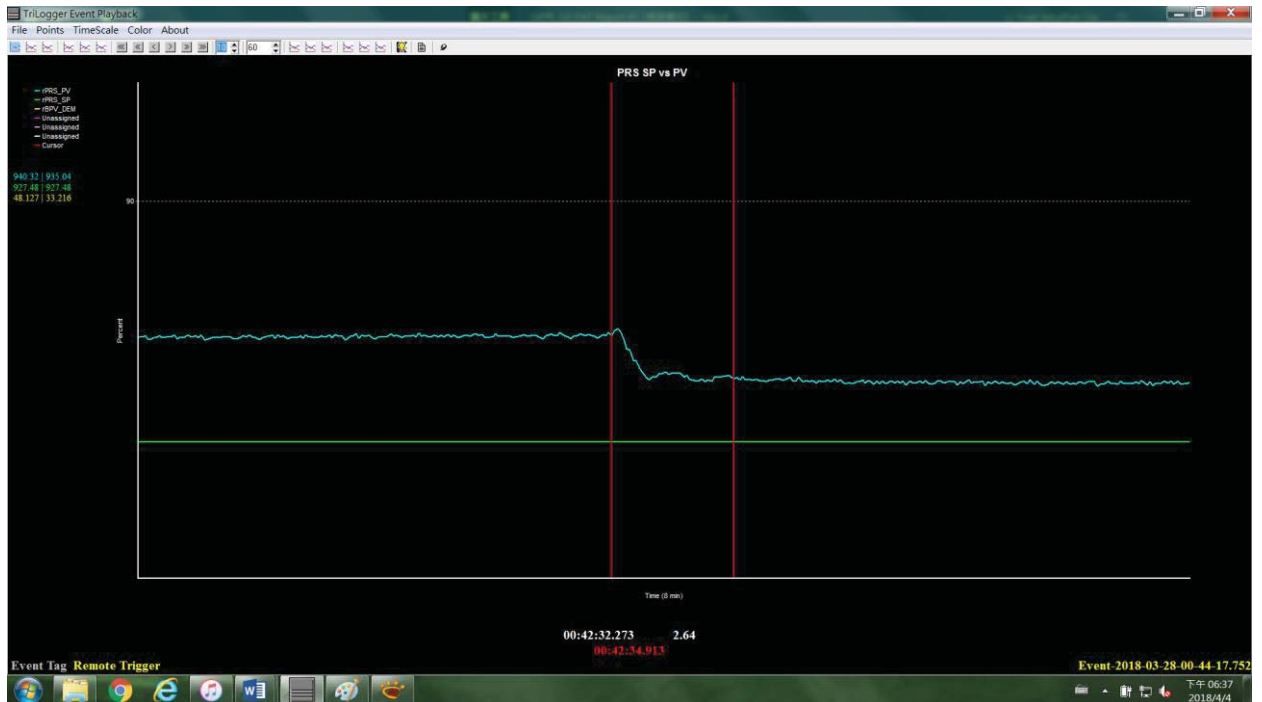


3. 執行汽機超速跳脫後，原廠技師會同電廠人員觀察旁通閥需求信號立即增加(詳下圖一)，爐壓微幅下降後隨即控制穩定(詳下圖二)，控制系統反應符合預期(圖示藍色線代表反應爐壓力，黃色線代表旁通閥需求信號，綠色線代表爐壓設定點)。

圖一

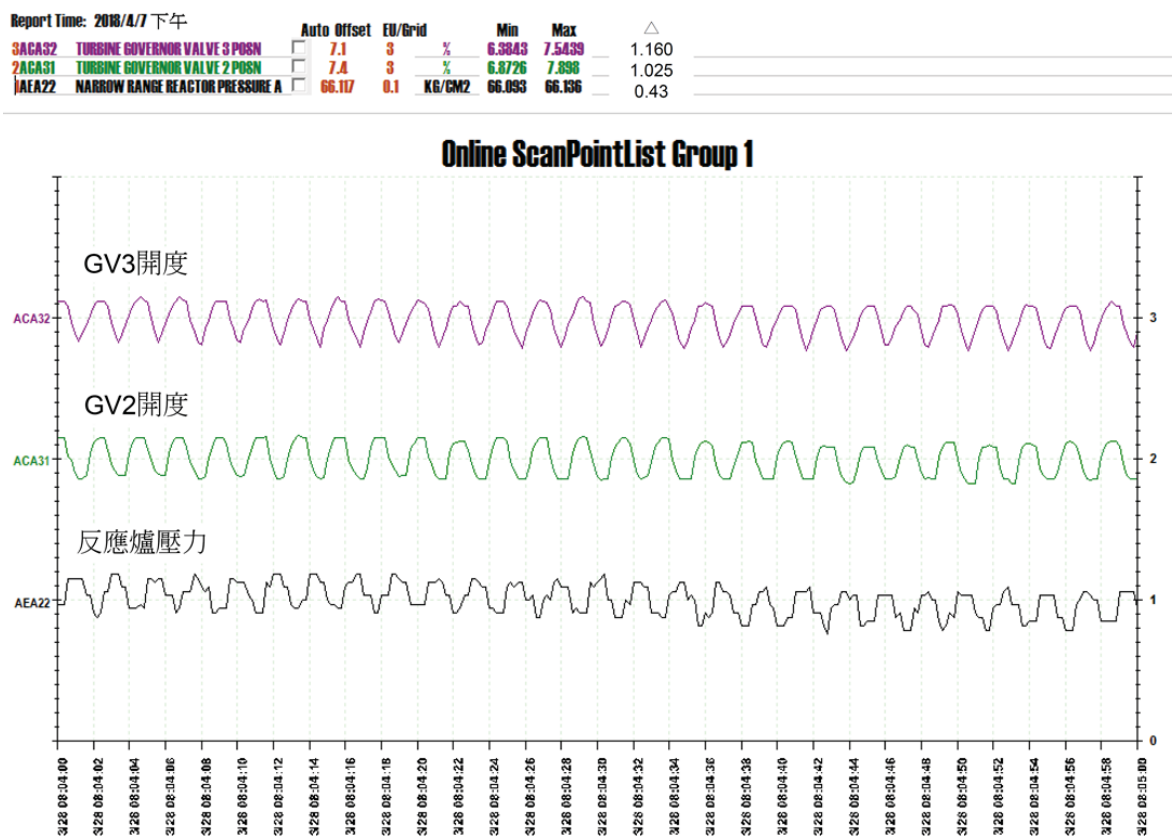


圖二(圖一紅色圈圈處放大)



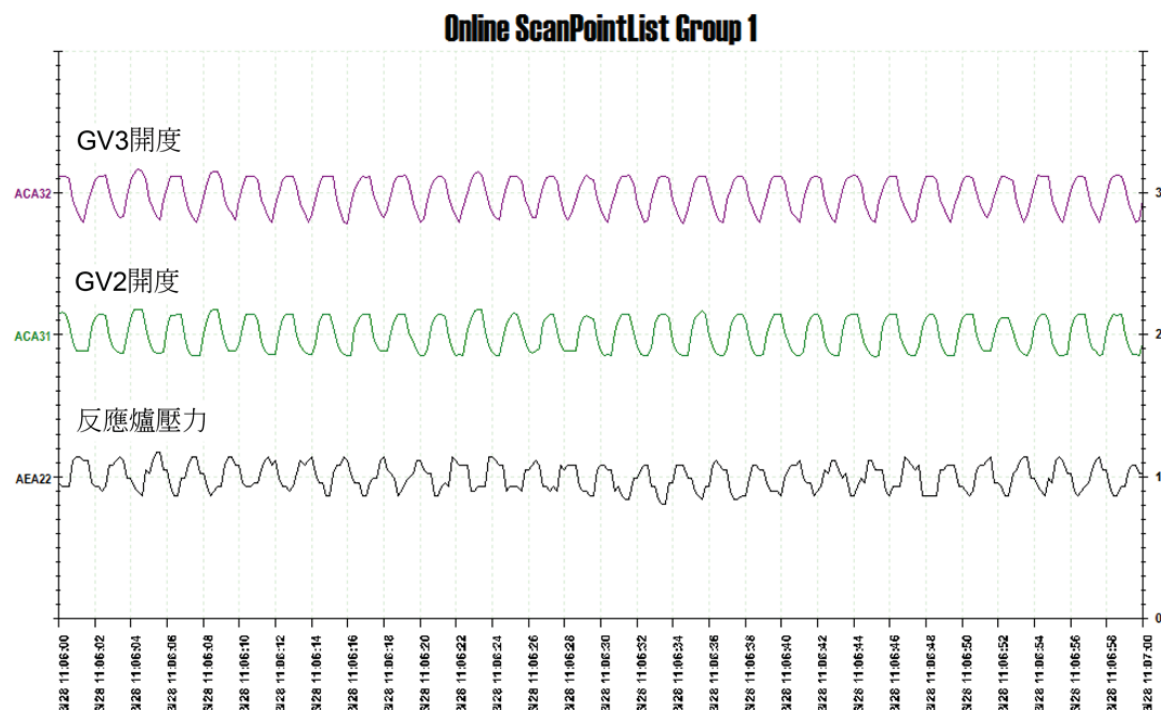
附件 C

- 輸入新 TR2 參數值(0.25 秒調為 0.40 秒)，於第二次併聯後，從 ERF 取訊觀察汽機控制閥(GV2/GV3)開度仍有週期性波動現象，如下圖所示。

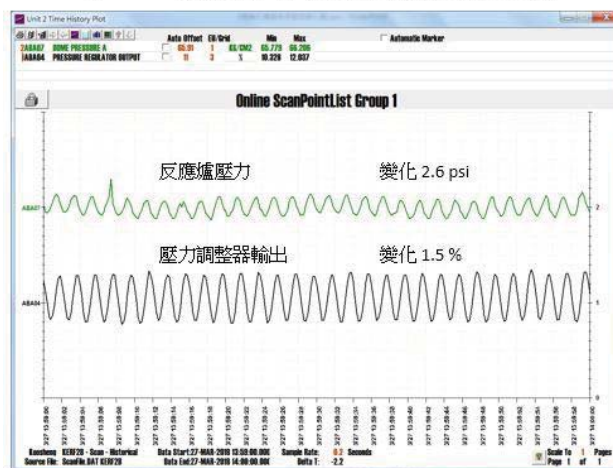


2.機組第二次併聯後，輸入新的 TR2 參數值(0.40 秒調為 0.50 秒)，從 ERF 取訊觀察汽機控制閥開度波動幅度稍變小，且壓力調整器變化幅度由 1.5%降至 1.26%，波動週期由 2 秒延長至 2.4 秒，已見改善但仍呈週期性波動，如下圖所示。

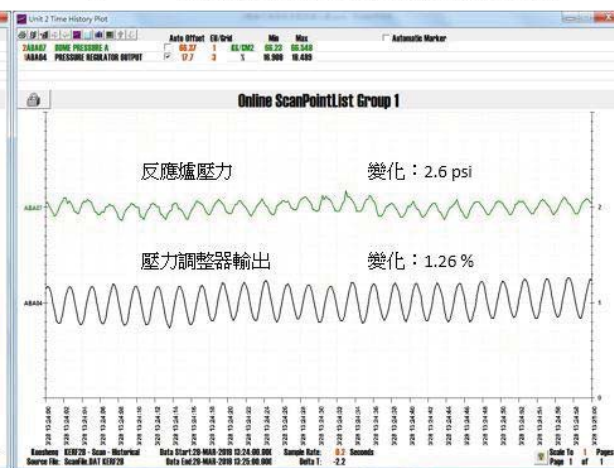
Report Time: 2018/4/7 下午	Auto Offset	EU/Grid	Min	Max	Δ
3ACA32 TURBINE GOVERNOR VALVE 3 POSN	7.5	3	%	6.8481 7.9956	1.147
2ACA31 TURBINE GOVERNOR VALVE 2 POSN	7.8	3	%	7.3364 8.3374	1.00
1AEA22 NARROW RANGE REACTOR PRESSURE A	66.161	0.1	KG/CM2	66.142 66.178	0.036



3/27 二號機併聯後壓力調整器變化



3/28 二號機急停前壓力調整器變化



附件 3 SB&PR 原廠事件調查與建議事項報告

一、事件說明與原廠建議

1. 核二廠二號機於 107/3/21 機組啟動後測試階段，於 3/27 第一次併聯後，因反應爐壓力有波動現象，於是在 3/28 完成主汽機超速跳脫測試後，經核二廠與原廠研商後，同意將 Lag Time (TR₂) 參數初始值 0.25 秒調至 0.4 秒。3/28 第二次併聯後機組負載提升，進行 SB&PR 系統調整，壓力控制切換至汽機控制(Pressure Control on GV)時，因反應爐壓力有波動(如 Fig-1、2)，遂進行共振訊號濾波補償控制邏輯之迴路調校，Lag Time (TR₂) 參數由 0.4 秒微調至 0.5 秒後，持續觀察反應爐壓力變化，期間反應爐啟動保護機制而安全停機。基於釐清肇因及安全考量，敝公司邀集國外技師於 3/30 及 3/31 陸續抵台，協助核二廠進行肇因分析及後續改善建議。

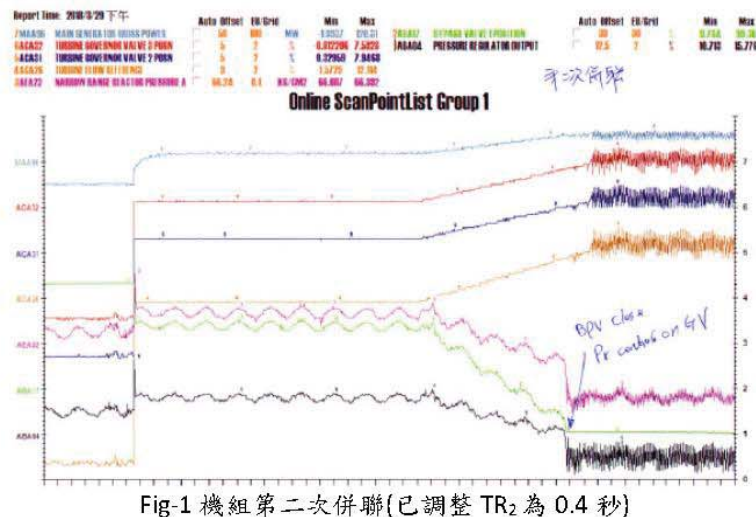


Fig-1 機組第二次併聯(已調整 TR_2 為 0.4 秒)

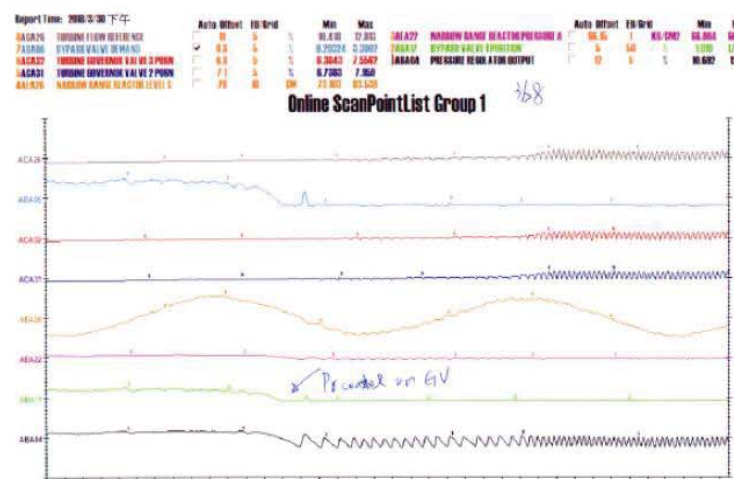
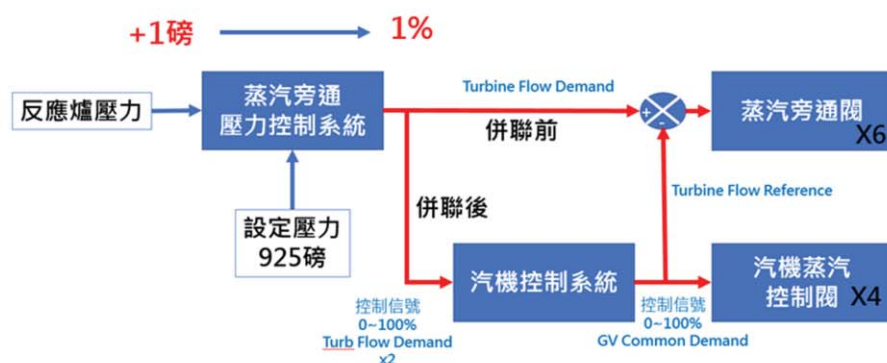


Fig-2 機組第二次併聯(調整時間軸放大, 且 TR_2 為 0.4 秒)

2. 經敝公司技師與核二廠依據事件紀錄及蒸汽旁通壓力控制系統控制流程簡圖(如下圖)，研判本次急停事件源自於蒸汽旁通壓力控制輸出信號控制不穩所致，引起汽機蒸汽控制閥週期性波動，造成反應爐保護儀器 OPRM 動作，進而引動反應爐保護系統動作而急停。從蒸汽旁通壓力控制系統控制流程簡要圖檢視，蒸汽旁通壓力控制系統不穩定的可能來源包括：汽機控制系統、蒸汽旁通閥與汽機蒸汽控制閥、信號傳輸、蒸汽旁通壓力控制系統。逐一檢視上述各系統與設備，確認汽機控制系統、蒸汽旁通閥與汽機蒸汽控制閥、信號傳輸均正常，僅餘蒸汽旁通壓力控制系統需進一步查證，包括：SB&PR 系統運作正常查證、硬體查證、軟體查證。

經查證結果：SB&PR 系統運作正常查證已於 3 月 29 日完成、硬體查證於 3 月 31 日完成確認正常、4 月 1 日進行軟體查證確認符合設計功能。餘蒸汽旁通壓力控制系統控制參數之調校未達最佳化，需進行改善。



針對 SB&PR 系統壓力控制器參數調校最佳化，原廠技師針對軟體提出建議如下：

- (1) 使用原 SB&PR 系統類比卡片參數進行數值轉換，並參照原奇異公司之系統設計功能，進行參數調整。
- (2) 利用離線測試分析法，驗證 SB&PR 系統之濾波補償公式符合設計要求。
- (3) 確認頻率響應依循設計規範基準文件。
- (4) 機組起動過程依照核二廠程序書，配合廠方專責人員，進行壓力控制調校確認。

註：相關參數設定建議由技師參照原廠家設計文件，經軟硬體模擬後說明如後續頁面，最後參數之驗證，仍需於機組起動後，視實際反應器動態響應調整至最佳化

二、參數設定建議：

1. 原廠國外資深技師針對新 SB&PR 系統之濾波補償公式進行驗證與評估，系統之初始參數值經由轉換程式進行數值變換並使用模擬軟體進行驗證。中心頻率為系統流程與設備之特性值，可利用量測方式取得原系統卡片模組之設定值為 $kPRS_T0(T0) = 0.1768$ 秒，符合原奇異公司之設計數據 (GEK-63010, 4-10 調整範圍：0.06~0.25 秒)。

參數表(Table-1)整理如下：

Component	Parameter	Reference to Invensys Tricon Tag	2018/3/27 啟動初始值 (採原廠卡片設定)	2018/3/28 第二次併聯前	2018/3/28 DEH 模式轉換 Mode 4	備註說明
Pressure Regulator	Lead Time: T_1	TR_1	0	0	0	註 ²
	Lag Time: T_2	TR_3	0	0	0	
	Proportional Gain: Kr	Kr	1%/Psi	1%/Psi	1%/Psi	註 ¹
Steam Line Dynamic Compensator	Lag Time: T_3	TR_2	0.25	0.4	0.5	0.1~2.0 秒, (可調整項)
	Damping Coefficient numerator: ξ_1	Z_1	0.2	0.2	0.2	$Z1/Z2=0.1-1.0$ Ratio, Adjust
	Damping Coefficient denominator: ξ_2	Z_2	0.75	0.75	0.75	0.7~5.0 Damping Ratio, Adjust
	Center Frequency (T_0)	T_0	0.1768	0.1768	0.1768	0.06~0.25, Adjust

Table-1：參數表

註：

針對壓力控制器的調整參數維持原奇異公司設定範圍，針對其參數說明如下：

註¹：Pressure Regulator-Proportional Gain(Kr)：壓力控制器之輸出比例協調參數，Gain 值代表控制器輸出之放大比例值，依據 GE 原廠設計資料設定壓力負載比為 1:1，所以當壓力 1PSI 會等於 1% 負載的響應，此比例協調參數為 1%/psi。

註²：Pressure regulator Lead/Lag Time(TR_1/TR_3)：壓力反應響應超前落後時間，此二參數為壓力量測值至實際終端元件的反應時間調整參數，依據既有設備設定超前與落後時間皆為 0，並無反應時間的差異。

註³：Steam Line Dynamic Compensator (蒸汽動態補償)：

- (1) 定義：三階諧波(-3 dB)表示變數之干擾衰減率為 0.7，原奇異公司定義之抑制目標區使用之衰減諧波值。計算式表示如下：

$$\text{Decibels (dB)} = 20 \log_{10} \frac{V_{out}}{V_{in}} ; \text{計算數值：} 20 \log_{10} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \right) = -3 \text{ dB}$$

- (2) Lag Time TR_2 (低通濾波 Low Pass Filter)：

調整 Lag Time 參數 TR_2 ，影響增益的遞減起始頻率，若 TR_2 越大，則遞減起始頻率越低，即被濾掉的高頻訊號越多。計算式如下：

$$\frac{rPRS_CO_LAG}{rPRS_CO_LL} = \frac{1}{TR_2 s + 1}$$

(3) Notch Filter Transfer Function:

$$H(s) = \frac{s^2 + \frac{2\xi_1}{\tau_0} \cdot s + \frac{1}{\tau_0^2}}{s^2 + \frac{2\xi_2}{\tau_0} \cdot s + \frac{1}{\tau_0^2}}$$

- 阻尼係數分母 ξ_2 為中心頻率(τ_0)之 $\pm 3\text{dB}$ 的頻寬調整值(Width adjust)。
- 阻尼係數分子 ξ_1 為中心頻率峰值須衰減的量(Notch depth adjust)。
- 總衰減量為 ξ_1/ξ_2 比值(Damping Ratio)

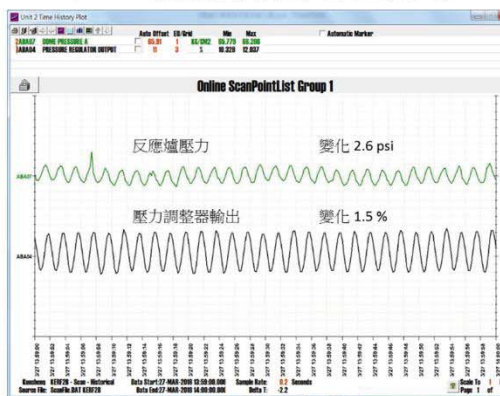
(4) 中心頻率(τ_0)：利用頻率響應找到最大波長點，為最大頻率值，也代表訊號共振最大值，此為蒸汽動態補償之設備特性值，測試原有 GE 系統卡片得到 $f_0 = 0.97$ 經下述公式所轉換出來。

$$\tau_0^2 = \frac{1}{\omega_0^2} = \frac{1}{(2\pi \cdot f_0)^2}$$

$$\tau_0 = \frac{1}{2\pi \cdot f_0} = \frac{1}{2\pi \times 0.97} = 0.1768$$

2. 二號機 SB&PR 系統更新後，尚未完成蒸汽管路動態共振訊號濾波及補償控制邏輯之迴路調校，Lag Time (TR_2) 參數初始值為 0.25 秒。因反應爐壓力波動過大(如下左圖)，微調增加 TR_2 時間直至 0.5 秒時，爐壓波動之週期(由 2.0 秒變為 2.4 秒)與振幅(由 1.5% 變為 1.26%)稍有改善(如下右圖)，但因機組安全停機，此動態迴路調校尚未完成。

3/27 二號機併聯後壓力調整器變化



3/28 二號機急停前壓力調整器變化

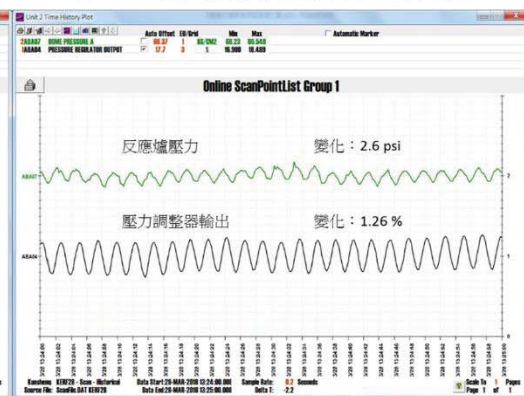


Fig-3 機組壓力調整器變化(併聯後與急停前)

3. 參數靜態模擬與離線驗證：

(1) 參數靜態模擬驗證：

根據現場壓力調整控制值之響應頻率，使用頻譜分析模擬軟體(Program CC)，模擬在不同參數下的共振訊號濾波及補償頻譜圖，以判斷該組參數是否對於在特定壓力頻率擾動下的濾波能力，透過濾波及補償頻譜圖來驗證參數設定後，可有效衰減壓力頻率波動。

模擬驗證 1：

採用參數 $T_0=0.1768$ 、 $Z_1=0.2$ 、 $Z_2=0.75$ 、 $TR_2=0.25$ 進行共振訊號濾波及補償控制邏輯設計之頻譜分析，由頻譜圖分析，可以得知目標壓力波動頻率 0.417 Hz (2.4 Sec)，其消弭波動頻率的衰減諧波值為 -3.6 dB。

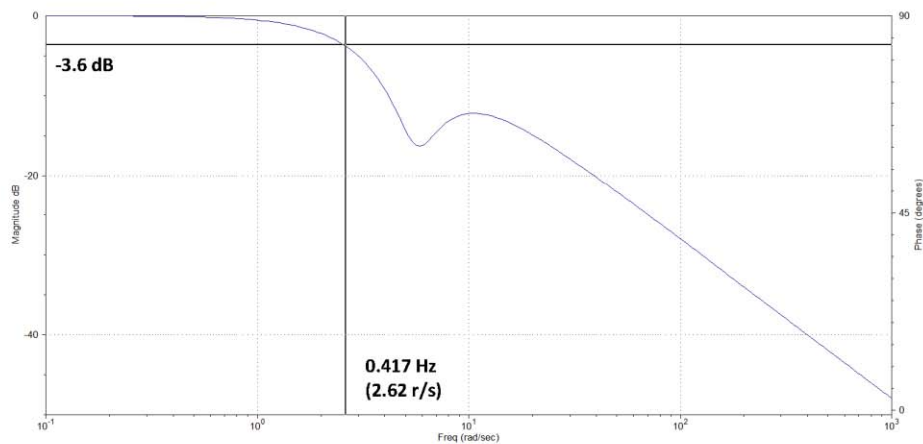


Fig-4 模擬共振訊號濾波及補償頻譜圖

模擬驗證 2：

使用不同 TR_2 參數值 ($TR_2=0.5$ 、 1.0 、 1.5 、 2.0) 進行模擬，各組參數的共振訊號濾波及補償設計頻譜進行分析，以便找出最佳參數設定值。從 Fig-5 圖中可以得知當 $TR_2 \geq 1.5$ 以上時，針對壓力波動頻率 0.417 Hz (2.4 Sec) 之衰減能力高達 -15 dB 以上。

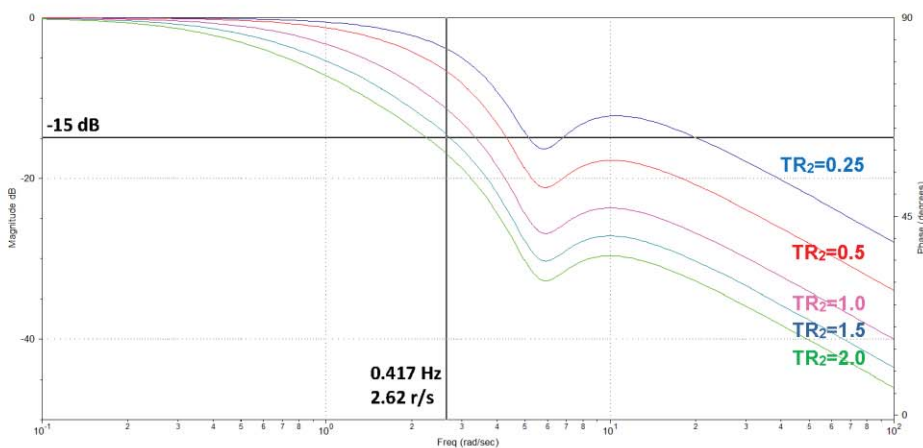


Fig-5 模擬共振訊號濾波及補償頻譜圖(改變 Lag Time 調整衰減強度)

(2) 離線測試平台驗證：

輸入訊號源，並連接示波器檢視各參數變化時，輸出訊號之相關反應，相關數據亦可參考 Trilogger 所記錄之趨勢圖，測試設備連接如 Fig-6 所示：

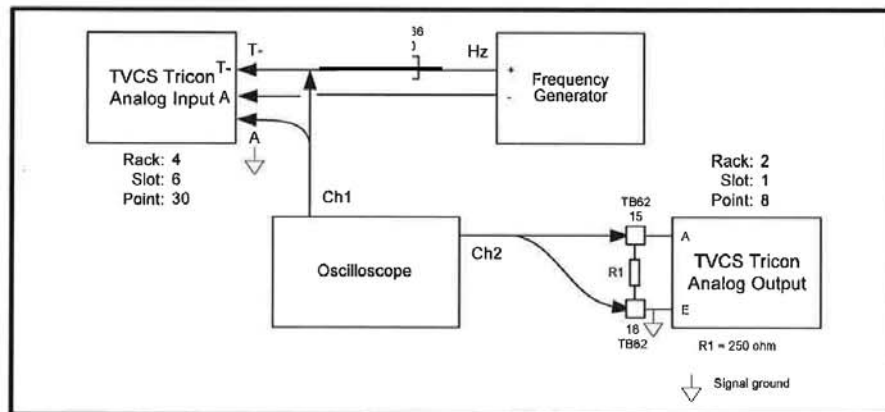


Fig-6 離線測試平台

於測試平台使用頻率產生器模擬傳送器壓力源 65.8kg/cm² (相當於 935psi) 相對應之電壓值至 AI 點(wPRESS_A)，頻率信號由 0.1 到 10Hz 改變，連接示波器至 AO 點 (yFLOW_DMD_A)，找出一組頻率相對於輸出響應最佳之濾波效果。

依據程序書內之初始參數值(附表 Table-1)，並依建議值調整 TR₂，檢視輸入頻率與輸出響應的衰減關係，確認 TR₂ 增加時可於 Notch 作用之抑制區間，提供較高強度濾波功能，消弭干擾源。

4. 建議措施：

(1) 調整 TR_2 之影響評估

原奇異公司濾波補償公式之參數 TR_2 其建議值範圍為 0.1~2.0 秒，使用軟體針對二號機之補償參數進行模擬(參考 Fig-7)， TR_2 數值增加($T_0=0.1768$ 、 $Z_1=0.2$ 、 $Z_2=0.75$ 維持不變)，可加強蒸氣管路共振濾波補償之衰減效果(Lag Time + Notch Filter)，並針對低頻之壓力波動因素，提供較高強度之消弭效果。調整 TR_2 數值變換，僅加強 Lag Time 之濾波補償，且對中心頻率的位置沒有影響。

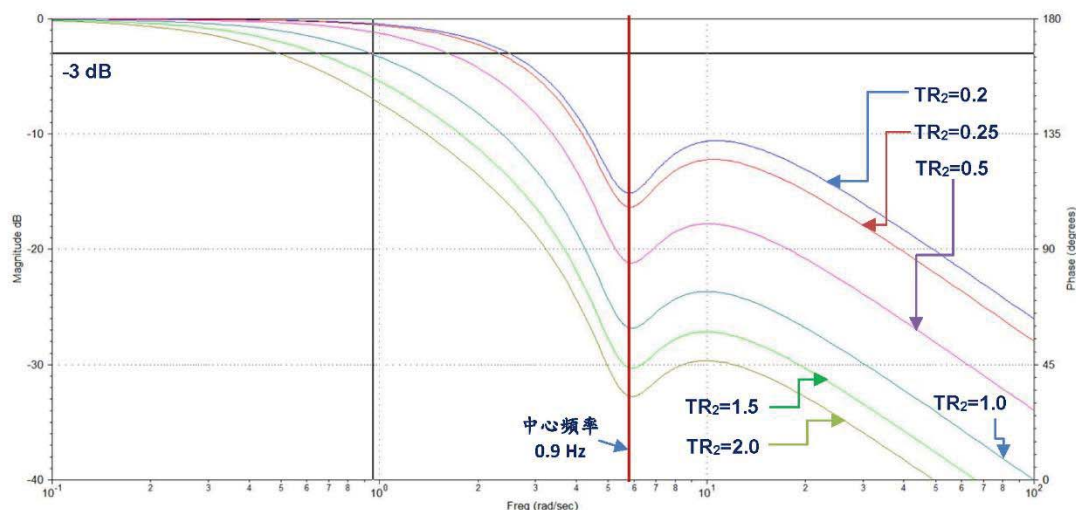


Fig-7 Simulation Result for TR_2 from 0.25 to 2 second

下圖 Fig-8 針對 Lag Time TR_2 之頻率響應圖，相同截止頻率 Cut-off (0.318 Hz) 下的濾波效果，以縱軸之衰減諧波強度判斷， $TR_2=0.5$ (-3 dB) 比 $TR_2=0.2$ (-0.75 dB) 之衰減效果較佳。

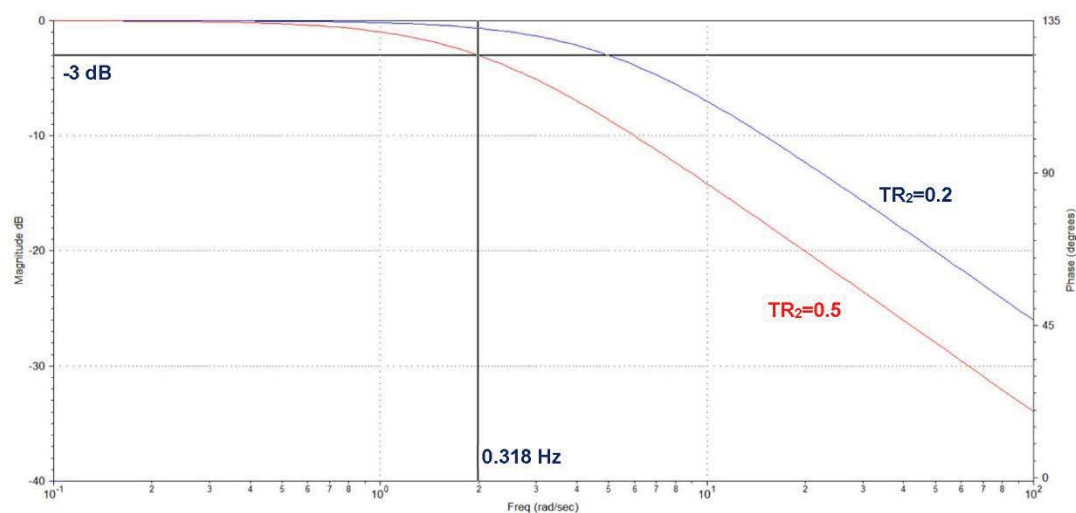


Fig-8 Lag Timer Simulation Result for $TR_2 = 0.2$ and $TR_2 = 0.5$

(2) TR₂ 調整建議：

使用模擬軟體定義最佳之調整參數，依據本次二號機安全停機前引動之反應爐壓力波動頻率(0.417 Hz)為目標消弭頻率。SB&PR 系統之共振濾波補償邏輯設計參照原設備之補償參數值，包含：中心頻率(T₀)與阻尼參數(Z₁&Z₂)，模擬驗證 TR₂ 參數之數值，針對此壓力波動頻率可提供高達-15dB 之衰減諧波值。

利用本次模擬參數做為動態調校之起始值，逐步提升至 2.0 秒以內。觀察 TR₂ 參數對應之衰減強度，是否針對此壓力波動頻率進行有效的消弭。設定參數表如下：

目標消弭頻率	消弭強度	TR ₂	Z ₁	Z ₂	T ₀
2.4 sec=0.417Hz=2.62 r/s	-15 dB	1.6	0.2	0.75	0.1768

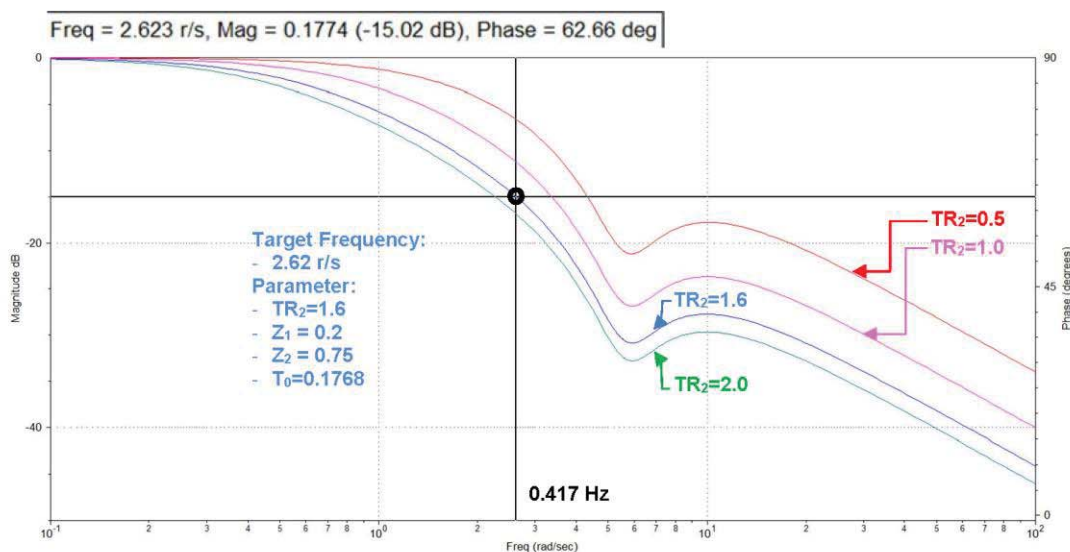


Fig-9 -15 dB of Attenuation for the Frequency 0.417 Hz

建議使用 TR₂ 參數值 1.6 秒作為起始值，觀察反應爐壓力波動現象，若未達到允收標準之最佳化控制，則以每次 0.05 增幅增加 TR₂ 參數設定進行微調，且不超过原奇異公司之設計最大值 2.0 秒。

(3) 安全停機後系統測試驗證(與原廠離線測試平台相同)

原廠技師配合核二廠儀控人員，進行相關於濾波補償公式之驗證，以實際訊號導入系統輸出與輸入端測試。測試結果如 Fig-11，設計之 Steam line Compensator (含 Notch 與 Low Pass filter) 之中心頻率訂為 $T_0=0.1768$ (0.9 Hz)，當訊號擾動接近中心頻率時，可明顯看出該頻率之干擾訊號明顯被消弭。

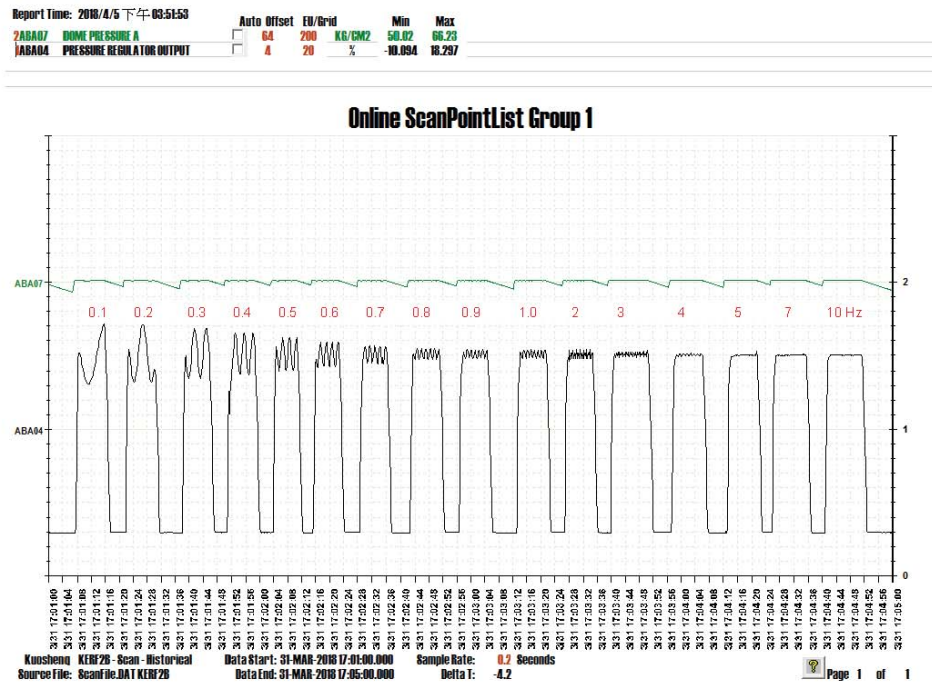


Fig-11 Hardware Injection Test of DOM Pressure with variable frequency
(Combination: Lead/Lag+ Latch: $T_2=0.25s$, $T_0=0.1768$, $Z_2=0.75$, $Z_1=0.2$)

比較原 SB&PR 系統類比卡片之中心頻率驗證說明如下：

頻率產生器輸入振幅 $V_{in}=1\text{ V}$ 訊號源至測試平台 AI 模組，頻率信號由 0.1 到 10HZ 改變，連接示波器觀察 AO 模組輸出響應 V_{pp} 。

訊號衰減可用 DB 表示，其計算方法如下：

$$Attenuation(dB) = 20 * \log \left(\frac{Output}{Input} \right)$$

Input：當頻率為 0.01 Hz 時之 V_{pp} 數值

Output：不同頻率下的 V_{pp} 數值

Hz	In(Vpp)	Out(Vpp)	Meas DB
0.01	5	0.001	-73.97940009
0.1	5	0.285	-24.88250289
0.2	5	1.24	-12.11096638
0.3	5	2.275	-6.839772067
0.4	5	3.15	-4.013189011
0.5	5	3.8125	-2.35520304
0.6	5	4.375	-1.15983894
0.7	5	4.55	-0.819172154
0.8	5	4.6625	-0.60702319
0.9	5	4.7	-0.537442928
1	5	4.675	-0.583767783
1.1	5	4.6	-0.724243453
1.2	5	4.5	-0.915149811
1.3	5	4.35	-1.209614948
1.4	5	4.24	-1.432082955
1.5	5	4.1	-1.723722952
1.6	5	3.95	-2.047458174
1.7	5	3.8	-2.383728154
1.8	5	3.69	-2.638872764
1.9	5	3.55	-2.974833026
2	5	3.44	-3.248231235
2.1	5	3.3	-3.609121289
2.2	5	3.2	-3.87640052
2.3	5	3.1	-4.15216621
2.4	5	3	-4.436974992
2.5	5	2.9	-4.731440129
2.6	5	2.8	-5.03623946
2.7	5	2.7	-5.352124804
2.8	5	2.65	-5.514482608
2.9	5	2.55	-5.848596478
3	5	2.5	-6.020599913
3.1	5	2.425	-6.285165228
4	5	1.925	-8.29078541
4.5	5	1.725	-9.243618099
5	5	1.55	-10.17276612
6	5	1.3	-11.70053304
7	5	1.14	-12.84130306
8	5	1	-13.97940009
9	5	0.89	-14.99159995
10	5	0.8	-15.91760035

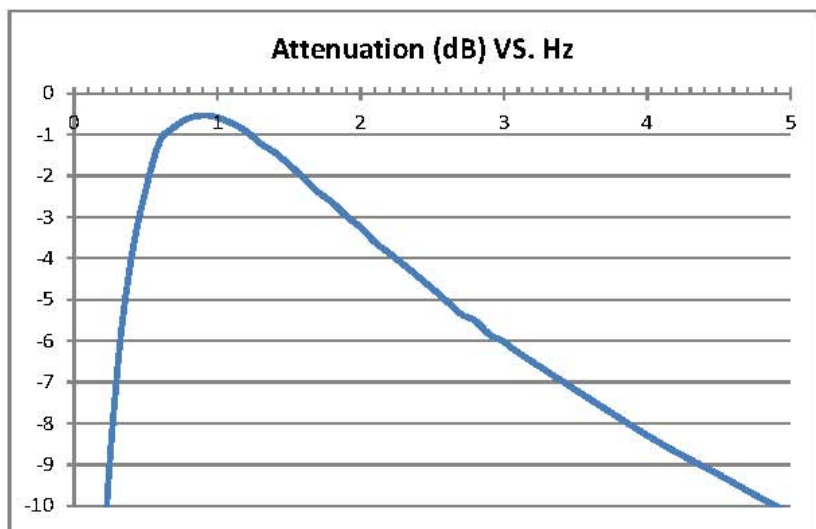


Fig-12 測試之頻率衰減趨勢圖

從上圖顯示，類比卡片訊號之中心頻率在 0.9Hz，驗證新系統 SB&PR 之中心頻率值亦相同為 0.9Hz。

5. 蒸汽管路旁通閥控制驗證及參數調整：

- (1) SB&PR 系統更新後，觀察到蒸汽管路旁通閥於機組併聯時之控制反應如下圖 Fig-13，經分析旁通閥需求訊號與實際閥位訊號之變化趨勢，發現實際閥位有些微落後偏差，但非為本事件主因，經技師再重新評估蒸汽管路旁通閥控制參數 Gain 與 Reset 設定，分析當誤差值小於 2%，須能加速及維持穩態的控制反應，建議可微調 Steady Gain(僅適用於誤差值小於 2%)，數值由 1.1 調整至 1.5，強化其穩定控制。

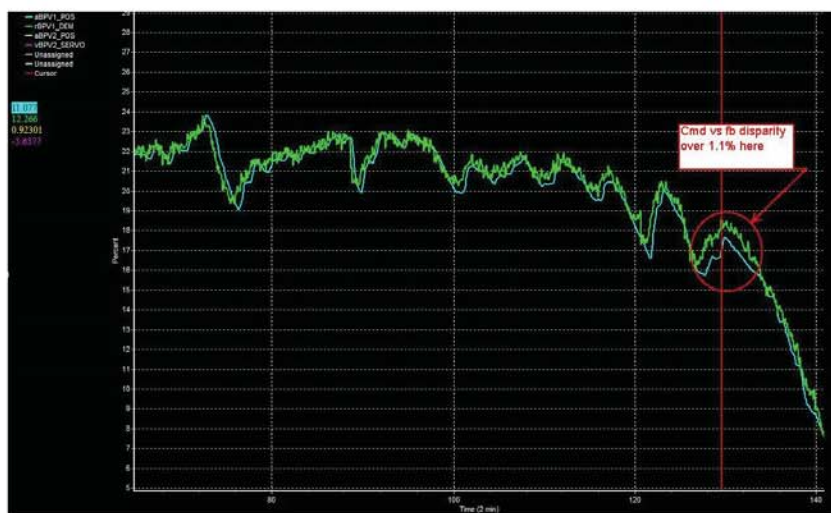


Fig-13 The Initial observation for the BPV1 Servo Loop Trending

建議措施：

原廠針對伺服調校參數之初始使用值：

- kBPVx_SRV_MAX_RST Presently set to 0.5 mA (output range is -50mA to +50mA)
- kBPVx_SRV_RESET Presently set to 1.5 Repeats/Min
- kBPVx_SRV_GAIN Presently set to 1.1
- kBPVx_GAIN_STEADY Presently set to 1.5

伺服控制器計算方式：

- $\text{Gain} = \text{Gain} \cdot (\text{kOutput_Max} - \text{kOutput_Min}) / 200.0$
- $\text{Reset} = \text{Reset} + \text{Error} \cdot \text{Scan_Time} \cdot \text{kRESET} \cdot \text{Gain} / 60.0$
- $\text{Reset} = \text{Clamp}(-\text{kReset_Max}, \text{Reset}, \text{kReset_Max})$
- $\text{Output} = (\text{Gain} \cdot \text{Error}) + \text{Reset} + \text{Null}$

當誤差值小於 2%，且能維持 0.5 秒之穩態狀況，適用於 Steady Gain。

原廠技師針對旁通閥(BPV 1~6)進行伺服閥測試調校與反應時間驗證，測試結果使用 Trilogger 分析軟體作為紀錄。根據測試觀察結果，旁通閥之伺服控制邏輯設計，針對不同之控制需求值，閥位控制反應約於 0.5 秒可控制至需求值。測試圖形 Fig-14 如下(藍色為控制需求值；綠色為實際閥位值)



Fig-14 The Initial observation for the BPV1 Servo Loop Trending

從觀察得知 0.1-1%的少量閥位變化，旁通閥針對較小的階段變化，雖控制閥反應較慢，約略2秒鐘可達到控制需求值。

驗證旁通閥之控制反應(Steady State Gain 1.1)，調整 Steady State Gain 1.5 測試結果如下，

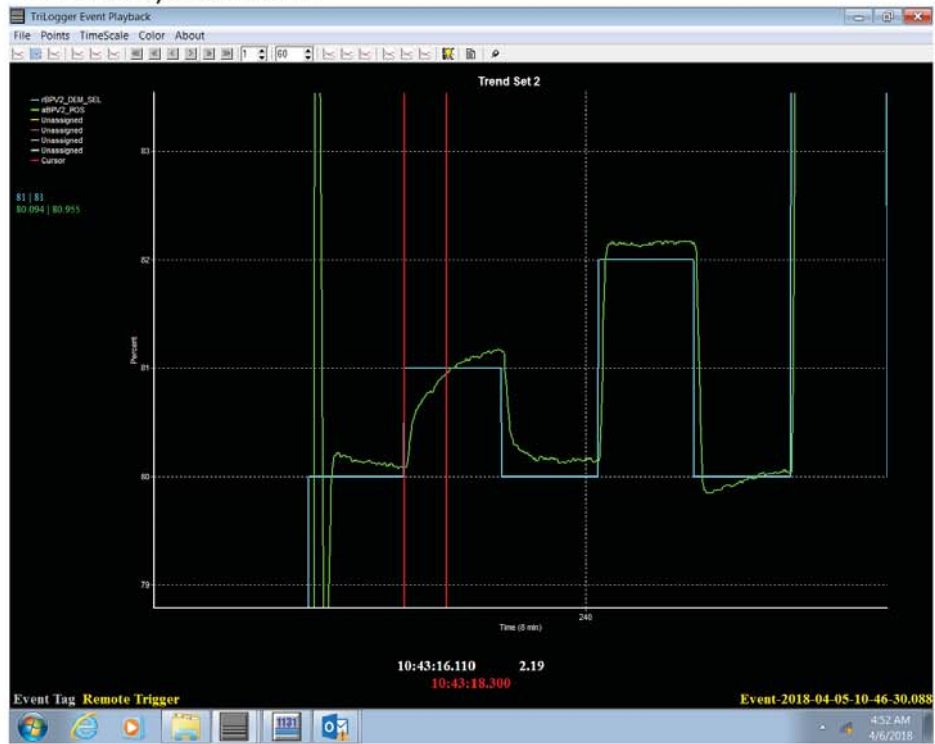
- BPV1 Steady State Gain 1.1



- BPV1 Steady State Gain 1.5



- BPV2 Steady State Gain 1.1



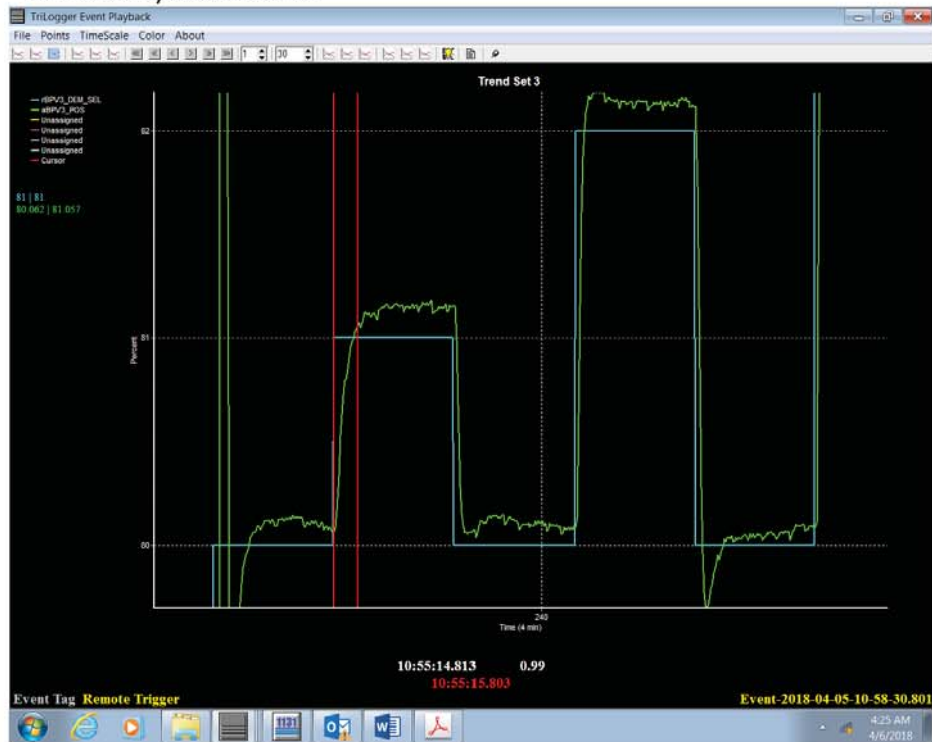
Response time=2.19 ,Overshoot =0.1 %

- BPV2 Steady State Gain 1.5



Response time=1.14 ,Overshoot =0.1 %

- BPV3 Steady State Gain 1.1



Response time=0.99 , Overshoot =0.2%

- BPV3 Steady State Gain 1.5



Response time=0.54 , Overshoot =0.2 %

- BPV4 Steady State Gain 1.1



Response time=0.69 , Overshoot=0.1%

- BPV4 Steady State Gain 1.5



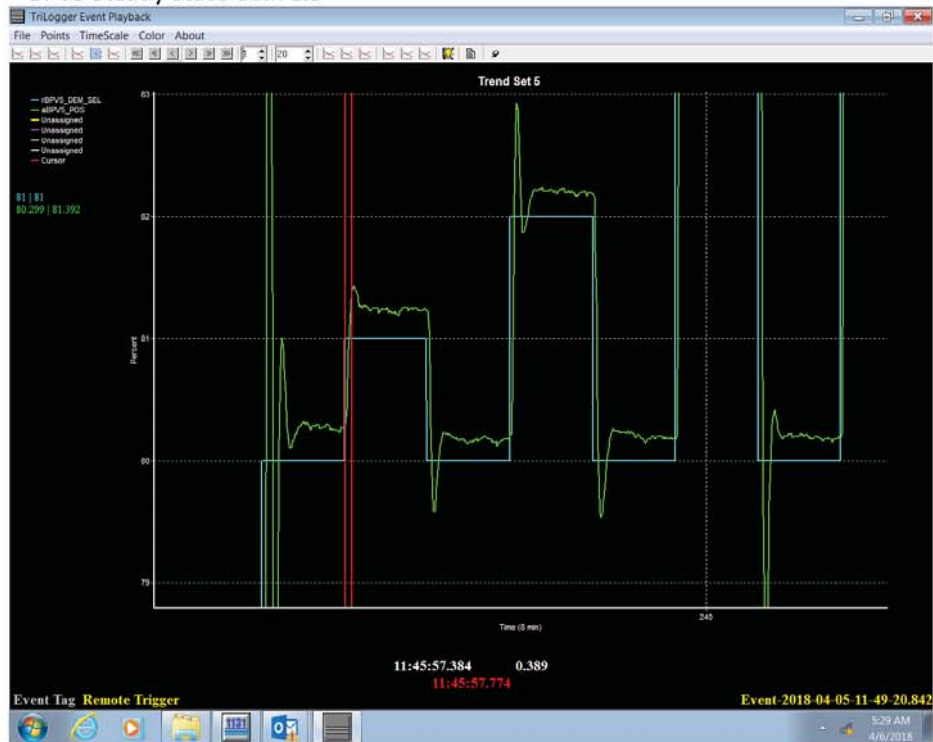
Response time=0.45 , Overshoot =0.2 %

- BPV5 Steady State Gain 1.1



Response time=0.569 , Overshoot=0.2%

- BPV5 Steady State Gain 1.5



Response time=0.389 , Overshoot =0.3 %

- BPV6 Steady State Gain 1.1



Response time=0.49 , Overshoot =0.1%

- BPV6 Steady State Gain 1.5



Response time=0.389 , Overshoot =0.2 %

三、結論與建議：

經上述分析結果，敝公司提供台電公司兩項改善方案：

1. 未來SB&PR系統調校，蒸汽管路共振補償參數TR₂值，建議以數值1.6秒做為起始值，進行動態調校及驗證，觀察反應爐壓力波動現象，若未達到允收標準之最佳化控制，則以每次0.05秒增幅，改變TR₂參數設定進行微調，且不超過原奇異公司之設計最大值2.0秒。動態調校須依照程序書(SP-2016-04)執行，同時增訂程序書之允收標準、調校時機及異常應變措施的因應，以確保未來動態調校時，機組安全及人員的有效因應作為。

調校時機從低負載至功率85%，且須符合程序書之允收標準：

- 壓力設定點之改變(Step Change)需於10秒內趨於穩定
- Decay Ratio 需小於0.25衰減率
- 壓力穩態時其晃動需小於1psi以內。(新增)

過程中若需調整TR₂參數，須先經由原廠技師離線計算確認，並經核二廠同意後輸入控制系統進行調整，且通知值班人員依廠內程序進行全程監控。

2. 建議旁通閥之伺服控制策略，調整Steady Gain至數值1.5，以維持偏差在2%以內閥位穩定控制。(本項調校作業已於4月5日完成，並留存調校紀錄)

內容為原廠技師之簽名，依個資法
第5條保護個人資料。

附件 4 反應爐暫態重建分析報告

107 年 3 月 28 日，核二廠 2 號機第二次併聯後，發生 OPRM PBA 動作，引發反應爐急停。急停前，接受 SB&PR 輸出信號的汽機控制閥閥位有波動現象，同時爐心功率也有波動情形。

為釐清爐心功率波動的真正肇因，原能會要求本公司提出反應爐暫態重建分析。因此本公司委請燃料廠家進行反應爐暫態模擬分析，以確認當時爐心功率波動對燃料之影響，並釐清反應爐功率波動之原因，是否為爐心自發性引發，或是由 SB&PR 輸出信號波動所造成。

燃料廠家於 107 年 4 月 7 日完成 OPRM 動作前的爐心穩定性分析，並評估此次爐心功率波動對燃料的影響。

一、 模擬分析結果

1. 爐心穩定性

燃料廠家對核二廠 2 號機 OPRM 動作前爐心穩定性進行兩項分析：一是用 STAIF 程式計算當時爐心功率波動的衰減比(decay ratio)；另一以 RAMONA5-FA 程式模擬爐心功率受到擾動後的反應。OPRM 動作前爐心重要參數如表 1。

STAIF 程式計算 OPRM 動作前功率波動衰減比結果如表 2，其最大衰減比(limiting decay ratio)為全爐心衰減比(global decay ratio)，數值為 0.364(遠小於 1)，如此小的衰減比，顯示當時爐心狀態在 OPRM 動作前非常穩定。

RAMONA5-FA 程式計算，是以基本模態(fundamental mode)擾動來引發全爐心功率波動，並模擬後續系統暫態反應達 30 秒。結果如圖 1，顯示初始爐心功率波動很小而且快速衰減。此結果也驗證爐心狀況在 OPRM 動作前非常穩定，並

支持 STAIF 程式計算的衰減比結果。

STAIF 與 RAMONA5-FA 兩程式計算結果都顯示爐心狀況非常穩定，對爐心的擾動也快速衰減；因此，除非有外來的持續性波動(如汽機控制閥閥位波動)，否則不可能發生持續性的功率波動。因此可以判定功率波動是源自於 SB&PR 輸出信號波動而帶動汽機控制閥閥位波動所引發的。

2. 爐心功率波動導致燃料臨界功率比(CPR)變化

燃料廠家再次用表 1 中 OPRM 動作前爐心重要參數作為分析起點，對爐心外加一壓力波動使爐心發生功率波動，以 RAMONA5-FA 程式進行模擬，微調壓力波動使爐心功率波動吻合事件當時 APRM 信號波動頻率，並使爐心功率波動幅度大於當時 APRM 信號波動幅度，此一外加的強迫性爐心功率波動模擬結果如圖 2。

對應於圖 2 之功率波動，RAMONA5-FA 程式計算出燃料最小臨界功率比(MCPR)的變化值小於 0.31。而燃料廠家爐心穩態分析程式(MICROBURN-B2)計算出對應於表 1 之爐心 MCPR 值為 2.95，而其 MCPR 運轉限制值(OLMCPR)為 2.06。因此，此一外加的強迫性爐心功率波動使 MCPR 減少為 2.64($2.95 - 0.31 = 2.64$)，仍大於 OLMCPR(2.06)，更遠大於 MCPR 安全限值 SLMCPR(1.09)。(註：MCPR 值越大，爐心燃料熱限值餘裕越多)

急停後，由 APRM 讀數顯示爐心波動快速停止，反應爐功率快速下降。因此，OPRM 動作後，燃料 MCPR 值會越大，讓爐心燃料熱限值餘裕越多。

由於爐心的 MCPR 值一直遠大於 SLMCPR，故判定在此次爐心功率波動期間，燃料護套皆維持完整。

二、 結語

經燃料廠家分析驗證結果：核二廠 2 號機 107 年 3 月 28 日 OPRM 動作前，爐心非常穩定，爐心功率波動係由接受 SB&PR 輸出信號的汽機控制閥閥位波動所引起。此一外加的強迫性爐心功率波動所導致的 MCPR 值變化量僅為 0.31，且 MCPR 值 2.64，遠大於 SLMCPR 值 1.09，可確認燃料護套完整性無虞。

三、 參考資料

1. Framatome FS1-0037080 “Simulation of Kuosheng Unit 2 Cycle 25 Power Oscillation on March 28, 2018”.

表 1 OPRM 動作前爐心重要參數

參數名稱	數值
Cycle Exposure (MWd/MTU)	2.3
Core Thermal Power (MWth)	859.5
Core Pressure (psia)	947.0
Core Inlet Subcooling (BTU/lbm)	15.50
Core Flow (Mlb/hr)	28.69

表 2: STAIF 程式計算功率波動衰減比結果

各種類型的衰減比	衰減比值
Hot Channel	0.049
Limiting Channel	0.053
Global (Core-Wide)	0.364
Regional	0.188

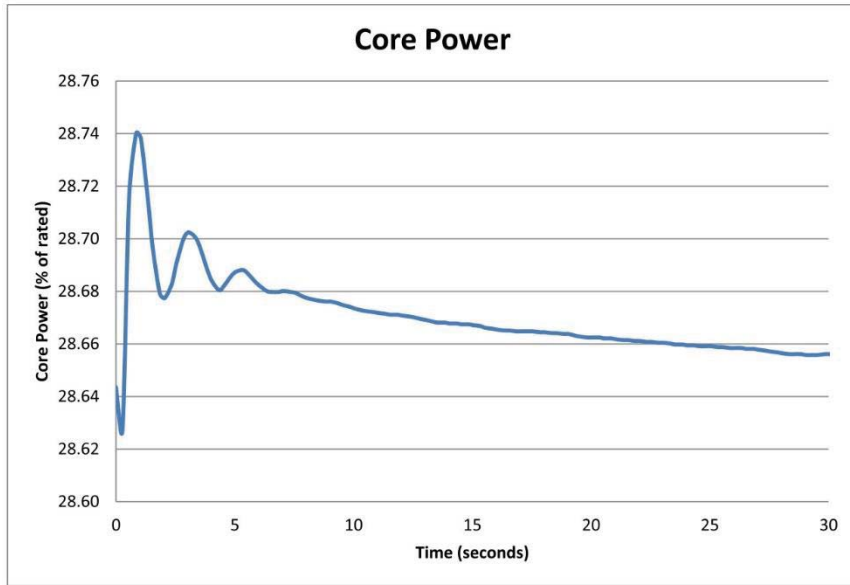


圖 1 受擾動的爐心功率反應

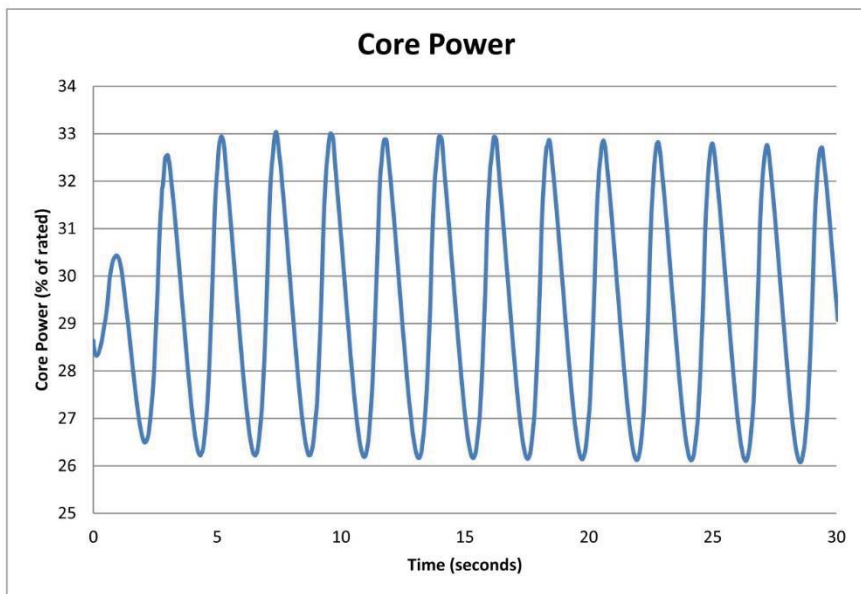


圖 2. 強迫性的爐心功率波動

PROPRIETARY

IDENTIFICATION		REVISION	Framatome Fuel 
FS1-0037080		1.0	
TOTAL NUMBER OF PAGES: 8			

**Simulation of Kuosheng Unit 2 Cycle 25 Power Oscillation on
March 28, 2018**

以下為燃料廠家之反應爐暫態模擬分析報告，報告內容已摘述至本文報告，廠家原文依政府資訊公開法第18條屬營業上秘密，不予公開。

PROPRIETARY

N° FS1-0037080	Rev. 1.0	Simulation of Kuosheng Unit 2 Cycle 25 Power Oscillation on March 28, 2018	framatome
Handling: Restricted Framatome	Page 2/8		

燃料廠家之反應爐暫態模擬分析報告，報告內容已摘述至本文報告，廠家原文依政府資訊公開法第18條屬營業上秘密，不予公開。

N° FS1-0037080	Rev. 1.0	Simulation of Kuosheng Unit 2 Cycle 25 Power Oscillation on March 28, 2018 framatome
Handling: Restricted Framatome	Page 3/8	

燃料廠家之反應爐暫態模擬
分析報告，報告內容已摘述
至本文報告，廠家原文依政
府資訊公開法第18條屬營業
上秘密，不予公開。

N° FS1-0037080	Rev. 1.0	Simulation of Kuosheng Unit 2 Cycle 25 Power Oscillation on March 28, 2018	framatome
Handling: Restricted Framatome	Page 4/8		

燃料廠家之反應爐暫態模擬分析報告，報告內容已摘述至本文報告，廠家原文依政府資訊公開法第18條屬營業上秘密，不予公開。

N° FS1-0037080	Rev. 1.0	Simulation of Kuosheng Unit 2 Cycle 25 Power Oscillation on March 28, 2018	framatome
Handling: Restricted Framatome	Page 5/8		

燃料廠家之反應爐暫態模擬分析報告，報告內容已摘述至本文報告，廠家原文依政府資訊公開法第18條屬營業上秘密，不予公開。

PROPRIETARY

N° FS1-0037080	Rev. 1.0	Simulation of Kuosheng Unit 2 Cycle 25 Power Oscillation on March 28, 2018	framatome
Handling: Restricted Framatome	Page 6/8		

燃料廠家之反應爐暫態模擬
分析報告，報告內容已摘述
至本文報告，廠家原文依政
府資訊公開法第18條屬營業
上秘密，不予公開。

PROPRIETARY

N° FS1-0037080	Rev. 1.0	Simulation of Kuosheng Unit 2 Cycle 25 Power Oscillation on March 28, 2018	framatome
Handling: Restricted Framatome	Page 7/8		

燃料廠家之反應爐暫態模擬
分析報告，報告內容已摘述
至本文報告，廠家原文依政
府資訊公開法第18條屬營業
上秘密，不予公開。

PROPRIETARY

N° FS1-0037080	Rev. 1.0	Simulation of Kuosheng Unit 2 Cycle 25 Power Oscillation on March 28, 2018	framatome
Handling: Restricted Framatome	Page 8/8		

燃料廠家之反應爐暫態模擬
分析報告，報告內容已摘述
至本文報告，廠家原文依政
府資訊公開法第18條屬營業
上秘密，不予公開。

附件 5 SB&PR 系統數位化功能測試程序書、起動管制程序書修訂

一、「SP-2016-04 二號機 SB&PR 系統數位化功能測試程序書」

第二核能發電廠測試程序書

文件編號：SP-2016-04

版次：11

第 4 / 32 頁

- a. 各階段 APRM 之限值須低於 Neutron flux 急停設定點 7.5%，其限值須由「儀」確認後填入。
 - b. Pressure Regulator 所得到的壓力響應，其波型必為收斂，不可發散。
 - c. 從壓力設定點改變至 DOME PRESSURE 暫態響應的第一個波峰需小於 10 sec。
 - d. 根據工程師工作站記錄到的 DOME PRESSURE 暫態響應算出之 decay ratio 需小於 0.25。（Decay Ratio 計算方法可參考 Appendix c）
- (2) 新增要求：機組穩態時，反應爐爐壓的波動幅度須 <1 psi 且波動週期時間 ≥ 4 秒，避免落入 OPRM PBA 波動週期區間內（1~3.5 秒）。
12. 運轉人員提升功率至下一測試階段過程中，若發現系統有非預期之反應，需暫停提升功率或者降低功率至穩定狀態，並立即通知 SBPR 原廠測試人員，依據 112 程序書召集相關人員討論評估相關參數及執行步驟，經核准後始可重新調整。

5.0 參考圖面/資料：

下表為進行測試時所需相關文件

No	SCHNEIDER ELECTRIC Design Document	SCHNEIDER ELECTRIC Doc No	Purpose
1	Basis of Design Document	TW10048-N2-BODD	Design of hardware & software specification
2	System Configuration Document	TW10048-N2-SC	System Construction and network connection diagram
3	Power distribution document	TW10048-N2-PD	Power distribution diagram
4	Cabinet Layout Drawings	TW10048-N2-LY	Design of Cabinet layouts
5	Cabinet Location Drawings	TW10048-N2-LN	Indicate the cabinet location in control room
6	Termination diagram	TW10048-N2-TC	Design of cable termination
7	Wiring Diagram	TW10048-N2-WD	Inter cabinet and external connection diagram
8	IO Assignment	TW10048-N2-NL	Design of Tricon IO assignment

程序書名稱：二號機 SB&PR 系統數位化功能測試程序書

列印日期:04/08/18

第二核能發電廠測試程序書

文件編號：SP-2016-04

版次：11

第 6 / 32 頁

7.0 更換及測試程序

A. REACTOR PRESSURE 800~850 PSI

注意：

- SETPOINT 調低時，預期 BPV 開度增加，Rx Pr 壓力下降，APRM 讀數下降。
- SETPOINT 調高時，預期 BPV 開度減少，Rx Pr 壓力上升，APRM 讀數上升。
(S/U MODE 急停設定：WRNM PERIOD HI-HI 15SEC / APRM 15%)
- 若產生壓力發散現象，以插控制棒方式因應。
- 危險因子：BPV 回關時，爐壓上升造成水位下降，可能導致 APRM 15%及 WRNM Period Hi-Hi 15 秒等反應。
因應措施：可於壓力設定值改變前，先作水位預調節 3~5 公分，以及準備依插棒序列插棒抑制功率及週期。
- 若反應爐急停，則依程序書 248 執行。
- 測試時須觀察 APRM 週期與振幅變化，以因應後續各階段 SBPR 測試與調校，避免因 SBPR 控制 GV/BPV 開度所造成之爐壓及中子通量變動，導致 APRM 之 OPRM 引動而造成反應爐 SCRAM。
- RUN Mode 時，當再循環流量(驅動流量) < 60% 且 APRM 模擬熱功率 (APRM STP) $\geq 29.5\%$ ，若此時發生爐心振盪並符合 OPRM 跳脫條件(週期、振幅、振幅增長率)，則 OPRM 會引動 RPS 跳脫。

- 運轉員按電廠營運程序書，操作反應爐壓至 800~850 PSI
- 調整壓力設定點至反應爐壓力，此時 BPV 全關
- 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調低壓力設定點 1psi (紀錄參數於表 A-1、表 A-2)
- 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調高壓力設定點 1psi (紀錄參數於表 A-1、表 A-2)
- 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調低壓力設定點 3psi (紀錄參數於表 A-1、表 A-2)
- 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調高壓力設定點 3psi (紀錄參數於表 A-1、表 A-2)
- 確認本階段測試，皆符合 4.0 注意事項第 11 項接受標準，並將測試過程數據列於附件。

記錄：

反應爐壓的穩定波動幅度 = psi (<1 psi)

反應爐壓的波動週期時間 = 秒 (≥ 4 秒)

APRM 穩定週期(秒) = 秒 (≥ 4 秒)

執行者：值_____ 儀_____

程序書名稱：二號機 SB&PR 系統數位化功能測試程序書

列印日期:04/08/18

第二核能發電廠測試程序書

文件編號：SP-2016-04

版次：11

第 10 / 32 頁

C. Before TURBINE LATCH / ~~Generator placed online~~ & Channel Disable test (BPV 約開 2-2.5 只、Mode SW At RUN)

注意：

- a. 危險因子：若 BPV 控制不穩造成爐壓晃動，造成 MSL 低壓力 ($< 60.24 \text{ kg/cm}^2$)，將造成 MSIV 關閉，反應爐 SCRAM，則依程序書 248 執行。
- b. 此階段 step change 測試方式變更為『先調高而後調低』，並且要求 BPV 約開 2 只，以避免造成 MSL 低壓力 ($< 60.24 \text{ kg/cm}^2$)。
- c. 測試時須觀察 APRM 週期與振幅變化，以因應後續各階段 SBPR 測試與調校，避免因 SBPR 控制 GV/BPV 開度所造成之爐壓及中子通量變動，導致 APRM 之 OPRM 引動而造成反應爐急停 SCRAM。
- d. RUN Mode 時，當再循環流量(驅動流量) $< 60\%$ 且 APRM 模擬熱功率 (APRM STP) $\geq 29.5\%$ ，若此時發生爐心振盪並符合 OPRM 跳脫條件(週期、振幅、振幅增長率)，則 OPRM 會引動 RPS 跳脫。

1. 依電廠營運程序書，至發電機併聯-TURBINE LATCH 前 BPV 約開 2-2.5 只
2. 「儀」確認 MSL 低壓力造成 MSIV 隔離之壓力設定點為 ($< 60.24 \text{ kg/cm}^2$)
值_____ 儀_____
3. 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調高壓力設定點 1psi (紀錄參數於表 C-1、表 C-3)
4. 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調低壓力設定點 1psi (紀錄參數於表 C-1、表 C-3)
5. 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調高壓力設定點 3psi (紀錄參數於表 C-1、表 C-3)
6. 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調低壓力設定點 3psi (紀錄參數於表 C-1、表 C-3)
7. 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調高壓力設定點 5psi (紀錄參數於表 C-1、表 C-3)
8. 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調低壓力設定點 5psi (紀錄參數於表 C-1、表 C-3)
9. 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調高壓力設定點 7psi (紀錄參數於表 C-2、表 C-4)
10. 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調低壓力設定點 7psi (紀錄參數於表 C-2、表 C-4)
11. 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調高壓力設定點 10psi (紀錄參數於表 C-2、表 C-4)
12. 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調低壓力設定點 10psi (紀錄參數於表 C-2、表 C-4)

13. 進行 Channel Disable 測試：

- a. 測試前先確認 2C87 盤 SB&PR 操作盤 A/B/C PRESS DEVIATION 燈號熄、三個壓力源誤差在 3 psi(3%)以內，及設備在正常狀態。

第二核能發電廠測試程序書

文件編號：SP-2016-04

版次：11

第 11 / 32 頁

b. 在 2C37 盤 work station 進行操作測試，將 Rx Dome Pr. A(B/C)信號 Disable，確認 2C87 盤 SB&PR 操作盤的 A(B/C)Bad/Bypass 燈號亮，及其選擇邏輯正確後，紀錄於表 C-5；

c. 當測試過程中邏輯發生異常時，立刻將 Rx Dome Pr. A(B/C)信號 Enable，待故障排除後始得繼續測試。

14. 確認本階段測試，皆符合 4.0 注意事項第 11 項接受標準，並將測試過程數據列於附件。

記錄：

反應爐爐壓的穩定波動幅度 = psi (<1 psi)

反應爐爐壓的波動週期時間 = 秒 (≥ 4 秒)

APRM 穩定週期(秒) = 秒 (≥ 4 秒)

執行者： 值_____ 儀_____

第二核能發電廠測試程序書

文件編號：SP-2016-04

版次：11

第 15 / 32 頁

D TURBINE LATCH & GENERATOR placed ONLINE at INITIAL LOAD

注意：

- a. TURBINE LATCH 與發電機併聯瞬間，若 TV/GV 開啟而 BPV 未跟隨關閉，可手動 TRIP TURBINE；若反應不及造成 MSL 低壓力 ($< 60.24 \text{ kg/cm}^2$)，當反應爐模式開關在 "RUN" 位置時 MSIV 將關閉，反應爐將 SCRAM，則依程序書 248 執行。
- b. 測試時須觀察 APRM 週期與振幅變化，以因應後續各階段 SBPR 測試與調校，避免因 SBPR 控制 GV/BPV 開度所造成之爐壓及中子通量變動，導致 APRM 之 OPRM 引動而造成反應爐反應爐 SCRAM。
- c. RUN Mode 時，當再循環流量(驅動流量) $< 60\%$ 且 APRM 模擬熱功率 (APRM STP) $\geq 29.5\%$ ，若此時發生爐心振盪並符合 OPRM 跳脫條件 (週期、振幅、振幅增長率)，則 OPRM 會引動 RPS 跳脫。

1. 依據電廠營運程序書，進行 TURBINE LATCH 步驟。
2. TURBINE LATCH 瞬間，反應爐壓會因 RV/IV/GV 開啟以及 BPV 關閉而變化，觀察反應爐壓暫態響應，記錄 Pressure Regulator 參數於表 D-1。
3. 記錄 TURBINE LATCH 過程系統參數最高/最低值於表 D-2。
4. 確認本階段測試，皆符合 4.0 注意事項第 11 項接受標準，並將測試過程數據列於附件。

記錄：

反應爐爐壓的穩定波動幅度 = psi ($< 1 \text{ psi}$)

反應爐爐壓的波動週期時間 = 秒 ($\geq 4 \text{ 秒}$)

APRM 穩定週期(秒) = 秒 ($\geq 4 \text{ 秒}$)

執行者： 值_____ 儀_____

5. 按電廠營運程序書，進行發電機自動併聯步驟。
6. 併聯瞬間，反應爐壓會因 GV 開啟以及 BPV 關閉而變化，觀察反應爐壓暫態響應，紀錄 Pressure Regulator 參數於表 D-1
7. 紀錄 ~~TURBINE LATCH &~~ 發電機併聯過程系統參數最高/最低值 於表 D-2

程序書名稱：二號機 SB&PR 系統數位化功能測試程序書

列印日期:04/08/18

第二核能發電廠測試程序書

文件編號：SP-2016-04

版次：11

第 16 / 32 頁

8. 確認本階段測試，皆符合 4.0 注意事項第 11 項接受標準，並將測試過程數據列於附件。

記錄：

反應爐爐壓的穩定波動幅度 = psi (<1 psi)

反應爐爐壓的波動週期時間 = 秒 (≥ 4 秒)

APRM 穩定週期(秒) = 秒 (≥ 4 秒)

執行者： 值_____ 儀_____

第二核能發電廠測試程序書

文件編號：SP-2016-04

版次：11

第 20 / 32 頁

F1. REACTOR POWER 15%~20% (PR CONTROL ON GV 後)

注意：

- 調低壓力設定點瞬間，Pr. Reg. Demand 會增加，發電機發電量短暫增加，穩定後反應爐隨壓力設定點調低而減少，發電機發電量變化不大。調高壓力設定點，則反之。
- 過程中若產生壓力發散現象或因 SB&PR 反應太慢造成爐壓快速上升，則依「核技」準備之插棒序列插棒抑制；若無效則可手動跳脫汽機，再無效則手動急停。若反應不及造成 MSL 低壓力 ($<60.24 \text{ kg/cm}^2$)，當反應爐模式開關在 "RUN" 位置時 MSIV 將關閉，反應爐將 SCRAM，則依程序書 248 執行。
- 執行測試前，須確認所有 6 只蒸汽旁通閥均在全關位置。
- 測試時須觀察 APRM 週期與振幅變化，以因應後續各階段 SBPR 測試與調校，避免因 SBPR 控制 GV/BPV 開度所造成之爐壓及中子通量變動，導致 APRM 之 OPRM 引動而造成反應爐 SCRAM。
- RUN Mode 時，當再循環流量(驅動流量) $<60\%$ 且 APRM 模擬熱功率 (APRM STP) $\geq 29.5\%$ ，若此時發生爐心振盪並符合 OPRM 跳脫條件 (週期、振幅、振幅增長率)，則 OPRM 會引動 RPS 跳脫。

1. 提升負載至反應爐功率 15~20%，並請「核技」確認目前機組狀態正確

執行者：值..... 核.....

2. 於 2C37 盤開啟 TS1131 程式，調低壓力設定點 lpsi (紀錄參數於表 F1-1、表 F1-2)

3. 於 2C37 盤開啟 TS1131 程式，調高壓力設定點 lpsi (紀錄參數於表 F1-1、表 F1-2)

4. 確認本階段測試，皆符合 4.0 注意事項第 11 項接受標準，並將測試過程數據列於附件。

記錄：

反應爐爐壓的穩定波動幅度 = psi ($<1 \text{ psi}$)

反應爐爐壓的波動週期時間 = 秒 ($\geq 4 \text{ 秒}$)

APRM 穩定週期(秒) = 秒 ($\geq 4 \text{ 秒}$)

執行者：值..... 儀.....

第二核能發電廠測試程序書

文件編號：SP-2016-04

版次：11

第 22 / 32 頁

F2.REACTOR POWER 25%~30%

注意：

- 調低壓力設定點瞬間，Pr. Reg.Demand 會增加，GEN 發電量短暫增加，穩定後反應爐隨壓力設定點調低而減少，GEN 發電量變化不大。調高壓力設定點，則反之。
- 過程中若產生壓力發散現象或因 SB&PR 反應太慢造成爐壓快速上升，則依「核」準備之插棒序列插棒抑制，若無效則手動急停。
- ※執行測試前，須確認所有飼水加熱器已置入使用。
- 執行測試前，須待核技組完成 PPLX 第一張 P1 計算及 Run Tip。
- 測試時須觀察 APRM 週期與振幅變化，以因應後續各階段 SBPR 測試與調校，避免因 SBPR 控制 GV/BPV 開度所造成之爐壓及中子通量變動，導致 APRM 之 OPRM 引動而造成反應爐 SCRAM。
- RUN Mode 時，當再循環流量(驅動流量) $<60\%$ 且 APRM 模擬熱功率(APRM STP) $\geq 29.5\%$ ，若此時發生爐心振盪並符合 OPRM 跳脫條件(週期、振幅、振幅增長率)，則 OPRM 會引動 RPS 跳脫。

- 提升負載至 RTP 25-30%，並請「核」確認目前機組狀態正確

執行者：值_____ 核_____

- 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調低壓力設定點 1psi(紀錄參數於表 F2-1、表 F2-2)_____
- 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調高壓力設定點 1psi(紀錄參數於表 F2-1、表 F2-2)_____
- 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調低壓力設定點 3psi(紀錄參數於表 F2-1、表 F2-2)_____
- 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調高壓力設定點 3psi(紀錄參數於表 F2-1、表 F2-2)_____
- 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調低壓力設定點 5psi(紀錄參數於表 F2-1、表 F2-2)_____
- 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調高壓力設定點 5psi(紀錄參數於表 F2-1、表 F2-2)_____
- 確認本階段測試，皆符合 4.0 注意事項第 11 項接受標準，並將測試過程數據列於附件。

記錄：

反應爐爐壓的穩定波動幅度 = _____ psi (<1 psi)

反應爐爐壓的波動週期時間 = _____ 秒 (≥ 4 秒)

APRM 穩定週期(秒) = _____ 秒 (≥ 4 秒)

執行者：值_____ 儀_____

程序書名稱：二號機 SB&PR 系統數位化功能測試程序書

列印日期:04/08/18

第二核能發電廠測試程序書

文件編號：SP-2016-04

版次：11

第 24 / 32 頁

G RECIRC LO TO HI

注意：

- RECIRC LO TO HI，CTP 增加，反應爐壓力增加，Pr. Reg. Demand 增加，GEN 發電量增加。
- 過程中若產生壓力發散現象或因 SB&PR 反應太慢造成爐壓快速上升，則依「核」準備之插棒序列插棒抑制，或將 Recirc Hi to Low。
- 執行測試前，核技組需先調整沸騰邊界(BB 值)至大於 4 呎以保持爐心穩定性。
- 測試時須觀察 APRM 週期與振幅變化，以因應後續各階段 SBPR 測試與調校，避免因 SBPR 控制 GV/BPV 開度所造成之爐壓及中子通量變動，導致 APRM 之 OPRM 引動而造成反應爐 SCRAM。
- RUN Mode 時，當再循環流量(驅動流量) $< 60\%$ 且 APRM 模擬熱功率(APRM STP) $\geq 29.5\%$ ，若此時發生爐心振盪並符合 OPRM 跳脫條件(週期、振幅、振幅增長率)，則 OPRM 會引動 RPS 跳脫。

- 執行 RECIRC LO TO HI 前，核技組需先調整沸騰邊界(BB 值)至大於 4 呎以保持爐心穩定性。
- 若 BPV 於操作員執行“RECIRC LO TO HI”中開啟，觀察反應爐壓暫態響應，紀錄 Pressure Regulator 參數於表 G-1
- 紀錄 RECIRC LO TO HI 過程系統參數最高/最低值於表 G-2
- 確認本階段測試，皆符合 4.0 注意事項第 11 項接受標準，並將測試過程數據列於附件。

記錄：

反應爐爐壓的穩定波動幅度 = psi (< 1 psi)

反應爐爐壓的波動週期時間 = 秒 (≥ 4 秒)

APRM 穩定週期(秒) = 秒 (≥ 4 秒)

執行者： 值_____ 儀_____

第二核能發電廠測試程序書

文件編號：SP-2016-04

版次：11

第 26 / 32 頁

H. REACTOR POWER 60%~65%

注意：

- 調低壓力設定點瞬間，Pr. Reg. Demand 會增加，GEN 發電量短暫增加，穩定後反應爐隨壓力設定點調低而減少，GEN 發電量變化不大。調高壓力設定點，則反之。
- 測試前值班人員配合核技組以調高爐心流量搭配插棒方式降低 Rod Line，使爐心運轉點離開 OPRM 監視區 (~~CTP>30%~~ ~~Core Flow<60%~~ ~~再循環流量(驅動流量)<60%~~ ~~且 APRM 模擬熱功率(APRM STP)≥29.5%~~)，若測試過程中產生壓力發散現象，則依插棒序列插棒來因應；若欲以降 CORE FLOW 方式因應，需確認爐心流量仍大於 60%，以避免進入 OPRM 監視區。
- ~~此外執行~~測試前需由核技組確認封套是否尚有餘裕；如無餘裕可供測試時，可插淺棒及進行 Xe wait 程序因應，待封套有充足餘裕時，方可進行測試。
- ~~測試時須觀察 APRM 週期與振幅變化，以因應後續各階段 SBPR 測試與調校，避免因 SBPR 控制 GV/BPV 開度所造成之爐壓及中子通量變動，導致 APRM 之 OPRM 引動而造成反應爐 SCRAM。~~
- ~~RUN Mode 時，當再循環流量(驅動流量)<60% 且 APRM 模擬熱功率(APRM STP)≥29.5%；若此時發生爐心振盪並符合 OPRM 跳脫條件(週期、振幅、振幅增長率)，則 OPRM 會引動 RPS 跳脫。~~

- 提升負載至 RTP 60%~65%，並請「核」確認目前機組狀態正確。

執行者：值_____核_____

- 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調低壓力設定點 1psi (紀錄參數於表 H-1、表 H-2)
- 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調高壓力設定點 1psi (紀錄參數於表 H-1、表 H-2)
- 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調低壓力設定點 3psi (紀錄參數於表 H-1、表 H-2)
- 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調高壓力設定點 3psi (紀錄參數於表 H-1、表 H-2)
- 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調低壓力設定點 5psi (紀錄參數於表 H-1、表 H-2)
- 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調高壓力設定點 5psi (紀錄參數於表 H-1、表 H-2)
- 確認本階段測試，皆符合 4.0 注意事項第 11 項接受標準，並將測試過程數據列於附件。

記錄：

反應爐爐壓的穩定波動幅度 = _____ psi (<1 psi)

反應爐爐壓的波動週期時間 = _____ 秒 (≥4 秒)

APRM 穩定週期(秒) = _____ 秒 (≥4 秒)

執行者：值_____儀_____

程序書名稱：二號機 SB&PR 系統數位化功能測試程序書

列印日期:04/08/18

第二核能發電廠測試程序書

文件編號：SP-2016-04

版次：11

第 28 / 32 頁

I. REACTOR POWER 85%

注意：

- 調低壓力設定點瞬間，Pr. Reg. Demand 會增加，GEN 發電量短暫增加，穩定後反應爐隨壓力設定點調低而減少，GEN 發電量變化不大。調高壓力設定點，則反之。
- 本階段僅測試「調低壓力設定點」部份，恢復時「緩慢調升壓力設定點至原設定」。
- 執行測試前，核技組應先確認爐心的燃料封套值是否有足夠餘裕(建議值為全爐心之 $\max(P-Pcs) < 0.1$)；封套若無足夠餘裕則進行 Xe Wait 程序，待有充足燃料封套餘裕後再執行測試，以確保爐心燃料完整性。
- 測試過程中如壓力產生發散現象，可以插控制棒或降 CORE FLOW 方式來因應，若 ROD LINE 過高則僅能以插控制棒方式因應。
- 測試時須觀察 APRM 週期與振幅變化，以因應後續各階段 SBPR 測試與調校，避免因 SBPR 控制 GV/BPV 開度所造成之爐壓及中子通量變動，導致 APRM 之 OPRM 引動而造成反應爐 SCRAM。
- RUN Mode 時，當再循環流量(驅動流量) $< 60\%$ 且 APRM 模擬熱功率(APRM STP) $\geq 29.5\%$ ，若此時發生爐心振盪並符合 OPRM 跳脫條件(週期、振幅、振幅增長率)，則 OPRM 會引動 RPS 跳脫。

- 提升負載至 RTP 85%，並請「核」確認目前機組狀態正確

執行者：值_____核_____

- 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調低壓力設定點 1psi (紀錄參數於表 I-1、表 I-2)
- 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調低壓力設定點 3psi (紀錄參數於表 I-1、表 I-2)
- 於 C37 盤開啟 TS1131 程式，調低壓力設定點 5psi (紀錄參數於表 I-1、表 I-2)
- 確認本階段測試，皆符合 4.0 注意事項第 11 項接受標準，並將測試過程數據列於附件。

記錄：

反應爐爐壓的穩定波動幅度 = _____ psi (< 1 psi)

反應爐爐壓的波動週期時間 = _____ 秒 (≥ 4 秒)

APRM 穩定週期(秒) = _____ 秒 (≥ 4 秒)

執行者：值_____儀_____

二、「SP-2018-01 2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案」

第 2 / 127 頁

編號： SP-2018-01

版次： 12

之異常情形，預先風險告知，俾能及時處理暫態。

2. 發生任何非預期之狀況，立即先將機組置於安全狀態，以人員安全與設備安全為第一優先考慮。
3. 起動期間依照廠內程序書，執行機組起動，反應爐臨界、反應爐升溫升壓、使用主冷凝器抽真空、運轉主汽機、併聯至系統等操作，任何未如預期之設備反應要以人員、機組、設備安全為最重要之要求。
4. 有任何懷疑要先停止機組起動，應充份討論、問題澄清且依規定處理後，再依程序執行其他步驟。
5. 有設備不正常要依廠內程序書，通知相關人員、開立請修單，執行維修工作。如有對機組任何不安全，應立即向廠內管理階層反應，確定安全後再繼續執行機組升載作業。

3.0 注意事項

1. 品質人員須執行附件二「2 號機再轉起動期間運轉方案」之全程查證，並於關鍵步驟執行前與升載前檢查之欄位內簽證。
2. 核安處駐廠稽查小組依本程序書訂定停留查證點，執行總處核安稽查。
3. 2 號機再轉期間要以人員安全、設備安全，為第一優先考慮。
4. 不正常或懷疑要先停止機組起動，應充份討論，問題澄清及依規定處理後，再依程序執行。
5. 其他廠內程序書要確實遵行。
6. 電廠重要操作期間，不可以進行交接班，例如：可能引發反應爐保護系統(RPS)動作(含影響爐心反應度、低功率物理測試)。運轉值班人員要考慮最佳交接班時段，不要在執行關鍵步驟時及機組有暫態時交接班，交班期間盡量避免短暫性操作。
7. SB&PR 系統更新後之測試及觀察期間，運轉員若發現系統有非預期之反應，則暫停提升功率或者降低功率至穩定狀態，並立即通知執行 SB&PR 測試小組負責人，停止相關作業；若 SB&PR 參數要重新進行動態調校，必須依據 112 程序書召集相關人員討論評估相關參數及執行步驟，經核准後方可執行。

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

堂訓練，使運轉員了解及熟悉運轉操作急應變處理。

e. 每一階段完成後之功率上升或測試須依照附件一「升載管制計畫」執行及簽證完成後才可繼續執行。

2. 附件二任一項次標題執行前值班經理需先徵得運轉副廠長許可。
3. 執行關鍵步驟時，要運用本程序書，監控各項參數。

7.0 相關警報

參考附件二「2 號機再轉起動期間運轉方案」、附件三「長期待機機組再轉可能新增異常應變措施」各項警報窗監控之內容執行。

8.0 操作程序

1. 機組再轉起動運轉依正常操作程序書 241-244。
2. 每項重要操作項次標題完成，必須依附件二「升載前檢查」欄位內檢視相關參數，值班經理確認機組設備運轉狀況正常後，陳報運轉副廠長核可，方能再執行下一階段(項次標題)之升載或測試，確認管制依附件一執行。
3. 機組起動到滿載過程中，機組功率狀況變化之關鍵步驟依附件二執行檢查、風險管控與應變措施。
4. 發生不預期之新增異常情形，依附件三或本廠異常警報程序書與異常程序書內容執行。
5. 若執行本特殊程序書時，機組因故障停機後再起動，不必執行項目經副廠長同意後，可免執行，請填寫 NA。

附件一：升載管制計畫-2 號機再轉起動重要測試及升載階段穩定檢查管制簽證表
說明：

1. 本管制目的係對起動期間之關鍵步驟與可能發生之暫態運轉程序，以及須執行檢查之措施（如系統洩漏、停機期間未曾運轉設備之啟動運轉狀況觀察）與升載管制計劃管制，採逐步升載方式，針對每一階段（項次標題）須檢視參數，確認機組設備運轉狀況正常後再升載至下一階段。
2. 每項測試或重要操作項次標題完成，必須依附件二檢視關鍵步驟相關參數穩定後，經副廠長同意後由值班經理於穩定確認簽證欄簽證後，才可繼續進行下一項測試或重要操作，若本程序書測試、操作步驟、應變步驟等之次序或內容有需要調整或需調整設備，須經廠長同意，並於備註欄說明不影響起動，才可繼續進行下一項測試或升載操作。
3. 起動過程之 SB&PR 測試與發電機定子線圈重繞相關測試依特殊程序書 SP-2016-04(2 號機 SB&PR 系統數位化功能測試程序書)、SP-2017-01(主發電機重繞後 AVR 及 PSS 特性調校)、SP-2017-02(主發電機溫升測試程序書)、SP-2017-03(主發電機 Ventilation Test 程序書)執行管制，相關參數依程序書要求確認後執行下一步驟，並在上述特殊程序書簽證表進行確認簽證。

測試或操作項次標題	完成點	參數穩定確認簽證	備註
0. 抽棒起動前須完成項目查核	抽棒起動前		
1. 抽棒起動	第一次及第二次臨界參數確認完成		
2. 反應爐臨界後之加熱及加壓過程	Rx 壓力達 100 psig，程序書 617.3.6 等相關 RCIC 測試皆完成		
3. Rx 壓力 150 psig	操作至確認 617.3.4 及 616.17 RCIC 功能測試完成		
4. Rx 壓力 200 psig 以上	蒸汽抽氣器置入使用		
5. Rx 壓力 30 kg/cm ² RFPT 輪流起動測試及乾井查漏	RFPT 測試及乾井查漏完成		

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

6. Rx 壓力 60 kg/cm ² 乾井查漏	乾井查漏完成		
7. Rx 壓力 900 psig SRV TEST	SRV 測試完成		
8. RUN MODE	RUN MODE 切換完成		
9. LATCH T/B 及升速至 1800 rpm 期間	汽機測試後升速至 1800 rpm 且汽機功能測試完成		
10. 主汽機達 1800 rpm 發電機 EXCITATION ON 前	發電機 EXCITATION ON 完成		
11. GEN ON LINE(第一次併聯) 及 TAKE LOAD 8 小時	發電機併聯後 TAKE LOAD 8 小時後		
12. 執行程序書 620.3 主汽機機械超速跳脫測試	主汽機超速跳脫測試完成		
13. GEN ON LINE(第二次併聯) (正式併聯至 Pressure Control on GV)	發電機併聯後		
14. 15% CTP 廠用電源切換	廠用電源切換完成		
15. 20-25%負載飼水控制 一元改三元控制	飼水控制轉換完成		
16. RECIRC PUMP LOW TO HIGH	RECIRC PP 運轉模式轉換完成		
17. 300 MWe 汽機廠房查漏	汽機廠房查漏完成		
18. 45% CTP 使用第二台飼水泵	第二台飼水泵置入完成		
19. 75% CTP 使用第三台飼水泵	第三台飼水泵置入完成		
20. Rx 壓力 > 1000 psig RCIC TEST	爐心隔離冷卻系統額定流量測試完成		

項次標題 09：LATCH T/B 及升速至 1800 rpm 期間

關鍵步驟 01：準備汽機 LATCH 前功能測試前 BPV 開啟約 1.5 個以沖放主蒸汽管路內銹垢至冷凝器。當主蒸汽管路內銹垢會被沖放至冷凝器，而不會流向主汽機，故不會造成主汽機運轉時，銹垢對主汽機葉片之損壞。

執行前檢查	- 核對反應爐壓力達 65.2 kg/cm² - 壓力調整器設定於 65.2 kg/cm² - 確認飼水流量大於 8%(OLTP)且旁通閥開啟大於 1 又 1/2 只 - 查證汽機軸承頂舉油泵運轉中，及汽機已慢車迴轉至小二小時。 - 請依啟動前檢查方案向修配組確認主汽機潤滑油油質符合標準。 - 手動電壓調整器已在最低位置。 - 查證 2T-05 盤 MSR 起動逸氣閥開啟及 MSR 正常逸氣閥關閉中。 - 查證發電機空氣側封油泵 2P-19 及氫氣側封油泵 2P-18 運轉中。 - 查證主汽機 EHC 2P-17A 或 2P-17B 其中一台運轉中。 - 查證主汽機軸承潤滑油 2P-16 及高壓封油後備交流泵 2P-67 運轉中。 - 查證發電機氫氣冷卻器及勵磁機冷卻器及分相式匯流排冷卻組使用中。 - 查證 2C85 盤汽機洩水閥開啟中。 - 汽機送汽前確認修配、儀控、電氣人員已完成汽機升速相關附屬設備皆正常。支援人力已充份瞭解各項工作內容與配合事項。 - 對緊急程序書 510 要求內容，已充份瞭解。 - 在汽機升速前修配、儀控、電氣人員均須配合運轉人員監控參數及設備運轉情形。 - 此階段須配合發電機相關之特殊程序書執行，汽機復歸(LATCH)後之第一次升速，發電機係充空氣，升速至 400 rpm 及 520 rpm 以執行發電機通風測試(SP-2017-03)，執行完成發電機 PURGE，重灌氫氣後才正式升速。 - 查證 LATCH T/B 前之 SB&PR 參數調校步驟已完成，控制穩定無發散現象。 以 ERF 反應爐爐壓(Dome Pressure)及 APRM 功率讀值讀取波動幅度及週期 記錄反應爐爐壓的穩定波動幅度 = _____ psi(< 1 psi) 反應爐爐壓波動週期時間 = _____ 秒(≥ 4 秒)
--------------	---

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

	APRM 穩定週期(秒) = _____ 秒(≥ 4 秒) 查證者簽名：_____ 品質查證員簽名：_____						
可能風險： 1. 汽機高振動 > 14.0 mils	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="422 1243 558 1299">操作注意事項</td><td data-bbox="558 1243 1332 1299"> 1. LATCH T/B 及升速期間，修配、儀控、電氣人員均須配合運轉人員監控參數及設備運轉情形。 2. 升速期間密切監視汽機振動參數。 </td></tr> <tr> <td data-bbox="422 1299 558 1388">參數/警報/設備監控</td><td data-bbox="558 1299 1332 1388"> 1. AB-XR-470 MAIN T'B VIBRA/ECC DIFF EXPANSION RECORDER 2. 2C85 汽機監視儀器垂直直盤(TURBO-GRAF M300)及振動指示錶 警報窗： 2C85B-#09 窗「TURBINE GENERATOR BEARING VIBRATION」警報 </td></tr> <tr> <td data-bbox="422 1388 558 1534">異常警報及狀況因應措施</td><td data-bbox="558 1388 1332 1534"> 依程序書 510/574.2 執行汽機異常之因應措施： 汽機高振動警報出現後若下列 1. 及 2. 均不存在，則振動突升為假信號或儀器雜訊，此時請開立請修單並通知儀控組處理： 1. 該軸承金屬溫度上升 $\Delta T \geq 5^\circ\text{C}$ 2. 相對應的另一軸承振動數據突然同步變化量 Δmils 上升 $\geq 3 \text{ mils}$ 3. 若不是信號或儀器雜訊，當汽機高振動 > 14.0 mils 需手動跳脫汽機 </td></tr> </table>	操作注意事項	1. LATCH T/B 及升速期間，修配、儀控、電氣人員均須配合運轉人員監控參數及設備運轉情形。 2. 升速期間密切監視汽機振動參數。	參數/警報/設備監控	1. AB-XR-470 MAIN T'B VIBRA/ECC DIFF EXPANSION RECORDER 2. 2C85 汽機監視儀器垂直直盤(TURBO-GRAF M300)及振動指示錶 警報窗： 2C85B-#09 窗「TURBINE GENERATOR BEARING VIBRATION」警報	異常警報及狀況因應措施	依程序書 510/574.2 執行汽機異常之因應措施： 汽機高振動警報出現後若下列 1. 及 2. 均不存在，則振動突升為假信號或儀器雜訊，此時請開立請修單並通知儀控組處理： 1. 該軸承金屬溫度上升 $\Delta T \geq 5^\circ\text{C}$ 2. 相對應的另一軸承振動數據突然同步變化量 Δmils 上升 $\geq 3 \text{ mils}$ 3. 若不是信號或儀器雜訊，當汽機高振動 > 14.0 mils 需手動跳脫汽機
操作注意事項	1. LATCH T/B 及升速期間，修配、儀控、電氣人員均須配合運轉人員監控參數及設備運轉情形。 2. 升速期間密切監視汽機振動參數。						
參數/警報/設備監控	1. AB-XR-470 MAIN T'B VIBRA/ECC DIFF EXPANSION RECORDER 2. 2C85 汽機監視儀器垂直直盤(TURBO-GRAF M300)及振動指示錶 警報窗： 2C85B-#09 窗「TURBINE GENERATOR BEARING VIBRATION」警報						
異常警報及狀況因應措施	依程序書 510/574.2 執行汽機異常之因應措施： 汽機高振動警報出現後若下列 1. 及 2. 均不存在，則振動突升為假信號或儀器雜訊，此時請開立請修單並通知儀控組處理： 1. 該軸承金屬溫度上升 $\Delta T \geq 5^\circ\text{C}$ 2. 相對應的另一軸承振動數據突然同步變化量 Δmils 上升 $\geq 3 \text{ mils}$ 3. 若不是信號或儀器雜訊，當汽機高振動 > 14.0 mils 需手動跳脫汽機						
可能風險： 2. 轉子偏心(速度 <= 600 rpm) > 3.15 mils	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="422 1534 558 1568">操作注意事項</td><td data-bbox="558 1534 1332 1568">轉速被增加到 600 rpm 以前，偏心記錄的指示必須保持低於 3 mils。</td></tr> <tr> <td data-bbox="422 1568 558 1646">參數/警報/設備監控</td><td data-bbox="558 1568 1332 1646"> AB-XR-470 MAIN T'B VIBRA/ECC DIFF EXPANSION RECORDER 2C85 汽機監視儀器垂直直盤(TURBO-GRAF M300)及振動指示錶 警報窗： 2C85B-#10 窗「DIFF EXP ECC RP SUPERVISORY ALARM」警報 </td></tr> <tr> <td data-bbox="422 1646 558 1827">異常警報及狀況因應措施</td><td data-bbox="558 1646 1332 1827"> 依程序書 510/574.2 執行汽機異常之因應措施： 當“轉子高偏心”警報時，或偏心指示高到 0.008 cm (3.15 mils) 時。 1. 停止汽機加速直到偏心記錄器指示穩定且小於 0.008 cm (3.15 mils) 為止。 2. 記錄偏心值及其相角 3. 若偏心一直增加到大於 0.008 cm (3.15 mils)，並呈現一不平衡轉子型式，則立即手動跳脫汽機，並置於慢車迴轉直到轉子變直。 註：汽機轉速小於 3 轉時將無得到正確的讀值。 </td></tr> </table>	操作注意事項	轉速被增加到 600 rpm 以前，偏心記錄的指示必須保持低於 3 mils。	參數/警報/設備監控	AB-XR-470 MAIN T'B VIBRA/ECC DIFF EXPANSION RECORDER 2C85 汽機監視儀器垂直直盤(TURBO-GRAF M300)及振動指示錶 警報窗： 2C85B-#10 窗「DIFF EXP ECC RP SUPERVISORY ALARM」警報	異常警報及狀況因應措施	依程序書 510/574.2 執行汽機異常之因應措施： 當“轉子高偏心”警報時，或偏心指示高到 0.008 cm (3.15 mils) 時。 1. 停止汽機加速直到偏心記錄器指示穩定且小於 0.008 cm (3.15 mils) 為止。 2. 記錄偏心值及其相角 3. 若偏心一直增加到大於 0.008 cm (3.15 mils)，並呈現一不平衡轉子型式，則立即手動跳脫汽機，並置於慢車迴轉直到轉子變直。 註：汽機轉速小於 3 轉時將無得到正確的讀值。
操作注意事項	轉速被增加到 600 rpm 以前，偏心記錄的指示必須保持低於 3 mils。						
參數/警報/設備監控	AB-XR-470 MAIN T'B VIBRA/ECC DIFF EXPANSION RECORDER 2C85 汽機監視儀器垂直直盤(TURBO-GRAF M300)及振動指示錶 警報窗： 2C85B-#10 窗「DIFF EXP ECC RP SUPERVISORY ALARM」警報						
異常警報及狀況因應措施	依程序書 510/574.2 執行汽機異常之因應措施： 當“轉子高偏心”警報時，或偏心指示高到 0.008 cm (3.15 mils) 時。 1. 停止汽機加速直到偏心記錄器指示穩定且小於 0.008 cm (3.15 mils) 為止。 2. 記錄偏心值及其相角 3. 若偏心一直增加到大於 0.008 cm (3.15 mils)，並呈現一不平衡轉子型式，則立即手動跳脫汽機，並置於慢車迴轉直到轉子變直。 註：汽機轉速小於 3 轉時將無得到正確的讀值。						
可能風險：	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="422 1827 558 1870">操作注意事項</td><td data-bbox="558 1827 1332 1870">升速期間密切監視汽機止推軸承參數。</td></tr> </table>	操作注意事項	升速期間密切監視汽機止推軸承參數。				
操作注意事項	升速期間密切監視汽機止推軸承參數。						

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

	確認程序書 371.1、620.1、620.2 測試已完成。 3. ☐ 符合 查看 2C85 盤 2AB-TR-405 MAIN T'B BEARING METAL RECORDER 內汽機各項參數正常。 4. ☐ 符合 查看 2C85 盤 2AB-TR-440 MAIN STEAM&METAL REMPT RECORDER 內汽機各項參數正常。 5. ☐ 符合 查看 2C85 盤 2AB-TR-470 MAIN T'B VIBRA/ECC DIFF EXPANSION RECORDER 內汽機各項參數正常。 6. ☐ 符合 查看 2C85 盤汽機監視儀器垂直盤(TURBO-GRAF300)汽機振動指正常。 7. ☐ 符合 確認下列參數皆正常 潤滑油壓：0.98-1.27 kg/cm²(2CB-PI-134) 8. ☐ 符合 確認下列參數皆正常 潤滑油溫：32℃～54.5℃(潤滑油冷卻器出口溫度 2AB-TR-405 第 21 點) 9. ☐ 符合 確認下列參數皆正常 EHC 高壓油壓：119～147 kg/cm²(2AB-PI-190) 10. ☐ 符合 確認下列參數皆正常 EHC 高壓油溫：43.3～54.5℃(2T05 盤 EB-TIC-210 或 EB-TIC-213) 11. ☐ 符合 確認確認發電機氬氣、勵磁機及分相式匯流冷卻器已使用。 12. ☐ 符合 氬氣純度大於 95%(註：待主發電機通風測試完成後，才灌充氬氣) 13. ☒ 符合 確認 SB&PR 控制穩定 記錄反應爐壓的穩定波動幅度 = _____ psi(< 1 psi)
--	--

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

	反應爐壓波動週期時間 = _____ 秒(≥ 4 秒) APRM 穩定週期(秒) = _____ 秒(≥ 4 秒) 查證者簽名：_____ 品質查證員簽名：_____
--	--

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

項次標題 13：GEN ON LINE(第二次併聯)(正式併聯至 Pressure Control on GV)		
關鍵步驟 01：發電機併聯		
執行前檢查	1. 確認#2 機 DS 開關 3671/3672/3681/3682)已投入及 GCB3670/GCB3680)之[允許開關]在「ON」位置。 2. 確認勵磁機空間加熱器(SPACE HEATER) 1/2C2A13 斷路器在 OFF 位置。 3. 通知並確認電氣組人員將部分放電(P.D)監測儀置於“ON”位置。 4. 執行 GEN ON LINE(第二次併聯)， 充份討論監視項目與注意事項後，再開始執行，請電氣組、電算組人協助處理。 5. 發電機併聯後至 Pressure Control on GV 時，將有 SB&PR 及汽機控制權切換，SB&PR 測試小組已待命監控參數。 記錄反應爐爐壓的穩定波動幅度 = _____ psi(< 1 psi) 反應爐爐壓波動週期時間 = _____ 秒(≥ 4 秒) APRM 穩定週期(秒) = _____ 秒(≥ 4 秒) 查證者簽名：_____ 品質查證員簽名：_____	
可能風險： 1. 發電機無法併聯	操作注意事項	1. 電機同步開關置於 ON 位置之前，須先確定該機組 BOP 盤面所有同步開關均已置於 OFF 位置，否則將引起 INCOMING 電壓表指示不穩及/或比壓器熔絲熔斷。 2. 若飼水流量無法達到 8% (OLTP)之額定流量，依核技組指示抽棒提升功率。(核技配合執行) 3. 若發電機 AC INCOMING 電壓不等於系統 AC RUNNING 之電壓，請調整電壓調整器使其相等。
	參數/警報/設備監控	1. 查看 2C03/DCS 飼水流量需大於 8% (OLTP)之額定流量 2. 檢視發電機 AC INCOMING 電壓等於系統 AC RUNNING 之電壓。 3. 併聯條件：電壓、頻率、相角需一致，且同步儀(順時針方向)旋轉。
	異常警報及狀況因應措施	依程序書 243 執行： 1. 查看 2C03/DCS 飼水流量需大於 8% (OLTP)之額定流量，否則 GCB3670 及 GCB3680 將無法關閉。 2. 若飼水流量無法達到 8% (OLTP)之額定流量，依核技組指示抽棒提升功率。(核技配合執行) 3. 若發電機 AC INCOMING 電壓不等於系統 AC RUNNING 之電壓，請調整電壓調整器使其相等。
可能風險：	操作注意事項	1. 反應爐爐壓的穩定波動幅度 (< 1 psi)

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

2.SB&PR 控制參數引發功率或設備動作波動		2. 反應爐爐壓波動週期時間 (≥ 4 秒) 3. APRM 功率讀值規律性波動週期大於 4 秒，無發散現象。
	參數/警報/設備監控	1. 2C03 APRM 紀錄器之 APRM 功率振幅 2. ERF 之反應爐壓力(Dome Pressure)、APRM 功率讀值、發電量及 GV 開度
	異常警報及狀況因應措施	1. Pressure Control on GV 時，若有爐壓或 APRM 功率波動情形，暫停升載或操作。 2. 若反應爐爐壓的穩定波動幅度(>1 psi)或反應爐爐壓波動週期時間 (< 4 秒)或 APRM 穩定週期 (< 4 秒)，則手動發電機解聯。 3. 通知 SB&PR 測試小組評估參數設定。
升載前檢查	GEN ON LINE (第二次併聯)後，下列步驟需完成，陳報許可後，才可以繼續升載： 1. ☐ 符合 各項設備已確定正常可用(APRM、水位、飼水流量指示、蒸汽流量指示等)，如有不可用要立即停止反應度改變。要確實完成檢修後再執行其他工作。 2. ☐ 符合 1. 請於 2C85 盤核對各儀錶指示正常。 (1)GEN MEGAWATT HOUR (2)GEN MEGAWATT (3)GEN MEGAVAR (4)GEN A/B/C CURRENT (5)GEM VOLTAGE (A/B/C 相) 3. ☐ 符合 查看 2C84 盤 2AB-TR-501A WDG & GAS TEMPT RECORDER 內發電機各項參數正常。 4. ☐ 符合 查看 2C84 盤 2AB-TR-501B GEN WDG & GAS TEMPT RECORDER 內發電機各項參數正常。 5. ☐ 符合 確認發電機定子繞組溫度低於 110℃。(ERF MAA56-67) 6. ☐ 符合	

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

	確認發電機氫氣壓力介於 4.92~5.62 kg/cm²之間 7. ☐ 符合 確認發電機氫氣純度>95% 8. ☐ 符合 確認主變壓器高/低繞組溫度低於 110℃ 9. ☒ 符合 確認 PRESSURE CONTROL ON GV 時順利切換，無反饋控制權轉移。 記錄反應爐爐壓的穩定波動幅度 = _____ psi (< 1 psi) 反應爐爐壓波動週期時間 = _____ 秒 (≥ 4 秒) APRM 穩定週期(秒) = _____ 秒 (≥ 4 秒) 查證者簽名：_____ 品質查證員簽名：_____
--	---

項次標題 15：20~25% 負載餵水控制一元改三元控制		
關鍵步驟 01：餵水控制由一元改至三元控制		
執行前檢查	1. 餵水控制由一元改至三元控制前，確定 2AE-LV-241/RFPT M/A/RFPTMINI FLOW 控制站正常可用。 2. 餵水控制由一元改至三元控制前需驗證 Master 控制站或 BACKUP 控制站的可用。 3. 確認 2C03 水位/蒸汽流量/餵水流量等儀器正常。 4. 確認已依程序書 244 於約 25%熱功率時運用 ERF 觀察及記錄 APRM 之功率讀值不可有明顯短週期性變化(週期小於 4 秒)，若有不符情形，暫停升載。 5. 確認已依程序書 244 於約 25%熱功率時手動將 APRM 顯示螢幕面切換至 OPRM 監看畫面，提前監控 OPRM 偵測參數(振幅、振幅增長率及週期計次)變化情形。 6. 確認 記錄反應爐爐壓的穩定波動幅度 = _____ psi (< 1 psi) 反應爐爐壓波動週期時間 = _____ 秒 (≥ 4 秒) APRM 穩定週期(秒) = _____ 秒 (≥ 4 秒) 查證者簽名：_____ 品質查證員簽名：_____	
可能風險： 1.2AE-LV-241 控制站故障。	操作注意事項	1. 負載約 20~25%，參考餵水流量約 1400~1450 T/Hr。 2. 開啟 2AE-HV-240 時需注意反應爐水位變化，及主控站維持至少 10%輸出切換前依程序書 332 確認 MASTER/BACKUP 功能正常。 3. 切換前確認蒸汽流量與餵水流量之差值不宜過大。 4. 隨時注意反應爐水位變化及餵水泵之最小流量閥狀況變化。 5. 當切換至三元控制控制後，且 RFPT 在單台使用時，建議其 M/A Station Bias 請置於-5%，及注意餵水 Master 控制站或 BACKUP 控制站(若在控制中)輸出最少要大於 10%之上，以避免水位暫態需急降水位時，RFPT 轉速可能受限於其輸入/輸出特性曲線而無法繼續下降，導致暫態水位無法有效降低。

流量儀器故障		確認 MASTER / BACKUP 功能正常。 3. 切換前確認蒸汽流量與飼水流量之差值不宜過大。 4. 隨時注意反應爐水位變化及飼水泵之最小流量閥狀況變化。 5. 當切換至三元控制控制後，且 RFPT 在單台使用時，建議其 M/A Station Bias 請置於-5%，及注意飼水 Master 控制站或 BACKUP 控制站(若在控制中)輸出最少要大於 10%之上，以避免水位暫態需急降水位時，RFPT 轉速可能受限於其輸入/輸出特性曲線而無法繼續下降，導致暫態水位無法有效降
參數/警報/設備監控		1. 2CO3 盤 C34-R606A、B、C 窄範圍水位儀器 2. 2CO3 盤 C34-R603A、B、C、D 蒸汽流量儀器 3. 2CO3 盤 C34 R604A、B 飼水流量儀器 警報窗： 2CO3 盤 H13A-A10-#5， "Feedwater Control System Trouble 警報"。
異常警報及狀況因應措施		依程序書 525 執行因應措施： 2C34-R604A、B 飼水流量儀器故障 1. 每 LOOP FLOW 兩只流量傳送器，正常時每 LOOP FLOW 選二者平均值 2. 任一傳送器故障時由正常控道之值取代同 LOOP 3. 二只傳送器皆故障時:將自動切換到一元水位控制
可能風險: 10.SB&PR 控制參數引發功率或設備動作波動	操作注意事項	1. OPRM 振幅、振幅增長率及週期計次未經常性接近警報值，未觸及警報。 2. 反應爐爐壓的穩定波動幅度 ($< 1 \text{ psi}$) 3. 反應爐爐壓波動週期時間 ($\geq 4 \text{ 秒}$) 4. APRM 功率讀值規律性波動週期大於 4 秒，無發散現象。
	參數/警報/設備監控	1. 2CO3 OPRM 之 ODA 畫面振幅、振幅增長率及週期計次 2. 2CO3 警報窗「OPRM ENABLE」、「OPRM ALARM」、「OPRM TRIP」 3. 2CO3 APRM 紀錄器之 APRM 功率波動幅度 4. ERF 之反應爐爐壓(Dome Pressure)、APRM 功率讀值、發電量及 GV 開度
	異常警報及	1. 發生不符操作注意事項之情形，暫停升載或操作。

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

	狀況因應措施	2. 「OPRM ALARM」警報出現，依緊急降載策略降載至警報消失。 3. 若 OPRM TRIP 動作，執行急停復原。 4. 通知 SB&PR 測試小組評估參數設定。
升載前檢查	飼水控制由一元改至三元控制後，下列步驟需完成，陳報許可後，才可以繼續升載： 1. ☐ 符合 各項設備已確定正常可用(APRM、水位、飼水流量指示、蒸汽流量指示等)，如有不可用要立即停止反應度改變。要確實完成檢修後再執行其他工作。 2. ☐ 符合 確認 Master 控制站或 BACKUP 控制站可用。 3. ☐ 符合 確認 2AE-LV-241 控制站可用。 4. ☐ 符合 確認 RFPT M/A 控制站可用。 5. ☐ 符合 確認 RFPT Mini FLOW 控制站可用。 6. ☐ 符合 確認 RFPT A/B/C 皆可用。 7. ☐ 符合 確認 2C88 盤 2AE-TJR-250 RFP BRG TEMP RECORDER，查看 RFP A/B/C 軸承溫度正常。 8. ☐ 符合 確認 2C87 垂直盤 RM3500 螢幕，查看 RFP 及 RFPT A/B/C 振動值正常。 10. ☐ 符合 記錄反應爐爐壓的穩定波動幅度 = _____ psi ($< 1 \text{ psi}$) 反應爐爐壓波動週期時間 = _____ 秒 ($\geq 4 \text{ 秒}$) APRM 穩定週期(秒) = _____ 秒 ($\geq 4 \text{ 秒}$) 查證者簽名：_____ 品質查證員簽名：_____	

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

項次標題 16：RECIRC PUMP LOW TO HIGH		
關鍵步驟 01：RECIRC Pump A / B LOW TO HIGH		
執行前檢查	1. 操作前確定組員已充份瞭解操作步驟。 2. 確定組員已瞭解發生不正常時所依循之緊急程序書 528 執行內容。 3. 確認 DEH INSERT PANEL 上 RUN-UP/LOAD RATE 選擇"MAN",且 LOAD RATE 顯示最大值 100 MW/min。 4. 確認爐心熱功率小於 36%及所有可用之飼水加熱器皆已使用中。 5. 確認爐心平均沸騰邊界必須 ≥ 4 呎。 6. 確認 記錄反應爐爐壓的穩定波動幅度 = _____ psi(< 1 psi) 反應爐爐壓波動週期時間 = _____ 秒(≥ 4 秒) APRM 穩定週期(秒) = _____ 秒(≥ 4 秒) 查證者簽名：_____ 品質查證員簽名：_____	
可能風險： 1. 切換過程造成一台 RECIRC IDLE	操作注意事項	1. 操作時機：飼水流量 1300 T/h~1700 T/h 且熱功率小於 36%CTP，確認所有可用之飼水加熱器皆已使用中，並計算爐心功率分佈避免底部尖峰，記錄爐心平均沸騰邊界必須 ≥ 4 呎。 2. 當功率階超過低功率階設定點(額定飼水流量的 22.5%(OLTP))，於 2CO2 盤上確認再循環 A 及 B "Feedwater Flow Interlock"、"Main Steam Line Pump Suction Low Delta T Interlock"及 "Reactor Vessel Low Level Interlock"三個台燈均熄滅，否則按下其 Reset 按鈕，將其復歸。 3. 手動操作再循環流量控制閥，將 2B33-F060A 關至最小開度位置，FCV A & B CONTROL MODE 選擇開關在"NORMAL"位置。 4. 將控制開關 S101A(CB-5A)由 "自動"轉至"起動"位置，查看(CB-1A)及(CB-2A)跳脫，(CB-5A)斷路器關閉，泵將加速到 100%轉速，並保持全速運轉，監視泵轉速指示是否正常。 5. 一台切換至高速後才執行第二台之低速切換至高速操作。
	參數/警報/設備監控	RECIRC A (B) LO TO HIGH 後： 1. 在 H13-P602 盤觀察噴射泵 A(B)迴路流量指示 B33-R612A(B33-R12B)及 C51-R614 PT1(PT2)流量增加。

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

可能風險： 3.SB&PR 控制參數引發功率或設備動作波動	操作注意事項	1. OPRM 振幅、振幅增長率及週期計次未經常性接近警報值，未觸及警報。 2. 反應爐爐壓的穩定波動幅度 (< 1 psi) 3. 反應爐爐壓波動週期時間 (≥ 4 秒) 4. APRM 功率讀值規律性波動週期大於 4 秒，無發散現象。
	參數/警報/設備監控	1. 2CO3 OPRM 之 ODA 畫面振幅、振幅增長率及週期計次 2. 2CO3 警報窗「OPRM ENABLE」、「OPRM ALARM」、「OPRM TRIP」 3. 2CO3 APRM 紀錄器之 APRM 功率波動幅度 4. ERF 之反應爐爐壓(Dome Pressure)、APRM 功率讀值、發電量及 GV 開度
	異常警報及狀況因應措施	1. 發生不符操作注意事項之情形，暫停升載或操作。 2. 「OPRM ALARM」警報出現，依緊急降載策略降載至警報消失。 3. 若 OPRM TRIP 動作，執行急停復原。 4. 通知 SB&PR 測試小組評估參數設定。
升載前檢查	RECIRC PP LOW TO HIGH 後，下列步驟需完成，陳報許可後，才可以繼續升載： 1. ☐ 符合 各項設備已確定正常可用(APRM、水位、飼水流量指示、蒸汽流量指示等)，如有不可用要立即停止反應度改變。要確實完成檢修後再執行其他工作。 2. ☐ 符合 確認 RECIRC A/B #1 封水壓力(B33-603A) 約 70 kg/cm ² 。 3. ☐ 符合 確認 RECIRC A/B #2 封水壓力(B33-603A) 約 35 kg/cm ² 。 4. ☐ 符合 確認 RECIRC A/B 泵馬達電流<240A。 5. ☐ 符合 確認 RECIRC A/B 泵轉速約 1780 rpm。 6. ☐ 符合	

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

	確認 2C14 盤 2BB-TRSH-172RECORDER，查看 RECIRC A/B 馬達線圈溫度正常。 7. ☐ 符合 確認 2C14 盤 2BB-TRSH-171RECIRC A/B PUMP/MOTORTEMP RECORDER，查看各點溫度正常。 8. ☐ 符合 確認 2C87 垂直盤 RM3500 螢幕，查看 RECIRC A/B 振動值正常。 9. ☒ 符合 記錄反應爐爐壓的穩定波動幅度 = _____ psi(< 1 psi) 反應爐爐壓波動週期時間 = _____ 秒(≥ 4 秒) APRM 穩定週期(秒) = _____ 秒(≥ 4 秒) 查證者簽名：_____ 品質查證員簽名：_____
--	--

項次標題 18：45% CTP 使用第二台飼水泵(飼水流量約 2300 T/Hr)		
關鍵步驟 01：使用第二台飼水泵		
執行前檢查	1. 主控制站維持至少 10% 2. 確定 2AE-LV-241/RFP M/A/RFP MINI FLOW 控制站正常可用。 3. 確認 Master 控制站或 BACKUP 控制站的可用。 4. 確認 2C03 水位/蒸汽流量/飼水流量等儀器正常。 5. 確認 記錄反應爐爐壓的穩定波動幅度 = _____ psi(< 1 psi) 反應爐爐壓波動週期時間 = _____ 秒(≥ 4 秒) APRM 穩定週期(秒) = _____ 秒(≥ 4 秒) 查證者簽名：_____ 品質查證員簽名：_____	
可能風險： 1. AE-LV-241 控制站故障。	操作注意事項	1. 負載約 40%，參考飼水流量約 2300 T/Hr。 2. 開啟 2AE-HV-240 時需注意反應爐水位變化，及主控制站維持至少 10%輸出切換前依程序書 332 確認 MASTER / BACKUP 功能正常。 3. 切換前確認蒸汽流量與飼水流量之差值不宜過大。 4. 隨時注意反應爐水位變化及飼水泵之最小流量閥狀況變化。 5. 當切換至三元控制控制後，且 RFP 在單台使用時，建議其 M/A Station Bias 請置於-5%，及注意飼水 Master 控制站或 BACKUP 控制站(若在控制中)輸出最少要大於 10%之上，以避免水位暫態需急降水位時，RFP 轉速可能受限於其輸入/輸出特性曲線而無法繼續下降，導致暫態水位無法有效降低。
	參數/警報/設備監控	1. 2C03 盤 C34-R606A、B、C 窄範圍水位儀器 2. 2C03 盤 C34-R603A、B、C、D 蒸汽流量儀器 3. 2C03 盤 C34 R604A、B 飼水流量儀器 4. 2C87 盤 Mini Flow VLV 燈號及流量控制器

		降水位時，RFPT 轉速可能受限於其輸入/輸出特性曲線而無法繼續下降，導致暫態水位無法有效降低。
	參數/警報/ 設備監控	1. 2CO3 盤 C34-R606A、B、C 窄範圍水位儀器 2. 2CO3 盤 C34-R603A、B、C、D 蒸汽流量儀器 3. 2CO3 盤 C34 R604A、B 飼水流量儀器 警報窗： 2CO3 盤 H13A-A10-#5， "Feedwater Control System Trouble 警報"。
	異常警報及 狀況因應措施	依程序書 525 執行因應措施： 2C34-R604A、B 飼水流量儀器故障 1. 每 LOOP FLOW 兩只流量傳送器，正常時每 LOOP FLOW 選二者平均值 2. 任一傳送器故障時由正常控道之值取代同 LOOP 3. 二只傳送器皆故障時將自動切換到一元水位控制
可能風險： 10.SB&PR 控制參數引 發功率或設備動作波 動	操作注意事項	1. OPRM 振幅、振幅增長率及週期計次未經常性接近警報值，未觸及警報。 2. 反應爐爐壓的穩定波動幅度 ($< 1 \text{ psi}$) 3. 反應爐爐壓波動週期時間 ($\geq 4 \text{ 秒}$) 4. APRM 功率讀值規律性波動週期大於 4 秒，無發散現象。
	參數/警報/ 設備監控	1. 2CO3 OPRM 之 ODA 畫面振幅、振幅增長率及週期計次 2. 2CO3 警報窗「OPRM ENABLE」、「OPRM ALARM」、「OPRM TRIP」 3. 2CO3 APRM 紀錄器之 APRM 功率波動幅度 4. ERF 之反應爐爐壓(Dome Pressure)、APRM 功率讀值、發電量及 GV 開度
	異常警報及 狀況因應措施	1. 發生不符操作注意事項之情形，暫停升載或操作。 2. 「OPRM ALARM」警報出現，依緊急降載策略降載至警報消失。 3. 若 OPRM TRIP 動作，執行急停復原。 4. 通知 SB&PR 測試小組評估參數設定。
升載前檢查	第二台飼水泵置入後，下列步驟需完成，陳報許可後，才可以繼續升載：	

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

	1. ☐ 符合 各項設備已確定正常可用(APRM、水位、飼水流量指示、蒸汽流量指示等)，如有不可用要立即停止反應度改變。要確實完成檢修後再執行其他工作。 2. ☐ 符合 確認 Master 控制站或 BACKUP 控制站可用。 3. ☐ 符合 確認 2AE-LV-241 控制站可用。 4. ☐ 符合 確認 RFPT M/A 控制站可用。 5. ☐ 符合 確認 RFPT Mini FLOW 控制站可用。 6. ☐ 符合 確認 RFPT A/B/C 皆可用。 7. ☐ 符合 確認 2C88 盤 2AE-TJR-250 RFP BRG TEMP RECORDER，查看 RFP A/B/C 軸承溫度正常。 8. ☐ 符合 確認 2C87 垂直盤 RM3500 螢幕，查看 RFP 及 RFPT A/B/C 振動值正常。 9. ☒ 符合 記錄反應爐爐壓的穩定波動幅度 = _____ $\text{psi} (< 1 \text{ psi})$ 反應爐爐壓波動週期時間 = _____ $\text{秒} (\geq 4 \text{ 秒})$ APRM 穩定週期(秒) = _____ $\text{秒} (\geq 4 \text{ 秒})$ 查證者簽名：_____ 品質查證員簽名：_____
--	--

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

項次標題 19：75% CTP 使用第三台飼水泵(飼水流量約 4300 T/Hr)		
關鍵步驟 01：使用第三台飼水泵		
執行前檢查	1. 主控制站維持至少 10% 2. 確定 2AE-LV-241/RFPT M/A/RFPT MINI FLOW 控制站正常可用。 3. 確認 Master 控制站或 BACKUP 控制站的可用。 4. 確認 2C03 水位/蒸汽流量/飼水流量等儀器正常。 5. 確認 記錄反應爐爐壓的穩定波動幅度 = _____ psi(< 1 psi) 反應爐爐壓波動週期時間 = _____ 秒(≥ 4 秒) APRM 穩定週期(秒) = _____ 秒(≥ 4 秒) 查證者簽名：_____ 品質查證員簽名：_____	
可能風險： 1.2AE-LV-241 控制站故障。	操作注意事項	1. 負載約 70%，參考飼水流量約 4300 T/Hr。 2. 開啟 2AE-HV-240 時需注意反應爐水位變化，及主控制站維持至少 10%輸出切換前依程序書 332 確認 MASTER / BACKUP 功能正常。 3. 切換前確認蒸汽流量與飼水流量之差異不宜過大。 4. 隨時注意反應爐水位變化及飼水泵之最小流量閥狀況變化。 5. 當切換至三元控制控制後，且 RFPT 在單台使用時，建議其 M/A Station Bias 請置於-5%，及注意飼水 Master 控制站或 BACKUP 控制站(若在控制中)輸出最少要大於 10%之上，以避免水位暫態需急降水位時，RFPT 轉速可能受限於其輸入/輸出特性曲線而無法繼續下降，導致暫態水位無法有效降低。
	參數/警報/設備監控	1. 2C03 盤 C34-R606A、B、C 窄範圍水位儀器 2. 2C03 盤 C34-R603A、B、C、D 蒸汽流量儀器 3. 2C03 盤 C34 R604A、B 飼水流量儀器 4. 2C87 盤 Mini Flow VLV 燈號及流量控制器

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

		降水位時，RFPT 轉速可能受限於其輸入/輸出特性曲線而無法繼續下降，導致暫態水位無法有效降低。
	參數/警報/設備監控	1. 2C03 盤 C34-R606A、B、C 窄範圍水位儀器 2. 2C03 盤 C34-R603A、B、C、D 蒸汽流量儀器 3. 2C03 盤 C34 R604A、B 飼水流量儀器 警報窗： 2C03 盤 H13A-A10-#5， "Feedwater Control System Trouble 警報"。
	異常警報及狀況因應措施	依程序書 525 執行因應措施： 2C34-R604A、B 飼水流量儀器故障 1. 每 LOOP FLOW 兩只流量傳送器，正常時每 LOOP FLOW 選二者平均值 2. 任一傳送器故障時由正常控道之值取代同 LOOP 3. 二只傳送器皆故障時:將自動切換到一元水位控制
可能風險: 10.SB&PR 控制參數引發功率或設備動作波動	操作注意事項	1. OPRM 振幅、振幅增長率及週期計次未經常性接近警報值，未觸及警報。 2. 反應爐爐壓的穩定波動幅度 (< 1 psi) 3. 反應爐爐壓波動週期時間 (≥ 4 秒) 4. APRM 功率讀值規律性波動週期大於 4 秒，無發散現象。
	參數/警報/設備監控	1. 2C03 OPRM 之 ODA 畫面振幅、振幅增長率及週期計次 2. 2C03 警報窗「OPRM ENABLE」、「OPRM ALARM」、「OPRM TRIP」 3. 2C03 APRM 紀錄器之 APRM 功率波動幅度 4. ERF 之反應爐爐壓(Dome Pressure)、APRM 功率讀值、發電量及 GV 開度
	異常警報及狀況因應措施	1. 發生不符操作注意事項之情形，暫停升載或操作。 2. 「OPRM ALARM」警報出現，依緊急降載策略降載至警報消失。 3. 若 OPRM TRIP 動作，執行急停復原。 4. 通知 SB&PR 測試小組評估參數設定。
升載前檢查	下列步驟需完成，陳報許可後，才可以繼續升載：	

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

	1. ☐ 符合 各項設備已確定正常可用(APRM、水位、飼水流量指示、蒸汽流量指示等)，如有不可用要立即停止反應度改變。要確實完成檢修後再執行其他工作。 2. ☐ 符合 確認 Master 控制站或 BACKUP 控制站可用。 3. ☐ 符合 確認 2AE-LV-241 控制站可用。 4. ☐ 符合 確認 RFPT M/A 控制站可用。 5. ☐ 符合 確認 RFPT Mini FLOW 控制站可用。 6. ☐ 符合 確認 RFPT A/B/C 皆可用。 7. ☐ 符合 確認 2C88 盤 2AE-TJR-250 RFP BRG TEMP RECORDER，查看 RFP A/B/C 軸承溫度正常。 8. ☐ 符合 確認 2C87 垂直盤 RM3500 螢幕，查看 RFP 及 RFPT A/B/C 振動值正常。 9. ☐ 符合 記錄反應爐爐壓的穩定波動幅度 = _____ psi(< 1 psi) 反應爐爐壓波動週期時間 = _____ 秒(≥ 4 秒) APRM 穩定週期(秒) = _____ 秒(≥ 4 秒) 查證者簽名：_____ 品質查證員簽名：_____
--	---

項次標題 02：蒸汽旁通與壓力調整器(SB&PR)數位化更新案		
關鍵步驟 01：反應爐壓力 800 ~ 850 psig		
可能風險： 蒸汽旁通與壓力調整器(SB&PR)不正常，無法提供正確功能	操作注意事項	1. SETPOINT 調低時，預期 BPV 開度增加，Rx 壓力下降，APRM 讀數下降。 2. SETPOINT 調高時，預期 BPV 開度減少，Rx 壓力上升，APRM 讀數上升。 3. (S/U MODE 急停設定：WRNM PERIOD HI-HI 15SEC / APRM 15%) 4. 測試時須觀察 APRM 週期與振幅變化，以因應後續各階段 SB&PR 測試與調校，避免因 SB&PR 控制 GV/BPV 開度所造成之爐壓及中子通量變動，導致後續升載時 APRM 之 OPRM 引動而造成 Rx SCRAM。
	參數/警報/設備監控	2C03 盤或 ERF： 1. 反應爐水位指示 2. 反應爐功率指示 3. 中子讀數 4. 反應爐週期(Period) 2C87 盤或 ERF SB&PR 運轉員操作盤 BPV1~6 指示 警報窗： H13A-A10-27 「MAIN STEAM BYPASS VAVLE OPEN」
	異常警報及狀況因應措施	1. 若產生不當壓力 振盪 波動現象，以插控制棒方式因應。 2. 危險因子：BPV 回關時，爐壓上升造成水位下降，及導致 APRM 15%及 WRNM Period Hi-Hi 15 秒等反應。因應措施如下：可於壓力設定值改變前，先作水位預調節 3~5 公分，以及準備依插棒序列插棒抑制功率及週期。 3. 若反應爐急停，則依程序書 248 執行。
關鍵步驟 02：反應爐壓力 900 psig SRV TEST		
可能風險： 蒸汽旁通與壓力調整器(SB&PR)不正常，無	操作注意事項	1. SRV 開啟時，預期 Rx 壓力下降，BPV 開度減少，APRM 讀數下降。 2. SRV 回關時，預期 Rx 壓力上升，BPV 開度增加，APRM 讀數上升。 3. (S/U MODE 急停設定：WRNM PERIOD HI-HI 15SEC / APRM 15%)

編號： SP-2018-01

版次： 12

法提供正確功能	參數/警報/ 設備監控	2C03 盤或 ERF： 1. 反應爐水位指示 2. 反應爐功率指示 3. 中子讀數 4. 反應爐週期(Period) 2C87 盤或 ERF SB&PR 運轉員操作盤 BPV1~6 指示 警報窗： H13A-A3-35 「SRV OPEN」
	異常警報及 狀況因應措施	若產生不當壓力振盪現象，以插控制棒方式因應。
關鍵步驟 03：Before TURBINE LATCH / Generator placed online & Channel Disable test		
可能風險： 蒸汽旁通與壓力調整 器(SB&PR)不正常，無 法提供正確功能	操作注意事項	1. 發電機併聯前 BPV 約開 2~2.5 只 2. 此階段 step change 測試方式變更為『先調高而後調低』，以避免造成 MSL 低壓力(<60.24 kg/cm ²)。 3. 進行 Channel Disable 測試，測試前先確認 2C87 盤 SB&PR 操作盤 A/B/C PRESS DEVIATION 燈號熄、 三個壓力源誤差在 3 psi(3%)以內，及設備在正常狀態。 4. 在 2C37 盤 work station 進行操作測試，將 Rx Dome Pr.A(B/C)信號 Disable，確認 2C87 盤 SB&PR 操 作盤的 A(B/C) Bad/Bypass 燈號亮，及其選擇邏輯正確後 5. 測試時須觀察 APRM 週期與振幅變化，以因應後續各階段 SB&PR 測試與調校，避免因 SB&PR 控制 GV/BPV 開度所造成之爐壓及中子通量變動，導致後續升載時 APRM 之 OPRM 引動而造成 Rx SCRAM。
	參數/警報/ 設備監控	2C03 盤或 ERF： 1. 反應爐水位指示 2. 反應爐功率指示 3. 中子讀數 4. 反應爐週期(Period) 2C87 盤或 ERF

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

編號： SP-2018-01

版次： 12

		SB&PR 運轉員操作盤 BPV1~6 指示 警報窗： 1. H13A-A3-17 「NSSSS LOGIC A MAIN STEAM LINE PRESSURE LOW」 2. H13A-A11-22 「NSSSS LOGIC B MAIN STEAM LINE PRESSURE LOW」
	異常警報及 狀況因應措施	1. 危險因子：若 BPV 控制不穩造成爐壓晃動，造成 MSL 低壓力(<60.24 kg/cm ²)，將造成 MSIV 關閉， 反應爐 SCRAM，則依程序書 248 執行。 2. 當測試過程中邏輯發生異常時，立刻將 Rx Dome Pr.A(B/C)信號 Enable，待故障排除後始得繼續測 試。
關鍵步驟 04：TURBIN LATCH & GENERATOR PLACED ON LINE AT INITIAL LOAD		
可能風險： 蒸汽旁通與壓力調整 器(SB&PR)不正常，無 法提供正確功能	操作注意事項	1. 隨時監視主汽機 TV/GV 是否隨著 BPV 開關。 2. 測試時須觀察 APRM 週期與振幅變化，以因應後續各階段 SB&PR 測試與調校，避免因 SB&PR 控 制 GV/BPV 開度所造成之爐壓及中子通量變動，導致後續升載時 APRM 之 OPRM 引動而造成 Rx SCRAM。
	參數/警報/ 設備監控	2C03 盤或 ERF： 1. 反應爐水位指示 2. 反應爐功率指示 3. 中子讀數 4. 反應爐週期(Period) 5. 反應爐壓力 6. GV 開度 2C87 盤或 ERF SB&PR 運轉員操作盤 BPV1~6 指示 警報窗： 1. H13A-A3-17 「NSSSS LOGIC A MAIN STEAM LINE PRESSURE LOW」 2. H13A-A11-22 「NSSSS LOGIC B MAIN STEAM LINE PRESSURE LOW」
	異常警報及 狀況因應措施	1. TURBINE LATCH & 發電機併聯瞬間，若 TV/GV 開啟而 BPV 未跟隨關閉，可手動 TRIP TURBINE； 若反應不及造成 MSL 低壓力(<60.24 kg/cm ²)，當反應爐模式開關在 "RUN" 位置時 MSIV 將關

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

編號： SP-2018-01

版次： 12

		閉，反應爐將 SCRAM，則依程序書 248 執行。 2. Pressure Control on GV 時，若有爐壓或 APRM 功率波動情形，暫停升載或操作。 3. 若反應爐爐壓的穩定波動幅度(>1 psi)或反應爐爐壓波動週期時間(<4 秒)或 APRM 穩定週期(<4 秒)，則手動發電機解聯。
關鍵步驟 05：TURBINE OVERSPEED TEST		
可能風險： 蒸汽旁通與壓力調整器(SB&PR)不正常，無法提供正確功能	操作注意事項	隨時監視主汽機 TV/GV 是否隨著 BPV 開關。
	參數/警報/設備監控	2C03 盤或 ERF： 1. 反應爐水位指示 2. 反應爐功率指示 3. 中子讀數 4. 反應爐週期(Period) 2C87 盤或 ERF SB&PR 運轉員操作盤 BPV1~6 指示 警報窗： 1. H13A-A3-17「NSSSS LOGIC A MAIN STEAM LINE PRESSURE LOW」 2. H13A-A11-22「NSSSS LOGIC B MAIN STEAM LINE PRESSURE LOW」
	異常警報及狀況因應措施	汽機超速跳脫瞬間，若 TV/GV 關閉而 BPV 未跟隨開啟，將造成反應爐高壓力(>1063 psig (74.76 kg/cm ²))，反應爐將 SCRAM；反之，若 BPV 開度過大，將使反應爐壓力過低(<60.24 kg/cm ²)，造成 MSIV 隔離而 SCRAM，則依程序書 248 執行。
關鍵步驟 06：REACTOR POWER 25%~30%		
可能風險： 蒸汽旁通與壓力調整器(SB&PR)不正常，無法提供正確功能	操作注意事項	1. 調低壓力設定點瞬間，Pr. Reg.Demand 會增加，GEN 發電量短暫增加，穩定後反應爐隨壓力設定點調低而減少，GEN 發電量變化不大。調高壓力設定點，則反之。 2. 執行測試前，須確認所有飼水加熱器已置入使用。 3. 執行測試前，須待核技組完成 PPLX 第一張 P1 計算及 Run Tip。 4. 測試時須觀察 APRM 週期與振幅變化，以因應後續各階段 SB&PR 測試與調校，避免因 SB&PR 控制 GV/BPV 開度所造成之爐壓及中子通量變動，導致 APRM 之 OPRM 引動而造成 Rx SCRAM。
	異常警報及狀況因應措施	

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

編號： SP-2018-01

版次： 12

		5. RUN Mode 時，當再循環流量(驅動流量)<60% 且 APRM 模擬熱功率(APRM STP)≥29.5%，若此時發生爐心振盪並符合 OPRM 跳脫條件(週期、振幅、振幅增長率)，則 OPRM 會引動 RPS 跳脫。
可能風險： 蒸汽旁通與壓力調整器(SB&PR)不正常，無法提供正確功能	參數/警報/設備監控	2C03 盤或 ERF： 1. 反應爐水位指示 2. 反應爐功率指示 3. 中子讀數 4. 反應爐壓力 5. GV 開度 2C87 盤或 ERF SB&PR 運轉員操作盤 BPV1~6 指示 警報窗： 6. H13A-A3-17「NSSSS LOGIC A MAIN STEAM LINE PRESSURE LOW」 7. H13A-A11-22「NSSSS LOGIC B MAIN STEAM LINE PRESSURE LOW」
	異常警報及狀況因應措施	過程中若產生不當壓力振盪現象或因 SB&PR 反應太慢造成爐壓快速上升，則依「核」準備之插棒序列插棒抑制，若無效則手動急停。
關鍵步驟 07：RECIRC LO TO HI		
可能風險： 蒸汽旁通與壓力調整器(SB&PR)不正常，無法提供正確功能	操作注意事項	1. RECIRC LO TO HI，CTP 增加，反應爐壓力增加，Pr. Reg.Demand 增加，GEN 發電量增加。 2. 執行測試前，核技組需先調整沸騰邊界(BB 值) 至大於 4 呎以保持爐心穩定性。 3. 測試時須觀察 APRM 週期與振幅變化，以因應後續各階段 SB&PR 測試與調校，避免因 SB&PR 控制 GV/BPV 開度所造成之爐壓及中子通量變動，導致 APRM 之 OPRM 引動而造成 Rx SCRAM。 4. RUN Mode 時，當再循環流量(驅動流量)<60% 且 APRM 模擬熱功率(APRM STP)≥29.5%，若此時發生爐心振盪並符合 OPRM 跳脫條件(週期、振幅、振幅增長率)，則 OPRM 會引動 RPS 跳脫。
	參數/警報/設備監控	2C03 盤或 ERF： 1. 反應爐水位指示 2. 反應爐功率指示 3. 中子讀數
	異常警報及狀況因應措施	

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

編號： SP-2018-01

版次： 12

		4. 反應爐壓力 5. GV 開度 2C87 盤或 ERF SB&PR 運轉員操作盤 BPV1~6 指示 警報窗： 6. H13A-A3-17 「NSSSS LOGIC A MAIN STEAM LINE PRESSURE LOW」 7. H13A-A11-22 「NSSSS LOGIC B MAIN STEAM LINE PRESSURE LOW」
	異常警報及狀況因應措施	過程中若產生不當壓力振盪現象或因 SB&PR 反應太慢造成爐壓快速上升，則依「核」準備之插棒序列插棒抑制，或將 Recirc Hi to Low。
關鍵步驟 08：REACTOR POWER 60%~65%		
可能風險： 蒸汽旁通與壓力調整器(SB&PR)不正常，無法提供正確功能	操作注意事項	1. 調低壓力設定點瞬間，Pr.Reg.Demand 會增加，GEN 發電量短暫增加，穩定後反應爐隨壓力設定點調低而減少，GEN 發電量變化不大。調高壓力設定點，則反之。 2. 測試前值班人員配合核技組以調高爐心流量搭配插棒方式降低 Rod Line，使爐心運轉點離開 OPRM 監視區（CTP>30%、Core Flow<60%） 3. 此外執行測試前需由核技組確認封套是否尚有餘裕；如無餘裕可供測試時，可插淺棒及進行 Xe wait 程序因應，待封套有充足餘裕時，方可進行測試。 4. 測試時須觀察 APRM 週期與振幅變化，以因應後續各階段 SB&PR 測試與調校，避免因 SB&PR 控制 GV/BPV 開度所造成之爐壓及中子通量變動，導致 APRM 之 OPRM 引動而造成 Rx SCRAM。 5. RUN Mode 時，當再循環流量(驅動流量)<60% 且 APRM 模擬熱功率(APRM STP)≥29.5%，若此時發生爐心振盪並符合 OPRM 跳脫條件(週期、振幅、振幅增長率)，則 OPRM 會引動 RPS 跳脫。
	參數/警報/設備監控	2C03 盤或 ERF： 1. 反應爐水位指示 2. 反應爐功率指示 3. 中子讀數 4. 反應爐壓力 5. GV 開度

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18

編號： SP-2018-01

版次： 12

		2C87 盤或 ERF SB&PR 運轉員操作盤 BPV1~6 指示 警報窗： 6. H13A-A9-#11 「OPRM TRIP ENABLED」 7. H13A-A11-22 「NSSSS LOGIC B MAIN STEAM LINE PRESSURE LOW」 8. H13A-A11-22 「NSSSS LOGIC B MAIN STEAM LINE PRESSURE LOW」
	異常警報及狀況因應措施	若測試過程中產生不當壓力振盪現象，則依插棒序列插棒來因應；若欲以降 CORE FLOW 方式因應，需確認爐心流量仍大於 60%，以避免進入 OPRM 監視區。
關鍵步驟 09：REACTOR POWER 85%		
可能風險： 蒸汽旁通與壓力調整器(SB&PR)不正常，無法提供正確功能	操作注意事項	1. 調低壓力設定點瞬間，Pr.Reg.Demand 會增加，GEN 發電量短暫增加，穩定後反應爐隨壓力設定點調低而減少，GEN 發電量變化不大。調高壓力設定點，則反之。 2. 本階段僅測試 調低壓力設定點部份，恢復時緩慢調升壓力設定點至原設定。 3. 執行測試前，核技組應先確認爐心的燃料封套值是否有足夠餘裕(建議值為全爐心之 max(P-Pcs)<0.1)；封套若無足夠餘裕則進行 Xe Wait 程序，待有充足燃料封套餘裕後再執行測試，以確保爐心燃料完整性。 4. 測試時須觀察 APRM 週期與振幅變化，以因應後續各階段 SB&PR 測試與調校，避免因 SB&PR 控制 GV/BPV 開度所造成之爐壓及中子通量變動，導致 APRM 之 OPRM 引動而造成 Rx SCRAM。 5. RUN Mode 時，當再循環流量(驅動流量)<60% 且 APRM 模擬熱功率(APRM STP)≥29.5%，若此時發生爐心振盪並符合 OPRM 跳脫條件(週期、振幅、振幅增長率)，則 OPRM 會引動 RPS 跳脫。
	參數/警報/設備監控	2C03 盤或 ERF： 1. 反應爐水位指示 2. 反應爐功率指示 3. 中子讀數 4. 反應爐壓力 5. GV 開度 2C87 盤或 ERF SB&PR 運轉員操作盤 BPV1~6 指示

程序書名稱：2 號機再轉起動期間運轉及異常應變方案

列印日期：04/08/18