



台灣電力公司

核二廠2號機107年03月28日 自動安全停機肇因分析及處理現況

107年5月31日



台灣電力公司

誠信 關懷 服務 成長

簡報大綱

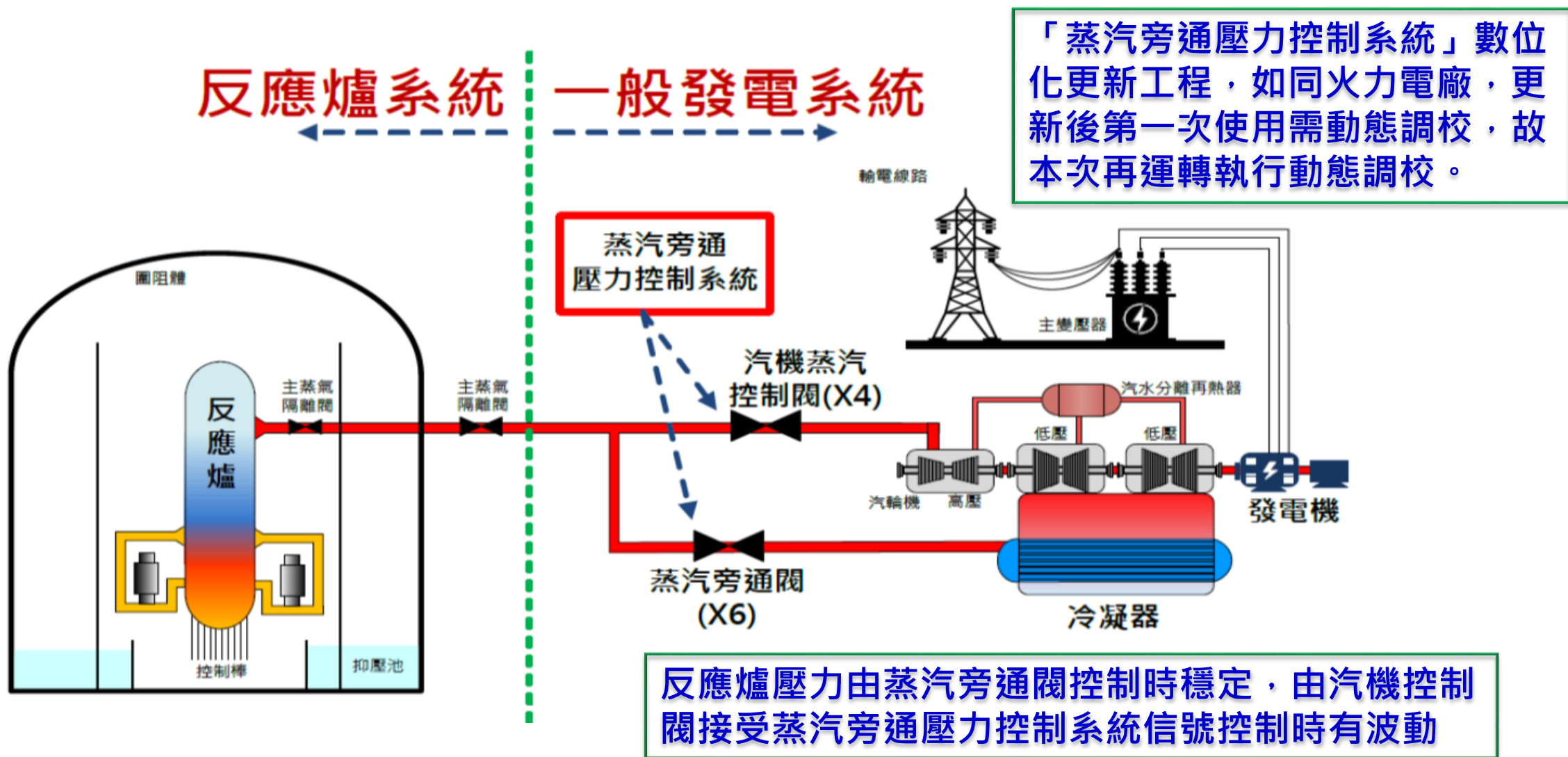
- 壹. 事件摘要
- 貳. 肇因調查與分析
- 叁. 改善與精進措施
- 肆. 結語



壹、事件摘要-事件經過

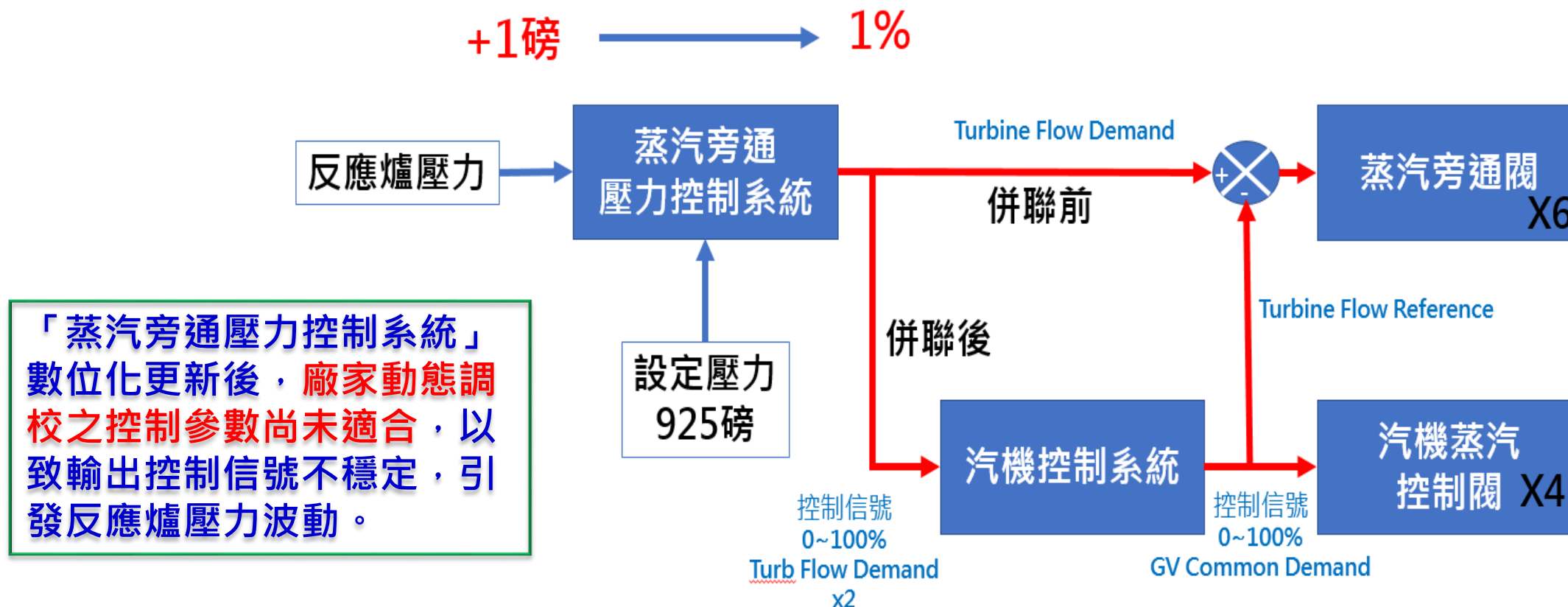
- 107年3月27日12時55分完成發電機首度併聯發電，續依計畫提升負載至約11萬瓩，並連續運轉8小時後，按原定計畫與程序執行汽機機械超速跳脫測試與發電機轉軸配重，28日早上7時26分再度併聯。
- 28日13時25分升載過程中，因蒸汽旁通壓力控制系統輸出信號週期性波動，造成反應爐保護系統動作，機組自動安全停機，停機過程中相關安全系統皆動作正常，停機後確認所有設備，包含汽機、發電機等亦均在安全狀態。

壹、事件摘要-反應爐壓力波動



壹、事件摘要-反應爐壓力控制之系統及設備

蒸汽旁通壓力控制及汽機控制系統流程簡圖



壹、事件摘要-事件影響

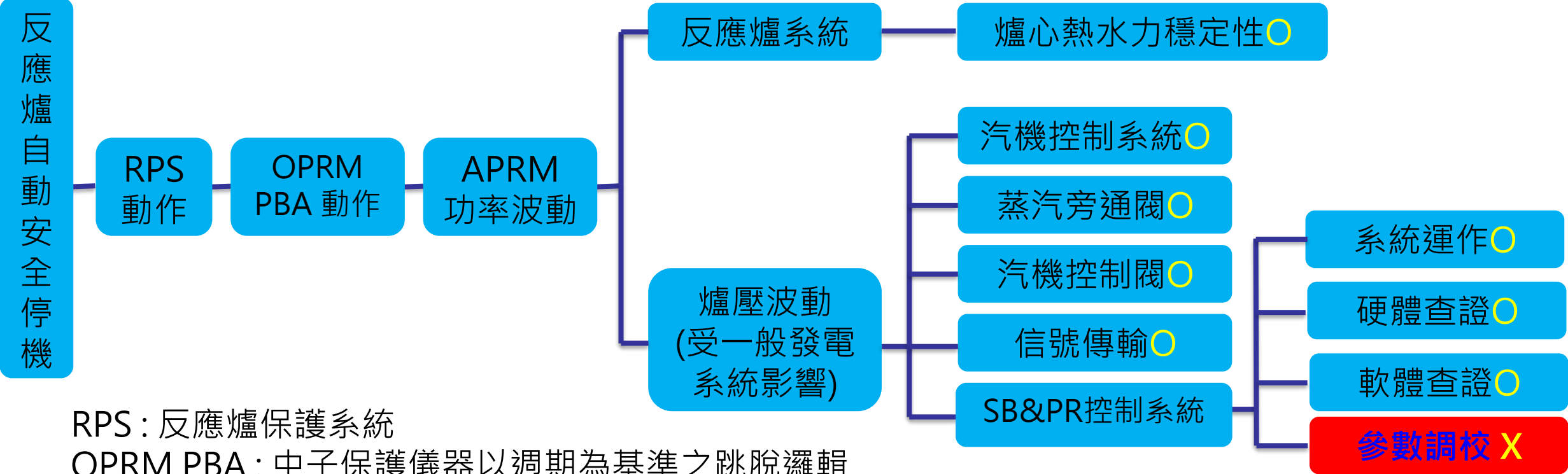
- 事件原因為一般發電系統之「蒸汽旁通壓力控制系統」控制參數未達最適化，導致反應爐自動安全停機，不影響反應爐安全。
- 無設備故障或受損。
- 相關安全系統反應正常。
- 無放射性物質外釋疑慮，對民眾或廠內人員健康安全亦無任何影響。

貳、肇因調查與分析-調查小組

- 台電公司於事件當日立即成立專案小組，總經理擔任召集人、副召集人核能副總經理，總幹事核安處處長，成員包括公司發言人、核發處、核安處、核二廠、公服處、調度處等專家。
- 要求原廠派設計技師抵廠，共同釐清肇因。

貳、肇因調查與分析-調查邏輯

週期性波動無法收斂致反應爐自動安全停機肇因---**確認為參數調校未合適**



RPS：反應爐保護系統

OPRM PBA：中子保護儀器以週期為基準之跳脫邏輯

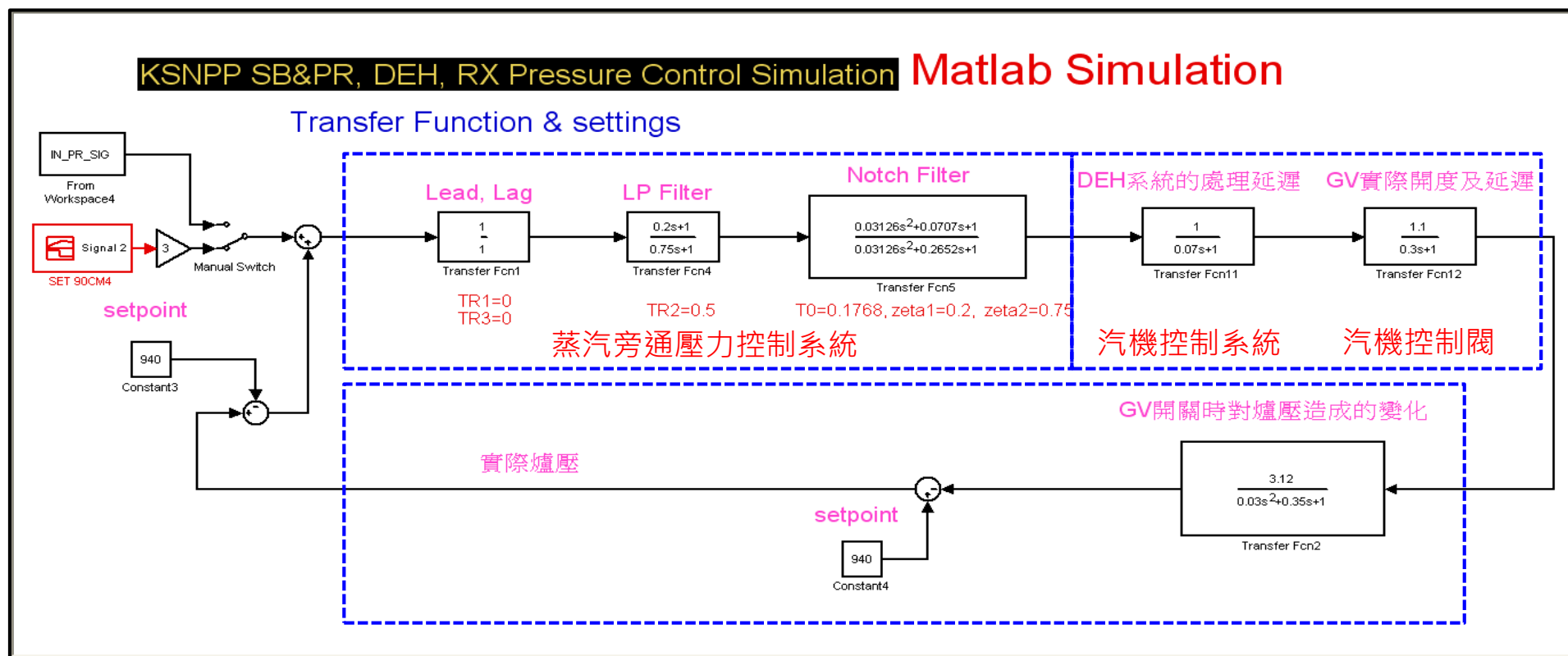
APRM：反應爐功率偵測器

SB&PR：蒸汽旁通壓力控制系統

貳、肇因調查與分析-程式模擬

運用電廠系統運作流程及自動安全停機當時運轉參數，建置Matlab程式模擬

驗證:自動安全停機時之參數是否適用、廠家提出新參數組合是否可用



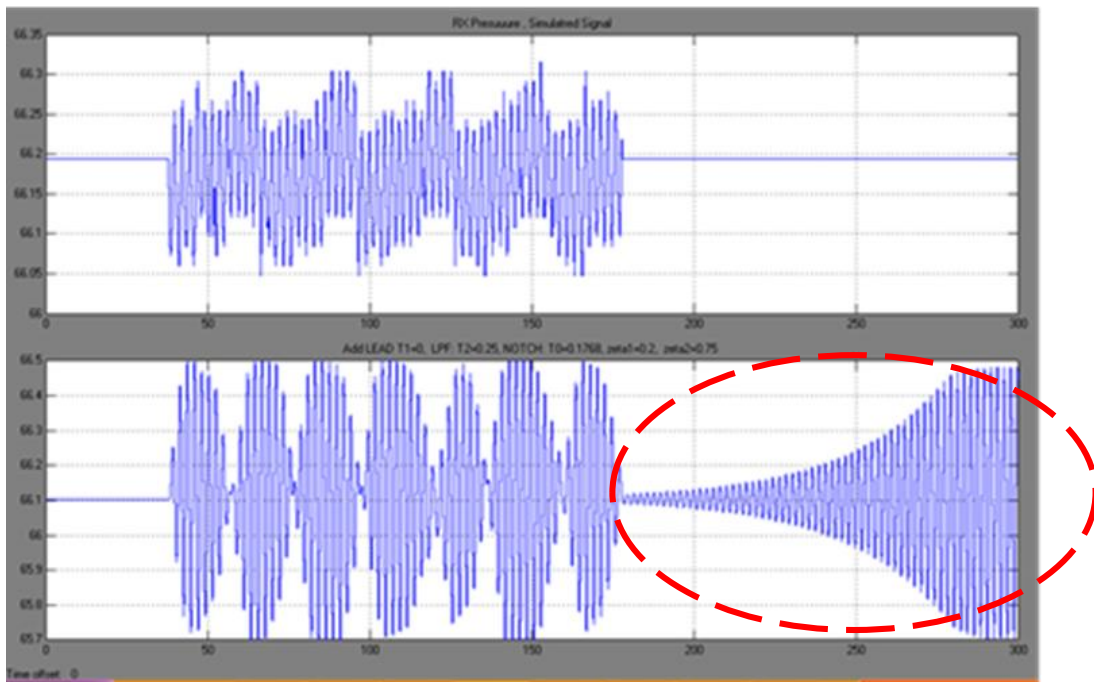
貳、肇因調查與分析-參數模擬驗證停機時之參數尚未適用

模擬：為了事件重現及了解搭配控制參數TR2的影響，以3月28日自動安全停機前的爐壓數據做為輸入信號，搭配不同的TR1、TR2組合執行模擬分析，結果顯示：自動安全停機當天之參數值，不會收斂(不合適，控制不佳)

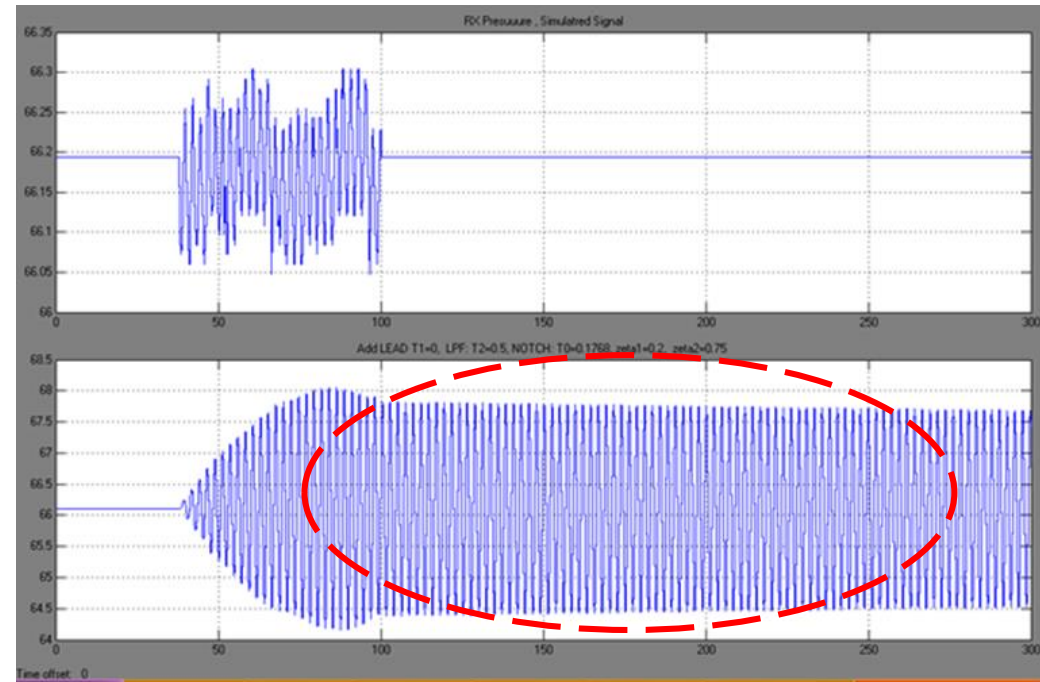
初併聯時TR2=0.25，TR1=0：發散。

輸入

輸出



停機前 TR2=0.5，TR1=0：振盪



貳、肇因調查與分析-參數模擬驗證 廠家提出新參數組合可用

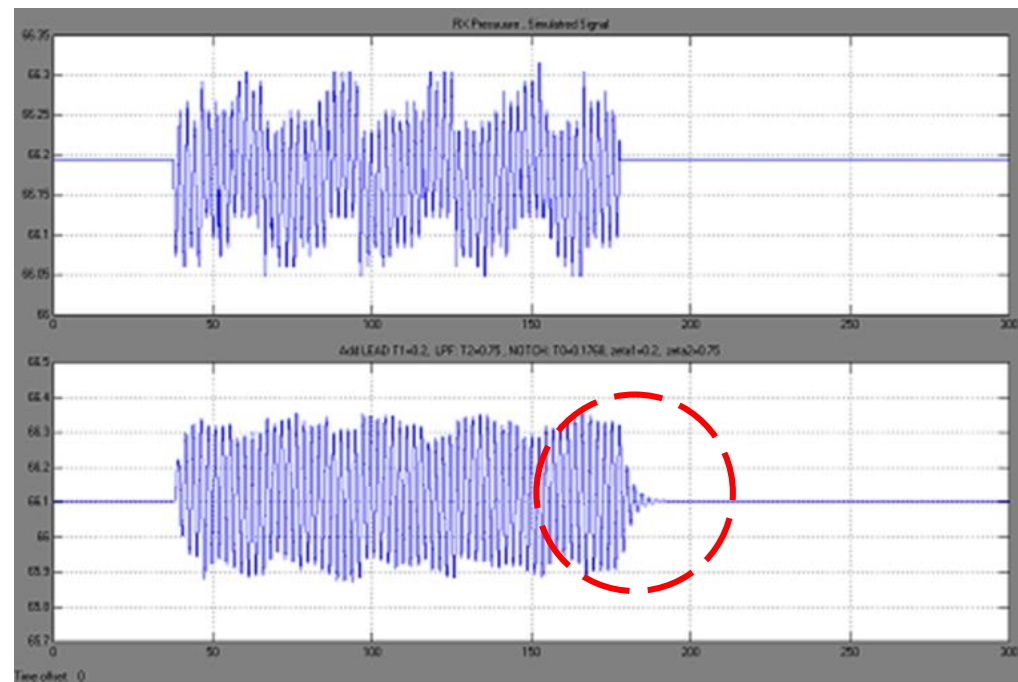
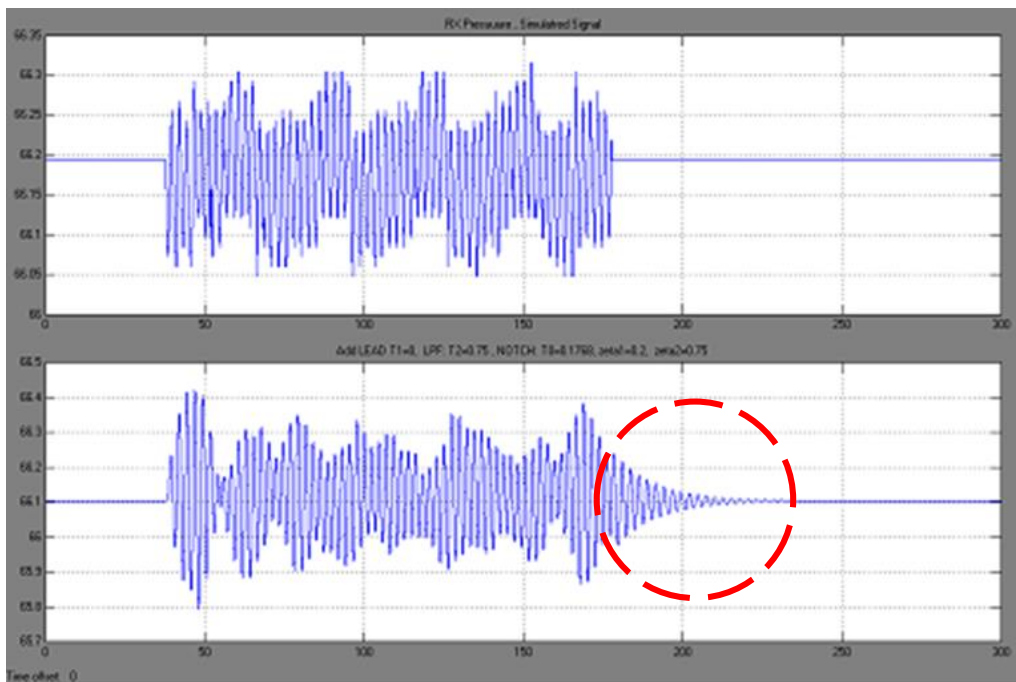
驗證廠家建議新的控制參數初始值 $TR2=0.75$ ，無論是否有搭配 $TR1$ ，均會收斂；
搭配 $TR1$ 效果更好。經模擬驗證，新的初始參數組合能有效控制干擾；再經動態調校可確認參數可用性。

$TR2=0.75$ ， $TR1=0$ ：收斂

(初始參數組合) $TR2=0.75$ ， $TR1=0.2$ ：收斂

輸入

輸出



叁、改善與精進措施

反應爐自動安全停機後，台電公司立即成立專案小組，完成相關設備檢測與肇因確認，並針對本次肇因與相關檢討，擬訂下列改善措施：

- 一、「蒸汽旁通壓力控制系統」參數調校改善精進
- 二、OPRM(中子保護儀器)系統軟硬體精進
- 三、未來執行數位化系統更新管制精進

叁、改善與精進措施-參數調校改善精進

「蒸汽旁通壓力控制系統」參數調校改善精進

- 雖然原廠技師之前已全程參與調校，本次再要求**原廠設計技師**於2號機下次機組起動前時，**全程駐廠進行動態參數調校**，直到機組滿載穩定，測試完成並符合測試允收標準才離開。
- 成立**專案小組進行相關調校管控**，規範測試小組須於15~20%功率完成初始參數動態調校，後續執行觀察及步階改變測試，以確保合適的參數組合可適用於各功率階。

叁、改善與精進措施-OPRM系統軟硬體精進

- OPRM相關參數歷史性資料自動轉存至網路磁碟並保留一個燃料週期，供線上監測OPRM系統參數及後續分析判讀之用。
- 精進監控OPRM能力，利用廠家電腦新增程式，提供OPRM相關警示功能，如右圖。
其中OPRM INOP(不可用)、PBA count Alarm(計數警報)、OPRM TRIP(跳脫)，在未達引動條件之前，提供警示功能。



提升OPRM預警功能的完整性

叁、改善與精進措施-未來執行數位化系統更新管制精進

台電公司核二廠因應本次事件的經驗回饋，精進未來控制系統數位化更新，要求：

1. 得標廠家在動態調校前須提出參數之靈敏度分析。
2. 並依電廠系統界面設計建立模擬模型(Model)進行離線模擬，以取得合適之初始參數。
3. 相關要求事項將納入合約出廠允收測試，以提高數位化系統更新過程與上線使用後的可靠度，確保機組運轉安全。

肆、結語

1. 本次事件是一般發電設備蒸汽旁通壓力控制系統在設備更新後的廠家控制參數動態的調校過程，因參數未達最適化，引起蒸汽旁通壓力控制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，反應爐及核能安全系統不受影響。
2. 本公司已針對肇因調查結果深切檢討改善，未來將持續強化做好設備更新的控制參數動態調校管控，避免類似事件再發生。
3. 本廠二號機相關設備狀況均正常，維持良好狀況，保持備轉狀態等候核准起動。



台灣電力公司

報告結束 敬請指教



台灣電力公司

誠信 關懷 服務 成長