

核能四廠：進步型沸水式核能電廠全功率棄載暫態分析

郭上齡、謝其源

E-mail: 9706250@mail.dyu.edu.tw

摘要

核四廠一號及二號機裝置容量各為135萬千瓦，為台電第一座採進步型沸水式反應器同時亦是將來發電出力最大的核能電廠，目前正進行土建工程及細部設計中。考慮社會環境對於核能電廠運轉安全性及可靠性之要求將愈來愈嚴格，實有必要對某些較重要之設計多方面藉著不同的方法加以驗證。這些設計其中之一為全功率棄載而反應器不致急停之設計。本研究報告係針對此一設計，利用核能工業界目前較常使用之熱水力分析程式RETRAN-02，分別以較保守之安全分析及實際狀況分析兩觀點，進行相關之暫態分析，定量評估系統各參數，例如反應器壓力、爐心流量、反應爐水位、主蒸汽流量、飼水流量等之暫態反應，同時以此分析結果當作基礎，考慮設計可能存在之偏差或更改，進一步進行控制閥關閉時間、旁通閥開啟時間及爐內泵跳脫延遲時間等重要參數之靈敏度分析。研究結果顯示，保守性安全分析方面，目前對爐心熱水力參數之變化均能有效預測，惟對爐心燃料熱限值(最低臨界功率比)之影響，有待將來利用燃料限值計算程式，例如COBRAC等更進一步評估。在實際狀況分析方面，預期在將來核四廠商轉前之功率試驗，應可有效完成該設計所具有之功能，不致因反應爐低水位或主蒸汽高流量使主蒸汽隔離閥關閉等因素造成反應爐急停，離急停設定點仍有相當充分之餘裕，更加確認該設計之可靠性。本研究亦探討控制閥關閉所致之壓力波傳遞現象及過程，同時認為在分析模式方面仍有許多改進之空間，諸如將冷凝器及汽機以控制體積而非注入接節來模擬等。另外，本研究指出目前版本之RETRAN-02程式無法模擬核四廠之選擇性控制棒插入(Selected Control Rod Run In)設計，有待進一步發展。

關鍵詞：無

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書 iii 中文摘要 iv 英文摘要 vi 誌謝 viii 目錄 ix 圖目錄 xii 表目錄 xix 第一章 前言 1 第二章 RETRAN-02程式描述 5 2.1 概述 5 2.2 物理及數學模式 7 2.2.1 均質平衡混合模式 7 2.2.2 動態相滑模式 12 第三章 電廠系統描述 15 第四章 分析模式建立 20 4.1 反應爐槽部份 20 4.2 主蒸汽管部份 21 4.3 飼水及其控制系統部份 22 4.4 反應爐壓力調節系統部份 25 4.5 爐心及中子動力模式部份 29 4.6 組件模式部份 31 第五章 個案分析及結果 33 5.1 個案一(100%功率/85%流量，棄載而旁通閥未開) 33 5.2 個案二(100%功率/85%流量，棄載而旁通閥可用) 36 5.3 個案三(100%功率/100%流量，棄載而旁通閥未開) 38 5.4 個案四(100%功率/100%流量，棄載而旁通閥可用) 39 第六章 靈敏度分析及結果 64 6.1 控制閥全關時間靈敏度分析 64 6.2 旁通閥全開時間靈敏度分析 65 6.3 RIP跳脫延遲時間靈敏度分析 66 第七章 結論 83 參考文獻 85 附錄 主蒸汽管壓力波傳遞簡單計算與程式運算結果之比較 86

參考文獻

- [1] J.H.McFadden etc. "RETRAN-02 -A Program for Transient Thermal-Hydraulic Analysis of Complex Fluid Flow System" Vol.1,2,3 ,EPRI NP-1850-CCMA,1984 [1] J.H.McFadden etc. "RETRAN-02 -A Program for Transient Thermal-Hydraulic Analysis of Complex Fluid Flow System" Vol.1,2,3 ,EPRI NP-1850-CCMA,1984 [1] J.H.McFadden etc. "RETRAN-02 -A Program for Transient Thermal-Hydraulic Analysis of Complex Fluid Flow System" Vol.1,2,3 ,EPRI NP-1850-CCMA,1984 [4] "Advanced Light Water Reactor Utility Requirement", EPRI, Rev.6, December 1993.
- [5] "SIMULATE-3 New Features and Modified Input", Studsvik, Version 4.02,January 1992.
- [6] "SLICK, SIMULATE-3 Linking for Core Kinetics User's Manual", Studsvik/SOA, April 1994.