

民國102年年5月國家報告之修訂版

原能會

民國102年08月26日發布

第0章 概述與核安總體檢程序

第0.1節 台灣的核能監督

原子能委員會為台灣負責核能管制的監督管制機關。原子能委員會係行政院下轄之二級機關負責台灣核能設施的監督工作。這些核能設施包括核能電廠、用過核子燃料中期貯存設施、以及核能研究所與清華大學的研究用反應器設施。原子能委員會的監督範疇包括核能設施的規劃、建造、運轉與除役，亦包括低放射性廢棄物與用過核子燃料之最終處置。原子能委員會的職掌亦包括從業人員與公眾輻射防護、以及核子保安與保防。此外，原子能委員會亦監督放射性物質的運輸，以及低放射性廢棄物處置場的選址工作。在福島事件之前，台灣龍門核能電廠(即核四廠)已進行執照申請程序，原子能委員會負責審核，並將對此提出安全評估報告。

第0.2節 原子能委員會的管制考量

民國100年3月11日，日本東部大地震與伴隨的海嘯造成嚴重事故，造成日本福島第一核能電廠的三部核能機組爐心熔融。民國100年4月12日，日本核安管制機關將這些事件歸為第七級“最嚴重意外事故”(INES 7 Major Accident)。

受到前述事件直接影響，原子能委員會詳細檢視福島事故的經驗教訓，同時提出「我國核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」，並於民國100年4月19日奉行政院核備。隨即發布行政命令給負責經營核能電廠的台電公司，要求台電公司立即採取措施與進行總體檢。在福島事故的警醒下，原子能委員會要求台電公司再評估其應付極端天然災害的能力，包括地震、海嘯、暴雨與土石流及其衍生的危害，並採行可能的防範對策。原子能委員會已完成對於台電公司報告的評估與查證，且積極進行跨部會協商以及國內機構與利害關係人的溝通。體檢方案內容分為「核能電廠安全防護措施」與「輻射防護及緊急應變機制」兩部份，並分為分近程(民國100年6月)與中程(民國100年12月)兩階段實施完成。兩個階段的評估報告分別於民國100年10月以及民國101年8月奉行政院核備後即於原子能委

員會網站對外公布。該報告涵蓋近程與中程的兩個階段評估結果。報告中廣泛說明外部災害的背景以及防範措施，亦說明因應福島第一核能電廠事故所強化的核安與保防措施。本報告撰擬時亦引述國際上有關福島事故經驗教訓的相關資訊。

造成福島核子事故的直接因素是發生規模9.0的地震並伴隨超過14公尺高的海嘯，此現象遠超過電廠分析的且經管制機關核准的設計基準海嘯。雖然歷史上曾有大海嘯侵襲日本本州北部地區東岸，但福島第一核能電廠顯然只根據數值模擬訂定僅能防範高於海平面5.7公尺湧浪的設計基準海嘯。台電公司營運中與興建中的核能電廠，有必要記取日本的經驗教訓再檢視其設計基準。此外，基於對設計基準分析的管制，原子能委員會要求台電公司應證明已根據歷史紀錄的模擬建立對極端罕見天然事件的防範措施。原子能委員會並要求台電公司應根據歐盟壓力測試規範證明核電廠能因應瀕危效應(Cliff-Edge Effects)或有足夠的安全餘裕。當日本詳細事故情節還在調查釐清時，原子能委員會已有充分資訊建立初期的經驗回饋。根據初步的結論與第一階段需求，原子能委員會引用美國核能管制委員會(USNRC)的行動建議與國際核能界的優良實務經驗，將相關議題範圍與內容納入第二階段報告中考量。雖然有新興的議題浮現，這些議題將列入未來要求項目。

原子能委員審查台電公司所提近期檢討後，發現兩項有關核能電廠現行執照基準(CLB)的議題，分別為金山核能電廠(即核一廠)廠區高程不符合終期安全分析報告(FSAR)所描述之高程，以及國聖核能電廠(即核二廠)緊急海水泵室防海嘯能力不足。這兩項議題，經民國100年6月現場專案視察確認台電公司已完成改正。即使福島事故後的評估顯示無立即性的核安顧慮且對公眾健康與安全也不產生威脅，原子能委員會仍要求台電公司進一步強化地震、海嘯及洪水危害之設計基準再評估，以及加強電廠長時間全黑(SBO)之因應能力。核能電廠安全防護措施方面有多項改善措施。主要包括強化電廠長時間全黑(SBO)之因應能力、海嘯防範、用過燃料池冷卻、氫氣偵測及爆炸防制、嚴重事故處理、地震防護、廠區基礎設施檢討、以及安全文化檢討等。

原子能委員會要求台電公司依據第二階段總檢討報告所發行之核能管制案實施並落實安全改善。台電公司得提出功能與核管案件相當並經原子能委員會審查接受之替代方案。福島事故後為了與國際之檢討與改善措施同步，原子能委員會主動積極完成之重點工作，包括實施歐盟壓力測試國家報告之國際同行審查、

以及嚴謹審查核能電廠10年整體安全評估。

表0-1顯示台灣核能電廠所進行之探討與改善措施，以及實施的時間。

根據迄今的審查工作，台電公司與原子能委員會已完成多項改善措施，將於本報告各章節說明。

表0-1：台灣核能電廠所進行探討與改善措施

日期	安全總體檢與歐盟壓力測試歷程
100年03月11日	發生福島第一核能電廠事故
100年04月19日	行政院核備「我國核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」
100年05月30日	初步安全評估報告(中文)，內含 WENRA 工作小組於民國 100 年 4 月 21 日所提出的壓力測試規範
100年10月07日	行政院核備「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢第一階段安全評估報告」(中文) 初稿於民國 100 年 7 月提出，內含民國 100 年 5 月 25 日 ENSREG 發布的歐盟壓力測試規範
100年11月~ 101年01月	原子能委員會針對壓力測試作業與台電公司舉行 5 次管制會議
101年02月	「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢第二階段安全評估報告」初稿(中文)
101年03月	台電公司提出「壓力測試業主報告-營運中電廠」(中文)
101年04月	台電公司提出「壓力測試業主報告-興建中電廠」(中文)
101年08月	行政院核備「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢第二階段安全評估報告」(中文)
101年09月	「壓力測試國家報告-營運中核能電廠」初稿(英文) 「壓力測試國家報告-興建中核能電廠」初稿(英文)
101年11月05日	原子能委員會依據核安總體檢與歐盟壓力測試發布管制命令(總共 90 件管制項目，對象為三座營運中核能電廠與一座興建中核能電廠)
102年01月	「壓力測試國家報告-營運中核能電廠」(英文)

102 年 02 月	「壓力測試國家報告-營運中核能電廠」送交 OECD/NEA 獨立同行審查專家小組
102 年 03 月 04 日 ~ 102 年 03 月 15 日	OECD/NEA 專家小組執行獨立同行審查 OECD/NEA 專家小組舉行聯席記者會
102 年 04 月 23 日	OECD/NEA 專家小組完成獨立同行審查報告
102 年 05 月 31 日	修訂壓力測試國家報告與業主報告送交 ENSREG 審查小組 (英文)
102 年 06 月 06 日	原子能委員會根據 OECD/NEA 獨立同行審查建議與技術觀察結果發布管制命令(總共 17 件管制項目，對象為三座營運中核能電廠與一座興建中核能電廠)

原子能委員會依據福島事故經驗與可獲得的國際資訊，執行核能電廠安全總體檢完成4本報告並將其公布。這些報告詳細說明台灣的核能電廠因應福島事故進行評估檢討後的發現與觀察事項，以及因此衍生的特定查證事項。這些查證事項將會在原子能委員會後續的管制作業中密切監督。第4本報告係依據歐盟壓力測試規範撰擬的國家報告，針對龍門核能電廠評估福島事故所造成的瀕危效應 (Cliff-Edge Effects)與因應改善措施。

第0.3節 福島事故後原子能委員會審查的詳細說明

第0.3.1節 核安總體檢

福島事故後原子能委員會提出「我國核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」，經行政院於民國100年4月19日核備，並隨即發布管制命令要求台電公司立即強化核安措施與進行再評估。方案內容分為「核能電廠安全防護措施」與「輻射防護及緊急應變機制」兩部份。方案成果可提供外部災害背景資訊以及防範措施，亦可因應福島第一電廠事故全面強化核能安全與核子保防。核安總體檢參考福島事故的經驗教訓以及相關國際資訊。在「核能電廠安全防護措施」部分有11項技術領域，包括：(1)喪失所有廠區交流電源(SBO)再檢討，(2)廠房/廠區水災與海嘯防範能力再評估，(3)確保用過燃料池的冷卻能力與完整性，(4)熱移除與最終熱沉能力評估，(5)事故處理程序(EOP)再檢討與再訓練，(6)制定機組斷然處

置程序指引(URG)，(7)一/二號機組相互支援，(8)複合式災難事故之考量，(9)超過設計基準事故(DBA)之減輕，(10)設施/設備完備性及備品儲備之檢討，與(11)精進人力、組織運作及強化核能安全文化。各技術領域的詳細內容經台電公司檢討後提報原子能委員會。

民國100年到101年間原子能委員會要求台電公司，應根據「我國核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」提出各核能電廠的安全體檢報告。這些報告內容包含工作執行情形、使用的方法與工具、以及階段性成果。原子能委員會審查報告後認為所提資訊符合原子能委員會規定。台電公司所提出的再評估方法以易於理解的方式呈現。關於地震與水災，台電公司分別引述於民國100年與101年提出的最新研究成果，例如針對各電廠的地震機率式安全分析，以及防範水災的證明等。原子能委員會認為，台電公司進度報告所說明的內容詳細程度不一，但大致符合原子能委員會的預期。原子能委員會針對台電公司所提出的進度報告進行數次特定現場查證專案視察以確認進度報告之適當性。

原子能委員會審查台電公司所提近期檢討後，發現兩項有關核能電廠現行執照基準(CLB)的議題，分別為金山核能電廠(即核一廠)廠區高程不符合終期安全分析報告(FSAR)所描述之高程，以及國聖核能電廠(即核二廠)緊急海水泵室防海嘯能力不足。這兩項議題，經民國100年6月現場專案視察確認台電公司已完成改正。即使福島事故後的評估顯示無立即性的核安顧慮且對公眾健康與安全也不產生威脅，原子能委員會仍要求台電公司進一步強化地震、海嘯及洪水危害之設計基準再評估，以及加強電廠長時間全黑(SBO)之因應能力。原子能委員會於民國101年11月5日發布要求台電公司強化核能電廠安全之管制命令。

第0.3.2節 歐盟壓力測試

原子能委員會要求台電公司依據歐盟壓力測試規範判定瀕危效應(Cliff-Edge Effects)。民國100年6月28日原子能委員會發布命令指示台電公司比照歐盟各核能電廠安全強化的要求，根據歐盟壓力測試規範，執行壓力測試。台灣核能電廠進行壓力測試的範疇係依照歐洲核安管制者組織(ENSREG)發展之標準。台電公司於民國101年1月3日提出報告，並依據原子能委員會的審查意見進一步加強內容。壓力測試必須檢視超越設計基準下核能電廠強韌性之評估，涵蓋：廠外肇始事件包括地震、水災或其他極端氣候狀況，以及喪失電力與喪失最

終熱沉。基於此目的，首先需設定核能電廠的災害假設與設計基準並評估其適當性。其次，需判定與評估採行的防護措施及設計相關的安全餘裕、伴隨考慮任何的瀕危效應(Cliff-Edge Effects)。最後，透過評估獲得之資訊擬定相關的改善措施。

原子能委員會請求歐盟(EU)與經濟合作暨發展組織(OECD)核能署(NEA)協助邀請專家執行核電廠因應福島事故壓力測試國家報告的獨立同行審查。核能署獨立同行審查專家小組審查了我國3座營運中核能電廠壓力測試國家報告。民國102年3月4日到15日，來自核能署的獨立同行審查專家小組聽取原子能委員會與台電公司的簡報並進行研討，亦實地訪查國聖核能電廠(即核二廠)。民國102年3月15日，專家小組就初步調查結果與原子能委員會及台電公司舉行會議討論，並同日召開記者會公布初步結果。民國102年4月23日經濟合作暨發展組織核能署專家小組獨立同行審查完成報告送交原子能委員會。民國102年6月6日原子能委員會參考核能署專家小組同行審查報告，發布新的管制命令給台電公司。儘管如此，原子能委員會強調後續仍將邀請歐盟協助進行同行審查，審查範圍包括：興建中的電廠、兩座核能電廠之現場訪查、已完成與規劃中的新強化措施、新的地質調查結果等。