

歐盟核電廠全面風險及安全評估_核壓力測試結果

蕭國鑫

工業技術研究院 綠能與環境研究所

摘要

歐盟對於核能安全的防護，是希望各會員國能透過核壓力測試 進行全面性與透明化的風險和安全評估，同時通過同步審查的客觀評估，以確定核能運作的安全及增加民眾的信心。而依據歐盟委員會的資料，目前歐盟境內 143 座核子反應爐，對於核電廠承受各種極端性之地震或恐怖攻擊突發事件後，核電廠設備與安全維護工作耐壓程度不足；對於核電廠安全的外部危害、電廠所有交流電力損失時、嚴重事故管理及飛機撞擊等安全評估具體建議均須加強。因此，乃建議各國應改善各種缺失，但是並沒有說明是否應關閉歐盟會員國境內哪座核反應爐。

我國對於核電廠的運轉安全，也是仿效歐盟的安全措施，除了進行核電廠安全防護全面體檢外，對於機組斷然處置程序、精進人力/組織運作及強化核能安全文化之考量，均較目前國際間之作法更為嚴謹且嚴密；對於防震與防止輻射外洩的相關設施則需要加強，且所有的核能運轉資訊亦應公開與透明化。另對於興建中的核四廠應嚴格落實品質管理，務必將人為的疏失減至最少，同時配合國際專家的品保稽查、試驗、完工現場履勘與測試驗證，務必將核能安全置於經濟效益之上，並確定各階段均經過測試且安全無虞後，方可進行商轉。

關鍵字: 核能發電、壓力測試、核能風險、核能安全

一、前言

2011 年 3 月發生於日本東北地區的地震和海嘯，導致位於福島的核反應爐遭到嚴重破壞與輻射外洩情形，經過多次的檢討，顯示核電廠有設計錯誤、缺乏足夠的備份系統、人為錯誤、沒有充分的應急計畫及溝通不暢等問題[6]；因此，世界各國可以從中學取教訓，除了需要確定核能設施在可防護的範圍內，且須特別嚴格要求各核能設施的整體安全，包含硬體設

備及避免人為操作疏失等，縱使對於已被評定為極不可能發生的事件亦不能掉以輕心，並確定核能發電有最高的安全基準，以降低核能災害發生的風險。

歐盟對於核能安全的防護，希望各會員國能充分參與壓力測試，並藉由現有的專業知識(特別是來自西歐核監管者協會)及參考各個國家所應具有的安全基礎，除了進行全面性與透明化的風險和安全評估外，亦需通過歐盟與各個國家核能監管單位的同步審查(peer review)；且審查結果需要採取必要的後續措施，並公佈於大眾，以確定通過核能運作的安全標準及增加民眾的信心。另加強核能安全不是一次性的動作，需要不斷地檢討和更新，同時匯集所有的工作檢討資訊，做為制定立法和建議立法項目的依據；其最終目的就是要提高核能的安全及提供未來相關治理的憑藉，並推動歐盟核能安全和國際間核能安全的範圍值(values for nuclear safety)[5]。

依據歐盟委員會提出的資料，目前歐盟境內的 143 座核子反應爐，對於承受極端性之地震或恐怖攻擊，核電廠設備與安全維護工作耐壓程度相對不足。例如法國境內 58 座核電廠沒有 1 座符合國際原子能總署(IAEA)要求的標準，且法國有 19 座核子反應爐沒有量測地震的工具，安全性與救援設備比不上鄰近之德國、英國和瑞典的核能設施，所以無法提供足夠的安全防護。因此，委員會建議各國應改善各種缺失，但是並沒有說明是否應關閉歐盟會員國境內哪座核反應爐。而依據歐盟推估，若所有核電廠要通過壓力測試標準，約須花費 250 億歐元。我國對於核電廠的運轉安全，也是效法歐盟的安全措施，除了進行核電廠安全防護全面體檢外，對於防震與防止輻射外洩的相關設施亦有嚴加把關之責，務必將核能安全置於經濟效益之上。

二、 歐盟核壓力測試

(一)核壓力測試項目

綜合歐盟各國提出的問題，經過整理後，重要的核壓力測試工作項目如表 1 所示。

表 1、歐盟核壓力測試主要工作項目

編號	說明
I1	外部危害安全的情況下，相應地超越概率小於 10,000 年一次(I1A：地震; I1B：洪水)。
I2	採用相應最低限度地震設計基準的地震動峰值加速度為 0.1 g
I3	現場須有防止外部事件發生時，適當充分保護及處理事故的地方。
I4	現場應該安裝地震儀器
I5	核電廠喪失所有電源和/或最終的散熱沉(Ultimate Heat Sink ,UHS)裝置情況下，應於 1 小時以內恢復其安全功能。
I6	緊急操作程序不包含所有的設備狀態（電源關閉狀態）
I7	嚴重事故管理指南沒有涉及到所有的設備狀態（電源關閉狀態）
I8	防止氫氣(或其他可燃氣體)爆炸等嚴重事故未準備周全的情況下，需有被動的自催化複合器或其他相關替代的被動措施。
I9	過濾通風系統未就緒
I10	主控制室或重大的外部危害造成火災時，在備份應急控制室無法使用的情況下，主控制室可能因為嚴重輻射事故而成為危險空間。
GP1	具備替代和完全獨立的終極散熱沉裝置
GP2	具備對防禦外部事件有良好保護區域的附加層安全系統，完全獨立於正常的安全系統外(例如用過核燃料儲存系統(bunkered systems)或安全系統的硬殼。
GP3	核電廠已安裝額外的柴油發電機組（或燃氣輪機）或與正常的柴油發電機組分開，以應付外部事件或嚴重事故情況下，導致沒有電力時(Station Black-Out)發電用。
GP4	外部事件或嚴重事故情況下導致停電時，具備可以移動的設備，特別是柴油發電機。
GP5	增加可以協調應急反應的現場緊急控制中心，且具有充分保護免受輻射和極端自然災害的措施。
其他	現場/單位工作人員工作文件提到的具體問題

資料來源: [6]

(二)核壓力測試方法

歐盟核壓力測試的審查者，分別為歐盟同步審查小組(歐盟成員國、瑞士、烏克蘭及核監管者協會的核安全專家組成)及各個國家的核能監督機構兩者，並利用相同的方法沿著兩條平行的軌道同時進行。同步審查小組是在國家的層級上提供較為客觀的評估，以增加比對之一致性和對比性。而兩條平行軌道主要評估項目為(1)各核電廠發生各種突發事件後(如極端自然事件之地震、洪水與極端天氣、電力漏失或散熱沉裝置功能喪失，人為

錯誤或技術故障等意外，嚴重事故管理等)，能夠承受的安全追蹤評估(safety track to assess)；(2)核電廠遭受惡意或恐怖攻擊時，能夠進行安全追蹤的威脅分析與預防方法。其中的安全評估分為三個階段：(1)核電營運商自我評估，(2)各國核能監管機構評估，(3)同步審查評估[6]。

1. 同步審查過程

歐盟首先蒐集境內17個核能國家的核能相關問題，以及由公眾提出共超過2,000份書面報告資料進行桌面審查(desktop review)，並由約90名專家參與及要求各個國家進行問題回覆，結果總結為3份專題報告。其次再藉由同步審查比對三個關鍵領域的一致性，包括比較極端的自然災害、安全功能損失和嚴重事故管理等三項。另外對於用過核燃料的貯存設施與安全性分析，則到現場查看各個不同的反應爐類型，並討論分析結果是否已確定改善，特別是設在邊境地區的反應爐是否安全等。

同步審查之精神為歐盟委員會要求各個國家報告須由他國同時執行同步審查，而同步審查由七名成員組成，包括一名歐盟委員會代表及六名由27個歐洲核能監管小組(European Nuclear Safety Regulators Group, ENSREG)的管制單位所派出，其中兩名須固定，以確認審查方法具有整體性與一致性，且成員應迴避所屬國家之報告審查。而國家報告及同步審查結果均對大眾公開，並於該國及歐盟公開會議中討論各國的審查結果，同時邀請其他關係人士(包括非核能領域、非政府機構等專家)參與。

2. 安全評估建議

核電廠安全評估主要考慮因素有三：

(1) **外部危害的具體建議**，例如 (a)核電廠的設計和操作必須能處理不可預見的外部危害(如地震、洪水、極端天氣和不可預知的意外事故)、以及其他外部事件與最初設計沒有被考慮的突發事件(超出設計餘量)；(b)核電廠現場均應設置地震檢測儀器；(c)核電廠遭受地震或洪水災害時，是否使用能夠承受超過設計基準安全的相關系統與硬體設備。

(2) **電廠電力損失時的安全功能具體建議**，此點取決於反應爐的安全設計，如果核電廠突然喪失所有交流電源，可能會導致爐心在30-40分鐘內發熱。因此，在最極端的條件下應該考慮 (a)是否具備各種移動設備(如移動發電機、移動泵、手機電池充電器或移動直流電源、消防

設備及應急照明等設備)；(b)有冷卻的替代措施；(c)每個特定或專門設備與環節均有受過充分訓練的培訓人員，於發生事件時可以有效地處理所有問題。

(3) **嚴重事故管理的具體建議**，即事件發生時應儘快採取被認可的安全措施，以保護核能設備的安全，具體工作包括(a)平時對於全面的嚴重事故管理指南(SAMG)工作的加強，且 SAMG 需定期驗證，以確保其實用性、耐用性和具高度可靠性；(b)加強嚴重事故管理(SAM)能力，包括事故訓練的方法和工具，並確定加強設備、儀器儀表和通信保持在正常適用的狀態；(c)現場急救中心應該針對極端自然災害的規模設計，並確定全體員工均參與嚴重事故時輻射防護的管理演練；(d)應急設備需集中儲存在安全的地方，即使遭受破壞的情況下，仍然可以快速地提供給核電廠使用。

另外，飛機撞擊項目，通常飛機墜毀事件並沒有被明確的列為安全評估基準，但是發生撞擊事件後可能會直接或間接影響核電廠的運作，導致發生火災、斷電或冷卻系統故障等。因此，歐盟之比利時，德國，斯洛文尼亞與荷蘭等國家所提列的壓力測試範圍，已經擴展到飛機墜毀可能導致的傷害。

3. 安全評估報告

當評估核電廠重要的安全項目後，歐盟的核能安全小組(Ad Hoc Group on Nuclear Security, AHGNS)即針對核電廠的物理保護、惡意飛機墜毀、網絡攻擊、核事故應急計畫、演習和訓練等五項主題提出報告，且包含建議事項，以加強歐盟國家的核能安全。另外亦強調(1)所有歐盟成員國應儘速完成，並批准已經過修訂之“核材料實物保護公約”；(2)所有會員國要接受國際原子能總署(IAEA)的指導和服務，包括定期在擁有核電廠會員國提供國家實物保護系統的有效性建議與諮詢；(3)各會員國彼此之間需有密切的合作，且與鄰國須保持良好的互動關係；(4)為界定歐盟核安全工作能夠延續，必須清楚地定義其型式和討論方式。

(三)核壓力測試的橫向安全評估

安全評估雖然與單獨事件無關，但在橫向的連結上仍然相當重要，且未來均可在最終同步審查報告，單獨國家報告或同步審查報告中被列出。

1. 安全設計基準

定期或重新評估核電廠的安全壓力測試結果，需要清楚地表明安全審查日期。目前歐盟 17 個核能國家均確定至少每 10 年應全面進行定期安全審查，包括重新評估如地震、洪水和極端天氣的外部危害，以及核電廠可以抗禦的強度程度（除非上次重新評估中能夠證明沒有顯著的危險且未來亦不會有轉化情形）。例如對應地震的超越概率為 10^{-4} /年（最低地面峰值加速度為 0.1 g 的地震危險性），另外亦建議對外部事件的概率和確定性風險評估方法設立國際標準工作，以評估此標準工作相對的長處和短處。例如法國除了 Saint-Alban, Flamanville 和 Civaux 等三種核電機型外，均沒有地震概率危險性評估，所以未來法國的新反應爐設計，即需要加入抗震設計基礎及地震概率危險性分析。另如羅馬尼亞核電廠的設計基準地震(DBE)超越概率為 10^{-3} /年，此被認為是符合國際標準的最低水平，但在歐盟評估的安全標準是不夠的，因此，歐盟建議超越概率應該提升到 10^{-5} /year，即峰值加速度值(PGA)最少應該達到 0.4g 才符合標準。

另外幾乎所有國家都認為核電廠最低洪水設計的超越概率基準為 10^{-4} /年，但比利時核電廠參考設計洪水的統計重現期為 400 年，法國推估傳統的核電廠超越概率基準為 10^{-3} /年，而依據最先進的汛限水位計算，法國局部小流域地區的核電廠有足夠的信心可以達到 10^{-4} /年的洪水設計基準。另如荷蘭位於 Borssele 的核電廠原來的防洪基準定為 4,000 年，但參考洪水統計重現期頻率為萬年的安全基準，所以荷蘭仍須提高核電廠的防洪基準到 10^{-4} /年。

2. 安全功能喪失

核電廠遭受嚴重事故，導致電廠內所有的交流電相關設備故障而無法啟動(Station Black-Out, SBO)，或是冷卻系統無法提供冷卻水時，在 1~10 小時之內，SBO 效應通常會導致沸水式(BWR)反應爐心的熱量在 30~40 分鐘內急速升高。因此，核電廠的設備需要被更新或改進(目前仍有部分核電廠仍處於規劃階段)，並建議該項目的加強需確定在保證安全的時間內，以恢復核電廠的安全功能。另外對於冷卻系統設備並沒有明確規定，但是對於冷卻用的終極散熱沉裝置需有多個備用材料(物質)與系統，且能提供不同的冷卻方案，以確保最小的散熱功能至少可以有 72 小時以上電力供應，並確定冷卻水可以提供不小於 6~8 天的用量。另大多數國家認為可以用不同的冷卻介質(如水、池塘、水井、水位等)，作為替代備用終極散熱沉的冷卻

來源。其他如儲備用水專用戰車、大容量池(用噴霧熱去除必要的供水系統)、專用井(獨立的動力泵)、河水、附近的湖泊或大海(利用消防水帶等)等水源均可。而對於建立多個不同的額外冷卻設施，目的是希望各個設施均有訓練有素的工作人員，可以有更多的機會有效地增加處理事件的能力。

核電廠亦需具備各種的移動設備，包括防滑/拖車柴油發電機組和柴油驅動泵、專用消防車等在內的連接點和操作程序等，以提供緊急所需。另亦須保持運輸通暢且能快速地連接移動設備，並有足夠的燃料供應，以確定能夠快速、有效且具有獨立功能的正常運作。另外如消防設備，包括消防車、柴油泵、發電機及緊急照明等，在核電廠中亦須一應俱全。

用過核燃料儲存系統的壓力測試，目的為確定用過核燃料集中儲存區經過散熱後，能夠維持在安全的溫度範圍內。所以亦須配有額外獨立的柴油機驅動泵和儲水量，以確定其安全。通常供應電力的緊急柴油發電機、電池和柴油驅動泵等，至少須提供 24 小時的運作功能，且須要訓練有素的工作人員和程序設計，以應付各種的極端災害事件。

(四)嚴重事故管理

為確定核電廠能維持在高防禦的安全狀態，定期安全審查(PSR)為重要的措施之一，特別是從福島事故中吸取的教訓。因此，對於嚴重事故管理的規定，亦納入壓力測試範圍。

歐盟各個國家的核能監管機構，應依據西歐核監管者協會(WENRA)對於嚴重事故管理的意見，儘速納入到各國的法律中，並儘快確定可以執行。目前各個國家均有加強的空間；例如緊急操作程序(EOP)和嚴重事故管理準則(SAMGs)，只有比利時、斯洛文尼亞、瑞典、荷蘭、法國和瑞士等國有這些程序/指引，匈牙利的緊急操作程序和嚴重事故管理準則仍然有 2~4 個地方需要修正。另外大多數國家已經設計在緊急事件時，於何種程序可以進行電源的開、關動作。至於嚴重事故管理準則，德國和西班牙的核電廠正持續發展更全面性的新系統，但保加利亞和捷克只有保持在電源狀態的描述。烏克蘭此時雖只有電源狀態的緊急操作程序，但目前正努力於何時該進行關機程序的執行，以及擬定完整的嚴重事故管理準則。英國則進一步發展符合國際標準的緊急操作程序和嚴重事故管理準則。

歐盟建議對於嚴重事故管理所採用的策略，需要硬性規定且考慮周全方可執行，如對於核電廠設備的相關情況需考慮可用性。同時參考事故發

生始末，特別是極端的外部危害和潛在的惡劣工作環境，如核電廠的基礎設施已遭受嚴重破壞，而通信和訪問等慣用手段又無法施行，另如長時間的意外導致影響鄰近多個單位時，該如何進行嚴重事故的管理（包含如何推展組織、人員配備、硬體設施及嚴重事故管理準則）等。而訓練和演習亦是驗證事件發生時，人員與組織架構是否合理、規劃是否周全、是否有足夠的嚴重事故管理程序。

嚴重事故管理對於污染事故後的處理，例如環境的輻射污染(包含土地、設備、食物、飲用水...等)的解決方案應儘快提出，亦應緊急安排所有相關的工作人員進行輻射防護評估，並確保適當的監測及確定可居住的環境。且應該針對現場急救中心做極端災害和放射性危害的設計，並確定有適當地可用性防護裝備與合格訓練人員，才可隨時支援。

三、歐盟的核壓力測試結果

依據第二章所述，針對承受極端性之天然災害或恐怖攻擊的外部危害、核電廠電力損失時的安全功能與冷卻設施、嚴重事故管理等具體措施等事項，對歐盟境內 143 座核子反應爐進行同步審查之結果，幾乎沒有一個國家完全符合國際原子能總署要求的標準，例如部分核電廠的抗震性不夠或沒有相關的檢驗設施、電廠設備與安全維護工作耐壓程度不足等。雖然歐盟的核監管者委員會將各核電廠的審查結果公布(附件一)，並建議各國需要改善的各種缺失，但是並沒有說明歐盟會員國境內哪座核子反應爐需要關閉。另依據審查會初步推估統計結果，若所有的核電廠通過壓力測試標準，大約須要花費 250 億歐元的費用[6]。

四、我國核能電廠安全防護全面總體檢

福島核子事故後，馬總統於國家安全會議311專案第五次會議裁示：「三座運轉中的核電廠及一座興建中核電廠，應再予以總體檢」。行政院原能會亦參酌日本原子力安全保安院、東電公司及國際重要核能機構，除了參考福島一廠採用的加強安全措施外，並依我國核能電廠設計基準、地質環境及運轉狀況等特性，檢討現有機組因應事故之能力，以及天災發生後可能潛在設備功能喪失的危險要項，以強化現有核能機組抗地震、防山洪、耐海嘯之機制[1]。

行政院核定我國核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案，主要內容分為「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[2]。台電公司針對現有的應變機制、程序與設計能力，於100年6月底與12月底前，需分別完成近期11項、中程之提前執行10年整體評估等兩階段工作。詳細之(1)現有核能電廠安全防護體制全面體檢；(2)核能電廠安全防護措施；(3)輻射防護及緊急應變機制；(4)其他相關事件之敘述如附件二所示。

五、結論與建議

1. 歐盟對於境內核能安全的風險和安全評估防護，除了透過全面性與透明化的同步審查壓力測試外，審查結果亦需要採取必要的後續措施，並公佈於大眾。且未來加強核能安全並非只有一次，而是不斷檢討和更新，同時匯集所有的工作檢討資訊，做為制定立法和建議立法項目的依據。
2. 歐盟核壓力測試主要評估項目為(1)各核電廠發生各種突發事件後(如極端自然事件之地震、洪水與極端天氣，電力漏失或散熱裝置功能喪失，人為錯誤或技術故障等意外，嚴重事故管理等)，能夠承受的安全追蹤評估；(2)核電廠遭受惡意或恐怖攻擊時，能夠進行安全追蹤的威脅分析與預防方法。其中的安全評估分為核電運營商自我評估、各國監管機構的評估及同步審查評估等三個階段。
3. 歐盟對於核電廠安全評估主要考慮因素有(1)外部危害具體建議，如不可預見的外部危害及超出設計餘量的突發事件等；(2)電廠電力損失時的安全功能具體建議，例如各種移動設備、冷卻的替代措施及發生事件時，具有快速、有效地處理所有問題的能力；(3)嚴重事故管理具體建議，如全面性嚴重事故管理指南工作的加強、嚴重事故管理能力、嚴重事故現場急救中心的管理演練與應急設備是否集中存儲等；(4)飛機撞擊安全評估。
4. 核壓力測試的橫向安全評估，包括核電廠最初設計安全值、安全功能喪失時的補救措施、核燃料儲存系統的壓力測試等，以應付各式各樣的極端災害事件。另外為確定核電廠能維持在高防禦的安全狀態，定期安全審查亦為重要的措施之一，所以亦將嚴重事故管理規定納入壓力測試範圍。
5. 為強化現有核能機組抗地震、防山洪、耐海嘯之機制，福島核子事故後，我國三座運轉中的核電廠及一座興建中核電廠亦進行總體檢。主要工作內容分為「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，

並於 100 年 6 月底與 12 月底前，分別完成近期 11 項與中程之提前執行 10 年整體評估等兩階段工作。

6. 評估我國核能安全總體檢所採用的檢討措施，針對機組斷然處置程序、精進人力/組織運作及強化核能安全文化之考量，均較目前國際間之作法更為嚴謹且嚴密。但我國的核能安全只有原能會進行監督工作，而歐盟則配合國際的專家進行相同方法與程序的同步審查工作，在國家的層級上提供較為客觀的評估，並增加比對之一致性和可對照性。
7. 核壓力測試或核能安全總體檢的目的，是要確定核能在高度安全的情況下運轉，因此，目前我國營運中的核電廠除了要符合所有的測試基準外，運轉資訊亦應公開與透明化，並公諸於網站上，以減低民眾對於核能發電不安全的困擾。而對於興建中的核四廠，台電與原能會應落實品質管理的嚴格把關，務必將人為的疏失減至最少。同時配合國際專家的品保稽查、施工後試驗、完工現場履勘與測試驗證審查，並完成試運轉測試且安全無虞，且經原能會審查同意後，才核發裝填燃料許可。經逐步提高功率及分階段進行起動測試，確定各階段測試安全後，再由原能會審核後取得執照，並進行運轉。

參考文獻

- [1] 行政院原委會，我國核能電廠因應日本福島電廠事故總體檢－核能安全防护近期檢討議題初步安全評估報告，2011。
- [2] 行政院原委會，國內核能電廠現有安全防护體制全面體檢第一階段安全評估報告，2011。
- [3] 行政院原委會，國內核能電廠現有安全防护體制全面體檢方案總檢討報告，2012。
- [4] 台灣電力公司，核四是否會比既有核電廠安全？核能 Q & A。
- [5] COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT : On the comprehensive risk and safety assessments ("stress tests") of nuclear power plants in the European Union and related activities.
http://ec.europa.eu/energy/nuclear/safety/doc/com_2012_0571_en.pdf.
- [6] COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT : Technical summary on

the implementation of comprehensive risk and safety assessments of nuclear power plants in the European Union.

http://ec.europa.eu/energy/nuclear/safety/doc/swd_2012_0287_en.pdf.

附件一、歐盟個核電廠核壓力測試結果

The legend above summarises the recommendations made by the peer reviews to the national regulators for consideration to improve the safety of nuclear power plants as well as good practises identified. The table below connects those recommendations as well as the good practices directly to each reactor of each NPP in the EU. In order to assess the full applicability of each recommendation a backward reference should be made to the relevant chapter of this working document, as well as the national reports and the individual facility reports available on www.ensreg.eu.

country	Site	Type	Unit	Start of commercial operation	Current years of operation	Current net capacity [Mwe]	Site visited?	I1a	I1b	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	Other issues?		
比利時	Doel	PWR	1	15/02/1975	36	433	X										X		X	X	X	X				
		PWR	2	01/12/1975	36	433	X											X		X	X	X	X			
		PWR	3	01/10/1982	29	1006	X											X		X	X	X	X			
		PWR	4	01/07/1985	26	1039	X											X		X	X	X	X			
	Tihange	PWR	1	01/10/1975	36	962			X ¹								X		X	X	X	X				
		PWR	2	01/06/1983	28	1008			X ¹									X		X	X	X	X			
		PWR	3	01/09/1985	26	1046			X ¹									X		X	X	X	X			
保加利亞	Kozloduy	PWR (VVER-1000/320)	5	23/12/1988	23	953	X				X				X	X						X	X			
		PWR (VVER-1000/320)	6	30/12/1993	18	953	X				X					X	X						X	X		
		PWR (VVER-1000/V320)	2	18/04/2003	8	963	X				X ¹					X ¹	X	X				X	¹	X		
捷克	Dukovany	PWR (VVER-440/213)	1	03/05/1985	26	427	X				X ¹	X ¹			X ¹	X	X				X	¹	X			
		PWR (VVER-440/213)	2	21/03/1986	25	427	X				X ¹	X ¹			X ¹	X	X				X	¹	X			
		PWR (VVER-440/213)	3	20/12/1986	25	471	X				X ¹	X ¹			X ¹	X	X				X	¹	X			
		PWR (VVER-440/213)	4	19/07/1987	24	427	X				X ¹	X ¹			X ¹	X	X				X	¹	X			

¹ Improvement planned.

country	Site	Type	Unit	Start of commercial operation	Current years of operation	Current net capacity [Mwe]	Site visited?	I1a	I1b	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	Other issues?	
	Temelin	PWR (VVER-1000/V320)	1	10/06/2002	9	963	X				X ¹				X ¹	X	X				X	¹	X		
		PWR (VVER-1000/V320)	2	18/04/2003	8	963	X				X ¹				X ¹	X	X				X	¹	X		
芬蘭	Loviisa	PWR	1	09/05/1977	34	488	X			X				X	X		X				X		X		
		PWR	2	05/01/1981	30	488	X			X				X	X		X				X		X		
	Olkiluoto	BWR	1	10/10/1979	32	885				X			X	X	X	X		X ¹							
		BWR	2	10/07/1982	29	860				X			X	X	X	X		X ¹							
法國	Belleville	PWR-1300	1	01/06/1988	24	1310		X	X		X ¹				X ¹					¹	X	¹	¹		
		PWR-1300	2	01/01/1989	23	1310		X	X		X ¹				X ¹						¹	X	¹	¹	
	Blayais	PWR-900-CPY- CP1	1	01/12/1981	30	910		X	X		X ¹										¹	X	¹	¹	
		PWR-900-CPY- CP1	2	01/02/1983	29	910		X	X		X ¹										¹	X	¹	¹	
		PWR-900-CPY- CP1	3	14/11/1983	28	910		X	X		X ¹										¹	X	¹	¹	
		PWR-900-CPY- CP1	4	01/10/1983	28	910		X	X		X ¹										¹	X	¹	¹	
	Bugey	PWR-900-CPO	2	01/03/1979	33	910		X	X		X ¹										¹	X	¹	¹	
		PWR-900-CPO	3	01/03/1979	33	910		X	X		X ¹										¹	X	¹	¹	
		PWR-900-CPO	4	01/07/1979	33	880		X	X		X ¹										¹	X	¹	¹	
		PWR-900-CPO	5	03/01/1980	32	880		X	X		X ¹										¹	X	¹	¹	

country	Site	Type	Unit	Start of commercial operation	Current years of operation	Current net capacity [Mwe]	Site visited?	I1a	I1b	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	Other issues?
	Cattenom	PWR-1300	1	01/04/1987	25	1300	X	X	X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
		PWR-1300	2	01/02/1988	24	1300	X	X	X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
		PWR-1300	3	01/02/1991	21	1300	X	X	X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
		PWR-1300	4	01/01/1992	20	1300	X	X	X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
	Chinon	PWR-900-CPY- CP2	B- 1	01/02/1984	28	905		X	X		X ¹									1	X	1	1	
		PWR-900-CPY- CP2	B- 2	01/08/1984	28	905		X	X		X ¹									1	X	1	1	
		PWR-900-CPY- CP2	B- 3	04/03/1987	25	905		X	X		X ¹									1	X	1	1	
		PWR-900-CPY- CP2	B- 4	01/04/1988	24	905		X	X		X ¹									1	X	1	1	
	Chooz	PWR-1500 N4	B- 1	15/05/2000	12	1500	X	X	X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
		PWR-1500 N4	B- 2	29/09/2000	12	1500	X	X	X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
	Civaux	PWR-1500 N4	1	29/01/2002	10	1495			X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
		PWR-1500 N4	2	23/04/2002	10	1495			X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
	Cruas	PWR-900-CPY- CP2	1	02/04/1984	28	915		X	X		X ¹									1	X	1	1	
		PWR-900-CPY- CP2	2	01/04/1985	27	915		X	X		X ¹									1	X	1	1	
		PWR-900-CPY- CP2	3	10/09/1984	28	915		X	X		X ¹									1	X	1	1	
		PWR-900-CPY- CP2	4	11/02/1985	27	915		X	X		X ¹									1	X	1	1	

country	Site	Type	Unit	Start of commercial operation	Current years of operation	Current net capacity [Mwe]	Site visited?	I1a	I1b	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	Other issues?
	Dampierre	PWR-900-CPY- CP1	1	10/09/1980	32	890		X	X		X ¹									1	X	1	1	
		PWR-900-CPY- CP1	2	16/02/1981	31	890		X	X		X ¹									1	X	1	1	
		PWR-900-CPY- CP1	3	27/05/1981	31	890		X	X		X ¹									1	X	1	1	
		PWR-900-CPY- CP1	4	20/11/1981	30	890		X	X		X ¹									1	X	1	1	
	Fessenheim	PWR-900-CPO	1	01/01/1978	34	880	X	X	X		X ¹									1	X	1	1	
		PWR-900-CPO	2	01/04/1978	34	880	X	X	X		X ¹									1	X	1	1	
	Flamanville	PWR-1300	1	01/12/1986	25	1330			X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
		PWR-1300	2	09/03/1987	25	1330			X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
	Golfech	PWR-1300	1	01/02/1991	21	1310		X	X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
		PWR-1300	2	04/03/1994	18	1310		X	X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
	Gravelines	PWR-900-CPY- CP1	1	25/11/1980	31	910		X	X		X ¹									1	X	1	1	
		PWR-900-CPY- CP1	2	01/12/1980	31	910		X	X		X ¹									1	X	1	1	
		PWR-900-CPY- CP1	3	01/06/1981	31	910		X	X		X ¹									1	X	1	1	
		PWR-900-CPY- CP1	4	01/10/1981	30	910		X	X		X ¹									1	X	1	1	
		PWR-900-CPY- CP1	5	15/01/1985	27	910		X	X		X ¹									1	X	1	1	
		PWR-900-CPY- CP1	6	25/10/1985	26	910		X	X		X ¹									1	X	1	1	

country	Site	Type	Unit	Start of commercial operation	Current years of operation	Current net capacity [Mwe]	Site visited?	I1a	I1b	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	Other issues?
	Nogent	PWR-1300	1	24/02/1988	24	1310		X	X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
		PWR-1300	2	01/05/1989	23	1310		X	X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
	Paluel	PWR-1300	1	01/12/1985	26	1330		X	X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
		PWR-1300	2	01/12/1985	26	1330		X	X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
		PWR-1300	3	01/02/1986	26	1330		X	X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
		PWR-1300	4	01/06/1986	26	1330		X	X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
	Penly	PWR-1300	1	01/12/1990	21	1330		X	X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
		PWR-1300	2	01/11/1992	19	1330		X	X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
	St. Alban	PWR-1300	1	01/05/1986	26	1335			X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
		PWR-1300	2	01/03/1987	25	1335			X		X ¹				X ¹					1	X	1	1	
	St. Laurent	PWR-900-CPY- CP2	B- 1	01/08/1983	29	915		X	X		X ¹									1	X	1	1	
		PWR-900-CPY- CP2	B- 2	01/08/1983	29	915		X	X		X ¹									1	X	1	1	
	Tricastin	PWR-900-CPY- CP1	1	01/12/1980	31	915	X	X	X		X ¹									1	X	1	1	
		PWR-900-CPY- CP1	2	01/12/1980	31	915	X	X	X		X ¹									1	X	1	1	
		PWR-900-CPY- CP1	3	11/05/1981	31	915	X	X	X		X ¹									1	X	1	1	
		PWR-900-CPY- CP1	4	01/11/1981	30	915	X	X	X		X ¹									1	X	1	1	

country	Site	Type	Unit	Start of commercial operation	Current years of operation	Current net capacity [Mwe]	Site visited?	I1a	I1b	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	Other issues?
德國	Biblis	PWR	A	26/02/1975	37	1167									X				X				X	
		PWR	B	31/01/1977	35	1240									X				X				X	
	Brokdorf	PWR		22/12/1986	25	1410				X		X			X ¹					X	X		X	
	Brunsbüttel	BWR		09/02/1977	35	771				X		X			X	X			X	X	X		X	
	Emsland	PWR		20/06/1988	24	1329						X			X ¹				X	X	X		X	
	Grafenrheinfeld	PWR		17/06/1982	30	1275	X			X					X ¹					X	X		X	
	Grohnde	PWR		01/02/1985	27	1360				X		X			X ¹					X	X		X	
	Gundremmingen	BWR	B	19/07/1984	28	1284	X								X ¹				X		X		X	
		BWR	C	18/01/1985	27	1288	X								X ¹				X		X		X	
	Isar	BWR	1	21/03/1979	33	878				X					X	X			X				X	
		PWR	2	09/04/1988	24	1410				X					X ¹					X	X		X	
	Kruemmel	BWR		28/03/1984	28	1346				X		X			X	X							X	
	Neckarwestheim	PWR	1	01/12/1976	35	785									X				X		X		X	
		PWR	2	15/04/1989	23	1310									X ¹				X	X	X		X	
	Philippsburg	BWR	1	26/03/1980	32	890									X	X			X	X	X		X	
		PWR	2	18/04/1985	27	1402									X ¹				X	X	X		X	
	Unterweser	PWR		06/09/1979	33	1345				X		X			X					X	X		X	

country	Site	Type	Unit	Start of commercial operation	Current years of operation	Current net capacity [Mwe]	Site visited?	I1a	I1b	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	Other issues?
匈牙利	Paks	PWR (VVER-440/213)	1	10/08/1983	28	470	X										X				X	X	X	
		PWR (VVER-440/213)	2	14/11/1984	27	473	X								1		X				X	X	X	
		PWR (VVER-440/213)	3	01/12/1986	25	473	X								1		X				X	X	X	
		PWR (VVER-440/213)	4	01/11/1987	24	473	X								1		X				X	X	X	
立陶宛	Ignalina	LWGR (RBMK 1500) Permanent shutdown	1	31/12/1983	-	-	X			X									1			X	X	
		LWGR (RBMK 1500) Permanent shutdown	2	01/08/1987	-	-	X												1			X	X	
荷蘭	Borssele	PWR		26/10/1973	38	487	X		X ¹	X ¹	X ¹	X ¹							X	X	X	X	1	X
羅馬尼亞	Cernavoda	PHWR (CANDU-6)	1	02/12/1996	15	650	X	X			X ¹				X	X ¹	X ¹		X		X	X	X	
		PHWR (CANDU-6)	2	31/10/2007	4	650	X	X						X	X	X ¹	X ¹				X	X	X	

country	Site	Type	Unit	Start of commercial operation	Current years of operation	Current net capacity [Mwe]	Site visited?	I1a	I1b	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	Other issues?
斯洛伐克	Bohunice	PWR (VVER-440/213)	3	14/02/1985	27	505									X ¹	X ¹	X				1	1	X	
		PWR (VVER-440/213)	4	18/12/1985	26	505									X ¹	X ¹	X				1	1	X	
	Mochovce	PWR (VVER-440/213)	1	29/10/1998	13	470	X				X				X ¹	X ¹	X				1	1	X	
		PWR (VVER-440/213)	2	11/04/2000	12	470	X				X				X ¹	X ¹	X				1	1	X	
斯洛文尼亞	Krsko	PWR		01/01/1983	28	666	X									X ¹	X ¹						X	
西班牙	Almaraz	PWR	1	01/09/1983	28	1008	X								X ¹	X ¹	X ¹						X	1
		PWR	2	01/07/1984	27	956	X								X ¹	X ¹	X ¹						X	1
	Asco	PWR	1	10/12/1984	27	996									X ¹	X ¹	X ¹		X				X	1
		PWR	2	31/03/1986	25	992									X ¹	X ¹	X ¹		X				X	1
	Cofrentes	BWR/6 MK-3		11/03/1985	26	1064									X ¹	X ¹	X		X					1
	S.Maria de	BWR/4 MK-1		11/05/1971	40	446									X ¹	X ¹	X ¹		X					1
	Trillo	PWR	1	06/08/1988	23	1000	X							X	X ¹		X ¹		X	X	X			1
	Vandellos	PWR	2	08/03/1988	23	1045									X ¹	X	X ¹		X					1

country	Site	Type	Unit	Start of commercial operation	Current years of operation	Current net capacity [Mwe]	Site visited?	I1a	I1b	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	Other issues?
瑞典	Forsmark	BWR	1	10/12/1980	31	978	X				X		X			X						¹	X	
		BWR	2	07/07/1981	30	990	X				X		X			X						¹	X	
		BWR	3	18/08/1985	26	1170	X				X					X						¹	X	
	Oskarshamn	BWR	1	06/02/1972	39	473					X	X				X						¹	X	
		BWR	2	01/01/1975	36	638					X	X				X						¹	X	
		BWR	3	15/08/1985	26	1400					X	X				X						¹	X	
	Ringhals	BWR	1	01/01/1976	35	855	X				X					X						¹	X	
		PWR	2	01/05/1975	36	813	X				X											¹	X	
		PWR	3	09/09/1981	30	1051	X				X											¹	X	
		PWR	4	21/11/1983	28	935	X				X											¹	X	
英國	Dungeness B	AGR	1	01/04/1985	26	520								X ²	X ²	X		X			X	X		
		AGR	2	01/04/1989	22	520								X ²	X ²	X		X			X	X		
	Hartlepool	AGR	1	01/04/1989	22	595								X ²	X ²	X		X			X	X		
		AGR	2	01/04/1989	22	595								X ²	X ²	X		X			X	X		
	Heysham 1	AGR	1	01/04/1989	22	585								X ²	X ²	X		X			X	X		
		AGR	2	01/04/1989	22	575								X ²	X ²	X		X			X	X		

² EOPs and SAMGs needs further development to be in line with international standards – Improvement planned.

country	Site	Type	Unit	Start of commercial operation	Current years of operation	Current net capacity [Mwe]	Site visited?	I1a	I1b	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	Other issues?
	Heysham 2	AGR	1	01/04/1989	22	620	X							X ²	X ²	X					X	X		
		AGR	2	01/04/1989	22	620	X							X ²	X ²	X					X	X		
	Hinkley Point B	AGR	1	02/10/1978	33	410								X ²	X ²	X		X			X	X		
		AGR	2	27/09/1976	35	430								X ²	X ²	X		X			X	X		
	Hunterston B	AGR	1	06/02/1976	35	430								X ²	X ²	X		X			X	X		
		AGR	2	31/03/1977	34	430								X ²	X ²	X		X			X	X		
	Oldbury	GCR	1	31/12/1967	44	217								X ²	X ²	X		X			X	X		
		GCR	2	30/09/1968	43	217								X ²	X ²	X		X			X	X		
	Sizewell B	PWR	1	22/09/1995	16	1188	X								X ²	X ¹	X ¹				X			
	Torness	AGR	1	25/05/1988	23	600								X ²	X ²	X					X	X		
		AGR	2	03/02/1989	22	605								X ²	X ²	X					X	X		
	Wylfa	GCR	1	01/11/1971	40	490								X ²	X ²	X		X			X	X		
		GCR	2	03/01/1972	39	490								X ²	X ²	X		X			X	X		

附件二、我國「核能電廠安全防護措施」與「輻射防護及緊急應變機制」

一、現有核能電廠安全防護體制全面體檢

行政院核定我國核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案，內容主要分為「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[2]；台電公司針對現有的應變機制、程序與設計能力，於100年6月底與12月底前，需分別完成近期11項與中程之提前執行10年整體評估等兩階段工作；其中所採用的檢討措施與國際核能國家做法，初步比較項目如表2。

表2、我國採用的檢討措施與國際核能國家做法之比較

項目	我國作法之內容	NRC ¹	NEI ²	WENRA ³	WANO ⁴	NISA ⁵
1	廠區電源全部喪失(全黑)事件	●	●	●	●	●
2	廠房/廠區水災事件及防海嘯能力	●	●	●	●	●
3	用過燃料池完整性及冷卻能力	●		●		●
4	熱移除及最終熱沉能力	●		●		●
5	事故處理程序與訓練	●	●	●		●
6	機組斷然處置程序之建立					
7	一/二號機組相互支援			●		
8	複合式災難事件	●	●	●	●	
9	超過設計基準事故	●	●	●	●	
10	設備/設施完備性及備品儲備		●	●		
11	精進人力/組織運作及強化核能安全文化					

備註：1. 美國核能管制委員會 (Nuclear Regulatory Commission) 資料來源:[1]

2. 美國核能協會 (Nuclear Energy Institute)

3. 西歐核能管制者協會 (Western European Nuclear Regulators Association)

4. 世界核能發電者協會 (World Association of Nuclear Operators)

5. 日本原子力安全保安院 (Nuclear and Industrial Safety Agency)

對於運轉中核電廠的中程檢討議題，為因應福島電廠事故之管制要求，未來在10年整體安全評估報告需增訂因應日本福島電廠事故專章評估內容，如核一廠於100年6月需補提新增專章內容(核一廠已於民國98、99年間完成兩部機組第三次10年整體安全評估報告)，核二廠與核三廠亦需於100年6月及12月新增專章內容送原能會審查(核二廠、核三廠分別需於100年6月及103年1月提交第三次10年整體安全評估報告)。

對於興建中的龍門核四電廠，由於尚未裝填核子燃料，並不會對民眾

造成安全影響。檢討項目原則上與運轉中電廠相同，但部份項目如程序書等尚未完全建立，故時間上可稍微延後。相關檢討項目原則上須於核子燃料裝填前完成，並提報原委會。另為確保安全，核四廠須在運轉執照核發前完成兩部廠內氣渦輪發電機之安裝(或裝設類似功能設備)[2]。

二、核能電廠安全防護措施

福島事件直接成因為地震規模9.0所導致超過14公尺高的海嘯，遠超過福島電廠曾經歷的最嚴重天然災害所訂定的設計基準(福島一廠廠址的設計僅能防護達5.7公尺高的海嘯)[3]。所以原能會要求我國所有的核電廠均需採相同的標準檢視設計基準，且在設計基準分析上亦須能證實防護適當回歸期之自然事件。即此項工作重點是要求各核電廠在地震、海嘯或洪水危害之設計基準，需再評估長期喪失電源之因應能力，並要求採歐盟壓力測試規範，證明核電廠能因應瀕危效應。

「核能電廠安全防護措施」部份，總體檢的重點是檢討現有機組因應類似福島電廠事故之能力，以及異常天災發生後可能潛在之設備功能喪失危險要項。核電廠全面安全體檢可歸納為喪失所有廠區交流電源、海嘯的防範、用過燃料池的冷卻、氫氣偵測及爆炸、嚴重事故之處理、地震之防範、廠區基礎設施之檢討、以及安全文化之檢討等八個項目(如表3)。

表3、現有核能電廠全面安全體檢八個具體項目

項 目	內 容
喪失所有廠區交流電源	1.需額外考慮採多樣化方式(含可移動式)，長期供應與外電無關且強固的緊急電源，供應緊急爐心冷卻及儀控系統電力之需求，另須增設額外(第六部)氣冷式柴油發電機。 2.評估建立喪失所有交流電源的24 小時因應時間，並對更長期喪失所有交流電源在能滿足所必須的爐心、用過燃料池冷卻及反應器圍阻體完整性之72 小時因應時間。
海嘯防範	1.須依據美國相關法規規範，採用新技術標準重新分析，並依分析結果考量強化設計能力。 2.須依現行海嘯設計基準水位加6 公尺高度築擋牆或水密能力因應方式，採深水井或冷卻水塔做為緊急海水泵熱沉之後備。
用過燃料池冷卻	3.用過燃料池為充滿水且提供輻射屏蔽以冷卻用過燃料之耐震結構，其冷卻系統之設計為保持水溫在攝氏30 度至40度，並維持水位高於

項 目	內 容
	燃料元件頂部數公尺。 4.用過燃料在池中數年，且衰變熱降低至低於一定值，方可移出至乾式貯存。 5.用過燃料池中的用過燃料應評估採用周邊為低衰變熱、中央為高衰變熱之用過燃料排列組態。 6.需提供足夠數量的安全相關儀器，並在控制室能監控用過燃料池的重要參數(包括水位、溫度及輻射大小)，以提供安全相關交流電源至用過燃料池補水系統。
氫氣偵測及爆炸	1.須依據福島一廠事件經驗回饋，審慎檢查不同圍阻體型式的排氣系統設計，對可燃氣體的可能濃度控制及具足夠強固性。 2.核一廠已完成符合美國核管會因應福島事故建議事項5.1 要求，其他核電廠須參照歐盟國家標準，評估裝設具過濾之強化排氣系統。
嚴重事故之處理	1.須持續瞭解核能業界在改善對嚴重事故現象的要求及做法，並深入審查任何可能影響運轉員及相關人員訓練要求的項目。 2.正式訓練時，對於現行模擬器佐助嚴重事故處理指引的限制，必須考量能在例行嚴重事故處理之訓練，以獲得合理、務實可行及安全的效益。 3.應精進「機組斷然處置程序指引」，及完成美國核管會因應福島事故建議事項8 之要求，納入「機組斷然處置程序指引」與EOPs、SAMGs 及EDMGs 整合之考量。
地震的防範	1.需加強核電廠附近海域、陸域地質補充調查，地質穩定性及地震危害度分析，以及三座核電廠耐震餘裕檢討評估，以強化運轉中核能電廠的耐震設計基準。 2.須依據美國相關法規規範採新技術標準重新分析，並依重新分析之結果考量強化設計能力。 3.檢討運轉中電廠採用相同耐震能力(設計基準值由0.3g 強化為0.4g)之後續補強作業規劃與評估。
廠區基礎設施之檢討	1.須強化廠內事故管理能力並納入廠外支援的資源，並依據日本經驗，回饋重新檢視核能電廠與廠外基礎設施復原力的相依性。 2.強調電廠自我防護因應特定期長需求下的電力、冷卻及備品等。
安全文化之檢討	1.針對嚴重事故下對電廠及配置的變更，提出可接受的安全文化基礎，並視需要提出安全文化實務性的修訂。 2.須特別考量將故障失效事故序列納入長期研究，做為發展事故序列具時序的考量，在可能喪失系統功能，如冷卻或電力供應的情況下，回復或修復至安全狀態的可能性。

資料來源:[3]

三、輻射防護及緊急應變機制

至於核電廠「輻射防護及緊急應變機制」，其中的輻射防護可分為境

內與境外兩部分；境內為強化國內對於核子事故的即時輻射偵測能力，並積極建立空中與海域偵測技術與能力，且配合添購可自動傳輸數據之機動偵測設備，強化輻射災害之應變能力及建立輻射偵測之整備平台，以因應複合式災害之所需。例如我國緊急應變計畫區已從5公里擴大為8公里，故對現有的事故劑量評估系統必須加以精進，且增進系統的評估範圍及速度。境外部分則針對大陸與韓國等鄰近國家，目前正在積極增建核能發電廠，我國應建立境外核災的劑量評估能力，以因應境外核子事故時提供預警及防護對策。另外對於緊急應變機制議題之檢討，包括應變機制及法規、平時整備及緊急應變作業能力等三大項，除了須提出相關之檢討與強化精進之規劃外，亦須包括緊急應變計畫區範圍的修正、研修核子事故緊急應變相關法規、複合式災害應變機制建立、相關機關應變任務的檢討及相關整備作業、應變能力的精進等，以確保緊急應變機制完善及效能提升[3]。

四、其他相關事件

目前運轉中的核一~核三廠運轉有年，所以軟硬體設施的偵測相對較容易進行。興建中的核四廠由於評估廠址距離斷層最遠，且廠址高程 12 公尺，高於最大海嘯溯上水位、後備緊急電源及水源設於廠址更高處、更規劃採用較為先進的第三代沸水式核能機組(整體安全性更高，並採用多重冷卻、緊急電源防護與防海嘯、耐震等防災應變能力)、並有嚴格的品質驗證與管理[4]。但是興建過程中歷經多次展延，導致工期延宕，其中部分的外購設備保固期限已過期，而廠商依據合約仍需負責設備功能與性能保證，台電經通案評估，改採購買備品的方式，比延長保固期的方式更為有利。至於最主要的儀控系統，奇異公司則同意提供延長保固服務。

至於工期多次延宕後，多項設備與原規劃時有所差異，所以重新採購組合的材料品質需要進行嚴格的品質驗證與測試，例如以一般管線取代防輻射管線的疏失，就是重要的缺失。目前原能會亦派員進駐核四廠，並就作業實地監督核四廠建設情形與進行嚴格監督管制，除了審慎執行各項作業外，並將可能影響核能安全之議題與相關資訊揭露於該會網站，以確保建廠品質。