

# 台灣核能電廠壓力測試之歐盟同行審查報告

確認具有高安全標準，然而額外行動的全面實施與透明驗證，將有助於核能電廠能更佳因應極端外部事件與嚴重事故

## 背景 — 歐盟壓力測試：

2011年3月福島事故發生後<sup>1</sup>，歐盟理事會(European Council)立即要求所有的歐盟(EU)核能電廠進行全面與透明的風險與安全評估(即壓力測試)。

壓力測試的主要目的在於評估發生極端天然事件，尤其是洪水與地震時，核能電廠的安全性與強韌性。評估技術範疇的訂定，特別考慮了福島事故時所發生事件的相關議題，包含極端外部危害引起之肇始事件與衍生失效的複合式事件。至於較一般性的議題，例如材料老化或人為因素，則並未明確地納入考慮。

2011至2012年間在歐洲進行的壓力測試包括三個階段：第一階段由核能電廠經營者(即電廠持照者)進行自我評估。第二階段由各國管制機關對前述自我評估結果進行審查並完成國家報告。共有17個國家全程參與壓力測試<sup>2</sup>。第三階段則由多國專家小組對所提出的國家報告進行同行審查。參與審查的專家來自核電與非核電的歐盟會員國、瑞士、烏克蘭、與歐盟執委會

---

<sup>1</sup> 海底大地震伴隨海嘯引起日本福島第一核能電廠發生嚴重事故，造成三部反應器部分爐心熔損與喪失圍阻體以及放射性核種廣泛散布。

<sup>2</sup> <http://www.ensreg.eu/EU-Stress-Tests>

(European Commission)所屬部門<sup>3</sup>。最後於 2012 年 10 月歐盟執委會傳送壓力測試結果予歐盟理事會及歐盟議會<sup>4</sup>。

在歐洲國家進行壓力測試的同時，**國際上也有一些管制機關根據歐盟的概念執行壓力測試，其中即包含台灣。**

### 台灣的壓力測試與歐盟同行審查：

2013 年 4 月，台灣核能安全管制機關-原能會，邀請歐盟執委會對 2012 年由持照者(即台電公司)以及原能會針對台灣核能電廠所完成的壓力測試進行獨立同行審查。

在此基礎上，歐盟執委會與歐洲核能管制機關共同組成一個多國的歐盟同行審查專家小組，參與之獨立專家分別來自數個核電與非核電的歐盟會員國、瑞士、與歐盟執委會所屬部門。

歐盟同行審查專家小組在 2013 年 5 月 31 日收到原能會提供的台灣壓力測試定版報告後，隨即展開深入的審查作業。在緊湊的書面審查後，隨即赴台灣進行實地查訪<sup>5</sup>。

### 歐盟同行審查 — 透明性與利害關係人的互動：

台灣使用核電始於 1977 年，並已在核能電廠營運方面累積相當豐富的經驗。台灣目前有三座位於不同地點的運轉中核能電廠<sup>6</sup>，且另有一座建造中核能電廠<sup>7</sup>。所有的核能電廠均由台電公司擁有及營運。所有運轉中與建造中的核能電廠均已進行壓力測試並接受歐盟同行審查。

---

<sup>3</sup> <http://www.ensreg.eu/node/407>

<sup>4</sup> [http://ec.europa.eu/energy/nuclear/safety/doc/com\\_2012\\_0571\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/nuclear/safety/doc/com_2012_0571_en.pdf)

<sup>5</sup> 從 2013 年 9 月 23 日(譯註:原文誤為 29 日)至 10 月 3 日，包含參訪兩個核電廠址(核三廠與龍門廠)

<sup>6</sup> 核一廠、核二廠與核三廠(各有 2 部反應器)。

<sup>7</sup> 龍門廠(有 2 部反應器)。

2011年3月福島發生一系列的爐心熔損事故後，核能成為利害關係人間爭論的議題，台灣亦然。因此，同行審查專家小組特別強調整個程序的透明性以及在整個審查過程中的參與方式，所涉及的利害關係人包含管制機關、電廠持照者、與台灣非政府組織<sup>8</sup>。以期同行審查的結果可被關切此議題的利害關係人所認同，特別是公眾，將其視為值得信賴的參考文件，能更加瞭解核能安全的現況與遠景。

原能會、台電公司、與非政府組織提供所有主要的文件均已分享於公開的網站<sup>9</sup>。此外，在同行審查專家小組參訪台灣前與參訪期間亦透過網路平台提供公眾諮議管道，使非政府組織與個人能藉以表達其觀點與提供資訊。

歐盟同行審查報告最終版本係建立在所有利害關係人共同參與的基礎上，包含原能會、台電公司、與非政府組織。

### **主要目的 — 確保嚴重事故預防與減緩之高標準：**

福島事故顯示過去事件與意外事故的經驗教訓並未被完全記取。福島事故後全世界對使用核能的安全性重新進行積極的評估，首先因為它是一件嚴重核子事故，其次因為它發生在原先被認為有高核安標準的國家。

嚴重核子事故的潛在代價，特別是當其發生在人口稠密地區時，可能會對國家經濟造成重大衝擊。因此最重要的是避免此類事故情況的發生，而此須藉由在預防與減緩方面確保採行最高可能之安全標準，以及管制監督的品質<sup>10</sup>。

---

<sup>8</sup> 非政府組織係由綠色和平組織熱心協助整合。

<sup>9</sup> <http://www.ensreg.eu/EU%20Stress%20Tests/International%20outreach>

<sup>10</sup> 參訪台灣期間與不同利害關係人的討論，得知管制機關正進行組織改造，並著重加強管制機關的效能與獨立性，以符合國際標準，例如確保充足的人力與經費。

台灣是世界上高度技術發展與人口稠密的地區，上述原則當然亦適用於台灣。此外，由於與日本處於相似的地球物理環境，台灣亦面臨大地震，雖然歷史上少見，台灣也面對海嘯的危險。

### **整體結論：**

綜上所述，歐盟同行審查結論認為，**台灣的壓力測試基本上係遵照 2011 至 2012 年間的歐盟壓力測試規範來執行**，因此，其結果與相關歐盟壓力測試結果可視為相當。

同行審查專家小組在整個審查過程中，觀察到管制機關與電廠持照者，均對於進一步改善核能安全有堅定的承諾。

歐盟同行審查認知下列事項：原能會根據歐盟壓力測試結果，以及對福島事故後其他國家特別是美國<sup>11</sup>、歐洲與日本所採取行動，已發展一套全面性的作法，進行安全審查並認定須進一步強化安全的行動，以便對台灣所有核能電廠在極端外部事件與嚴重事故提供更好的防備。

**假定能適切的履行這些強化行動，並根據壓力測試範疇內所考慮福島事故類型危害的審查結果，歐盟同行審查注意到原能會並未發現台灣的核能電廠有任何安全相關而須立即停機的弱點。**

**而且，台灣核能電廠似乎普遍採用高安全標準，且在多數領域符合國際目前的先進技術實務。**

**雖然如此，在某些特定的安全相關領域，同行審查專家小組仍提出明確的進一步改善建議。**台灣受到極端天然危害例如地震、洪水(含海嘯)、極端天候狀況與火山影響的風險，遠高於世界上許多其他的地理環境，特別是遠

---

<sup>11</sup> 台灣核能要求與安全評估實務係根據美國核管會(USNRC)與國際原子能總署(IAEA)適用的技術標準、指引與法規。

高於進行核能電廠壓力測試的歐洲國家。基於此項事實，這些改善被認為具有正當性。

### 進一步強化安全的建議：

除了對不同核能電廠提出特定的技術改善建議外<sup>12</sup>，歐盟同行審查歸納出下列主要的一般性建議：

- **進一步措施以確保適當的核能電廠設計基準：**

- 台灣遭受天然危害例如地震、海嘯、洪水與颱風的機會相當高。這些危害嚴重性的可靠評估以及採取適當的防備措施，對台灣的核能安全具有關鍵之重要性。同行審查建議應更新所有天然危害特別是地震與海嘯的設計基準事件，且所有核能電廠發生超過設計基準事故之機率不應高於每年  $10^{-4}$ ：
  - 當核能電廠廠址鄰近活動斷層時，適當的地震危害度評估須使用最新的地質與地震技術以更新設計基準事件，並確認出其他的地震相關危害。
  - 須擴充海嘯設計基準水位的評估，包括使用過去海嘯事件的地質紀錄與目前的最新技術。
- 福島事故前僅有一座核能電廠裝置了強固的排氣系統，目前原能會則已要求所有的核能電廠設置圍阻體過濾排氣系統，藉此使運轉人員能將圍阻體內部氣體聚積的壓力維持在臨界程度以下，並限制嚴重事故時的放射性物質釋出。
- 要求電廠設置被動式自催化氫氣再結合器的管制命令，可以顯著改善運轉員的能力，以避免圍阻體內部氫氣聚積並降低氫爆的風險。但是

---

<sup>12</sup> 參見「台灣核能電廠壓力測試之歐盟同行審查報告」，2013年11月。

仍有必要進一步評估，查證這些系統是否有足夠能力來因應超越設計基準事故的情境。

- **進一步措施以維持核能電廠在超越設計基準情況下的強韌性，與確保適當嚴重事故應變措施的可用性：**
  - 由於某些核能電廠位置互相緊臨，須評估複合式事故包含多機組與多廠址事故效應，以便認定潛在的瀕危效應(cliff edge effects)與相關的安全強化措施。
  - 發生影響廣泛的外部事件時，可以預期某些嚴重情況可能影響核能電廠緊急應變人員抵達廠址。道路/橋樑可能會是通行到達核能電廠的弱點，應考慮相應的基礎設施改善並確保重型道路清理設備屆時可用。
  - 福島事故顯示，在事故後處理大量受污染的水將是一大挑戰。藉由發展策略以抑低事故狀況下受污染的水量，並評估可能的選項以建構封閉式冷卻迴路，應能大幅改善電廠整備能力。
  - 除了現場運轉控制面板與遙控停機盤外，無替代緊急控制室存在可做為主控制室的額外強固替代性設施。
  - 未來將建造隔震技術支援中心，此係依據福島事故的經驗教訓，進行重大改善措施之一。然而，隔震技術支援中心的耐震設計目標必須至少對應於超越目前設計基準的耐震程度。
  - 嚴重事故處理的規定，在很大程度上仰賴外部支援與使用移動式設備。因此，核能電廠隨時需要有足夠數量受過訓練的適當人員，或者應該考慮將某些移動式設備改為固定設置之替代方案。
- **進一步措施以確保核能安全現況之透明度：**
  - 充足的公眾資訊納入原能會的決策程序為可以獲得民眾信任的根本要件。原能會亦可以發展新的溝通方式包括使用網路為基礎的技術。

- 本次同行審查採用了利害關係人參與之模式，鼓勵原能會進一步將此參與之通用模式開發轉換為適用於本地文化、狀況與需要的參與方式以便與國際最佳實務一致。
- 整合不同利害關係人，包含立法機關、管制機關、電廠持照者、科學界、地方民眾的代表、非政府組織等觀點的過程，可以形成台灣未來廣泛能源前景對談的基礎。

### 後續行動：

鑒於福島事故的經驗教訓，同行審查建議，若核能電廠欲持續進行商業運轉<sup>13</sup>，則應儘速增加遠超越現有安全餘裕的強韌性。

歐盟同行審查專家小組提出了進一步改善台灣核能電廠安全的建議，對這些建議的考量與處理是台灣本身的責任。驗證是否具有已可使用且足夠有力的手段，去適當地執行依據同行審查結果而衍生的安全強化措施，不在台灣及歐盟兩者的壓力測試及其同行審查範圍之內。

儘管事實上核能安全是一項全球性議題，然而台灣目前仍然某種程度上孤立於國際討論之外<sup>14</sup>，且尚需要獲得更多的國際參與。由於福島事故影響，應鼓勵國際核能安全界思考如何與台灣管制機關及電廠持照者建立更有效的合作方式，特別是針對結合國際努力可以在區域與全球的尺度方面，顯著降低對人類健康與環境的風險的議題。

歐盟同行審查專家小組理解與相當感激原能會考慮歐盟同行審查建議，並將之納入福島事故後的改善行動計畫。為了確保有足夠有力的手段落實執行這些改善行動，或者在政府組織改造的過程中被遵循，建議在本同行審查後，將來可進行國際管制組織審查做為後續行動。

<sup>13</sup> 參見"The Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident: OECD/NEA Nuclear Safety Response and Lessons Learnt", OECD 2013, NEA No. 7161.

<sup>14</sup> 2013年7月25日 Nuclear Communications Network 訪問原能會蔡春鴻主任委員。

## 致謝：

同行審查專家小組謹此對台灣所有參與者包含原能會、台電公司、與非政府組織，在本次同行審查中能夠以公開與透明的無私精神主動奉獻，致上衷心的感謝。對於核能安全相關議題，利害關係人均願意彼此學習並分享洞見與關切。

最後但同樣重要而值得一提的是，本次同行審查過程中將透明性與獨立科學意見納入考慮的作法，顯然證明對於台灣同行審查有極大助益，得以進一步改善壓力測試程序。原能會與非政府組織均同意並在同行審查期間致力達成這些作法，歐盟執委會對此表達衷心感謝。

## 進一步資訊洽詢：

[Marlene.HOLZNER@ec.europa.eu](mailto:Marlene.HOLZNER@ec.europa.eu)

能源事務發言人

(EU Commissioner Günther Oettinger)

European Commission

聯絡人：

[Christian.KIRCHSTEIGER@ec.europa.eu](mailto:Christian.KIRCHSTEIGER@ec.europa.eu)

(European Commission – DG Energy)