



① 位於新北市貢寮區的龍門核能發電廠

1

核能發電?! 龍門核能發電廠知多少

文、圖 / 編輯部、台電公司龍門核能發電廠

三面環海，一面靠山的貢寮地區，有著優美的海岸線景色，開車行駛在北海岸的主要道路台2線上，來到96.5K處，龍門施工處的指示標誌就矗立在路旁。在這樣悠閒的氛圍下，很難想像位於此處的龍門核能發電廠，是社會輿論的重要焦點，更是激發擁核、反核聲浪的電廠。龍門電廠自民國88年正式動工，歷經反對、抗議的輿論壓力，還有停工、復工的反覆循環，至今已15年時間。如今，整體廠區的完工度已達9成。

為何需要龍門電廠？

台灣為能源輸入國，以台灣電力結構而言，抽蓄水力及再生能源發電的百分比相

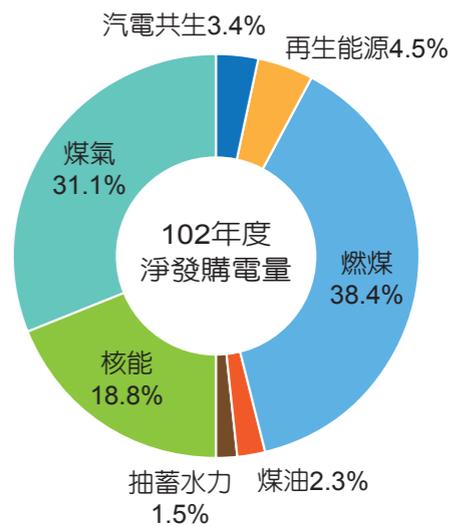
加，僅占全台發電量6%(詳圖)。電力供應的主軸，仍依賴燃煤、天然氣及燃油。若將台灣地區區分為北、中、南3個區域，比較用電及發電的比例現況，北部地區的電力供給約占全台電力供應34%，但用電需求卻占全台用電需求40%；中部地區電力供給約占30%，與電力需求29%相當；南部地區的供給約占全台供電量36%，需求卻僅占31%。簡單而言，北部地區的電力是供給小於需求，中部地區電力供給與需求相當，南部地區是供給大於需求，因此北部不足的電力，大多是由南部透過高壓電線將電力往北部輸送。

進一步了解北台灣地區現存的電廠結

構，目前供應北部地區電力的主要電廠，以火力及核能為主，包括第一、第二核能發電廠、及協和、林口火力發電廠。其中林口電廠即將於今(103)年除役，協和發電廠將於106年除役，第一及第二核能電廠的機組，也將陸續於107年至112年除役。換句話說，北部的電廠正在進行一場退役接力賽，電力的供需將呈現供給小於需求的狀況。龍門電廠，就是預定接下北部地區發、供電棒子的選手。

核能電廠如何發電？

談到核能電廠，就不能不了解他的發電原理。核能發電與火力發電原理原則相同，只是透過不同原料產生熱能，將水加熱成水蒸汽，推動汽輪機組產生動力，再將動力轉化為電力。另一項不同點，火力發電是燃料直



資料來源：台灣電力公司



② 由日本三菱 (MHI) 公司製造的發電機

接於鍋爐下方加熱產生蒸氣，核能發電則是透過控制棒調節功率，產生蒸氣推動發電機組，核能發電不燃燒石化產品，透過核子分裂提高水溫，也因此發電過程中不會排放二氧化碳 (CO₂)，較火力發電更為環保。目前台灣地區火力電廠的燃料係以燃煤 (38.4%) 及燃氣 (31.1%) 為大宗，燃燒燃煤產生 1 度電，約排放 839 克 CO₂，燃燒燃氣產生 1 度電，則約排放 389 克 CO₂。

不會排放二氧化碳，是核能電廠的優點，然而核能發電的過程中，利用核分子分裂產生的能量之一，即是放射性能量，也就是所謂的輻射。日常生活中，輻射是一種常見的能量，身體接觸微量的輻射，是能夠自行代謝排出的。但若暴露在大量的輻射量之下，亦造成基因及染色體病變，更可能影響身體機能運作。核能發電過程中所產生的能量，若未能完整存封造成外洩，則可能對環境產生不可回復的破壞。

綜觀全球核能電廠的設計前提，都是以最嚴重的核能事故為標準來建立完整、多項備用方案的安全防護，龍門發電廠的建立與設計，也以同樣嚴謹的態度來對待。

龍門核能發電廠面面觀

台灣地區位處於地震帶，為了尋找適合的廠址，龍門電廠根據美國核能管制委員會 (NRC) 的規定，選定位於新北市東北角的貢寮區。480 公頃廠房三面環海，一面靠山，具有與人類生活圈隔離的特性，所在地的岩盤穩定，反應器廠房下方也無斷層破碎帶，根據經濟部中央地質調查所 2013 年 6 月「臺灣之活動斷層分布與地表變形觀測報告」，龍門電廠半徑 35 公里內是無活動斷層，更說明龍門電廠地層的穩定度。

面積約為 18 座大安森林公園的龍門電廠，擁有 2 部發電機組，每部發電量為 1,350MW(135 萬瓩)，年發電量達 193 億度。核反應器的型式為進步型沸水式反應器 (ABWR)，由美國奇異 (GE) 公司製造，發電汽機組 (1 高壓、3 低壓) 及發電機則是日本三菱 (MHI) 公司製造。

發電機組中的一號機，目前施工進度已完成 95.7%，反應器及發電機的測試工作，如反應爐壓力槽、爐水喪失事故 (LOCA)/洩漏偵測隔離 (LDI) 測試、反應器廠房及控制廠房洩漏預測、全爐心及停測試及一次圍阻體整體洩漏率等測試，也於 97 年至今

(103) 年陸續完成，並達工程安全相關標準。

核能反應器對核能電廠，猶如心臟對於人體的重要性一般。因為核反應器既是發電的重要核心，也是輻射產生的基地。龍門電廠最近完成的一次圍阻體整體洩漏率測試，就是防止輻射外洩的重要關卡。核能電廠為了防止輻射外洩，由反應爐心開始層層保護、層層把關，就是要讓輻射封鎖在其中。龍門電廠的圍阻體設計，共有一次圍阻體及二次圍阻體。一次圍阻體是配有 6.4 毫米鋼板及厚度 2 公尺，內含 5 層 18 號鋼筋的混凝土。圍阻體的鋼筋混凝土，甚至能抵擋飛機衝撞的撞擊強度。而一次圍阻體之外，還有廠房的鋼筋混凝土牆 (二次圍阻體)，成為雙重防護。

龍門電廠 7 大防護措施

承平時期的圍阻體是能夠完整的封住輻射不外流，但若遭遇如日本 311 強震的衝擊，龍門電廠要如何確保核能安全，不讓福島核電廠的災難重演？讓我們一同了解龍門電廠的 7 項安全防護。首先，龍門電廠在規劃設計上較福島電廠晚了近 30 年，安全考量更具體完整，以廠房與海岸邊的距離及高度位置為例，福島一廠僅距離海岸 100 公尺，廠房高度較海平面高 10 公尺，龍門電廠第 1、2 號機組的位置，距海岸則有 500 公尺，高於海平面 12 公尺。第二，冷卻水抽水廠房各自配有 6 組抽水機組，每個抽水機房都有厚度 4.5 公分的鋼板水密門保護，可避免海嘯來襲時海水的滲入，保持抽水機組正常運作，不讓海水淹沒。除了積極的排

表 龍門電廠測試現況一覽

完成日期	測試機組 / 廠房	測試項目
97.11.1	反應爐壓力槽	反應爐水壓測試
101.6.12	汽機	大範圍抽真空 / 飼水泵 / 廢氣系統測試
101.7.21	控制廠房	爐水喪失事故洩漏偵測隔離施工後測試
101.8.14	渠道	渠道水頭損失試驗
101.8.25	微調控制棒	全爐心急停測試
102.1-2 月	緊急爐心冷卻系統	緊急爐心冷卻系統測試
102.2.3	反應爐壓力槽	反應爐洩漏測試
102.3.10	發電機	發電機氫氣填充及洩放測試
102.8.6	反應器廠房及控制廠房	洩漏預測
102.9.26	緊急柴油發電機	A 台測試
102.11.7		B 台測試
102.12.23		C 台測試
103.3.6	一次圍阻體	一次圍阻體整體洩漏率預測

資料來源：龍門核能發電廠

水措施外，廠區外圍更增建高度 2.5 公尺 (高於海平面 14.5 公尺) 的海嘯牆。依據核電廠安全分析報告 (FSAR) 分析海嘯可能上漲高程 (公尺)，龍門電廠的 12 公尺高程，加上海嘯牆防護的 14.5 公尺高程，已遠高於龍門電廠面臨的海嘯高程 8.07 公尺。

龍門電廠若遇災害，造成外部電力無法送入電廠，另外配備了氣冷式柴油發電機以及氣冷式氣渦輪發電機，供應反應器廠房的用電，提供反應爐爐心冷卻用水，避免反應器過熱造成熔毀。另外，龍門電廠在廠區的最高點，設置了儲水量 4.8 萬噸的生水池。在廠區無外電且備用電力無法供電時，利用生水池高低落差產生的重力，以 10 公斤的

水壓將池水灌入反應爐，降低爐水溫度，確保爐心安全。

生水池現在的所在地，是一個約 14 度的順向坡。為避免土石走滑，考量邊坡走向，將邊坡上原本的土石約 110 萬噸全數挖除，降低上方土石滑落的可能性，並將這些土石回填至生水池南側的坡腳，讓生水池更為穩固，可見規劃設計的細心程度。

最後防線—斷然處置措施

斷然處置措施 (URG, Ultimate Response Guideline)，是龍門電廠確保全民的安全的最後防護，以安全為第一考量，並將核能電廠建造成本、供電量等議題拋諸腦後的做



法。效法壯士斷腕的決心，在緊急時候毫不遲疑做出正確決策，引入湖水、溪水或海水灌入反應器內，停止核反應器的持續運作。

只要核能電廠發生 3 種情況：一、強震急停，海嘯警報發布；二、喪失反應爐補水能力，無法持續反應爐中核燃料覆蓋水位；三、喪失所有交流電源，廠區全黑，即啟動斷然處置措施，把握災害發生第一時間。執行斷然處置的授權達值班經理，即便通訊設備全數中斷，無法通知廠長甚至最高指導長官時，值班經理都可依標準作業程序執行，透過降低反應爐壓力，避免圍阻體因氣壓增高而破裂；並將水源灌入反應器，終止電廠運作，避免核電廠爆炸或輻射外洩，將災害保存在原地，使命必達，保障人民的安全。

斷然處置措施，是台電公司記取福島核災未能於黃金時期為反應器洩壓而發生氫氣爆炸的教訓，通盤檢討並擬定的防護程序，斷然處置措施的提出，不僅是國際首見，亦獲得核能專家的肯定，顯示台電公司為確保台灣土地及民眾安全的決心。

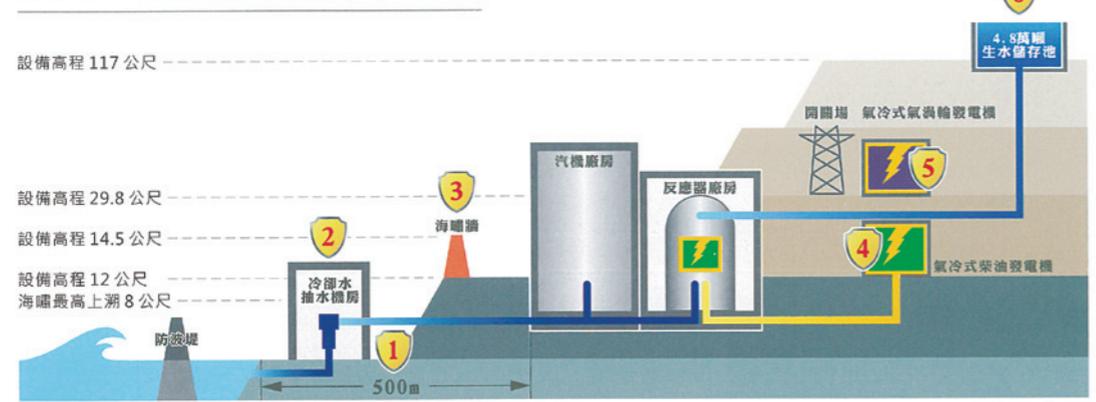
老鷹的餐桌

在龍門電廠兩座發電廠房中央，有個 141 公尺高的通風塔，接近通風塔頂端及中端的地方，共有兩處氣象儀器平台，廠內的員工說，經常看到大冠鳩在廠區的領空翱翔，不時停駐在通風塔的這兩座平台上歇歇腳，更會將捕到的獵物帶來此處享用，欣賞海天一色的遼闊景觀，因此戲稱為「老鷹的餐桌」，也為剛硬的電廠帶來些許的調皮氣氛。也有員工說，在前往生水池的路途中，因靠山的關係，也能看到幾隻迅速移動、怯生生的松鼠往草叢堆中跑去，與大安森林公園中向遊客討麵包的松鼠不同。看來無論松鼠或大冠鳩，都將龍門電廠視為活動範圍的一部分了。

無論龍門電廠的未來是否存續，龍門電廠已經成為貢寮地區的重要地標。有機會，到新北市貢寮區走走，親眼看看龍門電廠，找一找是否真有大冠鳩出沒，也享受北海岸地區的自然風光。

3

龍門電廠七大防護示意圖



防線	複合防災項目	日本福島一廠	龍門電廠
1	廠房與海岸邊的距離	100 公尺	500 公尺以上
	廠址高程	10 公尺	12 公尺
2	冷卻水抽水機房建築物保護	無	冷卻水抽水機房有各自獨立的水密艙間保護
3	海嘯牆	無	增建 2.5 公尺海嘯牆(海平面高 14.5 公尺)
4	氣冷式柴油發電機(後備電源)	無	高程：12 公尺
5	氣冷式氣渦輪發電機(後備電源)	無	高程：29.8 公尺
6	生水儲存池	無	高程：117 公尺(可補充 4.8 萬噸的冷卻水)
7	斷然處置措施	無	可有效阻止爐心熔毀，保護人民生命財產

- ③ 龍門核能發電廠的 7 道防護措施示意圖
- ④ 儲水量 4.8 萬噸的生水池，位於龍門電廠廠區內最高點
- ⑤ 141 公尺高的通風塔上有兩處平台，素有「老鷹的餐桌」之稱