

從技術及安全角度看增加輸入核能

能源諮詢委員會主席

梁廣灝

26.11.2010

政府於九月發表「香港應對氣候變化策略及行動綱領」諮詢文件，提出多項建議，包括大幅度改變發電燃料組合。諮詢文件引發了不少討論，當中一個討論重點是增加引入核電相關的安全及核廢料等問題。能源諮詢委員會近日亦舉行了特別會議，除了由特區政府負責監察核電安全相關事宜的部門，簡介現行的監察及通報機制外，亦邀請了核電專家，分享核電於國際的發展情況。委員會亦參觀了大亞灣核電廠，加深對核電廠營運和安全措施的了解。因應近日有關核電的討論，我希望從技術及安全角度，與大家分享增加輸入核電的相關資料及看法。

核電在全球的發展情況

2. 核電現時已是其中一個主要發電模式。核電現佔全球電力供應約 14%，全球共有約 30 個國家營運超過 440 個核電機組。截至本年 8 月底，共有 60 個核電機組正在建設。在 2009 年，核電為全球提供約 25,580 億度電。現時，核電發電量超過 25% 的國家和地區共有 16 個，其中包括美、法、德、日等發達國家。在美國及歐洲，核電分別佔總發電量的 20% 及 25%。

3. 內地現正營運的核電機組共有 13 個。根據國家發展和改革委員會在 2007 年 7 月發表的《核電中長期發展規劃》，內地計劃在未來建設更多核電站。至 2020 年，核電預計將滿足國家 4% 的用電量。

核電引起的主要關注

4. 不同的發電燃料，各有利弊：燃煤發電雖然成本較低，但亦是空氣污染及溫室氣體排放的一個主要來源；天然氣雖然較清潔，但其燃料成本佔電費的比重相對較高，而由於天然氣價格不穩定並預期會繼續上升，故此對電費影響較大。可再生能源在香港的發展，則受制於天然資源，其發電成本現時仍較化石燃料為高，供應可靠性亦較低。

5. 相對而言，核電供應較穩定可靠，發電燃料（即鈾）的在未來世紀供應充足，現時的電價亦比天然氣發電為低。最近，核電的安全問題在社會上引起了一些關注，主要是有關核輻射引發的安全問題、核廢料處理，以及核電站的退役安排。

核輻射引發的安全問題

6. 由於全球對於核安全的重視，現時就核安全已設有國際組織，並在多個與核能有關的範疇設有國際公約。國際原子能機構負責向成員國（包括中國）提供技術援助、組織研究和制定有關核能利用的安全條例，並已與 140 多個國家（包括中國）和地區組織簽訂了保障監督協定。國際原子能機構訂定了《核安全公約》、《及早通報核事故公約》及《乏燃料管理安全和放射性廢物管理安全聯合公約》等多條與核能有關公約，而中國是有關公約的締約方。

7. 內地方面，核電站的建造和運行均受國家有關民用核設施的法規所管制，並須符合國家有關的規定才可獲發給建造和運行安全許可証。國家環境保護部負責執行核電站的環境監測工作，下設國家核安全局，負責監督核電站的安全運行及審查工作。有關建造和運行的要求及核廢料的處理均符合國際標準。此外，國際原子能機構亦會派員視察國內核電站的運行情況。

8. 現時內地的核電站，均設有多重屏障，以防輻射物質外泄。舉例，為防止反應堆的輻射物質外泄，核電站反應堆內的核燃料被包裹在燃料棒內，而燃料棒再被包裹在鋼制的壓力殼內，然後壓力殼再被包裹在鋼筋混凝土制的安全殼內。此外，核電站的安全系統亦設有重複的功能。一旦系統內某一部份不能運作，重複的設備可以即時投入運作，令整個系統不會因此受到影響。這些重複的設備一般採用不同的原理運作，而且安裝在核電站內不同的地方，因此一個基本性的設備問題，或者一個出現在核電機組的局部事故，不會對整個核電機組的功能帶來影響。核電站在設計上亦已考慮到潛在自然和人為威脅，堅固的結構足以防禦颱風、地震、飛機撞擊等。另一方面，核電站的嚴密保安措施，亦可防止人為的惡意闖入。

9. 有意見擔心增加輸入核電會增加港人承受的核意外風險。我們

應留意，國家早已公布計劃在未來建設更多核電站，當中部份位於廣東省。如果香港於 2020 年增加輸入核電，基於時間的考慮，很大可能會由廣東省內已規劃的核電站輸電到港。這些核電站，即使並非供電到港，亦將會興建以應付內地的電力需要。因此，增加輸入核電會增加港人承受的核意外風險的說法，難以成立。

核廢料處理

10. 就核廢料處理方面，現時核廢料處理已有國際認可的做法。核電站的營運當中，部份核廢料來自核電站在日常運作過程中提取的放射性物質，和維修過程中換出的帶放射性的零件、受放射污染的工具或保護用的工作服等。這些類別的核廢料一般會遭封存，防止它們與環境接觸，並暫時存放在核電站內，最後送往地下淺層廢物庫或地面廢物庫貯存及儲藏。

11. 在核裂變的過程中，核燃料會變得具放射性。使用過的核燃料(乏燃料)會經過一個暫時儲存的處理過程，一般為五至十年。有關過程有助減低核燃料的放射性及熱量，讓其可進行下一步處理或運往適當的地方永久儲存。過去數十年的經驗已充分證明，只要具備充足的監察及管理，乏燃料的處理過程是安全可靠的。

12. 事實上，部份國家，包括中國、法國、印度、日本，俄羅斯及英國，會採用後處理的程序，將乏燃料內有用的物質分開以供循環使用；這程序能有效控制核廢料的狀態及減低廢料的份量。

13. 就儲存的安全性方面，將核廢料儲存於岩層已被確證為將有關物質與大氣及生態圈隔離的可靠方法。地下儲存的安全性是透過多重工程及自然屏障達致，以防止核廢料的洩漏。工程屏障包括固體廢物方陣，及各式容器及回填以阻止廢料的移動或滲透。自然屏障主要為不透水的岩層。有關廢料會被放置於一個深度達數百米的堅固地下岩層長時間隔離，不受周邊情況影響。這些廢物的放射性會隨著時間降至天然水平。在瑞典、芬蘭和美國，這些儲存設施的發展已頗為成熟。當中，美國已有一個地下儲存庫自 1999 年起投入使用，以供儲存長壽期的放射性的物質。

14. 有意見認為香港未來增加輸入核電，每年會產生數「以萬噸計」

的核廢料，對環境造成污染。事實上，大亞灣核電站每年產生約 50 噸乏燃料和約 200 立方米的核廢物，其七成發電容量已足以供應香港 23% 的電力需求。按此推算，若未來增加核電供港，額外產生的核廢料數量不會相差太遠，亦不會是「以萬噸計」。

核電站退役安排

15. 核電站在運行數十年並在其可用期完結後，需要進行退役。在核電站內，部份接近反應堆的結構亦會帶有放射性，因此，這些物料亦屬於放射性物質，並需按核廢物的方式處理。

16. 壓水式反應堆（即大亞灣核電站採用的反應核種類）設計運作期一般為 40 年，但按實際的核電站運行經驗，現估計其運作期可延至 60 年。部份外國如美國和荷蘭，發給壓水式反應堆的運行執照已達 60 年；芬蘭的相關執照則為 50 年。

總結

17. 市民及輿論對增加輸入核電的憂慮，可能依然建基於 1986 年發生的切爾諾貝爾或 1979 年發生的三里島核事故。隨著科技的發展和對核安全重視的進一步提高，包括從核電站的設計、營運、管理和監督等多方面着手。上文簡單介紹了現時核電在國際間的使用情況，以及核安全相關事項現時國際及內地的處理方法。我希望以上資料有助提升市民對核電技術及安全性的認識，讓大家考慮未來發電燃料組合時，能建基於科學以及更全面的資料。