

加拿大放射性廢棄物集中貯存設施

113.07.09

加拿大自 1970 年代開始研究集中貯存。在七十年代中期，由 Ontario Hydro (現在是安大略水力公司)和加拿大原子能公司(Atomic Energy of Canada Limited)組成燃料儲存評估委員會(Committee Assessing Fuel Storage, CAFS)負責審查各種集中貯存概念，包括水池貯存(water pools)、混凝土容器貯存(concrete canisters)、乾貯存窖(dry vaults)。

在安大略政府要求下，安大略電力公司在 1979 年對所屬電廠執行用過核子燃料貯存評估，當時評估廠內貯存與集中貯存兩種方案。該研究建議安大略電力公司應遵循廠內貯存策略，直到做出再處理或直接處置的決定。研究結論認為廠內有足夠空間，可採用附加水池貯存至 2025 年。

80 年代初，有一項用過核子燃料延長貯存(Extended storage)數百年的研究，研究結論是採用地上混凝土容器貯存方式最具靈活性，能符合延長貯存的發展需求。

這些研究促使安大略電力公司發展乾式貯存容器(Dry Storage Containers, DSC)(圖 1)。目前乾式貯存容器已使用在 Pickering 核電廠和 Bruce 核電廠並計畫在 Darlington 核電廠使用。

1995 年 Pickering 核電廠第一階段乾式貯存開始運作，擁有 700 個 DSC 容量，2007 年第二階段再增加 800 DSC 容量。乾貯場將可容納 Pickering 核電廠所有用過核子燃料，直至加拿大做出用過核子燃

料長期管理的決定。Bruce 核電廠的乾貯設施可容納該廠所有用過核子燃料已在 2002 年運作。而 Darlington 核電廠的乾貯設施則正在規劃階段。乾式貯存容器設計壽命為 50 年，預期執行維護和檢查作業，適於貯存更長的時間。

此外，加拿大原子能公司發展兩種乾式貯存的概念：模組化乾貯存窖，稱為 CANSTOR(圖 2)和混凝土護箱(圖 3)。這些概念都在使用 Quebec Hydro 電力公司和 New Brunswick 電力公司的廠內貯存。

AECL 在 Chalk River 實驗室有座集中貯存設施，用以貯存早期反應器(NRX 和 NRU 反應器)用過核子燃料。加拿大也參加國際乾式和濕式燃料束貯存行為，稱為 BEFAST 計畫(Behaviour of Fuel Assemblies in Storage, 1981 年至 1996 年)。該計畫顯示，用 CANDU 燃料應該保持其完整性在乾式和濕式的環境貯存 100 年。如果燃料破損則貯存週期可能降低到 50 年。加拿大現在參加 IAEA 用過核子燃料性能評估和研究(Spent Fuel Performance Assessment and Research, SPAR)計劃，第一階段重點是用過核子燃料的各種長期貯存和處置相關的效應。除非進一步的研究，否則長期貯存必須重視放射性物質外釋不致於影響貯存安全。

目前廢棄物貯存情形，安大略電力公司的西部廢棄物管理設施 WWMF(Western Waste Management Facility)(圖 4)，負責貯存所有該公司電廠所產生之低、中放射性廢棄物，亦即來自 Pickering、Darlington、Bruce 電廠之低、中放射性廢棄物。相關廢棄物將以貨車方式運送至 WWMF 進行中期貯存。

用過核子燃料以外之放射性廢棄物，低放射性廢棄物約佔總體積

95%，將運送至 WWMF 之減容中心(Waste Volume Reduction Building)焚燒或壓縮，經處理後之廢棄物則送至低放射性廢棄物貯存庫(Low Level Storage Buildings)進行中期貯存，每年大約有 3,000m³之處理後廢棄物運送至貯存庫貯存。截至 2013 年，WWMF 約貯存了 84,000m³之低放射性廢棄物及 11,000m³之中放射性廢棄物。

WWMF 另貯存來自 Bruce 電廠之用過核子燃料，用過燃料貯存於乾式貯存相關設施(包含處理中心及 4 座貯存中心)(used fuel dry storage facility)。該設施於 2002 年運轉，其中每座貯存中心的設計容量為容納 500 個乾式貯存容器(DSC)，故 WWMF 共可貯存 2,000 個 DSC，未來可視需要另行增建。DSC 為一混凝土製容器，壁厚約 510mm，內、外壁襯以 12.7mm 厚鋼板，以利 DSC 提供足夠的輻射屏蔽，1 個 DSC 內部容量可貯存 4 個模塊、每個模塊包含 96 束(bundles)用過核子燃料，故每個 DSC 可貯存 384 束用過核子燃料。

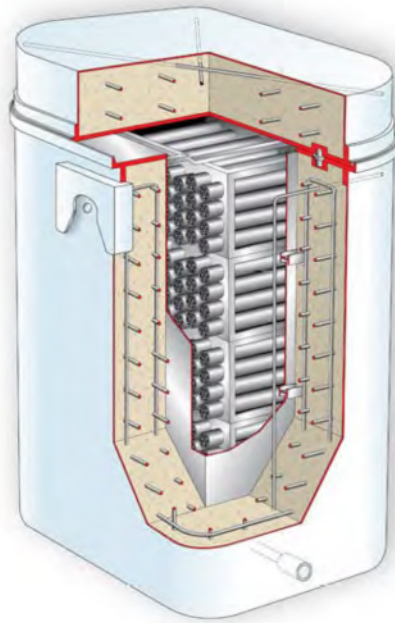


圖 1 安大略電力公司發展乾式貯存容器(Dry Storage Containers, DSC)



圖 2 加拿大原子能公司發展模組化乾貯存窖(CANSTOR)



圖 3 加拿大原子能公司發展混凝土護箱



圖 4 WWMF 設施照片

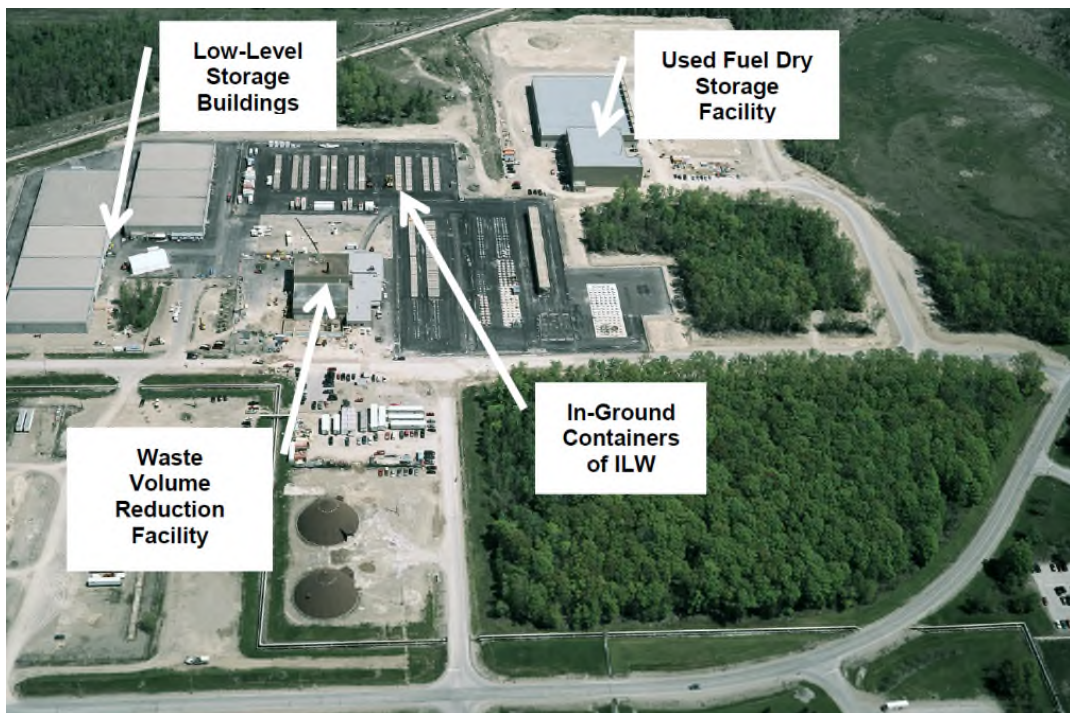


圖 5 WWMF 放射性廢棄物貯存分區情形