

美國高放射性廢棄物集中貯存設施

113.07.09

歐巴馬總統上台後決定停止雅卡山最終處置計畫(Yucca Mountain Project)，並於2010年1月29日要求美國能源部(DOE)成立美國核能前途藍帶委員會(Blue Ribbon Commission on America's Nuclear Future, 簡稱 BRC)，俾就美國的核後端營運進行廣泛且深入之探討後，提出重要建議及替代方案。2013年4月美國能源部公布「用過核燃料與高放射性廢棄物管理及處置策略」(Strategy for the Management and Disposal of Used Nuclear Fuel and High-Level Radioactive Waste)，各項工作預定時程如下：

- 2021年完成先導型集中式貯存設施並進行營運測試。
- 2025年完成集中式貯存設施(CISF)並營運。
- 2026年選定最終處置場址。
- 2042年完成場址特性調查、安全設計並取得興建執照。
- 2048年完成處置場興建並開始營運。

美國能源部於2015年開始著手「以同意為基礎的選址流程(Consent-based Siting Process)」工作及徵求公眾意見；2017年美國能源部提出用過核燃料及高放廢棄物之集中式貯存設施與處置設施之選址流程草案(Draft Consent-based Siting Process for Consolidated Storage and Disposal Facilities for Spent Nuclear Fuel and High-Level Radioactive Waste)，並再次徵求公眾對該流程的意見。美國能源部2021年12月在網路上公開徵求「採用以同意為基礎之選址流程來確定聯邦臨時存儲設施」的資訊請求(Notice of Request for Information

(RFI) on Using a Consent-Based Siting Process To Identify Federal Interim Storage Facilities); 2022年9月公布了一份總結225份 RFI 回復的報告。2023年4月美國能源部正式公布用過核燃料及高放廢棄物之集中式貯存設施與處置設施之選址流程文件，該文件將選址流程分為：(1)規劃及能力建置階段、(2)場地篩選及評估階段、(3)溝通及實施階段（如圖1）。2023年6月美國能源部宣布向大學、非營利組織和私營部門等合作夥伴團體提供2600 萬美元資金，以對選址有興趣的社區展開合作及溝通工作，確保選址各項資訊的透明度及增加社區支持度。



圖1、美國能源部2023年公布之選址流程路徑圖

針對美國集中式貯存設施之推動概況而言，美國 Waste Control Specialists LLC(下稱 WCS 公司)於2015年1月20日獲得德州 Andrews County 當地郡政府全數通過於該郡內設置集中式乾式貯存設施 (Consolidated Interim Storage Facility, CISF)，該設施之規劃佈置詳圖 3，預估可處理40,000 公噸重金屬 (MTHM, metric tons of heavy metal) 核燃料，貯存期限至少為40年，執照申請規劃為40年並可再後續申請20年之延役。該公司已於2015年2月9日向美國核管會(NRC)提出執照申請意願書，並於2016年4月正式向 NRC 提出執照申請，惟因故於2017年4月向 NRC 要求暫時中止審查作業。其後 WCS 與 Orano USA 公司成立合資企業 ISP 公司(Interim Storage Partners)，並於2018年6月請NRC恢復審查，NRC並於2018年8月同意恢復審查。2021年7月 NRC 批准該設施的最終環境影響報告書 (EIS)，2021年9月 NRC 頒發許可執照。

ISP 公司針對該集中式貯存設施規劃為8個階段執行，每階段可貯存5,000 MTHM 用過核燃料，初期第1階段的執照申請將規劃使用 Orano USA 公司開發之3種 NUHOMS 貯存護箱，接收來源包含美國境內3座除役電廠與7座運轉中電廠的用過核燃料。

WCS 公司與 AREVA(Orano USA 公司前身)及 NAC International Inc.(NAC 公司)在2015年2月宣布共同合作意向，包含此集中式貯存設施計畫的設計、開發、建設、運轉、維護及核子物料運輸等項目，且 AREVA 與 NAC 兩間公司將一同執行此設施執照的申請作業。因 AREVA 與 NAC 公司在美國現今的乾式貯存系統具有68 %的市場佔

有率，所以該協議將可確保此集中式貯存設施處理美國大多數商用電廠的用過核燃料及高放射性廢棄物，並充分運用兩公司在用過核燃料運送上的專業知識。未來 ISP 公司集中式乾式貯存計畫所設計之 NUHOMS EOS 水平貯存系統及集中式乾式貯存方式示意圖如圖3、圖4所示。

在2021年9月 NRC 向 ISP 頒發該集中式貯存設施(CISF)許可執照前，德州立法機構通過了一項法律，禁止在德州內貯存美國其他州所產生之用過核子燃料，該法還禁止德州政府發放在德州內貯存用國核子燃料的許可執照。而自2021年9月 NRC 向 ISP 公司頒發該集中式貯存設施(CISF)之許可執照後，德州州政府及兩家石油與天然氣開採在地公司(Fasken Land and Minerals ; Permian Basin Land and Royalty Qwners) 請求第五巡迴上訴法院重新審查其許可執照，而該法院同意了複審請求。2023年8月25日第五巡迴上訴法院的三名法官組成的小組裁決，依據原子能法，NRC 沒有法定權力向民營企業發放行過核子燃料的貯存設施許可證，故判決撤銷該集中式貯存設施(CISF)之許可執照。2023年10月24日 NRC 就該裁決提起上訴，尋求全體法官重審及聽證申請。2024年3月14日第五巡迴上訴法院公布以9票對7票的投票結果，拒絕了 NRC 及 ISP 公司提出的全體法官聽證會的請求並維持原裁決。2024年6月12日美國檢察總長 Elizabeth Prelogar 代表美國聯邦政府及 NRC 向美國最高法院(SCOTUS)提交請願書，要求審查第五巡迴上訴法院的裁決。2024年6月13日 ISP 公司亦對該判決向美國最高法院提出上訴。

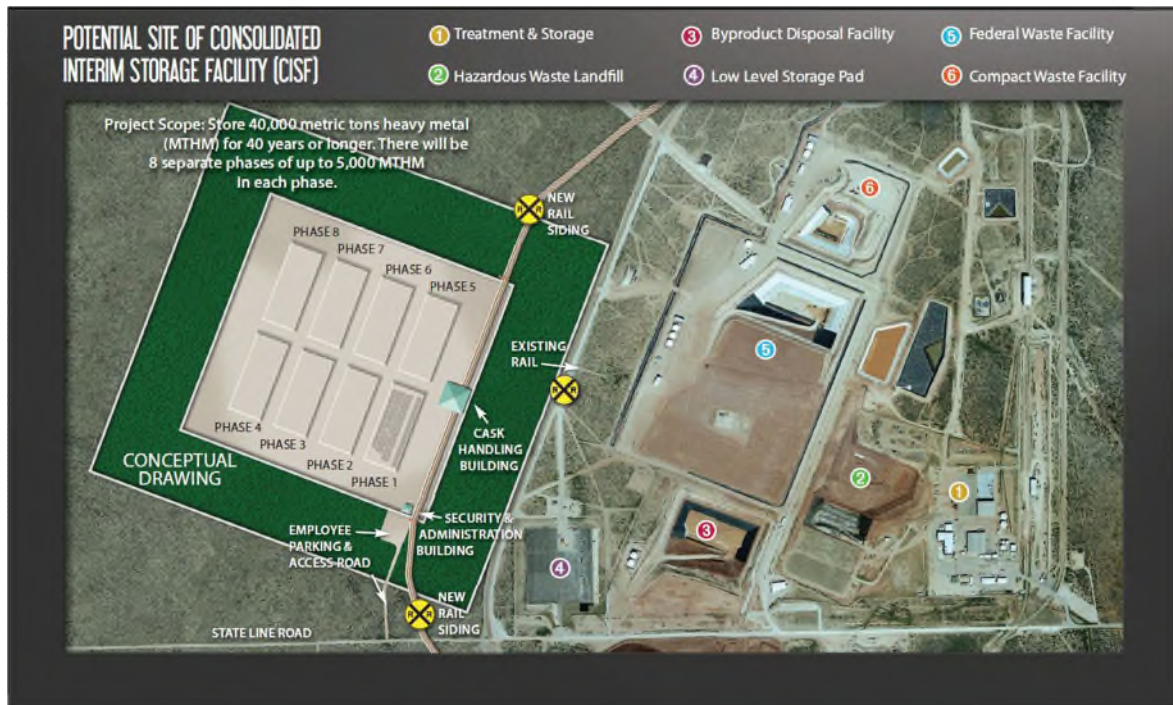


圖2、ISP CISF 佈置圖

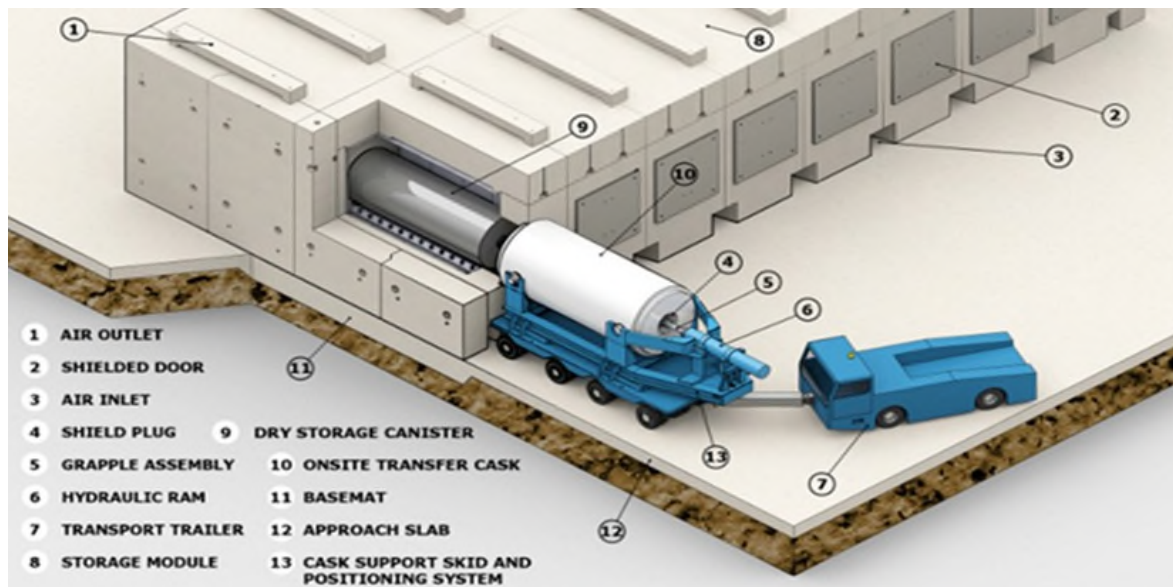


圖3、NUHOMS EOS 系統示意圖



圖4、ISP CISF 集中式乾式貯存方式示意圖

美國境內另一用過核燃料貯存設施規劃案為預計於新墨西哥州 Eddy and Lea 郡設立之集中式乾式貯存設施（如圖5），該設施係由貯存護箱製造公司 Holtec International 提出（下稱 Holtec 公司），並與 Eddy Lea Energy Alliance (ELEA)簽定合作契約共同推動此計畫。該貯存設施規劃位於地表下，預計可放置500個貯存護箱，預估可貯存約8,680公噸之用過核燃料，其佈置如圖6所示。

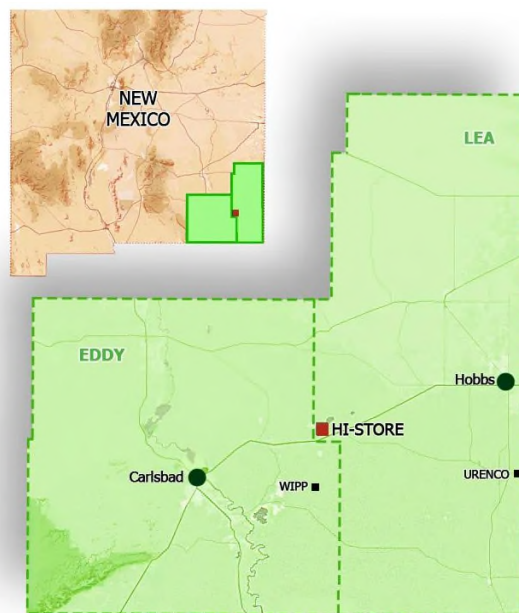


圖5、HI-STORE CISF 設施位置圖

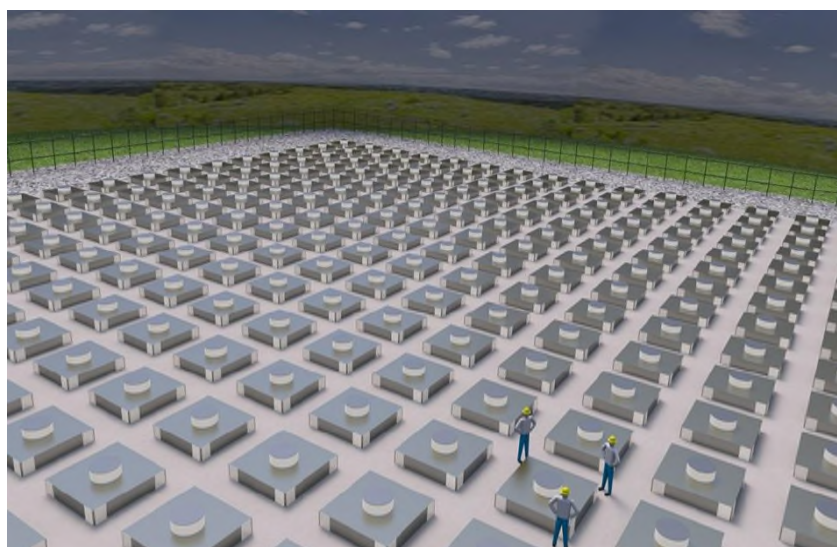


圖6、HI-STORE CISF 佈置示意圖

Holtec 公司將改良該公司既有之 HI-STORM UMAX 貯存護箱系統，以適用於此集中式乾式貯存設施，HI-STORM UMAX 系統目前已實際應用於南加州愛迪生電力公司 San Onofre 除役電廠之用過核燃料貯存，該公司將依據既有的經驗，改良 HI-STORM UMAX 系統成為 HI-STORM CIS(Consolidated Interim Storage)系統（如圖7），未來可應用於集中式乾式貯存設施。HI-STORM CIS 系統在設計上，主要不同點為每個貯存護箱可容納2個裝填用過核燃料之密封鋼筒，以有效節省設施所需土地面積。

Holtec 公司於2015年8月向 NRC 提出執照申請意願書，並於2017年3月正式向 NRC 提出執照申請。2022 年 7 月 NRC 批准該設施的最終環境影響報告書 (EIS)，2023年5月 NRC 頒發該設施的建造及營運許可執照。惟在許可執照頒發後，當地兩家石油與天然氣開採在地公司(Fasken Land and Minerals；Permian Basin Land and Royalty Qwners) 亦如同 ISP 之 CISF 設施案，請求第五巡迴上訴法院重新審

查其許可執照。2024年3月27日第五巡迴上訴法院的三人法官小組，基於該法院於 2023年8月25日撤銷 ISP 公司集中式貯存設施(CISF)之許可執照之判決裁定，撤銷了美國 NRC 於2023年5月頒發給 Holtec 公司的許可執照。Holtec 公司於2021年6月27日宣布，已請求美國最高法院(SCOTUS)推翻第五巡迴上訴法院2024 年3月所做出撤銷其許可執照之裁決。

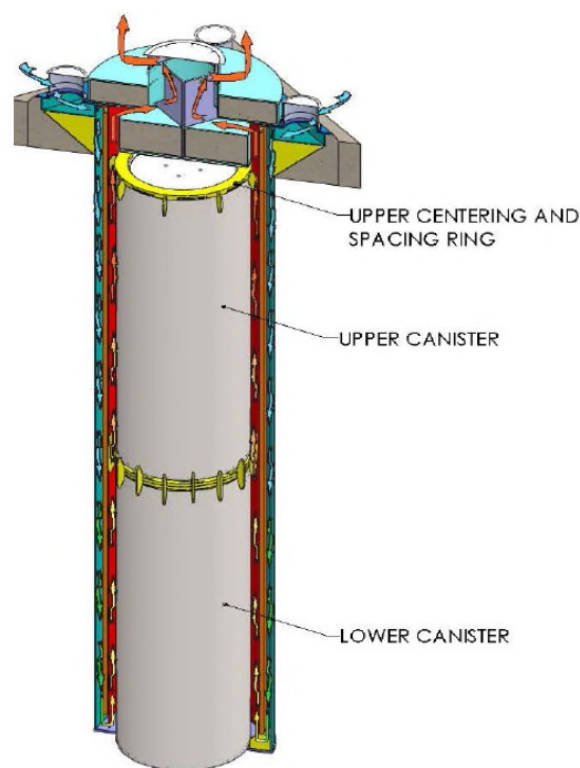


圖7、HI-STORM CIS 系統示意圖