

核設施除役成本估算

現狀與展望



核電廠和其他核設施在除役之前應準備好除役計畫與相關的成本估算，是現在常見的做法，甚至，有些核設施在開始施工建造之前就已準備好了。通常，這些除役的規劃和成本估算會在電廠運轉期間、在關廠後的過渡時期，以及在除役期間被定期地予以更新。計畫內容的具體要求通常會詳載於法規之中，係具有國家的立法基礎。

透明的、擁有支撐基礎的成本估算，具有一些重要的功能。它們提供了：一個選擇除役策略的理由、一個評估除役活動成本效益的基礎，以及一個確保充分必要的資金在有需要時可隨時用以彌補實際除役費用的基礎。估算除役成本的做法，在許多不同的國家和除役計畫之間都不盡相同，但許多的努力正被積極地投入，俾提高成本的可比較性。

除役成本估算狀況

大多數國家已經建立了成本估算和陳報的要求。在法律規定方面，核電廠和其他商業應用之核設施，必須準備包括除役計畫和相關的成本估算，並且通常定期於每隔三至五年之間更新其成本估計。

鑒於持續進行之除役工作的期程，經常會在做出初步成本估算之後，繼續執行好幾年甚至幾十年之事實，因此定期地更新與審查是必須的。

大多數國家都採用了內部一致性的正式會計結構，俾進行成本估算和陳報。然而，在方法上各國之間有其差異性。

偶發事件和不確定性

為了理解和處理成本上升的問題，以下兩個概念是重要的：“偶發性”和“不確定性”。

國家的法規規定，包括了行政上的和實質性的要求。實質性的要求，一般則是涉及解釋和交待那些用來計算成本估計的邊界條件和假設條件。邊界條件的例子，包括：估計的年份、可能的廠區結束狀態、設施的特性或廢棄物清除之限定條件，以及預期進行的除役活動。後者可能包括：測定設施的特性、設施從運轉到拆解之過渡、廢棄物處理、先前遺留之廢棄物處置、用過核燃料的處置、儲存、運輸，和其他材料管理的各項活動。有關“偶發性”成本和勞動力市場的假設也應予以陳報。在一些國家中，實質性的要求也規定了使用現值成本和處理成本升高的手段。

核安全監管者在除役計畫的審查和批准中扮演著重要角色，並且在某些情況下，對除役費用估算和籌資計畫也起著重要的作用。一些監管者會要求提出成本效益分析報告或評估使用替代之除役技術和工法之等同報告。定期檢討成本估算，並與實際除役活動的成本進行比較，將可以確保這些估算結果的品質。

為了構建他們的成本估算，許多國家都採取了將整個計畫分類，細分成有相互依賴性活動的成本和有期間(時間)依賴性的成本。這些將成本細分之估算方法，可以用來把除役資金的運用劃分成幾個區塊，如此則可能對那些需要立即支付款項的區塊持有更大程度的信心。有一些國家於成本估算時，在除役計畫中對不同區塊裡指定了不同的“偶發性”因素，此舉也反映了他們對除役計畫成本估算的信心程度。

在準備和管理核設施除役成本估算作業時，“偶發性”和“不確定性”這兩個概念是重要的。

“偶發性”係指所定義中的一個活動項目，並且是針對該特定的項目，其發生了潛在性的成本增加。當發生了成本增加現象，其原因主要是由於一些工作項目中產生了新的問題。然而，根據已完成之計畫統計，整體而論，所發生的“偶發性”成本增加範圍，通常僅限於10%至30%之間。

“不確定性”係指計畫管控之外的原因所導致之成本變化，諸如：匯率的波動、未預料到的通貨膨脹率，管制法規的改變、新技術或廢棄物處置途徑的可適用性等等。”不確定性”因素對計畫



成本的影響可能遠遠比“偶發性”因素為大。有許多不同的方法可用於處理“不確定性”問題，且每個國家亦可使用不同的工具組合來處理之，如數值模擬或情景分析等。

對除役計畫之成本進行比較的挑戰

在除役計畫中的最重要的成本要素和它們驅動成本提升的排名為：

- 廠區從頭到尾的工作範圍之界定。
- 監管機構之要求，包括：報告的詳細程度和清理之通關水準。
- 利益相關者的需求。
- 對庫存物質的物理特性、放射性和有害性之定性分析。
- 廢棄物處理、貯存和最終處置設施的可用性。
- 用過核燃料的安置和它們在進駐一個永久性處置場所之前的現廠貯存措施。
- 對已清潔之結構的部署和對該廠址之新發展的處置。
- 對“偶發性”之應用和在成本估算中之運用。
- 對廠房設施具有豐富知識與經驗之人員的可用性。
- 對設施拆除和清理活動所假設的工作執行期間。

在左邊欄位所列的要素，已在一些實際之廠房除役計畫中被發現是推升成本的因素，而且這些核設施廠房是屬於沒有發生過重大事故的。大部分的這些要素是超出計畫管控之外的，並受到“不確定性”的影響。成本數據不應採取表面數值，除非這些要素和它們的歷史紀錄在可比較性的數據表中能夠被指定出來。

綜而言之，除役計畫的成本只能給予一個範圍內的金額值；而不應給予一個中位數值或平均成本值。一個比較好的除役計畫成本可比較性分析，可透過對某些特定的除役活動項目之成本範圍來進行基準比較之方式來達成，而不是直接對整個除役計畫來做基準比較。

我們必須進一步考慮到除役計畫的成本，將會因為在同一個廠區的設施數量或拆除單位的數量，以及從之前除役活動所獲得的經驗程度而會有所不同。這些因素都將會影響到計畫工作的進程或替代策略的效率。

總體而言，這些正常來源資料的變異性，會使得它在一些不同的計畫和不同的國家之間比較整個除役計畫的成本時，更具有挑戰性。

除役成本的可比較性研究進展

經濟合作與開發組織核能署(NEA)、歐洲議會(EC)、國際原子能總署(IAEA)已經為除役費用開發了國際性的估算和報告架構，將有利於促進除役成本報告的編製、透明度和可比較性。

任何除役計畫都可以分解成一系列之技術上的和非技術上的活動。2012年新出版的國際除役成本估算架構(International Structure for Decommissioning Costing, ISDC)，乃是從之前的“黃皮書(Yellow Book)”(1999年出版)發展而成，並基於此種對活動項目分類的方法，試圖來幫助進行除役成本之比較。ISDC作為一般的成本估算平台已將典型的除役活動和成本類別納入考量。ISDC這本書提供了建立估算基準的指南(包括假設條件、邊界條件、限制終點、成本計算方法等)。它包含了一個詳細的使用指南以便編製結構化的成本估算報告，並且有許多範例可提供參考。

附加的國際指導原則正在籌備中。

經濟合作與開發組織/核能署(OECD/NEA)乃根據一個價值擷取管理系統(Earned Value Management System, EVMS)正在籌備編製額外的指導原則。目前這個EVMS管理系統正被許多大型的政府計畫和一些商業計畫採用，作為成本控制的一個有效工具。

在確保穩定的和更準確的估算除役成本方面，最重要的考慮因素包括：避免計畫範圍的改變、在規劃階段即應確定監管法規之標準以避免在持續進行的除役工作中導致延誤，以及準確地測定材料和土壤的特性。對整個計畫的成本來做可比較性是難以達成的，並且，除非所有的邊界條件和假設條件是明確的，否則成本數據不應當採取表面數值。針對一些特定的活動來做成本基準比較是相對明智可取的，而不是對整個計畫來做。一本國際除役成本估算架構(INTERNATIONAL STRUCTURE FOR DECOMMISSIONING COSTING, ISDC)現在已經發行了，它可讓我們對特定之除役活動的成本做出更好的可比較性研究。建議並邀請產業界、政府和監管機構多加利用ISDC，並參加精進此指引的工作，例如，通過在經濟合作與開發組織/核能署(OECD/NEA)之除役與拆除工作小組(WORKING PARTY ON DECOMMISSIONING AND DISMANTLING, WPDD)的活動。