

除役專案風險管理方法和可發揮的作用

陳勝朗 首席顧問

核能科技協進會

2021. 4. 22

除役專案風險管理方法和可發揮的作用

陳勝朗 核能科技協進會

摘要

對許多國家而言，除役作業產生或管理放射性物料的設施已成為一項重要的任務。除役過程與許多技術、安全和監管挑戰相關。雖然除役的技術、安全和監管方面，包括安全風險的管理，已充分納入國際原子能總署(IAEA)工作方案，但最近已更顯示需要提供更多的資訊和實務經驗指導除役風險的問題。

國際除役風險管理專案(International Project on Decommissioning Risk Management, DRiMa)工作為期三年(2012-2015年)，業已得到來自30個IAEA會員國約70名專家的支援。本報告主要內容為：(一) 概述DRiMa專案的成果，(二) 就普遍接受的風險管理方法在除役專案的規劃和實施應用中，提供實際指導和實例，以及(三) 顯示出風險管理在支援除役專案目標(如安全、成本和進度領域的目標)方面可發揮的作用。

1. 前言

1.1. 背景

世界已進行越來越多的核設施除役作業，會產生很多的放射性物料。需要妥善在儲存、處理和最終處置等方面的管理。大多數情況下，除役專案的增加是由於設施已達到其生命週期結束時的結果。另外，也可能由於經濟、政治或社會原因，或由於設施發生事故或計畫意外事件，以致在設施達到預期壽命結束之前，決定關閉設施實施除役工作。

設施的除役作業通常需成立專案執行。除役專案通常在設施停止運轉前啟動。而，除役專案的實施總是與不同的內部和外部風險有關，這些風險必然對於專案目標產生影響，例如安全、成本和進度方面的目標，因此必須採用系統化管理和前瞻性的方法。

2007年，IAEA建立了除役網路，以協助會員國制定開展除役活動的能力和計畫。之後，在2011年年會上討論並認識到除役期間管理專案風險的重要性。雖然有人認為在這方面有經驗和良好做法，但有理由相信，在除役過程中，採取全面和系統的辦法，交流在應用專案風險管理方面的經驗，是值得進一步關注的。為了解決這個問題，特設立了國際除役風險管理專案(DRiMa)，以記錄和分享在規劃和實施除役期間應用風險管理的方法和良好做法活動經驗。

創建DRiMa專案的理由包括下述事項：

- 除役往往由於缺乏執行重大專案經驗的機構進行，因此可能無法充分實現風險管理的好處。
- 從專案團隊和會議收到的回饋是，在管理專案風險方面需要援助，專案風險管理應是一個優先問題。

一些國家在除役時採用了風險管理的經驗和良好做法，但值得提供交流經驗。

1.2. 目的

本報告目的是從會員國在應用風險管理方法進行除役方面的集體經驗中找出良好做法，並舉例說明在除役期間應用風險管理除役的規劃和作業實施階段。

1.3. 範圍

本報告內容提出在除役專案的規劃和作業實施階段時應用風險管理的方法，並提供有關在這些階段使用普遍接受的風險管理方法的實際指導。在除役專案方面，包括兩大類風險：策略和執行作業。根據這方法，策略風險是指在除役規劃階段可能引起關注的風險；而執行作業風險則與實際執行除役活動有關。

本報告說明了除役風險的動態性質，這些風險在很大程度上是由於除役專案規劃和執行中固有的不確定性造成的，以及未實施定期審查和更新除役專案進展，確實反映設施配置、專案成熟度以及除役任務中發現的危險和複雜性的任何相關變化的風險和假設。

本報告所述除役專案風險管理方法適用於所有需要除役的設施。然而，它需

要採用分級辦法，因此，對於小型設施或較簡單和較短的除役專案，可以採用更簡單的工具和分析。

2. 風險管理

風險管理是支援和使專案組織通過鑑別、評估、處理和監測風險的程序控制風險的總體方法。它是專案管理職責的一部分，也是所有組織程序的組成部分，包括策略規劃和所有專案和變更管理程序。雖然風險常被視為一種不確定的結果，通常對組織目標的實現產生負面影響（即帶來威脅的風險），但不確定的結果也可能對組織的目標實現產生積極正面影響（即提供機會的可能行風險）。

因此，風險管理旨在提供一個框架來控制組織內所有級別的風險，從而最大限度地增加目標達成機會並最大限度地減少威脅。風險管理雖然沒有消除對經驗和判斷的需要，但展現出一種系統化的方法，其中包括一系列明確的步驟，通過充分瞭解威脅和機會以及其可能的影響和發生的可能性。因此，必須在專案組織的所有級別以及設施生命週期或專案的所有階段以集成方式管理風險。

採用風險管理框架帶來的可能好處包括：

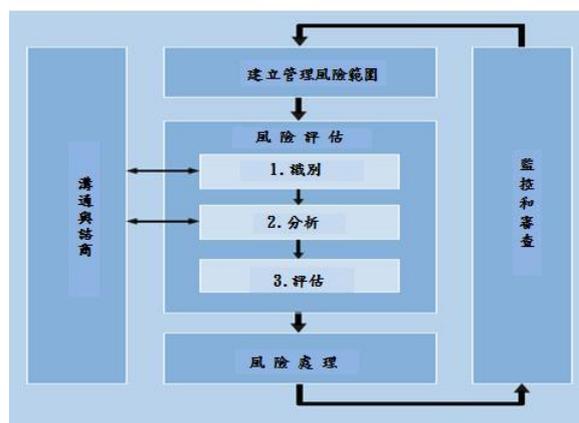
- 確保積極有效地管理實現除役專案目標的所有可預見風險；
- 確定需要專案採取行動以確保提供適當資源的關鍵領域；
- 協助在不確定條件下的有效決策；
- 提高專案組織對除役過程中可能的風險的認識；
- 協助建立與外部利益相關者溝通和展示專案透明度的有效方法

一般而言，風險管理作為專案管理過程的一部分的應用主要著重在操作方面的考慮。風險管理過程包括：

- (i) 確定風險背後的背景條件；
- (ii) 定性或量化評量風險，同時考慮影響的嚴重性和發生的可能性；
- (iii) 訂定控制風險的處理計畫（例如，通過減少概率和/或影響的行動）；
- (iv) 訂定計畫，確保在必要時系統地監測、審查和修訂風險。

除上述情況外，還可以根據可能實現某些風險的可能性擬定應變計畫。此外，最好注意關於風險的溝通和協商，以確保利益有關方充分瞭解圍繞專案風險的情況。

實施風險管理程序如(圖一)所示，將增加實現專案和任務目標的可能性。



圖一 風險管理程序。

2.1. 建立管理風險範圍

建立管理風險時需要考慮的專案外部和內部因素。必須認識到，這些因素需要具體、高度相關，並且對專案及其目標至關重要，以確保有效識別和解決專案的相關風險。就本報告目的而言，外部因素主要與影響本專案目標的關鍵驅動因素和趨勢有關，而內部因素主要與專案組織內對專案目標或這些目標的實現產生

影響的任何因素有關。再者建立審查關鍵假設和策略決策的機制對於確定內部和外部因素非常有用。

建立關鍵組成是制定風險準則，這涉及以下事項：

“專案應定義用於評估風險重要性的準則，而準則應反映出專案的價值觀、目標和資源。通常準則可以由法律和法規要求以及專案所訂定的其他要求強制實施。風險準則應與專案的風險管理政策保持一致，在任何風險管理程序開始時進行定義，並不斷進行審查”。 “在確定風險準則時，需要考慮的因素應包括以下內容：

- 可能發生的原因和後果的性質和類型，以及如何衡量這些原因和後果；
- 如何定義可能性；
- 可能性和/或後果的時限；
- 如何確定風險層級；
- 利益攸關方的意見；
- 風險變得可接受或可容忍的水準；
- 是否應考慮多種風險的組合，如果是，應考慮如何以及應考慮哪些組合”

風險管理程序可協助推動有關風險優先順序的關鍵決策，重要的是，所有各方，特別是利益相關者，必須瞭解確定優先順序過程背後的理由，這種理解能確保決策中使用的標準是明確的。

2.2. 風險評估

2.2.1. 識別

風險評估過程的第一步是確定除役專案的潛在風險，同時牢記風險可能代表威脅或機會。風險管理過程設計為反覆運算，使用程序的早期反覆運算來鑒別專案交付中最擔心的風險可能有好處。不太相關的風險或引起較少關注的風險可能會在以後的反覆運算中解決。但是，如果採取這種方法，則必須謹慎行事，以確保不會無意中忽視或忘記任何相關風險。

正式和非正式辦法都可支援查明威脅和機會。經由關鍵人員舉行研討會通常可用於收集有助於識別威脅和機會的。利用在促進風險管理講習班方面有經驗的人員的技能，說明確保採取系統和重點突出的方法（例如，使用集思廣益等技術），同時是有益的。通過安全評估程序識別的風險也可以為風險識別過程提供重要輸入。

2.2.2. 分析

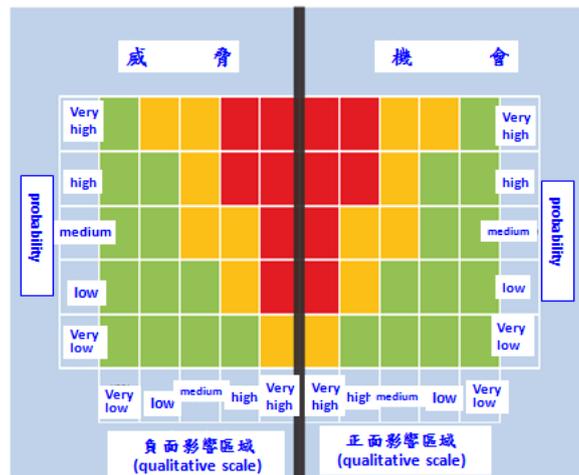
風險分析涉及評估每個已識別風險發生的可能性（概率）以及後果（影響）的程度。分析可以基於定性或定量方法，具體取決於除役專案的複雜性、規模或成熟度等因素。

2.2.3. 評估

風險評估包括幾個組成部分。第一種是根據對風險概率和風險影響的評估對每個風險進行評分。圖二. 提供可用於風險評估的概率影響的範例。數值可以與風險概率和風險影響的每個級別相關聯，以便進行量化評量。必須指出，在風險影響的情況下，上述風險標準發揮著特別關鍵的作用。例如，在前面的討論之後，如果風險標準反映了組織對安全性的高度關注，則應相應地分配風險影響評分。

在評分過程之後，可以基於與風險概率相關的數值的積和與風險影響嚴重性相關的數值來推彙出稱為風險分數的參數。然後將風險影響、概率分數和總分與既定風險標準進行比較

視覺化彼此直接關係中的威脅和機會有助於關注那些是最需要注意的風險。



圖二. 機會和威脅的雙重概率影響（風險矩陣）範例

2.3. 風險處理

與風險處理相關的行動比"處理"一詞可能要複雜一些，因為在風險管理方面，這些行動實際上可能根本不是積極的行動。在風險處理方面需要確立和理解的基本原則是剩餘風險。剩餘風險原則要求在實施風險處理策略後，專案或組織需要確定剩餘風險水準是可容忍還是將可容忍。如果剩餘風險水準不可容忍，則需要制定並實施新的風險處理策略。

典型的風險處理策略包括表一. 中介紹的策略。正如可以預料的那樣，風險標準在決定風險處理策略方面也發揮著重要作用，特別是因為風險標準與界定剩餘風險的容忍性有關。例如，具有反映高風險不利要求的風險標準的專案對剩餘風險的容忍度較低。

在威脅的情況下，潛在的處理策略包括：

- 避免：採取措施確保威脅不會發生或不會對專案產生影響。
- 緩解：確定並執行降低威脅概率和/或對專案影響的行動。
- 轉移：將威脅轉移給更有能力採取適當行動的協力廠商。重要的是，必須明確承擔風險責任。
- 接受：不採取行動處理風險；然而，監測仍然特別重要，以確定影響或概率的變化是否值得改變處理策略。

就機會而言，潛在的處理策略包括：

- 利用：採取措施確保機會能夠發生，並將對專案產生有益的影響。
- 增強：確定並執行使提高機會概率和/或對專案影響的行動。
- 合作/轉讓：與協力廠商分享機會或將其轉讓給協力廠商，該協力廠商更有能力增加其概率或最大化收益。
- 忽略：不採取積極措施應對機會；然而，採用被動方法，監測保持關注，以確定益處或概率的變化是否值得改變處理策略。

對於被認為特別有問題的風險，制定應變、恢復或替代計畫是一種好的做法。這些計畫通常是預先準備的，旨在預先確定的情況發生時（例如，當威脅的可能性越來越大並發展成為問題時）快速實施。同樣，可以準備預先計畫，以便與開發機會一起使用。

表一. 威脅和機會的風險處理策略

風險處理	風險類型	
	威脅	機會
	避免	利用
	緩解	增強
	轉移	合作/轉讓
	接受	忽略

2.4. 監控和審查

就風險管理過程而言，監控和審查是在成為除役專案的規劃階段和執行階段定期進行的一項持續活動。

監控和審查的典型過程包括：

- 隨著設施或專案狀態的變化以及新資訊的提供，確定新風險；
- 隨著除役專案狀態的變化或新資訊的提供，重新評估風險評分；
- 監測正在採取的行動的狀況，作為風險處理過程的一部分。

2.5. 風險記錄

作為風險管理程序的一項產出，通常的做法是建立風險登記簿，將威脅和機會與其他相關資訊（如處理策略和任何相關行動）一併列出。

為了說明確保風險登記簿的有效性，需要根據監測和審查進程的產出定期更新。重要的是，即使風險登記簿不再需要明確注意，例如，風險已經過期或不再相關，也不應從風險登記簿中刪除。首要方法是簡單地記錄風險登記簿中風險狀態的變化。這種方法將確保保持風險的完整記錄，以便而後可能使用（例如，作為進行風險管理的其他除役專案的投入）。

2.6. 溝通與諮商

- 風險管理程序必須包括與內部和外部利益相關者的溝通和協商。這適用於：
- 讓利益相關者瞭解做出風險驅動決策的依據，以及需要採取特定行動的原因；
 - 確保在風險管理過程中充分考慮利益相關者的利益；
 - 確保實現和展示專案透明度。

3. 除役的特定風險管理

除役情況下的專案風險管理在管理和控制安全相關風險（放射性和常規風險）方面發揮著重要作用，因此與其他專案目標一樣支援專案安全目標成本或時程表。

3.1. 除役程序

一般而言，除役過程從起草**初步除役計畫(IDP)**開始，經由編組、批准和實施**最終除役計畫(FDP)**，在完成拆除、除污和清理作業後，取得許可證才可以完成任務。**除役計畫是有獨特的特點**，例如：

- 它在設施的生命週期中有三個階段（初始、更新、最終）。
- 除役規劃過程可以跨越很長時間（即，在設施設計及營運期間準備 IDP，而 FDP 則在設施停止運轉後準備幾十年）。
- 初始計畫包含關鍵假設，這些假設條件通常具有相對較高的不確定性，這些假設一般是由早期關鍵假設的推測性質引起。

除役規劃的性質要求對專案風險管理採取獨特的辦法，因為需要在策略和執行兩階段都應用這種風險管理。除役規劃所必須的特殊方法是 DRiMa 專案背後的驅動因素之一。特別重要的是，需要查明、評估、監測和控制（減輕或利用）與關鍵假設相關的風險，這些風險將成為決策。無效、不正確或過時的關鍵假設（除非已識別）可能導致不正確的策略決策，進而對除役實施產生不利影響。

在進行除役行動期間與安全相關的風險也被視為一種專案風險，因為它們可能會影響專案的整體成功。

這些風險中有許多來自以下與除役過程有關的情況：

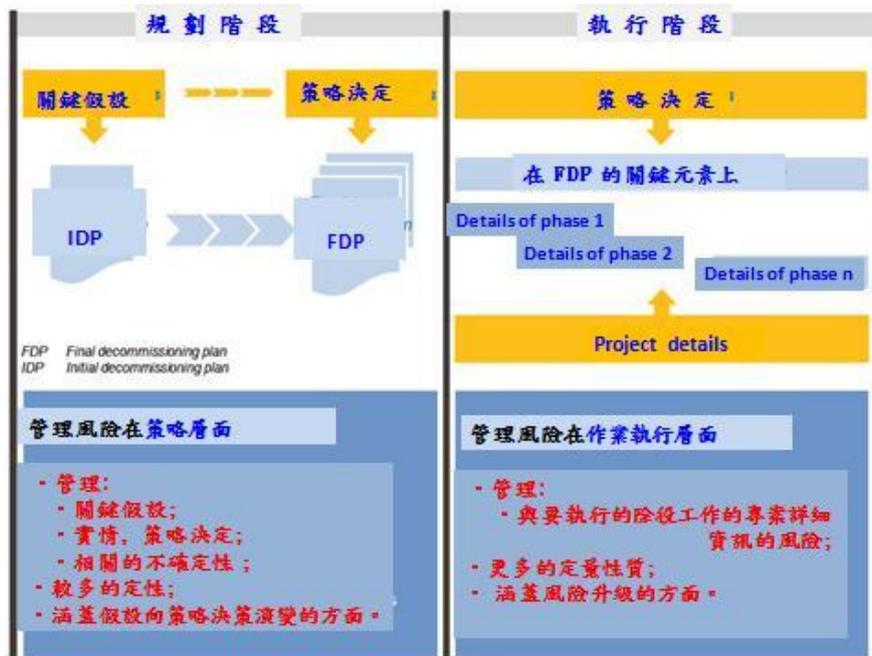
- 非常規屬性和首次同類性質活動；
- 處理未知情況的持續要求；
- 缺乏關於停止運轉設施的確實資訊；
- 存在高度危險的條件和物料；
- 對容納安全屏障的改變；
- 減少人員編制；
- 穩定資源協助較小；
- 系統排水、除污、用過核子燃料處置等造成可能新危險情況；

- 不確定的工作環境；
- 常態性地獲得高輻射和污染水準；
- 經常使用臨時性結構物；
- 很依靠支助專案（如廢物處理設施）的確定性。

3.2. 除役計畫

除役專案計畫的特別挑戰是，往往與實施作業程序相關的時間過長，特別是在除役規劃階段，可能將規劃與實施分開。此問題的後果是，除役計畫可能包含比非除役專案計畫中更多的推測性資訊，特別是與關鍵假設的形式。對於假設正確性的信心需由它們相關的不確定性來表示。由於早期關鍵假設的推測性質，相對高度的不確定性對於 IDP 而言是可控制的，因為對關鍵假設的改進是規劃過程的正常部分。然而，在從 IDP 轉向 FDP 時，關鍵假設成為策略決策見（圖三），因此需要制定程序，以說明確保策略決策是以現有最佳資訊為基礎，並確保不確定性在這些策略決策中是盡可能低。在 FDP 獲得批准和在進行除役工作之後，可能難以作出任何後續改變的情況尤其是如此。

DRiMa 專案的重要目標是開發一種方法來管理和控制關鍵規劃假設中圍繞不確定性的風險，從而控制隨後使用這些關鍵假設時的不確定性（例如，制定策略決策）。



圖三. 除役程序及相關風險管理

3.2.1. 初始除役計畫(IDP)

初始除役計畫內容一般是根據可能體現高度不確定性的有限數量的關鍵假設制定的，因此，在核設施的生命週期中，需要定期和系統地審查、確認和調整這些假設。IDP 通常包括以下重要主題：

- 確定除役方案選擇；
- 執行選定的除役方案的可行性；
- 討論為除役計畫確保充足財政資源的機制；
- 訂定廢棄物類別，估計各類別廢棄物的數量及其預期的處理、儲存和最終處置圖徑；
- 編製和保存與除役專案有關的記錄和資訊的管理要求。

因此，可以預期 IDP 的關鍵假設將涉及：

- 除役方案備選辦法的可行性；

- 廢棄物管理政策和相關基礎設施；
- 資金的提供機制；
- 監管和相關法規框架；
- 專案組織結構和人力資源；
- 相關的安全、安保、環境和健康因素；
- 有關利益各方的參與、社會影響和輿論。

在起草 IDP 規劃方案時，關於拆除和除污技術、廢棄物類別標準、處置和處理的可用性等專題的未來重要情況，可能很少或根本沒有細節資訊提供。因此，IDP 內容可能基於高度不確定性的關鍵假設，在除役作業時，由於從起草 IDP 和除役執行作業的實際開始，IDP 可能基於不確定的未來條件，這一事實顯示，必須系統地進行風險管理，以管理（減少）這些不確定性。

3.2.2. 最終除役計畫(FDP)

在早期關鍵假設中固有的不確定性對於 IDP 來說通常是可管理的，其中對關鍵假設的改進是規劃過程的正常部分。然而，在 FDP 階段一般不能容忍太多不確定性因素，因為在許多情況下，FDP 得到正式批准，並被用來規範除役工作的實際執行要求。

隨著時間的推移，隨著獲得更多資訊，可以更新和完善 IDP 和關鍵假設，同時相應減少圍繞這些關鍵假設條件的不確定性。一旦獲得 FDP 的批准，關鍵假設就成為策略決定，然後啟動專案階段，以實施的除役作業。由於經核定的 FDP 通常代表執行除役過程的正式許可，因此在核准過程之後很難更改 FDP 的內容。避免改變經核准的 FDP 的重要性進一步表明，需要採取系統的辦法，確保關鍵假設以及相應的策略決策以合理的決策和現有的最佳資訊為基礎。

面對需要準備完成 FDP 的情況，如果沒有首先起草 IDP 的好處，使用假設登記簿在確立支援 FDP 的策略決策方面仍可發揮關鍵作用。一般而言，建立 FDP 的首要目標是儘量減少圍繞策略決策的不確定性。

3.3. 安全評估

雖然風險管理和安全評估可能處理同一的除役計畫內容，但它們是兩個不同的程序。風險管理著重於控制風險以支援實現專案目標，而安全評估則著重於證明除役操作可以安全進行。但是，在安全評估過程中確定的風險可以作為風險識別過程的重要輸入。同樣，在安全評估過程中就影響和概率得出的任何結論都可以為風險分析和評估過程提供重要投入。

必須安全評估的目的主要在增加機會或減輕威脅的除役計畫的變化，以表明對安全評估結果可能產生的影響。除役計畫中的安全相關變更也是如此，還需要審查這些變更，以檢查對專案風險可能產生的影響。

4. 策略層面的風險管理(RMSL)

策略層面風險管理的基本目標是利用基於現有最佳資訊以確保關鍵假設和策略決策，支援製定除役計畫。它包括識別、分析、評估、處理、監測和審查除役規劃所依據的關鍵假設和策略決策，並包括與有關各方的溝通和協商有關專案風險的狀態。因此，RMSL 確保 IDP 所載的"關鍵假設"盡可能轉換為"關鍵事實"，供《FDP》訂定使用。

IDP 內部份工作依據的不確定性是預料之中的，但必須盡一切努力，儘量減少這些不確定因素對 FDP 訂定時的延續。RMSL 的用途包括：

- 不確定性管理：當組織需要系統化程序來說明識別、管理和控制策略規劃假設中的不確定性時；
- 增強決策條件：當需要提高資訊品質的過程以更好地決策時；
- 優先順序：當組織資源有限且必須確定專案的優先順序時。確定優先順序過程的重要輸入，可能是與每個專案周圍的規劃假設相關的不確定性程度。例如，組織可以決定繼續進行與規劃假設相關的不確定程度最低的專案；
- "選擇"（系統審查執行工作的可能備選方案）：當情況要求組織決定有多個

選項的專案策略時。例如，面對一個設施的多個除役選項，RMSL 程序可以指明哪個選項在基本假設方面構成最低風險；

- 升級：當專案或組織單位需要一種工具來說明識別何時在專案邊界或範圍內控制或管理威脅和機會的能力喪失時。

RMSL 的好處在程度上是雙重的。首先，它產生系統化的過程，用於識別、評估、處理和監測與關鍵假設有關的不確定性，從而有助於確保瞭解這些假設的性質和有效性，並盡可能瞭解這些假設的性質和有效性是可受控制的。因此，RMSL 要求在即將除役的核設施的生命週期內定期確認關鍵假設。第二個好處就是如果已盡一切努力解決和減輕圍繞關鍵假設的不確定性，那麼邏輯將決定 FDP 所依據的策略決策可合理實現。

4.1. 程序

策略層面的風險管理程序的主要步驟包括：

- 根據現有最佳資訊建立一組關鍵假設，並在識別過程中使用風險系列清單作為提示；
- 藉專家判斷評估每項關鍵假設的不確定性水準；
- 確定處理行動，以減少關鍵假設中發現的不確定性；
- 制定假設登記簿；
- 監控關鍵假設。

理想情況下，當 RMSL 的應用從起草 IDP 開始，然後貫徹到 FDP 的編制時，其效率最大。必須認識到，確定和評估關鍵假設的過程是制定 FDP 所需的策略決策的寶貴工具。

4.1.1. 建立關鍵假設

RMSL 程序的第一步是確定支援 IDP 的關鍵假設。至關重要的是以系統的方式確定假設，以確保過程盡可能完整。如果假設的實質性變化引起了除役計畫的重大修訂，則可以合理地認為假設為"關鍵"。關鍵假設會具有不同程度的不確定性，因此，隨著除役計畫的成熟，必須對其進行監測、分析和調整。關鍵假設可能對費用估計數產生重大影響，從而對除役和廢物管理專案所需的資金產生重大影響。因此，需要確認策略風險管理進程的結果，並將其納入關於除役和廢物管理專案所需供資水準的決定。例如，策略風險管理在建立專案應急和風險津貼方面可以發揮重要作用。

主要關鍵假設包括以下內容：

- 設施在其設計壽命期限內順利運行，不會發生需立即拆除策略的重大事件。
- 設施將運作足夠長的時間，以收集足夠的財政資源應用於除役。
- 最終處置設施可投入運轉，並有足夠的能力處理除役專案期間產生的所有類型的放射性廢棄物。

特別重要的是使用的假設措辭盡可能明確和準確。對於每項關鍵假設，獲得的背景資訊和要素範圍（例如假設的起源）也很重要。記錄背景資訊的優點是，當隨後對假設進行監控和重新評估時，這些資訊可能很有用。在某些情況下，IDP 中提出的關鍵假設需要基於事實，而不是假設（例如，如果已經擁有中低活度放射性廢棄物最終處置設施）。然而，這種性質的事實材料應列入假設登記簿，因為它可能成為 FDP 的策略決定的基礎。

4.1.2. 分配不確定級別

該過程的下一步是為每項關鍵假設分配一定程度的不確定性。通常，在使用三個不確定級別（即低、中、高）的不確定分配時，採用定性方法。分配不確定級別時，編寫一份書面解釋，描述任務背後的推理可能很有價值。

在許多情況下，與關鍵假設相關的主要風險在於，這些假設可以進行重大變更，並且這些變化會對除役計畫產生深遠的影響。例如，如果除役計畫主要是基於最終處置設施將在某個日期之前可用的假設，而該日期隨後發生了重大變化，則除役計畫很可能受到很大損害。但是，在除役規劃程序的早期階段應用 RMSL

可以提供有關可能更改的警告，從而能夠提前制定計畫（例如替代計畫），以便在更改的情況下使用實際實現。這樣，可以減少關鍵假設變化對除役過程的潛在影響。

將風險管理應用於關鍵假設的一個重要好處是，它還有助於確保決策過程中使用的任何資訊的可靠性，從而有助於管理與做出策略決策相關的風險。

4.1.3. 確定降低不確定性水準的行動

在制定行動計畫進程開始時，人們的注意力一般集中在以下關鍵假設上：(i) 具有高度的不確定性，(ii) 在除役規劃和專案執行中可能具有至關重要的重要性（例如，與首選除役選項、成本估算、所需廢棄物管理基礎設施或利益相關者接受相關的關鍵假設）。在關鍵假設具有高度不確定性和對除役策略特別重要的情況下，可能需要確定和實施行動，以減少不確定性程度。如果擬議的行動無法將不確定性降低到可接受的水準（剩餘風險），則可能需要修訂或替換這一假設。

4.1.4. 假設登記簿

假設登記簿可以提供追蹤和監測關鍵假設以及其狀態和任何相關行動計畫的狀態的有效方法（見圖四）。假設登記簿有助於瞭解關鍵假設如何演變，並有助於確保在規定的時間範圍內管理和完成操作。

假設登記

Ide		假設識別				不確定性 質化評量		執行		假設監控		Assumptions Monitoring	
#	Assumptions descriptions	#	假設說明	假設起源 風險 群組 (監管, 技術, 其他)	評論	不確定性水準 (低、中、高)		執行說明	執行現況	過期, 評論, 結果	假設現況	Periodicity, comments, outcomes	Assumptions status
1		1											
2		2											

圖四. 假設登記簿範例

4.1.5. 關鍵假設監控

對關鍵假設的監測必須定期進行，並每隔一段時間與除役規劃過程的狀態進行監測，這一點極為重要。在某些情況下，監測間隔可能由國家要求決定，這些要求本身可能引發對關鍵假設的審查（例如設施重新許可）。儘管有指定的時間間隔，但如果特殊情況需要，例如，由於設施相對於 IDP 所述設施的任何重大修改，或由於重大情況的任何重大變化，可以進行重新審查。可能影響 IDP 中確定的除役辦法的策略舉措（如國家廢棄物管理策略）。監視過程通常在 IDP 定期更新期間執行。可能需要更頻繁地審查某些假設，如果是這種情況，則需要將此要求記錄在假設登記簿中。

核電廠經營者或負責除役計畫的組織通常被認為負責為審查假設作出安排，這一過程通常包括以下活動：

- 審查假設登記簿中確定的執行計畫的狀況；
- 審查關鍵假設的有效性以及任何支援性資訊或文件；
- 重新評估關鍵假設的不確定性水準；
- 評估執行計畫及其任務分配；
- 審查指導定期審查假設登記簿的程序；
- 確認審查工作在適當進行。

對於主要假設的審查結果可採取以下形式：

- 任何假設事項被確認為事實，幾乎沒有不確定性，因此無需進一步審查。然而，監測可能仍然需要保持有效，以獲得有關關鍵假設的資料或資訊的任何改進。
- 任何關鍵假設的不確定性程度已經改變，就需要解決這一變化的後果。例如，可以得出結論，圍繞假設的不確定性增加了，也就需要一項行動計畫。
- 若假設仍然具有相同的不確定性級別：
 - 不確定性是可以接受的，沒有需要提出進一步行動；
 - 不確定性不再被接受，需要採取行動。
- 若假設不再有效，需要由新的或修改的假設替換。建議將任何替換的假設保留在假設登記簿中，以便對更改進行後續追蹤。

每項假設的狀態最好作為 IDP 修訂過程的一部分進行更新，並在假設登記簿中記錄更新。

4.1.6. 評估和分析關鍵假設

對於某些假設，執行更定量性的風險評估作為更好地瞭解假設發生重大變革或不正確後果的手段很有用。通過將風險評估方法應用於某些關鍵假設，特別是那些非常重要且具有高度不確定性的假設，也可以就如何最好地管理這些關鍵假設作出更明智的決定。例如，如果風險評估過程得出結論，使用無效假設的後果在成本、進度甚至安全性等參數方面可能非常不利，則可能需要考慮實際更改除役計畫的方式，不再依賴這種假設。這種更新定量的風險評估可以根據需要更新假設登記簿，以反映評估所產生的任何變化。

4.2. 策略層面的風險管理的良好做法

有關 RMSL 的良好做法包括：

- 在考慮所涉及的長期框架、許多規劃假設的不確定性程度以及除役規劃和實施的其他獨特方面時，使用 RMSL 尤為重要且相關。
- 鑒於對制定除役計畫和實現除役目標的能力的關鍵假設的重要性，在有效風險管理和控制發現與許多關鍵假設有關係。
- RMSL 作業程序和相關的假設評估是一項持續的過程，包括定期監控、審查和記錄活動，這一點非常重要。
- 假設登記簿是 RMSL 程序中的一個重要工具。然而，登記簿最好被視為一種適應性強和靈活的工具，其結構和內容可根據現有資訊和資料的需要和性質進行更改。
- 假設登記簿可與標準風險管理技術（如風險評估）結合使用，以支援決策過程並制定行動計畫。
- 現有經驗顯示，在大多數情況下，以分析假設和定性評量技術就足夠了。
- 利用分析假設得出的結論可用於定期更新除役計畫。
- 理想情況下，RMSL 的應用是從 IDP 的準備開始，一直持續到 FDP 準備階段。然而，即使在規劃過程從 FDP 開始的情況下，使用 RMSL 可證明極為重要的工具。

5. 作業執行層面的風險管理(RMOL)

作業執行層面風險管理（RMOL）係專案是在經批准的 FDP 下進行的，其主要目標是在實施和執行除役專案期間控制風險。在專案的這一階段，專案的成功在很大程度上取決於 FDP 策略決策所依據的關鍵假設的準確性。

RMOL 的根本目標是支援實施 FDP。它包括識別、評估、監測和處理這些主要與實際執行和執行除役計畫有關的風險（威脅和機會）。RMOL 遵循標準專案風險管理框架，目標是通過控制除役專案的風險和不確定性，提高實現除役目標的可能性。

5.1. 任務範圍

在作業執行級別啟動風險管理程序的一個關鍵步驟是仔細定義專案的任務範圍和界面（排除和約束）。鑒於任務範圍和界面的重要性，在進行風險管理程序之前，最好與利益相關者確認其準確性和完整性。用於定義**專案任務範圍和邊界的典型資訊**包括：

- 專案背景和專案說明。
- 設施資訊和數據資料（例如放射性條件和歷史資料的提供）。
- 專案起點、結束狀態標準和目標成功標準。
- 專案任務範圍定義：
 - 策略決策，包括關鍵假設設定登記；
 - 排除（即專案未包括的範圍）；
 - 約束（即限制專案需要遵守的條件）；
 - 與其他專案和組織相互依存關係性；
 - 不確定性。
- 專案時程表，包括里程碑和關鍵點。
- FDP。
- 除役安全評估和分析報告。
- 溝通狀態（例如與公眾、利益相關者、監管機構）。
- 依據法規。

與參與風險管理程序的所有參與者分享這些資訊將十分有助於這一進程的有效性。

5.2. 風險評估程序

風險評估程序中的步驟包括：

- 風險分析：根據發生概率和影響嚴重程度對風險進行定性，同時確定每項風險的概率（概率評估值）和影響（影響評估值）分配數值。
- 風險評估：兩部分程序包括：(i) 確定風險水準（即根據概率評估值和影響評估值的積分為每項風險分配風險分數），以及 (ii) 風險優先順序，例如，基於風險分析結果和相關風險水準與風險標準的比較，以確定風險和/或其規模是否可接受或可承受。風險評估過程的兩部分通常是協同進行的，風險標準通常被用來確定影響評估價值。

在作業執行層面風險評估過程通常是在研討會性質中進行的，包括具有與所審議專案相適應的職責者和技術人員。評估過程通常針對每項主要專案步驟（例如，在專案任務工作結構中確定或關鍵點）。**風險研討會出席者**通常包括下列人員：

- 專案經理。
- 除役團隊主管。
- 輻射防護部門主管。
- 環境保護部門主管。
- 廢棄物管理主管。
- 專案風險管理主管。
- 有關外部支援設施和專案（例如廢棄物儲存/處置設施）的人員。
- 工程部門主管。
- 設施運轉主管。
- 執照和法規專家。
- 公關主管。
- 人力資源、分析服務和採購等。
- 品保人員。

借重在組織的風險評估程序中具有經驗並有能力指導研討會參與者完成該風險研討會主持人是有益的。研討會的成功取決於所有出席者的出席和積極參與。

5.2.1. 風險識別

風險識別的目的是確保識別、討論和記錄所有相關風險及其對專案的潛在影響。風險識別通常在一次研討會上進行，整個專案小組以及選定的主題專家都參加講習班。

隨著風險被識別並輸入風險登記簿，最好包括足夠的細節，以確保風險的性質是明確的。如果後續風險分析可能由未參與原始鑒定的人員進行，則這些附加

詳細資訊可能特別重要。在輸入風險登記簿時盡可能明確地界定風險和措辭風險，並明確說明威脅或機會的確切性質，這特別有用，可以避免誤解或誤解。風險定義得越好，處理和傳達風險的可能性就越大。

5.2.2. 風險分析

風險分析過程採用已識別的威脅和機會，並評估這些威脅和機會的概率可能性和影響後果。

在作業執行層面，概率評估通常使用線性比例，如表二所示。表二 提供了可用於分配概率水準的可能標準或準則，以便說明。專案採用的實際標準最好在考慮風險標準和專案目標時制定。

在作業執行層面，影響評估通常使用線性比例，如表三 所示。影響評估一般考慮到成本和進度等關鍵因素。但是，專案組織的文化，可以使用其他因素，如安全或品質。在使用成本和進度以外的因素來評估影響的情況下，以前制定的風險標準可用於制定評估風險重要性的職權範圍。

表三提供了評估成本和進度影響程度的可能標準或準則，以便於說明如何分配影響分數。專案採用的實際標準最好在考慮風險標準和專案目標時制定。

Probability of Occurrence		Risk Score = Probability Scale x Impact Scale (P X I)					
> 80%	Probability Scale ↑ Increasing Probability	5	5	10	15	20	25
60% - 80%		4	4	8	12	16	20
40% - 60%		3	3	6	9	12	15
20% - 40%		2	2	4	6	8	10
0% - 20%		1	1	2	3	4	5
			1	2	3	4	5
			Impact Scale → Increasing Impact				
	Impact of Occurrence	Insignificant	Minor	Moderate	Major	Severe	

圖五. 概率-影響圖範例

5.2.3. 風險評價

風險評估一般包括三個主要部分：(i) 制定風險標準，作為評估影響水準的職權範圍；(ii) 確定風險水準（風險評分），以及 (iii) 確定優先順序在很大程度上基於風險標準和風險水準（分數）的風險。

5.2.3.1. 風險層級

風險級別的確定涉及根據概率可能性和影響後果的綜合影響對每項風險進行評分。風險分數是概率和影響分數的積成。圖五提供了概率-影響圖（風險矩陣）的範例。概率影響圖的確切性質可能由專案的特定需求決定。

5.2.3.2. 優先度

優先順序通常基於分數，但也可考慮在時間、成本、安全性和關鍵路徑計畫中的減少等因素。對每項風險進行評分的重要性是，它使研討會參與者能夠直接瞭解彼此相關的威脅和機會，從而確定風險的優先順序。風險矩陣還可用作向廣大公眾傳達專案風險資訊的有效手段。

在計算潛在影響時，最好主要關注於實現機會時的成本或計畫節約。在確定

潛在節省後，專案可以決定實施機會的努力（成本和進度）是否值得追求。

5.3. 風險處理

在評估和確定風險優先順序後，下一步是確定適當的風險處理策略（見表四）。威脅的風險處理策略主要涉及主動將風險（即將概率和/或影響降低）降至可接受的水準。就機會而言，風險處理通常涉及主動管理風險以利用預期收益。與給定處理策略對應的分數取決於專案的風險承受能力（"風險偏好"）和專案風險標準的性質。

實施風險處理策略的過程如下列：

- 根據風險評分和風險標準選擇處理策略。
- 制定行動計畫，確定實施處理策略所需的行動負責人。
- 制定風險處理所需操作的成本和時程表，並將其納入專案計劃。如果處理策略的成本（即專案成本和專案時程表）相對於潛在風險影響被認為過高，則專案（即專案團隊）可能需要重新評估行動或風險處理策略。
- 在風險登記簿中記錄相關資訊，如執行、執行作業者和目標完成日期。

表四. 風險處理選擇指南範例

策略	風險分數	定義
避免	20 - 25 (紅色)	變更專案計劃/活動，使不會發生威脅
緩解	6 - 16 (黃色)	採取措施降低威脅的可能性和/或影響，使風險降低到可接受的水準
轉移	6 - 16 (黃色)	將風險轉移給更有能力應對威脅的另一方（例如承包商），從而將風險降低到可接受的水準
接受	1 - 5 (綠色)	接受風險，不採取進一步行動； 監控風險，確保風險保持可接受
利用機會	6 - 25 (黃色, 紅色)	採取行動增加概率和/或（機會）

對於複雜的專案，建議利用考慮風險處理行動的有效性來重新分析和評估與威脅相關的剩餘風險。此審查將涉及根據風險處理行動已實施的假設重新評估威脅的概率和影響。表五 提供風險處理行動（針對威脅和機會）的範例。

表五. 風險處理行動範例

風險-(威脅)	風險群組	處理	行動
切割操作中遇到的污染程度高於預期的	輻射安全	避免	改變切割技術，消除空浮
雨季路況差延誤了專案材料和廢棄物的運輸	廠址氣象	避免	改變為在乾季運輸
由於可能造成核燃料損壞，基於安全原因，建議處理核燃料的技術被拒絕	技術	避免	將技術更改為不會對核燃料造成額外壓力的技術
廢棄物量高於預估	廢棄物估計和類別	緩解	執行差別的廢棄物估計和類別特徵，以獲得關於廢棄物的資訊，從而提高廢棄物收集效率
新技術的使用增加了延誤事故等的頻率	技術	緩解	使用模型培訓員工應用新技術並提高安全性和性能
合格工人的供應低於預期	人力資源	緩解	在專案啟動之前啟動培訓課程，以確保所需的合格工人數量屆時可用
由於現場基礎設施無法供電，出現計畫外延誤	廠址特性	緩解	專案採購和安裝電力量供應器
發現內部作業人員沒有足夠的知識和培訓，無法及時完成反應爐內部組件切割	人力資源	移轉	將拆除反應爐內部組件的責任移轉給經驗豐富的承包商
監管和法律發生不可預見的改變	法規	接受	未採取行動；

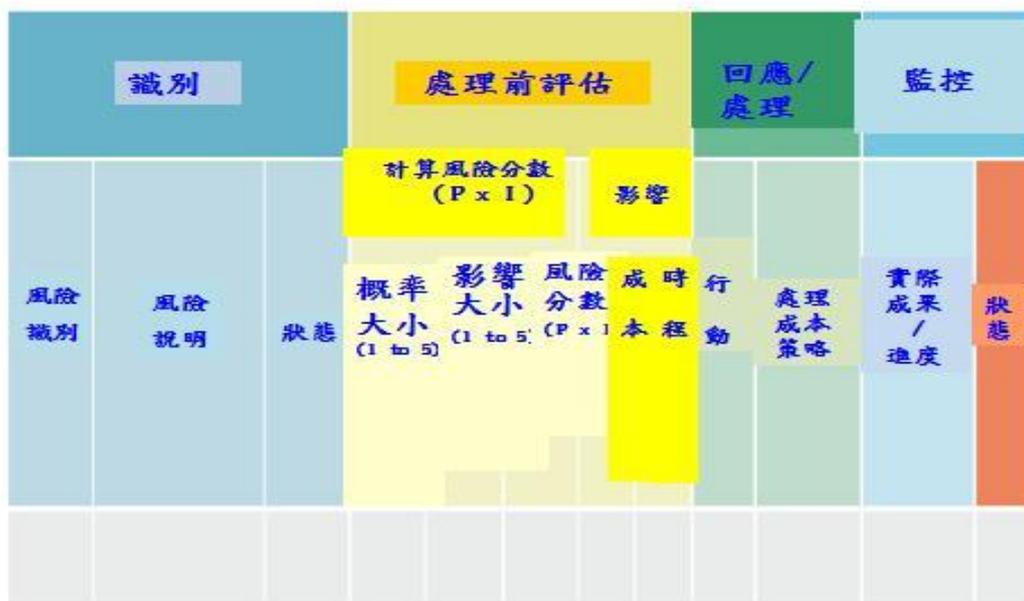
無法避免小污染事件	輻射安全	接受	風險可以使用現有資源進行管理 未採取行動； 努力完全避免任何污染事件 比清理小污染事件更昂貴 未採取行動；其他資源可用
意外的員工行動（如罷工）	人力資源	接受	
.....			
可利用風險(機會)			
.....			
增加適合外釋的物料量， 減少高活性廢棄物類別的量	廢物管理 基礎設施	緩解	在廢棄物除污方面投入更多努力
加強知識型員工， 減少對外部承包商的依賴 ，從而降低成本， 提高未來專案的能力	人力資源	緩解	提供內部員工額外資源培訓
減少勞動密集型任務的範圍	技術	緩解	使用內部資源開發新工具， 以自動化和機械化勞動密集型任務
避免場外廢棄物處理 和廢物處理的需要	技術	緩解	制定廢棄物處理策略， 消除異地處理和處理的要求

5.4. 風險登記簿

專案風險登記簿作為記錄保存工具，用於獲得每項已識別專案風險的所有相關詳細資訊。風險登記允許每天追蹤風險，並說明確定風險優先順序，及制定專案團隊負責的行動計畫。

有效的風險登記簿通常包括下類資訊的記載：

- 標識每項風險的編號。
- 描述風險時，特別注意風險的來源和潛在影響。說明內容要能達到在向利益相關者傳達風險的性質方面可以發揮重要作用，並有助於確保對專案有不同程度經驗和知識的讀者能夠理解和理解風險。
- 風險類型（即威脅或機會）。
- 風險狀態（例如打開或關閉）。
- 風險負責者。
- 風險可能影響的專案活動（例如成本、進度、品質、安全）。
- 處理行動前的風險分析結果：
 - 處理前風險概率和影響評級；
 - 總體風險評分；
 - 在成本和進度變化的量化衡量方面，明確預測風險對專案的潛在影響。
- 風險處理策略：
 - 應採取的策略類型（例如避免、風險轉移）；
 - 處理行動包括行動負責者和目標完成日期；
 - 處理策略的成本。
- 風險處理完成後的剩餘風險：
 - 風險處理後的風險概率和影響評級；
 - 風險處理後的總體風險評分。
- 注意到關於風險標準的風險的任何討論、評估的基本變化和行動的理由。



圖六. 風險登記簿的範例

5.5. 風險監控

一旦確定了風險處理策略並填報了風險登記簿，專案就可以著手建立風險監控的必要程序，通常包括以下活動：

- 監測為實施處理策略而制定的行動的狀況。
- 定期審查風險登記簿。審核過程可以作為專案進度會議的一部分或作為特定的風險審查會議完成運作。作為審查風險登記簿的輔助工具，可以利用以下問題提出：
- 風險是否仍然有效（即風險是否過期、更改或變得不相關）？
- 風險處理行動正在按計劃進行？
- 風險是否仍充分描述情況？
- 風險評分仍然合適嗎？
- 處理措施仍然被認為是有效的嗎？
- 是否有任何新的風險（威脅和機會）？

修訂後的風險或新風險將納入風險登記簿以及任何支援性資訊（例如，任何添加或修訂背後的推理）。如果風險已過期或不再與專案相關，則不應從風險登記簿中刪除風險，但可以更改這些風險的狀態，這一點很重要。這種方法將有助於確保保持風險背後的歷史記錄的完整記錄，同樣重要的是，它保留了重要的風險管理環境，這有助於有效監控仍然有效的主動和開放風險。

5.6. 風險模型

風險模型建立的目的是利用到專案風險登記簿中確定的任何處理後風險（剩餘風險）的影響，協助制定適當的費用和時程表（意外情況）。

可以使用市售軟體工具開發風險模型，以計算應急值，以便包含在專案的總成本和進度中。建模過程通常利用 Monte Carlo simulations，根據該類比，使用從概率分佈函數中隨機的值來反覆運算計算成本和任務持續時間，這些參數會影響成本和進度。然後，可以將結果納入專案的時程表和預算，以便對專案按計劃交付（即預算和按時交付）更有信心。

5.7. 良好作法

有關 RMOL 的良好做法包括：

- 使用風險登記簿，事實證明，這是識別、監控和控制專案風險的一種寶貴、靈活和簡便的方法。
- 創建並填報風險資料庫，該資料庫包括或使用其他或過去的風險登記簿。這種類型的資料庫在專門識別風險的研習班上特別有用。
- 確保風險登記簿在專案的重要點（例如，在關鍵點）更新並作為決策過程的一部分使用。
- 讓來自整個專案組織的專案經理共用並討論其風險登記簿，並讓來自不同專案的專案經理參加風險識別研討會。
- 要求專案負責人定期報告風險和行動狀態，例如，作為專案會議和報告的一部分。
- 在與承包商合作時，請考慮建立聯合風險登記簿，以確保雙方瞭解風險和處理行動。這種做法還有助於確保承包商有合理的機會為風險管理過程提供有意義的投入。
- 包括風險管理過程特有的任何建議、結論和經驗教訓，最好也作為專案結案報告或年度報告的一部分。
- 作為減少風險影響的總策略的一部分，在確定專案交付基準時採用保守方法。在識別和處理風險時，也可以採用這種方法。
- 在研討會環境中完成風險識別，通常比完全由專案經理進行的風險識別更有效。參加風險識別講習班的人員的經驗和專門知識範圍越廣，風險登記簿盡可能全面的可能性就越大。
- 在實際研討會之前向講習班學員提供參考資料；這將有助於風險識別過程。
- 盡可能同時使用 RMSL 和 RMOL 的元素。雖然 RMSL 主要是適用於規劃程序，通過管理與關鍵假設相關的不確定性相關的風險，RMOL 主要是應用於管理與專案實施和執执行程序相關的風險。但是，這兩種方法的某些方面通常可以協同使用。

6. 策略層面的風險管理(RMSL) 和作業執行層面的風險管理(RMOL) 的關係

在基本的層面上，IDP 中的關鍵假設成為 FDP 的策略決策，此說明了 RMSL 和 RMOL 之間的關係。RMSL 旨在確保 FDP 中的策略決策和計畫以現有最佳和最可靠的資訊為基礎，RMOL 負責確保這些決策和計畫隨後得到執行，同時盡可能降低專案的風險。雖然 RMOL 使用風險級別或風險評分的概念（定義為以後果影響及其可能性概率的組合表示的風險程度），但 RMSL 通常只考慮不確定性級別與關鍵假設相關的可信度。這種方法差異背後的理由，即在開發 IDP 時，首先確定關鍵假設，可能無法充分理解關鍵假設變化的影響。然而，在某些情況下，可以採用類似於前述的定量的方法，以納入關鍵假設中變化後果的考慮。

關鍵假設通常具有很高的不確定性，可基於對未來情況的推測。相反，FDP 的策略決定必須盡可能以事實資料為基礎。之所以需要事實資訊，是因為往往需要正式批准才能按照 FDP 的具體計畫進行除役作業，而隨後對 FDP 的變更在批准等問題上會有後續作業問題。RMSL 與 RMOL 相結合，提供了一種系統化的方法，用於確保有效執行從推測性假設到基於事實的策略決策的過程。

一般來說，雖然一些會員國的運作程序可能有所不同，但 FDP 是提交監管機關準備啟動除役計畫，實施階段的除役計畫的版本。此外，監管機關批准 FDP 後構成核定開始從事實際工作。因此，最初構成 IDP 的假設已成為一項策略決定，將決定如何開展實際工作。例如，一項關鍵假設可能是專案將只使用內部資源；然而，在 FDP 內，同樣的假設將表現為使用內部資源的策略決定。根據 FDP，啟動了除役專案和實施除役行動。運營風險管理將處理與實施策略決定相關的風險。

無論適用 RMSL 程序的嚴格性如何，在實施除役過程中都需要對策略決策進行監控和審查。策略決策的改變，例如資源策略從使用內部資源改為使用外部資源，需要根據 FDP 的目標加以核實，並由專案進行評估。這一評估需要考慮該決

定變化的所有影響，包括 FDP 可能需要重新批准的可能性。至少，策略決定的任何變化都必須從安全評估的角度加以審查。策略決策的變更須由專案的管理團隊發起，或者可能是專案在執行除役操作時發現的問題的結果。策略決策的變化可能產生廣泛的後果，這一事實顯示，必須將 RMSL 應用於關鍵假設，以確保策略決策盡可能不需要後續更改。

在某些情況下，有必要將圍繞威脅或機會的問題上報到專案團隊之外的更高管理階層。作為一般規則，採取這種行動的基礎是認識到專案控制或管理專案邊界或範圍內的威脅或機會的能力已經喪失。升級是為了提醒和要求管理階層的援助，管理階層可以更好地應對威脅或機會。**需要升級的範例包括：**

- 已經做出的決策超出了專案的控制範圍，可能危及專案任務。
- 確定可由另一個組織（例如，從除役組織轉移到廢棄物管理組織）可以明顯更有效地處理風險。
- 可以合併許多專案的共同風險或機會，以便更有效地進行管理，例如，許多專案之間存在常見的資源問題，如作業人資的短缺。

7. 結語

本報告介紹了風險管理在除役專案的規劃和實施階段的應用，並確定了在除役期間使用普遍接受的風險管理原則的良好做法。

在將風險管理應用於除役專案時，人們將進一步瞭解，除了在專案執行階段習慣地使用風險管理技術外，除役的獨特方面還要求對處理規劃程序的風險管理程序。因此，本報告內容已充分提供兩個重要主題（即用於規劃目的的 RMSL 和用於專案執行的 RMOL）。RMSL 主要著重於在除役規劃階段（即從 IDP 到 FDP）中圍繞關鍵假設和策略決策的不確定性進行管理。RMOL 主要著重於關注與實施和執行 FDP 相關的除役專案的風險。

本報告內容討論了標準風險管理方案應用於除役專案的好處，並介紹了在管理關鍵假設和可能做出的任何策略決策時採用類似方法的概念。綜合言之，這些應用有助於確保現實的除役計畫，並支援及時和具有成本效益的方式實現除役目標。

就風險管理過程而言，監控和審查是在成為除役專案的規劃階段和執行階段定期進行的一項持續活動。風險管理過程特有的任何建議、結論和經驗教訓，最好也作為專案結案報告或年度報告的一部分。

附錄——風險群組

為了確保在應用 RMSL 和 RMOL 期間識別所有相關風險，提供以下清單作為**風險群組的參考範例**，這群組可以在風險識別過程中充當"提示"，以便思考與除役相關的領域可能存在的風險。視情況也可以根據需要進行調整項目。

在表六. 中，每個風險系列被細分為子類別和項目。

表六. 風險項目群組

1. 設施的初始條件		
1.1. 物理現況		
1.1.1. 設施運轉歷史記錄	1.1.2. SSC 清單及其物理狀態	
1.2. 輻射狀況和特性		
1.2.1. SSC 的污染	1.2.2. SSC 的活度	1.2.3. 土壤和地下水污染
1.3. 廢棄物和物料狀況		
1.3.1. 用過核燃料	1.3.2. 運轉產生的廢棄物	1.3.3. 有害廢棄物
1.4. 廠址特性		
1.4.1. 與其他設施的相互依賴性	1.4.2. 廠址基礎設施	
2. 專案的結束目標狀態		
2.1. 專案結束狀態的定義		
2.1.1. 建築物	2.1.2. 設施/廠址	
2.2. 達到最終狀態困難點		
2.2.1. 現實面		
3. 廢棄物和物料管理		
3.1. 廢棄物管理政策		
3.1.1. 廠址免管制準則	3.1.2. 清潔標準	

- 3.1.3. 放射性廢棄物處置接收準則
- 3.2. 廢棄物類別和估計量
 - 3.2.1. 運轉產生的廢棄物
 - 3.2.2. 除役廢棄物 (包括二次廢棄物)
 - 3.2.3. 未知的廢棄物
- 3.3. 廢棄物管理基礎設施 (現場/場外)
 - 3.3.1. 處理設施
 - 3.3.2. 貯存設施
 - 3.3.3. 處置設施
 - 3.3.4. 運輸
- 4. 專案組織和人力資源
 - 4.1. 專案組織架構
 - 4.1.1. 職責
 - 4.1.2. 組織變更和組織間職責轉移
 - 4.2. 人力資源
 - 4.2.1. 技能、知識和培訓
 - 4.2.2. 人為因素與心態變化
 - 4.2.3. 與承包商的介面及其融入專案團隊
- 5. 財務
 - 5.1. 成本
 - 5.1.1. 任務項目完整性 (成本估算含自準備規劃階段至任務完成階段)
 - 5.2. 基金
 - 5.2.1. 基金資源
 - 5.2.2. 基金結構
 - 5.2.3. 財務管理方法
- 6. 與承包商和供應商的介面
 - 6.1. 承包商和供應商的管理
 - 6.1.1. 契約策略
 - 6.1.2. 採購程序和承包商的選擇
 - 6.2. 承包商和供應商監督
 - 6.2.1. 安全文化和語言問題方面
 - 6.2.2. 技能和培訓
- 7. 策略和技術
 - 7.1. 除役策略
 - 7.1.1. 立即的拆除
 - 7.1.2. 延遲拆除
 - 7.2. 除役方案
 - 7.2.1. 技術可行性
 - 7.2.2. 替代方案
 - 7.3. 技術
 - 7.3.1. 關鍵作業技能成熟度論證層次
 - 7.3.2. 引用技術研究、開發和示範層次
- 8. 監管法規框架
 - 8.1. 法律和規範
 - 8.1.1. 規範缺口
 - 8.1.2. 規範不一致性
 - 8.1.3. 潛在的法律和法規變化
 - 8.2. 申照程序
 - 8.2.1. 許可流程的複雜性
 - 8.2.2. 審查的不確定性 (結果、時間)
- 9. 安全
 - 9.1. 輻射安全
 - 9.1.1. 作業人員輻射防護
 - 9.1.2. 公眾輻射防護
 - 9.1.3. 環境的外釋
 - 9.2. 常規安全
 - 9.2.1. 作業人員職業安全
 - 9.2.2. 除役作業活動的影響 (噪音、灰塵、運輸等)
 - 9.2.3. 有害物料的影響
 - 9.3. 保防
 - 9.3.1. 廠區安全和參訪
- 10. 利害關係團體
 - 10.1. 溝通
 - 10.1.1. 公眾的接受度
 - 10.1.2. 作業透明度
 - 10.1.3. 媒體的傳播
 - 10.2. 有關各方的參與
 - 10.2.1. 顧問
 - 10.2.2. 志工

SSCs: structures, systems and components.

本摘譯報告參考文獻:

IAEA Safety Reports Series No. 97, Management of Project Risks in Decommissioning, 2019