

行政院原子能委員會
放射性物料管理局
委託研究計畫研究報告

「核子反應器設施除役審查規範技術建立」計畫

計畫編號： 932004FCMA001
執行單位： 行政院原子能委員會核能研究所
計畫主持人： 謝榮春
報告日期： 中華民國九十三年十二月十五日

「核子反應器設施除役審查規範技術建立」計畫

摘要

我國已經發布施行「核子反應器設施除役許可申請審核辦法」。完整的核能電廠除役審查技術，包括除役計畫書導則，除役計畫審查規範，以及除役相關程序中各項技術，如拆除技術、除污技術、廢棄物管理、輻射劑量評估等的審查能力，則有待進一步建立。

本計畫將訂定我國核子反應器除役之申請導則、審查規範，及程序技術審查方法，並深入研究除役中各項相關專業技術，使我國核子反應器除役計畫工作落實，在工作開始前即得以經由縝密之規劃，保障我國核設施除役工作進行之安全及順利。

「核子反應器設施除役審查規範技術建立」計畫

目錄

1.0、核子反應器設施除役審查規範技術.....	1
1.1、前言.....	1
1.1.1、計畫目的.....	1
1.1.2、執行方法.....	1
1.2、我國核子反應器除役相關法規.....	2
1.3、美國核能發電設施除役相關導則及法規指引.....	2
1.4、除役計畫申請審查導則建立.....	3
1.5、除役計畫書內容比較與檢討.....	4
2.0、除役計畫申請審查導則.....	12
2.1、目的.....	12
2.2、依據.....	12
2.3、內容概述.....	12
3.0、參考文件.....	14
附錄：核子反應器設施除役計畫申請審查導則	

1.0、核子反應器設施除役審查規範技術

1.1、前言

1.1.1、計畫目的

未來十年內我國將陸續有核能電廠達到預定的退休年限。原能會於民國九十二年八月頒布「核子反應器設施管制法施行細則」，並於民國九十三年七月發布「核子反應器設施除役許可申請審核辦法」，明定核子反應器設施除役申請應檢具之申請資料及除役計畫應包括之事項。我國完整的核能電廠除役審查技術，包括除役計畫書導則，除役計畫審查規範，以及除役相關程序中各項技術，如拆除技術、除污技術、廢棄物管理、輻射劑量評估等的審查能力，則有待進一步建立。

除役規劃中，必須針對核設施過去運轉狀況，及核設施之特性如原有系統、設備、組件及材料之放射性活度調查結果，擬定除役時之拆除規劃。拆除工法及使用設備之安全性需經過審慎的評估。除污的方法除了劑量抑低考量外，更攸關放射性廢棄物之產量。除役程序中，所產生之放射性廢棄物類別、特性、數量均需要完整的管理規劃，廢棄物減量措施及其處理、運送、貯存方式對於環境有深遠的影響。除役前，除役中，及除役後核設施及環境之輻射劑量評估，直接對於工作人員及民眾產生影響。爰此可知，核子反應器設施之除役為一結合多種專業知識及技術之複雜程序，必須建立整合性的規劃及審查技術。

參考美國 NRC 除役相關導則及指引，訂定我國核子反應器除役相關工作之計畫書導則、審查規範，及程序技術審查方法，並深入研究除役中各項相關專業技術，使我國核子反應器除役計畫工作落實，在工作開始前即得以經由縝密之規劃，保障我國核設施除役工作進行之安全及順利，為執行本計畫之目的。

1.1.2、執行方法

本計畫之目標為建立完整的核子反應器除役審查技術，工作項目規畫如下：

- 核子反應器設施除役計畫申請導則建立：依據國內現行法規，參考國外核設施除役相關法規，建立我國核子反應器設施除役申請

導則。

- 核子反應器設施除役計畫審查規範建立：依據國內現行法規，參考國外核設施除役相關規劃、執行、審查等經驗，研究適合我國核電廠狀況及國情之除役規畫範本，建立除役審查規範。
- 除污技術審查能力建立：研究除污技術應用於核設施解體前、解體後、及建築物等之除污功效，配合拆除程序、廢棄物管理、及減廢需求，以建立最適化除污策略為訴求，建立除污技術審查能力。
- 廢棄物管理審查能力建立：研究廢棄物管理技術，透過限制產源、防止擴散、廢棄物再利用、及適當減容等手段，以達到減廢目標為訴求，建立廢棄物管理審查能力。
- 輻射劑量評估與環境偵測審查能力建立：研究輻射劑量評估技術，以輻射劑量分析程式及活度存量案例分析為依據，建立除役期間工作人員及環境輻射劑量分析審查能力。
- 拆除技術審查能力建立：研究核設施拆除工法，考量輻防安全及工業安全，配合除污程序、廢棄物管理、及減廢需求，以建立最適化拆除程序為訴求，建立拆除技術審查能力。

計畫第一年時程由 93 年 8 月 1 日起至 93 年 12 月 31 日止，執行第一項工作，建立核子反應器設施除役計畫申請導則。

1.2、我國核子反應器除役相關法規

我國核子反應器除役相關法規包括行政院原子能委員會放射性物料管理局九十二年元月十五日發布實施之「核子反應器設施管制法」第二十三條，規定經營者應於核子反應設施預定永久停止運轉之三年前提出除役計畫書；九十二年八月二十七日發布實施之「核子反應器設施管制法施行細則」第二十一條，本細則所定申請書件之格式，由主管機關定之；以及九十三年七月十四日訂定之「核子反應器設施除役許可申請審核辦法」。

「核子反應器設施除役許可申請審核辦法」第二條規定經營者應填具申請書，並檢附除役計畫書及財務保證說明；第三條規定之除役計畫應載明事項；第五條說明文件受理或不受理規定；第六條說明文件齊備並受理後，應於一年內作成審查結論。

1.3、美國核能發電設施除役相關導則及法規指引

美國 NRC 的核設施除役相關法規指引包括 Reg. Guide 1.179, Reg. Guide 1.184, NUREG-1700, NUREG-1757 等, 以及如參考文件所列示。

美國核能發電設施除役的相關法規為聯辦法規 10 CFR 50.75, 50.82, 51.53, 以及 51.95。美國核管會 (NRC) 的法規指引 REGULATORY GUIDE 1.184 – Decommissioning of Nuclear Power Reactors 說明了除役的方法, 以及除役的階段及時程等規定。法規指引 REGULATORY GUIDE 1.179 – Standard Format and Content of License Termination Plans for Nuclear Power Reactors 則說明了美國核能發電反應器經營者提出執照終止計畫書 (LTP, License Termination Plan) 應載明的事項, 列出 LTP 中應提供的資料項目如下:

- 廠址特性 (Site characterization)
- 拆除活動 (Identification of remaining site dismantlement activities)
- 廠址復原規劃 (Plans for site remediation)
- 最終輻射偵測規劃 (Final radiation survey plan)
- 符合執照終止輻射標準 (Compliance with the radiological criteria for license termination)
- 除役經費估算 (Updated the site-specific decommissioning costs)
- 環境影響報告 (Supplement to the environmental report)

美國 NRC 的 NUREG-1757, - Consolidated NMSS Decommissioning Guidance 總共分成三大冊, 其內容提供了 NRC 的除役程序、方法、技術、財務規劃等。

美國 NRC 的除役審查導則為 NUREG-1700, - Standard Review Plan (SRP) for Evaluating Nuclear Power Reactor License Termination Plans。此 SRP 的首要目的為提供 NRC 人員審查 LTP 的指引, 以致審查能有良好的及均一性的品質。另一目的為使有關法規事物之資訊能廣泛使用, 以致民眾有興趣人士及核能界人士能深入了解核子反應器執照終止計畫書審查程序。

1.4、除役計畫申請審查導則建立

本導則建立, 主要以「核子反應器設施除役許可申請審核辦法」為依據, 根據其第三條規定之除役計畫應載明事項建立審查導

則。審查者可以參考審查導則內容，評估經營者所提之除役計畫書內容是否足以供審查者獨立的判斷，確定核子反應器能安全的完成除役作業。若除役計畫書內容足夠，則主管機關得以接受計畫書，認定其符合第五條規定，並規劃進入下一步驟詳細的審查。

美國 NRC 的 NUREG-1700 所述內容偏重廠址復原及最終廠址輻射偵測，無法涵蓋我國法規「核子反應器設施除役許可申請審核辦法」第三條規定的除役計畫書應載明事項。其 SRP 的精神及導則撰寫格式則可參考。

審查導則的內容，可以在國內類似 NUREG-1757 的範圍較深入的研究成熟時，適當的修改增刪。

除役後廠址最終輻射偵測為除役作業完成及除役品質的指標。同時，偵測作業的品質影響一般民眾甚鉅。在本導則中併於廠房及土地再利用規劃一節敘述。

1.5、除役計畫書內容比較與檢討

比較核子反應器設施除役許可申請審核辦法中，規定除役計畫書應載明之十六項目，與台灣研究用反應器設施除役計畫書中十五項章節內容大致吻合。而 NUREG-1700 Rev.1 與 IAEA SAFETY GUIDE No.WS-G-2.1 之章節則以大分類為之，其一章節可涵蓋核子反應器設施除役許可申請審核辦法中數項目，可見其審查重點有所偏重，與國內法規全面性涵蓋的審查不同。本報告以核子反應器設施除役許可申請審核辦法中十六項目名稱為依據，建議未來項目內容能整併，以顯現審查之邏輯結構。

茲將台灣研究用反應器設施除役計畫書中十五項章節，與 NUREG-1700 Rev.1 及 IAEA SAFETY GUIDE No.WS-G-2.1 內容，對照核子反應器設施除役許可申請審核辦法中規定除役計畫書應載明之十六項目，列表如下，以利參照比較。

核子反應器設施除役許可申請審核辦法	台灣研究用反應器(TRR)設施除役計畫書	NUREG-1700 Standard Review Plan for Evaluating Nuclear Power Reactor License Termination Plans	IAEA Safety Guide No. WS-G-2.1 Decommissioning of Nuclear Power Plants and Research Reactors
一、設施概述、運轉歷史、曾發生之重大事件及其影響。	第一章 概論 1.1 緣由及目的 1.2 計畫目標 1.3 TRR 除役工作時程 1.4 TRR 除役工作之實施 1.5 TRR 運轉歷史 1.6 遵循之法規及規範	<ul style="list-style-type: none"> • General Information • Site Characterization 	1. INTRODUCTION <ul style="list-style-type: none"> • Background • Objective • Scope • Structure
二、設施系統、設備、組件與材料之放射性活度調查方法及初步評估結果。	第二章 TRR 設施綜合概述 2.1 位置 2.2 反應器廠房設施分佈 2.3 反應器系統現況		2. KEY ISSUES SPECIFIC TO DECOMMISSIONING <ul style="list-style-type: none"> • General • Responsibilities • Regulatory framework • Safety • Planning • Considerations for radiation protection and environmental protection • Wastes

<p>三、除役目標、時程、使用之設備、方法及安全作業程序。</p>	<p>第三章 計畫組織與任務編組 3.1 概述 3.2 任務編組與職責 3.3 TRR 除役工程管制與互相支援 3.3.1 TRR 除役工程之管制 3.3.2 TRR 除役工程之互相支援</p> <p>第四章 設施拆除工作之描述</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identification of Remaining Site Dismantlement Activities • Remediation Plans 	<p>3. SELECTION OF A DECOMMISSIONING OPTION</p> <ul style="list-style-type: none"> • General • Safety • Waste management • Cost considerations • Availability of existing expertise • Considerations relating to the public
<p>四、除役期間仍須運轉之系統、設備、組件及其運轉方式。</p>			<p>4. FACILITATING DECOMMISSIONING</p> <ul style="list-style-type: none"> • General • Considerations at the design and construction phase • Considerations during reactor operation
<p>五、除役期間預期之意外事件之安全分析。</p>	<p>第九章 假想事故說明及安全分析</p> <p>9.1 系統拆除意外事故 9.2 除污意外事故 9.3 拆除廢棄物運送意外事故 9.4 人員跌落燃料池事故防範</p>		

<p>六、除污方式及除役期間放射性廢氣、廢液處理。</p>	<p>第六章 除污計畫</p> <p>6.1 概述</p> <p>6.2 除污範圍</p> <p>6.3 除污標準</p> <p>6.4 除污作業之準則</p> <p>6.5 除污方法之應用</p> <p>6.6 除污作業</p>		
<p>七、除役放射性廢棄物之類別、特性、數量、減量措施與其處理、運送、貯存及最終處置規劃。</p>	<p>第五章 除役廢棄物管理計畫</p> <p>5.1 概述</p> <p>5.2 廢棄物減廢措施</p> <p>5.3 廢棄物之類別、特性及數量調查統計</p> <p>5.4 廢棄物分類</p> <p>5.5 廢棄物包裝</p> <p>5.6 包件資料登錄</p> <p>5.7 廢棄物接收及處理</p> <p>5.8 廢棄物運送及所內貯存</p> <p>5.9 燃料之安定化處理及貯存</p>		
<p>八、輻射劑量評估及輻射防護措施。</p>	<p>第七章 輻射防護措施及輻射劑量評估</p> <p>7.1 輻射防護措施</p> <p>7.2 輻射影響分析</p>		

九、環境輻射監測。	第八章 環境輻射監測計畫 8.1 計畫目的 8.2 監測計畫 8.3 環境劑量評估 8.4 陳報與紀錄保存 8.5 除役前之環境輻射現況		
十、組織及人員訓練。	第十二章 人員訓練方案 12.1 一般訓練 12.2 輻射防護訓練 12.3 工安作業之訓練 12.4 模擬操作訓練及除役作業訓練 12.5 減廢和分類訓練		
十一、核子保防物料及其相關設備之管理。	第十章 保安與工業安全 10.1 警衛安全 10.2 工業安全 10.3 燃料料帳管理及貯存安全		5. PLANNING AND SAFETY ASSESSMENT FOR DECOMMISSIONING <ul style="list-style-type: none"> • General • Initial planning • Ongoing planning • Final planning • Safety assessment for

			<p>decommissioning a nuclear reactor</p> <ul style="list-style-type: none"> • Financial assurance for decommissioning
十二、廠房及土地再利用規劃。	<p>第十五章 TRR 廠房再利用規劃</p> <p>15.1 TRR 除役金屬廢棄物除污系統</p> <p>15.2 TRR 廢樹脂處理系統</p> <p>15.3 TRR 除役廢棄物清潔標準量測系統</p> <p>15.4 放射性污染廢金屬前處理及熔融系統</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Final Radiation Survey Plan • Compliance With the Radiological Criteria for License Termination 	<p>6. CRITICAL TASKS OF DECOMMISSIONING</p> <ul style="list-style-type: none"> • Initial characterization of the installation • Fuel removal • Containment maintenance and modification • Decontamination • Dismantling • Maintenance • Final radiological survey
十三、品質保證方案。	<p>第十三章 品質保證計畫</p> <p>13.1 目的與適用範圍</p> <p>13.2 組織與權責區分</p> <p>13.3 計畫內容</p>		<p>7. MANAGEMENT DURING DECOMMISSIONING</p> <ul style="list-style-type: none"> • General • Staffing and training • Organization and administrative control • Radiation protection

			<ul style="list-style-type: none"> • On-site and off-site radiological monitoring • Waste management • Emergency planning • Physical protection and safeguards • Quality assurance and documentation
十四、保安措施。	<p>第十章 保安與工業安全</p> <p>10.1 警衛安全</p> <p>10.2 工業安全</p> <p>10.3 燃料料帳管理及貯存安全</p>		8. COMPLETION OF DECOMMISSIONING
十五、意外事件應變方案。	<p>第十一章 意外事件應變計畫</p> <p>11.1 目的</p> <p>11.2 定義</p> <p>11.3 意外應變組織編組與職責分工</p> <p>11.4 意外事件分類</p> <p>11.5 意外應變行動等級</p> <p>11.6 意外應變計畫區</p> <p>11.7 意外應變行動</p> <p>11.8 意外應變場所與設備</p>		

	11.9 復原措施 11.10 平時整備 11.11 消防防護計畫		
十六、其他經主管機關公告之事項。			
	第十四章 財務計畫 14.1 經費預估 14.2 經費來源	<ul style="list-style-type: none"> • Update of the Site-Specific Decommissioning Costs 	
		<ul style="list-style-type: none"> • Supplement to the Environmental Report 	

2.0、除役計畫申請審查導則

2.1、目的

除役計畫書審查導則的目的，為提供經營者提出核子反應器設施除役計畫書時，主管機關實施第一步驟審查，即計畫書接受審查的原則性導則依據。

審查者參考本審查導則，以評估經營者提出之核子反應器除役計畫書內容是否足夠。依據統一的審查導則進行審查，較可以掌握審查的一致性與完整性，達到一致品質的審查結果。同時，審查導則內容結構可以提供核子反應器設施經營者(申請人)撰寫除役計畫書之依循，以使除役計畫書能有良好的及均一性的品質。本導則另一目的為使有關法規事物之資訊能廣泛使用，以致民眾有興趣人士及核能界人士能深入了解核子反應器設施除役計畫書審查程序。

核子反應器除役計畫書需提供足夠的內容，供審查者足以獨立的判斷，確定核子反應器能安全的完成除役作業。若除役計畫書內容足夠，則主管機關得以接受計畫書，並規劃進入下一步驟詳細的審查。

2.2、依據

本導則依據行政院原子能委員會放射性物料管理局九十二年元月十五日發布實施之「核子反應器設施管制法」第二十三條，規定經營者應於核子反應設施預定永久停止運轉之三年前提出除役計畫書；九十二年八月二十七日發布實施之「核子反應器設施管制法施行細則」第二十一條，本細則所定申請書件之格式，由主管機關定之；以及九十三年七月十四日訂定之「核子反應器設施除役許可申請審核辦法」第三條，規定之除役計畫應載明事項，撰擬除役計畫書審查導則。

2.3、內容概述

核子反應器設施審查導則本文如附錄。第一節為簡介，說明審查導則擬訂之法規依據及擬定之目的，並說明審查導則中審查

項目。審查項目是依據九十三年七月十四日訂定之「核子反應器設施除役許可申請審核辦法」第三條，規定之除役計畫應載明事項，分項說明。項目如下：

1. 設施概述、運轉歷史、曾發生之重大事件及其影響
2. 設施系統、設備、組件與材料之放射性活度調查及初步評估結果
3. 除役目標、時程、使用之設備、方法及安全作業程序
4. 除役期間仍需運轉之系統、設備、組件及其運轉方式
5. 除役期間預期之意外事件之安全分析
6. 除污方式及除役期間放射性廢氣、廢液處理
7. 除役放射性廢棄物之類別、特性、數量、減量措施與其處理、運送、貯存及最終處置規劃
8. 輻射劑量評估及輻射防護措施
9. 環境輻射監測
10. 組織及人員訓練
11. 核子保防物料及其相關設備之管理
12. 廠房及土地再利用規劃及最終廠址輻射偵測
13. 品質保證方案
14. 保安措施
15. 意外事件應變方案
16. 其他經主管機關公告之事項

每個項目分別說明審查內容，並以審查接受基準說明除役計畫書最少應載明之內容。最後以審查查核表提供審查者逐項查核使用。審查查核表並可以依據除役計畫規模或範圍之不同，指定該次審查之查核項目。

核子反應器設施除役計畫申請審查導則本文如附錄。

3.0、參考文件

1. 中華民國五十七年五月九日所公布原子能法
2. 中華民國六十五年十二月七日所公布原子能法施行細則
3. 中華民國九十二年元月十五日所公布核子反應器設施管制法
4. 中華民國九十二年八月二十七日所公布核子反應器設施管制法施行細則
5. 中華民國九十一年一月三十日所公布游離輻射防護法
6. 中華民國九十一年十二月二十五日放射性物料管理法
7. 中華民國九十二年七月三十日放射性物料管理法施行細則
8. 中華民國九十三年十月一定活度或活度比以下放射性廢棄物管理辦法草案
9. 中華民國八十六年五月十四日修正核子損害賠償法
10. 中華民國八十七年三月二十五日核子損害賠償法施行細則
11. 中華民國九十二年九月十日發布核子保防作業辦法
12. 中華民國八十五年二月二十四日修訂核子保防管制作業要點
13. 中華民國九十三年七月十四日行政院原子能委員會令：訂定「核子反應器設施除役許可申請審核辦法」
14. 中華民國九十三年五月十九日所公布核子燃料運送安全管理規則
15. 中華民國九十二年一月八日修正放射線物質安全運送規則
16. 中華民國九十二年八月十五日核能研究所“台灣研究用反應器(TRR)設施除役計畫書”
17. 中華民國九十一年十二月二十四日國立清華大學江詳輝核能電廠除役安全管制技術之建立(I)
18. 中華民國九十二年十二月二十九日國立清華大學鄧希平核能電廠除役安全管制技術之建立(II)
19. U.S. Nuclear Regulatory Commission, NUREG-1700 Rev.1, “Standard Review Plan for Evaluating Nuclear Power Reactor License Termination Plans,” April 2003.
20. U.S. Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Guide 1.179, “Standard Format and Content of License Termination Plans for Nuclear Power Reactors,” January 1999.
21. U.S. Nuclear Regulatory Commission, “Decommissioning of Nuclear Power Reactors” (10 CFR Parts 2, 50, and 51),

- Federal Register, Vol. 61, pp. 39278-39296 (61 FR 39278), July 29, 1996.
22. U.S. Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Guide 1.184, "Decommissioning of Nuclear Power Reactors," August 2000.
 23. U.S. Nuclear Regulatory Commission, "Radiological Criteria for License Termination" (10 CFR Parts 20, 30, 40, 50, 51, 70, and 72), Federal Register, Vol. 62, pp. 39058-39092 (62 FR 39058), July 21, 1997.
 24. U.S. Nuclear Regulatory Commission, "Releasing Part of Power Reactor Facility or Site for Unrestricted Use Before the NRC Approves the License Termination Plan" (10 CFR Parts 2, 20, and 50), Federal Register, Vol. 66, pp. 46230-46239 (66 FR 46230), September 4, 2001.
 25. U.S. Nuclear Regulatory Commission, Draft NUREG-1757, "Consolidated NMSS Decommissioning Guidance," Vols. 1, and 2, September 2002).
 26. U.S. Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Guide 1.185, "Standard Format and Content Guide for Post-Shutdown Decommissioning Activities Report," July 2000.
 27. U.S. Nuclear Regulatory Commission, NUREG-1713, "Standard Review Plan for Decommissioning Cost Estimates for Nuclear Power Reactors," November 2001.
 28. U.S. Nuclear Regulatory Commission, Draft Regulatory Guide-1085, "Standard Format and Content of Decommissioning Cost Estimates for Nuclear Power Reactors," November 2001.
 29. U.S. Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Guide 1.159, "Assuring the Availability of Funds for Decommissioning Nuclear Reactors" August 1990.
 30. U.S. Nuclear Regulatory Commission, NUREG-1307, "Report on Waste Burial Charges," Rev. 9, September 2000.
 31. U.S. Nuclear Regulatory Commission, NUREG-0586, "Final Generic Environmental Impact Statement on Decommissioning of Nuclear Facilities," August 1988.
 32. IAEA SAFETY STANDARDS SERIES, SAFETY GUIDE No.WS-G-2.1 "Decommissioning of Nuclear Power Plants and Research Reactors", 1999.

附錄

核子反應器設施除役計畫申請審查導則

一、 簡介

1. 依據

本導則依據行政院原子能委員會放射性物料管理局九十二年元月十五日發布實施之「核子反應器設施管制法」第二十三條，規定經營者應於核子反應設施預定永久停止運轉之三年前提出除役計畫書；九十二年八月二十七日發布實施之「核子反應器設施管制法施行細則」第二十一條，本細則所定申請書件之格式，由主管機關定之；及九十三年七月十四日訂定之「核子反應器設施除役許可申請審核辦法」第三條，規定之除役計畫應載明事項，撰擬除役計畫申請審查導則。

2. 目的

本導則旨在提供內容格式，供核子反應器設施經營者(申請人)撰寫除役計畫書之依循，以及對除役計畫書審查能有良好的及均一性的品質，並參考以評估是否接受除役計畫書。本導則另一目的為使有關法規事物之資訊能廣泛使用，以致民眾有性趣人士及核能界人士能深入了解核子反應器設施除役計畫書審查程序。

3. 審查導則內容概要

審查導則依照下列項目敘述：

1. 設施概述、運轉歷史、曾發生之重大事件及其影響
2. 設施系統、設備、組件與材料之放射性活度調查及初步評估結果
3. 除役目標、時程、使用之設備、方法及安全作業程序
4. 除役期間仍需運轉之系統、設備、組件及其運轉方式
5. 除役期間預期之意外事件之安全分析
6. 除污方式及除役期間放射性廢氣、廢液處理
7. 除役放射性廢棄物之類別、特性、數量、減量措施與其處理、運送、貯存及最終處置規劃

8. 輻射劑量評估及輻射防護措施
9. 環境輻射監測
10. 組織及人員訓練
11. 核子保防物料及其相關設備之管理
12. 廠房及土地再利用規劃及最終廠址輻射偵測
13. 品質保證方案
14. 保安措施
15. 意外事件應變方案
16. 其他經主管機關公告之事項

每一項目中簡述除役計畫書審查內容，及審查接受基準。審查查證表提供逐項查核功能。

4. 修改

本導則如有未盡事宜，得視需要修訂之。

二、 核子反應器設施除役計畫書審查導則

1. 設施概述、運轉歷史、曾發生之重大事件及其影響

設施概述提供除役廠址特性說明。除役計畫書列出經營者姓名及地址；經營者編號；政府授與編號；設施名稱及地址。提供廠址的位置、面積及範圍，列出廠址邊界已經發生之所有改變，以及將要發生有如部份廠址釋放法規將要求經營者保留紀錄以記載對原有廠址邊界之任何改變。

除役計畫書需提供廠區土壤、地表及地下水，廠區附近地形、地貌等自然環境說明；以及廠區附近之居民、城鎮、重要設施等人文環境說明。

除役計畫書必須提供除役設施完整的運轉紀錄，以及曾經發生之重大事故及其影響之紀錄及說明。

完整的廠區設施建築、系統、組件的工程資訊為除役工作之依據，除役計畫書必須有完整的廠區設施現況工程圖件及說明。

以上設施概述資訊將用於建立廠區輻射特性的輸入資料。

審查者須確認除役計畫書所提供設施概述資訊完備，各項資料包括圖件、說明、數據、及紀錄，其內容及品質正確且充足，足以成為除役工作進行之依據。

接受基準：

- 明確的廠區位置、面積、及範圍。
- 廠區及廠地附近自然及人文環境說明。
- 符合法規規定的設施運轉紀錄，以及重大事故及其影響之紀錄及說明。
- 完整的廠區設施建築、區域、系統、組件說明。
- 廠區設施建築、系統、組件的工程資訊有完整的品保程序。

2. 設施系統、設備、組件與材料之放射性活度調查及初步評估結果

放射性活度調查提供廠址遭輻射污染之程度及範圍的評估資訊，包括廠區建築結構、系統、組件、殘留物、土壤、地表及地下水。

根據廠址特性調查，經營者規劃放射性活度調查，以評估曾經污染、仍有污染、或有潛在污染之廠區設施範圍。考慮潛在的危險如有些設施或結構，管路、水泵其污染程度可能被錯估，某些滲入性的深度污染應作特殊的調查。

建立廠區輻射特性時以設施概述之資訊為輸入資料。

接受基準：

確實執行以下調查並提供調查結果，明確說明調查項目、方法、使用儀器、調查結果數據，並據以評估設施系統、設備、組件與材料之放射性活度。

設施場地輻射背景值調查：

- 最大及平均輻射核種之活度 ($\text{dpm}/100\text{cm}^2$, pCi/gm or pCi/l)。

- 放射性核種之比例。

結構、系統、設備輻射污染調查：

- 超出背景值之運轉產出殘留輻射物質說明。
- 已判定不受運轉影響之結構、系統、設備及其評估理由。
- 受污染結構中每個房間、區域、設備之說明。
- 受污染之工作區域或房間之圖件及說明。
- 表面污染模式及滲透情形。

廠址輻射特性評估：

- 量測調查結果之描述及評估。
- 殘留核種濃度量測結果之統計圖表。
- 廠區、建築之圖件及說明顯示分類判定及判定之考量。

表面及次表面土壤污染：

- 列示說明含有超出輻射背景值殘留輻射物質之表面及次表面土壤位置。
- 地圖以顯示表面及次表面污染土壤之位置。

地表及地下水：

- 殘留輻射物質超過輻射背景值之地表及含水土層。

3. 除役目標、時程、使用之設備、方法及安全作業程序

除役計畫書敘述除役目標、階段、時程，拆除系統設施所使用之設備、方法及安全作業程序。估計將產生的廢棄物種類及數量。並對拆除程序中人員劑量提出估算。

接受基準：

- 明確說明除役目標。
- 明確說明除役各階段時程。
- 明確說明除役完成時間，以符合法規規定。
- 以Gantt或PERT圖明確說明各階段拆除程序及時程。
- 明確說明對不同材質之不同結構、系統、設備之拆除方法及使用之設備。
- 明確說明各結構、系統、設備拆除之安全作業程序。
- 明確說明各結構、系統、設備拆除程序之輻射防護設計。
- 廢棄物種類及數量估算。
- 人員劑量估算。

4. 除役期間仍需運轉之系統、設備、組件及其運轉方式

列出除役期間仍須運轉之系統、設備、組件及其運轉之方式。列示除役各階段需要修改或新設之系統、設備、組件及其運轉方式。並分析除役各階段中，廠區設施維持安全運作。

接受基準：

- 列出除役期間仍須運轉之系統、設備、組件及其運轉之方式。
- 列示除役各階段需要修改或新設之系統、設備、組件及其運轉方式。
- 明確說明安全分析結果。

5. 除役期間預期之意外事件之安全分析

核設施可能發生意外事故依性質分為輻安、工安、環保、火災、颱風及震災、人為破壞等，列出除役期間可能發生之假想事故並予以評估。

接受基準：

明確說明假想意外事故及評估

6. 除污方式及除役期間放射性廢氣、廢液處理

根據放射性活度表面輻射暴露率調查及初步評估結果擬定除污計畫。除污計畫包含除污範圍、除污標準、除污作業準則、除污方法。

除污作業包括除污之物件如拆除前之系統除污及熱點預除污、大型物件貯存之調理性除污、場地除污、工具及拆除器具除污、金屬廢棄物除污、待減容廢棄物除污、防護衣物除污、現場廢棄物收集處理等，其使用的除污方式如機械除污、化學除污、電解除污等及其使用的程序及其除污方法流程圖。

除役期間放射性廢氣、廢液處理包括處理程序、排放標準、不合格時處理程序，除役期間廢氣、廢液產量評估等。

除污作業必須考量限制二次廢料量的產生。廢棄物包括放射性物質與非放射性物質建立資料庫。

接受基準：

- 根據放射性活度調查及初步評估結果擬定除污計畫。
- 明確說明除污範圍及除污標準。
- 明確說明除污方法及方法流程圖。
- 估算除役期間放射性廢液產量。
- 明確說明限制二次廢料量規劃。
- 明確說明放射性廢氣、廢液處理程序。
- 明確說明放射性廢氣、廢液排放標準。
- 明確說明放射性廢氣、廢液超出排放標準之處理程序。

7. 除役放射性廢棄物之類別、特性、數量、減量措施與其處理、運送、貯存及最終處置規劃

根據廠址特性、放射性活度調查、拆除程序及方法，擬定廢棄物管理策略。對拆除廢棄物進行分類、特性調查、數量估算，並採取適當的減廢措施。增加設備、材料或土地之回收與再利用之可能性。

廢棄物處理之規劃需考慮減低人員接受輻射劑量，並配合拆除程序規劃廢棄物處理空間及運送動線，嚴格執行輻射管制。

接受基準：

- 明確說明放射性廢棄物分類方法。
- 明確說明放射性廢棄物分類檢測方法。
- 根據放射性活度評估結果、除污作業、拆除方法估算廢棄物數量。
- 明確說明減廢措施。
- 根據系統、設備、組件拆除順序及動線，規劃廢棄物處理、運送、貯存方法。
- 說明廢棄物最終處置。
- 說明設備、材料或土地之回收與再利用。

8. 輻射劑量評估及輻射防護措施

輻射劑量評估包括利用環境偵測結果評估一般民眾劑量，及評估廢棄物運送、貯存對一般民眾造成劑量。劑量評估必須陳報與保存紀錄。民眾輻射劑量包括體外淨劑量評估方法及體內淨劑量計算方法。

除役前之環境輻射現況包括直接輻射、空浮微粒、水、茶青、食米及草樣，表土及溪底泥等。

工作人員劑量評估包括作業區人員在除役作業中劑量率預估、及環境輻射影響分析。

輻射防護措施包括輻射防護管理組織與任務區分、人員防護、人員訓練、醫務監護、管制區規劃及管制作業、輻射監測儀器之設置、除役作業之防護措施、除役作業之輻射管制等作業。

除役作業中人員劑量的合理抑低須經由輻射劑量評估驗證。

接受基準：

- 明確說明根據環境偵測對一般民眾劑量評估方法及程序。
- 評估廢棄物運送、貯存對一般民眾造成劑量。
- 明確說明對一般民眾劑量之陳報與紀錄保存。
- 明確說明輻射防護管理組織與任務區分。
- 明確說明人員輻射防護方法。
- 明確說明輻射管制區規劃及管制作業。
- 明確說明輻射監測儀器之設置。
- 評估除役作業人員劑量並明確說明合理抑低措施。
- 明確說明對作業人員劑量評估之陳報與紀錄保存。
- 明確說明醫療監護規劃。

9. 環境輻射監測

監測計畫包括廠址內及廠址外二部分。

廠址內偵測項目包括環境直接輻射之偵測、環境試樣取樣與放射性活度分析、氣象觀測作業。廠址內之環境輻射偵

測作業規劃偵測方法、偵測對象、目的、取樣地點、取樣頻率、活度單位及重要之附記。環境偵測作業有關之管制標準，如可接受最小可測量要求、查驗值、提報值之行動基準，均依據「環境輻射偵測規範」之規定執行。

廠址外偵測項目包括環境直接輻射之偵測、環境試樣取樣與放射性活度分析、落塵作業。廠址外之環境輻射偵測作業規劃偵測方法、偵測對象、目的、取樣地點、取樣頻率、活度單位及重要之附記。環境偵測作業有關之管制標準，如可接受最小可測量要求、查驗值、提報值之行動基準，均依據「環境輻射偵測規範」之規定執行。

除役計畫書敘述最終輻射偵測計畫以驗證廠址符合所建議的排放限制。最終輻射調查為在該區域在已完成特性調查，復原已經完成及區域準備釋出之後執行輻射劑量偵測。最終輻射調查之目的為驗證該區域符合執照終止輻射劑量基準。

接受基準：

- 明確說明環境試樣取樣與放射性活度分析方法及程序。
- 明確說明環境直接輻射偵測方法及程序。
- 明確說明環境偵測作業相關之管制標準及提報程序。
- 明確說明最終輻射偵測計畫。

10. 組織及人員訓練

除役計畫組織與任務編組凡除役工程規劃、設施系統、設備、組件與材料之放射性活度調查方法、設施除污、拆除切割、廢棄物處理及運貯、輻射防護、環境偵測、工程支援(如物理、儀表、化學、土木、電氣及機械工程等)、品質保證等均需由專門技術人員負責規劃執行。

人員訓練方案包括一般訓練、輻射防護訓練(操作人員之訓練、輻防人員之訓練、承攬商於進廠前參加輻射防護訓練講習)、工安作業之訓練、模擬操作訓練及除役作業訓練、減廢和分類訓練。特殊專長訓練如拆解及破壞、除污、機械人及遙控、燃料處置等。

接受基準：

- 明確說明除役作業組織與任務編組。
- 明確說明除役作業輻射防護訓練。
- 明確說明除役作業工業安全訓練。
- 明確說明除役作業及模擬操作訓練。
- 明確說明除役作業廢料處理及減廢分類訓練。
- 明確說明除役作業特殊專長訓練。

11. 核子保防物料及其相關設備之管理

列出核子保防物料之名稱、數量、貯存位置。說明相關設備之名稱、數量、設置位置。規劃核子保防物料管理方法。相關設備如何保養、維修及管理。

接受基準：

- 明確說明核子保防物料之名稱、數量、儲存方法及位置。
- 明確說明核子保防設備之名稱、數量、設置位置。
- 明確說明核子保防物料管理程序。
- 明確說明核子保防設備之保養、維修、管理。

12. 廠房及土地再利用規劃及最終輻射偵測

除役計畫書說明廠址區域設施如何復原以符合原能會釋放準則。

經過廠房及土地再利用作業，復原完成，區域準備釋出之後，需進行除役後廠址輻射偵測作業，以符合原能會釋放準則。除役後廠址輻射偵測調查之目的為驗證該區域符合執照終止輻射劑量基準，而非為找出殘留核種之位置；廠址歷史之評估及特性調查以執行以上功能。

除役計畫書敘述最終輻射偵測計畫以驗證工廠及廠址符合所建議的排放限制。最終輻射調查包括使用的基準、使用的方法及程序以確保符合基準、量測的資料包括適當的統計與分析及所使用系統方法。最終輻射調查為在該區域在已完成特性調查，復原已經完成及區域準備釋出之後執

行輻射劑量偵測。最終輻射調查之目的為驗證該區域符合執照終止輻射劑量基準。

限制性使用者，其對一般人造成之年有效等效劑量不得超過一毫西弗。非限制性使用者，其對一般人造成之年有效等效劑量不得超過○·二五毫西弗。

接受基準：

- 清楚地呈現除役計畫書中之核種輻射劑量基準以便除役。如果希望廠址以非限制區釋放，除役計畫書應敘述驗證是否符合基準所使用的方法。
- 如果以限制區釋放基準，除役計畫書應詳細敘述如何符合游離輻射防護法及放射性物料管理法之需求。
- 除役計畫書列出任何有關改進輻射劑量管制之改變以管制後續的除役及復原活動有關的輻射污染。
- 除役計畫書列出設施及廠址區域如何復原以符合除役計畫建議的殘留核種活度值(DCGLs)之細節。討論應集中於任何特殊技術及程序使用於評估殘留輻射劑量(DCGLs)符合下列項目：
 - 綜述將使用於復原建築物結構及組件(如修整、水解、噴砂等)之技術。
 - 綜述將被除污之系統、設備及除污如何被完成。
 - 綜述將使用之輻射防護方法及管制程序包括現有執照下已經被認可程序之摘要。
 - 詳細敘述將使用之技術以移除及復原表面及表面之下土壤，地下水，及表面水及沉積物。
 - 如果有任何除役廢棄物於原廠址處置之計畫，詳述之。
- 明確說明最終輻射偵測規劃。
- 列示將列入偵測之核種。
- 說明核種活度值偵測方法及標準值，並明確說明如何確認不會有殘留輻射物質未被偵測出。
- 明確說明廠地大面積偵測 (field screening) 方法及設備。
- 明確說明用來評估偵測結果的統計方法。

13. 品質保證方案

除役計畫需說明除役相關作業的品質保證規劃。影響除役品質之作業應受品質保證計畫之管制，品質保證計畫所涵蓋之除役作業應列表承諾。

品質保證計畫包括目的與適用範圍、組織與權責區分、計畫內容、文件管制、工程管制、品質查證管制、不符合情形管制、設計管制、採購管制、裝卸、儲存與運輸之管制、品質保證紀錄、稽查等。

除役後廠址輻射偵測調查必須有品質保證程序。品質保證程序敘述品質保證計畫組織之管理，在組織中每單位之執掌及責任，工作之效能如何被評估，並以品質保證計畫之組織圖呈現。

接受基準：

- 品質保證計畫所涵蓋之除役作業列表承諾。
- 明確說明品質保證計畫管理體系。
- 以品質保證組織體系圖說明各單位之執掌及責任。
- 除役後廠址輻射偵測調查品質保證程序。

14. 保安措施

敘述門禁管制、人員管制、物品管制及放射性廢棄物管制等。門禁管制包括警衛人員的組成、輪班、保安設備之配置、使用等。人員管制包括經營者、承攬商、外籍工作人員等。進出管制須有紀錄，以供查核。

接受基準：

- 明確說明門禁管制作業。
- 明確說明人員管制作業。
- 明確說明物品管制作業。
- 明確說明放射性廢棄物管制作業。

15. 意外事件應變方案

除役計畫需建立意外事件應變導則，以應付當意外事件發生並有影響到大眾健康安全顧慮時，除役計畫工作人員處理應變之指導方針。並建立應變組織體系，規劃各單位權

責及應變作業程序，若有支援需求時，可循應變組織體系動員相關單位組織。

規劃意外應變場所與設備包括意外應變指揮作業地點、意外救助及醫療裝備、除污設施、聯絡系統。平時設備整備及演練、消防防護計畫、疏散路線等均須於除役計畫中妥善規劃。

接受基準

- 明確說明意外應變組織編組與職責分工。
- 明確說明意外應變程序。

16.其他經主管機關公告之事項

三、 審查查證表

查核	查核項目	接受	不接受
1. 設施概述、運轉歷史、曾發生之重大事件及其影響			
	• 設施名稱及地址		
	• 核准編號		
	• 廠區位置、面積、範圍及其變遷		
	• 廠區及廠地附近之地形、地貌及自然環境說明		
	• 廠區及廠地附近之居民、城鎮、重要設施及人文環境說明		
	• 設施運轉紀錄		
	• 設施曾發生之重大事故及其影響		
	• 廠區設施建築、區域、系統、組件說明		
	• 廠區設施建築、區域、系統、組件的工程圖件		
2. 設施系統、設備、組件與材料之放射性活度調查方法及初步評估結果			
	設施場地輻射背景值調查：		
	• 最大及平均輻射核種之活度 (dpm/100cm ² , pCi/gm or pCi/l)		

	• 輻射核種之比例		
	輻射污染之結構、系統、設備：		
	• 超出背景值之運轉產出殘留輻射物質說明		
	• 已判定不受運轉影響之結構、系統、設備及其研判理由		
	• 受污染結構中每個房間、區域、設備之說明		
	• 受污染之工作區域或房間之圖及說明		
	• 表面污染模式及滲透情形說明		
	廠址輻射特性調查：		
	• 量測調查結果之描述及判定		
	• 殘留核種濃度量測結果之統計圖表		
	• 廠區、建築之圖及說明顯示分類判定及判定之考量		
	表面及次表面土壤污染：		
	• 列示說明含有超出輻射背景值殘留輻射物質之表面及次表面土壤位置		
	• 地圖以顯示表面及次表面污染土壤之位置		
	地表水及地下水：		
	• 殘留輻射物質超過輻射背景值之地表水及含水土層說明		
	3. 除役目標、時程、使用之設備、方法及安全作業程序		
	• 明確說明除役目標		
	• 明確說明除役各階段時程		
	• 以 Gantt 或 PERT 圖明確說明各階段拆除程序及時程		
	• 明確說明對不同材質之不同結構、系統、設備之拆除方法及使用之設備		
	• 明確說明各結構、系統、設備拆除之安全作業程序		
	• 明確說明各結構、系統、設備拆除程序之輻射防護設計		
	• 廢棄物種類及數量估算		
	• 人員劑量估算		

4. 除役期間仍需運轉之系統、設備、組件及其運轉方式			
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明除役各階段仍需運轉之系統、設備、組件 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明除役各階段需修改或新設之系統、設備、組件 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明在仍需運轉系統、設備、組件之運轉下各除役階段之安全分析結果 		
5. 除役期間預期之意外事件之安全分析			
	<ul style="list-style-type: none"> • 意外事故安全分析包括輻安、工安、颱風、地震、火災、人為破壞及除役作業之假想事故 		
6. 除污方式及除役期間放射性廢氣、廢液處理			
	<ul style="list-style-type: none"> • 根據放射性活度調查及初步評估結果擬定除污計畫 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明除污範圍及除污標準 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明除污方法及方法流程圖 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 估算除役期間放射性廢氣、廢液產量 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明限制二次廢料量規劃 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明放射性廢氣、廢液處理程序 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明放射性廢氣、廢液排放標準 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明放射性廢氣、廢液超出排放標準之處理程序 		
7. 除役放射性廢棄物之類別、特性、數量、減量措施與其處理、運送、貯存及最終處置規劃			
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明放射性廢棄物分類方法 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明放射性廢棄物分類檢測方法 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 根據放射性活度評估結果、除污作業、拆除方法估算廢棄物數量 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明減廢措施 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 根據系統、設備、組件拆除順序及動線，規劃廢棄物處理、運送、貯存方法 		

	• 說明廢棄物最終處置		
	• 說明設備、材料或土地之回收與再利用		
8. 輻射劑量評估及輻射防護措施			
	• 明確說明根據環境偵測對一般民眾劑量評估方法及程序		
	• 評估廢棄物運送、貯存對一般民眾造成劑量		
	• 明確說明對一般民眾劑量之陳報與紀錄保存		
	• 明確說明輻射防護管理組織與任務區分		
	• 明確說明人員輻射防護方法		
	• 明確說明輻防管制區規劃及管制作業		
	• 明確說明輻射監測儀器之設置		
	• 評估除役作業人員劑量並明確說明合理抑低措施		
	• 明確說明對作業人員劑量評估之陳報與紀錄保存		
	• 明確說明醫療監護規劃		
9. 環境輻射監測			
	• 明確說明環境試樣取樣與放射性活度分析方法及程序		
	• 明確說明環境直接輻射偵測方法及程序		
	• 明確說明環境偵測作業相關之管制標準及提報程序		
	• 明確說明最終輻射偵測計畫		
10. 組織及人員訓練			
	• 明確說明除役作業組織與任務編組		
	• 明確說明除役作業輻射防護訓練		
	• 明確說明除役作業工業安全訓練		
	• 明確說明除役作業及模擬操作訓練		

	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明除役作業廢料處理及減廢分類訓練 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 		
11. 核子保防物料及其相關設備之管理			
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明核子保防物料之名稱、數量、儲存方法及位置 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明核子保防設備之名稱、數量、設置位置 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明核子保防方法 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明核子保防設備之保養、維修、管理 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 		
12. 廠房及土地再利用規劃及最終輻射偵測			
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明除役後廠址輻射偵測規劃 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 列示將列入偵測之核種 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 說明核種活度值偵測方法及標準值，並明確說明如何確認不會有殘留輻射物質未被偵測出 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明廠地大面積偵測（field screening）方法及設備 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明用來評估偵測結果的統計方法 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 以 Gantt 或 PERT 圖明確說明各階段復原工作程序及時程 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 綜述將使用於復原建築物結構及組件(如修整、水解、噴砂等)之技術。 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明表土及次表土移除或復原工作規劃及技術 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明地表水及地下水復原工作規劃及技術 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 如果有任何除役廢棄物於原廠址處置之計畫，詳述之 		
13. 品質保證方案			
	<ul style="list-style-type: none"> • 品質保證計畫所涵蓋之除役作業列表承諾 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 明確說明品質保證計畫管理體系。 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 以品保組織體系圖說明各單位之執 		

	掌及責任		
	• 除役後廠址輻射偵測調查品質保證程序		
14. 保安措施			
	• 明確說明門禁管制作業		
	• 明確說明人員管制作業		
	• 明確說明物品管制作業		
	• 明確說明放射性廢棄物管制作業		
15. 意外事件應變方案			
	• 明確說明意外應變組織編組與職責分工		
	• 明確說明意外應變程序		