

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

主要國家核子反應器設施
除役相關法規研究

計畫編號：101FCMA006

報告編號：101FCMA006-12

執行單位：核能研究所

計畫主持人：周鼎

子項工作負責人：張淑君

報告日期：中華民國 101 年 12 月

(本頁空白)

總 目 錄

PART A 美國核管會 (NRC) 核子設施除役法規探討

PART B 使用放射性物質設施的除役 (IAEA Safety Requirements No. WS-R-5)

PART C 德國定義於原子能法第 7 條有關 - 除役、安全封存及設施或其部分拆除導則

PART D 加拿大除役計畫導則

PART E 日本的除役安全法規

(本頁空白)

主要國家核子反應器設施除役
相關法規研究

PART A

美國核管會（NRC）核子設施除役法規探討

核能研究所

(本頁空白)

**Regulations for Nuclear Facilities Decommissioning in the Main
Countries - Technical Survey of NRC Regulations for Nuclear Facilities
Decommissioning**

Abstract

Nuclear facilities decommissioning is a time-consuming activity which depends on intensive techniques and cost. This report summarizes the NRC regulations regarding decommissioning activities of nuclear facilities. References could be given from this report to decommissioning activities of nuclear power plants in Taiwan in the near future.

Keywords: NRC, Nuclear Facilities, Decommissioning, Regulation

Institute of Nuclear Energy Research

美國核管會（NRC）核子設施除役法規探討

摘 要

核子設施的除役是一項需要密集技術與資金，並且需要長遠規劃的過程。本文探討了美國核管會（NRC）在核子設施除役執照審查過程中的相關法規需求及導則，期望藉由瞭解國外除役相關法規的要求，提供國內逐漸展開的各項除役活動一個參考的資料平台。

關鍵字：核管會（NRC）、核子設施、除役、法規

核能研究所

目 錄

1. 前言	1
1.1 美國核子設施除役之法規架構及時程	1
2. 美國核管會（NRC）除役相關法規	3
2.1 10 CFR 20 “Standards for Protection Against Radiation” Part E “Radiological Criteria for License Termination”	4
2.2 10 CFR 30.36 “Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas” 7	
2.3 10 CFR 30.51 “Records”	11
2.4 10 CFR 40.42 “Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas”	11
2.5 10 CFR 50 “Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities”	12
2.6 10 CFR 70.38 “Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas”	20
2.7 10 CFR 72.54 “Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas”	20
2.8 NUREG-0586 “Final Generic Environmental Impact Statement on Decommissioning of Nuclear Facilities - Supplement 1”	20
2.9 NUREG-1700 “Standard Review Plan for Evaluating Nuclear Power Reactor License Termination Plan” v1	30
3. 結論	33
4. 參考文獻	34

圖 目 錄

圖 1、美國核子設施除役時程（資料來源：NUREG-0586）.....	2
--------------------------------------	---

表 目 錄

表 1、美國核管會（NRC）除役活動主要相關法規整理.....	3
---------------------------------	---

1. 前言

核子設施的除役是一需要密集技術與資金，並且需要長遠規劃的過程。本文探討了美國核管會（NRC）在核子設施除役執照審查過程中的相關法規需求及導則，期望藉由瞭解國外除役相關法規的架構及要求，提供國內逐漸展開的各項除役活動一個參考的資訊平台。

1.1 美國核子設施除役之法規架構及時程

美國核子設施的除役活動大致可分為三個階段（圖 1）：(a) 初期作業階段（Initial Activities Phase）：自決定永久停止運轉開始，至開始進行主要除役工作/安全貯存為止。其間主要活動包括永久停止運轉之聲明書（Certification）、永久移空燃料之聲明書、停機後之除役作業報告書、以及除役作業報告書之公開說明會。(b) 主要除役工作/安全貯存（Major Decommissioning / Storage Phase）：主要工作為除污、拆廠/安全貯存。其間應處理關於除役作業之人力規劃、運轉維護技術規範再評估、事故評估再分析、緊急計畫之修訂、安全防護計畫之更新、解除部份法規責任之要求、終期安全分析報告之更新、品質保證方案之更新、防火計畫之修訂、除役費用再評估、社區公共關係之建立等工作。(c) 執照終止階段（License Termination Phase）：終止執照前尚需完成的剩餘工作。其間主要活動包括終止執照的申請作業、執照終止計畫（LTP）的編訂、以及執照終止計畫之公開說明會。

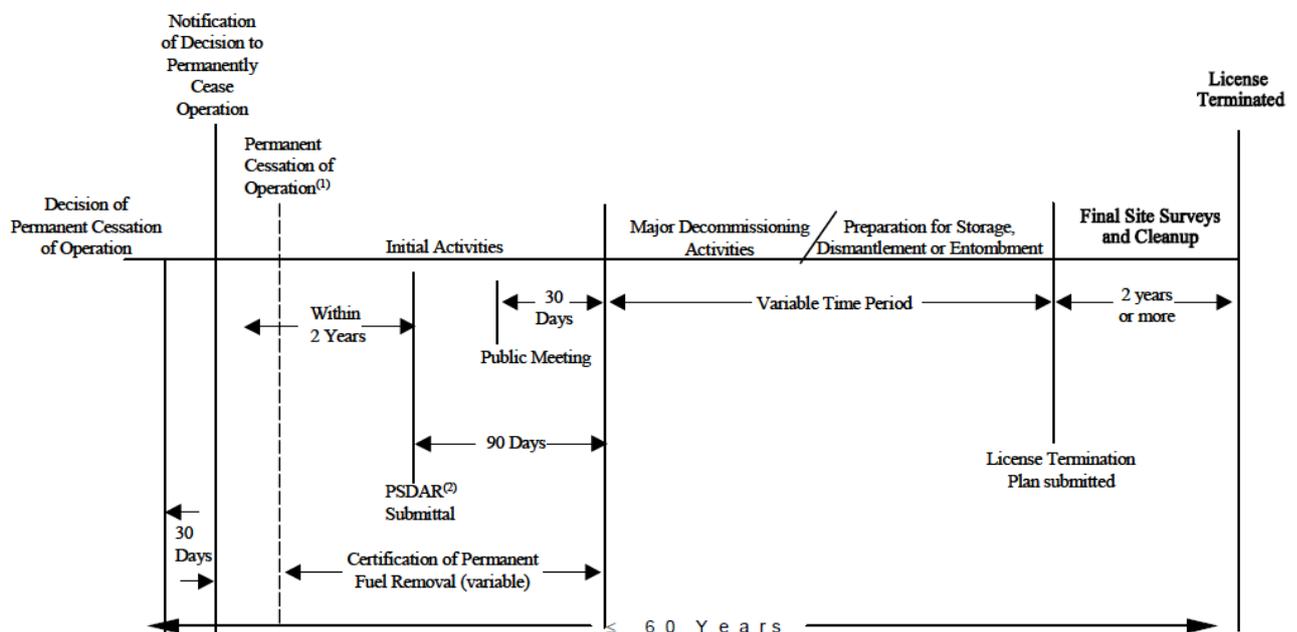


圖 1、美國核子設施除役時程（資料來源：NUREG-0586）

在除役活動的過程中一般須歷經以下步驟：

- (1) 起始於設施經營者決定將核子反應器永久停止運轉；
- (2) 以書面告知核管會（另外在核子燃料永久移出反應器後亦須以書面告知核管會）；
- (3) 停機後除役活動報告（Post-Shutdown Decommissioning Activities Report, PSDAR）的遞交與審查；
- (4) 執照終止計畫的遞交與審查；
- (5) 執行執照終止計畫；
- (6) 結束於完成除役。

主要的相關要求規定於10 CFR 30、10 CFR 40、10 CFR 50、10 CFR 70、10 CFR 72，以及10 CFR 20, Subpart E中。除役活動執照審查的相關導則則

可參照NUREG-0586、NUREG-1700、NUREG-1757。

2. 美國核管會（NRC）除役相關法規

本章將針對美國核管會（NRC）除役活動主要相關法規（表 1）做一重點整理。

表 1、美國核管會（NRC）除役活動主要相關法規整理

核管會（NRC） 法規編號	名稱
<u>10 CFR 20</u> Part E	<u>Standards for Protection Against Radiation</u> Radiological criteria for license termination
<u>10 CFR 30</u> 30.36 30.51	<u>Rules of General Applicability to Domestic Licensing of Byproduct Material</u> Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas Records
<u>10 CFR 40</u> 40.42	<u>Domestic Licensing of Source Material</u> Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas
<u>10 CFR 50</u> 50.59 50.82 50.83	<u>Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities</u> Changes, Tests, and Experiments Termination of License Release of part of a power reactor facility or site for unrestricted use

<p><u>10 CFR 70</u> 70.38</p>	<p><u>Domestic Licensing of Special Nuclear Material</u> Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas</p>
<p><u>10 CFR 72</u> 72.54</p>	<p><u>Licensing Requirements for the Independent Storage of Spent Nuclear Fuel, High-Level Radioactive Waste, and Reactor-Related Greater Than Class C Waste</u> Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas</p>
<p><u>NUREG-0586</u></p>	<p><u>Final Generic Environmental Impact Statement on Decommissioning of Nuclear Facilities - Supplement 1</u></p>
<p><u>NUREG-1700</u></p>	<p><u>Standard Review Plan for Evaluating Nuclear Power Reactor License Termination Plan</u></p>
<p><u>NUREG-1757</u></p>	<p><u>Consolidated NMSS Decommissioning Guidance</u></p>

2.1 10 CFR 20 “Standards for Protection Against Radiation” Part E “Radiological Criteria for License Termination”

10 CFR Part 20 主要是針對執照終止之放射性準則的相關規定，共有六個小節，其相關規定重點整理如下：

- A. 計算關鍵群體中平均個人總有效等效劑量（Total Effective Dose Equivalent, TEDE）時，設施經營者應決定除役後第一個 1,000 年間預期之最高年總有效等效劑量。（10 CFR Part 20.1401）

- B. 若其殘留之放射性活度對關鍵群體中平均個人之總有效劑量，每年不超過 0.25 mSv，則場所可考慮被接受為非限制使用。其途徑包括來自地下水之飲水，以及已經合理抑低後殘留之放射性活度所造成之劑量。決定合理抑低水平必須考慮任何危害，如來自運送事故造成之死亡，以及除污與廢棄物處置造成的潛在結果。(10 CFR Part 20.1402)
- C. 針對限制使用場址執照終止之條件為 (10 CFR Part 20.1403)：
- a. 設施經營者能說明將進一步降低殘留的放射性活度，使符合§ 20.1402 合理抑低之要求。
 - b. 合法強制監管期間，來自殘留放射性活度對關鍵群體中平均個人造成之總有效等效劑量，每年應低於 0.25 mSv。
 - c. 設施經營者須提供足夠的財務保證，使獨立第三者能執行該場址任何必要的管制與維護。
 - d. 設施經營者已向核管會 (NRC) 提出除役計畫或執照終止計畫，說明其意圖按 §§ 30.36 (d), 40.42 (d), 50.82 (a) and (b), 70.38 (d), 或 72.54 等節進行除役，且其準備以限制使用進行除役。
 - e. 場址殘留的放射性活度已被確實減低，當設施不再進行有效監管時，殘留及背景之放射性活度對於關鍵群體所造成的曝露為合理抑低，且其平均個人總有效等效劑量低於 1 mSv/y；或是在設施經營者可以提供以下證明時，符合低於 5 mSv/y 之劑量限度。

- (a) 證明要降低殘留放射性活度至符合 1 mSv/y 之劑量限度有技術上的困難、處理費用昂貴、或會造成公眾或環境的危害。
- (b) 將採取持久的管理措施。
- (c) 提供足夠的財務保證，使獨立第三者能定期執行至少每 5 年一次之監管系統檢查。

D. 當設施經營者可以提供以下保證時，核管會（NRC）得以大於§ 20.1402, 20.1403 之劑量限度來終止執照。(10 CFR Part 20.1404)

- a. 保證民眾健康與安全將持續被保護；且經由分析所有可能的曝露證明醫療曝露以外的所有人造射源所造成的劑量小於 1 mSv/y。
- b. 採用§ 20.1403 之降低曝露的方法，進行場址使用限制。
- c. 考慮例如運送事故造成之死亡、除污與廢棄物處置造成的潛在等危害後，降低劑量至合理抑低水平。
- d. 設施經營者已向核管會（NRC）提出除役計畫或執照終止計畫，說明其意圖按§§ 30.36 (d), 40.42 (d), 50.82 (a) and (b), 70.38 (d), 或 72.54 等節進行除役，並以限制使用進行除役。

E. 在接受設施經營者提交的除役計畫或執照終止計畫後，核管會（NRC）應（a）通知民眾並處理來自地方與州政府、環保署之意見；（b）公告在聯邦登錄並刊載於報紙。(10 CFR Part 20.1405)

- F. 設施經營者對於場址之污染儘量減低加以規範；應描述所申請之設施設計與操作程序、如何減少設施與環境之污染、以及減少放射性廢棄物之產生。

2.2 10 CFR 30.36 “Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas”

Part 30 為針對副產品一般執照之申請規則。副產品根據 10 CFR Part 30.4 之定義為：

- A. 藉由生產或使用特殊核子物料之輻射入射過程，產生或製造之特殊核子物料以外的任何放射性物質。
- B. (a) 為了商業、醫學或研究的用途，生產、萃取或萃取後再轉化之 Ra-226 射源；
- (b) 或以粒子加速器產生放射性的任何物質，並經產生、萃取或萃取後再轉化，並使用在商業、醫學或研究用上；
- C. 任何射源物質以外的天然發生放射性物質：
- (a) 經 NRC 與 EPA、DOS、DHS 等諮商後，決定其威脅等同於 Ra-226 射源對民眾健康與安全或國防與保安者；
- (b) 經萃取或萃取後再轉化，並使用在商業、醫學或研究用上者。

10 CFR Part 30.36 則主要是針對副產品「執照之期滿與終止及廠址與分離建築或戶外區域之除役」，其相關規定重點整理如下：

發生下列事項 60 天內，設施經營者應向核管會 (NRC) 提出書面通知：

- A. 設施經營者決定在含有殘留放射性活度且不符合外釋標準之整個場區、任何建築物或戶外，永久停止其主要活動。
- B. 該執照下已長達 24 個月無主要活動進行。
- C. 在含有殘留放射性活度且不符合外釋標準之建築物或戶外，已長達 24 個月無主要活動進行。

核管會 (NRC) 可以在不影響民眾的健康和安全的前提下，同意延長上述的期限，但設施經營者提出要求之時間不應少於上述書面通知期限前 30 天。

若執照條件有需求，或執行除役之程序或活動未經核管會 (NRC) 核准，且這些程序可能對工作人員或民眾增加潛在的健康與安全之影響，例如：

- A. 在清理或維護操作時，有執行例行不應用的技術。
- B. 工作人員進入正常並不會停留的地區，且該地區之表面污染與輻射水平明顯較例行操作時高。
- C. 可能導致較平常操作時高的空浮濃度。
- D. 可能導致較平常操作時高之放射性物質外釋至環境。

核管會 (NRC) 在認為此替代時程可有效執行除役，並且不會對民眾的健康與安全造成過分的輻射風險時，會核准此除役計畫 (Decommissioning plan, DP) 之替代時程的申請。但若此替代時程可能會對民眾的健康與安全造成輻射風險時，則必須先核准除役計畫後才可實施。需要遞送除役計畫的情況如下：

- A. 使用的技術與例行的不同。
- B. 前往地區污染/輻射較高。
- C. 空浮程度較高。
- D. 排放至環境之放射性物質較多。

除役計畫（DP）應包括：

- A. 足夠評估該計畫之接受度的場址條件描述。
- B. 已規劃除役活動之描述。
- C. 除役過程如何確保工作人員與環境不會有輻射危險的方法描述。
- D. 對已規劃之最終輻射偵測描述。
- E. 最新詳細經費估計、該估計與目前除役基金之比較，以及確保有足夠基金可完成除役之保證。
- F. 在除役計畫之完成需超過計畫核准後 24 個月的情況下，除役計畫應以第 A 項「足夠評估該計畫之接受度的場址條件描述」為基準做調整。

核管會（NRC）在評估此除役計畫在可行情況下會盡速完成，且工作人員與民眾之健康與安全有受適當的保護時，將核可此除役計畫。設施經營者應在除役計畫核准後 24 個月內完成除役；並且應於除役活動開始後 24 個月內向核管會（NRC）申請終止執照。

核管會（NRC）在評估以下事項之後，可決定是否核准替代時程之進行並終止執照：

- A. 技術上來說，24 個月內完成除役是否可行。

- B. 若在 24 個月內完成除役，是否有足夠的廢棄物處置能力。
- C. 欲處置廢棄物的減容是否足夠允許短半衰期的放射性物質衰減。
- D. 在允許短半衰期的放射性物質衰減下，對工作人員之輻射曝露是否有顯著的降低。
- E. 其他場址特定因素，例如：其他主管機關的規定、訴訟、地下水除污、監測天然地下水保留、延遲清理對環境造成更大傷害之行動，以及其他超過設施經營者控制之因素。

設施經營者在除役的最後應採取的措施包括：

- A. 經由遞交一份完整的報告（NRC Form 314 or equivalent）保證，說明有照物質的處置（包括積存的廢棄物）。
- B. 針對執行有照業務的區域，應執行輻射偵檢，並遞交偵測報告，除非設施經營者可以證明此輻射偵測結果依據 10 CFR 20, Subpart E 之外釋準則為適當的。偵測報告應包括：
 - a. 表面 1 公尺處加馬射線的強度（mSv/hr）、包括阿伐及貝他放射性活度的強度（對表面之偵測 MBq/100cm²、對液體之偵測 MBq/mL、對固體如土壤或混凝土之偵測 Bq/g）。
 - b. 註明使用之偵測儀器及證實每部儀器皆已適當地校正與驗證。

核管會（NRC）在確認以下事項後，將以書面通知終止執照（包含過期執照）：

- A. 副產品物質已適當地處置。

- B. 已有合理之行動去除可能有的殘留放射性污染。
- C. 已執行輻射偵測並證實符合 10 CFR 20, Subpart E 之外釋準則。
- D. 其他設施經營者提供的資訊足以證明符合 10 CFR 20, Subpart E 之外釋準則。
- E. 10 CFR 30.51 (d)及(f)要求之各項紀錄。

2.3 10 CFR 30.51 “Records”

每一個被授權持有半衰期大於 120 天之非密封放射性物質者，在執照終止之前應遞交以下記錄至核管會（NRC）：

- A. 有照物質根據 §§ 20.2002, 20.2003, 20.2004, and 20.2005 所作之處置記錄。
- B. 根據 §§ 20.2103 (b)(4)所作之記錄。

此外在執照終止之前，設施經營者亦需遞交 §§ 30.35 (g)之記錄至核管會（NRC）。

2.4 10 CFR 40.42 “Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas”

10 CFR Part 40.42 主要為針對射源物質執照期滿之終止及場址與建築或戶外區域之除役。此處之射源物質包括：(a) 鈾、鈾或其任何組合之任何物理或化學形式；(b) 礦苗中含有超過 0.05 %的鈾、鈾或其任何組合者；

並不包括特殊核子物料。由於其規定和 2.2 節針對副產品物質之規定雷同，本節不再詳述。

2.5 10 CFR 50 “Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities”

10 CFR Part 50 主要是針對生產與使用設施執照申請的相關規定，以下將和除役活動執照終止相關之 50.82、50.83 兩小節，以及須更改除役時程時相關之 50.59 加以整理，分述重點如下：

2.5.1 10 CFR Part 50.59 “Changes, Tests, and Experiments”

設施經營者在符合下列狀況時，可以不經修訂執照，而變更最終安全分析報告（final safety analysis report, FSAR）內描述的設施狀態以及報告內的計畫時程，或是執行最終安全分析報告內未描述的測試或試驗：

- A. 執照核准之技術規格並無變更。
- B. 變更、測試或試驗不屬於第二節描述的情形。

設施經營者在符合下列狀況時，則應經過執照的修訂，才可進行變更、測試或試驗：

- A. 會導致意外事故的頻率升高。
- B. 會導致影響安全的結構、系統或模組故障的頻率升高。
- C. 會導致重大意外事故的發生。
- D. 會導致影響安全的結構、系統或模組發生重大的故障。
- E. 會導致最終安全分析報告以外的意外事故發生。
- F. 會導致最終安全分析報告以外的結構、系統或模組故障。
- G. 會導致超過或影響分裂產物屏蔽之設計基準限制（design basis

limit)。

H. 會導致違背最終安全分析報告中建立設計基準之評估方式。

因此設施經營者在遞交PSDAR之後，若有需要從事PSDAR內無提及的除役活動，或有需要更改PSDAR內訂定的除役時程時，可不須重新修訂已核准之執照，但須以書面通知核管會（NRC）。對於變更、測試或試驗之程度是否符合須修訂執照的程度，應自行認定並自負責任。

2.5.2 10 CFR Part 50.82 “Termination of License”

本小節主要為針對執照終止之相關規定，本節摘錄針對動力用核子反應器之相關規定如下：

設施經營者在決定永久停止運轉的30天內，應遞交和§§ 50.4 (b)(8)一致之書面通知於核管會（NRC）。並且在燃料永久移出反應器後，應遞交和§§ 50.4 (b)(9)一致之書面通知於核管會（NRC）。

2.4.1.1 停機後除役活動報告（PSDAR）

在核子反應器永久停止運轉前至永久停止運轉後兩年內，設施經營者應以書面告知核管會（NRC）並以副本的形式通知所在地的州政府。提出的內容應包括：

- A. 除役計畫的方案及時程。
- B. 預估支出費用。
- C. 除役過程所造成的環境影響評估。

核管會（NRC）在接收PSDAR後會先於聯邦登錄（Federal Register）公告已接收PSDAR，並且在設施附近舉行公聽會以接受公眾的意見。

雖然PSDAR不須經過核管會的核准，但設施經營者在核管會收到

PSDAR的90天內不得進行任何主要的除役活動。主要拆除活動包括：

- A. 永久移除放射性組件，如反應器槽、蒸汽發生器、或其他較有放射性組件者。
- B. 永久性改變圍阻體結構。
- C. 拆除具超C類廢棄物(Greater-than-Class-C，GTCC)之組件。

經過此特定期間之後，若除役行動不會導致下列後果：

- A. 導致場址無法為非限制使用釋出。
- B. 導致重大環境影響。
- C. 除役過程所需之經費不足。

則設施經營者可開始除役活動的進行。

2.4.1.2 執照終止計畫 (LTP)

執照終止計畫應於預計終止執照的至少兩年前提出。根據 10 CFR 50.82 之規定：LTP 應為最終安全分析報告 (Final Safety Analysis Report，FSAR) 之補充或相當於 FSAR 之計畫。

核管會 (NRC) 及設施經營者應於執照終止計畫提出前，應針對計畫的內容及形式召開會議，以加速計畫的研擬及審議過程。

執照終止計畫的內容應包括：

- A. 場址特性調查。
- B. 剩餘拆除活動之確認。
- C. 場址除污計畫。
- D. 詳細的最終輻射偵測計畫。

- E. 若為限制使用的狀況，其場址再利用的情形。
- F. 剩餘除役費用。
- G. 環境報告修訂。

此外，設施經營者必須證明執照終止計畫符合 10 CFR Part 20 “Standards for Protection Against Radiation” Part E “Radiological Criteria for License Termination”中對於執照終止的相關規定。

核管會（NRC）在收到執照終止計畫後將公告已接收，並在設施附近舉行公聽會以接受公眾的意見。

- A. 在上述條件之一展開後60天內，設施經營者需要通知核管會（NRC）開始除役；或若有需求於12個月提送DP，並於獲核准後開始除役，時程之改變應獲核管會核准。
- B. 若DP係建議以非限制使用釋出時，將會有全面之技術審查 (NUREG-1757)；審查結果會有環境評估 (Environmental Assessment, EA)及安全評估報告(Safety Evaluation Report, SER)。
- C. 若DP係建議以限制使用釋出時，第一階段審查將集中在財務保證及監管方面（10 CFR Part 20, Subpart E）；第二階段審查在財務保證及監管符合法規時，會依據NUREG-1757進行審查，並將有環境影響說明（Environment Impact Statement, EIS）。
- D. 第二階段審查一開始，會有NOI（Notice of Indication）以出版EIS，其步驟為：
 - a. 在發展EIS同時，核管會（NRC）會準備SER相互協調，以

便將所有額外資訊要求 (Request for Additional Information, RAI) 均納入。

- b. 在出版無顯著影響發現 (Finding of No Significant Impact, FONSI)(DP + EA) 或決策紀錄 (Record of Decision, ROD) (DP + EIS) 時, 也宣佈核准DP, 惟通常會有額外要求, 即有條件通過。

2.4.1.3 執照終止計畫 (LTP) 的執行與完成

執照終止計畫核准之後, 設施經營者及相關業者應按照計畫的時程完成設施除役。在除役的過程中, 核管會 (NRC) 將定期派員前往場址視察, 以確保除役活動符合核准的執照終止計畫。視察的內容並包括相關的輻射偵檢。

除役計畫應於永久停止運轉後的60年內完成, 但經主管機關同意可以延長之。

在完成除役計畫後, 設施經營者應遞交包含最終輻射狀況偵測的最終場址偵測報告 (Final Status Survey Report, FSSR), 並請求核管會 (NRC) 執行下列動作之一:

- A. 終止10 CFR Part 50的執照。
- B. 縮減10 CFR Part 50的執照範圍至乾式貯存設施 (ISFSI)。

最終場址偵測報告在符合以下規定時, 核管會 (NRC) 將予以核准:

- A. 剩餘拆除活動已依據執照終止計畫執行。
- B. 最終輻射偵測及其他資料證明場址已可按照執照終止計畫釋出。

若場址內沒有設置乾式貯存設施, 或乾式貯存設施持有10 CFR Part

72 “Licensing Requirements for the Independent Storage of Spent Nuclear Fuel, High-Level Radioactive Waste, and Reactor Related Greater Than Class C Waste”之特別執照，則除役計畫完成後，10 CFR Part 50執照即終止。

除役計畫之完成應完成以下項目：

- A. 證實所有管制物料（含廢棄物）均予以處置，並遞送登錄表格至核管會（NRC）。
- B. 已執行輻射偵測，並遞送登錄表格至核管會。
- C. 已適當地執行管制物料處置。
- D. 針對放射性污染，已做合理的除污。
- E. 保證場址已符合除役計畫。
- F. 完成輻射偵測或證實場址已適合釋出（根據執照終止計畫）。

2.5.3 10 CFR Part 50.83 “Release of part of a power reactor facility or site for unrestricted use”

在執照終止計畫核准前若獲得核管會（NRC）之書面同意，可先將部分設施或場址以非限制使用釋出。只要能確保：

- A. 民眾個人劑量不超過10 CFR Part 20, Subpart D之限值與標準。
- B. 不降低緊急應變或保安之效能。
- C. 流體排放保持在執照之條件內。
- D. 修訂環境監測計畫與廠外劑量計算手冊以因應改變。
- E. 仍能符合10 CFR Part 100之選址原則。
- F. 仍能符合所有其他應引用之法規。

執行準備外釋之部分設施或場址的歷史場址評估，並完成對受影響地

區之偵檢，以證實其符合10 CFR 20.1402規定之非限制使用放射性準則。對於未受影響地區之外釋，應提交書面申請至核管會（NRC），書面文件包括：

- A. 依據上述準則評估之結果。
- B. 準備釋出之部分設施或場址非限制使用的描述。
- C. 內部財物外釋之時程表。
- D. 依據10 CFR 50.59之評估結果。
- E. 對於特定場址除役活動之環境影響可被頒布之環境影響說明書涵蓋的討論。

在收到書面申請之後，核管會（NRC）會進行以下動作：

- A. 決定持照人是否已適當地評估外釋這些財物之影響。
- B. 決定持照人是否已適當地對任何準備當作未影響地區外釋者做分類。
- C. 在決定持照人的文件為適的，以書面通知外釋已核准。

對於受影響地區之外釋，持照人應提交申請文件以補充說明其財物外釋。申請文件應包括：

- A. 上述要求的資訊。
- B. 為證實符合非限制使用的10 CFR 20.1402放射性準則，所進行輻射偵測之方法與結果。
- C. 新增資訊或環境改變，對環境報告之補充。

在收到書面申請之後，核管會（NRC）會進行以下動作：

- A. 決定持照人是否已適當地評估外釋這些財物之影響。

- B. 決定持照人是否已適當地對任何準備當作未影響地區外釋者做分類。
- C. 決定持照人對於受影響地區的輻射偵測是否適當。
- D. 在決定持照人的文件為適的，以書面通知外釋已核准。

執照終止計畫將依據以下三份導則進行審查後發給執照：於2003年四月發佈的NUREG-1700 “Standard Review Plan for Evaluating Nuclear Power Reactor License Termination Plans”第一版、2006年九月發佈的NUREG-1757 “Consolidated Decommissioning Guidance”第二冊第一版、以及2002年十一月發佈的NUREG-0586 “Final Generic Environmental Impact Statement on Decommissioning of Nuclear Facilities - Supplement 1”。

2.6 10 CFR 70.38 “Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas”

為針對特殊核子物料執照期滿之終止及場址與建築或戶外區域之除役。此處之特殊核子物料包括：鈾、鈾-233、鈾-233、235 之濃縮，以及其他法規認定為特殊核子物料者。由於其規定和 2.2 節針對副產品物質之規定雷同，本節不再詳述。

2.7 10 CFR 72.54 “Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas”

為針對用過核子燃料執照期滿之終止及場址與建築或戶外區域之除役。由於其規定和 2.2 節針對副產品物質之規定雷同，本節不再詳述。

2.8 NUREG-0586 “Final Generic Environmental Impact Statement on Decommissioning of Nuclear Facilities - Supplement 1”

此份導則所指的除役，包括將設施或廠址安全地由運轉中移除，並將殘餘放射性活度降低至某一水平，以允許將場址做無限制外釋使用，並結束運轉執照；或做有限制條件外釋，並結束運轉執照。

2.8.1 環境影響評估

環境影響訂定為自小至大三種顯著水平：

- A. 小：對環境影響無法偵測且無法注意到其對資源有所改變。不超過法規之允許水平者，考慮為小。
- B. 中：對環境影響足夠大致可注意到改變，但不會對資源有影響。
- C. 大：對環境影響明顯，且足夠大致對資源有影響。

根據10 CFR 50.82 (a)(6)(ii)的規定，若該活動會有顯著之環境影響且以往未曾審查過時，設施經營者不應進行任何除役活動。任何除役活動不能滿足該項需求時，設施經營者在執行前必須提出一份需求補充說明，以及有關額外影響之環境報告補充說明。核管會（NRC）則會針對該環境報告補充說明，準備一份環境評估或環境影響聲明。

環境影響可以分為：

- A. 廠內外土地使用
- B. 水使用
- C. 水品質
- D. 空氣品質
- E. 水域生態
- F. 陸域生態
- G. 受威脅及瀕臨危險物種
- H. 放射性
- I. 放射性事故
- J. 職業問題
- K. 成本
- L. 社會經濟
- M. 環境公義
- N. 文化、歷史及建築資源
- O. 美觀問題
- P. 噪音
- Q. 運輸
- R. 資源之不可逆及不可恢復

針對上述18個問題之相關活動如下：

- A. 移除燃料
 - a. 吊運燃料至用過核燃料池。
 - b. 一次系統洩漏。
 - c. 廢液處理。
- B. 組織改變

- a. 減少員工。
 - b. 外包或其他額外員工。
 - c. 調整教育訓練內容。
 - d. 根據執照內容的調整 – 隨不同廠區有不同的調整內容。
- C. 穩定化
- a. 系統洩漏及沖洗。
 - b. 不再需要之系統、結構及組件隔離。
 - c. 重新配置電廠電纜以減少電路。
- D. 停機後偵檢
- a. 為除污工作之基準線偵測。
 - b. 連續偵測。
- E. 建立核島區 (Nuclear island)
- a. 建置用過核燃料池之電力供應。
 - b. 將保安區縮減至剛好環繞燃料周圍。
 - c. 改變保安功能。
 - d. 建置或修改化學控制。
 - e. 移除舊的或建置新的保安相關設備。
- F. 一次系統管路化學除污
- 切割、化學劑進、化學劑出、清洗/除污。
- G. 大組件移除
- a. 移除反應器槽而內部組件不動或切除。
 - b. 蒸汽產生器及其他大型組件不動或切割移除。
- H. SAFSTOR 前貯存之準備工作
- a. 建立反應器冷卻系統通風管道。

- b. 建立圍阻體通風管道。
 - c. 系統解聯，在需要的位置設置監測器。
 - d. 完成放射性評估。
- I. 貯存(SAFSTOR)
- a. 監視各系統及輻射水平等。
 - b. 對結構、系統、及組件 (Structures, systems, and components , SSCs) 進行預防及補正維護。
 - c. 維持保安系統。
 - d. 維持排放物及環境監測方案。
- J. DECON、SAFSTOR 及 ENTOMB1 之除污與拆除階段
- a. 化學除污(表面/特定組件)。
 - b. 管線內壁除污。
 - c. 高壓噴水表面除污。
 - d. 自特定區域移除污染土壤。
 - e. 對 SSCs 進行預防及補正維護。
 - f. 維持保安系統。
 - g. 維持排放物及環境監測方案。
- K. 系統拆除
- a. 切割污染管線。
 - b. 自設施移除大、小型桶槽及其他放射性組件。
- L. 結構拆除
- a. 敲碎。
 - b. 移除電廠運轉所需結構。
- M. 包封

- a. 建置工程障壁。
- b. 可操作系統解聯（如電氣及消防）。
- c. 移除所有圍阻體以外之放射性物質。
- d. 在圍阻體內置放材料。
- e. 降低圍阻體樓板高度。
- f. 將設施包封在混凝土內。

N. LLW 包裝及貯存

O. 運送

- a. 大型組件之運送。
- b. LLW 之運送。
- c. 將設備運入廠內。
- d. 回填土運入廠內。
- e. 非放射性廢棄物之運送。

P. 執照終止

- a. 完成最終輻射偵測。
- b. 部分廠址外釋。

2.8.2 三種除役方式

設施經營者在決定除役之後，有以下三種選擇：

A. 立即除污並拆除 (DECON)：

DECON是在電廠永久停止運轉後，將受放射性污染的設備物、結構物、設施及土壤於短期內予以除污與拆移，使廠址殘留的放射性低於法規標準，而可終止電廠執照。

優點為 (a) 執照可迅速終止，以移做其他用途；(b) 停止運

轉後隨即進行除污或拆除，可保有了解電廠之人力；(c) 拆除費用估計上面，DECON由於不需要處理low level waste (LLW)，因此所需要的費用估計較低；另外DECON需面臨的工作項目SAFSTOR亦皆須面臨，但較晚開始進行拆除者，由於貯存及通貨膨脹的因素，所需的費用將較高；此外DECON不需長期保安、維護及監測，亦是造成其所需費用較低的原因之一。

其主要的缺點則為 (a) 工作人員的劑量高；(b) 顯著之初始費用；(c) 以及需要較多的處置場空間。

DECON一般的工作項目為：

- (a) 將污染系統之管路排盡 (可能經沖洗)，並將樹脂自離子交換器移除。
- (b) 建立監測站、設計製造特別屏蔽及界定污染管制範圍。
- (c) 減少保安區域 (建立新的安全監管站)。
- (d) 修改控制室或建立替代控制室。
- (e) 場區偵檢。
- (f) 污染組件除污，包括化學除污技術。
- (g) 移除反應器槽及內部組件。
- (h) 移除其他大型組件，包括主要之放射性組件。
- (i) 移除一次系統之管件 (注水系統、硼控制系統等)。
- (j) 移除其他顯著污染組件。
- (k) 除污且/或拆除結構或建築物。
- (l) 拆除組件廠內暫貯。
- (m) LLW之運送及處理，包括廢棄物之壓縮及焚化。
- (n) 移送用過核子燃料及GTCC至乾式貯存設施 (ISFSI)。

(o) 移除有害放射性（混合）廢棄物。

(p) 更換管理方式及職員。

B. 長期貯存一段時間後才進行除污及拆除（SAFSTOR）：

SAFSTOR是將核能設施長期安全貯存後，再進行除污與拆除的工作。其整置準備期約需二年，貯存期約需數十年。貯存期間，電廠設施大多原封不動，但核燃料由反應器移出，放射性液體由相關系統及設備處理與排放。經過放射性的衰減作用，長期貯存後，將大量減少污染物及放射性物質的體積。

優點為（a）由於貯存期間之衰減，將實質減少LLW處置量及降低工作人員與民眾之劑量；（b）減少處置場所需空間；（c）在第一年之所需費用上，亦低於DECON，因為活動較少所需人力亦少。

缺點為（a）拆除時間拖得太久，了解電廠的人員將逐漸減少；（b）貯存期間需維護、保安及監測；（c）以及未來處置場收費與可用性之不確定，可能導致除污及拆除之經費升高。

SAFSTOR一般的工作項目為：

（A）準備期間：

（a）將污染系統之管路排盡（可能經沖洗），並將樹脂自離子交換器移除。

（b）用過核子燃料池冷卻系統重組。

（c）視需要對高污染高劑量區進行除污。

（d）完成放射性評估以做為貯存前之基準。

（e）移送準備運送之LLW。

（f）運送及處理或貯存用過核子燃料與GTCC廢棄物。

- (g) 將設備及系統拔除電源或卸除動能。
- (h) 重組通風系統、消防系統及用過核子燃料池冷卻系統，以便在貯存期使用。
- (i) 建立檢查及監測計畫，以便在貯存期使用。
- (j) 對未來拆除時，任何屬重要系統者進行維護。
- (k) 更換管理方式及職員。

(B) 貯存期間

- (a) 對於在貯存期間需操作及/或能動的，執行預防及補正維護。
- (b) 維護以保持結構完整性。
- (c) 維護保安系統。
- (d) 維持輻射排放物及環境監測計畫。
- (e) 處理任何產生之廢棄物（通常是很少量）。

C. 將放射性污染物包封在結構性長命材料（如混凝土）內（ENTOMB）：

ENTOMB是將放射性結構物、系統以及設備封存於耐久性的圍阻屏障內（如混凝土），並對屏障結構做適當的維護及監測，直到終止執照為止。但大多數的核能電廠，在一百年後的放射性強度仍高於法規的接受標準值。

分為兩種情節：(a) ENTOMB1為進行有效的除污及拆除，並在包封前將含長壽命放射性同位素之所有污染與活化物移除；(b) ENTOMB2則為進行較少的除污及拆除，因此需有較多的工程屏蔽，將長壽命的放射性同位素安置在廠內。二者均假設用過核子燃料已移往高放處置場或ISFSI。

(A) ENTOMB1之一般工作項目為：

- (a) 規劃及準備。
- (b) 將污染系統之管路排盡（可能經沖洗），並將樹脂自離子交換器移除。
- (c) 減少保安區域範圍（非必須的）。
- (d) 支援系統去活化。
- (e) 放射性組件除污，包括化學除污技術。
- (f) 移除反應器槽及內部組件。
- (g) 移除其他大型組件，包括主要之放射性組件。
- (h) 自燃料池移送用過核燃料至ISFSI。
- (i) 拆除剩餘放射性污染結構物，並將拆除之結構物安置在反應器廠房。
- (j) 建置工程障壁及其他管控物，以避免無心闖入致污染物散佈至包封結構外。
- (k) 在原先反應器廠房結構內灌漿(混凝土)。

(B) ENTOMB2之一般工作項目為：

- (a) 規劃及準備。
- (b) 將污染系統之管路排盡（可能經沖洗），並將樹脂自離子交換器移除。
- (c) 減少保安區域範圍（非必須的）。
- (d) 支援系統去活化。
- (e) 自燃料池移送用過核燃料至ISFSI。
- (f) 拆除剩餘放射性污染結構物（反應器廠房以外者），並將拆除之結構物安置在反應器廠房。

- (g) 盡可能降低反應器廠房天花板至接近燃料裝填樓面 (BWR)，或至接近壓力槽頂端 (PWR)。
- (h) 建置工程障壁及其他管控物，以避免無心闖入致污染物散佈至包封結構外。
- (i) 將反應器廠房內空穴灌入低密度混凝土漿。
- (j) 在墓封結構外安置工程覆蓋，以進一步將結構與環境隔離。

按照現行的法規，設施經營者若未經過允許，應於60年內完成除役。

2.8.3 限制使用及非限制使用之劑量限值

場址以非限制使用 (Unrestricted use) 釋出時，只要符合核管會 (NRC) 對於非限制使用之劑量限制，對關鍵族群造成之平均個人總有效等效劑量小於0.25 mSv/y，則核管會對於釋出後場址做何使用不會給予其他任何法規上的限制，但州或地方政府可能會有額外的要求。

場址以限制使用 (Restricted use) 釋出時，在執照終止之後仍有法規上的限制。在設施經營者可以證明進一步降低殘餘放射性以符合法規無限制使用之要求，會對民眾或環境造成淨傷害；或由於殘餘放射性已達ALARA因此不進一步處理時，場址可考慮以限制使用的方式釋出。

此外，設施經營者必須提供合法之強制監管，以保證符合NRC之放射性準則（對關鍵族群造成之平均個人總有效等效劑量小於0.25 mSv/y）；並且提供足夠的財務保證，以便讓第三者可以繼續負責。

若監管不再進行，則殘餘的放射性必須進一步被降低：來自背景值以外之殘餘放射性應達到ALARA，且對關鍵族群造成之平均個人總有效等效劑量小於1 mSv/y或5 mSv/y。

對於5 mSv/y的劑量限制，設施經營者必須：

- A. 證實進一步達到1 mSv/y的劑量限制在技術上為不可行的、可能過於昂貴、或是會導致民眾或環境的傷害。
- B. 使得必須提供過長的監管期。
- C. 提供足夠的財務保證使政府主管機構或獨立第三者能執行至少每五年之定期檢查，以保證監管仍然執行中。

2.9 NUREG-1700 “Standard Review Plan for Evaluating Nuclear Power Reactor License Termination Plan” v1

此份導則主要在提供有關執照終止計畫（LTP）之標準審查程序（Standard Review Plan，SRP）及核准的標準，主要的審查項目包括：

- A. 場址概述：根據10 CFR 50.82 (a)(9)、10 CFR 50.82 (a)(10)以及10 CFR Part 20, Subpart E之相關規定。
- B. 場址特性調查：根據10 CFR 50.82 (a)(9)(ii)(A)，核管會（NRC）將審視場址特性調查計畫以及場址歷史紀錄，以確保執照終止計畫中場址特性調查的部分足夠完整、用以進行場址特性調查之儀器適當，以及有適當的品質保證措施保證調查數據之真實性。
- C. 剩餘場址拆除活動之描述：根據10 CFR 50.82 (a)(9)(ii)(B)以及此部分描述之放射性污染的種類和程度，以及設備內放射污染的範圍，可提供核管會在審查除役過程中評估除役支出以及人員安全、健康的依據。
- D. 除污計畫：根據10 CFR 50.82 (a)(9)(ii)(C)，以及10 CFR Part 20, Subpart E，執照終止計畫應包括計畫針對場址內構造、系統和設備、表面、表土，以及地下水除污的方式進行描述，另外亦須遞送

除役的相關時程表。

- E. 最終輻射狀況偵測：最終輻射狀況偵測為場址已經過完整特性調查、除污後，在場址要進行外釋之前進行，根據10 CFR 50.82 (a)(9)(ii)(D)、10 CFR 20.1501 (a)及(b)、以及10 CFR Part 20, Subpart E，以最終輻射狀況偵測確認場址是否符合限制或非限制使用外釋的標準。
- F. 執照終止劑量限值之要求：設施經營者應根據場址為限制或非限制使用外釋，描述使場址符合10 CFR Part 20, Subpart E、10 CFR 20.1403、10 CFR 20.1404、10 CFR 20.1301(a)(1)、10 CFR 50.82 (a)(9)(ii)(E)相關規定之方式。並根據10 CFR 20.1302(b)之相關規定，評估關鍵群體之平均成員劑量。
- G. 特定場址除役費用之更新：執照終止計畫中應描述剩餘除役活動所需的費用估算，以及和目前除役基金的比較；但不包括建造、運轉、維護、以及除役用過核子燃料貯存設施（Spent fuel storage installation, ISFSI）的部分。相關規定根據10 CFR 50.75、10 CFR 50.82 (a)(9)(ii)(F)。
- H. 環境影響報告之補充：設施經營者應根據10 CFR 50.82 (a)(9)(ii)(G)、10 CFR 51.53遞交包含任何會影響環境之場址特定活動的環境影響評估。

3. 結論

核子設施的除役是一需要密集技術與資金，並且需要長遠規劃的過程。本文探討了美國核管會（NRC）在核子設施除役執照審查過程中的相關法規需求及導則，包括：

- A. 10 CFR 20 “Standards for Protection Against Radiation” Part E
“Radiological Criteria for License Termination”
- B. 10 CFR 30.36 “Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas”
- C. 10 CFR 30.51 “Records”
- D. 10 CFR 40.42 “Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas”
- E. 10 CFR 50 “Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities”
 - a. 10 CFR Part 50.59 “Changes, Tests, and Experiments”
 - b. 10 CFR Part 50.82 “Termination of License”
 - c. 10 CFR Part 50.83 “Release of part of a power reactor facility or site for unrestricted use”
- F. 10 CFR 70.38 “Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas”
- G. 10 CFR 72.54 “Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas”
- H. NUREG-0586 “Final Generic Environmental Impact Statement on Decommissioning of Nuclear Facilities - Supplement 1”
- I. NUREG-1700 “Standard Review Plan for Evaluating Nuclear Power Reactor License Termination Plan” v1

期望藉由瞭解國外除役相關法規的架構及要求，提供國內逐漸展開的各項除役活動一個參考的資訊平台。

4. 參考文獻

- (1) 10 CFR 20, Subpart E, “Radiological Criteria for License Termination”
- (2) 10 CFR 30.36 “Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas”
- (3) 10 CFR 30.51 “Records”
- (4) 10 CFR 40.42 “Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas”
- (5) 10 CFR 50 “Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities”
- (6) 10 CFR Part 50.59 “Changes, Tests, and Experiments”
- (7) 10 CFR Part 50.82 “Termination of License”
- (8) 10 CFR Part 50.83 “Release of part of a power reactor facility or site for unrestricted use”
- (9) 10 CFR 70.38 “Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas”
- (10) 10 CFR 72.54 “Expiration and termination of licenses and decommissioning of sites and separate buildings or outdoor areas”
- (11) NUREG-0586 “Final Generic Environmental Impact Statement on Decommissioning of Nuclear Facilities - Supplement 1”
- (12) NUREG-1700 “Standard Review Plan for Evaluating Nuclear Power Reactor License Termination Plan”
- (13) NUREG-1757 “Consolidated NMSS Decommissioning Guidance”
- (14) 施建樑，核設施除役法規需求探討，INER-5375R，2008
- (15) 蕭海南，美國核能電廠除役工作之法規作業，2008

主要國家核子反應器設施除役
相關法規研究

PART B

使用放射性物質設施的除役
(IAEA Safety Requirements No. WS-R-5)

核能研究所

Decommissioning of Facilities Using Radioactive Material

(IAEA Safety Requirements No. WS-R-5)

Abstract

Decommissioning can be divided into preparatory and implementation phases, both of which are discussed in this publication. Preparations for decommissioning include the development of a decommissioning strategy, initial decommissioning planning and radiological characterization of the facility. Implementation of decommissioning includes preparation of a final decommissioning plan and its submission to the regulatory body for authorization or approval, management of the project and implementation of the plan, management of the waste and demonstration that the site meets the end state criteria defined in the plan. The objective of this publication is to establish the basic safety requirements that must be satisfied during the planning and implementation of decommissioning for the termination of practices and for the release of facilities from regulatory control.

Keywords: decommissioning; safety requirements

Institute of Nuclear Energy Research

使用放射射性物質設施的除役
(IAEA Safety Requirements No. WS-R-5)

摘 要

除役可以區分為準備階段與執行階段，二者均在本報告中做討論。除役準備包括除役策略的發展、初始除役規劃及設施輻射特性調查。除役執行包括準備最終除役計畫並陳報主管機關獲授權或核准、計畫的管理與執行、廢棄物的管理及證明場址符合計畫所定義的最終狀態標準。本報告的目的在於針對設施終止作業及解除法規管制時，建立於規劃及執行除役期間所必須滿足的基本安全要求。

關鍵字：除役、安全要求

核能研究所 保健物理組

目 錄

1. 前言	1
1.1 背景說明	1
1.2 目的	3
1.3 範圍	3
1.4 架構	4
2. 人類健康與環境的保護	5
3. 除役相關的職責	6
3.1 一般性職責	6
3.2 政府職責	6
3.3 主管機關職責	6
3.4 運轉組織職責	8
4. 除役策略	9
5. 除役計畫	11
6. 資金	14
7. 除役管理	15
8. 除役的執行	17
9. 除役的完成	19
參考文獻	20

1. 前言

1.1 背景說明

‘除役’一詞意指採取行政與技術的行動來解除設施的某些或全部行政管理上的要求（不適用於貯存設施，該設施使用‘關閉’而不使用‘除役’）。本安全要求報告所稱的‘設施’意指生產、加工、使用、操作或貯存放射性物質的建築物及其相關的土地與設備，且其放射性物質的規模有安全上的顧慮。由於在未來的50年間會有數百座設施將結束其運轉生命期，因此除役已經逐漸地變成一項重要的議題。

除以活動以一最適化的方式來執行，用以達到逐步地及有系統地減少放射性危害，並且根據規劃與評估的方式來進行，以確保除役作業期間與之後工作人員與民眾的安全及環境的保護。

當達到一核准的結束狀態¹，設施就被認為是已經完成除役。視國家的法規與行政管理規定，此一結束狀態包含部分或完整的除污及/或拆除，做為有限制或無限制再使用。

除役可以區分為準備與執行階段，二者均會在本報告中討論。除役的準備包括除役策略的發展、初始除役規劃及設施輻射特性調查。除役的執行包括最終除役計畫的準備及陳報主管機關來授權或核准、計畫的企畫與執行的、廢棄物管理及證明場址符合計畫所定義之結束狀態標準。

¹ 結束狀態被定義為一預設的標準，在此標準所定義的點，特定的作業或程序（意即，除役）被認為已經完成。實際的結束狀態被修改為處理每種情況的安全及環境需求。

多年來，有許多的方法已經被用於說明運轉組織的²（operating organization's）除役策略。在過去，那些方法之一為包含相對於不同除役選項（如機段1、階段2或階段3）的一套系統。自從1990年代末期起IAEA的報告中已經不再使用此一專門術語。被聯合國會員所採用與考量的方法包括立即拆除（immediate dismantling）、延後拆除（deferred dismantling）及安全封存（entombment）。也有可能是其他的選項或這些策略的稍微修訂。這些策略原則上可適用於所有設施；不過，由於政治的考量、安全或環境的要求、技術的考量、現場的條件或財務考量，可能不適用於某些設施。下列是這些除役策略的簡要說明：

- 立即拆除策略是將含有放射性污染物的設備、結構及部分的設施移除或除污至一允許設施無限制外釋使用的程度，或是在主管機關的限制下外釋。於本案例，於永久停止運轉後不久即開始進行除役活動。此策略意指迅速完成除役計畫，且涉及自設施移除所有放射性物質至另一新的或現有執照的設施，並將其進行長期貯存或處置。
- 延後拆除（有時稱為安全貯存(safe storage)、安全貯藏(safe store)或安全封閉(safe enclosure))策略為將含有放射性污染物的部分設施進行處理或讓其處於一可被安全貯存與維護的狀態，一直到可以被後續地除污及/或拆除至一允許設施無限制外釋使用的程度，或是在主管機關的限制下外釋。
- 安全封存策略是將放射性污染物裝入一結構耐久的物質，一直到放射性衰減至設施可無限制外釋的程度，或是在主管機關的限制下外釋。

² 運轉機關的定義為申請授權或已經獲得授權且/或負責行動時的核子、輻射、放射性廢棄物或運送安全，或與任何設施或游離輻射源相關的任何組織或人員。

延後拆除及安全封存策略也允許處理及由設施移除某些放射性物質，即使這些活動可以延後或只能部分地執行。

本報告取代參考文獻[1]中有關除役要求所考量的部分。

1.2 目的

本報告的目的在於建立於除役的規劃與執行期間，為了作業的終止及為了解除設施的法規管制，所必須滿足的基本安全要求。

1.3 範圍

本報告處理所有除役階段，同時也建立設施在其運轉生命期結束規劃永久停機後期間的要求。不過，大部分包含在本安全標準的規定，也可以應用於一導致建築物嚴重損壞或污染之異常事件後的除役，或是僅僅只是提早停機後的除役。本報告適用於所有設施類型，包括核電廠、研究用反應器、燃料再循環設施、製造廠、醫學設施、研究機構與大學的實驗室及其他研究設施。本報告不適用於磨礦場、廢棄物處置場址或廢棄物貯存設施。這些設施的關閉於IAEA的其他報告中做討論[2, 3]。

除役的定義（1.1節）明白指出除役關注的重點在於建築物，包括其相關的土地與設備。可能會有土地區域在設施正常運轉時偶然地變成受到污染，這些情況還不至於構成一意外或異常事件。這些區域的清理也包含於除役的一部份。本報告並不處理因意外事故、過去的活動、未經適當管制的排放或肇因於過去事件的污染（例如，核子武器測試）而導致受污染之大範圍區域的矯正復原。這些大範圍區域矯正復原的要求，可參見IAEA的另一份報告[3]。

新的與用過的核子燃料及運轉期間產生之廢棄物的管理與處置，通常不認為是除役活動的一部份，而是當作運轉的一部份來處理。

本報告處理肇因於除役活動的輻射危害。非輻射危害，例如工業危

害或化學廢棄物引起的危害，於除役期間也可能是很重要的。這些議題將會在規劃與執行過程中、於安全評估與環境評估中及在除役計畫的成本評估與財務規定中給予應有的考量；不過，本報告不會很明確地處理這些議題。

1.4 架構

第2章是建立工作人員、民眾及環境的防護要求。與除役相關之主要團體的職責於第3章中討論。第4章是建立發展除役策略的要求，而第5章是適用於產出除役計畫。第6章是建立除役基金的要求，而第7章是建立除役管理的要求。第8章是建立於除役活動執行或施行期間所要遵循的要求。第9章是建立決定何時除役已經完成的要求，包括輔助終止除役活動的偵檢。

2. 人類健康與環境的保護

與設施除役相關的活動將被認為是原來作業³的一部份，並且在所有除役活動期間將會被強制要求遵循基本安全標準（Basic Safety Standards(BSS)）[4]。

工作人員與民眾群體正常曝露的輻射劑量限值將會被應用。除役活動所導致之任何人員的輻射防護將會以相關的劑量約束（dose constraints）來進行最適化。

除正常曝露的防護規定之外，除役期間也會制訂防護（及減輕）可能導致異常事件或意外事故之潛在曝露的規定。不過，假如異常事件具有需要干預（intervention）的性質，則涉及適用IAEA的其他安全[3]。

為了鼓勵對安全的存疑與學習的態度以及為了防止自滿，運轉組織與主管機關需要培養與維持一安全文化[5]。負責除役活動的每一個人員，都需要被訓練至對健康、安全及環境的議題有適當程度的體認。

整個除役過程期間，以及設施未來如採限制性外釋用途時，都需要維持環境輻射防護（與運轉作業時一致）。假如沒有此類限制，場址與設施需要符合相關行政管理的終點標準。

³ 作業被定義為引入額外的曝露來源或曝露途徑或擴大曝露至其他人或變更現有輻射源曝露途徑之網絡的任何人為活動，以致於增加了曝露量或人員曝露的可能性或受曝露人員的數量[5]。

3. 除役相關的職責

3.1 一般性職責

每一個聯合國會員的組織使用、持有、儲存或操作放射性物質必須在其國家的法規架構內包含除役的規定。所有除役階段，由初始規劃至最終設施解除法規管制，都必須做規範。

法規與政府基礎架構中關於所有與核子活動相關之一般性職責的要求，可參見參考文獻[6]。這些要求將不在此贅述，但是這些要求也被應用於建立適當的基礎架構。

3.2 政府職責

政府應當提供一適當的國家法規及組織的架構，在此架構下除役（包含產生之放射性廢棄物的管理）可以安全地規劃與執行。這將包括一針對除役的明確職責分配、獨立行政管理功能的規定與基金募集機制的規定。

政府的職責包括：

- 定義對除役與對產生之放射性廢棄物管理的國家政策；
- 定義涉及除役之組織的法規、技術及財務職責；
- 確保運轉組織及獨立行政管理與其他國家審查功能的支援，可持續獲得必要之科學性與技術性專門技術；
- 建立可提供及確保安全與即時除役之適當財務資源的機制。

3.3 主管機關職責

主管機關負責所有除役階段的法規，由初始規劃至作業終止或最終設施解除法規管制。主管機關應該建立除役的安全標準與規定，包括產

生之放射性廢棄物的管理，並且要採取活動來確保符合法規要求。

主管機關的職責包括：

- 根據已獲核准活動⁴的結束，建立決定設施或設施的部分何時最終停止運轉的標準；
- 建立設施除役的安全與環境標準，包括除役期間物質解除管制（clearance）的標準，以及除役結束狀態與解除法規管制的條件；
- 建立除役規劃的要求；
- 審查初始除役計畫，以及在允許開始著手除役活動之前，審查與核准最終除役計畫；
- 執行除役活動的檢查與審查，並於不符合安全要求時強行採取行動；
- 建立收集及保留有關除役的紀錄與報告之政策與規定；
- 評估一已除役設施的結束狀態，並決定是否已符合讓作業結束及/或解除法規管制的條件，或決定是否有需要進一步的行動或管制；
- 在除役計畫核准之前，給予關注團體機會來提供意見。

⁴ 獲核准活動的定義為已給予任何形式之授權的活動。授權是主管機關或其他政府機構給予運轉組織從事特定活動的書面許可。

3.4 運轉組織職責

運轉組織應該進行除役規劃，並且應該執行符合國家安全標準與規定的除役活動。運轉組織也應該要負責除役活動期間所有方面的安全與環境保護。運轉組織應該提供財務保證與涵蓋安全除役（包括產生放射性廢棄物的管理）相關成本的資源。

運轉組織的職責包括：

- 在整個設施的生命期間，要建立除役策略及準備與維持一除役計畫；
- 建立一品質保證方案使成為管理系統的一部份[7]；
- 在設施永久停止運轉或終止活動之前通知主管機關；
- 管理除役計畫與執行除役活動；
- 確認所有除役產生廢棄物的可接受去處；
- 進行與除役有關的安全評估及環境影響評估；
- 準備與執行適當的安全程序，包括緊急應變及採用良好的工程作業；
- 確保除役計畫可獲得受過適當訓練、合格且有能力的工作人員；
- 進行輔助除役的適當輻射偵檢；
- 經由進行一最終偵檢來確保已符合結束狀態標準；
- 依主管機關要求來保留紀錄與陳報報告。

4. 除役策略

運轉組織應該定義一除役策略，做為除役規劃的基礎。策略應該與國家的除役及廢棄物管理政策一致。

立即拆除應該是優先的除役策略。不過，也有可能的狀況是在考慮所有相關的因素之後，立即拆除不是依實用的策略。這些因素可能包括：除役廢棄物處置或長期貯存能力的可獲性；受過訓練之勞動力的可獲性；基金的可獲性；有其他設施共同座落於需要除役的相同場址上；技術的可行性；以及工作人員、民眾與環境之輻射防護的最適化。假如選擇延後拆除（deferred dismantling）或安全封存（entombment）策略，運轉組織應該提供一針對選擇的正當理由說明。運轉組織也應該針對選擇的策略證明設施將在任何時間均被維持在一安全的組態，以及將在未來被適當地除役，且不會對未來的世代造成過度的負擔。

在被核准執行最終除役計畫之前，除役策略應該考量設施被認定為一運轉設施。所有設施適用的規定都應該保持不動，除非主管機關已經依據減低危害的基礎（例如，由設施移除核子物質）來同意減少相關的規定。

假如最終停止運轉發生於準備好最終除役計畫之前，則除役策略應該包含相關的規定以確保在可以準備與執行滿意的除役計畫之前，能提供適當的安排來保證設施的安全。

假如設施突然停止運轉（例如，因為嚴重的意外事故），在進行一被核准的除役計畫之前，設施應該進入一安全組態。除役策略應該以造成突然停止運轉之情況為基礎來進行審查，以決定是否需要修訂。

在整體考量除役的管理策略時，應該要取得適當的方法來即時管理

所有類別的廢棄物。處置是針對除役活動期間產生之廢棄物的最佳選項，但是假如無法取得處置的能力，廢棄物應該根據適用的規定被安全地貯存[2]。

解除管制 (clearance) 的概念[4]應該並應用於除役活動產生之物質的解除法規管制。

針對多設施的場址，整個場址應該要發展一總體的除役方案 (global decommissioning programme)，以確保在規劃個別設施時已納入設施相互依賴的考量。

5. 除役計畫

為了顯示除役可以被安全地完成以符合所定義的結束狀態，運轉組織應該於整個設施生命期中準備及維持一除役計畫，除非另有主管機關的許可。

除役計畫應該被輔以一適當的安全評估，評估內容涵蓋除役期間可能發生的規劃除役活動及異常事件。評估應該處理職業曝露及可能導致民眾曝露的放射性物質外釋。

應該應用分級的辦法來發展除役計畫。資訊的形式及計畫的詳細程度應該要與設施的型式與狀態及設施除役相關的危害相稱。

針對新的設施，除役的考量應該於設計階段的早期開始，並且應該持續至作業終止或最終設施解除法規管制。主管機關應該確保運轉者於設施的設計、建造及運轉時考慮最終的除役活動，包括對設施除役、設施紀錄的保存及預防污染擴散的物理與程序方法的考量。

針對尚未存在除役計畫的現有設施，一旦主管機關提供了規定或指引，就應盡可能地儘快準備適當的除役計畫，並定期進行更新。

運轉組織應該準備一初始除役計畫與授權運轉設施的申請一併陳報。在此初始除役計畫的規畫中必需達成以下幾點：確保有足夠的除役基金、促進及早規劃以減少除役階段之除污需求、對除役規劃較重要之紀錄的及早取得與維持。

此初始除役計畫應該被定期審查及更新（至少每5年或依主管機關的規定）或是當特定情況發生時，例如於運轉過程中的改變會造成計畫的嚴重改變。也應該視需要按照運轉所獲得的經驗、新的或修訂的安全規定、或技術發展來進行修訂或修正。假如發生異常事件或意外事故，除

役計畫應該儘可能趕快進行重新審查並做必要的修訂。

應該在一新設施進行建造之前就應該進行場址的基線偵檢（baseline survey），包含獲得輻射狀態的資訊，並在除役之前進行更新。此資訊將會被用於決定結束狀態偵檢期間的背景狀況。針對那些過去未進行基線偵檢的作業，應該使用具有相似特性的類似、未受干擾地區的數據，來取代運轉前的基線數據。

應該要儘可能地制訂規則來確保留用關鍵的工作人員，以及維持及可以取得設施的公共知識。設施生命期間，應該保留與除役相關的適當紀錄與報告（例如設施的使用紀錄、事件與異常事件、放射性核種存量、輻射劑量率及污染程度）。經由此方法，設施及其運轉歷史的設計與修改將被確認並列入除役計畫中。

在除役活動執行階段之前，應該要完成準備最終除役計畫併陳報給主管機關來核准。此計畫應該定義計畫如何管理，包括：場址管理計畫、相關組織的角色與職責、安全與輻射防護措施、品質保證、廢棄物管理計畫、文件與紀錄保存規定、安全評估與環境評估及其標準、執行階段的監督措施、必要的人身防護措施、以及任何主管機關所建立的其他規定。

在最終除役計畫的準備期間，應該要經由一詳細的特性調查偵檢，以及根據運轉期間所收集的紀錄，來決定設施內放射性物質的程度與形式（受照射與污染的結構與組件）。假如核子物質或運轉廢棄物殘留在設施內，此放射性物質應該被包含於特性調查偵檢中。

運轉組織將會用於證明所提出的結束狀態已經達到的方法與標準，將在除役計畫中說明。

關注團體應該被提供機會來審查最終除役計畫，並在其被核准之前，提供對計畫的意見給主管機關。

假如選擇延後拆除的策略，應該在除役計畫中證明，此一選項將被安全地執行，且將只需要最少的現行安全系統、輻射監測及人為干預，同時也已經考慮了對資訊、技術及基金的未來需求。任何安全相關設備及系統可能的老化與退化也應該被考慮。

6. 資金

國家法規應該訂定針對除役之財務規定的職責。這些規定應該包括建立提供與確保安全與及時除役之適當財務來源。

於有需要時應該要能獲得涵蓋與安全除役有關成本的適當財務來源（包括產生廢棄物的管理），縱使在設施提早停止運轉的情況下。在給予設施運轉的授權之前，就應該要提供規定之財務來源的保證。

財務保證所獲得的金額應該要與設施特定成本評估結果一致，同時應該隨著成本評估的增加或減少來做改變。成本評估應該當作除役計畫的一部份來進行定期的審查。

假如一現有設施的除役財務保證尚未取得，應該要儘快訂定合適的基金募集規定。在執照更新或展期之前，應該要有要求財務保證的規定。

假如除役後的設施以限制性外釋為其未來的用途，在終止授權之前，應該要獲得足以確保所有必要的管制維持有效之財務保證。

7. 除役管理

應該要建立一管理與執行除役的組織使成為運轉組織的一部份，其職責為確保除役將會被安全的執行。除役管理的報告層級與授權的方式應該是在除役期間要讓組織之間不要造成衝突且能安全地妥協。

安全的最終責任應該歸屬於運轉組織，雖然允許委派特定工作的執行給契約商。除役管理應該確保契約商的工作有在適當管制下安全地進行。假如於設施生命期間運轉組織有所變更，應該要有程序來確保設施安全與放射性物質管制的職責轉換。

應該要評估除役所需的技術，並且要建立每一職位合格工作人員的最少需求。應該要確保在除役過程中負責執行活動的個人均具有安全完成除役程序所必須的技能、專業知識及訓練。

所有個人應該要具有職責與授權來將安全考量帶入除役管理之中。除役管理也應該要確保有被提供適當的授權來停止工作。

除役工作應該要透過使用書面程序來進行管制。這些程序應該要經過負責確保安全與可行性之適當組織的審查與核准。應該要建立發布、修訂及終止工作程序的方法。

運轉組織應該要準備相關的文件與紀錄、保存一段議定的時間並在除役的前、中、後期間，由適當的團體維持一特定的品質。

隸屬於運轉組織管理系統[7]下的廣泛性品質保證方案應該被應用於所有除役階段。方案應該包括除役相關文件與紀錄的維護與建檔，以及所有除役工作的活動與操作。運轉組織應該要確認對安全除役是重要的事物，因而必須於品質保證方案中考量，並且明確說明於初始除役計畫中。

除役計畫的管理應該要針對計畫的複雜性與大小及針對與其相關的潛在危害進行量身定做。

8. 除役的執行

運轉組織應該要遵循國家的安全標準與規定來執行除役及相關的廢棄物管理活動。除役活動期間，運轉組織應該要負責所有方面的安全與環境保護。

設施永久停止運轉前，運轉組織應該要通知主管機關。假如設施停止運轉且不再打算使用，應該在受全活動停止後的2年內陳報核准最終除役計畫⁵，除非主管機關有特別核准替代的最終除役計畫陳報時程。在主管機關核准之前，運轉組織不應該進行除役計畫。任何對本計畫的變更也應該要陳報主管機關來核准。在除役計畫核准之前，運轉組織應該確保設施被維護在一安全的組態。

於延後拆除的情況，運轉組織應該要確保設施已處於，且將被維護，在一安全的組態，並且未來將適當地除役。應該要發展一合適的維護與監視方案（必須經過主管機關核准）來確保延後期間的安全。

為了提供一適當的安全水平，運轉組織應該特別要準備及進行適當的安全程序；應用良好的工程作業；確保工作人員經過適當的訓練及合格並可勝任其工作；以及依據主管機關規定來保留及陳報相關的紀錄與報告。

⁵ 最終除役計畫為在執行計畫之前，陳報給主管機關核准之除役計畫版本。在執行此最終除役計畫期間，隨著活動的進行，可能需要做後續的修定或修正。

應該要選擇最適合保護工作人員、民眾及環境，以及產生最少廢棄

物的除污與拆除技術。例如除污、切割、與大型設備的操作等除役活動，以及安全系統依序的拆除或移除，有可能會造成新的危害。應該要評估與管理這些活動對安全的影響，讓這些危害減輕並保持在可接受的限制值與約束值內。

在使用任何新的或是未經驗證的除役方法之前，應該要證明此類方法的使用是正當的，並在輔助除役計畫的最適化分析中做說明。此種分析應該要經過主管機關的審查與核准。

應該依據危害的大小來建立與維持應變規劃安排，並且重大安全意外事件應該及時通報主管機關。其他緊急準備與應變的規定可參見另一IAEA的報告[8]。

除役活動所產生之各種來源的廢棄物，應該要建立一適當的廢棄物管理途徑。假如尚未決定特定廢棄物種類的最終處置方式，運轉組織應該要安排廢棄物的安全貯存直到完成其最終處置。假如在設施停止運轉後，運轉廢棄物及用過燃料仍留在場址上，則此類物質應該要依據適用的法規，移除並運輸至一合法的設施，或是核准的除役計畫應該要說明此類物質的管理。

主管機關應該要安排與執行除役活度的檢查與審查，確保這些活動有遵循除役計畫及其他主管機關的權責規定來進行。一旦不符合授權的要求與條件，主管機關應該要採取適當的強制行動。

9. 除役的完成

針對除役的完成，應該要證明已經符合除役計畫所定義的結束狀態標準及任何其他法規的規定。運轉組織只有在主管機關核准之後，才能解除設施的進一步職責。

在運轉組織證明除役計畫中的結束狀態已經達成且符合任何其他法規規定之前，設施將不被解除法規管制，或是終止授權。在除役活動已經完成之後，主管機關應該要針對設施殘留物執行一澈底的檢查來評估場址的結束狀態，確保已經符合終點標準。

應該要準備最終除役報告，報告中尤其要記錄設施或場址的結束狀態，並且要將報告陳報給主管機關審查。

應該要建立一系統來確保所有的紀錄都有根據品質保證系統的紀錄保存規定及法規的要求來維持。

假如廢棄物貯存在場址內，應該要發布設施修訂的或新的、獨立的授權，包括除役的要求。

假如設施無法以無限制使用的方式外釋，應該要維持適當的管制來確保人員健康與環境的保護。這些管制必須具體說明並經過主管機關核准。應該要指定執行與維持這些管制的具體職責。主管機關應該要確保已建立一方案來實施剩餘的法規要求以及監測是否符合相關的法規。

参考文献

1. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Predisposal Management of Radioactive Waste, Including Decommissioning, IAEA Safety Standards Series No. WS-R-2, IAEA, Vienna (2000).
2. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Near Surface Disposal of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. WS-R-1, IAEA, Vienna (1999).
3. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Remediation of Areas Contaminated by Past Activities and Accidents, IAEA Safety Standards Series No. WS-R-3, IAEA, Vienna (2003).
4. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996).
5. INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY ADVISORY GROUP, Key Practical Issues in Strengthening Safety Culture, INSAG Series No. 15, IAEA, Vienna (2002).
6. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Legal and Governmental Infrastructure for Nuclear, Radiation, Radioactive Waste and Transport Safety, IAEA Safety Standards Series No. GS-R-1, IAEA, Vienna (2000).
7. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Management System for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No.

GS-R-3, IAEA, Vienna (2006).

8. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, UNITED NATIONS OFFICE FOR THE CO-ORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GS-R-2, IAEA, Vienna (2002).

主要國家核子反應器設施除役
相關法規研究

PART C

德國定義於原子能法第 7 條有關
除役、安全封存及設施或其部分拆除導則

核能研究所
中華民國 101 年 9 月

目 錄

1. 前言	1
2. 架構	2
2.1 原則	2
2.2 法律法規	4
2.3 技術性規則	8
2.4 國際法規、標準與建議	11
3. 除役規劃與申請文件	13
3.1 Decommissioning strategies 除役策略	14
3.2 除役概念	16
3.3 申請文件	17
3.4 安全考量	20
3.5 除污與拆除技術之定義	22
3.6 人員提供	25
3.7 財務安全 (Financial security)	25
4. 申照程序	26
4.1 檢查申照前置條件	27
4.2 由運轉執照轉換為除役執照	27
4.3 分幾個期別的申照程序	28
4.4 環境影響評估及第三者涉入	30
5. 監督	32
5.1 除役工作許可	33
5.2 文件	34
6. 除役產生的放射性與非放射性材料之處理	36
6.1 由核監督的外釋	37

6.2 量測方法與取樣.....	38
6.3 解除管制.....	40
6.4 放行.....	45
6.5 放射性的物質的處理與貯存.....	46
7.文獻.....	49
8.附件.....	52
附件 1：專有名詞的定義.....	52
附件 2：BMI/BMU 和 KTA 標準關於除役適用性的分類.....	58
附件 3：在除役程序中，BMI/BMU 公告及 KTA 標準用於保護目標調 整或者是部分應用之評論意見.....	83
附件 4：德意志聯邦共和國除役、安全封存及拆除核設施申請文件	102

1. 前言

由目前已在德國發生的核設施除役過程，已被以該工作之技術執行及必須應用之技術規則與立法法規來展示，應有適當的已存在的方法，以允許除役計畫來申請執照及使其除役過程得以安全地執行。

主管機關係依據原子能法第 7 條段落 3 來發照，其中規定了除役與安全封存或拆除設施或其一部分的需求；有些情形，還會參照現有的設施運轉與建造規則與指引。

由於未來尚有許多除役計畫要執行，本導則之目標：

- 摘述與除役過程相關之申照與監管的觀點，
 - 達成聯邦政府與業主間的共通了解，以確保除役可被適當地執行，
- 以及
- 儘可能調和現有的解釋與程序。

本除役導則包括一被定義在除役與安全封存或拆除設施或其一部分之適當過程的建議，主要是有關於除役方法的規劃與準備及申照與監管之技術規則。該建議主要針對核電廠的除役過程。對於研究用反應器與核子燃料循環設施及那些需特別考量的設施，其條件可能會有所不同。

導則附件 1 提供了用在本導則中之主要專有名詞的釋義。

本導則修訂版取代了 1996 年 6 月 14 日頒布的版本，並且代表其為未來除役過程的相對觀點，此外，適合它們工作執行的協助亦被摘述。目前它也已經被用來做為執行中過程的指引。

2. 架構

2.1 原則

在原子能法第 1 條的防護目標基準，也認同國際建議，所有除役計畫的最終目標為將核設施自法規體系下予以解除。除役計畫亦可在轉換設施之其餘部分為他用時(如在核子或輻射防護規定下)而終止，而該部分則尚未被外釋。

在原子能法第 7 條段落 3 下，執行除役與安全封存或拆除設施或其一部分，需要申請執照。對於除役所產生的放射性物質及可移動的物品、建築物、土壤區域、設施或其一部分，無論是被活化或污染，若要外釋的話，必須依據第 29 條的輻射防護規定(Radiation Protection Ordinance, StrlSchV)執行解除管制。物質及可移動的物品、建築物、土壤區域、設施或其一部分，若係在原子能法第 7 條段落 1 涵蓋下，依據輻射防護規定第 29 條，只要它們並非來自管制區及沒有被污染或活化，則可能不須解除管制即可外釋。土壤區域也可能依據輻射防

護規定第 29 條，不需解除管制即可外釋，只要它的污染物是被豁免的。對於這類外釋的一般性程序，將在申照文件中說明。

對於除役計畫安全評估之起始點，為由放射性物質盤存量、設施的技術條件及由安全觀點而來的設計，來決定潛在的危害度。對於建造與運轉之合適的設計需求，不能被無條件地使用在除役計畫的安全評估。

根據停機設施的個別條件，已規劃的除役計畫的安全評估，必須符合輻射防護規定第 46, 47, 50 等條的限值及所有其他輻射防護規定的防護需求。至於意外事故的考量，則必須假設事件的時序，而它是由殘留放射性物質的型式、數量與分佈及除役活動等所推導出來。

只要在除役過程，設施內存有的核子燃料超過原子能法第 2 條段落 3 規定的重量與濃度時，就必須保證安全需求應持續被執行。

若來自除役產生的放射性廢棄物準備要在廠內貯存，則應以輻射防護規定第 7 條段落 1 來考量做為貯存設施建造與運轉之執照申請法規基準。然而，根據原子能法第 7 條段落 3 對於除役執照涵蓋的貯存條文，可能為援引輻射防護規定第 7 條段落 2 之替代方案，惟其只有到設施除役結束或拆除停止後才可行。若第三者的放射性廢棄物也在設施除役架構下處理的話，則根據輻射防護規定第 7 條段落 1，需要另一個執照。

2.2 法律法規

除役過程依據的法律基準為原子能法及相關法規與一般管理規則。特定的除役過程並未見諸其他法律與法規裡，甚至在主要處理核設施建造與運轉中的技術規則亦不曾見。對於除役計畫較為重要的法規簡要列如下：

原子能法(AtG)

原子能和平使用及其危害防護法(簡稱原子能法)，1953年12月23日頒布，1985年7月15日修訂(Federal Law Gazette (BGBl.) I, page 556)，2009年3月17日最新修訂原子能法第1條(Article 1 of the Act) (Federal Law Gazette (BGBl.))。

原子能法第7條段落3包括核設施除役與安全封存或拆除設施或其一部分的基本法規；同時，這是惟一在原子能法中的相關於設施除役的法條，條文在原子能法第7條段落1。

原子能法第9a條的條文，係來規範自核設施拆除或移除的放射性殘留物與放射性組件之利用，以及放射性廢棄物之處置。原子能法第2a條則在核子申照程序中，描述環境影響評估的角色，以及為它的成效定義一般規則。

環境影響評估法(UVPG)

環境影響評估法(UVPG)係於 1990 年 2 月 12 日頒布(Federal Law Gazette (BGBl.) I, page 205), 2005 年 6 月 25 日修訂並公佈(Federal Law Gazette (BGBl.) I, page 1757), 2005 年 9 月 9 日再修訂(Federal Law Gazette (BGBl.) I, page 2797), 2008 年 12 月 22 日針對 Article 1 作最後修訂(Federal Law Gazette (BGBl.) I, page 2986)。環境影響評估法的 Appendix 1, no. 11, 指出核設施強制執行環境影響評估。

核子申照程序規定(AtVfV)

依據原子能法第 7 條, 有關核設施申照程序規定(Nuclear Licensing Procedure Ordinance)在 1977 年 2 月 18 日訂定及 1995 年 2 月 3 日(Federal Law Gazette (BGBl.) I, page 180)修訂的核設施申照程序規定中。

依據原子能法第 7 條的核設施除役與安全封存或拆除設施或其一部分的申照程序, 係基於核設施申照程序規定。它包括針對除役之有關規定, 特別是納入第三者及在核子申照程序規定(AtVfV)第 4 條段落 4 與第 19b 條加入環境影響評估。

核子申照程序規定(AtVfV)為了檢查其他相關於除役計畫之公眾法律, 將其第 14 條納入參考文獻, 同時針對環境影響評估亦將其第 14a

條納入。

其他在核子申照程序規定(AtVfV)的法規，亦規定有放射性殘留物所需檢送文件。

輻射防護規定(StrlSchV)

游離輻射防護損壞及傷害規定(輻射防護規定)，2001 年 7 月 20 日訂定，2008 年 8 月 29 日最新修訂原子能法 Article 2 (Federal Law Gazette (BGBl.) I, page 1793)。

對於除役輻射防護是特別地重要，在原子能法第 7 條定義的核設施除役與安全封存或拆除設施或其一部分的活動，其輻射防護規定規範在第 2 條段落 1 次段落 1(c)中；它決定了一大範圍的對防護游離輻射造成傷害之技術及運轉方法、程序與預防。除非現行法規是依據轉換中的輻射防護規定之第 117 條段落 10 來執行，否則解除管制係在輻射防護規定第 29 條的特別條款中規範。

核子財務安全規定(AtDeckV)

源自原子能法的財務安全規定(Nuclear Financial Security Ordinance)，係於 1977 年 1 月 25 日訂定(Federal Law Gazette (BGBl.) I, page 220)；最新修訂版為針對原子能法第 9 條段落 12，係於 2007 年 11 月 23 日(Federal Law Gazette (BGBl.) I, page 2631)完成。

核子財務安全規定第 12 條代表一個除役的特定規定。若設施內已無燃料，則應引用附件 2 第 3 欄。結合了核子財務安全規定附件 2，標準限值能被藉由將設施內殘留活度乘上定義於輻射防護規定附錄 III 表 1 第 2 欄內的豁免數值得到。

其他核子規定

可引用在除役過程的其他核子規定有：

-原子能法成本規定(AtKostV)

在原子能法成本規定，係於 1981 年 12 月 17 日(Federal Law Gazette (BGBl.) I, page 1457)訂定，最新版本於 2008 年 8 月 29 日(Federal Law Gazette (BGBl.) I, page 1793)修訂。

-核子安全官員及報告規定(AtSMV)

核子安全官員及事故與事件報告規定(Nuclear Safety Officer and Reporting Ordinance)，係於 1992 年 10 月 14 日(Federal Law Gazette (BGBl.) I, page 1766)訂定，最新版本於 2002 年 6 月 18 日(Federal Law Gazette (BGBl.) I, page 1869)修訂。

-核子可靠度驗證規定(AtZuV)

根據原子能法，做為防護一發散或大量放射性物質外釋之人員可靠度驗證規定(Nuclear Reliability Verification Ordinance)，係於 1999

年 7 月 1 日(Federal Law Gazette (BGBl.) I, page 1525)訂定，最新版本於 2002 年 10 月 11 日(Federal Law Gazette (BGBl.) I, page 3970)修訂。
-處置場預付規定(Endlager-VIV)列在參考文獻中。

有關對於聯邦設置的長期工程貯存與處置放射性廢棄物規定(Repository Prepayment Ordinance)，係於 1982 年 4 月 28 日(Federal Law Gazette (BGBl. I), page 562)訂定，最新版本於 2004 年 7 月 6 日(Federal Law Gazette (BGBl. I), page 1476)修訂。

2.3 技術性規則

現有對核設施之技術性規則如：

- 聯邦內政部(BMI)及聯邦環境、天然保留與核子安全部(BMU)的宣告(如準則、原則、指引、建議)，
- 核子安全標準委員會的標準(KTA)
- 技術性標準

核子廢棄物管理委員會(ESK)建議、反應器安全委員會(RSK)與放射性防護委員會(SSK)，是主要為這些設施的建造與運轉之制訂者。

BMI/BMU 之宣告與 KTA 標準

BMI/BMU 之宣告與 KTA 標準，被針對它們在核設施除役之應用

性進行評估，並被分為下列三類：

第 1 類：該類規則一般是可應用的，且必須在除役過程中被考慮。

第 2 類：該類規則與除役過程不相關。然而，在設施興建計畫案例，可在除役架構內或使用它的顯著改變來執行，能在適用第 3 類規則條款之防護目的下被應用。

第 3 類：該類規則在適用防護目的後是可應用的，或可部分應用在除役過程中，考慮到已改變的潛在危害--在許多降低的著眼點--，以及相對於興建與運轉的已修改需求。

在附件 2 中，規則被指定至不同類別。列於核子安全與輻射防護手冊中的清單被採用。

附件 3 包括防護目的法規或部分應用於指定為第 3 類規則之適用的建議。

若沒有特別核子安全需求或輻射防護需求，則一般技術標準能被應用來取代 KTA 標準。

技術性標準

只有少數標準是明確地可應用在核設施除役與安全封存或拆除設施或其一部分的活動上。DIN 標準是特定於涵蓋各種如基本需求、專用名詞與符號之核子技術；個別組件或全系統之建造、運轉與檢查；

放射性量測、劑量學：汙染、排放與放射性物質外釋量測技術；設備操作等。這些標準將準備被應用，也可應用在準備除役的設施；技術標準的偏差在個別案例是被允許的，若採另一方式，必要的安全水平能被保證至一可比較程度。

反應器安全委員會建議(RSK)

目前，一般性在核設施除役程序之建議是缺少的。針對這方面的論述可參考真正的除役過程。RSK 建議：“低中放射性廢棄物長期貯存之安全需求”，對於核設施除役亦是適合的。

放射性防護委員會建議(SSK)

目前，一般性在核設施除役程序之建議是缺少的。針對這方面的論述可參考真正的除役過程。在一般或廠特定之放射性防護議題所做建議，亦在除役過程中被考慮。

在輻射防護規定(StrlSchV)修訂前，1998年2月12日，SSK對於有可忽略放射性活度之物料、建築與廠址之解除管制，面對報告與申照之實務建議，對於除役量測是特別的適宜。在2001年7月20日，對於在輻射防護規定修訂版中之綜合的解除管制法規後，輻射防護規定之條款現已結合一起。只要核設施除役與安全封存或拆除設施或其一部分的活動，已獲得執照。在那些執照中所涵蓋的解除管制法規，將

依據輻射防護規定第 117 條段落 10 的轉換條款，持續在未受限期間內應用。而在這些案例，SSK 建議仍將是恰當的。

核廢棄物管理委員會(ESK)建議

目前，一般性在核設施除役程序之建議是缺少的。針對這方面的論述，可參考真正的除役過程。

2.4 國際法規、標準與建議

核子安全與輻射防護手冊列有多邊協議、歐盟法規與 IAEA 安全標準，亦可做為除役之指導方向。其中，以下列應特別注意：

Euratom 條約

條約 37 節要求任何形式放射性物質處置計畫，對邊界歐盟鄰國有潛在影響能被決定時，其”一般數據”應提交給歐洲委員會。

附件 2 中，1999 年 12 月 6 日的委員會建議，對於 37 節規定核子反應器與再處理廠拆除之一般資訊應予提供，包括如廠址與其周遭、設施本身、正常運轉下之放射性氣體外釋、正常運轉下之放射性液體外釋、放射性固體廢棄物處置場(亦包括特定的解除管制水平、物質型式與數量)、緊急應變計畫，以及最後環境監測。

這些資訊必須經由聯邦主管部會通報至委員會，若可能的話，應在

一年前，否則也應在半年前，再由主管機關針對放射性物質排放頒布許可執照。

用過核子燃料與核廢棄物管理公約

用過核子燃料與核子廢棄物管理公約(用過核子燃料管理與核子廢棄物管理安全聯合公約)係於 1997 年 9 月 5 日在維也納生效，並不將申照與監管機關或申請人直接綁在一起。然而，它必須由德國全國來執行。該公約亦擴展至核設施除役與安全封存或拆除設施的活動。公約 26 條(除役)為針對除役之最中心條款，並參考至其他章節，如 22 條(人力與財務資源)、24 條(運轉之輻射防護)及 25 條(緊急應變整備)。更進一步，26 條(除役)亦提及紀錄與除役重要資訊保存的義務。除 26 條(除役)更迫切的義務外，對除役更多的需求是恰當的。

Safety standards of the IAEA IAEA 安全標準

德國了解到國際接受的安全原則，如 IAEA 的安全基本(“Safety Fundamentals”)，有需要就應執行。而下列 IAEA 安全標準對於除役是相關的：

- 主要放射性廢棄物管理之安全基本
- 涵蓋除役之放射性廢棄物前處置管理的安全需求
- 核子燃料循環設施除役之安全導則

- 核電廠與研究用反應器除役之安全導則
- 醫、工、研設施除役之安全導則
- 使用放射性物質設施除役之安全需求
- 停用廠址自法規控管外釋之安全導則
- 放射性廢棄物貯存之安全導則

3. 除役規劃與申請文件

如下所述之申請文件的規劃與編輯方法，已在核子法規下，根據以往獲得的經驗發展出來，以加速未來除役過程之實現。

在除役規劃的一般決策是除役策略之選擇，也就是說有兩種方案-直接拆除或安全封存-，必須要加以了解。除役概念這個名詞為在設施建造與運轉期間，已經存在的為達成除役之概念。該除役概念將在設施運轉期間持續平行地被發展，使得在第一次提出除役申請時，依據核子申照程序規定(AtVfV)第 19b 條段落 1 各項內容編寫的除役計畫可被提送。

根據原子能法第 7 條段落 3 與第 7 條段落 1，最終會除役的設施及設施拆除與其一部分拆除，不需要對於除役條件有進一步的定界。在目前申照之實踐中，所需執照是在一步步來的基準下獲得。對第一個

執照申請程序的架構下，在除役所規劃的所有方法及其執行，將是在是否第一個執照中所申請的方法有阻礙，或防止進一步方法的觀點下，被處理及評估；以及是否提供有一適當的拆除順序(AtVfV 第 19b 條段落 1)。同時，整體除役計畫的環境影響評估，將在第一個執照中被執行(AtVfV 第 19b 條段落 3)。

對於準備被拆除的設施，現有安全管理對於改變的潛在危害與除役需求是適用的。

3.1 Decommissioning strategies 除役策略

根據原子能法第 7 條段落 3，在德國，下列除役策略是可用的。

拆除

…立即拆除設施或其一部分，並由核子法規監督下解除管制

安全封存

…延遲最終拆除至較後之期間，並將設施置於廠內安全貯存。

除役策略也可能是這些基本方案之結合。

永久廠內貯存(亦稱封存)亦在國際間討論著，但德國除外。

原子能法與德國法規應平等地考量立即拆除與安全封埋兩種策略；運轉電廠決定何種策略將予以應用，至於其他策略，下列因素可扮演一角色：

- 除役的法律、法規與標準
- 最後停機後，立即進行之設施的特性調查、運轉歷史及放射性盤存，
並如何隨時間改變持續維持
- 放射性與非放射性危害之安全評估
- 放射性廢棄物管理包括它們的貯存與處置
- 設施的實質狀態及其在除役期間的演進
- 有經驗人員與經驗證技術的可利用性
- 先前除役計畫的經驗回饋
- 環境與社經影響包括民眾所關切的除役活動
- 在完成除役後，設施(部分設施)或廠址之規劃使用

安全封存的原則是基於在某一段時間出現的活度，將隨著時間持續減少(活度衰減)。朝向此一目標，殘留在設施內的活度盤存，為固定或包封一延續期間，且在保安管制下禁止未授權進入，直到核子燃料移除。對於安全封存，須驗證在安全封存結束後，仍將可能以合理的工作量，藉由量測去評估放射性狀態。

安全封存之另一目標為，讓活度盤存衰減使得接下來的拆除工作，可以在降低局部劑量率與採用簡單的方法來進行。

對於安全封存，在人力、維護與監測的花費，將視潛在的危害、既

存的活度隔離，以及那一個是必要的維護方法。

安全封存在一正常期間，除役執照必須指定對準備執行的電廠安全審查的型式與範圍。

以國際間之水平，清楚地可承認立即拆除是較被青睞。其原因是基於過去的經驗，特別是可利用來自運轉階段的人員，他們熟悉運轉歷史；消除地區因除役帶來的經濟效應；以及基金之安全性。在德國，目前以立即拆除為主。

立即拆除的一項特殊變數，使得也有可能使用安全封存的優點，即由電廠將完整的大型組件不經切割移除、暫存這些組件及以後再切割。如此一來，不只除役過程是最適化，且就如安全封存案例，活度盤存衰減至局部劑量率較低並可採用簡單的方法來進行。

3.2 除役概念

至於除役準備，針對核電廠有採用 BMI 安全準則 2.10，如下：

準則 2.10：核能電廠之除役與處置

核電廠必須以它們可被符合輻射防護規定下執行除役來設計。另必須具有在最終除役後，能符合輻射防護條件下的處置概念。

相等需求列於 1997 年 4 月版核子燃料供應設施之安全需求 2.15 點。

這需要除役與處置的問題，應提早在運轉停止前，就好好考慮清楚。

做為一規則，核電廠執照規定除役計畫應定期審查。該重要觀點是設施的技術文件、它的系統、組件、建築與材料及輻射防護相關數據(劑量率與污染)，以及相關於除役過程的特殊事件之結果。

此外，所有維護預防措施，亦如在 BMI 安全準則 2.4 下所述，能被用來規劃除役計畫。

3.3 申請文件

根據核子申照程序規定(AtVfV)第 3 條段落 1，所有需要檢查核准之前提條件的文件，就如原子能法第 7 條段落 2 所定義，必須按原子能法第 7 條段落 3 條文，附加在執照申請中。

根據 AtVfV 第 19b 條段落 1，第一次申請亦須提供所有為除役、為設施安全封存或拆除或其中一部分所規劃的計畫。在考量了原子能法第 7 條段落 3 所定義之申照情況，應概述那一申照步驟，除役程序應發生。該資訊應提供一評估基準，特別是，若其他計畫被阻礙或避免，以及是否拆除計畫亦由輻射防護的觀點，被規劃為一有適當順序者。

根據 AtVfV 第 19b 條段落 3，在第一次申請，EIA 擴展至所有在除役、安全封存或設施拆除或其一部分所規劃的方法。

這意指對核設施之除役，有關申請文件之技術內容，下列細節是特別需要的：

- a) 描述設施、廠址與周遭，以及設施運轉歷史，除役相關事務，可能的後續廠址使用之說明，
- b) 引用法規、技術規則及其他除役相關規定，
- c) 引用法規、技術規則及其他除役相關規定描述所應用的除役方法，以及規劃採用的全程除役步驟與不會在應用時造成妨礙的展示，
- d) 描述所規劃的除役與拆除技術，如除污方法、切割技術與遙控拆除技術，
- e) 描述新系統或準備修改的系統，
- f) 安全研究包括事故分析，已考量輻射防護規定 § 50 對於規劃除役活動的規定，以及實施輻射抑減的相關規定。
- g) 估算放射性盤存量與有害物資並證實之，
- h) 描述並分類所產生放射性廢棄物，它們的處理、暫貯與處置，以及放射性廢棄物減量的方法，
- i) 描述放射性物質解除管制之程序及其再利用與移除步驟說明，
- j) 描述以廢氣/廢液排放的放射性流出物，排放申請量及放射性曝露計算值，
- k) 環境監測計畫，
- l) 工作人員防護方法，執行除役期間的消防與輻防方式，包括建造

新設施或現有設施修改，

- m) 描述除役之運行組織與職責，負責人員技術資格的證明及技術資格保留與其他額外相關人員所需 know-how，
- n) 描述伴隨著管制(品保)及他們的績效(如依工作時程)，
- o) 描述廠址解除管制的程序及移除步驟，
- p) 所規劃的對監督主管機構之報告，
- q) 描述保安措施，
- r) 除役計畫的環境影響數據與資訊，
- s) 許可執行拆除階段的規劃程序(如拆除階段步驟)。

對於需要 EIA 的計畫(如除役第一次申請)，申請除了環境影響研究外，另必須包括下列文件(AtVfV 第 3 條段落 2)：

- t)在申請人經過最重要替代技術過程的檢視後，包括為何選擇該程序的理由應予說明，
- u)在環境影響評估蒐集到的數據，其產生困難之參考文獻。

安全封存狀態為何，則相對的說明應在申請文件中，無論是在安全封存階段及其已達到什麼階段。

此外，下列內容在安全封存亦應提送：

- aa)描述設施在安全封存之實質技術狀態，
- bb)所規劃的監測與維護計畫

cc)描述維持安全封存之現有或新系統，如障礙物,通風,凝結水移除,儀控

3.4 安全考量

除役核設施的潛在危害大多視其獨有的活度盤存量，以及除役中可能的放射性核種外釋而定。不像設施運轉期間，實際上並無來自臨界或放射性物質衰減的潛能，或本能地由於運作媒介之壓力/溫度條件。

在設施內有核子燃料進行核分裂的案例，單獨將燃料元件移除，就可帶來相當的活度盤存減低。如此，臨界之可能性排除。活化的活度被安全地包封在被活化組件內，它們不會由拆除活動轉變為可外釋的形式。

核子燃料循環設施之放射性盤存，與反應器設施十分不同，並沒有活化活度。核子燃料循環設施之最顯著潛在危害，為放射性物質是具可散佈的形式，且只要設施內仍存有可分裂物質，就有臨界的可能。將核子燃料自設施中移除，將可顯著地降低潛在的危害。設施內存有阿發發射體，將可能產生：對工作人員而言，在設施內攝入後將造成主要的放射性曝露；對一般民眾，則為造成外釋的事件。

對於原子能法第 7 條段落 3 的除役過程規定，應採取結構或防護方法，在考量了潛在損害程度下，以限制在設計基準事故事件下之輻射

曝露，如輻射防護規定第 50 條段落 2 結合段落 1 之定義。主管機關決定的防護計畫的型式與範圍，將在個別案例中考量，特別是設施潛在的危害與設計基準事故發生的機率。根據輻射防護規定第 50 條段落 4，事故預防措施之防護目標，應由一般管理規定來特定。直到它們被強制納入，設計基準事故規劃值如定義在輻射防護規定第 117 條段落 18 的 50 mSv 有效劑量，將是可應用的。有些安全考量(設計基準事故分析)已在設計與運轉階段做過，能繼續被使用。在除役執行期間，只要設施內之核子燃料仍超過原子能法第 2 條段落 3 規定的重量與濃度時，所有需要的安全預防措施必須持續被觀察，且應涵蓋在相對的考量中。

許多除役活動，特別是那些涉及拆除設施的部分，與那些已在運轉核照的維修程序與改善方法，有十分類似的技術。在這種情形下，特殊的安全考量或設計基準事故，只有若設施狀態改變才需要，如組件拆除、新系統架設或舊系統改善，以及新技術程序引進。必要預防損害措施的種類與範圍，為降低核子設施除役潛在危害，根據科技現況產生的準則。

下列事件為在個案基準下，由除役計畫安全觀點所被考慮與評估的項目：

-設施內火災

- 容器或系統之洩漏
- 負載下降
- 供應系統失效
- 臨界事故
- 水滲入安全封存
- 外部影響(如地震、暴風雨、淹水、氣體滲入)

除放射性負擔外，礦石棉與石棉及化學物(由電廠運轉之殘留物,除污劑)出現在設施或被使用來做為除役的目的。

設施運轉期間出現的隔離系統，以防止放射性物質逃離進入設施或環境中，在除役工作時將被修改。例如，在核能電廠，爐心內部組件與一次管線，在拆除工作期間，是以熱燒灼或機械切割方式拆解。在這情形下，在除役程序期間，有必要設立具固定/移動式通風與過濾系統的局部房間或廠房的隔離系統。

幾乎所有的廠內事故能被指派為基準型式火災、含放射性流體桶槽洩漏及吊重墜落。做為一規則，設施內的設計基準事故火災，為這些基準型式之放射性代表，特別地，若過濾系統因火災導致失效。

3.5 除污與拆除技術之定義

這些技術包括所有系統、組件與建築的除污流程，以及分離、切割

與拆解的技術。

除污工作的本質與範圍，須要視設施型態來執行(如不同放射性物質,污染程度),放射性物質的解除管制與移除種類，以及除役的目標。

記住除污方法以下列觀點來選擇：

a) 輻射防護方面

-避免不必要的輻射曝露，

-劑量減低，

-去除污染以增加個人可停留在工作區的允許時間，或達成執行除役工作的適當條件。

b) 放射性物質利用方面

-最大可能放射性物質或電廠組件的無害利用，

-減少準備貯存在貯存設施內放射性物質體積，

-減少除污與拆除所產生二次廢棄物量。

c) 其他方面

-視需要，建立設施或廠址其他使用的邊界條件。

有關拆除技術，在通常傳統方法包括使用在運轉的維修技術於一端，及結合輻射防護與意外預防的遙控技術在另一端之間作區別。

拆除技術之選擇，將視：

技術性工作(材料,組件大小,環境條件,可接近性)，

- a) 輻射防護條件(出現活度的型式與數量,氣霧形式的可能性,污染危害,可移動活度的含量及限制個人與累積劑量的方法),
- b) 物質企圖進一步處理與利用,一般廢棄物處置及放射性處置,
- c) 所產生二次廢棄物。

今天,有許多試驗中的設施除污與拆解技術可供使用。運轉安全、排放行為及人員輻射防護可用方法與所需費用均已知。

只要申照程序被關注,就應適當地由安全觀點來描述這些試驗中的方法,並建立邊界條件給它們使用。

不管那種除污與拆除技術應用在劑量相關拆解工作上,針對此一狀況,需要根據 IWRS 指引第 II 部 有一特殊輻射防護程序,並應有詳細的規劃及伴隨著主管監督。若一申請案所使用的程序不曾被驗證且它在除役計畫是必要的,則該拆除步驟的可行性應在申照內容中加以展現;此外,在適用性的明確證明,將被指定何方法在監管程序下能提供使用。適用性的確認證明應在使用這程序前提供。

對於某些案例,有必要使用遙控拆解的特殊操作器與裝備。這設備的操作可靠度,不能立即地被假設且該設施的特性亦必須加以考慮,適用性證明(初步試驗、接受度與功能測試、線上檢查、安全分析)必須為這設備提供。在這案例下,主要拆解順序過程必須已經與申請文

件一併提送。只要是適當的，初步試驗可能在測試裝置上執行，以獲得最佳化之個別拆解順序。

3.6 人員提供

職員供應需求適用於內外部人員，申照人/運轉者必須確保有一適當數量具備資格與知識的合適職員，在所有階段均可資利用。讓內部人員做為技術資格指引定義之可負責人員，已被證實會與職員不間斷有關。根據原子能法第 7 條段落 2 次段落 1 的條文，可負責人員必須具有需求的技術資格及組織架構來保證安全需求必須到位。。此外，必須確保在所有人員更換之案例，甚至在一可能的執照更新事件，所有相關於設施真實狀況的文件，要完整地轉移與保留，使得不會有與設施相關的資訊遺失。申請人/運轉員必須提送人員供應的適當證明。

有關內部與外部人員的可靠度，核子可靠度驗證規定(AtZuV)應予應用。

3.7 財務安全 (Financial security)

在核子財務安全規定(AtDeckV) 第 12 條，建立除役或其他設施停機之保證金是允許的，視殘留在設施內活度而定。為建立法定保證

金，應進行活度與定義於輻射防護規定附錄 III 表 1 第 2 欄的多重豁免值的比較評估。

按 AtDeckV 第 12 條申請的條件為，只要有任何被活化與污染零組件及放射性物質殘留在設施內，就需要進行檢查。因為一個案的特性，是不可能去決定活度的水平，或若其只能以較高花費來執行，管理當局能降低保險費至除役前原保險費的 5%。

在個別案例，特別是若仍有核子燃料在設施內，則相對的 AtDeckV 法規就應被觀察到。

持照人必須提供相對的證明，保險金已經到位。

4. 申照程序

設施除役、安全封存或拆除執照之許可與條件，如定義於原子能法第 7 條段落 3，係按原子能法第 7 條段落 2 之申照基準被指定著。

視申請的型式，核設施除役可一次申照，亦可分為幾個期別個別申請自己的執照，如原子能法第 7 條段落 3 所定義的。就曾發生過的程序，證實對於大型計畫如核電廠或核子燃料循環設施的拆除，就有將除役過程分為幾個技術性期別。綜合性的除役執照對於小型計畫如研究用反應器、熱室或安全封埋，是有好處的。

4.1 檢查申照前置條件

執照只有若定義在原子能法第 7 條段落 3 結合段落 2 申照的前置條件已被實現，或若它們的實現能已被輔助條件(核子申照程序規定 (AtVfV)第 15 條段落 2 句子 1)及其他公眾立法需求所觀察到(AtVfV 第 14 條)。AtVfV 第 3 條定義的申請文件的完整性及它們指派至申照的前置條件，可使用附件 4 中的清單來檢查。此外，附件 4 參考至其他法定文件，因為核子執照(原子能法第 8 條段落 2)的濃度效應，必須被檢查或根據 AtVfV 第 14 條的申照程序加以考量。

4.2 由運轉執照轉換為除役執照

在設施運轉已最後停止後，那些在後運轉階段執行的活動，可被運轉執照所涵蓋且其基本上是運轉中組件部分。

- 卸除核子燃料，
- 放射性物質利用及來自運轉階段的放射性廢棄物處置，
- 自系統與組件取樣以利申照，
- 設施與系統的除污。

其他廢棄物管理,例如那些相關於廢棄物但無法以例行予以處置者，可在接下來除役執照議題下，進行處置。

在後運轉階段系統之需用性，是基於核子設施大修之運轉手冊法規(BHB)。運轉者保留應用進一步適用至長期大修之權力，並特別考量相關的核子危害。安全規範(SSP)領域之簡化，例如：系統可用率或線上檢查就是可以考慮的。在某些環境下，後運轉階段可能已包括安全封存或設施移除的準備，目前已涵蓋在運轉執照內，或並不代表有顯著改變者(即它們還能依據沒有顯著改變的運轉手冊來執行)。

若沒有運轉執照或已過期，主管機關必須建立技術條件與法規，以保證在後運轉階段之安全。

若運轉執照因除役執照而暫被擱置，則若運轉執照的條件與法規應持續可應用者，必須合併至除役執照。

若運轉執照並沒有因除役執照而完全擱置，則運轉執照中沒有改變的條件與法規應維持強制可用。而維持強制可用的條件與法規，則在除役執照中應給予明確說明。

4.3 分幾個期別的申照程序

在這種型式的申照程序，除役被分為幾個個別期別，分別申請與核照。除役、安全封存、電廠拆除及電廠組件拆除，而組合成個別的申照內容，如原子能法第 7 條段落 3 所定義。

根據 AtVfV§ 19b, para. 1，對於依原子能法第 7 條段落 3 第一次申

請執照所需涵蓋的文件，亦應包括所有除役、安全封存或拆除規劃計畫的規範內容。該資訊應使其能去評估是否這些計畫之應用，不會有阻礙或避免需後續進一步計畫，以及是否提供一適當的拆解活動順序。

在全面概念改變的案例，如若以立即拆除取代安全封存，則執照申請必須包括有關可行性與可信性及步驟之可容性與邏輯順序等項目，使能進行評估的文件。

分解除役順序意指新技術能被納入，而前一期別完成的經驗，可被應用。下一期別的評估亦能進行，以平行執行已核照的期別。在某些環境下，這樣可使全程計畫節省時間。

按定義於原子能法第 7 條段落 3 之分離執照，使依據那一廠組件或輔助裝置在除役過程中不再需要來達成原子能法第 1 條所列之目的，以及那些可由主管機關解除管制而被外釋用在其他地方。

這意指那些設施的零組件，按安全目的而言，已不需要來執行原子能法第 1 條定義的防護目標與設施之安全佔有(如電廠被動組件)者，只能在接到它們被涵蓋在依據原子能法第 7 條段落 1 的相對執照後，才可被拆除與處置。

視法規需求，在拆除系統與組件後留下之廠房，可依據輻射防護規定第 29 條，自政府的監管移除或解除管制，做無限制使用。管制區

的廠房總是須根據輻射防護規定第 29 條，進行解除管制，以便自主管機關監管外釋。

4.4 環境影響評估及第三者涉入

根據環境影響評估法(UVPG) Appendix 1, no. 1，對於核子燃料分裂造成大於 1 kW 連續熱功率的固定式設施，其除役、安全封存或拆除時，均必須執行環境影響評估。

儘管 AtVfV 的第 4 條段落 4 與第 19b 條段落 2 亦規定，若定義於原子能法的這種設施的除役第一次申照文件被編輯時，則計畫宣佈與公開以便讓民眾檢視不能被取消。根據 AtVfV 第 19b 條段落 1，申請文件特別應判斷是否應用一適當的拆解計畫順序，並不會有阻礙或避免進一步的計畫，以及是否提供有一恰當的拆解計畫順序。根據 AtVfV 第 19b 條段落 3，環境影響評估接著會擴充至對於除役、安全封存或設施或其一部分拆除，所規劃的所有計畫。針對此一目的，指定在 AtVfV 第 6 條段落 1 與段落 2 的文件，必須是公開給民眾檢視。

進一步針對整體設施或設施之個別組件的除役或安全封存或拆除，進行個別計畫申照，需要依 UVPG 第 3e 條段落 1 次段落 2 結合第 3c 條，完成此一個案之初步評估。

在申照的初步評估中，必須考慮如殘留放射性盤存(有時會降低幾

個級數)、顯著釋放力量消失(如壓力與溫度)及拆除中不斷地改變的設施結構。

對於 EIA 計畫，環境影響評估包括對於在 AtVfV 第 1a 條段落 2 法定的保護目標(人們、動植物、土壤、水、空氣、氣候與風景、文化資產及其他物料商品，包括交互作用)，會造成主要影響的，進行決定、描述與評估。

根據 AtVfV 第 4-6 條，申照必須依原子能法第 7 條公佈計畫給民眾，以及必須公開文件供民眾檢視。如定義在 AtVfV 第 4 條段落 4，申照機關可能在依原子能法第 7 條段落 3 核頒執照過程時，可能撤回宣佈與民眾公開，若如此，根據 AtVfV 第 4 條段落 2，沒有額外的或其他方面必須在安全分析報告中加以描述，這可能會對第三者團體有負面效應。

若依據環境影響評估法(UVPG)是屬強制須準備 EIA 者，根據 AtVfV 第 4 條段落 4，撤回宣佈與公開對民眾檢視不應被允許，。

若宣佈與公開對民眾檢視是需要的，則已經申請的計畫，反對的可能性與公聽會是受限制的。(AtVfV 第 4 條段落 4 句子 3 結合段落 2 句子 4)

根據 AtVfV 第 8 條段落 1，所有及時提出反對者，應由主管機關與申請人及提出反對的人(公聽會)進行討論，若涉及第三者團體，將

不需要依據 AtVfV 第 4 條段落 4，主管機關可能依 AtVfV 第 19b 條段落 2 撤回與反對者討論，因為沒有額外或其他方面，對第三者產生負面效應必須描述。

根據原子能法第 2a 條，EIA 是核子申照過程的一部分，並由 AtVfV 所規範管制。原子能法第 7 條段落 4 規定，做為一規則，所有聯邦、州、地方與其他區域主管機關，其管轄權是有關者均應參加申照過程。

5. 監督

原子能法第 19 條段落 1 規定，除其他事項外，放射性物質之處理及擁有在原子能法的第 7 條所稱型式的設施，將受到國家監督。因此，核設施的除役及與安全封存或者拆卸相關的所有其他措施，都在核子法規下受到監督，如同在除役前的核設施運轉。

在(伴隨管制)監督的框架內，特別是核可機關必須保證按照原子能法中的第 7 條段落 3 的執照之規定。根據原子能法的第 20 條，核主管機關可以請教經授權的專家。這需要明確制訂執照的主體。因此，執照的獲得前必須已經完成檢查：是否計畫的方法及順序合適且足夠明確可用於除役；是否在計畫除役措施的實行期間，他們是根據最先進的科技，確保必要的預防以避免遭受損害。在這方面，在這張執照

內，也被定義是否及做到什麼程度的決定，如關於個別工作步驟期間使用的方法與順序，可能在監督架構內對許可程序維持保留。

5.1 除役工作許可

實際工作在核設施除役期間，足夠的許可程序被要求可以應用於具體的拆卸措施之規劃和執行。一個除役程序的許可程序可以被規定在除役的執照中。在除役的過程中，這樣的組織化的工具在保證輻射防護和職業安全上具有特別的重要性。因此，在除役設施中所有與活性相關，應該受到這樣的一個程序規範，以便考慮到輻射防護的要求(例如 IWRS 指引第二部分/13 /) ，工作中的保護和防火，身體的保護和所有其他與安全有關目的的保護。

對於計畫，與拆除相關工作的管制與監測，幾個許可程序實際上運作良好。因此，它是可行的，例如，透過一逐步的拆除程序之拆卸工作，去管理特定工作步驟與輔助設備、規劃準備使用的分離與切割方法、裝備、除污技術、處置目標、消防計畫、運送計畫及輻射防護計畫(包封、萃取與呼吸防護等)。在這方面，相關的放射性的邊界條件將被考慮。逐步拆卸程序使能夠監督，例如，輻射劑量相關的工作是由管理機關或者授權專家預先定義的工作項目，並在隨後將工作成效記錄在文件中。

程序上，對於個別的拆除計畫許可可能被核准，其結構安排如下：

- 彙集使用無活性實體模型模擬對措施之執行結果，
- 組合工作順序清單，含有工作時間、人員、劑量率的數據、放射性計畫、除污方法、拆卸時間表、處置、授權專家參與等資料，
- 關於規劃更進一步處理放射性物質的訊息，例如後續的除污方法、規劃解除管制路徑，或是對無法解除管制的零組件，加以處理為廢棄物包件以便在處置場處置或在儲存設施貯存；
- 適用的輻射防護說明的規範，
- 以文字和圖面的說明文件對規劃措施詳細描述。

用於核准用於許可程序的文件與輔助方法，能被用來整理除役程序文件、除役期間的經驗，以及對個別工作順序之員工個人與集體劑量。

根據操作手冊規章及 IWRS 指引第二部分/ 13 /，對設施的發電運轉，可適當地繼續在已實施的工作許可程序，也可使用在拆除計畫上。

5.2 文件

根據除役執照的項目，在除役期間施行措施的文件化。這文件必須確保設施目前的狀態關於：

- 放射性的盤存量與它的分佈，以及
- 廠房、殘餘操作系統與仍存在零組件的狀況，是清潔的且可讓人員

可接近以進行官方檢查。

除此之外，關於職員的輻射防護及放射性與非放射性的物質轉移之數據，必須建立文件檔案。文件的基本要求放在 BMI 指引"申請人/持照人的核能發電廠建設、運轉及除役有關技術資料文件"，"在核發電廠的文件化要求"，以及 KTA 安全標準 1404 "核能發電廠在建設與運轉期間的文件化"(參閱附件 3)。只需要保存第二套文件直到移除核子燃料。

基於原子能法第 1 條 No. 2，在設施的拆除期間，除役執照方面的文件化義務，必須包含安全相關的發現。因此，必須文件化，並立即通知主管機關作為安全相關的操作經驗，如果在設施的拆卸期間，零組件新跡象與發現可能屬於安全相關系統與運轉的核設施設備，由於他擁有以前運轉的技術知識，這仍為持照人所知。

對於安全封存來說，文件彙集所有必要的安全有關訊息是可用的一種模式，甚至如果持照人與除役措施的延續可能發生變化(設施的拆除)。

這不影響輻射防護規定所要求的放射性防護文件。

為了從核子監督中達到設施包括廠址外釋之目的(在執照中描述的範圍內完成設施的拆除)，必須根據執照的項目提供一套文件給主管機關。這個文件必須具有：

- 關於除役計畫完成後的場所狀態描述，
- 用於解除管制與移除、量測方法及所有保留於場址的結構與場址本身量測結果之準則。

此文件必須自設施由核監督核准外釋後保存 30 年，類比輻射防護規定第 70 條。

在完成全部除役的工作之後，運轉者準備最後除役的報告並與此文件一起保存/ 17/。

最後除役報告總結除役工作、設施拆除與廠址最終狀態，從核監督機關外釋時，如果廠址在核子或輻射防護規定下轉變為其它使用時，則設施廠址的狀態轉變為其它使用。

6.除役產生的放射性與非放射性材料之處理

在核設施的除役期間，拆解或拆除出現的放射性殘留物與放射性零組件，根據原子能法的第 9a 條不是在無害下使用(例如，透過解除管制或在核子或輻射防護規定下批准的其他設施再使用)，就是當作放射性廢棄物被適當地處理。與在除役過程中的廢棄物處理及放射性物質解除管制相關的法規，都包含在整個複雜的核子法規有關的規定中的(特別在原子能法第 2 條段落 2 和的第 9a 條，輻射防護規定第 29、

70、及 72 至 79 條，放射性廢棄物的管制導則)。

解除管制是一種管理的行為，影響放射性物質的免除和任何可移動的物品、建築物、土壤區域、放射性物質活化或者污染設施或設施的零組件，並根據輻射防護法第 2 條，段落 1 附屬段落 1(a),(c) 或者(d) 的適用範圍來實行

原子能法及

- a) 基於原子能法及管理當局決定的規定作為非放射性物質的使用、利用、處置、擁有或轉移到第三者，簡而言之，從核子監督中外釋(參閱第 6.1 部分)。解除管制的前提已規定於輻射防護規定(參閱第 6.3 部分)第 29 條。

由於在除役期間會有相當多受到核子監督但沒被污染或活化的物質產生，這些物質可被外釋，並自核子監督中移除(參閱第 6.4 部分)

6.1 由核監督的外釋

正如原子能法第 7 條段落 1 裡所述的設施外釋或原子能法適用範圍的零組件的外釋，是根據原子能法第 7 條段落 3 的執照條款進行。就活化或污染的物質而言，外釋根據輻射防護規定第 29 條，以分開的管理法規來進行解除管制。

原子能法第 7 條段落 1 裡所述執照，所涵蓋的物質與可移動貨物、

建築物、設施或設施的零組件，但不依據輻射防護規定第 29 條，如果他們不來自於管制區且沒被污染或活化，則仍可能被移除。另根據，一土壤區域若它的污染已祛除，也可能由核子監督不須經輻射防護規定第 29 條的解除管制而外釋(移除)。一般這種外釋(移除)進行方式，是將過程描述在一份申照文件中。這不影響輻射防護規定第 44 條段落 3。

除此之外，廠址內設施有殘留結構(建築物、系統)，可轉變成在核子或輻射防護規定下批准的另一設施(作為一新設施或連接到一現有相鄰設施上)，而不須根據輻射防護規定第 29 條來解除管制。這樣的話，原在核子法規下確定的程序，在核子或輻射防護規定下變成另一個程序，因此，核子監督仍是繼續的。

6.2 量測方法與取樣

依照輻射防護規定第 29 條，放射性物質解除管制的必要條件是，驗證符合輻射防護規定第 29 條解除管制準則之量測成效。

若核種象陣(nuclide vector)已確定時，取樣的策略將扮演重要角色。包括在過程中累積具有代表性取樣廠址的決定，以及適當抽樣法的選擇。這些取樣方法必須考慮材料與污染的化學性質，以及顯示可再生的去除因子。

下列方法是當前可用，其中包括 β/γ 污染材料的解除管制措施： β 表面量測， γ 光譜法，總 γ 量測。

遵循適用技術標準應採用上述的方法/ 21 /。

還有已驗證之有效方法可用於 α 污染物質的解除管制措施。這些是 α 能譜法與總 γ 量測及總 α 活度量測。來自核子燃料再循環設施材料的量測方法，必須透過個案的基礎來建立。

上述量測方法在移除非污染與未活化物質之前，也能被應用在保存證據的量測上。

使用特定量測技術的先決條件，必須首先要有全部被澄清的初步研究。在這項研究過程中，作為一規則，代表性的物質樣品用來確定放射性核種混合、個別的放射性核種(核種象陣)的相關比例，透過能譜量測方法，在有需要時，放射性核種分析，或在個別案例的平衡量測方法。此外，透過隨機材料取樣，決定空間的活度分佈或透過表面量測數據確定表面活度分佈。關鍵核種(可成功地量測的放射性核種)應從混合放射性核種來確定，這些關鍵核種及此核種象陣可用於解除管制量測，以得到總活度與個別核種活度。

解除管制量測是根據解除管制管理法規之規範來執行。對於材料的解除管制來說，為了獲得代表性的量測結果，可能的最均質材料批次組成空間活度分佈與放射性核種象陣。解除管制量測將按材料的比活

度或污染，以不得低估的模式(量測的保守主義)執行。

6.3 解除管制

根據輻射防護規定第 29 條，放射性物質可能被使用、利用、處理、擁有或轉移至第三者，而成為被活化或污染及來自按照輻射防護規定中第 2 條段落 1 附屬段落 1(a) ,(c)或(d)，所謂之放射性物質與可移動貨物、建築物、土壤區域、設施或設施零組件，若主管機關在提出申請並認為符合所指定的解除管制通告要求後，發布一解除管制決定(如透過量測)。解除管制是瑩想由核子監督外釋的一種行政管理行為。已解除管制的物質對民眾成員造成的有效劑量，只有在每日曆年 10 微西弗(10 微西弗概念)的等級。

參照輻射防護規定的第 29 條段落 1 句子 1 規定，解除管制由持照人提出申請，並發布一解除管制行政管理行動。若為了放射性物質的解除管制的目的，持照人也可利用服務廠商協助執行個別處理步驟(如除污或量測)。

已解除管制物質對主管機關的紀錄保存與通告，規定在輻射防護規定第 70 條中。另根據原子能法中第 7 條段落 3，解除管制不能取代一執照。

輻射防護規定第 29 條提供的解除管制規則，應用在輻射防護規定

第 2 條段落 1(a) ,(c)或(d)所稱之污染或活化區域，是不能被排除的。

對於在管制區內的物質來說，未密閉放射性物質的處理，污染是不能被排除的(如核電廠的管制區)。

10 微西弗的概念被認為可能是符合的，若在輻射防護規定附錄 III 表 1 對不同解除管制選項所指定的解除管制值被遵循，以及輻射防護規定附錄第 IV 裡所指定的邊界條件被考慮的話。輻射防護規定附錄 IV. A 第 2 條規定，個別的案例證明可能與在輻射防護規定附錄 III 裡指定的值或輻射防護規定附錄 IV 指定的邊界條件產生偏差--如納入專家意見--對於一指定的曝露途徑，一般民眾個人可能接受只接受每日曆年 10 微西弗範圍內的一小劑量。根據輻射防護規定第 29 條段落 2 句子 4，解除管制的要求不能藉著混合或稀釋被提及、引起或促進等方式來達成(也見/20/)。

輻射防護規定的附錄 III 表格 1, 包括一下列解除管制選項的清單：

1 .無限制解除管制：

- a) 固體的物質，液體，
- b) 拆除的廢棄物，挖掘的土壤，
- c) 土壤區域，
- d) 重新使用與更進一步使用的建築物；

2 .解除管制：

- a) 固體的物質，清除的液體，
- b) 拆除的建築物，
- c) 回收的金屬碎片。

根據核子法規解除管制之後，固體或液態物質清除到可進入垃圾掩埋場處置或被移至焚化爐設施焚燒(2a)，而金屬碎片被回收再利用(2c)，是依據封閉式物質循環與廢棄物管理法令來控管(Kreislaufwirtschafts-und Abfallgesetz-KrW/AbfG)。而其它的使用或利用，必須被排除。在這連結方面，可觀察輻射防護規定第 29 條段落 5。在(2a)指定的情況下，主管機關必須沒有理由懷疑在廢棄物管理場，對民眾成員造成的有效劑量會超過每日曆年 10 微西弗。

對於土壤區域(1c)的解除管制來說，只有考慮由處所設施內所造成的污染。已存在於自然的放射性核種，以及來自核子武器試爆與車諾比事故的放射性微粒落塵污染，在解除管制不須考慮，例如，可以設施的環境區域作為量測的比較基礎來排除。

對於再使用與進一步使用(1d)的建築物解除管制，解除管制標準值係根據第 29 條段落 2 句子 2 第 1(e)項及附錄 IV 部分 A 第 1 項說明，以及遵循的輻射防護規定 D 部分。

對於拆除(2b)建築物的解除管制，建築物遵守解除管制量測是根據輻射防護規定第 29 條段落 2 句子 2 第 2(c)項的解除管制標準考量下

的解除管制通告，然後按慣例拆除。根據輻射防護規定的附錄 IV D 部分，解除管制量測主要在不變架構下進行。這樣的話，起因於拆除的廢棄物，將不需要單獨的解除管制。

建築物的解除管制量測，應主要在不變架構下進行。只要在證明正確的情況下，建築物拆除後須遵守解除管制量測。這樣的話，量測在拆除後必須執行，以便證明遵從根據輻射防護規定第 29 條段落 2 句子 2 第 1(a)項(最多 1,000 t/a 的無限制的解除管制)，第 1(c)項(超過 1,000 t/a 的無限制的解除管制)，以及第 2(a)項(達 1,000 t/a 處置的解除管制)中的拆除廢棄物(1a, 1b 和 2a)的解除管制標準值。

對於除役，主管機關可根據原子能法第 7 條段落的 3 輻射防護規定第 29 條段落 2，或在一單獨通告(輻射防護規定第 29 條段落 4)，來決定其程序以符合執照解除管制要求。在操作者的解除管制量測程序的檢查的範圍內，主管機關可要求進一步的專家意見，並驗證特定解除管制量測程序的適合性。

按照慣例，解除管制程序包括：

- 依據輻射防護法規第 29 條段落 1 句子 1，持照人對主管機關提出解除管制之申請。此申請包括：像是相應的工作指示及根據解除管制程序執行的解除管制時間表。

- 根據輻射防護規定第 29 條段落 2 句子 1，若對公眾成員可能發生

有效劑量在 10 微西弗的等級，主管機關對持照人解除管制的核准是以書面形式通告。這通告也指定根據解除管制量測執行的要求(如量測程序)。

-按照輻射防護規定第 29 條段落 3，此設施的輻射防護監督人員或輻射防護委員的決定，解除管制量測結果是否符合在通告裡指定的要求。解除管制量測及其結果將被建成檔案(輻射防護規定第 70 條)。

-法規的控制，例如，透過基於隨機抽樣的進一步檢測，在監督的架構內包含合適的授權專家，非放射性的物質可進一步的使用、利用、處置、擁有或轉移至第三者。

在監督的架構內，主管機關必須控制其符合在解除管制通告裡指定的解除管制標準、取樣和量測方法，以及與解除管制有關的執照條件。

在這方面，依輻射防護規定第 29 條段落 3 所定義的輻射防護監督人員或輻射防護委員之決定，由一位授權專家合適地參與隨機抽樣檢查；是否已達成個別批量的外釋，須根據實際上的解除管制量測數據結果，以符合在解除管制通告裡指定的要求。

主管機關的管制可包括：

- 文件檔案的檢查，
- 量測技術適合性、量測裝置、量測裝置使用及人員專業資格的檢查，

- 對遵守批准的程序的控制，以及，
- 合適的話，擁有或透過諮詢的專家進行隨機抽樣量測。

6.4 放行

在本導則中，除非物質是來自於管制區，未污染與未活化物質及自核子監督中的可移動物品、建築物、設施或的部分設施(在這個部分裡稱為物質)，是可參考外釋程序來放行的。放行可應用在由於運轉歷史與使用的因素，污染或活化可被排除區域的物質。因此，一土壤區域也可能不須根據輻射防護規定第 29 條解除管制，而自核子監督中被外釋(放行)。放行一般的進行過程，描述在一份申照文件中。在不存在污染與活化，對土壤區域非污染與非活化物質的放行，在運轉歷史的考量之下，應藉由適當量測數據來確認。在核子監督的程序個別案件基礎上，可指定類型及範圍。根據輻射防護規定第 29 條，在外釋的指定程序執行之後，核子監督終止，不需要一個解除管制通告。

這不影響輻射防護規定第 44 條段落 3，即在放行與攜出的案例間做區別。後者是輻射防護規定第 44 條段落 3 管制的情況，因重新使用或修理的目的，可移動物件被攜出至管制區(或根據輻射防護規定第 44 條段落 3 句子 3，主管機關所決定被監督的地區)外，並檢查此潛在污染物件是否執行了在輻射防護規定第 44 條段落 3 裡指定的必

要條件。與此相反的，放行所考量的物質不受限於再使用之目的，並由驗證量測的保存，能確認沒被污染或活化。

6.5 放射性的物質的處理與貯存

由基本上，核設施除役所產生放射性物質與廢棄物的處理方法，可與用於核設施運轉時處理放射性物質與廢棄物的方法相比擬。

不同於核能發電廠或研究用反應器，核子燃料再循環設施通常只包含污染但無活化的材料。在核子反應器與核子燃料循環設施這兩個情況下，在全部拆除過程中所出現的物質，大部份是沒有被活化也沒有被污染的。

就如同運轉產生的廢棄物，相同的邊界條件也可應用在放射性廢棄物的收集、分類、限制與文件編製(cf 輻射防護規定，放射性廢棄物的管制指引/ 10 /，KTA 3604)。為減少廢棄物的體積，當產生廢棄物時，殘留物必須分離成可利用物質與放射性廢棄物。

未切割放射性大型組件，可藉由衰減貯存達成放射性廢棄物減量或避免不必要的輻射曝露。就已知原子能法第 6 條或輻射防護規定第 7 條所授證的先決條件而言，大型組件的長期貯存，在法律上是可接受的。這樣的話，進一步的處理大型組件，能在操作執照的架構下進行。

然而，只要設施的擁有人還沒有決定零組件的處理方式及其客觀地有使用的可能性，這些物質將不被認為是放射性廢棄物(原子能法第 9a 條段落 1 的主觀廢棄物)。因此，以解除管制的目標，它們可能被當作為被臨時貯存的放射性殘留物。

為避免人員不必要的輻射曝露，處理放射性的殘留物只需要進行到一定程度，長期貯存是可能的，且之後放射性廢棄物毋需相當努力狀況下，即可要求以容器形式包裝進行處理。特別是，如果污染且活化的金屬部分，核種載體在一個可預知的時期內活度將明顯地衰減，以便材料可藉由量測解除管制或以核能科技重新使用，之後優先考慮再利用而不是當成廢棄物處置。

關於大型組件在適當時期貯存後的進行切割，確保再利用產生的放射性廢棄物可置入處置場內。但若處置場已經被封閉，這在客觀上是不再可能的。

關於反應器設施的安全封存或拆除的執照，利用長期貯存已進行放射性衰減的廢棄物管理策略，執照應與生活、健康與性質的保護有關的狀況相連結(原子能法第 1 條第 2 項)，並考慮到處置場保持開啟。在這種狀況下，當事人根據原子能法第 9a 條段落 1 保證負擔義務，在適當時候行使主要無限制的選擇權利(利用或處置)。這由相應狀態的規劃來保證。將 Konrad 處置場運轉納入考量時，但最遲的適當時

間為預期安置結束之前，負義務的當事人應強制地宣佈，是否以非有害的方法利用暫時貯存零組件或當作放射性廢棄物，適當地被處置。以非有害的利用而論，它必須證明安置 Konrad 處置場結束之後，不再需要處理由設施中產生的放射性廢棄物。

在設施內無條件貯存的廢棄物(未處理的廢棄物)必須被描述，在必要的情況下，在申照通告內規定，在設施場址上，對運送或貯存經處理的廢棄物包裝之準備。由運轉、除役與放射性殘留物衰減貯存的放射性廢棄物貯存，可申請就地的貯存設備之興建與運轉；在除役與拆除期間，可能整合到殘餘的運轉中，但在設施的拆除之後，它必須能進一步的自行運轉。根據輻射防護規定第 78 條，來自設施之前的運轉及設施除役的放射性廢棄物將保存在貯存設施內，直到它們能被移送到處置場並被處置場的運轉人取消。對除役過程的最佳化來說，在上述的必要條件下，創造位置來貯存大型組件也是可能的。

作為就地貯存設施的申照法律基礎，須考慮輻射防護規定第 7 條段落 1。然而，就地的貯存設施按照原子能法第 7 條段落 3，已被除役的執照所涵蓋，其根據輻射防護規定第 7 條段落 2 是可能的。必須考慮原子能法第 7 條段落 3 結合輻射防護規定 7 條段落 1, 2，只能被稱為法律基礎，直到完成設施的除役。在這個地點外之貯存，需要及時的單獨授證。

在與導則無關的放射性廢棄物管制上/10/，它可能也被指定在申照通告裡，在此前提下，外部的處理設施能被利用。對外部運輸而言，這方面的結合是必要的，並可能需要一張單獨的執照，這與輻射防護規定第 16 至 18 條的規定相關。

若第三者也涉及除役廢棄物之處理，根據輻射防護規定第 7 條段落 1，需要一張單獨的執照。根據原子能法第 7 條段落 3，對於視為在除役架構內處理放射性廢棄物之第三者執照，核准的涵蓋是不足夠的；因為根據原子能法第 7 條段落 3，個別除役執照的同一目的，是針對現有設施的除役。現存的 45 張設施除役的執照，必須根據原子能法第 7 條段落 3，在必要時須修改與確定，修改後的執照將被核准。

7.文獻

/1/ IAEA: Safety Guide on Decommissioning of Nuclear Fuel Cycle Facilities, Safety Standards Series No. WS-G-2.4, Vienna, 2001

/2/ IAEA: Safety Guide on Decommissioning of Nuclear Power and Research Reactors, Safety Standards Series No. WS-G-2.1, Vienna, 1999

/3/ IAEA: Safety Guide on Decommissioning of Medical, Industrial and Research Facilities, Safety Standards Series No. WS-G-2.2, Vienna,

1999

- /4/ IAEA: Safety Fundamentals on the Principles of Radioactive Waste Management, Safety Series No. 111-F, Vienna, 1995
- /5/ IAEA: Safety Requirements on Predisposal Management of Radioactive Waste Including Decommissioning, Safety Standards Series No. WS-R-2, Vienna, 1999
- /6/ Handbook on Nuclear Safety and Radiation Protection, issued by the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Reactor Safety, distributed by the Federal Office for Radiation Protection, Salzgitter, as of 07/09, <http://www.bfs.de/bfs/recht/rsh>
- /7/ Clearance of materials, buildings and sites with negligible radioactivity from practices subject to reporting and licensing, recommendations of the Commission on Radiological Protection, adopted at the 151st meeting on 12 February 1998, published in: Reports of the Commission on Radiological Protection, Vol. 11
- /8/ Safety criteria for nuclear power plants, announcement of the Federal Minister of the Interior of 21 October 1977 (Federal Gazette 1977, No. 206)
- /9/ IAEA: Principles for the Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control, Safety Series No. 89, Vienna, 1988; ISBN 92-0-123888-6, (jointly sponsored by IAEA and OECD/NEA)
- /10/ Guideline on the control of radioactive waste with negligible heat generation that is not handed over to a Land collecting facility, of 16 January 1989 (Federal Gazette 1989, No. 63a), last amendment of 14 January 1994 (Federal Gazette, No. 19)

- /11/ Principles for the Applicant's / Licensee's Documentation of Technical Documents Pertaining to the Construction, Operation, and Decommissioning of Nuclear Power Plants, announcement of the Federal Minister for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety of 19 February 1988 (Federal Gazette 1988, No. 56)
- /12/ Requirements for the Documentation at Nuclear Power Plants, circular of the Federal Minister of the Interior of 5 August 1982 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1982, page 546)
- /13/ Guideline for the Protection against Radiation of Personnel during the Execution of Maintenance Work, Modification, Disposal and the Dismantling in Nuclear Installations and Facilities Part II: The Radiation Protection Measures to be taken during the Operation or Decommissioning of an Installation or Facility (IWRS II) of 17 January 2005 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 2005, No. 13)
- /14/ Safety requirements on the storage of low and intermediate level waste in the longer term, RSK recommendation, annex to the minutes of the 357th RSK meeting on 5 December 2002
- /15/ Safe Decommissioning for Nuclear Activities; Proceedings of an International Conference on Safe Decommissioning for Nuclear Activities organised by the International Atomic Energy Agency and hosted by the Government of Germany through the Federal Office for Radiation Protection and held in Berlin, 14 – 18 October 2002; printed by the IAEA in Austria, August 2003
- /16/ Act on the Joint Convention of 5 September 1997 on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste

Management of 13 August 1998, (Federal Law Gazette (BGBl.) 1998, Part II, No. 31)

/17/ IAEA: Safety Requirements on Decommissioning of Facilities Using Radioactive Material, Safety Standards Series No. WS-R-5, Vienna, 2006

/18/ IAEA: Safety Guide on Release of Sites from Regulatory Control on Termination of Practices, Safety Standards Series No. WS-G-5.1, Vienna, 2006

/19/ IAEA: Safety Guide on Storage of Radioactive Waste, Safety Standards Series No. WS-G-6.1, Vienna, 2006

/20/ Final report on research project StSch 4378, general guideline for clearance of radioactive substance according to § 29 of the Radiation Protection Ordinance, January 2004

/21/ DIN 25457, Parts 1-2 and 4-7, Activity measurement methods for the release of radioactive waste materials and nuclear facility components, German industrial norm, Part 1 of 1993, Part 2 of 1995, Part 4 of 1993, Part 5 of 1996, Part 6 of 2000, Part 7 of 2006

8.附件

附件 1：專有名詞的定義

下面是使用於本文件關於核設施的除役、安全封存或拆除之相關專有名詞的解釋：

“解除管制”

解除管制是一種管理的行為，影響放射性物質和任何可移動的貨物、建築物、土壤區域、被活化或放射性物質污染設施或部分設施的外釋，實施根據源自於原子能法第 2 條段落 1 (a), (c)或(d)所管轄的下列適用範圍：

a) 原子能法

b) 基於原子能法規定及行政機關的決定，對使用、利用、處置、擁有或當作非放射性物質轉讓給第三者。

解除管制與無限制解除管制應做一區別，無限制解除管制(參考輻射保護規定第 29 條段落 2 句子 2 第 2 點及輻射防護法規附錄 III 表 1)沒有特定類型的利用或使用；而解除管制的固體物質與液體須做處置，並針對特定類型進行利用或使用，拆除的建築物或金屬碎片須回收(參見輻射保護規定第 29 條段落 2 句子 2 第 2 點及輻射防護法規附錄 III 表 1)。

“除役”

“除役”這個字可當成一個單字也可當成複合字(如除役過程)，意指更廣泛的意義，對除役所有活動(包括安全外殼和拆卸)的通稱。這是根據技術及國際用語。

相較之下，專有名詞“除役”在原子能法(除役、安全封存、拆除)是偏

限於最終停止運轉階段的措施與設施或零組件的安全封存或開始拆除之間。此定義為“狹義的除役”-只使用在本導則中，若與法律框架相關連；特別是原子能法或若列出退役、安全封存與拆除”。

“除役概念”

“須呈現一已在設施的興建與運轉的執照批核程序框架內之概念，即在除役之前，該設施可在符合輻射防護規定下除役。”

“除役計畫”

“除役計畫包含設施或零組件的除役、安全封存或拆除的所有措施之規範，特別是，應使人們能評估：是否應用的措施不會削弱或妨礙下一步措施，且是否提供適當的拆除措施順序。文件應說明要實施的計畫措施採取哪些程序；以及根據個別規劃階段，各措施可能對依 AtVfV 第 1 條法律保障的對象產生影響。”

“拆除”

“另一個也在使用並同義的專有名詞為 Dismantling”

“設施拆除”

“核設施拆除，包括拆除結構物(建築物、系統、組件)，這是按照原子能法第 7 條段落 1，設施興建與運轉執照的主題，或如此評估。”

“拆除部分設施”

“拆除部分的核設施，是指拆除某些結構。”

因此，拆除部分設施可能包括個別的組件、系統甚至整個建築物。

通常，若既不考慮到安全封存也不需要將來使用剩餘設施，拆除部分設施是有可能性。

“設施”

設施包括所有在原子能法第 7 條執照核可程序定義所涵蓋之部分。

由於(安全封存例外)設施在除役過程是在一個接連不斷實體變化的狀態，隨著

除役工作的進展，設施的類型與範圍可改變，例如：從監督中外釋。

“運轉”

“運轉涵蓋了所有設施由一開始實施部分運轉執照到最終停止此運轉之間的條件與程序。”

若運轉者最終停止了設施的動力運轉或生產的話，若運轉執照繼續有效，所謂的後運轉階段開始。

“後運轉階段”

核設施的後運轉階段涵蓋期間介於最終停止設施的動力運轉或生產，對核設施的持有人並核發除役、安全封存或拆除的可實施執照，如原子能法§7 段落 3 所定義”。

同義的專有名詞“大修期間運轉”也是被當作後運轉階段使用。

“動力運轉”

“核電廠之運轉階段，為有目的地生產核子熱源。”

對研究用反應器，相同地使用此專有名詞--動力運轉。專有名詞--生產運轉--通常用於核子燃料循環設施，相當於動力運轉。

“初步研究”

“初步研究為分析以確定的放射性核種之混合、放射性核種的相對比例與材料批次的幾何分佈。”

“外釋”

“設施外釋定義於原子能法第 7 條段落 1，或部份由原子能法適用範圍(也就是：從核子監管外釋)依據原子能法第 7 條段落 3 條款來執行。在活化或污染物質的情況下，根據輻射防護規定第 29 條--在一個不同的行政管理行動--經由解除管制來執行外釋。”

“放行”

“在本導則中，根據原子能法第 7 條段落 3 之執照，由基於此執照中描述的行動之核子監管，放行指沒有根據§輻射保護規定第 29 條解除管制，所做無污染和無活化物質及可移動的貨物、建築物、設施或部分設施之外釋。因此，土壤域區若排除其污染也可自核子監督被外釋(放行)。”

“殘留的運轉”

“殘留運轉需參照除役時所需的所有電源、安全與輔助系統之運轉，

以及除役執照發放後，為了組件、系統與建築物拆除所需的系統與設備之運轉。”

“殘留放射性”

“已拆除或放行放射性物質/放射性組件、部分建築物(拆除之碎片)、已移除土壤及可移動貨物，其已被污染或活化且其被利用或處置的方式尚未決定，直到持照人決定它們將被分類為放射性廢物。在此意義上，殘留物質可：

- 利用於自己或其他設施，這可能會導致放射性廢物的產生，或
- 立即或衰變貯存後根據輻射防護規定第 29 條解除管制。

“安全封存”

“安全封存涵蓋了核設施的關閉及之後核子燃料--核設施的重要組成部分--搬遷的狀態與程序，長時間各自的狀態保持不變，而放射性盤存仍安全地被包封。”

無論如何，放射性盤存量必須始終被安全包封，在這種情況下，意指特定的設施之技術條件，這也是原子能法第 7 條第 3 段定義所提及的一個情況之獨立型式。

“安全管理系統”

“安全管理系統包含所有的定義、法規及由公司提供有組織的協助，來安全地實行所有安全相關任務，以及確認並改進目標的完成。安全

管理系統代表一個公司推動並支持高水準安全文化之工具。”

“關閉”

“設施關閉為停止或中斷動力運轉”，關閉涵蓋於運轉執照中。

“停頓”

“停頓為設施已關閉之後的狀態。系統的可用性取決於操作手冊設定的設施停頓後之規定。”

“放射性物質”

“就原子能法第 2 條段落 1 所論之放射性物質，應是指所有物質含有一個或多個放射性核種，並在本法規定或一根據本法頒布的法律規定下，其相關核能之活度或比活度或輻射防護不可忽視。”

此專有名詞亦包括放射性污染組件及建築結構。

“放射性廢棄物”

“根據原子能法第 3 條段落 2，放射性廢棄物是根據原子能法第 2 條段落 1 的放射性物質，並根據原子能法第 9a 條以監管方式來處置，除非可根據輻射防護規定第 47 條排放。”

附件 2：BMI/BMU 和 KTA 標準關於除役適用性的分類。

The announcements issued by the BMI/BMU and the KTA standards were assessed to ascertain their applicability to the decommissioning of

nuclear facilities and were divided into the following three categories:

Category 1: The rule is generally applicable and is therefore also to be taken into account for decommissioning procedures.

Category 2: The rule is not relevant to decommissioning procedures. However, in case of construction measures that might be performed within the framework of decommissioning or significant changes of use it can be applied adapted to protection objectives in terms of Category 3.

Category 3: The rule is applicable after adaptation to the protection objectives or is partially applicable to decommissioning procedures, taking account of the changed, in many respects reduced, potential hazard and the modified requirements relative to construction and operation.

The listing given in the Handbook on Nuclear Safety and Radiation Protection /6/ was used.

Comments on the regulations assigned to Category 3, which are applicable after adaptation to the protection objectives or are partially applicable, are given in Annex 3.

RS Handbook

Status 07/09 3. Announcements of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety and of the Federal Ministry of the Interior (precursor) Category

3.1 Nuclear Power Plant Safety Criteria, Promulgation as of October 21, 1977 (Federal Gazette No. 206 of 3 November 1977) 3

3.2 Guideline to the Proof of the Technical Qualification of Nuclear Power Plant Personnel of 14 April 1993 (Joint Ministerial Gazette

(GMBL.) 1993, No. 20, page 358) 3

3.3 Guideline Relating to the Proof of the Technical Qualification of Research Reactor Personnel of 16 February 1994 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1994, No. 11, page 366) 3

3.4 Guidelines Concerning the Requirements for Safety Specifications for Nuclear Power Plants of 27 April 1976 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1976, No. 15, page 199) 3

3.5 Checklist with Layout of a Standard Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants with Pressurised Water Reactor or Boiling Water Reactor of 26 July 1976 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1976, No. 26, page 418) 3

3.6 Guideline for the Protection of Nuclear Power Plants against Pressure Waves from Chemical Re-actions by Means of the Design of Nuclear Power Plants with Regard to Strength and Induced Vibrations and by Means of the Adherence to Safety Distances of 13 September 1976 (Federal Gazette 1976, No. 179) 2

3.7.1 Compilation of Information Required for Review Purposes under Licensing and Supervisory Procedures for Nuclear Power Plants of 20 October 1982 (Federal Gazette 1983, No. 6a) 3

3.7.2 Summary of the Data required for the Building Inspection of Nuclear Facilities of 6 November 1981 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1981, No. 33, page 518) 3

3.8 Basic Principles for the Issue of Subcontracts by Specialist Assessors of 29 October 1981 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1981, page 517)

3.9.1 Principles for the Applicant's/Licensee's Documentation of Technical Documents Pertaining to the Construction, Operation and Decommissioning of Nuclear Power Plants of 19 February 1988 (Federal Gazette 1988, No. 56) 1

3.9.2 Requirements for the Documentation at Nuclear Power Plants of 5 August 1982 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1982, page 546) 3

3.10 Implementation of the Radiation Protection Ordinance and the X-ray Ordinance, Reporting of Special Events of 15 July 2002 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 2002, No. 31, page 637) 2

3.11 Safety Requirements for Nuclear Fuel Supply Facilities; April 1997 and June 2004 BMU RS III 3 3

3.12 Data for the Evaluation of Site Properties for Nuclear Power Plants of 11 June 1975 (Umwelt 1975, No. 43) 2

3.13 Safety Criteria for the Disposal of Radioactive Wastes in a Mine of 20 April 1983 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1983, page 220) 2

3.14 Design Guidelines and Reference Data for Iodine Sorption Filters for the Separation of Gaseous Fission Iodine at Nuclear Power Plants of 25 February 1976 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1976, page 168) 2

3.18 Licenses under § 3, para. 1 of the Radiation Protection Ordinance or § 6 of the Atomic Energy Act Concerning the Intermediate Storage of Depleted and/or Natural and Enriched Uranium in the Form of Uranium Hexafluoride (UF₆) Topic: Licensing Assumptions and Requirements of 15 February 1979 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1979, No. 8, page 91) 2

RS Handbook

Status 07/09 3. Announcements of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety and of the Federal Ministry of the Interior (precursor) Category

3.19 Guideline According to the Radiation Protection Ordinance and the X-ray Ordinance on Occupational Medical Care for Occupationally Exposed Persons by Approved Medical Practitioners of 18 December 2003 ((Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 2004, No. 19, page 350) 1

3.20 Radiological Protection Control by Biological Indicators: Chromosome Aberration Analysis at the Institute for Radiological Hygiene of the Federal Health Office of 9 March 1983 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1983, page 176) 2

3.21 Interpretation of § 4, para. 4 sentence 1 no 2e of the Radiation Protection Ordinance of 20 September 1979 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1979, page 631) (May still be relevant for older decommissioning licenses.) 3

3.23 Guideline for the Emission and Immission Monitoring of Nuclear Facilities of 7 December 2005 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 2006, No. 14 - 17) 1

3.24 Guideline for Inspection Intervals for Leak-tightness Testing on Contained Radioactive Substances of 20 January and 4 February 2004 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 2004, No. 27, page 530) 1

3.25 Principles Relating to the Provision to be Made for the Handling and Disposal of Spent Fuel of Nuclear Power Plants of 19 March 1980 (Federal Gazette 1980, No. 58) 1

3.27 Guideline Relating to the Assurance of the Necessary Knowledge of the Persons otherwise Engaged in the Operation of Nuclear Power Plants of 30 November 2000 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 2001, No. 8, page 153) 3

3.28 Criteria for the Preselection of Sites for Fuel Reprocessing Plants of 15 January 1981 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1981, No. 5, page 56) 2

3.29 Regulation of legislation competencies for the transport of radioactive substances (Nuclear Fuels and other Radioactive Substances) (BMU RS II 1, as of March 1993) 2

3.31 Recommendations for the Planning of Emergency Control Measures by the Licensees of Nuclear Power Plants of 1977 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1977, No. 4, page 48)), amended by Announcement of 18 October 1977 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1977, No. 30, page 664) and the Guideline concerning Emission and Immission Monitoring of Nuclear Installations (REI) (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1993, No. 29, page 502) 3

3.33.1 Guidelines for the Assessment of the Design of PWR Nuclear Power Plants against Incidents pursuant to Sec. 28, para. 3 of the Radiation Protection Ordinance (Incident Guidelines) of 18 October 1983 (Federal Gazette 1983, No. 245a) 3

3.33.2 Accident Calculation Bases for the Guidelines for Assessing the Design of PWR Power Plants under the terms of § 28, para. 3 of the Radiation Protection Ordinance of 18 October 1983 (Federal Gazette 1983, No. 245a), version of Section 4 “Calculation of Radiological

Exposure" of 29 June 1994 (Federal Gazette 1994, No. 222a), Revision of Section 4 "Calculation of Radiological Exposure" according to § 49 of the Radiation Protection Ordinance of 20 July 2001, adopted at 186th meeting of the Commission on Radiological Protection on 11 September 2003, published in Issue 44, 2004 in the Series "Reports of the Commission on Radiological Protection" 1

3.34 Framework guideline on the form of assessment reports in the nuclear administrative procedure of 15 December 1983 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1984, No. 2, page 21) 1

3.35 Checklist Items for Application Documents in the Licensing Procedures for Installations for the Generation of Ionising Radiation of 12 November 2003 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 2004, No. 1, No. 9) 2

3.37 Recommendations Concerning the Regulatory Content of Decisions Relating to the Release of Radioactive Materials from Nuclear Power Plants with Light Water Reactors of 8 August 1984 (Joint 1

RS Handbook

Status 07/09 3. Announcements of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety and of the Federal Ministry of the Interior (precursor) Category Ministerial Gazette (GMBL.) 1984, No. 21, page 327)

3.38 Guideline Relating to Programs for the Preservation of Technical Qualification of Responsible Shift Personal at Nuclear Power Plants of 1 September 1993 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1993, No. 36, page 645) 3

3.39 Guideline for the Content of the Examination of Specialist Knowledge of Responsible Shift Personnel in Nuclear Power Plant of 23 April 1996 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1996, No. 26, page 555) 3

3.40 Guideline Relating to the Technical Qualification Required in Radiological Protection according to the Radiation Protection Ordinance of 21 June 2004 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 2004, No. 40/41, S. 799), amendment of 19 April 2006 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 2006, No. 38) 1

3.41 Guideline Relating to the Procedure for the Preparation and Implementation of Maintenance Work and Modifications at Nuclear Power Plants of 1 June 1978 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1978, No. 22, page 342), currently being revised 1

3.42.1 Guideline for Physical Radiological Protection Controls for Determining Body Doses Part 1: Determination of Body Dose due to External Radiation Exposure (§§ 40, 41, 42 of the Radiation Protection Ordinance; § 35 of the X-ray Ordinance) of 8 December 2003 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 2004, No. 22, page 410) 1

3.42.2 Guideline for Physical Radiological Protection Controls for Determining Body Doses Part 2: Determination of Body Dose due to Internal Radiation Exposure (Incorporation Monitoring) (§§ 40, 41, 42 of the Radiation Protection Ordinance) of 12 January 2007 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 2007, No. 31/32, page 623), Appendices 1 to 6, Appendix 7.1, Appendix 7.2, Appendix 7.3, Appendix 7.4 1

3.43.1 Guideline for the Protection against Radiation of Personnel during the Execution of Maintenance Work in Nuclear Power plants with Light

Water Reactors: Part I: The Precautionary Protective Measures to be taken during the Planning of the Plant – IWRS I of 10 July 1978 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1978, No. 28, page 418), currently being revised 3

3.43.2 Guideline for the Protection against Radiation of Personnel during the Execution of Maintenance Work, Modification, Disposal and the Dismantling in Nuclear Installations and Facilities: Part II: The Radiation Protection Measures to be taken during the Operation or Decommissioning of an Installation or Facility – IWRS II of 17 January 2005 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 2005, No. 13, page 258) 1

3.44 Verification of the License's Monitoring of Radioactive Effluents from Nuclear Power Plants of 5 February 1996 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1996, No. 9/10, page 247) 1

3.45 Licenses under the terms of § 3, para. 1 of the Radiation Protection Ordinance for the Mobile Use and Storage of Radioactive Materials in the Context of Non-destructive Material Testing of 14 November 1991 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1992, No. 6, page 120) 2

3.46.1 License under the terms of § 8, para. 1 of the Radiation Protection Ordinance on the Transport of Radioactive Materials for Irradiation Tests in the Context of Non-destructive Material Testing of 29 May 1978 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1978, No. 21, page 334) 2

3.46.2 Instruction Sheet for the Carriage of Radioactive Materials for Radiographic Examinations within the Frame of the Non-destructive Testing of Materials of 20 November 1981 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1982, No. 2, page 22) 2

3.47 Licenses under § 20 of the Radiation Protection Ordinance (Sample License for Activities Subject to Licensing in Foreign Installations or Facilities) of 21 September 1990 and 2 November 1990 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1990, No. 33, page 848) 1

3.48 Guideline for the Design Approval of Ionisation Chamber Smoke Detectors of 15 February 1992 (Joint 2

RS Handbook

Status 07/09 3. Announcements of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety and of the Federal Ministry of the Interior (precursor) Category

Ministerial Gazette (GMBL.) 1992, No. 8, page 150)

3.49 Interpretations of the Safety Criteria for Nuclear Power Plants Single Failure Concept - Principles for the Application of the Single Failure Criterion of 2 March 1984 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1984, No. 13, page 208) 2

3.50 Interpretations of the Safety Criteria for Nuclear Power Plants of 17 May 1979 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1979, No. 14, page 161) on Safety Criterion 2.6: Effects from External Events on Safety Criterion 8.5: Heat Removal from the Containment 2

3.51 Interpretations of the Safety Criteria for Nuclear Power Plants of 28 November 1979 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1980, No. 5, page 90) on Safety Criterion 2.2: Testability on Safety Criterion 2.3: Radiation Exposure in the Environment on Safety Criterion 2.6: Effects from External Events on Safety Criterion 2.7: Protection against Fire and

Explosion on Supplementary Interpretation of Safety Criterion 4.3:
Residual-Heat Removal after Loss-of-Coolant 2

3.52.2 Explanations regarding the Reporting Criteria for Notifiable Events in Facilities for the Fissioning of Nuclear Fuels (12/04)

- Compilation of Terms used in the Reporting Criteria (Facilities for the Fissioning of Nuclear Fuels) (05/04)

- Reporting Form (Facilities for the Fissioning of Nuclear Fuels) (04/04)
1

3.52.3 Explanations regarding the Reporting Criteria for Notifiable Events in Facilities not used for Fissioning Nuclear Fuels (status), see also 3.60

- Reporting Form (Facilities not used for Fissioning Nuclear Fuels) (12/92) 1

3.52.4 Reporting of an Indication Regarding Contamination or Dose Rate related to the Transportation of emptied Spent Nuclear Fuel Shipping Casks, Casks with Irradiated Fuel Elements and Casks with Vitrified High-level Fission Products (8/00)

- Reporting Form (Containers) (7/00) 1

3.52.5 Explanations regarding the Reporting Criteria for Notifiable Events in Facilities used for Fissioning Nuclear Fuels – for Application in Research Reactors (11/92) 1

3.53 Guideline for the Content of the Examination of Specialist Knowledge of Responsible Shift Personnel in Research Reactors of 14 November 1997 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1997, No. 42, page 794) 3

3.54.1 Recommendation for Remote Monitoring of Nuclear Power Plants of 12 August 2005 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 2005, No. 51, page 1049) 3

3.54.2 Recommendation for Calculating the Fee as defined in § 5 of the AtKostV for the Remote Monitoring of Nuclear Power Plants of 21 January 1983 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1983, No. 8, page 146) 3

3.55.1 Model Rules for the Use of the Collecting Facilities of the Lander for Radioactive Wastes in the Federal Republic of Germany of 17 March 1981 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1981, No. 11, page 163) 2

3.55.2 Basic Concept for the Extension of the Federal Collecting Facility for Radioactive Wastes of 26 October 1981 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1981, No. 32, page 511) 2

3.56 International Scale for Significant Events in Nuclear Power Plants (INES), BMU Summary (1993) 1

RS Handbook

Status 07/09 3. Announcements of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety and of the Federal Ministry of the Interior (precursor) Category

3.57.1 Requirements Relating to the Physical Protection Service and Physical Protection Officers in Nuclear Installations and Facilities of 4 July 2008 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 2008, No. 39, page 810) 3

3.57.3 Guideline for Protecting LWR Nuclear Power Plants against Disruptive Actions or other Interference by third Parties of 6 December

1995 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1996, No. 2, page 32) (without text) 3

3.58.1 Guideline for Dealing with Compensation Claims under the Terms of § 38, para 2 of the Atomic Energy Act following the Chernobyl Reactor Accident (Compensation Guidelines) of 21 May 1986 (Federal Gazette 1986, No. 95) 2

3.58.2 Guideline for Compensation According to Equitable Principles due to Losses for Certain Types of Vegetables (Equity Guideline Vegetables) of 2 June 1986 (Federal Gazette 1986, No. 105) 2

3.58.3 Guideline for a General Compensation Ruling in Accordance with Equitable Principles for Losses Resulting from the Chernobyl Reactor Accident (General Equity Guideline) of 24 July 1986 (Federal Gazette 1986, No. 140) 2

3.59 Guideline on the Control of Radioactive Wastes with Negligible Heat Production, which are not Delivered to a Federal Collecting Facility of 16 January 1989 (Federal Gazette No. 63a, 1989), Last Supplement of 14 January 1994 (Federal Gazette 1994, No. 19) 1

3.60 Guideline for the Control of Radioactive Residues and Radioactive Wastes of 19 November 2008 (Federal Gazette 2008, No. 197) 1

3.61 Guideline for the Technical Qualification of Radiation Protection Officers at Nuclear Power Plants and Other Facilities for Fission of Nuclear Fuels of 10 December 1990 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1991, No. 4, page 56) 3

3.62 Guideline Relating to Measures for the Protection of Facilities of the Nuclear Fuel Cycle and Other Nuclear Facilities Against Disturbances or

Other Interference by Individuals Entitled to Access to the Facility of 28 January 1991 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1991, No. 9, page 228)

3

3.63 Guideline for the Protection of Radioactive Substances Against Interference or other Actions by Third Parties During Transportation of 4 December 2003 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 2004, No. 12, page 238) (without text) 2

3.64 Requirements on Security Personnel during Transportation of Radioactive Materials of 4 June 1996 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1996, No. 29 , page 621 and No. 33, page 673) 2

3.65 Requirements on Courses for Imparting Basic Nuclear Knowledge for Responsible Shift Personnel in Nuclear Power Plants - Criteria for Recognition – of 10 October 1994 2

3.67 Guideline concerning Requirements for Individual Dose Measuring Facilities in Accordance with the Radiation Protection and X-Ray Ordinance of 10 December 2001 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 2002, No. 6, page 136) 2

3.68 Security Measures for Protecting Nuclear Facilities with Category III Nuclear Material of 20 April 1993 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1993, No. 20, page 365) (without text) 3

3.69.1 Guideline for the Monitoring of Radioactivity in the Environment in Accordance with the Act on Radiological Protection Provisions Part I: Measurement Programme for Normal Operation (Routine Measurement Programme) of 28 July 1994 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1994, No. 32, page 930), currently being revised 2

3.69.2 Guideline for the Monitoring of Radioactivity in the Environment in Accordance with the Act on Radiological Protection Provisions Part II: Measurement Programme for Intensive Operation (Intensive Measurement Programme) of 19 2

RS Handbook

Status 07/09 3. Announcements of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety and of the Federal Ministry of the Interior (precursor) Category

January 1995 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1995, No. 14, page 261), currently being revised

3.71 Guideline relating to the Technical Qualification of Responsible Persons in Facilities for the Production of Fuel Elements for Nuclear Power Plants of 30 November 1995 (Joint Ministerial Gazette (GMBL.) 1996, No. 2, page 29) 3

3.73 Guide to the Decommissioning of Facilities as defined in § 7 of the Atomic Energy Act of 26 June 2009 (Publication is under Preparation) 1

3.74.1 Guidelines for the Performance of Periodic Safety Reviews (PSRs) for Nuclear Power Plants in the Federal Republic of German, currently being revised

- Fundamentals for Periodic Safety Reviews for Nuclear Power Plants
- Guideline Safety Status Analysis
- Guideline Probabilistic Safety Analysis
- Announcement of 18 August 1997 (Federal Gazette 1997, No. 232 a) 2

3.74.2 Guideline for the Performance of Periodic Safety Reviews (PSRs)

for Nuclear Power Plants in the Federal Republic of German, currently being revised

- Guideline Deterministic Security Analysis, Announcement of 25. June 1998 (Federal Gazette 1998, No. 153) 2

3.74.3 Guideline for the Performance of the Safety Review According to § 19 of the Atomic Energy Act

- Guideline Probabilistic Safety Analysis

Announcement of 30 August 2005 (Federal Gazette 2005, No. 207) 2

3.75 Checklist for Protecting other Radioactive Material and Small Amounts of Nuclear Fuel Against Diversion from Installations and Facilities of 3 April 2003, BMU circular of 10 July 2003 – RS I 6 13151-6/.18 1

3.79 Provisions against Damage Beyond Design-Basis Accidents, BMU circular of 15 July 2003 RS I 3 – 10100/0 3

3.80 Resolution of the Lander Committee for Nuclear Energy (LAA) on Decisions according to the Radiation Protection Ordinance taking Effect beyond the Territory of a Country, BMU Circular of 8 December 2003 RS I 1 – 17031/47 1

3.81 Fundamentals of Safety Management Systems in Nuclear Power Plants, BMU Announcement of 29 June 2004 (Federal Gazette 2004, No. 138) 3

RS Handbook

Status 06/09 Valid KTA standards (Status: 06/09) Category

1200 General, administration, organisation

- 1201 Requirements for the Operating Manual, 6/98 3
- 1202 Requirements for the Testing Manual, 6/84 3
- 1300 Work Protection
- 1301.1 Radiation Protection Considerations for Plant Personnel in the Design and Operation of Nuclear Power Plants; Part 1: Design, 11/84 3
- 1301.2 Radiation Protection Considerations for Plant Personnel in the Design and Operation of Nuclear Power Plants; Part 2: Operation, 11/08 1
- 1400 Quality Assurance
- 1401 General Requirements Regarding Quality Assurance, 6/96 3
- 1404 Documentation During the Construction and Operation of Nuclear Power Plants, 6/01 3
- 1408.1 Quality Assurance for Welding Filler Materials Weld Additives for Pressure and Activity Retaining Systems in Nuclear Power Plants; Part 1: Suitability Testing, 11/08 2
- 1408.2 Quality Assurance for Welding Filler Materials Weld Additives for Pressure and Activity Retaining Systems in Nuclear Power Plants; Part 2: Manufacturing, 11/08 2
- 1408.3 Quality Assurance for Welding Filler Materials Weld Additives for Pressure and Activity Retaining Systems in Nuclear Power Plants; Part 3: Processing, 11/08 2
- 1500 Radiological Protection and Monitoring
- 1501 Stationary System for Monitoring Area Dose Rates within Nuclear Power Plants, 11/04 3

1502 Monitoring Radioactivity in the Inner Atmosphere Nuclear Power Plants, 11/05 3

(1502.2) Monitoring Radioactivity in the Inner Atmosphere Nuclear Power Plants; Part 2: Nuclear Power Plants with High Temperature Reactor, 6/89 3

1503.1 Surveilling the Release of Gaseous and Aerosol-bound Radioactive Substances

Part 1: Surveilling the Release of Radioactive Substances with the Stack Exhaust Air During Specified Normal Operation, 6/02 3

1503.2 Monitoring the Discharge of Gaseous and Aerosol-bound Radioactive Substances; Part 2: Monitoring the Stack Discharge of Radioactive Substances During Design Basis Accidents, 6/99 2

1503.3 Monitoring the Discharge of Gaseous and Aerosol-bound Radioactive Substances; Part 3: Monitoring the Non-stack Discharge of Radioactive Substances, 6/99 2

1504 Surveillance of the Discharge of Radioactive Materials in Liquid Effluents, 11/07 1

1505 Certification of Suitability of Radiation Measuring Equipment, 11/03 1

RS Handbook

Status 06/09 Valid KTA standards (Status: 06/09) Category

(1506) Measuring Local Dose Rates in Exclusion Areas of Nuclear Power Plants, 6/86 (16.11.2004: standard was withdrawn) 3

- 1507 Monitoring the Discharge of Gaseous, Aerosolbound and Liquid Radioactive Materials from Research Reactors, 6/98 3
- 1508 Instrumentation to Determine Atmospheric Diffusion of Radioactive Substances, 11/06 1
- 2100 Plant, General
- 2101.1 Fire Protection in Nuclear Power Plants; Part 1: Basic Requirements, 12/00 3
- 2101.2 Fire Protection in Nuclear Power Plants; Part 2: Fire Protection of Structural Components, 12/00 3
- 2101.3 Fire Protection in Nuclear Power Plants; Part 3: Fire Protection of Mechanical and Electrical Components, 12/00 3
- 2103 Explosion Protection in Nuclear Power Plants with Light Water Reactors (General and Case-specific Requirements), 6/00 3
- 2200 External Events
- 2201.1 Design of Nuclear Power Plants against Seismic Events; Part 1: Principles, 6/90 2
- 2201.2 Design of Nuclear Power Plants against Seismic Events; Part 2: Subsurface Materials (Soil and Rock), 6/90 2
- 2201.3 Design of Nuclear Power Plants against Seismic Events; Part 3: Design of Structural Components, 6/90 2
- 2201.4 Design of Nuclear Power Plants against Seismic Events; Part 4: Requirements for Procedures for Verifying the Safety of Mechanical and Electrical Components against Earthquakes, 6/90 2
- 2201.5 Design of Nuclear Power Plants against Seismic Events; Part 5:

- Seismic Instrumentation, 6/96 2
- 2201.6 Design of Nuclear Power Plants against Seismic Events; Part 6:
Post Seismic Measures, 6/92 2
- 2206 Design of Nuclear Power Plants against Lightning Effects, 6/00 2
- 2207 Flood Protection for Nuclear Power Plants, 11/04 3
- 2500 Civil Engineering
- 2501 Structural Waterproofing in Nuclear Power Plants, 11/04 3
- 2502 Mechanical Design of Fuel Assembly Storage Pools in Nuclear
Power Plants with Light Water Reactors, 6/90 2
- 3000 Systems, General
- 3100 Reactor Core and Reactor Control All 2
- 3101.1 Design of Reactor Cores of Pressurised Water and Boiling Water
Reactors, Part 1: Principles of Thermohydraulic Design, 2/80
- 3101.2 Design of Reactor Cores of Pressurised Water and Boiling Water
Reactors, Part 2: Neutron-Physics Requirements for Design and
Operation of the Reactor Core and Adjacent Systems, 12/87

RS Handbook

Status 06/09 Valid KTA standards (Status: 06/09) Category

- (3102.1) Reactor Core Design for High Temperature Gas-Cooled
Reactors; Part 1: Calculation of the Material Properties of Helium,
6/78
- (3102.2) Reactor Core Design for High Temperature Gas-Cooled
Reactors; Part 2: Heat Transfer in Spherical Fuel Elements, 6/83
- (3102.3) Reactor Core Design for High Temperature Gas-Cooled

- Reactors; Part 3: Loss of Pressure through Friction in Pebble Bed Cores, 3/81
- (3102.4) Reactor Core Design for High Temperature Gas-Cooled Reactors; Part 4: Thermohydraulic Analytical Model for Stationary and Quasi-Stationary Conditions in Pebble Bed Cores, 11/84
- (3102.5) Reactor Core Design for High Temperature Gas-Cooled Reactors; Part 5: Systematic and Statistical Errors in the Thermohydraulic Core Design of the Pebble Bed Reactor, 6/86
- 3103 Shutdown Systems of Light Water Reactors, 3/84
- 3104 Determination of the Shutdown Reactivity, 10/79
- 3200 Primary and Secondary Circuits All 2
- 3201.1 Components of the Reactor Coolant Pressure Boundary of Light Water Reactors, Part 1: Materials and Product Forms, 6/98
- 3201.2 Components of the Reactor Coolant Pressure Boundary of Light Water Reactors, Part 2: Design and Analysis, 6/96
- 3201.3 Components of the Reactor Coolant Pressure Boundary of Light Water Reactors, Part 3: Manufacture, 11/07
- 3201.4 Components of the Reactor Coolant Pressure Boundary of Light Water Reactors, Part 4: In-service Inspections and Operational Monitoring, 6/99
- 3203 Monitoring of Radiation Embrittlement of Materials of the Reactor Pressure Vessel of Light Water Reactors, 6/01
- 3204 Reactor Pressure Vessel Internals, 11/08
- 3205.1 Component Support Structures with Non-Integral Connections

Part 1: Component Support Structures with Non-Integral Connections for Components of the Reactor Coolant Pressure Boundary of Light Water Reactors, 6/02

3205.2 Component Support Structures with Non-integral Connections; Part 2: Component Support Structures with Non-Integral Connections for Pressure and Activity-Retaining Components in Systems Outside the Primary Circuit, 6/90

3205.3 Component Support Structures with Non-integral Connections, Part 3: Series-Production Standard Supports, 11/06

3211.1 Pressure and Activity Retaining Components of Systems outside the Reactor Coolant Pressure Boundary, Part 1: Materials, 6/00

3211.2 Pressure and Activity Retaining Components of Systems outside the Reactor Coolant Pressure Boundary, Part 2: Design and Analysis, 6/92

RS Handbook

Status 06/09 Valid KTA standards (Status: 06/09) Category

3211.3 Pressure and Activity Retaining Components of Systems outside the Reactor Coolant Pressure Boundary, Part 3: Manufacture, 11/03

3211.4 Pressure and Activity Retaining Components of Systems Outside the Primary Circuit; Part 4: Inservice Inspections and Operational Monitoring, 6/96

3300 Heat Removal All 2

3301 Residual Heat Removal Systems of Light Water Reactors, 11/84

3303 Heat Removal Systems for Fuel Assembly Storage Pools in Nuclear

Power Plants with Light Water Reactors, 6/90

3400 Containment All 2

3401.1 Steel Containment Vessels, Part 1: Material and Product Forms, 9/88

3401.2 Steel Containment Vessels, Part 2: Analysis and Design, 6/85

3401.3 Steel Containment Vessels, Part 3: Manufacture, 11/86

3401.4 Steel Containment Vessels, Part 4: Inservice Inspections, 6/91

3402 Air Locks through the Containment Vessel of Nuclear Power Plants
- Personnel Locks, 11/76

3403 Cable Penetrations through the Reactor Containment Vessel, 10/80

3404 Isolation of Operating System Pipes Penetrating the Containment
Vessel in the Case of a Release of Radioactive Substances into the
Containment Vessel, 11/08

3405 Integral Leakage Rate Testing of the Containment Vessel with the
Absolute Pressure Method, 2/79

3407 Pipe Penetrations through the Reactor Containment Vessel, 6/91

3409 Air-Locks for the Reactor Containment Vessel for Nuclear Power
Plants - Material Locks, 6/79

3413 Determination of Loads for the Design of a Full Pressure
Containment Vessel against Plant-Internal Incidents, 6/89

3500 Instrumentation and Reactor Protection All 2

3501 Reactor Protection System and Monitoring Equipment of the Safety
System, 6/85

3502 Accident Measuring Systems, 6/99

3503 Type Testing of Electrical Modules for the Reactor Protection

System, 11/05

3504 Electrical Drives of the Safety System in Nuclear Power Plants,
11/06

3505 Type Testing of Measuring Transmitters and Transducers of the
Reactor Protection System, 11/05

3506 Tests and Inspections of the Instrumentation and Control Equipment
of the Safety System of Nuclear Power Plants, 11/84

RS Handbook

Status 06/09 Valid KTA standards (Status: 06/09) Category

3507 Factory Tests, Post-repair Tests and Demonstration of Successful
Service for the Instrumentation and Control Equipment of the Safety
System, 06/02

3600 Activity Control and Activity Management

3601 Ventilation Systems in Nuclear Power Plants, 11/05 3

3602 Storage and Handling of Nuclear Fuel Assemblies, Control Rods
and Neutron Sources in Nuclear Power Plants with Light Water
Reactors, 11/03 1

3603 Facilities for Treating Radioactively Contaminated Water in Nuclear
Power Plants, 6/91 1

3604 Storing, Handling and On-Site Transportation of Radioactive
Substances (other than Fuel Elements) in Nuclear Power Plants,
11/05 1

3605 Treatment of Radioactively Contaminated Gases in Nuclear Power
Plants with Light Water Reactors, 6/89 3

- 3700 Energy and Media Supply
- 3701 General Requirements for the Electrical Power Supply in Nuclear Power Plants, 6/99 2
- 3702 Emergency Power Generation Facilities with Diesel-Generator Units in Nuclear Power Plants, 6/00 2
- 3703 Emergency Power Facilities with Batteries and AC/DC Converters in Nuclear Power Plants, 6/99 3
- 3704 Emergency Power Facilities with DC/AC Converters in Nuclear Power Plants, 6/99 2
- 3705 Switchgear Facilities, Transformers and Distribution Networks for the Electrical Power Supply of the Safety System in Nuclear Power Plants, 11/06 2
- 3900 Other systems
- 3901 Communication Means for Nuclear Power Plants, 11/04 3
- 3902 Design of Lifting Equipment in Nuclear Power Plants, 6/99 1
- 3903 Inspection, Testing and Operation of Lifting Equipment in Nuclear Power Plants, 6/99 1
- 3904 Control Room, Remote Shutdown Station and Local Control Stations in Nuclear Power Plants, 11/07 2
- 3905 Load Attaching Points on Loads in Nuclear Power Plants, 6/99 1

附件 3：在除役程序中，BMI/BMU 公告及 KTA 標準用於保護目標

調整或者是部分應用之評論意見

評估 BMI/BMU 公告與 KTA 標準，評估其對核設施除役的適用性，可分成以下幾種類型：

第 1 類：此類的法規是普遍地適用的，因此，除役程序亦須考慮它們。

第 2 類：此類的法規與除役程序不相關。然而，有可能在除役框架內執行或顯著變化的使用興建計畫情況下，它可調整應用於第 3 類保護目標。

第 3 類：此類的法規在保護目標經調整後適用或部分適用於除役程序，考慮到改變、許多方面的減少、潛在的危險及相對於興建與運轉修改後的要求。

以上列表在「核能安全和輻射防護/6/手冊」上。附件 2 顯示所述類型的法規分類。

3.1 核電廠的安全標準，1977 年 10 月 21 日頒布(聯邦公報第 206 號)

安全準則 2.10 有關於核電廠的除役與移除，以及要求停止運轉前必須準備好除役工作。

3.4 關於核電廠的安全規格要求的指引，1976 年 4 月 27 日(部長級聯合公報(GMBI)1976 年第 15 號，第 199 頁)

依照 KTA 的 1201 與 1202，其安全規範包括操作手冊/測試手冊，得以一起相互參考。之後設施最終關閉，其要點可能調整為改變除役期間之核設施狀態。這些調整會在發展修訂程序的架構內，或轉換操作手冊成為拆解手冊中的一部分。

3.5 壓水式或沸水式反應器核電廠安全標準分析報告的配置核對表，1976 年 7 月(部長級聯合公報(GMBI)1976 年第 26 號，418 頁)

此參考項目列表的目的在於確保概述所有設施運轉與計畫安全措施操作的相關危害。

在除役期間，由於設施改變並明顯減少潛在的危險，特別是移除了核子燃料之後，參考項目列表只能有限度地適用在除役過程中。

If the existing list of reference items is to be used, then the following should be noted: 假如需要使用現有參考項目列表，就應注意以下幾點說明：

場址及設施的資料，主要應包括發生在運轉期間及運轉結果，特別是描述放射性情況之特性。

申請執照應提交所有除役計畫的資料，若可能亦附於安全報告中。這些資料需說明在除役過程中所使用的應用程序與許可步驟，同時也考慮到由原子能法規第 7 條段落 3(除役、安全封存、拆除設施或部份拆除)所概述需考量的發照情況。

這些資料都需盡可能的評估，特別是，是否進一步的除役程序會受到阻礙或阻止、是否應該對輻射防護觀點適當的拆除活動順序訂定規定。

除役措施概述應該包括預定的技術、操作順序及相關的輻射防護與安全方面等，以及電廠最終設想的狀態。

而概述對處置用過核子燃料與放射性物質、詳細的實物保護措施、組織人上的資料，所訂定之規定也是很重要。

3.7.1 核電廠執照與監督程序規定下的審查目的的要求之資料編輯，1982年10月20日(1983年，聯邦公報第6A號)

概要的評估資料依各系統與設施來區分。根據設施或各系統製造、建造及試運轉不同的階段來區分，基本上，也是根據執照與監督程序的檢驗部份時間順序來區分。

在除役的考量下，由製造、施工與試運轉期間，只能發揮次要作用。在概要的評估資料中無法適用在核設施除役過程，或是只能有限度應用。

在收集除役過程的資料，應特別詳細標示除役過程，不僅是主要零組件及其拆除與處理順序方法(如建造方法和運轉)的資料，而是要有除役的過程與進展時程及相關聯的工作步驟與方向。

有關拆除與後續組件處理的詳細資料及有關的其他工作計畫與措施，可提交並評估部份伴隨的管制。

提交資料的範圍須至少符合規範 Section 3.2 之導則。

3.7.2 對核設施廠房檢驗所需要的資料之概要，1981 年 11 月 6 日(部長級聯合公報(GMBL)1981 年第 33 號，518 頁)

這個標準規範是被用來申請房間/廠房的結構設施修改，以及附屬設備/廠房與因為除役相關附屬設備負載改變的建築。

一般而言，詳細資料的內容程度，相當於一般建築法規的要求。

3.9.2 對核電廠文件檔案的要求，1982 年 8 月 5 日(部長級聯合公報(GMBL)1982 年，546 頁)

按照法規規定的要求，也適用除役程序。並將 1988 年 2 月 19 日核電廠建造、運轉、除役等申請/持有執照的基本技術資料文件視為相關聯。這些要求以應付材料和建築檢驗的文件。它們應只適用在具活度污染的零組件，一般而言，不會超出 C 類文件檔案範圍。

3.11 核子燃料供應設施的安全要求，1997 年 4 月和 2004 年 6 月 BMU 的 RS III3

安全要求 2.15 有關於除役、拆除、除役前事先停止運轉的準備。

3.15.1 核設施環境緊急情況準備的基本建議，2008 年 10 月 27 日(部長級聯合公報“(GMBL)2008，62/63 號，1278 頁)

3.15.2 放射學的基礎保護民眾措施之決定，以防止意外釋出放射性核種，2008 年 10 月 27 日(部長級聯合公報“(GMBL.)2008，62/63 號，頁 1278)，其附件為在核子事故情況下使用碘片以封鎖甲狀腺。

基本建議(3.15.1)與放射學的基礎(3.15.2)是適用的。然而，公民保護措施的程度，在真實設施上仍應以減少潛在風險與危害為基礎，來讓主管機關同意。

這也適用於聯邦各州所發佈的指引。

3.21 1979 年 9 月 20 日輻射防護規定第 4 條段落 4 句子 1 第 2e 點之解釋，(部長級聯合公報(GMBL.)1979 年，631 頁)(可能仍有關於舊的除役執照)

解除管制是基於輻射防護規定第 29 條規定。

不受管制物質不需除污的基本上限值是 $10\mu\text{Sv/a}$ 標準。(見 Section 6.3)

3.27 關於其他核電廠從事運轉人員必要具備知識保證指引，(部長級聯合公報(GMBL.)2001 年，第 8 號，第 153 頁)

此指引是適用的。知識的範圍可被顯示，且顯示的間隔是可調整適應於現有狀態的設施潛在危險。

3.31 1977 年核電廠的持照人規劃緊急管制計畫建議，(部長級聯合公報(GMBL.)1977 年第 4 號，第 48 頁)，在 1977 年 10 月 18 日修訂公

告(部長級聯合公報(GMBL)1977 年第 30 號，第 664 頁)，而指引有關於核設施排放與注入的監測(部長級聯合公報(GMBL)1993 年第 29 號，502 頁)

適用於一般核設施的建議

一旦核設施無核子燃料，並非所有先前的要求都是必要的，並可進行調整以降低潛在的危險。

3.33.1 壓水式反應器核電廠的預防事故設計評估指引，是根據放射防護規定 Sec. 28, para. 3，(“事件導則”)(1983 年 10 月 18 日聯邦公報 1983 年第 245A)

事件與意外都會被認為須納入“除役導則”，且意外計算基準在意外指引中，並加以應用，而其餘的事件指引並不適用。

3.43.1 輕水反應器核電廠維修工作的執行過程中對人員輻射防護指引：第一部分：在電廠規劃期間採取預防的防護計畫(部長級聯合公報(GMBL)1978 年第 28 號，418 頁)

此法規不適用在除役程序。

因此，它只適用在原子能法 第 7(1)條範圍中，須為持續防護目標，為了除役的相關必要設施之興建。

3.54.1 在 2005 年 8 月 12 日，核電廠的遠端監控之建議(部長級聯合公報(GMBL)2005 年第 51 號，1049 頁)

3.54.2 在 1983 年 1 月 21 日，核電廠的遠端監控計算費用之建議，定義在 AtKostV 第 5 條(部長級聯合公報(GMBI)1983 年第 8 號，第 146 頁)

當設施停止運轉或核子燃料從設施中移除，潛在的危險可大量的減少。因此，監測的數量與可量測的區域必須加以調整，核子監督主管機關負責決定是否有必要繼續作遠端監控。

3.57.1 在 2008 年 7 月 4 日，要求相關實物保護的服務及核設施人員與設施實物保護(部長級聯合公報“(GMBI)2008，第 39 號， 810 頁)

此導則可被應用在調整核子燃料或其他放射性物質的設施數量。

3.57.3 在 1995 年 12 月 6 日，第三次集會，對輕水反應器核電廠破壞性行動或其他干擾的保護指引(部長級聯合公報(GMBI)1996 年第 2 號，第 32 頁)(沒有內文)

一般而言，保護指引(核子材料的盜竊、主冷卻劑喪失、餘熱排出)中所列出的目標，不再與核子燃料已被移除的設施關閉後有所相關。保護的目的是為了防止被忽視的盜竊與其他放射性物質的釋出，此指引只適用在這個意義上。

3.61 在 1990 年 12 月 10 日，核子燃料分裂的核電廠與其他設施之輻射防護人員技術資格的導則(部長級聯合公報(GMBI)1991 年第 4 號，第 56 頁)

此指引也適用於除役及在安全封存期間。以職責範圍的觀點也可以減少，可參照第 7 號，因此，需求的例外是可能的。

例如，大學或理工學院的學位並非必要的，假使有足夠實務經驗可證明的話。

至少每五年，必要的輻射防護知識必須更新，可藉由參加主管機關或其他主管機關認可的教育課程來更新。

3.62 在 1991 年 1 月 28 日，防護核子燃料循環設施和其他核設施禁止干擾，或由有權進入設施個人之其它干預相關計畫之指引，(部長級聯合公報(GMBL)1991 年第 9 號其他干擾的防護措施，第 228 頁)

一旦核子燃料被移除，它只需要採取方法來預防盜竊或其他放射性物質的釋出。隨著除役計畫的進展，輻射防護規定第 65 條的要求就足夠了。

3.68 在 1993 年 4 月 20 日，III 類核子材料的保護核設施之安全計畫，(部長級聯合公報(GMBL)1993 年第 20 號， 365 頁)(沒有文字)

此指引仍應用在目前核子燃料設施數量及到達除役階段的功能。

技術資格認證的評論

3.2 在 1993 年 4 月 14 日，核電廠人員的技術資格認證之指引(部長級聯合公報(GMBL)1993 年第 20 號，第 358 頁)

3.38 在 1993 年 9 月 1 日，有關負責核電廠轉移人員技術資格的保

存程序之指引。(部長級聯合公報(GMBI)1993 年第 36 號， 645 頁)

3.39 在 1996 年 4 月 23 日，核電廠專門負責轉移人員的專門知識考試的內容之指引(部長級聯合公報(GMBI)1996 年第 26 號， 555 頁)

此指引只有條件適用，因在移除核子燃料後的除役階段或在一個比其他設施的潛在危險減少的情況下，核電廠人員的知識水準的要求，從定性及定量的角度，必須重新評估。

這已經考慮到指引 3.2 的 1.2 點之適用範圍，最後留下反應器機組除役的核發執照及監管問題。對於實際應用的目的，應考慮以下幾點：

1. 只要在核設施內仍然有核子燃料或其他潛在危險的放射性物質，

在過去運轉階段相同的技術資格都需要申請。在核電廠首次聘僱

人員的技術資格考試重點，主要集中在：

-法規原則，

-核子物理原理，

-輻射防護，

-電廠規定，

-確保燃料池與反應器壓力容器在次臨界，

-在過去運轉階段和可能出現的故障或事故的控制條件下，確保餘熱移除，

-監測與保存/圍阻放射性物質，特別是與活度承載系統關聯的除污。

電機工程、儀器、控制系統與外部系統的問題，應集中在系統的功能，以達到上述防護目標。

在核電廠最可能發生操作過程的故障或事故，可能是因為不足夠的反應器模擬訓練。

2. 一旦核設施的核子燃料已移除，組織營運也可能會改變；在指引 3.2 下的 1.3.1~1.3.8 點所列的相關負責職責也不再需要(例如：反應器運轉員)。在新的組織營運下，被任用的新負責人員的技術資格範圍必須作調整。以大幅降低設施潛在的危險並改變職責結構(系統除役與拆解、除污、輻射防護)。因此，忽略在導則 3.2 之設施運轉知識與事故行為及反應器模擬訓練與技術知識考試，是可能的。

然而，它不可沒有技術資格的認證。

技術資格認證的維持也須依照外在條件改變而調整。

3. 一旦核設施的核子燃料已移除，人員不再需要反應器物理、能量釋放與熱力學等技術資格認證。

有關於核設施與潛在的危險，電廠特定知識重點可集中在以下幾點：

- 建築物與建築物的設備，
- 通風系統與排氣系統，

- 管道與泵系統，
- 污水系統，
- 電氣裝置，
- 必要的控制技術與輔助控制儀板，
- 災害預警系統，包括儀表，
- 輻射監測，
- 必要的電廠例行運轉，
- 進出管制，
- 火災監測，
- 常規監測，
- 環境監測。

法律與行政措施的知識，特別在執照與電廠規定，在除役階段也需要有一定的對應，這也適用於輻射防護與工業安全領域。

4. 在較大範圍之人員訓練、技術認證與技術資格維持的主題，包括

如下：

- 有關拆解方法、去污程序、防止放射性物質發散之特定拆解技能。
- 物質的處理(材料回收、放射性廢棄物處理、解除管制量測之限值與程序)。

5. 指引 3.61 則持續在除役過程中應用在輻射防護人員的技術資格認

證上。

6. 一旦核子燃料已移除，最大的區別是在除役期間現有人員與新任人員的技術資格認證要求。已經有認證並適用指引技術知識的現有人員，應著重在工業安全、防火與輻射防護等新領域的培訓。視除役達成的階段，新的操作人員應在列表的第 3 點作額外訓練。
7. 在組織計畫的變動中，人員認證資格的訓練與進行中訓練時程，都需要經由核能主管機關的批准。

3.3 1994 年 2 月 16 日，有關研究反應器人員的技術資格認證之指引，部長級 聯合公報(GMBL)1994 年第 11 號，366 頁)

3.53 1997 年 11 月 14 日，有關研究反應器人員專門知識考試內容要點之指引，(部長級聯合公報(GMBL)1997 年第 42 號，794 頁)

這些指引適用在運轉熱功率高於 300 千瓦以上的研究反應器。這些指引並無直接或間接的參考除役程序，以下為技術認證應注意的事項：

1. As a rule, the staff belonging to the management chain and other members of the management (No. 2.3.1 and 1.3.2) are still present during the decommissioning work. Once the nuclear fuel has been removed from the facility, the requirements of specialist training and practical experience of this personnel (No. 2.1 of the guideline) can be reduced with respect to knowledge of energy release and thermo-hydraulics, reactor safety, the operational and accident

behaviour of the research reactor and events which are significant from the point of view of safety.

一般來說，除役工作期間，屬於管理階級或其他管理成員(No. 2.3.1 and 1.3.2)之工作人員仍然需存在。一旦核設施的核子燃料已被移除，從安全的角度觀點來看，有關能量釋放、熱力學、反應器的安全、研究反應器運轉與意外事件處理等人員的專業訓練知識與實務經驗的要求可減少。

2. 一旦核子燃料已被移除，指引 3.3~3.53 內容中提到的新任用人員技術資格認證已不再需要。
3. 考慮指引 3.61 的內容，輻射防護人員必須繼續任用。在核照程序過程期間，除役設施的輻射防護人員是否繼續存在的問題可在申照期間來決定。這可能是因取決於除役工作的進度，特別是若轉換運轉已經改變或終止，則隨叫隨到系統可能就足夠了。
4. 核能主管機關的決定取決於電廠是否已達到除役的階段，一個領導人的改變，反應器運轉員與管制站運轉員及訓練管理人仍需要作為負責人。
5. 有關於能量釋放、熱力學、電廠運行等技術資格的認證可減少，然而有關於除役程序、拆除方法與物質處理的技術知識，特別是有關於除役區域的執照與管理措施之具體知識應多加補充。

3.71 1995 年 11 月 30 日，有關核電廠核子燃料元件生產技術人員

資格的指引，(部長級聯合公報(GMBL)1996 年第 2 號，第 29 頁)

此指引適用於核電廠二氧化鈾與鈾/鈾混合氧化物燃料製造的運作，此指引並無直接或間接的參考除役程序，以下為技術資料認證的注意事項：

一般而言，在除役工作期間，管理階級的成員與其他管理者都仍然存在。一旦核設施的核子燃料已全數被移除，這些有關於特定製造操作與意外事件處理人員的專業訓練與實務經驗的需求可減少。

有關於拆除方法、除役程序與物質處理的技術知識，特別是有關於除役區域的執照與管理措施之具體知識，變得更加重要。

3.79 2003 年 7 月 15 日 BMU 通知，對超出設計基準事故損害的規定 RS I 3 – 10100/0

只要在除役期間核設施的核子燃料，超過原子能法第 2 條段落 3 中提及的重量或濃度，就必須符合其要求以確保預防損害。

3.81 2004 年 6 月 29 日 BMU 公告，核電廠安全管理體系的基礎，(2004 年聯邦公報，第 138 號)

在除役相關應用的核電廠安全管理系統原則，依據建築物與除役的進度，考慮可能的潛在危險。

KTA 標準規範的評論

KTA 的安全標準 1201_操作手冊的要求

有關於標準規範的部份仍然適用除役程序。在很大程度上，以下部分不再相關：第二部分：所有核設施的運轉。第三部份：事故。第四部份：系統的運轉。

回覆：第一部份：就某種程序上來說，電廠在除役期間與在安全封存階段及在調整所選定的組織營運時，就已經失去遵照電廠規定的理由。建議附加一個廢棄物與殘留物的管理規定。

回覆：第二部份：這部分將減少藉由水與空氣的途徑與放射性物質排放量之重要安全相關限制值，以及減少必須被觀察的通報準則與官方指示。放射性物質之解除管制準則必須被結合。

回覆：第三部份：所考慮的事件都必須適用在除役工程上。

回覆：第四部份：一個基本的描述不僅應包括運轉系統，也要有重要的附加系統，例如去污與拆除設備。實際的詳細運轉說明不該只是操作手冊的一部份。

在一般情況下，運轉手冊是要適用在除役過程進度中的核設施狀況。

KTA 的安全標準 1202_測試手冊的要求

此標準規範也適用在除役程序。只要在除役工作期間及有需要安裝新系統的安全系統要求下，就都要有一測試手冊。

一般而言，測試手冊需修改以適用核設施的狀況，像是隨著除役的進度。簡化(如運行狀況)是可能的。

KTA 的安全標準 1301_核電廠設計與運轉之輻射防護的考量，第一部分：設計

此標準適用廠房的規劃與系統的管制區及公共衛生區。這僅適用在類似於廠房改造與建築物新加蓋的部份。在此應考慮到可能低活度的盤存，所有事故都需要考慮不再與 SEC.9 有關聯性。

KTA 的安全標準 1401_有關一般品保的要求

此標準適用從規劃既定的核電廠運轉、應用在除役過程之品質保證，考慮到供應容納活度或監控活度系統/組件，各自的活度盤存。組織結構的要求相對於運轉可減少。

KTA 的安全標準 1404_核電廠施工與運轉的文件檔案

此標準也適用在除役工程的認證與監督程序等文件。

KTA 1404.特別適用在 KTA 1404 所規定的原則。

標準規範的 Sections 3, 4 and 5 及表 9-1 可適用在除役工程。

為了方便對核設施實際狀況的評估，此文件應包括在除役過程期間描述核設施改變的狀態。

此文件應要有前置作業條件及法律原則，以方便可追溯及有效地執行。

KTA 的安全標準 1501_核電廠固定系統的劑量率監測區域

量測面積、發生意外事故的量測儀器的要求、量測儀器的數量，都將依照除役過程不同特點而有不同的調整。

在保持除役工作的本質下，主要應採用可攜式儀器來量測劑量率。

KTA 的安全標準 1502_核電廠內放射性氣體的監測

KTA 的安全標準 1502.2_核電廠內放射性氣體的監測。第二部分。
具高溫反應器的核電廠。

發生意外事故量測儀器的要求及量測儀器的數量，都應適用除役程序之具體特點。減少放射性物質監測是可行的。一般而言，在核設施所包含的狀態下，使用可攜式儀器來量測劑量率就已足夠了。

KTA 的安全標準 1503.1_監督氣體及氣溶放射性物質釋放

第 1 部分：在指定的正常運轉期間，以煙囪排放廢氣之氣體放射性物質釋放監測。

量測可限定在核設施內放射性物質殘留的情形。有關多重性與電力供應的要求，也可修改適用於除役的進度狀況。

KTA 的安全標準 1506_在核電廠的非管制區域量測局部劑量率
(16.11.2004：標準被撤銷)

此標準適用。一旦核子燃料已被移除，中子輻射的量測不再是必要的。

KTA 的安全標準 1507_從反應器所排放廢氣、液態放射性物質的監測。

量測可限定在核設施當時所存在的放射性物質狀況。

KTA 的安全標準 2101.1_核電廠防火;第 1 部分：基本要求

KTA 的安全標準 2101.2_核電廠消防;第 2 部分：結構組件的消防

KTA 的安全標準 2101.3_核電廠消防;第 3 部分：機械和電子組件的消防

可被限定多重保護的要求。

KTA 的安全標準 2103_核電廠輕水式反應器的防爆(一般要求與具體案件)

本標準要求的目的是維護有關具重大爆炸危險設施的安全性，基本原則(3)與一般要求(4)都可修改來適用，但在其餘部份的設施仍對安全是重要的。

KTA 的安全標準 2207_核電廠的防洪

隨除役工作的進展，保護的目的限定在圍阻放射性物質。

一般而言，不需考量結合地震之負載(Section 6)。

KTA 的安全標準 2501_核電廠的結構防水

本標準適用在除役工程上有結構變化與新結構部分。在除役期間工作是為了保護放射性物質之圍阻。

KTA 的安全標準 3601_核電廠通風系統

Section 3 的一般要求是須遵守的。

在移除核子燃料之後，Section 4 的 2 級空調是足夠的，因為重點保護目標的方向是輻射防護及遵守特定的大氣濕度(防腐蝕)。

交錯的壓力與空氣變化率需要修改，以適應除役過程中的要求，一般而言，多餘的設計與緊急電源的連接是沒有必要的

KTA 的安全標準 3605_輕水反應器核電廠放射性污染氣體的處理

本標準適用於壓水式與沸水式反應器核電廠污染放射性廢氣的收集與處理。在設施的除役狀況期間，此標準仍是有關於處理放射性污染的廢氣。

KTA 的安全標準 3703_核電廠緊急發電設施與 AC/DC 轉換器

一般而言，能源供應的要求已不再適用。然而，它需要有一個安全的電力支援警報系統(如火災報警器)，因此，KTA 的安全標準的要求可加以使用。

KTA 的安全標準 3901_核電廠通訊工具

此標準基本上是應用在除役過程中，多餘設計的報警裝置與個人追蹤裝置是沒有必要的。為了運轉階段中內部通訊之永久性安裝的通訊工具，也是沒有必要的。

附件 4：德意志聯邦共和國除役、安全封存及拆除核設施申請文件

No.	Document	Reference	Content	Use/Remarks
1	Letter of application 申請書	§ 7, para. 3 AtG § 2 AtVfV § 6 AtVfV	- Name and address of applicant 申請人的姓名與地址 - Type of license applied for 申請的執照型式 - Type and scope of facility and of planned decommissioning measures 設施的型式與範圍及除役計畫採取的措施	nuclear licensing authority, authorised experts; 核子核照機關、授權的專家; initiation of procedure; 啟動程序 under certain circumstances announcement and public inspection 在特定情況下公告及公眾視察

2	<p>Safety report 安全報告</p>	<p>§ 3, para. 1 subpara. 1 AtVfV</p> <p>§ 6 AtVfV</p>	<p>a) Description and drawing of facility and decommissioning measures a)設施和除役措施的說明與描述</p> <p>b) Description and explanation decommissioning plan, safety-related principles b)除役計畫與安全相關原則的說明與解釋</p> <p>c) Provisions to fulfil §7(2) of the AtG, radiation protection measures 履行§7 (2) no. 3 AtG, 輻射防護計畫的規定</p> <p>d) Description of the surrounding area and its composition d)說明周邊地區及其組成</p> <p>e) § 47 Radiation Protection Ordinance, § 50 Radiation Protection Ordinance) E) 輻射防護規定§47 輻射防護規定§50</p> <p>f) Consequences of direct radiation and releases of radioactive substances f)直接輻射與放射性物質釋放的後果</p>	<p>nuclear licensing authority, authorised experts; 核子核照機關、授權的專家;</p> <p>especially for third parties under certain circumstances public inspection g; 尤其特定情況下公眾視察的第三方;</p> <p>no commercial secrets 無商業機密</p>
---	-------------------------------	---	---	--

3	<p>Supplementary plans, drawings and descriptions of the facility and the planned decommissioning techniques and procedures</p> <p>補充計畫，設施的繪圖與說明及已規劃的除役技術與程序</p>	<p>§ 3, para. 1 subpara. 2 AtVfV</p>	<p>If required or requested by the nuclear licensing authority, the specific issues in the safety report are supplemented by explanatory reports.</p> <p>若需要或被核子主管機關要求，在安全報告中特別議題的補充解釋性報告。</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explanatory report on systems and equipment which are to be decommissioned, modified or newly constructed 系統與設備將除役、修改或新建的解釋性報告 - Documentation of the status of the facility 設施的狀況文件 - Radiological (activity inventory, local dose rates, contamination of surfaces and rooms, quantities of wastes) 輻射(活度盤存、區域劑量率、表面與房間的污染、廢棄物數量) - By mass 依照重量 - Explanatory reports (where applicable) concerning: <ul style="list-style-type: none"> - Structural measures - Mechanical Measures 	<p>nuclear licensing authority, authorised experts; 核子主管機關、授權的專家;</p> <p>commercial secrets to be identified as such 被認為是商業秘密</p>
---	--	--------------------------------------	--	---

4	<p>Report on physical protection 實物保護報告</p>	<p>§ 3, para. 1 subpara. 3 AtVfV § 7, para. 2 subpara. 5 AtG</p>	<p>Details of measures in the event of interference by third parties, responsibilities 由第三方干擾事件的詳細措施、責任</p>	<p>nuclear licensing authority, authorised experts; 核子主管機關、授權的專家; separate submission; 單獨提交; classified document 機密文件</p>
5	<p>Reliability and technical qualification 可靠性與技術資格</p>	<p>§ 3, para. 1 subpara. 4 AtVfV § 7, para. 2 subpara. 1 AtG</p>	<p>Appointment of responsible persons, demonstration of technical qualification as defined in or in association with BMU guideline on specialist knowledge of nuclear power plant personnel; 任命負責人、展示 BMU 對核電廠工作人員的專業知識的指引所定義或與之關聯的技術資格；可靠性的詳細資料</p>	<p>nuclear licensing authority, authorised experts; 核子主管機關、授權的專家; commercial secrets to be identified as such 被認為是商業秘密</p>

6	<p>Know-how and reliability 專有知識與可靠性</p>	<p>§ 3, para. 1 subpara.5 AtVfV § 7, para. 2 subpara. 2 AtG AtZüV</p>	<p>Necessary know-how and procedure for training for other personnel involved; 必要的知識與涉及其他人員的訓練程序; details on reliability; 可靠性的詳細資料; equally applicable to external personnel 同樣適用於外部人員</p>	<p>nuclear licensing authority, authorised experts; 核子核照機關、授權的專家; commercial secrets to be identified as such 被認為是商業秘密</p>
7	<p>List of measures relevant for safety 安全相關的措施清單</p>	<p>§ 3, para. 1 subpara. 6 AtVfV § 7, para. 2 subpara. 3 AtG § 50 StrlSchV</p>	<p>List of measures for management of incidents and accidents (safety specifications) 事件與事故的管理措施清單(安全規格)</p>	<p>nuclear licensing authority, authorised experts; 核子主管機關、授權的專家; commercial secrets to be identified as such 被認為是商業秘密</p>
8	<p>Financial security measures 財政保障措施</p>	<p>§ 3, para. 1 subpara. 7 AtVfV § 7, para. 2 subpara. 4 AtG § 12 AtDeckV</p>	<p>Proposals for fulfilling compensation obligations 履行賠償義務的建議書</p>	<p>nuclear licensing authority, authorised experts; 核子主管機關、授權的專家; commercial secrets to be identified as such 被認為是商業秘密</p>

9	Radioactive residues 放射性殘留物	§ 3, para. 1 subpara. 8 AtVfV § 9a AtG	Description of the arising radioactive residues; 所產生放射性殘留物的說明; measures for avoiding radioactive residues, for non-detrimental utilisation and disposal as waste 避免放射性殘留物的措施，非有害的利用與廢棄物處理	nuclear licensing authority, authorised experts; 核子核照機關、授權的專家; commercial secrets to be identified as such 被認為是商業秘密
10	Overriding public interests, environmental impact 優先於公眾利益、環境影響	§ 3, para. 1 subpara. 9 AtVfV § 7, para. 2 subpara. 6 AtG	List of proposed measures for protecting water, air and ground; details on other environmental consequences 建議保護水、空氣與地面措施的清單; 其他所造成環境後果的細節	nuclear licensing authority with the assistance of other relevant authorities, 核子主管機關會同其它相關機關 authorised experts; 授權的專家 commercial secrets to be identified as such 被認為是商業秘密

11	Documents for environmental impact assessment (EIA) 環境影響評估之文件	§§ 2a, 7, para. 4 AtG §§ 1a, 3, 4, 19b AtVfV §§ 3, 3c UVPG § 6 UVPG §§ 8 ff. AtVfV § 6 AtVfV	Determination of significant environmental effects; presentation of procedural alternatives; 顯著環境影響的確定; 提出程序的替代方案; documents of the project developer; Hearing	in the case of public involvement and thus projects subject to environmental impact assessments 在民眾參與的情況下, 因此, 計畫受環境評估影響
12	Brief description 簡要說明	§ 3, para. 4 AtVfV § 6 AtVfV	Summary description according to safety report 根據安全報告的摘要說明	nuclear licensing authority, authorised experts, 核子主管機關、授權的專家; third parties; 第三方 if public involvement is necessary: 如需民眾參與 public inspection; 民眾視察 no commercial secrets 無商業機密
13	List of documents submitted 提交的文件清單	§ 3, para. 4 AtVfV	Listing; 清單; 含有商業秘密的文件, 應確定 documents containing commercial secrets should be identified 應鑑定含有商業秘密的文件	nuclear licensing authority, authorised experts 核子主管機關、授權的專家;

14	Adaptation of operating manual and testing manual 修改操作手冊與測試手冊		Revision in keeping with new status of the facility; dismantling manual 修訂保持設施的新狀態; 拆解手冊	nuclear licensing authority, authorised experts 核子主管機關、授權的專家;
15	Details of licensing decisions, conditions and permits to be suspended or modified 執照決定、條件及許可須暫停或修改的詳細資料		List with explanations or justification 解釋或理由清單	nuclear licensing authority, authorised experts; 核子主管機關、授權的專家; commercial secrets to be identified as such 被認為是商業秘密
16	Documents required by building regulations 建築法規要求的文件	<i>Land building code</i> 土地建築規範	Details of building and demolition activities associated with decommissioning 與除役有關的建築及拆除活動詳細資料	nuclear licensing authority, 核子主管機關 if applicable building inspectorate 如果適用建物稽查
17	Documents required by the Federal Immission Control Act (BImSchG) 由聯邦注入管制法所要求的文件	§ 7, para. 2 subpara. 6 AtG and § 8 AtG	Data on facilities requiring licensing in accordance with the terms of §4 of the Federal Immission Control Act 資料，按照聯邦注入管制法§4的條款核可設施要求之資料	nuclear licensing authority, 核子主管機關 competent <i>Land</i> authority for protection against immissions 土地主管機關對注入保護

18	Documents relating to water rights 水權有關的文件	Federal Water Act (WHG) § 7, para. 2 subpara. 6 AtG	Application for water license and permit, if modification required 如果需要修改水的執照及許可證的申請	Water authorities, 水主管機關， nuclear licensing authority 核子核照機關
----	---	--	---	---

主要國家核子反應器設施除役
相關法規研究

PART D

加拿大除役計畫導則

核能研究所

目 錄

1.0 目的	1
2.0 範圍	2
3.0 緒論	3
4.0 專用術語定義	4
5.0 除役規劃	7
5.1 除役計畫生命週期	7
5.2 除役計畫之法規要求與 CNSC 政策	7
5.2.1 CNSC 法規、政策與相關指引	7
5.2.2 其他聯邦及省之法律與法規	8
6.0 除役規劃之架構與內容	9
6.1 先期除役計畫	9
6.1.1 先期除役計畫的角色與時機	9
6.1.2 先期除役計畫的內容	9
6.1.3 在初期計畫中定義多重工作項	11
6.2 詳盡除役計畫	12
6.2.1 詳盡除役計畫的角色與時機	12
6.2.2 詳細除役計畫的內容	12
6.3 影響計畫詳盡度與靈活性之因素	15
6.3.1 設施特性	15
6.3.2 不確定度	15
7.0 除役計畫之生命週期法	17
7.1 設計、建造與委託階段	17
7.2 設施運轉期間維持一個先期除役計畫	18

8.0 選擇除役的基本策略.....	19
9.0 物質與廢棄物管理.....	21
9.1 物質與廢棄物管理計畫.....	21
9.2 輻射解除管制標準.....	21
9.3 非輻射危害廢棄物.....	22
10.0 輻射偵檢.....	23
10.1 一般的除役偵檢要求.....	23
10.2 場址的解除管制要求.....	23
11.0 人為因素.....	25
12.0 一般保健及保全措施.....	26
13.0 緊急應變.....	27
14.0 品保.....	28
15.0 最終狀態報告.....	29
附錄.....	30
除役工作袋範例.....	30
鈾礦及粉末.....	31
鈾精煉與轉換.....	33
池式研究型反應爐.....	35
核能發電廠.....	36

1.0 目的

本法規指引為了加拿大核能安全委員會(CNSC)在加拿大所授權核准之作業，提供關於除役計畫預備工作之導則。本指引亦提供在法規指引 G-206 (*Financial Guarantees for the Decommissioning of Licensed Activities*)中所討論的計算財務保證之基礎。

2.0 範圍

本指引介紹在 CNSC 所許可有關除役方面，已經發生或預期發生的相關活動。CNSC 發出的許可證可能包含提交除役計畫之條件要求及其相關的財務擔保。

3.0 緒論

對於已獲執照的除役作業，CNSC 要求在整個作業期間進行，從頭到尾都須進行除役規畫，並同時要有一個先期除役規劃與一個詳細除役規劃，以便 CNSC 批准執行。

先期除役規劃須在除役作業獲得執照之初，儘早向 CNSC 提出申請。除役的特定參考資料與需求，可在核能安全管制法(Nuclear Safety and Control Act)以及 CNSC 對鈾礦、第一級與第二級核設施的管制規定中可找到。證照擁有者如果僅是持有與使用密封射源，不會有場址遭受汙染之情事，就只須要備妥一份聲明，說明如何處置射源，並由 CNSC 同意，這樣的「先期除役規劃」就可視為符合相關要求。必要時，該計畫應重新審議和更新。

這個指引描述除役計畫的各項要求及其在法規與政策上之依據。先期除役計畫與詳細除役計畫，其架構與內容的一般性大綱，應著重的因素包括如何確立合適的工作計畫結構、詳盡程度與特定計畫的彈性。這兩種除役計畫之關鍵要素詳述如下。這些要素包括：物質與廢棄物管理規劃(包括清潔標準判定)、輻射偵檢、一般性健康、安全與保全、緊急應變、品質保證、財務保證、環境評估與最終狀態報告。針對不同核設施的除役計畫工作範例大綱，則列舉在附錄當中。

4.0 專用術語定義

本指引中特定術語及其定義，依字母順序排列如下：

合理抑低(ALARA)

考慮社會與經濟因素，維持輻射劑量合理抑低之原則。

清潔標準(clearance levels)

物質、設備與場址可外釋至環境之最大法規可允許濃度活度。清潔標準可以是「無條件的」或「帶有管制的」，端視其外釋、再利用的用途、再回收及最終處置的途徑是否有清楚說明。

污染(放射性或非放射性)

存在於空氣、固態物質、土壤、地表水或地下水之人造物質(或是自然物質經人工作業，使其濃度增強至超越自然狀態)，其濃度或數量可能造成人體或環境之危害。

除役(decommissioning)

基於維護人類健康、安全與保護環境，將一設施(作業)永久停止運轉，使其進入最終處置的行為。

微量劑量(de minimis dose)

指游離輻射之曝露程度之微，對人類健康幾乎不會造成任何風險，若花費額外資源去降低風險則為不適之舉。

詳盡除役計畫

載明除役作業應遵循之工作方案、安全、環境保護程序與管理系統等之詳細計畫。詳細除役計畫應是從初步除役計畫進階而成。

最終狀態(end-state)

除役方案進行到後期，場址之物理、化學與放射性狀態。除役方案將分階段進行，不同階段之最終狀態目標皆應加以定義。

財務保證(financial guarantee)

建立及維持一個財務配置，以確保有足夠的除役資金。

機構管制(institutional control)

對於一個已通過 CNSC 許可而進行除役及外釋之場址，其殘餘風險之管控。這些管制、監督由其他機構來負責，可以是主動的（例如藉由機械系統和持續性或間歇性的人為手段，以監測和管控風險），或是被動的（例如登記或發布信息，對剩餘的危害提供警告）。若要長期使用機構管控，應證明其所當為。

生命週期計畫(life-cycle planning)

指除役的規劃流程，開始於場址設計與建造階段，在運作過程中可對新的狀況作出反應，最後，在運作的尾聲中以 CNSC 批准的詳細計畫告終，並在實際除役過程中保持彈性和適應性，以處理各種狀況。

計畫工作袋(planning envelope)

設施中的一小部分或其中一個區域，可獨立於其他部分，或自其他部份移出，除役的策略可針對這一小部分或區域進行獨立規劃。例如加工、運轉和廢棄物管理等領域可能都相對獨立而可個別變成除役計畫工作

袋。計畫工作袋應在初步除役計畫中即確認，並作為多個詳細除役計畫方案核可之基礎。他們也被用來作為控制污染擴散之初期分界，或協助主要工作的排序。

先期除役計畫(preliminary decommissioning plan)

除役方法的綜覽，其詳細程度應可確保所提出的方法是按照現有的知識、技術和經濟上可行並適用於保障環境健全、安全、可靠性與環境保護。初步除役計畫界定除役區域、一般架構和預定除役工作袋之順序。所以，初步計畫是財務擔保策略的基礎，並呈現後來的除役計畫詳細的結構輪廓。

儲存控管(storage-with-surveillance)

除役計畫應規劃一個儲存控管的階段，將剩餘的污染材料、設備和場址，在管制的狀況下儲放一段時間。在此期間 CNSC 具有釋照管制權力。

工作袋(work package)

將前後相關連的、階段目標一致的除役工作很有邏輯的加以分成群組。例如移除場址的特定組件（這包括除污、拆卸與運送至廢棄物隔離區），可構成一個工作袋。除役成本的估算、初步除役計畫的概念期程與詳細除役計畫的進度，應以工作袋為基礎。工作袋的數量與範圍，取決於設施之物理複雜性、危害之性質，以及此規劃是在初步除役階段或詳細除役階段。

5.0 除役規劃

5.1 除役計畫生命週期

CNSC 要求除役計畫須以兩階段來完成。

先期除役計畫須在作業或設施之生命週期間儘早提出。必要時，該計畫應重新審視並更新。至於核設施在除役計畫中之特殊需求，則在 CNSC 對鈾礦場、煉鈾廠與第一級、第二級的核設施管制中有所描述。

初期計畫應記錄欲採用的除役策略與最終狀態目標；除污、拆解與改善之主要步驟；產生廢棄物之大概數量與型式；主要風險與防護策略；成本估計；除役作業之財務保證方法。

詳細除役計畫則在除役作業開始之前，向 CNSC 提出符合相關作業的許可證。詳細除役計畫通常是把初始除役計畫的程序與組織相關的內容寫得更細並加以增實。

一旦 CNSC 核准該計畫，詳細計畫就會納入除役執照當中。

5.2 除役計畫之法規要求與 CNSC 政策

5.2.1 CNSC 法規、政策與相關指引

CNSC 對初期與詳細除役計畫之要求，來自於核能安全管制法與其相關規定。

一些其他 CNSC 政策與指引，可補足現時法規要求與政策。最直接有關的有：

- G-206 *Financial Guarantee Guide for the Decommissioning of Licensed Activities;*
- R-104 *Regulatory Objectives, Requirements and Guidelines for the Disposal of Radioactive Wastes – Long term Aspects (June 1987); and*
- R-85 *Radiation Protection Requisites for the Exemption of Certain Radioactive Materials from Further Licensing Upon Transferral for Disposal (August 1989).*

也許有其他 CNSC 的政策或指引與除役計畫有關。申請人與領有執照者則應所受理的 CNSC 計畫專員請教，以取得這方面的協助。

5.2.2 其他聯邦及省之法律與法規

在其他聯邦與省之法律下，申請人與領有執照者可能對他們的除役計畫有法律上的義務。

CNSC 工作人員可在各監管機構之間擔任協調者，傳遞並交換相關訊息，但這並不免除申請人在法規管制之下其直接法律責任。

在加拿大環境評估法(Canadian Environmental Assessment Act)中，CNSC 須確保除役計畫在通過認可前，已考量並完成環境評估。在詳細計畫階段之初期，領有執照者應與他們的 CNSC 計畫專員請教，該環境評估法是否適用於除役計畫，若是，其環境評估的種類與範圍需求為何。

6.0 除役規劃之架構與內容

接下來的小節描述初期與詳盡計畫的作用為何，並提供這兩種計畫類型所需的架構、內容與詳盡度之一般性概述。由於這些概述是一般性且適用於所有類型之作業與設施；小規模或低毒性設施之領有執照者與申請人，或許會質疑為何這樣的概述是合宜的。6.3 節敘述影響計畫詳盡程度與計畫彈性之因素，附錄中則有概述的範例，兩者都提供這方面重要關聯的資訊。

6.1 先期除役計畫

6.1.1 先期除役計畫的角色與時機

先期除役計畫應在授權核可作業之生命週期中儘早提出申請。現行的作業或運轉中設施並未申請先期除役計畫，則應儘早預備。

先期除役規劃步驟與計畫之主要作用如下：

- 1) 取得前置機會，在執行作業、設計、建造與操作設施時，即以對除役作業有利的方式來進行。
- 2) 把欲採用的除役策略文件化，運用當代知識，呈現一種技術可行、安全與環境可接受之方法。
- 3) 提供具結構性與動態性之概述，以建立與維持一個令人滿意的財務保證方案，並為詳盡除役計畫預作準備。

6.1.2 先期除役計畫的內容

先期除役計畫應包括：

- 1) 對於各個待除役的地區、組件和建物，用合乎邏輯的方法整合成數個除役工作袋，然後以敘述和圖說的方式表示，並說明是否需要多個詳盡除役計畫（即針對相對獨立的地區或階段，可參考第 6.1.3 節來定義多重專案）。
- 2) 運轉後期，上述地區、組件與建物預期存在之主要放射性、化學、物理條件之概述，特別強調任何明顯具有不確定度之地區。
- 3) 討論在除役過程中會遭遇到的，有關上述情況的一般型危害。
- 4) 確認除役過程中，周圍可能受重大影響之天然環境特色與人文社會環境。
- 5) 對於每個計畫工作袋所採用的策略除役方法，其基礎原理及聲明，（例如迅速移除、延遲拆除，在原址隔離/處置，或以上策略之組合運用。其他有關確認基本策略方法的指引，請參閱第 8.0 節）；
- 6) 每個規劃工作袋最終狀態目標之聲明，包括任何長期機構管制要求的相關設想；
- 7) 每個工作袋中主要除役工作之描述：
 - 一般技術方法；
 - 任何預期的主要危害；
 - 為確保除役工作人員、公眾與環境之總體保護策略；
 - 所生產之廢棄物，其大概的種類、數量與處置；（工作袋之數量與範圍，應與除役過程中預期存在之主

要危害，在功能上相對應；高危險區的工作袋應分得更加細微。進一步的指引例如詳細程度、建物規劃的彈性與不確定性的管理，請參閱第 6.3 節。)

- 8) 概念性的時間表，顯示大致時程和工作袋之次序，以及所有想延長的儲存控管；
- 9) 針對人工、材料、設備、廢棄物管理、環境評估、監測與行政管理（例如訓練、安全、申照、計畫管理、政府與公眾溝通關係），進行合理而保守的成本估算；
- 10) 財務保證方案；
- 11) 運轉記錄之持續記載，可同時達成定期更新初步計畫與預備詳細除役計畫設之目的。

初步計畫應就技術精進、法規，運轉資料與成本估算等各方面定期更新。

6.1.3 在初期計畫中定義多重工作項

一個複雜的設施可適當劃分為數個獨立的除役工作項。例如將一個大型設施分成數個區域（即計畫工作袋），從除役的角度上來看，彼此物理物質是相互獨立的。也有可能基於需要長期儲存控管之需求，將一個除役計畫劃分為彼此相互獨立的階段，或是在運轉期間可進行除役之許可作業/設施。

若 CNSC 接受這樣的劃分，在開始每個工作項之前，可預先備妥個別的詳盡除役計畫申請核准。

6.2 詳盡除役計畫

6.2.1 詳盡除役計畫的角色與時機

一旦經 CNSC 批准，詳細計畫將會納入除役執照之中。第 6.3 節提供某些特定指引，說明詳盡計畫中如何建立適當的彈性，以減少執行期間因法規管制所造成之延誤。

6.2.2 詳細除役計畫的內容

詳細計畫通常就是初步除役計畫中工作袋架構的細項、具體程序內容。

運轉後詳細的污染偵檢結果、危害與環境衝擊評估、新技術發展或管制需求，可能導致除役策略的突然改變（請參考第 8.0 節：選擇基本的除役策略）。

一個詳細的除役計畫應包括以下內容：

- 1) 對於各個待除役的地區、組件和建物，用合乎邏輯的方法整合成數個除役工作袋，然後以敘述和圖說的方式表示；
- 2) 運轉歷史紀錄與任何可能影響除役之事件；
- 3) 場址之最終輻射、物理和化學狀態目標之聲明；（在分階段的計畫中，需要多個詳細除役計畫；每個詳細計畫應包括過渡期的最終狀態目標及延宕間期的監測方案）
- 4) 任何長期機構控管之特定需求；
- 5) 在場址中全面性與系統性的調查放射性與其他潛在危害風

- 險之結果（請參考第 10.0 節），包括確認與描述量測或預測結果之差異與不確定度；
- 6) 每個計畫工作袋除役策略的概述，任何與初步計畫策略不同之處要特別加註（參考 8.0 節:選擇基本策略）；
- 7) 每個除役工作袋的描述，包括：
- 逐步的技術方法；
 - 任何對工作人員、一般人與環境造成潛在風險的本質和來源，包括劑量評估；
 - 為降低風險之危害程度而提出的特定標準、特定計畫程序或技術；
 - 所產生的廢棄物的數量、特性與處置（請參考第 6.3 節中，詳盡程度、建物彈性與管理不確定性之指引）。
- 8) 一個顯示啟動日期、約略期間與工作袋次序的流程表（或可包含儲存控管之時程），以及預期竣工日期；
- 9) 廢棄物管理計畫的描述，包括：
- 區域、程序、準則與設備之描述，用於監測和分隔廢棄物至不同的分類（放射性、非放射性、危險性與非危險性）；
 - 估計每一個廢棄物分類之數量，會隨時間增加多少（基於上述第 6 項工作袋之描述）；
 - 廢棄物之重複使用、回收、儲存或處置之特定計畫；和
 - 外釋材料和設備的外釋標準；
- 10) 除役計畫中潛在的環境影響的評估，以及減低與監控這些影響效應之方法；

- 11) 保守而合理的勞力、材料、設備、廢棄物管理、環境評估，監管與管理成本之估計（例如人員訓練、安全、申照、計畫管理、政府與公眾溝通聯絡）；
- 12) 財務保證方案；
- 13) 在準備計畫期間任何與公眾參議之內容，包括所有議題與解決方案之簡述；
- 14) 組織計畫管理架構之描述；
- 15) 品質保證方案；
- 16) 緊急應變計畫；
- 17) 場址安全性計畫；
- 18) 輻射防護計畫；
- 19) 環境保護與監測計畫；
- 20) 人才訓練計畫；
- 21) 人為因素計畫，包括適當的人為因素分析之應用、培訓規定、契約人員之選用、程序開發與符合人體工程學的問題；
- 22) 傳統職業健康與安全問題的簡述，以及針對這些問題的訓練與保護方案；
- 23) 除役計畫相關之聯邦和省級管制機關的清單；
- 24) 包含詮釋標準之最終狀態輻射偵檢計畫；
- 25) 需長期保存的設施/作業運行與除役記錄之清單；
- 26) 最終報告的目錄。

6.3 影響計畫詳盡度與靈活性之因素

6.3.1 設施特性

一般除役計畫之流程可適用於所有類型之作業活動。例如僅有些許危害之小型設施之除役計畫（如粒子加速器），可簡述其單一階段及相對低的成本估算，這個方式亦可應用在一、兩個工作袋完成時，其營運預算、運用標準除役、拆解與輻射防護步驟之說明。對於規模較大、放射性更複雜的核種設施（如核電廠或鈾礦場），透過相同的規劃過程，其計畫描述的可以是一個多階段的方案，解決各種不同的設施組件，使用一些除役與輻射防護步驟，並需要額外獨立安全資金。

同樣地，了解設施特性將可指引除役計畫的哪些部份需要彈性。例如，一個工作袋可透過許多不同的方式安全地執行、從這些選項中進行選擇之自由，可以建立於工作袋描述當中。某個特定區域已預見可能出現危害的狀況，該工作袋就可以有相應的多個策略，可用於稍後需要決策之時。用「最壞情況」來規劃工作袋，可以是另一種建立計畫彈性的方式。

針對不同類型核設施之除役計畫工作袋的一般範例，請參見附錄。

6.3.2 不確定度

初步除役計畫可能存在著重大的不確定性，尤其是除役工作期限不長（未達數十年）、可能涉及高度複雜的操作時，特別是一直在變化的管制要求、技術發展與廢棄物管理服務仍屬未知。

初步計畫應基於現有的最佳保守資訊與預測而撰寫，若有設施突然要提

早關閉，要考慮到所有特別的問題。初步除役計畫工作袋，範圍廣泛，敘述較一般性，隨著時間的推移，或進行到詳細計畫的階段，不確定性減少，就需要進行較細的分項與改版。

當較大的不確定性仍存在於詳細計畫之中（例如，由於無法進入偵檢或預測一個地區或組件之危害特性），可以在詳細計畫裏直接建立 CNSC 認可的特定工作袋。

7.0 除役計畫之生命週期法

生命週期除役規劃協助確保：

- 1) 設施/作業活動的設計與運作，是以對除役作業有利的方式來進行；
- 2) 持照者能夠預備除役之花費；
- 3) 潛在困難或具有挑戰性的技術問題需事先確認，以便可以事先尋求解決方案；
- 4) 當持照者還在運轉時，部分設施/作業活動即可進行除役，以減少除役的不利條件與許可證的評估工作。

以下各節說明如何從生命週期中確效受益。

7.1 設計、建造與委託階段

設計與建造設施時，就明確掌握未來除役的需求，有許多好處。

例如開採鈾礦設施，藉由把尾礦置於先前開採的廢坑中，可將長期機構管控之必要性減至最低，並將長期風險最適化。

同樣地，反應器設施可用拆除過程簡單與降低工人劑量的模組方式來設計與建造。對於可能受到污染的地區，正確選擇材料及表面處理方式，可簡化除役流程並使高價值材料之回收達到最高效益。最後，表面形狀設計，可親近度與機件配置，可降低除役之複雜性與成本，並能避免發展專門技術和設備之需求。

7.2 設施運轉期間維持一個先期除役計畫

初步除役計畫初期，是以正常工作條件下，設施的各個部分，預期的污染類型與數量為依據而成，其中預期累積於。在實際操作階段，這些預測應被檢視，如有必要則依據實際偵檢數據進行修訂。已知或可能受到污染的地區，應定期檢查與抽樣。同樣，所有可能導致污染的計畫外事件和事故，應進行徹底調查與樣品分析並仔細記錄（參閱第 10.0 節放射性偵檢）。

初步除役計畫應按照運作經驗與技術發展進行審查與更新。所有重大的更改應與 CNSC 指派計畫專員討論。

在設施營運階段，CNSC 可以檢查設施運轉記錄與初步除役計畫，確保該計畫與財務保證方案保持與除役規模一致。

8.0 選擇除役的基本策略

先期階段中，在確立個別的工作群組之前，一旦定義了實質的除役計畫工作袋，於各類別中擬定除役的基本策略會很有用處，這對於大型、複雜而需耗費長時間、多階段進行除役的設施以及需現場處理大量廢棄物的情況尤為重要（例如鈾礦渣）。場址或設備具有強烈但半化期相對短（少於 10 年）的核種（例如受鈷-60 活化的爐心組件）或可能有廢棄物處理容量問題，選擇基本策略也相當重要。

對於各個計畫工作袋，應評估下列基本的替代策略：

- 即時移除；
- 延遲移除（允許相對短半衰期的衰變（例如半衰期少於 10 年），或者等待廢棄物處置容量開放使用）；
- 隔離現場（將受污染的設施部件隔離或棄置於適當地點）；
- 合併上述。

若沒有明確的策略方向，宜使用簡易的損益評估法來比較替代策略，評估法宜確保其他策略的相對優缺點能以有系統且可追溯的方法來進行比較。

以下藉由數例來說明評估替代除役策略的相關因子：

- 放射性和一般污染物的形式與特性；
- 封鎖及其它建物隨時間變遷的完整性；
- 是否有除污及拆除技術？
- 回收或再利用設備及物質的可能性；

- 工作人員是否專業？
- 潛在的環境影響；
- 潛在的工作人員與公眾劑量；
- 最終狀態的目標和重新開發場址的壓力；
- 潛在收入、成本與可獲得的資金；
- 是否有廢棄物管理和處置容量？
- 法規要求；
- 公眾意見。

某些情況下，在確立優先的計畫袋策略之後，針對該策略之執行，可能需要進行替代方案的二次策略評估。舉例，對於礦渣場所，優先策略可能是以長期的制度性管制來封閉現場，然而，替代方案例如用水或土壤覆蓋或更改地點，通常在執行工作項目前就要進行評估。

9.0 物質與廢棄物管理

9.1 物質與廢棄物管理計畫

詳盡的除役計畫應包含一物質與廢棄物管理計畫，於該計畫中描述將物質由拆卸區移動至監測區、分離區、處理區、包裝區、轉移區或處置區的系統流程。這些監測區及處理區應經過設計，其運轉應將可回收及可再利用的物質由廢棄物中分離出來。

對於除役活動中所產生的物質，其最終處置方式及該方式能容納的廢棄物形式和容積應評估並載明於先期除役計畫中，且在詳盡的除役計畫中加以驗證。

9.2 輻射解除管制標準

除役計畫應在加拿大核安署 (Canadian Nuclear Safety Commission, CNSC) 的控管下，有效地進行物質與廠址的解除管制。若物質無法清運，便必須運送到其它的許可設施，或者在當地永久處置。

解除管制標準宜提供表面污染或體污染限值 (即以 Bq/cm² 或 Bq/g 表示阿伐、貝它、加馬活度)。對於場址的解除管制，也可進行土壤中的活度、高於背景有加馬量測，以及如果可行，可進行室內氬濃度量測。

依據相關的核種類型及除役形式 (無條件或受控制)，可能會提出不同的除役標準。在所有情況中，所造成的劑量必須低於法規限值並依循合理抑低原則。

除役申請人可選擇使用 CNSC 認可的一般除役標準或提出其場址特有的除役標準，場址特有的除役標準必須附有對關鍵群體影響的劑量評估

報告，且在制定該解除管制標準及選用計算方法的前期宜向 CNSC 的成員諮詢。

9.3 非輻射危害廢棄物

除役作業可能會產生數量可觀的非輻射危害廢棄物，這些廢棄物可由其他聯邦或省主管機關來加以規範。

除役申請人宜評估產生這些物質的可能性，並將必要的預防措施、報告及管理程序加入除役計畫中，以此方法，可採用聯合法規/單一文件的審查方式 (詳見第 5.2.2 節，參考其它可用的聯邦或省的法律及法規)。

10.0 輻射偵檢

除役作業前或除役過程中評估輻射狀況，為除役計畫不可或缺的一部分，先期計畫宜描述背景狀況、作業中的專案狀況，以及操作輻射偵檢的過程中用於建立輻射知識庫的資料收集方法，所建立的知識庫會用於詳盡除役計畫的準備及執行。

10.1 一般的除役偵檢要求

輻射偵檢會在除役計畫流程的不同階段進行：

- 操作前
建造前先建立背景條件；
- 操作時
加入輻射污染背景知識庫；
- 操作後
完成並精進用於詳盡計畫的知識庫；
- 除役的過程中
提供工作人員輻防計畫、環境監測計畫，以及由場址外釋物質與設備；
- 除役後
免除場址執照並提供所需的後續行動。

除役計畫對所有階段宜確立量測形式、使用的儀器及其校正，並提出實驗室流程。

10.2 場址的解除管制要求

對於最終場址解除管制偵檢工作，宜將剩餘的設施組件或場址劃分為個別區域（即劃分為活度相近且污染特性已知為一致的區域）。

各偵檢區域中的大區域宜使用適當尺寸的偵檢網格於地圖中繪製。宜使用場址特有條件及評定來描述偵檢區域及網格，以確保監測及取樣數據具統計代表性。所有的數據點宜連結至偵檢網格中的特定位置。

偵檢區域中的不規則物體(例如門把，小巧物件，板架及廢石堆)的特定監測程序，應在除役計畫中詳細說明。

在接受最終狀態報告之前，CNSC 人員會針對場址，單獨進行一次稽核調查。

11.0 人為因素

在許可活動中的生命週期的除役計畫，宜考量人為因素，以確保安全、效率及有效除役。

宜向 CNSC 洽詢對於人為因素需做的考量。

12.0 一般保健及保全措施

除役作業可能包含許多一般(非放射性)危害。

詳盡的除役計畫宜描述可能在作業中遭遇的一般危害的性質，以及法規如何管理一般保健的相關說明（見第 5.2.2 節）。

某些除役場址會吸引人員入侵，詳盡的除役計畫宜指出如何維持場址保全，以避免閒雜人等進入場址或自場址帶出受污染的物質。

13.0 緊急應變

除役作業可能會增加發生緊急事件的風險，例如火災、爆炸、瞬間釋放未預期的污染物至環境，或者嚴重的人員傷亡。宜檢視各項工作發生緊急事件的可能性，以及發生這些事件的後果。

於詳盡除役計畫中，宜有一個獨立章節摘要說明避免、減輕，以及應變這些緊急事件的措施。

14.0 品保

品保包含責任與解釋的組織，資格與人員的訓練，畫面計畫、流程與手冊，例行設備性能及維護的檢驗，正式的稽核與稽查流程，具架構的計畫審查與回饋機制，保全與安全，紀錄留存，以及數據管理系統。

在詳盡的除役計畫中，宜有一獨立章節用於確立除役專案的所有品保事項。

宜向 CNSC 諮詢現有對於品保的要求。

15.0 最終狀態報告

當完成除役專案時，宜送交一份最終狀態報告給 CNSC。若除役計畫涵蓋許多個別獲准的除役專案，宜送交臨時的最終狀態報告。

本報告宜審查已完成的除役程序，標註任何有異於詳盡除役計畫的重大偏差，它宜清楚載明（使用實際的偵檢結果）已符合的預期最終狀態偵檢，並說明若不符合的原因。該報告宜描述任何建議的執照要求，或者要對該場址進行長期監控。

這些報告為 CNSC 人員會用來驗證是否符合除役執照的工具之一，並用於評估是否核發後續執照。

附錄

除役工作袋範例

鈾礦及粉末

鈾的精煉及轉換

池式研究型反應爐

核能發電廠

鈾礦及粉末

若可行，宜盡可能回收及/或再利用物質與設備。

計畫類別	工作項目
礦場	<ol style="list-style-type: none"> 1) 移走能利用的設備與危害物質 2) 穩定/填補地下礦場/開放式礦坑 3) 評估冠狀柱的穩定性 4) 封住各出入口及通口 5) 移除井架及起重機 6) 移除輔助建物及設施/修復受污染的土壤 7) 地區的分級與復育
粉末場址	<ol style="list-style-type: none"> 1) 移走貯存的粗礦 2) 移走貯存的化學品及危險物質 3) 移走受污染的設備與處置容器 4) 移走能利用的設備與物質，如有需要便進行除污 5) 破壞剩餘的建物與貯槽 6) 修復受污染的土壤 7) 地區的分級與復育
礦渣管理區域	<ol style="list-style-type: none"> 1) 長期建置/升級圍阻建物 2) 建置/改良排水工程 3) 再繪製礦渣輪廓 (Recontour tailings) 4) 放置最終覆蓋層 (土壤、岩石、水等) 5) 安裝/升級監測/處理設施 6) 移除管線、幫浦及其它輔助建物 7) 地區的分級與復育
廢棄岩石管理區域	<ol style="list-style-type: none"> 1) 以滲透/酸液穩定廢棄物 2) 如有需要，再繪製/分級及復育或重選處置場所
有害物質貯存區域	<ol style="list-style-type: none"> 1) 移除貯存的物質 2) 移除用於處置的受污染的貯槽及建物 3) 破壞剩餘的貯槽與建物 4) 修復受污染的土壤 5) 地區的分級與復育
處理流出物	<ol style="list-style-type: none"> 1) 移除貯存的剩餘流出物及化學品

	<ul style="list-style-type: none"> 2) 移除非必要的處理場、管線及其它建物 3) 修復礦水、污水及其它流出物處理池 4) 地區的分級與復育
輔助建物與設施	<ul style="list-style-type: none"> 1) 拆除鍋爐及發電室 2) 移除電力管線及變電所 3) 移除飲用水供水系統 4) 移除污水處理系統 5) 移除不會造成危害的物質與設備 6) 移除工寮 7) 移除機械站 8) 移除管理與保全的建物 9) 重新分類通道、私人機場並移除陰溝 10) 地區的分級與復育

備考：各計畫類別中的基本除役策略宜使用第 8.0 節所述之方法來進行開發，各工作項目的說明宜包含在先期和詳盡除役計畫中（見第 6.1.2 節和第 6.2.2 節）。

鈾精煉與轉換

若可行，宜盡可能回收及/或再利用物質與設備。

計畫類別	工作項目
物質運送、接收及 貯存區	1) 移除貯存的產物 / 黃糕 2) 進行除污並移除設備、工具、輸送帶和起重機等
沼氣池處理區域	1) 自一級與二級沼氣池移除污染並降低污染 2) 拆除沼氣池容器 3) 移除輔助管線、閘門及電力 4) 移除其餘的設備與工具
溶劑萃取處理區	1) 移除容器與管線中的內容物 2) 進行除污並拆除進料貯槽 3) 進行除污並拆除列車 4) 進行除污並拆除沉澱槽 5) 拆除輔助管線、閘門、電力及輸送系統
反應器區域	1) 移除去硝化反應器中的內容物 2) 進行除污並拆除反應器容器 3) 進行除污並移除反應氣體吸收系統 4) 移除主動式排水系統
流出物管理系統	1) 移除流出物中和容器 2) 修復流出物監測及處理瀉湖 3) 修復洪水管理瀉湖 4) 移除最終流出物排液管 5) 對污水坑進行除污 6) 進行除污並移除殘液蒸發器 7) 進行除污並移除溶劑蒸發器
排放管制系統	1) 移除袋式除塵系統 2) 移除中央真空系統
固體廢棄物管理 區域	1) 對鈾屑區域進行除污 2) 進行除污並移除廢棄物焚化爐 3) 對鼓狀清潔與處理區域進行除污 4) 移除貯槽並對低活度貯存區進行除污
維護及交易站	1) 移除工具及設備

	<ul style="list-style-type: none"> 2) 移除其餘的物質與倉庫 3) 移除工作台、設備等 4) 拆除機械室和電力室
管理室和實驗室	<ul style="list-style-type: none"> 1) 移除設備 2) 對實驗室進行除污並移除設備
化學貯槽場	<ul style="list-style-type: none"> 1) 移除儲存物 2) 拆除並處置貯槽
建物表面及結構	<ul style="list-style-type: none"> 1) 如有需要，對內部地面、牆面及天花板進行除污 2) 如有需要，對外部表面進行除污 3) 移除空調用通風管 4) 移除配管、電力及其它設施 5) 拆除建物
場址	<ul style="list-style-type: none"> 1) 移除廢料堆及其它可能的污染物質 2) 移除受污染的土壤和瀝青 3) 地區的分級與復育 4) 最終外釋偵檢

備考：各計畫類別中的基本除役策略宜使用第 8.0 節所述之方法來進行開發，各工作項目的說明宜包含在先期和詳盡除役計畫中（見第 6.1.2 節和第 6.2.2 節）。

池式研究型反應爐

若可行，宜盡可能回收及/或再利用物質與設備。

計畫類別	工作項目
反應爐建物/室	<ol style="list-style-type: none"> 1) 移除管制/吸收棒和傳動組件 2) 移除爐心組件 3) 移除實驗場址/設備 4) 移除主熱交換器和管件 5) 拆除二級冷卻系統 6) 排出池水 7) 移除池襯板 (pool liner) 8) 拆除池壁 9) 拆除水純化系統 10) 拆除燃料與燃料貯存設備 11) 移除控制室設備 12) 移除通風系統 13) 移除水、電力、污水道及其它設施 14) 拆除吊車與起重機 15) 拆除建物
熱核 (hot cell) 與實驗室	<ol style="list-style-type: none"> 1) 移除設備與庫存 2) 移除主動式排水系統 3) 移除排煙櫃及通風系統 4) 拆除熱核 5) 移除水、電力、污水道及其它設施 6) 拆除建物
輔助建物	<ol style="list-style-type: none"> 1) 移除設備、工具和存物 2) 移除水、電力、空氣和污水道設施 3) 拆除建物
場址	<ol style="list-style-type: none"> 1) 地區的分級與復育 2) 最終偵檢

備考：各計畫類別中的基本除役策略宜使用第 8.0 節所述之方法來進行開發，各工作項目的說明宜包含在先期和詳盡除役計畫中（見第 6.1.2 節和第 6.2.2 節）。

核能發電廠

若可行，宜盡可能回收及/或再利用物質與設備。

計畫類別	工作項目
壓力槽 (Calandria vault)	<ol style="list-style-type: none"> 1) 拆除壓力槽內部及外殼 2) 對槽體進行除污 3) 切割並移除壓力槽
反應爐建物	<ol style="list-style-type: none"> 1) 移除蒸氣產生器 2) 移除主熱輸送幫浦和管線 3) 移除緩和劑倒液槽 4) 拆除並移除緊急爐心冷卻系統 5) 移除供料及輸送機件 6) 拆除並移除內部混凝土建物及屏蔽 7) 移除不鏽鋼通道、梯子和樓板
真空建物和輸送管	<ol style="list-style-type: none"> 1) 拆除建物 (如有需要便進行除污)
反應爐輔助灣 (bay)	<ol style="list-style-type: none"> 1) 移除貯存的用過核燃料 2) 對輔助灣進行排水及除污作業 3) 切割並移除灣 4) 移除控制中心設備 5) 移除備用發電機 6) 拆除建物
渦輪室	<ol style="list-style-type: none"> 1) 移除渦輪發電機 2) 移除其餘的電力及輔助設備 3) 拆除建物
渦輪輔助灣 (bay)	<ol style="list-style-type: none"> 1) 移除冷凝器 2) 移除冷凝器水循環及設施幫浦/管線 3) 移除氧氣 4) 移除飼水加熱器、管線及其它設備 5) 拆除建物
設施建物	<ol style="list-style-type: none"> 1) 移除貯存的液態和固態廢棄物 2) 對廢棄物管理設備進行除污、拆除與移除作業 3) 移除維護站的設備並進行除污 4) 移除實驗室的設備並進行除污

	5) 移除倉庫內的其餘設備與物質 6) 拆除建物
重水處理及貯存設施	1) 移除貯存的重水 2) 移除其餘的設備及物質 3) 對建物進行除污和拆除工作
水處理系統	1) 移除泵室 2) 移除水處理設備 3) 拆除建物
管理建物	1) 移除內容物 2) 拆除建物
場址	1) 移除設施、道路等 2) 最終輻射與污染物偵檢 3) 分級和美化造景

備考：各計畫類別中的基本除役策略宜使用第 8.0 節所述之方法來進行開發，各工作項目的說明宜包含在先期和詳盡除役計畫中（見第 6.1.2 節和第 6.2.2 節）。

主要國家核子反應器設施除役
相關法規研究

PART E

日本的除役安全法規

核能研究所

目 錄

1. 日本除役安全法規(監管)的歷史	1
2. 除役觀點的安全監管系統	3
3. 除役中核設施的特徵	4
3.1 反應器裝置	5
3.2 精煉或處理設施	5
3.3 再處理(re-treatment)設施	6
3.4 處置設施(掩埋、管理)	6
3.5 用途(usage)設施	6
4. 在除役階段舊安全法規系統所指出的問題	7
4.1 監管調查結果	7
4.2 特別委員會對放射性廢棄物和除役的研究結果	7
4.3 除役安全小組委員會的研究結果	8
5. 經修訂的核子反應器管制法之概述	15
6. 除役計畫的安全性評估	16
7. 除役期間廢棄物產生的措施	18
8. 國際原子能總署相關文件的維護狀態	19

圖 目 錄

圖 1 在運轉期間與除役期間其概念間的差異.....	14
圖 2 除役管制程序.....	15
圖 3 除役期間曝露評估概況.....	18
圖 4 有關除役的安全標準文件系統.....	20

表 目 錄

表 1 DS333 和新的立法制度之間的比較.....	21
-----------------------------	----

1 日本除役安全法規(監管)的歷史

由日本原子能委員會(Japan Atomic Energy Commission)編寫的大綱中已說明：負責的起建人依據”核子反應器管制法”(Nuclear Reactor Regulation Law)執行其核設施—如商用核能發電反應器、測試及研究用反應器及核子燃料循環設施—的除役是很重要的。基於得到當地民眾的理解與合作，所修訂的核子反應器管制法，主要強調在國家安全法規下的安全保證。一塊閒置的商用動力反應器土地預計將繼續被有效使用，就像當得到當地民眾的理解後作為核電廠使用的土地一樣。

如何除役及管制反應器設施的理想方法，已在”有關反應器設施除役安全保證的基本概念(Basic Concept of Ensuring Safety Related to Decommissioning of Reactor Facilities)”(核子安全委員會，1985年12月定稿，2001年8月修訂)、”對商用核電廠發電設施的除役(Towards Decommissioning of Commercial Nuclear Power Generation Facilities)”、(核電小組委員會、綜合資源及能源諮詢委員會(Nuclear Power Subcommittee, Comprehensive Resources and Energy Advisory Committee), 1997年1月)及”有關商用反應器設施除役安全保證及安全法規(Ensuring Safety and Safety Regulation Related to Decommissioning of Commercial Power Reactor Facilities)”(除役安全小組委員會、核安全及保防組、綜合資源及能源諮詢委員會(Decommissioning Safety Subcommittee, Nuclear Safety and Security Division, Comprehensive Resources and Energy Advisory Committee), 2001年8月) 等報告中加以研究。基於這些用於商用動力反應器設施除役報告，正確地使用與監管核子反應器管制法中的方法(提交拆除通知和改變安全保存規則)，以確保持照人已實施採用確保安全措施。

此外，核設施除役已經獲得經驗；由日本原子能研究所與日本原

子能發電公司東海電力發電廠的日本發電示範反應器(JPDR)，用於除役的拆除技術，已經開發並進行現場測試。在此過程中，已積累與除役有關的知識。

在這種情況下，核子安全委員會指出，在安全法規體系中核子裝置結束運轉後的理想方法(2004年10月14日)，為“安全保存的主要活動包括用過核子燃料管理、拆除工作及其伴隨的輻射管理及放射性廢棄物的處理。根據拆解的進展及基於積累有關除役監管經驗之確保安全的重要性，有必要考慮建立逐步的安全管制體系。”

基於現行制度下核設施除役監管經驗，以及考慮到修訂立法與必須確保安全的大前提下，為確保法規對除役階段的透明度及適用性，除役安全小組委員會相關的法規正在審議。在萃取除役監管制度問題的研究中，核設施除役的除役監管制度，以及理想狀況下未來除役法規體系，可以完全對應多樣性的安裝核設施、未來除役經驗之積累及技術進展(核設施除役法規的理想方法(Ideal way of Decommissioning Regulations for Nuclear Installations)(2004年12月19日))。

此報告體認到，包括國家的參與及獲得執照者的責任，檢討監管制度理想方法，適合主要強調確保安全的除役階段，需要在完整規模的基礎上，對核反應器除役考量下列事項：(i)設定明確的除役監管標準，(ii)確保被監管人員(持照人)的高透明度程序，(iii)獲得國家人民與當地居民的理解與信賴。它還提出以下建議：除役監管的理想方法，應由國家核准除役計畫之相關拆除的過程、方法等，而不僅是“通知”，計畫應有此核准才可轉移到除役階段，國家應確認一直到除役結束時，均由持照人執行除役。營業執照，指定或建立反應器的許可，應在除役結束時由國家確認無效；並確保安全(定期設施檢查，安全保存檢驗等)有一步步回應除役的進展及對設施要求的安全維持活動

功能與內容之變化來實施。

在此建議中，要求持照人做整個除役期間之預測，以及描述設施的拆除與其他除役過程、如何處置被核子燃料污染的材料、安全評估與資金等。然後，持照人須申請許可手續，國家應審查申請書是否符合許可程序的技術標準。持照人須按照許可的除役計畫實施除役。然而，由於除役通常持續一段相當長的時期，持照人必須通盤考量以確信知覺除役會堅定地被貫徹執行；並讓計畫依序發展相關程序，而開始每個除役程序前需先獲得許可，亦可藉由程序的許可來改變初始計畫。

國會根據這一概念於 2005年5月制定核子反應器管制法，其相關的法律於2005年12月實施。

下面詳細介紹技術部分的修訂歷史。

2 除役觀點的安全監管系統

由核子安全委員會制定的2001年核設施拆除時之安全保證基本概念中提及，在拆除時應考慮以下五點：

(1) 反應器功能關閉措施的理想方法

應自反應器的爐心移除所有核子燃料與中子源，那些要移除的核子燃料應自核設施移開或存放在貯存設施中。

(2) 在拆除期間反應器設施維護管理的理想方法

在拆除期間，應防止有第三者非法進入的反應器設施。應適當劃分管制區，以防止輻射工作人員不必要的輻射曝露。為防止反應器設施系統中殘留的放射性物質洩漏，該系統應適當隔離或密封。

(3) 拆除活動安全保證的理想方法

應評估殘留放射性材料與廢棄物的產生量。拆解活動的程序與方法選擇的同時，應留意除污、安全防護等議題。公眾安全亦應確保，以減少由設施釋放出放射性塵埃等。

(4) 確認完成拆除的理想方法

所有的核子燃料已移除，且放射性廢棄物應被妥善處置。

(5) 減少曝露

拆除反應器，安全保證應基於ALARA的原則概念(合理抑低：在考慮到經濟與社會因素下，所有曝露必須儘可能合理抑低輻射劑量)，它是由國際輻射防護委員會(ICRP)提出的劑量限制系統基礎之一。

這些概念基本上適用於核子燃料等設施。

除了上述已提及的各點外，考量結束運轉後的安全監管制度，挑選出來的核設施特徵討論詳述如下：

- (1) 運轉結束後，運轉可能引起的危險將被排除。
- (2) 從反應器本身到核子燃料設施，在結束運轉的每個階段過程中--從開始到結束拆除，從結束拆除到處置--存在的核子燃料材料或放射性量將逐漸減少。
- (3) 運轉結束後的安全維持活動，主要包括相關拆解的輻射曝露控制、拆除產生的放射性廢棄物管理、核子燃料物料管理等。以適當的方式實施這些工作是相當重要的。

3 除役中核設施的特徵

有必要適當地根據對反應器裝置運轉結束後潛在的危險特徵與程度，來考慮相關逾期除役的安全管制體系。下列顯示被”放射性廢棄物與除役特別委員會”討論，並被調查過的裝置之特徵。

3.1 反應器裝置

- (1) 除了反應器的類型、功率等因素，像是核子動力反應器、研究和開發反應器、試驗研究反應器及實驗設備的臨界反應器，上述的反應器有許多不同的特徵，像是動力反應器需長時間運轉，而研究反應器只有當實驗操作時才運作。設備和結構的活化(非放射性物質因中子照射變成放射性物質的現象)，與因放射性物質所污染的程度與範圍有很大的差異。
- (2) 反應器設施拆除時，應考慮到不同反應器在確保安全方面的差異。例如，對臨界實驗這些設備等與核電反應器相比，活化影響較小，故在除役期間容易控制輻射曝露。
- (3) 運轉結束的每個階段--由設施中取出用過核子燃料、拆除與移除爐心--則包封在反應器中的放射性物質的量將減少。此外，如果用過核子燃料已取出，則不可能會發生臨界。
- (4) 當核設施除役時，核電反應器的基本目的是改變其廠址成為一塊空地，但除那些核電反應器外，例如，反應器廠房可能因其他任何目的而重複使用。

3.2 精煉或處理設施

- (1) 在精煉或處理設施運轉結束，而核子燃料物料等曾在商業被使用過的需要復原，但可能有被放射性廢棄物或核子燃料物料(耗乏鈾、分裂產物)污染的殘留物。
- (2) 精煉或處理設施，根據其業務運作模式可分為多個設施。它可被分成幾個部分來拆除，而非一次處理一個整體。
- (3) 拆除時要牢記一點，在這個過程中殘留的鈾等...的污染，因為工人在拆除時有可能接觸。另一方面，在處理設施時，放射性

物質污染的可能性極低的，故它可能比核電反應器或再處理設施容易拆除

- (4) 處理鈾的處理設施被拆除時，特別必須考慮攝入污染和體內曝露。

3.3 再處理(re-treatment)設施

- (1) 由於從再處理的主製程到玻璃化製程，有多個製程設施，可能被認為，除非設施運轉結束後立即執行，否則不集體拆除就不執行。
- (2) 再處理設施拆除時，有必要考慮到設施的鈾或衰變產物污染（一些設施考慮有被活化）。

3.4 處置設施(掩埋、管理)

- (1) 在處置設施(垃圾掩埋場除外)的情況下，在拆除過程中，被認為較不需要確保如曝露安全，因廢棄物被掩埋使殘留放射性活度量減少。
- (2) 拆除如Oharai日本原子力研究所(JAERI)的放射性廢棄物處理及貯存管制設施，可視為與其他處置設施的潛在危險是同一等級的。另一方面，管制玻璃化材料的設施被認為有較低等級的潛在危險，因為在取出這些玻璃化材料後的殘留放射性物質的量將十分少，但仍有必要考慮到一些被活化物質。

3.5 用途(usage)設施

- (1) 用途設施的範圍從處理多樣少量的核子燃料物料，到處理含有大量放射性物質的用過核子燃料。
- (2) 用途設施如處理大量的鈾、用過核子燃料等，比處理設施或試驗反應器，可能有較大潛在危險等級。
- (3) 當用途設施拆除時，須確保其安全，並必須按照每個設施的特

徵，考慮到如其被污染或活化的程度。

不具處置場的被除役設施之共同項目是如何確保有一處置地點，以及如何將核子燃料物料移除。

4 在除役階段舊安全法規系統所指出的問題

4.1 監管調查結果

以下是反應器設施結束運轉後，安全管制體系目前的狀況與問題，這是由核子安全委員會於 2004年10月提出的監管調查結果。

- (1) 當前的安全管制體系重點放在反應器設施安裝與運轉所需的法規。由於核子反應器管制法建立時，尚未有核子反應器拆除或處置的經驗，所以，體系沒有充分考慮運轉結束後的安全法規，例如對拆除或處置等有足夠的立法作為。
- (2) 持照人安裝的反應器運轉結束後，進行的主要安全保護活動與運轉時的不同，包括用過核子燃料管理、拆除及與其配套的輻射管理、放射性廢棄物處理。故須改變安全保護內容以對應安全保護活動的差異，來確保安全。
- (3) 拆解會依其進展使設施狀況，一天一天地改變。因此，必須審視安全法規，以便可根據設施確保安全重要性程度的需求，在適當的時程內，被要求的檢驗或確認被執行。
- (4) 政府監管機關應被預期開始重新檢討安全法規制度，考量像是核電反應器及反應器用於測試與研究間差異的特徵，。

4.2 特別委員會對放射性廢棄物和除役的研究結果

此外，放射性廢棄物和除役特別委員會的研究結果，指出在除役階段的核子燃料等設施，其安全管制體系目前情況與問題如

下：

- (1) 核設施等，取決於它們的型式，因而其特徵與運轉模式皆不相同。例如，即使是在正常運轉，核設施中的核子燃料物料會持續因孕育而恢復，或者有一些設施是來處理這些沒有密封的核子燃料物料。
- (2) 目前，大規模的使用設施，如測試設施、輻照燃料等，其拆解的相關安全法規體系尚未完備。
- (3) 如果到拆解結束後，核子燃料物料或放射性廢棄物等還不能移出，除役將無法完成。
- (4) 核子燃料設施與核設施有所差異，再加上其自身的問題；但這些對核設施是共同問題，且當除役相關系統應被考量時，是需要被考慮的。

4.3 除役安全小組委員會的研究結果

此外，根據除役安全小組委員會及工業安全局編寫的“核設施除役的理想方法”(2004年12月)，提出了以下舊除役法規的問題：

(1) 除役法規的問題

- (i) 拆解的監管程序為，有義務在拆解處理設施、核設施、用過核子燃料貯存設施或啟動再處理設施的 30 天前，提交拆除通知，並發布為了預防災害所需採取措施的命令。何時拆除通知會生效，標準取決核子安全委員會的決定及除役安全小組委員會的報告。

然而，目前的法規是基於“通知”制度，它只確認格式的要求，而沒有任何實質性審查。對拆解相關措施技術與頒布準則，由立法定義。

- (ii) 終止法規的程序規定了在運轉結束時(運轉結束後 30 天之內) 提交除役通知的義務，並發布預防災害所需措施的命令，但都是基於“通知”制度，政府監管機關只確認格式的要求，而不是發展成由國家確認其內容(由反應器建造人所採取的計畫)。
- (iii) 拆除過程中的法規，強制在服務階段甚至在除役階段加入各種義務。在一般情況下，除役階段與服務階段相比，由於永久運轉關閉、移除爐心燃料等，大幅降低了災難的危險，設施所需的功能及安全維持活動的內容依序地改變。因此，如果考量除役的特徵，合適的除役法規是基於按照除役進度的逐步方法，但目前的體系不符合這一要求。
- (iv) 有些反應器除役的程序規定反應器建造人應提交的除役通知，當“反應器持照人進行所有與執照相關反應器除役時”。然而，即使建造人擁有多個反應器，每個營業電廠只給一張執照；因此，在部分反應器永久關閉的情況下，是否提交除役通知，並不明確。
- 對於測試與研究反應器，如果一座多個反應器電廠執照中的一個反應器要關閉，則每個反應器需申請除役核可並要求提交除役通知，而執照也僅針對該特定反應器是部分無效的。對商業動力反應器的除役，目前主流為一張執照擁有多個反應器，其中一個反應器要除役，這部份尚待加以釐清。

(2) 核設施除役的理想方式

除役安全小組委員會已基於當前除役法規的問題，如同(1)中所述，制定了需考量並檢視將來核子裝置除役的各項要點。然而，考量的範圍涵蓋每種行業包括精煉、處理、用過核子燃料貯存、再處理、處置及經濟貿易及工業部所指派的商業、研究

與發展反應器。

此報告定義“除役”為基於核子反應器管制法，在授權與指定的業務或反應器有關的重大活動結束後的一系列措施，包括移交核子燃料物料、為這些材料除污，以及處置它們和它們所包含的物料，直到結束監管。它還介紹了除役法規(監管)的主要目的，是為了防止伴隨著核子燃料物料、用過核子燃料與放射性廢棄物等而來的放射性物質，所可能造成的災害。

- (i) 當開始除役的監管，國家的適當參與應明確，法規體系應適合國家進行複審，在有系統地明顯的由服務監管轉移至除役監管這方面，如果除役前，由持照人或反應器建造人制定符合國家技術標準的除役計畫，而不是目前拆除或除役通知。之後，藉由已核可的除役計畫，由運轉監管轉移至除役監管。
- (ii) 在除役結束時，國家應做最後確認，是否已沒有對上述法律的終止監管問題。它還應確認，由持照人或反應器建造人所採取的措施，是否符合國家規定的技術標準。然後，經此確認後完成。
- (iii) 在除役階段，此體系應依安全保證的重要性程度，像是放射性物質大量洩漏到環境的危險減少，而允許逐步的監管適用於除役的進展。另必須牢記在心，安全保證的層級，取決於營業場所中放射性物質或用過核子燃料物料的存在與否。
- (iv) 從服務階段到除役階段，持照人或建造人有義務持續確保安全且沒有任何中斷。建議批准及指定的業務或建造反應器的執照，應繼續下去，直到完整的一系列除役能夠順利實施，並在國家確認除役結束後，執照才失效。

(3) 除役開始與結束的相關監管

(i) 除役計畫的批准

除役計畫應包含在全程除役期間的措施。為了減少發生事故的可能性，這個計畫的執照申請應提交如下：

- (a) 當商業運轉像是處理和再處理等設施永久停止，且其主要核子燃料物料已經從製程裝備中回收之後。
- (b) 反應器的運轉將被永久停止，燃料已經從爐心中移除之後。
除役情境假設：(a)商業動力反應器使用標準流程及其週期為目的，並分別顯示在綜合資源與能源諮詢委員會核電組 1985 年及退役安全小組委員會 2001 年所編寫的報告中。(b)除了商業動力反應器外，應被個別驗證是合適的，以檢查依據相關設施特徵的確保安全方面是否沒有問題。

(ii) 確認除役結束

關於確認結束除役的申請，由持照人或核建造人交由國家檢查確認應是適當的，其檢查項目為所採取的措施是否基於其批准的除役計畫，或任何其他滿足技術標準的措施。

(iii) 準備發展的未來主要標準

有必要個別檢視除役計畫的內容、核可與結束之標準，起因於像是處理/再處理與反應器產業間的差異及國際組織的檢視。有關除役準備開發的技術標準，若在可能範圍內提供的功能，像是可及時反映未來的技術進步與使用企業標準，是可被推薦的。

(4) 除役期間的管制行動

(i) 逐步監管

基本概念應該是這樣的，除役期間，強制給持照人或反應器建造人的義務，或由國家檢查等；逐步地依照除役的特徵、

設施相關的規模及特性，採用要求的及足夠的監管。

(ii) 新設施建設的過程

相關許可、指定產業、反應器建造執照、設計和施工方法核准、服役前檢查及焊接檢驗，在除役期間臨時安裝用於施工、拆除等..的設備與裝置，是不需要監管。這是因為這些監管是用來確認設施或設備功能與性能的安全保證。這些建築的安全，應由國家檢查確認已通過安全保護規則與檢驗。

另一方面，如果在整個除役期間，為了除役所建造一個新的設施或設備，應牢記它是有必要遵循適當的線上檢查程序的。

(iii) 定期設施檢查

由於除役期間，除了一些像是放射性物質的處置設施外，是不需要安全功能的。在除役期間，這些放射性物質的處置設施由於持照人或反應器建造人需執行其安全保護的活動，設施仍需要維護管理以維持其功能，由國家監督進行安全保護檢驗是恰當的。在這種情況下，如果用過核子燃料或核子燃料物質存在於所關切的設施中，這事實是需要考慮的。

(iv) 安全維持規則與檢查

在除役階段，安全維持規則結合除役計畫是監管的重要手段。因此，對於除役期間的安全維持規則，國家明確地基於除役階段的特性指示其內容，以證實安全維持活動制度是否確實通過轉換許可，是很重要的。

理想的安全維持檢查的頻率，要按照除役過程的重要性，靈活地設定，並確保安全。

(v) 除役期間安全維持監督

隨除役進展的安全維持監督內容，其後的關鍵性管理，並不

總是需要反應器的運轉控制與核子物料的臨界管理的知識。

因此，它被認為反應器總工程師等資格要求，可由其他按照除役進展及滿足安全維持監督的資格要求來取代。

(vi) 核材料的防護

有必要確保有適當的監管直到結束，處理特定核子燃料物料防護需求。

(vii) 品質保證

除役期間的安全保護活動，需要落實在施工進展的設施條件變化狀態上。特別是，必須正確劃分及管理一個相當長的時間內，所產生大量的各種廢棄物。因此，必須要求持照人建立相對應的品質保證系統，並實施適當的品質保證活動，由國家驗證通過安全維持檢查等..。

(viii) 其他監管行動

在除役期間，與在役期間同樣的方法，需要不斷實施現場調查、報告收集與措施指示，並實施適當的監管監測。除役期間強制對持照人或反應器建造人要求的安全維持所需要的措施，其內容是以除役的特性的實施與進展為基礎，如此也能滿足要求。

(5) 研究關注點

- (i) 如果涉及到一座多個反應器執照電廠中的一個反應器拆除時，合理地認為應批准該反應器除役計畫，並讓該反應器進入除役監管。在這種情況下，當國家已證實該反應器除役已結束，應當只有該反應器部分的執照失效。

為自身的目的允許與指定處理、再處理等...事業。除役計畫的基本概念，應適用於結束設施的運轉(例如，處理設備在處

理事業的情況下)，其目的在於考量設施符合其考量程序之執照，進展至除役監管。此時，由於事業內容與設施的模式是多樣的，重要的考慮因素在個別案件實施適當的監管。

- (ii) 如果業務許可或指定抑或是建造反應器的許可被取消，持照人或反應器建造人已結束或死亡而沒有任何經批准的轉移，由於終止事業業務或停止反應器運轉造成的除役，強制與之相稱的除役監管是適當的。
- (iii) 除役監管應建立各事業與反應器共同的基本框架。另一方面，監管體系的詳細設計需要充分考慮到每個事業或反應器的特性與目前的狀況。該體系應考慮體系的靈活性，以便它能夠充分反應除役的經驗積累及技術進步。

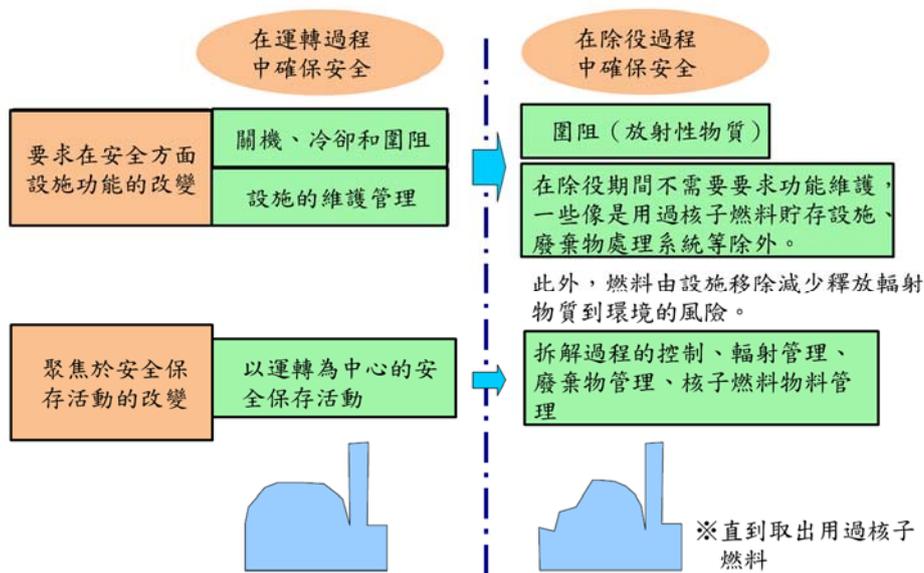


圖1. 在運轉期間與除役期間其概念間的差異

[“核設施除役法規的理想方法” 除役安全小組委員會、核子安全及保防組、綜合資源及能源諮詢委員會，2004.12.9]

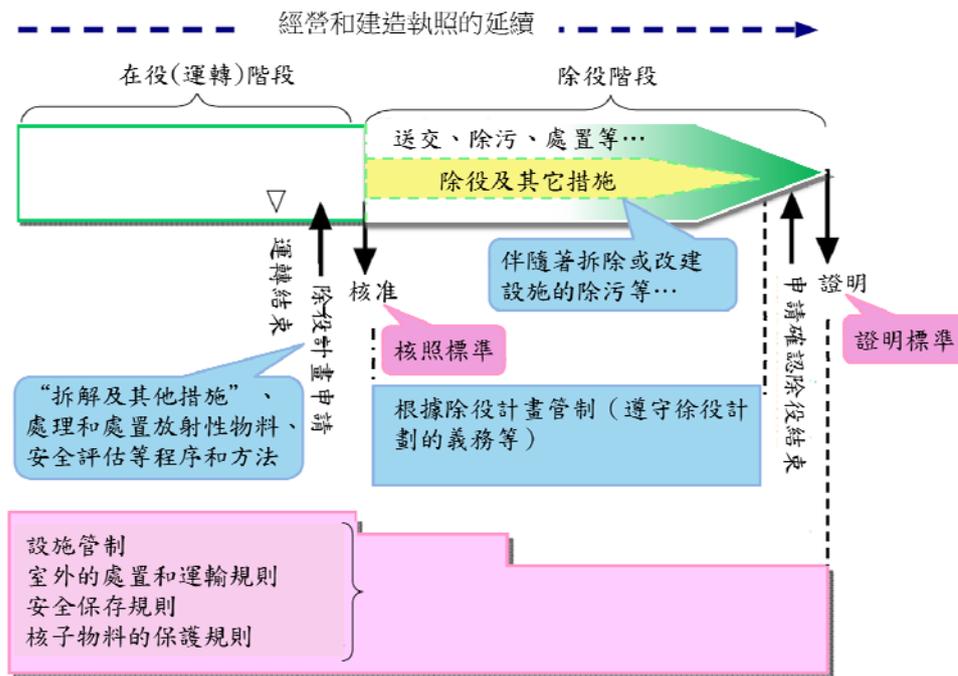


圖 2. 除役管制程序

[“核設施除役法規的理想方法” 除役安全小組委員會、核子安全及保防組、綜合資源及能源諮詢委員會，2004.12.9]

5 經修訂的核子反應器管制法之概述

在如上所述的研究結果的基礎上，日本的核設施安全監管制度進行了修訂。概述如下：

(1) 程序由通告制度變成核照制度

- 由國家核准的除役計畫相關的拆解過程、方法等...。這核准使能夠轉移到除役階段。
- 在除役結束時，由國家驗證持照人採取的除役過程。國家證實除役結束後，反應器之許可、指定或執照即宣告失效。

(2) 按步驟的安全監管

- 除役期間的安全監管(定期設施檢查、安全維持檢驗等...), 應依照設施的功能與安全維持活動內容變化的要求上，依照設

施除役的進度按步驟實施。

(3) 技術標準的準備

隨著法律的變化、政府條例與部長命令的修訂。對每個核設施，除役制度的修訂相關部長命令已於11月11發布，並在12月1日執行。

相關的部長命令的包括“商業動力反應器的安裝、運轉等...規則”，“核子燃料物料的加工事業規則”等...，其內容幾乎是相同的。

商業動力反應器的安裝、運轉等... 規則的主要內容歸納如下：

- 在設計與興建核准的要求有稍加改變
- 定期檢查只限於設施中的操作設施、處理設施、核子燃料物料等...。
- 在沒有用過核子燃料物料的情況下，每週一次或多次執行巡邏檢查與記錄。
- 核子反應器不需要定期評估。
- 安全維持一年檢查四次。
- 當計畫改變及報請核准時，除役計畫與執照申請內容之標準。
- 微小變更的要求
- 結束除役及其驗證，驗證申請程序內容之標準

6 除役計畫的安全性評估

除役計畫的內容因設施型式，由政府規定與部長命令所特別提供。

這些有關確保除役安全項目如下所列：

- (1) 某一特定設施的拆除，如何拆除?以及如何除污?
- (2) 由核子燃料物料造成的污染分佈，如何評估它?
- (3) 除役伴隨著輻射曝露管理(評估在正常情況下設施附近一般民

眾劑量、除役期間從事輻射工作人員的劑量等...)

- (4) 在除役期間，假設發生過失、機器或設備故障、地震或火災的情況下，描述事故的類型、級別、效應等...。
- (5) 在除役期間，反應器設施要求保持功能、它們的效能及維持其效能的期限。
- (6) 如何處理核子燃料的物料，或由這些核子燃料物料所污染的材料。

在除役期間的異常事件或意外事故會自行聚焦，就是在拆除設施期間，由用過核子燃料或核子燃料物料自設施移出開始，其與運轉期間不同。然而，受放射性物質污染的設施拆除時，要注意污染物質的行為是必要的。反應器設施，特別是放射性物質集中在反應器周遭，在確保安全的觀點下，來評估拆除方法是重要的。

評估放射性物質在設施內之分佈(盤存評估)是必要的，因此，拆除期間在正常情況下或發生事故時，是依照這些放射性物質的數量，來評估對民眾之輻射曝露。由於放射性活度盤存移至過濾器，因此，必須維護設施、通風設備、輻射管理設施等...。

參考核子安全委員會的指導方針，針對服役設施的曝露進行評估。圖3顯示了在正常情況下對大眾輻射曝露觀念的概述。

監管機關以如上面所討論的確保安全立場，來審查除役計畫。與除役有關設施的安全維持規則被修改，以反映除役計畫，同時由監管機關審查。批准除役與安全維持規則後，在執行階段持照人基於這些安全維持規則來負責管理，當需要時，監管機關獲取他們於安全維持檢查的情況。

在除役結束時，持照人申請除役結束之驗證。若以下被驗證

則除役完成：完成反應器設施拆除及移交核子燃料物料、移除由核子燃料物料所造成的污染(在有關廠址上的土壤和相關廠址的殘餘設施，不需要輻射危害的預防措施的情況)，以及放射性廢棄物的處置。

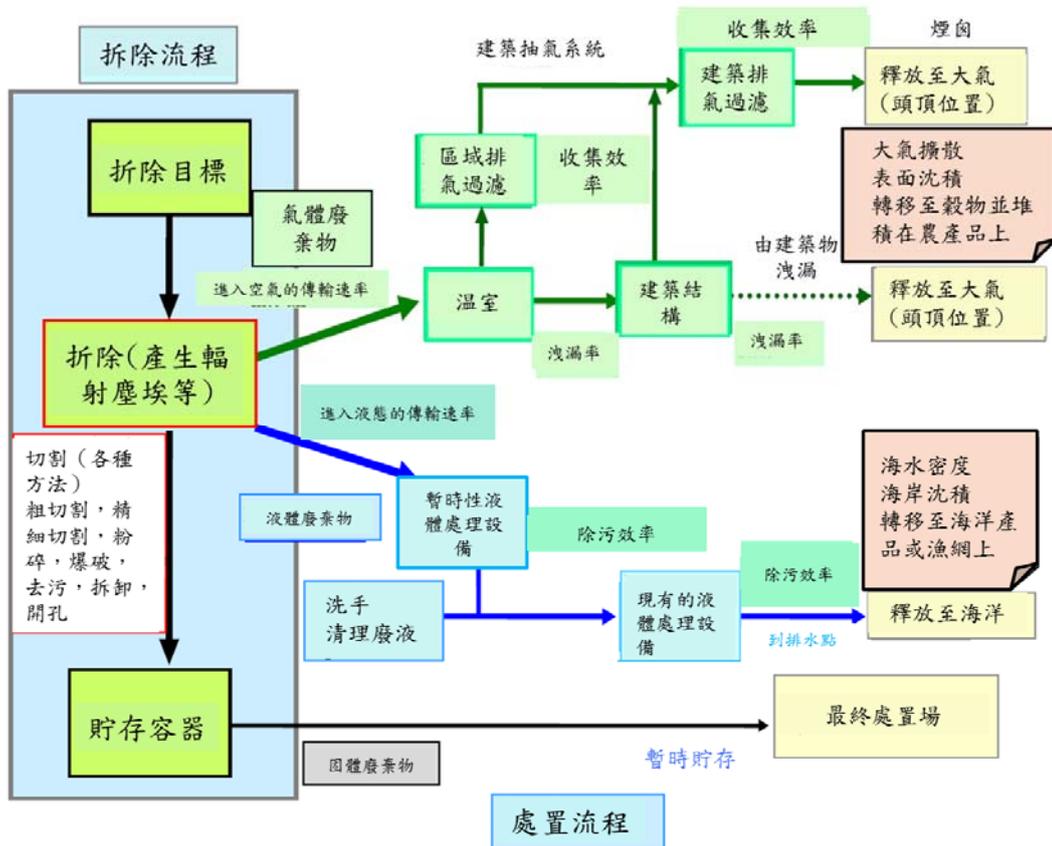


圖3. 除役期間曝露評估概況

7 除役期間廢棄物產生的措施

隨著核電廠拆除的進展，產生大量帶有不同等級放射性物質的拆除廢棄物。由於同時有多個工程是複雜的，在電廠內有限的空間中，分類和管理變得非常重要。因此，有必要實施比在運轉過程中更適當的廢棄物產生管理。

特別是，如果考慮到需要解除管制的廢棄物，分類和管理拆除廢棄物是非常重要的。以下是在除役期間，廢棄物管理的特別

重要項目。

- 在除役期間，以處置計畫為基礎，由放射性物質的濃度與行為來分類廢棄物，評估其產生的體積，並事先確保其臨時貯存容量。
- 努力減少除役實施過程中產生的廢棄物量，並注意實質的分類。
- 製程放射性廢棄物的妥善使用適當的方法，以符合處置場所的接收標準等...，方法應與其分類方式一致。
- 實行妥善的管理，在過程中廢棄物分類到不同等級不會相互混雜，像是臨時儲存、除污與玻璃固化或容器包裝。
- 設置廢棄物的管理單位，並明確定義，例如部門、體積、處理過程、放射性活度量測、評估方法，並記錄系統化歷史管理項目。

為了適當地執行這些項目，重要的是要決定每個核設施安全維持規則需要的項目，以及在品質保證的概念的基礎上，確保其會被實施。對解除管制的廢棄物，特別是，有必要採取措施嚴防污染的混合及管理歷史與測量紀錄保存。

核設施釋出的有害廢棄物，像是石棉及PCB。這些廢棄物必須與放射性廢棄物採用同樣的處理方式，以確保安全。

8 國際原子能總署相關文件的維護狀態

(1) 除役有關的安全標準文件系統

國際原子能總署(IAEA)的核子安全局參與維護符合DS298基於安全監管文件系統的安全要求和安全導則：有關核能安全、輻射、放射性物質與運輸及最重要正在開發的放射性廢棄物基本安全原則。

特別是，正在開發除役相關的安全要求與安全導則之文件系統，列於圖 4。

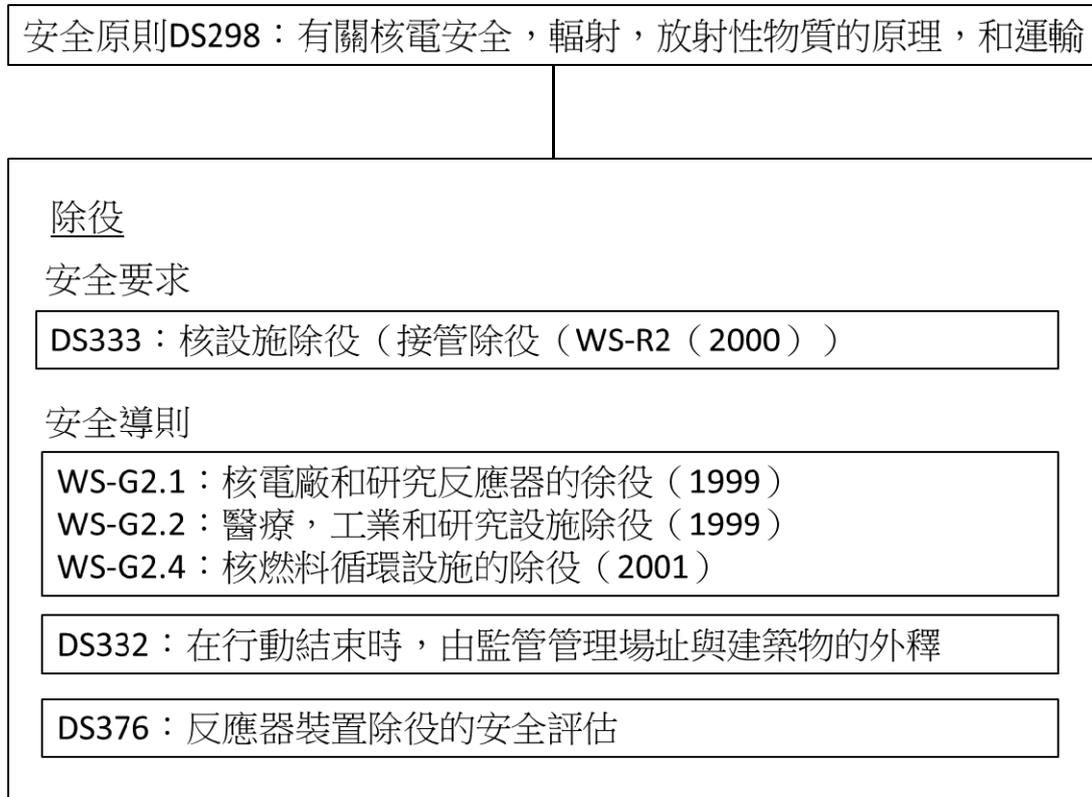


圖4. 有關除役的安全標準文件系統

(2) 安全要求：DS333(使用放射性物質設施之除役)

除役的要求都包含在“Management prior to the disposal of radioactive materials including decommissioning” (WS-R-2)，由於重新探討WS-R-2，除役的一部分被隔離。據預測，除役的核設施將會增加，並強烈要求除役要被安全地執行。因此，這份文件目前正在開發的。

本文件的最新草案是向國際原子能總署委員會討論安全標準(CSS)。下面的表格比較此文件與日本的立法制度的之間的主要內容。

表1 DS333和新的立法制度之間的比較

項目	主要內容	新立法制度之行動
1.介紹	背景、目的、範圍、組織	除了處置場所外，所有設施依據核子反應器管制法。
2.人體健康和環境保護	基本安全標準(BSS, Basic Safety Standards)、曝露、安全文化、環境的引用	上述的法律回應他們作為一般項目。曝露管理、安全維持規則、環境影響評估 The said Law responds to them as general items. Exposure management, safety preservation rules, environmental impact assessment
3.有關除役之責任	政府、監管機關、持照人的責任	國家制定政府條例和部長命令，根據上述法規，並基於這些法規執行監管。在立法制度的基礎上，持照人執行除役。
4.除役的策略	優先級較高的立即拆除和移除	日本原子能委員會的假設基礎為立即拆除移除。
5.除役計畫	除役計畫發展的概念。建議從在役階段開始制訂計畫。	制度假設運轉結束後申請除役計畫並予以核可。
6.資金的籌措	強調資金籌措的重要性如同制度	資金籌措之計畫應寫在除役計畫中。準備金制度可用於商用反應器。
7.除役管理	組織、制度、教育、文件化的過程、品質保證、紀錄、專案管理等...	除役制度應寫在除役計畫中。安全維持規則提供其他項目
8.除役的實施	實施除役期間的安全保證	寫在除役計畫中。應提供安全保護規則及實施除役期間，透過安全保護檢查之安全管理。
9.完成除役	除役最後的驗證重要項目	結束驗證及驗證申請的標準是透過部長命令。具體來說，它們將成為未來的問題。

(3) 安全導則：DS376(關於反應器裝置除役的安全評估)

關於除役，已積累了許多經驗，但需要一個系統化的方法以滿足安全要求等...，由於事先規劃有關廢棄物處置、拆除等及安全評估是重要的，國際原子能總署已開始編寫一個建議文件，以規劃一個新的安全導則“關於核設施除役安全評估(Safety assessment related to decommissioning of nuclear installations)”

目前，文件規劃建議(DPP, Document Planning Proposal)向大

眾開放，草案正在籌備中。項目如下：

- 安全評估的目的
- 安全評估為全面除役計畫的一部分
- 安全評估方法(例如，確定性或隨機性)
- 主要階段(例如，評估框架工作的定義、核設施和除役活動的說明、危險的鑑別和評估、正常和事故情境、發展模式、計算結果或估計評估結果)
- 整合放射性、化學與工業的危險
- 安全評估的分級方法
- 使用除役經驗的回饋
- 安全評估的品質管理
- 建立可靠的安全評估與利害相關人的參與
- 除役過程期間安全評估審查與更新
- 安全評估審查方式，由監管機關或獨立機構

(4) 安全導則：DS332(在行動結束時，由監管管理場址與建築物的外釋)

由RS- G- 1.7規劃外釋方式，對由廠址與建築物外釋的國際指引係規劃於此文件中。

在這份文件中，持照人應準備清理活動，並作為除役計畫的一部分，在整理為清理計畫讓監管機關核准。考慮到清理的規模、複雜性及潛在的危險，清理計畫的構成要素，應當提供下列資訊：

第18屆的CSS的會議(2005年11月)對這些指引進行了討論並核准，他們將進行部分修改。現在正準備出版。

- 廠址特性調查(包括與監管機關意見一致的廠址邊界)

- 目標、終結點、安全準則及由清理與監管的外釋標準
- 建議的清理活動、它們的設備、資源與實施期間之說明
- 一般工作人員與民眾防護活動的說明
- 廠址外釋後的建議活動，包括一般數據與廠址特定數據資訊之使用、其使用的正當原因、最後狀況的安全評估及環境影響評估
- 用來證明的外釋水平是滿足法規的監測計畫之說明
- 放射性物質管理措施的說明
- 品質管理系統的說明
- 特定清理活動的經費估計為除役活動的一部分
- 緊急部署與應變措施的說明
- 期間與清理後之監測預測的說明

(5) WS-G-2.1, WS-G-2.2 and WS-G-2.4

從1999年至2001年發行有關除役的三個安全指引，但因DS333的制定，它們將可能須重新檢討。已經為每個指引準備新文件規劃建議。