

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

高放射性廢棄物最終處置及其
設施安全分析技術規範之研究

計畫編號：104FCMA001

報告編號：104FCMA001-3

執行單位：核能研究所

計畫主持人：吳禮浩

研究工作負責人：紀立民

報告作者：紀立民

報告日期：中華民國 104 年 12 月

(本頁空白)

Study on the Draft Guideline of the Safety Analysis Report for High-Level Radioactive Waste Disposal

By
Li-Min Chi

Abstract

There appears to be an increasing attention to the issues of final solutions of high-level radioactive waste. As a result, establishing regulatory requirements become an urgent work. For one mission of the regulatory authority in Taiwan, a guideline is needed to facilitate the implementation of disposal project, to enhance public confidence, to demonstrate repository performance, and finally to assure long-term safety. Therefore, both international practices and domestic requirements for regulating the long-term safety of high-level radioactive waste disposal were considered in this study. After consultations with the authority staffs, a draft guideline was finalized. The draft guideline can be used as a basis document for further communicating with stakeholders and general public, and toward the rulemaking process.

Keywords: Safety analysis, high-level waste disposal, draft guideline

Institute of Nuclear Energy Research

高放射性廢棄物最終處置及其設施安全分析技術規範之研究

紀立民

摘 要

隨著高放射性廢棄物處置的安全問題日益受到重視，相關法規的完善亦漸顯急迫。本研究參考國際經驗，並考量國情實況，初步研擬高放射性廢棄物處置及其設施安全分析技術規範草案，並根據物管局管制人員回饋之經驗與意見，修訂草案內容。研究成果可做為後續公眾溝通與專業研討等之基礎，達成未來能建立我國法規之目的。

關鍵字：安全分析、高放射性廢棄物處置、技術規範

核能研究所

目 錄

1. 前言	1
1.1 研究目的	1
1.2 研究內容	2
1.3 報告架構	3
2. 資料蒐集與分析	5
2.1 國際原子能總署特定安全導則SSG-14 分析	8
2.2 美國聯邦法規 10 CFR 63 分析	10
3. 高放射性廢棄物處置安全分析技術規範內容要項分析	13
3.1 技術規範草案研擬之前提	13
3.2 既有法規體系的相容性分析	18
3.3 技術規範草案內容要項分析	31
4. 高放射性廢棄物處置及其設施安全分析技術規範草案研議	36
4.1 技術規範草案研議過程	36
4.2 技術規範草案內容	36
5. 研究心得討論與後續法規發展之建議	71
5.1 研究心得討論	71
5.2 後續法規發展之建議	72
6. 結論	75
參考文獻	77
附錄：「高放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告技術規範(草案)」 審查 意見與答覆說明	80

附 圖 目 錄

圖 1-1：本研究之研發整體策略規劃	2
圖 1-2：研究工作流程圖	3
圖 3-1：我國放射性廢棄物處置法規體系	17

附表目錄

表 2-1：IAEA SSG-14 條文應用於我國規範研訂之參採建議表	9
表 2-2：美國 10 CFR 63 條文應用於我國規範研訂之參採建議表.....	11
表 3-1：「放射性廢棄物處理貯存最終處置設施建造執照申請審核辦法」分析	18
表 3-2：「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」分析	20
表 3-3：「低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則」分析	23
表 3-4：技術規範草案架構與要項分析表	32
表 4-1：高放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告技術規範(草案)	38

1. 前言

1.1 研究目的

基於管制業務技術研發需求，行政院原子能委員會放射性物料管理局(以下簡稱物管局)爰委託核能研究所執行「104 年度精進放射性物料安全管制技術發展」計畫(計畫編號：104FCMA001)。「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全分析技術規範之研究」報告(以下簡稱本報告)即為該計畫所屬研究工作三「用過核子燃料處置審查技術建置研究」(物管局編號：104FCMA001-3)(以下簡稱本研究)之 104 年度研究工作成果。

高放射性廢棄物最終處置(以下簡稱高放處置)管制技術發展為本研究的標的。高放射性廢棄物指備供最終處置之用過核子燃料或其經再處理所產生之萃取殘餘物。國際共識認為其最終處置應採深層地質處置(deep geological disposal)的方式進行。我國針對高放射性廢棄物處置已訂定有：

- 「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則(民國 102 年 01 月 18 日修正發布)」(原能會，2013)(以下簡稱高放管理規則)
- 「高放射性廢棄物最終處置設施場址規範(民國 104 年 04 月 24 日發布)」(原能會，2015)(以下簡稱高放處置場址規範)

目前物管局正積極規劃對應「低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則(民國 93 年 10 月 20 日)」(原能會，2004)(以下簡稱低放處置導則)，研訂高放射性廢棄物適用之行政規則[即規劃中的「高放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則(草案)」(以下簡稱高放處置導則草案)]。

本研究之研發定位，即承續前一年度「國際高放射性廢棄物處置安全分析技術發展之研究」成果(紀立民，2014)(物管局編號：103FCMA008-06)，

於本年度研究我國適用之技術規範。整體策略規劃如圖 1-1 所示。簡言之，本研究為管制機關後續進行法制作業之前期研發工作，目的在於將研究成果提供物管局參考，做為該局後續制定相關法令或行政規則(例如高放處置導則草案)之科學技術基準。

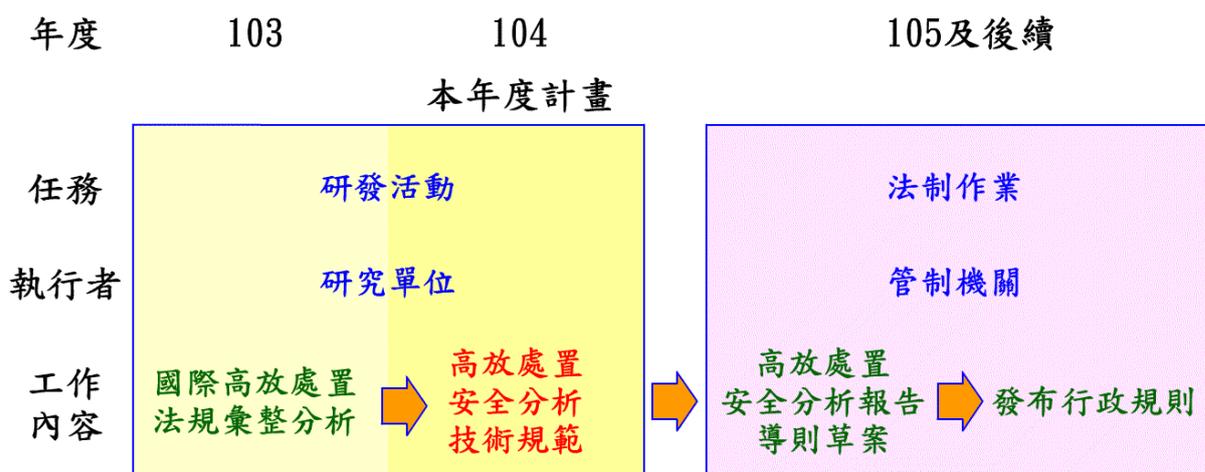


圖 1-1：本研究之研發整體策略規劃

1.2 研究內容

「用過核子燃料處置審查技術建置研究」工作依本年度之規劃，完成「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全分析技術規範之研究」報告一冊(即本報告)。研究內容包含：

- (1)高放射性廢棄物處置安全分析技術規範內容要項分析：分析技術規範應適用的範疇、在法規體系的角色、技術規範的架構、內容應具備的重要項目等。其中特別注意我國現行之高放管理規則與低放處置導則等相關法規，以維繫法規體系的一致性與平衡性。
- (2)高放射性廢棄物處置及其設施安全分析技術規範草案研議：根據國際經驗與國內實況，研擬我國高放射性廢棄物處置及其設施安全分析所需的

技術規範草案(以下簡稱技術規範草案)。並向物管局進行簡報與意見交換，根據回饋意見修訂草案內容，使成果切合管制作業實務需求。

本研究工作流程如圖 1-2 所示，分為資料蒐集、規範內容要項分析、規範草案研擬、報告撰擬等四個階段，並分別執行相關研究作業。各階段依計畫管考規定分別提出進度說明。而本報告即為期末成果報告。

研究過程所蒐集分析的文獻資料另整理歸類後以雲端系統或電子郵件提送物管局參考。執行期間並與物管局人員就管制需求與實務經驗進行密切意見交換，以確保成果的完備性與可行性。

高放射性廢棄物最終處置及其設施安全分析技術規範之研究

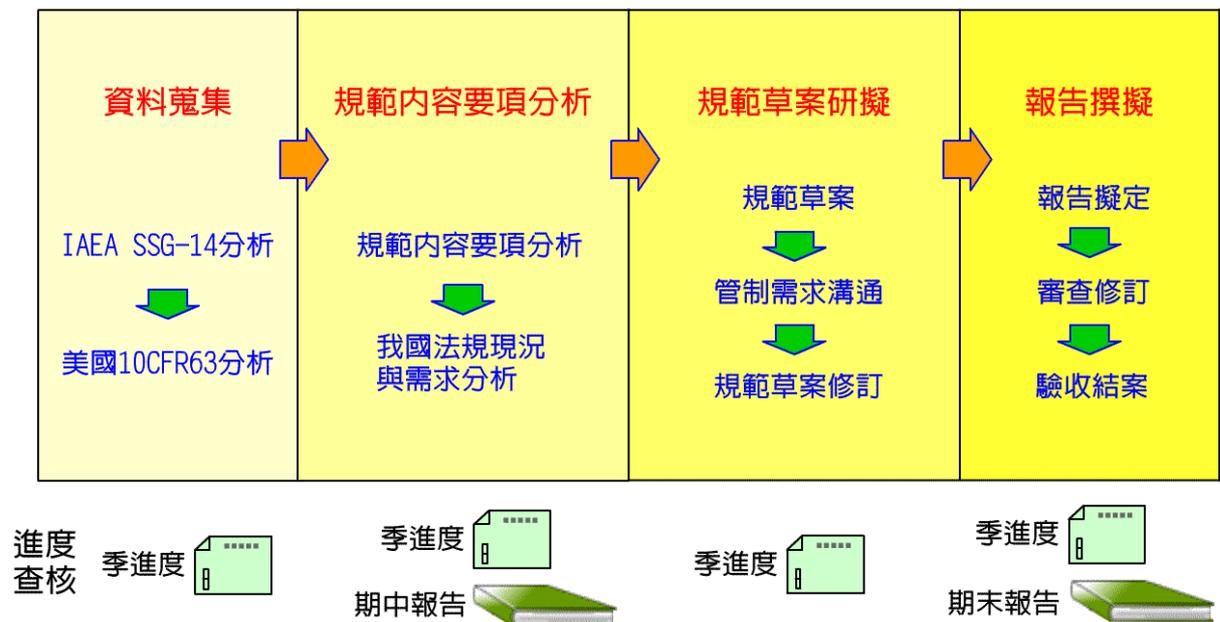


圖 1-2：研究工作流程圖

1.3 報告架構

報告內容第 1 章前言：說明研究目的、研究內容、與報告架構；第 2 章資料蒐集與分析：提出資料蒐集分析的成果；第 3 章高放射性廢棄物處

置安全分析技術規範內容要項分析：根據國外經驗與國內實況，分析技術規範草案的內容要項；第 4 章高放射性廢棄物處置及其設施安全分析技術規範草案研議：研擬我國適用的技術規範草案；第 5 章研究心得討論與後續法規擬定之建議：提出研究過程間的心得討論，並對技術規範草案後續發展提出建議；第 6 章結論：對研究成果提出總結說明。另外，為了將審查過程文件化，增列附錄說明草案研訂過程間物管局所提出的書面審查意見，以及報告作者對相關意見所做的考量與答覆。

2. 資料蒐集與分析

本研究於前期的研究成果(紀立民，2014)，已蒐集分析國際核能機構(IAEA，2011a、2011b、2012；ICRP，2013；OECD，2012)與各主要核能國家高放射性廢棄物處置安全分析相關的法規，例如日本(JAEC，1997)、德國(BMUB，2010)、加拿大(CNSC，2006)、瑞士(ENSI，2009)、英國(SEPA & NIEA，2009)、瑞典(SSM，2008)、芬蘭(STUK，2013)、美國(USEPA，2001；USNRC，1992、2001)等，以及西元 2000 年以來國際上有關高放射性廢棄物處置安全分析的案例，例如日本 H12、比利時 SAFIR2、法國 Dossier、瑞典 SR-CAN 與 SR-SITE、美國雅卡山計畫 SAR 等。蒐集分析國際資料的原因在於高放射性廢棄物處置後的潛在威脅時間長達百萬年，因此已成為國際共通性議題。其處置問題不僅有國際原子能總署等國際機構發布的規範，各國亦依其國情特色訂定適用之法規。而這些資訊可做為我國發展/制定相關法規之參考。

本年度內本研究完成下列兩項重要規範的翻譯工作：

- 國際原子能總署(International Atomic Energy Agency，IAEA)特定安全導則 SSG-14「放射性廢棄物地質處置設施」(IAEA，2011a)
- 美國聯邦法規(Code of Federal Regulation) 10 CFR 63「內華達州雅卡山高放射性廢棄物地質處置場」(USNRC，2001)。

對國際規範的研究意義，正如我國「放射性物料管理法」第 17 條第 1 項所示(原能會，2002)：

第 17 條：放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施之興建，應向主管機關提出申請，經審核合於下列規定，發給建造執照後，始得為

之：

- 一、符合相關國際公約之規定。
- 二、設備及設施足以保障公眾之健康及安全。
- 三、對環境生態之影響合於相關法令規定。
- 四、申請人之技術與管理能力及財務基礎等足以勝任其設施之經營。

其中第 1 款符合相關國際公約，狹義來說可以特定指稱國際原子能總署的「用過核子燃料管理安全與放射性廢棄物管理安全」聯合公約(IAEA，2001)。而廣義來說則應符合國際上共通的安全標準。而其中第 2 款與第 3 款更特別點明了保護公眾安全與維護環境品質為開發設施的核心目標。因此，本研究工作技術規範草案的研訂，除了考量國內實務需求外，參酌國外的標準，更是不可或缺的重要手段。藉此確保國內的處置安全符合當前國際水準，使相關管制要求有合理的科技基準，亦使民眾對於管制措施有所信心。

雖然說國際原子能總署訂定有各種規範供各國參考，但各國均會另行制定本國法規，並據以執行。其中的考量可以用國情特色差異簡單籠統涵括，但實際上可能包含各種複雜的因素，例如國家主權、法規效力、法規體制、核能產業規模、實務作業需求、社會民意要求、乃至於風俗民情等。茲以輻射安全標準的限值為例，各國大多參考國際放射防護防護委員會(International Commission on Radiological Protection, ICRP)的建議(ICRP，1998、2013)，對於一般公眾採用 0.1 到 0.3 mSv/yr之間的限值。相對的風險限值則在 10^{-5} 到 10^{-6} /yr之間。此限值的考慮是基於人類一般日常生活環境下的合理風險所推求而得。可以達到合理抑低放射性危害，保護公眾的目的。

我國亦已訂定相關規定於「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」：

- 第 9 條：高放處置設施之設計，應確保其輻射影響對設施外一般人所造成之個人年有效劑量不得超過 0.25 mSv。
- 第 10 條：高放處置設施之設計，應確保其輻射影響對設施外關鍵群體中個人所造成之個人年風險，不得超過一百萬分之一。

其實不論各國採用 0.1 或 0.3 mSv/yr，均在可接受的安全範圍內。而前述安全與風險限值，各國一般會訂定在位階較高且具有強制力的法規中。

此外，我國法規相對於國外(如國際原子能總署與美國)法規而言，在整體樣式上要來得簡明扼要。也就是說，國內法規不習慣於長篇大論，都是以少數篇幅的條文，做原則性的規定，不像國外會以數十頁乃至近百頁的文件做為法規。例如國際原子能總署特定安全導則 SSG-14 與美國聯邦法規 10 CFR 63，即為其中的例子。

本年度研究工作，特別針對國際原子能總署的特定安全導則 SSG-14；以及美國聯邦法規 10 CFR 63 進行深入瞭解。這兩個法規是本研究研訂技術規範草案時，無法忽視的重要參考依據。國際原子能總署特定安全導則 SSG-14 代表現行共通性與原則性的國際規範；而美國聯邦法規 10 CFR 63 則代表全世界最大核能發電國家的法規體系，因此均深具代表性與重要性。而後續物管局在制定高放處置導則草案時，此兩份關鍵文件亦必然將會在與公眾、民意代表、專家學者、設施經營者等的反覆溝通過程中被提及。本研究因此耗費人力加以中文翻譯，以利參考應用。針對這兩個重要的國外法規，本研究亦特別檢視國內可能需要或可能會參考的內容。以表列分析的方式，說明本研究對於這兩個國外法規條文是否宜參採做為國內技術規範草案內容的看法。摘要內容分別討論於以下兩節(2.1 節與 2.2 節)，

相關成果將有助於本報告第 3 章技術規範草案內容要項的釐清，以及第 4 章我國技術規範草案內容的研定。而藉由跟國外法規的比對，亦可確保我國法規要求能夠符合當前國際水準，且不會遺漏管制要項。

2.1 國際原子能總署特定安全導則SSG-14 分析

國際原子能總署特定安全導則 SSG-14 「放射性廢棄物地質處置設施」(IAEA, 2011a)，由於該規範是對各會員國均適用之國際共通性導則，意義重大。其中與本研究相關的內容主要見於該導則第 5 章「安全論證與安全評估」與第 6 章「逐步發展地質處置設施作法的要項」。

本節進行國際原子能總署特定安全導則 SSG-14 對於我國規範研訂之參採價值分析時，本研究考慮將其條文內容分為四類：

- (1)建議相關法規考量：內容具有重要性或必要性，宜以較具強制力的較高位階法規進行考量者。或者跟選址有關者，宜另訂於選址條例或納入「高放射性廢棄物最終處置設施場址規範(民國 104 年 04 月 24 日)」者(原能會，2015)。而非訂於本技術規範草案中。
- (2)建議規範採用：可以經過文字修訂潤飾後納入到本技術規範草案中。
- (3)建議具有參考價值：具有討論空間，可以適度地關注，納入做為物管局後續法規發展的參考，亦不排除經討論後採用納入我國規範之可能。
- (4)建議暫無須納入考慮：較不具重要性或瑣碎的內容，或由於國情差異我國可暫不考慮的內容。

以上四類情況中，不排除同時具有前二者或三者情況同時發生的可能，亦即視條文內容可能同時兼具需配合修改/增訂相關法規，或部分內容可採用，而另一部分內容可僅供參考的情況。此外，前述第(4)部分的條文，由於研判其影響不大，故未逐條納入後列的參採建議表(表 2-1)中討論，以

節省篇幅。藉由審視國外法規相關內容，可以確保我國技術規範草案條文的全面性與完整性，不致於遺漏重要的安全與技術要項。

在此必須強調，對國外法規條文適用性研判的分類認定作法，係初步由本研究(即作者個人)所做的主觀認定。由於處置安全性相關的項目與變因繁多，不同的專家或個人當然會有不同的見解。因此，於之後物管局的法規發展過程中，可導入更多管制機關人員或專家學者的觀點，以本研究所完成的技術規範草案為藍本進行討論，以逐步凝聚共識。

表 2-1：IAEA SSG-14 條文應用於我國規範研訂之參採建議表

IAEA SSG-14 條文編號	IAEA SSG-14 條文概要	本研究對我國 參採之建議
2.5	處置設施全程作業階段劃分	建議具有參考價值
3.8	設施經營者應負地質處置設施安全的權責	建議具有參考價值
3.9	設施經營者應進行相關研發	建議規範採用
3.10	設施經營者應發展相關(接收)準則與程序	建議規範採用
3.11	設施經營者應進行運轉時期與封閉後時期的安全評估	建議規範採用
3.12	設施經營者應保留所有安全相關資訊	建議規範採用
4.5	處置系統的關鍵組成(設施與環境)應合乎要求	建議規範採用
4.6.	運轉安全性應由主動與被動系統措施提供	建議規範採用
4.8~4.9	處置設施設計應能圍阻廢棄物，延遲或抑低核種的釋出	建議規範採用
4.10~4.12	處置設施應設於適當深處，以隔離地表作用與人類侵入	建議規範採用
4.13	多重安全功能的作法觀念	建議具有參考價值
4.14	天然障壁要求	建議規範採用
4.15	工程障壁要求	建議規範採用
4.18	封閉後長期安全性主要仰賴被動安全措施	建議規範採用
5.1~5.5	安全論證與安全評估定義與概念	建議具有參考價值
5.6~5.7	安全論證與安全評估的準備	建議規範採用
5.8~5.19	安全論證與安全評估的範疇應說明所有安全相關方面的場址、設施設計、管理措施、與法規管制；應驗證保護人類與環境的程度，並應保證將可符合安全要求	建議規範採用

5.20~5.24	安全論證與安全評估文件其詳細程度與品質應足以支持決策與通過審查	建議規範採用
5.25~5.26	安全論證與安全評估應能提升安全信心並抑低不確定	建議規範採用
6.1~6.3	處置設施應分階段管理，逐步執行發展與評估	建議具有參考價值
6.4~6.24	處置設施的場址特性調查計畫	建議相關法規考量 建議具有參考價值 (註：本技術規範草案係針對安全分析報告，因此其中僅需根據調查的結果進行場址之特性描述，而不會規定其調查的過程與方法)
6.25~6.35	處置設施的設計應考量廢棄物特性，結合天然環境，提供運轉期與封閉後的安全功能	建議規範採用
6.36~6.41	廢棄物接收要求	建議規範採用
6.42~6.46	處置設施的建造應配合設計評估、持續場址調查、避免危害長期功能	建議規範採用
6.47~6.55	處置設施的運轉應建立作業程序與管理組織、進行環境監測、保護工作人員	建議規範採用
6.56~6.59	處置設施的封閉應更新安全分析並提出計畫送審，說明封閉措施	建議規範採用
6.60~6.64	處置設施從建造到封閉後的適當時間內應持續執行監測計畫	建議規範採用
6.67~6.68	封閉與監管後的時期應採取被動監管，以防止或減少無意人類活動的可能性	建議規範採用
6.69~6.76	設施經營者應執行保安與保防措施	建議規範採用
6.77~6.84	設施經營者應履行管理系統與品質保證計畫	建議規範採用

說明：IAEA SSG-14 對於我國規範研訂之參採價值，本研究將之分為四類：(1)建議相關法規考量；(2)建議規範採用；(3)建議具有參考價值；(4)建議暫無須納入考慮(此部分的條文則未納入表中分析)。

2.2 美國聯邦法規 10 CFR 63 分析

美國聯邦法規 10 CFR 63 「內華達州雅卡山高放射性廢棄物地質處置場」(USNRC, 2001) 是美國核能管制委員會(Nuclear Regulatory Commission, NRC)所訂定的特別法，是針對美國能源部擬以內華達州雅卡

山做為高放射性廢棄物地質處置場的管制法規。其中與本研究相關的內容主要見於該法規的 Subpart B「執照」、Subpart E「技術準則」、Subpart K「封閉前公眾健康與環境標準」、與 Subpart L「封閉後公眾健康與環境標準」等部份。

本節進行美國聯邦法規 10 CFR 63 對於我國規範研訂之參採價值分析時，將其條文內容分為四類，作法如前節所述，此處不再贅述。分析結果詳如表 2-2 所示。

表 2-2：美國 10 CFR 63 條文應用於我國規範研訂之參採建議表

10 CFR 63 條文編號	10 CFR 63 條文概要	本研究對我國參採之建議
63.2	名詞定義	建議具有參考價值
63.10	資訊的完整性與正確性	建議具有參考價值
63.11	蓄意的不當行為	建議相關法規考量
63.1563.16	場址特性調查作業與審查	建議相關法規考量
63.21	申請書內容，63.21(c)安全分析報告	建議規範採用
63.24	申請書更新	建議具有參考價值
63.31	建造許可的審查標準	建議規範採用
63.41	執照核發的標準	建議規範採用
63.44	變更、測試、與實驗	建議具有參考價值
63.45~63.46	執照修訂	建議具有參考價值
63.51	永久封閉的執照修訂	建議規範採用
63.52	執照終止	建議相關法規考量
63.71	紀錄與報告	建議具有參考價值
63.72	建造紀錄	建議規範採用
63.73	缺失報告	建議具有參考價值
63.74	測試	建議相關法規考量
63.75	視察	建議相關法規考量
63.78	物料管控與帳料的紀錄與報告	建議具有參考價值
63.101~63.102	目的與概念	建議具有參考價值
63.111	永久封閉前的功能目標	建議相關法規考量 建議規範採用
63.112	封閉前安全分析要求	建議規範採用
63.113	永久封閉後的功能目標	建議相關法規考量

		建議規範採用
63.114	功能評估的要求	建議規範採用
63.115	多重障壁的要求	建議規範採用
63.121	潛在土地所有權與控制權的要求	建議相關法規考量 建議規範採用
63.131~63.134	功能驗證計畫要求	建議相關法規考量
63.141~63.144	品質保證	建議規範採用 建議具有參考價值
63.151~63.153	人員訓練與資格認證	建議規範採用 建議具有參考價值
63.161	永久封閉前的緊急計畫	建議規範採用
63.201~63.204	封閉前公眾健康與環境標準	建議相關法規考量 建議規範採用
63.301~63.305	封閉後公眾健康與環境標準	建議相關法規考量 建議規範採用 建議具有參考價值
63.311~63.312	封閉後個人保護標準	建議相關法規考量 建議規範採用 建議具有參考價值
63.321~63.322	人類闖入的個人保護標準	建議相關法規考量 建議規範採用 建議具有參考價值
63.331~63.332	地下水保護的單獨標準	建議具有參考價值
63.341~63.342	附加規定	建議規範採用 建議具有參考價值

說明：10 CFR 63 對於我國規範研訂之參採價值，本研究將之分為四類：(1)建議相關法規考量；(2)建議規範採用；(3)建議具有參考價值；(4)建議暫無須納入考慮(此部分的條文則未納入表中分析)。

3. 高放射性廢棄物處置安全分析技術規範內容要項分析

本章分析討論技術規範草案應適用的範疇、在法規體系的角色、技術規範的架構、內容應具備的重要項目等。其中並特別討論我國現行之「放射性廢棄物處理貯存最終處置設施建造執照申請審核辦法」、「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」與「低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則」等相關法規，以維繫法規體系的一致性與平衡性。

3.1 技術規範草案研擬之前提

本節說明研擬技術規範草案所需考量的背景因素與前提條件。

- (1)法規依據：依據「放射性廢棄物處理貯存最終處置設施建造執照申請審核辦法」第3條第1項：申請者應填具申請書，並檢附安全分析報告及財務保證說明，送主管機關審查並繳交審查費；另依據「放射性物料管理法施行細則」第26條第2項第1款：完成試運轉後，應填具申請書，並檢附最新版之安全分析報告向主管機關申請核發運轉執照；另依據「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」第15條：高放處置設施運轉期間，其經營者應每五年更新其安全分析報告，送主管機關備查。因此，行政院原子能委員會放射性物料管理局未來規劃發布高放處置導則做為審查高放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告之科學技術基準，同時亦可供高放處置設施執照申請者及設施經營者做為撰擬安全分析報告時之參考。而本技術規範草案即為後續發展該高放處置導則之前期研發工作。
- (2)任務目標：物管局委託進行本研究的目的，即在於具有管制作業上的實務需要。希望能參酌已發布的低放處置導則，預先展開高放處置導則的

法規發展研究。以供國內推動中的高放處置計畫有所遵循。本技術規範在法規體系中扮演的角色，即在做為後續高放處置導則的科學技術基準文件，補充高放管理規則的相關技術內容，利於處置設施申請者提出資訊充足且內容完整的安全分析報告，使管制機關能詳實進行審查。

- (3) 文件名稱：本研究之成果產出，名稱初步暫定為「高放射性廢棄物處置安全分析技術規範」草案。主要的考量是希望保留後續發展的彈性。物管局得採用此技術規範草案的全部或部分，成為高放處置導則草案的內容。或者另得以不同的行政規則名稱來發布相關內容，以因應實際的管制需要。
- (4) 法規位階：本技術規範草案原則上定位為行政規則。其上位法源比照低放處置導則為「放射性廢棄物處理貯存最終處置設施建造執照申請審核辦法(民國 98 年 04 月 13 日修正發布)」(原能會，2009)。導則相較於法律與命令而言，其強制性較低，惟處置設施經營者仍應以此為基準提出安全分析報告，以利處置設施建造、運轉、與封閉的安全審查與執照核准/許可。我國放射性廢棄物處置現行法規體系關聯性與未來可能新增的法規如圖 3-1 所示。
- (5) 適用範疇：現行的低放處置導則主要針對建造執照申請審核階段所需。本技術規範草案的適用範疇經與物管局人員討論後，為了預做處置設施生命週期全程考量，並納入更多的研究資訊，故本技術規範草案界定適用範疇如下：
 - (A) 適用於用過核子燃料與再處理後固化之高放廢棄物處置。
 - (B) 適用於深層地質處置。
 - (C) 適用於建造執照申請。
 - (D) 適用於運轉執照申請。

(E)適用於運轉期間定期安全分析。

(F)適用於封閉許可申請。

值得注意的是，適用範疇不含選址程序與場址特性調查方法。因為處置設施申請者提出安全分析報告時，基本上已確認場址，並完成階段性的場址特性調查工作。因此本技術規範草案或將來的高放處置導則草案，應該僅會就安全分析報告中應提出說明的場址資料與評估結果提出要求。惟設施運轉期間對於周圍環境演變的監測計畫，仍可能含有必要的補充調查措施，以便建立更長期間的場址背景資訊，為封閉後的長期功能評估提升信心。

(6)適用對象：本技術規範草案初步定義為適用於執照申請者、處置設施經營者、管制機關人員，以及從事相關研發、技術服務、儀器設備提供者參考應用。

(7)研訂原則：本技術規範研擬時考慮以下的基本原則。

(A)以安全與環保為前提：此為訂定規範的中心思想，任何條文的研訂均應以此為依歸。

(B)法規體系的一致性與相容性：針對危害影響與安全要求應符合高放處置與低放處置的比例原則。且應注意高放處置的特性，例如廢棄物特性與存量、高放應採深層地質處置、熱力-水力-力學-化學的耦合效應、安全分析的時間尺度、長期被動安全功能、持續研發與技術可行性驗證等。

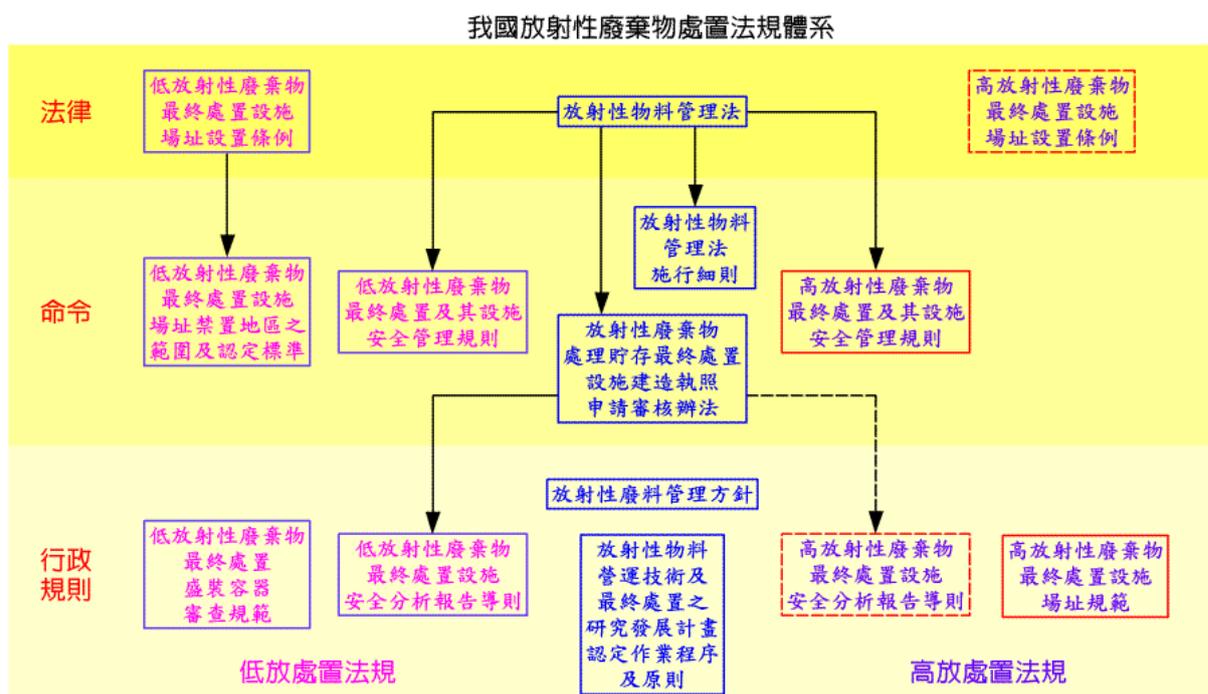
(C)結構嚴謹與論述明確：做為法規體系的一環，文件內容架構與條文撰寫，應符合邏輯性與嚴謹明確。避免因不同的解讀而有不同的歧異。

(D)內容全面而完整：應含處置設施從建造到封閉，全程生命週期間，對於時間與空間等各種不同技術層面的考量。

- (E)內容合理且務實可行：內容應符合實務經驗與具體可行。重要規定宜有根據與實際國際案例可供參考。
- (F)具有配合技術成長的變通彈性：對於技術細節宜保留適當彈性，亦即管制安全目標，而開放達成此一目標的可能方法，使設施經營者得以考量各種可能的選項。
- (8)架構與格式：參酌現行的「低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則」(原能會，2004)與「申請設置用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告導則」(原能會，2011)擬定章節架構。並以略多於低放處置導則的篇幅與格式進行撰擬。提出的技術規範草案內容，應含總說明與逐條說明，以便讓後續參與法規發展或討論的人員能瞭解其考量或修訂的沿革。
- (9)法規制定與變革的基本認知：除了上述考量與前提條件外，對於相關研訂作業亦應有以下的認知。
- (A)法規制定與變革是長期性工作：以美國核能管制委員會正在修訂中的低放處置法規 10 CFR 61 為例，其整體時程即從 2009 年 11 月 1 日起，預計至 2017 年 1 月 1 日完成(NRC，2015)。顯見其作法上的審慎與深入考慮。
- (B)集思廣益與凝聚共識：法規制定的過程中須導入利害相關者的參與及溝通。因此可預見本技術規範草案隨著後續逐漸落實為正式法規乃至於進一步修訂的過程中，會由物管局召集相關單位與人員做更深入的討論。
- (C)沿襲既有法規體系進行逐步創新：法規體系的建立是累積多年的心血結晶，雖有必要適時檢討修訂，但須注意整體性的平衡與維繫一致

性。若貿然做太大的變動，而未充分考慮配套措施，則可能衍生破壞體系或掛一漏萬的問題。

(D)保守與開放之間取得平衡：放射性廢棄物處置法規通常是採用當前可及的技術水準為主，訂定基本原則，開放技術細節並定期檢視，而不會將太先端與仍有爭議者納入。也就是在安全的前提下，確保管制措施的可行性與有效性。但是對於更優越的技術方法，亦應保持適用彈性，使設施經營者在經過向管制機關證明後，必要時得使用可獲得的最佳技術(best available technology, BAT)。畢竟處置計畫可能延續數十年，相關技術會隨時間進步，而法規卻並不會頻繁的做修訂。



註：箭號表示法源關係；虛線代表未來可能新增的法規

圖 3-1：我國放射性廢棄物處置法規體系

3.2 既有法規體系的相容性分析

本節說明技術規範草案與我國既有相關法規相容性的分析。這些法規之間應有關連，部分內容應於技術規範中強化技術細節的要求。並應考量整體法規體系的平衡性或比例原則，例如對於高放處置的要求，因其危險性高於低放處置，故相關規定不應低於對低放處置的要求。且應注意低位階法規不得違背高位階法規的規定，或有超出法規位階範圍應有的要求。

我國相關重要法規相容性分析如下：

(1) 「放射性廢棄物處理貯存最終處置設施建造執照申請審核辦法」分析

技術規範草案或高放處置導則草案之法源係依據此辦法第 4 條。經分析其條文內容與本技術規範草案的關連性，說明如表 3-1。

表 3-1：「放射性廢棄物處理貯存最終處置設施建造執照申請審核辦法」分析

條號	條文內容	與技術規範草案的關聯性與因應方式分析
1	本辦法依放射性物料管理法（以下簡稱本法）第十七條第三項規定訂定之。	技術規範草案以「依據」說明法源。
2	依本法第十七條第一項申請放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施建造執照者(以下簡稱申請者)，應具備下列資格之一： 一、放射性廢棄物產生者。 二、政府依法設立之機關（構）。 三、依公司法設立之股份有限公司，其最低實收股本總額如下： (一)放射性廢棄物處理或貯存設施：新臺幣一億元。 (二)低放射性廢棄物最終處置設施：新臺幣十億元。 (三)高放射性廢棄物最終處置設施：新臺幣一百億元。 申請者為非營利之機關（構）時，其設立基金之財產總額最低限制，準用前項第三款之規定。	技術規範草案無須考慮本條文內容。
3	申請者應填具申請書，並檢附安全分析報告及財務保證說明，送主管機關審查並繳交審查費。 放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施興建應實	技術規範草案無須考慮本條文內容，但應注意安全分析報告對於場址資料要求

	<p>施環境影響評估者，申請者應於主管機關作成審查結論前，檢送環境保護主管機關認可之環境影響評估相關資料。</p>	<p>與環保署所要求者的一致性或差異性。</p>
4	<p>前條第一項安全分析報告，應載明下列事項：</p> <ol style="list-style-type: none"> 一、綜合概述。 二、場址之特性描述。 三、設施之設計基準。 四、設施之組織規劃、行政管理及人員訓練計畫。 五、設施之安全評估，含預期之意外事故評估。 六、輻射防護作業及環境輻射監測計畫。 七、品質保證計畫。 八、消防防護計畫。 九、其他經主管機關公告之事項。 <p>前項安全分析報告除應載明前項之事項外，申請處理或貯存設施建照執照者，應增列除役初步規劃；最終處置設施應增列封閉及監管規劃。申請高放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施建造執照者，應再增列保安計畫及料帳管理計畫。</p> <p>申請興建之設施附屬或相鄰於既有核子設施者，第一項安全分析報告應載明之事項，得引用該核子設施最新版安全分析報告之內容。</p> <p>第一項安全分析報告所載明與設施安全有關之評估方法及數據，申請者應檢附明確充分之佐證資料。</p>	<p>本條文明訂技術規範草案對於安全分析報告內容的具體章節。亦即安全分析報告至少應包含所規定的章節。</p>
5	<p>前條第二項保安計畫，應載明下列事項：</p> <ol style="list-style-type: none"> 一、保安工作之組織、管理及訓練。 二、保安區域之劃定及管制。 三、周界實體阻隔物、入侵偵測及警報監視系統。 四、保安通訊設施及與警察機關協調支援事項。 五、保安系統測試、維護及各項紀錄保存。 六、其他經主管機關公告之事項。 	<p>技術規範草案應將本條文納入。</p>
6	<p>申請放射性廢棄物處理或貯存設施建造執照者，其財務保證說明應載明負擔設施興建、運轉及除役所需經費來源及財務規劃；申請最終處置設施建造執照者，其財務保證說明應載明負擔設施興建、運轉、封閉及監管所需經費來源及財務規劃。</p>	<p>技術規範草案無須考慮本條文內容。</p>
7	<p>主管機關收受第三條第一項所定書件後，認有應補正情形者，應詳列補正所需資料，通知申請者限期補正，屆期未補正或補正書件不符規定者，主管機關不受理其申請案。</p>	<p>技術規範草案無須考慮本條文內容。惟未來若有訂定審查規範，則可另行納入。</p>
8	<p>主管機關依本法第十七條第二項規定，將申請案公告展示期滿後，應於六十日內將個人、機關或團體</p>	<p>技術規範草案無須考慮本條文內容。</p>

	所提書面意見彙整，舉行聽證，並於三十日內作成紀錄。	
9	主管機關收受第三條第一項所定書件後，應於下列期限作成審查結論公告之： 一、低放射性廢棄物處理或貯存設施：六個月。 二、高放射性廢棄物處理或貯存設施：十個月。 三、低放射性廢棄物最終處置設施：一年。 四、高放射性廢棄物最終處置設施：三年。	技術規範草案無須考慮本條文內容。
10	前條審查期限，自申請者備齊書件，向主管機關繳交審查費之日起算。 前項審查期限，不包括下列期間： 一、相關主管機關釋示法令或會商其他機關(構)未逾六十日之日數。 二、其他不可歸責於主管機關之日數。	技術規範草案無須考慮本條文內容。
11	第九條審查結論認為應不予許可者，主管機關應駁回申請案。	技術規範草案無須考慮本條文內容。
12	第九條審查結論認為應予許可者，主管機關應通知申請者繳交證照費後，發給建造執照。	技術規範草案無須考慮本條文內容。
13	本辦法所定申請書表及證照之格式，由主管機關定之。	技術規範草案無須考慮本條文內容。
14	本辦法自發布日施行。	技術規範草案無須考慮本條文內容。

(2) 「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」分析

檢視高放管理規則之分析結果，如表 3-2。

表 3-2：「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」分析

條號	條文內容	與技術規範草案的關聯性與因應方式分析
1	本規則依放射性物料管理法(以下簡稱本法)第二十一條規定訂定之。	技術規範草案以「依據」說明法源。
2	本規則用詞定義如下： 一、高放射性廢棄物最終處置設施(以下簡稱高放處置設施)：指位於地表下適當之深度及地質環境，能長期將放射性核種與生物圈安全隔離之設施，包括相關地表與地下坑道處置作業區之建物、結構體與設備，以及隔絕高放射性廢棄	本條文之用詞定義，在技術規範草案中應加以參採，但無需贅述。

	<p>物之地下處置區域。</p> <p>二、處置母岩：指放置高放射性廢棄物之地質岩體。</p> <p>三、多重障壁：指高放處置設施用以隔離或遲滯放射性核種滲濾、洩漏與遷移，包括廢棄物本體、盛裝容器、緩衝與回填材料，以及地層等工程及天然障壁之多重組合。</p> <p>四、個人年風險：指高放處置設施每年發生意外事件之機率與關鍵群體中個人因該事件接受輻射劑量造成罹患致死癌症機率之乘積。</p> <p>五、處置管制地區：指高放處置設施邊界範圍內之地表及其地表下層，而以適當標誌標示其設施邊界之區域。</p>	
3	高放射性廢棄物最終處置應採深層地質處置之方式。	本條文之規定應於技術規範草案相關章節提出更深入的技術要求。
4	<p>高放處置設施場址，不得位於下列地區：</p> <p>一、活動斷層或地質條件足以影響處置設施安全之地區。</p> <p>二、地球化學條件不利於有效抑制放射性核種污染擴散，並足以影響處置設施安全之地區。</p> <p>三、地表或地下水文條件足以影響處置設施安全之地區。</p> <p>四、高人口密度之地區。</p> <p>五、其他依法不得開發之地區。</p>	本條文之內容已另規定於「高放射性廢棄物最終處置設施場址規範」，無須贅述，但須於「場址之特性描述」、與「設施之安全評估」章節中提出調查與評估的結果。
5	<p>高放處置設施場址，避免位於下列地區：</p> <p>一、有山崩、地陷及火山活動之虞者。</p> <p>二、地質構造可能明顯變化者。</p> <p>三、水文條件易改變者。</p> <p>四、處置母岩具明顯劣化現象者。</p> <p>五、地殼具明顯上升或侵蝕趨勢者。</p> <p>高放處置設施場址有前項情形時，其經營者應提出確保高放處置設施符合安全要求之解決方法。</p>	本條文之內容已另規定於「高放射性廢棄物最終處置設施場址規範」，無須贅述，但須於「場址之特性描述」、與「設施之安全評估」章節中提出調查與評估的結果。
6	<p>高放處置設施經營者，應檢附場址詳細調查規劃書，報經主管機關核准後，始得進行場址詳細調查。前項場址詳細調查規劃書，應載明下列事項：</p> <p>一、場址區域描述。</p> <p>二、高放處置設施作業區之概念設計。</p> <p>三、鑽探或開挖之必要性與作業規劃。</p> <p>四、研究及測試計畫。</p> <p>五、可能影響場址隔離高放射性廢棄物能力之調查作業及其管制計畫。</p>	本條文之內容與安全分析相關者，得於技術規範草案中，要求提出說明。

	<p>六、品質保證計畫。</p> <p>七、復原計畫。</p> <p>八、財務說明。</p> <p>九、其他經主管機關指定之事項。</p>	
7	高放處置設施經營者，於場址詳細調查期間，應於每年二月底前向主管機關提報調查進度及結果。場址詳細調查期間，主管機關得隨時派員檢查。	技術規範草案無須考慮本條文內容。
8	高放處置設施應採多重障壁之設計。	本條文之規定應於技術規範草案相關章節提出更深入的技術要求。
9	高放處置設施之設計，應確保其輻射影響對設施外一般人所造成之個人年有效劑量不得超過 0.25 毫西弗。	本條文之規定應於技術規範草案相關章節提出更深入的技術要求。
10	高放處置設施之設計，應確保其輻射影響對設施外關鍵群體中個人所造成之個人年風險，不得超過一百萬分之一。	本條文之規定應於技術規範草案相關章節提出更深入的技術要求。
11	高放處置設施之設計，應確保高放射性廢棄物放置後五十年內可安全取出。	本條文之規定應於技術規範草案相關章節提出更深入的技術要求。
12	<p>高放處置設施之重要結構、系統及組件設計，應符合下列規定：</p> <p>一、可進行檢查、維護及測試，並符合核子保防作業之要求。</p> <p>二、防範可預期之天然災害。</p> <p>三、具備意外事件緊急應變功能。</p> <p>四、確保高放射性廢棄物之各項作業，於正常運作及預期意外事件時，均能維持次臨界狀態。</p> <p>五、具有火災或氣爆之防護功能。</p> <p>六、其他經主管機關指定之事項。</p>	本條文之規定應於技術規範草案相關章節提出更深入的技術要求。
13	高放處置設施封閉之設計，應確保地下通道及鑽孔封填後，不得成為放射性核種遷移之關鍵途徑。	本條文之規定應於技術規範草案相關章節提出更深入的技術要求。
14	高放處置設施興建前，其經營者應取得處置管制地區之土地使用權。	技術規範草案得於「場址特性描述」之「社會經濟」章節內，要求申請者提出簡要說明。
15	高放處置設施運轉期間，其經營者應每五年更新其安全分析報告，送主管機關備查。	技術規範草案應考慮執照更新時的適用性。
16	高放處置設施之封閉，其經營者應依本法施行細則第三十二條及第三十三條規定提出封閉計畫及監管計畫，報請主管機關核准後實施。	本條文之規定應於技術規範草案相關章節提出更深入的技術要求。

17	經營者申請高放處置設施免於監管，應依本法施行細則第三十四條規定辦理。	本條文之規定應於技術規範草案相關章節提出更深入的技術要求。
18	高放處置設施免於監管時，其經營者應永久保存下列資料，並送主管機關備查： 一、地表特徵、界碑、坑道及鑽孔之資料。 二、施工方法、材料、結構及重要施工資料。 三、地質圖及地質剖面圖。 四、水文資料。 五、高放射性廢棄物放置位置與特性。 六、異常或意外事件資料。 七、輻射監測資料。 八、其他經主管機關指定之事項。	本條文之規定應於技術規範草案相關章節提出更深入的技術要求。
19	本規則自發布日施行。	技術規範草案無須考慮本條文內容。

(3) 「低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則」分析

檢視低放處置導則之分析結果，如表 3-3。

表 3-3：「低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則」分析

章節	條文內容	與技術規範草案的關聯性與因應方式分析
壹	依據：本導則供申請低放射性廢棄物最終處置設施建造執照者，依據行政院原子能委員會放射性物料管理局九十三年四月七日發布實施之「放射性廢棄物處理貯存最終處置設施建造執照申請審核辦法」撰擬安全分析報告之參考。	技術規範草案得參考撰擬。
貳	目的：本導則旨在提供內容格式，供處置設施經營者(申請人)申請低放射性廢棄物最終處置設施(以下簡稱處置設施)建造執照時所附安全分析報告(以下簡稱報告)編撰之依循。本導則適用於淺地、隧道或坑洞等不同形式的處置設施，報告內容應依處置設施之綜合概述；場址之特性描述；設施之設計；設施之建造；設施之運轉；設施之安全評估；設施之組織規劃、行政管理及人員訓練計畫；輻射防護作業及環境輻射監測計畫；保安計畫、意外事件應變計畫及消防防護計畫；最終處置設施封閉及監管規	技術規範草案得參考撰擬。

	劃；品質保證計畫及其他經主管機關指定之事項等重要事項規劃章節詳加說明。	
參	報告內容概要詳如附錄。	技術規範草案得參考撰擬。
	附錄：低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告內容概要	技術規範草案得參考撰擬。
第一章	<p>概論</p> <p>一、緣由及目的：說明申請單位之需求及處置設施設置之目的與規劃。</p> <p>二、專有名詞：應使用政府機關所頒訂之專有名詞，若非常用或自行編譯之專有名詞，應明確定義並加註原文，以利對照。</p> <p>三、引用法規及設計準則：</p> <p>(一)撰寫報告時所採用之各種資料，其調查、分析、推估之方法，凡於現行法規中有規定者，應從其規定。</p> <p>(二)按報告章節次序詳列撰寫報告時所引用的國內外法規及技術規範，並註明其名稱、公(發)布單位、日期及版次。</p>	技術規範草案得參考撰擬。
第二章	<p>設施之綜合概述</p> <p>一、位置：描述場址之地點、面積及場界，並以適當比例尺之地圖說明。</p> <p>二、處置方式：說明廢棄物處置之型式及採用之緣由。</p> <p>三、處置容量：說明處置設施可處置廢棄物的總體積量、各核種之總活度、及每年之處置量。</p> <p>四、處置場區之規劃與配置：說明處置場區內各設施及作業之規劃，並以適當之比例尺繪製設施配置圖，圖上應標示比例尺、方位、區域名稱及設施名稱，標明輻射管制區域之劃分情形，並附必要之剖面圖或透視圖。</p> <p>五、廢棄物來源與特性：</p> <p>(一)說明處置設施接收廢棄物的來源與種類、型態、數量及其分類方式。</p> <p>(二)說明接收廢棄物內所含核種及其最大比活度。</p> <p>(三)說明接收廢棄物包件與其表面污染最大限值及最大劑量率限值。</p> <p>(四)說明接收廢棄物之各項物理、化學特性之限制。</p> <p>(五)說明處置容器之材質與規格。</p>	技術規範草案得參考撰擬。惟處置方式應採深層地質處置。且廢棄物特性應改為高放射性廢棄物。
第	場址之特性描述	技術規範草案得參考撰

<p>三章</p>	<p>一、社會與經濟：描述場址及附近地區之行政區交通設施、公共設施、軍事設施、觀光休閒設施、場址所在鄉鎮及週邊鄉鎮之人口數(含流動人口)及人口結構、土地利用情形與開發計畫。</p> <p>二、地形與地貌：描述場址及附近地區地形與地貌，包括地形高度與起伏趨勢、坡度分布、重要地貌特徵(如河川、山脈、湖泊、海岸線等)，及潛在環境災害分布地區(如崩塌地、沖蝕溝、河川攻擊坡、土石流沖積扇、斷層錯動地形等)。</p> <p>三、氣象：提供場址附近之氣象資料，包括風向、風速、溫度、濕度、降水量、降水強度、颱風發生之頻率等，並提供有紀錄以來之最大降水量、最高及最低溫度、最大風速。</p> <p>四、地質與地震：說明場址及附近地區之地層、地體構造、活斷層、歷史地震等之調查成果等，並說明斷層與地震危害度之調查與評估方法。</p> <p>五、地表水：說明場址及附近地區之地表水體水文、水質特性、水資源使用狀況及其調查方法。</p> <p>六、地下水：說明場址及附近地區之地下水體水文、水質特性及其使用狀況、水文地質架構與水文參數等資料及其調查方法。</p> <p>七、地球化學：說明可能影響場址安全及核種遷移之水化學，土壤與岩石之分類組成及地球化學特性，以及相關之地化模擬資料。地球化學調查因子涵蓋場址及附近地區之無機質成分、有機質含量、氧化還原電位、酸鹼值、分配係數、遲滯因子、離子交換能力、放射性核種之溶解度與化學型態、價數與性質等。</p> <p>八、天然資源：說明場址及附近地區可能存在之重要天然資源，包括地質、礦產、及水資源等。</p> <p>九、生態：提供場址及附近地區之生態調查資料，包括場址半徑五公里範圍之主要生物種類、數量、分布、組成、棲息地，設施建造與運轉可能影響之保育類野生動物與植物，及可能影響處置場安全之生物活動與人為活動等。</p> <p>十、輻射背景偵測：說明運轉前環境輻射背景偵測結果及偵測方法。</p> <p>十一、大地工程特性：說明場址之大地工程特性與測量方法，並界定影響處置設施設計與建造之地工參數，包括場址地區土壤與岩石的強度、變形性與滲透性等。</p> <p>十二、交通狀況：提供場址與附近地區交通運輸系</p>	<p>擬。惟須特別注意深層地下環境與長期變遷行為。</p>
-----------	---	-------------------------------

	<p>統(包括鐵路、公路、水運等)及運輸能力等資料。</p> <p>十三、其他：</p> <p>(一)說明其他足以影響處置設施設計及建造之場址特性因素(如崩塌滑動、侵蝕、洪水、土石流、火山爆發、海嘯等)。</p> <p>(二)場址特性調查範圍應以學理上完整之地理區域為準，調查週期與精度應符合一般工程技術規範要求，成果應足以充分說明場址特性。</p> <p>(三)調查成果應以適當比例尺之地圖加以說明，歷史資料應加以統計分析並以適當圖表呈現以利審查。原始調查數據得列為報告附冊備查。</p> <p>(四)視場址之地域差異性，申請人得提供其他足以影響處置設施設計與建造之場址特性因素補充說明。</p>	
<p>第四章</p>	<p>處置設施之設計</p> <p>一、設計目標與功能需求：說明處置設施之設計基準、設計要項及設計規格等。</p> <p>二、建築設計：說明處置設施主要結構物、使用需求規劃及其配置。</p> <p>三、結構設計：說明處置設施主要結構物之結構分類、設計荷重及其組合等。</p> <p>四、土木設計：說明處置設施主要結構物之工程材質、屏蔽材料之特性與設計標準(包括處置設施及其覆蓋、回填等)、地表防洪及地下排水系統之設計。</p> <p>五、輻射安全設計：</p> <p>(一)安全限值：說明設施內外之輻射限值與輻射防護分區規劃。</p> <p>(二)處置設施結構之輻射屏蔽分析：說明處置設施輻射屏蔽結構體構造強度、比重、厚度等有關資料，針對處置廢棄物含有核種之活度、比活度及分布情形，進行輻射屏蔽分析評估。</p> <p>(三)職業曝露合理抑低：說明設施正常運轉期間，合理抑低工作人員輻射劑量所採行之設計或措施，至少應包括下列各項：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.輻射監測區域規劃、輻射管制區劃分及輻射防護設備之使用等。 2.廢棄物接收、暫貯、檢整、搬運、處置及控制中心等作業區職業曝露合理抑低之 	<p>技術規範草案得參考撰擬。惟須特別注意障壁的長期被動功能，以及高放處置設施的獨特設計，例如緩衝材料的功能、衰變熱的影響等。</p>

	<p>設計。</p> <p>3.對較高活度廢棄物之屏蔽設計。</p> <p>六、輔助設施或系統之設計：說明廢棄物暫貯區、廢棄物檢整或處理系統、粉塵與廢水收集排放處理系統、廢棄物傳送系統、分析或偵測系統等之設計，並說明各系統失效時之補救措施。</p> <p>七、公用設施或系統之設計：說明通訊、電力、供水、供氣、照明、廢棄物處理、通風等系統之設計，並說明各系統失效時之補救措施。</p> <p>八、設計成果應附適當比例尺之詳細圖說，設計細部資料得列報告附冊備查。</p>	
第五章	<p>處置設施之建造</p> <p>一、施工特性：說明施工規劃概要，包括所遵循之法規、標準、規範、施工階段及施工範圍等。</p> <p>二、施工計畫：處置設施之建造應擬具可行施工計畫，包括工程經營管理、施工佈置、施工材料、施工方法、施工機具設備、施工程序(含與處置作業並存之施工程序)、施工時程、工業安全衛生、水土保持與環境保護、品管與品保方案及緊急應變處理等。</p>	<p>技術規範草案得參考撰擬。惟須特別注意地下坑道開挖技術的可行性以及對長期功能是否造成不必要的干擾。</p>
第六章	<p>處置設施之運轉</p> <p>一、廢棄物接收：描述處置設施接收廢棄物之相關作業程序，包括下列各項：</p> <p>(一)廢棄物運輸規劃，包括廢棄物由貯存地點運送至處置設施，以及設施內的運輸規劃。</p> <p>(二)運送文件之查驗。</p> <p>(三)廢棄物盛裝容器之檢視。</p> <p>(四)運輸設備之污染偵檢與除污。</p> <p>(五)容器表面劑量率及核種之偵檢。</p> <p>(六)廢棄物相關文件之管理與保存。</p> <p>二、廢棄物處理與暫存：說明處置設施接收廢棄物後，廢棄物處理與暫存作業程序，包括下列各項：</p> <p>(一)廢棄物處理：由接收區將廢棄物轉運至暫存區或處置區之作業(包括除污、再固化、再包裝、吊卸等)。</p> <p>(二)廢棄物暫存：暫存區之使用規劃及暫存作業。</p> <p>三、處置作業：說明處置設施進行廢棄物處置之作業程序，包括下列各項：</p> <p>(一)處置區之分區規劃：</p> <p>1.廢棄物依其種類、型態、活度及預期進場</p>	<p>技術規範草案得參考撰擬。惟須特別注意高放處置設施的設施差異，以及作業特性，如遙控操作。</p>

	<p>處置時程分別規劃處置分區及相關處置方式。</p> <p>2.各類廢棄物之處置及各該處置分區完成處置配合之可能施工設備、設施、管制、輻射防護與監測。</p> <p>3.減少廢棄物體堆置空隙之方法。</p> <p>(二)處置區內處置單元覆蓋、回填：</p> <p>1.覆蓋、回填作業所用結構物、設施與屏蔽材料可能料源、施工設備、施工方法及施工程序。</p> <p>2.處置單元有關設施之運轉、維護與監測評估。</p> <p>(三)處置單元封閉及穩定化</p> <p>1.處置單元之封閉條件、期程及其封閉計畫。</p> <p>2.處置單元封閉後之營運、檢查及監測。</p> <p>3.檢查、監測成果之分析評估與處置單元可能需要之改善措施。</p> <p>(四)處置區內非處置單元區域之運轉及其封閉、覆蓋、回填之材料、步驟及設備：說明覆蓋、回填材料種類、特性、實施步驟及使用設備。</p> <p>(五)處置區分區標示：包括標示方法、內容及標示物之材質。</p> <p>(六)其他相關作業之說明。</p>	
第七章	<p>處置設施之安全評估</p> <p>一、輻射劑量評估：說明廢棄物性質與場區之可能核種傳輸路徑及特性，並分別評估運轉期(廢棄物接收、暫存、吊卸、處理、處置、除污排水)及封閉後正常與異常狀況下對工作人員及民眾輻射劑量之影響，並與現行法規做比較，評估項目包括：</p> <p>(一)廢棄物描述：包括總數量、總活度、廢棄物特性基本假設等。</p> <p>(二)核種傳輸特性：評估處置設施工程與天然障壁在設施運轉及封閉後，地下水滲流、擴散、延散與遲滯吸附等特性參數，以模擬分析地下水滲流機制、核種傳輸及處置設施之長期穩定性。</p> <p>(三)正常狀況之輻射劑量：評估處置設施運轉期及封閉後在正常狀況之輻射劑量，包括傳</p>	<p>技術規範草案得參考撰擬。惟須特別注意高放處置評估時的源項特性、傳輸情節、時間尺度等差異性。</p>

	<p>輸機制說明、情節分析、輸入資料、輸出資料、敏感度分析、不確定性分析、評估結果及使用之評估程式。</p> <p>(四)異常狀況之輻射劑量：評估處置設施運轉期及封閉後在意外事故或異常狀況下之輻射劑量，包括傳輸機制說明、意外事故或異常狀況之發生頻率、情節分析、輸入資料、輸出資料、敏感度分析、不確定性分析、評估結果及使用之評估程式。</p> <p>(五)核種外釋到達人類活動範圍之傳輸機制：包括地下水、空氣、地表水、其他傳輸機制，及直接輻射與向天輻射對個人之曝露，並描述各傳輸機制之概念模式、數學模式及分析所需之參數。</p> <p>(六)述明各種傳輸機制之評估結果，是否符合法規限值。</p> <p>二、設備操作：依據處置設施之設備特性及操作程序，評估運轉期設備操作之安全性。</p> <p>三、闖入者防護：描述在處置設施營運中、封閉後，防止無意闖入者接近廢棄物所採行之防護設計及措施，並評估其功能。</p> <p>四、長期穩定性：評估並分析處置設施於運轉期間及封閉後之長期穩定性與安全性。分析時應說明分析方法、輸入參數、假設狀況、適用範圍、模式分析結果及不確定性等。</p>	
第八章	<p>處置設施之組織規劃、行政管理及人員訓練計畫</p> <p>一、管理組織架構：說明貯存設施管理組織架構，包括編組、功能、責任與權限，並說明各項運轉作業之人力運用。</p> <p>二、人員編制：說明處置設施人員編制、權責及資格，包括編制員額、職稱及每一運轉班次人數，各級主管人員之權責與資格，管理、監督及輻射防護人員之權責與資格等。</p> <p>三、人員訓練：針對處置設施之運作提出人員訓練計畫，包括各項作業之訓練規劃、訓練課程內容、訓練週期及授課人員資格、訓練成效評估及資格檢定辦法。</p> <p>四、審查與稽核：說明處置設施各項作業之審查與稽核程序，包括運轉作業之內部審查與安全措施之稽核、作業程序或系統變更之審查、審查與稽核文件之管制等。</p> <p>五、管理程序：說明設施安全運轉相關作業活動之</p>	技術規範草案得參考撰擬。

	管制與管理程序，包括設備管制、維護管理、 工安、品保及人員與車輛出入之污染管制等。	
第九章	<p>輻射防護作業與環境輻射監測計畫</p> <p>一、輻射防護計畫：依處置設施之作業特性、處置放射性廢棄物之活度與特性，並參考「游離輻射防護法」相關規定撰寫輻射防護計畫，內容應包括輻射防護管理組織與權責、人員防護、醫務監護、地區管制、輻射源管制、放射性物質廢棄、意外事故處理、合理抑低措施、紀錄保存及其他主管機關指定事項等。</p> <p>二、環境輻射偵測計畫：應依原能會九十一年十二月二十五日發布「輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則」第十九條第二項規定撰寫環境輻射監測計畫。</p>	技術規範草案得參考撰擬。
第十章	<p>保安計畫、意外事件應變計畫及消防防護計畫</p> <p>一、保安計畫內容至少應包括下列各項：</p> <p>(一)保安組織之目的、編組、管理及訓練。</p> <p>(二)保安區域劃定、周界實體阻隔物及警報監視系統。</p> <p>(三)門禁管制、進出人員查核、保安通訊設施。</p> <p>(四)保安系統測試維護及各項紀錄保存。</p> <p>二、意外事件應變計畫內容至少應包括下列各項：</p> <p>(一)意外事件應變組織及權責。</p> <p>(二)建造、運轉及封閉階段中，可能發生事故之分析。</p> <p>(三)意外事件應變設施之設備及功能。</p> <p>(四)意外事件應變措施之重要事項。</p> <p>(五)意外事件應變功能之維持。</p> <p>(六)意外事件應變計畫相關資料。</p> <p>三、消防防護計畫內容至少應包括下列各項：</p> <p>(一)消防工作之組織及行政管理。</p> <p>(二)火災災害分析及影響評估。</p> <p>(三)防火設計及措施。</p> <p>(四)火警偵測及消防能力評估。</p> <p>(五)相關單位之消防及救護支援。</p> <p>(六)防火及消防有關設備之維護及管理。</p> <p>(七)防火及消防有關之人員訓練。</p>	技術規範草案得參考撰擬。
第十一章	<p>處置設施之封閉及監管規劃</p> <p>一、處置場區穩定規劃：提出場區穩定規劃，以確保處置設施穩定之設計或措施。</p> <p>二、封閉規劃：說明處置設施之封閉規劃，包括除</p>	技術規範草案得參考撰擬。

	污規劃、輻防設計、檢查及監測規劃、輔助設施拆除規劃與二次廢棄物之處理方式。 三、監管規劃：說明處置場區封閉後之監管規劃，包括監管期、處置場區管理及環境監測措施。	
第十二章	品質保證計畫 一、品保政策與組織。 二、品保方案。 三、設計管制。 四、工作說明書、程序書及圖件。 五、文件管制。 六、採購材料、設備及服務之管制。 七、改正行動。 八、品保紀錄。 九、稽查。	技術規範草案得參考撰擬。
第十三章	參考文獻 引用法規及技術規範以外之其他參考文獻，應於報告本文之後列述並與所引述之各章節內容對應。資料內容應詳列作者、出版年代、文獻名稱、文獻出處等。必要時應依審查意見提送指定之參考文獻以供參酌。	技術規範草案得參考撰擬。
肆	修改：本導則如有未盡事宜，得視需要修訂之。	技術規範草案得參考撰擬。

3.3 技術規範草案內容要項分析

本研究利用對國外規範的檢視，以確保不會遺漏管制要項；同時分析國內現行法規，以確保能符合管制實務需求與平衡管制體系後，先行擬定一份架構與要項分析表，再據以研訂技術規範草案。藉由列表的方式可以清楚的建立整體架構的邏輯性，並盤點各章節之下應進一步提出要求的要項與內容。基於法規簡明扼要的特性，草案架構劃分為 11 章，至多 4 層(即章、節、次節與段)。經與物管局人員溝通說明後，成果如表 3-4 所示。本表可利於物管局後續擴大諮商時做為快速檢視/修訂草案架構與要項之索引。

表 3-4：技術規範草案架構與要項分析表

章	節	次節	段(含備註說明)
1.綜合概述	1.1 概論	1.1.1 緣由及目的	
		1.1.2 專有名詞	
		1.1.3 法規與準則	
		1.1.4 附錄與佐證資料	
		1.1.5 參考文獻	
	1.2 設施綜合概述	1.2.1 位置	
		1.2.2 廢棄物容量	
1.2.3 設施運作方式與發展 規劃			
2.場址之特 性描述	2.1 調查作業	2.1.1 基本原則	
		2.1.2 範疇界定	
		2.1.3 調查計畫	
		2.1.4 場址準則	
	2.2 一般場址特性	2.2.1 社會經濟	含土地使用權
		2.2.2 地形與地貌	
		2.2.3 氣象	
		2.2.4 地質與地震	
		2.2.5 地表水文	
		2.2.6 地下水文	
		2.2.7 地球化學	
		2.2.8 天然資源	
		2.2.9 生物	
		2.2.10 背景輻射	
		2.2.11 大地工程特性	
		2.2.12 交通狀況	
	2.3 場址環境安全 特性	2.3.1 地震	
		2.3.2 活動斷層	
		2.3.3 火山	
		2.3.4 海嘯	
		2.3.5 洪水氾濫	
		2.3.6 崩塌滑動與土石流	
		2.3.7 侵蝕與沖刷	
2.3.8 地殼變動與海平面變 動(含冰河作用與氣 候變遷)			
2.3.9 其他場址特性因素等			
2.4 天然障壁與母	2.4.1 天然障壁特性		

	岩特性	2.4.2 母岩特性	幾何尺寸、水力-熱力-力學-化學特性	
3.設施之設計基準	3.1 設計準則	3.1.1 法規依據		
		3.1.2 輻射安全	合理抑低	
		3.1.3 避免負擔	長期被動安全	
		3.1.4 安全功能	多重障壁	
	3.2 影響設計的因素與設計基準	3.2.1 廢棄物因素	空間、屏蔽、次臨界	
		3.2.2 場址特性因素	配置	
		3.2.3 天然事件/作用因素	防災、長期影響	
		3.2.4 作業影響因素	作業需求、功能、維護、避難	
		3.2.5 人類干擾因素	保安、監管	
		3.2.6 深層地質處置因素	深度、隔離	
		3.2.7 多重障壁因素	圍阻	
	3.3 處置設施設計	3.3.1 地表設施	運輸與交通設施、包封廠房、施工/維修廠房、緩衝/回填材料廠房、行政管理大樓、岩屑堆置區、滯留池	
			3.3.2 聯通設施	出口、豎井、斜坑
			3.3.3 地下設施	地下控制中心、作業準備區、運轉坑道、處置坑道、完成處置之監測區、分期施工區
		3.3.4 工程障壁系統設計	3.3.4.1 處置容器	
			3.3.4.2 緩衝材料	
			3.3.4.3 回填材料	
			3.3.4.4 封塞與封阻材料	
		3.3.5 儀控系統		
3.3.6 電力系統				
3.3.7 輔助系統		通風、排水、防蝕等		
3.3.8 輻射防護與環境監測系統		輻射安全設計、作業設施結構之輻射屏蔽分析、職業曝露合理抑低		
3.3.9 保安系統與消防系統				
3.3.10 廢棄物管理系統				
3.3.11 廢棄物再取出設計				
3.3.12 除役與封閉				
3.3.13 工程障壁系統整體評估				

		3.3.14 反饋/回饋設計		
	3.4 設施之建造	3.4.1 施工特性		
		3.4.2 施工計畫		
		3.4.3 地面工程		
		3.4.4 地下工程	3.4.4.1 施工技術與機具	
			3.4.4.2 隧道支撐與襯砌作業	
			3.4.4.3 洞口防護	
	3.4.4.4 分期施工			
		3.4.5 環境資料增續調查		
4. 設施之組織規劃、行政管理及人員訓練計畫	4.1 組織規劃	4.1.1 組織架構		
		4.1.2 人員編制		
	4.2 行政管理	4.2.1 管理程序		
		4.2.2 審查與稽核		
4.3 人員訓練計畫				
5. 設施之運轉	5.1 運轉管理	5.1.1 試運轉結果		
		5.1.2 地表設施管理		
		5.1.3 聯通設施管理		
		5.1.4 地下設施管理		
	5.2 廢棄物接收準則及程序之建立及實施			
	5.3 處置作業			
5.4 環境監測與運轉經驗回饋				
6. 設施之安全評估，含預期之意外事故評估	6.1 安全評估之目的與範疇	6.1.1 安全評估之目的	安全、保護工作人員、公眾、無意闖入者	
		6.1.2 安全評估之範疇	運轉與封閉評估、範疇、對象	
	6.2 處置系統界定	6.2.1 處置系統空間特性	近場(核種存量、工程障壁)、遠場(地質圈)、生物圈	
		6.2.2 處置系統演變特性	交互作用、機制、途徑、演變、人類未來行為	
		6.2.3 安全評估資訊特性	來源、品質、正當性	
	6.3 封閉前(運轉期間)安全分析	6.3.1 正常情節分析	作業輻射劑量、設備操作安全	
		6.3.2 意外事件分析	天然事件、內部人為事件、外部人為事件	

		6.3.3 評估方法、工具、與重要參數	
		6.3.4 評估案例建構與分析	
		6.3.5 評估結果含預期之外事故評估	
	6.4 封閉後安全分析	6.4.1 概念模式建構	
		6.4.2 正常情節分析	含特徵、事件、作用
		6.4.3 異常情節分析	含無意闖入情節
		6.4.4 評估方法、工具、與重要參數	最佳可及技術、機率式分析、程式驗證與確認、參數資料庫
		6.4.5 評估案例建構與分析	案例建構、時間尺度、傳輸途徑分析
		6.4.6 評估結果	法規比較、全系統考量、安全論證考量
		6.4.7 反覆精進與經驗回饋	
7.輻射防護作業與環境輻射監測計畫		7.1 輻射防護作業計畫	
	7.2 環境輻射監測計畫		
8.消防防護計畫			
9.保安計畫及料帳管理計畫	9.1 保安計畫		
	9.2 料帳管理計畫		
10.品質保證計畫			
11.設施之封閉與監管規劃	11.1 封閉與監管規劃	11.2.1 封閉規劃	封閉前適用
		11.2.2 監管規劃	
	11.2 封閉計畫		封閉時才提出
	11.3 監管計畫		封閉時才提出
	11.4 土地再利用或免於監管申請		
11.5 資料保存		監管後才提出	

4. 高放射性廢棄物處置及其設施安全分析技術規範草案研議

本章係根據國際經驗與國內實況，研擬我國高放射性廢棄物處置及其設施安全分析所需的技術規範草案。並經向物管局進行簡報與意見交換後，根據回饋意見修訂草案內容，使成果切合管制作業實務需求。

4.1 技術規範草案研議過程

本技術規範草案於本年度內的研議過程如下：

- 民國 104 年 2 月 11 日計畫生效，展開研究工作。
- 民國 104 年第一季進行國際資訊蒐集與分析。
- 民國 104 年第二季進行規範內容要項分析。
- 民國 104 年 8 月 25 日經與計畫同仁內部多次討論後完成初稿。內容含架構說明表(即表 3-4)，以及總說明及逐條說明(詳如 4.2 節)。電子檔以電子郵件送請物管局審查並表示意見。
- 民國 104 年 9 月 9 日物管局提出書面審查意見，供進一步修訂草案。在此之前雙方曾多次透過面談、電話、電子郵件等方式進行意見交換。
- 民國 104 年 10 月 6 日根據物管局意見完成初步修訂，並赴物管局專題報告「我國高放射性廢棄物最終處置及其設施安全分析技術規範之芻議」。在簡報會議中更廣泛的跟原能會出席會議人員進行意見交換。
- 民國 104 年 11 月 15 日依計畫合約進度提出期末報告初稿，內容含期末初稿版之技術規範草案，送物管局進行期末審查後定稿。

4.2 技術規範草案內容

本研究研議完成的技術規範草案具體內容說明如下：

高放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告技術規範(草案)

總說明及逐條說明(104 年 11 月 13 日版)

國際共識認為採用深層地質處置為高放射性廢棄物最終處置可行之安全策略。為確保使高放射性廢棄物處置達到與人類生活環境長期阻隔之安全目標，國際上之核能先進國家莫不投入大量人力與物力資源，積極推動最終處置相關之技術研發。

我國用過核子燃料最終處置計畫，依據「放射性物料管理法」第 29 條規定，由台電公司推動中。依台電公司現行規劃，預定於西元 2055 年(民國 144 年)啟用高放射性廢棄物最終處置設施。而在此之前依法令規定需提出建造執照與運轉執照申請，並檢附安全分析報告經主管機關審查同意。雖然處置設施申請者提出正式安全分析報告的時間點距今仍有一段距離，然而實際上在最終處置計畫母岩特性調查、選址、與設計的各個期程間，亦仍須進行階段性的安全分析，以確認計畫可行性並提升安全信心。原能會基於此業務職掌之需求，為落實對高放射性廢棄物最終處置計畫的安全分析管制，爰參考國際輻安組織與主要核能國家在安全評估規範與管制要項方面之實務經驗，訂定「高放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告技術規範」(草案)，以供高放射性廢棄物最終處置設施進行安全分析之管制與作業依循。本技術規範草案架構說明如下：

壹、依據(說明本技術規範訂定之依據)。

貳、目的與範疇(說明發布本技術規範之目的、適用範疇、與基本架構)。

參、報告內容概要(檢附附錄說明安全分析報告之內容概要，含第一章～第十一章)。

肆、修改(說明本技術規範得視需要修訂之)。

表 4-1：高放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告技術規範(草案)

條文	說明
<p>壹、依據</p>	<p>條目。說明本技術規範訂定之依據。</p>
<p>「高放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告技術規範」(以下簡稱本技術規範)之法規依據如下：</p> <p>一、「放射性廢棄物處理貯存最終處置設施建造執照申請審核辦法」(以下簡稱「審核辦法」)第 3 條第 1 項：申請者應填具申請書，並檢附安全分析報告及財務保證說明，送主管機關審查並繳交審查費。</p> <p>二、「放射性物料管理法施行細則」(以下簡稱「物管法施行細則」)第 26 條第 2 項第 1 款：完成試運轉後，應填具申請書，並檢附最新版之安全分析報告向主管機關申請核發運轉執照。</p> <p>三、「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」(以下簡稱「高放處置規則」)第 15 條：高放處置設施運轉期間，其經營者應每五年更新其安全分析報告，送主管機關備查。</p> <p>四、「物管法施行細則」第 32 條第 1 項第 5 款：放射性廢棄物最終處置設施之封閉，其經營者擬訂之封閉計畫，應載明長期安全性評估事項。</p>	<p>高放處置設施經營者依法須於申請建造執照與運轉執照時，檢附最新版安全分析報告送主管機關審查；應於運轉期間，每五年更新其安全分析報告，送主管機關備查；並應於封閉計畫中載明長期安全性評估事項。</p>
<p>貳、目的與範疇</p>	<p>條目。說明發布本技術規範之目的、適用範疇、與基本架</p>

	構。
<p>一、本技術規範旨在做為審查高放射性廢棄物最終處置設施(以下簡稱高放處置設施)安全分析報告之科學技術基準，同時亦可供高放處置設施執照申請者及設施經營者做為撰擬安全分析報告時之參考。本技術規的發布將有助於審查作業之順利進行，並利於安全分析報告技術內容之研討溝通。</p>	<p>1.本技術規範之目的在於提供安全分析報告內容的基準，使高放處置設施執照申請者及設施經營者有所依循，並利於審查作業的進行。</p> <p>2.本技術規範所稱之高放射性廢棄物，依「物管法施行細則」第4條所定義：指備供最終處置之用過核子燃料或其經再處理所產生之萃取殘餘物。</p>
<p>二、本技術規範適用於採取深層地質處置之高放處置設施，申請其建造執照與運轉執照檢附安全分析報告時、運轉期間每五年更新安全分析報告時、及封閉計畫載明長期安全性評估事項時之撰擬與審查參考。</p>	<p>1.本技術規範適用範疇為選定場址後之申照作業與運轉期間。</p> <p>2.封閉時的安全分析附屬於封閉計畫中。</p> <p>3.選址階段的安全分析報告尚無明文規定。</p>
<p>三、高放處置設施安全分析報告(以下簡稱報告)內容應依「審核辦法」第4條第1項載明相關事項：綜合概述；場址之特性描述；設施之設計基準；設施之組織規劃；行政管理及人員訓練計畫；設施之安全評估，含預期之意外事故評估；輻射防護作業及環境輻射監測計畫；品質保證計畫；消防防護計畫；其他經主管機關公告之事項。並依「審核辦法」第4條第2項增列封閉與監管規劃；保安計畫；及料帳管理計畫。並符合「審核辦法」第4</p>	<p>依「審核辦法」界定報告的必要內容。本技術規範另根據實務經驗對相關內容做章節次序的調整或合併或補充。</p>

<p>條第 4 項要求：報告所載明與設施安全有關之評估方法及數據，申請者應檢附明確充分之佐證資料。</p>	
<p>參、報告內容概要</p>	<p>條目。說明報告內容概要。</p>
<p>一、詳如附錄。</p> <p>二、設施申請者/經營者得以本技術規範的報告內容概要為基本架構，視個案場址與設施特性實況調整附錄中報告內容章節次序的編排方式及補充額外的章節內容，惟仍應包含本技術規範所要求的內容，並對變更處建立對照索引表，或對不適用的本技術規範內容提出理由說明，以利主管機關審查。</p> <p>三、設施申請者/經營者得視處置計畫進程，調整所提報告內容之深入程度，並將實際監測情況或實務作業經驗回饋/增補/更新於最新的報告版次中。</p>	<p>1.依「低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則」(以下簡稱「低放處置導則」)前例，以附錄形式提出內容概要。</p> <p>2.內容概要的編排架構，以設施申請者/經營者撰擬安全分析報告的實際需求為導向，視技術內容性質，至多分為四階：</p> <p>(1)章：以序號如“第一章：章名”表示。</p> <p>(2)節：以國字數字序號如“一、節名”表示。</p> <p>(3)節所屬的內容或再細分為次節：以國字數字加括號序號如“(一)”表示。</p> <p>(4)次節所屬的內容：以阿拉伯數字為序號如“1.”表示。</p> <p>3.不同的場址與設施會有不同的特性與考量，本條文使報告具有依個案情況進行調整之彈性。</p> <p>4.由於處置計畫期程極長，本條文使報告具有依時程進度</p>

	逐步擴充與深化內容之彈性。並提醒利害相關者，處置計畫具有此一需逐步反覆精進的特性。
附錄：高放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告內容概要	附錄名稱。
第一章：綜合概述	章名。參考「申請設置用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告導則」(以下簡稱「乾貯導則」)。
<p>一、概論</p> <p>(一)緣由及目的：說明該版次報告撰寫的目的，並界定報告之範疇。</p> <p>(二)專有名詞：以對照表說明報告內之專有名詞。應優先使用政府機關所發布之專有名詞。若非常用或自行編譯之專有名詞，應明確定義並加註原文，以利對照。</p> <p>(三)法規與準則：說明報告內適用/引用之法規與準則。</p> <p>1. 撰寫報告時所採用之各種資料，其調查、分析、推估之方法，凡於現行法規中有規定者，需從其規定。</p> <p>2. 按報告章節次序詳列撰寫報告時所引用的國內外法規及技術規範，並註明其名稱、公(發)布單位、日期及版次。</p> <p>(四)附錄與佐證資料：設施申請者/經營者得將詳細的調查、評估、規劃成</p>	<p>1. 參考「低放處置導則」與「乾貯導則」。</p> <p>2. 原法規條文中之設計準則改為準則，因為設計準則一詞較狹隘且另有涵義，此處亦可能包含試驗準則等。</p> <p>3. 基於國際上安全論證(safety case)的作法，新增附錄與佐證資料的規定。本節可供設施申請者/經營者說明有利於佐證報告可信度與提升安全信心的相關資料。說明的方式亦得以研發架構圖、成果報告清單、或資料庫等方式呈現。</p> <p>4. 「低放處置導則」第十三章參考文獻之相關規定，改列為本章第一節第(五)小節。</p>

<p>果列為附錄與佐證資料，並於本節說明併同報告提送供主管機關審查作業參考之重要附冊、附件、附圖、文獻、索引表、或電子檔案等。</p> <p>(五)參考文獻：引用法規及技術規範以外之其他參考文獻，應於報告本文之後列述並與所引述之各章節內容對應。資料內容應詳列作者、出版年代、文獻名稱、文獻出處等。必要時應依審查意見提送指定之參考文獻以供參酌。</p>	
<p>二、設施綜合概述</p> <p>(一)位置：說明設施所屬行政區、地址、設施中心點經緯度座標、場址面積、重要設施配置、與場界等資訊，並附適當比例尺之地圖。</p> <p>(二)廢棄物容量：說明處置設施所處置廢棄物的特性與數量、處置場最大容量、與每年最大處置量。</p> <p>(三)設施運作方式與發展規劃：概述重要設施及其功能，以及設施運作方式與整體處置計畫時程規劃。</p>	<p>1.節名參考「乾貯導則」。</p> <p>2.第(一)小節參考 10 CFR 63.21(b)：一般資訊。</p> <p>3.本節的目的在於概括說明整體處置設施運作的執行現況與後續規劃(參考 IAEA SSG-14 第 3.9 節)。</p>
<p>第二章：場址之特性描述</p>	<p>章名參考「審核辦法」第 4 條第 1 項第 2 款：場址之特性描述。</p>
<p>一、調查作業：概述場址特性調查的基本原則、範疇界定、調查計畫、場址準則等。</p> <p>(一)基本原則：說明報告內場址特性資料的取得與使用原則。</p>	<p>1.參考「低放處置導則」。</p> <p>2.設施申請者/經營者提出報告時，場址業已核定。因此有關場址評選的問題並非報告的核心議題，除非後續的</p>

<p>1.報告內有關場址特性之描述，其內容應與經環境保護主管機關認可之環境影響評估相關資料一致。</p> <p>2.場址特性調查範圍應以學理上完整之地理區域為準，調查週期與精度應符合一般專業技術規範要求，成果應足以充分說明場址特性。</p> <p>3.調查成果應以適當比例尺之地圖加以說明，歷史資料應加以統計分析並以適當圖表呈現以利審查。原始調查數據得列為報告附冊備查。</p> <p>4.視場址之地域差異性，設施申請者/經營者得提供其他足以影響高放處置設施運轉與封閉後長期安全之場址特性因素補充說明。</p> <p>(二)範疇界定：說明調查項目、調查範圍、與調查頻率的界定原則。</p> <p>(三)調查計畫：說明已實施或規劃實施的調查計畫，以及重要的調查技術與方法。</p> <p>(四)場址準則：說明評定場址適宜性的準則。</p>	<p>調查與監測有重大發現足以挑戰場址的適宜性。因此，報告中場址之特性描述將著重於跟安全評估有關的部份，其餘者僅需做概略性的敘述。而與安全評估無密切相關的場址特性，設施申請者/經營者得將「高放處置規則」第6條規定之場址詳細調查規劃書及其調查成果，或經環境保護主管機關認可之環境影響評估相關資料，列為報告附件，併案做為審查佐證資料，而無需於報告中贅述。</p> <p>3.參考 IAEA SSG14 附錄 I.5。</p>
<p>二、一般場址特性：概述場址及附近地區可能影響高放處置設施運轉與封閉後長期安全之背景環境資訊。</p> <p>(一)社會經濟：說明處置管制地區範圍之界定與土地使用權取得情形。並說明可能有潛在不利影響的當地設</p>	<p>1.參考「低放處置導則」訂定場址特性項目。調查方法併入前節第(三)小節做概述。</p> <p>2.影響範圍依高放處置設施個案採開放性認定。惟須符合完整地理區的科學判定原</p>

施(例如水壩、機場、軍事設施等)、場址所在鄉鎮及週邊鄉鎮之人口統計、與土地利用情形及開發計畫等。

(二)地形與地貌：說明高程、坡度分布、重要地貌特徵(例如河川、山脈、湖泊、海岸線)、與潛在環境災害分布地區等(例如崩塌地、沖蝕溝、河川攻擊坡、土石流沖積扇、斷層錯動地形)。

(三)氣象：說明風向、風速、溫度、濕度、降水量、降水強度、與颱風發生頻率等，並提供最大降水量、最高及最低溫度、與最大風速等之歷史紀錄。

(四)地質與地震：說明地層、地體構造、活動斷層、與歷史地震等。

(五)地表水文：說明地表水體(含河流、湖泊、近海等)水文、水質特性、水資源使用狀況等。

(六)地下水文：說明地下水體水文、水質特性、水資源使用狀況、水文地質架構等。

(七)地球化學：說明環境水化學特性、土壤與岩石之分類組成與地化特性。

(八)天然資源：說明既有與潛在之重要地下天然資源，包含礦產、天然氣、與地下水資源等。

(九)生物：說明是否有對設施運轉有不利影響之生物因素。

(十)背景輻射：說明運轉前環境輻射背

則，例如一個完整的流域或集水區。

3.第(一)小節，土地使用權(1)「高放處置規則」第2條第1項第5款：用詞定義。處置管制地區：指高放處置設施邊界範圍內之地表及其地表下層，而以適當標誌標示其設施邊界之區域。(2)「高放處置規則」第14條：高放處置設施興建前，其經營者應取得處置管制地區之土地使用權。(3)參考10 CFR 63.121：潛在土地所有權與控制權的要求。此外，土地利用情形含運轉期間人類活動。

4.第(八)小節，天然資源調查意在避免設施封閉後人類無意侵入，因此著重於地下資源。

5.第(九)節，生態屬環保署環評範疇，因此，在此僅考慮運轉期間生物活動對設施的潛在不利影響。

<p>景偵測結果。</p> <p>(十一)大地工程特性：說明大地工程特性，包含土壤與岩石的強度、變形性、與滲透性等。</p> <p>(十二)交通狀況：說明交通運輸系統(包含鐵路、公路、水運等)與運輸能力等。</p>	
<p>三、場址環境安全特性：說明對於高放處置設施運轉與封閉後長期安全具有潛在不利影響的環境特性之評估結果。</p> <p>(一)地震。</p> <p>(二)活動斷層。</p> <p>(三)火山。</p> <p>(四)海嘯。</p> <p>(五)洪水氾濫。</p> <p>(六)崩塌滑動與土石流。</p> <p>(七)侵蝕與沖刷。</p> <p>(八)地殼變動與海平面變動(含冰河作用與氣候變遷之影響)。</p> <p>(九)其他場址特性因素等。</p>	<p>1.本節跟前節的區隔，在於前節為調查的結果，屬於證據與資料的現況呈現；而本節則著重於分析與評估等對於場址特性的未來推論。</p> <p>2.本節主要在於對場址本身的安全性提出說明。至於對設施的影響應併同其他各章進行審查。由於高放係採深層地質處置，因此某些地表作用僅會對運轉期間產生影響，例如海嘯與洪水氾濫。某些作用則可能影響封閉後的安全性，例如地殼變動與海平面變動。</p> <p>3.第(九)小節其他因素，例如石灰岩地區的溶蝕，或泥岩區的沉陷等。本技術規範不列舉，而由設施申請者/經營者依個案視情況提出說明。</p>
<p>四、天然障壁與母岩特性：說明跟高放處置設施運轉與封閉後長期安全具有相關性的天然障壁與母岩特性之評估結果。</p>	<p>1.「高放處置規則」第2條第1項第2款用詞定義：處置母岩指放置高放射性廢棄物之地質岩體。</p>

<p>(一)天然障壁特性：說明場址天然障壁的功能，包含維護工程障壁完整性、限制核種與廢棄物體溶解度、抑低可能的地下水流動、遲滯核種從處置設施傳輸到生物圈的移動時間、長期穩定性等。具體特性例如低滲透性地層、低水力梯度、與低地質圈延散等。</p> <p>(二)母岩特性：說明處置母岩的特性。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.母岩的幾何型態(深度、厚度、延伸)應足以容納處置設施。並與導水性破碎帶有適當的避退距離。 2.母岩宜岩性均勻且地質構造單純，以利於進行調查且性質易於預測。 3.母岩的力學性質應有利於處置設施安全的建造、運轉、與封閉，且能確保處置設施周圍天然障壁的長期穩定性。 4.母岩的熱力學性質、地下水滲透性、氣體傳輸性質、核種遲滯性質等，在評估處置適宜性時，亦應加以考慮。 	<ol style="list-style-type: none"> 2.參考 IAEA SSG-14 第 4.14 節與附錄 I.22~I.23。 3.參考 10 CFR 63.21(c)(9)~(10)。 4.母岩特性含熱力-水力-力學-化學特性。
<p>第三章：設施之設計基準</p>	<p>章名參考「審核辦法」第 4 條第 1 項第 3 款“設施之設計基準”。</p>
<p>一、設計準則：說明高放處置設施之設計準則。至少包含：</p> <p>(一)法規依據：說明設計應符合之法規依據。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.參考「放射性物料管理法」第 17 條第 1 項第 2 款：設備及設施足以保障公眾之健康及安全。 2.參考 IAEA SSG-14 第 4.5~

<p>(二)輻射安全：作業人員與公眾所受之輻射影響應符合法規要求並合理抑低。</p> <p>(三)避免負擔：封閉後的處置安全性不需要長期監管與主動維護，以降低對後代人類可能造成的負擔。</p> <p>(四)安全功能：應以深層地質處置與多重障壁之整合設計遲滯核種釋出。包含工程材料耐久性與障壁結構穩定性應能長期維持廢棄物的隔離性。並應能抵抗天然事件與作用之不利影響，並防止人類無意的闖入。</p>	<p>4.9 節；第 6.25~6.35 節。</p>
<p>二、影響設計的因素與設計基準：說明高放處置設施對於影響因素與設計基準的考量。至少包含：</p> <p>(一)廢棄物因素：應考慮廢棄物的輻射與衰變熱特性、設施接收與處置作業能力等進行設施設計。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.廢棄物數量影響處置場用地與設施作業需求的大小空間。 2.高放射性廢棄物應採遙控作業設計與適當屏蔽設計。 3.應確保高放射性廢棄物之各項作業，於正常運作及預期意外事件時，均能維持次臨界狀態。 <p>(二)場址特性因素：應考慮場址的地形與地質條件進行設施設計。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.地表設施配置應避免受到地表作用的不利影響，並考慮既有地貌，避免大量挖方/填方。另需特別設置地下開挖土方/岩屑的堆 	<ol style="list-style-type: none"> 1.參考 10 CFR 63.2：設計基準 (design bases)：指判定設施內結構、系統、或組件所應履行特定功能的資訊，以及設計管控參數參考範圍所選用的特定值或範圍值。10 CFR 63.115：多重障壁的要求。 2.參考「高放處置規則」第 2 條第 1 項第 3 款用詞定義：多重障壁：指高放處置設施用以隔離或遲滯放射性核種滲濾、洩漏與遷移，包含廢棄物本體、盛裝容器、緩衝與回填材料，以及地層等工程及天然障壁之多重組合。第 3 條：高放射性廢棄物最終處置應採深層地質處置之方式。第 8 條：高放處置設施應採多重障壁之設計。第 12 條：高放處置設施之重要

置區與地下設施排水的滯留池。

2.運輸設計應考慮場址特性，例如離島場址應有港灣碼頭之設計。

3.地下設施配置應結合大地應力特性、母岩特性、與地下水文特性進行整體考量，並與破碎帶/斷層帶保持避退距離。

(三)天然事件/作用因素：應考慮天然事件/作用可能對運轉期間與封閉後長期安全導致的危害進行設施設計。

1.設施設計應考慮可能發生的設計基準事件如颱風、洪水、地震等。

2.設施設計應考慮運轉期間的防洪與排水措施。

3.重要工程障壁系統應考慮天然事件/作用之長期影響。

(四)作業影響因素：應考慮作業的安全性進行設施設計。

1.設施設計應考慮正常作業所需的機具設備。

2.重要的結構、系統與組件在異常/意外事件發生時應能發揮其必要的功能，並具有緊急備用與防止災害擴大的機能。

3.重要的結構、系統與組件應可進行檢查、維護及測試，並符合核子保防作業之要求。

4.設施設計應具有火災或氣爆之防護功能。特別是地下設施應強化

結構、系統及組件設計，應符合下列規定：(1)可進行檢查、維護及測試，並符合核子保防作業之要求。(2)防範可預期之天然災害。(3)具備意外事件緊急應變功能。(4)確保高放射性廢棄物之各項作業，於正常運作及預期意外事件時，均能維持次臨界狀態。(5)具有火災或氣爆之防護功能。(6)其他經主管機關指定之事項。

3.參考 IAEA SSG-14 第 2.1 節；第 4.10~4.12 節；第 6.25~6.35 節。

4.參考日本 H12 第 4.5 節。

<p>排水、消防、通風、與逃生避難的設計。</p> <p>(五)人類干擾因素：應考慮人類活動對設施的干擾進行設施設計。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.運轉期間的設施設計應有保安與監測措施。 2.封閉後應有適當期間的監管作業設計，以防止人類無意間的佔用或侵入處置場。 <p>(六)深層地質處置因素：設計應採取深層地質處置方式。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.處置設施應設於適當深處，以隔離地表作用與避免人類闖入。 2.設施封閉後的安全性應主要依靠地質圈特性以被動方式提供。設計時處置深度的選擇應考慮廢棄物特性與危害程度、長期氣候條件、地下水條件、地質圈穩定性、母岩特性等。 <p>(七)多重障壁因素：設計應採取多重障壁方式。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.判定對圍阻廢棄物具有重要性的障壁。說明其工程障壁系統的設計特徵，與地質環境的天然特徵。 2.說明重要障壁的圍阻廢棄物能力及其技術基準。 	
<p>三、處置設施設計：說明重要設施的名稱、功能、規格、數量、與配置，及其相關重要結構、系統、與組件之設計。應附適當比例尺與方向標示的圖件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.參考「高放處置規則」第13條：高放處置設施封閉之設計，應確保地下通道及鑽孔封填後，不得成為放射性核

或剖面圖或透視圖，以利審查。設計細部資料得列為報告附冊備查。

(一)地表設施：說明重要地表設施/作業區之設計。

- 1.運輸與交通設施：包含運輸車輛/船舶、碼頭/轉運站、地表設施至處置區的包件運送系統等。
- 2.包封廠房：包含運輸包件接收登錄作業區、處置容器暫貯室、運輸包件暫貯室、處置容器包封作業室、包件暫貯室等。
- 3.施工/維修廠房：包含施工/維修機具車間、零件/材料庫房等。
- 4.緩衝/回填材料廠房：包含級配/拌合/壓密作業區、材料暫貯區等。
- 5.行政管理大樓：包含警衛室、訪客中心/展示館、停車場、宿舍等附屬設施。
- 6.岩屑堆置區：說明地點、貯量、堆置高度與邊坡穩定性、防雨水沖刷措施、後續利用規劃等。
- 7.滯留池：包含防止地表水氾濫、貯放地下設施抽出的地下水、必要時做為消防用水等功能。池水經定期檢測無輻射污染之虞時，得予以排放。

(二)聯通設施：說明地表設施跟地下設施之間聯通的設計。

- 1.應有至少二處以上的斜坑/豎井設施設計，以確保兼顧人員進出、

種遷移之關鍵途徑。

- 2.參考 10 CFR 63.44(a)(4)。IAEA SSG-14 第 4.15 節。
- 3.第(四)小節參考 10 CFR 21(c)(2)-(3)。
- 4.第(十一)小節參考「高放處置規則」第 11 條：高放處置設施之設計，應確保高放射性廢棄物放置後五十年內可安全取出。參考 10 CFR 63.21(c)(7)與 63.111(e)。再取出(retrieval)：指永久將放射性廢棄物從先前處置於地下的位置移除之行動。
- 5.第(十三)小節參考日本 H12 第 4.7 節。
- 6.第(十四)小節參考參考 10 CFR 63.24。

材料與設備運輸、廢棄物包件運輸、通風、水電供應、緊急逃生與事故應變等用途。

2.若為豎井設施，應說明出入口位置、附設的通風系統、管線系統、緊急逃生系統、照明系統、捲揚系統等。

3.若為斜坑，應說明出入口位置、附設的通風系統、管線系統、緊急逃生系統、照明系統，並應有避車道、排水系統、防落石、防止車輛意外朝下坡方向失速滑移之設計等。

(三)地下設施：說明重要地下設施/作業區之設計。地下設施應說明隧道荷重與襯砌設計、隧道變形監測系統、通風系統、管線系統、緊急逃生系統、照明系統、排水系統、防落石之設計等，並應考慮適當的備援系統。

1.地下控制中心：包含主要設計功能之說明。

2.作業準備區：包含作業車輛車間、材料/零件暫貯區之設計。

3.運轉坑道：包含斷面大小、跟處置坑道的連結、坑道監測維護等之設計。

4.處置坑道：包含處置孔、處置容器置放方式、處置廢棄物包件間距等之設計。

5.完成處置之監測區：說明完成處置後的坑道，如何持續進行維護

或分區封閉的設計考量。

6.分期施工區：若處置坑道採分期施工，應說明其設計考量。

(四)工程障壁系統設計：說明相關結構、系統、與組件之設計，含適用的工業規範與標準、所使用的尺寸、數量、材料性質、與設計方法等。

1.處置容器：應具有長時間保持完整性、能抵抗處置環境影響、能限制近場之熱與輻射影響、維持廢棄物於次臨界狀態、對其他工程障壁無不利影響等之能力。

2.緩衝材料：應具有長期完整包圍及保護處置容器抵抗外部應力/水流/化學腐蝕、適當導熱性、吸附與遲滯核種、對其他工程障壁無不利影響等之能力。

3.回填材料：應具有長期維持隧道穩定、保護緩衝材料於處置孔中、限制地下水流動、對其他工程障壁無不利影響等之能力。

4.封塞與封阻材料：應具有長期封塞地下坑道與封阻地下孔洞/裂隙，防止因人工開挖/鑽鑿之地下空洞/鑽孔成為核種傳輸捷徑之能力。

(五)儀控系統：包含安全系統與控制系統等。

(六)電力系統：包含外部供電系統與內部電源系統、緊急電力系統等。

(七)輔助系統：包含吊卸系統、通訊系統、通風冷卻系統、供水系統、壓縮空氣系統、捲揚系統、排水系統等。

(八)輻射防護與環境監測系統：包含下列相關之設計。

1.輻射安全設計：說明設施內外之輻射限值與輻射防護分區規劃。

2.作業設施結構之輻射屏蔽分析：說明作業設施輻射屏蔽結構體構造強度、比重、厚度等有關資料，針對處置廢棄物特性進行輻射屏蔽分析評估。

3.職業曝露合理抑低：說明設施正常運轉期間，合理抑低工作人員輻射劑量所採行之設計或措施。

(九)保安系統與消防系統：包含保安系統、設施到場界間的緩衝區、監測設備等。

(十)廢棄物管理系統：包含一般廢棄物與二次放射性廢棄物之處理與貯存等。

(十一)廢棄物再取出設計：高放處置設施之設計，應確保高放射性廢棄物放置後五十年內可安全取出。設施設計必須說明廢棄物再取出的規劃作業方式與可行技術，使任何或所有已置放的廢棄物，能夠在廢棄物開始處置後五十年內的任何時間，以約略等同於建造與置放廢棄物所需的時間進行再取出。

(十二)除役與封閉：說明利於促進地表

<p>設施除污與拆除，或地下設施永久封閉之設計考量。高放處置設施封閉之設計，應確保地下通道及鑽孔封填後，不得成為放射性核種遷移之關鍵途徑。</p> <p>(十三)程障壁系統整體評估：應對工程障壁系統進行整體性評估，說明技術可行性與安全性，並說明模擬障壁行為的不確定性影響。</p> <p>(十四)反饋/回饋設計：處置計畫應持續性進行調查、研究、與監測，若新證據顯示有影響安全之虞，而須對重要結構、系統、與組件進行設計變更時，其結果應反映於新版的報告中，並說明理由與評估其安全性。</p>	
<p>四、設施之建造</p> <p>(一)施工特性：說明施工規劃概要，包含所遵循之法規、標準、規範、施工階段及施工範圍等。</p> <p>(二)施工計畫：高放處置設施之建造應擬具可行施工計畫，包含工程經營管理、施工布置、施工材料、施工方法、施工機具設備、施工程序(含與處置作業並存之施工程序)、施工時程、工業安全衛生、水土保持與環境保護、品管與品保方案及緊急應變處理等。</p> <p>(三)地面工程：高放處置地面設施的施工品質攸關運轉期間的作業安全性，應說明施工過程的重大發現，並保留施工紀錄。</p> <p>(四)地下工程：高放處置地下設施的施</p>	<p>1. 節名參考「低放處置導則」。</p> <p>2. 參考「低放處置導則」。</p> <p>3. 設施未完成建造前本節應說明規劃；完成建造後本節應說明過程概要與紀錄保存情形。</p> <p>4. 第(五)小節參考 IAEA SSG-14 第 6.42~6.46 節。參考 10 CFR 63.24 (b)(1)~(3)。</p>

<p>工品質攸關運轉與封閉後長期安全性，故應特別說明相關施工作業情況，並保留施工紀錄。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 施工技術與機具：說明採用的隧道施工方式(例如鑽炸法/機械開挖，豎井貫穿方式)，並評估對周圍岩體的擾動程度。 2. 隧道支撐與襯砌作業：說明施工階段支撐與襯砌作業方式，並評估施工材料是否會對長期障壁功能產生干擾。 3. 洞口防護：說明洞口與隧道交接處之施工與維護方式，含其穩定性評估。 4. 分期施工：若採分期施工規劃，於運轉期間仍同時分區分其施工者，則應說明施工作業如何避免對運轉作業與已完成處置的地點產生干擾。 <p>(五) 環境資料增續調查：高放處置設施的建造應配合設計與安全評估，持續進行場址調查，額外取得地質、地球物理、地球化學、水文、氣象、與其他材料與設計資料，以確認與安全功能相關設計、概念模式、參數值、與評估的適當性。並反映於申請運轉執照之新版報告中。</p>	
<p>第四章：設施之組織規劃、行政管理及人員訓練計畫</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 章名參考「審核辦法」第4條第1項第4款“設施之組織規劃、行政管理及人員訓練計畫”。 2. 本章設施申請者/經營者可

	依既有核設施經驗撰擬報告內容，故無需另行深入規定。
<p>一、組織規劃</p> <p>(一)組織架構：說明管理組織架構，包含編組、功能、責任與權限，並說明各項運轉作業之人力運用。</p> <p>(二)人員編制：說明人員編制、權責及資格，包含編制員額、職稱及每一運轉班次人數，各級主管人員之權責與資格，管理、監督及輻射防護人員之權責與資格等。</p>	參考「乾貯導則」與「低放處置導則」。
<p>二、行政管理</p> <p>(一)管理程序：說明安全運轉相關作業活動之管制與管理程序，包含設備管制、維護管理、工安、品保、及人員與車輛出入之污染管制等。</p> <p>(二)審查與稽核：說明各項作業之審查與稽核程序，包含運轉作業之內部審查與安全措施之稽核、作業程序或系統變更之審查、審查與稽核文件之管制等。</p>	參考「乾貯導則」與「低放處置導則」。
<p>三、人員訓練計畫</p> <p>說明人員訓練計畫，包含各項作業之訓練規劃、訓練課程內容、訓練週期及授課人員資格、訓練成效評估及資格檢定辦法。具有安全重要性的系統與組件應由受過訓練的合格人員執行運轉。</p>	參考「乾貯導則」與「低放處置導則」。
<p>第五章：設施之運轉</p>	章名。參考「低放處置導則」。

<p>一、運轉管理：本節應著重說明設施運轉管理，至於人員管理則依第八章「設施之組織規劃、行政管理及人員訓練計畫」進行審查。而運轉期間的作業安全另於第七章第三節「封閉前(運轉期間)安全分析」進行審查。</p> <p>(一)試運轉結果：概述申請運轉執照前試運轉之結果。</p> <p>(二)地表設施管理：說明地表設施管理規劃與運轉技術規範。含重要結構、系統、與組件之檢測與維護。</p> <p>(三)聯通設施管理：說明聯通設施管理規劃與運轉技術規範。含捲揚系統與通風過濾系統之檢測與維護。</p> <p>(四)地下設施管理：說明地下設施管理規劃與運轉技術規範。含隧道管理、檢測、與維護。</p>	<p>1.「物管法施行細則」第 26 條第 1 項：依本法第十八條第一項規定申請放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施運轉執照者，應先檢附試運轉計畫，報經主管機關核准進行試運轉。第 27 條：依本法第十八條第一項規定所核發運轉執照之有效期間，放射性廢棄物處理設施或貯存設施最長為四十年，最終處置設施最長為六十年。</p> <p>2.參考§ 63.111(a)(1)。</p>
<p>二、廢棄物接收準則與程序之建立及實施：執照申請階段提送審查的報告應說明規劃的程序；運轉期間提送審查的報告則應說明實際接收、處理、貯存、處置的程序與已完成作業的廢棄物包件數量。前述接收作業程序，至少包含場內運送路線、運送文件查驗運輸包件檢視、運輸設備偵檢與除污相關文件管理與保存等。</p>	<p>1.參考 IAEA SSG-14 第 3.10 節；第 6.36~6.41 節。</p> <p>2.參考「低放處置導則」。</p>
<p>三、處置作業</p> <p>(一)封裝：說明欲封裝之用過核子燃料識別確認與完整性檢測方法、處置容器檢查、封裝、密封焊接、封裝後包件密封測試等作業程序及標準</p>	<p>參考「乾貯導則」。</p>

<p>等。</p> <p>(二)運搬：說明處置容器包件從封裝廠房/貯存地點運送至地下處置之作業程序。含機具與包件檢查、裝載、除污、吊卸操作等，以及執行作業時的安全與輻射防護措施。</p> <p>(三)處置：說明處置容器包件置放於處置孔/處置坑的作業方式。</p>	
<p>四、環境監測與運轉經驗回饋：運轉期間所取得的環境監測新資料與實務作業經驗的回饋，應用於驗證前期設計與評估結果的適當性，並反映於新版報告中。</p>	<p>參考 IAEA SSG-14 第 6.47～6.55。</p>
<p>第六章：設施之安全評估，含預期之意外事故評估</p>	<p>章名參考「審核辦法」第 4 條第 1 項第 5 款：設施之安全評估，含預期之意外事故評估。</p>
<p>一、安全評估之目的與範疇：</p> <p>(一)安全評估之目的：說明安全分析之目的。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.證明設施運轉期間廢棄物可以安全的進行處置作業。 2.證明設施運轉期間處置系統能保護工作人員與一般公眾。 3.證明設施封閉後處置系統能限制放射性核種釋出到生物圈。 4.證明設施封閉後處置系統能保護一般公眾與無意闖入的個人。 <p>(二)安全評估之範疇：說明安全分析的原理、安全標準、評估對象、評估</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.參考 IAEA SSG-23 第 5.6～5.34 節。 2.參考 IAEA SSG-14 第 3.11 節與第 5 章。 3.參考 10 CFR 63.21(c)(1)；63.204。

<p>的時間與空間尺度等。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.設施申請者/經營者應分別進行運轉時期與封閉後時期的安全評估。封閉後時期之評估時間尺度應達劑量峰值出現時間且至少達一百萬年。 2.安全評估的範疇應說明所有安全相關方面的場址、設施設計、管理措施、與法規管制等。確保可符合安全要求。 3.評估對象應說明輻射劑量接受者的定義與相對於設施的位置與距離，及其假定的生活習性。 	
<p>二、處置系統界定：說明跟安全分析相關的處置系統資訊，此資訊應隨處置計畫的進展而逐步精進。</p> <p>(一)處置系統空間特性：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.近場：廢棄物特性(例如數量與關鍵核種存量)；工程障壁系統特性(例如處置容器、緩衝/回填材料、其他功能性結構/系統等)；開挖擾動帶範圍與特性。 2.遠場：天然障壁系統特性(例如地質、水文地質、地球化學、構造與地震、侵蝕速率等)。 3.生物圈：環境與人類活動特性(例如氣候與大氣、水體、當地人口、人類活動、生物、土壤、處置設施所處地形與地理位置等)。 <p>(二)處置系統演變特性：</p>	<p>參考 IAEA SSG-23 第 4.37～4.40 節。</p>

- 1.處置系統各組成的規格及其之間的介面關係與可能的交互作用。
- 2.處置系統整體安全概念與安全功能。
- 3.處置系統在預期演變或可能事件影響下如何履行其安全功能。
- 4.放射性、熱能、水力、應力、化學與生物對處置系統的可能影響機制。
- 5.處置系統隨時間演變可能產生的劣化或失效情況，及其不確定性。
- 7.長期環境變遷對處置系統的影響。
- 8.放射性核種可能的傳輸特性與遷移路徑，含系統預期的演變或是可能性較低的事件。
- 9.處置設施區域內未來可能人類行為的評估(例如當前人類活動，過去礦產開採紀錄等)。

(三)安全評估資訊特性：

- 1.安全評估的詳細程度與品質應足以支持決策與通過審查。此外，亦應能提升安全信心並抑低不確定。應說明處置計畫的管理措施如何能確保所有用於安全分析的數據之品質。
- 2.安全分析的數據來源(例如現地量測或引述文獻等)。
- 3.場址特性資料取樣計畫的適當性(例如根據前期安全分析決定調

<p>查項目、取樣數量與位置等)，及場址特性調查資料之不確定性。</p>	
<p>三、封閉前(運轉期間)安全分析：</p> <p>(一)正常情節分析：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.作業輻射劑量：評估運轉期間正常作業程序(例如廢棄物接收、暫存、吊卸、處理、處置、除污排水)可能對工作人員及民眾造成的輻射劑量影響。說明作業方式、傳輸機制、情節分析等。 2.設備操作安全：依據設施之設備特性及操作程序，評估運轉期設備操作之安全性。 <p>(二)意外事件分析：應依據設計基準事件說明嚴重天然事件與人為誘發事件，而可能導致在運轉期間發生的事故。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.嚴重天然事件的推估，應根據相關參數的歷史資料、實際資料、或相關物理作用上限值的分析進行考量。 2.嚴重內部人為作業疏失誘發事件的推估，應根據既有核設施的作業經驗與高放處置設施作業特性進行考量。 3.嚴重外部人為誘發事件推估，應根據該區域人類活動的分析，考慮場址特性與事件所伴隨的風險。 <p>(三)評估方法、工具、與重要參數：說明評估所使用的方法、程式工具、</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.參考 10 CFR 63.2(1)~(2)；63.21(c) (5)；63.112(e)。 2.參考「乾貯導則」。

<p>與重要參數。</p> <p>(四)評估案例建構與分析：說明呈現於報告中的案例內容，及其考量因素。運轉期間安全分析應依廢棄物接收的最大能力與速率進行估算。案例應含臨界安全評估：分析設施在正常運作時，用過核子燃料之吊卸裝填、運搬、接收、貯存、與處置等作業均能維持次臨界狀態。至少應說明：(1)臨界設計規範；(2)用過核子燃料性質；(3)臨界計算；(4)臨界基準驗證。</p> <p>(五)評估結果含預期之意外事故評估：說明評估結果的涵義，比較不同案例的結果差異，並與法規標準進行比較。評估結果應包含敏感度及不確定性分析。</p>	
<p>四、封閉後安全分析：</p> <p>(一)概念模式建構：應根據場址與處置系統特性，經過合理簡化過程，研訂可供進行安全分析的概念模式。說明此概念模式中重要組成的空間分布與尺寸、假設、邊界條件、與指定參數等。</p> <p>(二)正常情節分析：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.應判定可能影響高放處置設施長期安全的特徵、事件、與作用，說明其理由與篩選結果，並將之組合成可能的合理情節。 2.應考慮正常演變的基本情節，並定義其評估條件。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.參考「高放處置規則」第 9 條：高放處置設施之設計，應確保其輻射影響對設施外一般人所造成之個人年有效劑量不得超過 0.25 毫西弗。第 10 條：高放處置設施之設計，應確保其輻射影響對設施外關鍵群體中個人所造成之個人年風險，不得超過一百萬分之一。 2.參考 IAEA SSG-14 附錄 II 與 SSG-23 第 5 章。 3.參考 10 CFR 63.21(c)(11)~(14)；63.113~63.341。

(三)異常情節分析：

- 1.應考慮較低發生機率事件可能導致的異常替代情節(或稱干擾情節)。
- 2.應考慮人類無意闖入處置設施之情節。應判定廢棄物包件完全破損的最早時間，致使鑽井者闖入時，未能察覺廢棄物的存在，因而受到影響。

(四)評估方法、工具、與重要參數：說明評估所使用的方法、程式工具、重要參數、與資料庫。

- 1.設施申請者/經營者得以提出報告當時國際實務可及的最佳技術水準做為安全評估的方法。
- 2.評估方法應含機率式評估方法，以考量不確定性與參數變異性。
- 3.所使用的程式工具應有適當的驗證與確認，例如跟其他程式的詳細輸出結果比對，及/或跟經驗觀察結果(例如實驗室測試、現地調查、與天然類比)進行比較。
- 4.安全評估所使用的重要參數應建立數位化資料庫並進行版次管理，以利管制、檢索、追溯、與查詢等。

(五)評估案例建構與分析：

- 1.說明呈現於報告中的案例內容，及其考量因素。
- 2.案例分析的時間尺度至少應達一百萬年。且應含尖峰劑量的預測

<p>時間。</p> <p>3.案例分析應包含所有的重要核種傳輸途徑與潛在的環境曝露途徑。</p> <p>(六)評估結果：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.說明評估結果的涵義，比較不同案例的結果差異，並與法規標準進行比較。 2.處置安全的結論必須結合天然障壁與工程障壁做整體考量。 3.評估結果的解釋應根據安全論證的作法，充分考慮各種可能因素的辨證，並包含敏感度及不確定性分析。 <p>(七)反覆精進與經驗回饋：安全評估的結論與發現應反映於下一階段的報告精進中，並回饋於相關的設計變更與實務作業的改進措施。</p>	
<p>第七章：輻射防護作業與環境輻射監測計畫</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.章名參考「審核辦法」第4條第1項第6款“輻射防護作業及環境輻射監測計畫”。 2.本章設施申請者/經營者可依既有核設施經驗撰寫擬報告內容，故無需另行深入規定。
<p>一、輻射防護作業計畫：應考量高放處置設施之作業特性及高放射性廢棄物之活度與特性等，依「游離輻射防護法」相關規定撰寫輻射防護計畫。內容應包含輻射防護管理組織與權責、人員防護、醫務監護、地區管制、</p>	<p>參考「低放處置導則」。</p>

<p>輻射源管制、放射性物質廢棄、意外事故處理、合理抑低措施、紀錄保存及其他主管機關指定事項等。</p>	
<p>二、環境輻射偵測計畫：應依「輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則」相關規定撰寫環境輻射監測計畫。並從高放處置設施建造開始到封閉後的監管期間持續執行監測計畫。</p>	<p>1.參考「低放處置導則」。刪除「輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則」發布日期，因為需使用最新版次規定。</p> <p>2.參考 IAEA SSG-14 第 6.60～6.64 節。</p>
<p>第八章：消防防護計畫</p>	<p>1.章名參考「審核辦法」第 4 條第 1 項第 8 款“消防防護計畫”。</p> <p>2.本章設施申請者/經營者可依既有核設施經驗撰擬報告內容，故無需另行深入規定。</p>
<p>消防防護計畫內容至少應包含下列各項：</p> <p>(一)消防工作之組織及行政管理。</p> <p>(二)火災災害分析及影響評估。</p> <p>(三)防火設計及措施。</p> <p>(四)火警偵測及消防能力評估。</p> <p>(五)相關單位之消防及救護支援。</p> <p>(六)防火及消防有關設備之維護及管理。</p> <p>(七)防火及消防有關之人員訓練。</p>	<p>參考「低放處置導則」、「乾貯導則」。</p>
<p>第九章：保安計畫及料帳管理計畫</p>	<p>1.章名參考「審核辦法」第 4</p>

	<p>條第 2 項增列“保安計畫及料帳管理計畫”。</p> <p>2.本章設施申請者/經營者可依既有核設施經驗撰擬報告內容，故無需另行深入規定。</p>
<p>一、保安計畫內容至少應包含下列各項：</p> <p>(一)保安工作之組織、管理及訓練。</p> <p>(二)保安區域劃定與管制。</p> <p>(三)周界實體阻隔物、入侵偵測與警報監視系統。</p> <p>(四)門禁管制與進出人員查核。</p> <p>(五)保安通訊設施及與警察機關協調支援事項。</p> <p>(六)保安系統測試、維護、與各項紀錄保存。</p> <p>(七)其他經主管機關公告之事項。</p>	<p>1.參考「審核辦法」第 5 條。</p> <p>2.參考「低放處置導則」。</p> <p>3.參考 IAEA SSG-14 第 6.69～6.76 節。</p>
<p>二、料帳管理計畫內容至少應包含下列各項：</p> <p>(一)國際原子能總署之料帳管理要求。</p> <p>(二)貯存量/處置量及其明細：說明用過核子燃料中鈾、鈾-235 及鈾之重量及總重。</p> <p>(三)識別與貯放/處置位置：說明每一用過核子燃料元件之識別，包括燃料元件型式、序號、批次、流水號及置放位置等相關紀錄。</p> <p>(四)變動記錄：用過核子燃料之異動原</p>	<p>1.參考「物管法施行細則」第 21 條。</p> <p>2.參考「審核辦法」第 4 條第 2 項。</p> <p>3.參考「乾貯導則」第十章。參考 IAEA SSG-14 第 6.69～6.76 節。</p> <p>4.參考 10 CFR 72.72；72.74；72.76。</p>

<p>因及其紀錄。</p> <p>(五)其他經主管機關指定者。</p>	
<p>第十章：品質保證計畫</p>	<p>1.章名參考「審核辦法」第4條第1項第7款“品質保證計畫”</p> <p>2.本章設施申請者/經營者可依既有核設施經驗撰擬報告內容，故無需另行深入規定。</p>
<p>品質保證計畫內容至少應包含下列各項：</p> <p>(一)組織。</p> <p>(二)品質保證方案。</p> <p>(三)設計管制。</p> <p>(四)採購文件管制。</p> <p>(五)工作說明書、作業程序書及圖面。</p> <p>(六)文件管制。</p> <p>(七)採購材料、設備及服務之管制。</p> <p>(八)材料、零件及組件之標示與管制。</p> <p>(九)特殊製程管制。</p> <p>(十)檢驗。</p> <p>(十一)試驗管制。</p> <p>(十二)量測及試驗設備管制。</p> <p>(十三)裝卸、貯存及運輸。</p> <p>(十四)檢驗、試驗及運轉狀況之管制。</p> <p>(十五)不符合材料、零件或組件之管制。</p>	<p>1.參考「乾貯導則」。</p> <p>2.參考 IAEA SSG-14 第 6.77～6.84 節。</p>

<p>(十六)改正行動。</p> <p>(十七)品質保證紀錄。</p> <p>(十八)稽查。</p>	
<p>第十一章：設施之封閉與監管規劃</p>	<p>章名參考「審核辦法」第4條第2項增列“封閉及監管規劃”。</p>
<p>一、封閉與監管規劃：執照申請階段與設施運轉期間之封閉與監管規劃內容至少應包含下列各項</p> <p>(一)封閉規劃：說明處置設施之封閉規劃，包含除污規劃、輻防設計、檢查及監測規劃、輔助設施拆除規劃與二次廢棄物之處理方式。</p> <p>(二)監管規劃：說明處置場區封閉後之監管規劃，包含監管期、處置場區管理及環境監測措施。</p>	<p>1.參考「低放處置導則」。</p> <p>2.參考「高放處置規則」第16條：高放處置設施之封閉，其經營者應依本法施行細則第32條及第33條規定提出封閉計畫及監管計畫，報請主管機關核准後實施。</p> <p>3.參考IAEA SSG-14第6.56～6.59參；6.67～6.68。</p>
<p>二、封閉計畫：設施封閉前提出之封閉計畫內容至少應包含下列各項：</p> <p>(一)執行單位之組織。</p> <p>(二)地表設施拆除與除污作業程序。</p> <p>(三)開挖地區之回填作業。</p> <p>(四)場址封閉後之穩定化作業。</p> <p>(五)長期安全性評估。</p> <p>(六)封閉後事故分析與應變作業。</p> <p>(七)品質保證方案。</p> <p>(八)其他經主管機關公告之事項。</p>	<p>參考「物管法施行細則」第32條。</p>

<p>三、監管計畫：設施封閉前提出之監管計畫內容至少應包含下列各項：</p> <p>(一)執行單位之組織。</p> <p>(二)場址保安作業。</p> <p>(三)環境輻射監測作業。</p> <p>(四)品質保證方案。</p> <p>(五)紀錄及檔案管理。</p> <p>(六)其他經主管機關指定之事項。</p>	<p>參考「物管法施行細則」第 33 條。</p>
<p>四、土地再利用或免於監管申請：設施封閉後提出土地再利用或免於監管申請之輻射安全評估報告內容至少應包含下列各項：</p> <p>(一)最終處置設施及其鄰接區域之描述。</p> <p>(二)運轉、封閉及監管期間之環境輻射監測資料。</p> <p>(三)運轉、封閉及監管期間影響最終處置設施及其鄰接地區之自然人文活動。</p> <p>(四)土地再利用計畫。</p> <p>(五)土地再利用之輻射安全評估。</p> <p>(六)其他經主管機關指定之事項。</p>	<p>參考「物管法施行細則」第 34 條。</p>
<p>五、資料保存：免於監管申請之永久保存資料內容至少應包含下列各項：</p> <p>(一)資料保存措施，含儲存媒體、拷貝數量、存放地點/單位、資料清冊、</p>	<p>1.參考「高放處置規則」第 18 條。</p> <p>2.參考 IAEA SSG-14 第 3.12 節。</p>

<p>管理方式等。</p> <p>(二)場址永久識別與資料世代傳承措施。</p> <p>(三)場址地表特徵、界碑、坑道及鑽孔之資料。</p> <p>(四)場址地質資料(含地質圖與地質剖面圖)。</p> <p>(五)場址水文資料(含水文地質圖與地下水特性)。</p> <p>(六)建造(含施工方法、材料、結構及重要施工資料)與運轉資料。</p> <p>(七)高放射性廢棄物置放位置與特性。</p> <p>(八)異常或意外事件資料。</p> <p>(九)輻射監測資料。</p> <p>(十)最新版安全分析報告。</p> <p>(十一)其他經主管機關指定之事項。</p>	<p>3.參考 10 CFR 63.72。</p>
<p>肆、修改</p>	<p>條目。參考「低放處置導則」。</p>
<p>本技術規範如有未盡事宜，得視需要修訂之。</p>	<p>參考「低放處置導則」。</p>

5. 研究心得討論與後續法規發展之建議

本章提出研究過程間的心得討論，並對安全分析技術規範草案後續發展提出建議。

5.1 研究心得討論

本研究執行期間對於技術規範草案的研發，累積了許多經驗與想法。謹提出以下心得供後續參與者參考與指正。

(1)現階段展開高放處置規範研議的必要性

法規研訂是漫長而嚴謹的過程，如前述第 3 章所提及美國核能管制委員會修訂低放處置法規 10 CFR 61 的例子，其規劃時程從 2009 年 11 月 1 日起，預計至 2017 年 1 月 1 日完成，時間長達 7 年餘(NRC, 2015)。之間包含反覆的研討修訂以及各界參與等。而國內高放處置場的設置時程，雖然仍然遙遠，但因為此議題深受公眾關注，我國能對高放處置安全分析規範先期展開研究，是具有正面社會意義且必要的。

(2)研發過程與法制作業程序的區隔與結合

計畫執行期間，在內部與外部的研討中，常被問到為何不一步到位，直接擬定高放處置導則(草案)，而是暫稱技術規範草案?事實上，這是參考美國法規制定過程的作法，目的在使研發跟法制程序有所區隔。美國管制機關(核能管制委員會)如同各國普遍的作法一般，也會委託國家實驗室或學術界，協助管制技術發展，在技術成熟後，才會由管制機關人員透過法制程序訂為法規。其優點在於研發階段能夠吸納更多的意見與資訊，而不會一開始就有太多的框架限制。以本計畫的技術規範草案為例，後續可以發展出各種不同的管制文件，例如供設施經營者參考

的導則，或審查者應用的審查規範等。物管局亦得採用此技術規範草案的全部或部分，成為高放處置導則草案的內容。或者另得以不同的行政規則名稱來發布相關內容，以因應實際的管制需要。

(3) 規範內容的妥適性考量

本研究在研訂技術規範草案時的核心思想，就是希望能力求完備與合理。藉由國外法規的比對與實務案例的參考，使內容更為健全。本研究成果的定位也就在於拋磚引玉，提供最基礎的藍本，做為後續進一步研討修訂的參考。

此外，技術規範草案研訂的最大挑戰還在於管制尺度的權衡斟酌。通俗來說就是哪些該管？哪些不需要管？要怎麼管？管到何種程度？這些問題很可能會因國情特色與專家觀點而有所差異。依國際經驗大致來說，強制性高的法規條文就偏向做原則性規定，而強制性低的規範才會納入較多的技術性細節。以我國原子能主管機關的導則而言，仍具有一定的法令效力，因此其條文內容的研訂仍須審慎嚴謹。

5.2 後續法規發展之建議

本研究對於技術規範草案的後續發展建議如下：

(1) 集思廣益，凝聚共識

本研究對於技術規範草案之研訂，已經過多次的內部/外部的研討，但儘管如此，仍屬一家之言。後續仍應由物管局邀請專家學者擴大參與討論，以達到凝聚共識與集思廣益的成效。

(2) 法規體系一致性與完整性的維繫

技術規範草案(或者未來高放處置導則草案)的研訂跟相關法規有密切的關連性。必要時宜對整個法規體系進行檢視與做整體性的調整。以

便使相關的管制規定能落實到相應位階的法規中，以發揮其實質效力。也就是說具有強制性的重要條文，宜以高位階法規訂之。而低位階法規可適度解釋上位法規的技術要求細節，但不宜擴大解釋而致超出上位法規的要求範疇。

(3) 國際發展中技術議題的處理

國際共識普遍認為用過核子燃料可採深層地質處置技術解決，但無可諱言全世界目前尚無用過核子燃料處置場在運轉，且處置技術與安全評估技術亦持續發展中。法規如常理上的認知，是道德的最後防線，必須是務實而可行的，因此各國通常不會將太過於學術化或尖端的技術納入。而且處置場開發行為是國家大事，不會如食品安全衛生法規一樣，只要通過標準，就可以上市，在民主國家還有層層機制把關，在獲得民意的多數支持後，才有可能設置。因此，各國處置法規的價值在於體現政府對於設施開發行為的審慎態度與立場。

研訂技術規範草案過程中，曾面臨某些國際上俱技術爭議性的議題如何納入之問題，例如情節分析與闖入者防護，應如何規定其技術細節？本研究建議先對這些議題採取開放式作法，也就是現階段僅做原則性規定，但保留彈性允許處置設施申請者/經營者採取可獲得的最佳技術。並持續觀察國際上技術進展的情形，適時修訂相關管制要求。

(4) 選址與調查階段的適用性

現行的法規體系要求處置設施申請者/經營者首次提出法定正式安全分析報告的時間點是在提出建造執照申請時。但對於高放處置而言，在該時間前還有一段漫長的選址、調查、與設計的過程。這段期間內實質上亦會進行安全評估，如何對其進行管制？就本技術規範草案研訂的立場而言，此屬於上位的政策面與制度面問題。本技術規範草案當前版次的

適用範疇不含選址與調查階段，因為依現行法規，法定安全分析報告首次提出時，應已核定處置場址。若未來打算將選址與調查階段納入範疇，則建議本技術規範草案應對場址調查技術的要求進行增補。

6. 結論

本研究依原訂計畫需求與規劃完成工作成果如下：

- (1)完成國際資料蒐集與分析，具體成果包含：
 - (A)國際原子能總署「放射性廢棄物地質處置設施」特定安全導則 SSG-14 全文中譯。
 - (B)美國聯想法規 10 CFR 63 「內華達州雅卡山高放射性廢棄物地質處置場」全文中譯。
 - (C)SSG-14 與 10 CFR 63 要項應用分析。釐清我國可參考之法規精神與內容。
- (2)完成技術規範草案內容要項分析，成果為：
 - (A)釐清技術規範草案研擬之前提條件。包含任務目標、文件名稱、法規位階、適用範疇、適用對象、研訂原則、架構與格式等。
 - (B)技術規範草案與我國既有法規體系之相容性分析。包含本技術規範草案跟「放射性廢棄物處理貯存最終處置設施建造執照申請審核辦法」、「高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」、與「低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則」的相關性分析。
 - (C)完成技術規範草案架構與要項分析表。藉以判斷技術規範草案架構的邏輯性，並檢視內容要項的完整性與合理性。
- (3)完成我國「高放射性廢棄物處置及其設施安全分析技術規範」(草案)。內容包含總說明及條文逐條說明。草案內容共分為 11 章，包含綜合概述、場址之特性描述、設施之設計基準、設施之組織規劃、行政管理及人員訓練計畫、設施之運轉、設施之安全評估，含預期之意外事故評估、輻

射防護作業與環境輻射監測計畫、消防防護計畫、保安計畫及料帳管理計畫、品質保證計畫、設施之封閉與監管規劃等。並對後續發展提出心得與建議。

本研究成果預期具有下列效益：

- (1)學術成就：完成我國「高放射性廢棄物處置及其設施安全分析技術規範」(草案)專業研究報告一冊。完整說明研訂的過程與考量，並擬訂技術性管制要求的具體內容。
- (2)技術創新：我國現行法規對於高放射性廢棄物處置雖已有安全標準，但對於安全分析技術細節之管制尚無具體法規要求。本研究檢視國際原子總署與美國重要法規，並考量我國實務需求，首次完成我國安全分析相關技術規範草案之研訂。可提供做為後續我國制訂管制法規之科技基準，具有關鍵性的意義。
- (3)社會影響：用過核子燃料處置議題，深受社會關注，本研究報告可增進公眾對於安全評估技術管制需求的認知。
- (4)非研究類成就：本研究報告以系統性的方法發展安全分析報告技術規範，其過程與技術考量，可做為新進研究人員培育之基本資訊，以提升對於管制技術發展過程的瞭解。
- (5)其它效益：本研究完成國際原子能總署特定安全導則 SSG-14 與美國聯邦法規 10 CFR 63 之中文化。可提供管制機關進行後續研議之參考應用。

參考文獻

- 原能會，2002，放射性物料管理法，民國 91 年 12 月 25 日，華總一義字第 09100248760 號公布。
<http://erss.aec.gov.tw/law/LawContentDetails.aspx?id=FL022706&KeyWordHL=&StyleType=1>
- 原能會，2004，低放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則，民國 93 年 10 月 20 日，會物字第 0930036761 號發布。
<http://erss.aec.gov.tw/law/LawContentDetails.aspx?id=FL032669&KeyWordHL=&StyleType=1>
- 原能會，2009，放射性廢棄物處理貯存最終處置設施建造執照申請審核辦法，民國 98 年 04 月 13 日，會物字第 0980006863 號修正發布。
<http://erss.aec.gov.tw/law/LawContentDetails.aspx?id=FL029272&KeyWordHL=&StyleType=1>
- 原能會，2011，申請設置用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告導則，民國 100 年 11 月 24 日，會物字第 1000018323 號修正發布。
<http://erss.aec.gov.tw/law/LawContentDetails.aspx?id=FL037472&KeyWordHL=&StyleType=1>
- 原能會，2013，高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則，民國 102 年 01 月 18 日，會物字第 1020001007 號發布。
<http://erss.aec.gov.tw/law/LawContentDetails.aspx?id=FL036833&KeyWordHL=&StyleType=1>
- 原能會，2015，高放射性廢棄物最終處置設施場址規範，民國 104 年 04 月 24 日，會物字第 1040013356 號令訂定。
<http://erss.aec.gov.tw/law/NewsContent.aspx?id=132>
- 紀立民，2014，國際高放射性廢棄物處置安全分析技術發展之研究，物管局委託研究計畫成果報告，103FCMA008-06。
http://www.aec.gov.tw/webpage/info/files/index_11_4_1_103-16.pdf
- BMUB, 2010, Safety Requirements Governing the Final Disposal of Heat-Generating Radioactive Waste, The Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB), Germany.
http://www.posiva.fi/files/3561/Safety_requirements_BMU_2010.pdf
- CNSC, 2006, Assessing the Long Term Safety of Radioactive Waste Management, Canadian Nuclear Safety Commission,

Regulatory Guide G-320.

http://www.nuclearsafety.gc.ca/pubs_catalogue/uploads/G-320_Final_e.pdf

ENSI, 2009, Specific design principles for deep geological repositories and requirements for the Safety Case, ENSI-G03/e.

http://static.ensi.ch/1314022023/g-003_e.pdf

IAEA, 2001, Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management.

<http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/1997/infcirc546.pdf>

IAEA, 2011a, Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste, International Atomic Energy Agency, Specific Safety Guide, No. SSG-14.

http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1483_web.pdf

IAEA, 2011b, 放射性廢棄物處置，特定要求，International Atomic Energy Agency, SSR-5。(簡體中文版)

http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1449c_web.pdf

IAEA, 2012, The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste, International Atomic Energy Agency, Specific Safety Guide, No. SSG-23.

http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1553_web.pdf

ICRP, 1998, Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste, International Commission on Radiological Protection, Publication 81.

http://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP_Publication_81

ICRP, 2013, Radiological Protection in Geological Disposal of Long-Lived Solid Radioactive Waste, International Commission on Radiological Protection, Publication 122.

http://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP_Publication_122

JAEC, 1997, Guidelines on Research and Development Relating to Geological Disposal of High-Level Radioactive Waste in Japan, Atomic Energy Commission of Japan.

<http://jolissrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/pdfdata/JNC-TN1410-2000-001.pdf>

OECD, 2012, Methods for Safety Assessment of Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste: Outcomes of the NEA MeSA Initiative, No. 6923.

<http://www.oecd-nea.org/rwm/reports/2012/nea6923-MESA-initiative.pdf>

SEPA & NIEA, 2009, Geological Disposal Facilities on Land for Solid Radioactive Wastes: Guidance on Requirements for Authorisation.

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/296504/geho0209bpjm-e-e.pdf

SSM, 2008, T The Swedish Radiation Safety Authority's regulations and general advice concerning safety in connection with the disposal of nuclear material and nuclear waste, SSM FS 2008:21.

<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Forfattning/Engelska/SSMFS-2008-21E.pdf>

STUK, 2013, Disposal of nuclear waste, Guide YVL D.5.

http://www.finlex.fi/data/normit/41785-YVL_D.5e.pdf

USEPA, 2001, 40 CFR 197 - Public Health and environment Radiation Protection Standards for Yucca Mountain, Nevada.

<http://www.epa.gov/radiation/docs/yucca/70fr49013.pdf>

USNRC, 1992, 10 CFR 60 - Disposal of High-level Radioactive Wastes in Geologic Repositories.

<http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part060/>

USNRC, 2001, 10 CFR 63 - Disposal of High-level Radioactive Wastes in a Geologic Repository at Yucca Mountain, Nevada.

<http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part063/>

USNRC, 2015, Rulemaking Priorities.

<http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1502/ML15022A486.pdf>

附錄

「高放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告

技術規範(草案)」審查意見與答覆說明

審查單位：物管局

答覆單位：核研所 104FCMA001 計畫

日期：民國 104 年 9 月 11 日

項次	條文	意見/建議	答覆說明
1	法規名稱	建議參照前例(低放處理、貯存及最終處置設施等)稱為「高放射性廢棄物最終處置設施安全分析報告導則」	擬維持原案暫稱”技術規範”以符合計畫合約。因為本版草案在成為最終的”導則”前，仍宜經多方討論。故暫稱”技術規範”較具變通彈性。
2	壹、依據	<ol style="list-style-type: none"> 建議列出法規名稱即可，條項款內容可簡述於說明。 法規依據應增列「放射性物料管理法」(如§20 提出運轉及監測報告)、「高放射性廢棄物最終處置設施場址規範」。 	<ol style="list-style-type: none"> 本版擬保留詳細內文，以利後續審議者瞭解詳情。將來撰擬導則時再進行簡化。 物管法與高放處置場址規範並非要求提出安全分析報告的直接依據，擬暫不列入。
3	貳、二	目前法規對於審照前(規劃與選址)階段並無要求提送安全分析報告。	同意審查意見。本技術規範適用於場址選定後。目前法規對於審照前(規劃與選址)階段確實無要求提送安全分析報告。
4	附錄第一章、三	建議參照「低放處理及貯存設施 SAR 導則」及「乾式貯存設施 SAR 導則」，專有名詞	遵照審查意見辦理。調整為第 1.1.2 節。

		乙節列於目的與範疇後，法規與準則前。	
5	附錄第一章、四	佐證資料建議列為SAR附錄或附件。	遵照審查意見辦理。調整為第1.1.4節附錄與佐證資料。
6	附錄第二章、一	經營者責任列於第二章「設施之綜合概述」不妥，建議可併入第一章之法規與準則中。	經檢討後擬刪除相關內容，以符合我國法規往例。
7	附錄第二章、三	為興建、運轉及封閉後階段之安全分析報告，名稱應為「處置設施概況」較妥適，另(六)則建議刪除。	1.同意審查意見，處置計畫概況調整為第1.2節設施綜合概述。 2.同意審查意見，刪除”(六)處置計畫整體執行現況與後續規劃。”
8	附錄第二章、四	建議本節內容(土地使用)，參照「低放處置設施SAR導則」納入第三章社會與經濟乙節之土地利用情形內做說明。	遵照審查意見辦理。調整至第2.2.1節社會經濟說明之。
9	」附錄第三章、二	1. (二)節含重要地貌特徵，故建議參照「低放處置設施SAR導則」修訂為地形與地貌。 2. (十一)節應為大地工程「特性」。 3. 參考IAEA SSG-14建議增列乙節為未來自然變遷(含地殼變動與海平面變動)	1.地形指地物加上地貌。原來低放處置導則即有名詞爭議。惟為與低放處置導則一致，同意審查意見，改回地形與地貌。 2.各項都是特性，但僅大地工程有強調，實為贅字。但為援例同意審查意見，改回大地工程特性。 3.第2.2節為調查項目與成果；第2.3節為場址安全評估。地殼

			變動與海平面變動(含冰河作用與氣候變遷之影響)已列為第 2.3.8 節。
10	附錄第三章、三	<ol style="list-style-type: none"> 1. 地震與活動斷層已列於前節(四)。 2. 火山、海嘯與洪水僅會對興建與運轉期間產生影響，建議於前節增列(十三)為其他場址特性因素等。 3. 崩塌滑動、土石流、侵蝕與沖刷已包含在前節(二)地形與地貌描述。 4. 地殼變動與海平面變動調整於前節。 	第 2.2 節為調查項目與成果；第 2.3 節為場址安全評估。亦即前者為過去與現況的說明，後者為未來對設施影響程度的評估與預測。有必要區分為兩節，以釐清何者為資料與證據；何者為推論與預測。分開兩節可以突顯災害影響評估的結果。
11	附錄第三章、四	天然障壁應即指處置母岩。本節內容已可反應在第二節(地球化學)及(大地工程特性)內。故建議本節刪除。	如前述第 2.2 節僅述明過去與現在的現象。第 2.3 節述明天然災害未來的影響程度。第 2.4 節述明母岩的適宜性，對高放處置而言，有獨立一節的價值，建議本節保留。
12	附錄第四章	4.1 與 4.2 節設計準則與設計基準差異宜說明。	設計準則 (design criteria) 與設計基準 (design basis) 有不同的定義，前者指所欲達到的功能，後者指可防患事件影響的程度。當前某些既有法規以”設施之設計基準”為章名恐過於狹隘之虞，建議修訂為”設施之設計”。

13	附錄第四章、四	應增加封塞材料(參考H12報告第4.6.5節，分為 backfilling and sealing material)	遵照審查意見。於第3.3.4節工程障壁系統設計下增列第3.3.4.4節封塞與封阻材料。
14	附錄第四章、七	建議將章節名稱「設計變更」修訂為「反饋/回饋設計」。	遵照審查意見辦理。如第3.3.14節。
15	附錄第五章	請考慮增列聯通設施及地表設施建造章節。	新增第3.4.3節地面工程，包含地表設施建造、整地與邊坡整治等。聯通設施併同地下設施納入調整後的第3.4.4節地下工程。
16	附錄第六章	請參照低放 SAR 導則，增列處置作業乙節及其內容。	已檢視低放處置導則相關內容，多數已涵蓋在設計章節。惟考量審查意見，在此確有再予以摘述重點的必要，因此新增第5.3節處置作業乙節。
17	附錄第七章、三	1. 7.3.2 事故情節分析建議修訂為異常情節分析。 2. 7.3.6 節必要性(應已包含在意外事件應變計畫內敘明)。	1.依高放管理規則，修訂名稱並調整為6.3.2意外事件分析。 2.依審核辦法，調整為6.3.5 評估結果含預期之意外事故評估。
18	附錄第七章、四	建議參照前節，將7.4.2節情節分析，分列為正常情節與異常情節各乙節。	遵照審查意見辦理。分列為6.4.2正常情節分析與6.4.3異常情節分析兩小節，並增補內容。
19	附錄第十章、二	建議參照「乾式貯存設施 SAR 導則」第九章、二料帳管理計畫需包含內容。	遵照審查意見辦理。調整為9.2料帳管理計畫。
20	附錄第十一章	參考低放 SAR 導則，增列處置場區穩定規劃乙節。	封閉計畫可涵蓋場區穩定。此外，高放處置場址有穩定母岩，

			此與低放處置場可能處置於地表土層不同。本項意見建議保留。
21	附錄第十一章、五	<p>請參照高放安全管理規則第十八條修訂以下內容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. (四)修訂為場址地質圖、地質剖面圖及水文資料(10 CFR 63.72 要求資料為地質圖與地質剖面)。 2. (六)高放射性廢棄物放置位置與特性。 3. 請增列「施工方法、材料、結構及重要施工資料」乙項。 	遵照審查意見辦理。修訂如 11.5 資料保存。