

第六章 除役時程、使用之設備、方法及安全作業程序

目 錄

第六章 除役時程、使用之設備、方法及安全作業程序.....	6-1
一、除役時程.....	6-1
(一)時程規劃基礎	6-3
(二)除役各階段作業目標規劃之依據與原則	6-6
(三)除役各階段之目標及時程	6-7
二、除役各階段之拆除作業.....	6-17
(一)切割拆除技術簡介	6-18
(二)具活化效應之結構、系統、組件之拆除作業	6-27
(三)放射性污染之機械系統、設備及組件之拆除作業	6-49
(四)放射性污染之廠房結構之拆除作業	6-60
三、結語.....	6-69
四、參考文獻.....	6-70
附錄6.A 第六章除役時程、使用之設備、方法及安全作業程序之重要管制事項	6-128

圖 目 錄

圖 6-1 除役過渡階段作業排程.....	6-74
圖 6-2 除役拆廠階段作業排程.....	6-76
圖 6-3 廠址最終狀態偵測階段排程.....	6-78
圖 6-4 廠址復原階段作業排程.....	6-78
圖 6-5 核三廠反應器壓力槽結構圖.....	6-79
圖 6-6 壓力槽頂蓋外型尺寸.....	6-80
圖 6-7 反應爐上內部組件外型尺寸.....	6-81
圖 6-8 上支撐板外型尺寸.....	6-82
圖 6-9 上支柱外型尺寸.....	6-82
圖 6-10 控制棒導管外型尺寸.....	6-83
圖 6-11 爐心頂板外型尺寸.....	6-83
圖 6-12 燃料更換池上視及剖視圖.....	6-84
圖 6-13 反應爐下內部組件結構.....	6-85
圖 6-14 爐心筒外型尺寸.....	6-86
圖 6-15 壓緊彈簧外型尺寸.....	6-87
圖 6-16 中子屏蔽板外型尺寸.....	6-87
圖 6-17 下內部組件各部件配置圖.....	6-88
圖 6-18 阻板&模型板外型尺寸.....	6-89
圖 6-19 爐心支持鍛件外型.....	6-90
圖 6-20 爐心底板外型尺寸.....	6-90
圖 6-21 爐心支柱外型尺寸.....	6-91
圖 6-22 儀器支持組件外型.....	6-91
圖 6-23 十字形導管外型尺寸.....	6-92
圖 6-24 對接式支柱外型尺寸.....	6-92
圖 6-25 上繫板外型尺寸.....	6-93
圖 6-26 下繫板外型尺寸.....	6-93
圖 6-27 輔助支持元件外型尺寸.....	6-94
圖 6-28 反應爐壓力槽外型尺寸.....	6-95
圖 6-29 主生物屏蔽外觀結構圖.....	6-96
圖 6-30 燃料格架外觀示意圖.....	6-97
圖 6-31 餘熱移除系統.....	6-98
圖 6-32 反應爐冷卻水系統.....	6-99
圖 6-33 調壓槽子系統.....	6-99
圖 6-34 化學與容積控制系統.....	6-100
圖 6-35 緊急爐心冷卻系統.....	6-101
圖 6-36 蒸汽產生器外型.....	6-101

圖 6-37 反應爐冷卻水泵外型.....	6-102
圖 6-38 圍阻體廠房剖視圖.....	6-103
圖 6-39 燃料廠房剖視圖.....	6-104
圖 6-40 輔助廠房剖視圖.....	6-105
圖 6-41 廢料廠房剖視圖.....	6-106

表 目 錄

表 6-1 核三廠除役主要建物拆除彙整表.....	107
表 6-2 核三廠除役工作分解架構表.....	109
表 6-3 氧-燃料切割的相關性能參數	116
表 6-4 電漿切割的相關性能參數.....	116
表 6-5 金屬破碎機的相關性能參數.....	117
表 6-6 接觸電弧金屬切割的相關性能參數.....	117
表 6-7 接觸電弧金屬研磨的相關性能參數.....	118
表 6-8 機械式及熱切割之優缺點比較.....	118
表 6-9 常用金屬切割技術之優缺點	119
表 6-10 常用混凝土切割技術之優缺點.....	122
表 6-11 格架容量重量(一部機).....	123
表 6-12 餘熱移除管路系統之主要設備.....	124
表 6-13 反應爐冷卻水系統之主要設備.....	124
表 6-14 調壓槽子系統之主要設備.....	124
表 6-15 化學與容積控制系統之主要設備.....	124
表 6-16 緊急爐心冷卻系統之主要設備.....	125
表 6-17 有放射性污染之桶槽彙整(以廢料廠房為例).....	126

第六章 除役時程、使用之設備、方法及安全作業程序

「核子反應器設施管制法」第 21 條規定，核子反應器設施之除役應採取拆除之方式。除役作業規劃應以適當的人力，在維護人員與環境之安全原則下，於最短的時間內完成符合法規要求的除污、拆除及貯存等工作，以達到確保輻射安全，以及降低人員輻射劑量與減少放射性廢棄物數量之目標。本章依據前述之法規及除役策略，說明核三廠於執行除役作業時，各階段之執行目標及作業時程之規劃，同時並說明受放射性污染或活化之系統、設備、組件，以及廠房結構之拆除方法與其使用設備之規劃。

本章參考本計畫第三章及第四章之設施運轉歷史評估與特性調查結果，確認受放射性污染之設備、結構及物質之範圍，以規劃應拆除之範圍及時程；另參考本計畫第五章所評估之除役期間仍須運轉之重要系統，進行相關除役作業之安排及設備拆除順序之規劃，以及參考本計畫第八章、第九章與第十七章之除污、放射性廢氣/廢液處理規劃、低放射性廢棄物之數量估算與廠房與土地再利用規劃等，進行設置放射性廢棄物處理間及興建處理與貯存設施之時程規劃。而第九章、一、(三)節之除役低放射性廢棄物活度評估，則為本章拆除切割技術選用、工法及評估之依據。

本章規劃之時程，係就目前所能預見情況下的適切執行方案，除役期間將依當時實際情況適時進行檢討修訂。

一、除役時程

核三廠除役各階段工作時程規劃，請參考本計畫第一章、圖 1-1，主要分成四個階段，包括除役過渡階段、除役拆廠階段、廠址最終狀態偵測階段及廠址復原階段。其中除役過渡階段約 8 年、除役拆廠階段約 12 年、廠址最終狀態偵測階段約 3 年，以及廠址復原階段約 2 年，共計 25 年。

核三廠機組運轉執照屆期後，爐心內之用過核子燃料將會全部退出，並安全存放於燃料廠房用過燃料池中。現階段參考核一、二廠除役規劃經驗[1-2]，進行廢棄物處理與貯存設施申照、興建與啟用，及相關除役工程規劃，故除役過渡階段之時程規劃為 8 年；於此階段前期，需先將燃料廠房之用過燃料池設置為一用過燃料池島區，以提供用過核子燃料過渡期間之安全貯存，並於該期間完成用過核子燃料室內乾式貯存設施(含再取出單元)建置；一旦用過核子燃料退出爐心至燃料廠房之用過燃料池，並完成用過燃料池島區之建置，即可進行圍阻體廠房、輔助廠房等廠房內之組件除污，並為下階段將進行之除役拆廠作業所需作業空間進行必要之廠房配置調整及設置相關臨時設施。

除役拆廠階段主要作業目標為結構、系統與組件之除污及拆除，本階段會將冷卻時間符合用過核子燃料室內乾式貯存設施設計基準之用過核子燃料移至用過核子燃料室內乾式貯存設施進行貯存，並開始進行所有受污染廠房系統、組件及設備之除污及拆除作業，包含圍阻體廠房、輔助廠房等受污染區域之拆除作業，此外，用過燃料池島區貯存之用過核子燃料完全移到用過核子燃料室內乾式貯存設施後，將會進行廢棄物管理區(Waste Management Area, 以下簡稱 WMA)之整建作業，以便進行反應器壓力槽、其內部組件及其他大型組件之拆解與拆除，而 WMA 所在廠房及廢料廠房相關系統與設備亦將於待處理之放射性廢棄物處理完成後進行除污及拆除作業。

二號低放射性廢棄物貯存庫(含壓縮減容設備、廢樹脂處理系統；以下簡稱為二號低貯庫)完成建置後，將執行低放射性廢棄物搬遷作業，將貯存於既有貯存庫之低放射性廢棄物搬遷至二號低貯庫貯存，後續將執行既有低放射性廢棄物貯存庫的除污作業。本階段將於受污染建物完成除污作業後結束。

廠址最終狀態偵測階段主要作業目標為針對完成建物結構除污作業後之圍阻體廠房、輔助廠房、燃料廠房及廢料廠房等廠房，進行結構拆除作業，各廠房結構於拆除作業完成時，即進行廠址環境輻射偵測，確認偵測結果符合廠址非限制性使用之標準時，即完成本階段之工作。廠址復原階段主要作業為除役最後階段之工作，進行無污染建物的拆除(若需要)，以及覆土整地等景觀工程。

本節將說明除役各階段之目標及時程，並佐以甘特(Gantt)圖示各階段之拆除程序，以及預計完成時間。

(一) 時程規劃基礎

核三廠拆除時程規劃之工作項目，考量下列需求：

1. 在除役過渡與除役拆廠階段，爐心之用過核子燃料將貯存於用過燃料池島區中，待用過核子燃料冷卻至符合用過核子燃料室內乾式貯存設施(含再取出單元)之設計基準，以及用過核子燃料室內乾式貯存設施(含再取出單元)建置完成後，即可將所有用過核子燃料移至用過核子燃料室內乾式貯存設施(含再取出單元)貯放。
2. 為解決除役期間低放射性廢棄物之處理需求，將於現有各廠房內規劃適當空間，就近檢整處理，初步規劃說明如下：
 - (1) 於燃料廠房、核機冷卻水廠房及熱修配廠房設置 WMA。該區域係用來集中處理所有在電廠拆除過程中產生的廢棄材料，其中包含許多不同的作業空間如：切割間、機械噴砂間、化學除污間、輻射偵測室、暫存區及裝桶區等，且須於該區域內配置廢氣、簡易式廢液處理設備、吊車及相關機電設備供使用。初步規劃除役過渡階段開始拆解之小型放射性廢棄物(如輔助廠房、圍阻體廠房小型組件、管路、閥、儀電設備等)，運送至核機冷卻水廠房及熱修配廠房進行除污及包裝作業；另用過燃料池待燃料完全移出後，移除格架並增設樓板及相關除污設備，用於處理拆解後之大型組件(如蒸汽產生器及調壓槽等)，故相關大型組件之拆解時程，須於用過核子燃料移出燃料廠房後，且完成相關設備設置後方得以進行；前述規劃待實際進入除役階段後，將視現場狀況作出適切之調整，例如可能選用其他合適的既有廠房設置 WMA，或是調整拆除的順序及時機。
 - (2) 於圍阻體廠房及輔助廠房設置數個低放射性臨時廢棄物處理間，用

以處理現場拆解之廢棄物(如粗切、初步除污及固封區等)。

- (3) 新設置低放射性廢棄物處理設備(如壓縮減容設備)、廢樹脂處理系統(前述廢樹脂處理系統將依據原能會核備之「各核能電廠低放射性廢棄物安定化處理計畫」選擇最適當處理技術，如：廢樹脂濕式氧化暨高效率固化系統、乾燥裝桶…等)。

- (4) 現有廢液處理系統位於廢料廠房內，預計於除役第二階段後期拆除，但拆除前將新設簡易式廢液處理設備。

- 3. 符合「一定活度或比活度以下放射性廢棄物管理辦法」外釋標準之金屬廢棄物，其暫存位置將規劃於廠區清潔廢棄物倉庫(4 號、5 號與 6 號及後續規劃之一般倉庫)；針對拆除之建築物鋼筋混凝土塊，設置鋼筋混凝土塊分離場，進行偵檢、敲除與分解以及鋼筋混凝土塊堆放。
- 4. 為儘量減少除役拆除作業時工作人員之劑量，組件系統之拆除規劃如下：
 - (1) 建立監測站及界定污染管制範圍。
 - (2) 將污染系統之管路殘留液體排盡，並執行系統化學除污。
 - (3) 廠區偵檢。
 - (4) 持續進行污染組件除污。
 - (5) 用過核子燃料移至用過核子燃料室內乾式貯存設施(含再取出單元)。
 - (6) 移除反應器壓力槽及其內部組件。
 - (7) 移除其他大型組件，包括主要之放射性污染組件，如：蒸汽產生器。
 - (8) 移除一次側系統之管件。
 - (9) 移除其他顯著污染組件。
- 5. 為儘量減少除役拆除時所造成之污染，設施建物之拆除規劃如下：
 - (1) 將建物內所有設備移除。
 - (2) 針對建物表面除污及移除表面污染混凝土。
 - (3) 將核三廠主要廠房，包括圍阻體廠房、輔助廠房、燃料廠房、廢料廠房、控制廠房及汽機廠房等建物地表下 1 m 以上的結構拆除，除

役時若經偵測後已無污染，則參考國際已除役及除役中核電廠(如美國 Connecticut Yankee 核電廠、美國 Zion 核電廠等)作法，保留建物地表下 1 m 以下之結構部分。

- (4) 將核三廠主要廠房，包括圍阻體廠房、輔助廠房、燃料廠房、廢料廠房、控制廠房及汽機廠房等地表下 1 m 以下之空間，採用建物拆除下來並經過偵檢與分離後符合外釋標準的混凝土塊，符合法規「一定活度或比活度以下放射性廢棄物管理辦法」，用適當之機具，依相關法規破碎至一定粒徑以下後回填。
- (5) 若 1 m 以下廠房結構物受放射性污染，且無法完全除污時，將於廠內各項拆除及改善措施(例如除污、刨除等)完成後，進行改善輔助偵檢作業，如發現不符合廠址外釋標準時，將針對不符合之處進行鑽心取樣分析，並確認污染深度後，挖除污染之結構物，再次進行輻射偵檢，以確認符合廠址外釋標準。
- (6) 地表下 1 m 以上之空間以覆土覆蓋。
- (7) 於二號低貯庫完成建置後，將執行廠內既有低放射性廢棄物搬遷作業，並執行既有低放射性廢棄物貯存庫之除役作業。

主要拆除範圍係包括發電設備廠區(Power Block)之所有建物，廠區內發電設備區外之設施與建物視未來公司經營管理需要拆除或整建。規劃拆除建物彙整如表 6-1 所示，機組編號 0 代表兩機組共用建物。

除役時程於規劃時，已考量除役產生之放射性廢棄物處理及貯存之能力、貯存空間、除污預期效果及初步廠址特性調查結果，說明如下：

- (1) 有關除役產生之放射性廢棄物處理及貯存之能力之說明，係詳述於本計畫第九章第三節。除役時程規劃之工作項目為：低放射性廢棄物管理準備第一期(1.3)、低放射性廢棄物管理準備第二期(2.3)。
- (2) 有關放射性廢棄物貯存空間之說明，係詳述於本計畫第九章第四節。除役時程規劃之工作項目為：建置二號低貯庫等廢棄物管理設施(1.3.1)。

- (3) 有關除污預期效果之說明，係詳述於本計畫第八章第一節。除役時程規劃之工作項目為：除污作業(1.2.3)。
- (4) 有關廠址特性調查結果之說明，係詳述於本計畫第四章第三節。除役時程規劃之工作項目為：輻射特性調查(1.2.4)。

(二)除役各階段作業目標規劃之依據與原則

核三廠除役期間各階段作業之規劃依據與原則說明如下：

1. 除役作業之規劃依據

- (1) 核三廠除役作業規劃係遵循「核子反應器設施管制法」及「核子反應器設施管制法施行細則」等相關法規規定，以拆除之方式進行，並於取得原能會核發之除役許可後 25 年內完成除役。
- (2) 一號機 113 年 7 月 27 日運轉執照屆滿，二號機 114 年 5 月 17 日運轉執照屆滿。
- (3) 用過核子燃料室內乾式貯存設施(含再取出單元)及其移置作業之工程設計、興建、招標與取得運轉執照，未來將依「放射性物料管理法」及「放射性物料管理法施行細則」另案辦理申照相關事宜。且本計畫之時程規劃，納入用過核子燃料室內乾式貯存設施(含再取出單元)建立時程。
- (4) 因應除役低放射性廢棄物貯存需求，規劃建置低放射性廢棄物貯存庫。考量於除役拆廠階段時，拆除所產生的低放射性廢棄物，需放置於二號低貯庫，因此二號低貯庫需配合於拆廠階段開始前完成建置。
- (5) 放射性廢棄物先規劃廠內暫時貯存，未來配合放射性廢棄物中期暫時貯存設施或最終處置場規劃建置時程，再運送至中期暫時貯存設施或最終處置場。
- (6) 符合外釋標準廢棄物，於除役期間應依據「放射性物料管理法」、「一定活度或比活度以下放射性廢棄物管理辦法」及「一定活度或比活度以下放射性廢棄物外釋計畫導則」等規定進行外釋作業。

2. 除役各階段作業之規劃原則

- (1) 因應除役低放射性廢棄物處理需求，於燃料廠房、核機冷卻水廠房及熱修配廠房等空間設置相關設備作為 WMA，或視除役工作執行狀況，於其他現有廠房執行上述作業。
- (2) 建築物表面除污後所拆除之鋼筋混凝土塊，部分將先移置於鋼筋混凝土塊分離場，再進行偵檢、敲除與分解。
- (3) 為了降低輻射劑量與避免放射性污染擴散，因此，規劃將有放射性污染之組件先進行移除，以符合合理抑低(ALARA)原則。
- (4) 建物內設備拆除之規劃，原則上係以樓層或房間為工作範圍，訂定相對應之工作任務。
- (5) 除役作業排程所規劃之工作時程為包含兩部機之工作任務時程。

(三)除役各階段之目標及時程

本節主要說明核三廠除役各階段之作業目標及工作時程規劃，表 6-2 為除役四個階段所對應之工作分解架構(Work Breakdown Structure, WBS)，圖 6-1~圖 6-4 分別為除役四個階段所對應之除役作業排程。核三廠除役相關作業應自一部機組運轉屆滿後就開始、至兩部機組除役活動皆完成後結束，故目前除役各階段主要目標及作業時程，規劃以一號機運轉屆滿停止運轉日(113/7/27)為除役起算日，以二號機運轉屆滿停止運轉日起算 25 年後為除役完成日(139/5/17)。並依照用過核子燃料室內乾式貯存設施(含再取出單元)可能完成時程進行 WBS 預排，若遭遇不可抗力因素，將依當時實際情況檢討修正。說明如下：

1. 除役過渡階段

本階段主要作業目標為：完成除役作業準備、各除役作業項目的規劃與發包、用過核子燃料室內乾式貯存設施(含再取出單元)申照與興建、燃料廠

房用過燃料池島區建立、廢棄物處理與貯存設施準備與興建、汽機廠房及輔助廠房相關設備拆除作業、主/輔變壓器之拆解與拆除等作業，亦於此階段開始進行。

本階段時程規劃約 8 年，各項除役作業及完成時間如圖 6-1 所示，主要任務說明如下：

- (1) 除役作業準備：此項任務將完成設施停止運轉、送審準備作業、廠址輻射特性調查、現場作業準備與除污作業，並依除役需求調整相關廠房之設備，其工作內容包含：
 - A. 進行機組停機和檢查、停止運轉系統洩水、停止運轉系統電力設備隔離、設施再利用調查等作業。
 - B. 進行既有執照文件修訂、除役計畫書與相關文件修訂、低放射性廢棄物相關貯存設施核備等作業。
 - C. 執行反應器壓力槽與其內部組件、其他區域以及桶槽等輻射特性調查。
 - D. 執行除污作業準備、除污作業規劃、一/二號機系統化學除污、廠房結構初步除污，同時於機組停機後，配合除污作業之執行，再次進行廠址特性調查，除可瞭解廠址與設備之輻射現況外，亦可取得因機組運轉時無法得到之相關輻射資料，此將有助於設備與廠房拆除時之工程設計、輻射防護及低放射性廢棄物管理等規劃。
 - E. 考量圍阻體廠房、輔助廠房、燃料廠房及廢料廠房等受輻射影響建物內除役作業之安全性，並配合後續之拆除作業，進行相關除役需求設計修改或設備變更，如電力、通風空調、火災警報、壓縮空氣、除污供水、液體廢棄物處理、吊運設備與警報等設備。
 - F. 除役計畫執行所需文件之增補/修訂(如核三廠除役期間安全分

析報告與技術規範、程序書、除役計畫，或原能會要求提送之文件，如消防計畫、拆除計畫等)。

G. 除役費用再評估。

H. 向原能會提出不適用於除役階段之法規、方案等之豁免申請。

(2) 各除役作業項目的規劃與發包：此項任務將完成除役計畫規劃、除役工程顧問規劃、除役工程與工程顧問採購、除役承包商採購、通用設備和材料採購，其工作內容包含：

A. 停機後之除污作業、廠址輻射特性調查、除役需求設備修改、重要組件拆解、低放射性廢棄物貯存設施申照等工作規劃。

B. 進行國內或國外除役工程顧問規劃。

C. 執行除役工程與顧問採購規範訂定與採購作業。

D. 承包商採購規範訂定與採購作業。

E. 進行人員、輻射防護及管制等常用設備採購，提供執行除役作業時所需之一般工具或設備。

(3) 用過核子燃料室內乾式貯存設施(含再取出單元)申照與興建：此任務將視用過核子燃料室內乾式貯存設施(含再取出單元)之工程顧問發包、鑽探及撰寫水保計畫等工作之進度，執行廠房與設施及機電發包、編撰安全評估報告、建物與機電及設備製造、試運轉等作業。

(4) 燃料廠房用過燃料池島區建立：於爐心燃料全部退至用過燃料池後方可建立用過燃料池島區。此任務主要進行燃料廠房用過燃料池島區相關設施興建與貯存作業之工程顧問發包、廠房與設施及機電發包、編撰安全評估報告、用過燃料池島區的 SAR/TS 修改及審查、進行建物、機電及設備建置等作業。

(5) 廢棄物管理區準備及建置：此任務主要為準備建置放射性廢棄物管

理區域，以對未來拆解後之放射性廢棄物進行除污及包裝作業，其工作內容主要包含：

- A. 整建廠內合適的廠房，以做為未來小型組件拆解後之處理區域。
 - B. 廠內合適的廠房整備規劃，目標使該廠房做為未來大型組件(如蒸汽產生器、調壓槽等)拆解後之處理區域。
 - C. 完成除污計畫提報作業，除污計畫內容包含「待除污組件之來源及特性」、「管理組織及權責」、「除污作業區配置(含樓版承載與管線配置)」、「使用期程與除污方式」、「輻射劑量評估與輻射防護措施」、「二次廢棄物處理及廢棄物減量」、「除污場地清理規劃」及「意外事件應變措施」等。
- (6) 廢棄物處理與貯存設施準備與興建：此任務將完成二號低貯庫、鋼筋混凝土塊分離場 (含暫存區)、土石堆置場等設施申照與興建，其工作內容包含：
- A. 執行建造低放射性廢棄物管理設施之相關作業準備與申照。
 - B. 建置二號低貯庫，貯存除役產生之低放射性廢棄物。
 - C. 建置低放射性廢棄物壓縮減容設備，針對可壓縮低放射性廢棄物進行壓縮處理，以達到減容之目的。
 - D. 建置鋼筋混凝土塊分離場 (含暫存區)，堆置廢棄混凝土塊原料與破碎後之粒料。
 - E. 建置土石堆置場，除用於存放除役興建設施開發時產生之廢棄剩餘土石方外，及未來廠房拆除後之無法完全回填至地下空間之剩餘混凝土。
 - F. 建置廢樹脂處理系統。(將依據原能會核備之「各核能電廠低放射性廢棄物安定化處理計畫」選擇最適當處理技術，如：廢樹脂濕式氧化暨高效率固化系統、乾燥裝桶…等)

G. 建置新設廢液處理設備，於既有廢液處理設備拆除後用以處理除役期間產生之放射性廢液。

(7) 汽機廠房設備及主/輔變壓器之拆解與拆除：為減少除役拆廠階段拆解及拆除作業，加上汽機廠房及主/輔變壓器為非受污染區域，其所產生之廢棄物為一般事業廢棄物，均依循核三廠一般事業廢棄物清理作業程序執行相關事業廢棄物之貯存、清運及處理。因此優先考量於本階段拆解汽輪機組，包含發電機、高壓汽機、低壓汽機、高壓飼水加熱器及低壓飼水加熱器等大型組件。待汽輪機組拆解完後，再對汽機廠房各樓層系統與設備開始執行拆解。汽機廠房內設備拆解過程，可一併安排進行主/輔變壓器之拆解與拆除作業。

(8) 輔助廠房、圍阻體廠房小型組件、管路、閥、儀電設備等拆解：此任務為優先執行廠房內相關可優先拆除之小型組件、管路、閥、儀器設備等拆解及移除作業。

2. 除役拆廠階段

本階段主要目標為開始進行全面放射性污染之系統、設備、組件之拆除，拆除物件包含核三廠圍阻體廠房、輔助廠房、燃料廠房、廢料廠房及其他污染建築物內之系統、設備、組件等。

當前國內並無實際執行反應器壓力槽及內部組件拆解作業之經驗，本除役計畫係考量減少現場管制人力，及避免同時在不同的機組有搬運高活度放射性廢棄物之需求，故採拆除完一部機組的反應器壓力槽及內部組件後再拆另一部機之方式進行排程規劃；若屆時經評估，有更佳的作業安排，將再修改排程因應。

本階段時程規劃約 12 年，各項除役作業及完成時間如圖 6-2 所示，主要任務及時程說明如下：

(1) 除役作業準備：此項任務主要是完成文件準備作業、除污作業、除役需求設備修改，以及現場作業準備。本項任務係配合除役拆除作

業，故從除役過渡階段延續至除役拆廠階段，其工作內容包含：

- A. 持續執行既有執照文件修訂、除役計畫書與相關文件修訂等作業。
 - B. 持續執行除污系統組件建置、組件除污作業、組件除污系統拆除與廠房結構除污等作業。
 - C. 考量廠房內除役作業之安全性，並配合後續之拆除作業，持續進行相關除役需求設備修改，如電力、通風空調、火災警報、壓縮空氣、除污供水、液體廢棄物處理、吊運設備與警報等設備。
 - D. 整理 4、5、6 號倉庫，以存放可回收或符合外釋標準之物料。
 - E. 進行反應器壓力槽及內部組件拆解準備。
 - F. 設置臨時廢污水設備。(視需要設置)
 - G. 除役費用再評估。
- (2) 各除役作業項目的規劃與發包：此項任務將完成除役計畫規劃、除役工程顧問規劃、除役工程與工程顧問採購、除役承包商採購、通用設備和材料採購，其工作內容包含：
- A. 持續進行停機後之除污作業、廠址輻射特性調查、除役需求設備修改、重要組件拆解等工作規劃。
 - B. 持續進行國內或國外除役工程顧問規劃。
 - C. 持續執行除役工程與顧問採購規範訂定與採購作業。
 - D. 持續執行承包商採購規範訂定與採購作業。
 - E. 持續進行人員、輻射防護及管制等常用設備採購，提供執行除役作業時所需之一般工具或設備。
- (3) 燃料廠房用過燃料池島區貯存：此任務作業係持續進行用過燃料池

島區之用過核子燃料貯存。配合用過核子燃料室內乾式貯存設施(含再取出單元)啟用，將用過燃料池全部用過核子燃料挪至用過核子燃料室內乾式貯存設施(含再取出單元)後，結束燃料廠房用過燃料池島區貯存。

- (4) 廢棄物管理區準備及建置：此項任務主要是進行大型組件廢棄物處理所需區域之設置作業，另包含低放射性臨時廢棄物處理間之準備作業與廠區內部運送準備作業，其工作內容包含：

- A. 整備大型組件除污及處理之主要作業空間。
- B. 在圍阻體廠房及輔助廠房內規劃並建置低放射性臨時廢棄物處理間，用於處理圍阻體廠房內反應器壓力槽及其內部組件設備拆解時，所產生的低放射性廢棄物。主要需審慎規劃作業空間，現場設備拆除後，於現場進行初步處理（如簡單表面除污、粗切、初步包裝後送至廢棄物管理區域進行後續除污及處理等）。因此，需先進行圍阻體廠房低放射性臨時廢棄物處理間建置作業後，再進行圍阻體廠房內反應器壓力槽及其內部組件設備之拆解作業。
- C. 進行廠區內部各式物料之運送準備作業。

- (5) 低放射性廢棄物處理與管理：此項任務主要執行低放射性廢棄物貯存庫、減容及處理等設施運轉與管理作業。

- (6) 拆解與拆除：核三廠於除役拆廠階段所拆除之範圍包含圍阻體廠房、輔助廠房、燃料廠房、廢料廠房及其他污染建築物內之系統、設備、組件等，以及混凝土結構物表面之刨除。

- A. 圍阻體廠房設備拆解：此項作業為圍阻體內主要設備拆解，包含反應器壓力槽頂蓋拆解及反應器壓力槽內部組件拆解、大型組件拆解及各樓層設備拆解。主要規劃是先進行反應器壓力槽及內部組件之拆解，待 WMA 整建完成後，再進行蒸汽產生器

及調壓槽等大型組件拆解，後再以逐層之方式進行各樓層設備拆解與拆除。而各樓層需再依據房間或區域劃分執行設備拆解與拆除作業。各房間或各區域範圍之設備拆解與拆除，其作業內容可歸納為流程管線與設備拆解、結構與各種鋼材拆解、通風空調等公用設備拆解、電氣設備與電纜拆解。配合設備拆解與拆除作業，所產生的低放射性廢棄物需要進一步處理者(如量測、處理/判別、整理/分類、減容、組件除污、包裝運送等)，將依據低放射性廢棄物類別與輻射特性進行分類處理，處理完的低放射性廢棄物使用合法的貯存容器包裝，並存放於合法的貯存場所。

- B. 輔助廠房、燃料廠房與廢料廠房設備拆解：此項作業為拆解輔助廠房、燃料廠房與廢料廠房內所有設備；主要規劃是以逐層之方式進行拆解與拆除，而各樓層再依據房間或區域劃分執行設備拆解與拆除作業。各房間或各區域範圍之設備拆解與拆除，其作業內容可歸納為流程管線與設備拆解、結構與各種鋼材拆解、通風空調等公用設備拆解、電氣設備與電纜拆解。配合設備拆解與拆除作業，所產生的拆解低放射性廢棄物需要進一步處理者(如量測、處理/判別、整理/分類、減容、組件除污、包裝運送等)，將依據低放射性廢棄物類別與輻射特性進行分類處理，處理完的低放射性廢棄物使用合法的貯存容器包裝，並存放於合法的貯存場所。
- C. 接著開始輻射廠房內混凝土除污，如圍阻體廠房、輔助廠房、廢料廠房、燃料廠房、核機冷卻水廠房及熱修配廠房等，此時對主要拆除範圍內廠房進行除污並做低放射性廢棄物之外釋作業準備，同時拆解其他非輻射廠房的設備組件。配合拆解與拆除作業，所產生的拆解低放射性廢棄物需要進一步處理者(如量測、處理/判別、整理/分類、減容、組件除污、包裝運送等)，將依據低放射性廢棄物類別與輻射特性進行分類處理，處理完的低放

射性廢棄物使用合法的貯存容器包裝，並存放於合法的貯存場所。

- D. 既有低放射性廢棄物貯存庫除役作業：此項作業主要於二號低貯庫建置完成後，將低貯庫內貯存的低放射性廢棄物搬運至二號低貯庫，並另案辦理核三廠低貯庫除役規劃及除役許可申請；核三廠低貯庫目前運轉執照有效期限為 120 年 10 月，為配合二號低貯庫建置及後續低放射性廢棄物搬運時程，目前規劃另案申請展延核三廠低貯庫運轉期限，展延時間約為 10 年，並預計於核三廠低貯庫更新後的運轉執照屆期前取得低貯庫除役許可；本項作業時程目前僅為規劃，未來將依原能會另案核准之核三廠低貯庫運轉執照展延及核三廠低貯庫除役計畫內容為準，本公司並將依原能會核准內容執行核三廠低貯庫除役作業。

隨著除役拆廠階段的完成，除役範圍內所有的設備組件完成拆解，且所有含放射性物質之系統、設備、組件及管線等也幾乎完成拆解與拆除。

除役拆廠階段為整個除役作業的核心，主要與輻射有關的作業大部分都在此階段，包含用過核子燃料搬移至用過核子燃料室內乾式貯存設施(含再取出單元)、放射性污染設備組件拆解與拆除、低放射性廢棄物處理與貯存等，因此，作業的工業安全及輻射安全，在此階段更為重要。

3. 廠址最終狀態偵測階段

此階段主要目標為拆除核三廠圍阻體廠房、輔助廠房、燃料廠房、廢料廠房及其他非污染的建築物，並進行土壤整治及廠址最終輻射偵測。

此階段規劃約 3 年，各項除役作業及完成時間如圖 6-3 所示，主要作業時程說明如下：

- (1) 主要拆除範圍內建築物拆除：在除役拆廠階段，所有須拆除的建築物內部及外部設備組件已拆解完成，且建築物受放射性污染混凝土也已除污並拆除完畢，故此階段的建築物拆除作業，可考量採用

商業化的拆除機具及工法作業，由於圍阻體廠房、輔助廠房、燃料廠房及廢料廠房規劃於除役拆廠階段結束前，完成其內部設備組件設備拆解及混凝土除污。所以，圍阻體廠房、輔助廠房、燃料廠房及廢料廠房之建築物拆除作業規劃，可考量於除役拆廠階段結束前或廠址最終狀態偵測階段開始前執行。因核三廠圍阻體廠房屬預力混凝土結構，故於拆解時，需嚴加規劃拆除工法及施工順序，並於執行前盡可能蒐集相關案例與技術資料，以確保工作安全。此外，其他無污染建築物的拆除作業，則將於圍阻體廠房、輔助廠房、燃料廠房及廢料廠房之建築物拆除作業完成後，即開始進行拆除。建築物拆除作業，主要產生的廢棄物是為鋼筋混凝土，而且大部分是可以外釋；現場進行刨除後之受污染混凝土塊須於現場立即裝桶，刨除後其餘之乾淨混凝土塊，再移置鋼筋混凝土塊分離場，執行混凝土塊的偵檢與小範圍敲除處理，以減少低放射性廢棄物數量。

- (2) 鋼筋混凝土塊分離場與土石堆置場營運：此項任務主要執行鋼筋混凝土塊分離場(含暫存區)、土石堆置場等設施營運與管理作業。
- (3) 土壤整治：此階段完成改善措施輔助偵檢與土壤復原，在此階段除役範圍內若是仍有污染土壤，則須將污染土壤移除並更換土壤。
- (4) 廠址最終輻射偵測：執行最終輻射偵測以驗證除役後廠址是否符合除役目標。此外，須將最終輻射偵測結果送原能會核備。
- (5) 除役作業準備：此項任務主要是持續執行除役費用再評估及文件準備作業，包含除役後之廠址環境輻射偵測報告準備，以利除役計畫執行完成後六個月內，將該報告送原能會審查。

4. 廠址復原階段

此階段主要目標為繼續拆除其他未拆完的建築物，進行景觀工程，最後提交除役終止核備文件至原能會。

此階段規劃約 2 年，各項除役作業及完成時間如圖 6-4 所示，主要作業時程說明如下：

- (1) 主要拆除範圍外建築物拆除：此項任務是將在廠址最終狀態偵測階段內未拆除完之其他無污染建築物拆除完畢，其需拆除的建物有重機械房及其他須拆除的建築物等。
- (2) 景觀工程：此項任務依據除役目標，進行除役範圍內土地之覆土、整地等景觀工程。
- (3) 除役作業準備：此項任務主要是持續執行除役文件準備作業，包含進入此階段後 6 個月內完成並提送除役後之廠址環境輻射偵測報告及除役完成報告。
- (4) 除役終止：完成除役範圍內土地復原之相關作業。

二、除役各階段之拆除作業

核三廠的除役拆除作業大多集中於除役拆廠階段及廠址最終狀態偵測階段，前者拆除的對象，主要是針對具活化效應或放射性污染之設備結構、系統及組件，以及廠房污染混凝土。而後者則是拆除無放射性污染之廠房結構。

除役拆除作業規劃係參考國外核電廠除役之拆除經驗，並考量核三廠現場實際狀況，對可能之拆解與移除工法進行規劃及建議，並敘述在各項作業進行時，所需採行之安全作業程序及其相關之輻射防護與防治污染擴散之設計，供未來細部規劃之參考。於實際執行拆除作業前，本公司將參考當時國際最新拆除技術，針對反應器設施廠房結構及各重要系統、設備、組件等拆除之工法與時序，進行除役拆除計畫之細部規劃[3]。

本節將分別說明(一)切割拆除技術簡介；(二)具活化效應之結構、系統與組件等之拆除作業；(三)放射性污染之機械系統、設備及組件等之拆除作業；(四)放射性污染之廠房結構等物件之拆除作業。拆除作業主要之拆除項目，則包括有

核三廠反應器壓力槽及其內部組件、放射性污染桶槽、一次側系統(如反應爐冷卻水、餘熱移除系統等)及混凝土結構。

(一) 切割拆除技術簡介

拆除作業可概分為拆解與切除這兩種類型，拆解通常是以非破壞性的方式，通常是依照組裝的反向順序，逐步移除零件(如螺絲、螺帽等)與組件；切除則採破壞的方式，使零組件喪失原有的功能或幾何形狀。

切割及拆除技術，包括金屬的冷、熱切割技術及混凝土的拆除技術。以切除作業來移除設備或結構時，可以採用手持或遙控操作執行拆除，而拆除技術的選用需做下列評估[4-18]：

- 切割效能：影響效能的因素有切削速度、切割深度(或厚度)、可靠性、維護需求。
- 設備規格：設備尺寸、設備重量、適用性(如特殊環境)、操作性(如手持或遙控)及切割系統的布置需求與限制。
- 現場狀況：現場的可接近性及障礙物、設備搬運動線及現場架設、現場可提供的資源(如氣、水、電等)，以及電廠系統的特殊需求。
- 輻射安全：考慮輻射、空污、表面污染及放射性廢棄物等，對於工作人員與環境所可能造成的危害。
- 職業安全衛生：考慮火災、高空墜落、噪音、振動及有毒氣體等，對於工作人員與環境所可能造成的危害。
- 成本考量：考慮投資成本(如：設備及輔助設備的成本、人員訓練等)、耗材成本、人力工時需求，以及切割作業所產生的廢棄物管理。

切割作業分為冷切割及熱切割兩類：在切割過程中刀具會碰觸工件者稱為冷切割方法，又稱為機械式切割，例如：鋸切、剪切、研磨、鑽石索鋸、...等。而磨料水刀也屬於冷切割的一種，但工作過程中切割刀具並不會碰觸工件。

而熱切割技術通常是在不直接接觸工件的情況下進行切割。主要可分為兩種：一種是讓化學物質在氧氣中燃燒，如氧氣切割、氧乙炔火炬；另一種則為放電，如電漿切割，方法有電漿火炬、放電加工、金屬破碎機...等。此外，爆炸切割也可歸類於熱切割。

切割技術應用的對象區分為金屬及混凝土，一般常用於核設施除役的切割技術敘述如下：

1. 金屬的熱切割技術

金屬的熱切割技術通常是在不直接接觸工件的情況下進行切割。相對於機械切割是以切刃切斷金屬，而熱切割使用的是介質。這些介質可以是聚焦高能量光束(雷射)或高溫火焰(電漿)。熱切割技術的優點是：

- 可在水下或空氣中執行；
- 可用遙控操作，減少工作人員接觸高放射性材料；
- 可延長工作時間，並降低總成本(儘管設備架設與拆卸的時間較長)
- 熱切割技術有一個共同的特點，它們利用熱源使材料融化、昇華、燃燒或弱化，最後造成大型構件的解體，成為易於掌控的形狀。通常它將結合機械裝置以運送金屬塊或熔融物質。常見的熱切割技術如下：

(1) 氧-燃料切割

氧-燃料(Oxy-fuel)切割中所稱的「燃料」，可以是乙炔、丙烷或其他可燃氣體，切割過程使氧與被切削材料之間出現放熱化學反應。此一切割技術適用於低合金鋼(肥粒鋼)材料，在切割過程中燃料火焰提供活化能量，在工件表面形成切縫，進而將氧化產物(金屬熔液)由切縫中移除。氧-燃料切割的性能參數如表 6-3。

(2) 電漿切割

電漿(plasma)切割是以可離子化的氣體為工作氣體，在電漿火炬與工件

之間通過電流，電流持續加熱工作氣體而產生電漿，以高溫高速的電漿流(電離氣體)為熱源，將被切割的金屬局部熔化，同時利用高速氣流將已熔化的金屬吹走，形成狹窄切縫進而輸送熔融的材料。電漿切割的優點為：切割速度快、切縫狹窄、切口平整、熱影響區小、工件變形小、操作簡單，而且具有顯著的節能效果。目前最先進的鈹金加工技術是使用電漿切割，因為它結合了高切割速度與高精度，材料加工的厚度可達 150 mm。因此，它可以被用於除役的各種切削任務中，也可以很容易地進行遙控操作。電漿切割的相關性能參數如表 6-4。

(3) 放電加工

放電加工(Electrical Discharge Machining, EDM)的過程主要是以脈衝發射出高電壓低電流的火花，火花由電極(通常是銅)射向工件。工件材料被火花熔化或昇華，隨著火花點燃後立即引發氣泡的爆裂，進而對周圍的介質產生衝擊波。這種衝擊波將使得切縫中的加工材料被移除。

通常放電加工會在切割速度上受到限制，但它的工作原理可以延伸出多種應用形式，如下所述：

A. 金屬破碎機

金屬破碎機或稱金屬解體機(Metal Disintegration Machines, MDM)係採用放電加工的原理，使用石墨、二硫化鉬、銅或鋁為電極，產生高能量、低電壓的熱衝擊。電極每分鐘上下振動 3,600 次，每次電極接觸目標物時就形成電弧，電弧在接觸點處的溫度高達 3,000℃。將清水持續不斷的向下注入電極中，並同時把熱衝擊下的金屬碎屑沖出，產生的碎片大小一般小於 10 μm 。水同時可以散熱，使熱量集中在與電極尖端接觸的小區域內。金屬破碎機常用於拆卸卡死或焊死的螺栓。金屬破碎機的性能參數如表 6-5。

B. 接觸電弧金屬切割

接觸電弧金屬切削(Contact Arc Metal Cutting, CAMC)是以放電加工

的原理為基礎，因為它有石墨電極，可提供切割程序需要的電流。但是並非經由高電壓點火，而是使用低電壓電漿弧，讓能量得以傳遞。當電極直接接觸工件時，會產生離子弧造成短路。接觸點所造成的高溫，將產生足夠的離子，進而點火啟動切割電弧。再以高速水流覆蓋電極來運送由熔融金屬產生之金屬碎屑，並從電極帶走多餘的熱量。表 6-6 列出接觸電弧金屬切割的相關性能參數。

C. 接觸電弧金屬研磨

接觸電弧金屬研磨(Contact Arc Metal Grinding, CAMG) 類似於 CAMC，使用圓盤狀電極(主要是 Cu/W 的合金)來傳輸必要的電能以執行切割，旋轉速度約 500 至 1,500 轉/min。電極與工件間需要有流體流動，以除去旋轉時產生的熔融材料。表 6-7 列出接觸電弧金屬研磨的相關性能參數。

(4) 雷射切割

雷射切割是一種利用光能的切割方法，雷射的種類大略分為固體雷射、氣體雷射、液體雷射、半導體雷射，廣泛用於加工的是固體雷射、氣體雷射，其主要差別在於活性介質(Active Medium)的不同，以固體雷射而言是使用固態物質，如紅寶石、鉍石榴石晶體、鉍玻璃等固體作為活性介質。至於氣體雷射則是使用氣態，如氮氬混合氣、CO₂-He-N₂ 混合氣等氣體作為活性介質。

雷射光束是由活性介質受到外部提供的激發能源的激發，使被激發的原子放射出輻射線，由輻射線的激勵放大所產生的一種高密度且平行度高的一單色光束，其能量非常集中，此單色光束之光能投射於工作物表面，能使工作物材料瞬間熔融或蒸發而達到切割之目的。

(5) 爆炸切割

爆炸切割是用於金屬或其他材料之一種拆解方法，利用爆炸造成所需的分離，適用於工件幾何形狀屬於特殊設計與特殊尺寸者。爆炸切割

器的爆炸核心外有一層金屬外殼，這個外殼是由鉛、鋁、銅、或銀所組成。爆炸切割是化學物質作用後膨脹，使包覆炸藥的金屬外殼破裂，再利用破碎的金屬外殼所產生的衝擊波，使工件分解或變形。

2. 金屬的冷切割技術

冷切割技術包括剪切、鋸切、磨削、銑削、鑽石索鋸等，在切割過程中刀具會碰觸工件者，這些又稱為機械式切割。此外，磨料水刀也屬於冷切割，但它的噴嘴不會碰觸工件。

(1) 剪切

剪切是利用機械力使材料分離，油壓剪是常見的剪切工具，以油壓推動刀刃進行材料的剪切或撕裂，可剪切的形式如下：實心圓鋼棒、實心扁鋼片、空心圓鋼管、空心四方鋼管、角鋼及纜繩等。

此外，壓穿式電剪(Nibbler)也是屬於剪切工具，它的工作原理是將被切割的材料置於圓形衝頭及圓孔模具之間，衝頭以高速進行往復運動，將材料分離去除達到切割的目的。此一工具的體積小重量輕，適合各種鈹金材料的切割作業。

(2) 鋸切

鋸切的定義是使用多齒刀具切割出狹窄的切縫，常見的鋸切工具有鋼絲鋸、鋤刀鋸、弓鋸、帶鋸及圓盤鋸等。一般來說，鋸切是一個經過驗證的工業技術，它產生的二次廢棄物(碎屑)量少且容易收集，也常用於世界各地不同的除役專案中。在切割過程中由於刀具的磨損，因此，需要適時進行刀具的更換。

(3) 鑽石索鋸

鑽石索鋸又稱為核心鋸(core saw)，鑽石索鋸也可視為廣義的鋸切，但其刀刃為鑲在鋼索上的鑽石，通常使用直徑約 11 mm 的鋼索，每 1 m 的鋼索上平均分佈著約 40 個鑽石環，鑽石環以電鍍或金屬燒結方式與

鋼索結合。鑽石環之間的小段鋼索具有彈性，讓整條鑽石索鋸可以彎曲，鋼索利用滾輪導引改變方向，移動鋼索與工件產生摩擦達到切割的目的，一般鑽石索鋸常用於切割混凝土，但也有用於金屬物體切割，或是鋼構與混凝土混合的結構體。

(4) 研磨

在進行研磨切割時，刀具材料也伴隨著工件碎屑逐漸磨耗。刀具使用的材料是：樹脂黏結氧化鋁、碳化矽、氮化硼或鑽石的粉末，並由玻璃纖維加以局部強化。配合移動性設備的使用，可使金屬的切割深度達到 30 mm。在切割過程中需要良好的散熱與穩定的工具導引。常見的研磨切割工具如砂輪機。

(5) 銑削

銑削這種處理程序具有較高的材料移除率，但它的本意並非是使工件分離拆解，因此用於拆除作業時將耗費較多的時間與刀具。銑削程序並不是特別適合於拆除核電廠，通常只適用在特殊的情況下(例如，零件的整修)。

(6) 水刀切割技術

水刀技術除了用在清潔與切割之外，還有其他的應用，如銑削、車削、鑽孔、破碎、表面改質等。水刀中不添加任何磨料，可用於切割軟質材料、表面除污及去除表面塗層等工作。若在水中添加磨料可以切割鋼鐵等硬質材料。水刀技術其主要優點是在切割時，不產生強大的反作用力、振動及熱應力，工具磨損少，適用於易燃易爆的環境。它的缺點是水容易造成交叉污染及產生大量的二次廢棄物。

(7) 軌道切割機

軌道切割機(Orbital cutters, clam shell cutters)可能是手動式裝置或自走式單元，軌道切割機沿著管件或容器的外部或內部作圓周運動，以執

行切斷作業，對於管件和圓形容器切割是一個有效的方法。軌道切割機可遠距控制，允許操作員與輻射區域保持一定的工作距離，但它們在剛開始時常需要以手動進行架設定位。

3. 金屬切割技術比較

比較前述各種金屬熱切割及機械式切割之優缺點如表 6-8，對於常用之金屬切割技術，詳細列出個別優缺點如表 6-9。

4. 混凝土切割拆除技術

拆除混凝土結構(牆壁、地板、天花板與地基)的方法有許多，每個方法在成本、人員曝露及整體效益等各方面，都有不同的優點與缺點。有一些方法是儘量減少廢棄物，另一些則是將結構完全地拆除(並不區分成清潔或污染材料)。一般而言，核電廠廠房建築物的拆除有需要利用各種技術，達成下列目標：

- 分段拆除：逐段去污，在污染移除後允許無條件釋出。
- 指定區域拆除：大面積之牆面可能並非全部遭受污染，因此，它只需要移除那些受影響的區域。
- 污染區附近的拆除：允許有選擇性且有秩序的拆除結構，避免交叉污染。

混凝土切割拆除之主要技術，分述如下：

(1) 鑽石索鋸

鑽石索鋸(diamond wire saw)可以在牆壁上製造出入口與分離大型混凝土結構，且鋸切面非常光滑。與大多數其他的切割技術相比較，鑽石索鋸對於被切割物件的尺寸與厚度的限制較少。整套設備包括由電力或液壓驅動的基本設備、控制箱，至少兩個轉向導引輪(deflection roller)，以及在較大切割面的情況下可儲存鋼索的機構。

安裝鑽石索鋸切割設備僅需要少量的空間，或者也可以安裝在一段距離之外，甚至安裝在另一個房間，而讓切割鋼索穿過一些小通道。再使用轉向導引輪讓鋼索不斷的改變前進方向。

雖然鑽石索鋸技術通常使用水加以冷卻，但也可以在乾燥狀況下進行切割，此時於切割鋼索的出口處安裝密封收集系統，可以減小粉塵的排放。

(2) 鏈鋸

技術的原理是磨削加工，類似於索鋸。有鑽石塗層的鏈條藉著軌道機構加以安裝與引導。由於鏈條的長度短及鏈條與導桿之間的摩擦，設備很快會發熱，因此，需要使用水冷卻。鏈鋸不同於索鋸或圓盤鋸，它可在薄的牆壁與天花板上快速切出開口，而不需要安裝太多的設備。另外，也可以直接插入表面，因而在某些情況下，可以省略鑽孔的程序。

(3) 圓盤鋸

當需要非常精確的切割時，圓盤鋸(circular sawing)被視為主要選項。圓盤鋸可執行平直的切割(如沿著牆壁)，但需要適當的導引設備來控制切割方向與速度，以避免刀片被卡死。軌道必須藉著錨釘固定在結構體上。比起其他的技術(如鑽石索鋸)，圓盤鋸需要花更多的功夫來做準備，尤其是必須將維修時間列入重要考慮的狀況下，因而降低這種技術的普及率。

使用大型且昂貴的鋸片(鋸片直徑為 2,200 mm)，最大切削深度可達 1,000 mm。在使用這種技術時，需要很大的空間來安裝液壓驅動的機具。對於所有尖端鑲鑽的圓盤鋸而言，乾式切割可用於中小型規模的工作，但是當主要考量是生產速度時，建議採用以水沖洗的濕式切割。一般而言圓盤鋸對於鋼筋混凝土與金屬切割的效能，與鑽石索鋸相類似。圓盤鋸的缺點是在進行深度切割時的速度較慢。通常葉片(直徑 800

mm)的壽命大約可切割 15 m²的鋼筋混凝土。切割效能介於 1.5 與 2.0 m²/h 之間。

(4) 錘擊

當大規模的建築物需要拆除，液壓錘是一種經濟有效的技術(低投資、高效益、操作容易)，但它需要特別注意安全方面的問題(結構的穩固、振動能量的釋放、瓦礫掉落、高度的噪音)。移除生物屏蔽中的活化物質就是一個典型的應用。

將液壓錘與挖土機結合使用，可發揮最大效果。市面上有各種不同的尺寸的挖土機，且可靠度高、結構緊湊、可電動及遙控。在挖土機無法接近的地區，可以考慮使用的手動操作的電動錘(氣動錘)，但應該考慮操作人員的安全下，做出適當的限制。

錘擊無論是在進行敲鑿動作或是敲落的混凝土塊撞擊其它碎片時，都會產生大量的粉塵。可以在錘子附近使用碎屑吸取系統，或使用灑水裝置來限制空氣中粉塵的形成。

(5) 爆炸

在切割金屬及混凝土時，使用爆炸方法的目的，通常是用來使物體形成特別設計的幾何形狀與尺寸，而達成所期望的切割狀況。炸藥核心外圍包覆著鉛、鋁、銅或銀等材料所組成的外殼，爆炸使得相關產物及變形金屬外殼形成高能爆炸噴射，此一衝擊波將切削目標材料。

在空氣中與水下爆炸切割超過 15 cm 厚的材料時，執行的承包商必須擁有執照。爆炸切割的使用是有限制性的，因為爆炸可能影響周圍其他建物的結構完整性，或產生無法控制的放射性材料擴散。因此，只有其他切割方法是不實用或使用受限的情況才選用爆炸法。又由於會產生高度的噪音、煙霧與碎片，因此，必須做好污染控制。

(6) 高壓水刀切割

磨料水刀技術(Abrasive Waterjet, AWJ)是一種多用途的工具，對於各種的切割、鑽孔與拆除活動幾乎都可使用。其主要優點在切割時，不產生強大的反作用力、振動及熱應力，工具磨損少，適用於易燃易爆的環境。

雖然磨料水刀切割已成功地應用於反應容器的水下拆除，且在類似的應用上被認為是一種合適的工具，但用於混凝土的處理卻存在一些難以彌補的重要缺點。最明顯的問題是水的交叉污染與大量的二次廢棄物。但如果能對水與磨料實施有效的管理，在特殊情況下可以考慮高壓水刀切割。

前述各種混凝土切割拆除技術之優缺點如表 6-10。

(二) 具活化效應之結構、系統、組件之拆除作業

1. 拆除切割前的準備作業

(1) 切割機具及輔助設備

設計各種用於拆除切割之機具，與準備各式輔助設備，例如機械手、工作平臺、轉盤、(空氣及水質)過濾系統，工具移動載具、搬運設備、照明與監視系統、除污設備，以及移動式動力來源(如電源、氣壓源)等。

(2) 模擬測試

視需要製作全尺寸或部分尺寸模型，進行切割工法及設備(含輔助設備)之測試與操作訓練，依據測試經驗選擇適合的切割及切割參數。(如速度)

(3) 輻射特性調查

除了參考本計畫第四章「廠址與設施之特性調查及評估結果」中的現場偵測結果，並應規劃於機組運轉執照屆期後，執行輻射特性調查作業，進行偵檢或取樣工作。尤其是要考慮反應器壓力槽及其內部組件，

以及周邊的結構與系統，因為它們距離爐心較近，易受到中子照射而被活化而具有較高的活度。輻射特性調查的結果，將有助於切割工法的選擇、組件之切割規劃、工作人員的劑量估算、廢棄物分類及數量估算等。

(4) 廢棄物分類

反應器壓力槽及其內部組件，以及周邊的結構與系統，接受中子照射而被活化，但可能因為它們與爐心的距離不一，或是材料的不同，而具有不同的輻射強度，在進行低放射性廢棄物分類時，可能出現 A、B、C 及超 C 類等各種類別。初步將依據本計畫第九章、一、(二)節及中子活化分析的結果，建立反應器壓力槽及其內部組件的初期切割規劃，以概估各類廢棄物的數量及容器的使用量。隨著輻射調查作業的完成，偵檢或取樣結果被用於修正先前的切割規劃，以獲得較精確的廢棄物分類及數量評估。

(5) 切割規劃及包裝

切割規劃是對於待切割物件之切割方式及切割線(路徑)進行規劃，以決定切割件的大小，其目的是希望能達成切割最佳化，也就是切割次數或切割長度為最少，如此可以減少切割時間及降低刀具的耗損，而這些都會直接或間接地影響到人員劑量及作業成本。

同類型的低放射性廢棄物在盡可能極大化切割的同時，影響切割規劃最大的因素之一就是包裝，切割件必須可以裝入廢棄物容器內，因此，切割規劃必須要考慮容器的尺寸。此外，對於一些具有高輻射之切割件，則必須提高容器的屏蔽效果，或是縮減容器內高輻射切割件的數量，以符合包裝相關的法規。

(6) 現場整備

系統及工作區的輻射特性調查、運輸路線的規劃(清除障礙)、工作區地板的補強(用於設備安裝及防止地板損壞)等。對於暫時無法移除之輻

射源應予以適當之屏蔽。

(7) 系統除污

嚴重污染的管路系統在切割移除前應完成系統除污，有效減少工作人員的劑量。系統除污部分請參考本計畫第八章、一、(二)節。

(8) 水下切割作業注意事項

反應器壓力槽及其內部組件因為鄰近核燃料中子的活化區，而擁有較高的輻射強度，在輻射防護的考量下，將盡可能採取水下作業。列出水下切割作業的注意事項有：

- A. 切屑收集：切割過程會產生各種切割碎屑，因為切割方法的不同，碎屑的數量及大小也不相同。一般而言，電漿、水刀及放電加工產生的浮渣或切屑，因為顆粒細微而收集困難；而傳統的鋸切與銑削等機械方法的切屑顆粒較大相對而言較易收集。收集切屑的吸取口應盡可能靠近切割工具，以發揮最大的效果，可避免大量的碎屑擴散至水池的角落或縫隙中，造成日後清理的困難度。此外，切屑收集可能需要配合水質過濾系統一併考慮。
- B. 過濾系統：為使池水表面維持低輻射強度，以及水下工作過程中能有良好的能見度，需要過濾系統以維持爐穴內水質的活度與清晰度。對於會產生大量微小顆粒的切割方法(如電漿、水刀等)會需要大流量的水質過濾系統。此外，優良的過濾系統將可簡化工作完成後水池的清理作業。一些熱切割技術由於大量的熱能輸入，會使水蒸發成氣體，水氣會攜帶放射性物質造成空浮，因此，需要在水面上放置集氣罩來收集水氣，並通過空氣過濾系統進行排放。
- C. 切割刀具之載具：攜帶切割刀具的機械臂或主軸其結構應具有足夠之剛性，以確保切割過程具有良好的精度及重複性。此外，

鋸切設備可能會因為設備本身或載具的剛性不足，造成操作不順暢或設備故障。

- D. 輔助機具及設備：搬運設備、工作台(旋轉盤)、監視系統、水下照明等。操縱遙控搬運設備，將切割件精準的放入容器內是非常重要的，有需要設計各種夾具及工具加以配合。架設工作台可以保護池底鋼板結構不受破壞，移動或旋轉的工作台則可以簡化切割載具之設計。監視系統及水下照明則用於監看工作的進行是否順利。此外，還需要在水池的適當位置放置格架，用於臨時放置各種工具、容器或切割件。
- E. 整合性測試：對所有的切割機具、系統與組件進行完整的試驗，被切割物件模型的全部或局部結構，均採用全尺寸進行測試，藉以準確描述出真實狀況。

(9) 活化組件拆除原則

- A. 組件切割移除前應完成系統除污，有效減少工作人員的劑量。系統除污部分，請參考本計畫第八章、一、(二)節污染系統之除污規劃。
- B. 依內部組件安裝順序進行反向拆解，拆除策略由上而下，將各組件完整拆除，再細部切割分解。
- C. 考慮現場空間輻射劑量，高活度組件可評估吊運至水池中，進行水下切割作業。
- D. 考慮人員輻射防護，可評估以水下環境作為屏蔽防護，並透過遠距遙控操作方式執行切割作業。
- E. 在進行拆除作業時，應評估以適當工法與切割機具為之。
- F. 組件切割尺寸須配合運送、包裝、後續除污、減容或處置等作業。
- G. 被拆除物件應裝入運送容器或加以包覆，運往廢棄物處理設施

進行後續之處理。

其餘切割作業應注意事項請見本章二、(二).7.安全作業標準一節。

2. 反應器壓力槽及其內部組件

反應器壓力槽及其內部組件，由於長期接受中子照射活化，因此，有較高的放射性並具高輻射強度，圖 6-5 係為核三廠反應器壓力槽結構圖。

在進行反應器壓力槽切割拆除之前，應先將大部份的內部組件盡可能移除。基於輻射安全的考量，內部組件的移除及切割作業，多數選擇在水下以遙控方式執行。未來反應器及其內部組件的切割作業，將於實際作業前進行模擬切割，並考量切割後組件運送與人員作業動線，進行現場作業前之預先評估與設計。

以下是依據除役各階段時程與作業目標，依序列出反應器壓力槽內部組件的基本資料及可能的切割規劃。

(1) 壓力槽頂蓋

A. 基本資料

反應器壓力槽是由反應器壓力槽本體及壓力槽頂蓋(Vessel Head)所組成。壓力槽頂蓋為一半球型構造，材質為 SA 533，且內壁鍍上一層厚度 0.56 cm(0.22 in)不鏽鋼。壓力槽頂蓋的直徑約 4.67 m(184 in)、高度約 1.97 m(77.8 in)，最小厚度約 0.16 m(6.19 in)，總重量約為 53.7 MT(118,462 lb)，如圖 6-6。

B. 拆解切割規劃

a 頂蓋上方附屬設備之移除

由於壓力槽頂蓋上方有各種附屬設備，包括控制棒驅動機構外殼、控制棒驅動機構、控制棒驅動機構支撐架及電源線、冷卻

風管、冷卻風扇、飛射物屏蔽、可拆式保溫片。

故吊出壓力槽頂蓋前須先移除上述附屬設備，依參考文獻[19-21]核三廠程序書之作業程序及使用工具依序進行拆除作業。上述設備未接觸爐水，放射性和污染程度較小，可直接運送到低放射性臨時廢棄物處理間處理。

b 頂蓋吊出

依參考文獻[22-25]核三廠程序書之作業程序，將壓力槽頂蓋吊出。由於需先處理內部組件的水下切割，頂蓋吊出後先移至圍阻體廠房 148 呎的置放台，待內部組件處理完畢後，於圍阻體廠房尋找適當空間進行切割作業。

c 切割規劃

進行切割作業時，因壓力槽頂蓋的活度較低，可在空氣中進行乾式切割，但需搭建臨時帳篷，並配備有空氣過濾系統。在切割之前可先進行除污工作，以降低人員之工作劑量及空浮濃度。

拆除方法可採用機械式或熱切割技術，如：機械式切割可使用剪切、鑽石索鋸；熱切割可採用氧-燃料切割。

壓力槽頂蓋的切割可採自動化遙控方式，或是人工手動方式。自動化遙控方式的優點是切割過程可減少人員劑量，缺點需耗費時間進行設備的架設。若壓力槽頂蓋的活度相當低，經評估人員劑量後，可以採用人工手動方式進行切割。

頂蓋上穿越管可先以剪切移除，再將穿越管剪切成適合容器長度之管材後堆疊裝桶。頂蓋主體則可用氧-燃料切割或鑽石索鋸切割等方式。

壓力槽頂蓋的法蘭凸緣厚度較厚，建議先將頂蓋切成兩部分，半圓形圓殼為上半部，法蘭凸緣為下半部，然後再分別予以細

切。上半部切割成板材，下半部切割成塊材，配合盛裝容器之尺寸做最佳化切割規劃。切割後由圍阻體廠房設備通道 (Equipment hatch)運送到低放射性臨時廢棄物處理間做後續處理。

(2) 上內部組件

A. 基本資料

上內部組件功能為支撐爪型控制棒元件及爐心熱電偶導管，保持燃料元件的正確對心(詳圖 6-7)。反應爐上內部組件包含下列組件：

a 上支撐板(Upper Support Plate)：

提供爐心頂板及支柱的軸向支撐，承受正常運轉時流體上衝之負荷。形狀為圓盤狀法蘭面，直徑約 3.91 m(154 in)，高度約 1.0 m(39.7 in)，材質為不鏽鋼，重量約 22.22 MT。(49,000 lb)(詳圖 6-8)

b 上支柱(Upper Support Column)：

支持爐心頂板及傳遞負荷至上支撐板，為圓柱狀結構，長度約 3.08 m(121.4 in)，直徑約 0.11 m(4.3 in)，材質為不鏽鋼，重量約 240 kg(530 lb)。共有 40 支管狀支柱，下端栓接於爐心頂板，上端貫穿上支持板，藉由螺帽鎖緊。支柱中心各包含一支熱電偶導管(只使用 39 支)。(詳圖 6-9)

c 控制棒導管(Control Rod Guide Tube)：

提供控制棒驅動軸及控制棒元件之引導和保護。上半部為空心圓管結構，長度約 1.58 m(62.2 in)，直徑約 0.23m(8.9 in)，下半部為方形空心的管狀結構，長度約 2.47 m(97.1 in)，外徑約 0.18 m(7 in)，材質為不鏽鋼，重量約 207 kg(457 lb)。共有 52 支導管，每支導管分成上、下兩部份，下部能承受冷卻水流引起之

振動。(詳圖 6-10)

d 爐心頂板(Upper Core Plate)：

提供燃料元件之對心與支撐，亦提供控制棒導管之支撐。形狀為圓盤狀，厚度約 7.6 cm(3 in)，半徑約 1.69 m(66.64 in)，材質為不鏽鋼，重量約 3.32 MT(7,313 lb)。爐心頂板底面有導銷，和燃料元件頂部管嘴配合。(詳圖 6-11)，參考本計畫第九章、一、(二)節，爐心頂版屬於超 C 類放射性廢棄物。

B. 拆解切割規劃

a 控制棒導管切割

反應器壓力槽頂蓋移除後，使用機械手臂將控制棒導管與上內部組件結合的螺栓拆下，即可逐支吊出控制棒導管到燃料更換池(圖 6-12)進行切割、裝桶等工作。

控制棒導管為空心管狀結構，以鋸切或磨料水刀工法，先切成數段，每段再細切成鋼板。或切成數段後，以擠壓設備壓成鋼板。以鋼板堆疊裝桶可以節省空間，這些具有高放射性活度的廢棄物裝桶後運送到低貯庫、二號低貯庫。

b 上內部組件吊出及切割

參考核三廠程序書[26-27]之作業程序，將上內部組件從反應器吊到燃料更換池。再利用機械手臂、金屬破碎機或磨料水刀破壞螺絲，將上支撐板、上支柱、爐心頂板分開後逐項切割。

上支撐板為圓盤狀結構，可搭配水下轉盤及機械手臂，以鋸切或磨料水刀將其切割成板材後堆疊裝桶。

上支柱為空心管狀結構，可比照控制棒導管切割方法，且上支柱管徑比控制棒導管小，亦可直接用壓穿式電剪將其剪切成管材裝桶。

爐心頂板為圓盤狀結構，可比照上支撐板切割方法。

以上組件切割裝桶後，這些具有高放射性活度的廢棄物即可運送到低放射性廢棄物貯存庫。

(3) 下內部組件

A. 基本資料

下內部組件功能為承受燃料負荷，提供爐心縱橫向支撐，引導冷卻水流經燃料元件，且防止冷卻水旁通，並避免反應器壓力槽遭受過量輻射，總重約 83.15 MT(183,350 lb)。下內部組件各部件詳圖 6-13。反應器下內部組件包含下列組件：

a 爐心筒(Core Barrel)：

傳遞燃料元件負荷，而爐心筒的負荷藉反應器壓力槽法蘭內凸緣面來支撐，且有保持反應器壓力槽內部組件的完整性之功能。外型為圓筒狀容器，可盛裝掛載其他組件。高度約 8.24 m(324.4 in)，外徑約 3.58 m(141.1 in)，材質為不鏽鋼，重量約 70.15 MT(154,672 lb)。(詳圖 6-14)。參考本計畫第九章、一、(二)節，爐心筒屬於超 C 類放射性廢棄物。

b 壓緊彈簧(Hold-Down Spring)：

為一圓周形平面彈簧，位置界於爐心筒法蘭面上方和上支撐板法蘭面下方，嚴格來說不算上或下內部組件。藉由壓力槽頂蓋螺栓鎖緊，使內部組件成為更緊密之整體，防止內部組件鬆動。外徑約 3.65 m(143.8 in)，截面厚度約 9.65 cm(3.8 in)、寬度約 12.4 cm(4.9 in)，材質為不鏽鋼，重量約 1.05 MT(2,305 lb)。(詳圖 6-15)

c 中子屏蔽板(Neutron Shield Panel 或 Thermal Shield)：

功能為衰減爐心逸出的快中子及 γ 射線，防止反應器壁脆化及

熱應力不均。共有 4 塊中子屏蔽板，藉由螺栓及銷鎖在爐心筒外表面，兩者之間有 1.27 cm(0.5 in)間隙，供屏蔽板冷卻。外型為有弧度的鋼板厚度約 11.68 cm(4.6 in)、長度約為 3.66 m(144 in)、寬度約 1.58 m(62.1 in)，材質為不鏽鋼，重量約 5.17 MT(11,396 lb)。中子屏蔽板外型詳圖 6-16，裝設位置詳圖 6-17。參考本計畫第九章、一、(二)節，中子屏蔽板屬於超 C 類放射性廢棄物。

d 阻板&模型板(Baffle & Former)：

功能為把爐心筒圓柱形空間轉換成燃料元件外圍之方形空間。模型板共有 8 塊，水平方向排列，藉由螺栓及銷固定於爐心筒內側溝槽。阻板栓接於模型板內側邊緣，垂直排列成爐心燃料區塊，阻板上有冷卻水口，容許冷卻水流入模型板區域。組板&模型板組合成高度約 3.96 m(156 in)，外徑約為 3.4 m(134 in)的筒狀結構，材質為不鏽鋼，重量約 17.0 MT(37,471 lb)。阻板之配置詳圖 6-17，組板&模型板外型詳圖 6-18。參考本計畫第九章、一、(二)節，阻板&模型板屬於超 C 類放射性廢棄物。

e 爐心支持鍛件(Core Support)：

為爐心筒的底面，與爐心筒焊接成一體，厚度為 40.6 cm 之不銹鋼鍛件，含 98 個冷卻水孔，1 個人孔。功能為支撐爐心燃料元件，傳遞爐心負荷至爐心筒外殼。(詳圖 6-19)

f 爐心底板(Lower Core Plate)：

安裝於爐心筒內側的圓環上，功能為將冷卻水流量均勻分配至各燃料元件，並直接支撐燃料元件。爐心底板將一部分燃料元件負荷傳遞給爐心筒，另一部份負荷則藉由爐心支柱傳遞給爐心支持鍛件。爐心底板上每一燃料元件位置有 2 只定位銷，以供燃料元件定位及承受橫向負荷。形狀為圓板，直徑約 3.39 m(133.5 in)，厚度約 4.4 cm(1.75 in)，材質為不鏽鋼，重量約

2.83 MT(6,248 lb)。(詳圖 6-20)。參考本計畫第九章、一、(二)節，爐心底板屬於超 C 類放射性廢棄物。

g 爐心支柱(Core Support Column)：

功能為把燃料元件及爐心底板之負荷傳遞給爐心支持鍛件。位於爐心底板及爐心支持鍛件之間，共 20 支柱型不銹鋼管。長度約 1.19 m(46.8 in)，外徑為 7.62 cm(3 in)的筒狀結構，材質為不鏽鋼，重量約 42.2 kg(93 lb)。(詳圖 6-21)。參考本計畫第九章、一、(二)節，爐心支柱屬於超 C 類放射性廢棄物。

h 儀器支持組件(Bottom-Mounted Instrumentation)：

懸掛在下內部組件下方，引導中子偵測儀器套管進入爐心不同位置，防止冷卻水流引起套管發生振動。(詳圖 6-22)，儀器支持組件由下列零件組成：

- 十字形導管：

功能為把中子偵檢器導入爐心各部位。為管狀結構，長度約 2.42 m(95.4 in)，直徑較粗部分約為 5.08 cm(2 in)，直徑較細部分約為 2.54 cm(1 in)，材質為不鏽鋼，重量約 103.4 kg(228 lb)。(詳圖 6-23)

- 對接式支柱：

作為儀器支持組件之支柱，以及將中子偵檢器導入爐心各部位。為管狀結構，長度約 1.46 m(57.5 in)，直徑約為 5.08 cm(2 in)，材質為不鏽鋼，重量約 18.6 kg(41 lb)。(詳圖 6-24)

- 上、下繫板：

用以固定支柱及導管的下端，以及防止冷卻水流引起的震動。形狀為不規則狀板材。

上繫板厚度約 5.08 cm(2 in)，最長處約為 3.2 m(126 in)，材

質為不鏽鋼，重量約 0.86 MT(1,890 lb)，詳圖 6-25。

下繫板厚度約 5.08 cm(2 in)，最長處約為 1.92 m(75.5 in)，材質為不鏽鋼，重量約 0.56 MT(1,235 lb)，詳圖 6-26。

- 輔助支持元件：

藉由 4 支加強支柱栓接於爐心支持鍛件和底部繫板上，萬一爐心筒法蘭發生斷裂時，可限制作用於爐槽底蓋之應力。並且限制爐底內部組件的向下位移，以確保爐心頂板之對準銷仍能與燃料元件相吻合，以防止控制棒對準不當，阻礙其插入。結構類似桌子，支柱直徑約 22.6 cm(8.9 in)，長度約 0.42 m(16.5 in)，底座鋼板中間鏤空，為邊長約 0.9 m(35.4 in)正方形，厚度約 12.7 cm(5 in)。材質為不鏽鋼，輔助支持元件重量約 424 kg(934 lb)，詳圖 6-27。

B. 拆解切割規劃

a 下內部組件吊出

核三廠已有下內部組件置放架，將置放架移到燃料更換池後參考核三廠程序書[27]之作業程序，將下內部組件從反應器中吊出到燃料更換池。

b 爐心筒內各組件拆解及切割

將下內部組件吊出後，先利用機械手臂取下壓緊彈簧，壓緊彈簧為一圓環，直接以鋸切或磨料水刀切割成數段條狀鋼材後裝桶。

接著利用機械手臂、金屬破碎機或磨料水刀破壞螺絲，將中子屏蔽板、阻板、模型板、爐心底板逐項從下內部組件拆下來切割。

中子屏蔽板為長方形板材，直接以鋸切或磨料水刀切割成適當

大小裝桶。

阻板拆下後為長方形板材，以鋸切或磨料水刀切割成適當大小裝桶。

模型板拆下後為中空圓盤狀板材，可搭配水下轉盤及機械手臂，以鋸切或磨料水刀將其切割成板材後堆疊裝桶。

爐心底板為圓盤狀結構，亦可搭配水下轉盤及機械手臂，以鋸切或磨料水刀將其切割成板材後堆疊裝桶。

以上組件切割裝桶後，這些具有高放射性活度的廢棄物即可運送到低放射性廢棄物貯存庫。

c 爐心筒切割

爐心筒吊出後先切割爐心筒壁，以鋸切或磨料水刀切割，切割時以重複縱向及橫向之切割，每切出一塊板材即吊出裝桶，逐塊將爐心筒壁切完。剩下底面爐心支持鍛件時，用機械手臂、金屬破碎機或磨料水刀破壞爐心支柱、儀器支持組件、爐心支持鍛件彼此間的螺絲，取下儀器支持組件。底面爐心支持鍛件則比照圓盤狀板材，搭配水下轉盤及機械手臂，將其切割成板材後堆疊裝桶。

最後再拆解儀器支持組件。用機械手臂、金屬破碎機或磨料水刀破壞螺絲，將十字形導管、對接式支柱、輔助支持元件從上、下繫板抽出。

十字形導管、對接式支柱以液壓剪切工具剪成適當長度後裝桶，輔助支持元件拆解成 4 支支柱與鋼板，支柱直接裝桶。

鋼板與上、下繫板以鋸切或磨料水刀切割成適當大小板材後裝桶。

以上組件切割裝桶後，這些具有高放射性活度的廢棄物即可運

送到低放射性廢棄物貯存庫。

(4) 反應器壓力槽

A. 基本資料

反應器壓力槽為一圓筒狀結構，底部為半球形。高度約 10.36 m(408 in)，直徑約 4.67 m(184 in)。上內部組件位置之爐壁厚度約為 0.25 m(10 in)，燃料位置之爐壁厚度約為 0.2 m(7.88 in)，下方半球形位置之爐壁厚度約為 0.126m(4.94 in)。材質為 SA533，內壁鍍上一層厚度約 0.56 cm(0.22 in)不鏽鋼。重量約 257 MT(566,435 lb)。共有 6 只管嘴連接反應爐冷卻水系統(RCS)，管嘴公稱直徑約 0.71m(28 in)。爐底有 50 支穿越管供中子儀器偵測用，如圖 6-28。

B. 切割規劃

在系統除污後，可選擇空氣中切割或水下切割：

a 空氣中切割

反應器壓力槽經除污後可在空氣中切割，國外亦有空氣中乾式切割案例，但需搭建臨時帳篷，並配備有空氣過濾系統。

核三廠反應器壓力槽規劃在原位置上方搭建臨時帳篷，來進行切割作業，並由上到下逐塊切下。由於管嘴被切除後槽體會失去水平方向的固定及管嘴提供的支撐力，前置工作需在槽底建立基座來支撐槽體。

接著將六只連接反應爐冷卻水系統的管嘴以鑽石索鋸或氧-燃料切割截斷後吊出，從此階段開始會破壞反應器壓力槽的槽穴，並建置槽體的切割機具，所以燃料更換池無法使用，需要水下切割的工作需在此之前完成。

反應器壓力槽槽體的切割，可使用機械式切割，如鋸切、銑削等，或使用熱切割技術，如電漿火炬、氧乙炔火炬等，或是使

用磨料水刀。切割時以重複縱向及橫向之切割，每切出一塊板材即吊出裝桶，逐塊將反應器切完，切割後由圍阻體廠房設備通道運送到低放射性臨時廢棄物處理間做後續處理。橫向切割過程中，在反應器壓力槽體完全切斷前，應該在切縫處塞入楔形塊或其他處置，使得上面的切割段能保持在原位，不致影響後續的切割進行，例如切割刀具的卡死故障。

壓力槽切除完成後，拆除之前增建的基座，將殘留 50 支爐底穿越管以液壓剪切工具剪斷，剪下的管材直接裝桶，運送到低放射性臨時廢棄物處理間做後續處理。

b 水下切割

因燃料更換池最深達 11.38 m(448 in)；反應器高約為 10.36 m(408 in)，故若要進行水下切割，核三廠的燃料更換池空間勉強足夠。

由於爐底為半圓形結構，需製作置放架使反應器直立，加上置放架高度，燃料更換池注滿水也僅剛好淹過反應器上緣，不過反應器壓力槽上半部為劑量較低區域，故上半部對水中屏蔽並無迫切需要。

另外，要將反應器壓力槽從槽穴吊運到燃料更換池，由於吊車吊升荷重僅 167 MT，必須先改建吊車使吊升荷重大於 257 MT。

而圍阻體廠房上方旋轉式起重機的結構額定荷重為 360MT，故在執行反應器壓力槽或蒸汽產生器吊運作業前，進行旋轉式起重機部份的起重機和吊鉤之更換，即可吊運反應器壓力槽(257MT)及蒸汽產生器(305MT)。另現有旋轉式起重機基線高度為 EL.238 ft，距離二次生物屏蔽最高處約有 77.5 ft(23.62 m)的距離，考量反應器壓力槽及蒸汽產生器高度分別為 10.36 m 及 18.3 m，應有足夠空間完成吊運作業；前述評估作業尚有

目前未能考量之因素，例如拆除該些大型設備所需機具的選擇，可能影響評估結果之準確性，但仍應可透過調整現場設備配置或工序等手法克服，不致使目前規劃之作業期程受到延遲。

在執行反應器拆除作業前一年(依目前時程規劃，為 121 年 8 月)，本公司會將拆除計畫送原能會審查，該計畫內容包含必要的改善作業、結構分析、現場整建作業與試驗規劃，後續現場改善及拆除作業，將依原能會審查結果執行。

前置工作完成後，先將與反應器相連的所有管路截斷。小管徑的 50 支爐底穿越管以液壓剪切工具剪斷，剪下的管材直接裝桶。接著以吊車吊著槽體，將六只連接反應爐冷卻水系統的管嘴以鑽石索鋸或氧-燃料切割截斷，然後吊運至燃料更換池，並將燃料切割池原有爐穴的洞填封，再灌水進行水下切割。

切割方向同空氣中切割，由上到下逐塊切下，在進行分段切割之前，可先以熱切割技術(如放電加工)或機械式鑽孔、或額外銲接吊耳，在反應器壓力槽槽體上產生吊運安裝孔，在切割過程用以保持切割段的穩定，以及滿足後續吊掛運送的需要。切割工法與切割內部組件時相同，盡量減少切割機具建置成本。

切割時以重複縱向及橫向之切割，每切出一塊板材即吊出裝桶，逐塊將反應器切完，切割後由圍阻體廠房設備通道運送到低放射性臨時廢棄物處理間做後續處理。橫向切割過程中，在反應器壓力槽槽體完全切斷前，應該在切縫處塞入楔形塊或其他處置，使得上面的切割段能保持在原位，不致影響後續的切割進行，例如切割刀具的卡死故障。

3. 生物屏蔽

(1) 基本資料

位於圍阻體廠房內環繞著反應爐的生物屏蔽(Biological Shielding)，其

主要為降低從爐心輻射出來的中子及加馬射線強度，以保護進入圍阻體之維護人員。在 EL.98 ft~100 ft，分成主生物屏蔽牆(圖 6-29)及二次生物屏蔽牆。

主生物屏蔽的內部結構是有分內、外襯二部份，內襯為鋼結構，外襯即以 RC 鋼筋混凝土(設計強度 5,000 psi)所構建而成，牆厚約 2.74 m(9 ft)，主要包圍反應爐本體；在 EL.100 ft~187.2 ft 為二次生物屏蔽牆體，高度約 18.44~26.58 m(60.5~87.2 ft) 不等，牆厚約 0.61 m~1.22 m(2 ft~4 ft)，主要圍繞三個蒸汽產生器及反應爐冷卻水泵、調壓槽、調壓槽釋放槽等成 4 個封閉區塊。

(2) 拆除前準備作業

在拆除生物屏蔽之前，先進行表面除污工作，可使用機械式工具(如鋼絲刷)或高壓水柱，以降低區域輻射強度，減少工作人員劑量。除污完成後進行生物屏蔽不同部位的鑽心取樣，以瞭解生物屏蔽內部混凝土的活化程度。

(3) 拆除作業方式

可在生物屏蔽的內部架設工作平台，也可以在生物屏蔽外側架設工作平台，用於放置或安裝機具設備。拆除程序建議由上往下進行，拆除過程中逐步降低工作平台的高度。

A. 主生物屏蔽

主生物屏蔽的拆除可先以機械式技術敲除外部的混凝土，再以熱切割技術切除剩餘之混凝土內鋼筋及內襯鋼板結構。另一種拆除方式是採用鑽石索鋸，在生物屏蔽上鑽孔，或是利用生物屏蔽上現有之穿越孔，將切割鋼索穿過這些孔形成封閉迴路，連同混凝土、混凝土內鋼筋及內襯鋼板進行大體積的分割拆除作業。

B. 二次生物屏蔽

可採用鑽石索鋸在生物屏蔽上鑽孔，或是利用生物屏蔽上現有之穿越孔，將切割鋼索穿過這些孔形成封閉迴路，連同混凝土及混凝土內鋼筋進行大體積的分割拆除作業。

對於被活化的部分生物屏蔽，若具有高輻射強度，可採用自動化遙控方式拆除，將自動化機具設備吊運至工作平台上，進行鋼材及混凝土的移除，或是使用鑽石索鋸進行大體積分割後，再以遙控方式進行鋼材與混凝土的分離作業。在空氣中所執行的拆除切割，應使用空氣過濾系統防止粉塵的擴散。

4. 燃料池格架

(1) 基本資料

燃料池格架(Fuel Storage Rack)置放於用過核子燃料池中，當核能電廠之用過核子燃料自反應器退出後，均會先貯存於用過核子燃料池之格架內以待後續處理，核三廠每部機組用過燃料池格架可容納 2,160 根燃料元件，足夠 40 年運轉所需。格架分為二區：第一區可儲存 208 根新燃料元件或用過燃料元件，第二區可儲存 1,952 根用過燃料元件。

用過燃料池內格架主結構採用不銹鋼 304L 製作，並安裝可吸收中子的加硼不鏽鋼板，以確保用過核子燃料能維持在安全的次臨界狀態。格架的外觀如圖 6-30。

燃料格架共 24 座，外型為長方體，內部為正方形巢狀結構，燃料格架直接沉放在燃料池，靠自身重量固定，與池底、池壁無相接固定，高度約 4.3 m，長、寬約為 1 至 3 m，每座燃料格架因容量不同故長、寬有所不同。

以第二區格架 2S 為例，長寬約 2.76 m × 2.07 m、高度約 4.34 m、重量約為 10 MT、容量為 108 格。以格架 2S 為依據估算其餘 23 組格架

之重量(表 6-11)，粗估格架的總重量約為 222.3 MT。

(2) 拆解切割規劃

燃料池格架視拆除規劃及工法不同，可選擇水下切割或乾式切割兩種方案：

A. 水下切割：

用過燃料池格架若採用水下切割，將直接在用過燃料池中進行切割。

燃料移到用過核子燃料室內乾式貯存設施後，進行除污。由於格架僅沉放在燃料池中，可用燃料廠房天車將格架逐一吊到適當區域進行切割，切割後再送到低放射性臨時廢棄物處理間進行後續處理。

B. 乾式切割：

在輻射劑量許可的狀況下，可移出用過燃料池，並在燃料廠房搭建臨時帳棚，並配備有空氣過濾系統及維持帳棚負壓進行切割，可採用機械式或熱切割技術，機械式切割可使用鋼鋸、帶鋸等機具，熱切割可考慮電漿火炬。

未來將視輻射特性調查結果及除役作業排程規劃，決定燃料池格架是否除污及切割方案。

5. 拆除切割後清理作業

- (1) 設備拆除：各種拆除或切割設備的除污及移除。
- (2) 現場清理：清理那些放置於現場的多餘雜項物件，如工具、吊索，夾爪、工作支撐架等；工作區的切屑蒐集及除污，如清空儲存池(切割池)中的水，清洗池壁的鋼內襯，並以機械方法清除固著污染。工作區的切屑蒐集及除污。
- (3) 最後清理：空氣及水質過濾系統拆除，起重搬運設備拆除。

6. 廢棄物管理注意事項

- (1) 切割拆除作業應盡可能減少二次廢棄物，以及防止污染的擴散。
- (2) 切割拆除機具將於現場清理完成後進行除污清理，無法除污之機具則視為放射性廢棄物加以處理。
- (3) 依據輻射特性調查進行切割拆除規劃，以符合廢棄物分類包裝的要求。
- (4) 切割規劃應配合廢棄物管理設施的接收條件、運送動線及輻射防護要求，使現場拆除之廢棄物能順利運往廢棄物管理設施進行後續處理。

7. 安全作業標準

關於除役之工作導致安全衛生預期之風險及相關防護事項，將依據本計畫第七章及職安法所規定之風險評估事項及防護措施，並建立高風險作業之「安全作業標準」。

(1) 通風與過濾

在空氣中切割活化之機械系統、設備、組件，應在隔離帳篷內實施，隔離帳篷內應設置通風過濾系統，以防止污染空浮顆粒的擴散，帳篷內維持負壓狀態，進而確保氣流是流向隔離區內部。

在水下執行活化之機械系統、設備、組件之熱切割時，因為切割所釋放的熱量會使水氣化，而這些氣體會攜帶熱切割產生之微粒浮出水面；因此，在水面上方應設置一組集氣裝置，該集氣裝置應具有足夠之流量，以收集熱切割產生之氣體。

此外，在水下執行活化之機械系統、設備、組件之切割時，需設置碎片收集與過濾系統，用來捕捉切割碎片與保持水質透明度，並藉以減少水中的放射性物質，避免大量的輻射物質吸附在池壁上，增加岸上

的工作人員的劑量。因為水下過濾系統的濾芯最後都將成為二次廢棄物，因此，設計過濾系統時應考慮減少濾芯使用量。

活化組件中的生物屏蔽是由混凝土鋼板及鋼樑所組成，而混凝土的拆除與清理工作可能會產生大量的粉塵，故需注意相關通風與過濾需求。

(2) 輻射防護

拆除切割具有強輻射之活化的機械系統、設備、組件，建議以水作為屏蔽，在水下以遙控方式進行切割作業。對於必須在空氣中進行的切割工作，需設置隔離帳篷，以防止切割過程造成污染擴散。同時盡可能使用自動化機具，或提供輻射屏蔽，以降低輻射劑量，保護工作人員。

當工作人員進入隔離帳篷時，必須穿戴各式的防護衣及設備。若需要時，依工作需求另外提供特殊的呼吸與空氣冷卻系統，使除役任務的執行能保持在安全及可接受的工作狀況下。

拆除活化的混凝土(如生物屏蔽)，以及結構混凝土的除污操作非常容易產生空浮污染；因此，工作人員必須使用各式的防護衣與設備，或加以適當搭配組合。若需要時，依工作需求另外提供特殊的呼吸與空氣冷卻系統，使除役任務的執行能保持在安全與可接受的工作狀況下。

(3) 職業安全衛生

所有除役現場之工作，除有其他特殊規定外，都需要配戴安全帽。

A. 墜落防護

對於那些工作高度超過 1.5 m 且有潛在墜落風險的工作區域，應採取防墜措施。可以使用背負式安全帶、安全繩索(生命線)、安全網、工作繩，以提供上升與下降時安全的保障，且自鎖系統可以防止工作人員在移動時失去控制而摔落地面。

B. 聽覺保護

執行混凝土清理與拆除作業的設備與機器，往往會產生高度的噪音，例如：遙控操作的碎石機、磨料噴射系統、吸塵裝置等機具。當某些區域劇烈的噪音無法藉由其他方法降低時，其所曝露的噪音已超過法規的限制，應依職業安全衛生設施規則之規定採取聽力防護，例如使用特殊的保護裝置，包括耳塞、耳罩、個人護耳器或消音器。為了改善現場工作人員之間的聯絡，可以考慮採用量身訂製的聽力保護裝置，包括頻率濾波器(可過濾出特定的頻率範圍)。

C. 熱效應的風險

在核設施除役時，最顯著的危害之一是吸入放射性顆粒，有可能造成體內污染，因此，不同的防護衣物及裝備的搭配組合，可以用來保護工作人員。當工作人員身著防護衣工作時，通常是從外部供應冷空氣來預防熱效應。在一些異常環境下的工作時間應該受到限制。特殊系統(安裝在過濾面罩上的獨立空氣系統，能夠對全罩式面具提供呼吸空氣，並對身體提供空氣冷卻)可能可以降低熱效應的風險。

D. 手及手臂的振動防護

核設施除役執行的某些活動，如混凝土結構的施工、拆遷與破壞等，將導致工作人員的手及手臂處於振動下。手及手臂所遭受的振動會對健康造成影響，而出現所謂的「白手指(White Finger)」症狀，症狀包括：手指麻木、肌肉強度降低、肌肉疼痛與僵硬、骨骼與關節的實質變形，以及一些常見的身體不適。人員從事振動作業時，應使用防振把手等防震設備，且每天全身振動暴露時間須符合職業安全衛生設施規則之規定。

E. 其他

除了前述所提項目外之其他安全危害，其預防措施可參考勞動部「職業安全衛生設施規則」(63 年 10 月 30 日公布，109 年 3 月 2 日修正。)，並參考核三廠作業程序書中的相關規定。對於作業場所

之有害氣體、蒸氣、粉塵等，可採取改善作業方法、縮短工作時間或採取其他保護措施等方式；對於熱切割作業(或動火作業)可採取必要的申請、管制、現場確認等方式，作為危害預防的措施。

(4) 電氣安全

用電的方法錯誤可能造成的危害，概括分為：A.人員感電；B.毀損物品；C.釀成火災；D.引起爆炸；E.設備意外動作。電氣危害的防範措施主要的有電氣設備接地、電氣火災的防止及電氣的安全管理。例如：在用電過程中，應避免由於人員疏忽、操作不當或電氣設備本身安裝不良等因素，造成人員觸電；定期檢查各種電氣線路及設備並維持良好狀況；當作業環境中充滿爆炸性粉塵、有機溶劑時，必須採取電氣防爆措施等。詳細資料請參考「職業安全衛生設施規則」第十章「電氣危害之防止」。

(5) 消防安全

電廠除役期間的廠房、系統、設備及各種作業，將依據「消防法」、「消防法施行細則」、「各類場所消防安全設備設置標準」或其他相關法規進行管理。

(6) 結構安全

電廠除役期間之廠房結構拆除作業，將依據「建築法」、「建築物拆除施工規範」或其他相關安全法規進行管理。

(三) 放射性污染之機械系統、設備及組件之拆除作業

本節放射性污染之系統管路，列舉污染較為嚴重者之代表性管路作為說明，例如與 RPV 連接之主要系統管路。包含(1)餘熱移除系統、(2)反應爐冷卻水系統、(3)調壓槽子系統、(4)緊急爐心冷卻系統。

放射性污染之桶槽，因桶槽外型與功能略同，內容僅列舉廢料廠房內之桶槽為案例，並說明原則性之拆解規劃。

放射性污染之設備，以污染較嚴重者作為代表性設備作為說明。包含(1)蒸汽產生器(2)反應爐冷卻水泵。

1. 與 RPV 連接之主要系統管路

(1) 餘熱移除系統

核三廠餘熱移除系統(Residual Heat Removal System, RHR)設計上有兩個各自獨立的迴路(A 串及 B 串)，各迴路由一台水泵、一台熱交換器、管路及相關隔離閥所構成(圖 6-31)，RHR 系統主要設計功能有二，在停機降溫過程和燃料更換期間，能移除爐心及一次側冷卻水系統潛在的熱能；本系統亦屬安全注水系統的一部份，當緊急情況下提供低水頭安全注水到一次側冷卻水系統的冷端，爐心失水事故後，並可長期提供冷卻水，以移除爐心之衰變熱。本系統主要設備如表 6-12 所示。

(2) 反應爐冷卻水系統

反應爐冷卻水系統(Reactor Coolant System, RCS)，為壓水式電廠之一次側系統，利用冷卻水泵強迫循環系統中次冷態的冷卻水，將爐心產生的熱量帶至蒸汽產生器而傳遞給二次側的飼水(清水)，藉以產生蒸汽，推動汽輪發電機。系統包括三個相同的獨立迴路，並聯於反應爐壓力槽，每個迴路各有一台冷卻水泵和一個蒸汽產生器，其中第二迴路熱端並備有一只調壓槽和調壓槽釋放槽，以及相關管路和控制儀器(圖 6-32)，本系統之主要設備如表 6-13 所示。

(3) 調壓槽子系統

調壓槽子系統用以控制反應爐冷卻水系統壓力以避免發生爐心沸騰，吸收因功率或溫度變化造成之爐水壓力及體積暫態變化，系統組件包含調壓槽(總容積 39.64 m^3 ，高度約 15.2 m)、噴灑管路與噴嘴、調節管路及調壓槽釋放槽(圖 6-33)，本系統之主要設備如表 6-14 所示。

(4) 化學與容積控制系統

化學與容積控制系統(Cheical & Volume Control System, CVCS)功能是維持一次側冷卻水水量、硼濃度與化學水質，移除水中腐蝕產物與雜質，且提供 RCP 軸封冷卻水。系統組件包含：再生熱交換器、引水熱交換器、封水熱交換器、除礦槽、容積控制槽、額外引水熱交換器及三台充水泵(圖 6-34)，本系統之主要設備如表 6-15 所示。

(5) 緊急爐心冷卻系統

緊急爐心冷卻系統(Emergency Core Cooling System, ECCS)，又稱安全注水系統(圖 6-35)，具有兩項功能，即在事故發生後能冷卻爐心，以及增加停機餘裕。ECCS 之主要功能，係在發生冷卻水流失事故之後，注入大量冷卻水，用以移除爐心衰變餘熱，避免爐心熔毀。次要功能即在發生蒸汽管路斷裂時，藉注入高濃度硼液至核心，以增加停機餘裕。ECCS 系統包括三個支系統：

- 低壓注水系統主要由餘熱移除系統所組成。RHR 系統主要在起動或停機時，執行排除餘熱的工作，緊急時則成為 ECCS 的一部份。
- 高壓注水系統主要由離心充水泵 (CCP)、硼注入槽以及相關管閥等所組成。雖然 CCP 平時為化學與容積控制系統 (CVCS) 的重要組件，緊急時則與 CVCS 隔離而成為 ECCS 的一部份。
- 三個蓄壓槽及相關之管閥組成 ECCS 之中壓支系統，一旦反應爐壓力低於蓄壓槽(ACCUMULATOR)壓力，槽中大量含硼水立即注入爐心不需外來動力。

本系統之主要設備如表 6-16 所示。

2. 系統管路拆除原則

(1) 管路拆除原則

- A. 污染的管路切割移除前應完成系統除污，有效減少工作人員的劑量。

- B. 考慮現場空間輻射劑量，高輻射的管路系統優先移除。
- C. 管路切割移除前，先觀察現場環境，移除障礙及規劃動線等。
- D. 管路切割移除前，先洩除管路系統中的液體。
- E. 拆除或隔離管路系統中的大型組件，如閥、泵浦及桶槽等。
- F. 管路切割從外部向爐心進行切割拆除。
- G. 跨樓層的管路系統避免先移除較低位置的管路，儘可能由高層先開始移除。
- H. 高架管路先切割成較長的段落，然後垂放至地面後再細切。
- I. 原則上管路及系統設備移除後，再進行管支架、吊架的移除。如現場作業環境限制需先移除管支架、吊架，應先進行荷重評估，如有需求應架設臨時性吊支架，以確保尚未移除之管路、系統設備無坍塌之疑慮。
- J. 管路切割尺寸須配合運送、包裝、後續除污、減容或處置等作業。
- K. 為防止污染擴散，拆除設備及切割管路時，應於地面鋪設保護層及架設隔離帳篷，以防止污染擴散。
- L. 被拆除物件應裝入運送容器或加以包覆，運往廢棄物處理設施進行後續之處理。
- M. 切除之管線、設備若其內部有污染者應將切口處盲封後再搬運。
- N. 受污染預埋件(例如管線、埋板、anchor 等)可能在混凝土內，需先刨除部分混凝土後再進行拆除。
- O. 若有可能，管路之管段元件(例如 valve)將和連接管線一併移除(不切割/不分解)；設備則和基座一併移除(不切割/不分解)。

(2) 大口徑管路切割移除

有關大口徑管路的各種切割技術的選擇，主要是考慮被切割管路及其周圍的輻射狀況而定。對於高輻射區的管路，通常是使用可以快速在管路上完成設置的切割工具，並以遙控方式操作，讓工作人員可以在高輻射區外進行非接觸式的操作。對於低輻射區的管路，則可以採用接觸方式進行切割。

軌道式切割機(Orbital Cutter)或稱為蚌殼式切割機(Clam Shell Cutter)對於大口徑管路的切割，是一種相對有效的機械方法。它們用於切割高放射性管路與反應爐冷熱端管嘴是相當理想的，被切斷的管末端能有良好品質切割，當需要在管末端鉚接管帽或其他物件將管路盲封時，可以減少額外的準備工作。

從輻射的角度來看，軌道式切割機不像熱切割方法會產生放射性空浮或煙霧。同時它們可以快速安裝，操作人員也可以遙控操作工件的切削，從而避免接受不必要的人員劑量。刀具需要一定的安裝及操作空間，以允許刀具環繞管件移動進行切割。

從安全的角度來說，軌道式切割機不會產生火焰或外加熱量，因此，在工作團隊中不需要設置防火觀察員。相較於熱切割設備，它們容易使用，也能快速完成操作訓練。但對於低劑量區的厚壁管件而言，軌道式切割機顯得較不適宜，其切割速度也低於電漿及氧燃料等熱切割方法，而軌道式切割機架設時間也可能長於手持式熱切割的時間。

在某些情況下，鑽石索鋸可以作為軌道式切割機的替代方法，例如不適合進行接觸性工作的場合，或者管路周圍沒有足夠空間可安裝軌道式切割機，或管壁厚度超出軌道式切割機的能力範圍。比起鑽石索鋸切割混凝土，鑽石索鋸應用於切割金屬是較少見的，且通常傾向於特定情況下使用，例如考慮輻射狀況或軌道式切割機的能力不足以完成金屬切割時。

此外，電漿火炬切割同樣可以應用在管路移除上，包括使用手持式或軌道式電漿切割機。熱切割的工作效能常隨著管件尺寸而改變，而且

工作環境如局限空間、工作高度等的影響也很重要。對於較大型管路，氧燃料切割往往較電漿切割會更有成效，雖然它會產生更多的煙霧，依據經驗數據，氧燃料切割的效能可以達到 0.65 man-h/m。

(3) 小口徑管路切割移除

機械式管件剪切機是以剪斷方式來取代常見的往復式鋸切 (Reciprocating Saw)，剪切機適合於小口徑管路的切割，或是其他類似的小型支撐鋼架。這類剪切工具的優點是，比其他方法的管路切割機 (例如往復鋸切機) 可提供更高的工作效率，它不會產生金屬屑或切削碎片這些二次廢棄物，同時也比其他設備更安全、更安靜。但其主要缺點是它的重量比鋸切機重；因此，很難在腰部以上高度加以使用 (雖然可以吊掛在合適的支撐點上，或是吊掛在被切割的管路上)，而且它的重量也使得操作人員難以長時間持續使用。

可攜式往復鋸使用硬化的鋼鋸片，以機械式的往復動作鋸切金屬。這類工具的優點是不會產生煙霧，通常用於鋸切碳鋼、鋁或銅等軟金屬。往復鋸可以藉著夾緊工件，利用設備本身的重量，再往復地移動鋸片使其深入金屬。往復鋸可分為電動或氣動形式，切割的管件其直徑可達 300 mm，通常鋸切管徑 200 mm 需要 6~8 分鐘左右；一個簡單的經驗法則是，往復鋸一分鐘可以鋸斷 1 in 直徑的管件 (以 Schedule 40 的管件為基準)。

3. 放射性污染桶槽

核電廠內的放射性污染桶槽是指那些具放射性污染或危害物質且因空間限制及桶槽尺寸大小，無法整件移除，必須在現場進行切割及包裝者。整理核三廠廢料廠房有放射性污染的桶槽如表 6-17 所示。

拆除桶槽有關的切割技術、拆除程序及拆除作業輻防管制等，必須符合輻射防護導則，以及合理抑低目標等相關要求。若桶槽表面之油漆成分如果

含有鉛金屬，拆除工法及防護措施必須確保在低於鉛金屬的容許曝露濃度 (Permissible Exposure Limits , PEL)之環境下工作。

拆除桶槽時必須考量之因素如下：

- 空間限制(接近路線、與周邊結構物空間)
- 內部污染(可能需要先除污，並採取塗漆等污染固著方式)
- 位置(廠房外、廠房內)
- 尺寸大小(高度、直徑)
- 桶體厚度、材料(切割工法選擇與限制)
- 其他有毒物質(如含鉛油漆必須先去除，或將限制切割方式)
- 引起爆炸或火災(如油槽油漬必須先去除，或將限制切割方式)

拆除高污染、高輻射之大型桶槽可先執行除污，以降低污染及輻射劑量率，尤其是須注意清除沉積於桶槽底部之淤泥。若需要工作人員進入桶內工作，如進行內部塗漆以固定鬆散污染，必須建立高效率過濾器(HEPA)通風系統。

(1) 切割技術

切割技術可選擇熱切割方式，如電漿、氧乙炔等皆為成熟之技術。熱切割優點為切割速度快、操作便利、使用普及；缺點為可能造成空浮、火災危害、必須使用高壓鋼瓶。桶槽為碳鋼材料，可選用氧丙烷火炬切割，優點是產生較少煙塵，氣體鋼瓶須放置於清潔區，工作人員須穿著防火工作服。桶槽為不銹鋼材料，可選用電漿火炬。為防止空浮擴散須建立隔離帳篷，帳篷內必須維持負壓，排風經 HEPA 後導入廠房通風系統。

切割技術也可選擇冷切割方式，如研磨、鋸切、特殊設計切割機械等，亦為成熟技術。優點為較無空浮疑慮、無火災危害、可遙控操作；缺點為架設時間長、設備相對昂貴。部分桶槽內襯塑膠材料者，可能不適用高溫切割作業，則必須先去除其內襯易燃物，或改用低溫機械式

切割工法。若桶槽曾經儲存過易燃物不適合採用熱切割方式者，可以考慮採用磨料水刀進行切割。

(2) 拆除程序

主要討論以熱切割方式拆除大型桶槽的拆除程序，可分為由上而下及由下而上兩種程序。

「由下而上」的切除方式，是在桶槽頂部建立吊掛裝置，由桶槽底部開始切割拆除，然後降低桶身持續切割動作。其優點為：可以減少大量工作鷹架搭建費用；工作人員主要在地面工作，降低高空作業之安全疑慮；且帳篷搭建及負壓通風系統建立較容易。桶槽下降可以採用多節式油壓升降系統取代大型鋼構、鋼纜及絞盤，油壓升降系統應可安全支撐桶槽重量，再配合機械式支撐導引系統，應可滿足工業安全需求，且油壓升降系統可重複應用在不同尺寸桶槽，應可以節省大量經費。

「由上而下」的切除方式，則是在桶槽周圍搭建工作鷹架，並搭建帳篷包裹整座鷹架，較適合小型桶槽或矮胖型之大型桶槽。優點為：不需要額外的升降系統。

(3) 拆除前準備工作

拆除前準備工作包括：桶槽設置在房間(磚牆)內，規劃直接採現地切割處理，考量空浮擴散無法增加房間開口，則需要準備局限空間作業，對人員供給呼吸器，並執行清槽除污工作，以降低污染及輻射劑量率，尤其是須注意清除沉積於桶槽底部之淤泥，且為防止污染擴散，清理房間並在地板上覆蓋保護用塑膠布，以防止污染的擴散。將拆除工具(各式冷切割或熱切割工具)運入房間內。接著安裝輔助設備與工具，如臨時電源、移動式通風過濾裝置、拆除用平台或鷹架、移動式起重機等。在桶槽與管路準備切割的位置畫上標線，同時檢查受影響的閥件並確定它們的位置正常。連接房間的舊電纜予以隔離與切斷，將被拆

除物料加以包裝並標示。檢查桶槽內是否有剩餘的水，並予以清空。
檢查桶槽內是否有任何異物，並進行採樣。

(4) 桶槽拆除作業

桶槽切割可考慮熱切割或機器式切割，若桶槽外壁塗有含鉛底漆及內壁塗佈有抗酸鹼的樹脂時，則不適合採取熱切割方式，或是桶槽內曾經存放易燃液體也不適合採取熱切割，若桶槽埋在混凝土中，則考慮將桶壁與四周之混凝土一起切除後，再進行桶槽切割件與混凝土的分離作業。

將桶槽切割成適合裝入運送容器或廢棄物容器的尺寸，或用塑膠布包裹，運送至廢棄物處理設施。

最後清理工作包括：移除輔助設備與工具，清理拆除後的房間，運走剩下的廢棄物容器，最後再進行輻射調查。

4. 電廠周邊系統之設備

除了反應器壓力槽外，還有一些其他的電廠周邊系統設備，具有較高的輻射劑量率，在進行切割拆除作業時，應採取特殊的措施，以有效減少工作人員的輻射劑量。拆除大型設備採用之切割拆除技術，請參考本章、二、(一)、1.節介紹。

(1) 蒸汽產生器

A. 基本資料

蒸汽產生器(圖 6-36)是直立式的 U 型管熱交換器，重量為 305 MT，高度約 18.3 m (60 ft)，由反應爐爐心流出的高溫高壓水，經進水室，沿著 5,624 根 U 型管至出水室，經由反應爐冷卻水泵再打回到反應爐。流經 U 型細管時，將熱量傳給殼側低壓二次側系統飼水。飼水由頂部飼水環飼入蒸汽產生器，先由潛降區 (Down Comer) 流至 U 型管束的底部，然後往上吸收一次側系統的熱量，

成為汽水混合體，經汽水分離器、乾燥器等將水分排除，而得約 99.75%乾度的蒸汽，送往汽機作功發電。

B. 切割規劃

依據前述之管路系統拆除原則，完成系統除污並清空系統內殘留的水，隨即拆除系統之主要設備蒸汽產生器，設備移除後以蓋板密封管口，待設備移除後開始管路切割作業。拆除設備及切割管路時，應於地面鋪設保護層及架設隔離帳篷，以防止污染擴散。

因蒸汽產生器具有放射性污染，將其由管路卸除後，為避免放射性物質於切割作業中擴散或危害人員安全，應先進行表面除污及內部化學清洗除污等方式，降低污染值後，再進行切割作業。且作業人員應穿戴輻射防護裝備，或以鉛毯覆蓋非作業區或高輻射區，以降低現場工作人員接受劑量。

配合切割時程規劃，可採二方案擇一進行。

方案一：

裝入運送容器或加以包覆，由圍阻體廠房設備通道運出，並配合大型載運工具(如：多軸油壓板車)送至低放射性廢棄物貯存庫，配合切割時程規劃，再運回 WMA 進行切割；由於蒸汽產生器高度約 18.3 m，若吊掛天車高度不足，可採拆除蒸汽產生器周圍二次生物屏蔽或需評估增加天車高度可行性。

方案二：

於現地先進行初步切割分離後，吊運至燃料更換池進行水下切割及裝桶作業，也可考量裝入運送容器或加以包覆，由圍阻體廠房設備通道運出並配合載運工具運送至 WMA 進行細切割作業及裝桶作業。

(2) 反應爐冷卻水泵

A. 基本資料

核三廠反應爐冷卻水泵為直立、單級、定速離心泵(詳圖 6-37)，能泵送高溫高壓的大量冷卻水，採用控制洩漏式軸封，由空氣冷卻的三相感應馬達驅動，結構可為分三部份：

- 液壓部份 (Hydraulic Section)
- 軸封組件 (Shaft Seal Assembly)
- 馬達組件 (Motor Assembly)

B. 切割規劃

因冷卻水泵組件及相關管路屬具放射性污染之設備，將冷卻水泵組件由管路卸除後，於現場進行冷卻水泵組件初步拆解，為避免放射性物質於細切割作業中擴散，應先進行表面除污及泵殼與內部組件透過化學清洗除污等方式，降低污染值後，將相關拆除物件裝入運送容器或加以包覆，由圍阻體廠房設備通道運送至放射性廢棄物管理區域預定地進行細切割作業。

5. 管路、設備及組件拆除後之除污作業

拆除作業進行前之管路、設備及組件內部的除污，目的是減少輻射物質，降低人員執行拆除工作所接受之劑量。而拆除作業完成後所進行之除污，目的是將表面污染之管路、設備及組件進行清理，使物料達到外釋的標準，常見的除污方法可分為化學、電化學及機械方式。各種除污方法產生之二次廢棄物其處理方式，請參考本計畫第八章、一、(三)節。

6. 廢棄物管理注意事項

有關廢棄物管理注意事項，請參考本章二、(二)、6 節介紹。

7. 安全作業標準

有關通風與過濾、輻射防護及工業安全等，請參考本章二、(二)、7 節安全作業標準。

(四) 放射性污染之廠房結構之拆除作業

核三廠放射性污染且需要拆除之主要設施有：圍阻體廠房、輔助廠房、廢料廠房及燃料廠房等。其中一、二號機的圍阻體廠房、輔助廠房及燃料廠房各自獨立。

由於放射性廢棄物數量多寡對於核設施除役的成本具有舉足輕重的影響，因此，儘可能降低放射性廢棄物數量，可以減少後續處理及處置成本。而在廠房拆除作業中需要處理的材料主要是鋼鐵及混凝土，其中所產生之混凝土又佔廢棄物大宗，除了少數接近反應器之廠房結構受到中子照射而活化，也有部分混凝土表面受到污染，但絕大多數的混凝土材料屬於無放射性物料。

廠房拆除由初始的特性調查一直到廢棄物安定化，過程中所有的除污與拆除活動，對於成本與整體除役專案規劃有著重大的影響。雖然建築物的污染量(總活度)是可以預測的，但是選用不同的拆除與除污技術卻會明顯的影響污染物的總產量。例如，若一棟受污染的建築物，所有碎片都被認為是污染及需要特殊處理，則完成拆除後需要處置的廢棄物將極為龐大。反之，若能先使用表面移除技術，有限的移除污染物的表面材料，隨後可以執行傳統的正常拆除。在這種情況下，廢棄物的體積受到控制，將有助於降低除役成本。

拆除程序的選擇需要考慮的重要議題包括：二次廢棄物的產生、污染的圍堵、安全的問題，以及技術的產能與可靠性。通常，必須特別考慮到不會造成不可接受的損害，特別是建築物的穩定性。參考以往的案例，將依據個案考慮各種技術的優缺點，而選擇合適的拆除或除污技術。由於沒有一體適用的技術，因此，通常需要將各種不同技術予以組合應用。

1. 建築物除污技術

當建築結構進行除污時，首先考慮是採用機械式表面移除技術。表面移除技術的使用時機包括：未來建築物可能需要再利用，或者拆除整棟建築是不實際的(例如實驗室只佔整幢大廈的一小部分)，或儘量減少廢棄物的體積，來減少污染物的處置量。

在任何表面清潔或表面移除的動作開始之前，前置作業與安全預防措施是必要的。要處理的表面必須是無障礙的(如管線及支架應先拆除或切斷)，表面移除作業過程中應使用真空抽氣裝置，以儘量減少空浮污染的發生。此外在某個需要處理的區域內有可燃物存在時，必須採取防爆措施，將所有可燃物予以中和、穩定或移除。使用這些表面移除技術時，應考慮可能產生的工業危害，以及這些危害所造成的潛在損壞。

最後，污染表面被移除的部分，也就是那些污染的碎片必須加以收集、處理或處置。在拆除過程中所使用任何液體(無論是移除程序所需或是用於粉塵控制者)都必須處理或回收。在污染物穿透表層材料的情況下(例如裂縫、金屬嵌入件與穿牆管)，可能需要做進一步的處理。

大部分的混凝土表面移除技術留下的表面光滑度並不理想，若建築物有再利用之考量，將依照「行政院公共工程委員會施工綱要規範-混凝土表面修飾」相關規定辦理，以恢復混凝土表面光滑度。

除役常見之混凝土表面除污技術，請參考本計畫第八章、一、(二)、3、B 節。

2. 廠房基本資料

核三廠主要受放射性污染之廠房，包括圍阻體廠房、輔助廠房、燃料廠房、廢料廠房及熱修配廠房，圍阻體廠房為預力鋼筋混凝土建築，內層襯以鋼板，並採用預力鋼鍵圍繞。外圍是輔助廠房、燃料廠房。

二號機廠房布置與一號機相同，位於一號機南邊，另一、二號機有空走廊相通。廢料廠房係一獨立廠房，位於圍阻體廠房東側；而熱修配廠房位於廢料廠房南側。

(1) 圍阻體廠房

圍阻體基礎為一直徑約 44.5 m(146 ft)，厚度約為 3 m(10 ft)之鋼筋混凝土筏式基礎。其底部高程 EL.98 ft 到穹頂高程 EL.298 ft，其總高度約為 61 m(200 ft)。其中心部分為深約 8.84 m(29 ft)之反應爐穴及向南延伸之儀器隧道，內表面均覆約 0.64 cm 至 7.62 cm(0.25 in 至 3 in)厚之鋼襯板。基礎外緣底部銜接高約 3.66 m(12 ft)，寬約 3 m(10 ft)之環形鋼纜走廊。兩部機圍阻體廠房混凝土結構總體積約為 53,534 m³。(詳圖 6-38)

(2) 燃料廠房

本結構位於圍阻體廠房東側，是一長約 39.6 m(130 ft)、寬約 27.7 m(91 ft)、高約 29.3 m(96 ft)的鋼架鋼筋混凝土結構物，高程 EL.92 ft~188 ft。其中 EL.92 ft 至 EL.100 ft 為一筏式基礎。(詳圖 6-39)

主要結構如下：內部共分三樓層，即燃料廠房 100 呎、126 呎及 148 呎。除空調、熱交換、防火、儀電、吊車等系統外，主要為不銹鋼襯板，其中最大的儲放燃料用的「用過燃料池」尺寸為長約 16.55 m(54.3 ft)、寬約 8.74 m(28.67 ft)、高約 12.5 m(41 ft)，容積超過 47 萬 gal。另外為防輻射及承受水壓，不銹鋼鐵槽四周牆最厚之處約達 2.59 m(8.5 ft)。另承載屋頂重量的鋼架跨度長達約 27.4 m(90 ft)。兩部機燃料廠房混凝土結構總體積約為 25,709 m³。

(3) 輔助廠房及主蒸氣管支撐鋼架基礎結構物

輔助廠房及主蒸氣管支撐鋼架基礎(MSSS)在設計圖上為連結在一起之兩結構物，其位置緊鄰圍阻體北側，且與控制廠房南側相連，均為鋼筋混凝土與鋼架之混合式結構物。(詳圖 6-40)

範圍為自基礎底部 EL.58 ft 起至女兒牆頂 EL.171 ft 止，總高度約為 34.4 m(113 ft)。東西向全長約 67.45 m(221.3 ft)；南北向全長約 50.44 m(165.5 ft)。分為地下二層及地上三層，其各層間並含有各種不同高

度之夾層。輔助廠房及主蒸氣管支撐鋼架基礎結構物兩部機混凝土結構總體積約為 69,963 m³。

(4) 廢料廠房

廢料廠房為有一隧道銜接第一、二號機隧道之鋼筋混凝土結構物，東臨低放射性廢棄物貯存區，南接熱修配廠房，東西長約 31.7 m(104 ft)、南北長約 64.3 m(211 ft)，分地下一層地上三層，廢料廠房為防輻射外洩，其牆體厚、隔間多等因素，拆除前須全盤勘查，原則以內向外拆除切割，前提須徹底除污。廢料廠房結構物混凝土結構總體積約為 26,092 m³。(詳圖 6-41)

(5) 熱修配廠房

熱修配廠房位於廢料廠房南側，東西長約 40.23 m(132 ft)，南北長約 24.94 m(81.83 ft)為單層鋼筋混凝土結構物，結構物混凝土總體積約為 1,496 m³。

另有部份廠房，雖依其運轉歷史資料初步評估應為未受放射性污染之結構物，但若未來規劃於除役期間，將其作為低放射性廢棄物處理相關作業空間，則可能遭受低放射性廢棄物污染，針對此類廠房亦比照上述污染廠房依下節之拆除原則進行作業。

3. 廠房拆除作業原則

廠房的拆除作業原則可歸納分為以下幾個步驟：

(1) 廠房內部清理及準備

廠房內部的清理項目，包括：

- 排水與處理運轉用液體。
- 處置運轉廢棄物。
- 處置任何剩下的儲存化學品。

- 處置多餘的備份零組件。
- 在電廠內進行一般的現場清理動作，去除任何多餘的物料、備品等，它們可能存放在電廠的各個空間內。

廠房內安裝新的獨立除役電源供應，使用非標準顏色的電纜線(橙色/黃色)以取代運轉時所用的電纜。若部分舊電纜經確認為必要的，且在此一階段無法加以取代及移除者，將噴漆塗上相同的顏色。除役電源將繼續提供電力給那些需要保持運轉的裝置，至於廠房內原有的多餘系統將予以斷電並移除。

當拆除專案準備要廢除原有的通風系統時，如有需要得設計並安裝一個新的獨立通風系統。

展開廠房內的輻射特性調查及輻射清理，盡可能減少工作人員的劑量，除了確認輻射熱點，也要對有害物質進行調查。

(2) 廠房內廢棄物拆除

廠房內廢棄物拆除係指除了廠房建築物(混凝土)結構以外的所有物件，例如電力系統、消防系統、照明系統、供氣系統、通風系統、不影響結構之鋼構(如鐵梯、鋼製格柵地板)等。

採用房間到房間的方式來拆除與清除廠房內的廢棄物，其順序是盡可能先處理那些易處理的無輻射之廢棄物，再往較難處理的廢棄物發展。

這種方法將允許操作人員從經驗中學習並獲得進步，也可儘量減少高污染物料對於清潔或低放射性廢棄物發生交叉污染的任何可能性。

廠房內剩餘的系統設備的拆除作業，是逐層從上往下開始，對於跨樓層的管路系統應避免先移除較低位置的管路。然而，也有可能由污染系統的數量較少的樓層先開始移除，目的是在真實的工作環境中，熟練各種拆除工具的現場使用。

將從遠離進入點(入口)的開放空間開始執行系統設備的拆除。採用的拆除原則及管理目標，如下列程序：

- A. 拆除無污染的物件，先由大物件開始隨後是小物件，但有三個例外：
 - 所保留的系統與設備可以用於後續的拆除作業；
 - 會讓執行拆除之操作人員接受到劑量(因為鄰近輻射源)，而不符合 ALARA 者得優先加以拆除；
 - 屬於建築物結構者的得以保留。
- B. 移除有微量放射性的廢棄物與容易除污的物品，從大物件開始然後是較小的物件，同時避免操作人員曝露在無法接受的輻射環境下。
- C. 移除放射性稍高之廢棄物，從大物件開始然後是較小的物件。在所有設備移除之後，可以對於位置較高的區域進行除污，這些區域是現有的起重機或高空平台可以接近的。然後移除使用中的吊車，以及樓梯、平臺與其他剩餘的物件，例如先前被保留的設備。

接著對於建築牆壁與地板，可以開始使用適當的除污技術，有關建築物除污技術如下節所述。最後，再進行一次調查，以確認每個工作區無放射性與其他物質危害存在，確保廠房的拆除可使用傳統的拆除技術，建築物拆除相關技術，請參考本章、二、(一)節。在調查期間，若有需要將進行除污補救。

(3) 最後的清理

設備移除及一般現場清理作業可以保留到最後執行；在這一階段會提供臨時電源，用於照明或其他的需求。

在所有設備移除後，執行放射性與危險物調查確定區域的清潔，並標示出建築物/地板表面的所有殘留污染。將使用混凝土或鋼材的除污方法來去除污染，一旦該地區被確認為完成除污後，鋼製走道與平台等將被移除。

當廠房建築物內已完成清空時，即可採用傳統的拆除機具及設備進行混凝土結構的拆除。圍阻體廠房、輔助廠房、燃料廠房、廢料廠房、汽機廠房及控制廠房等地表下 1 m 以下之空間，採用建物拆除下來並經過偵檢與分離後符合「一定活度或比活度以下放射性廢棄物管理辦法」之可外釋混凝土塊，將用適當之機具，依相關法規破碎至一定粒徑以下後回填。

4. 廢棄物管理注意事項

有關廢棄物管理注意事項，請參考本章、二、(二)、6 節介紹。

5. 安全作業標準

(1) 通風與過濾

混凝土的拆除與清理工作會產生大量的粉塵。除了輻射危險外還有吸入放射性顆粒的風險，此外，還有一些安全議題，如工作區的能見度降低及吸入氧化矽微粒等也應加以考慮。

通風與過濾系統的設計及安裝，目的是要防止污染空浮顆粒的擴散，因為這些顆粒被人吸入，會對人員造成輻射危害。但經由通風過濾系統的捕獲與包裝，使顆粒可以安全地處理與處置。無論是運轉中或除役中的核設施都有這種通風過濾需求，其他可能的附帶要求還包括：

- 提供了一個氣流可橫跨整個工作面，防止懸浮顆粒在工作區內累積。

- 從專用設備的設計到氣溶膠的處理，建立有效的途徑，控制工作面來移除的污染顆粒。
- 通風過濾系統所捕捉的這些除役廢棄物，是其他用於處理大型廢棄物的系統所無法輕易加以收集的。

設計一套通風系統其所提供的氣流，應該從清潔且無輻射的區域流向放射性污染區，並確保空氣流動所流經的連續區域，其輻射等級是逐漸增加的，也就是空氣是從低輻射低污染的區域流向高輻射、高污染的區域。

分隔不同輻射等級區域的邊界，使用模組化的實體帳篷或現有的房間邊界，建立的臨時隔離區，須處於負壓狀態，進而確保氣流是流向隔離區內部，可防止顆粒的反向擴散。

(2) 輻射防護

混凝土的除污操作非常容易產生空浮污染，因此，工作人員必須使用各式的防護衣及設備，或加以適當搭配組合。在某些情況下，還應提供特殊的呼吸與空氣冷卻系統，使除役任務的執行能保持在安全與可接受的工作狀況下。

對於已知的工作條件，可能需要在各個不同的防護裝備之間做出選擇，可考量下列因素而做出最終的決定：

- 工作人員的舒適性
- 防護設備的成本
- 輻射的危險性

例如：工作人員從事費力的工作時，如錘擊，最好能穿著可充分供氣的服裝，但這並非強制性的(從安全的角度來看)，尤其是沒有出現 α 污染，與灰塵的量產相當低時。

請參考本章第二、(二)、7 節的安全作業標準。

(3) 職業安全衛生

有關職業安全衛生，請參考本章第二、(二)、7 節安全作業標準。

(4) 電氣安全

有關電氣安全，請參考本章第二、(二)、7 節安全作業標準。

三、 結語

核三廠除役作業共分為四個階段，本公司依據各階段之目標及時程，規劃除役工作分解架構及作業排程。作業內容及時程規劃係以拆除安全及減少放射性廢棄物為前提，並考量用過核子燃料貯存規劃、低放射性廢棄物處理貯存、廠址輻射特性調查、除污、拆除程序等因素，使整體除役時程規劃具可執行性及可達成性，且預計完成時間符合我國法規之規定，即取得除役許可後 25 年內應完成除役。

核三廠除役作業排程之規劃為：先從汽機廠房的系統設備開始進行拆解與拆除，接著開始拆除輔助廠房及圍阻體廠房中的小型組件，再接著執行反應器壓力槽、其內部組件及其他大型組件的拆解與拆除作業，然後是其他廠房的系統組件；為因應除役低放射性廢棄物處理需求，初步規劃於燃料廠房、核機冷卻水廠房及熱修配廠房等空間設置相關設備作為 WMA，該區域係用來集中在電廠拆除過程中產生的廢棄材料，其中包含許多不同的作業空間如：切割間、機械噴砂間、化學除污間、輻射偵測室、暫存區及裝桶區等，且須於該區域內配置廢氣、簡易式廢液處理設備、吊車及相關機電設備供使用。除了主要系統及受活化或放射性污染之主要組件外(含反應器壓力槽及其內部組件、生物屏蔽、燃料池格架、主要管路系統、大型桶槽及大型設備等)，拆除之程序係採逐層拆解與拆除之方式進行，各樓層再依據房間或區域劃分執行拆解與拆除作業。另外，視除役工作執行狀況，本公司可能會另外選用適當的既有廠房作為 WMA。

本公司已將待拆除系統/設備/組件/結構等基本資料進行初步彙整，並規劃可行之拆除方法，以及所需採行之安全作業程序及其相關之輻射防護與防治污染擴散之設計，供未來實際執行拆除作業時，細部規劃之參考。另由國外核能電廠除役拆解經驗證實，高放射性物件的水下拆解切割工法確有其必要性，用於除役拆解作業可有效降低工作人員劑量及工作場所空浮機率。

廠房結構將於完成管路系統及各種設備移除後，進行除污作業，經輻射偵檢，確定無輻射殘留後，再以一般建築物之方式進行拆除。依據國外經驗顯示，

廢棄混凝土塊中有 95%以上，是極低微或根本未受放射性污染，參考本計畫第九章之估算，兩部機組之廠房廢棄混凝土塊中，有極大部分屬於可外釋，亦即經過適當除污後，絕大多數之廢棄混凝土塊均可經由法規規定之外釋程序回收再利用。

四、參考文獻

1. 台灣電力公司，「核一廠除役計畫」修訂版，109 年 5 月 15 日。
2. 台灣電力公司，「核二廠除役計畫」，109 年 10 月 20 日。
3. Revised Analyses of Decommissioning for the Reference Pressurized Water Reactor Power Station, NUREG/CR- 5884, U.S Nuclear Regulatory Commission (NRC), 1995.
4. Policies and Strategies for the Decommissioning of Nuclear and Radiological Facilities No. NW-G-2.1, IAEA, 2011.
5. Innovative and Adaptive Technologies in Decommissioning of Nuclear Facilities, IAEA-TECDOC-1602, IAEA, 2008.
6. Decommissioning Technology Experience Reports, Technical Report No. 1000884, EPRI, 2000.
7. Decommissioning Nuclear Plants: Experiences in Germany, Proceedings of the Institution of Civil Engineers, R. Versemann, 2008.
8. Task Group on Remote Handling Techniques, OECD Technical Advisory Group (TAG), 2011.
9. Dismantling Techniques, Decontamination Techniques, Dissemination of Best Practice, Experience and Know-how, EC – CND Report, 2009.
10. Rancho Seco Nuclear Generating Station Decommissioning Experience Report, Technical Report No. 1015121, EPRI, 2007.
11. ORNL Remote Operations for D&D Activities, US Department of Energy

- (DOE), 2007.
12. Cutting Techniques for Facilities Dismantling in Decommissioning Projects, International Nuclear Atlantic Conference, Paulo E. O. Lainetti, 2011.
 13. State of the Art Technology for Decontamination and Dismantling of Nuclear Facilities, Technical Reports Series No. 395, IAEA, 1999.
 14. Recent United States and International Experiences in Reactor Vessel and Internals Segmentation, Technical Report No. 1023024, EPRI, 2011.
 15. R&D and Innovation Needs for Decommissioning Nuclear Facility, OECD-NEA, 2014.
 16. Reactor Internals Segmentation Experience Report, Technical Report No. 1015122, EPRI, 2007.
 17. The BR3 Pressurised Water Reactor Pilot Dismantling Project, Nuclear Science and Technology, 1998.
 18. Innovative Underwater Cutting Procedures for the Dismantling of two German Nuclear Power Plants, WM'99 Conference, H. H. Alba etc., 1999
 19. 台灣電力公司，”核三廠程序書 1340「射棒屏蔽塊之拆除及安裝程序」”，106 年 6 月 1 日。
 20. 台灣電力公司，”核三廠程序書 1339「CRDM 冷卻風扇之拆除及安裝程序」”，103 年 11 月 5 日
 21. 台灣電力公司，”核三廠程序書 1337「反應器頂蓋保溫片拆除及安裝程序」”，104 年 11 月 11 日
 22. 台灣電力公司，”核三廠程序書 1327「反應爐蓋螺樁移除、清潔及回裝」”，109 年 1 月 8 日
 23. 台灣電力公司，”核三廠程序書 1336「反應爐穴封環安裝及移除」”，104 年 9 月 11 日

24. 台灣電力公司，”核三廠程序書 1331「反應爐爐蓋開蓋及裝蓋」”，110 年 1 月 13 日
25. 台灣電力公司，”核三廠程序書 1345「反應爐蓋移出及安裝吊運」”，108 年 10 月 18 日
26. 台灣電力公司，”核三廠程序書 1329「上內部組件移除及安裝」”，107 年 2 月 12 日
27. 台灣電力公司，”核三廠程序書 1330「上下內部組件吊裝操作」”，104 年 12 月 10 日
28. 台灣電力公司，”核三廠程序書 700-E-001A「第一迴路 R.C.P 馬達拆裝作業程序書（經驗回饋 1）」”，105 年 1 月 14 日
29. 台灣電力公司，”核三廠程序書 700-E-001B「第二迴路 R.C.P 馬達拆裝作業程序書（經驗回饋 1）」”，105 年 1 月 14 日
30. 台灣電力公司，”核三廠程序書 700-E-001C「第三迴路 R.C.P 馬達拆裝作業程序書（經驗回饋 1-2）」”，105 年 12 月 23 日
31. 台灣電力公司，”核三廠程序書 700-E-004.2「反應器冷卻水泵馬達十年檢查程序書（經驗回饋 1-4）」”，109 年 12 月 21 日

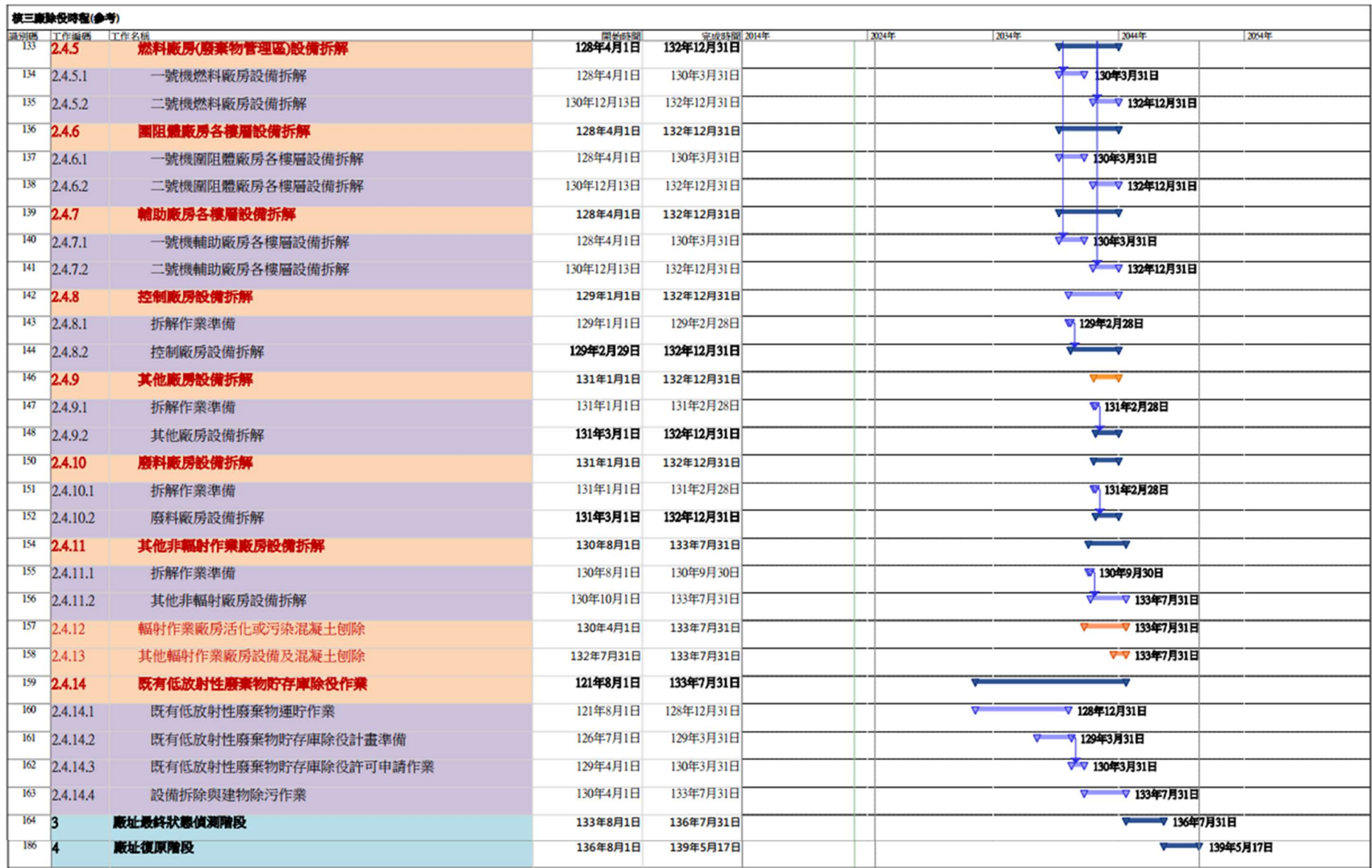
核三廠除役時程(參考)

編號	工作編號	工作名稱	開始時間	完成時間	2014年	2024年	2034年	2044年	2054年
1	1	除役過渡階段	113年7月27日	121年7月31日		121年7月31日			
2	1.1	用過核子燃料管理第一期	113年7月27日	121年7月31日		121年7月31日			
3	1.1.1	爐心燃料挪移作業	113年7月27日	114年7月18日		114年7月18日			
6	1.1.2	用過燃料池島區建立	113年7月27日	116年7月30日		116年7月30日			
10	1.1.3	用過燃料池運轉	113年7月27日	121年7月31日		121年7月31日			
11	1.1.4	用過核子燃料室內乾式貯存設施(含再取出單元)申照、興建及啟用	113年7月27日	121年6月10日					
12	1.1.4.1	建造執照準備及申請階段	113年7月27日	116年10月2日		116年10月2日			
13	1.1.4.2	硬體製造及土建施工階段	115年9月10日	119年6月20日		119年6月20日			
14	1.1.4.3	試運轉及運轉執照申請階段	118年6月26日	121年6月9日		121年6月9日			
15	1.1.4.4	用過核子燃料室內乾式貯存設施啟用	121年6月10日	121年6月10日		121年6月10日			
16	1.1.5	用過核子燃料移至用過核子燃料室內乾式貯存設施準備	119年6月10日	121年6月10日		121年6月10日			
17	1.1.6	用過核子燃料移至用過核子燃料室內乾式貯存設施	121年6月11日	121年7月31日		121年7月31日			
19	1.2	除役作業準備(除役過渡)	113年7月27日	121年7月31日		121年7月31日			
20	1.2.1	設施停止運轉	113年7月27日	115年7月31日		115年7月31日			
26	1.2.2	文件準備作業	113年7月27日	121年7月31日		121年7月31日			
29	1.2.3	除污作業	114年1月1日	116年9月30日		116年9月30日			
34	1.2.4	輻射特性調查	114年1月1日	119年12月31日		119年12月31日			
35	1.2.4.1	特性調查計畫準備與撰寫	114年1月1日	116年6月30日		116年6月30日			
36	1.2.4.2	特性調查計畫提報及修訂	116年7月1日	116年12月31日		116年12月31日			
37	1.2.4.3	執行輻射特性調查	117年1月1日	119年12月31日					
41	1.2.5	反應器壓力槽及內部組件拆解準備	119年1月1日	121年7月31日		121年7月31日			
44	1.2.6	依除役需求調整廠房系統	119年1月1日	121年7月31日		121年7月31日			
53	1.3	低放射性廢棄物管理準備第一期	113年7月27日	121年7月31日		121年7月31日			
54	1.3.1	建置二號低貯庫(含放射性廢棄物壓縮減容設備與廢樹脂處理系統建置、新設廢液處理設備申請)等廢棄物管理設施	113年7月27日	121年7月31日		121年7月31日			
55	1.3.1.1	申照作業準備	113年7月27日	115年7月31日		115年7月31日			
56	1.3.1.2	申照作業	115年8月1日	116年1月31日		116年1月31日			
57	1.3.1.3	二號低貯庫建置與啟用	116年2月1日	121年7月31日		121年7月31日			
58	1.3.1.3.1	整地、水保設施、本體工程(含土建、機電儀、景觀等)	116年2月1日	121年1月31日		121年1月31日			
59	1.3.1.3.2	設施測試	121年2月1日	121年4月30日		121年4月30日			

識別碼	工作編號	工作名稱	開始時間	完成時間	2014年	2024年	2034年	2044年	2054年
60	1.3.1.3	運轉執照申請作業	121年5月1日	121年7月31日			▼ 121年7月31日		
61	1.3.1.4	廢爐減容設備建置	116年2月1日	121年7月31日		▬			
64	1.3.1.5	廢銻渣處理系統建置	117年1月1日	121年7月31日		▬			
67	1.3.1.6	新設廢液處理設備建置	121年4月1日	121年7月31日			▼ 121年7月31日		
68	1.3.2	廢棄物管理區準備	116年1月1日	121年7月31日		▬	▼ 121年7月31日		
73	1.3.3	土石堆置場興建	113年7月27日	121年7月31日		▬			
74	1.3.3.1	申照作業	113年7月27日	114年5月31日		▼ 114年5月31日			
75	1.3.3.2	整地、臨時性水保設施、排水改造	114年6月1日	115年1月31日		▼ 115年1月31日			
76	1.3.3.3	主體工程(含排水設施、擋土設施等)	115年2月1日	121年7月31日		▬	▼ 121年7月31日		
77	1.4	拆解與拆除	115年8月1日	121年7月31日		▬	▼ 121年7月31日		
78	1.4.1	拆除準備作業	115年8月1日	118年7月31日		▬	▼ 118年7月31日		
79	1.4.2	主/輔變壓器拆解	118年8月1日	121年7月31日			▬	▼ 121年7月31日	
80	1.4.3	汽機廠房設備拆解	118年8月1日	121年7月31日			▬	▼ 121年7月31日	
81	1.4.4	輔助廠房、圍阻體廠房及其他廠房小型組件、管路、閥、儀電設備等拆解	120年1月1日	121年7月31日			▬	▼ 121年7月31日	
82	2	除役拆廠階段	121年8月1日	133年7月31日			▬	▼ 133年7月31日	
164	3	廠址最終狀態偵測階段	133年8月1日	136年7月31日				▬	▼ 136年7月31日
186	4	廠址復原階段	136年8月1日	139年5月17日				▬	▼ 139年5月17日

圖6-1 除役過渡階段作業排程

核三廠除役時程(參考)						
識別碼	工作編號	工作名稱	開始時間	完成時間	2014年	2044年
1	1	除役過渡階段	113年7月27日	121年7月31日		121年7月31日
82	2	除役拆廠階段	121年8月1日	133年7月31日		133年7月31日
83	2.1	用過核子燃料管理第二期	121年8月1日	127年3月26日		127年3月26日
84	2.1.1	用過核子燃料移至用過核子燃料室內乾式貯存設施	121年8月1日	126年9月11日		126年9月11日
87	2.1.2	用過核子燃料全數移至用過核子燃料室內乾式貯存設施	126年9月11日	126年9月11日		126年9月11日
88	2.1.3	用過燃料池運轉	121年8月1日	126年9月11日		126年9月11日
89	2.2	除役作業準備(除役拆廠)	121年8月1日	133年7月31日		133年7月31日
90	2.2.1	文件準備作業	121年8月1日	133年7月31日		133年7月31日
93	2.2.2	依除役需求調整廠房系統	121年8月1日	123年7月31日		123年7月31日
102	2.2.3	建置鋼筋混凝土塊分離場	131年8月1日	133年7月31日		133年7月31日
103	2.3	放射性廢棄物管理準備第二期	121年8月1日	133年7月31日		133年7月31日
104	2.3.1	放射性廢棄物管理設施運轉	121年7月30日	133年7月31日		133年7月31日
108	2.3.2	廢棄物管理區準備	121年8月1日	128年12月12日		128年12月12日
111	2.3.3	土石堆置場興建	121年8月1日	133年7月31日		133年7月31日
112	2.3.3.1	主體工程(含排水設施、擋土設施等)	121年8月1日	133年7月31日		133年7月31日
113	2.3.4	新設廢液處理設備建置與運轉	127年8月1日	133年7月31日		133年7月31日
114	2.4	拆解與拆除	121年8月1日	133年7月31日		133年7月31日
115	2.4.1	一號機反應器壓力槽及其內部組件拆解	121年8月1日	123年7月31日		123年7月31日
116	2.4.1.1	反應器內部組件	121年8月1日	122年7月31日		122年7月31日
117	2.4.1.2	反應器壓力槽	122年8月1日	123年4月30日		123年4月30日
118	2.4.1.3	化學與容積控制系統之水與樹脂移除	123年5月1日	123年7月31日		123年7月31日
119	2.4.2	二號機反應器壓力槽及其內部組件拆解	123年8月1日	125年7月31日		125年7月31日
120	2.4.2.1	反應器內部組件	123年8月1日	124年7月31日		124年7月31日
121	2.4.2.2	反應器壓力槽	124年8月1日	125年4月30日		125年4月30日
122	2.4.2.3	化學與容積控制系統之水與樹脂移除	125年5月1日	125年7月31日		125年7月31日
123	2.4.3	大型組件拆解	126年4月1日	130年12月12日		130年12月12日
124	2.4.3.1	一號機大型組件移除	126年4月1日	128年3月31日		128年3月31日
128	2.4.3.2	二號機大型組件移除	128年12月13日	130年12月12日		130年12月12日
132	2.4.4	輔助廠房、圍阻體廠房及其他廠房小型組件、管路、閥、儀電設備等拆解	121年8月1日	130年12月31日		130年12月31日



註：工項 2.4.14 期程將依另案向原能會申請之既有低貯庫執照展延作業及既有低貯庫除役許可申請作業審查結果辦理

圖6-2 除役拆廠階段作業排程



圖6-3 廠址最終狀態偵測階段排程

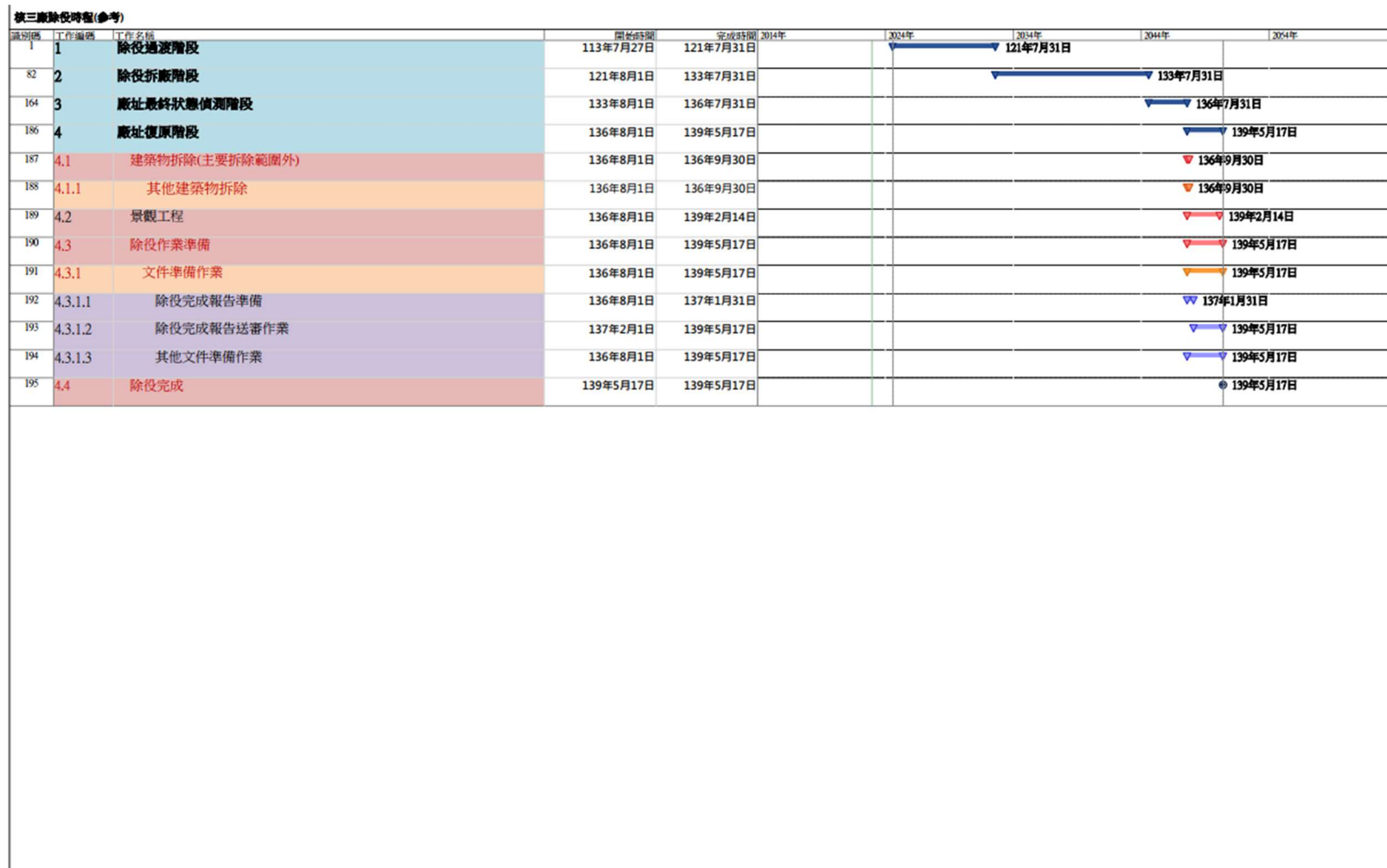


圖6-4 廠址復原階段作業排程

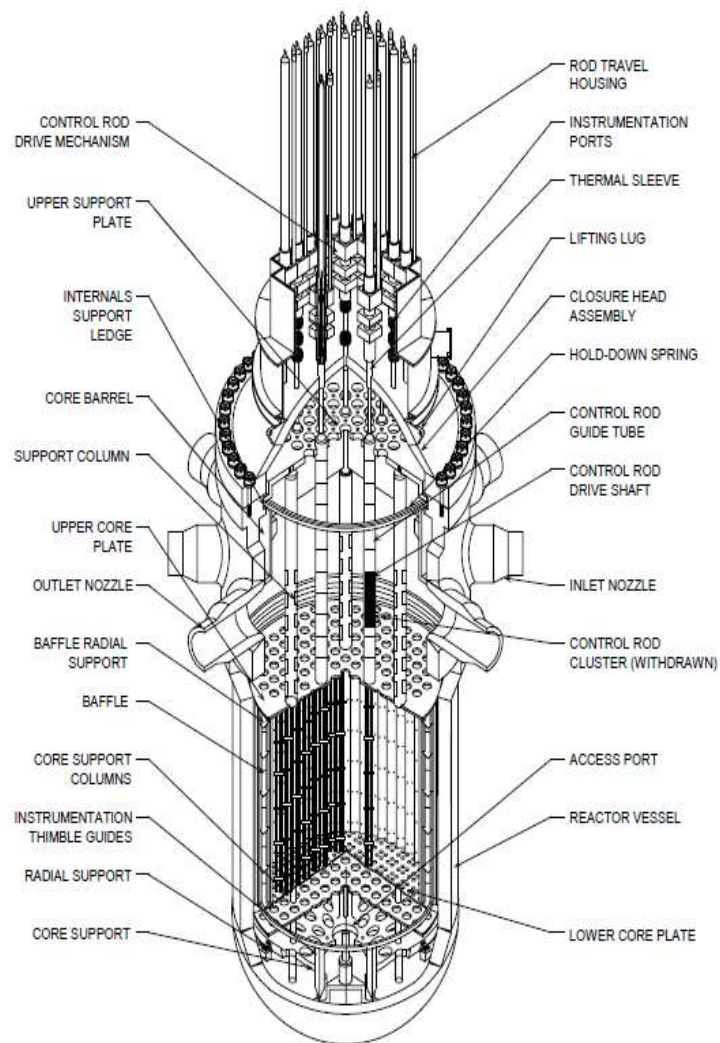
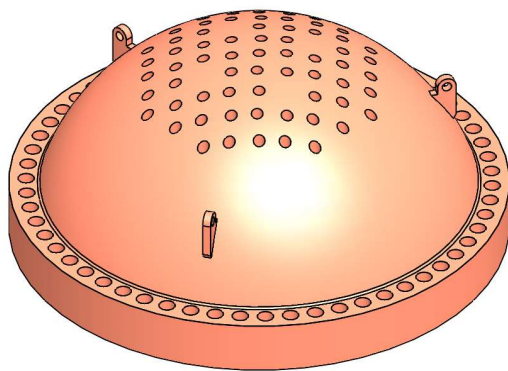


圖6-5 核三廠反應器壓力槽結構圖

Control rod drive mechanism	控制棒驅動機構
Upper support plate	上支撐板
Core barrel	爐心筒
Support column	上支柱
Upper core plate	爐心頂板
Outlet nozzle	出口管嘴
Baffle	阻板
Core support columns	爐心支柱
Core support	爐心支持鍛件
Thermal sleeve	熱套管
Closure head assembly	壓力槽頂蓋組件
Hold-down spring	壓緊彈簧
Control rod guide tube	控制棒導管
Inlet nozzle	進口管嘴
Reactor vessel	反應器壓力槽
Lower core plate	爐心底板



依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 7 款，內容涉及營業上秘密或經營事業有關之資訊，故不予公開

圖6-6 壓力槽頂蓋外型尺寸

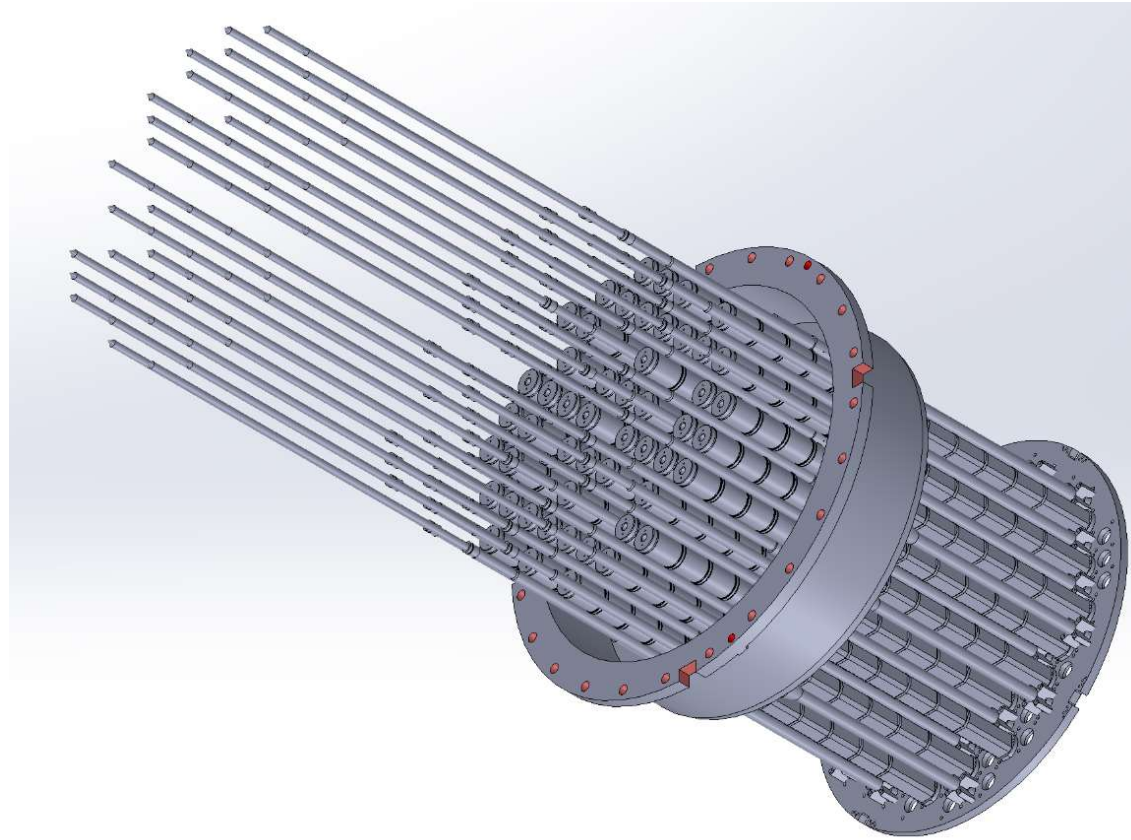
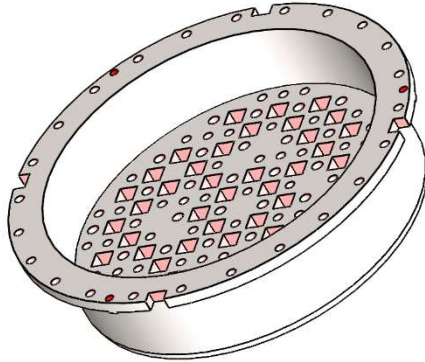
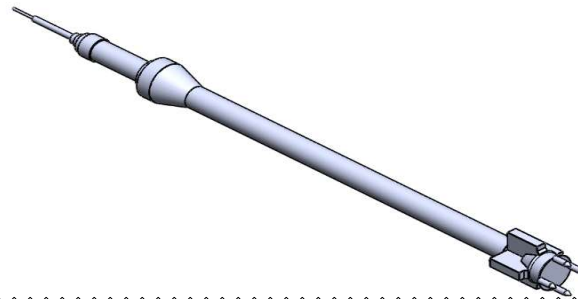


圖6-7 反應爐上內部組件外型尺寸



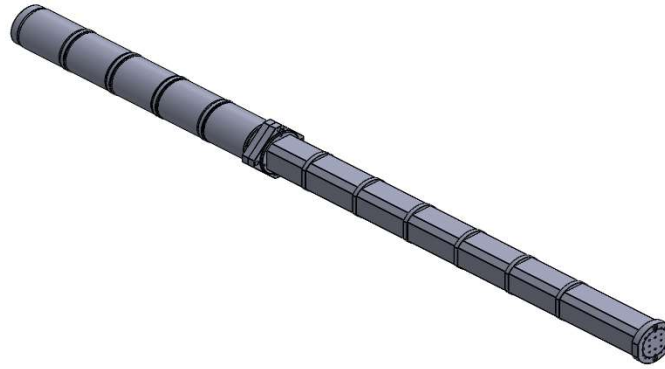
依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 7 款，內容涉及營業上秘密或經營事業有關之資訊，故不予公開

圖6-8 上支撐板外型尺寸



依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 7 款，內容涉及營業上秘密或經營事業有關之資訊，故不予公開

圖6-9 上支柱外型尺寸



依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 7 款，內容涉及營業上秘密或經營事業有關之資訊，故不予公開

圖6-10 控制棒導管外型尺寸



依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 7 款，內容涉及營業上秘密或經營事業有關之資訊，故不予公開

圖6-11 爐心頂板外型尺寸

依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 7 款，內容涉及營業上秘密或經營事業有關之資訊，故不予公開

圖6-12 燃料更換池上視及剖視圖

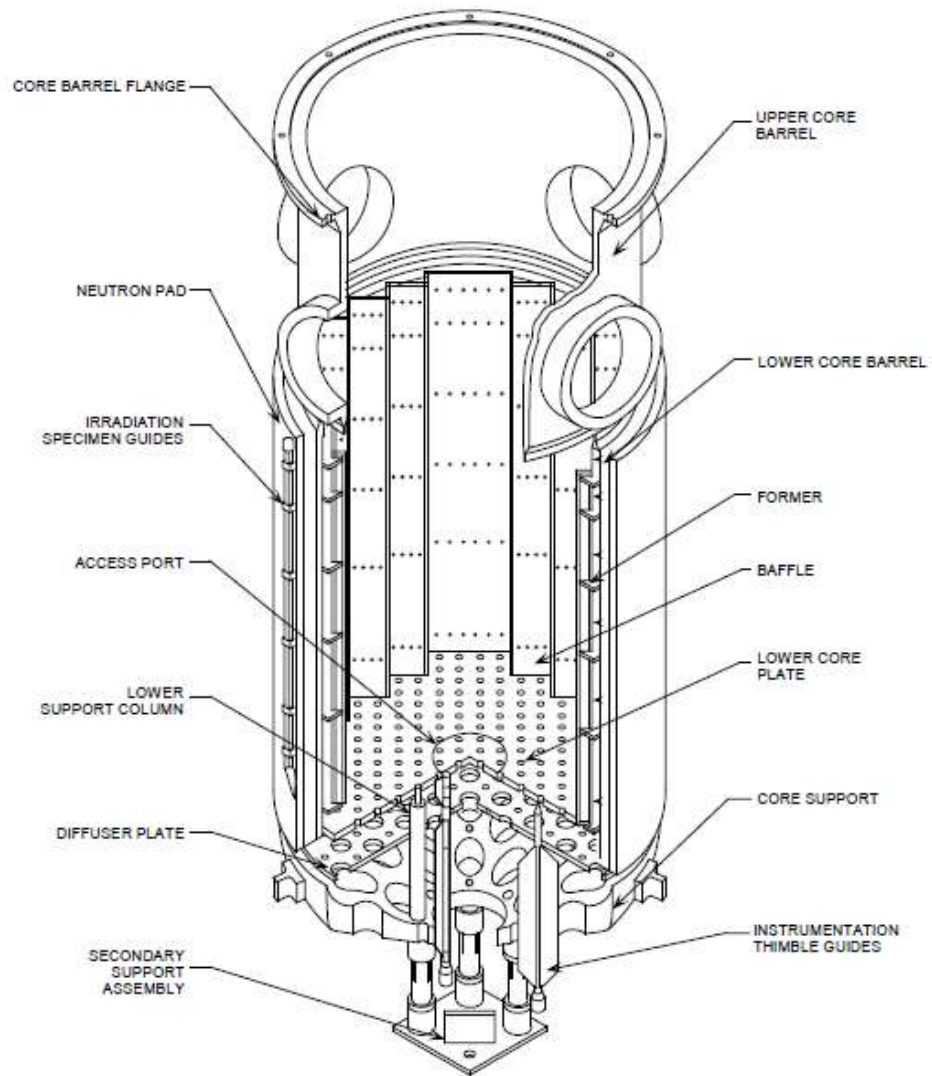
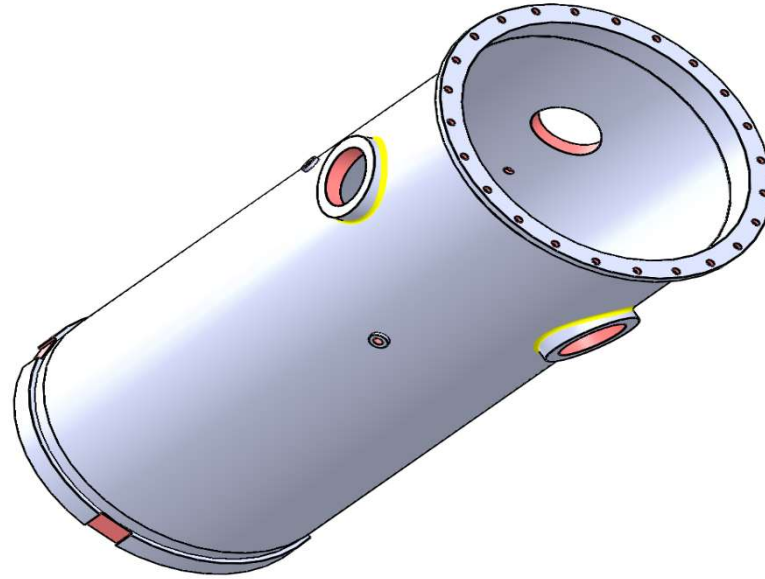
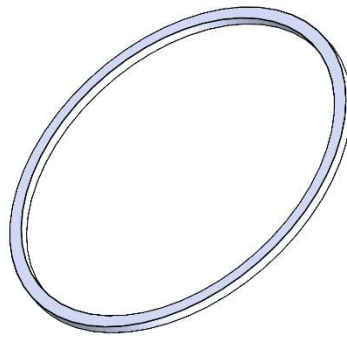


圖6-13 反應爐下內部組件結構



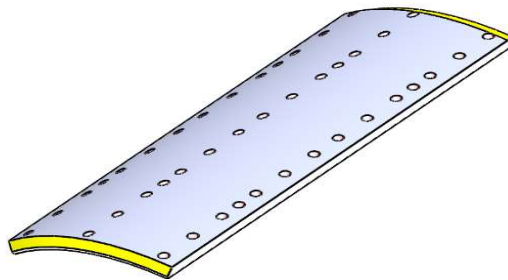
依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 7 款，內容涉及營業上秘密或經營事業有關之資訊，故不予公開

圖6-14 爐心筒外型尺寸



依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 7 款，內容涉及營業上秘密或經營事業有關之資訊，故不予公開

圖6-15 壓緊彈簧外型尺寸



依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 7 款，內容涉及營業上秘密或經營事業有關之資訊，故不予公開

圖6-16 中子屏蔽板外型尺寸

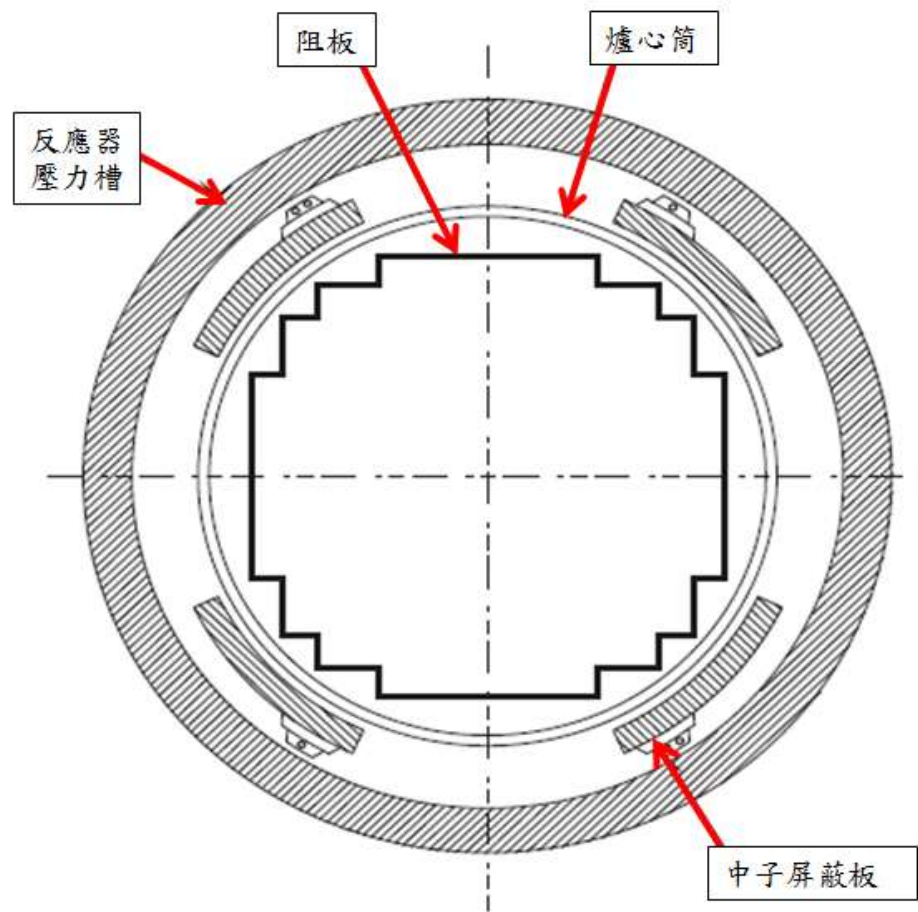
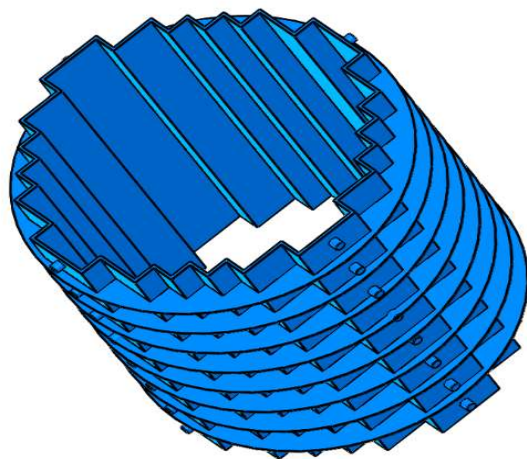


圖6-17 下內部組件各部件配置圖



依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 7 款，內容涉及營業上秘密或經營事業有關之資訊，故不予公開

圖6-18 阻板&模型板外型尺寸

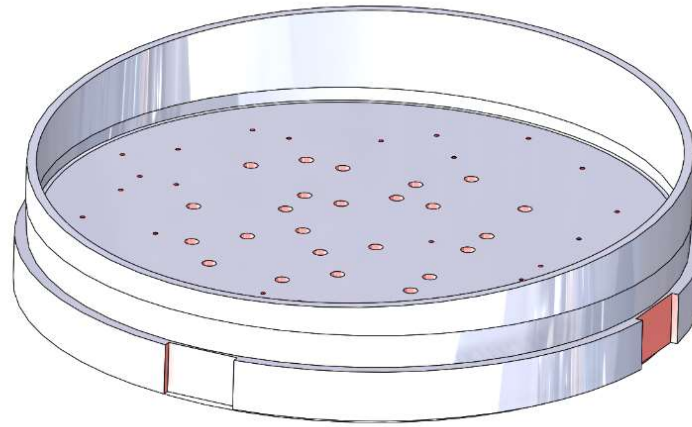
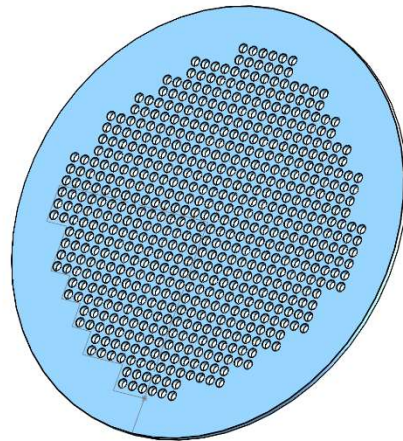
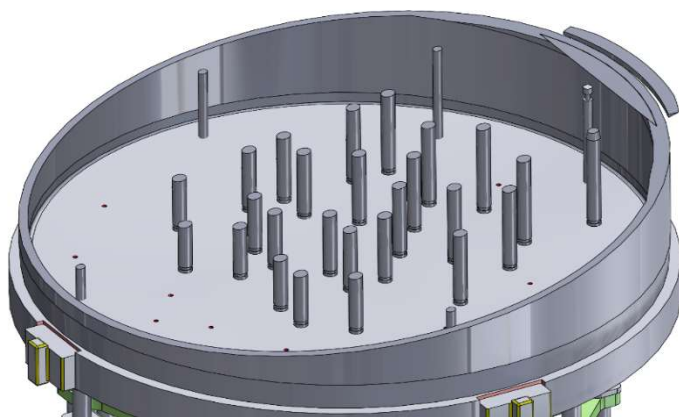


圖6-19 爐心支持鍛件外型



依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 7 款，內容涉及營業上秘密或經營事業有關之資訊，故不予公開

圖6-20 爐心底板外型尺寸



依政府資訊公開法第 18 條第 1
項第 7 款，內容涉及營業上秘
密或經營事業有關之資訊，故
不予公開

圖6-21 爐心支柱外型尺寸

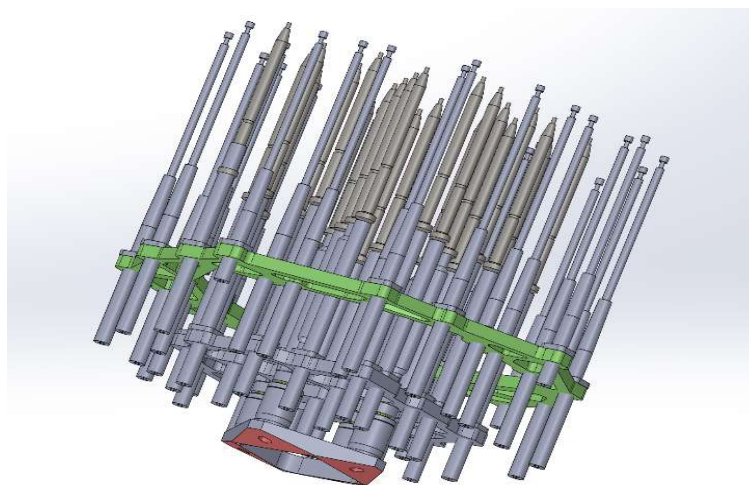


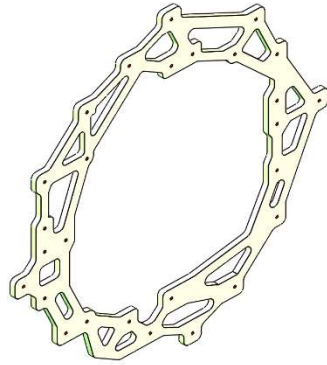
圖6-22 儀器支持組件外型

依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 7 款，內容涉及營業上秘密或經營事業有關之資訊，故不予公開

圖6-23 十字形導管外型尺寸

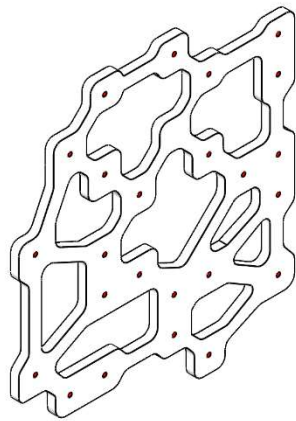
依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 7 款，內容涉及營業上秘密或經營事業有關之資訊，故不予公開

圖6-24 對接式支柱外型尺寸



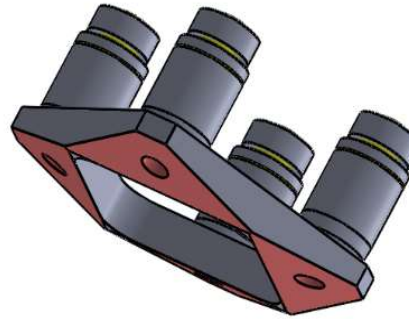
依政府資訊公開法第 18 條第 1
項第 7 款，內容涉及營業上秘密
或經營事業有關之資訊，故不予
公開

圖6-25 上繫板外型尺寸

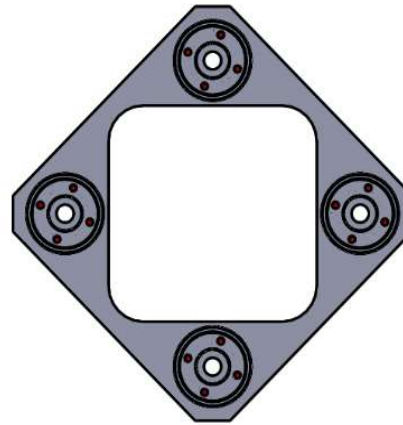


依政府資訊公開法第 18 條第 1
項第 7 款，內容涉及營業上秘密
或經營事業有關之資訊，故不予
公開

圖6-26 下繫板外型尺寸

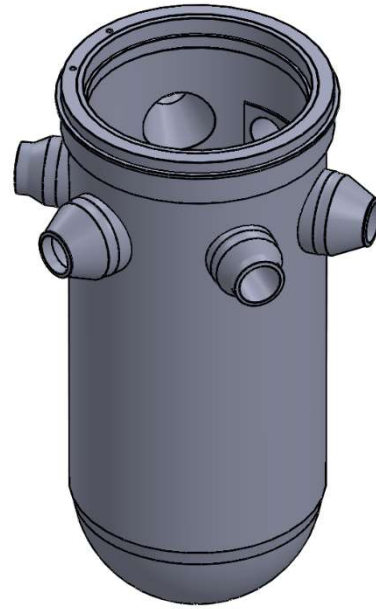


依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 7 款，內容涉及營業上秘密或經營事業有關之資訊，故不予公開



依政府資訊公開法第 18 條第 1 項第 7 款，內容涉及營業上秘密或經營事業有關之資訊，故不予公開

圖6-27 輔助支持元件外型尺寸



依政府資訊公開法第18條第1
項第7款，內容涉及營業上秘密
或經營事業有關之資訊，故不予
公開

圖6-28 反應爐壓力槽外型尺寸

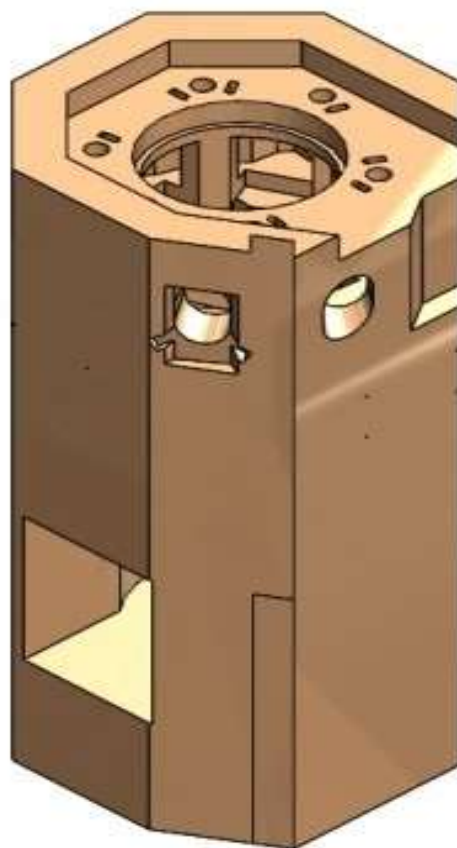


圖6-29 主生物屏蔽外觀結構圖

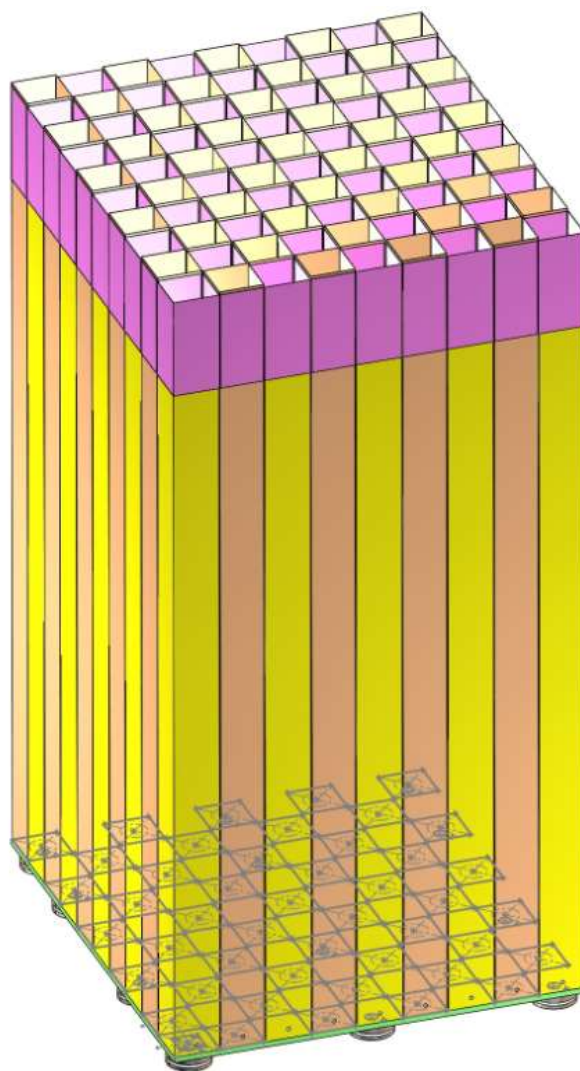


圖6-30 燃料格架外觀示意圖

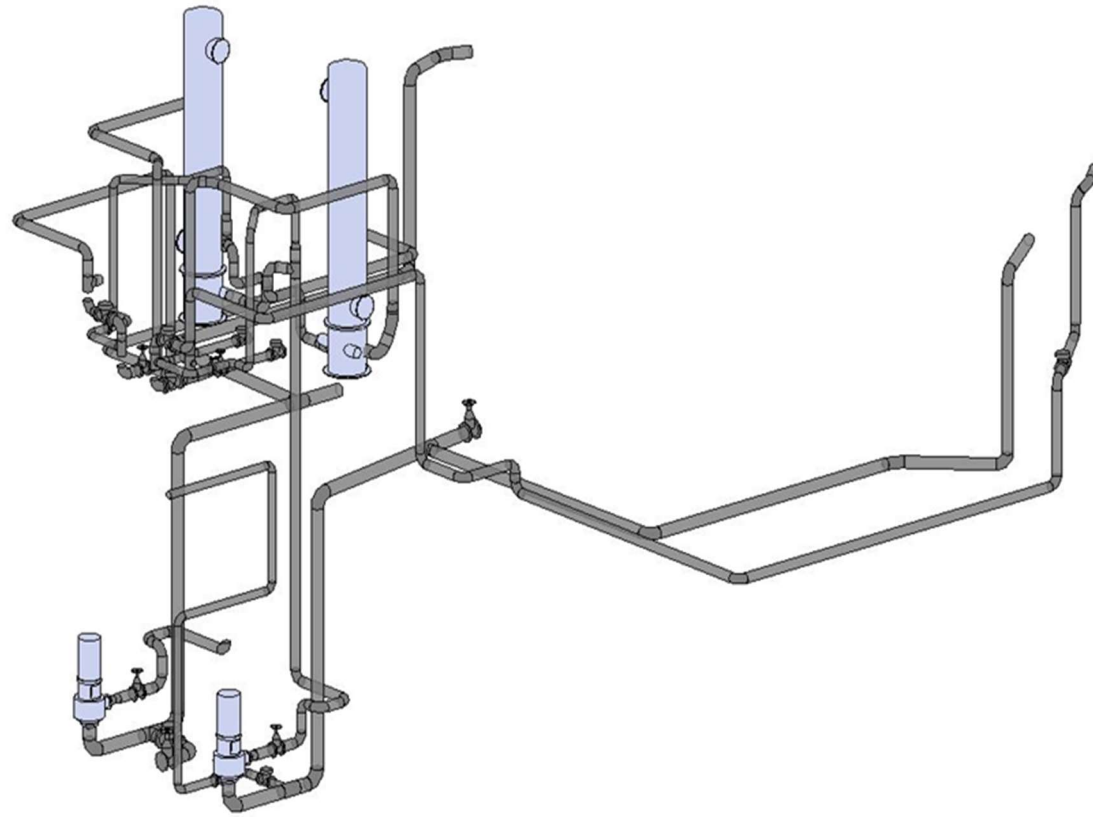


圖6-31 餘熱移除系統

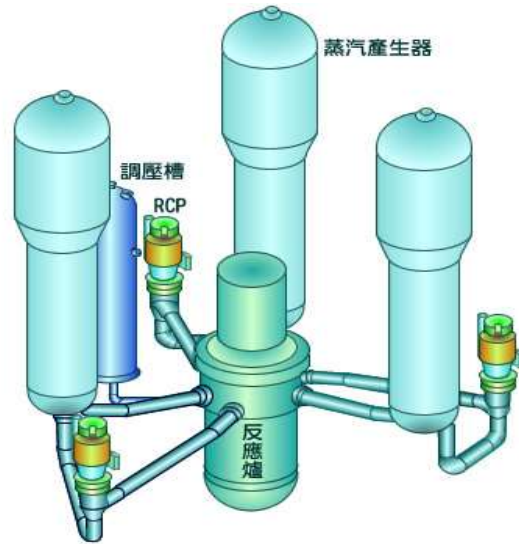


圖6-32 反應爐冷卻水系統

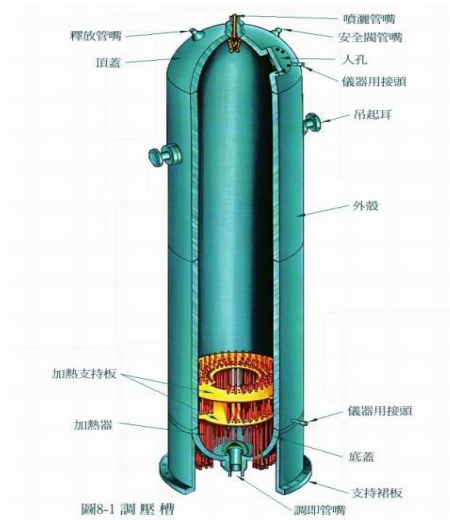


圖8-1 調壓槽

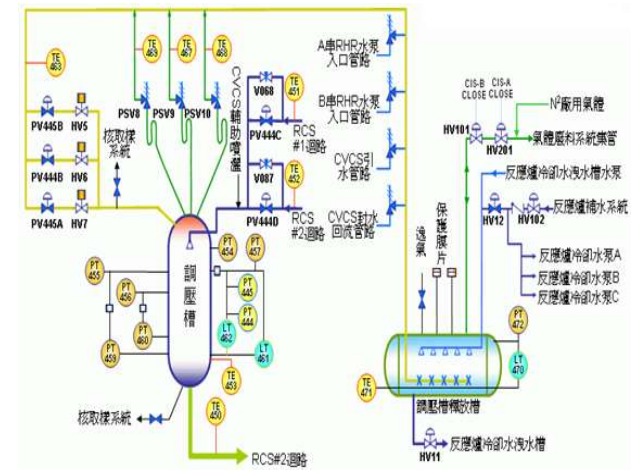


圖6-33 調壓槽子系統

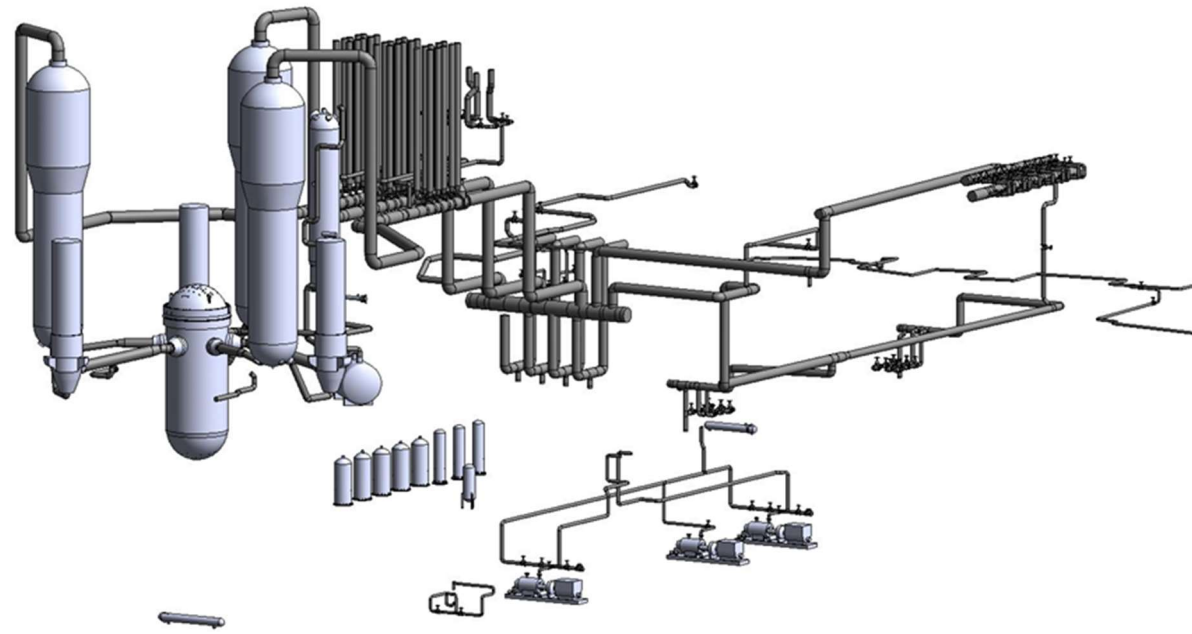


圖6-34 化學與容積控制系統

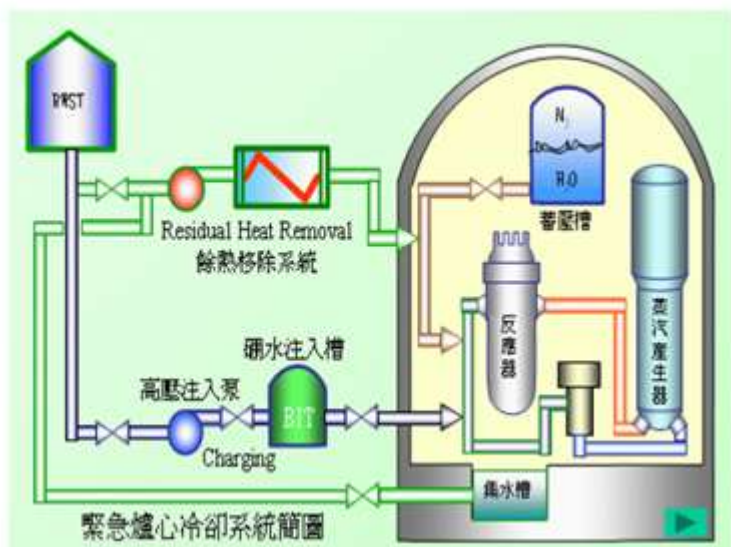


圖6-35 緊急爐心冷卻系統

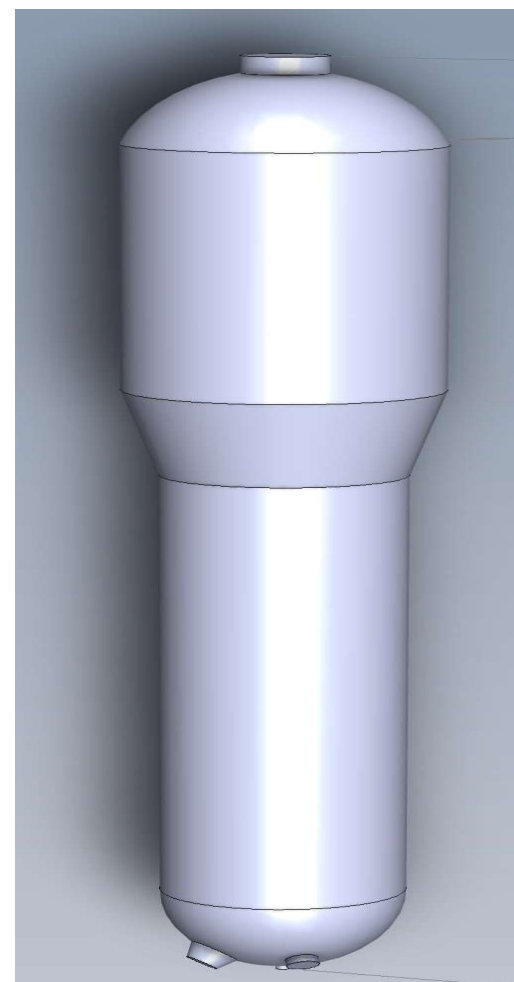


圖6-36 蒸汽產生器外型

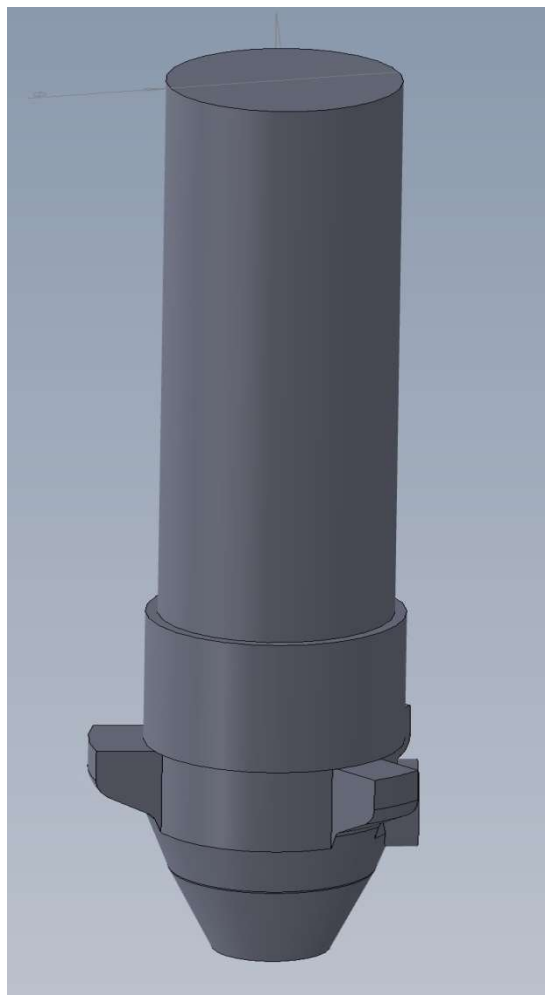


圖6-37 反應爐冷卻水泵外型

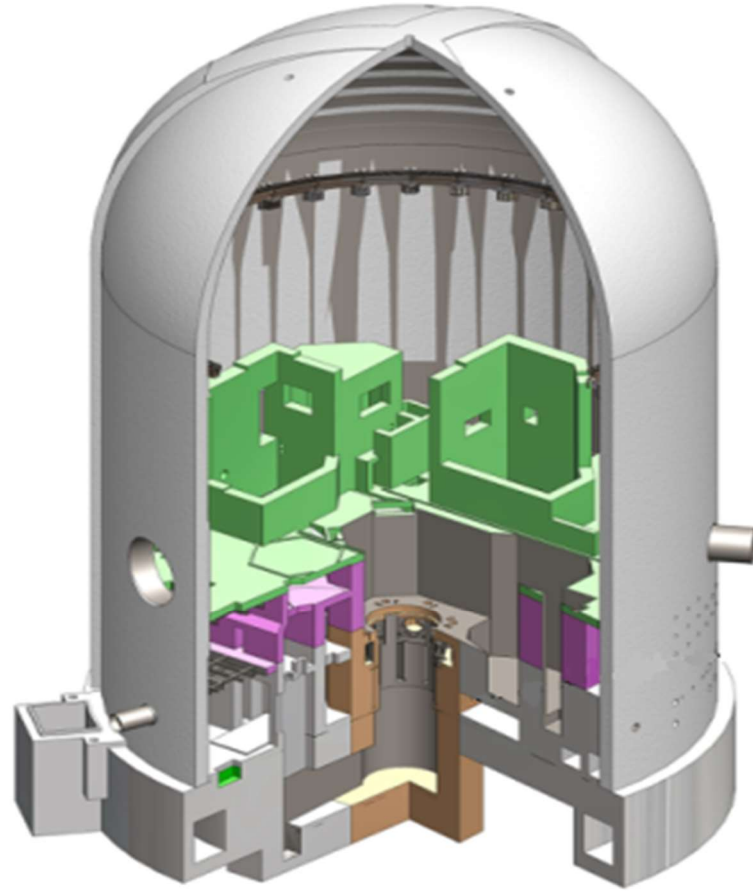


圖6-38 圍阻體廠房剖視圖

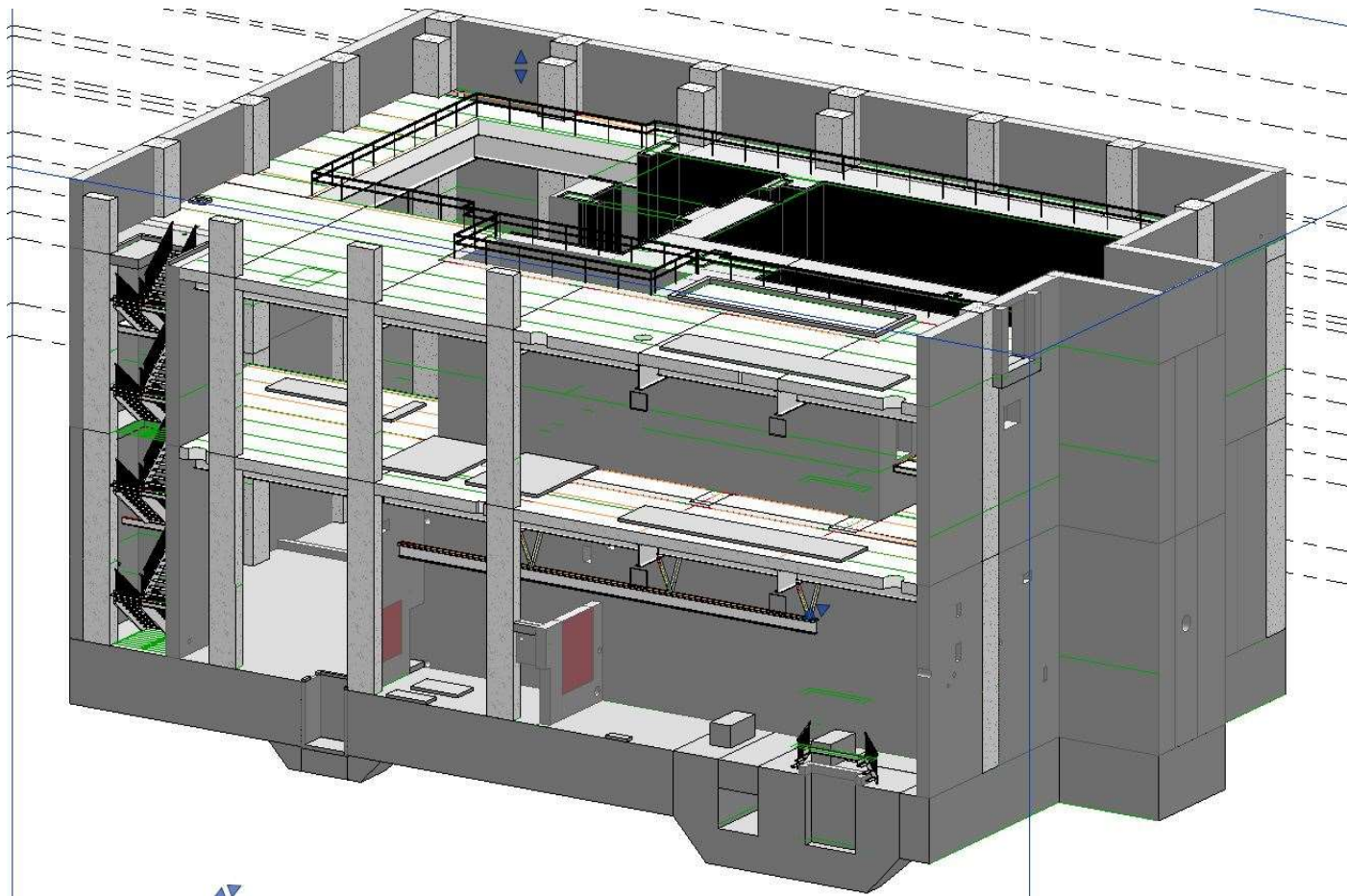


圖6-39 燃料廠房剖視圖

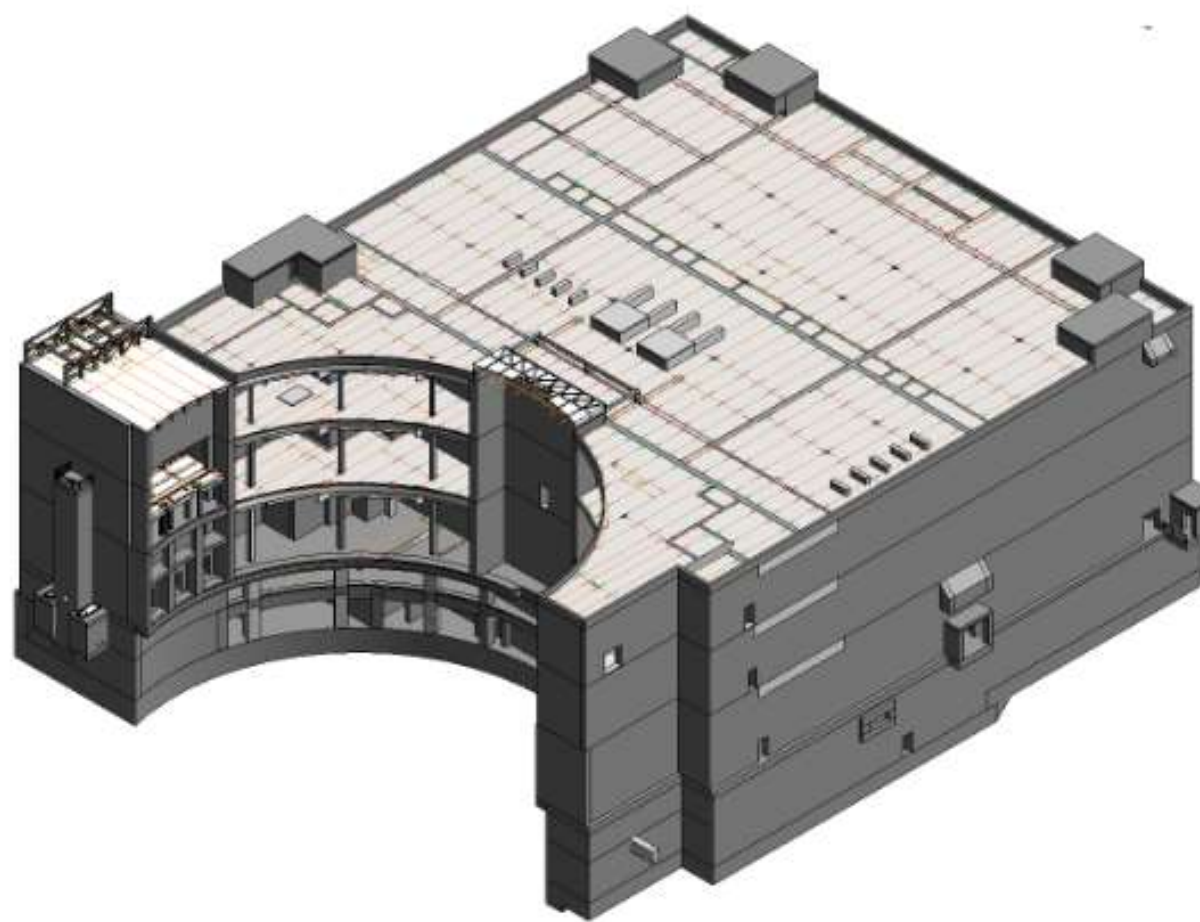


圖6-40 輔助廠房剖視圖

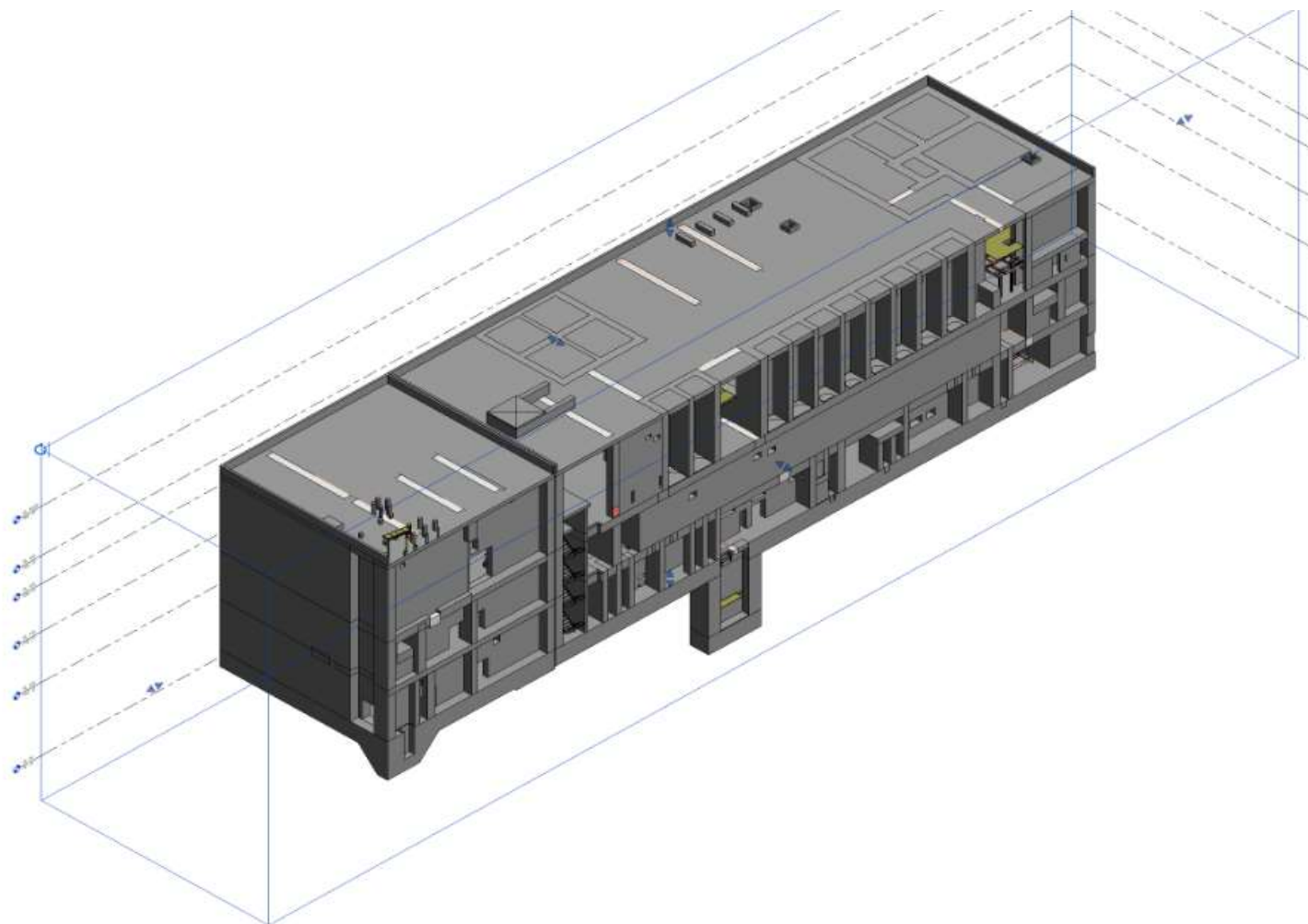


圖6-41 廢料廠房剖視圖

表6-1 核三廠除役主要建物拆除彙整表

項次	建物名稱	機組編號
1	一號機圍阻體廠房	1
2	一號機輔助廠房	1
3	一號機燃料廠房	1
4	一號機控制廠房	1
5	一號機進出管制廠房	1
6	一號機開關廠房	1
7	一號機核機冷卻水廠房	1
8	一號機柴油機廠房	1
9	一號機汽機廠房	1
10	一號機輔助鍋爐廠房	1
11	一號機 NSCW 閘室	1
12	一號機冷凝水貯存槽(CST)	1
13	一號機燃料更換水貯存槽(RWST)	1
14	一號機反應器補充水貯存槽(RWMST)	1
15	二號機圍阻體廠房	2
16	二號機輔助廠房	2
17	二號機燃料廠房	2
18	二號機控制廠房	2
19	二號機進出管制廠房	2
20	二號機開關廠房	2
21	二號機核機冷卻水廠房	2
22	二號機柴油機廠房	2
23	二號機汽機廠房	2
24	二號機輔助鍋爐廠房	2

項次	建物名稱	機組編號
25	二號機 NSCW 閥室	2
26	二號機冷凝水貯存槽(CST)	2
27	二號機燃料更換水貯存槽(RWST)	2
28	二號機反應器補充水貯存槽(RWMST)	2
29	廢料廠房	0
30	大型工作棚	0
31	待用機具貯存庫	0
32	熱修配廠房	0
33	修配大樓	0
34	行政大樓	0
35	技術支援中心	0
36	洗衣機房	0
37	馬達工廠	0
38	ILRT 空壓機房	0
39	燃油貯存槽	0
40	消防泵室	0
41	水廠	0
42	機械大樓	0
43	廢水處理廠房	0
44	第五台柴油發電機廠房	0
45	儀控大樓	0

註：機組編號 0 代表兩機組共用建物

表6-2 核三廠除役工作分解架構表

工作編碼	工作任務	備註
1	除役過渡階段	N/A
1.1	用過核子燃料管理第一期	N/A
1.1.1	爐心燃料挪移作業	將用過核子燃料挪移至用過燃料池。
1.1.2	用過燃料池島區建立	進行用過燃料池島區相關系統(如新設用過燃料池冷卻系統熱沉)配置；本工項期程將依原能會另案審查島區專案之結論辦理。
1.1.3	用過燃料池運轉	於燃料全數移至用過核子燃料室內乾式貯存設施之前，用過燃料池須維持運轉。
1.1.4	用過核子燃料室內乾式貯存設施(含再取出單元)申照、興建及啟用	進行用過核子燃料室內乾式貯存設施(含再取出單元)之工程顧問發包、鑽探及撰寫水保計畫、廠房與設施及機電發包、編撰安全評估報告、硬體製造、土建結構施工及運轉執照申請等作業。
1.1.4.1	建造執照準備及申請階段	進行申照準備及申請作業(含安全分析報告、建築執照、水保計畫、建造執照、開工申請等)。
1.1.4.2	硬體製造及土建施工階段	進行硬體製造及現場土木建造作業(含建物主要設備、附屬設備、水保設施、保安圍籬等)，取得建造執照後，不待取得水保許可即可製造設備。
1.1.4.3	試運轉及運轉執照申請階段	依試運轉計畫執行試運轉，包含冷、熱測試，並依運轉結果向原能會申請運轉執照；測試時部份硬體設備可能仍在製造。
1.1.4.4	用過核子燃料室內乾式貯存設施啟用	取得運轉執照，正式啟用
1.1.5	用過核子燃料移至用過核子燃料室內乾式貯存設施準備	執行用過核子燃料移至用過核子燃料室內乾式貯存設施之相關前置準備作業：如人員訓練、燃料檢驗等。
1.1.6	用過核子燃料移至用過核子燃料室內乾式貯存設施	將用過核子燃料移至用過核子燃料室內乾式貯存設施。
1.2	除役作業準備(除役過渡)	N/A
1.2.1	設施停止運轉	執行一號機/二號機的停機、檢查及再分類等作業。
1.2.2	文件準備作業	執行執照文件、除役計畫書及相關文件(如程序書等)修訂。
1.2.3	除污作業	一次側系統除污作業準備及執行，需於輻射特性調查作業執行前完成除污作業。
1.2.4	輻射特性調查	N/A
1.2.4.1	特性調查計畫準備與撰寫	部份區間與二號機運轉期間重疊，以不影響二號機運轉前提，執行特性調查計畫準備與撰寫。
1.2.4.2	特性調查計畫提報及修訂	特性調查計畫提報原能會，並依審查意見修訂。
1.2.4.3	執行輻射特性調查	執行電廠輻射特性調查作業，藉以瞭解污染狀況。

1.2.5	反應器壓力槽及內部組件拆解準備	進行反應器壓力槽及內部組件拆解準備作業，如規範研擬、機具準備等。
1.2.6	依除役需求調整廠房系統	依除役需求執行留用及停用系統評估，並進行系統停用及調整作業。
1.3	低放射性廢棄物管理準備第一期	N/A
1.3.1	建置二號低貯庫(含放射性廢棄物壓縮減容設備與廢樹脂處理系統建置、新設廢液處理設備申請)等廢棄物管理設施	N/A
1.3.1.1	申照準備作業	進行申照準備作業，如採購文件準備、初步設計資料及細部設計資料等準備作業。
1.3.1.2	申照作業	進行二號低貯庫(含放射性廢棄物壓縮減容設備、廢樹脂處理系統、新設廢液處理設備)之申照作業(含安全分析報告、建築執照、水保計畫、建造執照、開工申請等)。
1.3.1.3	二號低貯庫建置與啟用	N/A
1.3.1.3.1	整地、水保設施、本體工程(含土建、機電儀、景觀等)	進行整地、興建水保設施與本體工程，並建立必要之周邊設施。(含清除植被、整地，興建排水溝、排水人孔、滯洪池、排樁或檔土牆、開挖、基礎建置、結構體施工、建築排水、門窗裝設、建築外觀與防水、吊運設備安裝、電梯裝設、照明、通訊、電氣、空調及過濾、消防、檢查及檢整設施安裝、儀控整合等、景觀、太陽能板安裝(若有)、植栽等)。
1.3.1.3.2	設施測試	建造完成後，進行二號低貯庫試運轉測試。
1.3.1.3.3	運轉執照申請作業	二號低貯庫試運轉測試完成後，將測試結果提送原能會審查，待試運轉報告審查同意後核發運轉執照。
1.3.1.4	壓縮減容設備建置	建置壓縮減容設備，並完成測試及啟用。
1.3.1.5	廢樹脂處理系統建置	依據原能會核備之「各核能電廠低放射性廢棄物安定化處理計畫」建置廢樹脂處理系統，並完成測試及啟用。

1.3.1.6	新設廢液處理設備建置	建置新設廢液處理設備
1.3.2	廢棄物管理區準備	規劃建置廢棄物管理區，以處理除役產出之廢棄物，並完成相關除污計畫提報作業。
1.3.3	土石堆置場興建	建置土石堆置場，以放置除役期間產出之廢棄土石。
1.3.3.1	申照作業	申請建置土石堆置場所需的必要許可。
1.3.3.2	整地、臨時性水保設施、排水改造	土石堆置場正式使用前的整地、水保與排水改造作業。
1.3.3.3	主體工程(含排水設施、擋土設施等)	隨土石量增加，配合建置排水及擋土設施等。
1.4	拆解與拆除	N/A
1.4.1	拆除準備作業	規劃設備拆除作業程序，準備器具與訓練等作業。
1.4.2	主/輔變壓器拆解	執行主/輔變壓器拆解與拆除作業。
1.4.3	汽機廠房設備拆解(註 1)	執行一/二號機汽機廠房設備拆解與拆除作業。
1.4.4	輔助廠房、圍阻體廠房及其他廠房小型組件、管路、閥、儀電設備等拆解 (註 1)	執行一/二號機輔助廠房、圍阻體廠房及其他廠房可供優先拆除的小型組件、管路、閥、儀電設備之拆解與拆除作業；其中輔助廠房及圍阻體廠房可能需設置數個低放射性臨時廢棄物處理間。
2	除役拆廠階段	N/A
2.1	用過核子燃料管理第二期	N/A
2.1.1	用過核子燃料移至用過核子燃料室內乾式貯存設施	持續將用過核子燃料移至用過核子燃料室內乾式貯存設施。
2.1.2	用過核子燃料全數移至用過核子燃料室內乾式貯存設施	本項為里程碑描述，表示於此刻用過核子燃料已全數移至用過核子燃料室內乾式貯存設施。
2.1.3	用過燃料池運轉	於用過核子燃料全數移至用過核子燃料室內乾式貯存設施之前，用過燃料池須維持運轉。
2.2	除役作業準備(除役拆廠)	N/A
2.2.1	文件準備作業	執行除役計畫書及相關文件(如程序書、含除污規劃之拆除作業計畫等)撰寫、修訂及必要的送審作業。
2.2.2	依除役需求調整廠房系統	持續依除役需求執行留用及停用系統評估，並進行系統停用及調整作業。

2.2.3	建置鋼筋混凝土塊分離場	建置鋼筋混凝土塊分離場。
2.3	放射性廢棄物管理準備第二期	N/A
2.3.1	放射性廢棄物管理設施運轉	除役期間放射性廢棄物貯存庫及放射性廢棄物處理等設施維持運轉。
2.3.2	廢棄物管理區準備	建置廢棄物管理區，以處理除役產出之廢棄物。
2.3.3	土石堆置場興建	N/A
2.3.3.1	主體工程(含排水設施、擋土設施等)	隨土石量增加，配合建置排水及擋土設施等。
2.3.4	新設廢液處理設備建置與運轉	持續進行新設廢液處理設備建置，並進行後續測試、啟用及運轉等作業
2.4	拆解與拆除	N/A
2.4.1	一號機反應器壓力槽及其內部組件拆解	N/A
2.4.1.1	反應器內部組件	執行一號機反應器內部組、壓力槽及 CVCS 系統拆解與拆除作業及放射性廢棄物處理。
2.4.1.2	反應器壓力槽	
2.4.1.3	化學與容積控制系統之水與樹脂移除	
2.4.2	二號機反應器壓力槽及其內部組件拆解	N/A
2.4.2.1	反應器內部組件	執行二號機反應器內部組、壓力槽及 CVCS 系統拆解與拆除作業及放射性廢棄物處理。
2.4.2.2	反應器壓力槽	
2.4.2.3	化學與容積控制系統之水與樹脂移除	
2.4.3	大型組件拆解	N/A
2.4.3.1	一號機大型組件移除	執行一號機大型組件(如蒸汽產生器、調壓槽、反應器爐水冷卻泵等)拆解與拆除作業及放射性廢棄物處理。
2.4.3.2	二號機大型組件移除	執行二號機大型組件(如蒸汽產生器、調壓槽、反應器爐水冷卻泵等)拆解與拆除作業及放射性廢棄物處理。
2.4.4	輔助廠房、圍阻體廠房及其他廠房小型組件、管路、閥、儀電設備等拆解(註 1)	持續執行一/二號機輔助廠房、圍阻體廠房及其他廠房小型組件、管路、閥、儀電設備之拆解與拆除作業。
2.4.5	燃料廠房(廢棄物管理區)設備拆解	N/A

2.4.5.1	一號機燃料廠房設備拆解	於大型組件拆除且處理完畢後，方得進行 WMA 設備拆除作業；含拆解作業準備及放射性廢棄物處理。
2.4.5.2	二號機燃料廠房設備拆解	
2.4.6	圍阻體廠房各樓層設備拆解	N/A
2.4.6.1	一號機圍阻體廠房設備拆解	執行一/二號機圍阻體廠房各樓層設備拆解與拆除作業；含拆解作業準備及放射性廢棄物處理。
2.4.6.2	二號機圍阻體廠房設備拆解	
2.4.7	輔助廠房各樓層設備拆解	N/A
2.4.7.1	一號機輔助廠房各樓層設備拆解	於大型組件拆除且處理完畢後，再進行輔助廠房相關設備拆除作業；含拆解作業準備及放射性廢棄物處理。
2.4.7.2	二號機輔助廠房各樓層設備拆解	
2.4.8	控制廠房設備拆解(註 1)	執行一/二號機控制廠房設備拆解作業
2.4.8.1	拆解作業準備	拆解作業準備。如：人員訓練、機具採購等。
2.4.8.2	控制廠房設備拆解	執行控制廠房設備拆解與拆除作業，含拆解後產生之放射性廢棄物處理。
2.4.9	其他廠房設備拆解	執行主要拆除範圍內其他受輻射影響廠房(如：熱修配廠房)設備拆解，廠房清單可參考表 6-1，實際清單可能視輻射特性調查後有所變動。
2.4.9.1	拆解作業準備	拆解作業準備。如：人員訓練、機具採購等。
2.4.9.2	其他廠房設備拆解	執行其他廠房設備拆解與拆除作業，含拆解後產生之放射性廢棄物處理。
2.4.10	廢料廠房設備拆解	將於多數廠房皆完成設備拆解後，再執行廢料廠房設備拆解作業；核三廠廢料廠房未區分一/二號機。
2.4.10.1	拆解作業準備	拆解作業準備。如：人員訓練、機具採購等。
2.4.10.2	廢料廠房設備拆解	執行廢料廠房設備拆解與拆除作業，含拆解後產生之放射性廢棄物處理。
2.4.11	其他非輻射作業廠房設備拆解	執行主要拆除範圍內非受輻射影響廠房(如：辦公室)設備拆解，廠房清單可參考表 6-1，實際清單可能視輻射特性調查後有所變動。

2.4.11.1	拆解作業準備	拆解作業準備。如：人員訓練、機具採購等。
2.4.11.2	其他非輻射廠房設備拆解	執行其他非輻射廠房作業廠房設備拆解與拆除作業。
2.4.12	輻射作業廠房活化或污染混凝土刨除	2.4.12 為表 6-1 上受輻射影響廠房，2.4.13 則為表 6-1 上未受輻射影響的廠房，實際清單可能視輻射特性調查後有所變動。
2.4.13	其他輻射作業廠房設備及混凝土刨除	
2.4.14	既有低放射性廢棄物貯存庫除役作業	既有低放射性廢棄物貯存庫除役作業。(獨立排程)
2.4.14.1	既有低放射性廢棄物運貯作業	原有放射性廢棄物移至二號低貯庫。
2.4.14.2	既有低放射性廢棄物貯存庫除役計畫準備	配合二號低貯庫建置及後續低放射性廢棄物搬運時程，擬將既有低放射性廢棄物貯存庫執照期限由 120 年 10 月展延約 10 年，展延後的執照到期前應申請既有低放射性廢棄物貯存庫除役許可，故需預先準備。
2.4.14.3	既有低放射性廢棄物貯存庫除役許可申請作業	申請既有低放射性廢棄物貯存庫除役許可，取得許可後開始執行除役作業。
2.4.14.4	設備拆除及建物除污作業	既有低放射性廢棄物貯存庫設備拆除作業及建築物除污作業。
3	廠址最終狀態偵測階段	N/A
3.1	建築物拆除(主要拆除範圍內)	N/A
3.1.1	圍阻體廠房與輔助廠房建築物拆除	將除污後或原本無污染的廠房結構物拆除完畢。
3.1.2	汽機廠房建築物拆除	
3.1.3	燃料廠房建築物拆除	
3.1.4	廢料廠房建築物拆除	
3.1.5	控制廠房建築物拆除	
3.1.6	其他建築物拆除	將其他除污後之無污染廠房結構物(主要為表 6-1 所列且不在 3.1.1~3.1.5 所列建物，可能視輻射特性調查後有所變動)拆除完畢。
3.1.7	拆除廢棄物偵檢查核	進行主要拆除範圍內建築物拆除後之拆除廢棄物偵檢查核。
3.1.8	廢棄物處理	進行建築物拆除後之廢棄物處理作業。

3.2	除役作業準備(狀態偵測)	N/A
3.2.1	文件準備作業	執行除役計畫書及相關文件(例如：廠址最終輻射偵測計畫)撰寫、送審及修訂。
3.3	土壤整治(若需要)	N/A
3.3.1	土壤復原	進行土壤復原及相關之景觀工作。
3.3.2	改善措施輔助偵檢	針對復原後土壤進行改善措施輔助偵檢。
3.4	廠址最終輻射偵測	N/A
3.4.1	最終輻射偵測	進行最終輻射偵測以驗證除役後廠址是否符合除役目標。
3.4.2	除役後之廠址環境輻射偵測報告準備	進行除役後之廠址環境輻射偵測報告準備工作(如相關量測數據彙整)，以利進入廠址復原階段後六個月內，將該報告送原能會審查。
4	廠址復原階段	N/A
4.1	建築物拆除(主要拆除範圍外)	N/A
4.1.1	其他建築物拆除	持續將主要拆除範圍外未拆除之清潔建築物拆除。
4.2	景觀工程	依據除役目標，進行除役範圍內土地之覆土、整地等景觀工程。
4.3	除役作業準備	執行除役計畫書及相關文件撰寫及修訂
4.3.1	文件準備作業	N/A
4.3.1.1	除役完成報告準備	除役完成報告及除役後之廠址環境輻射偵測報告撰寫。
4.3.1.2	除役完成報告送審作業	除役完成報告及除役後之廠址環境輻射偵測報告送原能會審查作業。
4.3.1.3	其他文件準備作業	執行除役計畫書及其他相關文件撰寫及修訂。
4.4	除役完成	一號機除役完成與二號機除役完成；除役後之廠址環境輻射偵測報告及除役完成報告經主管機關審查同意後，解除除役管制。

註 1：工作區域或工作內容應無需使用專用器具，可視機具調配情況彈性選擇工作區域，故不區分機組別

表6-3 氧-燃料切割的相關性能參數

操作環境	空氣中或水下
水下深度	乙炔操作可達 10 m，超過 10 m 可採用替代燃料
自動/遙控操作	有可能
切割速度	350 ~ 700 mm/min (10 mm 厚的金屬板)
切割深度	25 ~ 800 mm (標準工具)；研究可達 3,200 mm
曲線切割	有可能
二次廢棄物	鐵基氧化物(金屬融液)
耗材	氧及可燃物(乙炔、汽油、丁烷等)
特點	可用於特定的材料

表6-4 電漿切割的相關性能參數

操作環境	空氣中或水下
水下深度	目前可達 100 m
自動/遙控操作	可以
切割速度	100 ~ 500 mm/min (10 mm 厚的金屬板)
切割深度	約 150 mm
曲線切割	可以
二次廢棄物	金屬液，工作氣體(N ₂ ，惰性氣體)
耗材	工作氣體
特點	精確、快速、材料需導電，切削深度有限

表6-5 金屬破碎機的相關性能參數

操作環境	只有水下
水下深度	理論上無限制
自動/遙控操作	可以
切割速度	直徑 3 in、長 5.5 in 的螺栓，需 2.5 小時
切割深度	依據電極長度而定
曲線切割	不可以；只能直向前進
二次廢棄物	電極及金屬材料碎屑、工作用水
耗材	電極、工作用水
特點	常用於拆卸卡死或焊死的螺栓

表6-6 接觸電弧金屬切割的相關性能參數

操作環境	只有水下
水下深度	理論上無限制
自動/遙控操作	可以
切割速度	約 1,500 mm/min (10 mm 中碳鋼板)
切割深度	約 270 mm(依據電極的長度)
曲線切割	不可以；只能直向前進
二次廢棄物	固體：金屬材料碎屑、電極的熔液(石墨)；氣體：CO ₂
耗材	電極、工作用水
特點	適用於複雜的中空結構，僅適用於導電材料;切斷狀況易於控制(不會產生過切)

表6-7 接觸電弧金屬研磨的相關性能參數

操作環境	只有水下
水下深度	理論上無限制
自動/遙控操作	可以
切割速度	約 4,000 mm/min (10 mm 中碳鋼板)
切割深度	約圓盤直徑的 1/3
曲線切割	不可以；只能直向前進
二次廢棄物	固體：金屬材料碎屑、電極的熔液
耗材	電極
特點	適用於複雜的中空結構，僅適用於導電材料；切斷狀況易於控制，是所有水下熱切割技術速度最快的

表6-8 機械式及熱切割之優缺點比較

	優點	缺點	備註
熱切割	● 切割速度快 ● 可沿曲線做較有彈性的切割 ● 切割工具小巧靈活	● 切割過程會產生氣溶膠，造成空浮 ● 在空氣中或水中需要設置大流量的過濾系統，收集切割產生之細小顆粒 ● 空氣中或水中的過濾器濾芯都將成為二次廢棄物	● 可搭配機械手臂或自動控制達到自動化操作。 ● 設備所需空間視選用機械手臂尺寸而定。 ● 切屑顆粒細小難以管控 ● 自動化定位需精準，所需成本較高。
機械式切割	● 切屑顆粒大易收集 ● 無大量熱量輸入，不易造成空浮 ● 二次廢棄物數量少	● 切割速度較慢 ● 需要強壯的結構支撐以抵抗切割時的反作用力 ● 狹小空間之活動與近接性較差 ● 不易做曲線軌跡切割 ● 刀具易磨損需定期維護更換 ● 發生故障、刀具破損或刀具卡入切縫等，故障排除耗時 ● 在空氣中使用需要液體的潤滑及冷卻	● 可自主設計夾治具或自動控制達到自動化操作。 ● 一般常見以透過遠端遙控操作方式執行。 ● 設備所需空間視選用刀具的切割能力與切割行程而定。 ● 切屑顆粒較大易收集。

表6-9常用金屬切割技術之優缺點

	優點	缺點
氧-燃料切割	● 切割速度快 ● 可沿曲線做較有彈性的切割 ● 切割工具小巧靈活	● 切割過程會產生氣溶膠，造成空浮 ● 在空氣中或水中需要設置大流量的過濾系統，收集切割產生之細小顆粒 ● 空氣中或水中的過濾器濾芯都將成為二次廢棄物 ● 不適合切割不銹鋼
電漿切割	● 切割速度快 ● 可沿曲線做較有彈性的切割 ● 切割工具小巧靈活	● 切割過程會產生氣溶膠，造成空浮 ● 在空氣中或水中需要設置大流量的過濾系統，收集切割產生之細小顆粒 ● 空氣中或水中的過濾器濾芯都將成為二次廢棄物
金屬破碎機(放電加工)	● 狹小空間之活動與近接性佳	● 在水中需要過濾系統，收集切割產生之細小顆粒 ● 切割速度慢 ● 僅適用於金屬材料
接觸式電弧金屬切割(放電加工)	● 狹小空間之活動與接近性佳 ● 屬熱切割	● 在水中需要過濾系統，收集切割產生之細小顆粒 ● 切割速度慢
雷射切割	● 可透過光纖傳輸雷射能量至雷射切割頭，遠距離遙控切割工件 ● 功率密度大，可切割高熔點、高硬度材料，且切割的熱影響區小 ● 切割工具小巧靈活 ● 可在水面下或在空氣中進行切割	● 能量效率低(二氧化碳雷射約 10%)，輸入的大部分能量在雷射切割頭內成為熱消失 ● 設備昂貴 ● 切割過程會產生氣溶膠，造成空浮
爆炸切割	● 速度較快 ● 屬熱切割	● 釋放大量的熱量與氣體 ● 安全問題與限制

	優點	缺點
剪切(液壓剪)	● 幾乎不產生切屑 ● 無大量熱量輸入，不易造成空浮 ● 二次廢棄物數量少 ● 剪切速度快	● 受物件形狀及尺寸的限制，不適用於直徑太大或太厚的物件 ● 需要強壯的結構支撐以抵抗切割時的反作用力 ● 狹小空間之活動與近接性較差 ● 水下操作發生漏油意外，將造成清理的困難
鋸切	● 切屑顆粒大易收集 ● 無大量熱量輸入，不易造成空浮 ● 二次廢棄物數量少	● 切割速度較慢 ● 需要強壯的結構支撐以抵抗切割時的反作用力 ● 狹小空間之活動與近接性較差 ● 不易做曲線軌跡切割 ● 刀具易磨損需定期維護更換 ● 發生故障、刀具破損或刀具卡入切縫等，故障排除耗時 ● 在空氣中使用需要液體的潤滑及冷卻
鑽石索鋸	● 狹小空間之活動與近接性佳 ● 切屑顆粒大易收集 ● 適合水下作業(不需額外潤滑及冷卻)	● 機具的安裝架設較耗時 ● 切割速度慢 ● 受限於鑽石繩索的彎曲半徑，適用大型切割件 ● 在空氣中使用需要水的潤滑、冷卻及沖洗切割位置，產生的碎屑及水成為二次廢棄物，需要收集再處理
研磨	● 適合小面積加工 ● 速度較慢	● 刀具材料磨耗較快 ● 需要良好的散熱與穩定工具導引
銑削	● 切屑顆粒大易收集 ● 無大量熱量輸入，不易造成空浮 ● 適用空氣與水下切割 ● 遠距操作 ● 屬機械式切割	● 切割速度慢 ● 需要強壯的結構支撐以抵抗切割時的反作用力 ● 狹小空間之活動與可接近性較差 ● 不易做曲線軌跡切割 ● 刀具易磨損需定期維護更換 ● 發生故障、刀具破損或刀具卡入切縫等，故障排除耗時 ● 在空氣中使用需要液體的潤滑及冷卻

	優點	缺點
水刀切割技術(磨料水刀)	● 狹小空間之活動與近接性佳 ● 無大量熱量輸入，不易造成空浮 ● 可沿曲線做較有彈性的切割 ● 切割時無反作用力，結構支撐相對簡化	● 用過的磨料成為二次廢棄物 ● 在水中需要設置大流量的過濾系統，收集切割造成之細小顆粒 ● 過濾器濾芯將成為二次廢棄物
軌道切割機	● 適用管件切割 ● 可遠距控制	● 機具安裝需人員手動架設定位

表6-10 常用混凝土切割技術之優缺點

	優點	缺點
鑽石索鋸	● 狹小空間之活動與接近性佳 ● 切屑顆粒大易收集	● 通常使用水加以冷卻 ● 需要在切割處使用密封收集系統，減少粉塵產生
鋸切 (鏈鋸、圓盤鋸)	● 切屑顆粒大易收集 ● 二次廢棄物數量少 ● 屬機械式切割	● 切割速度較慢 ● 刀具易磨損需定期維護更換 ● 鋸片通常使用水加以冷卻 ● 大量粉塵產生
錘擊	● 適合大面積拆除 ● 低成本、操作容易	● 大量粉塵產生 ● 需要灑水裝置來抑制粉塵的形成
爆炸	● 適合大面積拆除 ● 快速	● 高度的噪音、煙霧與碎片 ● 安全問題與限制
水刀切割	● 導引與反彈力量小 ● 特有的切割形式 ● 無振動	● 需要用水 ● 氣溶膠排放 ● 非常大量的二次廢棄物 ● 需要水/污泥處理設備 ● 交叉污染風險

表6-11 格架容量重量(一部機)

	格架編號	容量(格數)	重量(MT)
第一區	1A	40	8.41
	1B	56	11.1
	1C	56	11.1
	1D	56	11.1
第二區	2A	72	6.75
	2M	80	7.50
	2E	96	8.88
	2I	96	8.88
	2Q	96	8.88
	2B	90	8.36
	2C	90	8.36
	2N	90	8.36
	2O	90	8.36
	2D	90	8.43
	2P	90	8.43
	2F	108	9.91
	2G	108	9.91
	2J	108	9.91
	2K	108	9.91
	2R	108	9.91
	2S	108	9.91
	2H	108	9.98
	2L	108	9.98
	2T	108	9.98

表6-12 餘熱移除管路系統之主要設備

設備名稱	設備編號
RESIDUAL HEAT REMOVAL PUMP A	BC-P024
RESIDUAL HEAT REMOVAL PUMP B	BC-P025
RESIDUAL HEAT EXCHANGER A	BC-X024
RESIDUAL HEAT EXCHANGER B	BC-X025

表6-13 反應爐冷卻水系統之主要設備

設備名稱	設備編號
REACTOR COOLING PUMP A	BB-P001
REACTOR COOLING PUMP B	BB-P002
REACTOR COOLING PUMP C	BB-P003

表6-14 調壓槽子系統之主要設備

設備名稱	設備編號
PRESSURIZER	BB-T002
PRESSURIZER RELIEF TANK	BB-T003

表6-15 化學與容積控制系統之主要設備

設備名稱	設備編號
REGENERATIVE HEAT EXCHANGER	BG-X001
EXCESS LETDOWN HEAT EXCHANGER	BG-X002
LETDOWN HEAT EXCHANGER	BG-X042
SEAL WATER HEAT EXCHANGER	S-BG-X043
MIXED BED DEMINERALIZER A	BG-D010
MIXED BED DEMINERALIZER B	BG-D011
MIXED BED DEMINERALIZER C	BG-D012
CHARGING PUMP A	BG-P091
CHARGING PUMP B	BG-P092
CHARGING PUMP S	BG-P093
VOLUME CONTROL TANK	BG-T074

表6-16 緊急爐心冷卻系統之主要設備

設備名稱	設備編號
CENTRIFUGAL CHARGING PUMP A	BG-P091
CENTRIFUGAL CHARGING PUMP B	BG-P092
CENTRIFUGAL CHARGING PUMP C	BG-P093
BORON INJECTION TANK	BH-T022
ACCUMULATOR A	BH-T005
ACCUMULATOR B	BH-T006
ACCUMULATOR C	BH-T007
RESIDUAL HEAT REMOVAL PUMP A	BC-P024
RESIDUAL HEAT REMOVAL PUMP B	BC-P025
RESIDUAL HEAT EXCHANGER A	BC-X024
RESIDUAL HEAT EXCHANGER B	BC-X025

表6-17 有放射性污染之桶槽彙整(以廢料廠房為例)

桶槽編號	桶槽名稱	桶槽位置	材質	桶槽容量(m ³)	桶槽重量(kg)	桶槽直徑(m)	桶槽高度或長度(m)
N-0N-HA-T001	GRS SURGE TANK GRS 緩衝槽	廢料廠房 118 呎中間	C.S.	5.9	1,827	1.52	3.28
N-0N-HA-T004	ABSORBER BED ADS-1 吸收床	廢料廠房 135 呎中間	C.S.	12.2	2,515	1.83	4.65
N-0N-HA-T005	ABSORBER BED ADS-2 吸收床	廢料廠房 135 呎中間	C.S.	12.2	2,515	1.83	4.65
N-0N-HA-T006	ABSORBER BED ADS-3 吸收床	廢料廠房 135 呎中間	C.S.	12.2	2,515	1.83	4.65
N-0N-HA-T007	ABSORBER BED ADS 4 吸收床	廢料廠房 135 呎中間	C.S.	12.2	2,515	1.83	4.65
N-0N-HB-T008	LRS HOLDUP TANK LRS 滯留槽	廢料廠房 100 呎南側	S.S.	159.4	6,511	4.88	8.53
N-0N-HB-T009	LRS HOLDUP TANK LRS 滯留槽	廢料廠房 100 呎南側	S.S.	159.4	6,511	4.88	8.53
N-0N-HB-T010	LRS HOLDUP TANK LRS 滯留槽	廢料廠房 100 呎南側	S.S.	159.4	6,511	4.88	8.53
N-0N-HB-T011	LRS CHEM DRN TANK LRS 化學洩水槽	廢料廠房 100 呎南側	S.S.	16.2	1,447	2.13	4.57
N-0N-HB-T012	LRS CHEM DRN TANK LRS 化學洩水槽	廢料廠房 100 呎南側	S.S.	16.2	1,447	2.13	4.57

備註：

C.S：Carbon steel(碳鋼)

S.S：stainless steel(不鏽鋼)

桶槽編號	桶槽名稱	桶槽位置	材質	桶槽容量(m ³)	桶槽重量(kg)	桶槽直徑(m)	桶槽高度或長度(m)
N-0N-HB-T017	LRS CONCEN TANK LRS 濃縮槽	廢料廠房 135 呎北側	S.S.	35.6	5,221	3.05	4.88
N-0N-HB-T018	LRS CONCEN TANK LRS 濃縮槽	廢料廠房 135 呎北側	S.S.	35.6	5,221	3.05	4.88
N-0N-HC-T023	RW BLDG SPENT RESIN TANK 廢料廠房用過樹脂槽	廢料廠房 100 呎中間	S.S.	8.8	1,589	2.13	2.49
N-1N-HC-T024	AUX. BLDG. SPENT RESIN TANK 輔助廠房用過樹脂槽	廢料廠房 74 呎通道西側	S.S.	10	3,777	2.74	1.70
N-2N-HC-T024	AUX. BLDG. SPENT RESIN TANK 輔助廠房用過樹脂槽	廢料廠房 74 呎通道西側	S.S.	10	3,777	2.74	1.70
N-0N-HC-T034	RW BLDG NEW RESIN TANK 廢料廠房新樹脂槽	廢料廠房 135 呎南側	S.S.	7.4	1,816	2.13	2.08
N-0N-HE-T021	RECYCLE HOLDUP TANK 礬回收滯留槽	廢料廠房 100 呎北側	S.S.	451	26,786	6.10	15.44
N-0N-HE-T022	RECYCLE HOLDUP TANK 礬回收滯留槽	廢料廠房 100 呎北側	S.S.	451	26,786	6.10	15.44

備註：

C.S：Carbon steel(碳鋼)

S.S：stainless steel(不鏽鋼)

附錄6.A 第六章除役時程、使用之設備、方法及安全作業程序之重要管制事項

項次	內 容	管制時程
6-1	除役期間核子燃料全部移出核子反應器設施前之安全分析報告、技術規範及整體性維護管理方案，提報主管機關審核，並定期更新。在未經核准前，應依原運轉規定辦理。	112.07 (1 號機運轉執照屆期 1 年前提報) 113.07~139.05 (除役期間至少每年提報更新)
6-2	拆除作業計畫含輻射劑量合理抑低，提報主管機關審核。	113.07~139.05 (除役拆除作業前 1 年)
6-3	除役各項作業執行前，應完備各相關程序書，並完成人員訓練。	113.06/114.04 (運轉執照屆期 1 個月前完成程序書轉換準備) 113.07~139.05 (除役期間)