

放射性廢棄物處理設施高級運轉員測驗命題重點

科目：放射性廢棄物營運管理

綜合

1. 安全與減廢是放射性廢棄物管理之首要。
2. 放射性廢棄物處理的主要目的是要能符合貯存、運送及最終處置的安全要求。
3. 設施運轉技術規範之修改均須送核安會審查。
4. 放射性廢棄物安定化處理的主要目的是增進貯存、運送及最終處置的安全。
5. 放射性廢棄物之管理，應能保障國民安全，維護環境生態品質，避免現代及後世受到放射性廢棄物之不利影響。
6. 放射性廢棄物產生者應負擔其放射性廢棄物處理、運送、貯存、最終處置及其設施除役所需費用。
7. 放射性廢棄物處理設施運轉人員資格認可制度如下：
 - (1) 運轉人員分級分為運轉員及高級運轉員：
 - (A) 處理設施內主要流程與運轉安全、處理效率相關之設備或儀具，應由運轉員或高級運轉員操作。
 - (B) 負指揮或調度責任之處理設施主管人員，應取得高級運轉員認可證書。
 - (2) 各級專業技術人員的配套教育訓練：六年須接受一定時數的學習，經測驗及格發給證明。配合實務與技術發展，正面表列課程名稱。
 - (3) 經主管機關測驗合格。
 - (4) 認可證書有效期間為六年。
 - (5) 認可證書不限制特定設施。

(6) 主管人員應自新任主管職務之日起二年內取得高級運轉員認可證書。

8. 放射性廢棄物處理之管理行政要求為：

(1) 放射性廢棄物產生者應負責減少放射性廢棄物之產生量及其體積。

(2) 管理者負有設施安全的責任，縱使委託由其他單位代為執行，仍須負擔所有責任。

(3) 管理者有責任確保放射性廢棄物系統與設施在設計、建造、作業與除役後，均能符合法規之要求。

9. 放射性廢棄物處理之管理行動為：

(1) 積極要求來源減量及管路查漏。

(2) 清查廢液處理系統桶槽積存量。

(3) 督促處理效能提升與品質之確保。

(4) 要求放射性廢棄物分類及待安定化之處理。

(5) 審閱放射性污染之除污與污染防治績效。

(6) 推動放射性廢棄物減量工作。

10. 主管機關在放射性廢棄物運貯管理上之積極管制行動：

(1) 督促各核能電廠提出積存放射性廢棄物(保溫材、廢樹脂等)安全處理與貯存執行計畫，促成積貯廢棄物之有效減容與安定化處理，降低安全的顧慮。

(2) 整合放射性廢棄物產量及核種活度資訊系統，使核能電廠放射性廢棄物料帳管理電子化，提供正確固化廢棄物與廢樹脂總產量及核種總活度資訊，以配合最終處置之作業。

(3) 推動各核能電廠清潔廢棄物之解除管制作業，減輕後續營運管理之負荷。

11. 我國低放射性廢棄物待解決問題：

- (1) 處理問題：部分貯存廢棄物尚待安定化。
 - (2) 最終處置：場址選定遭遇阻礙，公投門檻過高，通過不易。
- 12.我國高放射性廢棄物待解決問題：受限於先天之地理、地質條件，國內處置之可行性受質疑。
- 13.現行之放射性廢棄物管理人員專業資格制度如下：
- (1) 主管機關方面：建立放射性物料管制人員專業資格及培訓制度，所有放射性物料檢查人員須依規定完成必要訓練，且審核通過後，領有視察員或資深視察員證書，始能執行檢查作業。
 - (2) 放射性廢棄物處理設施方面：依放射性廢棄物處理設施運轉人員資格管理辦法建立分級審查機制，強化設施運轉與管理人員專業訓練，以提升營運安全及效率。將放射性廢棄物處理設施運轉人員分為運轉員及高級運轉員。
- 14.主管機關於積存放射性廢棄物之減容與安定化處理上，採行之方法、訂定之目標及其預期效果如下：
- (1) 方法與目標
修訂放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則，明訂放射性廢棄物之長期貯存須先經減容與安定化。促成放射性廢棄物之例行產量、貯存數量、核種總活度的持續降低。
 - (2) 效用
降低貯存管理與盛裝成本，提高貯存安全性。
- 15.主管機關對於放射性廢棄物最終處置計畫之管制作為包括：
- (1) 建立安全審查導則。
 - (2) 建立專家學者技術審查機制。
 - (3) 國外放射性廢棄物最終處置案例研析。
 - (4) 要求放射性廢棄物最終處置計畫執行者與時俱進精進最終處置技術。

16. 主管機關於放射性廢棄物處理設施及貯存設施之共識上，做了以下務實之要求：以法規釋示，若不涉及設施本質之變更，處理設施及貯存設施中設備系統之增設，可依放射性物料管理法或核子反應器設施管制法之設計修改或設備變更之規定辦理。
17. 不屬於放射性物料管理法所稱放射性廢棄物處理設施之小規模處理系統，其作業應符合輻射安全防護之相關規定。
18. 安全分析報告內之運轉數據若因運轉經驗改變，須先修訂安全分析報告內容，獲主管機關同意後，再據以施行。
19. 放射性廢棄物處理、貯存設施發生相關異常或緊急事件時，應於事件發現時起二小時內通報，並於事件發現之日起三十日內提出書面報告。
20. 放射性廢棄物處理、貯存設施之異常或緊急事件，指有下列情事之一：
 - (1) 因天然災害或其他因素，對設施運轉安全造成實質影響或嚴重阻礙運轉人員安全運轉。
 - (2) 設施運轉時發生安全分析報告中未曾分析之狀況、超出設計基準之狀況或運轉與緊急操作程序書未涵蓋之狀況，而可能影響安全。
 - (3) 人員受放射性污染且須送至設施外就醫。
 - (4) 人員輻射劑量或設施排放放射性物質之廢氣或廢水，超過游離輻射防護法之規定。
 - (5) 放射性廢棄物在吊卸或運送過程中發生意外事故。
 - (6) 放射性廢棄物遺失、遭竊或受破壞。
 - (7) 其他經主管機關認定之情事。
21. 放射性廢棄物設施三級品保作業人員主要為現場檢驗人員、品質查證人員及核安稽查人員。
22. 放射性廢棄物處理、貯存或最終處置設施於興建或運轉期間，其設

計修改或設備變更，涉及下列重要安全事項時，非經主管機關核准，不得為之：

- (1) 運轉技術規範之修改。
- (2) 安全分析報告中未涵蓋之新增安全問題。
- (3) 安全有關設備之變更，且須修改安全分析報告，並經評估後有降低原設計標準之虞者。
- (4) 其他經主管機關指定之事項。

23. IAEA基本安全原則綜合說明有關核能、輻射與放射性廢棄物安全相關的十大原則：

- (1) 安全責任原則。
- (2) 政府職責原則。
- (3) 對安全的領導和管理原則。
- (4) 設施和活動的合理性原則。
- (5) 防護的最適化原則。
- (6) 限制對個人造成的危險原則。
- (7) 保護當代和後代原則。
- (8) 防止事故原則。
- (9) 緊急防備和應變原則。
- (10) 採取防護行動減少現有的或未受監督管制的輻射危險原則。

24. 放射性廢棄物處理或貯存設施從規劃興建至除役期間，生命週期各階段應提報審核之申請案：

- (1) 建造執照申請。
- (2) 試運轉申請。
- (3) 運轉執照申請。
- (4) 運轉執照換發申請。
- (5) 除役申請。

減量

1. 放射性廢棄物產生者應負責減少放射性廢棄物之產生量及其體積。
2. 減廢為加強營運管理、改善處理程序或設備，以避免或減少放射性廢棄物之產生。
3. 減容為對已產生之放射性廢棄物，以焚化、壓縮、高減容或其他處理技術，減少其體積。
4. 減量為採行適當之減廢措施及減容處理技術，達成減少放射性廢棄物產量與體積之目的。
5. 物品攜入管制為乾性放射性廢棄物減廢最有效之措施。
6. 核能電廠盛裝廢棄物所使用之塑膠袋係以顏色來區分放射性污染廢棄物或非放射性廢棄物。
7. 管制有機溶劑之目的，為抑減廢液總有機碳含量，增加廢水回收量。
8. 查漏為減廢之措施。
9. 廠務管理及廠房除污為減廢之措施。
10. 乾燥、熔融、焚化及壓縮為減容之措施。

處理

1. 取樣及監測是廢液排放前最後確認符合標準的把關措施。
2. 掌握廢液處理系統運轉狀況的最好方法，就是掌握各槽水質。
3. 焚化爐對可燃廢棄物各類成分之限制，目的是控制燃燒熱值、限制排放廢氣，以達最佳焚化效果。
4. 放射性廢棄物處理設施，指具有下列系統之一，以改變放射性廢棄物核種濃度、體積、形態或其他物理、化學特性之廠房或場所：
 - (1) 每日處理量達二十五公斤以上之焚化、熔融或高溫裂解系統。
 - (2) 每日處理量達一公秉以上之液體放射性廢棄物處理系統。
 - (3) 每日處理量達二百公斤以上之放射性廢棄物固化處理系統。

- (4) 每日處理量達一千公斤以上之固體放射性廢棄物壓縮處理系統。
 - (5) 每日活度處理量達三百七十億貝克以上之放射性廢棄物處理系統。
 - (6) 其他經主管機關指定之系統。
5. 低放射性廢棄物經均勻固化後之水泥固化體，應符合下列規定：
- (1) 溶出指數應大於六。
 - (2) 單軸抗壓強度每平方公分應大於十五公斤。
 - (3) 經耐水性測試後，單軸抗壓強度每平方公分應大於十五公斤。
 - (4) 經耐候性測試後，單軸抗壓強度每平方公分應大於十五公斤。
 - (5) 經耐輻射測試後，單軸抗壓強度每平方公分應大於十五公斤。
 - (6) 經耐菌性測試後，單軸抗壓強度每平方公分應大於十五公斤。
6. 固化流程控制計畫應載明事項：
- (1) 概述。
 - (2) 固化系統及固化作業流程。
 - (3) 固化前放射性廢棄物之取樣分析。
 - (4) 固化體盛裝容器。
 - (5) 固化體品質標準及其測試結果。
 - (6) 不合格固化體之處理。
 - (7) 品質保證。
 - (8) 其他經主管機關指定之事項。
7. 放射性廢棄物處理設施之設計，應符合下列規定：
- (1) 具有防火、防爆、收集溢流之功能。
 - (2) 防震設計，能確保設備及結構之安全。
 - (3) 廢棄物處理系統、設備或組件之設計能抑制劣化、防止洩漏，並考慮減少廢棄物容積。

- (4) 具有廢氣或廢液排放之偵測設備。
- 8. 放射性廢棄物處理技術中，核種分離/去除及組成改變技術主要應用於廢液處理，主要方法有蒸發、過濾及離子交換。

貯存

- 1. 未經安定化處理之放射性廢棄物貯存不得超過五年。
- 2. 貯存設施每十年應執行再評估，以確認該設施結構與貯存之安全。再評估報告應載明下列事項：
 - (1) 綜合概述。
 - (2) 設施結構檢查及評估。
 - (3) 吊卸設備檢查及評估。
 - (4) 廢棄物貯存狀況評估。
 - (5) 貯存作業評估。
 - (6) 輻射影響評估。
 - (7) 十年來異常事件經驗回饋。
 - (8) 除役初步規劃。
 - (9) 其他經主管機關指定之事項。
- 3. 盛裝容器指用於貯存或處置放射性廢棄物之容器。
- 4. 經營者於下列情況應進行檢整作業：
 - (1) 貯存設施於接收放射性廢棄物時或運轉期間發現容器銹蝕、變形或固化體劣化等，經營者應進行檢整作業。
 - (2) 貯存設施經十年再評估後，發現盛裝容器銹蝕、變形或固化體劣化時，經營者應提出檢整計畫，報請主管機關核准後實施檢整作業。
- 5. 申請者報請主管機關核准盛裝容器使用，應提出載明下列事項之報告：

- (1) 適用範圍。
 - (2) 設計基準、詳細工程設計及圖說。
 - (3) 容器材質、組成、尺寸、製造及防蝕方式。
 - (4) 試驗方法、標準及結果。
 - (5) 品質保證。
 - (6) 容器於放射性廢棄物處理、貯存、運送及最終處置作業各階段之技術可行性評估。
 - (7) 其他經主管機關指定之事項。
6. 裝有放射性廢棄物之盛裝容器，其表面輻射劑量率若超過每小時2毫西弗者，應採遙控或在加強輻射防護管制下操作。

運送

1. 放射性廢棄物包件除依放射性物質安全運送規則申請專案核定運送外，運送時運送工具外表面之最大輻射劑量率，不得大於每小時2毫西弗；距外表面二公尺處，不得大於每小時0.1毫西弗；駕駛座及載人座，不得大於每小時0.02毫西弗。
2. 放射性廢棄物包件經公路運送者，應依核准之運送計畫，並符合下列規定：
 - (1) 由訓練合格人員押運，並攜帶交運文件、物質安全資料表、輻射偵檢設備、通訊設備、意外事件處理裝備及運送計畫。
 - (2) 持有人或運送人視需要得協調當地及沿途警察機關實施交通管制及排除道路障礙或安全戒護。
3. 低放射性廢棄物之重量小於一千公斤且其活度小於放射性物質安全運送規則中微量包件之活度限值者，得免檢送運送計畫。
4. 國內固態低放射性廢棄物通常為第1類或第2類之固態低比活度物質，運送包件主要以工業包件為主。

5. 放射性廢棄物包件經海洋運送者，應依核准之運送計畫，並符合下列規定：
 - (1) 包件置於隔離之船艙或貨櫃內。
 - (2) 運送船舶應攜帶交運文件、物質安全資料表及運送計畫。
 - (3) 放射性廢棄物持有人應將運送有關資料先行通知運送人，並視需要協調各預定停靠港埠之警察機關，協助戒護。
 - (4) 船舶抵達目的港埠時，應在輻射防護人員監視下提貨，除遇不可抗拒因素外，不得逕行進庫貯存。
 - (5) 國內運送前，將運送期間之氣象預報資料送交主管機關備查。
6. 運送指數(TI)用於顯示包件劑量率之指標。包件與外包裝之運送指數，係以距離外部表面一公尺處最大輻射強度之每小時毫西弗數乘以一百。

用過核子燃料管理

1. 乾式貯存為確保臨界安全，必須維持於次臨界狀態，即中子有效增值因子 k_{eff} 應小於0.95。
2. 核一廠用過核子燃料乾式貯存之護箱設計年限為50年。
3. 用過核子燃料乾式貯存之護箱係利用自然空氣對流來移除殘餘熱。
4. 從核子反應器退出而不再使用的核子燃料稱為用過核子燃料。
5. 我國核能電廠用過核子燃料之管理策略為：
 - (1) 近程採核能電廠內燃料池貯存。
 - (2) 中程採廠區乾式貯存。
 - (3) 長程推動深層地質最終處置。

最終處置

1. 低放射性廢棄物最終處置設施場址設置條例之主管機關為核能安

全委員會；主辦機關為經濟部。

2. 低放處置設施之設計，應確保其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。
3. 低放處置設施應採多重障壁之設計，並依廢棄物分類特性分區處置。
4. 低放處置設施與安全有關係統及組件之設計，應具有相互替代性或備份。
5. 低放處置設施之保安與警示設計，應能防止人員誤闖或占用。
6. 低放處置設施完成封閉後，應對處置管制地區之穩定性進行至少五年之觀察及監測。
7. 建議候選場址須經縣(市)地方性公民投票同意，經濟部始得核定為候選場址。
8. 放射性廢棄物最終處置設施應接收全國所產生之放射性廢棄物。
9. 核能發電經營者或負責執行放射性廢棄物最終處置者，應提報最終處置計畫，經主管機關核定後，切實依計畫時程執行。
10. 用過核子燃料之最終處置，國際間都採行深地層處置的概念，而深地層處置是指地下數百公尺的穩定地層。
11. 原則上超C類廢棄物應於高放處置設施進行處置。

外釋

1. 當受管制的輻射源及放射性廢棄物經處理或衰減至可忽略的程度，已無安全顧慮，得解除其管制。
2. 外釋計畫所適用之範圍為已進入管制系統之固體放射性廢棄物，其法規依據為一定活度或比活度以下放射性廢棄物管理辦法。

放射性廢棄物管理策略

1. 放射性廢棄物管理策略重點

- (1) 力行減廢：國內各核能電廠持續推動放射性廢棄物減量。
- (2) 確保安全：各核能電廠均設有現代化低放射性廢棄物貯存庫，台電公司亦繼續執行低放射性廢棄物最終處置計畫，目前正尋求處置場址地點中。
- (3) 使用者付費：為避免後代子孫負擔，經濟部已設立核能後端營運基金，以支應未來放射性廢棄物的相關費用。
- (4) 尊重國際公約：放射性廢棄物之管理應保障安全與環境保護，並尊重相關國際公約的規定。
- (5) 推動專責機構：經濟部持續推動放射性廢棄物營運專責機構，目前已成立放射性廢棄物處置專案辦公室。

2. 低放射性廢棄物之管理策略為減量固化、安全貯存及妥善處置。

3. 用過核子燃料之管理策略為近程燃料池貯存、中程乾式貯存、長程最終處置。

除役

1. 我國核能電廠的除役作業時程規劃為下列4個階段：

- (1) 第一階段：除役過渡階段。
- (2) 第二階段：除役拆廠階段。
- (3) 第三階段：廠址最終狀態偵測階段。
- (4) 第四階段：廠址復原階段。

2. 除役廢棄物之管理，主要是放射性廢棄物之分類及解除管制，由於除役作業會產生大量的低放射性污染物質或廢棄物，有效的分類、明確的法規及解除管制標準，能使廢棄物經過適當的處理，不但能減省除役時間，也能降低放射性廢棄物的產量。

3. 國際間核能電廠除役之方式，通常可分為立即拆除(DECON)、延遲拆除或稱安全貯存(SAFSTOR)及固封(ENTOMB)3種。我國之除役策略，依規定採立即拆除之方式。
4. 國外已完成除役之核能電廠，其設施經拆除後，土地經綠化或移作其他設施再利用。我國現行法令規定，核能電廠將來除役應採取拆除之方式，拆除之範圍以放射性污染之設備、結構及物質為主，拆除後之廠址輻射劑量應符合主管機關所訂之標準。
5. 核能電廠之除役，台電公司應檢附除役計畫，向核安會提出申請，經審核合於下列規定，發給除役許可後，始得為之：
 - (1) 除役作業足以保障公眾之健康安全。
 - (2) 對環境保護及生態保育之影響合於相關法令之規定。
 - (3) 輻射防護作業及放射性物料管理合於相關法令之規定。
 - (4) 申請人之技術與管理能力及財務基礎等足以勝任除役之執行。
6. 依據核子反應器設施管制法之規定，核能電廠永久停止運轉前三年，必須提出除役計畫送核安會審查，發給除役許可後，應於二十五年內完成除役作業。
7. 核能電廠除役許可之申請應備文件、審核程序及其他應遵行事項，必須符合核子反應器設施除役許可申請審核及管理辦法之相關規定。
8. 核能電廠除役後之廠址，其輻射劑量應符合下列標準：
 - (1) 限制性使用者，其對一般人造成之年有效劑量不得超過1毫西弗。
 - (2) 非限制性使用者，其對一般人造成之年有效劑量不得超過0.25毫西弗。
9. 依據核電廠廢棄物離廠偵測作業計畫，除役廢棄物應偵測確認符合標準後，才可離開核電廠。
10. 為提升除役廢棄物離廠偵測結果之信心，可委託第三方公正機構

進行平行驗證，以昭公信。

11. 執行除役作業管理時，應執行廠址初始輻射特性調查，依據調查結果將廠區的放射性污染程度進行分類，並將可能產生的除役廢棄物，依據其活度濃度分類為Class 1、Class 2、Class 3。建立除役廢棄物離廠偵測計畫，並依據除役廢棄物之種類與活度濃度，決定偵測方式、比例及接受標準。
12. 執行除役作業管理時，應建立廢棄物離廠偵測作業過程之品保機制，落實各項品質查證、稽核作業，並留存相關紀錄備供查驗。
13. 執行除役作業管理時，應建立除役廢棄物之料帳管理系統，掌握除役期間產生各類廢棄物之流向。

違規事項

1. 依據核子設施違規事項處理作業要點，違規事項係指核子設施之作業事項違反原子能相關法律、法規命令、行政規則及持照文件之規定者。前述持照文件包括核能電廠終期安全分析報告、運轉技術規範、除役期間技術規範、除役期間安全分析報告、除役計畫及其他經核安會核定之文件。
2. 違規事項依其情節輕重及影響程度之不同，由重至輕依序分為一級違規、二級違規、三級違規、四級違規、五級違規等五個等級。無安全顧慮且未達五級違規之事項列為注意改進事項。
3. 核安會發現違規情事後，得視違規情節之輕重，糾正其缺失。如有違法情事，另依法處理。
4. 違規事項之情節，符合下列第一款至第五款全部條件或第六款及第七款條件之一者，核安會得不予糾正：
 - (1) 自行發現。
 - (2) 屬於四級違規或五級違規。

- (3) 依規定向核安會報告。
 - (4) 已完成改善或將於定期內完成改善。但於承諾期限內無法完成者除外。
 - (5) 以往之改正措施無法預防此項違規之發生，而提出新修正之有效改善措施。但屢次違規者除外。
 - (6) 因救災、救人等緊急狀況下之特別行動。
 - (7) 已於事先陳報核安會核定之案件。
5. 區分違規事項之等級時，核安會得考量下列相關因素，酌予提升或減低違規事項之等級：
- (1) 是否適時自行發現缺失、主動改正並依規定陳報。
 - (2) 是否故意或過失違反規定。
 - (3) 違規事項之改正措施是否如期完成。
 - (4) 是否曾獲得通知應注意此類缺失之防範。
 - (5) 是否重複發生此類缺失。
 - (6) 違規事項存續時間之長短。
 - (7) 以往安全績效之優劣。
6. 認定違規事項之等級時，核安會得邀請經營者說明。對核安會認定之違規事項及等級若有疑義時，經營者得於文到後一個月內檢附具體事由提出書面申覆。核安會對於經營者之申覆內容若有疑義，得邀請經營者說明。
7. 一、二級違規事項屬重大違反規定，核安會應立即糾正缺失，並得另依原子能相關法規要求停止作業、降載運轉、停止運轉、或進行特定之安全改善。一、二級違規事項核安會應立即發布新聞，並視需要召開記者說明會。
8. 三級違規事項屬中度違反規定，核安會應糾正缺失，要求提出具體改正措施。三級違規事項核安會得視需要發布新聞。

9. 四、五級違規事項屬輕度違反規定，核安會得糾正缺失，要求提出具體改正措施。
10. 區分違規事項之類級，以附件「違規事項之類級區分」為參考依據。但不以該附件所示範圍為限。