

等 別：高考一級
類 科：原子能
科 目：核能安全研究
考試時間：3 小時

座號：_____

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、不同類型反應器因設計差異而有不同的運轉安全特性，例如與反應器急停（Scram）相關的控制棒驅動機制（Control Rod Drive Mechanism），其所在位置與反應器類型具高度關聯性。壓水式反應器的控制棒驅動機制一般均位於反應器壓力槽上方，而沸水式反應器的控制棒驅動機制則位於反應器壓力槽下方。

(一)請說明此二類型反應器的控制棒驅動機制所在位置不同的原因。(15 分)

(二)急停發生時，此二類型反應器控制棒插入爐心的動力機制各為何？
(10 分)

二、雖然核二廠距離運轉執照屆期的時間尚有 2 年，然而廠內兩部機組的用過燃料池早在 2016 年便已滿載，也因此一、二號機的護箱裝載池分別於 2017 年與 2018 年完成改建，用以盛裝更多的用過核燃料。裝載池的啟用可使兩部機組各增加兩個燃料週期的運轉時間，同時也讓兩部機組停止運轉的時間得以更接近其運轉執照到期的日期。請分別以業主（即台灣電力公司）及管制機關（即行政院原子能委員會）的角度探討裝載池改建工程及其後續使用的安全性考量。(25 分)

三、日本福島第一核電廠的核子事故發生時，有三部機組（四至六號機）正在進行歲修，並未運轉。在海嘯侵襲之後，廠區出現全黑（Station Blackout）狀態，數部機組在其後數日之內，陸續發生氫氣爆炸，其中包括正在進行歲修的四號機，當時四號機爐心中的燃料早已全數被暫時移置於用過燃料池內。請回答下列問題：

(一)在事故情況下，置於用過燃料池內的用過核燃料是否可能出現再臨界的意外狀況？原因為何？(15 分)

(二)為了避免前述的再臨界意外，恰當的處理方式為何？(10 分)

四、核一、二廠的四部機組採用美國奇異（General Electric）公司的沸水式反應器。沸水式反應器運轉期間主冷卻水迴路中金屬組件的腐蝕問題，通常較壓水式反應器一次側冷卻水迴路的情況嚴重，主要原因是沸水式反應器的冷卻水具有相對較高的氧化性，水中的溶氧與過氧化氫濃度均可達數百 ppb (parts per billion)，足以誘發不銹鋼組件的應力腐蝕龜裂。

(一)沸水式反應器高氧化性水化學的主要肇因為何？（5 分）

(二)針對沸水式反應器的高氧化性水化學，目前常用的金屬組件腐蝕防制技術有那兩種？（10 分）

(三)與沸水式反應器主冷卻水迴路組件的腐蝕問題對比，壓水式反應器一次側冷卻水迴路的腐蝕問題明顯較不嚴重，請說明其原因。（10 分）