

八、反應爐系統 (Reactor Systems)

在反應爐系統的領域中，有下列二十五項工作須執行。

- 8.1 燃料系統設計 (Fuel System Design)
- 8.2 核工設計 (Nuclear Design)
- 8.3 熱流設計 (Thermal and Hydraulic Design)
- 8.4 緊急系統 (Emergency System)
 - 8.4.1 控制棒驅動系統之功能設計 (Functional Design of Control Rod Drive System)
 - 8.4.2 功率運轉之過壓保護 (Overpressure Protection during Power Operation)
 - 8.4.3 爐心隔離冷卻系統 (Reactor Core Isolation Cooling System, RCIC)
 - 8.4.4 餘熱移除系統 (Residual Heat Removal System, RHR)
 - 8.4.5 備用硼液控制系統 (Standby Liquid Control System, SLCS)
- 8.5 事故與暫態分析 (Accident and Transient Analyses)
 - 8.5.1 飼水溫度降低、流量增加、與蒸汽流量增加 (Decrease in Feedwater Temperature, Increase in Feedwater Flow, and Increase in Steam Flow)
 - 8.5.2 二次系統引起之熱移除降低 (Decrease in Heat Removal by the Secondary System)
 - 8.5.2.1 喪失廠外負載、汽機跳脫、喪失主冷凝器真空、MSIV 關閉、與蒸汽壓力調節器故障 (Loss of External Load; Turbine Trip, Loss of Condenser Vacuum; Closure of Main Steam Isolation Valve (BWR); and Steam Pressure Regulator Failure (Closed))
 - 8.5.2.2 電廠輔助設施喪失非緊急 AC 電源 (Loss of Non-emergency AC Power to the Station Auxiliaries)
 - 8.5.2.3 喪失正常飼水流量 (Loss of Normal Feedwater Flow)
 - 8.5.3 反應爐冷卻水流量降低 (Decrease in Reactor Coolant System Flows)
 - 8.5.3.1 喪失反應爐強制冷卻水流 (Loss of Forced Reactor Coolant Flow)
 - 8.5.3.2 反應爐再循環水泵轉軸卡住及斷軸 (Reactor Recirculation Pump Rotor Seizure and Reactor Recirculation Pump Shaft Break)
 - 8.5.4 反應度與功率分佈異常 (Reactivity and Power Distribution Anomalies)
 - 8.5.4.1 非控制下控制棒抽出-發生於次臨界或低功率起動狀況 (Uncontrolled Control Rod Assembly Withdrawal from a Subcritical or Low Power Startup Condition)
 - 8.5.4.2 非控制下控制棒抽出-發生於功率運轉 (Uncontrolled Control Rod Assembly Withdrawal at Power)
 - 8.5.4.3 非正常溫度下啟動備用環路或再循環迴路與流量控制功能異常致使 BWR 爐心流量增加 (Startup of an Inactive Loop or Recirculation Loop at an Incorrect Temperature, and Flow Controller Malfunction Causing an Increase in BWR Core Flow Rate)
 - 8.5.4.4 掉棒事件 (Spectrum of Rod Drop Accidents)
 - 8.5.5 ECCS 誤動作或故障使反應爐冷卻水量增加 (Inadvertent Operation of ECCS or Malfunction that Increases Reactor Coolant Inventory)

- 8.5.6 反應爐冷卻水量降低 (Decrease in Reactor Coolant Inventory)
 - 8.5.6.1 釋壓閥誤開 (Inadvertent Opening of a Relief Valve)
 - 8.5.6.2 緊急爐心冷卻系統與冷卻水流失事件 (Emergency Core Cooling System and Loss-of Coolant Accidents)
 - 8.5.7 預期暫態未急停 (Anticipated Transient Without Scram, ATWS)
 - 8.6 燃料貯存 (Fuel Storage)
 - 8.6.1 新燃料貯存 (New Fuel Storage)
 - 8.6.2 用過燃料貯存 (Spent Fuel Storage)
- 上述每項工作的執行細節與須遵守的導則詳述於相對應之小節中：

8.1 燃料系統設計 (Fuel System Design)

燃料系統包括燃料棒束、可燃毒素棒、間隔格架與彈簧、端板 (End Plates)、渠道箱 (Channel Boxes)、以及反應度控制棒。審查燃料系統的目的是確認：(1) 在正常運轉及可預見運轉事件時 (AOOs) 燃料系統不會受到損傷。(2) 即使燃料系統受損也不會嚴重到控制棒的插入受到影響。(3) 在假想意外事故時未低估受損的燃料數量。(4) 冷卻能力可一直被維持。管制單位的審查範圍包括燃料系統的損壞機制、重要參數的限值、以及在正常運轉、可預見運轉事件、與假想意外事故時燃料系統的性能。

審查的接受準則是根據：(1) 10 CFR 50.46，此法規建立 ECCS 性能的計算標準與計算所得性能之可接受性。(2) GDC-10，此法規要求反應爐爐心的設計必須有適當的餘裕以確認在任何正常運轉及可預見運轉事件的狀況下都不會超過指定之可接受燃料設計限值 (Specified Acceptable Fuel Design Limits, SAFDL)。(3) GDC-27，要求針對假想意外事故及若干 (控制棒) 卡棒情況下仍有適當餘裕 (appropriate margin for stuck rods) 狀態，反應度控制系統加上 ECCS 能貢獻的反應度毒素 (Poison) 必須能可靠地控制反應度的變化，且能維持爐心冷卻的能力。(4) GDC-35，此法規要求設計上要有足夠的緊急爐心冷卻以在 LOCA 後移除爐心的熱量。SRP 4.2 節提供了特定的審查準則，RS-001 矩陣 8 提供相關審查指引。

8.2 核工設計 (Nuclear Design)

核工設計之範圍包括燃料束、控制系統及爐心。審查目的是確認正常運轉與可預見運轉事件中燃料不會超過安全限值，以及假設性的反應度事故不會損害 RCPB，或影響爐心冷卻能力。審查範圍包括爐心功率分佈、反應度係數、反應度控制要求與方式、控制棒排序與反應度值、臨界度、燃耗、及反應爐照射 (irradiation)。

審查的接受準則是根據：(1) GDC-10，要求反應爐心設計須留有適當的餘裕，以確保正常運轉中（包含可預見運轉事件 Anticipated Operational Occurrences, AOOs）所有運轉參數不會超過特定可接受之燃料設計限值 (SAFDLs)。(2) GDC-11，要求反應爐心設計須具備自然及立即之核子參數回饋可以抵銷反應度快速增加之特性。(3) GDC-12，要求針對可能使運轉參數超過特定可接受之燃料設計限值的功率振盪 (power oscillations)，反應爐心設計須使其不可能發生，或具備可靠方便的方式偵測且壓制 (Suppress) 功率振盪。(4) GDC-13，要求針對可能影響正常運轉、可預見運轉事件 (AOOs)、及事故狀態下分裂過程之參數與系統，具有儀控系統可偵測該等參數與系統，並維持其值於運轉範圍內。(5) GDC-20，要求設計可自動啟動反應度控制之保護系統，以確保在可預見運轉事件 (AOOs) 狀態中燃料相關參數不會超過可接受的設計限值；同時也能在事故狀態下自動啟動對安全重要之組件與系統。(6) GDC-25，要求在單一反應度控制系統失效的狀態下，保護系統必須能確保所有運轉參數不會超過特定可接受之燃料設計限值 (SAFDLs)。(7) GDC-26，要求具備兩套互相獨立的反應度控制系統，每套系統均能在預定的功率範圍內控制反應度的變化。(8) GDC-27，要求針對假想意外事故及若干（控制棒）卡棒情況下仍有適當餘裕 (appropriate margin for stuck rods) 狀態，反應度控制系統加上 ECCS 能貢獻的反應度毒素 (Poison) 必須能可靠地控制反應度的變化，且能維持爐心冷卻的能力。(9) GDC-28，要求針對假設性反應度異常事故，反應度控制系統必須能確保 RCPB 受到的損害小於局部的有限變形 (limited local yielding)，同時須確保爐心、其支撐結構、或其他爐內組件之損害不會嚴重影響爐心冷卻能力。SRP 4.3 節提供了特定的審查準則，RS-001 矩陣 8 提供相關審查指引。

8.3 熱流設計 (Thermal and Hydraulic Design)

審查爐心與冷卻系統熱流設計之目的在確認：(1) 使用可接受的分析方法。(2) 等同於已獲證明的設計 (proven design) 或為該種設計延伸且經驗證之使用。(3) 針對正常運轉及可預見運轉事件 (AOOs) 時可能導致燃料損害的狀態，提供可接受的安全餘裕。(4) 不易受熱流不穩定 (instability) 影響。

審查時也須注意正常運轉及 DBA 狀態對爐心與冷卻系統造成之水力負載，以及正常運轉或預期暫態未急停 (ATWS) 時之爐心熱流不穩定狀況。本項審查的接受準則是根據：(1) GDC-10，要求反應爐心設計須留有適當的餘裕，以確保正常運轉中 (包含可預見運轉事件 Anticipated Operational Occurrences, AOOs) 所有運轉參數不會超過特定可接受之燃料設計限值 (SAFDLs)。(2) GDC-12，要求針對可能使運轉參數超過特定可接受之燃料設計限值的功率振盪 (power oscillations)，反應爐心設計須使其不可能發生，或具備可靠方便的方式偵測且壓制 (Suppress) 功率振盪。SRP 4.4 節提供了特定的審查準則，RS-001 矩陣 8 提供相關審查指引。

8.4 緊急系統 (Emergency System)

8.4.1 控制棒驅動系統(CRDS)之功能設計(Functional Design of Control Rod Drive System)

審查控制棒驅動系統功能設計之目的在確認：該系統可有效地使反應爐安全停機，該系統在可預見運轉事件 (AOOs) 時能在可接受的時限內完成動作，以及該系統可防止或減輕假想意外事故造成之後果。審查時也須注意 CRDS 的冷卻系統能否持續符合其設計要求。

本項審查的接受準則是根據：(1) GDC-4，此法規要求對安全重要之 SSCs 的設計必須能夠承受正常運轉、維護、測試及假想意外事故後環境的影響並且須能夠與環境相容。(2) GDC-23，要求保護系統之設計必須使其失效時保持在安全狀態 (Fail safe)。(3) GDC-25，要求在單一反應度控制系統失效的狀態下，保護系統必須能確保所有運轉參數不會超過特定可接受之燃料設計限值 (SAFDLs)。

(4) GDC-26，要求具備兩套互相獨立的反應度控制系統，每套系統均能在預定的功率範圍內控制反應度的變化。(5) GDC-27，要求針對假想意外事故及若干 (控制棒) 卡棒情況下仍有適當餘裕 (appropriate margin for stuck rods) 狀態，反應度控制系統加上 ECCS 能貢獻的反應度毒素 (Poison) 必須能可靠地控制反應度的變化，且能維持爐心冷卻的能力。(6) GDC-28，要求針對假設性反應度異常事故，反應度控制系統必須能確保 RCPB 受到的損害小於有限局部降伏變形 (limited local yielding)，同時須確保爐心、其支撐結構、或其他爐內組件之損害不會嚴重影響爐心冷卻能力。(7) GDC-29，要求在可預見運轉事件 (AOOs) 時，保護及反應度控制系統履行安全功能之極高機率 (extremely high probability)。

(8) 10CFR 50.62 (c) (3)，要求所有 BWR 反應爐必須裝設一套控制棒替代插入系統 (Alternate Rod Injection, ARI)，且此系統必須具有備用急停空氣集管排氣閥。SRP 4.6 節提供了特定的審查準則。

8.4.2 功率運轉之過壓保護 (Overpressure Protection during Power Operation)

功率運轉時 RCPB 之過壓保護是由釋壓閥、安全閥及反應爐保護系統共同提供。本項審查範圍包括主蒸汽管路上的釋壓閥與安全閥，以及這些閥連接抑壓池的管路。本項審查的接受準則是根據：(1) GDC-15，要求反應爐冷卻系統與其相關之輔助、控制及保護系統設計須留有適當的餘裕，以確保正常運轉中（包含可預見運轉事件 AOOs）RCPB 不會超過其設計限值。(2) GDC-31，要求 RCPB 設計須留有適當的餘裕，以確保其維持非脆化（nonbrittle）狀態，且使破裂快速傳播的機會降至最小。SRP 5.2.2 節提供了特定的審查準則。

8.4.3 爐心隔離冷卻系統 (Reactor Core Isolation Cooling System, RCIC)

當主飼水系統無法供水至反應爐時，反應爐心隔離冷卻系統 (RCIC) 為提供冷卻水以執行有限熱移除之備用系統，其熱移除功能在救援電廠全黑 (Station Blackout, SBO) 時特別重要。RCIC 系統主要水源來自冷凝水貯存槽，次要水源來自抑壓池。本項審查重點為功率提昇對 RCIC 系統功能的影響。

本項審查的接受準則是根據：(1) GDC-4，此法規要求對安全重要之 SSCs 的設計必須能夠承受正常運轉、維護、測試及假想意外事故後環境的影響並且須能夠與環境相容。(2) GDC-5，規定對安全重要之 SSCs 不可被不同機組共用，除非能夠證明共用不會嚴重地影響其執行安全功能的能力。(3) GDC-29，要求在可預見運轉事件 (AOOs) 時，保護及反應度控制系統履行安全功能之極高機率 (extremely high probability)。(4) GDC-33，要求在 RCPB 發生小破口狀況時，必須有一個系統能補水至反應爐心，以確保燃料相關參數不會超過設計限值。(5) GDC-34，要求必須有一個餘熱移除系統能將核分裂及其他來源之餘熱移除，且其移熱速率必須確保相關參數不會超過特定可接受之燃料設計限值 (SAFDLs) 及 RCPB 設計限值。(6) GDC-54，要求圍阻體穿越管路之隔離閥必須能定期測試，以檢查其洩漏率是否在可接受的範圍。(7) 10 CFR 50.63，要求電廠必須能在特定的時限內承受電廠全黑 (SBO) 的狀態，且須在特定的時限內從該狀態復原。SRP 5.4.6 節提供了特定的審查準則。

8.4.4 餘熱移除系統 (Residual Heat Removal System, RHR)

餘熱移除 (RHR) 系統是在反應爐停機後用來冷卻反應爐冷卻系統，該系統通常為低壓系統，而在反應爐冷卻系統溫度降低後才接續執行反應爐停機冷卻功能。本項審查重點為功率提昇對 RHR 系統功能的影響。本項審查的接受準則是根據：(1) GDC-4，此法規要求對安全重要之 SSCs 的設計必須能夠承受正常運轉、維護、測試及假想意外事故後環境的影響並且須能夠與環境相容。(2) GDC-5，規定對安全重要之 SSCs 不可被不同機組共用，除非能夠證明共用不會嚴重地影響其執行安全功能的能力。(3) GDC-34，要求必須有一個餘熱移除系統能將核分裂及其他來源之餘熱移除，且其移熱速率必須確保相關參數不會超過特定可接受之燃料設計限值 (SAFDLs) 及 RCPB 設計限值。SRP 5.4.7 節提供了特定的審查準則，RS-001 矩陣 8 提供相關審查指引。

8.4.5 備用硼液控制系統 (Standby Liquid Control System, SLCS)

在反應度控制方面，備用硼液控制系統 (SLCS) 是控制棒的後備系統，該系統以注射硼液至反應爐內以達停爐之功能。本項審查重點為功率提昇後 SLCS 是否仍可注射足量硼液至反應爐內以達停爐之要求。本項審查的接受準則是根據：(1) GDC-26，要求具備兩套互相獨立的反應度控制系統，每套系統均能在預定的功率範圍內控制反應度的變化。(2) GDC-27，要求針對假想意外事故及若干（控制棒）卡棒情況下仍有適當餘裕 (appropriate margin for stuck rods) 狀態，反應度控制系統加上 ECCS 能貢獻的反應度毒素 (Poison) 必須能可靠地控制反應度的變化，且能維持爐心冷卻的能力。(3) 10CFR 50.62 (c) (4)，要求 SLCS 能以特定的速率將特定濃度的硼液自動注入反應爐內。SRP 9.3.5 節提供了特定的審查準則，RS-001 矩陣 8 提供相關審查指引。

8.5 事故與暫態分析 (Accident and Transient Analyses)

8.5.1 飼水溫度降低、流量增加、與蒸汽流量增加 (Decrease in Feedwater Temperature, Increase in Feedwater Flow, and Increase in Steam Flow)

熱量移除過多會導致緩和劑溫度下降、爐心反應度增加、功率上昇、及停機餘裕減少等一連串效應。任何非預期的功率上昇都可能導致燃料損害或過高的系統壓力。上述狀況均賴反應爐保護與安全系統減輕暫態影響。本項審查重點包括(1)反應爐與爐心初始狀態的假設。(2)熱流分析方法。(3)事故發展序列。(4)反應爐零組件反應的假設。(5)反應爐保護系統功能與運轉特性。(6)運轉員的動作，及(7)暫態分析的結果。

本項審查的接受準則是根據：(1) GDC-10，規定反應爐心之設計必須有適當之餘裕以確保燃料設計限值在任何正常運轉狀況（包括可預見運轉事件）都不會超過。(2) GDC-15，要求反應爐冷卻系統與其相關之輔助、控制及保護系統設計須留有適當的餘裕，以確保正常運轉中（包含可預見運轉事件，AOOs）RCPB不會超過其設計限值。(3) GDC-20，要求設計可自動啟動反應度控制之保護系統，以確保在可預見運轉事件（AOOs）狀態中燃料相關參數不會超過可接受的設計限值；同時也能在事故狀態下自動啟動對安全重要之組件與系統。(4) GDC-26，要求具備兩套互相獨立的反應度控制系統，每套系統均能在預定的功率範圍內控制反應度的變化。SRP 15.1.1-4 節提供了特定的審查準則，RS-001 矩陣 8 提供相關審查指引。

8.5.2 二次系統引起之熱移除降低 (Decrease in Heat Removal by the Secondary System)

8.5.2.1 喪失廠外負載、汽機跳脫、喪失主冷凝器真空、MSIV 關閉、與蒸汽壓力調節器故障 (Loss of External Load; Turbine Trip, Loss of Condenser Vacuum; Closure of Main Steam Isolation Valve (BWR); and Steam Pressure Regulator Failure (Closed))

許多肇始事件 (initiating event) 可能在二次系統引起非預期的熱量移除降低狀態，這些事件將導致蒸汽流量降低而使壓力上昇。上述狀況均賴反應爐保護與安全系統減輕暫態影響。本項審查重點包括事故發展序列、分析方法、分析參數值、及暫態分析的結果。

本項審查的接受準則是根據：(1) GDC-10，規定反應爐心之設計必須有適當之餘裕以確保燃料設計限值在任何正常運轉狀況 (包括可預見運轉事件) 都不會超過。(2) GDC-15，要求反應爐冷卻系統與其相關之輔助、控制及保護系統設計須留有適當之餘裕，以確保正常運轉中 (包含可預見運轉事件，AOOs) RCPB 不會超過其設計限值。(3) GDC-26，要求具備兩套互相獨立的反應度控制系統，每套系統均能在預定的功率範圍內控制反應度的變化。SRP 15.2.1-5 節提供了特定的審查準則，RS-001 矩陣 8 提供相關審查指引。

8.5.2.2 電廠輔助設施喪失非緊急 AC 電源 (Loss of Non-emergency AC Power to the Station Auxiliaries)

喪失非緊急 AC 電源是假設電廠輔助設施喪失所有電源，所有反應爐冷卻循環泵也同時跳脫。這種狀態將導致冷卻水流量逐漸降低、二次系統熱移除能力減少、汽機跳脫、冷卻水溫度與壓力上昇、及反應爐急停。上述狀況均賴反應爐保護與安全系統減輕暫態影響。本項審查重點包括事故發展序列、分析方法、分析參數值、及暫態分析的結果。

本項審查的接受準則與 8.5.2.1 相同。SRP 15.2.6 節提供了特定的審查準則，RS-001 矩陣 8 提供相關審查指引。

8.5.2.3 喪失正常飼水流量 (Loss of Normal Feedwater Flow)

泵失效、閥功能異常、或喪失廠外電源均會造成正常飼水流量之喪失，進而導致冷卻水溫度與壓力上昇及反應爐急停。若發生上述狀況，燃料之餘熱必須被移除，而反應爐保護與安全系統須啟動以減輕暫態影響。本項審查重點包括事故發展序列、分析方法、分析參數值、及暫態分析的結果。本項審查的接受準則與 8.5.2.1 相同。SRP 15.2.7 節提供了特定的審查準則，RS-001 矩陣 8 提供相關審查指引。

8.5.3 反應爐冷卻水流量降低 (Decrease in Reactor Coolant System Flows)

8.5.3.1 喪失反應爐強制冷卻水流 (Loss of Forced Reactor Coolant Flow)

反應爐冷卻水流量降低會使爐心熱傳逐漸劣化。在此種狀態下若相關參數超過特定可接受之燃料設計限值 (SAFDLs)，則燃料溫度上昇會導致燃料損壞。本項審查重點包括：(1) 反應爐與爐心初始狀態的假設。(2) 熱流分析方法。(3) 事故發展序列。(4) 反應爐零組件反應的假設。(5) 反應爐保護系統功能與運轉特性。(6) 運轉員的動作，及 (7) 暫態分析的結果。本項審查的接受準則與 8.5.2.1 相同。SRP 15.3.1-2 節提供了特定的審查準則，RS-001 矩陣 8 提供相關審查指引。

8.5.3.2 反應爐再循環水泵轉軸卡住及斷軸 (Reactor Recirculation Pump Rotor Seizure and Reactor Recirculation Pump Shaft Break)

反應爐再循環水泵轉軸卡住或斷軸會使該冷卻環路水流量減少，進而導致反應爐與汽輪機急停。爐心冷卻水流突然減少會使爐心熱傳逐漸劣化，進而導致燃料損壞。在再循環水泵轉軸卡住的狀態，冷卻水流初期減少的速度較快；但在斷軸的狀態，該冷卻環路於暫態後期之逆流量較大，因此爐心冷卻水流更為減少。針對任何一種狀態，反應爐保護與安全系統都須啟動以減輕暫態影響。本項審查重點包括：(1) 反應爐與爐心初始狀態的假設。(2) 熱流分析方法。(3) 事故發展序列。(4) 反應爐零組件反應的假設。(5) 反應爐保護系統功能與運轉特性。(6) 運轉員的動作，及 (7) 暫態分析的結果。

本項審查的接受準則是根據：(1) GDC-27，要求針對假想意外事故及若干（控制棒）卡棒情況下仍有適當餘裕（appropriate margin for stuck rods）狀態，反應度控制系統加上 ECCS 能貢獻的反應度毒素（Poison）必須能可靠地控制反應度的變化，且能維持爐心冷卻的能力。(2) GDC-28，要求針對假設性反應度異常事故，反應度控制系統必須能確保 RCPB 受到的損害小於有限局部降伏變形（limited local yielding），同時須確保爐心、其支撐結構、或其他爐內組件之損害不會嚴重影響爐心冷卻能力。(3) GDC-31，要求 RCPB 設計須留有適當的餘裕，以確保其維持非脆化（nonbrittle）狀態，且使破裂快速傳播的機會降至最小。SRP 15.3.3-4 節提供了特定的審查準則，RS-001 矩陣 8 提供相關審查指引。

8.5.4 反應度與功率分佈異常 (Reactivity and Power Distribution Anomalies)

8.5.4.1 非控制下控制棒抽出-發生於次臨界或低功率起動狀況 (Uncontrolled Control Rod Assembly Withdrawal from a Subcritical or Low Power Startup Condition)

反應爐或控制棒控制系統之誤動作均可導致次臨界或低功率情況下控制棒不受控制地抽出。此種狀況將使正反應度不受控制地加入爐心，導致功率異常升高。本項審查重點包括：(1) 暫態原因及暫態現象之描述。(2) 初始狀態。(3) 用於分析之反應爐參數。(4) 分析方法與電腦軟體。(5) 暫態分析的結果。

本項審查的接受準則是根據：(1) GDC-10，規定反應爐心之設計必須有適當之餘裕以確保燃料設計限值在任何正常運轉狀況（包括可預見運轉事件）都不會超過。(2) GDC-20，要求設計可自動啟動反應度控制之保護系統，以確保在可預見運轉事件（AOOs）狀態中燃料相關參數不會超過可接受的設計限值；同時也能在事故狀態下自動啟動對安全重要之組件與系統。(3) GDC-25，要求在單一反應度控制系統失效的狀態下，保護系統必須能確保所有運轉參數不會超過特定可接受之燃料設計限值(SAFDLs)。SRP 15.4.1 節提供了特定的審查準則，RS-001 矩陣 8 提供相關審查指引。

8.5.4.2 非控制下控制棒抽出-發生於功率運轉 (Uncontrolled Control Rod Assembly Withdrawal at Power)

本項發生原因與後果、審查重點、及接受準則均與 8.5.4.1 節類似。SRP 15.4.2 節提供了特定的審查準則，RS-001 矩陣 8 提供相關審查指引。

8.5.4.3 非正常溫度下啟動備用再循環迴路與流量控制功能異常致使 BWR 爐心流量增加 (Startup of an Inactive Loop or Recirculation Loop at an Incorrect Temperature, and Flow Controller Malfunction Causing an Increase in BWR Core Flow Rate)

啟動備用再循環迴路可能使爐心流量增加，或將較冷的水加入爐心。這種狀況將使緩和劑溫度與爐心空泡系數降低，進而導致爐心反應度增加。本項審查重點包括：(1) 事故發展序列。(2) 分析方法。(3) 用於分析之參數值，及 (4) 暫態分析的結果。

本項審查的接受準則是根據：(1) GDC-10，規定反應爐心之設計必須有適當之餘裕以確保燃料設計限值在任何正常運轉狀況（包括可預見運轉事件）都不會超過。(2) GDC-20，要求設計可自動啟動反應度控制之保護系統，以確保在可預見運轉事件（AOOs）狀態中燃料相關參數不會超過可接受的設計限值；同時也能在事故狀態下自動啟動對安全重要之組件與系統。(3) GDC-15，要求反應爐冷卻系統與其相關之輔助、控制及保護系統設計須留有適當之餘裕，以確保正常運轉中（包含可預見運轉事件 AOOs）RCPB 不會超過其設計限值。(4) GDC-28，要求針對假設性反應度異常事故，反應度控制系統必須能確保 RCPB 受到的損害小於局部的有限變形（limited local yielding），同時須確保爐心、其支撐結構、或其他爐內組件之損害不會嚴重影響爐心冷卻能力。(5) GDC-26，要求具備兩套互相獨立的反應度控制系統，每套系統均能在預定的功率範圍內控制反應度的變化。SRP 15.4.4-5 節提供了特定的審查準則，RS-001 矩陣 8 提供相關審查指引。

8.5.4.4 掉棒事件 (Spectrum of Rod Drop Accidents)

本項審查重點包括：事件的原因、限制掉棒的反應度值的安全設計、掉棒可能使爐心反應度增加的速率、分析模式、及暫態分析的結果。而審查的接受準則是根據 GDC-28，要求針對假設性反應度異常事故，反應度控制系統必須能確保 RCPB 受到的損害小於局部的有限變形 (limited local yielding)，同時須確保爐心、其支撐結構、或其他爐內組件之損害不會嚴重影響爐心冷卻能力。SRP 15.4.9 節提供了特定的審查準則，RS-001 矩陣 8 提供相關審查指引。

8.5.5 ECCS 誤動作或故障使反應爐冷卻水量增加 (Inadvertent Operation of ECCS or Malfunction that Increases Reactor Coolant Inventory)

設備誤動作、運轉員失誤、及不正常運轉狀況均可能使反應爐冷卻水量非預期地增加。此種狀況下若注入水溫不適當加上自動控制系統失靈，則功率可能增加，進而導致燃料損壞或反應爐冷卻系統壓力過高。反應爐保護與安全系統須啟動以減輕此種暫態的影響。本項審查重點包括：(1) 事故發展序列。(2) 分析方法。(3) 用於分析之參數值，及 (4) 暫態分析的結果。

本項審查的接受準則是根據：(1) GDC-10，規定反應爐心之設計必須有適當之餘裕以確保燃料設計限值在任何正常運轉狀況（包括可預見運轉事件）都不會超過。(2) GDC-15，要求反應爐冷卻系統與其相關之輔助、控制及保護系統設計須留有適當之餘裕，以確保正常運轉中（包含可預見運轉事件 AOOs）RCPB 不會超過其設計限值。(3) GDC-26，要求具備兩套互相獨立的反應度控制系統，每套系統均能在預定的功率範圍內控制反應度的變化。SRP 15.5.1-2 節提供了特定的審查準則，RS-001 矩陣 8 提供相關審查指引。

8.5.6 反應爐冷卻水量降低 (Decrease in Reactor Coolant Inventory)

8.5.6.1 釋壓閥誤開 (Inadvertent Opening of a Relief Valve)

釋壓閥誤開會使反應爐冷卻水量及反應爐冷卻系統壓力降低，釋出之蒸汽排放至抑壓池。在這種狀況下，反應爐一般不會急停，汽機控制閥 (TCV) 會關小使反應爐穩定於較低之壓力，功率約能維持原有水準，反應爐冷卻水量也經飼水控制由冷凝水貯存槽取水而恢復原水量。本項審查重點與接受準則與 8.5.5 節類似。SRP 15.6.1 節提供了特定的審查準則，RS-001 矩陣 8 提供相關審查指引。

8.5.6.2 緊急爐心冷卻系統與冷卻水流失事件 (Emergency Core Cooling System and Loss-of Coolant Accidents)

冷卻水流失事件 (LOCAs) 為一假設性事件，其主要現象為 RCPB 上的管路破裂，且破管漏水速度超過反應爐冷卻系統補水速度。除非此種狀態失去的水量能迅速補充，否則爐心的熱將無法移除。反應爐保護系統與緊急爐心冷卻系統 (ECCS) 須啟動以減輕此種暫態的影響。本項審查重點包括：(1) 破管的位置與大小。(2) 初使狀態。(3) 事故發展序列。(4) 分析模式、反應爐功率、壓力、流量及溫度暫態之計算。(5) 燃料護套之最高溫度、總氧化量、氫氣總產量及長期冷卻狀態之計算。(6) 反應爐保護系統與緊急爐心冷卻系統功能與運轉特性，及 (7) 運轉員動作。

本項審查的接受準則是根據：(1) 10 CFR 50.46，此法規建立 ECCS 性能的計算標準與計算所得性能之可接受性。(2) 10 CFR 50 App. K，此附錄建立 ECCS 在 LOCA 沖放階段 (blowdown phase) 後熱移除評估模式之要求與可接受特性。(3) GDC-4 要求對安全重要之 SSCs 設計時能有足夠裕度以承受正常運轉、維護、測試及假想意外事故之各種環境的影響。(4) GDC-27，要求針對假想意外事故及若干 (控制棒) 卡棒情況下仍有適當餘裕 (appropriate margin for stuck rods) 狀態，反應度控制系統加上 ECCS 能貢獻的反應度毒素 (Poison) 必須能可靠地控制反應度的變化，且能維持爐心冷卻的能力。(5) 此法規要求設計上要有足夠的緊急爐心冷卻以在 LOCA 後移除爐心的熱量。SRP 6.3 及 15.6.5 節提供了特定的審查準則，RS-001 矩陣 8 提供相關審查指引。

8.5.7 預期暫態未急停 (Anticipated Transient Without Scram, ATWS)

預期暫態未急停 (ATWS) 假設發生可預見運轉事件 (AOOs) 加上反應爐保護系統無法達成 GDC-20 所要求的功能。10 CFR 50.62 針對此種事件有如下要求：

(1) BWR 電廠都必須設置一套控制棒替代插入系統 (Alternate Rod Injection, ARI)，且此系統與既有反應爐急停系統從偵檢器輸出裝置到插入啟動裝置都必須有各自獨立的設備。(2) BWR 電廠都必須設置一套備用硼液控制系統 (SLCS)，此系統將硼液注入反應爐的速度至少須相當於以 86 gpm 的流量將重量百分比為 13% 的五硼酸鈉 (sodium pentaborate decayhydrate，其中 B-10 的豐度 (abundance) 須與天然硼相同) 注入內徑為 251 英吋的反應爐。且此系統必須能自動啟動。(3) 在 ATWS 事件時，BWR 電廠須設置有使再循環水系統自動跳脫的設備。

本項審查須確認下列事項：

- (1) 須符合上述 10 CFR 50.62 之要求。
- (2) 確認 SLCS 泵排放釋壓閥之安全餘裕不受功率提昇影響。
- (3) 緊急運轉程序書中相關運轉動作須與通用性 (generic) 緊急程序導則及嚴重事故導則 (EPGs/SAGs) 相關要求一致。

另針對 ATWS 分析須確認下列事項：

- (1) 反應爐底最高壓力小於 1500 psig (ASME Service Level C)。
- (2) 燃料護套最高溫度小於 2200 (10 CFR 50.46)。
- (3) 抑壓池最高溫度小於設計限值。
- (4) 圍阻體最高壓力小於設計壓力。

本項審查亦須利用美國 NRC 或我國管制單位核准的方法與準則評估伴隨 ATWS 發生的熱流不穩度 (instability)。本項審查重點包括：最嚴重事件 (limiting event) 之選擇、事故發展序列、分析方法及其適用性、用於分析之參數值、及分析的結果。若電廠選擇利用供應廠商 (vendor) 一般性分析提出申請，則須審查電廠証明其可利用該分析之理由。RS-001 矩陣 8 提供相關審查指引。

8.6 燃料貯存 (Fuel Storage)

8.6.1 新燃料貯存 (New Fuel Storage)

新燃料貯存量隨電廠不同而相異，本項審查範圍包括在所有可預測的貯存狀況下，新燃料貯存設施維持次臨界 (subcritical) 之能力。審查重點則為燃料設計變更對新燃料貯存設施之影響。本項審查的接受準則是根據 GDC-62 規定必須防止臨界之意外。SRP 9.1.1 節提供了特定的審查準則。

8.6.2 用過燃料貯存 (Spent Fuel Storage)

用過燃料貯存池的功能是在所有可預測的貯存狀況下，維持用過燃料在次臨界及安全狀態，同須提供將用過燃料安全地裝入運輸護箱 (shipping cask) 的方法。本項審查重點為功率提昇對用過燃料貯存池臨界分析的影響。本項審查的接受準則是根據：(1) GDC-4 要求對安全重要之 SSCs 設計時能有足夠裕度以承受正常運轉、維護、測試及假想意外事故之各種環境的影響。(2) GDC-62 規定必須防止臨界之意外。SRP 9.1.2 節提供了特定的審查準則。