
我國核能一、二、三廠
八十四年異常事件統計分析

行政院原子能委員會
核能技術處

摘 要

我國現有三座核能電廠六部機組在商業運轉中，近幾年來核能安全問題日益受到國人重視。如何減少核能電廠異常事件的發生，以確保核能安全，與如何清楚區分異常事件的輕重等級，以易於和社會大眾及傳播媒體溝通，是核能主管單位的重點工作之一。本報告旨在分析我國三座核能電廠八十四年所發生的異常事件，探討事件的安全影響程度，並瞭解事件的類型及原因。

本報告所指異常事件為核能電廠發生符合運轉規範第16.6.9.2.2節所列情況時，依規定必須向原子能委員會提出「30天書面報告」之事件。這類事件的相關訊息經由書面報告收集、整理後，依各種特性加以研判分類並編碼，然後輸入電腦建立資料庫，以執行進一步的統計與分析。

八十四年我國三座核能電廠總計發生79件異常事件，較八十三年99件減少20%，且持續近五年來逐年降低的趨勢，其中核一廠33件、核二廠34件、核三廠12件，均是各廠近五年來件數最低記錄。全部79件異常事件之輕重等級依照國際原子能總署(IAEA)與經濟合作開發組織核能署(OECD/NEA)訂定之「國際核能事件分級制度(INES)」加以分級後，73件(佔全部92.4%)屬於無任何安全顧慮的0級事件，其餘6件(7.6%)為安全防禦系統發生功能上偏差但未影響安全之1級事件。

依事件通報依據分析，八十四年79件異常事件中29件(36.7%)為非屬事先計畫之特殊安全設施動作或反應器保護系統動作事件；15件(19.0%)為機組非計畫性急停、停機或解聯事件；14件(17.7%)為部份安全系統失效事件；6件(7.6%)為設備故障導致機組降載20%以上且持續4小時事件。

分析核能電廠異常事件發生之原因，發現在不含工安事件的73件異常事件中，以設備故障發生比例最高(50.7%)，人為失誤(34.2%)次之。再對各核能電廠因設備故障造成異常事件相關系統加以分析，發現核一廠15件設備故障造成的事件中，以反應爐水淨化系統5件較多；核二廠16件設備故障事件中則以反應器保護系統、餘熱移除系統與飼水／冷凝水／抽汽系統各3件較多；核三廠6件設備故障造成的事件則分屬

6個不同系統。至於設備故障導致之異常事件涉及之組件類別中，核一、二、三廠均以儀器及控制類組件最多。

就機組狀態進行異常事件統計分類，以穩定功率運轉時比例最高，計48件達65.8%，年度大修時次之，計16件佔22.0%，二者合計佔87.8%。進一步分析機組在不同運轉狀態下異常事件涉及之系統發現，在穩定功率運轉狀態中，核一廠以反應爐水淨化系統與高／低壓爐心注水系統各3件較多；核二廠則以爐心隔離冷卻系統5件最多；核三廠則以通風系統2件最多。年度大修時則由於件數不多，涉及之系統分佈的較零散。

本研究最後並針對減少異常事件件數方面及修正通報規定方面提出具體建議。在減少異常事件件數方面，提出下列四點建議：（1）大修時人為失誤之比例偏高，各廠應正視此項事實並檢討改進；（2）核一廠人為失誤事件明顯較其他二個廠高，應提出具體解決辦法；（3）核二廠應特別注意爐心隔離冷卻系統及飼水系統之可用性，避免設備故障；（4）核三廠緊急柴油發電機曾在連續二日之測試中，發生二次人為失誤造成的異常事件，應加以檢討改善。在修正通報規定方面，提出（1）釐清急停事件通報依據；（2）確定通報事項中「非計畫性解聯」之定義；（3）修改現所有二小時電話通報均需提報30天書面報告之規定等三項建議。

目 錄

摘要.....	I
壹、緣起與目的.....	1
貳、異常事件之定義.....	3
一、二小時立即通報之異常事件.....	3
二、三十天書面報告之異常事件.....	5
參、統計結果與分析.....	7
一、廠別與機組別.....	8
二、事件通報依據.....	11
三、事件分級.....	15
四、事件發生時間.....	21
五、事件發生時機組狀態.....	24
六、事件原因.....	27
七、事件相關之系統與組件.....	27
肆、討論與發現.....	33
一、異常事件特性.....	33
1. 異常事件之通報依據與相關系統.....	33
2. 異常事件之機組狀態與相關系統.....	36
3. 異常事件之機組狀態與原因類別關係.....	38
4. 異常事件相關系統與發生原因關係.....	40
二、異常事件通報規定.....	41
1. 共同機組事件的認定.....	41
2. 急停事件的通報依據.....	42
3. 解聯事件的通報.....	42
伍、結論與建議.....	48
一、結論.....	48
二、建議.....	54

1. 通報規定.....	54
2. 降低件數.....	55
參考資料.....	56
附件一、核能電廠運轉經驗資訊系統（NPEars）中電廠系統分類說明.....	57
附件二、核能電廠運轉經驗資訊系統（NPEars）中電廠組件分類說明.....	58
附件三、核能一廠八十四年異常事件資料庫.....	59
附件四、核能二廠八十四年異常事件資料庫.....	68
附件五、核能三廠八十四年異常事件資料庫.....	77

表 目 錄

表 3-1	我國核能電廠八十四年異常事件通報依據統計.....	12
表 3-2	特殊安全設施動作異常事件之相關系統.....	13
表 3-3	機組非計劃性急停、停機、解聯或降載異常事件之相關系統.....	13
表 3-4	我國核能電廠八十四年異常事件中工安相關事件摘要.....	14
表 3-5	我國核能電廠八十四年異常事件件數統計(不含工安相關事件)....	15
表 3-6	我國核能電廠八十四年異常事件分級統計.....	16
表 3-7	我國核能電廠八十四年異常事件中一級以上事件摘要.....	20
表 3-8	我國核能電廠八十四年大修時程.....	25
表 3-9	我國核能電廠八十四年異常事件機組狀態統計.....	25
表 3-10	我國核能電廠八十四年非工安相關異常事件發生原因統計.....	27
表 3-11	核能一廠八十四年非工安相關異常事件系統類別分析表.....	29
表 3-12	核能二廠八十四年非工安相關異常事件系統類別分析表.....	29
表 3-13	核能三廠八十四年非工安相關異常事件系統類別分析表.....	29
表 3-14	核能一廠八十四年設備故障導致之異常事件系統類別分析表.....	30
表 3-15	核能二廠八十四年設備故障導致之異常事件系統類別分析表.....	30
表 3-16	核能三廠八十四年設備故障導致之異常事件系統類別分析表.....	30
表 3-17	核能一廠八十四年設備故障導致之異常事件組件類別分析表.....	31
表 3-18	核能二廠八十四年設備故障導致之異常事件組件類別分析表.....	32
表 3-19	核能三廠八十四年設備故障導致之異常事件組件類別分析表.....	32
表 4-1	依據第5項規定通報之異常事件相關系統分析.....	34
表 4-2	依據第10項第1、2小項規定通報之異常事件相關系統分析.....	35
表 4-3	穩定功率運轉狀態下異常事件相關系統.....	37
表 4-4	年度大修異常事件之相關系統.....	38
表 4-5	我國核能電廠八十四年異常事件機組狀態與事件原因關係.....	39
表 4-6	穩定功率運轉狀態下異常事件原因統計.....	39

表 4-7	年度大修下異常事件原因統計.....	40
表 4-8	異常事件相關系統之原因統計.....	41
表 4-9	八十四年核一廠機組解聯事件摘要表.....	44
表 4-10	八十四年核二廠機組解聯事件摘要表.....	45
表 4-11	八十四年核三廠機組解聯事件摘要表.....	46
表 5-1	八十四年各廠異常事件統計摘要表.....	53

圖目錄

圖 3-1	我國核能電廠八十四年異常事件統計.....	9
圖 3-2	我國核能電廠近五年異常事件統計.....	10
圖 3-3	國際核能事件分級制度基本架構.....	17
圖 3-4	國際核能事件分級制度圖解.....	18
圖 3-5	我國核能電廠近三年異常事件分級統計.....	19
圖 3-6	我國核能電廠八十四年每月異常事件統計.....	22
圖 3-7	我國核能電廠八十四年異常事件發生值別統計.....	23
圖 3-8	我國核能電廠近五年異常事件發生於大修時期比率統計.....	26
圖 4-1	我國核能電廠近五年非計畫性停機解聯次數統計.....	47

壹、緣起與目的

目前各核能工業國家都設有核能管制機構負責核子設施安全的監督與管制，其目的在於保護民眾健康安全與維護環境品質。核能安全管制機構依據核能安全法規，對核子設施之安全設計、施工品質及運轉狀況，作深入而嚴密的審查及監督，以期達到萬無一失的安全目標。在美國，此核能管制機構為美國核能管制委員會，在我國，即為行政院原子能委員會。

1979年美國三哩島核能電廠發生意外事故後，美國核能管制委員會針對其需要，特於其轄內增設運轉資料分析與評估署（Analysis & Evaluation of Operational Data，簡稱AEOD），負責核能電廠運轉資料的收集、分析、審查與評估工作，此外並將其分析評估之結果回饋給核管會其他相關管制單位、電力公司業主及核能工業界等，期使核能電廠能更安全與可靠的運轉。有鑑於此，原子能委員會於其組織條例經立法院審議通過後，於民國82年2月增設核能技術處，開始致力於上述工作。

由於核能電廠異常事件的涵蓋範圍很廣，而且事件的性質及輕重程度也各有不同，加上近年來民眾對核能發電的安全日趨關切，為使國內民眾清楚了解各異常事件的類別及輕重程度，並使核能工業界、傳播媒體和民眾易於溝通，原子能委員會自81年10月開始採用國際原子能總署（IAEA）和經濟合作開發組織核能署（OECD/NEA）制定的「國際核能事件分級制度（INES）」，對核能電廠所發生的異常事件加以分級，並定期公佈於原子能委員會所發行之簡訊當中，讓社會大眾清楚瞭解核能電廠異常事件的輕重情形，澄清民眾對核能發電安全的疑慮。

此外，近年來核能電廠異常事件根本肇因之分析，已成為廣受核能工業界重視的課題，其目的即在希望找出導致異常事件的根本原因，然後對症下藥，避免類似事件再度發生，以確保核能電廠的運轉安全。

本報告之工作內容除包括進行核能一、二、三廠異常事件的蒐集及分級統計外，亦針對每一異常事件所涉及之系統及組件、事件原因、發生時間、機組狀態及通報依據等項目，加以分析統計，除可瞭解現行通報規定的缺失外，亦期能發現電廠較易發

生問題的系統組件及時機，並將分析之結果提出建議改善事項回饋至本會核能管制處（核能安全管制單位）及核能電廠（核能發電運轉單位），以使現行的30天書面報告更能發揮其功效，並可減少電廠因相同失誤而造成之異常事件，增進電廠運轉之安全。

貳、異常事件之定義

異常事件範圍涉及層面甚廣，舉凡人為、內在或外在因素造成人員損傷或設備故障等有可能影響電廠正常與安全管理運作者皆屬之，其詳細定義以條例方式列於運轉規範第16.6.9.2節“異常事件報告”中，並依據事件重要性分為「二小時立即通報」及「三十天書面報告」兩類，前者列有12項通報情況，後者列有18項通報情況（其中第1至12項與二小時立即通報相同），各項通報情況之定義與運轉規範其他章節一樣，非經由營運核能電廠之電力公司提出修改申請案，送原子能委員會審查通過後方得變更。八十四年為因應新修訂之「游離輻射防護安全標準」，原通報條例中第8、10、14、15與16項均予以修改，修改內容主要為原“清潔區”改為“監測區”；取消原“季劑量”限值，只保留採用“年劑量”限值（故原「三十天書面報告」之第15項通報情況刪除，全部通報情況由19項減為18項）及劑量單位由“侖貝”改為“西弗”等。茲摘錄運轉規範第16.6.9.2節異常事件定義如下：

一、二小時立即通報之異常事件

核能電廠發生下述事件後，台灣電力公司應立即通報原子能委員會，通報時間至遲不得超過 2小時：

1. 違反核能電廠運轉規範之安全限值。
2. 因運轉規範運轉限制條件之規定，而須使機組開始降載或停機。
3. 機組運轉時發生下列情況之一而可能影響機組安全者：
 - (1) 安全分析報告中未曾分析之狀況。
 - (2) 超出電廠設計基準之狀況。
 - (3) 運轉與緊急操作程序書未涵蓋之狀況。
4. 任何天然災害或其他因素，對電廠運轉安全構成實質威脅或嚴重阻礙電廠人員執行安全運轉者（例如火災、颱風、洪水、海嘯、地震、暴徒攻擊、毒氣洩漏、放射性物質外洩等）。

5. 非屬事先計畫之特殊安全設施動作或反應器保護系統動作。
6. 喪失緊急事故評估能力、廠區應變能力或對外通訊能力時。
7. 可能使具有下列功能之結構或系統，完全喪失其功能之任何事件或狀況：
 - (1) 使反應器停機並維持在安全停機狀態。
 - (2) 移除反應器餘熱。
 - (3) 控制輻射物質外洩。
 - (4) 減輕事故後果。
8. (1) 放射性氣體外釋而造成廠區內監測區或非限制區空氣中之放射性空浮濃度超過核能電廠空浮管制辦法中廠區內該區之警戒值時。
(2) 放射性液體外釋之核種濃度超過游離輻射防護安全標準第四表第 8 行之水中參考濃度限值及單次累積排放總活度（不含氫及溶解之惰性氣體）超過 3.7×10^9 貝克（0.1 居里）或每季累積之排放總活度（不含氫及溶解之惰性氣體）超過 9.25×10^{10} 貝克（2.5 居里）之限值。
9. 須將輻射污染人員送至廠外就醫之任何事件。
10. 與人員健康安全、環境保護及民眾有關之事件，例如：
 - (1) 機組非計畫性急停、停機或解聯者。
 - (2) 因設備故障導致機組降載百分之二十以上且持續 4 小時者。
 - (3) 工安事故造成人員傷亡或須送至廠外就醫者。
 - (4) 任何工作人員一次接受之劑量超過原子能委員會頒訂之「游離輻射防護安全標準」第九條規定之年個人劑量限度。（不含計畫特別曝露及緊急曝露）
 - (5) 廠區或鄰近地區發生巨響、煙霧、天然災害或意外事故而可能造成民眾疑慮者。
 - (6) 暴力攻擊等保安事件或電廠人員與民眾發生爭執或民眾舉行遊行示威者。

(7) 放射性污染物違反規定移出廠外者。

(8) 放射性待處理物料、核燃料或反應器內部組件在廠區內吊運過程中發生意外事故者。

11. 核子燃料、輻射源或放射性待處理物料遺失、遭竊或受破壞。

12. 發生管路水錘現象造成設備損壞或影響系統功能者。

二、三十天書面報告之異常事件

台電公司應於下述異常事件發生後一個月內，向原子能委員會提出書面報告，說明事件經過、發生原因、發生前狀況、放射性物質是否外洩、人員曝露傷害及可能影響，並須提報預防改正措施。

1. 1.至12.項與前述二小時立即通報異常事件之1.至12.項完全相同。

13. 因單一原因或狀況造成兩（含）個以上系統的一串或一個獨立控道皆不可用，或造成單一系統的兩串或兩個控道皆不可用之事件。這些系統是用來：

(1) 使反應器停機並維持在安全停機狀況。

(2) 移除反應器餘熱。

(3) 控制輻射物質外洩。

(4) 減輕事故後果。

14. 限制區內個人輻射曝露超過下表所列之限制。（參考原子能委員會頒佈之游離輻射防護安全標準）。（不含計畫特別曝露及緊急曝露）

曝 露 器 官	年 劑 量 毫西弗（侖 目）
全 身	50（5）
眼 球 水 晶 體	150（15）
其他個別器官或組織	500（50）

15. 限制區內之放射線強度超過下表之適用限值：

限制區域	放射線強度 毫西弗／小時（毫侖／小時）
監測區	0.005 （0.5）
管制區 （非示警區）	0.05 （5）

16. 非限制區內之任何個人，每年因核能電廠運轉接受之總劑量超過0.5毫西弗。

17. 對保安系統構成重大威脅或降低其效能之任何事件。

18. 任何運轉規範所禁止之運轉狀況。

參、統計結果與分析

八十四年各核能電廠依運轉規範16.6.9.2.2節向原子能委員會提出之異常事件書面報告共計79件，這些事件經過收集與整理後，依事件特性加以研判，然後分類編碼，將原來書面報告的文字型式資料轉換成便於統計分析之代碼數字，然後輸入電腦成爲一異常事件資料庫再進行各類統計與分析。資料庫依核一、二、三廠分別列於附件三、四、五。資料庫內各欄資料說明如下：

報告編號：第一碼爲廠別，1代表核一廠，餘類推，第二碼爲機組別，1與2分別代表1號機與2號機，0則表示爲不分機組的廠內共同事件，第三至第五碼則爲流水號，例11-003即代表核一廠一號機於當年度發生之第三號異常事件；

事件摘要：事件發生過程的簡單描述；

事件分級：依「國際核能事件分級制度(INES)」的判斷準則判定事件的等級，該分級制度將核能事件分成1至7個不同等級，較低的1至3級總稱爲異常事件(Incident)，較高的4至7級則稱爲核子事故(Accident)，若干事件如無安全的顧慮則將之歸類成0級(或稱未達級數)；

系統：與事件相關之最主要系統或一連串事件中最早出問題的系統，系統分類方式是依據美國核能電廠運轉經驗資訊系統NPEars(Nuclear Power Experience Automated Retrieval System)的系統分類編碼；

組件：導致異常事件發生之故障組件，其編碼也是依據NPEars分類方式；

發生原因：事件的發生原因大致歸爲人爲失誤、設備故障、設計不良、作業程序缺失及其他類等五類；

事件日期／時間：事件發生日期與時間；

機組狀態：事件發生前的機組狀態，機組狀態依其功率大小與變化分爲起動、升／降載、穩定功率運轉、停機檢修和年度大修等五類；

通報依據：數值代表異常事件依據運轉規範第16.6.9.2.2節中第幾項之規定而通報。

異常事件經上述分類編碼後，輸入電腦建立資料庫，便可進行各項統計分析，以下各節即分別敘述其統計分析結果。

一. 廠別與機組別

廠別與機組別之分類是依據異常事件書面報告編號之第一碼（廠別）與第二碼（機組別），各碼之數值即分別代表廠別與機組別，而機組別代碼“0”表示該事件由於發生地點或相關之系統設備為廠區所共有，或無法區分為一或二號機組，因此歸類為廠內共同事件，例如異常事件RER-84-10-002，是核一廠於八十四年七月二日發生氣渦輪機基座區域冒火事件，因氣渦輪為一、二號機共同設備，故歸類於廠內共同事件，機組別代碼為“0”。

八十四年異常事件經廠別與機組別之統計後，結果如圖3-1，由圖中可知八十四年中核一廠發生33件異常事件；核二廠34件；核三廠12件；三座核電廠合計79件，其中以核一、二廠件數較多，核三廠較少。以機組比較，核一廠二號機與核二廠一號機皆發生17件最多，核三廠二號機3件最少。另外統計近五年來件數（圖3-2），發現各廠件數與總件數均逐年降低，顯示電廠運轉情況逐年改進中。比較同為沸水式機組但不同設計型式的核一、二廠件數，核二廠件數均較核一廠多，主要是其安全系統之設計較易發生動作所致，雖然核二廠有此先天上設計的因素，但是在其持續努力與設計修改後，異常事件件數與核一廠的差距逐年縮小，八十四年只相差1件，甚至考慮除去與機組運轉無關之工安事件後，核二廠件數即與核一廠相等。核三廠近五年來異常事件件數除80年較核一廠多以外，其餘均較核一、二廠少很多，主要是其為壓水式機組，系統設計與沸水式截然不同，較少發生圍阻體隔離系統動作之類事件，當然，核三廠員工的自我努力也是有目共睹的。

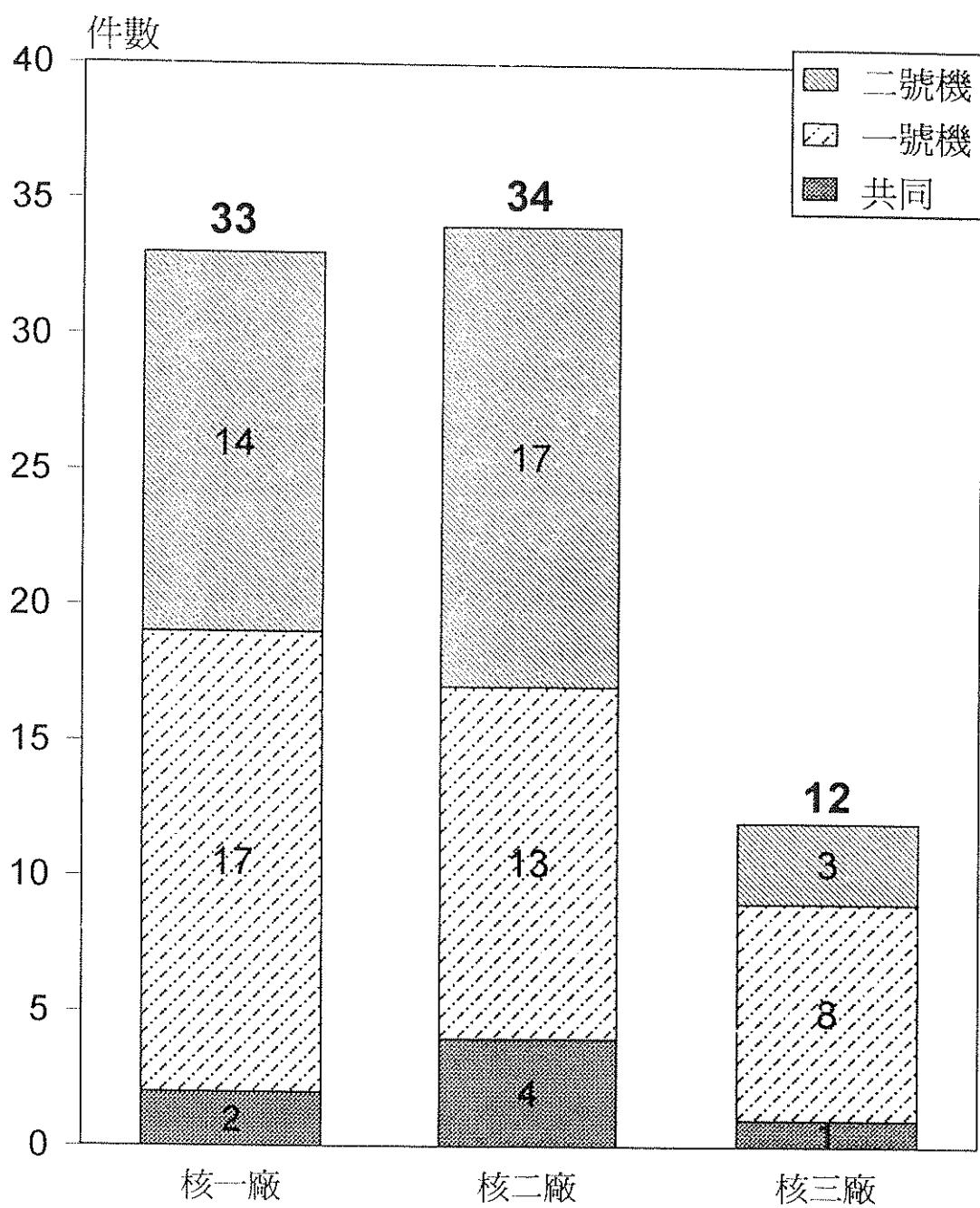


圖3-1 我國核能電廠八十四年異常事件統計

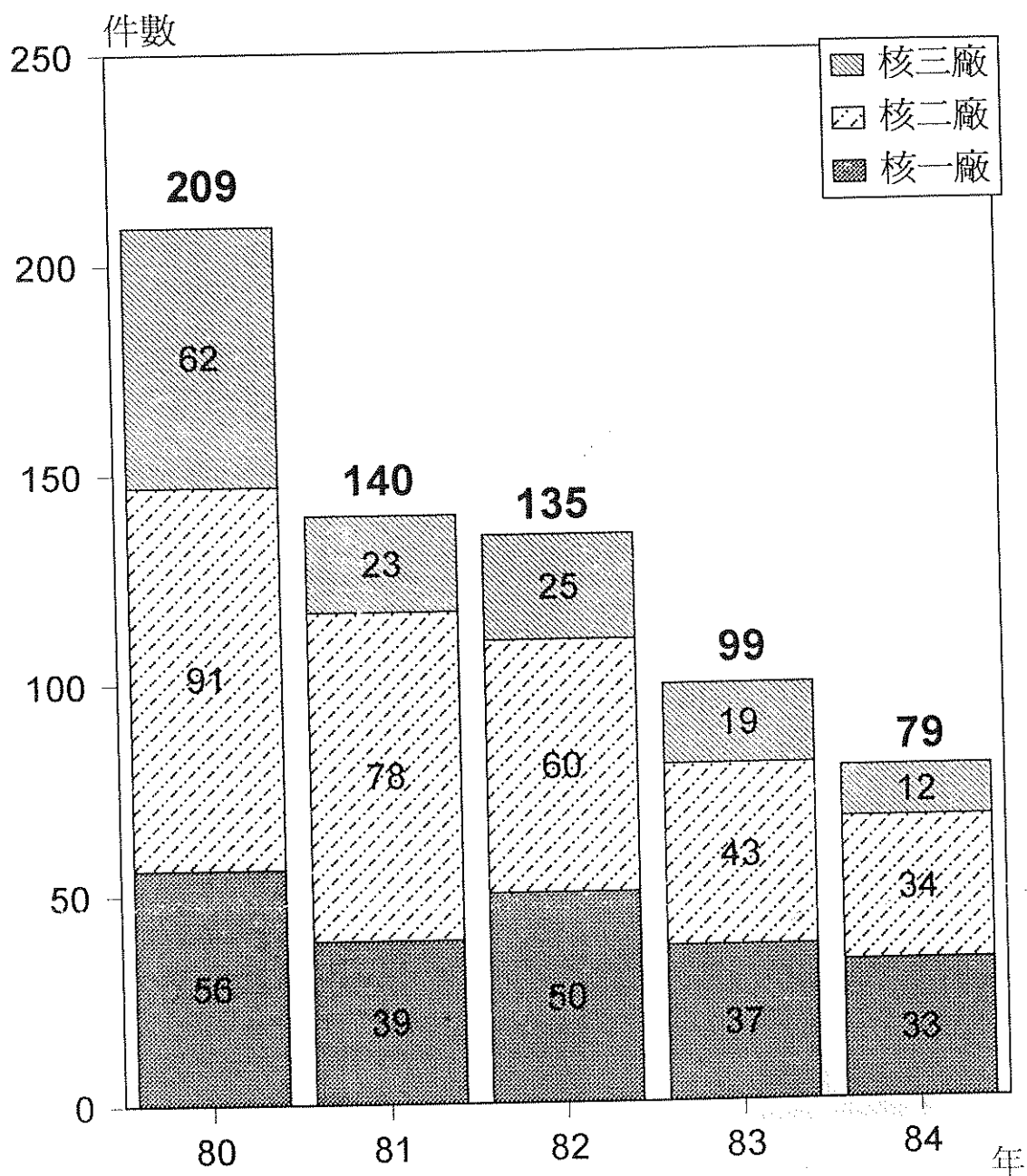


圖3-2 我國核能電廠近五年異常事件統計

二.事件通報依據

異常事件之通報是依據核能電廠運轉規範第16.6.9.2.2節異常事件書面報告之規定辦理，該節條列出18項必須於事件發生後30天內向原子能委員會提出書面報告之情況，各情況內容詳見本報告第二章異常事件之定義。在此18項通報規定中，其前12項亦屬二小時立即通報之規定。將八十四年核一、二、三廠之異常事件依據其引用之通報項次加以分類統計後，得到表3-1之結果。由表中可見，全部18項通報依據中被引用的只有 2、3、5、7、10和18等6項（與八十三年之2、5、7、10、12和16等6項大同小異），各項件數分別為3、1、29、14、29與3件，其中第5項與第10項各29件，是各項通報件數中件數最多者，二者合計佔全部73.4%。顯示電廠若欲有效再降低異常事件件數，宜從減少上述兩項通報著手。

第5項通報內容為「非屬事先計畫之特殊安全設施動作或反應器保護系統動作」，在此類29件事件中經過分析發現其中27件(93.1%)屬特殊安全設施動作，其餘2件屬反應器保護系統動作。特殊安全設施 (Engineered Safety Features) 乃是核能電廠基於安全上考量，較其他形式電廠增加之保護系統，各核能電廠此類系統相當繁多，而在此27件發生動作之特殊安全設施中以一次圍阻體隔離系統15件最多，緊急柴油發電機和緊急通風系統各4件次之。這些特殊安全設施通常是因應某些運轉中系統不正常的警告信號而動作，以增加核能安全的保護，所以並不一定表示其設施本身有問題。進一步分析造成這27件特殊安全設施動作的系統後統計如表3-2，發現其中以反應爐水淨化系統所造成的8件最多（8件全部造成一次圍阻體隔離系統動作），其中核一廠6件，核二廠2件，核一廠6件中5件（接連發生於八月七日至九月十七日之間）是同一原因（溫度跳脫單元之熱電偶故障）所造成，顯示核一廠未能於事件初次發生後，迅速找出肇因，杜絕事件之重複發生。而表中1件反應器保護系統造成動作的特殊安全設施是一次圍阻體隔離系統（反應器保護系統電驛維修中，不慎引起反應器半急停），而非反應器保護系統本身動作。

第10項通報情況指的是「與人員健康安全、環境保護及民眾有關之事件」，包括8小項共計29件，其中第1小項「機組非計畫性急停、停機或解聯者」15件；第2

小項「因設備故障導致機組降載百分之二十以上且持續4小時者」6件；第3小項「工安事故造成人員傷亡而須送至廠外就醫者」4件；第5小項「廠區或鄰近地區發生巨響、煙霧、天然災害或意外事故而可能造成民眾疑慮者」2件；第8小項「放射性待處理物料、核燃料或反應器內部組件在廠區內吊運過程中發生意外事故者」2件。在這29件中第1小項與第2小項合計21件約佔72.4%，此類事件使機組無法持續滿載運轉，直接造成發電損失，進一步分析其牽涉之相關系統如表3-3，發現其系統分佈相當零散（分屬11個系統），其中以反應器保護系統4件最多，主要是因為該系統直接引發反應器急停信號，此外，主汽機系統、飼水／冷凝水／抽汽系統與非安全相關電力系統等各造成3件，是此類事件之主要發生系統。

表3-1 我國核能電廠八十四年異常事件通報依據統計

廠別 運轉規範 16.6.9.2.2.X	廠別			總計	
	核一廠	核二廠	核三廠	件數	百分比%
2	1	0	2	3	3.8
3	1	0	0	1	1.3
5	12	12	5	29	36.7
7	5	9	0	14	17.7
10	12	12	5	29	36.7
18	2	1	0	3	3.8
總計	33	34	12	79	100.0

表 3-2 造成「特殊安全設施動作」之系統

系統名稱	件數	百分比(%)
反應爐水淨化系統	8	29.6
通風系統	4	14.8
安全相關電力系統	4	14.8
緊急柴油發電機系統	2	7.4
主蒸汽系統	2	7.4
非安全相關電力系統	2	7.4
高低壓安全注水系統	1	3.7
反應器保護系統	1	3.7
預期暫態未急停系統	1	3.7
爐心核儀系統	1	3.7
乾井系統	1	3.7
合計	27	100.0

表 3-3 機組非計劃性急停、停機、解聯或降載異常事件之相關系統

系統名稱	件數	百分比(%)
反應器保護系統	4	19.0
主汽機系統	3	14.3
飼水／冷凝水／抽汽系統	3	14.3
非安全相關電力系統	3	14.3
主發電機系統	2	9.5
核燃料系統	1	4.8
反應器壓力槽與爐心組件	1	4.8
反應器冷卻水系統	1	4.8
高低壓安全注水系統	1	4.8
控制棒棒位控制系統	1	4.8
主冷凝器系統	1	4.8
合計	21	100.0

由於異常事件中工安事件等（多屬人員受傷送醫事件）對機組安全運轉較無影響，因此在以下統計分析中若干狀況下不予考慮。此類事件共計6件，其中核一廠2件，核二廠3件，核三廠1件，事件摘要如表3-4。各廠之異常事件件數扣除上述事件後，統計如表 3-5，核一廠31件，核二廠31件，核三廠11件，總件數計73件。

表 3-4 我國核能電廠八十四年異常事件中工安相關事件摘要

廠別	發生日期	事件摘要
核一廠	5月13日	一號機大修，二號機滿載，勞務中心洗衣房一工作人員騎機車於乾華隧道口撞上一包商自用車，造成右腿骨折，送醫治療。
核一廠	7月20日	一、二號機滿載運轉中，一號汽渦輪機因洩油管路配置不當，於解聯後在基座區域引發小火，隨即以滅火器撲滅。
核二廠	2月16日	一、二號機組均滿載運轉中，電廠供應課一員工騎機車送公文至保警隊，返廠途中與砂石車發生車禍，送醫不治。
核二廠	7月20日	一號機25%功率運轉中，二號機滿載運轉中，北部核能展示館一空調維修工人在二樓天花板工作時不慎感電死亡。
核二廠	8月22日	一、二號機組穩定功率運轉中，廠區內三、四號機組預定地上可能因廢棄物中含殘留易燃性油品，受天氣炎熱高溫曝露而自燃，並引燃附近野草，經保警發現後，迅速通報消防隊撲滅火勢。
核三廠	11月21日	一號機大修中，一承包商工人於輔助廠房工作時，不慎自鷹架上摔下，頭部受傷。

以上共計 6 件。

表3-5 我國核能電廠八十四年異常事件件數
統計（不含工安相關事件）

廠別 機組	核一廠	核二廠	核三廠
共同	0	1	0
1號機	17	13	8
2號機	14	17	3
總計	31	31	11

三. 事件分級

核能電廠異常事件涵蓋的範圍很廣，而且事件的性質及輕重程度各有不同，為使國內媒體、民眾清楚了解各異常事件的輕重程度，並可與世界其他各國發生之核能事件相對照，原能會特別參照及使用國際原子能總署（IAEA）和經濟合作開發組織核能署（OECD/NEA）訂定之國際核能事件分級制度（INES）（如圖3-3及圖3-4），針對核能電廠所發生的異常事件予以分級，期能對民眾與媒體建立共識，使核能異常事件能以簡單易懂的方式表示它們的意義及相對的重要性，增進民眾對核能發電的瞭解，以消除對核能安全之疑慮。

國際核能事件分級制度將核能事件分成1至7個不同等級，較低的1至3級總稱為異常事件（Incidents），較高的4至7級則稱為核子事故（Accidents），若干事件如無安全的顧慮則將之歸類成0級（或稱未達級數）。此分級制度的基本架構如圖3-3所示，係以簡單的矩陣形式加上重要關鍵描述以指示事件的重要性，三種不同的準則（criteria）被使用來劃分事件的等級。在這三種分級準則中僅有第一項「廠外衝擊」會對民眾有直接的影響，在這一準則中最低一級（3級）表示有放射性物質外釋至廠界以外；最高的等級為第7級，表示發生大意外事故，放射性物質大量外釋，對民眾的健康及環境有嚴重的影響。第二項準則為「廠內衝擊」，級數由第2級（工

作人員超曝露或嚴重污染)至第5級(爐心熔毀)。第三項準則為「深度防禦」，以安全系統衰減程度來分別其級數，分成1至3級。

我國八十四年各核電廠異常事件經由上述原則分級後，結果如表3-6。全部79件異常事件均係由上述第三項準則判定其級別，其中73件(92.4%)是屬於無任何安全顧慮的0級事件，其餘6件(7.6%)為異常警示之1級事件。1級事件之摘要及分級理由如表3-7。另圖3-5中則繪出核能電廠近三年異常事件之分級統計結果。由上述結果可知，核能電廠發生的異常事件雖多，但大多數均為小缺失或安全保護系統應需要而自動動作之事件，對民眾或環境並不會有影響。

表3-6 我國核能電廠八十四年異常事件分級統計

廠別 事件級別	核一廠	核二廠	核三廠	總計	
				件數	百分比%
0	31	32	10	73	92.4
1	2	2	2	6	7.6
總計	33	34	12	79	100.0

等 級	準則1	準則2	準則3	
	廠外衝擊程度	廠內衝擊程度	安全防禦之衰減程度	
7級 (大意外事故)	重大放射性物質外釋: 造成廣泛性環境之影響			
6級 (嚴重意外事故)	發生極顯著放射性物質 外釋:造成廣泛性環境之 影響			
5級 (廠外意外事故)	有限度之放射性物質外 釋:造成須部份施行區域 性緊急計畫			為嚴重之核心或放射性 屏蔽毀損狀態
4級 (廠區意外事故)	輕微放射性物質外釋: 造成民眾輻射曝露達規 定限值程度			局部性核心或放射性屏 蔽毀損之狀態.工作人員 有致命性曝露發生
3級 (嚴重事件)	極小量之放射性物質外 釋:造成民眾輻射曝露 尚未達規定限值之程度	發生大量污染擴散及工 作人員有輻射急性效應 發生	接近發生事故狀態 喪失安全防禦功能程度	
2級 (偶發事件)		重要污染擴散及人員超 曝露狀況	發生潛在安全影響之事 件	
1級 (異常警示)			發生功能上之偏差	
0級 (未達級數)			無 安 全 顧 慮	

圖3-3 國際核能事件分級制度基本架構

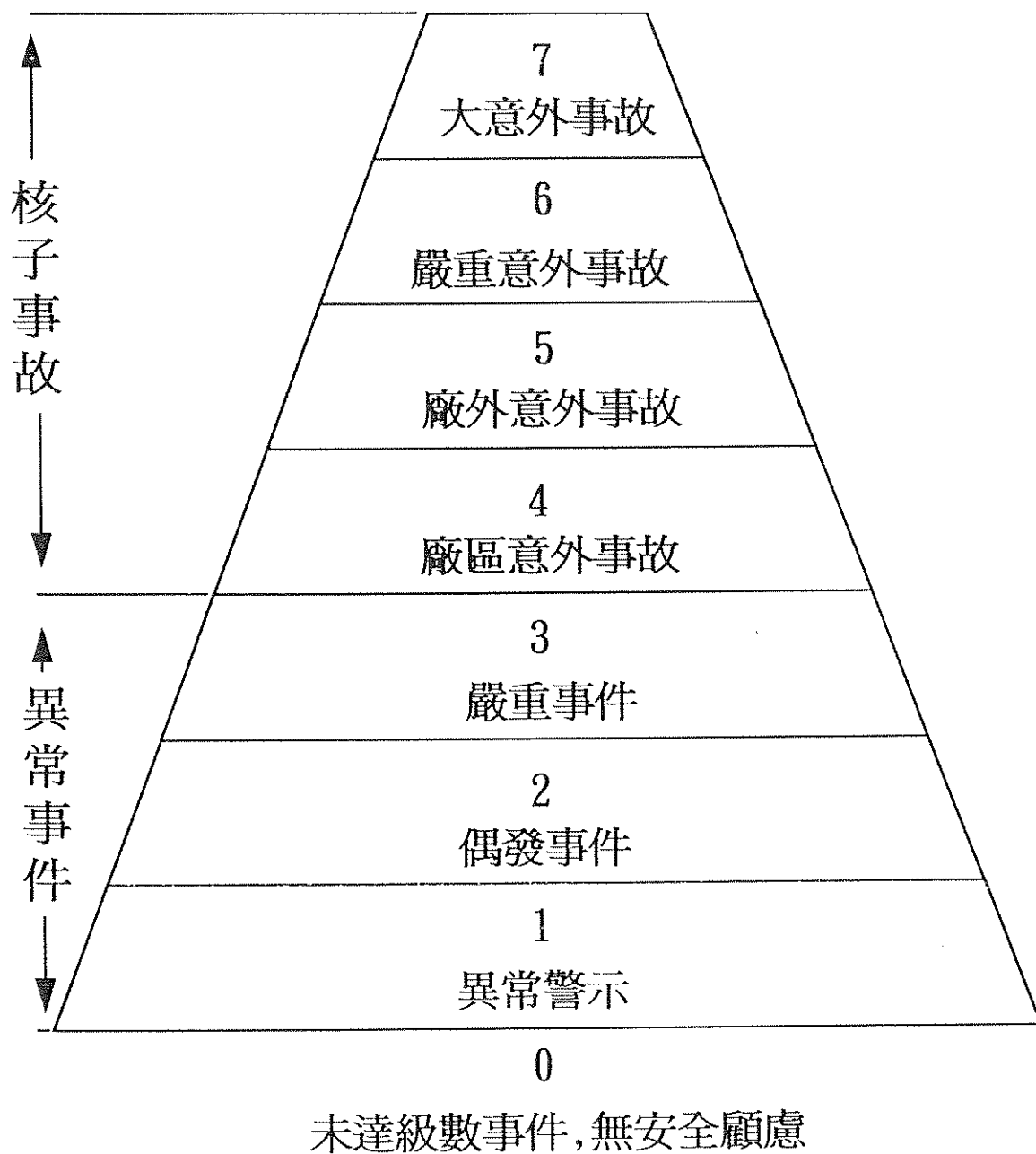
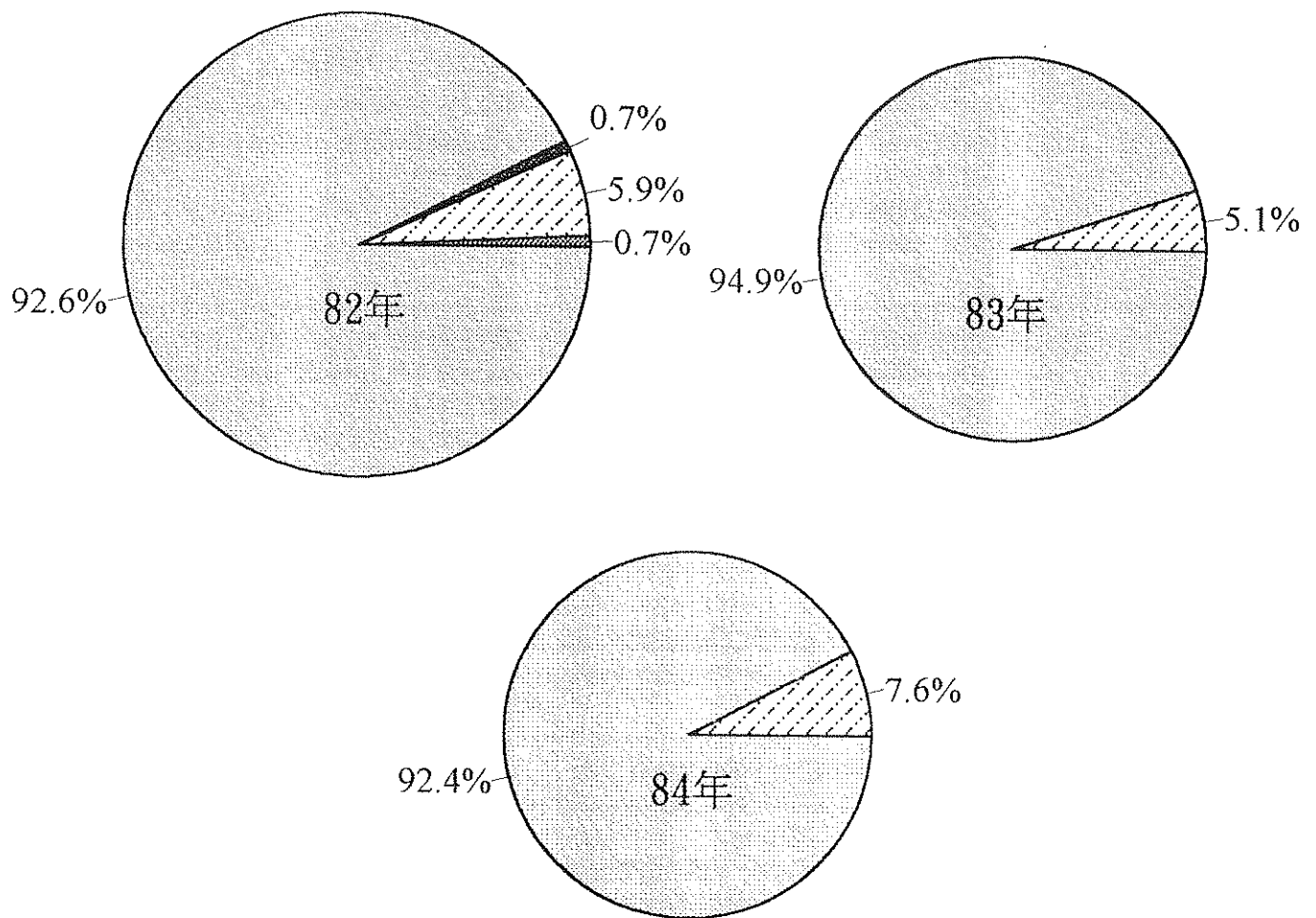


圖 3-4 國際核能事件分級制度圖解



級別	0 級	1 級	2 級	3 級	總計
82年	125	8	1	1	135
83年	94	5	0	0	99
84年	73	6	0	0	79

圖3-5 我國核能電廠近三年
異常事件分級統計

表3-7 我國核能電廠八十四年異常事件中一級以上事件摘要

報告編號 RER-84	級別	日期	事件摘要	分級理由
11-005	1	4月27日	機組大修中，執行反應爐壓力槽爐心側板(RPV shroud)的超音波檢測後，發現於側板的H6鉚道內側有20處龜裂，最深處位於148.3度有0.23吋，達15.3%壁厚。	重大設備材質劣化，可能導致重要的初始事件發生。
12-012	1	8月5日	機組滿載運轉中，因廠外輸配電線路遭受雷擊故障，引發反應器保護系統動作，造成反應器急停。	反應器急停後，Swing Bus 3-4A 供電失敗，SRV "R" 開啓後下游之真空破壞閥未回關至定位，使得乾井高壓力，緊急爐心冷卻系統自動啓動，另抑壓池水位在暫態過程中亦超過運轉規範限值，且事件處理過程中運轉員未遵循緊急操作程序書之步驟處理。
21-008	1	7月11日	機組滿載運轉中，因燃料破損，致氣體廢料處理系統出現高輻射警報，機組緊急降載解聯，廢料廠房因水封被破壞而造成空浮。	廢氣系統高輻射警報出現而降載解聯，經判定係燃料棒破損及廢氣系統功能降低所致，此事件顯露出定期檢驗之缺陷。
22-007	1	8月5日	機組滿載運轉中，因廠外輸配電線路遭受雷擊故障，引發反應器保護系統動作，造成反應器急停，三台緊急柴油發電機均自動起動，備用氣體處理系統(SBGT)2台起動後因過載而跳脫，爐心隔離冷卻系統(RCIC)手動起動後因超速而跳脫。	反應器急停後，RCIC因事件前流量控制器誤置於手動位置而於起動後因超速而跳脫，另SBGT A/B 二串亦因短時間內二度起動而過載跳脫，安全系統功能未能保持完整。
31-004	1	11月3日	機組處於爐心末期，運轉於95%功率中，更換爐水化學與容積控制系統(CVCS)之除礦器時，造成加硼效應，反應器功率降低，軸向功率偏移度(AFD)偏離目標帶，且未依運轉規範規定於15分鐘內恢復至目標帶或降載至82%功率以下。	CVCS系統樹脂床換床操作時溝通不良，未做必要之沖洗及化驗，造成反應器冷卻水系統加硼效應，又值爐心末期，導致中子軸向功率偏移度超出目標帶，機組未在運轉規範規定時間內採取適當行動。
32-002	1	6月29日	機組滿載運轉中，反應爐冷卻水泵(RCP) B台因相間不平衡保護電驛246Ry故障而跳脫，由於機組功率大於30%，致反應器急停。	反應器急停後，緊要寒水機A台自動起動失敗。

以上共計6件。

四. 事件發生時間

將八十四年三座核能電廠79件異常事件依各廠各月份件數統計如圖3-6，由圖中發現，以三座電廠整體而言，八月份發生12件異常事件最多，四月與十一月各10件其次，而五月份3件最少，進一步分析發現八月份12件中，4件（核一、二廠一、二號機各1件）是因廠外輸配電線路遭受雷擊故障，喪失廠外電源之共同原因而同時發生，另外5件是一次圍阻體隔離系統動作，四月份10件中核一廠佔了7件（也是核一廠單月最多件），其中5件發生於大修中，十一月份10件中核三廠佔了6件，相當於該廠全年件數的一半，其6件中有3件發生於11月3日同一天。由以上統計分析可知，基本上異常事件發生的件數與月份應無關係，反而與該機組是否在大修狀態有關，顯示有特定工作在進行時反而是最易發生異常事件的時刻。

另將各廠異常事件發生時間依電廠輪班值別統計如圖3-7，發現各廠均以二值時段（上午八時至下午四時）比例最高，分別為核一廠19件，57.6%；核二廠21件，61.8%；核三廠8件，66.7%，其次為三值時段（下午四時至下午十二時），分別為核一廠7件，21.2%；核二廠8件，23.5%；核三廠2件，16.7%，而一值時段（上午零時至上午八時）最低，分別為核一廠5件，15.2%；核二廠4件，11.8%；核三廠2件，16.7%。就各廠來看，均係二值時發生件數最多，應與這段時間是一天中工作活動最頻繁的時段，各項測試、維修與檢驗等工作均在此時段中執行有關。

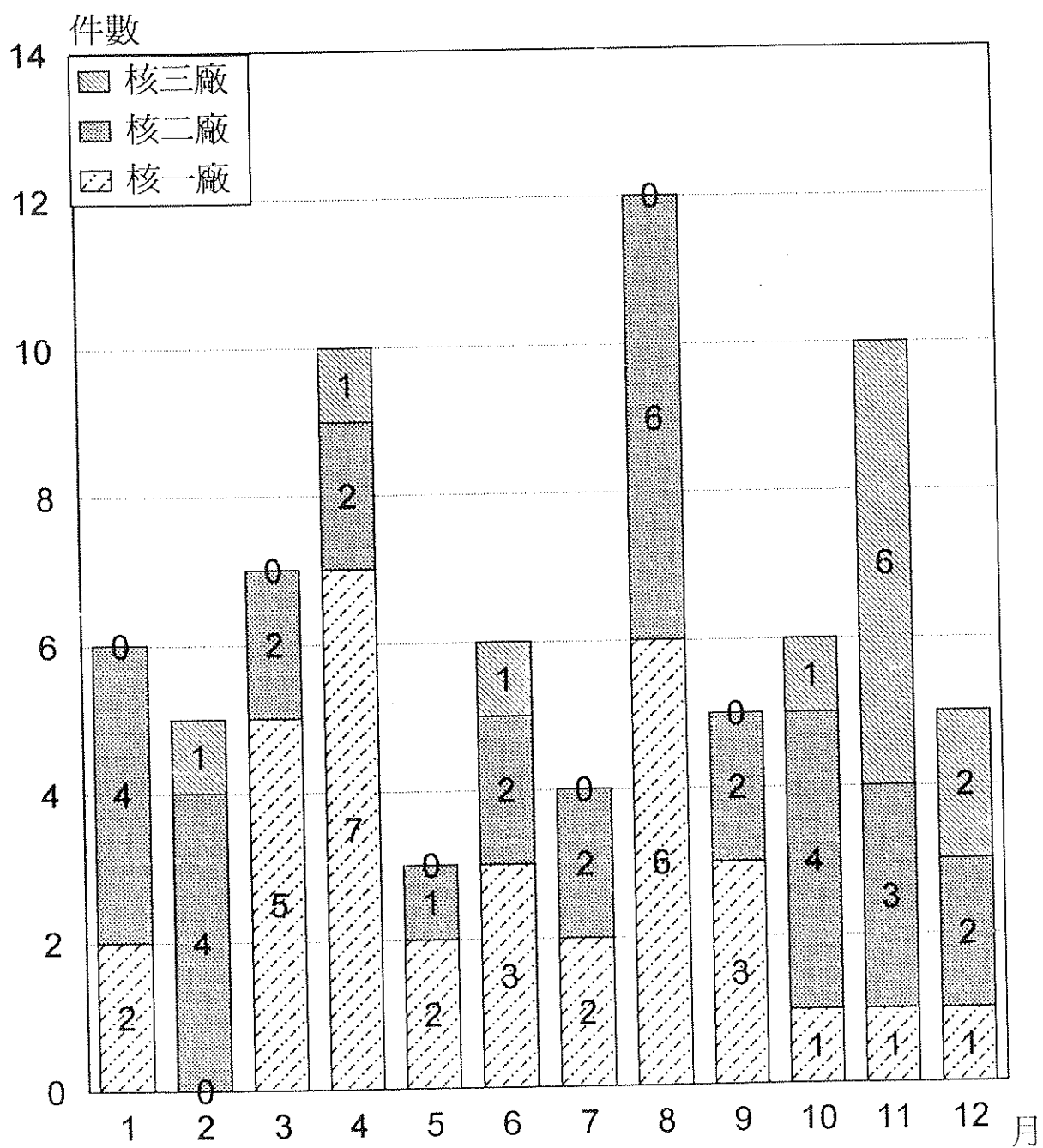


圖3-6 我國核能電廠八十四年每月異常事件統計

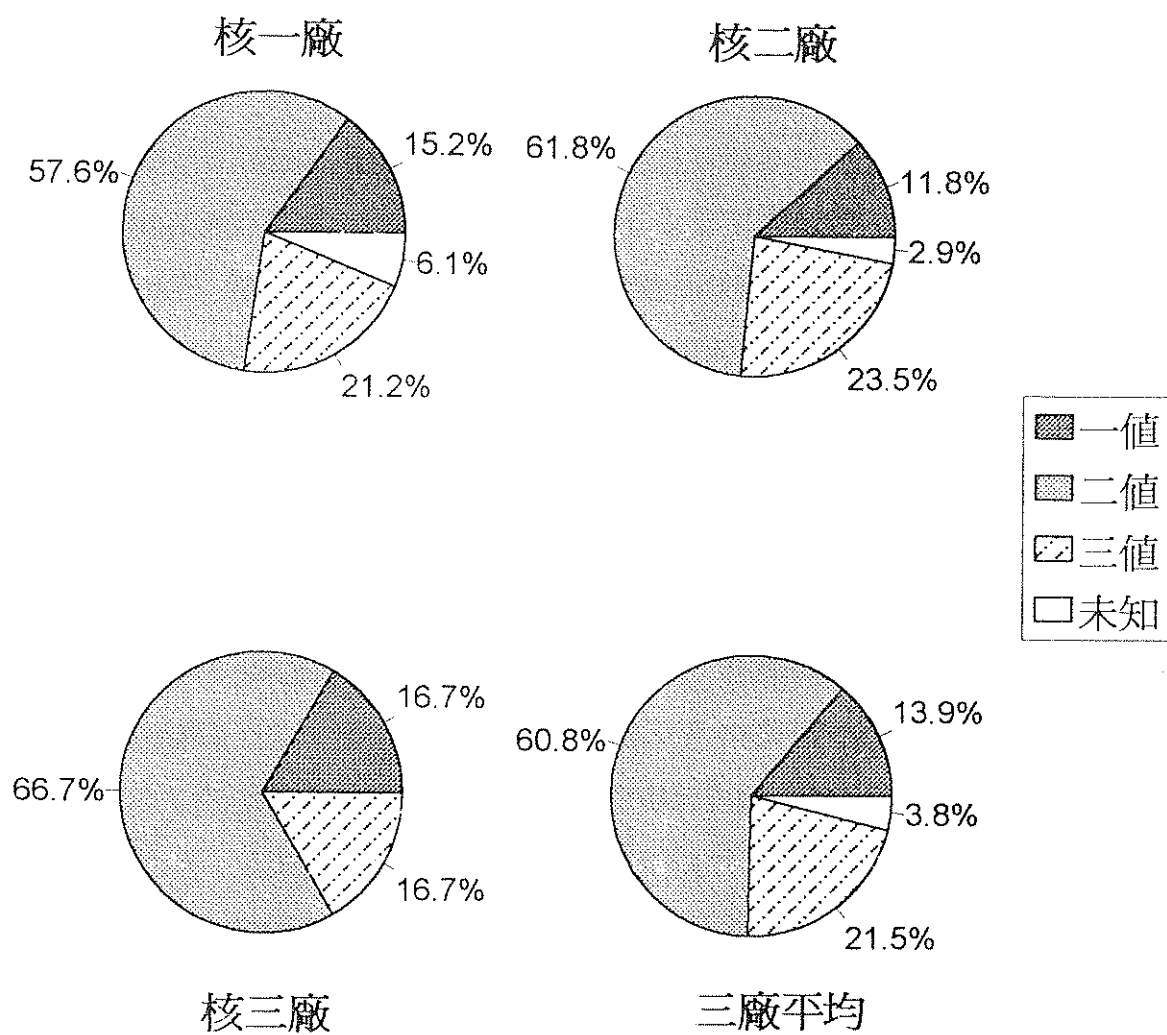


圖3-7 我國核能電廠八十四年異常事件發生值別統計

五. 事件發生時機組狀態

機組通常在正常狀況下，運轉於滿載或某穩定功率下，遇有設備故障或年度歲修等情況，就降低功率至停機，以進行檢修工作或填換燃料，完成後再重新起動，提升功率負載至滿載。因此，可將機組狀態分為起動、升降載、穩定功率運轉、停機檢修和年度大修等五類。

表3-8為八十四年各核能機組年度大修的開始／結束時間與大修日數統計（平均每一機組每年大修63.2日），我國因屬亞熱帶氣候，夏季炎熱為用電尖峰期，核能機組相對於其他火力與水力機組，屬於裝置容量較大型機組，因此在目前國內備載容量偏低下，均將各核能機組大修時程的安排避開夏季尖峰用電時刻。

將各異常事件（不含工安相關事件）發生前之機組狀態依上述分類統計後，得到表3-9結果，在全部73件異常事件中，機組處於穩定功率運轉狀態時發生48件（65.8%）最多，其次為機組年度大修時發生16件（22.0%），5件（6.8%）發生在機組升降載中，4件（5.5%）發生在停機檢修期間，機組起動中0件（雖有3件發生於機組大修後起動階段，但由於機組尚未並聯，故仍歸類於年度大修）。依表3-8統計各機組在八十四年內大修日數總和為329.2天，佔全部機組運轉天數比率15.0%，而大修時異常事件比率22%，顯示機組於大修狀態時發生異常事件機率仍較高。附圖3-8為近五年異常事件發生於大修時期比例之統計，發現比例大致由八十年至八十二年的30%降至近二年之20%，顯示電廠在降低大修時異常事件的努力已略具成效，不過由於一整年中大修時間所佔比例約15%，且大修工作在逐年經驗累積下，大修異常事件所佔比例應可再降低。此外，近年美、法等國研究發現，核能機組在大修時雖然反應器已停機，但是爐心核燃料仍有餘熱不斷釋出，加上一些安全系統因維修而暫時不可用，此時其爐心熔損機率與平時運轉時差不多，不容輕忽，因此在目前大修中人為失誤比例偏高下，雖然所發生事件不直接影響機組安全，但仍應心存警惕，小心為慎。

表3-8 我國核能電廠八十四年大修時程

機組	大修週期	大修開始時間	大修結束時間	大修總日數	八十四年所佔日數
核一廠1號機	EOC-14	84年04月12日18時07分	84年06月13日17時54分	62.0	62.0
核一廠2號機	EOC-13	84年02月12日17時09分	84年04月21日23時14分	68.3	68.3
核二廠1號機	EOC-10	83年11月12日00時52分	84年01月15日12時40分	64.5	14.5
核二廠2號機	EOC-10	84年09月01日02時10分	84年11月01日15時16分	61.5	61.5
核三廠1號機	EOC-09	84年11月17日00時37分	84年12月29日03時06分	52.1	52.1
核三廠2號機	EOC-08	84年01月09日02時11分	84年03月20日22時30分	70.8	70.8

大修開始:從機組降載,發電機解聯不再發電那刻算起。

大修結束:計算至機組重新起動,發電機首次併聯發電那刻為止。

表3-9 我國核能電廠八十四年異常事件機組狀態統計

機組狀態	廠別			總計	
	核一廠	核二廠	核三廠	件數	百分比%
起動	0	0	0	0	0.0
升、降載	3	2	0	5	6.8
穩定功率運轉	18	22	8	48	65.8
停機檢修	1	3	0	4	5.5
年度大修	9	4	3	16	22.0
總計	31	31	11	73	100.0

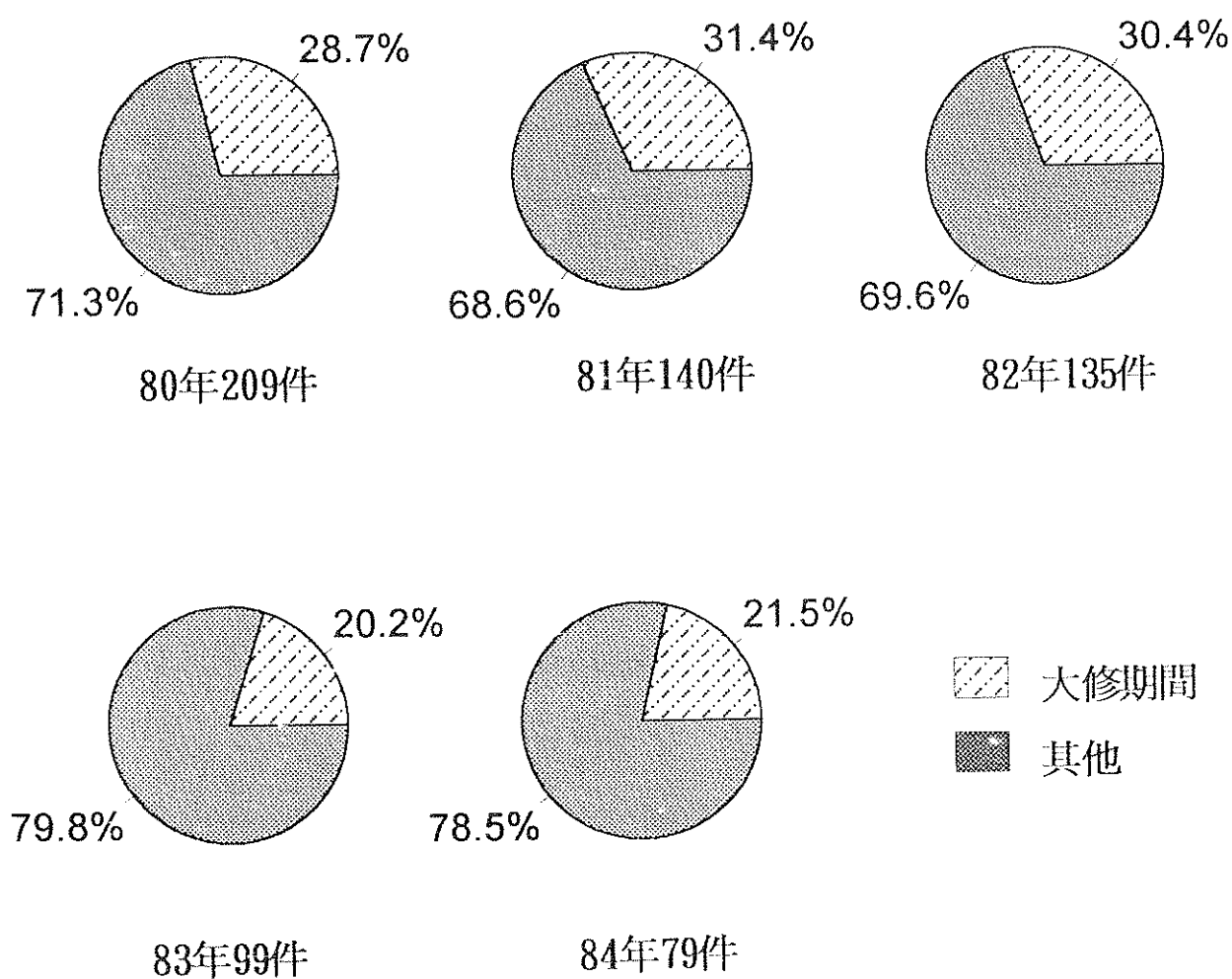


圖3-8 我國核能電廠近五年異常事件發生於大修時期比率統計

六.事件原因

異常事件發生的原因在本報告中我們將之分爲人爲失誤（包括訓練缺失、精神不集中、聯絡上的缺失等）、設備故障（包括維護缺失、過早的損壞/故障等）、設計不良（包括設計缺失、裝置/製造缺失等）、作業程序缺失（包括程序書不完整或內容不正確等）及其他（如颱風、系統電震、群眾示威遊行等）等 5類。

分析全部不含工安事件的73件異常事件之發生原因如表3-10，發現各廠均以設備故障比例最高，人爲失誤其次，而且80%以上的事件原因屬於這二類，其餘原因如設計不良與程序缺失之件數均較少。

表3-10 我國核能電廠八十四年非工安相關異常事件發生原因統計

廠別 發生原因	核一廠	核二廠	核三廠	合 計	
				件數	比例(%)
人爲失誤	12	8	5	25	34.2
設備故障	15	16	6	37	50.7
設計裝置不良	1	2	0	3	4.1
作業程序缺失	1	1	0	2	2.7
其他	2	4	0	6	8.2
合 計	31	31	11	73	100.0

七.事件相關之系統與組件

一件異常事件有時牽涉的相關系統不只一個，本報告進行事件相關之系統分析時，對一異常事件不論其牽涉之系統類別多寡，只選取一個與事件之發生原因最直接相關的系統當作事件相關系統。如果異常事件只涉及一個系統，就取其爲事件相關系統，例如RER-84-11-008高壓爐心注水系統（HPCI）蒸汽關斷閥漏蒸汽，檢修

中暫時關閉造成HPCI不可用，HPCI即為事件之相關系統。另外，如果異常事件涉及之系統不只一個，則事件相關系統的選取可以採用下列原則：

- (1) 如事件是人為操作失誤或作業程序缺失所引起，則取因該失誤行為或程序缺失導致不正常動作之設備所屬系統。例如RER-84-20-002開關場OCB 3520試驗完畢後，準備將其關閉時，卻誤將OCB 3510打開，造成起動變壓器失電，緊急柴油發電機自動起動，此事件通報之依據雖為安全系統動作，選取之系統卻應為開關場（非安全相關電力系統）。
- (2) 如事件原因是某設備設計不良或設備故障，導致另一設備動作而通報，則仍取最先故障設備所屬之系統。例如RER-84-22-015爐心隔離冷卻系統（RCIC）因餘熱移除系統之蒸汽凝結模式管路上盲板洩漏，檢修時造成爐心隔離冷卻系統不可用，雖然此事件之通報依據為爐心隔離冷卻系統不可用（餘熱移除系統盲板洩漏本身未構成通報條件），但是爐心隔離冷卻系統本身設備正常，其不可用是因餘熱移除系統造成，因此，此事件相關系統為餘熱移除系統。

八十四年各核電廠異常事件之相關系統經由上述原則決定後，再依美國核電廠運轉經驗資訊系統NPEars (Nuclear Power Experience Automated Retrieval Sys.)對核電廠系統之分類方式（附件一）加以編碼後輸入電腦，進行統計分析。依據NPEars對核電廠系統之分類規則，介於主汽機高壓與低壓段之間的汽水分離再熱器（MSR）不屬主汽機系統（代碼36）而為主蒸汽系統（代碼34），另外代碼58的反應器保護系統亦包括主汽機之電子液壓控制系統（EHC）。

各廠非工安相關異常事件依其相關系統統計結果分別如表3-11、3-12與3-13（為強調件數較多系統，除核三廠外，僅列舉件數3件以上系統）。統計結果顯示，核一廠的31件異常事件中，涉及的系統以反應爐水淨化系統6件最多，6件全部引起一次圍阻體隔離系統動作，其中5件是同一原因（溫度跳脫單元熱電偶）所造成，其次為高低壓爐心注水系統與安全有關電力系統各4件；核二廠的31件異常事件中，以爐心隔離冷卻系統與反應器保護系統各5件最多，其中爐心隔離冷卻系統5

件全部造成該系統不可用，而反應器保護系統5件中3件是起因於電驛之維護不當；核三廠的11件異常事件中，通風系統與緊急柴油發電機系統各發生2件，其餘7件分屬7個不同系統。由以上各廠異常事件所屬系統分析，便於各廠發現較易發生異常事件之系統，集中力量，檢討改進。

表3-11 核能一廠八十四年非工安相關異常事件系統類別分析表

系 統 名 稱	件 數	百分比(%)
反應爐水淨化系統	6	19.4
高／低壓爐心注水系統	4	12.9
安全有關電力系統	4	12.9
其他3件以下系統（12個系統）	17	54.8
合 計	31	100.0

表3-12 核能二廠八十四年非工安相關異常事件系統類別分析表

系 統 名 稱	件 數	百分比(%)
爐心隔離冷卻系統	5	16.1
反應器保護系統	5	16.1
飼水／冷凝水／抽汽系統	3	9.7
非安全有關電力系統	3	9.7
餘熱移除系統	3	9.7
其他3件以下系統（7個系統）	12	38.7
合 計	31	100.0

表3-13 核能三廠八十四年非工安相關異常事件系統類別分析表

系 統 名 稱	件 數	百分比(%)
通風系統	2	18.2
緊急柴油發電機系統	2	18.2
其他單件系統（7個）	7	63.6
合 計	11	100.0

由於異常事件中屬設備故障者方表示其系統有問題，故再將各廠因設備故障導致之異常事件依其涉及之系統加以分析，分別得到表3-14，3-15及3-16（為強調件數較多系統，除核三廠外，僅列舉件數3件以上系統）。結果顯示核一廠系統中因設備故障導致異常事件件數較多者為反應爐水淨化系統5件；核二廠以餘熱移除系統、反應器保護系統與飼水／冷凝水／抽汽系統系統各3件較多；核三廠6件因設備故障導致的異常事件則分屬6個不同系統。這些設備故障較多的系統，各電廠應加強其設備維護工作，提高可靠度，降低異常事件的發生。

表3-14 核能一廠八十四年設備故障導致之異常事件系統類別分析表

系 統 名 稱	件 數	百分比(%)
反應爐水淨化系統	5	33.3
其他2件以下系統(9個系統)	10	66.7
合 計	15	100.0

表3-15 核能二廠八十四年設備故障導致之異常事件系統類別分析表

系 統 名 稱	件 數	百分比(%)
餘熱移除系統	3	18.8
反應器保護系統	3	18.8
飼水／冷凝水／抽汽系統	3	18.8
其他2件以下系統(6個系統)	7	43.7
合 計	16	100.0

表3-16 核能三廠八十四年設備故障導致之異常事件系統類別分析表

系 統 名 稱	件 數	百分比(%)
其他單件系統	6	100.0
合 計	6	100.0

異常事件牽涉之設備除了上述之系統分類外，還可進一步依其牽涉之主要組件加以分類，同樣的，組件之分類代號也是依循NPEars的分類規則（詳如附件二）將核電廠之主要組件分成編號00至99等80個組件，再粗分成閥、泵、管路、儀器及控制組件與電氣組件等大類，若某事件與組件無關則以NA表示。各事件的相關組件為事件相關系統中不正常動作或與事件之發生最直接相關之組件，例如RER-84-11-001餘熱移除系統一注水閥故障造成低壓爐心注水系統不可用，該注水閥即為此事件之相關組件；如果事件原因是人爲失誤，其操作之設備組件動作正常且未損壞，則該事件判斷與組件無關，即以NA表示，例如RER-84-12-008控制室操作人員抽動控制棒過程中，不慎造成反應器急停，本事件即與組件無關。

核一、二、三廠因設備故障導致的異常事件依組件類別加以分析，在核一廠之15件中以儀器及控制組件9件最多（如表3-17）；核二廠之16件中也以儀器及控制組件4件最多（如表3-18）；核三廠之6件中則以儀器及控制組件與閥類組件各2件最多（如表3-19）。

表3-17 核能一廠八十四年設備故障導致之異常事件組件類別分析表

組 件 名 稱	件 數	百分比(%)
儀器及控制組件	9	60.0
其他3件以下組件	6	40.0
合 計	15	100.0

表3-18 核能二廠八十四年設備故障導致之異常事件組件類別分析表

組 件 名 稱	件 數	百分比 (%)
儀器及控制設備	4	25.0
管路	3	18.8
閥	3	18.8
泵	3	18.8
其他3件以下組件	2	12.5
不屬組件 (NA)	1	6.3
合 計	16	100.0

表3-19 核能三廠八十四年設備故障導致之異常事件組件類別分析表

組 件 名 稱	件 數	百分比 (%)
儀器及控制組件	2	33.3
閥	2	33.3
電氣	1	16.7
管路	1	16.7
合 計	6	100.0

肆、討論與發現

一、異常事件特性

1. 異常事件之通報依據與相關系統

依照運轉規範第16.6.9.2.2節規定必須提報異常事件書面報告的情況，其涵蓋層面甚廣，諸如人員受傷送醫、設備故障、安全系統功能異常或非計畫性之動作、人員輻射曝露超過限值、放射性物質過量排放、違反運轉規範、民眾示威遊行、及天然災害侵襲等，可謂包羅萬象。將八十四年實際發生事件依其引用通報情況加以統計分類後，發現大部份事件(73.4%)集中於第五項與第十項規定的通報情況（表3-1結果）。因此，如能針對這二類事件的特性與原因深入了解，提出改善對策，對降低異常事件的發生，必能收事半功倍之效。

茲將各核能電廠依據第五項規定（非屬事先計畫之特殊安全設施或反應器保護系統動作）而通報之異常事件，分析其相關系統並統計件數後，可得到表4-1的結果。

由表4-1可知，核一廠此類事件計12件，其中以反應爐水淨化系統6件最多，安全相關電力系統4件次之，前者6件均是因高溫假信號引起一次圍阻體隔離系統動作，6件中5件是同一原因造成，只因核一廠未能於第一次問題出現時，及時找出肇因，加以解決，而在日後繼續發生。而4件安全相關電力系統的事件全為反應器保護系統電源一串失電，引起一次圍阻體隔離系統動作，其中2次是大修中例行維護工作時施工不慎造成，另2次則是機組功率運轉中設備故障造成。

核二廠此類事件也是12件，主要發生於反應器保護系統（3件）、通風系統（2件）、爐水淨化系統（2件）與非安全相關電力系統（2件）等；屬於反應器保護系統的3件都是發生於該系統之電驛維護工作中，顯示其維修品質需再提昇；屬於緊急通風系統的2件都是發生於燃料廠房，一是因施工不慎，另一是系統電震；屬於爐水淨化系統的2件，一件是該系統泵軸封故障洩漏造成，電廠準備將該泵換成無軸封式，以徹底解決類似問題；另一件是操作程序缺失造成，亦可望於修改程序書

後，避免類似事件再發生；2件非安全相關電力系統，一件為廠外電源喪失所造成，另一件為開關場操作時失誤所造成。

核三廠此類事件計5件，分別發生於通風系統（2件）、緊急柴油發電機系統（2件）與主蒸汽系統（1件）。發生於緊急通風系統的第1件為燃料廠房的輻射偵測器故障，造成燃料廠房緊急通風系統啟動，第2件發生於第1件同日檢修該故障偵測器時，誤動到另一正常偵測器所造成。緊急柴油發電機系統2件發生於連續二日的測試中，皆由於人為失誤造成安全電源匯流排失電，一件因現場與控制室人員溝通不良，一件因工作人員按錯電路開關，顯示電廠對該系統的測試作業程序書與人員的訓練有再檢討加強的必要。

表 4-1 依據第5項規定通報之異常事件相關系統分析

廠 別				
系 統	核 一 廠	核 二 廠	核 三 廠	總 計
反應爐水淨化系統	6	2	0	8
通風系統	0	2	2	4
安全相關電力系統	4	0	0	4
反應器保護系統	0	3	0	3
主蒸汽系統	1	0	1	2
緊急柴油發電機系統	0	0	2	2
非安全相關電力系統	0	2	0	2
乾井系統	1	0	0	1
高低壓安全注水系統	0	1	0	1
預期暫態未急停系統	0	1	0	1
爐心核儀系統	0	1	0	1
總 計	12	12	5	29

依據第10項規定（內含8小項情況）而通報的異常事件合計29件，分別是核一廠12件、核二廠12件、核三廠5件，分別佔各廠全部件數的36.4%、35.3%及41.7%。在這29件中，其通報依據又以第1小項（機組非計畫性急停、停機或解聯者）及第2小項（因設備故障導致機組降載20%以上且持續4小時者）合計21件最多，佔全部（不含工安）事件的28.8%，此類事件均是造成機組降載或解聯而直接影響電廠的發電績效，進一步統計發現（如表4-2）此類事件涉及系統相當分散，並無件數較多系統，惟飼水／冷凝水／抽汽系統的3件中，均發生於核二廠的飼水系統，其中2件並造成機組急停，其事件原因全屬設備故障，顯示核二廠對飼水系統有全面檢討的需要。

表4-2 依據第10項第1、2小項規定通報之異常事件相關系統分析

系 統	廠 別		核 一 廠		核 二 廠		核 三 廠		總 計
	1小項	2小項	1小項	2小項	1小項	2小項	1小項	2小項	
反應器保護系統	1	1	2	0	0	0	0	0	4
飼水／冷凝水／抽汽系統	0	0	2	1	0	0	0	0	3
主汽機系統	1	0	0	2	0	0	0	0	3
非安全相關電力系統	2	0	1	0	0	0	0	0	3
主發電機系統	1	0	0	0	1	0	0	0	2
主冷凝器系統	0	0	0	0	0	1	0	0	1
核燃料系統	0	0	1	0	0	0	0	0	1
反應爐壓力槽與內部零組件	1	0	0	0	0	0	0	0	1
高低壓安全注水系統	0	0	0	0	0	1	0	0	1
控制棒棒位控制系統	1	0	0	0	0	0	0	0	1
反應器冷卻水系統	0	0	0	0	1	0	0	0	1
合 計	7	1	6	3	2	2	0	0	21

2. 異常事件之機組狀態與相關系統

機組的運轉狀態依其功率大小與變化分為起動、升降載、穩定功率運轉、停機檢修和年度大修等五種，若以時間長短來看，機組大部份時間處於穩定功率（常為滿載）運轉；其次為一年中約二個月的大修；數天的停機；以及數十小時的起動與升降載。因此，以機組狀態進行異常事件分類，穩定功率運轉佔最高，達65.8%；年度大修次之，佔22.0%，二者合計佔87.8%（詳見表3-9）。

進一步分析機組在不同運轉狀態下異常事件相關系統發現，穩定功率運轉狀態中（表4-3），核一廠以反應爐水淨化系統與高／低壓爐心注水系統各3件較多；核二廠則以爐心隔離冷卻系統5件最多，這5件均造成該系統不可用（一號機3件；二號機2件），原因均是該系統本身設備的問題所造成，顯示其可靠性有待提昇；核三廠則以通風系統2件最多。

在年度大修狀態中（表4-4），由於各廠件數不多，各系統的分佈相當分散，沒有3件以上件數較多系統，無法選定較弱系統加以討論。

表 4-3 穩定功率運轉狀態下異常事件相關系統

廠 別				
系 統	核一廠	核二廠	核三廠	總 計
爐心隔離冷卻系統	2	5	0	7
高／低壓爐心注水系統	3	2	1	6
反應爐水淨化系統	3	1	1	5
反應器保護系統	1	2	1	4
通風系統	0	2	2	4
非安全相關電力系統	2	2	0	4
餘熱移除系統	0	3	0	3
主汽機系統	1	2	0	3
安全相關電力系統	2	0	0	2
飼水／冷凝水／抽汽系統	0	1	0	1
核燃料系統	0	1	0	1
乾井系統	1	0	0	1
反應器冷卻水系統	0	0	1	1
圍阻體系統	1	0	0	1
主冷凝器系統	0	0	1	1
主蒸汽系統	1	0	0	1
主發電機系統	0	0	1	1
不屬任何系統	1	1	0	2
總 計	18	22	8	48

表 4-4 年度大修異常事件之相關系統

系 統	廠 別			總 計
	核一廠	核二廠	核三廠	
反應器保護系統	1	2	0	3
爐心核儀系統	1	1	0	2
反應爐壓力槽與內部零組件系統	2	0	0	2
緊急柴油發電機	0	0	2	2
安全相關電力系統	2	0	0	2
核燃料系統	1	0	0	1
高低壓爐心注水系統	1	0	0	1
主蒸汽系統	0	0	1	1
反應爐水淨化系統	1	0	0	1
預期暫態未急停	0	1	0	1
總 計	9	4	3	16

3. 異常事件之機組狀態與原因類別關係

異常事件的發生原因種類與機組狀態是否有關連，藉由二者之間的交叉分析結果（表4-5）可看出，在事件發生件數最多的穩定功率運轉狀態下，約58%事件的原因為設備故障，27%為人為失誤。而件數次多的年度大修時，超過一半（69%）的事件原因是人為失誤，設備故障的比例降為19%，在機組大修時，固然設備的維修工作較多，但是每年一次的大修，隨著經驗的累積，一些例行性維修工作，例如反應器保護系統電驛的維護與核燃料的吊運，似乎不應一再出現類似的人為失誤，顯示電廠在這方面仍有改進的空間。

進一步分析各電廠在穩定功率運轉與年度大修狀態下異常事件的發生原因（結果分別如表4-6與4-7），發現各廠在穩定功率運轉狀態下，人為失誤次數分別為5件；5件；3件，較去年（八十三年）稍差，去年核一、三廠各為1件，核二廠5件。

而在年度大修狀態下，各廠人爲失誤原因均在65%以上，又以核一廠6件人爲失誤明顯偏多，顯示核一廠宜針對如何避免人爲失誤的工作，提出具體解決之道。

表4-5 我國核能電廠八十四年異常事件機組狀態與事件原因關係

事件原因 機組狀態	人爲失誤	設備故障	設計不良	作業程序缺失	其他	總計
起動	0	0	0	0	0	0
升、降載	1	4	0	0	0	5
穩定功率運轉	13	28	2	0	5	48
停機檢修	0	2	0	1	1	4
年度大修	11	3	1	1	0	16
總計	25	37	3	2	6	73

表 4-6 穩定功率運轉狀態下異常事件原因統計

廠 別 系 統	核一廠	核二廠	核三廠	總 計
人爲失誤	5	5	3	13
設備故障	11	12	5	28
設計不良	0	2	0	2
作業程序缺失	0	0	0	0
其他	2	3	0	5
總 計	18	22	8	48

表 4-7 年度大修下異常事件原因統計

系 統	核一廠	核二廠	核三廠	總 計
人爲失誤	6	3	2	11
設備故障	1	1	1	3
設計不良	1	0	0	1
作業程序缺失	1	0	0	1
其他	0	0	0	0
總 計	9	4	3	16

4. 異常事件相關系統與發生原因關係

將各異常事件相關系統與其事件發生原因進行交叉分析後，依發生件數高低之系統排列如表4-8。由表中結果發現，人爲失誤比例較高（50%以上）的系統有高／低壓爐心注水系統、通風系統與安全相關電力系統，電廠除了加強人員訓練外，亦應詳細檢討上述系統之相關程序書，藉由相關品保規定防範人爲失誤的發生；而設備故障比例較高（50%以上）的系統有飼水／冷凝水／抽汽系統、餘熱移除系統、主汽機系統、反應爐水淨化系統、反應器保護系統與安全相關電力系統，其中飼水／冷凝水／抽汽系統與餘熱移除系統的事件原因全是設備故障，電廠應加強上述系統的設備維修計畫，提高設備可靠性；至於廠外輸配電線路故障等其他原因則是非安全相關電力系統事件之主因。

表 4-8 異常事件相關系統之原因統計

系統	發生原因					總計
	人為失誤	設備故障	設計不良	程序缺失	其他	
反應爐水淨化系統	1	6	0	2	0	9
反應器保護系統	3	5	0	0	0	8
爐心隔離冷卻系統	2	2	1	0	2	7
高／低壓爐心注水系統	4	3	0	0	0	7
非安全相關電力系統	1	0	0	0	4	5
通風系統	2	1	1	0	0	4
安全相關電力系統	2	2	0	0	0	4
主汽機系統	1	2	0	0	0	3
飼水／冷凝水／抽汽系統	0	3	0	0	0	3
餘熱移除系統	0	3	0	0	0	3

二、異常事件通報規定

1. 共同機組事件的認定

核三廠一號機於11月21日機組大修中，一承包商工人於輔助廠房工作時，不慎自鷹架上跌落受傷，核三廠將此事件以運轉規範通報規定第10項第3款「工安事件造成人員傷亡或需送至廠外就醫者」通報，但歸類於共同事件（事件編號RER-84-30-001），由於此事件發生地點屬於一號機之輔助廠房且所進行工作屬一號機大修相關工作，因此此事件應歸類於一號機事件。

2. 急停事件的通報依據

我國目前運轉規範中異常事件的通報規定，對機組急停事件雖然有第16.6.9.2.2.5節（非屬事先計畫之特殊安全設施動作或反應器保護系統動作）與第16.6.9.2.2.10.(1)節（機組非計畫性急停、停機或解聯者）二個通報依據，但是二者之間並不全然相同，例如停機狀態下控制棒已全入的反應器保護系統動作，即屬前者，而機組在起動或運轉中，控制棒動作插入爐心的反應器急停，即屬後者。因此為避免相同事件有不同的通報依據，本會曾於去年之「我國核能一、二、三廠八十三年異常事件統計分析」報告中建議將第16.6.9.2.2.5節所指「非屬事先計畫之反應器保護系統動作」適用於僅只反應器保護系統動作，而機組功率未真正發生變化者。而第16.6.9.2.2.10(1)節之「機組非計畫性急停」適用於機組發生真正之急停，控制棒動作插入爐心者。然檢視今年我國六部核能機組發生的自動急停事件通報依據，發現只有3件依前述建議方式通報，其餘8件中或以第5節通報，或以第5節與第10節通報，且各廠本身通報方式也不一致。

3. 解聯事件的通報

核能機組在設計與經濟因素考量上，只要各系統功能正常，符合運轉規範要求，通常都以滿載功率運轉發電。有時系統設備出現個小問題，機組也許需要稍微降載以便進行檢修，但通常數小時便可修復，然後機組又恢復滿載繼續運轉；因此，對於機組需完全停機解聯才能進行檢修工作的問題，一定是屬於重要設備的故障，對於這類解聯事件，台灣電力公司應主動向原子能委員會報告，於是，在運轉規範第16.6.9.2.2.10節第1款，規定機組發生非計畫性急停、停機或解聯者，必須於事件發生後30天內以書面報告向原子能委員會通報。規定中所謂“計畫性”一詞，雖於運轉規範中無明確定義，但是一般皆以世界核能發電者協會（WANO）對非計畫性機組能力損失因數指標中“計畫性”的定義為參考標準，即在四周前即已規畫之工作方屬計畫性工作，否則即屬非計畫性工作，例如機組之年度大修工作，

通常於半年以前就決定停機解聯日期，那麼大修即屬計畫性之解聯，而一般因設備故障導致機組無法再繼續運轉而必須停機檢修的事件多是無法預期的，因此屬於非計畫性解聯。

檢視我國核一、二、三廠八十四年發生的機組解聯事件（分別列於表4-9、4-10與4-11），發現核一、二、三廠分別有5、4、2件屬非計畫性解聯事件未依規定通報異常事件，主要原因乃在多久前規畫之工作才屬計畫性的認定問題，台灣電力公司有不同看法，目前其對計畫性的解釋為，電廠向台電總公司電力調度室申請解聯獲准與否，作為是否屬計畫性之依據。為與世界潮流相符與管制需要及正確反應真實狀況，建議對“非計畫性”一詞予以明確定義，並與WANO指標中的定義相同，以解決目前各電廠許多應報而未報之非計畫性解聯事件。附圖4-1為核一、二、三廠近五年非計畫性停機解聯次數統計圖，由圖中發現，三座電廠的總件數，除了八十一年較少外，其餘四年均在24件左右，看不出明顯變化趨勢。各廠歷年之變化，核一廠有些微遞增趨勢；核二廠穩定在每年約10件左右；核三廠則變動稍大。各電廠五年平均次數為核一廠7次、核二廠10次、核三廠5次。

表4-9 八十四年核一廠機組解聯事件摘要表

序號	機組	事件日期	事件摘要	解聯原因	是否通報 RER(如是,編號)	是否計畫性 (如是,理由)
1	1	4月12日	機組解聯進行EOC-14大修。	大修	否	是(年度大修)
2	1	6月14日	機組解聯進行汽機超速跳脫試驗。	進行試驗	否	是(大修後例行試驗)
3	1	8月5日	反應器因廠外輸配電線路遭受雷擊故障而急停,機組解聯。	自動急停	是 (11-009)	否
4	1	9月12日	反應器因高壓力而急停,機組解聯。	自動急停	是 (11-013)	否
5	1	11月5日	機組因勵磁機機殼內出現異常火花,解聯檢修。	設備故障	是 (11-017)	否
6	2	2月12日	機組解聯進行EOC-13大修。	大修	否	是(年度大修)
7	2	4月22日	機組解聯進行汽機超速跳脫試驗。	進行試驗	否	是(大修後例行試驗)
8	2	4月29日	機組解聯進行反應器爐蓋內側洩漏之O形環更換工作。	設備故障	是 (12-009)	否
9	2	5月9日	機組解聯進行飼水加熱器之水位控制閥檢修。	設備故障	否	否
10	2	6月25日	機組解聯進行主勵磁機冷卻水管洩漏檢修。	設備故障	否	否
11	2	8月5日	反應器因廠外輸配電線路遭受雷擊故障而急停,機組解聯。	自動急停	是 (12-012)	否
12	2	8月13日	機組解聯進行安全釋壓閥R洩漏檢修。	設備故障	否	否
13	2	12月9日	機組解聯進行汽機推力軸承保護機構及發電機漏油處之檢修。	設備故障	否	否
14	2	12月17日	機組解聯進行汽機四號控制閥漏油之檢修。	設備故障	否	否

以上共計14件解聯,其中計畫性4件,非計畫性10件,後者中有5件未通報異常事件。

表4-10 八十四年核二廠機組解聯事件摘要表

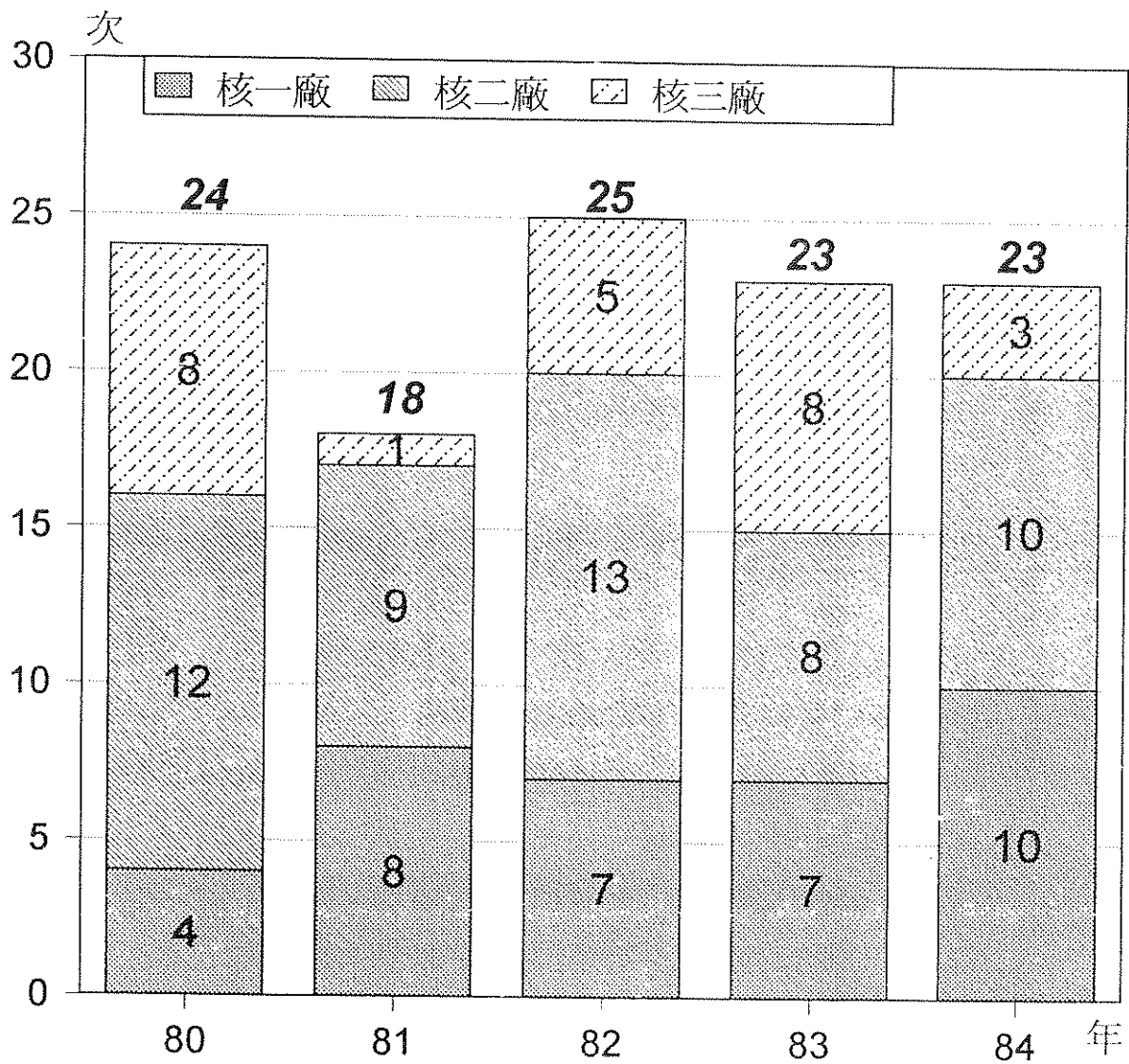
序號	機組	事件日期	事件摘要	解聯原因	是否通報 RER(如 是,編號)	是否計畫性(如 是,理由)
1	1	1月16日	機組解聯以進行汽機平衡加重 工作。	設備維護	否	否
2	1	1月18日	機組解聯以進行蒸汽抽氣系統 (SJAE) 換組運轉工作,改善 真空。	改善真空	否	否
3	1	4月18日	反應器因高中子通量而急停, 機組解聯。	自動急停	是 (21-007)	否
4	1	4月27日	機組解聯進行DEH系統相關驗 證工作。	進行試驗	否	否
5	1	7月11日	機組因燃料破損緊急降載解 聯。	設備故障	是 (21-008)	否
6	1	7月21日	機組解聯進行燃料棒查漏與抽 換受損燃料工作。	設備故障	否	否
7	1	9月16日	反應器因主汽機跳脫而急停, 機組解聯。	自動急停	是 (21-011)	否
8	2	1月19日	反應器因低水位而急停,機組 解聯。	自動急停	是 (22-002)	否
9	2	2月6日	機組解聯以進行汽機平衡加重 工作。	設備維護	否	是(屬於低壓汽機 計畫性解聯檢修 工作之一)
10	2	2月7日	機組解聯進行汽機超速跳脫試 驗。	進行試驗	否	是(大修後例行試 驗)
11	2	5月13日	機組解聯進行MOPS/SCRUPS洩 水及管閥洩漏之檢修工作。	設備故障	否	是(4月8日發現該 洩漏而計畫解聯 檢修)
12	2	8月5日	反應器因廠外輸配電線路遭受 雷擊故障而急停,機組解聯。	自動急停	是 (22-007)	否
13	2	9月1日	機組解聯進行EOC-10大修。	大修	否	是(年度大修)
14	2	11月2日	機組解聯進行汽機超速跳脫試 驗。	進行試驗	否	是(大修後例行試 驗)
15	2	12月9日	反應器因高水位信號而急停, 機組解聯。	自動急停	是 (22-017)	否

以上共計15件解聯,其中計畫性5件,非計畫性10件,後者中有4件未通報異常事件。

表4-11 八十四年核三廠機組解聯事件摘要表

序號	機組	事件日期	事件摘要	解聯原因	是否通報 RER(如是， 編號)	是否計畫 性(如是， 理由)
1	1	11月7日	機組解聯進行EOC-9大修。	大修	否	是(年度大修)
2	1	12月30日	機組解聯進行汽機調整配重。	設備維護	否	否
3	2	1月9日	機組解聯進行EOC-8大修。	大修	否	是(年度大修)
4	2	3月21日	機組解聯進行汽機超速跳脫試驗。	進行試驗	否	是(大修後例行試驗)
5	2	4月9日	機組解聯進行發電機九號軸承高震動之檢修。	設備故障	否	否
6	2	6月29日	反應器因反應爐冷卻水泵(RCP) B台跳脫而急停，機組解聯。	自動急停	是(32-002)	否

以上共計6件解聯，其中計畫性3件，非計畫性3件，後者中有2件未通報異常事件。



註：非計畫性之含義係指不在四週前可預先安排的。

圖4-1 我國核能電廠近五年非計畫性停機解聯次數統計

伍、結論與建議

一、結論

八十四年我國三座核能電廠六部機組發生的79件異常事件，經由其事件等級、通報依據、發生時間、機組狀態、事件原因與相關系統／組件等特性加以統計分析後，摘要其結果（表5-1）如下：

- 全部件數79件，扣除工安等與機組安全無關事件後為73件。
- 依事件嚴重等級
 - 92.4%（73件）為無任何安全顧慮的0級事件。
 - 7.6%（6件）為安全防禦系統發生功能偏差但未影響安全的1級事件。
- 依事件通報依據
 - 36.7%（29件）為非屬事先計畫之特殊安全設施動作或反應器保護系統動作事件。
 - 19.0%（15件）為機組非計畫性急停、停機或解聯事件。
 - 17.7%（14件）為部份安全系統失效事件。
 - 7.6%（6件）為設備故障導致機組降載20%以上且持續4小時事件。
- 依事件發生時間（值別）
 - 60.8%（48件）發生於上午八時至下午四時的二值時段。
 - 21.5%（17件）發生於下午四時至凌晨零時的三值時段。
 - 13.9%（11件）發生於凌晨零時至上午八時的一值時段。
- 依機組狀態（非工安相關事件73件中）
 - 65.8%（48件）發生於機組處於穩定功率運轉時。
 - 21.9%（16件）發生於年度大修時。
- 依事件原因（非工安相關事件73件中）
 - 50.7%（37件）是設備故障原因造成。
 - 34.2%（25件）是人為失誤造成。
- 依事件相關系統（非工安相關事件，設備故障類37件中）

- 6件與反應爐水淨化系統有關。
- 5件與反應器保護系統有關。
- 3件與高低壓安全注水系統有關。
- 3件與餘熱移除系統有關。
- 3件飼水系統有關。
- 依事件相關組件（非工安相關事件，設備故障類37件中）
 - 15件與儀控組件有關。

核一廠異常事件摘要如下：

- 全部件數33件，工安相關事件2件。
- 依事件嚴重等級
 - 93.9%（31件）為無任何安全顧慮的0級事件，
 - 6.1%（2件）為安全防禦系統發生功能偏差但未影響安全的1級事件。
- 依事件通報依據
 - 36.4%（12件）為非屬事先計畫之特殊安全設施動作或反應器保護系統動作事件。
 - 21.2%（7件）為機組非計畫性急停、停機或解聯事件。
 - 15.2%（5件）為部份安全系統失效事件。
 - 3.0%（1件）為設備故障導致機組降載20%以上且持續4小時事件。
- 依事件發生時間（值別）
 - 57.6%（19件）發生於上午八時至下午四時的二值時段。
 - 21.2%（7件）發生於下午四時至凌晨零時的三值時段。
 - 15.2%（5件）發生於凌晨零時至上午八時的一值時段。
- 依機組狀態（非工安相關事件31件中）
 - 58.1%（18件）發生於機組處於穩定功率運轉時。
 - 29.0%（9件）發生於年度大修時。

- 依事件原因（非工安相關事件31件中）
48.4%（15件）是設備故障原因造成。
38.7%（12件）是人為失誤造成。
- 依事件相關系統（非工安相關事件，設備故障類15件中）
反應爐水淨化系統5件最多，其餘為2件以下。
- 依事件相關組件（非工安相關事件，設備故障類15件中）
與儀控類組件9件最多，其餘為3件以下。

核二廠異常事件摘要如下：

- 全部件數34件，工安相關事件3件。
- 依事件嚴重等級
94.1%（32件）為無任何安全顧慮的0級事件，
5.9%（2件）為安全防禦系統發生功能偏差但未影響安全的1級事件。
- 依事件通報依據
35.3%（12件）為非屬事先計畫之特殊安全設施動作或反應器保護系統動作事件。
26.5%（9件）為部份安全系統失效事件。
17.6%（6件）為機組非計畫性急停、停機或解聯事件。
8.8%（3件）為設備故障導致機組降載20%以上且持續4小時事件。
- 依事件發生時間（值別）
61.8%（21件）發生於上午八時至下午四時的二值時段。
23.5%（8件）發生於下午四時至凌晨零時的三值時段。
11.8%（4件）發生於凌晨零時至上午八時的一值時段。
- 依機組狀態（非工安相關事件31件中）
71.0%（22件）發生於機組處於穩定功率運轉時。
12.9%（4件）發生於年度大修時。

- 依事件原因（非工安相關事件31件中）
51.6%（16件）是設備故障原因造成。
25.8%（8件）是人為失誤造成。
- 依事件相關系統（非工安相關事件，設備故障類16件中）
3件與反應器保護系統有關。
3件與餘熱移除系統有關。
3件與飼水系統有關。
- 依事件相關組件（非工安相關事件，設備故障類16件中）
4件與儀控組件有關。

核三廠異常事件摘要如下：

- 全部件數12件，工安相關事件1件。
- 依事件嚴重等級
83.3%（10件）為無任何安全顧慮的0級事件，
16.6%（2件）為安全防禦系統發生功能偏差但未影響安全的1級事件。
- 依事件通報依據
41.7%（5件）為非屬事先計畫之特殊安全設施動作或反應器保護系統動作事件。
16.7%（2件）為機組非計畫性急停、停機或解聯事件。
16.7%（2件）為設備故障導致機組降載20%以上且持續4小時事件。
- 依事件發生時間（值別）
66.7%（8件）發生於上午八時至下午四時的二值時段。
16.7%（2件）發生於下午四時至凌晨零時的三值時段。
16.7%（2件）發生於凌晨零時至上午八時的一值時段。
- 依機組狀態（非工安相關事件11件中）
72.7%（8件）發生於機組處於穩定功率運轉時。

- 27.3%（3件）發生於年度大修時。
- 依事件原因（非工安相關事件11件中）
54.5%（6件）是設備故障原因造成。
45.5%（5件）是人為失誤造成。
 - 依事件相關系統（非工安相關事件，設備故障類6件中）
6件分屬6個不同系統。
 - 依事件相關組件（非工安相關事件，設備故障類6件中）
2件與儀控組件有關。

表5-1 八十四年各廠異常事件統計摘要表

廠別		核一廠	核二廠	核三廠	三廠合計
全部件數		33	34	12	79
不含工安件數		31	31	11	73
事件等級 (INES)	0級	93.9%	94.1%	83.3%	92.4%
	1級	6.1%	5.9%	16.6%	7.6%
通報依據* 16.6.9.2.2	5	36.4%	35.3%	41.7%	36.7%
	10.1	21.2%	17.6%	16.7%	19.0%
	7	15.2%	26.5%	0.0%	17.7%
	10.2	3.0%	8.8%	16.7%	7.6%
發生時間 (值別)	一值	15.2%	11.8%	16.7%	13.9%
	二值	57.6%	61.8%	66.7%	60.8%
	三值	21.2%	23.5%	16.7%	21.5%
機組狀態* (非工安相關)	功率運轉	58.1%	71.0%	72.7%	65.8%
	年度大修	29.0%	12.9%	27.3%	21.9%
事件原因* (非工安相關)	設備故障	48.4%	51.6%	54.5%	50.7%
	人為失誤	38.7%	25.8%	45.5%	34.2%
相關系統* (非工安相關， 設備故障)	反應爐水淨化系統	5件	1件	0件	6件
	反應器保護系統	1件	3件	1件	5件
	高低壓安全注水系統	1件	1件	1件	3件
	餘熱移除系統	0件	3件	0件	3件
	飼水系統	0件	3件	0件	3件
相關組件* (非工安相關， 設備故障)	儀控組件	9件	4件	2件	15件

*僅列舉部份件數比例較高者。

二、建議

1. 通報規定

(1) 目前核能電廠對機組跳機事件的通報依據，有的引用第16.6.9.2.2.5節（非屬事先計畫之特殊安全設施動作或反應器保護系統動作），有的引用第16.6.9.2.2.10(1)節（機組非計畫性急停、停機或解聯者），為避免相同的事件而有不同的通報依據，本會曾於去年之「我國核能一、二、三廠八十三年異常事件統計分析」報告中建議核能電廠將急停事件以16.6.9.2.2.10(1)節通報，而第16.6.9.2.2.5節之反應器保護系統動作限於機組處於停機狀態下之動作。然檢視八十四年各核能電廠對急停事件之通報依據，仍然分歧不一，且各廠內部也不一致，建議各廠採行上述建議，使跳機事件的通報依據一致。

(2) 核能機組通常都以滿載功率運轉發電，有時系統設備出現個小問題，機組也許需要稍微降載以便進行檢修，但通常數小時便可修復，然後機組又恢復滿載繼續運轉，因此，對於機組需完全停機解聯才能進行檢修工作的問題，一定是屬於較為重要設備的故障，這類事件也因此顯得較為重要。對於這類解聯事件，在運轉規範第16.6.9.2.2.10(1)節即規定，機組有非計畫性解聯時，應提出異常事件書面報告，但是，運轉規範中對“非計畫性”一詞，並無明確定義，雖然在世界核能發電者協會（WANO）的「非計畫性機組能力損失因數指標」中對非計畫性之定義為四周前規畫之工作方屬計畫性工作，但是，台灣電力公司目前對計畫性的解釋為，電廠向台電總公司電力調度室申請解聯獲准與否，作為是否屬計畫性之依據，兩者之間認定的差異，將使機組非計畫性解聯此一重要事件的統計，無法正確反應真實狀況。因此，為與世界潮流相符與管制需要，建議對“非計畫性”之定義能與WANO指標中的定義相同，以解決目前各電廠很多應報而未報之非計畫性解聯事件。

(3) 目前運轉規範對30天書面異常事件報告的規定為，只要屬於二小時電話通報之情況，就要提報書面報告，然觀其內容，有部份通報主要是讓主管機關即早知曉罷了（如通報規定第9、10項部份內容），其實際狀況對機組之安全運轉並無

影響。因此秉於「管制於當管制」的原則，上述電話通報之情況似不用再另提30天書面異常事件報告，建議台灣電力公司提出運轉規範修改申請，將其自現有書面通報規定中移出，只須以電話通報方式通知原能會即可。

2. 降低件數

- (1) 電廠在大修時人爲失誤比例偏高（大修：68.8%，穩定功率運轉：27.1%），各電廠應正視此項事實並檢討改進。雖然核能機組在大修時反應器已停機，但是爐心核燃料仍有餘熱不斷釋出，加上一些安全系統因維修而暫時不可用，根據近年美、法等國研究發現，此時其爐心熔損機率與平時運轉時相差不多，不容輕忽。而大修工作在逐年經驗的累積下，一些例行性維修工作，例如反應器保護系統電驛的維護與核燃料的吊運，似乎不應一再出現類似的人爲失誤，建議電廠正視此項問題，徹底檢討改善。
- (2) 核一廠在大修中有6件人爲失誤事件，穩定功率運轉中有5件人爲失誤事件，明顯較其他二個廠高，核一廠應針對如何避免人爲失誤方面，提出具體解決之道。
- (3) 核二廠的爐心隔離冷卻系統與飼水系統分別發生5件與3件因設備故障造成的異常事件，其中爐心隔離冷卻系統之角色是緊急狀態時補水用的，猶如滅火器，希望備而不用，但是一定要隨時維持在可用狀態，以備不時之需。而飼水系統雖不似爐心隔離冷卻系統屬於安全補水系統之一，卻爲電廠正常運轉發電中使用之系統，且其功用是直接冷卻爐心，萬一發生喪失飼水事件時，仍會對爐心安全進行直接挑戰。因此應加強這二個系統的可靠性，避免設備故障造成系統不可用或機組停機。
- (4) 核三廠緊急柴油發電機曾在連續二日之測試中，發生二次人爲失誤造成的異常事件，一件因現場與控制室人員溝通不良，一件因工作人員按錯電路開關，建議電廠除了加強人員訓練外，亦應詳細檢討上述系統之相關程序書，以防範人爲失誤的再發生。

參考資料

1. RER-84-10-001~002, RER-84-11-001~017, RER-84-12-001~014, 台灣電力公司核能一廠, 八十四年。
2. RER-84-20-001~004, RER-84-21-001~013, RER-84-22-001~017, 台灣電力公司核能二廠, 八十四年。
3. RER-84-30-001, RER-84-31-001~008, RER-84-32-001~003, 台灣電力公司核能三廠, 八十四年。
4. NPEars User Guide, The S.M. Stoller Corp., 1986。
5. 核能一廠運轉規範, 台灣電力公司核能一廠, 八十四年。
6. 核能電廠異常事件立即通報規範, 行政院原子能委員會, 八十二年五月四日。
7. 核能電廠異常事件分級制度淺釋, 行政院原子能委員會, 八十三年三月。
8. 林繼統、徐明德, “我國核能一、二、三廠八十二年異常事件統計分析”, 行政院原子能委員會, 八十三年十二月。
9. 林繼統、徐明德, “我國核能一、二、三廠八十三年異常事件統計分析”, 行政院原子能委員會, 八十四年五月。

附件一 核能電廠運轉經驗資訊系統 (NPEars) 中電廠系統分類代號說明

00 Not Applicable	48 *Heating/Ventilating/Air Conditioning
02 Fuel	50 _Standby Gas Treatment
04 Control Rods/CRDMs	52 _Offgas
06 Reactor Vessel/Internals	53 _HVAC-Other
08 *Containment/Reactor Building	54 Radwaste
10 _Torus	56 *Unit Control/Monitoring
12 _Drywell/Pressure Suppression	58 _Reactor Trip/Protection
14 _Inerting	59 _Anticipated Transient without Scram
16 _Ice Condenser	60 _ESFAS/ADS/CIAS/Loop Selection Logic
17 _Containment/Rx Bldg-Other	62 _Nuclear Instrumentation
18 Reactor Coolant System	64 _Area/Process Radiation Monitors
20 Steam Generators	66 _CPU/Events/Rod Monitoring/Control
24 CVCS/RWCU	67 _Unit Control - Other
26 *Engineered Safety Features	68 Fire Protection
28 _SI/Recirc/Containment Spray	70 Seismic/Meteorological Monitors
30 _RCIC/Aux FW/Isolation Condensers	72 *Safety Electrical
32 _RHR/Shutdown Cooling	74 _Uninterruptible Power
33 _ESF-Other	76 _Diesel Generators
34 Main Steam	77 _Safety Electrical - Other
36 Main Turbine	78 Main Generator & Exciter
38 Condenser	80 Nonsafety Electrical
40 Condensate/FW/Extraction Steam/Drains	82 Refuel/Fuel Storage Building
42 Closed Cooling Water	84 Structural & Nonsafety
44 Circulating/River Water	86 Systems - Other
46 Service Water	99 Systems - Unknown

附件二 核能電廠運轉經驗資訊系統 (NPEars) 中電廠組件分類代號說明

00 Not Applicable	46 _Pipe Support
01 *Valve	48 _Penetration
02 _Check Valve	50* Fuel
03 _Control Valve	51 _Fuel Pin
04 _Stop (on/off) Valve	53 _Fuel - Other
05 _Safety/Relief Valve	54* Heat Exchanger/Heater/Reheater
06 _MSIV	55 _RHR HX
07 _CIV	56 _Closed Cooling Water HX
08 _Containment Damper	57 _Torus HX
09 _Other Damper	58 _Ice Condenser
10 _Vacuum Breaker/Relief Valve	59 _HVAC Cooler
12 _Valve - Other	61 _HX - Other
13 _Valve _ Unspecified	63 Fan/Air Ejector
14* Pump	64 Compressor
15 _Jet Pump	65 Duct/Vent
16 _Main Coolant/Recirc Pump	67 Other HVAC
17 _HPCI Pump	69 Demineralizer & Absorber
18 _LPCI Pump	71 Filter & Strainer
19 _RHR/SDC Pump	73* Drive
20 _RCIC/AFW Pump	74 _Diesel Drive
21 _Core Spray Pump	75 _CRDM
22 _Containment Spray Pump	77 _Drive - Other
23 _ESF Recirc/SI Pump	80* Instrumentation & Control
25 _Pump - Other	81 _Pressure I&C
27 _Pump - Unspecified	82 _Flow I&C
28* Tank	83 _Temperature I&C
29 _Accumulator	84 _Level I&C
30 _Volume Control Tank	85 _Radiation Monitor
31 _Boric Acid Storage Tank	86 _Position Indication
32 _Boron Injection Tank	87 _Heat Tracing
33 _Condensate Storage Tank	88 _Under/Over Volt/Current Protec.
34 _Refueling Water Storage Tank	90 _Other & Unknown I&C
35 _Spray Additive Tank	91* Electrical
36 _Pressurizer	92 _Diesel Generator
37 _Tank - Other	93 _Battery
38 _Tank - Unspecified	94 _MCC/Bus/Switchgear
40* Pipe	95 _Inverter/Charger/Motor Generator
41 _Thermal Sleeve/Nozzle/Sparger	96 _Transformer
42 _Expansion Joint	98 _Electrical - Other
44 _Pipe - General	99 Component - Other

附件三

核能一廠八十四年異常事件資料庫

八十四年核能一廠異常事件資料庫

報告編號	廠	機組	事件摘要	INES 分級	系統	組件	發生 原因	日期	時間	機組 狀態	通報 依據
RER-84-											
10-001	1	0	一號機大修，二號機滿載，勞務中心洗衣房一工作人員騎機車於乾華隧道口撞上一包商自用車，造成右腿骨折，送醫治療。	0	NA	NA	1	5月13日	15時40分	NA	10
10-002	1	0	一、二號機滿載運轉中，一號汽渦輪機因洩油管路配置不當，於解聯後在基座區域引發小火，隨即以滅火器撲滅。	0	80	44	3	7月20日	3時08分	3	10
11-001	1	1	機組滿載運轉中，執行餘熱移除系統(RHR)之馬達操作閥(MOV)測試時，發現注水閥E11-F015B因過熱保護電驛燒毀而無法開關，導致低壓爐心注水系統(LPCI)不可用，經更換故障元件後恢復正常。	0	28	4	2	3月3日	15時40分	3	7
11-002	1	1	機組滿載運轉中，執行備用氣體處理系統(SBGT)隔離閥功能測試時，發現二次圍阻體負壓不足，經查係雙重門密封不良，檢修後恢復正常。	0	17	99	2	3月4日	11時00分	3	2

系統、組件：附件一、二。
 發生原因：1人為失誤，2設備故障，3設計缺失，4作業程序缺失，5其他。
 機組狀態：1起動，2升降載，3穩定運轉，4停機檢修，5年度大修。
 通報依據：依運轉規範16.6.9.2.2節中第X小節通報，NA表示不屬通報範圍。

八十四年核能一廠異常事件資料庫

報告編號 RER-84-	廠	機組	事件摘要	INES 分級	系 統	組 件	發生 原因	日期	時間	機組 狀態	通報 依據
11-003	1	1	機組滿載運轉中，發現定期偵測試驗(爐心隔離冷卻系統(RCIC)泵及電動閥的可用性試驗)逾期未執行。	0	NA	NA	1	4月3日	NA	3	18
11-004	1	1	機組大修中，美商奇異公司工作人員於反應器廠房五樓執行爐心座標位置32-21之源階偵測系統(SRM)乾管(dry pipe)之brushing 工作時，不慎使其斷裂掉落至反應爐壓力槽內部，後經尋獲、拾起並更換新品完成工作。	0	62	44	1	4月23日	2時30分	5	10
11-005	1	1	機組大修中，執行反應爐壓力槽爐心側板(RPV shroud)的超音波檢測後，發現於側板的H6銲道內側有20處龜裂，最深處位於148.3度有0.23吋，達15.3%壁厚。	1	6	99	3	4月27日	NA	5	3
11-006	1	1	機組大修後起動中，汽機發生跳脫，查證原因過程中，因搖動汽機接點配線，造成主冷凝器低真空信號出現，結果主蒸汽旁通閥自動關閉，反應器因高壓力而急停。	0	58	90	1	6月10日	6時01分	5	10

系統、組件：附件一、二。
 發生原因：1人為失誤，2設備故障，3設計缺失，4作業程序缺失，5其他。
 機組狀態：1起動，2升降載，3穩定運轉，4停機檢修，5年度大修。
 通報依據：依運轉規範16.6.9.2.2節中第X小節通報，NA表示不屬通報範圍。

八十四年核能一廠異常事件資料庫

報告編號 RER-84-	廠	機 組	事件摘要	INES 分級	系 統	組 件	發生 原因	日期	時間	機組 狀態	通報 依據
11-007	1	1	機組84%功率運轉中，執行爐心隔離冷卻系統(RCIC)常溫快速起動之定期偵測試驗時，發現汽機排汽膜片(rupture disc)因前次大修中更換錯誤導致破裂，造成汽機跳脫，RCIC不可用。後經更換新品後恢復正常。	0	30	10	1	6月16日	14時28分	3	7
11-008	1	1	機組滿載運轉中，發生主蒸汽管道間溫度偏高現象，檢查發現是高壓爐心注水系統(HPCI)的蒸汽閘斷閥E41-F003漏蒸汽，遂將其暫時關閉以進行檢修，造成HPCI不可用。	0	28	4	1	7月10日	19時48分	3	7
11-009	1	1	機組滿載運轉中，因廠外輸配電線路遭受雷擊而故障，引發反應器保護系統動作，造成反應器急停，緊急柴油發電機A、B二台均自動起動。	0	80	NA	5	8月5日	14時13分	3	10
11-010	1	1	機組升載中，因爐水淨化系統(RWCU)溫度跳脫單元熱電偶故障，引起一次圍阻隔離系統(PCIS)第五群信號動作，造成RWCU泵A、B二台跳脫。	0	24	90	2	8月7日	11時04分	2	5

系統、組件：附件一、二。
 發生原因：1人為失誤，2設備故障，3設計缺失，4作業程序缺失，5其他。
 機組狀態：1起動，2升降載，3穩定運轉，4停機檢修，5年度大修。
 通報依據：依運轉規範16.6.9.2.2節中第X小節通報，NA表示不屬通報範圍。

八十四年核能一廠異常事件資料庫

報告編號 RER-84	廠	機組	事件摘要	INES 分級	系統	組件	發生 原因	日期	時間	機組 狀態	通報 依據
11-011	1	1	機組滿載運轉中，因爐水淨化系統(RWCU)溫度跳脫單元熱電偶故障，引起一次圍阻隔離系統(PCIS)第五群信號動作，造成RWCU泵A、B二台跳脫。	0	24	90	2	8月20日	15時35分	3	5
11-012	1	1	機組滿載運轉中，於8月28日13時與29日13時發生因爐水淨化系統(RWCU)溫度跳脫單元熱電偶故障，引起一次圍阻隔離系統(PCIS)第五群信號動作，造成RWCU泵A、B二台跳脫。	0	24	90	2	8月28日	13時01分	3	5
11-013	1	1	機組滿載運轉中，主汽機4號控制閥因接線盒脫落而拉斷伺服閥控制接線，致使4號控制閥關閉，反應器因高壓力而急停。	0	36	98	1	9月12日	18時10分	3	10
11-014	1	1	機組停機中，因爐水淨化系統(RWCU)溫度跳脫單元熱電偶故障，引起一次圍阻隔離系統(PCIS)第五群信號動作，造成RWCU泵A、B二台跳脫。	0	24	90	2	9月13日	21時42分	4	5

系統、組件：附件一、二。
 發生原因：1人為失誤，2設備故障，3設計缺失，4作業程序缺失，5其他。
 機組狀態：1起動，2升降載，3穩定運轉，4停機檢修，5年度大修。
 通報依據：依運轉規範16.6.9.2.2節中第X小節通報，NA表示不屬通報範圍。

八十四年核能一廠異常事件資料庫

報告編號 RER 84-	機 廠	機 組	事件摘要	INES 分級	系 統	組 件	發生 原因	日期	時間	機組 狀態	通報 依據
11-015	1	1	機組滿載運轉中，一次閘阻體隔離系統(PCIS)第五群信號動作，造成爐水淨化系統(RWCU)泵AB二台均跳脫，經檢查發現RWCU之N600F之FI熱電偶受水汽影響而故障。	0	24	90	2	9月17日	14時23分	3	5
11-016	1	1	機組滿載運轉中，因主蒸汽管路輻射偵測器故障，出現高輻射假信號，引起反應器保護系統(RPS)A串動作，一次閘阻體隔離系統(PCIS)第一群信號半隔離，主控制室緊急通風系統起動。	0	34	85	2	10月9日	17時50分	3	5
11-017	1	1	機組降載中，發現勵磁機機殼內出現異常火花，解聯後發現是勵磁機振動量測桿導管的支撐架傾倒而與整流輪碰觸摩擦而產生火花。	0	78	99	2	11月5日	14時35分	2	10
12-001	1	2	機組滿載運轉中，高壓爐心注水系統(HPCI)因蒸汽流量偵測管路於日前測試後未完全排氣而出現高流量假信號，造成一次閘阻體隔離系統(PCIS)第六群信號動作，隔離HPCI進汽閥F0035，使HPCI不可用。	0	28	81	1	1月13日	9時03分	3	7

系統、組件：附件一、二。
 發生原因：1人為失誤，2設備故障，3設計缺失，4作業程序缺失，5其他。
 機組狀態：1起動，2升降載，3穩定運轉，4停機檢修，5年度大修。
 通報依據：依運轉規範16.6.9.2.2節中第X小節通報，NA表示不屬通報範圍。

八十四年核能一廠異常事件資料庫

報告編號 RER-84-	廠	機組	事件摘要	INES 分級	系 統	組 件	發生 原因	日期	時間	機組 狀態	通報 依據
12-002	1	2	機組滿載運轉中，因主汽機之數位電子液壓控制系統(DEH)之DPU-52卡片故障而降載檢修。	0	58	90	2	1月15日	8時19分	3	10
12-003	1	2	機組大修中，進行燃料移入爐心作業時，將備用硼液控制系統(SBLC)A台泵切電檢修，未依運轉規範規定立即執行SBLC B台泵之可用性測試。	0	28	NA	1	3月15日	9時29分	5	18
12-004	1	2	機組大修中，完成再循環泵延時電驛校正工作後，於接回拆線時，未注意該控制迴路與爐水淨化系統(RWCU)之洩漏偵測系統同一電源，在復電時造成RWCU高週溫與高差溫之假信號而使一次圍阻體隔離系統(PCIS)第五群信號動作。	0	24	NA	4	3月16日	11時15分	5	5
12-005	1	2	機組大修中，爐心燃料裝填完成，進行爐心查對時，發現燃料編號CB121之鎖緊裝置簧片翹起，檢查附近燃料無受刮傷痕跡，更換該變形之燃料鎖緊裝置。	0	2	53	1	3月18日	22時30分	5	10

系統、組件：附件一、二。

發生原因：1人為失誤，2設備故障，3設計缺失，4作業程序缺失，5其他。

機組狀態：1起動，2升降載，3穩定運轉，4停機檢修，5年度大修。

通報依據：依運轉規範16.6.9.2.2節中第X小節通報，NA表示不屬通報範圍。

八十四年核能一廠異常事件資料庫

報告編號 廠	機組	事件摘要	INES 分級	系統	組件	發生 原因	日期	時間	機組 狀態	通報 依據
12-006	1	2 機組大修中，因控制盤H11-P611背盤門連桿脫落，造成反應器保護系統(RPS) B串之匯流排接地，而引起一次圍阻體隔離系統(PCIS)第三、四群信號動作。	0	77	NA	1	4月8日	22時14分	5	5
12-007	1	2 機組大修中，執行控制盤H11-P611盤之hot bus 保護罩安裝時，施工不慎使hot bus 瞬間接地造成反應器保護系統(RPS) B串失電，反應器半急停，一次圍阻體隔離系統(PCIS)第二、三、五群信號動作。	0	77	NA	1	4月21日	15時51分	5	5
12-008	1	2 機組降載中，為提升爐壓以進行乾井查漏，抽棒過程中造成中程偵測系統(IRM)突升，反應器急停。	0	66	NA	1	4月29日	2時10分	2	10
12-009	1	2 機組起動中，因反應器爐蓋內側O形環洩漏，停機更換新O形環。	0	6	99	2	4月29日	8時00分	5	10

系統、組件：附件一、二。
發生原因：1人為失誤，2設備故障，3設計缺失，4作業程序缺失，5其他。
機組狀態：1起動，2升降載，3穩定運轉，4停機檢修，5年度大修。
通報依據：依運轉規範16.6.9.2.2節中第X小節通報，NA表示不屬通報範圍。

八十四年核能一廠異常事件資料庫

報告編號 RER-84-	廠	機組	事件摘要	INES 分級	系 統	組 件	發生 原因	日期	時間	機組 狀態	通報 依據
12-010	1	2	機組滿載運轉中，因反應器保護系統(RPS)之馬達發電機組(M-G set) 2A之自動電壓調整器(AVR)故障，造成RPS 2A失電，反應器半急停，一次圍阻體隔離系統(PCIS)第二、三、五群信號動作。	0	77	95	2	5月14日	14時19分	3	5
12-011	1	2	機組滿載運轉中，執行爐心隔離冷卻系統(RCIC)泵可溶性與流量試驗時，因流量控制器老化而使RCIC汽機超速跳脫，宣布RCIC不可用。	0	30	82	2	6月23日	10時10分	3	7
12-012	1	2	機組滿載運轉中，因廠外輸配電線路遭受雷擊而故障，引發反應器保護系統動作，造成反應器急停。	1	80	NA	5	8月5日	14時13分	3	10
12-013	1	2	機組95%功率運轉中，因反應器保護系統(RPS) B串之正常供電迴路上電磁開關KIB線圈老化而故障，使RPS B串失電，反應器半急停，一次圍阻體隔離系統(PCIS)第二、三、五群信號動作。	0	77	98	2	8月9日	6時50分	3	5
12-014	1	2	機組滿載運轉中，乾井集水坑出口隔離閥A0-110-200/202關閉，經檢查發現係電驛T48-K59故障造成。	0	12	88	2	12月26日	9時19分	3	5

系統、組件：附件一、二。
 發生原因：1人為失誤，2設備故障，3設計缺失，4作業程序缺失，5其他。
 機組狀態：1起動，2升降載，3穩定運轉，4停機檢修，5年度大修。
 通報依據：依運轉規範16.6.9.2.2節中第X小節通報，NA表示不屬通報範圍。

附件四

核能二廠八十四年異常事件資料庫

八十四年核能二廠異常事件資料庫

報告編號 RER-84-	廠	機組	事件摘要	INES 分級	系統	組件	發生 原因	日期	時間	機組 狀態	通報 依據
20-001	2	0	一、二號機組均滿載運轉中，電廠供應課一員工騎機車送公文至保警隊，返廠途中與砂石車發生車禍，送醫不治。	0	NA	NA	5	2月16日	10時00分	3	10
20-002	2	0	一、二號機滿載運轉中，開關場OCB 3520關閉試驗完成，再開啓起不慎誤將OCB 3510打開，造成機組起動變壓器失電，匯流排1A3, 2A4, 及2A5失電，一號機DIV I 緊急柴油發電機自動起動，二號機DIV II, III 緊急柴油發電機自動起動。	0	80	NA	1	6月1日	15時18分	3	5
20-003	2	0	一號機25%功率運轉中，二號機滿載運轉中，北部核能展示館一空調維修工人在二樓天花板工作時不慎感電死亡。	0	NA	NA	1	7月20日	19時39分	3	10
20-004	2	0	一、二號機組穩定功率運轉中，廠區內三、四號機組預定地上可能因廢棄物中含殘留易燃性油品，受天氣炎熱高溫曝露而自燃，並引燃附近野草，經保警發現後，迅速通報消防隊撲滅火勢。	0	NA	NA	5	8月22日	12時20分	3	10

系統、組件：附件一、二。
 發生原因：1人為失誤，2設備故障，3設計缺失，4作業程序缺失，5其他。
 機組狀態：1起動，2升降載，3穩定運轉，4停機檢修，5年度大修。
 通報依據：依運轉規範16.6.9.2.2節中第X小節通報，NA表示不屬通報範圍。

八十四年核能二廠異常事件資料庫

報告編號 廠	機組	事件摘要	INES 分級	系統	組件	發生 原因	日期	時間	機組 狀態	通報 依據
RER-84- 21-001	2	1 機組滿載運轉中，爐心隔離冷卻系統(RCIC)第二區隔離信號因蒸汽管高差壓假信號動作，RCIC汽機跳脫。	0	30	81	3	1月27日	18時10分	3	7
21-002	2	1 機組滿載運轉中，爐水淨化系統(RWCU)因A台泵軸封洩漏，致泵室高溫警報出現，一次圍阻體隔離系統(PCIS)第IC群信號動作，RWCU A,B二台泵跳脫。	0	24	25	2	2月4日	20時02分	3	5
21-003	2	1 機組滿載運轉中，發現餘熱移除系統(RHR)的蒸汽冷凝模式管路F052A盲板法蘭漏蒸汽，隔離上游管路檢修時，造成爐心隔離冷卻系統(RCIC)不可用。	0	32	44	2	2月8日	11時05分	3	7
21-004	2	1 機組滿載運轉中，執行高壓爐心噴灑系統(HPCS)額定流量之定期偵測試驗時，發現HPCS泵因馬達斷路器接觸不良而無法起動，宣佈不可用。	0	28	17	2	3月8日	9時45分	3	7

系統、組件：附件一、二。
 發生原因：1人為失誤，2設備故障，3設計缺失，4作業程序缺失，5其他。
 機組狀態：1起動，2升降載，3穩定運轉，4停機檢修，5年度大修。
 通報依據：依運轉規範16.6.9.2.2節中第X小節通報，NA表示不屬通報範圍。

八十四年核能二廠異常事件資料庫

報告編號 RER-84-	廠	機組	事件摘要	INES 分級	系 統	組 件	發生 原因	日期	時間	機組 狀態	通報 依據
21-005	2	1	機組滿載運轉中，主汽機一號控制閥之控制箱因箱內伺服閥之O形封環損壞而漏油，機組降載檢修。	0	36	3	2	3月17日	5時55分	3	10
21-006	2	1	機組滿載運轉中，因廠外69KV電力系統電震，造成燃料廠房緊急排風扇1VF2B自動起動。	0	53	NA	3	4月4日	8時27分	3	5
21-007	2	1	機組滿載運轉中，主汽機數位電子液壓控制系統(DEH)因卡片故障導致輸出信號異常，造成控制閥不正常關閉，使反應器因高中子通量而急停。	0	58	90	2	4月18日	1時20分	3	10
21-008	2	1	機組滿載運轉中，因燃料破損，致氣體廢料處理系統出現高輻射警報，機組緊急降載解聯，廢料廠房因水封被破壞而造成空浮。	1	2	NA	2	7月11日	20時50分	3	10

系統、組件：附件一、二。

發生原因：1人為失誤，2設備故障，3設計缺失，4作業程序缺失，5其他。

機組狀態：1起動，2升降載，3穩定運轉，4停機檢修，5年度大修。

通報依據：依運轉規範16.6.9.2.2節中第X小節通報，NA表示不屬通報範圍。

八十四年核能二廠異常事件資料庫

報告編號 RER 84	廠	機組	事件摘要	INES 分級	系統	組件	發生 原因	日期	時間	機組 狀態	通報 依據
21-009	2	1	機組停機中，操作爐水淨化系統(RWCU)排放閥以調整爐壓時，因作業程序缺失，導致高流量差信號出現，一次圍阻體隔離系統(PCIS)第10群信號動作，RWCU A, B二台泵跳脫。	0	24	NA	4	8月4日	8時55分	4	5
21-010	2	1	機組停機中，因廠外輸配電線路遭受電擊故障，造成廠外電源喪失，反應器保護系統動作，第一、二、三區緊急柴油發電機均自動起動，備用氣體處理系統(SBGT)起動後因過載而跳脫。	0	80	NA	5	8月5日	14時14分	4	5
21-011	2	1	機組滿載運轉中，主汽機數位電子液壓控制系統(DEH)之正常及備用電源因保險絲燒毀而失電，造成主汽機跳脫，反應器急停。	0	58	98	2	9月16日	11時32分	3	10
21-012	2	1	機組滿載運轉中，爐心隔離冷卻系統(RCIC)不明原因出現Out of Service警報，蒸汽隔離閥F063自動關閉，RCIC不可用。	0	30	90	5	10月15日	23時34分	3	7

系統、組件：附件...
 發生原因：1人爲失誤，2設備故障，3設計缺失，4作業程序缺失，5其他。
 機組狀態：1起動，2升降載，3穩定運轉，4停機檢修，5年度大修。
 通報依據：依運轉規範16.6.9.2.2節中第X小節通報，NA表示不屬通報範圍。

八十四年核能二廠異常事件資料庫

報告編號 RER-84-	廠	機組	事件摘要	INES 分級	系統	組件	發生 原因	日期	時間	機組 狀態	通報 依據
21-013	2	1	機組滿載運轉中，執行爐心隔離冷卻系統(RCIC)定期偵測試驗時，不慎引起汽機排汽高壓力假信號而造成一次圍阻體隔離系統(PCIS)第三群信號動作，RCIC不可用。	0	30	NA	1	12月6日	13時53分	3	7
22-001	2	2	機組滿載運轉中，執行爐心隔離冷卻系統(RCIC)冷機啟動測試，啟動後因排氣管高壓力雜訊而跳脫，宣佈RCIC不可用。	0	30	NA	5	1月5日	10時21分	3	7
22-002	2	2	機組降載準備停機，降至108MWe時，運轉中的A台飼水泵突然跳脫，備用的C台泵來不及啟動補水，造成反應器因低水位而急停。	0	40	25	2	1月19日	23時53分	2	10
22-003	2	2	機組停機中，進行反應器保護系統(RPS)KI4D電驛檢修工作時，因後備急停閥C11-F110A導線內積水造成短路，加上KI4D電驛失磁，使得RPS動作。	0	58	99	2	1月26日	9時22分	4	5

系統、組件：附件一、二。
 發生原因：1人為失誤，2設備故障，3設計缺失，4作業程序缺失，5其他。
 機組狀態：1起動，2升降載，3穩定運轉，4停機檢修，5年度大修。
 通報依據：依運轉規範10.6.9.2.2節中第X小節通報，NA表示不屬通報範圍。

八十四年核能二廠異常事件資料庫

報告編號 RER-84-	廠	機組	事件摘要	INES 分級	系 統	組 件	發生 原因	日期	時間	機組 狀態	通報 依據
22-004	2	2	機組升載至78%功率時，飼水泵B,C二台使用中，備用的A台因日前測試頻繁，汽機轉速控制器的strap spring 彈性疲乏，無法穩定轉速，乃決定降載檢修。	0	40	82	2	2月11日	9時05分	2	10
22-005	2	2	機組滿載運轉中，執行高壓爐心噴灑系統(HPCS)額定流量定期試驗時，於量取HPCS 泵馬達斷路器2A504之定位接點52IS時，不慎啟動HPCS泵。	0	28	NA	1	5月17日	9時32分	3	5
22-006	2	2	機組滿載運轉中，原預定於6月8日執行的遙控停機偵測控制盤儀器控道查驗之定期試驗至6月15日寬限期仍未執行，而於6月21日發現時補執行。	0	NA	NA	1	6月21日	NA	3	18
22-007	2	2	機組滿載運轉中，因廠外輸配電線路遭受電擊故障，引發反應器保護系統動作，造成反應器急停，三台緊急柴油發電機均自動起動，備用氣體處理系統(SBCT)起動後因過載而跳脫，爐心隔離冷卻系統(RCIC)手動起動後因超速而跳脫。	1	80	NA	5	8月5日	14時14分	3	10

系統、組件：附件一、二。
 發生原因：1人為失誤，2設備故障，3設計缺失，4作業程序缺失，5其他。
 機組狀態：1起動，2升降載，3穩定運轉，4停機檢修，5年度大修。
 通報依據：依運轉規範16.6.9.2.2節中第X小節通報，NA表示不屬通報範圍。

八十四年核能二廠異常事件資料庫

報告編號 RER-84-	機 廠	機 組	事件摘要	INES 分級	系 統	組 件	發生 原因	日期	時間	機組 狀態	通報 依據
22-008	2	2	機組滿載運轉中，依規定降載執行主汽機閥每月動作測試，發現低壓汽機進汽之再熱閥因維護缺失致控制油路受阻而無法開啓，進行檢修。	0	36	4	2	8月21日	4時30分	3	10
22-009	2	2	機組滿載運轉中，承包商檢修用過燃料池水底燈時，誤觸旁邊的區域輻射偵檢器而誤動作，致燃料廠房緊急通風扇自動起動。	0	53	NA	1	8月30日	14時30分	3	5
22-010	2	2	機組大修中，執行反應器保護系統(RPS)電驛之維護工作時，不慎造成反應器半急停，一次圍阻體隔離系統(PCIS)第五群管號動作，餘熱移除系統(RHR)B台泵跳脫。	0	58	NA	1	9月13日	14時57分	5	5
22-011	2	2	機組大修中，反應爐加壓準備執行控制棒急停時間測試，因工作人員誤觸局部能階偵測系統(LPRM)偵測器接頭，導致反應器保護系統動作，控制棒急停閥動作，反應爐壓力上升達77.5kg/cm ² ，二只安全釋壓閥(SRV)開啓。	0	62	NA	1	10月23日	19時29分	5	5
22-012	2	2	機組起動中，執行反應爐第八階高水位功能及校正試驗之偵測試驗時，因電驛K14F安裝不當，造成後備急停閥動作，控制棒滑入(drift in)，爐心功率降低，空泡收縮效應使得反應爐水位降到第三階低水位而動作反應器保護系統(RPS)。	0	58	90	1	10月28日	4時35分	5	5

系統、組件：附件一、二。

發生原因：1人為失誤，2設備故障，3設計缺失，4作業程序缺失，5其他。

機組狀態：1起動，2升降載，3穩定運轉，4停機檢修，5年度大修。

通報依據：依運轉規範16.6.9.2.2節中第X小節通報，NA表示不屬通報範圍。

八十四年核能二廠異常事件資料庫

報告編號 RER-84--	廠	機組	事件摘要	INES 分級	系 統	組 件	發生 原因	日期	時間	機組 狀態	通報 依據
22-013	2	2	機組停機中，因反應爐頂壓力 (Dome Pressure) 傳送器故障，出現異常高指示信號，引起暫態未急停 (ATWS) 信號，而跳脫運轉中的再循環泵B台。	0	59	81	2	10月28日	21時10分	5	5
22-014	2	2	機組滿載運轉中，因爐心隔離冷卻系統(RCIC)於11月3日與6日測試中因跳脫節流閥(TTV) 閥盤故障，而均無法手動跳脫，乃申請掛卡號檢修，宣佈RCIC不可用。	0	30	3	2	11月8日	9時30分	3	7
22-015	2	2	機組滿載運轉中，餘熱移除系統(RHR)A串之蒸汽凝結模式管路上盲板洩漏蒸汽，隔離檢修造成爐心隔離冷卻系統(RCIC)不可用。	0	32	44	2	11月9日	12時00分	3	7
22-016	2	2	機組滿載運轉中，餘熱移除系統(RHR)B串之蒸汽凝結模式管路上盲板洩漏蒸汽，隔離檢修造成爐心隔離冷卻系統(RCIC)不可用。	0	32	44	2	11月29日	15時40分	3	7
22-017	2	2	機組滿載運轉中，反應爐水位控制B控道切換至A控道時，因切換開關接觸不良，A控道信號未送至下游電路導致再循環泵二台均因反應爐第三階低水位信號而自動切換至低速運轉，隨後反應爐因第八階高水位信號而急停。	0	40	84	2	12月9日	13時04分	3	10

系統、組件：附件一、二。
 發生原因：1人為失誤，2設備故障，3設計缺失，4作業程序缺失，5其他。
 機組狀態：1起動，2升降載，3穩定運轉，4停機檢修，5年度大修。
 通報依據：依運轉規範16.6.9.2.2節中第X小節通報，NA表示不屬通報範圍。

附件五

核能三廠八十四年異常事件資料庫

八十四年核能三廠異常事件資料庫

報告編號 RER-84~	機 廠	機 組	事件摘要	INES 分級	系 統	組 件	發生 原因	日期	時間	機組 狀態	通報 依據
30-001	3	0	一號機大修中，一承包商工人於輔助廠房工作時，不慎自鷹架上摔下，頭部受傷。	0	NA	NA	1	11月21日	14時35分	5	10
31-001	3	1	機組滿載運轉中，因緊急爐心冷卻系統(ECCS)之中壓注水系統蓄壓器A有氮氣洩漏現象，降載檢修。	0	28	5	2	2月19日	4時00分	3	10
31-002	3	1	機組滿載運轉中，因冷凝器鈦管漏海水，降載檢修。	0	38	44	2	10月18日	19時51分	3	10
31-003	3	1	機組95%功率運轉中，因燃料廠房的輻射偵檢器GG-RT113故障，造成燃料廠房緊急通風系統(FBEVS)與控制室緊急通風系統(CREVS)動作。	0	53	85	2	11月3日	4時06分	3	5

系統、組件：附件一、二。
 發生原因：1人為失誤，2設備故障，3設計缺失，4作業程序缺失，5其他。
 機組狀態：1起動，2升降載，3穩定運轉，4停機檢修，5年度大修。
 通報依據：依運轉規範16.6.9.2.2節中第X小節通報，NA表示不屬通報範圍。

八十四年核能三廠異常事件資料庫

報告編號	廠	機組	事件摘要	INES 分級	系 統	組 件	發生 原因	日期	時間	機組 狀態	通報 依據
31-004	3	1	機組處於爐心末期，運轉於95%功率中，更換爐水化學與容積控制系統(CVCS)之除礦器時，造成加硼效應，反應器功率降低，軸向功率偏移度(APD)偏離目標帶，且未依運轉規範規定於15分鐘內恢復至目標帶或降載至82%功率以下。	1	24	69	1	11月3日	10時24分	3	2
31-005	3	1	機組95%功率運轉中，檢修燃料廠房故障的輻射偵檢器GC-RT113時，誤將信號輸入GC-RT213，造成燃料廠房緊急通風系統(FBEVS) B串動作。	0	53	NA	1	11月3日	10時17分	3	5
31-006	3	1	機組熱待機中，因蒸汽產生器C台之動力釋壓閥(PORV) AB-PV503卡在全開位置，使蒸汽產生器水位下降超出低限偵值，引起輔助創水系統(AFW)自動起動。	0	34	5	2	11月7日	15時33分	5	5
31-007	3	1	機組大修中，緊急柴油發電機B台併入由154KV外電供應的4.16KV匯流排PB-S01前，未處理Current Limit控制連鎖，致B台輸出斷路器閉合後，外電即跳離，其後由於操控疏誤及聯繫問題，使主控制室人員以為柴油機B台有嚴重異常，於是手動跳脫之，造成匯流排短暫失電。	0	76	98	1	12月11日	14時40分	5	5

系統、組件：附件一、二。
 發生原因：1人為失誤，2設備故障，3設計缺失，4作業程序缺失，5其他。
 機組狀態：1起動，2升降載，3穩定運轉，4停機檢修，5年度大修。
 通報依據：依運轉規範16.6.9.2.2節中第X小節通報，NA表示不屬通報範圍。

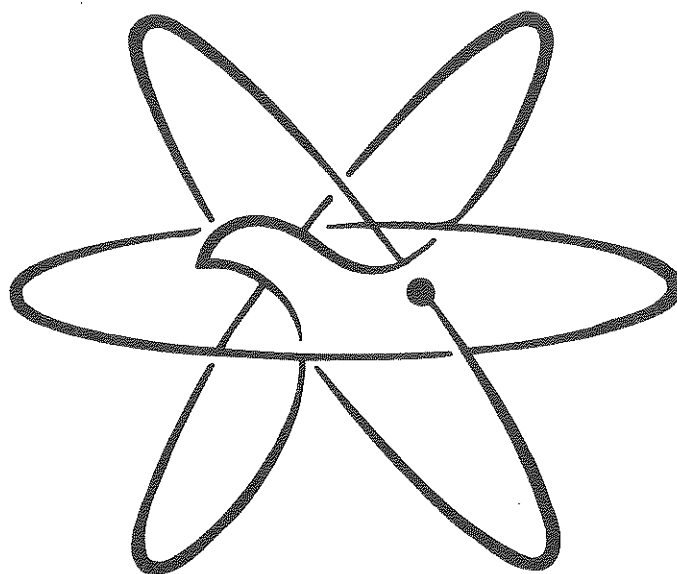
八十四年核能三廠異常事件資料庫

報告編號 RER-84-	機 廠	機 組	事件摘要	INES 分級	系 統	組 件	發生 原因	日期	時間	機組 狀態	通報 依據
31-008	3	1	機組大修中，執行緊急柴油發電機（EDG）B台模擬安全注水信號啟動，要併入PB-S01匯流排時，按錯154KV饋入開關，造成PB-S01匯流排失電。	0	76	98	1	12月12日	9時05分	5	5
32-001	3	2	機組滿載運轉中，因勵磁機與發電機軸對心偏離致勵磁機九號軸承振動過高，降載解聯檢修。	0	78	NA	1	4月8日	17時20分	3	10
32-002	3	2	機組滿載運轉中，反應爐冷卻水泵（RCP）B台因相間不平衡保護電壓246Ry故障而跳脫，由於機組功率大於30%，致反應器急停。	1	18	88	2	6月29日	13時02分	3	10
32-003	3	2	機組滿載運轉中，由於反應器跳脫斷路器（RTB）A之跳脫時間在幾次偵測試驗中有延長現象，決定進行更換，宣佈RTB-A不可用。	0	58	98	2	11月7日	9時23分	3	2

系統、組件：附件一、二。
 發生原因：1人為失誤，2設備故障，3設計缺失，4作業程序缺失，5其他。
 機組狀態：1起動，2升降載，3穩定運轉，4停機檢修，5年度大修。
 通報依據：依運轉規範16.6.9.2.2節中第X小節通報，NA表示不屬通報範圍。

統一編號

021014850050



我國核能一、二、三廠八十四年
異常事件統計分析

著者：林繼統、徐明德

發行人：許翼雲

發行所：行政院原子能委員會

地址：臺北市基隆路四段144巷67號

電話：(0二) 三六三四一八〇

傳真：(0二) 三六六〇五三五

出版日期：中華民國八十五年五月