
我國核能一、二、三廠
八十七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。本報告旨在分析八十七年我國三座核能電廠所發生的異常事件，探討事件的安全影響程度，瞭解事件的類型及原因，並提出適當改善建議，以降低異常事件發生件數，提昇電廠運轉安全。

本報告所指異常事件為核能電廠發生運轉規範第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「三十天書面報告」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。

八十七年我國三座核能電廠共發生68件異常事件，高於八十六年46件，使得連續六年逐年降低的趨勢被破壞，其中核一廠14件，核二廠40件，核三廠14件。全部68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，66件（佔全部97.1%）屬於無任何安全顧慮的0級事件，其餘2件（2.9%）屬於未影響安全之1級事件。

依據事件之通報依據分析，八十七年68件異常事件中屬於第5項「非計畫之特殊安全設施動作或反應器保護系統動作」事件者計30件（44.1%）與第10項「與人員健康安全、環境保護及民眾有關之事件」29件最多（42.6%）。

在事件發生原因方面，以設備故障30件最多（44.1%），人為失誤21件次之（30.9%）。與八十六年統計結果比較，設備故障件數與人為失誤件數各增加8件。就機組狀態分類，在68件異常事件中，以穩定功率運轉時比例最高，計37件佔54.4%，年度大修狀態次之，計13件佔19.1%，升降載狀態12件佔17.6%。與八十六年統計結果比較，穩定功率運轉狀態之件數增加13件，年度大修狀態之件數增加9件，升降載狀態之件數增加1件。

本研究最後並針對減少異常事件件數及修正通報規定方面，提出下列五點建議：（1）核二廠異常事件表現多年來始終居各廠之末，同為美商奇異公司沸水式機組的核一廠表現優於核二廠，建議核二廠深入檢討異常事件發生原因；（2）三個電廠異常事件系統分類均以非安全相關電力系統最多，核一、二、三廠分別為6、7、3件，其中由廠外電源故障所引起的有8次，建議電廠宜繼續追蹤外電系統改善情形；（3）設備故障是八十七年異常事件的最主要原因，顯示電廠在設備故障方面的改善情況仍需努力，其中有9件設備故障事件發生於飼水／冷凝水／抽汽系統，因此建議電廠先就該系統加強維護檢修。（4）為與世界潮流相符與管制需要及正確反應真實狀況，建議對通報事項中“非計畫性”一詞予以明確定義，並與世界核能發電者協會（WANO）指標中的定義相同，以解決目前各電廠應報而未報之非計畫性解聯事件。（5）如因人為失誤造成反應器急停，建議應於異常事件報告中附上事件當事人對事件發生經過之書面敘述報告，以作為經驗回饋。

目 錄

摘要.....	I
壹、緣起與目的.....	1
貳、異常事件之定義.....	2
一、二小時立即通報之異常事件.....	2
二、三十天書面報告之異常事件.....	4
參、統計結果與分析.....	5
一、廠別與機組別.....	6
二、事件通報依據.....	9
三、事件分級.....	10
四、事件發生時間.....	15
五、事件發生時機組狀態.....	18
六、事件原因.....	20
七、事件相關之系統與組件.....	21
肆、討論與發現.....	25
一、各廠件數與去年的比較.....	25
二、異常事件之通報依據與相關系統.....	25
三、異常事件之機組狀態與原因類別關係.....	27
四、事件原因中人為失誤與設備故障比例.....	29
五、異常事件之機組狀態與相關系統.....	30
六、解聯事件的通報.....	32
伍、結論與建議.....	37
一、結論.....	37
二、建議.....	39
參考資料.....	41
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...42	
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...43	
附件三、核能一廠八十七年異常事件資料庫.....	44
附件四、核能二廠八十七年異常事件資料庫.....	47
附件五、核能三廠八十七年異常事件資料庫.....	55

表 目 錄

表 3-1	我國核能電廠八十七年異常事件通報依據統計.....	9
表 3-2	我國核能電廠八十七年異常事件分級統計.....	11
表 3-3	我國核能電廠八十七年異常事件中一級以上事件摘要.....	11
表 3-4	我國核能電廠八十七年大修時程.....	19
表 3-5	我國核能電廠八十七年異常事件機組狀態統計.....	19
表 3-6	我國核能電廠八十七年異常事件發生原因統計.....	20
表 3-7	核能一廠八十七年異常事件系統類別分析表.....	22
表 3-8	核能二廠八十七年異常事件系統類別分析表.....	22
表 3-9	核能三廠八十七年異常事件系統類別分析表.....	23
表 3-10	八十七年設備故障導致之異常事件系統類別分析表（同一系統發生三件以上）.....	23
表 3-11	八十七年設備故障導致之異常事件組件類別分析表（同一組件發生三件以上）.....	24
表 4-1	造成特殊安全設施動作之系統.....	26
表 4-2	機組非計劃性急停、停機、解聯或降載異常事件之相關系統.....	26
表 4-3	我國核能電廠八十七年異常事件機組狀態與事件原因關係.....	27
表 4-4	穩定功率運轉狀態下異常事件原因統計.....	28
表 4-5	年度大修狀態下異常事件原因統計.....	28
表 4-6	近六年核能電廠人為失誤與設備故障件數統計.....	29
表 4-7	穩定功率運轉狀態下異常事件相關系統.....	30
表 4-8	年度大修狀態下異常事件相關系統.....	31
表 4-9	八十七年核能一廠機組解聯事件摘要表.....	34
表 4-10	八十七年核能二廠機組解聯事件摘要表.....	35
表 4-11	八十七年核能三廠機組解聯事件摘要表.....	36

圖 目 錄

圖 3-1	我國核能電廠八十七年異常事件統計.....	7
圖 3-2	我國核能電廠近六年異常事件統計.....	8
圖 3-3	國際核能事件分級制度基本架構.....	12
圖 3-4	國際核能事件分級制度圖解.....	13
圖 3-5	我國核能電廠近四年異常事件分級統計.....	14
圖 3-6	我國核能電廠八十七年每月異常事件統計.....	16
圖 3-7	我國核能電廠八十七年異常事件發生值別統計.....	17
圖 4-1	我國核能電廠近五年非計畫性停機解聯次數統計.....	33

壹、緣起與目的

目前全世界各核能工業國家都設有核能管制機構負責監督與管制核子設施的安全，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，對核子設施從設計、施工到運轉，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（簡稱核管會），在我國，即為行政院原子能委員會（簡稱原能會）。

1979年美國三哩島核能電廠發生意外事故後，美國核管會針對其事故後之檢討，特於其轄內增設運轉數據分析與評估署（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，原能會於組織條例經立法院審議通過後，於民國八十二年二月增設核能技術處，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，原能會自八十一年十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)共同制定的「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，並定期公佈於原能會全球資訊網之網站當中，讓社會大眾能清楚瞭解核能電廠異常事件的輕重情形，以澄清民眾對核能發電安全的疑慮。

本報告之內容除包括核能一、二、三廠異常事件的摘要說明及分級統計外，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，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原能會核能管制處（核能安全管制單位）及台灣電力公司（核能發電運轉單位），以使現行的「異常事件三十天書面報告」制度更能發揮其功效，並避免電廠因相同失誤而發生異常事件，增進電廠運轉之安全性與可靠性。

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核能電廠運轉規範第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，後者亦列有12項通報情況（大致與前者之通報情況相同），各項通報情況之定義與運轉規範其他章節一樣，必須經由營運核能電廠之電力公司提出修改申請案，送本會審查通過後方得變更。原先運轉規範對「三十天書面報告」的規定為，只要屬於「二小時立即通報」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及早知曉罷了（如通報規定第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「三十天書面報告」，因此，在考量節省人力與物力下，本會於八十五年九月三日完成「核能電廠異常事件立即通報規範」第六版之修訂，將原有「二小時立即通報」規定中第十項「與人員健康安全、環境保護及民眾有關之事件」中之第三小項（工安事故造成人員傷亡或須送至廠外就醫者）、第五小項（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）與第七小項（電廠人員與民眾發生爭執或民眾舉行遊行示威者）刪除於「三十天書面報告」之列。台灣電力公司隨之據此提出核一、二、三廠運轉規範第16.6.9.2節之修改申請，並於八十五年十二月核准正式生效。茲摘錄修訂後之運轉規範第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本會，通報時間至遲不得超過二小時：

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（不含氘及溶解之惰性氣體）超過 3.7×10^9 貝克（0.1居里）或每季累積之排放總活度（不含氘及溶解之惰性氣體）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達額定功率百分之二十以上且持續四小時者。
 - (3) 廠內工安事故造成人員傷亡或須送至廠外就醫者。

- (4) 任何工作人員接受之總劑量超過游離輻射防護安全標準所定之劑量限度者。
 - (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。
 - (7) 電廠人員與民眾發生爭執或民眾舉行示威遊行。
 - (8) 放射性污染物違反規定移出廠外者。
 - (9) 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之功能者。

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，向本會提出書面報告，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。

共12項，除了第10項與前述「二小時立即通報」異常事件略有不同外，其餘完全相同。第10項之內容如下：

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達額定功率百分之二十以上且持續四小時者。
- (3) 任何工作人員接受之總劑量超過游離輻射防護安全標準所定之劑量限度者。
- (4) 暴力攻擊等保安事件。
- (5) 放射性污染物違反規定移出廠外者。
- (6) 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。

參、統計結果與分析

八十七年各核能電廠依運轉規範16.6.9.2.2節向本會提出之異常事件書面報告共計68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；

事件日期／時間：事件發生日期（月／日）與時間（時／分）；

事件摘要：事件發生過程的簡單描述，包括事件發生前機組狀態，發生過程，原因與處理經過；

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，若異常事件的發生與組件無關，則以NA表示；

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

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結果。

一、廠別與機組別

八十七年異常事件經廠別與機組別之統計後，結果如圖3-1，由圖中可知八十七年中核一廠發生14件異常事件；核二廠40件；核三廠14件；三座核電廠合計68件。以機組比較，核二廠二號機發生25件最多，核三廠二號機3件最少，二者件數相差達八倍；無法區分為一或二號機組，而歸類為廠內共同事件者，核一、二、三廠均為0件。與八十六年（46件）比較（圖3-2），八十七年異常事件增加22件，增加近五成。另外統計近六年來件數發現，核一廠自八十二年的49件，逐年降低至八十六年的11件，並創下歷史新低記錄，八十七年則略微上升到14件；核二廠亦從八十二年起逐年降低，其中進步幅度較大者為八十二年至八十四年間，每年均在20%以上，八十四年至八十六年件數分別為34、31、26件，持續逐年降低，但是八十七年卻又劇增至40件，顯示核二廠八十七年表現並不理想，有許多改善空間；核三廠在過去六年中，件數始終維持在每年20件上下，八十六年大幅降低到只有9件，八十七年又增至14件，電廠表現大致正常。

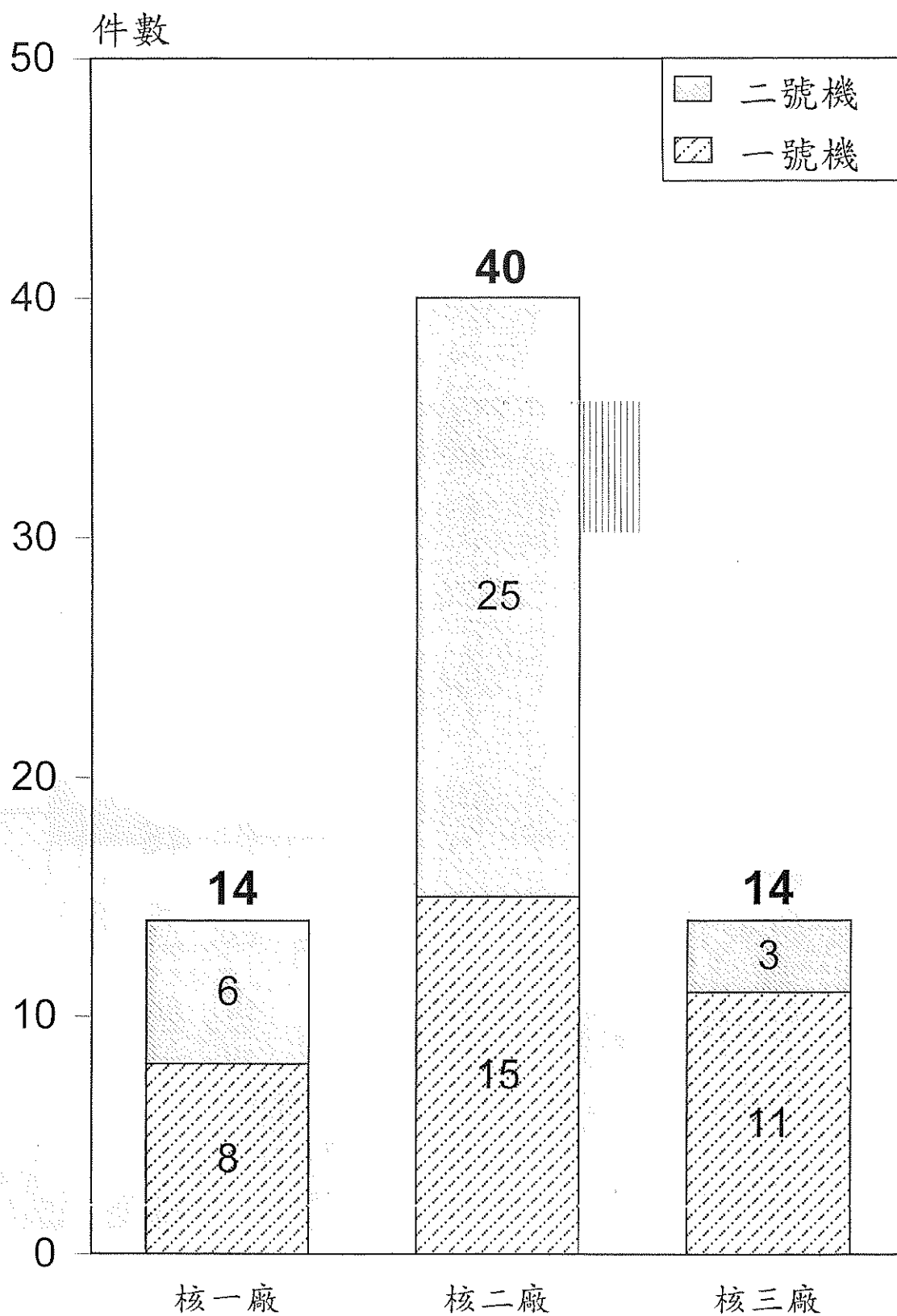


圖3-1 我國核能電廠八十七年異常事件統計

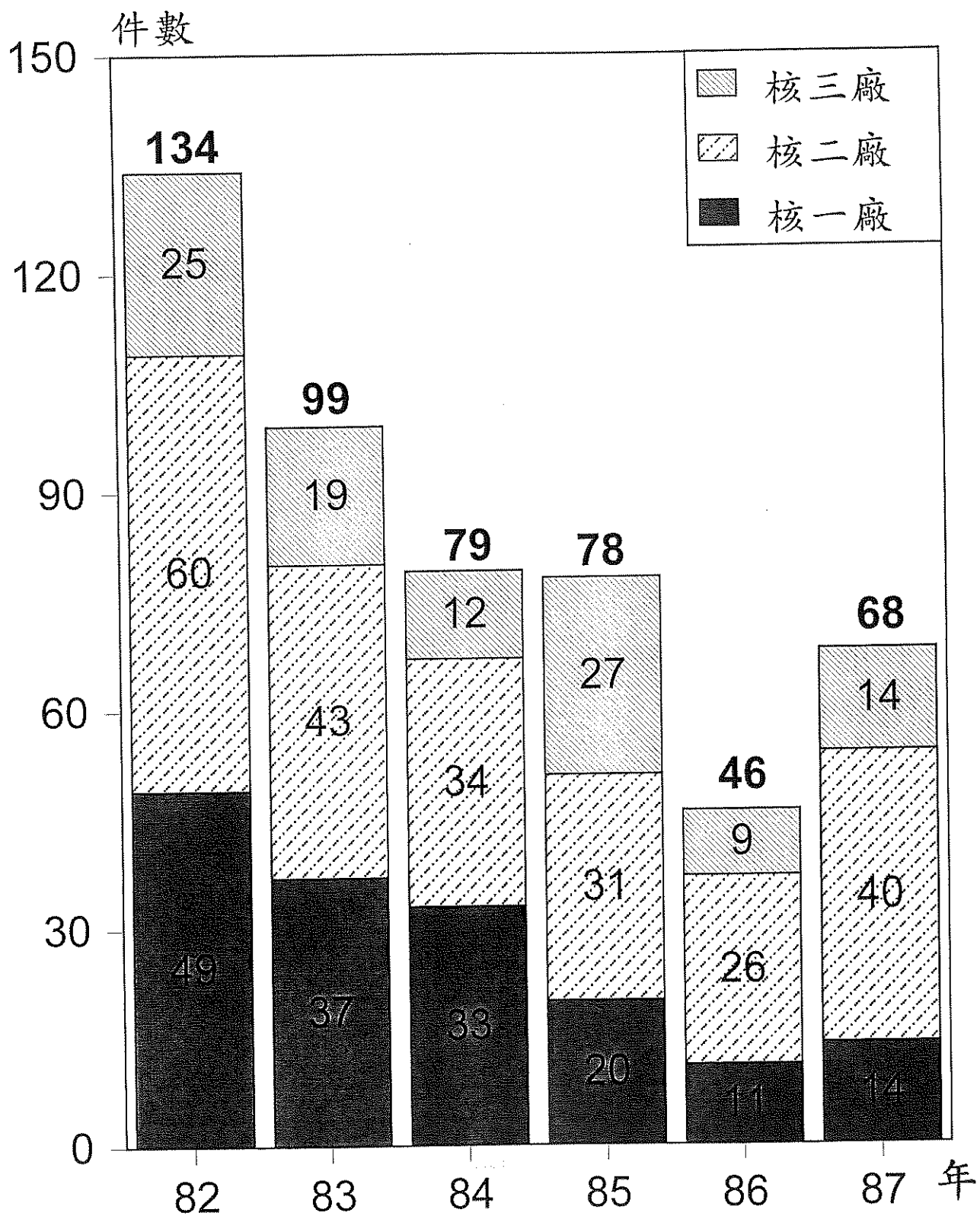


圖3-2 我國核能電廠近六年異常事件統計

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12項必須於事件發生後三十天內向本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。將八十七年核一、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12項通報依據中被引用的只有2、5、7和10等四項，各項件數分別為1、30、8與29件，其中第5項「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」30件與第10項「與人員健康安全、環境保護及民眾有關之事件」29件，是各項通報件數中較多者，二者合計59件佔87%，其次為第7項「部份安全系統不可用」8件，第2項「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」1件。

表3-1 我國核能電廠八十七年異常事件通報依據統計

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	0	1	0	1	1.5
5	4	17	9	30	44.1
7	2	6	0	8	11.8
10-1	5	5	5	15	22.1
10-2	3	11	0	14	20.6
總計	14	40	14	68	100.0

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，為使國內媒體與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，本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）（制度說明如圖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，以降低其對核能安全之疑慮。

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，三種不同的分級準則（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。

我國八十七年各核能電廠異常事件經由上述原則分級後，結果如表3-2，全部 68 件異常事件均係由上述第三項分級準則判定其級別，其中 66 件(97.1%)是屬於無任何安全顧慮的 0 級事件，其餘 2 件(2.9%)為異常警示之 1 級事件，其中核一廠 1 件，核二廠 0 件，核三廠 1 件，另外，1 級事件之摘要及分級理由如表3-3。近四年異常事件之分級統計結果繪於圖3-5，其中各年之 0 級事件均佔 92% 以上，顯示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3-2 我國核能電廠八十七年異常事件分級統計

事件級別	廠別			總計	
	核一廠	核二廠	核三廠	件數	百分比%
0級	13	40	13	66	97.1
1級	1	0	1	2	2.9
總計	14	40	14	68	100

表3-3 我國核能電廠八十七年異常事件中一級以上事件摘要

報告編號 RER-87-	級別	日期	事件摘要	分級理由
11-001	1	2月11日	大修中工作人員執行起動變壓器ST-B編號87電驛校正工作時，不慎引起87c差動電驛誤動作，使得ST-B變壓器跳脫，4.16KV匯流排#2,3,4斷電，相關設備失電跳脫，B台緊急柴油發電機自動起動，但因設計限制並未自動併入4.16KV四號匯流排。經手動操作後將第五台緊急柴油發電機連至4.16KV三、四號匯流排。	4.16KV匯流排斷電，相關設備失電跳脫，B台緊急柴油發電機自動起動，但因設計限制並未自動併入4.16KV四號匯流排，可能對安全造成影響。
31-005	1	8月23日	機組滿載運轉中，因電源變流器故障及主蒸汽隔離閥卡片電源接線接觸不良，使主蒸汽隔離閥快速關閉，造成蒸汽產生器低壓力信號動作，引發安全注水信號動作，反應器急停。急停後，電源轉換時，斷路器無法投入，使A串安全相關匯流排失電，緊急柴油發電機A台雖自動起動卻無法併入該匯流排供電。	主蒸汽隔離閥關閉，造成蒸汽產生器低壓力信號動作，引發安全注水信號動作，反應器急停，急停後，緊急柴油發電機雖自動起動卻無法併入該匯流排供電，安全系統未能維持完整。

以上共計2件。

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

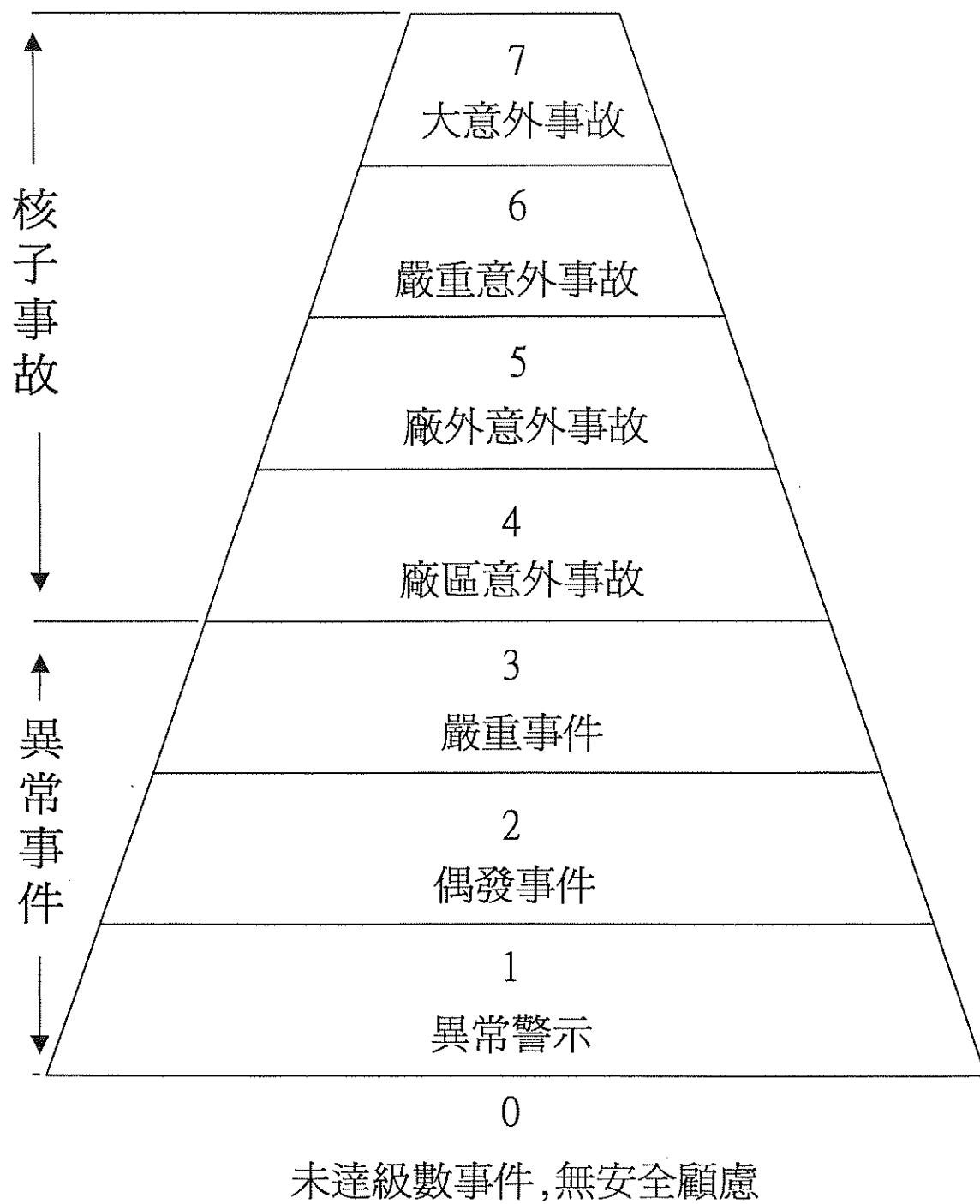
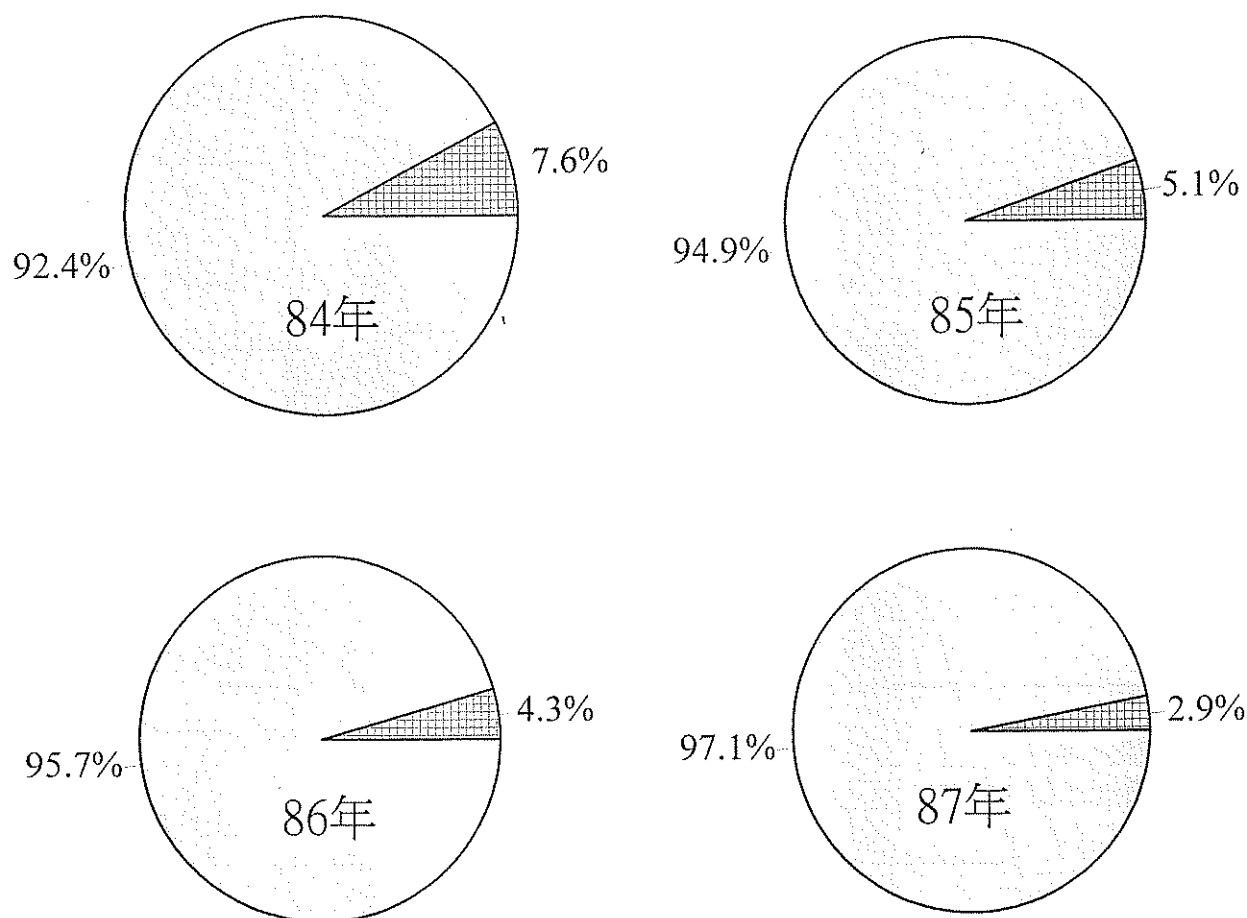


圖 3-4 國際核能事件分級制度圖解



級別	0 級	1 級	2 級以上	總計
84年	73	6	0	79
85年	74	4	0	78
86年	44	2	0	46
87年	66	2	0	68

圖3-5 我國核能電廠近四年
異常事件分級統計

四、事件發生時間

將八十七年三座核能電廠68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異常事件的發生以十月發生14件最多，其次五月9件，一月1件最少，而平均每月件數為5.7件，就個別電廠而言，核一廠於十月發生5件最多，一、三、六、九、十一月則未發生；核二廠以六、十月發生7件最多，僅有七月沒發生異常事件；核三廠則於九月發生5件最多，一、四、六月0件，其他月份各一件。

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，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。

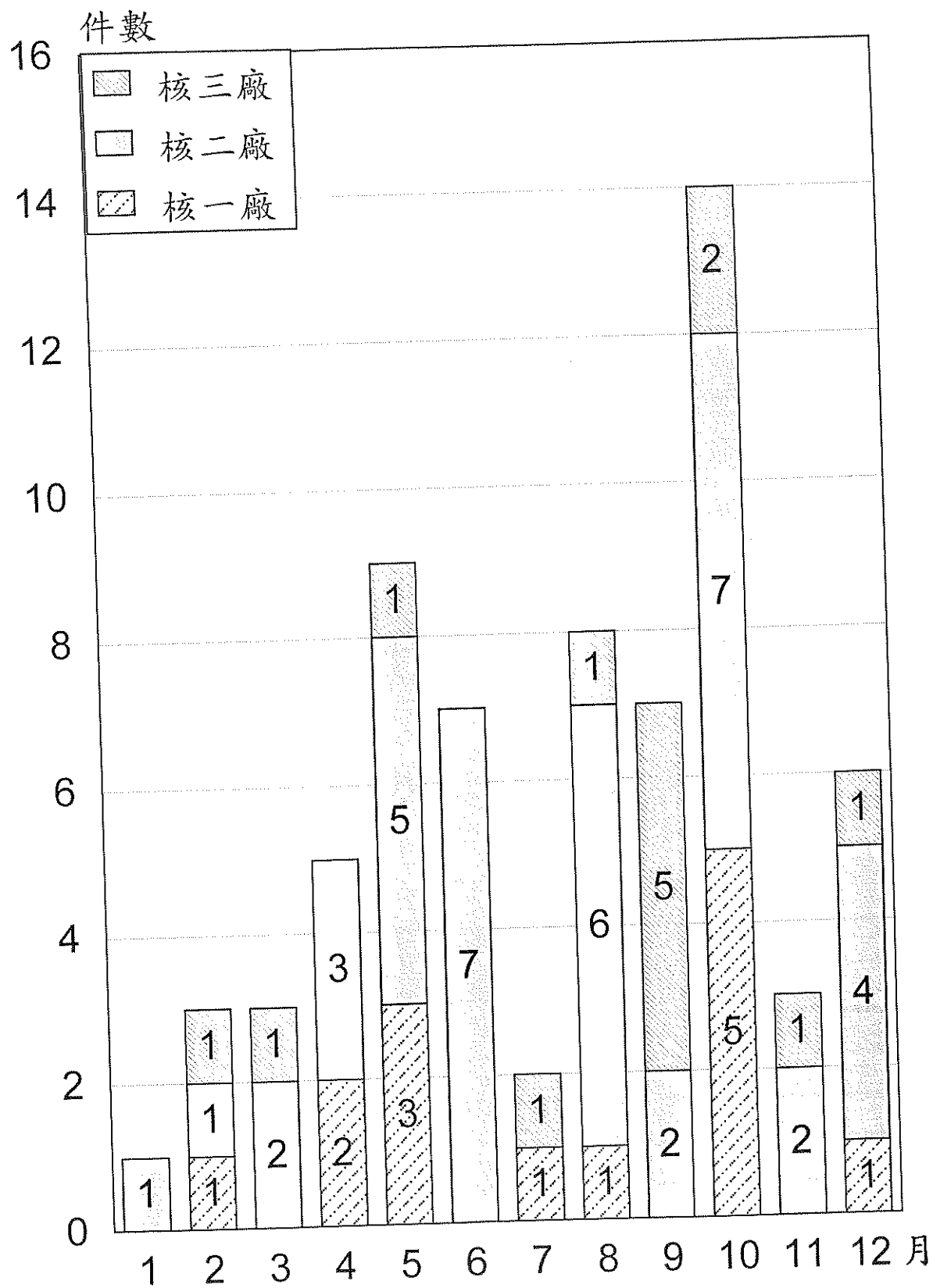


圖3-6 我國核能電廠八十七年每月異常事件統計

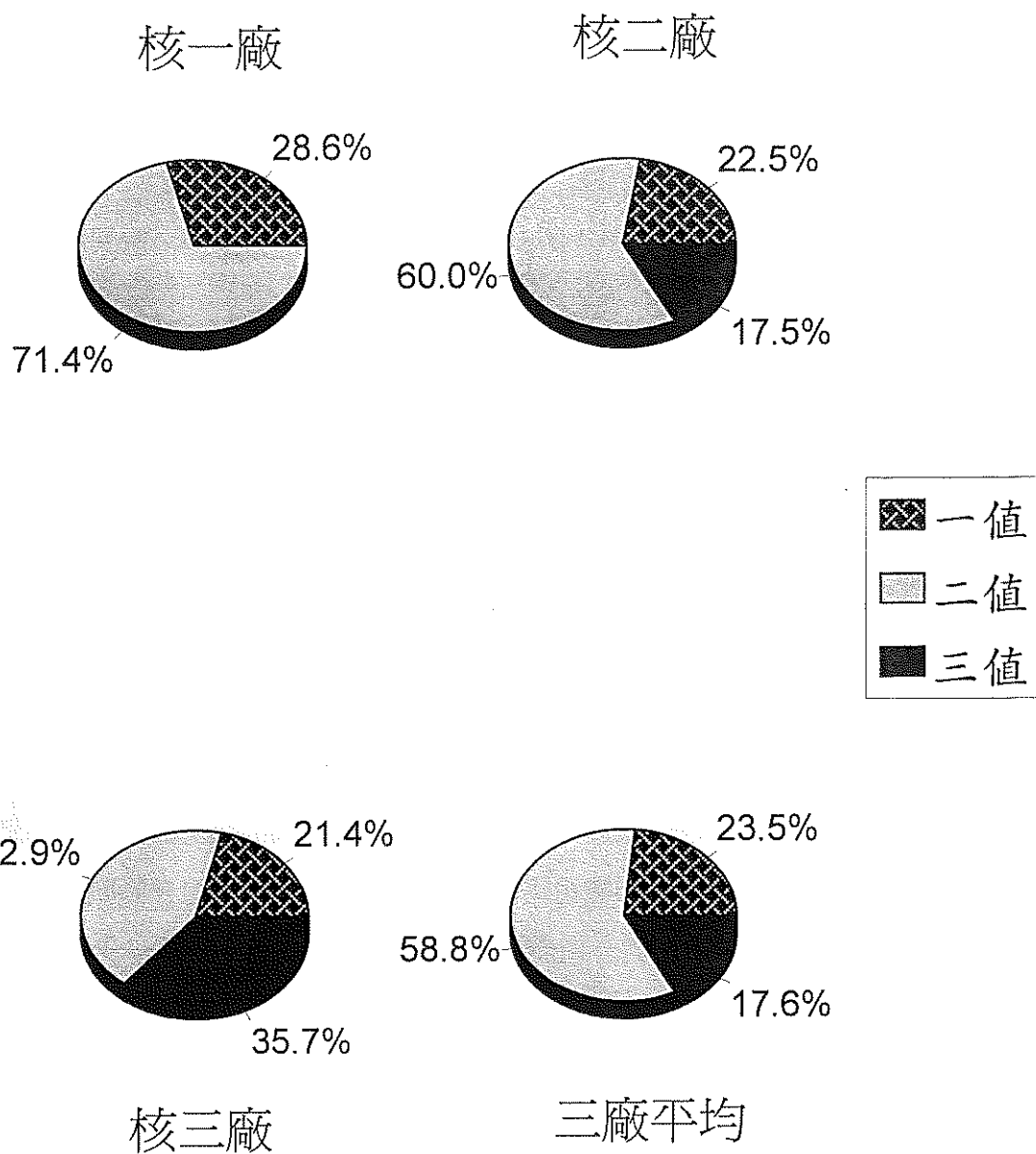


圖3-7 我國核能電廠八十七年異常事件發生值別統計

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大修等情況，就降低功率至停機，以進行檢修工作或填換燃料，完成後再重新啟動，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，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；其次為長約二個月的大修；十數天的停機檢修；數天的升降載以及數十小時的起動。

表3-4為八十七年各核能機組年度大修的開始／結束時間與大修日數統計，由表中可發現各機組大修時程均避開六、七、八月的炎夏時期，乃因我國台灣地區屬於亞熱帶氣候，夏季炎熱為用電尖峰期，核能機組相對於其他火力或水力機組，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避開夏季尖峰用電時期。

將八十七年三座核能電廠68件異常事件發生前之機組狀態依上述分類統計後，得到表3-5結果，發現以機組處於穩定功率運轉狀態時發生37件（54.4%）最多，相當符合實際運轉狀態；其次為機組年度大修時發生13件（19.1%），12件（17.6%）發生在機組升降載中，4件（5.9%）發生在機組起動中，2件（2.9%）發生在停機檢修期間；在一整年機組運轉狀態中僅須數天的機組升降載狀態發生12件異常事件，核一、二、三廠分別為3、8、1件，其中核一、二廠因為瑞伯颱風來襲，機組依規定降載時，外電故障跳脫，各發生了2件異常事件，除此之外核二廠仍有六件異常事件發生於升降載時，顯示核二廠今後宜多注意升降載期間的運轉操作情形。機組年度大修時發生異常事件件數比例，八十二年至八十五年維持在二至三成（八十二年28.9%、八十三年22.6%、八十四年22.0%、八十五年25.8%），八十六年下降至8.7%（4件），八十七年又回升至19.1%（13件），顯見各廠的大修管理有變差傾向，尤其是核三廠一號機，大修期間就發生5件異常事件。

表3-4 我國核能電廠八十七年大修時程

廠別機組	大修週期	大修開始時間	大修結束時間	大修總日數	八十七年所佔日數
核一廠1號機	EOC-16	87年02月05日22時39分	87年03月24日23時15分	47.0	47.0
核一廠2號機	本年內無大修				
核二廠1號機	EOC-13	87年11月04日01時33分	87年12月23日03時58分	49.1	49.1
核二廠2號機	EOC-12	87年04月04日01時07分	87年05月23日00時52分	49.0	49.0
核三廠1號機	EOC-11	87年09月19日01時05分	88年01月08日05時08分	111.2	104.0
核三廠2號機	本年內無大修				

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3-5 我國核能電廠八十七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	1	2	1	4	5.9
升、降載	3	8	1	12	17.6
穩定功率運轉	8	23	6	37	54.4
停機檢修	1	0	1	2	2.9
年度大修	1	7	5	13	19.1
總計	14	40	14	68	100.0

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）、設計缺失（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、原因不明等）等5類。

分析68件異常事件之發生原因如表3-6，各廠仍以設備故障比例最高(44.1%)，人爲失誤其次(30.9%)，而且75%的事件原因屬於這二類，其餘原因如設計缺失與作業程序缺失之件數均較少。值得注意的是，發生原因歸類爲「其他」的計14件，佔20.6%，其中8件是廠外電源故障所導致的。

表3-6 我國核能電廠八十七年異常事件發生原因統計

發生原因	廠別			合 計	
	核一廠	核二廠	核三廠	件數	百分比%
人爲失誤	3	13	5	21	30.9
設備故障	6	16	8	30	44.1
設計裝置不良	0	1	0	1	1.5
作業程序缺失	0	2	0	2	2.9
其他	5	8	1	14	20.6
合 計	14	40	14	68	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，本報告進行事件之相關系統分析時，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，就取其為事件相關系統，例如RER-87-11-004爐水淨化系統之電動閥洩漏，機組降載檢修，爐水淨化系統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) 如事件原因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。
- (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。

八十七年各核能電廠異常事件之相關系統經由上述原則決定後，再依美國核能電廠運轉經驗資訊系統NPEars (Nuclear Power Experience Automated Retrieval System)對核能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對核能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)，另外主汽機之電子液壓控制系統(EHC)亦不屬主汽機系統(代碼36)而為代碼58的反應器保護系統。

核一、二、三廠之異常事件依其相關系統統計結果分別如表3-7、3-8與3-9。統計結果顯示，核一廠的14件異常事件中，以非安全相關電力系統發生6件較多，反應器保護系統2件次之，其餘5件分屬不同的系統，1件不屬任何系統；核二廠的40件異常事件中，以非安全相關電力系統與飼水／冷凝水／抽汽系統各7件較多，爐心隔離冷卻水系統6件，反應爐水淨化系統4件，其餘系統件數在3件以下，值得注意的是，非安全相關電力系統7件異常事件中，有5件是廠外電源所造成的；核三廠的14件異常事件中，以非安全相關電力系統、區域輻射偵測系統各3件較多，飼水／冷凝水／抽汽系統及蒸汽產生器系統各2件次之，其他單件之系統共有4個。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，例如核一、二、三廠68件異常事件中，非安全相關電力系統就佔了16件（23.5%），其中有8件是廠外電源故障所引起的。

表3-7 核能一廠八十七年異常事件系統類別分析表

系 統 名 稱	件 數	百分比%
非安全相關電力系統	6	42.9
反應器保護系統	2	14.3
其他單件之系統（共5個系統）	5	35.7
不屬任何系統	1	7.1
合 計	14	100.0

表3-8 核能二廠八十七年異常事件系統類別分析表

系 統 名 稱	件 數	百分比%
非安全相關電力系統	7	17.5
飼水／冷凝水／抽汽系統	7	17.5
爐心隔離冷卻水系統	6	15
反應爐水淨化系統	4	10
主冷凝器系統	3	7.5
反應器保護系統	3	7.5
餘熱移除系統	2	5
燃料填換／燃料廠房	2	5
其他單件之系統（共6個系統）	6	15
合 計	40	100.0

表3-9 核能三廠八十七年異常事件系統類別分析表

系 統 名 稱	件 數	百分比%
非安全相關電力系統	3	21.4
區域輻射偵測系統	3	21.4
飼水／冷凝水／抽汽系統	2	14.3
蒸汽產生器系統	2	14.3
其他單件之系統（共4個系統）	4	28.6
合 計	14	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（共計30件）依其涉及之系統加以分析，各廠設備故障造成之事件相關系統的分佈相當零散，其中以核二廠的飼水／冷凝水／抽汽系統6件、主冷凝器系統及爐心隔離冷卻水系統各3件與核三廠的區域輻射偵測系統3件較多，如表3-10。

表3-10 八十七年設備故障導致之異常事件系統類別分析表
（同一系統發生三件以上）

設 備 故 障 之 系 統 名 稱	件 數		
	核一廠	核二廠	核三廠
飼水／冷凝水／抽汽系統	1	6	2
主冷凝器系統	0	3	0
爐心隔離冷卻水系統	0	3	0
區域輻射偵測系統	0	1	3

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）將核能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五大類，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-87-11-004爐水淨化系統之電動閥洩漏，機組降載檢修，爐水淨化系統即為事件之相關系統，電動閥則為此事件之相關組件；如果事件原因是人為失誤，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-87-11-006瑞伯颱風來襲，機組降載至35%功率，因345KV外電故障跳脫，造成汽機控制閥快速關閉，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（共計30件）依組件類別加以分析，發現核一廠6件中有2件屬於閥類組件、其他分屬於不同組件。核二廠16件中有7件屬於管路組件、4件屬於閥類組件，比例相當高，值得特別注意。而核三廠8件中閥類組件與輻射偵測組件各佔3件，如表3-11。

表3-11 八十七年設備故障導致之異常事件組件類別分析表
(同一組件發生三件以上)

設備故障之 組件名稱	件數		
	核一廠	核二廠	核三廠
閥類組件	2	4	3
管路組件	0	7	0
輻射偵測組件	0	1	3

肆、討論與發現

八十七年異常事件經由前章各項分類統計後，發現各廠在總件數、通報依據、事件分級、發生時間、機組狀態、事件原因與系統組件方面，均呈現若干或許較集中於某項分類上，或許件數較往年進步或退步等特性，分別提出並加以討論如下，以便進一步瞭解電廠目前運轉常態下的缺點，並提出改善建議。

一、各廠件數與去年的比較

核一廠八十七年14件較八十六年11件增加27%；核二廠八十七年40件較八十六年26件增加約54%；核三廠則由八十六年9件增加為八十七年14件，幅度達55.6%。八十六年三個電廠的表現無論是各別或是整體的表現，都是近五年最佳者（參見圖3-2），八十七年三個電廠的表現都較八十六年為差，未能有效地將異常事件件數維持在八十六年的水準。

二、異常事件之通報依據與相關系統

八十七年異常事件由通報依據加以統計分類後，發現約87%（59件／68件）事件集中於第五項與第十項規定的通報情況（表3-1結果），與八十六年類似（40件／46件），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。

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30件事件中經過分析發現其中27件屬特殊安全設施動作，其餘3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，較其他形式電廠所增加之保護系統，各核能電廠此類系統相當繁多，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。進一步分析各廠依據第5項通報內容通報之異常事件相關系統後，發現以非安全相關電力系統所發生件數較多，分別為核一廠2件，核二廠5件，核三廠2件（表4-1），而非安全相關電力系統引起異常事件之原因又以外電不穩定為主要原因（核二廠3件、核三廠

1件)，顯示電廠仍應持續就外電系統問題詳加檢討以有效降低此類事件發生次數。

表 4-1 造成特殊安全設施動作之系統

系統名稱	核一廠	核二廠	核三廠	總計	
				件數	百分比%
非安全相關電力系統	2	5	2	9	33.3
反應爐水淨化系統	0	4	0	4	14.8
區域輻射偵測系統	0	0	3	3	11.1
燃料填換／燃料廠房	0	2	0	2	7.4
蒸汽產生器系統	0	0	2	2	7.4
其他單件系統	1	4	2	7	25.9
合 計	3	15	9	27	99.9

第10項通報內容共含有6小項通報情況，其中以第1小項「機組非計畫性急停、停機或解聯者」15件與第2小項「因設備故障導致機組降載20%以上且持續4小時者」14件二者合計29件最多，此類事件使機組無法持續滿載運轉，直接造成發電損失，進一步統計此類事件涉及系統如表4-2，發現其系統分佈相當分散（分屬11個系統），其中以飼水／冷凝水／抽汽系統9件最多，非安全相關電力系統7件次之（以外電不穩定為主要原因者有4件）。

表 4-2 機組非計畫性急停、停機、解聯或降載異常事件之相關系統

系統名稱	核一廠	核二廠	核三廠	總計	
				件數	百分比%
飼水／冷凝水／抽汽系統	1	7	1	9	31.0
非安全相關電力系統	4	2	1	7	24.1
主冷凝器系統	0	3	0	3	10.3
其他單件系統	3	4	3	10	34.5
合 計	8	16	5	29	99.9

三、異常事件之機組狀態與原因類別關係

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。異常事件的發生原因與機組狀態是否有關連，藉由二者之間的交叉分析結果（表4-3）可看出，在事件發生件數最多（37件）的穩定功率運轉狀態下，51.4%的事件（19件／37件）原因為設備故障，18.9%（7件／37件）為人為失誤。而件數次多（13件）的年度大修狀態，人為失誤與設備故障的比例相當均為46.2%（6件／13件），升降載狀態的人為失誤佔25%（3件／12件）；值得注意的是起動階段所發生的異常事件的原因均為人為失誤，顯示值班人員對起動階段的訓練須再加強。由表4-3亦可看出，除了起動階段外，其他狀態下設備故障的比率高於或等於人為失誤的比率。

表 4-3 我國核能電廠八十七年異常事件機組狀態與事件原因關係

機組狀態	事件原因					總計
	人為失誤	設備故障	設計不良	作業程序 缺失	其他	
起動	4	0	0	0	0	4
升、降載	3	4	0	1	4	12
穩定功率運轉	7	19	1	0	10	37
停機檢修	1	1	0	0	0	2
年度大修	6	6	0	1	0	13
總計	21	30	1	2	14	68

進一步分析各電廠在穩定功率運轉狀態下與年度大修狀態下異常事件的發生原因（結果分別如表4-4與4-5），發現核一、二、三廠在穩定功率運轉狀態下，人為失誤次數分別為0件、5件、2件，與八十六年相較，核一廠由2件減為0件，核二廠由1件升高為5件，核三廠則由0件升高為2件，核二、三廠明顯退步。而在年度大修狀態下，八十六年（該年三個電廠六部機組有五部大修）僅有4件，其中3件人為失誤，1件設備故障，八十七年（六部機組僅有四部大修）卻升高為13件，在大修機組數目減少一部情形下，異常事件還增加9件，明顯退步很多；其中核一

廠依舊1件，核二廠由八十六年3件增為八十七年7件，核三廠由八十六1件（二部機組大修）增為八十七年5件（一部機組大修），顯見核三廠大修管理必須檢討。

表 4-4 穩定功率運轉狀態下異常事件原因統計

原 因	廠 別			總 計
	核一廠	核二廠	核三廠	
人爲失誤	0	5	2	7
設備故障	5	11	3	19
設計不良	0	1	0	1
作業程序缺失	0	0	0	0
其他	3	6	1	10
總 計	8	23	6	37

表 4-5 年度大修狀態下異常事件原因統計

原 因	廠 別			總 計
	核一廠	核二廠	核三廠	
人爲失誤	1	4	1	6
設備故障	0	2	4	6
設計不良	0	0	0	0
作業程序缺失	0	1	0	1
其他	0	0	0	0
總 計	1	7	5	13

四、事件原因中人為失誤與設備故障比例

異常事件中最主要的二項原因是人為失誤與設備故障，由表4-6，近六年各廠人為失誤與設備故障件數統計結果發現，設備故障件數自八十二年逐年降低，八十五年與八十六年維持在22件，八十七年又回升至30件，是否顯示電廠針對設備改善的效果已到極致而無法再繼續進步？而人為失誤件數八十二年為36件，其後八十三年至八十五年維持每年二十餘件，八十六年則以13件創新低紀錄，但僅僅維持一年，八十七年又回升至21件。就三座電廠整體而言，除了八十五年人為失誤的件數高出設備故障3件外，八十二至八十七年均是設備故障造成的異常事件件數高於人為失誤。核一廠八十七年的表現與前兩年年相差不多，連續三年維持人為失誤每年三件，設備故障6~8件，表現相當穩健。核二廠人為失誤的件數由八十六年的5件大幅上升至八十七年的13件，表現退步，設備故障的件數也由前一年的11件上升至16件，核三廠人為失誤件數八十七年依舊維持在5件，設備故障的件數則較前一年增加5件至8件。綜合言之，核一、三廠人為失誤件數已下降至每年每廠3~5件，核二廠還在每年10件上下晃動，設備的穩定性仍以核一、三廠較佳，核二廠最差。三座電廠合計人為失誤的件數由八十六年的13件上升至八十七年的21件，退步很多，值得注意，尤其是核二廠。

表4-6 近六年核能電廠人為失誤與設備故障件數統計

年別	廠別						三廠合計	
	核一廠		核二廠		核三廠			
	人爲失誤	設備故障	人爲失誤	設備故障	人爲失誤	設備故障	人爲失誤	設備故障
82	11	23	17	23	8	12	36	58
83	6	21	12	17	3	11	21	49
84	12	15	8	16	5	6	25	37
85	3	7	10	10	12	5	25	22
86	3	8	5	11	5	3	13	22
87	3	6	13	16	5	8	21	30

五、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。八十七年以運轉狀態進行異常事件分類，以穩定功率運轉及年度大修分居前二名（詳見表3-5）。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；其次為長約二個月的大修；十數天的停機檢修；數天的升降載以及數十小時的起動。進一步分析機組在不同運轉狀態下異常事件系統，發現在穩定功率運轉狀態下（表4-7），核一廠8件異常事件分散於7個不同系統中，以非安全相關電力系統2件較多，核二廠則以飼水/冷凝水/抽汽系統5件較多，核三廠以非安全相關電力系統2件較多。

在年度大修狀態下之13件異常事件中（表4-8），核一廠佔1件，核二廠佔7件，核三廠5件；其中以核三廠區域輻射偵測系統3件與核二廠反應爐保護系統及餘熱移除系統各2件較多。

表 4-7 穩定功率運轉狀態下異常事件相關系統

核一廠		核二廠		核三廠	
系統	件數	系統	件數	系統	件數
非安全相關電力系統	2	飼水/冷凝水/抽汽系統	5	非安全相關電力系統	2
反應爐水淨化系統	1	非安全相關電力系統	4	主蒸汽系統	1
安全注水系統	1	爐心隔離冷卻水系統	4	其他特殊安全系統	1
飼水/冷凝水/抽汽系統	1	主冷凝器系統	3	飼水/冷凝水/抽汽系統	1
空調系統	1	燃料填換／燃料廠房	2	安全相關電力系統	1
反應器保護系統	1	反應爐水淨化系統	1	以下空白	
消防系統	1	安全注水系統	1		
以下空白		主汽機系統	1		
		循環水系統	1		
		區域輻射偵測系統	1		
總計	8	總計	23	總計	6

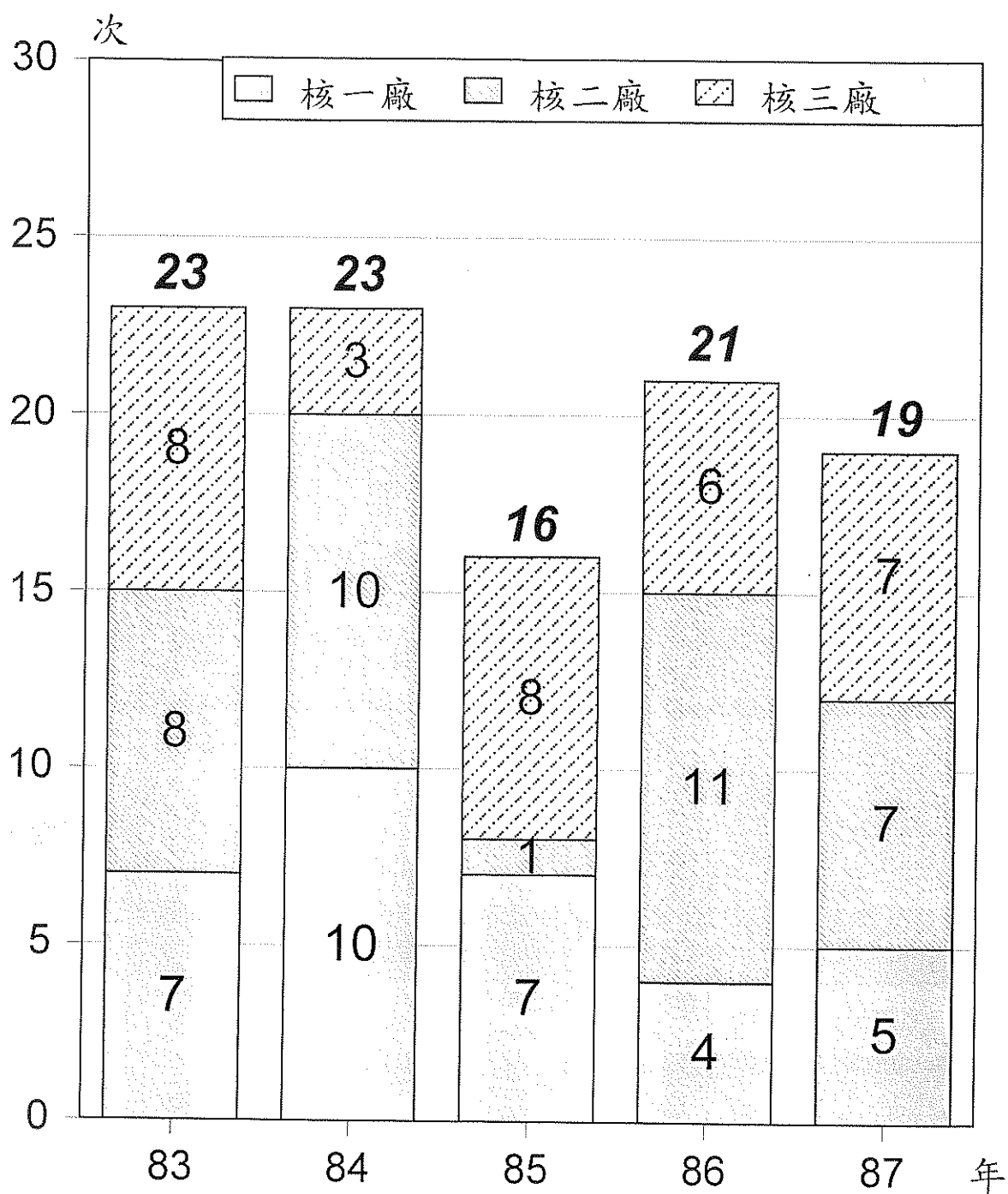
表 4-8 年度大修狀態下異常事件相關系統

核一廠		核二廠		核三廠	
系統	件數	系統	件數	系統	件數
非安全相關電力系統	1	反應爐保護系統	2	區域輻射偵測系統	3
以下空白		餘熱移除系統	2	飼水/冷凝水/抽汽系統	1
		爐心隔離冷卻水系統	1	非安全相關電力系統	1
		非安全相關電力系統	1	以下空白	
		緊急通風系統	1		
總計	1	總計	7	總計	5

六、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“非計畫性”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“非計畫性”的定義為參考標準，即在四週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並開始計畫相關工作，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。

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，由圖中發現，三座電廠的總件數，自八十三年連續二年維持在23件，然後在八十五年降至16件，八十六年回升至21件，八十七年又降至19件。各廠歷年之變化，核一廠前三年在7至10件之間，八十六年至八十七年則降至每年4件至5件；核二廠前2年為8至10件，八十五年突降至1件，八十六年又回升至11件，八十七年則為7件；核三除八十四年為3件外，其餘四年則在6至8件間上下變動。各電廠五年平均值為核一廠6.6次、核二廠7.4次、核三廠6.4次。再檢視我國核一、二、三廠八十七年發生的機組解聯事件（分別列於表4-9、4-10與4-11），發現核二、三廠各有1、2件屬非計畫性解聯事件未通報異常事件，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，以解決目前各電廠應報而未報之非計畫性解聯事件。



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

表 4-9 八十七年核能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	是否計畫性(如是,理由)	是否通報 RER (如是,編號)
1	1	2月5日	機組解聯進行EOC-16大修。	大修	是 (年度大修)	否
2	1	3月25日	機組解聯進行汽機超速跳脫試驗。	進行試驗	是(大修後例行試驗)	否
3	1	4月6日	汽機控制閥關閉,造成反應爐壓力上升,反應爐急停。	設備故障	否	是 (11-002)
4	1	10月16日	颱風來襲,外電故障跳脫,反應器急停。	自動急停	否	是 (11-006)
5	1	10月21日	卡車衝撞進水口泵室電纜托架,手動急停反應器。	手動急停	否	是 (11-007)
6	2	9月26日	機組解聯更換低壓汽機轉子。	設備更換	是 (四週前規劃)	否
7	2	10月16日	颱風來襲,外電故障跳脫,反應器急停。	自動急停	否	是 (12-005)
8	2	10月21日	卡車衝撞進水口泵室電纜托架,機組降載解聯檢修。	設備故障	否	否 (12-006)

以上共計 8 件解聯,其中計畫性 3 件,非計畫性 5 件,後者中有 0 件未通報異常事件。

表 4-10 八十七年核能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	是否計畫性 (如是，理由)	是否通報 RER (如是，編號)
1	1	2月13日	機組解聯查修勵磁機磁場接地問題。	設備檢修	是 (四週前規劃)	否
2	1	6月9日	機組解聯檢查飼水泵汽機B台高振動與油溫過高問題。	設備檢修	否	是 (21-003)
3	1	8月31日	機組降載解聯檢修勵磁機，過程中，反應爐低水位急停。	自動急停	否	是 (21-008)
4	1	10月16日	颱風來襲，外電故障跳脫，反應器急停。	自動急停	否	是 (21-010)
5	1	11月4日	機組解聯進行EOC-13大修。	年度大修	是 (年度大修)	否
6	1	12月23日	機組解聯進行汽機超速跳脫試驗。	進行試驗	是(大修後例行試驗)	否
7	1	12月25日	機組降載解聯執行汽機配重及反應器模式開關之更換工作。	設備調校	否	否
8	2	4月4日	機組解聯進行EOC-12大修。	年度大修	是 (年度大修)	否
9	2	5月23日	機組解聯進行汽機超速跳脫試驗。	進行試驗	是(大修後例行試驗)	否
10	2	5月25日	主汽機控制閥幾乎全關，反應爐因高壓力而急停。	自動急停	否	是 (22-009)
11	2	5月31日	降載過程中，再循環泵故障跳脫，反應爐低水位急停。	自動急停	否	是 (22-010)
12	2	9月11日	機組解聯檢修主冷凝器銅管洩漏。	設備故障	是 (四週前規劃)	否
13	2	10月16日	颱風來襲，外電故障跳脫，反應器急停。	自動急停	否	是 (22-020)

以上共計 13 件解聯，其中計畫性 6 件，非計畫性 7 件，後者有 1 件未通報異常事件。

表 4-11 八十七年核能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	是否計畫性(如是，理由)	是否通報RIR (如是，編號)
1	1	2月17日	蒸汽產生器B台低低水位，反應爐急停。	自動急停	否	是 (31-001)
2	1	4月19日	機組解聯檢修主汽機電子液壓控制系統。	設備故障	否	否
3	1	5月5日	蒸汽產生器 B台高高水位，汽機跳脫，反應爐急停。	自動急停	否	是 (31-003)
4	1	8月23日	主蒸汽隔離閥關閉，安全注水信號動作，反應器急停。	自動急停	否	是 (31-005)
5	1	9月19日	機組解聯進行EOC-10大修。	年度大修	是 (年度大修)	否
6	2	5月9日	機組降載解聯檢修蒸汽產生器 C 台手孔洩漏。	設備故障	否	否
7	2	9月4日	機組降載解聯檢修蒸汽產生器C台，降溫過程蒸汽產生器高-高水位，輔助飼水系統自動動作。	設備檢修	是 (四週前規劃)	是 (32-001)
8	2	10月16日	機組降載解聯檢修主汽機第三號控制閥。	設備故障	否	是 (32-002)
9	2	11月11日	反應爐冷卻水迴路低流量，反應爐急停，發電機跳脫。	設備故障	否	是 (32-003)

以上共計9件解聯，其中計畫性2件，非計畫性7件，後者中有2件未通報異常事件。

伍、結論與建議

八十七年我國核能電廠的68件異常事件經由本報告第三章的各項分類統計分析，發現各電廠事件在不同角度所呈現的特性後，復經由與去年統計結果的比較及各種分類項目的交叉統計，提出多方面的討論與發現，茲列舉各項討論與發現的結論如下，並針對如何減少異常事件的發生與通報規定的合理修訂提出若干建議如後。

一、結論

1. 三座電廠異常事件總件數68件較八十六年46件增加22件，顯現八十七年整體核能安全在異常事件件數的表現上稍差。
2. 與八十六年異常事件的件數比較，核一廠八十七年14件較八十六年11件增加約27%，表現退步；核二廠40件較八十六年26件增加54%，表現亟待改進；核三廠14件較八十六年9件增加約55.6%，表現明顯退步。以機組區分，核二廠二號機發生25件最多，核三廠二號機3件表現最好，二者件數相差達八倍。另，同為美商奇異公司沸水式機組的核一廠二號機發生6件，較核二廠二號機少19件，在設計相近的情況下，差距不可謂不大，期待核二廠二號機能朝減少異常事件方向邁進。
3. 異常事件經由通報依據的分類統計，發現第五項通報依據「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」（核一、二、三廠分別為4、17、9件）與第十項通報依據「與人員健康安全、環境保護及民眾有關之事件」（核一、二、三廠分別為8、16、5件）件數最多，二項通報依據件數合計佔全部件數87%，可說是集中度相當的高。其中第五項通報依據的30件異常事件中，27件屬於特殊安全設施之非計畫性動作，其餘3件屬於反應器保護系統。而特殊安全設施動作並不表示其設施本身有問題，而是因應某些運轉中系統不正常的警告信號而動作，進一步分析這些系統發現各廠均以非安全相關電力系統所發生件數較多（表4-1），分別為核一廠2件，核二廠5件，核三廠2件，而此系統造成特殊安全設施動作之原因又以外電不穩定（4次）為主要原因，顯示電廠若欲有效降低此類事件的發生，應就

外電系統問題詳加檢討。另外第十項通報依據固然包括了六小項通報情況，涵蓋範圍較廣，但是29件異常事件都只包括在與機組是否能夠持續滿載運轉直接有關的第一、二小項範圍內（機組非計畫性急停、停機或解聯者；因設備故障導致機組降載百分之二十以上且持續四小時者），經由相關系統分析發現以飼水/冷凝水/抽汽系統9件最多，非安全相關電力系統7件次之（表4-2），電廠若欲有效提高機組容量因數與運轉績效，應由這些較易出問題的系統著手改善。

4. 八十七年異常事件經由機組狀態分類統計，發現大部份事件發生在機組處於穩定功率運轉狀態下，其次為升降載狀態（表4-3）。其中穩定功率運轉狀態下，八十七年37件較八十六年24件增加了13件。其中各廠表現（表4-4），核一廠依舊是8件，核三廠由4件增為6件，核二廠件數由12件增為23件，退步較多。而在年度大修狀態方面（表4-5），八十六年六部機組有五部大修，發生4件異常事件，八十七年六部機組中僅有四部機組大修，異常事件件數卻為13件，兩相比較，在大修機組數目減少一部情形下異常事件件數卻增加了9件之多，顯示電廠在機組年度大修工作的管理情形有偏差傾向，值得留意，八十七年年度大修13件異常事件之中，核一廠1件，核三廠5件，其餘7件都發生在核二廠，值得注意的是核三廠僅一部機組大修就發生了5件，顯見核三廠大修工作管理必須檢討。
5. 八十七年異常事件經由事件原因分類統計，發現人為失誤與設備故障仍如往年一般佔事件原因最大比例（表4-6）。就三座電廠整體而言，除了八十五年人為失誤的件數高出設備故障3件外，其他時期均是設備故障造成的異常事件件數高於人為失誤。核一廠八十七年的表現與八十六年相差不多，連續三年維持人為失誤每年3件，設備故障7~8件，表現平穩。核二廠人為失誤的件數由八十六年的5件大幅上升至八十七年的13件，表現退步，設備故障的件數也由前一年的11件上升至16件，核三廠人為失誤件數八十七年依舊維持在5件，設備故障的件數則較前一年增加5件至8件。綜合言之，三座電廠合計人為失誤的件數由八十六年的13件上升至八十七年的21件，退步很多，值得注意。其中核一、三廠人為失誤件數已下降至每年3~5件，核

二廠還在每年10件上下晃動；設備的穩定性亦以核一、三廠較佳，核二廠最差。

二、建議

1. 過去幾年在異常事件件數的表現上，核三廠除了八十六年外始終位居各廠之冠，核二廠則始終位居各廠之末，同為美商奇異公司沸水式機組的核一廠於八十六年創下該廠異常事件件數11件的歷史新低記錄，顯示核二廠仍然還有改善空間，建議核二廠重視此一訊息，深入檢討改善。
2. 通報依據第五項與第十項的事件約佔87%，電廠如能針對這二類事件的特性與原因深入檢討，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，雖然此二類事件牽涉範圍廣泛，但是經由分析發現事件相關系統以非安全相關電力系統16次最多，其中又以外電導致的問題佔大多數（8次），建議電廠仍應針對外電部份持續檢討改善。
3. 設備故障仍然是異常事件的最主要原因，其事件件數由八十六年22件增加至八十七年30件，人為失誤件數則由八十六年13件增加至21件，透露電廠在設備故障方面及人為失誤方面的改善仍有待加強，有鑑於大部份設備故障事件發生於飼水/冷凝水/抽汽系統9件最多（表3-10），因此建議電廠先就這方面切入，加強檢修。
4. 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週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。

5. 電廠現行之「反應器急停/跳脫後審查報告書」第3.0.1項及第8.0項附件資料中列有「事件當事人對事件發生經過之書面敘述報告」乙項，唯現行因反應器急停而通報之異常事件報告中，常常付之闕如，為明確瞭解事件經過及工作人員所進行之舉措，以為經驗回饋，建議如因人為失誤造成反應器急停，應依規定於異常事件報告中附上事件當事人對事件發生經過之書面敘述報告。

參考資料

1. RER-87-11-001～008，RER-87-12-001～006，台灣電力公司核能一廠，八十七年。
2. RER-87-21-001～015，RER-87-22-001～025，台灣電力公司核能二廠，八十七年。
3. RER-87-31-001～011，RER-87-32-001～003，台灣電力公司核能三廠，八十七年。
4. NPEars User Guide，The S.M. Stoller Corp.，1986。
5. 核能電廠異常事件立即通報規範，行政院原子能委員會，八十五年九月三日。
6. 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。
7. 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。
8. 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。
9. 林繼統、徐明德，“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，八十五年五月。
10. 林繼統、徐明德，“我國核能一、二、三廠八十五年異常事件統計分析”，行政院原子能委員會，八十六年五月。
11. 黃俊源、徐明德，“我國核能一、二、三廠八十六年異常事件統計分析”，行政院原子能委員會，八十七年十一月。

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

八十七年核能一廠異常事件摘要表

報告編號	廠	機組	日期	時間	事件摘要	INES分級	系統	組件	發生原因	機組狀態	通報依據
11-001	1	1	2月11日	10時57分	大修中工作人員執行起動變壓器ST-B編號87電驛校正工作時，不慎引起87c差動電驛誤動作，使得ST-B變壓器跳脫，4.16KV匯流排#2,3,4斷電，相關設備失電跳脫，B台緊急柴油發電機自動起動，但因設計限制並未自動併入4.16KV四號匯流排。經手動操作後將第五台緊急柴油發電機連至4.16KV三、四號匯流排。	1	80	NA	1	5	5
11-002	1	1	4月6日	1時03分	機組滿載運轉，數位電子液壓控制系統(DEH)之某一控制卡片故障，導致負載需求由636MWe降至330MWe，造成汽機控制閥關閉，旁通閥雖然自動開啓因應，然因旁通閥容量僅有25%，無法宣洩反應器之功率，造成反應爐壓力上升，反應爐急停。	0	58	90	2	3	10-1
11-003	1	1	4月6日	9時49分	機組停機中，反應爐保護系統之馬達發電機組B串馬達啓動器電磁線圈老化故障，使得反應爐保護系統 B串斷電，反應器半急停。	0	58	95	2	4	5
11-004	1	1	5月7日	1時45分	機組滿載運轉，乾井內地面洩水泵打水頻率增加，機組降載到10%負載以下，進入乾井查漏，發現係爐水淨化系統之電動閥G33-F106洩漏所致。	0	24	04	2	3	10-2
11-005	1	1	5月7日	4時54分	機組升載中，執行廠內負載切換，UT-Y順利切換成功，UT-X無法關閉，重新再切換UT-X時，因關閉之指示燈燒毀不亮，操作員誤將UT-X斷路器再度開啓，造成4.16KV匯流排#2斷電，緊急柴油發電機B台自動起動。	0	80	NA	1	2	5

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、y 節通報。

八十七年核能一廠異常事件摘要表(續)

報告編號 RER-87-	廠	機組	日期	時間	事件摘要	INES 分級	系統	組件	發生原因	機組狀態	通報依據
11-006	1	1	10月16日	12時15分	瑞伯颱風來襲，機組降載至35%功率，因345KV外電故障跳脫，造成汽機控制閥快速關閉，反應器急停。	0	80	NA	5	2	10-1
11-007	1	1	10月21日	10時24分	機組滿載運轉，載運廢土卡車在廠區內不慎衝撞進水口泵室之電纜托架，導致三台循環海水泵跳脫，運轉員預期主冷凝器真空將惡化，手動急停反應器。	0	80	NA	5	3	10-1
11-008	1	1	12月25日	3時25分	機組滿載運轉，冷凝水泵因泵之聯軸器材質劣化斷裂而故障，機組降載，以備用泵回裝，恢復運轉。	0	40	25	2	3	10-2
12-001	1	2	7月24日	9時12分	機組滿載運轉，空調機AH-19馬達斷路器跳脫，機組降載檢修，發現係馬達風扇葉片定位螺絲損壞，致散熱效果不佳，導致軸承與線圈局部過熱損壞。	0	48	63	2	3	10-2
12-002	1	2	5月30日	11時00分	機組滿載運轉，執行高壓爐心注水泵可用性試驗及流量測試，由於閥門活塞油孔局部堵塞，導致油壓不足，高壓注水系統汽機進汽閥無法開啓，宣佈高壓注水系統不可用。	0	28	3	2	3	7

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-1節通報。

八十七年核能一廠異常事件摘要表(續)

報告編號 RER-87-	廠	機組	日期	時間	事件摘要	INES分級	系統	組件	發生原因	機組狀態	通報依據
12-003	1	2	8月4日	11時21分	機組滿載運轉，高壓注水系統室出現火災警報（現場無火災現象），泡沫消防系統自動動作，造成高壓注水系統不可用。	0	68	NA	5	3	7
12-004	1	2	10月4日	10時22分	反應器起動階段，值班人員操作控制棒時失誤，反應器在尚未臨界前急停。	0	NA	NA	1	1	5
12-005	1	2	10月16日	12時15分	瑞伯颱風來襲，機組降載至35%功率，因345KV外電故障跳脫，造成汽機控制閥快速關閉，反應器急停。	0	80	NA	5	2	10-1
12-006	1	2	10月21日	10時24分	機組滿載運轉，載運廢土卡車在廠區內不慎衝撞進水口泵室之電纜托架，造成一號機循環海水泵室電纜部份受損，機組降載解聯檢修。	0	80	NA	5	3	10-1

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-1 節通報。

八十七年核能二廠異常事件摘要表

報告編號 RER-87-	廠	機組	日期	時間	事件摘要	INES分級	系統	組件	發生原因	機組狀態	通報依據
21-001	2	1	4月25日	9時06分	機組滿載運轉，因天候轉變，海水進水口泵室湧進大量海草堵塞細網，造成冷卻海水不足，機組緊急降載至500MWe，清除海草。	0	44	NA	5	3	10-2
21-002	2	1	5月24日	0時31分	機組執行控制棒可用性測試，負載降至780 MWe時，飼水泵汽機C台之轉速晃動很大，停用該台，經查係控制組件動作不良所致。	0	40	90	2	2	10-2
21-003	2	1	6月8日	4時09分	機組滿載運轉，飼水泵汽機B台軸偏心及高振動警報出現，機組隨即降載至700MWe，並停用該台，經查係#2軸承燒燬致使轉子卡死無法轉動。	0	40	25	2	3	10-2
21-004	2	1	6月15日	17時00分	機組起動階段，飼水泵出口閥AE-HV-147內漏，反應爐水位上升，工作人員將爐水淨化系統(RWCU)洩放閥之閥門開大，以期降低水位，此時第I區"爐水淨化系統高流量差"警報響起，一次圍阻體隔離系統動作，爐水淨化系統泵跳脫。	0	24	NA	1	1	5
21-005	2	1	6月18日	10時00分	機組滿載運轉，飼水泵汽機B台#1軸承油溫偏高，緊急降載，飼水泵汽機B台停用。經查係由於先前維修時保溫棉油漬未清除即予回裝，經運轉數日溫度悶至高溫冒煙，實際並未漏油。	0	40	NA	1	3	10-2

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。

八十七年核能二廠異常事件摘要表(續)

報告編號	廠	機組	日期時間	事件摘要	INES分級	系統	組件	發生原因	機組狀態	通報依據
21-006	2	1	8月14日 13時30分	機組滿載運轉，進行爐心隔離冷卻系統(RCIC)汽機進汽隔離閥測試時，因閥門關閉時間超過運轉規範，宣佈該系統不可用。	0	30	3	2	3	7
21-007	2	1	8月30日 7時08分	機組滿載運轉，廠外電源69KV因下雨雷擊斷電，造成匯流排1A4/1A5跳脫，引起反應器半急停，一次圍阻體隔離系統動作，第II、III區緊急柴油發電機自動起動。	0	80	NA	5	3	5
21-008	2	1	8月31日 13時49分	機組降載準備進行勵磁機保險絲之更換工作，降載過程中，因飼水泵汽機B台故障，水位晃動，隨後飼水泵汽機C台又因出口閥故障無法打開補水，造成反應爐因低水位急停。	0	40	3	2	2	10-1
21-009	2	1	10月13日 13時40分	機組滿載運轉，爐心隔離冷卻系統(RCIC)進汽洩水管路下游之濾網凸緣漏水，隔離檢修，宣佈爐心隔離冷卻系統不可用。	0	30	44	2	3	7
21-010	2	1	10月16日 12時15分	瑞伯颱風來襲，機組降載時，因345KV外電故障跳脫，發的電輸不出去，導致汽機控制閥快速關閉，反應器急停。	0	80	NA	5	2	10-1

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。

八十七年核能二廠異常事件摘要表(續)

報告編號	廠	機組	時間	事件摘要	INES分級	系統	組件	發生原因	機組狀態	通報依據
21-011	2	1	10月27日 0時16分	機組滿載運轉中，冷凝水泵D台馬達下軸承因磨耗而損壞，造成定子接地故障，D台跳脫，機組降載檢修。	0	40	25	2	3	10-2
21-012	2	1	11月10日 12時45分	機組大修，反應爐餘熱移除系統RHR-A執行爐心冷卻，RHR-B停用歲修，RHR-A之節流閥E12-F053附近沖洗管路之洩水管接頭處破漏，RHR-A停用，喪失反應爐餘熱移除系統，宣佈反應爐餘熱移除系統爐心冷卻模式不可用。	0	32	44	2	5	7
21-013	2	1	11月20日 12時37分	機組大修第17天，匯流排1A3復電後，因一次圍阻體隔離系統(PCIS)第5群之隔離信號未復歸（指示燈泡故障未亮，未發現隔離信號仍在），故復電後一次圍阻體隔離系統第5群動作，餘熱移除系統(RHR)閥門E12-F008關閉，RHR-B泵跳脫。	0	30	NA	4	5	5
21-014	2	1	12月11日 9時57分	機組大修，工作人員執行69KV變壓器相關非分隔式匯流排之導通電阻量測時，誤將量測探棒插入有電之接觸器，匯流排2A5短路接地產生電弧，灼傷三位工作人員，4.16KV電震，燃料廠房緊急通風系統排風扇1VF2A自動起動。	0	80	NA	1	5	5
21-015	2	1	12月21日 17時07分	機組大修後起動，反應爐升溫升壓中，調整爐水淨化系統(RWCU)洩水量時，出現高流量差信號，致一次圍阻體隔離系統(PCIS)第一群動作，RWCU泵跳脫。	0	24	NA	1	1	5

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、y 節通報。

八十七年核能二廠異常事件摘要表(續)

報告編號 RER-87-	廠	機組	日期	時間	事件摘要	INES 分級	系統	組件	發生原因	機組狀態	通報依據
22-001	2	2	1月9日	10時33分	機組滿載運轉，包商工作人員於下燃料池工作時，未依規定而將廢棄之污染器材攜入正常出入之區域，造成局部空間輻射劑量率上升，區域輻射偵測器動作，燃料廠房緊急通風系統排風扇自動啟動。	0	82	NA	1	3	5
22-002	2	2	2月21日	14時28分	機組滿載運轉，執行燃料廠房吊車例行檢查，因吊籃表面有污染，當將吊籃吊起經過區域輻射偵測器斜上方時，動作該偵檢器，使得燃料廠房緊急通風系統自動啟動。	0	82	NA	1	3	5
22-003	2	2	3月16日	10時49分	機組滿載運轉，執行低壓噴灑系統(LPCS)泵額定流量測試，因測試閥門2EL-HV-107之閥軸固定銷鬆動，無法關閉，宣佈LPCS不可用。	0	28	3	2	3	5
22-004	2	2	3月24日	3時03分	機組滿載運轉，因飼水加熱器4A管側逸氣閥下游破管，高溫水汽使消防警報動作，機組降載，隔離該串低壓飼水加熱器檢修。	0	40	44	2	3	10-2
22-005	2	2	4月10日	10時27分	機組大修中，斷路器2A212跳脫，其下游匯流排2B1又因為電源切換失敗(斷路器2B113位置開關未到定位)而失電，導致反應爐保護系統A串跳脫，反應爐半急停，一次圍阻體隔離系統動作。	0	58	94	2	5	5

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、y 節通報。

八十七年核能二廠異常事件摘要表(續)

報告編號 RER-87-	廠	機組	日期	時間	事件摘要	INES分級	系統	組件	發生原因	機組狀態	通報依據
22-006	2	2	4月16日	10時31分	機組大修中，維修人員誤裝電驛，使斷路器2B113跳脫，又因為斷路器2B113位置開關未到定位無法自動切換至2B102電源，造成反應爐保護系統A串跳脫，反應爐半急停，一次圍阻體隔離系統動作。	0	58	94	1	5	5
22-007	2	2	5月3日	14時06分	機組大修中執行測試，發現餘熱移除系統A泵室冷凍水控制閥2GJ-HV-276紅綠燈皆不亮，值班人員至其電源處，未查明該電源有無供給其他負載，便將該電源OFF後，重新按ON，導致負載之一輻射偵測器瞬間斷電，備用氣體處理系統(SGTS)A台自動起動。	0	53	NA	1	5	5
22-008	2	2	5月5日	8時40分	大修執行停機冷卻系統邏輯功能測試，執行過程中，由於前後盤工作人員連絡不當，導致反應爐保護系統動作。	0	32	NA	1	5	5
22-009	2	2	5月25日	12時49分	機組升載時，因汽機數位電子液壓控制系統(DEH)軟體程式設定錯誤，控制發生異常，加上工作人員未妥善處理，造成主汽機控制閥幾乎全關，反應爐因高壓力而急停。	0	58	NA	1	2	10-1
22-010	2	2	5月31日	1時01分	機組因飼水加熱器4B殼側漏而降載檢修，降載過程中，再循環泵A台故障跳脫，發電量突降，反應爐水位振動，此時飼水泵A台又因操作不當而跳脫，反應爐因低水位急停。	0	18	16	1	2	10-1

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-x 節通報。

八十七年核能二廠異常事件摘要表(續)

報告編號	廠	機組	日期	時間	事件摘要	INES分級	系統	組件	發生原因	機組狀態	通報依據
22-011	2	2	6月5日	13時30分	機組升載中，執行爐心隔離冷卻系統(RCIC)流量測試，發現閥E51-F022洩漏且無法調整流量，宣佈爐心隔離冷卻系統不可用。	0	30	12	2	2	7
22-012	2	2	6月11日	16時30分	機組穩定運轉中，發現熱井A高導電率，機組降載查漏，發現冷凝器水箱A銅管受損，經封塞止漏後恢復正常。	0	38	44	2	3	10-2
22-013	2	2	6月12日	1時05分	機組因熱井高導電率而降載檢修中，爐水淨化系統(RWCU)泵完成啓動前檢查，起動時因該泵出口閥未作適當節流，導致高流程差信號出現，一次圍阻體隔離系統1C動作，RWCU系統自動隔離。	0	24	NA	4	2	5
22-014	2	2	6月25日	17時20分	機組穩定運轉中，執行汽機閥開關測試，調速閥(GV)與節流閥(TV)之燈號指示異常，降載調整GV回饋信號。	0	36	86	3	3	10-2
22-015	2	2	8月4日	5時05分	機組穩定運轉中，發現熱井A高導電率，機組降載查漏，發現主冷凝器水箱A銅管破孔漏海水。	0	38	44	2	3	10-2

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、y 節通報。

八十七年核能二廠異常事件摘要表(續)

報告編號 RER-87-	廠	機組	日期	時間	事件摘要	INES分級	系統	組件	發生原因	機組狀態	通報依據
22-016	2	2	8月14日	09時58分	機組穩定運轉中，發現熱井A高導電率，機組降載查漏，發現主冷凝器水箱A銅管破孔漏海水。	0	38	44	2	3	10-2
22-017	2	2	8月30日	7時08分	機組穩定運轉中，廠外電源69KV因下雨雷擊斷電，致匯流排2A3失電，一次圍阻體隔離系統動作，第I區緊急柴油發電機自動起動。	0	80	NA	5	3	5
22-018	2	2	9月21日	17時05分	機組穩定運轉中，爐水淨化系統(RWCU)過濾式除礦器A組在置入過程中因高流量差信號動作，造成一次圍阻體隔離系統動作，RWCU泵跳脫。	0	24	NA	5	3	5
22-019	2	2	9月28日	20時10分	機組穩定運轉中，因飼水泵汽機A台高壓油泵之出口油管破損漏油，降載檢修。	0	40	44	2	3	10-2
22-020	2	2	10月16日	12時15分	瑞伯颱風來襲，機組降載中，345KV外電之輸配電線路故障，導致汽機控制閥快速關閉，反應爐急停。	0	80	NA	5	2	10-1

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-x 節通報。

八十七年核能二廠異常事件摘要表(續)

報告編號 RER-87-	廠	機組	日期	時間	事件摘要	INES 分級	系統	組件	發生原因	機組狀態	通報依據
22-021	2	2	10月20日	10時38分	機組穩定運轉中，工作人員執行爐心隔離冷卻系統(RCIC)測試時，發現控制盤內接線方式錯誤致接觸不良，宣佈爐心隔離冷卻系統不可用。	0	30	NA	1	3	7
22-022	2	2	10月23日	9時21分	機組穩定運轉中，執行爐心隔離冷卻系統(RCIC)額定流量定期測試，手動啟動該系統後不久隨即跳脫，宣佈爐心隔離冷卻系統不可用。	0	30	NA	5	3	7
22-023	2	2	10月26日	14時23分	機組穩定運轉中，因廠外電源69KV系統電震，導致區域輻射偵測器2SD-RISH-137動作，燃料廠房通風風扇自動啟動。	0	80	NA	5	3	5
22-024	2	2	12月11日	9時57分	機組穩定運轉中，配合一號機大修，執行69KV變壓器相關非分隔式匯流排之導通電阻量測時，誤將量測探棒插入有電之接觸器，匯流排2A5短路接地產生電弧，灼傷三位工作人員，斷路器2A503跳脫，高壓噴灑系統之緊急柴油發電機自動啟動。	0	80	NA	1	3	5
22-025	2	2	12月17日	19時00分	機組穩定運轉中，監測廢氣排放之監測輻射監視器因內部穩壓二極體電子元件劣化，造成儀器讀數偏低，工作人員進行檢修並宣佈該監視器不可用。	0	64	85	2	3	2

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。

八十七年核能三廠異常事件摘要表

報告編號 RER-87-	廠	機組	日期	時間	事件摘要	INES 分級	系統	組件	發生原因	機組狀態	通報依據
31-001	3	1	2月17日	18時37分	機組滿載運轉，主飼水控制閥之控制卡片故障，使閥位突然關下，蒸汽產生器B台水位降低到低水位，反應爐急停，汽機、發電機跳脫。	0	40	3	2	3	10-1
31-002	3	1	3月26日	11時05分	機組穩定運轉中，執行"安全設施子電驛功能測試B串"之測試，因工作人員連繫不佳，未先按住復歸鈕，即將測試開關轉至測試位置，造成輔助飼水系統(AFS)動作。	0	33	NA	1	3	5
31-003	3	1	5月5日	14時16分	機組穩定運轉中，因變流器D-PQ-N001故障，導致相關匯流排失電，使得飼水控制閥全開，蒸汽產生器水位驟升，運轉人員手動操作不及，蒸汽產生器 B台高水位致汽機跳脫，反應爐急停。	0	77	95	2	3	10-1
31-004	3	1	7月9日	7時00分	機組滿載運轉，因廠外電源161KV輸電線路跳脫暫態，造成燃料廠房輻射偵檢器誤信號，燃料廠房緊急通風系統及控制室緊急通風系統動作。	0	80	NA	5	3	5
31-005	3	1	8月23日	23時38分	機組滿載運轉中，因電源變流器故障及主蒸汽隔離閥卡片電源接線接觸不良，使主蒸汽隔離閥快速關閉，造成蒸汽產生器低壓力信號動作，引發安全注水信號動作，反應器急停。急停後，電源轉換時，斷路器無法投入，使A串安全相關匯流排失電，緊急柴油發電機A台雖自動起動卻無法併入該匯流排供電。	1	34	NA	1	3	10-1

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。

八十七年核能三廠異常事件摘要表(續)

報告編號	廠	機組	日期	時間	事件摘要	INES分級	系統	組件	發生原因	機組狀態	通報依據
RER-87-31-006	3	1	9月19日	9時52分	大修期間，執行冷凝水泵D台掛卡隔離工作，因泵進口閥洩漏，致在開啓洩水閥時，空氣倒吸入泵進口集管，使得冷凝水泵出口壓力下降，起動飼水泵因進口低壓力而跳脫，再加上三台主飼水泵已停止，致輔助飼水系統AFS(MD)動作。	0	40	3	2	5	5
31-007	3	1	9月21日	23時51分	大修期間，偵檢器GT-RT-220誤動作，致控制室緊急通風系統及圍阻體空氣排放隔離系統動作。	0	64	85	2	5	5
31-008	3	1	9月23日	11時03分	大修期間，工作人員執行保護電驛校正後回裝作業，不慎觸動該電驛而跳脫廠外345KV電源，同時備用之16KV電源因邏輯限制無法自動切換投入，造成安全相關匯流排A串失電。	0	80	NA	1	5	5
31-009	3	1	9月27日	10時58分	大修期間，偵檢器GT-RT-220誤動作，致控制室緊急通風系統及圍阻體空氣排放隔離系統動作。	0	64	85	2	5	5
31-010	3	1	10月8日	17時06分	大修期間，因偵檢器GG-RT-113內部數據(Date base)錯亂，導致該偵檢器誤動作，導致燃料廠房緊急通風系統及控制室緊急通風系統動作。	0	64	85	2	5	5

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。

八十七年核能三廠異常事件摘要表(續)

報告編號	廠	機組	日期	時間	事件摘要	INES分級	系統	組件	發生原因	機組狀態	通報依據
31-011	3	1	12月28日	14時53分	大修後一次側先行起動(熱待機)，因冷凝器不可用，利用蒸汽產生器動力釋放閥(PORV)控制一次側溫度，因操作失當，蒸汽產生器發生水位驟升現象(Swell)，蒸汽產生器高-高水位，產生飼水隔離信號。	0	20	NA	1	1	5
32-001	3	2	9月4日	5時25分	機組解聯停機，準備檢修蒸汽產生器C台二次側手孔洩漏，降溫過程未注意蒸汽產生器水位，造成蒸汽產生器高-高水位，產生飼水隔離(FWIS)信號，啟動飼水泵跳脫，輔助飼水系統自動動作。	0	20	NA	1	4	5
32-002	3	2	10月16日	6時16分	瑞伯颱風來襲，機組降載，颱風警報解除後，升載過程發現主汽機第三號控制閥(CV3)之伺服閥電流不穩，且當時電力系統頻率變化大，為避免機組跳脫，故解聯檢修CV3之伺服閥。	0	36	3	2	2	10-1
32-003	3	2	11月11日	22時14分	機組滿載運轉，13.8KV匯流排NA-S02保險絲燒毀，導致低電壓電壓釋放動作，爐心冷卻水泵A台、循環水泵、冷卻水泵跳脫，反應爐冷卻水迴路A低流量，反應爐急停，發電機跳脫。	0	80	94	2	3	10-1

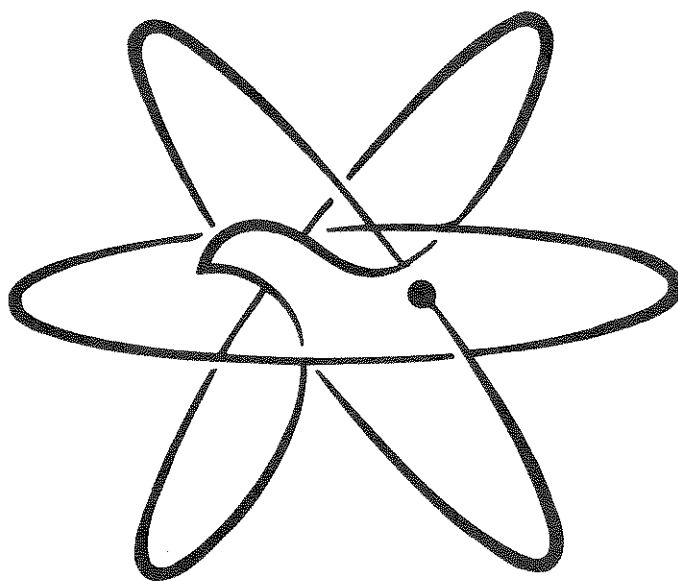
發生原因：1(人為失誤)，2(設備故障)，3(設計缺失)，4(作業程序缺失)，5(其他)。

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-1-節通報。

統一編號

021014880063



我國核能一、二、三廠八十七年
異常事件統計分析

著者：黃俊源、徐明德

發行人：胡錦標

發行所：行政院原子能委員會

地址：臺北市106基隆路四段144巷67號

電話：(02)二三六三四一八〇

傳真：(02)二三六六〇五三五

出版日期：中華民國八十八年六月