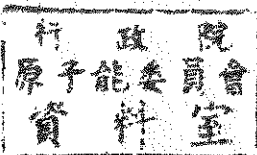




我國核能一、二、三廠 八十八年異常事件統計分析

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。本報告旨在分析八十八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。

八十八年我國三座核能電廠共發生62件異常事件，低於八十七年68件，其中核一廠23件，核二廠22件，核三廠17件。全部62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，60件（佔全部96.8%）屬於無任何安全顧慮的0級事件，其餘2件（3.2%）屬於未影響安全之1級事件。

依據事件之通報依據分析，八十八年62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23件（37.1%）與第10項「與人員健康安全、環境保護及民眾有關之事件」26件最多（41.9%）。

在事件發生原因方面，以設備故障31件最多（50.0%），其他原因18件（29.0%）次之（包括七二九¹大停電6件，九二一大地震4件等異常事件），人為失誤11件再次之（17.7%）。與八十七年統計結果比較，設備故障件數增加1件，人為失誤件數減少10件。就機組狀態分類，在62件異常事件中，以穩定功率運轉時比例最高，計37件（佔59.7%），年度大修狀態次之，計16件（佔25.8%），升

¹ 七月廿九日，輸電線路系統中位於台南縣山區之326號高壓鐵塔倒塌，導致龍崎—嘉民海線及龍崎—中寮山線同時跳脫，造成電力系統南北解聯，全台大停電。

降載狀態7件（佔11.3%）。與八十七年統計結果比較，穩定功率運轉狀態之件數不變，年度大修狀態之件數增加3件，升降載狀態之件數減少5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，提出下列四點建議：（1）自八十五年迄今，外電故障始終高居異常事件肇因首位，建議電廠仍應針對外電部份持續檢討改善；（2）設備故障是八十八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，其中以發生在高低壓安全注水系統之設備故障事件件數最多，反應器保護系統次之，因此建議電廠先就該系統加強維護檢修。（3）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。（4）佔所有異常事件件數約四成之第10項通報依據第一、二小項通報情況，建議自通報依據第10項移出單獨條列，以避免民眾誤解約四成之異常事件均為「與人員健康安全、環境保護及民眾有關之事件」。

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
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 核能一廠八十八年異常事件資料庫	44
附件四 核能二廠八十八年異常事件資料庫	49
附件五 核能三廠八十八年異常事件資料庫	54

圖目 錄

圖 3-1	我國核能電廠八十八年異常事件統計	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	我國核能電廠八十八年每月異常事件統計	16
圖 3-7	我國核能電廠八十八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

表 目 錄

表 3-1	我國核能電廠八十八年異常事件通報依據統計	9
表 3-2	我國核能電廠八十八年異常事件分級統計	11
表 3-3	我國核能電廠八十八年異常事件中一級以上事件摘要	11
表 3-4	我國核能電廠八十八年大修時程	19
表 3-5	我國核能電廠八十八年異常事件機組狀態統計	19
表 3-6	我國核能電廠八十八年異常事件發生原因統計	20
表 3-7	核能一廠八十八年異常事件系統類別分析表	22
表 3-8	核能二廠八十八年異常事件系統類別分析表	22
表 3-9	核能三廠八十八年異常事件系統類別分析表	23
表 3-10	八十八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	八十八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	機組非計畫性急停、停機、解聯或降載異常事件之相關系統	26
表 4-3	我國核能電廠八十八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	八十八年核能一廠機組解聯事件摘要表	34
表 4-10	八十八年核能二廠機組解聯事件摘要表	35
表 4-11	八十八年核能三廠機組解聯事件摘要表	36

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

八十八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62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，然後輸入電腦成為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：第一碼為廠別，1代表核一廠，餘類推，第二碼為機組別，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，第三至第五碼則為流水號，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級總稱為異常事件（Incident），較高的4至7級則稱為核子事故（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為人為失誤、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為起動、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

八十八年異常事件經廠別與機組別之統計後，結果如圖3-1，由圖中可知八十八年中核一廠發生23件異常事件；核二廠22件；核三廠17件；三座核電廠合計62件。以機組比較，核一廠一號機、核二廠一號機都發生13件較多，核三廠二號機8件最少；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。與八十七年（68件）比較（圖3-2），八十八年異常事件減少6件。另外統計近六年來件數發現，核一廠自八十三年37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，八十八年又上升到23件，有增多的趨勢，表現並不理想；核二廠從八十三年起逐年降低，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，惟八十七年又增至40件，八十八年則降至22件，是歷年來最低紀錄，顯示核二廠在降低異常事件件數的努力上已有初步成果；核三廠在過去六年中，件數始終維持在每年20件上下，八十六年曾大幅降低到只有9件，八十八年仍有17件，表現略遜於八十七年。

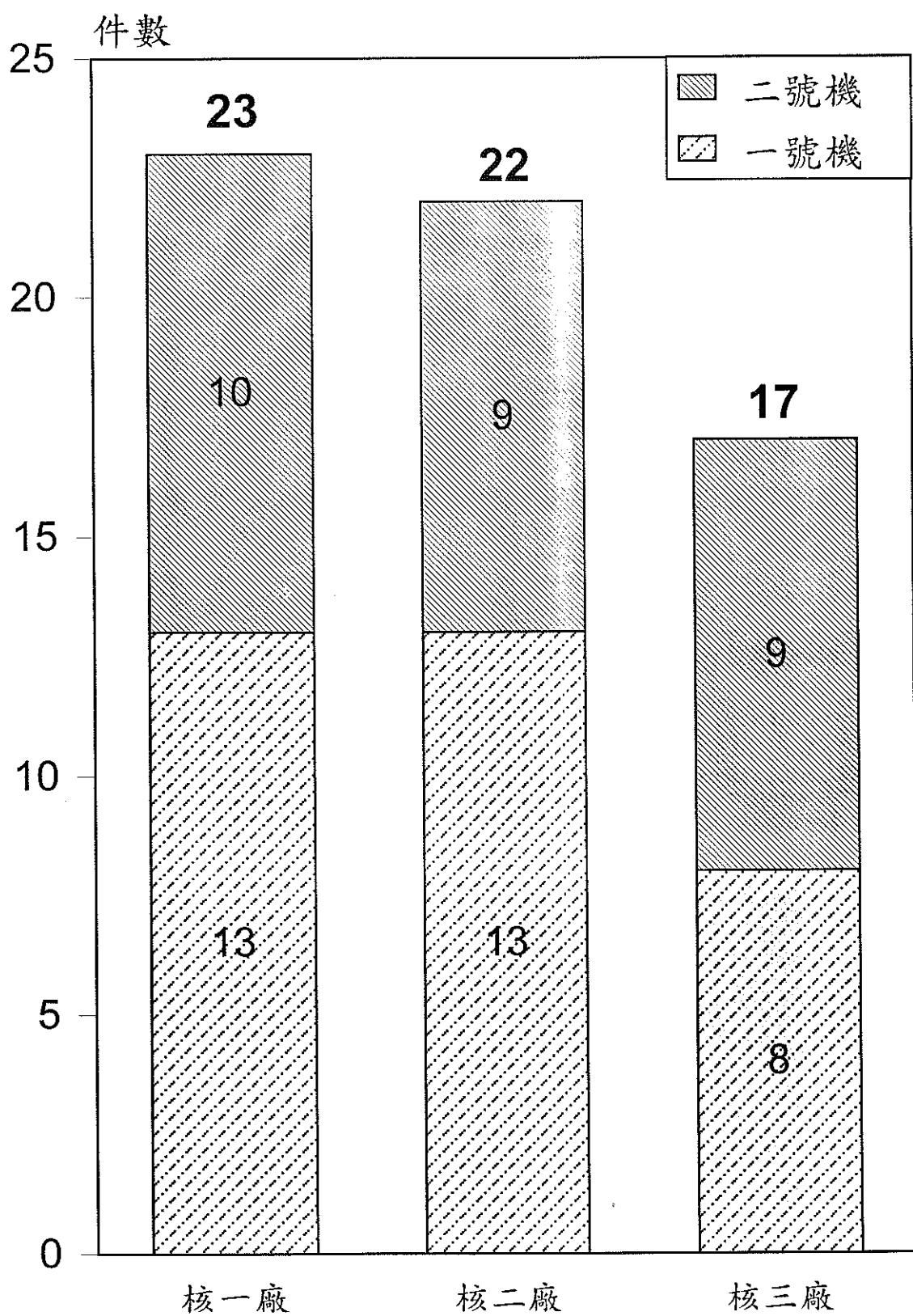


圖3-1 我國核能電廠八十八年異常事件統計

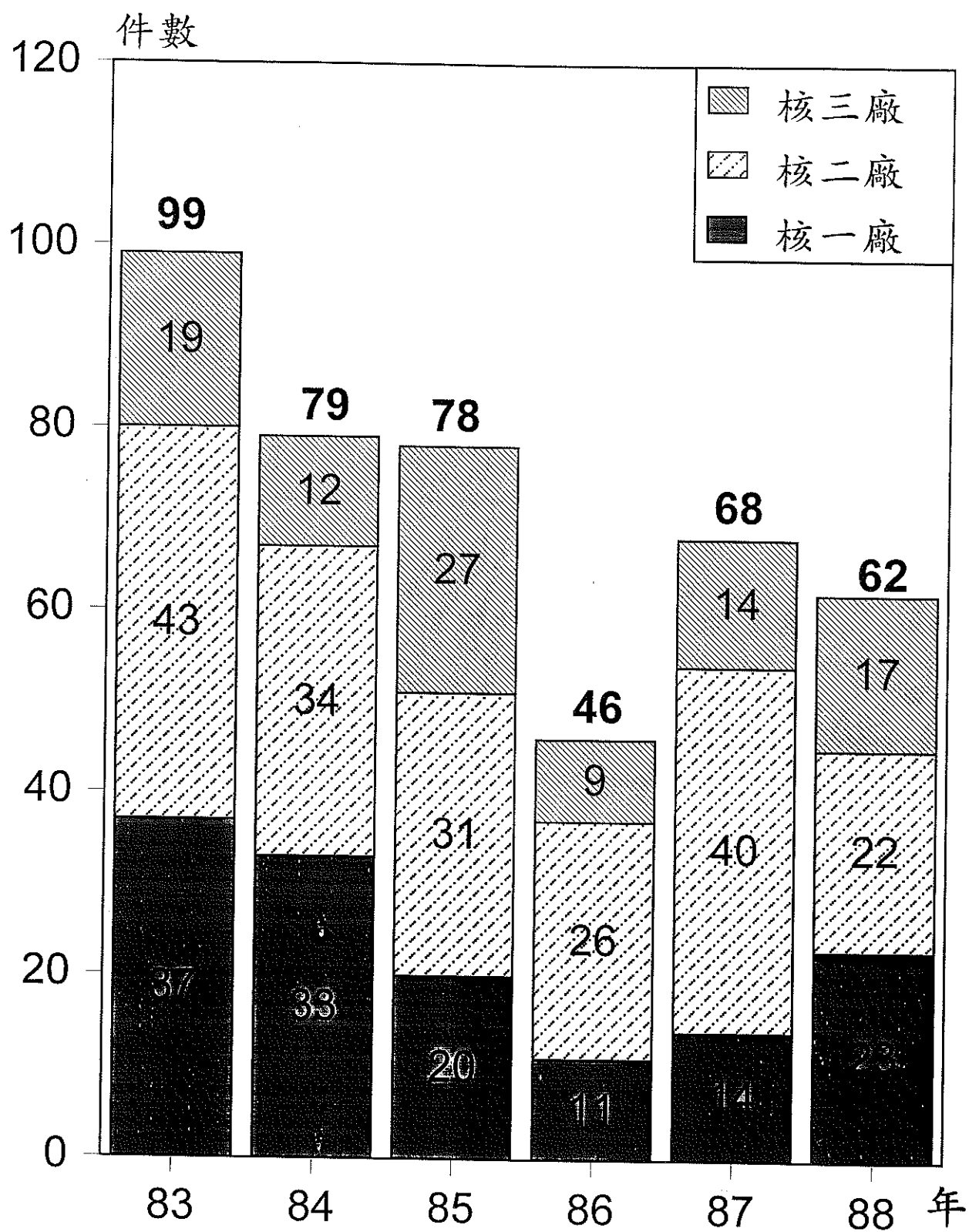


圖3-2 我國核能電廠近六年異常事件統計

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。將八十八年核一、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5、23、8與26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」23件與第10項「與人員健康安全、環境保護及民眾有關之事件」26件，是各項通報件數中較多者，二者合計49件佔79%，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」5件。

表 3-1 我國核能電廠八十八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	1	0	4	5	8.1
5	7	10	6	23	37.1
7	4	3	1	8	12.9
10-1	6	6	6	18	29.0
10-2	4	3	0	7	11.3
10-9	1	0	0	1	1.6
總計	23	22	17	62	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。

我國八十八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62件異常事件均係由上述第三項分級準則判定其級別，其中60件(96.8%)是屬於無任何安全顧慮的0級事件，其餘2件(3.2%)為異常警示之1級事件，其中核一廠1件，核二廠1件，核三廠0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94%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 我國核能電廠八十八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	22	21	17	60	96.8
1級	1	1	0	2	3.2
總計	23	22	17	62	100.0

表 3-3 我國核能電廠八十八年異常事件中一級以上事件摘要

報告編號 RER-88-	級別	日期	事件摘要	分級理由
12-008	1	9月1日	機組穩定運轉中，包商駕駛廢料運送車，載運31桶由二號機燃料池拆換下之格架，當運送至一號貯存庫門口，駕駛下車進入管制站辦理入庫手續時，運送車順坡倒退滑落路旁之乾華溪。	依深度防禦準則，各項安全系統均可用，本事件基本等級為0級，但因包商人為失誤暨電廠作業程序缺失導致事件發生，顯示電廠品質管理出現問題，故提升為1級。
22-004	1	9月21日	機組滿載運轉中，凌晨發生集集大地震，造成輸電線路故障南北解聯，北部電力系統頻率降低，反應器自動急停，主汽機、發電機跳脫。安全系統自動起動，在動作過程中發生緊急寒水機A台跳脫及備用氣體處理系統A串跳脫。	反應器急停後，安全系統自動動作過程中發生緊急寒水機A台跳脫及備用氣體處理系統A串跳脫，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 (最嚴重意外事故)	極大量放射性物質外釋: 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	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

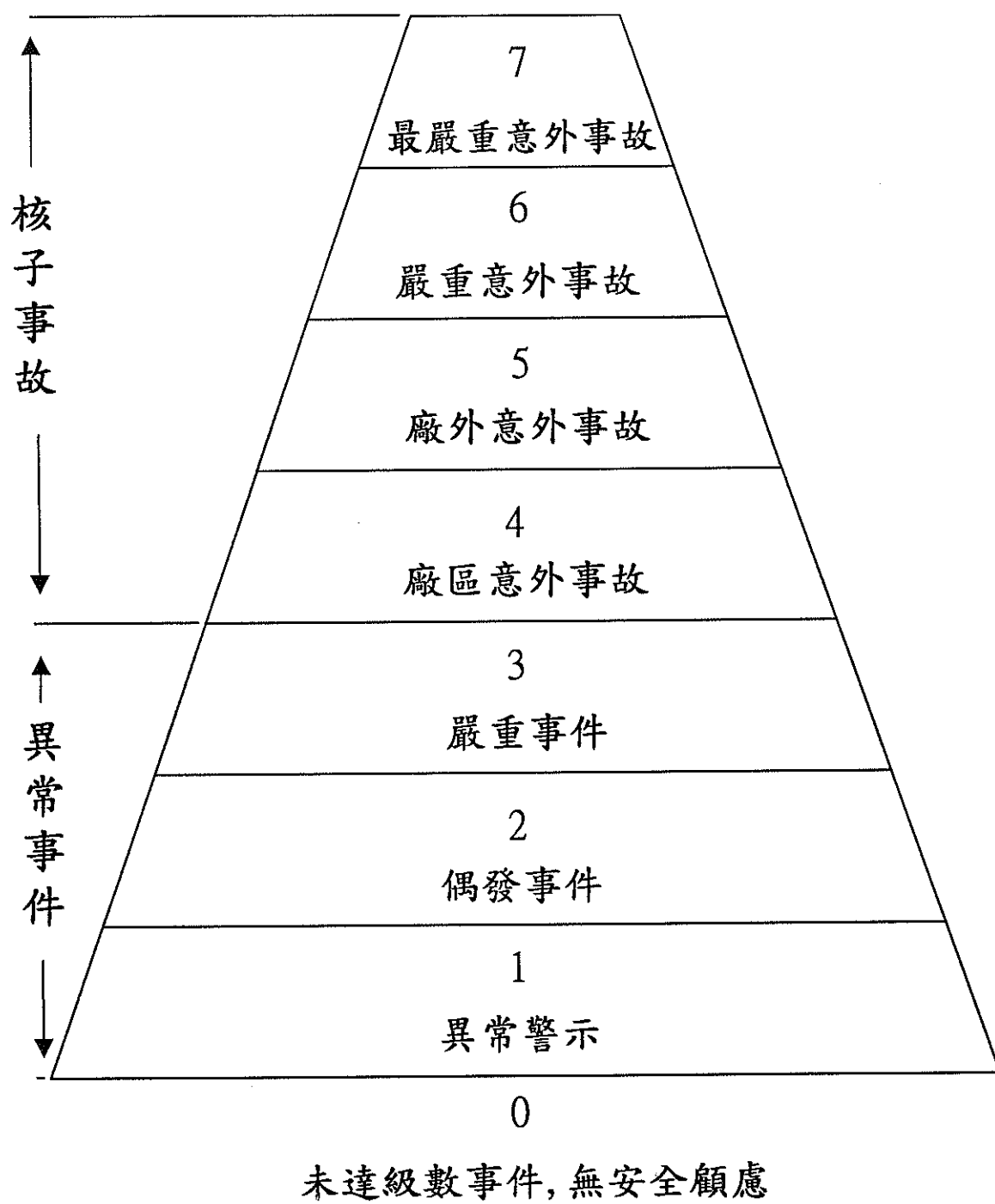
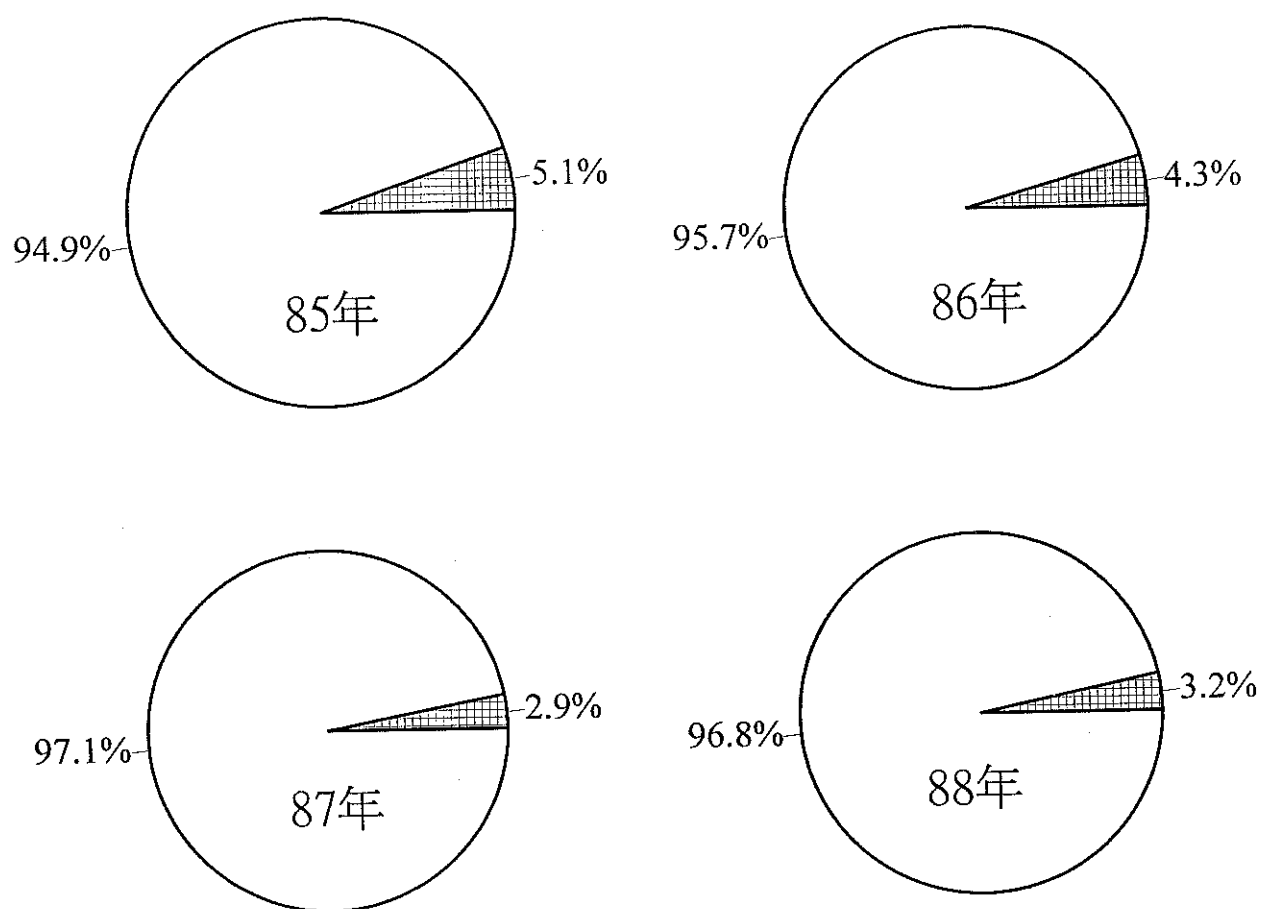


圖 3-4 國際核能事件分級制度圖解



級別	0 級	1 級	2 級以上	總計
85年	74	4	0	78
86年	44	2	0	46
87年	66	2	0	68
88年	60	2	0	62

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

將八十八年三座核能電廠62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十一月發生10件最多，其次三月8件，一月1件最少，而平均每月件數為5.2件，就個別電廠而言，核一廠於十一月發生6件最多，一、八、十二月則未發生；核二廠以十二月發生5件最多，一、四、五月則未發生；核三廠則於六月發生4件異常事件最多，一、八、十月則未發生。

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。

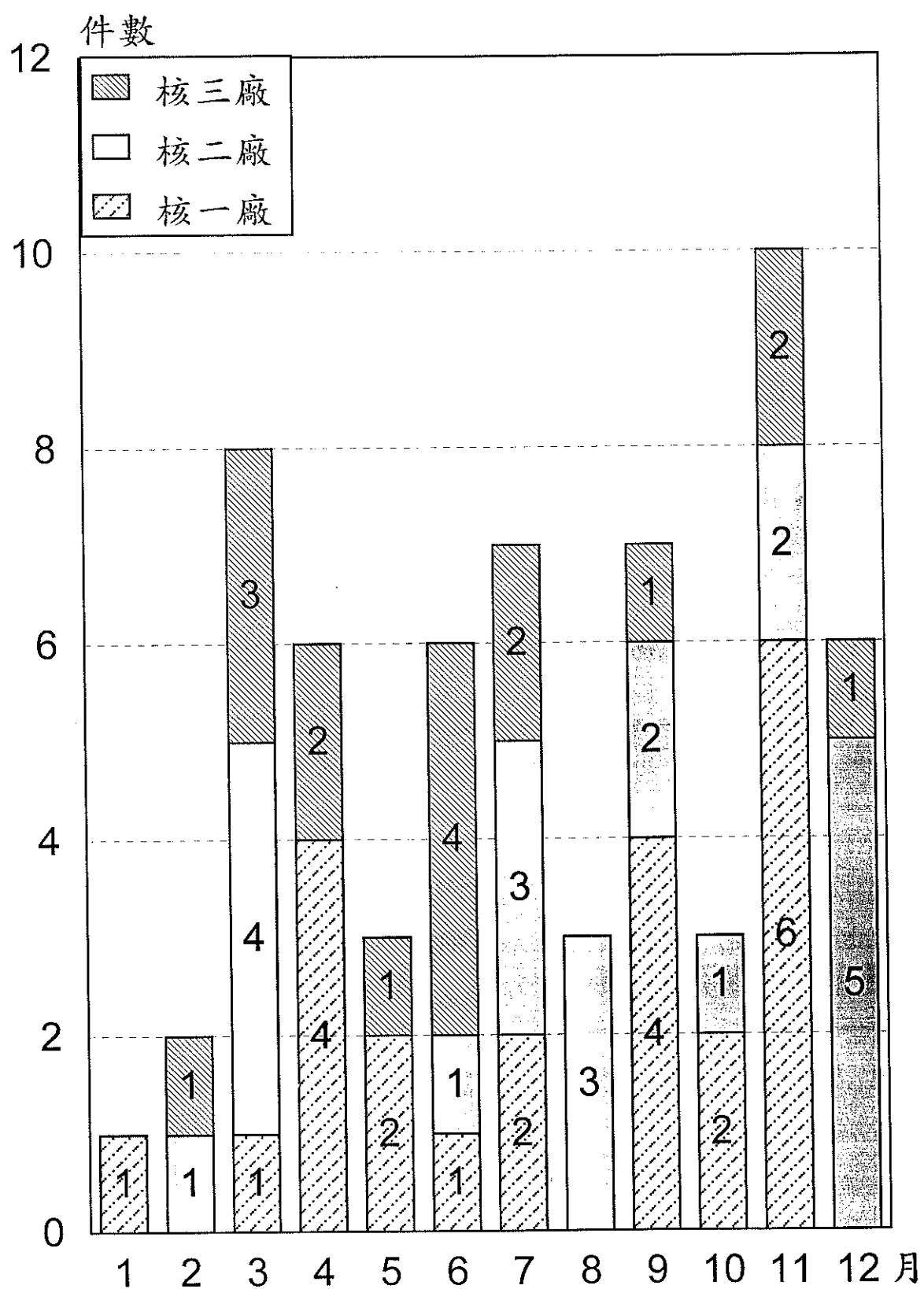


圖3-6 我國核能電廠八十八年每月異常事件統計

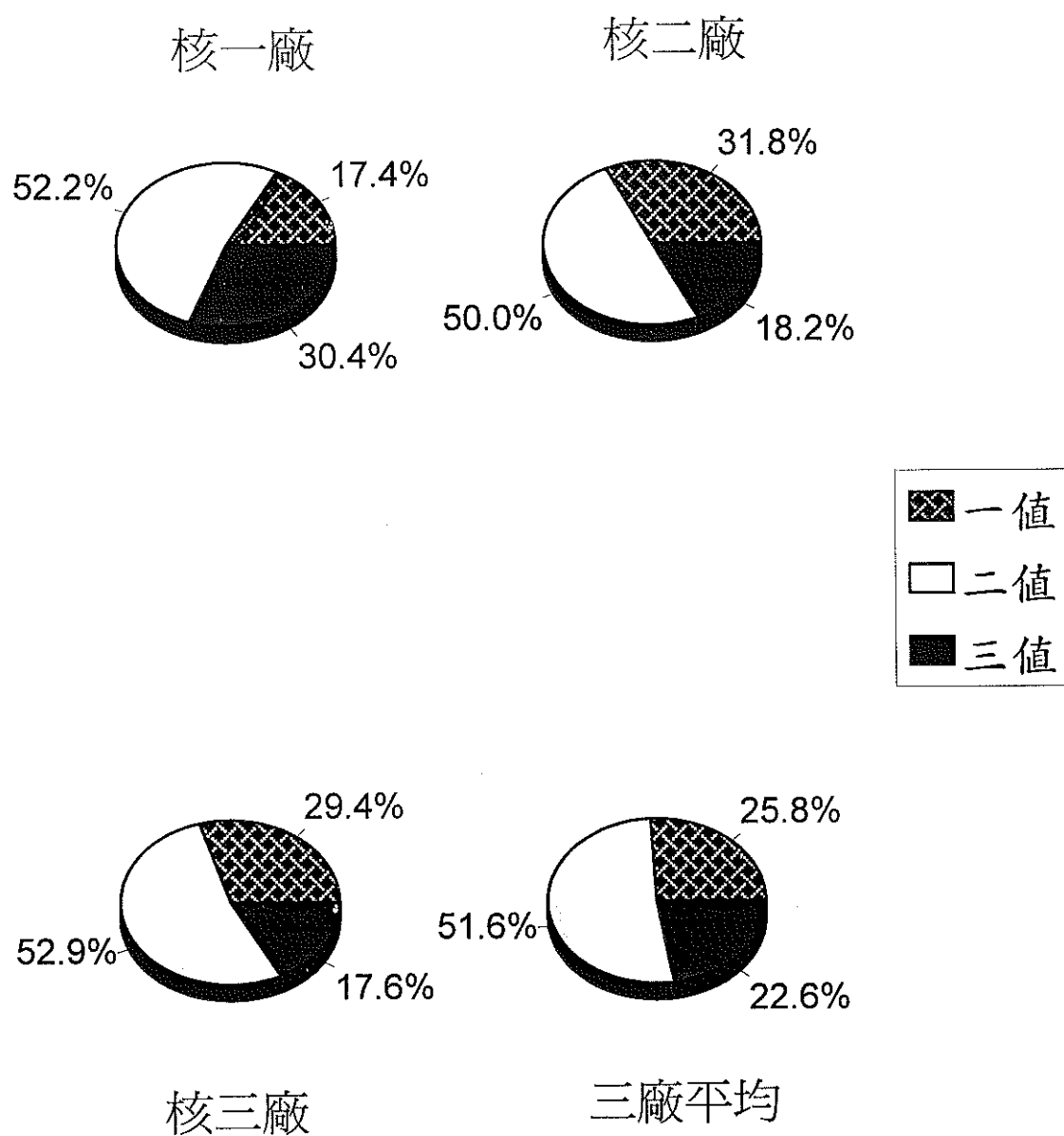


圖3-7 我國核能電廠八十八年異常事件發生值別統計

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，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為八十八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。

將八十八年三座核能電廠62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（59.7%）最多，相當符合實際運轉狀態；其次為機組年度大修時發生16件（25.8%），7件（11.0%）發生在機組升降載中，停機檢修期間發生2件（3.2%）；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7件異常事件，核一、二、三廠分別為1、1、5件，其中核三廠雖因為瑪姬颱風來襲，機組依規定降載時，由於外電故障跳脫，引發2件異常事件，除此之外仍有3件異常事件發生於升降載時，顯示核三廠今後仍須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，八十三年至八十五年維持在二成左右（八十三年20.2%、八十四年21.5%、八十五年20.5%），八十六年下降至13.0%（6件），八十七、八十八年又回升至二成左右（八十七年22.1%、八十八年25.8%）。

表 3-4 我國核能電廠八十八年大修時程

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	八十八年所佔日數
核一廠1號機	EOC-17	88年09月13日01時21分	88年11月04日23時07分	52.9	52.9
核一廠2號機	EOC-16	88年04月06日22時08分	88年06月03日00時03分	57.1	57.1
核二廠1號機	本年內無大修				
核二廠2號機	EOC-13	88年11月19日01時02分	89年01月04日17時32分	46.7	43.0
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	7.2
核三廠2號機	EOC-11	88年02月25日02時52分	88年04月17日22時59分	51.8	51.8

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 3-5 我國核能電廠八十八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	1	1	5	7	11.3
穩定功率運轉	14	15	8	37	59.7
停機檢修	0	1	1	2	3.2
年度大修	8	5	3	16	25.8
總計	23	22	17	62	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為人為失誤（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、外電故障、原因不明等）等5類。

分析62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，佔50.0%(31件)，人為失誤佔17.7%(11件)，設計缺失與作業程序缺失各1件。值得注意的是，發生原因歸類為「其他」計有18件，佔29.0%，僅次於設備故障，其中12件是廠外電源故障所導致的（包括「七二九大停電」6件、「九二一大地震」4件）。

表 3-6 我國核能電廠八十八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%
人為失誤	2	5	4	11	17.7
設備故障	13	11	7	31	50.0
設計裝置不良	0	1	0	1	1.6
作業程序缺失	1	0	0	1	1.6
其他	7	5	6	18	29.0
合 計	23	22	17	62	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-88-11-002機組降載檢修消防系統之管道洩漏，消防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。

八十八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23件異常事件中，以非安全相關電力系統發生5件較多，反應器保護系統、高低壓安全注水系統、主蒸汽系統各3件次之，爐心隔離冷卻水系統2件，其餘6件分屬不同的系統，1件不屬任何系統；核二廠的22件異常事件中，以非安全相關電力系統與反應器保護系統各4件較多，高低壓安全注水系統3件，反應器冷卻水系統、主蒸汽系統、飼水／冷凝水／抽汽系統與緊急通風系統各2件，其餘3件分屬不同的系統；核三廠的17件異常事件中，以緊急通風系統5件較多，飼水／冷凝水／抽汽系統與非安全相關電力系統各3件次之，反應器冷卻水系統2件，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62件異常事件中，非安全相關電力系統就佔了12件（19.4%）。

表 3-7 核能一廠八十八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	5	21.7
反應器保護系統	3	13.0
高低壓安全注水系統	3	13.0
主蒸汽系統	3	13.0
爐心隔離冷卻水系統	2	8.7
其他單件之系統（共6個系統）	6	26.1
不屬任何系統	1	4.3
合 計	23	100.0

表 3-8 核能二廠八十八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	4	18.2
反應器保護系統	4	18.2
高低壓安全注水系統	3	13.6
反應器冷卻水系統	2	9.1
主蒸汽系統	2	9.1
飼水／冷凝水／抽汽系統	2	9.1
緊急通風系統	2	9.1
其他單件之系統（共3個系統）	3	13.6
合 計	22	100.0

表 3-9 核能三廠八十八年異常事件系統類別分析表

系 統 名 稱	件 數	百分比%
緊急通風系統	5	29.4
飼水／冷凝水／抽汽系統	3	17.6
非安全相關電力系統	3	17.6
反應器冷卻水系統	2	11.8
其他單件之系統（共4個系統）	4	23.5
合 計	17	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31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，其中以核一廠的高低壓安全注水系統3件與核二廠的高低壓安全注水系統3件、反應器保護系統3件較多，如表3-10。

表 3-10 八十八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
高低壓安全注水系統	3	3	1
反應器保護系統	1	3	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-88-11-002機組降載檢修消防系統之管道洩漏，洩漏之管道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-88-11-003機組因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31件）依組件類別加以分析，發現核一廠13件中有6件屬於閥類組件，儀器及控制組件也有3件。核二廠11件中有6件屬於電氣組件，比例相當高，值得特別注意。而核三廠7件中電氣組件也佔3件，如表3-11。

表 3-11 八十八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	6	2	1
儀器及控制組件	3	2	1
電氣組件	1	6	3

肆、討論與發現

八十八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

核一廠八十八年23件較八十七年14件增加幅度達64%；核二廠八十八年22件較八十七年40件減少約45%，也是歷年來來表現最佳者（參見圖3-2）；核三廠則由八十七年14件增加為八十八年17件。八十八年三個電廠的異常事件總數雖較八十七年為低，但是核一廠、核三廠都未能有效地將異常事件件數維持在八十七年的水準。

二、異常事件之通報依據與相關系統

八十八年異常事件由通報依據加以統計分類後，發現約79%（49件／62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），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項通報事件有23件，其內容為「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」。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，發現以反應器保護系統所發生件數較多，分別為核一廠3件，核二廠二號機4件（表4-1），而且全數都發生在機組大修期間；緊急通風系統六件次之，分別為核二廠2件，核三廠4件。第5項通報23件異常事件中，有13件發生在機組大修期間，其中5件屬人為疏失，佔八十八年11件人為失誤之異常事件，將近半數，顯示電廠仍應持續就大修管理詳加檢討，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%
反應器保護系統	3	4	0	7	30.4
緊急通風系統	0	2	4	6	26.1
反應器冷卻水系統	0	0	2	2	8.7
主蒸汽系統	0	2	0	2	8.7
其他單件系統	4	2	0	6	26.1
合計	7	10	6	23	100.0

第10項「與人員健康安全、環境保護及民眾有關之事件」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」18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」7件二者合計25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，發現其系統分佈分屬7個系統，其中以非安全相關電力系統11件最多（其中以外電故障為主要原因者有七二九大停電6件，九二一大地震4件），飼水／冷凝水／抽汽系統及主蒸汽系統各4件次之。

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%
非安全相關電力系統	4	4	3	11	42.3
飼水／冷凝水／抽汽系統	0	2	2	4	15.4
主蒸汽系統	3	0	1	4	15.4
反應器冷卻水系統	1	2	0	3	11.5
其他單件系統	2	1	0	3	11.5
不屬任何系統	1	0	0	1	3.8
合計	11	9	6	26	100.0

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，54%的事件（20件／37件）原因為設備故障，32.4%（12件／37件）為其他原因造成，假使扣除其中七二九大停電6件以及九二一大地震3件，事件的發生原因為其他者僅存3件，人為失誤則佔10.8%（4件／37件）。而件數次多（16件）的年度大修狀態（含九二一大地震1件），設備故障比例高於人為失誤，分別為50.0%（8件／16件）、31.3%（5件／16件），升降載狀態的設備故障則佔42.8%（3件／7件）；值得注意的是62件異常事件的發生原因半數為設備故障。由表4-3亦可看出，人為失誤的比例較設備故障為低。

表 4-3 我國核能電廠八十八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	0	0	0	0	0	0
升、降載	1	3	1	0	2	7
穩定功率運轉	4	20	0	1	12	37
停機檢修	1	0	0	0	1	2
年度大修	5	8	0	0	3	16
總計	11	31	1	1	18	62

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1件、2件、1件，與八十七年相較，核一廠由0件增加1件，核二廠由5件減為1件，核三廠則由2件降低為1件，核二廠明顯進步。而在年度大修狀態下，八十七年有13件，其中6件人為失誤，6件設備故障；八十八年異常事件增加3件升高為16件，其中5件人為失誤，8件設備故障；各廠表現方面，年度大修16件異常事件之中，核一廠8件，核二廠5件，核三廠3件。

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	
人為失誤	1	2	1	4
設備故障	8	8	4	20
設計不良	0	0	0	1
作業程序缺失	1	0	0	1
其他	4	5	3	12
總 計	14	15	8	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	
人為失誤	1	2	2	5
設備故障	4	3	1	8
設計不良	0	0	0	0
作業程序缺失	0	0	0	0
其他	3	0	0	3
總 計	8	5	3	16

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，設備故障件數自八十三年逐年降低，八十五年與八十六年維持在22件，八十七、八十八年又回升至30、31件，是否顯示電廠設備逐年老化，設備無法有效持續的改善，值得繼續觀察。而人為失誤件數八十三年至八十五年維持每年二十餘件，八十六年降至13件，但僅僅維持一年，八十七年又回升至21件，八十八年則創新低紀錄11件，以趨勢而言，人為失誤的件數係在逐漸遞減。歷年異常事件中，除了八十五年人為失誤的件數高出設備故障3件外，八十三至八十八年均是設備故障造成的異常事件件數高於人為失誤。核一廠八十五至八十七年連續三年維持人為失誤每年三件，設備故障6~8件，八十八年人為失誤更減少為2件，可惜的是設備故障的件數未能維持，突增至13件。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，八十八年再度回穩為5件，設備故障的件數也由前一年的16件回穩為11件。核三廠八十八年人為失誤件數與設備故障的件數均較前一年減少1件。綜合言之，核一、二、三廠人為失誤件數已下降至每年每廠2~5件，顯見各個電廠在人為失誤件數減少的努力，值得肯定；設備的穩定性仍以核三廠較佳，核一、二廠略差。

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			
	人為失誤	設備故障	人為失誤	設備故障	人為失誤	設備故障	人為失誤	設備故障
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
88	2	13	5	11	4	7	11	31

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。八十八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14件異常事件分散於8個不同系統中，以非安全相關電力系統4件較多，核二廠15件異常事件仍以非安全相關電力系統4件較多，高低壓安全注水系統3件次之，核三廠8件異常事件分散於7個系統中，仍以非安全相關電力系統2件較多。

在年度大修狀態下之16件異常事件中（表4-8），核一廠佔8件，核二廠佔5件，核三廠3件；其中以核一廠反應爐保護系統3件、核二廠反應爐保護系統4件及核三廠緊急通風系統3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	4	非安全相關電力系統	4	非安全相關電力系統	2
高低壓安全注水系統	3	高低壓安全注水系統	3	反應爐冷卻水系統	1
抑壓池	1	反應爐冷卻水系統	2	高低壓安全注水系統	1
反應爐冷卻水系統	1	緊急通風系統	2	爐心隔離冷卻水系統	1
主蒸汽系統	1	主蒸汽系統	1	飼水/冷凝水/抽汽系統	1
循環水系統	1	飼水/冷凝水/抽汽系統	1	緊急通風系統	1
消防系統	1	廠房冷卻水系統	1	核儀系統	1
安全相關電力系統	1	備用氣體處理系統	1	以下空白	
不屬任何系統	1	以下空白			
總計	14	總計	15	總計	8

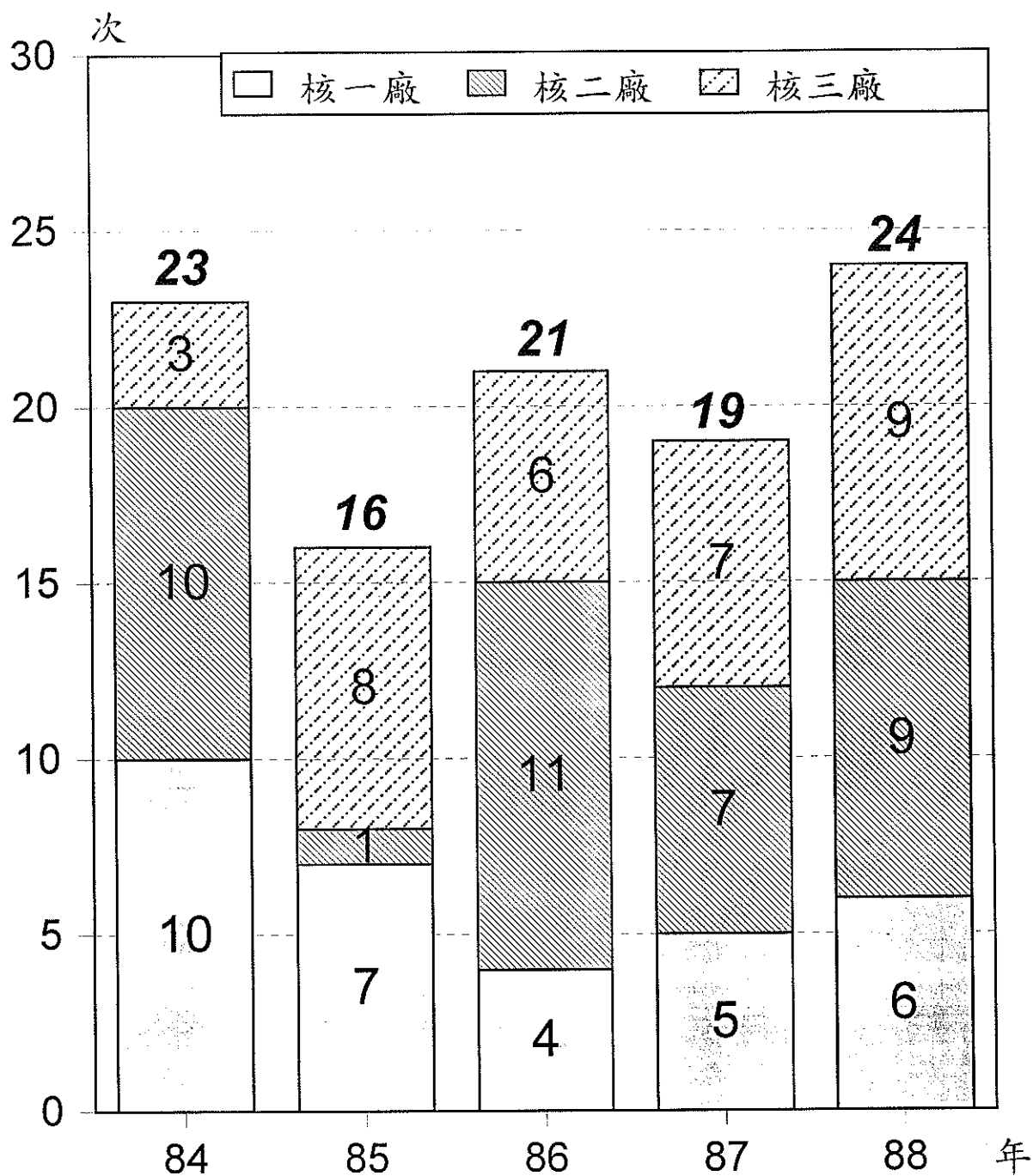
表 4-8 年度大修狀態下異常事件相關系統

核一廠		核二廠		核三廠	
系統	件數	系統	件數	系統	件數
反應爐保護系統	3	反應爐保護系統	4	緊急通風系統	3
爐心隔離冷卻水系統	2	區域輻射偵測系統	1	以下空白	
餘熱移除系統	1	以下空白			
主蒸汽系統	1				
非安全相關電力系統	1				
總計	8	總計	5	總計	3

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，自八十四年23件，降至八十五年16件，八十六年回升至21件，八十七年又降至19件，八十八年又回升至24件，始終維持在20件上下。各廠歷年之變化，核一廠除八十四年10件外，八十五年至八十八年則維持在每年4件至7件；核二廠八十四年為10件，八十五年突降至1件，八十六年又回升至11件，八十七、八十八年則維持在每年7、9件；核三廠除八十四年為3件外，其餘四年則在6至9件間上下變動。各電廠五年平均值為核一廠6.4次、核二廠6.3次、核三廠5.5次。再檢視我國核一、二、三廠八十八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、三廠各有1、3、5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 八十八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	1月17日	機組解聯更換低壓汽機轉子。	設備更換	是 (四週前規劃)	否
2	1	4月30日	廠外輸電線路故障,汽機跳脫,反應器急停。	自動急停	否	是 (11-003)
3	1	7月29日	輸電線路高壓鐵塔倒塌,南北解聯,反應器急停。	自動急停	否	是 (11-004)
4	1	9月14日	機組解聯進行EOC-17大修。	年度大修	是 (年度大修)	否
5	1	11月05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
6	1	11月06日	高溫度警報誤動作,主蒸汽管隔離閥關閉,反應器急停。	自動急停	否	是 (11-010)
7	2	4月06日	機組解聯進行EOC-16大修。	年度大修	是 (年度大修)	否
8	2	6月12日	機組解聯,檢修低壓汽機排汽接頭洩漏。	設備檢修	否	否
9	2	6月04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	7月29日	輸電線路高壓鐵塔倒塌,南北解聯,反應器急停。	自動急停	否	是 (12-007)
11	2	9月21日	集集大地震,輸電線路故障,南北解聯,反應器急停。	自動急停	否	是 (12-009)

以上共計 11 件解聯,其中計畫性 5 件,非計畫性 6 件,後者中有 1 件未通報異常事件。

表 4-10 八十八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	3月11日	發電機冷卻用氫氣溫度上升,主汽機跳脫,反應器急停。	自動急停	否	是 (21-002)
2	1	5月30日	進行勵磁機平衡配重,檢修乾井冷卻器馬達高振動。	設備檢修	否	否
3	1	7月29日	輸電線路高壓鐵塔倒塌,南北解聯,反應器急停。	自動急停	否	是 (21-007)
4	1	8月24日	檢修主飼水泵,造成反應器低水位而自動急停。	自動急停	否	是 (21-009)
5	1	9月21日	集集大地震,輸電線路故障,南北解聯,反應器急停。	自動急停	否	是 (21-010)
6	1	11月12日	機組解聯檢修再循環泵冷卻器洩漏。	設備檢修	否	否
7	2	4月3日	機組解聯檢修乾井冷卻器。	設備檢修	否	否
8	2	7月29日	輸電線路高壓鐵塔倒塌,南北解聯,反應器急停。	自動急停	否	是 (22-002)
9	2	9月21日	集集大地震,輸電線路故障,南北解聯,反應器急停。	自動急停	否	是 (22-004)
10	2	11月19日	機組解聯進行EOC-13大修。	年度大修	是 (年度大修)	否

以上共計 10 件解聯,其中計畫性 1 件,非計畫性 9 件,後者有 3 件未通報異常事件。

表 4-11 八十八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 RER (如是， 編號)
1	1	1月2日	機組解聯進行EOC-10大修。	年度大修	是 (年度大修)	否
2	1	1月8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	1月13日	主汽機軸承振動偏高，機組 解聯檢修。	設備調整	否	否
4	1	1月14日	機組解聯，再次進行汽機配 重工作。	設備調整	否	否
5	1	1月15日	機組解聯檢修固態邏輯保護 系統。	設備故障	否	否
6	1	6月6日	瑪姬颱風過境，廠外輸電線 路跳脫，反應器自動急停	自動急停	否	是 (31-006)
7	1	7月29日	輸電線路高壓鐵塔倒塌，南北 解聯，反應器急停。	自動急停	否	是 (31-003)
8	2	2月25日	機組解聯進行EOC-11大修。	年度大修	是 (年度大修)	否
9	2	4月17日	發電機出力無輸出指示，機 組解聯檢修。	設備故障	否	否
10	2	4月18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
11	2	4月20日	機組解聯檢修主蒸汽管洩水 管焊道漏蒸汽。	設備故障	否	否
12	2	6月6日	瑪姬颱風過境，廠外輸電線 路跳脫，反應器自動急停	自動急停	否	是 (32-006)
13	2	7月29日	輸電線路高壓鐵塔倒塌，南北 解聯，反應器急停。	自動急停	否	是 (32-007)

以上共計13件解聯，其中計畫性4件，非計畫性9件，後者中有5件未通報異常事件。

伍、結論與建議

八十八年我國核能電廠的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62件較八十七年68件減少6件，顯現八十八年整體核能安全在異常事件件數的表現上略有進步。
2. 與八十七年異常事件的件數比較，核一廠八十八年23件較八十七年14件增加幅度達64%；核二廠八十八年22件較八十七年40件減少約45%，也是歷年來表現最佳者；核三廠則由八十七年14件增加為八十八年17件。以機組區分，核一廠一號機、核二廠一號機都發生13件較多，核三廠二號機8件最少。
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7、10、6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11、9、6件）件數最多（表4-1、表4-2），二項通報依據件數合計佔全部件數79%，可說是集中度相當的高。其中第五項通報所謂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，發現以反應器保護系統所發生件數較多，分別為核一廠3件，核二廠4件，23件第5項通報事件中，13件發生在機組大修期間，其中5件屬人為疏失，約佔八十八年11件人為失誤異常事件之半數，顯示電廠仍應持續就大修管理詳加檢討，以有效降低此類事件發生次數。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26件異常事件中之25件係屬於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；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，以非安全相關電力系統11件最多（其中包括七二九大停電6件，九二一大地震4件），飼水／冷凝水／抽汽系統4件次之。

4. 八十八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，其次為大修狀態（表4-3）。其中穩定功率運轉狀態下，八十八年維持八十七年水準，均為37件。其中各廠表現（表4-4），核一廠由8件增為14件，核二廠件數由23件減為15件，進步許多，核三廠由6件增為8件。而在年度大修狀態方面（表4-5），八十七年六部機組有八部大修，發生13件異常事件，八十八年六部機組中亦有八部機組大修，惟異常事件件數增加3件，成為16件。年度大修16件異常事件之中，核一廠8件，核二廠5件，核三廠3件。
5. 八十八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。核一廠八十五至八十七年連續三年維持人為失誤每年三件，設備故障6~8件，八十八年人為失誤更減少為2件，可惜的是設備故障的件數未能維持，突增至13件。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，八十八年再度回穩為5件，設備故障的件數也由前一年的16件回穩為11件。核三廠八十八年人為失誤件數與設備故障的件數均較前一年減少1件。綜合言之，核一、二、三廠人為失誤件數已下降至每年每廠2~5件，顯見各個電廠在人為失誤件數減少的努力，值得肯定；設備的穩定性仍以核三廠較佳，核一、二廠略差。

二、建議

1. 通報依據第五項與第十項的事件約佔79%，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12次最多，全數均為外電導致的問題），自八十五年迄今，外電故障始終高居異常事件肇因首位，建議電廠仍應針對外電部份持續檢討改善。
2. 設備故障仍然是異常事件的最主要原因，其事件件數由八十七年30件增加至八十八年31件，人為失誤件數則由八十七年21件減少至11件，透露電廠在設備可靠性的確保方面仍有待加強，人為失誤方面的改善則值得肯定，有鑑於設備故障事件發生於高低壓安全注水系統最多，反應器保護系統次之（表3-10），建議電廠先就這方面切入，加強維護保養工作。
3. 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。
4. 異常事件通報依據第10項「與人員健康安全、環境保護及民眾有關之事件」，通報內容共含有6小項通報情況，其中第1小項「機組非計畫性急

停、停機或解聯者」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」合計佔所有異常事件件數之四成(八十六年至八十八年分別為19件/46件、29件/68件、25件/62件)，此二小項通報情況係機組無法持續滿載運轉（非計畫性急停、停機、解聯或降載），直接造成發電損失所提報之異常事件，未必真如通報依據第10項所述為「與人員健康安全、環境保護及民眾有關之事件」，事件發生直接衝擊人員或環境。因此，建議將此二小項通報情況，自通報依據第10項移出單獨條列，以避免民眾誤解將近半數之異常事件均為「與人員健康安全、環境保護及民眾有關之事件」。

參考資料

1. RER-88-11-001~013, RER-88-12-001~010, 台灣電力公司核能一廠, 八十八年。
2. RER-88-21-001~013, RER-88-22-001~009, 台灣電力公司核能二廠, 八十八年。
3. RER-88-31-001~008, RER-88-32-001~009, 台灣電力公司核能三廠, 八十八年。
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, 八十九年二月。
7. 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。
8. 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。
9. 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。
10. 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。
11. 黃俊源、徐明德, “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, 八十八年六月。

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

八十八年核能一廠異常事件摘要表

報告編號 RER-88-	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	1月14日	10時14分	機組滿載運轉，執行高壓爐心注水泵可用性與流量試驗時，因主泵機械軸封處有外物卡入，高速轉動摩擦產生熱燒紅冒煙，手動跳脫高壓爐心注水系統宣佈不可用。	0	28	17	2	3	7
11-002	1	1	4月1日	22時28分	機組滿載穩定運轉中，汽機廠房防火區20C出現消防警報，機組降載，經查為汽機廠房西北區消防水管於管路穿越處龜裂洩漏所致。	0	68	48	2	3	10-2
11-003	1	1	4月30日	14時30分	機組滿載穩定運轉中，因345KV輸電線路故障，電力無法外送，引動汽機控制閥快速關閉及汽機跳脫，反應爐自動急停。	0	80	NA	5	3	10-1
11-004	1	1	7月29日	23時31分	機組滿載穩定運轉中，因輸電線路系統中位於台南山區之326號高壓鐵塔倒塌，導致龍崎-嘉民海線及龍崎-中寮山線同時跳脫，造成電力系統南北解聯，北部電力系統頻率降低，反應器保護系統自動動作急停，主汽機、發電機跳脫。	0	80	NA	5	3	10-1
11-005	1	1	9月21日	1時47分	機組大修中，因集集大地震，廠外電源69KV/345KV突然喪失，反應器保護系統自動動作、反應爐急停，緊急柴油機自動起動。	0	80	NA	5	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。

八十八年核能一廠異常事件摘要表(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-88-11-006	1	1	9月1日	17時53分	機組穩定運轉中，抑壓槽真空釋壓閥(Torus Vacuum Relief Valve)異常開啟，經查發現儀用空氣管路接頭故障脫落所致。	0	10	05	2	3	2
11-007	1	1	10月19日	18時27分	機組大修中，執行4.16KV匯流排#2停電作業，因斷路器故障，電源切換失敗，反應器保護系統B串動作，E11-009閥關閉，造成餘熱移除系統A台泵跳脫。	0	32	94	2	5	5
11-008	1	1	10月19日	14時38分	機組大修中，進行控制棒驅動機構阻力特性測試，寬程中子偵測系統控道(WRNM)因高頻雜訊出現HI-HI信號，導致反應器保護系統動作。	0	58	85	5	5	5
11-009	1	1	11月2日	15時31分	機組啟動中，執行安全釋放閥手動試驗，其中B21-F013D因電磁閥故障，開啟後無法關閉，立即手動急停反應器。	0	34	12	2	5	10-1
11-010	1	1	11月6日	2時7分	機組升載中，主蒸汽管道D與C先後發生偵漏溫度開關高溫，導致主蒸汽隔離閥關閉，反應器急停，發電機跳脫。主蒸汽管道C係因偵測迴路C之溫度開關元件故障所致，主蒸汽管道D係因偵測迴路D接線端子生銹，造成接觸不良。	0	34	83	2	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-1節通報。

八十八年核能一廠異常事件摘要表(續)

報告編號 RER-88-	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
11-011	1	1	11月10日	10時39分	機組穩定運轉中，執行高壓爐心注水系統常溫快速啟動測試時，因測試管路流量控制閥 E41-F008 故障未能開啟，宣佈高壓爐心注水系統不可用。	0	28	3	2	3	7
11-012	1	1	11月15日	02時45分	機組穩定運轉中，執行高壓爐心注水系統常溫快速啟動測試時，因斷止閥 E41-F103 無法全開，宣佈高壓爐心注水系統不可用。	0	28	4	2	3	7
11-013	1	1	11月16日	22時00分	機組穩定運轉中，機組降載檢修汽水分離器(MSR)洩水槽緊急洩水閥 LCV-103-22A1。	0	34	12	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 小節通報。

八十八年核能一廠異常事件摘要表(續)

報告編號 RER-88-	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
12-001	1	2	3月11日	9時42分	機組穩定運轉中，執行緊急柴油發電機維護檢查測試時，出現PC-4A/PC 3-4B短暫失電現象，控制室盤面出現警報，部分設備跳脫，並出現儀器用匯流排B負載低電壓警報。PC-4A/PC 3-4B於短暫失電後又立即復電。(事故原因於機組大修時確認判定工作人員於工作過程中誤觸62延時電驛4/6接點形成瞬間短路，導致設備跳脫而不自知)。	0	77	98	1	3	5
12-002	1	2	4月9日	9時38分	機組大修中，餘熱移除系統(RHR)泵B台正執行停機冷卻(S/D Cooling)，一次圍阻體隔離系統(PCIS)第4組動作，造成RHR泵B台跳脫。經事後檢修研判事故原因可能是儀器被外力碰撞造成PS-B31-N018A/B誤動作，動作一次圍阻體隔離系統。	0	30	NA	1	5	5
12-003	1	2	4月30日	9時38分	機組大修中，執行控制棒驅動系統阻力特性測試，平均功率偵測系統(APRM) A/C/E控道突然失電，此時反應器保護系統(RPS)置於非耦合位置，RPS因非耦合動作，反應器急停，並引發一次圍阻體隔離系統(PCIS)第2、3、5組動作。	0	58	85	5	5	5
12-004	1	2	5月7日	13時48分	機組停機大修中，執行15KVA不斷電系統控制卡更換維護工作，因電驛之電壓不正確，使得靜態開關B自動切換失敗，造成15KVA不斷電系統供給下游系統電源喪失，平均功率偵測系統(APRM) A/C/E/D四控道跳脫，反應器保護系統A & B串自動動作。	0	58	85	2	5	5
12-005	1	2	5月30日	9時14分	機組大修結束，機組啟動，執行爐心隔離冷卻(RCIC)泵可用性與流量測試(額定壓力)，由於冷凝水泵出口閥故障，啟動RCIC系統時，造成真空泵過載跳脫，宣佈RCIC不可用。	0	30	2	2	5	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、y 節通報。

八十八年核能一廠異常事件摘要表(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
12-006	1	2	6月8日	15時53分	機組穩定運轉中，再循環泵B台因馬達冷卻水監測器之磁簧開關故障，機組降載，維修人員進入乾井查漏檢修，於查漏過程中發現餘熱移除系統(RHR)迴路B有針孔洩漏，一併檢修完成，機組降載超過四小時。	0	18	84	2	3	10-2
12-007	1	2	7月29日	23時31分	機組穩定運轉中，輸電線路系統中位於台南縣山區之326號高壓鐵塔倒塌，導致龍崎一嘉民海線及龍崎一中寮山線同時跳脫，造成電力系統南北解聯，北部電力系統頻率降低，反應器保護系統自動動作急停，主汽機、發電機跳脫。	0	80	NA	5	3	10-1
12-008	1	2	9月1日	10時14分	機組穩定運轉中，包商駕駛廢料運送車，載運31桶由二號機燃料池拆換下之格架，當運送至一號貯存庫門口，駕駛下車進入管制站辦理入庫手續時，運送車順坡倒退滑落路旁之乾華溪。	1	NA	NA	4	3	10-9
12-009	1	2	9月21日	1時47分	機組穩定運轉中，凌晨發生集集大地震，造成輸電線路故障南北解聯，北部電力系統頻率降低，反應器保護系統自動動作急停，主汽機、發電機跳脫。	0	80	NA	5	3	10-1
12-010	1	2	11月24日	22時00分	機組穩定運轉中，發現冷凝器海水箱'B'漏海水，機組降載檢修。	0	44	37	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 小節通報。

八十八年核能二廠異常事件摘要表

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
21-001	2	1	3月5日 9時40分	機組滿載運轉中，執行高壓爐心噴灑(HPCS)泵額定流量測試，於測試中發現最低流量閥E22-F012因內部封閉型微動開關接觸不良，無法自動開啟宣佈HPCS不可用。	0	28	2	2	3	7
21-002	2	1	3月11日 1時50分	機組滿載運轉中，汽機廠房冷卻水系統之熱交換器執行換組操作時，因值班員操作失誤，導致發電機冷卻用之氫氣溫度上升及冷卻水低流量，使得主汽機跳脫，反應器急停。	0	42	NA	1	3	10-1
21-003	2	1	3月7日 6時00分	機組滿載運轉中，依計劃降載進行控制棒佈局更換、主冷凝器水箱清洗及查漏以及飼水泵汽機(RFPT)測試，但因RFPT-C台低壓控制閥驅動機構漏油檢修，無法於預定時程提升負載，致降載大於20%超過4小時。	0	40	12	2	3	10-2
21-004	2	1	3月12日 13時36分	機組冷停機檢修中，工作人員執行主汽機檢修測試時，人員之間未就工作內容充分溝通即進行工作，造成主蒸汽隔離閥(MSIV INBOARD)關閉，一次圍阻體隔離系統(PCIS)第1組動作。	0	34	NA	1	4	5
21-005	2	1	6月10日 12時52分	機組滿載運轉中，因為偵檢器不良，導致控制室通風輻射偵測器1E-19動作，主控室緊急通風系統自動起動。	0	53	85	2	3	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-1 節通報。

八十八年核能二廠異常事件摘要表(續)

報告編號 RER-88-	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	7月3日	04時24分	機組滿載運轉中，執行備用氣體處理系統(SGTS) IVR9B 定期測試時，備用氣體處理系統(SGTS) IVR9A 突然自動起動。經查機組並無其他異狀。	0	50	NA	5	3	5
21-007	2	1	7月29日	23時29分	機組滿載運轉中，輸電線路系統中位於台南縣山區之326號高壓鐵塔倒塌，導致龍崎—嘉民海線及龍崎—中寮山線同時跳脫，造成電力系統南北解聯，北部電力系統頻率降低，造成反應爐急停、主汽機跳脫。	0	80	NA	5	3	10-1
21-008	2	1	8月6日	9時20分	機組滿載運轉中，執行燃料廠房緊急通風系統通風扇 I VF2B 定期測試中，由於卡片故障造成燃料廠房緊急通風系統通風扇 I VF2A 自動起動。	0	53	90	2	3	5
21-009	2	1	8月24日	11時02分	機組降載，停用主飼水泵(RFPT)B台以進行檢修工作，檢修過程中因設計缺失導致主飼水泵A、C二台控制卡片輸出降為零，使得流量突降，反應器因低水位而自動急停。。	0	40	90	3	2	10-1
21-010	2	1	9月21日	1時47分	機組滿載運轉中，凌晨發生集集大地震，造成輸電線路故障南北解聯，北部電力系統頻率降低，反應器保護系統自動動作急停，主汽機、發電機跳脫。	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、y 節通報。

八十八年核能二廠異常事件摘要表(續)

報告編號 RER-88-	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
21-011	2	1	10月17日	17時24分	機組滿載運轉中，再循環泵B台因接地電驛誤動作而跳脫，機組降載超過四小時。	0	18	98	2	3	10-2
21-012	2	1	12月4日	18時49分	機組滿載運轉中，檢修高壓噴灑系統(HPCS)水泵抑壓池進口濾網螺絲鎖緊工作，將進口閘關閉及切電，宣佈HPCS不可用。	0	28	99	2	3	7
21-013	2	1	12月24日	09時50分	機組滿載運轉，維護人員進行再循環泵B台故障檢修前，先拆除1C34盤TB-107接點時，發生再循環泵B台跳脫，緊急插棒降載。經查是K137B電驛線圈燒燬及再循環泵B台速度切換控制電源之保險絲燒斷。	0	18	98	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。

八十八年核能二廠異常事件摘要表(續)

報告編號 RER-88-	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	2月11日	13時58分	機組滿載運轉中，執行主蒸汽安全釋放壓閥壓力儀器校道功能校正測試，因鑰匙太緊，無法在"AUTO"位置取出，曾稍為小幅度左右(OFF/OPEN)方向調整，以便將之取出，未料造成B21-F041D開啟，該閥開啟後又因為機械卡住，無法自動關閉。	0	34	10	1	3	5
22-002	2	2	7月29日	23時30分	機組滿載運轉中，輸電線路系統中位於台南縣山區之326號高壓鐵塔倒塌，導致龍崎—嘉民海線及龍崎—中寮山線同時跳脫，造成電力系統南北解聯，北部電力系統頻率降低，造成反應爐急停、主汽機跳脫。	0	80	NA	5	3	10-1
22-003	2	2	8月12日	09時23分	機組滿載運轉中，執行高壓噴灑系統額定流量測試，因瞬間過電流電驛動作，HPCS泵起動瞬間即跳脫，宣佈HPCS不可用。	0	28	98	2	3	7
22-004	2	2	9月21日	09時00分	機組滿載運轉中，凌晨發生集集大地震，造成輸電線路故障南北解聯，北部電力系統頻率降低，反應器自動急停，主汽機、發電機跳脫。安全系統自動起動，在動作過程中發生緊急寒水機A台跳脫及備用氣體處理系統A串跳脫。	1	80	NA	5	3	10-1
22-005	2	2	11月22日	09時05分	機組大修第四天，執行流程輻射偵測系統之輻射偵測校正試驗，工作人員跨接線路時，跨接線路常脫落，工作人員改變變跨接方式，未料造成備用氣體處理系統(SGTS)自動起動。	0	64	98	1	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。

八十八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
RER-88-22-006	2	2	11月29日	14時31分	機組大修第11天，反應爐保護系統(RPS)電源B串維修中，值班員補掛紅卡時，誤將B串之後備電源斷路打開，導致RPS-B斷電，反應爐半急停，一次圍阻阻體隔離系統(PCIS)動作。	0	58	98	1	5	5
22-007	2	2	12月5日	10時41分	機組大修第17天，由於過電壓保護器元件老化，造成反應爐保護系統(RPS)B串之馬達發電機機組輸出斷路器跳脫，RPS-B斷電，反應爐半急停，一次圍阻阻體隔離系統(PCIS)動作。	0	58	98	2	5	5
22-008	2	2	12月10日	00時09分	機組大修第22天，由於過電壓保護器元件老化，造成反應爐保護系統(RPS)B串之馬達發電機機組輸出斷路器跳脫，RPS-B斷電，反應爐半急停，一次圍阻阻體隔離系統(PCIS)動作。(同RER-88-22-007)	0	58	98	2	5	5
22-009	2	2	12月28日	03時33分	機組大修第40天，由於自動電壓調整(AVR)卡片故障，造成反應爐保護系統(RPS)B串之馬達發電機機組輸出斷路器跳脫，RPS-B斷電，反應爐半急停，一次圍阻阻體隔離系統(PCIS)動作。	0	58	98	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。

八十八年核能三廠異常事件摘要表

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
31-001	3	1	4月2日	10時22分	機組滿載運轉中，執行主飼水隔離閥定期測試，由於熱釋放閥故障洩漏，使得該閥之驅動機構無法動作，宣佈主飼水隔離閥不可用，依運轉規範規定於四小時內無法恢復，機組必須降載。	0	40	5	2	3	2
31-002	3	1	5月28日	04時20分	機組滿載運轉中，161KV電力系統暫態，造成空浮偵檢器GG-RT213誤動作，燃料廠房緊急通風系統(FBEVS)及控制廠房緊急通風系統(CREVS)動作。	0	53	85	5	3	5
31-003	3	1	6月6日	5時29分	瑪姬颱風過境，機組依規定降載中，然因廠外輸電線路345KV高港與龍崎4條線路同時跳脫，機組電力無法輸出，導致汽機跳脫，反應器自動急停。	0	80	NA	5	2	10-1
31-004	3	1	6月6日	06時16分	瑪姬颱風過境，輸電線路跳脫，反應器自動急停，運轉人員執行後續作業時，燃料廠房空浮偵檢器GG-RT213誤動作，導致燃料廠房緊急通風系統(FBEVS)自動起動。	0	53	85	5	4	5
31-005	3	1	6月10日	15時53分	機組昇載過程，執行冷凝水除礦器組更換作業，進行除礦器組D及E組隔離時，未先將其旁通閥AD-PDV45調整開大，造成運轉中主飼水泵A進水口水壓頭(NPSH)不足跳脫。運轉員雖快速降低反應器功率並起動起動飼水泵，仍補水不及，蒸汽產生器低水位，反應器急停。	0	40	2	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 小節通報。

八十八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-88-31-006	3	1	7月29日	23時31分	機組穩定運轉中，輸電線路系統中位於台南縣山區之326號高壓鐵塔倒塌，導致龍崎—嘉民海線及龍崎—中寮山線同時跳脫，造成電力系統南北解聯，南電無法北送。系統頻率瞬間突升，發電機跳脫，汽機跳脫，反應器跳脫。	0	80	NA	5	3	10-1
31-007	3	1	11月15日	11時15分	機組滿載運轉中，控制盤異常出現安全注水系統鎖定之指示燈與警報，機組停機檢修，發現上述燈號皆因輸出電纜(J502)編號AA之傳輸線接地引起，拆除並更新傳輸電線後恢復正常。	0	28	98	2	3	2
31-008	3	1	12月24日	9時15分	機組穩定滿載運轉中，執行偵測試驗，因人員失誤，誤將調壓槽動力釋壓閥BB-PV445A意外開啟。	0	18	5	1	3	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。

八十八年核能三廠異常事件摘要表(續)

報告編號 RER-88-	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
32-001	3	2	2月25日	2時49分	機組準備停機大修，降載過程中爐心冷卻水泵(RCP)C台因電源箱內接點鬆脫而跳脫，致蒸汽產生器(S/G)C台水位下降。運轉員手動跳脫汽機，發電機解聯。當進行蒸汽排放(STEAM DUMP)控制模式切換時，因蒸汽排放閥開度突然改變，造成蒸汽產生器B台高水位，飼水隔離動作，主飼水泵跳脫，輔助飼水(馬達帶動)系統自動動作。	0	18	98	2	2	5
32-002	3	2	3月1日	15時53分	機組停機大修中，大修支援人員誤觸RM-23鍵盤，造成RM-23指示面板數字消失，進行恢復過程中造成RM-23誤動作，控制室緊急通風系統(CREVS)啟動。	0	53	85	1	5	5
32-003	3	2	3月3日	10時43分	機組停機大修中，進行卡片及卡片櫃清潔工作，誤拆除CO ₂ 低壓力卡片，觸動控制室通風隔離訊號(CRIVS)，控制室緊急通風系統動作。	0	53	81	1	5	5
32-004	3	2	3月19日	13時15分	機組停機大修中，燃料廠房緊急通風系統A串掛卡，B串持續運轉中。燃料廠房鐵捲門被拖板車裝載之RCPB馬達頂端卡住受損扭曲，致無法關閉。同時B串加熱器由於隔離開關燒燬而跳脫，宣佈B串燃料廠房緊急通風系統不可用。	0	53	98	2	5	7
32-005	3	2	4月20日	11時18分	機組大修後升載，發現4號控制閥下游洩水管焊道處斷裂，蒸汽由此洩露，機組降載解聯進行檢修。	0	34	44	2	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。

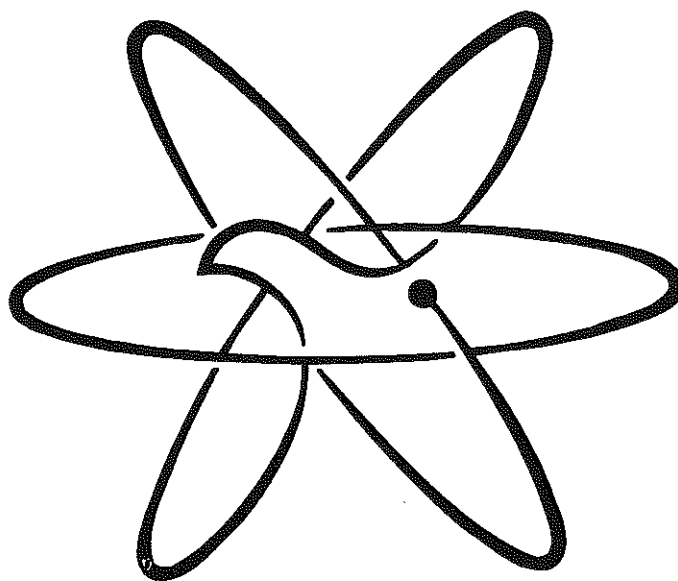
八十八年核能三廠異常事件摘要表(續)

報告編號 RER-88-	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
32-006	3	2	6月6日	5時33分	瑪姬颱風來襲，機組降載過程中，345KV高港與龍崎四條輸電線路跳脫，引發棄載，機組穩定於80MWe，當龍崎輸電線復電後，機組負載回升到330MWe時，因主飼水控制閥控制模式自動轉換，閥開度為滿載之需求，引起蒸汽產生器C台高水位，汽機跳脫，反應器急停。	0	40	3	5	2	10-1
32-007	3	2	7月29日	23時31分	機組穩定運轉中，輸電線路系統中位於台南縣山區之326號高壓鐵塔倒塌，導致龍崎—嘉民海線及龍崎—中寮山線同時跳脫，造成電力系統南北解聯，南電無法北送。系統頻率瞬間突升，發電機棄載，暫態時反應器因保護系統自動跳脫。	0	80	NA	5	3	10-1
32-008	3	2	9月27日	20時30分	機組穩定運轉中，發現輔助飼水系統上游管路母材龜裂滴水，須隔離檢修AL-V42與AL-V43，宣佈三台輔助飼水泵及其相關流徑不可用，依運轉規範規定降載。	0	30	44	2	3	2
32-009	3	2	11月26日	11時10分	機組穩定運轉中，執行功率階PR-44功能測試恢復時，出現比較器控道偏差警報，宣佈PR-44不可用，依運轉規範規定降載。經查係PR-44的卡片增益漂移隔離，使得放大器輸出偏高所致。	0	62	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-x節通報。

統一編號

021014890080



我國核能一、二、三廠
八十八年異常事件統計分析

著者：黃俊源、徐明德

發行人：夏德鈺

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：(0二)二三六三四一八〇

傳真：(0二)二三六六〇五三五

出版日期：中華民國八十九年十月