
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
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。本報告旨在分析八十六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。

八十六年我國三座核能電廠共發生46件異常事件，遠低於八十五年78件（即使扣除工安事件八十五年仍有62件異常事件），且持續六年保持逐年降低趨勢，其中核一廠11件，核二廠26件，核三廠9件。全部46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，44件（佔全部95.7%）屬於無任何安全顧慮的0級事件，其餘2件（4.3%）屬於未影響安全之1級事件。

依據事件之通報依據分析，八十六年46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20件（43.5%）與第10項「與人員健康安全、環境保護及民眾有關之事件」20件最多（43.5%）。

在事件發生原因方面，以設備故障22件最多（47.8%），人為失誤13件次之（28.3%）。與八十五年統計結果比較，設備故障件數不變（八十五年亦為22件），比例由35.5%上升至47.8%，人為失誤件數減少12件，比例由40.3%降為28.3%。就機組狀態分類，在46件異常事件中，以穩定功率運轉時比例最高，計24件佔52.2%，升降載時次之，計11件佔23.9%，年度大修狀態僅4件佔8.7%。與八十五年結果比較，穩定功率運轉件數由38件減少至24件，年度大修件數由16件減

少至4件，顯見大修管理頗具成效，唯升降載狀態下件數由八十五年1件增加至八十六年11件，值得注意。

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）核二廠異常事件表現始終居各廠之末，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）造成通報依據第五項「特殊安全設施動作」之事件，以非安全相關電力系統最多（9次），其中又以外電不穩定4次居首，建議電廠宜繼續追蹤外電系統改善情形；（3）設備故障又恢復成八十六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不及人為失誤方面，其中有6件設備故障事件發生於反應器冷卻水系統（皆為泵類故障），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，以解決目前各電廠許多應報而未報之非計畫性解聯事件。

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
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.....	24
一、各廠件數與去年的比較.....	24
二、異常事件之通報依據與相關系統.....	24
三、異常事件之機組狀態與原因類別關係.....	26
四、事件原因中人爲失誤與設備故障比例.....	27
五、異常事件之機組狀態與相關系統.....	29
六、解聯事件的通報.....	31
伍、結論與建議.....	36
一、結論.....	36
二、建議.....	38
參考資料.....	40
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...	41
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...	42
附件三、核能一廠八十六年異常事件資料庫.....	43
附件四、核能二廠八十六年異常事件資料庫.....	46
附件五、核能三廠八十六年異常事件資料庫.....	52

表 目 錄

表 3-1	我國核能電廠八十六年異常事件通報依據統計.....	9
表 3-2	我國核能電廠八十六年異常事件分級統計.....	11
表 3-3	我國核能電廠八十六年異常事件中一級以上事件摘要.....	11
表 3-4	我國核能電廠八十六年大修時程.....	19
表 3-5	我國核能電廠八十六年異常事件機組狀態統計.....	19
表 3-6	我國核能電廠八十六年異常事件發生原因統計.....	20
表 3-7	核能一廠八十六年異常事件系統類別分析表.....	22
表 3-8	核能二廠八十六年異常事件系統類別分析表.....	22
表 3-9	核能三廠八十六年異常事件系統類別分析表.....	22
表 4-1	造成特殊安全設施動作之系統.....	25
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.....	25
表 4-3	我國核能電廠八十六年異常事件機組狀態與事件原因關係.....	26
表 4-4	穩定功率運轉狀態下異常事件原因統計.....	27
表 4-5	升降載狀態下異常事件原因統計.....	27
表 4-6	近五年核能電廠人為失誤與設備故障件數統計.....	28
表 4-7	升降載狀態下異常事件相關系統.....	30
表 4-8	穩定功率運轉狀態下異常事件相關系統.....	30
表 4-9	八十六年核能一廠機組解聯事件摘要表.....	33
表 4-10	八十六年核能二廠機組解聯事件摘要表.....	34
表 4-11	八十六年核能三廠機組解聯事件摘要表.....	35

圖 目 錄

圖 3-1	我國核能電廠八十六年異常事件統計.....	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	我國核能電廠八十六年每月異常事件統計.....	16
圖 3-7	我國核能電廠八十六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.....	32

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。核能安全管理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（核能安全管理單位）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

八十六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46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、設計不良、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；

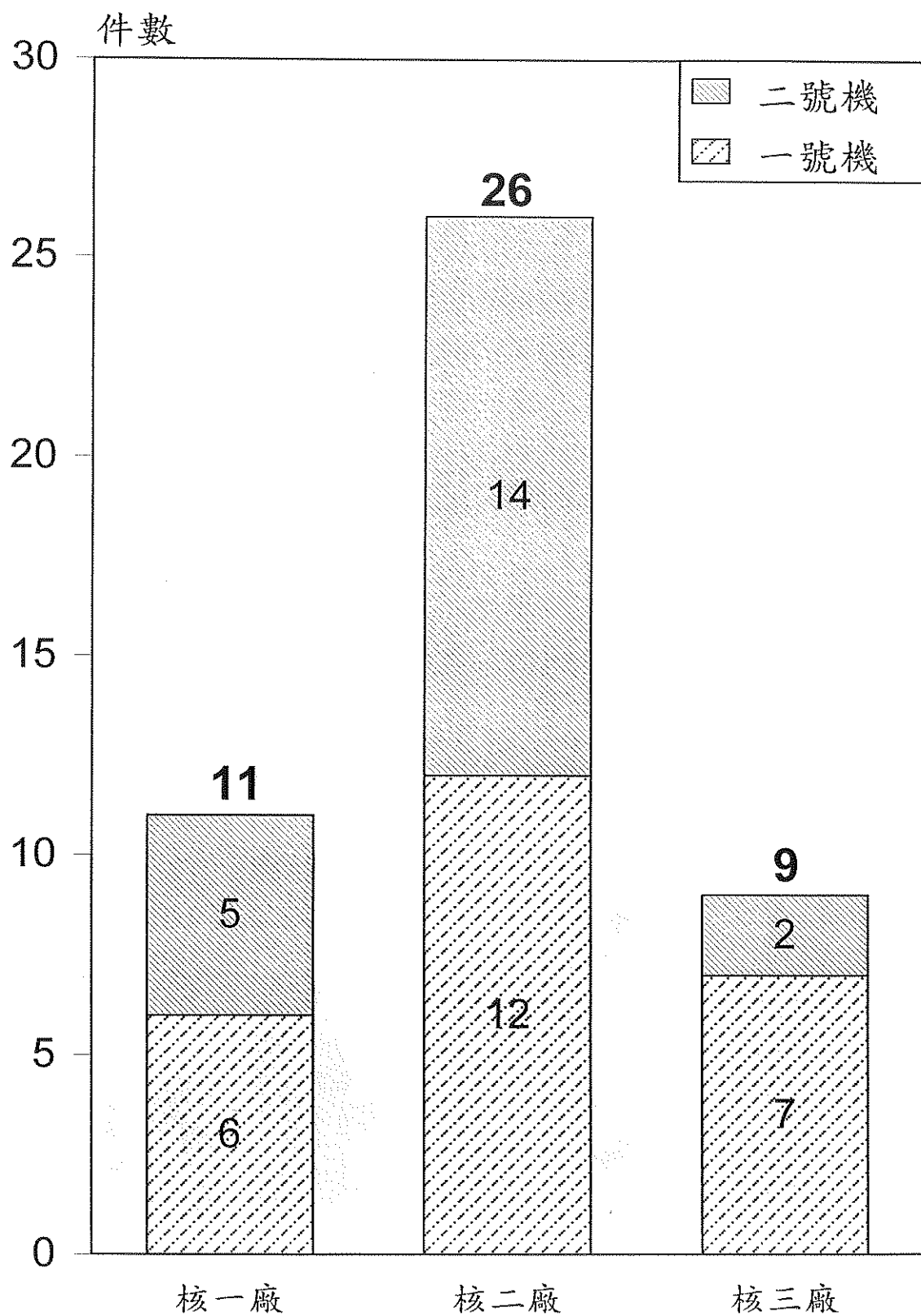


圖3-1 我國核能電廠八十六年異常事件統計

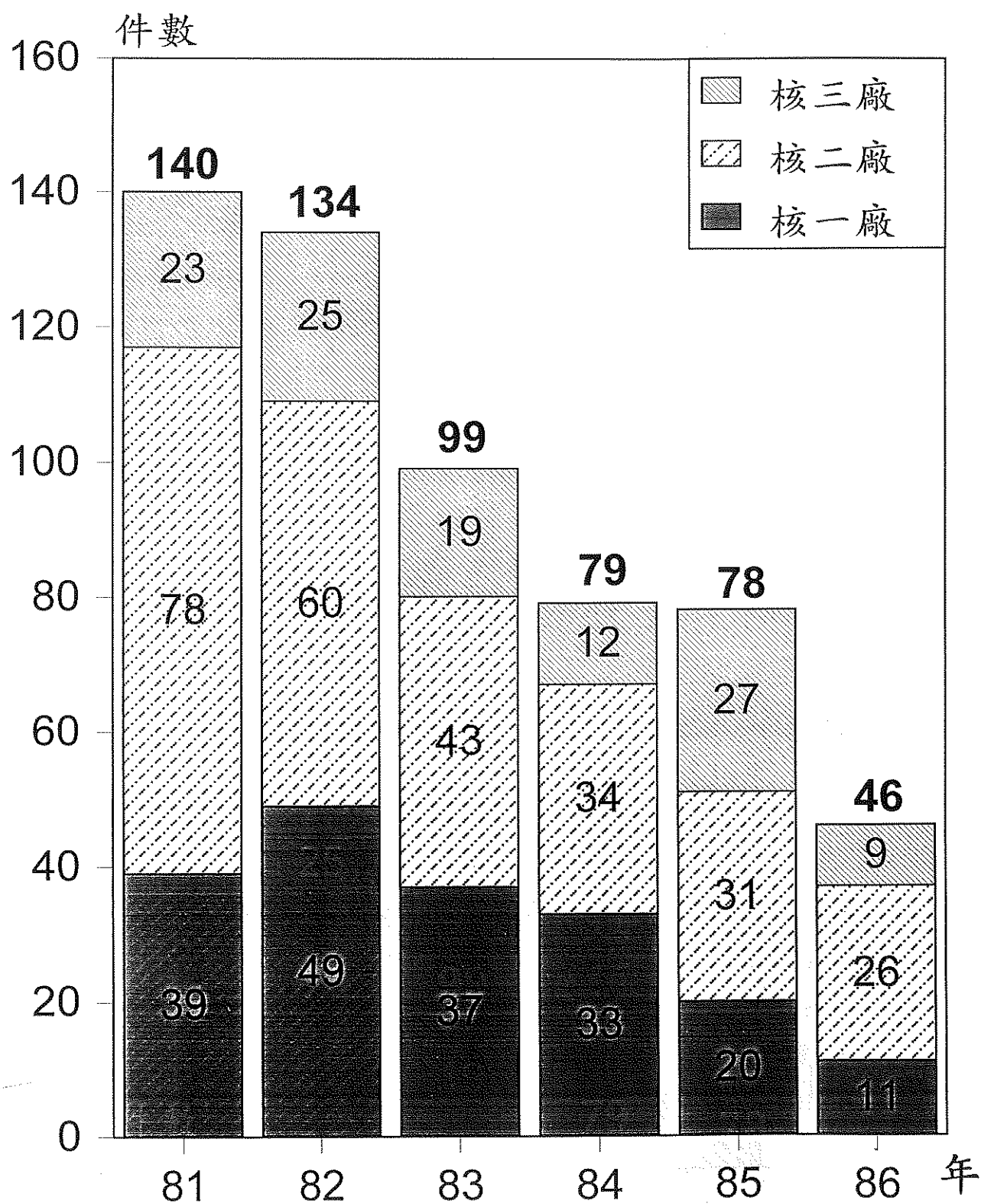


圖3-2 我國核能電廠近六年異常事件統計

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。將八十六年核一、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5、7和10等三項，各項件數分別為20、6與20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」20件與第10項「與人員健康安全、環境保護及民眾有關之事件」20件，是各項通報件數中較多者，二者合計40件佔87%，其次為第7項「部份安全系統不可用」6件，有趣的是，這六件全部發生在核二廠。

表3-1 我國核能電廠八十六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%
5	4	11	5	20	43.5
7	0	6	0	6	13.0
10-1	2	8	4	14	30.4
10-2	4	1	0	5	10.9
10-6	1	0	0	1	2.2
總計	11	26	9	46	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。

我國八十六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46件異常事件均係由上述第三項分級準則判定其級別，其中44件(95.7%)是屬於無任何安全顧慮的0級事件，其餘2件(4.3%)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 我國核能電廠八十六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	10	25	9	44	95.7
1級	1	1	0	2	4.3
總計	11	26	9	46	100

表3-3 我國核能電廠八十六年異常事件中一級以上事件摘要

報告編號RER-86-	級別	日期	事件摘要	分級理由
12-002	1	5月30日	機組滿載運轉中，於燃料儲存池執行用過燃料拆解及池邊檢驗時，因燃料準備機驅動鏈條斷裂，而使燃料束連同燃料匣及燃料準備機滑至燃料準備機構底座。	發生用過燃料束掉落事件，未涉及其他燃料束。依照深度防禦之分級準則，本案初始事件屬可能會發生事件，且已發生，故判定為一級。
21-006	1	5月6日	機組大修中，餘熱移除系統B串停機冷卻模式運轉中，工作人員執行電動閥靜態診斷測試時不慎，造成餘熱移除系統B串圍阻體噴灑模式動作，使得反應爐水自圍阻體上方管路噴嘴噴出，造成反應爐水位下降，廠房內局部地區污染，運轉員發現後立即手動停用該泵並將噴灑閥關閉。	人為疏失導致餘熱移除系統B串圍阻體噴灑模式動作，造成爐水下降，運轉員立即發現並手動將噴灑閥關閉。雖未違反運轉規範，然因涉及人為錯誤且可能對安全有影響，故判定為一級。

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)	極少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

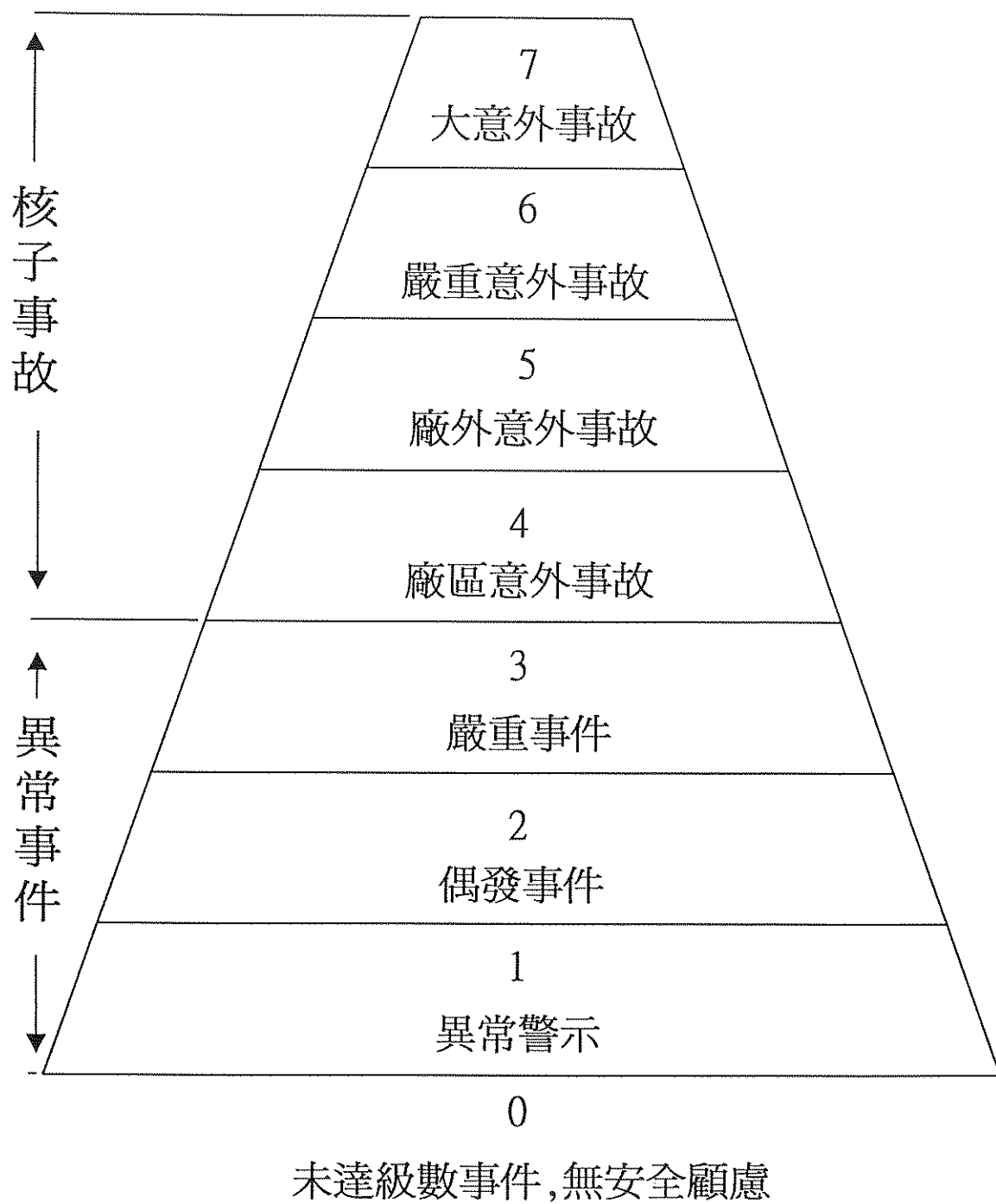
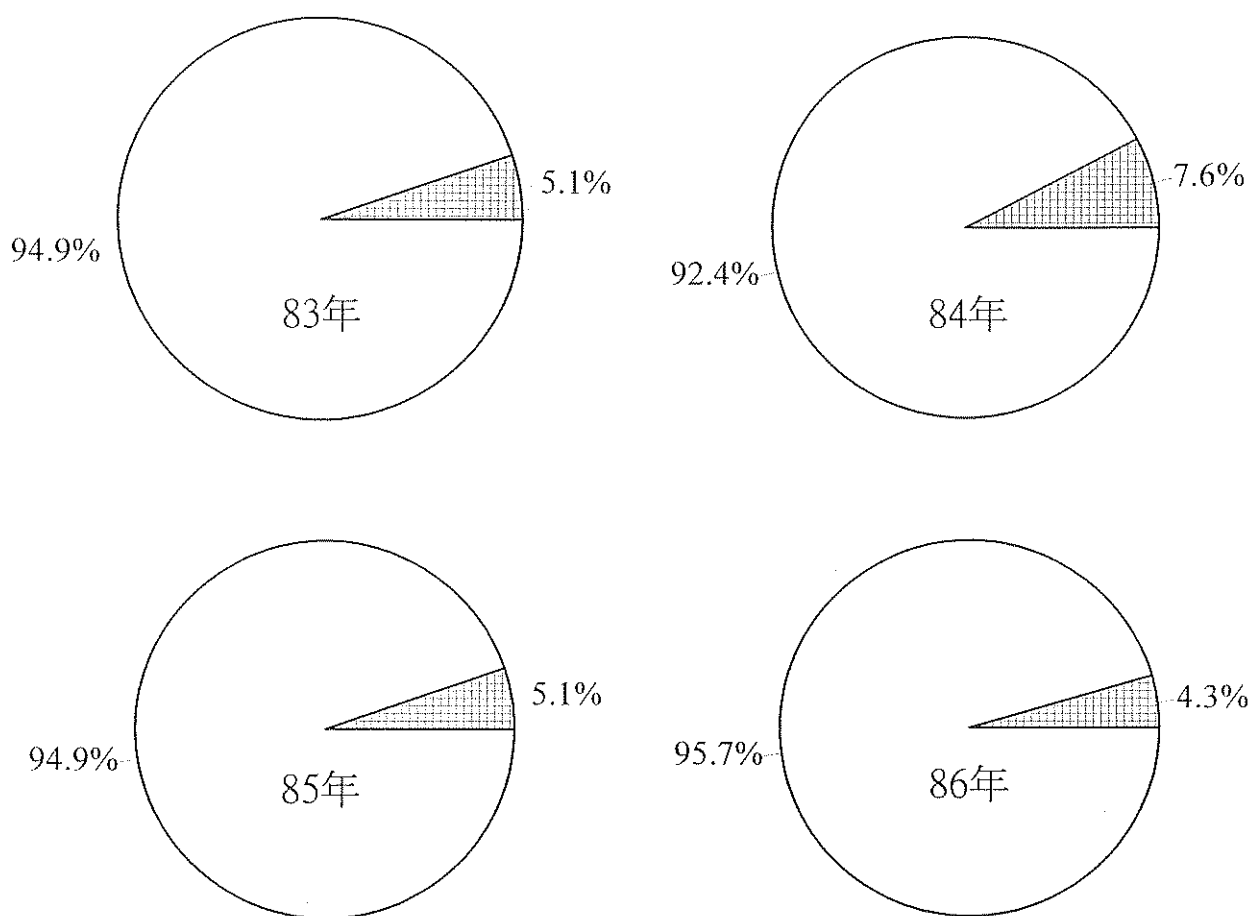


圖 3-4 國際核能事件分級制度圖解



級別	0 級	1 級	2 級以上	總計
83年	94	5	0	99
84年	73	6	0	79
85年	74	4	0	78
86年	44	2	0	46

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

將八十六年三座核能電廠46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還算平均，以二、四、六、八月各發生5件異常事件最多，十、十一、十二月各4件其次，九月2件最少，而平均每月件數為3.8件，就個別電廠而言，核一廠於十、十一、十二月發生2件，二、六、七、八月則未發生；核二廠以二、六月發生5件最多，十一、十二月都沒發生；核三廠則於七、十一、十二月各發生2件最多，一、二、五、六、九、十月0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。

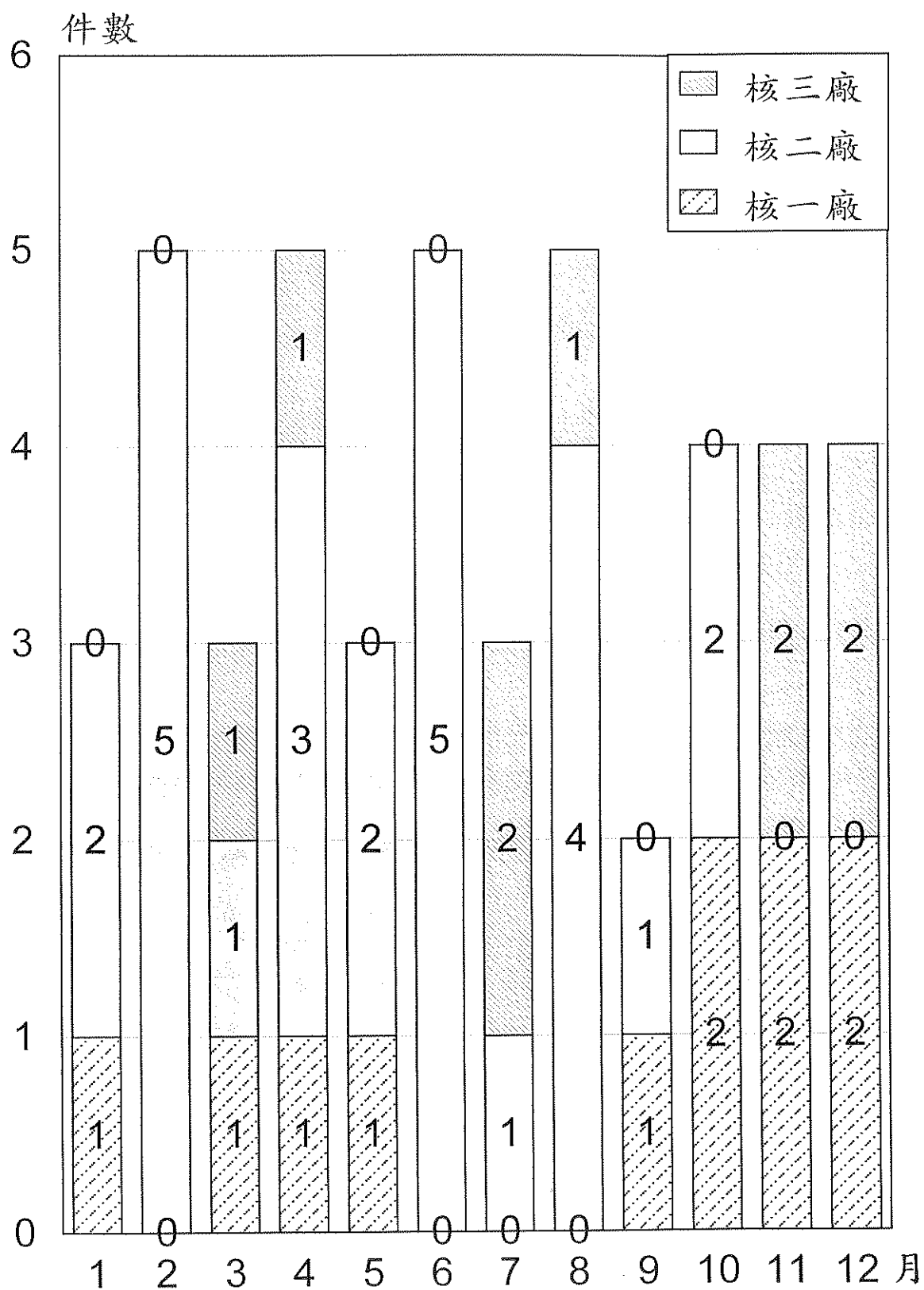


圖3-6 我國核能電廠八十六年每月異常事件統計

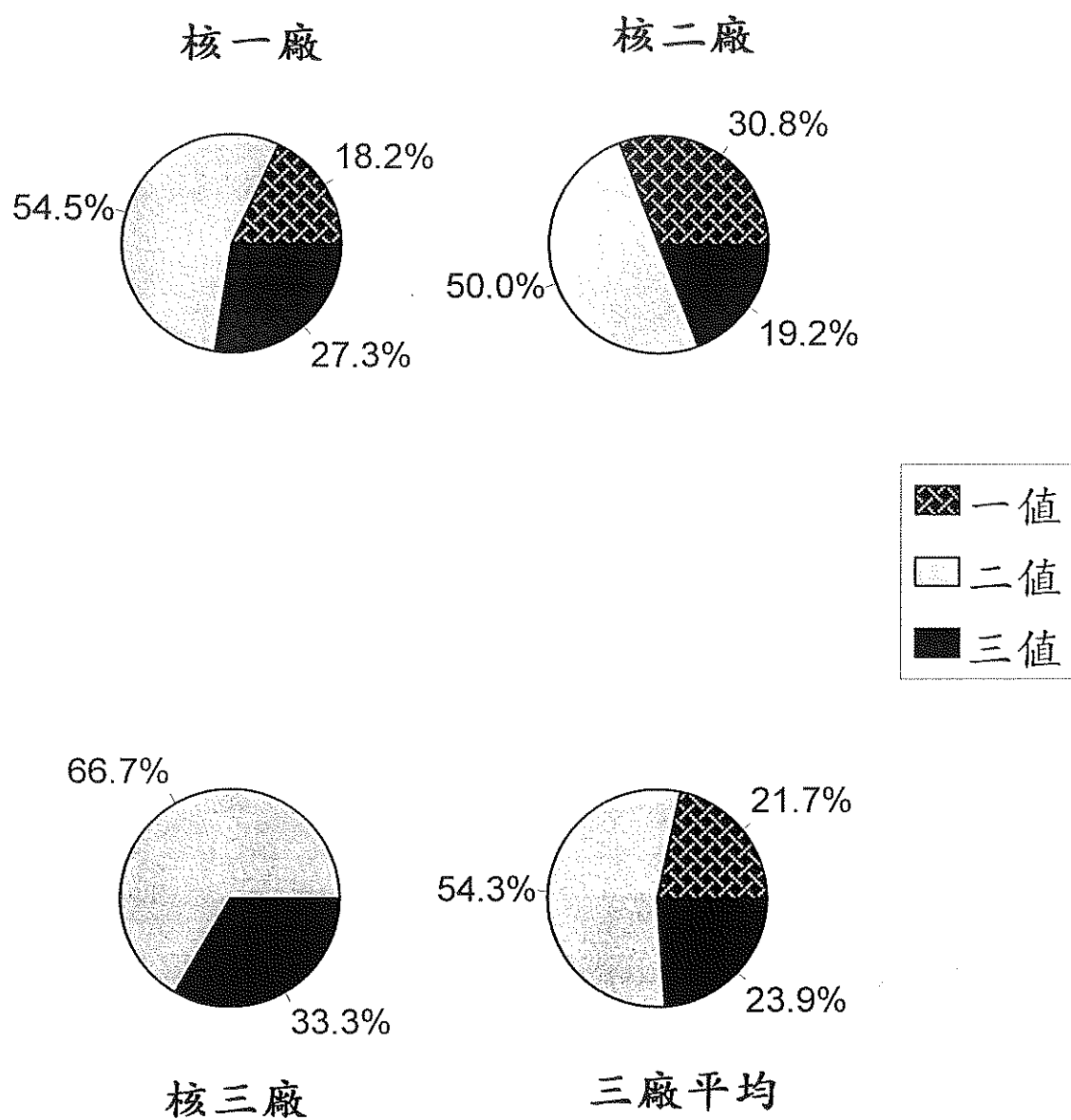


圖3-7 我國核能電廠八十六年異常事件發生值別統計

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為八十六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。

將八十六年三座核能電廠46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24件（52.2%）最多，也相當符合實際運轉狀態；然而僅須數天的機組升降載狀態卻發生11件（23.9%）次之。與往年的情形不同，往年年度大修時，異常事件件數比例維持在二至三成（八十二年28.9%、八十三年22.6%、八十四年22.0%、八十五年25.8%），八十六年卻僅發生4件（佔8.7%），核一、二、三廠分別為0、3、1件，顯見各廠的大修管理相對提升。在升降載期間，八十五年僅發生1件，佔1.6%，八十六年卻大幅提升至23.9%，在全部的11件中，核一、二廠分佔3、8件，其中核二廠因為中度颱風安柏來襲，機組依規定降載時就發生了3件，顯示核一、二廠今後宜多注意升降載期間的運轉操作情形。

表3-4 我國核能電廠八十六年大修時程

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	八十六 年所佔 日數
核一廠1號機	本年內無大修				
核一廠2號機	EOC-15	86年11月10日22時22分	86年12月26日15時54分	45.7	45.7
核二廠1號機	EOC-12	86年04月02日01時42分	86年06月03日18時20分	62.7	62.7
核二廠2號機	EOC-11	85年12月03日00時34分	86年01月17日19時15分	45.8	16.8
核三廠1號機	EOC-10	86年02月12日01時31分	86年04月08日08時32分	55.3	55.3
核三廠2號機	EOC-10	86年09月09日01時04分	86年11月01日18時10分	53.7	53.7

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 我國核能電廠八十六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	1	3	4	8.7
升、降載	3	8	0	11	23.9
穩定功率運轉	8	12	4	24	52.2
停機檢修	0	2	1	3	6.5
年度大修	0	3	1	4	8.7
總計	11	26	9	46	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、原因不明等）等5類。

分析46件異常事件之發生原因如表3-6，依舊以設備故障與人爲失誤爲各廠異常事件之主要原因，而比重則各有高低，其中核一、二廠設備故障件數高於人爲失誤，核三廠則相反，三座電廠整體而言，設備故障比例較人爲失誤比例高。

表3-6 我國核能電廠八十六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	5	5	13	28.3
設備故障	8	11	3	22	47.8
設計裝置不良	0	0	1	1	2.2
作業程序缺失	0	0	0	0	0.0
其他	0	10	0	10	21.7
合 計	11	26	9	46	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-86-11-001飼水流量警報單元出現低流量假信號，機組降載檢修，飼水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。

八十六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11件異常事件中，以反應器冷卻水系統發生3件較多，其餘8件分屬不同的系統；核二廠的26件異常事件中，以非安全相關電力系統9件與爐心隔離冷卻水系統4件較多，其餘系統件數在3件以下；核三廠的9件異常事件中，以非安全相關電力系統、飼水系統各3件較多，其餘系統件數在3件以下。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3-7 核能一廠八十六年異常事件系統類別分析表

系 統 名 稱	件 數	百分比%
反應器冷卻水系統	3	27.3
其他單件之系統（共8個系統）	8	62.7
合 計	11	100.0

表3-8 核能二廠八十六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	9	34.6
爐心隔離冷卻水系統	4	15.4
安全注水系統	2	7.7
飼水／冷凝水／抽汽系統	2	7.7
循環水系統	2	7.7
其他單件之系統（共7個系統）	7	26.9
合 計	26	100.0

表3-9 核能三廠八十六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	33.3
飼水／冷凝水／抽汽系統	3	33.3
反應器冷卻水系統	2	22.2
不屬任何系統	1	11.1
合 計	9	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，發現由於各廠設備故障造成之事件相關系統的分佈相當零散，3件以上系統只有核一廠的反應器冷卻水系統3件與核二廠的爐心隔離冷卻水系統3件，其餘皆為3件以下。

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-86-11-001飼水流量警報單元出現低流量假信號，機組降載檢修，飼水系統即為事件之相關系統，警報單元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-86-12-005機組準備執行主汽機超速跳脫試驗，在操作過程中因人為失誤使得汽機旁通閥關閉，反應器因高壓力而急停，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，發現核一廠8件中有6件屬於電氣組件，核二廠11件中6件屬於閥類組件、4件屬於電氣組件，比例相當高，值得特別注意。而核三廠3件中閥類組件、泵類組件與電氣組件各佔1件。

肆、討論與發現

八十六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

核一廠八十六年11件較八十五年20件減少45%；核二廠八十六年26件較八十五年31件減少約16%；核三廠則由八十五年27件減少為八十六年9件，幅度達66.7%，且為近五年表現最佳者（參見圖3-2）。上述八十五年異常事件件數統計包括工安事件、民眾示威遊行及可能造成民眾疑慮等與電廠安全運作較無關之事件，若扣除該等事件，則八十五年核一、二、三廠之異常事件件數分別為14、25、23件，較之八十六年核一、三廠各減少21.4%、60.9%，表現進步，核二廠反而增加4%，顯示核二廠似乎達到瓶頸，未能有效地降低異常事件次數。

二、異常事件之通報依據與相關系統

八十六年異常事件由通報依據加以統計分類後，發現約87%（40件／46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），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20件事件中經過分析發現其中19件屬特殊安全設施動作，其餘1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，分別為核二廠7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4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。

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」14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」5件二者合計19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6個系統），其中以反應器冷卻水系統6件最多（皆為再循環水泵或反應爐冷卻水泵故障），非安全相關電力系統4件次之。

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	0	7	2	9	47.4
飼水／冷凝水／抽汽系統	0	0	3	3	15.8
其他單件系統	4	3	0	7	36.8
合 計	4	10	5	19	100.0

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%
反應器冷卻水系統	3	1	2	6	31.6
非安全相關電力系統	1	2	1	4	21.1
飼水／冷凝水／抽汽系統	1	2	0	3	15.8
循環水系統	0	2	0	2	10.5
主汽機系統	1	1	0	2	10.5
主蒸汽系統	0	1	0	1	5.3
不屬任何系統	0	0	1	1	5.3
合 計	6	9	4	19	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（24件）的穩定功率運轉狀態下，三分之二事件（16件／24件）的原因為設備故障，12.5%（3件／24件）為人為失誤。而件數次多（11件）的升降載狀態，設備故障的比例依然居首為36.4%（4件／11件），人為失誤比例次之達27.3%（3件／11件）。由表4-3亦可看出，在升降載或穩定功率運轉時，設備故障的比率高於人為失誤，而在起動階段或年度大修時，人為失誤的比率就比設備故障來的高。

進一步分析各電廠在穩定功率運轉狀態下與升降載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2件、1件、0件，與八十五年相較，核一廠由0件升高為2件，核二廠由5件減為1件，核三廠則由7件減為0件，明顯進步許多。而在升降載狀態下，八十五年僅有1件，且為人為失誤，八十六年增為11件，3件人為失誤，4件設備故障，又以核二廠由八十五年0件增為八十六年8件，明顯退步很多。而在年度大修狀態下，各廠人為失誤原因僅有3件（如表4-3），較之八十五年的8件下降許多，顯示大修工作的管理頗具成效。

表 4-3 我國核能電廠八十六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	3	0	0	0	1	4
升、降載	3	4	0	0	4	11
穩定功率運轉	3	16	1	0	4	24
停機檢修	1	1	0	0	1	3
年度大修	3	1	0	0	0	4
總計	13	22	1	0	10	46

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	2	1	0	3
設備故障	6	7	3	16
設計不良	0	0	1	1
作業程序缺失	0	0	0	0
其他	0	4	0	4
總 計	8	12	4	24

表 4-5 升降載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	2	0	3
設備故障	2	2	0	4
設計不良	0	0	0	0
作業程序缺失	0	0	0	0
其他	0	4	0	4
總 計	3	8	0	11

四、事件原因中人爲失誤與設備故障比例

異常事件中最主要的二項原因是人爲失誤與設備故障，由表4-6，近五年各廠人爲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，然至八十六年卻與八十五年一樣維持22件未再降低，是否顯示電廠針對設備改善的效果已到極致，無法再繼續進步？值得進一步觀察。而人爲失誤件數八十二年爲39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，顯示電廠似已突破八十三年至八十五年的瓶頸而有效降低人爲失誤次數。就三座電廠整體而言，除了八十五年人爲失誤的件數高出設備故障3件外，八十二、八十三、八十四、八十六年均是設備故障造成的異常事件件數高於人爲失誤。核一廠八十六年的表現與八十五年相差不多，連續二年維持人爲失誤每年三件，設備故障7~8件，表現相當穩健。核二廠人爲失誤的件數由八十五年的10件降至八十六年的5件表現已有進步，設備故障的件數則由前一年的10件略增1件至11件，核三廠人爲失誤件數由八十五年的12件降至八十六年的5件，設備故障的件數較前一年略降2件至3件。綜合言之，各電廠人爲失誤件數已下降至每年每廠3~5件，設備的穩定性則以核三廠最佳，核一廠次之，核二廠最差。三座電廠合計人爲失誤的件數由八十五年的25件降至八十六年的13件，進步很多，值得嘉許。這也顯示這一年來電廠在人爲疏失的改善提昇方面，明顯優於硬體設備之改善，核二廠尤應加強硬體設備之可靠性。

表4-6 近五年核能電廠人爲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

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。八十六年以運轉狀態進行異常事件分類，以穩定功率運轉及升降載時分居前二名（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6個不同系統中，以反應器冷卻水系統3件較多（皆為再循環水泵故障），核二廠則以爐心隔離冷卻水系統（皆為閥類故障）與非安全相關電力系統各3件較多，核三廠以反應器冷卻水系統（皆為反應器冷卻水泵故障）與非安全相關電力系統各2件較多。

在升降載狀態下之11件異常事件中（表4-8），核一廠佔3件，核二廠佔8件，核三廠無；其中以核二廠非安全相關電力系統較多3件，2件發生於安柏颱風來襲期間廠內氣渦輪機故障跳脫，另1件導因於69KV外電故障斷電。

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
反應器冷卻水系統	3	爐心隔離冷卻水系統	3	非安全相關電力系統	2
燃料	1	非安全相關電力系統	3	反應器冷卻水系統	2
飼水/冷凝水/抽汽系統	1	反應器冷卻水系統	1	以下空白	
區域/流程輻射偵測系統	1	爐水淨化系統	1		
緊急柴油發電機	1	反應爐水淨化系統	1		
其他安全相關電力系統	1	圍阻體噴灑系統	1		
以下空白		主蒸汽系統	1		
		飼水/冷凝水/抽汽系統	1		
		循環水系統	1		
總計	8	總計	12	總計	4

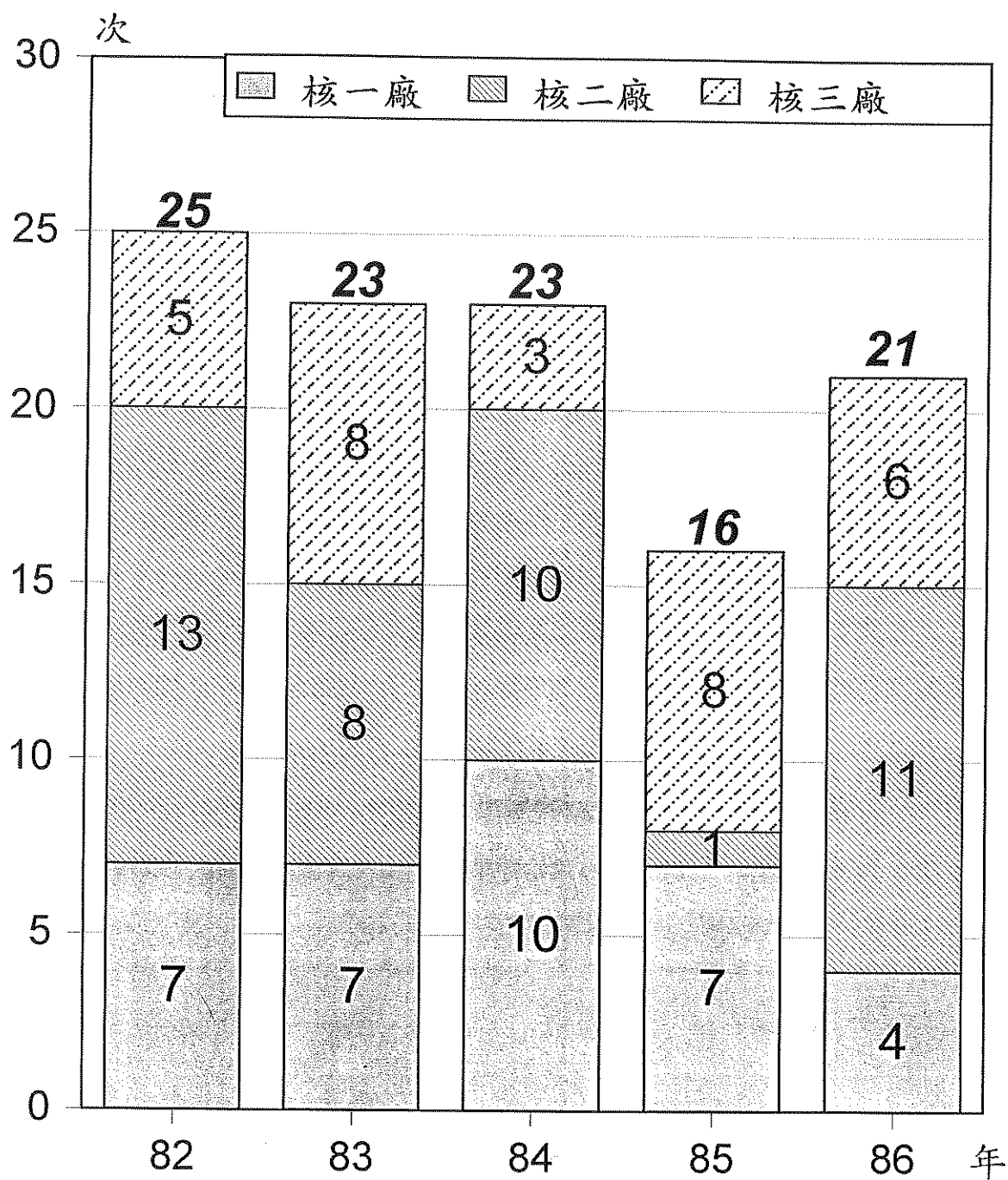
表 4-8 升降載狀態下異常事件相關系統

核一廠		核二廠		核三廠	
系統	件數	系統	件數	系統	件數
圍阻體	1	非安全相關電力系統	3	以下空白	
主汽機系統	1	主汽機系統	1		
非安全相關電力系統	1	飼水/冷凝水/抽汽系統	1		
以下空白		備用氣體處理系統	1		
		反應爐保護系統	1		
		循環水系統	1		
總計	3	總計	8	總計	0

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圖，由圖中發現，三座電廠的總件數，自八十二年的25件後，連續二年維持在23件，然後在八十五年降至16件，八十六年又回升至21件。各廠歷年之變化，核一廠前四年在7至10件之間，八十六年降至4件；核二廠前3年約10件上下，八十五年減少至1件，八十六年又回升至11件；核三廠則在3至8件間上下變動。各電廠五年平均次數為核一廠7次、核二廠8.6次、核三廠6次。再檢視我國核一、二、三廠八十六年發生的機組解聯事件（分別列於表4-9、4-10與4-11），發現核一廠有3件，核二廠有4件，核三廠有3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，以解決目前各電廠許多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 八十六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	5月31日	機組解聯更換汽機低壓轉子。	設備更換	是 (四週前規劃)	否
2	1	6月7日	機組解聯調整汽機配重。	設備調校	否	否
3	1	11月24日	機組解聯檢修開關場開關。	設備故障	否	否
4	2	1月22日	機組解聯更換汽機低壓轉子。	設備更換	是 (四週前規劃)	否
5	2	1月30日	機組降載解聯,進行汽機轉子加配重工作時,因電力系統逆送,造成反應器急停。	設備調校	否	是 (12-001)
6	2	5月16日	機組解聯停機,檢查燃料破損問題並更換燃料。	燃料破損	否	否
7	2	11月10日	機組解聯進行EOC-15大修。	大修	是 (年度大修)	否
8	2	12月27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
9	2	12月30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

以上共計 9 件解聯,其中計畫性 5 件,非計畫性 4 件,後者中有 3 件未通報異常事件。

表 4-10 八十六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 NER (如是,編號)
1	1	2月1日	機組解聯檢修不斷電系統(UPS)。	設備檢修	是 (四週前規劃)	否
2	1	4月2日	機組解聯進行EOC-12大修。	大修	是 (年度大修)	否
3	1	6月4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
4	1	6月13日	機組解聯進行汽機轉子位置指示器檢修。	設備檢修	否	否
5	1	8月29日	主汽機跳脫,反應爐急停。	自動急停	否	是 (21-010)
6	1	10月23日	主蒸汽隔離閥自動隔離關閉,反應爐跳脫。	自動急停	否	是 (21-012)
7	1	11月7日	機組解聯檢修飼水加熱器3B洩水閥故障等問題	設備故障	否	否
8	2	1月1日	機組解聯進行EOC-11大修。	大修	是 (年度大修)	否
9	2	1月18日	機組降載解聯執行汽機平衡配重工作。	設備調校	否	否
10	2	1月20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	1月20日	反應爐高水位急停。	自動急停	否	是 (22-002)
12	2	2月19日	冷凝器真空惡化,反應爐壓力上升,運轉員手動急停反應爐。	手動急停	否	是 (22-004)
13	2	6月9日	機組解聯檢修再循環水泵A台馬達。	設備故障	否	是 (22-008)
14	2	7月13日	機組解聯進行主汽機軸承振動調整。	設備故障	否	是 (22-010)
15	2	8月29日	安柏颱風來襲,主汽機跳脫,發電機跳脫。	颱風來襲	否	是 (22-011)
16	2	11月22日	機組解聯檢修再循環水泵A台軸承溫度監測器等項。	設備故障	否	否

以上共計 16 件解聯,其中計畫性 5 件,非計畫性 11 件,後者有 4 件未通報異常事件。

表 4-11 八十六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	2月12日	機組解聯進行EOC-10大修。	大修	是 (年度大修)	否
2	1	4月8日	機組降載解聯執行汽機平衡配重工作。	設備調校	否	否
3	1	4月9日	機組解聯進行汽機配重及超速跳脫試驗。	進行試驗	是(大修後例行試驗)	否
4	1	7月25日	主變壓器可燃氣體總量過高，機組降載解聯。	設備故障	否	是 (31-003)
5	1	8月3日	主變壓器可燃氣體總量過高，機組降載解聯。	設備故障	否	否
6	1	12月29日	發生機件洩漏，圍阻體空浮大於警示值，停機檢修。	設備故障	否	是 (31-006)
7	2	6月14日	機組降載解聯，清洗發電機定子冷卻水濾網。	設備故障	否	否
8	2	9月9日	機組解聯進行EOC-10大修。	大修	是 (年度大修)	否
9	2	11月1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	11月9日	機組解聯檢修反應器冷卻水泵C台高振動。	設備故障	否	是 (32-001)

以上共計10件解聯，其中計畫性4件，非計畫性6件，後者中有3件未通報異常事件。

伍、結論與建議

八十六年我國核能電廠的46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46件較八十五年62件（原為79件，扣除對電廠運轉安全較無實質影響的工安等相關事件後，只剩62件）減少16件，顯現八十六年整體核能安全在異常事件件數的表現上，仍是令人欣慰的。
2. 與八十五年異常事件的件數比較（扣除工安等相關事件後，三座電廠分別為14、25、23件），核一廠八十六年11件較八十五年進步約21%，表現良好；核二廠26件較八十五年增加1件，表現有待改進；核三廠9件較八十五年進步約61%，表現明顯進步，並創歷年新低紀錄。以機組區分，核二廠二號機發生14件最多，核三廠二號機2件表現最好，二者件數相差達七倍。另，同為美商奇異公司沸水式機組的核一廠二號機發生5件，較核二廠二號機少九件，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，發現各廠均以第五項通報依據「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、11、5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7、9、4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，但是其中與機組是否能夠持續滿載運轉直接有關的第一、二小項（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）事件仍佔了19件，經由相關系統分析發現以反應器冷卻水系統6件最多（皆為再循環水泵或反應爐冷卻水泵故障），非安全相關電力系統4件次之，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。另外第五項通報依據的20件異常事件中19件屬於特殊安全設施之非計畫性動作，其餘1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，分別為核二廠7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。

4. 八十六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。其中穩定功率運轉狀態下，八十六年24件較八十五年38件少了14件，是整體件數（不含工安相關事件）由八十五年62件降為八十六年46件的主要地方。其中各廠表現，以核三廠由14件降為4件表現最佳，且其人為失誤事件也由7件降為0件，值得嘉許；核二廠件數由18件降為12件，屬於穩定進步；而核一廠則是由6件上昇為8件，表現退步。而在升降載狀態方面，八十六年件數11件與八十五年1件比較，增加了10件之多，顯示電廠在機組功率變化狀態時之掌控情形有偏差傾向，值得留意。這11件之中，核一廠3件，核三廠無，其餘8件都發生在核二廠，其中以非安全相關電力系統3件較多，皆屬外電系統，值得注意。而在年度大修方面，八十六年4件較八十五年16件減少了很多，各廠人為失誤原因僅有3件，較之八十五年的8件下降許多，顯示大修工作的管理頗具成效。
5. 八十六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。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、八十三、八十四、八十六年均是設備故障造成的異常事件件數高於人為失誤。核一廠八十六年的表現與八十五年相差不多，連續二年維持人為失誤每年三件，設備故障7~8件，表現平穩。核二廠人為失誤的件數由八十五年的10件降至八十六年的5件表現已有進步，設備故障的件數則由前一年的10件略增1件至11件，核三廠人為失

誤件數由八十五年的12件降至八十六年的5件，設備故障的件數較前一年略降2件至3件。綜合言之，各電廠人爲失誤件數已下降至每年每廠3~5件，設備的穩定性則以核三廠最佳，核一廠次之，核二廠最差。三座電廠合計人爲失誤的件數由八十五年的25件降至八十六年的13件，進步很多，值得嘉許。這也顯示這一年來電廠在人爲疏失的改善提昇方面，明顯優於硬體設備之改善，核二廠尤應加強硬體設備之可靠性。

二、建議

1. 過去幾年在異常事件件數的表現上，核三廠除了八十五年外始終位居各廠之冠，核二廠則始終位居各廠之末，同爲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，但是經由分析發現前者「特殊安全設施動作」中事件相關系統以非安全相關電力系統9次最多，其中又以外電不穩定問題佔大多數（4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，其事件件數與八十五年一般都是22件，人爲失誤件數則由八十五年25件減少至13件，透露電廠在設備故障方面的改善速率不及人爲失誤方面，有鑑於大部份設備故障事件發生於反應器冷卻水系統（有6件，皆爲泵類故障），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，一定是屬於較爲重要設備的故障，這類事件也因此顯得較爲重要。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。

參考資料

- 1.RER-86-11-001～006，RER-86-12-001～005，台灣電力公司核能一廠，八十六年。
- 2.RER-86-21-001～012，RER-86-22-001～014，台灣電力公司核能二廠，八十六年。
- 3.RER-86-31-001～007，RER-86-32-001～002，台灣電力公司核能三廠，八十六年。
- 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。

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

八十六年核能一廠異常事件摘要表

報告編號 RER-86-	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	3月17日	14時10分	機組滿載運轉中，飼水流量警報單元C31-K618 B因電驛接點不良而出現低流量假信號，導致再循環泵A/B台速度回退(RUN BACK)，機組降載檢修，經清理及研磨該電驛接點後，測試恢復正常。	0	40	98	2	3	10-2
11-002	1	1	4月25日	14時06分	機組滿載運轉中，再循環泵B台馬達發電機組之基座支撐不全，致振動值過大，機組降載，進行基座補焊。	0	18	95	2	3	10-2
11-003	1	1	9月24日	17時10分	機組滿載運轉中，再循環泵B台馬達發電機組碳刷出現火花，機組降載檢修，發現是碳刷安裝不當致過度磨損。	0	18	95	2	3	10-2
11-004	1	1	10月13日	13時40分	機組滿載運轉中，因SE-131-202D電磁閥線圈短路故障，使得保險絲燒毀，造成其下游控制設備斷電，一次圍阻體輻射偵測系統(PCARM)不可用。	0	64	12	2	3	5
11-005	1	1	10月26日	15時56分	機組滿載運轉中，再循環泵A台因馬達發電機組發電機側之定位鍵脫落而故障跳脫，立即依規定降載因應。	0	18	95	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。

八十六年核能一廠異常事件摘要表(續)

報告編號 RER-86-	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	11月19日	19時15分	機組滿載運轉中，125V 直流電源一號蓄電池充電器接地警報出現，於檢查短路接地信號時，因工作人員疏忽造成斷路器3-1 跳脫，4.16KV三號匯流排斷電，緊急柴油發電機 1A自動起動併聯。	0	77	95	1	3	5
12-001	1	2	1月30日	17時27分	機組降載解聯，欲進行汽機轉子加配重工作，由於發電機輸出斷路器 OCB 3550中相跳脫機構故障未能開啓，致電力逆送，使得發電機功率信號大於25%，三只主汽機旁通閥全開，反應爐壓力下降，終使MSIV關閉，反應器急停。	0	80	94	2	2	10-1
12-002	1	2	5月30日	11時00分	機組滿載運轉中，於燃料儲存池執行用過燃料拆解及池邊檢驗時，因燃料準備機驅動鏈條斷裂，而使燃料束連同燃料匣及燃料準備機滑至燃料準備機構底座。	1	2	99	2	3	10-9
12-003	1	2	11月5日	11時08分	機組運轉中，緊急柴油發電機A台執行功能檢查，進行過程中，將標示為"4"的導線，因倒看誤認為"7"，而接至"7"點，引起電源中心 3-4A自動轉換，部份設備自動跳脫或隔離。	0	76	98	1	3	5
12-004	1	2	12月21日	02時54分	機組起動中，因主蒸汽管路通道C迴路溫度開關偵測元件之絕緣不良，導致12月21日及12月23日一次圍阻體隔離系統(PCIS)第一群半隔離信號動作。	0	17	83	2	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、z 節通報。

八十六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-86-12-005	1	2	12月27日	05時52分	機組降載解聯標準備執行主汽機超速跳脫試驗，在操作過程中因人為失誤使得汽機旁通閥關閉，反應器因高壓力而急停。	0	36	NA	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。

八十六年核能二廠異常事件摘要表

報告編號 RER-86-	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	2月3日	06時14分	機組升載中，備用氣體處理系統A串不明原因自動啓動，檢查控制迴路及控制開關接點未發現異常，加裝紀錄器監視中。	0	50	NA	5	2	5
21-002	2	1	2月3日	23時08分	機組升載運轉中，反應爐保護系統B串因電壓調整器卡片故障而斷電，致一次圍阻體隔離系統(PCIS)自動動作。經切換備用電源後恢復正常。	0	58	95	2	2	5
21-003	2	1	2月19日	18時47分	機組滿載運轉中，大量魚群湧入進水口，堵塞細網致循環水泵出現高差壓警報，機組緊急降載，清理細網後，負載回升。	0	44	NA	5	3	10-1
21-004	2	1	4月1日	09時37分	機組穩定運轉中，於爐心隔離冷水系統(RCIC)洩水管處裝設臨時洩水管時，因上游手動閥內漏，致拆除時蒸汽溢出，於是將該系統蒸汽進汽閥手動關閉，並宣佈RCIC不可用。	0	30	12	2	3	7
21-005	2	1	4月7日	14時20分	機組大修中，RHR A迴路F053A上游管路焊道斷裂，造成RHR A停機冷卻模式不可用。故障期間電廠依運轉規範規定，停止所有可能增加衰變熱至爐心之操作，只執行燃料移出工作。	0	32	44	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、小節通報。

八十六年核能二廠異常事件摘要表(續)

報告編號 RER-86-	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	5月6日	10時04分	機組大修中，餘熱移除系統B串停機冷卻模式運轉中，工作人員執行電動閥靜態診斷測試時不慎，造成餘熱移除系統B串圍阻體噴灑模式動作，使得反應爐水自圍阻體上方管路噴嘴噴出，造成反應爐水位下降，廠房內局部地區污染，運轉員發現後立即手動停用該泵並將噴灑閥關閉。	1	28	NA	1	5	5
21-007	2	1	4月17日	06時16分	機組大修中，執行匯流排1A1電源切換時，未注意到反應爐保護系統B串之電源亦由1A1下游供電，故1A1切換電源時，造成反應爐保護系統B串瞬間失電，一次圍阻體隔離系統動作。	0	80	NA	1	5	5
21-008	2	1	6月5日	08時23分	機組升載中，69KV外電兩度故障斷電，致4.16KV匯流排1A4 & 1A5失電，反應爐保護系統B串斷電，一次圍阻體隔離系統動作，第二區緊急柴油發電機兩次斷電均自動起動成功，第三區緊急柴油發電機於首次斷電時起動失敗，宣佈為不可用。	0	80	NA	5	2	5
21-009	2	1	6月19日	05時16分	機組滿載運轉中，因八堵變電所故障，導致廠外電源69KV斷電，4.16KV匯流排1A4 & 1A5失電，反應爐保護系統B串斷電，一次圍阻體隔離系統動作，第二、三區緊急柴油發電機自動起動併聯。	0	80	NA	5	3	5
21-010	2	1	8月29日	04時49分	中度颱風安柏來襲，機組即依規定降載，當降至約300MW _e (爐心功率37%)運轉時，因高壓汽機最後一級排汽壓力管路上的一個根閥未開，造成主汽機跳脫，反應爐急停。	0	36	NA	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-1 節通報。

八十六年核能二廠異常事件摘要表(續)

報告編號 RER-86-	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	8月29日	11時36分	機組因安柏颱風來襲而停機中，廠外電源69KV系統依規定由廠內一號氣渦輪機供電，一號氣渦輪機因接地電驛動作而跳脫，造成69KV系統失電，相關匯流排因而失電，反應爐保護系統B串斷電，一次圍阻體隔離系統動作。於進行反應爐保護系統B串復歸時，反應爐保護系統馬達發電機A組又跳脫，使得反應爐保護系統A串亦動作，主蒸汽隔離閥自動隔離關閉。	0	80	98	2	4	5
21-012	2	1	10月23日	18時48分	機組滿載運轉中，主蒸汽隔離閥F028A因其儀用空氣管路斷裂而關閉，引起主蒸汽管路高蒸汽流量訊號動作，主蒸汽隔離閥自動隔離關閉，反應爐跳脫。	0	34	6	2	3	10-1
22-001	2	2	1月18日	09時41分	機組大修後起動中，執行爐心隔離冷卻水系統(RCIC)測試，爐心隔離冷卻水系統起動後即跳脫，宣布爐心隔離冷卻水系統不可用。	0	30	NA	5	1	7
22-002	2	2	1月20日	15時20分	機組升載中，運轉員準備開啟飼水泵B台出口閥，誤操作飼水泵A台出口閥，導致反應爐補水過多，反應爐因高水位而急停。	0	40	3	1	2	10-1
22-003	2	2	2月11日	10時31分	機組滿載運轉中，完成爐水淨化系統過濾式除礦器B組預敷及逆洗。欲置入系統使用時，爐水淨化系統高流量信號動作，一次圍阻體隔離系統自動隔離。原因係過濾逆洗閥的操作桿固定銷脫落，致未能定位於全關位置。	0	24	3	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。

八十六年核能二廠異常事件摘要表(續)

報告編號 RER-86-	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
22-004	2	2	2月19日	19時55分	機組滿載運轉中，大量魚群湧入進水口，堵塞細網，機組緊急降載解聯後，因輔助鍋爐跳脫致汽封壓力不足，冷凝器真空惡化致主汽機旁通閥全部關閉，反應爐壓力上升，運轉員手動急停反應爐。	0	44	NA	5	2	10-1
22-005	2	2	3月18日	09時30分	機組滿載運轉中，執行HPCS額定流量測試，起動HPCS泵後，發現泵室冷卻器並未自動啓動，宣佈HPCS不可用。經查係冷卻器控制電纜錯接對調所致。	0	28	98	1	3	7
22-006	2	2	5月11日	10時02分	機組滿載運轉中，發現飼水泵C台出口止回閥洩漏，機組降載檢修。	0	40	2	2	3	10-2
22-007	2	2	6月5日	08時23分	機組滿載運轉中，69KV外電兩度故障斷電，致一次圍阻體隔離系統動作，第一區緊急柴油發電機於首度斷電時自動起動。69KV外電二度斷電時，因低電壓過電流電驛動作，致使第一區緊急柴油發電機跳脫，而宣佈不可用。	0	80	NA	5	3	5
22-008	2	2	6月8日	17時15分	機組滿載運轉中，再循環水泵A台馬達故障跳脫，機組緊急降載解聯檢修。	0	18	95	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。

八十六年核能二廠異常事件摘要表(續)

報告編號 RER-86-	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
22-009	2	2	6月19日	05時16分	機組停機檢修再循環水泵馬達時，因八堵變電所故障，造成69KV外電喪失，反應爐保護系統A串斷電，一次圍阻體隔離系統動作隔離，第一區緊急柴油發電機自動起動併聯。	0	80	NA	5	4	5
22-010	2	2	7月13日	16時32分	機組滿載運轉中，因雷擊造成系統電震，汽機發電機軸承共五點振動上升，電震後略降載觀察，各軸承之振動逐漸改善中，但勵磁機第九點振動值並未改善，機組降載停機解聯進行調整。	0	80	NA	5	3	10-1
22-011	2	2	8月29日	06時43分	機組因安柏颱風來襲而降載至23%功率，因主變壓器旁之備用變壓器之金屬遮雨蓋受強風吹落，碰觸主變壓器C相消弧環致瞬間接地，引起差動電驛動作，使主汽機跳脫，發電機跳脫。	0	80	96	5	2	10-1
22-012	2	2	8月29日	11時36分	安柏颱風來襲期間，機組於主汽機跳脫後續降功率至8%，廠外電源69KV系統依規定由廠內一號氣渦輪機供電中，一號氣渦輪機突因接地電驛動作而跳脫，造成69KV系統失電，一次圍阻體隔離系統動作，第一區緊急柴油發電機自動起動。	0	80	98	2	2	5
22-013	2	2	9月18日	11時30分	機組滿載運轉中，執行爐心隔離冷卻水系統(RCIC)電動閥可用性測試時，發現注入閥E51-F013故障，宣佈該系統不可用。	0	30	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、y 節通報。

八十六年核能二廠異常事件摘要表(續)

報告編號 RER-86-	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
22-014	2	2	10月23日	10時38分	機組滿載運轉中，執行爐心隔離冷卻水系統(RCIC)額定流量測試時，發現管閥E51-F022洩漏，將系統隔離檢修，宣佈該系統不可用。	0	30	4	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。

八十六年核能三廠異常事件摘要表

報告編號 RER-86-	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7日	16時41分	機組大修後起動中，低壓飼水加熱器5A高水位警報出現，將A串低壓飼水加熱器隔離後進行查漏工作，在檢測過程中造成起動飼水泵進口低壓力而跳脫，由於當時三台主飼水泵仍未運轉，導致輔助飼水系統動作。	0	40	61	1	1	5
31-002	3	1	3月18日	11時39分	機組大修中，4.16KV匯流排B-PB-S01由161KV受電，緊急柴油機B台掛卡大修中，工作人員在開關場查修時不慎，造成161KV至B-PB-S01匯流排之斷路器跳脫，且345KV備用斷路器因連鎖信號未能自動投入而造成B-PB-S01失電，造成運轉中之廠用海水泵EF-P106及核機冷卻水泵EG-P068停用。	0	80	NA	1	5	5
31-003	3	1	7月25日	20時17分	機組滿載運轉中，發現主變壓器C相油中可燃氣體總量過高，顯示內部裸露金屬有嚴重過熱現象，經停機執行主變壓器C相內檢、濾油、重新包紮絕緣紙等工作，機組重新起動併聯，主變壓器C相可燃氣體總量上升率依然高於管制值，機組再度降載解聯。經更換為備用變壓器後，機組重新併聯。	0	80	96	2	3	10-1
31-004	3	1	7月31日	21時27分	反應爐起動階段，主飼水泵A台起動後，因高振動改為起動主飼水泵B台，將主飼水泵A台停用，蒸汽產生器水位由輔助飼水泵改由主飼水泵控制，由於操作不慎，致蒸汽產生器A台高水位，主飼水泵B台跳脫，輔助飼水系統自動動作。	0	40	NA	1	1	5
31-005	3	1	8月20日	16時57分	機組因主變壓器C相油中可燃氣體問題運轉於56%功率，由於廠外電源161KV匯流排暫態性干擾，產生雜訊造成輻射偵檢器RT-213偵測值升高，使得燃料廠房及控制室緊急通風系統自動起動。	0	80	85	3	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、y 節通報。

八十六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
31-006	3	1	12月29日	9時54分	機組滿載運轉中，發現圍阻體空浮大於警示值，機組降載至25%功率，進入圍阻體查漏，發現爐心冷卻水泵A台#2法蘭墊圈洩漏及止回閥BG-V090閥蓋墊圈洩漏，為確保機組安全穩定運轉，遂決定停機檢修。	0	18	2	2	3	10-1
31-007	3	1	12月30日	10時25分	機組停機查漏檢修中，工作人員欲檢修主汽機#3斷止閥，要求破壞冷凝器真空，操作過程中造成蒸汽產生器C台高水位，飼水隔離信號動作，起動飼水泵跳脫，輔助飼水系統自動動作。	0	40	NA	1	4	5
32-001	3	2	11月9日	17時55分	機組95%功率運轉中，反應爐冷卻水泵C台振動值上升，機組緊急降載並停用反應爐冷卻水泵C台，隨即將機組降至冷停機進行反應爐冷卻水泵C台檢修。故障之組件拆解後，發現係因泵軸葉輪鍵槽處龜裂，造成葉輪與擴散器接頭磨擦而造成高振動。	0	18	16	2	3	10-1
32-002	3	2	11月20日	15時42分	機組停機檢修後起動中，反應爐尚未臨界，在調壓槽仍處低壓力情形下，不當執行"PT 446汽機第一級衝擊室壓力迴路功能測試"，結果造成反應爐急停。	0	NA	NA	1	1	10-1

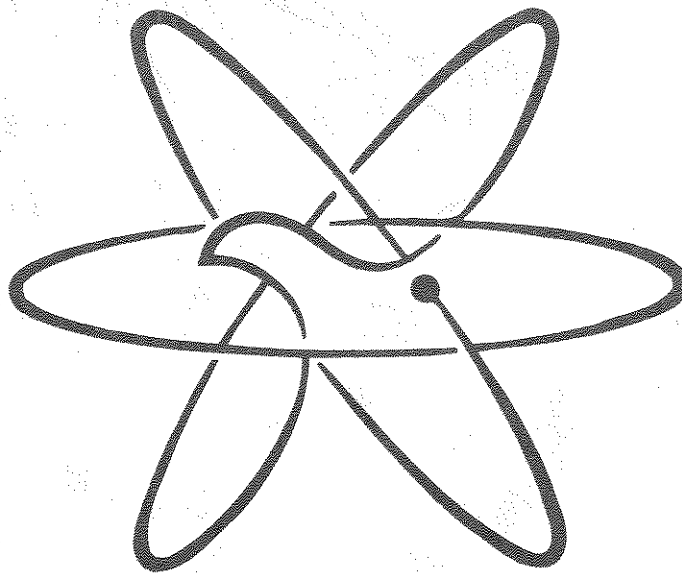
發生原因：1(人為失誤)，2(設備故障)，3(設計缺失)，4(作業程序缺失)，5(其他)。

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。

統一編號

021014870104



我國核能一、二、三廠八十六年異常
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：(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：中華民國八十七年十一月