

99 年 5 月龍門電廠 1 號機安全相關
穩壓穩頻不斷電系統故障事件報告

行政院原子能委員會 核能管制處
中華民國 99 年 12 月

目 錄

壹、事件簡述	1
貳、事件原因檢討	2
參、電廠改正行動	2
肆、原能會管制措施	3
伍、結論	4
附件一	6
附件二	7
附件三	10
附件四	14
附件五	21

壹、事件簡述

99年5月27日龍門電廠1號機正在進行運轉前的測試（或稱試運轉測試），電氣組人員則執行安全相關穩壓穩頻（Constant Voltage Constant Frequency, CVCF）不斷電系統1R13 CVCF-0000C4設備（以下簡稱1R13 CVCF C4設備）停電清盤作業，並使用毛刷和吸塵器進行盤內零組件表面清塵；惟於復電後，卻發現1R13 CVCF C4設備有內部程式錯誤警報（Internal serial error）和同步錯誤警報（Synchronization error）出現，電廠維護人員並排程於隔日進行檢修。

99年5月28日電廠維護人員執行1R13 CVCF C4設備檢修時，因懷疑旁通（Bypass）電源電壓信號線鬆脫接觸不良，遂於線上（活線）將此信號線拉出又插入，當下有閃光和警報聲產生。當日下午2點電廠值班人員並反應，主控制室儀控盤MCC PL1700有閃光及異聲，電廠人員經進行初步檢視並未發現異常。

99年6月1日電廠人員執行維護作業時，發現部分安全相關儀控盤（Division III）（雙電源設計）已喪失一串來自1R13之電源，僅靠另一串電源（1R14或1R16電源）繼續供電維持運轉。經電廠人員檢查發現1R13分電盤保險絲已熔斷，下游負載並有短路現象，遂於6月4日進行查修，發現控制廠房安全相關儀控盤DRS盤有11

盤之 1R13 電源迴路「金屬氧化膜壓敏電阻」(Metal-Oxide Varistor, 以下簡稱 MOV) 受損 (共計 11 只), NUMAC 盤亦有 2 只 MOV 受損。

99 年 6 月 8 日 CVCF 設備廠家 Gutor 公司工程師到廠檢查及訪談電廠人員, 並初步研判係電廠人員於清盤過程, 使用錯誤工具 (毛刷和吸塵器) 而造成靜電干擾以致 CVCF 內部控制卡片程式錯亂, 導致設備故障異常。

貳、事件原因檢討

電廠人員經調閱設備事件紀錄, 發現 5 月 28 日下午 2 時 12 分左右, 1R13 CVCF C4 設備輸出電流有突升現象, 輸出電壓則因解析度不足而未記錄到異常現象。

本事件經台電公司邀集設備廠家組成專家小組進行調查, 並推論本事件最有可能係維護作業不當所造成, 維護作業不當包含前述清盤作業方式不當及活線作業方式進行訊號線抽插, 以至可能造成靜電干擾問題及 CVCF 輸出電壓暫態而燒毀下游 MOV, 並造成安全相關儀控盤喪失一串電源。

參、電廠改正行動

本事件經電廠檢討並提出下列改正措施：

(一) 行政管制方面：

1. CVCF 設備執行清盤時，禁止使用毛刷，預防靜電。並於 6 月 22 日發行「R13 CVCF 及 R16 BYC 設備清盤作業指引 (EE-08)」，明確規範清盤應使用之工具及執行步驟，避免類似事件再次發生。
2. 嚴格管制受電中開盤、維護與施工等作業。於盤面上張貼告示，禁止運轉中開盤維護，防範類似事件再次發生。

(二) 人員訓練方面：請 Gutor 公司於龍門電廠代訓台電公司維護及運轉人員，並協助台電公司審查操作程序書以符合 Gutor 之廠家規範。

(三) 其他：

1. 完成 13 只受損 MOV 之更換，並檢查電源濾波器(EMI Filter) 及下游設備，並無發現有受損情形。
2. 完成更換疑似故障之控制卡片及送廠家檢測。檢測結果顯示功能正常，廠家並解釋控制卡片在電源切斷一段時間後，已恢復正常，故無法發現異常。

肆、原能會管制措施

本會視察員於得知本次事件後，立即赴現場查證安全相關儀控盤

MOV 受損情形及進行人員訪談，並於 6 月 7 日開立注意改進事項 AN-LM-99-021（如附件一），請台電公司就本次安全相關儀控盤 MOV 燒毀事件進行檢討改善。本會人員並就台電公司提出之答覆說明及改正措施，進行嚴密審查（歷次審查意見詳參附件二），務求潛在問題能及時發現並進行改善。

此外，本會並於 6 月 14 日召開「龍門核能電廠緊要交流電源可靠性檢討會」，請台電公司於會中就本次事件提出檢討說明，並作成會議紀錄（如附件三）及提出多項會議審查意見，要求台電公司進行檢討改善。並就台電公司提出之答覆說明及改正措施，進行嚴密審查（審查意見詳參附件四），後續審查意見之答覆並納入龍門電廠核管案件 LM-D-9903 追蹤，務求潛在問題能及時發現並進行改善。

另為落實管制資訊公開透明化，本會並於 6 月 21 日將本次事件簡要說明（如附件五）公布於本會網站，以將本次事件相關資訊及本會管制作為，適時提供民眾瞭解，避免產生誤解。

伍、結論

安全相關儀控設備為雙電源設計，本次事件雖造成一串電源喪失，然並未造成安全相關儀控設備喪失功能。惟為確保安全相關儀控電源之可靠性，避免影響安全功能之達成，本會仍就本次事件要求台

電公司進行檢討改善，以嚴密核安管制，務求潛在影響未來龍門電廠運轉安全之問題，能及時發現並進行檢討改善。

本次事件肇因，經台電公司調查及提出相關說明，並經本會人員進行查證及審查，發現維護作業不當應為造成本次事件最有可能之原因，然是否仍存在其他潛在問題而影響安全相關儀控電源或設備之可靠性，因仍存有若干疑點，本會將以注意改進事項及管制追蹤案件進行後續追蹤。至於台電公司針對本次事件檢討，所提出之改善措施，本會亦將密切追蹤改善情形，以避免類似事件再次發生。

此外，本會日後將持續落實資訊公開透明化，適時將本會管制作為提供民眾瞭解，以讓民眾安心、放心。

附件一

核能電廠注意改進事項

編 號	AN-LM-99-021	日 期	99 年 6 月 7 日
廠 別	龍門核能電廠	承辦人	郭獻棠 2232-2129
注改事項：請針對龍門電廠安全相關儀控盤金屬氧化物變阻器(Metal Oxide Varistor, MOV) 燒毀事件，進行檢討改善。			
內 容：			
一、查電廠人員於 DIV III R13 Vital AC 電源停電清盤並復電（5 月 27 日）後，6 月 4 日檢查發現控制廠房安全相關儀控盤 12 盤（含 DRS 11 盤及 NUMAC 1 盤）R13 電源 MOV 有燒毀現象，各盤（雙電源設計）僅剩單一電源供電，並於 6 月 5 日 JTG 試運轉工作會議提出檢討。請針對本案 MOV 燒毀原因及是否潛在存有共因失效機制，進行檢討改善。			
二、本會視察員於 6 月 7 日抽查 DRS 編號 1308、1309B 及 1309C 等 3 盤 MOV 燒毀狀況，發現 Power Line Filter (EMI Filter) 輸入側或輸出側之 MOV 有燒毀爆裂現象，Power Line Filter 是否已受損，尚待電廠檢查確認；請電廠完成本事件受損零組件或設備之調查確認，並進行改善。另本案若確認係 EMI 所造成，請一併檢討安全相關 DRS 及 NUMAC 儀控設備之 EMI Qualification 並進行改善。			
參考文件：			

附件二之一

行政院原子能委員會 函

機關地址：23452 台北縣永和市成功路 1 段 80

號 2 樓

承辦人：郭獻棠

連絡電話：(02)22322157

傳真：(02) 2232-2282

E-Mail：stguo@aec.gov.tw

受文者：

發文日期：中華民國 99 年 8 月 30 日

發文字號：會核字第 0990012460 號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：無

主旨：貴公司針對本會所開立之注意改進事項編號 AN-LM-99-021 之處理答覆，本會意見如說明，請查照。

說明：

- 一、復 貴公司 99 年 8 月 25 日電核安字第 09908072381 號函。
- 二、靜電干擾亦屬於 EMI 之一種，請補充說明 CVCF 之 EMI Qualification 項目，是否有包含 ESD，如有，為何本次 ESD 會造成程式錯亂並引發警報。
- 三、請補充說明抽拔何種訊號線以及造成本次 MOV 燒毀之輸出電壓突波(Surge)暫態之原因。
- 四、電源突波測試(Surge Test)為安全相關儀控設備 EMI Qualification 項目之一，請補充說明在執行 Surge Test 時是否造成 MOV 燒毀，如無，為何本次輸出電壓突波(Surge)暫態事件會造成下游多項設備之 MOV 燒毀。

正本：台灣電力股份有限公司

副本：台灣電力股份有限公司龍門核能發電廠、本會核能管制處核四廠起動測試管制專案小組

附件二之二

行政院原子能委員會 書函

機關地址：23452 台北縣永和市成功路 1 段 80

號 2 樓

承辦人：郭獻棠

連絡電話：(02)22322157

傳真：(02) 2232-2282

E-Mail：stguo@aec.gov.tw

受文者：

發文日期：中華民國 99 年 10 月 11 日

發文字號：會核字第 0990014670 號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：無

主旨：貴公司對本會所開立之注意改進事項編號 AN-LM-99-021 之處理答覆（版次 1），本會意見如說明二至四，請 查照。

說明：

- 一、復 貴公司 99 年 10 月 5 日電核安字第 09910062131 號函。
- 二、查本事件中 CVCF 係經 2 次復電操作方才成功上線使用，若如案述推斷：「電源 OFF 後，卡片已恢復正常」，則造成警報原因為何？靜電放電（ESD）是否係造成本事件之原因？請提出檢討說明。
- 三、請針對原廠模擬拔線情境與事件實際發生情境間之差異提出分析說明，並證明本事件實際發生情境確有可能產生持續過電壓而燒毀 MOV。另請補充說明拔 Bypass 電壓回授訊號線而產生高電壓之原因，以及檢討防範改善措施。
- 四、倘確有拔或抽插 Bypass 電壓回授訊號線而產生高電壓燒毀下游元件，則請檢討 CVCF 保護機制之妥當性或 MOV 設計之耐受性。

正本：台灣電力股份有限公司

副本：台灣電力股份有限公司龍門核能發電廠、本會核能管制處核四廠起動測試管制專案小組

附件二之三

行政院原子能委員會 書函

機關地址：23452 台北縣永和市成功路 1 段 80

號 2 樓

承辦人：郭獻棠

連絡電話：(02)22322157

傳真：(02) 2232-2282

E-Mail：stguo@aec.gov.tw

受文者：

發文日期：中華民國 99 年 12 月 8 日

發文字號：會核字第 0990016857 號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：無

主旨：貴公司對本會所開立之注意改進事項編號 AN-LM-99-021 之處理答覆，本會意見如說明二，請查照。

說明：

- 一、復 貴公司 99 年 11 月 16 日電核安字第 09911069551 號函。
- 二、請針對下列待澄清事項，提出補充說明或改善措施：
 - (一) 若如案復說明所述，停機後靜電放電問題已消失且控制卡片已恢復正常，為何本次事件於 5 月 27 日執行 2 次復電操作後（操作期間有停機超過 1 分鐘），仍存在「Internal serial error」及「Synchronization error」警報，是否有實驗模擬結果作為佐證？
 - (二) 案述 CVCF 控制卡片因靜電問題，造成無法快速切換至 Bypass 迴路，是否有實驗模擬結果作為佐證？
 - (三) CVCF 輸出高電壓持續時間及大小為何？其累積能量是否足以燒毀下游之 MOV？CVCF 過電壓保護機制設計上是否有所不當？

正本：台灣電力股份有限公司

副本：台灣電力股份有限公司龍門核能發電廠、本會核能管制處核四廠起動測試管制專案小組

附件三

「龍門核能電廠緊要交流電源可靠性檢討會」

會議紀錄

一、時間：99年6月14日（星期一）下午2時

二、地點：本會六樓會議室

三、主席：陳處長宜彬

四、出席人員：

原能會：徐副處長明德、牛效中、趙衛武、顏志勳、
張維文、李綺思、宋清泉、郭獻棠、王迪生。

台電公司：

核技處：王茂田、李銅興。

核安處：甘副處長澤民、陳傳宗。

核發處：劉副處長增喜、楊文龍、李明宗、李浩祿。

龍門施工處：吳永烽。

龍門電廠：林副廠長志鴻、徐自生、劉鴻漳、陳肇寅、
李家光。

大潭電廠：周如卿。

五、記錄：郭獻棠

六、討論：略。

七、決議事項：

- (一) 請針對龍門電廠施工階段應通報本會事件之範圍及機制，再行檢討。此外，「龍門電廠不斷電系統(CVCF)設備故障」、「安全相關儀控盤金屬氧化變阻器燒損」、「CVCF-0300B3電源異常切換及警報」等事件

後續檢討改善，如發現安全相關設備存有設計上之瑕疵，台電公司應請原廠家依 10CFR part 21 規定通報美國核管會，台電公司並應通報本會。

- (二) 龍門電廠緊要交流電源系統設備因環境不良導致電容劣化而引發 CVCF 及下游儀控設備故障，台電公司應於燃料裝填前提出可繼續運轉安全評估報告 (Justification for Continued Operation, JCO)，否則應全面更換相關系統設備零組件。此外，龍門電廠 2 號機儀電設備在運轉環境不符合廠家規範前，不得進行加壓。
- (三) 台電公司於本次會議中提及 CVCF 及 Battery Charger 設備之原廠家疑似未依採購技術規範加裝 EMI Filter，除請再行確認外，並請檢討案涉設備驗收檢驗程序。
- (四) 台電公司於本次會議中提及發現部分設備之電源，原應使用 R15 電源而改用 R13 電源，除請就個案進行檢討改善外，並應通盤檢討其他設備是否有類似狀況及進行改善。
- (五) 請針對 3 月 31 日龍門電廠 CVCF 故障造成控制室相關盤面設備斷電事件，檢討電廠 AOP 程序書內容，並建議洽詢 WANO 及 INPO 檢討電廠相對應之運轉程序書內容之完備性。
- (六) 請針對 3 月 31 日龍門電廠 CVCF 故障造成控制室相關盤面設備斷電事件，提出正式書面檢討報告並送本會。報告內容除包含核安處調查報告外，並應包含 4 月 7 日「與核安處溝通核安相關議題」會議中與本案相關事項之答覆處理情形。
- (七) 本次會議審查意見詳如後附，請一併於前述書面檢討報告中，提出答覆處理情形。

八、散會：下午 6 時

本次會議審查意見

1. 針對 CVCF 原廠建議風扇電容、RAM、電容模組之更換年限及環境溫度、溼度限值，電廠評估後認為符合無老化之虞，但因實際現場 CVCF 已自 97 年 1 月安裝，且長期處於高灰塵及粉塵環境，而粉塵的堆積會造成元件表面相對溼度較高及正常運作溫度逐漸上升，長期散熱通風不良，也會造成散熱功能的風扇工作量增加及元件超負荷工作，而電子元件的壽命取決於其內部溫度，無形中已使電子組件加速老化。依龍門電廠現況不應依正常的環境溫度、溼度來評估其元件壽命，請重新評估相關組件之使用年限並適時更新。
2. 請說明 Rectifier 上游電源及 BYPASS 線路的上游電源是否來自同一 480V 電源，是否與現行運轉中電廠設計不同，是否符合雙電源及多重性之設計。
3. CVCF 之濾波電容器故障造成儀控設備 CP 大規模損壞，請檢討該設備之保護功能及相關保護協調。
4. 請檢討突波吸收器 (MOV) 於該系統迴路下應有之突波保護功能。
5. 環境因素可能加速電容劣化，但除環境因素外，請澄清 CVCF 本身之設計(含組件規格、保護協調機制等)是否有盲點，而導致在此事件中因單一電容器受損造成如此強度之連鎖反應。
6. CVCF 輸出之諧波，會因內部電容劣化而增加，Inverter 回授電壓初期可能無法判讀，但電容器逐漸劣化至某種程度後，理應會將 Inverter 切離，但為何未動作？請澄清 CVCF 對電容劣化，如何偵測及目前使用之 PLC 程式是否有能力監測？
7. 龍門電廠應加強運轉員有關電力系統復電過程及電力系統跳脫後之處置與訓練。
8. 台電公司若欲修改設備設計，於 CVCF 及 Battery Charger

加裝 EMI Filter，應完成諧波分析及量測，確認不會產生諧波共振問題而損壞設備。

9. 台電公司雖於 FSAR 中承諾遵循諧波控制之工業標準 IEEE Std 519-1992，然於本次會議中卻表示未執行諧波分析，請針對 IEEE Std 519-1992 之符合性，提出檢討說明。
10. 請補充說明龍門電廠使用之 Inverter 及 Battery Charger 之設備驗證，是否符合工業標準 IEEE Std 650 之規範，如果符合，為何會發生電磁干擾事件。
11. 本次簡報中提及非安全相關之 CVCF 電容及下游儀控設備 MOV，因傳導性高頻電磁干擾訊號（電氣快速暫態，EFT）長期衝擊導致受損，應提出量化之分析說明，作為佐證。
12. 本次簡報中提及安全相關或非安全相關儀控設備 MOV 受損事件，可能因儀控接地設計或安裝不良，或因諧波共振問題而導致之，請提出分析評估說明。

附件四

99年6月14日「龍門電廠緊要交流電源可靠性檢討會」

會議紀錄決議事項台電辦理情形答覆

原能會審查意見

一、決議事項（一）1項之答覆：

請針對通報機制之檢討，提出補充說明。

二、決議事項（一）2項之答覆：

請提報 10 CFR 21 通報之後續辦理情形。

三、決議事項（二）項之答覆：

請儘速提出 JCO 報告送會審查。

四、決議事項（三）項之答覆：

1. 有關 Battery Charger 設備之原廠家疑似未依採購技術規範加裝 EMI Filter 部分，請提出補充說明。

2. CVCF 設備部分，查 NCR-ELD-3111 僅限於非安全相關 CVCF 之評估，請補行安全相關 CVCF 之評估。

3. NCR-ELD-3111 引用廠家 Gutor 評估，認為 CVCF EMI/RFI 測試符合採購規範要求，惟查 Gutor 評估文件-IEC 62040-2 與 TR-102323 R1 之差異分析評估，有關 CE (Conducted Emissions) 及 RE (Radiated Emissions) 部分，採購規範要

求之測試方法 (TR-102323 R1) 有部分頻段並未涵蓋於廠家所採用之測試方法 (IEC 62040-2), 廠家以「預期此頻段問題未現」為由而接受, 是否妥當, 請再行評估廠家未依採購規範要求之測試方法執行 EMI/RFI 測試之妥當性。

五、決議事項 (四) 項之答覆:

有關主控制室照明電源改接由 R12 供電, 是否已完成設計變更評估, 或僅是臨時性措施, 請提出補充說明。

六、決議事項 (五) 項之答覆:

准予備查。

七、決議事項 (六) 項之答覆:

(一) 有關所提 CVCF 不斷電系統故障事件檢討報告及核安處調查報告:

1. 有關非安全相關 CVCF 100A3 故障事件部分, 請針對下列疑點提出補充說明:

(1) CVCF 在 Normal 電源已故障情況下, 為何可允許由 Bypass 電源切回 Normal 電源, 是否存有設計上之盲點?

(2) 依核安處調查報告所述, Gutor Battery Charger 之 CE (Conducted Emissions) 疑有不符合 NEMA PE-5 之規範, 請再提出澄清說明。此外, IEEE Std 519-1992 及 IEEE Std

944-1986，皆要求 UPS 輸出電壓之總諧波量不應超過 5%，單一諧波量不應超過 3%，惟依台電公司所量測資料估測，疑有不符合 IEEE 標準規範，請再行確認。

(3) 依核安處調查報告所述，Gutor 係依循 IEEE Std 944 執行 CVCF 之測試，Gutor 所執行之測試是否符合 IEEE Std 944 之規範？其完整性是否足夠？

(4) 依核安處調查報告所述，Gutor CVCF 之控制線路必須改善，設備方能符合工業標準，是否意指 Gutor CVCF 在暫態下之輸出電壓無法符合 IEEE Std 944-1986 「5.8 Output Requirements」之「5.8.6 Transients」之規範要求？是否有佐證資料？

2. 有關安全相關 CVCF 000C4 故障事件部分，請針對下列疑點提出補充說明：

(1) 內部控制卡片為何會因本次靜電干擾事件而導致程式錯亂？是否設計上在硬體或軟體方面存有強健度不夠之問題？

(2) 倘內部控制卡片因靜電干擾而導致程式錯亂，為何設計上在故障未排除下，仍能允許 CVCF 起動供應下游負載，並於本事件造成 13 只 MOV 受損？

- (3) 5月28日電廠人員因執行活線檢修，抽插「Bypass 電壓訊號線」，台電推論可能因此而導致電壓暫態並燒毀下游 MOV，然在無 CVCF C4 及降壓變壓器輸出電壓異常變化之紀錄或故障重建量測佐證資料下，如何推論抽插「Bypass 電壓訊號線」會導致電壓暫態而燒毀下游負載？有何依據？
- (4) 倘 CVCF 因抽插訊號線而產生過電壓，則 CVCF 過電壓保護機制為何失效？
- (5) MOV 之設計，係用以防範電壓暫態，避免造成下游設備或零組件受損，安全相關儀控設備電源之設計，在 Power Line Filter 前/後端皆設有 MOV，為何 Power Line Filter 上游 MOV 無法發揮抑制本次電壓暫態功能，而造成 Power Line Filter 下游 MOV 受損？Power Line Filter 是否有受損狀況？
- (6) 同處於降壓變壓器 XFMR 0200C4 下游負載之 CB 廠房 2900 分電盤 1R13-PPL-0200C4 及分電盤 1R13-PPL-0210C4，為何僅見電盤 1R13-PPL-0200C4 供電之負載群儀控設備 MOV 受損？分電盤 1R13-PPL-0210C4 上游 EPA (Electrical Protection Assembly) 是否因過電壓動作而保護下游負載？若 EPA 未因過電壓而動作，則造成 MOV 燒毀之過電壓

來源及機制為何？

(7) MOV 有可能因劣化造成「Clamping Voltage」下降，並在未達過電壓條件下而燒毀，由於本案並無過電壓之佐證，本次 MOV 燒毀事件是否因 MOV 劣化所致？是否有 MOV 監測維護紀錄作為佐證？

(8) 由於接地系統尚未完成移交，本次 MOV 燒毀事件是否因潛在未發現或未解決之接地問題所致？

3. 所提「後續改善措施」共計 4 項，請針對下列事項再行檢討：

(1) 第 2 項「提升設備可靠度維護作業」，由於過去 CVCF 環境不良，已影響 CVCF 零組件之可靠度，台電公司應參據廠家說明書，檢討 CVCF 零組件更換計畫。此外，有關 CVCF 之「Air Filter」，依廠家說明書所述，應至少每 6 個月檢查一次，如骯髒嚴重，應立即更換，請確認是否已依廠家說明書規範辦理。

(2) 第 2 項「提升設備可靠度維護作業」，台電公司應請 Gutor 公司協助審查 CVCF 維護作業程序書，以免再次發生維護作業不當之情事。

(二) 本次答覆並未提供 4 月 7 日「與核安處溝通核安相關議題」會議中與本案相關事項之答覆處理情形，請補提之。

(三) 請將 Gutor 及 GEH 之事件檢討報告送會。

八、決議事項 (七) 項之答覆：

1. 第 1 項之答覆：請提報後續檢查辦理情形。
2. 第 2 項之答覆：准予備查。
3. 第 3 項之答覆：請說明台電公司檢討結果及補強措施，以避免再次發生類似情事。
4. 第 4 項之答覆：請補充說明 MOV 無法發揮正常保護功能原因及檢討改善措施。
5. 第 5 項之答覆：請補充說明 GEH 何時可完成保護協調機制之 Overall Review，以及在未完成前有何補償措施，以防止類似事件再發生。
6. 第 6 項之答覆：請補充說明 GUTOR 回覆信函 GUT-TPC-ES007B-0164 內容，及澄清本事件中 CVCF 對電容器損壞之反應是否正確。
7. 第 7 項之答覆：准予備查。
8. 第 8 項之答覆：有關加裝 EMI Filter 部分，請補充說明 GEH 回覆信函內容。
9. 第 9 項之答覆：依台電回覆，NI 部分有進行諧波計算分析，並納入廠家規範，BOP 部分則補做諧波計算分析，惟是否有納入

廠家規範？此外，有否依 IEEE Std 519-1992 規範，執行量測，
驗證分析結果？

10. 第 10 項之答覆：查 IEEE Std 650-1990 之「4.3 Environment」
已將 EMI/RFI 納入測試規範，所述「並不包括電磁干擾」，並
不正確，應予修改，並應檢討是否符合採購規範規定應符合之
電磁相容標準或指引。
11. 第 11 項之答覆：有關 MOV 部分，台電公司已由綜研所執行量
化試驗分析，證實高電壓 183 Vac 60 Hz 約 30 秒下，即可燒
毀 MOV，至於台電公司所提 EFT 或高次諧波對於電容及 MOV 之
影響，請比照執行量化試驗分析評估，補充說明所量測到之高
次諧波對於電容及 MOV 之影響程度。
12. 第 12 項之答覆：請針對潛在之諧波共振問題，提出分析評估
說明。

附件五

龍門電廠 1 號機安全相關儀控盤金屬氧化變阻器燒損事件

99-06-21

一、事件經過

99 年 5 月 27 日 09:31 龍門電廠人員使用毛刷和吸塵器進行不斷電系統(1R13-PPL-0200C4)清盤作業，復電後不斷電系統(CVCF)雖正常供電，但後來陸續有不正常警報(Internal serial error 和 Synchronization error)出現。後經電廠人員檢修，發現部分安全相關儀控盤已喪失來自前述不斷電系統電源(1R13)，電源保險絲並已熔斷，顯示不斷電系統電源下游負載有短路現象，但因安全相關儀控盤為雙電源設計，故並未影響安全相關儀控設備之運作。事後經龍門電廠會同施工單位人員一同查證，發現安全相關儀控盤之電源濾波器-電磁干擾濾波器(EMI filter)之金屬氧化變阻器 (MOV 或稱突破吸收器)已受損短路，經全面檢查後共有 11 個盤面 11 只 MOV 受損，其上游電源皆來自不斷電系統 1R13-PPL-0200C4。

二、龍門電廠因應措施及可能肇因

電廠人員於事件發生後，首先確保安全相關儀控盤面的另一串電源正常供電，並請不斷電系統(CVCF)供應廠家 GUTOR 公司派員至電廠判定肇因及檢修。經 GUTOR 台灣分公司工程師至廠檢查，電容器量測仍正常，CVCF 電壓輸出亦正常，並由 GUTOR 初步判斷為停電清盤時靜電造成記憶體(RAM)內部程式錯亂導致輸出電壓暫態，並造成下游 MOV 受損短路而喪失來自 CVCF 之電源。電廠人員將向原廠採購新組件及以 2 號機的組件進行更換，以恢復安全相關儀控盤雙電源設計之功能。

三、龍門電廠後續處理措施

除前述更換受損的金屬氧化變阻器(MOV)及 RAM 之外，並禁止使用毛刷清理不斷電系統(CVCF)，以預防靜電。同時亦請 GUTOR 公司協助電廠執行 CVCF 運轉及維護人員訓練。

四、本會查證及關注事項

事件發生後，本會除指派視察員於龍門電廠現場進行查證並開立注意改進事項 AN-LM-99-021 要求台電公司進行檢討改善外，並於 99 年 6 月 14 日與台電公司召開之「龍門核能電廠緊要交流電源可靠性檢討會」，提出本會審查意見要求台電公司針對安全相關相關儀控設備

MOV 受損事件，除檢討前述台電公司所提靜電干擾記憶體(RAM)內部程式錯亂導致輸出電壓暫態外，並檢討是否存有其他因素，例如儀控接地設計或安裝不良或諧波共振等，而導致 MOV 受損。

如對以上內容有疑問者，請洽趙衛武科長:(02)2232-2121。