

99 年 8 月 7 日龍門電廠
喪失 345 kV 廠外電源事件報告
(版次 1)

行政院原子能委員會 核能管制處

中華民國 99 年 11 月

目 錄

壹、事件簡述	1
貳、事件原因檢討	2
參、電廠改正行動	3
肆、原能會管制措施	4
伍、結論	5
附件一 龍門電廠喪失 345 kV 廠外交流電源事件簡要上網 說明.....	7
附件二 對自由時報「一滴水 讓核四連 3 天跳電」報導之 澄清說明.....	9
附件三 「龍門電廠 345kV 外電喪失事件檢討會」會議紀 錄.....	10
附件四 「龍門電廠 345kV 外電喪失事件檢討會」會議紀 錄答覆之後續函復台電公司.....	12
附圖一 0807 龍門電廠喪失 345 kV 外電事件相關電力設備 及接線箱示意圖.....	13

壹、事件簡述

99 年 8 月 7 日龍門電廠 1 號機正進行運轉前的測試(或稱試運轉測試)中，上午 9 時 42 分發生 1 號機 C 台輔助變壓器(UAT-C)布氏電驛及閉鎖電驛 (Lockout Relay) 動作，並引發開關場斷路器(GCB) 3520 及 3530 跳脫，廠內主要變壓器及三台輔助變壓器並同時跳脫，造成廠內用電喪失 345 kV 廠外交流電源；345 kV 電源跳脫後，廠內用電自動切換由 161 kV 廠外交流電源供電，各系統設備之電源基本上仍維持供應，主控制室亦可由運轉人員維持正常操作與監視系統狀態的功能。

本次事件發生後，龍門電廠人員首先停止所有測試工作，並由維護人員進行查修。經檢查發現 1 號機 C 台輔助變壓器(UAT-C)之布氏電驛第一段警報及變壓器溫度等參數皆正常，布氏電驛第二段跳脫信號則異常動作。經電廠人員檢查確認保護電驛動作情形及採樣分析 UAT-C 絕緣油，發現變壓器本體並無故障。

電廠人員並檢查布氏電驛中繼接線箱，發現接線箱內頂部佈滿水珠，接線端子匣及接線螺絲嚴重銹蝕，布氏電驛第二段信號線之絕緣值量測結果($1\text{ M}\Omega$ 及 $4\text{ M}\Omega$)並低於廠家規範之標準值 ($5\text{ M}\Omega$)，因而初步判定中繼接線箱內頂部水珠滴下至接線端子上而形成暫時短路，送出布氏電驛第二段跳脫信號及造成閉鎖電驛動作。經清理布氏電驛中繼接線箱內部，並將信號線接回後，重測布氏電驛第二段信號線之絕緣值，結果為 $12\text{ M}\Omega$ 及 $96\text{ M}\Omega$ ，恢復正常，電廠人員隨後執行中繼接線箱防水包紮。

在完成上述檢查之後，尚未恢復 345 kV 廠外電源前(161 kV 正常供電)，8 月 8 日凌晨 3 時 19 分主控制室再次出現布氏電驛第二段跳脫信號警報，並與 8 月 7 日狀況類似，即布氏電驛第一段警報及變壓器溫度等參數皆正常，布氏電驛第二段跳脫信號則異常動作。經電廠人員再次檢查，發現 UAT-C 二次側電力接線箱及低壓側

比壓器(PT)箱，以及相關導線管與拉線盒等處，均有積水現象，且在 UAT-C 變壓器控制箱布氏電驛跳脫回路中 X4(37)及 X4(38)端子有閃絡現象。電廠並將變壓器控制箱之端子排 X4 全部換新及重新接線，更換布氏電驛中繼接線箱及清除相關設備之積水，並拉設臨時線取代布氏電驛訊號線，另以帆布暫時包紮電纜匯流排(CBU)，防止雨水進入變壓器電力接線箱。電廠人員經完成初步改善措施後，依照復電程序書執行復電作業，於 8 月 10 日晚上 7 點 50 分完成加壓工作並恢復 345 kV 廠外交流電源。本次事件相關的電力設備及接線箱示意如附圖 1。

除以上與電力設備相關的檢查及處理外，原子能委員會(以下簡稱本會)視察員於查證系統運作狀況及訪談主控制室運轉人員時，發現在電源切換的過程中，部分已移交並運轉的設備，並未依設計功能執行相關動作，故本會要求電廠亦須檢討此部分的原因，將於下節中加以說明。

貳、事件原因檢討

本次事件發生後，龍門電廠召集各技術部門檢討原因，並依據 8 月 7 日及 8 日兩天之現場檢查結果，對於造成布氏電驛動作而導致開關場斷路器跳脫的原因，研判如下：

1. 電纜匯流排(CBU) 在設計上係由輔助變壓器(UAT)頂部上方進入二次側電力接線箱互相連接，造成雨水有機會進入電力接線箱及低壓側比壓器(PT) 箱，由於PT 箱並未設置洩水孔，故會累積雨水產生積水的現象，並進入相關導線管之拉線盒。
2. 水滴並可能由拉線盒沿著導線進入變壓器控制箱之布氏電驛控制回路中之X4(37)及X4(38)端子，經事後清查，發現此處有短路現象，故判斷曾經因此而導致布氏電驛第二段跳脫回路導通，並出現布氏電驛第二段跳脫信號，造成UAT-C閉鎖電驛動作並跳脫開

關場斷路器，而喪失345 kV外電。

至於在事件發生後，電源切換的過程中，有部份設備並未如預期(或設計)動作，例如：反應器廠房海水系統(RBSW)的 1A1 泵及反應器廠房冷卻水系統(RBCW)的 1C1 泵，在事件前為正常運轉，在上游電源切換之後，應該要自動恢復運轉，但卻未起動。由於此類不正常現象的原因涉及複雜的邏輯控制測試，目前台電總公司及龍門電廠尚在追查當中，本會則發文要求該公司繼續探討肇因(如附件四)。

參、電廠改正行動

根據以上有關事件原因檢討內容，龍門電廠採取下列改正行動：

(一)、已完成之短期改善措施

1. UAT-C 控制盤(編號1R10-CB-5000C)之端子排X4 全部換新並重新接線確認無誤且絕緣良好。
2. UAT-C 布氏電驛第一段警報及第二段跳脫信號拉臨時線替代，暫時旁通(bypass)中繼接線箱-即排除中繼接線箱積水及水滴之影響。
3. UAT-C 導線管積水清除並更換布氏電驛中繼開關箱。
4. UAT A/B/C 電力接線箱及比壓器(PT) 箱均增設排水孔。
5. UAT A/B/C 電纜匯流排(CBU) 以帆布包紮防雨水進入變壓器接線箱。
6. 清潔UAT A/B/C 二次側電力電纜輸出連接包紮封套。

(二)、長期改善措施

1. UAT CBU以永久防水蓋和防水錐保護防止雨水滲入。
2. 進行各式變壓器(含MT、UAT、RAT 與ABT)相關室外設備防

水查證與改善，及戶外電氣設備接點鏽蝕情形之檢查處理。

3. UAT-C 布氏電驛第一段及第二段臨時信號線拆除，並全面更換為永久信號線。
4. 中繼接線箱改為拉線箱並取消接線端子座，控制線改採直接進入控制箱。

上述改善措施，台電公司總公司亦組成專案小組參與執行查證，並於9月25日至10月27日龍門電廠345 kV停電期間，完成改善。

(三)、電源切換之設備測試

針對本次喪失 345 kV 電源而自動切換到 161 kV 後，匯流排下流設備動作異常狀況，龍門電廠將採取編寫特殊程序書進行低電壓(dead bus) 轉換設備反應測試，例如前述之 RBSW/RBCW 等設備之測試。若測試後發現設備動作異常原因屬設計問題，則由龍門電廠運轉、儀控、電算等專業組及台電公司核能技術處成立小組，再進行評估與檢討。

肆、原能會管制措施

本會視察員於當日得知喪失 345 kV 電源事件後，立即赴 1 號機控制室瞭解情形並進行回報。當日因適逢周六，控制室內僅有少數的試運轉測試在進行，運轉值班人員於發生喪失 345 kV 電源事件時，即將狀況記錄於值班日誌並確認重要設備之起停狀態，其後運轉組人員亦進入控制室協助錄影及照相存證各控制盤面的狀態，由於廠內用電自動切換由 161 kV 廠外交流電源供電，各系統設備之電源基本上仍維持供應，主控制室亦可仍由運轉人員維持正常操作與監視系統狀態的功能。視察員隨後於 11 時 30 分參加由運轉副廠長主持，召集運轉、電氣、儀控及當日值班人員舉行「跳電事件初步調查」會議，運轉副廠長並明定初步調查事項，請運轉及維護各組人員分別進行事件查證。整體而言，本次事件發生時，控制室處

置得宜，再加上 161 kV 外電立即轉換成功，設備原則上均維持供電，並無安全疑慮。其後本會視察員持續瞭解電廠事件後之現場情況，並蒐集相關資料再將現況回報給原能會相關主管。

本次事件發生 6 天後，本會於 8 月 13 日以主動公開之立場，迅速將事件簡要說明上網公布（附件一），後續並於 14 日發布新聞稿（附件二）澄清有關「一滴水 讓核四連 3 天跳電」之誤解與報導。

另有鑑於龍門電廠於 1 個月內發生 2 次喪失 345kV 廠外電源的事件，本會於 8 月 19 日召開「龍門電廠 345kV 外電喪失事件檢討會」，由台電公司說明事故原因調查結果及後續採行之檢討預防措施，並於會議紀錄（附件三）中要求台電公司完成外電喪失事件檢討報告，並提送本會。

台電公司依本會要求於 9 月 7 日陳報本事件之檢討報告，惟經審查發現仍有數項待澄清事項，包括事件發生後之檢查作業是否平行展開、電源切換後設備是否依設計發揮正常功能等，已於 9 月 24 日函請台電公司再提出進一步說明(如附件四)。

伍、結論

核能電廠試運轉測試之目的在試驗設備施工完成後的整體系統功能，並及早發現設計、製造與施工過程產生的缺失。綜觀龍門電廠 8 月 7 日喪失 345kV 廠外電源事件，正是在試運轉測試期間發生的重要事件，雖然與 7 月 9 日事件相比，本次事件的電源轉換順利，大部分設備仍正常運轉，主控制室也持續監控電廠的狀態，並未造成重大損失，然而從這個事件之檢討改正行動，仍顯示出部分的設計缺失與系統設備瑕疵，在電廠確實進行改善補強後，將可避免將來再次發生類似事件，此亦是試運轉測試目的之一。

在此事件發生後，本會已採取相關管制措施，除立即指派視察員赴現場查證設備狀況外，並召開「龍門電廠 345kV 外電喪失事件

檢討會」，要求台電公司進行檢討改善及限期提出檢討報告，並嚴密審查台電公司所提出之檢討報告，務求潛在重要問題能及早發現並完成改善，以免日後影響電廠運轉之可靠性及安全性；此外，為落實核安資訊公開透明化，本會亦在事件發生後，將事件簡要資訊上網公布，並針對媒體報導提出澄清說明，以化解民眾疑慮。

8月7日龍門電廠喪失 345 kV廠外電源事件簡要說明

一、事件概述

99年8月7日龍門電廠1號機正進行運轉前的測試(或稱試運轉測試)中，上午9時42分發生1號機C台輔助變壓器UAT-C布氏電驛及閉鎖電驛(Lockout Relay)動作，並引發開關場斷路器GCB 3520及3530跳脫，廠內主要變壓器及三台輔助變壓器並同時跳脫，造成廠內用電喪失345 kV廠外交流電源；345 kV電源跳脫後，廠內用電自動切換由161 kV廠外交流電源供電。本次事件並無造成放射性物質外洩及人員傷害或污染事件。

二、事件肇因及電廠因應措施

事件發生後，龍門電廠人員立即停止所有測試工作，並通知相關人員進行查修。經台電公司人員檢查發現1號機C台輔助變壓器正常並無故障，布氏電驛跳脫訊號傳送中繼接線箱則發現內部積水，並初步推斷由於接線箱頂部水珠滴下至接線端子上形成暫時短路而造成C台輔助變壓器UAT-C布氏電驛跳脫並造成閉鎖電驛動作。

電廠於8月7日晚上完成接線箱清理。然於隔日8月8日凌晨3時19分，主控制室再次出現布氏電驛跳脫警報，經台電公司、電廠及廠商人員進廠共同檢查，發現變壓器本體控制箱接線端子排X4有銹蝕及閃絡痕跡，並判斷水汽延著訊號線進入變壓器本體控制箱接線端子

排 X4，造成端子 (X4-37 及 X4-38) 短路，導致 C 台輔助變壓器 UAT-C 布氏電驛跳脫並造成閉鎖電驛動作。電廠並將變壓器本體控制箱之端子排 X4 全部換新並重新接線，更換布氏電驛中繼接線箱，並拉設臨時線取代布氏電驛訊號線，另以帆布暫時包紮電纜匯流排 (CBU BUS)，防止雨水進入變壓器接線箱。

電廠人員經完成初步改善措施後，於 8 月 10 日依照復電程序書，執行復電作業，恢復 345 kV 廠外交流電源。

三、本會關切事項及後續處理

本次事件發生後，本會即指派駐廠視察員進行查證，並發現本次電源切換疑似有部分設備未依原設計功能執行，控制室有部分警報並未出現，目前電廠正澄清確認中，本會將於 8 月 19 日召開龍門電廠 345 kV 廠外電源喪失事件檢討會，要求台電公司來會提出詳細報告，以督促台電公司針對相關問題進行檢討改善。

本會將於事件發生起 45 日內提出詳細之報告並上網公告。

如對以上內容有疑問者，請洽趙衛武科長 (02)2232-2121

對自由時報「一滴水 讓核四連 3 天跳電」報導之澄清說明

核能管制處

99 年 8 月 18 日

自由時報 99 年 8 月 17 日依據本會 99 年 8 月 13 日主動上網公告之「8 月 7 日龍門電廠 345 kV 廠外交流電源喪失事件簡要說明」訊息，而報導之『一滴水 讓核四連 3 天跳電』新聞，因其部分內容並不正確，為避免誤導民眾，特澄清補充說明如下，以化解民眾疑慮。

核四廠具備 2 串超高壓的廠外交流電源，本次 345 kV 廠外交流電源跳脫喪失後，廠內用電自動切換轉由另外一串 161 kV 廠外交流電源供電，報導中敘述「喪失廠外交流電源長達三天」並不正確，另報導的標題「讓核四連 3 天跳電」，易讓人以為連續 3 天發生跳電事件，事實上係 345 kV 廠外交流電源於 3 天後恢復電源供應。

報導末段推論「萬一真的出事，容易讓人身處輻射外洩的狀況而不自知」，由於本次僅係單一設備故障事件，並無輻射外洩，且核能電廠在設計上，有多層屏蔽與多重安全保護系統，亦有輻射偵測及警報系統，相關推論過度簡化與誇大。

有關本次電源切換後安全相關設備及主控制室警報訊號之反應，是否依原設計功能執行，本會將如 8 月 13 日主動上網公告之訊息所述，於 8 月 19 日召開「龍門電廠 345 kV 廠外電源喪失事件檢討會」，與台電公司充分討論，務求釐清相關疑點，並將督促台電公司進行檢討改善。本會亦將於事件發生起 45 日內提出詳細之報告並上網公告。

龍門電廠 345kV 外電喪失事件檢討會

會議紀錄

一、時間：99 年 8 月 19 日（星期四）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、莊長富、趙衛武、張維文、
沈仲逸、趙得勝、廖建勛、洪子傑、王迪
生、郭獻棠。

台電公司：

核發處：劉副處長增喜、吳鴻明、李承勳。

核安處：冉光興。

核技處：王茂田、曾俊峰。

龍門施工處：吳永烽。

龍門電廠：林副廠長志鴻、陳肇寅、彭富福、李家光、
邱俊忠、徐錫奎。

五、記錄：郭獻棠

六、討論：略。

七、決議事項：

（一）請於 8 月 27 日前，將 7 月 9 日龍門電廠 345kV 外電喪失事件檢討報告提報本會。報告內容並應將潛在性造成外電喪失之工作管制機制、復電過程造成儀控設備受損事件等，納入檢討項目。

（二）請於 9 月 7 日前，將 8 月 7 日龍門電廠 345kV 外電喪失事件檢討報告提報本會。報告內容並應將本次電源切換，安全相關匯流排（A4、C4）及非安

全相關匯流排（C3）負載動作異常肇因分析及改善措施，納入檢討項目。

（三）請針對廠外電源喪失之預防措施，再行檢討，以提升廠用電源供應之可靠性。

八、散會：下午 4 時 30 分

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：本會核能管制處核四廠專案小組

發文日期：中華民國 99 年 9 月 24 日

發文字號：會核字第 0990013186 號

類別：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 99 年 8 月 19 日「龍門電廠 345KV 外電喪失事件檢討會」會議紀錄指示事項第（二）項之辦理情形，本會意見如說明，請查照辦理。

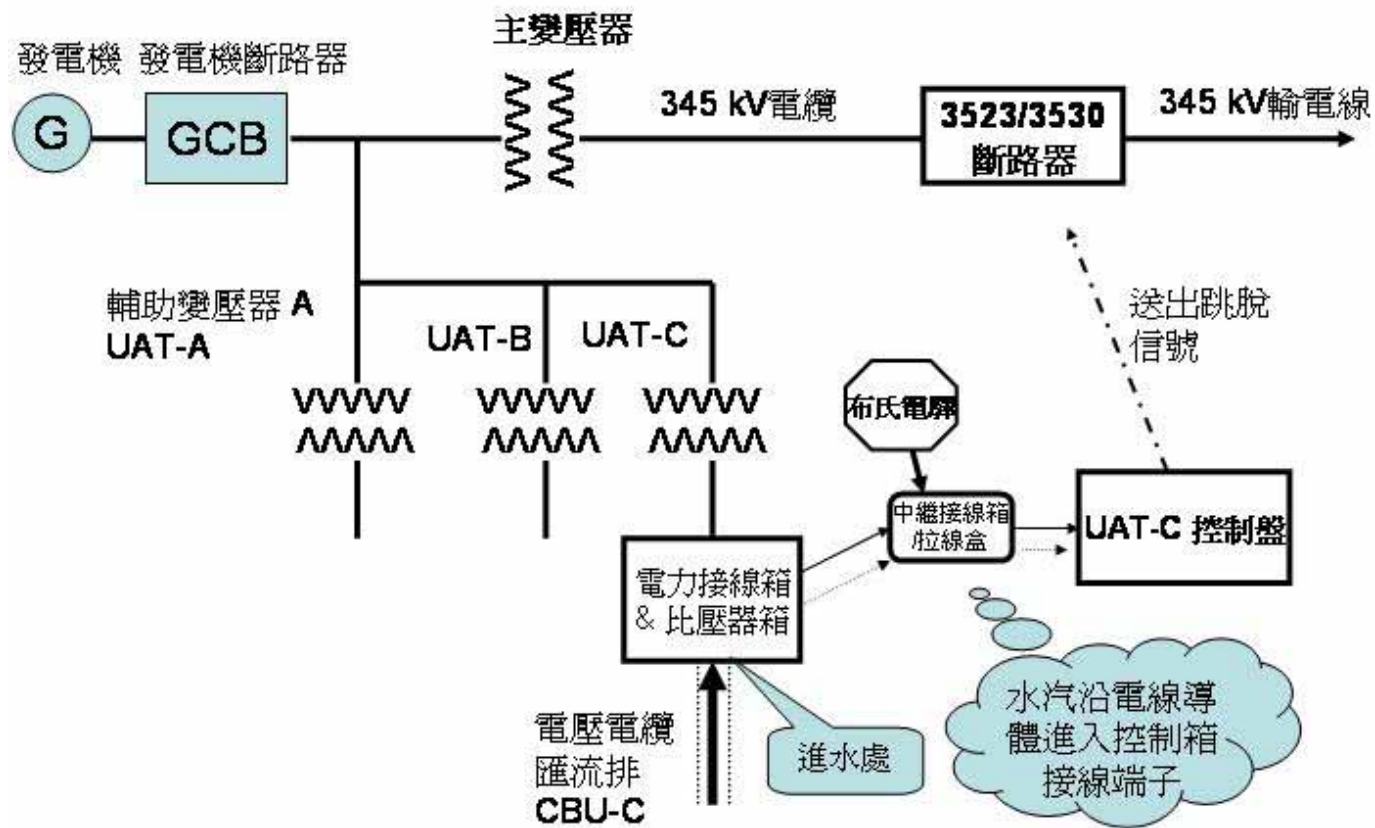
說明：

- 一、復 貴公司 99 年 9 月 7 日電核安字第 09909063981 號函。
- 二、來函所附 0807 喪失 345 kV 外電檢討報告中，並未說明是否亦對 UAT-A/B 之電力接線箱、比壓器(PT)箱及布氏電驛等接線箱(盒)做清查，為避免 UAT-C 積水狀況重複發生於 UAT-A/B，請 貴公司對此進一步說明。
- 三、請 貴公司針對此事件電源切換後，補述 RBSW 1A1 及 RBCW 1C1 動作異常之原因。另請說明 NCW PUMP C 未跳脫是否為正常現象。
- 四、有關此類運轉相關事件之檢討報告，建議仍應經 貴公司核能發電處審查後，再送本會。

正本：台灣電力股份有限公司

副本：台灣電力股份有限公司核能火力發電工程處、台灣電力股份有限公司核能技術處、台灣電力股份有限公司核能安全處、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專案小組、本會核能管制處核四廠起動測試管制專案小組

主任委員 **蔡春鴻**



附圖一 0807 龍門電廠喪失 345 kV 外電事件相關電力設備及接線箱示意圖