

# 調查報告

壹、案由：據報載，台灣電力股份有限公司核三廠二號機外電系統發生故障，且功能喪失長達 84 天之久，屬一級核能事件，惟該公司卻渾然不覺，涉有違失云云，究實情為何？認有調查之必要乙案。

貳、調查意見：

本案台灣電力股份有限公司(下稱台電公司)第三核能發電廠(下稱核三廠)二號機於民國(下同)102年4月8日起，開始進行起動變壓器 MC-X03 大修及其一次側氣體絕緣匯流排(Gas Insulated Bus, GIB)拆離與改接作業，然因核三廠人員對於控制室之警報出示，並未切實復歸，致二號機喪失備用之 161kV(kV: 千伏特，電壓單位)外電，至同年7月1日上開大修及改接工作完成後，始發現異狀而復歸警報，恢復 161kV 外電可用，致遭行政院原子能委員會(下稱原能會)開立四級違規。爰經本院立案調查，調查委員於 102 年 10 月 14 日約詢台電公司及原能會相關人員，嗣請有關機關補充說明資料後，業已調查竣事，茲將調查意見臚陳如下：

一、台電公司核三廠執行二號機起動變壓器大修及其一次側氣體絕緣匯流排改接工作期間，竟忽視控制室警報出示而未復歸，致二號機 84.2 天喪失備用之 161kV 外電，造成爐心熔毀機率提升為正常運作之 2.7 倍(由每年百萬分之 6.3 升高至 17.1)，影響核能電廠營運安全，而屬一級核能事件(異常警示事件)，並遭原能會開立四級違規，核有違失。

(一)查核三廠計有兩部機組，其一、二號機各有 4 組 4.16kV 匯流排及 3 組 13.8kV 匯流排，以將電力供應至相關電氣設備，其中各機組各有 2 組 4.16kV

緊要匯流排(編號為 A-PB-S01、B-PB-S01)係供電至與安全有關之電氣設備。為增加電源系統之可靠度，設計上採多重保護電源，即核三廠除兩部機組之主發電機發出之 25kV 電力，可經由輔助變壓器供電至 4.16kV 及 13.8kV 匯流排外，其外電系統尚包括 4 路 345kV(來自大鵬超高壓變電所之大鵬一路、大鵬二路、大鵬三路及瀾力超高壓變電所之瀾力線)及 2 路 161kV(來自楓港一次變電所之楓港線及墾丁一次變電所之墾丁線)電源，345kV、161kV 外電可經由 MC-X01 或 MC-X04、MC-X02 或 MC-X03 起動變壓器供電至 4.16kV 及 13.8kV 匯流排，而 161kV 匯流排另接有 2 台氣渦輪發電機(容量各為 69.6MVA)，亦可經 MC-X02 或 MC-X03 起動變壓器供電；又與安全有關之 4.16kV 緊要匯流排，則各設有 1 台緊急柴油發電機(容量 8,750kVA)，以及另設有第 5 台緊急柴油發電機(容量 8,949kVA)可選擇供電至任一組緊要匯流排。因此，核三廠電氣設備之電力來源計有：4 路 345kV 外電、2 路 161kV 外電、兩機組之主發電機、2 台氣渦輪發電機，而與安全有關之 4.16kV 緊要匯流排，則另設有緊急柴油發電機，相關電氣設備(匯流排)可由其中一個電力來源供電，並預選另一電力來源作為備用電源，當供電中之電源故障跳脫時，匯流排可自動切換至預選之備用電源繼續供電，以多重保護方式避免電源因故喪失，造成爐心熔毀之災害。

- (二)按核三廠異常操作程序書中之警報程序書 595.8.2 「JP012B 警報窗警報分析及處理」窗號 17 之「161kV 斷路器 1660 故障/跳脫」載明，該警報可能之動作元件包括「SWYDX12(二號機)輔助電驛賦能」等，可能原因有「161kV 開關場斷路器 1660 手動跳脫」

等，立即措施則包含「當警報出現時須至 JP088C/D(二號機)查看保護電驛是否動作，若動作通知電氣組處理；此時警報無法 Reset(復歸)，且 161kV 供電到 A-PB-S01/B-PB-S01 等之斷路器將無法投入，須宣布 161kV 起動變壓器不可用。當警報出現時確認是開關場手動跳脫斷路器，則將 JP012 盤 MC-HS127 Reset 使警報消失(若警報沒有復歸，則 161kV 仍不可用)。」本案核三廠於 102 年 4 月 8 日起，同時執行二號機 161kV 起動變壓器 MC-X03 大修，以及拆離該變壓器一次側之 161kV 氣體絕緣匯流排，並改接至新建之 161kV 氣體絕緣匯流排等工作，當日相關作業情形如下：

- 1、05:56 二號機反應器附屬設備運轉員將 161kV 起動變壓器 MC-X03 下游之 4.16kV 匯流排(B-PB-S01)，改由 345kV 起動變壓器 MC-X04 供電，並選由緊急柴油發電機作為後備電源。
- 2、09:02 開關場值班主任將 161kV 起動變壓器 MC-X03 一次側編號 1660 之 161kV 氣體絕緣斷路器(GCB)開啟後，除將起動變壓器 MC-X03 斷電外，並使輔助電驛 SWYDX12 賦能(接點接通)並自我保持，而使控制室警報盤第 12 盤之窗號 JP012B-W17「161kV SWYD BRKR 1660 TROU/TRIP」亮白燈(161kV 斷路器 1660 故障或跳脫之訊息)，以及輔助電驛 74A-2(監測電源之電驛)賦能而使復歸按鈕 MC-HS127 亮白燈(平常時皆未亮燈)，值班主任宣布二號機 161kV 外電不可用，控制程序之固態邏輯保護系統(SSILS)已禁止(閉鎖)二號機 161kV 外電下游之 4 個 4.16kV 斷路器及 3 個 13.8kV 斷路器投入。
- 3、09:57 一號機 161kV 起動變壓器 MC-X02 供電加

壓至二號機 4.16kV 匯流排及 13.8kV 匯流排(作為備援電力)，警報窗 JP012B-W17 及復歸按鈕 MC-HS127 仍持續亮白燈，值班主任未察覺 161kV 下游相關斷路器之投入信號仍遭閉鎖，竟即宣布二號機 161kV 外電恢復可用(SWYDX12 仍賦能中，應按下 MC-HS127 復歸按鈕，以使相關斷路器可投入)，反應器附屬設備運轉員並將二號機 4.16kV 緊要(A-PB-S01 及 B-PB-S01)等匯流排之後備電源選擇開關改為 161kV 供電(161kV 起動變壓器 MC-X02)。

4、14:30 電氣值班主任為使相關保護跳脫功能旁通，以避免 SWYDX12 賦能再閉鎖 161kV 下游之供電斷路器(實際仍賦能中)，而將輔助電驛 SWYDX12 之第 6、第 7 點接線掛卡拆離(以防止檢修中之變壓器再產生保護信號，而使 161kV 供電斷路器意外跳脫)，復歸按鈕 MC-HS127 白燈因而熄滅，惟 SWYDX12 仍賦能中，警報窗 JP012B-W17 仍持續亮白燈，固態邏輯保護系統仍閉鎖二號機 161kV 下游相關斷路器之投入信號，其 161kV 外電實際為不可用。

(三)次查 102 年 7 月 1 日二號機起動變壓器 MC-X03 大修及氣體絕緣匯流排改接作業完成後，相關人員執行起動變壓器 MC-X03 之復電工作，其相關作業情形如下：

1、10:15 為恢復保護電驛之功能，機動支援班(F 班)電氣值班主任於 161kV 起動變壓器 MC-X03 之保護電驛盤 JP088C/D，進行輔助電驛 SWYDX12 第 6、7 點之消卡接線回裝作業時，聽聞電驛盤內有電驛賦能所發出之「咔」聲響(係 74A-2 賦能之聲響，MC-HS127 白燈因而再點亮)，其懷疑有電

驛動作，立即檢查該電驛盤，但並無發現電驛動作，經詢問電氣組維修人員亦無相關工作，一、二機控制室更無新增警報出示；再檢查該電驛盤後，始發現 74A-2 電驛賦能中。

- 2、11:30 氣體絕緣匯流排及起動變壓器 MC-X03 遞升加壓完成後，約 11:45 機動支援班電氣值班主任與值 C 班電氣值班主任查閱控制接線圖(CWD 圖)，追查 74A-2 電驛賦能之原因；約 12:05~12:25 午餐，12:25 繼續查圖，至 13:08 得知輔助電驛 SWYDX12 之第 6、7 點消卡閉合賦能後，會使 74A-2 電驛賦能(發出「咔」聲響)，並使 MC-HS127 亮白燈，即電話詢問二號機控制室是否有起動變壓器 MC-X03 相關警報，獲知 JP012B-W17 警報窗及復歸開關 MC-HS127 皆亮白燈。13:09 再查閱警報程序書 595.8.2，得知當 JP012B-W17 警報出示時，若未按下 MC-HS127 復歸開關，161kV 起動變壓器 MC-X02 供電至二號機各 4.16kV 及 13.8kV 匯流排之斷路器將無法投入，即通報控制室，值班主任於 13:10 宣布二號機 161kV 外電不可用。
- 3、13:19 值班經理與電氣組人員確認後，反應器附屬設備運轉員按下 MC-HS127 復歸開關後，輔助電驛 SWYDX12 失能，JP012B-W17 及 MC-HS127 之白燈皆熄滅，警報消失，固態邏輯保護系統恢復 161kV 下游供電斷路器允許投入，值班主任宣布二號機 161kV 外恢復可用。

(四)再查 102 年 7 月 1 日當日約 15:00 核三廠主動向原能會駐廠視察員告知本案 161kV 多日不可用之事件，原能會即陸續召開討論會，並在台電公司提報異常事件書面通報後，認為核三廠未依警報程序書 595.8.2 之要求，當警報 JP012B-W17 出現且無法復

歸消除時，應宣布 161kV 不可用，以及未依運轉技術規範 3.8.1 ACTION A 之要求，於 72 小時恢復二號機 161kV 外電，爰依「核子設施違規事項處理作業要點」之附件「違規事項之類級區分」一、(四).1 項所指「逾越運轉規範的運轉限制條件，且未依規定時限採取行動」，於同年 8 月 13 日對台電公司開立四級違規；目前台電公司正辦理缺失改善中，尚未提出結案申請，並將核三廠廠長、運轉副廠長、運轉經理、值 E 班值班經理、值 F 班值班經理各予申誡 1 次之處分，值 E 班二號機值班主任則予申誡 2 次之處分。依據台電公司向原能會提送之本案異常事件書面報告第四點「原因分析、事件處理及/或檢修經過」略以：「警報出示後之反應原先並無訂定標準，運轉人員對預期警報一般不會查閱警報窗程序書。…因值班人員並未完整瞭解起動變壓器之保護線路，以為 JP012B-W17 出示及 MC-HS127 白燈亮，僅影響已停用之 MC-X03，未想到 161kV 供電斷路器投入信號被閉鎖。…4 月 8 日下午因應 MC-X03 大修工作將電驛 SWYDX12 第 6、7 點隔離之後，MC-HS127 白燈熄滅，減少一項提醒起變保護線路閉鎖之指示。…值班人員對 JP012B-W17 警報與 MC-HS127 復歸按鈕白燈之間的關係瞭解不夠深入。」同書面報告第五及第六點指出並無放射性物質外洩及人員遭受輻射曝露傷害情形。又同書面報告第七點「可能影響(對實際或潛在之安全影響評估)」及「核三廠異常事件報告評估表」略以：「考量此種電源配置狀況下，最嚴重的挑戰即為完全喪失 345kV 外電且機組急停，A-PB 及 B-PB 匯流排(緊要匯流排)同時喪失正常供電電源，而須切換至備用電源時，又因 161kV 供電到二號機緊要匯流排的斷

路器無法投入，使緊要匯流排亦同時喪失備用電源，而造成匯流排低電壓，因而引動 A/B 台緊急柴油發電機及緊要匯流排之 Load Shedding 及 Load Sequence 信號(緊要匯流排上之負載將先卸載後，再依序自動投入)。」及「本事件之事故原因歸類屬：人員作業疏失，包含操作缺失及行政管理缺失。本事件之事故分析歸屬：運轉人員。」

- (五)又台電公司表示：「本事件為核三廠值班人員主動發現，並據實陳報原能會，該廠以往並無類似事件。因為程序書沒有額外提示預期出現的警報及其因應措施，且運轉員認為 JP012B-W17 警報出示是 1660 斷路器開啟後之預期警報，而沒有查對異常操作程序書 595.8.2，致沒有復歸 161kV 供電斷路器之閉鎖信號，此時若按下 MC-HS127 復歸按鈕，即可將 161kV 供電斷路器投入。依核三廠之訓練要求，對於預期或經常出示之警報處理方式為：運轉員面向值班主任舉手示意，並依往常方式處理，事後可不必看程序書，因此當時運轉員沒有查對警報程序書；警報出示後之反應，過去僅由訓練及崗位見習中學習，沒有正式訂定要求標準。核三廠已進行修改程序書，要求影響運轉規範設備可用性之重要工作，其工作規劃應就對應作業適用程序書及必要的工作指引，予以明確提列。此段期間二號機之用電主要來源，係靠本身發出的電力及 4 線 345kV 外電供應，只要有一線 345kV 線路可用，即可維持二號機所需的廠內用電，再加上原有的 2 台緊急柴油發電機及 1 台兩部機共用之氣冷式緊急柴油發電機，後備電源充足。依安全度評估模式之定量分析結果，核三廠二號機發生核子事故(爐心熔毀事故)之機率基礎值為每年百萬分之 6.3，本案二號機 161kV

外電不可用期間發生核子事故的機率，略微上升約百萬分之 2.49，依原能會核安管制視察指標，判定為低微安全顧慮。」台電公司於本院約詢時陳稱：「權責之副廠長每日均會到控制室查看，廠長也會經常去巡視，值班主任對於 JP012B-W17 警報的出示，都說是起動變壓器 MC-X03 大修及氣體絕緣匯流排改接工作所致。由於 MC-HS127 未復歸，造成之後的本事件，102 年 7 月 1 日才知道 161kV 外電不可用，是標準作業程序不夠完備，在設計上也不夠周全。控制室會顯示匯流排有無電壓，斷路器被閉鎖是沒有警示的，核三廠正在研究是否可以做到斷路器被閉鎖之警示。」原能會則稱：「依據 PRiSE(核電廠安全作業績效缺失之風險評估工具)程式，喪失 161kV 外電將使機組爐心熔毀機率由每年百萬分之 6.3 提升到每年百萬分之 17.1，但本事件 161kV 外電不可用期間為 84.2 天，發生爐心熔毀機率是略微上升(風險分析增量)約百萬分之 2.49。」

(六)綜上，台電公司核三廠二號機 161kV 起動變壓器一次側斷路器開啟斷電時，會產生一信號禁止投入 161kV 外電，此信號具自我維持功能，須以手動復歸方能清除該信號。本案核三廠於 102 年 4 月 8 日起，同時執行二號機 161kV 起動變壓器 MC-X03 大修，以及該變壓器一次側 161kV 氣體絕緣匯流排之改接工作，其先將該變壓器下游電氣設備改由 345kV 起動變壓器 MC-X04 供電後，再將起動變壓器 MC-X03 一次側之 161kV 斷路器開啟，控制室警報窗號 JP012B-W17 及復歸按鈕 MC-HS127 即亮白燈示警；在此狀況之下，核三廠警報程序書 595.8.2 規定甚明，161kV 供電至緊要匯流排等斷路器無法投入，將 MC-HS127 復歸可使警報消失，若未復歸則 161kV

外電仍不可用。惟該廠人員竟未將 MC-HS127 復歸，即於當日宣布二號機 161kV 外電恢復可用，實際卻仍為不可用，且為防止檢修中之變壓器產生保護信號，使 161kV 供電斷路器意外跳脫，而將相關輔助電驛接點隔離，致復歸按鈕 MC-HS127 白燈熄滅，因而減少一項提醒保護線路閉鎖之指示。至 102 年 7 月 1 日大修及改接工作完成後，值班人員於進行同年 4 月 8 日輔助電驛已隔離接點之回裝作業時，始發覺二號機備用之 161kV 外電不可用，經按下 MC-HS127 復歸開關後，恢復 161kV 外電可用。核三廠二號機 JP012B-W17 於 102 年 4 月 8 日 09:02 出示，至同年 7 月 1 日 13:19 MC-HS127 復歸期間，161kV 供電至相關匯流排之斷路器將無法投入，二號機計有 84.2 天(84 天 4 小時 17 分鐘)實質喪失備用之 161kV 外電，因違反外電不可用時應於 72 小時內降載停機之運轉規範要求，致遭原能會開立四級違規，本事件雖無放射性物質外洩及人員遭受輻射曝露傷害情事，然因該廠人員未事先確認預期反應及對應處置措施，且未完整瞭解起動變壓器之保護線路，亦未查對相關警報程序書，其主管人員亦未善盡監督之責，確使二號機爐心熔毀機率提高為正常運作之 2.7 倍(由每年百萬分之 6.3 升至 17.1)，而屬一級核能事件(異常警示事件)，影響核能電廠之營運安全，核有違失。

- 二、台電公司核三廠異常操作程序書 502.2 並無預期警報及處置指引，又系統操作程序書 312.4 對於隔離保護電驛接點亦無警報消失及處置指引，且 161kV 斷路器故障或跳脫等訊息之警報僅屬「一般之警報」，未能適切提醒值班人員應有之作為，另偵測試驗程序書 600-0-051 對於電力系統週測試之查核項目並未完整

，致核三廠人員未查本案備援之 161kV 外電不可用，相關程序書之訂定顯未嚴謹，影響電廠之運轉安全，確有疏失。

- (一)查核三廠異常操作程序書 502.2「起動變壓器故障分析及處理」1.1「警報」包含 JP012B-W03 等 14 個警示窗之警報意義，惟並無 JP012B-W12 之警示窗說明。102 年 4 月 8 日核三廠為執行二號機 161kV 起動變壓器 MC-X03 大修及其一次側氣體絕緣匯流排改接作業，於 05:56 依上開程序書附件八「二號機之 161kV 外電不可用期間，二部機組電源配置調整」之規定，將 161kV 起動變壓器 MC-X03 下游之 4.16kV 緊要匯流排(B-PB-S01)，改由 345kV 起動變壓器 MC-X04 供電，並選由緊急柴油發電機作為後備電源。09:57 核三廠人員再依同程序書附件九「兩部機之電源經由可用之 161kV 起動變壓器二次側電源 TIE(連結)後之配置」(二)「二號機 161kV 起動變壓器故障之電源配置及操作」之規定，將一號機 161kV 起動變壓器 MC-X02 供電加壓至二號機 4.16kV 匯流排及 13.8kV 匯流排，以作為備援電力。然 161kV 起動變壓器 MC-X03 一次側之 161kV 斷路器開啟後，將於控制室警報盤產生 JP012B-W12 之警示，並閉鎖相關 4.16kV 及 13.8kV 斷路器而使之無法投入，惟上開程序書並無預期警報及處置指引，致一號機 161kV 起動變壓器 MC-X02 雖供電加壓至二號機 4.16kV 匯流排及 13.8kV 匯流排(作為備援電力)，然相關 4.16kV 及 13.8kV 斷路器卻無法投入，161kV 備援電力實際為不可用。
- (二)次查核三廠系統操作程序書 312.4「161kV 起動變壓器操作程序書」第 7.1 節「若 161kV 起動變壓器維修停用，視需要使用 TIE BKR(聯絡斷路器)時之

操作」規定，4.16kV 及 13.8kV TIE BKR 使用時，需隔離檢修中 161kV 起動變壓器之保護電驛接點，避免供電至匯流排之斷路器跳脫，並訂有相關 TIE BKR 之操作程序。然該程序書對於隔離檢修中 161kV 起動變壓器之保護電驛接點狀態，並無警報消失及處置指引。致 102 年 4 月 8 日 14:30 核三廠電氣值班主任為使相關保護跳脫功能旁通，以避免輔助電驛 SWYDX12 賦能，再閉鎖 161kV 下游之供電斷路器（實際仍賦能中），而將 SWYDX12 第 6、第 7 點接線掛卡拆離，復歸按鈕 MC-HS127 白燈因而熄滅（減少一項提醒保護線路閉鎖之指示），惟 SWYDX12 實際仍賦能中，警報窗 JP012B-W17 仍持續亮白燈，固態邏輯保護系統仍閉鎖二號機 161kV 下游供電斷路器之投入信號，其 161kV 外電實際為不可用，核三廠有關人員竟一無所知。且依該廠行政管理程序書 104.1「運轉管理實務」6.11「主控制室警報管制」之規範，控制室之警報分為：第 1 類「須待適當時機（例如停機）才能檢修之警報」、第 2 類「待 DCR(Design Change Request, 設計變更申請)修改或 DCR 施工之警報」、第 3 類「因設備測試、正常停用或再循環等之正常警報」、第 4 類「設備異常之警報」，其中第 1、第 4 類警報須追蹤與管制；又警報顏色之識別則有：紅色「反應器安全保護系統之動作訊號或導致汽機/發電機跳脫之訊號」、橘色「反應器安全保護系統單一控道之動作訊號或對機組安全運轉構成威脅之訊號」、白色「一般之警報」、綠色「設備/系統狀態告知性之警報」；然本案核三廠二號機控制室警報盤第 12 盤 JP012B-W17 警報，係指 161kV 斷路器故障或跳脫等訊息之警報，且系統已禁止（閉鎖）二號機 161kV 外

電下游相關 4.16kV 及 13.8kV 斷路器投入，包含 2 組 4.16kV 緊要匯流排，惟其警報顏色為白色，僅屬「一般之警報」；依據台電公司所提之本案異常事件書面報告第四點「原因分析、事件處理及/或檢修經過」略以：「...JP012B-W17 警報窗為白色警報，運轉人員警覺性較低...，JP012B-W17 出示表示 161kV 外電不可用，應列為橘色警報。」

- (三)再查核三廠偵測試驗程序書 600-0-051「電力系統週測試」規定，該廠每週至少測試 1 次證明電力系統之可用性，並符合相關運轉規範之規定，以確定廠外電源傳送網及廠內安全相關配電系統之迴路可用，確保 4.16kV 緊要匯流排(編號為 A-PB-S01、B-PB-S01)，可由 345kV 起動變壓器、161kV 起動變壓器、輔助變壓器、緊急柴油發電機中之任一電源供電。然本案二號機值班運轉員自 102 年 4 月 8 日至同年 7 月 1 日期間，雖每 7 天執行一次 600-0-051 程序書之「電力系統週測試」，因該程序書之電力系統可用性查核，僅涵蓋 161kV 電源之電壓及相關斷路器故障/跳脫等物理性質之查證，包括：確認 161kV 起動變壓器 MC-X02 上游斷路器投入、確認 161kV 起動變壓器 MC-X02 之 4.16kV 側三相電壓正常、確認 4.16kV 緊要匯流排供電斷路器列置正確。然除本案遭閉鎖之斷路器並無警報外，該程序書對於電力系統週測試之內容，並未要求驗證斷路器是否已遭邏輯信號閉鎖，致二號機 84.2 天實質喪失備用 161kV 外電期間之 17 次「電力系統週測試」，皆未能發現 161kV 外電不可用。依據台電公司提送之本案異常事件書面報告第四點「原因分析、事件處理及/或檢修經過」略以：「運轉員每 7 天執行一次 600-0-051 程序書『電力系統週

測試』，...但是該程序書並未完整查核外電『availability』（可用），沒有發現 161kV 供電斷路器無法投入。」

(四)綜上，102 年 4 月 8 日核三廠為執行二號機 161kV 起動變壓器 MC-X03 大修及其一次側氣體絕緣匯流排改接作業，依異常操作程序書 502.2 之規定，先將起動變壓器 MC-X03 下游之相關匯流排改由 345kV 起動變壓器 MC-X04 供電，並使一號機 161kV 起動變壓器 MC-X02 作為備援電力，惟該程序書並無預期警報及處置指引，致值班人員未查備援之 161kV 外電為不可用。又核三廠依系統操作程序書 312.4 之規定，隔離檢修中 161kV 起動變壓器之保護電驛接點，以避免 161kV 供電至匯流排之斷路器跳脫，惟亦使復歸按鈕 MC-HS127 白燈因而熄滅，然該程序書對於隔離保護電驛接點之作業，並無警報消失及處置指引，致值班人員誤認該復歸按鈕白燈熄滅，即代表 161kV 外電為可用；且 161kV 斷路器故障或跳脫等訊息之 JP012B-W17 警報顏色為白色，僅屬「一般之警報」，易遭值班人員忽視。另核三廠偵測試驗程序書 600-0-051 雖規定每週至少測試 1 次電力系統之可用性驗證，包含後備電力，惟僅檢視斷路器狀態及電壓是否正常，除遭閉鎖之斷路器並無警報外，程序書亦未要求驗證斷路器是否已遭閉鎖，查核作業顯未完整，致二號機喪失備用之 161kV 外電期間之 17 次電力系統週測試，皆未能發現 161kV 外電不可用。台電公司核三廠相關程序書之訂定顯未嚴謹，致 84 天未查二號機備用之 161kV 外電不可用，影響電廠之運轉安全，確有疏失。

三、台電公司核三廠二號機備用之 161kV 外電 84 天不可用期間，控制室各值輪班人員除未瞭解相關警示之意

義外，亦未查閱相關程序書，即於「控制室警示系統測試核對表」將本案 JP012B-W17 之警示原因，登錄為設備定檢及改接工作之正常警報，未再詳查檢討該警示存在之原因，即依循前值人員之紀錄，顯示該公司技術人員對電力系統之基本訓練不足及驗證系統警示之態度亦欠積極，實有未當。

- (一)查目前核三廠值班人員計有 5 班(B 班至 F 班)，分三值輪班(第三值 3 天休 1 天、第二值 3 天休 1 天、第一值 3 天休 2 天、第三值 3 天休 1 天…)，第一、二、三值之值勤時段分別為 0 時至 8 時、8 時至 16 時、16 時至 24 時，而機動班(F 班)為周一至周五 8 時至 12 時及 12 時 30 分至 16 時 30 分值勤；其中各機組控制室各值主要之值勤人員包含：值班經理、值班主任、反應器運轉員、反應器附屬設備運轉員，除值班經理為 1 人外，其他各機組皆各有 1 人，並須具有反應器運轉執照(前二者應具有「高級反應器運轉員執照」、後二者應具有「反應器運轉員執照」)，可於控制室操作反應器相關盤面，另各反應器機組之各值並有：機電助理員、輔機領班及值班員與見習員、汽機值班員及見習員等，其他設備之各值尚有：電氣值班主任、廢料控制室運轉員及值班員、海水泵室運轉員及值班員、開關場/氣渦輪機值班主任及值班員等人員。
- (二)次查本案 102 年 4 月 8 日核三廠二號機第二值(8 時至 16 時)係由 E 班人員當班，當 09:02 起動變壓器 MC-X03 一次側編號 1660 之 161kV 氣體絕緣斷路器(GCB)開啟後，控制室警報盤第 12 盤之窗號 JP012B-W17 即亮白燈，其後值班人員未依程序書規定按下復歸按鈕 MC-HS127，以使 161kV 外電恢復可用，值班主任即宣布二號機 161kV 外電恢復可用，

二號機 E 班之反應器附屬設備運轉員並於「二號機控制室警示系統測試核對表」中，將警報窗 JP012B-W17 之出示原因登錄為：「MC-X03 起變定檢及 GIB 改接工作，GCB 1660 OPEN」，並列為分類 3 之正常警報(因設備測試、正常停用或再循環等之正常警報)。至 102 年 7 月 1 日二號機起動變壓器 MC-X03 大修及氣體絕緣匯流排(GIB)改接工作完成後，第二值 C 班人員於進行同年 4 月 8 日輔助電驛已隔離接點之回裝作業時，始發覺二號機 161kV 外電不可用，經按下 MC-HS127 復歸按鈕後，恢復 161kV 外電可用。然於 102 年 4 月 8 日至同年 7 月 1 日二號機 84 天實質喪失備用之 161kV 外電期間，各值輪班人員皆於「二號機控制室警示系統測試核對表」中，將警報窗 JP012B-W17 之出示原因登錄為：「MC-X03 起變定檢及 GIB 改接工作，GCB 1660 OPEN」，並列為分類 3 之正常警報，該核對表並陳核至值班主任及值班經理。

- (三)又依據台電公司向原能會提送之本案異常事件書面報告第四點「原因分析、事件處理及/或檢修經過」略以：「...因 MC-X03 大修 GCB 1660 開啟掛卡，控制室成員認為 JP012B-W17 警報存在是合理的。...此後值班各班接班時，依據前值交代 JP012B-W17 警報是 MC-X03 變壓器大修工作時出現，因此以為是預期出現的警報，且 MC-HS127 復歸按鈕白燈沒亮，未再重新查閱異常操作程序書 595.8.2，沒有再質疑追查 JP012B-W17 警報窗出示是否正常？161kV 供電斷路器投入邏輯是否被閉鎖？值班各班對於既存警報且原因明確者，沒有進一步追究再查詢相關程序書的習慣。...電廠僅檢討分類 4『設備異常』之警報，因此沒有檢討 JP012B-W17

存在狀況。」台電公司人員於本院約詢時陳稱：「本事件主要原因為技術盲點，電廠人員並未瞭解『161kV 變壓器開關斷路器開啟』的警報會閉鎖匯流排上相關之 161kV 電源供應開關，認為是與 MC-X03 起動變壓器大修有關，未再查閱相關程序書，且沒有人提出質疑。」

(四) 綜上，台電公司核三廠目前值班人員計有 5 班，分三值 24 小時輪班，然於 102 年 4 月 8 日至同年 7 月 1 日二號機 84 天喪失備用之 161kV 外電期間，控制室各值輪班人員雖有查覺 JP012B-W17「161 kV 斷路器 1660 故障/跳脫」之警報出示，惟各值班人員除未瞭解相關警示之意義外，亦未查閱相關程序書，皆認為 JP012B-W17 警示係維修作業所造成之正常警報，即依循前值人員之紀錄，而均於「二號機控制室警示系統測試核對表」中，將警報窗 JP012B-W17 之出示原因登錄為：「MC-X03 起變定檢及 GIB 改接工作，GCB 1660 OPEN」，並列為分類 3 之正常警報，未再詳查檢討 JP012B-W17 警示存在之原因，顯示該公司技術人員對電力系統之基本訓練不足及驗證系統警示之態度亦欠積極，實有未當。

四、原能會對於核三廠執行二號機起動變壓器大修及其一次側氣體絕緣匯流排改接工作期間，忽視警報出示而未復歸，未再詳究實情，致二號機 84.2 天實質喪失備用之 161kV 外電，顯未善盡視察監督之責，應予檢討改進。

(一) 查原能會派有 1 位視察員駐台電公司各核能電廠，每周輪值 1 次，視察員每日上、下午應至控制室巡視 1 次。依據原能會 97 年 6 月 8 日修頒「核能電廠駐廠視察工作手冊」貳(核能電廠駐廠視察須知)

之三(現場巡視注意事項)規範，駐廠視察員之職責在深入瞭解的一切運轉活動，除執行上級所交付任務外，平時亦應主動發掘問題，並列舉：空氣壓縮機、運轉中各馬達、直流系統、廠房電氣、泵等設備之巡視要點，惟並無控制室各警報燈號等之巡視要點。原能會表示：「駐廠視察制度是原能會整體核能安全管制中重要的一環，為能配合其他管制作為以收相輔相成之效，駐廠視察所擔負的主要功能有：1.隨時掌握核能機組運轉狀況、重要安全設備功能，以及相關運轉安全參數等；2.針對核能電廠組織行政作業、廠務管理、偵測試驗、設備維修狀況、運轉人員再訓練等，進行持續性的抽查，以驗證相關作業均符合要求；3.執行核安管制紅綠燈視察，使用適當的風險度評估工具，以協助視察員判定其視察發現在安全上的風險顯著性，並經由適當的審核程序，使其判定之結果更為客觀及週延；4.機組發生異常狀況時，掌握機組現場狀況並擔任現場與原能會本部之連繫工作，俾便會本部正確執行相關之安全管制決策。」

(二)次查原能會駐核三廠視察員於駐廠期間，每日均會巡視控制室瞭解機組狀況。本案台電公司核三廠於102年4月8日起，同時執行二號機161kV起動變壓器MC-X03大修，以及該變壓器一次側161kV氣體絕緣匯流排之改接工作，其先將該變壓器下游電氣設備改由345kV起動變壓器MC-X04供電後，再將起動變壓器MC-X03一次側之161kV斷路器開啟，控制室警報窗號JP012B-W17及復歸按鈕MC-HS127即亮白燈示警，該廠人員竟未將MC-HS127復歸，即於當日宣布二號機161kV外電恢復可用，至102年7月1日大修及改接工作完成後，值班人員始發

覺二號機備用之 161kV 外電不可用，經按下 MC-HS127 復歸開關後，恢復 161kV 外電可用，相關人員皆忽視警報出示而未復歸，且未再詳究實情，致二號機 84.2 天實質喪失備用之 161kV 外電。依據台電公司向原能會提送之本案異常事件書面報告第四點「原因分析、事件處理及/或檢修經過」第 7 項「本事件發生原因歸納如下」：「1. 工作規劃細膩度不足。2. 警報反應沒有標準。3. 接班時，對於既存警報且原因明確者，沒有進一步追究再查詢相關程序書的習慣。對於前值交代預期出現的警報，沒有再重新查閱程序書，沒有再質疑追查。4. 沒有完整瞭解起變保護線路，對 JP012B-W17 警報與 MC-HS127 復歸按鈕白燈之間的關係了解不夠深入。若 MC-HS127 白燈不亮，誤以為保護電驛已復歸，不會影響 161kV 外電供電。5. JP012B-W17 警報窗為白色警報，運轉人員警覺性較低。6. 電廠僅檢討分類 4 警報：「設備異常」，沒有檢討因其他原因存在之警報。7. 600-0-051 程序書『電力系統週測試』並未完整查核外電『availability』，沒有驗證外電供電斷路器是否被閉鎖。」台電公司於本院約詢時陳稱：「本事件主要原因為技術盲點，電廠人員並未瞭解『161kV 變壓器開關斷路器開啟』的警報會閉鎖匯流排上相關之 161kV 電源供應開關，認為是與 MC-X03 起動變壓器大修有關，未再查閱相關程序書，且沒有人提出質疑。次要原因為：規畫 MC-X03 大修及氣體絕緣匯流排改接工作之細膩度不足，隔離時序過程未逐項確認預期反應及對應處置措施；過去僅檢討被判定為『設備異常』的警報，沒有檢討因其他原因存在之警報。」原能會則稱：「JP012B-W17 警示窗亮燈期間，視察員也有

詢問此警示燈為何會亮，核三廠值班人員都說是因維修工作之正常燈號。控制室 JP012B-W17 警示窗這 84 天都一直是亮著，是有足夠的警示，相關人員都忽視 JP012B-W17 警示，往後要加強訓練。」

(三)再查台電公司統計 92 年 1 月 1 日至 102 年 9 月 30 日期間，原能會對各核能電廠所開立之違規案件數計有：「核一、二、三廠總計：三級違規 1 件、四級違規 25 件、五級違規 35 件，合計 61 件。其中核一廠：三級違規 0 件、四級違規 9 件、五級違規 13 件，合 22 件。核二廠：三級違規 1 件、四級違規 6 件、五級違規 9 件，共 16 件。核三廠：三級違規 0 件、四級違規 10 件、五級違規 13 件，合計 23 件。」核三廠之一、二號機分別於 73 年 7 月 27 日及 74 年 5 月 18 日核定正式運轉，較核一、二廠各機組之營運時間短（核一廠一、二號機分別於 67 年 12 月 10 日及 68 年 7 月 15 日核定正式運轉，核二廠一、二號機分別於 70 年 12 月 28 日及 72 年 3 月 16 日核定正式運轉），其違規件數卻較核一、二廠為多。

(四)綜上，原能會派有 1 位視察員駐台電公司各核能電廠，視察員每日上、下午應至控制室巡視 1 次，以隨時掌握核能機組運轉狀況，當機組發生異常時，應掌握機組現場狀況，駐廠視察制度係原能會整體核能安全管制中重要之一環；然依據原能會修頒之「核能電廠駐廠視察工作手冊」中，並無控制室各警報燈號等之巡視要點。本案核三廠二號機 JP012B-W17 警報於 102 年 4 月 8 日 09:02 出示，至同年 7 月 1 日 13:19 復歸按鈕 MC-HS127 復歸期間，161kV 供電至相關匯流排之斷路器遭閉鎖而無法投入，二號機計有 84.2 天(84 天 4 小時 17 分鐘)

實質喪失備用之 161kV 外電，原能會駐核三廠視察員於駐廠期間，雖曾要求二號機值班人員說明 JP012B-W17 警報出示之原因，然於值班人員表示係因設備改接工作所致，即未再詳究實情，相關人員之訓練應再加強，以能善盡視察監督之責，俾維核能電廠之運轉安全。又核三廠一、二號機之正式運轉日期，較核一、二廠各機組晚約 2 至 6 年，其運轉期間 23 件違規，包含四級違規 10 件、五級違規 13 件，違規件數卻較核一、二廠為多，應予檢討改進。

五、原能會對於台電公司各核能電廠違規之裁處，依輕重由五級至一級分為五個違規等級，核與國際核能事件分級制度之事件等級，依輕重由一級至七級分為七個違規等級有異，該會對外公開之查處結果，並未釐清其差異，允宜註記說明，以免引起外界不必要之誤解。

(一)查原能會參照及使用國際原子能總署 (IAEA) 及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，針對核能電廠所發生之異常異常事件予以分級，期以易懂之方式表達核能異常事件及事故之意義與其相對重要性。國際核能事件分級制度將核能事件分成 7 個等級，較低之一至三級稱為異常事件，較高之四至七級稱為核子事故，如無安全顧慮則將之劃分成 0 級或稱未達級數；而每個國家有其各自之分級及通報系統，尤其 0 級與 1 級之判別標準，尚無法十分精準。國際核能事件分級制度基本架構如下表所示：

分類	等級	標準	實例
核子	7 級 (最嚴)	1. 大量的放射性混合物外釋出爐心至廠外各處，放射性	如 1986 年 4 月於蘇聯(今之烏克蘭)之車諾比

事故	重意外事故)	<p>物質包含各短、長半衰期之分裂產物(相當釋放出放射性量超過 <math>10^{16}</math> 貝克 I-131 之量)。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. 可能造成民眾急性健康效應。</li> <li>3. 廣泛造成區域性輻射延遲效應。</li> <li>4. 對環境造成長期影響衝擊。</li> <li>5. 影響程度超過國度。</li> </ol>	(Chernobyl)核電廠發生大量放射性物質外洩，並造成公眾健康影響。
	6 級 (嚴重意外事故)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 核分裂產物外釋(相當釋放出 <math>10^{15}</math> 至 <math>10^{16}</math> 貝克 I-131 之放射性物質外釋量)。</li> <li>2. 須全面施行區域性緊急計劃，以減少嚴重之輻射健康效益。</li> </ol>	如 1957 年於蘇聯(今之俄羅斯) Kyshtym 再處理廠之核廢料槽發生爆炸，將近 11,000 人被迫撤離。
	5 級 (廠外意外事故)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 造成核分裂產物外釋(相當造成 <math>10^{14}</math> 至 <math>10^{15}</math> 貝克 I-131 之放射性物質外釋量)。</li> <li>2. 局部施行緊急計劃(必要避難所及/或撤退之施行)，以減低可能產生之輻射健康效應。</li> <li>3. 爐心因機件缺損和/或損毀而造成之嚴重事故。</li> </ol>	如 1957 年於英國 Windscale 核電廠之氣冷石墨反應堆發生大量放射性物質外釋；1979 年於美國三哩島核電廠反應爐爐心嚴重毀損，造成有限之放射性物質外釋。
	4 級 (廠區意外事故)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 放射性物質外釋至廠外造成廠外民眾個人劑量達幾個毫西弗。</li> <li>2. 通常不作廠外防護措施，必要時方執行區域性之食物管制措施。</li> <li>3. 廠區重要設備損壞，如爐心局部熔毀等。</li> <li>4. 造成工作人員高機率致死之超曝露(5 戈雷)。</li> </ol>	如 1980 年法國 Saint Laurent 核電廠反應爐部分毀損，但無放射性物質外釋；1983 年阿根廷 Embalse 核電廠發生燃料臨界，功率突升事故，造成一旁運轉員死亡；1999 年 9 月日本 JCO 核燃料處理廠於核燃料轉化過程造成臨界事故，使得工作人員 1 人死亡，附近

			居民局部疏散之事故。
異常事件	3 級 (嚴重事件)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 放射性物質之外釋至廠外造成廠外民眾個人劑量達 10 毫西弗程度事故。</li> <li>2. 工作人員發生急性健康效應(全身曝露 1 戈雷)。</li> <li>3. 若再發生安全系統故障將演變成事故之狀態。</li> </ol>	如 1989 年西班牙 Vandellos 核電廠發生火災，使機組安全系統受損，惟未有放射性物質外洩。
	2 級 (偶發事件)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 發生重大異常事件，但尚不足以影響到電廠之安全狀況。</li> <li>2. 導致工作人員受到超出法定年劑量限制之事件。</li> </ol>	如 90 年 3 月 17-18 日核三廠 345kV 高壓外電受鹽霧害影響，線路不斷跳脫；18 日 00:45 因 A 串 4.16kV 緊要匯流排接地故障，使 345 kV 及一號機 161kV 起動變壓器下游非隔相匯流排故障無法加壓供電，而 A 台緊急發電機雖自動起動，然因 A 串緊要匯流排接地故障，而無法投入供電，B 台緊急發電機自動起動，但因激磁未能建立電壓供電，嗣因失去所有交流電源達 15 分鐘，自動進入 3A 類「廠區緊急事故」，經起動第 5 台緊急發電機並供電至 B 串緊要匯排而結束緊急狀態。
	1 級 (異常警示)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 功能或運轉上之異常，但並未顯示有何危險狀態，只是顯示違反安全有關規定。</li> <li>2. 由於設備故障，人為疏失或程序規定不健全導致之狀態(此類異常狀態須與未違反運轉限制及正確依循適</li> </ol>	如本案核三廠二號機 84.2 天備用之 161kV 外電不可用。

		當程序書之狀況加以區別，此狀況將劃分成未達級數之 0 級)。	
偏差	0 級 (未達 級數)	無任何安全顧慮	如 88 年 7 月 29 日位於台南縣山區之 326 號高壓輸電鐵塔倒塌，造成北部電力系統頻率降低，使得滿載運轉中之核一、二廠兩機組急停，主汽機、發電機跳脫，惟各項安全系統均可用。

註：西弗(Sv)：人體器官或組織於單位時間內平均所接受的輻射量。

貝克(Bq)：量測活度的單位，指一定量的放射性核種，每秒原子核衰變之個數，每秒自發衰變1次為1貝克，衰變過程會釋放出輻射物。

戈雷(Gy)：吸收劑量，等於1焦耳/千克。

(二)次查原能會為加強核能安全管制，適時糾正核子設施違規事項(違規事項係指核子設施之作業事項違反原子能相關法律、法規命令、行政規則、行政命令及執照文件之規定者)，以確保核能發電安全，爰訂定「核子設施違規事項處理作業要點」，並將違規事項依其情節輕重及影響程度之不同，由重至輕依序分為一級違規、二級違規、三級違規、四級違規、五級違規等五個等級，無安全顧慮且未達五級違規之事項列為注意改進事項。該作業要點第 6 條規定：「違規事項依其作業性質之不同，分為反應器運轉、核子反應器設施建造、核子保防與保安、輻射防護、放射性物料管理、緊急應變及其他事項等七類。」同要點第 7 條規定：「原能會發現違規情事後，得視其違規情節之輕重，以行政命令提出糾正。如有違法情事，另依法處理。」同要點附件則訂有「違規事項之類級區分」。本案依原能會 102 年 8 月 13 日開立之編號 EF-MS-102-001 違規事

項略以：「核三廠未依程序書要求當警報 JP012B-W17 出現且無法復歸消除時，應宣佈 161kV 起變不可用，及未依運轉技術規範之要求於 72 小時恢復二號機 161kV 外電。爰依核子設施違規事項處理作業要點『違規事項之類級區分』一、(四).1 項，逾越運轉技術規範的運轉限制條件，且未依規定時限採取行動，開立四級違規。」又據原能會 102 年 8 月 8 日公布之「核三廠二號機 161kV 外電不可用異常事件說明(RER-102-32-001)」略以：「二號機 JP012B-W17 警報於 102 年 4 月 8 日 09:02 執行起動變壓器 MC-X03 大修時出示，至 7 月 1 日 13:19 復歸，共存在 84.2 天。這段期間 161kV 供電到二號機 A-PB-S01 及 B-PB-S01 的斷路器將無法投入，二號機實質喪失 161kV 外電。此事件增加運轉風險，雖未造成實質的危險，但顯示違反安全有關規定，屬國際核能事件分級制度之一級事件。」國內有關媒體則報導：「核三廠二號機 161kV 外電不可用，逾越運轉技術規範的運轉限制條件，且未依規定時限採取行動，這起核能事件依國際分級列第一級。馬總統日前能源之旅，6 月 2 日夜宿核三廠的當下，身處該廠 84.2 天的危機中，隨行的大批媒體主管和記者也渾然不知。...原能會依核子設施違規事項處理作業要點『違規事項之類級區分』，逾越運轉技術規範的運轉限制條件，且未依規定時限採取行動，開立四級違規。」等云云。

(三)綜上，原能會依照國際原子能總署及經濟合作開發組織核能署訂定之國際核能事件分級制度，將台電公司核能電廠所發生之核能事件，依輕重由一級至七級分為 7 個等級，包含較低之一至三級異常事件、較高之四至七級核子事故，如無安全顧慮則劃

為 0 級或稱未達級數。又原能會為糾正國內核子設施之違規事項，將違規情節由重至輕依序分為一級、二級、三級、四級、五級之五個違規等級，無安全顧慮且未達五級違規之事項，則列為注意改進事項。本案核三廠二號機 84.2 天喪失備用之 161kV 外電，原能會認為屬國際核能事件分級制度之一級異常警示事件，並判定為四級違規，二者輕重分級制度有異，原能會對外公開之查處結果，並未釐清其差異，允宜註記說明，以免引起外界不必要之誤解。