

調 查 報 告

- 壹、調查緣起：本案係委員自動調查。
- 貳、調查對象：台灣電力股份有限公司、經濟部、行政院原子能委員會。
- 參、案由：據悉，台灣電力股份有限公司(下稱台電公司)龍門電廠(下稱核四廠)於103年5月20日應立法院要求提供「核四廠一號機移用二號機之設備清單一覽表」1份。由此清單內容簡要分析如下；1. 由一號機移用二號機之設備共計197項，移用期間為99年7月至103年3月。2. 其中移用組件原因說明，組件故障為139項約佔70%，其他則為組件磨損、設計修改、功能無法實現、光纖傳輸異常、閘桿彎區、電纜線損壞、變壓器損壞、海水腐蝕、孔蝕滲漏、儀器受潮、量測不準、無顯示、指示不正確、無法校正、無法鎖固、校驗不合格等原因計58項，約佔30%；而重新採購者計26項，已交貨完成回裝2項、廠家已提供新品3項、廠家維修完畢1項。3. 如上述除確認由廠家提供新品及廠家維修完畢者共計6項，而重新採購之26項，是否由國家預算支出，抑是由廠家賠償待查明。因此針對台電「核四廠一號機移用二號機之設備」，其移用及管理不良之原因何在？實有詳究之必要案。

肆、調查意見：

台灣電力股份有限公司曾於民國(下同)99年1月18日表示，核四廠已進入試運轉階段，預計耗時1年，規劃今(99)年12月15日裝填燃料，進行測試，如果一切順利，核四廠預計100年年底正式商轉等語；嗣後，102年5月9日行政院原子能委員會(下稱原能會)第48次定期視察之「一號機安全有關之設備維護修理與更換作業」及「二號機設備被挪用管制」之品保作業查證發現，二號機因設備被挪用至一號機所開立之不符合報告(下稱NCR)竟達897件，究竟核四廠機組相關設備備品採購情形為何？何以致二號機的設備有淪為一號機設備備品之嫌，攸關電廠運轉安全及供電穩定，實有詳究之必要。

本案經調閱台電公司¹、經濟部、原能會等機關卷證資料，並於108年2月18日、4月12日及10月7日諮詢相關專家學者，同年3月21日、6月13日及11月20日詢問經濟部政務次長曾文生、原能會常務副主任委員劉文忠及台電公司總經理鍾炳利等機關人員，已調查竣事，茲臚列調查意見如下：

- 一、核四廠封存前一號機因測試設備損壞而移用二號機相關設備，致二號機缺料共311個設備組件待採購；封存後，一號機仍有設備損壞而再移用二號機相關設備，致使二號機再缺料146個設備組件，目前共457個缺料待採購。另，一號機設備損壞但二號機已無相關設備可移用者共145個缺料待採購。若啟封，該缺料未備齊恐影響核四廠一號機與共用系統該設備所屬69個系統之試運轉測試程序書共111份，甚而影響核四運轉安全與供電穩定。而台電公司於上開調查過程，所提

¹ 本案所引用台電公司函復說明及附件，經台電公司108年12月4日函及電洽林玉明確認，函復資料附件原非列為密等文件，同意適當引用並公布。

供資料內容前後不一，設備組件損壞、採購及修復個數未能確實清查正確，顯見台電公司核四廠之料件管理系統紊亂，且回復本院公文一再發生資料正確性不足，核有怠失：

- (一)查台電公司對立法委員田秋堃103年3月5日質詢事項之答復說明，有關台電公司龍門電廠(下稱核四廠)二號機系統設備先行替換至一號機之情形，係因一號機正在執行系統功能試驗(Pre-Operational Test)，發現部分功能測試結果無法符合要求，因此以二號機相同設備先行替換至一號機使用，以利測試作業繼續進行。台電公司於103年5月20日應立法院要求提供「核四廠一號機移用二號機之設備清單一覽表」，並說明自99年1月7日至103年3月10日止，由二號機移用至一號機之設備採購清單共計197項。(附件一)
- (二)次查本案於107年6月6日立案調查後，台電公司回復核四廠一號機設備損壞移用二號機相關設備及一、二號機缺料情形：
 - 1、函詢台電公司於103年7月27日(核四廠一號機完成安檢工作)前，由二號機移用部分設備至一號機情形，據台電公司回復，自99年1月7日至103年7月27日止，由二號機移用至一號機之設備採購清單共計**266項**。(附件二)
 - 2、惟，據原能會102年第48次定期視察之「一號機安全有關之設備維護修理與更換作業」及「二號機設備被挪用管制」之品保作業查證略以，二號機因設備被挪用至一號機所開立之不符合報告(NonConformance Report，下稱NCR)共有**897件**，爰要求台電公司逐項比對266項移用設備清單與897件NCR，二者對應之項目，台電公司108年6月

13日約詢說明資料回復：

- (1) 核四廠自96年7月起陸續展開一號機與共用之126系統的試運轉測試，經台電公司查相關維修紀錄，至103年7月27日試運轉結束止，於此期間設備或組件損壞數計有2,124個，二號機移用至一號機設備或組件計有1,777個。
 - (2) 自99年1月7日至103年7月27日止，由二號機移用至一號機之設備有266項，惟266項是二號機被移用後之待採購清單，每個項目又有數個設備或組件，因此二號機待採購設備或組件數量計有607個缺料，扣除之前陸續修復或採購完成交貨有48項²(計296個組件)，二號機仍餘311個設備或組件缺料待採購。
- 3、台電公司約詢後補充說明資料回復，自103年7月28日至108年4月23日止，封存後資產維護狀態，一號機及二號機缺料情形：
- (1) 一號機封存及資產維護期間仍有部分系統維持運轉，致設備或組件發生故障，自103年7月28日至108年4月23日止，一號機設備/組件損壞總計1,064個，台電公司已自行修復751個、因核四進入資產維護管理階段而暫緩修復22個、扣除移用二號機146個設備或組件後，缺145個設備或組件。
 - (2) 二號機於封存後，因一號機封存及資產維護管理期間仍有部分設備組件運轉而發生故障。該等故障設備或組件如無法修復，乃依規定程序移用二號機設備或組件，致二號機缺料而待採購者計146個設備或組件；另，加計封存前移

² 據本院統計共58項，計296個組件。

用至一號機而缺311個設備或組件，共計缺457個設備或組件。

(三)再查核四廠試運轉測試(Pre-Operational Test)，一號機126系統308份試運轉程序書，其中187份試運轉程序書涉及安全相關或重要系統須提送原能會審查。台電公司依試運轉測試程序書完成相關測試(即系統功能試驗報告)，其測試結果須經由原設計廠家及相關顧問公司所組成之龍門計畫試運轉審查暨協調委員會(NSARC)審查同意後，方能提送原能會審查。截至106年5月止，台電公司正式提送178份系統功能報告，經審核同意共155份，其餘32份(含9份尚未正式提送)則因台電公司於核四廠資產維護期間，無法取得原設計廠家技術支援或資訊，而停止審查。

此外，原能會核能管制處張欣處長於本院108年3月21日約詢證稱，「(問：若要啟用核四需要經哪些程序及費用?)張欣：187份系統功能試驗報告，只核備155份。台電若要重啟應提完整計畫，需要再清查及評估當時測試結果現在是否完整有效。」顯見，若要啟封核四，台電公司除了要補送先前原能會尚未審核32份系統功能報告，對於已審核同意155份系統功能報告，亦需檢視及評估當時測試結果至今是否仍完整有效，而有重新測試之可能。

據台電公司回復，目前一號機共缺145個設備或組件及二號機共缺457個設備或組件，若啟封，該缺料未備齊，恐影響核四廠一號機與共用系統該設備所屬69個系統之試運轉測試程序書共111份，其中涉及安全相關或重要系統須提送原能會審查計76份(39個系統)。

由一、二號機缺料情形觀之，顯見核四廠設備備品

不足，因而需要移用相關設備；而設備備品不足，除施工測試期間無設備備品可立即替換損壞故障設備，另恐有該換卻不換或延後更換之情形，甚而影響電廠運轉安全與供電穩定。

(四)另查，台電公司於上開調查過程，所函復資料內容前後不一，設備組件損壞、採購及修復個數或項數未能確實清查正確：

1、函復內容文不對題：

有關核四廠一號機266項設備損壞後歷次備品更換情形，台電公司先於108年6月14日函復附件一(附件二)表格之「歷次更換備品時間」欄位查填，**編號15**(第一次103年1月14日、第二次103年4月3日、第三次103年4月17日)、**編號50**(第一次102年7月30日、第二次104年10月18日)、**編號116**(第一次100年11月7日、第二次101年1月30日)、**編號175**(第一次102年1月22日、第二次104年10月13日)、**編號205**(第一次103年4月3日、第二次103年4月17日)；惟嗣後本院再次要求台電公司確認「請說明266項設備中哪些項次有採購備品？依附件一表格之歷次更換備品時間欄位，僅有編號15(更換3次)、50(更換2次)、116(更換2次)、175(更換2次)、205(更換2次)有採購備品？餘261項皆未採購備品？」

台電公司108年9月27日函卻改稱，「該公司108年6月14日函復本院之附件一表格之歷次更換備品時間欄位中，編號15(更換3次)、50(更換2次)、116(更換2次)、175(更換2次)、205(更換2次)係指266項設備中，移用二號機設備後再發生損壞項目，並非待採購備品項次。」台電公司於測試階段僅採購消耗品並未採購備品，竟以「移用二

號機設備時間」回復本院所詢問「歷次更換備品時間」，有混淆視聽之嫌。

2、前函不對後函：

有關核四廠一號機266項設備移用二號機相關設備後重新採購情形，據107年7月23日函復說明(十一)略以，核四廠移用設備中有30項重新辦理採購，由附件六表格之「附件一移用清單NO.」欄位，30項重新採購分別對應266項移用設備清單編號：10、11、29、44、46、54、91、122、123、131、132、144、145、152、154、156、160、161、163、165、166、167、177、178、181、182、183、186、190、194；惟，台電公司108年6月14日函復約詢說明資料附件一-15.1表格之「新品請購單」欄位，除上揭30項，另有編號249，計31項查填新品請購單編號。

究竟266項移用設備清單有多少項進行重新採購，經108年10月22日向台電公司核四廠副廠長巫鴻志及核能火力發電工程處科長鄭金進等人員再次確認，現場人員仍無法回答實際採購多少項，爰請確實清查統計後續復本院。嗣後，於108年11月6日函始回復重新採購共30項，編號121項(壓力指示器)待採購誤植成已採購。

3、同一復函內，函文說明與附件表格數目不一：

有關核四廠一號機266項設備損壞後修復情形，據台電公司108年11月6日函復說明四略以，266項設備中已採購完成30項，另18項為修復完成及待修復，其餘218項依據102年2月27日立法院黨團協商結論暫緩採購。惟，據本院統計台電公司108年11月6日函復說明五之附件五_4-1_266項移用設備/組件缺料及待採購數量說明清單，

有21項(135個組件)修復【266項編號為：26、44、46、71、73、76、84、90、111、119、123、139、144、146、148、149、151、155、180、185、189】，7項(26個組件)待修復【266項編號為：48、89、211、217、218、235、243】，亦即266項設備(607個組件)中，共有28項修復完成及待修復。竟於同一復函內，針對修復完成及待修復的結果有不同說明。

- 4、經核，台電公司核四廠一號機若有設備損壞故障，則會在維護管理電腦系統開立請修單(Corrective Maintenance, CM)，再透過龍門施工處開立之NCR及龍門核能發電廠開立之不符合品質案件通知單(Non-Conformance Disposition, NCD)等品質文件進行交叉比對，以彙整統計損壞及移用設備清單。就「有無直接針對設備的管控清單，而非透過文件清點比對」，據台電公司表示略以，「設備故障及移用，涉及不同單位與部門，只有透過品質文件追蹤管控，方能確保相關作業在全程管制狀況下完成。」

惟，於本院調查函詢核四廠目前缺料情形，不但需耗時等待台電公司比對資料，而且所提供資料正確性亦有不足，除了截至目前(本案108年11月20日約詢)止，設備損壞情形無法確實掌握，竟多少設備重新辦理採購、修復完成及待修復都無法確定，足見台電公司核四廠之料件管理系統紊亂，且回復本院公文一再發生資料正確性不足。另，核四廠封存至今已5年多，目前為資產維護狀態，理應針對核四設備資產進行詳實清查及管理，本案並非清查核四全廠設備組件，僅就二號機相關設備移用至一號機情形、設備組件缺料情

形、設備採購及修復情形進行「切片檢查」，台電公司卻還未能清楚正確回復，況且每年核四廠預算至少新臺幣(下同)7億元、配置至少二百餘人，已封存5年多，卻未能澈底清查設備組件等資產之保存狀態。

(五)綜上，核四廠封存前一號機因測試設備損壞而移用二號機相關設備，致二號機缺料共311個設備組件待採購；封存後，一號機仍有設備損壞而再移用二號機相關設備，致使二號機再缺料146個設備組件，目前共457個缺料待採購。另，一號機設備損壞但二號機已無相關設備可移用者共145個缺料待採購。若啟封，該缺料未備齊恐影響核四廠一號機與共用系統該設備所屬69個系統之試運轉測試程序書共111份，甚而影響核四運轉安全與供電穩定。而台電公司於上開調查過程，所提供資料內容前後不一，設備組件損壞、採購及修復個數未能確實清查正確，顯見台電公司核四廠之料件管理系統紊亂，且回復本院公文一再發生資料正確性不足，核有怠失。

二、台電公司於81年陳報核四興建計畫，竟以69年所估算成本陳報，未能如實報告核四建廠成本，致使政府無法確實評估該項投資計畫之成本效益。核四以緊澀預算推動，導致統包廢標，終而影響備品之準備及採購，造成一號機因施工後測試、試運轉測試設備組件損壞時，需大量移用二號機設備組件；此外，備品不足亦嚴重影響日後一旦運轉之穩定及安全。台電公司表示當時即考慮日後再以追加預算方式提出，此亦導致政府長年來不得不對核四預算持續加碼，形成台電公司及國家之財務負擔，核有違失：

(一)據台電公司108年9月2日函之附件2「監察院約詢核四廠一號機移用二號機設備案綜合檢討報告」壹、

前言略以：

- 1、台電公司於69年5月首度陳報辦理核四興建計畫，並於71年3月奉准徵收廠址土地，後因全球經濟蕭條、電力負載成長趨緩，台電公司奉政府指示暫予擱置。台電公司嗣於73年、77年及78年共3次提報計畫，但當時各界對於核能發電之經濟性、安全性等尚有爭議與疑慮，故再度奉政府指示暫緩實施。
 - 2、80年1月台電公司為配合能源多元化目標及長期電源開發之需要，第5度陳報核四興建計畫，於81年2月奉行政院核准興建，投資總額為1,697億元，當時是以興建2部100萬瓩的機組為基礎而估算。惟至81年政府核定核四計畫時，國際上成熟的機組已發展成為100萬至135萬瓩，不但機組容量增大，且自69年首度陳報已事隔10餘年，物價調整指數亦上升甚多，故當時已瞭解預算應予合理追加，然因75年車諾比核子事故，國內反核聲浪大增，77年經濟部指示暫緩進行。台電公司決策階層認為在當時環境下，要獲得政府核定核四興建計畫已相當不易，若同時提出預算追加申請，則核四興建恐無望，權衡之後，台電公司決定推遲追加預算，先以緊澀之預算推動。由於預算緊澀，可分配預算有限，此亦造成核島區統包發包廢標的原因之一。
- (二)據本院108年11月20日約詢台電公司蔡副總經理富豐表示，核一、二、三皆採統包(turn key)，統包顧問公司於核電廠完工移交台電公司時即一併附上商轉後可使用數年、數量龐大之備品，然核四由於預算緊澀導致統包廢標，非採統包方式，乃由台電公司施工處負責施工，完工後移交給電廠營運。

施工處認為，營運後之備品應由電廠負責採購。蔡副總表示，為了預備商轉所需備品，當年他不得不極力向工程單位爭取工程預算來採購將來運轉後所需設備備品。

蔡副總經理亦證稱：「因合約只有消耗性備品，電廠成立時，發現沒有預算買將來運轉所需的備品，原因有二，因當時預算緊澀，原發包超預算，後來修改合約購買情形，用強制性備品和保固條款。」顯見，台電公司由於核四核准預算緊澀，不但無法順利統包發包，而且修改合約，於施工測試階段，以採購強制性備品(耗材)和保固條款方式而非採購設備備品。

(三)台電公司曾於99年1月18日公開宣布，核四廠已進入試運轉階段，預計耗時1年，規劃於99年12月15日裝填燃料，進行測試，如果一切順利，核四廠一號機預計100年年底正式商轉等語；因此台電公司於商轉前理應備妥運轉所需之設備備品，惟核四廠於施工測試階段，自96年起陸續有設備屆保固期日，不僅施工測試階段損壞之部分設備組件已無廠商提供保固，即使仍在保固期內但已損壞之設備組件，待廠商提供替換新品亦曠日廢時，因而需要先行移用二號機相關設備以免延誤工程進度，更不用說還要預先準備額外營運備品供正式商轉所需。

另據台電公司於本院約詢表示：「大型專案計畫有固定的專案預算，到建廠機組商轉為止都是專案預算所涵蓋，電廠開始營運(即營運階段)由營運預算編列營運所需的備品，營運備品是不包括在專案預算。核四都在施工階段，故沒有編列備品的預算。」、「當初一開始沒有充足備品，是因工程單位沒有保留預算給電廠去採購，當時消耗性備品廠商

要提供，設備是以廠商責任保固方式，所以沒有額外設備供電廠以後用，後來發現此問題，去向工程單位爭取預算來採購將來運轉後所需設備備品。」亦即，電廠自96年設備保固屆期後，為了一號機安裝測試及正式運轉所需之設備備品，於99年預計商轉前一年向工程單位爭取預算採購額外備品。倘若電廠商轉沒有準備充足備品，恐影響電廠運轉之穩定及安全。

- (四) 相較核一、二、三廠採取統包發包，並由統包顧問公司於施工測試階段採購充足設備備品而非以設備保固方式，一旦設備損壞可以由設備備品立即替換，而且因施工階段準備較多設備備品，所以電廠不需商轉前準備營運備品。另查核三廠建廠期間施工處之竣工報告，相關設備移用紀錄僅登載5件。
- (五) 台電公司當初隱藏實際成本，以利核四與建案能順利通過，日後才以追加預算方式提出；惟，此舉不但讓政府於公共投資決策當下，無法掌握該項投資真實成本，且因預算緊澀導致核四統包廢標，然台電公司當時並未驚覺統包廢標之嚴重性，並即時修正、如實向行政院陳報核四應有之建廠成本，反而改採設備標方式發包。據台電公司108年9月2日函復內容略以，「核四係採用設計採購施工同步進行之模式，在細部設計及設備採購未完成時即先根據概念設計辦理工程發包施工，後續細部設計係與施工平行進行。核一、二、三廠雖亦採行此模式，惟核四計畫採購須依88年政府頒行之採購法相關規定/程序辦理，採購時程較以往核一、二、三廠可由顧問公司直接在國外辦理為長。」、「設計採購施工同步進行(Fast Track)之方式，難免設計修改頻繁，故設計公司的整合能力極為重要，核四計畫工

程自實際展開時，設計變更之影響就一直存在，但如前所述，設計公司效能不佳及伴隨之採購限制等因素影響工程進行，致施工工期增長，其影響極大。」

然施工工期不斷推延又導致核四之一號機設備組件超過保固期，以致需移用二號機之設備組件至一號機，不但需重新採購許多設備組件，亦增加備品準備及採購之困難及複雜度，更是目前核四一、二號機仍缺設備組件的原因之一。

另，核四興建自81年原奉核定投資總額為1,697億元，已歷經多次追加預算，時至101年第4次調整核定投資總額為2,838億元，形成台電公司及國家之財務負擔。

- (六) 綜上，台電公司於81年陳報核四興建計畫，竟以69年所估算成本陳報，未能如實報告核四建廠成本，致使政府無法確實評估該項投資計畫之成本效益。核四以緊澀預算推動，導致統包廢標，終而影響備品之準備及採購，造成一號機因施工後測試、試運轉測試設備組件損壞時，需大量移用二號機設備組件；此外，備品不足亦嚴重影響日後一旦運轉之穩定及安全。台電公司表示當時即考慮日後再以追加預算方式提出，此亦導致政府長年來不得不對核四預算持續加碼，形成台電公司及國家之財務負擔，核有違失。

- 三、核四廠一號機部分設備在保固期間內損壞，台電公司未找原供應廠商修復或更新，即移用二號機設備進行替換，與一號機設備損壞處理流程不符；據台電公司所提供之資料，移用後，266項移用設備清單(607個

設備組件)，僅有30³項(135個設備組件)重新採購，另有18⁴項(161個設備組件)修復及待修復，餘218項(311個設備組件)未積極採購，顯有未當：

- (一)查核四廠一號機移用二號機相關設備組件之原因、依據、決策層級，以及一號機設備損壞處理流程，據台電公司函復說明如下：
- 1、台電公司因核四廠一號機於測試階段，各設備需執行單機測試、全系統測試及跨系統整合性測試，故各設備於此階段起停頻繁，而有設備故障狀況，該等故障組件若重新採購或送回原廠修理，期程較難掌控，為利一號機試運轉測試之執行，才先行移用二號機之設備進行替換。
 - 2、據本院108年11月20日約詢台電公司核四廠劉廠長宗興表示，早期施工後測試時，施工處為順利如期移交給電廠，移用二號機設備組件至一號機僅由**施工處副處長**同意即可。為避免安裝、測試過程中有挪用但無正式NCR紀錄狀況發生，遂於99年6月5日龍門施工處(LCO)第215次內部施工協調會主席邱處長指示建立機制管控，及會中主管副總經理黃副總指示，請督導組**追蹤挪用情形、須採購數量，及採購執行情形**。龍門施工處於99年7月21日建立「二號機移用到一號機設備管制作業程序書(LMP-QLD-072)」，透過建立管控清單強化管制。
 - 3、核四廠一號機於測試過程發生設備損壞時，係依照下列處理流程辦理：1、先執行維護檢修。2、若無法自行修復，則優先使用原採購合約所提供

³ 135個組件為30項採購加8項部分採購。

⁴ 據本院統計，共28項。

之強制性庫存備品或依建議性備品清單所採購之庫存備品更換。3、若非屬上開強制性備品或建議性備品範圍，如於保固期間，則依合約請供應商提供更換或修復；若已超過保固期且無法及時取得備品，為使一號機試運轉測試順利執行，則依規定申請移用二號機設備進行更換。

(二)依上開處理流程項次3略以，一號機損壞設備如於保固期間，則依合約可要求供應商更換新品或修復損壞設備，若已超過保固期才會移用二號機相關設備進行更換。

惟，據台電公司108年6月14日函之附件一，266項移用設備清單(附件二)中，一號機有部分損壞設備仍在保固期間，台電公司卻未要求供應商更換或修復，而移用二號機設備，例如：266項移用設備清單**編號144**(損壞時間：100年3月19日、移用二號機設備日期：100年3月22日、合約保固到期日：100年7月15日)、**編號158**(損壞時間：99年9月28日、移用二號機設備日期：99年10月5日、合約保固到期日：100年7月15日)，雖台電公司於108年11月6日函復說明，項次158移用設備係在原約保固期間外及簽定合約保固展延前發生故障等語，但仍有編號144於保固到期日前即移用二號機設備組件進行替換，與台電公司一號機設備損壞處理流程不符。

(三)次查台電公司266項移用設備清單(607個設備組件)，後續有**30項**移用設備清單(135個設備組件)重新採購，另有**18項**移用設備清單(161個設備組件)修復及待修復，餘218項移用設備清單(311個設備組件)因立法院102年2月27日決議而暫緩/停止採購該等移用後缺料設備。惟，自99年7月起，一號機設備於測試期間損壞後，因已逾合約保固到期日無法要

求原供應廠商修復或更換新品，此時一號機設備缺料需重新採購，但由於重新採購期程較難掌控，台電公司因而先行移用二號機相關設備，然移用後，台電公司理應針對該等先行被移用設備予以籌補；據本院統計台電公司函復說明附件，一號機設備損壞在保固日之後且在102年2月27日立法院決議暫緩/停止採購前，共計有125項移用設備清單，足見，台電公司於立法院102年2月27日決議前，即未積極採購籌補，其辯稱266項移用設備清單，除48項重新採購、修復及待修復，餘218項係因立法院102年2月27日決議而暫緩/停止採購移用後缺料設備，要無足採。

- (四) 約詢時調查委員請台電公司進行訪價，了解核四一、二號機所缺設備組件是否仍有貨源、目前價格如何？台電公司於108年6月分別向10家廠商針對400個缺料組件發函詢價，截至108年7月25日僅NLI代理商及Rosemont代理商共2家以E-mail提供報價資訊(計2個缺料組件)。台電公司表示，由於核四廠目前處於資產維護階段，來源及訪價設備組件的需用期程均為未知數，廠商基於成本效益考量，有可能不會積極投入人力物力去洽尋下游製造商整理評估物品規範及價金等資料。
- (五) 綜上，核四廠一號機部分設備在保固期間內損壞，台電公司未找原供應廠商修復或更新，即移用二號機設備進行替換，與一號機設備損壞處理流程不符；據台電公司所提供之資料，移用後，266項移用設備清單(607個設備組件)，僅有30項(135個設備組件)重新採購，另有18項(161個設備組件)修復及待修復，餘218項(311個設備組件)未積極採購，顯有未當。

四、核四廠一號機於測試期間所採購備品僅有消耗性的耗材，致一號機設備損壞時均無備品可資替用，而需移用二號機設備；另備品之重要性，攸關電廠運轉安全及穩定供電，易損壞或重要關鍵零組件均需備齊，並確保料件商源無虞，台電公司允宜檢討備品機制：

(一)查核四廠系統設備之備品機制，台電公司表示分為強制性備品及建議性備品：

1、強制性備品係安裝測試過程所需消耗品，核四建廠所有外購設備合約，不論是核島區、汽機區或廠房週邊設備區，皆連同設備一併採購強制性備品，主要係涵蓋電廠安裝測試過程中，所必需更換及預期可能消耗或故障之**耗材**，如墊片、O-ring、軸承等，由龍門計畫設計顧問公司於設計採購階段，針對安裝測試過程中，預估可能損耗或故障之**耗材**，列入契約由得標廠家提供。

2、建議性備品係電廠**正式運轉**期間所需之**備品**，依合約規定，廠商須於得標後3年內，依據廠家長期經驗，檢送建議性備品清單，供電廠選購，作為未來商轉後電廠運轉維護所需之備品。此等備品係以另訂新約之方式採購。由得標廠商依廠家長期經驗，提供建議性備品清單，供電廠選購。

(二)惟查，台電公司核四廠於測試期間採購之強制性備品僅係安裝測試過程所需**消耗品**，至於設備損壞故障，並無備品可替換，而是依合約保固規定，保固期間內廠商有義務免費修復或更換損壞之設備組件。然據本案諮詢學者專家表示，「不是只有耗材才需要準備備品，很多與營運、安全有關的設備或組件，都需要準備備品。關鍵零組件需要有備品去更換」、「還要準備充足的維修料件以供緊急搶修用」，顯見，備品並非只需準備耗材部分，與運轉

安全相關重要關鍵設備組件亦需事先備齊，雖台電公司另以設備保固方式，將損壞的設備送原廠修復，然送修時程難以掌握，倘若有採購備品即可立即更換，以避免延誤工程進度。故台電公司於核四廠測試期間所採購之強制性備品僅消耗品，以致需由二號機緊急移用1,777個設備組件至一號機使用，難謂妥適。

- (三)另查，有關核電廠運轉安全部分，據本案諮詢學者專家表示：「備品問題事關重大，第一，如果是關鍵的組件，一旦發生故障或誤動作就會導機組或全電廠無法運轉，整體系統調度困難，也不經濟，調度人員會因如此大容量的機組沒有備品而提心吊膽；第二，在供電吃緊的情況下，如果為了要硬撐電力系統的供電勉強在關鍵組件略有異常或瑕疵下運轉，就會影響整體系統運轉安全。」

另有關電廠穩定供電部分，本案諮詢學者專家又表示：「對核四電廠而言，只要有任何一個關鍵零組件買不到備品，就應在試運轉前變更設計，俾使商轉後可安全、穩定運轉供電。」、「就龍門電廠而言，在備品無法備齊或有缺件無法購得的情況下，即使可由二號機移用至一號機維持運轉發電，但該設備也只有一套，在沒有其他備品可資運用的情況下，若同意一號機運轉，有可能在運轉一年半載後，就因關鍵組件故障或損壞而無備品可資更換，台電調度單位要從容、經濟地調度以因應突然減少的135萬瓩（MW），實非易事，也非常態的電力系統規劃設計與運轉調度所允許。」由此可見，備品攸關電廠運轉安全及穩定供電，因此，必須備齊易損壞或重要關鍵設備組件，並且確保料件商源供應無虞。諮詢學者專家更表示，只要有任何一個關鍵零組件

買不到備品，就應在試運轉前變更設計，俾使商轉後可安全、穩定運轉供電……只要是關鍵的，就算是只少一個，也要變更設計，要改到現在或將來線上所使用的裝置、設備在未來十至二十年都有充足的備品。

- (四) 綜上，核四廠一號機於測試期間所採購備品僅有消耗性的耗材，致一號機設備損壞時均無備品可資替用，而需移用二號機設備；另備品之重要性，攸關電廠運轉安全及穩定供電，易損壞或重要關鍵零組件均需備齊，並確保料件商源無虞，台電公司允宜檢討備品機制。

伍、處理辦法：

- 一、調查意見一至二，提案糾正台灣電力股份有限公司。
- 二、抄調查意見三至四，函請台灣電力股份有限公司確實檢討改進見復。
- 三、抄調查意見，函請經濟部督飭所屬確實檢討改進見復。
- 四、調查報告之案由、調查意見及處理辦法，於遮蔽機密及個資部分後上網公布。

調查委員：田秋堃

林盛豐

趙永清

中 華 民 國 1 0 8 年 1 2 月 1 6 日

附錄一、108年4月12日諮詢會議

時間：108年4月12日（星期五）上午10：00

地點：本院8樓第8會議室

調查委員：田委員秋堃、林委員盛豐、趙委員永清

學者專家發言要點：

- 一、本人以往多次參與高鐵、捷運及台鐵初勘、履勘作業，對安全問題一向都非常重視，只要發現有安全疑慮（並非真正發現有安全問題），一定會要求提出說明，直到疑慮解除，因為安全不容妥協或打折。
- 二、有關核四控制與通訊系統部分，大都是很早期的設計，通訊技術進步日新月異，現今的技術已非昔日可比；雖然核能電廠最關鍵的是其反應爐要能安全、穩定發電，但要如何維持其穩定及安全，就必需靠慎密、眾多的偵測裝置與系統；可靠、快速的通訊系統及精準的控制設備、系統與法則，因此不能有任一關鍵組件出問題或有安全瑕疵，否則可能就會影響其安全與穩定。
- 三、有關資訊、通訊設備因推陳出新速度甚快，部分備品現在可能已停產而無法購得，因此會令人擔憂，臺灣電力系統是否也會因此有不可靠、不穩定的情形。就龍門電廠而言，在備品無法備齊或有缺件無法購得的情況下，即使可由二號機移用至一號機維持運轉發電，但該設備也只有一套，在沒有其他備品可資運用的情況下，若同意一號機運轉，有可能在運轉一年半載後，就因關鍵組件故障或損壞而無備品可資更換，台電調度單位要從容、

經濟地調度以因應突然減少的 135 萬瓩 (MW)，實非易事，也非常態的電力系統規劃設計與運轉調度所允許。所以要求台電清查核四電廠有哪些關鍵組件沒有備品或已停產無法購得，台電回復約有十多項。上述備品問題事關重大，第一，如果是關鍵的組件，一旦發生故障或誤動作就會導機組或全電廠無法運轉，整體系統調度困難，也不經濟，調度人員會因如此大容量的機組沒有備品而提心吊膽；第二，在供電吃緊的情況下，如果為了要硬撐電力系統的供電勉強在關鍵組件略有異常或瑕疵下運轉，就會影響整體系統運轉安全。而電力系統的安全是多層次防護網的概念，網有目，每一層都有，所以沒有保證安全的系統，雖然每一層防護網都有網目，但由一層一層的防護網重疊起來，近 99.99% 的安全漏洞可能都已被擋住了，高鐵系統如此，核四系統也是，由非常多層的防護網重疊起來，各司其職，核四監控系統所依賴的關鍵通訊設備、線路與介面，攸關核四系統安全，其可靠度、準確性及干擾防護等，都是應關注的焦點，不能有沒備品、或缺件、缺料情形。

- 四、新建工程中有「整線工程」實非常態，核四工程在施工過程中，各包工程似乎出現管理與整合問題，線纜的布設沒有章法，電力線、控制線、通訊線路雜亂交錯；控制中心線纜、線路進進出出也沒有妥適編碼，不利將來維護點檢或發生緊急狀況時之查修、檢修或搶修，曾要求台電檢討以符合法規。一般而言，核能電廠關鍵管路的配管都要由經美國機械工程師協會 (American Society of Mechanical Engineers, 下稱 ASME) 認證的廠商與人員才可施作，若未經認證就施作，施完成的管線仍須拆除，以確保整體核能電廠的安全。

- 五、電力線、通訊線及控制線的布設有一定的規範，因為核能電廠是一個很大的系統，子系統很多，分包工程、工項繁多，但仍不可因此而任由廠商各自為政，隨意布線，沒有管理、沒有系統，更遑論可顧及其相互間的電磁干擾問題，而有安全隱憂。
- 六、任一工程都會考慮到經濟、可行及安全，但不可能追求到 100%的安全，否則成本過高，無法被接受，自然就不會是一商品，因此任何工程或商品都沒有絕對安全的。同前述，系統安全是由一層層的防護網所構成，在某個時間、某個運轉或使用情況下，某個防護網破了，其他層防護網若都剛好沒有防堵到此一漏洞，或有防堵到此一漏洞的防護網也已有破損，未能即時修補，系統就會出現安全問題，其嚴重程度依個案而定。
- 七、就核四電廠而言，只要有任何一個關鍵零組件買不到備品，就應在試運轉前變更設計，俾使商轉後可安全、穩定運轉供電。以系統安全的角度來看，個人不會僅以備品欠缺的種類或數量來衡量，只要是關鍵的，一旦故障就會影響系統安全與穩定的，少一個都不允許；就算是只少一個，也要變更設計，要改到現在或將來線上所使用的裝置、設備在未來十至二十年都有充足的備品。在實務上，商用裝置或設備都會有其替代品或相容品可資運用，新的機型常可與舊機型相容，除非年代過久，才會有無法替代或相容情形。
- 八、應付備品來源的消失是有策略的，不是停產就代表買不到或不能用。若該零組件即將停產，一般國際大廠通常會先發布訊息，也會產製一定的數量來滿足客戶的後續維運需求，但基於成本及利潤考量，此一停產零組件，

不可能無限期供應，故使用者應自行評估其一年的消耗量及系統運轉的剩餘壽年，再評估及買到足夠的數量，以確保系統後續的正常、穩定運轉。另外產品停產也不代表買不到，因為國際通路商可能還會有庫存新品，故可能在短期內仍可買得到。因此對系統運轉有關之重要設備，應要求隨時掌握其商情。若發現使用產品即將停產，就要即時因應，若無或遲於因應就會影響整體電力系統供電的穩定度與安全性。

- 九、電力線路的規劃設計是有安全裕度的考量，可以應付瞬間的過載或開關與雷突波的衝擊，但此一安全裕度並不是無限度的，因為要考量到工程的成本。
- 十、核能電廠能否商轉的查證與確證(Verification And Validation, V&V)，應非由臺灣自行執行，以高鐵建設為例，即是如此，高鐵的履勘作業只是在工程的最後階段，試營運前，看看有沒有管理上的問題、品質上的缺失與安全上的疑慮，比較偏向整體面的妥適性檢視。若核四要重啟，僅成立履勘或安全驗證小組，實無法保證其基本的安全，因為若沒在工程初始即介入獨立查證與確證(Independent Verification And Validation, IV&V)，如今事過境遷，有很多隱蔽的缺失不易發覺。高鐵系統在施工過程即有找 IV&V 協助，施作過程中一有缺失，就會開出不符合(NC)記錄表，履勘委員會查核確認所有 IV&V 所開出的不符合(NC)事項都已關閉(Closed)，如此環環相扣，以確保整體系統安全，而非工程完成後才去看；若要如此做也必須另外再找一個有資格的國際團隊來查證、驗證與確證所有設備、系統、介面及整合，以確認都沒有問題，才能證明該系統符合

基本的安全要求。但就算如此已驗證其為安全的，只要關鍵備品無法買到，基本上就不應該冒然運轉，否則運轉一年半載就出問題，無法發電，必然會造成調度上的困難與調度人員的不安。

十一、電子設備在運轉狀況下比較不會受濕度影響而產生問題，長時間不運轉反而會因受潮而故障。曾應國營會邀請赴核四工地查看已進場設備的保存情形，雖然係放置在屋內，且有帆布覆蓋，對一般機械或重電設備而言尚可接受，但若為精密電子設備則非妥適，因為溫度、溼度、粉塵等都要加以控制。各種設備應該處在或儲存在何種環境條件，就應該讓它處在哪種環境條件，而不是只要放在屋內就可以了。

十二、台灣高鐵在營運前，因相關備品準備不足而被要求補足，否則不得營運，以避免有該換卻不換或延後更換之情形，從系統安全的角度來看，核四更應如此要求。

十三、核四電廠如果有關鍵備品買不到又無替代品可資運用的情形，基本上就不應該重啟與運轉，以免有降低品質與影響安全之疑慮。

十四、以高鐵與捷運為例，最關鍵的機電核心系統就是號誌系統，商用號誌系統必須要經過長期的驗證，全世界能做到的沒有幾家。號誌系統是要有實證、實績，光有技術並不夠，因為理論上可行，實務上就不一定可行，不一定可以實現，所以很多與安全有關的系統，除了理論與工藝技術外，尚需經驗的累積，包括事故的經驗。

十五、要執行驗證作業不僅要有能力，還應要有資格。所謂資格是表示其方法、技術能力、作業程序、品質管理等

是經認可的，不是有能力就可以去做，就能做得好。以核能電廠的運轉驗證而言，要有資格的機構、廠商及人員來執行，不是有能力、有經驗就可以做，而是其能力、經驗、品質系統等要經第三方或國際機構認可，且其資格會被持續監督與評鑑，以維持其能力、品質及驗證結果的一致性。

十六、個人不會以設備本身的名稱或其購置金額的多寡去衡量該設備的重要性，會看該設備所處的位置、損壞或瑕疵所可能造成的影響，即使是一顆螺絲，若位在關鍵位置就應予留意、持續觀察，有些組件的故障可能會影響到安全，因此需格外注意、即時監控；另有些可能會影響系統品質或穩定也都應予定期或不定期檢查、測試。

十七、若要重啟核四，先由專家履勘，執行基本的查證並無問題，但最終還是要經過有資格的第三方去查證、驗證與確認，否則大家都會有安全與否的疑慮。

十八、對龍門電廠整體系統的基本要求，就是穩定、安全，不穩定或不安全就不應重啟、商轉。

附錄二、108年10月7日諮詢會議

時間：108年10月7日（星期一）晚上6：00

地點：本院4樓第4會議室

調查委員：田委員秋堃、林委員盛豐、趙委員永清

學者專家發言要點：

- 一、備品，包含緊急維修料件與消耗性器材等，須備足至少一年的數量，但核四是三十餘年前規劃、設計的，因科技的發展與工藝技術的進步，很多核四所使用的設備或器材已屬老舊，尤其是資通訊設備，部分已停產，另因時隔甚久，部分新一代產品已無法與舊品相容，而核四單機容量甚大，達135萬瓩(MW)，兩部容量合計即達270萬瓩(MW)，其可靠與否影響整體臺灣電力系統運轉調度與電源開發規劃至鉅。是基於能源安全與穩定，核四商轉前至少應考量未來三十年運轉期間所需料件之供應，是否得以確保。若有目前已停產，採購不到，或是消失性商源，就應預為因應，不能在運轉一年半載後始因重要部件損壞，沒有備品可更換，而停機，打亂電力系統整體之運轉與調度及電源之開發與規劃步調，亦危及供電安全與可靠，是故若有前述問題就必須在商轉前改正，包括變更設計或汰換。電力系統實無法承受不安全、不可靠的大型集中式電廠的存在。
- 二、若是目前當紅的機組，「有缺料再買就好」是可能的，但本案是三十多年前設計的，尤其是通訊與控制設備，因技術發展快速，推陳出新常在一年甚或半年間發生，故常有原本的設備買不到，新的設備又無法與舊的系統

配接，而需另加橋接器才能配接，然又有因新設備或橋接器體積相對較大致無法安裝上去的情形。所以曾建議台電公司若有備品已停產，買不到，或是已經沒有料源，必須在商轉前進行變更設計予以改正。

- 三、大約在二、三年前擔任經濟部員額評鑑委員去龍門電廠（即核四廠）駐點查訪，始瞭解其封存並非一般所認知的處於靜止狀態的封存，而是要能夠隨時啟封、運轉，所以要讓設備維持正常，風機等器械仍在運轉，只是整體核四系統沒有發出電力，記憶中當時廠內還有四、五百人之多，是故在封存期間的日常運轉下，仍有設備會發生損壞、故障，仍需保養、維修。
- 四、一般電廠的測試是先進行單機測試（雖然設備出廠前大都已經廠測合格，但安裝完成後仍要測試，以驗證其安裝品質與設備性能的妥適性），所有設備單機測試沒問題後，接下來進行系統測試（介面、通訊等測試），再進行跨系統測試，最後進行全系統整合測試，因此電廠整體的測試期間非常長，過程中就有可能設備發生損壞或故障，緊急維修料件必須能立即派上用場，以核四廠而言，拆解 2 號機的部件來進行 1 機的維修，並非常態。
- 五、一般而言，每個工程完成驗收結算後付清尾款前就要交備品，以供日後維運所需，但對施工期異常長，所使用設備或零組件相對老舊的核四電廠而言，其緊急維修料件與消耗性器材等備品之準備不能僅依常態處理，必需依各別料件情況預為備足或確保商源穩定，後續取得無虞，亦或有更優、更新，且相容之替代品，否則備品一經用完即需停機，而無法繼續運轉，對整體電力系統之安全、可靠傷害至鉅，而難以承受。

- 六、設備出廠前大都會有出廠試驗，出廠試驗較複雜者，應會有完整出廠試驗報告。另在生產設備之前，一般也會有型式試驗(type test)，型式試驗較為嚴格，因為要確認設備對未來安裝環境條件的耐受度，因此常包含破壞性試驗，確認其設計與使用材料都符合要求後才會進行製造、生產，出廠試驗則在確認其生產、製造品質與穩定性，最後交貨給客戶時會連同出廠試驗報告一併交付，以為品質與性能之佐證；另外，部分設備在測試時所施加的電壓會比正常運轉時的額定電壓高出許多，目的在確認其安裝使用後對所處環境的耐受度，但即使如此仍是在允許(裕度)範圍，不會因此讓設備損壞，安裝後之安裝試驗亦同，並不會造成設備之損壞。
- 七、耗材代表使用一陣子需要更換的料件，但不代表其他非屬耗材的設備不需要備品，因為運轉，不論正常或異常，都有造成設備異常、故障或損壞的情形，因此，不是只有耗材才需要準備備品，很多與營運、安全有關的設備或組件，都需要準備備品。關鍵零組件更需要有充足的備品以備急需，甚至更有複置(redundant)的設計，直接在線上裝上兩套相同的設備，任一套壞了另一套馬上無縫接續其工作，即使如此，此類設備還是需要準備充足的維修料件，以供緊急搶修之用。若是臺灣可以做的設備或組件，因較容易取得，可無需多慮；然若是屬稀少性的設備或組件，尤其是已停產設備或組件，更要預先準備足夠未來營運期間所需的備品。
- 八、收貨及其驗收過程，第一關是外觀檢查，外觀檢查合格才會進入性能測試，若性能測試複雜或無法自行測試或無法在工地做測試，常會要求送第3方檢測，此時需檢

附第3方實驗室的測試報告，經判定符合規範，才算合格。惟合格後並不是全部直接入庫，常要對設備進行抽樣送驗。保固責任是廠商於保固期內對其所交貨品之自然損壞或設計瑕疵負責，但若是保存不當，如未在規定的溫度、溼度下保存，廠商就不需負責，因此在保固期內要確認設備功能皆符合，一旦過了保固期就很難向廠商要求修復或求償。

- 九、備品一般是由採購方提出需求，因為營運狀況只有業主自己知道，另採購備品所簽訂的合約不是由廠商決定，而是由業主決定，業主開出採購需求，有意願與能力的廠商來投標；雖然廠商可以提出備品數量的建議，但業主依照以往營運經驗是可以調整其項目及數量的。
- 十、備品很重要的，攸關電廠的安全與穩定運轉，以核四的運轉而言，展望未來至少三十年的料件來源是否充足，至為重要，因為其使用設備已屬老舊，並非隨時要買都可以買到，故應能確保核四運轉所需緊急維修料件與消耗性器材等之商源一、二十年內都不會消失，因為相對而言，核四所使用設備已屬老舊，所以與運轉、安全有關的重要料件都要確保在其生命週期內都能充足供應。
- 十一、核能電廠系統是一個非常龐大的系統，台電公司目前應該沒有人對全貌是充分瞭解的，因台電公司除核四外，先前核一、二、三是統包(turnkey)方式執行。另則，基本上台電公司是一個電業營運商，不是系統供應商，到目前為止，對所有料件的掌握，大概沒有人可以說清楚、講明白；過去曾詢問台電公司核四相關問題，當時只有副總徐懷瓊可以回應，但再問更細節的部分，仍是不清楚。

十二、假設要重啟核四，其運轉少則三十年，多則四、五十年，備品是否充足？商源是否可靠？有無替代品？等都必須調查清楚。本人曾經在質詢核四電廠有關通訊與控制設備或組件時，要求若商源已消失，備品無法滿足未來營運需求時，就必須變更設計，徹底解決問題。以電力系統的角度來看，不能允許核四廠二部 135 萬瓩（MW）機組，運轉一年半載就因關鍵組件故障或損壞而無備品可資更換而停機，不但調度不易，電源開發、能源配比規劃都會受到莫大的衝擊。為確保臺灣的供電安全與穩定，全面訪商確保長期關鍵料件的商源無虞有其必要。台電公司若稱只要有經費辦理採購，就能買到所缺料件，應過於天真，或有敷衍塞責之情形。惟就目前核能的趨勢（先不談核四 ABWR 的機型）而言，廠商發現無利可圖只會愈做愈少，若有廠商願意做，重新開模價格也會是天價，不得不慎思。

十三、當時曾就儀控與通訊組件，要求台電公司若已停產，沒有商源，就必須變更設計。另新的組件速度縱使比舊的組件快，也不一定是好事，因為系統可能因此無法匹配、整合，因為對電廠的運作而言，是系統整合問題，不是個體優劣問題。雖然新一代東西可能品質更好、速度更快，但不一定能夠用在舊系統上。

十四、若要讓核四運轉，則應確保其可以運轉至少三十年，因負載預期會逐年成長，按長期負載預測值，說不定十年或二十年後需要再蓋一座大型集中式電廠；但不能允許核四運轉一年半載就結束了，又再來緊急規劃新的電廠，如此，可行性評審委員將無所為據，若因此不通過的，對臺灣的供電安全衝擊至鉅。所以一定要確保備品

數量充足，商源可靠，才能讓核四商轉。

十五、台電龍門施工處儀電工程專員鍾佳娟，於 102 年 12 月 9 日至 102 年 12 月 22 日到美國奇異公司及其協力廠家 Invensys 公司，瞭解相關控制系統設備之整合及施工後測驗技術。鍾佳娟在她的「龍門計畫第一、二號機儀控數位、控制系統整合施工後測試技術研習」出國報告中，對台電公司提出具體建議「由於職此行赴 GEH 及 Invensys 兩廠家，……，此兩家廠家所提供的方案都偏向拿二號機設備當一號機設備的備品……」另外 Invensys 建議，為配合龍門電廠可運轉的 DCIS 生命週期，再加上資訊系統不論軟硬體皆須配合時宜，不時需汰舊換新，TPC 應詳細研擬日後升級計畫。備品也是必須的，以便在升級時不致影響電廠運作。