

調 查 報 告

壹、案由：核四廠試運轉期間事故頻仍，凸顯任意修改原廠安全設計、降低電廠零件之安全規格等工程缺失，恐危害全民生命及財產安全；究該廠於商業運轉前相關興建工程、機具設備等有無符合安全標準？相關機組設計、運作至後續管理維護有無合理確實？臺灣電力股份有限公司、行政院原子能委員會是否積極妥處？均有深入瞭解之必要乙案。

貳、調查意見：

臺灣電力股份有限公司（下稱臺電公司）辦理第四核能發電廠（下稱核四廠，98年3月更名為龍門核能發電廠）興建計畫，廠址位於臺灣東北角鹽寮地區，民國（下同）72年間完成用地徵收後，囿於社會各界對於核能發電安全性及環境影響等仍存有疑慮，故奉行政院指示暫緩執行，迨80年間為因應國內電力需求，並配合能源多元化等目標，臺電公司重新修訂提報核四計畫可行性研究及環境影響評估報告，經行政院原子能委員會（下稱原能會）等權責機關審核後，於81年2月報奉行政院核准興建，相關預算亦於同年6月獲立法院准予動支，同年7月計畫開始執行，翌（88）年3月取得建廠執照後，正式進入建廠施工階段，其間歷經89年10月停工至90年2月復工之政策更迭，核四廠機組系統延至98年7月起始陸續移交並展開試運轉測試；截至100年4月底止，工程實際總進度為93.02%（預定進度為94.39%）。

惟據陳訴人指稱，臺電公司未積極改善核四廠試運轉期間產生之諸多安全性問題，且未正視原能會所設置核能四廠安全監督委員會（下稱核四監督委員會）之相關意見，卻急於投放核子燃料及商業運轉等諸多違失，且

本院受理調查期間，適逢日本東北海域於 100 年 3 月 11 日發生芮氏規模 9.0 強烈地震，並引發超過 10 公尺高之海嘯侵襲福島縣第一核能發電廠（下稱福島核一廠），造成重大核災事故，爰為查察國內核安權責機關及臺電公司，對於核四廠投放核子燃料或商業運轉前之檢討修正與防範因應作為，本院特於同月 30 日邀請相關領域學者專家到院諮詢，並調閱行政院原子能委員會（下稱原能會）、經濟部國營事業委員會（下稱國營會）及中央地質調查所（下稱地調所）、臺電公司等卷證資料，及至現場履勘座談及約詢相關人員，茲就調查意見臚列如下：

一、臺電公司未依規定逕自核准核四廠千餘項變更設計，並無視原能會之要求改正及裁罰，仍執意續辦變更設計，輕忽核能安全，核有未當

- （一）按 92 年 1 月 15 日公布之「核子反應器設施管制法」第 7 條規定：「核子反應器設施之設計、興建及運轉，應符合主管機關所定核子反應器設施安全設計準則及核子反應器設施品質保證準則之規定。」原能會據此於同年 6 月 25 日發布之「核子反應器設施品質保證準則」第 7 條第 5 項規定：「設計變更（包括在工地現場變更）應遵循相當於原設計之管制措施，並由原設計機構或由經營者指定之機構核定。」本案臺電公司雖可另行指定設計機構負責執行核四廠之設計修改，惟須於原設計機構已不再負責設計修改時，亦即同一時間僅能有一設計負責機構；又臺電公司之工程部門亦可被指定為設計負責機構，惟仍應具有法規要求之資格，並由具資格之合格人員執行相關作業，且須建立作業程序書，然臺電公司並未向原能會提出重新指定其駐核四廠工地之設計單位為設計負責機構之申請。另由於核

四廠部分之系統、設備及組件承諾係依據美國機械工程師學會(American Society of Mechanical Engineer, ASME)之鍋爐與壓力容器規範第三章(ASME SEC III)進行相關設計、製造及安裝等作業，是以執行是類設計負責機構，須具有核能級標章，方能符合 ASME SEC III 之要求。

- (二)查核四計畫之建廠，係採設計、採購、施工同步進行之方式辦理，其先以假設條件進行廠房設備配置及預估材料數量，並依概念設計(初步設計圖)辦理工程發包及施工，後續細部設計則與施工併行，嗣採購完成取得設備之詳細資料後，再視需要修正原頒之初步設計圖，以供施工使用，且因核四廠未採統包方式辦理，各標界面較多及複雜，致施工圖面修改頻繁，相關變更設計亦隨之眾多。然核四廠之設計工作係由美商奇異公司及石威公司負責執行(即原設計公司)，其中奇異公司負責核島區(反應器廠房及控制廠房)之設計及反應器與相關附屬設備之供應，而石威公司則負責周邊配套系統(Balance of Plant, BOP)之設計及協調各設計與設備廠家間之界面工作；惟因石威公司之設計整合效能欠佳，臺電公司於 96 年 7 月 15 日合約屆期後不再續約，奇異公司亦於 95 年間提出因工期展延及復工後增加之額外工作等情，而要求鉅額補償，因臺電公司無法認同，致有履約爭議及契約談判等問題(經雙方長時間協商後，至 99 年 2 月始完成修約作業)。
- (三)次查臺電公司核能技術處龍門計畫駐工地設計辦公室(下稱駐工地設計辦公室)人員自 96 年 1 月起，因石威公司效能欠佳及與奇異公司發生履約爭議等情，即逕行核定核四廠相關工程之設計變更要

求案(Field Change Request)，並核發設計變更通知(Design Change Notice)，交由龍門施工處執行施工作業。同年 8 月 21 日原能會駐核四廠視察人員於視察 1 號機反應器控制棒驅動機殼與短管安裝作業時，發現龍門施工處有以會議討論方式(龍門施工處同月 16 日反應器壓力容器內部組件第 3 次會議結論 1)，決定銲道因銲接後收縮致無法符合設計圖面之自行處理情形後，即針對核四廠工地設計變更要求之作業情形展開調查，結果發現駐工地設計辦公室人員在未經原設計機構或其授權人員之審核同意下，自行審查並核准前述銲道尺寸變更之設計變更案(FCR-NSS-338)。經原能會初步確認臺電公司確有違反設計變更有關規定之情形，即於同年 11 月 12 日開立備忘錄(LM-會核-96-04-0)要求臺電公司提出澄清及改正，並展開全面之清查，結果發現於 96 年 1 月至 11 月間，臺電公司逕由駐工地設計辦公室人員自行辦理設計變更之審查作業，並簽發設計變更通知進行設計圖面變更，再交龍門施工處進行施工作業之設計變更案件，高達 390 件以上，且其中屬「核能安全有關」者，約有 18 件。其後原能會及臺電公司之處置及因應情形如下：

- 1、97 年 1 月 23 日原能會函告臺電公司擬開立二級違規，並要求臺電公司於 97 年 1 月 28 日陳述意見。該公司陳述設計修改行為，係為達成工程目標及符合品保法規與美國機械工程師協會準則，所採取之必要步驟，且未改變原設計之基準，又相關之修改案件，均經層層審核，絕未降低設計品質及影響核能安全。
- 2、原能會未能同意臺電公司之陳述意見，認為該公

司並無 ASME SEC III 之資格，且未獲原設計公司同意，不應執行前述設計修改，並於 97 年 4 月 2 日對臺電公司開出首張罰鍰裁處書（會核字第 0970005605 號），因駐工地設計辦公室違法進行設計圖面修改，處罰鍰新台幣(下同)50 萬元。

- 3、惟臺電公司仍未停止逕自核准設計變更之作為，且未停止現場作業，原能會於 97 年 7 月 29 日確認該公司於同年 4 月 3 日後，又核定 154 件與安全有關之工地設計變更要求案，以及核發 96 件與安全有關之設計變更通知，交由龍門施工處執行施工作業。原能會於同年 11 月 19 日再予裁處 50 萬元（會核字第 0970020065 號，駐工地設計辦公室持續違法辦理核四工程設計變更作業）及 300 萬元罰鍰（會核字第 0970020066 號，未依 97 年 4 月 2 日裁處書附款要求辦理後續改善作業或採行必要措施）。臺電公司對上開之罰鍰裁處，提出訴願及行政訴訟，98 年 11 月 12 日及 19 日高等行政法院分別裁定駁回臺電公司之訴，該公司未再上訴或抗告。
- 4、97 年 12 月原能會於核四廠核能安全管制會議中，考量臺電公司與主要設計廠家之合約爭議，短期內不易解決，故同意該公司提出暫行方案，針對較簡單之現場設計變更案，同意該公司先行辦理，唯後續仍需由合格之權責設計機構審查其設計變更之正確性。
- 5、98 年 11 月臺電公司經由採購程序，委由益鼎工程股份有限公司、美國 URS 公司及哈佛蒸汽鍋爐檢驗公司組成權責設計機構，接辦石威公司之工作，並於 99 年 1 月進駐核四廠工地。
- 6、98 年底起奇異公司陸續派遣短期性之技術顧問

進駐核四廠工地，除初步審閱臺電公司自行執行之設計修改案件外，更於與臺電公司完成修約後，自 99 年 3 月中旬起派遣工程服務顧問進駐核四廠工地。

- (四)再查臺電公司於相關設計權責機構重新到位或回歸正軌後，仍續逕自辦理並核發設計變更通知，經原能會檢視其改正後之作業程序書後，除發現作業程序書仍留有可自行辦理與安全有關之設計變更內容外，臺電公司有關主管人員亦知曉有關行為不符合規定，然仍自陳係因奇異公司之作業能量無法滿足施工進度之需要，為使工程順利執行，故持續以違規之方式，於自辦設計變更並發行設計變更通知後，始補送設計權責機構審核。而臺電公司駐工地設計辦公室自 96 年初起，自行辦理之設計變更案件高達 1 千 5 百餘件，且多已施作完成，該公司已提送奇異公司與權責設計機構重新進行審核。原能會於本院約詢時稱：「核四廠之變更設計，依規定須經認可之單位或原廠審查認可，才可變更設計，臺電公司不能逕自核准變更設計，但該公司考量工程進度，且與承商有履約爭議，又石威公司未能盡責，致該公司違規核准變更設計；99 年初於奇異公司陸續進場期間，臺電公司可先請奇異公司授權該公司先行辦理變更設計，或自行建立標準作業程序，惟未見該公司建立相關程序書。但臺電公司最近 1 年還是有再核准變更設計，將會查明並予裁處。」臺電公司則稱：「96 年當時，奇異公司、石威公司皆要求增加大幅之經費，所以不涉及安全之變更設計，即由本公司自行核准變更設計，日後再補送原廠同意，但仍一直與原能會進行溝通。本公司自行核准之變更設計約有 1 千 5 百多件，且多已

施作完成，目前 916 件奇異公司也已同意，奇異公司初步認定該 1 千 5 百多件變更設計應無問題，預計 100 年 6 月可全數完成審查，其中可能僅約 1% 左右，奇異公司會再要求本公司進行修改。」

(五) 綜上：

- 1、依「核子反應器設施品質保證準則」第 7 條第 5 項規定，核四廠相關設計變更應由原設計機構或由經營者指定之機構核定。然因核四計畫之建廠係採設計、採購、施工同步進行之方式辦理，致相關設計變更頻繁。
- 2、依規定核四廠相關設計變更須由美商奇異公司或石威公司核准，惟臺電公司認為石威公司設計整合效能欠佳，於 96 年 7 月 15 日合約屆期後不再續約，又與奇異公司發生履約爭議等情，無執行設計變更權責及未具核能級標章之臺電公司駐工地設計辦公室，遂自 96 年 1 月起，於原設計權責公司尚未解任下，即逕自核定核四工程之設計變更要求案，核發設計變更通知，並交由龍門施工處執行施工作業。
- 3、經原能會發現上開缺失後，該會於 97 年 4 月 2 日依法裁罰 50 萬元，並要求臺電公司依法改善；惟該公司駐工地設計辦公室並未遵照辦理，仍持續違規辦理設計變更，原能會復於同年 11 月 19 日又裁罰 50 萬元外，更於同日以臺電公司持續違規之行為，再予裁罰 300 萬元。
- 4、98 年 11 月及 99 年 3 月起，益鼎工程股份有限公司及奇異公司等設計權責機構重新到位或回歸正軌後，臺電公司本應回復業主審查之角色，惟 98 年 12 月至 99 年 5 月底間，臺電公司仍持續辦理涉及安全部分之 618 件設計變更通知；99 年 6

月至 12 月底間，至少仍有 180 件於核發設計變更通知後，始補送奇異公司審核。

- 5、揆諸本案，臺電公司以核四工程順利執行為由，自 96 年初起即逕自違規核准變更設計 1 千 5 百多件，且多已施作完成，又於原能會要求改正及依法裁罰後，仍未積極研提替代方案，並於相關設計權責機構重新到位或回歸正軌後，再以設計權責機構作業能量無法滿足施工進度為由，持續逕自辦理並核發設計變更通知，其未依規定辦理核四廠之工程設計變更作業，並無視原能會之要求改正及依法裁罰，輕忽核能安全，核有未當。

二、臺電公司未依核四廠 1 號機設計圖說及相關規範，確實監督承商敷設纜線並落實檢驗，致因部分纜線過近或交雜，造成儀控信號易遭干擾，虛耗近年重新整線及測試，影響試運轉等後續期程及徒增營運成本，顯有疏失

- (一)按「核子反應器設施品質保證準則」第 9 條第 1 項及第 14 條第 1 項規定：「對品質有影響之作業應有程序書、工作說明書或圖說，以規定合適之作業規定，並據以執行。」及「經營者應建立檢查方案，以確保檢查作業均依據程序書、工作說明書及圖說執行...」。查核四計畫第一、二號機儀控系統設備安裝工程第 2 章核島區儀器安裝子工程第 2.2.9.2 節之一般電纜施工規定，承商須依施工規範及相關法規之規定，準備詳細之電纜安裝、檢驗作業及導通測試、絕緣測試、檢驗作業程序書，送交臺電公司審查，臺電公司並提供電纜管槽/迴路表(含線路編號、電纜規格、起迄位置、電纜路徑、電纜長度等)等文件資料，供承商據以佈設纜線；纜線敷設

時須整齊排列，並定置於電纜管槽內，以避免纜線溢出電纜管槽及相互交錯；交流及直流迴路須予保持分隔，儀器訊號線須與控制線、電力線分開，並經由分離之電纜線槽路徑，完成纜線分隔之目的，儀器訊號線不得與控制線、電力線纏繞在一起。

(二)又臺電公司龍門施工處為建立正確之電纜安裝及檢驗作業程序，以查證各項作業均符合施工說明書、作業程序書、工程設計圖面及相關規範與標準等規定，特於 88 年 8 月 16 日訂定「電纜敷設作業程序書」及「電纜敷設檢驗作業程序書」，其規範之相關內容略以：

- 1、「電纜敷設作業程序書」第 5 點之權責區分規定，龍門施工處經辦組依照最新版施工圖、迴路表及拉線卡進行電纜敷設，並負責施工中之檢點及記錄；品質組訂定或審查檢驗點並執行其檢驗作業，經辦組並配合品質組執行檢驗點之檢驗作業。又第 6 點之作業程序規定，經辦組及承包商依拉線卡上所示之路徑，測量電纜長度，路徑若有不妥時，應提出設計變更要求。
- 2、「電纜敷設檢驗作業程序書」第 5 點之權責區分規定，承商應依契約規定提出檢驗計畫、程序書等品質文件，並執行各項自主檢查作業，龍門施工處經辦組及品質組須審查承商提交之各項品質資料及證明文件與執行相關檢驗作業。又第 6 點之作業程序規定，經辦組及品質課檢驗員按時前往現場執行檢驗，檢驗員將檢驗結果依據規定摘要記錄於相關檢驗表，並判定接受與否及簽章；電纜敷設檢驗須檢驗電纜之類型、路徑及有否排列整齊等。

(三)查核四廠導線管、電纜托架與纜線之敷設，係各項

設備及系統執行現場測試之必要條件，其後方能進行試運轉測試工作。有關全廠儀控設備安裝及其纜線敷設作業，係由詹記科技股份有限公司（下稱詹記公司，於 100 年 1 月 4 日函臺電公司聲明已改名為鎔原能源股份有限公司，負責儀器用管路之核能級品組裝標章驗證）承攬，該公司須依契約規定，於施工前提送施工計畫及品質計畫與各工項之作業程序書，並依臺電公司提供之拉線卡上所示路徑敷設纜線；且依公共工程三級品管之規定，承商除依程序書施工外，完成後應先自主檢查，再通知臺電公司龍門施工處儀控組及品質組檢驗員，依檢驗程序書執行各查核項目之檢驗。然核四廠 1 號機於 96 至 98 年初進行大量纜線之佈設工作（包含儀控纜線及 13.8KV、4.16KV、480V、120V 等電力纜線），在此期間，臺電公司與奇異公司、石威公司發生履約爭議，奇異公司或石威公司無法及時排除現場施工所遭遇之施工障礙，甚至設計修改頻繁，造成二次施工及保留盤線準備二次施工備用，又詹記公司之分包施工人員更迭頻繁，造成部分保留線未予減除或拉順。另臺電公司及承商未充分考量廠房設計空間，致 1 號機廠內諸多實體導線管或電纜托架及控制室高架地板之支撐，占據電纜路徑，又部分雙層電纜通道之交叉處，空間更形狹隘，導線管、電纜托架與纜線佈設擁擠，造成後續纜線敷設遭受影響。

（四）次查核四廠 1 號機為配合試運轉作業，其核島區內之控制室自 96 年 8 月 15 日起開始敷設相關纜線，臺電公司機龍門施工處於 98 年 7 月起移交 5 個系統予核四廠（總計有 126 個系統），並開始進入試運轉測試，惟遲至 99 年 5 月起，該公司始陸續發現

部分區域纜線佈線過於擁擠或不整齊，尤其控制室下方之高架地板僅約 27 公分高，諸多電力及儀控纜線須經由控制室地板下方敷設至相關盤面，致電力及儀控纜線未依施工圖面佈設而交雜或未有適當之距離，儀控纜線之信號因而易受電力纜線電磁場之干擾。另控制室外其他區域之導線管及電纜托架之纜線佈設，亦過於擁擠或未平順或餘線過多，甚有部分電力纜線佈設至儀控纜線之管架內，臺電公司即於 99 年 9 月起，開始進行相關區域之纜線整線工作，當時龍門施工處已移交 31 個系統予核四廠。

(五) 依據臺電公司所提「1 號機電纜檢整工作說明」略以：「設計公司部分細部設計保守，大幅提高設計餘裕，且為符合消防分區規定及考量空間有限，則採用高空導線管設計因應，使得導線管及電纜托架交錯佈置或不同系統纜線共管，導致施工後期之纜線佈設困難。依原能會要求，電纜檢整後需進行重測工作。」該工作說明並指出纜線佈設實際執行時配合條件不佳之情形如下：

- 1、承商施工素質不齊：承商配合工序調整以分段方式進行拉線，而後續之拉線工作係按系統個別施作方式進行，並交由不同分包商施作，因實務技術經驗不足，且分包商更迭頻繁，致施工素質不齊，造成纜線拉設不整齊。
- 2、部分現場工作人員經驗不足：囿於部分導線管、電纜托架及纜線佈設空間不足，致部分電纜之敷設，奇異公司並未提供詳細路徑圖，而允許依現場情形敷設，但敷設仍有相關規則應遵循，惟現場部分工作人員對此規則認知不足，造成纜線佈設不整齊。

3、檢驗工作未盡完善：臺電公司龍門施工處雖受過相關訓練，惟部分人員對相關工作仍較不熟悉，未能就現場施作狀況發現問題，並進一步及時向上級長官反映，致部分檢驗工作未盡完善。

(六)再查原能會對於核四廠 1 號機相關纜線之敷設及檢驗作業，未能符合「核子反應器設施品質保證準則」內有關施工、標識、檢驗等規定之情，於 99 年 9 月 28 日(會核字第 0990014371 號)對臺電公司處以罰鍰 50 萬元，另以「單項的施工作業活動發生品保方案之缺失，而造成建造品質無法確保之情形」之違規情事，開立三級違規(違規編號 EF-LM-99-006)。臺電公司已成立專案小組全權處理整線相關事宜(臺電公司為主，詹記公司配合)，要求奇異公司重新檢討高架地板下之佈線，明確規劃電力、照明、插座、接地線、消防等纜線之路徑，並開始執行整線工作，以使儀控纜線置於正確之路徑內，電纜檢整後尚需進行測試工作。目前第一階段控制室高架地板下之整線工作，已於 99 年 10 月底完成整線及測試與復電，第二階段控制室外其他廠區導線管及電纜托架之檢整工作，亦於 100 年 4 月完成整線工作，臺電公司預估約於 100 年 7 月可完成相關測試(輸入/輸出、人機界面等測試)。臺電公司陳稱：「1 號機大量佈線期間，臺電公司及廠商都有專業人力不足之現象；因龍門施工處儀控組系統工程師於工程推展期間，須同時執行儀器/儀用管路、盤面安裝、電纜敷設、盤面設備之終端接續等作業，又須同時準備大量核能品質文件，在資深技術員之指導與協助不足之下，對部分檢驗作業確有未落實之情形。」經濟部於本院約詢時表示：「1 號機工程為核四廠之工作重點，期能先行

商業運轉，且以裝填核子燃料為最重要之管控期程與目標，但此目標已無法如期達成，主要是纜線裝設失當而須重整所致，纜線重整約需耗時1年，纜線重整時，所有相關測試工作都須停下來，此為影響試運轉期程最重要因素之一。」

(七)綜上：

- 1、依「核子反應器設施品質保證準則」之規定，臺電公司應建立檢查方案，以確保檢查作業均依據程序書、工作說明書及圖說執行。有關核四廠之電纜敷設作業，臺電公司訂有「電纜敷設作業程序書」及「電纜敷設檢驗作業程序書」等規範，該公司及廠商於進行核四廠相關纜線之佈設時，龍門施工處應依檢驗程序書按時前往現場執行各查核項目之檢驗，包含：依拉線卡所示路徑執行查驗並記錄於相關檢驗表、電纜敷設檢驗須檢驗電纜之路徑及有否排列整齊等。
- 2、核四廠1號機係於96至98年初之間，進行大量纜線之佈線工作，其核島區控制室亦自96年8月起開始敷設相關纜線，1號機並於98年7月起開始進入試運轉測試；然因承商施工素質不齊及臺電公司龍門施工處部分檢驗人員未全面落實檢驗等因素，遲至99年5月起，臺電公司始陸續發現控制室下方及部分區域之纜線佈線過於擁擠或不整齊，而易產生相互之信號干擾。
- 3、臺電公司於發現相關纜線敷設未符規定後，自99年9月起，成立專案小組開始進行相關區域之整線工作，並預估於100年7月可完成整線後之相關測試工作，纜線重整約耗時近年；原能會亦予罰鍰50萬元及開立三級違規。
- 4、又於99年及100年1至3月間，臺電公司估算

火力發電機組平均每度發電成本約為 2.9919 元及 2.5576 元，而核四廠平均每度發電成本約為 1.045 元及 1.0525 元(建廠成本以會計折舊年限 25 年直線攤提)，其差異為 1.9469 元及 1.5051 元；然核四廠每部機組容量為 135 萬瓩，考量機組維修等因素(容量因數約為 85%)及扣除廠內用電率 4%與每年發電時數為 8,760 小時(24 小時×365 天)，每部機組每年之發電量= 135 萬瓩×85%×(100%－4%)×8,760 小時= 9,650 百萬度= 96.5 億度(瓩-小時)。以 99 年預估火力發電機組之平均每度發電成本，高於核四廠平均每度發電成本為 1.9469 元計，核四廠若能及早投入運轉供電，每部核能機組每月將可減省營運成本高達 15.65 億元。

- 5、據上，臺電公司龍門施工處未依核四廠 1 號機設計圖說或相關規範，確實監督承商敷設纜線及落實檢驗，現場施作監工、品管與品保等層層品質機制，並未發揮應有功能，致纜線敷設過於擁擠或交雜，造成儀控信號易遭干擾，而須耗時近年重新整線及進行測試工作，龍門施工處雖已移交相關系統予核四廠進行試運轉測試，亦因被迫暫停，且因延宕商業運轉時程，致須以其他火力發電等機組供電；由於核四廠 1 號機纜線敷設未符規定，影響試運轉等後續期程及徒增營運成本，顯有疏失。

三、鑑於核四廠試運轉測試過程所曾出現過的缺失及改善經驗，臺電公司今後更應恪遵法令，戒慎恐懼，全力以赴；而原能會也應嚴格持續管制作為，並加強落實程序書之審查及現場查證等相關工作，以確保各系

統之測試符合安全標準，務必防範核災於未然

據原能會 99 年 3 月及 10 月公布之「龍門核能電廠（即核四廠）試運轉測試現況檢討報告」所載，該會派員視察及陪同核能四廠安全監督委員會林○○委員現場訪查結果，臺電公司於執行核四廠試運轉測試程序，相關程序書之撰寫、審核、執行及先備條件查證、核島區廠家之參與、移交作業之執行、整體測試時程等，確曾存在諸多缺失隱憂，嗣在該會督促下，臺電公司始著手因應補救。茲就原能會前揭檢討報告內容，摘要分述如下：

（一）有關試運轉程序書之撰寫問題：

核能電廠於執行任何工作時，依品質保證準則規定都必須有程序書供工作人員依循，核四廠雖然尚未商業運轉，但是其試運轉測試亦必須有程序書供測試人員使用。依核四廠建廠執照文件初期安全分析報告（PSAR）第 14 章之承諾，主要承包設計廠家或臺電公司必須提供試運轉測試程序書草稿，但最後仍需由所認知之設計廠家代表，確認試運轉測試程序書之測試標準與要求符合原設計文件，程序書審查意見則必須由程序書撰寫部門與原設計廠家負責解決。惟因臺電公司於 95 年起與核島區主要設計承包商奇異（GE）公司之合約爭議，廠家對核四廠的支援變得非常有限，再加上臺電公司決定將核四廠試運轉測試程序書中文化，更使得原規劃程序書須有廠家參與審核之作業付之闕如。

另據原能會蒐集資料發現，臺電公司係參考日本類似機組志賀電廠之試運轉測試程序書並以此為基礎，再參照奇異公司試運轉測試規範內容，據以發展核四廠自有之試運轉測試程序書，因此格式與內容都與日本志賀電廠之試運轉測試程序書十

分類似，但由於日本志賀電廠興建工程為統包制，而日本核能工業界所執行之品保制度與國內採行之美國制度又有所不同，此舉造成核四廠試運轉測試程序書內容及撰寫格式與國內三座核能電廠常見之程序書格式存有很大的不同，如先備條件之制定等，對於執行者和視察者確已造成困擾。其撰寫之主要缺失如下：

- 1、核四廠編寫程序書人員大多為新進且多數未具核能電廠實際運轉經驗，雖然有請較為資深且赴美受過種子訓練之人員編寫程序書範本，加上廠家所提供之規範，供測試負責人加以編寫。但相較於以往核一、二、三廠之經驗，由具有核能實務經驗廠家或顧問公司提供測試程序書，供臺電公司審核及執行的狀況，核四廠測試程序書內容完整性和品質確實存有隱憂。以原能會抽查反應器廠房冷卻水系統、緊急寒水系統、高壓爐心灌水系統等三份程序書內容為例，視察員依據原設計廠家奇異公司之試運轉規範內容執行查證時，發現已發行程序書內容未完整測試系統設計功能，因此已開立數份備忘錄（LM-會核 98-031、032、033）要求電廠澄清與改進；嗣又發現警報測試亦未完整測試，其對機組未來運轉安全存有安全疑慮，故再開立五級違規（編號 EF-LM-99-04），要求臺電公司檢討改正。
- 2、另在儀控系統施工進度嚴重落後之狀況下，龍門施工處要求電廠幫忙執行及主導設備安裝完後必須執行之施工後測試，核四廠為求減少測試次數，因此將儀控系統拉線完成必須執行之儀控邏輯功能測試，納入試運轉測試程序書內中，造成核四廠試運轉測試程序書包含施工後測試之項

目，此舉不僅增加試轉測試程序書內容之複雜度，日後執行過程亦造成許多困難度。

前揭試運轉測試程序書之撰寫缺失，原能會於99年2月間函知臺電公司據以修改測試程序書內容，該公司於同年4月回復承諾改善後，該會特於同年9月間第40次定期團隊視察時，查證並確認該公司大部分已依承諾改善，惟仍發現有部分缺失未依承諾完全改正，該會因此另開立注意改進事項要求臺電公司改進，亦陸續利用與臺電公司召開管制會議（99年2月2日及3月4日），要求臺電公司針對林○○委員所提意見及該會視察發現缺失，檢討修訂核四廠測試程序書內容。嗣臺電公司針對程序書缺失之改善，較為重大之改變為將原屬於試運轉測試程序書內容之人機介面測試、警報測試、閥邏輯測試及泵邏輯測試等項目，移除改納入施工後測試執行，完成後才能夠進行系統移交及後續之試運轉測試，俾使組件施工後測試階段不需要太多先備系統之支援，電廠可以充分測試前述人機介面相關之項目，待系統移交後，設備之完成度能更接近完工狀態，且能於主控制室操作及控制系統之設備及組件，可較為順利地執行系統功能之測試，較符合終期安全分析報告內容中有關「系統移交前、施工後測試項目須包含設備組件可被控制及連鎖」之要求。

(二)有關試運轉程序書之審核問題：

按龍門電廠起動管理手冊（SAM）第23章「試運轉測試程序書管控作業」之審核程序流程圖顯示，程序書在正式出版前，須經數個單位之審查，其中包含了核四廠各技術部門及管理階層（SORC）之審查、臺電公司核技處及核安處駐廠小組之審

查、廠家之審核（NSARC）等，理當有一個完整之審核機制；惟據原能會抽查試運轉測試程序書及視察時發現，其審核過程確有以下缺失：

- 1、電廠說明在廠內之審核程序上，雖有依起動管理手冊（SAM）之規定，將初訂好之程序書草稿送交各相關技術組協助審查，但審查意見卻非常有限，而由管理階層所組成之電廠運轉審查委員會（SORC），則是利用例行會議來審查各測試負責人簡報的資料，並沒有書面之審核紀錄可供查詢，故試運轉程序書之廠內審核，僅有大方向的審查，而缺乏實質內容逐句或逐項之審查，有流於形式之疑慮。
- 2、依 SAM 規定，臺電公司核安處駐核四廠品保小組應執行安全相關系統測試程序書之審查，在該會發出之備忘錄 LM-會核-98-032 即指出，安全相關之緊急寒水系統（ECW）試運轉程序書未見其審查意見後，核安處始補正該份程序書之審查意見，並加強其審查品質。
- 3、至於在試運轉審查暨協調委員會（NSARC）之審核部分，原機制設計由廠家組成之委員會來審查電廠測試程序書，但因核島區部分與廠家奇異公司之合約爭議，核四廠自 96 年將程序書中文化之後，幾乎沒有再將程序書送到奇異公司審核，或以廠家在限期內未回復即代表同意，而在程序書逕行蓋上廠家同意之簽章，卻未見實質簽字認證，程序上存有相當之缺陷。
- 4、另在審核流程上，核四廠亦未依初期安全分析報告（PSAR）及終期安全分析報告（FSAR）之承諾，由試運轉審查暨協調委員會（NSARC）向聯合試運轉主席做出是否同意測試程序書之建議，SAM

有關 NSARC 核准簽章之部分亦未落實執行。

前揭程序書之審核缺失，在原能會督促下，臺電公司首先針對內部審查方面，依終期安全分析報告 FSAR 及 SAM 要求，改組聯合試運轉小組 (JTG)，重新運作試運轉審查暨協調委員會 (NSARC)，主席由該公司核安處處長擔任，納入權責廠家進行測試程序書審核並簽署，並由核安處積極查證試運轉測試先備條件及執行試運轉測試品質保證 (QA) 作業。另核安處亦擬訂「龍門電廠試運轉測試程序書審查計畫」，劃定 75 項安全級 (S 級) 及可靠度一級 (R1 級) 系統，指定專業工程師負責編組及督導，確實進行程序書測試步驟之審查及簽署，以今年 4 月間所進行之緊急爐心冷卻水 (ECCS) 及 3 個相關淨化系統之審查為例，核安處及權責廠家奇異公司均提出多項審查意見要求電廠澄清答覆，改善成效已現。

(三) 有關試運轉程序書之執行及先備條件查證等問題：

核能電廠系統試運轉測試係初始爐心燃料裝填前最後也是最完整之系統運轉測試，以確保爐心燃料達到核分裂連鎖反應，產生熱能發電後，各項安全相關與支援系統都能發揮預定的功能。因此系統試運轉測試就是模擬正式營運狀況，當然必須使用商業運轉時所使用之正式設備進行測試，如此才能檢驗系統間環環相扣之整體效能。然因試運轉測試階段之電廠狀態並不完全符合營運狀況，因此在工程實務上，設計承包廠家之試運轉測試規範均會制訂所謂「先備條件」，即系統之試運轉測試進行前必須確認達成之運轉條件，包括環境條件、冷卻水源、操作動力、上下游處理及其他支援系統等。測試負責人必須確認所有先備條件均已達成，正式先

備系統均已測試可提供必要支援功能，才能執行試運轉測試。這些要求在電廠初/終期安全分析報告（PSAR/FSAR）、廠家（奇異及石威公司）試運轉測試規範、美國核管會管制導則（RG1.68）中均有明定。

惟測試初期，由於系統互相支援之狀況下（如：有空調系統才能提供儀控系統冷卻，而有儀控系統才能操控空調系統），會發生不得已必須先使用臨時設備以支援測試之狀況，這在上開管制文件亦有規定要儘量少用（以避免損傷設備及人員），必須加以記錄並於事後補行測試，以確保測試之完整性。然核四廠由於施工時程落後，許多試運轉測試支援系統因各種不同原因導致無法完工提供支援功能。臺電公司多次向原能會申請使用臨時設備進行試運轉測試，經該會考量試運轉測試初期確實需要先完成各項支援系統之試運轉測試，乃於 98 年召開三次管制會議，要求臺電公司定義「先備系統」，並制訂「先備系統試運轉測試程序書先備條件之需用性應用原則」，共許可 20 項屬於水、氣、汽、通風、洩水等先備系統之試運轉測試，可使用臨時設備，其餘各系統仍應符合先備條件才能進行試運轉測試。惟據原能會檢討抽查結果，仍有以下缺失：

- 1、首先為試運轉測試程序書之內容設計問題，由於臺電公司政策決定，將應屬於施工後測試（PCT）期間執行之人機介面測試、警報測試及若干組件測試（閥、泵等），列入試運轉測試程序書 7.1 到 7.3 節，然而其先備條件與 7.4 節「系統運轉測試」不同，並非 5.0 節所要求之先備條件皆要符合，故電廠在系統移交後，都要先召開小組會

議決定可以跳過哪些先備條件，以先執行 7.1 至 7.3 節之測試。如此並非正規作法，違反程序書之規定（進行試運轉前，先備條件之系統或項目須已先完成），過多之先備條件臨時修改也造成系統測試之亂度增加。

- 2、其次，試運轉測試程序書 7.1 至 7.3 節之測試，大部分是在主控制室執行之邏輯與操作盤面驗證及檢查，雖然有許多項目是獨立無牽涉，可以不依順序進行，但僅由測試負責人等少數人決定，程序上不夠嚴謹。此外，由於試運轉測試程序書編寫時並未考量品保查證人員須在重要之步驟設定停留查證點，可能造成品保查證人員一個停留查證點涵蓋要全程看完須執行幾天之測試，並不合理；而品保查證人員也須負部分責任，部分品保停留點及品質管制點，訂定不當，未能適時發揮品保停留點檢驗功能及品質控管功能。
- 3、另查核四廠目前已移交系統中，有為數不少之例外清單，且先備條件之支援系統亦常不夠完整。原能會於現場執行測試視察或審查測試紀錄時，偶有發現先備條件不符合之缺失。如：執行燃料池冷卻與淨化系統（FPCU，非屬先備系統）試運轉測試時，依規定不得使用臨時設備，但當時空壓機及樹脂傳送系統為臨時設備，卻開始進行實質試運轉之管路充水及排氣等工作。

前揭測試程序書執行及先備條件完備性與查證之問題，將直接影響到試運轉測試之安全與有效性，故原能會亦按既定之管制方式，持續與臺電公司召開多次管制會議及開立管制文件，業已因應改

善如下：

- 1、臺電公司與奇異公司已於 99 年初達成合約協議，奇異公司技術人員正式回到工地提供技術協助，對於工程問題與測試規範對先備條件規定疑義提供及時澄清，例如：4 月間所進行之緊急爐心冷卻水系統及 3 個相關淨化系統測試前，核四廠與奇異公司人員密集開會討論試運轉測試規範中，對各系統先備條件之定義，而制定出準則以供電廠測試人員遵循，對於試運轉測試整體進展有相當幫助。由於已有廠家提供測試先備條件之判定準則，故核四廠 98 年自訂之「先備系統試運轉測試程序書先備條件需用性應用原則」，臺電公司業於 99 年 4 月 15 日提報原能會廢止，並經該會同年 4 月 22 日准予備查。
- 2、另該會於 99 年 2 月 2 日「龍門電廠試運轉測試現況與規劃時程說明會議」管制會議決議中，要求臺電公司核安處對於試運轉測試應妥善訂定停留查證點，以強化試運轉測試執行之自我稽查機制。臺電公司核安處自 99 年開始，規劃對 75 項安全級（S 級）及可靠度一級（R1 級）系統及測試進行測試前先備條件查核。目前已經執行試運轉測試之重要系統，如 ECCS 系統（RCIC、HPCF 及 RHR）、淨化系統（RWCU、FPCU、SPCU）、再循環泵及控制系統（RFC、RCIR）及流體誘發測試（FIV）等，核安處品保人員（QA）均製作查對表，執行先備條件逐項查核，甚至於系統移交階段就已介入查證。對於重要之測試項目，該會視察員亦協同查證，以確保確實符合測試規範要求。
- 3、又臺電公司鑑於核四廠試運轉測試執行人員多

數為年輕工程師，欠缺實務經驗，自 99 年徵集運轉中核一、二、三廠等友廠資深運轉員及值班經理前來支援電廠執行測試，近期包括 ECCS 系統及再循環流量系統等試運轉，都有賴各廠值班經理之協助，對於測試執行與解決問題，應有助益。

核四廠雖採取了上述各項改善作為，然原能會後續視察仍發現若干缺失，如：抽查緊要交流電力系統（Vital AC）試運轉測試程序書之先備條件及電氣設備環境條件審查，即發現此系統於 99 年 2 月份執行測試時，並沒有任何通風系統（臨時或正式）提供空調，此違反了廠家測試規範之要求，故該會開立注意改進事項，要求核四廠改進並重新測試。另該會利用 99 年 3 月 4 日及 7 月 23 日之試運轉管制會議，要求臺電公司務必要在先備條件滿足之情況下執行測試，否則不予承認測試結果。其他對先備條件類似之管制措施包括：要求電廠執行 FIV 前，乾井冷卻系統（T40）須為可用，以支援測試；各項試運轉測試若有信號線路臨時跨接措施，其重複測試（overlap testing）步驟須在測試程序書中明訂；再循環泵及控制系統（B31/C81）試運轉前，該會視察員查證先備條件，並要求核四廠於各系統執行試運轉測試前，注意測試環境之廠務管理及清潔維護。

（四）有關核島區廠家參與試運轉程序書之問題：

依核四廠執照文件初期安全分析報告(PSAR)所載，試運轉測試程序書草稿應有權責設計廠家代表之審核，以確保測試目標及接受標準符合設計文件之要求。而目前正在審查中之龍門電廠終期安全分析報告(FSAR)，則註明試運轉測試程序書應有適合

之設計組織（廠家）提供技術支援。此外在 PSAR 及 FSAR 均提到，核四廠在初始測試階段，應由臺電公司與主要廠家組成試運轉審查暨協調委員會（NSARC），其主要工作為審查運轉測試與起動測試之程序書，並對測試結果進行分析評估，向聯合試運轉小組負責人提出是否核准之建議。

此外在核島區廠家奇異公司之試運轉規範中，要求所有核島區相關之測試應送回奇異公司審核，此即廠家應參與試運轉測試之重要依據之一。而國際原子能總署所發行之導則亦指出，機組供應商應賦有審核測試結果之參與責任。事實上，核能四廠安全監督委員會林○○委員曾經親自參與國內核二、三廠試運轉及起動測試之工程顧問作業，據其表示當時均有數十名顧問公司人員協助電廠，且由專業顧問所編寫發行之英文程序書，在正式發行前仍須由原設計廠家審查後，才會提供測試之用，故由上述所列舉之文件及國內電廠之經驗，可充分說明反應器供應廠家參與試運轉測試之重要性和必要性。

然而，核四廠有關廠家參與的部分，除前述有關程序書之審核未能落實之後，原能會於 98 年第一季定期視察有關試運轉測試管制之狀況時，即發現核島區測試程序書均已中文化，設計廠家能否適當地參與將有疑慮，故要臺電公司核四廠在未來執行測試時，應有廠家之協助與參與。另於 98 年第四季定期視察查證有關起動管理手冊（SAM）中，試運轉審查暨協調委員會（NSARC）之運作情形，結果發現總共只開過兩次 NSARC 會議，其執行審核程序書及評估測試結果之功能並無法有效發揮。

前揭核島區廠家參與不足之缺失，在原能會督

促下，臺電公司已與廠家奇異公司達成協議，配合奇異公司駐核四廠代表，進行實質試運轉程序書審查，有爭議或重要之程序書甚至翻譯成英文版程序書，寄給美國奇異公司配合審查，同時於審查完成後，於程序書蓋上廠家同意之簽章，以資證明，此部分經該會視察員抽查核島區系統執行版程序書，確實已有廠家之簽署。至於電廠一般系統(BOP)之部分，原由石威顧問公司所負責部分，屬 ASME 標章要求之系統，已由美國益鼎公司及 URS 公司所組成之權責設計機構 (Designed Engineering Organization, 簡稱 DEO) 來承接審核工作，而非屬 ASME 標章要求者，則由臺電公司自行負責，此部分由執行版程序書上，NSARC 委員之簽名已涵蓋奇異公司、DEO、臺電公司核安處、核技處、核發處、核四廠等單位，堪認應已納入參與審查相關作業。

(五)有關試運轉前移交作業之執行問題：

依龍門電廠初/終期安全分析報告(PSAR/FSAR)及起動管理手冊(SAM)之內容，當系統要開始進行試運轉前，必須由施工單位先完成該系統各組件之施工後測試，再經過系統移交之審核程序，交給運轉單位來執行系統功能試驗(或試運轉測試)。

經原能會視察發現，核四廠未依據 SAM 之內容確實於系統移交前召開移交會議及現場會勘等涉及移交作業流程上之疏失，其次在視察移交成套文件時，發現負責審核系統移交關鍵人物之測試負責人(Test Director, TD)對系統是否可以接收之判定，因為沒有一套準則可供遵循，故不同系統之 TD 有不同之認知標準。且該會後續抽查時，發現已移交系統之試運轉測試之進度緩慢或停滯，其原因之

一為系統移交採取部分移交，無法及時完成者，多被列入設備除外清單(exception list)，但按SAM之原意，會造成試運轉無法執行者，須在系統移交前完成。

其次是有關儀控系統之測試部分，前述移交準則原制定主控制室須能夠監控系統後才能移交，依此準則儀控系統應已完功能測試，測試過程中即使有測試不符合要求項目，其數量應屬少數在可接受範圍，亦較符合工程慣例，惟後來因龍門施工處為因應承諾經濟部機組燃料裝填之時程壓力以及施工進度，只能做到接線導通測試(I/O)，故修改移交接收準則，將儀控基本功能如：人機介面、警報測試、邏輯測試等原屬施工後測試之項目，均移至移交後之試運轉執行，使得儀控相關問題沒有及早在施工後測試被發現，而是在試運轉時才產生大量之問題，此亦是造成核四廠試運轉進度緩慢之原因。

(六)有關整體性測試時程之問題：

類似龍門計畫這種龐大且複雜之工程，如欲符合品質、時程與預算，如期如質完工，應依據工程管理實務、施工經驗及專案管理規範進行工程管制，制訂並維護一體依循之整體施工與測試時程。這個時程訂出最需要監控之要徑(Critical Path)工程項目，並由專人(或團隊)執行系統化、強而有力之掌控與維護。然龍門計畫之推動，卻沒有一個務實之整體施工與測試時程。龍門施工處宣稱有一個與日本東芝顧問共同制訂之整體時程，但是僅為理念性之施工推動計畫，並不依據現況更新及調整未來規劃。此時程由龍門施工處掌握，但是因為施工完成進行移交後電廠才能進行試運轉，反而電

廠無法掌控時程。由於沒有專業團隊編排並掌控時程，龍門計畫以里程碑（milestone）之方式推動工程進度，出現許多不合理之觀念與現象，徒然浪費人力工時及工程資源。

依據龍門終期安全分析報告（FSAR）第 14 章之承諾，臺電公司應於各項測試實際執行前制訂時程，並提供原能會這些測試時程，以執行必要之視察，此為合理且必要之作法。然而原能會自測試管制專案小組成立後，多次公文往返向臺電公司索取整體性測試時程，並在每次試運轉管制會議中提出，仍無法得到滿意之答覆，以致該會無法據以規劃派員視察，甚至影響邀請國外管制機構派員協同視察之計畫。

鑑於無整體工程時程之問題逐漸浮現及原能會之管制要求，臺電公司嗣於 99 年初成立聯合試運轉小組（JTG）之排程小組，由臺電公司參與龍門計畫之各部門、核四廠及日本專家顧問共同參與，協商安排測試時程，制訂龍門計畫各層次之施工、移交及測試時程規劃，並隨實際進度定期更新。整體排程原則上每個月更新一次，細部工作排程則每日開會彙整資料，加以更新，以反映現實動態。該公司於 99 年 3 月 3 日正式提報核四廠 1 號機整體排程草案（R0 版）予原能會，並承諾每月將提報更新排程。該會函復相關意見後，臺電公司再於 5 月提送正式之核四廠 1 號機整體排程（R1.0 版），經該會 6 月 9 日備查 R1.0 版整體排程。自此，臺電公司於 6、7、8 月分別提送 2.0、2.1 及 3.0 版核四廠 1 號機整體排程，依據實際工程進度調整施工、移交及測試進度，以及燃料裝填預定日期。

綜上，核能電廠試運轉測試乃初始爐心燃料裝填前最重要工作項目之一，完整並嚴謹執行試運轉測試，詳細找出所有設計上、施工上及設備上之問題，並予澈底解決，以驗證系統功能符合設計標準，確保電廠運轉後能達到之安全目標。本案臺電公司執行核四廠試運轉測試程序，確曾存在諸多缺失隱憂，嗣在原能會督促下，雖及時採行改善程序書撰寫格式及品質、核安處及權責廠家參與程序書審核、核安處執行測試先備條件符合性之查證、聯合試運轉小組規劃並定期修訂整體測試時程等因應補救措施，並逐漸顯現改善成效，然為求核四廠試運轉測試能更上軌道，原能會允應嚴格持續管制作為，並加強落實程序書之審查及現場查證等相關工作，以確保各系統之測試符合安全標準，務必防範核災於未然。

四、為協力達成「運轉零核災」之目標，原能會允宜在既有核安監督體制下，擴大邀請民間具備公信力之專業團體或人士參與監督

本案核四計畫之目的事業主管機關為經濟部，由所屬國營會負責督導臺電公司規劃執行，該公司須陳報建廠計畫可行性報告、廠址選擇報告及環境影響評估報告等資料予經濟部，經審核同意轉陳行政院批准，進入建廠階段後，尚需向原能會提出初期安全分析報告，經審查核可發給建廠執照後方可興建。

經濟部除建廠計畫之審核權責外，於建廠及運轉階段亦負行政管理監督之責，98年12月起核四廠進入系統測試階段，該部國營會為加強進度管控查核機制，邀請核能安全、電機、儀控、機械等領域之7位學者專家，組成「經濟部管控核四工程進度專案小組」每月召開會議。

原能會則依據核子反應器設施管制法及其相關子法，負責核能發電廠之規劃、興建及營運過程之監督與管制工作，對於核四廠施工期間之品質監督，依設計、製造、安裝、測試等階段之工作性質，採取建廠工程重點管制及安全審查等措施，並以駐廠視察、定期視察及專業團隊視察等方式實地查核，對於缺失，輕者以開立注意改進事項要求臺電改進，重者則開立違規及罰鍰。

另為確保核能四廠興建與營運安全，原能會依據行政院非核家園推動委員會核能電廠監督與核四議題評估小組作業要點，於 93 年 3 月 31 日訂定核能四廠安全監督委員會設置及作業要點，並設「核能四廠安全監督委員會」置委員 12 至 14 人(含專家學者 4 至 5 人、機關及民意代表 4 至 5 人、地方政府及民間團體代表 4 至 5 人)，目前為第 4 屆，由原能會副主任委員謝○○擔任召集人；該委員會係由原能會主導，臺電公司配合辦理，每 3 個月舉行會議 1 次，必要時得由召集人或委員 3 人以上要求召開臨時會議。又為諮詢學者專家對核子反應器設施管制事務之意見，原能會於 97 年 7 月 23 日函頒核子反應器設施安全諮詢會設置要點，並設「核子設施安全諮詢會」置委員 13 人至 19 人，除其中 1 員由原能會派員兼任外，其餘委員聘請學者專家兼任，任期 2 年；目前該委員會為第 11 屆，原能會係派副主任委員謝○○與會。該諮詢會之諮詢事項包含：有關核子反應器設施安全之管制方針、標準、技術之研究發展方案、管制作業及反應器設施建造、運轉及除役之安全分析報告等。

揆諸核四廠既有行政督導管理與安全品質監督機制，在組織架構、職掌分工及運作模式等方面，看似健全周延，理應適時發揮監控把關之效能，然迨至核

四廠進入試運轉測試階段時，卻仍存在前揭程序書撰寫、審核、執行及先備條件查證、設計廠家參與、測試時程管制等諸多缺失，幸經核能四廠安全監督委員會林○○委員及時提出指正，臺電公司及相關權責機關從善如流，採行因應補救措施，否則僅憑既有行政督導或控管機制，恐難有針砭之效。故原能會允宜正視核能四廠安全監督委員會對於核安把關之實質效能與貢獻，擴大邀請民間具備公信力之專業團體或人士參與監督，俾協力達成「運轉零核災」之目標。

五、臺電公司及政府權責機關，應務實面對日本福島核一廠重大核災之教訓，重新檢討提升核四廠防範地震及海嘯等複合型災變之能力，並強化各項設備可靠度及深度防禦能力，以釋民慮

- (一)查日本福島核一廠裝置有 6 部核能機組，西元 2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分(臺北時間 13 時 46 分)於日本本州外海發生芮氏規模 9.0 之強震，並引發強大海嘯侵襲本州東岸，造成福島核一廠全廠之正常、緊要冷卻系統功能與交流電源全部喪失，當日 15 時 42 分發生電廠全黑(電源全部喪失)狀況，當時正常運轉中之 1、2、3 號機並即自動停機(4、5、6 號正停機進行大修中)，然因反應器內核子燃料之衰變熱，因冷卻系統功能全部喪失，而無法透過正常熱交換程序移除，致加熱反應器內之爐水，使水位下降及反應器內壓力上升，且燃料因無法受水淹蓋而溫度上升，燃料護套之鋳合金與水作用，產生氫氣，並於 1、3 號機二次圍阻體內累積後，而發生氫爆，致二次圍阻體嚴重毀損；2 號機抑壓槽亦疑似發生氫爆，一次圍阻體疑有毀損；1、2、3 號機爐心皆有融毀情形，並有部分爐心露出水面，造

成放射性物質外釋至廠外；而停機中之 4 號機用過燃料池燃料(內有用過燃料束 1,331 束)，因喪失冷卻水，致池水下降，而引發火災(其後自動熄滅)。至 4 月底為止，2、3 號機廠房仍有白煙冒出(1、4 號機分別於 4 月 14 日及 4 月 26 日開始無白煙冒出)，依原能會判斷目前反應器及用過燃料池與輻射外洩狀況尚稱穩定，現場主要作業為反應器持續注入淡水、用過燃料池間歇性補水、廠房及電纜管道積水排除、現場瓦礫堆移除及防止放射性物質飛散之防止劑噴灑作業；據日本東京電力公司於 4 月 17 日公布之事故處理時間表，其預計於 3 個月內降低輻射外洩，並於 6 至 9 個月內冷卻爐心及使輻射外洩情況獲得控制。

- (二)按臺灣海域若發生規模甚大之淺源地震，斷層錯動之海床，即可能引起海嘯襲擊海岸地帶，海嘯導致之災害程度，通常大於地震搖動所帶來之災害；然臺灣位於菲律賓海板塊與歐亞板塊交界處，菲律賓海板塊每年以約 8 公分速度向西北方向移動，並與歐亞板塊碰撞推擠，板塊互相推擠運動所累積之能量，會以地震之形式釋放出來，致臺灣地震活動頻繁，其陸地上之碰撞邊界位於臺灣東部之花東縱谷，海域部分板塊交界則位於東部外海之琉球海溝，致東部地區及東部外海為臺灣地震活動最為頻繁之區域。詢據經濟部中央地質調查所表示：據國內外之研究指出，斷層破裂長度與所引發之地震規模成正相關，因此依據經驗公式計算，臺灣陸地上活動斷層所引發地震之規模，應不會超過 7.5；而臺灣鄰近海域有兩處可能產生規模超過 8 地震之板塊隱沒帶環境，其一是位於東部外海之琉球海溝，另一處則位於南部外海之馬尼拉海溝，該海溝為歐

亞板塊（南中國海）向東隱沒下插至菲律賓海板塊之下，此兩處海溝若發生大規模之斷層錯移，就有可能產生大地震並引發海嘯。

- (三)次查核四廠之耐震設計基準，係假定西元 1908 年發生於臺灣東部規模 7.3 之地震，並距廠址最近之地體構造區分界處（約 5 公里），推定核四廠安全停機之基盤（地下 26 公尺處）輸入基準值為 0.4g（其地動加速度約為 392gal，依「交通部中央氣象局地震震度分級表」所示，其震度約近 7 級；由基盤處激發經建築物將加速度放大後，其地面樓層之加速度設計值為 0.66g），故與核能安全有關之廠房（如反應器、控制室、輔助燃料、聯合通風塔、緊急抽水設備、消防貯水槽、冷凝水貯水槽等廠房），均以該基準進行設計，而與核能安全無關之廠房，則依現行建築技術規則之規定，與發電無關之宿舍及倉庫係以 0.28g（相當震度 6 級之地震）設計，惟與發電有關之汽機廠房、辦公室、修配廠房等建築物應以 0.42g（相當震度 7 級之地震）設計。又臺灣北部距核四廠西邊約 35 公里以上之山腳斷層，為一條呈北北東走向之正斷層（上盤對下盤相對向下移動），係由臺北盆地南端之樹林地區向北延伸至金山地區，並向東北方外海延展，其陸域長度約 34 公里，若加上向外海延伸之部分，則約 50 公里左右，估計可能造成規模 7.0 地震，該斷層最近之活動時間，可能距今 1 萬年以前，暫列為第二類活動斷層，惟核四廠建廠之初，認為該斷層不屬於活動斷層；而位於核四廠南側約 1 至 2 公里處之枋腳斷層，為一條呈東北走向之逆斷層（上盤對下盤相對向上移動），並未發現該斷層於 10 萬年內有活動跡象，尚不屬於活動斷層。

- (四)另臺電公司為篩選核四廠之廠址，曾於 72 年委託國立成功大學台南水工試驗所完成核四廠海嘯研究報告，其以經驗公式推算若發生地震規模 8.21 及 8.49 (復現週期分別大於 100 年及 200 年) 時，引發海嘯之上溯高度將有 13.2 公尺及 24.81 公尺 (沿岸波高)；惟該公司認為上開評估過程欠缺對震源位置及地震時海床垂直位移(抬升)之數據，精確度不足，另於 74 年再度委託同一團隊進行較精確之分析評估，並以西元 1901 至 1983 年 6 月間所發生規模大於 7.0 之海底地震為基礎，及依美國核能管制委員會頒發之標準審查計畫與美國國家標準(ANS)所訂方法進行評估，推算核四廠海嘯之最大波高為 8.57 公尺，而颱風暴潮之波高則達 11.85 公尺，並建議廠區地面標高至少應為 12 公尺；臺電公司參據該評估報告之建議，將主要廠區之地面高程訂為 12 公尺以上，又與核能安全有關之地面下廠房均設有水密門，地上廠房亦設有常關之防水門，而控制室及反應器廠房分別設有 14 及 22 台抽水機，總排水能力 360 及 460 立方米/小時；且於高程 116 公尺建有容量約 48,000 噸之生水池，提供緊急時作為爐心灌水冷卻之用，其儲量為爐心燃料淹蓋所需水量之 6 倍；而冷卻系統之海水進水口區，基於抽取海水之需求，其地面高程較低。
- (五)再查國際間將日本福島核一廠核災事故與前蘇聯車諾比、美國三哩島等事件，並列為史上三大核子事故，世界核能發電協會(WANO)並向各國核能電廠提出 4 項建議：「1. 驗證是否有足夠能力，以減緩發生超過設計基準之事件，所造成的後果設計基準；2. 驗證因應全黑情況之電廠設計機制，是否可用及有效；3. 驗證電廠設計機制，是否可有效因應

廠內及廠外之淹水事故；4. 透過實地查證，檢視防火及防洪相關重要設備之功能，是否可能在地震發生時喪失功能？並針對已檢出之弱點，訂定防範策略。」臺電公司據此進行超出原設計基準事故之總體檢，內容包括：「檢討緊要電源之可靠度、海嘯或洪水造成廠房或設備淹水之因應、反應器補水功能、強化防火功能、加強用過燃料池冷卻效能及建立緊急補水路徑、公司外技術支援。」並成立用過燃料池冷卻功能、核能電廠防海嘯、核能電廠耐震評等 3 個專案小組，優先對國內運轉中之核能電廠進行體檢。

- (六) 臺電公司於本院約詢時稱：「核四廠於高程 116 公尺建有生水池，係福島核一廠所沒有的；另福島核一廠每部機組有 2 台緊急柴油發電機，而核四廠每部機組於高程 12 公尺處有 3 台緊急柴油發電機，另兩部機組於高程 12 公尺處共用 1 台氣冷式緊急柴油發電機，且正規劃於高程 29.8 公尺處興建 2 台氣渦輪發電機(各發電機皆具 100% 之供電能力)。核四廠廠址基盤位於地面下 26 公尺，故地表加速度設計值大於 0.4g，推估應遠大於現有營運中之 3 座核能電廠。而對防範海嘯之設計，已考量包括 1867 年(12 月 18 日)發生於基隆外海之海嘯(基隆外海發生規模 7.0 地震而引發海嘯，當時並無波浪紀錄，惟據述：波高約為 3.4 至 7.5 公尺)；初步評估結果，核四廠海嘯防災能力較福島核一廠為佳。目前正檢視既有設計因應強震及海嘯異常事件之適足性，如有必須補強處，將會變更設計進行改善，又國科會已委託學術機構進行全國性之海嘯研究與模擬，正密切聯繫與請教中。」該公司董事長特別強調核電廠之災害防護可分為四個層次：「第

一，廠址選擇及改良；第二、電廠之設計，包含設計的防禦深度；第三，設備可靠度；第四，緊急事件之處理程序。」

(七)另詢據原能會稱：「核四廠每部機組除有發電機供給廠內用電外，另有 4 路 345KV、2 路 161KV 之外來電源，另有多部緊急柴油發電機，這些電源在燃料裝填前，均會裝設完成，只要保有任一電源可用，反應器即可安全停機；若全廠交流電源全部喪失，則可使用消防水補水模式，執行爐心補水，維持燃料被水淹蓋，爭取時間建立長期熱移除能力。目前生水池連接至消防水儲存槽之管路、消防系統部分連接管路，原為非耐震等級設計，惟考量強震後之可靠性，相關管路須考量提升耐震等級，以避免管路可能被震斷而使水源流失。」經濟部國營會亦稱：「核四廠核子燃料還未置入，目前相關工程繼續進行，並檢討對地震及海嘯之防範機制，在確保安全後，才會置入核子燃料。」經濟部中央地質調查所表示：「核四廠半徑 20 公里範圍內，並無活動斷層存在，附近斷層均為數百萬年前臺灣造山期間所形成，如今已不活動，不至於引發地震，而最近距離之活動斷層為山腳斷層。臺灣東部至日本本州間之琉球海溝，可能發生規模 8 以上之地震並引發海嘯；由於臺灣本島附近有琉球海溝及馬尼拉海溝，應再做地震之模擬分析及重新評估海嘯之威脅。然距核四廠南方約 23 公里處之龜山島，為一活火山，其最近噴發年代，距今約數千年前；而核四廠東方沖繩溝槽之海床有多處噴氣孔，該噴氣孔皆與岩漿活動有關，部分在海床形成小丘，可能曾有岩漿噴出，其水深超過 1,000 公尺以上，且距核四廠在數十公里以上。」開○○教授(清華大學核

子工程與科學研究所)於本院諮詢會議時認為：「核四廠建有容量約 48,000 噸之生水池，其生水儲量是爐心核子燃料淹蓋所需水量之 6 倍，但應將用過燃料池之水量也一併考量在內。」溫○○教授(中央大學地球科學學系暨地球物理研究所)則表示：「海嘯不能只考量浪高的問題，還有海嘯動能的問題。」

- (八)綜上，日本於西元 2011 年 3 月 11 日因本州外海發生芮氏規模 9.0 之強震，並引發強大海嘯侵襲福島核一廠，造成該廠所有冷卻系統功能與交流電源全部喪失，反應器內核子燃料之衰變熱因而無法移除，使得 3 部機組之圍阻體受損及部分爐心露出水面，放射性物質因而外釋至廠外，並有 1 部機組之用過燃料池發生火災，致生嚴重核災事故，迄今仍未能完全獲得控制。然核四廠與核能安全有關之廠房，均以基盤加速度 0.4g 為基準進行設計，而廠房高度係以海嘯最大上溯高程 8.57 公尺及颱風暴潮波高 11.85 公尺進行設計，主要廠區之地面高程位於海平面 12 公尺以上，有關廠房並設有水密門或防水門及抽水機，且於高程 116 公尺處建有爐心燃料淹蓋所需水量 6 倍之生水池，提供緊急爐心灌水冷卻之用，各機組並設有多部緊急發電機組，其海嘯等防災能力，似較福島核一廠為佳。惟臺灣海域若發生規模甚大之淺源地震，即可能引起海嘯襲擊海岸地帶；據經濟部中央地質調查所表示，臺灣東部外海之琉球海溝可能產生規模超過 8 之地震，又核四廠建廠時未考量廠址西邊之山腳斷層，亦可能造成規模 7.0 地震，且該斷層向外海延伸之長度仍待確認；且核四廠以最大海嘯上溯高程為 8.57 公尺進行設計，宜再審慎評估海嘯所可能之上溯高

程及動能之破壞力，尤其對於高程較低之海水幫浦室；又緊急電源及生水池之相關管路，當時為非耐震等級設計，應再重新檢討耐災強度，且用過燃料池亦應強化緊急補水等措施。根據「臺灣電力股份有限公司核能發電興建機組竣工試運轉要點」之規定，機組完成各項測試及規章要求後，即可依「核子反應器設施運轉執照申請審核辦法」，向原能會申請裝填核子燃料及核子反應器運轉執照，核四廠1號機原規劃商業運轉時程為100年12月15日，2號機則為101年12月15日，然因建廠工程進度持續落後，原規劃時程已無法達成。臺電公司及原能會等機關，應以福島核一廠重大核災事件之教訓，重新檢討評估核四廠於投入核子燃料或運轉前，相關設施對地震及海嘯或複合性等災害之防範能力，並提高設備可靠度及強化深度防禦能力，以確保核安。

六、臺電公司及政府權責機關，對於日本東京電力公司未能及時處置福島核一廠喪失全部電源之危機，致生嚴重核災事故，應即重新檢討並擬訂核災應變機制，包括必要時採取斷然措施，以免引發重大核災事件

(一)查日本福島核一廠於西元2011年3月11日遭遇強震時，運轉中之1、2、3號機雖立即自動停機，惟隨後因受強震所引發之海嘯侵襲，致電廠於15時42分喪失所有電源，其後各機組事故及搶救情形摘要如下：

1、1號機：

(1)3月11日16時36分，緊急爐心冷卻注水功能喪失。

(2)3月12日14時30分，進行一次圍阻體排氣(因

一次圍阻體壓力異常上升)；15時36分，二次圍阻體發生氫爆；20時20分，以消防管路將海水注入反應器。

- (3) 3月23日2時33分，藉由供水系統增加反應器注水量(2立方米/小時→18立方米/小時)，反應器溫度逐漸下降。
- (4) 3月24日10時55分，冒出疑似蒸汽之白色煙，11時30分控制室照明恢復。
- (5) 3月25日15時37分，以淡水取代海水注入反應器。
- (6) 3月31日13時3分開始注水入用過燃料池。
- (7) 4月7日1時31分，開始注氮氣入圍阻體。
- (8) 4月10日9時30分，完成主冷凝器水轉移冷凝水槽(初步建立冷卻功能)。
- (9) 4月29日11時36分，建物內部檢視完成，確認一次圍阻體無明顯洩漏。

2、2號機：

- (1) 3月11日16時36分，喪失爐心冷卻注水功能。
- (2) 3月14日13時49分，反應器水位下降及冷卻功能喪失；16時34分，注海水入反應器。
- (3) 3月15日零時進行一次圍阻體排氣；6時20分抑壓池發生爆炸聲，抑壓池壓力下降。
- (4) 3月19日13時30分，完成從外部輸電線至預備電源變電設備之送電。
- (5) 3月20日15時5分，以消防車將海水注入用過燃料池；15時46分，負載中心受電。
- (6) 3月21日18時22分，從二次圍阻體頂端冒出似蒸氣之白煙。
- (7) 3月22日及23日持續以海水注入反應器。
- (8) 3月26日10時10分，以淡水取代海水作為反

應器補水源；16時46分控制室照明恢復。

(9)4月9日13時10分，完成主冷凝器水轉移冷凝水槽。

(10)4月18日13時42分，使用遙控機器人進行反應器廠房內部調查。

(11)4月30日14時5分，開始將汽機廠房以外立坑高放射線水排至廢料廠房。

3、3號機：

(1)3月13日5時10分，喪失爐心冷卻功能；13時12分，注海水入反應器。

(2)3月14日11時1分，二次圍阻體發生氫爆。

(3)3月16日08時47分，輻射劑量達400毫西弗/小時（西弗係則指人體器官或組織於單位時間內平均所接受之輻射量）；10時45分，一次圍阻體有破損之虞，冒出白煙，作業人員由主控室撤離；11時30分作業人員回主控室，再展開注水。

(4)3月17日9時48分至14時45分，持續噴水（含用過燃料池噴水）。

(5)3月22日22時43分，主控室恢復照明。

(6)3月25日18時2分，以淡水取代海水注入反應器。

(7)4月2日9時52分至12時54分，向用過燃料池噴水。

(8)4月17日11時30分，使用遙控機器人進行反應器廠房內部調查。

4、4號機（因反應器之爐心側板正維修中，反應器壓力容器內無燃料）：

(1)3月14日4時8分，用過燃料池水溫上昇至84°C。

- (2)3月15日9時38分，反應器廠房3樓發生火災，自動熄滅。
- (3)3月16日5時45分，發生火災，自動熄滅。
- (4)3月20日9時43分，持續對用過燃料池噴水。
- (5)3月22日10時35分，負載中心受電。
- (6)3月29日11時50分，控制室照明恢復。
- (7)5月5日12時19分，以水泥灌漿車向用過燃料池灑水。

5、5號機、6號機(反應器內仍有燃料)：

- (1)6號機第1台(B)緊急柴油發電機運轉供電，由淨化水補給水系統注水至反應器壓力容器及用過燃料池。
 - (2)3月18日於二次圍阻體屋頂開洞，避免氫爆。
 - (3)3月19日4時22分，6號機第2台(A)緊急柴油發電機起動，並優先冷卻用過燃料池，另起動5號機餘熱移除系統泵(C)；22時14分，6號機餘熱移除系統泵(B)起動。
 - (4)3月20日14時30分，5號機冷停機；19時27分，6號機反應器冷停機。
 - (5)4月1日13時40分起，將6號機廢液處理系統的水轉至5號機冷凝器。
 - (6)5月2日至5月13日將6號機汽機廠房積水排放至廢液處理廠房。
- (二)此次福島核一廠3月11日遭遇地震、海嘯，致喪失全部電源後，東京電力公司未能及時採取補水降溫措施，致1、3號機隨於12及14日產生氫爆，二次圍阻體嚴重毀損，15日2號機抑壓槽亦疑似發生氫爆，一次圍阻體疑有毀損，造成輻射物質外洩之嚴重核災事故，而4號機之用過燃料池燃料，亦因喪失冷卻水於15及16日引發火災；其後始以消

防車透過生水補水管路將海水注入反應器，並執行反應器洩壓與一次圍阻體排氣，再對用過燃料池補水冷卻，嗣外電引入廠內，建立長期冷卻與補水能力，並以淡水取代海水作為反應器補水源，及恢復餘熱移除系統功能而能冷卻爐心與用過燃料池。日本官方於 4 月 12 日正式宣佈將福島核一廠事故之國際核能事件(INES)等級，由 5 級提升為 7 級，估算全部外釋量約為前蘇聯車諾比事故之 10%；迄 5 月 1 日止，福島核一廠工作人員遭受輻射曝露劑量超過 100 毫西弗人數為 30 人，並無人超過 250 毫西弗(250 毫西弗為日本政府對此次緊急搶救作業所訂定之曝露限值)。東京電力公司於 4 月 17 日公布事故處理時間表，預計 3 個月內降低核電廠之輻射外洩，並於 6 至 9 個月內冷卻爐心及使輻射外洩情況獲得控制；日本政府於 4 月 21 日宣布自 22 日凌晨零時起，福島核一廠方圓 20 公里設為禁止擅入之警戒區，4 月 22 日再宣布方圓 20 公里外，年劑量預估達 20 毫西弗之區域為「計畫性疏散區」，居民應於 1 個月內疏散。

- (三)揆諸日本福島核一廠核災事件，強震來襲時，運轉中之 3 部機組雖即自動停機，惟因正常及緊急供電系統毫無防範海嘯之能力，致反應器冷卻系統因斷電而喪失功能，加上東京電力公司未即時採取補水降溫等因應措施，引發輻射外洩之 7 級核能事件，造成福島核一廠方圓 20 公里內因污染而劃為禁止擅入之警戒區，其對於複合型災害之緊急應變措施顯有不足。反觀我國與日本皆位處地殼板塊交接之地震帶，深海板塊之錯動現象，將造成上方水體位移而形成海嘯，且核四廠與日本福島核一廠同樣鄰近海岸，若發生類此核災事故，臺灣地窄人稠，勢

必造成嚴重之後果。安全係核能發電唯一之路，保護民眾生命為其最高指導原則，對於本次日本核災事件之教訓，臺電公司及原能會等權責機關，除應借鏡日本處理福島核災事故之慘痛經驗，務實強化核四廠防災措施及設備之可靠度外，更應確保意外事件發生時，反應器壓力槽與圍阻體之完整性，避免因燃料過熱熔毀及放射性物質失控外釋情事發生，並建立緊急應變機制及加強人員演練，若核電廠發生遠超過設計基準之事故，以致於爐心冷卻失去效用時，必要時更須採取斷然處置措施，以免災情加劇，危害民眾身心健康與財產之安全。

七、日本福島核一廠核災事故後，本院諮詢相關領域學者專家所提核電技術人力、核安組織架構及參與國際組織等實務建言，殊值行政院參酌

西元 2011 年 3 月 11 日，日本福島核一廠因強震引發海嘯，造成核子輻射外洩等重大事故，本院為瞭解國內核安權責機關及臺電公司對於核四廠運轉前之檢討修正與防範因應作為，特邀請相關領域學者專家到院諮詢（臺電公司及相關權責機關列席），會中提及臺電公司核電人力斷層、核安管制機關組織調整不當，以及參與國際組織面臨困境等實務建言，殊值行政院研參，茲摘整分述如下：

（一）臺電公司核電人力斷層問題：

臺電公司是國營企業，長期處於行政院人事行政局精簡人事的要求下，核電部門之部分重要工作，已必須以外包人力或委請包商辦理，致核心技術無法傳承，且外包人力對電廠與臺電公司均無認同感，影響工作與核安文化之推動。臺電公司在經濟部國營會長期不准增加員額之要求下，人力老

化、技術能力斷層之現象已經浮現，在可預見的未來會更為嚴重，而核電部門之問題更為嚴苛。政府理應給予臺電公司適足之人力配置，應該有一個合理之過渡期，讓新舊人力可以共同工作一段時間，以傳承經驗。

(二) 行政院組織調整不利核能安全管制工作：

按行政院組織調整作業規劃，原能會將由現行中央二級機關併同所屬放射性物料管理局業務，整體移轉調降改隸為「科技部」所轄三級專責機關之「核能安全署」，職掌功能定位為獨立行使功能之核能安全管制機關，所屬輻射偵測中心則調降為中央四級機關「輻射偵測分署」，隸屬於核能安全署；至所屬核研所則調整為能源研究所，該所除核能安全管制業務以外，全數移撥並改隸「經濟及能源部」，可以想見日後將逐步喪失核能發電之專業能力。這些規劃無論在組織位階、專業人力、編列經費或技術能量，都將不利於核能安全管制工作之推動，勢難滿足國人對核能安全品質之高度期待。

以本次日本福島核災實際因應作為觀之，部會層級方能有效協調處理各項跨部會業務、部會層級符合現今世界上多數核能國家潮流、部會層級能彰顯我國政府重視核安之決心。若原能會改組為科技部之三級單位，對未來國內核能安全之相關工作，勢必產生極負面之影響，以近期日本福島核電廠事故之因應作為，原能會尚屬部會層級之情況下，尚感力有未逮，更遑論一旦臺灣發生類似事故，以未來一個三級單位組織能量，若要有效因應並協調其他部會共同面對，實不無疑問。故諮詢學者建議，倘政府真的重視核電安全，允應提高核能安全署之位階，使成為獨立行使職權的機構，且首長採任期

制，不受內閣總辭或政黨輪替的影響；同時將核能研究所隸屬於核能安全署，扮演技術幕僚之角色。

(三)加入國際原子能組織面臨困境：

我國囿於特殊外交處境，申請成為聯合國轄下國際原子能總署(IAEA)或經濟合作暨發展組織核能署(OECD/NEA)等國際核能政府組織為會員或觀察員，歷年均受會員名稱與身份問題，無法獲得所屬會員國委員會提案或進一步審查，亦因未能加入相關國際組織，使我國無法參與討論或提出相對關切，亦無法及時獲得福島核災事件國際間調查訊息及建議對策，允宜參酌我國參與其他非政治性國際組織之模式，強調核災防護不可有漏洞，喚起全球核安全無國界之意識，協請外交部、經濟部等統合我駐外機構，輔以友邦政府的協助支持，將臺灣逐次納入國際原子能總署、經濟合作暨發展組織核能署等核能安全、緊急事件與通報之聯絡網，並擴大參與國際核能政府及非政府組織或機構主辦之合作計畫、活動與技術會議，以藉實際的參與建立友我同儕關係，漸次融入成為國際社會之一員。

八、為排除國人疑慮及確保國人生命財產安全，政府各級權責機關不能在壓力下設定核四廠商轉時程，只能在嚴格確保核安及品質與符合相關法令之前提下，才能同意核四廠開始商轉

(一)查臺電公司於 69 年 5 月首度陳報辦理核四廠興建計畫先期工作，81 年 2 月經行政院核准興建，同年 6 月立法院准予動支相關預算，嗣於 88 年 3 月取得建廠執照後，核四計畫正式進入建廠施工階段。然核四計畫因主設備決標延遲及機組容量增加，86 年 2 月第 1 次展延工期 48.5 個月；復因再評估作業及

停復工影響，91年6月第2次展延工期24個月；又因停復工後續問題之處理及營建物料價格大幅上漲等因素，95年8月第3次展延工期36個月；再因廠商財務困難、分散式控制暨資訊系統(DCIS)設備交運延遲、持續受到基本結構性困難因素影響（未能採統包模式興建致界面複雜、適逢核能產業蕭條致專業人力不足、顧問公司效能未彰致屢有延宕、設計採購施工同步進行致設計變更頻繁、臺電公司自有人力持續下降、採購須依政府採購法致作業時間增長、工程量體龐大複雜而超出預期、停復工後續影響），98年9月第4次展延工期29個月，1、2號機目前所核定之商業運轉日期分別為100年12月15日及101年12月15日，而核子燃料則於商業運轉前1年裝填；然因工程進度持續落後，又正執行纜線整線及完成後須作人機介面測試與試運轉等作業，臺電公司對於目前核定之商業運轉日期，已無法達成。

- (二)次查核四廠1號機計有126個系統，臺電公司龍門施工處自98年7月開始移交輔助鍋爐系統、輔助鍋爐廠房通風系統、海水電解加氯系統、冷凝水儲存與傳送系統及化學物品貯存與傳送系統等5個系統予核四廠，並開始進入試運轉測試階段，迄100年4月底止，已移交37個系統；而原能會管制1號機於核子燃料裝填前應完成之重要事項計有68項，目前原能會僅核准23項；惟試運轉測試工作因受纜線檢整工作等影響，測試作業因而暫停；2號機則尚在進行設備安裝等工項，尚未開始執行試運轉。又1號機於執行試運轉測試期間，曾於99年3月31日發生主控制室不斷電系統故障，造成主控制室非安全相關之儀控系統設備，喪失操作與

監視功能；99年5月27日電廠人員使用毛刷及吸塵器進行不斷電系統清盤作業，又造成不斷電系統電源下游負載有短路現象；99年7月9日345KV系統供電至廠房內之主變壓器B相，送出高油溫信號，造成發電機斷路器跳脫，廠房喪失廠外電源；99年8月7日1號機C台輔助變壓器之布氏電驛及閉鎖電驛動作，並引發開關場斷路器，造成廠內用電喪失345KV廠外電源等事件。然核四廠各機組於完成各項起動功率試驗及原能會所訂各種規章之要求，並符合放射性物料管理法、游離輻射防護法、核子事故緊急應變法等規定後，臺電公司始可依「核子反應器設施運轉執照申請審核辦法」第2條之規定，提送相關資料並經原能會審查同意後，始得裝填核子燃料及取得核子反應器運轉執照。

(三)綜上，核四廠自81年核准興建及88年取得建廠執照後，即因設備決標延遲、停復工及基本結構性問題等因素之影響，工期不斷展延；且1號機自98年7月進入試運轉測試階段後，又發生主控制室不斷電系統故障及喪失廠外電源等事件，顯見施工品質仍待檢討改進；而原能會管制1號機於核子燃料裝填前應完成重要事項計68項，迄100年4月底止，該會僅核准23項，多項重要事項迄未完成，且1號機因受纜線檢整作業等影響，試運轉測試作業暫停進行，而2號機則尚在進行設備安裝等工項；另日本福島核一廠發生重大核子事故後，臺電公司立即成立「用過燃料池冷卻功能評估專案小組」、「核能電廠防海嘯評估專案小組」及「核能電廠耐震評估專案小組」等3專案小組，並訂有體檢工作項目及完成期限，原能會針對1號機燃料裝填前應完成之重要事項，更增「因應日本福島電廠

事故－核能安全防護之要求辦理事項」之重要事項，核四廠 1、2 號機原定 100 年底及 101 年底之商轉日期，顯已無法達成。行政院暨所屬經濟部等政府各級權責機關，不能在相關壓力下，責成臺電公司設定核四廠商轉時程，務必在嚴格確保核安及品質與符合相關法令之前提下，始能同意裝填核燃料並開始商業運轉，以排除國人疑慮及確保國人生命財產安全。

九、面對日本福島核災事故對世界主要核能國家所引發之省思，放眼未來能源之發展趨勢，並慮及臺灣之特殊地理環境，政府允宜基於生存戰略之總體思惟，謀定符合國家及人民最佳利益之能源政策，從而確立核能新政策及現行營運中核電廠之定位與抉擇

- (一)查我國現行能源政策係以 97 年 6 月 5 日行政院第 3059 次會議通過之「永續能源政策綱領」為指導方針，政策目標為「能源、環保與經濟」三贏，以滿足未來世代發展的需要，並規劃「能源發展綱領」，持續推動開源與節流各項措施，以建構「二高二低」（高效率、高價值、低排放、低依賴）之能源消費型態與能源供應系統，且應發展潔淨能源，全國二氧化碳排放減量，於 2016 年至 2020 年間回至 2008 年排放量，於 2025 年回至 2000 年排放量，發電系統中之低碳能源所占比，將由 40% 增加至 2025 年之 55% 以上。
- (二)次查臺電公司近 5 年電力系統用電量成長率於 95、96 年之成長率分別為 3.6% 與 3.0%，尖峰負載成長則為 3.6% 與 2.3%；97 年下半年起，因國內經濟受金融海嘯之衝擊，致 97、98 年用電量成長率分別為 -0.1%、-4.1%，尖峰負載成長率則為 -4.5

%、-1.0%；98年第4季起，新興市場經濟復甦，國內經濟回復高度正成長，99年全年用電量成長率達7.9%，尖峰負載成長亦達6.5%；臺電公司遂於99年8月重新檢討修正長期負載預測方案，並預估100至113年之用電量與尖峰負載年平均成長率將達3.1%與3.0%。又臺電公司發電用能源之類別包含：油、煤、天然氣、核能、水力、再生能源、汽電共生等，燃煤採購量每年約2,800萬公噸，燃料油每年約200萬公噸，天然氣每年約600萬公噸，鈾料每年約350萬磅；其近5年各能源類別及其發電量與所占比例如下表所示：

| 年 別 | 發電量 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 |
|------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 油 | 億度 | 137.4 | 116.3 | 108.9 | 57.9 | 77.9 |
| | % | 7.0 | 5.8 | 5.5 | 3.0 | 3.7 |
| 煤 | 億度 | 857.7 | 875.0 | 853.4 | 831.4 | 838.2 |
| | % | 43.6 | 43.3 | 42.6 | 43.0 | 40.4 |
| 天然氣 | 億度 | 386.6 | 431.8 | 466.1 | 455.0 | 580.0 |
| | % | 19.7 | 21.4 | 23.3 | 23.5 | 28.0 |
| 核能 | 億度 | 383.2 | 389.6 | 392.6 | 399.8 | 400.3 |
| | % | 19.5 | 19.3 | 19.6 | 20.7 | 19.3 |
| 抽蓄水力 | 億度 | 39.0 | 39.2 | 34.6 | 32.9 | 30.5 |
| | % | 2.0 | 1.9 | 1.7 | 1.7 | 1.5 |
| 慣常水力 | 億度 | 40.7 | 44.0 | 42.8 | 37.3 | 41.7 |
| | % | 2.1 | 2.2 | 2.1 | 1.9 | 2.0 |
| 再生能源 | 億度 | 2.7 | 4.3 | 6.0 | 8.5 | 10.3 |
| | % | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |
| 汽電共生 | 億度 | 118.4 | 118.2 | 979.7 | 113.2 | 95.0 |
| | % | 6.0 | 5.9 | 4.9 | 5.8 | 4.6 |

(三)另按臺電公司於98年7月24日向原能會提出核一廠之延役申請所載，各核電廠機組之功率及運轉執照期限如下表：

| 電廠 | 機組數 | 額定功率 | 商轉日期 | 執照期限 |
|----|-----|------|------|------|
|----|-----|------|------|------|

| | | (MWe) | | |
|-----|---|-------|-----------|-----------|
| 核一廠 | 1 | 636 | 67.12.06 | 107.12.05 |
| | 2 | 636 | 68.07.16 | 108.07.15 |
| 核二廠 | 1 | 985 | 70.12.28 | 110.12.27 |
| | 2 | 985 | 72.03.15 | 112.03.14 |
| 核三廠 | 1 | 951 | 73.07.27 | 113.07.26 |
| | 2 | 951 | 74.05.18 | 114.05.17 |
| 核四廠 | 1 | 1,350 | 100.12.15 | 140.12.15 |
| | 2 | 1,350 | 101.12.15 | 142.12.15 |

經詢據臺電公司表示，若核一、二、三廠此 6 部機於運轉滿 40 年即停止發電，自 108 年起系統備用容量率將明顯下滑，逐漸低於政府核定之標準 16%，而若施工中之核四計畫亦無法商轉發電，系統備用容量恐將偏低；若核一、二、三廠無法延役及核四廠無法商轉，102 年至 110 年系統備用容量率預估將依序為 11.5%、7.7%、5.3%、7.7%、9.6%、8.6%、7.4%、6.4%、5.9%；而核一、二、三廠正常除役及核四廠順利商轉，102 年至 110 年系統備用容量率預估依序為 18.6%、14.5%、11.8%、14.1%、15.8%、14.6%、13.2%、12.1%、11.4%，幾乎皆低於政府核定之 16% 系統備用容量標準。惟前揭未來 10 年用電量之尖峰負載成長率，臺電公司係以平均每年約 3.3% 之成長率估算，然現階段高耗能產業已非國內產業之發展方向，故該公司預估之尖峰負載成長率猶待商榷。

(四)再查日本福島核災事件發生後，世界主要核能國家，包括美國（運轉中機組 104 部）、法國（運轉中機組 59 部）、日本（運轉中機組 54 部）、俄羅斯（運轉中機組 31 部）、南韓（運轉中機組 20 部）、英國（運轉中機組 19 部）、加拿大（運轉中機組 18 部）、印度（運轉中機組 18 部）、德國（運轉

中機組 17 部)、烏克蘭(運轉中機組 15 部)、中國(運轉中機組 13 部、興建中機組 27 部)等，日本政府除持續進行核災事故救援及緊急應變作業外，首相菅直人於 100 年 4 月 10 日宣布暫停政府以往制定以核電為主之能源發展計畫，重新檢討國家之能源發展戰略，亦即放棄在 2030 年前將核能發電量提高至 5 成以上之目標規劃(目前約占 3 成)，5 月 6 日更宣布關閉靜岡縣之濱岡核電廠(計有 5 座機組，1、2 號機前年已停轉決定廢爐)。其他各國則密切注意本事件之發展，並對現有核電設施或未來核電發展政策進行檢討；其中德國已停止境內 7 部老舊機組之運行，瑞士亦宣告凍結 3 座核能電廠之興建計畫；而美國總統歐巴馬雖已責成核能管制委員會全面徹查境內核能電廠之安全，惟仍表示核能政策不會改變；法國及俄羅斯等國亦表示核能政策不會有所改變。

- (五) 國內馬總統於日本核災事故後之 3 月 15 日視察原能會後表示，核一至核三廠無須停止發電，核四廠則繼續興建，惟皆須加強補強措施，並強調萬一發生嚴重之核安事故，將不惜放棄核電機組，以保障人民之生命財產安全。行政院長吳敦義亦表示未來核四廠在確定安全無慮之後，才會商業運轉。又馬總統於 4 月 25 日出席「全球科技高峰論壇」時，強調將組成「最好的專家團隊」，針對日本福島核災經驗，在未來幾個月內重新評估我國核電政策。5 月 5 日馬總統接受日本「朝日新聞」專訪時表示，核能係整體能源政策之一環，我國由國外進口之能源約占 99.4%，與日本相似，惟我能源進口國幾乎皆係無邦交之國家，因此一旦發生問題，我國承受力相對較弱，而其它政治、經濟之因素亦須納入考

慮；目前核能占台灣全部供電近 20%，不可能立刻將所有核電廠停轉或廢除，同時檢討如何以綠色能源逐步取代核能。民進黨主席蔡英文於 3 月 23 日完成總統初選登記後，提出「2025 年計畫」，主張讓核一、二、三廠按時除役，並推動核四廠不放燃料棒、不商業運轉，期盼核三廠於 2025 年除役後，台灣能成為非核家園，並強調 2010 年台灣電力備用容量率 23.4%，且現有 3 座核電廠發電量占不到 20%，只要提高再生能源發電比例、優先新建天然氣電廠、改善現有火力發電效率，即能填補核電之空缺。

(六)綜上，國內目前核能發電占總發電量之比率約兩成，除石化燃料外，其他發電能源類別幾未成長，再生能源至 99 年始達 0.5%，而核一、二、三廠現有之 6 部機組，將分別於 107 年、108 年、110 年、112 年、113 年及 114 年屆滿 40 年之運轉年限，核四廠亦將加入商轉供電，其兩部機組容量可達 270 萬瓩。值此全球石化燃料價格高漲且致力減少溫室氣體排放之際，核能發電似躬逢其時，然因易受運轉安全、輻射廢料處置及較高投資與操作成本等因素影響，推廣運用本有其限制，現因日本福島核災事故，更加深世人對核能發電絕對安全之疑慮，除喚起各核能國家重新正視既有核電廠之運轉安全外，亦促使德國及瑞士等國，停止部分運轉中之核電機組或凍結核電廠興建計畫，並重新檢討今後之核電發展政策；但也有美國、法國、俄羅斯等國家，並未改變其核能發電政策；而國內主要政黨領袖對核能政策，亦持不同之見解。面對日本福島核災事故對世界主要核能國家所引發之省思，放眼未來能源之發展趨勢，並慮及臺灣之特殊地理環境，政府

允宜基於生存戰略之總體思惟，謀定符合國家及人民最佳利益之能源政策，從而確立核能新政策及現行營運中核電廠之定位與抉擇。