

調 查 報 告

壹、案由：據報載，台灣電力股份有限公司核能四廠辦理電氣導線管路採購案，涉嫌圖利廠商以不符防輻射規格之次級品替代，該批管路若用於核電廠反應爐之安全設備，恐發生嚴重之核安疑慮，認有深入瞭解之必要乙案。

貳、調查意見：

本案台灣電力股份有限公司（下稱台電公司）龍門施工處（下稱龍門施工處）採購第四核能發電廠（98年3月後更名為龍門核能發電廠，以下皆稱核四廠，該廠計有兩部反應爐及發電機組，即一號機、二號機）核島區（反應爐廠房及控制廠房）及非核島區（係指核島區以外之其他廠區，如汽機廠房、主警衛室、水處理廠房等廠區）安全級及非安全級之可撓性金屬導線管時，部分導線管外層被覆疑不具防輻射功能，及導線管配件之表面電鍍鋅厚度疑有不足，相關驗收等採購作業涉有不法情事，並引發外界對核四廠未來營運安全之疑慮。爰經本院立案調查，經調閱台電公司、行政院原子能委員會（下稱原能會）及經濟部國營事業委員會（下稱國營會）有關卷證資料，調查委員並於民國（下同）101年9月13日約詢上開機關（構）有關人員，以釐清案情，嗣經上開機關（構）補充說明資料後，爰以調查竣事。茲將調查意見臚陳如下：

- 一、台電公司未完成核四廠可撓性金屬導線管之材料審驗，施工單位竟通知承商交貨，嗣承商以未符規範之產品交貨後，台電公司即陷於難以不驗收之窘境，並同意承商採事後補測合約所規定之國際防輻射規範部分檢測項目，即予驗收計價付款，造成部分防輻射防水型可撓性金屬導線管恐無法符合抗輻射功能之

要求，而未能確實防護管內之纜線，相關採購作業，核有疏失。

(一)按核四廠核島區及非核島區之設備包含安全級系統及非安全級系統，該二系統均有使用防輻射防水型可撓性金屬導線管及防水型可撓性金屬導線管，金屬導線管係為保護管內電力及儀控等纜線免受損傷，而該可撓性金屬導線管主要使用於馬達或其他有振動、位移設備與導線管間之連接，以避免導線管因振動或位移而造成損壞，其材質為碳鋼，外層均有一層被覆，其中防輻射防水型之外被覆應具防輻射之功能。又安全級系統使用之防輻射防水型可撓性金屬導線管，係使用於輻射區域之安全級設備，主要用於核島區內，少數用於非核島區者，主要為汽機廠房等輻射區域之非安全級設備。查核四廠相關導線管之規範主要規定於 874-E0012D1（安全級系統）及 874-E0012D2（非安全級系統）之採購合約中（相關導線管之採購規範主要係由台電公司及非核島區設計單位美商石威亞洲股份有限公司所擬定），依據該二採購合約第 3.5.2.2.2 節之規定，安裝於輻射區域安全級系統之可撓性金屬導線管，須符合美國產品安全測試及認證機構 UL 360 及美國電機及電子工程師學會 IEEE 323、IEEE 383 等國際規範要求，而安裝於輻射區域非安全級系統者，則須符合 UL 360 及 IEEE 383 等規範要求；第 3.5.2.2.1 節則規定，防水型可撓性金屬導線管僅需符合 UL 360 等規範要求。本案核四廠所採購之防輻射防水型可撓性金屬導線管於上開採購規範中，皆規定須符合 IEEE 383（核能電廠安全級電纜、現場接續、連接等驗證標準）等規範要求。

(二)查核四廠「核島區電氣安裝工程」原由榮電股份有

限公司（以下簡稱榮電公司）於 94 年 9 月 15 日得標施作（連工帶料承攬，採實做實算計價），並於 95 年起陸續展開安裝作業，其防輻射防水型可撓性金屬導線管係採用美商 ANAMET 公司所製造 ANACONDA SEALTITE TYPE 之 NWC 型可撓性金屬導線管（下稱 NWC 型），而防水型可撓性金屬導線管則分別採用 ANAMET 公司製造 ANACONDA SEALTITE TYPE 之 ZHUA 型可撓性金屬導線管（下稱 ZHUA 型）及美商 Electri-Flex 公司製造之 ZHLA 型防水型可撓性金屬導線管（下稱 ZHLA 型）；嗣因榮電公司發生財務問題，台電公司於 100 年 11 月 3 日與其合議終止契約（榮電公司有關可撓性金屬導線管供料不足部分，台電公司正辦理採購作業中）。另核四廠「非核島區電氣設備安裝工程」原由開立工程股份有限公司（下稱開立公司）於 95 年 1 月 24 日得標施作，惟因該公司於 9 月 4 日發生跳票事件之財務問題，台電公司即於 12 月 18 日與其終止契約，由於開立公司並未供應相關材料及施作任何工項，電氣設備安裝工程供料不足之相關可撓性金屬導線管，台電公司改以財物採購方式自行採購，以供工程承攬廠商施作，主要分為「其它廠區電氣導線管及配件材料採購」及「161KV 加壓相關系統其他廠區電氣導線管及配件材料」等兩個財物採購案，相關採購案並未規定廠商於得標前應先送審文件；其採購辦理情形如下：

1、其他廠區電氣導線管及配件材料採購案（採購案號：K67296003）：

台電公司於 96 年 6 月 29 日辦理公開招標，分為非安全級電氣設備（Non-Class 1E）、安全級電氣設備（Class 1E）等兩組採購標的，其辦

理情形如下：

(1) 非安全級電氣設備(採購規範 874-E0012D2)：

<1> 招標當日由揚合實業有限公司(下稱揚合公司)以 246,558,596 元得標，因僅為底價(361,449,797 元)之 68.214%，經該公司出具承諾書表示：「一、本公司因有國內外廠商支持，願以有競爭力的價格配合。二、本公司對本專案採購規範有充分了解與認知。三、為表達誠信履約，願依合約規定，繳交差額保證金。」之後，即決標予該公司，揚合公司並繳交差額保證金 4,259 萬 9,000 元。

<2> 其中防水型及防輻射防水型兩種可撓性金屬導線管，揚合公司皆提供 ZHUA 型之產品，惟台電公司審查 ZHUA 型之技術文件時，據該材料型錄顯示，僅符合 UL 360 規範，查無符合 IEEE 383 防輻射功能之證明文件。

(2) 安全級電氣設備(採購規範 874-E0012D1)：

<1> 招標當日由禾企國際股份有限公司(下稱禾企公司)以 23,980,000 元得標(為底價 26,066,759 元之 91.99%)，主要使用於非核島區之安全系統(如反應器廠房海水泵室、反應器保護系統等處)。

<2> 其中防輻射防水型可撓性金屬導線管，禾企公司係提供 NWC 型之產品，而防水型則為 ZHUA 型之產品。其中 NWC 型係引用 UL 360、IEEE 323 及 IEEE 383 等工業標準，進行產品之型式認證測試。

2、161KV 加壓相關系統其他廠區電氣導線管及配件材料(採購案號：M6729603070，屬非安全級電

氣設備)：

(1) 96年4月13日龍門施工處辦理第2次公告招標(前次因投標家數不足而流標)，4月16日開標結果，皆達國際股份有限公司(下稱皆達公司)以2,880萬元得標(為底價34,709,120元之82.98%)。

(2) 其中防水型及防輻射防水型兩種可撓性金屬導線管，皆達公司皆提供ZHUA型之產品，且係向揚合公司所採購(尚有部分鍍鋅導線管配件)，台電公司審查時亦查無符合IEEE 383防輻射功能之證明文件，與揚合公司所提供之ZHUA型產品情況相同。

(三) 再查皆達公司於96年4月16日得標後，於4月23日材料文件資料送龍門施工處審查，並詢問有關防輻射防水型可撓性金屬導線管之材料規範，是否應依據UL 360及IEEE 383之技術規範辦理；龍門施工處於5月23日函復表示確實應依該二規範辦理。又揚合公司於96年6月29日得標後，於9月17日提送B版技術文件送審時，台電公司核能技術處提出審核意見略以：「防輻射防水型可撓性金屬導線管須有防輻射功能，經查ZHUA型無防輻射功能，請提供符合規範之產品。」10月16日龍門施工處函請揚合公司提供符合規範之產品。10月5日及10月22日皆達及揚合公司即分別將第1批電氣導線管及配件材料交貨至龍門施工處，有關該二公司所提供之ZHUA型防輻射防水型可撓性金屬導線管是否符合IEEE 383等規範之防輻射要求部分，其後台電公司相關查驗之辦理情形摘要如下：

1、96年10月24日揚合公司函龍門施工處表示，ZHUA型已符合規範要求。11月7日龍門施工處

函復略以，防輻射防水型可撓性金屬軟管依規範須符合 UL 360 及 IEEE 383。

- 2、96年11月5日至29日龍門施工處進行揚合公司第1批交貨材料(215項)驗收作業，其驗收紀錄略以：「驗收經過：...4. 本次驗收材料防輻射防水型可撓性金屬導線管依審查認可型錄驗收，惟依規範規定須有 IEEE 383 品質證明文件，本次驗收尚欠缺該品質證明文件，請澄清。驗收結果：與契約、圖說、貨樣規定不符及其情形，詳驗收經過第...4項說明。」
- 3、96年11月26日龍門施工處函揚合公司表示，驗收過程發現 ZHUA 型之防輻射防水型可撓性金屬導管並未有 IEEE 383 相關證明，請於1星期內提出證明文件，始算檢驗合格。11月27日揚合公司提出測試證明文件，惟僅係耐燃測試之證明文件。
- 4、96年11月29日龍門施工處要求台電公司核能技術處協助審核；核能技術處於12月5日回復表示，採購規範第3.5.2.2.2節已規定此項可撓性金屬導線管須符合防輻射需求，請廠商再提供證明文件。
- 5、96年12月6日龍門施工處審查揚合及皆達公司所提防輻射證明文件之審查意見略以：「IEEE 383 測試...是針對 Cable 部分，卻未針對 Raceway 有訂出明確的測試標準，揚合公司報告中只提出耐燃測試。關於 Raceway 部分的測試，建請設計單位(核能技術處)澄清，以便施工處執行。」
- 6、96年12月11日台電公司核四工程督導組(會議主席為該督導組組長林俊隆)因揚合及皆達公司對於防輻射部分之採購規範與龍門施工處等單

位有不同看法，即召開澄清會議，其決議略以：
「IEEE 383 電纜之防輻射測試，主要係比對電纜在輻射暴露前後之導通性及劣化，套用在 Liquidtight Flexible Metal Conduit，並無對應的接受標準，似不可行。本案設備用於非核島區，其輻射暴露總劑量不超過 35 Rad（雷得，吸收劑量之單位），依照 NUREG-1801，對於金屬及其高分子聚合物之材料，並無影響。」NUREG-1801 主要係有關老化機制之報告，並未明列於本案合約規範中，僅由台電公司核四工程督導組引為判定之佐證資料。

- 7、96 年 12 月 19 日龍門施工處召開「防輻射防水型可撓性金屬軟管」適用 IEEE-383 防輻射可行性會議，並決議：「1. 經查規範 874-E0012D2 第 3.5.2.2.2 節...，本項材料須具有防輻射功能。2. 請揚合及皆達公司對防輻射防水型可撓性導線管之 Jacket 參考 IEEE-383 第 2.3.3.3 節的輻射劑量 5×10^7 rd，提供抗張強度及伸長率等測試報告。」（IEEE-383 第 2.3.3.3 節略以，測試樣品以 gamma 射源【如鈷 60】，以不大於每小時 1×10^6 Rad 之速率進行輻射照射至劑量達 5×10^7 Rad）。12 月 24 日龍門施工處即函請揚合及皆達公司參考 IEEE 383 第 2.3.3.3 節進行測試，否則 ZHUA 型將依不合格品處理。
- 8、96 年 12 月 31 日龍門施工處函請揚合公司辦理有關驗收完成材料項目之計價等事宜，其中防輻射防水型可撓性金屬軟管，依 IEEE 383 之測試接受標準。1 月 7 日揚合公司函復表示該導線管之輻射劑量測試，第三公證檢驗機構預估需要 45 至 60 天，請提供允收標準（1 月 15 日皆達公司

委託揚合公司協助測試)。

- 9、97年1月14日核四工程督導組因揚合及皆達公司對於輻射照射測試接受標準仍有疑義，即召開會議討論(會議主席為該督導組組長林俊隆)，其討論及決議事項略以：「...3. 本案導電防水軟管，採購規範對軟管之『防水+防輻射』所需測試，有明白之規定，依照核四工程品保方案，廠商可尋求公信機構之測試，證明其產品之性能。4. 本案承商提供之導線防水軟管為PU包覆，其功能要求是防水+防輻射，參照油漆塗料之輻射測試要求，規定量之輻射(5×10^7 Rad)照射後，其PU包覆不能有剝落、連續起泡、裂開等無法維持包覆及防水功能之現象，否則即應減價驗收或重新提交合於規範之產品。5. 請廠商依前述，洽檢證單位，以 1×10^7 、 2×10^7 、 3×10^7 、 4×10^7 、 5×10^7 Rad之輻射照射量照射，並以上述接受標準判定。6. 請廠商於1個月內完成檢驗並提出檢驗報告。」1月18日龍門施工處函請揚合及皆達公司據以辦理，否則仍將以不合格品處理。
- 10、97年1月間，揚合公司由已交運至核四廠倉庫之產品中，取5支不同管徑之ZHUA型樣品，委託財團法人核能科技協進會送請原能會核能研究所(下稱核研所)設備驗證實驗室，依IEEE 383第2.3.3.3節執行抗輻射性能試驗，核研所於2月4日提出驗證報告書之測試結果：「正常，合格。此批金屬防水軟管外層PU被覆經輻射照射後目視檢查，無論以靜態方式或撓度彎曲方式，其外觀均無任何剝落、起泡或裂開等現象。」
- 11、97年2月15日龍門施工處品質組對核研所驗證報告書提出審查意見：「經審查旨述抗輻射材

料核研所測試結果，無意見。」2月26日核能技術處亦表示：「核研所已表示揚合電氣導線防水軟管經其測試合格。擬同意。」

1 2、97年3月6日龍門施工處函揚合及皆達公司表示，有關「電氣導線防水軟管 PU 被覆測試檢證報告」經審查後，認可符合核四工程督導小組於97年1月14日會議決議之允收標準。

1 3、97年3月12日揚合公司提供之可撓性金屬導線管等器材經龍門施工處同意驗收合格，並開立財物結算驗收證明書，同年月14日核付相關款項。皆達公司提供之器材，龍門施工處則於3月27日予以驗收合格，並於同年4月1日核付相關款項。

(四)復查核四廠核島區之設計單位為美商奇異公司(自85年10月16日起至今)，台電公司(核能技術處)於101年5月28日函詢奇異公司「何種 IEEE 383 之型式驗證適用於防輻射防水型可撓性金屬導線管? ...若某些 IEEE 383 之型式驗證並不適用於該導線管，請提供相關技術規範」等情。5月29日奇異公司函復表示：「若防水型可撓性金屬導線管受耐輻射試驗，則需符合 IEEE 383 第 2.3.3.3 節之要求，IEEE 383 其餘章節之測試要求則不適用。...建議修正技術規範 874-E0012D2 第 3.5.2.2.2 節如下：使用於輻射地區耐輻射外被覆之防水型可撓性金屬導線管，須符合 UL 360 及 IEEE 383 第 2.3.3.3 節所規定之總輻射劑量...。」然依本案相關採購合約之規定，安裝於輻射區域之可撓性金屬導線管，須符合 UL 360 及 IEEE 383 規範，並未有僅需符合部分章節要求之規定，否則理應於採購期間提出疑義，並要求設計單位澄清，而非於已完成採購驗收

及現場安裝後，再尋求設計公司事後之澄清，以求解套；又奇異公司建議修正技術規範僅須符合 IEEE 383 第 2.3.3.3 節所規定之總輻射劑量測試即可，卻未說明何以無需執行第 2.3.3 節熱老化測試之理由。又 101 年 8 月 24 日奇異公司以現場差異處理要求（FDDR LT0-00949）回復台電公司 7 月 19 日所詢有關防輻射防水型可撓性金屬導線管事宜略以：「以下幾點可支持『依現況使用』之方式處置：1. 防水型可撓性金屬導線管之外層被覆不需執行安全性功能；2. 其外層被覆材料係由熱塑性聚氨酯（TPU）製成，係非常適合使用於輻射環境下之材質，並已通過輻射劑量之測試驗證；3. 將 ZHUA 型替換為 NWC 型導線管並不會增益電廠安全；4. 一次圍阻體內（高輻射區）之可撓性導線管均無外層被覆，則位於二次圍阻體區域之設備，輻射劑量低於一次圍阻體內，其安裝之可撓性導線管亦不需外層被覆；5. 台電公司可檢查位於高輻射區域之 ZHUA 型導線管，若外層被覆有剝蝕情形，予以更換。」惟本案可撓性金屬導線管之外被覆為非金屬材料，係暴露於輻射環境區域，導線管雖不需執行安全功能，但受損仍會影響其內纜線之功能，且外被覆之主要目的為防水，以免因潮濕致絕緣下降，而造成系統錯誤訊號或錯誤操作，故其老化仍可能會影響纜線執行安全功能。台電公司對於安裝於屋外之電氣導線管，則要求使用鋁製導線管，而不使用鍍鋅鋼管，以降低屋外腐蝕環境之影響；因 ZHUA 型未提供符合 IEEE 383 等標準之相關測試報告，其產品之品質無法確保，恐未能使用於非輻射區安全級相關設備，更不得使用於輻射區安全級相關設備；又依據奇異公司之設計，一次圍阻體內之可撓性導線

管未具外層被覆，但仍有使用防漏型之金屬軟管，並非全未考量防水性，且電氣設備對於防止濕氣入侵至為重要，若取消具防水型功能之可撓性金屬導線管，除應評估對相關設備之影響外，並應確認是否符合核四廠應適用之美國電工法規(NEC)等要求，如第 348.12 節所規範之非防水型可撓性金屬導線管，不可使用於潮溼、電池室、井道等處，而核四廠多數電氣及儀控等設備係裝置於地下樓層，濕氣較高，另根據 IEEE 628 第 4.6 節之規範，選用材料亦須符合使用環境之要求；另若改以防水型替代防輻射防水型可撓性金屬導線管，若仍使用非金屬材質之外被覆，則應提供所使用材質可避免輻射環境之影響，以確保濕氣不會入侵金屬導線管。

- (五)國營會對於本案可撓性金屬導線管採購過程認為有如下之缺失：「1. 合約內容確實未規定技術規範審查前承商不得交貨，本案於得標後才審查產品相關型錄，雖符合政府採購法規定，惟若於辦理招標時即訂定適當規範，先行審查廠商之投標產品是否符合規範要求，應可降低後續履約之爭議。2. 依龍門施工處內購器材作業程序書，材料採購於完成訂約手續後，採購經辦人即至材料管理系統開具交貨通知單，通知廠商交貨，導致廠商未完成相關文件之審查，即被通知交貨，相關作業程序書應有檢討之必要。3. 據台電公司表示，廠商提出異議並經查明 IEEE 383 原條文，若設備材料使用之環境空間可以區隔，則可以該區間之環境條件測試，台電公司爰同意廠商以 IEEE 383 之部分項目進行防輻射認證。惟與原採購規範所訂條件不盡相同，對於以完全符合 IEEE 383 測試項目之產品參與競標之廠商未盡公平，採購規範未盡明確；此外台電公司亦

應釐清當初底價訂定究係以完全符合 IEEE 383 測試項目之產品為估價基準或符合 IEEE 383 部分測試項目之產品為估價基準。」並稱：「ZHUA 型產品雖事後經就 IEEE 383 之抗輻射章節檢證認定可具抗輻射功能，惟仍與原規範要求有差異，有依政府採購法第 72 條減價驗收之檢討空間。」台電公司則稱：「輻射區有防水功能之可撓性金屬導線管，其防水被覆有可能長期暴露輻射環境而使被覆劣化，影響其防水功能，故設計公司要求比照 IEEE 383 及 IEEE 323 之防輻射規範，雖引用該二規範並不完全恰當，但工業界並未有其他適當標準可資採用。又非安全級防輻射防水型可撓性金屬導線管於規範內要求符合 IEEE 383，但全部引用 IEEE 383 並不恰當，規範內應加註採用 IEEE 383 適當章節，才不致引起爭議。」原能會於本院約詢時表示：「核研所僅是協助台電公司執行輻射照射之測試，並未表示 ZHAU 型是符合採購規範的。導線管原設計即在輻射區要符合 IEEE 383 之要求，但 IEEE 383 是一個完整的測試，如在管斷狀況時，而非僅取一項來測試。台電公司認為導線管不具安全功能，但明明是安全相關設備，核電廠是要層層防禦之設計，這部分台電公司有誤導。」國營會復稱：「導線管採事後奇異公司之解釋及輻射照射補測，是與合約不合的，且對其他參標者不盡公平，有檢討之必要。核安至上是基本要求，要請台電公司注意核能電廠之採購案，不能如同一般電廠之採購，就算是財物採購也是一樣，尤其規格之認定亦應嚴謹。」

(六)綜上：

- 1、核四廠所使用具外被覆之可撓性金屬導線管，主要目的係防止濕氣入侵導線管，其外被覆材質應

考慮安裝環境，若導電管使用於輻射區域，應選用耐輻射之材質，以避免環境因素加速外被覆劣化，而喪失防水等功能；因此，核四廠所採購之防輻射防水型可撓性金屬導線管之外被覆，應具防輻射等功能。

- 2、案經台電公司詢問奇異公司建議未來可修正技術規範，將防輻射防水型可撓性金屬導線管之防輻射功能，明定僅需符合 IEEE 383 第 2.3.3.3 節所規定之總輻射劑量即可。然本案核四廠所採購之防輻射防水型可撓性金屬導線管於採購規範中，明定須符合 IEEE 383 等規範，並未規範僅須適用某一章節，故自應適用 IEEE 383 之全部章節，否則對於若以完全符合 IEEE 383 測試項目之產品參與競標之廠商，則未盡公平。
- 3、又核四廠非核島區非安全級電氣設備、安全級電氣設備、161KV 加壓相關系統之可撓性金屬導線管等材料採購案，主要由揚合、禾企、皆達等公司得標承攬，其中揚合及皆達公司於非核島區非安全級設備提供之 ZHUA 型防輻射防水型可撓性金屬導線管，並未檢附符合 IEEE 383 防輻射功能等規範之證明文件，並經台電公司審核通過，施工單位竟可通知廠商交貨。
- 4、嗣承商以未符規範之產品交貨後，台電公司即陷於難以不驗收之窘境，雖於初期提出「ZHUA 型無防輻射功能」等審核意見，以及函請承商提供產品符合 IEEE 383 規範之證明文件，然經台電公司核四工程督導組及龍門施工處等單位開會研商後，竟同意廠商依據 IEEE-383 某一章節委外補測輻射照射合格後，即予驗收計價付款，致引發外界質疑台電公司以不符防輻射規格之次級

品替代，涉嫌圖利廠商及恐將發生核安事件之疑慮等情，其部分防輻射防水型可撓性金屬導線管恐無法符合抗輻射功能之要求，而未能確實防護管內之纜線，相關採購作業，核有疏失。

二、台電公司對於核四廠之輻射區域未能切實掌握，致部分可撓性金屬導線管未依規範正確安裝，且導線管相關安裝作業、人員訓練及界面整合等情，亦有諸多缺失，顯未落實相關檢驗作業及品保要求，確有疏失，皆應即予重新清查及檢討更新與修正，俾免影響纜線安全及試運轉與商轉時程。

(一)按原能會公布之「核子反應器設施品質保證準則」第 19 條規定：「經營者應使用標識、文件紀錄、隔離儲放、處置方式及通知有關單位等作業程序，以管制不符合規範之材料、零件或組件。不符合規範之項目，應依據工作程序書之規定審核，並做成接受、拒收、修復或重做之判定。」又據原能會公布之「核子反應器設施安全設計準則」第 6 條、美國核能管理委員會(NRC)發布之 10 CFR 50 Appendix A 「General Design Criteria for Nuclear Power Plants」(核能電廠一般設計準則)之 Criterion 4 等法規要求，核能電廠安全相關導線管之設計，應確保於正常運轉、維護、測試及假想意外事故，包含反應爐爐水喪失事故等各種環境條件下，仍能發揮其應有之安全功能。另「核四廠初期安全分析報告書」第 12 章及奇異公司設計文件 31113.023.1000 計畫設計手冊(Project Design Manual, PDM)第 3 章對於輻射區域有明確之劃分，其依輻射強度由低至高規劃成 A 至 F 區，其中 D、E、F 區劃分為輻射區域(分別為 Radiation Area、High Radiation Area、Very High Radiation Area，其輻射劑量每小時

分別大於 0.05、1、5 毫西弗)，其餘區域則未註明為輻射區域；而對處於輻射區域之設備或器材，理應選用具抗輻射能力之材料。

(二)查原能會核能管制處 3 位視察員所組成之專案視察團隊，於 101 年 5 月 23 日至 24 日針對核四廠一號機使用於安全相關設備之可撓性金屬導線管安裝作業進行查證，其中有關現場安裝之視察結果略以：

1、核島區部分：

(1)有關核島區輻射區域安裝情形，依龍門施工處表示，目前安全級相關設備使用 NWC 型者，僅有控制棒驅動系統之液壓控制單元設備室(Room-117、126)，其餘安全相關設備皆使用 ZHUA 型，其與設計圖 31113-OR51-E3480 附註 10，明確指出輻射區域須使用具抗輻射可撓性金屬導線管不一致。惟龍門施工處表示設計圖並未明確指出輻射區域之範圍或設備房間，且核四廠所使用之電纜及管槽管理系統(CARMS)，僅規範液壓控制單元設備室須使用防輻射防水型可撓性金屬導線管，其餘並未於該管理系統上標註。

(2)液壓控制單元設備室：非屬輻射區域，惟依電纜及管槽管理系統規定，應裝設具抗輻射之 NWC 型，但現場發現有為數不少者安裝 ZHUA 型(如 1C12-HCU-0022、1C12-HCU-003 等)，不符合要求；另抽查設備室(Room 117、126)安裝之 NWC 型相關檢驗表，並無 ZHUA 型之安裝紀錄；龍門施工處人員表示，可能係承商發現現場已安裝之 NWC 型有龜裂損壞情形，而自行更換成 ZHUA 型。然台電公司無法提供 ZHUA 型

之安裝檢驗紀錄，亦無相關不符合報告（Non-Conformance Report, NCR）開立之管制文件，不符合品保要求，亦不符「核子反應器設施品質保證準則」第 19 條之規定。另 NWC 型現場發現疑似有導線管彎曲半徑不足，造成該導線管有相當高比例之外被覆剝離現象（製造廠家已有提供導線管彎曲半徑之規範），亦發現有疑似施工不當或人為破壞，而造成導線管接頭處有斷裂或脫落之情形。

- (3) 反應器爐心餘熱移除系統之 A 泵室：台電公司認定為非輻射區，故僅使用 ZHUA 型，又現場發現流量控制閥 1E11-MCV-002A 之閥位傳送器 1E11-MCU-0022A-ZT 安全相關儀用電纜導線管 (1RE10040) 所使用之可撓性金屬導線管，均已脫落，且靠近設備端之導線管標示模糊不清而無法辨識。

2、非核島區部分：

- (1) 高壓汽機附近連接壓力傳送器 1C71-PT-0301B 等安全相關儀用電纜導線管 (1RE2W303) 係使用 ZHUA 型，龍門施工處表示汽機廠房安全相關設備均使用 ZHUA 型，但非核島區管槽安裝規範書對使用於安全相關設備之可撓性金屬導線管列為 NWC 型，故並未依該規範書施作，亦未落實相關檢驗作業程序，不符合品保要求；另於該導線管靠近設備端之支架遭人移除而以鐵絲替代，不符合要求。
- (2) 反應器廠房海水泵室之 C 泵設備室及儀用感測器等安全相關設備雖大部分使用 NWC 型，惟仍有少量使用 ZHUA 型，未依施工規範施作及未落實相關檢驗作業程序，不符合品保要求。

3、據上，台電公司對使用於安全相關設備之可撓性金屬導線管審查作業，嚴謹度不足，大部分輻射區域皆誤用 ZHUA 型，不合法規要求；現場施工部分，除相關作業（如安裝及檢驗作業）未落實程序書及品保要求外，對於設計圖說及施工規範（含設備、安裝作業）有疑慮之處，亦未能於第一時間向設計單位反映及澄清，直至全面性安裝完成後再澄清。故台電公司應更強化設計、採購、施工及測試等各界面間之整合，並加強現場作業人員之相關專業訓練及經驗傳承。核四廠一號機安全級系統所安裝之可撓性金屬導線管現況，彙整如下表所示：

區域	設備室(房間編號)	輻射區分	安裝型式	符合規定否
核島區	反應器爐心餘熱移除系統 (121/131/132)	E	ZHUA	否
	反應器爐心隔絕冷卻系統 (112)	E	ZHUA	否
	高壓爐心注水系統 (122/130)	D	ZHUA	否
	液壓控制單元 (117/126)	C	NWC(少量使用 ZHUA)	大部分符合 (因 NWC 型損壞而更換為 ZHUA 型)
非核島區	高壓汽機區	E	ZHUA	否
	反應器廠房海水泵室	非輻射區	NWC(少量使用 ZHUA)	大部分符合

(三)復查原能會於 101 年 6 月 25 日至 29 日執行核四計畫第 47 次定期視察時，對於人員訓練之查證結果略以：「抽查龍門施工處電氣組及儀控組 100 年人員訓練資料，…查閱龍門施工處電氣組及儀控組訓練項目大多為經驗回饋案例之宣導。惟經訪談台電公司執行可撓性金屬導線管安裝作業之相關人

員，對於核電廠較特殊之輻射區域明顯認知不足，以及台電公司就設備安裝輻射區域之澄清，亦無法於安裝前確認，而衍生目前安裝之可撓性金屬導線管無法符合使用環境之要求。台電公司應加強人員（含承商作業人員）之相關專業訓練及經驗傳承，以降低重複施工之風險。」又對於其他作業之查證結果略以：「一號機汽機廠房之高壓汽機附近連接壓力傳送器 1C71-PT-0301B 等安全相關儀用電纜導線管，使用 ZHUA 型之安裝檢驗部分，…經訪談台電公司相關作業人員表示對於汽機廠房輻射區域之劃分並不清楚，仍待設計單位澄清。此與核島區安裝工程屬共同缺失，顯未於安裝前確認並釐清輻射區域之範圍；但非核島使用之器材係由台電公司自行採購，並非由承商連工待料方式施作，即表示非核島區於採購時，理應得知位於輻射區之安裝位置及數量，而非此時表示輻射區域待澄清，否則採購具抗輻射之器材，卻有不知裝置位置之情形。又一號機反應器廠房海水泵室電氣導線管安裝檢驗表對於可撓性金屬導線管檢驗項目內容，並未登錄安裝型式，無法追溯現場安裝型式之正確性；以及抽查核島區液壓控制單元設備室有關可撓性金屬導線管之安裝檢驗表，雖對於防水型或防輻射型有明列對應至合約項目之編號，惟此仍無法有效提供現場檢驗人員正確之安裝型式，台電公司應檢討改善。另一號機反應器廠房海水泵室 C 泵設備室及儀用感測器等安全相關設備所使用之可撓性金屬導線管，發現其接地線有螺旋盤繞現象，與管槽安裝規範書(ECP002-C)之第 5.3.4.2.4 節可撓性導線管之安裝說明內容不符。」其結論表示：「…核電廠輻射區域訂定係工程設計之基本，台電公司遲至

101年7月初方能釐清，將影響後續之清查及改善作業；另台電公司未能於安裝前察覺設計圖說、施工規範之疑義，無法於第一時間向設計單位反映及澄清，而至全面性施工完成後再提出澄清，徒增重複施工之風險。故台電公司應更強化設計、採購、施工及測試等各界面間之整合，並加強現場作業人員之相關專業訓練及經驗傳承。」顯然電氣導線管各施工圖面標示輻射區域之範圍或設備房間，及各項規定分散在不同文件中，施工人員尚需整合後始能判定輻射區域，致承商有誤用之情形，又因辦理採購者並非施工人員，而施工人員所依據之相關圖說，並未清楚註明防輻射防水型可撓性金屬導線管之使用區域，致採購該導線管時，施工人員仍未明確知道輻射區之安裝位置及數量；而核島區施工規範並無規定輻射區須使用防輻射防水型可撓性金屬導線管，僅在圖面上之附註註記輻射區域須使用防輻射防水型可撓性金屬導線管，致一次圍阻體外安全級系統之施工承商有誤用之情形。案經原能會於101年9月26日違規審議小組之審議結果，本案誤用導電管等情事，處以30萬元罰鍰及三級違規，經函請台電公司陳述意見後，該會於12月4日開立裁處書，確定上開裁罰結果。台電公司並於本院約詢時亦坦承：「導線管之起、迄點路徑及其使用之材料，在電纜及管槽管理系統是有規定的，施工人員是依據該系統來施作，另在圖面之附註，有規定輻射區要用抗輻射材料，規範間不清楚。施工人員未注意施工圖與輻射區未能一致，現正全面檢討，每個房間都會去檢視。我們在輻射區會依奇異公司之評估結果，更換成防輻射型，現正辦理採購。」

(四)又國營會表示，案經台電公司檢討認為本採購案並無指定廠牌，防輻射防水型可撓性金屬導線管材料既經台電公司協調會議決議辦理，並送核研所測試合格，台電公司審查認可其型錄，驗收人據以判定合格後同意核付款項；驗收人既判定該材料為合格並同意核付款項，自無「政府採購法」第 72 條「驗收結果不符之處理」之必要。台電公司則表示：「從廠牌、型號及外觀上判斷，揚合公司及禾企公司提供之 ZHUA 型材料相同。而禾企公司承攬本案核能安全有關之分項，依規定應建立及執行 NQA-1 之品保方案，此將造成該公司新增人事費用及執行品保方案作業之行政及查證費用，理論上，禾企公司之成本應較揚合公司承標之非安全有關分項高，惟提供之 ZHUA 型報價卻比揚合公司低，各家公司競標策略及獲取材料之成本有差異，實難以用報價單價判斷各公司進貨規格之符合與否。」查本案相關可撓性金屬導線管各家廠商之報價：

- 1、榮電公司提供之 NWC 型防輻射防水型可撓性金屬導線管，其直徑 19、25、38、51、64、76、102mm 之每公尺單價各為：5,970、8,509、12,083、14,897、17,319、22,265、30,863 元；而 ZHUA 型、ZHLA 型防水型可撓性金屬導線管於合約內屬同一計價項目，其非安全級之直徑 19、25、38、51、64、76、102、127、152mm 每公尺單價各為：461、822、1,843、2,382、5,655、7,000、8,901、20,787、30,370 元；而安全級者之每公尺單價各為：713、1,272、2,845、3,681、8,743、10,813、13,874、18,293、20,139 元。
- 2、揚合公司提供之防水型及防輻射防水型可撓性金屬導線管皆為 ZHUA 型之產品，據揚合公司投

標時所提之報價單，其直徑 19、25、38、51、64、76、102mm 之防輻射防水型每公尺單價各為：1,607、3,180、5,543、6,888、9,100、13,162、18,673 元，而防水型每公尺單價各為：648、1,283、2,236、2,779、3,670、5,278、7,532 元。

- 3、禾企公司提供之 NWC 型防輻射防水型可撓性金屬導線管，其直徑 19、25、38、51、64、76、102mm 之每公尺單價各為：5,484、7,788、11,098、13,638、15,860、20,403、25,379 元，而 ZHUA 型防水型可撓性金屬導線管之每公尺單價各為：353、621、1,069、1,204、1,570、2,568、3,200 元。

(五)綜上：

- 1、本案核四廠採購之具外被覆可撓性金屬導線管，主要係為防止水氣入侵導線管，故應防範因輻射長期照射而造成外被覆脆化，而導致水氣入侵導線管，而可能造成設備誤動作或無法動作，影響機組運轉安全。
- 2、然原能會視察發現核四廠全廠輻射區域安全級相關設備，皆誤用 ZHUA 型或 ZHLA 型可撓性金屬導線管，不符規範使用環境要求，且於全面性安裝後，始洽設計單位反映或澄清，顯有疏失；其中核島區之安全級相關設備中，除液壓控制單元設備室裝置 NWC 型外，其餘區域(不含一次圍阻體內)均使用 ZHUA 型，核與設計圖之規範不符，又液壓控制單元設備室於無 ZHUA 型之安裝紀錄下，卻仍有諸多導電管誤裝 ZHUA 型之情事，且 NWC 型亦發現有因彎曲半徑不足而使外被覆剝離、導線管脫落及靠近設備端之導線管標示不清等情形。

- 3、另台電公司相關人員對於核電廠輻射區域認知不足，未能於採購及安裝前確認輻射區域之範圍，致施工承商未能正確領用及安裝導線管；又據投標時承商所提之報價單，揚合公司提供之防水型及防輻射防水型可撓性金屬導線管之產品，皆為 ZHUA 型，顯較具有 UL 360、IEEE 323 及 IEEE 383 等工業標準認證之 NWC 型便宜。
- 4、核四計畫本係採較高規格之設計理念，以期降低國人對核能安全之疑慮，故台電公司執行設備採購、施作、檢驗等各項作業，更應採更高之標準，然本案台電公司除對於核四廠輻射區域並未能切實掌握，致部分可撓性金屬導線管未依規定正確安裝外，導線管相關安裝作業及人員訓練與界面整合等情，亦有諸多缺失，顯未落實相關檢驗作業及品保要求，確有疏失，皆應即予重新清查及檢討更新與修正，俾免影響纜線安全及試運轉與商轉時程。

三、核四廠部分可撓性金屬導線管之供應廠商未具核能品質保證之資格，台電公司並未確實審查，竟予驗收使用於安全級之相關系統，顯未能確保產品之製造品質及輕忽核能安全，洵有未當。

- (一)按「核子反應器設施管制法施行細則」第 12 條規定：「本法第 16 條第 1 項所稱安全級產品，指其設計、製造、檢驗、測試及更換等之品質保證作業，符合核子反應器設施品質保證準則或主管機關認可品質保證方案規定之產品。」又「核四廠初期安全分析報告書」(PSAR)第 3 章中，將安全級系統之相關導線管歸類為安全級(核能級)，屬於耐震一級結構，須符合相關品保方案之要求。又依 IEEE 628 之規範，使用於核能電廠安全級相關線路(Class 1E

Circuit)之導線管，應保留適當之品質文件，如符合性認證(Certificates of Compliance, C/C)，以證明所採購之材料符合特定規範之要求。因此，安全級可撓性金屬導線管須向具有美國核能管理委員會(NRC)10 CFR 50 Appendix B 或美國機械工程師學會 ASME NQA-1 之品保方案廠家採購。另依循核四工程品質保證方案附錄五(核四工程核能安全有關器材廠商資格及品質證明文件要求原則)之規定，若具核能品保方案之承商無法向具有核能品保方案之廠家採購器材時，須建立管制辦法或作業程序書，藉由評鑑以選擇合格之器材供應商，以管制其所提供器材之品質；而評估、選擇作業亦須建立辦法或程序書，並事先送台電公司審查後據以執行。

- (二)查核四廠「核島區電氣安裝工程」於94年9月15日由榮電公司得標施作，其可撓性金屬導線管係採用美商 ANAMET 公司之產品，榮電公司(具有核能品保方案 NQA-1 之資格)依該公司建立之品保方案及程序書，於95年10月19日對 ANAMET 公司進行訪查，並提出評估報告送台電公司審查後，同意 ANAMET 公司為其器材供應商，榮電公司依所建立之程序書規定對 NWC 型產品執行廠家評選(含相關製程、檢驗、測試等品質作業)，且 NWC 型產品亦為美國核能設施採購委員會(NUPIC)認可之產品，其應能符合合約要求；惟原能會於101年5月間，針對核四廠一號機使用於安全相關設備之可撓性金屬導線管安裝作業進行查證，其中有關品質文件之視察結果略以：「...廠商評估報告僅附 NWC 型導線管之相關製造程序書，而無 ZHUA 型之相關製造程序書或文件，因此無法確認評鑑作業涵蓋 ZHUA 型

導線管。」嗣原能會於 101 年 6 月間之核四廠第 47 次定期視察期間，台電公司提供 ANAMET 公司生產 ZHUA 型之相關製造程序書、檢驗紀錄及符合 UL 360 標準之證明文件等資料，惟原能會仍認為台電公司未能於產品製造前確認相關製程，應無法滿足核四工程品質保證方案附錄五之要求，亦難以確保各批 ZHUA 型之製造品質，故在品質無法確保之下，ZHUA 型不得使用於安全級之相關設備；又該次定期視察包含針對非核島區安全級器材供應商禾企公司之品保符合性進行查證，禾企公司之可撓性電氣導線管係採用 NWC 型及 ZHUA 型；而 ANAMET 公司之品質保證方案並非依美國 10CFR50 App. B 或 ASME NQA-1 所建立之品保方案，其安全級器材顯向無核能品保方案之廠家採購。其原能會之查核結果摘要如下：

- 1、經查閱禾企公司所提送台電公司審查之相關文件中，查無禾企公司依規定建立之品保方案，及提送台電公司審查之相關審查紀錄。
- 2、禾企公司送審之供應商廠家型錄與品保手冊審查紀錄中，顯示 ANAMET 公司未具有符合核能品保方案之廠家資格。
- 3、禾企公司在可撓性金屬導線管送審製造廠商紀錄附有一紙聲明，其內容為：「(1)禾企公司是詹記科技股份有限公司(下稱詹記公司，目前更名為鉸原公司)旗下之子公司，其品質管理系統皆依循詹記公司所制定品質手冊(JEMC-QPC-01 Rev. B2)辦理，該品質手冊符合美國聯邦法規 10 CFR 50 Appendix B 之相關規定。(2)禾企公司之材料供應商 ANAMET 公司所生產之軟管材料，其品質管理標準及製程管理皆依據本公司品質手冊(JEMC-QPC-01 Rev. B2)相關規定辦理。(3)綜

上說明，軟管材料供應商之品質管理符合龍門施工處所規定之品保要求。」惟此聲明顯然無法符合核四工程品質保證方案所規定對安全級產品之品保要求，以及原能會曾於 98 年 4 月 10 日開立 EF-LM-98-004 違規案略以：「榮電公司對詹記公司進行 D 型拉線箱製造廠商評鑑之人員，與詹記公司 D 型拉線箱製造品質手冊之編寫者與其品質制度之制定者為同一人(其後並為詹記公司製造工廠之主管人員)，但經龍門施工處與台電公司核能安全處等之層層審查下，卻均未能察覺，有關廠家品保評鑑獨立性顯然不足，且審查作業落實性亦不足。」故依禾企公司逕自引用詹記公司之品質手冊，應無法滿足核四工程品質保證方案附錄五之要求。

- 4、禾企公司在 ANAMET 公司提供之可撓性金屬導線管送審資料目錄下方，加註「禾企公司之材料供應商 ANAMET 公司所生產之器材軟管材料，其品質管理標準及製程管控皆依據本公司品質手冊相關規定辦理」之說明，其引用詹記公司 JEMC-QPG-01 Rev. B2 版本之品質手冊，應無法滿足核四工程品質保證方案附錄五之規定。
- 5、經查台電公司審查核准之禾企公司相關審查文件中，發現有部分引用台電公司審查核准之榮電公司送審文件，並列為禾企公司之送審摘錄紀錄文件中，惟此部分與禾企公司之相關審查文件並無關聯性。另查閱台電公司提供之審查資料發現 ANAMET 公司於 96 年 3 月 8 日提供之採購文件，ANAMET 公司為 NUPIC 廠家之一，且該公司僅認為其所提供之 NWC 型可使用於核能電廠，而 ZHUA 型則無相關之說明。

- 6、禾企公司並無符合附錄五之核能品保方案，其器材供應商 ANAMET 公司亦未具有符合美國 10 CFR 50 Appendix B 或 ASME NQA-1 之核能品保方案廠家，其相關審查紀錄也查無任何對製造供應商（如 ANAMET 公司）之執行評鑑(估)之紀錄或報告及審查等相關資料，應無法滿足核四工程品質保證方案附錄五之要求。
 - 7、另經抽查禾企公司所提供其他安全級器材製造供應商之送審資料中，亦發現存有上述之情形。台電公司應全面清查禾企公司所提供各項安全級器材，與核四工程品質保證方案之器材採購相關品保要求之符合性。
 - 8、又對於其他作業之查證結果發現，核島區除 NWC 型及 ZHUA 型外，安裝於安全相關設備之可撓性金屬導線管尚有 Electri-Flex 公司製造之 ZHLA 型防水型可撓性金屬導線管。經查榮電公司對 Electri-Flex 公司執行之協力廠商評估報告資料顯示，雖有對 Electri-Flex 公司相關品保作業進行瞭解，但查無針對 ZHLA 型之相關製造程序書或製程紀錄等有關文件。除 ZHLA 型未具抗輻射功能，不得安裝於輻射區域外，其於產品製造前並未確認相關製程，應無法滿足核四工程品質保證方案附錄五之要求。
- (三)又 101 年 8 月 24 日奇異公司以現場差異處理要求 (FDDR LT0-00949) 回復台電公司同年 7 月 19 日所詢有關防輻射防水型可撓性金屬導線管事宜略以：「...ZHUA 型導線管製程之品保方案及生產工廠與安全級 NWC 型導線管相同，不需驗證 ZHUA 型導線管係屬於 ANAMET 公司之品保方案或製程。」然奇異公司並未提供 ZHUA 型導線管製程之品保方案

及生產工廠之與安全級 NWC 型導線管相同之佐證文件，就榮電公司對 ANAMET 公司之廠家評鑑報告，其品保方案或程序書有特別列出 NWC 型之相關製程作業；故奇異公司應提出更具說服力之文件，並經台電公司品保專責單位審查確認奇異公司所述之正確性。另品保方案係各公司依其組織、權責、獨特性等不同屬性建立適用之品保方案，原能會於本院約詢時表示：「母公司有品保方案，不代表子公司是具有品保方案，台電公司的說明是錯誤的；ANAMET 公司並無品保方案，維持品保方案是很貴的，所以可由主包商榮電公司去確認，只有榮電公司符合品保方案，其他公司則無品保方案認證，ANAMET 公司之產品不符規定。」又台電公司表示：「ANAMET、Electri-Flex 等公司經榮電公司依照品保方案附錄五之規定，派員赴 ANAMET 公司（95 年 10 月 19 日）及 Electri-Flex 公司（96 年 1 月 29 日）進行廠商評鑑，評鑑結果經台電公司審查確認其製程品質管理為合格之供應商。」惟台電公司並未於產品製造前確認相關製程，且原能會查無針對前述產品之相關製程或檢驗等（含關鍵技術評估）品質作業進行評估，致無法確保 ZHUA 型或 ZHLA 型產品之製造品質。

（四）綜上：

- 1、本案核四廠安全級相關設備使用之可撓性金屬導線管，分別有防水型及防輻射防水型等類型，其材料供應商須執行相關核能品保方案，否則具核能品保方案之承商，須依台電公司核准之程序，評鑑以選擇合格之材料供應商，而非安全級可撓性金屬導線管之承商，僅需執行一般品保方案，如揚合及皆達公司並不須具有核能品保方

案。

- 2、承攬核四廠安全級器材產品或安裝施工之廠家，計有榮電、禾企、ANAMET 及 Electri-Flex 公司等廠商，其中 ZHUA 型及 ZHLA 型之製造商 ANAMET 及 Electri-Flex 公司，並未具有符合核能品保方案之資格，原能會原查無榮電公司對該二協力廠商相關製程之程序書或審查紀錄之評估報告，雖經台電公司補提 ZHUA 型之相關製程程序書等資料，惟仍未於產品製造前確認相關製程，且美國核能採購事務委員會(NUPIC)亦未對 ZHUA 型產品進行評鑑，且台電公司為 NUPIC 會員，理應孰悉 NUPIC 對產品認可之程序；在 ZHUA 型及 ZHLA 型等產品之製造品質無法確保及不符品保規定下，應不得使用於核島區非輻射區安全級相關設備。
- 3、非核島區安全級器材供應商禾企公司並非具核能品保方案之廠家，卻逕自引用經原能會認定無法完全符合「核子反應器設施品質保證準則」之詹記公司品質手冊，以及引用榮電公司對 ANAMET 公司之評估報告，且對於材料供應商並無任何評鑑資料。因此，榮電公司及禾企公司提供之 ZHUA 型及 ZHLA 型等產品，應無法滿足核四工程品質保證方案附錄五之要求，亦無法完全符合「核子反應器設施管制法施行細則」第 12 條之規定。
- 4、核四廠不論使用於核島區或非核島區之安全級系統或非安全級系統相關設備，若使用於輻射環境區域，應具有一定程度之防輻射能力，方能符合相關法規或標準之要求，尤其安全級防輻射防水型可撓性金屬導線管除須符合相關技術規範外，其品質作業亦須符合核能品保方案之要求，

以確保產品之製造品質，然核四廠部分可撓性金屬導線管之供應商未具核能品質保證之資格，台電公司並未確實審查，竟予驗收使用於安全級之相關系統，洵有未當。

四、台電公司對於核四廠可撓性金屬導線管配件電鍍鋅厚度之採購規範未能確實瞭解，且專業不足，驗收標準任意變更，又對本院所詢事項之查復內容前後不一，皆有未當，另對可撓性金屬導線管配件未來之使用情形，應再詳予追蹤並注意維護，以確保機組運轉之安全與可靠度。

(一)按本案核四廠電氣導線管之相關採購規範 874-E0012D1 (安全級系統) 及 874-E0012D2 (非安全級系統) 第 3.4.2 節規定，導線管設備在工廠製造時，必須考慮核四廠之廠址環境，而能使用 40 年之服務年限，任何元件未具 40 年壽限期望值，而需維護及/或更換時，承商應在投標時提供此類元件之清單及相關維護時程。第 3.5.2.1.1 節規定，導線管材料為碳鋼，表面處理為熱浸鍍鋅(重量為導線管之 0.5 至 3.0%)。第 3.4.1 及第 3.6.3 節規定，室外之導線管及其配件，應使用鋁合金材質(不需鍍鋅)。又第 3.5.2.3 及第 3.7.2 節規定，所有螺栓、螺母、墊圈等配件應與導線管相同或更佳之材質，且應採電鍍鋅等方式處理，電鍍鋅標準應符合 ASTM B 633, SC1 等規範要求，而台電公司表示參據 ASTM B 633 第 4.1 節(Thickness)及表 1(Thickness Classes for Coatings)SC1 之規定，其鍍鋅厚度至少應為 $5\mu\text{m}$ (10^{-6} 公尺)以上。

(二)查本案核四廠電鍍鋅導線管配件所使用之區域，包含：汽機廠房、輔助鍋爐廠房、進出控制站廠房、循環水泵室、反應爐廠房海水系統泵室等室內區域

，榮電公司、揚合公司、禾企公司及皆達公司等承商所交之導線管配件均為電鍍鋅，其電鍍鋅厚度約 $13\mu\text{m}$ ，惟並無可使用 40 年之相關證明文件，而台電公司之審驗情形如下：

- 1、96 年 10 月 3 日台電公司核四工程督導組召開會議（會議主席為該督導組組長林俊隆），其會議之討論事項第 2 項略以：「導線管 fitting(配件)使用壽命(40 年)，廠商提出其材料之鍍鋅厚度為 $13\mu\text{m}$ ，依照 ASTM B633-85，其 Indoors 之腐蝕率 Considerable less than $0.5\mu\text{m}$ ，依此計算，耐用年限遠大於 $13\mu\text{m} \div 0.5\mu\text{m} = 26$ 年，若依 NUREG-1801，Galvanized Steel(鍍鋅鋼)在室內使用，並無腐蝕機制，並不須老化管理，綜上判斷，廠商所提材料，符合本公司規範要求。」
- 2、96 年 11 月 5 日至 29 日龍門施工處品質組進行揚合公司第 1 批交貨材料（215 項）驗收作業，其驗收紀錄略以：「驗收經過：...3.(1)Steel 部分：...d.Fitting 部分以電鍍者使用年限不及材料規範 40 年 Service Life 規定。驗收結果：與契約、圖說、貨樣規定不符及其情形，詳驗收經過第 3...項說明。」
- 3、96 年 12 月 13 日龍門施工處副處長簡建成邀集相關單位開會討論「核四計畫電氣導線管及管配件採購案 M6729603070、K67296003 等二案合約規範及交貨規範有差異，擬依採購契約要項第 21 條規定，辦理契約變更適法性討論會議」，其會議紀錄之決議事項第 1 點：「揚合公司及皆達公司所交管配件貨品均為電鍍鋅，鍍鋅厚度約 $13\mu\text{m}$ ，依 ASTM B633 Appendixes XI service life of Zinc: 「 Mean Corrosion Rate in

indoors: Considerable less than $0.5\mu\text{m}$ 」核算，約可使用 26 年以上。決議：96 年 10 月 3 日核四工程督導組決議，耐用年限遠大於 26 年，...在室內使用，並無腐蝕機制，不須老化管理，符合本公司規範要求。既符合本公司規範要求，則無採購契約要項第 21 條及採購法第 72 條之問題。」其後則依據本會議之決議同意驗收。

4、96 年 12 月 7 日龍門施工處於揚合公司提出 B 版補充說明之型錄後函該公司略以：「『材料廠商規格書及技術、品保文件』供審資料依 96 年 11 月 5 日函示，有條件核准」，並表示：「管配件須有 40 年使用壽命，同意使用，請提供評估驗收金額之價差。」

5、97 年 1 月 7 日龍門施工處驗收員於第 1 批交貨材料驗收紀錄 3.(1)Steel 部分：...d. 之後補充說明記載：「依 D 龍施字第 09612003331 號函驗收（鍍鋅管配件符合規定）」。

(三)台電公司於 101 年 7 月 19 日函復本院調卷時陳稱：「依據電氣導線管採購規範之規定，導線管使用壽命應為 40 年，承商交貨之導線管熱浸鍍鋅膜厚度，經實測均在 $30\mu\text{m}$ 以上，符合使用壽命 40 年之規定。而配件材料鍍鋅厚度為 $13\mu\text{m}$ ，依照 ASTM B633-85 之規範，其室內之腐蝕率低於 $0.5\mu\text{m}$ ，計算其耐用年限遠大於 26 年，且依 NUREG-1801 之規範，厚鋼導線管在室內使用時，並無老化因子，故不須特別處理，且 NUREG-180 未有鍍鋅之相關規範，廠商所提導線管配件材料，符合台電公司要求。台電公司現有 3 座核能電廠（目前運轉時間：核一廠 36 年、核二廠 32 年、核三廠 28 年）室內導線管配件皆未更換過，僅有補漆及個別處理之經驗，

室內腐蝕情況並不明顯。」然該公司於本院 101 年 9 月 13 日約詢前之書面資料又改稱：「依據電氣導線管採購規範第 3.7.2 節規定，鍍鋅導線管配件應為電鍍，且依 ASTM B633, SC1(溫和環境中)之要求，電鍍厚度應為 5 μ m 以上。之前因未瞭解電鍍鋅導線管配件之規範，而引用 ASTM B633-85 之規範進行推估。」於本院約詢時坦承：「有關導電管配件之電鍍鋅厚度之規範，經查應引用 ASTM B633 之規範，當初不知道合約規定是要引用 5 μ m，當年專業不足，不知規範是 5 μ m。」國營會亦稱：「本案採購規範並未明確訂定所需厚度，惟有引用 ASTM B633, SC1 之標準，其電鍍厚度 5 μ m 以上即已符合規範。揚合公司等所送產品之鍍鋅厚度為 13 μ m，符合規範。電氣導線管設備規定可使用 40 年，是設計期望；若未達 40 年時，廠商可提出維護或更換時程做為維修依據；另導線管配件如有腐蝕，可用鋅漆塗刷補強，且室內無腐蝕機制，故本案導線管配件可使用 40 年（台電公司因而未要求廠商提出維護或更換時程之依據）。」原能會則表示：「本案之導線管配件鍍鋅層較薄，可能影響器材之使用壽命，該批材料經由台電公司 96 年 10 月 3 日內部會議討論後，已分別安裝於一號機之非安全級設備上。基於該導線管配件使用於廠房內，環境較佳，理應較無腐蝕環境，且該批導線管配件屬於可更換性器材。但為確保機組日後運轉安全，於核四廠終期安全分析報告書審查時，要求將此部分反映於未來營運相關文件，以供未來運轉維護之參考，並對未來之使用情形進行後續追蹤，以確保機組運轉之可靠度。」

(四)綜上，

- 1、核四廠（含核島區及非核島區）室內區域保護電纜相關導線管之材質為碳鋼，其外層採熱浸鍍鋅方式處理，以防止導線管腐蝕，而其相關配件則採電鍍鋅處理；另導線管有關元件應可使用 40 年之壽限期期望值，否則廠商應提出維護或更換時程規範，以作為維修之依據。
- 2、核四廠導線管配件之供應承商包含：榮電公司、揚合公司、禾企公司及皆達公司等承商，所交導線管配件之電鍍鋅厚度約為 13 μ m，台電公司核四工程督導組於 96 年 10 月間，認為依照 ASTM B633-85 之規範，其耐用年限大於 26 年，且在室內使用，並無腐蝕機制。惟龍門施工處品質組於 96 年 11 月間進行驗收作業時，卻提出電鍍使用年限不符材料規範 40 年壽限期期望值之規定，並認定驗收不合格。96 年 12 月龍門施工處副處長即邀集相關單位開會討論，並依據 96 年 10 月核四工程督導組之會議決議，重新認定電鍍鋅厚度符合採購規範之要求，而予以驗收計價付款。顯然台電公司之橫縱向聯繫不足，致各單位對於驗收標準認定不一。
- 3、然台電公司於本院約詢前又改稱，導線管配件之電鍍鋅厚度依據採購規範之規定，須符合 ASTM B633, SC1 之規範要求，其電鍍厚度應為 5 μ m 以上即可，相關承商所送產品之鍍鋅厚度符合規範。台電公司並坦承對於電鍍鋅導線管配件之規範未能充分瞭解，專業不足。
- 4、台電公司對於本案核四廠可撓性金屬導線管配件電鍍鋅厚度之採購規範未能確實瞭解，且專業不足，驗收標準任意變更，致引發外界質疑，又對本院所詢電鍍鋅厚度之規範說明，前後查復內

容不一，皆有未當，另對於可撓性金屬導線管配件未來之使用情形，應再詳予追蹤並注意維護，以確保機組運轉之安全與可靠度。

五、本案核四廠可撓性金屬導線管除無防輻射功能之證明文件及其配件電鍍鋅厚度不足之爭議外，另有氣密材料、部分配件材質及型號不符契約規定等情事，台電公司除採購作業不當之外，亦應審慎釐清相關契約責任。

(一)查本案核四廠「161KV 加壓相關系統其他廠區電氣導線管及配件材料採購案」及「其他廠區電氣導線管及配件材料採購案」之非安全級電氣設備部分，分別由皆達公司及揚合公司於 96 年 4 月 16 日及 6 月 29 日得標供料。皆達公司於文件審查及驗收階段所遭遇之問題，大致與揚合公司相似，並同時由台電公司核四工程督導組處理履約爭議等問題，其可撓性金屬導線管及其配件之相關履約爭議如下（前 4 項為皆達公司及揚合公司之共通性問題）：

- 1、防輻射防水型可撓性金屬導線管材料以 ZHUA 型交貨，該材料型錄顯示僅符合 UL 360 規範，查無 IEEE 383 之防輻射功能等證明文件。
- 2、可撓性金屬導線管配件為電鍍鋅，疑電鍍鋅量不足以使用於核四廠環境下 40 年。
- 3、可撓性金屬導線管部分配件材質為 Feraloy Iron，而該種材質被歸類為 Gray Iron，疑金屬強度不符採購規範（採購規範要求應採用鋼鈹、機件鋼、壓鑄鋅及鍛鐵等 4 種材質）。
- 4、可撓性金屬導線管配件使用 Neoprene(聚氯丁二烯橡膠)材質為其氣密(墊片)材料，惟該 Neoprene 材料為合約第 3.6 節所禁用（減價驗收，扣收 48,240 元）。

5、合約附件之數量表中 (ECP002 Attachment B-2 Non Safety)，部分可撓性金屬導線管配件 (出線盒) 列舉型號為 Form 8，皆達公司交貨為 Form 7 (減價驗收，含品質不符部分減價 18,182 元及違約金 1,818 元，計扣收 20,000 元)。

(二)再查有關前項之各項履約爭議，96 年 10 月 3 日核四工程督導組決議：「因 Neoprene 材料已配合出線盒 (Outlet Box)，完成 UL 測試認證，並廣為工業界所使用，應解除規範禁用之規定，導線管配件(出線盒)之墊片可以使用 Neoprene。」同年 12 月 22 日核能技術處駐核四工地設計辦公室回復龍門施工處表示：「皆達公司及揚合公司所提 Feraloy Iron 材料，係普遍使用之材料，因用於非安全系統之氣輪發電機廠房，技術上可接受。」12 月 7 日龍門施工處於揚合公司提出 B 版補充說明之型錄後函復略以：「『材料廠商規格書及技術、品保文件』供審資料...有條件核准。...同意使用 Neoprene，請提供評估驗收金額之價差。Feraloy Iron 倘無法提供符合規範，請提供評估驗收金額之價差。」12 月 11 日該二公司提供原材料製造商提出之證明文件，證明該種材料之降伏點強度為每平方英吋 32,951 磅，符合合約規定。又 96 年 11 月 5 日核能技術處駐核四工地設計辦公室回復龍門施工處表示：「出線盒型式 Form 7 取代合約參考型號 Form 8 技術可行。」

(三)又 96 年 12 月 13 日龍門施工處邀集台電公司法律事務室、核能技術處、核四工程督導組及龍門施工處相關人員討論「核四計畫電氣導線管及管配件採購案 M6729603070、K67296003 等二案合約規範及交貨規範有差異，擬依採購契約要項第 21 條規定

，辦理契約變更適法性討論會議」，其會議紀錄之決議事項略以：「揚合公司及皆達公司所交配件墊片均為 Neoprene…，如本件不妨礙安全及使用需求，亦無減少通常效用或契約預定效用，得依政府採購法第 72 條規定，必要時予減價驗收。揚合公司及皆達公司所交配件材料部分為 Feraloy Iron，…既符合規範要求，則無採購契約要項第 21 條及政府採購法第 72 條之問題。採購案規範對於導電管出線盒所列參考尺寸為 Type Form 8，皆達公司所交均為 Form 7，尺寸較 Form 8 小，…如本件不妨礙安全及使用需求，亦無減少通常效用或契約預定效用，得依政府採購法第 72 條規定，必要時予減價驗收。」同年 3 月 31 日龍門施工處函請揚合及皆達公司辦理有關驗收完成材料項目之計價等事宜，其內容略以：「Feraloy Iron Alloy 符合原約規定；電鍍鋅管配件符合規定；材料部分為 Neoprene 及出線盒尺寸為 Form 7，不妨礙安全及使用需求，亦無減少通常效用或契約預定效用，必要時予減價驗收...。」97 年 3 月間，揚合及皆達公司所交之器材，經龍門施工處驗收合格。國營會表示：「本採購規範第 3.6 節禁用 Neoprene 材質，主要目的在防止電纜外被覆使用此種材質，因在火災時 Neoprene 燃燒時會釋出有毒氣體，但 Neoprene 墊片係以金屬鈹鎖固，並未暴露在空氣中，即使發生火災亦不會燃燒，並無釋出有毒氣體之顧慮，且 Neoprene 材料業經配合出線盒，完成 UL 50 及 UL 157 之測試驗證，並廣為工業界使用，故台電公司接受導管配件使用 Neoprene，並辦理減價驗收，惟仍宜洽原設計公司(奇異公司)之意見。」

(四)綜上，龍門施工處實際負責核四廠相關採購及工程

管理外，台電公司另指派有核四工程督導組（受總經理室核四工程專業總工程師監督，已於 101 年 6 月 1 日撤銷）、核能安全處駐龍門工地品保小組督導核四工程。然本案核四廠可撓性金屬導線管除無防輻射功能之證明文件及其配件電鍍鋅厚度不足之爭議外，另有氣密材料、部分配件材質及型號不符契約規定等情事，且台電公司俟廠商交貨後，始認為部分爭議器材不妨礙安全及使用需求，並同意辦理減價驗收，其採購作業顯有未當，台電公司除應再洽詢奇異公司澄清相關採購規格及材質是否符合規範外，更應審慎釐清相關契約責任。

調查委員：洪昭男

楊美鈴

程仁宏