

龍門計畫核能級電纜管槽製造廠家
專案視察報告

行政院原子能委員會核能管制處
中華民國 100 年 8 月 1 日

目 錄

壹、前言.....	1
貳、視察依據及計畫.....	1
一、依據文件.....	1
二、視察計畫.....	2
參、視察過程.....	4
一、議題簡報.....	5
二、議題討論.....	6
三、鉉原公司示範拉線箱施作.....	7
肆、視察結果.....	8
一、供應商資格評鑑、品保方案及規範型錄審查.....	8
二、鉉原公司視察結果.....	20
伍、結論.....	35
照片.....	39
圖一 Cable Tray 關係表.....	41
圖二 FMCRD 密閉型電纜拖網關係表.....	42
圖三 PULL BOX 關係表.....	43

龍門計畫核能級電纜管槽製造廠家專案視察報告

壹、前言

核能級設備所使用之電纜線，必需安裝於核能級之電氣管槽內；核能級之管槽系統除了需符合品保要求外，亦須能通過耐震分析之要求。有鑑於此，針對一號機電氣工程使用之電纜架，本會曾組成視察團隊於 97 年 8 月 6 日及 7 日對製造廠家—欣歐公司執行專案視察，除了確認電纜架製造商之資格外，亦查核電纜架製造與法規要求之符合性（詳本會網站視察報告 NRD-LM-97-05）。目前台電公司已將施工主力逐漸移至二號機，電氣工程相關安裝作業亦已陸續展開。有鑒於一號機電氣工程曾使用不合法規要求之核能級電纜架，因此本會遂組成視察團隊於本（100）年 5 月 25 日至 27 日就二號機核能級電纜管槽製造商—鉅原能源股份有限公司（以下簡稱鉅原公司；原為詹記科技股份有限公司）執行專案視察，除了確認電纜管槽製造商資格外，並查核電纜管槽製造與法規要求之符合性，以確保龍門核電廠使用之核能級電纜管槽符合法規要求。

貳、視察依據及計畫

一、依據與參考文件

1.核子反應器設施品質保證準則

2. NRC Inspection Procedure 43002 “Routine Inspections of Nuclear Vendors”
3. NRC Inspection Procedure 36100 “Inspection of 10 CFR Part 21 and 10 CFR 50.55(e) Programs for Reporting Defects and Noncompliance”
4. 台電公司龍門計畫「874-E0012D1 Specification for Safety-Related Raceway」
5. 榮電公司品質保證方案及相關程序書
6. 鉸原公司品質保證方案及相關程序書
7. NEMA VE-1「Metallic Cable Tray System」

二、視察計畫

龍門核電廠核島區電氣安裝工程於 94 年 9 月 15 日由榮電股份有限公司（以下簡稱榮電公司）得標施作，並於 95 年陸續展開電氣設備安裝作業，並於 97 年 5 月展開一號機核能級電纜架之安裝；二號機則於 99 年 10 月展開核能級電纜架之施作。一號機係使用國內欣歐公司製造且需通過商業級產品檢證（目前仍持續進行檢證作業中）之電纜架（cable tray）；二號機部分則使用國內鉸原公司製造之電纜架與拉線箱（pull box）等，整個計畫各種產品之相關廠家架構示

意圖如圖一、二、三所示。為確保二號機使用之核能級電纜架符合法規要求，遂由本會核管處組成專案視察團隊，於100年5月25日至27日為期3天，執行本次專案視察。視察計畫簡述如下：

目的：為確保龍門核電廠設備及器材之製造品質，以確保機組未來之運轉安全。

視察廠商：鉍原能源股份有限公司（地點：基隆市大武崙工業區）

視察範圍：龍門核電廠一、二號機核島區電氣安裝工程之核能級電纜管槽專業製造商之品質保證方案、品質文件及相關程序書等。

視察團隊：莊科長長富、李建智、曹松楠、張國榮、許明童

參、視察過程

本次專案視察於100年5月25日至27日為期3天在電纜管槽製造商—鉍原公司位於基隆大武崙廠進行相關之視察，並就視察項目請台電公司及鉍原公司進行簡報，以及視察期間見證鉍原公司示範施作拉線箱之作業，並針對各項議題之疑慮部分，除訪談相關人員外，亦請台電公司、榮電公司及鉍原公司提出澄清說明。台電公司、榮電公司及鉍原公

司等會同人員名單如下：

台電公司：吳○烽、顏○亭、曾○維、陳○任、徐○松、
周○旂、張○超、詹○亮、冉○興、吳○旺、
李○堯

榮電公司：房○彥、鐘○平、梁○齡

鉅原公司：邱○賢、陳○平、孫○江、蘇○銘、施○珊、
黃○毅、鄭○惠、陳○婷、張○婷、江○婷、
莊○如、施○琳、陳○樂

本次視察經過簡述如下：

一、議題簡報

本次視察主要針對台電公司對核能級電氣管槽供應商－鉅原公司之審查/稽查過程與結果；以及鉅原公司之品質作業及相關製程作業（如電纜架、拉線箱等）管控。並請台電公司及鉅原公司就前述議題進行簡報，分別於100年5月25日視察會議提出說明。台電公司簡報內容包含台電公司龍門施工處－鉅原公司承攬工作範圍與資格證明文件、品保方案與型錄之審查、供應商之評估與選擇及電纜架檢驗與安裝情形等項目，以及台電公司核能安全處執行之歷次稽查結果。鉅原公司則就該公司品質作業及相關製程（如電纜架、拉線箱

等)之管控進行簡報。

二、議題討論

本會視察期間針對前述各項簡報議題內容之疑義，分別要求台電公司、榮電公司及鉸原公司澄清說明。台電公司部分主要包含各項文件（含技術型錄審查及原設計公司之審查等）審查過程、供應商鉸原公司之評選及審查、供應商鉸原公司製造與設計能力之評估等；榮電公司部分，則請提供該公司對供應商鉸原公司之評選評鑑報告、對供應商鉸原公司執行之品質稽查及對鉸原公司製程檢驗點之選取等；鉸原公司部分，則請就設計人員訓練方案、設計管制作業紀錄及對裁切轉證之程序等提出說明。前述各項疑慮分別於下節之「視察結果」中詳述。

三、鉸原公司示範拉線箱施作

本次視察期間因無龍門核電廠使用之電氣管槽進行施作，鉸原公司為展示該公司之製造能力，遂於5月27日上午安排示範該公司施作拉線箱之製程。示範作業從領料、裁切、壓製、銲接及相關檢驗等，均依該公司之程序書執行，現場作業情況良好。

整體視察過程之相關照片如照片一至照片四所示。

肆、視察結果

本次專案視察除針對電纜管槽製造商—鉸原公司之品質作業進行視察外，亦對台電公司及榮電公司執行器材或設備供應商之評選作業，以及台電公司對核能級器材或設備之供應商之品保方案與技術型錄（含耐震驗證報告）等審查作業進行查證，以確保龍門核電廠使用之器材與設備能符合法規之要求，各項視察結果如下：

一、供應商資格評鑑、品保方案及規範型錄審查

龍門核電廠使用之核能級電纜架，除了製造廠商須具核能品保方案，以及產品具備較嚴格耐震分析要求外，其他規格要求與非核能級之電纜架無異。龍門核電廠二號機使用之核能級與非核能級電纜架，均由國內鉸原公司製造提供，惟該批電纜架無論核能級或非核能級均為該公司初次生產之產品，並首次使用於核能電廠，故本會特別重視，並因此執行本次專案視察。電纜架之施作品質，除須符合本會「核子反應器設施管制法施行細則第十二條」所稱核能級產品，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外，亦須依據NEMA VE-1之要求進行設計、製

造，並需通過耐震分析之要求。

依據本會核子反應器設施品質保證準則第十一條「經營者應建立措施以確保由經營者直接採購或經由合約商及分包商採購之材料、設備及服務均能符合採購文件之規定。前項措施應包括對廠商之評估及選擇、合約商或分包商應提出之品質證明文件、合約商或分包商檢查工作之執行及產品出貨前之查驗。」因此台電公司及主承包商—榮電公司需建立對器材或設備供應商之評估及選擇之管制措施，以確保龍門核電廠使用設備、器材及材料等符合前揭規定。本會就供應商資格、品保方案及規範型錄等審查作業進行查證，分述如下：

(一) 供應商資格評鑑

台電公司及榮電公司為確保採購之材料、設備及服務均能符合採購文件之規定，分別建立「LMP-PMD-023承包商文件審查作業程序書」及「RPTI-PQP-13J-019分包商評選評鑑及管理作業程序書」。本次就榮電公司及台電公司對供應商資格評鑑作業進行視察，其視察發現及結果如下：

1. 榮電公司對供應商—鉅原公司評選作業

- (1) 經查榮電公司曾對鉍原公司所提供各類核能級器材分別依榮電公司程序書執行器材廠商之評選評鑑作業，分別於96年3月15日完成「拉線箱 (Pull Box) 及端子箱 (Terminal Box)」等器材之協力廠商評估報告；密閉式電纜分隔槽 (FMCRD Cable Tray)，則於97年12月15日完成協力廠商評估報告；電纜架 (Cable Tray)，則於99年2月25日完成協力廠商評估報告。
- (2) 榮電公司於96年3月15日完成「拉線箱及端子箱」等器材之協力廠商評估報告，其所評鑑之品保方案係鉍原公司依ISO 9001系統建立之JEMC-QPG-01品質手冊 (版本為96年3月13日B1版)，經檢視不完全符合核能級器材供應商依10CFR50 App. B或ASME NQA-1建立之品保方案，亦不完全符合龍門工程品質保證方案附錄五「龍門工程核能安全有關器材供應商資格及品質證明文件要求原則」。且依台電公司所提供之鉍原公司ISO 9001:2000(CNS12681)認證文件顯示係於96年6月25日取得。顯然榮電公司對鉍原公司執行供應商評選評鑑時，鉍原公司尚未正式取得ISO 9001:2000(CNS12681)之認證，而於榮電公司對協力廠商評估報告中明

述鉅原公司取得ISO 9001認證。

(3) 經查閱榮電公司對鉅原公司執行之協力廠商評估報告對技術能力評鑑報告部分，其所列評估內容及結果並無對欲採購設備之生產實績進行評估，廠商資格審查表第10項“供應其他公司時，能否按時程完成”，亦與欲採購設備無關，但均評核為「極佳」，明顯說明該評鑑報告無法證實具評鑑該採購器材或設備之廠商製造品質與管控能力。

(4) 另，榮電公司執行之協力廠商評估報告對於品質能力及表現水準部分，則分別評估為「極佳」與「優良」，但本會曾就該公司所提供之D型拉線箱(Type D Pull Box)及密閉式電纜分隔槽(Enclosure Segregate Cable Tray)於生產/接收/現場施工檢驗與測試等品保作業未依規定執行，於98年5月1日對台電公司開立3級違規並裁罰（詳本會網站違法處罰案件98年5月1日會核字第0980008367號）。顯然榮電公司執行分包商評選評鑑，並未落實程序書之要求。且對於從未製造過電纜架之鉅原公司，榮電公司於相關協力廠商評估作業，亦未對該公司之設計與製造能力進行評估。因此，

榮電公司對分包商評選評鑑之作業，未落實核子反應器設施品質保證準則第十一條規定。

- (5) 榮電公司向鉍原公司採購項目一導線管配件，查無相關評鑑報告證明榮電公司經過評鑑程序評鑑鉍原公司為導線管配件合格器材供應廠商。上述情節，不符合核子反應器設施品質保證準則第十一條規定。

2. 台電公司對供應商之審查

- (1) 經查榮電公司並未將對鉍原公司所執行之「協力廠商評估報告」提送台電公司審查，而係於榮電公司提送鉍原公司之品保方案送審時，提送該公司對供應商之「協力廠商審核報告」供台電公司審查品保方案及供應商之資格。經檢視榮電公司提送之「協力廠商審核報告」內容與「協力廠商評估報告」差異頗大，實應無法滿足台電公司審查供應商資格作業之所需，且台電公司亦無撰寫總結審查意見。故對於供應商資格審查部分，台電公司並未依98年8月5日「LMP-PMD-023承包商文件審查作業程序書」進行審查。(註：審查主承包商提送之廠商評鑑報告時，須依據「承包商「供應商資格評鑑報告」審查報告”(表格：PMD-023-06 版

次：0)之審查核對項目逐一填註核對結果，並填寫總結審查意見及陳核後留存。)

(2)另，查無台電公司對於從未生產電纜架製造商—鉍原公司之設計與製造能力、製造品質及產品可靠度等之相關評估資料。因此，台電公司對於合約商（榮電公司）提供器材及設備之供應商的評估及選擇，除未落實龍門工程品質保證方案之要求外，亦不完全符合核子反應器設施品質保證準則第十一條規定。

綜合上述，為確保採購之器材及設備能符合採購文件之規定，台電公司及榮電公司雖分別建立對核能級器材及設備之供應商選用與評鑑之機制，惟榮電公司對供應商鉍原公司之評選評鑑報告，並未具體地反映該公司各項產品製造品質實況，如本會就（D型拉線箱與密閉式電纜分隔槽）之品質缺失對台電公司開立違規，於上述之評估報告或合格廠商年度評鑑表均未能反映此項缺失，顯見該公司執行供應商評選評鑑作業不落實；另，榮電公司未提送供應商之評選評鑑報告（僅提送「協力廠商審核報告」）供台電公司審查，而台電公司也接受，顯然台電公司並未落實龍門工程品質保證方案及相關程序書之要求，不符合核子反應器設施品質保證準

則第十一條規定。

（二）品質保證方案

榮電公司於94年9月取得龍門核電廠第一、二號機核島區電氣安裝工程標案後，依規定須建立符合美國聯想法規10CFR50 App. B（屬核能安全有關之工程作業）及ISO-9000系列（屬可靠性有關及一般性之工程作業）要求之品質保證方案，且需經台電公司審核，榮電公司遂於94年10月提送該項品質保證方案，並於94年12月6日經台電公司審查核准。

依合約榮電公司須提供符合前揭法規要求之核能級電纜管槽（含拉線箱、電纜架等），由於榮電公司向鉍原公司採購前述部分器材或設備，故鉍原公司品保方案亦須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等規定。本次視察主要查閱台電公司審查鉍原公司品保方案之相關作業，相關記要與視察結果綜述如下：

1. 榮電公司欲採用鉍原公司製造之核能級電氣拉線箱，遂提送鉍原公司品質手冊（JEMC-QPG-01 Rev. B1； ISO 9001）供台電審查，並於96年4月12日經台電審查同意。
2. 鉍原公司為能提供一號機之密閉式電纜分隔槽，遂將該公司品質手冊（JEMC-QPG-01 Rev. B1； ISO 9001）進版為品

質保證方案 (QAM-001-S-001 Rev.1) 由榮電公司提送台電審查，並於98年1月10日經台電審查同意；惟同 (98) 年本會曾視察該批設備之品質文件時，發現其製造程序未能符合「核子反應器設施品質保證準則」規定，而對台電公司開立3級違規 (詳本會網站違法處罰案件98年5月1日會核字第0980008367號)，該公司並再次修正品質保證方案 (AEI-QAM-001-S Rev.2)，並於98年5月30日經台電審查同意。

3. 因一、二號機採用不同廠家製造之電纜架，故98年3月榮電公司針對二號機使用之核能級電纜架，提送鉍原公司之品質保證方案 (AEI-QAM-001-S Rev.2，同台電公司於98年5月30日核准版；含協力廠商審核報告) 供台電公司審查，於98年6月16日經台電審查同意。
4. 前述鉍原公司之品質保證方案宣稱符合美國聯邦法規10CFR50 App. B，並經榮電公司審查核可，指稱符合美國聯邦法規10CFR50 App. B之要求，亦由台電公司審查認可該公司之品質保證方案。
5. 為確保品質保證方案能落實於核能級器材及設備之製造，榮電公司對鉍原公司分別於97年12月18日、98年11月

12日及99年11月11日執行年度品保稽查作業，並於99年9月17日執行專案品質稽查等共計4次。惟查閱榮電公司執行4次稽查報告（含專案品質稽查），均無任何缺失之發現，其結果指稱鉍原公司相關作業符合品質保證方案之要求。

6. 台電公司核能安全處分別於98年1月15日至17日、99年5月26日至28日及99年11月3日至5日對鉍原公司執行品質稽查，並就稽查發現之缺失，分別對該公司開立19件、6件及5件等稽查改正通知(ACAR)要求鉍原公司進行改善。

綜合上述，榮電公司基於工程採購需求，而逐項（如電氣拉線箱、FMC RD密閉式電纜架、電纜架等）向鉍原公司採購，鉍原公司並依各階段欲生產之產品修訂品質保證方案提送榮電公司及台電公司審查，亦經審查同意。且台電公司及榮電公司均依規定對鉍原公司執行品質稽查，惟榮電公司歷次稽查均無缺失之發現，但鉍原公司所提送相關器材或設備之品質並非完美無缺（因本會曾對該公司提供之器材對台電公司開立3級違規），顯示榮電公司並未落實品質稽查作業。另，鉍原公司於96年3月送審之品質手冊（JEMC-QPG-01 Rev. B1）依榮電公司協力廠商評選評鑑報告指稱符合ISO

9001，但該公司係於96年6月方取得ISO 9001認證，且該品質手冊於96年4月經台電公司核准，指稱符合核能品保之要求。由上述時間先後次序之關係亦顯示榮電公司及台電公司有未落實審查品保文件之嫌（註：本會曾就此部分—D型拉線箱，對台電公司開立3級違規，詳本會網站違法處罰案件98年5月1日會核字第0980008367號）。

（三）規範型錄審查

依據台電公司電氣管槽規範要求送審之文件，主要包含品保文件、技術資料（材料型錄）、電纜架尺寸設計圖及耐震報告/計畫等項目。本次視察主要就二號機使用之核能級電纜架相關技術文件（含型錄及耐震報告等）之審查作業進行查證，相關記要與視察結果綜述如下：

1. 榮電公司於98年3月30日第一次提送鉉原公司之電纜架規格型錄供台電公司審查，此次審查結果為（1）台電公司核能技術處請台電公司龍門施工處釐清廠家資格是否符合合約要求；（2）台電公司龍門施工處品質組針對鉉原公司未曾製造cable tray之實績，請榮電公司提供製造能力之證明。因電纜架之設計涉及耐震驗證，廠家不僅需有製造能力，亦需具設計之能力。前述問題，榮電公司提送鉉

原公司相關設備清單，並以公司登記有製造cable tray項目、曾製造過FMCRD ENCLOSURE CABLE TRAY及ASME認證等理由，經台電公司認定該公司具有製造之能力，惟設計能力部分，查無相關之評估文件。

2. 榮電公司於98年7月7日第二次提送鉸原公司之電纜架規格型錄及耐震驗證報告，其耐震驗證報告係鉸原公司委託國家地震中心於98年7月3日執行電纜架之「地震模擬振動台測試報告」（附件13）供台電公司審查，但鉸原公司委託之專業技師（Registered Professional Engineer, RPE）簽署日期為98年5月26日，係於國家地震中心執行耐震驗證測試之前，該部分台電公司亦請榮電公司澄清及補送RPE簽署文件。
3. 榮電公司於98年11月11日第三次提送鉸原公司之耐震驗證報告（「地震模擬振動台測試報告」－國家地震中心），台電公司主要審查意見－電纜架系統之耐震驗證報告需依IEEE Std-628等相關法規執行，且所提送之荷重試驗資料係適用於欣歐公司製造之電纜架，不適用於鉸原公司所製造之電纜架。
4. 榮電公司於99年4月6日第六次提送鉸原公司之耐震驗證

報告，台電公司主要審查意見一請榮電公司補送RPE簽署證明；請澄清計算書preparer及checker均同一人簽署；耐震驗證報告仍有諸多待澄清或修正項目等審查意見。此次台電公司於99年4月23日以部分同意允許廠家備料生產製造。

5. 榮電公司於99年6月4日及99年10月6日依台電公司審查意見修正，並翻譯成英文版經由台電公司轉送奇異公司審查，至於耐震驗證未符合部分，則將以另案方式處理。榮電公司並依前次審查意見提送RPE簽署文件（簽署日期2010年5月25日）；惟台電公司龍門施工處品質組於第八次送審之審查意見一請榮電公司提送廠家評鑑報告供台電備查。但查無榮電公司提送之相關資料，且供應商資格之確認，應於廠家型錄送審或核准前，明顯不符品保程序。

綜合上述，台電公司執行二號機核能級電纜架之型錄與耐震驗證報告未經原設計（奇異）公司核准，即逕自核准同意部分電纜架之施作及安裝，該部分涉及違反核子反應器設施品質保證準則第七條規定，此部分之缺失併於設計變更案中已作處理，不再另立新案。另，依奇異公司100年5月16日回覆之審查意見（附件15），其表示仍需補作Ladder Type

4*24及6*30等電纜架之垂直破壞載重測試，再予分析計算等，顯然台電公司雖有多次審查之事實，但仍有實質面不足之處。

此外，依台電公司審查鉅原公司電纜架之型錄與耐震驗證報告之程序，顯然配合廠家開發新產品，而非採用市面上已成熟之產品，與一般工程採購大多使用已成熟之產品明顯不同。雖歷經8次送審，查閱歷次送審資料及台電公司之審查意見，如計算書preparer及checker均同一人，顯示鉅原公司對於設計管制之概念不足；且歷次送審之耐震驗證報告，分別採用不同驗證方法，亦凸顯鉅原公司欠缺對電纜架系統相關耐震驗證之設計能力，以及所聘用之專業技師（RPE）亦可能對核電廠電纜架耐震驗證之法規要求，有認知不足之嫌。另，台電公司於電纜架已部分核准下，才要求榮電公司提送廠家評鑑報告供台電備查，且亦查無台電公司對該公司之製造與設計能力進行評估資料。對於核能電廠首次使用無電纜架製造經驗之廠商產品（含核能級及非核能級），台電公司除未對供應商之製造與設計能力先進行評估外，亦未對主承包商－榮電公司對其供應商執行之協力廠商評估報告進行審查，且對於器材或設備型錄之審查作業，亦

不同於一般工程審查作業之常態（因一般工程均採用市面上已成熟之產品，絕少配合廠家開發新產品）。但該批電纜架攸關二號機日後運轉之安全性，除須經電纜架系統原設計（奇異）公司審查核可外（仍在審查中），其設計、製造、檢驗、測試及更換等之品質保證作業，亦須符合核子反應器設施品質保證準則，以確保該批設備除能符合法要求外，冀能達預期之功能。

二、鉍原公司視察結果

本次專案視察除前節重點外，另一重點主要針對鉍原公司品質保證方案執行現況，並以核能級電纜管槽之設計、製造及品質文件等項目進行視察，視察發現及結果如下：

（一）組織/品質保證方案

1. 整體而言，鉍原公司雖然於 96 年宣稱建立核能品質保證方案，並經榮電公司及台電公司層層審查通過，但查閱部分程序書，普遍存在程序書之內容僅概要性敘述而無法依據逐步施作之情形，以及部分內容不完全符合核能品質保證方案之要求，例如「AEI-MAE-17A-01 品質稽核作業程序書」之相關稽核作業包括內部稽核與外部稽核，由於二項稽查作業對於範圍、性質、計畫、…等均

存有差異，而用以執行稽核作業之程序書文件，僅僅只有一張稽核時程表表格，造成稽核作業沒有標準；對於稽核人員資格方面亦無核能品保相關之稽查訓練(見習經歷)，「AEI-MAE-18A-01 人員訓練及專長管理程序書」第 6.10.1 節規定，人員培訓需接受該公司品保 18 條及相關程序書之訓練，但經查閱員工訓練紀錄，並無核能法規相關之訓練紀錄。

2. 鉍原公司之組織雖設立獨立之品保人員與部門，然經查閱第 8 次送審之電纜架耐震驗證報告係由品保部門主管核准，顯示同時身兼設計工作。前項情形該公司於品質保證方案進版 (Rev. 4) 時，已將品保部門主管兼任核准設計分析報告部分移除，但該公司於執行電纜管槽設計階段期間，其品保人員之獨立性明顯不足。
3. 鉍原公司於品質保證方案雖明確訂定發出停工命令之權責人員，但並無相關執行之程序，亦未曾有過「停工命令」之紀錄。
4. 製造產品發現缺陷 (Defect)，核能級組件製造商有義務依據 10 CFR PART 21 及 10 CFR 50.55(e) 對業主及管制單位通報，因此建立相關通報程序是必要的，惟鉍

原公司僅於品保方案述明製造產品發現缺陷（Defect）應通報，但並無針對製造產品發現缺陷建立相關缺陷之評估及通報程序。

（二）採購文件/採購材料與設備和服務之管制

1. 鉉原公司針對協力廠商一力大公司進行裁切作業之評鑑，並未對材料部分（如材料之儲存及識別保存等）等進行評鑑，不符品保要求。
2. 鉉原公司目前將電纜管槽製作有關之非破壞檢測作業委由華榮公司執行，而檢閱鉉原公司「AEI-SAS-51A-08非破壞檢測管制作業程序書」，鉉原公司現階段公司策略，係將非破壞檢測作業委由協力廠商執行。惟本次視察因鉉原公司無法提出對華榮公司進行核能級廠家之評鑑與稽查等相關文件，顯示對於非破壞檢測協力廠一華榮公司，鉉原公司並未進行核能級廠家之評鑑與稽查作業。

（三）文件管制

1. 鉉原公司於「AEI-MAE-16A-01 品保作業管制作業程序書」對製程相關品質文件、作業程序書、設計文件及圖面等文件，已建立文件保存期限清單。

(四) 檢驗/試驗之管制

1. 鉍原公司將電纜架之載重測試作業委由 SGS 公司執行，但 SGS 公司執行載重測試作業均依照鉍原公司要求，且係在該公司大武崙廠進行測試；測試儀器包含鋼捲尺(TK-SM 5.5)、電子秤(S0009751)、位移計(2050S)3組，除 3 組位移計採同一編號有疑慮外，整個測試作業並非在 SGS 人員瞭解測試要求後，依照 SGS 公司之程序書執行並記錄，故此 SGS 所作測試報告未落實公正第三單位執行測試之要求。
2. 查閱鉍原公司「AEI-MAE-10A-02 檢驗及測試程序書」之內容，除程序書內容欠缺詳細之測試程序、測試人員資格、測試紀錄文件或表格等規定外，於第 6.2.4.2 節規定測試和分析紀錄至少應紀錄測試產品及規格、測試日期、測試人員或資料記錄員、量測結果之儀器識別號、量測方式、量測結果與可接受度、測試結果評估人員等項目，惟 SGS 之載重測試報告除不完全符合鉍原公司檢驗及測試程序書要求外，在正式生產後所進行之載重測試，亦存在不完全符合測試程序相關要求之情事。
3. 另，經訪談鉍原公司對於廠內進行測試作業之所有樣

品，由於測試後材料可能產生(塑性)變形，該公司表示均以廢棄物處理，惟相關文件欠缺廢棄紀錄(亦無廢棄照片紀錄或文件)。

(五) 特殊製程之管制

鉍原公司有關核能級電纜管槽製造過程所使用到之特殊製程主要有銲接、非破壞檢測(放射線檢測-銲工資格檢定用)及熱浸鍍鋅等，其中除銲接外，均委由協力廠商代為執行。本次視察主要就人員資格、廠家評鑑及製程檢驗之參與等作業進行查證，其視察發現及結果如下：

1. 鉍原公司提供龍門工程之電纜管槽係依美國銲接協會(AWS)之工業標準 D1.1 執行銲接相關作業(含相關人員與施銲程序書之檢定與驗證)。視察發現鉍原公司現有 2 名取得美國 AWS 銲接檢驗師(CWI)證照之人員，並分別為品保或技術部門主管之身份，而相關銲道相關檢驗(目視)作業均由其執行。惟發現鉍原公司之電銲工程師(Welding Engineer, WE)係設置於製造部門下，負責銲接作業之事務，且現任之銲接工程師並不具有 CWI 之資格。惟依 D 1.1(Ch. 6)相關規定，CWI 係由電銲工程師銓定並受其監督，是以不論在專業或組織隸屬與作業監

督關係上，存在不相當與相互衝突之可能，故建議再檢討此一人員兼職，以及現行對電銲工程師資格要求之合宜性與適當性。

2. 在銲接人員資格檢定方面，雖然鉉原公司亦在龍門工地分包承作現場安裝作業，兼具分包施工商及設備器材製造廠家之身分。但在工地之施工作業須依循龍門施工處有關之工程品保規定，以及採用其規定之紀錄文件。至於在電纜管槽製造方面，由於鉉原公司為設備器材製造廠家之身分，其具獨立之品保制度體系，故除應依其程序書之規定執行相關作業，並使用程序書所附之紀錄文件外，其資格有效性亦應僅限於其品保方案有效管轄區域（製造工廠）。查閱鉉原公司之銲接人員資格檢定紀錄發現，其不僅未使用其程序書之文件表格，反而使用台電公司龍門施工處之資格檢定紀錄表格文件，而再由其「AEI-SAS-51A-05 銲接人員檢定及管制作業程序書」第 6.2.7 節規定可據以向業主（此指台電公司）申請可於龍門工地執行銲接作業之銲工識別證，顯示鉉原公司對於銲接人員資格檢定作業究竟係依龍門施工處或其本身之銲接人員資格檢定程序辦理並不明確。此外，雖

然 AWS D1.1 可採用其他廠商檢定紀錄審查而取得現任雇主所核發銲接人員之資格規定，然此一規定應限於雇主間之轉換，對於業主(台電公司)是否可以比照，除前述品保體系獨立性問題外，尚有疑慮，此一規定應加以檢討修改。視察期間經向台電公司人員澄清確認後，於視察後會議明確表達類似鉍原公司器材設備製造廠家所檢定取得之銲工資格，僅能適用於製造廠家之製造場所，不得延伸擴張使用於龍門工地，台電與會人員允諾將遵照辦理。

3. 此外，依據 AWS D1.1 之規定，銲道之目視檢驗應由具 CWI 以上資格之人員執行，而如前曾提及，鉍原公司對電銲工程師並無須具備 CWI 證照之要求，然由 AEI-SAS-51A-05 程序書之第 5.1 & 6.2.2 節顯示，人員資格檢定之銲道試片，其目視檢驗係由電銲工程師執行，此顯然不符合 AWS D1.1 對於目視檢驗人員資格之規定要求。
4. 另檢視 AEI-SAS-51A-05 程序書發現鉍原公司有並列說明須同時符合 AWS D1.1/1.2/1.3 及 ASME SEC.9 等之要求，惟檢定紀錄表格實際上仍僅列出須符合之 ASME

SEC. 9 章節(QW-XXX)而未列出 AWS D1.1 等之部分，由於電纜管槽係採用 AWS D1.1 之銲接法規，且雖與 ASME SEC. 9 大部分相同，但仍存有些許差異。因此，應加以修改為以 AWS D1.1 為主的規定內容，並於檢定紀錄表格中說明或註記，以避免相關表格文件與鉸原公司 ASME 品保系統有混用之錯覺。

5. 雖然鉸原公司目前將電纜管槽製造有關之非破壞檢測作業委由華榮公司執行，但依非破壞檢測人員資格檢定及授證等程序之規定(如：ASNT TC-1A)，非破壞檢測人員資格之檢定及授證作業，須具有高級檢測師資格之人員負責並參與方可為之。因此，在鉸原公司尚無任何高級檢測師之情形下，並無法依據「AEI-SAS-51A-19 非破壞檢測人員資格檢定及授證程序書」進行人員資格檢定及授證作業。此外，再檢視該程序書之內容，發現該程序書亦缺乏對受檢定人員之教育訓練時數、課程內容、檢定考試執行方式及考題型式與內容等重要規定項目。故該份作業程序書在實質內容上，除法規符合性不足外，若作為人員資格檢定及授證之程序管制性文件，亦仍有不足之處。

6. 對於各級非破壞檢測人員之能力，明訂於人員資格檢定及授證之相關法規，分別為中級以上人員須具有對於非破壞檢測結果評估與初步之規範解釋能力，高級檢測人員須具有建立檢測程序書(技術)、合格標準以及解說法規等之能力。是以鉉原公司「AEI-SAS-51A-08 非破壞檢測管制作業程序書」第 5.2 節在未要求品保經理須具有各類檢測方法之高級(或至少中級)檢測師資格之條件下，卻賦予其審查檢測技術文件與檢測報告之權責，其適當性需加以檢討。

7. 查閱鉉原公司大武崙廠於 Cable Tray 銲接檢驗表項目欄係標明「銲冠」之量測，而有關 Cable Tray 之銲接為填角銲 (fillet weld)，其銲道並無焊冠量測之可能，故相關檢查人員均於該結果欄填入「NA」；惟事實上「銲冠」之量測係用於對接銲 (butt weld) 之檢查，而於填角銲中則須量測銲道之銲腳長度或喉深尺寸。顯示鉉原公司大武崙廠未能有效執行 Cable Tray 銲接之目視檢查。

(六) 不符合品質/矯正行動之管制

1. 鉉原公司於製造生產過程中，僅於 2010 年間有開立 6

件 NCR，而該公司品保部門主管亦承認早期之 NCR 制度未上軌道，故於 2010 年前均無 NCR；另發現鉍原公司開立之 NCR 編號並不連續，該公司表示 NCR 編碼原則係依程序書規定來編號，且由不符合事項管制表列管追蹤，但該管制表並無法釐清 NCR 編號不連續之原因與確保 NCR 開立後不會被不法抽除之疑慮。整體而言，NCR 管制作業程序並無法證實其完全符合核能品質保證之精神。

2. 經查閱台電公司核安處稽查作業有關之報告時，發現鉍原公司有一些類似缺失重複發生（如人員訓練、製造圖面之人員簽署等），顯示鉍原公司並未針對相關稽查單位所發現之缺失，平行展開檢討及改善。

（七）材料、零件及組件之標識/儲存及搬運之管制

1. 由於鉍原公司將熱浸鍍鋅相關作業委由台鍍公司執行，經查閱鉍原公司大武崙廠於其熱浸鍍鋅及檢驗之品質文件（Quality Control Package, QCP）中，發現將熱浸鍍鋅及檢驗項目列為「停留檢驗點」（H），但經查該廠對該項目之執行，僅於器材運回鉍原公司大武崙廠後量測鍍鋅層之厚度，並非於熱浸鍍鋅工廠中實際檢驗

或驗證該項作業；該檢驗項目之標稱，與實際作業內容並不完全相符。

2. 查閱鉍原公司大武崙廠有關程序書，發現其對母材追溯性紀錄作業仍不夠完整（如煉鋼廠出廠至裁切部分等於鉍原公司大武崙廠外下料時，其追溯性不明確）；且鉍原公司大武崙廠之製造及檢驗工作程序書（如 JEMC-QWC-10 Rev.10 等）中，對其駐廠人員之有關材料之識別轉證程序規定仍未完備。

（八）設計管制

在設計方面，鉍原公司設置有技術部，負責產品設計之相關作業。本次視察發現龍門工程使用之核能級電纜管槽係為鉍原公司首次設計及生產製造之產品，在此之前鉍原公司並無設計與製造商業或核能級電纜管槽之經驗與實績。本次視察除針對設計人員之資格、訓練、設計/審查/評估作業之執行，以及設計/審查之品質文件等項目進行視察外；並就本會以往查核鉍原公司製造 D 型拉線箱耐震驗證分析報告之經驗與發現，藉由此次視察與台電公司、鉍原公司相關人員進行確認，並查證類似之問題是否亦出現於其他核能級電纜管槽產品。本項次視察發現及結果如

下：

1. 鉍原公司負責產品設計之技術部，計有技術經理及設計工程師(1人)共2人。該公司對於設計人員之學經歷資格要求部分，鉍原公司除有要求須完成相關品保訓練之規定外，並無任何積極性之學、經歷資格要求限制。針對此一情形，訪談鉍原公司人員發現其雖然強調到任後之在職訓練相當完備。惟查閱相關設計人員之在職訓練紀錄，發現訓練課程內容除品保訓練課程外，其多為從事設計工作前，即應具有相關設計工具(軟體)及法規等基礎使用能力之課程，而非針對鉍原公司本身專屬或特殊設計工具(軟體)或設計作業準則與要求標準等相關訓練課程。此外，其中並將自行研讀業主(台電公司)提供之規範與技術文件等(係屬於執行設計作業前應研讀之文件)，列為訓練課程之不合理情形。
2. 依相關之品保法規要求，應對影響品質之作業建立相關之作業程序書或相當之文件以規範(管制)作業之品質。惟查閱鉍原公司之程序書清單並經向鉍原公司人員確認後，發現鉍原公司在設計作業之管制方面，僅有一份屬於通則性與程序性管制之設計作業管制程序書

「AEI-MAE-04A-01 設計及設計變更管制程序書」，而無其他任何屬於規範實際設計作業執行(如：計算/分析之模(方)式、相關設計參數選擇的要求、設計結果文件之格式要求等)之作業階層性文件(如設計手冊/準則或 Design Manual)。此外，審閱 AEI-MAE-04A-01 程序書，發現該份程序書係管制鉍原公司依據業主提供之工程設計文件與圖說繪製製造圖(Fabrication Drawing)之過程，並非鉍原公司自行設計核能級電纜管槽之設計作業過程，因此該程序書不適用於核能級電纜管槽之設計作業。

3. 針對前述無程序書管制核能級電纜管槽設計作業之事宜，進一步再檢視鉍原公司之品質保證方案(第三章 設計管制)，發現鉍原公司對於設計之管制範圍，明確限於依業主提供之工程設計文件與圖說，由其繪製製造圖(Fabrication Drawing)及安裝圖(Sketch)之相關作業。此再顯示核能級電纜管槽之設計作業並未受到鉍原公司品保方案及體系之管制。
4. 對於鉍原公司在無作業準則可供依循，且欠缺設計管制卻可提出成套送審文件(含設計計算書、圖面/評估/審查

等文件)供台電公司審查之情形，與本會於 99 年間查核鉍原公司 D 型拉線箱耐震驗證分析報告有雷同之處，即台電公司函覆本會說明鉍原公司 D 型拉線箱耐震驗證分析報告係由台電公司代為執行計算分析；本次視察會議與台電公司及鉍原公司相關人員確認除 D 型拉線箱外，其他核能級電纜管槽（如電纜架）之設計相關作業是否亦有台電公司代鉍原公司執行之情形，而依台電公司相關與會人員表示係由台電公司協助或代鉍原公司執行核能級電纜管槽之設計作業；此外依鉍原公司相關技術文件及耐震驗證分析報告，發現提送之歷次耐震驗證報告分別以不同方法進行驗證，且早期提送資料與法規（如 IEEE Std-628）要求相差甚多，顯然該公司相關技術文件及耐震驗證分析報告係依台電公司歷次審查意見而逐漸補齊之情形，而非該公司已成熟之設計產品。依上述視察結果顯示，鉍原公司之核能級電纜管槽之相關產品設計作業除未於品質保證手冊(AEI-QAM-001-S, R4)之涵括範圍外，其實質設計（如耐震驗證計算書、評估分析作業等）亦多在台電公司進行技術(型錄)審查過程中，由台電公司代其執行或協助其完成。

5. 依台電公司之電纜管槽採購規範要求，耐震分析報告須經製造供應廠家之專業技師(RPE)簽署，而鉍原公司品保方案第 3.4.3 節規定，當委託第三機構進行耐震分析時，該第三機構需通過鉍原公司依品保方案第 18 章所執行之評鑑。惟查核發現核能級電纜管槽(含 D 型拉線箱)之耐震分析報告，其係由有具美國加州註冊機械技師專業資格之人員執行簽證，雖然該簽證人員具有美國之技師資格，然其並非鉍原公司之職工，且鉍原公司畢竟為台灣廠家，其技師簽證作業自應依循台灣相關之法規要求辦理；此外，由相關資料亦顯示，鉍原公司並未對該技師或其所屬機構進行評鑑。因此該名美國加州之註冊技師除權責有疑慮外，亦不符合鉍原公司品保方案之要求。

(九) 其他作業查證

1. 龍門施工處於龍門核電廠之反應器圍阻體 (RCCV) 內，使用鉍原公司之非核能級拉線箱，發現以貼紙作為標識，惟若相關設備置於反應器圍阻體內時，恐發生貼紙脫落堵塞，而影響緊急爐心冷卻系統 (ECCS) 取水口之虞，請台電公司於安裝完成後，確認會將影響堵塞之材料移除。

2. 經查鉸原公司拉線箱噴灑測試係依 NEMA 執行 Hosedown Test 與台電公司規範(874-E0012D1)要求執行 NEMA 250 Section 6 Rain Test、Dust Test and Rust Test 不同，由於 NEMA 250, 1997 版並無 Section 6，台電公司應確認拉線箱相關測試要求，以及與規範之符合性。

伍、結論

本次對核能級電纜管槽製造商之專案視察，視察範圍包括供應商之選用評鑑、品質保證方案及型錄與耐震驗證、製造商相關品質作業等項目，視察結論如下：

- (一) 雖然台電公司及榮電公司為確保核能級器材及設備之採購能符合採購文件之規定，分別建立相關之管控機制。惟榮電公司對供應商鉸原公司執行之評選評鑑報告，並未反映該公司各項產品之製造品質現況；以及台電公司對於榮電公司執行之供應商評選報告，並未落實龍門工程品質保證方案及相關程序書要求進行審查，顯然不完全符合核子反應器設施品質保證準則第十一條規定。
- (二) 對於二號機核能級電纜架之技術型錄及耐震驗證報告未經原設計（奇異）公司核准，台電公司逕自核准同意部

分電纜架之施作及安裝，因涉及違反核子反應器設施品質保證準則第七條規定，此部分併於設計變更違規案處理（註：設計變更違規案已移本會違規小組審議中）；雖此部分已提送奇異公司審查，並於100年5月回覆審查意見，其表示仍需補作Ladder Type 4*24及6*30等電纜架之垂直破壞載重測試，再予分析計算等，顯示台電公司審查仍有不足之處。

（三）台電公司審查鉅原公司電纜架之型錄與耐震驗證報告之程序，明顯不同於一般工程審查之常態，因一般工程均採用市面上已成熟之產品，絕少配合廠家開發新產品。但該批電纜架攸關二號機日後運轉之安全性，除須經電纜架系統原設計（奇異公司）審查核可外，其設計、製造、檢驗、測試及更換等之品質保證作業，亦須符合核子反應器設施品質保證準則，以確保該批設備除能符合法規要求外，冀能達預期之功能。因此本會責成台電公司督促奇異公司儘速完成相關審查，以利全案進展之品質。

（四）對於核能電廠首次使用無電纜架製造經驗之廠商產品（含核能級及非核能級），台電公司除未對供應商之製

造與設計能力進行評估外；亦未對承包商—榮電公司對供應商執行之協力廠商評估報告進行審查，且對於器材或設備型錄之審查作業，亦不同於一般工程審查作業之常態（因一般工程均採用市面上已成熟之產品，絕少配合廠家開發新產品。），並於部分電纜架已製造並安裝下，才將該批技術型錄及耐震驗證報告轉送原設計公司審查，前述諸多不合常態之作業，除顯示台電公司執行龍門核電廠興建之嚴謹度不足與未落實核能品保精神外，更未落實法規要求。

（五）核能級電纜架除了製造商需建立核能品保方案外，其設計、製造應符合NEMA VE-1工業標準，且必須通過耐震分析之要求。惟依台電公司歷次審查鉅原公司提送之電纜架耐震驗證報告之審查意見，且該公司僅一份通則性之設計程序書，並無相關設計手冊或導則可供設計參考使用，以及台電公司表示係由其協助或代為執行電纜管槽之設計作業，顯然鉅原公司製造之電纜管槽涉及設計部分（如電纜架），實無法滿足核子反應器設施管制法施行細則第十二條規定。

（六）綜合上述，鉅原公司雖依規定建立品保方案，且經台電

公司審查認可，並歷經台電公司歷次品質稽查及ASME換照之稽查等，該公司品保系統已逐步建立，然部分程序書僅為一般性概述（如設計程序書）或於品保方案敘述（如產品缺陷通報），而無相關程序書可供遵循等。對於該公司程序書之嚴謹度而言，仍須強化及補強。雖該公司有參與製造核能級產品之雄心，也積極參與「核能產業發展協會」，但仍須強化該公司品質作業及人員能力與培訓。

（七）榮電公司對於供應商之評選評鑑作業，以及對供應廠商之品質稽查作業等，並未落實相關品保要求。該公司未落實對器材或設備之供應商之評選評鑑作業，將可能衍生相關器材或設備之品質疑慮。為確保榮電公司執行龍門計畫之品質，請台電公司除加強查核該公司之品質作業外，並確實審查及檢驗該公司自行採購之器材及設備，以確保電廠之施工品質。



照片一：視察前會議



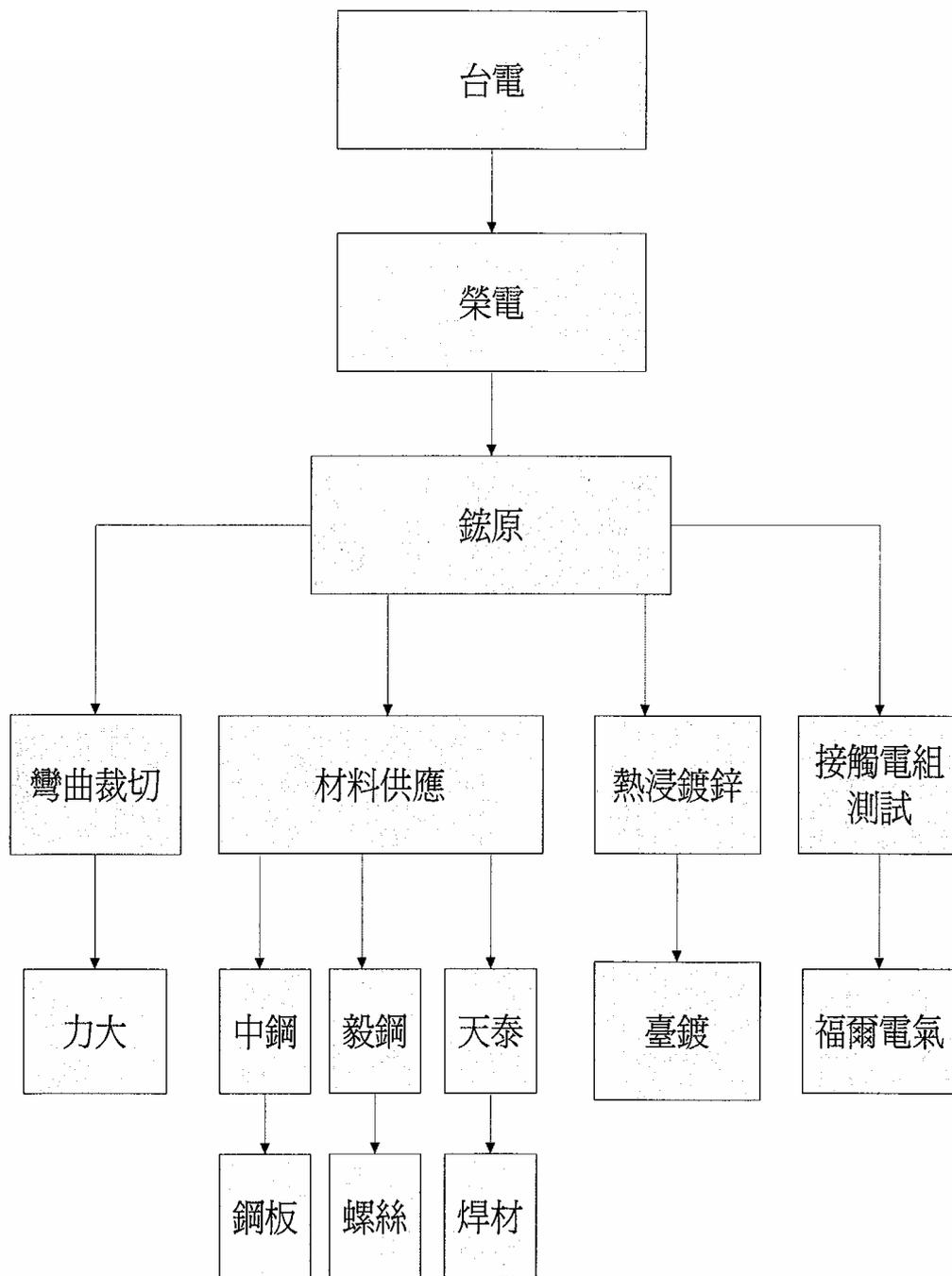
照片二：鉸原公司示範拉線箱施作（一）



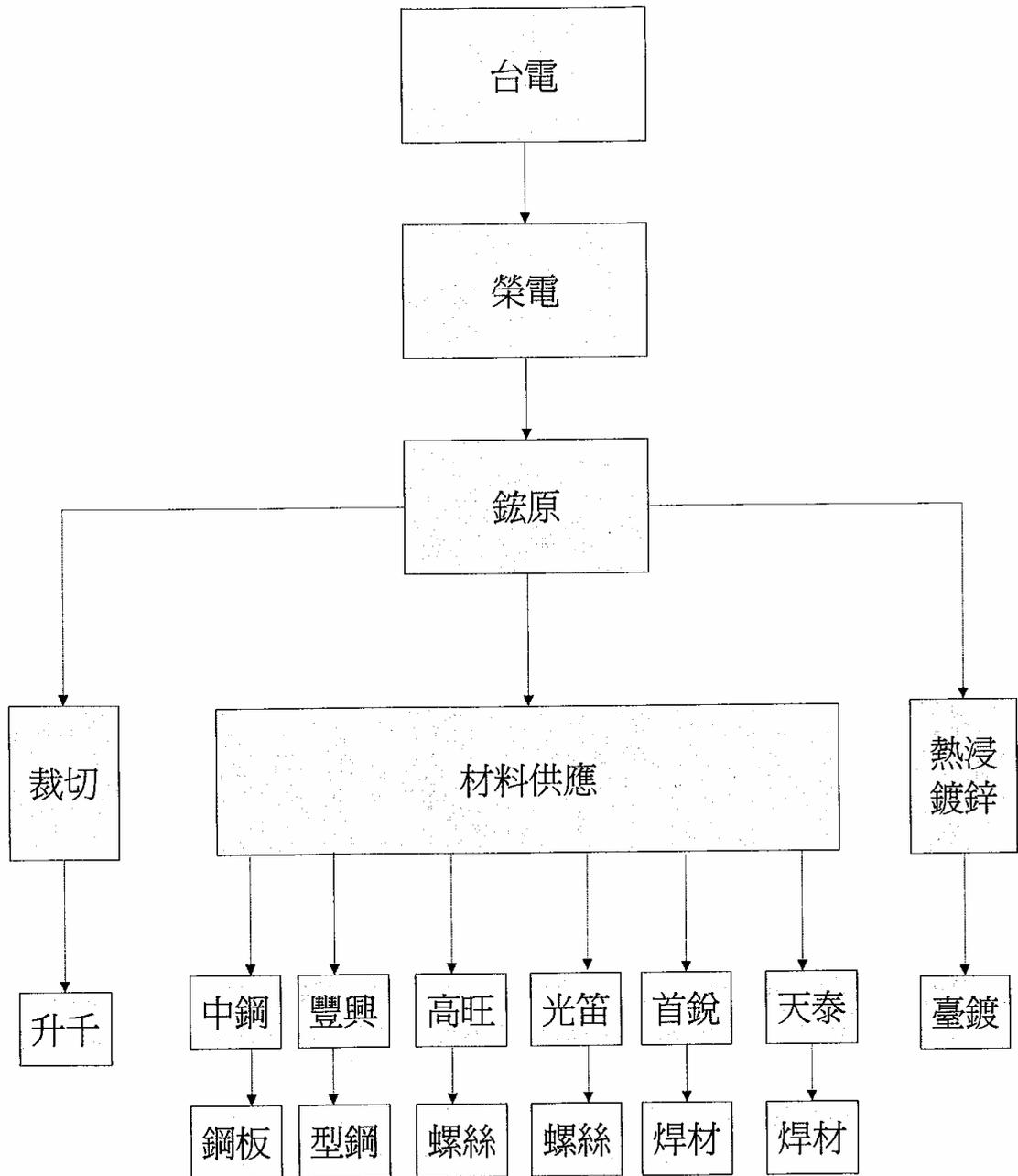
照片三：鉸原公司示範拉線箱施作（二）



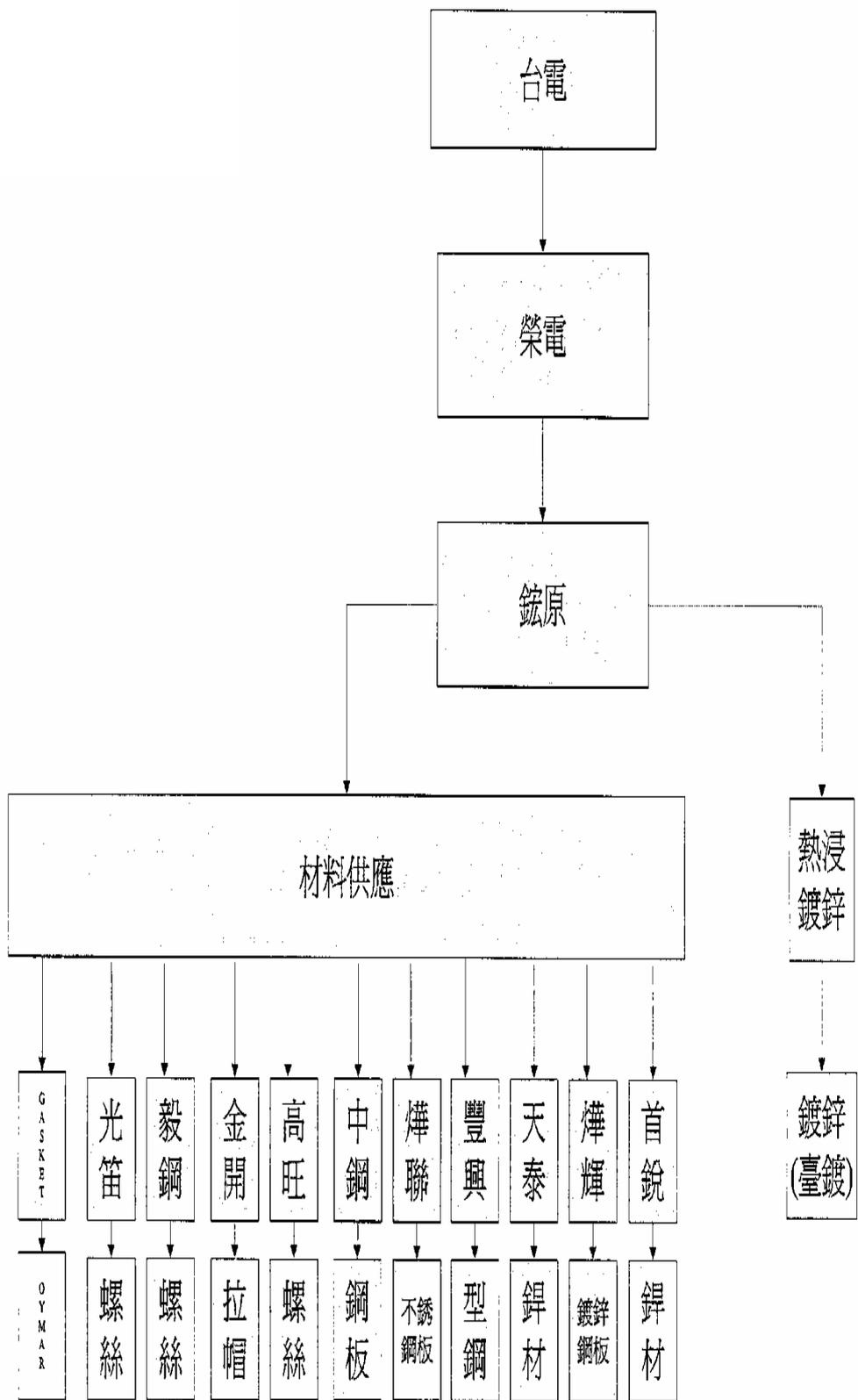
照片四：視察後會議



圖一 Cable Tray 關係表



圖二 FMCRD 密閉型電纜拖網關係表



圖三 PULL BOX 關係表