

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：洽公)

赴奇異(GEH)公司協力廠商B&V稽催龍門電廠一號機電氣Cable/Conduit支撐設計變更評估作業執行及改善現況。

服務機關：台灣電力公司

出國人職稱：一般工程監

姓名：賴逢裕

出國地區：美國

出國期間：101年12月8日至101年12月17日





報告日期：102年2月22日

出國報告審核表

出國報告名稱：赴奇異(GEH)公司協力廠商 B&V 稽催龍門電廠一號機電氣 Cable/Conduit 支撐設計變更評估作業執行及改善現況。

出國人姓名	職稱	服務單位
賴逢裕	一般工程監	核能技術處
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 洽公 (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	
出國期間：101 年 12 月 8 日至 101 年 12 月 17 日		報告繳交日期：102 年 2 月 22 日

出國人員	計畫主辦	審核項目
自我審核	機關審核	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.依限繳交出國報告
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得及建議事項」)
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.無抄襲相關資料
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.內容充實完備.
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5..建議具參考價值
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6..送本機關參考或研辦
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7..送上級機關參考
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8..退回補正,原因:
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 不符原核定出國計畫
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(4) 抄襲相關資料之全部或部分內容
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(5) 引用相關資料未註明資料來源
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(6) 電子檔案未依格式辦理
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(7) 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9..本報告除上傳至出國報告資訊網外,將採行之公開發表:
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 辦理本機關出國報告座談會(說明會),與同人進行知識分享。
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 於本機關業務會報提出報告
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) .其他:向單位正副主管報告
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.其他處理意見及方式:

報告人:  賴逢裕
 單位:  姚俊全
 主管處: 總經理: 徐專業總工程師永華:  徐永華
 主管: 黃專業總工程師樹培:  黃樹培

說明:

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容,出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應於報告提出後二個月內完成,以不影響出國人員上傳出國報告至「公務報告資訊網為原則」。

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴奇異(GEH)公司協力廠商 B&V 稽催龍門電廠一號機電氣 Cable/Conduit 支撐設計變更評估作業執行及改善現況。

頁數：xx 含附件：■ 是□ 否

出國計畫主辦機關／聯絡人／電話：台灣電力公司/陳德隆(02)23667685

出國人員姓名／服務機關／單位／職稱／電話

賴逢裕/台灣電力公司/核能技術處/一般工程監/(02)2490-2401 轉 2118

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：101.12.8~101.12.17 出國地區：美國

報告日期：102.2.22

分類號／目 儀電工程、ABWR

關鍵詞：核四廠、電氣、Cable/Conduit/支撐設計/管理

內容摘要：

本報告主要內容，總結本公司赴奇異(GEH)公司協力廠商 B&V 稽催龍門電廠一號機電氣 Cable/Conduit 支撐設計變更評估作業執行及改善現況、進一步改善建議及近程工作規畫。

本報告說明此行工作重點：

- 一、 向 B&V 團隊說明龍門計畫台電對外界的承諾及對 B&V 工作期許。
- 二、 檢討 B&V 公司過去組織型態、工作效率及未來所有可能動用的軟硬體資源。
- 三、 建議依專業分工，重組工作團隊之組織，並討論新的運作模式及工作流程。
- 四、 配合工地施工時程，檢討簡化的工作流程，期能提高 FDDR RA 施工版產能。
- 五、 預估未來工作量及各種限制條件。
- 六、 預估未來 3 個月人力需求，並討論動員時程安排及軟、硬體等後勤支援事項。
- 七、 檢討放置核燃料前 FDDR 文件正式頒行之流程、品保程序及文件要求。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網 (<http://open.nat.gov.tw/reportwork>)

目 錄

壹、目的	1
貳、出國行程	3
參、過程紀要	3
肆、心得與建議	11
伍、附錄	15

壹、目的

一、出國任務

本出國計畫之主要目的是赴奇異(GEH)公司協力廠商 B&V 稽催龍門電廠一號機電氣 Cable/Conduit 支撐設計變更評估作業執行及改善現況。

二、緣起及目標

1. 龍門計畫一號機未完工項中，有關「後置式埋板膨脹螺栓(SMP)改正」、「電氣導管支架竣工確認」及「電氣導管支架附搭電纜托網及風管支架評估」等項目之安全有關部分，因須由原設計廠商執行評估及設計變更事宜，GEH的協力廠商B&V公司遂成立工作團隊，專案辦理。
2. 本專案工作係先由美國B&V公司總部依據現場查驗結果執行初步分析及評估後，將未能通過評估不能依照現況使用之支架，另交派駐工地TA進行改善處置，並頒行FDDR文件供施工單位改正。
3. 上述評估及設計變更工作，須支付給B&V公司之HOS (Home Office Support)及工地TA(Technical Advisor)人時總費用，高達數億元台幣。
4. 鑑於施工偏差所造成的代價極為高昂，除有必要加強二號機的施工品質，避免二號機重蹈一號機的覆轍之外，對於B&V執行一號機評估/設計變更的工作組織、工作方法、人員效能等，也有必要進行檢討是否有改善的空間，冀能降低費用，並縮短工作所需時間。
5. 本次稽催係針對美國B&V部份，將就本案整體工作組織、工作方法/流程、人員效能、人時花費等進行資料查閱、

管理人員晤談，並輔以基層工作人員晤談，期能改善其團隊工作效能，簡化不必要之工作及流程並減少人時費用支出，並能配合工程進度需求，及時完成必要之評估工作。

貳、出國行程

起迄日期	工作項目
101.12.8 ~ 101.12.9	往程 台北→洛杉磯→Kansas City
101.12.10~ 101.12.14	訪問 B&V 公司，稽催龍門電廠一號機電氣 Cable/Conduit 支撐設計變更評估作業執行及改善現況。
101.12.15~ 101.12.17	返程 Kansas City→洛杉磯→台北

參、過程紀要

訪問B&V公司報告：

參訪期間B&V公司由龍門計畫專案經理Mr. Jim Kurr率各組技術經理及相關工程師共同參與相關簡報及討論，內容摘述如下：

一、 B&V工作現況簡報

1. B&V介紹公司歷史，及組織(全公司及能源部)

B&V 在Kansas City 總部有二大棟建築，約2500員工，最大部門為Energy(能源)，下分Nuclear Project(核能) 及其它電力服務部門，而Nuclear Project(核能)又細分為新建核能機組及運轉核能電廠二部分，龍門計畫隸屬新核能機組下。龍門計畫所屬員工，最近幾個月才由4F搬至2F，因員額擴充關係，目前員工有比較寬敞、新的工作環境，進出有刷卡安全管制措施，有別於其它部門。(詳附錄一)

2. B&V總部龍門計畫工作團隊

由 Mr. Jim Kurr 擔任計畫經理，下設工程 (Engineering)、品保 (Quality Assurance)、策劃 (Project Support)、合約採購管理 (Contract/Invoice Procurement Management) 及資訊管理 (Information Management) 等五大部門。其中工程部門下轄機械、電氣、儀控、管路、空調、埋鈹及其儀電、空調等支撐架 (Support) 等共計10組，現階段B&V主要工作係在協助台電解決施工期間所遭遇施工困難或施工現況與設計不一致等問題之處理，特別是處理電氣及其相關支撐架問題，其組織及人員配置狀況，詳如附錄二。

3. B&V龍門工地工作團隊

為因應一號機「後置式埋鈹膨脹螺栓(SMP)改正」、「電氣導管支撐架竣工確認」及「電氣導管支撐架附搭電纜托網及風管支撐架評估」在美國總部初步評估後之後續工地改善作業，B&V公司遂在龍門工地成立工作小組。2012年12月初，除「後置式埋鈹膨脹螺栓(SMP)改正」作業仍在彙整施工處現場查勘報告等前期準備工作，尚未成立工地工作小組外，B&V公司在工地已經運作的包括：安全相關「電氣導管支撐架」及「電纜托網支撐架」等二大工作小組，其組織及人員配置狀況，詳如附錄三。

4. B&V初步工作規畫及所需新增技術人力粗估(2012年12月7日版本)

在職未抵Kansas之前，已先請B&V就當時已知的可用人力及工作負荷量狀況，分別就2013年2月及3

月預定提前完成Engineering工作的目標時程，先進行檢討及規畫，其粗估工作量及新增人力需求，詳如附錄四。

二、 台電未來工作計畫及時程要求

1. 2012年12月10日會中重申台電董事長對外界承諾目標，預計2013年3月底前完成電氣導管支撐架及電纜托網支撐架現場改善作業，並於2013年12月底前完成一號機可以放置燃料之準備工作。換言之，前述工作與施工相關之engineering work，包括FDDR RA(施工版) & DCN等設計修改文件之頒發，須在2013年2月底前完成，俾供施工單位進行改善工作。另外，亦說明台電面對外界對於整個龍門計畫預算及工期之挑戰及艱難困境，需要大家同心協力方能順利達成。
2. 會上並傳達品質等級及其相對所花費成本(Level of Quality and Cost)概念，要求簡化所有不是Support Fuel Loading的必要作為，例如過度講究文件、計算書…等之完美性等。說明台電認為只要圖面資訊完整，即使使用手繪草圖，不須待台電繪圖員再繪製正式特殊支撐架圖面，亦可充份支援後續評估工作及最後設計查證(Final Verification)工作。目前B&V作業方式須待正式特殊支撐架圖(配合現場最後施作狀況，而非原設計支撐類型)頒行及最後計算書進版後，方可頒行FDDR R0正式版。已明確告知B&V，只要文件、紀錄(包括FDDR RA及其相關之Supplemental GTStrudl Calculation Report之文件可追溯性

(Traceability)沒問題，即可進行設計驗證 (Design Reconciliation)，確認設計與施工之一致性後即可頒行正式FDDR文件，不必再等待支撐架圖面及計算書進一步更新。一旦所有工地設計修改相文件(FDDR & DCN)經確認正式頒行後，即可算是完成放置燃料之準備(Ready for Fuel Loading)。以上建議作法，符合GLP-15.4 FDDR Procedure及NRC Inspection Manual Procedure 37051規定，如果B&V公司不改變並簡化現有作法，勢必無法達成前述台電對外界承諾的目標時程。GEH與會資深工程師 Mr. Gary Ehlert亦支持職的說明，並說明GEH也有類似作法，職仍保留此議題供B&V內部先作討論，並留待GEH Mr. Mark McCowen及Mr. Julian Dan 12/12日到Kansas City後再提出討論，希望這是三方之共識。

3. 2012年12月11日提出B&V龍門工地工作團隊重新編組(專業技術資源重整)之要求，職的建議是將目前工地評估工作分成三塊：

(1) 現場履勘(Site Walk-down)並確認支撐架改善建議(Fix Proposal)後，由工程師手繪支撐架修改圖面(Sketch) (由 TPC/SEO Local 工程師 & BV 工程師共同執行)。

(2) 依照現場支撐架改善建議草圖(Sketch)進行 GTStrudl 分析，確認有適當之結構支撐強度，或依其分析結果，再提出修改方案供 Site TA 再至現場確認其施工可行性 (由 B&V 工程師分別在工地、美國總部及 BKK 泰國曼谷分公司執行)。

(3) 準備並頒行 FDDR RA 施工版(由 TPC/SEO Local 工程師 & BV 工程師共同執行)

上述工作團隊重組後，所有工地需GTStrudl分析工作皆分別由Kansas City、工地及曼谷三地之B&V工程師執行。由於三地工作時差，可善用B&V GTStrudl軟體資源，亦可克服台電與B&V使用軟體版本不同造成之困擾。現行作法一個工程師必須從現場履勘，提改善建議，畫草稿Sketch，繪製CAD圖面，再跑GTStrudl程式，將結果送交B&V 組長(Team Lead)審查，確認接受後再草擬並發行FDDR RA施工版。由一個工程師從頭作到尾，會遇到多處須耗時等待之界面瓶頸(Bottle Neck)，效率欠佳。如能專業分工，類似生產線工作，由三組人力充份合作，應可提升FDDR RA施工版之產出效能，況且使用Local 泰興、益鼎人力，因不須具備GTStrudl使用經驗，要找適當支援現場工作人力相對容易，另外也可挪用SEO現有經驗人力前往支援。

4. 2012年12月12日與GEH Mr. Mark McCowen及Mr. Julian Dan見面，由於B&V已先行報告前二天會議討論的情況，因此GEH對台電的意見及建議已有初步了解。職亦重申董事長對外界的承諾，並要求GEH/BV在執行作法上應有所改變，否則很難達成既定之目標。當然對B&V而言，這樣的改變是不小的衝擊，其內部也經過不斷地討論，但至少看起來台電所提改善建議，已逐漸獲得B&V及 GEH的共識。

5. 2013年12月13日分別與B&V 新核能計畫副總Mr. Kent Zernickow以及B&V核能部門執行長Mr. Steve Rus等見面。職向二人報告到訪後與B&V及GEH討論之事項及初步達成的共識。並重申董事長向外界承諾完成時限，及強調這是龍門計畫台電最後一次提出調整時程及總預算的機會，如果一號機再達不到預定的目標，可能計畫就此終止，大家都沒有機會繼續作二號機。Mr. Steve Rus應允將全力協助台電，達成2013年底Ready for fuel loading 的目標。

三、 問題討論

1. 討論「後置式埋鈹膨脹螺栓(SMP)改正」議題，初步達成共識，將由GEH/B&V正式授權台電SEO工程師，利用B&V所設計及發展評估樣板(Template)篩選SMP工地履勘現況能否通過而同意現況使用，並將評估結果通知B&V。GEH/B&V所建立之Templates及授權部份，將以正式信函檢送台電。授權台電自行篩選而未能通過部份，則交由工地TA再進行後續改善評估。目前SMP問題在施工處履勘(Walk-down)數據尚未完成整理及報告，總數量仍未能充份掌握，且有部份形狀複雜及空調(HVAC)系統相關之SMP，因屬較重負荷，可能須另外專案小組處理，這一部份待回國後再與BV Team進一步討論對策。
2. 為了順利達成2013年3月前頒行FDDR/DCN供施工單位進行施工改善的工作目標，就必須要能充份掌握目前國內外可用的資源，進行較可行之工作

分析及規畫。此行目的之一係與B&V討論可動用之人力資源配置狀況及預定達成既定目標時程之限制條件及所須之改善作為…等。要求B&V提供美國總部技術人力資源分佈圖(HO Resources Map)，參與龍門計畫人員名單，教育背景、工作經驗、專長分類(包括GTStrudl分析、現場施工經驗、圖面繪製或審查圖面…等)、辦公地點，及現階段BKK(曼谷 office 人員)支援龍門計畫情況(GTStrudl分析、支撐架評估、現場修改方案…等)，供未來詳細工作規畫之參考。

3. 討論工作團隊組織重新調整後之新工作流程草案及人員配置。新流程述中有一控制點係台電核技處/SEO工程師必須在確認依照FDDR RA圖面完成施工後，上LCTS(Lungmen Common Tracking System 係GEH與台電雙方在網路上互動之工作平台)通知GEH/B&V，俾讓其美國總部可逕行準備及頒發FDDR R0正式版(不必再等待正式頒發支撐架圖面及更新計算書報告)。職說明目前施工處FDDR RA施工後結果，並未知會核技處，但也同意台電內部須要建立這樣一個機制。目前施工處已建立一套設計變更通知(FDDR/DCN)執行進度管控作業(程序書編號:LMP-QLD-063)，但施工結果自動回報設計單位之機制及執行現況，尚待進一步確認。

四、 2012年12月14日會議結論

1. 2012年12月14日，總結2012年12月10日~12月13日期間開會討論結果，作成會議紀錄，詳如附錄五。
2. 總結會議討論重點如下：

- (1) 詳細檢討本案過去工作成效及未來 B&V 所有可能動用的軟硬體資源。
- (2) 依專業分工，討論工作團隊之重組、新的運作模式及工作流程。
- (3) 討論如何簡化工作流程，提高 FDDR RA 施工版產能。
- (4) 未來工作量預估並討論限制條件
- (5) 預估未來 3 個月人力需求，並討論動員時程安排及軟、硬體等後勤支援事項。
- (6) 檢討放置燃料前 FDDR 文件正式頒行之流程及品保程序及文件要求。
- (7) 討論本案不確定因素，及未來 1 年可能會影響整體評估作業及進度的項目及解決方向。

肆、心得與建議

一、有關本案一號機「後置式埋板膨脹螺栓(SMP)改正」、「電氣導管支架竣工確認」及「電氣導管支架附搭電纜托網及風管支架評估」等未完工項之評估，隨著現場查勘結果及報告陸續出爐，其評估作業之工作負荷量，已遠遠超出 B&V 原先之預期。由於 GEH/B&V 在完成核四大部份設計工作後，只保留少部份的技術人力，繼續協助處理後續施工/測試等相關工地設計修改事宜。大量未預期的新增工地評估作業，已造成 B&V 技術人力明顯不足、搶資源及工作相互排擠的現象。致現階段 B&V 所承諾完成的工項往往無法如期完成，增加核四何時完工的不確定性。此次美國之行，已明確告知 B&V 公司台電對外界的承諾，分析利害關係，期能激發其危機意識並共體時艱，要大家都能體認：假如一號機未能在有限的預算及時程內順利達成目標，則台電將很難面對社會大眾的責難，同時也將面臨外界對龍門核四計畫是否該繼續興建完成的嚴厲質疑及挑戰，而最後可能逼得政府不得不作出抉擇。職認為經過這些溝通後，至少 B&V 公司內部重要管理幹部，已較能體認到龍門計畫的成功與否，不但關係著台電未來能否健全地永續經營，也悠關著 B&V 公司未來整體事業經營能否持續向上發展的關鍵。這樣認知上的轉變，從所接觸 B&V 人員工作態度及積極性的改變上，可以明顯地感受到差異。與過去相較，B&V 管理階層，已較能務實地來檢討其內部資源、人力配置、工作成效等問題。為了達成台電既定的目標時程，表示願意配合改變，簡化工作的流程並修整非必要的繁複文件管制程序。由於工程的需要，B&V 進了很多新人，建議台電未來仍需不斷提醒及要求 B&V，提振年青工程師的工作士氣與成效，達到互利雙贏的目的。

二、現階段所進行的一號機電氣導管/電纜托網等支撐架改正作業，由於現場施工條件限制及施工廠商的經驗不足，致施作時幾乎大部份因地制宜，皆採用非原先 B&V 所設計之支撐架型式，因此需要投入大量的人力先確認現場已施工之支撐架現況(as-constructed condition)後，再使用 GTStrudl 程式分析，確認支撐架結構能否承載原先設計的負荷，如果未能通過，須再提供結構加強改善方案並經分析確認，因此本案需要大量 GTStrudl 結構分析的人力。依此次美國行開會初步決議，將來所有 GTSrudl 分析工作均由 B&V 工程師執行，並由美國母公司統一調配及管理。B&V 目前有 25 名 Licnesee(使用軟體授權許可)可用，未來應允將擴增至 40 名，可利用工地、曼谷、Kansas City 三地時間差，充份運用既有使用執照(License)。執行 GTSrudl 結構分析工程師，須要有土木結構分析背景知識再加上專業訓練。檢視其訓練教材，內容包括：

1. Cable Tray Reconciliation Process (Steps by Steps)
2. GTStrudl Calculation Template File
3. Design Calculation Template File
4. Calculation Record
5. Simple GTStrudl Commodity Support Example (Sketch, Site Survey Data)
6. 簡報教材 (Overview, GTSTRUDL Modeling, Geometric Commands, Commends (Material, Constants, Parameters, Units, Property), Modeling Example, Project Overview, Design Parameters, Project Drawings, Conduit Support Design Sections, Required Rework Examples)

以上訓練內容尚稱完整，也看得出來是針對龍門計畫需要所編擬。由於 B&V 新進許多年青工程師執行 GTStrudl 分析評估工作，雖然 B&V 說明，這些年青資淺工程師，均畢業於美國各大學或研究所土木科系，且經專業訓練後，利用一些 B&V 自行開發之樣板(Template)分析模式執行工作，分析結果必須再交由 B&V 有經驗的資深組長(Lead)審查確認。職還是提醒 B&V，相較於電氣導管簡單輕負荷之支撐結構，電纜托網支撐架屬重型負荷，且支撐結構複雜許多，應該交由較有經驗的工程師處理。目前整體而言，B&V 資深且有經驗的 GTStrudl 結構分析工程師比較欠缺，將來結構分析的工作是否會變成一個瓶頸，已提醒 B&V 須特別注意並改善。

三、此行經過比較深入地檢討 B&V 可用之人力資源，配置狀況、工時分析及預定達成既定目標時程之限制條件及所須之改善作為…等，依據 GEH/B&V 未來 3 個月初步的工作規畫及分析，結果顯示 Conduit 及 Cable Tray 部份要達成目標比較有信心，應可找到 B&V 及台電適當的技術人力支應。但 SMP 問題，依目前 GEH/B&V 分析數據顯示，B&V 及 Local TPC 人力都須大量增加，問題比較大，不確定因素也比較高，是挑戰性比較高的困難項目。為了要加速 FDDR RA 頒行，俾充份支援施工處及時完成施工，GEH/B&V 目前初估，須於明年 1 月至 3 月期間，再增派約 45 名 TA 至工地，協助完成 Conduit Support/Cable Tray Support/SMP 等工項。

四、新建議的評估作業流程，成功的關鍵在依任務編組之各工作小組，須由有經驗的資深工程師當小組長(Team Lead)，該小組長應負起領導組員完成交辦任務的完全責任，給予明確的工作指示，引導正確的工作方法，準備工作查核表、提供問題解決方向及建議，最後管控工作完成進度。各部門間工作之交接，例如：現場查勘結果，須交給結構分析部門確認，分

析結果併改善建議再交回查勘小組，執行下一步 FDDR 文件準備作業，須都能緊密配合，避免長時間等待。已要求 B&V 須慎挑選小組長人選，並予以任務前訓練。

伍、附錄

附錄一、 B&V公司簡介

附錄二、 B&V總部龍門計畫工作團隊

附錄三、 B&V龍門工地工作團隊

附錄四、 B&V初步工作規畫(2012年12月7日版本)

附錄五、 2012年12月14日會議紀錄