

出國報告（出國類別：工作）

阿拉伯聯合大公國巴拉卡核能電廠 大修管路銲道超音波檢測工作

服務機關：台灣電力公司核能發電處

姓名職稱：蘇兩傳-核能工程監

陳俊宇-核能工程監

派赴國家：阿拉伯聯合大公國

出國期間：自民國 113 年 3 月 18 日至 113 年 4 月 15 日

報告日期：民國 113 年 5 月 3 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：阿拉伯聯合大公國巴拉卡核能電廠大修管路銲道
超音波檢測工作。

頁數 8 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話
台灣電力公司/黃惠渝/(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話
蘇兩傳/台灣電力公司/核能發電處/核能工程監/(08)8893470 分機 3670
陳俊宇/台灣電力公司/核能發電處/核能工程監/(02)24985990 分機 2479

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 工作

出國期間：自 113 年 3 月 18 日至 113 年 4 月 15 日

出國地區：阿拉伯聯合大公國巴拉卡核能電廠

報告日期：113 年 5 月 3 日

分類號/目關鍵詞：核能電廠大修管路銲道超音波檢測

內容摘要：(二百至三百字)

此次 INETEC 公司依據與本公司所簽訂之合作意向書，提出超音波檢測能力技術服務要求，支援該公司承攬巴拉卡核能電廠大修管路銲道超音波檢測工作所需人力。

核能電廠營運期間檢測，法規規定執行超音波檢測人員必須經過能力驗證資格考試，取得合格證照後才能執行一、二級管路銲道超音波檢測。本公司依照資格選派 2 人於 113 年 3 月 18 日至 113 年 4 月 15 日，赴阿拉伯聯合大公國參與巴拉卡核能電廠 3 號機第一次大修管路銲道超音波檢測工作。檢測範圍為一次側再循環管路銲道合計有 175 個檢測項目，其中僅有調壓槽上方 4 個項目不需要能力驗證，其他 171 個項目均需要由具備超音波檢測能力驗證資格才能執行。

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

目 錄

<u>內 容</u>	<u>頁次</u>
一、 目的與過程	2
二、 工作前準備	2
三、 進廠前準備	4
四、 檢測	6
五、 心得及建議	7

一、目的與過程

核能部門為因應能源策積極對外尋求服務的機會，於 106 年 10 月 11 日與克羅埃西亞 INETEC(Institute for Nuclear Technology)公司簽署合作意向書。本次 INETEC 公司函請本公司派員，支援該公司承攬阿拉伯聯合大公國 Nawah 能源公司(Nawah Energy Company)的巴拉卡核能電廠，作為該電廠大修期間管路銲道超音波檢測工作所需人力。本公司多年來均選派核能電廠超音波檢測人員前往參加能力驗證資格考試，迄今有多人取得超音波檢測能力驗證資格。經簽辦請示主管核准後與 INETEC 辦理簽約，選派具備超音波檢測能力驗證資格 2 人參與此工作。

因為時程緊迫本次出國援用赴 WANO(World Association of Nuclear Operators)參加訓練方式辦理，來回機票及當地食宿由 INETEC 公司負責，不須使用年度出國計畫，惟仍須依公務出國程序辦理相關手續；也因此在短時間內完成出國相關手續。蘇兩傳及陳俊宇 2 人配合該公司安排於 113 年 3 月 18 日經由桃園機場搭機直飛杜拜，飛行時間大約 10 小時，抵達杜拜機場後由 INETEC 派員接送到距杜拜約 400 公里遠的巴拉卡核能電廠，工作結束返程於 113 年 4 月 15 日由杜拜飛桃園機場返回台灣。

本次工作主要使用下列 3 項符合美國機械工程師協會 (The American Society of Mechanical Engineers, ASME)超音波檢測驗證規範要求之能力：

- 1.超音波碳鋼管路銲道檢測能力
- 2.超音波不鏽鋼管路銲道檢測能力
- 3.超音波管路銲道深度量測能力

NRC 並規範所有核能電廠之超音波檢測人員須通過上開能力驗證資格考試，本公司相關人員均符合其要求。

二、工作前準備

1. 專業證照、英文簡歷和工作經驗

(1). 專業證照

依本次合約提供支援人員執行工作項目PDI(Performanc Demonstraion Institution，能力驗證機構)證照。

(2). 英文簡歷

提供支援人員英文簡歷于INETEC審核。

(3). 工作經驗

核能電廠工作相關工作經驗須滿足法規要求。

2. 英文體檢資料

(1). 核能電廠工作體檢報告

核能電廠工作人員須提供年度體檢資料和歷史暴露資料給廠方，台電每年均有安排人員年度體檢，將此體檢資料轉換為Nawah公司要求版本後，再請醫療診所核章。至於歷史暴露資料，則請廠內保健物理提供個人資料。

(2). 非破壞檢測工作近距及遠距報告。

非破壞檢測從業人員依法規要求每年視力檢測要包括近距和遠距，此份報告提供給Nawah審核。

3. 行前訓練講習

(1). INETEC公司超音波檢測人員工作訓練40小時：

INETEC安排主任高級檢測師攜帶2塊超音波實作試件，於113.02.26~113.03.1在林訓辦理行前講習及實作練習，以符合美國非破壞性檢測協會(The American Society for Nondestructive Testing, ASNT)對核能電廠非破壞檢測人員要求的相關規定。

講習內容主要為管路銲道部分關於：

1. 超音波碳鋼管路銲道檢測能力
2. 超音波不鏽鋼管路銲道檢測能力
3. 超音波管路銲道深度量測能力

上述3項能力及對應程序書的相關規定。

參與人員需要完成包含一般科筆試及特定科筆試2項測驗，其次實作報告須檢測包含1塊碳鋼平板對接銲道及1塊不銹鋼2吋管件銲道，超音波檢測報告需要根據INETEC提供的格式編寫、包含使用檢測儀器、探頭尺寸、楔形塊角度、纜線、校準規塊、檢測相關參數如檢測範圍、檢測靈敏度等。

(2). 巴拉卡核能電廠工作人員進廠前訓練：

經INETEC將參與工作個人相關資料送交巴拉卡核能電廠審核後，巴拉卡電廠會寄給工作人員個人帳號及密碼，工作人員使用此帳號登入巴拉卡核能電廠訓練中心，進行線上課程研讀及考試。

基礎課程分為2部分：

A. 課程1: “Continued Behavior Observation Program(持續行為觀察計劃)

“，此課程內容為要求工作人員在工作期間，在電廠發現任何可能危害電廠安全的各項可疑事件，應即時通報以維護電廠安全運作。本課程大約需要60分鐘研讀，詳如(圖一)。

研讀完成後有3次考試機會，考試題目從課程內容隨機抽10題，每題10分成績80分及格也就是說只能錯2題，考試時間限制20分鐘。

B. 有4種課程分別課程1~4，各課程需要20分到60分鐘研讀不等，詳如(圖二)、(圖三)，內容包含門禁、工安、輻安、緊急計畫、品質管制等，與本公司各核能電廠的進廠訓練相似。

4種課程全部研讀完成後需要接受考試，有2次考試機會，考試題目從各課程內容隨機抽20題每題5分，成績80分及格也就是說只能錯4題，本項考試則沒有時間限制，不過考試開始後不能中斷，否則視同失敗1次，詳如(圖四)。

綜觀巴拉卡核能電廠工作人員進廠前訓練，採用線上研讀及考試，研讀過程參與人員需要與之互動回答課程各式的問題，如果回答不正確最後需要針對錯誤或遺漏部分重新補課，直到通過所有章節，此線上進廠訓練方式對電廠及廠商均有很大的效益。

三、進廠前準備

1. 進廠:

(1) 從桃園機場起飛後飛行約9小時30分鐘飛行，A380空中巴士於當地時間早上5點20分平穩降落在杜拜國際機場，杜拜機場海關大廳寬敞明亮，清晨旅客不多幾乎不用等待就順利通關，海關人員還贈送免費1G上網限24小時內使用的電信卡，在等待提領托運行旅時在旁邊換匯櫃台，以美元換阿拉伯聯合大公國的貨幣(迪拉姆)，匯率1比3.6006，有趣的是換匯人員詢問我們是來自中國大陸嗎?在得知是台灣人後告知說台幣也能換，早知道這樣的話就不用出國前先去買美元。

提領托運行旅後接著前往約訂好的接駁點EXIT1等待接送的司機，司機載我們後前往電廠時還先繞道HOLIDAY INN接另一個工作人員，然後司機一路逛飆時速150公里以上，這裡的時速限制160公里所以沒有超速問題，出了杜拜後沿海岸公路一路向西，公路兩旁沙漠景觀沒有可駐足的景點，就這樣400公里的距離只花了3小時。

首先到巴拉卡電廠辦理大修期間進出電廠工作證件，同時做了酒測及尿檢(藥檢)，隨後分配宿舍及到餐廳用午餐，餐廳以BUFFET自助餐方式，配合來自世界各地的工作人員飲食習慣，所以有各式各樣不同口味料理。巴拉卡電廠提供所有工作人員食宿，真是很特別的國家，覺得在這裡工作人員還滿幸福(以用餐而言)。

(2) 巴拉卡核能電廠輻射區工作人員進廠前訓練-線上課程：

第2天到電廠提供的承攬廠商INETEC的辦公室，每人會收到1台巴拉卡電廠提供已有帳號密碼的筆電，個人使用此帳密登入巴拉卡核能電廠官網，進入訓練中心進行輻射區及大修工作人員進廠前線上課程研讀及考試。

除了主要的輻射區工作人員輻射防護課程還包含下列：

課程1：“高架作業”，此課程內容為說明工作人員在電廠從事高架作業應該

遵守的高架作業安全規定，應確實遵守以維護工作人員安全。本課程大約需要30分鐘研讀，研讀完成後要參加考試。

課程2：“侷限空間作業”，此課程內容為說明工作人員在電廠從事侷限空間應該遵守的侷限空間安全規定，應確實遵守以維護工作人員安全。本課程大約需要45分鐘研讀，研讀完成後要參加考試。

課程3：“Human Performance(人因指標)”，此課程內容說明人因指標5種原理及18種在現場工作時工作人員可以運用的18項防範人員疏失的方法，工作人員確實遵守及使用各項適合的防範人員疏失的方法，以達到維護電廠運轉安全。本課程大約需要45分鐘研讀，研讀完成後要參加考試。

課程4：“防範異物入侵”，此課程內容為要求工作人員在電廠從事各項工作時應該遵守防範異物入侵規定，應確實遵守以達到設備及電廠運轉安全。本課程約需要30分鐘研讀，本課程研讀完成後不用參加考試。

課程5：“掛卡與隔離作業”，此課程內容說明及要求從事掛卡與隔離作業各項規定，工作人員在電廠從事掛卡與隔離作業時，應該遵守掛卡與隔離作業的各規定，以維護工作人員安全；在巴拉卡電廠分為4種顏色:1.紅卡(嚴禁操作) 2.黃卡(訊息提供) 3.藍卡(運轉測試) 4.綠卡(設備分隔)。本課程約需要30分鐘研讀，研讀完成後要參加考試。

(3) 巴拉卡核能電廠輻射區工作人員進廠前訓練-實體課程:

課程1：“English Course Level 2 (2級英文課程)”，此課程開始前須先建立個人指紋檔案，然後進入教室以指紋簽到，以此方式防範冒名頂替，測驗內容有15題選擇題

每題有4個選項，1~10題根據題目從4個答案中選1個作答，11~15題內容為閱讀測驗根據提供的工作指示內容來回答，考試時間20分鐘，作答完成後即可交卷，考官會立即閱卷，考生要等考官通知通過後才可離開教室。

(4) 巴拉卡核能電廠輻射區工作人員進廠前-全身計測:

相關課程學習後，下午配合到”輻射控制中心”(放射試驗室)進行全身計測，巴拉卡核能電廠輻射控制中心使用的全身計測儀器與台電公司核能電廠一模一樣，比較好奇是此電廠由韓國建造，沒想到輻射控制中心工作也由韓國人員負責，組織編制上則與台電公司在核能電廠的放射試驗室有很大差異，這裡輻射控制中心只負責全身計測，不包含輻射儀器校正維修、環境輻射偵測及緊急計畫等業務，其次這裡沒有面具測試。

(5) 阿聯酋國家衛隊發行巴拉卡核能電廠管制區工作人員通行證:

完成指定課程學習後才可以取得上述通行證，在通過尿檢藥檢後就可以進入管制區，要特別遵守進入管制區禁止攜帶任何USB、含鏡頭攝影GPS定位功能手機等嚴格規定，違反此規定一律取消入廠工作許可。

四、檢測:

1. 檢測項目

- (1) 巴拉卡核能電廠#3機為第一次大修，本次管路銲道超音波檢測範圍，在一次側再循環管路銲道合計有175個檢測項目，其中僅有調壓槽上方4個項目不需要PDI能力驗證，其他171個項目包含螺栓20支均需要由具備超音波PDI檢測能力驗證資格才能執行。
- (2) 儀器：本次INETEC使用設備與器材如下：符合PDI認證的超音波儀器、探頭、探頭纜線(Cable)、耦合劑、參考規塊、各種校準規塊等。

2. 現場超音波檢測

- (1) 工作頁面(Work Page): 相同管線鄰近位置待檢測銲道會放在同一個工作頁面，內容包含完成該項目所需搭架、拆保溫、表面處理、PT(液滲檢測)、UT(超音波檢測)、保溫回裝，現場恢復、QC(品管)，ANII(核能監察)等各項人力及時間等，也有PSI(營運前檢測)檢測報告及銲道基本資料ISO圖等。領班接到電廠通知工單後召集檢測員，提供工作頁面內PSI檢測報告、銲道基本資料ISO圖等資料讓檢測員閱讀，也在Pre_job meeting(工具箱會議)表格簽名。
- (2) 檢測前作業: 檢測員依照待檢測銲道基本資料，包含材質、外徑、厚度等，依據程序書挑選合適的探頭尺寸、頻率、校準規塊等，進行檢測前校準作業。檢測員完成校準後通知高檢師查核，高檢師依據校準紀錄表，一一查核包含超音波儀器序號、探頭序號、探頭頻率，儀器增益等參數是否正確？
- (3) 現場檢測: 出發前領班檢查大家是否配戴安全護具，檢測程序書相關文件等，巴拉卡電廠特別要求要帶氧氣感測器，然後到接駁車點搭車到#3機大門，進主管制站前先到佩章架拿個人佩章及電子劑量器個人輻射劑量偵測器，領班向保健物理人員說明工作地點內容，工作人員將電子計量器放在計讀器再刷佩章條碼，依序輸入RWP(radiation work permit)輻射工作許可證編號，在螢幕上顯示個人工作地點劑量率等相關訊息，確認後取出電子計量器進入輻射管制區，如果地點在圍阻體內汙染區則需要穿汙染防護衣物，巴拉卡電廠提供白色不織布材質的防護衣物，橡膠手套鞋套很薄很耐拉伸，使用一次後就丟棄。領班向圍阻體保健物理人員再次說明工作

地點內容，工作人員將電子計量器放在計讀器登記後，取出電子計量器進入圍阻體內。

抵達現場後領班要求檢測員確認待測銲道編號位置，檢測期間領班會在較低輻射區待命，待檢測完成再一起離開。檢測期間電廠QC人員會不定期查核，ANII則依查核計畫查核。

3. 電廠管理

- (1) 食: 宿舍區的大餐廳可供500人用餐，採自助餐方式提供韓式、印度式、阿拉伯式及美式沙拉吧等各式飲料水果甜點等多國餐點。
- (2) 衣: 協力廠商提供2套工作服，每日可送洗衣服。
- (3) 住: 工作人員住單人房，內有冷氣及電視。
- (4) 行: 大、中、小接駁車固定往返餐廳-電廠，電廠場內也有接駁車巡迴接送，提供交通服務。
- (5) 輻射防護: 巴拉卡電廠提供白色不織布材質的防護衣物，橡膠手套、鞋套很薄很耐拉伸，在圍阻體內汙染區使用，防護衣物在使用一次後就丟棄。保健物理人員並未提供清潔工具袋或汙染工具袋給工作人員，因此在汙染區工作需要自己準備袋子，離開圍阻體汙染區前保健物理人員，會進行所有物品汙染量測，也會協助除汙。攜帶儀器進入管制站前需要登記量測，待離開時管制站時再量測確認無汙染後，才可攜出管制站。

五、心得與建議

1. 阿拉伯聯合大公國巴拉卡核能電廠與台灣都引用美國 ASME 規章，因此運轉期間管路銲道超音波檢測工作的所需人力，也需要取得美國 EPRI 的 PDI 能力驗證資格。本公司多年來均選派檢測人員前往 EPRI 參加 UTPDI 能力驗證資格考試，迄今有多人取得超音波 PDI 檢測能力驗證資格，因此具備參與此工作所需的基本能力資格、核能部門在遵循拓展對外服務商機指導方針，多年前與 INETEC 公司簽署合作意向書，各種因緣匯聚下，在阿拉伯聯合大公國巴拉卡核能電廠，順利跨出對國外服務工作一小步。
2. 巴拉卡核能電廠建廠地點偏僻，離最近的鄉鎮也要 50 公里，因此在建廠時已考量參與維修廠商人員的食宿生活等事宜，建廠時已一併將相關的設施建置，在此地參與大修工作人員，工作期間食宿一律由電廠提供，其次個人安全護具等裝備包含安全帽 x1，安全鞋 x1, 袖套 1 雙、長褲 2 條、T 恤 3 件（厚）、T 恤 2 件（薄）、螢光背心 x1、安全眼鏡 2 付、手套 1 雙、瓷杯 1 個、棒球帽 1 頂上述一律由廠商供應，上述各項措施讓工作人員安心在此地工作。

3. 回教國家以國家安全等事由進行網路管控，因此在台灣常用的各種社群在此地會受限制，期間又恰逢齋戒月(113 年為 3 月 10 日至 4 月 9 日)，在公共場合一定要遵守相關規定，以免違反規定招來麻煩。雖然阿拉伯聯合大公國與前幾年相比並不嚴格，但仍需要注意穆斯林的傳統:

1.盡可能不要在公共場所飲食或吸煙，2.齋戒月期間，穆斯林從日出到日落期間禁食、禁喝水或吸菸。出於對禁食者的考慮，人們在太陽出來時不能在公共場合吃東西、喝水、抽煙，甚至嚼口香糖。根據官方規定，這樣做是違法的，可能會被處以 2,000 迪拉姆（545 美元）的罰款或不超過一個月的監禁，儘管這種情況很少適用。相反，非穆斯林可以在私人或指定區域（包括餐廳和咖啡館）做所有這些事情。

4. 本次的大修時程從 3 月 22 日到 4 月 27 日預定 36 天，截至 4 月 13 日離開電廠時，從電廠的大電視預告大修時程延後 3 天至 4 月 30 日；這裡的各項工作的工作前計畫詳細，現場工作前領班需要聯絡確認，也都由領班帶領到現場督導工作進行，因此使用的人力比較多，導致各項工作等待的時間增加，從一大早進廠安檢要等、進入管制站要等、進入汙染區要等，離開汙染區除汙要等、離開管制站儀器量測除汙要等，在此工作需要特別了解與遵守。

建議

巴拉卡核能電廠針對不同工作人員提供不同進廠前訓練，主要採用線上研讀及考試，研讀過程人員需要與之課程內容互動，回答課程各式不同的問題，如果回答不正確，最後需要針對錯誤或遺漏部分重新補課，直到通過所有章節。此線上進廠訓練課程可以重覆閱讀，對協力廠商的工作人員了解在電廠工作需要遵守的規定及要求，提供很大的效益。建議本公司的各電廠參考建立此協力商工作人員進廠線上訓練方式。