



「阿曼 87 萬噸蒸汽裂解裝置統包工程」專案

中鼎工程股份有限公司協理 / 李民立
中鼎工程股份有限公司副專案經理 / 姚俊全

關鍵字：阿曼、蒸汽裂解裝置統包工程

摘要

本專案為CTCI中鼎集團與McDermott於2015年合組CCJV團隊共同承攬阿曼煉油及石油工業公司87萬噸蒸汽裂解裝置統包工程，為中鼎集團首度成功進軍中東阿曼王國市場，並創海外承攬統包工程最大合約金額紀錄（約28億美金）。工程範圍包含設計、採購、建造、試車，主要製程的蒸氣裂解區（SCU）、裂解汽油區（Pygas Unit）、甲基第三丁基醚區（MTBE Unit）、大氣儲槽、大型冷凍儲槽、高壓儲槽（Bullet Tank），以及海水淡化、廢水處理、廢鹼處理、焚化爐等製程。

一、前言

本LPIC專案共包括4個EPC統包工

程，為阿曼政府「2020願景」計畫的重要項目，期將石化產品拓展至下游領域，提供更多樣化產品，充實該國相關產品線，達成發展石化產品高值化目標。此4個EPC統包工程分別為87萬噸蒸汽裂解工程（EPC1），Polymers PE/PP工程（EPC2）、液態天然氣萃取工程（EPC3）以及液態天然氣長途管線工程（EPC4）。其中又以中鼎集團與McDermott所承攬位於蘇哈爾工業港工業區的87萬噸蒸汽裂解工程為LPIC開發計畫中，金額最大且最重要的核心項目。

工程期間遭遇新冠肺炎疫情的影響，CTCI秉持著不放棄的毅力以及決心使得此專案順利完成，並獲得國際知名雜誌《Hydrocarbon Processing》評選2020年度石



油化學類年度專案首獎。

二、值得信賴且豐富的國際工程實績及具競爭力的團隊

(一) 為什麼選擇 CTCI

本LPIC案的乙烯裂解製程是採用Lummus選擇性氯化專利製程技術設計。CTCI於2013年為台灣中油公司在高雄建造完成一座採用Lummus專利製程技術，年產72萬噸的六輕裂解工廠；本案設計、採購、建造及試車，均由CTCI負責。因此，當CTCI以豐富的國際工程執行經驗，以及對Lummus乙烯裂解專利製程的經驗及建廠實績，結合擁有Lummus專利製程的McDermott公司（當時稱CB&I，於2018年被McDermott合併）合組CCJV團隊，此一結合雙方核心競爭力的策略聯盟，即順利於激烈的競爭中脫穎而出。

(二) 有效的溝通與完善的管理

本專案從得標後的融資採購到試車階段的工程執行，都印證了CTCI團隊「最值得信賴」的工程服務品質。本案為CTCI首度成功進軍中東阿曼王國市場，並創海外承攬統包工程最大合約金額紀錄（約28億美金）。此外，本案在採購層面上也須因應業主有41%出口信用保險ECA的要求，考量業主融資來源分散各國（韓國、義大利、德國、英國、

荷蘭），於專案執行初期除了必須考慮最有競爭力的價格之外，還需將器材訂單分散至融資的5個國家，並透過公式計算金額，以符合ECA要求，同時也要為價格與品質把關，滿足業主融資的需求。

在工程執行上，由於本案與LPIC其他三個EPC專案同時進行，且各個EPC Package所生產的產品亦有上下游的相關性，如：CCJV團隊負責的EPC 1所生產的乙烯是EPC 2生產聚乙烯、聚丙烯的原料，而EPC 3生產的天然氣凝析液（NGL）亦為EPC 1的上游原料。為有效整合工程介面，CTCI團隊每週與業主召開週會，討論設計細節、採購及施工議題，而本案最高領導人專案督導Project Director（PD）也會每月與業主面對面進行重要事項討論。從橫向及縱向角度，由上至下，將所有重要議題、面臨的困難及無法妥協的事項，透過反覆的溝通與討論，以確實解決問題，使本案順利推進。

本案亦是CTCI安全工時紀錄保持者，工程執行期間，安全工時紀錄已累積突破7700萬，創下歷史新高紀錄。依據本案分工，建造階段係由CTCI主導，CTCI帶領JV夥伴McDermott，以優異的統包工程整合與執行能力，從建造進入試車階段達成火炬點火、鍋爐點火、乙烯進料等重要里程碑的同時，仍保持高度的現場安全衛生管理規範和要求，使本案安全工時無失能損傷紀錄持續推



進，實屬不易。

三、專案亮點

(一) 高效的施工

由於本案工作範圍龐大，以往的建造工作包CWP (Construction Work Package)，已無法滿足建造階段的施工區域劃分。因此，CTCI以更細的安裝工作包IWP (Installation Work Package) 取而代之，透過將廠區佈置圖 (Plot Plan) 劃分好的各工作分解結構 (WBS)，依結構、管架分布、主要設備或套裝設備，細分成不同區塊。根據各IWP安裝工作包裡管線各管段組裝的預估時程，除可有效追蹤及控管管線預製的最新情況，有系統的規劃ISO出圖給廠商的順序，並可與預製廠安排各預置管段 (spool) 的送抵時間，以確保符合施工時程需求，避免下包施工隊團隊因工作量不足，而產生工期延宕或包商求償等問題。另外，IWP的應用也可使預製廠能更精確的預估預製時程及數量，讓下包商提供的人力動員計畫更準確，使現場工人數符合各階段工作量需求。

在施工過程中，透過對細節的重視與妥善的前期規劃，CTCI持續提升施工效率。以高壓儲槽 (Bullet tank) 設計軌道為例，過往因高壓儲槽數量不多，為滿足安裝時1:200的斜率需求，通常都以人工整理沙床；在本案中，為提升4個高壓儲槽的施工效率，CTCI

特別設計了軌道及相關裝置，以便將沙床外觀快速精準的整理成需求的形狀。再如本案中的E/I Interface系統的光纖電纜，為滿足國際電工協會頒布的規範IEC 61850，減少使用硬線電纜為電機資料採集與監控系統SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) 的趨勢，將傳遞馬達狀態的傳統硬線電纜與其中介電驛盤IRC (Interposing Relay Cabinet)，以光纖電纜透過電源管理系統PMS (Power Management System) 取代，不僅可大幅減省電纜數量，並有助於未來管理、監控及修改，也可降低雜訊產生。

(二) 便捷的維修

在專案進行時，CTCI也將後續維護納入考量，致力為業主提供節省工時、人力及開銷的設計。以路面規劃為例，為減少設備維修的重型吊車吊裝位置的路面破壞範圍，特別設計鋪面強度，在維修後僅需針對站立位置鋪面結構上做修補即可；再如Secondary cooling water主管線規劃，因主管線為120吋的巨大管線，本案在FEED (Front End Engineering Design, 前端工程設計) 時，原設計成地下管，但因地下管在建造與維修時，皆需很深的開挖量，工程浩大且耗費甚鉅，CTCI經專業評估，更改設計為地上管，為業主大幅減省後續維護開銷。

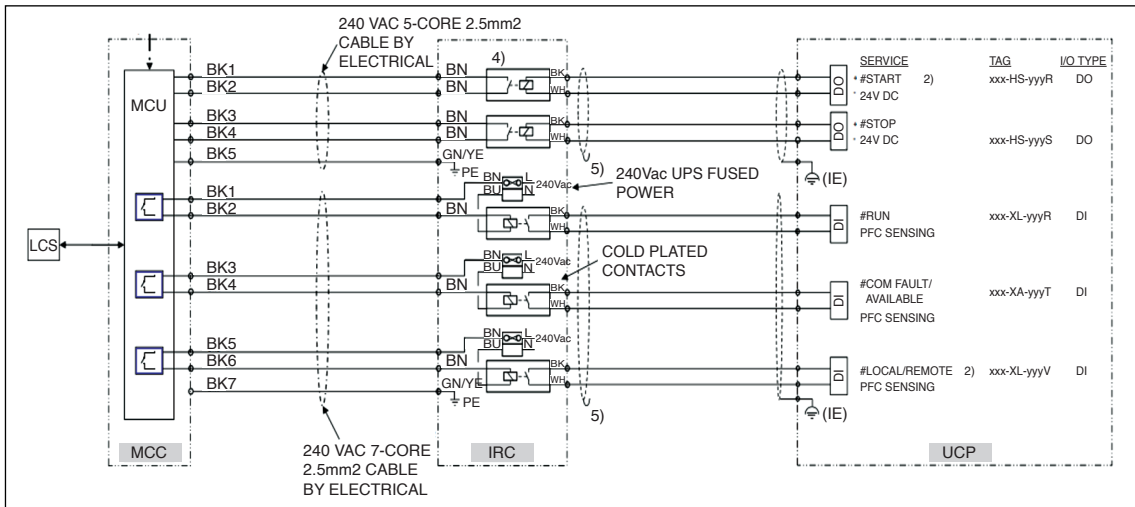


圖 1 使用硬線電纜，透過 IRC 來傳遞馬達訊號狀態

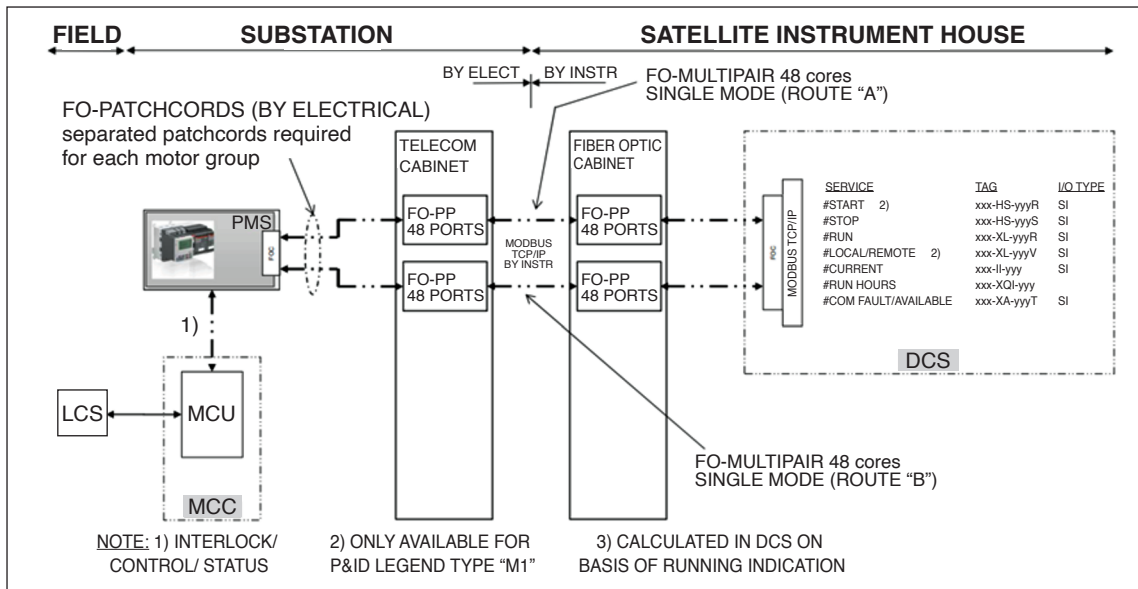


圖 2 使用光纖電纜，透過 PMS 系統傳遞馬達訊號狀態

四、創新工程技術

(一) 優化的廢鹼處理系統

本案所建造的乙烯裂解廠，在運營的過

程中將產生大量廢鹼，因廢鹼對環境具有的危害性，其後續處理為本案中十分重要的環節。以往廢鹼的處理大多是用濕空氣氧化技術Wet air oxidation (WAO) 處理，此為利用高溫高壓的環境，將有機汙染物熱氧化的一



種技術。WAO為一項十分成熟的廢鹼處理技術，對於高濃度難分解的汙染廢水處理效果尤佳，在業界廣泛的被使用。然而由於反應條件需要高溫高壓，若未達此條件，廢鹼處理效果會大打折扣；而高溫高壓的設備及運轉成本高昂，並不經濟，若未能具備合適的環境條件，WAO不適合單獨處理廢鹼液。為改善這個問題，本案首創將WAO結合Fenton法，打造更優化的廢鹼處理系統，Fenton法係利用過氧化氫（ H_2O_2 ）為氧化劑、亞鐵離子（ Fe^{2+} ）為催化劑的化學氧化法，且本方案具有操作彈性大以及成本低廉的優點，並具有氧化能力強的關鍵性優勢。本案結合WAO和Fenton法，可將廢鹼處理的更加乾淨，不僅可協助業主降低廢鹼處理成本，也能更有效的守護環境。

（二）可拆卸的廢氣燃燒塔

本案廢氣燃燒塔（Flare）高達175公尺，在高度創下CTCI的紀錄。CTCI採用分段組裝方式，將整個廢氣燃燒塔管線部分拆成7段，預先在預製廠預製好，一到工地便可快速組裝，大幅節省工時及人力，平均一段僅需2-3天安裝。

這種可拆卸式的廢氣燃燒塔，除了在安裝時更加快速之外，亦有另一項優勢。由於煉油石化廠製程中常會排放一些含有有機物質的氣體，必須將這些氣體導入燃燒塔中予以燃燒後才能排放，這些氣體通常易燃且具

毒性。考量安全距離，傳統廢氣燃燒塔佔地面積大都非常寬廣，並且需要分別坐落在不同區域。而本案具有一定高度的可拆卸的廢氣燃燒塔，因塔頂至地面的距離拉長，不僅可以使地面安全半徑縮短，一個區域可以同時有兩座以上的塔，節省空間，當其中一座塔需要維修時，不必到塔頂進行，將最上層的部分吊裝至地面維修即可，其他塔仍可以繼續燃燒，維持廠區的正常運作。

五、總結

阿曼87萬噸蒸汽裂解裝置統包工程為中鼎集團與McDermott於2015年合組CCJV團隊共同承攬之統包工程。為阿曼政府經濟發展計劃的重要投資計畫之一，工程地點坐落於距阿曼首都馬斯喀特（Muscat）北方230公里之蘇哈爾工業港的工業區Liwa Plastics Integrated Complex（LPIC），為LPIC開發計畫中，金額最大且最重要的核心項目。

本LPIC專案共包括4個EPC統包工程，耗資65億美元，為阿曼政府「2020願景」計畫的重要項目，期將石化產品拓展至下游領域，提供更多樣化產品，充實該國相關產品線，達成發展石化產品高值化目標。其中，中鼎與McDermott共同承攬的EPC 1統包工程，為本LPIC專案中最重要且核心的項目。

今年又面臨全球新冠肺炎疫情影響，但CTCI團隊仍秉持「最值得信賴」的品牌精



神，透過橫向及縱向的有效溝通，克服種種挑戰，不但於2020年11月突破累積7,700萬安全工時紀錄，更透過有效的溝通，以及採用

高效的施工、優化的專案管理模式、創新的廢鹼處理系統等方式執行下，穩健維持工程的推進，並減省維護開銷，展現優異工程執



圖 3 廠區完工照片



圖 4 5000 萬安全工時慶祝典禮，現場齊聚超過 50 個國籍的 11 家包商，共同見證此歷史性的一刻



行成果。

產品於今（2021）年2月生產。本案啟用後，現有廠區，包括既有廠所生產的產品、副產品將可成為LPIC的進料，使產品發揮其最大效益，並將石化產品擴展至更下游領域，達成發展石化產品高值化的目標，進而從阿曼的石油和天然氣資源中獲取更高的利潤。本案的成功執行也為CTCI成功進軍中東阿曼市場立下重要的里程碑。

另外，國際知名雜誌《Hydrocarbon Processing》評選2020年度最佳工程專案，阿曼Liwa Plastics Integrated Complex (LPIC) 專案獲選為石油化學類年度專案首獎。中鼎與McDermott合組CCJV團隊，承攬本LPIC案中金額最大且最重要的核心項目-- EPC 1 87萬噸蒸汽裂解裝置統包工程，本案的獲獎，亦代表CTCI中鼎集團「最值得信賴」的工程服務品質及優異的全球統包實力，深獲國際肯定。



圖 5 專案安全工時累積突破 7000 萬