



突破天然氣輸送瓶頸 - LNG 灌裝

台灣中油公司天然氣事業部工務室主任 / 范嘉榮

關鍵字：LNG 灌裝、LNG 槽車

一、前言

天然氣主要由甲烷組成，相較於煤或石油等傳統燃料，天然氣的燃燒釋放的溫室氣體較少，有助於減緩氣候變遷。而且天然氣相對於其他化石燃料，燃燒過程中產生的氮氧化物和顆粒物等空氣污染物的排放量較低。天然氣在燃燒時產生的熱量相對高效所以燃燒效率高，這意味著相對較少的燃料就能提供所需的能量。此外，天然氣相對於石油具有相當程度的替代性，可以減少對進口石油的依賴，從而實現能源多元化的目標，更有效地利用能源，減少對環境的破壞。

台灣地區使用天然氣源自日據時代新竹與苗栗地區，民國38年後，由中油公司接續經營與開採，並提供民生用戶及工業用戶。天然氣由於使用極為方便，使用逐漸普及，因自產天然氣逐漸枯竭，中油公司遂於79年

進口液化天然氣，氣化後供應國內需求，並經由既設管線輸天然氣，供應台灣西部地區公用天然氣事業、工業用戶及電廠使用。

傳統天然氣供應以管線輸送為主，目前臺灣天然氣管線分佈位於西半部，包含海底輸氣管線、陸上輸氣幹線、輸氣環線及輸氣營業管線等，由北至南供應基隆至屏東用戶所需之天然氣。惟偏鄉及東部地區距離天然氣接收站遙遠，施工較艱難，且建造輸氣管線需耗費龐大資金，至今皆未能埋設天然氣管線，無法擴大天然氣使用及銷售。

為推動國內天然氣擴大使用，中油公司於台中液化天然氣廠興建液化天然氣(LNG)灌裝設施，由國內業者以LNG槽車運送LNG至偏遠地區或天然氣管線未到達地區來供應國內工業所需之天然氣，提高天然氣使用普及度。

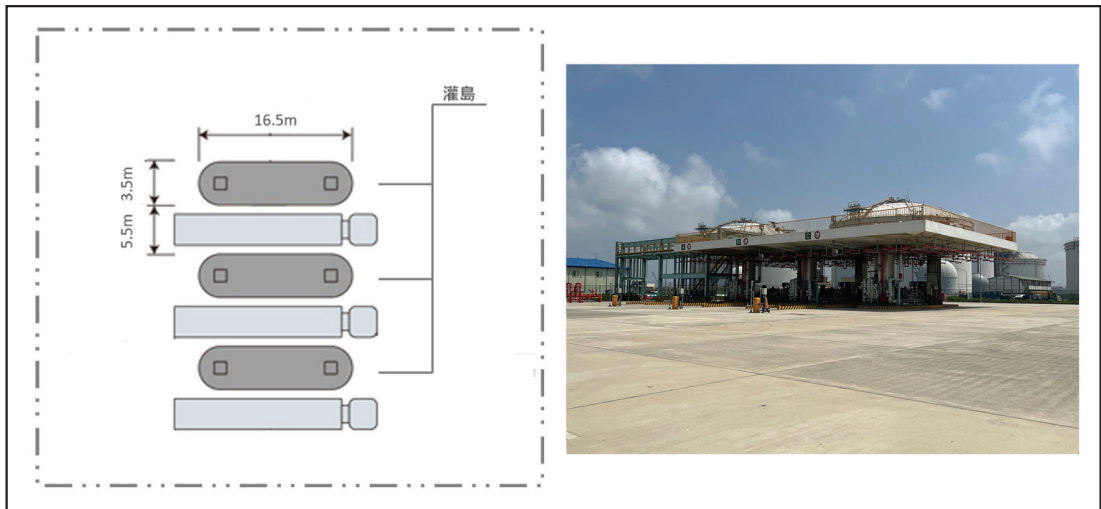


圖 1 灌島配置示意圖

二、LNG 灌裝場佈設基準

根據日本燃氣協會「LNG小規模基地設備指針」，對於LNG灌裝場佈設基準之如下：

1. LNG槽車行進之場內道路需有足夠之寬度以供安全運行，須依槽車之長、寬、迴轉半徑之迴轉軌跡圖決定道路寬度與曲率半徑。
2. LNG槽車行進之場內道路必要時應設置護欄。
3. 灌裝場地需水平。
4. 在灌裝場需明確設置LNG槽車停車位置。
5. 在灌裝場需設置「灌裝中嚴禁煙火」等警戒標誌，非LNG槽車不得進入灌裝場。

另依美國「NFPA59A-液化天然氣(LNG)生產、儲存和裝運規範」中，對於LNG灌裝

場佈設基準之建議如下：

1. 如果有框架結構，應採用不燃材料製成，如鋼材或混凝土。
2. 槽車裝卸區應有足夠的面積，車輛不必做過多的移動或轉向。
3. 輸送管線、泵和壓縮機應以圍欄保護，不會因車輛的移動而受損。
4. 排放口應排放至遠離人、火源的室外安全區域。

三、台中液化天然氣廠 LNG 灌裝設施規劃

(一) LNG 灌裝場區配置

台中LNG灌裝場配置3處灌島並以單側灌裝(圖1)，灌島長度16.5m、寬度3.5m、淨間距5.5m。

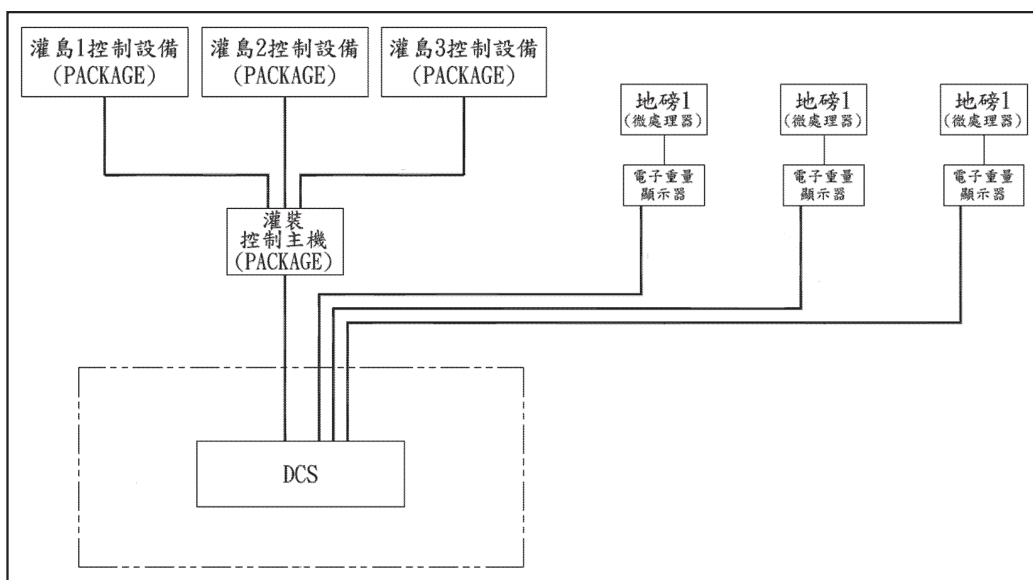


圖 2 控制架構示意圖

(二) 灌裝系統

LNG灌裝設備，設置於3個灌島，由灌裝控制主機控制灌裝設備，灌裝儀控系統將壓力、溫度、流率及閥位等所有控制狀態信號傳送至DCS系統，操作人員於DCS系統操作控制並掌握灌裝作業狀態。(圖2)

LNG灌裝系統，採與LNG槽車車尾底部連結灌裝，每套LNG灌裝系統包含：LNG灌裝臂、NG回氣臂、儀器控制裝置、安全連鎖保護裝置，相關操作參數如下：

1. 灌裝流量：50 m³/h。
2. 液態操作壓力：操作壓力約為8.5 kg/cm²。
3. 氣態操作壓力：不超過0.3 kg/cm²。

4. 液態操作溫度：-158~-162°C。

5. 氣態操作溫度：-130~-162°C。

LNG灌裝流程說明如後，由LNG儲槽泵出集管進入到LNG灌裝區，再經由3" LNG灌裝臂將LNG卸入LNG槽車，LNG灌裝速率約50 m³/h；LNG卸料過程中產生氣態的天然氣由NG回氣臂送回至BOG回收管線。(圖3)

(三) LNG 灌裝主要設備及功能說明

1. LNG灌裝臂

灌裝臂為立柱結構，管線尺寸為3吋，灌裝時銜接於LNG槽車的2吋液態接口，用於LNG卸裝，灌裝臂材質為304L可由旋轉接頭、平衡機構及支撐裝置調整灌裝臂位置。

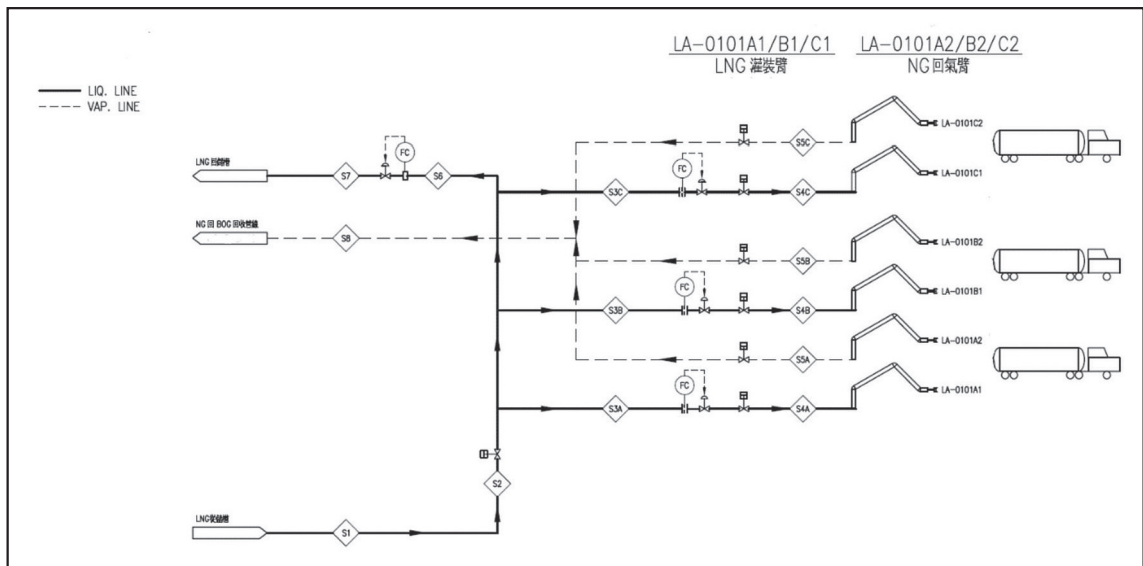


圖 3 灌裝流程示意圖

2. NG回氣臂

回氣臂為立柱結構，管線尺寸為3吋，灌裝時銜接於LNG槽車的2吋氣態接口，用於灌裝時氣態NG回氣，回氣臂材質為304L，並由旋轉接頭、平衡機構及支撐裝置調整回氣臂位置。

3. 氮氣吹除管線

管線尺寸為3/4吋，功能用於LNG灌裝前對灌裝臂前端空氣置換與灌裝後灌裝臂內LNG或BOG吹除。

4. 流量計

流量計執行灌裝流率及累積量的自動量測。

5. 控制閥門

流量控制閥可自動控制，配合灌裝臂預冷作業，與灌裝流量速率的調整程序。

6. 緊急關斷閥

用於灌裝系統之連鎖緊急關斷。

7. 壓力和溫度傳送器

用於灌裝系統管線壓力及溫度偵測。

8. DCS系統

灌裝儀控系統將壓力、溫度、流率及閥位等所有控制狀態信號傳送至DCS系統，操作人員於DCS系統操作控制並掌握灌裝作業狀態。

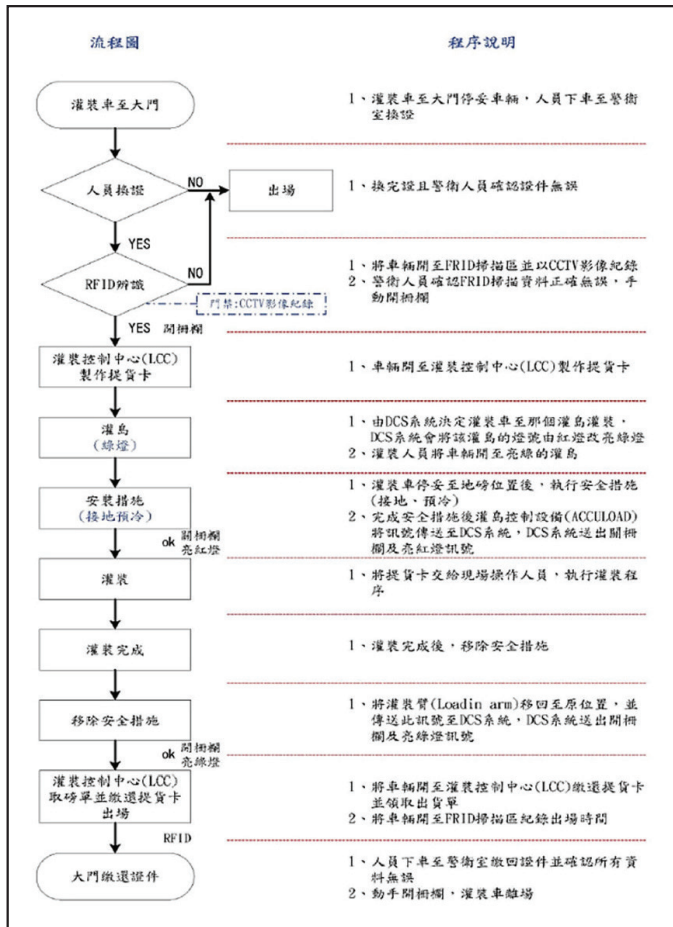


圖 4 灌裝程序示意圖

四、灌裝程序

灌裝前人員進行身分登記確認，並至灌裝控制中心確認提貨資料開立提貨卡，接著將LNG槽車停至系統指定之灌島，灌裝車輛停妥後執行接地與預冷等安全措施，完成後進行灌裝作業，灌裝完成後移除安全措施，並繳回提貨資料後離場。(圖4)

五、LNG 槽車

LNG運輸可利用槽車以陸運方式至各氣化衛星站或單點供氣站，再由氣化衛星站或單點供應站將 LNG 氣化為天然氣後供應給用戶使用。

國際上常用LNG槽車型式(圖5)，第一種為單車型式(Tank Lorry)，每車載運量約



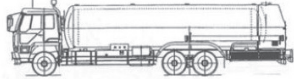

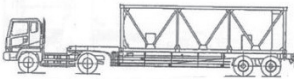
型式	單車 (Tank Lorry)	半拖車 (Semi Trailer)	貨櫃拖車 (Container Tank)
			
裝載容量	6-8 噸 / 車	9-15.1 噸 / 車	9-20 噸 / 車
說明	儲罐固定於車身上	儲罐聯結於拖車上	LNG 槽櫃吊裝固定於貨櫃車上，常用規格為 20ft 與 40ft

圖 5 LNG 槽車型式

6~8噸LNG，此種型式為儲罐固定於車身，主要應用於需求量較小之工業用戶；第二種為半拖車型式（Semi-Trailer），每車載運量約9~15.1噸，將儲罐聯結於拖車後方運送，一般適用於大型工業用戶以及公用事業公司；第三種為貨櫃拖車型式（Container Tank）將LNG槽櫃吊裝固定於貨櫃車上，可直接載運或以火車運送至當地氣化衛星站或單點供氣站，目前國內業者以半拖車形式之槽車運送LNG。

3,687噸。由天然氣灌裝場供應液態天然氣，以LNG槽車陸運之方式，突破天然氣管線無法到達區域輸送瓶頸，對擴大使用天然氣有莫大的助益。

參考文獻

1. LEB0300002 設置 LNG 灌裝場、Reloading 及 LNG 加氣補給船等設施可行性研究。P2-62-P2-65、P3.1-P3.2
2. 中油公司出國報告-赴日本大阪瓦斯公司有關有關 LNG 灌裝營運模式及計價事宜。P8

六、結論

中油公司台中LNG灌裝場完成後，國內相關業者在管線無法抵達的地區或工業區興建LNG灌裝氣化衛星站及建置單點供氣站之方式，優先提供該地區或工業區附近廠家使用天然氣，將燃煤、重油鍋爐用戶改成使用潔淨能源，降低空汙、使業者進一步達成減碳的目標。統計112年中油公司LNG灌裝場灌裝車次為366車次，灌裝液化天然氣量達