

# 六軸機器手臂應用於複合材料纏繞製程

## Robot Cell for Composite Fiber Winding Process

黎尚昆

工研院機械所 智慧機器人技術組 機器人製造單元部

**摘要：**複合材料具有高強度、高勁度、質量輕、耐腐蝕以及抗磨損等特性，近年來廣泛應用於航太工業、汽車工業、船舶工業、醫療、運動器材與石化產業上，其中以纖維與高分子材料所組成的纖維強化高分子複合材料最為常見應用於諸多領域中。本文將介紹複合材料應用於液化石油氣容器製程，傳統液化石油氣鋼瓶重量重，瓶身也會因時間與環境影響產生鏽蝕問題，造成使用上安全疑慮與增加後續維護成本。挪威 Hexagon Ragasco 公司最早以複合材料製作液化石油氣容器，解決上述傳統鋼瓶問題。後續將介紹複合材料液化石油氣容器纏繞設備與路徑生成模擬軟體，亦將說明工研院機械所在七軸纏繞製程目前成果。

**Abstract :** Composite materials having high strength, high stiffness, light weight, corrosion resistance and wear resistance advantages have been widely used in aviation, automobile, marine, medical, sports equipment, and petrochemical industries in recent years. Fiber-reinforced polymer composites composed of molecular materials are most commonly used in many fields. This article will introduce the application of composite materials in production of liquefied petroleum gas containers. The weight of conventional liquefied petroleum gas cylinders is heavy and will cause corrosion problems due to the impact of time and environment, resulting in safety concerns and increased follow-up maintenance costs. Norway's Hexagon Ragasco first produced liquefied petroleum gas (LPG) containers from composite materials to solve the above-mentioned traditional cylinder problems. In the follow-up, we will introduce the composite material LPG container winding equipment and path generation simulation software, and also the current results of the six-axis winding process of the ITRI.

**關鍵詞：**液化石油氣、複合纖維、機器人

**Keywords :** Liquid petroleum gas (LPG), Composite fiber, Robot

### 前言

複合材料在定義上泛指兩種以上材料所組成之材料，一般而言是由基材 (Matrix) 與補強材料 (Reinforcement) 所組成，基材是指材料組成中連續的材質，將補強材料黏合固定並傳遞負載。補強材料則為其中不連續的材質，承受整體材料之外加負載。複合材料當中纖維補強之高分子複合材料為最為廣泛應用者，其組成為高分子基材與

纖維補強材料。高分子基材一般分為熱塑性塑膠 (Thermoplastic) 及熱固性塑膠 (Thermoset) 兩大類，而纖維補強材料常見的為玻璃纖維、碳纖維、克維拉纖維 (Kevlar)、硼纖維、與碳化矽纖維等。

由基材與補強材料所組成複合材料具有高強度、高勁度、質量輕、耐腐蝕以及抗磨損等特性，至今已廣泛應用於航太產業中飛機機身與機翼製造上；汽車產業中車身外殼、保險桿等構件也不乏看到複合材料的應用。[1]

## 更完整的內容

詳見【機械工業雜誌】424 期・107 年 7 月號

---

機械工業雜誌・每期 220 元・一年 12 期 2200 元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9339

傳 真：03-582-2011

機械工業雜誌・官方網站：[www.automat.tw](http://www.automat.tw)

機械工業雜誌・信箱：[jmi@itri.org.tw](mailto:jmi@itri.org.tw)

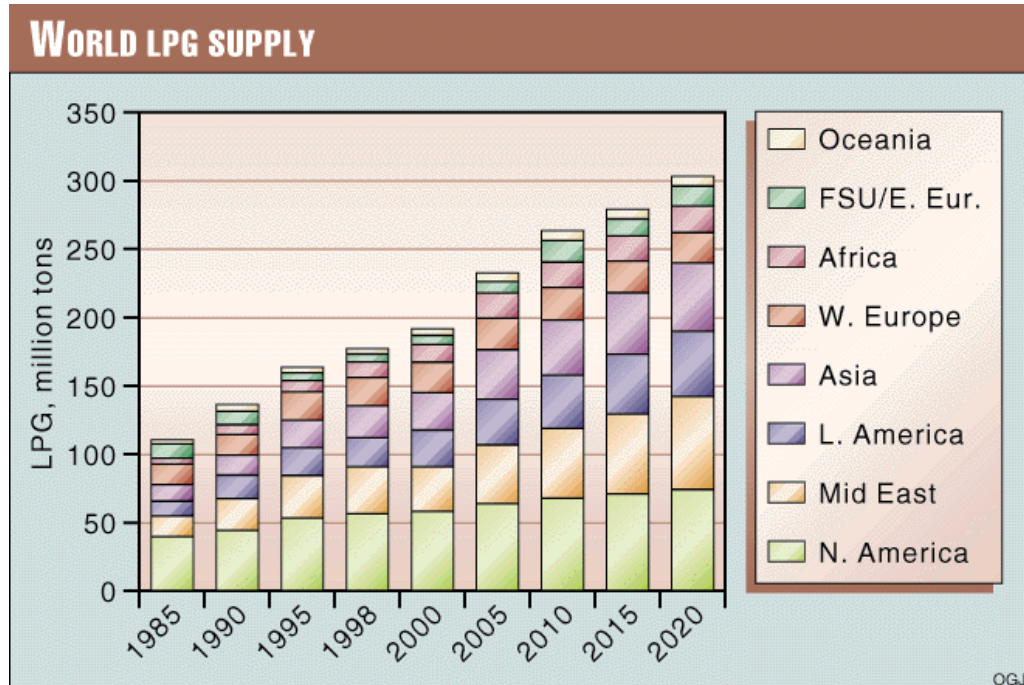


圖 1 全球 LPG 用量評估 [2]

在石化產業中液化石油氣目前已廣泛應用於國內外日常生活中，在歐美國家中應用在農業、休閒(BBQ、熱汽球、露營等)、烹飪、暖氣、發電等領域已行之有年，根據圖 1 全球 LPG 用量評估預測，由於中國、印度、非洲、拉丁美洲等國的經濟成長，全球 LPG 需求量也隨之增加，預估至 2020 年全球 LPG 供應量將超過 300 百萬噸。國內在民生相關產業的需求量亦是逐年增加，根據經濟部能源局所提供台灣天然氣與液態瓦斯所使用量來看，總用量年成長率有 8.2%。總結上述國內外液化石油氣需求結果來看，市場對於液化石油氣的需求都是正成長，進而帶動液化石油氣容器市場需求。

然而傳統液化石油氣鋼瓶外殼易受外在環境與時間影響而產生鏽蝕問題，進而導致漏氣等安全疑慮上的問題。此外根據中華民國液化石油氣容器安全協會所提供資料顯示近三年內每年約有 50 萬瓶左右的鋼瓶進行替換，在後續維護上亦會造成額外的成本支出。[3]

此外鋼瓶重量在搬運上亦是另一個問題，以一般家庭用的二十公升瓦斯，光空瓶就二十餘公

斤，再加上瓦斯則重達四十餘公斤，長久下來對於長期從事搬運的勞工更加容易造成職業傷害。根據勞動部所修訂『重體力勞動作業勞工保護措施標準』第二條第一項第一款規定「以人力搬運或揹負重量在三十公斤以上物體之作業」，若鋼瓶容器未施行減重，則已違反職業安全衛生法相關法規。

根據上述傳統鋼瓶問題，挪威 Hexagon Ragasco 公司最早研發以複合材料製作液化石油氣容器，目前已有 15 年以上經驗並生產超過 1200 萬瓶複合材料液化石油氣容器。其瓶身結構由高密度聚乙烯(High Density Polyethylene)製作內膽，其外以玻璃纖維與樹脂組成之複合材料包覆形成抗壓容器，最外層再以聚乙烯外殼進行結構強化，因內膽與其包覆材料具有半透明的特性，因此可以直接以目視方式判斷剩餘容量。在重量上比原先鋼瓶少 1/2 到 1/3 左右重量，可大幅降低搬運者負擔。另外複合材料耐腐蝕的特性恰好解決鋼瓶鏽蝕問題，減少因漏氣所發生意外狀況。在火災發生時，複合材料氣瓶外殼熔毀後內部液化石油氣會自行宣洩燃燒，而傳統鋼瓶瓶身炸裂