

燃料電池冷鏈物流系統效益研究

車輛中心 研究發展處 葉元景

在全球積極推動淨零碳排的趨勢下，各國積極推動節能減碳措施，國內於 2022 年宣示以 2050 年達到淨零碳排為目標，氢能即被列為重要解決方案之一。燃料電池以氫為燃料進行發電，副產物僅有水與熱，被視為是乾淨的能源，其應用領域相當廣泛，在車輛產業中願景尤被看好。尤其貨運車輛占全球二氧化碳排放量的 6%，如有適當之低碳甚或零碳排方案，將具有相當大的減排效益。但因受限於運輸產業的特性，包括頻繁起停、長距離運輸、重負載、稼動率與長時間運作等，對於工作週期及能量源補充方式及時間都有特殊的要求。

日本新能源產業技術綜合開發機構（2024）與 LAWSON 超商在群馬縣合作，利用 148 台電動貨卡進行配送測試，據截至 2023 年 12 月底的統計結果顯示，配送運行需每日進行至少 3 次、冷凍貨艙需維持低溫 5°C，以現行電動貨卡並無法滿足此配送需求，因此產業目前尚無法全面引進電動貨卡替代傳統燃油車輛。由於電動車輛無法滿足使用需求，因此氫燃料電池的應用被視為是運輸產業邁向脫碳化並保有現行運輸效率的最有效解決方案。

有鑑於此，車輛中心（ARTC）投入氢能冷鏈系統之效益研究，以國內常用物流車輛作為測試平台，選用載重 3.5 噸、2.0L 排氣量的柴油物流車進行燃料電池系統與電動冷凍物流機組的改裝與測試（如圖一）；搭載重組式甲醇燃料電池（Reformed Methanol Fuel Cell，RMFC）如圖二，使用甲醇水作為系統能量來源，於內部重組反應產生氫氣供燃料電池發電，甲醇水具備常溫常壓儲存、攜帶方便及快速補充的優勢，滿足物流車輛高稼動率需求。



圖 1、燃料電池冷鏈系統測試平台

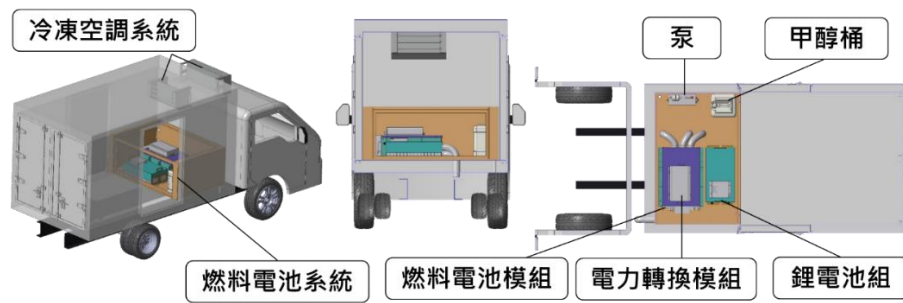


圖 2、燃料電池系統架設佈置

本研究於車輛中心廠內行政區的封閉場域，進行燃料電池冷鏈平台的運行測試，測試場地包含號誌模擬、裝卸貨等情境，單圈約 0.7 公里（如圖三），運行總里程 150 公里，總耗時約 10 小時，實測結果顯示系統可正常運作供電使冷鏈系統運作，並在低溫運輸條件（ -12°C ）下，冷凍機平均用電量約 1.4kWh，估算每小時可節省約 1 公升柴油，每日減碳效益達 18.5 公斤以上。



圖 3、廠區封閉場域運行測試路線圖

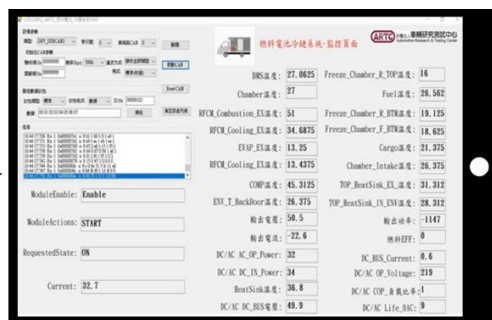
小結

本研究以載重 3.5 噸柴油物流車為平台，搭載重組式甲醇燃料電池（RMFC）與冷凍機組，於針對臺灣宅配物流車輛行駛距離、怠速及高耗能需求等冷鏈配送情境實驗中，確認該系統可穩定維持低溫（ -12°C ）運輸需求，且每日減碳效益達 18.5 公斤以上，可作為物流產業減碳所需可行解決方案。

考量未來使用便利性與安全性，本研究設計了人機介面以即時監控燃料電池冷鏈系統的運作數據（如圖四），用以蒐集系統內部溫度、冷鏈艙室各角落溫度、各系統輸出電壓、電流及功率等數據，並透過 CAN 記錄器保存運行資料。此外，系統完成安全防護與警示機制的設計，包含數據紀錄、響應圖形、監控警示圖示及監控基準值設定（包括觸發警示圖示及語音提示），可協助物流車駕駛快速掌握系統狀態，提升操作便利性與安全性。



感測器數據



數據儲存

圖 4、燃料電池系統架設佈置