電動車 V2G 市場的價值與展望 (上)

許志義

中華大學創新產業學院暨企管系特聘教授兼興大智慧運輸發展中心特聘研究員

賴慶明

中興大學電機系副教授兼興大智慧運輸發展中心主任

陳宗薊

中興大學應用經濟學系博士生兼興大智慧運輸發展中心助理研究員

2022/06

壹、前言

電動車產業顯然已成為下一個黃金時代的國家級關鍵戰略，其市場商機可從交通工具/儲能設備/資料載具三個面向來觀察：(1)搭載車聯網的交通工具，能落實智慧運輸系統的完整性，為智慧城市奠定人流與物流移動效率的基礎建設；(2)電動車電池在 V2G 技術與商業模式普及下，能落實能源轉型，推動綠能極大化，達成台灣電力永續性與供需強韌性；(3)車聯網的多元應用，可使電動車成為一台移動的大電腦與基地台，實現資料經濟的軟實力，並帶動數位經濟發展創新營運模式的商機。

本文探討 V2G 市場的價值與展望，從先進國家的電動車多元商業模式，論及台灣如何急起直追，藉由政府公部門作為電動車市場最大的需求者，布建 V2G 雙向充電樁及台電公司推出的現行優惠時間電價方案，以及中油公司加油站的順勢轉型，發展出台灣藉由電動車 V2G 市場之生態系，創造智慧城市與智慧生活的願景與價值。

貳、 智慧運輸系統促進城市發展及新興產業商機

大眾捷運法第 28 條規定：「以提供安全、快速、舒適之服務，以及便於身心障礙者行動與使用之無障礙運輸服務」，作為服務指標，過去被誤解只有捷運系統需要遵守此一營運準則。然而，在當前 5G/6G 通訊、自動控制設備、遙感監測科技、物聯網、AI 大數據分析演算法之科技浪潮下，有更多公共運輸與私人載具等不同系統，都必須被鏈結整合，透過交通行動服務(Mobility as a Service; MaaS)的即時資訊系統，不但可降低交通壅塞、提升運輸效率、增進行車安全；更可提高能源使用效率、降低環境影響衝擊。換言之，全球智慧運輸系統(Intelligent Transportation System; ITS)的加速發展，不但要規範公共運輸載具遵守「安全、快速、舒適」的服務品質，也會將私人載具的標準規格逐步納入法遵。

美國智慧運輸系統組織 ITS-America 在 2021 年發表「致安、至綠、智治(A Safer, Greener, Smarter Future)」的建言，提出七個發展：智能基礎設施(Smart Infrastructure)、車聯網(V2X)和交通資訊互聯技術(V2X and Connected Transportation)、自動駕駛汽車(Automated Vehicles)、依交通運輸能力靈活滿足行動需求(Mobility on Demand)、新興技術(Emerging Technology)、兼顧環境永續和電網強韌性(Sustainability and Resiliency)設施等。ITS-America 認為自駕車與電力網路及資訊網路是智慧運輸系統必要的基礎設施，進一步掌握交通領域的新興技術包括：超快速高鐵、城市空中交通和貨物交付、自動化貨物交付、以及區塊鏈整合技術平台；藉由電動車和替代燃料技術、充電基礎設施、清潔發電、電網韌

性、基礎設施彈性、路邊管理和先進材料技術的進步，智慧運輸系統不但能落實環境正義，更能減輕對低收入和少數族裔社區的負面衝擊，實踐行動平權 (ITS-America, 2021)。

ITS America 堅持永續發展，並主張：繼續且擴大購買或租賃輕型零排放汽車(ZEV；Zero-Emissions Vehicle) 的現有稅收抵免(包括可退還和轉讓)，並追溯以往的 ZEV 稅收抵免；以銷售點退稅或稅收抵免措施獎勵購買中型和重型商用 ZEV、公交車輛、校車和其他公共部門車輛；繼續投資於 ZEV 充電基礎設施；持續投資公共和私人相關勞動力發展計畫；投資電網基礎設施的永續改善和韌性提升；擴大 ZEV 和相關電池、充電及燃料技術的持續研發預算。

對照台灣智慧運輸系統發展建設計畫(106-109) 建置運輸資料流通平台 TDX、成立地方智慧運輸中心、已補助 10 縣市以上推動智慧路口安全系統。其他亮點政策如：智慧機車車聯網、自駕車車聯網、偏鄉共享交通平台等(尚未全面普及)。

未來在電動車浪潮下，高鐵、台鐵、捷運系統有多座主變電站負責電動列車與車站服務所需電源，占地甚廣，能建置與太陽能光電設備與分散式能源資源儲能系統，利用尖離峰價差充放電能，藉由「電動車至電網(V2G；Vehicle-to-Grid)」參與台電「電力交易中心」電力輔助服務市場提供需量反應，活化資產利用率，節省高額營運電費；沿線車站亦可作為聚合周邊電網設施的能源管理中心，充分布建及利用再生能源替代化石燃料發電。除了為淨零排放(Net-Zero Emission)做出貢獻，也能拓展業外收益。

此中最關鍵的是：利用捷運周邊聯合開發大樓及自身管理的停車場，轉型為電動機車電池交換站與電動小客(貨)車 V2G 雙向充放電停車場。進而言之，未來不再只有台電獨賣電力給各種交通運具，各種交通運具都可以參與分散式能源資源的聚合(DER Aggregator)賣電給台電，甚至運具之間可以相互買賣剩餘電源，將大幅提高我國能源利用效率，以及相關電池、充電與燃料技術的持續研發預算，持續投資公共和私人相關勞動力發展計畫；投資電網基礎設施的永續改善和韌性提升；擴大 ZEV 和偏鄉共享交通平台等(迄今尚未全面普及)。

在 2020 年通過第二期計畫(110 至 113 年)，主要發展智慧交通數據資料技術與服務、其差異在缺乏對基礎設施的完善規劃與建置，尤其是在自駕車與電網支援及獎勵措施等方面，難以孕育自駕商機與創新營運模式。當此淨零排碳關鍵時刻，應利用既有資源補強相關策略，藉由前瞻計畫中的公共運輸計畫為基礎，擴大淨零效益，完備電網支援與充電設備之普及性。

要發展電動車經濟，需先有適用於電動車充電的時間電價，同時廣設 V2G 雙向充放電停車場(塔)。準此而論，台電公司 5 月 30 日推出「低基本費、高價差、離峰長」的電動車專用電價電表超級優惠方案。就時間電價而言，離峰時間從 9 小時加長到 18 小時(22 時至隔日 16 時)，以夏季電價算，離峰時段優惠價一度電 2.05 元(尖、離峰電價差達每度 6 元以上)，而基本電價也減少約 80%；既能提高電動車業者參與市場的誘因，也能引導車主用戶改在非尖峰時段充電，適合用電需求高且訂有契約容量的充換電設施用戶，包含集合住宅停車場、電動汽車充電

站及電動機車電池交換站等地點，提升減碳效果(黃政杰，2022)。就充電樁而言，每兩台電動車就有一座充電樁的需求，而電動車從 0 充電至 80% 的電量，快充約 20 分鐘，慢充至少花六小時，充飽電大概需要 60 度(1 度電特斯拉充電站收費約 9.8 元)(顧上鈞，2022)，快速充電樁能提高設備周轉率，加速滿足電動車充電需求，降低旅程焦慮，引導車輛消費與投資從燃油車流向電動車。

以英國為例，荷蘭皇家殼牌併購 New Motion 後，將所有在社區聯外交通要道旁的旗下加油站轉型為「複合式充電站」，並結盟最大連鎖咖啡業者 Costa Coffee、有英國皇家認證供應商的貴婦級超市 Waitrose & Partners，以及名人主廚餐飲品牌 Jamie Oliver deli 進駐；不僅提供充電，也提供飲食、洗車、取包裹服務，滿足電動車會員民生需求外，更替充電商機開拓新戰場。過去英國人習慣假日到社區附近的超市或購物中心吃飯，順便採購日用品。但現在，他們更喜歡在假日開著電動車，載著家人與寵物，去殼牌充電、取包裹、喝咖啡、吃飯，並採買日用品(林鳳琪，2021)。

中油公司汲取先進國家經驗，除了加油站租給電動機車業者放置充換電站，提供電動機車進行換電。2021 年 12 月 27 日啟用首座電動車複合快充站，提供「一站式服務」複合服務，包括洗車、簡易保養，並經營中油自有品牌咖啡，目前已導入 61 座加油站，實為台灣能源轉型的重要里程碑。截至 2021 年底全台加油站共有 2,487 站，Gogoro 於 2015 年開始佈建換電站 GoStation 為 2,215 站，其中擁有 120 個電池交換槽的 Super GoStation 共 123 座、佔比 5.6%；其中採用 21700

電芯規格的第三代電池數占比 54.9%。目前六都的換電站數量(1630 站)比加油站(1404 站)還要多；眼看全台換電站即將要超越加油站。中油公司全台 1,900 多座加油站未來將轉型智慧綠能加油站，配合太陽光電、儲能系統的應用，提供加油、加氫、能源管理等服務(陳映璇，2022)，確實已為台灣能源轉型立下里程碑。惟面對數以萬計電動車之充電需求，全台灣 V2G 營運模式及其量能的擴充，實屬必要！

有鑒於此，本文提出台灣刻正需要的一個嶄新的營運藍圖：由地方政府籌備，配合公股行庫政策利率，成立能源轉型基金，利用中油公司以城市精華地段與鄰近捷運系統 500 公尺範圍(大約步行五分鐘之距離)的大量加油站為聯合開發大樓案場。因為精華區的大樓能聚集豐富的通勤、商務、停車與消費需求，限定電動車進場充放電，能促使更多職場菁英換購電動車，並快速接觸 V2G 充放電交易模式的主要潛在客層。電動車充放電停車場、共享電動車停車場、電動巴士停車場都可併聯於聯合開發大樓再生能源、儲能設備與能源管理中心，組成 V2G 充放電交易的商業生態圈。提供大樓進駐的商場旅館、鄰近夜市或社區住商的使用，亦可聚合後參與電力輔助服務市場交易，電能交易所得就是參與聯合開發各方利害關係人的投資利潤，達成市府、中油、商圈、社區、台電、捷運的多贏。

前揭藍圖並非天馬行空，尤其是 V2G 商業模式，歐美已有實際應用的案例，像是美國加州車聯網綠能技術公司 Nuvve Corporation 的聯合企業 Dreeve，已成為 V2G 技術解決方案的產業領導商。另外，智慧充電業界領袖 EDF(法國電力

公用事業公司)也在法國、英國、丹麥等歐洲國家，致力於讓 V2G 科技應用更加普及化。至於德國新創品牌 Sono Motors，則將綠能目標訂得更長遠，其電動車不僅具備 V2G 功能，還搭載了太陽能發電板，集發電、儲電、配電效能於一身，擁有自給自足的動力系統。一切的發展方向都契合 Jeremy Rifkin 五大支柱的預測路徑：將建築物轉化為以採集再生能源微型發電廠、在建築物以及整體基礎設施中儲存再生能源、以插電式(plug-in)及燃料電池(fuel cell)為動力的運輸工具、串聯各個電力網(power grid)為可回售多餘電能的能源共用網路(energy-sharing grid)與可買賣電源的智慧電網平臺(Rifkin, 2014)。美國白宮今年 6 月宣佈投注 75 億美元於電動車基礎建設，先由交通部與能源部共同立法制定一個適用於各州、各家充電供應商、所有車廠與車款的全新充電標準，包括：付款方式，計費標準和充電速率，再由州政府受理「合規」廠商建設「更多」充電站的補助申請；藉由建立一個可靠、普及、易用的國家充電網路，以加速電動車普及率的提升(Chen, 2022)。

在此建議中央及地方政府，重新檢視各加油站的利用價值，並妥慎評估財務規劃，適時納入設置 V2G 雙向充放電停車場之可行性。台灣大部分的加油站皆位於都市精華地段，其中鄰近捷運場站的更不在少數，同時具有商機潛力與人潮吸力，而且缺乏停車面積，若能適時將加油站轉型為整合智能、綠電、V2G、微電網、複合商場服務等多元減碳技術的聯合開發大樓，從鄰避(Not In MY Backyard, NIMBY)設施轉型為迎臂(Yes! In MY Backyard, YIMBY)設施，合乎中

油公司的公司治理目標與 ESG 企業社會責任，兼顧地方創生與淨零碳排目標，更能發揮「多元運具，無縫轉乘」的便捷交通效益。

(接續下篇，內容含 V2G 助攻電網強韌性、車聯網實現資料經濟、結論及參考文獻)