

電動車輛用電量數據來源及推估方法 之先期研究

Preliminary Study on Data Sources and Estimation Methods for Electric Vehicle Energy Consumption

運輸能源及環境組 黃士騰 鄔德傳 朱珮芸

研究期間：民國112年3月至12月

摘要

近年來，隨著淨零碳排議題熱潮及車輛技術進步，全球及臺灣之電動車市場均呈現快速增長的趨勢，過去電動車充電的用電量未被獨立統計，隨著電動車數量和用電需求的增加，要如何估算電動車輛的用電量成為一項重要的課題。

本研究首先蒐整全球及我國近年電動車輛的成長數據，以及全球電動車用電量成長趨勢。另參考其他國家推估用電量之方法，收錄美國能源資訊署（U.S. Energy Information Administration, EIA）在電動車用電量的統計方法，做為我國推算方法之借鏡。

在我國電動車用電量推估方法上，整理我國經濟部能源署能源統計月報之計算公式，其主要參數包括車輛登記數、平均行駛里程、每公里耗電量。由於調查和統計方法的不同，本研究也探討相關參數的取得方式與可能之精進方向。

另除採推估方式外，取得實際用電量數據亦為方法之一；亦建議未來或可透過電動大客車營運數據監控管理平臺以及台電公司的智慧充電管理系統（Energy Management System, EMS）取得實際用電量數據。

關鍵詞：

電動車、用電量、能源統計

電動車輛用電量數據來源及推估方法 之先期研究

一、前言

我國每年之溫室氣體排放量統計資料，係以環境部每年出版之「國家溫室氣體排放清冊」為依據，並據以計算各大部門之排放量。而前述國家排放清冊中有關能源（如汽油、電力等）之使用量及排放量，則係以經濟部能源署能源統計月報及每年能源平衡表之數據進行推算。

而能源平衡表係以實際能源消耗量進行統計，電力部分亦由台電提供實際用電量數據，惟目前因尚無法由用電量中區分電動車充電之用電量，故過去電動車用電於能源統計內將會列入住宅部門或服務業部門，使運輸部門用電量有所低估，進而影響運輸部門溫室氣體排放數據之正確性。

能源署為改善此問題，已自 111 年起以推估之方式計算電動車用電量並納入能源統計之中。為瞭解電動車輛用電之推估方法，爰辦理本研究。

二、電動車成長趨勢

2.1 國際電動車成長趨勢

根據國際能源署（International Energy Agency, IEA）的資料^[1]，從 2010 年至 2023 年，全球電動車市場的新車銷售量以及登記數量皆呈現快速的增長趨勢。如表 1 所示，2010 年電動車的銷售量僅約 7,500 輛，登記數量亦僅約 2 萬輛，新車市售比、普及率均幾乎為 0。此後，隨著市場的逐步接受，電動車市場開始逐年擴大，至 2015 年，新車銷售量達到 55 萬輛，市售比提升至 0.7%，車輛登記數也成長至 125 萬輛，普及率達到 0.12%。

到 2017 年，新車銷售量首度突破百萬輛大關，達到 118 萬輛，市售比提升至 1.4%。其後，隨著電動車技術的持續進步，電動車市場進一步擴大，在 2020 年，登記數量首度突破 1,000 萬輛的大關，來到 1,023 萬輛。2021 年普及率達到 1.3%，首度超過 1%。

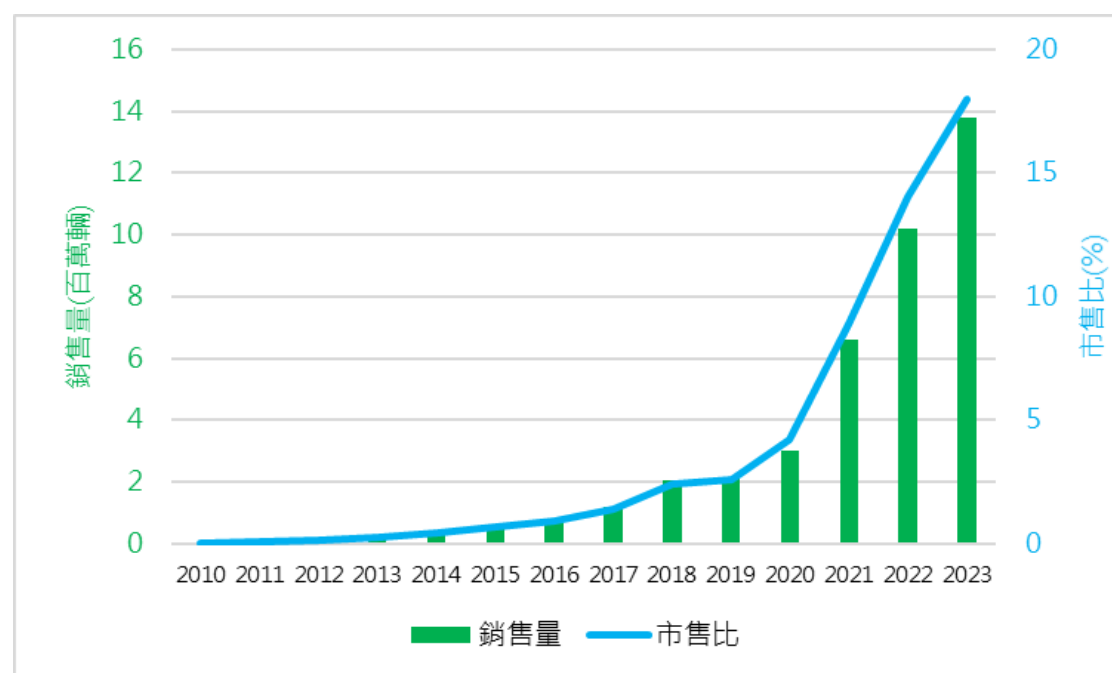
到 2023 年，電動汽車的市售比已來到約 18%，高於 2022 年的 14%，新車銷售量也達到 1,381 萬輛，比 2022 年的 1,022 萬輛增加約 359 萬輛，成長 35%。由圖 1、圖 2 及上開數據反映出電動車在全球市場中的快速成

長，尤其是近幾年，隨著政策支持與技術進步，電動車的普及速度顯著加快。

表 1 全球歷年電動汽車新車及登記數

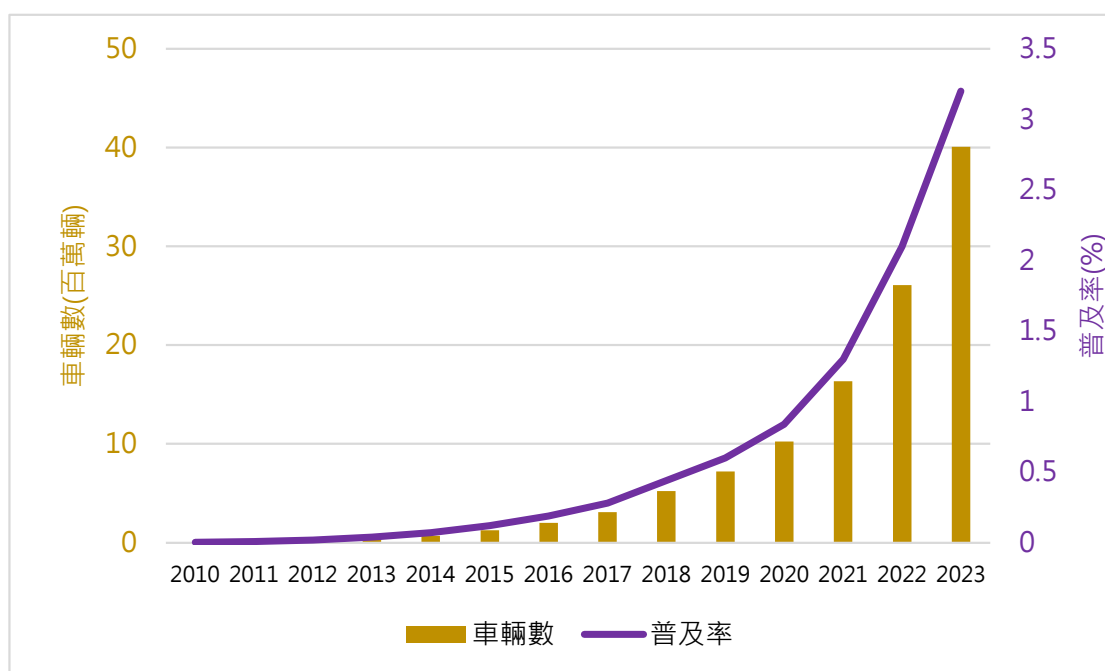
年度	新車銷售量 (萬輛)	新車市售比 (%)	車輛登記數 (萬輛)	普及率 (%)
2010	0.75	0.01	2.0	0.0023
2011	4.9	0.07	6.8	0.0075
2012	12	0.16	19	0.02
2013	20	0.27	39	0.04
2014	33	0.41	71	0.07
2015	55	0.68	125	0.12
2016	76	0.90	201	0.19
2017	118	1.4	311	0.28
2018	206	2.4	521	0.44
2019	209	2.6	722	0.60
2020	299	4.2	1,023	0.84
2021	662	8.9	1,634	1.3
2022	1,022	14.0	2,606	2.1
2023	1,381	18.0	4,007	3.2

資料來源：國際能源署^[1]，本研究整理



資料來源：國際能源署^[1]，本研究整理

圖 1 全球電動汽車新車銷售量與市售比



資料來源：國際能源署^[1]，本研究整理

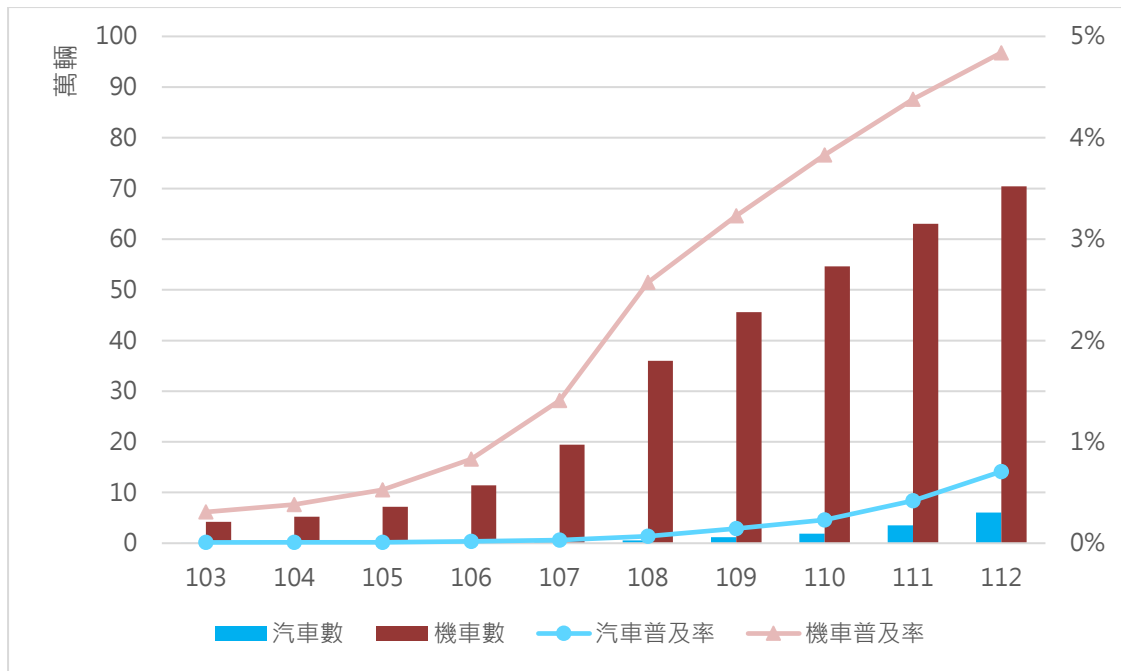
圖 2 全球電動汽車車輛登記數與普及率

2.2 我國電動車成長趨勢

我國近年電動汽機車的數量及普及率亦有顯著的增長趨勢^[2]，如圖 3 所示，103 年時，電動汽車數量僅有 598 輛，普及率為 0.008%，到了 108 年，汽車數量已增加為 5,672 輛，普及率也上升至 0.070%；後續年度開始有較為明顯的成長，到 112 年，電動汽車總數已達到 60,775 輛，普及率亦提升至 0.707%。

而電動機車的增長則更為顯著。103 年時，機車數量為 42,315 輛，普及率為 0.31%；至 108 年，機車數量大幅增至 359,934 輛，普及率也上升至 2.57%；後續年度電動機車呈現穩定成長，112 年機車數量達到 703,879 輛，普及率也上升至 4.84%。

由上述之數據，顯示在近年電動車輛技術進步與政策鼓勵之下，電動車輛占比已日益增加；在電動汽車部分，雖然與 2.1 節之全球電動汽車普及率相比，我國仍與國際上有所差距，但占比持續成長中；而機車部分，因我國電動機車市場已趨成熟，民眾對於電動機車之接受度更高，也反映在電動機車的成長上。隨著我國車輛電動化的政策及國際趨勢之下，可預期電動車輛將再持續增加取代燃油車輛。



資料來源：交通部統計查詢網^[2]，本研究整理

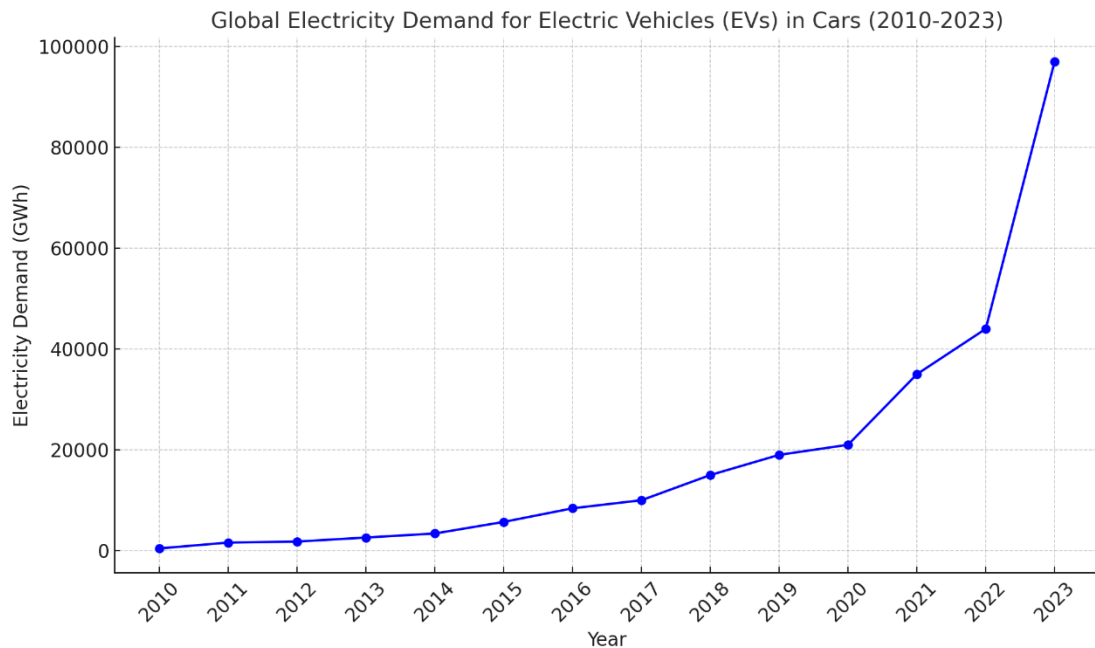
圖 3 我國電動汽機車車輛登記數與普及率

2.3 電動車用電需求

根據國際能源署統計^[1]，全球電動車的用電需求從 2010 年到 2023 年呈現顯著成長。如圖 4 顯示，2010 年全球電動車的用電需求為 440 GWh，至 2023 年已驟增至 97,000 GWh，顯示電動車的普及率和市場需求在過去十多年中有著飛速的成長。

這一增長趨勢在 2020 年之後尤為明顯。從 2010 年到 2020 年，電動車的用電需求逐年穩定增長，但從 2021 年開始，需求出現了快速飆升。2020 年的用電量為 21,000 GWh，而到 2021 年迅速增至 35,000 GWh，增幅超過 66%。這一現象主要反映了全球電動車銷量的迅速增加，以及越來越多國家和地區推動淨零碳排政策的結果。

尤其在 2022 年和 2023 年，需求分別達到 44,000 GWh 和 97,000 GWh，兩年內需求翻倍。這說明電動車產業進入了高速發展階段，並且與各國政府對於電動車政策的支持、充電基礎設施的改善，以及電池技術的進步密切相關。未來隨著技術進步及政策推動，電動車的用電需求預計將持續上升，如何正確估算電動車的用電量更顯重要。



資料來源：國際能源署^[1]，本研究整理

圖 4 全球電動汽車用電需求

三、美國電動車用電量計算方式

3.1 背景說明

為瞭解其他國家之用電量計算方式，經查美國能源資訊署(U.S. Energy Information Administration, EIA) 於每月發行之電力月報內^[3]，有詳細說明該國電動車輛用電量之計算方式，爰完整將其說明內容收錄於本章，並搭配其引用之相關資料內容進行補充，可供我國做為借鏡。

根據美國電力月報之說明，因為電力公司並未將電動車輛的電力消耗視為獨立的服務類別，而係根據車輛充電的位置進行統計，因此如僅依據電力公司之資料，電動車的用電量會被計算在住宅、商業或工業部門之中，而無法歸類在運輸部門。

因此，為了掌握車輛之用電量，美國能源資訊署透過數據推算的方式計算該國電動車輛之用電量，以下於 2.2 節說明模式內容。

3.2 模式介紹

其推估模型係根據電動車的數量、每月平均行駛里程以及電動車的用電效率，估算美國每個州電動車的全月用電量，再將各州的數值加總後得到全國的用電量。其中所推估的車輛對象包含重量小於或等於 8,500

磅（約 3,850 公斤）的輕型電池電動車（Battery Electric Vehicle, BEV）和插電式混合動力電動車（Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV），而不包括插電式混合動力車的汽油消耗、大於 8,500 磅的中型和重型電動車以及高爾夫球車和堆高機等非道路車輛。因此本章有關模型的說明，所提及之電動車一詞，均僅指上述推估範圍之輕型電動車輛。

模型為多階層的模型，包含一個最高階層的頂層模型及第二至第四階層的子模型所組成，以下說明各階模型的結構與計算方法。

一、頂層模型

頂層模型基於各州和該月份內某一車型和出廠年份車輛的平均電力消耗，乘以電動車的數量，列式如下：

$$kwh_{s,m} = \sum_{np=1}^{NP} \sum_{my=1}^{MY} (EV\ stock_{s,m,np,my} \times EV\ kWh_{s,m,np,my})$$

其中各參數代表之意義如下：

$kwh_{s,m}$ ：s 州於月份 m 內的電動車總耗電量，以度（kWh）計算

$EV\ stock_{s,m,np,my}$ ：為第二層子模型之一，表示 s 州於月份 m 內之車型 np 出廠年份 my 的電動車數量

$EV\ kWh_{s,m,np,my}$ ：為第二層子模型之一，表示 s 州於月份 m 內之車型 np 出廠年份 my 的電動車的耗電量，單位為度/輛

MY ：車型 np 的各出廠年份數

NP ：列在美國環境保護署（United States Environmental Protection Agency, EPA）fuelconomy.gov 網站上的各電動車車型總數

二、第二層子模型—電動車數量

這個子模型利用美國各州每月的電動車登記數和銷售數據來估算頂層模型中的電動車數量。因美國各州每月的車輛登記數會延後數個月才能取得，因此若要推算最新月份的電動車數量，近幾個月的電動車數量無法取得實際的登記數量，而必須採用推估的方式，將預估的每月銷售值按州、車型及出廠年份加總，再加上最近可用的登記數，以推算各州、各車型及各出廠年份的每月車輛登記數據。此第二層子模型的算式如下：

$$\begin{aligned}
EV\ stock_{s,m,np,my} &= EV\ registrations_{s,m_0,np,my} \\
&+ \sum_{m_t=m_0+1}^m (EV\ sales_{m_t,np,my} \times sales\ state\ allocations_{s,m_t})
\end{aligned}$$

其中各參數代表之意義如下：

$EV\ registrations_{s,m_0,np,my}$ ：s 州車型 np 出廠年份 my 在最近一個有數據月份的電動車登記數量

$EV\ sales_{m_t,np,my}$ ：車型 np 出廠年份 my 的電動車在月份 m_t 的全國銷售數量

$sales\ state\ allocations_{s,m_t}$ ：是在最近一個有電動車登記數量數據的月份 m_t 中，s 州所有新登記電動車占全國之比例。

因為近期幾個月的車輛登記數據必須使用銷售數據進行推估，在此情況下，本模型不考慮每月的電動車報廢和美國各州之間電動車的轉移。

三、第二層子模型—平均耗電量

這個子模型估算了每個州和月份的車型以及出廠年份的平均耗電量，它考慮了平均電動車行駛里程乘以車輛的能源效率和天氣調整值。天氣調整值是因為寒冷和炎熱的氣溫顯著降低了電池效率，將導致電量消耗增加。此第二層子模型的算式如下：

$$\begin{aligned}
EV\ kWh_{s,m,np,my} &= \sum_{d=1}^{D_m} (weather\ correction_{s,d} \\
&\times kWh_per_mile_{np,my} \times avg \cdot eVMT_{s,m,np,my} / D_m)
\end{aligned}$$

其中各參數代表之意義如下：

$weather\ correction_{s,d}$ ：天氣調整值，表示 s 州在第 d 天氣溫下的電動車能源效率調整值，該值係由 Geotab 所計算之氣溫對於電動車行駛里程的影響

$kWh_per_mile_{np,my}$ ：電動車之用電效率，由美國環境保護署所估算車型 np 出廠年份 my 的電動車之用電效率。

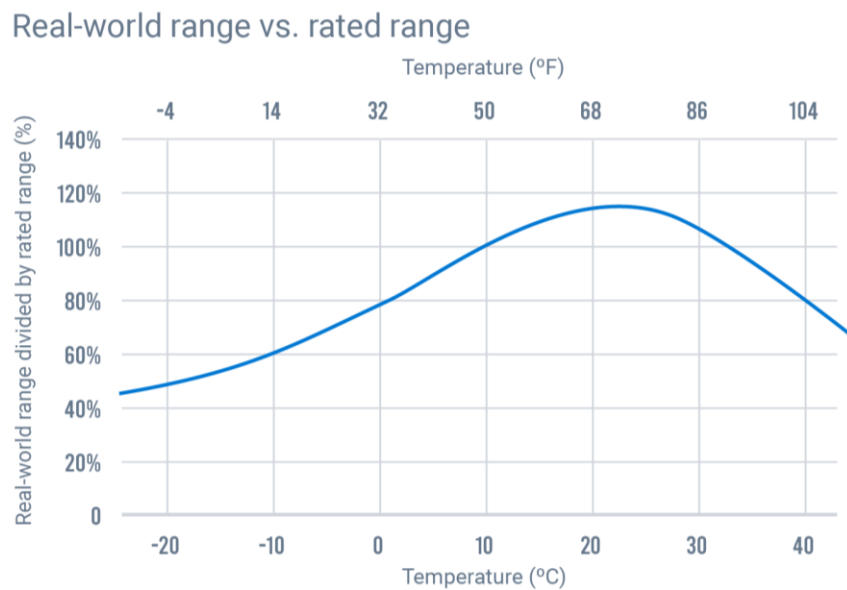
$avg \cdot eVMT_{s,m,np,my}$ ：s 州於月份 m 之中，車型 np 出廠年份 my 電動

車之平均車行里程；為第三層子模型。

D_m ：月份 m 的總天數。

上述天氣調整值 $weather\ correction_{s,d}$ 中，提及氣溫對於電動車行駛里程的影響，根據其引用之資料來源 Geotab 網站^[4]的介紹，Geotab 查看了 4,200 輛電動車（代表 102 種不同廠牌、不同車型、不同出廠年份組合）共計 520 萬次的行車數據，並按溫度分析了車輛的平均用電效率，其分析結果如圖 5，並發現：

- (一) 無論廠牌或車型，大多數電動車都遵循類似的溫度範圍曲線。
- (二) 雖然寒冷和炎熱的溫度都會影響範圍，但較冷的氣候影響更大。
- (三) 氣溫在華氏 70 度，即攝氏 21.5 度時，是車輛用電效率的最佳點。



資料來源：Geotab^[4]

圖 5 溫度與電動車用電效率關係圖

$kWh_per_mile_{np,my}$ 用電效率部分，其數據來源係引用美國環境保護署所估算之數據^[5]。其實驗方式係於實驗室進行，首先將電動車充滿電，分別模擬於市區道路及快速道路之駕駛，直到電池耗盡時紀錄其所行駛之里程數；但此數值將再經過調整，以反映空調、氣溫、高速等未能於實驗室數據呈現的現實因素，通常會將實驗蒐集到的里程數乘以 0.7 以反映前述的現實因素^[6]。其數據範例如表 2。

表 2 電動車輛用電量數據範例（節錄）

車型	年份	市區道路 用電量	快速公路 用電量	綜合 用電量
Nissan Leaf	2017	27.2805	33.2988	29.9887
BYD e6	2017	46	47	47
Ford Focus Electric	2018	28.0574	35.1974	31.4904
Volkswagen e-Golf	2019	26.8202	30.3723	28.4186
Mercedes-Benz S560e	2020	58	46	53
Volvo XC40 AWD BEV	2021	39.4349	46.9298	42.8076
Hyundai Ioniq Electric	2021	23.3059	27.9292	25.3864
Toyota Prius Prime	2022	23	28	25
Tesla Model Y Performance AWD	2022	29.3322	31.9135	30.4938
Audi e-tron GT	2022	41.7598	40.6467	41.2589
Mazda MX-30	2023	34.3683	39.6623	36.7506
BMW iX M60 (22 inch wheels)	2023	43.8894	41.8908	42.99
Kia EV6 Long Range RWD	2023	24.3921	32.4899	28.0361

註 1：僅節錄部分資料內容

註 2：用電量單位為 度/100 英里

資料來源：美國環境保護署^[5]，本研究整理

四、第三層子模型－電動車平均車行里程

此第三層子模型係用以估算美國每個州每月電動車的平
均行駛里程，並按車型和出廠年份分類。

由於各州之電動車里程數據可能延後 1 年以上才能取得，因此需要將該里程數據調整為最近月份的數值；另亦考量 PHEV 並非所有行駛里程皆以電力為動力來源（可能為汽油），故將此僅有部分里程用電的情形納入估算。此第三層子模型列式如下：

$$\begin{aligned}
 & avg \cdot eVMT_{s,m,np,my} \\
 & = adjusted\ avg \cdot VMT_{s,m_r,np,my} \times current\ month\ adjustment_{s,m} \\
 & \times utility\ factor_{np,my}
 \end{aligned}$$

其中各參數代表之意義如下：

m_r ：最近一個有的行駛里程資料年度的相同月份。例如要推算 2023 年 10 月之數據，而最近一期行駛里程資料為 2021 年之資料，則 m_r 為 2021 年 10 月。

$adjusted\ avg \cdot VMT_{s,m_r,np,my}$ ：s 州車型 np 出廠年份 my 的電動車，在

m_r 月的平均行駛里程調整值；此為第四層子模型。

$current\ month\ adjustment_{s,m}$ ：月份調整因子，將 s 州在 m_r 月的平均行駛里程數據調整為當前月份 m ；為第四層子模型。

$utility\ factor_{np,my}$ ：車型 np 出廠年份 my 的電動車效用係數，表示總行駛里程中僅使用電力行駛的比例，對於 BEV 為 1、PHEV 則小於 1。

效用係數 $utility\ factor_{np,my}$ ，根據美國環境保護署 fueleconomy.gov 網站的資料^[5]，就 342 款不同車型/年份之 PHEV 車輛的數據，其綜合市區道路與快速道路之效用係數介於 0.221 至 0.92 之間，平均值為 0.503，節錄部分資料範例如表 3。

表 3 車輛效用係數範例（節錄）

車型	出廠年份	市區道路 效用係數	快速道路 效用係數	綜合 效用係數
Audi A3 e-tron	2016	0.396	0.389	0.393
BMW X5 xDrive40e	2018	0.338	0.353	0.345
Honda Clarity Plug-in Hybrid	2018	0.748	0.707	0.731
Ford Fusion Energi Plug-in Hybrid	2019	0.564	0.512	0.542
Toyota Prius Prime	2020	0.553	0.498	0.529
Volvo V60 AWD PHEV	2020	0.492	0.488	0.49
Mercedes-Benz S560e	2020	0.455	0.525	0.488
Polestar 1	2020	0.748	0.766	0.756
Audi Q5	2021	0.619	0.5	0.571
BMW i3 with Range Extender	2021	0.927	0.91	0.92
Hyundai Tucson Plug-in Hybrid	2022	0.636	0.583	0.616
Porsche Panamera Turbo S E-Hybrid/Exec/ST	2022	0.406	0.418	0.411
Kia Sorento Plug-in Hybrid	2023	0.624	0.585	0.607
Ferrari 296 GTB Spider	2023	0.221	0.22	0.221
Lexus NX 450h Plus AWD	2023	0.686	0.618	0.657

註：僅節錄部分資料內容

資料來源：美國環境保護署^[5]、本研究整理

五、第四層子模型－電動車平均行駛里程調整值

由於電動車行駛里程數據僅每年在特定地區進行調查，且數據僅按動力系統類別提供，因此模型使用這些類別來代表其

所屬的電動車車型及出廠年份，並將其從調查分區級別轉換為州級別值。模式列式如下：

$$\begin{aligned} & adjusted\ avg \cdot VMT_{s,m_r,np,my} \\ & = avg \cdot VMT_{cd,y_r,pt} \\ & \times \left(\frac{all\ VMT_{s,m_r}}{\sum_{m_r \in y_r} all\ VMT_{s,m_r}} \right), \forall [s \in cd \ \& (np, my) \in pt] \end{aligned}$$

其中各參數代表之意義如下：

$avg \cdot VMT_{cd,y_r,pt}, \forall [s \in cd \ \& (np, my) \in pt]$ ：表示 s 州在最近一次的電動車行駛里程數據年份 y_r 中，動力系統類別 pt 、調查區 cd 內的電動車平均行駛里程數；對於車型 np 出廠年份 my 之各車輛，其動力等級如同為 pt ，則數值相同。

$all\ VMT_{s,m_r}$ ：指美國聯邦公路管理局(FHWA)在最近一次電動車行駛里程數據年份 y_r 中， s 州在月份 m_r 的總行駛里程。

五、第四層子模型—月份調整因子

電動車行駛里程數據之調查資料可能延後 1 年以上方能取得，因此需要將該里程數據調整為最近月份的數值，以便進行每月估算。以下因素調整了自參考月份 m_r （最近的平均電動車行駛里程數據年份 y_r ）至月份 $(m - 12)$ （所有月份的所有車輛行駛里程數據的最新資料年份）的每月數值變化的電動車平均行駛里程數。

$$\begin{aligned} & current\ month\ adjustment_{s,m}^{(m-12)} \\ & = \prod_{m_j = (m_r + n \times 12 \left(n=0,1,2,\dots,\left(\frac{(m-m_r)}{12}-1\right) \right))}^{(m-12)} 1 + \frac{(all\ VMT_{s,m_{j+12}} - all\ VMT_{s,m_j})}{all\ VMT_{s,m_j}} \end{aligned}$$

其中各參數代表之意義如下：

$all\ VMT_{s,m_r}$ ：指美國聯邦公路管理局(FHWA)在最近一次電動車行駛里程數據年份 y_r 中， s 州在月份 m_r 的總行駛里程。

3.3 小結

本章整理了美國電動車用電量的估算模型，並詳細討論了各個子模型和參數的應用情況。然而這些子模型或參數係適用於美國的情況，我國在引用此模型時，必須對其進行相應的調整，以確保其適用性和準確性。

首先美國的模型需要將各州的數據加總，以計算全國範圍內的資料，此過程需要處理大量的數據，亦如同第二層子模型—電動車數量的部分，美國的車輛登記數據通常會延遲一年發布，因而必須再透過新車銷售數來推算最近月份的車輛登記數，由於未能考慮車輛報廢等情況，將會導致估計上的誤差。而我國交通部每月皆會更新車輛登記數據，且直接可取得全國的資料，不需如美國再將各縣市（各州）的資料加總，不僅可減少計算的複雜性，資料數據的即時性與正確性亦提高許多。

而在平均耗電量的部分，美國的模型是由天氣調整值、用電效率、平均車行里程等3個項目的乘積所求得。天氣調整值的優點為考量了氣溫高低對於車輛用電的正負影響，可反映較為真實的用電情形，然而缺點為必須再額外蒐集各州每日的氣溫資料，在資料蒐集及後續計算上皆更為複雜。

四、我國能源統計之運輸部門公路電力消費

4.1 能源統計月報概述

經濟部能源署為提供能源統計基本資料，以供各界參考，每月定期出版能源統計月報，月報內容涵蓋多項關鍵內容，為讀者提供全面的能源數據和分析^[7]。其內容包含數個章節，能源指標章節追蹤政策相關的重要指標，為政策制定和評估提供基礎；綜合能源章節則總覽全國範圍內的能源供需狀況，展示整體能源平衡。針對不同能源種類，月報詳細介紹了電力、再生能源、石油、天然氣和煤炭等個別能源的供需情況，提供精確的數據基礎。此外，能源平衡表展示最詳細的各種能源種類及其流向，幫助理解能源轉換和利用過程。最後，能源價格部分則關注能源成本的變動，解析其對國家經濟的影響。

4.2 運輸部門公路電力消費

在能源統計月報的「電力消費」章節中，其將全國電力消費依照不

同部門別進行區分，並分別列出各部門之電力消費量，分別為能源部門自用、工業部門、運輸部門、農業部門、服務業部門、住宅部門等六大門別類別，各部門歷年之電力消費量統計結果如表 4。

表 4 我國各部門歷年電力消費量

期間	總計	能源部門自用		工業部門		運輸部門		農業部門		服務業部門		住宅部門	
	百萬度	百萬度	占比 (%)	百萬度	占比 (%)	百萬度	占比 (%)	百萬度	占比 (%)	百萬度	占比 (%)	百萬度	占比 (%)
94 年	218,458	19,551	8.9	109,493	50.1	564	0.3	2,490	1.1	44,055	20.2	42,306	19.4
95 年	225,967	20,251	9.0	114,501	50.7	593	0.3	2,602	1.2	45,555	20.2	42,464	18.8
96 年	233,483	20,767	8.9	120,419	51.6	873	0.4	2,620	1.1	45,681	19.6	43,123	18.5
97 年	229,686	19,563	8.5	118,114	51.4	1,141	0.5	2,600	1.1	45,581	19.8	42,687	18.6
98 年	220,715	19,033	8.6	110,732	50.2	1,150	0.5	2,582	1.2	44,152	20.0	43,067	19.5
99 年	237,407	19,025	8.0	125,247	52.8	1,196	0.5	2,616	1.1	45,897	19.3	43,428	18.3
100 年	242,086	19,043	7.9	128,883	53.2	1,246	0.5	2,726	1.1	45,770	18.9	44,418	18.3
101 年	241,112	18,642	7.7	129,521	53.7	1,275	0.5	2,708	1.1	45,735	19.0	43,232	17.9
102 年	245,123	18,406	7.5	133,215	54.3	1,323	0.5	2,751	1.1	45,856	18.7	43,573	17.8
103 年	251,100	18,841	7.5	136,415	54.3	1,373	0.5	2,833	1.1	46,458	18.5	45,181	18.0
104 年	250,019	18,990	7.6	134,700	53.9	1,406	0.6	2,917	1.2	47,125	18.8	44,881	18.0
105 年	255,420	18,915	7.4	136,890	53.6	1,424	0.6	2,923	1.1	47,939	18.8	47,330	18.5
106 年	261,395	19,853	7.6	141,111	54.0	1,495	0.6	3,037	1.2	48,290	18.5	47,609	18.2
107 年	266,567	19,176	7.2	148,970	55.9	1,518	0.6	2,961	1.1	47,092	17.7	46,850	17.6
108 年	265,723	19,577	7.4	147,719	55.6	1,580	0.6	3,046	1.1	46,682	17.6	47,119	17.7
109 年	271,236	19,306	7.1	150,876	55.6	1,581	0.6	3,274	1.2	46,118	17.0	50,081	18.5
110 年	283,179	18,818	6.6	161,604	57.1	1,534	0.5	3,308	1.2	45,396	16.0	52,519	18.5
111 年	279,433	18,968	6.8	157,110	56.2	1,658	0.6	3,263	1.2	47,595	17.0	50,838	18.2
112 年	276,519	18,451	6.7	153,001	55.3	1,856	0.7	3,277	1.2	48,411	17.5	51,522	18.6
01 月	20,917	1,497	7.2	11,608	55.5	146	0.7	254	1.2	3,563	17.0	3,851	18.4
02 月	20,318	1,319	6.5	11,325	55.7	135	0.7	251	1.2	3,284	16.2	4,004	19.7
03 月	21,804	1,509	6.9	12,662	58.1	148	0.7	232	1.1	3,470	15.9	3,784	17.4
04 月	20,877	1,589	7.6	12,107	58.0	146	0.7	242	1.2	3,464	16.6	3,330	15.9
05 月	22,530	1,637	7.3	13,065	58.0	156	0.7	256	1.1	3,958	17.6	3,459	15.4
06 月	22,955	1,610	7.0	12,944	56.4	157	0.7	265	1.2	4,133	18.0	3,847	16.8
07 月	25,209	1,706	6.8	13,717	54.4	162	0.6	311	1.2	4,646	18.4	4,666	18.5
08 月	25,775	1,628	6.3	13,666	53.0	171	0.7	312	1.2	4,661	18.1	5,337	20.7
09 月	25,893	1,600	6.2	13,218	51.1	153	0.6	319	1.2	4,876	18.8	5,726	22.1
10 月	24,849	1,499	6.0	13,247	53.3	156	0.6	297	1.2	4,445	17.9	5,206	20.9
11 月	23,286	1,452	6.2	12,621	54.2	159	0.7	277	1.2	4,164	17.9	4,614	19.8
12 月	22,106	1,406	6.4	12,821	58.0	168	0.8	262	1.2	3,749	17.0	3,699	16.7

資料來源：經濟部能源署^[7]、本研究整理

其中在運輸部門中，又依運具類別區分為國內航空、公路、鐵路、管線運輸、國內水運及其他等項目，運輸部門各運具歷年之電力消費量

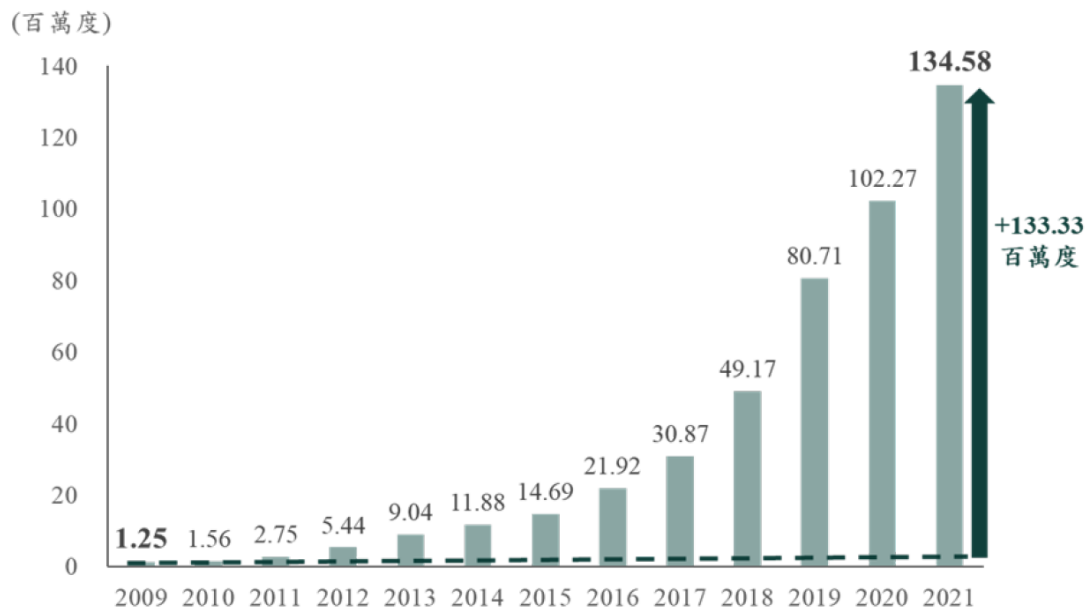
統計結果如表 5。

表 5 我國運輸部門歷年電力消費量

期間	總計		國內航空		公路		鐵路		管線運輸		國內水運		其他	
	百萬度	占比 (%)	百萬度	占比 (%)	百萬度	占比 (%)	百萬度	占比 (%)	百萬度	占比 (%)	百萬度	占比 (%)	百萬度	占比 (%)
94 年	564	0.3	-	-	-	-	523	0.2	41	0.0	-	-	-	-
95 年	593	0.3	-	-	-	-	551	0.2	42	0.0	-	-	-	-
96 年	873	0.4	-	-	-	-	831	0.4	43	0.0	-	-	-	-
97 年	1,141	0.5	-	-	-	-	1,101	0.5	40	0.0	-	-	-	-
98 年	1,150	0.5	-	-	1	0.0	1,107	0.5	41	0.0	-	-	-	-
99 年	1,196	0.5	-	-	2	0.0	1,150	0.5	44	0.0	-	-	-	-
100 年	1,246	0.5	-	-	3	0.0	1,203	0.5	41	0.0	-	-	-	-
101 年	1,275	0.5	-	-	5	0.0	1,229	0.5	41	0.0	-	-	-	-
102 年	1,323	0.5	-	-	9	0.0	1,279	0.5	35	0.0	-	-	-	-
103 年	1,373	0.5	-	-	12	0.0	1,321	0.5	40	0.0	-	-	-	-
104 年	1,406	0.6	-	-	15	0.0	1,348	0.5	44	0.0	-	-	-	-
105 年	1,424	0.6	-	-	22	0.0	1,363	0.5	39	0.0	-	-	-	-
106 年	1,495	0.6	-	-	31	0.0	1,426	0.5	38	0.0	-	-	-	-
107 年	1,518	0.6	-	-	49	0.0	1,432	0.5	38	0.0	-	-	-	-
108 年	1,580	0.6	-	-	81	0.0	1,462	0.6	37	0.0	-	-	-	-
109 年	1,581	0.6	-	-	102	0.0	1,447	0.5	31	0.0	-	-	-	-
110 年	1,534	0.5	-	-	135	0.0	1,370	0.5	29	0.0	-	-	-	-
111 年	1,658	0.6	-	-	187	0.1	1,445	0.5	26	0.0	-	-	-	-
112 年	1,856	0.7	-	-	272	0.1	1,557	0.6	27	0.0	-	-	-	-
01 月	146	0.7	-	-	19	0.1	125	0.6	2	0.0	-	-	-	-
02 月	135	0.7	-	-	19	0.1	114	0.6	2	0.0	-	-	-	-
03 月	148	0.7	-	-	20	0.1	125	0.6	2	0.0	-	-	-	-
04 月	146	0.7	-	-	21	0.1	123	0.6	2	0.0	-	-	-	-
05 月	156	0.7	-	-	22	0.1	132	0.6	2	0.0	-	-	-	-
06 月	157	0.7	-	-	22	0.1	132	0.6	2	0.0	-	-	-	-
07 月	162	0.6	-	-	23	0.1	137	0.5	2	0.0	-	-	-	-
08 月	171	0.7	-	-	24	0.1	145	0.6	2	0.0	-	-	-	-
09 月	153	0.6	-	-	24	0.1	126	0.5	2	0.0	-	-	-	-
10 月	156	0.6	-	-	25	0.1	129	0.5	2	0.0	-	-	-	-
11 月	159	0.7	-	-	26	0.1	131	0.6	2	0.0	-	-	-	-
12 月	168	0.8	-	-	27	0.1	138	0.6	2	0.0	-	-	-	-

資料來源：經濟部能源署^[7]、本研究整理

表 5 中有關公路的用電統計結果，係經濟部能源署為因應各界對公路電動運具數據統計之需求，參考 IEA、歐盟統計局（Eurostat）等國際組織統計方法，建立電動運具電力消費統計機制，推估我國電動運具電力消費量，自 111 年 1 月起納入能源統計，亦同步將相關統計推估結果回溯至 98 年，並將歷年原計入各行業別之電動運具電力消費量扣除歸回公路消費類別^[8]。經推估歷年之電動運具電力消費推估結果，如圖 6。



資料來源：經濟部能源署^[8]

圖 6 電動運具電力消費歷年推估結果

4.3 電動運具電力消費量推估方式

經濟部能源署針對電動運具電力消費量之計算方式，係以車輛登記數、平均行駛里程及耗電量等參數進行推估，以公式表示如下^[9]：

$$\text{電動運具消費量 (度/月)} = \text{車輛登記數 (輛)} \times \text{平均行駛里程 (輛·公里/月)} \times \text{每公里耗電量 (度/公里)}$$

能源署所估算之電動運具種類，包含電動機車、電動小客車及電動大客車等 3 種；先將 3 車種分別以前述公式計算個別之用電量後，再將 3 車種之電力消費量加總，做為電動運具電力消費量推估數值。相關之參數資料來源如表 6。

表 6 電動運具電力消費推估參數資料來源

參數		資料來源		資料更新頻率 (原則)
		98 年~108 年	109 年起	
車輛登記數		交通部公路總局統計查詢網		每月 15 日
平均行駛里程	機車	交通部車輛狀況調查 (每2年更新)	110年運輸部門能源消費調查結果	每 5 年
	小客車			
	大客車	交通部月報-市區客運 (延車公里/車輛數)		每月 10 日
每公里耗電量		各廠牌設計值÷80% 加權平均結果	110年運輸部門能源消費調查結果	每年：以每年廠牌市占率為權數，加權平均計算每公里耗電量
各行業充換電量分布比例		110年運輸部門能源消費調查結果		每5年

資料來源：經濟部能源署^[8]

表 6 中所提及之 110 年運輸部門能源消費調查結果，係能源署為掌握運輸部門能源消費特性與使用型態、探討電動運具使用行為及電力消費情況，於 110 年辦理之調查，並依該調查結果做為後續推估電動運具電力消費量之重要參據，該調查結果有關電動運具推估之重要參數^[9]，整理如表 7。

表 7 經濟部能源署 110 年運輸部門能源消費調查結果

參數	機車	小客車	大客車
平均行駛里程(公里)	3,644	12,910	49,637
耗電量(度/公里)	0.039	0.197	0.911

資料來源：經濟部能源署^[9]、本研究整理

五、估算電動車輛用電量之可能精進方向

5.1 能源署推估方法之精進方向

5.1.1 推估範疇

目前能源署僅針對電動機車、電動小客車及電動大客車等3類車輛納入用電量推估之範疇，然而，隨著電動車輛技術的不斷進步以及我國推

動運具電動化之政策，其他車種亦逐步朝向電動化趨勢邁進，例如電動大貨車及電動小貨車。雖然目前大貨車和小貨車的電動化數量仍然相對較少，但隨著政策推動及市場需求的增長，此兩類車種的數量將持續成長，因此電動大貨車與電動小貨車未來亦可納入電動車輛用電量的估算。

另過去稱為「電動自行車」的微型電動二輪車，自 111 年 11 月 30 起正式納管，並規範 2 年起（即 113 年 11 月 30 日起）需完成掛牌、投保強制險才可上路；根據交通部統計資料^[2]，截至 112 年底，已掛牌之微型電動二輪車計有 13 萬 3,809 輛，數量約為同期電動機車數量（70 萬 3,879 輛）的 19%，相當可觀，且納管掛牌後將更容易掌握車輛數並據以推算用電量，爰亦可納入用電量推算範疇。

此外，參考本研究第三章所述美國之推估方法，其除了純電動車（BEV）以外，亦將插電式混合動力車（PHEV）納入其統計範圍，PHEV 能夠使用電力與傳統燃油雙重驅動，也能夠直接透過充電樁向車輛充電，因此亦可納入推算範疇。根據交通部統計資料^[2]，截至 112 年底，已掛牌之 PHEV 小客車計有 8,976 輛（使用燃料別為「電能/汽油」或「電能/柴油」者），約為同期電動小客車數量（5 萬 8,646 輛）之 15%，亦可能有一定之用電量。

5.1.2 平均行駛里程

一、機車

能源署之機車平均行駛里程數據來源，係依該署於 110 年辦理之運輸部門能源消費調查之結果，依 4.3 節所整理該調查數據，109 年之電動機車平均行駛里程為 3,644 公里。

因交通部統計處亦定期每 2 年辦理機車使用狀況調查，如藉由其中 2 項問項「機車通常每星期使用天數」、「機車通常在有使用的天數中平均一天行駛里程數」之結果，亦可據以推算平均行駛里程^[10]。惟經檢視 105 至 111 年之調查報告，「機車通常在有使用的天數中平均一天行駛里程數」僅於 105 年方有調查此數據（平均值為 13.3 公里/天），107 年、109 年與 111 年之皆未調查，爰將 109 年調查之「機車通常每星期使用天數」5.2 天，與 105 年每天行駛里程 13.3 公里/天相乘，再乘上每年 52 週，可推算 109 年機車平均行駛里程為 3,596 公里。

另環境部 111 年辦理之「移動污染源排放資料建置及減量成效評估計畫」^[11]，該計畫為推估各縣市移動污染源之排放情

形，亦有取得車輛平均行駛里程之需求；針對機車平均行駛里程數，其係引用機車排氣定檢資料，由定檢資料庫擷取同車號連續2年定檢紀錄里程，累積里程之相減結果做為機車平均車行里程。其該計畫整理 109 年二行程機車平均行駛里程 2,478 公里，四行程機車 4,089 公里，如再分別依照二行程機車總數 495,216 輛及四行程機車 13,152,756 輛計算加權平均，機車平均行駛里程約為 4,031 公里。

綜上，能源署、交通部與環境部不同方法所調查或計算之機車平均行駛里程，分別為 3,644 公里、3,596 公里與 4,031 公里，因各調查取得之方式不同，數據當有所差異；環境部透過定檢資料庫所取得之數據，因係紀錄車輛之實際里程，可能較問卷調查更為接近實際狀況，惟需留意因電動機車不需排氣定檢，故資料庫內係燃油機車之數據，可能無法完全代表電動機車之里程數。

二、小客車

依 4.3 節所述，能源署 110 年運輸部門能源消費調查，109 年電動小客車平均行駛里程為 12,910 公里。

交通部定期於每年 7 月發布前一年度之「交通統計要覽」^[12]，其中「附錄 4 汽車延車公里統計按使用燃料分」，記載有各車種各燃料別之年平均每車行駛里程，該數據係由車輛定檢紀錄取得，前述環境部「移動污染源排放資料建置及減量成效評估計畫」亦採用此資料，109 年電動小客車平均行駛里程為 11,343 公里。

因交通統計要覽之數據為車輛定檢之紀錄，且小客車無論電動車或燃油車皆需定檢，因此可取得較為貼近實際之電動小客車里程數據，而不像前述機車定檢僅有燃油機車資料所可能導致之偏誤。

三、大客車

能源署 110 年運輸部門能源消費調查，109 年電動大客車平均行駛里程為 49,637 公里。另其規劃後續每月能源統計月報所需之數據，將由交通部交通統計月報內之市區汽車客運業營運概況表，藉由其中之營業行車里程（延車公里）除以車輛數，

據以推算行駛里程。

如同前述小客車之數據來源，交通部交通統計要覽亦有電動大客車行駛里程數據，109 年為 45,831 公里。

5.2 實際用電量數據

本所於 108 年開始建置電動大客車營運數據監控管理平臺並建立資料傳輸作業機制，以追蹤與掌握電動大客車輛營運績效及相關數據指標，並於 112 年起移交由公路局掌管，該平台內紀錄電動大客車之各項基本資料，其中包含車輛行駛里程、充電量等，爰可由該平台取得平均行駛里程、每公里耗電量等資料，或直接由該平台蒐集取得電動大客車實際充電量數據。

此外，台電公司為因應電動車成長趨勢，提供電動車友善使用環境，台電推動電動車充電專設電表，並建立智慧充電管理系統（Energy Management System, EMS）進行智慧充電管理，以排程方式於離峰時段充電，抑低尖峰負載，以減緩電力系統負擔^[13]；該系統可自動記錄各充電樁充電量及充電時段等資料，未來如該系統普及，或可由其中取得相關車輛用電量數據。

六、結論與建議

6.1 結論

一、推估電動車用電量有其必要性

過去由於電動車充電之用電量未被獨立統計，而依照其充電之地點而被歸類於住商部門，使得運輸部門的用電量和溫室氣體排放量有所低估，往年因電動車輛仍屬少數，其影響相對較小；然而我國為推動 2050 淨零碳排，已訂定 2030 年、2035 年、2040 年電動小客車市售比分別達 30%、60%、100%；電動機車市售比 35%、70%、100%之目標^[14]，可預見未來電動車數量及用電需求將急速增加，推估電動車用電量對於準確統計能源消耗和溫室氣體排放越來越重要。

推估電動車的用電量不僅能更精確地反映電力消耗的實際狀況，還能使各部門之間的數據更加清晰，進而影響相關政策制定和排放目標的達成。

二、推估關鍵為掌握參數

我國能源署推估電動車用電量之公式，係以車輛登記數、平均行駛里程、每公里耗電量3者相乘；而美國之推估方法則以多層模型進行推算，其頂層模型推算原理為車輛數與平均耗電量相乘，與我國能源署之推估概念相同。

在能源署的3項參數中，車輛登記數可透過公路局每月更新之資料取得精確數量，而平均行駛里程與每公里耗電量等2項參數，則會因調查或統計方法之不同而有所差異，如何掌握或取得此些參數，為推估之關鍵。

6.2 建議

一、擴大電動運具之推估範疇

目前能源署僅將電動機車、電動小客車及電動大客車納入用電量推估範疇，隨著政策與技術進步，建議可將其他車種亦納入範疇。首先建議優先將數量已超過13萬輛之微型電動二輪車優先納入推估範疇，其次為約9,000輛之插電式混合動力車（PHEV），長期則可視大貨車與小貨車之成長情形，再適度檢討納入推估範疇。

二、後續可進一步探討實際用電量數據

除透過推估方式外，後續亦可進一步探討取得實際用電量數據，例如公路局維管之電動大客車營運數據監控平臺，可取得電動大客車之實際充電量數據，未來如全數電動大客車皆納入該平臺內，則可以該平臺資料做為電動大客車用電量數據。另台電公司智慧充電管理系統（EMS）可自動記錄充電樁的充電量，未來或可做為小客車用電量數據之參據。

參考文獻

1. IEA, Global EV Outlook 2024.
2. 交通部，交通部統計查詢網，
<https://stat.motc.gov.tw/mocdb/stmain.jsp?sys=100>。
3. U.S. Energy Information Administration, Electric Power Monthly, 2023.
4. Charlotte Argue, To what degree does temperature impact EV range?,
<https://www.geotab.com/blog/ev-range>.
5. U.S. Environmental Protection Agency,
<https://www.fueleconomy.gov>.
6. Fuel Economy and EV Range Testing,
<https://www.epa.gov/greenvehicles/fuel-economy-and-ev-range-testing>.
7. 經濟部能源署，能源統計月報。
8. 經濟部能源署，能源統計資料編輯系統運維與推廣應用計畫 (1/2)，111 年。
9. 經濟部能源署，能源統計分析應用與資訊系統支援功能開發計畫 (2/2)，110 年。
10. 交通部統計處，105 年機車調查報告，106 年。
11. 環境部，移動污染源排放資料建置及減量成效評估計畫，111 年。
12. 交通部，交通統計要覽，110 年。
13. 「專設電表」社區充電兼顧安全與便利，台電月刊 VOL.725，112 年 5 月。
14. 交通部，臺灣 2050 淨零轉型「運具電動化及無碳化」關鍵戰略行動計畫，112 年。