

一度電為何出現三種排碳係數？2025年臺灣公用售電業、產業與住宅係數分流及發電結構之官方資料分析

Why Does One Kilowatt-hour Now Have Three Emission Factors? An Official-Data Analysis of Taiwan's 2025 Utility, Industrial, and Residential Electricity Carbon Accounting and Generation Mix

周秉漢 / CHOU, BING-HAN

ORCID : 0009-0000-7018-5096 | handson0102@hotmail.com

公開日期：2026-08-03 | 未經外部同儕審查

DOI : 10.5281/zenodo.21769500

授權：CC BY 4.0（僅適用於作者有權授權的原創內容；第三方內容另依原權利條款）

研究摘要

經濟部能源署於2026年6月公布2025年電力排碳係數時，同時列出公用售電業0.467、產業盤查0.466與民生住宅0.471 kg CO₂e／度。這不是「同一個物理電子有三種碳排」，而是綠電交易、電價種類與盤查適用對象分流後的會計邊界。本文以能源署2016年1月至2025年12月共120個月的全國毛發電CSV、台電2016至2025年自發與購電年度CSV、能源署單頁係數文件、經濟部新聞及環境部適用說明，回答三個問題：三種正式係數與一個初估全國係數各自適用於何種範圍；2025年發電結構相較2024年與2016年如何變化；不同官方統計邊界能否支持相同的方向性描述。

解讀邊界

三個正式係數與一個初估全國係數有不同分母、交易範圍及適用對象，不能互換。本文描述官方彙總資料，不識別政策因果、不評價個別用戶，也不替代盤查、查驗、法律或投資判斷。

AI協助來源整理、程式、圖表、語言與版面；AI不列為作者。作者負責核對、解讀、公開與更正。

摘要

經濟部能源署於2026年6月公布2025年電力排碳係數時，同時列出公用售電業0.467、產業盤查0.466與民生住宅0.471 kg CO₂e／度。這不是「同一個物理電子有三種碳排」，而是綠電交易、電價種類與盤查適用對象分流後的會計邊界。本文以能源署2016年1月至2025年12月共120個月的全國毛發電CSV、台電2016至2025年自發與購電年度CSV、能源署單頁係數文件、經濟部新聞及環境部適用說明，回答三個問題：三種正式係數與一個初估全國係數各自適用於何種範圍；2025年發電結構相較2024年與2016年如何變化；不同官方統計邊界能否支持相同的方向性描述。

2025年全國毛發電量為289,705.182百萬度，較2024年增加0.1103%。發電占比為燃氣47.6895%、燃煤35.2900%、再生能源13.3229%、燃油1.5092%、核能1.1175%與抽蓄水力1.0708%。相較2024年，燃氣增加5.3574個百分點、再生能源增加1.5293個百分點、燃煤減少3.8653個百分點、核能減少3.0915個百分點。台電不同邊界的年度表對燃煤下降、燃氣上升、核能下降與再生能源上升呈現相同方向，但兩表的總量與占比不可直接互換。

2025年產業與住宅係數相差0.005 kg CO₂e／度；對相同1,000度用電量，純算術差為5 kg CO₂e。此差額反映官方所定適用口徑，不能用來推論住宅接收到較「髒」的實體電力、產業個別減碳績效、綠電的因果效果或任何用戶已完成合規盤查。經濟部另公布的全國電力排放係數0.456 kg CO₂e／度是初估值，納入民間綠電自由交易，亦不應與公用售電業係數混用。本文的主要貢獻是把看似矛盾的數字放回其分母、交易與適用對象；結果屬官方彙總資料的描述性研究，不是政策成效的因果評估。

關鍵詞：電力排碳係數、發電結構、產業碳盤查、住宅用電、公用售電業、再生能源、燃煤、燃氣、官方資料、臺灣

Abstract

In June 2026, Taiwan's Energy Administration published three 2025 electricity emission factors: 0.467 kg CO₂e/kWh for overall public electricity sales, 0.466 for industrial inventories, and 0.471 for residential users. These values do not imply that physically distinct electrons carry different emissions. They reflect accounting boundaries differentiated by green-electricity transactions, tariff classes, and inventory applicability. This working paper combines 120 monthly observations of nationwide gross generation from January 2016 through December 2025, annual Taipower owned-generation and purchased-electricity data, the official one-page factor document, the Ministry of Economic Affairs release, and the Ministry of Environment implementation notice.

Nationwide gross generation reached 289,705.182 million kWh in 2025, 0.1103% above 2024. The mix was 47.6895% gas, 35.2900% coal, 13.3229% renewables, 1.5092% oil, 1.1175% nuclear, and 1.0708% pumped storage. Relative to 2024, gas rose by 5.3574 percentage points and renewables by 1.5293 points, while coal fell by 3.8653 points and nuclear by 3.0915 points. A separate Taipower series, despite its different system boundary, agrees on the direction of these four changes.

The 0.005 kg CO₂e/kWh gap between the industrial and residential factors equals 5 kg CO₂e per 1,000 kWh as arithmetic, not as a measurement of any named user's physical emissions. A preliminary nationwide factor of 0.456, which incorporates privately traded renewable electricity, is a fourth contextual estimate and is not interchangeable with the three applicable factors. The study is descriptive and does not identify policy effects, technology-specific causal contributions, legal compliance, or user-level environmental performance.

Keywords: electricity emission factor, generation mix, industrial inventory, residential electricity, public electricity sales, renewable energy, coal, natural gas, official data, Taiwan

1. 研究問題與研究範圍

1.1 問題背景

電力排碳係數常被當作「一度電的固定碳排」。這種簡化在只有單一平均係數時容易理解，但2025年官方文件同時列出公用售電業、產業盤查與民生住宅三個係數，經濟部新聞又提到一個納入民間綠電直供與轉供的初估全國係數。若忽略分母、交易邊界與適用電價種類，讀者可能把四個數字誤認為同一母體的測量誤差，或把產業較低的係數直接解讀為所有企業都取得更低碳的實體電力。

1.2 研究問題

- 1 2025年公用售電業、產業盤查、民生住宅與初估全國電力係數的數值、狀態與適用邊界為何？
- 2 2016至2025年的全國毛發電結構如何變化，尤其2024至2025年的燃煤、燃氣、核能與再生能源占比如何移動？
- 3 能源署全國毛發電表與台電自發加購電表雖有不同邊界，是否對2024至2025年的主要方向給出一致訊號？
- 4 哪些結論可由官方彙總資料支持，哪些個別用戶、政策因果或合規判斷不能由本研究推出？

1.3 研究邊界

本文研究對象是官方統計與官方係數口徑，不是特定發電廠、企業、住宅、售電方案或綠電商品。研究期固定為2016年1月至2025年12月；2026年只有部分月份，故不納入年度比較。本文不估計生命週期排放、不重建逐機組排放、不評估電價、不預測供電、不提供能源採購、碳權、法律、投資或交易建議。

2. 資料來源、權利與證據分工

2.1 來源表

來源	發布者	資料期間與格式	本文用途	權利與公開處理
發電量月資料	經濟部能源署	2007-01至2026-05，CSV	取2016-01至2025-12全國毛發電必要欄位	OGDL 1.0；公開必要期間與欄位的衍生子集
發購電量（能源別）	台灣電力公司	2006至2025，CSV	不同邊界的方向交叉核對	OGDL 1.0；公開必要期間與欄位的UTF-8衍生子集
114年度電力排碳係數	經濟部能源署	2025，具明確公式與數值的單頁PDF	三個正式適用係數	不重新散布PDF，只留必要數值、URL、日期與雜湊
2026-06-02新聞	經濟部	官方新聞網頁	歷史比較與0.456初估全國係數	不保存完整HTML或全文，只引用必要事實
2026-06-17適用說明	環境部氣候變遷署	官方公告網頁	確認產業係數適用與系統調整	不保存完整HTML或全文，只引用必要事實

上述來源來自三個發布主體：能源署、台電與環境部氣候變遷署。能源署月資料與台電年度資料皆為機器可讀；係數PDF本身只有一頁且具有明確公式、三項數值與適用說明。新聞只用於官方狀態、歷史數值與邊界說明，不用搜尋摘要取代原始資料。

2.2 統計邊界不可互換

能源署月資料的「全國發電量」是發電業、自用發電設備與售電業申報之全國毛發電合計。台電年度表則是台電自發淨發電量與購電量。毛發電與淨發電不同，全國與台電系統不同，購電還可能包含汽電共生與不同交易安排。因此本文不把兩表拼接、不用一表校準另一表，也不把占比差異當成資料品質問題。

3. 方法、清理與驗證規則

3.1 年度彙總

對每一能源類別，先加總同年12個月發電量，再除以該年全國毛發電量總計。本文報告百分比至小數點後四位，百分點變化由未四捨五入值計算後再呈現。沒有缺值插補、異常值刪除、季節調整、人口標準化、氣溫控制或模型平滑。

年度能源占比 = 同年12個月該能源毛發電量合計 / 同年12個月全國毛發電量合計 x 100

百分點變化 = 2025年占比 - 比較年度占比

相同1,000度的係數算術差 = $1,000 \times (0.471 - 0.466) = 5 \text{ kg CO}_2\text{e}$

3.2 完整性闡門

- 研究期必須恰有120個月份，每年12筆。
- 每月全國總計必須等於抽蓄水力、火力、核能與再生能源合計。本次最大絕對差為0百萬度。
- 2026年資料雖已到5月，但不是完整年度，完全排除於年度比較。
- 台電CP950原檔轉UTF-8時保留空值；未知能源名稱不猜測而直接停止。
- 2024至2025年只檢查燃煤、燃氣、核能與再生能源的增減方向，不檢查兩個統計邊界的水準相等。

3.3 係數狀態

公用售電業0.467、產業0.466與住宅0.471 kg CO₂e／度來自2025年正式係數文件。全國0.456來自經濟部新聞，原文標示「初估」，本文全程保留此狀態。2016年的0.530與2024年的0.474只用於經濟部同一新聞所述的長期與一年比較；不把台電過時的歷史CSV延伸至2025。

4. 結果

4.1 2016至2025年發電結構

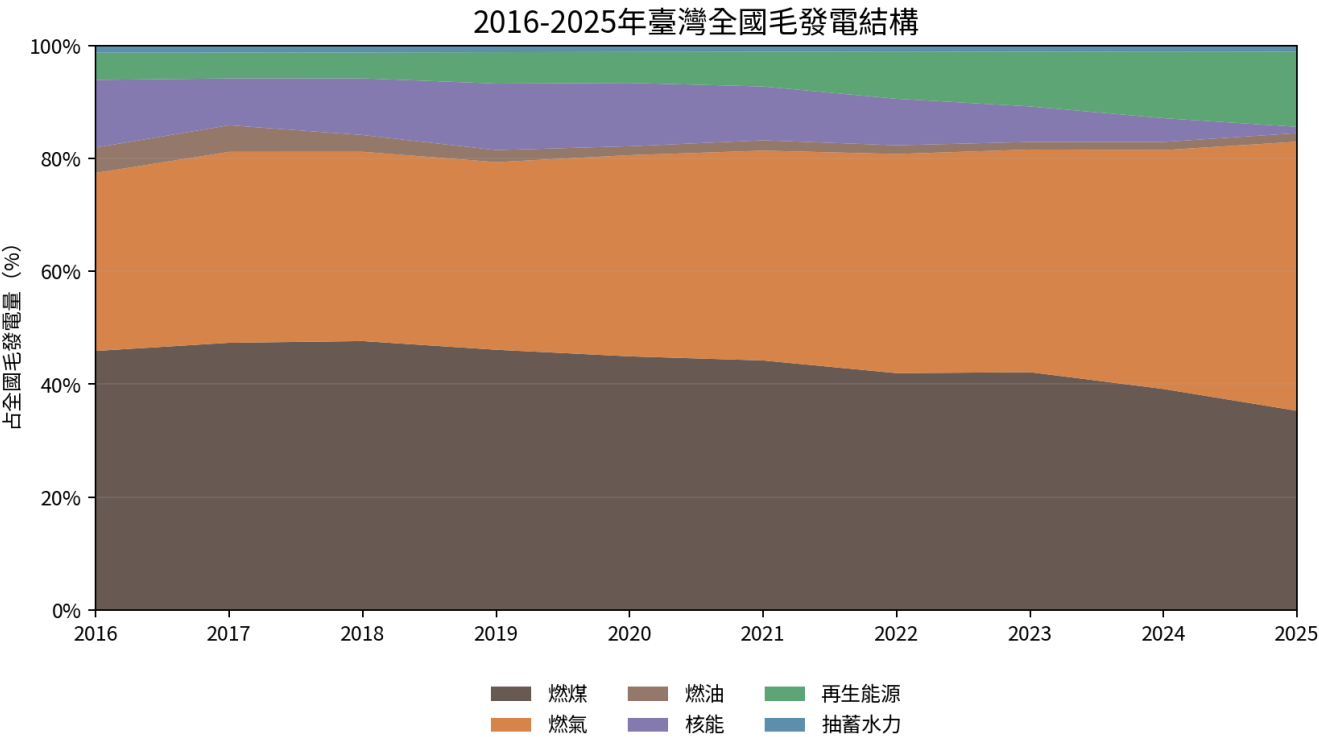


圖1 2016至2025年臺灣全國毛發電結構。來源：作者依能源署月資料計算；抽蓄水力與再生能源分列。

2016至2025年間，全國毛發電占比的主要變化是燃氣增加16.1480個百分點、再生能源增加8.5019個百分點、燃煤減少10.6098個百分點、核能減少10.8706個百分點、燃油減少2.9933個百分點。這些是起訖年的描述差，不是各技術相互替代的結構因果估計。同期總發電量、用電需求、機組效率、維修、氣候、水情、燃料價格、綠電交易與政策均可能同時變動。

4.2 2025年水準與相對2024年的變化

指標	2024	2025	變化
全國毛發電量（百萬度）	289,385.942	289,705.182	+0.1103%
燃煤占比	39.1553%	35.2900%	-3.8653百分點
燃氣占比	42.3322%	47.6895%	+5.3574百分點
燃油占比	1.4471%	1.5092%	+0.0620百分點
核能占比	4.2090%	1.1175%	-3.0915百分點
再生能源占比	11.7936%	13.3229%	+1.5293百分點
抽蓄水力占比	1.0627%	1.0708%	+0.0081百分點

註：百分點變化由未四捨五入的年度占比計算後再四捨五入至小數點後四位，因此可能與表列四位占比直接相減相差0.0001個百分點。

2024至2025年全國毛發電占比變化

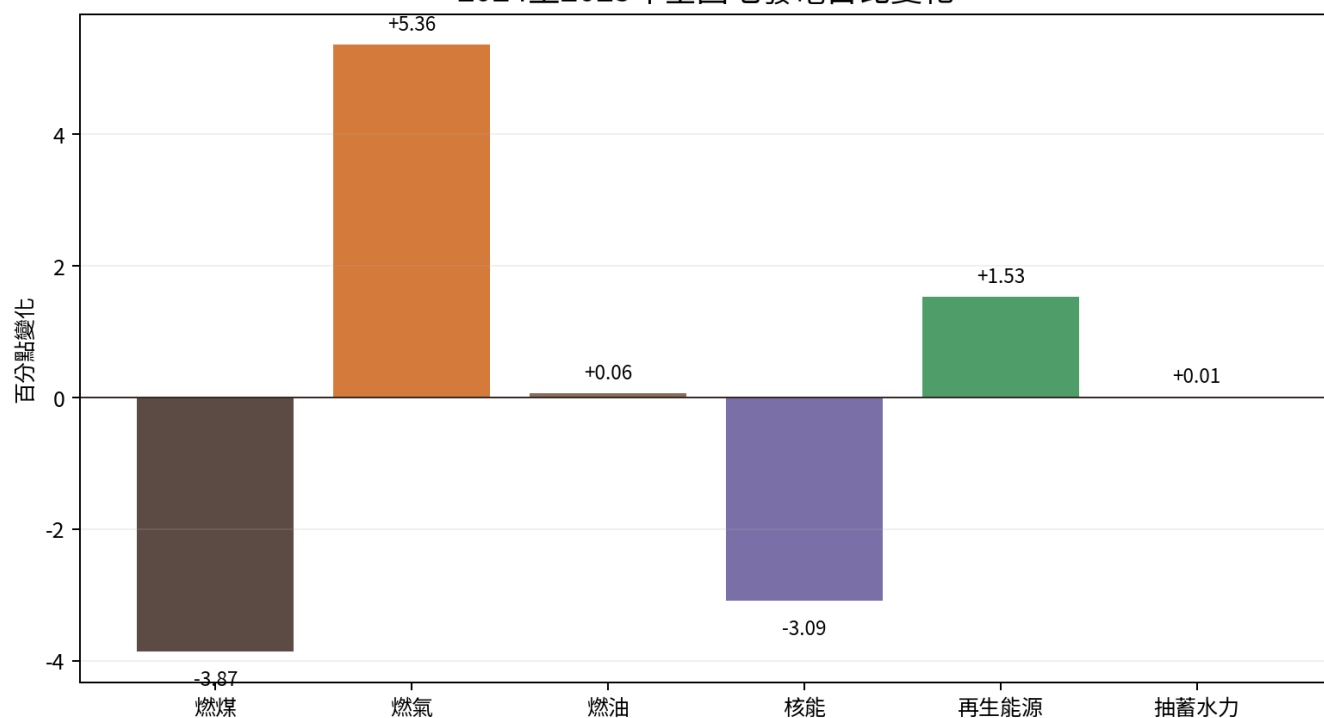


圖2 2024至2025年全國毛發電占比變化。來源：作者依能源署月資料計算；單位為百分點。

2025年總發電量與2024年接近，但組成有明顯移動。燃氣占比增幅大於燃煤降幅，另有再生能源增加與核能下降。因缺少逐技術、逐交易與逐時段的完整排放分解，本文不能把0.467係數的下降精確歸因給某一技術，更不能把同時發生的結構變化當作政策效果。

4.3 2025年月內變化

2025年各月全國毛發電占比

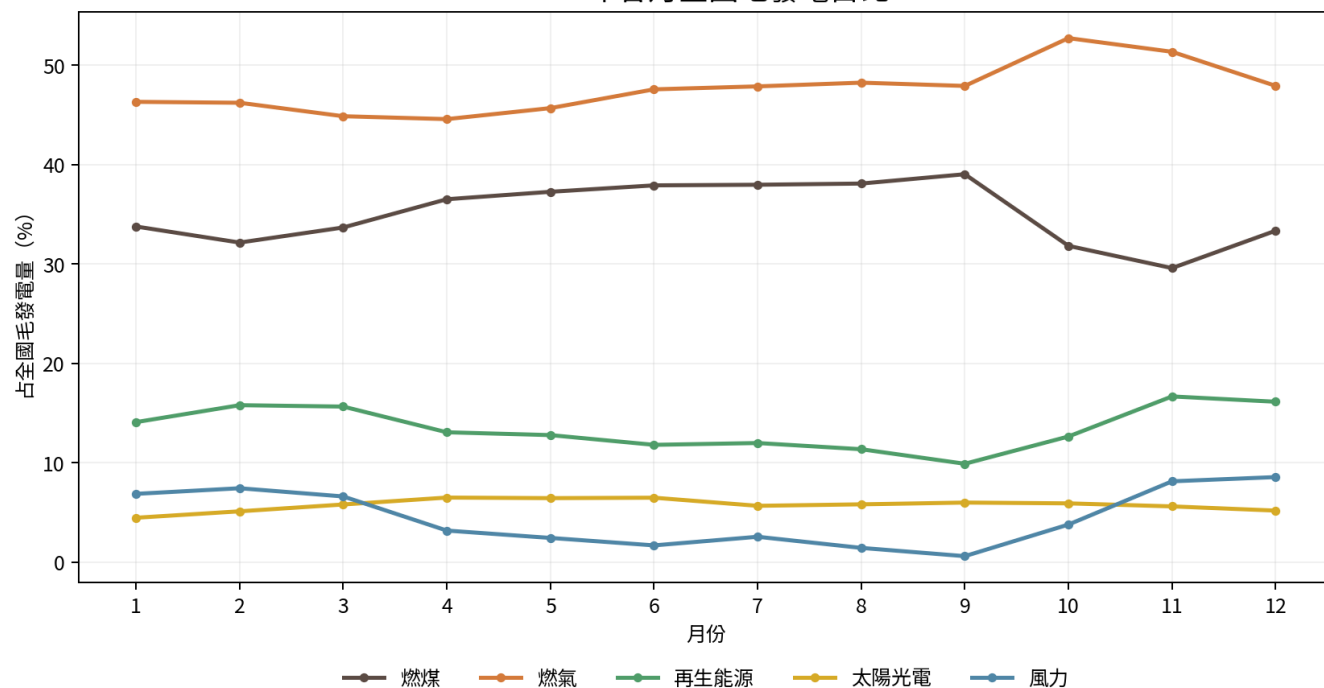


圖3 2025年各月全國毛發電占比。來源：作者依能源署月資料計算；月內變化未做氣溫、水情或需求控制。

月資料顯示再生能源與其子類別具有季節差異：風力占比在秋冬較高，太陽光電在年中相對較高；燃氣與燃煤也隨月份移動。這些曲線只描述每月發電合計占比，不代表即時調度、尖峰供電、容量因數或邊際排放。若要回答某一小時新增用電造成多少排放，需要逐時邊際機組與電網資料，不能套用本文年度平均係數。

4.4 三個正式係數與一個初估全國係數

2025係數口徑	數值 (kg CO2e／度)	官方狀態	主要適用對象
全國電力	0.456	初估	納入民間綠電直供與轉供的全國範圍
產業盤查	0.466	正式	表燈營業、低壓、高壓與特高壓用戶
公用售電業	0.467	正式	公用售電業整體銷售電量平均
民生住宅	0.471	正式	表燈非營業與包燈用戶

2025年官方電力排碳係數：不同口徑不可互換

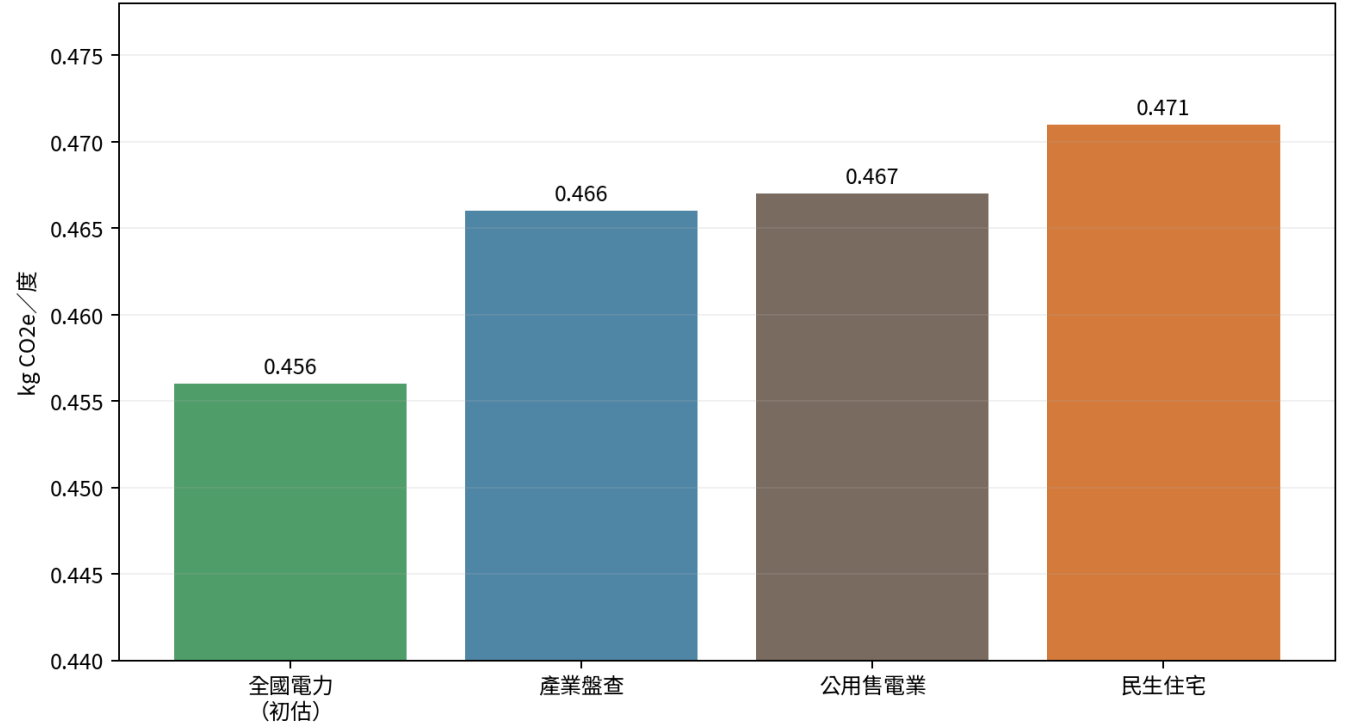


圖4 2025年官方電力排碳係數之口徑比較。全國0.456為初估，其餘三項為正式適用係數；不同分母與交易邊界不可互換。

公用售電業係數由2024年0.474降至2025年0.467，降幅1.4768%；相較2016年0.530，降幅11.8868%。然而發電結構同時呈現再生能源與燃氣占比增加、燃煤與核能占比下降。平均係數下降與多項結構變化並存，不足以識別每一項的淨貢獻。

住宅0.471與產業0.466相差0.005 kg CO2e／度，比公用售電業平均各高0.004與低0.001。對相同1,000度用電量，住宅與產業係數計算結果相差5 kg CO2e。此計算只顯示係數選擇的會計影響，不能據此評價住宅、企業、產業或任何購電方案的環境績效。

4.5 不同資料邊界的方向交叉核對

台電自發加購電年度表與能源署全國毛發電月表在2024至2025年都呈現燃煤占比下降、燃氣占比上升、核能占比下降與再生能源占比上升。四項方向一致提高了描述性結論對單一表格處理錯誤的抵抗力，但不表示兩表的數值應相等。台電表含購電、汽電共生與不同能源分類；能源署表涵蓋全國發電業與自用設備。交叉核對是方向檢查，不是獨立重複測量。

5. 討論：同一度電為何會有不同係數

5.1 平均值依賴分母與交易邊界

排碳係數是指定分子除以指定分母。官方文件把公用售電業係數寫成發電業及自用設備躉售公用售電業電量的排碳量，扣除線損承擔排碳量，再除以公用售電業總銷售電量。經濟部另說明，全國係數會納入民間綠電自由交易的直供與轉供電量。只要納入的交易與銷售量不同，平均值就可能不同，即使使用同一實體電網。

5.2 產業與住宅分流是盤查規則，不是電網分線

能源署說明產業購買較多綠電，因此自2025年起另劃分產業與住宅係數。這項分流是在年度平均盤查與揭露上分配綠電交易效果；它不表示住宅電力在物理上由較高碳機組專線供應，也不表示所有企業的個別合約、時段或廠址都有相同排放。個別事業仍須依適用法規、盤查邊界、電價種類、憑證與查驗要求處理，本文不能代替專業盤查或確信。

5.3 支持與反例同時存在

支持「平均排碳下降」的可觀察訊號包括：公用售電業係數較2024年下降1.4768%，燃煤占比下降3.8653個百分點，再生能源占比增加1.5293個百分點，台電不同邊界亦呈相同大方向。反例與抵銷訊號則包括：燃氣占比增加5.3574個百分點、核能占比下降3.0915個百分點，且全國初估係數、公用售電業係數、產業與住宅係數因邊界不同而排序不同。這些同時存在的變化正是本文拒絕單因歸因的理由。

6. 替代解釋與不能回答的問題

- 1 需求與氣候。總發電量、季節溫度與用電時段可能改變機組調度；本文未控制氣溫或尖峰負載。
- 2 水情與風光條件。水力、風力與太陽光電的年際差異可能來自自然條件與新增容量的共同作用。
- 3 機組維修與除役。核能、燃煤與燃氣占比可能受機組可用率、檢修與除役時程影響；本文沒有逐機組識別。
- 4 綠電交易。產業與全國係數的差異部分涉及直供、轉供與購電安排；公開彙總數不能還原個別交易者。
- 5 平均與邊際排放。年度平均係數不能回答某一小時增加一度電造成的邊際排放。
- 6 生命週期排放。官方係數與本文發電結構不是各技術從建設、燃料、運輸到除役的生命週期比較。

因此，本文不能判定某一政策「造成」係數下降，不能評斷特定機關或企業的減碳成效，不能將未揭露視為不存在，也不能提供用戶、產業或技術的負面排名。

7. 研究限制

- 能源署月資料雖涵蓋120個完整月份，仍是全國彙總，不能呈現區域、電壓層級、時段或個別用戶差異。
- 2025年全國係數0.456是初估，不是與其他三個值同狀態的最終係數；未來正式值可能修訂。
- 公用售電業、產業與住宅係數的分子、分母與綠電分配細節並未由本研究以逐筆交易重建。
- 台電資料與能源署資料的邊界不同。方向一致只是一項穩健性檢查，不是統計獨立性或測量一致性的證明。
- 研究只計算描述統計，沒有假設檢定、因果模型或反事實模擬；不能把百分點移動解讀為政策效果。
- 來源在2026-08-03擷取。官方資料與係數可能更正，後續版本應以版本紀錄更新，不應覆蓋本版證據。
- Google Trends與本站GA4只作選題線索，沒有進入結果分析；GSC本次不可用，未以零值代替。

8. 結論

2025年「一度電三個正式係數」的核心不是物理矛盾，而是會計範圍：公用售電業0.467反映整體銷售平均，產業0.466與住宅0.471對應不同電價與盤查適用對象。另有納入民間綠電交易的全國0.456初估值，狀態與邊界均不同。任何引用都應同時附上年份、數值、單位、狀態與適用範圍。

官方發電資料顯示，2025年在總發電量近乎持平下，燃氣與再生能源占比上升，燃煤與核能占比下降。這組合與公用售電業係數下降同時發生，但不足以把下降量精確歸因給任何單一技術、政策或交易制度。對實務使用者而言，最安全的做法不是挑最低係數，而是依正式盤查規則選擇正確口徑並保留來源與版本。

9. 資料可得性與重現方式

公開包提供2016至2025年必要欄位的能源署月資料衍生子集、台電年度資料UTF-8衍生子集、係數觀察表、來源與權利紀錄、資料字典、清理規則、分析程式、驗證程式、衍生表及四張原創圖表。原始能源署CSV、台電原始CSV、官方PDF與完整網頁不放入公開ZIP；取得程式會從直接官方URL下載並比對本版SHA-256，來源若更新即停止，避免靜默混用版本。

```
python fetch_sources.py --output private-source-cache
python prepare_data.py --source-cache private-source-cache
python analysis.py
python build_artifacts.py
python verify_reproducibility.py
python validate.py
python package_release.py
python validate_package.py
```

公開包不含 .env、Cookie、Token、API key、私鑰、瀏覽器狀態、完整第三方HTML、整頁文字、圖片、截圖、個資或精確座標。研究頁與公開包具備公開抓取與索引條件，但不保證Google或Google Scholar收錄。

10. AI使用、利益衝突、第三方權利與更正

10.1 AI使用聲明

生成式AI（OpenAI Codex）協助公開來源線索整理、資料結構、分析程式、圖表、語言起草、PDF與網站製作。AI不列為作者，不是受訪者、第二位人類編碼者或同儕審查者。作者周秉漢負責研究問題、來源核對、方法選擇、分析解讀、公開決策、權利界線與後續更正。

10.2 利益衝突

作者經營米糧、電子商務與訂閱服務相關事業，亦可能使用用電與碳盤查資訊進行自身營運判讀。本文未接受能源署、台電、環境部、發電業、售電業、綠電業者或用電企業委託。本文不證明作者事業、任何供應商或任何能源方案優於他人，也不構成能源採購、碳盤查確信、法律或投資建議。

10.3 第三方權利

CC BY 4.0只適用於作者有權授權的原創分析、文字編排、研究程式、衍生摘要與原創圖表。政府資料衍生子集仍保留來源署名並依政府資料開放授權條款第1版；官方PDF、機關名稱、網址與其他第三方內容仍依原權利條款，不因收錄而改採CC BY 4.0。公開包不重新散布官方PDF與完整網頁。

10.4 版本與更正

版本1.0於2026-08-03初版公開。版本1.1於2026-08-03建立並回填Zenodo DOI，更新引用資訊、可搜尋PDF與版本化重現資料包；研究資料、統計數值、分析程式與研究結果未變更，v1.0紀錄保留。若來源更正、正式全國係數取代初估值、程式錯誤或解讀需要修改，作者將建立新版本、更新修訂日期、保留舊版紀錄並說明數值影響。更正請寄至handson0102@hotmail.com，主旨請含SHWRP-2026-030。

參考文獻與資料來源

- 經濟部能源署（2019-11-29上架；2026-08-03擷取）。發電量月資料。<https://data.gov.tw/dataset/112650>
- 台灣電力股份有限公司（2016-09-08上架；資料詮釋更新2026-06-16；2026-08-03擷取）。台灣電力公司發購電量（能源別）及公用售電業售電量（用途別）。<https://data.gov.tw/dataset/35392>
- 經濟部能源署（2026-06-02）。114年度電力排碳係數。https://www.moeaea.gov.tw/ecw/populace/content/ContentDesc.aspx?menu_id=27028
- 經濟部（2026-06-02）。能源署公布114年度公用售電業電力排碳係數，碳排持續下降反映能源轉型成果。https://www.moea.gov.tw/mns/Populace/news/News.aspx?kind=1&menu_id=40&news_id=122891
- 環境部氣候變遷署（2026-06-17）。盤查登錄系統114年度電力排碳係數適用說明。https://ghgregistry.moenv.gov.tw/epa_ghg/News/NewsList.aspx?Type_ID=1
- 台灣電力股份有限公司（2016-03-31上架；2026-08-03擷取）。台灣電力公司溫室氣體排放係數。<https://data.gov.tw/dataset/30151>