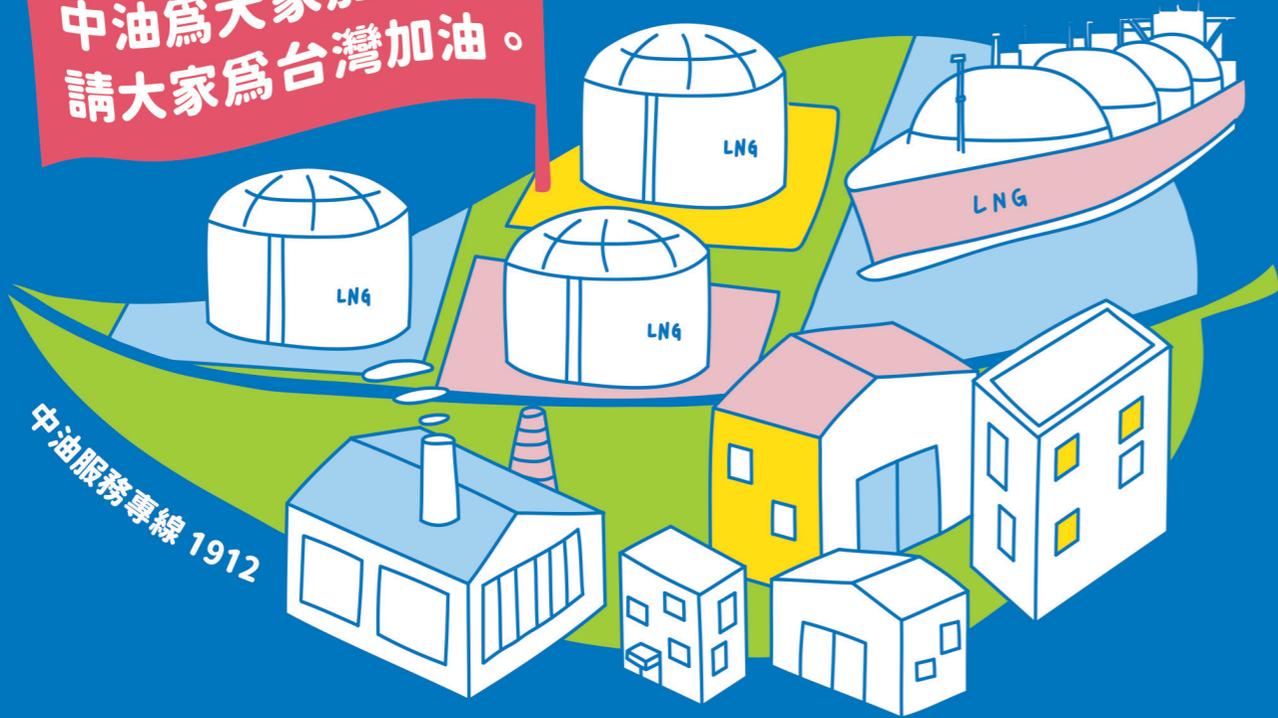


天然氣清潔又安全
一分用心百分安心

中油為大家加油，
請大家為台灣加油。



中油服務專線 1912

廣告

台灣中油股份有限公司
CPC Corporation, Taiwan

瓦斯季刊

(一五四期)

中華民國一〇五年元月出版

瓦斯

季刊

154期

76年10月創刊 115年元月出版

走向多中心市場重塑全球天然氣供需平衡
再生天然氣有助於加快淨零排碳的腳步
低排放氫在未來能源轉型中至關重要
泥火山大自然之特殊景觀吸引遊客

微電腦瓦斯表的三大安全遮斷功能

1 漏氣遮斷：
瓦斯流量異常增加，可能是因為管線脫落洩氣了，瓦斯表將會自動遮斷。



2 超時遮斷：
當瓦斯表使用中的瓦斯就會自動遮斷！



3 地震遮斷：
當瓦斯表偵測到地震時，瓦斯表將會自動遮斷。



微電腦瓦斯表能主動偵測異常並執行遮斷，有效預防因瓦斯外洩引發氣爆、火災等事故。



欣然氣體燃料事業研究服務社 發行

微電腦瓦斯表

智慧換表 增安心

宣導大使 曾國城



3大安全遮斷功能



漏氣遮斷



超時遮斷



地震遮斷

經濟部能源署 廣告

微電腦瓦斯表 3大安全功能

微電腦瓦斯表多了晶片，比起傳統機械式瓦斯表增加了漏氣遮斷、超時遮斷、地震遮斷，三大安全遮斷功能，使用更安心。

漏氣遮斷

當管線鬆脫導致大量漏氣會緊急遮斷。



超時遮斷

當瓦斯使用超過設定時間，將進行遮斷。

※ 依燃氣器具及燃氣消耗量區分



地震遮斷

震度五級以上地震，使用中
的瓦斯將立即遮斷。



微電腦瓦斯表遮斷後 恢復供氣3步驟

STEP.1

關閉使用瓦斯裝置（如熱水器、瓦斯爐）之開關（但不要關閉進氣口的總閥）。

STEP.2

按下瓦斯表復歸鈕5秒鐘，安全警示LED燈會開始持續閃爍。

STEP.3

等待約3分鐘，當LED燈不再閃爍後即完成復歸（若LED燈仍持續閃爍，則需聯繫供氣之天然氣公司）。



微電腦瓦斯表 V.S. 傳統機械表

⚡ 計量比較

不論是微電腦瓦斯表或是傳統機械表，都是經濟部標準檢驗局檢定合格上市，計量精確度並無差異。

💰 計價比較

微電腦瓦斯表具有精密微電腦晶片、感震器、壓力開關、緊急遮斷閥等零組件，可於漏氣、超時、地震時進行遮斷，提升用戶的用氣安全。但因成本較機械表高，分10年每月攤提至基本費中，以5燈以下用戶為例，微電腦瓦斯表基本費每月100元，較僅有計量功能之機械表多出40元。



宣導大使 曾國城



封面說明：大地的天然瓦斯氣息--臺灣的泥火山、瓦斯超人用氣安全宣導
資料來源：苗栗縣政府文化觀光局旅遊網、瓦斯超人用氣安全宣導

發行人：許績陵

編輯委員：（以姓氏筆劃為序）

李正明 林登章 蔡三郎

盧東岳 謝俊雄

執行編輯：唐惠英

發行所：欣然氣體燃料事業研究服務社

地址：台北市松山區南京東路四段100號12樓

電話：(02)2579-1137

E-mail: sjgrtw@gmail.com

印刷所：鼎順印刷有限公司

地址：新北市中和區景平路703巷2弄1號

電話：(02)2309-1319

E-mail: a638177@yahoo.com.tw

本刊收編印費每本新台幣140元

全年四期收編印費新台幣480元

匯款欣然研究社:華南商業銀行東台北分行

帳號124-10-005376-8

中華郵政台北雜字第1633號執照登記為雜誌交寄

本刊電子網頁 facebook.com/sjgrtw/

目錄

能源展望

2 全球氫能市場潮流與展望

臺灣經濟研究院助理研究員/蔡育儒

16 再生天然氣製造技術之發展

資深石化人/謝俊雄

22 綿密管線佈建 點亮能源未來

欣林天然氣公司

國際瞭望

23 歐盟禁制俄羅斯天然氣:全球市場的新格局與版圖重組

作者/徐瑋成

39 羅馬尼亞天然氣的現在與未來

作者/高永謀

46 瓦斯超人用氣安全宣導

作者/許雅茹

能源探討

47 大地的天然瓦斯氣息--臺灣的泥火山

臺灣中油公司探採研究所前所長暨中國文化大學地質系
兼任副教授/翁榮南

瓦斯人的園地

63 工作分享

作者/吳佩君、廖瑞煌

全球氫能市場潮流與展望

臺灣經濟研究院 助理研究員 蔡育儒

前言

在全球脫碳與再生能源需求推動下，氫能正快速成為能源轉型的核心技術，雖然當前市場仍以灰氫為主，但正逐步轉向藍氫和綠氫（以下合稱低排放氫），其中綠氫被視為實現淨零排放的最終目標，藍氫則作為過渡選項。為達成 2050 年淨零排放目標，氫能在航空、海運及工業等難以脫碳的領域中扮演關鍵角色，推廣低排放氫於各產業已成為全球議題，然而由於低排放氫成本顯著高於化石燃料，其發展亟需政策支持。

一、背景說明

（一）全球氫能需求持續成長：

氫能成長趨勢除在新冠疫情期間曾短暫中斷，依然延續不墜。從部門別看，需求主要集中於工業領域，包括石油煉製、化工製造和鋼鐵生產等傳統用途；若依區域分布而言，中國大陸為最大需求來源，占全球總量逾 29%，其次為北美（約 16%）、中東（約 15%）、印度（約 10%）及歐洲（約 7%）。2024 年全球低排放氫能的需求較 2023 年增加近 10%，預計在 2025 年達到 100 萬噸。

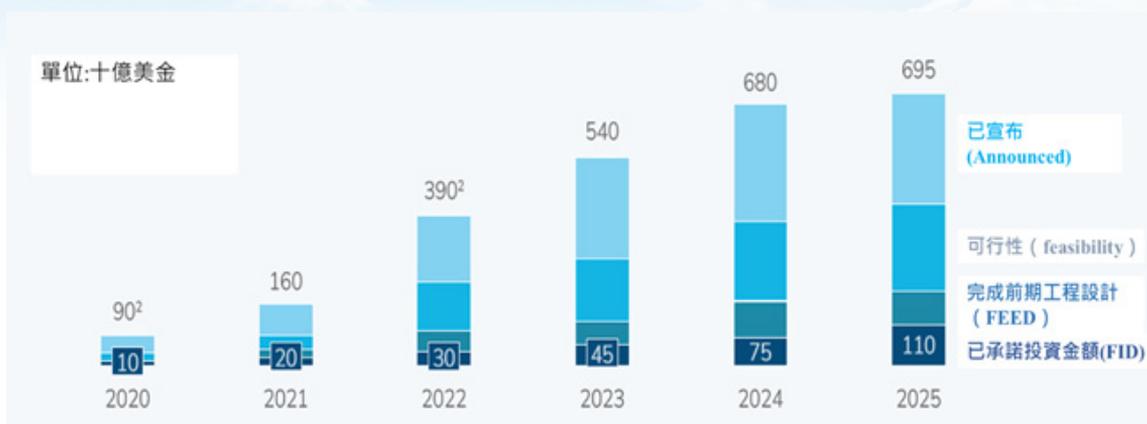
（二）全球氫能生產低排放氫的比例：

根據國際能源總署「2025 年全球氫能報告」，全球 2024 年氫能生產達到近 1 億噸，較 2023 年成長逾 2%，其中低排放氫的比例約佔 1%，在 2030 年可能達到 3,700 萬噸 / 年。從供應鏈結構來看，低排放氫仍以未減排的化石燃料為主：天然氣重整（Natural Gas Reforming）供應近三分之二的的需求，受惠於成熟的基礎設施與成本優勢；煤基氫氣（Coal-based Hydrogen）居次要來源，主要集中於中國大陸與印度的煤化工園區；副產氫氣（By-product Hydrogen）來自煉油和石化設施的氣體流，雖有一定貢獻，但規模有限。

（三）2024 年全球對氫能項目的投資總額較 2023 年顯著成長，增幅逾 26%：

根據氫能理事會（Hydrogen Council）資料，2024 年全球對氫能項目的投資達 6,800 億美元，較 2023 年成長逾 26%，2025 年進一步攀升至 6,950 億美元。若聚焦於已完成最終投資決定（final investment decision, FID）的項目，2024 年投資額達 750 億美元，較 2023 年大幅成長逾 67%，2025 年將突破 1,100 億美元。其中 2024 年生產相關項目占總投資的 75%，基礎設施投資維持在 10%，終端應用則下降至 15%（如圖 1）。

圖 1 全球對氫能項目的投資

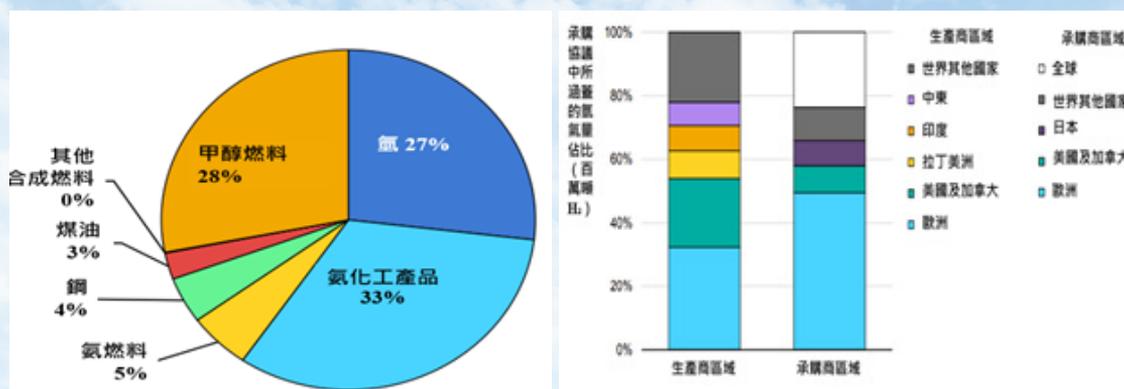


資料來源:Global Hydrogen Compass 2025。

(四)2021 至 2025 年上半年全球低排放碳氫承購合約，主要集中於歐洲與日本。

2021 至 2025 年上半年全球低排放氫承購合約累計約 160 萬噸，其中約 75% 用於煉油、工業反應器與蓄電池等直接使用低排放氫的領域。區域分布方面，約 50% 的合約集中在歐洲，日本則占 8%，且主要聚焦於電力行業。歐洲透過再生能源指令（Renewable Energy Directive, RED）創造需求；日本則以價差支持（price gap support），即政府補貼低碳氫與化石氫之間的成本差距，降低企業使用低碳氫的經濟壓力，以促進市場穩定，顯示政策措施成為早期市場形成的重要推力（如圖 2）。

圖 2 2021 - 2025 年低排放氫承購協議（依最終產品劃分）和區域分布



資料來源 :Global Hydrogen Compass 2025。

二、政策與法規環境

(一) 全球政策支持：

根據國際能源總署「2025 年全球氫能報告」，2017 年僅有日本提出國家氫能策略，但截至 2025 年已有約 60 個國家制定氫能策略與路線圖，並設定到 2030 年全球低排放氫氣產量超過 4,000 萬噸的共同目標。哥倫比亞大學全球能源政策中心 (Center on Global Energy Policy) 截至 2025 年 7 月的資料顯示，2024 至 2025 年間各區新增氫能策略數量如下：北美 (2)、拉美 (2)、歐洲 (10)、非洲 (3)、獨立國家國協 (2)、亞洲 (4)，整體而言策略更新速度已有所放緩。

(二) 補貼與激勵：

為降低氫氣投資風險，全球多數國家已制定氫氣生產相關補助政策，主要形式包括直接補助金 (Grants)、稅額抵減 (Tax Credits)、固定溢價 (Fixed Premiums)、競標機制 (Contracts for Difference, CFD) 及基礎建設補助。目前主要的補助計畫如下：澳洲 2025 年 2 月啟動 H₂Global 第二輪招標和氫能生產稅收抵免、歐洲氫能銀行第二輪與第三輪招標分別於 2024 年 12 月啟動、2025 年 7 月公布及 2023 年英國「HAR1」政策 (如表 1)。

表 1 全球主要支持低排放氫生產的補助計畫與政策工具

國家	政策	機制	主要目的	狀態	開始日	到期日
加拿大	Investment Tax Credit for Clean Hydrogen	稅收抵減	氫能的策略性扶持	已公布	2024	2034
加拿大	Investment Tax Credit for Carbon Capture, Utilization, and Storage	稅收抵減	產業去碳化	已生效	2022	2030
歐盟	EU Innovation Fund	直接補助金	產業去碳化	已生效	2020	2030
歐盟	Next Generation EU Funds: ERD-F, CF, REACT-EU	直接補助金	技術中立	已生效	2021	2027
歐盟	Modernisation Fund	直接補助金	技術中立	已生效	2021	2030
歐盟	Horizon Europe	R&D 基金	技術中立	已生效	2021	2027
歐盟	European Hydrogen Bank	固定溢價	氫能的策略性扶持	已生效	2023	
歐盟	Just Transition Fund	直接補助金	技術中立	已生效	2021	2027
法國	Support for the production of low-carbon hydrogen	CfD	氫能的策略性扶持	已公布	2024	2026
法國	IPCEI	直接補助金	氫能的策略性扶持	已公布	2024	
法國	IPCEI	直接補助金	氫能的策略性扶持	已生效	2024	
法國	France 2030	直接補助金	氫能的策略性扶持	已公布	2021	2030
德國	IPCEI state aid-domestic projects	直接補助金	氫能的策略性扶持	已生效	2021	2027
德國	Decarbonisation of Indu	直接補助金	產業去碳化	已公布	2024	2027
德國	H ₂ Global	CfD	氫能的策略性扶持	已公布	2024	2033
日本	Contract-for-difference scheme to develop H ₂ and NH ₃ supply chains	CfD	氫能的策略性扶持	已公布	N/A	
日本	Green Innovation Fund	R&D 基金	氫能的目標性支持	已生效	2021	2030
荷蘭	Climate Fund	直接補助金	氫能的目標性支持	已公布	2024	2030
荷蘭	SDE++ Stimulation of Sustainable Energy Transition Auction Prgm	固定溢價	技術中立	已生效	2020	2025
荷蘭	IPCEI	直接補助金	氫能的策略性扶持	已生效	2022	2030
西班牙	EU Recovery Plan	直接補助金	氫能的策略性扶持	已生效	2021	2026
英國	Hydrogen Production Business Model Round1	CfD	氫能的策略性扶持	已生效	2023	2025
葡萄牙	two-way Contract for Difference	CfD	氫能的策略性扶持	已生效	2025	
澳洲	Hydrogen Production Tax Incentive (HPTI)	稅收抵減	氫能的策略性扶持	已公布	2025	2040
美國	45Q Carbon Capture and Storage Tax Credit	稅收抵減	氫能的策略性扶持	已生效	2023	2032
美國	Regional Clean Hydrogen Hubs	直接補助金	氫能的策略性扶持	已生效	2022	2026

美國	Annual budget for DOE's hydrogen research	R&D 基金	氫能的策略性扶持	已生效	2005	
美國	48 Investment Tax Credit for Energy Property	稅收抵減	技術中立	已生效	2023	2032
美國	45V Hydrogen Production Tax Credit	稅收抵減	氫能的策略性扶持	已公布	2024	2032

資料來源：BNEF、IEA、Cedigaz。

1、澳洲：生產稅額抵減和固定溢價

(1) 生產稅額抵減

澳洲政府於 2025 年 2 月通過「2024 年澳洲未來製造法案」，設立氫能生產稅收抵免（Hydrogen Production Tax Incentive），旨在支持已啟動並實際營運生產的「綠氫」項目，提供從 2027-2028 財年至 2039-2040 財年期間每公斤 2 澳元的稅務優惠，最長補助期限為 10 年，此優惠同時也適用於關鍵礦物加工相關計畫。

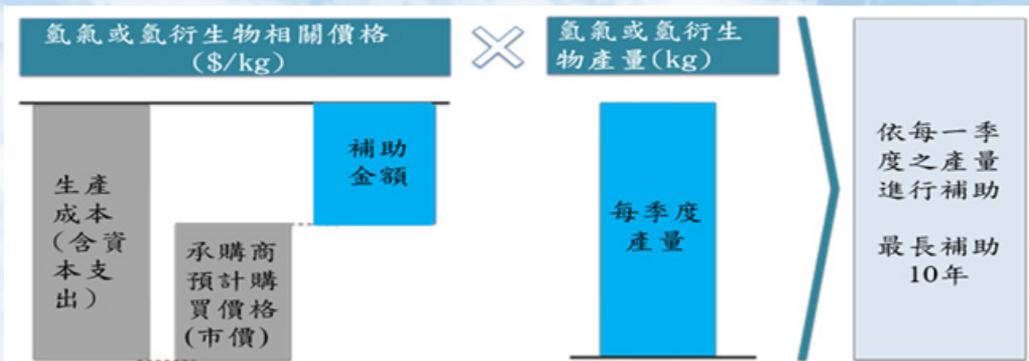
(2) 固定溢價

I 澳洲政府於 2023 年 5 月宣布啟動「氫氣領跑計畫（Hydrogen Headstart Program）」，該計畫承諾投入高達 20 億澳元的資金，旨在支持大規模、低排放的氫氣生產專案，補助期最長可達 10 年（預計 2026 年財政年度開始）。

II 該計畫的補助核心是透過「生產信用額度」補貼預期損失，差額會被全額補貼，但補貼額度是固定，即依據申請者預估的氫氣製造成本與銷售價格之間的全部差額計算出固定的單價補助金額。至於生產量則非全部補貼，補助視實際合格的生產量，且有嚴格的限制，只有通過認證的清潔氫氣或其衍生物的產量才符合資格，任何不符合規範（Off-spec）的產量將在年度結算時被減量或減額，總補助期最長為 10 年。

III 若是生產商自申請後，10 年間製氫成本不斷上漲，廠商將會出現差額虧損；反之製氫成本下降，廠商可取得額外獲利，俾作為鼓勵廠商積極投入開發之誘因（如圖 2）。

圖 2 澳洲低排放氫補助政策方式

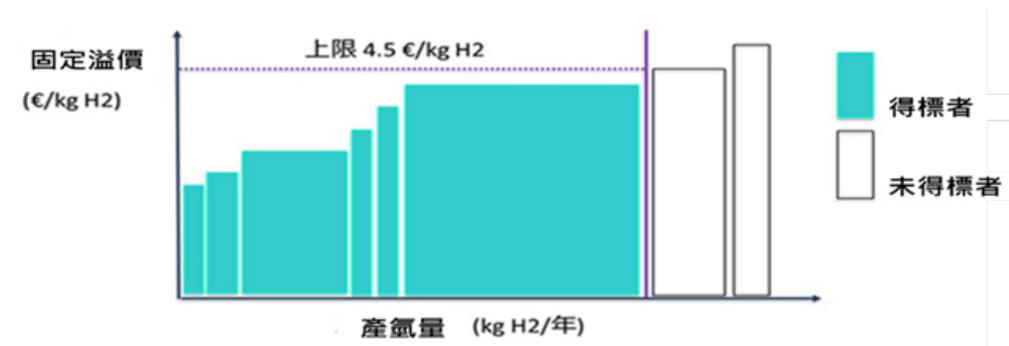


資料來源：水素海外公的支援制度動向 (JOGMEC)。

2、英國：差價合約與資金補助

- (1) 2022 年 7 月英國能源安全和淨零排放部 (Department for Energy Security and Net Zero) 發起第一輪電解氫補助之《HAR1(Hydrogen Production Business Model Round1)》政策 再生能源指令，以實現興建 1GW 氫氣生產能力目標。
- (2) 補助方式為廠商提出「履約執行價格 (成本及利潤)」，比對「基準價格 (市場上實際氫氣售價)」，履約執行價格和基準價格間之價格作為補助，其中履約基準價格若低於天然氣價格，則以天然氣價格為底價，若基準價格高於履約執行價格時，廠商需返還補助金。
- (3) 若是低排放氫市價低於氣價對於廠商較為吃虧，因此該方式有助於廠商提升低排放氫價值，以獲取補助利潤 (如圖 3)。

圖 3 英國低排放氫補助政策方式

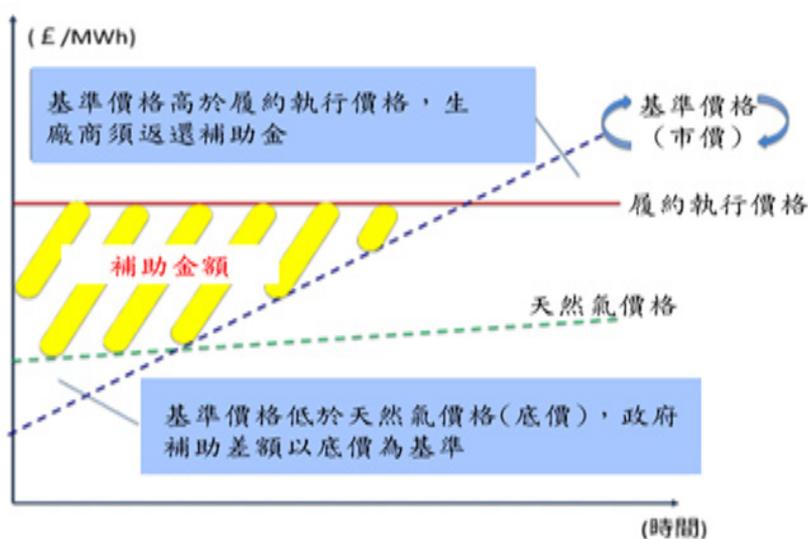


資料來源：水素海外公的支援制度動向 (JOGMEC)。

3、歐洲：固定溢價 + 招標制度

- (1) 2023 年 11 月歐盟委員會啟動歐洲氫能銀行（European Hydrogen Backbone）試辦招標，支援在歐洲快速部署氫氣生產技術，以達成 RE Power EU 計畫目標，至 2030 年生產 1,000 萬公噸氫氣。
- (2) 補助方式為支付每單位氫氣產量最高 4.5 歐元 / 公斤的固定溢價，乘以氫氣產量為補助總金額，並透過招標方式吸引廠商加入與競爭。
- (3) 採用固定單價補助方式為相對透明、簡單，因此也方便歐盟會員國直接引用，減少行政成本，擴大補助涵蓋範圍，惟廠商可能因為補助金額無法支應生產成本造成虧損，及不知如何應對市場變化狀況和條件（如圖 4）。

圖 4 歐洲低排放氫補助政策方式



資料來源：水素海外公的支援制度動向 (JOGMEC)。

(三) 認證標準：

截至 2025 年加拿大、歐盟、印度、英國與美國等已建立具備明確溫室氣體排放量計算方法的氫能認證制度，其他如巴西、拉丁美洲、日本與韓國雖已公布認證制度和排放門檻，但具體的排放計算方法及規則仍待完善。澳洲與瑞士則推動原產地保證制度（Guarantees of Origin），以提升氫氣生產的透明度。

在國際標準方面，ISO 推動 ISO-19870-x 系列標準，由 TC197 小組負責制定氫能供應鏈生命周期排放評估規範。其中第 1 部分（氫氣生產）已進入詢問階段，ISO 會員有 12 週時間提供意見，預計於 2025 年底正式發布。第 2 至 4 部分則涵蓋液態氫、氨及有機液態氫載體的運輸，預計於 2026 年完成（如表 2）。

表 2 主要國家低排放氫政策比較表

	目標	供應政策	基礎建設	需求政策	認證制度	R&D
歐盟	2030 年 40GW 氫產能；2050 年前實現氣候中和	歐洲氫能銀行 (EHB)、歐盟創新基金 IPCEI	將現有的天然氣基礎設施轉型為氫能基礎建設	再生能源指令和 FuelEU Maritime 法規	CertifHy EU RFNBO (2024)	歐洲潔淨氫能夥伴關係 (CHP)
德國	2030 年 10GW 氫產能；2045 年前實現氫基能源消費	H ₂ Global 雙邊競標、國家氫能戰略 (NWS)	氫能核心網路、儲能補助	擴大工業與運輸部門配額、融資與補助	無官方；但是有私營，如德國萊因 H ₂ -Ready 認證	Fraunhofer 研究所主導
美國	2030 年綠氫產量提升至每年 1000 萬噸	IRA 法案	加氫站補助及能源部設置的 7 個區域清潔氫能中心	貸款擔保、稅收抵免、ZEV Mandates（零排放車輛法令）	清潔制氫標準指南草案 (2024)	能源辦公室、FECM；2025 年氫能研發重點在於 IRA 的指導方針公布與執行
中國	2025 年綠氫產量 10 - 20 萬噸	地方補助、透過國營企業推動	氫氣管網建設	產業推動計畫、氫燃料電池車稅務優惠／補助	清潔低排放氫能評價標準 (2025)	全價值鏈示範計畫
日本	2030 年每年達 300 萬噸、2040 年每年達 1200 萬噸（含氨）、2050 年每年達 2000 萬噸	CFD 競標機制	產業群聚計畫、儲能資本支出補助	氫能交易中心、產業稅收優惠、氫燃料電池車補助	氫能社會促進法 (2024)	綠色創新基金
韓國	2040 年氫車 620 萬輛	氫經濟實施第一次計畫、氫經濟促進法、產業補助	東海暨三陟氫能儲存與輸送特區、浦項發電用燃料電池特區	公車與商用車及燃料補助 (2025)	氫能憑證系統 (2024)	氫能特區計畫
印度	2030 年綠氫產量 500 萬噸 / 年，並將綠氫成本降低至每公斤 1 美元以下	電解槽、氨氣與製造補助	氫谷創新群聚	SECI 保證收購	綠氫標準 (2023/8)	國家綠色氫能使命計畫、SECI 為主要機構

澳洲	2030 年 全球 綠 氫 出口 領導 者	氫 能 生 產 稅 收 優 惠、 氫 能 起 步 計 畫	加 氫 站 與 港 口 基 礎 建 設、 投 資 電 網	公 共 採 購、 出 口 導 向	來 源 證 明 計 畫 (2025)	再 生 能 源 署 (ARENA) 資 助 研 發
臺灣	2030 年 氫 能 發 電 891MW； 2050 年 達 到 7300MW	技 術 示 範、 研 發 補 助 與 租 稅 優 惠	氫 能 載 具 的 試 驗 應 用 與 首 座 加 氫 站 的 啟 用、 電 網 整 合	公 車 示 範 及 氫 能 發 電 採 購 推 動 淨 零 轉 型	全 國 認 證 基 金 會 (TAF) 提 供 (2025)	氫 能 技 術 研 發 計 畫

資料來源 :Cedigaz、IEA，臺經院彙整。

三、市場挑戰

(一) 低排放氫產業面臨高成本、基礎設施不足、需求支持有限與法規不確定等挑戰，但在政策保障和金融機構融資推動下仍具發展潛力。

低排放氫產業在發展過程中面臨多重挑戰：例如綠氫的生產成本仍是灰氫的 2 至 3 倍，使其在經濟上缺乏競爭力；而藍氫雖然在當前價格上相對有吸引力，但其長期可持續性（尤其在碳捕獲與封存技術的財務成本和環境效益穩定性方面）則受到質疑。同時氫能運輸與儲存基礎設施仍處於初期階段，限制國際貿易的拓展；需求端則因缺乏具約束力的購電協議和需求增長不如預期，導致許多已宣布項目尚未獲得穩定支持。若要推動低排放氫產業擴張，尤其是首創技術與新興應用的部署，政府亟需提供保證機制和風險分攤工具，以降低投資風險，並吸引民間資金。長期投資因不同地區的法規不一致變得很麻煩，也阻礙跨國合作和市場整合。然而現在開發金融機構（DFIs）常用「混合融資」的方式，以分攤新項目早期的高成本，在非洲等新興市場特別重要，因為能幫助創新的氫能計畫真正落地。

(二) 低排放氫成本因地區差異而懸殊，中國大陸、歐洲和拉丁美洲有望在 2030 年前縮小差距，美國與中東則仍需高碳價才能縮小。

根據國際能源總署與氫能委員會的分析，低排放氫的生產成本在不同地區差異顯著，主要受再生能源電價、電解槽安裝及資金成本影響，中國大陸部分地區、中東、澳洲和美國部分地區因具備低資金成本與強大再生能源資源，有望將綠氫成本降至每公斤 2 - 4 美元；相對美國和中東因天然氣價格低，以化石燃料製氫具優勢，中國大陸則因低價煤炭資源，而長期以煤製氫為主，歐洲考量減碳

目標與能源安全，逐步轉向再生能源製氫，這些差異決定低排放氫氣在各地區何時能具備競爭力，及在技術成熟前政策需填補的成本缺口。未來隨著再生能源技術持續降價與電解槽成本下降，成本差距預期逐步縮小，部分地區甚至有望在 2030 年前完全弭平，例如中國大陸在最佳再生電力條件下製氫成本已接近未減排化石燃料製氫，拉丁美洲與歐洲部分地區的差距可縮小至每公斤 0.5 美元左右（假設碳價超過每噸 100 美元），然而美國與中東的差距仍可能維持在每公斤 2 - 3 美元，需更高的碳定價（約每噸 200 - 270 美元）才能完全縮小（如表 3）。

表 3 區域差異 vs 成本差距（低排放氫生產成本）

區域	成本優勢 / 劣勢	成本差距 (綠氫 vs 化石氫)
中國大陸	低價煤炭，部分地區再生能源強	煤製氫便宜 >1.5 美元 /kg；2030 年有望縮小
美國	天然氣便宜，部分地區再生能源潛力	差距 >4 美元 /kg；2030 年仍約 2 美元 /kg
中東	天然氣低價，資金成本低	差距 >6 美元 /kg；2030 年仍約 3 美元 /kg
歐洲	依賴進口天然氣，推動再生氫	2030 年差距縮小至 0.5 美元 /kg（碳價 >100 美元 / 噸）
拉丁美洲	再生能源資源豐富	2030 年差距縮小至 0.5 美元 /kg
澳洲	再生能源潛力大，資金成本低	可降至 2 - 4 美元 /kg

資料來源：Cedigaz、IEA，臺經院彙整。

四、低排放氫市場長短期預測

(一) 2025 至 2030 年：低排放氫產業的轉型關鍵期。

2025 至 2030 年將是全球低排放氫產業邁向商業化的關鍵階段，為未來大規模國際市場的部署奠定基礎。由於綠氫與藍氫存在顯著的價格差距，短期內藍氫與藍氫更容易獲得最終投資決策，並預計在未來 3 年主導全球低排放氫市場。投資將主要集中於天然氣資源豐富的地區，其中美國在川普政府政策刺激下，預計未來一年內新增約 200 萬噸藍氫產能，穩居全球生產的領導地位。藍氫項目將透過策略性投資促成購電協議（offtake agreements），以因應市場擴張；隨著大型氫運輸船日益普及，將滿足歐洲和亞洲的需求，其中日本在藍氫出口項目中扮演關鍵角色。綠氫的發展則將逐步加速，

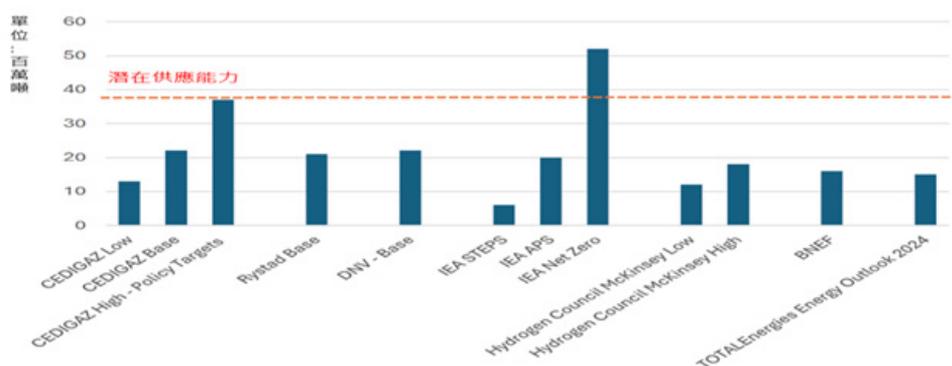
並在 2028 年後超越藍氫的成長速度。值得注意的是，全球政府政策、補貼及拍賣機制普遍更傾向支持綠氫，而非藍氫。

(二) 至 2030 年全球低排放氫氣供應將快速增長，工業需求主導、出口項目加速，藍氫與綠氫成本差距預期縮小，但仍受天然氣價格影響。

過去兩年許多機構紛紛下修低排放氫氣的需求與生產預測。根據國際能源總署「2025 全球氫能回顧報告 (GHR 2025)」主要原因包括項目延誤、無限期擱置或取消，其中取消比例最高的因素為監管和許可問題 (44%)，其次為資金不足與經濟挑戰 (28%)、技術困難 (13%) 及缺乏客戶 (9%)。此外約三成項目仍停留在早期開發階段，受限於法規與支持系統不足，顯示 2020 年代初宣布的許多計畫和實際市場及政策條件不符。

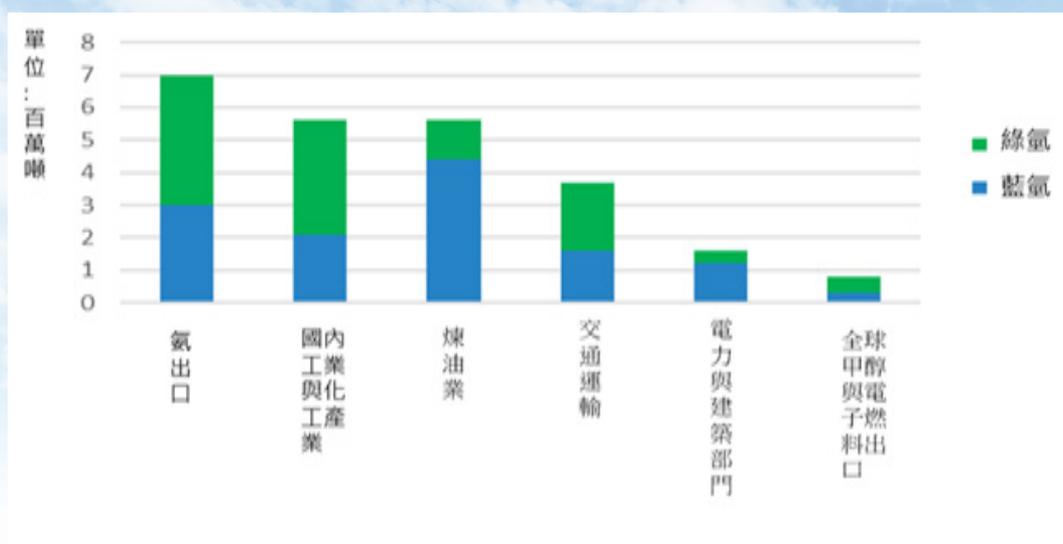
如多數機構預測，至 2030 年全球低排放氫氣供應將達到 1,500 至 2,000 萬噸，其中約 800 萬噸為藍氫，1,200 萬噸為綠氫 (如圖 5、6)。美國在藍氫領域居領導地位，而歐洲與亞洲則主導綠氫生產，主要需求來自工業應用，包括煉油、肥料和化工產業。相較之下，運輸用氫燃料在本十年內難以大規模擴展，主因為成本高昂、基礎設施不足、替代方案更具經濟性及供應鏈挑戰等因素。以出口為導向的氫能項目 (特別是藍氫和綠氫) 正快速發展，澳洲、美國與中東成為主要出口地區。此外預計在 2030 年前藍氫和綠氫的成本差距將逐漸縮小，主要因為資本性支出 (CAPEX) 下降及電力成本降低。然而若天然氣價格下跌，可能會延遲這一成本差距的縮小 (如表 4)。

圖 5 2030 年低排放氫氣需求展望 (依情境分類)



資料來源 :CEDIGAZ Analysis。

圖 6 2030 年低排放氫需求展望（依部門別分類）



註：根據 CEDIGAZ 基準情境（Base Case）。

資料來源：CEDIGAZ Analysis。

表 4 全球主要低排放氫出口地區（至 2030 年）的比較表

國家	氫能類型	出口潛力	運輸形式	出口目的地	特點與進展概況
美國	藍氫 / 綠氫	藍氫：8Mt 綠氫：部分計畫中	氫	歐洲、亞洲	藍氫項目領先，FID 數量多，具備低成本天然氣與強大出口能力；綠氫受政策影響待觀察。
加拿大	藍氫	中等潛力	氫	歐洲、亞洲	主要集中於亞伯達省，天然氣資源豐富，具備藍氫出口潛力。
澳洲	綠氫 / 藍氫	綠氫：高達 9Mt	氫	日本、韓國、中國大陸	擁有豐富太陽能與風能資源，鄰近亞洲市場，是綠氫和氫出口的潛力大國。
沙烏地阿拉伯	藍氫 / 綠氫	藍氫：已開始商業出口	氫	日本、韓國、中國大陸	已向東北亞出口藍氫，積極布局綠氫和氫出口，為中東氫能樞紐。
阿聯酋	藍氫	商業化初期	氫	日本、韓國	阿布達比已啟動藍氫出口，參與國際供應鏈建設。

印度	綠氫	中等潛力	氫	日本、歐洲	與日本建立出口合作，具備可再生能源潛力，政策支持強。
巴西 / 智利	綠氫	中等潛力	氫	歐洲	以歐洲為主要出口市場，利用豐富的可再生能源資源推動綠氫項目。
中國大陸	綠氫 / e- 甲醇	內需為主，出口有限	氫 / 甲醇	化工用途（甲醇）	綠氫市場快速成長，e- 甲醇合約領先，出口尚未形成穩定結構。
歐洲（德 / 荷）	進口市場		氫	主要進口自美國與中東	德國與荷蘭計劃短期內進口綠氫，推動氫能應用和燃料混合。
丹麥 / 美國	e- 甲醇	合約逐漸增加	甲醇	航運（馬士基等）	甲醇作為航運燃料興起，簽署多項合約，推動電子燃料市場發展。

資料來源 :Cedigaz。

結語

整體來看低排放氫市場仍處於萌芽階段，面臨高成本、基礎設施不足及需求端不確定等多重挑戰。若要讓低排放氫在淨零轉型中發揮關鍵作用，並形成長期規模化需求，亟需推動結構性改革，包括更強的激勵措施、明確的法規要求、需求端政策支持及更高的碳定價。同時全球供應端的標準與認證制度對補貼計畫和商業化至關重要，但目前缺乏一致性及互通性，已成為國際氫能市場發展的主要障礙。未來政策與監管必須聚焦於兩大核心問題：其一是低排放氫市場流動性不足，其二是氫能基礎設施尚未完善。除持續投入研發、公部門資金和技術創新外，企業也需積極展開跨部門合作，建立可行的商業模式，並強化國際夥伴關係，以推動整合型的全球低排放氫供應網絡。

我國為達成 2050 年淨零排放目標，已將氫能列為能源部門重點規劃項目及「十二項關鍵戰略」之一，目標設定 2050 年電力能源配比中氫能佔比達 9-12%。為此於 2025 年 1 月公布《臺灣總體減碳行動計畫》，提出以氫（氨）

能供應鏈為核心的減碳旗艦行動，旨在強化能源自主與安全，並加速減碳效益。該行動計畫圍繞氫能供給（如穩定綠氨、氫氣進口及開發自產技術）、基礎設施（完備液氨 / 液氫設施、擴大加氫站建置）和氫能應用三大主軸，並輔以政府支持與國際合作配套。目前經濟部成立「氫能推動小組」，聚焦供給、應用及基礎設施；臺灣電力公司於天然氣電廠進行混氫燃燒試驗，2024 年更進一步擴大混氫驗證；國發會亦規劃氫能與天然氣管線混輸。總之雖在發展氫能供應鏈上仍面臨許多的挑戰，包括供應端需建立液化氫輸儲和高壓管線技術，需求端需更強的政策激勵，以擴大應用至交通、煉鐵領域等。囿於天然資源的限制，必須依賴國際合作和進口，因此積極與全球標準及認證制度接軌至關重要。

參考文獻

- 一、日本能源和金屬礦物資源機構 (JOGMEC)，「水素海外公的支援制度動向」，2024/1。
- 二、Argus, 「Argus Hydrogen and Future Fuels」,2024.
- 三、“Global hydrogen market 2025:assessment and recent trends and prospects” ,Cedigaz,2025/4/16,<https://www.cedigaz.org/global-hydrogen-market-2025-assessment/>
- 四、“Global Hydrogen Review 2025” ,IEA,2025/9/12,<https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2025>
- 五、“Global Hydrogen Compass 2025” ,Hydrogen Council & McKinsey Company,2025/9/10,<https://compass.hydrogencouncil.com/>
- 六、“Growing Australia's hydrogen industry” ,DCCEEW,9/2/2025,<https://www.dcceew.gov.au/energy/hydrogen>
- 七、“National Hydrogen Strategies & Roadmaps Tracker” ,The Center on Global Energy Policy(CGEP),7/2025,https://www.energypolicy.columbia.edu/wp-content/uploads/2025/02/H2-Strategies_July-2025.pdf

再生天然氣製造技術之發展

資深石化人 謝俊雄

前言

在今日高度文明的人類社會，天然氣的用途與日俱增，除作為燃料及化學原料，其他出路亦非僅一端，範圍擴及汽車、拖拉機的發動機，還有巨型貨輪、航空器等。

居住熱帶的人們，對「供暖」一詞較為陌生，簡單的說是冬寒時節供應暖氣之意。北方高緯度地區冬季寒冷時期，氣溫可降至負 70°C 或以下，室內如無供應暖氣設施，難以保暖。美國及歐陸國家冬季房間的暖氣供應更不可少，以往使用煤炭或石油作為燃料，近年為實現減碳，改用排放量較低的天然氣。

若干國家或城市配合國際公約，期於 2050 年達成二氧化碳 (CO₂) 淨 - 零排放目標，將供暖鍋爐所產生的二氧化碳，運用「電轉氣 (power-to-gas, P2G)」的製程技術轉化為甲烷 (即合成天然氣，或稱再生天然氣，Renewable Natural Gas, RNG)，有效降低碳排放。

一、供應暖氣兼生產再生天然氣

拜科技進步之賜，空調設備系統能做到冷暖兼具，且作動幾近無聲，由電動發展到氣動，此乃暖氣生產操作時，將燃燒所生成的廢氣 (二氧化碳) 和水電解產生的氫氣 (H₂)，經過反應轉變成甲烷，不但達到脫除二氧化碳目標，也將廢氣變作燃料，可謂一舉數得。

美國紐約市政府於 2019 年通過一項對房地產業產生強烈衝擊法律，規定每排放一噸二氧化碳將處以 268 美元的碳排放罰款。另自 2025 年起超過 25,000 平方英尺的建築必須滿足嚴格的年度溫室氣體排放限值，否則將面臨巨額罰款，對於鍋爐系統老舊的建築，罰款金額可能高達每年數百萬美元。

紐約是大都會，而且歷史悠久，暖氣供應的基礎設施有不少仍採用煤或石油為燃料的舊式鍋爐，要降低二氧化碳排放的工程十分複雜，因此改造或更換大型低電壓系統，既不簡單，也不便宜，諸如電熱泵或全電氣化建築系統等方案的實施，亦面臨重大挑戰，故而電轉氣技術應運而生，成為確實可行的變革技術，其中標準碳素公司 (Standard Carbon) 的碳橋系統 (Carbon Bridge P2G) 利用既有的鍋爐基礎設施，直接捕獲排放的二氧化碳，並利用非尖峰時

段的再生電力，將二氧化碳就地轉化為再生天然氣，使鍋爐能夠持續運行，同時顯著減少碳足跡。碳捕獲和轉化從根本上消除化石燃料的消耗，不需進行破壞性的電氣化項目和電網升級，反而提供經濟、效率高，且符合法規的途徑，可謂利用閒置的再生能源，將其轉化為可儲存、調度的燃料，並與現有基礎設施整合。本質上 P2G 介接傳統建築系統與永續能源未來要求之間的差距，也充分利用非尖峰時段的電力。

由於天然氣消耗具有季節性，碳橋系統必須能夠在暖氣需求較低時儲存二氧化碳，以備之後使用。大多數二氧化碳儲存可以集中進行，並在供暖季節實施輸送，從而減少對場域儲存的需求。

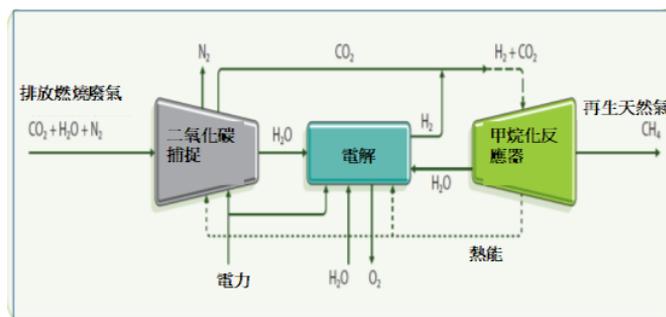
儘管 P2G 方法效率較低，因所需的電力服務容量比平常使用的熱泵法少 50%，但可將電力消耗轉移到非高峰時段，並依靠儲存的能量在高峰需求時充分供暖。

二、電轉氣製程技術操作原理

如前所述，電轉氣技術利用碳橋系統，在既有的鍋爐基礎設施中，直接捕捉二氧化碳排放。此系統利用非尖峰時段的再生電力，將二氧化碳就地轉化為再生天然氣，供鍋爐持續使用，並使碳足跡大為降低，意味不但可以削減二氧化碳的排放問題，同時還將之轉化成再生天然氣，作為供暖工廠的燃料和電力需求。

P2G 電轉氣技術填補間歇性再生能源發電與持續性能源需求間的空白，創造一種可儲存、可調度的燃料，無縫整合到現有的天然氣供應基礎設施中（如圖 1），首先從燃燒廢氣直接捕捉二氧化碳，然後透過廢氣洗滌和單乙醇胺 (MEA) 吸收進行淨化，最終得到高純度的二氧化碳氣流，將之送入甲烷化反應器，得出主成分甲烷。

圖 1 標準碳素公司研發電轉氣技術生產再生天然氣流程圖



資料來源：Decarbonisation magazine，Aug.2025。

二氧化碳淨化的最後一步，是將二氧化碳進行解除吸收的操作，也就是由溶劑中釋放出來，並予以濃縮，供化學轉化。

在二氧化碳捕捉和儲存之過程中，每公噸二氧化碳需消耗約 200 千瓦時的電力，尚未包括解除吸收裝置的熱負荷。熱負荷可由甲烷化過程的廢熱提供，同時由限電或非尖峰時段的可再生電力驅動的電解反應，將水分解成氫氣和氧氣。標準碳素公司研發的設備是採用氫氧化鉀 (KOH) 鹼性電解槽，效率約為 65-70%（以低熱值計算），產出對後續甲烷化反應至關重要的氫氣。

甲烷化反應在沙巴迪爾反應器 (Sabatier reactor) 的設備中進行，於受控溫度和壓力條件下，氫氣和捕獲的二氧化碳起作用，合成甲烷和水，此放熱反應效率很高，而且系統內的廢熱回收提高整體能源利用率，依據產生的再生天然氣的低熱值計算，將電能轉化為甲烷的總轉化效率提高至約 57%。

從數量看，碳橋系統設計輸入功率為 1.3MW，每日可生產約 54MMBtu 管道級再生天然氣，同時捕捉約 3.2 噸二氧化碳，產量可有效地取代等量的化石系天然氣，直接達成如紐約市政府所設定的燃燒相關排放目標，而生產的再生天然氣也符合嚴格的 ISO13686 標準和區域公用事業部門對熱值、甲烷含量及氣體純度的要求，可直接注入當地天然氣管道或現場燃燒，無需對現有鍋爐進行改造。

上述第一座碳橋安裝在 150 千瓦的 Tedom 熱電聯產 (CHP) 裝置，為電動車充電站供電。過程是捕獲熱電聯產裝置排放的二氧化碳，並利用電網供應的非尖峰時段可再生電力，將其現場轉化為再生甲烷，產生的再生天然氣隨後被重新燃燒，作為電動車充電樁供電，形成一個閉合的碳循環，將間歇性再生能源轉化為穩定、高價值的電力。該系統透過利用低成本電力，實現顯著的成本節約，其電力產出價值約為電力投入成本的 5 倍，展現出明顯的經濟可行性與環境效益。

三、實際應用現況

電轉氣的技術在美國紐約市透過一系列部署，從概念走向示範實例，其中紐約市立大學的旗艦試點計畫引領此一進程。該專案利用來自多個燃燒廢氣，整合成閉環系統，捕獲產生的二氧化碳，並透過現場電解和甲烷化，轉化為再生天然氣，及利用非尖峰時段的電力提高效率。

此項技術主要研發者標準碳素公司和紐約市立大學紐約分校計劃在校園蒸汽廠部署更大規模的「碳橋」系統，為學校脫碳和遵守政府法規提供樣板設備。該公司還在紐約市的兩所中學試用「碳橋」系統：一所中學使用學區蒸汽供應，另一所中學則使用燃油鍋爐，體現不同燃料來源和基礎設施之間應用的靈活性。

新技術發展有關健康、環境和安全方面的考量，均遵循紐約市建築規範，尤其是涉及可燃氣體部分。碳橋的設計是在大氣壓力下操作運行，以簡化監理流程，並賦予該技術的應用和標準商用鍋爐相同的許可地位。

與此同時，標準碳素公司也正以「Standard RNG」的品牌，向眾多商業和工業客戶提供場外再生天然氣供應。皇后區的 Morrison's Bakery 是一家知名的工業烘焙店，其產品銷往全美各地，也正在採用場外再生天然氣，以大幅減少碳足跡，從而符合政府 LL97 號法規。另外也有其他商業餐飲公司和工業供應倉庫將採用 Standard RNG，以滿足 LL97 號法規規定的嚴格碳排放降低時間表。

將多餘的再生電力（尤其是在非尖峰時段或低需求時段）轉化為再生天然氣，此種電轉氣技術提供一種長時間的能源儲存方式，而現有電池技術在經濟性和規模性方面都無以匹敵。

另外水是該系統氫氣產出的關鍵投入，雖然目前在紐約市價格合理，但如果水資源短缺導致水價上漲，將會影響其經濟效益。

這些部署的共同點是碳橋技術能夠與現有城市基礎設施整合，利用現有的燃燒廢氣和當地再生電力，提供經濟可行、干擾最小及有效合規策略。

四、風力發電之擴展有助於電轉氣部署

紐約市的再生能源目標得益於大量風力發電項目的湧入，然而將這些資源整合到電網，其規模和複雜性帶來重大的技術和營運挑戰。

紐約獨立系統營運商 (NYISO) 互聯隊列目前有超過 7 吉瓦 (GW) 的風力發電裝置容量，其中包括旗艦海上項目 Empire Wind 1 和 Empire Wind 2，這兩個項目的發電量約為現已關閉的印第安角 (Indiana point) 核電廠的 4 倍，後者一直是紐約市電力供應的基石。不可諱言，整合如此大量的波動性再生能源，必然會引發固有的間歇性和可靠性問題，帶來的挑戰也日益凸顯。

以德國的經驗為借鏡，如果沒有足夠的儲能或備用解決方案，即使積極部署再生能源，也可能導致電力短缺，增加對應付尖峰電力需求的化石燃料發電廠的依賴，尤其是在再生能源供應「低谷期」。紐約市在希望不損害電網穩定性的情況下，實現其因應氣候變遷的目標，就要有相關的因應備案。

因而電轉氣技術發揮至關重要的作用，透過將過剩的可再生電力轉化為再生天然氣，此技術正可提供經濟性和規模上都無法比擬的長時間能源儲存之形式。

為更加理解相對能源平衡，紐約州互聯隊列中的 5GW 風力發電裝置，與 P2G 結合後，能夠提供近 2GW 的全天候基載電力，所產生的再生天然氣，可以儲存在現有的天然氣管道基礎設施中，從而將天然氣管網轉變為能夠儲存數週或數月能量的大型分散式能源儲存系統。這些儲存的再生燃料可以在高峰需求或再生能源發電量低的時段使用，從而有效地緩解間歇性挑戰，充分利用現有的能源基礎設施，避免新建長距離輸電線路或大規模電網擴增帶來的巨大成本和社會或環境影響。

五、克服電氣化瓶頸

在紐約市等城市的降低碳排放計畫中，電氣化已成為最具影響力的建築物碳排放降低智庫，也是市綠色委員會的核心議題。該委員會指出由於電力容量不足，紐約市現有建築中近 50% 的建築無法實現電氣化，此一瓶頸並非空穴來風，而是技術、物理和財務障礙，直接威脅大規模熱泵部署的可行性。要讓這些建築物全面通電，需對數百個街區的電力服務進行大規模升級，包括安裝新的變壓器、供電線和變電站。這些升級通常成本高昂、需獲得大量許可及長達數年的施工期，可謂困難重重，尤其在電線陳舊、建築面積有限的住宅群中，更被認為不切實際。針對上述，P2G 其中的碳橋平台，正可提供顛覆性解決方案。P2G 並非取代現有基礎設施，而是進行增強。透過捕捉燃燒過程中產生的二氧化碳排放，並將其與可再生電力產生的氫氣相結合，經碳橋合成的再生天然氣，用於現有城市鍋爐和既有的天然氣管線輸送系統，不但消除燃燒化石產生的排放污染物，也無需任何電力服務升級、新增散熱器或對歷史建築進行結構改造。

從量化角度來看，此方法的價值顯而易見。例如將一棟 1 萬平方英尺（約 900 平方公尺）的戰前公寓大樓進行電氣化改造，通常需要 100 萬至 200 萬美元，具體花費尚取決於電力升級和熱泵系統的複雜程度。在執行時需長時間關閉部分建築，迫使租戶搬遷，並要嚴格遵守歷史建物保護法規。相較之下，如果安裝碳橋系統，實現以天然氣供應達成減碳目標，成本可能減少一半，而且對環境的干擾和燃料消耗都極小。另 P2G 將現有基礎設施整合到再生能源系統中，使城市、公用事業和工業企業能夠實現氣候目標，在鍋爐、管線、熔爐及網路等方面，估計節省高達數以兆計美元的固定成本，開闢一條經濟可行、技術完善、政治上可接受的零排放之路。

隨著城市綠色組織和研究機構不斷強調電氣化的局限性，越來越明顯的是 P2G 並非一種替代方案，而是一種必需品，能補充並擴展電網的功能，提供長時間的能源儲存，使難以電氣化的產業亦可實現二氧化碳排放減低，並架起連接當今能源現實和未來淨 - 零碳排要求的橋樑。

結語

天然氣的應用領域愈趨擴大，為因應氣候變遷，解決溫室氣體排放的威脅，能源轉型在各項用途方面，正在加緊推動，亦步亦趨，廣泛擴及各項應用領域。特別是產業、交通、車輛、航空、海運和家居生活等，其轉型之方式，基本上是以低碳能源、生質能源與可再生能源等取代傳統上使用二氧化碳排放高之化石能源。

本文以天然氣取代過去煤炭、石油用於都市、社區住宅、大型公共建築等空調設備，燃燒所產生二氧化碳的去除為例，敘述利用可再生電力的電轉氣技術，處理二氧化碳的捕捉、利用和儲存。簡單的說是將二氧化碳捕捉後，與可再生電力電解產生的氫氣反應，生成再生天然氣（甲烷氣），作為綠色燃料使用，不但是一種循環經濟，也是未來達成二氧化碳淨 - 零排放解決方案的選項，可謂一舉數得。

參考文獻

- 一、Decarbonisation magazine, Aug. 2025.
- 二、PTQ Magazine, Gas issue 2025.



綿密管線佈建

點亮能源未來



欣林天然氣公司埔里廠 LNG 衛星站

提供中油公司天然氣之高壓幹管未及之處的居民或工、商業用戶，也能有使用到安全、方便、經濟、環保天然氣的機會。

服務專線 總公司 049-2563002 台中服務處 04-24924760 埔里廠 049-2999176

廣告

歐盟禁制俄羅斯天然氣： 全球市場的新格局與版圖重組

作者 徐瑋成

前言

自 2022 年烏俄戰爭爆發以來，全球天然氣市場經歷前所未見的結構性震盪，能源供應不再為單純的商業行為，已升級至攸關國安與政治影響力，及全球市場穩定性的核心議題。

在此背景下，歐盟為降低俄羅斯在天然氣領域的影響力，逐步推動一系列擺脫俄羅斯依賴的措施，於 2025 年 9 月提出天然氣禁令聲明，規劃 2027 年後完全終結與俄羅斯的天然氣合作，此項聲明象徵歐俄數十年間能源互相依賴的模式正式邁向瓦解，並意味全球液化天然氣 (LNG) 流向將被迫重整，市場競局重新洗牌。

國際天然氣市場具有高度慣性、基礎建設周期長、合約期限動輒 10 年以上的產業，當歐盟選擇斷開俄羅斯供應鏈的一端，勢必會有其他國家承接另一端的出口壓力，而中國的迅速出現，遞出友善的橄欖枝，成為俄羅斯天然氣出口的救命稻草。

從俄羅斯「Power of Siberia 1」的擴量，中俄之間持續的管線議價，至 Arctic LNG 2 在制裁環境下仍向中國輸出，顯示中俄能源合作正朝向更深層的戰略結盟發展。

全球天然氣市場未來將面臨三個根本性問題，歐盟天然氣禁令是否確實能削弱俄羅斯的能源收入？俄羅斯是否能依靠中國彌補歐洲市場的流失？而中俄合作帶來的天然氣流向轉移，又將如何塑造 2025 年後的全球價格與供需格局。

本文將依歐盟政策背景、中俄實際合作及全球市場鏈結進行分析，評估天然氣產業的結構性變化。

一、背景說明：歐盟決議全面脫俄，至 2027 年全面禁制俄羅斯天然氣

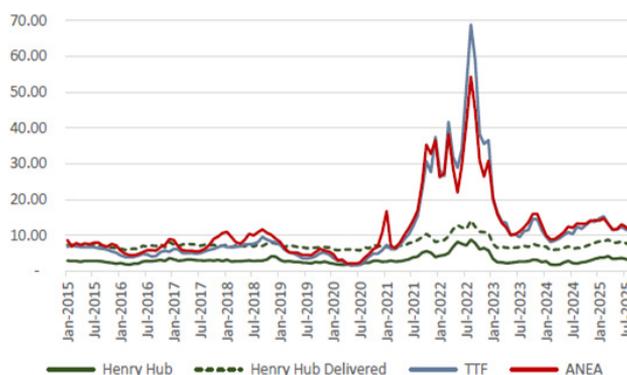
在 2022 年烏俄戰爭前，俄羅斯與歐盟之間的天然氣關係，為典型的「高相互依賴」模式。一方面歐盟長期將俄羅斯視為相對廉價且穩定的管道天然氣 (PNG) 來源，藉由「Nord Stream」、「Yamal LNG」等大型天然氣計畫滿足歐洲工業、發電和民生需求；另一方面俄羅斯同樣

高度依賴歐盟市場做為外匯及財政收入的重要來源。此種互賴多年來被視為「穩定基礎」，即使在克里米亞危機之後仍然維繫，但已埋下地緣政治風險的種子。在烏俄戰爭前，俄羅斯的 PNG 輸出可滿足歐洲市場約 40% 的天然氣需求。

烏俄戰爭爆發後，天然氣穩定供應瞬間崩解。2022 年起俄羅斯透過削減對歐洲的管線供應、調整流量、改變結算貨幣等手段，將天然氣明確做為政治及外交壓力工具。「Nord Stream 1」由滿載逐步降載，最終在技術爭議和政治角力下中斷。此外由德國主導，並與多國大型天然氣企業共同投資的俄羅斯「Nord Stream 2」計畫面臨暫停。對歐盟來說俄羅斯天然氣並非單純的供應風險，已成為國安層級的威脅，促使歐洲各國不得不重新思考過去數十年對俄羅斯能源的結構性依賴。

在 2022、2023 年冬季，歐盟一方面面對國際天然氣價格飆升(如圖 1)和供應不確定性，另一方面則必須在極短時間內提出應對方案。歐盟實施的政策包括規範天然氣庫存儲氣率目標(會員國須在 11 月前達到 90% 儲氣目標)、天然氣共同採購制度、緊急節能措施、對用戶提供補貼與價格干預等，上述措施雖在短期內避免斷氣危機，惟同時凸顯歐盟在管線布局、氣化能力及跨國互聯上的結構性弱點。當時許多國家開始緊急租用或興建浮式接收站(FSRU)，德國更在短時間內開通多個 LNG 接收點。

圖 1 國際天然氣價格指標走勢圖 (2015-2025)



資料來源：OIES。

在初步穩住供應之後，歐盟逐漸將視野從「危機管理」轉向「結構重塑」。一方面透過 RE Power EU 等綜合方案，加強能源效率、加速

再生能源投資、鼓勵燃料轉換與需求調整；另一方面則逐步把政策焦點轉向對俄羅斯天然氣的制度性約束。

2023 年歐盟選擇先從 LNG 船運環節著手，限制俄羅斯利用歐洲港口進行轉運，降低俄羅斯對歐洲基礎設施的依賴，並為後續更全面的禁制鋪路，這些措施看似偏向技術手段，實際上已開始改變俄羅斯 LNG 的貿易路徑，迫使其更依賴直接運往亞洲的航線和船隊。

隨著戰事持續與政治氣氛的凝固，歐盟對於該如何結束對俄羅斯天然氣依賴的討論愈發激烈，對部分高度依賴俄羅斯的中東歐國家而言，完全切斷意味著短期內要承受更高成本和產業壓力，但對北歐及部分西歐國家來說，此舉為減少俄羅斯在歐洲政治影響力的必要代價。

在烏俄戰爭尚未完全結束，同時欲擺脫俄羅斯在能源與政經箝制的政治共識下，歐盟在 2025 年 9 月 19 日提出天然氣禁令成為關鍵轉折點，聲明內容為：

- (一) 2027 年 1 月全面禁止進口俄羅斯液化天然氣 (a full prohibition of Russian LNG imports by January 2027)。
- (二) 取消對「俄羅斯石油公司」與「俄羅斯天然氣工業股份公司」的剩餘豁免 (lifting remaining exemptions on Rosneft and Gazprom Neft)。
- (三) 同時擴大對俄羅斯影子艦隊及其支持者的制裁，包括 118 艘新船 (and expanding sanctions on Russia's shadow fleet and its enablers, including 118 new vessels)。

聲明的核心設計並非立即切斷，而是透過「合約與服務」兩個層面，為歐俄天然氣合作設定一條明確的退場路徑。首先自 2026 年起，歐盟將不再允許成員國與俄羅斯簽署任何新的天然氣採購合約，無論 PNG 或 LNG；其次對現行合約和終端使用權設定最後期限，目標在 2028 年前全面終止所有與俄羅斯相關的長期安排。從此之後俄羅斯將失去在歐洲天然氣市場的長期存在基礎，再也無法仰賴「長約 + 管線 + 基礎設施綁定」的舊模式維持影響力。

對歐盟而言，禁令設計機制具有幾個重要意涵，第一使企業與政府可以在數年內逐步調整供應結構，而非在單一冬季承受全面斷供的衝擊；其次釋出明確訊號給予其他供應國（包括美國、卡達和挪威），使其得以依據預期需求擴充產能與簽署合約；最後在政治層面上，將「脫俄」從短期緊急因應轉向制度化的長期路徑，弱化未來任何政治輪替，導致政策回頭的空間。

歐盟的禁令並非沒有代價，歐盟內部對於能源成本上升、產業競爭力受到壓縮及部分高耗能產業外移的憂慮從未消失。高能源價格在 2022 - 2023 年間對化工、金屬、肥料等產業造成壓力，部分產能往美國或其他能源成本較低的地區遷移，此現象在後續的總體經濟情勢皆有跡可循。

從政策制定者的角度看，成本被視為換取戰略安全與政治自主的必要代價，同樣為將能源議題從「經濟」升級為「經濟 + 安全」雙重考量後的必然結果。

在供應面上，歐盟則同步推進三條主要替代路線，以降低禁令落地後的供應風險。第一為加強與美國 LNG 之合作，藉由靈活的現貨和中短期合約，在冬季需求高峰時快速增加到港貨量；其次與卡達等中東供應國簽署更長期的合約，鎖定未來二十年以上的基礎供應；第三加大對挪威等區域內 PNG 供應的倚重，確保在天候不利或航運受阻時仍具有一定的穩定性。

結合需求端透過能源效率提升、再生能源擴張及工業用氣結構調整，歐盟逐漸從暴露在俄羅斯風險之下的被動買家，轉型為可以主動選擇供應組合的多元市場。

在此路徑下，歐盟對俄羅斯天然氣實際為採取延遲生效，難以逆轉的策略設計：短期不追求完全隔絕，以避免引爆更大的市場與社會風險；中長期則透過禁約和基礎設施重新配置，確保到某個時間點之後，即便政治環境有所變化，也不致遭遇太多困難。

這個政策設計機制使得俄羅斯在未來幾年的出口選項被逐步壓縮，須尋找新的長約買家和穩定市場，而最具規模且願意承接的對象，幾乎自然地指向中國與更廣義的亞洲市場。

歐盟禁令的真正效果，並不在於立刻讓俄羅斯失去出口對象，而為透過明確的時間表和制度約束，將俄羅斯逐出歐洲市場，迫使其重組出口版圖。

二、俄羅斯天然氣東移與中俄天然氣新架構：從 Power of Siberia 至 Arctic LNG 的戰略連結

(一) Power of Siberia 管線計畫成為俄羅斯天然氣出口重心

歐盟禁令之後，俄羅斯能源重心被迫東移和中俄天然氣關係的重塑。在歐盟正式啟動對俄羅斯天然氣的禁制機制後，俄羅斯過往

所依賴的「西向出口」面臨嚴重打擊，原本自西伯利亞一路延伸到中東歐與西歐的龐大管線網絡，被視為冷戰後歐俄「相互依存」的象徵：歐洲透過相對便宜、穩定的俄羅斯 LNG 以支撐工業基礎和民生供暖需求，俄羅斯則透過長期合約換取持續的外匯收入及政治影響力。然而從 2022 年以來，此天然氣貿易體系不再具有可逆性，即便未來政治氣氛出現變化，歐盟已在制度和基礎設施層面「阻斷俄氣」，讓俄羅斯不得不在極短時間內尋找新的出口重心。

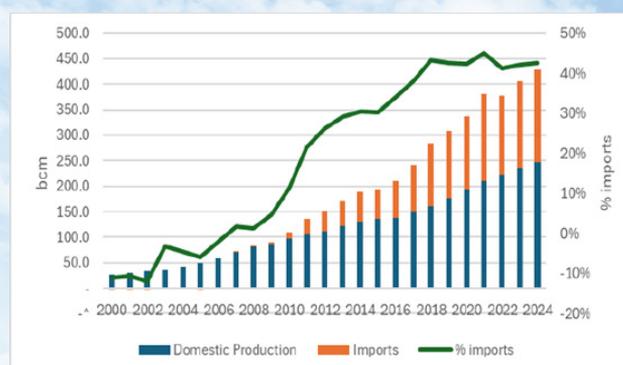
在此背景之下，中國成為唯一具有足夠需求規模、基礎設施潛力及政治意願的候選市場。單從地理和管線布局來看，東亞市場為可以在陸路上承接西伯利亞與遠東氣田出產的天然氣的唯一大型需求中心；同時中國正在推動「煤改氣」、產業升級及空氣品質改善等政策，對天然氣的長期需求具備一定支撐力道。俄羅斯能源戰略的「東移」，並非一個在多種選項間挑選的結果，而為制裁和市場斷裂之後，被迫採取的依賴路徑。

然而此舉並非意味著中國在這段關係中處於同樣迫切的位置，對中國而言，俄羅斯天然氣雖具備吸引力，卻並非唯一支柱。中國政府在過往同步推進多項政策，一方面透過中亞管線與國內產量提高陸路供應的穩定性；另一方面透過和卡達、美國、澳洲等國簽署長期 LNG 合約，加之現貨市場靈活調度以分散風險。

中國在進入與俄羅斯的深度天然氣合作之前，整個進口組合就已呈現「多來源、多合約形態、多價格機制」的狀態，此前置布局，使中國在面對俄羅斯時，並非一定要有俄羅斯不可的壓力，而是有條件把俄羅斯視為一個可談判和可控制風險的供應方。

依天然氣市場數據，中國國內需求在 2024 年超過 4,250 立方公尺（如圖 2），自產天然氣雖然具備一定規模，但市場需求的成長速度高於國內產能，只能持續增加天然氣進口量，從 2024 年天然氣消費約 45% 來自進口來看，顯現為全球第一大天然氣進口國的實力。

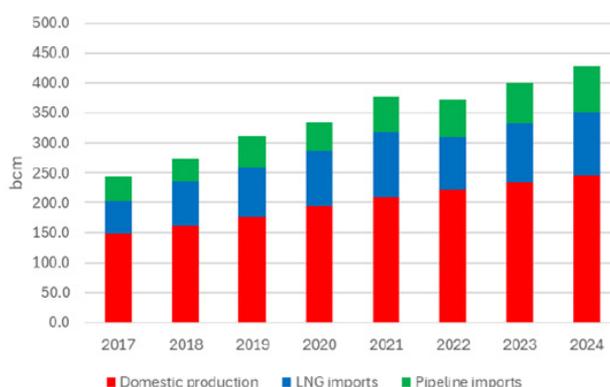
圖 2 中國天然氣生產 / 消費 / 進口走勢圖 (2000-2024)



資料來源：OIES。

中國天然氣進口來源占比，PNG 和 LNG 進口量約 40:60(如圖 3)，PNG 來源除俄羅斯外，亦有來自中亞地區的國家土庫曼。土庫曼受到中國「一帶一路」政策的影響，獲得大量的投資，包含天然氣資源的開發，雖然天然氣出口並非僅有中國，同時出口至鄰近國家(如土耳其)，惟中國為其出口目的的大宗，且享有大量經濟投資，因此在能源貿易上相對依賴中國市場。在此框架下，Power of Siberia 1 (以下簡稱 PS-1) 成為中俄關係轉折的起點。對俄羅斯而言，PS-1 在歐洲天然氣出口崩解後，其重要性逐漸增強，PS-1 的優勢為不受海運制裁與歐洲政策左右的管線計畫，能使中俄在長約下穩定輸氣，對財政和能源輸出為雙贏局面。

圖 3 中國天然氣進口占比走勢圖 (2017-2024)



資料來源：OIES。

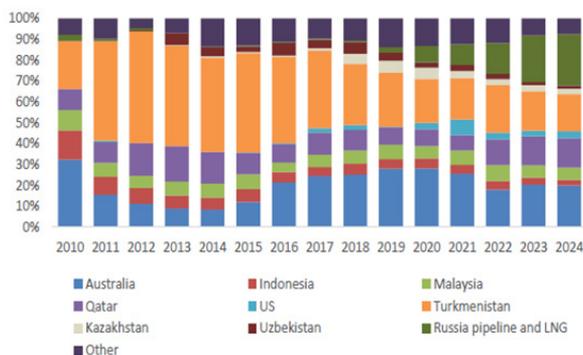
對中國而言，PS-1 提供一種在遠離地緣政治和制裁風險的情況下，獲取長期且穩定天然氣供應之機會，PS-1 絕對非唯一的來源，但可做為降低地緣風險的保險手段。

PS-1 的輸氣量在短時間內的常態階段躍升至接近設計峰值，也反映出俄羅斯在西向出口受阻後，對東向市場的資源重新配置速度。大量原本預備面向歐洲的氣源，被重新納入東向管線規劃，甚至在企業投資與國家政策層面出現「以亞洲為優先」的思維。

俄羅斯天然氣流向的轉變，並不代表中國願意在相同程度上調整自身戰略。以需求端而言，中國的天然氣消費成長在 Covid-19 疫情後並未如預期般再度走高，產業結構的轉變、再生能源的興起和能源效率的提升，使天然氣在整個能源組合中的邊際成長呈現趨緩；在供給端，中國則持續增加與澳洲、卡達及美國等國的長約。

中國在 LNG 採購來源採取多元化策略，而全球 LNG 出口國眾多，可使中國更容易享有絕佳的進口策略組合。中國的 LNG 進口來源包含出口國澳洲、卡達、馬來西亞、印尼和美國等 (如圖 4)，其中澳洲與卡達因地理位置、價格及出口產能具備競爭力，成為最主要的進口來源。美國 LNG 在 Covid-19 疫情後逐漸成為重要的進口來源之一，惟 2025 年川普政府啟動關稅貿易戰後，中美貿易之間的隔閡又被再度拉大，中國大幅度降低來自美國的能源貨物 (如石油、天然氣)，達到近乎零進口之情勢。

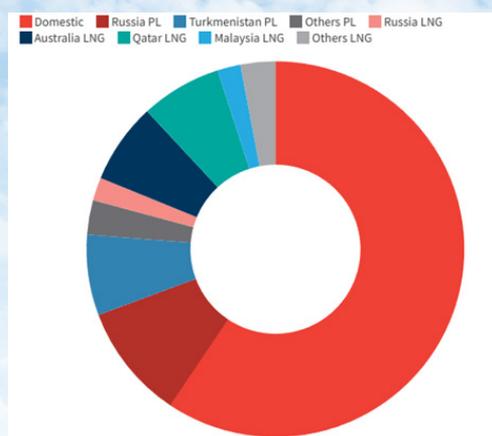
圖 4 中國 PNG/LNG 主要進口來源 (2010-2024)



資料來源：OIES。

雖然中美貿易戰在 2025 年 10 月「川習會」後看似邁向趨緩，雙方皆有針對貿易條款進行讓步 (如農產品)，但項目尚未排除能源商品，中國對美國 LNG 和煤炭徵收 15% 及原油徵收 10% 的報復性關稅，而 10% 的對等關稅仍然有效。在中國政府仍未取消對美關稅，且中美雙方的政治角力情勢尚未明朗下，預期美國 LNG 短期內不會為中國的 LNG 進口選項 (如圖 5)。

圖 5 中國 2025 年天然氣進口來源組合



資料來源：Carnegie。

除天然氣採購採取多元化策略外，中國同樣在儲氣、管網、電力調度等環節提升整體韌性。上述發展使中國在與俄羅斯談判時，有足夠籌碼採取不急於定案的立場，此種差異在 Power of Siberia 2（以下簡稱 PS-2）的談判過程中表露無遺。

對俄羅斯而言，PS-2 是整個天然氣東移戰略的核心工程，並非僅為輸氣管線計畫，實際為處置 Yamal 大型氣田產量，及證明俄羅斯仍有能力在制裁環境下維持出口的解決方案。一旦 PS-2 成形，象徵歐洲的天然氣貿易邏輯已被完整複製至中國市場（如圖 6）。

圖 6 俄羅斯 PS-1、PS-2 天然氣出口至中國市場示意圖



資料來源：OIES。

對中國而言，PS-2 並不具備同等的戰略迫切性，從純商業角度評估，一條輸氣能力可觀、合約期限動輒 20 - 30 年的管線，若未極度具備競爭力的價格與靈活的條款，將削弱整體能源組合的彈性。

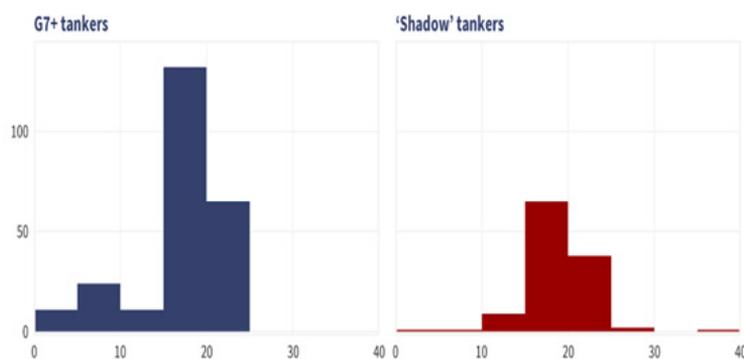
中國政府掌握到隨著全球 LNG 產能未來幾年持續擴張，在產能過剩的情況下，現貨與長約市場都將傾向買方市場，若以偏高的價格鎖定大量 PNG，等於放棄未來利用市場競爭壓低成本的機會。此外中國對自身天然氣長期需求的成長幅度持相對保守態度，不願在需求尚有變數時，即承擔大規模 take-or-pay 的剛性義務。

PS-2 為中俄屢次提及的議題，在雙方政府的公開談話中被視為深化合作的象徵，但實際雙方在此合作上尚未見到太明朗的意向。對俄羅斯來說，時間拖越久越不利，既有氣田的開發和投資回收壓力並不會因制裁而停止；對中國來說時間拉長則越有利，並且全球 LNG 新產能再逐漸擴充後，供應競爭就激烈一些，價格預期更有利，PS-2 的談判條件更往有利的方向傾斜。在時間推移下，雙方的策略選擇自然產生分歧。

(二) Arctic LNG 2 成為俄羅斯天然氣另一個貿易籌碼

俄羅斯並未把所有籌碼都壓在 PNG 輸出，同時逐步強化 LNG 出口做為另一條「東移」手段。俄羅斯受到制裁後不得不建立一套擺脫國際規則的海運出口機制，老舊（超過 20 年）但可用的 LNG 船舶，被投入由非西方保險、第三國公司、複雜持股結構和船對船轉運構成的影子船隊 (shadow fleet) 之中；部分貨物在公海上多次換船，實際來源被刻意模糊，以減少受到制裁機構追蹤的風險，用於順利將俄羅斯原油與天然氣出口（如圖 7），此模式在效率、成本控制和操作透明度上遠不如傳統正規體系，但在極度不利的大環境中，能確實將俄羅斯的天然氣輸出，以維持天然氣出口，並賺取能源外匯。

圖 7 影子船隊船齡分布示意圖



資料來源：CREA。

在此情況下，價格自然成為調節機制，俄羅斯若想讓 LNG 船貨在風險升高、運輸成本增加的前提下仍具有吸引力，提供折扣為良好方案。對於中國和其他亞洲買家來說，降價的 LNG 並非僅有便宜的層面，實質上重塑整個區域現貨價格結構。當市場知悉某一部分的 LNG 長期以低於基準價格的水準存在，其他供應商在談判與報價的空間自然會受到擠壓。中國處於此環境中，得以在長約和現貨之間靈活切換、不同來源進行組合，讓俄羅斯折扣 LNG 船貨成為提升整體議價能力的槓桿。

Arctic LNG 2 的存在，提供另一個角度看待中俄天然氣關係，原本被期待做為俄羅斯北極區新一代大型 LNG 出口計畫，在制裁與技術封鎖下，最終只能以遠低於設計規模的方式運行。

中國與其他亞洲買家雖可從 Arctic LNG 2 接收部分貨物，但從實質數量來看，不足以改變全球 LNG 版圖重塑。同時對中國而言，具備一定的風險，不能視為完全可靠的長期替代來源。

綜合前述的因素，使得中俄天然氣關係呈現微妙的關係，合作規模持續擴大，雙方在管線、LNG、結算貨幣及基礎設施投資上都有越來越多的交集，但在戰略定位上，俄羅斯把中國視為不可失去的主市場，用以填補歐洲能源貿易缺口、對抗制裁、維持產量與經濟安定的關鍵，中國則未將俄羅斯放在必要選項，此不對稱的互動，並不會阻止中俄在天然氣貿易持續成長，但雙方始終會保留一段距離。俄羅斯相對其他天然氣出口國，在國際政治和天然氣產能上與中國契合度高，但同時中國會持續和其他供應國簽訂長約、擴建天然氣接收站、提升儲氣能力及推動替代能源，不會單獨押注在俄羅斯天然氣。

歐洲在失去俄羅斯氣源後，如何重新定位在 LNG 市場中的角色、俄羅斯被迫在折扣和風險之間取得平衡、中國如何在多元供應中拉高議價地位，這些問題將會構成全球天然氣價格、貿易流向及供需格局重組的核心。

三、全球市場平衡新面貌：歐盟禁令、中俄供應鏈與 LNG/ 管線氣流向的重塑

歐盟禁令的推動與中俄天然氣的合作，將會推動全球天然氣市場流向的變化。其中俄羅斯具代表性的大型天然氣計畫勢必為關注的焦點，包含 PS-1、PS-2、Yamal LNG 及 Arctic LNG 2，有機會決定未來全球天然氣價格的波動範圍、流向及主導權。

PS-1 計畫為最早成形且實際運作，最穩定的天然氣計畫，早在烏俄戰爭前就被當作俄羅斯多元出口和中國「煤改氣」政策的一部分。烏俄戰爭與制裁發生之後，PS-1 的角色被迅速放大，不再為中國眾多的氣源之一，而是俄羅斯天然氣輸出東移策略的先鋒部隊。

對全球市場來說，PS-1 的存在有幾個重要意涵，第一把原本可能流向全球 LNG 市場的一部分俄羅斯氣源，鎖定在一對一的雙邊管線關係中，不再透過現貨市場形成價格波動；第二中國在冬季尖峰與 LNG 海運受阻時，擁有相對不受國際局勢影響的供應線，等於替全球現貨市場卸除一部分潛在需求壓力；第三在政治上提供俄羅斯低風險的能源外匯出口途徑。

然而即使 PS-1 的輸氣量增加，並無法完全填補俄羅斯失去的歐洲市場缺口，必需依靠 PS-2 支撐俄羅斯的能源輸出與對天然氣資源的投資。

與 PS-1 主要連接遠東氣田不同，PS-2 為通往俄羅斯北極和西西伯利亞的核心生產區 Yamal 氣田，而 Yamal 當初開發的目的即考量向歐洲供氣而開發。對全球市場而言，若俄羅斯天然氣東移策略成功，代表天然氣重新分配的面貌，原本歐洲在中長期內仍有機會重新接觸到的俄羅斯氣源，將被永久轉向亞洲。

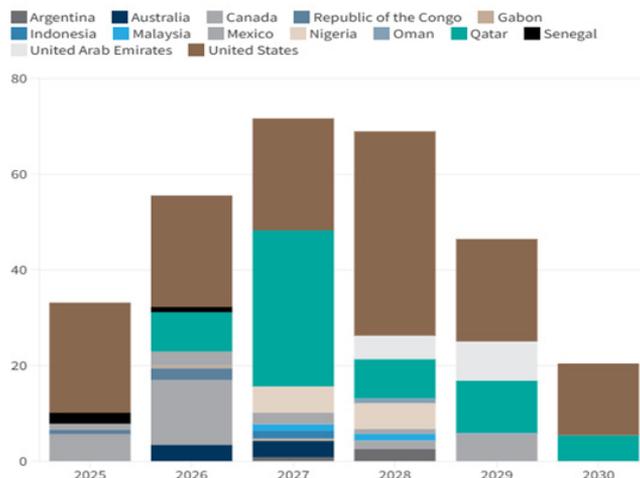
PS-2 現行仍停留政治上存在但商業模糊的情勢，此種未確定性即為全球市場的一個風險因子。當交易商與進口國在預估未來十年的供給時，考量的重點應不離 PS-2 可能落地和長期受阻的情境，一旦 PS-2 落地並滿載運行，在亞洲方面（尤其是中國）的 PNG 供應會顯著增加，對 LNG 的依賴及現貨市場的敏感度就會降低；反之若 PS-2 持續停滯，俄羅斯就不得不在 Yamal 區域更大幅度倚賴 LNG 出口，此舉將會在 LNG 市場與美國、卡達、澳洲等主要 LNG 出口國形成更複雜的競爭情勢。

Yamal LNG 計畫早在烏俄戰爭前就已經運行多年，將北極圈內的資源透過冰級 LNG 船隊輸往歐洲和亞洲，此計畫在技術與輸送領域皆展示俄羅斯將偏遠氣田接入全球 LNG 市場的能力，並在某種程度上降低世界對傳統強國（如卡達、澳洲）的依賴。烏俄戰爭後，歐洲雖然

在政策上決定和俄羅斯切割，但短期內預期仍有一部分來自 Yamal 的 LNG 流入歐洲市場，尤其是在其他供應國產能受阻（擴張暫停/延遲）、現貨市場緊張時（地緣政治/出口廠季節性維修），市場對俄羅斯 LNG 的選擇性使用，將形成微妙的狀態。

Arctic LNG 2 原本被設計為 Yamal 計畫之後的接班對象，意圖放大北極 LNG 的供應能力，強化俄羅斯在全球 LNG 市場的競爭力，然而在技術封鎖與制裁加劇的情況下，Arctic LNG 2 雖然名義上啟動，實際運行遠遠未達設計規模，雖然部分貨物仍然可以出口，但就數量穩定性而言，與原本規劃可改寫市場格局的期待相差甚遠。上述所提落差，對全球而言有兩層意義，其一為全球新增 LNG 供應未如預期寬鬆，某種程度上讓美國和卡達的擴產在未來幾年的影響力更大（LNG 產能擴增如圖 8），其次俄羅斯在 LNG 領域顯然無法完全擺脫國際技術與設備體系的束縛，對於所有考慮和俄羅斯深化合作的買家來說，必須納入風險評估的變數。

圖 8 全球 LNG 產能擴增趨勢圖 (2025-2030)



資料來源：Carnegie。

綜觀俄羅斯的 4 個大型天然氣出口計畫（如表 1），PS-1 將一部分氣源鎖定在中俄雙邊關係中，減少其進入全球現貨市場的機會；PS-2 的不確定性讓未來十年的供給預估增加一道因子，迫使歐洲與亞洲在長約談判中可能須預留空間；Yamal LNG 仍持續運作，但在歐洲的角色越來越受到政治壓力拘束；Arctic LNG 2 則做為原本應存在，但缺席

的大型供給來源。上述 4 個計畫對於俄羅斯天然氣出口與全球天然氣貿易，尤其在價格與數量上具備一定的影響力，尤其對俄羅斯而言，PS-2 和 Arctic LNG 2 能否成功具舉足輕重的地位。

表 1 俄羅斯主要天然氣計畫盤點

專案名稱	類型	產能	啟用年度	市場流向	投資金額	營運 / 擁有者
Power of Siberia 1 (PS-1)	PNG	38 bcm/y	2019	中國	550 - 600 億美元	Gazprom
Power of Siberia 2 (PS-2)	PNG	50 bcm/y	TBD	中國	550 - 750 億美元	Gazprom
Yamal LNG	LNG	16.5 MTPA	2017	歐洲、亞洲 (包括中國、印度、中東)	270 億美元	Novatek(50.1%) TotalEnergies、 CNPC
Arctic LNG 2	LNG	19.8 MTPA	2023	亞洲為主：中國、印度、中東	210 - 230 億美元	Novatek

資料來源：本文整理。

從價格的角度看，此多變局面帶來的最直接影響，為全球天然氣不再由單一地區的供需決定大方向，而是被多個區域的局部條件共同塑造。歐洲失去俄羅斯管線後，對 LNG 的依賴使其價格敏感度提高，但在需求端因高價而出現結構性萎縮，工業用氣不再是過去那般的龐大支撐；亞洲則因中俄合作、多元 LNG 供應及折扣貨的存在，在需求調節上變得更有彈性。PS-1 的運行讓亞洲在面對冬季寒潮和海運衝擊時，減少一部份須立即從現貨市場搶貨的壓力；而 Yamal LNG 及 Arctic LNG 2 的部分供應，則為亞洲買家提供額外的籌碼，平衡與其他供應國的談判。

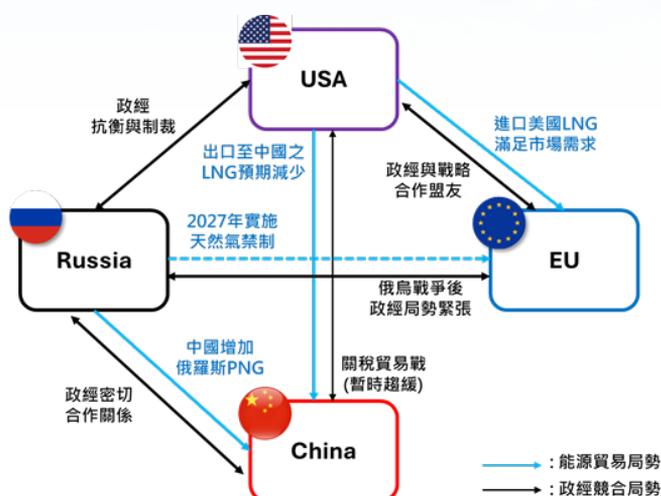
在市場流向方面，新的平衡局勢預期更為明顯。美國與卡達的 LNG 正逐步成為歐洲的主力供應來源；俄羅斯的管線氣和 LNG 則更多被導向中國與南亞；中東與澳洲在亞洲傳統市場的角色雖仍關鍵，但需面對來自俄羅斯折扣船貨及美國新產能的雙重競爭。PS-1 和 PS-2 使得亞洲的 PNG 占比上升，降低部分沿岸國家對 LNG 的依賴；Yamal 與 Arctic LNG 2 則在迫切需求年份、季節提供額外補充，使亞洲進口結構更具層次。

綜觀而言，天然氣在全球版圖層面，正走向一個三角結構。北美與卡達作為 LNG 產能的強權，支撐和影響 LNG 供應的基本盤；中國與亞洲主要進口

國做為需求中心，透過合約和策略決定現貨市場的緊張程度；俄羅斯則介於兩者之間，一方面透過 PS-1、PS-2 與中國建立更深的雙邊連結，另一方面則透過 Yamal 與 Arctic LNG 2 等計畫，在 LNG 市場維持一定影響力。在此新格局裡，中俄之間的天然氣關係不再僅是合作，而是全球市場運作方式的關鍵結構性條件。PS-1、PS-2、Yamal LNG 與 Arctic LNG 2 不但影響市場價格和供應，同時影響天然氣在全球能源轉型中的角色及能源安全議題。

歐盟禁令的實施及中俄天然氣合作關係，將在未來持續牽動各國的政策選擇與企業的投資決策，使全球天然氣市場充滿不確定性，形塑成新的平衡局勢（如圖 9）。

圖 9 歐美中俄天然氣貿易與政經局勢關係圖



資料來源：本文繪製。

結語

歐盟在烏俄戰爭後的能源政策轉向，象徵著全球天然氣市場正式踏入不可逆的重組時代。俄羅斯失去歐洲這個長期穩固的出口支點，使其能源戰略必須在極短時間內重新定位，並把所有可行的資源、路線和計畫轉向亞洲（尤其是中國），此「被迫東移」的重組並非俄羅斯的主動選擇，而是制裁環境與地緣政治推動的結果，即便如此，仍對全球天然氣的供需結構和價格形成深刻而持久的影響。

中國在市場重組的過程中扮演獨特的角色。一方面天然氣需求足以吸收部分俄羅斯產能，使俄羅斯維持必要的能源貿易；另一方面並未因此陷入單一來源依賴，而是透過多元化、中長期合約與市場彈性，成功獲得比過去更大的議

價能力。PS-1、折扣 LNG 船貨及部分北極區域 LNG 的持續流入，使中國得以在市場波動加劇的時段維持進口成本穩定；而在 PS-2 的談判上，中國透過以拖待變的策略維持主導位置，使中俄合作雖然擴大，但不會失衡，此舉讓中俄天然氣合作呈現曖昧不明的狀態，即貿易量擴大，但權力結構不對等，依賴度持續增加，卻非單向。同時歐盟脫離俄羅斯天然氣後，需重新定義市場位置，從管線市場的核心轉成依賴 LNG，安全和成本之間承擔比以往更高的取捨，美國與卡達因而成為新主力供應國，而俄羅斯則從主流市場的中心滑向邊緣地帶，透過折扣 LNG 和影子船隊維持其存在，此種再平衡使天然氣市場不再為單一中心，而是由美國與卡達、中國、俄羅斯三股力量共同牽引的多中心體系。

歐盟禁令、中俄合作與俄羅斯產能重組並非三個獨立事件，而是推動全球天然氣市場重塑的關鍵力量，共同使全球天然氣市場從以歐洲為中心的單軸體系，轉變成一個由多個力量共同牽引的多極化格局，在此格局下，供需不再由任何單一市場決定，而是由多個區域的動態調整所形成的新平衡，雖然市場結構變得更為複雜，但同時更能反映全球能源轉型、地緣政治和市場競爭的現實。

參考文獻

- 一、Aljazeera(2025/9),Russia,China ink deal to build new gas pipeline as they deepen energy ties.
- 二、AP News(2025/9),A murky pipeline deal to send Russian gas to China shows Beijing's dominance in the relationship.
- 三、CNA(2025/11),Commentary:China does just enough to support Russia, same as the West does for Ukraine.
- 四、CREA(2025/11),Monthly analysis of Russian fossil fuel exports and sanctions.
- 五、Carnegie(2025/9),Why Can't Russia and China Agree on the Power of Siberia 2 Gas Pipeline?
- 六、CNBC(2025/9),Russia clinches major new gas pipeline deal with China as West shuns supplies.
- 七、CSIS(2025/9),How the Power of Siberia 2 Deal Could Reshape Global Energy.

- 八、EU(2025/9),Russia:Statement by the High Representative/Vice-President Kaja Kallas on the 19th package of sanctions.
- 九、Forbes(2025/9),Russia's Dramatic Pivot:Gas Pipeline Signals Subordination to China.
- 十、OIES(2025/11),Geopolitics of Gas - The Limits of Leverage.
- 十一、OIES(2025/9),The EU Proposal to Ban Russian Gas Imports:Part 2 - Bringing it Forward.
- 十二、OIES (2025/9),China - Russia:the gas hedge.
- 十三、OIES(2025/7),The EU Proposal to Ban Russian Gas Imports: roadblock more than roadmap.
- 十四、Oil Price(2025/9),Arctic LNG 2:How China Revived Russia's Frozen Gas.
- 十五、Oil Price(2025/9),Europe Moves to Cut Russian LNG a Year. Sooner.
- 十六、Oil Price(2025/9),Cheap Russian LNG Keeps Flowing Despite EU Promises.
- 十七、Oil Price(2025/9),China Continues to Import Sanctioned Russian Arctic LNG Cargoes.
- 十八、Oil Price(2025/9),Russia-China Gas Deal May Seal New Gas World Order.
- 十九、Oil Price(2025/9),Russia and China Cement Alliance with New Gas Pipeline.
- 二十、Oil Price(2025/7),China Ditches U.S. LNG as Russian Pipelines and Domestic Output Surge.
- 二一、Reuters(2025/10),Russia's pipeline deal with China seen taking a decade to boost exports.
- 二二、S&P Global(2025/11),US-China tariff cuts exclude key energy commodities:LNG, crude oil and coal.

羅馬尼亞天然氣的現在與未來

作者 高永謀

前言

2022年2月烏克蘭、俄羅斯爆發全面戰爭，全球能源、糧食市場皆為之震動。烏俄戰爭已延宕逾3年，雖然美國、歐洲國家持續強化干預力道，但迄今依然見不到終戰的曙光，讓原本高度依賴俄羅斯天然氣的歐洲國家，紛紛另闢氣源，以免有「斷氣」之危。

歐洲國家進口天然氣「轉單」的受惠國，較受注目者為卡達、美國、挪威，較少獲得青睞者為羅馬尼亞、阿爾及利亞。其實除挪威、俄羅斯兩大天然氣生產國，羅馬尼亞也是少數天然氣可自給自足的歐洲國家，未來更可望是其他歐洲國家重要的天然氣供應國之一。

一、因石油而翻身、因石油而遭災

羅馬尼亞位於東歐，瀕臨黑海，鄰國有烏克蘭、匈牙利、摩爾多瓦、保加利亞、塞爾維亞等國。有些地理學家界定羅馬尼亞，位於東歐與巴爾幹半島的連接處，或將之劃歸巴爾幹半島，並稱其為巴爾幹半島上人口最多、面積最大的國家。

在歷史上，歐洲若干國家都自稱是羅馬帝國的繼承者，如曾被法國哲學家譏諷「既不神聖、也不羅馬、更非帝國」的神聖羅馬帝國，連沙俄都自稱「第三羅馬」；但在今日國名與羅馬有關聯者，僅羅馬尼亞一國，原意為「羅馬人的地方」，該國人亦自稱是羅馬人的後裔。

大多數東歐國家的主要民族都是斯拉夫族，連反目成仇的烏克蘭、俄羅斯，也同屬斯拉夫民族，宗教信仰、文化習慣相近，也曾同為蘇聯的加盟共和國。但羅馬尼亞、摩爾多瓦兩國的主體民族，同為羅馬尼亞族，其是否為羅馬人的後裔，歷史學家尚有爭議，但其語言確較接近拉丁語系。

羅馬尼亞在19世紀中葉前尚是個農業國家，1840年後發現石油礦藏，並引進採油設備，開啟石油工業，此後一度是歐洲最大的產油國，

石油工業也曾躍居主力產業，但「匹夫無罪、懷璧其罪」，因石油而翻身，亦因此蒙受諸多不幸。

二、歐洲列強為石油拉攏羅馬尼亞

20 世紀的兩次世界大戰，歐洲國家皆是主力參戰國，羅馬尼亞也成為不同陣營爭相拉攏、爭奪的目標。在第一次世界大戰前，羅馬尼亞石油產業的主力投資者，亦是德國、英國、美國等國，德國石油公司更曾取得羅馬尼亞石油公司的控制權；戰後羅馬尼亞經濟幾近崩潰，靠著大舉借貸外債，才勉強保住石油工業，最大客戶依然是德國，其次為法國。

第二次世界大戰期間，羅馬尼亞先於 1940 年 11 月加入軸心國，成為德國、義大利的盟友，更是德國最倚重的「油庫」。目的無他，羅馬尼亞為的是尋求德國保護，對抗節節進逼的蘇聯，並試圖藉德國的力量，奪回先前被蘇聯吞併的領土。

然而此舉無異與虎謀皮，隨著戰爭局勢逆轉，軸心國優勢盡失，同盟國已勝券在握。戰爭後期的 1944 年羅馬尼亞發生政變，並從軸心國陣營轉換至同盟國陣營，但蘇聯也佔領羅馬尼亞，並扶植共產黨政權。

在第二次世界大戰後，羅馬尼亞被蘇聯強行納入華沙公約組織（Warsaw Treaty Organization），並成為蘇聯的鄰國；幸而羅馬尼亞未如烏克蘭般，被蘇聯兼併，雖淪為其附庸國，且曾被蘇聯佔據部分領土，但仍保持獨立國家型式。蘇聯解體後，因烏克蘭獨立建國，羅馬尼亞未與俄羅斯接壤，國防壓力得以大幅減輕。

三、烏克蘭為其天然氣重要出口國

羅馬尼亞在陸地和領海皆有豐富的石油、天然氣礦藏，雖然與美國、俄羅斯等能源大國相較，蘊藏量難以相提並論，卻是該國經濟振衰起敝的命脈；曠時日久的烏俄戰爭，更可能是其石油、天然氣工業再現榮景的關鍵。

從當下到可見的未來，烏克蘭都將是羅馬尼亞天然氣的重要客戶之

一。在蘇聯解體後，因烏克蘭境內有大量以俄語為日常生活語言的俄羅斯族，還有若干習慣使用俄語的非俄羅斯族，尤其東部、南部省分與克里米亞半島，俄語人口比例甚高，諸多民眾政治態度亦頗為親俄，引發俄羅斯覬覦，兩國衝突未曾停歇。

2008年12月烏克蘭、俄羅斯便因天然氣而發生齟齬，俄羅斯向烏克蘭索討24億美元天然氣欠款遭拒。2014年2月俄羅斯終於露出獠牙，吞併克里米亞半島，當時烏克蘭總統遭國會罷免，逃亡至俄羅斯。

2014年4月俄羅斯片面撕毀合約，將售予烏克蘭的天然氣價格，調回每1000立方公尺485美元，並要求烏克蘭預付天然氣款項，否則將再次「斷氣」，迫使烏克蘭自2015年11月起不再向俄羅斯購買天然氣。

四、羅馬尼亞天然氣受惠烏俄戰爭

自2014年烏俄交惡後，烏克蘭即致力能源的節流、開源。在節流上，仿效其他歐洲國家的能源政策，訂定法規強制國內所販售的汽油，都得添加3%至5%的酒精，2016年比例更增至5%至10%。在開源上，積極擴張再生、綠色能源發電容量，以增加自主能源比例。

先前天然氣是烏克蘭賴以發電的重要能源，因自身蘊藏量不豐，僅能支應該國約25%的消耗量，約40%購自中亞國家，約35%購自俄羅斯。為解迫在眉睫的「缺氣」危機，除積極尋找新的來源，也不得不向周遭國家（如羅馬尼亞）購買。

近年來美國開採頁岩氣（shale gas）技術，有突破性的發展。烏克蘭亦研擬探勘、開採頁岩氣的計畫，寄望引進相關技術，以增加天然氣生產量，降低對進口的依賴。如今烏俄戰事擴大，計畫恐難付諸實現。再者有些國家從俄羅斯購買天然氣，加價賣給烏克蘭，導致購買成本大幅成長，經濟發展雪上加霜；但周遭國家自身也是天然氣進口國，可轉售的數量有限，另闢氣源與開發新能源，仍是烏克蘭在能源上的最大課題。增加購買羅馬尼亞的天然氣數量，當是最佳救急選項之一。

五、朝「東歐能源中心」目標前進

隨著不斷發現新的天然氣礦藏，羅馬尼亞天然氣生產量仍持續增加中，年開採量約 800 億立方公尺。但羅馬尼亞為確保自身能源安全，迄今尚未中斷自俄羅斯進口天然氣，特別是天然氣消耗量較高的冬季，仍得進口約 20% 消耗量的天然氣，故尚有剩餘的天然氣，可販售烏克蘭。

近來羅馬尼亞持續開採天然氣礦，而黑海的 An、Doina 兩塊天然氣田，已進入量產階段，獲得美國私募基金公司凱雷投資集團（Carlyle Group）與歐洲復興開發銀行（European Bank for Reconstruction and Development, EBRD）的資金支持，並由此兩家企業營運，負責開採業務則是黑海石油及天然氣公司（Black Sea Oil & Gas, BSOG）。此計畫若成功，初期黑海石油及天然氣公司每年約可開採 10 億立方公尺的天然氣，約等同於羅馬尼亞年消耗量的 10%，將是羅馬尼亞能源獨立、自主的最後一塊拼圖，預計約可開採 10 年。

除此同位於黑海的 Neptun Deep 天然氣田，將於 2027 年開始量產，其儲量約 1000 億立方公尺，未來年產量將可達 80 億立方公尺，不僅使羅馬尼亞成為歐盟最大的天然氣生產國之一，並可望就此躋身淨出口國之列，更積極朝「東歐能源中心」的目標前進。

六、將與保、希建構「能源走廊」

羅馬尼亞鄰國之一的匈牙利，長期被視為立場親俄，雖仍高度倚賴從俄羅斯進口天然氣，且進口量屢創新高，但現也積極尋求改變。2025 年匈牙利與跨國能源巨擘殼牌集團（Shell）簽訂 10 年期的天然氣供應合約，也與羅馬尼亞簽署協議，預計透過連接兩國的管道，每年從羅馬尼亞輸入約 26 億立方公尺的天然氣。

為未來可能減少自俄羅斯輸入天然氣著想，匈牙利更與羅馬尼亞、保加利亞、斯洛伐克、亞塞拜然等國共同簽署備忘錄，以期天然氣通有運無，同蒙其利。

位於羅馬尼亞國境以南的保加利亞，也曾是蘇聯附庸國、華沙公約組織成員國，因地利之便，早已是羅馬尼亞天然氣的固定客戶之一。為抵制俄羅斯天然氣，並協助烏克蘭重振經濟，透過連接各國的天然氣管道，羅馬尼亞、保加利亞、希臘等國將建構「能源走廊」，從土耳其等國輸入天然氣。

此「能源走廊」向北延伸至匈牙利、奧地利，往西則延伸至北馬其頓、波士尼亞與赫塞哥維納等國，使南歐國家的天然氣管道與中歐國家天然氣管道接軌，有助於這些國家擺脫對俄羅斯天然氣的高度依賴。

七、中歐國家深化天然氣合作關係

另一個前蘇聯附庸國、華沙公約組織成員國波蘭，雖未毗鄰羅馬尼亞，但距離並不遠。對俄羅斯長年滿懷戒心的波蘭，決定積極深化與羅馬尼亞的合作，特別是能源與基礎建設領域。波蘭現正興建一條跨越斯洛伐克、匈牙利，連通羅馬尼亞的天然氣管道，拉抬自羅馬尼亞輸入的天然氣量。

值得一提的是，推動開採羅馬尼亞 Neptun Deep 天然氣田的企業，除該國本土石油天然氣企業 Romgaz，還有外資奧地利國家石油天然氣集團（sterreichische Minerallverwaltung Aktiengesellschaft, OMV）。OMV 更與德國企業 Uniper 簽署協議，未來將轉售羅馬尼亞天然氣至德國。

原本身處西方國家敵對陣營的羅馬尼亞，現已成為西方國家陣營的一員。2004 年 3 月羅馬尼亞加入北大西洋公約組織（簡稱北約組織，North Atlantic Treaty Organization, NATO）；2007 年 1 月羅馬尼亞獲准加入歐盟（European Union, EU），正式成為會員國。

2025 年 1 月羅馬尼亞加入申根區（Espace Schengen），成為申根公約國的一員；申根區指履行 1985 年盧森堡申根鎮〈申根條約〉的國家和地區，與歐盟國家大致重疊，還包括挪威、瑞士等非歐盟國家。此後羅馬尼亞將解除陸、海、空邊境管制，成為無邊界的自由履行區域。

八、淘汰燃煤目標年度被迫向後延

成為歐盟、北約組織的會員國，猶如讓羅馬尼亞加入「贏者圈」，經濟發展可望再上層樓，國防亦有後盾可支撐。不過有利益就得付出代價，羅馬尼亞得遵守歐盟的環保法規，逐年降低使用化石燃料的比例，包括天然氣，改以再生能源為主要能源；雖然目標明確，但能源轉型的難度卻甚高。

目前羅馬尼亞的能源來源堪稱多元，電力來源包括燃煤、核能、水力、天然氣、再生能源等；不過受限於能源基礎設備升級速度緩慢，淘汰燃煤的速度低於預期，目標年度將被迫向後延宕。

原本羅馬尼亞已承諾歐盟，將逐年淘汰褐煤（lignite，燃煤的一種，歐洲主要煤種），改用其他能源；但此承諾已不可能兌現，羅馬尼亞只得更弦易轍，延後淘汰褐煤的年限。不過為達成歐盟 2050 年碳中和（carbon neutrality）的目標，羅馬尼亞亦積極發展綠色能源，成效最卓著者，當屬太陽能。

雖然緯度不低，羅馬尼亞日照尚稱充足，該國東部、中部、西部與東南部地區每年約有 210 天日照，適合發展太陽能產業。2021 年時太陽能已約佔羅馬尼亞能源總供給量的 7%，羅馬尼亞政府預估到 2030 年太陽能與其他再生能源的佔比達到 30.7%，天然氣等化石能源佔比則將下降。

九、積極量產生物甲烷取代天然氣

除太陽能，昔日被迫「冰封」多年的羅馬尼亞水力發電計畫，最近終於得以「解封」。2025 年 3 月羅馬尼亞能源部長宣佈，將啟動 10 個水力發電計畫，以強化國家能源安全，總裝機容量高達 700 兆瓦，讓歐洲第 2 大河的多瑙河穿越的國度，朝淨零排放的目標再進一步。

只是地球溫室效應影響愈來愈大，雖讓羅馬尼亞太陽能產業受惠，但水力發電計畫完成時間可能就得一再延宕。近年來羅馬尼亞乾旱頻傳，各條河流的水位直線下降，諸多村莊居民飽受無水之苦，連民生用水都告急，水力發電也只能暫時擱置。

除此雖然羅馬尼亞鄰近烏克蘭，對車諾比（Chernobyl）核電廠災變感受深刻，但為淘汰高污染的化石能源，已決定興建新核能電廠。2025 年在羅馬尼亞國營核能公司 Nuclearelectrica 的主導、美國進出口銀行（Export - Import Bank of the United States）的金援下，規劃在該國首都布加勒斯特（Bucharest）西北方約 90 公里處，興建採用美國技術的小型模組化核電廠。

面對其他能源的挑戰，羅馬的天然氣企業亦積極尋求新的生路。自 2024 年起黑海石油及天然氣公司計劃與該國最大的牛奶生產商 DN Agrar 攜手，共同開發生物甲烷生產設施，生物甲烷化學成分與天然氣相近，可使用天然氣相關設備，現已視為其替代能源。

生物甲烷即純化後的沼氣，而沼氣多由微生物分解動物糞便、農業廢棄物、食品廢料所產生，因混有二氧化碳等無法燃燒的雜質，需要進行純化，以去除二氧化碳。生物甲烷性質一如天然氣，又稱「可再生天然氣」，可用於發電、取暖，並充當瓦斯，問題在於產量難以迅速提升，即使羅馬尼亞是農產、畜牧大國，開發生物甲烷生產設施，初期尚難大幅改變該國的能源結構。

結語

無論時局如何變化，在可見的未來，羅馬尼亞邁向能源自主、多元化的方向不變，在能源結構中，天然氣依然舉足輕重，角色應是主力能源轉型時期的頂梁柱，在逐步被綠色能源取代及汰換的速度可能比預估的更加緩慢。

參考文獻

- 一、臺灣經貿網，〈商情快蒐〉（2022 年）。
- 二、行政院經濟部國際貿易署資訊網，〈匈牙利與羅馬尼亞簽署天然氣安全協議以增加能源供應〉（2025 年）。
- 三、行政院經濟部國際貿易署資訊網，〈羅馬尼亞首座小型模組化核電廠開發案〉（2025 年）。
- 四、農業剩餘資源資訊平臺，〈農業廢棄物大變身，羅馬尼亞首座 15MW 生物甲烷廠計劃開跑〉（2025 年）。

微電腦瓦斯表的三大安全遮斷功能

1 漏氣遮斷:

瓦斯流量異常增加,可能是因為管線脫落漏氣了,瓦斯將會自動遮斷。



2 超時遮斷:

當瓦斯使用超過設定時間,可能是忘了關火,將自動遮斷瓦斯避免釀災!



3 地震遮斷:

發生5級以上的地震時,使用中的瓦斯就會自動遮斷!



有效強化居家安全!

相較於傳統機械式瓦斯表,微電腦瓦斯表能主動偵測異常並執行遮斷,有效預防因瓦斯外洩引發氣爆、火災等事故。



廣告

大地的天然瓦斯氣息—— 臺灣的泥火山

臺灣中油公司探採研究所前所長暨中國文化大學地質系兼任副教授 翁榮南

前言

地下生成或蘊藏的天然氣及石油溢出地表形成油氣苗（又稱油氣露頭），是重要的油氣徵兆，臺灣各地多有氣苗的發現紀錄，氣苗多因在水中發生氣泡冒出而被發現，最顯著的天然氣體溢出現象在泥火山。泥火山是地層中的天然氣伴隨泥漿間歇或持續不斷噴出地面堆積所形成，形貌各異，常為錐狀小丘或泥盾，泥漿水分多時呈一窪地水塘，噴發的天然氣點火可燃。臺灣泥火山主要分布於西南部及東部的泥岩地區，多沿斷層線分布，以臺南市龍崎區及南化區、高雄市田寮區及燕巢區最多，東部海岸山脈西南段亦有。

一、泥火山的生成

泥火山的生成要件包括可燃燒的甲烷氣體、地下水、泥岩及流通的路徑，缺一不可，單有氣體而缺少水或泥岩無法形成泥火山，如臺南南化、屏東恆春東門城外的出火和關子嶺的水火同源。

臺南、高雄古亭坑泥岩、墾丁、花東利吉泥岩地層，若有斷層或背斜構造將是形成泥火山的有利條件。背斜構造地層向上拱隆，外形如倒蓋的碗，軸部區域受到張力較大，因而容易發生破裂產生裂隙，瓦斯氣體逐漸外逸。水、氣累積至某一程度，造成強大壓力使得地下水上湧，若經過厚層的泥岩區混合產生泥漿，噴出地面便形成泥火山，斷層破裂帶提供流通管道，則能衝出地表形成噴氣或噴泥漿的現象，因為必需累積到一定的量，較大型猛爆性泥火山的噴發常是間歇性。泥火山的成因要件包括：

（一）原動力天然氣體：

氣體如甲烷、乙烷、丙烷等碳氫化合物主要來自沉積岩中的有機物埋藏受熱分解，地底的氣體經過一定的時間累積後，形成巨大的壓力，是泥火山的動力來源。

(二) 流體通道裂隙及斷裂面：

岩層中的裂隙及斷裂面常可以形成泥火山噴發的通道，和大地構造運動息息相關，如斷層作用、褶皺作用等。臺灣地處歐亞大陸板塊及菲律賓海洋板塊的交界處，地質構造運動發達，斷層與褶皺構造遍布全島，有利於泥火山發生，臺灣西部泥火山主要分布在古亭坑背斜軸及旗山斷層上。

(三) 泥岩地層岩性：

臺灣西南部和東部海岸山脈南段兩區，地底下分別有厚達 2000 公尺的下部古亭坑層（相當於南化層）泥岩及 1000 公尺利吉層泥岩，成為泥火山的主要分布區。

(四) 充沛的地下水源。

二、泥火山形貌

泥火山的形貌受噴發泥漿黏稠度的影響，分成 5 種類型：

(一) 噴泥錐：

泥漿黏稠度高，常形成高數公尺的錐狀土丘，噴泥口直徑約數十公分，邊坡陡峻，常大於 20 度，如高雄燕巢烏山頂的泥火山。

(二) 噴泥盾：

噴泥口的直徑 50 公分以上，由於邊坡介於 5 度至 20 度之間，不若噴泥錐急陡的邊坡，外形像盾狀丘，如臺東雷公火泥火山。

(三) 噴泥洞：

噴泥口小，多在 30 公分以下，常出現在稻田、溝渠、山坡上、樹根下的洞穴，如烏山頂草叢旁。

(四) 噴泥盆：

噴泥口的直徑 50 公分至 2 公尺之間，邊坡非常平緩，約在 5 度以下，外形像是盛滿水的臉盆，如月世界小滾水泥火山。

(五) 噴泥池：

噴泥口不大，但所噴出的泥漿非常稀，常在窪地處形成直徑 10 公尺以上的泥池水塘，如大滾水泥火山。

三、臺灣的泥火山

臺灣的泥火山主要分布在新生代末期第三紀上新世至第四紀更新世的地層內。早在 18 世紀，臺灣便有泥火山噴發的紀錄，至日治時期開始有較完整的紀錄和相關油氣探勘研究。石再添教授 (1967 年) 首次對臺灣陸域泥火山進行系統性調查與分類，統計出活動中的泥火山共約 64 座，分布在 17 個活動區。

綜合王鑫 (1988 年) 等多位學者根據泥火山的分布，分成古亭坑背斜、旗山斷層、高屏海岸平原和東部海岸山脈西南段等 4 個泥火山構造活動區，各區泥火山敘述如下：

(一) 古亭坑背斜泥火山構造活動區：

- 1、臺南市南化鹽水坑噴泥池：位於南化區玉山里鹽水坑後堀仔溪南岸河床的果園內，地點偏僻，屬西部麓山帶丘陵全新現代積層，岩性是砂、礫石、黏土，持續冒泡的圓形水池，為固定噴發口定時定量噴發，有別於萬丹、蔦松等地的泥火山。此泥火山一年約噴 3、4 次，噴泥時冒泡與噴泥量劇烈，周圍瀰漫一股油氣味，因氣體持續由池中逸散，造成池水不斷冒出許多細小氣泡，但水色偏濁泥量已趨少，據當地農民表示噴發後幾天池中的水會瞬間吸入地底，成一乾枯的凹洞，深約 6 公尺；南化山區過去在日治時期曾有鑽探油氣。
- 2、左鎮鹽水坑泥火山區：又名左鎮滾水窩，位於臺南市左鎮區菜寮溪上游的古亭坑泥岩河谷中，包括菜寮溪、鹽水、沄水坑等，土壤鹽分高，故有鹽水坑之地名，位置偏遠，規模不大。沿南 171 公路南行，遇青瓜寮農路東轉直行約 1.5 公里，滾水窩噴泥池位於道路旁，呈一噴泥池的地形。
- 3、龍船窩泥火山區：位於臺南市龍崎區，屬噴泥洞與噴泥盾，規模小。
- 4、烏山頭泥火山區：位於高雄市內門區。
- 5、大滾水泥火山區：位於高雄市田寮區古亭村。大滾水噴泥池屬於規模較大的泥火山，四周布滿竹子和樹林。泥火山噴泥口的位置在一座直徑約 50 公尺的池塘中央，有兩個較旺盛的噴泥口，不時傳來如水的沸騰之聲，故名滾水 (如圖 1)。

圖 1 高雄田寮大滾水噴泥池



資料來源：莊文星，2010 年。

- 6、小滾水泥火山區：位於高雄市田寮區崇德村，著名的月世界風景區附近。有噴泥盾、噴泥盆及過渡或多變化的泥火山地貌，噴出的泥漿由缺口流出成為一大片之泥流（如圖 2）。

圖 2 高雄田寮小滾水噴泥盆



資料來源：莊文星，2010 年。

（二）旗山斷層泥火山構造活動區：

- 1、小份尾泥火山區：位於高雄市杉林區新庄村，高 1 公尺的噴泥錐和直徑數公分的小噴泥口。
- 2、南勢湖泥火山區：位於高雄市田寮區七星村，僅有一座噴泥盆，噴泥盆內有二個噴泥口不停的冒出泡泡，但噴泥量和規模都很小，無開發價值。
- 3、千秋寮泥火山區：位於高雄市燕巢區東側的金山村。高雄大崗山東方的中寮山，原名烏山，烏山嶺西側是旗山斷層，屬田寮區及燕巢區，形成許多泥火山，以南端千秋寮附近最多。千秋寮山頂的滾水沫面積大如湖，又名滾水湖，1957 年因小說劇情被稱作養女湖，是臺灣海拔最高、面積最大的噴泥塘，1960 年代直徑約 50 公尺，有 3、4 個噴泥口，所噴泥漿常有一個人高，

聲響很大。泥漿噴的天然氣，燃燒成熊熊火焰，是奇特景觀。1993 年後養女湖淤積縮小，直徑不到 2、3 公尺，山路荒蕪。縣政府為發展觀光，在養女湖西南方山腳下 400 公尺處的竹林中找到一個噴泥盆，稱為「新養女湖」，與附近的雞冠山、新太陽谷、烏山頂泥火山自然保留區，合成一條旅遊線，開車道立路標，成為新的泥火山觀光景點 (如圖 3)。

圖 3 高雄燕巢新養女湖泥火山



資料來源：作者攝於 2012 年。

新養女湖泥火山和烏山頂泥火山同位於中寮山山脊南端西側的帶狀惡地邊緣，但不在自然保留區範圍，包括一個大且典型的噴泥盾及一個噴泥池，其中外型為盾狀的泥火山的噴發活躍度為旗山斷層之最，依過去的測量數據平均的氣體噴發量為每秒 27.06 立方公尺，最大值可達每秒 53.95 立方公尺，同時由於大量的氣體溢出，若於噴出口上方點火燃燒現象可達數 10 秒之久，產生水火同源的特殊景觀，是臺灣持續性活動泥火山中最猛烈者之一。

4、烏山頂泥火山區：位於高雄市燕巢區金山村旗楠公路（臺 22 號）旁的深水里與金山里交界的稜線上，新養女湖南方約 1 公里，原叫榔埔，地處國立高雄師範大學燕巢校區的後方丘陵上，原貌保持完整，是臺灣所有泥火山區中噴泥口最密集，且噴泥錐最發達的地方，民國 81 年公告為自然保留區，面積約 4.89 公頃，面積雖小，卻是活動頻繁的地質景觀（燕巢區烏山段 21 號），位在一寬 150 公尺，長約 200 公尺的平臺上，海拔高度 175 公尺。1960 年代時有 6、7 個火山錐（滾水尖），最高有 5 公尺，後來剩 2 至 4 個滾水尖，常只 1 個或 2 個在噴泥漿，會移動，也會復活。噴泥口直徑最大時有 1 公尺，是很珍奇美麗的天然景觀。噴出的泥漿濃稠度高，形成漂亮且壯觀的錐狀泥火山，此外尚有噴泥洞、盆泥池等特殊地質景觀。

烏山頂泥火山區最高大的泥火山，高約 3.5 公尺，坡度約為 50 度，是一座標準又漂亮的噴泥錐，大約每隔數秒鐘即噴發 1 次濃稠的泥漿，沿著錐面流下後形成的舌狀或大片泥流，影響的範圍可達直徑 70 公尺 (如圖 4)。泥漿溢流地面乾燥後，就龜裂成美麗的自然地景，這座噴泥錐的東邊 50 公尺處另有座高約 3 公尺的噴泥錐。

圖 4 高雄燕巢烏山頂泥火山



資料來源：作者攝於 2009 年。

烏山頂泥火山是臺灣地區噴泥活動密集且噴泥口固定，由於位置易於到達，加上噴泥頻繁，吸引遊客大量至此參觀，而有人為活動破壞自然地景的顧慮，但近來研究發現泥火山具有自我保護與毀滅的機制，只要非蓄意且嚴重的破壞，泥火山能夠自我修復受到人為毀損的部份。

- 5、奧深水泥火山區：平緩山丘斜坡上有兩個錐狀泥火山丘相鄰而立，泥漿稠度高，向外流數十公尺之遠。
- 6、深水泥火山：位於高雄市燕巢區深水村烏山巷，在深水的高雄師範大學校區內有 3 個泥火山，主要沿著深水斷層線發育 (如圖 5)。

圖 5 高雄高師大深水泥火山監測



資料來源：作者攝於 2006 年。

(三) 高屏海岸平原泥火山構造活動區：

1、潔底山泥火山區：位於高雄市彌陀區東北方的泥火山，原先的噴泥口非常大，軍方考量安全及工事等因素，用水泥磚塊將噴泥口圍成圓形，並把泥流由溝渠導入山溝中，已不見天然的噴泥口。

潔底山地區在地質上屬於泥岩區，周圍可見蝕溝發達的泥岩惡地地形，過去因與國軍機場相鄰而劃為軍事管制區，一般遊客無法進入，直至民國 96 年交由彌陀鄉公所管理，成立潔底山自然公園，以獨特的泥岩惡地景觀聞名，5 座由泥火山噴發堆積而成的小山丘，最高僅 53 公尺，卻能俯瞰大、小崗山、彌陀街區，遠眺永安漁港、壽山及臺灣海峽的壯麗海岸線。

潔底山自然公園整座山均由泥火山噴發後的泥漿經年累月堆積而成一座長 800 公尺、寬 600 公尺、標高約 52 公尺的山丘。

潔底山是臺灣最靠近海邊、最大的泥火山，由大小泥岩山群所組成，除中央山頭外，四周圍繞有幾座小山，但會隨著天候雨季而改變其地形與地貌。山上目前還有兩個小型噴泥口，位在中央山頭，直徑都很小，約 3 到 5 公分 (如圖 6)。

圖 6 高雄彌陀潔底山泥火山



資料來源：作者攝於 2011 年。

2、滾水坪泥火山區：位於高雄市燕巢區高雄第一科技大學燕巢校區北側約 1 公里，是一個隆起於平原的圓錐形小丘，東邊屬於噴泥盾至噴泥錐的泥火山，另有休止的泥火山和小規模的惡地形分布。滾水坪泥火山被水泥圍牆結構物所圍繞，入口位於南

側，東有高速鐵路，西有一號國道通過，只有 1 個噴發口，直徑約 120 至 150 公分，噴發區在高地的偏東北側，含大量鹽份的鹼性泥漿常阻塞排水渠道或河川，造成環境污染 (如圖 7)。

圖 7 高雄燕巢滾水坪泥火山



資料來源：作者攝於 2012 年。

- 3、鯉魚山泥火山區：位於屏東縣萬丹鄉香社村與新園鄉交界的鯉魚山，又稱萬丹泥火山。泥火山海拔高 50 公尺，歷史上記載第 1 次噴發是在康熙 61 年（1722 年），第 2 次的噴發是在隔年（雍正元年，1723 年），往後的 169 年間都沒有再噴發的紀錄。日據時代每年大約噴出 1 次泥漿，多者 2 次。日本政府曾多次派人從事油氣探勘，但未有重大發現。臺灣光復後，於 1976-1978 年都有大規模噴發的紀錄。但於 1979-1987 年間似乎沉寂 9 年漫長的歲月，1988 年起再度噴發，地點由原來的鯉魚山赤山巖丘陵地轉移到平地的中港溪與皇源聖殿一帶。1988 年泥火山噴發後的地點建有一座無極真宗皇源聖殿，也成為泥火山的地標，泥火山平常處於休眠狀態，每隔數月或數年發生 1 次大規模噴發，噴發口的位置每次不同，近幾年來噴發口大都在皇源聖殿的周圍，噴出口經常是 1 至 5 個，噴泥漿高度約 2 公尺。噴發時會出現隆隆聲響，有如地震之地鳴。泥漿噴出後有如萬馬奔騰，鏗然有聲。噴發氣體引發火焰上沖，熊熊烈火可達數十公尺 (如圖 8)。

圖 8 屏東萬丹鯉魚山泥火山噴發



資料來源：臺灣時報，2024 年。

(四) 花東海岸山脈西南段泥火山構造活動區：

- 1、花蓮鹽埕泥火山區：位於富里鄉羅山村，又稱羅山泥火山，分布在一個約長 4 公里、寬 1 公里的狹長帶上。本區泥火山數目雖多，但規模都不大。由於泥漿含水量高，含泥量低，因此都以噴泥盆或噴泥洞的型態出現。羅山泥火山區在魚池旁的泥火山為羅山 1 號，是本區規模最大的泥火山，另外有兩座小的泥火山（分別為 2 號、3 號）在魚池旁的民宅邊，居民蒐集泥火山所噴發的氣體家用（如圖 9）。

圖 9 花蓮富里羅山泥火山



資料來源：臺灣地景保育網。

本地區主要有蕃薯寮層出露，西側以永豐斷層與利吉層為界，東有花東山逆斷層與都巒山層為界。都巒山層與蕃薯寮層因岩性差異，極易在火山岩區形成峭壁、瀑布景觀，羅山瀑布即為此環境下所生成的斷層瀑布，瀑布水流為秀姑巒溪上源。羅山泥火山位在瀑布西北方，斷層通過使地層產生裂隙，高壓氣體伴隨蕃薯寮層下部利吉層的泥岩、地下水噴發至地表，泥漿含水量極高，為弱鹼性並有鹹味，當地人稱「鹽坪」，可利用沉澱後的水做成製作豆腐的鹵水，相當有名。花東縱谷國家風景區管理處設羅山遊憩區，景點長 500 公尺、寬 1500 公尺，包含泥火山、瀑布及池塘等景觀。

- 2、石門外泥火山區：位於花蓮縣富里鄉永豐村石門外。
- 3、寶華山雷公火泥火山區：位於臺東縣鹿野鄉東北隅，鄰近關山，又稱電光泥火山，亦稱泡泡泥火山，由寶華村惠慈糖精產業道路及步道小徑可達，於木坑溪斷層通過的地方，有一直徑 50 公尺以上，全被泥漿所覆蓋的平坦地，為似火山口湖式 (瑪珥 marr) 的噴泥盾，其上布滿大大小小的噴泥盆和噴泥洞，噴泥的特性與鹽埕的羅山泥火山類似，規模都不大 (如圖 10)。

圖 10 臺東鹿野雷公火泥火山



資料來源：作者攝於 2012 年。

泥火山所屬的地層包括都巒山層火山角礫岩、八里灣層砂頁岩及利吉混同層等 3 個。電光泥火山在木坑溪斷層的東北部延伸部分，因為木坑溪溪水提供水源，經都巒山斷層與木坑溪斷層的破裂帶上湧，加上恰是以泥岩為主的利吉層混同層，在海岸山脈形成一片面積廣大的噴泥盾型泥火山。

四、其他非泥火山的天然氣苗

(一) 與觸口斷層相關的氣苗：

- 1、嘉義縣中崙大、小濁水潭噴泥池：位於嘉義縣中埔鄉西部麓山帶的丘陵，直徑分別約為 25 和 10 公尺左右，均持續有泥火山的噴發行為。噴泥池的形成主要與本區的地層和構造活動有關，地層屬於上新世中崙層，岩性以泥岩及砂頁岩互層為主。再加上中崙地區位於臺灣南部重要的一條逆衝斷層 - 觸口斷層上，造成寬廣的破碎帶，成東北 - 西南走向，使地表下的天然氣或其他高壓氣體沿著地層裂縫上湧，沿途混合中崙層的泥岩層、砂頁岩層及地下水形成泥漿噴發，而堆積於地表，此區域地質特性亦造就附近的中崙溫泉和關子嶺溫泉，均同屬泥岩質的泥漿湧泉。
- 2、關子嶺水火同源：位於臺南市白河區的海岸平原區丘陵，本區的地層與岩性以灰色砂岩、泥質砂岩、頁岩、砂質頁岩為主，並夾帶有部份的石灰岩體，由於石灰岩岩性相對周圍地層堅硬，易於地表形成突出的山頭，如枕頭山即是。

關子嶺附近有數道構造線通過，如木屐寮斷層、六甲斷層、觸口斷層，斷層裂縫是良好的地熱湧出口，加上關子嶺周圍的水文條件配合，此區域的溫泉資源豐富，尤其部份溫泉流經泥岩地層，而有泥漿溫泉是最為特殊的景觀。此外地層中含有甲烷等易燃燒的氣體，伴隨地下水於地表的出口燃燒，形成特殊的水火同源景觀，早年是著名的觀光景點（如圖 11）。

圖 11 台南白河關子嶺水火同源



資料來源：作者攝於 2011 年。

(二) 出火景觀：

- 1、屏東恆春出火：位於恆春東門城外的海岸平原區，地表下甲烷氣體沿著地層間的裂隙往上竄出，有多處火焰燃燒，管理單位基於安全考量，規劃並整理將冒出火苗的地點限於一處，民國 85 年設有出火特別景觀區，其地層為墾丁層，由泥岩、頁岩、砂頁岩互層構成，加上東西兩側各有恆春斷層與滿州斷層通過，密集的構造線促使岩層裂隙多，氣體因此溢出於地表（如圖 12）。屏東縣政府於 2022 年始重新改造為出火地質公園，於園內增設環形廣場、環形水池（形成水火共生景觀）和觀景平台等設施，保留生態密林區，並結合環境教育、藝文表演和觀星等活動。

圖 12 屏東恆春出火



資料來源：作者攝於 2011 年。

早在清朝年間的「恆春縣誌山川篇」中就提及：「出火在城東五里，三台山之左」，可見古人早就知道恆春鎮東方有個會冒火的地方，「出火」這個地名也沿用一百多年，至今未改。另有記載：「火徙無處，然相處不遠，冬春有，夏季無」，表示出火可能只是小火，會受晴雨天影響，時有時無，尤其是在雨季，地層的裂隙被雨水阻塞，天然氣上不來，就停止出火。現今所見の出火，亦有春夏火之分，但終年不息。中油公司曾在 1965 年鑽探恆春 1 號井，井深 2180 公尺，惜為乾井。

2、苗栗泰安蘇魯部落出火：位於苗栗縣泰安鄉中興村，該處有細道邦、出火、司馬限等部落，其中出火和司馬限部落都擁有天然的地底瓦斯，村民利用這種終年不絕的免費能源，將瓦斯接引到家裡或工寮烹煮桂竹筍、烘乾衣服及煮飯、沐浴、燒水等。縣政府設有泰安出火部落廣場（苗栗縣泰安鄉中興村 3 鄰長橋 25 之 1 號），廣場 6 個火盆出火源源不絕，全年無休，每年 5、6 月時，許多慕名而來賞螢的遊客會到出火一探究竟，參加當地教會舉辦宗教儀式及部落舉辦的豐年祭慶典（如圖 13）。

圖 13 苗栗泰安出火部落廣場



資料來源：苗栗縣政府文化觀光局旅遊網。

3、南化出火仔：位於臺南市南化區西阿里關山附近，鄉道南 179-1 線（平坑產業道路）與往『出火』產道的交叉路口路旁。出火常年冒出沼氣燃燒，是地底天然氣由泥岩裂隙溢出，點火後常年不熄，蔚為奇觀（如圖 14）。

圖 14 臺南南化西阿里關山出火仔



資料來源：<https://www.moto-lines.com.tw>。

(三) 水溶氣：

- 1、宜蘭冬山武淵水火同源：位於宜蘭平原南側冬山鄉一帶，現今設有武淵水火同源景觀點及親子遊樂區。水火同源意指水溶氣溢出燃燒的現象，溶解在地下水的氣體（水溶氣），當地下水由深處流至淺處時，壓力減低，溶解度下降，以致氣體從水裡溢散出來，就像打開汽水瓶蓋後，氣泡從水中冒出來，蒐集這些氣體，用管線導引至家中的瓦斯爐直接使用，十分方便，本區早在日據時代就有使用水井溢出的天然氣紀錄。1932 年 11 月日方中央研究所進行測試，得到單口井每日產量約 172 立方公尺的天然氣，甲烷含量約 93.4%。

另外五結與武淵國小間的橄欖社和蘭陽溪北岸居民，也有鑿水井時遇可燃氣噴出的紀錄，但利用情形記載不詳。武淵一帶早期使用水溶氣的居民較多，現在只剩 7、8 戶，水溶氣用於瓦斯爐、熱水器及烘衣服等，節省很多瓦斯費用。迄今宜蘭平原的水溶氣從發現到小規模的開發利用，大約歷經半個世紀。近二、三十年來，由於沿海地區地下水的的不當使用，造成地層下陷或海水入侵，政府全面管制地下水的抽取，宜蘭平原上的居民現今已不能任意打水井，並取用水溶氣。

- 2、嘉南平原沖積層的地下水水溶氣，南部關子嶺也有水火同源的特殊景觀。

五、自然界天然氣苗的地球科學及油氣資源的意義

(一) 地質景觀：

一件雕塑不如一座泥火山，臺灣的特殊地景早是福爾摩沙最偉大的公共藝術。泥火山的規模及形貌因泥漿的黏稠度不同而異，有噴泥錐、噴泥盾、噴泥池、噴泥盆和噴泥洞等類型，是特殊的地質景觀，目前已設有多個相關的地質公園或保留區，吸引遊客參觀。

(二) 油氣探勘指標：

噴出地表的天然氣是探索地下油氣資源的重要指標，很多油氣田在地表有油氣苗徵兆，油氣探勘人員藉由分析地表氣體的組成瞭解油氣生成來源，甚至發現地下油氣藏。

(三) 地球碳循環碳通量調查：

天然氣中所含的甲烷是重要的溫室氣體，泥火山及氣苗的氣體逸散是大地碳循環的一環，在全球氣候暖化中扮演重要角色。

(四) 地質研究及地球科學教育：

根據地表上觀察到的泥火山，探討斷層活動、地層應力及地下高壓流體等條件。泥火山及氣苗的噴發其實不斷在變遷，泥火山區地形變化也十分快速，建設性的內營力促使泥火山的爆發與成長，而破壞性的外營力把泥火山風化、侵蝕及夷平，讓缺乏原動力的死亡或休眠狀態下的泥火山回歸沉寂而消逝，啟發人類對地球環境變遷的深刻感受。

結語

臺灣有很多類型的天然氣苗，其中地層中天然瓦斯伴隨著泥漿噴發溢出地表形成泥火山，是一種特殊的大自然地質景觀。泥火山主要分佈於西南部臺南南化、高雄田寮和燕巢月世界惡地形的旗山斷層沿線，以烏山頂、養女湖、大滾水、小滾水泥火山為代表。高雄屏東平原區以高雄彌陀的漂底山、滾水坪及屏東萬丹鯉魚山泥火山為代表，後者間歇性噴發，規模和威力都大，屢為新聞媒體報導。東部海岸山脈利吉層泥岩區有花蓮羅山與臺東雷公火泥火山。泥火山及氣苗除做為地質景觀之外，在油氣資源探勘及地球科學教育方面都有重要的意義與價值，值得一窺究竟。

參考文獻

- 一、Shih,T.T.(1967)A survey of active mud volcanoes in Taiwan and a study of their types and character of the mud, *Petroleum Geology*,5:259-311.
- 二、王鑫、徐美玲、楊建夫 (1988) 臺灣泥火山地形景觀。臺灣省立博物館年刊，31，31-49。 https://doi.org/10.6548/ATMB.198812_31.0003
- 三、王鑫 (2005) 臺灣的特殊地景 (南臺灣)。遠足文化。
- 四、莊文星 (2010) 臺灣泥火山小地形。國立自然科學博物館館訊第 268 期。
- 五、楊建夫 (1996) 可愛的小地形－泥火山《地景保育通訊》4 期 (1996/06) 第 20-23 頁。
- 六、陳利貞 (2006) 幻想曲 - 泥火山不是火山，地質，第 25 卷，第 2 期，第 18-21 頁。
- 七、楊燦堯、陳利貞 (2006) 田野組曲 - 臺灣的泥火山分布，地質，第 25 卷，第 2 期，第 22-29 頁。
- 八、楊燦堯 (2006) 進行曲 - 泥火山噴氣所帶來的地底訊息，地質，第 25 卷，第 2 期，第 30-36 頁。
- 九、江協堂 (2008) 蘭陽平原地底下的天然氣資源，蘭陽博物館電子報 047 期 - 地質篇。
- 十、呂自揚 (2020) 詩寫臺灣 - 因小說虛構成著名地質景觀的泥火山 - 養女湖。民報 2020 年 11 月 11 日。
- 十一、高雄市彌陀區公所網站 <https://mituo.kcg.gov.tw/cp.aspx?n=4FA-80C03A5F771A1>
- 十二、臺灣地景保育網 <https://landscape.forest.gov.tw>
- 十三、苗栗縣政府文化觀光局旅遊網 <https://miaolitravel.net/Article.aspx?s-No=04006362>

瓦斯人的園地之一

欣彰天然氣公司辦事員 吳佩君

民國 98 年 7 月進入欣彰公司服務迄今，初期派任至服務股學習櫃檯業務與客戶服務，瞭解公司架構、各股職掌、營運基本流程及天然氣相關知識，經過基礎歷練後，於當年度 9 月轉任至工程股擔任設計一職。

初至工程設計，面對不同領域的工作內容，勇敢跨出改變的第一步，積極參與公司各項教育訓練，自主學習 AUTOCAD 繪圖軟體，認識各類管材、閥件及配管工法，並研讀設計規範相關書籍，以期迅速步入軌道，完成公司交辦業務。為精益求精，分別於 102 年及 110 年考取「乙級勞工安全衛生管理員」及「特定瓦斯器具裝修丙級技術士」證照，以提升本職學能。

配合公司通才訓練，目前擔任工程結算職務，因在設計股期間打下深厚基礎，皆能正確且高效率處理完成作業；另於結算工作之餘協助主管辦理臺中市政府道路挖掘報竣作業及 GML 圖資上傳作業，提高作業達成效率，兼顧時效與正確性。

展望未來，將持續秉持主動積極的工作態度，抱持「活到老、學到老」的精神，精進專業能力，打破慣性思維，勇敢跨出舒適圈，發揮自我最大價值，與公司共同營造專業形象，邁向更加燦爛的未來。



瓦斯人的園地之二

欣雄天然氣公司股長 廖瑞煌

個人在軍職退伍之後進入欣雄天然氣公司，擔任天然氣抄表員，至今已經服務滿 3 年。

剛進公司時，主要負責前往住戶及店家現場讀取天然氣表的度數，並將資料登錄到系統中，讓公司能正確計算每個月的用氣費用。這份工作看似簡單，但其實非常需要細心與責任感，因為每個數據都關係到客戶的費用和公司的營收，容不得一絲疏忽。

除抄表之外，也一併檢查燃氣表和管線是否有異常或洩漏的情形，一旦發現問題，就會立即通報公司或相關單位處理，以確保用戶的用氣安全，更深刻體會到燃氣安全的重要性，並養成做事謹慎、確實的態度。

這份工作大多在戶外進行，常常需要騎車前往不同地點抄表，不論是晴天、雨天，烈日高溫或嚴寒冰冷的天氣，都得準時完成任務。軍旅生活培養不服輸的個性，在艱難環境中也能保持堅毅，不畏挑戰，並能適時調整步伐，達成工作目標。雖然過程中有辛苦的地方，但這些經驗致使更能吃苦耐勞，也學會如何在各種環境下維持工作效率。

在工作中，培養出良好的時間管理能力，懂得規劃每天的工作順序，並熟悉各區域的地理環境。同時也熟練操作手持設備與手機系統，能快速輸入和核對資料，確保數據正確無誤。

後來因工作表現受到主管肯定，有幸獲得晉升。晉升後秉持著「精進自身專長、具備責任感」的原則，並在執行層面上依自身經驗適時提出建議。不僅持續努力把工作做好，也更積極參與公司內部事務，主動關心同事需求，協助溝通並爭取更好的工作條件與福利。個人認為一個好的團隊不僅是各自把事情做好，更重要的是讓整個工作環境變得更好，讓每個人都能安心發揮所長。

整體而言，這份工作學會如何在外勤環境中保持專業與效率，也培養出責任感、耐心，及對安全和團隊合作的重視。這些經驗都是寶貴的成長，在面對未來新的挑戰時，能以更成熟與穩定的態度去迎接。

