



●圖為德國一座發電廠。

資料圖片

歐洲變局系列(二) 綠能革新

歐盟綠色能源持續發展，風力和太陽能發電佔比首度超越化石燃料。然而，人工智能(AI)算力擴張帶來用電需求激增，疊加地緣政治不確定性上升，歐洲綠色能源理想正面臨現實的嚴峻考驗，多國相繼調整能源政策，歐洲正經歷工業發展與經濟安全的「能源變局」。

●香港文匯報記者 路雨萱

AI算力催生「能源變局」 歐洲綠能迎「大電檢」

歐洲投資銀行：俄烏衝突伊朗戰事迫使加速轉向可再生能源

歐洲綠能轉型主要基於政治自主與氣候目標雙重考量。歐洲投資銀行(EIB)指出，俄烏衝突暴露歐洲過度依賴俄天然氣等進口化石燃料的脆弱性，再加上伊朗戰事引發全球能源危機，迫使歐洲加速轉向可再生能源，以抵禦地緣政治風險。在氣候層面，歐洲設定2030年底溫室氣體排放量較1990年水平減少55%以上，2050年實現零排放，逐步淘汰化石燃料的關鍵路徑。

歐洲低碳與能源智庫Ember今年較早時發布的《歐洲電力回顧》報告顯示，風力與太陽能在歐盟去年的發電佔比達30%，首度超越化石燃料的29%。報告顯示歐盟27個成員國中，已有14國的風力和太陽能發電量超過化石燃料發電。可再生能源合計佔歐盟總發電量48%。煤炭發電持續衰退，去年佔歐盟發電量降至歷史新低的9.2%，遠低於十年前近四分之一的佔比。

電網服務商半數「容量不足」

綠能快速擴張的同時，歐洲各國普遍面臨電網設備老舊的結構性問題。Ember另一份報告顯示，歐洲每兩家電網服務商就有一家面臨「電網容量不足」，無法將即將建成的風能與太陽能發電項目接入輸電網，其中奧地利、荷蘭、波蘭、葡萄牙等國家問題尤為嚴重。德國非牟利機構Clean Energy Wire指出，去年德國因電網無法負載，被迫放棄高達9.6太瓦時的風力和太陽能電力，約佔德國可再生能源發電量4%。意大利南部大型地面太陽能電力設備持續激增，但主要工業與用

德擬2029年前投巨資 建核融合發電國家

德國聯邦政府去年發布「核融合行動計劃」，規劃2029年前投入逾20億歐元(約178億港元)，目標將德國打造為全球首個實現核融合發電的國家。德國正加速尋找兼顧能源安全、氣候目標與工業競爭力的新出路。

德國東北部格賴斯瓦爾德設有全球最大的仿星器實驗裝置Wendelstein 7-X，由馬克斯·普朗克電漿物理研究所建造，模擬恒星如太陽生產能源的方式，被稱為「人造太陽」。該設施由50組超導磁體構成，運轉時磁體冷卻至攝氏零下270度，中央電漿溫度約為太陽核心溫度的10倍，主要用於驗證核融合反應能否長時間穩定運轉。

正規劃成立3座創新中心

德國並未重啟傳統核分裂發電的路徑，德國已於2023年關閉最後一座核電廠。德國聯邦外貿與投資署能源政策專家康普頓表示，外界常將核融合與傳統核能混為一談，但兩者技術完全不同。核融合是模仿太陽能內部反應，讓氫同位素在極高溫下融合釋放能



香港文匯報AI製圖

電中心集中北部，輸電瓶頸嚴重影響其電力運輸。

綠能轉型基建須投入大量資金

《華爾街日報》指出，能源價格居高不下同樣困擾歐洲。據國際能源署(IEA)對28個主要經濟體的分析，德國家庭用電價格居發達國家之首，英國則是工業用電最貴的國家，歐盟地區重工業平均電價約為美國兩倍。隨著可再生能源佔比提高，能源價格波動亦隨之上升。分析指出，綠能轉型須投入大量資金用於基礎設施建設，包括無風無日照時所需的電池儲能及龐大備用容量，均耗資龐大。企業高層與經濟學家坦言，電價攀升在一定程度上確實與轉型再生能源有關。

高盛研究預估，未來十年歐洲在發電及相關基建上的投資金額將高達3萬億歐元(約26萬億港元)，是過去十年的兩倍。在財政壓力下，歐洲各國政府面臨兩難抉擇，若堅持加速綠能轉型，須承擔高昂基建成本；若放慢轉型腳步以求節流，則可能面臨更多不確定性。

若發展AI只用綠能 專家直指「不現實」

人工智能(AI)是各國角力的焦點，但其算力擴張伴隨的用電需求呈幾何級數攀升，令歐盟綠色能源轉型陷入現實困境。歐盟可再生能源供電具有明顯的間歇性與波動性，而AI數據中心則要求24小時不間斷的穩定電力供應，兩者在電力模式上存在根本性矛盾。專家明確指出，若歐盟在發展AI產業的同時，仍堅持只用可再生能源，是完全不現實、不相容的想法。

前歐盟能源總署資深官員弗法里指出，可再生能源發電設施分布分散，呈現去中心化特徵，使電網結構變得更龐大和分散。風能、太陽能等可再生能源發電量隨天氣條件變化而起伏不定。發展AI需要穩定的電力，若電力在數小時、數周或一天之內起伏不定，便無法支撐AI產業的正常運作。

弗法里同時指出，歐盟委員會主席馮德萊恩在兩屆任期內的政策表述已發生轉變，官方口徑由之前的「綠色新政」(Green Deal)轉變為「清潔新政」(Clean Deal)。

比利時列日大學教授恩斯特表示，歐盟電網所面臨的主要風險，在於缺乏可用電力以滿足新增需求。歐盟正研究解決方案，包括在用電需求集中的區域就近建設發電設施，即在AI數據中心旁部署發電設備，避免電網擁塞問題。不過他指出，該方案在歐盟本身面臨巨大挑戰，因歐盟對電網基礎設施的長期投資不足。

去碳化目標可能部分推遲或被擱置

恩斯特稱，未來數年內，過去制定的去碳化目標可能部分推遲或被擱置，轉而由更為務實的目標取代。他認為，歐盟正經歷政策轉向，重心從單純追求去碳化，轉向提供廉價、充足且穩定的能源供應。



風力能源



太陽能發電能源



化石燃料能源

意積極布局氫能產業

氫能在歐洲新能源戰略中扮演關鍵角色。歐盟正打造一條由北非通往歐洲大陸、長達3,300公里的「南向氫能走廊」。意大利憑藉其地理位置優勢，正積極布局氫能產業，致力於將自身打造為「歐洲能源樞紐」。

去年1月，意大利與德國、奧地利、阿爾及利亞及突尼斯簽署「南向氫能走廊」合作方案，擬利用北非撒哈拉沙漠豐富的太陽能，透過意大利、德國的先進技術，將光電轉化為「綠氫」，助力歐洲能源自主與脫碳目標。意大利位處該走廊中段，被視為歐洲能源版圖中的關鍵節點。

為驗證氫能及氫氣與天然氣混合燃料的技術可行性，意大利國家能源環境署(ENEA)在首都羅馬近郊的卡薩切，建設佔地100公頃的氫能示範基地，是意大利規模最大的氫能實驗中心。該基地斥資逾1,400萬歐元(約1.2億港元)，擁有超

盼膺「歐洲能源樞紐」

過900名研究人員，從氫能生產、儲存、運輸到產業化應用進行全鏈條研究。

ENEA氫能與新能源實驗室主任賈柯尼亞表示，該基地鋪設大量太陽能板，將光電轉化為氫能，再將20%氫氣混入天然氣進行發電。他表示，這套模型已驗證成熟，顯示以可再生能源製造氫能發電可行，可在意大利全國推廣。

北部城市公交領域陸續應用氫能

氫能在意大利北部城市公共交通領域已陸續投入應用。綠色能源示範城市戈里齊亞推出氫能、純電動及生物液化天然氣三種環保巴士，力求實現公共交通零碳化。針對氫能安全性擔憂，意大利氫能協會H2IT前主席莫雷諾回應稱，氫能的安全風險被外界誇大，而天然氣與石油同樣存在爆炸風險，意大利氫能企業已有逾百年營運歷史，證明氫氣是可安全處置的能源。

法國電價相對低 冀吸AI數據中心落地

當歐洲多國因人工智能(AI)算力需求而面臨用電壓力時，憑藉以核能為主體的電力結構，法國電價在主要經濟體中處於相對低水平。法國試圖吸引更多AI數據中心落地，在這一新興產業中佔據一席之地。

法國核能佔全國發電量約65%，共有18座核電廠、57座反應堆，發電量超過本土需求，除自用外可將近20%電力用於出口。法國去年平均現貨電價為每兆瓦時61歐元(約546港元)，低於德國、意大利等鄰國。根



●圖為法國的核電站

資料圖片

據國際能源署數據，生成式AI機器人完成一次回覆的耗電量為傳統搜索引擎的10倍，隨著AI模型規模持續擴大，數據中心對電力的需求將進一步攀升。電價將是數據中心營運商重要的選址考量因素。

法國政府近年持續推動數字經濟發展，並將吸引外資作為重要政策目標。總統馬克龍在任內持續推動「選擇法國」峰會以吸引外資，今年在會上宣布獲得逾930億歐元(約8,295億港元)投資承諾，主要用於戰略基礎設施。今年法國約有300座數據中心，估計耗電約10太瓦時，佔法國全年用電量2%，且預計將持續增加。

公民組織：核能助法維持能源自主

「主權」是法國政府近年在經濟和技術政策上的核心考量之一。法國公民組織「核能之聲」會長特里帕蒂認為，核能有助法國維持一定程度的能源自主。相較於德國依賴俄羅斯天然氣，法國擁有相對更大的能源決策空間。她強調，能源獨立就是政治獨立，能源主權至關重要。法國與德國選擇不同的能源發展路徑，法國碳排放水平低於德國，電價相對較低，而德國部分工業企業近年面臨經營壓力。