

科技發展觀測平台

Science, Technology & Innovation Policy Outlook

焦點主題

歐洲氣候中和之氫能策略與
英國整合離岸風電及氫能策略

2021/03/24



歐洲氣候中和之氫能策略

- 歐盟訂定在2050年達成歐洲「氣候中和」，並透過全球共同努力實現《巴黎協定》中零污染的目標。其中，氫氣可做為原料、燃料或能源載體及具備儲存功能，並能應用於工業、運輸、電力和建築領域，且不會排放二氧化碳。
- 氫能在全世界和歐盟的能源結構中，所占比例極小，且全球95%以上的氫能產自化石燃料、天然氣或煤，僅4%的氫是透過電解的方式生產，導致歐盟每年仍有排放將近7000萬~1億噸的二氧化碳，隨著再生能源技術發展及成本的快速下降，再生電力有望使大部分地區於2050年實現脫碳的目標。
- 氫能具有作為再生能源儲存、電池與運輸的載體，以及不受季節變化影響，並可將能源由生產端連接至遙遠的需求端等優勢，促使氫能近年來成為歐洲實現綠色協議及過渡到潔淨能源的關鍵因素，預估2050年氫能在歐洲能源結構中的占比將從2-4%成長至13-14%。



資料來源：European Commission，科技發展觀測平台整理

引用請標註來源：STPI，科技發展觀測平台<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news?id=4b1141007619d5450176226258240dc0>

1

發展氫能競爭優勢與挑戰



經濟效益

- ❑ 歐盟針對COVID-19危機擬定經濟復甦計畫，其中與再生氫能有關的投資金額，至2050年將累計達180-470億歐元，低碳化石製氫約在3-18億歐元之間。
- ❑ 歐盟基於在潔淨氫能製造技術及再生能源技術的競爭優勢，預估2050年時潔淨氫能將滿足世界能源需求的24%，年銷售金額約可達6,300億歐元，並可直接或間接促進多達100萬就業人口。



成本優勢

- ❑ 歐盟在氫的生產上「再生氫能」(成本約2.5~5.5歐元/公斤)和具有碳捕獲與封存功能的「低碳氫」(成本約2歐元/公斤)，已逐漸可與「化石產氫」抗衡。
- ❑ 目前「再生氫能」所需的電解槽成本已較10年前減少60%，預估至2030年將僅有今日成本的一半。



面臨的挑戰

- ❑ 需投入大量資金推動其發展
- ❑ 需有效的監管框架
- ❑ 拓展新的潛在市場
- ❑ 針對突破性技術進行持續的研究與創新，並可為市場帶來新的解決方案
- ❑ 需突破歐盟或單一市場並形成跨國合作網絡，以利大規模部署基礎設施

2

歐盟氫能策略藍圖

歐盟基於電解槽製造的工業實力，以及預估可創造出新就業機會與經濟成長的考量下，其首要任務是開發具成本效益的再生能源，以及依靠風能和太陽能等生產的「再生氫能」之整合能源系統，現行製氫方式如下。



電解水製氫(Electricity-based hydrogen)

通過電解水產生氫（利用非再生能源產生的電力驅動電解槽），而生產過程排放的溫室氣體量取決於電力的產生方式。



再生能源製氫(Renewable hydrogen)

通過電解水產生氫，且電解用的電力來自再生能源，比如太陽能、風能等。因生產過程排放的溫室氣體趨近於零，故又稱為「潔淨氫能」。



化石燃料製氫(Fossil-based hydrogen)

主要原料為化石燃料，利用天然氣的重組或煤炭的氣化製氫，為現今大部分使用的製氫方式，但生產過程中會排放極高的溫室氣體。



化石燃料製氫兼捕碳(Fossil-based hydrogen with carbon capture)

在化石燃料製氫的過程中，捕集其排放的溫室氣體。雖可降低溫室氣體排放量，但仍需考量其捕集效率（目前最高90%）。



低碳氫(Low-carbon hydrogen)

包含「化石燃料製氫兼捕碳」和「電解水製氫」兩種生產方式，與現今的產氫的方式相比，整個生命週期顯著地減少溫室氣體排放。

3

歐洲氫能策略藍圖

階段 時間規劃(年)	第一階段 2020-2024	第二階段 2025-2030	第三階段 2030-2050
生產目標	<ul style="list-style-type: none"> 增設6GW的再生氫電解槽 再生氫的產量提高至一百萬噸 	<ul style="list-style-type: none"> 增設40GW的再生氫電解槽 再生氫的產量提高至一千萬噸 	<ul style="list-style-type: none"> 至2050年，氫能將佔能源總量的13-14%
競爭力目標	<ul style="list-style-type: none"> 提高效率 and 技術 	<ul style="list-style-type: none"> 在成本上逐漸具有競爭力 	<ul style="list-style-type: none"> 競爭力成熟
應用目標	<ul style="list-style-type: none"> 引導化學、鋼鐵等工業脫碳化 	<ul style="list-style-type: none"> 擴展應用至鋼鐵、運輸、建築等工業 	<ul style="list-style-type: none"> 應用在難以進行脫碳的行業
碳捕獲技術目標	<ul style="list-style-type: none"> 將用於現有的製氫廠以全面脫碳化 	<ul style="list-style-type: none"> 持續應用碳捕獲技術以降低碳排放量 	<ul style="list-style-type: none"> 沼氣替代天然氣，再以捕碳獲技術達負排碳之效益 部署碳捕獲技術以實現零碳排
基礎設施目標	<ul style="list-style-type: none"> 以運輸路線短且須靠近再生能源發電的區域 	<ul style="list-style-type: none"> 設置氫氣網絡以進行短距離的輸送 	<ul style="list-style-type: none"> 改善基礎設施，使氫氣的運輸更便利

3

歐洲氫能策略藍圖

1 2020年-2024年

2 2025年-2030年

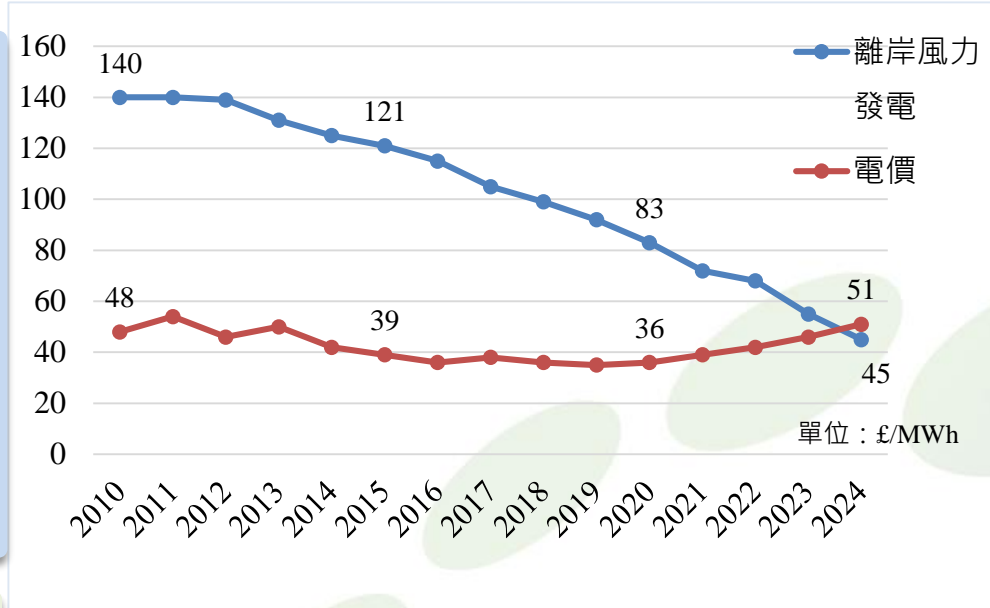
3 2030年-2050年

- ❑ 歐盟在2020年發布100MW大型電解槽的研發提案，並將電解槽安裝至需求中心如精煉廠、鋼鐵廠或化工廠，直接由在地的再生能源供電
- ❑ 政策著重於氫氣市場的監管框架上，透過激勵領導市場的供需，以降低化石燃料與再生和低碳氫能之間的成本差距
- ❑ 成立新組織「歐洲潔淨氫聯盟」，以建立透明的投資管道，並利用「歐洲戰略投資窗口」以及「ETS創新基金」等投資工具
- ❑ 壓低再生電力成本，進而降低再生氫能的成本，並逐步應用於煉鋼、卡車、鐵路或海上運輸等的新應用方式，以增加運用的靈活性
- ❑ 主要目的為建立全歐盟會員國的氫能基礎建設，包含電網規劃、加氫網絡的建立
- ❑ 致力於建立開放且具競爭力的歐盟氫能市場，並對氫能的供應進行有效的分配
- ❑ 達成零污染的「潔淨氫能」目標，並轉換為可運用的能源，將其擴大滲透到各經濟領域，如航空、海運到難達脫碳的工業和商業建築

英國整合離岸風電及氫能策略

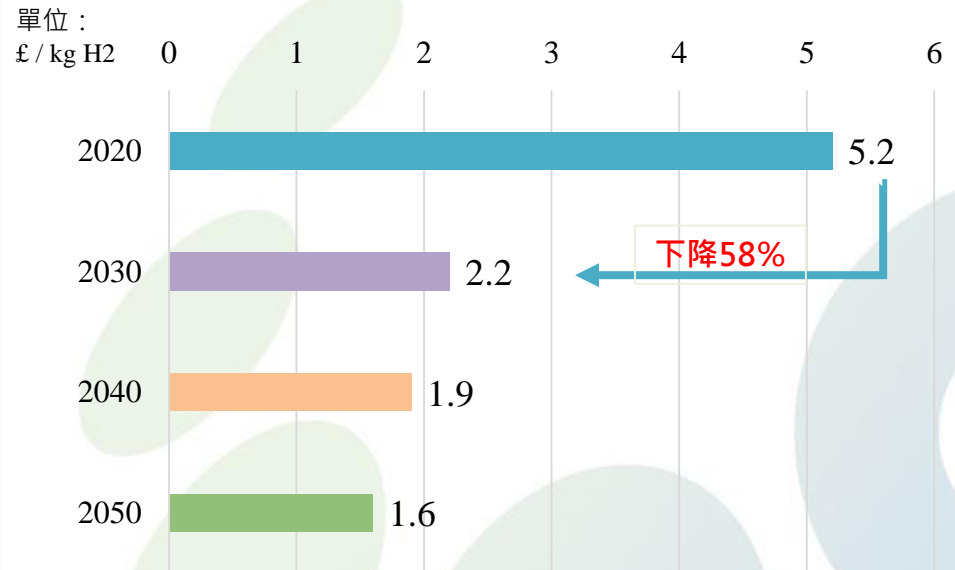
- 離岸風力發電為英國再生能源發展的主力，政府透過開發大型離岸風力發電廠並結合電網的部署，有效提升供電效率
- 英國離岸風力發電的平均發電成本已從2010年的140£/MWh降至2020年的83£/MWh，預計於2024年發電成本將較電價低6£/MWh

離岸風力的平均發電成本



- 離岸風電產氫的優勢除確保英國能源的安全外，還可減少對俄羅斯天然燃氣及北非太陽能發電的依賴，以避免政治及經濟風險影響供應鏈的安全
- 透過結合離岸風力發電的發展，預估2030年質子交換膜(PEM)電解法製氫之均化成本可降至2.2£/kg，與2020年5.2£/kg相比，降幅達到58%

質子交換膜電解法製氫均化成本



01

英國政府氫能策略



工業部門

- 英國研究創新局(UKRI)於「產業策略挑戰基金」(The Industrial Strategy Challenge Fund)耗資1.7億英鎊在「工業脫碳挑戰(Industrial Decarbonisation Challenge, IDC)」計畫上，透過開發二氧化碳捕獲與封存技術及部署氫氣網絡以加速工業脫碳的效率，並訂定2030年達低碳工業，2040年達淨零碳工業的目標。
- 商業、能源及產業策略部門(BEIS)成立3.15億英鎊的工業能源轉型基金及2.5億英鎊的潔淨鋼鐵基金，促使高耗能產業及鋼鐵業達到脫碳的目標。

- 政府運輸部門(Department for Transport)在「氫氣運輸計畫」(HTP)中規劃2,300萬英鎊的發展基金，擬於2017年至2020年間加速氫燃料電池電動汽車及能源供應基礎設施的部署。
- 於Orkeny 群島啟動HySeas III項目，開發以綠氫為燃料的車輛、客輪，而HyFlyer項目則是進行具電動馬達、氫燃料電池及儲氫裝置的小型客機之示範驗證。



運輸部門



建築部門

- 英國商業、能源及產業策略部門(BEIS)及天然氣暨電力市場管制局(Ofgem)投資建築脫碳的相關研究計畫，主要以氫氣應用於建築供熱及供電技術的可行性、安全性及經濟性方面，如Hy4Heat計畫是以開發應用於供熱或烹飪的家用型氫能技術。

02

綠氫主要技術發展分析

離岸風電製氫技術

陸上製氫

風場藉由高壓交流電纜(HVAC)輸電到岸上，以交流及直流轉換器(AC-DC converter)轉換為直流電並供電解槽使用以產生氫氣，將產出的氫氣壓縮後透過氫氣管路分配給終端用戶

海上平台製氫

將水電解產氫技術所需之電解槽系統(electrolyser system)、海水淡化裝置(water desalination system)及氫氣壓縮機(hydrogen compressor)架設於離岸平台上，將反應產生之氫氣透過氫氣壓縮機減少其體積以增加壓力，進而產生液態或壓縮氫氣，最後透過大型海上管道直接傳輸或原天然氣網絡管道輸送氫氣以供應給終端用戶或儲存備用。

- 目前兩種製氫模式的成本皆高於傳統低碳製氫-蒸氣甲烷重組 (steam methane reforming, SMR) 或自熱重組(Autothermal Reforming, ATR) 製氫法。
- 隨電解技術的提升及成本的降低之下，預估製氫成本可於2050年低於傳統低碳制氫法。



02

綠氫主要技術發展分析

電
解
技
術

鹼性電解法 (Alkaline electrolysis, AEL)

透過將直流電與氫氧化鉀電解液作用產生氫氧根離子，並經由多孔傳導膜至陽極進行氧化反應產生氫氣

質子交換膜 (Proton-exchange membrane, PEM)

使用固態酸性聚合膜做為電解質，透過陽極電解產生的氫離子，並經質子交換膜與電子結合產生氫氣

固態氧化物電解電池 (solid oxide electrolyzer cell, SOEC)

將陶瓷材料做為電解質，透過蒸氣型態的水進入電解槽時產生氫離子，並與外部迴路傳導之電子結合產生氫氣

根據英國離岸再生能源整合開發中心在將電流密度做為測試基準下，以資本支出(CAPEX)衡量成本，結果顯示

- 鹼性電解法為三項技術中較為成熟之技術，其用於製氫的成本最低
- 質子交換膜技術的工作電流密度雖為AEL的5-10倍，相對增加啟動成本，但技術快速成長，預計於2030年成本可低於AEL
- 固態氧化物電解電池目前商化技術尚未成熟，但卻有望在2050年達到比AEL與PEM更高的氫氣轉化效率(約85%)

03

可供我國借鏡之處

- 現今台灣約有98%的能源仰賴進口，且主要為石化原料，近期因應國際減碳趨勢，台灣致力於綠能推動，並將離岸風力發電及太陽能發電作為發展的首要項目，但離岸風力發電及太陽能在尖峰發電時期常有無法併網之問題，造成大量再生能源的浪費，為解決此項問題，再生能源進行電解產氫的綠色氫氣技術興起，透過綠色氫氣及再生能源的搭配將可大幅提升台灣的綠色能源自主率。
- 台灣與英國皆將離岸風力發電做為主要發展項目之一，英國將離岸風力發電透過電網的部署結合綠色氫氣的發展模式，可供我國參考與借鏡。
- 為加速台灣氫能產業的推動，近期除有學者召集業者創立「台灣氫能產業發展聯盟」外，政府亦將氫能運輸及氫能發電並行做為產業策略的目標，以帶動氫能技術推動。



科技發展觀測平台

Science, Technology & Innovation Policy Outlook

To Gain An Accurate and Deep Understanding of STI Trend



指導單位：科技部 前瞻及應用科技司

執行單位：財團法人國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心

「科技發展觀測平台」為執行科技部「科技發展觀測平台建置及服務計畫」之成果