



國際能源總署(IEA)2022 年全球氫能回 顧報告

計畫名稱：「國家總體能源政策發展規劃及決策支援能
量建構」(2/2)

計畫主持人：王穎達

計畫研究人員／作者：施沛宏、闕棟鴻

產出日期：中華民國 111 年 11 月 22 日



目 錄

一、前言.....	4
二、氫能需求現況與展望.....	4
三、氫能生產現況與展望.....	6
四、各國氫能政策.....	7
五、IEA 政策建議.....	12



中文摘要

國際能源總署(IEA)發布最新 2022 年全球氫能回顧報告(Global Hydrogen Review 2022)，指出全球低碳氫生產量能呈現成長趨勢，但氫能在重工業、長程運輸等項目的需求推動仍需更強政策支持。考量各國政府現行規劃，至 2030 年氫能需求將達 115 百萬噸，然仍不及 IEA 預估達到淨零目標下 2030 年的氫能需求 200 百萬噸。

現階段氫生產幾乎全部來自於化石燃料，但低碳氫(包括化石燃料搭配碳捕存與再生能源電解產氫)產能持續提升。若淨零目標驅動需求，持續擴大氫能電解槽製造產能，預計至 2030 年電解裝置成本可望較目前下降 70%，使氫生產成本降低至 1.3-4.5 美元/公斤。

全球 2021 年已有 26 個國家規劃氫能發展策略，部分國家進一步規劃具體政策與獎勵低碳氫生產與基礎設施發展項目。即便全球能源危機與淨零目標已大幅提升各國對氫能的重視，但各國對於低碳氫需求的推動與規劃力道仍需加強。

IEA 對氫生產與使用，提出 5 項政策建議：

- (1) 政策應從宣示轉為實際應用，以降低風險並提高低排放氫項目的經濟可行性。
- (2) 大量創造氫能應用需求，特別是重工業、重型公路運輸和航運。
- (3) 確認氫基礎設施的發展方向，包括新資產和重新利用現有天然氣基礎設施，並確保短期行動與長期計畫保持一致。
- (4) 加強氫貿易國際合作。
- (5) 消除氫能市場與相關基礎設施的管制障礙，提供明確的管制框架，並隨發展需求適時動態調整。

關鍵字：全球氫能回顧；低碳氫；淨零排放

英文摘要(Abstract)

The Global Hydrogen Review 2022 report is published by IEA, indicated the capacity of global low emission hydrogen is growing. Considering policies and measures that governments around the world have already put in place, IEA estimate that hydrogen demand could reach 115 Mt by 2030. This compares with nearly 200 Mt needed by 2030 to be on track for net zero emissions by 2050 so far.

Demand for hydrogen is met almost entirely by hydrogen production from unabated fossil fuels, but the capacity of low emission hydrogen keep increasing. If electrolyser projects in the pipeline are realized and the planned scale-up in manufacturing capacities takes place, costs for electrolysers could fall by around 70% by 2030 compared to today. Combined with the expected drop in the cost of renewable energy, this can bring the cost of renewable-based hydrogen down to a range for USD 1.3-4.5/kg H₂

There were 26 national hydrogen development strategies have been adopted. Some countries are moving to the next step by implementing concrete policies, with a particular focus to support commercial scale projects for low-emission hydrogen production and infrastructure. However, there is still not enough policy activity for creating hydrogen demand. Governments need to strengthen the plan and measures to create demand of low emission hydrogen.

IEA policy recommendations to accelerate low-emission hydrogen production and use:

1. Move from announcements to policy implementation
2. Raise ambitions for demand creation in key applications
3. Identify opportunities for hydrogen infrastructure and ensure that short-term actions align with long-term plans
4. Intensify international cooperation for hydrogen trade
5. Remove regulatory barriers



一、前言

氫能已被公認為實現各國政府近年所宣布的溫室氣體淨零排放承諾的關鍵選項，產業正在大規模投資透過電解水或是化石燃料搭配 CCUS 的氫氣生產計劃。而俄烏戰爭加速了這個趨勢，許多國家(尤其是歐洲)將低碳氫視為降低化石燃料依賴的一種方式，低碳氫使用也提供強化能源安全並加速達成去碳目標的機會。

然目前低碳氫做為潔淨工業原料和能源載體應用仍處於初期階段，與其他潔淨能源技術一樣，必須持續追蹤其進展，並評估其發展速度是否足以在潔淨能源轉型與強化能源安全方面發揮作用。國際能源總署(IEA)2022年發布的全球氫能回顧(Global Hydrogen Review)報告提供了氫能產業進程的年度更新，此報告為「潔淨能源部長級氫能倡議(Clean Energy Ministerial Hydrogen)」的成果，主要讓能源部門的利害關係人了解氫能技術的發展現況與未來前景，協助決策者調整其推動策略以吸引投資並促進低碳氫的部署。

本報告就 2022 年全球氫能回顧報告相關內容，分別依氫能供需現況與未來展望、各國氫能政策發展現況進行概述，最後說明 IEA 針對氫能生產與使用的相關建議。

二、氫能需求現況與展望

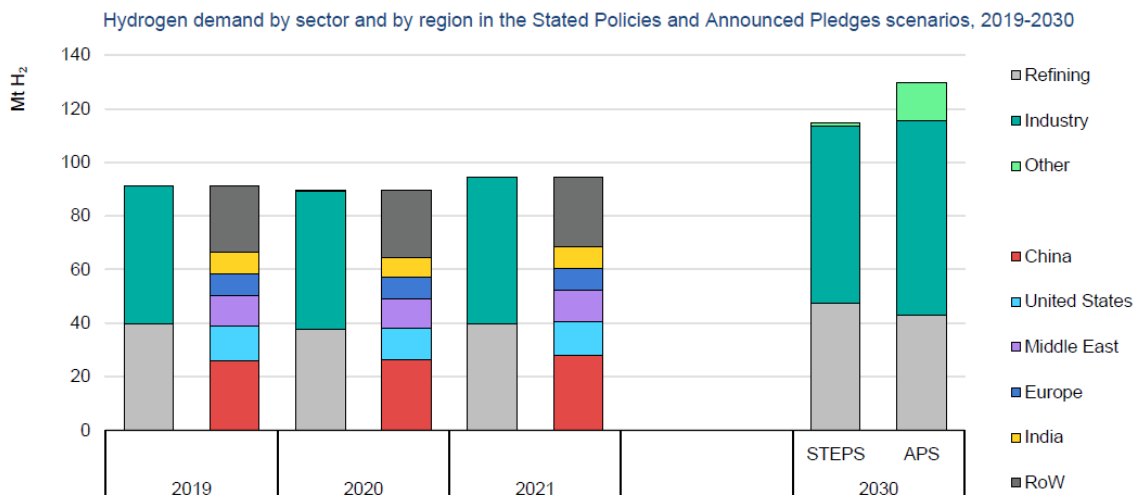
2021 年全球氫能需求達 94 百萬噸，相較 2020 年成長 40%，占全球能源使用的 2.5%。氫能需求成長的部分多為氫的傳統應用，如化學、煉油等，這些產業過去受到 Covid-19 疫情的強烈影響，由於鎖國以及經濟減緩所導致的限制在 2021 年逐漸放寬，這也促使氫能需求的增加，然而這些氫氣大部分都是由化石燃料所生產，對氣候變遷改善並未產生任何益處。

在 2021 年，重工業、交通運輸、發電、建築部分或氫衍生燃料生產的新應用，對氫能的需求非常低，約只有 40 千噸(約占全球氫能需求 0.04%)，

而這些需求主要使用在道路運輸中，在這部分可發現有顯著的增加(60%)，以及反映出燃料電池電動運具(Fuel Cell Electric Vehicles, FCEVs)的加速佈署，尤其是中國的重型卡車。

2021年中國為氫能最大消費國，其需求量約為28百萬噸，較2020年成長5%；其次依序為美國與中東(皆約12百萬噸)，其2021年氫能需求相較2020年分別增加8%與11%。第四大消費者為歐洲，其需求超過8百萬噸，之後為印度，需求亦為8百萬噸，較前一年增加7%，主要是受到經濟復甦影響，其煉油與鋼鐵需求增加。

考量各國政府現行規劃(Stated Policies Scenario, STEPS)，至2030年氫能需求將達115百萬噸，然大多數成長的部分在氫能的新用途需求仍小，對實現氣候承諾的幫助有限。而考量各國政府所提氣候承諾，包含國家自主貢獻和長期淨零目標(Announced Pledges Scenario, APS)全數按時達成，至2030年氫能需求可達130百萬噸，其中有25%會是以低碳氫型式使用於傳統與新的應用方式。然而上述兩情境仍不及IEA預估達到淨零目標下2030年的氫能需求200百萬噸，需要逐步改變，持續透過具雄心的具體政策行動來刺激氫能需求。



IEA. All rights reserved.

Notes: Mt H₂ = million tonnes of hydrogen; STEPS = Stated Policies Scenario; APS = Announced Pledges Scenario. Other includes transport, buildings, power generation sectors and production of hydrogen-derived fuels and hydrogen blending.

圖 1、2019-2030 年氫能需求現況與展望[1]

三、氫能生產現況與展望

現階段氫生產幾乎全部來自於未減排的化石燃料，2021 年全球氫能生產量為 94 百萬噸，其產生與相關的二氧化碳排放量超過 900 百萬噸。其中未搭配 CCUS 的天然氣為主要生產途徑，占 2021 年氫能產量的 62%；氫能也會經由煉油廠石油腦重整的副產品生產(18%)；最後煤炭製氫亦占總產量的 19%，主要集中在中國。而低碳氫的生產在 2021 年低於 1 百萬噸(0.7%)，幾乎都來自化石燃料搭配碳捕存(CCUS)，僅有 35 千噸來自電解水，雖然這部分占比極少，但與 2020 年相比增加了將近 20%，顯示水電解槽的佈署增加。近兩年產氫結構如下圖所示。

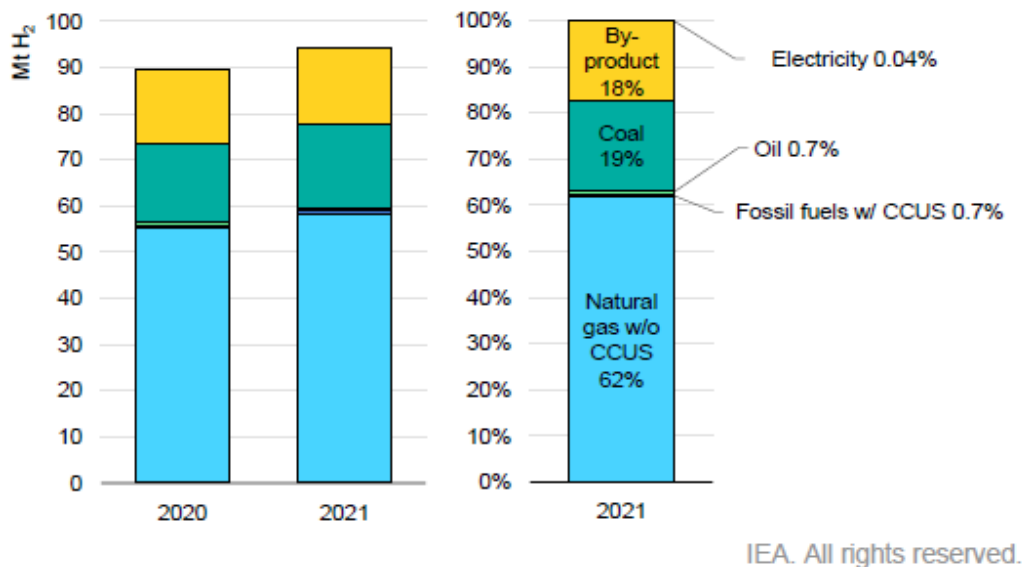


圖 2、2020-2021 年氫能生產結構[1]

根據 IEA 所追蹤的製氫項目計畫，各國宣布的低碳氫製氫計畫的數量快速成長，以現行各國發展規劃(STEPS)預估，若目前已公布的電解水製氫與化石燃料搭配碳捕存製氫計畫全部實現，至 2030 年低碳氫產能可達每年 16-24 百萬噸，但仍無法滿足各國氣候承諾下(APS)的低碳氫需求量(34 百萬噸)。而因需求不確定性與相關規範、輸儲設施不足，氫能生產計畫亦多尚在規劃階段，真正進入最終投資決策(Final Investment Decision)階段者比例甚低。



根據 IEA 的分析，在目前的化石燃料價格下，再生能源產氫在許多地區已經可與來自化石燃料的氫能競爭，尤其擁有豐裕再生能源資源且必須進口化石燃料以滿足氫需求的地區。若淨零目標驅動需求，持續擴大氫能電解槽製造產能，預計至 2030 年電解裝置成本可望較目前下降 70%，使氫生產成本降低至 1.3-4.5 美元/公斤(取決於再生能源成本)

四、各國氫能政策

將氫氣作為新能源載體是相當複雜的工作，如欲以協助達成氣候目標的發展速度前進，則需要政府進行干預。而政府激勵氫能發展的政策工具會依據各個國家的優勢與限制(如資源可用性、既有基礎設施等)有所不同。可用的政策工具相當多元，根據 IEA 於 2019 年發布的氫能未來(Future of Hydrogen)報告，報告中確定了五個關鍵領域以利進行追蹤，本報告也利用這五個關鍵領域說明政策進展。

(一)制定目標和/或長期政策方向：在整體能源政策架構中建立氫能角色願景，讓利害關係人掌握未來氫能市場確定性

截至 2021 年 9 月，已有 25 個國家與歐盟發布氫能發展策略，這些國家涵蓋了約半數的全球能源相關排放量，在這些國家發布的策略中，以中國的氫能產業發展計畫最值得注意，主要因為中國占全球氫能需求的 30%，可能對未來幾年氫能計畫的發展產生重大影響。除了前述已宣布的策略外，還有 20 多個國家政府正在制定其國家氫能策略，如印度與美國預期將在 2022 年公布其策略。亦有其他國家政府已宣布規劃修訂其氫能策略，如德國預計在 2022 年發布修訂後的策略。

全球氫能技術佈署的目標越來越具雄心，特別是低碳氫的生產，在 2021 年全球氫能回顧報告中，至 2030 年全球的電解裝置容量總目標為 74GW，而在今(2022)年報告中，目標量增加了一倍以上，達到 145-190 GW，部分目標是受到俄烏戰爭所引發，如英國於 2022 年 4 月啟動能源安全戰略，並將 2030 年低碳氫的生產目標增加一倍；荷蘭亦宣布規劃將目前 3-4 GW 電



解產能目標翻倍；以及歐盟提出 REPweeEU，規劃 2030 年使歐洲擺脫對俄羅斯化石燃料的依賴，其中包含 2030 年會員國內生產 10 百萬噸再生能源氫氣以及進口 10 百萬噸的再生能源氫氣。

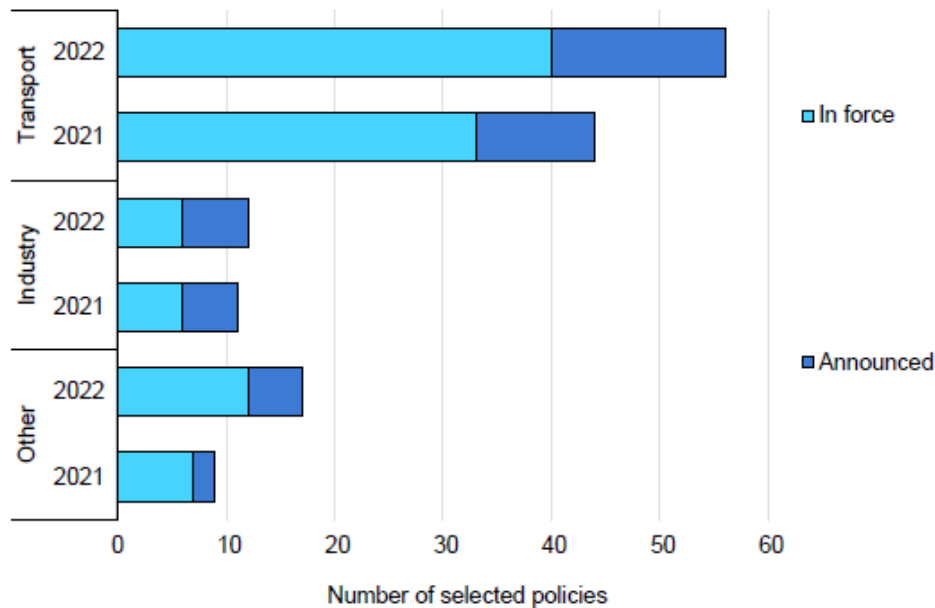
所有的國家氫能策略均承認氫能對難以減少排放的產業去碳有著重要作用，部分國家已宣布在工業使用低碳氫的目標，特別是在煉油和化工等製程中，取代由未減排的化石燃料所生產的氫氣。然目前有宣布的目標僅涵蓋當前全球工業氫氣需求約 4%。

交通運輸為各國政府近年透過目標設定來刺激氫氣使用的另一部門，截至 2021 年，全球佈署燃料電池電動車的累計目標成長 13%，達 120 萬輛的目標，其中日本與韓國擁有最具雄心的目標，其 2030 年目標量約占全球承諾的 80%。許多政府已為特定的交通領域訂定氫能目標，大部分重點放在公車、中型與重型卡車。

(二)為創造低碳氫需求提供政策支持：刺激氫能用於潔淨能源載體的重要工具

對低碳氫需求的增加是刺激將其作為潔淨能源載體的基礎，若缺乏足夠的需求，低碳氫生產者將無法確保銷售顧客群，也不會進一步釋放投資擴大生產規模。在既有與新的氫能應用上，使用低碳氫相較使用化石燃料所產的氫來的昂貴，然目前歐洲化石燃料價格波動與供應穩定考量降低了成本差異，雖然無法推測這次能源價格波動的持續時間是否足以激發對低碳氫的大規模需求，但刺激需求的政策可幫助製造商創造承購方，進而釋放相關生產能力的投資，這有助於擴大生產規模、降低成本並刺激尚未商業化的終端技術創新與示範。

如圖 3 所示，自 2021 年到 2022 年上半年，採取政策刺激創造氫能需求的進展相當有限，大部分的現有氫能需求政策均集中在交通運輸上，儘管工業應用代表著創造低碳氫需求的最佳機會，但仍很少政策針對工業應用，在其他應用上的政策行動也呈現落後狀態，如發電。



IEA. All rights reserved.

Note: Other includes selected policies in other sectors, i.e. electricity generation or cross-sectoral measures such as public procurement.

圖 3、2021-2022 年各部門創造氫能需求支持政策數量[1]

(三)降低投資風險：降低整個氫能價值鏈計畫投資風險，促進融資與加速佈署

新興的氫能價值鏈相當複雜，企業可能需要政府的支持來降低各個階段的投資風險，目前許多的氫能開發計畫都是屬於先行者，其面臨著需求不確定、管制框架不確定以及缺乏基礎設施與營運經驗等風險組合。各國政府目前正利用補助、貸款、稅收優惠或差價合同等政策，降低計畫前期階段風險並槓桿民間投資。上述這些措施有助於開發商獲得更好的融資條件，以提高資本密集型的氫能計畫可行性，如同早些年太陽光電與風力佈署經驗一樣。降低投資風險的政策可以提升產能、基礎設施發展和設備製造能力，為未來的計畫做鋪陳，直到氫能供應鏈可從依賴政府資本轉向私人資本。

在過去幾年，已有新的氫能計畫或是擴大既有潔淨技術計畫的範疇將氫能加入，並實施相關政策，如美國 2021 年通過兩黨基礎設施法(Bipartisan Infrastructure Law)，其為建立氫能中心提供補助，且提供相關激勵措施加



速氫能基礎設施與電解製造能力，以及 2022 年 8 月簽署的《降低通貨膨脹法案(Inflation Reduction Act)》提供了多項稅收抵免予補助資金來支持氫能技術；荷蘭的 SDE+++ 計畫承諾投入約 25 億美元支持 Porthos 的 CCS 計畫，預期將協助數個化石燃料搭配 CCUS 產氫的計畫快速達到最終投資決策階段；2022 年 6 月挪威政府透過國營企業 Enova 提供約 1.3 億美元支持 5 個氫能中心發展，其中包含再生能源產氫的生產設施、氫與氨在海事上的應用。

(四)促進研發、創新、策略示範計畫以及知識共享：降低成本與提高氫能技術競爭力

目前仍有許多氫能終端使用技術處於開發的早期階段，尚無法在市場上競爭，主要是因為它們尚未達到所需的規模經濟。研究、創新與開發對於證明這些技術的可行性，以及支持其持續降低成本以達商業化水準至關重要，有鑑於前期投資的規模，政府在協助降低大型示範計畫投資風險、支持研發活動以及採取政策措施鼓勵民間部門創新和佈署氫能技術上，扮演著重要的角色。

自 2017 年以來，政府投注於氫能技術的研發資金強勁成長，至 2021 年在氫能相關研發，公共支出年成長率達 35%，此增長趨勢主要由歐洲國家所推動(如下圖所示)，目前氫能技術約占政府潔淨能源技術研發總預算的 5%左右。

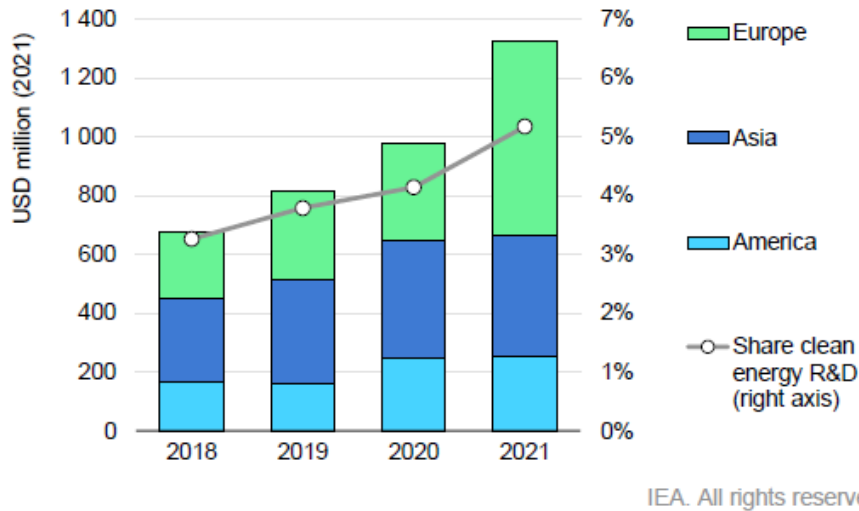


圖 4、2018-2021 年各地區政府氫能技術研發支出趨勢[1]

除了國家個別的努力，國際合作對於目標對齊、擴大市場規模、促進知識共享及發展最佳實踐案例至關重要。氫能相關的國際合作在過去一年保持強勁的趨勢，並且受到俄烏戰爭影響產生對能源安全的擔憂，預期這方面的合作會再進一步提升。自 2021 年 9 月以來，政府間簽署了 15 項的雙邊國際協議，大部分重點關注於國際氫能貿易的發展，各國政府(尤其是歐洲)積極尋找機會加速氫能技術的商業可用性與國際貿易發展，以盡快降低對化石燃料的依賴。

(五)建立合適的管制框架、標準及認證機制：確保實踐、降低壁壘、促進貿易以及加強投資者與消費者在低碳氫市場的信心

若欲確保氫能在潔淨能源轉型中發揮作用，有效的法規、標準以及認證機制的制定與採用相當重要，前述每個類別都有其各自作用，舉例而言，與氫能生產和運輸相關過程所產生的碳排放，藉由國際標準組織(International Organization of Standardization, ISO)所建立的標準方法可提供穩健且可靠的方式來計算生產到使用過程所產生的碳足跡，反過來說，這認證系統也可以提供每單位氫氣的碳足跡證明，讓政府可透過法規來制訂對氫氣使用的特定要求以達成其碳排目標。隨著對氫能的關注不斷增加，在這部分已有一些進展。



在 ISO 氫能技術委員會(Technical Committee for Hydrogen Technology, TC 197)內已有數個新的和正在進行的項目。有一項關於「確定與氫能生產和運輸相關的溫室氣體排放方法」的提案，目標是在 2023 年底前制定技術規範草案(2024 年發布)，並在 2024 年底前制定國際標準草案(2025 年發布)，這初步的草案有助於提供最佳實踐方法給先行者參考。

在制定氫能標準同時，各國政府亦正努力建立氫能認證計畫，澳洲政府於 2021 年 12 月宣布試行為期 18 個月的新原產地擔保計畫(guarantee of origin scheme)用於氫氣生產及其衍生物；同一時間，芬蘭通過了一項法案，將有關低碳電力來源保證的立法擴大到包含氫氣生產；2022 年 5 月西班牙政府亦通過一項再生能源氣體建立原產地保證計畫。

各國政府亦正在擬定採用低碳氫的管制框架，如英國的低碳氫標準政策在 2021 年 8 月發起公眾諮詢後，於 2022 年 4 月公布，該政策為生產中允許的溫室氣體排放量設定了每公斤氫氣排放量需低於 2.4 公斤二氧化碳當量為門檻，才被視作低碳氫，氫氣生產商若欲尋求政府計畫的支持，須符合這項標準。

五、IEA 政策建議

藉由 2022 年全球氫能之回顧，IEA 亦針對如何加速低碳氫生產與使用，提出 5 項政策建議供參考：

(一)政策應從宣示轉為實際應用，以降低風險並提高低排放氫項目的經濟可行性。

近年來，各國政府將重點放在確認氫能在能源戰略中的作用，這的確有助於讓產業了解氫能的潛在市場，並規劃將氫能納入技術與專案組合中。這些技術已經準備好規模化，但氫能市場目前仍在起步階段，且不確定其未來發展，這使得先行者難以進入最終投資決策。在這部分，政府須實行政策以降低風險並提高低碳氫計畫的經濟可行性。

(二)大量創造氫能應用需求，特別是重工業、重型公路運輸和航運。

自 2021 年底起，雖然因化石燃料價格遽增，使得低碳氫與以化石燃料所產的氫氣成本差距大幅減小，然產業的投資決策仍受到長期能源價格波動的不確定性所阻礙，故需要以政策制定，如拍賣、要求、配額和公共採共要求等工具，來創造對低碳氫的需求。在新的氫應用中，政策行動應輔以創新與示範工作，重點關注在氫能可協助去碳且減少化石燃料依賴的產業，如重工業、重型公路運輸和航運等。

(三)確認氫基礎設施的發展方向，包括新資產和重新利用現有天然氣基礎設施，並確保短期行動與長期計畫保持一致。

政府與民間須尋找加速氫能基礎設施發展的機會，包含新的設施和重新利用既有的天然氣基礎設施。而就後者來說，具有一些技術上的挑戰，包含重新利用液化天然氣接收站，隨著各國政府解決當前急迫的能源需求，但重要的是要仔細思考在考量氣候雄心上，新的天然氣基礎設施後續如何支持未來氫能發展。

(四)加強氫貿易國際合作

低碳氫在國際市場的發展，很大程度取決於有效的國際合作，各國需在許多領域展開合作，如制定氫氣生產與運輸排放密集度的標準、制定穩健可行的法規、以及在認證上進行合作，以確保操作性且避免市場分散。

(五)消除管制障礙，提供明確的管制框架，並隨發展需求適時動態調整

清楚且穩定的管制框架必須與動態管制方法取得平衡，並依據定期市場觀測進行調整。各國政府應在不影響環境標準與公眾諮詢下，努力改善批准與許可等行政流程的效率與協調，以縮短計畫推動時程。



參考文獻

- [1] International Energy Agency (IEA), 2022. Global Hydrogen Review2022.