

# 芬蘭氫能價值鏈

駐瑞典代表處經濟組

2024 年 7 月 29 日

資料來源：芬蘭經濟就業部官網

## 一、前言

目前氫能已成為許多工業原料，並為達成氣候目標，則利用氫能來取代化石生產。在能源密集產業如鋼鐵業，運用氫能為實現碳中和之關鍵步驟，另，為落實潔淨運輸及生產合成燃料，亦需要更多零排放氫氣。氫氣不僅是原材料與燃料，且是一種能源載體。

投資新興技術及生產方法總存有風險，就有限氫氣市場而言，創建可逐步運營氫氣市場及氫能運輸網路之基建則相對重要，開啟歐洲氫氣市場大門，芬蘭擁有多項氫能優勢條件，吸引各項包括氫氣生產、產業運用及輸送投資等投資領域。

首先，芬蘭於增加潔淨能源生產領域保有龐大優勢，例如陸域風電電場已實際運營；太陽能發電量將大幅提升；另計畫建造核能模組化反應器將可滿足未來工業電力及熱能需求。

芬蘭另一明顯優勢為能源網絡，亦是綠色轉型先決條件。然，氫能仍需更有效的傳輸管線，儘管芬蘭境內原有氫能管線網路仍可發揮作用，但芬蘭天然氣公司仍需開發其氫能傳輸網，使其能更廣泛運用。

投資強化芬蘭工業技術，使其將氫氣提煉生產其他產品，氫氣被加工成各種產品，例如鋼鐵等，而豐沛的潔淨能源將促成能源轉型及推動產業投資。為芬蘭可出口大量氫氣，滿足歐洲其他國家工

業需求之目標，芬蘭需具有歐盟內部運作完善氫能市場及強大輸電網，俾獲取歐盟投資補助。

## 二、氫能價值鏈

### (一) 產製

由於氫能電解設備價格昂貴，連結電網之設備，如風電裝置，亦須額外電力，因此氫能電解須一定規模經濟，仍是待解決問題。

另，電解及燃料電池技術雖早已問世，但仍有許多待開發之技術，包括更便宜之設備、減少貴金屬含量、提高效率、延長使用壽命及提高耐用度等部分。電解設備造價現已減半，預計十年內將持續降價。如同太陽能板產業發展，歐洲雖長於高階昂貴設備，惟中國在電解設備市場具有價格競爭優勢，即中國大量生產廉價商品，歐盟執委會正極力阻止此趨勢。

電解設備和燃料電池主要分為三種類型，而各類型裝置使用處於不同發展階段。電解過程中，從水中產生氧氣、氫氣及熱能，其中運用電解產生的氧氣及熱能，加上燃料電池所產生電力，可降低成本。

### (二) 儲存

氫氣的傳輸及儲存仍具挑戰性。一般而言，氫氣僅在極低的溫度(-253°C)下可液化，若能將氫轉化為甲烷或氨，將更易運輸與儲存。然，氫能於能量轉化間會消耗能量並增加成本。將氫氣轉化為合成甲烷(CH<sub>4</sub>)，其過程所需的二氧化碳(CO<sub>2</sub>)可透過生質燃料或直接空氣捕獲(Direct air capture, DAC)獲取。另，將氫氣與氮氣結合生產氨(NH<sub>3</sub>)，上述氫氣合成之甲烷及氨，可運用於大型船舶引

擎。若將氫氣結合二氧化碳則產生甲醇(CH<sub>3</sub>OH)，作為化工業或發動機之燃料。柴煤油等高級碳氫化合物亦可由氫氣製成，但需較多能源生成。

將氫能轉換為電燃料，運用在現代引擎，除提供電力外，亦防止或減緩引擎變化。電能將水轉化為氫氣，而後轉化為電燃料，最終透過內燃機轉化為機械動能，大部分電力已於過程中耗盡，其能源效率非常差，因此，熱能回收過程很重要。

### (三) 氫能運輸網

低碳氫能運輸可作為短距氫輸送的試點計畫，例如於工業區或同市(區域)間的運輸。而此計畫可由個別公司投資進行，其他如沼氣、生質甲烷或二氧化碳運輸相關計畫亦可利用此方式進行。未來芬蘭與全球氫能產量及消耗量若顯著增加，則將考慮使用管線輸送，長距離輸送大量氫能，不僅是最具利益之方案，亦可建構氫能運輸網市場及其價格。大型管線網於平衡能源系統扮演關鍵角色，而該運輸網擴展至其他國家後，則需進行歐盟、國際間其他國家及國有企業等合作協定，亦將促使歐盟對氫能市場以及氫能運輸營運商(hydrogen TSO)之監管。

綜上所述，建立大規模氫能運輸系統需於電力及氫氣生產、氫氣使用與傳輸等領域長期且大量投資。若氫氣產量及使用量的增加並無顯著成長，得審慎考量建立氫能傳輸網之必要性。

### (四) 應用

氫能可應用於製造業、運輸及能源系統，特別在平衡電網方面。此外，因歐洲習慣直接使用燃氣供暖，氫能亦可應用燃氣供暖及家庭燃氣(氫合成甲烷與沼氣)使用。

氫氣廣泛運用在製造煉油、化石燃料及生質燃料等領域。在化工產業中，氫氣可生產化學肥料如氮肥，但現今此項技術仍是透過蒸汽重整天然氣以生產氫氣，其中無可避免會排放二氧化碳。

另，鋼鐵製造業計畫利用純氫取代傳統化石焦炭還原鋼鐵，而瑞典鋼鐵公司 SSAB 目前正在瑞典鋼鐵廠試驗此氫還原解決方案。SSAB 公司在芬蘭西北部拉赫(Raahе)正考慮透過所謂小型工廠減少碳排放，利用潔淨氫氣外，亦降低碳排放。

在交通運輸方面，因氫氣可直接運用在燃料電池，生成電力，亦可生成燃料發動引擎，而被廣泛使用。在海路運輸，其船舶發動機利用由氫氣生成氨或甲醇。惟，在陸路運輸則受限於建造加氫站高昂成本不利氫能巴士或貨卡之利用。因此，氫能極有可能首先用於航運，例如渡輪及其他難以電氣化重型運輸等領域。

### 三、芬蘭氫能現況與展望

芬蘭目前每年生產 14 萬至 15 萬噸氫氣(4.7 至 5.0 TWh 氫能)，約 99% 氫氣仍透過化石能源(天然氣)生產，儘管芬蘭可生產少量氫氣應付其北部地區製造業需求，但使用氫能電解卻需超過 7 太瓦(TW)電力，尚不具規模經濟。

芬蘭 88%氫氣運用於精煉石油及生質燃料，包括芬蘭南部 Porvoo 地區 Neste 工廠及芬俄東南邊境 Lappeenranta 區域 UPM 生質燃料廠，其他如森林及化工業等工廠亦生產氫氣作為副產品。未來氫氣生成與利用將大幅增加，而高氫能技術應用預計會實施於化學、金屬及運輸等產業，假若 Neste 煉油廠可增加使用氫氣，則生產氫氣將需要更多電力支持。芬蘭目前有近 20 個氫能計畫尚在規劃階段，主要涵蓋芬蘭南部及西部海岸鄰近工業區以及波的尼亞灣(Bay of Bothnia) BotH2nia 之氫能網絡(Hydrogen network)。

芬蘭氢能網絡優勢包括在產業及能源領域等具有強大且豐富專業知識，例如製程規畫、生產和實施、數位化及提高能源效率等解決方案。芬蘭於生產氢能技術等各個領域及整體能源系統管理方面具有競爭力，並具燃料電池技術開發能力。

另，芬蘭除生產潔淨氫氣或氢能燃料外，芬蘭亦出口包括氫氣、以及電燃料製造、運輸與儲存等技術。