

# 天然氣伴隨氫能技術之專利分析

宋煒晟\*、馮昱豪\*\*、杜玟玟\*\*\*

## 壹、前言

## 貳、國際氫能技術發展現況

## 參、臺灣氫能政策

## 肆、專利分析方法與技術架構

### 一、分析目的

### 二、分析流程

### 三、檢索策略

### 四、技術架構

## 伍、趨勢分析

### 一、專利歷年申請趨勢

### 二、國家／區域申請件數分析

### 三、能源進口國及出口國歷年申請趨勢分析

### 四、申請人分析

### 五、IPC 分析

## 陸、專利技術功效分析

### 一、製法——原物料之技術分布

### 二、製法——功效之技術分布

### 三、製法與最早優先權日分布

### 四、能源進口國與出口國的燃氣企業及政府機構之技術分布分析

### 五、臺灣技術現況

## 柒、結論

\* 作者投稿時為財團法人專利檢索中心研究員，現已離職。

\*\* 作者現為財團法人專利檢索中心研究員。

\*\*\* 作者投稿時為財團法人專利檢索中心研究員，現已離職。

本文相關論述僅為一般研究探討，不代表本局及任職單位之意見。

## 摘要

由於燃燒化石能源釋放大量的溫室氣體，加劇了地球的氣候危機，為了減少溫室氣體的排放，近年來許多國家紛紛加入了節能減碳的行列。另一方面，已知氫氣燃燒後的產物為水，不會造成環境污染及碳排放，因此，日本、韓國、中國大陸、澳洲、美國、加拿大、歐洲等國家或組織正積極推展氫能政策，以推動國家能源轉型。

目前世界各國主要產氫方法以天然氣製氫再進行碳封存的方式進行減碳排放，因此，本文將針對與天然氣製氫技術相關的專利技術文獻進行分析，並綜合我國氫能技術發展現況，提供相關的產業分析、趨勢及建議參考。

關鍵字：天然氣、甲烷、氫氣、製造

Natural Gas、Methane、Hydrogen、Produce

## 壹、前言

隨著科技進步與人類活動的發展，對能源及化石燃料（Fossil Fuel）的需求日益增加，且工廠燃燒的石油和煤，以及汽車、飛機等交通工具，都排放了大量的二氧化碳等溫室氣體，對環境造成的影響也越大。為了阻止地球持續增溫，在2016年許多國家簽署「巴黎協定」宣誓加入減碳的行列，在2021年更有128個國家，宣示將達成「2050淨零排放」目標，以推動國家能源轉型，未來在碳中和、淨零排放、負碳排放都成為改善氣候危機的目標<sup>1</sup>。

為了有效達到淨零碳排（或碳中和）的目標，減量排放成為當前各國政策發展的重中之重，各國均著手進行能源結構之轉換，朝向多元能源與永續發展而努力。並透過低碳排能源（如再生能源）取代燃煤發電，以及減少生產、運送時的能源消耗，達到減少溫室氣體的排放。從減碳的角度來看，由於氫氣燃燒後的產物為水，不會造成環境汙染及碳排放，結合再生能源、發電、儲能的應用亦具有減少二氧化碳排放之效益，因此，以氫氣作為能源載體被視為對環境友善的能源選項之一。

目前市場上的製氫方法是以化石燃料產氫為主，化石燃料中又以天然氣被視為較潔淨的原料來源<sup>2</sup>，故本文將藉由研究天然氣製氫技術相關的專利，進一步了解國際專利布局分析及產業發展趨勢，並綜合我國氫能技術發展現況，定位我國相關產業發展利基，提供相關的建議參考。

## 貳、國際氫能技術發展現況

由於氣候變遷對全球環境已造成日益嚴重的衝擊，淨零碳排放之作法已為各國必須共同努力的目標。國際能源署（International Energy Agency, IEA）於《2021

<sup>1</sup> 未來生活實驗室，什麼是碳中和、淨零碳排？一次看懂全球環保趨勢：碳中和是永續發展關鍵，今周刊，<https://esg.business.today.com.tw/article/category/180687/post/202110050032>（最後瀏覽日：2022/06/10）。

<sup>2</sup> 石蕙菱，經濟部技術處產業技術評析，全球氫氣生產方式的發展與趨勢，經濟部技術處，[https://www.moea.gov.tw/MNS/doi/industrytech/IndustryTech.aspx?menu\\_id=13545&it\\_id=364](https://www.moea.gov.tw/MNS/doi/industrytech/IndustryTech.aspx?menu_id=13545&it_id=364)（最後瀏覽日：2022/06/10）。

全球能源展望》(World Energy Outlook 2021) 報告中說明全球在能源轉型上，對石油及天然氣的投資正在趨緩，且對潔淨能源的投資正在上升，但要避免全球暖化至極危險的程度，則需要能夠可持續地、朝淨零排放減少碳排放。

由於氫氣在燃燒產生能量的過程中，只產生水，不會產生二氧化碳，因此氫氣是作為能源使用的良好媒介，對建構淨零碳排放的目標具有重要意義。由表 1 所示，目前包括德國、法國、英國、美國、加拿大、日本、韓國、澳洲等國家，均將氫能列為國家達成淨零碳排放目標的重要選項<sup>3</sup>。

表 1 各國淨零碳排放措施之技術

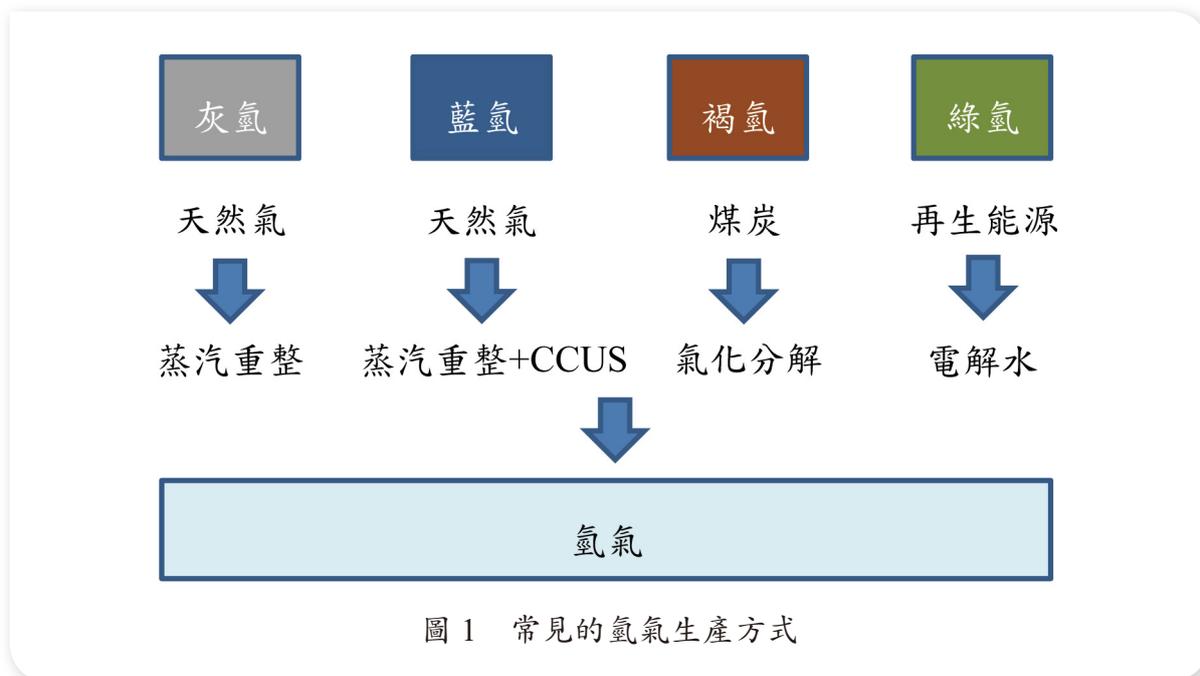
國家	太陽能	風能	生質能	核能	氫能
德國	○	○	○		○
法國		○	○	○	○
英國		○	○	○	○
美國	○	○	○	○	○
加拿大	○	○	○	○	○
日本	○	○		○	○
韓國	○	○			○
澳洲	○	○	○		○

國際上，氫能產業鏈可概略分為產氫端、儲運端及應用端，氫氣的生產主要可分為兩大類，一為透過將化石能源經由裂解、重整等方法來獲得，其二為使用來自再生能源的電力進行電解水而製得，製得之氫氣則可進一步運送至儲存裝置中儲備，該氫氣亦可轉換為氨的形式來儲備，接續，則可依照不同用途，將經儲備之氫氣供應至不同應用端，例如：鋼鐵產業、石化工業、半導體產業、加氫站、發電廠等<sup>4</sup>。

<sup>3</sup> 王孟傑，全球淨零碳排趨勢下之再生能源產業新格局（簡報），IEK 產業情報網，工研院產業科技國際策略發展所，[https://ieknet.iek.org.tw/iekppt/ppt\\_more.aspx?actiontype=ppt&indno=5&sld\\_preid=6507](https://ieknet.iek.org.tw/iekppt/ppt_more.aspx?actiontype=ppt&indno=5&sld_preid=6507)（最後瀏覽日：2022/06/10）。

<sup>4</sup> 石蕙菱，氫能發展趨勢與臺灣未來方向（簡報），IEK 產業情報網，工研院產科國際所能源組，[https://ieknet.iek.org.tw/iekppt/ppt\\_more.aspx?sld\\_preid=6322](https://ieknet.iek.org.tw/iekppt/ppt_more.aspx?sld_preid=6322)，（最後瀏覽日：2022/6/10）。

產氫端之原料來源主要可來自於化石燃料及水兩大類。化石燃料可包含天然氣、煤炭、石油等，透過重組、熱裂解等技術可轉化出氫氣；水則可透過電解法等而生成氫氣。在產氫的技術上也可依不同生產方式歸納出灰氫、藍氫、褐氫及綠氫，圖 1 為常見的氫氣生產方式<sup>5</sup>。



灰氫：多為使用天然氣搭配水蒸汽重組法，在高溫觸媒環境下，使用水蒸汽與碳氫化合物（如天然氣）反應轉換出氫氣，然由於該反應轉換中會附帶排放出含有二氧化碳的副產物，故被稱之為灰氫。

藍氫：主要採用化石燃料進行製氫，並搭配二氧化碳捕捉、再利用與封存機制（Carbon Capture, Utilization and Storage, CCUS），來使製程中的碳排放量減低，以符合國際需求標準。

褐氫：係將煤炭透過氣化技術（gasification technology）來產生氫氣，並搭配二氧化碳捕捉技術，降低碳排放量。2016 年日本與澳洲考量各方經濟價值，合作進行褐煤搭配 CCUS 技術製氫，此為少數大規模使用煤炭作為料源的案例。

<sup>5</sup> 同註 2。

綠氫：採用再生能源（如太陽能光電、風力發電）將水於電解槽中進行電解，進而獲得氫氣與氧氣，過程幾乎沒有碳排放問題，是為國際間潔淨能源的發展趨勢，然現階段，水電解轉換效率較差（約 70~80%），且產氫技術的成本相較前述三者者昂貴，目前多處於示範運行階段。

考量製氫成本及技術發展成熟度，目前全球氫氣製造多由灰氫階段為主，預期 2030 年後 CCUS 技術將漸趨於成熟，藍氫可逐步取代灰氫，用來降低碳排放量。預計於 2040 年後電解製氫技術擴大發展，綠氫將大幅成為全球的主流製氫技術。2050 年後將趨向以綠氫產氫方式的低碳電力電解技術為主。

## 參、臺灣氫能政策

2022 年 3 月 30 日國家發展委員會發布《臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明》<sup>6</sup>，並與經濟部成立的「氫能推動小組」<sup>7</sup>共同研擬「臺灣 2050 氫應用發展技術藍圖」，針對未來 30 年於發電、工業、載具等氫應用發展、氫氣供應及法規等面向提出規劃，於 2050 淨零排放規劃藍圖中，預計氫能占我國電力來源 9 至 12%。未來我國氫能策略包括有：一、拓展進口氫能供應來源，確保氫能供應穩定。二、完善氫能運儲基礎設施，配合國內氫能供需情形（來源、應用場域），規劃建設氫能輸儲基礎設施（接收站、儲槽、管線），並制定國內相關法規、標準，完善氫能管理制度。三、以淨零為目標，強化氫能技術發展及應用，如：發展混燒／專燒氫氣技術與示範驗證，逐步擴大燃氣機組氫能混燒比例或直接作為燃料發電降低碳排、開發氫能去碳化製程（如：鋼鐵業、石化業等）。

我國目前氫氣於能源領域的應用比重仍偏低，但未來成長空間看好，並著重於氫能的安全性及生產技術的發展。氫能技術多元，對於發電、工業生產及運輸等領域具有極大的應用潛力。考量目前氫能成本尚高，為降低使用成本達到規模經濟，需推動氫能之來源、輸儲管線及儲槽及相關基礎建設，以及規劃開發低成

<sup>6</sup> 臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明，國家發展委員會，[https://www.ndc.gov.tw/Content\\_List.aspx?n=DEE68AAD8B38BD76](https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=DEE68AAD8B38BD76)（最後瀏覽日：2022/6/29）。

<sup>7</sup> 劉庭莉，工研院發表「氫能發展藍圖」工業餘氫純化再利用也能發電，環境資訊中心，<https://www.re.org.tw/news/more.aspx?cid=198&id=4642>（最後瀏覽日：2022/6/29）。

本、高性能產氫技術與儲氫材料，並以發展長週期、可量產及穩定之產氫與儲氫技術為策略目標，投入符合國內發展需求之應用技術。<sup>8</sup>

## 肆、專利分析方法與技術架構

### 一、分析目的

本分析主題為天然氣伴隨氫能技術，利用 Derwent Innovation 專利資料庫作為檢索資料庫蒐集與天然氣伴隨氫能技術相關的專利文獻進行資訊系統化整理統計，透過篩選與判讀，將專利資訊進行目的性的分析，再產出國際競爭者分析及技術之發展動向趨勢，並進一步製作專利地圖分析。其次，利用所得的專利情報，解析天然氣伴隨氫能技術整體產業技術發展趨勢、各國政府政策及廠商技術研發之專利布局範圍，避免投資者重複投資研發，耗損不必要的研發成本與時間，並研發出具有市場價值與自我特色的技術，以充分發揮自身競爭優勢。

### 二、分析流程

本文專利分析可劃分為兩個階段，分別為第一階段（專利檢索）及第二階段（專利判讀、分析）。

第一階段：在進行專利檢索之前，先確定專利分析主題、蒐集相關資料與專利文獻，確定技術及產業分類，繪製出技術整體架構圖。根據技術特徵擬定關鍵字、進行檢索、修正檢索策略，直到專利文獻內容是與本次主題相符合，進入到第二階段。

第二階段：找出相關專利資料後，進一步進行專利判讀，判讀該等專利之主要技術特徵與應用領域，接著根據判讀整理的相關數據及技術內容，建立專利管理圖與專利技術圖。

---

<sup>8</sup> 同註 6。

### 三、檢索策略

確認天然氣伴隨氫能技術之技術架構與範疇後，利用 Derwent Innovation 專利資料庫檢索，檢索條件由關鍵字與分類號組成，以天然氣、甲烷、氫氣、沼氣、水煤氣、合成氣及製造相關字或衍生相關同義字作為關鍵字，分類號<sup>9</sup>則為 C01B 3，檢索專利時間範圍<sup>10</sup>為 2011/01/01 至 2021/12/31 止，並藉由 INPADOC 專利家族篩選檢索結果得到天然氣伴隨氫能技術相關的專利，再經由人工逐篇判讀出，得天然氣伴隨氫能技術之專利共 819 案發明專利家族，2,235 件專利。

### 四、技術架構

後續經過人工判讀後，針對上述專利檢索結果製作魚骨圖（如圖 2）。

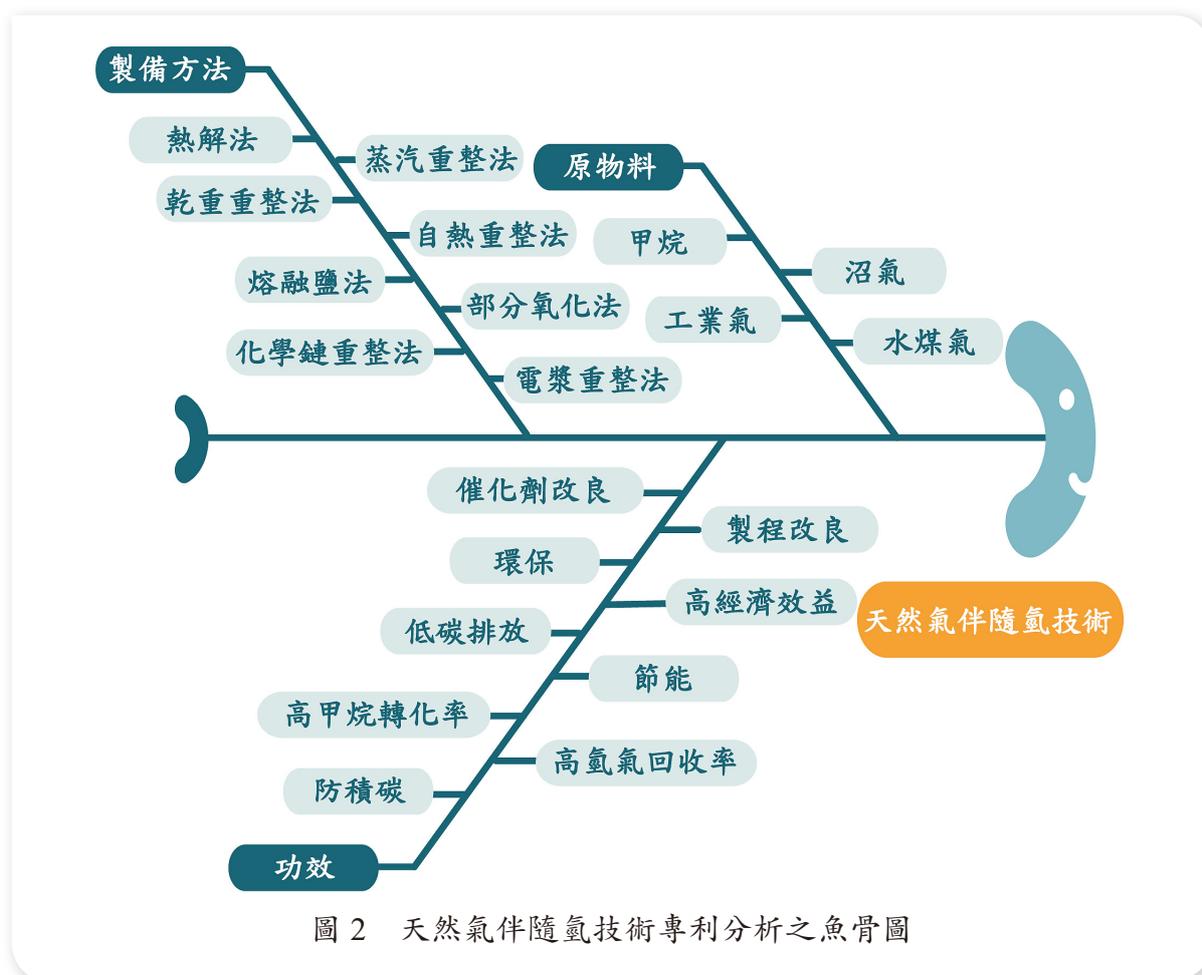


圖 2 天然氣伴隨氫技術專利分析之魚骨圖

<sup>9</sup> 此分類號為 IPC 分類。

<sup>10</sup> 此檢索專利時間為申請日。

## 伍、趨勢分析

### 一、專利歷年申請趨勢

專利歷年申請趨勢主要是利用歷年（申請年）之專利件數，觀察整體技術及相關產業之專利產出數量，利用歷年專利產出數量分析產業技術發展趨勢。其中專利申請年係指專利被提出申請之年份；同一發明申請多國專利者，以多件累計統計。

本分析的檢索條件以 2011 年至 2021 年申請的案件為分析對象，從圖 3 歷年申請趨勢圖中顯示，全球天然氣製氫的專利申請量呈現穩定發展，每年皆維持在 160 件以上的申請量，其穩定發展主要係因各國政府及企業共同面對地球暖化，致力於開發新能源技術以達到節能減碳的目標，且聯合國 195 個成員國於 2015 年 12 月 12 日在巴黎舉行聯合國氣候峰會，隔年，2016 年 4 月 22 日世界地球日，171 國在聯合國總部簽署《巴黎氣候協定》，取代京都議定書，期望能共同遏阻全球暖化趨勢。將天然氣作為原料而製成氫氣之技術，是全球達成碳排放減量目標的潔淨能源選項之一，推測此技術領域將持續發展及成長。

而 2020 年及 2021 年申請量由於專利之早期公開制，申請後 18 個月才公開之影響，使部分申請案尚未公開／公告，因此專利數量呈現一下降趨勢，未來該等數量理應將持續增加。

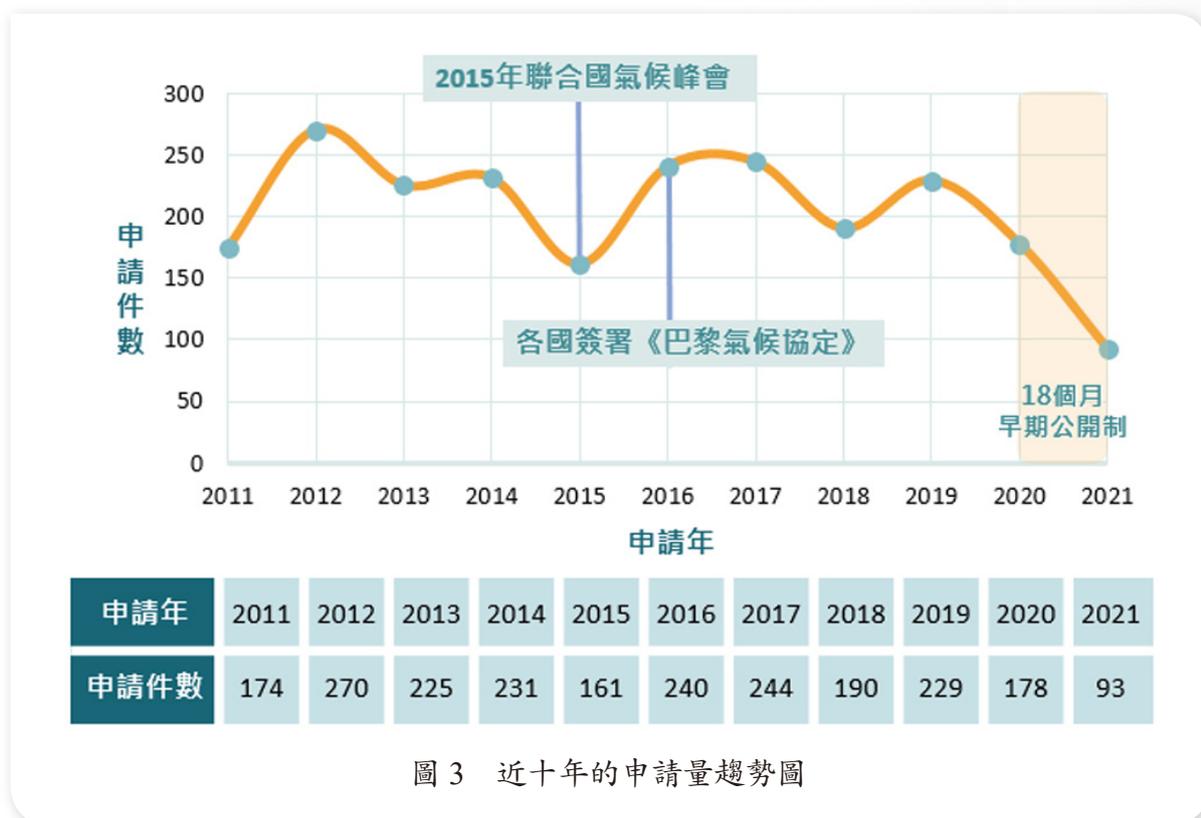


圖 3 近十年的申請量趨勢圖

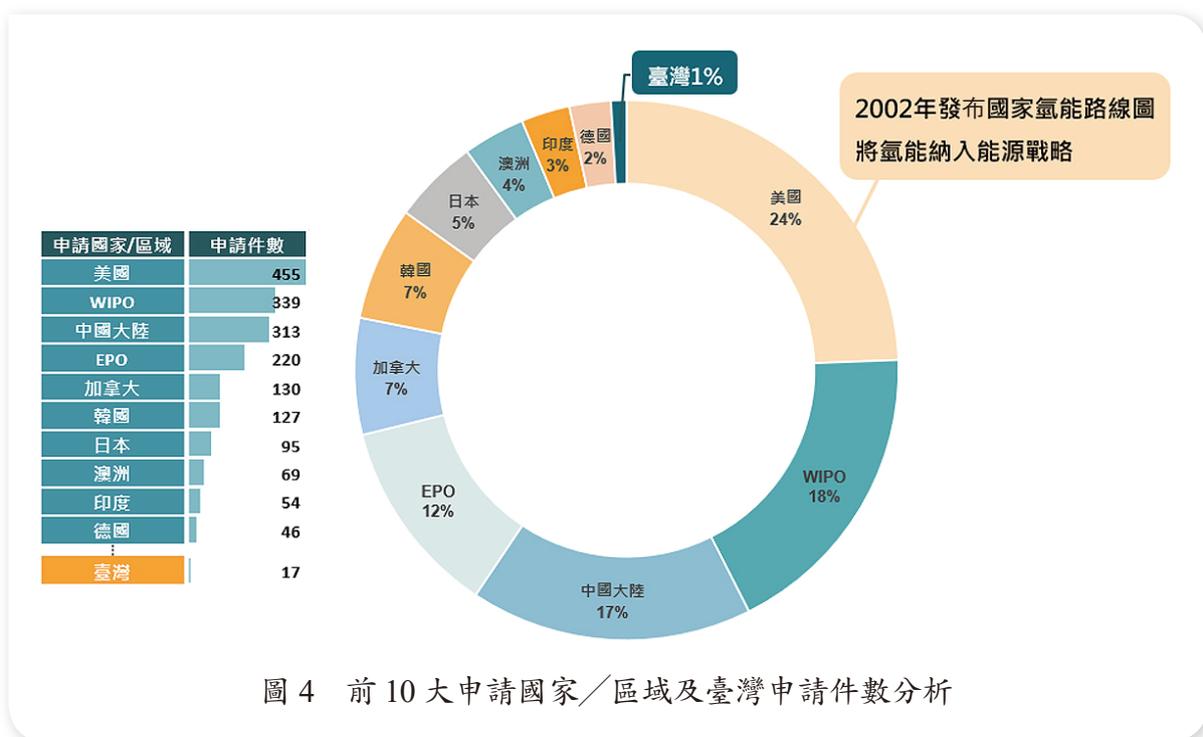
## 二、國家／區域申請件數分析

針對申請之國家／區域進行分析，可觀察技術領域之主要戰場地區、以及該等國家之專利技術實力比較分析，作為技術布局之重要參考資訊，專利產出數量愈多時，表示企業在該地區投入之技術資源愈多，即對該項技術愈重視，屬於技術研發、製造及販售的重點區域。

圖 4 為前 10 大申請國家／區域及臺灣申請件數分析，可知天然氣伴隨氫能相關專利申請量第 1 為美國的 455 件，美國最早於 2002 年發布國家氫能路線圖將氫能納入能源戰略，長期以政策及經費促進氫能技術之發展，布局領域廣泛，涵蓋有氫氣生產、運輸、存儲及利用等技術；排名第 2 為 WIPO 的 339 件，顯見各申請人對全球專利布局的重視；第 3 為中國大陸的 313 件，中國大陸為世界最大的產氫國，每年可產出 2,500 萬噸的工業製氫<sup>11</sup>，在氫經濟發展上具有巨大潛

<sup>11</sup> 經濟部能源局再生能源資訊網，國際氫能基礎建設之發展與推動現況，<https://www.re.org.tw/knowledge/more.aspx?cid=201&id=4523>（最後瀏覽日：2022/06/09）。

力，預測未來專利申請量會持續增長，後續可持續追蹤布局方向；第4為EPO的220件，配合歐洲氫能政策，發展出具有跨國、跨部門整合之特性，例如「西海岸100計畫」(Westküste 100 project)<sup>12</sup>，可觀察未來結合跨國、跨部門整合之專利申請量；第5為加拿大的130件；第6、第7分別為韓國的127件與日本的95件，韓國與日本為亞洲較積極發展氫能技術之國家，已逐漸建立起完整的製氫技術及供應鏈。臺灣與日韓兩國都是能源進口國，可重點觀察韓國與日本於製氫技術之布局方向；接著依序為澳洲的69件、印度的54件及德國的46件。本節分析中，臺灣的申請量為17件，排名為第19名。



### 三、能源進口國及出口國歷年申請趨勢分析

依據國際能源署及美國能源資訊管理局 (Energy Information Administration, EIA) 相關報告指出，全球天然氣主要進口國包含日本、韓國、中國大陸及部分

<sup>12</sup> Complete sector coupling: Green hydrogen and decarbonisation on an industrial scale, <https://www.westkueste100.de/en/> (last visited June 20, 2022).

歐洲國家；而出口國則包含美國、澳大利亞及加拿大<sup>13,14,15</sup>。且根據國際能源署預測，美國和中國大陸將在五年內分別成為世界上最大的液化天然氣出口國和進口國。因此，本節針對主要能源進口及出口國進行申請趨勢分析。

### （一）能源進口國歷年申請件數

由圖 5 及表 2 顯示能源進口國韓國、日本、歐洲、中國大陸的歷年申請情況，從圖表中可以得知，中國大陸在 2011-2015 年的申請量平均約 17 件略低於歐洲，但自 2016 年起中國大陸發布能源技術革命創新行動計劃（2016-2030 年），於 2019 年發布中國氫能源及燃料電池產業白皮書，以國家政策推動氫能技術發展，2016 至 2020 每年申請量皆超過 33 件以上，與 2011-2015 年相比成長幅度將近超過一倍。中國大陸近幾年透過政策引導，使製氫技術蓬勃發展，已初步建立氫能利用的供應鏈和產業體系。

歐洲國家長期重視潔淨能源及環境保育，歐洲在天然氣製氫技術領域已深耕多年，近十年平均有 20 件左右的穩定申請量，政策一直朝節能減碳、潔淨能源與環保的方向前進，並將進口的天然氣搭配碳捕捉技術生產潔淨氫氣。日本在 2011-2014 年每年約有 12-13 件的專利申請量，2015-2020 年申請量平均約為 7 件，下降了將近一半，主要原因是日本的氫能政策中，部分氫氣由澳洲進口，另一部分氫氣來源選用電解水製氫的路線，並位於日本福島地區打造有世界最大太陽能製氫廠，利用太陽能發電進行電解水製氫（綠氫），因此在天然氣製氫的技術發展相對減少。韓國在 2011-2014 年每年約有 10 件的專利申請量，自 2017-2019 年申請量成長至 19-22 件，主要原因是韓國現階段的氫能政策以灰氫為主，暫以石化工廠產生的副產品氫氣及天然氣提煉出的氫氣為基礎，並有部分氫氣向國外進口，故近年在政策推動下，天然氣製氫技術持續有大量專利產出。

<sup>13</sup> Gas Market Report, Q2-2021, <https://www.iea.org/reports/gas-market-report-q2-2021> (last visited June 9, 2022).

<sup>14</sup> LNG exports for selected countries, 2015-2025, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/lng-exports-for-selected-countries-2015-2025> (last visited June 9, 2022).

<sup>15</sup> Natural gas explained, <https://www.eia.gov/energyexplained/natural-gas/imports-and-exports.php> (last visited June 9, 2022).

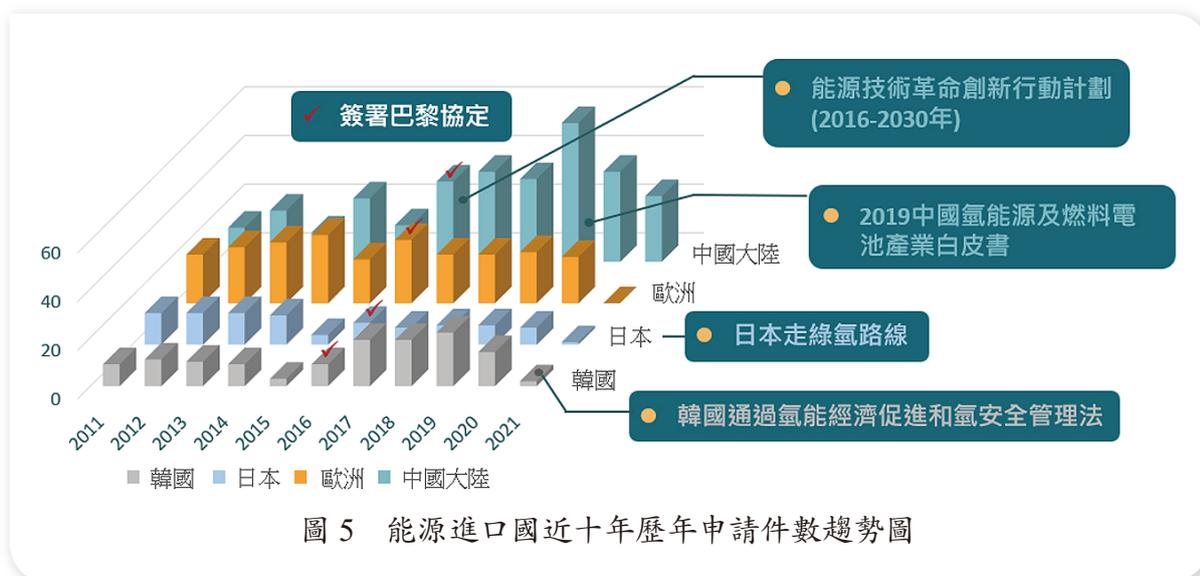


表 2 能源進口國近十年歷年申請件數

進口	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	合計
中國大陸	14	21	12	26	15	33	37	34	57	37	27	313
歐洲	20	23	25	28	18	26	20	20	21	19	0	220
日本	13	13	13	12	4	9	7	8	8	7	1	95
韓國	9	11	10	9	3	9	19	19	22	14	2	127

## (二) 能源出口國歷年申請件數

由圖 6 及表 3 顯示能源出口國美國、加拿大、澳洲的歷年申請情況，從圖表中可以得知，美國天然氣製氫技術在 2011-2017 年的申請量為全球最高平均有超過 40 件，在美國總統歐巴馬任內，政府政策致力於發展風能、太陽能等可再生能源，推動節能減碳與潔淨能源，減少美國對煤電的依賴程度。但在川普總統就任後，2017 年宣布美國退出巴黎協定，政策轉向不再大量補助潔淨能源技術，從圖表中也可看到美國天然氣製氫

申請案於 2018-2020 年有所下降。加拿大近十年申請量平均約 12 件，呈現穩定發展的狀態，由於加拿大為全球第四大天然氣生產國，天然氣政策傾向直接出口天然氣而不用於製造氫氣，氫能政策走向直接以再生能源電解水製氫（綠氫），因此在天然氣製氫的相關技術申請量較少。澳洲近十年申請量平均約 7 件，申請量較低，主要是澳洲有廣大的沙漠和數千公里的海岸線，非常適合興建太陽能發電廠及風力發電廠，政策致力於發展電解水的綠氫，因此在天然氣製氫方面的研究產出較少。



表 3 能源出口國近十年歷年申請件數

出口	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	合計
美國	39	47	47	40	53	59	43	31	37	35	24	455
加拿大	11	26	13	14	9	14	16	10	9	8	0	130
澳洲	7	6	13	5	2	5	10	7	8	5	1	69

#### 四、申請人分析

針對申請人進行統計及分析，可得知天然氣伴隨氫能技術領域的主要參與者及推測技術領先者。如圖 7 及表 4 所示，本技術領域主要申請總件數及案數最多的為法國液化空氣集團 (L'Air Liquide S.A) (222 件, 62 案)，第二為德國林德集團 (Linde plc) (204 件, 60 案)，第三為沙烏地阿拉伯沙烏地阿美 (Saudi Aramco) (119 件, 39 案)，接續依次為美國空氣化工產品集團 (Air Products and Chemicals, Inc.) (76 件, 27 案)、德國巴斯夫集團 (Badische Anilin-und-Soda-Fabrik, BASF) (74 件, 20 案)、德國 CCP 科技公司 (CCP Technology GmbH) (72 件, 1 案)、丹麥哈道爾托普索 (Haldor Topsoe A/S) (60 件, 14 案)、美國天然氣技術研究所 (Gas Technology Institute, GTI) (57 件, 10 案)、荷蘭皇家殼牌 (Royal Dutch/Shell Group of Cos) (53 件, 13 案) 及瑞士卡薩萊 (Casale SA) (28 件, 10 案)。其中值得注意的是德國 CCP 科技公司申請 72 件專利，但為同 1 案專利家族，布局國家範圍相當廣泛。

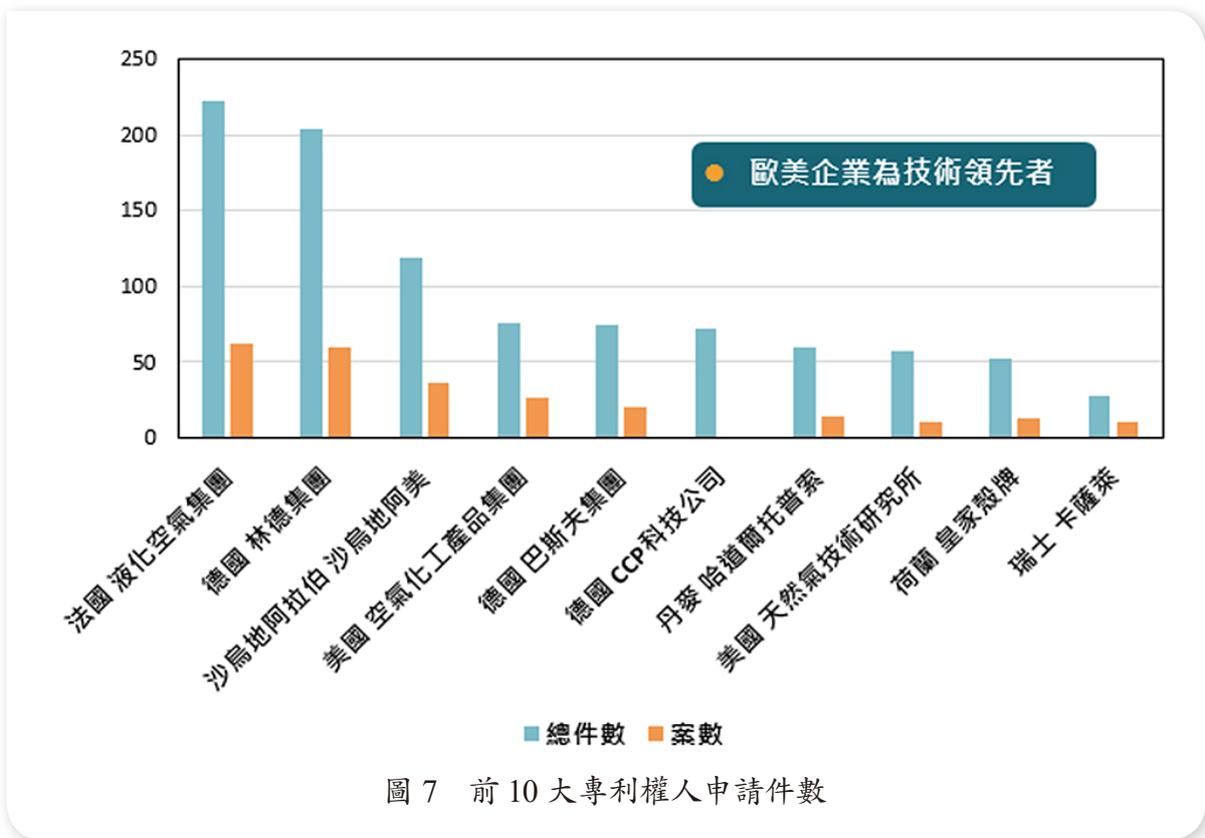


表 4 前十大專利權人申請件數

	法國	德國	沙烏地阿拉伯	美國	德國	德國	丹麥	美國	荷蘭	瑞士
終屬母公司	液化空氣集團	林德集團	沙烏地阿美	空氣化工产品集團	巴斯夫集團	CCP 科技公司	哈道爾托普索	天然氣技術研究所	皇家殼牌	卡薩萊
總件數	222	204	119	76	74	72	60	57	53	28
案數	62	60	39	27	20	1	14	10	13	10

## 五、IPC 分析

國際專利分類號分析係對本產業之 IPC 技術進行相關分析，分析目的不僅能快速掌握本產業之相關技術外，更可利用 IPC 技術分類，了解各類技術之研發趨勢與動向，預測何種技術方法是未來市場潮流或是何種技術已經瀕臨末期。因此本節以四階 IPC（IPC-4 階）技術分類排名，解析重要的標的 IPC 技術分類。

### （一）IPC 分布分析

經過統計 IPC-4 階總共有 5,958 次，將前 20 大 IPC 經過相關領域的群組化整理後得到圖 8 的比例分析，以及表 5 可知天然氣製氫的前 20 大 IPC-4 階技術分布情況。其中氫氣製造（C01B 3）共 1,887 次最高，占 31.7%；其次為催化劑（B01J 23；B01J 37；B01J 35；B01J 21）共 824 次，占 13.8%；第三為製程設備、裝置（B01J 8；B01J 19；B01D 53；B01J 7；F25J 3）共 801 次，占 13.4%；水煤氣製造（C10J 3；C10G 2；C10K 3；C10K 1）共 460 次，占 7.7%；碳產物（C01B 32；C01B 31；C07C 29）共 448 次，占 7.5%；燃料電池應用（H01M 8）共 121 次，占 2.0%；天然氣製造（C10L 3；C07C 1）共 110 次，占 1.8%。

由圖 8 及表 5 可知，主要技術重點在氫氣製造方法（包含製造、純化、分離），催化劑改良（包含金屬或金屬氧化物或氫氧化物，製造方法，及其形態或物理性質），製氫使用的製程設備、裝置優化，占主要技術內容。

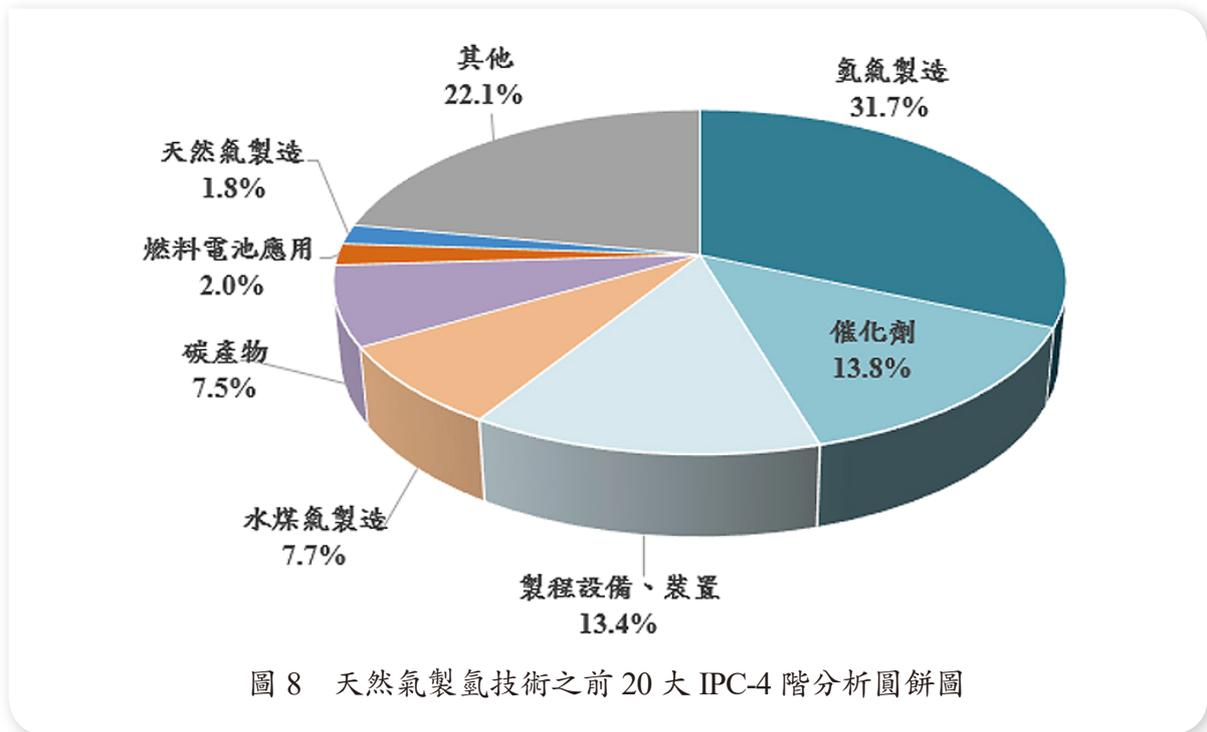


表 5 天然氣製氫技術之前 20 大 IPC-4 階分析與技術分類說明

技術分類	IPC-4 階	次數	IPC 說明
氫氣製造 (共 1,887)	C01B 3	1,887	氫；含氫混合氣；由含氫混合氣中分離氫；氫之淨化
催化劑 (共 824)	B01J 23	363	包含金屬或金屬氧化物或氫氧化物之催化劑
	B01J 37	193	製備催化劑之一般方法；催化劑活化之一般方法
	B01J 35	142	一般以其形態或物理性質為特點之催化劑
	B01J 21	126	包含鎂、硼、鋁、碳、矽、鈦、銦或鉛之元素，其氧化物或氫氧化物之催化劑

(續下頁)

技術分類	IPC-4 階	次數	IPC 說明
製程設備、 裝置 (共 801)	B01J 8	241	於有流體及固體顆粒之情況下所進行的一般化學或物理之方法；此等方法所用的裝置
	B01J 19	235	化學的，物理的，或物理 - 化學的一般方法；及其有關的設備
	B01D 53	219	氣體或蒸汽之分離；由氣體中回收揮發性溶劑之蒸汽；廢氣例如發動機廢氣、煙氣、煙霧、煙道氣、氣溶膠的化學或生物淨化
	B01J 7	53	氣體發生裝置
	F25J 3	53	使用液化或固化作用進行分離氣體混合物成分的方法與設備
水煤氣製造 (共 460)	C10J 3	161	由固態含碳物料與氧氣或蒸汽行部分氧化反應以製造含一氧化碳及氫氣之氣體
	C10G 2	136	由碳之氧化物製備組成不確定的液態烴混合物
	C10K 3	94	含一氧化碳可燃氣體之化學組合物的改良，以產生改良燃料，如一種不同熱值、可不含一氧化碳之燃料
	C10K 1	69	含一氧化碳可燃氣體之純化
碳產物 (共 448)	C01B 32	356	碳；其化合物
	C01B 31	43	碳；其化合物
	C07C 29	49	含羰基或氧 - 金屬基連接碳原子之化合物的製備，不包括六節芳環
燃料電池應用 (共 121)	H01M 8	121	燃料電池；及其製造
天然氣製造 (共 110)	C10L 3	58	氣體燃料，天然氣；液化石油氣
	C07C 1	52	由一種或多種非烴化合物製備烴

## (二) IPC 歷年分布分析

進一步將近十年排名前 20 大 IPC 分別以申請年作區分，並且將各技術分類項目之專利件數以比例方式表現，得到表 6，目的為了解某項技術

之專利件數占整體產業技術專利產出之比例，以說明各項專利技術的發展情形。

由於檢索式以 C01B 3 製備氫氣的領域作為限縮條件，表中顯現 C01B 3 近十年呈現穩定發展趨勢，每年超過 130 件，惟 2021 年部分申請案尚未公開的原因，導致資料不完全。在 2011-2013 年期間相關專利技術以製程設備、裝置的改良、水煤氣製造技術和碳產物為主，其中水煤氣製造主要技術著重於一氧化碳和氫氣的製造，碳產物技術著重於碳產物的製備或淨化，以及二氧化碳作為氧化劑與甲烷反應來製造氫氣。催化劑相關技術在 2014 年開始申請量較多，2014、2016、2017 年的各年申請量皆超過 100 件。自 2016 各國簽署「巴黎協定」後，各國政府的政策及企業加大投資潔淨能源，使得天然氣製氫技術在催化劑及製程設備、裝置的研發申請量較多，少部分專利涉及水煤氣製造、碳產物、燃料電池技術及天然氣製造相關的技術。

表 6 近十年前 20 大 IPC-4 階之歷年活動分析表

技術分類	IPC-4階	申請年											合計
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
氫氣製造	C01B 3	137	209	197	189	131	208	213	163	198	158	84	1,887
催化劑	B01J 23 B01J 37 B01J 35 B01J 21	65	51	61	103	50	124	119	68	76	74	33	824
製程設備、裝置	B01J 8 B01J 19 B01D 53 B01J 7 F25J 3	65	101	71	64	48	95	70	72	101	69	45	801
水煤氣製造	C10J 3 C10G 2 C10K 3 C10K 1	36	126	51	50	68	44	31	21	19	11	3	460
碳產物	C01B 32 C01B 31 C07C 29	31	113	55	45	25	30	36	23	33	37	20	448
燃料電池應用	H01M 8	21	18	12	20	9	8	5	8	14	3	3	121
天然氣製造	C10L 3 C07C 1	10	11	1	17	9	15	11	20	3	10	3	110

### (三) 前十大申請人與 IPC 分布分析

透過前十大申請人申請案的 IPC 分布狀況，可以判斷市場主流的研發方向及主要專利地雷區。

從圖 9 顯示申請量第一的法國液化空氣集團及申請量第二的德國林德集團主要在研發氫氣製造、製程設備與裝置、碳產物處理的技術。申請量第三的沙烏地阿拉伯沙烏地阿美主要是研發催化劑及氫氣製造的技術。美國空氣化工產品集團主要在研發氫氣製造、製程設備與裝置的技術。德國巴斯夫集團與德國 CCP 科技公司技術分布在氫氣製造、碳產物處理和水煤氣製造。丹麥哈道爾托普索技術分布在氫氣製造、製程設備、水煤氣製造。美國天然氣技術研究所的技術著重在氫氣製造、催化劑、製程設備與裝置。荷蘭皇家殼牌 (Shell plc) 及瑞士卡薩萊以氫氣製造、水煤氣製造、製程設備與裝置的技術改良為主。

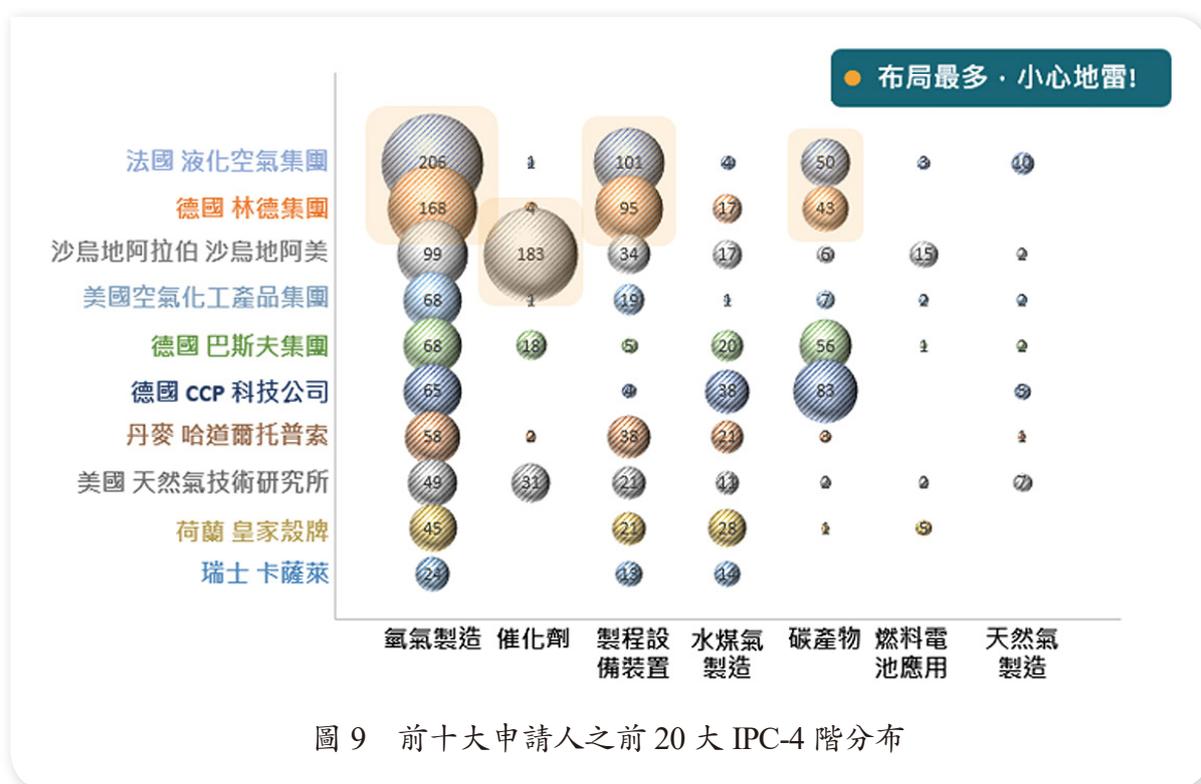


圖 9 前十大申請人之前 20 大 IPC-4 階分布

## 陸、專利技術功效分析

本章將篩選出的天然氣製備氫氣相關技術共 819 案發明專利家族進行分析，透過人工閱讀提取技術重點，分別以製法、原物料和技術功效作表，製法分為蒸汽重整法、熱解法、自熱重整法、部分氧化法、乾重重整法、熔融鹽法、電漿重整法和化學鏈重整法八大分類，原物料分為甲烷、水煤氣、工業氣和沼氣四大來源，功效分為製程改良、高經濟效益、節能、高氫氣回收率、催化劑改良、低碳排放、環保、高甲烷轉化率和預防積碳。

### 一、製法——原物料之技術分布

天然氣製氫的專利技術中，可應用的原物料範圍包含甲烷、水煤氣、工業氣、沼氣。

水煤氣又稱合成氣，主要由一氧化碳和氫氣，在化工生產中有重要用途，通常通過水蒸汽與熾熱的焦炭反應製備，在此是指水蒸汽與甲烷在高溫反應產生的一氧化碳和氫氣的混合物。從表 7 顯示主要是透過蒸汽重整法、部分氧化法、自熱重整法將水煤氣再次加工，水煤氣中的一氧化碳再次與水蒸汽反應，轉化成氫氣和二氧化碳。

工業氣中，絕大多數都含有氫氣、甲烷、乙烷和一氧化碳等可燃性氣體。而這些氣體對相關工業、能源、動力等行業具有相當大的可用價值。目前這些氣體大都被燃燒後隨廢氣而排到了大氣中，既浪費了寶貴的資源，又造成了嚴重的大氣污染。從表 7 顯示多數研究主要是透過蒸汽重整法將工業尾氣產生的甲烷可回收製氫，進行再次利用，可大大減少資源浪費，並減少碳排放及空氣汙染。

由濕地、沼澤、泥炭沼澤、畜牧業排泄物或生物質經過厭氧發酵後，會產生沼氣，沼氣中含有 50-75% 之甲烷，透過收集沼氣，並將沼氣中所含之硫化氫脫硫後再製成氫氣。表 7 顯示主要研究是將沼氣收集後以蒸汽重整法製成氫氣。

從表 7 顯示 2011 至 2021 年全球近十年來天然氣製氫的專利技術，主要是以甲烷作為蒸汽重整法的原物料（357 案），其次是以甲烷進行熱解法排第二（94 案），第三為以甲烷進行自熱重整法（68 案）。

使用水煤氣作為原物料的主要為蒸汽重整法（34 案），其次是部分氧化法（11 案），第三為自熱重整法（10 案）。

使用工業氣作為原物料的主要為蒸汽重整法（27 件），其次是部分氧化法（8 案），第三為自熱重整法（4 案）及電漿重整法（4 案）。

使用沼氣作為原物料的主要為蒸汽重整法（19 案），其次是熱解法（7 案），第三為乾重重整法（5 案）。

表 7 製法與原物料技術分布

製氫		原物料			
		甲烷	水煤氣	工業氣	沼氣
製法	蒸汽重整法	357	34	27	19
	熱解法	94	6	3	7
	自熱重整法	68	10	4	2
	部分氧化法	60	11	8	2
	乾重重整法	43	1	3	5
	熔融鹽法	30	1	1	0
	電漿重整法	21	3	4	2
	化學鍵重整法	10	0	0	0

## 二、製法——功效之技術分布

透過人工閱讀專利說明書的內容提取出專利技術欲達成的功效，並對相關製氫方法進行比對，可得表 8。

蒸汽重整法是工業上最常用的製氫技術，其製程成熟，製氫率較高，具有高規模經濟效益的製氫方式。從表 8 中得知專利內容主要是以製程改良、節能並改善熱效率及提升催化劑性能為主要研究重點，且將製程中的二氧化碳分離出來捕集二氧化碳；蒸汽重整法的前三大功效為製程改良（155 案）、提高經濟效益（119 案）、節能效果（77 案）。

熱解法是在非常低氧氣濃度下進行，且在低氧環境會發生碳化，同時最大限度地減少  $\text{CO}_2$  和  $\text{NO}_x$  的產生，可有效降低碳排放量。熱解需要耗費大量的能量來加熱熱裂解反應器，透過催化劑的改良，以及提高反應器熱傳導效率和熱能管理的相關製程改良，以達到提高經濟效益為該技術的研究重點；熱解法的前三大功效為提高經濟效益（36 案）、製程改良（29 案）、低碳排放（21 案）。

自熱重整法製氫技術耦合了吸熱的蒸汽重整法和放熱的部分氧化法，相較於部分氧化法降低了投資成本，提高經濟效益。與蒸汽重整法相比提高了製氫速率和氫產量，因此自熱重整法主要著重在製程及設備的技術改良；自熱重整法的前三大功效為製程改良（39 案）、提高經濟效益（23 案）、氫氣回收率（12 案）。

部分氧化法是利用甲烷與氧氣的不完全氧化製備氫氣，具有能耗低，反應溫度低，反應速度快，反應器體積小的優點，可顯著降低設備投資和生產成本。但部分氧化製氫仍面臨局部熱點易使催化劑積碳失去活性，以及需配備空氣分離裝置，因此主要在製程及設備的技術改良；部分氧化法的前三大功效為製程改良（30 案）、提高經濟效益（18 案）、節能效果（11 案）。

乾重重整法為強吸熱反應，高耗能，需要透過催化劑降低反應溫度及活化能，以降低能量消耗，提高甲烷轉化率及氫氣回收率的效果，因此主要著重在催化劑性能提升的研究；乾重重整法的前三大功效為催化劑改良（21 案）、製程改良（16 案）、提高經濟效益（13 案）。

熔融鹽法是透過高溫下為熔融態的鹽類或合金催化劑，直接分解甲烷，高效的產生氫氣；由於熔融狀態反應溫度高，分解甲烷後剩餘的碳不會聚積在催化劑表面，可以分離出來，維持催化劑的高活性。因此主要是以熔融鹽法製程裝置和系統作為研究重點，以及相關催化劑的改良；熔融鹽法的前三大功效為製程改良（16 案）、提高經濟效益（12 案）、低碳排放（6 案）。

電漿重整法製氫是在常壓下將甲烷與空氣或水蒸汽混合霧化後，通入電漿區後，引發部分氧化反應，製取氫氣。電漿重整法具有較高的能源效率，並且僅需幾秒的時間，就可以達到工作溫度，電漿反應器的重量與體積，也可以達到小型化的目標；電漿重整法的前三大功效為製程改良（9 案）、提高經濟效益（7 案）、環保效果（6 案）。

化學鏈重整法採用燃料與空氣非混合技術，具有二氧化碳內分離的特點，反應通過氧載體提供自身氧原子將原料轉化為合成氣，並可將空氣反應器中的熱量供給重整反應，從而實現自熱過程，解決了分離純氧帶來的高成本以及重整反應高能耗的問題。因此具有高經濟效益、抗積碳、節能、環保的優點，但尚須著重在氧載體催化劑性能的提升；化學鏈重整法的前四大功效為催化劑改良（5 案）、製程改良（3 案）、提高經濟效益（3 案）、高氫氣回收率（3 案）。

表 8 製法——功效之技術分布

製氫		功效								
		製程改良	高經濟效益	節能	高氫氣回收率	催化劑改良	低碳排放	環保	高甲烷轉化率	防積碳
製法	蒸汽重整法	155	119	77	60	59	48	30	16	10
	熱解法	29	36	19	8	20	21	11	14	4
	自熱重整法	39	23	11	12	8	8	2	1	2
	部分氧化法	30	18	11	10	10	9	6	2	3
	乾重重整法	16	13	4	3	21	8	4	6	3
	熔融鹽法	16	12	3	0	5	6	1	0	2
	電漿重整法	9	7	5	4	2	3	6	1	0
	化學鏈重整法	3	3	0	3	5	0	1	2	0

### 三、製法與最早優先權日分布

透過製法與最早優先權日進行技術圖分析，可以看出相關專利技術產出的歷年及申請量趨勢關係。

從表 9 可見歷年來蒸汽重整法為目前主流專利技術，申請量最高，其中表 10 進一步分析蒸汽重整法前五大申請人為法國液化空氣集團 35 案、美國空氣化工產品集團 26 案、沙烏地阿拉伯沙烏地阿美 24 案、德國林德集團 23 案、中國大陸中國石化（China Petroleum & Chemical Corp）12 案。

表 11 進一步分析熱解法布局最多的為巴斯夫集團 12 案，自熱重整法布局最多的為液化空氣集團 9 案，部分氧化法布局最多的為林德集團 6 案，乾重重整法布局最多的為沙烏地阿美 3 案，熔融鹽法布局最多的為西維吉尼亞大學（West Virginia University）3 案，電漿重整法布局最多的為 AI 韓國公司（AI Korea Co Ltd）3 案，化學鏈重整法布局最多的為美國能源部（United States Department of Energy, DOE）3 案。

表 9 製法與最早優先權日分布

製氫		最早優先權年										
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
製法	蒸汽重整	36	22	35	26	30	44	34	35	40	36	10
	熱解法	7	18	1	3	9	8	3	13	20	7	4
	自熱重整	13	4	9	6	2	1	5	6	9	8	1
	部分氧化	9	4	6	8	1	6	9	5	7	1	1
	乾重重整	2	4	5	1	4	4	7	5	4	5	5
	熔融鹽法	0	1	4	0	0	5	4	3	5	2	6
	電漿重整	1	1	1	3	1	1	2	2	5	5	0
	化學鏈重整	0	0	0	1	1	1	4	0	1	2	0

表 10 蒸汽重整法前五大申請人之申請案數

申請人	案數
法國 液化空氣集團	35
美國 空氣化工產品集團	26
沙烏地阿拉伯 沙烏地阿美	24
德國 林德集團	23
中國大陸 中國石化	12

表 11 蒸汽重整法之外各製法專利布局最多的申請之案數

製法	申請人	案數
熱解法	巴斯夫集團	12
自熱重整法	液化空氣集團	9
部分氧化法	林德集團	6
乾重重整法	沙烏地阿美	3
熔融鹽法	西維吉尼亞大學	3
電漿重整法	AI 韓國公司	3
化學鏈重整法	美國能源部	3

值得注意的是化學鏈重整法為近幾年新興的製氫方法，化學鏈重整法的優點在於製程中無需水煤氣變換裝置及無需氫和二氧化碳提純分離裝置，因此建置設備成本較低。並且，反應器內部反應溫度相對蒸汽重整法較低，能源消耗低，污染氣體排放少。從表 12 得知，自 2014 年由北卡羅來納州立大學申請 1 案專利，之後於 2017 亦有 1 案專利產出。美國能源部於 2015 年申請 1 案及 2017 年申請 2 案化學鏈重整法的專利。韓國能源研究所於 2016 年申請化學鏈重整法的專利。華中科技大學於 2017 年申請 1 案化學鏈重整法的專利，中國科學院則於 2019 年申請化學鏈重整法的專利，西北大學於 2020 年申請化學鏈重整法的專利。

表 12 化學鏈重整法的申請人—最早優先權年分布

最早優先權年	化學鏈重整	申請單位	案號
2011	0	--	--
2012	0	--	--
2013	0	--	--
2014	1	北卡羅來納州立大學	US10486143B2
2015	1	美國能源部	US10513436B1
2016	1	韓國能源研究所	KR1768001B1
2017	4	美國能源部 北卡羅來納州立大學 華中科技大學	US10864501B2 US10106407B1 US20210113996A1 CN108275728B
2018	0	--	--
2019	1	中國科學院	WO2021134475A1
2020	2	西北大學	CN112744785A CN111266113A
2021	0	--	--

#### 四、能源進口國與出口國的燃氣企業及政府機構之技術分布分析

透過技術申請人的母公司所屬國，觀察能源進口國（日本、韓國、歐洲、中國大陸）及能源出口國（澳洲、加拿大、美國、沙烏地阿拉伯）燃氣企業及政府研究機構在天然氣製氫技術的布局狀況，可以了解各國氫能政策推動方針及研究方向是選用何種製造方式來製氫。

## （一）能源進口國

### 1、日本氫能政策及指標性企業在天然氣製氫技術相關布局

日本的產氫政策方面，包括：（1）日本本身天然氣產量少，需要仰賴進口能源，因此選擇從海外購置無碳氫氣，以及與澳洲合作展開使用褐煤產氫的氫能供應鏈計劃；（2）中長期氫能政策規劃以綠氫技術為主，透過電解水製氫，位於日本福島地區打造太陽能製氫廠，利用太陽能發電進行電解水製氫（綠氫）<sup>16</sup>。日本發展氫能以減碳及帶動氫能產業為目標，利用車輛產業優勢，投入氫能車發展，藉此擴大氫氣基礎建設，同時建立國際氫氣供應鏈，逐步實現氫氣社會<sup>17,18</sup>。

從申請量排行找出日本指標性企業為千代田化工（Chiyoda Co.）和大阪燃氣（Osaka Gas Co.）。

千代田化工主要業務是專門從事天然氣加工和液化天然氣製造，以及下游煉油和石化設施設計和建造的石油和天然氣中游業務。從表 13 顯示千代田化工在 2013 年及 2016 年申請蒸汽重整法及乾重重整法的專利，主要申請蒸汽重整法的氫氣供應系統及催化劑。

大阪燃氣主要業務是供應京阪神地區的天然氣，並從事其他能源項目，包括液化天然氣終端、管道和獨立電力項目。從表 13 顯示大阪燃氣僅在 2013 年申請蒸汽重整法、自熱重整法的專利，主要申請蒸汽重整法的催化劑及變壓吸附純化方法。

日本的燃氣公司申請量較少，主要原因是日本本身天然氣產量少，需要仰賴進口能源，因此選擇從海外購置無碳氫氣，而不選擇從天然氣製氫的路線。

<sup>16</sup> 再生可能エネルギーの活用機会を広げる FH2R，東芝エネルギーシステムズ株式会社，[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101293.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101293.html)（最後瀏覽日：2022/06/10）。

<sup>17</sup> ESG，邁向 2050 淨零碳排 臺灣氫能發展雜議，工商時報，2021/11/04，<https://view.ctee.com.tw/esg/33633.html>（最後瀏覽日：2022/06/10）。

<sup>18</sup> 杜政勳、何佳娟，臺日碳中和政策發展與產業契機（簡報），IEK 產業情報網，工研院產業科技國際策略發展所，[https://ieknet.iek.org.tw/iekppt/ppt\\_more.aspx?actiontype=ppt&indno=11&sld\\_preid=6297](https://ieknet.iek.org.tw/iekppt/ppt_more.aspx?actiontype=ppt&indno=11&sld_preid=6297)（最後瀏覽日：2022/06/10）。

表 13 日本燃氣企業製氫方法之技術布局

<span style="color: #0070C0;">■</span> 千代田化工 <span style="color: #0070C0;">●</span> 大阪燃氣		最早優先權年										
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
製法	蒸汽重整法			1 1			1					
	熱解法											
	自熱重整法			1								
	部分氧化法											
	乾重重整法						1					
	熔融鹽法											
	電漿重整法											
	化學鍵重整法											

## 2、韓國氫能政策及指標性企業在天然氣製氫技術相關布局

韓國為全球首先提出氫能專法的國家，於2020年2月4日頒布「促進氫經濟和氫安全管理法」<sup>19</sup>，透過政策支持以奠定氫經濟之基礎，該專法包含有成立專責單位、區域試點示範、提供經濟誘因、提升安全機制，其發展策略主要為建置國內氫能產業鏈、國際合作氫能供應鏈，且由於氫能車、燃料電池具有高商業化效益，亦是發展重點項目。

從申請量排行找出韓國指標性企業為韓國能源研究所（KIER）和韓國煤氣集團（Korea Gas Corp.）。韓國能源研究所（KIER）主要在透過能源技術領域的研發和成果傳播，促進產業增長和國民經濟發展，通過開發高效能源供應系統、智能分布式資源管理、用能設備效率提升技術，研究提高能源系統從能源生產到消費全週期的效率<sup>20</sup>。

韓國煤氣集團為韓國唯一的液化天然氣供應商，經營著四個液化天然氣再氣化終端和4,945公里的韓國天然氣管道，向韓國各地的發電廠和公用事業公司供應液化天然氣，並為國內外市場生產和供應液化天然氣產品<sup>21</sup>。

<sup>19</sup> Hydrogen Economy Promotion and Hydrogen Safety Management Act, LSE, [https://climate-laws.org/document/hydrogen-economy-promotion-and-hydrogen-safety-management-act\\_ca2b](https://climate-laws.org/document/hydrogen-economy-promotion-and-hydrogen-safety-management-act_ca2b) (last visited June 10, 2022).

<sup>20</sup> <https://www.kier.re.kr/eng> (最後瀏覽日：2022/06/10)。

<sup>21</sup> [https://www.dnb.com/business-directory/company-profiles.korea\\_gas\\_corporation.c374dcb96978ed80350a6f3e157dbb1f.html](https://www.dnb.com/business-directory/company-profiles.korea_gas_corporation.c374dcb96978ed80350a6f3e157dbb1f.html) (最後瀏覽日：2022/06/10)。

韓國氫能政策短期是以灰氫為主，透過石化工廠產生的副產品氫能及天然氣提煉出的氫能為基礎，及國外氫氣生產業者的氫氣供應。長期透過以綠氫和藍氫，以水電解製氫的方式產氫。

從表 14 顯示韓國能源研究所在 2011 至 2020 年申請蒸汽重整法、熱解法、部分氧化法的專利，主要以蒸汽重整法為主，並申請太陽能作為熱源來分解甲烷的反應器，催化劑及重整裝置。韓國煤氣集團在 2015、2016、2018 年申請蒸汽重整法的專利，其中較為特殊的是申請用於加氫站的蒸汽重整製氫裝置（KR102122173B1）。韓國需要仰賴進口能源，因此選擇從海外購置天然氣再進行蒸汽重整製氫。

表 14 韓國燃氣企業及政府研究機構製氫方法之技術布局

<span style="color: #0070C0;">■</span> 韓國能源研究所 <span style="color: #0070C0;">●</span> 韓國煤氣集團		最早優先權年										
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
製法	蒸汽重整法	3			1	1 ①	①		3 ②	1	1	
	熱解法	1						1	1	1		
	自熱重整法											
	部分氧化法	1						1				
	乾重整法											
	熔融鹽法											
	電漿重整法											
	化學鏈重整法						1					

### 3、歐洲氫能政策及指標性企業在天然氣製氫技術相關布局

歐洲著眼於綠氫的發展，例如「西海岸 100 計畫」，以再生能源達到高占比作為主要發展基礎，布局氫氣儲能、大規模輸儲，並導入工業利用，藍氫則為過渡時期之發展措施，包括：以天然氣熱解製氫，搭配 CCUS 技術，產生固體形式的碳，進而減少二氧化碳排放。

從申請量排行找出歐洲指標性企業為液化空氣集團、林德集團、巴斯夫集團、哈道爾托普索，如表 15。近十年來上述四家公司在天然氣製氫的技術是以發展蒸汽重整法為主要研發方向。

表 15 歐洲燃氣企業製氫方法之技術布局

		最早優先權年																		
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021								
製法	蒸汽重整法	5 ▲	2 ▲	2 ▲	1 ▲	3 ▲	2 ▲	2 ▲	1 ▲	1 ▲	9 ▲	3 ▲	3 ▲	2 ▲	3 ▲	3 ▲	▲	2 ▲	1 ▲	▲
	熱解法	1 ▲	▲	1 ▲	▲	1 ▲	▲	1 ▲	▲	▲	▲	▲	1 ▲	▲	1 ▲	▲	▲	1 ▲	▲	▲
	自熱重整法	1 ▲	1 ▲	▲	2 ▲	1 ▲	▲	▲	▲	1 ▲	1 ▲	1 ▲	1 ▲	1 ▲	2 ▲	1 ▲	▲	1 ▲	▲	▲
	部分氧化法	▲	▲	4 ▲	▲	1 ▲	▲	1 ▲	▲	1 ▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	乾重整法	▲	▲	▲	1 ▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	熔融鹽法	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	電漿重整法	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	化學鏈重整法	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲

液化空氣集團<sup>22</sup>為氫能委員會（Hydrogen Council）<sup>23</sup>2017年創立的聯席主席，是一家總部位於法國的天然氣公司，該公司的天然氣和服務部門為金屬、化工、煉油和能源部門提供氧氣、氮氣、氫氣、氫氣和一氧化碳，以及氣體應用設備。液化空氣集團為近十年來天然氣製氫技術全球總申請量最高的申請人，從表 16 顯示液化空氣集團近十年在蒸汽重整法、熱解法、自熱重整法的技術布局較多，主要以蒸汽重整法為主，申請重整裝置系統、熱交換器及碳捕捉組合技術，2016年申請9案最高。

表 16 液化空氣集團在天然氣製氫方法之技術布局

液化空氣集團		最早優先權年										
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
製法	蒸汽重整法	5	2	1	2	1	9	3	3		2	
	熱解法	1		1	1				1			
	自熱重整法	1	1		1				1			

<sup>22</sup> <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/> 聯邦科學與工業研究組織（最後瀏覽日：2022/06/10）。

<sup>23</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen\\_Council](https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_Council)（最後瀏覽日：2022/06/10）。

林德集團<sup>24</sup>為氫能委員會成員，於1879年成立於德國，主要業務是氣體製造和分銷（工業氣體和醫療氣體），以及工程、採購和施工。該公司預計氫能汽車將與電動汽車競爭，並已投資將水轉化為氫的風力發電廠。林德集團為近十年來天然氣製氫技術全球總申請量第二高的申請人，從表17顯示林德集團近十年在蒸汽重整法、部分氧化法、自熱重整法的技術布局較多，主要以蒸汽重整法為主，申請產氫裝置及脫碳方法，2011年至2020年每年皆有專利申請，積極布局天然氣製氫技術。

表 17 林德集團在天然氣製氫方法之技術布局

林德集團		最早優先權年										
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
製法	蒸汽重整法	2	1	3	2	1	3	2	3		1	
	熱解法					1				1		
	自熱重整法			2				1	1			
	部分氧化法			4		1			1			
	乾重重整法				1							

巴斯夫集團<sup>25</sup>創立於1865年，巴斯夫集團的子公司 Wintershall 與俄羅斯天然氣生產商 Gazprom 合作，在西伯利亞共同開採天然氣和防凍液，並在北歐建設天然氣管道，巴斯夫集團的業務不僅僅在於勘探和開採天然氣，還在於銷售天然氣。從表18顯示巴斯夫集團近十年在蒸汽重整法、熱解法、自熱重整法、乾重重整法的技術布局較多，主要以蒸汽重整法為主，以及申請產氫裝置、催化劑及脫碳方法。反應裝置和脫碳技術有部分是與林德集團共同開發。

<sup>24</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Linde\\_plc](https://en.wikipedia.org/wiki/Linde_plc)（最後瀏覽日：2022/06/10）。

<sup>25</sup> <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/巴斯夫>（最後瀏覽日：2022/06/10）。

表 18 巴斯夫集團在天然氣製氫方法之技術布局

巴斯夫集團		最早優先權年										
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
製法	蒸汽重整法	1	1	1			1				1	
	熱解法		1							1		
	自熱重整法		1									
	部分氧化法											
	乾重重整法	1										

哈道爾托普索<sup>26</sup>是一家丹麥公司，於1940年創立。哈道爾托普索專注於碳減排技術、催化和表面科學公司，專門從事多相催化劑的生產和工藝裝置的設計。從表19顯示哈道爾托普索近十年在蒸汽重整法、自熱重整法、部分氧化法、熱解法的裝置與設備技術布局較多，主要以蒸汽重整法為主，以及申請產氫裝置及碳產物分離技術。

表 19 哈道爾托普索在天然氣製氫方法之技術布局

哈道爾托普索		最早優先權年										
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
製法	蒸汽重整法			1	2	1		1	3		1	
	熱解法				1							
	自熱重整法			1				1	1	2	1	
	部分氧化法				1			1				

#### 4、中國大陸氫能政策及指標性企業在天然氣製氫技術相關布局

中國大陸年製氫產量約3,300萬噸，其中，達到工業氫氣質量標準的約1,200萬噸<sup>27</sup>，現階段，由工業副產氫工藝較為成熟且成本較低，是近期的主要製氫來源，但以長遠發展而言，可再生能源製氫規模具有更高的潛力及清潔、永續性。中國大陸國家發展和改革委員會於2022

<sup>26</sup> <https://en.wikipedia.org/wiki/Topsoc>（最後瀏覽日：2022/06/10）。

<sup>27</sup> 劉園園，中長期規劃出台，我國氫能發展再添“指示牌”，人民網，<http://finance.people.com.cn/BIG5/n1/2022/0412/c1004-32396951.html>（最後瀏覽日：2022/06/10）。

年3月23日公布《氫能產業發展中長期規劃（2021-2035年）》<sup>28</sup>，指出氫能為國家能源體系的重要組成部分，尤其是可再生能源以及大規模儲能方面的作用，規劃於2025年實現氫能汽車5萬輛，初步建立氫能利用的供應鏈和產業體系，2030年形成較為完備的氫能產業體系，2035年形成完備的氫能產業體系和多元氫能應用生態。

現階段以化石能源重整製取氫氣，利用工業副產氫作為過渡時期的發展技術，未來發展重點於可再生能源電解水製氫、「綠色」煤製氫、生物製氫、太陽光解水製氫。

從申請量排行找出中國大陸指標性企業為中國石化、中國科學院及中國海洋石油集團，如表20。

中國石化（China Petroleum & Chemical Corp）<sup>29</sup>業務主要是石油的開採、銷售以及相關化工產品的生產，產品主要有原油、天然氣、化纖、化肥、橡膠、成品油等。於2020年中國石化旗下的上海高橋石化投產高純度氫氣，中國大陸的煉油廠首次產出高純度氫氣。從表20顯示中國石化在2016、2017、2019年投入蒸汽重整法、熱解法技術布局，主要以蒸汽重整法為主，申請製氫系統、裝置及催化劑。

中國科學院（Chinese Academy Of Science）為中國大陸最高學術機構。從表20顯示中國科學院在2011年已有投入蒸汽重整法技術布局，以蒸汽重整法技術為主，申請純化方法及催化劑，之後幾年在熔融鹽法、乾重重整法、化學鏈重整法新興技術亦有零星研究。

中國海洋石油集團（China National Offshore Oil Corp）主要從事海上石油、天然氣開發、天然氣管路建設、國家儲備液化天然氣儲罐建設。配合中國大陸國家建設氫能產業規劃，預計於2025年實現氫

<sup>28</sup> 中國大陸國家發展和改革委員會，氫能產業發展中長期規劃（2021-2035年），中國經濟訊息網，[https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202203/t20220323\\_1320038.html?code=&state=123](https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202203/t20220323_1320038.html?code=&state=123)（最後瀏覽日：2022/03/23）。

<sup>29</sup> <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/中國石化>（最後瀏覽日：2022/06/10）。

能汽車 5 萬輛，建立氫能利用的供應鏈和產業體系，現階段以化石能源重整製取氫氣，從表 20 顯示中國海洋石油集團在 2020、2021 年開始投入蒸汽重整法技術布局，申請蒸汽重整製氫裝置及二氧化碳液化方法。

表 20 中國大陸燃氣企業及政府研究機構製氫方法之技術布局

■ 中國石化 ● 中國科學院 ▲ 中國海洋石油		最早優先權年									
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
製法	蒸汽重整法	①					2 ① 6 2	2	4	▲ 2	▲ 4
	熱解法								1		
	自熱重整法										
	部分氧化法										
	乾重重整法										2
	熔融鹽法							1			
	電漿重整法										
	化學鏈重整法									1	

## (二) 能源出口國

### 1、澳洲氫能政策及指標性企業在天然氣製氫技術相關布局

2019 年，澳洲政府發布了一項國家氫能戰略（Australia's National Hydrogen Strategy, ANHS1），與其他國家氫能戰略的一個關鍵區別在於，澳洲規劃成為向日本、韓國、德國等國家出口零碳氫和氫衍生物的主要出口國<sup>30</sup>。澳洲超過三分之二的土地是沙漠，非常適合興建太陽能發電廠，且其擁有長達數千公里的海岸線，近岸地區有著強勁風勢適合發展風力發電，因此，澳洲擁有發展綠氫的天然優勢。除此之外，澳洲還擁有大量化石燃料資源（例如煤礦、天然氣等），此為灰氫、藍氫等之重要原料來源之一，透過澳洲政府和商界為氫能設施的發展、生產和營銷逐漸趨於完善，將可為全球提供足夠的氫能<sup>31</sup>。

<sup>30</sup> Ken Baldwin, Australia's National Hydrogen Strategy, 2021, <https://www.eai.enea.it/archivio/pianeta-idrogeno/australia-s-national-hydrogen-strategy.html> (last visited June 10, 2022).

<sup>31</sup> 澳洲國家氫能戰略，香港地球之友董事會委員 David Brown，2022 年 2 月 25 日。

從申請量排行找出澳洲指標性企業為澳洲聯邦科學與工業研究組織（Commonwealth Scientific And Industrial Research Organization, CSIRO）及伍德賽德能源科技公司（Woodside Energy Technologies Pty Ltd），如表 21。

澳洲聯邦科學與工業研究組織<sup>32</sup> 前身是於 1926 年成立的科學與工業顧問委員會（Advisory Council of Science and Industry），是澳大利亞聯邦最大的國家級科技研究機構。從表 21 顯示澳洲聯邦科學與工業研究組織在 2012 年曾有 1 案蒸汽重整法專利產出，此案案是以太陽能作為能量源加熱蒸汽重整裝置產生氫氣。

伍德賽德能源科技公司<sup>33</sup> 是澳洲最大的石油和天然氣生產運營商，也是一家石油勘探和生產公司。從表 21 顯示伍德賽德能源科技公司在 2020 年曾有 1 案蒸汽重整法專利產出，此案是以太陽、風和地熱熱源作為能量源加熱蒸汽重整裝置產生氫氣。

澳洲地大物博，天然資源豐富，生產大量煤礦，氫能政策初期主要是以褐煤氣化製氫，並大力發展綠氫，以太陽能、風能電解水製氫，因此在天然氣製氫這塊技術布局較少。

表 21 澳洲燃氣企業及政府研究機構製氫方法之技術布局

		最早優先權年										
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
製法	蒸汽重整法		1								1	
	熱解法		1								1	
	自熱重整法											
	部分氧化法											
	乾重重整法											
	熔融鹽法											
	電漿重整法											
	化學鏈重整法											

<sup>32</sup> <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/聯邦科學與工業研究組織>（最後瀏覽日：2022/06/10）。

<sup>33</sup> <https://www.woodside.com.au/what-we-do/australian-operations>（最後瀏覽日：2022/06/10）。

## 2、加拿大氫能政策及指標性企業在天然氣製氫技術相關布局

加拿大雖然為全球第四大天然氣生產國，但加拿大選擇使用再生能源進行電解水製氫（綠氫）或由生質資源製氫。

從申請量排行找出加拿大指標性企業為 G4 Insights Inc、Enerkem Inc. 及 Iogen Corp.，如表 22。

G4 Insights Inc.<sup>34</sup> 利用其熱催化加氫（PCH）技術從木質纖維素生物質中生產清潔、低成本的可再生天然氣（RNG），木質纖維素生物質的主要原物料是木材廢料，如鋸木廠廢料。表 22 顯示 G4 Insights Inc. 在 2020 年申請 1 案以生物質加氫轉化的產物作為蒸汽重整法的熱源燃料製氫，利用熱催化加氫（PCH）技術從鋸木廠廢料生產可再生天然氣，再製成氫氣。

Enerkem Inc.<sup>35</sup> 是一家將剩餘的生物質和不可回收的城市固體廢物（MSW）轉化為生物燃料和可再生化學品的公司。表 22 顯示 Enerkem Inc. 於 2012 年申請 1 案蒸汽重整法與粗合成氣純化的方法，2013 年申請 1 案蒸汽重整法製氫所使用的催化劑，將城市固體廢物轉化為生物燃料，再製成氫氣。

Iogen Corp.<sup>36</sup> 是一家將利用農業殘餘物和其他有機廢物製造可再生纖維素生物燃料的公司。表 22 顯示 Iogen Corp. 於 2015 年申請 1 案蒸汽重整法製氫係以微生物發酵廢氣作為提供熱能的燃料，2020 年申請 1 案利用可再生天然氣進行蒸汽重整法製氫的專利，利用農業殘餘物和其他有機廢物以微生物醱酵產生沼氣，再進行蒸汽重整法製氫。

<sup>34</sup> <http://www.g4insights.com/about.html>（最後瀏覽日：2022/06/10）。

<sup>35</sup> <https://en.wikipedia.org/wiki/Enerkem>（最後瀏覽日：2022/06/10）。

<sup>36</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Iogen\\_Corporation](https://en.wikipedia.org/wiki/Iogen_Corporation)（最後瀏覽日：2022/06/10）。

表 22 加拿大燃氣企業製氫方法之技術布局

■ G4 Insights Inc. ● Enerkem Inc. ▲ Logen Corp.		最早優先權年										
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
製法	蒸汽重整法		①	①		▲					① ▲	
	熱解法											
	自熱重整法											
	部分氧化法											
	乾重重整法											
	熔融鹽法											
	電漿重整法											
	化學鏈重整法											

### 3、美國與沙烏地阿拉伯氫能政策及指標性企業在天然氣製氫技術相關布局

美國是最早將氫能納入能源戰略的國家，在 2002 年 11 月由美國能源部發布《國家氫能路線圖》，經過進一步的版本更新、與其他氫能戰略規劃融合，於 2020 年 11 月美國能源部提出《氫能計劃發展規劃》<sup>37</sup>。近期技術開發包括：（1）配備 CCUS 的煤炭、生物質和廢棄物氣化製氫技術。（2）先進的化石燃料和生物質重整／轉化技術。（3）電解製氫技術。

從申請量排行找出沙烏地阿拉伯與美國的指標性企業為沙烏地阿美、空氣化工產品集團、天然氣技術研究所、艾克森美孚（ExxonMobil）<sup>38</sup>，如表 23。近十年來上述四家公司在天然氣製氫的技術是以發展蒸汽重整法為主要研發方向。

<sup>37</sup> OSTI.GOV, Department of Energy Hydrogen Program Plan, 2020, <https://www.osti.gov/biblio/1721803> (last visited June 10, 2022).

<sup>38</sup> <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/艾克森美孚>（最後瀏覽日：2022/06/10）。

表 23 美國與沙烏地阿美的燃氣企業及機構製氫方法之技術布局

		最早優先權年										
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
製法	蒸汽重整法	4 2 1	6	7 3	2 4	2 6 1	2 3	5	1 1 2	3 1	6	
	熱解法		1					1	2			
	自熱重整法	3 2			1			2			1	
	部分氧化法	2			1			1		2		
	乾重重整法			1 2		1	1	3				
	熔融鹽法			2					1			
	電漿重整法											
	化學鏈重整法											

沙烏地阿美<sup>39</sup>擁有全世界最大的陸上油田—加瓦爾油田，以及最大的海上油田—賽法尼亞油田。表 24 顯示沙烏地阿美近十年在蒸汽重整法、自熱重整法、部分氧化法、乾重重整法、熱解法皆有的技術布局，主要以蒸汽重整法中的催化劑、膜重整器為主，2011 年、2013 至 2020 年皆有申請大量專利，積極布局天然氣製氫技術。

表 24 沙烏地阿美在天然氣製氫方法之技術布局

沙烏地阿美		最早優先權年										
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
製法	蒸汽重整法	4		7	2	2	2		1	3	6	
	熱解法							1				
	自熱重整法	3									1	
	部分氧化法							1		2		
	乾重重整法			1		1	1					

<sup>39</sup> <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/沙烏地阿拉伯國家石油公司>（最後瀏覽日：2022/06/10）。

空氣化工產品集團<sup>40</sup>為全球技術、能源、醫療保健、食品和工業市場的客戶提供工業氣體（主要是氧氣、氮氣、氫氣、氫氣和二氧化碳）和特種氣體，並且在全球開展多個碳捕捉和封存示範項目。表 25 顯示空氣化工產品集團在 2011-2016 年申請了大量蒸汽重整法、自熱重整法、部分氧化法製氫的專利，主要技術申請在蒸汽重整製氫，並分離出二氧化碳，進行碳捕捉的方法，以及蒸汽重整裝置。

表 25 空氣化工產品集團在天然氣製氫方法之技術布局

空氣化工產品		最早優先權年										
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
製法	蒸汽重整法	2	6	3	4	6	3					
	熱解法											
	自熱重整法	2			1							
	部分氧化法	2			1							

天然氣技術研究所<sup>41</sup>主要為提供清潔能源的研究，推進能源系統創新，為高效和環保的能源提供解決方案，減少和管理碳排放。表 26 顯示天然氣技術研究所 2015、2017、2018 年申請了大量蒸汽重整法、自熱重整法、乾重重整法製氫的專利，主要技術申請在蒸汽重整製氫的催化劑改良。

表 26 天然氣技術研究所在天然氣製氫方法之技術布局

天然氣技術研究所		最早優先權年										
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
製法	蒸汽重整法					2		5	1			
	熱解法											
	自熱重整法							2				
	部分氧化法											
	乾重重整法								3			

<sup>40</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Air\\_Products](https://en.wikipedia.org/wiki/Air_Products)（最後瀏覽日：2022/06/10）。

<sup>41</sup> <https://www.gti.energy/about/mission-values-history/>（最後瀏覽日：2022/06/10）。

艾克森美孚是美國總市值最大的公開上市石油公司。表 27 顯示艾克森美孚申請了蒸汽重整法、熱解法、熔融鹽法、乾重重整法製氫的專利，主要技術申請在蒸汽重整製氫的催化劑改良，以及熔融鹽法的反應裝置。

表 27 艾克森美孚在天然氣製氫方法之技術布局

艾克森美孚		最早優先權年										
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
製法	蒸汽重整法	1				1			2	1		
	熱解法		1					2				
	自熱重整法											
	部分氧化法											
	乾重重整法			2								
	熔融鹽法			2					1			

## 五、臺灣技術現況

臺灣目前的氫氣市場主要提供給工業使用，我國大型氫氣製造商為聯華氣體<sup>42</sup>、三福氣體及亞東氣體<sup>43</sup>，主要技術來源於國外母公司，如表 28。由於 2022 年 3 月 30 日國家發展委員會已發布《臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明》，於 2050 淨零排放規劃藍圖中，預計氫能占總電力的占比為 9 至 12%<sup>44</sup>，臺灣的氫能應用市場正要起步，因此，現階段在臺灣的天然氣製氫專利的技術布局較少。

<sup>42</sup> Daisy Chuang，聯華林德建置全臺第一座加氫站，估 2023 年運行，科技新報，<https://technews.tw/2022/06/06/inde-lienhwa-hydrogen-refueling-station/>（最後瀏覽日：2022/06/10）。

<sup>43</sup> 劉光瑩，臺積電先進製程的未來藏在一座臺南的氫氣廠，天下雜誌，<https://www.cw.com.tw/article/5113276>（最後瀏覽日：2022/06/10）。

<sup>44</sup> 同註 6。

表 28 臺灣主要製氫廠商技術說明與國際連結<sup>45</sup>

廠商名稱	關鍵技術與產品	與國際上之連結
聯華氣體	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 天然氣產氫重組設備</li> <li>• 氫氣供應</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 林德集團</li> </ul>
三福氣體	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 氫氣供應</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 空氣化工集團</li> </ul>
亞東氣體	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用甲醇重組製氫與電解水製氫設備供氫</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 液化空氣集團</li> <li>• HyPulsion</li> </ul>

臺灣以天然氣製氫相關專利共檢索到 17 件專利，如圖 10 所示，其申請趨勢在 2011-2013 年共 8 件，2014-2016 年共 4 件，2017-2021 年共 5 件。其中，專利申請人國籍為臺灣者共 8 件，美國 4 件，日本 2 件，德國 1 件，中國大陸 1 件，澳洲 1 件，由於我國屬於天然氣進口國，加上氫能應用尚屬於萌芽期，因此，天然氣製氫的相關技術尚未有大量國外廠商進駐布局專利，未來我國發展相關技術較不易有誤踩專利地雷的問題。

我國專利申請人的 8 件申請案分別為行政院原子能委員會核能研究所 2 件，國立清華大學 2 件，國立臺灣科技大學 1 件，財團法人工業技術研究院 1 件，財團法人車輛研究測試中心 1 件，張嘉巖與張幃凱 1 件，目前我國天然氣製氫相關技術主要由學研單位在進行研究開發。

在 17 件專利案的 IPC-4 分類中，44% 為催化劑，37% 為氫氣製造，11% 為碳產物，5% 為製程設備，3% 為燃料電池應用，顯見我國主要以催化劑為主要研發方向，亦符合國際研究趨勢。

<sup>45</sup> 國家發展委員會，全國性氫能發展之整體規劃，2017/04/18，[https://www.ndc.gov.tw/News\\_Content.aspx?n=2FE923B6D5878FBA&s=AE6F52F43EBA3128](https://www.ndc.gov.tw/News_Content.aspx?n=2FE923B6D5878FBA&s=AE6F52F43EBA3128)（最後瀏覽日：2022/06/10）。

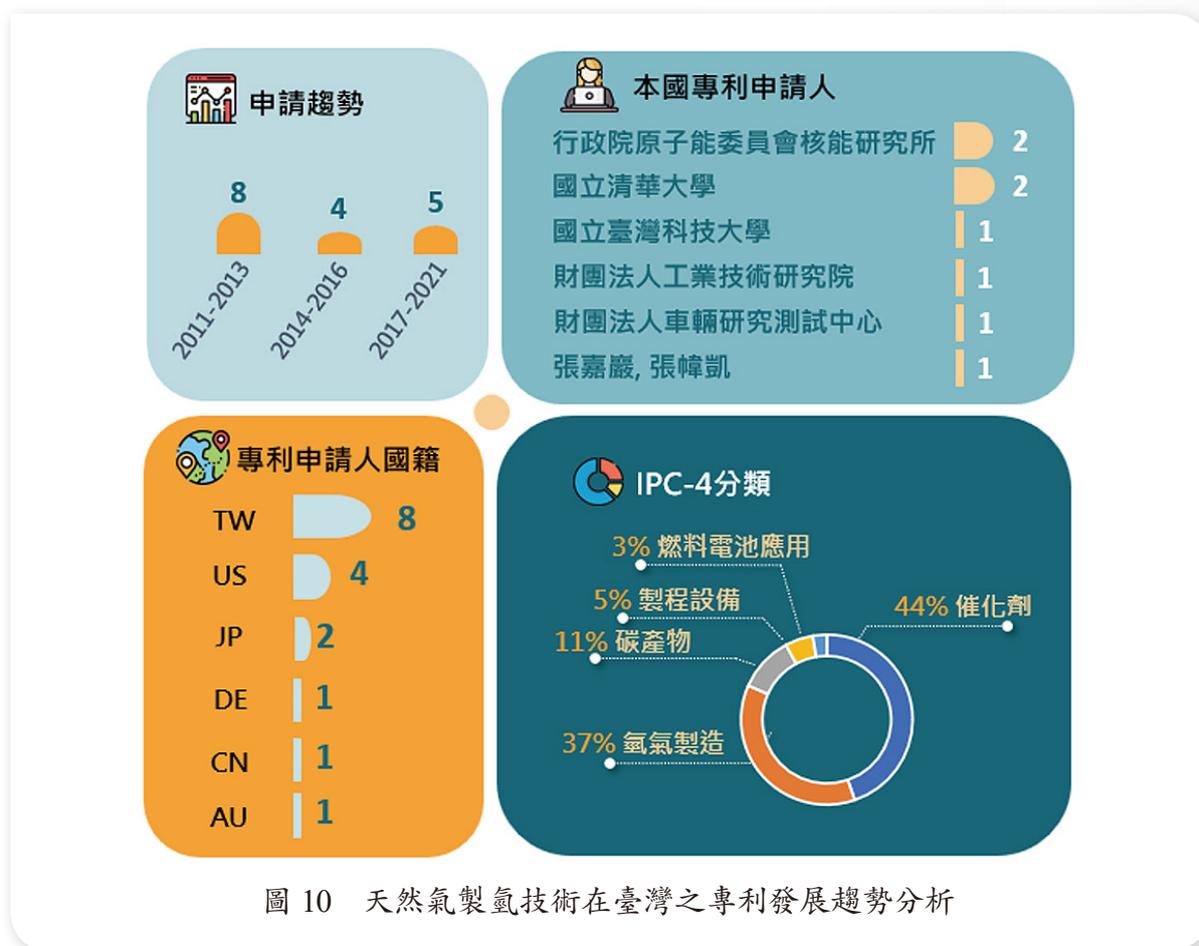


圖 10 天然氣製氫技術在臺灣之專利發展趨勢分析

對我國 17 件專利案進行判讀並製成表 29 製法—功效之技術分布，其中蒸汽重整法是我國申請量占比最多的製氫方式，以催化劑的改良為主要研究重點，亦呼應 IPC-4 分類的分析，其次是提高經濟效益。

表 29 臺灣專利之製法—功效的技術分布

製氫		功效								
		製程改良	高經濟效益	節能	高氫氣回收率	催化劑改良	低碳排放	環保	高甲烷轉化率	防積碳
製法	蒸汽重整	1	3	2	0	5	0	1	2	0
	熱解法	1	0	1	0	0	1	0	0	0
	自熱重整	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	部分氧化	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	乾重整	0	0	0	0	2	0	0	1	0
	熔融鹽法	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	電漿重整	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	化學鏈重整	0	0	0	0	0	0	0	0	0

針對專利申請人國籍為臺灣之 8 件專利進行 IPC-4 階之統計，如圖 11 所示，其中催化劑相關技術為布局最多者，占 53%，而在催化劑相關技術中以改良鐵、鈷與鎳等催化劑成分比例以及優化催化劑擔體技術為主；其次技術布局重點則為氫氣製造之技術，占 30%。表 30 為專利申請人國籍為臺灣的臺灣專利清單。

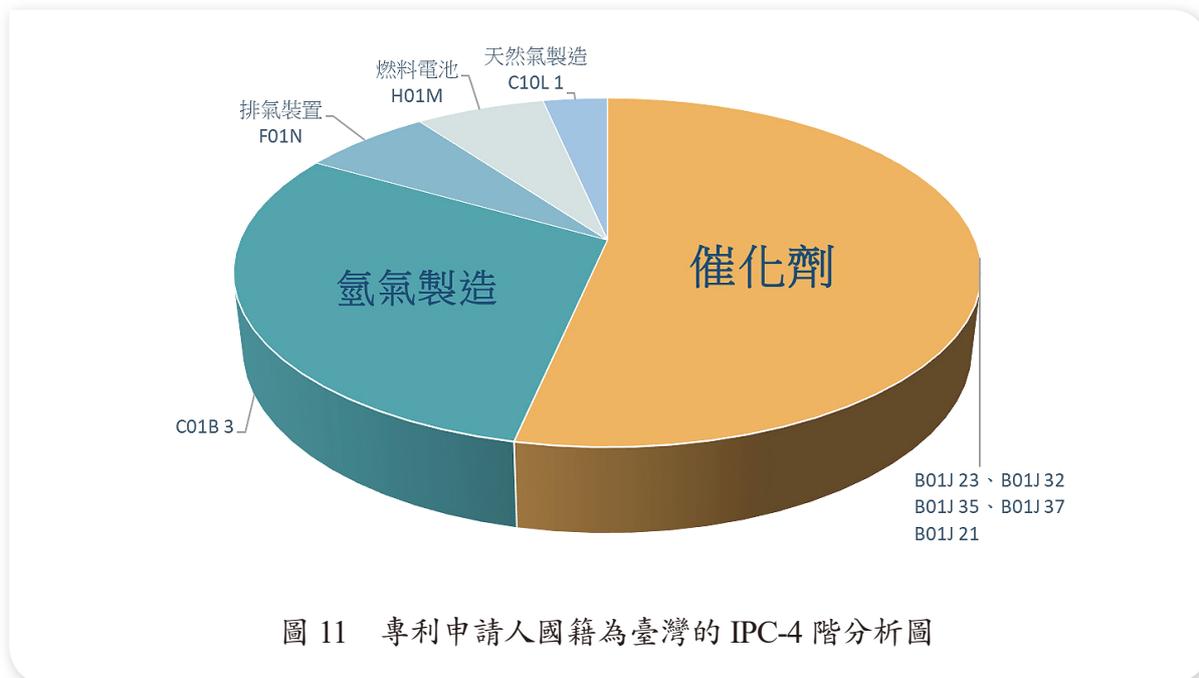


圖 11 專利申請人國籍為臺灣的 IPC-4 階分析圖

表 30 專利申請人國籍為臺灣的臺灣專利清單

項目編號	標題	公開號	公開/公告日期	申請/專利權人	IPC-4階
1	燃料重組蜂巢觸媒反應裝置	TWI541192B	2016/07/11	行政院原子能委員會核能研究所	C01B 3, B01J 21, B01J 23, B01J 32, B01J 35
2	甲烷重組產氫觸媒載體之製備方法	TW201703857A	2017/02/01	行政院原子能委員會核能研究所	B01J 32, B01J 23, B01J 35, B01J 37, C01B 3, H01M 4, H01M 8
3	應用於低碳煙之低溫部分氧化產氫之觸媒	TW201808447A	2018/03/16	國立清華大學	B01J 23, B01J 32, C01B 3
4	還原態觸媒的製備方法、其製備之還原態觸媒、其用途以及合成氣的製造方法	TW201924779A	2019/07/01	國立清華大學	B01J 37, B01J 23, B01J 35, C01B 3, C01B 32, C10L 1
5	水煤氣轉移反應、水煤氣轉移觸媒與其製備方法	TWI414354B	2013/11/11	財團法人工業技術研究院	B01J 21, B01J 23, B01J 37, C01B 3
6	重組產氫裝置	TW202018168A	2020/05/16	財團法人車輛研究測試中心	F01N 3, C01B 3, F01N 5
7	用於製備氫氣之觸媒組成物	TWI747614B	2021/11/21	國立臺灣科技大學	C01B 3
8	高效能氫氣之製造設備	TW201507970A	2015/03/01	張嘉巖,張悰凱	C01B 3

## 柒、結論

在本文中分析近十年各國天然氣伴隨氫能技術的研究進展，得到以下幾點結論：

- 一、申請量前五大的地區為美國、中國大陸、EPO、加拿大、韓國，當地政策亦同樣支持使用天然氣製備氫氣，已初步建立氫氣的供應鏈和產業體系。而日本及澳洲的政策致力於發展電解水的綠氫，因此在天然氣製氫的專利產出較少。
- 二、分析擁有大量專利技術的申請人，發現液化空氣集團及林德集團主要研究製氫的製程設備及裝置，巴斯夫集團主要在研發碳產物處理技術，歐洲企業的碳捕捉及碳產物分離技術較為成熟，發展相關技術可列為優先參考對象；澳洲聯邦科學與工業研究組織、伍德賽德能源科技公司及韓國能源研究所發展太陽能供能分解甲烷製氫技術；韓國煤氣集團發展在加氫站以蒸汽重整裝置製氫；中國石化及中國科學院發展製氫的系統、裝置及催化劑，中國海洋石油集團發展二氧化碳液化方法；美國空氣化工產品集團、天然氣技術研究所、艾克森美孚及沙烏地阿拉伯的沙烏地阿美主要是研發製氫的催化劑技術；加拿大指標性企業 G4 Insights Inc、Enerkem Inc. 及 Iogen Corp. 研發以可再生資源生產天然氣製氫技術。
- 三、從 IPC-4 階歷年分布分析，觀察到在 2012、2013 年研發重點為水煤氣製造（IPC 為 C10J 3、C10G 2、C10K 3、C10K 1）及碳產物處理（IPC 為 C01B 32、C01B 31、C07C 29）的相關技術，自 2014-2020 年轉移到催化劑（IPC 為 B01J 23、B01J 37、B01J 35、B01J 21）和製程設備與裝置（IPC 為 B01J 8、B01J 19、B01D 53、B01J 7、F25J 3）相關技術的研發。
- 四、從技術圖中的原物料及製法分析，全球近十年來天然氣製氫的專利技術所使用的製氫原物料可包含甲烷、水煤氣、工業氣、沼氣，主要是集中在以甲烷作為蒸汽重整法的原物料占大多數，其次是以甲烷進行熱解法，並以蒸汽重整法的相關裝置、零組件及催化劑的技術為主，我國產業界可加快投入相關領域開發。

綜觀各國研究導向以及配合我國的環境條件，我國與韓國及日本都是高度依賴能源進口的國家，可借鑒韓國同步發展天然氣製氫技術及對外購買氫氣的策略，及日本的再生能源電解水生產綠氫的方針，我國若要發展大型天然氣製氫工廠，可優先選用技術成熟的甲烷蒸汽重整法，作為主要天然氣製氫方法。其中液化空氣集團、沙烏地阿美、林德集團、空氣化工產品集團及巴斯夫集團申請較多的製備氫能源的相關專利技術，可作為技術參考對象。我國也有不少工業氣體生產公司，包含聯華氣體、三福氣體、亞東氣體等，強化製氫技術的發展及應用，在臺灣生產氫氣，未來將提供我國氫氣使用需求，以響應臺灣 2050 淨零碳排放策略。