

鋼鐵高爐碳中和之專利趨勢分析

經濟部智慧財產局

中華民國 111 年 10 月 26 日

摘 要

2050 淨零排放是一項跨世代、跨領域及跨國際的大型轉型工程，為順應全世界淨零排放趨勢及遵守巴黎協定(Paris Agreement)¹，期望將全球平均氣溫升幅控制在工業革命前水準以上低於 2°C 之內，應藉由促進國際合作，利用淨零排放研發技術，及滾動檢討淨零路徑等方式，達到淨零排放的目的，化氣候風險為綠色轉型契機²。

我國溫室氣體排放源集中，前 30 大排放源即占製造業總排放量的 70%，尤其是鋼鐵、水泥及電子等製造業。然而，對鋼鐵業而言，從礦砂煉鐵至軋鋼成型的每個製程，皆是需要大量的能源，尤其以高爐用傳統焦炭技術煉鐵者，因使用大量焦炭，導致排放至大氣的廢氣包含大量含碳化合物，近年因全球的碳中和議題興起，然世界各國鋼鐵業者對此議題之應變處理方式各有所不同，而我國部分鋼鐵業者對於碳中和議題之解決方法仍未取得有效的方式，無法達成碳中和目的。

本報告將針對世界各國高爐煉鐵工業，以 Derwent Innovation 專利資料庫，蒐集高爐相關的碳中和專利技術，並將鋼鐵高爐碳中和專利分成「高爐之低碳技術」、「廢氣、廢熱及廢渣技術」及「碳捕捉、

¹ 《巴黎協定》是由聯合國 195 個成員國於 2015 年 12 月在 2015 年聯合國氣候峰會中通過的氣候協議，取代京都議定書，期望能共同遏阻全球暖化趨勢。

² 「我國 2050 淨零排放路徑及策略總說明」第 3 頁，於 2022 年 3 月 22 日由國家發展委員會、行政院環境保護署、經濟部、科技部、交通部、內政部、行政院農業委員會及金融監督管理委員會提出。

利用與封存技術」三大類技術主題做專利趨勢分析，整理分析 2012 至 2021 年該三大類技術主題的專利趨勢，以觀察世界各國使用高爐煉鐵的鋼鐵業如何減少碳排放，來達到碳中和的目的。

目 錄

壹、前言：	- 1 -
貳、鋼鐵高爐碳中和專利之整體綜合分析：	- 3 -
一、申請人國籍、類型分析：	- 3 -
(一)專利申請人國籍分析：	- 3 -
(二)申請人類型分析：	- 5 -
二、申請國家地區分析：	- 9 -
(一)各申請國公開件數：	- 9 -
(二)各申請國在三大類技術主題申請情形：	- 10 -
三、前十大申請人分析：	- 12 -
(一)前十大申請人公開件數：	- 12 -
(二)前十大申請人在三大類技術主題申請情形：	- 14 -
參、鋼鐵高爐碳中和專利之三大類技術主題的個別分析：	- 16 -
一、申請件數及比例：	- 16 -
二、申請人國籍分析：	- 17 -
三、申請人類型分析：	- 19 -
(一)中國大陸申請人類型分析：	- 21 -
(二)日本申請人類型分析：	- 22 -
(三)歐洲申請人類型分析：	- 24 -
四、前十大申請人分析：	- 25 -
五、專利件數趨勢分析：	- 27 -
(一)中國大陸申請人分析：	- 28 -
(二)日本申請人分析：	- 29 -
(三)歐洲申請人分析：	- 30 -
肆、鋼鐵高爐碳中和專利之三大類技術主題的專利趨勢分析及相關案 例：	- 32 -
一、高爐之低碳技術主題：	- 32 -
(一)高爐之低碳技術主題分析：	- 32 -
(二)各國家地區的高爐之低碳技術主題分析：	- 34 -
(三)高爐之低碳技術主題的各申請人類型分析：	- 35 -
(四)相關案例：	- 37 -
二、廢氣、廢熱及廢渣技術主題：	- 43 -

(一)廢氣、廢熱及廢渣技術主題分析：.....	43	-
(二)各國家地區的廢氣、廢熱及廢渣技術主題分析：.....	45	-
(三)相關案例：.....	46	-
三、CCUS 技術主題：	55	-
(一)CCUS 技術主題分析：.....	55	-
(二)CCUS 技術主題的各申請國家地區分析：.....	58	-
(三)CCUS 技術主題的各申請人類型分析：.....	59	-
(四)相關案例：.....	61	-
伍、結論與建議：	74	-
一、結論：	74	-
(一)整體結果分析：.....	74	-
(二)高爐之低碳技術主題：.....	77	-
(三)廢氣、廢熱及廢渣技術主題：.....	78	-
(四)CCUS 技術主題：.....	78	-
二、建議：	80	-
(一)整體性的建議：.....	80	-
(二)高爐之低碳技術主題：.....	80	-
(三)廢氣、廢熱及廢渣技術主題：.....	81	-
(四)CCUS 技術主題：.....	82	-
陸、附錄：	84	-
一、附錄 1：名詞說明。	84	-
二、附錄 2：合作分類(Cooperative Patent Classification, CPC)相關分類。	87	-

圖 目 錄

圖 1：申請人國籍占有專利件數比例圓餅圖。.....	4	-
圖 2：歐洲申請人國籍占有專利件數比例圓餅圖。.....	5	-
圖 3：申請人類型占有專利件數比例圓餅圖。.....	6	-
圖 4：申請人類型在 2012~2021 年專利件數占比直條圖。.....	7	-
圖 5：申請人類型在 2012~2021 年專利件數直條圖。.....	8	-
圖 6：各申請國之申請人類型占比直條圖。.....	9	-
圖 7：各申請國家地區在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。.....	10	-
圖 8：各申請國在三大類技術主題的專利件數泡泡圖。.....	12	-

圖 9：前十大申請人在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。	- 14 -
圖 10：前十大申請人在三大類技術主題的專利件數泡泡圖。	- 15 -
圖 11：三大類技術主題所占專利件數及比例圓餅圖。	- 17 -
圖 12：各國申請人在三大類技術主題的專利件數直條圖。	- 18 -
圖 13：專利各國申請人在三大類技術主題的占比直條圖。	- 19 -
圖 14：三大類技術主題中申請人類型的專利件數占比直條圖。	- 20 -
圖 15：三大類技術主題中之中國大陸申請人類型的專利件數占比直條圖。	- 22 -
圖 16：三大類技術主題中之日本申請人類型的專利件數占比直條圖。	- 24 -
圖 17：三大類技術主題中之歐洲申請人類型的專利件數占比直條圖。	- 25 -
圖 18：三大類技術主題在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。	- 28 -
圖 19：中國大陸申請人在三大類技術主題中在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。 -	29 -
圖 20：日本申請人在三大類技術主題中在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。 ..	- 30 -
圖 21：歐洲申請人在三大類技術主題中在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。 ..	- 31 -
圖 22：高爐之低碳技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。 -	34 -
圖 23：各國家在高爐之低碳技術主題中各技術分類的專利件數占比直條圖。 ..	- 35 -
圖 24：高爐之低碳技術主題中各技術分類之申請人類型占比直條圖。	- 36 -
圖 25：煉鐵製程之概要圖。	- 38 -
圖 26：碳消耗基本單位比較圖。	- 39 -
圖 27：還原鐵製造設備之示意圖。	- 40 -
圖 28：全熱氧高爐與豎爐聯合生產系統的結構示意框圖。	- 42 -
圖 29：廢氣、廢熱及廢渣技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。	- 45 -
圖 30：各國家在廢氣、廢熱及廢渣技術主題中的專利件數占比直條圖。	- 46 -
圖 31：廢氣回收利用示意圖。	- 50 -
圖 32：高爐煤氣循環裝置示意圖。	- 53 -
圖 33：高爐渣顯熱製造甲醇的方法流程圖。	- 55 -
圖 34：CCUS 技術主題中碳捕捉技術各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。	- 57 -
圖 35：各國家地區在 CCUS 之碳捕捉技術中各技術分類的專利件數泡泡圖。 . . .	- 59 -
圖 36：CCUS 技術主題中各技術分類之申請人類型占比直條圖。	- 60 -
圖 37：固定二氧化碳的裝置的構成圖。	- 69 -
圖 38：利用天然礦物或鋼渣固定二氧化碳的流程圖。	- 70 -

表 目 錄

表 1：前十大申請人名稱、國籍及專利件數表。	- 13 -
表 2：三大類技術主題中申請人類型的專利件數表。	- 20 -

表 3：三大類技術主題中之中國大陸申請人類型的專利件數表。	- 22 -
表 4：三大類技術主題中之日本申請人類型的專利件數表。	- 23 -
表 5：三大類技術主題中之歐洲申請人類型的專利件數表。	- 25 -
表 6：前十大申請人在三大類技術主題中的專利件數表。	- 26 -
表 7：高爐之低碳技術主題的技術分類及專利件數統計表。	- 33 -
表 8：高爐之低碳技術主題中各技術分類在各國家的專利件數統計表。	- 35 -
表 9：高爐之低碳技術主題中各技術分類之申請人類型統計表。	- 36 -
表 10：廢氣、廢熱及廢渣技術主題的技術分類及專利件數統計表。	- 44 -
表 11：CCUS 技術主題中碳捕捉技術的技術分類及專利件數統計表。	- 56 -
表 12：CCUS 技術主題中碳封存及再利用技術的技術分類及專利件數統計表。	- 58 -
表 13：CCUS 技術主題中各技術分類之申請人類型統計表。	- 60 -
表 14：各種鋼渣的化學成分表。	- 71 -

壹、前言：

溫室氣體排放的主要原因，來自於滿足人類生活需求所使用的服務或產品，選擇何種生活型態將會大幅影響碳排放量。因此，我國想要達成淨零轉型，必須先從推動「淨零生活」，透過日常生活的行為改變，是啟動淨零轉型的主要關鍵³。

製造業為了滿足人類生活需求大量製造產品，同時亦不斷產生碳排放，因此，製造業為目前我國碳排放主要來源之一。以中鋼傳統煉鐵製程為例，包含原料處理步驟、煉鐵步驟、煉鋼步驟及軋鋼步驟⁴，其中原料處理步驟係用煤炭在煉焦工廠製為焦炭；煉鐵步驟係將塊鐵、燒結礦、焦炭及助熔劑等送入煉鐵廠中的高爐，經高溫將鐵礦還原為鐵水與熔渣；煉鋼步驟係將鐵水送到轉爐煉鐵並添加廢鋼、錳鐵及矽鐵等副料煉製為鋼液，經由二次精煉站處理澆鑄成鋼胚；軋鋼步驟係將鋼胚透過冷熱軋製為鋼棒、鋼板、鋼捲等產品。由於該傳統煉鐵製程需使用大量焦炭，導致排放之廢物包含大量碳，而無法達成碳中和目的。

世界各國紛紛制定碳中和政策，歐盟、美國及日本等國大致設定目標為 2030 年碳排減 50% 上下，2050 年達到碳中和，也就是透過各

³ 「我國 2050 淨零排放路徑及策略總說明」第 45 頁。

⁴ 百鍊成鋼：

<https://new.abb.com/tw/about/publication/abb-connects-2016-03/csc-y5/metal-process>

。

種減碳方式，讓二氧化碳排放量正負抵銷。隨著碳中和議題成為國際間最重視的議題之一，而鋼鐵業在碳中和議題下，不得不面臨轉型的局面⁵。

因此，各國鋼鐵大廠紛紛提升自己的減碳技術，將碳中和技術應用在鋼鐵業上，並由減碳技術提升到減碳專利。本報告利用 Derwent Innovation 專利資料庫，蒐集 2012 至 2021 年全世界鋼鐵高爐碳中和專利案件（共 2,034 件），並將鋼鐵高爐碳中和專利分成「高爐之低碳技術」、「廢氣、廢熱及廢渣技術」及「碳捕捉、利用與封存技術」等三大類技術主題，進行鋼鐵碳中和專利之整體綜合分析、三大類技術主題的個別分析及相關案例分析。最後，提出可供我國鋼鐵高爐產業發展的相關結論與建議，以供各界參考。

⁵ 全球拚「碳中和」！鋼鐵老大哥中鋼帶頭減碳轉型 哪些鋼廠首先受惠？
<https://www.wealth.com.tw/articles/2d63a04d-3948-4386-9dd0-c0b0683029bc>。

貳、鋼鐵高爐碳中和專利之整體綜合分析：

一、申請人國籍、類型分析：

由於有部分專利會有複數個申請人，每個申請人可能會分屬不同國籍，因此在統計時，會有同一件專利同時計算在不同國籍的情形，造成各申請人國籍統計後的專利件數總和，大於總專利件數的情形。另本報告以下內容所提到之專利申請國，皆係指專利申請人的國籍，非指專利申請的所屬國家地區。

(一)專利申請人國籍分析：

圖 1 係申請人國籍占有專利件數比例圓餅圖。其中，圖 1 顯示之每一扇形圖的文字依序為國家地區、專利件數及占比。由圖 1 可知，專利件數最多的中國大陸有 1,160 件，占有全世界超過一半以上的 56.4%；其次是日本有 285 件，占 13.9%；第三是歐洲有 275 件，占 13.4%；其他各國例如韓國僅占 7.1%，美國係世界專利五大國中，擁有鋼鐵高爐碳中和專利最少的國家，僅占 6.1%，而我國之相關專利僅有 12 件⁶，占全世界的 0.6%，其他國家⁷亦僅占 2.5%。由圖 1 可發現，鋼鐵高爐碳中和技術在中國大陸、歐洲及日本這三個國家地區，

⁶ 12 件專利中，中國大陸鋼鐵股份有限公司計有 5 件。

⁷ 其他國家包含澳洲 12 件，墨西哥 11 件，加拿大 10 件，印度 9 件，巴西 3 件，阿根廷、柬埔寨、智利、哈薩克、秘魯、沙烏地阿拉伯及烏拉圭各 1 件。

就占全世界的 83.7%⁸，故為鋼鐵業盛行的地區。另由圖 1 可看出，亞洲國家（中國大陸、日本及韓國）持有的專利件數，占全世界近八成⁹的專利數量，更凸顯亞洲地區亦掌握相當的鋼鐵高爐碳中和專利技術。

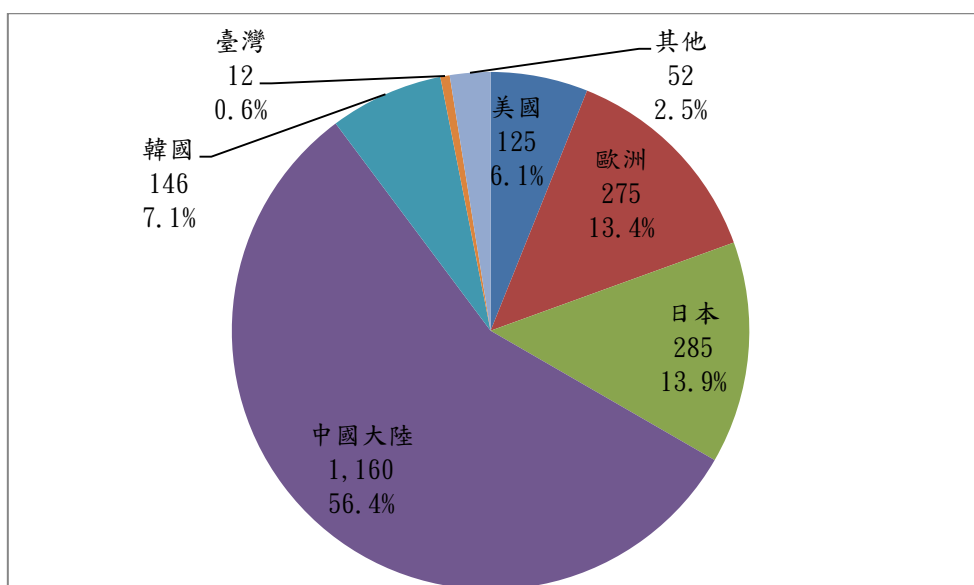


圖 1：申請人國籍占有專利件數比例圓餅圖。

然而，歐洲地區國家甚多，再進一步分析歐洲地區各國的專利分佈，圖 2 係歐洲申請人國籍占有專利件數比例圓餅圖。其中，圖 2 顯示之每一扇形圖的文字依序為國家地區、專利件數及占比。由圖 2 可知，德國擁有的專利件數最多，占 31.3%，奧地利占 16.7%，法國占

⁸ 56.4%+13.9%+13.4%=83.7%。

⁹ 56.4%+13.9%+7.1%=77.4%。

13.8%，其餘歐洲國家如義大利、盧森堡、烏克蘭、英國、俄羅斯及其他歐洲國家¹⁰，各占不到6%。

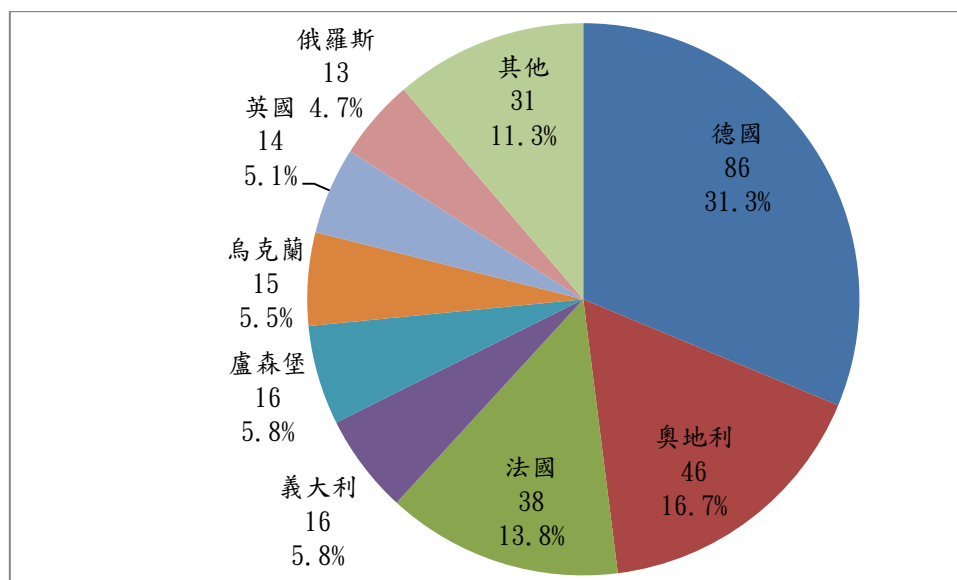


圖 2：歐洲申請人國籍占有專利件數比例圓餅圖。

(二)申請人類型分析：

若對於同一件專利所有申請人的類型予以分析，圖 3 係申請人類型占有專利件數比例圓餅圖。其中，圖 3 顯示之每一扇形圖的文字依序為申請人類型、專利件數及占比。由圖 3 可知，公司申請人（含多個公司）占 73.6%、學術機構（含多個學術機構）占 12%、個人（含多人）占 9.1%，其餘為合作（例如產學合作等）占 5.2%。其中，合

¹⁰ 其他歐洲國家包含瑞士 6 件，挪威與瑞典各 5 件，西班牙與荷蘭各 4 件，比利時與芬蘭各 2 件，捷克、愛沙尼亞及斯洛伐克各 1 件。

作申請人係為申請人同時包含公司與個人、公司與學術、個人與學術及公司、個人與學術三者。

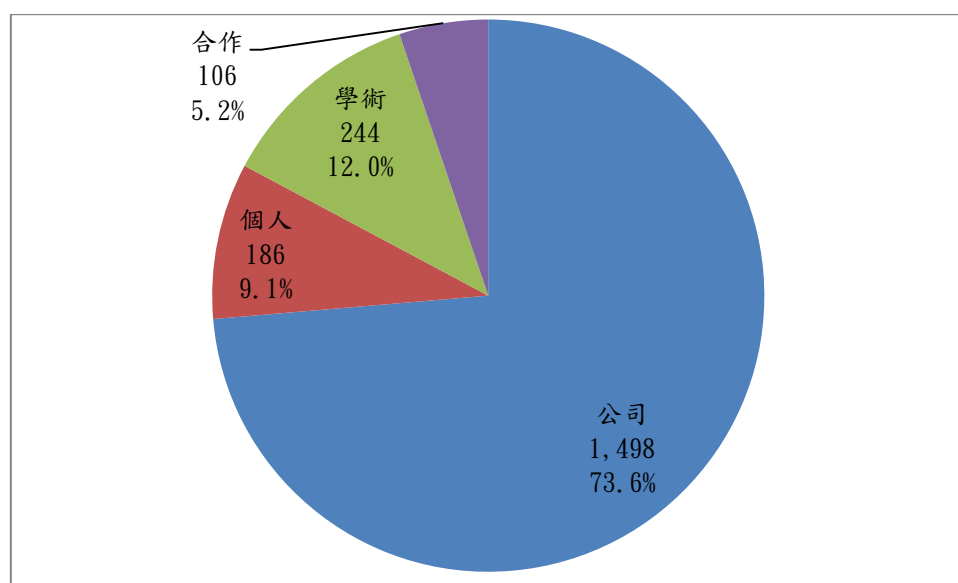


圖 3：申請人類型占有專利件數比例圓餅圖。

進一步對同一件專利所有申請人類型在 2012~2021 年的專利件數予以分析，圖 4 係申請人類型在 2012~2021 年專利件數占比直條圖。由圖 4 可知，專利件數最多的申請人類型，以公司類型為最多。另申請人類型為學術研究單位，在 2017~2021 年間的參與比例，勝過 2012~2016 年間的參與比例，這表示在鋼鐵高爐碳中和技術相關專利中，學術研究單位在 2017~2021 年較 2012~2016 年投入研發的量能，有增加的趨勢，這個趨勢更能從圖 5 申請人類型在 2012~2021 年專利件數直條圖中觀察出來。

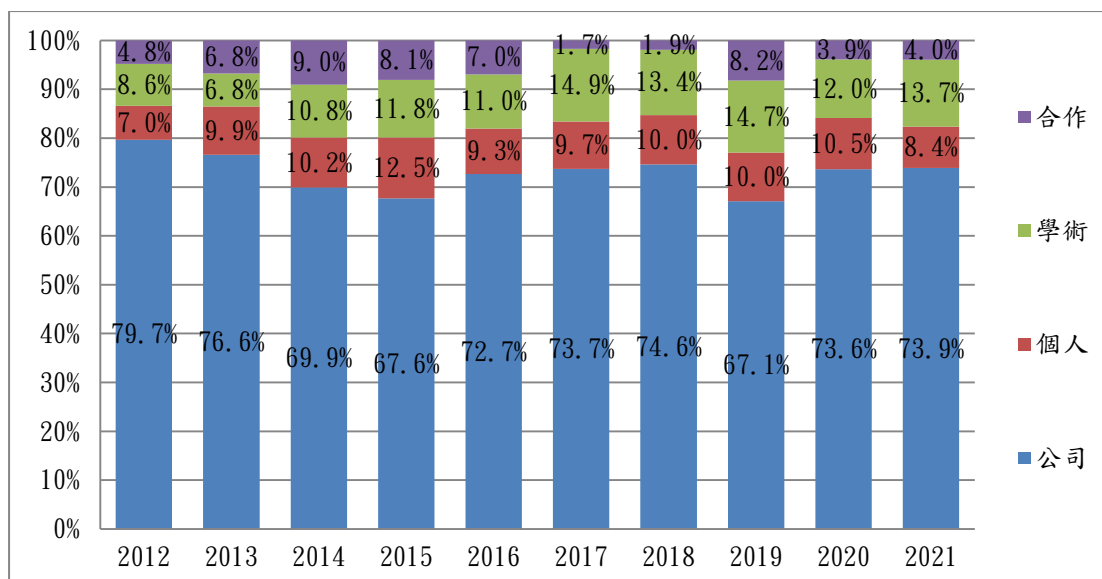


圖 4：申請人類型在 2012~2021 年專利件數占比直條圖。

圖 5 係申請人類型在 2012~2021 年專利件數直條圖。由於全世界碳中和及碳稅的議題日趨重視，鋼鐵高爐碳中和專利在 2021 的公開數量明顯高於 2020 年以前的數量，這表示世界各國鋼鐵廠為減碳議題開始做減碳技術的研發，以避免或減少碳稅的課徵而提高鋼價成本。惟由圖 5 可發現，鋼鐵高爐碳中和專利件數於 2014~2015 年及 2019 年中，專利件數呈現下降的趨勢，其原因可能係由於 2014~2015 年中國大陸因經濟成長減緩，鋼材消耗量陷入低迷¹¹，另 2019 年受到中美貿易戰和英國脫歐等不確定因素影響，歐洲經濟及投資下跌，美國經濟成長減緩，鋼鐵需求因而降低¹²。由於上述幾年全世界對於鋼

¹¹ 美國鋼鐵需求熱，中國大陸冷：<https://ec.ltn.com.tw/article/breakingnews/1196936>。

¹² 除中國大陸外，全球鋼鐵停滯：<https://news.cnyes.com/news/id/4396142>。

鐵需求降低，因而導致鋼鐵高爐碳中和專利件數亦跟著受影響而下降，尤其以公司企業的專利件數下降更為顯著。

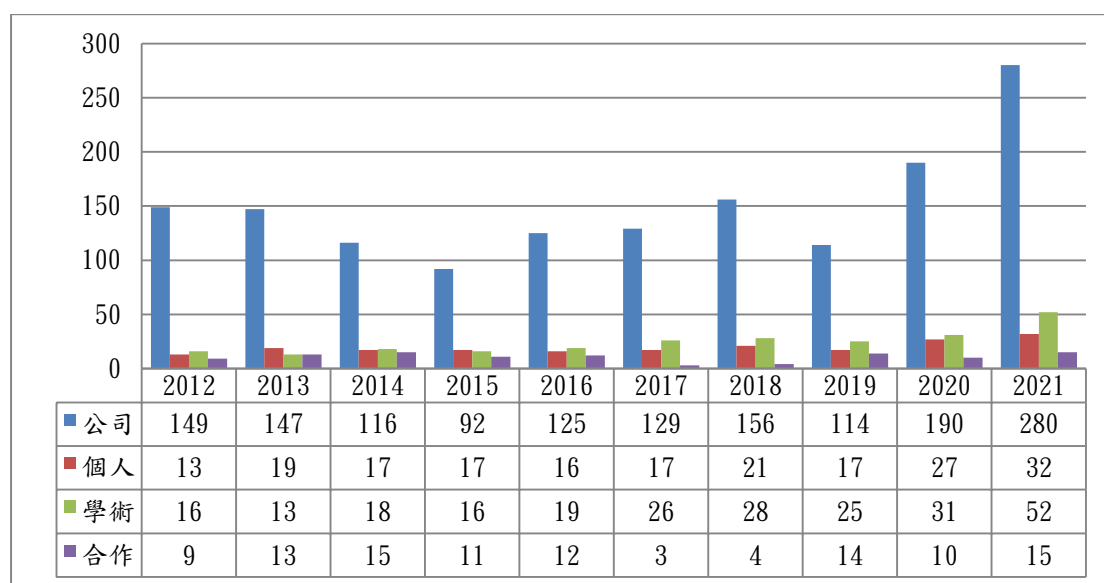


圖 5：申請人類型在 2012~2021 年專利件數直條圖。

圖 6 係各申請國之申請人類型占比直條圖。由圖 6 可知，申請人類型為公司企業，係以日本的占比為最高，高達 89%，其次是美國占 75%，再來是中國大陸占 73%。另申請人類型為學術單位，係以韓國參與的比例最高，高達 29%，其次是中國大陸占 14%，再來是其他國家占 13%，值得注意的是，日本學術單位參與的比例較低，僅占 2%，即使把合作的 8%加入計算，也比不上韓國、中國大陸及其他國家純學術機構的比例。換句話說，日本對於鋼鐵高爐碳中和的責任幾乎係由公司企業所承擔，而在韓國及中國大陸因有學術單位的參與，可協助鋼鐵公司企業開發減碳技術。

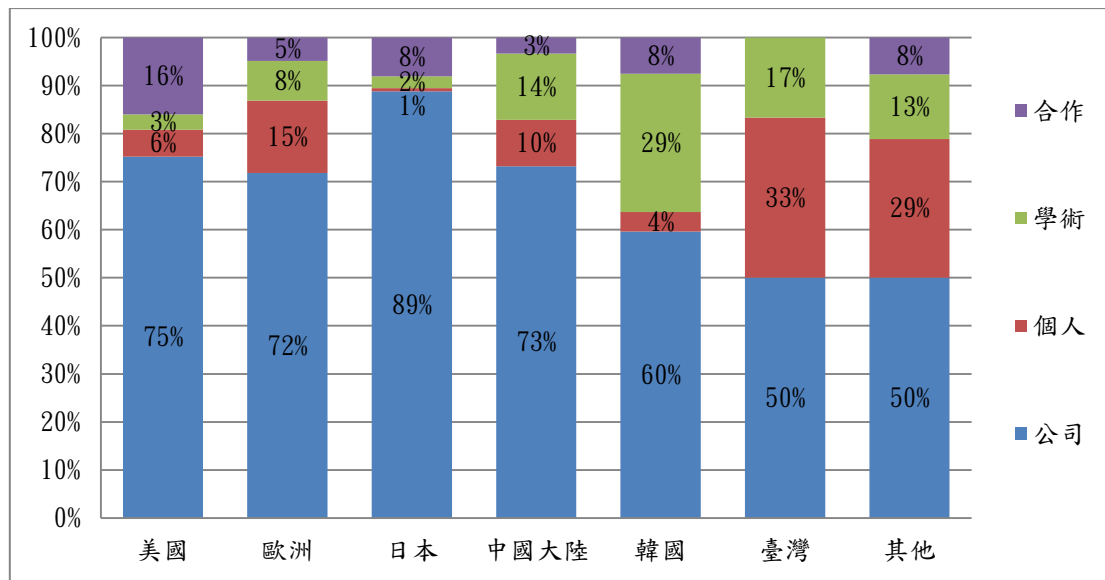


圖 6：各申請國之申請人類型占比直條圖。

二、申請國家地區分析：

(一)各申請國公開件數：

依前述圖 1 再進一步分析逐年公開的專利件數，圖 7 係各申請國家地區在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。由圖 7 可知，中國大陸在 2018~2021 年的專利件數均超過一百件以上，尤其是在 2021 年，中國大陸、日本與歐洲地區的專利件數有明顯的成長，而其他國家地區的專利件數則呈現平穩的現象。中國大陸在過去幾十年間被稱為世界工廠，其碳排放量的排名也是名列前茅，由圖 7 中國大陸在鋼鐵高爐碳中和專利件數有明顯增加的趨勢可知，中國大陸近幾年在鋼鐵高爐產業上，亦持續努力的在做減碳工作。

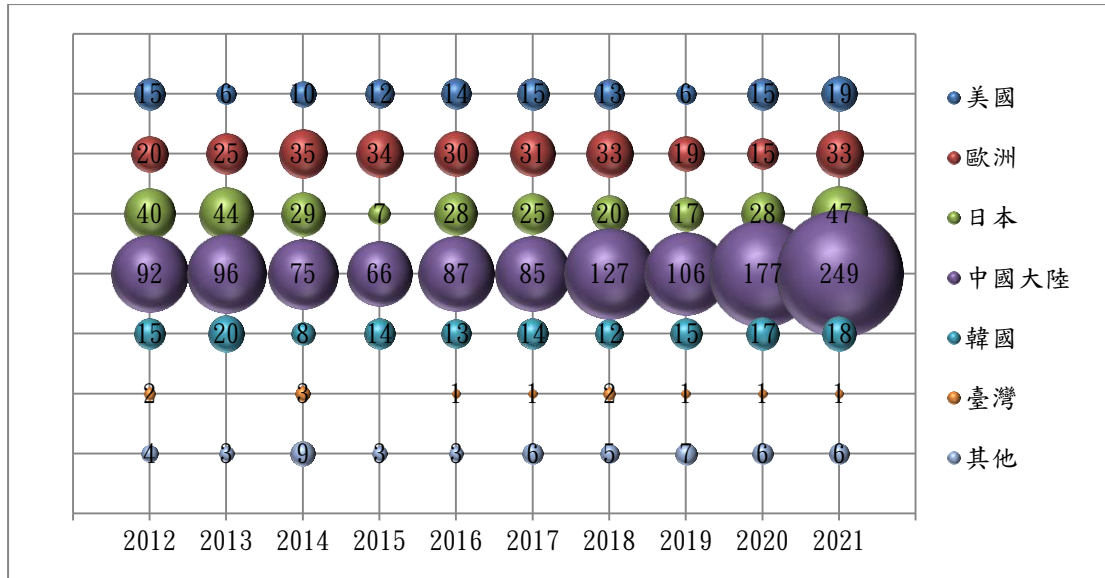


圖 7：各申請國家地區在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

(二)各申請國在三大類技術主題申請情形：

針對鋼鐵高爐碳中和技術，將其分成三大類技術主題，第一大類技術主題係以減少碳的輸入為主，例如以氫或天然氣（例如甲烷）取代碳作為還原氣體的技術，或以還原鐵為煉鋼的原料，減少焦炭的使用，本報告將第一大類技術主題的名稱定為「高爐之低碳技術」；第二大類技術主題係將煉鐵的能源加以提升效率，藉由高爐所產生之廢氣、廢熱及廢渣的回收及再利用，不但可以減少焦炭進入高爐內的使用，且不需再用更多的能源加熱鼓風至高爐內，也可減少含碳化合物的排放，本報告將第二大類技術主題的名稱定為「廢氣、廢熱及廢渣技術」；第三大類技術主題係針對已產生含碳的廢氣做碳捕捉，並將捕獲的碳做封存或再利用，此技術可減少二氧化碳排放至大氣，達到減碳排放的效果，本報告將第三大類技術主題的名稱定為「碳捕捉、

利用與封存技術 (Carbon Capture, Utilization and Storage, CCUS)」，簡稱「CCUS 技術」。本報告將依此三大類技術主題分別做專利檢索分析。

圖 8 係各申請國在三大類技術主題的專利件數泡泡圖。由前述圖 1 可知，申請人國籍為中國大陸的專利件數計 1,160 件。另由圖 8 可知，中國大陸在廢氣、廢熱及廢渣技術主題的專利件數有 643 件，占總件數 1,160 件的 55%；其次是高爐之低碳技術主題的專利件數有 390 件，中國大陸在這二大類技術主題的專利件數，皆遠多於其他國家地區好幾倍以上；中國大陸在 CCUS 技術主題的專利件數雖為全世界最多有 127 件，但與其他二大類技術主題相較，中國大陸在 CCUS 技術主題的專利件數，與相同 CCUS 技術主題第二多的日本專利件數 100 件，僅高出 27 件。再由圖 8 可知，中國大陸的專利大多以廢氣、廢熱及廢渣技術主題為主，但歐洲及日本二大申請國的專利係以高爐之低碳技術主題居多，表示歐洲及日本主要係以開發研究減少使用含碳能源的技術為主；而美國與韓國的專利係以 CCUS 技術主題居多，表示美國與韓國的減碳方式係以碳捕獲技術為主。

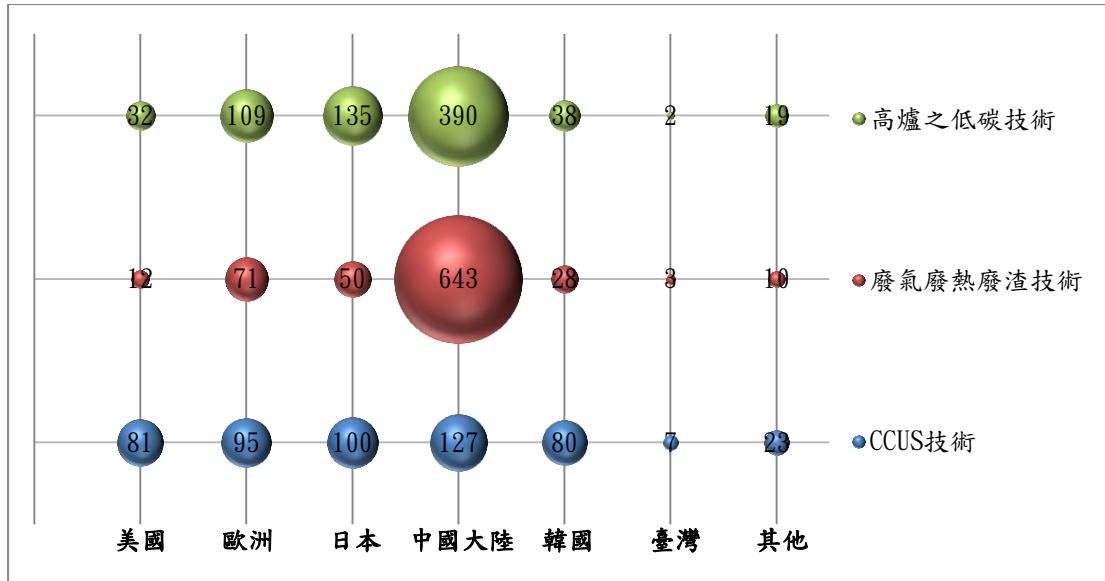


圖 8：各申請國在三大類技術主題的專利件數泡泡圖。

三、前十大申請人分析：

(一)前十大申請人公開件數：

表 1 係前十大申請人名稱、國籍及專利件數表。由表 1 可知，專利件數最多者為中國大陸的中冶南方，多達 162 件；第二名為日本的 JFE (杰富意) 控股¹³，有 113 件；第三名為中國大陸的鞍鋼公司，有 81 件。在前十大申請人中，其中，中國大陸及日本各有 4 間公司企業，另 2 間公司企業或學術單位分別為韓國及美國申請人。值得注意的是，在前十大申請人中，美國申請人的類型為學術單位，其餘申請人的類型係皆為公司企業，這顯示美國雖非鋼鐵業生產製造的主要國家，卻也非常重視高爐的減碳技術。

¹³ JFE 控股，其中 JFE 為 Japan Ferrite Engineering 的全名，又含有 Japan Future Enterprise 的意義，代表日本未來志向的企業。

表 1：前十大申請人名稱、國籍及專利件數表。

申請人 中文名稱	申請人 英文名稱	申請人 國籍	申請人專 利案件數
中冶南方工程技術有限公司	WISDRI ENG & RES INC LTD	中國大陸	162
JFE 控股	JFE HOLDINGS INC.	日本	113
鞍鋼股份有限公司	ANGANG STEEL CO LTD	中國大陸	81
新日鐵住金股份有限公司	NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORP	日本	75
中國寶武鋼鐵集團	CHINA BAOWU STEEL GROUP (FORMER BAOSTEEL GROUP CORP)	中國大陸	66
神戶製鋼所股份有限公司	KOBE STEEL LTD.	日本	59
浦項鋼鐵公司	POSCO CORPORATION	韓國	58
三菱重工業股份有限公司	MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES LTD.	日本	51
北京神霧環境能源科技有限 公司	BEIJING SHENWU ENVIRONMENT & ENERGY TECH	中國大陸	31
東北大學	NORTHEASTERN UNIVERSITY (BOSTON MA)	美國	29

圖 9 係前十大申請人在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。由圖 9 可知，除美國東北大學在 2021 年的專利件數明顯多於往年外，其他公司企業的專利件數在 2012~2021 年的分佈情形並無顯著變化。另三菱重工及北京神霧集團這二公司在 2019~2021 年的專利件數極少，由此可知，這兩大公司在減碳技術的相關開發研究方面，在 2019~2021 年幾乎沒有成長。

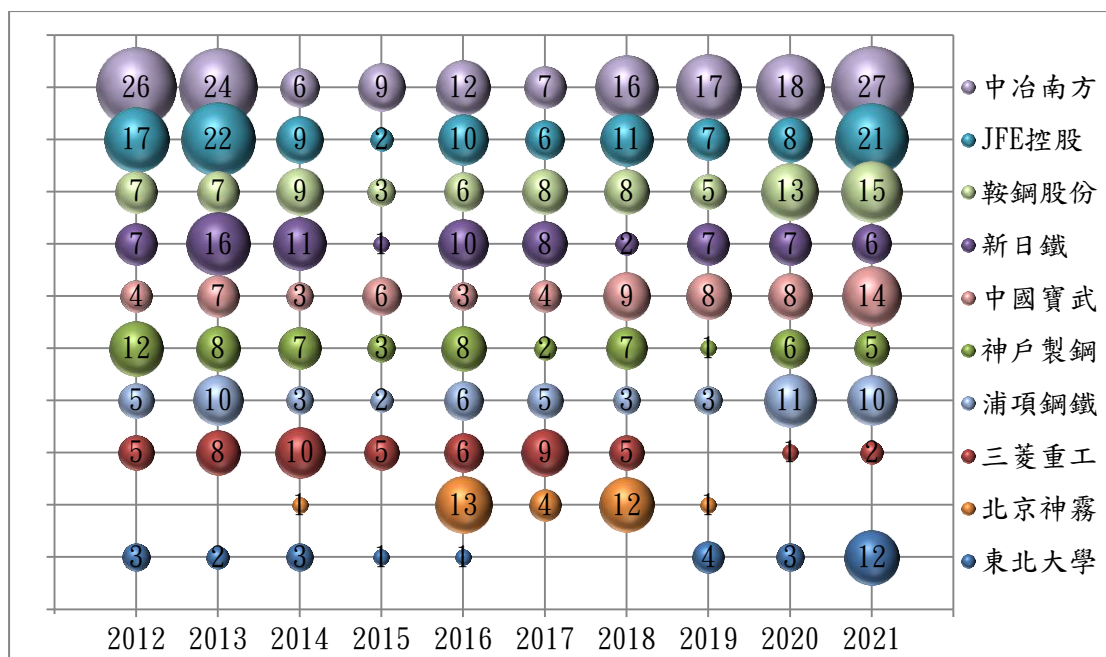


圖 9：前十大申請人在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

(二)前十大申請人在三大類技術主題申請情形：

圖 10 係前十大申請人在三大類技術主題的專利件數泡泡圖。由圖 10 可知，以高爐之低碳技術主題的專利分佈來看，專利件數最多者為日本的 JFE 控股，多達 65 件，第二名為日本的神戶製鋼公司及中國大陸的中冶南方公司。若以廢氣、廢熱及廢渣技術主題的專利分佈來看，專利件數最多的前三名分別為中冶南方公司、鞍鋼股份公司及中國寶武集團，皆為中國大陸之公司企業，這與圖 8 中所示，廢氣、廢熱及廢渣技術主題的中國大陸擁有的專利件數遠大於其他國家地區相符。若以 CCUS 技術主題的專利分佈來看，專利件數最多者為日本的新日鐵住金公司，第二名為韓國的浦項鋼鐵公司，第三名為日本的 JFE 控股。另圖 10 中較值得注意的是北京神霧集團，其專利件數

幾乎全部是高爐之低碳技術主題，呈現出與其他中國大陸申請人截然不同的專利分佈趨勢。

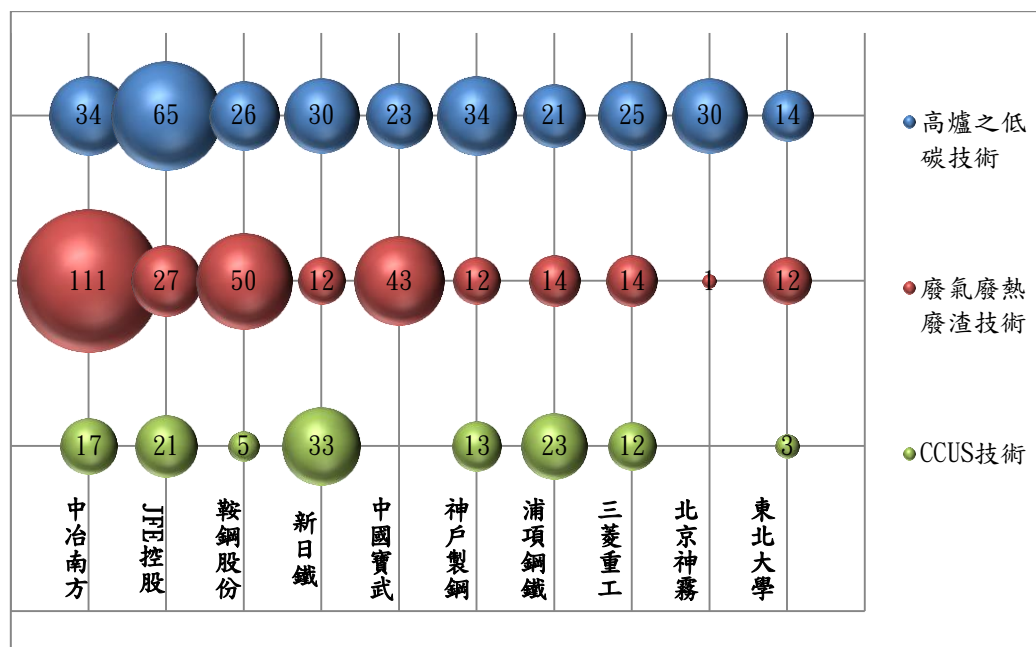


圖 10：前十大申請人在三大類技術主題的專利件數泡泡圖。

參、鋼鐵高爐碳中和專利之三大類技術主題的個別分析：

將鋼鐵高爐碳中和專利依不同技術分成前述三大類技術主題，由於同一件專利可能同時包含不同的技術主題，因此在統計時，將在各類技術主題中同時予以記數。

一、申請件數及比例：

圖 11 係三大類技術主題所占專利件數比例圓餅圖。其中，每一扇形圖的文字依序為專利件數及所占比例，由圖 11 可知，以廢氣、廢熱及廢渣技術主題的專利件數為最多，多達 813 件，占整體比例 40%；第二多是高爐之低碳技術主題的專利件數，有 712 件，占整體比例 35%；再來是 CCUS 技術主題的專利件數，有 509 件，占整體比例 25%。由於鋼鐵業係為高耗能及高碳排的工業，在煉鐵過程中往往需要大量的能源，公司企業在製造成本的考量下，直接將高爐之廢氣、廢熱及廢渣回收，即可減少能源消耗，故廢氣、廢熱及廢渣技術主題的專利件數自然成為最多。另高爐之低碳技術主題因涉及使用氫或天然氣等取代碳為還原劑，與傳統煉鐵技術不同，公司企業也積極研究開發相關技術，故其專利件數則為其次。而 CCUS 技術主題因須考量環境等因素，對於公司企業來說幾乎只會大量墊高煉鐵成本，若無其他附屬效益，例如製造出二氧化碳或碳製品等其他商業上的利

益，基本上，一般公司企業是不會額外投入大量的成本在 CCUS 技術主題方面，故 CCUS 技術主題的專利件數為最少是合理的現象。

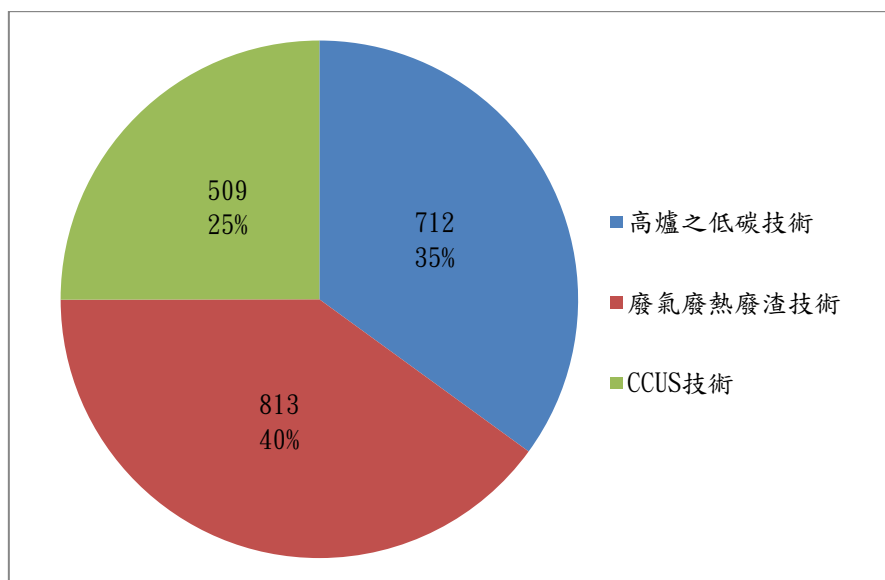


圖 11：三大類技術主題所占專利件數及比例圓餅圖。

二、申請人國籍分析：

圖 12 係各國申請人在三大類技術主題的專利件數直條圖。由圖 12（或由圖 8）可知，各國申請人在三大類技術主題的專利件數前三名皆由中國大陸、歐洲及日本三個國家地區包辦。例如，高爐之低碳技術主題的專利件數前三名，依序為中國大陸、日本及歐洲；廢氣、廢熱及廢渣技術主題的專利件數前三名，依序為中國大陸、歐洲及日本；CCUS 技術主題的專利件數前三名，依序為中國大陸、日本及歐洲，故本報告之後的分析，將會以這三大申請國為主要分析主體。

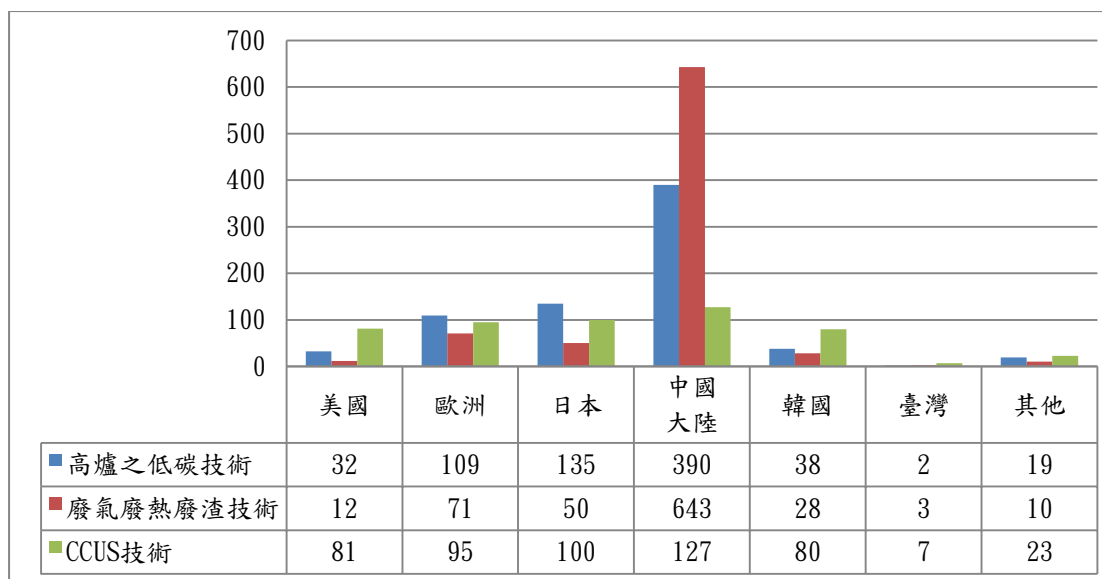


圖 12：各國申請人在三大類技術主題的專利件數直條圖。

圖 13 係專利各國申請人在三大類技術主題的占比直條圖。由圖 13 可知，第一大申請國中國大陸，在廢氣、廢熱及廢渣技術主題的專利占比為最多，占 55%；其次是高爐之低碳技術主題有 34%；再來是 CCUS 技術主題，僅占 11%，故中國大陸鋼鐵業在鋼鐵高爐碳中和技術中，係以廢氣、廢熱及廢渣技術主題為主要發展項目。第二大申請國日本，在高爐之低碳技術主題的專利占比為最多，占 47%；在 CCUS 技術主題為其次，占 35%；再來是廢氣、廢熱及廢渣技術主題，占 18%。第三大申請地區歐洲，在高爐之低碳技術主題的專利占比為最多，占 40%；在 CCUS 技術主題為其次，占 35%；再來是廢氣、廢熱及廢渣技術主題，占 26%。由此可知，日本及歐洲鋼鐵業在鋼鐵高爐碳中和技術中，係以高爐之低碳技術主題為主要發展項目，這與中國大陸鋼鐵業的主要發展方向不同。另第四大申請國韓國與第五大申請國美國，

在 CCUS 技術主題的專利占比為最多，各占 55%與 65%，這亦顯示韓國與美國鋼鐵業在鋼鐵高爐碳中和技術中，係以 CCUS 技術主題為主要發展項目，又與前三大國家地區的主要發展方向不同。

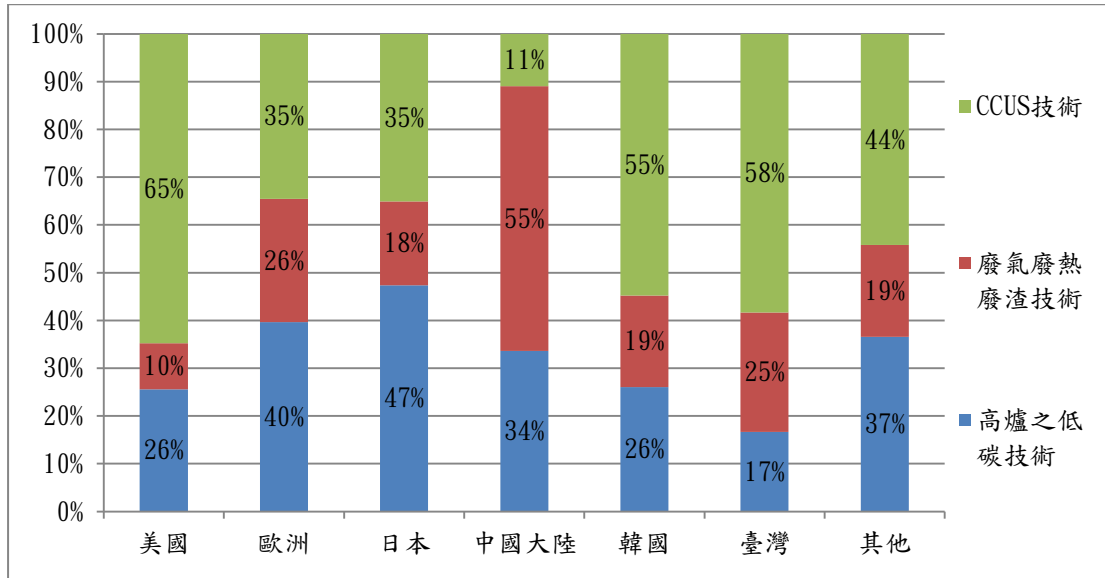


圖 13：專利各國申請人在三大類技術主題的占比直條圖。

三、申請人類型分析：

表 2 係三大類技術主題中申請人類型的專利件數表，圖 14 係三大類技術主題中申請人類型占比直條圖。其中，圖 14 揭示之合作關係，係為表 2 申請人類型中，除單一公司、個人及學術單位外，其餘之申請人類型的統稱。由圖 14 可知，在三大類技術主題中，合作關係之占比以 CCUS 技術主題為最多，其次是高爐之低碳技術主題，最少的是廢氣、廢熱及廢渣技術主題。另由於廢氣、廢熱及廢渣技術主題中，廢氣含有可回收至高爐的成份（例如一氧化碳），同時也包含

廢熱，因此，將廢氣回收再利用至高爐內，可降低能源及焦炭的使用，會直接減少公司煉鐵所需成本，故公司申請廢氣、廢熱及廢渣技術主題的專利件數為最多。然而，CCUS 技術主題對於煉鐵的產能提升並無直接關係，簡單來說，這只會使公司企業「額外」多付出成本，故公司申請 CCUS 技術主題的專利件數，相較於其他技術主題為最少。

表 2：三大類技術主題中申請人類型的專利件數表。

申請人類型	高爐之低碳技術	廢氣、廢熱及廢渣技術	CCUS 技術	合計
公司	461	667	297	1,425
個人	64	59	45	168
學術	110	47	83	240
公司與公司	28	24	22	74
多個公司與個人	3	0	1	4
公司與個人	7	4	18	29
公司與多個個人	0	0	1	1
公司與學術	26	6	33	65
個人與個人	10	4	4	18
個人與學術	3	1	3	7
學術與學術	0	1	3	4
公司個人學術皆有	0	0	1	1
總計	712	813	509	2,034

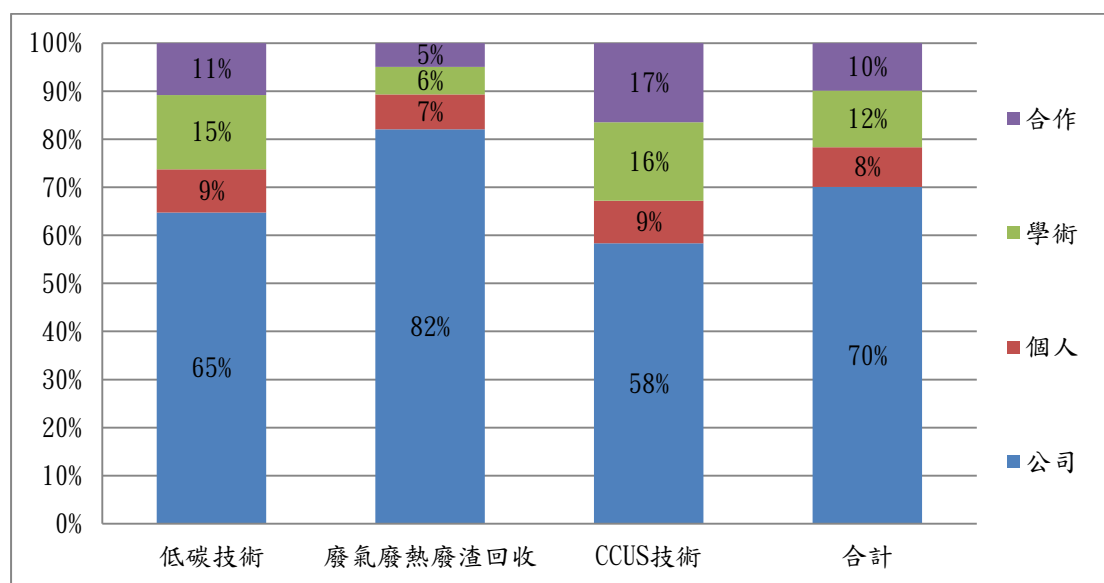


圖 14：三大類技術主題中申請人類型的專利件數占比直條圖。

(一)中國大陸申請人類型分析：

表 3 係三大類技術主題中之中國大陸申請人類型的專利件數表，圖 15 係三大類技術主題中之中國大陸申請人類型的占比直條圖。其中，圖 15 揭示之合作關係，係為表 3 申請人類型中，除單一公司、個人及學術單位外，其餘之申請人類型的統稱。由圖 15 可知，中國大陸的公司企業，以申請廢氣、廢熱及廢渣技術主題的專利件數占比最多，申請 CCUS 技術主題的專利件數占比最少。但意外發現，中國大陸的學術研究單位，參與高爐之低碳技術主題及 CCUS 技術主題的專利件數占比皆超過 20%，若再加上合作關係中含有學術單位的專利件數，在高爐之低碳技術主題中含有學術單位的申請人，專利件數可從表 3 中算出有 119 件，占該技術主題的 31%¹⁴；在廢氣、廢熱及廢渣技術主題中含有學術單位的申請人，專利件數可從表 3 中算出有 41 件，占該技術主題的 6%¹⁵；在 CCUS 技術主題中含有學術單位的申請人，專利件數可從表 3 中算出有 35 件，占該技術主題的 28%¹⁶，故在中國大陸鋼鐵高爐碳中和技術中，學術單位在高爐之低碳技術主題及 CCUS 技術主題的專利件數占比，明顯高於學術單位在廢氣、廢熱及廢渣技術主題的專利件數占比。

¹⁴ $96+18+2+3=119$ 件，占 $119\div390\times100\%=31\%$ 。

¹⁵ $37+4=41$ 件，占 $41\div643\times100\%=6\%$ 。

¹⁶ $27+8=35$ 件，占 $35\div127\times100\%=28\%$ 。

表 3：三大類技術主題中之中國大陸申請人類型的專利件數表。

申請人類型	高爐之低碳技術	廢氣、廢熱及廢渣技術	CCUS 技術	合計
公司	223	536	66	825
個人	36	45	20	101
學術	96	37	27	160
公司與公司	3	18	3	24
多個公司與個人	3	0	1	4
公司與學術	18	4	8	30
個人與個人	6	3	2	11
個人與學術	2	0	0	2
多個公司與學術	3	0	0	3
總計	390	643	127	1,160

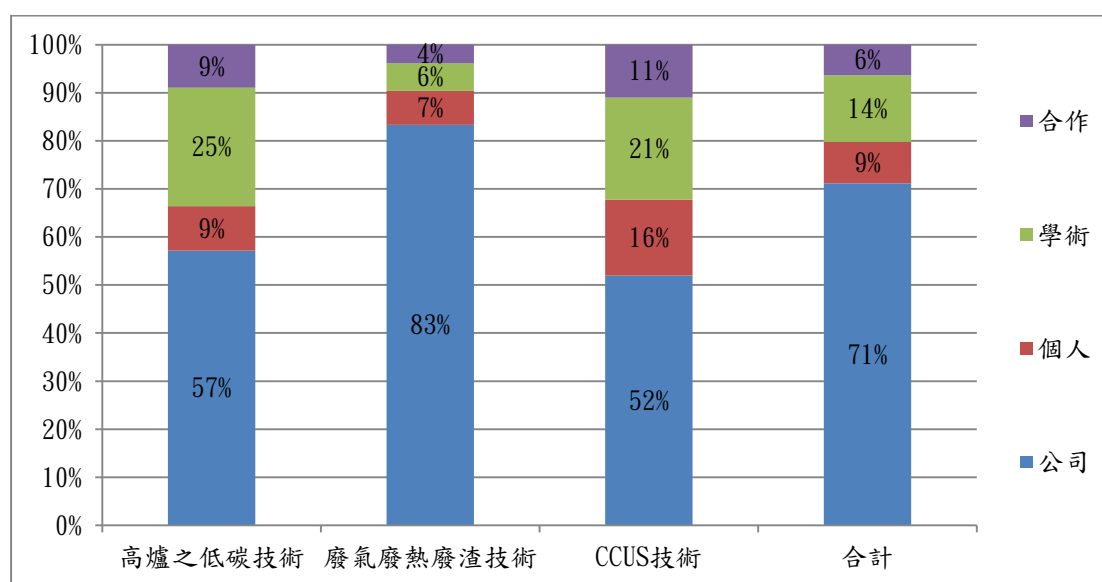


圖 15：三大類技術主題中之中國大陸申請人類型的專利件數占比直條圖。

(二) 日本申請人類型分析：

表 4 係三大類技術主題中之日本申請人類型的專利件數表，圖 16 係三大類技術主題中之日本申請人類型的占比直條圖。其中，圖 16 揭示之合作關係，係為表 4 申請人類型中，除單一公司、個人及學術單位外，其餘之申請人類型的統稱。由圖 16 可知，日本的學術

研究單位參與鋼鐵高爐碳中和技術很少，若再加上合作關係中含有的學術單位，在高爐之低碳技術主題中含有學術單位的申請人，專利件數可從表 4 中算出有 4 件，占該技術主題的 3%¹⁷；在廢氣、廢熱及廢渣技術主題中含有學術單位的申請人，專利件數可從表 4 中看出為零；在 CCUS 技術主題含有學術單位的申請人，專利件數可從表 4 中算出有 21 件，占該技術主題專利件數的 21%¹⁸，故在鋼鐵高爐碳中和技術中，日本的學術單位參與程度非常低，而且幾乎集中參與 CCUS 技術主題居多，這情況與中國大陸明顯不同。另外，日本個人申請鋼鐵高爐碳中和技術的專利件數比例亦極低，這顯示日本煉鐵的碳中和技術，幾乎掌握在公司企業的手上。

表 4：三大類技術主題中之日本申請人類型的專利件數表。

申請人類型	高爐之低碳技術	廢氣、廢熱及廢渣技術	CCUS 技術	合計
公司	115	45	68	228
個人	2	0	0	2
學術	1	0	5	6
公司與公司	13	4	8	25
公司與個人	1	1	3	5
公司與學術	3	0	14	17
學術與學術	0	0	1	1
公司個人學術	0	0	1	1
總計	135	50	100	285

¹⁷ 1+3=4 件，占 $4 \div 135 \times 100\% = 3\%$ 。

¹⁸ 5+14+1+1=21 件，占 $21 \div 100 \times 100\% = 21\%$ 。

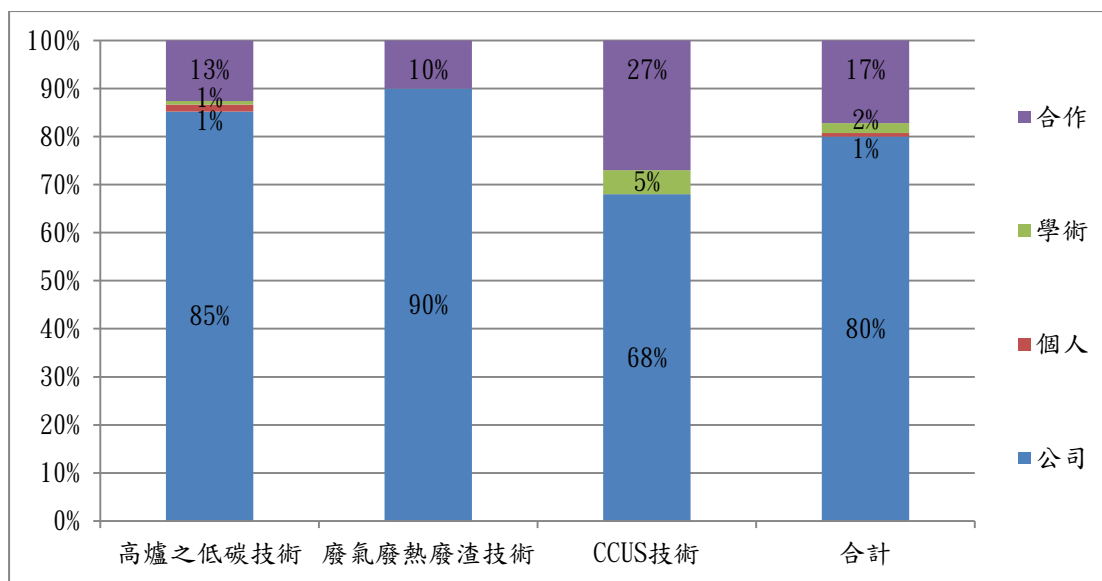


圖 16：三大類技術主題中之日本申請人類型的專利件數占比直條圖。

(三)歐洲申請人類型分析：

表 5 係三大類技術主題中之歐洲申請人類型的專利件數表，圖 17 係三大類技術主題中之歐洲申請人類型的專利件數比例直條圖。其中，圖 17 揭示之合作關係，係為表 5 申請人類型中，除單一公司、個人及學術單位外，其餘之申請人類型的統稱。由圖 17 可知，歐洲的公司企業在三大類技術主題中的專利件數占比相差不大，惟個人的專利件數占比，除 CCUS 技術主題外，其餘二大類技術主題，個人的專利件數占比皆高於學術單位的專利件數占比。在高爐之低碳技術主題中，個人的專利件數占 17%，學術的專利件數占 4%；在廢氣、廢熱及廢渣技術主題中，個人的專利件數占 13%，學術的專利件數占 7%，顯示在高爐之低碳技術主題及廢氣、廢熱及廢渣技術主題中，個人的專利件數占比多於學術單位，這情形不同於中國大陸與日本。

表 5：三大類技術主題中之歐洲申請人類型的專利件數表。

申請人類型	高爐之低碳技術	廢氣、廢熱及廢渣技術	CCUS 技術	合計
公司	67	47	64	178
個人	18	9	10	37
學術	4	5	11	20
公司與公司	11	2	3	16
公司與個人	3	2	3	8
公司與學術	2	1	2	5
個人與個人	4	3	0	7
個人與學術	0	1	1	2
學術與學術	0	1	1	2
總計	109	71	95	275

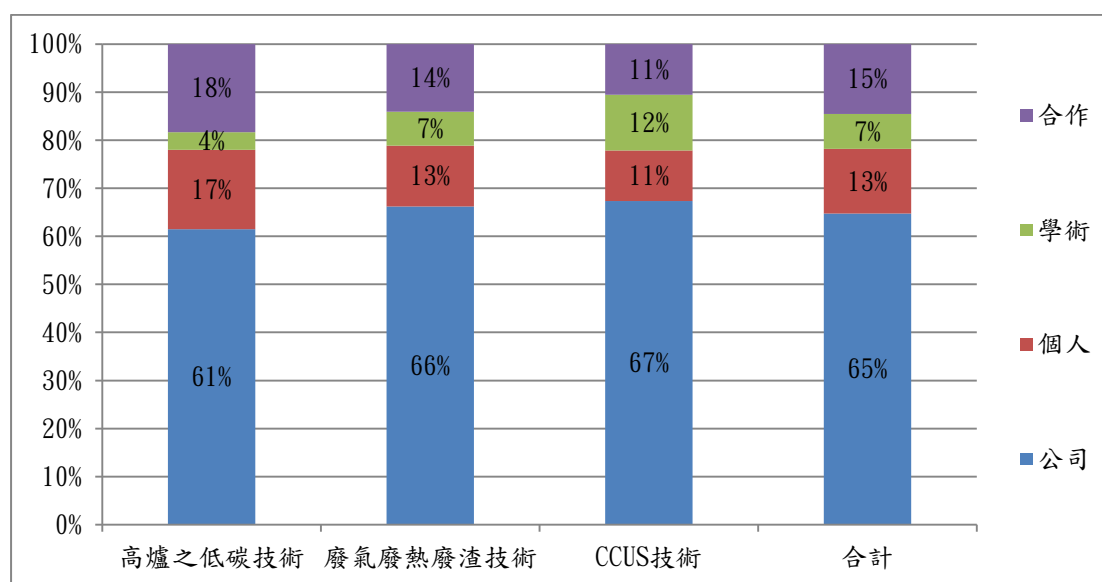


圖 17：三大類技術主題中之歐洲申請人類型的專利件數占比直條圖。

四、前十大申請人分析：

表 6 係前十大申請人在三大類技術主題中的專利件數表。其中，表 6 所示之前十大申請人的排列順序，係依申請人的專利總件數由高至低依序排列。由表 6（可與圖 10 一併參照）可知，在高爐之低碳技術主題中，第一大申請人為 JFE 控股，第二大申請人為中冶南方公

司與神戶製鋼公司，第四大申請人為新日鐵住金公司與北京神霧公司；在廢氣、廢熱、廢渣技術主題中，前三大申請人為中冶南方公司、鞍鋼股份公司及中國寶武公司；在 CCUS 技術主題中，前三大申請人為新日鐵住金公司、浦項鋼鐵公司及 JFE 控股。另在高爐之低碳技術主題中，前五大申請人之國籍包含有日本及中國大陸，且日本所持有的專利件數較多；在廢氣、廢熱、廢渣技術主題中，前三大申請人國籍皆為中國大陸，這也說明在前述圖 8 中，中國大陸在廢氣、廢熱、廢渣技術主題中，專利件數遠遠多於其他國家地區的原因；在 CCUS 技術主題中，第一大申請人及第三大申請人皆為日本人，第二大申請人為韓國人，反而前十大申請人中排名第一的中冶南方公司，在 CCUS 技術主題中排在第 4 名，這也顯示中冶南方公司所掌握之技術，幾乎在廢氣、廢熱、廢渣技術主題。另前十大申請人中排名第二的 JFE 控股，主要掌握了高爐之低碳技術，比相同技術主題第二大申請人的中冶南方公司多了將近一倍；而在 CCUS 技術主題中，前十大申請人中排名第四的新日鐵住金公司，擁有最多的專利件數；至於前十大申請人中排名第三的鞍鋼股份公司，也僅在廢氣、廢熱、廢渣技術主題中排進前三名。

表 6：前十大申請人在三大類技術主題中的專利件數表。

前十大申請人 (國籍)	高爐之低碳技術	廢氣、廢熱及廢渣技術	CCUS 技術	合計
----------------	---------	------------	---------	----

前十大申請人 (國籍)	高爐之低碳技術	廢氣、廢熱及廢渣技術	CCUS 技術	合計
中冶南方(中)	34	111	17	162
JFE 控股(日)	65	27	21	113
鞍鋼股份(中)	26	50	5	81
新日鐵(日)	30	12	33	75
中國寶武(中)	23	43	0	66
神戶製鋼(日)	34	12	13	59
浦項鋼鐵(韓)	21	14	23	58
三菱重工(日)	25	14	12	51
北京神霧(中)	30	1	0	31
東北大學(美)	14	12	3	29

五、專利件數趨勢分析：

圖 18 係三大類技術主題在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。除前述提到 2015 及 2019 年這兩段時間因全球大環境不佳的因素，使得全世界的專利件數略為減少外，實際上，在近幾年申請專利件數的趨勢是增加的。然而，這些只是鋼鐵高爐碳中和專利全世界的整體全貌，以下章節將個別分析前三大申請國家地區在三大類技術主題中，在 2012~2021 年專利件數的趨勢變化。

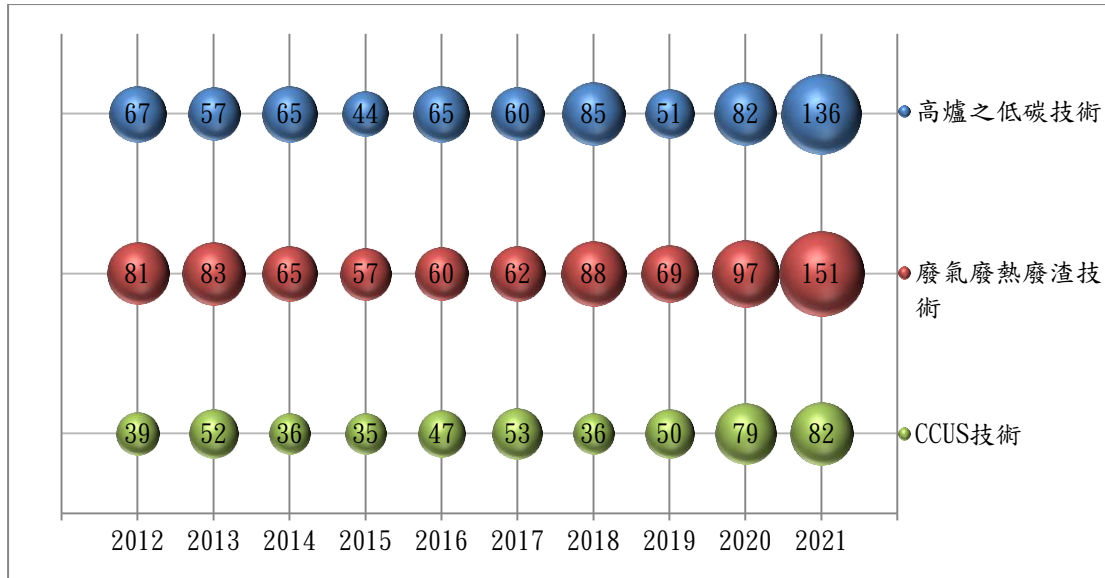


圖 18：三大類技術主題在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

(一)中國大陸申請人分析：

圖 19 係中國大陸申請人在三大類技術主題中在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。由圖 19 可知，中國大陸在 2012~2021 年，每年在廢氣、廢熱、廢渣技術主題的專利件數，皆多於其他二大類技術主題。由 2019~2021 年的趨勢來看，中國大陸在三大類技術主題中之專利件數皆有逐年增加的趨勢，這顯示中國大陸為改善國內空氣污染的問題，於 2019~2021 年期間，積極研發鋼鐵高爐碳中和的技術，且中國大陸的學術研究單位亦參與鋼鐵業的減碳技術，使得在近幾年有關鋼鐵高爐碳中和技術的專利件數有顯著的成長，尤其在 CCUS 技術主題中，2019~2021 年的專利件數明顯多於 2018 年以前的專利件數。

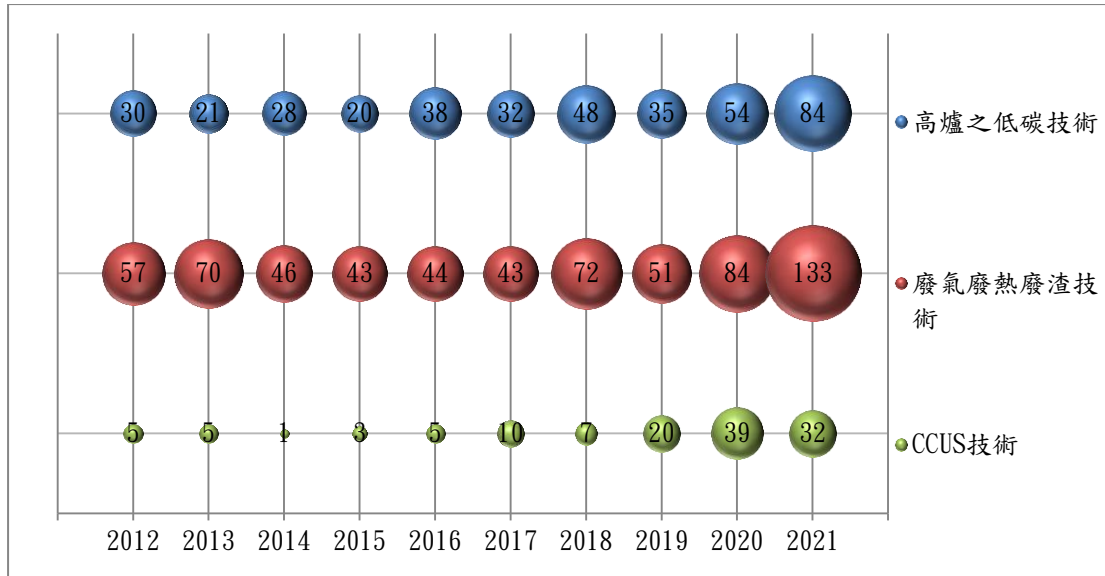


圖 19：中國大陸申請人在三大類技術主題中在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

(二) 日本申請人分析：

圖 20 係日本申請人在三大類技術主題中在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。由圖 20 可知，日本在三大類技術主題在 2012~2021 年的專利件數，除了 2015 及 2019 年這兩年因全球大環境因素造成專利件數相對較少外，其餘幾年較為平穩，而且由圖 16 中顯示日本的專利有 80% 係為公司企業所持有，故基本上只要公司企業穩定經營，其專利的申請件數亦不會有太大變化。另由圖 13 得知，日本與中國大陸不同的地方在於，中國大陸的專利件數多集中在廢氣、廢熱、廢渣技術主題，而日本的專利件數係在高爐之低碳技術主題及 CCUS 技術主題中較多，恰好與中國大陸相反，這也表示中國大陸在鋼鐵高爐碳中和的技術與日本仍有許多不同之處。

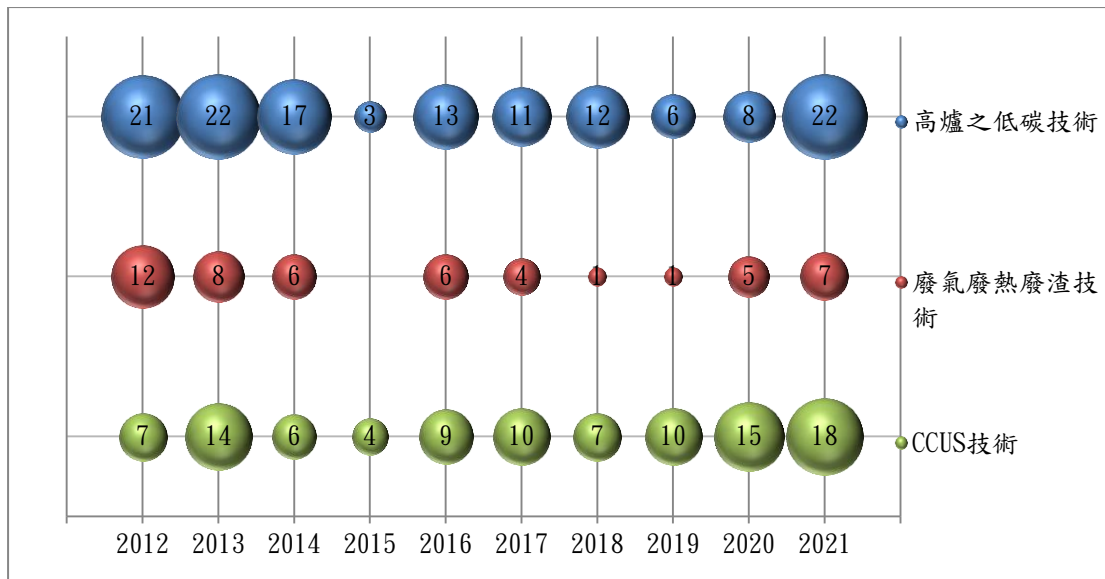


圖 20：日本申請人在三大類技術主題中在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

(三)歐洲申請人分析：

圖 21 係歐洲申請人在三大類技術主題中在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。由圖 21 可知，除了 2019 年全球大環境不佳的因素外，其餘數年的專利件數並無太大的變化。另外，在三大類技術主題方面，歐洲的專利佈局也是在高爐之低碳技術主題居多，這點也與日本類似，而與中國大陸的狀況明顯不同。

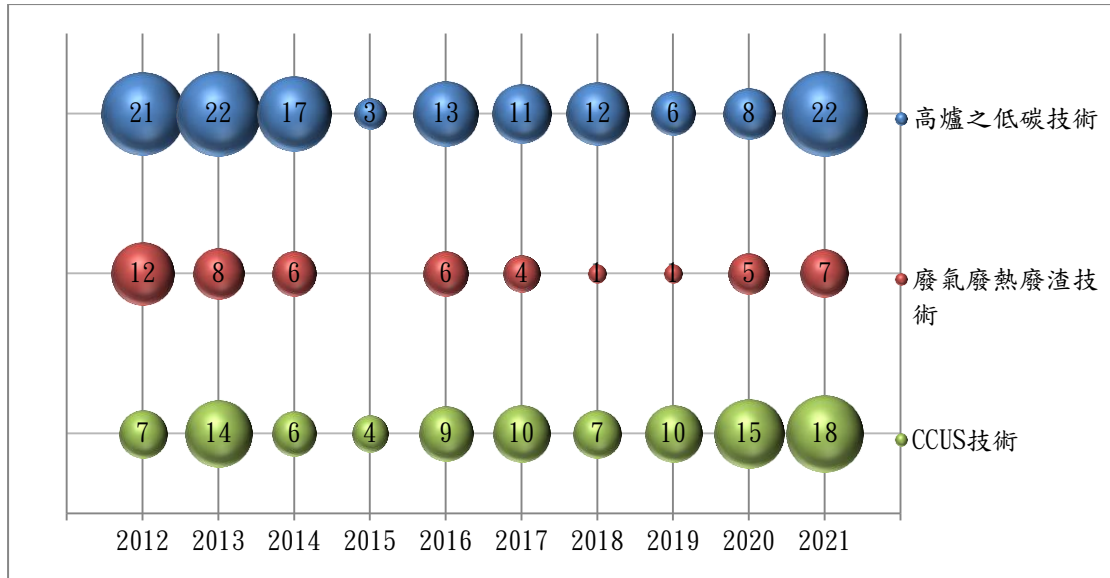


圖 21：歐洲申請人在三大類技術主題中在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

由上述圖 18 至圖 21 之分析可知，全球在三大類技術主題中在 2019~2021 年的專利件數呈現增加的趨勢，特別是在 2021 年增加幅度加劇，表示 2019~2021 年全球鋼鐵業為了要減少碳排放，對於鋼鐵高爐碳中和的技術日趨重視。

肆、鋼鐵高爐碳中和專利之三大類技術主題的專利趨勢分析及相關案例：

一、高爐之低碳技術主題：

(一)高爐之低碳技術主題分析：

表 7 係高爐之低碳技術主題的技術分類及專利件數統計表，係針對高爐減少碳氧化化合物的產生作為檢索條件，經檢索後依專利件數由高至低排列。由表 7 可知，使用低碳能源技術，例如使用氫氣、天然氣相關之技術的專利件數為最多，計有 223 件；其次是以提升煉鐵效率為主之技術，計有 147 件；再來是一氧化碳相關之技術，計有 145 件，其中包含二氧化碳轉成一氧化碳之技術，由於傳統煉鐵製程中，一氧化碳是重要的還原劑，有些專利技術係先將二氧化碳轉成一氧化碳，待一氧化碳的濃度增加後，再將廢氣鼓入高爐；第四名是去除二氧化碳相關之技術，計有 139 件，但不包含二氧化碳轉成一氧化碳之專利，而是包含將二氧化碳捕捉、封存或做其他用途者；第五名是在煉鐵減碳過程中，具有回收非鐵金屬者，計有 135 件，惟該項技術分類與減碳技術並無直接相關，故本報告暫不分析該回收其他金屬之部分，而僅就該前四大技術分類進行分析。

表 7：高爐之低碳技術主題的技術分類及專利件數統計表。

技術分類	專利件數
氫氣、天然氣	223
提升效率	147
一氧化碳（包含二氧化碳轉成一氧化碳） ¹⁹	145
二氧化碳（不包含二氧化碳轉成一氧化碳）	139
回收其他金屬	135

圖 22 係高爐之低碳技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。由圖 22 可知，使用氫氣、天然氣當作還原氣體的專利件數，在 2021 年時大幅增加至 56 件，這有可能意味著，以氫氣、天然氣作為還原氣體的技術，在未來高爐之低碳技術主題中將成為主流。另為了減少傳統煉鐵製程中焦炭的使用量，在煉鐵製程中鼓入更多之一氧化碳至高爐內作為還原劑的技術，在 2021 年時，專利件數亦有明顯的增加。而為了減少碳的排放，在產生之廢氣中去除二氧化碳的技術，在 2021 年時，專利件數亦有明顯的成長。另在高爐的提升效率方面，在 2012~2021 年大致維持穩定的專利件數，由於此技術分類涉及鋼鐵廠煉鐵的成本效益，雖 2021 年的專利件數略有上升，但這並不足以說明此技術分類將會成為高爐之低碳技術主題的主流技術。

¹⁹ 二氧化碳轉成一氧化碳者有 19 件。

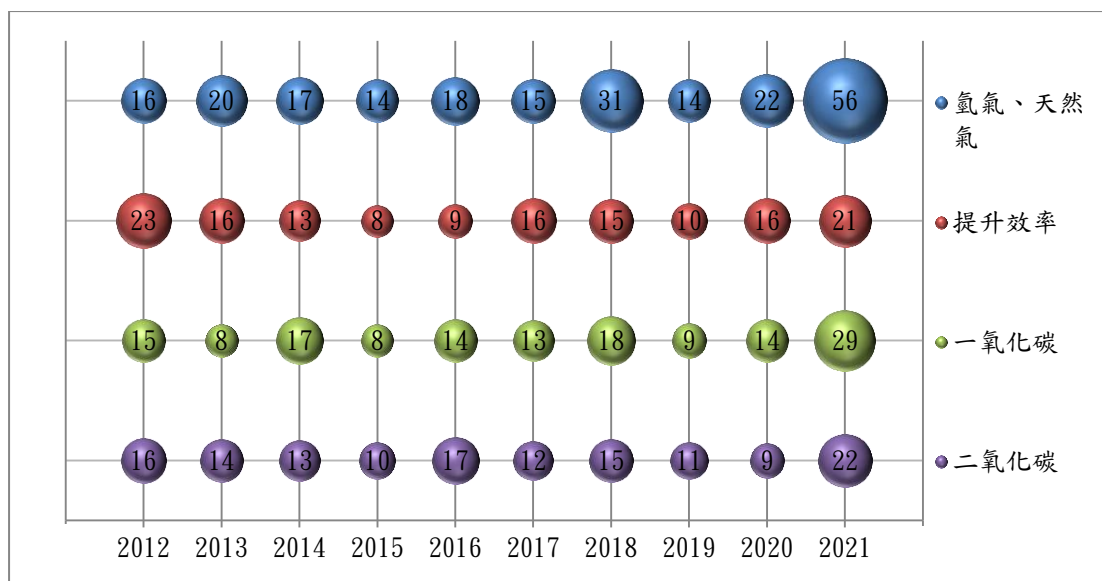


圖 22：高爐之低碳技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

(二)各國家地區的高爐之低碳技術主題分析：

表 8 係高爐之低碳技術主題中各技術分類在各國家的專利件數統計表，圖 23 係各國家在高爐之低碳技術主題中各技術分類的專利件數占比直條圖。由表 8 及圖 23 可知，中國大陸在使用氫氣、天然氣當作還原氣體技術的專利件數最多，有 109 件，而日本、歐洲地區及其他國家亦有發展這方面的技術，使得中國大陸在使用氫氣、天然氣技術的專利件數占比並未超過一半。另無論是中國大陸、日本、歐洲或其他國家，各國使用氫氣、天然氣技術的專利件數，皆高於使用提升高爐煉鐵效率、一氧化碳及二氧化碳之相關技術的專利件數，這亦顯示使用氫氣、天然氣的煉鐵技術，在未來有可能會成為高爐之低碳技術的主流技術。

表 8：高爐之低碳技術主題中各技術分類在各國家的專利件數統計表。

國家地區	氫氣、天然氣	提升效率	一氧化碳	二氧化碳
中國大陸	109	85	69	70
日本	38	33	19	31
歐洲	47	14	32	26
其他國家	29	15	25	12

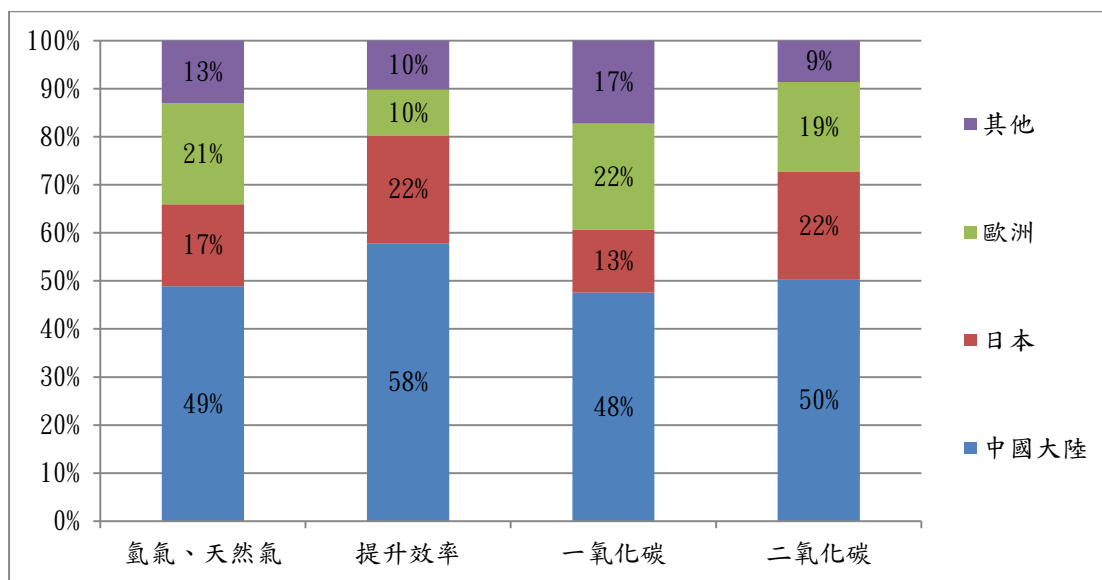


圖 23：各國家在高爐之低碳技術主題中各技術分類的專利件數占比直條圖。

(三)高爐之低碳技術主題的各申請人類型分析：

表 9 係高爐之低碳技術主題中各技術分類之申請人類型統計表，圖 24 係高爐之低碳技術主題中各技術分類之申請人類型占比直條圖。其中，表 9 最後一列之多個公司與學術的申請人類型之統計數據，併入圖 24 之公司與學術的申請人類型之統計數據內。由圖 24 可知，高爐之低碳技術主題的申請人類型，在各技術分類中之占比情形差異不大，表示在高爐之低碳技術主題中，無論公司、個人、學術還是合作關係的申請人類型，皆不會因技術分類的不同而申請人類型會

有太大的差異。

表 9：高爐之低碳技術主題中各技術分類之申請人類型統計表。

申請人類型	氫氣、天然氣	提升效率	一氧化碳	二氧化碳
公司	148	105	102	94
個人	19	11	18	11
學術	25	20	11	17
公司與公司	11	3	4	4
公司與個人	4	0	4	3
公司與學術	9	4	4	7
個人與個人	4	2	2	3
個人與學術	1	1	0	0
多個公司與學術	2	1	0	0

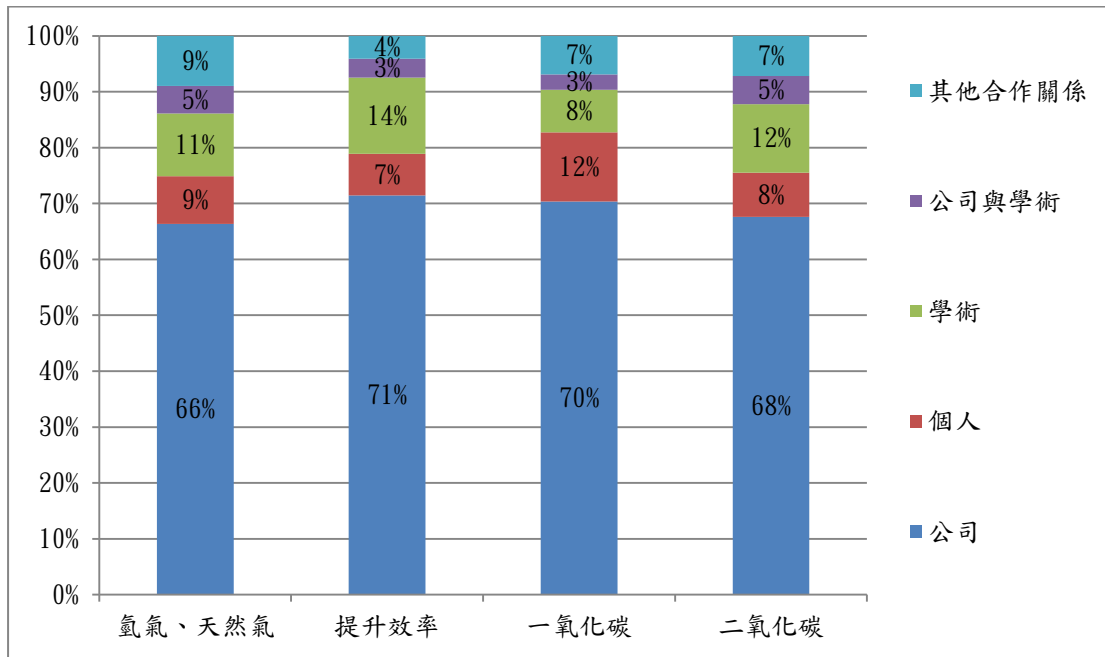


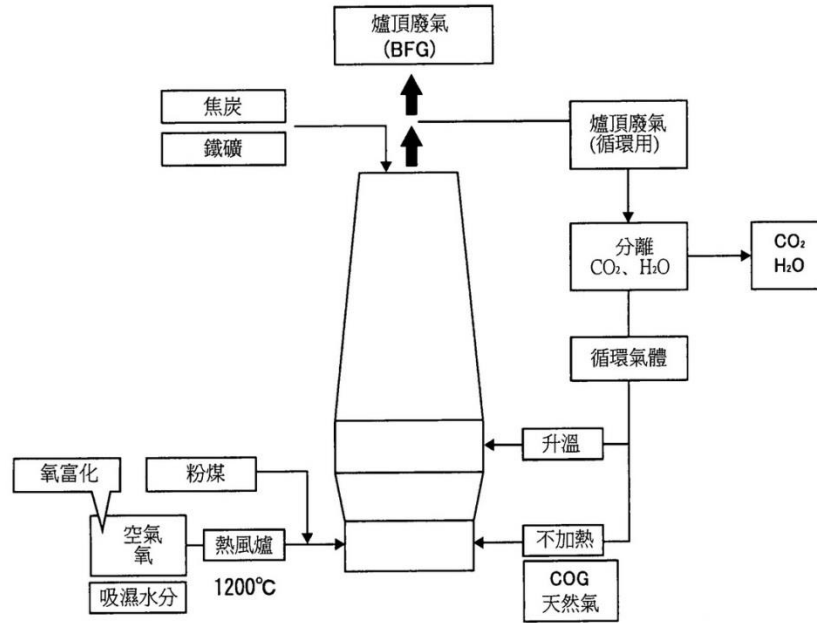
圖 24：高爐之低碳技術主題中各技術分類之申請人類型占比直條圖。

(四)相關案例：

案例一²⁰：鼓風爐之運作方法。

如圖 25 所示，從一般鼓風口吹入含氫率高之含甲烷(CH₄)氣體、從設置於爐中段部之鼓風口。吹入去除了氧化物成分及水(H₂O)之爐頂廢氣、以及從一般鼓風口吹入含氫率高之含甲烷氣體與去除了氧化物成分及水之爐頂廢氣之際，使從一般鼓風口吹入之鼓風之氧富化率為 10% ~ 40%，可大幅地刪減二氧化碳(CO₂)排出量，且可長期且穩定地進行鼓風爐運作。此外，一般鼓風口是指設於比前述爐身部鼓風口下側之爐下段部而將粉煤等輔助燃料與熱風一起吹入鼓風爐內之鼓風口。

²⁰ 日本五大鋼鐵廠（如下所示）共同申請的低碳排放煉鐵專利，本國專利號 TW I609084B，專利家族有：AU 2015205241B2，BR 112016015491B1，CA 2935522C，CN 105899686A，CN 113999945A，EP 3093352B1，ES 2719148T3，JP 6258039B2，KR 10-1800141B1，MX 2016008929A，RU 2679817C2，UA 115202C2，US 10106863B2 及 WO 2015/105107A1，共計 13 個申請國。申請人如下所示：
新日鐵住金股份有限公司；NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION.
JFE 鋼鐵股份有限公司；JFE STEEL CORPORATION.
神戶製鋼所股份有限公司；KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.).
日新製鋼股份有限公司；NISSHIN STEEL CO., LTD.
新日鐵住金工程技術股份有限公司；NIPPON STEEL & SUMIKIN ENGINEERING CO., LTD.



21

圖 25：煉鐵製程之概要圖。

圖 26 為碳消耗基本單位比較圖，從圖 26 可以看出從一般鼓風口吹入含氫率高之焦炭爐氣(Coke Oven Gas, COG)、天然氣的運作與爐頂廢氣循環而明確地有減低碳消耗基本單位(kg/tHM)²²之效果。此效果為根據在鐵礦之還原中氫氣(H₂)體反應速度比一氧化碳(CO)氣體大之特性的效果，顯示了利用此種特性呈現特殊之效果。

²¹ BFG(Blast Furnace Gas)，高爐煤氣。

²² 1 tHM=每噸生鐵。

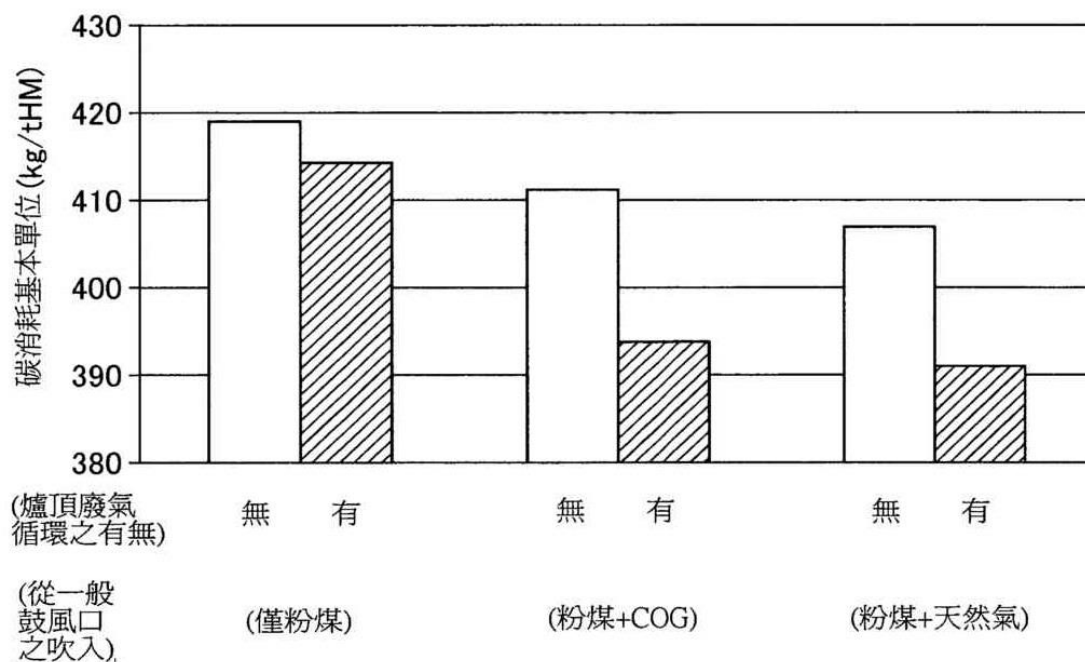


圖 26：碳消耗基本單位比較圖。

案例二²³：製鐵設備及還原鐵之製造方法。

圖 27 是一種製鐵設備，其於自氧化鐵製造還原鐵時，有助於實現節能化以及能夠削減二氧化碳(CO₂)排出量之方法。製鐵設備具有：高爐，其將氧化鐵還原；還原爐，其將氧化鐵還原；甲烷合成裝置，其由自上述高爐副產之包含二氧化碳、一氧化碳、氫之高爐氣體及／或自上述還原爐之爐頂排出之包含二氧化碳、一氧化碳、氫之爐頂氣體、以及氫氣合成甲烷；吹入裝置，其將由上述甲烷合成裝置合成之甲烷氣體吹入至上述高爐；加熱改質裝置，其將上述高爐氣體及／或上述爐頂氣體、以及由上述甲烷合成裝置合成之甲烷氣體加熱或

²³ 第一大類高爐之低碳技術排行第一申請人 JFE 控股在 2021 年公開的專利 WO 2021/220555A1，專利家族：JP 7028373B1 及 TW 202140804A。

加熱改質而形成包含一氧化碳氣體及氫氣之還原氣體；還原氣體吹入裝置，其將上述還原氣體吹入至上述還原爐；以及供給路徑，其將上述爐頂氣體供給至上述甲烷合成裝置及／或上述加熱改質裝置。

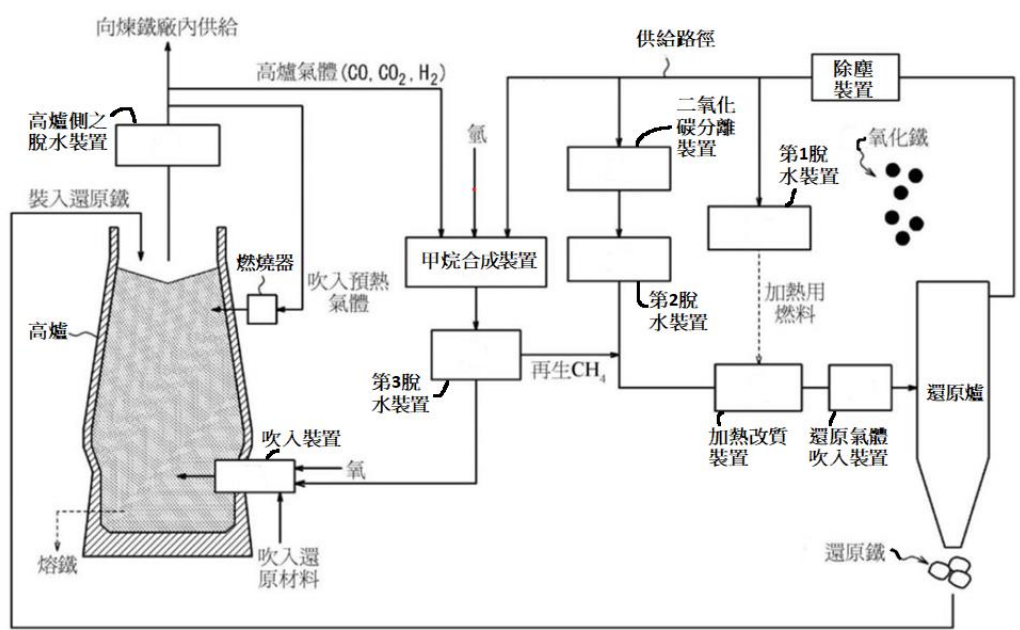


圖 27：還原鐵製造設備之示意圖。

案例三²⁴：全熱氧高爐與豎爐聯合生產系統。

圖 28 為全熱氧高爐與豎爐聯合生產系統的結構示意框圖，其運作原理是：高爐全氧鼓風，使高爐爐缸中冶煉單位生鐵的煤氣量銳減，在保持高爐順行的條件下，冶煉強度大幅度提高。它採用全熱氧鼓風，熱氧溫度在 650°C 以上，加快了噴吹煤粉的燃燒速度，使煤粉

²⁴ 第一大類高爐之低碳技術排行第二申請人中冶南方工程技術有限公司，公開號 CN 102758038A。

燃燒充分，同時為了維持適宜的燃燒溫度，還需要增加煤粉噴吹量，在保持高置換比的情況下，全熱氧鼓風冶煉可將噴煤率提高到450Kg/tHM 以上，使高爐焦比²⁵大大降低，噴煤量顯著提高，成為高爐冶煉的主要能源，改變高爐煉鐵的能源結構。採用全熱氧鼓風後爐內煤氣主要由一氧化碳(CO)和氫氣(H₂)組成，爐內煤氣無氮氣(N₂)，還原性氣體濃度由普通高爐的40%左右提高到接近100%，爐身的還原條件與還原豎爐相似，鐵礦石的間接還原度大幅度提高，高溫區產生的二氧化碳(CO₂)量減小，焦炭的熔損減少，使高爐有可能採用反應性高的焦炭或型焦。採用全氧燃燒，爐頂煤氣主要是一氧化碳、氫氣、二氧化碳和水氣，不含氮氣，脫除二氧化碳後（或採用經換熱並脫除二氧化碳後），可用作優質的還原氣。部分經脫除二氧化碳的煤氣經過水煤氣變換，生成氫氣，供豎爐還原生產海綿鐵。氫氣還原氧化鐵的速度是一氧化碳的6~10倍，增加還原煤氣中氫氣的比例有利於還原，但一氧化碳還原鐵礦石是放熱反應，氫氣還原鐵礦石是吸熱反應，過多的氫氣還原會使爐料溫度降低而阻礙還原，因此將脫除二氧化碳的高爐煤氣與經水煤氣變換生成的氫氣，按比列混合加壓到0.6~0.7MPa，加熱到800~900℃後送入還原豎爐生產海綿鐵。

²⁵ 高爐焦比即高爐每冶煉一噸合格生鐵所耗用焦炭的噸數。反映高爐鍊鐵原料、燃料、設備和技術操作水平的重要技術經濟指標。

焦比—中文百科知識：<https://www.easyatm.com.tw/wiki/%E7%84%A6%E6%AF%94>。

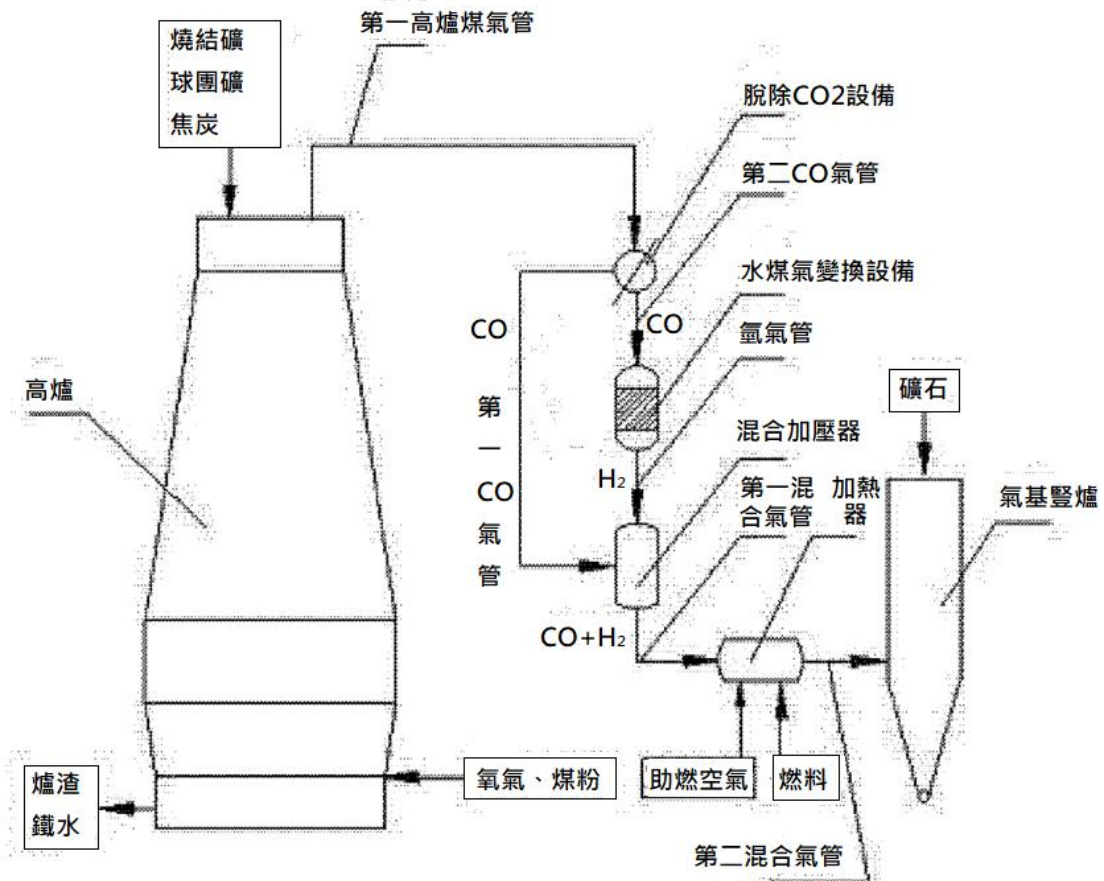


圖 28：全熱氧高爐與豎爐聯合生產系統的結構示意框圖。

由於全熱氧高爐與豎爐聯合生產系統的高爐採用全熱氧燃燒，焦比降低到 200Kg/tHM 以下，噴煤量提高到 450Kg/tHM 以上，成為高爐冶煉的主要能源，改變了傳統高爐煉鐵的能源結構；採用全氧燃燒技術，高爐爐頂煤氣無氮氣，爐頂煤氣品質好；全氧高爐與豎爐聯合生產，形成鋼鐵企業長流程與短流程並存模式，消除了部分長流程弊端，如二氧化碳排放量高，能耗高等，擴大了產品結構範圍，優質直接還原鐵(Direct Reduced Iron, DRI)可用於開發生產高品質鋼，以長流程的煤氣作為短流程的還原氣，提高了高爐煤氣的利用價值，煤

氣循環使用，二氧化碳排放量顯著降低；高爐煤氣經換熱後熱量用於加熱豎爐還原氣，提高了燃料利用率。改變目前鋼鐵企業生產方式，實現鋼鐵企業低耗，低成本，節能減排和超低二氧化碳排放生產。

二、廢氣、廢熱及廢渣技術主題：

(一)廢氣、廢熱及廢渣技術主題分析：

由於鋼鐵業係為高耗能及高碳排的工業，在煉鐵過程中往往需要大量的能源，若將高爐產生的廢氣、廢熱及廢渣回收至高爐內再利用，不但能增加高爐煉鐵的能源使用效率，亦可減少焦炭的使用，間接的減少二氧化碳的排放。由前述圖 18 可知，在 2012~2021 年間在廢氣、廢熱及廢渣技術主題的專利件數，相較於其他二大類技術主題的專利件數為多，且於 2021 年的專利件數有明顯增加的趨勢。

表 10 係廢氣、廢熱及廢渣技術主題的技術分類及專利件數統計表，針對高爐產生之廢氣、廢熱及廢渣，以及回收、再利用作為檢索條件，將廢氣、廢熱及廢渣技術主題依不同技術再加以分類。由表 10 可知，在廢氣回收利用之技術分類的專利件數遠多於其他技術分類，此乃因廢氣中含有廢熱及還原氣體（例如一氧化碳、氫氣）等，這些廢氣可利用鼓風機鼓入高爐內再行利用，不須再額外加熱，可大量減少能源的使用，故廢氣回收利用技術廣泛地用於煉鐵廠。另表

10 所示之廢氣、廢熱及廢渣技術主題的各技術分類的專利件數總和 (518 + 181 + 92 + 249 = 1,040)，大於圖 11 所示廢氣、廢熱及廢渣技術主題的專利件數 813 件，此乃因部分單一件專利說明書中，同時記載廢氣、廢熱、廢渣回收利用或廢氣淨化等多項技術，於本報告統計分析時，會將一件專利作多次計算所致。

表 10：廢氣、廢熱及廢渣技術主題的技術分類及專利件數統計表。

廢氣、廢熱及廢渣技術分類	專利件數
廢氣回收	518
廢熱回收	181
廢渣回收	92
廢氣淨化	249

圖 29 係為廢氣、廢熱及廢渣技術主題中各技術在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。由圖 29 可知，無論在廢氣回收利用、廢熱回收利用、廢渣回收利用或廢氣淨化技術方面，於 2021 年之專利件數有明顯增加的趨勢，特別是在廢氣回收利用及廢氣淨化技術方面的專利件數增加較多，故目前鋼鐵廠在廢氣、廢熱及廢渣技術主題中所使用的技術，係為廢氣回收利用及廢氣淨化技術。

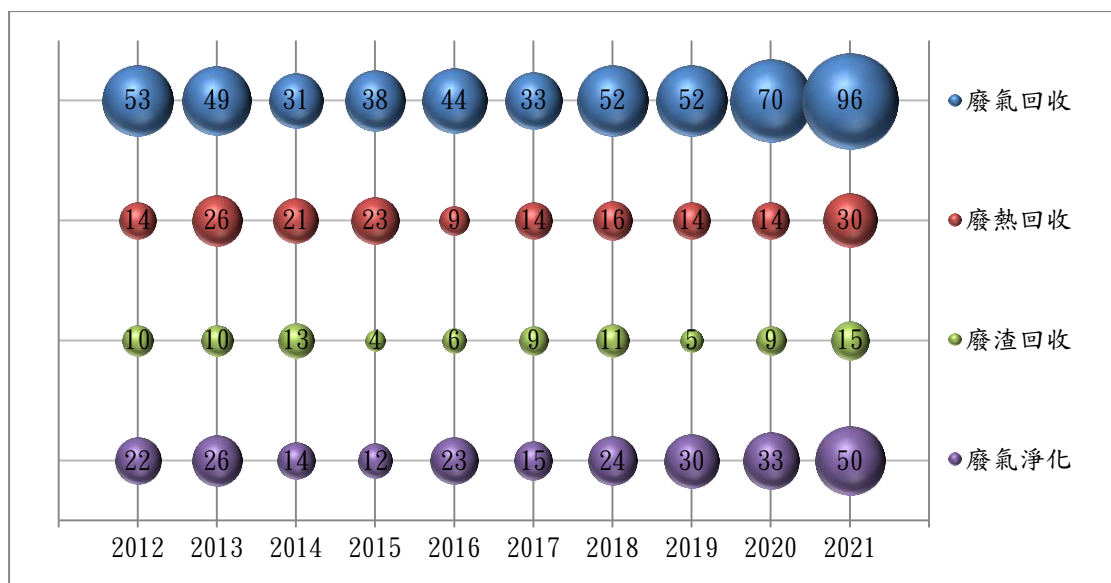


圖 29：廢氣、廢熱及廢渣技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

(二)各國家地區的廢氣、廢熱及廢渣技術主題分析：

圖 30 係各國家在廢氣、廢熱及廢渣回收技術主題中的專利件數占比直條圖。由圖 30 可知，在廢熱回收技術分類中，除中國大陸所持有的專利件數占比較高，日本持有的專利件數占比較低外，其餘三項技術分類之各國占比情形並無太大差異。由前述圖 8 可知，中國大陸在廢氣、廢熱及廢渣技術主題中的專利件數，遠多於其他國家地區，且圖 30 顯示，中國大陸在廢氣、廢熱及廢渣回收技術主題的各項技術分類中，專利件數皆有 75% 以上的持有量，表示中國大陸在廢氣、廢熱及廢渣回收技術主題中掌握了大部分的專利技術。

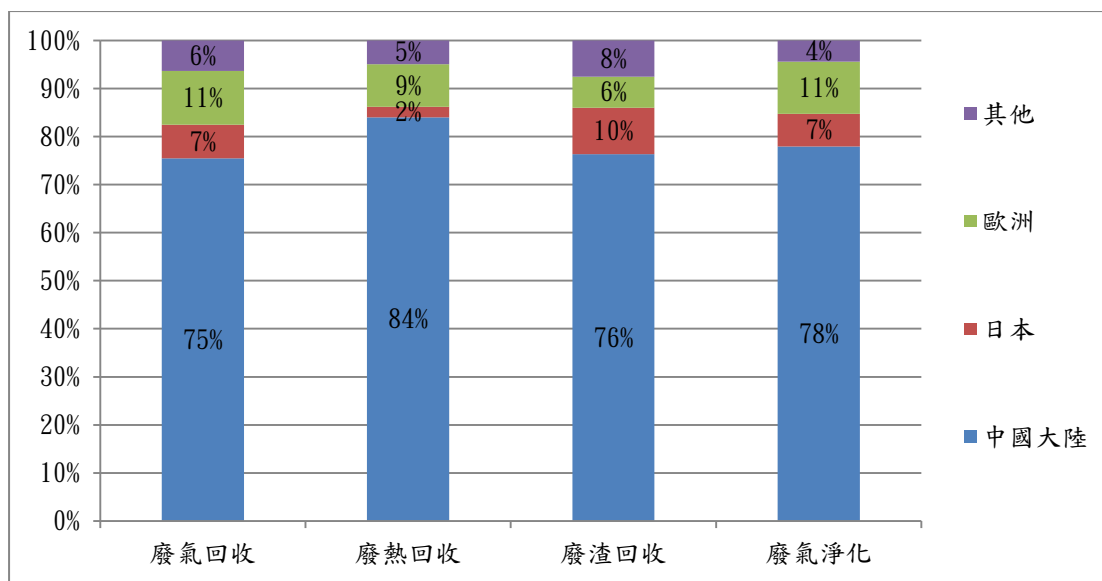


圖 30：各國家在廢氣、廢熱及廢渣技術主題中的專利件數占比直條圖。

由於圖 14 顯示，在廢氣、廢熱及廢渣技術主題的申請人類型中，有 82% 的專利申請人類型係為公司，故該技術主題將不再進行申請人類型分析。

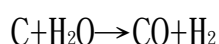
(三)相關案例：

案例四²⁶：用於金屬生產之鼓風爐以及用於處理金屬礦石之方法。

圖 31 為鼓風爐之廢氣回收利用示意圖，其中二氧化碳(CO₂)轉化器能夠自碳(C)和二氧化碳(CO₂)生產一氧化碳(CO)之任何適合的二氧化碳轉化器。二氧化碳轉化器根據鼓風爐中之已知反應的部分反應而操作，其中所述部分反應在不需催化劑的情況下在 750°C~1200

²⁶ 德國 CCP 技術有限公司(CCP TECHNOLOGY GMBH)專利，本國專利號 TW I635183B，專利家族有：AR 096605A1，AU 2014280344B1，BR 112015031150B1，CA 2913725C，CN 105283562B，EA 029710B1，EP 3008218B1，JP 2016-524654A，KR 10-2232167B1，MX 2015017131A，US 10526670B2，WO 2014/198635A1 及 ZA 201508565B，共計 14 個申請國。

°C之間的溫度下發生，引導至二氧化碳轉化器中之爐內氣體主要由一氧化碳及二氧化碳組成。在二氧化碳轉化器中，一氧化碳被引導至熱碳上或與熱碳混合（且可能與氫混合）以便根據化學反應： $\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2\text{CO}$ 而轉化。可簡單地自儲存容器提供引入至二氧化碳轉化器中之碳。二氧化碳轉化器可在鮑氏平衡(Boudouard²⁷ equilibrium)下最佳地操作。在約 800°C 的溫度下，將提供約 94%之一氧化碳，且在約 1000°C 的溫度下，將提供約 99%之一氧化碳。此外，可作為殘餘濕度存在於金屬礦石中或添加劑中之殘餘水可以水蒸汽(H_2O)的形式存在，且將在二氧化碳轉化器中根據以下反應而轉化：



亦可引導至二氧化碳轉化器中之爐內氣體之其他成分（一氧化碳及可能痕量²⁸之氮氣、氫氣及甲烷）並非化學轉化之部分。自二氧化碳轉化器排出之氣體混合物實際上為具有低氫含量之合成氣體，其中將所述合成氣體引導至進一步處理轉化器中。氫含量取決於金屬礦石之濕度或添加劑、以及可能與碳混合之氫之量。氣體混合物主要由一氧化碳氣體組成，其中一氧化碳之一部分已作為爐內氣體之組分而存

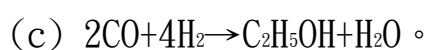
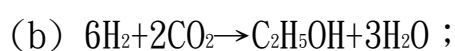
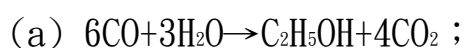
²⁷ Boudouard 反應，又稱碳素溶解損失反應、碳的溶損反應或氣化反應，一氧化碳在高溫下歧化為二氧化碳和單質碳的反應或其逆反應，是高爐內的一個重要過程。由於固體間化學反應速度非常慢，鐵礦石（氧化鐵）是被一氧化碳還原，而不是通過與焦炭直接反應被還原的。還原氧化鐵生成的二氧化碳通過與焦炭接觸，發生 Boudouard 逆反應，進而生成一氧化碳。

Boudouard 反應—維基百科，自由的百科全書：

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Boudouard%E5%8F%8D%E5%BA%94>。

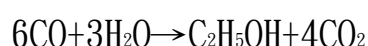
²⁸ 痕量，化學上指物質中含量在百萬分之一以下的組分。

在，且其中剩餘一氧化碳由在二氧化碳轉化器內部之含於爐內氣體中之二氧化碳的轉化而產生。進一步處理轉化器為能夠在進一步處理製程中單獨或結合其他原材料來處理一氧化碳及二氧化碳的裝置。進一步處理轉化器包括一氧化碳入口、輔助試劑入口、可選爐內氣體入口及進一步處理轉化器出口。一氧化碳入口藉助於一氧化碳連接而連接至二氧化碳轉化器之一氧化碳出口。進一步處理轉化器之可選爐內氣體入口經由第二爐內氣體連接而連接至鼓風爐身之第二爐內氣體出口。在圖 31 之實施例中。進一步處理轉化器可為燃燒機器、生物轉化器或一氧化碳轉化器，其能夠生產合成的官能化及／或非官能化烴，如下文將解釋：可用作一種形式之進一步處理轉化器之燃燒機器可為氣體燃燒器、燃氣渦輪機或燃氣引擎。在燃燒機器中，一氧化碳將在存在氧或空氣之情況下燃燒以便產生用於另一機器及／或用於產生熱的能量。在生物轉化器中，根據以下淨方程式中之一或多者來進行使用微生物或藻類之轉化製程：

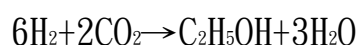


在生物轉化器之狀況下，使用天然產生或經基因改造 (genetically modified) 之微生物或藻類來將含有一氧化碳之氣體

(爐內氣體)或純一氧化碳(來自二氧化碳轉化器之一氧化碳)或二氧化碳轉化為基礎化學物。此類基礎化學物為醇、醚或酯。在此轉化中,使用此等微生物或藻類之能力,亦即,自身在一種內部水煤氣變換反應(Water-Shift Reaction, WSR)中生產出還原二氧化碳所必須的氫的能力。二氧化碳轉化為乙醇可總結為如下:



若亦添加氫,則導致以下淨反應(net reaction):



若選擇適當的微生物或藻類,亦可生產出煤油、柴油、汽油、甲醇或其他燃料。在生物轉化器中,使微生物或藻類與所引入氣體接觸。亦考慮取決於微生物或藻類之類型而將補助劑(accessory agent)或助劑(auxiliary agent)饋送至生物轉化器中,其中此等補助劑可用於支援微生物或藻類之生命機能(vital function)。用於實施進一步處理轉化器之第三選項為一氧化碳轉化器,其中將合成氣體轉化為官能化及/或非官能化烴,較佳轉化為石蠟、煤油、柴油、汽油、液化氣或甲醇。在進一步處理轉化器為一氧化碳轉化器之狀況下,將經由輔助試劑入口引入氫。將經由輔助試劑入口來將輔助試劑引入至進一步處理轉化器中,此等輔助試劑分別為氫、空氣或純氧或其他輔助試劑。進一步處理轉化器出口輸出進一步處理轉化器所生產

之產物。此意謂在燃氣引擎或燃氣渦輪機之狀況下，進一步處理轉化器出口為馬達軸或渦輪機軸。在化學進一步處理轉化器（生物轉化器或一氧化碳轉化器）之狀況下，進一步處理轉化器出口為進一步處理轉化器中所生產之液體或氣態產物之出口。

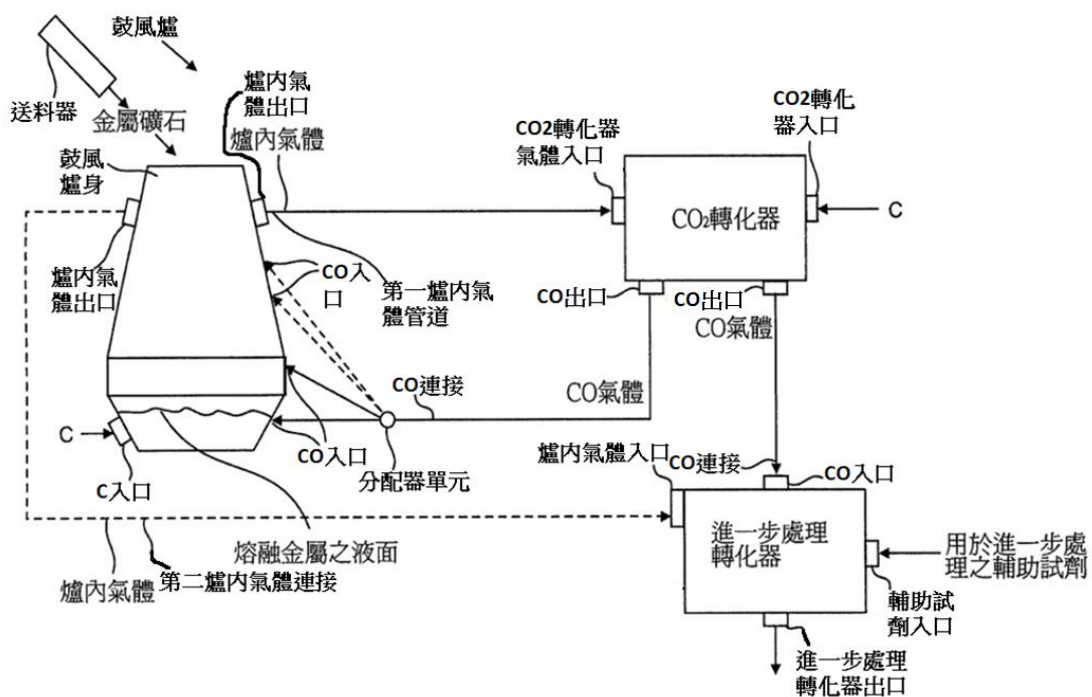


圖 31：廢氣回收利用示意圖。

案例五²⁹：用於再循環高爐煤氣的方法和相關的裝置。

圖 32 為示意性地示出用於再循環高爐煤氣方法和相關的裝置，用於在其中上和下注入管線的氣體通過相互獨立的兩加熱器系統進

²⁹ 西班牙安賽樂米塔爾研究與發展有限責任公司 (ARCELORMITTAL INVESTIGACION Y.) 專利，中國大陸公開號 CN 102356165A，專利家族有：AU 2009342187B2，BR PI0924445B1，CA 2755160C，EP 2408938B1，JP 5722867B2，KR 10-1286924B1，MX 2011009350，RU 2489492C2，UA 102894C2，US 8992664B2，WO 2010/106387A1，共計 12 個申請國。

行加熱的構型，高爐通過線路被供給焦炭、鐵礦石、球團和燒結塊，爐頂煤氣在高爐的上部分通過線路行回收，這些爐頂煤氣的一部分通過管路被輸送到現場的另一裝置中，另一部分在高爐中通過管路進行再循環，用於進行再循環的部分爐頂煤氣在壓縮機中經過並通過二氧化碳(CO₂)淨化器來淨化二氧化碳，如有需要，在經歷合適的處理後，二氧化碳被存儲在地下室中，一部分來自二氧化碳淨化器的富一氧化碳氣體在主運輸管線上流通和通過一管路被運送向第一加熱器系統，在該第一加熱器系統中該部分富一氧化碳氣體被加熱到大約 1200 °C 的一溫度，來自該第一加熱器系統的富一氧化碳熱氣體在風口的位置通過下注入管線被注入進高爐的下部分中，另一部分來自二氧化碳淨化器的富一氧化碳氣體通過管路被運送向第二加熱器系統，在該第二加熱器系統中該部分富一氧化碳氣體被加熱到大約 1200°C 的溫度。來自該第二加熱器系統的富一氧化碳熱氣體與來自二氧化碳淨化器的富有一氧化碳氣體通過冷卻氣體供給管線進行混合，混合允許獲得溫度大約為 900°C 的富一氧化碳氣體，其通過上注入管線在高爐爐身拐角附近注入。第一調節閥位於在冷卻氣體注入管線前的淨化二氧化碳的氣體的主運輸管線上，該調節閥與也位於在冷卻氣體注入管線前的淨化二氧化碳的氣體的主運輸管線上的氣體流量測量系統相連接。可以注意到，作為變型，通過在圖 32 上以虛線示出的二氧化碳

淨化器的壓縮機來替代調節閥調節淨化二氧化碳氣體的主管線的流量的可能性。第二調節閥位於第一加熱器系統入口的管路上。該調節閥與也位於該管路上的氣體流量測量系統相連接。用於再循環高爐煤氣裝置還包括調節閥，其位於冷卻氣體供給管線上，允許根據通過合適的系統所測量的上注入管線的氣體溫度來調節要在該上注入管線中注入的冷卻氣體的流量，和這使得在高爐爐身拐角附近注入的富一氧化碳氣體相對穩定地保持在大約 900°C 的一溫度。對從二氧化碳淨化器離開和在第一加熱器系統入口的氣體流量的測量允許通過調節閥調節高爐中的下和上注入位點位置的氣體流量。對在加熱器系統上游的富一氧化碳氣體的流量控制和對要在上注入管線上注入的冷卻氣體的流量控制，允許獲得一系統，在其中，注入進高爐中的富一氧化碳氣體的溫度和流量相對穩定和受控，而不需要在上注入管線和下注入管線上使用調節閥，本裝置允許保證富一氧化碳氣體在下和上注入管線的位置以所要求的溫度和流量注入進高爐中，同時保證裝置的安全性，尤其是在如果熱交換器之一不處於運行狀態的情況下。

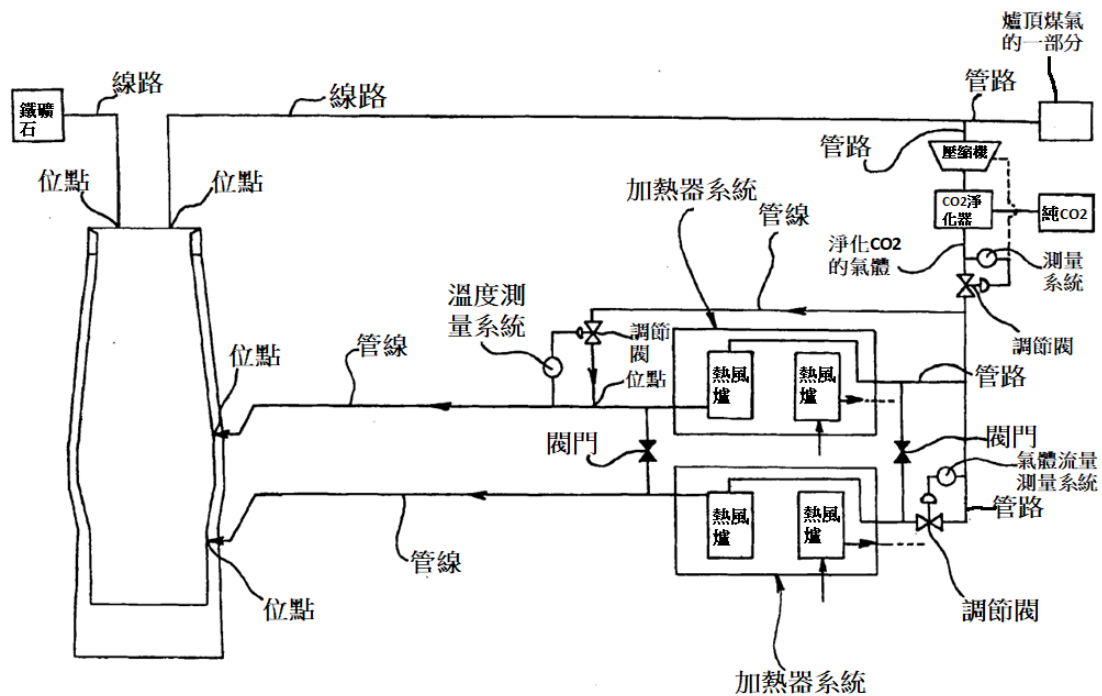


圖 32：高爐煤氣循環裝置示意圖。

案例六³⁰：一種利用高爐渣顯熱製造甲醇的方法。

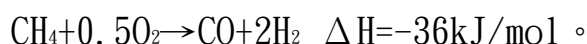
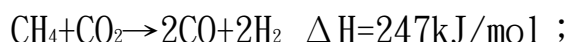
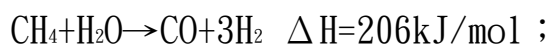
圖 33 為高爐渣顯熱製造甲醇的方法流程圖，該方法步驟如下：

- (1) 高爐渣進入顯熱回收裝置。
- (2) 反應物進入粒化渣填充床被預熱，溫度達到 600°C 以後進入粒化反應器。
- (3) 反應物進入粒化反應器後在 850°C, 1 大氣壓下發生反應生成甲醇。

上述反應物預熱及反應所需的熱量均來自於高爐渣顯熱。步驟

(3) 所涉及的反應為甲烷(CH₄)三元重整反應和合成氣製作甲醇(CH₃OH)反應。所述甲烷三元重整反應的具體反應式為：

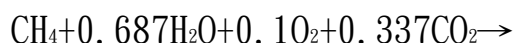
³⁰ CN 103304372A，申請人為中國大陸學術單位東北大學。



所述合成氣製甲醇反應為：

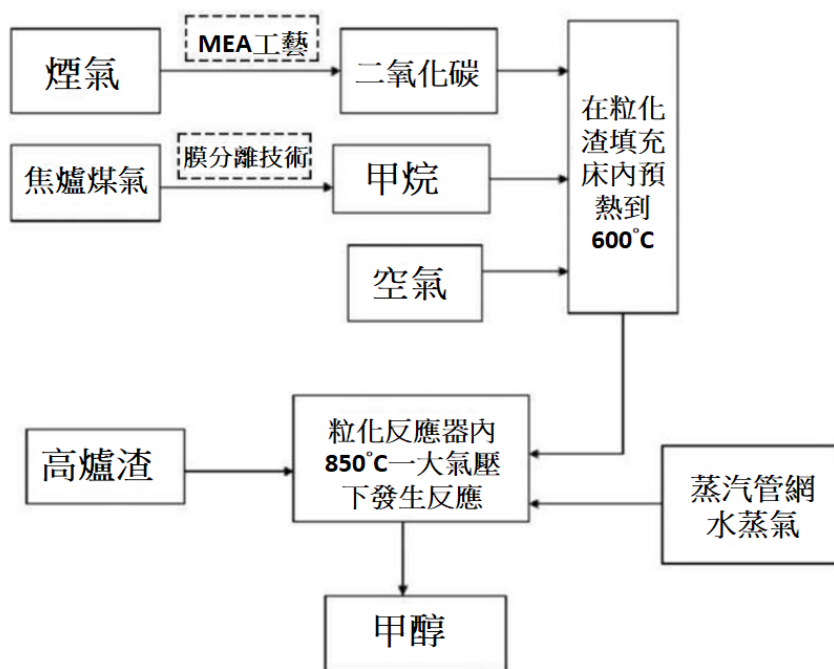


總反應為：



其中甲烷的轉化率 98%，水蒸汽(H₂O)的轉化率為 76.2%，二氧化碳轉化率的為 77.7%，氧氣(O₂)的轉化率接近於 100%。其反應物中的甲烷來自於焦爐煤氣，反應物中的水蒸氣來自蒸汽管網，反應物中的二氧化碳來自於煙氣。反應物中的氧氣由空氣提供。

本案例利用高爐渣顯熱來制甲醇的方法，高效、經濟、環保、節能地利用了液態高爐渣的高溫餘熱資源，而且處理後的高爐渣可滿足製造水泥的要求，生產的甲醇屬於應用廣泛的高附加值產品。且甲烷三元重整反應可以實現部分自供熱，這大大提升了反應過程的能效，降低成本，該反應還可緩解甚至消除催化劑表面的積碳問題。不僅如此，此方法還充分的利用了焦爐煤氣資源，節省了能源，利用了煙氣中的二氧化碳，減少了溫室氣體的排放，節能而又環保。



31

圖 33：高爐渣顯熱製造甲醇的方法流程圖。

三、CCUS 技術主題：

(一)CCUS 技術主題分析：

表 11 係 CCUS 技術主題中碳捕捉技術的技術分類及專利件數統計表。由表 11 可知，在 CCUS 技術主題中碳捕捉技術的技術分類包括，專利件數第一多是使用氨或胺基化合物吸附之技術，計有 83 件；其次是使用水溶液（含鹼性溶液）之技術，計有 66 件；第三多是使用金屬或其氧化物，例如鈣、鎂等來吸附之技術，計有 54 件；第四多是使用爐渣來做碳捕捉之技術，計有 33 件，由於爐渣內含有一些鈣、

³¹ MEA(monoethanolamine)為單乙醇胺，吸收二氧化碳用。

鎂等金屬元素，其吸附原理與排在第三多的金屬或金屬氧化物差不多，惟爐渣內有許多雜質會影響碳的捕獲，故使用爐渣來做碳捕捉的專利件數少於使用金屬或金屬氧化物的方式；第五多是使用膜或膜片來做碳捕捉之技術，計有 31 件。

表 11：CCUS 技術主題中碳捕捉技術的技術分類及專利件數統計表。

碳捕捉技術	專利件數
氨或胺基化合物	83
水溶液（含鹼性溶液）	66
金屬或金屬氧化物	54
爐渣	33
膜或膜片	31

由於目前碳捕捉技術可用於多個產業，本報告是以鋼鐵業的高爐技術作為分析對象，但這不代表只能用在鋼鐵業，相同的碳捕捉技術亦可用於其他產業。圖 34 係 CCUS 技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。由圖 34 可知，在 2012~2021 年在高爐之碳捕捉技術中，各技術分類的專利件數並未隨著時間有明顯增長或衰退。

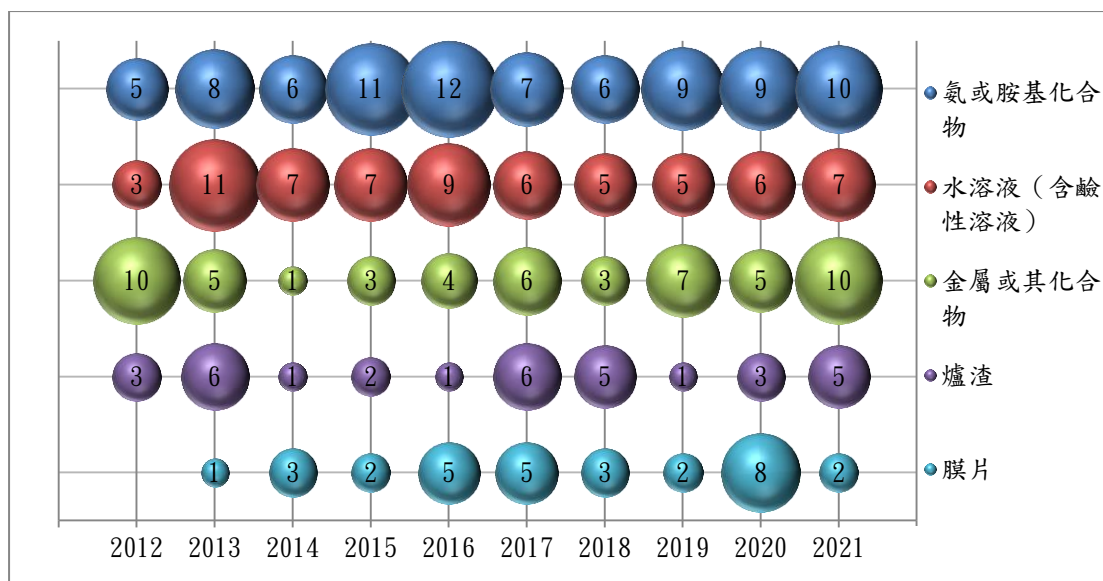


圖 34：CCUS 技術主題中碳捕捉技術各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

另在 CCUS 技術之後處理部分，表 12 係 CCUS 技術主題中碳封存及再利用技術的技術分類及專利件數統計表。由表 12 可知，在 CCUS 技術主題中碳封存及再利用技術的技術分類包括，專利件數第一多的是將捕獲的二氧化碳與金屬或金屬氧化物（例如氧化鈣）作氧化還原反應，形成碳酸鹽（例如碳酸鈣）的技術，計有 36 件；其次是將捕獲的二氧化碳製備成其他的碳製品技術，計有 19 件；再來是將捕獲的二氧化碳冷卻或壓縮，形成固態的二氧化碳（乾冰）的技術，計有 12 件。由於將二氧化碳形成粉末或顆粒狀之碳酸鹽後，其成品所占空間較小，較易運送及儲存，故在碳封存及再利用的技術中，使用將捕獲的二氧化碳形成碳酸鹽之技術者為最多。

表 12：CCUS 技術主題中碳封存及再利用技術的技術分類及專利件數統計表。

碳封存及再利用	專利件數
形成碳酸鹽	36
碳製品	19
二氧化碳固化	12

(二)CCUS 技術主題的各申請國家地區分析：

圖 35 係各國家地區在 CCUS 之碳捕捉技術中各技術分類的專利件數泡泡圖。由圖 35 可知，若依各國家地區在 CCUS 之碳捕捉技術中主要使用的技術來看，中國大陸使用最多的前三項碳捕捉技術，分別為使用氨或胺基化合物技術、爐渣技術及膜片技術；日本以使用水溶液技術及金屬或其化合物技術為主，第三是使用氨或胺基化合物技術；歐洲使用最多的前二項技術，分別為使用氨或胺基化合物技術及水溶液技術；韓國除使用膜片技術的專利件數較少外，其他四項碳捕捉技術的專利件數相差不大；美國則以使用水溶液技術及金屬或其化合物技術為主。若依在各碳捕捉的技術中，有哪些國家地區使用較多來看，使用氨或胺基化合物之碳捕捉技術，在歐洲及中國大陸使用較多，其次是日本及韓國；使用水溶液之碳捕捉技術，在歐洲、日本、韓國及美國使用較多，反而中國大陸的專利件數很少；使用金屬氧化物之碳捕捉技術，則以韓國、日本使用較多，美國排在第三，中國大陸的專利件數亦不多；使用爐渣之碳捕捉技術，在韓國使用最多，中國大陸次之；使用膜或膜片之碳捕捉技術，專利五大局國家地區皆有

使用，但專利件數皆不多。

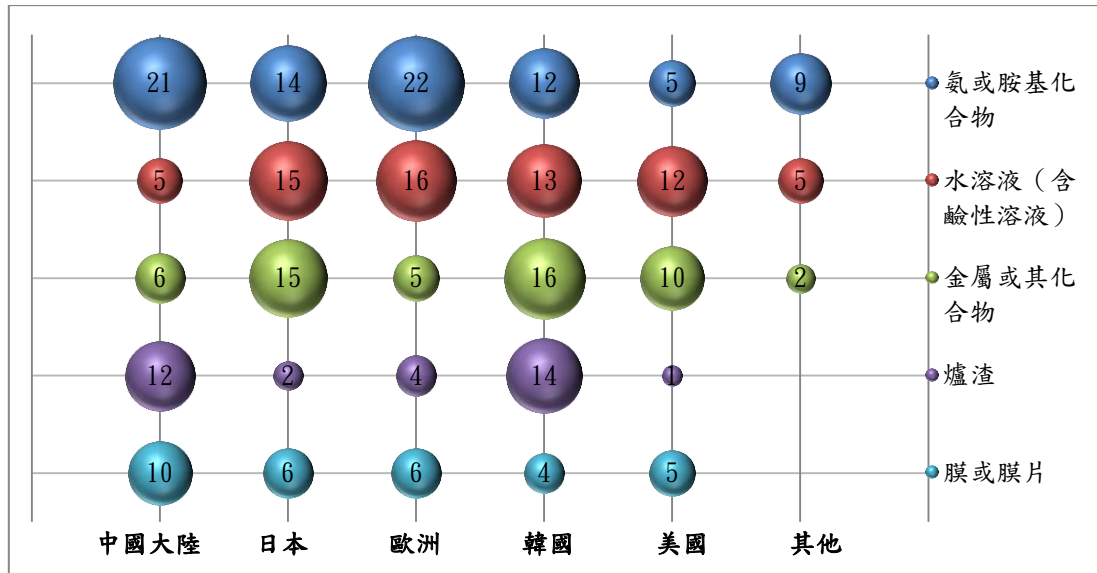


圖 35：各國家地區在 CCUS 之碳捕捉技術中各技術分類的專利件數泡泡圖。

(三)CCUS 技術主題的各申請人類型分析：

由前述表 2 可知，在 CCUS 技術主題中，包含有學術單位的專利件數有 123 件，占專利總件數 24%³²，這顯示世界各國的學術單位在 CCUS 技術主題中，相較在其他二大類技術主題有更高的參與比例。

表 13 係 CCUS 技術主題中各技術分類之申請人類型統計表，圖 36 係 CCUS 技術主題中各技術分類之申請人類型占比直條圖。由表 13 及圖 36 可知，在 CCUS 技術主題中，各技術分類都有學術單位的參與，而且在每個技術分類中，公司與學術之間的合作也都多於其他之間的合作關係，這顯示世界各國鋼鐵業在 CCUS 技術主題方面，仍需要學術

³² 83+33+3+3+1=123 件，占 123÷509×100%=24%。

單位的合作或支援。另由圖 36 可知，在使用爐渣作為碳捕捉技術的專利申請人類型中，其中學術單位³³的參與比公司企業還多，這表示使用爐渣作為碳捕捉的技術手段，很有可能是未來學術機構研究高爐之碳捕捉的重要技術。

表 13：CCUS 技術主題中各技術分類之申請人類型統計表。

申請人類型	氨或胺基化合物	溶液(含鹼性溶液)	金屬或其化合物	爐渣	膜或膜片
公司	41	36	25	14	15
個人	7	5	4	0	8
學術	19	10	15	16	4
公司與公司	1	4	2	1	0
公司與個人	3	3	1	0	1
公司與學術	11	8	5	2	2
個人與個人	0	0	0	0	1
個人與學術	0	0	2	0	0
公司與數人	1	0	0	0	0

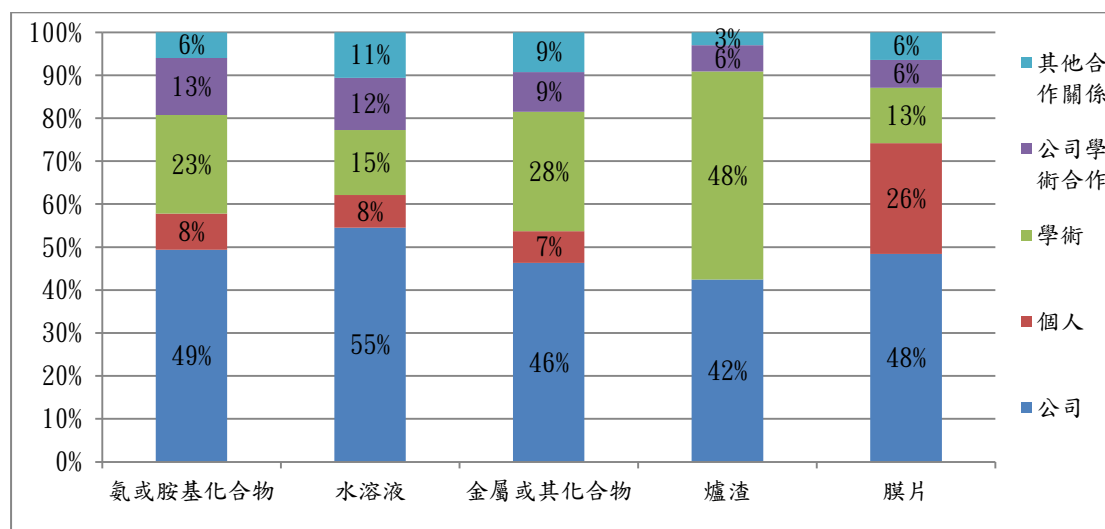


圖 36：CCUS 技術主題中各技術分類之申請人類型占比直條圖。

³³ 用爐渣作碳捕捉技術，其申請人為學術單位者，中國大陸有 9 件，韓國有 6 件。

(四)相關案例：

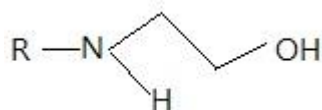
案例七³⁴：高效吸收和回收廢氣中的二氧化碳的水溶液。

本案例使用含有高濃度的各種不同的烷醇胺（位阻胺類型）的吸收溶液的二氧化碳吸收步驟，然後從各個吸收溶液分離二氧化碳，在使用含有少量的表面活性劑和 50 至 70 重量%的 N-烷基烷醇胺即位阻胺的吸收溶液以從含有二氧化碳的廢氣回收二氧化碳時，及在吸收步驟之後實施分離步驟時，可以實現大的二氧化碳吸收量和提高二氧化碳的吸收速率，以及在吸收和分離的每次循環中每單位量的吸收溶液實現大幅提高二氧化碳的回收量。因此，可以降低用於分離和回收二氧化碳所需的能量。一般而言，大多數位阻胺具有氨基被大的烷基取代的結構，因此具有低的親水性。因此在其以高濃度使用時，黏度會升高，導致諸如二氧化碳的吸收量減少和二氧化碳吸收速率降低的問題。然而，根據針對關於高濃度水溶液的各種物理性能與吸收特性之間關係進行的廣泛的研究發現，吸收溶液的表面張力與吸收溶液的性能有關。此外還發現，在吸收溶液含有表面活性劑時，由於存在表面活性劑而使表面張力下降，由此即使在吸收溶液具有高濃度的情況下也防止吸收速率的下降。根據針對各種表面活性劑的添加與吸收特性之間關係的研究發現，為了在濃度高於通常採用的情況時防止吸收

³⁴ 新日鐵住金股份有限公司(NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORP)專利，中國大陸案 CN 103002971B，專利家族有：AU 2011271893B2，BR 112012033680B1，EP 2589424B1，JP 5449059B2，KR 10-1432951B1，US 2013/0101493A1，WO 2012/002394A1，共計 8 個申請國。

速率下降，必須將吸收溶液在常溫(25°C)下的表面張力調節至 30mN/m 或更低。因此，解決了常規問題，能夠提供實現了提高的二氧化碳吸收量、顯示出加載量大（每次循環中二氧化碳吸收量與二氧化碳分離量之差）的吸收特性並且可以更低的用於吸收和分離二氧化碳的能量消耗回收高純度二氧化碳的水溶液。二氧化碳的水溶液以下的項目(1)至(7)的組成特徵：

(1)從含有二氧化碳的氣體吸收和回收二氧化碳的水溶液，該水溶液包含：50 至 70 重量%的由下式表示的仲胺化合物以及表面活性劑。



其中 R 代表具有 3 至 5 個碳原子的直鏈或支鏈的烷基。

(2)根據(1)的水溶液，其中所述表面活性劑的重量濃度為 10 至 1,500ppm。

(3)根據(1)或(2)的水溶液，其中 R 代表異丙基或正丁基，而所述表面活性劑是具有全氟烷基的非離子化合物。

(4)根據(1)或(2)的水溶液，其中 R 代表異丙基或正丁基，而所述表面活性劑是具有全氟烷基的兩性化合物。

(5)根據(1)或(2)的水溶液，其中 R 代表異丙基或正丁基，而所述表面活性劑是非離子聚氧乙烯烷基醚化合物。

(6)根據(1)至(5)之一的水溶液，其中所述水溶液在 25°C 下的表面張力為 30mN/m 或更低。

(7)用於吸收和回收二氧化碳的方法，該方法包括：

甲、使含有二氧化碳的氣體與(1)至(6)之一的水溶液接觸，以從該氣體吸收二氧化碳；及

乙、加熱在上述甲中獲得的吸收有二氧化碳的水溶液，以分離和回收二氧化碳。

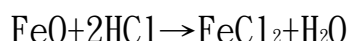
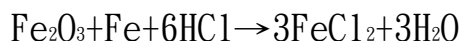
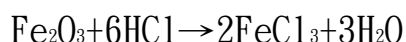
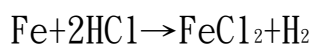
本案例的含有表面活性劑的高濃度烷醇胺水溶液實現了以下效果：在吸收和分離的每次循環中二氧化碳的回收量增加。此外，使用高濃度吸收溶液實現了以下效果：與使用低濃度吸收溶液的情況相比，每摩爾二氧化碳的吸收熱下降；因此使單位重量的二氧化碳回收所需的能量消耗下降。因此，水溶液可以低的能量消耗有效地從氣體吸收二氧化碳並分離出所吸收的二氧化碳以回收高純度二氧化碳。此外，吸收和分離二氧化碳的效率的增加使得在吸收和分離的每次循環中循環流量減少，並使吸收塔、分離塔以及與這些塔相關的裝置的小型化成為可能。因此，可以實現在降低投資額和運行成本方面的效果。此外，用於吸收二氧化碳的單乙醇胺通常對於金屬材料例如碳素鋼具有強烈的腐蝕性。特別是在高濃度下其腐蝕性增大。然而，使用的 N-烷基胺的水溶液具有低腐蝕性，而且即使在高濃度下也沒有觀

察到腐蝕性的增大。這是有利的，因為在設施建設時不需要昂貴的高級耐腐蝕鋼材。

案例八³⁵：固定二氧化碳的方法及裝置。

圖 37 為固定二氧化碳的裝置的構成圖。將煉鐵工藝中產生的廢泥渣或粉塵等煉鐵廢棄物（即煉鐵廠副產物）掩埋或運到外地進行處理，這些煉鐵廢棄物中包含金屬鹽，如鐵(Fe^{2+})、鋅(Zn^{2+})或者銀(Ag^+)。將所述鐵與碳酸鹽反應而製備金屬碳酸鹽 FeCO_3 。為此，先進行鐵離子(Fe^{2+})的製備工序。煉鐵廠的煉鐵廢棄物如廢泥渣或粉塵中包含氧化鐵，如 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 或 FeO ，這些氧化鐵與強酸反應，尤其與鹽酸反應生成氯化鐵。在生成所述氯化鐵之前，利用濃縮裝置和脫水處理裝置對煉鐵廢棄物進行濃縮及脫水處理。此時，煉鐵廢棄物的水份無需完全除去，在本發明的實施例中作為脫水處理裝置使用壓濾器 (filter press)。借此，將水份除去至易於與強酸進行反應的程度。此時，生成所述氯化鐵的反應式如下：生成氯化鐵的反應與包含於煉鐵廢棄物的 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 、 FeO 的解離反應相同。為所述解離反應，在本發明的實施例中，將強酸即鹽酸(HCl)連同所述煉鐵廢棄物添加到熔融裝置內。

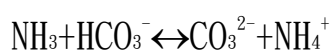
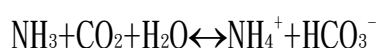
³⁵ 韓國專利權人浦項鋼鐵(POSCO CORPORATION)的專利，中國大陸 CN 104364195B，專利家族有：KR 10-1356067B1 及 WO 2014/030811A1。



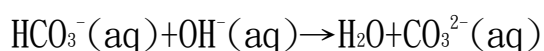
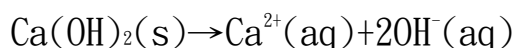
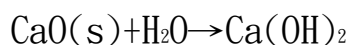
所述反應式中，鹽酸的 pH 值為 1 以下。此時，使用大小為 100 μm 以下的所述廢泥渣或粉塵等煉鐵廢棄物。如果煉鐵廢棄物的細微性大於 100 μm ，則由於所述氧化鐵的反應表面積不夠充分，不易進行解離反應，因此將本發明實施例的煉鐵廢棄物大小限制在 100 μm 以下。根據所述反應式生成的氯化鐵(FeCl_2 和 FeCl_3)容易溶解於水中而以 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 的形式存在。此時，從所述反應式可知，會產生氫氣，如此附帶產生的高純度氫氣作為還原氣體可用於 FINEX 煉鐵工藝³⁶的流化床還原爐等。為了生成氯化鐵，使用鐵含量(Total Fe)為 40~60wt%的煉鐵廢棄物。如果鐵含量小於 40%，則在下述的所製備的助燃劑量會少於廢棄的量，因此助燃劑製備效率會降低。並且，如果鐵含量超過 60%，雖然助燃劑產率會得到提高，但是鐵含量超過 60%時可用於煉鐵工藝，無需用來製備氯化鐵。如上製備的 FeCl_2 和 FeCl_3 溶解在水中，以 Fe^{2+} 及 Fe^{3+} 等金屬離子的形式存在，並與碳酸鹽

³⁶ FINEX 鍊鐵工藝是採用多級流化牀反應器代替 COREX 的豎爐對鐵礦進行還原，1992 年 12 月，浦項製鐵與西門子奧鋼聯公司簽訂了 COREX-C2000 工廠的建設合同。隨後兩家公司還簽訂了合作開發 FINEX 工藝的協議，項目開發的主要目標是發展流化牀還原粉鐵礦原料的反應系統。

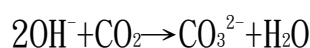
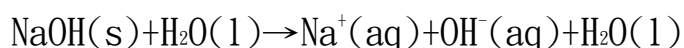
反應而製備金屬碳酸鹽(FeCO_3)。本案例的碳酸鹽是通過使煉鐵工藝中廢棄的鹼性廢水與二氧化碳反應而製備的。即，氨(NH_3)、氧化鈣(CaO)或氫氧化鈉(NaOH)包含於煉鐵工藝中廢棄的廢水中，其中的一種以上與二氧化碳反應而形成多種碳酸鹽，其反應式分別如下。首先，氨的反應式如下，通過以下反應生成 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 及 NH_2CO_2^- 。



鹼性廢水中氧化鈣的反應式如下，此時生成的碳酸鹽為 HCO_3^- 及 CO_3^{2-} 。

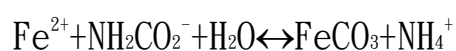
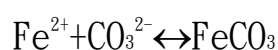
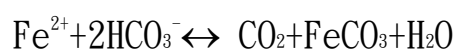


並且，氫氧化鈉通過以下反應生成 CO_3^{2-} 離子。



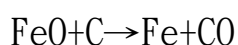
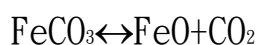
所述鹼性廢水與二氧化碳的反應在氣體／液體介面非常劇烈，進而捕捉二氧化碳。含有二氧化碳的廢氣包括煉鐵工藝中產生的高爐煤

氣(Blast Furnace Gas, BFG)、熔融還原煉鐵尾氣(FINEX offgas, FOG)或者焦爐煤氣(Coke Oven Gas, COG)中的一種以上。所述鹼性廢水的 pH 值為 10 以上即可。如果小於,固定二氧化碳的能力就會降低。即,酸性氣體即二氧化碳的中和能力會降低,因此在本發明的實施例中,將鹼性廢水的 pH 值限制為 10 以上。例如,當鹼性廢水的 pH 值為 11 時,與酸性氣體二氧化碳反應後鹼性廢水的 pH 值將被中和至 7~8 左右。即,鹼性廢水的 pH 值越高,與二氧化碳積極進行反應的機會越是增加。因此,本發明的實施例中,將鹼性廢水的 pH 值限制為 10 以上。通過如上反應形成的碳酸鹽(HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 NH_2CO_2^-)在混合攪拌裝置中與 Fe^{2+} 反應形成金屬碳酸鹽。即如圖 37 所示,接收煉鐵廠的煉鐵工藝的副產物即二氧化碳和鹼性廢水,借由二氧化碳與鹼性廢水的反應製備碳酸鹽,所製備的碳酸鹽與鐵離子反應而生成金屬碳酸鹽(FeCO_3)。此時的反應式如下:

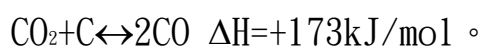


如所述反應式,從介面接收碳酸鹽而沉澱出穩定的金屬碳酸鹽(FeCO_3),進而固定二氧化碳。所述金屬碳酸鹽沉澱於混合攪拌裝置內。為了將所述金屬碳酸鹽用作助燃劑,利用乾燥裝置對所述金屬碳

酸鹽進行乾燥。在進行乾燥之前，可利用濃縮器和脫水器進行濃縮和脫水處理，以便容易進行乾燥。所述助燃劑供應到高爐和熔融氣化爐的粉煤噴槍(Pulverized Coal Injection, PCI)，促進完全燃燒，起到防止產生未燃碳粉的作用。所述助燃劑作為爐心活化劑可用於爐心部的活化操作，尤其維修爐壁後，為了盡快提高操作率，可用於使爐心部盡快升溫。通常，高爐操作通過高爐風口噴吹粉煤，以減少昂貴的焦炭使用量，並將鐵礦石填充到減少的焦炭空間，以便能夠實現高出鐵操作。此時，為了爐下部的熱性穩定，噴吹粉煤中加入用煉鐵廢資源即高爐泥渣及煉鐵灰塵中的金屬鹽固定二氧化碳而生成的金屬碳酸鹽(FeCO₃)，在 400 ~ 550 °C 下，金屬碳酸鹽(FeCO₃)分解(decomposition)成氧化鐵(FeO)和二氧化碳。此時，在分解過程中消耗 1015kJ/kg 左右的能量，而噴吹粉煤(PCI)噴入高爐的風口迴旋區的溫度大約 1250°C，借助熱風供應能量，並發生以下分解反應，所生成的氧化鐵通過直接還原被還原成鐵(Fe)。



此時，所生成的二氧化碳與粉煤(Pulverized coal)進行以下反應。此時的溫度為 950°C ~ 2200°C 左右，反應式如下。



因此，使用加入金屬碳酸鹽(FeCO_3)的噴吹粉煤就生成足夠的一氧化碳，所生成的一氧化碳上升到爐頂，並對從爐頂下降的爐料進行還原。另外，金屬碳酸鹽(FeCO_3)通過位於熔融氣化爐上部的粉塵燒嘴(dust burner)噴入熔融氣化爐從而可以被再利用，所述粉塵燒嘴除了供應粉塵燃燒所需的氧氣之外還供應額外的氧氣，以防止熔融氣化爐內的溫度下降。通過供應額外的氧氣而使一部分還原氣體燃燒而防止溫度降低。

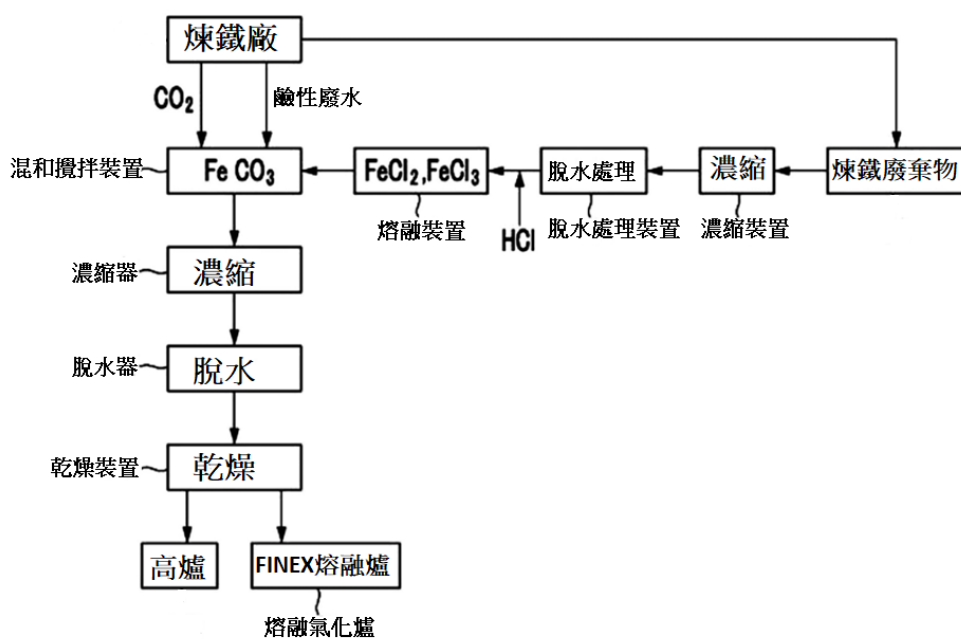


圖 37：固定二氧化碳的裝置的構成圖。

案例九³⁷：固定二氧化碳的方法。

圖 38 為利用天然礦物或鋼渣固定二氧化碳的流程圖，包括：

(a)用酸處理天然礦物或鋼渣以提取金屬離子成分。

(b)在由步驟(a)獲得的包含金屬離子成分的提取液中注入二氧化碳以碳酸鹽化。

(c)將溶解有由步驟(b)得到的碳酸鹽的溶液轉移到溶解碳酸鹽儲存罐中並儲存。

(d)將儲存的溶解碳酸鹽轉移到碳酸鹽分離／純化罐中，並調節 pH 到 7 左右或以上以分離該碳酸鹽。

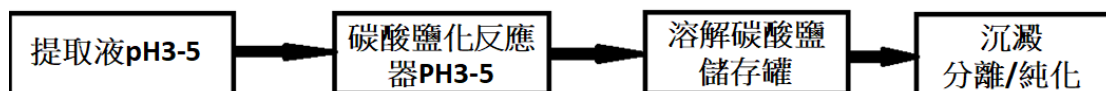


圖 38：利用天然礦物或鋼渣固定二氧化碳的流程圖。

在步驟(a)中，天然礦物沒有被特別限定。例如，包含大量氧化鈣和氧化鎂的橄欖岩、玄武岩、滑石粉、蛇紋岩、矽灰石等可以使用。以蛇紋岩和矽灰石中氧化鈣和氧化鎂的含量作為例子在中示出。並且，在步驟(a)中，鋼渣可以是產自，例如在鼓風爐、轉爐或吹氧法

³⁷ 韓國三個申請人共同申請中國大陸之專利 CN 102476798B，專利家族有：DE 102011007151A1，KR 10-1251264B1，US 2012/0134902A1(US 8845989B2)，US2014/0377141A1，申請人如下所示：現代自動車株式會社；HYUNDAI MOTOR CO. LTD；起亞自動車株式會社；KIA MOTORS CORP. 現代制鐵株式會社；HYUNDAI STEEL CO.。

過程中的鐵制品的熔渣、電爐爐渣或轉爐爐渣。鋼渣大多用作道路或建築用水泥或骨料。各種鋼渣的化學成分也表示在表 14 中。

表 14：各種鋼渣的化學成分表。

種類	氧化鈣 (重量%)	氧化鎂 (重量%)
天然礦物	蛇紋岩	0
	矽灰石	48
鋼渣	鼓風爐渣	41
	轉爐渣	46
	電爐渣	20
	鋼包爐渣 ³⁸	54

因為天然礦物和鋼渣包含大量的金屬氧化物，包括氧化鈣和氧化鎂，它們表現出強鹼性，在酸處理中，金屬氧化物的金屬成分釋放到溶液中，從而表現出鹼性特徵。該金屬離子成分大多是鈣離子(Ca^{2+})和鎂離子(Mg^{2+})，其餘的是鉀離子(K^+)和鈉離子(Na^+)等。具體地，酸處理可以在 pH 3~5 時處理。對此，酸性物質，例如醋酸、醋酸鈉、鹽酸等，可以以適當的濃度使用。因此，在酸處理時，包含例如鈣離子、鎂離子等金屬離子的溶液具有酸性 pH。根據現有的方法，提取液的 pH 被調節到約 12，然後注入二氧化碳形成碳酸鹽沉澱物，以通過碳酸鹽化固定二氧化碳。在這個過程中，一些溶解的金屬離子（例如， Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等）和氫氧根離子(OH^-)反應形成乳狀石灰，從而形成懸濁液。除非懸浮的固體被有效分離，不然很難通過連續過程來固定

³⁸ 鋼包爐(ladle arC refining furnace)，一種在真空條件下利用電弧加熱的爐外精煉技術。它是將在一般煉鐵爐中初煉的鋼液置於專用鋼包內進行精煉的。

二氧化碳。結果，大規模的二氧化碳處理是不可能的。為解決現有方法的局限性，本發明省略了調節 pH 到約 12 的步驟。通過省略 pH 調節步驟，可以防止乳狀石灰的形成和接下來懸浮固體的形成。因此，連續處理變得可行，並且對二氧化碳的大規模處理也成為可能。將 pH 調節到預定的鹼性範圍（例如，pH 為 7 或更高）以分離碳酸鹽的步驟被放在了二氧化碳與金屬離子成分反應完成之後。因為金屬離子已經參與到反應中來形成碳酸鹽，通過與氫氧根離子反應形成懸浮固體的可能就非常小。將溶有由二氧化碳固定（步驟(b)）而得到的碳酸鹽的溶液轉移到溶解碳酸鹽儲存罐中並儲存。然後，當儲存的溶解碳酸鹽被轉移到碳酸鹽分離／純化罐后，將 pH 調節到 7 或更高來分離碳酸鹽。從而，能連續地進行碳酸鹽化和碳酸鹽分離的步驟。步驟(b)的碳酸鹽化可以在常溫常壓下進行。這裡，常溫常壓是指無需施加附加的熱和壓力。例如，溫度可以在大約 0~40°C (32~104°F) 之間，優選地在約 10~25°C (50~77°F) 之間，壓力可以在約 0.1~5atm 之間，優選地在約 0.5~2atm 之間。碳酸鹽化能在大約 5 分鐘內完成，甚至不需要耗能的水熱反應。也就是說，當二氧化碳的注入速率是，例如 2L/min 時，步驟(b)的碳酸鹽化反應能在大約 5 分鐘內完成。因為步驟(a)中金屬離子成分的釋放能在大約 2 小時內完成，整個過程大約需要 2 小時完成，從而是一個很經濟的方法。因此，二氧化碳能

通過使用天然礦物或鋼渣，例如產自由鼓風爐、轉爐或吹氧法中的鐵製品的熔渣、電爐爐渣、或者轉爐爐渣等，被有效固定，從而顯著地減少溫室氣體的排放並允許使對先前廢棄鋼渣的利用。由於本方法處理的二氧化碳氣體可以是任何二氧化碳氣體，包括作為工業熔爐（例如鼓風爐、石灰煅燒爐、焦爐等）、燒結或熱軋過程、發電、廢熱鍋爐等的副產物產出的那些氣體。因此，如果把能夠固定在煉鐵過程中產生的二氧化碳的設備安裝在煉鐵廠，則可以利用在生產過程中產生的鋼渣以就地固定造成全球升溫的氣體。通過此，能夠滿足環境管理，並且例如金屬氧化物的副產物可以被利用，而非廢棄物。

伍、結論與建議：

一、結論：

(一)整體結果分析：

鋼鐵高爐碳中和專利在 2012~2021 年專利件數前三名的國家地區，分別為中國大陸、日本及歐洲，這三個國家地區的專利件數占了全世界總專利件數的八成以上，且在「高爐之低碳技術主題」、「廢氣、廢熱及廢渣技術主題」及「CCUS 技術主題」三大類主題中，專利件數前三名的國家地區亦是中國大陸、日本及歐洲，故在全球鋼鐵業中，中國大陸、日本及歐洲公開的鋼鐵高爐碳中和專利技術，係為全球鋼鐵業技術發展的指標。

鋼鐵高爐碳中和專利在 2012~2021 年的專利件數分布情形，除了 2015 及 2019 年因全球鋼鐵需求量降低導致專利件數下降外，其他幾年的鋼鐵高爐碳中和專利件數呈現穩定成長，且至 2021 年出現大幅增加的趨勢，由此可知，各國鋼鐵業在面對全球淨零排碳的壓力下，均紛紛研發鋼鐵高爐碳中和技術。

鋼鐵高爐碳中和專利在三大類技術主題中，以廢氣、廢熱及廢渣技術主題的專利件數為最多，有 813 件；第二多是高爐之低碳技術主題，有 712 件；第三多是 CCUS 技術主題，有 509 件。由於鋼鐵業在煉鐵過程中，往往需要大量的能源，公司企業在製造成本的考量下，

直接將高爐之廢氣、廢熱及廢渣回收，即可減少能源消耗，故廢氣、廢熱及廢渣技術主題的專利件數自然成為最多。

鋼鐵高爐碳中和專利前十大申請人部分，專利件數最多者為中國大陸的中冶南方公司，第二名為日本的 JFE 控股，第三名為中國大陸的鞍鋼股份公司。前十大申請人包含中國大陸及日本各有 4 個申請人，另韓國也有 1 個申請人。前述有 9 個申請人皆為鋼鐵公司企業，惟第十大申請人係為美國的學術單位，這顯示美國雖非鋼鐵業生產製造的主要國家，卻也非常重視高爐的減碳技術。

鋼鐵高爐碳中和專利前十大申請人在三大類技術主題部分，在高爐之低碳技術主題中，專利件數最多者為日本的 JFE 控股，第二名為日本的神戶製鋼公司及中國大陸的中冶南方公司；在廢氣、廢熱及廢渣技術主題中，專利件數前三名分別為中冶南方公司、鞍鋼股份公司及中國寶武集團，皆為中國大陸之公司企業；在 CCUS 技術主題中，專利件數最多者為日本的新日鐵住金，第二名為韓國的浦項鋼鐵，第三名為日本的 JFE 控股。

鋼鐵高爐碳中和專利在 2012~2021 年的申請人類型部分，公司企業參與的比例皆高於個人或學術單位，另鋼鐵高爐碳中和專利在 2017~2021 年學術單位參與的比例高於 2012~2016 年，且韓國與中國大陸相較於其他國家地區，其學術單位參與的比例較高。整體而言，

世界各國的鋼鐵公司企業及學術單位皆積極參與鋼鐵高爐碳中和技術的開發，而且有逐年增加的趨勢。

申請人類型參與三大類技術主題部分，公司企業參與廢氣、廢熱及廢渣技術主題的比例，明顯高於另兩大類技術主題；而學術單位參與高爐之低碳技術主題及 CCUS 技術主題的比例，明顯高於廢氣、廢熱及廢渣技術主題。此乃因廢氣、廢熱及廢渣技術主題與降低公司企業的煉鐵成本有很大的關係，因此，大多為公司企業自行參與；而高爐之低碳技術主題及 CCUS 技術主題對公司企業來說，只會增加煉鐵成本，因此，單純公司企業參與的情形較少，故公司企業在高爐之低碳技術主題及 CCUS 技術主題的研發上會較少，導致學術單位參與高爐之低碳技術主題及 CCUS 技術主題的比例較為顯著。

在高爐之低碳技術主題及 CCUS 技術主題中，最大申請國為中國大陸、日本第二、歐洲第三；而在廢氣、廢熱及廢渣技術主題中，最大申請國同樣為中國大陸，歐洲第二，日本第三。另依各國家地區在三大類技術主題中的專利件數來看，中國大陸在廢氣、廢熱及廢渣技術主題中的專利件數，遠多於高爐之低碳技術主題，而日本及歐洲在高爐之低碳技術主題的專利件數，皆多於廢氣、廢熱及廢渣技術主題及 CCUS 技術主題，這顯示中國大陸的鋼鐵高爐碳中和技術，係以升高爐的煉鐵效率為主，而日本及歐洲的鋼鐵高爐碳中和技術，係以

發展高爐之低碳技術為主。雖然日本及歐洲在 CCUS 技術主題的專利件數排在三大類技術主題中的第二位，但其專利件數與高爐之低碳技術主題的專利件數相差不多，故日本及歐洲對於 CCUS 技術亦有相當的發展，反而在廢氣、廢熱及廢渣技術主題的專利件數為最少，這點與中國大陸的情形是不同的。

(二)高爐之低碳技術主題：

高爐之低碳技術主題中各技術分類部分，以使用氫氣、天然氣相關之技術的專利件數為最多，且在 2021 年時，該技術的專利件數有明顯增加的趨勢；專利件數第二多是以提高煉鐵效率為主之技術；第三多是使用一氧化碳相關之技術；第四多是去除二氧化碳相關之技術；第五多是回收非鐵金屬之技術，這顯示使用氫氣、天然氣煉鐵之技術，將成為未來高爐之低碳技術主題中的主要選項。

各申請國在高爐之低碳技術主題中各技術分類部分，中國大陸、日本及歐洲以使用氫氣、天然氣相關之技術的專利件數為最多，這顯示中國大陸、日本及歐洲在高爐之低碳技術主題中，係以氫氣、天然氣作為煉鐵還原劑之相關技術為主。

(三)廢氣、廢熱及廢渣技術主題：

鋼鐵高爐碳中和專利以廢氣、廢熱及廢渣技術主題的專利件數為最多，且於 2021 年的專利件數有明顯增加趨勢。廢氣、廢熱及廢渣技術主題中各技術分類部分，以廢氣回收利用技術的專利件數為最多；第二多是廢氣淨化技術；第三多是廢熱回收利用技術；第四多是廢渣回收利用技術。由於廢氣中含有廢熱及可利用的成分（例如一氧化碳），只須用鼓風機將廢氣回收至高爐內再利用，不須再額外加熱，可大量減少能源的使用，故目前廢氣回收利用技術廣泛地用於煉鐵廠。

中國大陸在廢氣、廢熱及廢渣回收技術主題的各項技術分類中，專利件數的全世界占比皆在 75%以上，表示中國大陸在廢氣、廢熱及廢渣回收技術主題中掌握了大部分的專利技術。

(四)CCUS 技術主題：

在 CCUS 技術主題中碳捕捉技術的技術分類包括，第一多是使用氨或胺基化合物吸附之技術；第二多是使用水溶液（含鹼性溶液）之技術；第三多是使用金屬或其氧化物，例如鈣、鎂等來吸附之技術；第四多是使用爐渣來做碳捕捉之技術，惟爐渣內有許多雜質會影響碳

的捕獲，故使用碳捕捉的專利件數少於使用金屬或金屬氧化物的方式；第五多是使用膜或膜片來做碳捕捉之技術。

在 CCUS 技術主題中碳封存及再利用技術的技術分類包括，第一多是將捕獲的二氧化碳與金屬或金屬氧化物（例如氧化鈣）作氧化還原反應，形成碳酸鹽（例如碳酸鈣）的技術；第二多是將捕獲的二氧化碳製備成其他碳製品的技術；第三多是將捕獲的二氧化碳冷卻或壓縮，形成固態的二氧化碳（乾冰）的技術。由於將二氧化碳形成粉末或顆粒狀之碳酸鹽後，其成品所占空間較小，較易運送及儲存，故在碳封存及再利用的技術中，使用將捕獲的二氧化碳形成碳酸鹽之技術者為最多。

依各國家地區在碳捕捉技術中主要使用的技術來看，中國大陸使用最多的前三大碳捕捉技術，分別為氨或胺基化合物技術、爐渣技術及膜片技術；日本以使用水溶液技術及金屬或其化合物技術為主，第三是氨或胺基化合物技術；歐洲使用最多的前二大項技術，分別為氨或胺基化合物技術及水溶液技術；韓國除使用膜片技術的專利件數較少外，其他四項碳捕捉技術的專利件數相差不大；美國則以使用水溶液技術及金屬或其化合物技術為主。

二、建議：

(一)整體性的建議：

鋼鐵高爐碳中和專利件數前三名的國家地區，分別為中國大陸、日本及歐洲，且至 2021 年出現大幅增加的趨勢，顯示目前各國鋼鐵業在面對全球淨零排碳的壓力下，均紛紛研發鋼鐵高爐碳中和技術，故建議我國的鋼鐵業可多參考中國大陸、日本及歐洲的鋼鐵高爐碳中和專利技術，以利後續研發，達到淨零排放的目的。

鋼鐵高爐碳中和專利在三大類技術主題中，以廢氣、廢熱及廢渣技術主題的專利件數為最多，顯示目前鋼鐵業在煉鐵過程中需要大量的能源，公司企業在製造成本的考量下，往往直接將高爐之廢氣、廢熱及廢渣回收，即可減少能源消耗，故建議我國的鋼鐵業可多利用廢氣、廢熱及廢渣技術，以達到減少碳排的目的。

(二)高爐之低碳技術主題：

在高爐之低碳技術主題中，專利件數最多的申請人為日本的 JFE 控股（有 65 件），第二多為日本的神戶製鋼公司及中國大陸的中冶南方公司（各有 34 件），第一大申請人比第二大申請人的專利件數超過近一倍左右，顯示日本的 JFE 控股在高爐之低碳技術主題上，掌握多數專利技術，故建議我國的鋼鐵業可參考日本的 JFE 控股之高爐之低

碳的專利技術，以利後續研發，達到減少碳排的目的。

高爐之低碳技術主題中各技術分類部分，中國大陸、日本及歐洲以使用氫氣、天然氣相關之技術的專利件數為最多，且在 2021 年時，該技術的專利件數有明顯增加的趨勢，顯示使用氫氣、天然氣之相關技術，係為目前在高爐之低碳技術主題中最常被使用且最重要的技術，故建議我國的鋼鐵業在高爐之低碳技術主題方面，可多參考中國大陸、日本及歐洲使用氫氣、天然氣相關的專利技術，以利後續研發，達到淨零排放的目的。

(三)廢氣、廢熱及廢渣技術主題：

在廢氣、廢熱及廢渣技術主題中，專利件數最多的申請人為中國大陸的中冶南方公司（有 111 件），第二多為中國大陸的鞍鋼股份有限公司（有 50 件），第一大申請人比第二大申請人的專利件數超過一倍以上，顯示中國大陸的中冶南方公司在廢氣、廢熱及廢渣技術主題上，掌握多數專利技術，故建議我國的鋼鐵業可參考中國大陸的中冶南方公司之廢氣、廢熱及廢渣回收利用的專利技術，以利後續研發，達到減少碳排的目的。

在廢氣、廢熱及廢渣技術主題中，以中國大陸、歐洲及日本的專利件數為最多，且於 2021 年的專利件數有明顯增加的趨勢。另廢氣、

廢熱及廢渣技術主題中各技術分類部分，以廢氣回收利用技術的專利件數為最多（有 518 件），比第二多的廢氣淨化技術的專利件數（有 249 件）多超過一倍以上，顯示廢氣回收利用技術，係為目前在廢氣、廢熱及廢渣技術主題中最常被使用且最重要的技術，故建議我國的鋼鐵業在廢氣、廢熱及廢渣技術主題方面，可多參考中國大陸、歐洲及日本使用廢氣回收利用的專利技術，以利後續研發，達到淨零排放的目的。

(四)CCUS 技術主題：

在 CCUS 技術主題中，專利件數最多的申請人為日本的新日鐵住金公司（有 33 件），第二多為中國大陸的浦項鋼鐵公司（有 23 件），顯示日本的新日鐵住金公司在 CCUS 技術主題上，掌握多數專利技術，故建議我國的鋼鐵業可參考日本的新日鐵住金公司之 CCUS 專利技術，以利後續研發，達到減少碳排的目的。

在 CCUS 技術主題中，以中國大陸、日本及歐洲的專利件數為最多。另 CCUS 技術主題中碳捕捉技術部分，以使用氨或胺基化合物吸附技術的專利件數為最多（有 83 件），第二多是使用水溶液（含鹼性溶液）技術（有 66 件），顯示使用氨或胺基化合物吸附技術，係為目前在碳捕捉技術中最常被使用且最重要的技術，故建議我國的鋼鐵業

在碳捕捉技術方面，可多參考中國大陸、日本及歐洲使用氨或胺基化合物吸附的專利技術，以利後續研發，達到淨零排放的目的。

CCUS 技術主題中碳封存及再利用技術部分，以將捕獲的二氧化碳與金屬或金屬氧化物作氧化還原反應，形成碳酸鹽技術的專利件數為最多（有 36 件），第二多係將捕獲的二氧化碳製備成其他的碳製品技術（有 19 件），顯示將捕獲的二氧化碳形成碳酸鹽之技術，係為目前在碳封存及再利用技術中最常被使用且最重要的技術，故建議我國的鋼鐵業在碳封存及再利用技術方面，可多參考中國大陸、日本及歐洲將捕獲的二氧化碳形成碳酸鹽的專利技術，並積極與國內學術單位共同合作，以利後續研發，達到碳中和的目的。

陸、附錄：

一、附錄 1：名詞說明。

名 詞	說 明
碳 中 和 (carbon neutrality)	國家、企業、產品、活動或個人在一定時間內直接或間接產生的二氧化碳或溫室氣體排放總量，通過使用低碳能源取代化石燃料、植樹造林、節能減排等形式，以抵消自身產生的二氧化碳或溫室氣體排放量，實現正負抵消，達到相對「零排放」，一般有兩種做法：透過碳補償機制及使用低碳或零碳排的技术。
淨 零 排 放 (net zero emissions)	溫室氣體淨排放為零，在這幾年更常被使用。與碳中和不同的是，淨零排放包含所有溫室氣體，且抵銷排放的做法只考慮能實際將溫室氣體從大氣移除的方式(如：植樹造林、碳捕集與封存)。
焦 比 (coke ratio, coke expense ratio)	高爐煉鐵的技術經濟指標之一，即高爐每冶煉一噸合格生鐵所耗用焦炭的噸數，反映高爐煉鐵原料、燃料、設備和技術操作水平的重要技術經濟指標。 焦比=每晝夜的焦炭消耗量(噸)／每晝夜的生鐵產

名 詞	說 明
	<p>量(噸)或平均每煉一噸。</p> <p>生鐵所消耗的焦炭量，用千克表示。</p> <p>一般大中型高爐的焦比為 0.6~0.8 之間(或 600~800 千克之間)，世界先進水平焦比已接近 400 千克，個別為 350 千克。降低焦比，即可使每批爐料中的礦石相對增多，焦炭相對減少，就能多出鐵，降低煉鐵成本。降低焦比的主要措施有吃精料、提高風溫（世界先進水平風溫達 1370℃）、採用綜合鼓風（噴吹煤粉、重油或天然氣加富氧）、增加高爐有效容積和提高技術水平等。</p>
<p>鮑 氏 平 衡 (Boudouard equilibrium)</p>	<p>又稱碳素溶解損失反應、碳的溶損反應或氣化反應，一氧化碳在高溫下歧化為二氧化碳和單質碳的反應或其逆反應。</p> <p>$2CO \leftrightarrow CO_2 + C$。</p> <p>Boudouard 反應是高爐內的一個重要過程。由於固體間化學反應速度非常慢，鐵礦石（氧化鐵）是被一氧化碳還原，而不是通過與焦炭直接反應被還原的。還原氧化鐵生成的二氧化碳通過與焦炭接觸，</p>

名 詞	說 明
	發生 Boudouard 逆反應，進而生成一氧化碳。

二、附錄 2：合作分類(Cooperative Patent Classification, CPC)

相關分類。

高爐相關分類表：

C21	METALLURGY OF IRON
C21B	MANUFACTURE OF IRON OR STEEL
C21B 5/00	Making pig-iron in the blast furnace
.C21B 5/001	{Injecting additional fuel or reducing agents}
..C21B 5/002	{Heated electrically (plasma)}
..C21B 5/003	{Injection of pulverulent coal}
...C21B 5/004	{Injection of slurries}
..C21B 2005/005	{Selection or treatment of the reducing gases}
.C21B 5/006	{Automatically controlling the process}
.C21B 5/007	{Conditions of the cokes or characterised by the cokes used}
.C21B 5/008	{Composition or distribution of the charge}
.C21B 5/02	Making special pig-iron, e.g. by applying additives, e.g. oxides of other metals
..C21B 5/023	{Injection of the additives into the melting part}
...C21B 5/026	{of plastic material}
.C21B 5/04	Making slag of special composition
.C21B 5/06	using top gas in the blast furnace process
C21B 7/00	Blast furnaces
.C21B 7/002	{Evacuating and treating of exhaust gases}
..C21B 7/005	{Bleeder valves or slides}
.C21B 7/007	{Controlling or regulating of the top pressure}
.C21B 7/02	Internal forms
.C21B 7/04	with special refractories
..C21B 7/06	Linings for furnaces
.C21B 7/08	Top armourings
.C21B 7/10	Cooling; Devices therefor

..C21B 7/103	{Detection of leakages of the cooling liquid}
..C21B 7/106	{Cooling of the furnace bottom}
.C21B 7/12	Opening or sealing the tap holes
..C21B 7/125	{Refractory plugging mass}
.C21B 7/14	Discharging devices, e.g. for slag
.C21B 7/16	Tuyeres
..C21B 7/163	{Blowpipe assembly}
..C21B 7/166	{Tuyere replacement apparatus}
.C21B 7/18	Bell-and-hopper arrangements
..C21B 7/20	with appliances for distributing the burden
...C21B 7/205	{Details concerning the gear-box driving the charge distribution system}
.C21B 7/22	Dust arresters
.C21B 7/24	Test rods or other checking devices
C21B 9/00	Stoves for heating the blast in blast furnaces
.C21B 9/02	Brick hot-blast stoves
..C21B 9/04	with combustion shaft
..C21B 9/06	Linings
.C21B 9/08	Iron hot-blast stoves
.C21B 9/10	Other details, e.g. blast mains
..C21B 9/12	Hot-blast valves or slides for blast furnaces
.C21B 9/14	Preheating the combustion air
.C21B 9/16	Cooling or drying the hot-blast

高爐廢氣處理索引碼：

C21	METALLURGY OF IRON
C21B	MANUFACTURE OF IRON OR STEEL
C21B 2100/00	Handling of exhaust gases produced during the manufacture of iron or steel
.C21B 2100/20	Increasing the gas reduction potential of recycled exhaust gases
..C21B 2100/22	by reforming
..C21B 2100/24	by shift reactions
..C21B 2100/26	by adding additional fuel in recirculation

	pipes
..C21B 2100/28	by separation
...C21B 2100/282	of carbon dioxide
...C21B 2100/284	of nitrogen
.C21B 2100/40	Gas purification of exhaust gases to be recirculated or used in other metallurgical processes
..C21B 2100/42	Sulphur removal
..C21B 2100/44	Removing particles, e.g. by scrubbing, dedusting
.C21B 2100/60	Process control or energy utilisation in the manufacture of iron or steel
..C21B 2100/62	Energy conversion other than by heat exchange, e.g. by use of exhaust gas in energy production
..C21B 2100/64	Controlling the physical properties of the gas, e.g. pressure or temperature
..C21B 2100/66	Heat exchange
.C21B 2100/80	Interaction of exhaust gases produced during the manufacture of iron or steel with other processes

高爐廢渣處理索引碼：

C21	METALLURGY OF IRON
C21B	MANUFACTURE OF IRON OR STEEL
C21B 2400/00	Treatment of slags originating from iron or steel processes
.C21B 2400/02	Physical or chemical treatment of slags
..C21B 2400/022	Methods of cooling or quenching molten slag
...C21B 2400/024	with the direct use of steam or liquid coolants, e.g. water
...C21B 2400/026	using air, inert gases or removable conductive bodies
...C21B 2400/028	with the permanent addition of cooled slag or other solids

..C21B 2400/03	Removing sulfur
..C21B 2400/032	Separating slag from liquid, e.g. from water, after quenching
..C21B 2400/034	Stirring or agitating by pressurised fluids or by moving apparatus
.C21B 2400/04	Specific shape of slag after cooling
..C21B 2400/042	Sheets
..C21B 2400/044	Briquettes or moulded bodies other than sheets
.C21B 2400/05	Apparatus features
..C21B 2400/052	including rotating parts
...C21B 2400/054	Disc-shaped or conical parts for cooling, dispersing or atomising of molten slag rotating along vertical axis
...C21B 2400/056	Drums whereby slag is poured on or in between
...C21B 2400/058	Rotating beds on which slag is cooled
..C21B 2400/06	Conveyors on which slag is cooled
..C21B 2400/062	Jet nozzles or pressurised fluids for cooling, fragmenting or atomising slag
..C21B 2400/064	Thermally-conductive removable bodies, e.g. balls
..C21B 2400/066	Receptacle features where the slag is treated
...C21B 2400/068	with a sealed or controlled environment
...C21B 2400/07	open to atmosphere
...C21B 2400/072	Tanks to collect the slag, e.g. water tank
...C21B 2400/074	Tower structures for cooling, being confined but not sealed
...C21B 2400/076	Fluidised bed for cooling
.C21B 2400/08	with energy recovery

廢氣中碳捕捉相關分類：

B01	PHYSICAL OR CHEMICAL PROCESSES OR APPARATUS IN GENERAL
B01D	SEPARATION

B01D 53/00	Separation of gases or vapours; Recovering vapours of volatile solvents from gases; Chemical or biological purification of waste gases, e.g. engine exhaust gases, smoke, fumes, flue gases, aerosols
.B01D 53/002	{by condensation}
.B01D 53/005	{by heat treatment}
.B01D 53/007	{by irradiation}
.B01D 53/02	by adsorption, e.g. preparative gas chromatography
..B01D 53/025	{with wetted adsorbents; Chromatography}
..B01D 53/04	with stationary adsorbents
...B01D 53/0407	{Constructional details of adsorbing systems}
....B01D 53/0415	{Beds in cartridges}
....B01D 53/0423	{Beds in columns}
....B01D 53/0431	{Beds with radial gas flow}
....B01D 53/0438	{Cooling or heating systems}
....B01D 53/0446	{Means for feeding or distributing gases}
...B01D 53/0454	{Controlling adsorption}
...B01D 53/0462	{Temperature swing adsorption}
...B01D 53/047	Pressure swing adsorption
....B01D 53/0473	{Rapid pressure swing adsorption}
....B01D 53/0476	{Vacuum pressure swing adsorption}
....B01D 53/053	with storage or buffer vessel
..B01D 53/06	with moving adsorbents, e.g. rotating beds
...B01D 53/08	according to the "moving bed" method
...B01D 53/10	with dispersed adsorbents
....B01D 53/12	according to the "fluidised technique"
.B01D 53/14	by absorption
..B01D 53/1406	{Multiple stage absorption}
..B01D 53/1412	{Controlling the absorption process}
..B01D 53/1418	{Recovery of products}
..B01D 53/1425	{Regeneration of liquid absorbents}
..B01D 53/1431	{Pretreatment by other processes}

...B01D 53/1437	{Pretreatment by adsorption}
...B01D 53/1443	{Pretreatment by diffusion}
...B01D 53/145	{Pretreatment by separation of solid or liquid material}
..B01D 53/1456	{Removing acid components}
...B01D 53/1462	{Removing mixtures of hydrogen sulfide and carbon dioxide}
...B01D 53/1468	{Removing hydrogen sulfide}
...B01D 53/1475	{Removing carbon dioxide}
...B01D 53/1481	{Removing sulfur dioxide or sulfur trioxide}
..B01D 53/1487	{Removing organic compounds}
..B01D 53/1493	{Selection of liquid materials for use as absorbents}
..B01D 53/18	Absorbing units; Liquid distributors therefor
...B01D 53/185	{Liquid distributors}
.B01D 53/22	by diffusion
..B01D 2053/221	{Devices}
...B01D 2053/222	{with plates}
...B01D 2053/223	{with hollow tubes}
....B01D 2053/224	{with hollow fibres}
..B01D 53/225	{Multiple stage diffusion}
...B01D 53/226	{in serial connexion}
...B01D 53/227	{in parallel connexion}
..B01D 53/228	{characterised by specific membranes}
..B01D 53/229	{Integrated processes (Diffusion and at least one other process, e.g. adsorption, absorption)}
.B01D 53/24	by centrifugal force
.B01D 53/26	Drying gases or vapours
..B01D 53/261	{by adsorption}
..B01D 53/263	{by absorption}
..B01D 53/265	{by refrigeration (condensation)}
..B01D 53/266	{by filtration}
..B01D 53/268	{by diffusion}
..B01D 53/28	Selection of materials for use as drying

	agents
.B01D 53/30	Controlling by gas-analysis apparatus
.B01D 53/32	by electrical effects other than those provided for in group B01D 61/00
..B01D 53/323	{by electrostatic effects or by high-voltage electric fields}
..B01D 53/326	{in electrochemical cells}
.B01D 53/34	Chemical or biological purification of waste gases
..B01D 53/343	{Heat recovery}
..B01D 53/346	{Controlling the process}
..B01D 53/38	Removing components of undefined structure
...B01D 53/40	Acidic components
...B01D 53/42	Basic components
...B01D 53/44	Organic components
..B01D 53/46	Removing components of defined structure
...B01D 53/48	Sulfur compounds
....B01D 53/485	{containing only one sulfur compound other than sulfur oxides or hydrogen sulfide}
....B01D 53/50	Sulfur oxides
.....B01D 53/501	{by treating the gases with a solution or a suspension of an alkali or earth-alkali or ammonium compound}
.....B01D 53/502	{characterised by a specific solution or suspension}
.....B01D 53/504	{characterised by a specific device}
.....B01D 53/505	{in a spray drying process}
.....B01D 53/507	{by treating the gases with other liquids}
.....B01D 53/508	{by treating the gases with solids}
....B01D 53/52	Hydrogen sulfide
.....B01D 53/523	{Mixtures of hydrogen sulfide and sulfur oxides}
.....B01D 53/526	{Mixtures of hydrogen sulfide and carbon dioxide}
...B01D 53/54	Nitrogen compounds

....B01D 53/56	Nitrogen oxides
.....B01D 53/565	{by treating the gases with solids}
....B01D 53/58	Ammonia
...B01D 53/60	Simultaneously removing sulfur oxides and nitrogen oxides
...B01D 53/62	Carbon oxides
...B01D 53/64	Heavy metals or compounds thereof, e.g. mercury
...B01D 53/66	Ozone
...B01D 53/68	Halogens or halogen compounds
....B01D 53/685	{by treating the gases with solids}
....B01D 53/70	Organic halogen compounds
...B01D 53/72	Organic compounds not provided for in groups B01D 53/48 - B01D 53/70, e.g. hydrocarbons
..B01D 53/73	After-treatment of removed components
..B01D 53/74	General processes for purification of waste gases; Apparatus or devices specially adapted therefor
...B01D 53/75	Multi-step processes
...B01D 53/76	Gas phase processes, e.g. by using aerosols
...B01D 53/77	Liquid phase processes
....B01D 53/78	with gas-liquid contact
....B01D 53/79	Injecting reactants
...B01D 53/80	Semi-solid phase processes, i. e. by using slurries
...B01D 53/81	Solid phase processes
....B01D 53/82	with stationary reactants
....B01D 53/83	with moving reactants
...B01D 53/84	Biological processes
....B01D 53/85	with gas-solid contact
...B01D 53/86	Catalytic processes
....B01D 53/8603	{Removing sulfur compounds}
.....B01D 53/8606	{only one sulfur compound other than sulfur oxides or hydrogen sulfide}
.....B01D 53/8609	{Sulfur oxides}

.....B01D 53/8612	{Hydrogen sulfide}
.....B01D 53/8615	{Mixtures of hydrogen sulfide and sulfur oxides}
.....B01D 53/8618	{Mixtures of hydrogen sulfide and carbon dioxides}
....B01D 53/8621	{Removing nitrogen compounds}
.....B01D 53/8625	{Nitrogen oxides}
.....B01D 53/8628	{Processes characterised by a specific catalyst}
.....B01D 53/8631	{Processes characterised by a specific device}
.....B01D 53/8634	{Ammonia}
....B01D 53/8637	{Simultaneously removing sulfur oxides and nitrogen oxides}
....B01D 53/864	{Removing carbon monoxide or hydrocarbons}
....B01D 53/8643	{Removing mixtures of carbon monoxide or hydrocarbons and nitrogen oxides}
.....B01D 53/8646	{Simultaneous elimination of the components}
.....B01D 53/865	{characterised by a specific catalyst}
.....B01D 53/8653	{characterised by a specific device}
.....B01D 53/8656	{Successive elimination of the components}
....B01D 53/8659	{Removing halogens or halogen compounds}
.....B01D 53/8662	{Organic halogen compounds}
....B01D 53/8665	{Removing heavy metals or compounds thereof, e.g. mercury}
....B01D 53/8668	{Removing organic compounds not provided for in B01D 53/8603 - B01D 53/8665}
....B01D 53/8671	{Removing components of defined structure not provided for in B01D 53/8603 - B01D 53/8668}
.....B01D 53/8675	{Ozone}
....B01D 53/8678	{Removing components of undefined structure}
.....B01D 53/8681	{Acidic components}

.....B01D 53/8684	{Basic components}
.....B01D 53/8687	{Organic components}
....B01D 53/869	{Multiple step processes}
....B01D 53/8693	{After-treatment of removed components}
....B01D 53/8696	{Controlling the catalytic process}
....B01D 53/88	Handling or mounting catalysts
.....B01D 53/885	{Devices in general for catalytic purification of waste gases}
....B01D 53/90	Injecting reactants
..B01D 53/92	of engine exhaust gases
...B01D 53/922	{Mixtures of carbon monoxide or hydrocarbons and nitrogen oxides}
....B01D 53/925	{Simultaneous elimination of carbon monoxide or hydrocarbons and nitrogen oxides}
....B01D 53/927	{Successive elimination of carbon monoxide or hydrocarbons and nitrogen oxides}
...B01D 53/94	by catalytic processes
....B01D 53/9404	{Removing only nitrogen compounds}
.....B01D 53/9409	{Nitrogen oxides}
.....B01D 53/9413	{Processes characterised by a specific catalyst}
.....B01D 53/9418	{for removing nitrogen oxides by selective catalytic reduction [SCR] using a reducing agent in a lean exhaust gas}
.....B01D 53/9422	{for removing nitrogen oxides by NO _x storage or reduction by cyclic switching between lean and rich exhaust gases (LNT, NSC, NSR)}
.....B01D 53/9427	{for removing nitrous oxide}
.....B01D 53/9431	{Processes characterised by a specific device}
.....B01D 53/9436	{Ammonia}
....B01D 53/944	{Simultaneously removing carbon monoxide, hydrocarbons or carbon making

	use of oxidation catalysts}
....B01D 53/9445	{Simultaneously removing carbon monoxide, hydrocarbons or nitrogen oxides making use of three-way catalysts [TWC] or four-way-catalysts [FWC]}
.....B01D 53/945	{characterised by a specific catalyst}
.....B01D 53/9454	{characterised by a specific device}
B01D 53/9459	{Removing one or more of nitrogen oxides, carbon monoxide, or hydrocarbons by multiple successive catalytic functions; systems with more than one different function, e.g. zone coated catalysts}
.....B01D 53/9463	{with catalysts positioned on one brick}
.....B01D 53/9468	{in different layers}
.....B01D 53/9472	{in different zones}
.....B01D 53/9477	{with catalysts positioned on separate bricks, e.g. exhaust systems}
....B01D 53/9481	{Catalyst preceded by an adsorption device without catalytic function for temporary storage of contaminants, e.g. during cold start}
.....B01D 53/9486	{for storing hydrocarbons}
.....B01D 53/949	{for storing sulfur oxides}
....B01D 53/9495	{Controlling the catalytic process}
..B01D 53/96	Regeneration, reactivation or recycling of reactants
...B01D 53/965	{including an electrochemical process step}

減緩或適應氣候變化的技術或應用索引碼：

Y02	TECHNOLOGIES OR APPLICATIONS FOR MITIGATION OR ADAPTATION AGAINST CLIMATE CHANGE
Y02C	Capture or disposal of greenhouse gases
.Y02C 20/10	of nitrous oxide (N ₂ O)
.Y02C 20/20	of methane

.Y02C 20/30	of perfluorocarbons [PFC], hydrofluorocarbons [HFC] or sulfur hexafluoride [SF6]
.Y02C 20/40	of CO ₂
Y02P	CLIMATE CHANGE MITIGATION TECHNOLOGIES IN THE PRODUCTION OR PROCESSING OF GOODS
Y02P 10/00	Technologies related to metal processing
.Y02P 10/10	Reduction of greenhouse gas [GHG] emissions
..Y02P 10/122	by capturing or storing CO ₂
..Y02P 10/134	by avoiding CO ₂ , e.g. using hydrogen
..Y02P 10/143	of methane [CH ₄]
..Y02P 10/146	Perfluorocarbons [PFC]; Hydrofluorocarbons [HFC]; Sulfur hexafluoride [SF6]
.Y02P 10/20	Recycling
.Y02P 10/25	Process efficiency
.Y02P 10/32	using renewable energy sources
Y02P 20/00	Technologies relating to chemical industry
.Y02P 20/10	Process efficiency
..Y02P 20/129	Energy recovery, e.g. by cogeneration, H ₂ recovery or pressure recovery turbines
..Y02P 20/133	Renewable energy sources, e.g. sunlight
.Y02P 20/141	Feedstock
..Y02P 20/143	the feedstock being recycled material, e.g. plastics
..Y02P 20/145	the feedstock being materials of biological origin
.Y02P 20/151	Reduction of greenhouse gas [GHG] emissions, e.g. CO ₂
..Y02P 20/155	Perfluorocarbons [PFC]; Hydrofluorocarbons [HFC]; Hydrochlorofluorocarbons [HCFC]; Chlorofluorocarbons [CFC]
..Y02P 20/156	Methane [CH ₄]
.Y02P 20/20	Improvements relating to chlorine production
.Y02P 20/30	Improvements relating to adipic acid or caprolactam production
.Y02P 20/40	Improvements relating to fluorochloro hydrocarbon, e.g. chlorodifluoromethane

	[HCFC-22] production
.Y02P 20/50	Improvements relating to the production of bulk chemicals
..Y02P 20/52	using catalysts, e.g. selective catalysts
..Y02P 20/54	using solvents, e.g. supercritical solvents or ionic liquids
..Y02P 20/55	Design of synthesis routes, e.g. reducing the use of auxiliary or protecting groups
..Y02P 20/582	Recycling of unreacted starting or intermediate materials
..Y02P 20/584	Recycling of catalysts
..Y02P 20/59	Biological synthesis; Biological purification
Y02P 30/00	Technologies relating to oil refining and petrochemical industry
.Y02P 30/20	using bio-feedstock
.Y02P 30/40	Ethylene production
Y02P 40/00	Technologies relating to the processing of minerals
.Y02P 40/10	Production of cement, e.g. improving or optimising the production methods; Cement grinding
..Y02P 40/121	Energy efficiency measures, e.g. improving or optimising the production methods
..Y02P 40/125	Fuels from renewable energy sources, e.g. waste or biomass
..Y02P 40/18	Carbon capture and storage [CCS]
.Y02P 40/40	Production or processing of lime, e.g. limestone regeneration of lime in pulp and sugar mills
..Y02P 40/45	using fuels from renewable energy sources
.Y02P 40/50	Glass production, e.g. reusing waste heat during processing or shaping
..Y02P 40/57	Improving the yield, e-g- reduction of reject rates
.Y02P 40/60	Production of ceramic materials or ceramic elements, e.g. substitution of clay or shale

	by alternative raw materials, e.g. ashes
Y02P 60/00	Technologies relating to agriculture, livestock or agroalimentary industries
.Y02P 60/12	using renewable energies, e.g. solar water pumping
.Y02P 60/14	Measures for saving energy, e.g. in green houses
.Y02P 60/20	Reduction of greenhouse gas [GHG] emissions in agriculture, e.g. CO ₂
..Y02P 60/21	Dinitrogen oxide [N ₂ O], e.g. using aquaponics, hydroponics or efficiency measures
..Y02P 60/22	Methane [CH ₄], e.g. from rice paddies
.Y02P 60/30	Land use policy measures
.Y02P 60/40	Afforestation or reforestation
.Y02P 60/50	Livestock or poultry management
..Y02P 60/52	use of renewable energies
.Y02P 60/60	Fishing; Aquaculture; Aquafarming
.Y02P 60/80	Food processing, e.g. use of renewable energies or variable speed drives in handling, conveying or stacking
..Y02P 60/85	Food storage or conservation, e.g. cooling or drying
..Y02P 60/87	Re-use of by-products of food processing for fodder production
Y02P 70/00	Climate change mitigation technologies in the production process for final industrial or consumer products
.Y02P 70/10	Greenhouse gas [GHG] capture, material saving, heat recovery or other energy efficient measures, e.g. motor control, characterised by manufacturing processes, e.g. for rolling metal or metal working
.Y02P 70/50	Manufacturing or production processes characterised by the final manufactured product
..Y02P 70/62	related technologies for production or treatment of textile or flexible materials or

	products thereof, including footwear
Y02P 80/00	Climate change mitigation technologies for sector-wide applications
.Y02P 80/10	Efficient use of energy, e.g. using compressed air or pressurized fluid as energy carrier
..Y02P 80/14	District level solutions, i.e. local energy networks
..Y02P 80/15	On-site combined power, heat or cool generation or distribution, e.g. combined heat and power [CHP] supply
.Y02P 80/20	using renewable energy
.Y02P 80/30	Reducing waste in manufacturing processes; Calculations of released waste quantities
.Y02P 80/40	Minimising material used in manufacturing processes
Y02P 90/00	Enabling technologies with a potential contribution to greenhouse gas [GHG] emissions mitigation
.Y02P 90/02	Total factory control, e.g. smart factories, flexible manufacturing systems [FMS] or integrated manufacturing systems [IMS]
.Y02P 90/30	Computing systems specially adapted for manufacturing
.Y02P 90/40	Fuel cell technologies in production processes
.Y02P 90/45	Hydrogen technologies in production processes
.Y02P 90/50	Energy storage in industry with an added climate change mitigation effect
.Y02P 90/60	Electric or hybrid propulsion means for production processes
.Y02P 90/70	Combining sequestration of CO ₂ and exploitation of hydrocarbons by injecting CO ₂ or carbonated water in oil wells
.Y02P 90/80	Management or planning
..Y02P 90/82	Energy audits or management systems therefor
..Y02P 90/84	Greenhouse gas [GHG] management systems
...Y02P 90/845	Inventory and reporting systems for

	greenhouse gases [GHG]
.Y02P 90/90	Financial instruments for climate change mitigation, e.g. environmental taxes, subsidies or financing
..Y02P 90/95	CO ₂ emission certificates or credits trading