

鋼鐵業電弧爐碳中和專利趨勢分析

經濟部智慧財產局

中華民國 111 年 10 月 26 日

摘 要

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，從廢鐵冶煉至軋鋼成型的每個製程，皆需要大量的能源，其中，電弧爐(Electric Arc Furnace, EAF)煉鋼係通過石墨電極向電弧爐內輸入電能，以電極端部和爐料之間發生的電弧為熱源進行煉鋼，導致排放至大氣的廢氣含有含碳化合物，且所使用的電能來源若為火力電廠，火力電廠因煉鋼所增加的用電，會造成大量的排碳，而無法達成碳中和目的。

本報告將針對世界各國電弧爐煉鋼工業，以 Derwent Innovation 專利資料庫，蒐集電弧爐相關的碳中和專利技術，並將鋼鐵電弧爐碳中和專利分成「氫能應用技術」、「製程中產物回收利用技術」及「碳捕捉、利用與封存技術」(簡稱 CCUS 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電弧爐煉鋼的鋼鐵業如何減少碳排放，來達到碳中和目的。

目 錄

壹、前言：	- 1 -
貳、鋼鐵業電弧爐碳中和專利之整體綜合分析：	- 4 -
一、申請人國籍、類型分析：	- 4 -
(一)專利申請人國籍分析：	- 4 -
(二)申請人類型比例：	- 6 -
二、各申請國家地區分析：	- 10 -
(一)各申請國公開件數：	- 10 -
(二)各申請國在三大類技術主題申請情形：	- 11 -
三、前三大申請人分析：	- 13 -
(一)前三大申請人公開件數：	- 13 -
(二)前三大申請人在三大類技術主題申請情形：	- 15 -
參、鋼鐵電弧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)韓國申請人類型分析：	- 25 -
四、前三大申請人分析：	- 27 -
五、專利件數趨勢分析：	- 28 -
(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 -
(四)韓國申請人分析：	- 31 -
肆、鋼鐵電弧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：	- 33 -
一、氫能應用技術主題：	- 33 -
(一)氫能應用技術主題分析：	- 33 -
(二)各國家地區之氫能應用技術主題分析：	- 35 -
(三)各申請人類型分析：	- 37 -

(四)相關案例：	.....	- 39 -
二、製程中產物回收利用技術主題：	.....	- 46 -
(一)製程中產物回收利用技術主題分析：	.....	- 46 -
(二)各國家地區之製程中產物回收技術主題分析：	.....	- 48 -
(三)各申請人類型分析：	.....	- 50 -
(四)相關案例：	.....	- 51 -
三、CCUS 技術主題：	.....	- 72 -
(一)CCUS 技術主題分析：	.....	- 72 -
(二)各國家地區之 CCUS 技術主題分析：	.....	- 74 -
(三)CCUS 技術主題之各申請人類型分析：	.....	- 77 -
(四)相關案例：	.....	- 78 -
伍、結論與建議：	.....	- 91 -
一、結論：	.....	- 91 -
(一)整體結果分析：	.....	- 91 -
(二)氫能應用技術主題：	.....	- 93 -
(三)製程中產物回收利用技術主題：	.....	- 94 -
(四)CCUS 技術主題：	.....	- 95 -
二、建議：	.....	- 96 -
(一)整體性的建議：	.....	- 96 -
(二)氫能應用技術主題：	.....	- 97 -
(三)製程中產物回收利用技術主題：	.....	- 98 -
(四)CCUS 技術主題：	.....	- 98 -
陸、附錄：	.....	- 100 -
一、附錄 1：名詞說明。	.....	- 100 -
二、附錄 2：合作分類(Cooperative Patent Classification, CPC)相關分類。		
- 101 -		
(一)電弧爐相關分類表：	.....	- 101 -
(二)電弧爐廢氣處理索引碼：	.....	- 105 -
(三)電弧爐廢渣處理索引碼：	.....	- 106 -
(四)電弧爐其他索引碼：	.....	- 108 -
(五)廢氣中碳捕捉相關分類：	.....	- 108 -
(六)減緩或適應氣候變化的技術或應用索引碼：	.....	- 115 -

圖 目 錄

圖 1：申請人國籍占有專利件數及比例子母圓餅圖。	- 5 -
圖 2：歐洲申請人國籍占有專利件數及比例子母圓餅圖。	- 6 -
圖 3：申請人類型占有專利件數及比例圓餅圖。	- 7 -
圖 4：申請人類型在 2012~2021 年專利件數泡泡圖。	- 8 -
圖 5：申請人類型在 2012~2021 年專利件數占比直條圖。	- 9 -
圖 6：各申請國之申請人類型占比直條圖。	- 10 -
圖 7：各申請國家地區在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。	- 11 -
圖 8：各申請國在三大類技術主題之專利件數泡泡圖。	- 13 -
圖 9：前三大申請人在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。	- 14 -
圖 10：前三大申請人在三大類技術主題之專利件數泡泡圖。	- 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之專利件數直條圖。	- 18 -
圖 13：各國申請人在三大類技術主題之占比直條圖。	- 19 -
圖 14：三大類技術主題中申請人類型之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 18：三大類技術主題中之韓國申請人類型的專利件數占比直條圖。	- 27 -
圖 19：三大類技術主題在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。	- 28 -
圖 20：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 21：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 22：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 23：韓國申請人在三大類技術主題中在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。 ..	- 32 -
圖 24：氫能應用技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。 ..	- 35 -
圖 25：中國大陸氫能應用技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。	- 36 -
圖 26：歐洲使用氫氣相關技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。	- 37 -
圖 27：氫能應用技術主題中各技術分類之申請人類型的專利件數占比直條圖。 -	39 -
圖 28：多功能氫氧燒嘴的電弧爐系統結構示意圖。	- 41 -
圖 29：環縫的氫氧燒嘴的結構示意圖。	- 42 -
圖 30：氫氧燒嘴應用於 70 噸煉鋼電弧爐的噴吹操作曲線圖。	- 44 -
圖 31：製程中產物回收技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。	- 48 -
圖 32：中國大陸在產物回收技術中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。	- 49 -

圖 33：製程中產物回收技術主題中各技術分類之申請人類型的專利占比直條圖	- 51 -
圖 34：用於電爐的排渣門設備的結構的示意圖。	- 54 -
圖 35：排渣門設備的前視圖。	- 55 -
圖 36：排渣門設備的使用狀態的示意圖（一）。	- 58 -
圖 37：排渣門設備的使用狀態的示意圖（二）。	- 59 -
圖 38：涵道式熔煉容器原料輸送和煙塵回收裝置結構示意圖。	- 60 -
圖 39：電弧爐的廢熱回收設備的煉鋼用電弧爐設備概略結構圖。	- 68 -
圖 40：廢鋼煉鋼設備的結構示意圖。	- 71 -
圖 41：CCUS 技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。	- 73 -
圖 42：日本 CCUS 技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。	- 75 -
圖 43：中國大陸 CCUS 技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。	- 76 -
圖 44：韓國 CCUS 技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。	- 77 -
圖 45：CCUS 技術主題中各技術分類之申請人類型的專利件數占比直條圖。	- 78 -
圖 46：鐵合金電爐 CO ₂ 尾氣淨化裝置結構示意圖。	- 80 -
圖 47：鐵合金電爐 CO ₂ 尾氣淨化裝置吸附罐內視圖。	- 81 -
圖 48：廢鐵冶煉工藝及其結合乾燥重組工藝的廢氣處理示意圖。	- 83 -

表 目 錄

表 1：前五大申請人名稱、國籍及專利件數表。	- 13 -
表 2：三大類技術主題中申請人類型之專利件數表。	- 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。	- 24 -
表 6：三大類技術主題中之韓國申請人類型的專利件數表。	- 26 -
表 7：前三大申請人在三大類技術主題中的專利件數表。	- 27 -
表 8：氫能應用技術主題的技術分類及專利件數統計表。	- 34 -
表 9：氫能應用技術主題中各技術分類在各國家的專利件數統計表。	- 35 -
表 10：氫能應用技術主題中各技術分類之申請人類型的專利件數統計表。	- 38 -
表 11：製程中產物回收技術主題的技術分類及專利件數統計表。	- 47 -
表 12：製程中產物回收利用技術主題各技術分類在各國家的專利件數統計表。	- 48 -
表 13：製程中產物回收技術主題中各技術分類之申請人類型的專利件數統計表	- 50 -
表 14：CCUS 技術主題的技術分類及專利件數統計表。	- 73 -
表 15：CCUS 技術主題中各技術分類在各國家的專利件數統計表。	- 74 -
表 16：CCUS 技術主題中各技術分類之申請人類型的專利件數統計表。	- 78 -

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¹。

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。以電弧爐煉鋼製程為例，電弧爐煉鋼的生產流程²其原理係利用石墨電極之間存在的「電位差」，當電位差距離夠近時，電極之間的空氣會被離子化而放電、形成電弧，電極之間電弧產生的高溫便可用於熔解廢鋼。原料熔解後，便進入氧化與還原階段，氧化階段主要為持續氧化鋼液中的磷、去除氣體及雜質，並使鋼液均勻升溫加熱；而還原階段則是負責脫氧、脫硫之任務，最終將鋼液倒入連鑄機製成鋼胚、軋鋼後產出成品。目前採用電弧爐煉鋼，主要以廢鋼鐵作為原料，並以電能加熱進行鋼鐵的冶煉，雖然可以重複利用鋼鐵原料，然而所使用的能源大多

¹ 「我國 2050 淨零排放路徑及策略總說明」第 45 頁。

² 資料來源：崑山科技大學，工程材料第五章鋼鐵製造方法及一般應用：

https://www.google.com/search?q=%E9%9B%BB%E5%BC%A7%E7%88%90%E7%85%89%E9%8B%BC%E8%A3%BD%E7%A8%8B&sca_esv=565537231&rlz=1C1GCEU_zh-TWTW959TW959&ei=TM4DZbW1FIT9hwO417PIAw&oq=%E9%9B%BB%E5%BC%A7%E7%88%90+%E7%85%89%E9%8B%BC+%E5%8E%9F%E7%90%86&gs_lp=Egxnd3Mtd2l6LXN1cnAiF-mbu-W8p-eIkCDnhYnpi7wg5Y6f55CGKgIIADIFEAAAYogQyBRAAGKIEMgUQABi iBDIFEAAAYogRI1TRQ7AJY3iRwAHgBkAEAmAH0AaABphGqAQYwLjEyLjK4AQHIAQD4AQHCAgQQABhHwgIHEAAYHh jxBMICBRahGKAB4gMEGAAGQYgGAZAGCg&scient=gws-wiz-serp。

仍來自於燃煤電廠，因此還是會造成鋼鐵產業的高碳排量³。另外，除了燃煤電廠所產生的排碳外，電弧爐在煉鋼時會添加高碳鉻鐵及焦炭，再加上石墨電極的消耗，使得電弧爐亦是鋼鐵廠內排碳的設備之一⁴。

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，而使用電弧爐煉鋼的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電弧爐煉鋼上，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 年全世界之鋼鐵電弧爐碳中和專利案件（共 699 件），並將鋼鐵電弧爐碳中和專利分成「氫能應用技術」、「製程中產物回收利用技術」及「碳捕捉、利用與封存(Carbon Capture, Utilization and Storage, CCUS)技術」等三大類技術主題，進行鋼鐵電弧爐碳中和專利之整體綜合分析、三

³ 呂威逸，「綠化」鋼鐵業的挑戰：貢獻全球 9% 碳排放的產業，如何邁向淨零？，愛地球學院，https://theworldshouldbe.org/2021/09/06/green-steel/?fbclid=IwAR1K_rd6vgteFT-yCDotEMikLM5UDA7-UuKN3vEF_Wh09pB92XJzQL_omPE。

⁴ 102 年國立中山大學環境工程研究所碩士論文，「電弧爐煉鋼廠溫室氣體盤查及減量措施探討與成效評估」，作者施友智。

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>。

大類技術主題之個別分析及相關案例分析。最後，提出可供我國鋼鐵電弧爐產業發展的相關結論與建議，以供各界參考。

貳、鋼鐵業電弧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。另本報告定義專利申請國，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及比例子母圓餅圖。其中，圖 1 顯示之每一扇形圖內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 382 件，占全世界的 53.6%；其次是日本有 130 件，占 18.2%；第三是歐洲有 71 件，占 10%；第四是韓國有 63 件，占 8.8%，這 4 個國家地區的專利申請量占全世界總申請量的九成以上（ $53.6\% + 18.2\% + 10.0\% + 8.8\% = 90.6\%$ ）；其他各國例如美國僅占 5.8%，為世界專利五大國中，擁有專利件數最少的國家，而我國擁有鋼鐵電弧爐碳中和技術之相關專利僅有 4 件，僅占全世界的 0.6%，其他國家的占有率亦很低。另由圖 1 可發現，鋼鐵電弧爐碳中和技術在大陸及日本二個國家，即占全世界總申請量

的七成以上（ $53.6\% + 18.2\% = 71.8\%$ ），故該二個國家為鋼鐵電弧爐碳中和技術盛行的地區。再由圖 1 可看出，亞洲國家的中國大陸、日本及韓國所持有的專利件數，占全世界總申請量的八成以上（ $53.6\% + 18.2\% + 8.8\% = 80.6\%$ ），凸顯亞洲地區亦掌握相當的鋼鐵電弧爐碳中和專利技術。

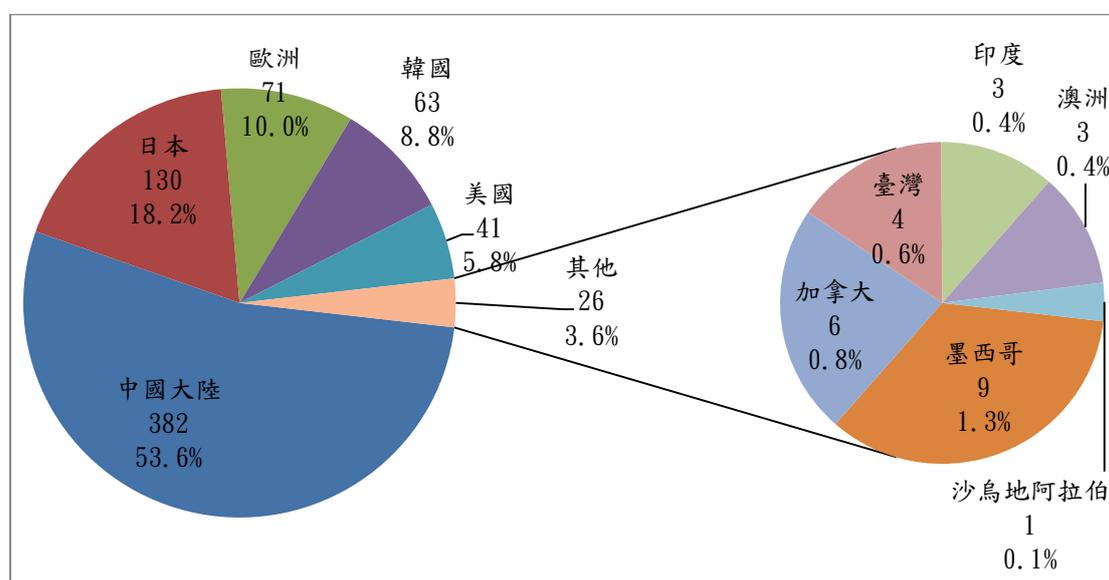


圖 1：申請人國籍占有專利件數及比例子母圓餅圖。

然而，歐洲地區國家甚多，再進一步分析歐洲地區的各國專利分佈，圖 2 係歐洲申請人國籍占有專利件數及比例子母圓餅圖。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 27%，義大利占 20%，奧地利占 16%，英國占 13%，其餘歐洲國家如俄羅斯、法國等，各占不到 10%。

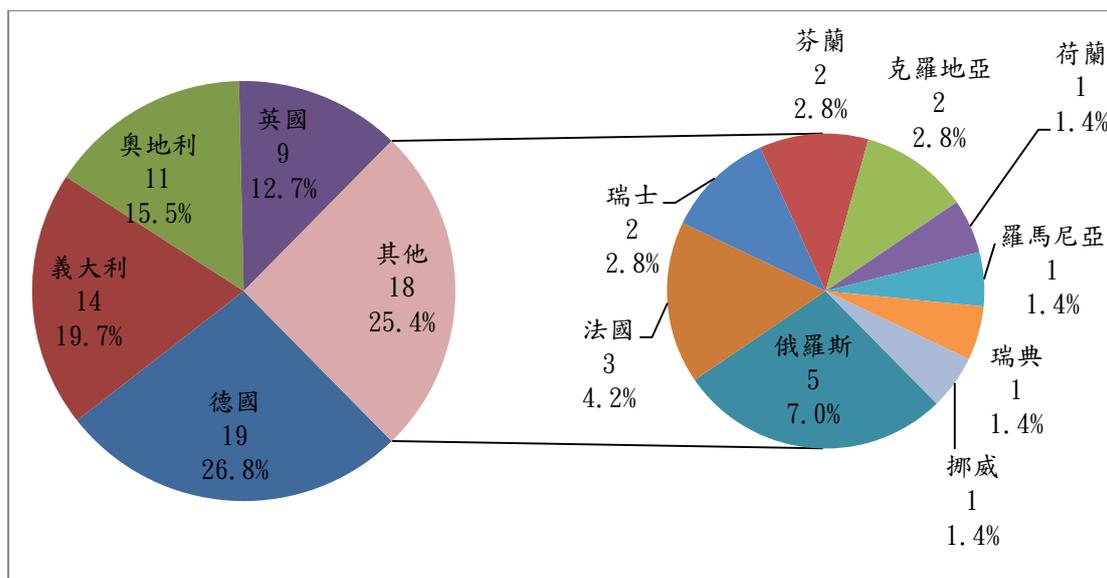


圖 2：歐洲申請人國籍占有專利件數及比例子母圓餅圖。

(二)申請人類型比例：

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及比例圓餅圖。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⁶（含多個公司）占 55%、學術機構⁷（含多個學術機構）占 20%、個人（含多人）占 10%，其餘則列為其他類型（例如產學合作等）占 15%。其中，其他類型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。

⁶ 公司包含研究工程開發公司、國營事業等。

⁷ 學術機構包含學校、研究中心及政府機關等。

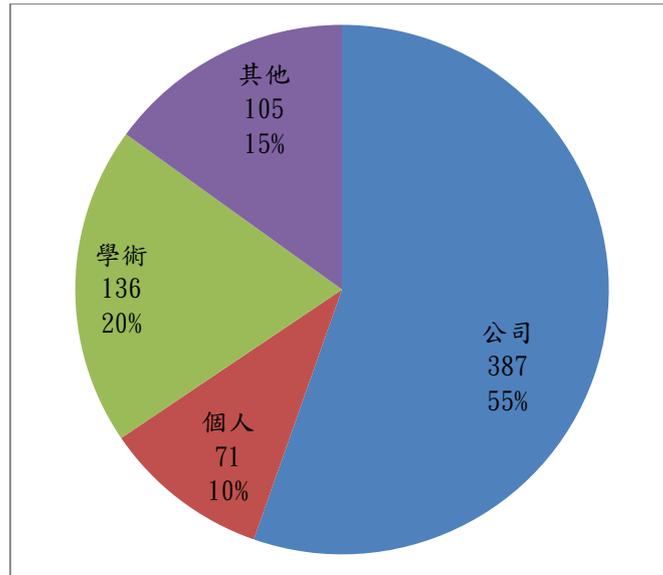


圖 3：申請人類型占有專利件數及比例圓餅圖。

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 年專利件數泡泡圖。由圖 4 可知，專利件數最多的申請人類型，每年皆以公司類型為最多，且在 2020、2021 年的專利件數有明顯增加之趨勢。第二多的申請人類型為學術研究單位，在 2021 年的專利件數亦有明顯增加之趨勢，表示在鋼鐵電弧爐碳中和技術中，學術研究單位在 2021 年的投入有增加的趨勢。另申請人類型為其他類型者，在 2021 年的專利件數亦有明顯增加之趨勢，也表示申請人之間的合作投入亦有增加的趨勢。由於全世界碳中和及碳稅的議題日趨重視，鋼鐵電弧爐碳中和專利之申請人類型無論為公司、學術或其他類型者，在 2021 年之公開數量明顯高於 2020 年以前的數量，表示世界各國鋼鐵電弧爐廠近年為減

碳議題開始跨界合作，並做減碳技術的研發，以避免或減少碳稅的課徵而提高鋼價成本。

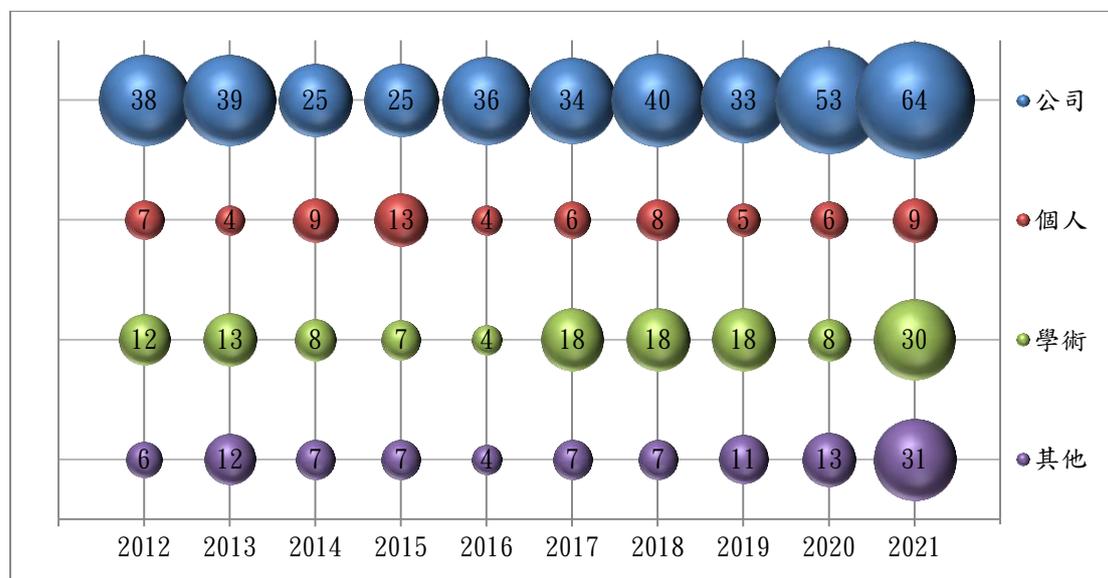


圖 4：申請人類型在 2012~2021 年專利件數泡泡圖。

圖 5 係為申請人類型在 2012~2021 年專利件數占比直條圖。由圖 5 中觀察申請人類型之占比，每年皆以公司申請人之占比為最高，而學術單位在 2017~2021 年中，除 2020 年學術單位申請的專利件數較少外（參見圖 4），其餘 4 年之學術單位專利件數的占比皆有 20% 以上，高於 2012~2016 每年的占比。又其他類型申請人的占比在 2021 年為最高，達 23%，表示這幾年來世界鋼鐵電弧爐廠致力於減碳之技術開發，不再只是公司的責任，學術單位也因碳中和議題，進而積極參與減碳技術的開發，且在不同申請人類型之間尋求更多的合作。

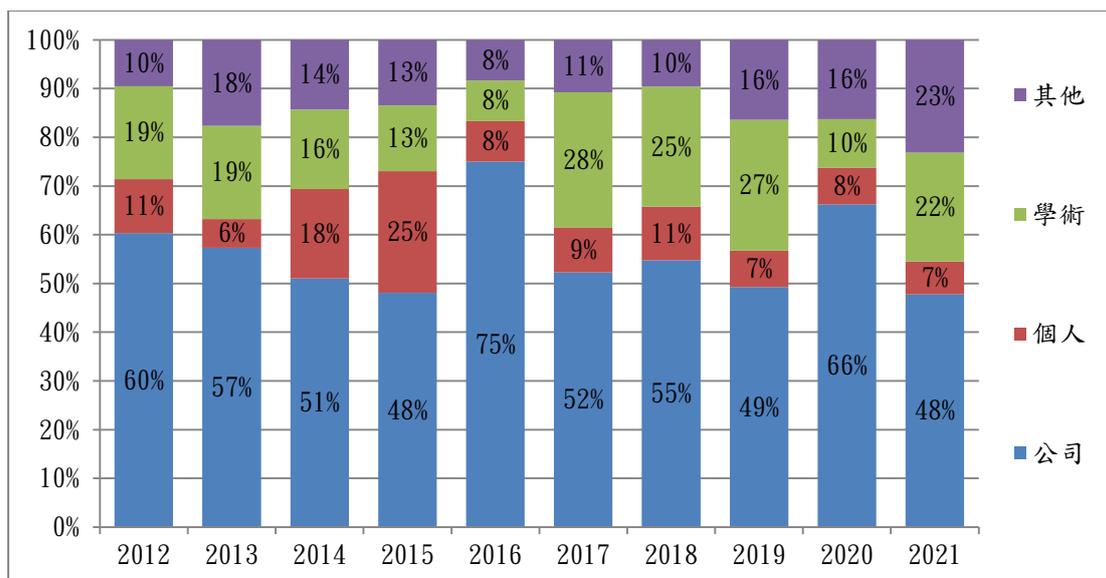


圖 5：申請人類型在 2012~2021 年專利件數占比直條圖。

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 84%，其次是其他國家占 73%，第三名是歐洲占 67%。值得注意的是，申請人類型為學術單位，係以韓國參與的比例最高，高達 35%，其次是中國大陸占 28%。反觀日本學術單位參與的比例較低，僅占 2%，即使把其他類型的 12% 加入計算，也比不上韓國、中國大陸及其他國家之純學術機構的比例。換句話說，日本對於鋼鐵電弧爐碳中和的責任幾乎由公司企業所承擔，而在韓國及中國大陸因有學術單位的參與，可協助鋼鐵電弧爐業者開發減碳技術。

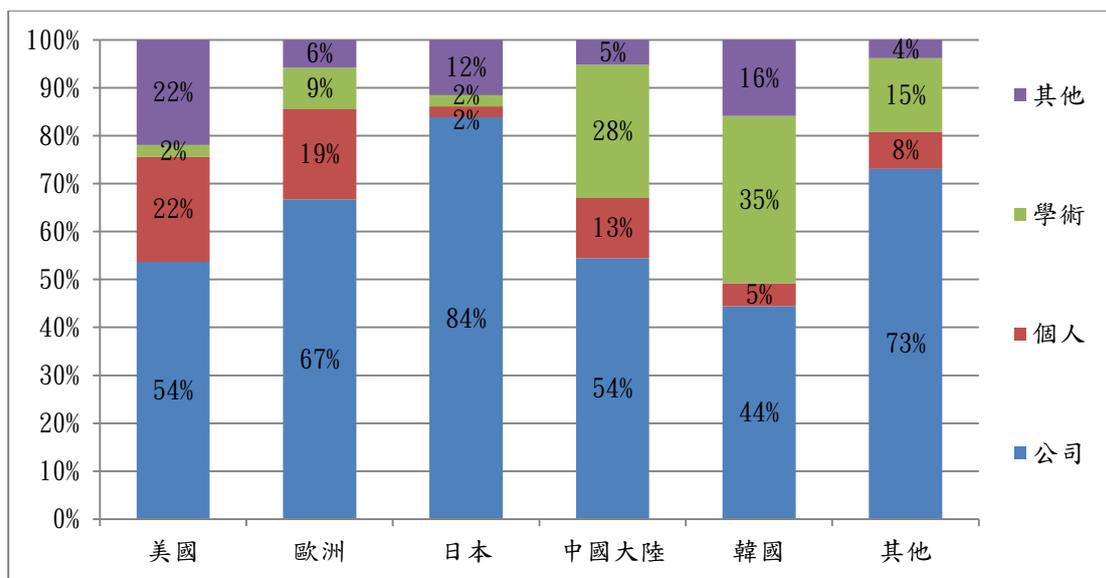


圖 6：各申請國之申請人類型占比直條圖。

二、各申請國家地區分析：

(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 2017~2021 年的專利件數有增加的趨勢，尤其是在 2021 年的專利件數有明顯的成長；日本在 2012~2020 年的專利件數呈現平穩分佈，直至 2021 年有明顯的成長；歐洲及美國的專利件數雖在 2021 年為最多，但增幅不大；韓國與其他國家地區在 2012~2021 年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，其碳排放量在世界上也是名列前茅，由圖 7 中國大陸在鋼鐵電弧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電弧爐產業上，亦持續努力在做減碳工作。

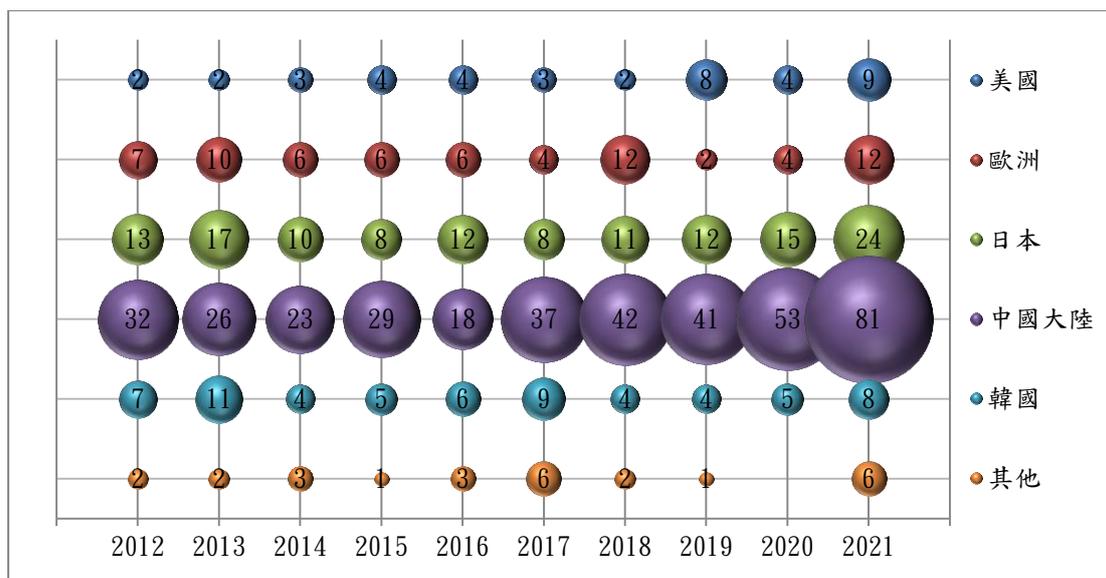


圖 7：各申請國家地區在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

(二)各申請國在三大類技術主題申請情形：

針對鋼鐵電弧爐碳中和技術，將其分成三大類技術主題，第一大類技術主題係使用氫氣作為還原氣體或能源應用之技術，以減少二氧化碳的產生及排放，本報告將第一大類技術主題的名稱定為「氫能應用技術」；第二大類技術主題係將電弧爐在製程中產生的廢氣、廢熱及各項產物回收再利用，以提高電弧爐的煉鋼效率，減少電能及電極的使用，來降低二氧化碳的排放，本報告將第二大類技術主題的名稱定為「製程中產物回收利用技術」；第三大類技術主題係針對電弧爐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之專利件數泡泡圖。由前述圖 1 可知，鋼鐵電弧爐碳中和專利申請人前四名之國籍與專利件數分別為中國大陸的 382 件、日本的 130 件、歐洲的 71 件及韓國的 63 件。另由圖 8 可知，在氫能應用技術主題中，專利件數前二名之國籍與專利件數分別為中國大陸的 141 件及歐洲的 37 件；在製程中產物回收利用技術主題中，專利件數最多者為中國大陸的 163 件；在 CCUS 技術主題中，專利件數前三名之國籍與專利件數分別為日本的 104 件、中國大陸的 78 件及韓國的 38 件。由此可知，在前五大申請國中，中國大陸的專利布局情形在三大類技術主題中皆有發展，且以製程中產物回收利用技術主題為最多；日本、韓國及美國的專利布局以 CCUS 技術主題為主；歐洲以氫能應用技術主題為主，但其專利件數仍遠不及中國大陸。

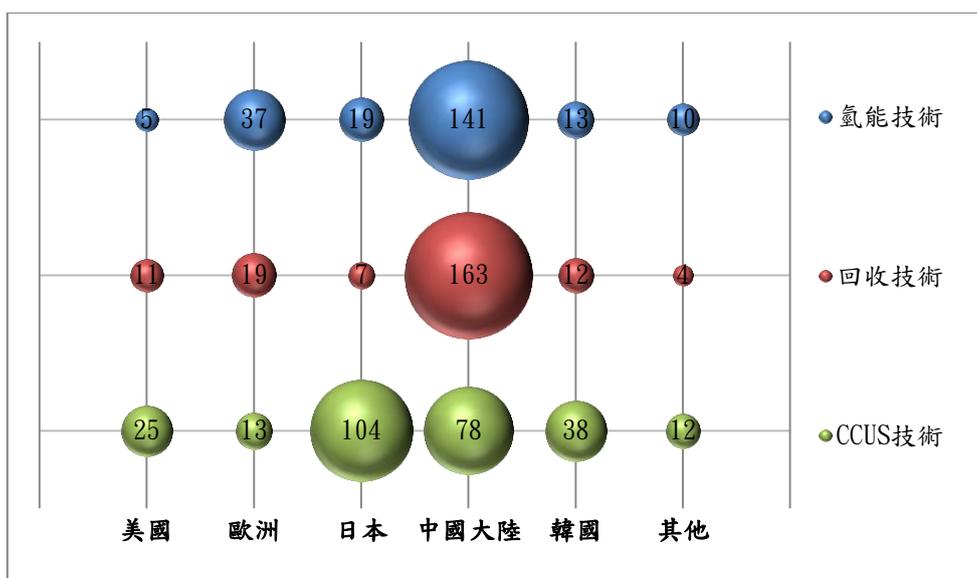


圖 8：各申請國在三大類技術主題之專利件數泡泡圖。

三、前三大申請人分析：

(一)前三大申請人公開件數：

表 1 係前五大申請人名稱、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公司，有 33 件；第二名為中國大陸的北京神霧公司，有 29 件；第三名為美國的東北大學，有 28 件。由於表 1 所顯示之前五大申請人中，第四及第五名申請人的專利件數不足 15 件，故在申請人分析中僅分析前三大申請人。在前三大申請人中，除第三大申請人東北大學為學術單位外，其餘申請人類型均為公司企業。

表 1：前五大申請人名稱、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	33

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
北京神霧環境能源科技有限公司	BEIJING SHENWU ENVIRONMENT & ENERGY TECH	中國大陸	29
東北大學	NORTHEASTERN UNIVERSITY (BOSTON MA)	美國	28
中南大學	UNIV CENT SOUTH	中國大陸	14
神戶製鋼所股份有限公司	KOBE STEEL LTD.	日本	14

圖 9 係前三大申請人在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。由圖 9 可知，第一大申請人中冶南方公司於 2019~2021 年的專利件數多於其他年；第二大申請人北京神霧公司除了在 2017、2018 年的專利件數明顯較多外，在 2019~2021 年間並無申請專利；第三大申請人東北大學於 2017~2021 年的專利件數較多，且於 2021 年的專利件數達到最多。綜合上述，前三大申請人中除了北京神霧公司外，其他二大申請人中冶南方公司及東北大學在近幾年的專利件數皆略有成長。

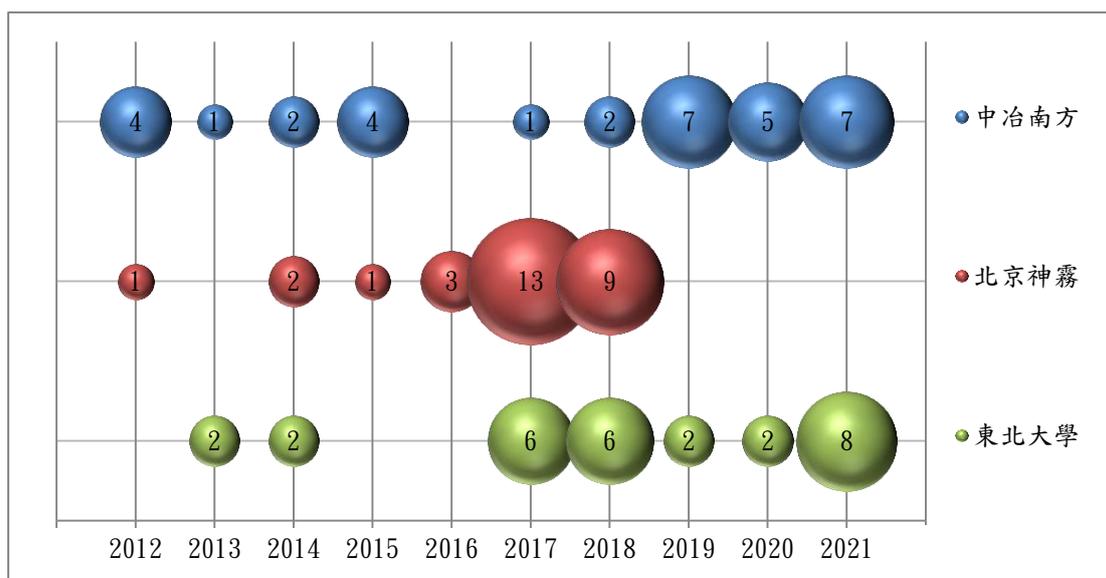


圖 9：前三大申請人在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

(二)前三大申請人在三大類技術主題申請情形：

圖 10 係前三大申請人在三大類技術主題之專利件數泡泡圖。由圖 10 可知，中冶南方公司及東北大學的專利大多數集中於製程中產物回收利用技術主題；北京神霧公司的專利大多數則集中於氫能應用技術主題，另於製程中產物回收利用技術主題的專利件數仍有 11 件。然前三大申請人的專利鮮少佈局於 CCUS 技術主題，表示前三大申請人並未重視 CCUS 技術的議題。

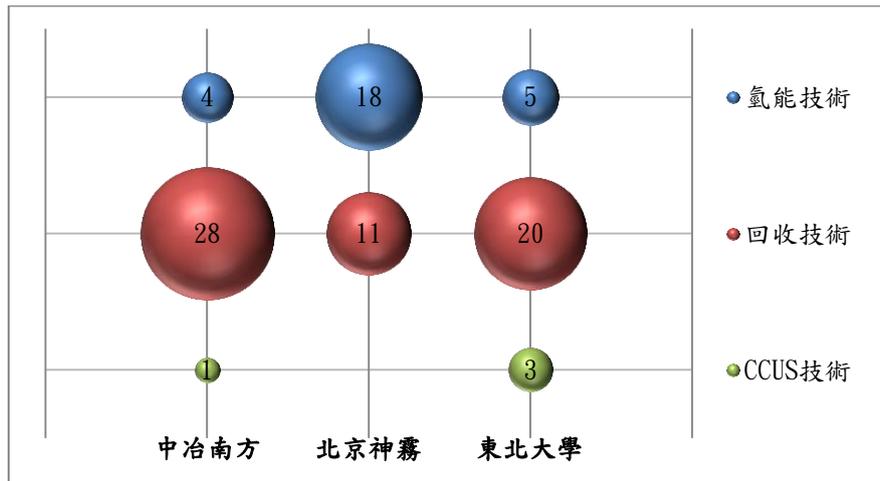


圖 10：前三大申請人在三大類技術主題之專利件數泡泡圖。

參、鋼鐵電弧爐碳中和專利之三大類技術主題的個別分析：

將鋼鐵電弧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及比例圓餅圖。其中，每一扇形圖的文字依序為專利件數及占比，由圖 11 可知，以 CCUS 技術主題的專利件數為最多，有 264 件，占整體比例 38%；其次是氫能應用技術主題之專利件數，有 221 件，占整體比例 32%；最後是製程中產物回收利用技術主題之專利件數，有 214 件，占整體比例 30%。由於電弧爐運轉時仍會產生碳排放，大部分的鋼鐵業者會想要捕捉煉鋼時所排出的碳，故使用電弧爐之鋼鐵業者於 CCUS 技術主題之專利件數自然成為最多。另電弧爐所需要的電力來源大部分來自於燃煤電廠，然而使用電弧爐之鋼鐵業者無法控制燃煤電廠的碳排放情形，由於燃煤電廠排碳的碳稅會轉嫁到鋼鐵業者，於是促使鋼鐵業者為了減少碳稅的徵收，會致力於使用氫當作能源，以減少含碳能源的使用，或在煉鋼製程中將產物回收利用，以提高能源使用的效率，故使用電

弧爐之鋼鐵業者在氫能應用技術主題及製程中產物回收利用技術主題的專利件數仍各占有三成以上的比例。

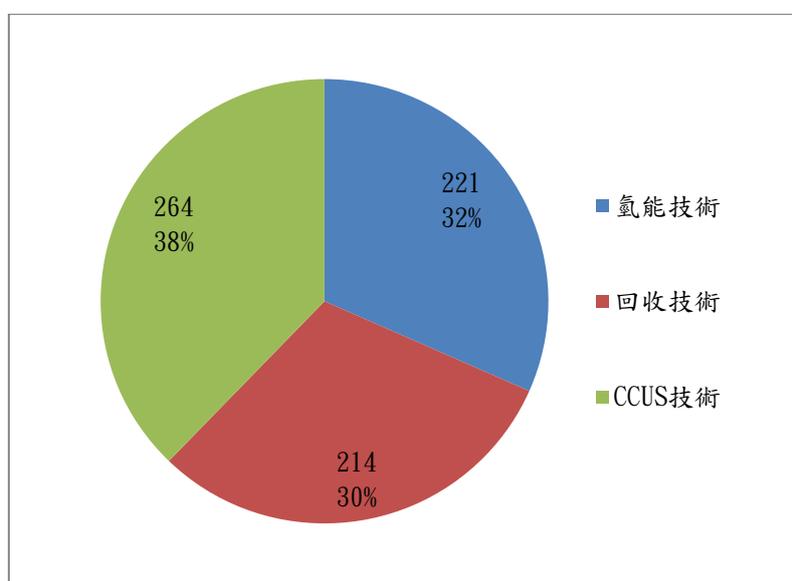


圖 11：三大類技術主題所占專利件數及比例圓餅圖。

二、申請人國籍分析：

圖 12 係各國申請人在三大類技術主題之專利件數直條圖。由圖 12（或由圖 8）可知，氫能應用技術主題的前二大申請國家地區依序為中國大陸（有 141 件）及歐洲（有 37 件）；製程中產物回收利用技術主題的最大申請國為中國大陸，有 163 件；CCUS 技術主題的前三大申請國依序為日本（有 104 件）、中國大陸（有 78 件）及韓國（有 38 件），故本報告於氫能應用技術主題之專利趨勢分析中，將以中國大陸及歐洲做更進一步的分析，於製程中產物回收利用技術主題之專

利趨勢分析中，將以中國大陸做更進一步的分析，於 CCUS 技術主題之專利趨勢分析中，將以日本、中國大陸及韓國做更進一步的分析。

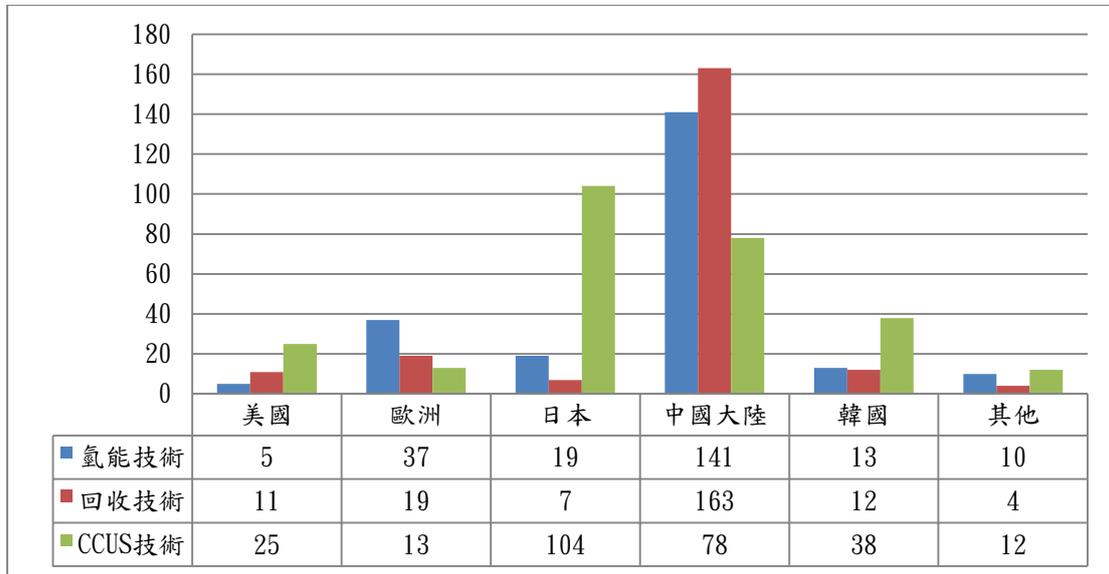


圖 12：各國申請人在三大類技術主題之專利件數直條圖。

圖 13 係各國申請人在三大類技術主題之占比直條圖。由圖 13 可知，歐洲在三大類技術主題中，以氫能應用技術主題的專利占比為最多，故歐洲在鋼鐵電弧爐碳中和技術中，係以氫能應用技術主題為主要發展項目。中國大陸以製程中產物回收利用技術主題的專利占比為最多，故中國大陸在鋼鐵電弧爐碳中和技術中，係以製程中產物回收利用技術主題為主要發展項目，另中國大陸在氫能應用技術主題中的專利件數高達 141 件（見圖 8），係為氫能應用技術主題中，專利件數最多的國家，其技術能力仍備受矚目。日本、韓國、美國及其他國家在三大類技術主題中，皆以 CCUS 技術主題的專利占比為最多，故

日本、韓國、美國及其他國家在鋼鐵電弧爐碳中和技術中，係以 CCUS 技術主題為主要發展項目。

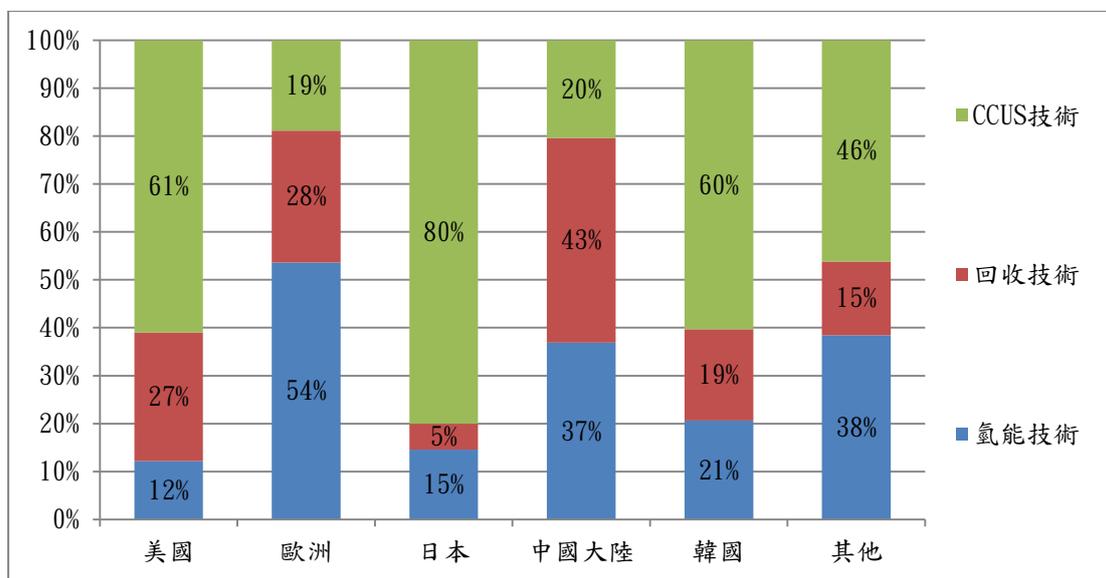


圖 13：各國申請人在三大類技術主題之占比直條圖。

三、申請人類型分析：

表 2 係三大類技術主題中申請人類型之專利件數表，圖 14 係為三大類技術主題中申請人類型之專利件數占比直條圖。本報告定義合作關係，係指申請人類型中排除單一申請人外，其餘之二個以上申請人類型的統稱，另將二個以上申請人的合作關係，再細分成公司與學術之間的合作關係及其他合作關係。由圖 14 可知，在三大技術主題中，各申請人類型之專利件數占比分佈是差不多的，其中單一公司申請的專利件數占比為最高，約占 55~56%，單一學術單位申請的專利件數占比排在第二名，約占 18~21%，顯示學術單位的參與亦占有相

當的比例，表示世界各國鋼鐵業在電弧爐碳中和的議題下，也需要學術單位的協助參與，才能積極達成鋼鐵電弧爐碳中和的目標。

表 2：三大類技術主題中申請人類型之專利件數表。

申請人類型		氫能技術	回收技術	CCUS 技術	合計
單一申請人	公司	124	117	146	387
	個人	22	27	22	71
	學術	39	42	55	136
二個申請人合作關係	公司與公司	11	11	12	34
	公司與個人	4	5	1	10
	公司與學術	8	3	16	27
	個人與個人	2	0	3	5
	個人與學術	0	0	2	2
	學術與學術	4	2	0	6
三個以上申請人合作關係	多人	0	2	0	2
	公司與多人	3	2	2	7
	多公司與個人	0	1	0	1
	多公司與多人	0	0	3	3
	多公司與學術	2	2	2	6
	公司與多學術	1	0	0	1
	公司多人學術	1	0	0	1
總計		221	214	264	699

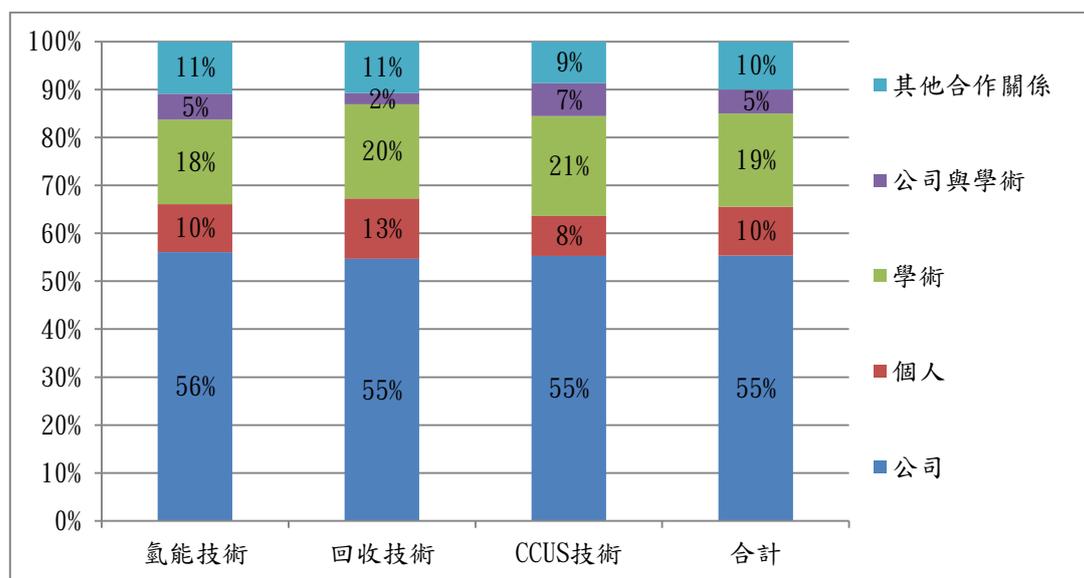


圖 14：三大類技術主題中申請人類型之專利件數占比直條圖。

⁸ 表 2 中唯一 1 件公司多人學術之合作關係，在圖 14 中併入公司與學術之間的關係來統計。

(一) 中國大陸申請人⁹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專利件數占比直條圖。由圖 15 可知，中國大陸在氫能應用技術主題中，單一公司申請專利件數的占比為最高，占有 52%，其次是單一學術單位，占有 23%；在製程中產物回收利用技術主題中，單一公司申請專利件數的占比為最高，占有 56%，其次是單一學術單位，占有 23%；在 CCUS 技術主題中，單一學術單位申請專利件數的占比為最高，占有 40%，其次是單一公司，占有 37%。另由圖 15 可知，中國大陸之學術單位參與鋼鐵電弧爐碳中和專利技術研發的情形，比圖 14 中世界各國學術單位參與的情形還顯著，甚至在 CCUS 技術主題中，單一學術單位的參與比例比單一公司還高，這也顯示中國大陸在鋼鐵電弧爐碳中和的議題下，相當需要學術單位的積極參與，才能協助鋼鐵電弧爐業者減少碳的排放，以達到鋼鐵電弧爐碳中和的目的。

⁹ 中國大陸前五大申請人及專利件數：

- 一、中冶南方工程技術有限公司(Wisdom Eng & Res Inc Ltd)，33 件。
- 二、北京神霧環境能源科技有限公司(Beijing Shenwu Environment & Energy Tech)，29 件。
- 三、中南大學(Central South University)，14 件。
- 四、北京科技大學(University of Science and Technology Beijing)，12 件。
- 五、酒泉鋼鐵集團公司(Jiuquan Iron and steel (Group) Co., Ltd)，10 件。

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		氫能技術	回收技術	CCUS 技術	合計
單一申請人	公司	73	92	29	194
	個人	16	16	12	44
	學術	33	38	31	102
二個申請人合作關係	公司與公司	5	9	0	14
	公司與學術	7	2	2	11
	個人與個人	2	1	1	4
	個人與學術	0	0	1	1
	學術與學術	2	2	0	4
三個以上申請人合作關係	公司與多人	0	0	1	1
	多公司與個人	0	1	0	1
	多公司與學術	2	2	1	5
	公司多人學術	1	0	0	1
總計		141	163	78	382

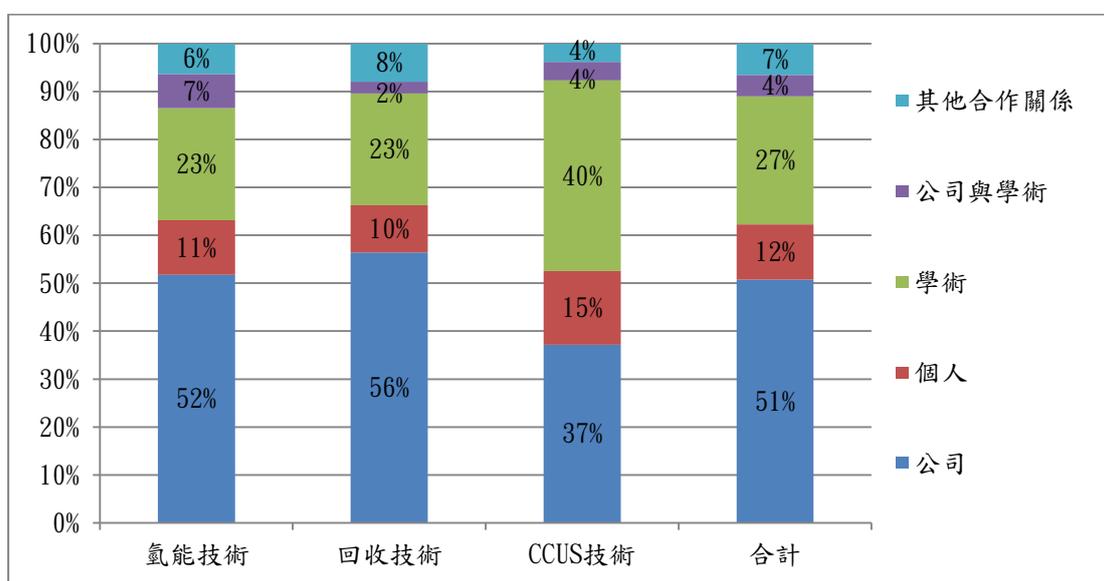


圖 15：三大類技術主題中之中國大陸申請人類型的專利件數占比直條圖。

(二) 日本申請人¹⁰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

¹⁰ 日本前五大申請人及專利件數：

- 一、神戶製鋼所股份有限公司(Kobe Steel Ltd.)，14 件。
- 二、三菱重工業股份有限公司(Mitsubishi Heavy Industries Ltd.)，12 件。
- 三、新日鐵住金股份有限公司(Nippon Steel & Sumitomo Metal Corp)，8 件。
- 四、東京大學(University of Tokyo)，8 件。
- 五、杰富意控股(JFE Holdings Inc.)，7 件。

16 係為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。由圖 16 可知，日本在三大類技術主題中，單一公司申請的專利件數占比為最高，占有 75%以上。另由表 4 可知，在日本的專利總件數 130 件中，申請人包含公司者即有 124 件¹¹，換句話說，日本鋼鐵業電弧爐碳中和的專利，幾乎全部為公司單獨申請或公司與其他申請人共同申請。再由表 4 及圖 16 可以看出，日本由學術單位單獨申請的專利件數占比很低，學術單位大部分會與公司合作共同申請專利，且多集中在 CCUS 技術主題，故日本鋼鐵業面對電弧爐碳中和的議題，幾乎是日本鋼鐵業者的責任，學術單位僅為從旁協助而已。

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		氫能技術	回收技術	CCUS 技術	合計
單一申請人	公司	17	6	78	101
	個人	0	1	0	1
	學術	0	0	3	3
二個申請人合作關係	公司與公司	1	0	7	8
	公司與學術	0	0	12	12
	個人與個人	0	0	2	2
三個以上申請人合作關係	公司與多人	0	0	1	1
	多公司與多人	0	0	1	1
	公司與多學術	1	0	0	1
總計		19	7	104	130

¹¹ 124 件係將 130 件中排除沒有「公司」的個人申請 1 件，學術申請 3 件及個人與個人申請 2 件後所得的數字。

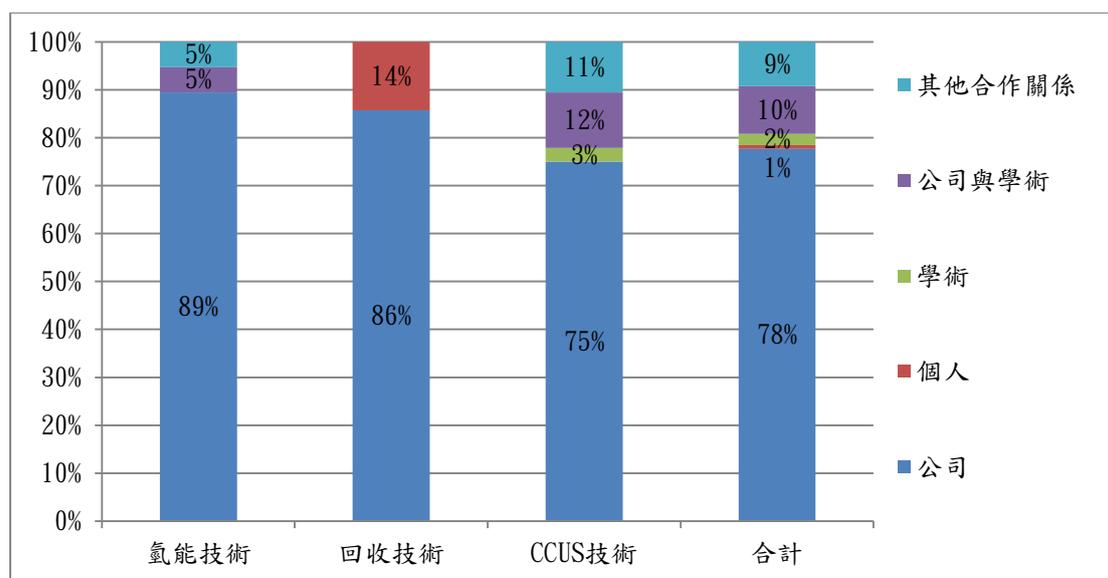


圖 16：三大類技術主題中之日本申請人類型的專利件數占比直條圖。

(三)歐洲申請人¹²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 係為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。由表 5 及圖 17 可知，歐洲在三大技術主題中，單一公司申請的專利件數占比為最高，合作關係（含公司與學術合作）申請的專利件數占比排第二名，單一個人申請的專利件數占比排第三名，單一學術單位申請的專利件數占比為最少，僅占 5~8%，另公司與學術合作的申請專利件數很少，僅 1 件而已。

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		氫能技術	回收技術	CCUS 技術	合計
單一申請人	公司	21	8	8	37
	個人	6	4	2	12
	學術	3	1	1	5

¹² 歐洲最大申請人：達涅利股份有限公司(Danieli & C. Officine Meccaniche S.P.A.)，7 件。

申請人類型		氫能技術	回收技術	CCUS 技術	合計
二個申請人合作關係	公司與公司	5	2	2	9
	公司與個人	0	2	0	2
	公司與學術	0	1	0	1
	個人與個人	0	1	0	1
	學術與學術	1	0	0	1
三個以上申請人合作關係	公司與多人	1	0	0	1
總計		37	19	13	69

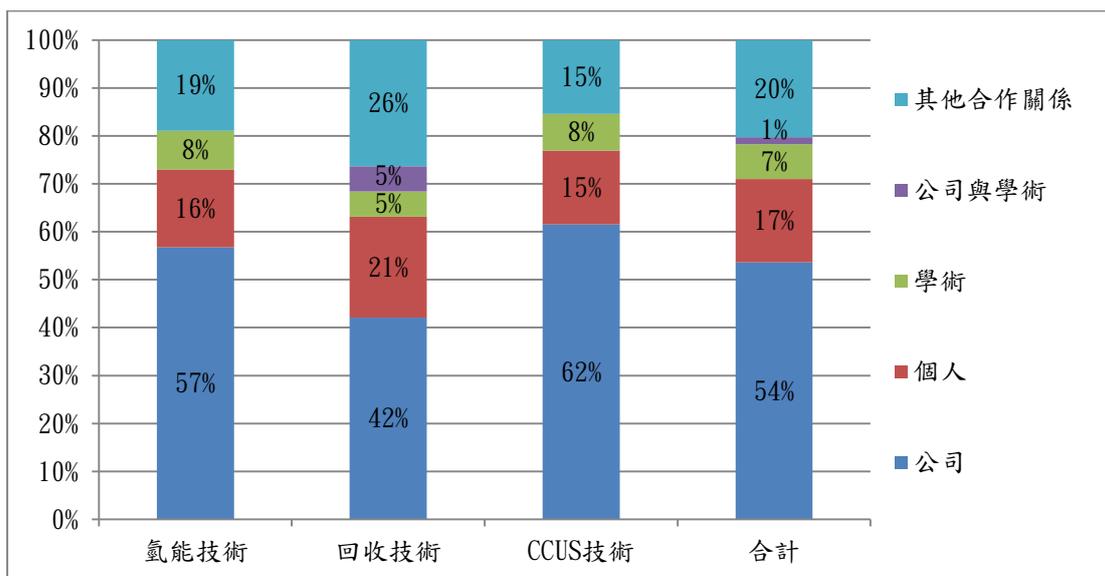


圖 17：三大類技術主題中之歐洲申請人類型的專利件數占比直條圖。

(四)韓國申請人¹³類型分析：

表 6 係三大類技術主題中之韓國申請人類型的專利件數表，圖 18 係為三大類技術主題中之韓國申請人類型的專利件數占比直條圖。由圖 18 可知，韓國在氫能應用技術主題中，單一公司申請專利件數的占比為最高，占有 54%，其次是所有的合作關係，即公司與學

¹³ 韓國前三大申請人及專利件數：

一、浦項鋼鐵(Posco Corporation)，11 件。

二、現代鋼鐵有限公司(Hyundai Steel Co.)，10 件。

三、韓國地質資源研究院(Korea Institute of Geoscience & Mineral Resources)，6 件。

術之關係及其他合作關係的總和，占有 31% (8%+23%=31%)；在製程中產物回收利用技術主題中，單一公司的專利件數占比為最高，占有 50%，其次是單一學術的專利件數占比，占有 25%；在 CCUS 技術主題中，單一學術單位的專利件數占比為最高，占有 42%，其次是單一公司的專利件數占比，占有 32%。由圖 18 可知，韓國之學術單位參與 CCUS 技術主題研發的情形，比圖 14 中世界各國之學術單位參與 CCUS 技術主題研發的情形還要顯著，顯示韓國之學術單位非常重視鋼鐵電弧爐碳中和的 CCUS 技術，韓國之學術單位積極參與協助鋼鐵電弧爐業者減少碳的排放，來達到碳中和的目的，此現象與中國大陸是相同的。

表 6：三大類技術主題中之韓國申請人類型的專利件數表。

申請人類型		氫能技術	回收技術	CCUS 技術	合計
單一申請人	公司	7	6	12	25
	個人	0	2	1	3
	學術	2	3	16	21
二個申請人合作關係	公司與公司	0	0	3	3
	公司與個人	1	0	0	1
	公司與學術	1	0	2	3
	個人與學術	0	0	1	1
	學術與學術	1	0	0	1
三個以上申請人合作關係	公司與多人	1	1	0	2
	多公司與多人	0	0	2	2
	多公司與學術	0	0	1	1
總計		13	12	38	63

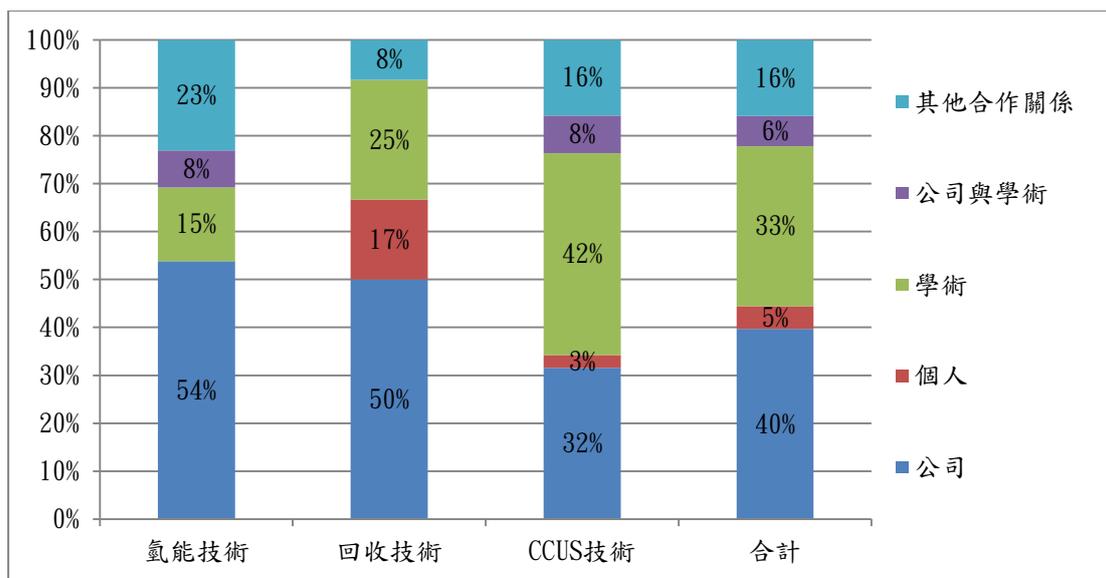


圖 18：三大類技術主題中之韓國申請人類型的專利件數占比直條圖。

四、前三大申請人分析：

表 7 係前三大申請人在三大類技術主題中的專利件數表。由表 7 (可與圖 10 一併參照) 可知，在氫能應用技術主題中，最大申請人為北京神霧公司；在製程中產物回收利用技術主題中，前二名依序為中冶南方公司及東北大學；在 CCUS 技術主題中，前三大申請人的專利件數皆不多，專利件數總共僅有 4 件，故不再進一步說明前三大申請人專利件數的排序。

表 7：前三大申請人在三大類技術主題中的專利件數表。

申請人名稱 (國籍)	氫能技術	回收技術	CCUS 技術	合計
中冶南方公司 (中)	4	28	1	33
北京神霧公司 (中)	18	11	0	29
東北大學 (美)	5	20	3	28

五、專利件數趨勢分析：

圖 19 係三大類技術主題在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。由圖 19 可知，在三大類技術主題中，專利件數在 2021 年皆有明顯的增加，顯示全世界使用電弧爐煉鋼的鋼鐵業者，為了碳中和的議題而於近幾年紛紛申請專利。下面將進一步分析中國大陸、日本、歐洲及韓國等各申請國家地區，在三大技術主題中在 2012~2021 年專利件數的趨勢變化。

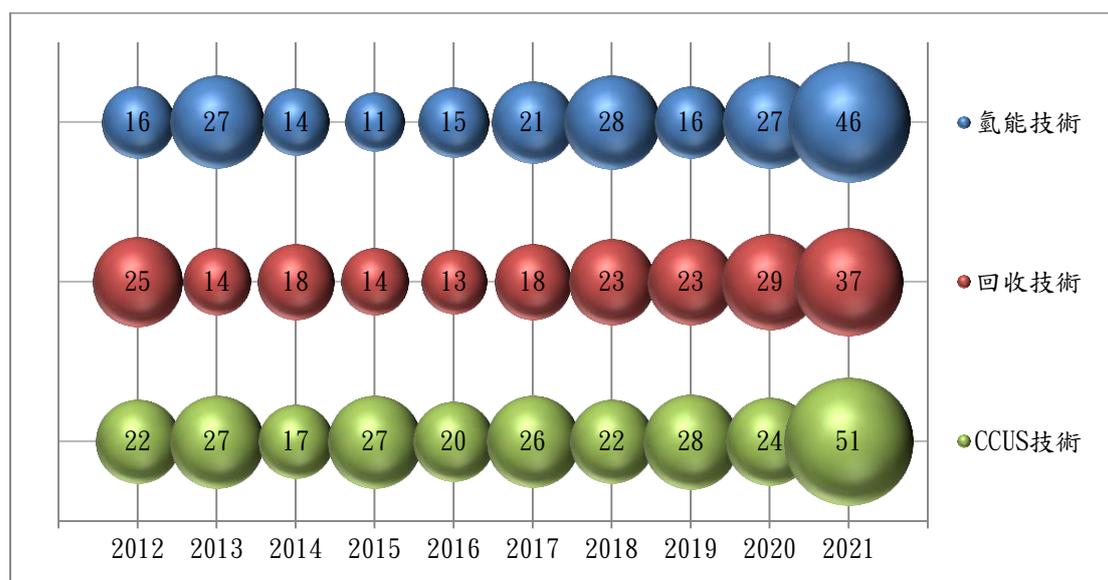


圖 19：三大類技術主題在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

(一) 中國大陸申請人分析：

圖 20 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 20 可知，中國大陸在三大類技術主題中，於

2021 年的專利件數皆有明顯的增加，顯示中國大陸使用電弧爐煉鋼之鋼鐵業者，為了碳中和的議題而於近幾年紛紛提出專利，即使占比最低的 CCUS 技術主題亦有相同的趨勢。

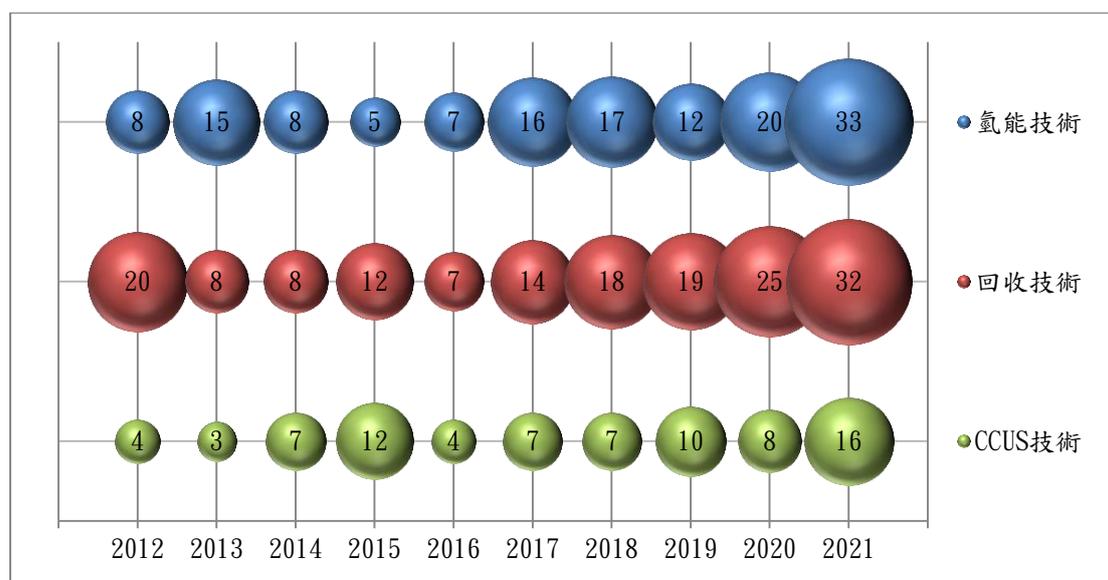


圖 20：中國大陸申請人在三大類技術主題中在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

(二) 日本申請人分析：

圖 21 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 21 可知，日本在 CCUS 技術主題中，在 2012~2020 年的專利件數分佈情形較為平穩，至 2021 年有較明顯的增加；而日本在氫能應用及製程中產物回收利用的技術主題中，由於專利件數極少，無法看出日本在這二大類技術主題中的變化趨勢，但很明顯可知，日本在這二大類技術主題中，並沒有積極投入技術研發的現象。

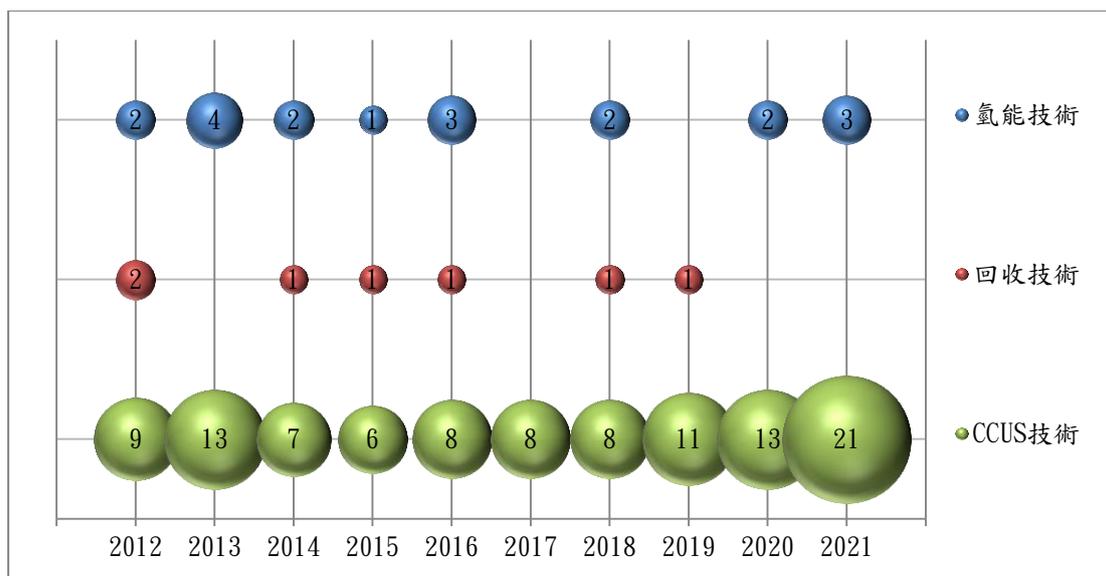


圖 21：日本申請人在三大類技術主題中在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

(三)歐洲申請人分析：

圖 22 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 22 可知，歐洲在氫能應用技術主題中，專利件數於 2018 年達到最高，但於 2019 年暴跌至僅有 1 件後，又於 2021 年增加至 7 件，這可能是由於最近碳中和議題盛行，導致於 2021 年又有較多的專利件數公開。在製程中產物回收利用技術主題中，歐洲的專利件數於在 2012~2021 年的分佈情形較為平穩，並未看出明顯的變化趨勢。在 CCUS 技術主題中，歐洲的專利件數比較集中於 2012~2017 年，但於 2021 年又有 2 件專利，這可能是由於最近碳中和議題盛行，導致於 2021 年又有專利件數公開。整體來說，歐洲申請人在鋼鐵電弧爐碳中和專利之三大技術主題中，專利件數分佈情形較為平穩，並無明顯的變化趨勢。

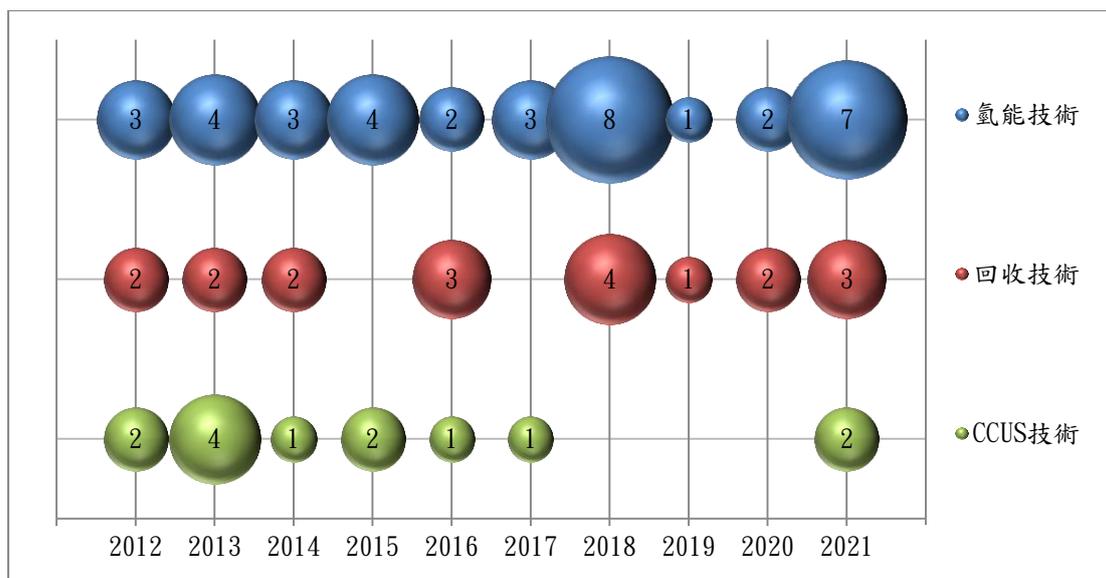


圖 22：歐洲申請人在三大類技術主題中在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

(四)韓國申請人分析：

圖 23 係韓國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 23 可知，韓國在 CCUS 技術主題中，專利件數在 2012~2021 年的分佈情形較為平穩，但於 2021 年有較明顯的增加；韓國在氫能應用及製程中產物回收利用技術主題中，與日本一樣，由於專利件數偏少，無法看出韓國在這二大類技術主題中的變化趨勢。整體來說，韓國申請人在鋼鐵電弧爐碳中和專利之三大技術主題中，在 2012~2021 年的專利件數分佈情形與日本相似，在 CCUS 技術主題中，專利件數的分佈情形較為平穩，但在其他二大類技術主題中，韓國並沒有積極投入技術研發的現象。

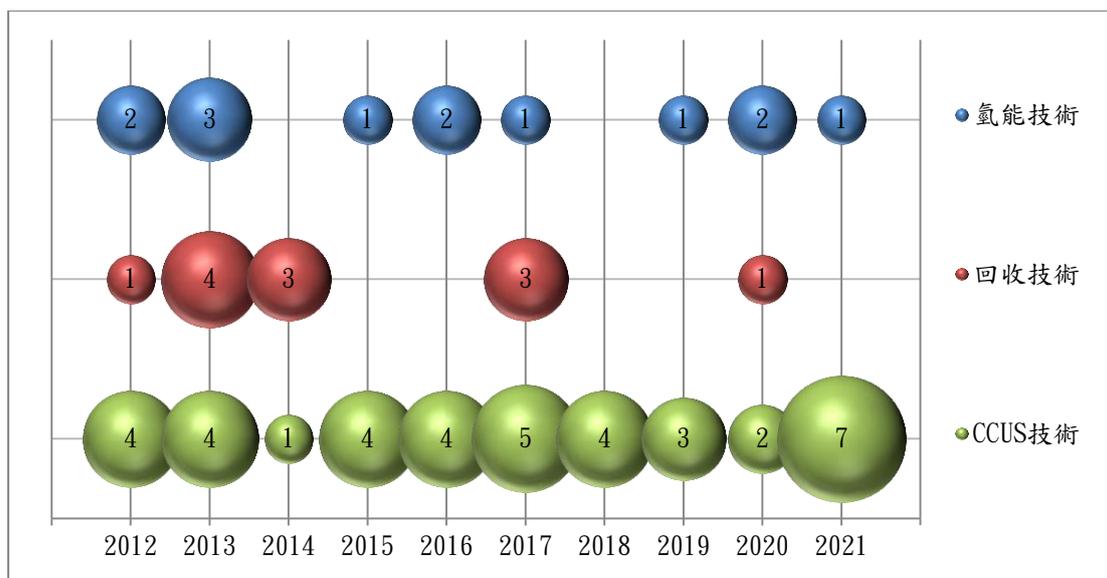


圖 23：韓國申請人在三大類技術主題中在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

肆、鋼鐵電弧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、氫能應用技術主題：

(一) 氫能應用技術主題分析：

表 8 係氫能應用技術主題的技術分類及專利件數統計表。係針對電弧爐以氫氣應用作為檢索條件，經檢索後將氫能應用技術主題依不同技術再加以分類，分類後專利件數最多之前二名分別為使用氫氣還原相關及提升煉鋼效率的技術分類。由表 8 可知，使用氫氣還原相關之技術分類的專利件數為最多，計有 110 件；其次是提升煉鋼效率之技術分類，計有 37 件。在電弧爐煉鋼過程中，煉鋼的原料除了廢鋼外，部分鋼鐵廠會在廢鋼原料中添加鐵礦砂，或是煉鋼的原料全部皆為鐵礦砂。若在煉鋼時加入氫氣，該氫氣就會成為無碳排放的還原劑，可將廢鋼或是鐵礦砂還原煉成所需要的鋼種，經統計分析，使用氫氣還原相關之技術分類的專利件數為最多。另氫氣在煉鋼過程中，可將電弧爐內的氧氣結合並釋放出熱能，不但可減少電弧爐的用電量，亦可減少電弧爐內金屬氧化物的生成，進而提升煉鋼效率，經統計分析，提升煉鋼效率之技術分類的專利件數為第二名。

表 8：氫能應用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
使用氫氣還原相關	110
提升煉鋼效率	37

圖 24 係為氫能應用技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。由圖 24 可知，使用氫氣還原相關之技術分類的專利件數在 2017~2021 年有增加的趨勢，且於 2021 年的專利件數有明顯的增加，這是由於最近碳中和的議題盛行，以及使用氫氣較不會造成碳的排放所導致。在提升煉鋼效率之技術分類部分，2017~2021 年的專利件數比 2012~2016 年的專利件數增加，這是由於電弧爐煉鋼的效率提升，可以減少用電的情形，或使用相同的電量可煉出更多的鋼鐵，可以幫助燃煤電廠減少碳的排放；又因為電弧爐煉鋼的效率提升，可以減少石墨電極的消耗，進而減少二氧化碳的排放，故電弧爐煉鋼的效率提升亦有減少碳排放的效果，這也是 2017~2021 年的專利件數比 2012~2016 年的專利件數增加的主要原因之一。

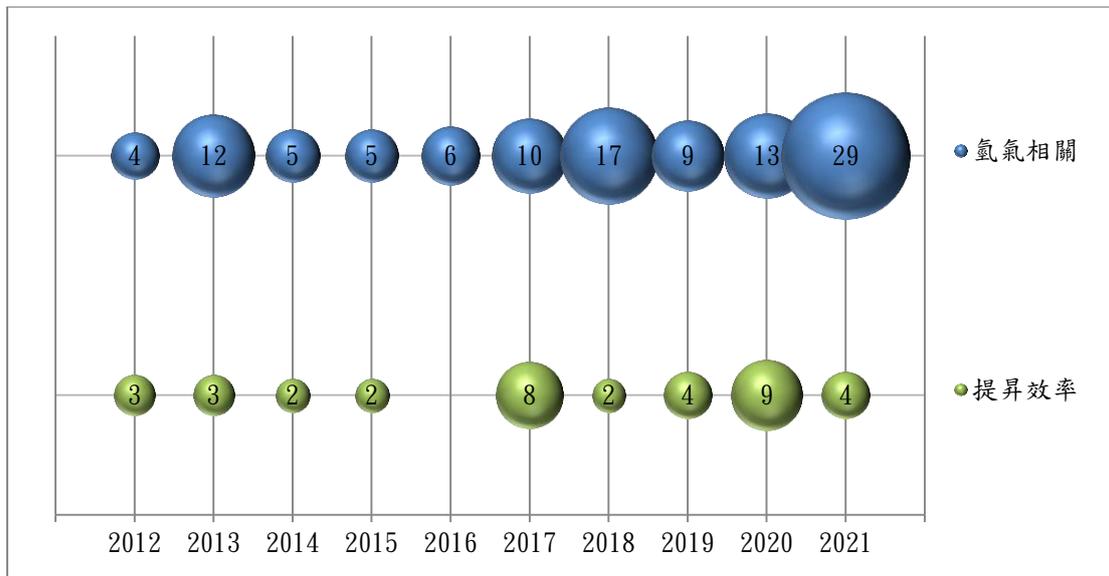


圖 24：氫能應用技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

(二)各國家地區之氫能應用技術主題分析：

表 9 係為氫能應用技術主題中各技術分類在各國家的專利件數統計表。由表 9 可知，中國大陸在使用氫氣還原相關之技術分類的專利件數為最多，有 65 件；其次是歐洲，有 25 件；第三名是日本，有 5 件；其他國家亦有 19 件。另中國大陸在提升煉鋼效率之技術分類方面，專利件數亦為最多，有 36 件。由於本技術主題除了中國大陸及歐洲外，其他國家的專利件數皆很少，故本報告於本技術主題僅針對中國大陸及歐洲的專利件數作分析。

表 9：氫能應用技術主題中各技術分類在各國家的專利件數統計表¹⁴。

技術手段	中國大陸	歐洲	日本	其他國家
氫氣相關	65	25	5	19

¹⁴ 使用氫氣還原相關之技術分類中，有 4 件專利係由義大利及墨西哥共同申請，在統計上義大利併入歐洲統計，墨西哥併入其他國家統計，故在表 9 中此技術分類的專利件數總和有 65+25+5+19=114 件，與表 8 中所示專利件數 110 件有 4 件的差異。

技術手段	中國大陸	歐洲	日本	其他國家
提升效率	36	0	0	1

圖 25 係中國大陸氫能應用技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。由圖 25 可知，氫氣還原相關之技術分類的專利件數，在 2017~2021 年有增加的趨勢，至 2021 年呈現明顯的成長，這是由於氫氣係為不會產生碳排放的乾淨能源，又可作為煉鋼的還原劑，故氫氣自然成為鋼鐵電弧爐業者煉鋼時減少排碳的原料首要選擇。從圖 25 顯示的結果來看，中國大陸的鋼鐵電弧爐業明顯係由於近幾年全球碳中和議題，而紛紛提出與氫氣相關的煉鋼專利。另在提升煉鋼效率之技術分類方面，中國大陸 2017~2021 年的專利件數亦有增加的趨勢。

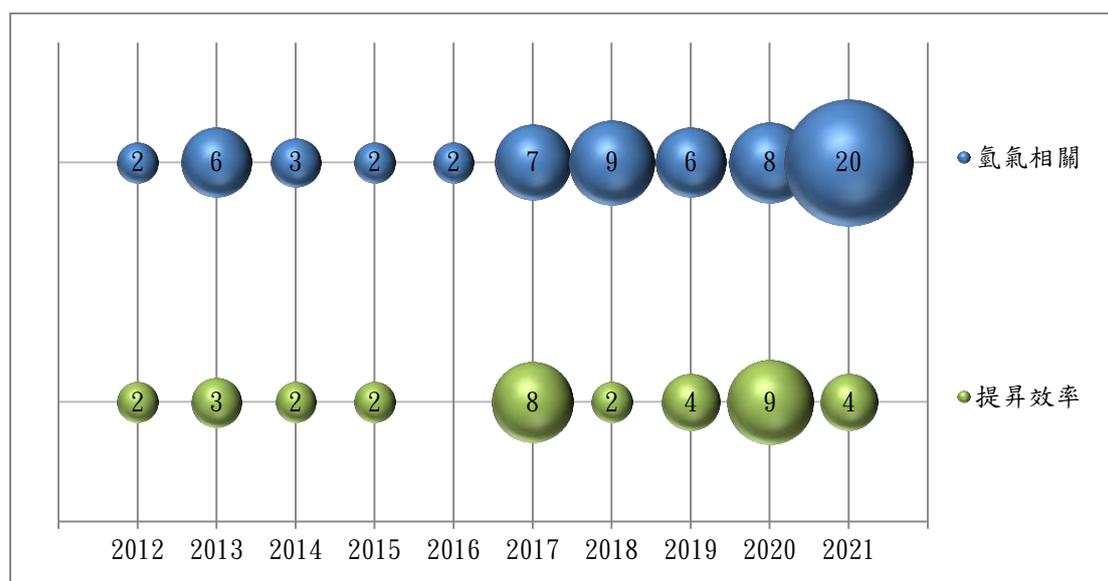


圖 25：中國大陸氫能應用技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

圖 26 係歐洲使用氫氣相關技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。由圖 26 可知，歐洲在使用氫氣還原相關之技術分類的專利件數在 2018 年有 7 件為最多，但於 2019~2020 年的專利件數又下降至只剩各 1 件，然於 2021 年的專利件數又增加至 6 件，這可能是因為歐洲近來由於碳中和議題盛行，而使 2021 年的專利件數回升，但整體來說，歐洲在氫氣相關之技術分類 2017~2021 年之專利總件數，仍大於 2012~2016 年之專利總件數，表示歐洲在 2017~2021 年仍有持續針對鋼鐵電弧爐做氫氣相關減碳技術的研發。

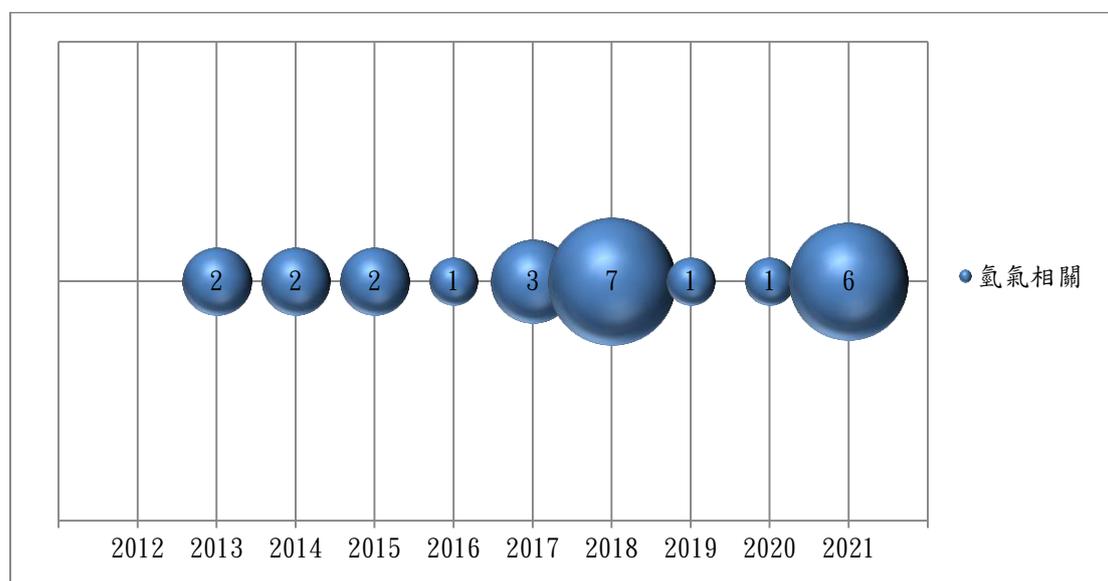


圖 26：歐洲使用氫氣相關技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

(三)各申請人類型分析：

表 10 係氫能應用技術主題中各技術分類之申請人類型的專利件

數統計表，圖 27 係氫能應用技術主題中氫能應用技術主題中各技術分類之申請人類型的專利件數占比直條圖。由圖 27 可知，在使用氫氣還原相關之技術分類中，單一公司的專利件數占比為最高，占有 60%，其次是合作關係（包含公司與學術的合作關係）的專利件數占比，占有 18%（5%+13%=18%），第三名是單一學術單位的專利件數占比，占有 12%；另在提升煉鋼效率之技術分類中，單一公司的專利件數占比為最高，占有 62%，其次是單一學術單位的專利件數占比，占有 16%，第三名是合作關係（包含公司與學術的合作關係）的專利件數占比，占有 14%（3%+11%=14%）。雖然在這二項技術分類中，申請人類型占比排名的第二及第三名各不相同，但相同申請人類型的專利件數占比最多也僅差 4%，雖然這 4% 的差異造成在這二項技術分類中，申請人類型為單一學術單位及合作關係占比的排名順序各不相同，但整體上這二項技術分類之申請人類型的分佈狀況是相似的。

表 10：氫能應用技術主題中各技術分類之申請人類型的專利件數統計表。

申請人類型		氫氣相關	提升效率
單一申請人	公司	66	23
	個人	12	3
	學術	13	6
二個申請人合作關係	公司與公司	8	4
	公司與學術	5	1
	公司與個人	3	0
	個人與個人	1	0
三個以上申請人合作關係	公司與多人	2	0
總計		110	37

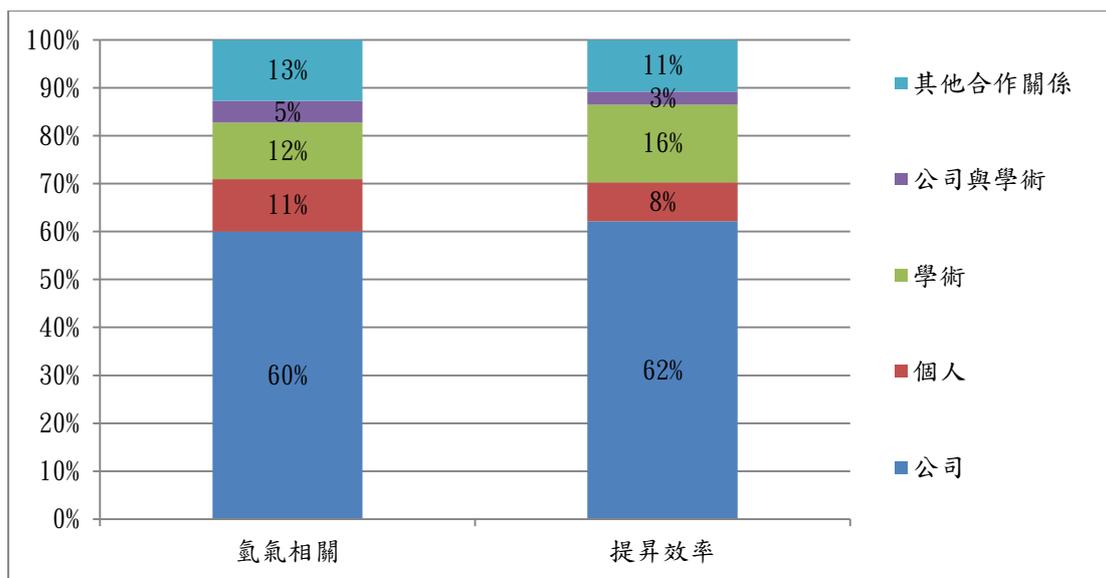


圖 27：氫能應用技術主題中各技術分類之申請人類型的專利件數占比直條圖。

(四)相關案例：

案例一¹⁵：一種底吹氫氣強化電爐冶煉的方法。

本案例提供了一種底吹氫氣強化電爐冶煉的方法，在通電冶煉時，採用氫氣(H₂)替代氮氣(N₂)或氬氣(Ar)作為底吹氣體，實現加快爐料熔化、縮短冶煉週期、減少爐料燒損、靈活補償熱量和環保減排的目標。對於少量溶解於鋼液的氫，可通過後期真空精煉輕易去除，不影響冶煉鋼水最終質量。

其特徵在於，用氫氣(H₂)完全替代氮氣(N₂)或氬氣(Ar)作為底吹氣體，在不同冶煉階段採用不同的底吹強度，利用氫氧反應產生的熱量，加強化學能輸入，輔助調控熔池溫度，減少電爐冶煉時間。

進一步地，採用 3~20 塊透氣磚分散分佈於電爐底部，促進氫氣

¹⁵ 大陸公告案 CN 113337669B，申請人為北京科技大學，為中國大陸第四大申請人。

在鋼中的溶解，促進鋼中溶解氫與溶解氧反應，生成彌散氣泡，促進電爐熔池全體積攪拌，並提高氫在鋼液內部的氧化的比例，提高加熱效率。

進一步地，底吹氫氣通過底吹噴嘴進入電爐，底吹氫氣強度為 $0.001-1.5\text{Nm}^3/(\text{min}\cdot\text{t})$ ¹⁶，吹氣時間為 20~100min。

進一步地，吹煉過程不同階段，底吹氫氣強度可根據實際生產需求自由變動，通過調節底吹氫氣強度，可實現靈活控制氫氧反應提供的熱量。其中，熔化期是主要耗電環節，需要盡快將爐料熔化升溫，形成熔池後可底吹大氣量氫氣強化化學能輸入，並減少爐料燒損，底吹氫氣強度為 $0.001-1.5\text{Nm}^3/(\text{min}\cdot\text{t})$ ；氧化期主要任務是除磷、脫碳，對能量輸入要求較低，可底吹氫氣輔助提升鋼液溫度，控制出鋼溫度及終點氧含量，底吹氫氣強度為 $0.001-1.2\text{Nm}^3/(\text{min}\cdot\text{t})$ ；吹氧結束後吹入氫氣，對熔池進一步攪拌，促進成分與溫度的均勻性，並還原降低鋼液及爐渣中的氧，底吹氫氣強度為 $0.001-1.0\text{Nm}^3/(\text{min}\cdot\text{t})$ ，吹煉時間 1~3min。

採用上述技術方案，底吹氫氣的主要去向包括：溶解於鋼液、與鋼液中的氧(O)反應、與渣料中的氧化鐵(FeO)反應、與熔池上方的氧氣(O₂)反應以及進入爐氣。

¹⁶ $\text{Nm}^3/(\text{min}\cdot\text{t})$ 為每噸生鐵所需之流量單位，其中 N 為標準狀態，即為 20°C，1 大氣壓(1atm)下之狀態；t 為重量單位公噸。

相比傳統電爐煉鋼工序，本發明採用底吹氫氣(H₂)替代氮氣(N₂)或氬氣(Ar)，在底吹氣體攪拌熔池功能的基礎上，充分利用氫氧反應放熱，縮短電爐冶煉週期，降低電耗，減少爐料燒損，提高鋼水質量，並實現綠色減排的目的。

案例二¹⁷：一種電弧爐煉鋼用多功能氫氧燒嘴及供能控制方法。

請參照圖 28，為多功能氫氧燒嘴的電弧爐系統結構示意圖。本案例說明電弧爐煉鋼用多功能氫氧燒嘴及供能控制方法，利用氫氣作為燃氣，與氧氣燃燒形成保護氣體，使主氧處於低真空狀態，為主氧噴吹提供良好的條件。

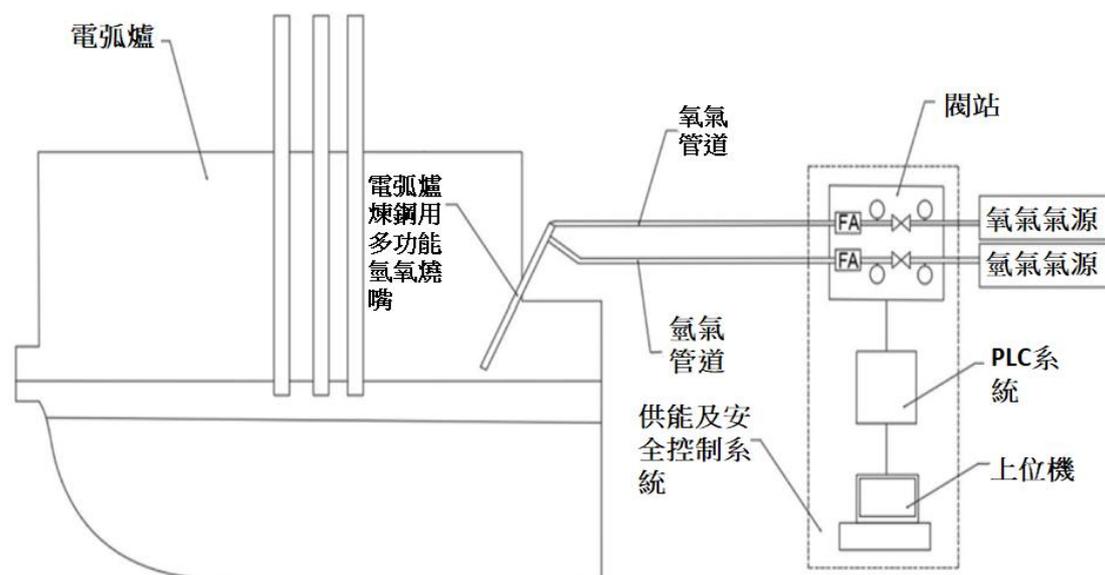


圖 28：多功能氫氧燒嘴的電弧爐系統結構示意圖。

¹⁷ 大陸公告案 CN 111748673B，申請人為北京科技大學，為中國大陸第四大申請人。

電弧爐煉鋼用多功能氫氧燒嘴採用環縫套管環繞主氧噴管設計，即如圖 29 所示，環縫套管與氫氣入口相連接，氫氧燒嘴主體外側壁設有水冷槍套，主氧噴管與環縫套管的出口位置均為收縮段—擴張段結構。

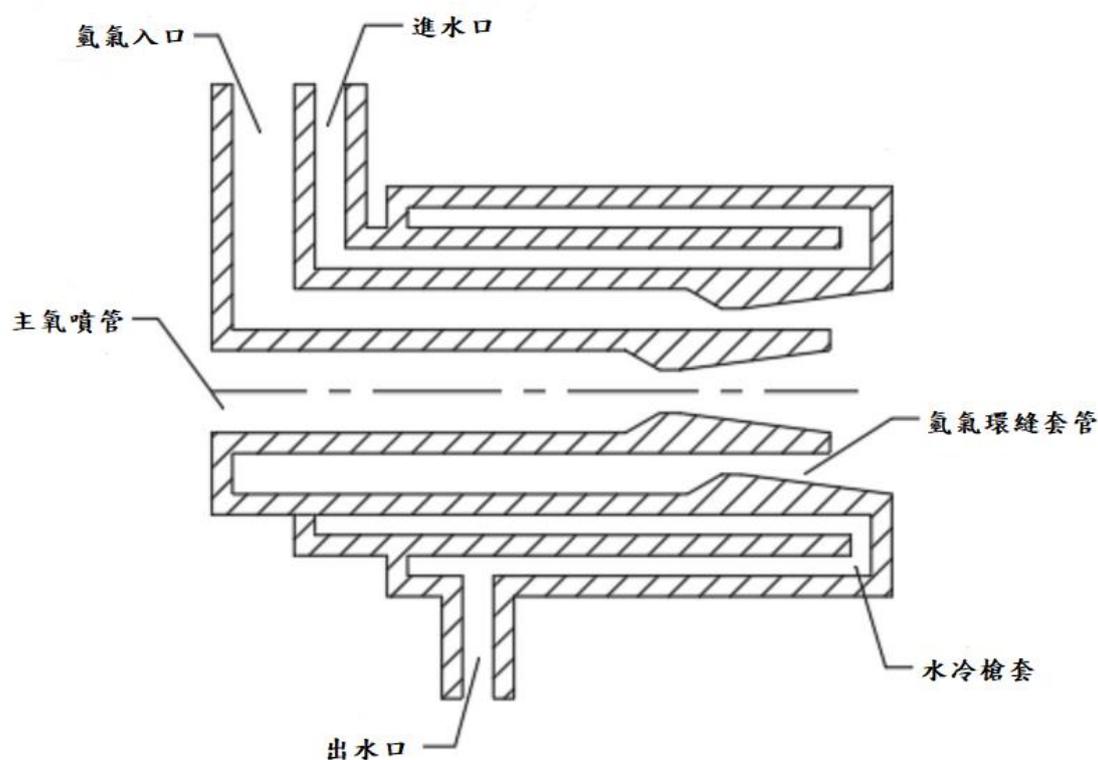


圖 29：環縫的氫氧燒嘴的結構示意圖。

所述主氧噴管出口馬赫數為 1.2~2.6，設計流量為 1800~3200Nm³/h；環縫套管出口馬赫數為 1.2~2.2，設計流量為 800~1600Nm³/h。

使用氫氣作為燃氣，在冶煉過程中，廢鋼熔化階段採取燒嘴模式，廢鋼熔清後進入脫磷階段採取脫磷模式，完成脫磷任務後進入脫

碳階段採取脫碳模式，冶煉完成後採取保護模式。根據爐內情況實時動態調整氫氧燒嘴的工作模式，利用氫氣燃燒產生的超燃火焰，形成溫度，長度可控的高溫稀薄氣體封套，滿足不同冶煉時期的實際需求。

進一步地，其噴吹參數為：

(a)燒嘴模式：採用燒嘴模式預熱助熔廢鋼，設定氫氣伴隨流的流量範圍為 $600\sim 1200\text{Nm}^3/\text{h}$ ，主氧流量為 $200\sim 600\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

(b)脫磷模式：採用脫磷模式造泡沫渣，脫除鋼水中的磷，設定氫氣伴隨流的流量範圍為 $200\sim 600\text{Nm}^3/\text{h}$ ，主氧流量為 $1000\sim 2000\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

(c)脫碳模式：採用脫碳模式脫除鋼水中的碳，強化熔池射流沖擊，設定氫氣伴隨流的流量範圍為 $400\sim 1000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，主氧流量為 $2000\sim 3000\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

(d)保護模式：採用保護模式防止燒嘴堵塞燒毀，設定氫氣伴隨流的流量範圍為 $50\sim 100\text{Nm}^3/\text{h}$ ，主氧流量為 $100\sim 200\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

實施例：

冶煉生產過程中氫氣伴隨流與主氧流量變化如圖 30 所示。應用於 70 噸煉鋼電弧爐上，共配置 3 支氫氧燒嘴，所述 70 噸煉鋼電弧爐的爐料結構為：20%鐵水+70%廢鋼+10%生鐵塊，氫氧燒嘴的工作模式包括：燒嘴模式，脫磷模式，脫碳模式，保護模式；其噴吹參數為：

(a)燒嘴模式：氫氣伴隨流的流量為 $1000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，主氧流量為 $600\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

(b)脫磷模式：氫氣伴隨流的流量為 $500\text{Nm}^3/\text{h}$ ，主氧流量為 $1500\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

(c)脫碳模式：氫氣伴隨流的流量為 $800\text{Nm}^3/\text{h}$ ，主氧流量為 $2000\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

(d)保護模式：氫氣伴隨流的流量為 $50\text{Nm}^3/\text{h}$ ，主氧流量為 $100\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

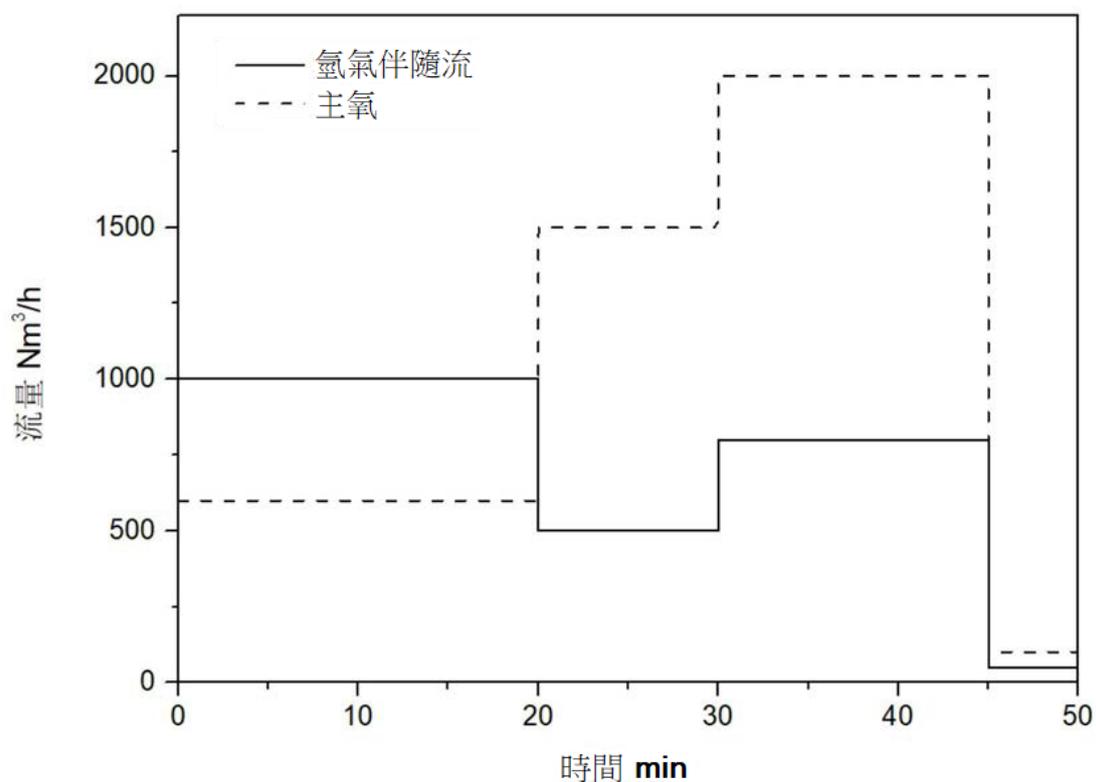


圖 30：氫氧燒嘴應用於 70 噸煉鋼電弧爐的噴吹操作曲線圖。

以下將結合具體冶煉生產過程，描述本發明實施一種電弧爐煉鋼用多功能氫氧燒嘴供能控制方法：

(a) 熔化階段：在加料之前，氫氧燒嘴採用保護模式，加料之後，氫氧燒嘴採用燒嘴模式，預熱助熔廢鋼。

(b) 脫磷階段：氫氧燒嘴採用燒嘴模式運行 20 分鐘後，爐內金屬料完全熔清，氫氧燒嘴採用脫磷模式，造泡沫渣，脫除鋼水中的磷。

(c) 脫碳階段：氫氧燒嘴採用脫磷模式運行 10 分鐘後，完成鋼水脫磷任務，氫氧燒嘴採用脫碳模式，脫除鋼水中的碳，強化熔池射流衝擊。

(d) 出鋼階段：氫氧燒嘴採用脫碳模式運行 15 分鐘後，鋼液達到出鋼成分溫度，氫氧燒嘴採用保護模式，防止燒嘴堵塞燒毀。

本案例以氫氣為燃氣，減少電弧爐冶煉碳排放，清潔環保；相較傳統燃氣，利用較大流量的氫氣，燃燒產生厚度較高的高溫稀薄氣體封套，延長主氧射流核心段面積，增大熔池衝擊深度，強化熔池攪拌效果，有效提高電弧爐生產節奏；在生產過程中可實時監測冶煉參數，調節工作模式，生產靈活，安全可靠。

二、製程中產物回收利用技術主題：

(一)製程中產物回收利用技術主題分析：

表 11 係製程中產物回收技術主題的技術分類及專利件數統計表。係針對電弧爐煉鋼過程中所生成的產物回收再利用作為檢索條件，經檢索後將製程中產物回收利用技術主題依不同技術再加以分類，分類後專利件數最多之前二名分別為廢氣廢熱回收相關及其他提升效率／減少用電相關的技術分類。由表 11 可知，廢氣廢熱回收相關之技術分類的專利件數為最多，計有 111 件，其次是其他提升效率／減少用電相關之技術分類，計有 81 件。在廢氣廢熱回收相關之技術分類中，由於電弧爐煉鋼時產生的大量廢熱會伴隨廢氣排放至外界，為了將廢氣中的廢熱回收作有效利用，鋼鐵電弧爐業者通常會將廢氣作熱交換，再將所得的廢熱做其他用途，或者將廢氣及廢熱直接用於預熱廢鋼，以減少預熱廢鋼時所需的能量，故此技術分類的專利件數為最多。另在其他提升效率／減少用電相關之技術分類中，由於煉鋼時會產生一些金屬廢渣或金屬粉塵，若能將這些金屬廢渣或金屬粉塵加以回收至電弧爐內，就可利用它們本身的餘熱而降低電能的使用，具有節能環保的效果，且這些金屬廢渣或金屬粉塵若具有含鐵成分，當回收至電弧爐內熔煉時，可增加鋼鐵的產出效率，意即從相同的廢鐵重量中，可以產出更多的鋼鐵重量，亦可減少生產相同鋼鐵重

量時所需的電能，故此技術分類亦可減少電能的損耗，間接減少二氧化碳的排放。

表 11：製程中產物回收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
廢氣廢熱回收相關	111
其他提升效率／減少用電相關	81

圖 31 係製程中產物回收技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。由圖 31 可知，廢氣廢熱回收相關之技術分類的專利件數，於 2012 年為最多，有 18 件，至 2015 年降到最少，僅有 5 件，但於 2017~2021 年之專利件數呈現穩定增加的趨勢，表示鋼鐵電弧爐業者在近幾年更加持續投入此技術分類的研發。另在提升煉鋼效率之技術分類中，在 2017~2021 年的專利件數明顯多於 2012~2016 年的專利件數，且 2017~2021 年的專利件數的分佈情形係呈現穩定的狀態，表示鋼鐵電弧爐業者在近幾年仍然持續投入此技術分類的研發。

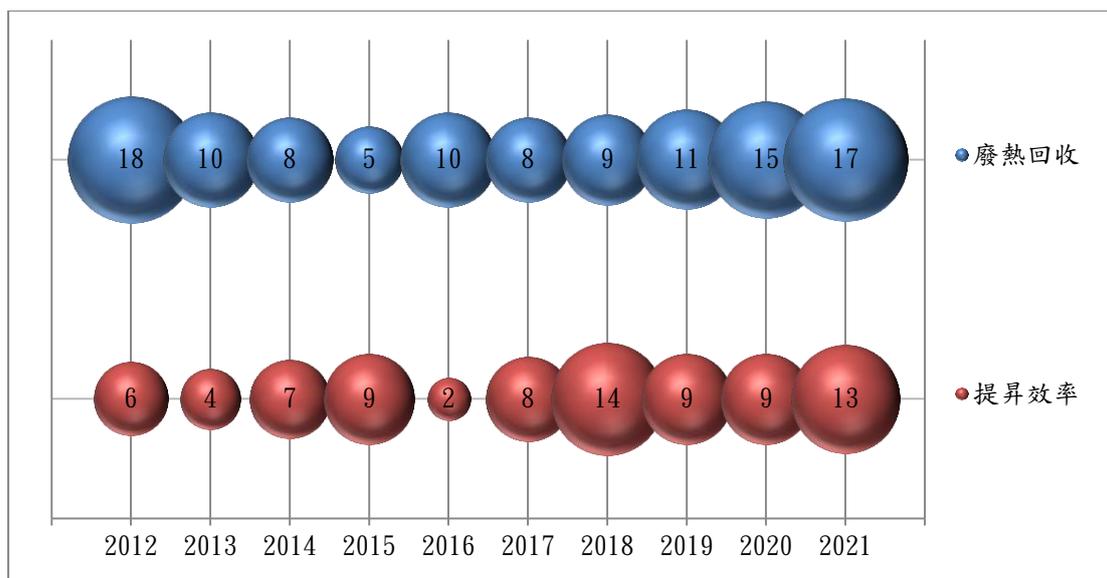


圖 31：製程中產物回收技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

(二)各國家地區之製程中產物回收技術主題分析：

表 12 係製程中產物回收利用技術主題各技術分類在各國家的專利件數統計表，由表 12 可知，中國大陸在各項技術分類的專利件數，皆遠遠大於其他國家地區的專利件數，幾乎可以說中國大陸掌握了該技術主題的大部分專利技術，故本報告於本技術主題僅針對中國大陸的專利件數作分析。

表 12：製程中產物回收利用技術主題各技術分類在各國家的專利件數統計表。¹⁸

技術分類	中國大陸	歐洲	韓國	日本	其他國家
廢熱回收	82	15	8	3	5
提升效率	68	2	4	4	3

¹⁸ 表 12 中顯示廢熱回收之技術分類的總件數有 82+15+8+3+5=113 件，與表 11 中顯示 111 件相差 2 件，乃因這 2 件專利係由義大利及墨西哥共同申請，故在歐洲及其他國家各計 2 件所致。

圖 32 係中國大陸在產物回收技術中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。若將圖 31 與圖 32 互相比較，除專利件數有差異外，專利分佈的情形則是大同小異的。中國大陸在廢氣廢熱回收相關之技術分類中，於 2012 年的專利件數為最多，有 15 件，至 2014 年降到最少，僅有 4 件，但在 2017~2021 年的專利件數呈現穩定增加，表示中國大陸鋼鐵電弧爐業者，在近幾年更加持續投入此技術分類的研發。另在提升煉鋼效率之技術分類中，中國大陸在 2017~2021 年的專利件數明顯多於 2012~2016 年的專利件數，且在 2021 年的專利件數達到最多，有 13 件，表示中國大陸鋼鐵電弧爐業者，在近幾年仍然持續投入此技術分類的研發。

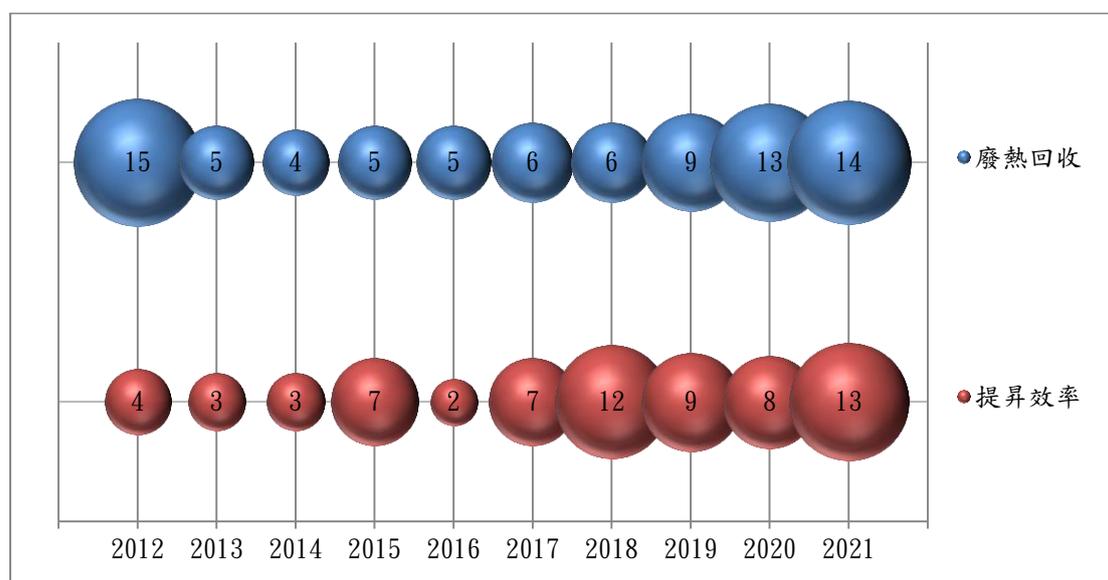


圖 32：中國大陸在產物回收技術中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

(三)各申請人類型分析：

表 13 係製程中產物回收技術主題中各技術分類之申請人類型的專利件數統計表圖 33 係製程中產物回收技術主題中製程中產物回收技術主題中各技術分類之申請人類型的專利占比直條圖圖 33 中，申請人類型為公司與學術的專利件數，係為表 13 中，申請人類型為公司與學術及多公司與學術的專利件數之總和。由圖 33 可知，在廢氣廢熱回收相關之技術分類中，單一公司的專利件數占比最高，占有 61%，其次是單一個人的專利件數占比，占有 16%；在其他提升效率／減少用電相關之技術分類中，單一公司的專利件數占比最高，占有 47%，其次是單一學術單位的專利件數占比，占有 36%。由此可知，在這二項技術分類中，單一公司的專利件數占比皆為最高，而有許多單一學術單位參與提升煉鋼效率的技術研發，這可能是因為公司已掌握大部分的廢氣廢熱回收技術，但公司對於提升煉鋼效率的核心技術並未掌握，所以仍需要學術單位的參與，才能達到公司企業所預期的減碳目標。

表 13：製程中產物回收技術主題中各技術分類之申請人類型的專利件數統計表

申請人類型		廢氣廢熱回收	提升煉鋼效率
單一申請人	公司	68	38
	個人	18	7
	學術	11	29
二個申請人合作關係	公司與公司	7	3
	公司與個人	2	0
	公司與學術	1	1

申請人類型		廢氣廢熱回收	提升煉鋼效率
	個人與個人	1	1
	學術與學術	0	1
三個以上申請人合作關係	多公司與個人	0	1
	公司與多人	1	0
	多公司與學術	2	0
總計		111	81

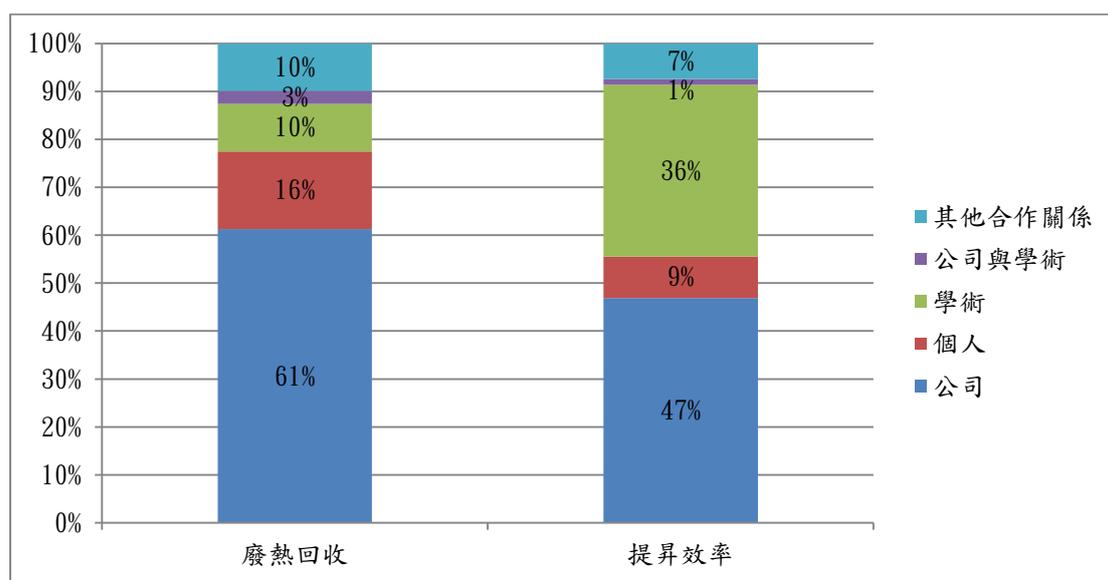


圖 33：製程中產物回收技術主題中各技術分類之申請人類型的專利占比直條圖

(四)相關案例：

案例三¹⁹：用於電爐的排渣門設備

圖 34 為用於電爐的排渣門設備的結構的示意圖。由圖 34 中所示，電爐具有在其一側上的排渣口，從而排放在煉鋼過程中電爐中產生的渣，電爐具有在其中放置廢料並將廢料熔融的空間，電爐具有由上方本體和下方本體組成，其中由耐火磚形成的耐火壁在下方本體的內表面上形成從而保護下方本體的內壁，並且冷卻水通過其中循環的

¹⁹ 中國大陸案 CN 103328913B，申請人為韓商現代鋼鐵股份有限公司(Hyundai Steel Co.)，專利家族計有 EP 2647937A1、JP 5735125B2、US 9664444B2、WO 2012/074186A1 等共 5 國。

冷卻嵌板構件安裝在上方本體的內表面上從而保護上方本體的內壁。蓋板構件聯接至電爐的打開的上部從而覆蓋打開的上部，蓋板構件還具有多個產生電弧熱的電極棒，蓋板構件與排氣管（圖未示）連接，通過所述排氣管排放在熔融過程中排出的大量廢氣、灰塵等。電爐在電極和廢料之間產生電弧電流，從而熔融廢料，排渣口在電爐的一側上形成，從而排放在煉鋼過程中在電爐中產生的渣，排渣口與鋼水排放口隔開，鋼水經由所述鋼水排放口從電爐排放。排渣門設備包括支撐本體，所述支撐本體設置在排渣口下部處，渣越過所述排渣口流出，排放控制門本體（即基礎門本體構件及門增強本體構件之組件）從支撐本體的上表面突出從而防止渣在排渣口處流出。排放控制門本體通過門致動器上下移動從而控制渣經由排渣口的排放，排放控制門本體通過門致動器上下移動，所述門致動器示意性地通過使用裝配有連接至排放控制門本體的下表面的活塞桿的液壓缸或氣壓缸而致動，或者使用電動機將電動機的旋轉力轉換成線性運動而致動，門致動器可以具有一個或多個門致動器，儘管其形狀或操作模式不同，液壓缸或氣壓缸或電動機的目的是致動門構件，因此下文統一稱為液壓缸，液壓缸通過控制供應至缸的液壓來移動活塞桿，從而上下移動排放控制門本體。支撐本體的上表面平坦地形成，並且優選在其出口端處具有圓形排放引導件，使得當廢料沿著上表面流出並且在出口端

處落下時，平坦上表面和排放引導件促進廢料平穩流出。支撐本體和排放控制門本體由高導熱性和耐熱性金屬材料形成，從而防止由於高溫渣造成的熱變形和渣至其表面的粘著，易於分離固化的渣。支撐本體包括基礎支撐本體構件，所述基礎支撐本體構件具有門容納部分，排放控制門本體插入門容納部分中，排放控制門本體在門容納部分中通過門致動器從初始位置豎直移動，在所述初始位置處排放控制門本體的上表面與基礎支撐本體構件的上表面重合，從而控制渣的流出。排渣門設備可以優選地進一步包括上方門構件和上方門致動器，所述上方門致動器致動從而上下移動上方門構件，上方門構件在排渣口處從排放控制門本體的上部豎直移動，從而打開和關閉排渣口。上方門構件從插在第一和第二引導板和之間的排放控制門本體的上部豎直移動，從而打開和關閉排放開口，所述第一和第二引導板將在下文描述。

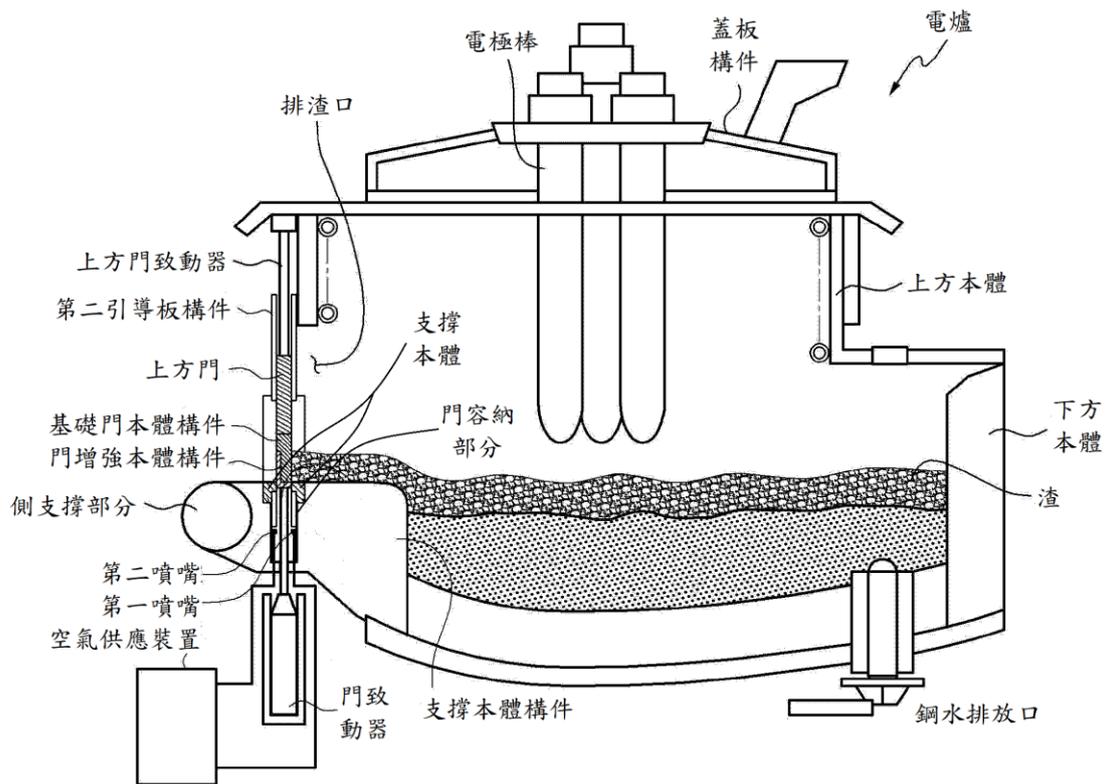


圖 34：用於電爐的排渣門設備的結構的示意圖。

圖 35 為排渣門設備的前視圖。上方門構件在從基礎門本體構件向上突出的一對引導突出部之間上下移動，當上方門構件向下移動使得其下端與基礎門本體構件的上端接觸時，關閉排渣口，當上方門構件的下端與排放控制門本體的上端（即基礎門本體構件的上部）接觸時，排渣口關閉。上方門致動器安裝至電爐或上方門構件的上部處的其他結構，並且示意性地通過使用裝配有連接至上方門構件的上表面的活塞桿的液壓缸或氣壓缸而致動，或者使用電動機通過將電動機的旋轉力轉換成線性運動而致動，應注意門致動器和上方門致動器可以改變從而具有用於上下移動門的任意結構。

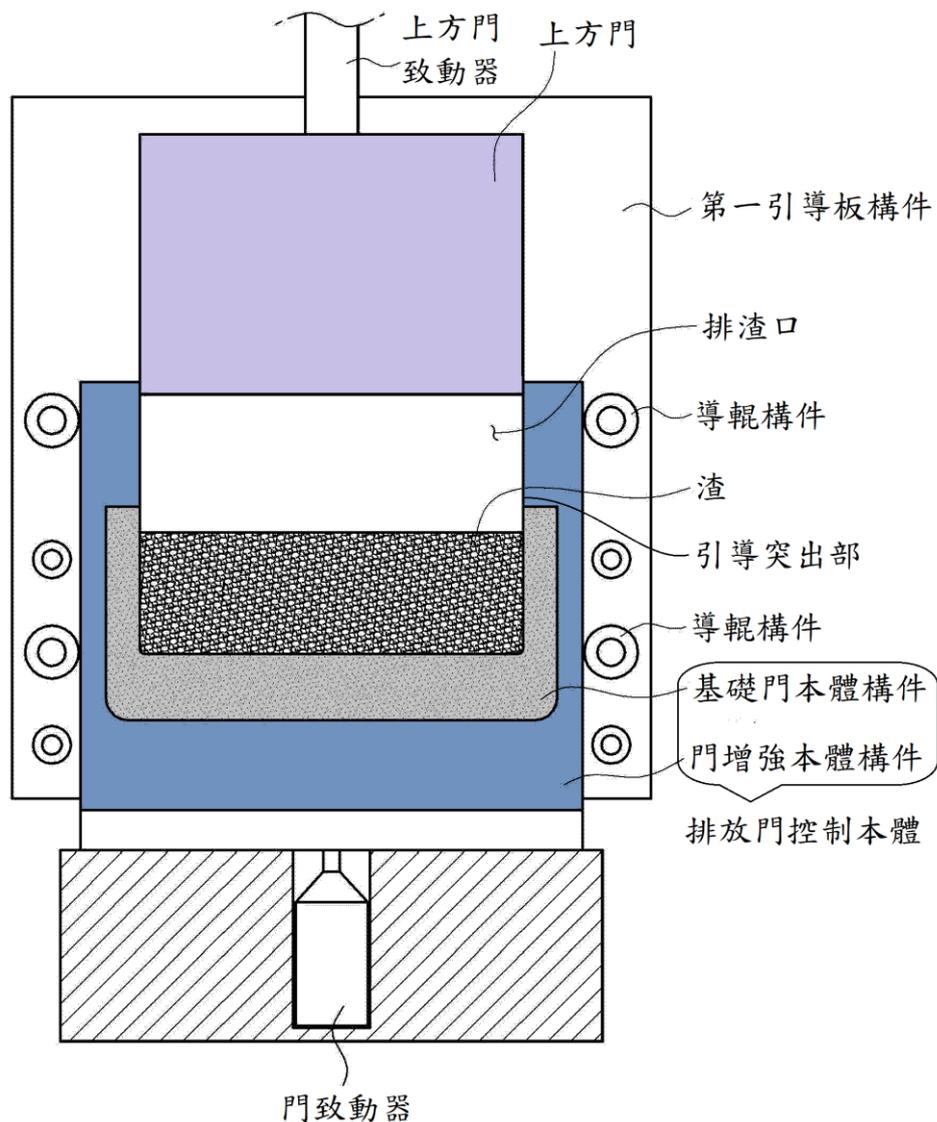


圖 35：排渣門設備的前視圖。

回到圖 34，排渣門設備可以優選地進一步包括空氣噴射單元，所述空氣噴射單元在門容納部分的下部處朝向排放控制門本體的前側和後側噴射空氣。空氣噴射單元包括第一噴嘴，所述第一噴嘴設置在排放控制門本體的前側上從而向上噴射空氣；第二噴嘴，所述第二噴嘴設置在排放控制門本體的後側上從而向上噴射空氣；和空氣供應

裝置，所述空氣供應裝置將空氣供應至第一和第二噴嘴。空氣噴射單元將空氣噴射至排放控制門本體前側和後側附近的空間（排放控制門本體在所述空間中上下移動）中，從而防止空間被外來物質（例如渣）堵塞，從而允許排放控制門本體平穩豎直移動和排渣口平穩打開和關閉。

門本體包括第一引導板構件，所述第一引導板構件引導排放控制門本體的豎直運動，同時支撐排放控制門本體的後側，並且具有排放口；和第二引導板構件，所述第二引導板構件引導排放控制門本體的豎直運動，同時支撐排放控制門本體的前側，並且具有對應於第一引導板構件的排放口，使排放口與排渣口相通並且允許渣從中排出。

支撐本體進一步包括渣引導支撐構件，所述渣引導支撐構件安裝至第一和第二引導板構件，從而包圍排放口的下部和兩側，渣引導支撐構件由高導熱金屬（例如銅）形成。

排渣門設備可以優選地進一步包括多個導輓構件，所述導輓構件設置在第一和第二引導板構件之間，使得導輓構件在與排放控制門本體的側面接觸時可以旋轉。導輓構件在豎直移動時引導排放控制門本體的豎直運動以打開和關閉排放口，從而允許排放控制門本體的平穩豎直運動。

參考圖 36，在電爐中的煉鋼過程中，在鋼水表面上形成的渣在

氧化精煉的再碳化過程中體積膨脹，膨脹的渣引入排渣口，在該氧化精煉過程中膨脹的初始渣包含大量有價值的金屬氧化物，例如氧化亞鐵(FeO)，排放控制門本體在支撐本體上方具有比渣的水平面更高的高度，從而阻斷排放口（即排渣口），從而防止膨脹的初始渣的排放，亦即，排放控制門本體位於支撐本體上方從而具有比渣（所述渣通過氧化精煉中的渣泡沫而體積膨脹）的水平面更高的高度，從而防止渣的排放。在此，渣在排渣口處僅接觸從基礎門本體構件的前側突出的接觸部分。

上方門構件可以在排放控制門本體的上部處打開和關閉排渣口，亦即，在排放控制門本體從渣引導支撐構件向上移動從而防止渣的排放的狀態下，上方門構件向上移動從而部分打開排渣口，因此，在煉鋼過程例如氧化精煉中，上方門構件向上移動從而打開排渣口，然後可以將吹氧管或溫度計引入電爐。

上方門構件被構造成當排放控制門本體向下移動從而排放渣時，上方門構件向下移動直至精確位於渣水準上方的水準，從而用於在排放渣時防止電爐的內部熱量和內部氣體的排放以及外部空氣流入電爐。

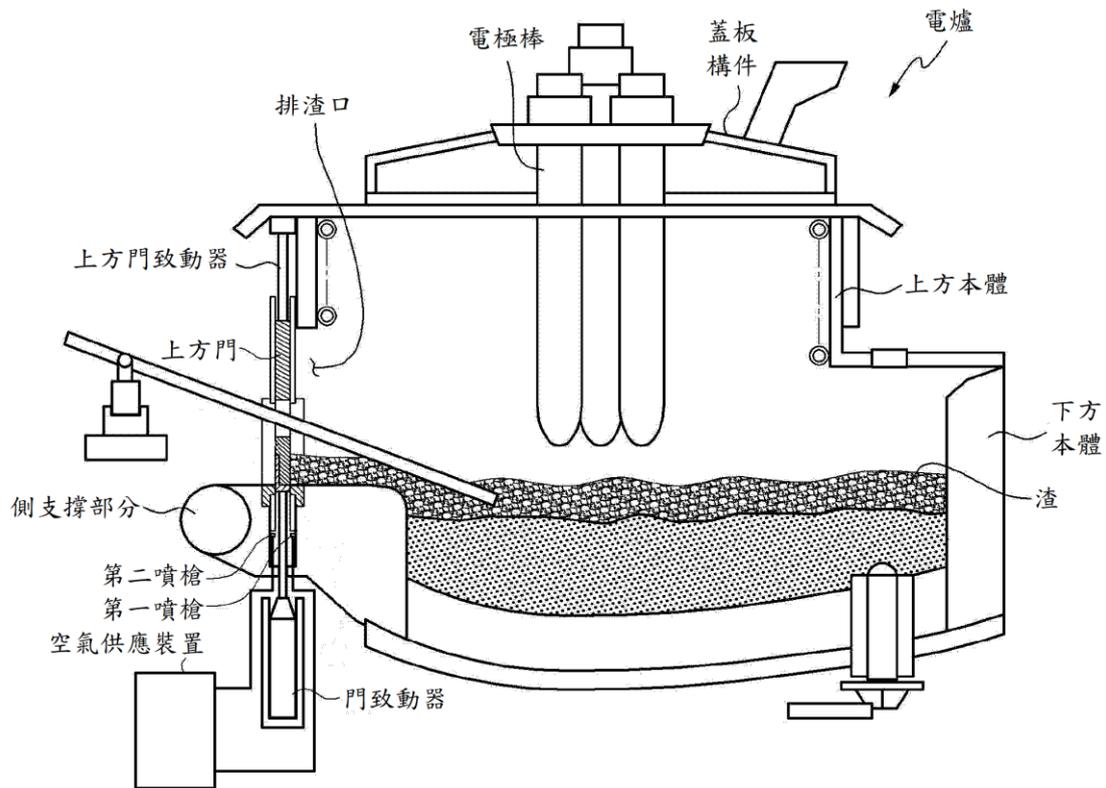


圖 36：排渣門設備的使用狀態的示意圖（一）。

如圖 37 中所示，排放控制門本體被構造成，當基礎門本體構件的上表面向下移動從而與渣引導支撐構件的上表面重合時排放渣，在此，渣接觸基礎門本體構件的上表面和引導突出部的內表面，當排放的渣在渣引導支撐構件的上表面處固化時，排放控制門本體上下移動從而分離和除去固化的渣。

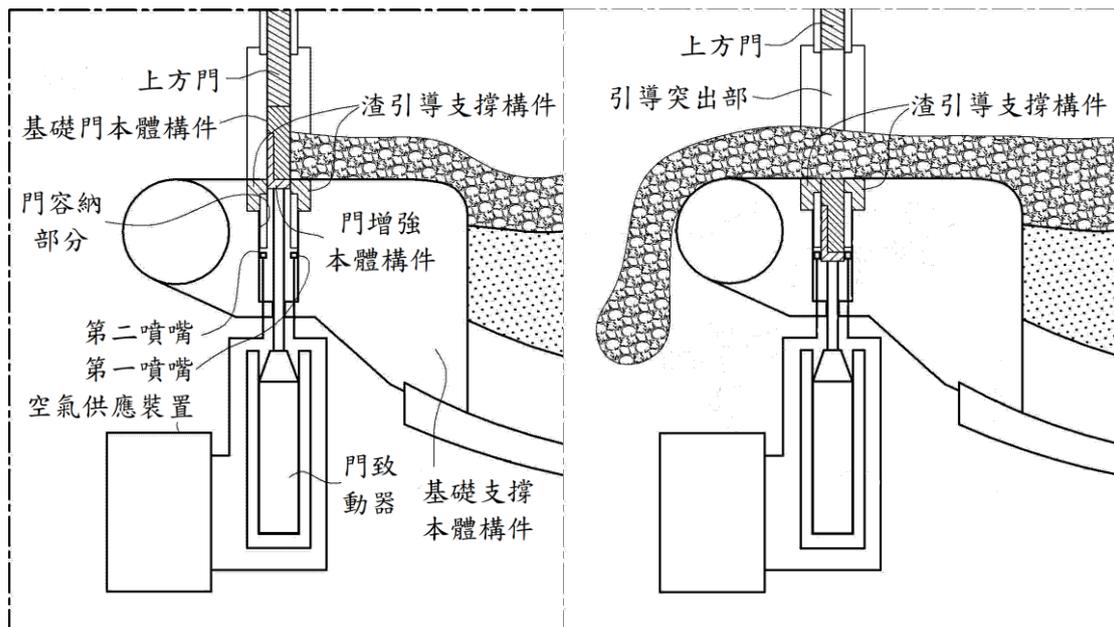


圖 37：排渣門設備的使用狀態的示意圖（二）。

排放控制門本體和上方門構件的操作具有的效果在於：

- (1) 控制渣的流出，減少由於渣的流出而造成的熱量損失。
- (2) 增加由於泡沫渣的形成而減少電弧加熱的熱散逸，增加電弧加熱效率。
- (3) 從熔融渣回收有價值金屬，增加回收鋼水的百分比。

案例四²⁰：涵道式熔煉容器原料輸送和煙塵回收裝置及方法。

如圖 38 所示，本案例涵道式熔煉容器原料輸送和煙塵回收裝置，包括與水平面傾斜或平行設置的原料輸送槽，所述原料輸送槽的出料端伸入熔煉容器內，所述原料輸送槽上部設有密封罩，所述密封

²⁰ 中國大陸案 CN 102003876B，申請人為中冶賽迪工程技術股份有限公司，為第一大申請人中冶南方工程技術有限公司的關係企業。

罩與原料輸送槽之間構成原料輸送和煙氣流通的通道，所述密封罩上方連通設置三個（根據實際應用情況，可以是一個或一個以上）用於沉降煙氣中粉塵的塵降室，塵降室連通設置用於抽出煙氣的抽氣管；原料通過原料輸送槽輸送到熔煉容器內，熔煉容器產生的煙氣通過原料輸送槽與密封罩構成的通道進入塵降室，煙氣在塵降室內流速降低並構成旋流或摺射，煙氣中的部分粉塵降落在原料表面被帶回熔煉容器，然後煙氣從塵降室被抽出，通過外部初級除塵設備、餘熱鍋爐系統、精除塵及風機系統排入大氣（圖中箭頭標出了煙氣的流動方向）。

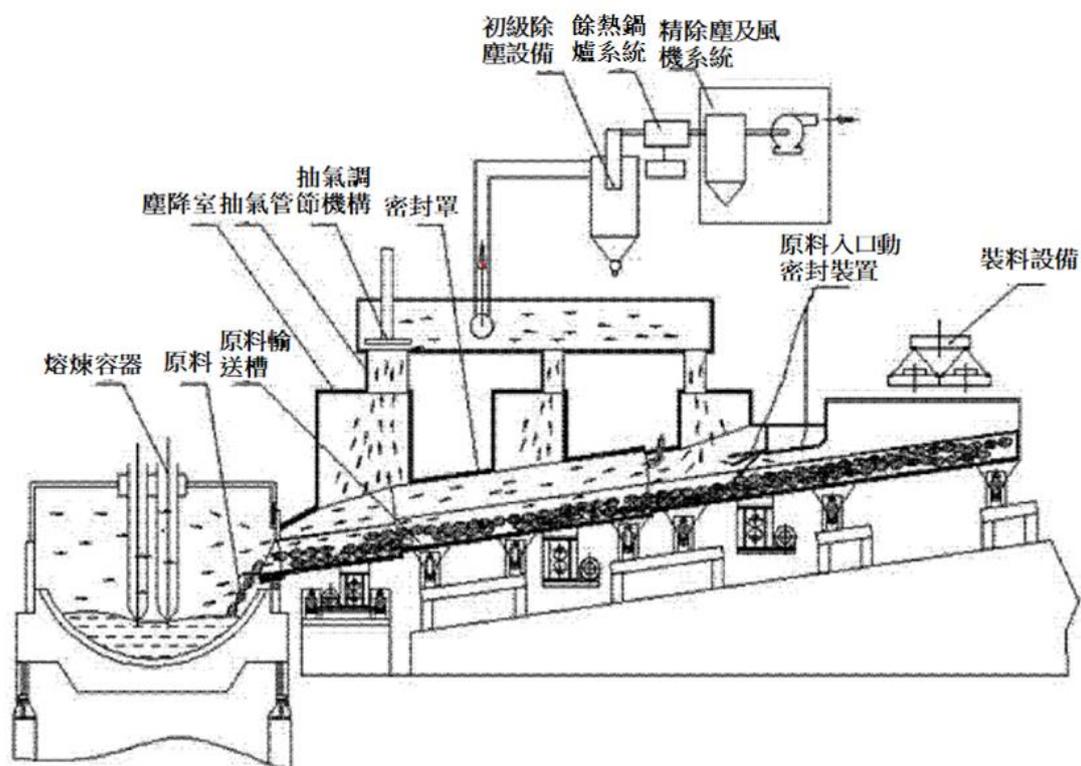


圖 38：涵道式熔煉容器原料輸送和煙塵回收裝置結構示意圖。

本案例的有益效果在於：對涵道結構和抽氣方式進行了改進，使煙氣通過原料輸送槽與密封罩構成的通道進入塵降室，煙氣在塵降室內流速降低並構成旋流或摺射，煙氣中的部分粉塵（顆粒較大的，金屬含量較高的）降落在原料表面被帶回熔煉容器，因此提高了原料的利用率，由於塵降室的降塵作用，減少了煙氣中粉塵含量，因此同時也提高了後續煙氣餘熱鍋爐的利用效果，降低了後續除塵系統的負荷，減少了設備維護；另外，煙氣在原料輸送槽與密封罩構成的通道中流動，高溫煙氣與原料接觸傳熱，對原料起到了一定的預熱效果；具有較好的降塵環保特性和經濟效益，不僅適用於熔煉廢鋼的電爐，也適用於其它有熔煉特徵的熔煉容器。

案例五²¹：煉鋼用電弧爐的廢熱回收設備、煉鋼用電弧爐設備、以及煉鋼用電弧爐的廢熱回收方法。

圖 39 是煉鋼用電弧爐的廢熱回收設備的煉鋼用電弧爐設備的概略結構圖，該煉鋼用電弧爐設備具有 4 個電弧爐單元，這些電弧爐單元配置於煉鋼工廠，均具有煉鋼用電弧爐，並且在各煉鋼用電弧爐上連接有排氣管道，從煉鋼用電弧爐排出的高溫的廢氣流入排氣管道，在排氣管道上連接有前段側的水冷管道，在前段側的水冷管道上連接

²¹ 中國大陸案 CN 102859008B，專利權人為日本鋼鐵普藍特克股份有限公司(JP Steel Plantech Co.)，專利家族有 EP 2562270A1、JP 5501841B2、JP 5501842B2、US 9157336B2 及 WO 2011/132669A1 等 5 國。

有使廢氣燃燒的燃燒塔，在燃燒塔上連接有後段側的水冷管道，在後段側的水冷管道上連接有管道，排氣管道、水冷管道、以及管道作為廢氣管道而發揮功能，前段側及後段側的水冷管道以及燃燒塔構成廢熱鍋爐，此外，廢熱鍋爐也可以僅由水冷管道或僅由燃燒塔構成。另外，在各電弧爐單元的煉鋼用電弧爐的周圍，設置有通風用罩，在通風用罩上連接有通風管道。

各電弧爐單元的燃燒塔利用從空氣導入口導入的空氣使從爐體排出的高溫的廢氣中的一氧化碳、白煙物質以及惡臭物質等完全燃燒從而使之無害化，並且廢氣的溫度因此時的燃燒熱而進一步上升。

各電弧爐單元的廢熱鍋爐是將廢氣的廢熱（這裡為廢氣的顯熱及燃燒熱）作為飽和蒸汽而回收的裝置，並設置在從煉鋼用電弧爐流出的廢氣的流道上，此時，廢熱鍋爐優選設置於廢氣溫度為規定溫度以上的範圍。構成廢熱鍋爐的前段側及後段側的水冷管道以及燃燒塔具有傳熱管。

另外，各電弧爐單元具有汽包，並且在汽包上連接有：供給配管，其對傳熱管供給冷卻水（純水）；以及返回配管，其使冷卻水（蒸汽）從傳熱管返回至汽包，另外，在供給配管上設置有循環水泵，由此，對傳熱管循環供給冷卻水，收容於汽包的冷卻水，通過循環水泵經由供給配管而被輸送至傳熱管，然後，被輸送至傳熱管的冷卻水，因從

煉鋼用電弧爐產生的廢氣的顯熱及廢氣在燃燒塔發生燃燒而產生的燃燒熱而升溫從而轉換成飽和蒸汽，並經由返回配管而返回至汽包，從而在汽包中成為汽水分離的狀態，在汽包上連接有飽和蒸汽輸送配管，汽包內的飽和蒸汽經由該飽和蒸汽輸送配管而向蓄積器被輸送。

各電弧爐單元的管道均連接在廢氣集合管道上，在廢氣集合管道上連接有 1 條下游側廢氣管道，來自各電弧爐單元的管道的廢氣在廢氣集合管道集合，並被輸送至下游側廢氣管道，在下游側廢氣管道上連接有蒸汽過熱器，該蒸汽過熱器將飽和蒸汽進一步加熱為過熱蒸汽，因此，廢熱被回收後的廢氣通過管道、廢氣集合管道、以及下游側廢氣管道而供蒸汽過熱器中的飽和蒸汽的加熱，稍後對蒸汽過熱器詳細地進行說明。此外，在下游側廢氣管道的與蒸汽過熱器相比上游側的部分設置有廢氣流量計，另一方面，各電弧爐單元的通風管道均連接在通風集合管道上，而且，經過蒸汽過熱器後的下游側廢氣管道連接在通風集合管道上，並在通風集合管道上連接有廢氣集塵管道，在廢氣集塵管道上，例如連接有具有袋式過濾器的集塵器、以及排氣風扇，並在廢氣集塵管道的終端連接有煙囪，該煙囪將被集塵器除塵後的廢氣排出至大氣中。另外，在集塵器的上游的廢氣集塵管道上，根據需要而設置有廢氣冷卻器，該廢氣冷卻器用於使廢氣的溫度成為集塵器的耐熱溫度以下。

各電弧爐單元的飽和蒸汽輸送配管，連接在蒸汽集合配管上，在各飽和蒸汽輸送配管中被輸送而來的飽和蒸汽通過蒸汽集合配管而集合。在蒸汽集合配管上連接有蒸汽蓄積器，由各電弧爐單元的汽包產生的飽和蒸汽蓄留於蒸汽蓄積器，而且，在經過蒸汽蓄積器後的蒸汽集合配管上連接有蒸汽過熱器。流通的飽和蒸汽被廢氣加熱而轉換成過熱蒸汽。在本實施方式中，所轉換成的過熱蒸汽被供給至發電用蒸汽輪機。

在各電弧爐單元中設置有連接配管，該連接配管連接廢熱鍋爐的下游側的管道與通風管道，連接配管用於使廢熱被回收後的廢氣流入通風管道，在管道的連接配管連接部的下游側設置有閘板一，在連接配管的管道連接部的附近設置有閘板二，操作這些閘板從而能夠對來自煉鋼用電弧爐的廢氣在蒸汽過熱器側的廢氣流道、與不通過蒸汽過熱器的通風管道側的廢氣流道之間進行切換，換句話說，閘板作為在將廢熱回收後的廢氣對蒸汽過熱器進行供給的廢氣流道、與不通過蒸汽過熱器的廢氣流道之間進行切換的切換機構發揮功能。具體而言，在煉鋼用電弧爐的運轉時的廢氣溫度較高的期間，將閘板一開啟、將閘板二關閉，則將來自煉鋼用電弧爐的廢氣經由管道、廢氣集合管道、以及下游側廢氣管道而引導至蒸汽過熱器。另一方面，在停止煉鋼用電弧爐的運轉時那樣、廢氣溫度較低的期間，將閘板一關閉、將

閘板二開啟，則將來自煉鋼用電弧爐的低溫的廢氣經由連接配管而引導至通風管道，這樣，來自煉鋼用電弧爐的低溫的廢氣不被供給至蒸汽過熱器、從而防止用於對飽和蒸汽進行加熱的廢氣的溫度降低的情況的方式構成各電弧爐單元。

此外，從各煉鋼用電弧爐開始經排氣管道而直至燃燒塔及水冷管道的構成鍋爐的部分，構成對廢氣的廢熱進行回收的第一廢氣流道。管道、廢氣集合管道、以及下游側廢氣管道作為第二廢氣流道而發揮功能，即、將廢熱被回收後的廢氣引導至蒸汽過熱器後將其排出，並且，連接配管、通風管道、以及通風集合管道作為第三廢氣流道而發揮功能，即、以不經由蒸汽過熱器的方式將廢熱被回收後的廢氣排出。

在高溫的廢氣從各煉鋼用電弧爐被排出、並通過構成第一廢氣流道的排氣管道、前段側的水冷管道、燃燒塔、以及後段側的水冷管道的這段時間，通過廢熱鍋爐回收廢熱（顯熱及燃燒熱），具體而言，廢氣的廢熱在構成廢熱鍋爐的傳熱管中轉換成飽和蒸汽，該飽和蒸汽經由汽包、飽和蒸汽輸送配管、以及蒸汽集合配管而蓄留於蒸汽蓄積器，然後，蓄留於蒸汽蓄積器的飽和蒸汽被供給至蒸汽過熱器，並在蒸汽過熱器被高溫的廢氣加熱而轉換成過熱蒸汽，所轉換成的過熱蒸汽被供給至發電用蒸汽輪機，以供發電。

另一方面，廢熱被回收後的廢氣經由構成第二廢氣流道的管道、

廢氣集合管道、以及下游側廢氣管道而被輸送至蒸汽過熱器，並在蒸汽過熱器供飽和蒸汽的加熱。

在煉鋼用電弧爐的周圍，經由通風用罩、通風管道而進行通風，並且來自通風管道的冷風被輸送至通風集合管道，另外，供飽和蒸汽的加熱後的廢氣，經由下游側廢氣管道而被輸送至通風集合管道，並以與從通風管道被供給的冷風混合的狀態，被供給至集塵管道，並被集塵器集塵而從煙囪排出，這樣，下游側廢氣管道的高溫的廢氣與通風集合管道的通風用的冷風進行合流，然後溫度降低的廢氣被供給至廢氣集塵管道，從而能夠使流動至由袋式過濾器構成的集塵器的廢氣的溫度降至集塵器的耐熱溫度以下，另外，在集塵器的上游的廢氣集塵管道上設置有冷卻器，從而使廢氣溫度降至集塵器的耐熱溫度以下的操作變得更加容易。

煉鋼用電弧爐設備具有 4 個煉鋼用電弧爐，這些煉鋼用電弧爐通常成為作業開始時機錯開規定時間的狀態。由此，這 4 個煉鋼用電弧爐的高溫期與低溫期成為相互錯開的狀態，並使被這 4 個煉鋼用電弧爐回收的飽和蒸汽在蒸汽蓄積器合流，因此合流後的飽和蒸汽量被均衡化，此時，能夠通過控制各煉鋼用電弧爐的作業時機，來使合流後的飽和蒸汽量的分佈達到所希望的狀態。

當將飽和蒸汽加熱為過熱蒸汽時，能夠使用廢熱回收後的廢氣來

進行對蒸汽過熱器的加熱能量的供給，因此不需要用於生成過熱蒸汽的其他的燃料，從而能量經濟性較高。

在廢熱鍋爐下游側的管道上，設置有與通風管道連接的連接配管，並且作為切換機構而設置有閘板一及閘板二，該切換機構在將廢熱回收後的廢氣對蒸汽過熱器側進行供給的廢氣流道、與不通過蒸汽過熱器的廢氣流道之間進行切換。而且，在從煉鋼用電弧爐排出高溫的廢氣的期間（高溫期），將閘板一開啟、將閘板二關閉，則廢氣被供給至蒸汽過熱器。另一方面，在停止煉鋼用電弧爐的運轉時等的排出低溫的廢氣的期間（低溫期），將閘板一關閉，將閘板二開啟，則將來自煉鋼用電弧爐的廢氣導入通風管道，從而來自煉鋼用電弧爐的廢氣不被供給至蒸汽過熱器。由此，能夠防止用於產生過熱蒸汽的廢氣的溫度降低的情況，從而能夠生成穩定且具有規定的過熱度的過熱蒸汽。

如此，該煉鋼用電弧爐的廢熱回收設備在將從煉鋼用電弧爐排出的廢氣的廢熱作為飽和蒸汽而回收、並將其進一步加熱為過熱蒸汽的過程中，能夠抑制廢氣的溫度變動而進行高效的廢熱回收，並且能量經濟性較高。

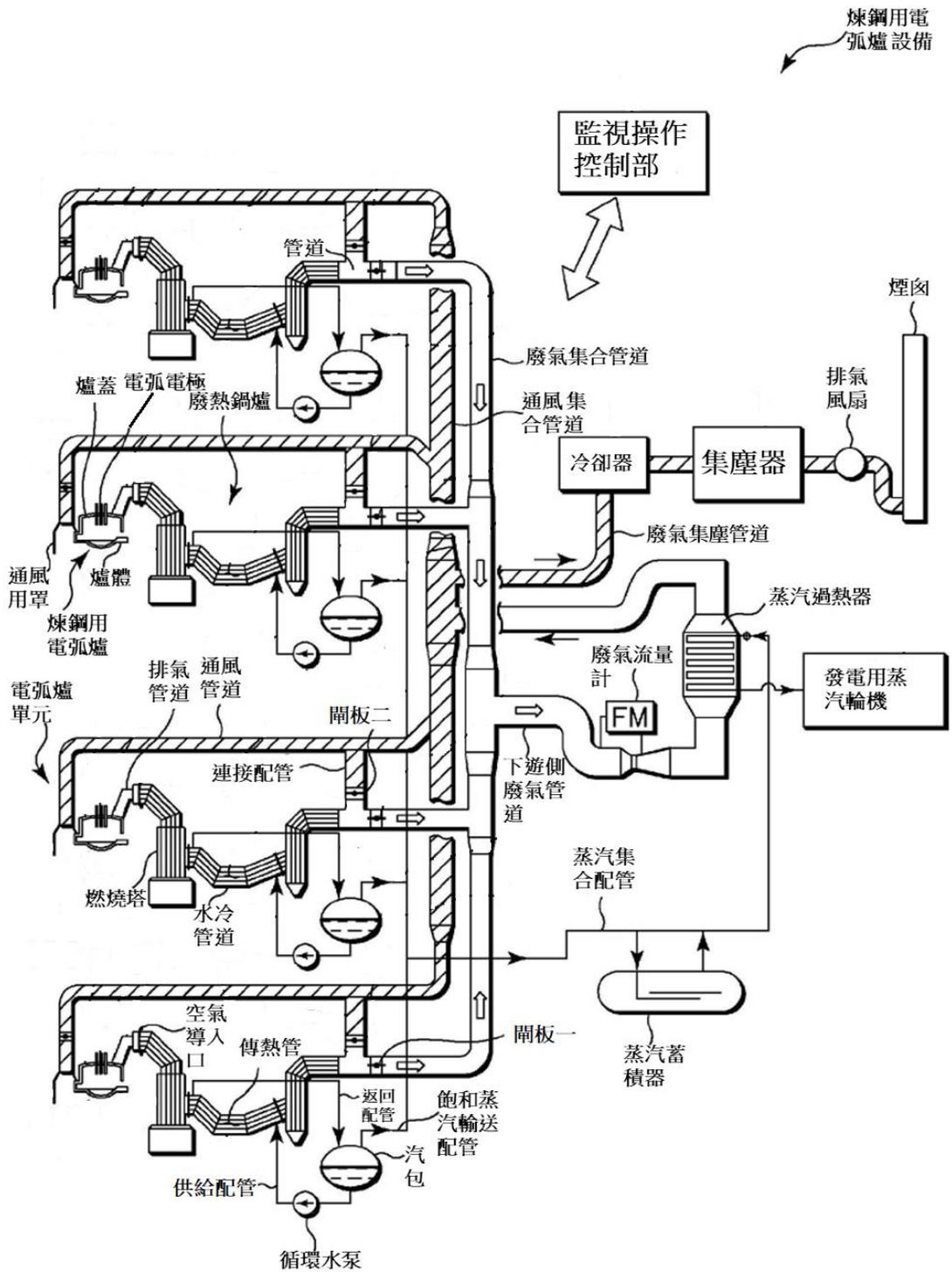


圖 39：電弧爐的廢熱回收設備的煉鋼用電弧爐設備概略結構圖。

案例六²²：廢鋼煉鋼設備。

如圖 40 所示，本案例的廢鋼煉鋼設備包括水平輔預熱段，沿水平方向設置；豎直主預熱段，沿豎直方向設置並連接在所述水平輔預熱段在下游；所述豎直主預熱段的內腔為中空的腔體，豎直主預熱段中不設有手指閥；在豎直主預熱段內，高達 1200~1400°C 的電弧爐煙氣和廢鋼進行豎直逆向傳熱；電弧爐，連接在所述豎直主預熱段下游。豎直主預熱段中，內腔為中空的腔體，豎直主預熱段中不設有手指閥，下部廢鋼拖住上部廢鋼，且隨著下部廢鋼的不斷熔化，上部廢鋼連續緩慢下降，解決了豎井電弧爐易被廢鋼砸壞的問題，減少了設備故障率。

進一步地，所述豎直主預熱段中，下部廢鋼拖住上部廢鋼，且隨著下部廢鋼的不斷熔化，上部廢鋼連續緩慢下降。在豎直主預熱段內，下部廢鋼和熔池直接接觸，提高了鐵水和廢鋼之間的傳熱效率，由於廢鋼和電極不直接接觸，可降低冶煉過程噪音，減少熔池的波動，實現平熔池冶煉。

進一步地，所述水平輔預熱段包括：相連接的裝料段和預熱室，所述預熱室連接所述豎直主預熱段，在所述預熱室中，廢鋼進行一次預熱，在豎直主預熱段內利用電弧爐廢氣對一次預熱後的廢鋼進行二

²² 中國大陸案 CN 104531946B，申請人為中冶京誠工程技術有限公司，為第一大申請人中冶南方工程技術有限公司的關係企業。

次預熱。經過兩次預熱，可以充分利用電弧爐煙氣中的餘熱預熱廢鋼，達到節能、環保的冶煉效果。

進一步地，電弧爐煉鋼過程中在水平輔預熱段利用低溫煙氣可將冷廢鋼預熱到 200°C 以上，在豎直主預熱段依靠高溫煙氣和二次燃燒的熱量可將廢鋼預熱至 600°C 以上，實現全廢鋼預熱。這樣，噸鋼節約電耗約 120kWh/t²³，可實現平熔池冶煉降低噪音、減少爐蓋開啟和煙氣排放。

進一步地，所述水平輔預熱段還包括：設置在所述裝料段和預熱室底部的傳送帶。裝料段的底部設有傳送帶，預熱室底部設有傳送帶，傳送帶將裝入的冷廢鋼送入預熱室中進行一次預熱，經預熱室一次預熱後的廢鋼繼續通過傳送帶送入豎直主預熱段進行二次預熱；通過傳送帶可以穩定的實現一次預熱和二次預熱。進一步地，所述傳送帶為能調速的絕熱傳送帶，以實現耐熱的功能和根據電弧爐的熔池情況輸送廢鋼。

進一步地，所述廢鋼煉鋼設備還包括：用於二次燃燒的氧氣噴嘴，設置在豎直主預熱段上。通過氧氣噴嘴吹入的氧氣和一氧化碳(CO)反應產生二氧化碳(CO₂)，放出大量的化學熱，燃燒後的廢氣用於預熱廢鋼，增加廢鋼和煙氣的溫度差，提高廢鋼預熱效果，依靠高

²³ kWh/t 為煉每噸鋼所需電能。

溫煙氣和二次燃燒的熱量將廢鋼預熱至 650~700°C。

進一步地，所述廢鋼煉鋼設備還包括：氧槍，設置在電弧爐的爐壁上。電弧爐爐壁上設置氧槍，用於強化熔池攪拌，促進鐵水和廢鋼之間的傳熱和廢鋼的熔化。

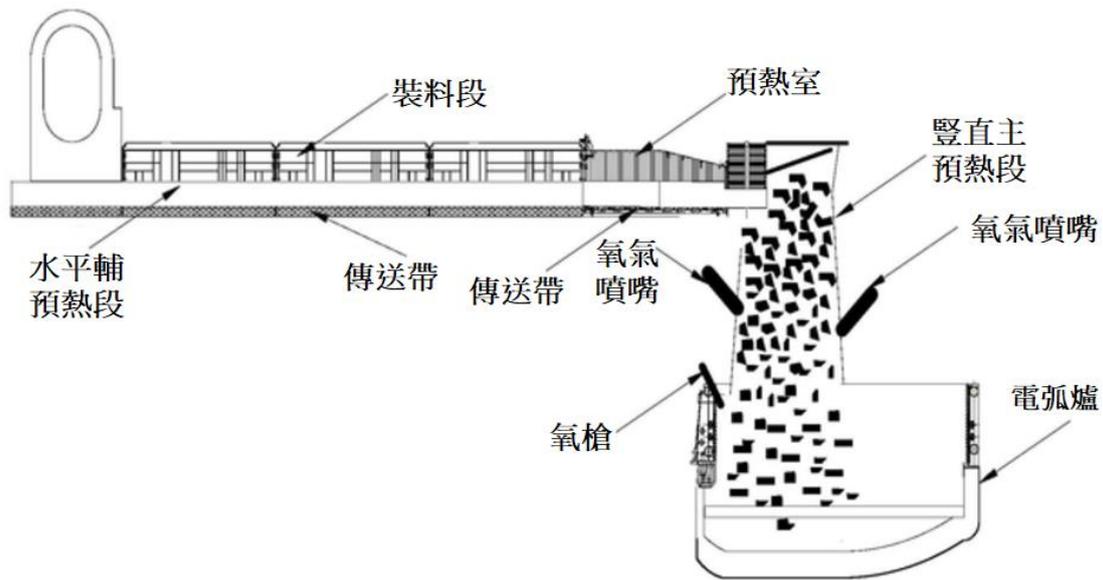


圖 40：廢鋼煉鋼設備的結構示意圖。

在煉鋼過程中，利用磁鐵吊具或廢鋼料籃將冷廢鋼連續加入裝料段，然後利用可調速的絕熱傳送帶將廢鋼不斷送入水準輔預熱段的預熱室中進行預熱。預熱室內的電弧爐煙氣在經過豎直主預熱段後溫度約為 500~700°C，和水平預熱室內的廢鋼進行熱交換，電爐煙氣和廢鋼進行水平逆向傳熱，經預熱室一次預熱後，廢鋼的溫度將升高至 200°C 以上，例如廢鋼溫度升至約 250°C。

一次預熱後的廢鋼經預熱室傳送帶送入豎直主預熱段，在豎直主預熱段內，高達 1000~1400°C 電弧爐煙氣和廢鋼進行豎直逆向傳熱，廢鋼和高溫煙氣充分接觸，增加了傳熱面積，傳熱效率高，依靠高溫煙氣和二次燃燒的熱量將廢鋼預熱至 600°C 以上，例如為 650~700°C，預熱後的廢鋼連續加入電弧爐內進行熔煉。預熱後的廢鋼和電弧爐內的熔池接觸，隨著豎直主預熱段下部廢鋼的不斷熔化，上部廢鋼逐漸加入電弧爐中進行熔煉，實現全廢鋼預熱，節約電耗約 120kWh/t。

在本案例的工作過程中，由於廢鋼不直接和電極接觸，可實現平熔池冶煉降低噪音、減少爐蓋開啟和煙氣排放，達到節能、環保的冶煉效果。

三、CCUS 技術主題：

(一)CCUS 技術主題分析：

表 14 係 CCUS 技術主題的技術分類及專利件數統計表，係針對電弧爐捕捉或去除碳氧化物作為檢索條件，經檢索後將 CCUS 技術主題依不同技術再加以分類，分類後專利件數最多之前二名分別為二氧化碳相關及一氧化碳相關的技術分類。由表 14 可知，二氧化碳相關之技術分類的專利件數，計有 139 件；一氧化碳相關之技術分類的專利件數，計有 94 件，本報告將該二項技術分類做進一步的分析，並

提供相關案例供參。

表 14：CCUS 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
二氧化碳相關	139
一氧化碳相關	94

圖 41 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 41 可知，在二氧化碳相關之技術分類中，專利件數於 2021 年大幅增加至 35 件，表示電弧爐在二氧化碳的捕捉技術方面，有可能成為未來的趨勢。在一氧化碳相關之技術分類中，在 2012~2021 年專利件數的分佈情形雖然有高低起伏，但整體上仍然持續維持穩定的狀態。

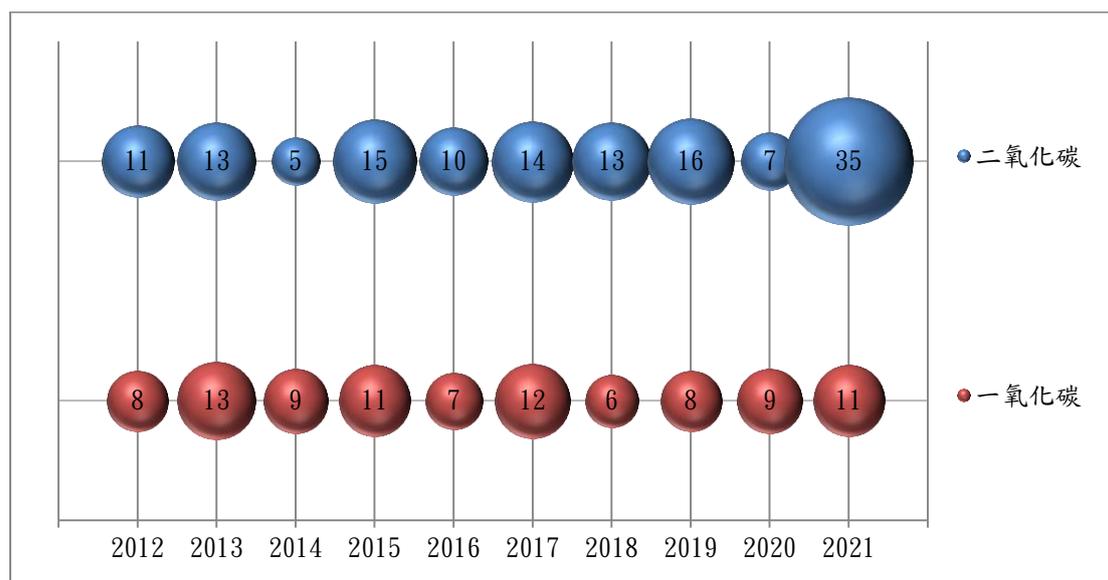


圖 41：CCUS 技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

(二)各國家地區之 CCUS 技術主題分析：

表 15 係 CCUS 技術主題中各技術分類在各國家的專利件數統計表。由表 15 可知，日本在二氧化碳相關之技術分類的專利件數為最多，有 41 件；其次是中國大陸，有 40 件；第三名是韓國，有 31 件。日本在一氧化碳相關之技術分類的專利件數為最多，有 49 件；其次是中國大陸，有 29 件；韓國則有 7 件。由於日本有多件專利係為了將廢氣中的氮氧化物去除，會捕獲廢氣中的一氧化碳，作為去除氮氧化物的反應物，以達到廢氣淨化的功效，故日本在一氧化碳相關技術分類的專利件數多於二氧化碳相關技術分類。本報告將針對日本、中國大陸及韓國的專利件數作分析。

表 15：CCUS 技術主題中各技術分類在各國家的專利件數統計表²⁴。

技術手段	日本	中國大陸	韓國	其他國家
二氧化碳	41	40	31	28
一氧化碳	49	29	7	13

圖 42 係日本 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 42 可知，日本在二氧化碳相關之技術分類中，專利件數於 2021 年達到最多為 18 件，有明顯增加的趨勢，這是因為近

²⁴ 表 15 中顯示二氧化碳之技術分類的總件數有 41+40+31+28=140 件，與表 14 中顯示 139 件相差 1 件，乃因這 1 件專利係由中國大陸及美國共同申請，故在中國大陸及其他國家各計 1 件所致；表 15 中顯示一氧化碳之技術分類的總件數有 49+29+7+13=98 件，與表 14 中顯示 94 件相差 4 件，乃因這 4 件專利其中 3 件係由日本及美國共同申請，故在日本及其他國家各計 1 件，另 1 件專利係由英國及日本共同申請，故在日本及其他國家各計 1 件所致。

來碳中和議題盛行所造成的結果；在一氧化碳相關之技術分類方面，專利件數大致上並無增加的趨勢，表示日本未來在 CCUS 技術主題中，將會以二氧化碳相關的技術為主。

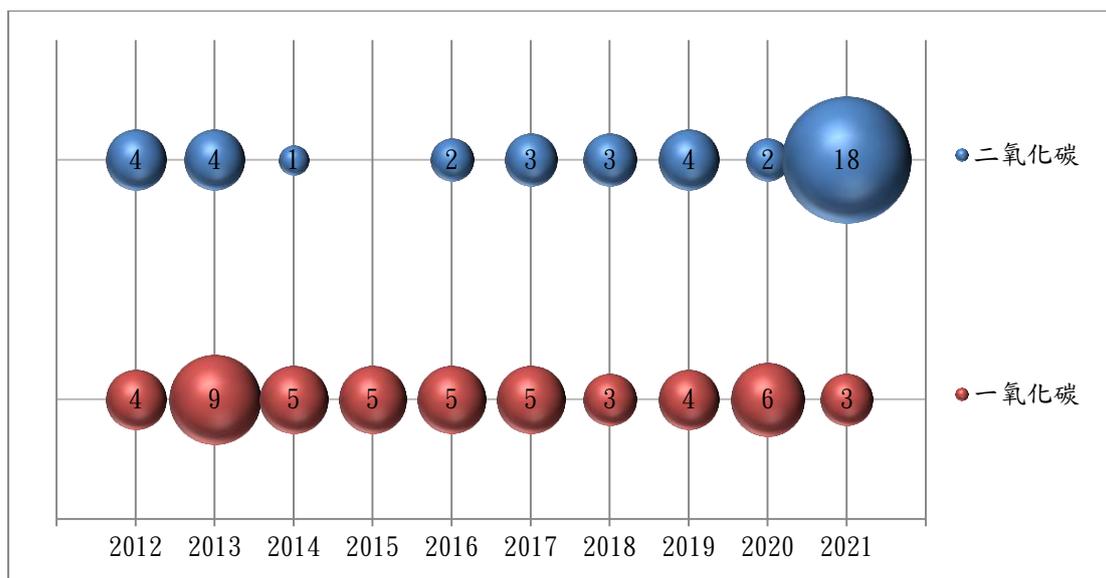


圖 42：日本 CCUS 技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

圖 43 係中國大陸 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 43 可知，中國大陸於 2021 年，無論在二氧化碳相關或是一氧化碳相關之技術分類中，專利件數皆為最高，這說明中國大陸未來在 CCUS 技術主題中，除了以二氧化碳相關的技術為主外，一氧化碳相關的技術也有可能成為中國大陸在 CCUS 技術主題中的另一選項。

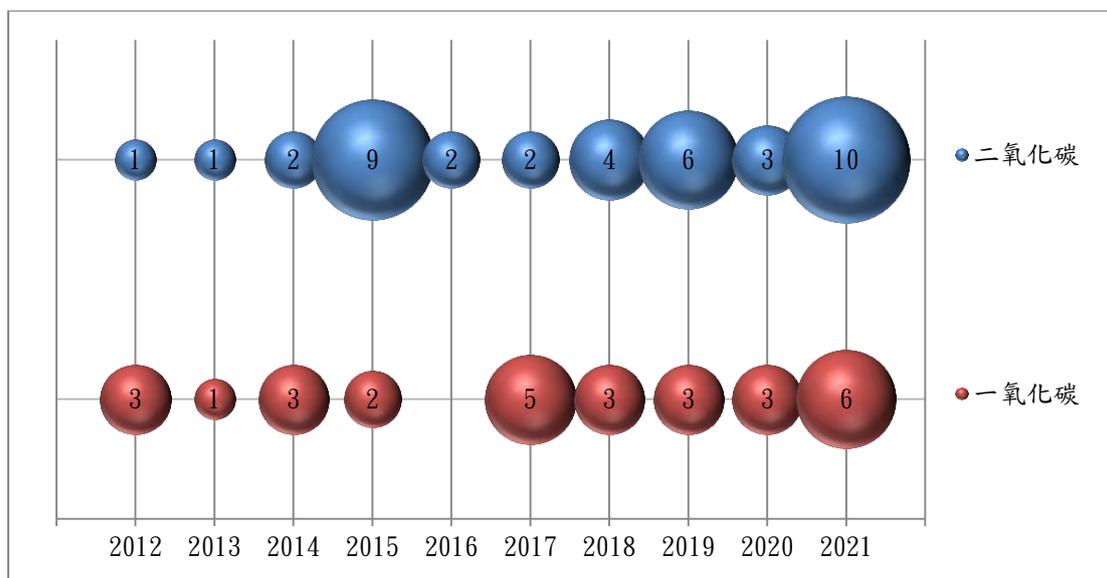


圖 43：中國大陸 CCUS 技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

圖 44 係韓國 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 44 可知，韓國在二氧化碳相關之技術分類中，在 2012~2021 年的專利件數分佈狀況平穩並無太大變化；韓國在一氧化碳相關之技術分類方面，專利件數非常少，看不出其變化趨勢，表示韓國未來在 CCUS 技術主題中，將會以二氧化碳相關的技術為主。

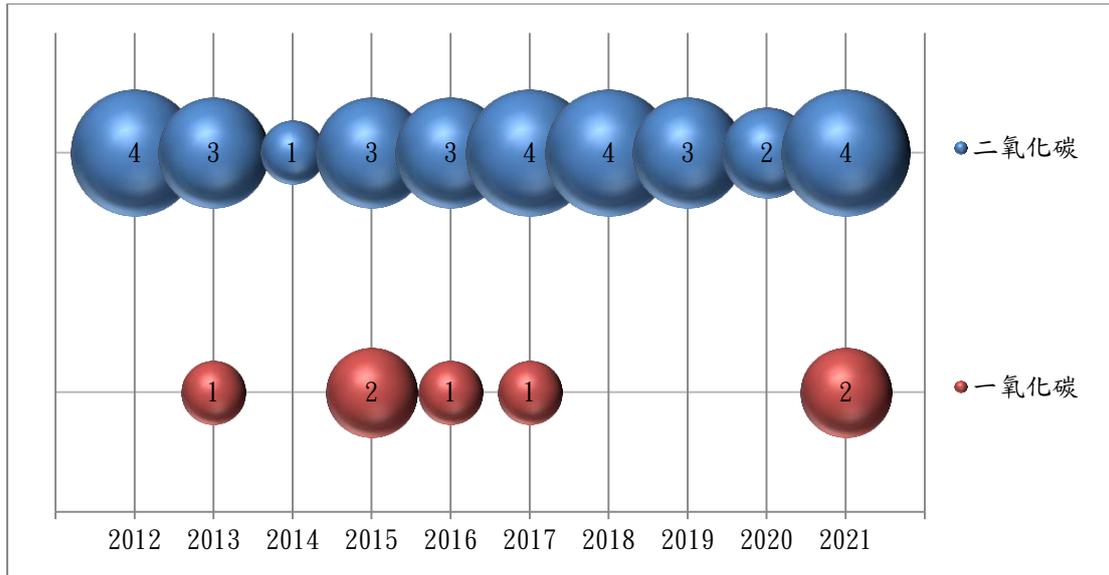


圖 44：韓國 CCUS 技術主題中各技術分類在 2012~2021 年的專利件數泡泡圖。

(三)CCUS 技術主題之各申請人類型分析：

表 16 係 CCUS 技術主題中各技術分類之申請人類型的專利件數統計表。圖 45 係 CCUS 技術主題中各技術分類之申請人類型的專利件數占比直條圖。圖 45 中，申請人類型為公司與學術的專利件數，係為表 13 中，申請人類型為公司與學術及多公司與學術的專利件數之總和。由圖 45 可知，在二氧化碳相關之技術分類中，單一公司的專利件數占比最高，占有 47%，其次是單一學術單位的專利件數占比，占有 22%；在一氧化碳相關之技術分類中，單一公司的專利件數占比最高，占有 61%，其次是單一學術單位的專利件數占比，占有 21%。由此可知，在這二項技術分類中，單一公司的專利件數占比皆為最高，也有許多單一學術單位因近來碳中和的議題盛行，參與二氧化碳相關及一氧化碳相關的技術研發。

表 16：CCUS 技術主題中各技術分類之申請人類型的專利件數統計表。

申請人類型		二氧化碳	一氧化碳
單一申請人	公司	66	57
	個人	16	5
	學術	31	20
二個申請人合作關係	公司與公司	4	7
	公司與個人	0	1
	公司與學術	15	1
	個人與個人	2	1
	個人與學術	1	1
三個以上申請人合作關係	公司與多人	1	0
	多公司與多人	2	1
	多公司與學術	1	0
總計		139	94

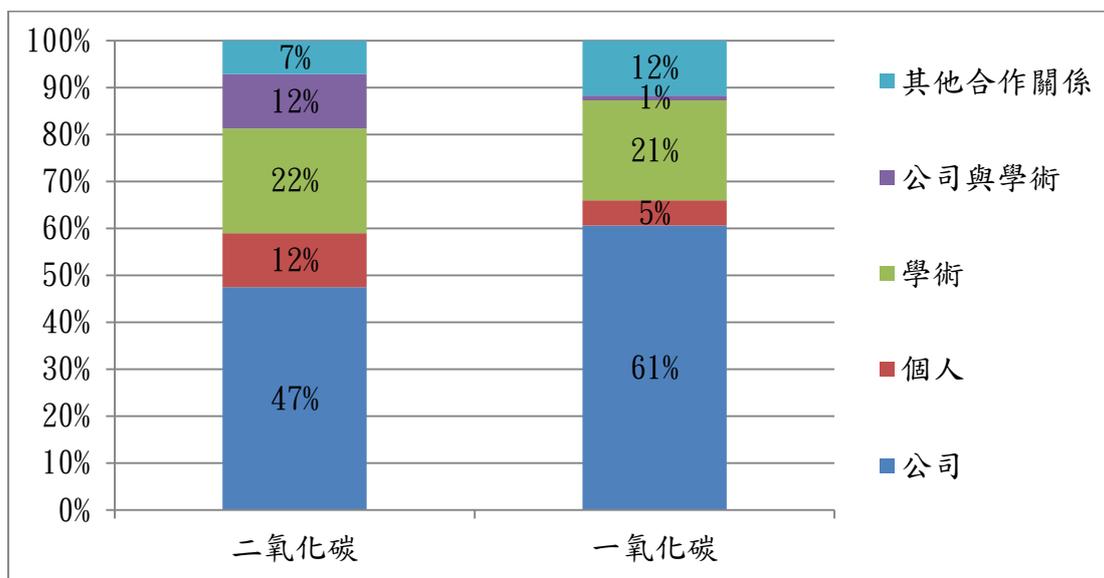


圖 45：CCUS 技術主題中各技術分類之申請人類型的專利件數占比直條圖。

(四)相關案例：

案例七²⁵：一種鐵合金電爐 CO₂尾氣淨化裝置。

電弧煉鋼爐由於使用石墨或炭質電極會產生煙塵，既難淨化，又

²⁵ 中國大陸案 CN 209612552U，專利權人為內蒙古瑞志現代煤化工科技有限公司。

不利於能量回收，長期污染環境，形成公害並造成能量損失。故本案例提供一種鐵合金電爐 CO₂ 尾氣淨化裝置如圖 46 所示，包括吸附罐，吸附罐上端連接排氣管，且吸附罐下端連接有進氣管，並且吸附罐一側設有與之連通的真空泵，吸附罐底部設有吸附罐支柱，吸附罐內部設有吸附床，且吸附床中央穿插有活動桿，活動桿與連桿連接構成一體結構，且連桿和活動桿的連接端通過第一偏心輪和第二偏心輪構成上下往復活動結構，這使得只需在活動桿和吸附罐穿插進口處，設有密封橡膠圈，防止原料氣洩露之後，利用吸附罐內部的吸附床（如圖 47 所示）通過活動桿進行上下往復活動，使得吸附床對原料氣中的絕大部分 CO₂ 雜質進行吸附去除時，去除效果更好，從而可以為後續鐵合金電爐尾氣製甲醇的生產工藝提供合格的原料氣（鐵合金電爐尾氣製甲醇的原料氣），達到資源再利用，節能環保的目的，吸附床通過焊接方式與活動桿連接一體結構，且吸附床呈等間距均勻設置，這使得通過多層吸附床層層吸附，使得對原料氣中的絕大部分 CO₂ 雜質的吸附去除效果更好，吸附床為水合矽鋁酸鹽材質的分子篩，且吸附床上設有孔徑均勻的孔道和排列整齊的孔穴，這使得吸附床可以對原料氣中的絕大部分 CO₂ 雜質進行吸附去除作業，活動桿上端連接有連桿，且連桿一端連接有第二轉軸，並且第二轉軸上嵌套有第二偏心輪，第二偏心輪上連接有曲軸，且曲軸一端連接有第一偏心輪，並且

第一偏心輪中央穿插有第一轉軸，第一轉軸和第二轉軸兩端均設有軸承，且第一轉軸一端通過軸承與電機輸出軸連接，並且第二轉軸一端通過軸承與連桿連接，這使得第一轉軸和第二轉軸的轉動可以更加流暢，從而使得吸附床通過活動桿進行上下往復活動時，可以保持沿垂直路線進行上下往復活動，第一轉軸一端連接有電機輸出軸，且電機輸出軸一端連接有電機。

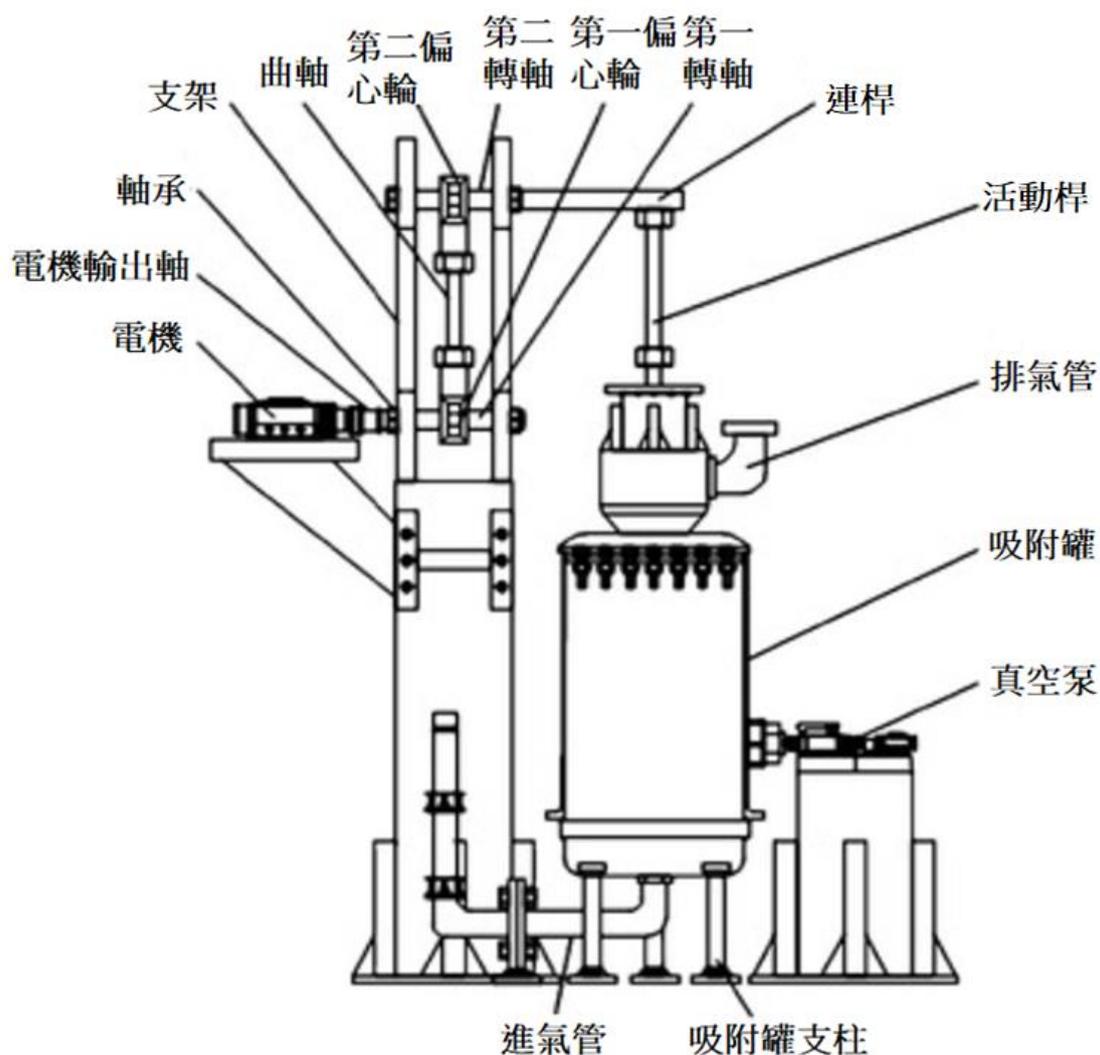


圖 46：鐵合金電爐 CO₂ 尾氣淨化裝置結構示意圖。

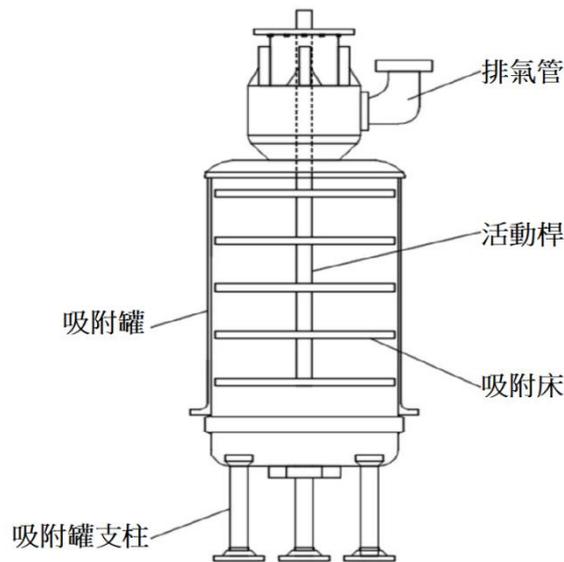


圖 47：鐵合金電爐 CO₂ 尾氣淨化裝置吸附罐內視圖。

在使用該鐵合金電爐 CO₂ 尾氣淨化裝置時，先利用真空泵對吸附罐內部的氣壓進行調節，確保壓力為 1.6MPa 原料氣，經過原料氣緩衝罐後進入吸附罐內部自下而上經過多層吸附床時，可以在變壓吸附²⁶效應下，脫除原料氣中的絕大部分 CO₂ 雜質，從而控制吸附罐上端排氣管處出口氣 CO₂ 含量約 2.5~4.5%，調節完畢之後，再接通電機的電源，使得電機的電機輸出軸帶動第一轉軸旋轉，第一轉軸再帶動第一偏心輪旋轉，第一偏心輪接著通過曲軸帶動第二偏心輪旋轉，從而使得第二偏心輪帶動第二轉軸旋轉，第二轉軸再通過連桿帶動吸附床

²⁶ 變壓吸附(Pressure Swing Adsorption, PSA)是應用於分離氣體混合物的一種技術，它是應用吸附劑（例如沸石、活性炭及分子篩）對氣體混合物中各成分不同的親和性或選擇性，通常它是在常溫及高壓力下進行吸附，將氣體混合物中某一成分吸附住，然後在低壓力下進行脫附，週而復始地操作，如此可將該成分分離出來。資料來源：國立成功大學，網址如下所示：

<https://www.che.ncku.edu.tw/historicalgallery2/index.php?option=module&lang=cht&task=pageinfo&id=613&index=9>。

沿垂直線路上下往復運動，此時將原料氣緩衝罐的出氣端與進氣管進氣口連接，使得原料氣經進氣管處進入到吸附罐內部，自下而上經過多層吸附床時，在變壓吸附效應下，原料氣中的絕大部分 CO₂ 雜質被吸附床吸附，從而控制吸附罐上端排氣管處出口氣 CO₂ 含量約 2.5~4.5 %，使得可以為鐵合金電爐尾氣製甲醇的生產工藝提供合格的原料氣，達到資源再利用，節能環保的目的。

案例八²⁷：用於處理來自電熔過程的含有二氧化碳的廢氣的方法。

圖 48 為廢鐵冶煉工藝及其結合乾燥重組工藝的廢氣處理示意圖。電弧爐產生的含二氧化碳廢氣被輸送到廢氣管道中，將廢氣中的有毒物質如戴奧辛(dioxins)等在再燃燒系統中轉化成無害氣體。廢氣感測器可監測廢氣的各個化學成分，尤其是二氧化碳。接著是乾燥重組過程，其中重整氣體（例如可以使用具有高比例甲烷的天然氣）將廢氣中的二氧化碳還原成一氧化碳等燃燒氣體，在乾燥重組過程之後是熱交換過程，將廢氣冷卻。燃燒氣體（通常沒有預先與其他廢氣成份分離）與廢氣一起儲存在儲氣罐中並且可以作為燃燒氣體再次輸送回再燃燒系統。同樣，燃燒氣體可用作進一步熱加工過程的能量儲存器，尤其是在鋼鐵生產的過程例如鋼胚的預熱。

²⁷ 德商西門子股份有限公司申請，公開號 DE 102011002615A1，專利家族計有 EP 2663661B1、ES 2554546T3、MX 343545B、RU 2601981C2、US 9005570B2 及 WO 2012/095329A2 等共計 7 國。

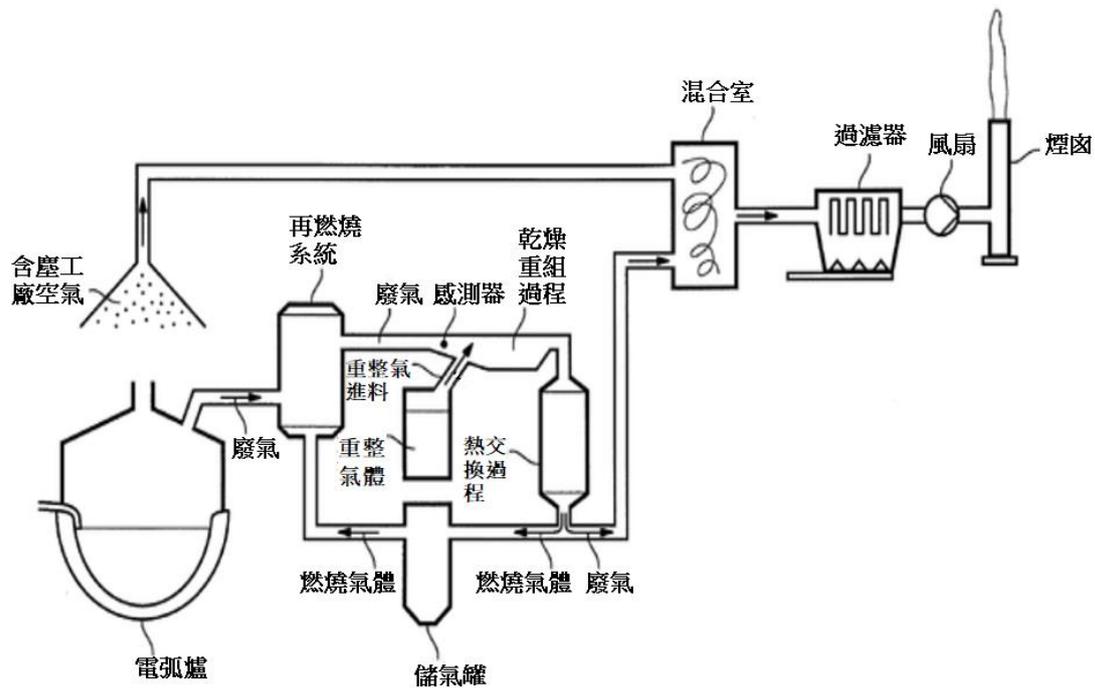


圖 48：廢鐵冶煉工藝及其結合乾燥重組工藝的廢氣處理示意圖。

如果沒有燃燒氣體的產生和儲存，則廢氣在混合室中與含灰塵的工廠空氣混合，隨後在過濾器中將灰塵從廢氣中濾出。對於各種過濾系統，氣體溫度不應超過 180°C，風扇將廢氣輸送到煙囪中。

廢氣從電弧爐排出後，其二氧化碳含量根據操作條件而不同。因此廢氣的二氧化碳含量通過廢氣感測器測量，並控制重整氣體添加到廢氣中。重整氣體與廢氣的二氧化碳至少部分地根據以下反應方程式反應（乾燥重組過程）。



該反應是吸熱反應，每摩爾 250kJ 的熱能從廢氣中去除。以這種

方式，作為化學能存儲在所形成的燃燒氣體（一氧化碳與氫氣，也稱為合成氣體）中的熱能通過該反應被轉化。因此，熱能轉化為化學能，因為根據方程式(1)產生的燃燒氣體具有比最初使用的重整氣體（甲烷）更高的熱量值。

各析出物和產物的熱量值如下：

甲烷(CH₄)：55.5MJ/kg=888MJ/kmol。

一氧化碳(CO)：10.1MJ/kg=283MJ/kmol。

氫氣(H₂)：143MJ/kg=286MJ/kmol。

通過上述 250kJ/mol 的化學反應方程式(1)，2 摩爾一氧化碳和 2 摩爾氫氣的混合物的熱量值高於 1 摩爾甲烷的熱量值。因此，熱量值增加相當於引入的甲烷熱量值的 28% (250kJ/mol：888kJ/mol)。

燃燒氣體的使用取決於改變一氧化碳與氫氣比率，有利於氫氣的比率增加。在這種情況下，水（優選以蒸氣形式）同樣可能被引入到重整氣體進料中。因此，可以進行放熱的一氧化碳變換反應，根據該反應如下方程式(2)所示：



氫氣與一氧化碳的比例發生變化。儘管這導致較少的廢熱被儲存，但由於這裡涉及放熱反應，燃燒氣體中的氫氣含量增加，這在一些燃燒過程中是有利的。

此外，廢氣與燃燒氣體一起儲存在儲氣罐中。燃燒氣體可以用於再燃燒過程並且在該過程中可以至少部分地替代現有技術中使用的天然氣。使用這種方法，通過煙囪排放的二氧化碳總量遠低於現有技術的情況。

來自電弧爐的廢氣在長階段(>50%)運行期間包含非常低濃度的一氧化碳(約 5%)和二氧化碳(<10%)。在這些操作期間，上述乾燥重整氣體的使用僅在一定程度上是值得的，因為在廢氣中不能產生足夠高比例的可燃成分。原因是電弧爐通常吸入假空氣(例如通過爐渣門或通過電極孔)，廢氣中含有較高濃度的氧氣和氮氣。在其他操作階段，廢氣在再燃燒之前可能含有 20~50%的一氧化碳和 10~15%的二氧化碳。在再燃燒之後，存在足夠的二氧化碳以通過所述乾燥重組過程產生具有足夠高的合成氣比例的廢氣，所述乾燥重組過程適用於所述煉鋼的加熱用途。所提出的方法的使用在後面的操作階段特別有利。

所形成的燃燒氣體(合成氣體)的能量含量可用於煉鋼廠的合適工廠部分。例如，可以用於發電站的發電，或作為用於板胚、鋼胚預熱的燃燒氣體。

案例九²⁸：利用電爐渣固定二氧化碳的方法。

本案例利用電爐渣固定二氧化碳的方法，其步驟如下(a)~(f)所示：

(a)將電爐中的還原渣粉碎。

(b)用酸浸出電爐還原渣中所含的鈣(Ca)。

(c)從含鈣(Ca)的浸出液中提取（沉澱）氫氧化鈣(Ca(OH)₂)。

(d)從溶液中分離出沉澱的氫氧化鈣(Ca(OH)₂)。

(e)乾燥已分離出氫氧化鈣(Ca(OH)₂)。

(f)使已乾燥的氫氧化鈣(Ca(OH)₂)與二氧化碳(CO₂)反應形成碳酸鈣(CaCO₃)。

電爐渣是在利用廢鐵煉鋼的工廠中產生的，根據精煉環境分為氧化渣和還原渣²⁹，電爐還原渣含有重量百分比約 28~40%的鈣(Ca)和重量百分比約 6~9%的鎂(Mg)，它是一種合適的原料，可作為礦物碳酸化反應固定二氧化碳的起始原料。作為廢棄物的電爐還原渣因為鈣(Ca)組分為一種氧化物，與二氧化碳的反應性能非常低，當它轉化為氫氧化鈣(Ca(OH)₂)狀態時，反應性能增加，因此可用作通過礦物碳

²⁸ 申請人為學術單位韓國地質資源研究院，為韓國第三大申請人，公告號為 KR 10-1196805B1。

²⁹ 廢鋼鐵原料經高溫熔煉成液態鋼液，通入高壓氧氣以加速氧化作用，部分的鐵及其它雜質（如矽、錳）生成氧化物和石灰形成「氧化渣」。鋼液中含氧量過高，需加以還原，先將氧化渣排除，再加入大量石灰石、碳粉等副原料，產生「還原渣」。上述氧化期產出之氧化渣及還原期產出之還原渣合併稱為煉鋼爐渣。資料來源：行政院環境保護署，其網址如下。

<https://enews.epa.gov.tw/Page/894720A1EB490390/0be08cfe-1e39-4248-9d79-48c115ac2e8d>

。

酸化作用固定二氧化碳的材料。

此外，電爐渣具有在副產物過程中混合的游離氧化鈣(CaO)和氧化鎂(MgO)等成份發生化學膨脹的性質，這種反應特性是阻礙作為建築材料的結構穩定性的因素，對於電爐渣的循環利用，抑制電爐渣反應性的技術是資源循環利用的關鍵。

步驟(a)的粉碎的特徵在於，使用在粉體法中廣泛使用的球磨機將電爐還原渣粉碎至 150 μm 以下，若還原渣超過 150 μm ，會在步驟(b)中產生鈣(Ca)的浸出率降低，浸出處理時間會變長等問題。

步驟(b)中的酸溶液與電爐還原渣反應並將其中所含的鈣(Ca)浸出為含鈣離子(Ca^{2+})的步驟，可以由以下反應式表示：

電爐還原渣+酸性溶液 \rightarrow 泥漿+鈣離子(Ca^{2+})。

浸出步驟是電爐還原渣與鹽酸(HCl)、硝酸(HNO_3)或氯化銨(NH_4Cl)等酸性溶液反應，分解由鈣—矽(Ca-Si)氧化物及鈣—鋁(Ca-Al)氧化物等浸出鈣(Ca)的工序。爐渣是一種工業廢物，含有大量的鈣和鎂，這些工業廢物可來自廢鐵生產鋼的工廠。

主要浸出反應步驟是相對於 100 重量比的酸性溶液混合 12.5~25 重量比的電爐還原渣，在 25~90 $^{\circ}\text{C}$ 攪拌反應進行，更佳在 30~70 $^{\circ}\text{C}$ 。在酸性溶液和電爐還原渣的重量比小於 12.5 時，鈣(Ca)浸出率雖提高，但酸性溶液消耗量會增加，另酸性溶液與電爐還原渣的重量比超

過 25 時，雖節省了酸性溶液的消耗量，但反應溫度低於 25°C 時，則鈣(Ca)的浸出時間會增加，如果反應溫度超過 90°C，鈣(Ca)的浸出時間雖可縮短，但減少幅度僅在 5%以內並不大，對反應溫度的升高沒有任何好處。

步驟(c)中的沉澱是通過從步驟(b)中獲得的浸出液中加入氫氧化鈉(NaOH)作為中和劑，在保持酸鹼值(pH)在 10~14 範圍內的同時沉積氫氧化鈣(Ca(OH)₂)的步驟。如果 pH 值小於 10，則存在鈣(Ca)向氫氧化鈣(Ca(OH)₂)的析出率降低的問題，當 pH 值超過 14 時，鈣(Ca)向氫氧化鈣(Ca(OH)₂)的析出率雖提高，但增加了氫氧化鈉(NaOH)的消耗，此時反應溫度在 10~50°C，更佳在 20~35°C 下攪拌進行，如果反應溫度低於 10°C，鈣(Ca)向氫氧化鈣(Ca(OH)₂)的析出率會降低，反應溫度超過 50°C 時鈣(Ca)向氫氧化鈣(Ca(OH)₂)的析出時間雖然變短，但沉澱時間僅減少 5%以內並不大，因此隨著反應溫度的升高沒有任何好處。

步驟(d)的分離的特徵在於，使用離心分離機或壓濾機分離包含步驟(c)的沉澱步驟中得到的固相不溶解的沉澱物。

在步驟(e)的乾燥中，將步驟(d)中分離的固體產物在作為一般除濕器的乾燥機中乾燥，以製備粉末。乾燥溫度沒有特別限制，在 70~90°C 即可獲得乾燥的粉末。如果乾燥溫度低於 70°C，則存在乾燥時間

長的問題，如果乾燥溫度超過 90°C，雖乾燥時間縮短，但隨著乾燥溫度的升高，耗能過大，所以利潤不大。

步驟(f)是通過乾燥步驟中獲得的固體產物與二氧化碳反應來固定二氧化碳的步驟。

二氧化碳固定步驟是二氧化碳與含有鈣(Ca)或鎂(Mg)的礦物材料反應以穩定存在於礦物晶格中的一種二氧化碳封存方法。通常為碳酸鹽礦化，或稱為固定的方法。儘管許多元素，如鈣(Ca)、鎂(Mg)、鐵(Fe)和錳(Mn)都可以碳酸鹽礦化，但包括鐵(Fe)和錳(Mn)在內的礦物質是不具反應性的物質，實際上只有鈣(Ca)和鎂(Mg)可用於碳酸鹽礦化。作為廢物丟棄的電爐還原渣與二氧化碳的反應性非常低，因為鈣(Ca)成份由鈣—矽(Ca-Si)氧化物及鈣—鋁(Ca-Al)氧化物組成。但若用酸性溶液將鈣(Ca)成分分解成與二氧化碳反應性優異的氫氧化鈣(Ca(OH)₂)狀態，可用作礦物碳酸化反應固定二氧化碳的材料。

二氧化碳固定方法的特徵在於，乾燥步驟中得到的固體粉末是在 400°C 中以 450~550ml/min 的流量流通 30~90 分鐘的二氧化碳氣體。若低於 400°C，二氧化碳的固定速度很慢，反應時間可能長，存在二氧化碳的固定速度降低的問題。另外，如果氣體流量小於 450ml/min，二氧化碳的固定速度很慢，反應時間長，如果氣體流速超過 550ml/min，二氧化碳的固定速度快，然而氣體流速的增加沒有

任何好處，因為固定的時間沒有減少。此外，如果反應時間少於 30 分鐘，二氧化碳的固定率可能會降低，如果反應時間超過 90 分鐘，二氧化碳的固定率會增加，但固定率的增加率很小，因此反應時間的增加沒有任何好處。

礦物碳酸化法，具有以下優點：

一、與地下處理相比，二氧化碳固定方法可以在任何地點永久處置。此外，由於可以在產生地點（原位）處理二氧化碳，因此可以降低二氧化碳的捕獲、液化和運輸等成本。

二、在地下處理的情況下，需要檢查二氧化碳是否洩漏，但二氧化碳固定方法穩定，不需要額外觀察，因為不存在二氧化碳洩漏的可能性。

三、由於二氧化碳固定法以每年產生數十萬噸的電爐還原渣為原料，在保護環境的同時，具有回收利用廢舊資源的效果，可以從根本上實現解決環境污染問題。

四、二氧化碳可以通過礦物碳酸化法固化成安全的礦物，並用作所得物的有用材料，例如土木工程材料。

伍、結論與建議：

一、結論：

(一)整體結果分析：

鋼鐵電弧爐碳中和專利在 2012~2021 年專利件數前四名的國家地區，分別為中國大陸、日本、歐洲及韓國，這 4 個國家地區的專利件數占了全世界總專利件數的九成以上，前二名的中國大陸及日本即占了全世界總專利件數的七成以上。另在東亞地區的中國大陸、日本及韓國，其專利件數亦占了全世界的八成以上，故在全球鋼鐵電弧爐產業中，東亞地區公開的鋼鐵電弧爐碳中和專利技術，係為全球鋼鐵業技術發展的指標。

鋼鐵電弧爐碳中和專利在「氫能應用技術」、「製程中產物回收利用技術主題」及「CCUS 技術主題」三大技術主題中，在 2012~2021 年的專利件數分佈情形，皆於 2021 年出現大幅增加的趨勢。由此可知，近幾年各國鋼鐵電弧爐業者在面對全球淨零排碳的壓力下，皆紛紛研發這三大技術主題的鋼鐵電弧爐碳中和技術。

鋼鐵電弧爐碳中和專利在三大類技術主題中，以 CCUS 技術主題的專利件數為最多，有 264 件；其次是氫能應用技術主題，有 221 件；第三名是製程中產物回收利用技術主題，有 214 件。

鋼鐵電弧爐碳中和專利在 2012~2021 年的申請人類型部分，公司

企業參與的比例為最高，且於 2020、2021 年之專利件數有明顯增加的趨勢；學術單位為第二名，於 2021 年之專利件數亦有明顯增加的趨勢。整體而言，世界各國使用電弧爐的鋼鐵公司在碳中和的議題下，不得不參與碳中和技術的研發，學術單位也因碳中和議題盛行，積極參與碳中和技術的研發。

各國申請人類型部分，各國皆以公司的占比為最高，其中又以日本的公司占比為最高，高達 84%；若以各國學術單位類型來看，韓國的學術單位參與的比例為最高，高達 35%，其次是中國大陸占 28%。整體而言，日本鋼鐵電弧爐業要達到碳中和的目標，幾乎為公司企業的責任，中國大陸及韓國因有學術單位的參與，可以協助鋼鐵電弧爐業者達到碳中和的目標。

申請人類型參與三大類技術主題部分，無論申請人類型是公司、個人、學術或是合作關係，其占比分佈情形在三大類技術主題中差異不大，其中單一公司申請的專利件數占比為最高，約占 55~56%，單一學術單位申請的專利件數占比排在第二名，約占 18~21%，表示世界各國鋼鐵業在電弧爐碳中和的議題下，也須要學術單位的協助參與，才能積極達成鋼鐵電弧爐碳中和的目標。

鋼鐵電弧爐碳中和專利前三大申請人部分，專利件數最多者為中國大陸的中冶南方公司，第二名為中國大陸的北京神霧公司，第三名

為美國的東北大學。在前三大申請人中，除第三大申請人東北大學為學術單位外，其餘申請人類型均為公司企業，這表示世界各國鋼鐵電弧爐業在碳中和的議題下，無論是公司企業或學術單位，皆有參與碳中和技術的開發。

鋼鐵電弧爐碳中和專利前三大申請人在三大技術主題中，中冶南方公司及東北大學的專利大多數分佈於製程中產物回收利用技術主題，而北京神霧公司的專利大多數分佈於氫能應用技術主題，但前三大申請人的專利鮮少佈局於 CCUS 技術主題，這表示前三大申請人於 2021 年之前可能並未重視 CCUS 技術之議題。

在氫能應用技術主題中，前二大申請國地區依序為中國大陸及歐洲；在製程中產物回收利用技術主題中，最大申請國為中國大陸；在 CCUS 技術主題中，前三大申請國為日本、中國大陸及韓國。另中國大陸係以製程中產物回收利用技術主題的專利占比為最多，其次是氫能應用技術主題；日本、韓國、美國皆以 CCUS 技術主題的專利占比為最多；歐洲係以氫能應用技術主題的專利占比為最多。

(二) 氫能應用技術主題：

氫能應用技術主題中各技術分類部分，以使用氫氣還原相關之技術分類的專利件數為最多，且於 2021 年有明顯增加的趨勢；其次是

提升煉鋼效率之技術分類，2017~2021 年的專利件數比 2012~2016 年的專利件數增加。由於最近碳中和的議題盛行，氫氣已成為無碳還原劑或能源的重要選擇，故使用氫氣還原相關之技術，當然成為氫能應用技術主題中專利件數最多者。

中國大陸在氫能應用技術主題中，無論是使用氫氣還原相關之技術分類或是提升煉鋼效率之技術分類，其專利件數皆比其他國家地區多，且中國大陸在使用氫氣還原相關之技術分類的專利件數，於 2021 年有明顯增加的趨勢，表示中國大陸近來在氫能應用技術主題中，掌握了大部分的專利技術。另歐洲在使用氫氣還原相關之技術分類中，雖專利件數遠不及中國大陸，但專利件數排名第二，且 2017~2021 年之專利總件數大於 2012~2016 年之專利總件數，表示歐洲在 2017~2021 年仍有持續針對鋼鐵電弧爐做氫氣相關減碳技術的研發。

(三)製程中產物回收利用技術主題：

製程中產物回收利用技術主題中各技術分類部分，以廢氣廢熱回收相關之技術分類的專利件數為最多，其次是其他提升效率／減少用電相關之技術分類。在廢氣廢熱回收相關之技術分類中，專利件數的分佈情形在近幾年呈現持續成長的趨勢；在其他提升煉鋼效率／減少用電相關之技術分類中，2017~2021 年的專利件數明顯多於

2012~2016 年的專利件數，且 2017~2021 年的專利件數的分佈情形係呈現穩定的狀態，表示鋼鐵電弧爐業者在近幾年仍然持續投入此技術分類的研發。

在製程中產物回收利用技術主題中，中國大陸在廢氣廢熱回收相關之技術分類或其他提升效率／減少用電相關之技術分類的專利件數，皆遠遠大於其他國家地區的專利件數，表示中國大陸掌握了該技術主題的大部分專利技術。

鋼鐵電弧爐專利第一大申請人中國大陸中冶南方公司的專利技術，大部分集中在此技術主題，且中冶南方公司之專利件數在近幾年的分佈情形呈現成長的趨勢，故中冶南方公司在此技術主題的專利具有參考的價值。

(四)CCUS 技術主題：

CCUS 技術主題中各技術分類部分，以二氧化碳相關之技術分類的專利件數為最多，且於 2021 年有明顯增加的趨勢，表示鋼鐵電弧爐在二氧化碳的捕捉技術方面，有可能成為未來的趨勢；一氧化碳相關之技術分類的專利件數排名第二，其專利件數逐年分佈情形係呈現穩定的狀態，表示各國鋼鐵電弧爐業者在一氧化碳相關之技術方面，仍然有持續研發。

各國家地區在 CCUS 技術主題中各技術分類部分，日本在二氧化碳相關之技術分類及一氧化碳相關之技術分類的專利件數皆為最多。日本在二氧化碳相關之技術分類中，專利件數於 2021 年有明顯的增加；在一氧化碳相關之技術分類中，專利件數大致上並無增加的趨勢，表示日本未來在 CCUS 技術主題中，將會以二氧化碳相關的技術為主。另中國大陸、韓國及其他國家在 CCUS 技術主題中，亦皆以二氧化碳之技術分類為主要研發項目。

二、建議：

(一) 整體性的建議：

鋼鐵電弧爐碳中和專利申請件數前四名的國家地區，依序為中國大陸、日本、歐洲及韓國，前二大申請國中國大陸及日本的專利件數，於 2021 年皆出現大幅增加的趨勢，表示近年來多數國家的鋼鐵電弧爐業者在面對全球淨零排碳的壓力下，均紛紛研發鋼鐵電弧爐碳中和技術，故建議我國的鋼鐵電弧爐業者可參考中國大陸及日本的鋼鐵電弧爐碳中和專利技術，以利後續研發，達到淨零排放的目的。

鋼鐵電弧爐碳中和專利中，申請人類型為學術單位，係以韓國參與的比例最高，高達 35%，其次是中國大陸占 28%，故建議我國的學術單位可參考韓國與中國大陸的模式，主動參與協助鋼鐵電弧爐業者

開發減碳技術，或建議我國的鋼鐵電弧爐業者可與學術單位合作，達到淨零排放的目的。

鋼鐵電弧爐碳中和專利在氫能應用技術主題中，中國大陸在此技術主題中之專利件數為最多，且於 2021 年有明顯增加的趨勢，其次是歐洲，故建議我國的鋼鐵電弧爐業者可參考中國大陸及歐洲在氫能應用技術主題的專利技術，以利後續研發，達到淨零排放的目的。

鋼鐵電弧爐碳中和專利在製程中產物回收利用技術主題中，中國大陸在此技術主題中之專利件數為最多，且於 2021 年有明顯增加的趨勢，故建議我國的鋼鐵電弧爐業者可參考中國大陸在製程中產物回收利用技術主題的專利技術，以利後續研發，達到淨零排放的目的。

鋼鐵電弧爐碳中和專利在 CCUS 技術主題中，專利件數前三名為日本、中國大陸及韓國，且於 2021 年皆有明顯增加的趨勢，故建議我國的鋼鐵電弧爐業者可參考日本、中國大陸及韓國在 CCUS 技術主題的專利技術，以利後續研發，達到淨零排放的目的。

(二) 氫能應用技術主題：

鋼鐵電弧爐碳中和專利在氫能應用技術主題中，中國大陸在此技術主題中之專利件數為最多，且無論是在使用氫氣還原相關之技術分類或是提升效率之技術分類，中國大陸之專利件數皆為最多；歐洲在

使用氫氣還原相關之技術分類的專利件數為第二名，且 2017~2021 年仍有持續做減碳技術的開發，故建議我國鋼鐵電弧爐業者可參考中國大陸與歐洲在氫能應用技術主題的專利技術，以利後續研發，達到淨零排放的目的。

(三)製程中產物回收利用技術主題：

鋼鐵電弧爐碳中和專利在製程中產物回收利用技術主題中，前二大類技術分類分別為，廢氣廢熱回收相關之技術分類及其他提升效率／減少用電相關之技術分類，該二項技術分類的專利件數皆以中國大陸為最多，故建議我國鋼鐵電弧爐業者可參考中國大陸在製程中產物回收利用技術主題的專利技術，以利後續研發，達到淨零排放的目的。

鋼鐵電弧爐專利第一大申請人中冶南方公司的專利技術，大部分集中在此技術主題，故建議我國鋼鐵電弧爐業者可參考中冶南方公司在製程中產物回收利用技術主題的專利技術，以利後續研發，達到淨零排放的目的。

(四)CCUS 技術主題：

鋼鐵電弧爐碳中和專利在 CCUS 技術主題中，雖最大申請國日本在二氧化碳相關之技術分類的專利件數並非最多，但於 2021 年有明

顯成長趨勢；第二大申請國中國大陸及第三大申請國韓國在二氧化碳相關之技術分類的專利件數皆為最多，表示在 CCUS 技術主題中，未來將會以二氧化碳相關之技術分類為主，故建議我國鋼鐵電弧爐業者可參考日本、中國大陸及韓國在 CCUS 技術主題中二氧化碳相關的專利技術，以利後續研發，達到淨零排放的目的。

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)。
電 弧 爐 (electric arc furnace)	簡稱 EAF，是一種透由電弧放電來傳遞熱能給材料的加熱爐。

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

相關分類。

(一)電弧爐相關分類表：

C21	METALLURGY OF IRON
C21B	MANUFACTURE OF IRON OR STEEL
C21B 11/00	Making pig-iron other than in blast furnaces
.C21B 11/02	in low shaft furnaces {or shaft furnaces}
.C21B 11/06	in rotary kilns
.C21B 11/08	in hearth-type furnaces
.C21B 11/10	in electric furnaces
C21B 13/00	Making spongy iron or liquid steel, by direct processes
.C21B 13/0006	{obtaining iron or steel in a molten state}
..C21B 13/0013	{introduction of iron oxide into a bath of molten iron containing a carbon reductant}
...C21B 13/002	{Reduction of iron ores by passing through a heated column of carbon}
..C21B 13/0026	{introduction of iron oxide in the flame of a burner or a hot gas stream}
.C21B 13/0033	{In fluidised bed furnaces or apparatus containing a dispersion of the material}
.C21B 13/004	{in a continuous way by reduction from ores}
.C21B 13/0046	{making metallised agglomerates or iron oxide}
..C21B 13/0053	{On a massing grate}
.C21B 13/006	{Starting from ores containing non ferrous metallic oxides}
.C21B 13/0066	{Preliminary conditioning of the solid carbonaceous reductant}
.C21B 13/0073	{Selection or treatment of the reducing

	gases}
.C21B 13/008	{Use of special additives or fluxing agents}
.C21B 13/0086	{Conditioning, transformation of reduced iron ores}
..C21B 13/0093	{Protecting against oxidation}
.C21B 13/02	in shaft furnaces
..C21B 13/023	{wherein iron or steel is obtained in a molten state}
...C21B 13/026	{heated electrically}
..C21B 13/029	{Introducing coolant gas in the shaft furnaces}
.C21B 13/04	in retorts
.C21B 13/06	in multi-storied furnaces
.C21B 13/08	in rotary furnaces
..C21B 13/085	{wherein iron or steel is obtained in a molten state}
.C21B 13/10	in hearth-type furnaces
..C21B 13/105	{Rotary hearth-type furnaces}
.C21B 13/12	in electric furnaces
..C21B 13/125	{By using plasma}
.C21B 13/14	Multi-stage processes {processes carried out in different vessels or furnaces}
..C21B 13/143	{Injection of partially reduced ore into a molten bath}
..C21B 13/146	{Multi-step reduction without melting}
C21C	PROCESSING OF PIG-IRON, e.g. REFINING, MANUFACTURE OF WROUGHT-IRON OR STEEL; TREATMENT IN MOLTEN STATE OF FERROUS ALLOYS (refining metals in general C22B 9/00)
C21C 5/00	Manufacture of carbon-steel, e.g. plain mild steel, medium carbon steel or cast steel {or stainless steel}
.C21C 5/005	{Manufacture of stainless steel}
.C21C 5/02	Crucible furnace process {(C21C 5/005

	takes precedence)}
.C21C 5/04	Manufacture of hearth-furnace steel, e.g. Siemens-Martin steel {(C21C 5/005 takes precedence)}
..C21C 5/06	Processes yielding slags of special composition
.C21C 5/28	Manufacture of steel in the converter {(C21C 5/005 takes precedence)}
..C21C 5/285	{Plants therefor}
..C21C 5/30	Regulating or controlling the blowing
...C21C 5/305	{Afterburning}
...C21C 5/32	Blowing from above (C21C 5/35 takes precedence)
...C21C 5/34	Blowing through the bath (C21C 5/35 takes precedence)
...C21C 5/35	Blowing from above and through the bath
..C21C 5/36	Processes yielding slags of special composition
...C21C 2005/363	{Slag cements}
...C21C 2005/366	{Foam slags}
..C21C 5/38	Removal of waste gases or dust
...C21C 5/40	Offtakes or separating apparatus for converter waste gases or dust
..C21C 5/42	Constructional features of converters
...C21C 5/44	Refractory linings
...C21C 5/441	{Equipment used for making or repairing linings}
....C21C 5/443	{Hot fettling; Flame gunning}
....C21C 5/445	{Lining or repairing the taphole}
....C21C 2005/446	{Dry linings}
....C21C 2005/448	{Lining wear indicators}
...C21C 5/46	Details or accessories
....C21C 5/4606	{Lances or injectors}
....C21C 5/4613	{Refractory coated lances; Immersion lances}
....C21C 5/462	{Means for handling, e.g. adjusting, changing, coupling}

.....C21C 2005/4626	{Means for cooling, e. g. by gases, fluids or liquids}
....C21C 5/4633	{Supporting means}
.....C21C 5/464	{Trunnion bearings}
....C21C 5/4646	{Cooling arrangements}
....C21C 5/4653	{Tapholes; Opening or plugging thereof}
....C21C 5/466	{Charging device for converters}
.....C21C 2005/4666	{for charging with organic contaminated scrap}
....C21C 5/4673	{Measuring and sampling devices}
.....C21C 2005/468	{Means for determining the weight of the converter}
....C21C 5/4686	{Vehicles for supporting and transporting a converter vessel}
....C21C 5/4693	{Skull removal; Cleaning of the converter mouth}
....C21C 5/48	Bottoms or tuyères of converters
....C21C 5/50	Tilting mechanisms for converters
.C21C 5/52	Manufacture of steel in electric furnaces ({C21C 5/005 takes precedence}; electric heating per se H05B)
..C21C 5/5205	{in a plasma heated furnace}
..C21C 5/5211	{in an alternating current [AC] electric arc furnace}
...C21C 5/5217	{equipped with burners or devices for injecting gas, i. e. oxygen, or pulverulent materials into the furnace}
...C21C 2005/5223	{with post-combustion}
..C21C 5/5229	{in a direct current [DC] electric arc furnace}
...C21C 5/5235	{with bottom electrodes}
..C21C 5/5241	{in an inductively heated furnace}
...C21C 5/5247	{processing a moving metal stream while exposed to an electromagnetic field, e. g. in an electromagnetic counter current channel}
..C21C 5/5252	{in an electrically heated multi-chamber

	furnace, a combination of electric furnaces or an electric furnace arranged for associated working with a non electric furnace}
..C21C 2005/5258	{with crater formed by down-melting of scrap or charge through electrode or lance}
..C21C 5/5264	{Manufacture of alloyed steels including ferro-alloys}
..C21C 5/527	{Charging of the electric furnace}
...C21C 2005/5276	{with liquid or solid rest, e.g. pool, "sumpf" }
...C21C 2005/5282	{with organic contaminated scrap}
..C21C 2005/5288	{Measuring or sampling devices}
..C21C 5/5294	{General arrangement or layout of the electric melt shop}
..C21C 5/54	Processes yielding slags of special composition
.C21C 5/56	Manufacture of steel by other methods (making liquid steel by direct processes C21B 13/00 {; C21C 5/005 takes precedence})
..C21C 5/562	{starting from scrap}
...C21C 5/565	{Preheating of scrap (apparatus for preheating scrap in general F27D 13/002)}
..C21C 5/567	{operating in a continuous way}

(二)電弧爐廢氣處理索引碼：

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

(三)電弧爐廢渣處理索引碼：

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

(四)電弧爐其他索引碼：

C21C	PROCESSING OF PIG-IRON, e.g. REFINING, MANUFACTURE OF WROUGHT-IRON OR STEEL; TREATMENT IN MOLTEN STATE OF FERROUS ALLOYS (refining metals in general C22B 9/00)
C21C 5/00	Manufacture of carbon-steel, e.g. plain mild steel, medium carbon steel or cast steel {or stainless steel}
C21C 2100/00	Exhaust gas
.C21C 2100/02	Treatment of the exhaust gas
.C21C 2100/04	Recirculation of the exhaust gas
.C21C 2100/06	Energy from waste gas used in other processes
C21C 2200/00	Recycling of waste material
C21C 2250/00	Specific additives; Means for adding material different from burners or lances
.C21C 2250/02	Hot oxygen
.C21C 2250/04	Liquid gas
..C21C 2250/042	Liquid oxygen
.C21C 2250/06	Hollow electrode
.C21C 2250/08	Porous plug
C21C 2300/00	Process aspects
.C21C 2300/02	Foam creation
.C21C 2300/04	Avoiding foam formation
.C21C 2300/06	Modeling of the process, e.g. for control purposes; CII
.C21C 2300/08	Particular sequence of the process steps

(五)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}

(六)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 [SF ₆]
.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 [SF ₆]
.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