



鋼廠動態

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. JFE 集團與日本氫能公司合作建立液化氫供應鏈 | 1 |
| 2. JFE 商事投資澳洲 Razorback 鐵礦計畫研究 | 2 |
| 3. JFE 旗下綠色鋼材 JGreeX™ 應用於物流集裝箱手柄 | 2 |
| 4. 安賽樂米塔爾歐洲提供低排碳運輸減少範圍 3 排放 | 3 |
| 5. 蒂森克虜伯和西門子能源合作離岸風電協助能源產業脫碳 | 3 |
| 6. 德國鋼廠 Salzgitter 與 RWE 簽署綠色購電協議 | 4 |
| 7. 塔塔鋼鐵配合綠色轉型訂購先進球團測試設備 | 5 |
| 8. 土耳其鋼廠 Tosyali 與 Sonatrach 合作綠氫生產計畫 | 5 |
| 9. 土耳其鋼廠 Tosyali 投資利比亞建造大型 DRI 工廠 | 6 |
| 10. 首鋼與華晨寶馬簽署綠色汽車用鋼合作備忘錄 | 6 |
| 11. 首鋼與 Volvo 合作推動汽車用鋼低碳循環 | 7 |
| 12. 張宣科技與億華通合作拓展綠氫多元化應用 | 7 |

政策分析

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. 中國未來鋼鐵降碳格局分析 | 8 |
| 2. 歐洲審計院呼籲歐盟應以現實面查核可再生氫氣目標 | 9 |

技術/生產資訊

- | | |
|--------------------------------|----|
| 1. 神戶製鋼利用還原鐵製造技術實現碳減排 | 10 |
| 2. 安賽樂米塔爾 XCarb 計畫補助新創公司發展脫碳技術 | 12 |
| 3. 美國鋼鐵公司與工業脫碳新創公司合作 | 12 |
| 4. 高爐噴吹重整焦爐氣工藝分析及減碳潛力研究 | 13 |
| 5. 氫冶金煉鋼技術的研究現狀與展望 | 13 |

技術專欄

- | | |
|------------------|----|
| ※主要鋼廠 DRI 產製技術綜覽 | 15 |
|------------------|----|

1. JFE 集團與日本氫能公司合作建立液化氫供應鏈

JFE 控股、JFE 鋼鐵與日本氫能源公司 Japan Suiso Energy (JSE) 合作，將在川崎市扇島地區進行世界第一個液化氫供應鏈的示範專案，包括大規模氫液化和運輸技術，JFE 近期將拆除扇島地區現有建築物，隨後由 JSE 接手興建示範設施。該計畫已於 2021 年獲 NEDO 綠色創新基金資助，預計於 2028 年完工，並在 2029 年引進液化氫運輸船，2030 年將完成示範運作，正式啟動對日本市場的氫氣供應，實現商業化。

JFE 已暫停京濱工廠的高爐運作和其他上游製程，並發布「扇島 2050 (OHGISHIMA2050)」土地再利用計劃，將和川崎市政府合作開發交通道路及接收液化氫罐車的設施。扇島位於日本主要工業區之一的京濱工業區，鄰近東京和橫濱，此示範專案有望滿足日本推動碳中和所需的氫氣需求，成為氫能產業發展的重要里程碑。



圖一、液化氫供應鏈商業化示範目標區域

(摘自：[JFE 官網 2024-07-25](#))

2. JFE 商事投資澳洲 Razorback 鐵礦計畫研究

JFE 商事澳洲子公司與澳洲鐵礦開採商 Magnetite Mines 計畫於 2025 年 1 月簽署合作協議，由 JFE 商事為 Magnetite Mines 旗下的 Razorback 鐵礦石計畫最終可行性研究(DFS)提供所需資金；而 JFE 商事將藉此獲得優先承購權，可從該計畫投產第三年開始，連續 15 年購入直接還原級(Direct-reduced grade) 磁鐵精礦。此承購量最高可達計畫第一階段年產量的 10%，每年約 50 萬噸。此外，JFE 商事亦享有將承購權轉換為股權或以合資方式參與專案的選擇權。

(摘自：[冶金信息網 2024-07-10](#))

3. JFE 旗下綠色鋼材 JGreeX™ 應用於物流集裝箱手柄

JFE 鋼鐵宣布，旗下綠色鋼材「JGreeX™」將首次應用於線材領域，並用於製造「LOOPOX」物流集裝箱的金屬手柄。該手柄由鈴豐精工株式會社進行加工，再由佐藤製作所將加工後的鋼材組裝到「LOOPOX」上。

「LOOPOX」的主體採用 100% 的再生塑膠製成，且金屬手柄是可以拆卸的。如此一來，當集裝箱本體需要更換時鋼製手柄仍可繼續使用，就如同「LOOPOX」這個名字所代表的「循環」概念，有助於減少二氧化碳排放，實現更環保的物流。



圖二、LOOPOX 容器配有可拆卸和可重複使用的 JGreeX™ 手柄

(摘自：[JFE 官網 2024-07-16](#))

4. 安賽樂米塔爾歐洲提供低排碳運輸減少範圍 3 排放

安賽樂米塔爾歐洲公司 (ArcelorMittal Europe) 積極推動鋼材運輸的低碳化，以降低鋼材供應鏈的碳足跡，已在歐洲多國成功試驗電動卡車和使用氫化植物油 (Hydrotreated Vegetable Oil, HVO) 卡車運輸鋼材，並將此低碳運輸模式擴展至旗下 XCarb[®] 低排碳鋼材的交付。

安賽樂米塔爾歐洲鋼材以多種方式交付，包括鐵路、公路和海上運輸。其中，公路運輸不僅占總交付量高達 38%，同時也是碳排放最高的方式，運輸每噸鋼材平均每公里排放 65 克二氧化碳，但使用 HVO 燃料的卡車可減少 80% 至 90% 的二氧化碳排放。透過導入這些低排碳運輸方式，安賽樂米塔爾歐洲公司每年可大幅減少運輸 2,750 萬噸鋼材所產生的二氧化碳排放。

(摘自：[greensteelworld 2024-07-22](https://www.greensteelworld.com/news/2024/07/22/arcelor-mittal-europe-reduces-carbon-emissions-in-steel-transport))

5. 蒂森克虜伯和西門子能源合作離岸風電協助能源產業脫碳

蒂森克虜伯和西門子能源公司透過離岸風電機的聯合計畫合作減少能源領域的碳排放。蒂森克虜伯將在三年內逐步向西門子能源公司提供 bluemint[®] powercore[®] 電磁鋼，這種鋼材通過第三方 (TÜV Süd) 的碳強度降低認證，碳足跡較低。

西門子能源公司將使用這種鋼材在奧地利 Weiz 工廠製造約 700 台變壓器，透過降低損耗轉換和傳輸電力，提升風機效率。這些變壓器將用於西門子風電部門 (Siemens Gamesa) 位於德國、英國和法國的離岸風力發電廠。

西門子能源公司永續電網技術主管 Iosifidou 表示，下一個目標是與跨國輸電系統營運商 TenneT 合作，在幾年內為脫碳供應鏈提供概念驗證，最大的挑戰將是提取和製造能源產業上游變壓器所含的鋼和銅等基礎材料，西門子能源公司的鋼鐵、銅、鋁和石油等四種主要商品的十家主要供應商中，已有一半簽署減排意向書。

(摘自：[Siemens Energy 2024-07-18](#)、[Thyssenkrupp 2024-02-20](#))

6. 德國鋼廠 Salzgitter 與 RWE 簽署綠色購電協議

德國鋼廠 Salzgitter 與全球能源貿易商 RWE Supply & Trading (RWEST) 達成一項為期七年的綠電供應協議，RWEST 將自 2027 年起每年向 Salzgitter 提供 64GWh 的綠電，以支持其 Salzgitter 的 SALCOS 計畫。

綠電將來自 Brandenburg 佔地 170 公頃的太陽能園區，園區從 2023 年開始營運，由 Solarenergie Boitzenburger Land GmbH、GP JOULE Group 和 Mainova AG 三家機構共同擁有，是德國最大的光電系統之一。由於透過購電協議 (Power Purchase Agreement, PPA) 直接行銷，園區不需根據再生能源法 (Renewable Energy Sources Act) 繳納電價稅額，進一步降低綠電成本。

SALCOS 計畫旨在透過導入綠氫，逐步將 Salzgitter 最大的扁鋼業務轉向綠電和氫氣製程，大幅減少鋼鐵生產中的碳排放。規劃到 2025 年，公司一半的電力需求將來自非化石能源；而到 2030 年，將全面採用綠色電力。

(摘自：[Salzgitter AG 2024-08-06](#))

7. 塔塔鋼鐵配合綠色轉型訂購先進球團測試設備

塔塔鋼鐵荷蘭公司向普銳特冶金技術 (Primetals Technologies) 訂購一套先進的球結礦試驗設備，該設備預計於 2025 年年中交付，屆時將能生產高達 65 公斤的高品質球結礦，不僅為未來在艾默伊登設立的直接還原廠 (DRP) 提供重要原料，更為後續綠色鋼鐵轉型計劃奠定基礎。

塔塔鋼鐵的綠色鋼鐵轉型計劃分為三個階段。第一階段將於 2030 年投入生產，主要透過一座年產量 250 萬噸 Energiron[®] 直接還原廠和一座電爐，取代 7 號高爐和 2 號焦炭煤氣廠，預計減少 40% 的碳排放。此外，塔塔鋼鐵還計劃將廢鋼的使用比例從 17% 提高到 30%；第二階段目標是關閉 6 號高爐和 1 號焦炭煤氣廠，預計可達到約 80% 的減排目標；最終目標是在 2045 年實現碳中和。

(摘自：[TATA 2024-08-07](#))

8. 土耳其鋼廠 Tosyali 與 Sonatrach 合作綠氫生產計畫

土耳其鋼廠 Tosyali Algerie 與非洲最大的能源公司 Sonatrach 簽署綠氫生產合作備忘錄，雙方將在阿爾及利亞研究生產綠氫的可行性，並將產出的綠氫應用於 Tosyali 在阿爾及利亞的鋼鐵工業綜合體，生產低排碳綠色鋼鐵。這項合作不僅能減少阿爾及利亞對天然氣的依賴，降低溫室氣體排放，更符合阿爾及利亞 2040 年向歐洲供應 10% 環保氫的計畫。

值得一提的是，Tosyali Algerie 的第二個直接還原鐵 (DRI) 設施即將投產，該項目能採用 100% 氫氣運作，兩座 DRI 設施預計年產能超過每年 500 萬噸。

此外，Tosyali Algerie 最近啟用新的電爐扁鋼廠，扁鋼胚生產能力為每年 220 萬噸，熱軋帶鋼廠將於今年稍後投產，下游冷軋鋼廠和鍍鋅生產線則預計將於 2025 年投入營運。

(摘自：[SNN 環宇鋼鐵網 2024-08-01](#))

9. 土耳其鋼廠 Tosyali 投資利比亞建造大型 DRI 工廠

土耳其鋼廠 Tosyali Algeria 正在策略性地擴大其歐、亞、非三洲的投資，繼在土耳其、阿爾及利亞、塞內加爾、安哥拉和西班牙進行投資後，Tosyali 和利比亞鋼鐵工業聯合鋼鐵公司 (SULB) 將在利比亞的班加西 (Benghazi) 成立名為 Tosyali-SULB 的全新公司。Tosyali-SULB 將建造世界上最大的 DRI 工廠，總產能為 810 萬噸，並使用與阿爾及利亞工廠相同的 MIDREX Flexi DRI 技術。第一期工程的產能為 270 萬噸，將滿足附近地區和歐洲對綠色鋼鐵 HBI 的需求。其預計透過這項投資鞏固在全球綠色鋼鐵生產商中的領先地位，並成為國際市場上 HBI 的最大供應商。

(摘自：[Tosyali 2024-07-01](#))

10. 首鋼與華晨寶馬簽署綠色汽車用鋼合作備忘錄

首鋼與華晨寶馬汽車公司達成低排碳鋼品供應合作，擬打造高爐製程及電爐製程的低排碳鋼之車身材料的綠色鋼鐵供應鏈。

首鋼計畫透過新建電爐產線以及改良現有高爐轉爐製程來提供低排碳汽車鋼板，並優先用電爐汽車鋼板滿足華晨寶馬 100% 的鋼板需求。自 2025 年起，將基於現有高爐製程，具備提供 50% 廢鋼比汽車板產品能力，產品較 2020 年減碳 40% 以上。

2026 年起，將開始批次向華晨寶馬提供電爐生產的汽車板，具備更高的減碳能力。2030 年，將具備廢鋼比 80% 以上的汽車板生產能力，較 2020 年減碳 70% 以上；同時供華晨寶馬產品綜合廢鋼比達到 60% 以上，較 2020 年綜合水準減碳 50% 以上。

(摘自：[鐵諾信息網 2024-07-29](#))

11. 首鋼與 Volvo 合作推動汽車用鋼低碳循環

首鋼、富豪汽車 (Volvo) 與浙江弋雲再生資源公司三方合作推出汽車鋼材閉環回收系統，將汽車鋼材利用數位化方式追溯生產、使用與回收全流程資訊，旨在充分發揮鋼材價值與減少原生鋼的使用，實現汽車鋼材高效利用、循環利用及資源價值最大化。

Volvo 計劃到 2025 年將材料相關的二氧化碳排放量減低 25%，屆時每一輛車型上 25% 的材料 (按重量計) 為可循環或生物基材料，包括使用 25% 的可循環鋼。

此外，首鋼汽車鋼板年供應量已超過 400 萬噸，藉由多項脫碳技術應用，已具備減碳量達 40% 以上的低排碳汽車板鍍層產品批量生產能力。

(摘自：[鐵諾信息網 2024-07-25](#))

12. 張宣科技與億華通合作拓展綠氫多元化應用

2024 年 7 月，河鋼集團張宣科技針對在冶金領域的綠氫需求，與氫能公司億華通簽署長期戰略協定，推動氫能產業鏈共同發展。億華通作為中國氫能產業的先驅，現已擁有氫能和燃料電池兩大業務板塊，並在中國多處建設從綠電到綠氫的製作、儲存、運送、加工、應用等產業生態。

雙方將以拓展氫能應用場景為重點，如張宣科技「柴改氫」綠色物流鏈等燃料電池汽車，加快氫能應用規模化並完善綠氫供應體系，統籌推進鋼鐵轉型升級協助張宣科技達成碳中和之目標，推動河北張家口市再生能源示範區和國家級碳達峰 (Emission Peak) 試辦城市建設。

(摘自：[鐵諾信息網 2024-08-02](#)、[搜狐 2024-08-04](#)、[鐵合金在線 2024-08-01](#))

1. 中國未來鋼鐵降碳格局分析

(1)建築與交通的影響：建築和交通運輸業是綠鋼主要的應用領域，即便綠鋼的滲透率預測不高，但由於用量龐大，需求仍顯著。然而中國建築用鋼需求已明顯收縮，未來僅可能維持在舊房更新的需求水準。

(2)電動車的影響：中國電動車的發展速度雖然迅速，但電動車全生命週期的減排效果要比材料降碳的效果更為明顯。在國內競爭極大的汽車市場中，對於降本的要求使得國內汽車對鋼鐵降碳的需求不如歐洲積極。

(3)全廢鋼電爐的挑戰：全廢鋼電爐雖然在降碳方面效果顯著，但其發展受限於廢鋼的供應。對於汽車鋼和電磁鋼等高級鋼材，電爐全廢鋼製程短期內尚難以滿足需求，需配合低碳排放的氫基豎爐進行示範。由於目前鋼鐵產業高爐轉爐製程佔比高，短期內高爐退役前，電爐全廢鋼不會成為主要低排碳鋼的生產方式。高爐轉爐製程可能會在過渡期採取添加大量廢鋼的方式來實現降碳。

(4)國內鋼鐵產業佈局：中國的鋼鐵產業佈局主要是以電爐廢鋼為主，高爐轉爐製程低排碳鋼的生產主要使用綠氫和進口高品質稀少礦石，生產後主要用於自用，出口的可能性不大。歐洲各國的綠鋼產線建設正如火如荼，可能首先出現綠鋼產能過剩，因此中國鋼鐵產品的出口需求不會增大，即便有出口需求，也可能來自擁有綠電、天然氣和礦石的非洲、中東等地，這些地區未來將具有碳排放鋼更高的成本優勢。

從長期來看，為實現降碳效果和淨零碳目標，中低等級礦石結合全綠氫 DRI、SAF、廢鋼、電爐以及 CCUS 技術，可能會成為經濟可行的大規模鐵鋼生產製程，這組合將有助於實現鋼鐵產業的低碳轉型和可持續發展。

(摘自：[SNN 環宇鋼鐵網 2024-08-12](#))

2. 歐洲審計院呼籲歐盟應以現實面查核可再生氫氣目標

根據歐洲審計院 (European Court of Auditors) 的報告，儘管歐盟為可再生氫氣市場提供的基礎設施採取許多積極措施並取得不同程度的成功，但整個氫價值鏈仍面臨挑戰。審計院認為，由於各成員國家的目標並不一致，且在與成員國和企業的協調中歐盟未能確保各方朝同一目標努力，歐盟恐難如期達成 2030 年綠氫產量和進口量各 1000 萬噸的目標。

審計人員呼籲歐盟要以現實層面檢查，以確保目標是實際的，並提出三個重要的基礎上更新氫氣策略：如何為可再生氫氣的生產及使用來標準化激勵市場措施、如何優先考慮不足的資金及關注在價值鏈的哪個部分、考慮到歐盟生產與非歐盟國家進口相比的地緣政治影響，歐盟希望保留哪些產業以及以何種價格保留。

另一方面，審計人員對歐盟在短時間提出許多法律行動表示讚賞，法律的框架幾乎完整，並提供建立新市場關鍵的確定性。然而，可再生氫氣的定義規則達成一致需要時間，許多投資決策被推延，專案的開發者也會推延投資決策。

(摘自：[EUROPEAN COURT OF AUDITORS 2024-07-17](#))

1. 神戶製鋼利用還原鐵製造技術實現碳減排

在全球推進溫室氣體減排過程中，日本神戶製鋼提出到 2050 年煉鐵工藝實現碳中和的目標。本文概述神戶製鋼公司煉鐵工藝（包括還原鐵）的相關技術，並介紹採用的技術以實現碳中和煉鐵。

神戶製鋼公司擁有高爐工藝和 MIDREX 等還原鐵工藝以及球團廠，利用高爐內透氣控制技術，向高爐投入還原鐵，在其球團廠通過提高原料的還原性來削減二氧化碳等，並開展 MIDREX 工藝的工程業務，包含將天然氣和氫以任意比例混合運行的 MIDREX Flex™ 和 100%氫氣生產的 MIDREX H₂™，優化包括根據還原熔融條件設計各種成分和性狀的原料在內的工藝，開發相關的分析解析技術及過程分析控制技術。

(1) 微觀-宏觀的原料-產品性狀的分析解析技術

(1.1) 原料-產品的礦物相和性狀的評價技術

引進自動識別試樣整體的複合氧化物的裝置（如礦物顆粒分析裝置 (MLA)），可以迅速查出最佳的原料配方，透過優化高爐裝入原料燒結礦的原料配方設計，可大幅度降低成本等成果，並分析還原鐵 (DRI) 未反應及反應過程中的成分和性狀。

(1.2) 非破壞結構的評價技術 (X 射線 CT)

採用 X 射線 CT 分析可在獲得 3D 圖像後，利用圖像解析技術定量地掌握粒子直徑和氣孔直徑的分佈等物理性狀，有助於改善各種操作瓶頸。

(1.3) 圖像解析技術

圖像解析技術利用圖像中的色調差和形狀差等，將特徵粒子群分類，並對它們的位置關係和結構進行數值分析，這種方法同時分析氧化鐵和空隙等，對不同品種原料的物理特徵進行定量評價，並與實際資料進行對

照，結合原料性狀與產品品質。根據原料的物理性狀，預測實際工廠的產品品質。

(2) 過程分析控制技術

(2.1) 原料塊化工序中的性狀控制技術

為了改善球團製造過程中，燒成後球團在高爐中的還原性，進行添加輔料（白雲石）和粒徑控制及開發了降低使用高硫礦石廢氣中 SO_x 等各種技術。

(2.2) 反應評價分析技術

在 MIDREX 工藝中，產量取決於豎爐的容積和球團在爐內的停留時間，因此加速還原反應可提高生產率。還原反應行為因原料球團性狀而不同，透過試驗裝置來評價反應率的經時變化。也運用原料評價技術，邊確認反應過程中發生的現象，邊根據現象設定適當的反應模型和參數成功再現試驗結果。

(2.3) 實爐內反應的綜合性分析技術

為了評估該對流和傳熱等的影響，並分析實爐整體的爐內反應，改善實爐的品質和生產率，開發爐內綜合性數值計算技術。

為將來實現碳中和，神戶製鋼將全部還原氣體置換為氫氣（MIDREX H₂ 工藝），運用可再生能源電力和綠色氫氣基本可以實現零碳排放運行。透過將 MIDREX H₂ 工藝與電爐相結合，雖然使用電力的 CO₂ 負荷削減量不同，但與目前的高爐-轉爐工藝相比，可以削減 80% 以上的 CO₂ 排放量。

（摘自：[鐵諾信息網 2024-07-18](#)）

2. 安賽樂米塔爾 XCarb 計畫補助新創公司發展脫碳技術

安賽樂米塔爾宣布其 XCarb[®] 印度加速器計畫的獲獎者，包括 UrjanovaC、AgroMorph Technosolutions 和 Susstains Engineering Solutions，每家公司將獲得 5 萬美金和指導。

- (1) UrjanovaC：用專利催化劑和廢水將煙氣中的工業二氧化碳排放轉化為可用的副產品，例如 PCC（碳酸鈣）和純鹼（碳酸鈉）。
- (2) AgroMorph Technosolutions：研發藻類的模組化 CCUS 系統，透過去除工業煙氣中的碳並吸收廢水中的營養物質，提供一種透過自然光合作用轉化成營養豐富的藻類產品。
- (3) Susstains Engineering Solutions：應用於鋼鐵業生物炭生產技術，基於生物質碳化技術來提高生物炭的產量、生產率和品質。

（摘自：[ArcelorMittal 官網 2024-07-16](#)）

3. 美國鋼鐵公司與工業脫碳新創公司合作

美鋼公司將與 Molten Industries 和 CPFD Software 合作開發能源強度（energy intensity）較低的還原鐵製程，該製程結合 Molten 的甲烷裂解產氫技術與還原豎爐製程，並得到美國能源部 540 萬美元（約 1.75 億台幣）的補助。

其中 Molten 可使用再生電力將天然氣或其他尾氣中的甲烷裂解成氫氣與固態石墨，該技術較電解水產氫的能源強度降低 75%。美鋼在此專案中扮演提供鐵礦石的角色，並期望藉此推出使用綠色氫氣產出的直接還原鐵，投入電爐後，產製綠色鋼鐵。

（摘自：[AIST 2024-07-23](#)）

4. 高爐噴吹重整焦爐氣工藝分析及減碳潛力研究

本論文根據能質平衡模型，分析焦爐氣及重整焦爐氣用於高爐噴吹對高爐直接還原度、理論焦比值等工藝參數的影響，系統性評估該工藝有望產生的高爐二氧化碳減排效益。

結果顯示，提高富氫氣噴吹量和溫度可有效降低焦比；而相同噴吹量條件下提高氫純度，由於熱補償，焦比會有所上升。當焦爐氣被重整為 97.9% 的富氫氣體時，可實現高爐減碳 34.62%，相比直接噴吹焦爐氣，減碳潛力提升 17.76%。

碳減排主要得益於焦比降低和噴吹氣碳質元素減少。高爐氣發電也是減碳的關鍵環節，當噴吹氣氫純度由 59.0% 提升至 97.9% 時，高爐氣發電碳減排量由 9.04% 提升至 10.85%。

(摘自：[化工學報 2024-04-24](#))

5. 氫冶金煉鋼技術的研究現狀與展望

本論文提出「氫氣煉鋼」代替「氧氣煉鋼」的觀點，並總結和評價「氫氣煉鋼」的研究現狀，認為氫能煉鋼在節能降耗和改善產品品質方面具有獨特優勢。

「氫」具有高效熔煉作用，能夠有效降低煉鋼能耗。電漿體態的「氫」具有高溫、高熱導率的優勢，可作為高效熱源實現爐料熔化與鋼液加熱，在電爐、轉爐以及盛鋼桶等煉鋼裝置中得到初步應用。噴吹氣態「氫」能夠加速成分和溫度均勻，且氫氣泡運動能粘附和加快其他非金屬夾雜物上浮；同時與鋼液中的氧等反應釋放大量熱量，改善熔池反應的熱力學與動力學條件。

此外，「氫」透過營造還原性氣氛，抑制氧化，降低 Cr、Mn 等合金元素的損耗；其亦具無污染精煉的作用，能夠顯著提高鋼液潔淨度。基於「氫」的高活

性和高還原性，「氫」能夠有效去除鋼中 O、C、N、S 和 P 等雜質元素，尤其是電漿態「氫」，可直接與雜質元素反應生成 H_2O 、 CH_4 、 NH_3 、 H_2S 和 PH_3 等極易揮發去除的氣體產物，避免非金屬夾雜物形成，實現「零夾雜物」的高效高潔淨度煉鋼。

因此，發展以「氫」代「碳」的氫冶金新一代綠色近零碳「零夾雜物」無污染鋼鐵冶金流程，將加速鋼鐵工業綠色高品質可持續發展。

(摘自：[鋼鐵 2024-07-01](#))

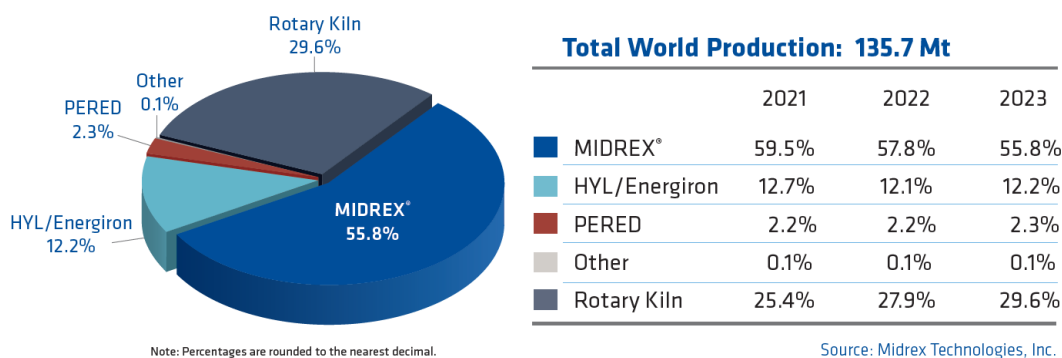
主要鋼廠 DRI 產製技術綜覽

撰稿者 T41 陳聖尹管理員

為實現 2050 年碳中和目標，全球鋼鐵業無不積極減碳，各國先進鋼廠為達成 2030 年短期減碳 20-30% 目標，大多聚焦於氫能煉鐵技術，其中以氫基直接還原鐵/電爐 (H₂/NG-DRI-EAF) 具可觀減排潛力，透過使用純氫及天然氣作為還原劑，將鐵礦石直接還原成金屬鐵，進一步降低碳排放，然現階段透過再生能源產製氫氣，須付出高昂生產成本，而天然氣有穩定、低成本的優勢，目前已成為鋼廠朝向氫能冶金的過渡選擇。本文聚焦於各國先進鋼廠於產製直接還原鐵 (DRI) 之投入計畫，彙整其生產規模、技術及相關投產細節整理成表，作為公司朝向淨零排放目標之參考方向。

現行直接還原鐵技術是以氣基直接還原為主，其商用技術分別以 Midrex 和 HYL/Energiron 主導當前市場，如圖一。而根據還原氣體的種類或所用反應器的類型進行分類，天然氣與豎爐的技術組成是目前發展最成熟的。

2023 World DRI Production by Process



圖一、2023 年世界直接還原鐵產量 (依製程)

透過表一可發現，受限於產製綠氫需負擔高成本及對再生能源的依賴，主要鋼廠在減碳製程上仍以天然氣作為過渡選擇，但以北歐鋼鐵業 SSAB 為例，依靠

其擁有豐富水、風力發電的地理條件，目前示範工廠已經生產 5000 多噸氫還原鐵，並且已開始小規模向客戶提供無化石鋼材。另外如安賽樂米塔爾除擁有最多直接還原鐵產能支持，並配合購入再生能源、建造電解製氫廠及收購 HBI 廠等措舉，其 Hamburg 工廠正嘗試以 100% 氫氣生產 DRI。

面對淨零轉型議題，主要鋼廠皆投入大量資金於 DRI/HBI 之取得，又綠氫為時勢所趨，再生能源也成為重要條件，目前可從各鋼廠合作的對象觀察產業鏈發展效應，預期未來將隨時間與技術而更加明確。

表一、主要鋼廠 DRI 計畫

鋼廠		產能 (Mtpa)	還原氣體	技術	投產時間	備註
H ₂ Green Steel		2.1	H ₂	MIDREX H ₂	2025	由 Thyssenkrupp nucera 供應 700MW 電解槽生產綠氫
SSAB		1.35	H ₂	Energiron	2026	由 SSAB 鋼鐵、LKAB 礦產和 Vattenfall 能源共同投資合作的 HYBRIT 計畫
Salzgitter		2	Mixed NG and H ₂	Energiron ZR	2026	由 ANDRITZ 供應 100MW 電解槽生產綠氫
蒂森克虜伯 Thyssenkrupp		2.5	NG→H ₂	Midrex	2026	計劃 2029 年完全使用氫氣
安賽樂 米塔爾 Arcelor Mittal	德國 (Hamburg)	0.6	NG→H ₂	Midrex	2025	透過變壓吸附將焦爐氣分離氫氣，預計 2025 年底起每年生產 10 萬噸 DRI
	加拿大 (Dofasco)	2.5	NG→H ₂	Energiron ZR	2026	-

鋼廠		產能 (Mtpa)	還原氣體	技術	投產 時間	備註
	加拿大 (Contrecoeur I)	0.65	NG→H ₂	Midrex	1973	1 號模組中成功測試用綠色氫氣部分替代天然氣，在 24 小時內替代了 6.8% 的天然氣，這有助於顯著減少 CO ₂ 。
	加拿大 (Contrecoeur II)	0.6	NG	Midrex	1977	-
	墨西哥 (Lázaro Cárdenas)	1.2	NG	Midrex	1997	-
	墨西哥 (Lázaro Cárdenas I)	1	NG	HYL III	1988	-
	墨西哥 (Lázaro Cárdenas II)	1	NG	HYL III	1991	-
	法國 (Dunkirk)	2.5	H ₂	-	2027	由法國能源供應商 EDF Energy 提供其煉鋼廠低碳電力。
	比利時 (Ghent)	2.5	H ₂	-	2030	-
	西班牙 (Asturias)	2.3	H ₂	-	2025	計畫於 2025 年至 HyDeal España 專案購入未來 20 年內近 660 萬噸綠氫
	德國 (Bremen)	2	NG→H ₂	-	2030	與德國能源供應商 SWB AG 和 EWE 共同打造 10MW 電解製氫廠
	阿根廷 (Acindar)	0.6	NG	Midrex	1978	-

鋼廠		產能 (Mtpa)	還原氣體	技術	投產 時間	備註
	美國 (Texas)	2 (HBI)	NG	Midrex	2016	於 2022 年收購奧鋼聯 (Voestalpine) 位於美國德克薩斯州的 HBI 工廠，並簽署長期合約每年供應其 42 萬噸 HBI
	印度 AM/NS (Hazira I&II)	0.88	NG	Midrex	1990	-
	印度 AM/NS (Hazira III)	0.44	NG	Midrex	1992	-
	印度 AM/NS (Hazira IV)	1	NG	Midrex	2004	-
	印度 AM/NS (Hazira V)	1.5	NG	Midrex	2006	-
	印度 AM/NS (Hazira VI)	1.5	NG	Midrex	2010	-
Liberty Steel	澳洲 (Whyalla)	1.8	NG→H ₂	-	2027	再生能源將採用其南澳 Whyalla 250MW 氫能發電廠
	法國 (Dunkirk)	2	NG→H ₂	-	-	同時開發一座 1GW 電解製氫廠
	羅馬尼亞 (Galati)	2.5	NG→H ₂	-	2030	-
塔塔鋼鐵(荷蘭) Tata Steel Netherlands		2.5	NG→H ₂	Energiron ZR	2030	-
Dillinger		-	H ₂		2028	公開資訊僅提及將在 Dillinger 工廠建造 1 座

鋼廠		產能 (Mtpa)	還原氣體	技術	投產 時間	備註
						直接還原鐵廠及兩座電爐，預計產量為 350 萬噸綠色鋼材
紐科 Nucor	美國 (Convent)	2.5	NG	Energiron ZR	2013	-
	千里達及托巴哥 Nu-Iron Unlimited (Point Lisas)	1.6	NG	Midrex	2006	-
克里夫蘭 Cleveland-Cliffs		1.9 (HBI)	NG	Midrex	2020	-
阿聯酋 鋼鐵	阿拉伯 (Abu Dhabi I)	2	NG	Energiron	2009	-
Emirates Steel	阿拉伯 (Abu Dhabi II)	2	NG	Energiron	2011	-
寶鋼湛江鋼鐵 Baosteel Zhanjiang Iron & Steel Co		1	Mixed NG H ₂ COG	Energiron ZR	2023	-
河鋼集團 HBIS Group Co., Ltd		0.6	Mixed NG H ₂ COG	Energiron ZR	2023	-
OMK		2.5	NG	Energiron	2025	-
浦項鋼鐵 POSCO		0.3	H ₂	HyREX	2027	HyREX 是浦項以 FINEX 流化床反應裝置為基礎開發的先進技術
Nippon Steel JFE		-	H ₂	-	2025	公開資訊僅提及受 NEDO(新能源產業技術綜合開發機構)委託，建造於波崎研究開發中心，預

鋼廠		產能 (Mtpa)	還原氣體	技術	投產 時間	備註
						計用於日本製鐵、JFE 和 日本金屬研究開發中心 合作之專案"僅用氫氣還 原低品位鐵礦石的直接 氫還原技術開發/直接氫 還原技術開發"進行示範 試驗
JSW Steel	印度 (Dolvi)	1	COG+N G	Midrex	1994	2013 年委託 Midrex Technologies 進行改 造，專案進行 16 個月， 由原本 100%天然氣，改 為利用焦爐氣 COG 取代 部分天然氣 NG 的混合氣
	印度 (Toranagallu)	1.2	NG	Midrex	2014	-
	印度 (Salav)	0.9	NG	Energiron	1993	-
Jindal Steel	阿曼 (Sohar)	1.8	NG	Midrex	2010	-
	印度 Steel & Power (Angul)	1.8	NG	Midrex	2015	-
	阿曼 Vulcan Green Steel	2.5	NG→H ₂	Energiron ZR	2026	-