



鋼廠動態

1. 歐盟國家施壓推動鋼鐵行動計畫，促產業減碳並維持競爭力 1
2. 塔塔鋼鐵將於英國塔爾博特港鋼廠新建兩座電爐 2
3. 印度招標再生能源市場面臨的挑戰 2
4. CBAM 擬延至 2027 年實施 3
5. 澳洲資助 10 億澳元基金支持低碳排鋼生產 5
6. HYBRIT 宣佈無化石氫氣儲存測試成功 6

技術/生產資訊

1. 沙鋼首台智能電動軌道車上線運行 7
2. 中國重型院開發轉爐環保技術 有效降低轉爐煙氣的碳排放 7
3. 印度 SAIL 鋼廠進行在燒結過程中使用竹生物炭試驗 8
4. 提高球結礦配比對高爐佈料的影響及其最佳化研究 8
5. 球結礦氨還原特性研究 9
6. 氨氣直接還原赤鐵礦及其反應機制 10

7. 高爐噴吹焦爐煤氣的熱量補償及碳素消耗計算	11
8. 美國 Utility Global 利用高爐氣生產潔淨氫氣	12

技術專欄

※中國鋼廠發展鋼化聯產現況與實例	14
------------------	----

1. 歐盟國家施壓推動鋼鐵行動計畫，促產業減碳並維持競爭力

多個歐盟國家正向歐盟委員會及其他成員國施壓，要求推動即將發布的「鋼鐵與金屬行動計畫」，以促進潔淨產業發展並維持歐洲鋼鐵產業的全球競爭力。

歐盟委員會預計將於今年春季公布這項計畫，以回應鋼鐵產業面臨的挑戰。聲明指出，過去數年來，歐盟鋼鐵生產商因需求疲軟與進口激增而陷入困境，被迫閒置部分產能。聲明進一步警告，全球產能過剩問題日益嚴重，特別是歐盟鋼鐵保障措施將於 2026 年 6 月到期，屆時歐洲市場恐面臨更大壓力。根據經濟合作暨發展組織 (OECD) 與全球鋼鐵過剩產能論壇 (GFSEC) 的預測，到 2026 年全球鋼鐵過剩產能將較 2023 年增加 27%，相當於歐盟總產能的 275% 提升至 350%，屆時鋼鐵產業的經濟環境恐進一步惡化。

為應對當前挑戰，各國代表提議緊急採取多項措施，包括加速啟動反傾銷與反補貼機制，並強化現行保障措施。此外，2026 年年中現行保障措施到期後，應設立新的鋼鐵產業防禦機制，以補足現有政策漏洞，解決產能過剩問題，並確保歐盟市場的穩定發展。

在碳減排與產業競爭力並行的目標下，各國代表呼籲進一步強化碳邊境調整機制 (CBAM)，並加快應對碳洩漏風險，特別是在鋼鐵產業下游與出口領域。聲明強調，應儘快對鋼鐵產品適用預設碳排放值，以避免企業因成本壓力而將生產轉移至歐盟以外地區。

此外，各國政府官員也向歐盟委員會施壓，要求維持歐盟能源成本的競爭力，確保原材料供應穩定，並限制廢鋼外流。同時，應建立有助於推動綠色產品市場發展的政策框架，例如透過政府採購計畫，鼓勵使用低碳鋼材。

(摘自：[SNN 環宇鋼鐵網 2025-03-06](#))

2. 塔塔鋼鐵將於英國塔爾博特港鋼廠新建兩座電爐

今年 2 月初，塔塔鋼鐵與英國建築和土木工程公司簽署英國塔爾博特港鋼廠電爐專案建設合約，建設並安裝兩座新電爐。兩座新電爐預計 2027 年投產，年產能為 300 萬噸。英國下塔爾博特港議會已於 2 月中旬批准此綠色轉型專案。

2023 年 9 月，塔塔鋼鐵宣佈，已與英國政府就投資總額為 12.5 億英鎊（約合 529.34 億台幣）的塔爾博特港鋼廠低碳轉型專案達成資助協議。根據協定，英國政府將為該專案提供 5 億英鎊（約合 211.74 億台幣），其餘資金由塔塔鋼鐵自籌。2024 年，塔塔鋼鐵塔爾博特港鋼廠相繼關停兩座高爐，總產能為 480 萬噸，以及與之配套的轉爐（產能為 500 萬噸），目前該工廠使用外購板坯生產。

2024 年 10 月，塔塔鋼鐵與 Tenova 簽署塔爾博特港廠綠色轉型專案的電爐供貨協議，塔塔鋼鐵表示該專案建設電爐和精煉爐等相關工程，都是在轉爐原址新建。與高爐轉爐工藝相比，新廠二氧化碳排放量將減少 90%，相當於英國直接碳排放量的 1.5%。

註：塔爾博特港廠位於威爾士首都卡迪夫以西 65 公里處，距離倫敦約 290 公里。

（摘自：[我的鋼鐵網 2025-02-21](#)、[鐵諾 2025-02-24](#)）

3. 印度招標再生能源市場面臨的挑戰

印度公用事業規模的再生能源招標市場，於 2024 年達到歷史新高，招標的公告與分配顯示越來越關注非傳統的再生能源技術，風電-太陽能混合發電(WSH) 在 2024 年超越太陽能，成為再生能源招標的領先部分。

一些開發商發現市場往非傳統再生能源技術的轉變，優先考慮這些領域以建立利基市場。隨著再生能源招標和分配大幅增加，再生能源專案執行上面臨的挑戰也顯著增加：

1.投標認購不足，再生能源投標中約有 8.5GW 的認購量不足，落差是 2023 年的五倍。

2.與能源承購商簽訂的電力協議延遲，主要原因似乎是能源承購商預期再生能源價格將持續下降，也可能是因為州配電公司 (DISCOM) 需要額外時間才能從州政府和電力監管機構獲得內部批准。

3.招標取消，取消投標可能發生在投標過程的任何階段，可能根據行業利益者的反饋，發現與設計、地點或技術複雜性的問題，或上述兩點兼具。

專案實施的延遲對印度 2030 年的再生能源目標構成重大挑戰，為再生能源招標市場能夠健康發展，政府必須同等關注招標過程的各個方面。

(摘自：[IEEFA 2024-03-06](#))

4. CBAM 擬延至 2027 年實施

歐盟將推遲碳邊境調整機制 (CBAM) 上路時間至 2027 年，另 CBAM 亦將迎來重大修正。根據最新草案，正式課徵碳關稅的時間將推遲至 2027 年，中小型進口商有機會獲豁免資格，而對不合規定的企業罰責將加重，罰金最高可能達原先的 5 倍。

歐盟擬放寬 CBAM 規定，估 18 萬家企業免繳，據草案內容，每年受管制產品的進口量低於 50 噸的企業將免繳碳關稅，且強調此舉將減輕絕大多數企業的壓力，同時仍維持 99%以上的碳排總量受監管。

英國 Redshaw Advisors 顧問公司的 CBAM 首席分析師馬斯基 (Dan Maleski) 也在自己的社群媒體上揭露部分草案內容。他指出，若進口產品的隱含排放量 (即直接與間接排放總和) 每年低於 100 噸，也可獲得豁免。

CBAM 現行規定要求進口受管制產品價值超過 150 歐元 (約新台幣 5,100 元)

即需申報。若修正案通過，受影響企業將從原估計的 20 萬家銳減至約 2 萬家，僅占 10%。

歐盟統計顯示，碳關稅涵蓋的 97% 碳排放，來自不到 20% 的公司，因此執委會有意放寬 CBAM 部分規定，將關稅壓力集中在碳排大戶身上，尤其在試行期間已經引起不少企業抱怨規定複雜，且相關表格填寫耗時耗力。

歐盟擬簡化申報流程，減輕企業、公部門負擔，馬斯基透露，CBAM 正式上路的時間將延後一年至 2027 年，屆時企業需購買 CBAM 憑證以支付產品碳排放費用。為確保合規，歐盟將對違規企業加重懲罰，例如以分拆進口規避關稅的行為，將面臨 3 至 5 倍的罰款。

為減輕進口商負擔，歐盟計劃推出統一的各地平均碳價計算方式，讓已支付生產國碳費的企業更容易申報。此外，合規要求也有所調整：預留憑證數量將減少，以減輕進口商財務壓力；申報產品碳排放量的截止日期則從 5 月延至 10 月，給予企業更多準備時間。

註：

歐盟於 2 月 26 日公布「歐盟永續簡化綜合套案」(EU Omnibus)，旨在簡化企業永續報告；以下為該案對《碳邊境調整機制》進行的主要變更包括：

1. 推展時程延遲：計劃將實施年份推至 2027 年。
2. 取消 90% 進口商的課徵義務：每年進口少於 50 噸之小型 CBAM 進口商得適用最低限度豁免門檻。
3. 簡化申報手續：委員會預計自 2027 年公布各個國家地區年度平均碳價計算結果，減少企業組織自行計算等成本。

套案對「碳邊境調整機制」進行的主要變更，如圖 1。

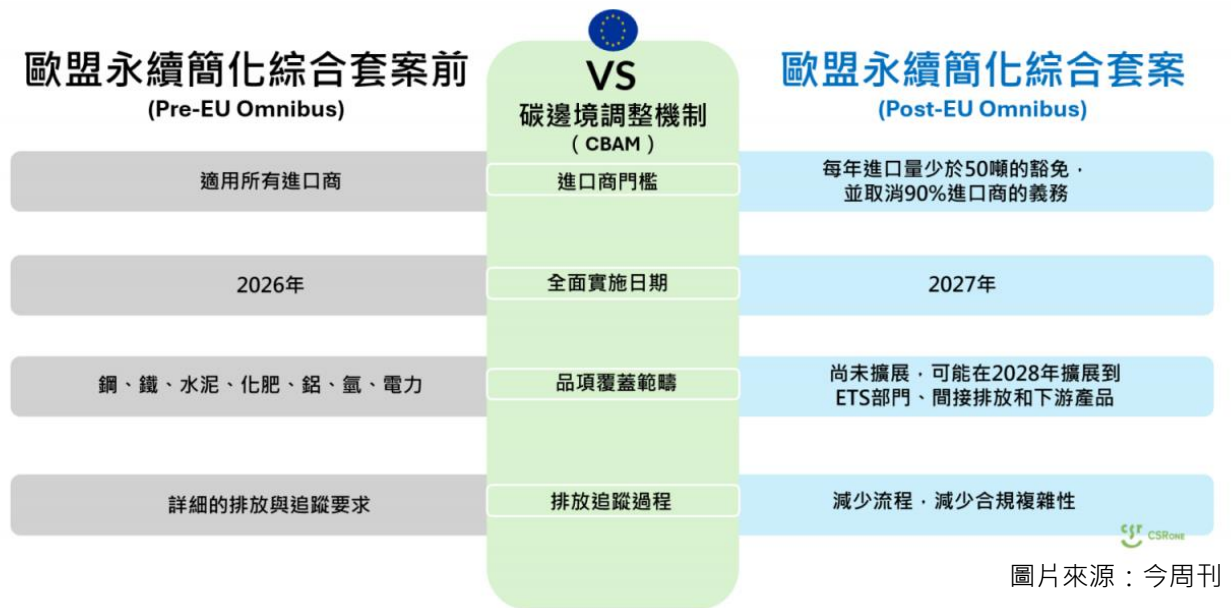


圖 1、EU Omnibus 對歐盟的碳邊境調整機制 (CBAM) 進行的主要變更

(摘自：[Recessary Industries 2025-02-25](#))

5. 澳洲資助 10 億澳元基金支持低碳排鋼生產

澳洲政府正式推出「綠鐵投資基金」(Green Iron Investment Fund)，總額達 10 億澳元 (約合 204.6 億新台幣)，將用於支持澳洲低碳排放鐵鋼產業的發展，為新減碳專案提供資金。

該基金的其中 5 億澳元 (約合 102.3 億新台幣) 將用於協助急需紓困的懷阿拉鋼廠 (Whyalla Steelworks) 轉型，提升當地就業並推動能源轉型；另 5 億澳元 (約合 102.3 億新台幣) 則將提供給全澳洲的申請者，包括現有鋼鐵設施與新建專案，提升澳洲鐵礦產業的附加價值。

此外，澳洲政府還承諾投入 20 億澳元 (約合 409.2 億新台幣) 支持本土鋁業，並立法通過氫能與關鍵礦產生產稅收抵免。透過關鍵礦產基金投資重大關鍵

礦產及稀土項目，同時提供 34 億澳元（約合 695.7 億新台幣）給澳洲地球科學研究所，並資助「氫能起步計畫」(Hydrogen Headstart)，推動氫能與清潔能源產業發展。

（摘自：[SNN 環宇鋼鐵網 2025-02-25](#)）

6. HYBRIT 宣佈無化石氫氣儲存測試成功

由瑞典能源公司 Vattenfall、鋼鐵製造商 SSAB 和礦業公司 LKAB 共同成立的 HYBRIT 計劃，宣佈氫氣儲存的試點專案成功，已驗證大規模儲存無化石氫氣的可行性，此舉將使 SSAB 在瑞典和芬蘭的二氧化碳排放量分別減少 10% 和 7%。

試驗點位於瑞典盧勒奧，採鋼襯岩洞技術建造，可儲存 100m³ 的氫氣，以加速機械模擬約 50 年的運作情況進行測試，結果顯示技術已可支援大規模氫氣用戶，並使氫氣生產的變動成本節省約 25%-40%，意謂該技術已具備進行商業化的能力。

（摘自：[SNN 環宇鋼鐵網 2025-03-10](#)）

1. 沙鋼首台智能電動軌道車上線運行

沙鋼永興公司首台新型智能電動軌道車正式投入運行，象徵公司邁向綠色低碳高質量發展新階段。相比傳統內燃機車，電動軌道車運行平穩、噪音低，且大幅降低能源與維護成本，每年預計可減少燃油消耗 30 噸，減排二氧化碳 110 噸，節省燃油與維修費近 30 萬元。

為確保軌道車順利運行，公司生產安全處與儲運隊制定安全方案，並在廠商技術人員配合下完成試行優化。該軌道車最高時速 20km/h，滿載續航里程 80km，啟動與持續牽引力較傳統運載車提升逾 50%。

(摘自：[冶金信息網 2025-03-07](#))

2. 中國重型院開發轉爐環保技術，有效降低轉爐煙氣的碳排放

中國重型機械研究院(簡稱中國重型院)開發的「大型煉鋼轉爐一次煙氣超淨排放裝備系統與應用」技術涵蓋大型圓筒電除塵器及其柔性精細調節裝置，在確保大型轉爐煉鋼長期穩定實現超低排放的同時，提高 CO 等轉爐煤氣回收率，有效降低碳排放，並優化節能減排指標。此外，裝備系統透過智慧化管控，顯著提升設備的長期運行穩定性和可靠性。

本裝備系統透過多功能智慧型噴霧冷卻器，將轉爐煙氣溫度從約 1000°C 降至約 300°C，隨後經超大型圓筒形電除塵器除塵淨化，使顆粒物含量低至 10mg/Nm³ 左右。其中，柔性精細調節裝置在為煤氣降溫的同時，依據系統即時排放指標精細調節運作流程，保障系統穩定排放。切換站依據煙氣成分自動回收合格轉爐煤氣，有效降低轉爐煙氣的碳排放。

(摘自：[中國鋼鐵新聞網 2025-02-20](#))

3. 印度 SAIL 鋼廠進行在燒結過程中使用竹生物炭試驗

印度鋼鐵公司 (SAIL) 於 3 月發表聲明稱，該公司旗下的 Durgapur 鋼廠 (DSP) 已開始試驗在燒結過程中使用竹生物炭部分替代焦炭細粉作為化石燃料。

SAIL 指出，此次試驗採用更環保的生物炭作為燃料，預計可顯著降低化石燃料的消耗，並減少鋼鐵生產過程中的二氧化碳排放。

試驗是在 SAIL 研發中心經過大量實驗室和試驗規模測試之後進行的，對各種生物炭類型進行測試和優化，工業規模試驗將分兩個階段進行四到五天。此試驗有可能以竹生物炭取代高達 10%-20% 的焦炭細粉，預計每生產一噸粗鋼可減少 15% ~ 20% 的二氧化碳排放量。

(摘自：[SNN 環宇鋼鐵網 2025-03-06](#))

4. 提高球結礦配比對高爐佈料的影響及其最佳化研究

本研究採用離散單元法對 2550 m³ 高爐的爐頂區域進行 3D 建模，並應用 DEM 方法模擬球結礦配比提高對礦焦料層分佈的影響，主要探討存在焦炭層時提高球結礦配比對爐料料面形狀的影響規律，並針對改善礦焦層間介面效應提出改進建議，為高球結礦配比的高爐合理布料及上部精確調劑提供理論依據。

結果顯示，隨著球結礦配比的提高，爐料顆粒在溜槽末端的速度與落點半徑增大，料流更加分散；隨溜槽傾角增大，溜槽有效長度增加，爐料落點半徑大幅增大；提高含鐵爐料中球結配比，使得含鐵爐料在徑向上向爐喉中心滾動，而在縱向上整體高度降低，礦焦介面滲流現象嚴重。

因此，增加球結礦配比時，為確保爐喉處初始料面穩定的形狀，應增加礦石布料角度，以減緩含鐵爐料向爐喉中心的滾動。

(摘自：[鋼鐵\(CNKI\) 2025-02-20](#))

5. 球結礦氨還原特性研究

採用氫基豎爐直接還原替代傳統高爐煉鐵，可以有效減少大量二氧化碳排放。當前氫的儲存和運輸成本較高，而氨作為一種備受關注的儲氫介質，具備成熟的製備技術以及低廉、便利的儲運方式。對於不同溫度下球結礦的氨還原動力學，以及溫度對球結礦氨還原後相組成的影響，目前的研究仍顯不足。因此，本研究觀察溫度對球結礦氨還原熱力學與動力學及還原產物的影響，並將其與氫還原特性進行對比研究。

研究結果顯示：

- (1) 氨還原赤鐵礦相較於氫具有更低的 ΔG_0 (標準吉布斯自由能) 值，但由於氨分解反應的存在，使得 700-850°C 下還原時，氮化鐵具有較窄的生成區間，磁鐵礦主要透過氨及氨分解生成的氫還原為方鐵礦，最終成為鐵。
- (2) 溫度越高，球結礦氨還原程度越高，氨還原赤鐵礦能力要弱於氫，氨的分解反應對氨還原反應速率具有負面影響，且球結礦氨還原的活化能為 71.05 kJ/mol，也大幅高於氫。球結礦氨還原前期 (t (還原時間) ≤ 2340 s) 受介面化學反應控制，還原後期 ($t > 2340$ s) 受氣體內擴散控制。
- (3) XRD 與電子顯微鏡元素掃描結果顯示氮化鐵與鐵及其氧化物相共存，高還原溫度下，還原鐵層更容易形成為細小結構，使得球結礦還原後期的動力學限制性條件為還原氣體內擴散。

(摘自：[鋼鐵\(CNKI\) 2024-10-25](#))

6. 氨氣直接還原赤鐵礦及其反應機制

為了探討氨氣 (NH_3) 還原赤鐵礦 (Fe_2O_3) 的熱力學特性、反應特性以及在還原過程中溫度和時間影響，該研究透過 HSC Chemistry 6.0 軟體計算 Fe_2O_3 和 Fe_2SiO_4 與 NH_3 、 H_2 和 CO 之間的還原反應標準吉布斯自由能，評估氨氣作為還原劑的可行性。使用臥式高溫電爐對赤鐵礦進行加熱還原處理，透過不同溫度和時間條件下的 NH_3 還原試驗，探究其還原效果。

試驗結果顯示， NH_3 在溫度為 290°C 時即可以有效還原 Fe_2O_3 ，而 H_2 需要在溫度為 542°C 時才可以有效還原 Fe_2O_3 。 NH_3 還原 Fe_2SiO_4 的熱力學反應溫度為 480°C ，顯示 NH_3 在還原 Fe_2SiO_4 時具有熱力學優勢，且在更高溫度下氨氣的還原效率更高。隨著溫度的升高，赤鐵礦的失重率和還原率增加， 900°C 時赤鐵礦可以被體積分數為 30% 的 NH_3 完全還原。還原時間的增加也導致失重率和還原率的增加，還原時間為 60 分鐘時還原率達到 90%，還原時間為 180 分鐘時還原率達到 100%。

透過 XRD、SEM 和 OM 對還原後的樣品，發現 Fe_2O_3 首先轉化為 Fe_3O_4 ，然後迅速轉化為 FeO ，最後 FeO 轉化為單質鐵。EDS 能譜分析顯示，隨著反應的進行，氧原子含量減少而鐵原子含量增加，最終 Fe_2O_3 被完全還原為單質鐵。在 NH_3 還原 Fe_2O_3 的過程中，氮原子的數量先增加後減少，代表鐵被 NH_3 氮化生成 Fe_4N ，隨後 Fe_4N 在高溫下分解產生鐵和 N_2 。

(摘自：[鋼鐵\(CNKI\) 2025-02-18](#))

7. 高爐噴吹焦爐煤氣的熱量補償及碳素消耗計算

與天然氣和氫氣相比，焦爐煤氣是鋼鐵廠副產煤氣，且產量穩定、成本低，是目前可用於高爐噴吹的最具有潛力的富氫還原氣體。本研究以河鋼邯鋼 2500m³ 高爐生產用原燃料和操作條件為基礎，建立噴吹焦爐煤氣高爐的質能平衡模型。根據有氫參與的高爐 Rist 操作線理論，循環迭代計算鐵的直接還原度。並建立噴吹焦爐煤氣高爐的全爐熱平衡和高溫區熱平衡模型，計算不同噴吹量 and 操作條件下高爐的能量利用係數和熱能利用係數，最後探討相應的碳素消耗及減排情況。

研究結果顯示，單獨噴吹焦爐煤氣時，焦爐煤氣噴吹量提高，使爐腹煤氣量增加，導致高爐的理論燃燒溫度降低；同時直接還原耗熱降低、爐頂煤氣溫度升高，使熱能和能量利用係數均降低。噸鐵噴吹 1m³ 焦爐煤氣可以使理論燃燒溫度降低約 0.9℃，提高富氧率和風溫是噴吹焦爐煤氣高爐最有效的熱量補償手段。

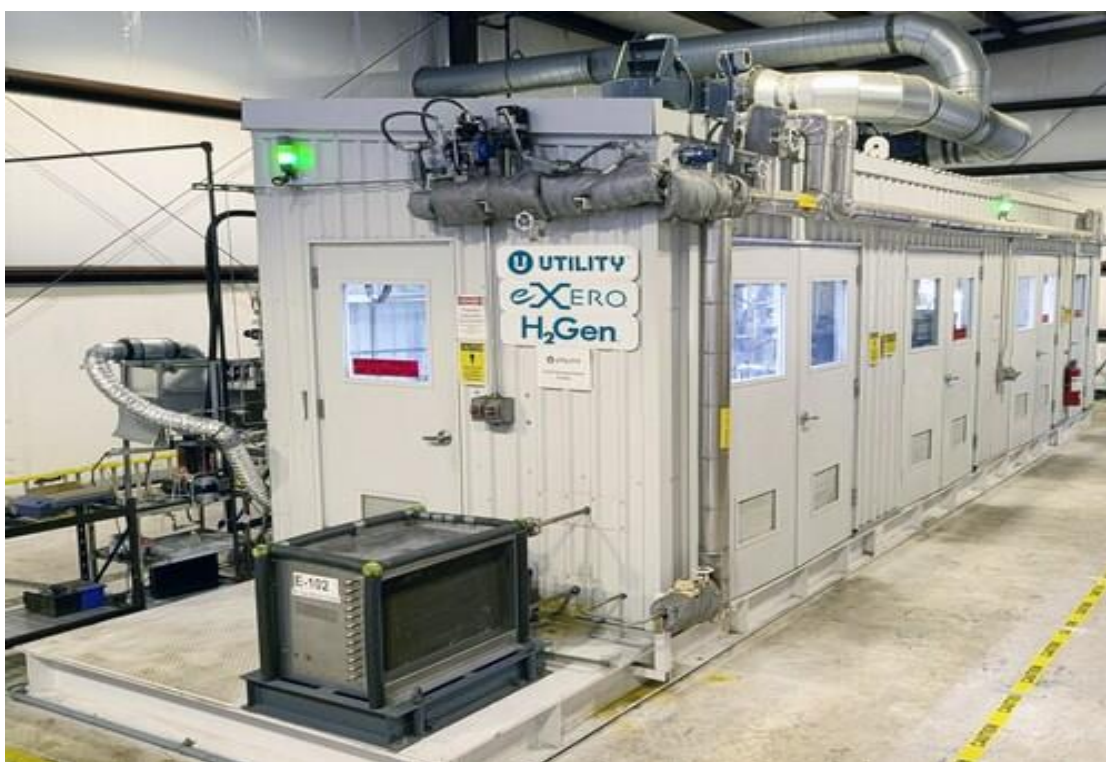
噴吹焦爐煤氣可獲得降低高爐燃料比、減少綜合碳素消耗和碳排放的效果。在同樣的焦爐煤氣噴吹量下，要達到噴吹焦爐煤氣前的理論燃燒溫度，需要更高的富氧率。富氧率提高 0.91%，對應的噸鐵焦爐煤氣噴吹量可以增加 10m³。風溫提高，高爐可以接受的焦爐煤氣噴吹量增加，且對高爐的熱量和能量利用係數影響很小。當風溫為 1250℃、焦爐煤氣噴吹量為 100m³ 時，焦比降低 55.4kg/t，焦爐煤氣與焦炭的置換比約為 0.55kg/m³。焦爐氣噴吹量增加，高爐綜合碳素消耗下降。

(摘自：[中國冶金\(CNKI\) 2024-11-19](#))

8. 美國 Utility Global 利用高爐氣生產潔淨氫氣

位於德州的 Utility Global 公司日前宣稱，成功實現一個能夠從水中生產潔淨氫氣的系統，且不需要使用電力，該技術被稱為 H₂Gen 系統，首次利用高爐尾氣生產氫氣，達成業界的里程碑。Utility Global CEO 表示，他們在北美一家大型鋼廠成功部署 H₂Gen，證明他們能提供可擴展、經濟、潔淨的氫氣解決方案，且與現有的基礎設施和設備無縫整合。

H₂Gen 的試驗工廠測試於 2022 年在休士頓啟動，生產出 99% 的純氫氣，並運行時達到 99.7% 的穩定性。鋼鐵廠的商業化示範運行超過 3,000 小時，但關於氫氣純度和生產能力的具體細節並未公開，如圖 2。

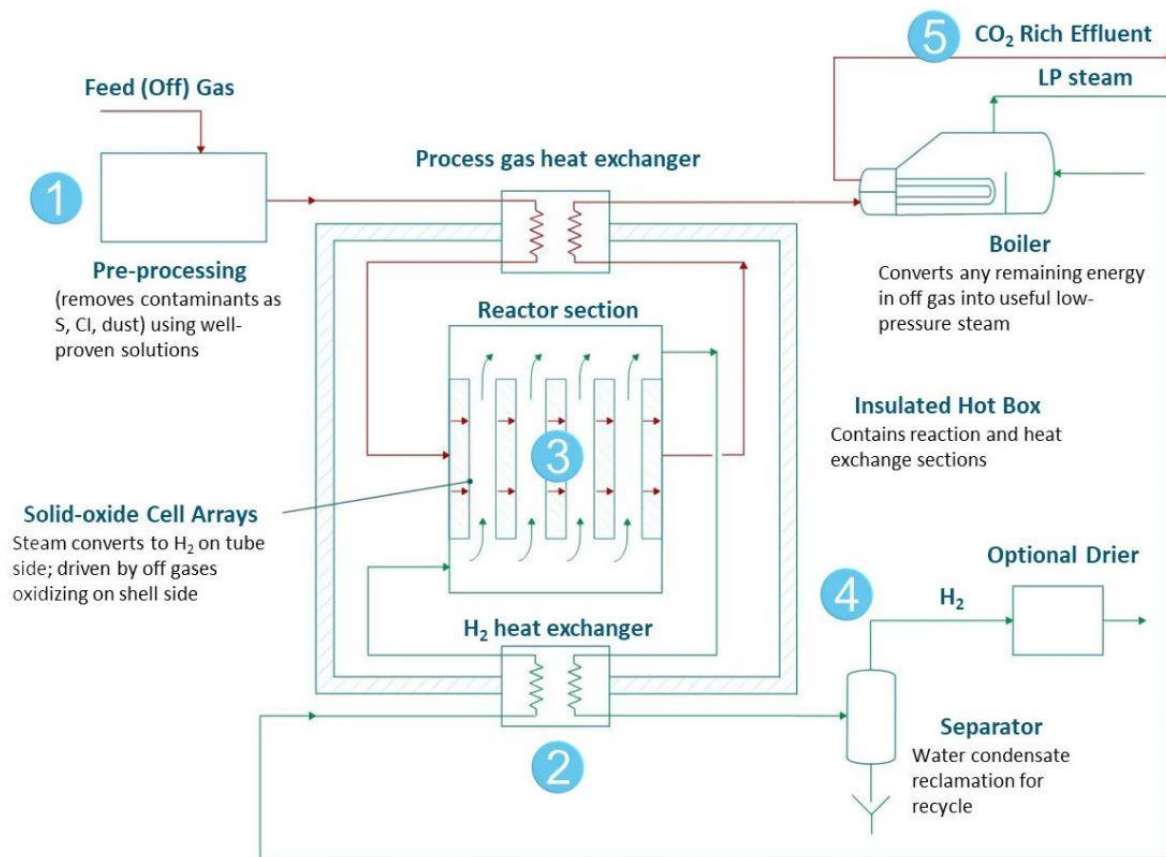


圖片來源：PR Newswire

圖 2、安裝於鋼廠的 H₂Gen 系統

根據 Utility Global 網站介紹，其技術結合了基於固態氧化物系統的電化學和化學過程。其氣體產生過程基於兩股氣體流，這兩股氣流被一不滲透電解質分隔，並進行氧離子和電子的反向交換。一股氣流進行還原反應，而另一股氣流進

行氧化反應。該公司解釋，電子從陽極流向陰極，並在陰極處形成氫氣，如圖 3。



圖片來源：Utility Global

圖 3、H₂Gen 製程圖

與傳統的燃料電池或電解槽不同，該反應器並未從外部提取或輸送電流來驅動過程。進一步的成本降低來自於該技術的可擴展性、相對小巧的體積和簡單的設計，且不需要額外的基礎設施。

2024 年 9 月，安賽樂米塔爾曾投資 Utility Global 開發的 eXERO 脫碳技術投資，該技術無需使用電力即可將工業氣體加工成高純度氫氣和濃縮二氧化碳，產生的氫氣可以再循環到煉鋼過程中替代天然氣。

(摘自：[SNN 環宇新聞網 2025-03-13](#)、[PR Newswire](#)、[Utility Global](#))

中國鋼廠發展鋼化聯產現況與實例

撰稿人 T41 郭寶騰管理師

一、前言

鋼鐵產業與建築、石化、及電力等產業息息相關，2024 年中國粗鋼產量達 10.05 億噸，其中約 90%為高爐-轉爐製程所生產，在生產過程中會產生許多種類的副產物，如爐渣可應用於環境污染防治；轉爐石可應用於道路鋪面、水泥生料及填海造地等用途；排出的蒸汽、煤氣亦可用於發電或生產化工產品。將鋼鐵生產的副產物應用於相關產業的原料可幫助優化產業結構、減少污染物排放，並建立完整的跨產業供應鏈。

二、中國鋼化聯產發展現況

鋼化聯產係指在生產鋼鐵的過程中，利用於煉焦爐乾餾焦碳過程所產生之焦爐氣、高爐還原鐵礦煉製鐵水時所產生之高爐氣及轉爐吹煉鋼液時產生之轉爐氣(如表一)，其中的 CO、H₂ 及 CH₄，透過提取及純化等步驟，可用於生產甲醇、甲酸、醋酸或乙二醇等各式化工產品。

表一、高爐-轉爐製程副產物氣體成分表

名稱	成分 (體積百分比) / %							熱值(kJ/M ³)
	H ₂	CH ₄	CO	C _m H _n	CO ₂	N ₂	O ₂	
高爐氣	1.5-3.0	0.2-0.5	23-27	-	15-19	55-60	0.2-0.4	3200-3800
轉爐氣	0.5-2.0	-	50-70	0.2-0.6	10-25	10-20	0.3-0.8	6500-7500
焦爐氣	55-60	23-27	5-8	2-4	1.5-3.0	3-7	0.3-0.8	17000-19000

在高爐-轉爐製程副產物氣體的排放量方面，高爐氣：焦爐氣：轉爐氣約為 6：3：1，因此如何有效利用高爐氣十分重要，其主要成分為 CO 及 N₂，然

因兩者之沸點與分子直徑等物理性質皆十分相近，因此目前較無低成本的 CO 及 N₂ 分離純化技術，令高爐氣較難應用；焦爐氣主要成分為 H₂ 及 CH₄，CH₄ 可加工為天然氣或透過甲烷化反應來製備甲醇，H₂ 則可於提純後作為灰氫的重要來源，可供燃料電池汽車使用；轉爐氣主要成分為 CO，可透過與焦爐氣中的 H₂ 結合，來生產乙醇或甲酸等產品。

中國近年石化產業擴展迅速，然其能源結構資源顯示，石油與天然氣儲量相對較低，石油對外依存度達七成。石化產業需將石化原料進行氧化裂解反應以生成 CO 及 CO₂，後續再合成為所需之化學品，因此若能以鋼鐵製程中所排出的副產氣，作為石化產業之 CO 及 CO₂ 來源，幫助石化產業降低對石化原料之依賴，亦可降低其於產氣製程中所產生的碳排放。

以下綜整中國鋼鐵產業鋼化聯產發展現況：

(一) 晉南鋼鐵

晉南鋼鐵於 2017 年成立山西沃能化工科技有限公司，使用焦爐氣及轉爐氣為來源建置乙二醇聯產液化天然氣生產線，於 2020 年投產，乙二醇年產量達 30 萬噸，液化天然氣年產量達 15 萬噸，目前除將鋼鐵製程副產氣體用於生產化工製品外，製程中所產出的氫氣可回送至煉鐵製程中再利用。

(二) 石橫特鋼

石橫特鋼與山東阿斯德科技有限公司合作，以副產轉爐氣為原料合成甲酸及草酸，年產量分別為 20 萬噸及 5 萬噸，於 2018 年投產，預估每年可每年減少煤炭用量 102 萬噸、廢水排放 47 萬噸及二氧化碳排放 32 萬噸。

(三) 達鋼

達鋼與四川達興能源有限公司合作，自 2007 年即利用焦爐氣及轉爐氣為原料來生產甲醇，並逐步擴增產能與生產種類，目前可達到甲醇年產量 50 萬噸及二甲醚年產量 20 萬噸。

(四) 建龍鋼鐵

2011 年達成甲醇年產量 20 萬噸，2022 年 4 月與吉林省吉林市政府與簽署《鋼化新材料產業園專案投資框架協定》，規劃於吉林建設鋼化聯產，積極推動副產品與生產廢料再利用。

(五) 首鋼

首鋼京唐以轉爐氣為原料，輸送至首鋼朗澤，利用添加乙醇梭菌來生產乙醇，再將菌體分離乾燥後得到飼料蛋白，目前可達乙醇年產能 21 萬噸、飼料蛋白年產能 2.5 萬噸。

(六) 鞍鋼

鞍鋼以焦爐氣為來源，進行製氫聯產液化天然氣，每年預計可減排 47 萬噸二氧化碳、174 噸二氧化硫及 1344 噸氮氧化物，目前具備 1.5 萬噸氫氣的年產量，液化天然氣年產量 12.5 萬噸。

由上述案例可發現，目前主要進行鋼化聯產的原料來源仍以焦爐氣及轉爐氣為主，其中轉爐氣因 CO 含量高，較易進行提純並成為石化產業的主要原料，晉南鋼鐵與鞍鋼，則透過加工焦爐氣中的氫氣，將其回收再利用，如晉南鋼鐵回送氫氣至煉鐵製程；鞍鋼規劃支援其下游氫能應用，如氫燃料電池等。而建龍鋼鐵則於 2011 年達成 20 萬噸甲醇產能，2022 年再推動產業園計畫，顯示中國地方政府對於鋼化聯產有資源挹注，以下將各案例彙整如表二。

表二、中國鋼化聯產實例彙整

鋼鐵企業	原料來源	應用產品	年產量(萬噸)
晉南鋼鐵	焦爐氣、轉爐氣	乙二醇	30
		液化天然氣	15
石橫特鋼	轉爐氣	甲酸	20
		草酸	5
達鋼	焦爐氣、轉爐氣	甲醇	50
		二甲醚	20
建龍鋼鐵	焦爐氣	甲醇	20
首鋼	轉爐氣	乙醇	21
		飼料蛋白	2.5
鞍鋼	焦爐氣	氫氣	1.5
		液化天然氣	12.5

三、結論

面對逐步逼近的碳中和壓力，鋼鐵及石化產業同樣具備碳排放量高、難減排的特性，而目前較有共識的有效碳減排方法，如綠氫替代或 CCS 技術等，近年內其成本都將居高不下，鋼化聯產是未來兩大行業共同降低碳排放的關鍵技術。

目前中國大多數鋼鐵企業對於副產物氣體的處理方式都是用於發電應用，以降低購電的企業成本，然因發電轉換效率較低，鋼化聯產才是令副產物氣體價值最大化的方式，並可大量減少污染物排放，須謹慎評估現行的副產物氣體利用方式與鋼化聯產的可行性與成本，做出適當的轉變。

中鋼身為台灣最大的鋼鐵企業，已將鋼化聯產訂為公司的重要減排手段之一，亦完成先導工場的建置，期許能快速與石化產業進行串聯，為雙方的降碳減排盡一份心力。

四、參考資料

- [1] 郭玉華、周繼程，中國鋼化聯產發展現狀與前景展望，中國冶金，2020 年
- [2] 北大先鋒：淺析鋼化聯產與鋼鐵行業降碳減排

[3] 晉南鋼鐵：開創「鋼焦化氫電」一體化耦合降碳先河-中化新網

[4] 鋼化聯產向“春”來-中化新網

[5] 前沿：關於在鋼鐵企業中實施“以化固碳鋼化聯產低碳冶金”幾個前沿技術問題的思考

[6] 鋼鐵產業「鏈」動未來

[7] 吃掉工業尾氣產出乙醇、蛋白質首鋼朗澤讓鋼鐵廠尾氣變廢為寶

[8] 鞍鋼中集焦爐氣制氫聯產 LNG 專案順利投產-制氫-國際氫能網