

廢鋼入門解說

廢鋼類型、局限性及相關市場動態指南

2023年8月

序言

鋼鐵是全球回收率最高的材料，因為它可以無限次地被回收而不會損害其質量。每年回收的消費前和消費後的鋼鐵廢料超過 6.5 億公噸。回收鋼材可節省大量能源和原材料：每噸廢鋼製成的新鋼材可節省平均 1,370 公斤鐵礦石、780 公斤煤炭和 270 公斤石灰石¹。

提高鋼鐵生產中廢鋼的比例對減低對原材料的依賴及排放，以及全球氣溫控制至高於工業化前 1.5°C 之內尤為重要。

廢鋼類型

儘管廢鋼有被用於高爐 (Blast Furnace / BF) 和直接還原鐵 (Direct Reduced Integrated / DRI) 的冶煉中，但其主要適用於電弧爐 (Electric Arc Furnace / EAF) 設施。廢鋼可分為三大種類：自產廢鋼、加工廢鋼，和折舊廢鋼，每類的價格和質量各有區別。在分析公司承諾時，需要注意區分再生鋼 (recycled steel) 和廢鋼 (scrap)。

自產廢鋼

自產廢鋼是鋼廠在生產過程中產生的鋼鐵廢料(剩下鋼鐵碎片、邊角料等)。自產廢鋼產品通常會立即在工廠內被回收。

加工廢鋼

在下游製造過程中會生產加工廢鋼。加工廢鋼與成品鋼材的消耗有關。由於加工廢鋼價值高且易於回收，大多數加工廢鋼會透過長期合約，並在一年內回收至鋼廠。

折舊廢鋼

折舊廢鋼是鋼產品在使用年限後報廢而來的廢鋼。折舊廢鋼的數量受地區及 / 或行業回收週期影響。折舊廢鋼在收集後會被壓碎、切碎和裁切，然後通過磁鐵將廢鋼與可能污染鋼材的物質進一步分離。廢鋼將與來自高爐的生鐵（用於煉鋼的原料）一起添加到氧氣頂吹轉爐 (Basic Oxygen Furnace / BOF) 中進行溫度控制，或加入電弧爐中。

電弧爐中的廢料

電弧爐可使用 100% 回收材料，是全球回收鋼材的首選去處。基於電網供電而產生的碳排放 (Grid-based emissions) 是電弧爐的主要排放源，而通過使用可再生能源可以大幅減少排放量。

¹ 資料表 - 鋼鐵和原材料，世界鋼鐵協會，worldsteel.org/wp-content/uploads/Fact-sheet-raw-materials-2023.pdf。檢閱日期：2023年8月18日。

電弧爐中的自產和加工廢料

於全球大部分地區，廢鋼-電弧爐模式冶煉的鋼材常常與低質量鋼材（如汽車零件）掛鉤。這是由於多種因素造成的，例如高爐-轉爐(BF-BOF)方法在全球佔主導地位，以及含有雜質元素的折舊廢鋼多被用於生產質量較低的鋼材。然而，在因天然氣價格低廉或缺乏煉焦煤（高爐煉鋼時使用的燃料）而使直接還原鐵冶煉法佔據主導地位的國家，電弧爐的應用則滿足了本土消費者對鋼鐵質量的需求。美國、中東和印度的傳統工廠就是屬於這種情況。單獨使用自產廢鋼或加工廢鋼，或與直接還原鐵混合以生產高質量的高質量鋼材，不受雜質元素的污染。

儘管加入至電弧爐的原材料質量發揮著重要作用，但對於成品鋼材最終質量而言，技術才是至關重要。大型鋼鐵廠供應商（如意大利的Danieli）建議，電弧爐可有效用於大多數優質鋼種的生產。為了確保生產高品質的鋼材，必須使用輔助電弧爐生產的次級冶金生產設施，因為電弧爐的輸出與轉爐煉鋼的不同。

傳統電弧爐鋼廠多年來一直使用該技術生產高等級鋼鐵產品，而傳統上以高爐-轉爐鋼鐵為主導業務的鋼鐵集團也正在進入這一領域。目前的知名例子包括日本的日本製鐵和JFE鋼鐵，他們正在開發電弧爐和次級加工設施，以利用廢鋼來生產電動車適用的高級鋼材產品。

電弧爐中的折舊廢鋼

電弧爐中折舊廢鋼的使用主要與允許使用較低等級產品的鋼鐵產品有關。值得注意的是，建築行業受益於這類型的產品。例如，世界上最大的廢鋼購買國家--土耳其，同時也是世界上最大的鋼筋（螺紋鋼）鋼材生產國。

廢鋼的限制

自產廢鋼及加工廢鋼的可用性限制

自產和加工廢鋼的數量與原鋼消耗和次級鋼材加工設施的效率密切相關。在鋼材生產高峰期間，自產和加工廢鋼量增加，反之亦然。廢鋼的40%的來源是自產和加工廢鋼，隨著次級鋼加工效率的提高和全球鋼材庫存的增加從而推動折舊廢鋼水平的提高，這個比重預計會減少。自產和加工廢鋼具有很高的價值，因為它們較為純淨，並且展示了鋼材近乎無限循環再利用的能力。它們比折舊廢鋼更受歡迎，但供應量較低。

折舊廢鋼的技術限制

雖然爐渣(煉鋼的副產品)可以消除大多數雜質，但在處理折舊廢鋼時仍然存在技術限制。儘管經過篩選和分離過程，由於表面處理等因素，折舊廢鋼仍可能以極低濃度保留著微量的其他金屬。當這些雜質無法從熔融金屬中分離時，它們被稱為“雜質元素”。其中，銅和錫成為了重大挑

戰，因為即便是少量的銅和錫也會在熱軋和成型過程中導致鋼材表面出現裂紋。因此，這些元素的存在會降低再生鋼產的質量和性能。這種限制是什麼大部分廢舊鋼料被用於生產建築行業的鋼筋等低等級鋼材產品的原因之一。

折舊廢鋼的成本限制

折舊廢鋼的可用性受到兩個關鍵因素影響：可以收集到的潛在數量，以及企業可以有效收集和處理這種廢料的比率。回收折舊廢鋼的過程涉及大量開支，主要與加工所需的勞動力和能源有關。此外，企業還面臨著將折舊廢鋼從消費者端運輸到收集和加工地點，再運輸到鋼廠的巨大成本。這些成本的積累為折舊廢鋼的最低價格設定了基準，至少達到該最低價格才能使折舊廢鋼的回收保持可行性。

與替代材料相比，折舊廢鋼的吸引力仍然較低，其市場價格繼續與鐵礦石和煉焦煤的成本掛鉤。為了使折舊廢鋼能推動和影響鋼鐵生產原材料價格，相對於其供應而言，必須有強勁的折舊廢鋼市場需求。此外，總體回收費用必須具有與鐵礦石和焦煤的價格比較的競爭力。

即使在像美國這樣擁有大量折舊廢鋼和完善廢鋼回收體系的國家，折舊廢鋼的價格也一直遵循以替代熔鐵生產成本的邏輯。

廢鋼市場展望

由廢鋼參與的鋼鐵生產約佔粗鋼總產量的20%，其中約60%使用的是折舊廢鋼。由於鋼鐵生產和精整過程的效率不斷提高，廣泛預計到2050年，折舊廢鋼的份額將繼續增加，有些估計提出了接近75%的理論份額。儘管從循環角度來看是有利的數字，但除非引入重大對策以將雜質元素的濃度降至0.25%以下，否則這種鋼將繼續被業界視為低質量鋼²持續的少量篩選和低稀釋水平很可能無法滿足質量要求，從而增加市場對長流程鋼鐵生產的依賴，並抑制了廢鋼利用率的提高。

通過稀釋提高廢鋼率

有幾種特定的方法可以從廢鋼中純化並去除雜質元素，其中包括用DRI稀釋廢鋼中的雜質以提高質量。美國鋼鐵廠特別使用直接還原鐵(DRI)作為減少使用折舊廢鋼時的雜質元素或其他雜質一種方法。儘管生鐵也可以在電弧爐內使用，但其運輸並不方便，而且高爐在實現近零排放生產方面沒有明確的技術途徑。

² Dworak, S., Rechberger, H. & Fellner, J., 2022年。雜質元素將如何影響未來歐洲的鋼鐵回收？ - 針對歐盟28國在1910年至2050年期間的鋼鐵的動態物質流模型。《資源、保護與再循環》(Resources, Conservation and Recycling)，第179頁，第106072。

分類和去除雜質元素

少數專門處理受污染廢鋼的試點回收工廠正在投入生產，但這些技術不太可能在 2050 年之前大規模應用。除此之外，還有更簡單的方法來提高回收鋼材的利用率和應用。增加報廢廢料的加工以及使用更少的銅，或在報廢時更容易拆卸的設計，不失為一種解決當今廢鋼市場面臨的技術和產能問題的簡單方法。

廢鋼需求

鋼鐵密集型行業正在向鋼鐵行業發出明確的需求信號，市場需要減碳鋼鐵產品。混合電弧爐將碳強度較低的 DRI 與高質量廢鋼混合，多年來一直為美國汽車工業提供鋼材。綠色鋼鐵的承購框架協議，例如 SSAB 與沃爾沃、福特歐洲和塔塔鋼鐵(Tata Steel)之間簽署的引人注目的協議，標誌著從高爐轉爐粗鋼生產模式的轉變。

DRI 特別適合以熱壓塊鐵 (HBI) 的形式運輸；鋼鐵企業應利用這個機會投資高質量的電爐和二次加工設施，以確保生產出高質量的鋼鐵產品。鋼廠還可以尋求發展綠色鋼鐵承購合作夥伴，例如沃爾沃和 SSAB 之間的合作夥伴關係，以降低新投資的風險。同樣，有機會成為減碳先行者的行業(例如汽車和航運)中的求進公司應該尋求與能夠提供低碳、高質量鋼材的鋼廠建立供應鏈合作。

隨著歐洲正在制定碳邊境調整機制 (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)，而美國也正在考慮實施類似機制的當下，鋼鐵淨出口國現在面臨著確保鋼鐵產品不受旨在限制碳洩漏和鼓勵海外低碳鋼鐵政策的關稅壓力。廢鋼在必要時輔以氫基 DRI 已被證明是滿足這些法規和鋼鐵行業減碳的最有效方法。

數據和免責聲明

本分析僅供參考，不構成投資建議，不應作為做出任何投資決定的依據。本簡報代表了作者對受評估公司自行報告的公開信息的看法和解釋。簡報提供了公司報告的參考資料，但作者並未試圖驗證這些公司提供的公開自我報告信息。因此，作者無法保證本簡報中提供的所有信息的事實準確性。作者和 Transition Asia 明確對第三方使用或發布的參考本報告的信息不承擔任何責任。