

經濟部產業發展署 115 年度 金屬機電產業製造轉型升級推動計畫



九月份



金屬產業
淨零趨勢觀測月刊





目錄

壹、國內外政策法規	1
歐盟執委會發布 CBAM 第三方查驗與認證指引	1
貳、金屬產業減碳重要新聞.....	10
參、金屬產業淨零專欄	18
一、鍛造產業概況	18
二、鍛造產業能源消費與溫室氣體排放	19
三、國內外鍛造產業之減碳策略與作法	21
四、減碳路徑與未來展望	24





圖目錄

圖 1 CBAM 認證與查驗的權責關係圖	3
圖 2 2021~2025 年臺灣鍛造產業產銷統計	19
圖 3 2016~2025 年臺灣鍛造產業能源消費量	19
圖 4 2016~2025 年臺灣鍛造產業碳排量與碳密集度	20
圖 5 臺灣鍛造產業製程碳排放熱點	21
圖 6 臺灣鍛造產業溫室氣體排放減碳路徑	25

表目錄

表 1 CBAM 法規體系整理	1
表 2 2026 年 9 月公布之 CBAM 認證現況統計表	7
表 3 國內鍛造業者減碳作法整理	24

委託單位：經濟部 產業發展署

執行單位：金屬工業研究發展中心 產業研究組

著作權所有，非經產業發展署書面同意，不得翻印或轉載



壹、國內外政策法規

歐盟執委會發布 CBAM 第三方查驗與認證指引

一、前言

歐盟執委會稅務與海關總署 (DG TAXUD) 於 2026 年 8 月 24 日在比利時布魯塞爾正式發布《CBAM 查驗與認證指引(Guidance on CBAM verification and accreditation for verifiers and National Accreditation Bodies)》，旨在為 2026 年 1 月 1 日起進入正式階段的碳邊境調整機制 (CBAM) 奠定法規遵循與監管執行基礎，此指引明確依據 CBAM 條例及其配套法案，針對第三方查驗機構、各成員國國家認證機構(National Accreditation Bodies, NABs)、國家主管機關(National Competent Authorities, NCAs) 以及經授權的 CBAM 申報人，建立嚴謹的監測、申報與查驗 (Monitoring, Reporting and Verification, MRV) 制度。隨著機制由過渡期轉入正式實施，歐盟強化對隱含排放數據真實性的法律要求，若申報人採用境外設施實際排放數據，則須透過經認證第三方查驗機構進行查證，確保進口產品的碳足跡申報與歐盟境內設施在歐盟排放交易體系(EU ETS)下所遵循的標準具備高度一致性與透明度，從而有效落實氣候政策並全面防治碳洩漏風險。

二、CBAM 查驗與認證指引之重點摘要

(一) CBAM 法規體系與國際 ISO 標準雙軌對接架構

CBAM 以《CBAM 條例》(Regulation (EU) 2023/956) 為基礎核心法律，其運作機制緊密承襲歐盟 EU ETS 之監測、申報與查證 (MRV) 原則：

表 1 CBAM 法規體系整理

法規名稱	核心功能與功用
《方法論法案》 (Methodology Act, Regulation (EU) 2025/2547)	依據《CBAM 條例》第 7 條訂定，規範設施層級溫室氣體排放量監測、產品隱含排放量計算以及向進口商申報之規則，並融入 EU ETS 之《監測申報法案》(MRR) 與《免費配額分配法案》(FAR) 原則。

法規名稱	核心功能與功用
《查證原則法案》 (Verification Principles Act, Regulation (EU) 2025/2546)	依據第 8 條訂定，明確規範查證機構執行審查時必須遵循之核心原則與查證報告之法定內容。
《AVR-DA 委任法案》 (Accreditation and Verification Requirements Delegated Act, Regulation (EU) 2025/2551)	依據第 18 條訂定，規範國家認證機構對查證機構之認證條件、監督機制、撤銷認證及相互承認程序。
《免費配額調整法案》 (Free Allocation Adjustment Act, Regulation (EU) 2025/2620)	依據第 31 條訂定，規範特定隱含免費配額 (SEFA) 之計算方式，作為扣減 CBAM 憑證繳納數量之依據。
《預設值法案》 (Default Values Act, Regulation (EU) 2025/2621)	提供未採用實際數據時，各海關稅則號別 (CN Code) 與國家/地區所適用之排放預設值。

資料來源：European Commission(2026/08), 金屬中心 MII 整理(2026)

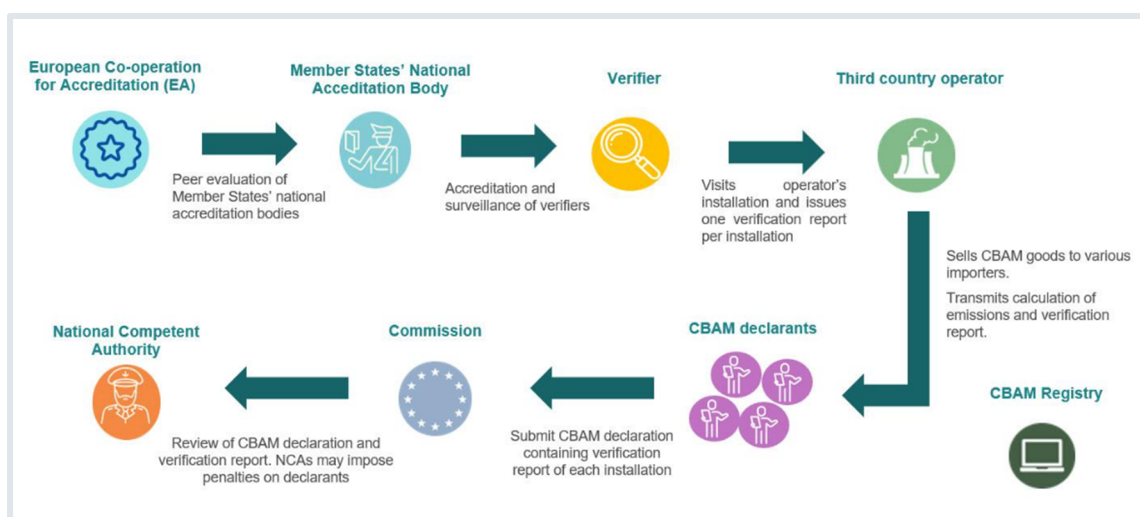
在國際標準對接方面，CBAM 制度透過《歐盟認證法案》(Regulation (EC) No 765/2008) 結合調和標準：國家認證機構 (NABs) 必須遵循 EN ISO/IEC 17011 進行認證審查作業；第三方查證機構則須符合 EN ISO 17029 (認證與查證機構通用原則) 與環境資訊範疇之 EN ISO 14065 標準。此外，由於 ISO 標準具備程序中立性，因此必須與 CBAM 專屬法規法案結合執行。

(二) CBAM 認證與查驗之權責關係人

CBAM 認證與查驗架構涵蓋以下關鍵角色及其資訊與責任流向：

1. **歐洲認證合作組織 (European Co-operation for Accreditation, EA)**：負責對歐盟各國之國家認證機構 (NABs) 執行同儕評估 (Peer Evaluation)，維護全歐盟認證標準之一致性。
2. **國家認證機構 (NABs)**：被授權負責查驗機構的初始認證、年度監督 (Surveillance) 與重新評估，確保查驗機構具備特定產業類別的專業技術與公正性。歐盟境內查證公司須向設立國 NAB 申請；非歐盟查證公司則可自由選擇向任何提供該服務之歐盟 NAB 提出認證申請。

3. **非歐盟設施營運商 (Non-EU Installation Operators)**: 負責依據 CBAM 方法論設置監測計畫 (MP)，計算設施直間接排放量，並將數據與佐證資料提供予經認證之查證機構審核。
4. **經認證之第三方查驗機構 (Accredited Verifiers)**: 須具備專業能力並維持高度公正與獨立性，透過文件分析與現場查訪審查排放數據，核發查證報告並登錄於 CBAM Registry 中央資料庫。
5. **授權 CBAM 申報人 (CBAM Declarants)**: 進口商自 CBAM Registry 取得營運商經查驗之實際排放數據與查驗報告，於每年 9 月 30 日前提提交全年度 CBAM 申報，並依規定繳納 CBAM 憑證。
6. **歐盟委員會與國家主管機關 (NCAs)**: 接收並審查 CBAM 申報資料，若發現申報不實或不合規情事，可對申報人裁處罰鍰。



資料來源：European Union(2026/09)/金屬中心 MII 整理(2026)

圖 1 CBAM 認證與查驗的權責關係圖

(三) 隱含排放監測範疇與查驗核心原則

1. **涵蓋產品與監測範圍**: 涵蓋水泥、化學 (氫氣)、肥料、鋼鐵、鋁及電力等產業範疇，產品歸類完全以歐盟海關組合名目 (CN Code) 為準。隱含排放計算區分為「簡單貨品」(Simple goods，製程無前驅物) 與「複雜貨品」(Complex goods，製程消耗前驅物)。前驅物 (Precursors) 係指輸入製程

中且自身隱含排放量不為零之 CBAM 貨品，計算時須涵蓋其消耗質量（包含化學反應或損耗）。

2. **特定隱含免費配額 (SEFA)** 計算：計算公式為 $SEFA_g = CBAM_y \cdot CSCF_y \cdot BM_g$ 。其中 BM_g 的選擇必須區分「Column A」(僅考量本製程) 與「Column B」(含全價值鏈預設值)。針對複雜產品，SEFA 的計算必須採取**遞迴邏輯 (Recursive Nature)**，即若前驅物本身為複雜產品，則須遞迴計算直至追溯到簡單產品或使用預設值為止。

3. 五大查證核心原則

- **真實表達與可靠性 (Reliability)**：確保報告數據符合完整性、一致性與準確性，實現「一噸排放即一噸報告」。
- **獨立性與公正性 (Independence)**：查證機構必須獨立於營運商、歐盟委員會及主管機關，嚴禁存在利益衝突。
- **職業懷疑 (Professional Scepticism)**：查證人員須保持客觀審慎態度，深入剖析抽樣證據與佐證鏈結，不得盲目接受營運商聲明。
- **合理保證程度 (Reasonable Assurance)**：CBAM 法律強制規定查證必須達到高標準之合理保證（非有限保證），確保報告無重大錯報。
- **重大性門檻 (Materiality)**：特定隱含排放量（SEE）與特定隱含免費配額（SEFA）之定量重大性門檻設定為 5%（以每噸貨品為單位）。

(四) 標準查驗流程與專題審核規範

1. **標準查驗流程**：查驗作業包含：合約前階段評估（評估獨立性與工時）、策略分析、風險分析（評估固有風險與控制風險）、制定查驗計畫、過程分析（資料流測試與實體現場查訪）、處理數據缺口、獨立審查員審核以及核發查驗報告。
2. **現場查訪與豁免條件**：查驗原則上必須執行實體現場查訪（Site Visits）。僅在滿足下列累積條件時方可採取虛擬現場查訪或豁免：

- 查驗機構於前一年度已對該設施執行實體現場查訪。
- 查驗機構對設施運作及監測系統已有充分了解。
- 設施複雜度及風險經評估不需實體查訪即可降至可接受之合理保證程度。
- 設施或監測計畫自上次實體查訪以來無重大變更。若因不可抗力(Force Majeure, 如疫情、地震或戰爭)無法執行實體查訪, 亦可實施虛擬查訪。

3. **監測計畫 (MP) 之驗證職責：**不同於 EU ETS 由主管機關審查 MP, CBAM 查驗機構須兼負驗證營運商監測計畫是否符合《方法論法案》之職責。設施若發生製程新增、監測方法改變或新增燃料等重大變更, 須及時更新 MP 並由查驗機構重新評估。

(五) 查驗機構資格、認證要求與資訊交換機制

1. **團隊配置與稽核員強制輪替：**查驗機構 (法人) 須建立持續能力管理程序；查驗團隊須配置 CBAM 首席稽核員 (CBAM Lead Auditor) 及 CBAM 稽核員, 必要時納入技術專家。為降低熟悉度風險, 連續查驗同一設施滿 5 年後, CBAM 首席稽核員須強制休假/輪替至少 3 年。
2. **認證審查與行政處分：**歐盟國家認證機構 (NABs) 透過文件審查、辦公室稽核及現場見證稽核 (Witness Audit) 進行初次審查, 認證證書有效期最長為 5 年, 並搭配每年監督審查。若查驗機構違規, NAB 可實施縮減認證範圍、暫停認證或撤銷認證等行政處置。
3. **CBAM Registry 與語言規範：**取得認證之查驗機構須於 2 個月內登錄於 CBAM Registry；所有正式查驗報告必須以**英文**撰寫。報告透過 CBAM Registry 系統自動傳送與核發電子簽署 PDF 檔案。

(六) 2026 至 2027 年 CBAM 實施關鍵時程規劃

依據歐盟委員會發布之官方實施時程，各階段里程碑如下：

- **2026 年 1 月**：進口商開始申請 CBAM 授權並展開貨物進口；非歐盟設施營運商同步啟動隱含排放量之監測與計算。
- **2026 年 4 月**：歐盟各國國家認證機構 (NABs) 正式受理並啟動 CBAM 查驗機構之認證審查。
- **2026 年 9 月**：預計首批查驗機構取得認證資格，於 CBAM Registry 完成登記，並開展首批排放報告之現場查訪與審查。
- **2027 年 1 月**：經認證之查驗機構可正式核發首批查證報告，營運商將查證結果提供予申報人。
- **2027 年 2 月**：授權 CBAM 申報人可開始購買 CBAM 憑證。
- **2027 年 9 月**：授權 CBAM 申報人須於 9 月 30 日前，完成 2026 全年度 CBAM 申報之最終提交。

三、國家認證機構 (NABs) 管轄權規則

位於歐盟成員國 (或納入《歐洲經濟區協定》後之歐洲經濟區國家) 之國家認證機構 (NABs)，為唯一有權核發 CBAM 認證的權責單位。

原則上，**設立於歐盟或歐洲經濟區國家的查驗機構**，必須向其設立國的 NAB 申請 CBAM 認證；僅在其設立國未提供相關 CBAM 認證服務時，方可向其他歐盟 NAB 提出申請。**設立於歐盟境外的查驗機構**，可自由向任何有提供該項認證服務之歐盟 NAB 提出申請。

歐盟執委會已於 2026 年 9 月 1 日公布一份彙整歐盟各成員國及其 NAB 針對 CBAM 認證服務的最新準備與受理狀態名單，總共有 28 個 NAB，其中：同意提供 CBAM 認證之機構共 24 個、已準備好接受申請之機構共 14 個、同意接受第三國 (非歐盟) 申請者認證之機構共 7 個、已開始接受第三國申請之機構共 5 個。

表 2 2026 年 9 月公布之 CBAM 認證現況統計表

國家	國家認證機構	同意提供 CBAM 認證	已準備好 接受申請	同意接受 第三國申請	已開始接受 第三國申請
奧地利	Akkreditierung Austria (AA)	是	是	否	否
比利時	Belgian Accreditation Council (BELAC)	是	是	否	否
保加利亞	Bulgarian Accreditation Service (BAS)	是	是	否	不適用
克羅埃西亞	Croatian Accreditation Agency (HAA)	是	否	否	否
賽普勒斯	Cyprus Organisation for the promotion of quality (CYS-CYSAB)	否	不適用	否	不適用
捷克	Czech Accreditation Institute (CAI)	是	否	否	否
丹麥	Danak Den Danske Akkrediteringsfond (DANAK)	是	是	否	不適用
愛沙尼亞	Estonian Accreditation Centre (EAC)	否	不適用	否	不適用
芬蘭	Finish Accreditation Service (FINAS)	是	是	否	否
法國	Comité français d'accréditation (COFRAC)	是	是	是	是
德國	Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkKS)	是	是	否	否
希臘	Hellenic Accreditation System (ESYD)	是	否	是	否
匈牙利	National Accreditation Authority (NAH)	是	否	否	不適用

國家	國家認證機構	同意提供 CBAM 認證	已準備好 接受申請	同意接受 第三國申請	已開始接受 第三國申請
愛爾蘭	Irish National Accreditation Board (INAB)	否	不適用	否	不適用
義大利	Ente Italiano di Accreditamento (Accredia)	是	是	是	是
拉脫維亞	Latvian National Accreditation Bureau (LATAK)	是	是	否	否
立陶宛	Lithuanian National Accreditation Bureau (LA)	是	是	否	否
盧森堡	Luxembourg Institute of standardisation, accreditation, safety and quality of products and services (ILNAS)	是	是	否	不適用
馬爾他	National Accreditation Board Malta (NAB-MALTA)	否	不適用	否	不適用
荷蘭	Raad voor Accreditatie (RvA)	是	是	是 (含與土耳其 TURKAK 協 議)	是
挪威	Norsk akkreditering (NA)	是	不適用	否	不適用
波蘭	Polskie Centrum Akredytacji (PCA)	是	是	是	是
葡萄牙	Instituto Portugues de Acreditacao (IPAC)	是	否 (預計 2026 年 9 月)	否	不適用
羅馬尼亞	Romanian Accreditation Association (RENAR)	是	否	否	不適用

國家	國家認證機構	同意提供 CBAM 認證	已準備好 接受申請	同意接受 第三國申請	已開始接受 第三國申請
斯洛伐克	Slovak National Accreditation Service (SNAS)	是	否 (預計 2026 年 10 月)	是	否
斯洛維尼亞	Slovenska Akreditacija (SA)	是	否 (預計 2026 年 11 月)	否	不適用
西班牙	Entidad Nacional de Acreditacion (ENAC)	是	是	否	不適用
瑞典	Swedish Board for Accreditation and Conformity Assessment (Swedac)	是	是	是 (含與烏克蘭 NAAU 協議)	是
總計		24	14	7	5

資料來源：European Commission(2026/09), 金屬中心 MII 整理(2026)

貳、金屬產業減碳重要新聞

泰國投資促進委員會推動產業低碳轉型 強化國際競爭力

資料來源：經濟部國際貿易署 2026/08/03

泰國投資促進委員會 (BOI) 為推進投資獎勵計畫，持續調整政策與配套措施，詳細包含產業升級、碳捕捉技術、潔淨能源 (Clean Energy) 及農業領域，旨在降低企業溫室氣體排放，以邁向淨零碳排目標。

整體推動與金屬產業具有直接或間接關係的部分包含：

1. 產業智慧與永續升級：核心措施之一為「智慧與永續產業計畫」(Smart and Sustainable Industry)，鼓勵企業改善既有製程、提高生產與能源使用效率，降低工業部門的溫室氣體排放。
2. 布局碳捕捉、利用與封存 (CCUS)：推動碳捕捉與封存 (CCS) 及碳捕捉與利用 (CCU) 技術應用，特別針對天然氣分離廠及石化產業，提供營利事業所得稅免稅等誘因，吸引企業投資減碳技術，作為實現長期氣候目標的重要工具。
3. 扶植前瞻綠色產業：提高對「直接減碳」產業的扶持力道，包含太陽能/風能/生質能/沼氣等再生能源發電與汽電共生系統，以及電動車 (EV) 產業鏈發展，加速國家低碳經濟體系的構建。

美國限制黑粉及鎢廢料出口 保障國內料源

資料來源：Federal Register 2026/08/06

美國政府依《國防生產法》(Defense Production Act, DPA)及國防優先與配額制度(DPAS)，為確保可回收關鍵礦物及材料供應，自 2026 年 8 月 27 日至 2027 年 8 月 27 日對黑粉(black mass)及鎢廢料及廢屑實施暫時性國內銷售要求，規定美國人士(U.S. persons，即位於美國的個人、公司、其他組織團體等)每月銷售量的 100%須分配予美國人士，除非事先取得美國商務部工業安全局(Bureau of Industry and Security, BIS)核准。黑粉係指含有正極材料、負極材料或其他電池芯殘留材料的破碎鋰離子電池廢料。

分類	美國出口商品代碼 (Schedule B Number)	法令範疇說明
鎢	8101.97.00.00	鎢廢料及廢屑
黑粉	8549.13.00.00	符合黑粉定義之電池/蓄電池廢料，依化學種類分類且不含鉛、鎘或汞
	8549.14.00.00	符合黑粉定義之電池/蓄電池廢料，未依化學種類分類且不含鉛、鎘或汞
	8549.19.00.00	符合黑粉定義之其他電池/蓄電池廢料

CDA 發布再生銅指引 強化再生料查證

資料來源：PR Newswire 2026/08/28

美國銅業協會(CDA)指出，再生料占比是衡量循環利用的重要指標，但單看此占比無法完整反映產品碳排，故採購時應同步考量碳排密集度、產品性能及技術可行性。

廢銅供應受產品使用壽命、收集、分選及處理能力限制，CDA 以 2020 年銅材料流向資料估算，回收廢銅約可供應半成品銅 42%的材料需求；即使將目前未回收的報廢銅全部回收，理論上也僅能提高至約 59%。

不同的銅產品在雜質容忍度、導電性及性能要求上有所差異，因此不宜設定相同的再生料占比。為提升再生料資訊的一致性及可比較性，CDA 提出標準化半成品鑄造涵蓋範疇及再生料占比查證架構，涵蓋製程邊界、廢料處理、質量平衡(mass balance)及供應鏈追溯文件，並參考 ISO 14021、ISO 14040、ISO 59020 及 EN 45557 等標準。

【新聞評析】

CDA 此次公布的指南指出，再生料占比可反映材料循環利用情形，但不能單獨成為產品減碳指標，採購端應將再生料含量與產品碳密集度分別揭露並併同評估。否則一味提高新生產銅材或產品的再生料含量目標，可能只是既有廢銅流向的移轉，未必有助於增加整體產業回收量或實質減碳。

同時，該指南也提出再生銅含量應依統一的半成品鑄造邊界進行揭露，採購及對外宣稱時，應納入能源結構、製程排放及產品性能等資訊。對臺灣業者而言，未來在綠色材料與產品的對外公告上，不宜僅強調再生料使用占比，應進一步提出可驗證的低碳製程、品質穩定度及實際擴大回收的成效。

臺灣碳費納入英國 CBAM 合格碳定價機制名單中

資料來源：環境部 2026/08/31

英國將於 2027 年正式實施碳邊境調整機制(CBAM)，8 月 27 日英國稅務暨海關總署(HM Revenue & Customs, HMRC)公告首階段認定的 16 個合格碳定價機制，我國碳費制度與歐盟、日本、韓國及新加坡等並列於名單之中。

針對英國 CBAM，我國環境部表示，英國進口商若已依法繳納碳費，且提出符合英國 CBAM 要求的證明文件，經查驗及計算符合規定後，可依規定申請碳價減免，有助降低重複碳定價風險。

環境部表示，我國依「氣候變遷因應法」建立碳費制度，核心目的在透過碳定價提供減碳經濟誘因，引導企業投資低碳製程、提升能源效率及採取實質減量措施。英國之認可為我國制度接軌國際的重要進展。

印尼積極擴大鋁產能 燃煤供電與原料短缺成挑戰

資料來源：AL Circle 2026/09/01

受中東鋁供應干擾影響，全球鋁市場出現新的供應機會，印尼欲加快新鋁冶煉產能建置，以掌握市場需求。

中國大陸為目前最大鋁生產國，然而，自 2017 年實施電解鋁產量上限後，中國大陸企業轉向海外市場，增加對印尼等國的投資。能源與潔淨空氣研究中心(Centre for Research on Energy and Clean Air, CREA)預測，目前中國大陸對印尼鋁產業投資約 55 至 60 億美元，至 2030 年可能增加至 300 億美元。

印尼鋁產業投資限制相對較少，加上印尼政府將鋁、鎳列為「轉型礦產」，持續帶動當地鋁產業擴張。另一方面，印尼部分鋁冶煉產能以燃煤自備電廠供電，使快速擴張的鋁產能引發環境及資源供應疑慮。CREA 預估，若目前(包含規劃中)鋁業計畫均投入運轉，印尼的鋁土礦儲量可能於 12 年內耗盡，顯示未來鋁產能擴張恐同步受到能源來源與原料資源供應限制。

【新聞評析】

鋁冶煉屬電力密集產業，產能布局長期受電力成本影響，如中國大陸與印尼等地以低價的燃煤自備電廠作為擴產基礎。然而，隨全球低碳轉型要求趨嚴，生產成本考量不再止於電力價格，碳成本形成另一考量關鍵；下游客戶對低碳鋁材的採購要求，可能使燃煤供電產能面臨市場門檻或成本轉嫁的壓力，鋁產業可能慢慢由電價驅動轉向碳排考量。

此外，參考中國大陸過去在鋼鐵等金屬產業對外投資的經驗，曾多次導致區域間產能失衡、低價貨品傾銷各國之情形。短期內鋁市場雖因中東危機出現供應缺口，長期下是否導致產量過剩、甚至供過於求之情事，將大幅影響區域鋁價。而快速擴產更可能進一步導致礦產加速耗盡，未來印尼鋁業能否兼顧產能擴張、能源轉型與資源供應，仍有待觀察。

POSCO 攜手 BHP 啟動氫能煉鐵「HyREX」驗證

資料來源：POSCO 2026/09/03

韓國 POSCO 與澳洲礦業公司 BHP 於 9 月 3 日在韓國浦項簽署氫能煉鐵合作協議，POSCO 將使用 BHP 供應的鐵礦石，驗證其氫還原煉鐵技術 HyREX。HyREX 以氫取代煤炭作為還原劑，此次合作將驗證 HyREX 在不同原料條件下的運轉情形，並測試鐵礦石特性及品質對製程性能的影響。雙方亦將分享原料技術資訊，共同探索降低原料供應過程範疇三排放的可能性。

此合作延續雙方 2025 年 10 月簽署的合作備忘錄，POSCO 表示未來亦考慮擴大與全球原料供應商合作，加速低碳煉鐵技術發展；BHP 則將驗證其鐵礦石應用於低碳煉鐵製程的適用性。

【新聞評析】

氫能煉鐵技術對鐵礦石品位與原料型態要求較高，現行直接還原製程多偏好高品位球團礦，原料供應亦成為商業化限制因素。POSCO 與 BHP 合作推動 HyREX，主要驗證澳洲 Pilbara 中低品位粉礦於流體化床(Fluidized-Bed)氫還原製程的適用性，以降低對高品位球團礦及造球程序的依賴；而日本 JFE 則透過原料處理與球團化，使中低品位鐵礦適用於氫基豎爐直接還原製程，兩者均反映氫能煉鐵仍須克服原料適用性、設備放大、穩定操作及成本等挑戰。

面對氫能煉鐵技術仍處持續驗證階段，我國業者亦已積極投入研發，並參與國科會前瞻技術產學合作計畫；另目前列屬排碳大戶之鋼鐵業者，已有九成提出自主減量計畫，產業亦持續投入減碳技術研發與減量行動。經濟部後續將配合技術發展與產業轉型需求，持續透過政策引導、研發資源及輔導措施，協助業者逐步推進淨零轉型。

Korea Zinc 以再生銅製電池銅箔

資料來源：Seoul Economic Daily 2026/09/03

Korea Zinc 旗下 KZAM 自 2026 年 6 月起量產電池銅箔，並已向一家全球型的電池下游客戶出貨；預期出貨營收最高可達 400 億韓元。KZAM 運用 Korea Zinc 既有的溶解、電解及冶煉技術改善製程穩定性；電池銅箔為負極集電體，會影響電池能量密度、充電性能及使用壽命。

KZAM 的銅箔原料與 Korea Zinc 資源循環體系串接。Korea Zinc 的美國子公司 Pedal Point 取得電子廢棄物等再生原料後，由蔚山 Onsan 冶煉廠提取銅，再供 KZAM 作為銅箔原料，形成由電子廢棄物、再生原料至電池銅箔的資源循環價值鏈。

歐盟擬草案 欲禁止向 OECD 以外的國家出口廢金屬

資料來源：European Comission 2026/09/18

歐盟執委會 2026 年 9 月 18 日公布非「經濟合作暨發展組織」(OECD)國家接收歐盟部分「非危險廢棄物」的准入名單草案，我國於 2025 年 2 月 11 日提出申請，涵蓋含鐵及非鐵金屬廢料、廢電纜、廢觸媒、廢紙及廢紡織品；草案目前同意臺灣接收特定廢紙及廢紡織品，未將金屬廢料納入核准範圍。

目前歐盟尚在進行公眾諮詢，預計 2026 年 10 月 16 日截止，並於 2026 年底前通過第一份正式名單未獲核准的國家仍可補充資料、重新申請；名單至少每兩年檢討一次。

【新聞評析】

歐盟廢鋁材占我國進口來源約 20 至 25%，如後續正式公告仍維持草案名單，國內再生鋁業者自 2027 年 5 月 21 日起，將無法依法由歐盟進口草案未核准的一般廢鋁，業者須增加國內廢金屬回收應用，或改由非歐盟及符合出口規定的來源取得原料。

由於海外市場具有價格收購誘因，我國廢鋁材長期維持淨出口，2025 年淨出口量為 13.1 萬公噸，出口前三大國家為南韓(35%)、中國大陸(15.7%)與日本(10.5%)。單以出口數量來看，國內已有一定廢鋁料源及出口供應基礎。故我國業者除拓展海外廢鋁來源外，亦可著力於國內廢金屬回收及再生應用，提高在地料源比例，降低國際政策變動帶來的影響。

參、金屬產業淨零專欄

鍛造產業減碳作法與淨零因應策略

金屬中心 莊沛芸 產業分析師

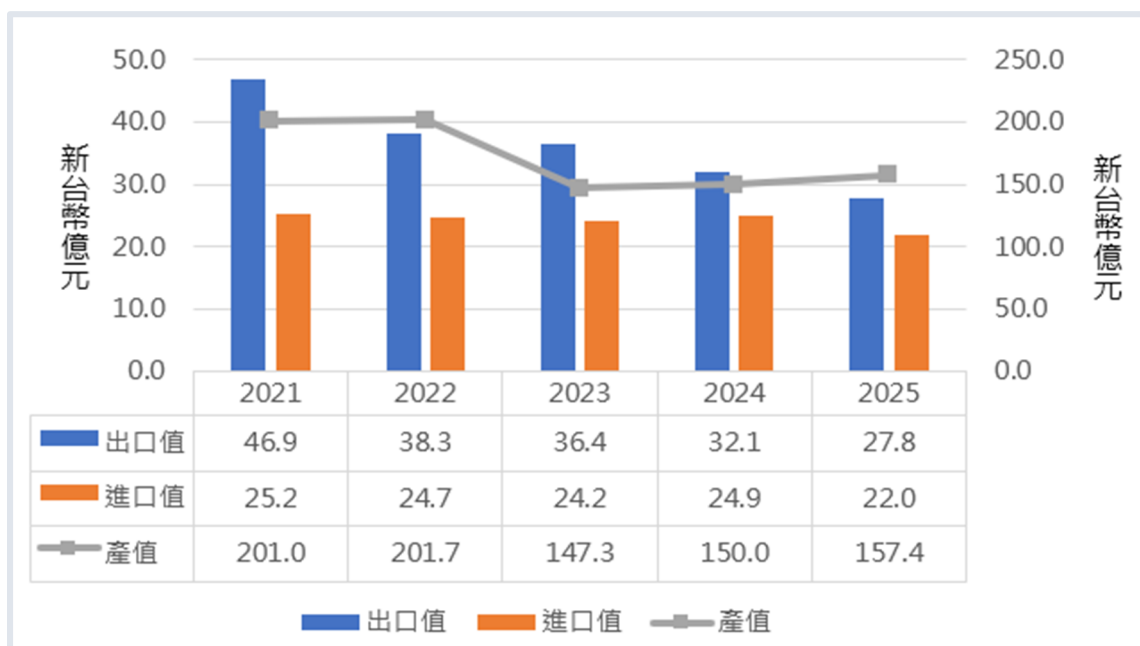
一、鍛造產業概況

根據行政院中華民國行業標準分類之定義，金屬鍛造業（2541）係指以鍛造加工方式製造金屬鍛品之產業，細項產品包含鋼鍛件（碳鋼鍛件、不鏽鋼鍛件、合金鋼鍛件）與其他金屬鍛造品（包含鋁/鎂/銅等），是為傳統基礎產業之一環，亦是國內重要之基礎產業。

我國鍛造業廠商約 129 家，從業人數約 3,103 人。臺灣鍛造產業以中小企業為主，多服務國內機械、汽機車、五金零件、工具機等下游產業。根據工研院與經濟部資料，約 70% 以上的鍛造業者以國內市場為主，尤其供應汽車、機車與農機產業。

我國鍛造業年產值約新台幣 140~200 億元，2025 年產值為新台幣 157.4 億元，較 2024 年成長 5.0%，主要產品包含鋼鍛件（碳鋼鍛件、不鏽鋼鍛件、合金鋼鍛件）與其他金屬鍛造品（鋁/鎂/銅等），以中國大陸（18.6%）、美國（17.2%）和越南（10.2%）為 2025 年前三大出口市場。

進出口方面，鍛造產業進口值維持在新台幣 24 億元上下，2025 年進口值為新台幣 22.0 億元，較 2024 年衰退 11.6%；出口值則為新台幣 27.8 億元，年減 13.4%。由此觀察，2025 年鍛造業雖然產值較 2024 年小幅成長，但出口表現明顯下滑，顯示內外需市場呈現不同步走勢。出口衰退主要受到工具機、汽機車零部件等下游應用產業需求疲弱，以及全球景氣復甦力道不如預期等因素影響，相關趨勢如【圖 2】所示。



資料來源：經濟部統計處/金屬中心 MII 整理(2026)

圖 2 2021~2025 年臺灣鍛造產業產銷統計

二、鍛造產業能源消費與溫室氣體排放

(一) 能源消費

綜觀近十年我國鍛造產業能源消費量變化，自 2016 年 10,643 公噸油當量下降至 2025 年的 8,168 公噸油當量，十年間複合年均成長率 (CAGR) 約為下降 2.9%。期間能源消費量雖有波動，但整體呈下降趨勢，如【圖 3】所示。



資料來源：經濟部能源署能源平衡表/金屬中心 MII 整理(2026)

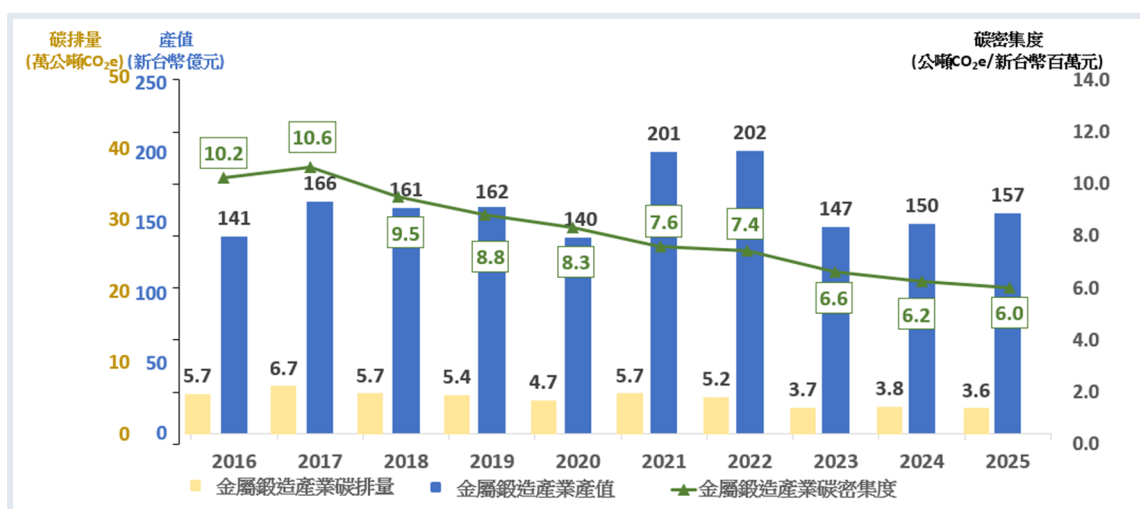
圖 3 2016~2025 年臺灣鍛造產業能源消費量

(二) 溫室氣體排放

依據臺灣經濟部能源署所公布能源平衡表為計算基礎，以 2025 年為例，金屬製品業之碳排量約為 343 萬噸 CO₂e。另一方面，依據鍛造協會提供之數據，2025 年臺灣金屬鍛造產業產值約占金屬製品製造業產值之 1.10%。因此，以產值占比估算，2025 年臺灣鍛造產業碳排放總量約為 3.6 萬噸 CO₂e。

臺灣金屬鍛造產業近十年平均碳排量為每年 5.0 萬噸 CO₂e，年均複合成長率下跌 5.0%；而近五年平均碳排量下降至每年 4.4 萬噸 CO₂e，年均複合成長率下跌幅度加大至 10.9%。自 2017 年達到 6.7 萬噸 CO₂e 的歷史高點後即逐年下降，此一轉折或許與 2018 年臺電調漲電價有關，電價上升壓力促使業者加速導入節能設備與管理措施，進一步帶動產業在能源使用效率上的改善。

整體而言，自 2017 年達到約 6.7 萬噸 CO₂e 的高點後，整體呈下降趨勢，期間仍受景氣、生產活動與能源使用變化影響而有所波動。2025 年度鍛造產業能源耗用所產生碳密集度為 6.0 公噸 CO₂e/新台幣百萬元。同期產值由新台幣 141 億元增至新台幣 157 億元，顯示產業產值維持一定規模下，碳排放已有逐步降低趨勢。

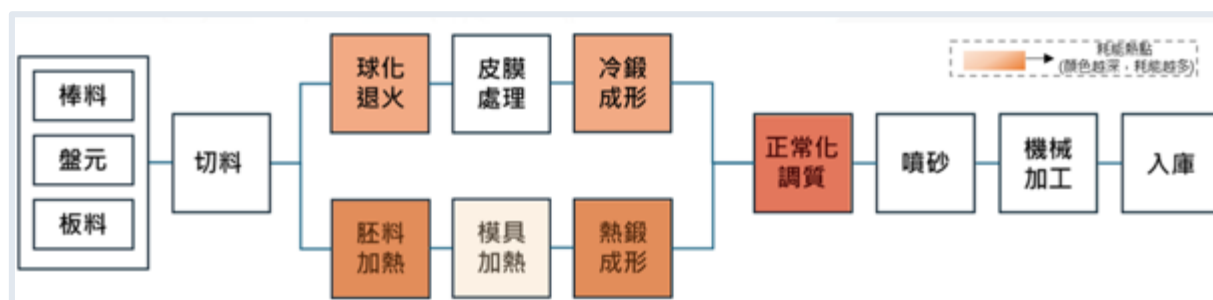


資料來源：金屬中心 MII 整理(2026)

圖 4 2016~2025 年臺灣鍛造產業碳排量與碳密集度

在鍛造產業碳排量結構占比方面，能源類型依序為電力、天然氣、原油/石油。惟天然氣占比十年來呈現逐年遞增趨勢，自 7.7% 上升至 12.8% (年複合成長率 5.8%)，反之，惟電力與原油/石油占比則整體呈下降趨勢，尤以原油/石油用量占比下降較為明顯 (由 3.5% 降至 1.5%，年複合成長率為 -9%)。

由於鍛造產品多元，在製程碳排熱點模擬方面，這邊主要是以汽車及機械零部件（如齒輪、軸承環、連桿、螺栓等）的製程為例說明，包含冷鍛以及熱鍛製程在上、下分支。鍛造業的排放熱點主要是以退火、胚料加熱、鍛造成形、熱處理（正常化調質）為主，詳細製程如【圖 5】所示。



資料來源：金屬中心 MII 整理(2026)

圖 5 臺灣鍛造產業製程碳排放熱點

三、國內外鍛造產業之減碳策略與作法

(一) 日本 METALART

日本鍛造公司 METALART 成立於 1943 年，主要從事汽車、建設機械、農業機械及船舶等產業用鍛造產品之製造、加工與銷售。

在製程改善方面，METALART 導入 2500TRP 生產線，並於 2018 年開始量產，主要措施包括採用 FIA (Fuel-Injected Air) 燃料爐、取消廠內升降機柴油使用，以及導入機器人執行鍛造模具沖壓作業。其中，FIA 爐可充分利用鍛件鍛造後的餘熱進行後續熱處理，降低額外加熱所需能源，且初期投資成本低於電爐，尤其相較電感應加熱爐更具成本優勢。

該生產線導入後可使用電量減少 20%、氣體使用量減少 80%、潤滑劑使用量減少 60%，並達成零輕油使用，顯示透過加熱設備優化與自動化生產，可同時降低能源與材料消耗。

(二) 印度 Bharat Forge

Bharat Forge 為印度大型汽車零組件與鍛造產品製造商，產品應用範圍涵蓋航空航太、國防、汽車、運輸、能源電力基礎設施、建築及採礦等領域。公司設定 2030 年前範疇一與範疇二碳排放減少 50%、範疇三減少 30%的目標。

在製程改善與節能設備方面，Bharat Forge 持續分階段於生產設備導入變頻驅動器 (VFD)，以降低風扇及馬達運轉負載。單一批次導入後，平均每年可節省 30 MWh 電力、減少 21.48 噸 CO₂ 排放，並可延長設備使用壽命。截至目前累計節能效益達 398 MWh，減少 313 噸碳排放。該公司並設定 2030 年前降低能源強度 60%的目標，目前已完成 20.55%。

在能源轉換方面，Bharat Forge 於熔爐操作中逐步以天然氣及液化石油氣取代燃料油、輕柴油、生質柴油與煤油等傳統燃油，其中以天然氣取代燃油可減少約 16%至 20%的二氧化碳排放。此外，公司持續擴大再生能源使用，2023 財年已有 29.25%的電力來自太陽能與風能，並規劃於 2030 年前將再生能源電力占比提高至 80%。在廠內運輸方面，亦導入電動卡車與電動堆高機，並計畫搭配再生能源供電，形成綠色堆高機 (Green Forklifts)。

在循環經濟方面，Bharat Forge 將鍛造製程產生的鋼鐵邊角料送至合作鋼鐵廠 Saarloha Advanced Materials，回收再熔製成鋼胚後，再送回 Bharat Forge 鍛造生產線使用，建立廢鋼封閉式循環。藉由此模式，其二次料使用率可達 30%~40%。該模式能夠推動的主要條件，包括當地客戶對產品材質純度要求相對較低，以及印度具備較完整的鋼鐵供應鏈與熔煉基礎。

(三) 捷克 MSV METAL

捷克鍛造公司 MSV METAL 於 2025 年啟用新型機器人鍛造生產線，配備 4,000 噸液壓機，並導入自動控制鍛件冷卻技術。

在製程改善方面，透過精準控制鍛造後產品的冷卻條件，使部分鍛件無需再進行後續熱處理或重新加熱，可有效降低能源使用。同時，新產線預計將鍛造產品年產能由 1.4 萬噸提高至 1.8 萬噸以上，顯示在提升產能的同時，亦能維持或提升能源使用效率。

此外，因應歐盟碳邊境調整機制 (CBAM)，MSV METAL 亦主動提出將「手動或機用可互換工具 (8207)」及「鐵路機車和車輛零件 (8607)」等相關出口稅則號碼納入或調整 CBAM 適用範圍，反映業者已開始提前因應未來鍛造產品可能面臨的碳成本與法規要求。

(四) 國內業者

國內鍛造業者在減碳作法上，在**製程改善**方面，業者多由高耗能設備著手，透過老舊設備汰換、加裝變頻器、導入節能空壓機與高效率變壓器等方式降低用電；同時逐步推動鍛造產線自動化、節能壓機與設備參數優化，並藉由智慧能源管理系統及單機用電監控設備，即時掌握各設備的耗能狀況與待機用電，辨識高耗能熱點。部分業者亦透過精準控制鍛造壓力，在不影響產品品質的前提下降低設備負載與用電功率，以提升整體能源使用效率。

在**能源轉換**方面，國內業者已逐步以天然氣取代部分傳統燃料，並導入太陽能等再生能源設備。例如部分廠商在新式加熱設備中採用天然氣，另有業者於多處廠房建置太陽能板，優先供應廠內自用，剩餘電力再售予台電，藉此提高低碳電力使用比例並降低整體用電碳排放係數。

在**循環經濟**方面，有國內業者已開始推動鋁邊角料回收再利用，將製程產生的邊角料壓塊後送至熔煉端回收，再與新料混合投入生產；部分業者亦規劃未來自行建置熔煉設備，以提升材料循環及一條龍生產能力。此外，亦有業者導入低溫蒸餾再循環技術，將製程中的油與中水進行分離與再利用，以降低廢液處理量與資源消耗。不過，由於國內鍛造業多以中小企業為主，普遍缺乏自有熔煉設備，加上產品精度、材質純度及國際認證要求較高，因此在廢料回收再熔與封閉式循環方面，相較國外大型鍛造業者仍面臨較高的推動門檻，綜整國內鍛造業者減碳作法如【表 3】：

表 3 國內鍛造業者減碳作法整理

減碳策略	內容說明
製程改善	一、設備汰舊換新與變頻控制：針對高耗能熱處理設備、空壓機與變壓器進行更新，並導入變頻驅動設備，使設備可依實際負載調整運轉功率，降低不必要的能源消耗。 二、鍛造設備自動化與參數優化：透過節能壓機、生產線自動化與設備參數調整，提高製程效率。部分業者針對鍛造壓力進行精準監控，因壓力與設備用電功率直接相關，可在不影響產品品質的前提下，藉由適度減壓降低設備負載及耗電。 三、智慧能源監控與數位化管理：於鍛造設備裝設用電監控裝置或感應偵測器，追蹤單機設備即時耗能與平均用電狀況，辨識設備待機耗電及高耗能熱點，並透過數據化管理掌握全廠能源使用效率，作為後續節能改善依據。
能源轉換	一、燃料由傳統能源轉向天然氣：部分業者在新式預熱或加熱設備中導入天然氣，以降低傳統燃油使用所產生的碳排放，逐步朝低碳燃料轉型。 二、導入太陽能等再生能源：於廠房設置太陽能板，發電後優先供廠內自用，剩餘電力則售予台電，藉此提高低碳電力占比、降低外購電力碳排放係數，並逐步提升企業再生能源使用比例。
循環經濟	一、金屬邊角料回收再利用：將鍛造製程產生的鋁邊角料進行壓塊後，送至熔煉端回收，再與新料混合使用，以降低原生材料需求。 二、廢油與中水回收再利用：導入低溫蒸餾再循環技術，將製程中的油與中水進行分離與回收，其中中水可再作其他用途，以降低廢液處理量、用水需求及能源消耗。

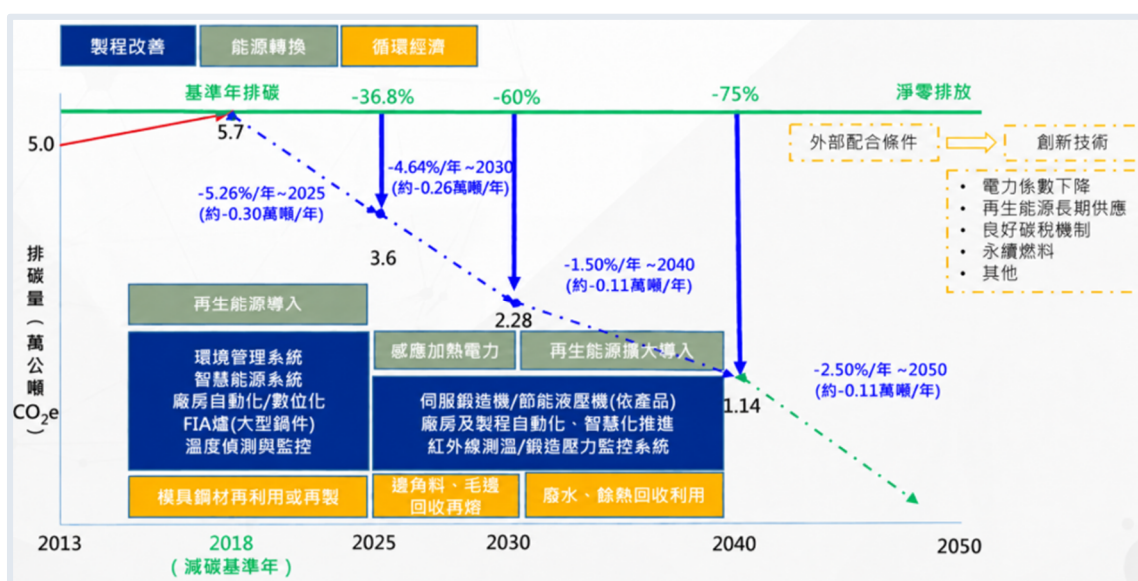
資料來源：金屬中心 MII 整理(2026)

四、減碳路徑與未來展望

雖然有少數的鍛造相關產品被列入歐盟 CBAM 管制範圍，但由於我國鍛造產業以內銷為主，短期內受到的衝擊有限。我國鍛造產業大多為中小企業，目前真正開始推動減碳措施的企業比例低，企業間之推動進展落差大。因此，必須加強推廣淨零減碳的觀念，以提升企業對減碳的重視。同時，應儘早輔導鍛造業者進行碳盤查，並實施具體的減碳措施，以應對未來國際間日益嚴格的碳稅機制與規範，為產業的長期競爭力做好準備。

若以 2018 年碳排放量 5.7 萬噸 CO₂e 為基準，2025 年以減碳 40% 為階段目標，碳排放量降至約 3.42 萬噸 CO₂e；2030 年以減碳 60% 為目標，碳排放量進一步降至約 2.28 萬噸 CO₂e；2040 年則持續朝推進，碳排放量降至約 1.14 萬噸 CO₂e，並於 2050 年達成淨零排放。為達上述減碳目標，建議臺灣鍛造產業從製程改善、能源轉換及循環經濟三大面向推動淨零轉型路徑如下：

- **製程改善**：短期以建立環境管理系統與智慧能源系統為主，並推動廠房自動化/數位化、導入 FIA 爐等大型鍛件節能設備及溫度偵測與監控，以降低高耗能鍛造及加熱製程之能源使用；中長期則進一步導入感應加熱電力設備、伺服鍛造機/節能液壓機、廠房及製程自動化與智慧化，並發展紅外線測溫、鍛造壓力監控等技術，持續提升單位產品能源效率。
- **能源轉換**：短期優先擴大再生能源導入，降低傳統能源及外購高碳電力使用；中長期則持續提高再生能源使用比例，並配合鍛造加熱製程電氣化，例如導入感應加熱設備，以低碳電力逐步取代燃油或燃氣熱源，降低製程碳排放。
- **循環經濟**：短期以模具鋼材再利用或再製為主要方向，提高既有材料使用效率；中期進一步推動鍛造邊角料、毛邊等金屬廢料回收再熔，建立材料循環利用模式；長期則強化廢水、餘熱等能資源回收再利用，提高資源循環效率，降低原生材料與能源投入需求。



資料來源：金屬中心 MII 整理(2026)

圖 6 臺灣鍛造產業溫室氣體排放減碳路徑

如欲索取完整減碳報告，請洽莊產業分析師《pei@mail.mirdc.org.tw》