

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



七月份



金屬產業
淨零趨勢觀測月刊





目錄

壹、國內外政策法規	1
一、歐盟發布「CBAM 憑證買賣與共同中央平台管理規範」草案	1
二、歐盟執委會提出 EU ETS 修訂指令提案	4
三、英國發布「CBAM 系統邊界規範第 1.00 版」	8
貳、金屬產業減碳重要新聞.....	11
參、金屬產業淨零專欄	21
一、表面處理產業概況	21
二、表面處理產業能源消費與溫室氣體排放	22
三、國內外表面處理產業之減碳策略與作法	25
四、減碳路徑與未來展望	29





圖目錄

圖 1 2021~2025 年臺灣表面處理產業產銷統計	21
圖 2 2016~2025 年臺灣表面處理產業能源消費量	22
圖 3 2016~2025 年臺灣表面處理產業碳排量與碳密集度	23
圖 4 表面處理產業製程主要碳排放熱點	24
圖 5 表面處理產業溫室氣體排放減碳路徑	30

表目錄

表 1 年度 CBAM 減免係數(CBAM factor)數據修正表	5
表 2 英國 CBAM 五大管制產業系統邊界彙整	9
表 3 國內表面處理業者減碳作法整理	28

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

歐盟發布「CBAM 憑證買賣與共同中央平台管理規範」草案

一、前言

為因應歐盟碳邊境調整機制(CBAM)憑證交易預定自 2027 年 2 月 1 日起啟動，歐盟執委會 (European Commission) 於 2026 年 7 月 9 日發布「**CBAM 憑證買賣與共同中央平台管理規範**」的授權法規草案。此法規的主要規範對象為歐盟進口商(即授權 CBAM 申報人)，同時也牽涉各成員國主管機關及第三國生產者。

該草案旨在為 CBAM 憑證交易制定詳細的行政與財務規則，包含憑證的購買與回購條件、中央平台的運作與資安要求，以及手續費標準，以確保機制能有效防範碳洩漏並激勵全球減碳。目前，該草案正於歐盟官方網站開放公眾意見徵詢，期間為 2026 年 7 月 9 日至同年 8 月 6 日，並預計將於 2026 年第四季正式通過。

二、核心法規重點摘錄

(一) 雙系統架構與憑證買賣機制

為了確保 CBAM 憑證管理的效率、安全與透明度，歐盟採取「業務與財務分離」的雙系統架構：

1. **CBAM 登記簿 (CBAM Registry)**：負責憑證「生命週期」的核心管理系統。舉凡憑證的發行、持有、繳交與註銷，以及業者的購買與回購「請求」，都必須且只能在這個系統中發起。
2. **共同中央平台 (Common Central Platform)**：專門負責與憑證買賣相關的「金融交易」與「支付結算」。平台本身不儲存業者的碳排資料，僅保存執行銀行業務所必需的資訊(如銀行帳戶)，以減少資料外洩的風險與未經授權的存取。

上述兩系統相互獨立但緊密連線，中央平台只有在收到 CBAM 登記簿傳來的準確資訊，且確認安全無虞時，才會執行憑證的買賣付款。平台若偵測到洗錢、恐怖融資、犯罪活動或任何詐欺濫用的嫌疑，將有權暫停付款並啟動補救措施。

(二) CBAM 憑證的「購買」規範

針對金屬進口商未來如何購買憑證，法規制定嚴格的交易參數：

1. **購買數量無上限但有單筆限制**：因為 CBAM 不是像 EU ETS 那樣的「總量管制與交易 (cap and trade)」系統，所以成員國出售給業者的憑證總量沒有任何上限，成員國也不能阻止或延遲出售。但在系統操作上，單次購買請求的數量必須是介於 1 至 99,999 之間的整數。
2. **絕對的不可轉讓性**：為了防止碳憑證被金融化炒作，CBAM 憑證一經創建，只會分配給購買的該名授權申報人，嚴禁在任何市場上將所有權轉讓給其他任何人。
3. **歐元計價以消除匯率風險**：憑證價格將依據歐盟碳排放交易系統 (EU ETS) 拍賣的平均價格每週計算。為了消除購買與回購期間因貨幣轉換和匯率波動帶來的財務風險，憑證的價格在系統中一律以「歐元」註記，且所有的買賣付款都必須以歐元 (Euro) 進行。
4. **不可修改的請求**：購買請求一旦輸入系統，使用者就不能再進行修改；若要撤回，只能在中央平台完成付款之前進行。

(三) CBAM 憑證的「回購」規範

回購機制是給予進口商在面臨不確定性 (如第三國已支付的碳價無法精確預估) 時，避免過度購買憑證的一種財務彈性補償。然而，法規對此設立極度嚴格的門檻：

1. **原價回購**：回購價格將與當初購買該憑證時所支付的價格完全相同。
2. **嚴苛的次數與修改限制**：為避免行政系統過度複雜、防範規避行為，並阻止業者利用時間差與價格波動進行套利操作，法規明文規定，**授權 CBAM 申報**

人每年僅限在系統中提交「一次」回購請求。且與購買不同，回購請求一經輸入 CBAM 登記簿，即為不可撤銷且不可修改。

3. **申請前提與審核時程：**業者必須在每年 9 月 30 日前，完成前一年度內含排放量相對應的憑證「繳交 (Surrender)」義務後，才能對剩餘的憑證申請回購。系統會在每年的 4 月 1 日、7 月 1 日與 11 月 1 日，統整這些回購請求，而各國主管機關必須在 42 個日曆天內完成核准作業，並確保資金到位。

(四) 中央平台營運收費 (手續費) 與資料保存

為了維持共同中央平台的運作，法規也明訂了相關的行政規費與監管標準：

1. **單一固定手續費 (0.05 歐元)：**中央平台營運的成本將直接由授權 CBAM 申報人支付的手續費來支應。為了讓業者能簡單預測成本，手續費設定為固定金額，每售出一張 CBAM 憑證，收取 0.05 歐元。
2. **免收回購手續費：**為了避免對進口商雙重收費，這筆 0.05 歐元的手續費「僅在購買憑證時收取」；當業者申請回購多餘的憑證時，將不會再被收取任何費用。
3. **五年資料保存期：**針對 CBAM 憑證的買賣與平台紀錄，中央平台將保留資料長達 5 年 (自紀錄當年度起算)。這項規定是為了配合主管機關最多可追溯審查 4 年前之 CBAM 申報資料的權限。
4. **爭議解決與上訴權利：**若業者對購買或回購請求的裁決有異議，有權在申報人設立所在之成員國的國家法院提起司法救濟。同時，平台也必須提供法庭外的投訴處理機制。

歐盟執委會提出 EU ETS 修訂指令提案

一、前言

近年來，因俄烏戰爭與中東衝突引發能源價格劇烈波動，凸顯歐洲對進口化石燃料的嚴重依賴，並損害了其工業的全球競爭力。為應對此一危機，並確保能順利達成 2040 年淨排放量較 1990 年減少 90% 的目標，歐盟執委會於 2026 年 7 月 17 日提出「歐盟碳排放交易體系 (EU ETS) 修訂指令提案 (COM (2026)616)」及配套的電氣化行動計畫。

此修訂指令提案的核心目的在於將現有的碳市場轉型為推動歐洲競爭力與戰略獨立性的投資引擎；其具體作法包括設立高達 1,000 億歐元的「工業脫碳銀行」以擴大綠色資金挹注，同時規定未來的免費碳配額必須與企業在歐盟境內的實質脫碳投資計畫緊密掛鉤，藉此在防止碳洩漏的同時，落實「資金回流工業界」的原則，確保歐洲產業能在降低能源依賴、完成現代化的過渡期間，依然維持強大的全球競爭力。

二、歐盟 ETS 免費配額年度及數據修正重點

為了在「防止碳洩漏」與「推動產業脫碳投資」之間取得平衡，本次修訂對免費配額的發放規則、年度數據與條件進行了重大修正：

(一) 免費配額的延續與總量修正

1. **實施期間延長**：工業部門的免費配額及間接碳成本補償機制將延續至 2030 年以後，並持續至 2040 年。
2. **短期額外配額**：另有獨立的基準值提案，將針對 2026-2030 年期間增加價值 60 億歐元的工業免費配額。
3. **跨部門修正因子 (Cross-sectoral correction factor, CSCF) 緩衝**：為了防止免費配額需求過高而觸發全面性的跨部門削減，2040 年前的緩衝額度將由原本的 3% 提高至總配額量的 4%。

(二) CBAM 部門的免費配額退場時間表修正

針對受 CBAM 規範的產業，其免費配額的退場速度將被放緩，以緩解產業壓力。自 2028 年起將重新引入 15% 的免費配額，並將完全退場的時間點從原定的 2034 年延後至 2038 年。具體年度 CBAM 減免係數(CBAM factor)數據修正如下表：

表 1 年度 CBAM 減免係數(CBAM factor)數據修正表

年度	減免係數
至 2025 年	100%
2026 年	97.5%
2027 年	95%
2028 年	91.5%
2029 年	81%
2030 年	59%
2031 年	48%
2032 年	37.5%
2033 年	27%
2034~2037 年	維持 15%
2038 年起	0%

資料來源：European Commission (2026/07)/金屬中心 MII 整理(2026)

(三) 全新的免費配額「投資條件性(Conditionality)」規則 (2031 年生效)

自 2031 年 1 月 1 日 起，獲得免費配額將附加嚴格的投資條件，配額的發放將分為「80%」與「20%」兩階段進行：

- 第一階段(取得 80%配額)：**營運商必須制定並提交一份經核實的「投資歐盟脫碳計畫(Invest in EU decarbonisation plan)」。一旦計畫提交並獲主管機關批准，企業每年即可獲得該五年分配期內 80% 的免費配額。
- 第二階段(取得剩餘 20%配額)：**剩餘的 20% 配額，必須在該五年期結束時(不遲於結束後兩年內)，經核實企業已經在歐盟境內實施脫碳投資(包含資本支出與營運支出)，且投資總額至少等同於該五年期「100%免費配額的經濟價值」，並達成顯著的減排效果後，才會予以發放。

3. **資金外流懲罰**：如果營運商將生產活動或相關經濟活動遷出歐盟，將被強制要求**退還**已領取的免費配額。
4. **聯合投資(Pooling)彈性**：允許幾家 ETS 設施組成聯盟，透過簽署聯合投資協議來共同履行上述投資要求。此情況下，總投資額需等同於該聯盟內所有設施獲得的 100%免費配額總值，以減輕單一企業負擔。

(四) 豁免條件與特殊規定

1. **投資條件豁免與簡化審查對象**：針對符合特定條件之設施，得免除或簡化自 2031 年起實施的「投資歐盟脫碳計畫」與 20%剩餘配額之投資核實條件：
 - **完全豁免對象 (直接取得 100%免費配額)**：全歐盟效率最高的前 10% 設施 (基準值標竿設定者)、零排放或低碳設施，以及改採低碳製程自願留在 ETS 的設施，完全免除編寫脫碳計畫與投資條件之限制，每年直接發放 100%免費配額。
 - **資金補助專案之簡化機制 (IDB/IB /創新基金)**：設施若獲選納入「工業脫碳銀行 (Industrial Decarbonisation Bank, IDB)」、「投資加速器 (Investment Booster, IB)」或「創新基金 (Innovation Fund)」架構資助，免除單獨編寫脫碳計畫之負擔。其免費配額發放流程簡化如下：
 - i. **前 80%配額**：於專案獲選並決定給予資助後，無需額外審查即直接發放。
 - ii. **剩餘 20%配額**：簡化核實程序，只要滿足以下條件即可取得：獲第一階段「投資加速器(2028–2030 年)」(採固定碳溢價、先到先得分配) 或第二階段「工業脫碳銀行 (2031–2040 年)」(採競標與碳差價合約 CCfDs，總資金達 1,000 億歐元) 資助之專案正式動工建設 (Start of physical construction); 或獲「創新基金」資助開始撥款，且經核實符合條件之投資金額達到該五年期 100%免費配額之經濟價值即可發放。

2. **區域供熱(District Heating)特殊規定**：區域供熱設施之免費配額將自 2030 年起以等量逐步削減，直至 2040 年降至零。

(五) 產業基準值(Benchmarks)更新數據

對於 2031-2040 年間的免費配額計算，將繼續使用 2007-2008 年的數據作為基礎，並根據實際脫碳進展進行更新：

1. **更新率範圍維持**：年度最高更新率維持在 2%，最低更新率維持在 0.3%。
2. **2031-2035 年期數據**：基準值將基於 2026 和 2027 年提交的數據，比較 2013-2020 年期間，產生 7.5%至 50%不等的降幅。
3. **2036-2040 年期數據**：將基於 2031 和 2032 年的數據進行後續更新。
4. **新增授權執委會為不同工業部門制定特定的熱能和燃料備用基準值(fallback benchmarks)**。

英國發布「CBAM 系統邊界規範第 1.00 版」

一、前言

英國政府於 2026 年 7 月 13 日發布第一版 CBAM 系統邊界規範，旨在確立《2026 年金融法》附表 16 中所列管之高碳排商品，其生產過程「隱含直接排放」的計算基準。該規範不僅適用於實際排放量的「監測、報告與查證(Monitoring, Reporting and Verification, MRV)」，也作為應用英國財政部預設排放值的標準。企業納稅義務人必須依據該邊界準則，向國外供應商（設施營運商）蒐集準確的碳排數據，以符合申報與合規要求。

二、重點摘錄

（一）核心規範與關鍵定義

1. **直接排放(Direct emissions)**：指與 CBAM 商品生產過程相關的排放，包含生產過程中所消耗的冷暖氣生產排放（無論是在現場或場外生產）。
2. **製程排放(Process emissions)**：指除燃料燃燒外的溫室氣體排放，產生於物質間的化學反應或轉化（如金屬還原、碳酸鹽分解等），其主要目的非為產生熱能。
3. **跨部門通用規則(Cross-sectoral rules)**：
 - **前驅物計算**：若生產的是「複雜商品 (Complex good)」，系統邊界除了該商品的製程排放外，還必須加計所使用之「前驅物 (Precursor goods)」的隱含直接排放。
 - **邊界排除**：基礎設施與設備的「採購及維護」所產生的排放，一律排除在系統邊界之外。
4. **功能單位(Functional unit)**：通常指同一商品代碼下所生產的商品噸數。例外情況：肥料的功能單位為商品中所含的「氮」公斤數；特定水泥（如代碼 2523 10 00 等）的功能單位為「熟料」的噸數。

5. **聯合生產與多功能生產過程**：當同一工廠內同時生產多項功能單位不同的產品，且前驅物未轉售而直接用於生產複雜商品時，營運商可採用聯合生產過程的邊界規範。

(二) 五大管制產業系統邊界與氣體對照

以下將各類管制商品的追蹤氣體與邊界計算重點彙整：

表 2 英國 CBAM 五大管制產業系統邊界彙整

產業類別	管制商品類別	追蹤溫室氣體	系統邊界與計算重點摘要
鋁業 (Aluminium)	未鍛造鋁 鋁製品	CO ₂ PFCs(全氟碳化物)	原鋁 (電解) ：須納入電極消耗、燃料及廢氣處理的 CO ₂ ，以及陽極效應引發的 PFCs 排放。 二次熔煉 (回收) ：須包含熔爐、廢料預處理及相關廢棄物燃燒的 CO ₂ 。 鋁製品 ：明確排除切割 (cutting)、焊接 (welding) 及精加工 (finishing) 的排放。
水泥 (Cement)	煅燒黏土 水泥熟料 一般/鋁酸鹽水泥	CO ₂	水泥熟料 ：邊界包含石灰石等碳酸鹽的煅燒排放、各類窯用燃料 (含替代燃料與生質燃料) 及廢氣洗滌產生的 CO ₂ 。
肥料 (Fertilisers)	硝酸 氮 混合肥料 尿素	CO ₂ N ₂ O(一氧化二氮)	硝酸/混合肥料 ：須計算製程排放的 N ₂ O (含處理與未處理)，但排除燃料燃燒產生的 N ₂ O。 尿素 ：若製程中接收來自其他設施的 CO ₂ 作為原料，該 CO ₂ 量須視為隱含排放。
氫氣 (Hydrogen)	氫氣	CO ₂	涵蓋蒸汽重組、部分氧化與蒸汽裂解等製程。須納入生產與分離過程中使用的「所有燃料」(不論是能源或非能源用途)，包含用於產生熱水或蒸汽的燃燒排放。
鋼鐵 (Iron & Steel)	燒結礦 生鐵 鐵合金 直接還原鐵(DRI) 粗鋼	CO ₂	生鐵/粗鋼/DRI ：計算燃料、還原劑 (如煤、焦炭) 及碳酸鹽等產生的 CO ₂ 。 鋼鐵製品 ：計算熱軋、冷軋、鍛造等排放，但明確排除電鍍 (plating)、切割

產業類別	管制商品類別	追蹤溫室氣體	系統邊界與計算重點摘要
	鋼鐵製品		(cutting)、焊接 (welding) 及精加工 (finishing) 的排放。

資料來源：GOV UK (2026/07)/金屬中心 MII 整理(2026)

(三) 企業後續行動與合規要求 (Action Items for Compliance)

- 1. 供應鏈數據蒐集義務：**納稅義務人(Liable persons)必須依據此規範，向生產進口 CBAM 商品的國外設施營運商，取得準確的設施級別排放、製程歸屬及隱含排放數據。
- 2. 質量平衡法(Mass Balance Method)的強制應用：**在鋼鐵相關製程(如生鐵、鐵合金、直接還原鐵、粗鋼)中，若碳元素殘留於最終產品、爐渣或廢棄物中，營運商必須依據驗證通知中的「質量平衡法」進行碳排的精確核算。
- 3. 生質能零碳排條件：**若製程宣稱使用生物氣體(Biogas)或生質能(Biomass)(如氨氣生產、生鐵高爐或直接還原鐵製程)，皆必須嚴格遵守官方排放及驗證通知中所列的「生物質排放零評級標準(Criteria for zero-rating of biomass emissions)」，否則將無法豁免該部分的排放計算。

貳、金屬產業減碳重要新聞

鋁代銅應用擴大 Ferrari、BMW 等車廠加速導入鋁導線

資料來源：Reuters 2026/06/30

受銅價持續上漲及供應短缺影響，汽車、電力及電池零組件等產業加速「以鋁代銅」趨勢。JPMorgan 預估，今年約 2% 的全球銅需求將由鋁替代，2030 年可提高至 6%。

實務應用上，Ferrari 已在 296 Hybrid 及最新電動車 Luce 等車款採用鋁導線，可使整體線束重量減少約 20%，有助於車輛輕量化。BMW 則始於 2011 年 1 Series 車款採用鋁導線，近年持續擴大應用於油電混合車及電動車；最新的 eDrive 平台更已廣泛將鋁導線應用在高、低壓配電系統。汽車產業外，中國大陸電池零組件供應商 JONVER 表示，鋁導線產品占公司銷售比重由 2023 年 20% 提高至今年約 30%。鋁材製造商 Hydro 亦表示，近年鋁製空調及暖通管材需求持續成長。多間車廠、電纜業者、空調企業及金屬產業人士均指出，「鋁」價格約為銅的四分之一，且重量較輕，逐漸成為多個產業降低成本的重要替代材料。

然而，鋁的劣勢為導電率低於銅(相同導電能力需使用較大截面積材料)與生產耗能較高，並在美國關稅政策帶來負面影響下，短期內鋁仍難以全面取代銅。中國大陸在 2025 年政策文件中鼓勵以鋁代銅，該國研究機構卓創資訊預估至 2030 年，電力、汽車及家電產業約 25% 至 30% 的銅材用量可望逐步轉由鋁材取代。

Aurubis 投資 1.9 億歐元 啟用戰略金屬回收廠

資料來源：Aurubis 2026/07/03

德國銅冶煉及回收企業 Aurubis 正式啟用位於德國 Hamburg 的 Complex Recycling Hamburg(CRH)回收設施，總投資金額約 1.9 億歐元。該設施整合多項熔煉製程，可於單一設施處理含銅、鉛及硫等複雜的回收材料及冶煉中間產品，CRH 每年約可處理 3 萬公噸回收材料，大幅提升銅、鉛及貴金屬等再利用能力，同時生產硫酸。

CRH 可提高複雜回收材料的利用效率，並提升冶煉中間產品的處理能力，將更多回收材料留在歐洲冶煉體系內，更直接呼應歐盟《關鍵原物料法案》(Critical Raw Materials Act, CRMA)之「提升關鍵原物料回收及循環利用」的政策方向。此外，該設施導入高度自動化與先進空污防制設備，總資金約三分之一投注在空氣污染防制，藉以兼顧資源循環、環境保護及廠區作業安全。

【新聞評析】

Aurubis Complex Recycling Hamburg(CRH)的正式啟用，反映出市場若要進一步提高再生銅的再利用比例，已不能僅依賴高品位廢銅，而必須逐步擴大對成分複雜電子廢棄物等二次資源的利用。另一方面，Aurubis 透過新建回收設施，將集團內部製程所產生的中間副產品及難處理物料留在系統內循環利用，不僅提升整體資源利用效率，也進一步強化其多金屬回收能力與價值創造能力。

從戰略角度來看，廢金屬回收已不再只是環境保護議題，更是歐洲近年推動關鍵原材料自主供應的重要政策方向。此一趨勢也將持續引導產業朝向多金屬回收、高值化利用及循環冶金技術發展，對我國未來推動金屬資源循環具有重要參考價值。

歐洲議會環境委員會支持將 CBAM 延伸至下游產品 並設立脫碳基金

資料來源：European Parliament 2026/07/06

歐洲議會環境委員會(Committee on the Environment, Climate and Food Safety)提出 CBAM 修正案，支持 CBAM 適用範圍由現行原物料擴大至部分下游加工產品，進一步降低碳洩漏風險。委員會建議新增部分鋼鐵及鋁製下游產品，包括部分線材(Wire)、扣件(Fasteners)、彈簧(Springs)及日用品(Household Articles)等多項下游產品，並強化「針對規避行為」的管制措施，即產品若僅經過輕度加工或存在規避 CBAM 之情形，歐盟得依產品實際原產國適用之預設碳排放值(Default Values)計算 CBAM 費率。

考量歐盟企業出口到未實施碳定價的市場時，負擔碳制度成本可能削弱出口競爭力，委員會支持設立「暫時性脫碳基金」(Temporary Decarbonisation Fund, TDF)，並建議將基金啟動時間由 2028 年提前至 2027 年，協助將 CBAM 涵蓋產品作為前驅物的下游企業推動低碳轉型，並維持出口市場競爭力。

此次修正案尚須經歐洲議會全會及歐盟理事會審議，若正式通過，CBAM 管理範圍將由原物料逐步延伸至部分加工產品，反映歐盟 CBAM 逐步由單一原料延伸至下游產品及整個供應鏈，未來碳管理要求可能進一步擴及更多加工產品。

【新聞評析】

此次環境委員會提出之修正方向雖擴及至下游產品，然而歐盟執委會於 2025 年 12 月提出的 180 項下游產品清單，已包含平均鋼鐵或鋁占比達 79%以上之製品、進口值約為現行 CBAM 涵蓋原物料進口值的 53%，且該提案尚待歐洲議會全會及歐盟理事會審議，故整體產業實際影響範圍仍有待觀察。

透過 CBAM 提案方向可觀察到，歐盟碳管理範圍正由鋼鐵、鋁等上游原料，逐步延伸至線材、扣件、彈簧及日用品等下游加工產品。相較大型鋼鋁廠，下游業者產品

規格多元、原料來源分散，能否取得供應商提供且可供查驗的碳排資料，將直接影響後續申報作業與接單能力。

故無論是直接出口，或扮演 **CBAM** 涵蓋產品前驅物角色之中小型加工業者，仍須規劃與建立自身製程及產品碳管理能力，掌握原料與加工階段的排放結構，並依不同產品的實際碳排表現，評估採用實際值或預設值申報的成本差異，逐步形成較有利的申報與接單策略。

Canada Nickel 與 RWE 合作 布局歐美低碳鋼供應鏈

資料來源：Canadian Mining Journal 2026/07/06、Yahoo Finance 2026/07/06

加拿大鎳礦開發公司 Canada Nickel，主要布局不銹鋼及電池所需鎳原料，近日宣布與德國能源公司 RWE Supply & Trading(RWEST)簽署合作備忘錄，藉此共同推動北美及歐洲低碳鋼商業化發展。合作內容中提及，RWEST 將提供低碳轉型相關專業知識，包含能源市場、碳市場及 CBAM 等，協助 Canada Nickel 制定低碳金屬商業化策略以及拓展潛在客戶。

Canada Nickel 表示，公司正在推動的 Crawford 礦區「鎳礦開發計畫」，並透過其旗下子公司 NetZero Metals 布局低碳不銹鋼及合金產品。由於 Crawford 礦區富含超鎂鐵質岩，其尾礦因粒徑較細、表面積較大，可透過礦物碳化使二氧化碳形成穩定碳酸鹽，因此具備發展低碳金屬產品的優勢。本次合作將結合 RWEST 在能源交易及碳市場的經驗，加速低碳不銹鋼及合金產品於歐洲及北美市場的商業化進程。

【新聞評析】

近年各國政府與企業為強化關鍵礦物供應鏈韌性及推動低碳轉型，持續透過策略合作、合作備忘錄(MOU)及長期承購協議等方式，布局礦產開發、加工技術及下游市場。其中，歐盟 CBAM 及企業減碳要求逐步提高，也使關鍵礦物供應商除提供原料外，更須具備低碳生產及碳管理能力，以提升產品競爭力並符合下游客戶需求。

從鎳產業的布局模式觀察，企業可依市場定位採取不同策略。我國華新麗華為掌握不銹鋼上游原料供應及降低原料成本，自 2020 年起陸續於印尼投資鎳生鐵(NPI)及冰鎳(Nickel Matte)等專案，藉由印尼豐富的鎳礦資源及完整的冶煉產業聚落，逐步延伸至電池材料供應鏈上游，強化原料自主能力及垂直整合布局；Canada Nickel 則因北美新建礦業專案面臨鎳價偏低、融資需求高及市場開拓等挑戰，透過與 RWE 合作，可望強化低碳產品差異化、並拓展商業化及專案融資管道。從兩案例可看出，鎳產業競爭正逐步由原料與成本競爭，延伸至碳排管控、供應鏈整合及市場布局能力。

印度將鋼鐵業納入碳權交易制度 255 家鋼鐵工廠列管

資料來源：Hindustan Times 2026/07/08、Down To Earth 2026/07/14

印度政府於 2023 年發布的《碳權交易計畫》(Carbon Credit Trading Scheme, CCTS)，2026 年 6 月底發布 255 個列管鋼鐵單位(obligated entities，以工廠為單位)的目標草案。草案將企業 2023 年至 2024 年數據做為基期，並規畫於 2026 年至 2027 年開始適用，截至 7 月已進入 60 天公開徵詢意見階段。未來若企業達成排放強度目標可取得碳權並進行交易，未達標者則須透過購買碳權履行減碳義務。

相較於印度目前既有的《能源節約交易制度》以「能源使用效率」為管理重點，CCTS 改以「溫室氣體排放強度」作為管理依據，並依各工廠既有排放表現分別設定減碳目標。印度鋼鐵業約占全國碳排放量一成以上，平均每公噸粗鋼碳排放量為 2.54 公噸，高於全球平均，故成為 CCTS 的重點執行對象。

整體而言，草案可展現印度碳管理政策已由提升能源效率，轉向建立碳排放管理及碳市場制度。現階段減碳措施仍以提升能源與製程效率為主，未來隨著減碳目標逐步提高，預期將進一步帶動低碳製程及相關減碳技術投資(包含氫能煉鋼、CCUS 等深度減碳技術)。

中國大陸稀土出口管制 促各國加速布局新能源供應鏈

資料來源：DBR 2026/06/26、Eurostat 2026/06/29、Reuters 2026/07/16

中國大陸近期持續加強稀土出口管制，引發全球對關鍵礦物供應安全的關注。國際能源總署(IEA)指出，中國大陸目前仍掌握全球多數稀土加工及精煉能力，若該國持續出口限制，恐對電動車、風力發電、半導體、國防及機器人等高度依賴稀土的產業造成衝擊，關鍵礦物成為地緣政治及供應鏈安全的重要議題。

面對稀土供應鏈風險，各國已加速建立多元化關鍵礦物供應鏈。如美國與韓國正在討論投入 3,500 億美元資金，用於開發與投資關鍵礦物生產與加工，透過政府及企業合作建立美國本土的稀土分離、提煉與磁鐵製造之在地供應鏈，降低對中國大陸供應鏈的依賴。

歐盟方面，目前多項稀土及關鍵原物料仍高度依賴進口，中國大陸仍為部分稀土及相關材料的重要供應來源，關鍵原物料供應集中度仍偏高。為因應此挑戰，歐盟近年持續推動關鍵原物料供應鏈多元化，強化原物料開採、加工、回收及國際合作，以提升供應鏈韌性。

歐盟調整 ETS 機制 兼顧減碳目標與產業競爭力

資料來源：European Commission 2026/07/17、中央社 2026/07/18

歐盟執委會提出 ETS 調整方案與修訂指令提案，在維持 2040 年溫室氣體淨減量 90%及 2050 年氣候中和目標下，透過調整碳市場機制、放緩排放配額縮減速度及增加低碳投資支持，降低高耗能產業轉型期間面臨的成本壓力。

修正內容包括：

1. 將排放配額總量的年度線性減量係數(Linear Reduction Factor, LRF)由現行 4.3%調整為 2031-2035 年的 3.7%，自 2036 年起再降至 1.7%。
2. 降低市場穩定儲備機制(Market Stability Reserve, MSR)吸收市場流通且未使用排放配額的比率，該比例由 24%調降至 12%，藉以增加市場流通配額，避免因配額供給過快縮減而推升碳價。
3. 延後 CBAM 涵蓋產業免費排放配額退場時程，由原規劃 2034 年延後至 2038 年完成，並將免費配額取得與企業減碳投資連結。即企業須提出脫碳計畫才可取得前 80%的免費配額；完成相關低碳投資後，再取得剩餘 20%。

歐盟將透過工業脫碳銀行(IDB)、投資加速器(IB)、創新基金等機制，運用 ETS 配額拍賣收入及相關金融工具，預計投入約 1,000 億歐元資金，協助能源密集產業低碳轉型，兼顧減碳目標與產業競爭力。

【新聞評析】

歐盟在長期氣候中和目標不變下修正 ETS 制度，調整排放配額縮減速度、延後免費配額退場時程，並搭配低碳投資資金支持，反映政策方向由單純透過碳定價驅動減碳，逐步轉向兼顧產業競爭力與企業實際轉型能力。歐盟 ETS 自 2000 年提出政策構想(綠皮書)、2003 年完成立法、2005 年正式實施，至今歷經多次重大修正；CBAM 制度亦是在 ETS 長期運作並累積制度經驗後，為防堵境外碳洩漏風險而逐步建立。此次配額退場機制的調整，更反映歐盟持續依據產業減碳進程適時修正政策內容，兼顧減碳目標、企業負擔及產業競爭力。

我國近年推動產業低碳轉型過程中，政府持續輔導廠商進行碳盤查、建置 CBAM 專責窗口，並與產業保持暢通溝通管道，掌握業者實務執行需求。針對提出自主減量計畫並經審查通過之事業，提供碳費優惠費率，使碳費制度得以貼近產業實務狀況，逐步帶動我國產業邁向實質低碳轉型。

經濟部擬要求用電大戶須自設發電及儲能設備

資料來源：行政院國家永續發展委員會 2026/05/14、經濟日報 2026/07/20

行政院於 5 月通過《能源管理法》部分條文修正草案，除擴大能源管理範圍及強化能源管理制度外，亦規劃修訂用電大戶相關子法。經濟部 7 月進一步說明子法修正方向，依規劃，若修法及子法完成，契約容量達 5,000 瓩以上者，除須設置自用發電設備外，亦須同步建置儲能設備。此修法預估約 400 家企業(700 多家工廠)受影響，涵蓋鋼鐵、半導體及石化等產業，以及 AI 資料中心。然而，考量發電設備建置、廠址規劃及燃料供應設施建置仍需一定期程，子法將提供適當緩衝期，緩衝期初步以五年做基準，並評估既有緊急發電設備是否可納入認定範圍，以兼顧制度推動及企業投資負擔。

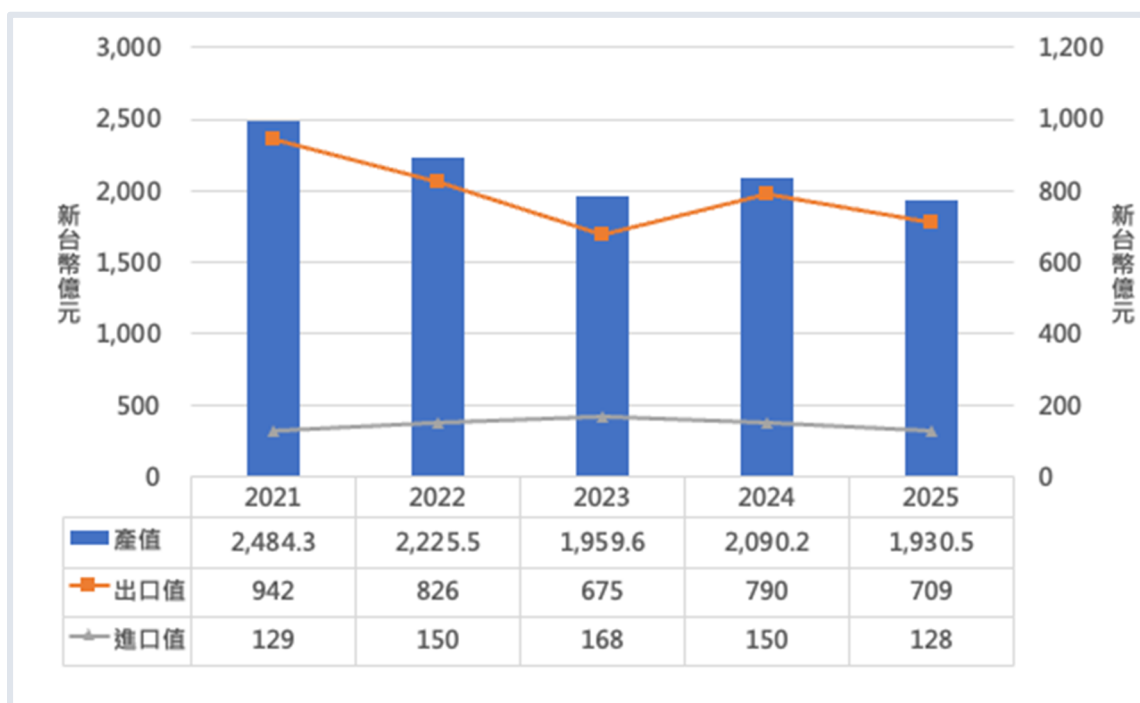
參、金屬產業淨零專欄

表面處理產業減碳作法與淨零因應策略 金屬中心 周伯勳 產業分析師

一、表面處理產業概況

根據經濟部 113 年工廠營運調查資料，我國金屬加工處理業者約為 5,435 家，而 112 年資料庫原為金屬表面處理的工廠家數共有 1,590 家，113 年相關業者減少至 1,456 家，名錄淨減之 134 家，其變動原因仍需以工廠登記異動資料確認。其中，金屬製品表面處理廠多為平均員工 20 人以下的中小企業，資本額在新台幣 4 千萬以下者即占 70%，廠商主要集中於新北、彰化、臺中等縣市。

根據經濟部統計處資料顯示，若以產品統計來看，2025 年我國金屬表面處理產業產值約新台幣 1,931 億元，與前一年相比衰退 7.6%。其中內銷值約為新台幣 1,139 億元，與前一年相比衰退 2.4%，外銷值約為新台幣 627 億元，與前一年相比衰退 13.7%。



資料來源：經濟部統計處/金屬中心 MII 整理(2026)

圖 1 2021~2025 年臺灣表面處理產業產銷統計

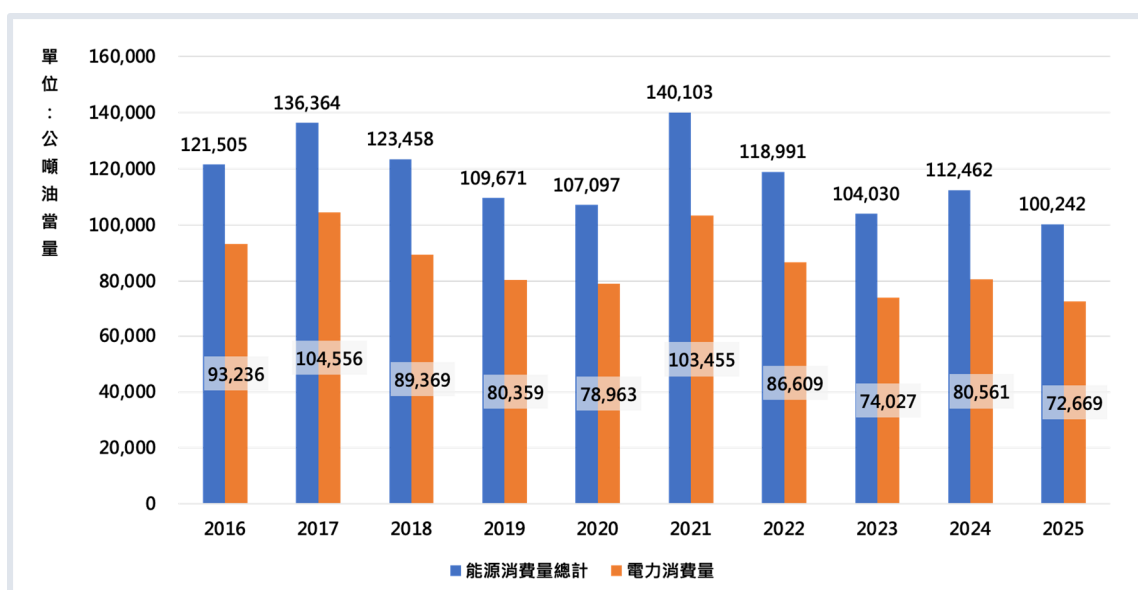
其中，自 2019 年起，其他金屬及金屬製品表面處理之產值占比已提升至四成以上，顯示表面處理關聯產業的應用越趨多元，2025 年鋼捲片占 54.6%，非鋼捲片占 45.4%，非鋼捲片整體產值占比仍提高。不過，其他金屬及金屬製品表面處理的產值約為新台幣 876 億元，與前一年相比衰退 3.2%。

國內金屬表面處理產業以產品形式進出口者為鍍塗面鋼板，2025 年該項產品進口值為新台幣 128 億元，相較前一年衰退 14.6%，我國鍍塗面鋼品進口高度集中在排名第一的日本，該國比重約占總進口金額的 47.8%；2025 年出口值約為新台幣 709 億元，相較前一年衰退達 10.2%；相對進口來說，出口市場較為分散，最大出口國為美國，占比為 22.2%，比利時居次，占比為 7.8%，其餘依序為中國大陸(7%)、西班牙(6.5%)、日本(6.2%)。

二、表面處理產業能源消費與溫室氣體排放

(一) 能源消費

2016–2025 年我國表面處理產業總能源消費量由 121,505 公噸油當量降至 100,242 公噸油當量，CAGR 約為-2.1%；其中電力消費量由 93,236 公噸油當量降至 72,669 公噸油當量，CAGR 約為-2.7%。同期表面處理業能源消費量占工業部門之比重約為 0.15%–0.23%，變化不大，如【圖 2】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 2 2016~2025 年臺灣表面處理產業能源消費量

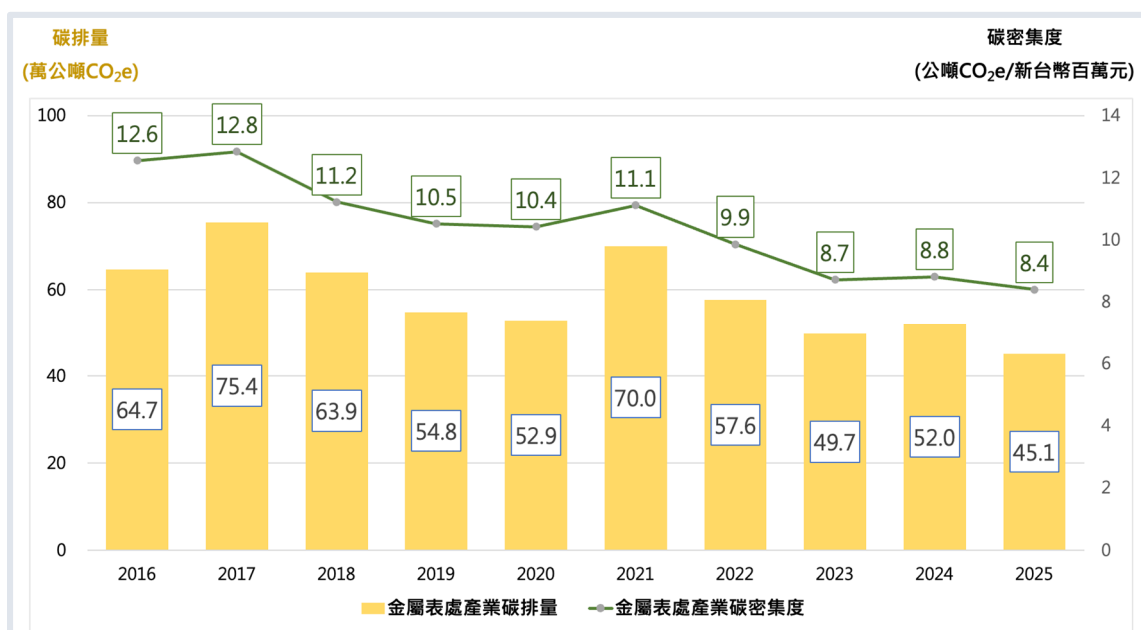
在能源消費結構方面，表面處理產業的能源消費量大小依序為電力、天然氣、原油及石油產品等三類型。惟電力與原油/石油占比呈現逐年遞減趨勢，電力自 77% 下降到 72%，原油及石油產品自 6% 下降到 2%。反之，天然氣占比呈現逐年遞增趨勢，自 17% 上升至 25%。

(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，金屬製品業之總碳排量約為 336 萬噸 CO₂e。另一方面，依據經濟部統計處工業產銷存資料庫，2025 年臺灣金屬表面處理產業產值約占金屬製品製造業產值之 13.4%。因此，假設各子業別單位產值排放強度相同，則臺灣金屬表面處理產業以產值占比粗估之碳排放量約 45.1 萬噸 CO₂e。

臺灣金屬表面處理產業近十年平均碳排量為每年 58.6 萬噸 CO₂e，年均複合成長率下跌 3.9%；2021–2025 年由 70.0 降至 45.1 萬噸，CAGR 約 -10.4%；五年平均為 54.9 萬噸。由於表面處理產業的碳排變化與經濟活動、能源結構轉型高度相關，2022 年後整體呈下降趨勢，但年度仍有波動。

另依據估算的碳排值與當年度之產業附加價值，2025 年度臺灣表面處理產業能源耗用所產生碳密集度為 8.4 公噸 CO₂e/新台幣百萬元。

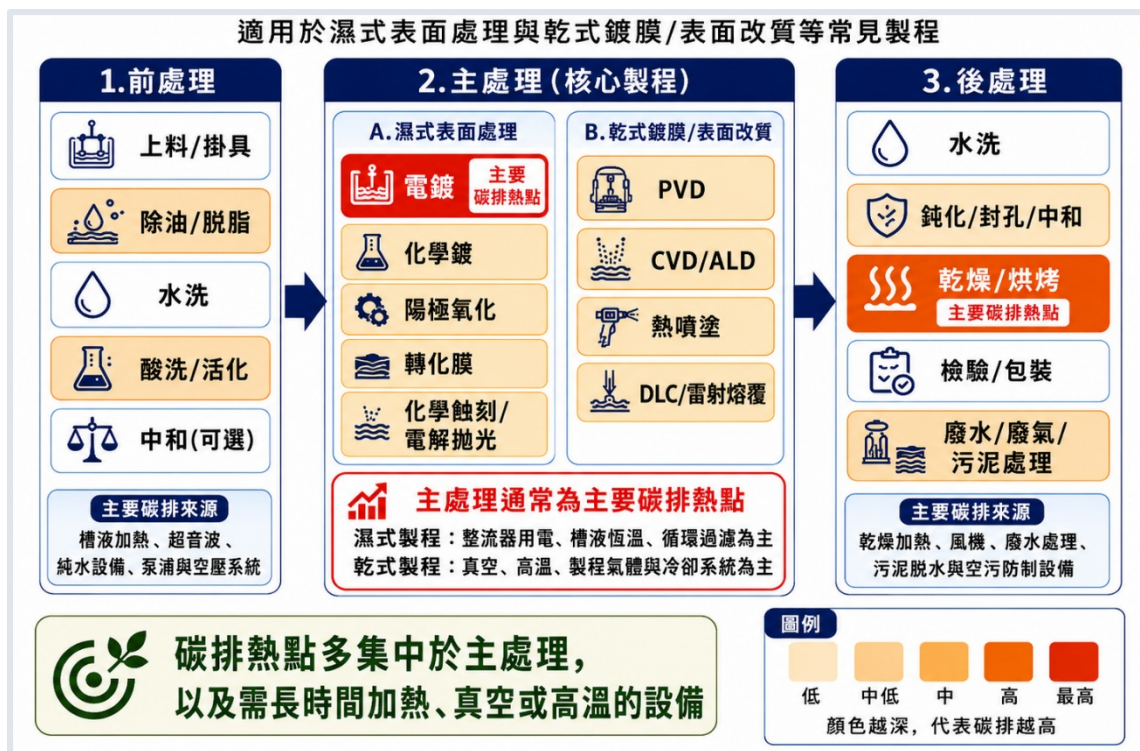


資料來源：金屬中心 MII 整理(2026)

圖 3 2016~2025 年臺灣表面處理產業碳排量與碳密集度

在表面處理產業能源消費結構占比方面，以 2025 年為例，電力仍為大宗(占 72%)，其次依序為天然氣(占 25%)、原油/石油(2%)。整體而言，近十年表面處理產業逐步從使用原油及石油產品等高碳排量的能源，轉換為使用較低碳排量的天然氣，天然氣占能源消費比重由 17% 升至 25%。

表面處理產業隸屬於金屬製品產業，主要耗能是在生產製程，依製程主要可分成兩大類型：第一類是濕式製程，包含電鍍、化學鍍、陽極氧化、轉化膜與化學蝕刻等為主，主要耗能來自整流器等電鍍用電設備；第二類是乾式處理製程，包含 PVD、CVD、熱噴塗等處理，能源使用主要來自真空或高溫設備，詳細製程如【圖 4】所示。



資料來源：金屬中心 MII 整理(2026)

圖 4 表面處理產業製程主要碳排放熱點

三、國內外表面處理產業之減碳策略與作法

(一) 瑞士 Oerlikon

瑞士 Oerlikon 為全球表面工程與先進材料技術業者，主要提供 PVD、PACVD 及熱噴塗等表面處理解決方案，並廣泛應用於汽車、航太、模具、刀具及能源產業。相較傳統電鍍製程，Oerlikon 近年積極發展乾式物理氣相沉積(PVD)技術，透過降低水資源、化學藥劑及金屬材料使用，將表面處理製程減碳由單純設備節能進一步延伸至製程替代與產品生命週期管理。

在製程替代方面，Oerlikon 發展 PVD 表面鍍膜技術作為部分傳統濕式電鍍的替代方案。傳統電鍍需要大量清洗水與化學藥液，後端亦須處理含金屬廢水及污泥；相較之下，PVD 屬於真空乾式製程，可大幅降低製程用水及化學物質使用。Oerlikon 資料顯示，其 PVD 製程應用於部分產品時，相較傳統電鍍可降低約 97%的廢棄物、減少約 27%的 CO2 排放，並可達到 100%減少製程用水及約 12%的用電量，同時減少硫酸、鹽酸等化學品使用。此類技術除可降低製程端環境負荷，也能配合再生不鏽鋼等材料使用，進一步降低產品整體環境足跡。

Oerlikon 亦曾發展 ePD 技術，以 PVD 方式在塑膠零組件表面形成具金屬外觀與功能性的鍍層，作為含六價鉻製程的替代方案。該技術符合歐盟 REACH 相關規範，可應用於汽車外觀零組件及感測器整合等產品，降低傳統鉻電鍍所涉及的有害化學物質使用與廢水處理需求。惟 Oerlikon 後續已於 2022 年退出 ePD 相關業務，因此目前較適合將此案例定位為「PVD 替代傳統濕式電鍍的技術發展案例」，而非公司現階段主要產品布局。

在循環經濟方面，Oerlikon 亦提供刀具再研磨與重新鍍膜(Reconditioning)服務。傳統硬質合金刀具磨耗後若直接報廢，須重新投入金屬原料與加工能源生產新刀具；透過去除舊鍍層、重新研磨及 PVD 鍍膜，可使同一支刀具重複使用多次。Oerlikon 指出，刀具可進行多次再生處理，除了可使客戶相關成本降低約 50%，亦可大幅減少重新製造新刀具所需的金屬材料，形成「延長產品壽命 + 降低原料需求」的循環型表面處理模式。

在自身營運減碳方面，Oerlikon 亦持續提高再生能源電力使用比例。2024 年再生能源電力占比為 37%，公司目標於 2030 年提高至 100%；另有 81% 的研發支出投入符合其 ESG 標準的產品。整體而言，Oerlikon 的減碳策略並非僅聚焦工廠內部節能，而是透過「PVD 乾式製程替代、延長產品壽命、工具再生及再生能源使用」等方式，同時降低製程端與產品生命週期的環境負荷，反映先進表面處理產業逐步由單一製程減碳轉向全生命週期管理。

(二) 德國 BIA Group 與歐盟 intelWATT 計畫

德國 BIA Group 主要從事汽車塑膠零組件電鍍，並於德國 Solingen 生產據點參與歐盟 Horizon 2020「intelWATT」智慧水處理技術計畫。傳統塑膠電鍍製程包含銅、鎳與鉻等多道鍍層，零件在各鍍槽之間必須經過大量清洗，因此會產生含有金屬離子的清洗廢水。若採傳統化學沉澱方式處理，不僅需要消耗酸鹼及其他化學藥劑，也會將原本具有經濟價值的金屬轉化為污泥，增加後續處理與資源損失。

intelWATT 計畫因此將 BIA 的塑膠電鍍生產線列為 3 項工業示範案例之一，針對含鉻、銅及鎳的電鍍清洗水開發高回收率逆滲透(High-Recovery Reverse Osmosis, HRRO)、離子交換及相關膜分離技術，希望建立同時回收製程用水及金屬電解液的閉路循環系統。系統將不同金屬製程產生的廢水分流收集，經前處理去除有機物後，再利用離子交換及高回收率 RO 進行金屬離子濃縮，使含有價金屬的濃縮液具有回到製程利用的可能，而處理後的水則重新供應製程使用。

相較傳統將電鍍廢水視為末端污染物的處理方式，intelWATT 的核心概念是將廢水中的金屬及水資源重新視為製程原料。歐盟計畫設定的技術目標為回收最高約 95% 的鉻與銅、50% 的鎳，並使約 65% 的新鮮水得以保存或回用，同時朝向近零液體排放及最大化水資源循環利用方向發展。計畫亦結合智慧感測器及自動化決策系統，即時調整膜分離及水處理設備操作條件，以降低水質變動對系統效率的影響。

其中，高回收率 RO 技術測試顯示，低壓 HRRO 系統以等滲透壓 NaCl 模擬液測試時，曾達 96% 回收率及 20.6 倍濃縮倍率，顯示透過膜技術將低濃度清洗水中的金屬重新濃縮至具有再利用潛力，在技術上具有可行性。

此案例對電鍍業減碳具有兩方面意義。首先，透過回收清洗水可降低新鮮水製備、輸送及廢水處理所需能源；其次，回收鎳、銅與鎳等金屬，可降低新製電鍍藥液與原料金屬需求，間接減少上游採礦、冶煉與化學品製造所產生的 Scope 3 排放。因此，未來表面處理業的循環經濟技術可能不再只是將廢水處理至符合排放標準，而是進一步朝向「水資源閉路循環 + 有價金屬回收 + 智慧化水處理」發展。

(三) 德國 ZINQ

德國 ZINQ 集團主要從事鋼鐵構件熱浸鍍鋅及表面防蝕處理，長期以「Zero Carbon、Zero Waste、Zero Pollution」作為循環型表面處理發展方向。由於熱浸鍍鋅製程除了鍍鋅槽本身需要大量製程熱能外，前處理、乾燥及廠務系統同樣具有一定能源需求，因此 ZINQ 自十多年前即推動 Low-Carbon ZINQ 計畫，從能源效率改善、廢熱回收及綠電使用等方向逐步降低製程碳排。其中，德國及比荷盧地區據點自 2013 年起即採購 100%綠色電力，藉此降低電力使用所產生的間接碳排。

在製程能源轉型方面，ZINQ 進一步將減碳重點由電力端延伸至較難減量的高溫製程熱。公司於德國 Gelsenkirchen 廠推動 Power2ZINQ 示範計畫，規劃於 2026 年將廠內製程熱源轉換為氫含量 60%的混合燃氣 (energy gas)，作為未來導入綠氫及逐步取代天然氣的技術準備。由於氫能基礎設施投資規模較大，ZINQ 亦聯合當地 15 家能源密集型企業成立 Klimahafen Gelsenkirchen 產業合作平台，推動區域氫能供應基礎設施，目標於 2030 年前爭取接入綠氫供應網絡，形成由單一工廠節能進一步擴展至產業聚落共同能源轉型的模式。

除能源端改善外，ZINQ 亦從鍍層材料與循環經濟降低產品生命週期碳排。例如其 microZINQ 薄層鍍鋅技術可降低約 80%的鋅使用量，並透過 ReZINQ 系統回收製程產生的含鋅副產物，再製為可重新投入生產的再生鋅。公司表示，相較使用一般倫敦金屬交易所(LME)等級原生鋅，導入低碳原生鋅與再生鋅最高可降低約 75%的相關 CO2 排放；其 ecoZINQ 產品碳排放則可降低約 43%。整體而言，ZINQ 的減碳策略已由傳統設備節能，逐步形成「綠電使用、製程熱去碳化、材料減量與資源循環」並行的轉型模式，具有能源密集型表面處理業者參考價值。

(四) 國內業者

國內表面處理業者減碳作法主要可分為製程改善、能源轉換及循環經濟三大面向。在製程改善方面，主要透過高耗能設備汰換、變頻控制、智慧監控及製程參數優化，提升能源使用效率與一次良率，降低設備待機及重工造成的能源與資源耗用。在能源轉換方面，則以導入太陽光電等再生能源、提升空壓機、冷凍機及馬達等設備能源效率，以及評估製程加熱設備電氣化為主要方向。在循環經濟方面，則著重清洗水、廢水與再生水回收利用，以及含鎳、銅、鋅等有價金屬與製程資源循環，以降低原物料使用及廢棄物產生。

根據國內疫後轉型補助資料，約有 30 件計畫與表面處理製程直接相關，其中電鍍相關計畫占最大宗，主要應用於水五金、扣件、車用零組件及電子產業，另涵蓋陽極處理、PVD/真空鍍膜、鍍鋅、塗裝及噴塗等製程，顯示國內表面處理業減碳方向以既有設備節能、智慧監控、製程低碳化及資源循環為主，其中包括電鍍類(滿益金、偉順、中勝、鏈騏、頂吉興、祐輝等)；綜合製程(竣淵科技、瑞賢、金瑞瑩)；鍍膜/PVD(日勝、滿益金)等。

表 3 國內表面處理業者減碳作法整理

減碳策略	內容說明
製程改善	一、設備節能升級與智慧控制：汰換高耗能整流器、空壓機、冷凍機及泵浦等設備，搭配變頻控制依實際負載調整輸出，降低設備待機及低負載耗能。 二、智慧監控與能源管理：導入能源監控、智慧製造及 AI 分析系統，即時掌握設備用電與製程狀態，透過數據分析改善異常耗能並維持最佳運轉效率。 三、優化製程參數與提升良率：透過電鍍製程參數數位化與智慧控制，提高製程穩定度及一次良率，減少重工造成的電力、藥液及水資源耗用。
能源轉換	一、導入再生能源：利用廠房屋頂建置太陽光電設備，採自發自用或搭配綠電採購，提高再生能源使用比例並降低用電碳排。 二、提升設備能源效率：逐步汰換高效率空壓機、冷凍機、馬達及 LED 照明，並評估以電加熱或熱泵取代部分化石燃料使用設備。
循環經濟	一、水資源回收與再利用：推動清洗水串級利用、廢水回收及 RO 再生水系統，降低製程用水與廢水排放量。 二、製程資源循環利用：加強含鎳、銅、鋅等有價金屬回收，並透過槽液延壽、藥液精準添加及減少帶出液，降低原物料使用與廢棄物產生。

資料來源：金屬中心 MII 整理(2026)

四、減碳路徑與未來展望

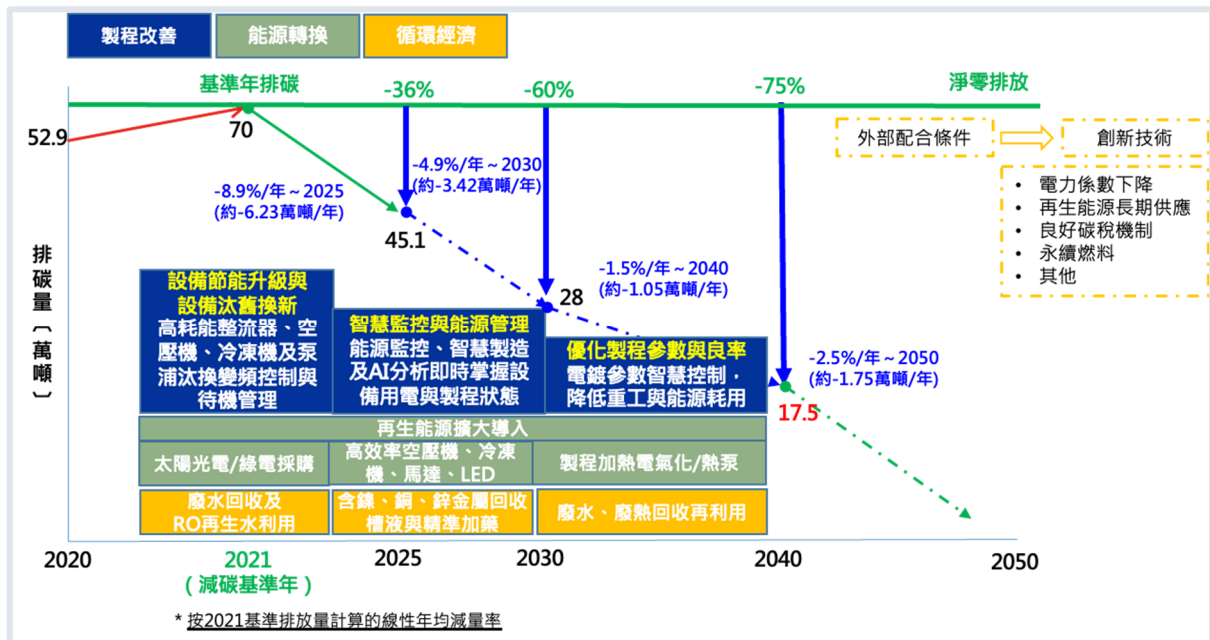
我國表面處理產業以中小企業為主，目前雖未被列為國內淨零政策優先管制產業，但隨著碳盤查、供應鏈減碳及國際客戶低碳採購要求逐步增加，業者仍須持續提升能源效率與製程低碳化能力。在台灣區表面處理工業同業公會、政府相關輔導資源及標竿企業帶動下，國內業者已逐步從傳統設備汰換，朝向智慧能源管理、製程最佳化、再生能源及資源循環等方向發展。

表面處理產業能源使用以電力為主，主要耗能設備包括整流器、空壓機、冷凍機、泵浦及排風系統，部分製程亦需使用天然氣等燃料提供加熱需求。因此，未來減碳應依循「製程改善、能源轉換及循環經濟」三大方向，短期優先改善既有設備能源效率並建立能源管理能力；中期擴大製程智慧化、設備電氣化及再生能源使用；長期則結合低碳能源與資源循環，逐步降低化石能源及原生資源依賴，朝 2050 年淨零排放目標邁進。建議減碳路徑如下：

若以 2021 年臺灣表面處理產業碳排量約 70 萬噸 CO₂e 為減碳基準，2025 年實際碳排量估算約為 45.1 萬噸 CO₂e，較基準年減少 24.9 萬噸 CO₂e，減幅約 35.6%(註：因估算排放量變化同時受產值與排放係數影響，故不能直接視為純粹減碳績效)；後續以 2030 年減碳 60%、2040 年減碳 75%，並於 2050 年達成淨零排放為中長期目標。依此推估，2030 年碳排量應降至約 28 萬噸 CO₂e，較基準年累計減碳 42 萬噸 CO₂e；2040 年碳排量降至約 17.5 萬噸 CO₂e，累計減碳 52.5 萬噸 CO₂e；至 2050 年則逐步降至淨零排放。為達上述減碳目標，建議臺灣表面處理產業從製程改善、能源轉換及循環經濟三大面向推動淨零減碳路徑如下：

- **製程改善**：短期優先汰換高耗能整流器、空壓機、冷凍機及泵浦等設備，搭配變頻控制、智慧電表及能源監控系統，降低設備待機與低負載耗能；中長期則擴大導入智慧製造、AI 分析及製程參數數位化，提升製程穩定度與一次良率，降低重工所造成的電力、藥液及水資源耗用。
- **能源轉換**：短期導入太陽光電、綠電採購及高效率設備，降低外購電力相關碳排；中長期逐步推動製程加熱電氣化、工業熱泵等低碳技術，並持續提高再生能源使用比例。

- **循環經濟**:短期推動廢水回收及 RO 再生水回收利用、槽液延壽及精準加藥，降低水資源與化學品使用；中長期則擴大含鎳、銅、鋅等有價金屬回收，以及廢水、廢熱與製程副產物再利用，逐步建立表面處理產業之資源循環體系。



資料來源：金屬中心 MII 整理(2026)

圖 5 表面處理產業溫室氣體排放減碳路徑

如欲索取完整減碳報告，請洽周產業分析師《kchou1029@mail.mirdc.org.tw》