



經濟部  
製造部門 2030 淨零轉型路徑

提報單位：經濟部工業局

中華民國 111 年 09 月

# 目 錄

一、背景說明 .....	1
(一)產業淨零轉型路徑之必要性 .....	1
(二)我國第二期(2025年)階段管制目標 .....	1
二、製造部門現況 .....	3
(一)製造部門經濟與碳排趨勢 .....	3
(二)製造部門排碳概況 .....	4
三、製造部門 2030 減碳路徑作法 .....	4
(一)石化業 2030 減碳路徑作法 .....	8
(二)電子業 2030 減碳路徑作法 .....	9
(三)鋼鐵業 2030 減碳路徑作法 .....	11
(四)水泥業 2030 減碳路徑作法 .....	12
(五)紡織業 2030 減碳路徑作法 .....	14
(六)造紙業 2030 減碳路徑作法 .....	15
四、結語 .....	17

## 圖目錄

圖 1.製造部門經濟與排碳趨勢.....	3
圖 2.製造部門 2019 年排碳概況.....	4
圖 3.製造部門淨零轉型策略.....	7
圖 4.製造部門 2030 減碳規劃.....	8
圖 5.石化業淨零轉型策略及路徑.....	9
圖 6.電子業淨零轉型策略及路徑.....	10
圖 7.鋼鐵業淨零轉型策略及路徑.....	12
圖 8.水泥業淨零轉型策略及路徑.....	13
圖 9.紡織業淨零轉型策略及路徑.....	14
圖 10.造紙業淨零轉型策略及路徑.....	16

## 表目錄

表 1.國家第二期溫室氣體階段管制目標 .....	2
---------------------------	---

## 一、背景說明

### (一)產業淨零轉型路徑之必要性

截至 2022 年 8 月，全球已有 136 個國家宣示其淨零排放目標以呼應全球淨零趨勢，歐盟更提出「碳邊境調整機制(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)」要求進口產品需依碳含量購買 CBAM 憑證，以加速各國減碳進程；同時國際大廠亦紛紛加入 RE100 倡議，宣示企業淨零排放目標期程，並要求旗下供應鏈廠商配合使用綠電與加強減碳。我國為出口導向經濟體，未來勢必將面臨國際碳管制加嚴的挑戰，須提前布局淨零轉型，以符合國際貿易的減碳趨勢，持續拓銷出口、掌握訂單。

為因應全球淨零浪潮，行政院環境保護署已將 2050 淨零排放納入溫管法修法預告草案，目前「溫室氣體減量及管理法」修正草案已送立法院審查，而原訂第三期（2026-2030 年）目標是否將進行滾動式調整也受到關注，因此研擬出產業 2030 年淨零轉型路徑圖顯得格外重要。透過與各行業的領頭廠商一起檢視滾動修正路徑，可啟動下一個階段的社會對話。藉由引進社會力量，共同來尋求解決這些議題的路徑，把困難的議題一一化解，為國家發展的大方向，奠定最堅實的基礎，讓淨零轉型不再是難以觸及之領域。

### (二)我國第二期(2025 年)階段管制目標

行政院已於 2021 年 9 月 29 日核定我國第二期溫室氣體階段管

制目標(如表 1 所示)，全國 2025 年較基準年減 10%，而製造部門 2025 年目標排放量為 144 百萬噸 CO<sub>2</sub>e，需較 2005 年減量 0.22%，較 2018 年減量 7.05%。

表 1. 國家第二期溫室氣體階段管制目標

單位： MtCO <sub>2</sub> e	基準年 (2005 年)	2018 年	第二期(2025 年)部門階段管制目標		
	排放量	排放量	排放量	較基準年對比	較 2018 年對比
能源部門	35.475	38.378	34.000	-4.16%	-11.41%
製造部門	144.315	154.925	144.000	-0.22%	-7.05%
運輸部門	37.988	36.785	35.410	-6.79%	-3.74%
住商部門	57.488	57.900	41.421	-27.90%	-28.46%
農業部門	7.151	5.806	5.006	-30.00%	-13.78%
環境部門	7.327	2.752	2.564	-65.00%	-6.83%
總排放量	289.708	296.546	262.401		
碳匯	-21.918	-21.507	-21.390		
淨排放量	267.790	275.039	241.011	-10.00%	-12.37%

資料來源：第二期溫室氣體階段管制目標草案公聽會(行政院環境保護署，2020.10.15)

我國國家發展委員會已於 2022 年 3 月 30 日發布我國 2050 淨零排放路徑規劃，為了因應國家淨零路徑，國發會龔明鑫主委表示將就原訂國家第三期階段管制目標(全國 2030 年排放量較基準年(2005 年)減 20%)，於年底完成檢討並提出 2030 年全國減碳目標及各部門減量責任。

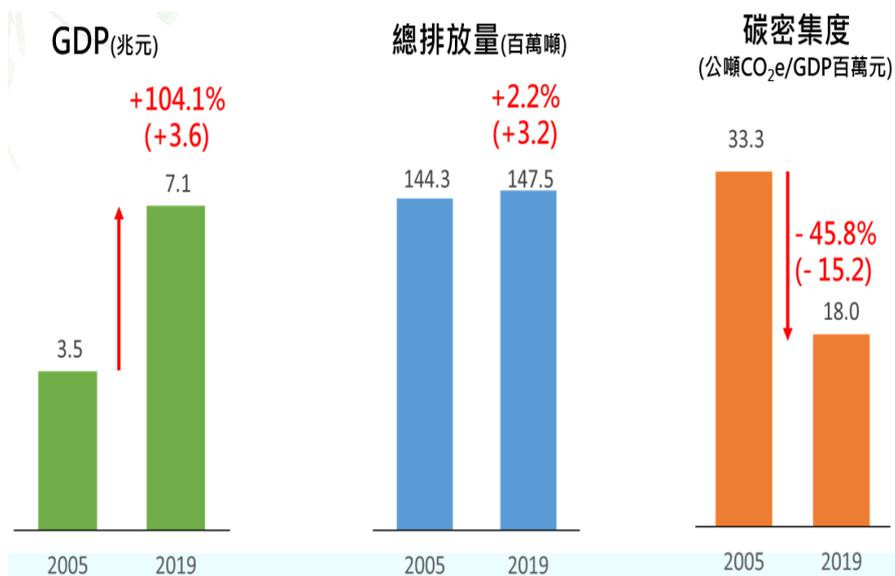
為因應全國 2030 年減碳目標檢討，製造部門需提出更積極的 2030 淨零路徑規劃。經濟部工業局遂組織跨領域專家進行規劃，內容

涵蓋石化業、電子業、鋼鐵業、水泥業、紡織業、造紙業等產業；同時整合局內各業務組、法人智庫、產業公協會、及各大公司，考量我國產業特性與現況，集思廣益規劃適合我國產業的淨零轉型路徑。

## 二、製造部門現況

### (一)製造部門經濟與碳排趨勢

製造部門 2019 年 GDP 約 7.1 兆元，較 2005 年（3.5 兆元）成長 104.1%（年均成長率 5.2%），因經濟持續成長導致排放量上升，溫室氣體排放量自 2005 年 144.3 百萬噸 CO<sub>2</sub>e 增加至 2019 年 147.5 百萬噸 CO<sub>2</sub>e，成長率約 2.2%；而 2019 年製造部門每單位 GDP 的碳排量較 2005 年下降 45.8%（年均下降率 4.3%），顯現產業積極推動減碳所產生的成果，主要作為包括：節能、轉換低碳燃料及電子業含氟氣體削減等（如圖 1 所示）。



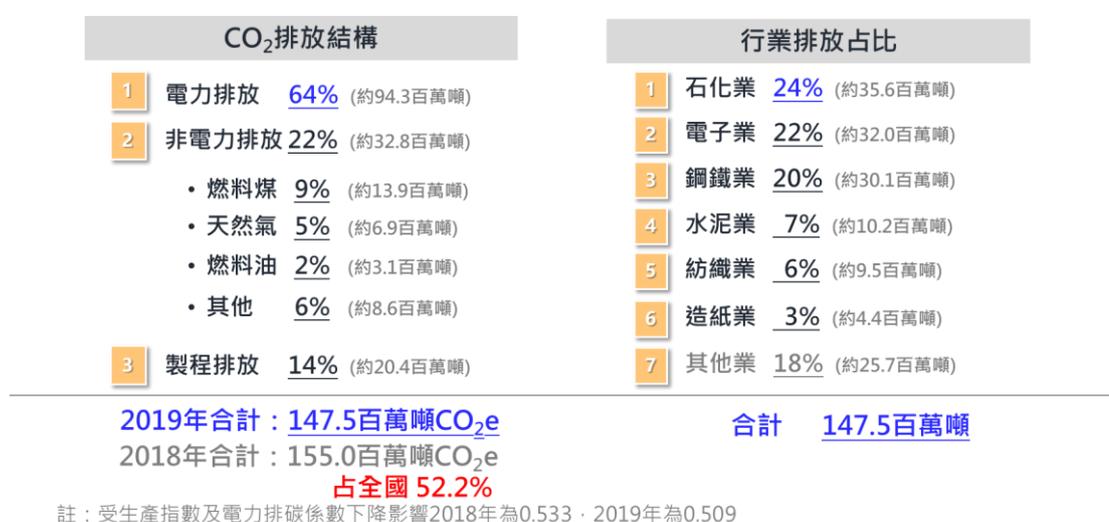
資料來源：工業局彙整。

圖 1.製造部門經濟與排碳趨勢

## (二)製造部門排碳概況

根據我國 2021 年國家溫室氣體清冊報告統計，製造部門 2019 年溫室氣體排放量約 147.5 百萬噸 CO<sub>2</sub>e，約占我國總排放量 51.4%，其中排放結構依序由電力占約 64%、非電力 22%及製程排放 14%；相較 2018 年 155.0 百萬噸 CO<sub>2</sub>e，2019 年排放量下降主要受生產指數及電力排放係數下降影響，即電力排放係數由 2018 年 0.533 公斤 CO<sub>2</sub>e/度，下降至 2019 年 0.509 公斤 CO<sub>2</sub>e/度。

製造部門 2019 年溫室氣體排放量中，溫室氣體排放占比主要行業依序為石化(24%)、電子(22%)及鋼鐵(20%)等，合計占整體製造部門排放量 66%(如圖 2 所示)。



資料來源：2021 年國家溫室氣體清冊報告，工業局彙整。

圖 2.製造部門 2019 年排碳概況

## 三、製造部門 2030 減碳路徑作法

為達成國家 2050 年淨零排放目標，經濟部提出「能源-產業」與「低碳-零碳」的 2x2 推動架構，產業部門以「先減少排放，再淨零

排放」為推動策略。現階段工業局針對產業已著手推動 3 大面向、11 項措施，依循先大後小，也就是先大企業後小企業，以大帶小的模式，並且由國營事業以身作則逐步實施；同時以結合產業公協會及供應鏈中心廠作法，推動中小企業建立碳盤查與減碳能力，驅動上、下游廠商，進行綠色採購、綠色生產等合作減碳，形成綠色供應鏈，創造我國淨零轉型競爭力。

### **製程改善**

短期以設備汰舊更新及導入智慧節能管理為主，長期則朝氫氣技術開發應用及含氟氣體削減等創新技術發展。主推四項措施如下：

1. 加速產業設備汰舊更新：包括製程改善與設備汰舊更新、廢熱與廢冷回收技術應用，並逐漸導入新設備及創新節能技術。
2. 節能與其數位化：包括建置智慧化能源管理系統、導入智慧化能源監控系統、以數位管理技術減少 CO<sub>2</sub> 排放。
3. 氫氣技術開發：包括建置高爐高溫反應模擬器與高爐噴吹氫氣噴嘴、啟動氫能冶煉技術研發計畫、建造連續式示範線、建立綠氫直接還原鐵技術。
4. 推動含氟氣體削減措施：開發含氟氣體替代技術。

### **能源轉換**

短期以擴大使用天然氣及生質燃料為主，長期則朝百分百使用綠

電及無碳能源應用等。主推三項措施如下：

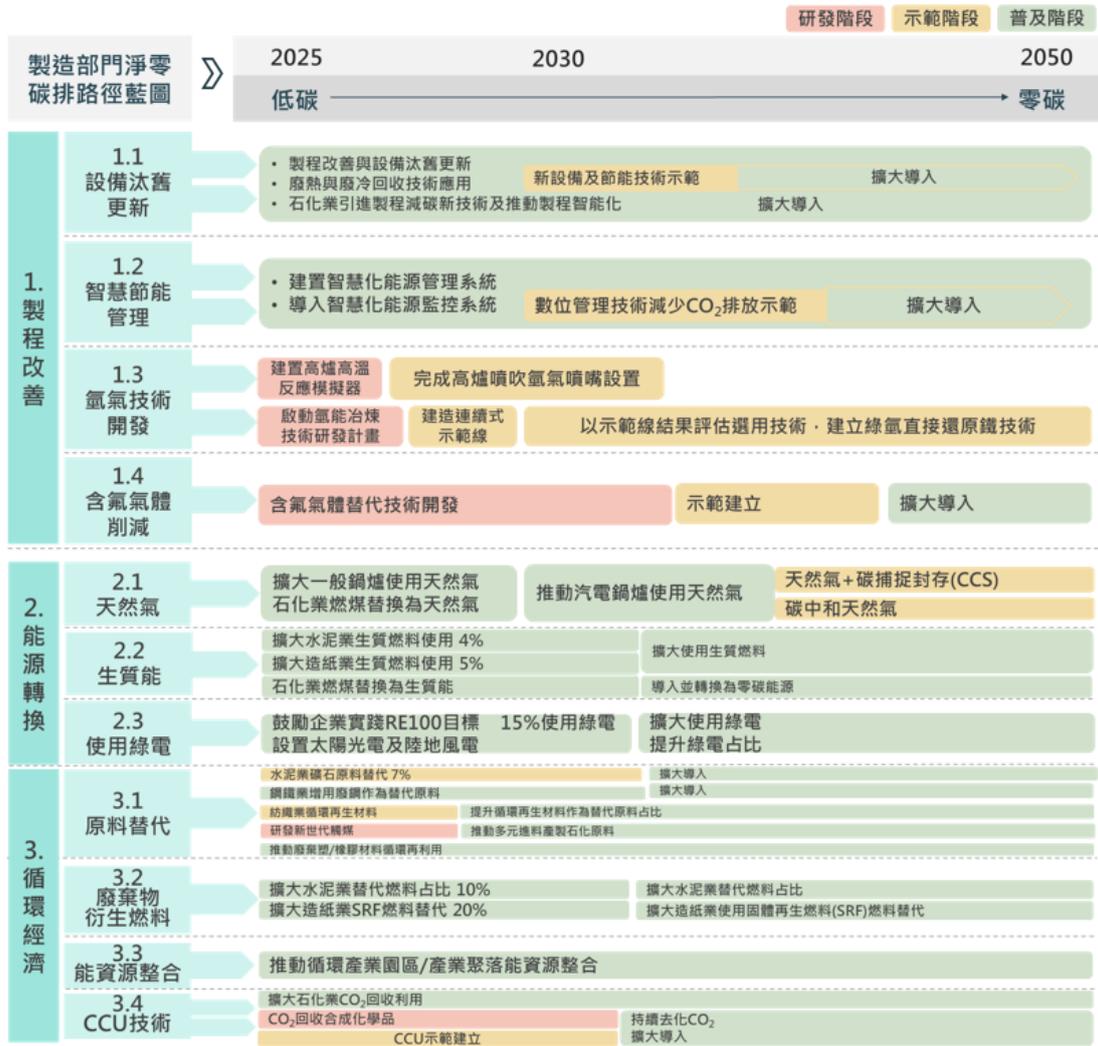
1. 天然氣：擴大一般鍋爐使用天然氣、推動汽電鍋爐使用天然氣、天然氣+碳捕捉封存、購置碳中和天然氣。
2. 生質能：包括擴大水泥業及造紙業生質燃料使用。
3. 綠電：鼓勵企業實踐 RE100 目標。

### **循環經濟**

短期以原料替代、使用固體再生燃料(SRF)及能資源整合為主，長期則朝二氧化碳捕捉再利用(CCU)等突破性創新技術開發應用。主推四項措施如下：

1. 原料替代：包括水泥業礦石原料替代、鋼鐵業增用廢鋼作為替代原料、及紡織業持續導入使用循環再生材料。
2. 廢棄物衍生燃料：包括擴大水泥業廢棄物替代燃料占比、擴大造紙業固體再生燃料 SRF 燃料占比。
3. 能資源整合：推動循環產業園區及聚落能資源整合。
4. 碳捕捉再利用(CCU)技術：將擴大石化業 CO<sub>2</sub> 回收利用與投入 CO<sub>2</sub>

## 回收合成化學品研發。



資料來源：工業局彙整。

### 圖 3.製造部門淨零轉型策略

為規劃 2030 產業部門減碳路徑，在 2030 年前主要將以最大化導入既有成熟技術，並開始布局前瞻技術為主軸，在製程改善方面，優先透過加速產業更新高效率設備(空調、空壓、鍋爐、電爐等)，以及建置智慧化能源管理系統，如導入 ISO 50001 能源管理系統、ICT 智慧能源監控等，來達成減碳。

在能源轉換方面，透過擴大使用天然氣及生質燃料，及再生能源

設置，包含光電、風電、沼氣等來達成減碳；在循環經濟方面，則是以替代材料、鋼化聯產、餘熱及 CO<sub>2</sub> 回收利用為主。



資料來源：工業局彙整。

圖 4. 製造部門 2030 減碳規劃

### (一) 石化業 2030 減碳路徑作法

石化業為達成 2050 年淨零之推動做法，主要推動作法如下(圖 5)：

1. 製程改善：短期以 AI 技術推動製程智能化提升能源使用效率，並引進製程減碳新技術；長期擴大導入下世代製程創新技術開發，全面提升設備效能。
2. 能源轉換：短期以擴大使用天然氣及生質能為主，長期導入零碳新能源。
3. 循環經濟：在碳捕捉再利用部分，短期導入新世代觸媒、建置示範 CO<sub>2</sub> 回收利用技術；長期持續去化 CO<sub>2</sub>，並引進負碳技術及更多國際減碳創新技術。在低碳材料方面，短期推動廢棄塑/橡膠材料循環再利用技術；長期推動多元進料產製石

化原料(材料)。



資料來源：工業局彙整。

### 圖 5.石化業淨零轉型策略及路徑

而針對石化業 2030 年減碳路徑，在三大面向中將以現有成熟的技術擴大導入。製程改善方面，將優先引進國際新世代化學製程，用低溫觸媒技術試量產，製備低碳石化材料，並且提升製程設備的效能，如餘熱收集/蓄熱節能設備更新技術、設備絕熱保溫保冷技術等，進行加工製程的減碳。能源轉換則是優先藉由推動鍋爐汰換、更新，擴大使用天然氣及生質能，逐漸轉型成低碳/零碳能源。為促成能資源循環再利用，則規劃將碳捕捉再利用(CCU)技術逐步商業化，回收製程所產出的 CO<sub>2</sub> 加以純化，作為生產醋酸、塑膠等化學品的原料，達成循環經濟。

### (二)電子業 2030 減碳路徑作法

電子業為達成 2050 年淨零之推動做法，主要推動作法如下(圖 6)：

1. 製程改善：短期以導入 ISO 50001 能源管理系統、建構智慧化能源監控系統，並同步開發含氟氣體替代技術，以利長期透過示範廠區建立，輔導廠商擴大導入，降低電子業製程含氟氣體排放。
2. 能源轉換：鼓勵企業實踐 RE100 目標及使用綠電，於 2050 年前達成供應鏈 100%使用綠電目標。針對用於燃燒破壞製程含氟氣體之天然氣，逐步以碳中和天然氣替代，或導入新世代的破壞方式。
3. 循環經濟：短期透過參與國內負碳技術開發取得碳權；長期透過建構標竿示範，逐步擴大至整體電子產業鏈。



資料來源：工業局彙整。

圖 6. 電子業淨零轉型策略及路徑

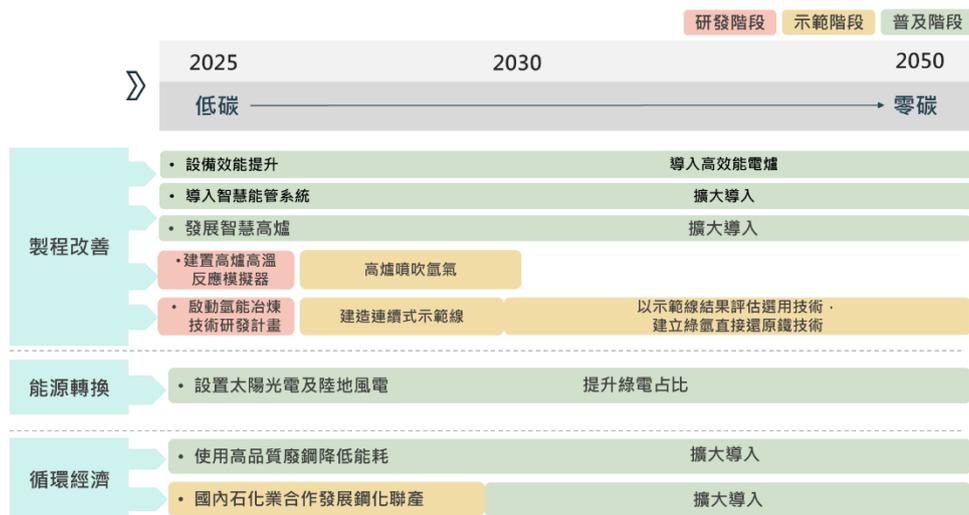
而針對電子業 2030 年減碳路徑，在三大面向中將以現有成熟的技術擴大導入。製程改善方面將優先導入 ISO 50001 能源管理系統及

建構智慧化能源系統、含氟氣體削減為主，如使用高解離率氣體(C4F8)以減少製程氣體排放量，以及安裝尾氣破壞處理設備(Local scrubber, LS)進行排放減量；能源轉換方面則會持續鼓勵企業加入 RE100；循環經濟方面，將透過現有的技術使廢棄物循環再利用，降低碳排放量，如晶圓廠製程之廢液、廢水經處理/回收系統將廢棄物適當提煉濃縮後，再進入廠內資源再生系統產出不同之應用產品(如冰晶石、銅棒、鈷棒、固態硫酸銨、工業級硫酸/磷酸)，來做為其他工業之原料使用。

### (三)鋼鐵業 2030 減碳路徑作法

鋼鐵業為達成 2050 年淨零之推動作法，主要推動做法如下(圖 7)：

1. 製程改善：短期持續推動設備效能提升、導入智慧能管系統、導入高效能電爐及高爐改造(改造成智慧高爐)；另鋼鐵業主要排放來源的一貫煉鋼廠長期需發展氫能煉鐵創新技術，如高爐噴吹氫氣、綠氫直接還原鐵，得以邁向淨零。
2. 能源轉換：設置太陽光電及陸域風電，提升綠電占比。
3. 循環經濟：電爐廠提高廢鋼品質以降低能耗、一貫煉鋼廠將增加廢鋼使用量減少初級原料使用，同時與國內石化業合作發展鋼化聯產，創造鋼鐵業與石化業減碳雙贏機會。



資料來源：工業局彙整。

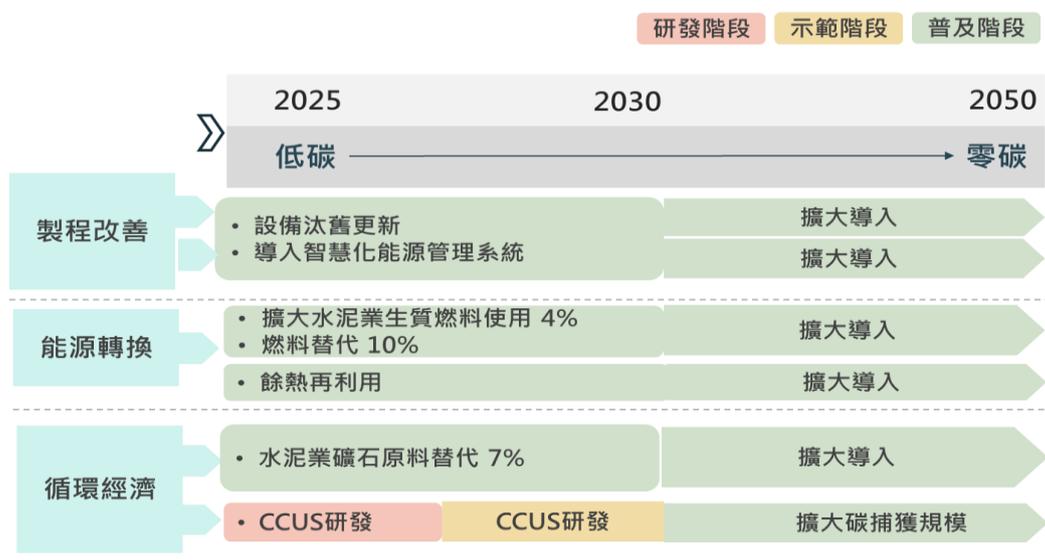
## 圖 7.鋼鐵業淨零轉型策略及路徑

而針對鋼鐵業 2030 年減碳路徑，在三大面向中將以現有成熟的技術擴大導入。製程改善將優先透過推動設備效能提升、導入智慧能管系統、導入高效能電爐及高爐改造(改造成智慧高爐)為主，透過提升能源效率減碳；能源轉換方面，由於目前鋼鐵業多數廠商燃料已改用天然氣取代燃煤、重油，同時考慮鋼鐵業中的電爐廠主要排放來自電力，因此重點將放在設置太陽光電及陸域風電，提升綠電占比；最後循環經濟部分，電爐廠本身使用廢鋼做為原料，選用高品質廢鋼將可以降低能耗、一貫煉鋼廠過去廢鋼使用量較少，未來將增加廢鋼使用量減少初級原料使用，另與國內石化業合作發展鋼化聯產，捕捉製程 CO、CO<sub>2</sub> 再利用，創造鋼鐵業與石化業減碳雙贏機會。

### (四)水泥業 2030 減碳路徑作法

水泥業為達成 2050 年淨零排放目標之推動作法，三大策略規劃方向及淨零轉型策略初步藍圖(如圖 8)整理如下：

1. 製程改善：短期以設備汰舊更新及導入智慧節能管理為主，長期導入下世代創新製程技術，降低水泥業製程排碳。
2. 能源轉換：持續擴大生質燃料替代化石燃料及餘熱再利用。
3. 循環經濟：短期以擴大原料熟料替代(如：添加脫硫石膏、煤灰、鋼鐵爐渣等作為原料)及燃料替代(如：採用廢木屑、稻殼、SRF/RDF、污泥等廢棄物)；長期則朝二氧化碳捕捉再利用(CCU)等突破性創新技術開發應用。



資料來源：工業局彙整。

### 圖 8.水泥業淨零轉型策略及路徑

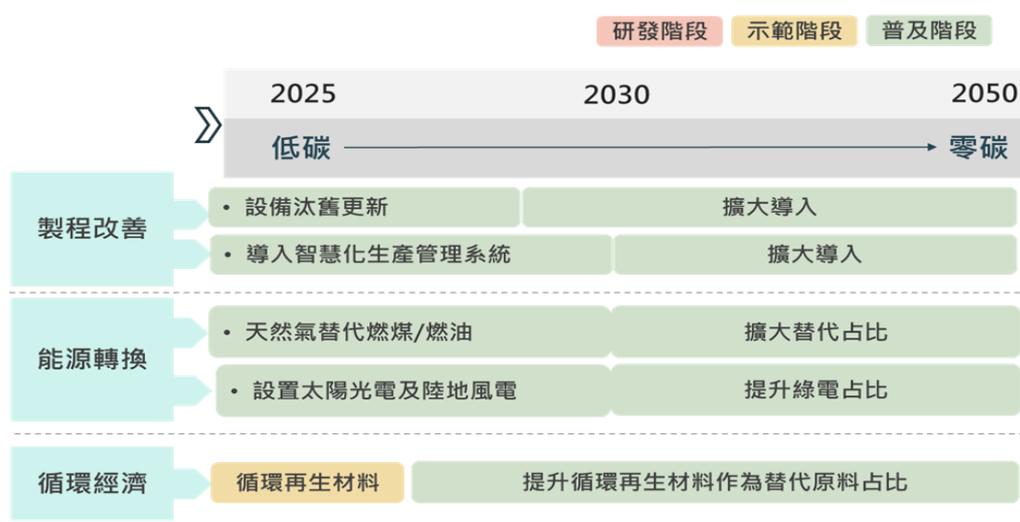
而針對水泥業 2030 年減碳路徑，在三大面向中將以現有成熟的技術擴大導入。有關製程改善方面，預計優先透過製程設備汰舊更新、引入節能設備、進行低碳技術之導入與示範，並納入智慧節能管理系統等，來降低整體碳排放量；有關能源轉換方面，則優先以生質燃料、具熱值之廢棄物等來替代煤炭等化石燃料，另也規劃提升餘熱再利用量；有關循環經濟方面，則使用非碳酸鈣形式存在之替代原料取代石

灰石原料，以減少製程排放，後續除規劃擴大原料熟料替代(如：添加脫硫石膏、煤灰、鋼鐵爐渣等作為原料)，也將擴大替代燃料使用量(如：採用廢木屑、稻殼、SRF/RDF、污泥等廢棄物)等，並著手碳捕集與再利用技術 CCUS 等創新技術之研發。

### (五)紡織業 2030 減碳路徑作法

紡織業為達成 2050 年淨零之推動做法，主要推動作法如下(圖 9)：

1. 製程改善：短期推動製程設備汰舊更新並導入智慧化生產管理系統；長期推動上中下游業者導入與示範低碳製程。
2. 能源轉換：持續擴大天然氣替代燃煤/燃油，並設置太陽光電及陸地風電等，提升低碳能源占比。
3. 循環經濟：短期投入循環再生材料、低污染或生質型材料或等研發利用，以利長期持續提升循環再生材料作為替代原料占比。



資料來源：工業局彙整。

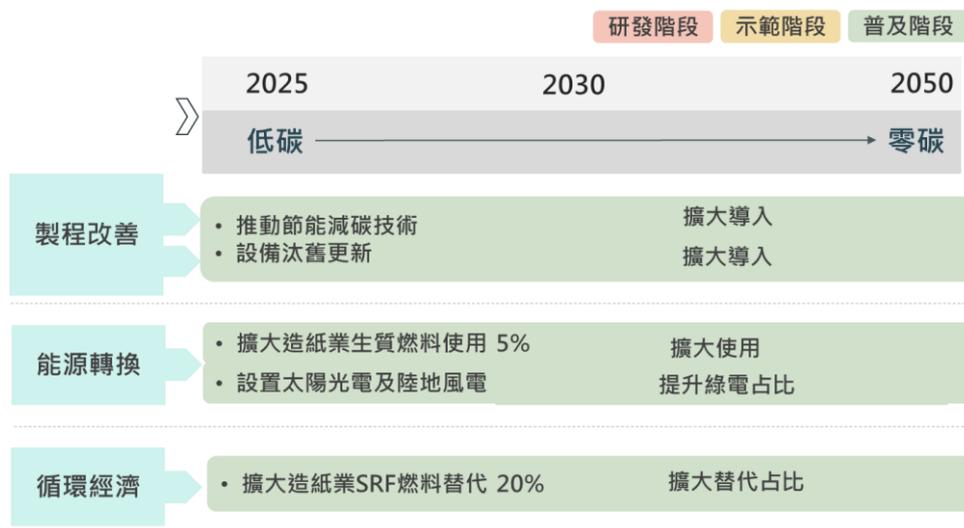
圖 9.紡織業淨零轉型策略及路徑

而針對紡織業 2030 年減碳路徑，在三大面向中將以現有成熟的技術擴大導入，製程改善方面將優先導入智慧化生產管理系統，並引入節能設備，提升製程效率，來降低整體碳排放量；能源轉換方面，將優先以天然氣/生質能替代高碳排之燃煤/燃油，並設置太陽光電及陸地風電等再生能源措施，來提升低碳能源占比；循環經濟方面則以投入循環再生材料、低污染或生質型材料等，延續物料的價值，降低碳排放量。同時也將透過協助中小企業建構減碳能力，並依據國際紡織淨零減碳趨勢或標準與人才培育，以建立低碳產業鏈轉型協作機制，並搭配建立以大帶小及品牌商、供應商及製作商三者間無縫接軌減碳機制，來達成各階段的減碳目標。

#### **(六)造紙業 2030 減碳路徑作法**

造紙業為達成 2050 年淨零目標，主要推動作法如下(圖 10)：

1. 製程改善：短期推動製程設備汰舊更新並導入智慧化生產管理系統；長期推動上中下游業者導入與示範低碳製程。
2. 能源轉換：持續擴大推動生質能替代燃煤，並設置太陽光電及陸地風電等，提升低碳能源占比。
3. 循環經濟：推動造紙業使用固體再生燃料(SRF)替代燃煤。



資料來源：工業局彙整。

### 圖 10.造紙業淨零轉型策略及路徑

而針對造紙業 2030 年減碳路徑，在三大面向中將以現有成熟的技術擴大導入。製程改善方面優先以推動節能減碳技術為主，如開發廢紙高濃度散漿處理技術減少散漿時間及廢棄物、提高濕紙匹之乾度及溫度，提升乾燥效率降低耗能、開發淋膜紙（餐盒、利樂包等）綠色循環再利用，加速散漿時間減少耗能，並進行設備汰舊更新；能源轉換方面，將持續擴大生質燃料使用，並設置太陽光電、陸地風電，同時將製程的排放水中有機物轉換成沼氣(甲烷)，作為發電用燃料，提升低碳能源占比；循環經濟方面則持續擴大使用廠內廢棄物再製為 SRF 並替代燃煤。

#### 四、結語

經濟部工業局自去(2021)年 2 月即結合全國工業總會、產業公協會及相關業者啟動產業淨零工作小組，與鋼鐵、石化、電子、水泥、紡織、造紙等產業展開溝通，至今已累計 40 餘場次討論會議，並獲 25 家企業響應淨零轉型，包含中鋼、友達、日月光、台化、台泥、台塑石化、台達電、台積電、台灣中油、正隆、永豐餘、亞泥、東和鋼鐵、欣興電子、長春石化、南亞、華紙、華新麗華、新光合纖、群創、榮成紙業、福懋興業、遠東新世紀、聯電及豐興鋼鐵等均已提出 2050 年淨零目標，排放量合計占我國製造部門 50% 以上。臺灣的產業結構中製造業占的量體非常大，雖已獲各企業響應淨零，然而依據目前各公司減量目標及推動工作推估，我國短中長期國家減量目標仍需要產業與政府共同合作達成。

經濟部已分別從技術研發及法規制定來著手，技術部分由國營事業帶頭研發，如中油負擔氫氣供用的基礎建設規劃、中鋼投入鋼化聯產技術、台電進行碳捕捉與封存試驗，建立科學證據作為社會溝通基礎。法規部分，除持續增訂公用設備效率標準、提升企業節能目標外，長期將訂定氫能管理專法，並與環保署合作研商氣候變遷因應法 CCUS 條款，推動碳捕捉封存與利用。

為持續加強我國製造部門 2025 及 2030 年減碳潛力以邁向淨零轉型，我國已於 2050 淨零排放路徑規劃中的 12 項關鍵戰略之「節能戰略計畫」項下之「工業節能」部分，規劃透過推動「提升節能目標

與效率要求」、「產業製程改善」及「產業節能輔導」等三大方向協助產業節能減碳。

除布局前瞻技術外，在鼓勵企業最大化導入既有成熟技術上，亦需透過以大帶小的作法，同步驅動上下游廠商共同投入減碳工作，因此經濟部工業局、商業司及中企處等同步加強推動中小企業建立碳盤查與減碳能力，透過辦理講習訓練、建立數位服務平台、輔導碳盤查/碳足跡等，協助產業建構碳盤查及減碳能力，並進一步結合工總及產業公會成立產業碳中和聯盟，推動落實以大帶小工作。經濟部將持續與產業共同努力，透過公私協助，共同邁向淨零轉型。