附錄 2、可能影響評估報告

# 「製造部門階段管制目標影響評估報告」(初稿)

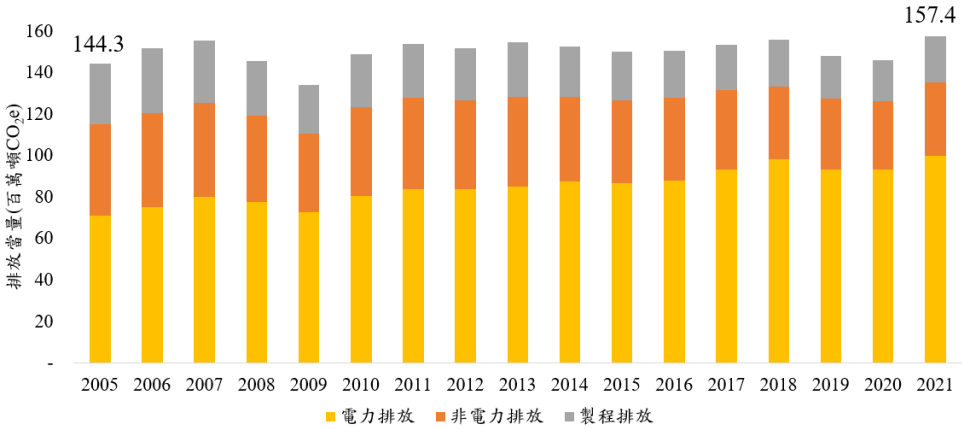
經濟部產發署

2024/06

# 一、製造部門階段管制目標

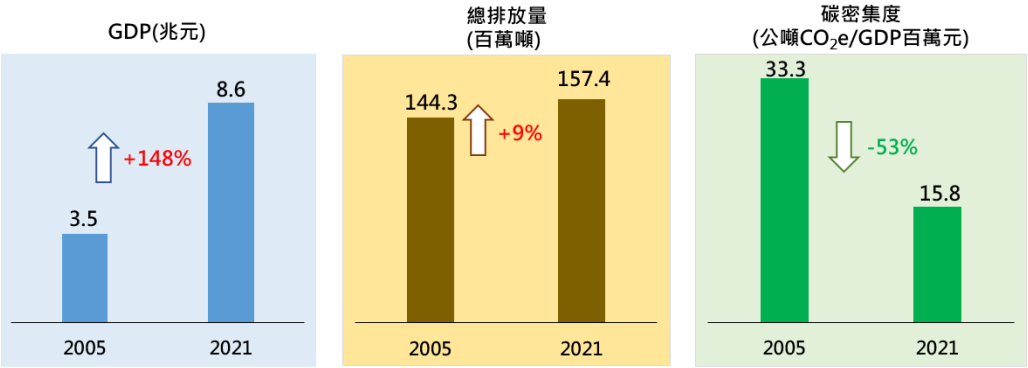
## (一)背景介紹

依據國家溫室氣體排放清冊（2023 年版），我國製造部門溫室氣體總排放量於 2005 年至 2020 年間的變化差異不大，平均年排放量約為 150 百萬噸 $CO_2e$。惟 2021 年受到疫情趨緩、經濟復甦及美中對抗轉單效應等因素，溫室氣體排放量上升至 157.4 百萬噸 $CO_2e$（如圖 1）。2005 年至 2021 年製造部門之 GDP 成長達 148%，而溫室氣體總排放量僅成長 9%；透過密集度指標可觀察 2021 年製造部門每單位 GDP 的碳排量較 2005 年下降 53%(如圖 2)，其主要原因應是產業積極低碳轉型、推動減碳所產生的效果，包括：節能、轉換低碳燃料及電子業含氟氣體削減等，顯示我國製造部門之溫室氣體排放已和 GDP 成長逐漸脫鉤。




資料來源：國家溫室氣體排放清冊（2023 年）

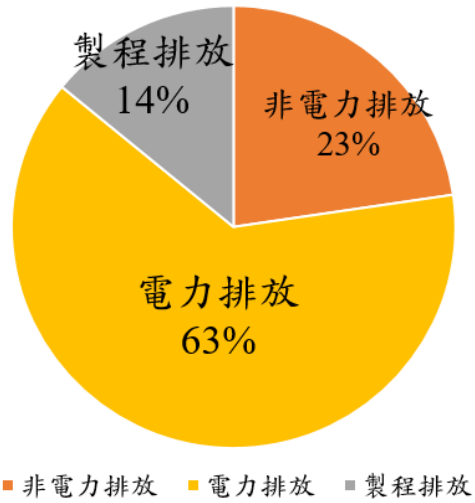
**圖 1. 製造部門溫室氣體排放趨勢(2005 至 2021 年)**




資料來源：主計總處、國家溫室氣體排放清冊（2023 年）

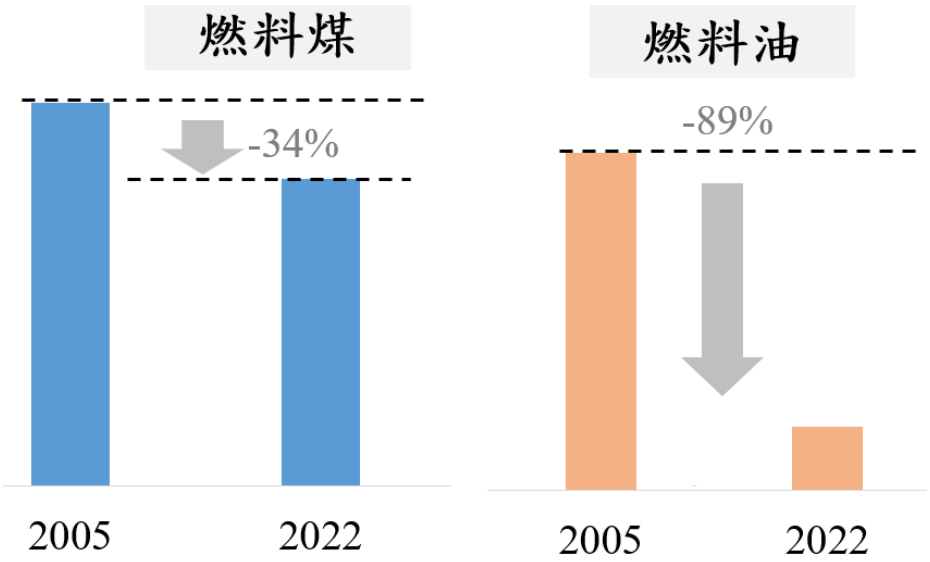
**圖 2. 製造部門經濟成長與排碳趨勢(2005 至 2021 年)**

經檢視 2021 年製造部門排放結構，燃料燃燒排放主要以電力為主(占比約 63%)，其次為使用煤/油/氣產熱之非電力排放(占比約 23%)，製程排放如鋼鐵業、水泥業化學反應產出 $CO_2$，及電子業蝕刻製程之含氟氣體排放等約占 14%(如圖 3)；檢視製造業過去推動低碳轉型努力，主要透過能效提升及燃料替代等措施，維持產業發展的同時逐步降低化石能源的使用，製造部門 2022 年相較 2005 年燃料煤的使用已減少 34%、燃料油使用量已減少 89%，如圖 4 所示。




資料來源：我國燃料燃燒之二氧化碳排放統計與分析(2022 年)、國家溫室氣體排放清冊（2023 年）

**圖 3. 製造部門 2021 年排放結構**




資料來源：能源平衡表(2023 年)

**圖 4. 製造部門 2005 年至 2022 年能源變化**

## (二)製造部門溫室氣體階段管制目標推估

**表 1. 製造部門溫室氣體階段管制目標推估值**

單位：百萬公噸二氧化碳當量

| 年份 | 目標推估值 | 總當量目標推估值 |
|---|---|---|
| 2005 年（基期年） | 144.3 | - |
| 第三期（115-119 年） | 130.9 | 692.2 |

備註：

1.2005 年(基期年)排放量依據第二期製造部門溫室氣體排放管制行動方案(111 年 9 月核定本)(後 112 年 2 月 15 日氣候變遷因應法修正公布，原「部門溫室氣體排放管制行動方案」更名為「部門溫室氣體減量行動方案」)

2.第三期(115-119 年)排放量，本表係由綜規司提供能源署估算之製造部門燃料燃燒排放，及產發署估算之非燃料燃燒排放總合。

3.製造部門依據現行措施計畫，於 2024 年 6 月採由下而上的方式推估溫室氣體階段管制目標，119 年排放目標推估值為 130.90 百萬公噸 $CO_2e$，115 至 119 年總當量目標推估值為 692.20 百萬公噸 $CO_2e$，並以此數值完成本報告之製造部門階段管制目標影響評估分析。惟後續仍將由環境部以由上而下方式檢視調整，並經公聽會程序及行政院核定後對外公布。

# 二、溫室氣體排放趨勢推估流程

依據環境部第三期階段管制目標作業流程與推動時程規劃(如圖 5 所示)，製造部門經參考國家發展委員會提供之社經參數後，以完成製造部門非燃料燃燒溫室氣體排放量及能源消費量之推估；其後，再由經濟部能源署依據各部門能源需求規劃，進行全國能源及電力供給規劃(含電力排放係數評估)，統一提供各部門燃料燃燒溫室氣體排放量之推估結果。

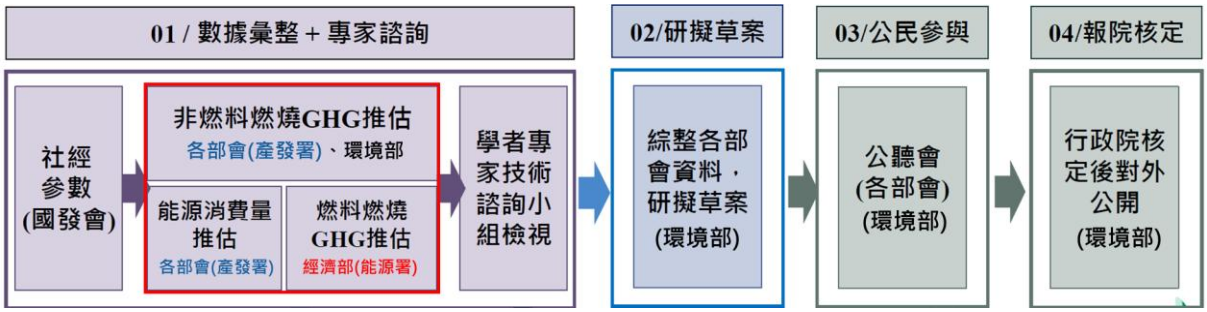



**圖 5. 環境部第三期階段管制目標作業流程與推動時程規劃**

基於第三期溫室氣體減量規劃之需求，製造部門依據國家發展委員會 2023 年 12 月提供整體 GDP、三級產業以及細產業之 GDP 成長預估值，並藉由評估各產業發展趨勢及產業減碳措施評估調查，完成製造部門非燃料燃燒溫室氣體排放量及能源消費量推估工作(如圖 6 所示)。

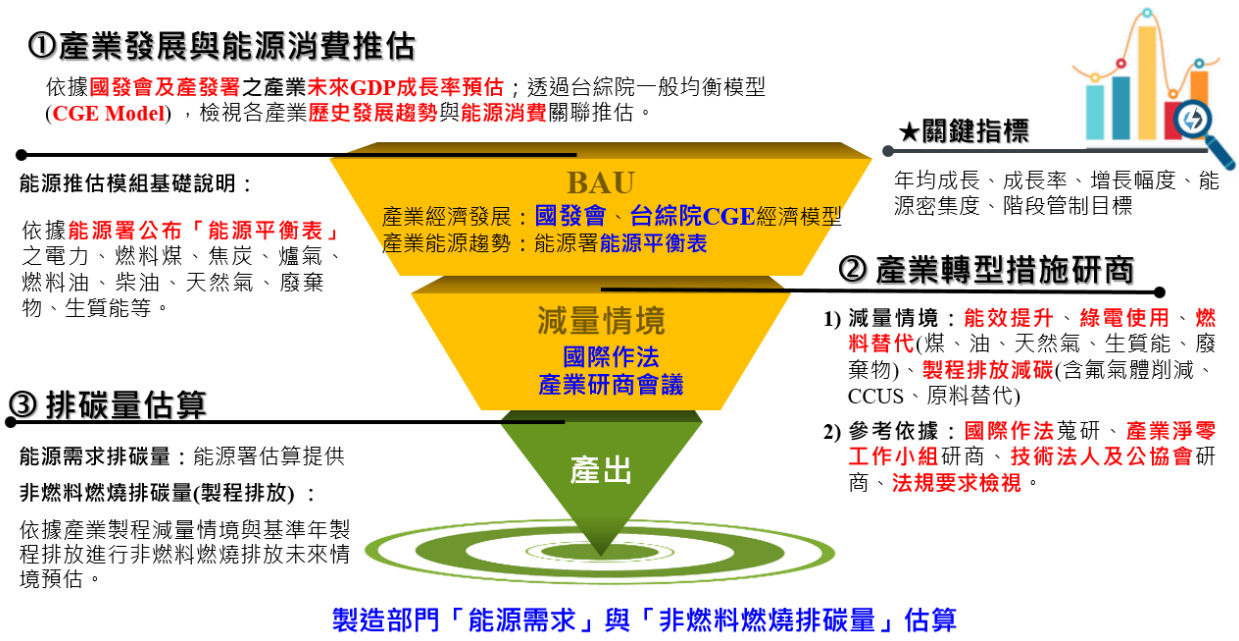



**圖 6.製造部門能源與排碳量估算流程圖**

## (一)基線情境分析(BAU)

1. 基準情境假設：採用國發會2023年12月提供之2026年至2030年各產業GDP預估數據，並參考各產業歷史能源及排碳量成長趨勢，及產業調查產業擴廠規劃後，納入整體評估。

2. 引用參數：能源署公布之能源平衡表各類能源統計消費量、IPCC第五次評估報告GWP值。

3. 推估結果：於未執行減量措施下，評估製造部門BAU情境下各類燃料別能源需求如表2所示。

**表 2. 製造部門 BAU 情境能源消費量推估**

單位：千公秉油當量（燃料）、億度（電力）

| 燃料別/年份 | 2021（實績值） | 2022（實績值） | 2023（實績值） | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 電力 | 1,614 | 1,569 | 1,530 | 1,882 | 1,940 | 1,993 | 2,044 | 2,093 |
| 燃料煤 | 3,792 | 3,123 | 2,811 | 3,675 | 3,675 | 3,675 | 3,675 | 3,675 |
| 燃料油 | 805 | 583 | 446 | 583 | 583 | 583 | 583 | 583 |
| 天然氣 | 3,818 | 3,974 | 4,014 | 4,097 | 4,126 | 4,154 | 4,182 | 4,210 |
| 其他 | 2,500 | 2,293 | 2,047 | 2,588 | 2,608 | 2,610 | 2,616 | 2,624 |

## (二)減量情境下之溫室氣體排放趨勢（燃料燃燒及非燃料燃燒）

採用國家發展委員會 2023 年 12 月提供之各產業實質 GDP 成長率預估值、各產業發展趨勢、及產業減碳措拖規劃後，並參考 2024 年 2 月 16 日及 3 月 20 日召開第三期溫室氣體階段管制目標學者專家技術諮詢小組意見修正後，規劃製造部門能源需求規劃如表 3。

**表 3. 製造部門減量情境下之能源需求**

單位：千公秉油當量(燃料)、億度(電力)

| 燃料別/年份 | 2021 年(實績值) | 2022 年(實績值) | 2023(實績值) | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 電力 | 1,614 | 1,569 | 1,530 | 1,785 | 1,826 | 1,862 | 1,896 | 1,928 |
| 燃料煤 | 3,792 | 3,123 | 2,811 | 2,178 | 2,063 | 1,949 | 1,834 | 1,719 |
| 燃料油 | 805 | 583 | 446 | 378 | 369 | 360 | 352 | 343 |
| 天然氣 | 3,818 | 3,974 | 4,014 | 4,816 | 4,972 | 5,122 | 5,265 | 5,400 |
| 其他 | 2,500 | 2,293 | 2,047 | 2,873 | 2,951 | 3,013 | 3,077 | 3,144 |

## (三)部門溫室氣體排放趨勢推估結果

依據環境部規劃之第三期階段管制目標分工及期程，製造部門提出能源消費量需求，再由經濟部能源署依據各部門能源需求規劃，進行全國能源及電力供給規劃(含電力排放係數評估)，再統一提供各部門燃料燃燒推估；經整合燃料燃燒排放量及製程排放量後，製造部門排放趨勢之推估結果如表 4 所示。

**表 4. 製造部門排放趨勢推估結果**

單位：百萬噸 $CO_2e$

| | 2005 年 (實績值) | 2021 年 (實績值) | 2026 年 | 2027 年 | 2028 年 | 2029 年 | 2030 年 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 燃料燃燒 | 114.9 | 135.2 | 123.5 | 121.2 | 118.9 | 116.5 | 111.0 |
| 製程排放 | 29.4 | 22.2 | 20.6 | 20.4 | 20.2 | 20.0 | 19.9 |
| 總排放量 | 144.3 | 157.4 | 144.1 | 141.6 | 139.1 | 136.5 | 130.9 |

備註：本表係由綜規司提供能源署估算之製造部門燃料燃燒排放，及產發署估算之非燃料燃燒排放總合。

# 三、可能之影響

為落實製造部門 2030 年第三期階段管制目標，並評估分析經濟、能源、社會及環境等面向之影響，分別由投資成本、帶動投資效益、能源消費預估變化、公正轉型所關注受影響族群及利害關係人的影響、以及空氣品質等影響等進行評估(如表 5 所示)。

**表 5. 第三期階段管制目標可能造成之影響**

| 評估項目 | 評估結果 |
|---|---|
| 經濟 | 經濟部產發署成立淨零工作小組，提出製造部門淨零轉型策略及作法主要以製程改善、能源轉換、循環經濟為三大策略方向，透過產業調查，預估至 2030 年之各轉型策略投入經費及帶動投資效益分別為：<br>1. 製程改善：投入經費 612 億元，帶動投資 689 億元。<br>2. 能源轉換：投入經費 879 億元，帶動投資 3,365 億元。<br>3. 循環經濟：投入經費 129 億元，帶動投資 142 億元。 |
| 能源 | 1. 電力：2030 年製造部門電力消費需求預估將成長至 1,928 億度(較 2005 年 1,095 億度成長 76%)；綠電需求約成長至 332 億度，主要以電子業為主，占製造部門綠電需求約 89%(294 億度)。<br>2. 燃料煤：各行業積極推動燃煤轉為天然氣、生質能、廢棄物等燃料替代措施下，燃料煤使用量自 2005 年 700 萬噸已下降至 2021 年 561 萬噸，規劃至 2030 年燃料煤使用量 |

| 評估項目 | 評估結果 |
| --- | --- |
| | 下降至 254 萬噸，相較 2021 年減量 55%。<br>3. 天然氣：自 2005 年 9.5 億立方公尺上升至 2021 年 39.1 億立方公尺，預估 2030 年達 54 億立方公尺，較 2021 年約成長四成。<br>4. 碳密集度：自 2005 年 33.27(公噸 $CO_2e$/GDP 百萬元)下降至 2021 年 15.76(公噸 $CO_2e$/GDP 百萬元)；藉由三大面向措施，規劃至 2030 年持續下降至 9.2(公噸 $CO_2e$/GDP 百萬元)。 |
| 社會 | 勞工就業：<br>1. 創新節能技術及廠房設備更新，將創造新綠色就業機會。可提供人培訓練提升既有員工學習新工作技能。<br>2. 在淨零轉型過程中，若有部分產業轉型遇到困難，將可能造成勞工失業問題。透過適當政策與勞工對話，並結合教育訓練，培養勞工轉職技能。 |
| 環境 | 以天然氣取代油品(重油、柴油等)、煤，可大幅減少粒狀污染物、氮氧化物、硫氧化物排放。 |