



2025-2026

高雄市碳預算報告書



目錄

壹、前言	5
貳、高雄市碳預算會議進程	5
參、高雄市 2026 年溫室氣體排放基線.....	7
一、經濟推估.....	7
二、人口推估.....	10
三、基線推估.....	11
肆、高雄市 2026 年具體措施.....	12
伍、高雄市 2026 年碳預算規劃.....	16
一、各部門碳預算.....	16
二、碳預算訂定與管考機制.....	17
三、負碳技術及碳匯開發.....	18
陸、結論	24
柒、參考文獻	26

表目錄

表 1、碳預算會議進程彙整表	6
表 2、高雄市 2023~2026 年認列之開發案環境影響說明書施工期間彙 整表(萬噸 CO ₂ e)	8
表 3、高雄市 2023~2026 年認列之開發案環境影響說明書營運期間彙 整表(萬噸 CO ₂ e)	9
表 4、高雄市開發案推估未來溫室氣體增量一覽表(萬噸 CO ₂ e).....	9
表 5、高雄市人口中推估成長率(%)	10
表 6、高雄市碳預算具體措施彙整表	12
表 7、高雄市碳預算精進做法彙整表	13
表 8、高雄市碳預算各部門既有具體措施減碳量(萬噸 CO ₂ e).....	14
表 9、高雄市 2026 年各部門碳預算(萬噸 CO ₂ e)	16
表 10、台灣 2026 年碳匯精進措施預估碳匯量(萬噸 CO ₂ e).....	19
表 11、自願減量專案國內碳匯減量方法學進度	20
表 12、高雄 2026 年六大部門未來規劃(1/2).....	24
表 12、高雄 2026 年六大部門未來規劃(2/2).....	25

圖目錄

圖 1、碳預算會議辦理成果.....	6
圖 2、高雄市 2026 年碳預算.....	16
圖 3、高雄市碳預算訂定、管考機制示意圖	17
圖 4、我國碳匯科學研究發展情形	19

壹、前言

2022 年高雄市溫室氣體總排放量 5,353.26 萬公噸 CO₂e，而淨排放量則扣除林地碳匯吸收的減碳量，淨排放量 5,234.80 萬公噸 CO₂e。依據「高雄市淨零城市發展自治條例」第四條，本市為達淨零排放及永續宜居城市之目標，溫室氣體排放量於 2030 年應較 2005 年(6,614.7 萬公噸 CO₂e)減少 30%，並於 2050 年達到淨零排放。

2008 年，英國成立氣候變化委員會(CCC)，並率先提出碳預算(Carbon Budget)制度，長期目標為 2050 年將溫室氣體排放量降至比 1990 年低 80%。「碳預算」係指須編制碳排放上限且落實執行，以五年為一期，設定溫室氣體排放量上限(cap)，並由各部門提出達標相關策略。主管機關依法律規定定期公布每期碳預算，持續規劃至 2050 年。

為達成本市溫室氣體淨零目標，有鑑於此，高雄市政府參考英國碳預算制度，透過由下而上(Bottom-up)的規劃方式，完整評估各部門中長期減量潛力，並考量本市之自然環境、產業特性與社會結構，規劃本市之溫室氣體減量路徑，與建立碳預算制度。

碳預算係指每一期溫室氣體排放量之上限，以兩年為一期訂定，且每期屆滿前一年提出下一期碳預算。本市碳預算須於擬定前應邀集有關機關、學者、專家、民間團體舉辦座談會，或以其他適當方法廣詢意見，並提送經高雄市永續發展暨氣候變遷因應推動會審議後，送本市議會審議。

為順利並行經濟成長與溫室氣體排放減量，將定期追蹤及評估，檢視減量目標達成情形，並即時調整淨零政策方向。在經濟成長與溫室氣體排放脫鉤之願景下，逐步邁向淨零目標，研擬高雄市碳預算制度。

貳、高雄市碳預算會議進程

高雄市淨零城市發展自治條例至去年於市議會通過，在市府積極推動碳預算制度，近期已研擬 2025~2026 年碳預算(草案)，導入六大主要部門(工業、住商、運輸、環境、農業、林業)作為排放量上限之管制。特請專家學者、市府各局處單位、民間團體、市議員、產業大聯盟代表、市民朋友一同參與，高雄市及各部門(2025 年~2026 年)碳預算規劃會議進程表如表 1 所示，相關辦理成果如圖 1 所示。

表 1、碳預算會議進程彙整表

會議日期	會議名稱	會議重點
2024.04.18	專家諮詢會議	1.檢視溫室氣體排放量基線 2.應納入減量措施之公式計算
2024.04.25	跨局處會議	未來各部門精進之策略
2024.04.26	民間團體會議	1.擬訂碳預算檢討報告 2.建議結合公務預算
2024.05.24	永續發展暨氣候變遷因應推動會會前會	提送至第七屆第二次大會進行確認
2024.06.06	公開說明會	1.提倡資訊公開化 2.諮詢社會各界意見
2024.07.03	產業淨零大聯盟會議	1.與產業界分享未來趨勢與規劃 2.諮詢產業意見
2024.08.09	永續發展暨氣候變遷因應推動會	第七屆第二次大會審議通過
2024.08.27	市政會議	市政會議審議通過



專家諮詢會議



跨局處會議



民間團體會議



公開說明會



產業淨零大聯盟會議



永續發展暨氣候變遷因應推動會

圖 1、碳預算會議辦理成果

參、高雄市 2026 年溫室氣體排放基線

全球須在本世紀轉型並構建永續發展型態之地球村，必須隨著經濟發展、生活品質的提昇，維持初級能源供給安全、基礎設施安全及能源消費安全外，同時也要減緩與調適能源使用造成的環境品質與全球暖化問題。本計畫團隊在規劃高雄市符合永續發展願景之施政方向，預測本市溫室氣體排放結構時，採取考量城市管理總體方針及因應國際氣候公約下，提供淨零策略的建議，並參酌碳預算制度較為完善之國家規劃；英國為全球第一個將減量目標以法律形式實施的國家，若高雄能效仿未來可有效的實施減碳管考及相對應的財政政策，且成立獨立的氣候變遷委員會(Climatic Change Committee, CCC)，研提碳預算建議，並於每年針對碳預算執行進行監督，且對國會提出進展報告，英國碳預算以5年為一期訂定，依據不同情境將碳預算分為寬鬆、中等及嚴謹三種情境進行評估。

依據國發會 2050 年淨零排放規劃，以國家發展委員會全國人口成長率為變數，並彙整環境影響評估審核通過之案件，作為本市考量經濟成長推估未來溫室氣體排放路徑之重要參考因子，包含未來經濟開發之園區增量、新建建物、運輸系統建置等，高雄市第一期碳預算則參考英國碳預算制度，考量於 2022 年至 2024 年 6 月區間內，已審核通過之環境影響評估案件，做為對未來溫室氣體排放增量之評估。以下針對高雄市未來產業人口發展及增加排放量進行說明。

一、經濟推估

因應高雄市產業發展與轉型政策推動，工業部門排放量勢必受產業園區影響，因此運用環境影響評估之開發案做為經濟成長推估因子，經本團隊彙整 2022 年至 2024 年 6 月，已通過環境影響評估之開發案，並將環評案認列原則訂定如下：

- 1.為已審核通過之環境影響說明書或環境影響差異對照表。
- 2.施工或營運期間為 2023 年 1 月 1 日起。

共認列 20 案，預計 2026 年高雄市溫室氣體將增量 242.11 萬噸(工業 196.31 萬噸、住商 40.79 萬噸、運輸 4.91 萬噸、環境 0.1 萬噸)，相關資料彙整如表 2 至表 4 所示。

表 2、高雄市 2023~2026 年認列之開發案環境影響說明書施工期間彙整表(萬噸 CO₂e)

施工期間 (萬噸)	工業	工業	工業	工業	工業	工業	工業	工業	工業	工業	工業	住商	住商	住商	住商	住商	住商	運輸	運輸	運輸
環評案件	南部科學園區橋頭園區	原中油公司高雄煉油廠土地新建半導體廠計畫環境影響說明書	楠梓產業園區(環差)	北高雄產業園區(岡山九闔)	阿公店水庫更新改善計畫	根協路竹科技產業園區	隆安扣件產業園區	大承循環股份有限公司乙級廢棄物處理機構開發計畫	高雄市大樹區和山段土地高壓製磚工廠設置	燐民實業股份有限公司熱處理廠環境影響說明書第一次環境影響差異分析	大林發電廠燃氣機組更新改建計畫	高雄國際機場新航廈	前鎮區興邦段119-50地號大樓新建工程	前金區博孝段1232等5筆地號新建工程	杉林區公墓第二期更新工程	大寮都市計畫(鳳林四路以西國軍眷村土地)細部計畫	富邦人壽高雄捷運凹子底站旁商業區開發案環境影響說明書	大眾捷運系統岡山路竹延伸線	國道7號高雄路段計畫	高雄都會區大眾捷運系統都會線(黃線)建設計畫環境影響
2023 年	0.4803		7.417263158	0.44			0.0878	0.0318	0.0013		0.0731		2.6434			0.0084	1.0189			
2024 年	0.4803	0.7467	14.83452632		0.0989	0.1395	0.1170	0.0318	0.0004		0.0798		3.5245	0.0221	0.0116	0.0140	1.0189	0.402		0.416
2025 年	0.4803	1.4935	14.83452632			0.1395					0.0798	9.8129	3.5245	0.0221			1.0189	0.402		0.416
2026 年		0.7467	9.889684211								0.0798	9.8129	3.5245	0.0221				0.402	1.2545	0.416

註：本團隊彙整各園區環境影響說明書。

表 3、高雄市 2023~2026 年認列之開發案環境影響說明書營運期間彙整表(萬噸 CO₂e)

營運期間 (萬噸)	工業	工業	工業	工業	工業	工業	工業	工業	工業	工業	工業	住商	住商	住商	住商	住商	住商	運輸	運輸	運輸
環評案件	南部科學園區橋頭園區	原中油公司高雄煉油廠土地新建半導體廠計畫環境影響說明書	楠梓產業園區(環差)	北高雄產業園區(岡山九圍)	阿公店水庫更新改善計畫	根協路竹科技產業園區	隆安扣件產業園區	大承循環股份有限公司乙級廢棄物處理機構開發計畫	高雄市大樹區和山段土地高壓製磚工廠設置	燁民實業股份有限公司熱處理廠環境影響說明書第一次環境影響差異分析	大林發電廠燃氣機組更新改建計畫	高雄國際機場新航廈	前鎮區興邦段 119-50 地號大樓新建工程	前金區博孝段 1232 等 5 筆地號新建工程	杉林區第四公墓第二期更新工程	大寮都市計畫(鳳林四路以西國軍眷村土地)細部計畫	富邦人壽高雄捷運凹子底站旁商業區開發案環境影響說明書	大眾捷運岡山路竹延伸線	國道 7 號高雄路段計畫	高雄都會區大眾捷運系統都會線(黃線)建設計畫環境影響
2023 年																				
2024 年				6.12					0.0056	0.7315										
2025 年				5.84			1.8177	1.5193	0.0134	0.7315					0.0058					
2026 年	50.73	33.37	49.41	5.73		0.1837	1.8177	1.5193	0.0134	0.7315					0.0058		3.3337			

註：本團隊彙整各園區環境影響說明書。

表 4、高雄市開發案推估未來溫室氣體增量一覽表(萬噸 CO₂e)

期間年份	施工期間			營運期間			合計
	工業	住商	運輸	工業	住商	運輸	
2023 年	8.53	3.67	-	-	-	-	12.20
2024 年	16.53	4.59	0.82	6.86	-	-	28.79
2025 年	17.03	14.38	0.82	9.92	0.01	-	42.15
2026 年	10.72	13.36	2.07	143.50	3.34	-	172.99

註：本團隊彙整各園區環境影響說明書，施工期程各年排放量，營運期間排放量已扣除直接減量措施。

二、人口推估

高雄市人口預測，主要參考國家發展委員會「中華民國人口推估(2020年至2070年)」中2023年至2050年全國人口成長率，並依高雄市2021年至2023年實際人口成長率進行分析，國家發展委員會人口推估有高、中、低三種假設模式，為針對總生育率¹(平均每一婦女一生中所生育之子女數)設定之假設，分別代表回升、微升及持續下降三種趨勢，考量高雄市近三年人口成長由負成長逐漸轉為正成長(2021：-0.79%；2022：-0.47%；2023：0.06%)，且預期新設之產業園區及科技園區將帶動高雄市人口成長，因此採用「中推估」情境模擬未來人口成長率，詳如表5。

表5、高雄市人口中推估成長率(%)

年分	人口成長率
2021	-0.79%
2022	-0.47%
2023	0.06%
2024	0.60%
2025	-0.17%
2026	-0.19%

¹總生育率(Total Fertility Rate, TFR)係假定婦女按照當年的年齡別生育水準，在無死亡的情況下，渡過其生育年齡期間(15-49歲)，平均一生所生育的嬰兒數。

三、基線推估

高雄市基準情境假設未來技術維持在 2022 年，推估 2026 年高雄市溫室氣體排放量為 5,476.90 萬噸 CO₂e，各部門基線計算說明如下：

經濟成長，以審核通過之環評開發案(工業 11 案、住商 6 案、運輸 3 案，總計 20 案)，作為經濟成長之推估；人口成長，以國家發展委員會推估之 2026 年中推估人口成長率-0.19%，做為人口成長之推估，其各部門基線推估說明如下：

工業：以 2022 年高雄市工業部門排放量 4,377.94 萬噸 + 經濟成長 (2026 年工業部門審核通過之環評開發案共 11 案，施工期間排放量 52.80 萬噸+營運期間排放量 143.51 萬噸) 合計 4,574.25 萬噸。

住商：以 2022 年住商部門排放量 494.10 萬噸×逐年至 2026 年國家發展委員會推估之中推估人口成長率(-0.19%) + 2026 年住商部門審核通過之環評開發案共 5 案合計 16.70 萬噸，推估 2026 年排放量 534.88 萬噸。

運輸：依 2022 年運輸部門排放量 402.35 萬噸×逐年至 2026 年國家發展委員會推估之中推估人口成長率(-0.19%) + 2026 年運輸部門審核通過之環評開發案共 3 案合計 2.07 萬噸，推估 2026 年排放量 407.26 萬噸。

環境：依 2022 環境部門排放量 34.87 萬噸×逐年至 2026 年國家發展委員會推估之中推估人口成長率(-0.19%)，推估 2026 年排放量 34.97 萬噸。

農業：維持 2022 年排放量 44.00 萬噸。

林業：維持 2022 年排放量-118.46 萬噸。

合計六大部門(工業：4,574.25 + 住商：534.88 + 運輸：407.26 + 環境：34.97 + 農業：44.00 + 林業：-118.46)得知本市之排放基線(淨排放量)為 5,476.90 萬噸，已較基準年(2005 年)減碳-17.20%。

肆、高雄市 2026 年具體措施

面對氣候危機，高雄市的因應之道是積極做減碳表率，2022 年高雄市淨排放量 5,235 萬噸，較基準年減少 20.8%，減碳逾 1,379 萬噸。依六大部門(能源、工業、住商、運輸、農業、環境)彙整高雄市第二期溫室氣體減量執行方案、國家電力排碳係數及工業部門企業自主減量等措施。並區別具體措施與未來精進做法，具體措施為可直接呈現減量效果之措施，如汽機車電動化(直接減少燃油使用)、普及污水下水道(減少沼氣逸散)，彙整如表 6；未來精進做法則為推動或環境建構之措施，思考方向為考量整體都市發展應如何將都市計畫結合淨零目標，如何培養市民搭乘大眾運輸的文化，提升公民參與和整體環境意識。如共享運具推動、公園綠地面積、在地食材推廣、焚化底渣再利用等，減量成果無法直接呈現於「高雄市行政轄區溫室氣體盤查報告書」中，詳如表 7。

表 6、高雄市碳預算具體措施彙整表

部門	具體措施	部門	具體措施
能源	1.電力排碳係數	住商	1.電力排碳係數攤提 2.汰換老舊空調設備 3.能源技術服務業(ESCO)減量目 4.公部門節電 5.推動建築物節水節電與創能計畫
工業	1.電力排碳係數攤提 2.企業自主減量目標 3.工業區廢棄物循環再利用增量	農業	1.獎勵休漁計畫
運輸	1.低碳公務車 2.老舊柴油車汰換 3.電力排碳係數攤提 4.2030 年電動機車占比 15% 5.引入電動或低碳能源公車推廣 低碳運具 6.共享汽、機車推動 7.提升高雄市捷運總運量	環境	1.普及污水下水道 2.資源回收率

表 7、高雄市碳預算精進做法彙整表

部門	精進做法	部門	精進做法
能源	1.減煤政策-電廠 2.再生能源憑證計畫 3.公民電廠推動計畫 4.再生能源發電設備認定與查核作業	住商	1.節電志工宣導 2.公園綠地面積 3.閒置空地綠美化 4.推動建築物立體綠化 5.能源用戶訂定節電 1% 6.環境教育輔導小組計畫 7.擴增社區綠美化植栽苗木 8.商業部門推廣 ESCO 模式 9.社會住宅新建案設置智慧電表 10.指定能源用戶符合 3 項節約能源規定 11.推動集合式住宅大樓之建置充電設備 12.電力系統改善暨冷氣裝設計畫—高雄市校園能源管理系統(EMS)委託建置案 13.協助本市企業進行組織碳盤查、碳減量等輔導措施 14.淨零建築標章 15.屋頂太陽能光電法案 16.牽涉都市計畫綠地面積規範 17.海岸地區環境改善
工業	1.減量額度開發 2.推動產業淨零大聯盟 3.排放源自主管理計畫 4.節能減碳技術輔導團 5.綠色工廠標章制度推動 6.減煤政策-汽電共生業者 7.跨部門溫室氣體合作減量 8.公民電廠結合企業 9.以碳預算規劃產業發展趨向	農業	1.獎勵造林 2.在地食材推廣 3.校園蔬食午餐 4.沼液沼渣再利用 5.畜牧場節能計畫 6.有機農業生產輔導 7.漁船/筏收購處理計畫 8.打造高雄生態廊道串聯溼地公園網絡 9.補助農民購置電動農機 10.畜牧糞尿資源化
運輸	1.提供區域接駁車服務 2.公共自行車騎乘優惠 3.增設公共自行車租賃站 4.發展與行銷高雄特色觀光 5.社福卡推行(敬老卡、博愛卡、仁愛卡) 6.提供汰換老舊機車新購電動機車補助優惠方案 7.推動本市高中職新生暨轉學生換發一卡通數位學生證	環境	1.排放源查核 2.環保志工培訓 3.滯洪池綠地面積 4.掩埋場活化工程 5.焚化底渣再利用措施 6.畜牧糞尿資源化處理設施 7.多元水資源政策-再生水提供量 8.環境影響評估溫室氣體審查及減量意見 9.結合淨零示範社區 10.公民電廠

為便於各部門碳預算分配，將能源部門電力排碳係數下降之減碳量按比例分配至工業、住商、運輸部門，依照 2022 年工業能源部門範疇二(扣掉應申報)、住商及農林漁牧能源部門範疇二，以及運輸能源部門範疇二之排放量分配，減量措施預計於 2026 年可提供 383.17 萬噸 CO₂e 減碳量，分別為工業 252.87 萬噸、住商 67.17 萬噸、運輸 42.27 萬噸、環境 13.22 萬噸及農業 7.64 萬噸。各部門既有具體措施減碳量彙整，如表 8。

表 8、高雄市碳預算各部門既有具體措施減碳量(萬噸 CO₂e)

部門	主管機關	具體措施	範疇別	2026 年減碳量	合計
能源	—	電力排碳係數	範疇二	132.16	-
工業	環保局	企業自主減量目標	範疇一&二	134.00	252.87
	環保局	工業區廢棄物循環再利用增量	範疇一	54.00	
	—	能源部門分配(49%)	範疇二	64.87	
住商	—	能源部門分配(50%)	範疇二	66.11	67.17
	經發局	能源技術服務業 ESCO 減量	範疇二	0.06	
	行國處	汰換老舊空調設備	範疇二	0.01	
	經發局	公部門節電	範疇二	0.87	
	工務局	推動建築物節水節電與創能計畫-節能燈具設置瓦數	範疇二	0.12	
運輸	共同推動	2030 年電動機車占比 15%	範疇一	4.40	42.273
	環保局	老舊柴油車汰換	範疇一	34.79	
	行國處	低碳公務車(2040 年 100%)	範疇一	0.01	
	交通局	引入電動或低碳能源公車推廣低碳運具	範疇一	0.86	
	—	能源部門分配(1%)	範疇二	1.18	
	交通局	共享汽、機車	範疇一	0.003	
	交通局	提升捷運總運量	範疇一	1.03	
農業	海洋局	獎勵休漁計畫	範疇一	7.64	7.64
環境	水利局	普及污水下水道(2030 年 57%、2050 年 77%)	範疇一	1.45	13.22
	環保局	資源回收率	範疇一	11.77	
合計					383.173

- 1.電力排碳係數採用經濟部(2022.07.22)公告，訂定未來 2025 年電力排碳係數基準為 0.424kgCO₂e/度，2030 年 0.376kgCO₂e/度，依據高雄市 2022 年範疇二排放量扣除應申報(不含三家電廠)計算，高雄市 2022 年用電排放為 811.64 萬噸(約 164 億度，2022 年電力排碳係數為 0.495kg/CO₂e)，故電力排碳係數降至 0.414kgCO₂e/度(內插法)，2026 年減碳 132 萬噸 CO₂e 減碳效益。
- 2.企業自主減量目標為本團隊彙整工業問卷，共計 29 家訂定 2026 年目標，推算減碳量。
- 3.工業區廢棄物循環再利用增量為 2024 年 4 月 25 日跨局處會議後反饋之目標量，2026 年工業廢棄物循環再利用 150 萬噸。
- 4.能源技術服務業 ESCO 減量，跨局處會議後局處回傳指標，運用參考以往輔導案例，估算每案每年約可節省 150 公噸，目標 2025-2026 年每年汰換 2 案，約可減量 600 萬噸，至 2030 年可汰換 12 座冰水主機。
- 5.汰換老舊空調設備，為跨局處會議回傳指標，預計於 2025 年完成汰換 2 座冰水主機，[(汰換前耗電量(590,000度/年))-(汰換後耗電量(396,000度/年))]*2022 年經濟部公告之電力排碳係數 0.495kgCO₂e/度計算。
- 6.公部門節電為高雄市第二期溫室氣體減量執行方案措施，以 2015 年總用電量為 20,914 萬度為基準，目標每年節電 10%，在利用 2026 年電力排碳係數 0.414kgCO₂e/度計算。
- 7.節能燈具設置瓦數為高雄市第二期溫室氣體減量執行方案措施中，推動建築物節水節電與創能計畫之細項，目標每年 90 萬瓦，以[綠建築節能燈具設置瓦數]/1000*[辦公大樓節能技術手冊-辦公大樓每年點燈時數約 2,600])*[電力排放係數](0.502kgCO₂e/度)計算。

- 8.2030 年電動機車目標占比 15%，2023 年底高雄市電動機車比例為 4.6%(交通部公路總局統計查詢網)，以《溫室氣體排放量增量抵換管理辦法》附錄一，[平均汽油機車排放量($0.1056\text{kgCO}_2\text{e/km}$)-平均電動機車耗電量(0.024 度/公里)*電力排碳係數]*年平均行駛里程($3,527\text{km}$)計算。
- 9.運輸部門老舊柴油車汰換、低碳公務車、引入電動或低碳能源公車推廣低碳運具為高雄市第二期溫室氣體減量執行方案指標措施，目標至 2026 年累計淘汰 1-3 期老舊柴油車 3,500 輛、低碳公務車 82 輛、電動公車 320 輛。
- 10.共享汽、機車為高雄市第二期溫室氣體減量執行方案措施，目標每年租借人次達 2.4 萬人次，以[目標年租借人次-基準年租借人次]*[替代汽車使用比例 0.5]*[單位汽車未使用之減碳量(自用小客車碳足跡) 0.115 *平均行駛公里/日 10 km] + [租借人次年增加量]*[替代機車使用比例]*[單位機車未使用之減碳量機車碳足跡 0.0951 *平均日行駛公里數 10 km]計算。
- 11.提升捷運總運量為高雄市第二期溫室氣體減量執行方案措施，目標每年達 980 萬人次，以[捷運搭乘人次年增加量]*[(替代汽車使用比例)*(單位汽車未使用之減碳量) + (替代機車使用比例)*(單位機車未使用之減碳量)]計算。
- 12.獎勵休漁計畫為高雄市第二期溫室氣體減量執行方案措施，並於跨局處會議確認目標值，每年減少 950 艘，預計至 2026 年可減少作業船隻 5,700 艘，以[減少船隻數量]*[以每艘獎勵休漁漁船減少用油量](估計為 5 公秉/艘)，[用油量轉換二氧化碳排放量](0.268 萬噸 $\text{CO}_2\text{e/千公秉油}$)計算。
- 13.普及污水下水道為高雄市第二期溫室氣體減量執行方案措施，目標 2026 年 52%，2030 年達 57%，以高雄市當年度生活污水處理生成甲烷總排放量(當年度污水管接管增加比率)*最大甲烷產生量 $0.6(\text{kgCH}_4/\text{kgBOD})$ *甲烷修正係數 0.8*全市人口數(2020 年 2,765,932 人)*每人每天產生廢水之 BOD 值 ($40*365\text{g/人/天}$)*甲烷 GWP 值計算。
- 14.資源回收率為高雄市第二期溫室氣體減量執行方案措施，以 2020 年為基準(59.05%)，目標每年提升 0.3%，運用 2021 至 2023 年垃圾量計算出年均值回推資源回收量，並以每單位回收垃圾焚化排放量 0.89 噸/噸計算。

伍、高雄市 2026 年碳預算規劃

一、各部門碳預算

為實現 2050 年淨零目標，高雄市「高雄市淨零城市發展自治條例」規範碳預算制度，高雄市盤點各部門減碳措施，最大化減碳量，共同負擔減碳責任，同步要求環評開發案落實減碳，及持續要求產業訂定具體減量目標，導入負碳技術與碳匯開發，逐步提高碳預算減量目標。持續確立高雄市中長期減量路徑，提升減量政策透明度，並充分考量成本有效性與相關訂定原則，俾確保中長期減量規劃之可行性，朝 2030 減量 30%邁進，2026 年溫室氣體排放基線扣除既有措施之減量成效，即為各部門碳預算，預估排放量及碳預算彙整，如表 8 所示。

以環評增量作為經濟成長之因子推估。2026 年假設增量 242.11 萬噸 CO₂e，既有直接減量措施減碳量共計 383.16 萬噸 CO₂e，建議 2026 年高雄市碳預算為 5,093.73 萬噸 CO₂e，分別為工業 4,321.38 萬噸、住商 467.71 萬噸、運輸 364.99 萬噸、環境 21.75 萬噸、農業 36.36 及林業 -118.46 萬噸，較基準年減量 -23.00%，詳如表 9 及圖 2 所示，期未來推動經濟成長之餘，併行溫室氣體減量，依循碳預算分配提出高雄市相對應減量策略規劃及建議。

表 9、高雄市 2026 年各部門碳預算(萬噸 CO₂e)

	工業	住商	運輸	環境	農業	林業	總排放量	淨排放量	較基準年
2026 基線(A)	4574.25	534.88	407.26	34.97	44.00	-118.46	5,595.36	5476.90	-17.20%
具體措施(B)	252.87	67.17	42.27	13.22	7.64	-	-	-	-
碳預算(C)	4,321.38	467.71	364.99	21.75	36.36	-118.46	5,212.19	5,093.73	-23.00%

備註：碳預算(C)=2026 基線(A)-具體措施(B)

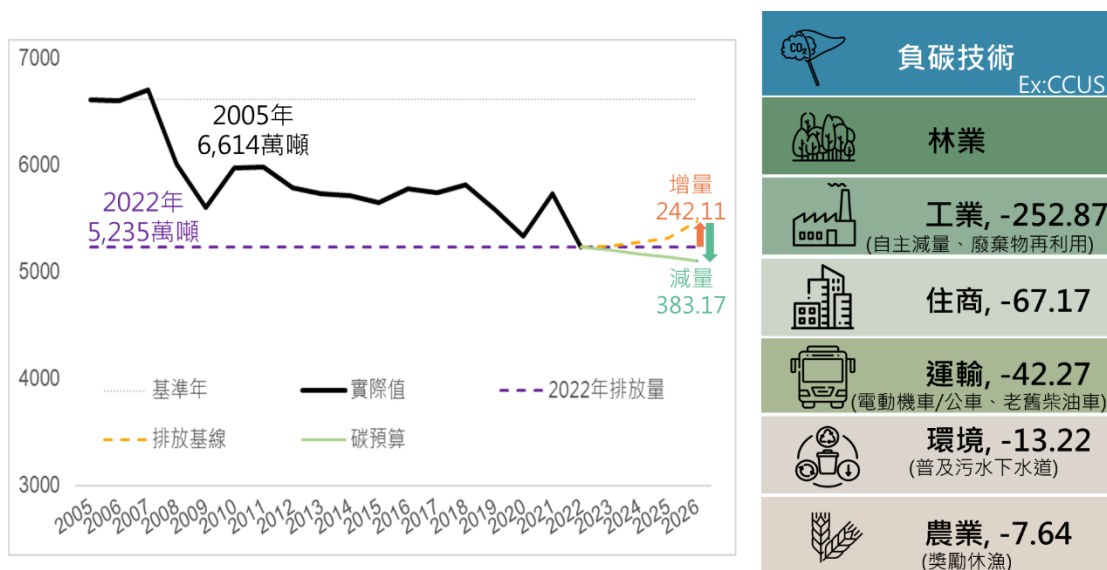


圖 2、高雄市 2026 年碳預算

二、碳預算訂定與管考機制

為實現 2050 年減量目標，高雄市政府環境保護局氣候變遷因應科，共辦理 7 場座談會、公聽會、專家學者相關會議，並且與市議會召開 1 場公聽會，透過廣泛的悉取各方面之建議研擬出本市之「淨零城市發展自治條例」，成為全國自「氣候變遷因應法」公布以來，首部地方淨零法規；為使本市碳預算制度更為完善，建立 PDCA 進行管考如圖 3，以下各別說明：

(一)計畫(Plan)

透過「淨零城市發展自治條例」，明確訂定各機關之權責分工，並且以 2 年為一期訂定管制目標，除推動減碳行動方案提出碳預算外，也透過「淨零政策白皮書」結合碳預算制度，作為淨零的施政框架，並且以「淨零自願檢視報告」追蹤成果。

(二)執行(Do)

要求各目的事業主管機關撰寫各自之「淨零永續報告書」，使減碳行動落實至局處施政中；產業方面，則針對企業自主減量進行相關規劃，將以輔導、輔助措施為主，強化產業盤查、氣候風險評估能力。

(三)查核(Check)

高雄市之碳預算擬訂後將送至高雄市永續發展暨氣候變遷因應推動會審議。

(四)行動(Action)

期望藉此建構完善的淨零法制基礎，市政府將與市議會、產業、團體以及廣大市民朋友共同努力，一同邁向 2050 淨零排放。

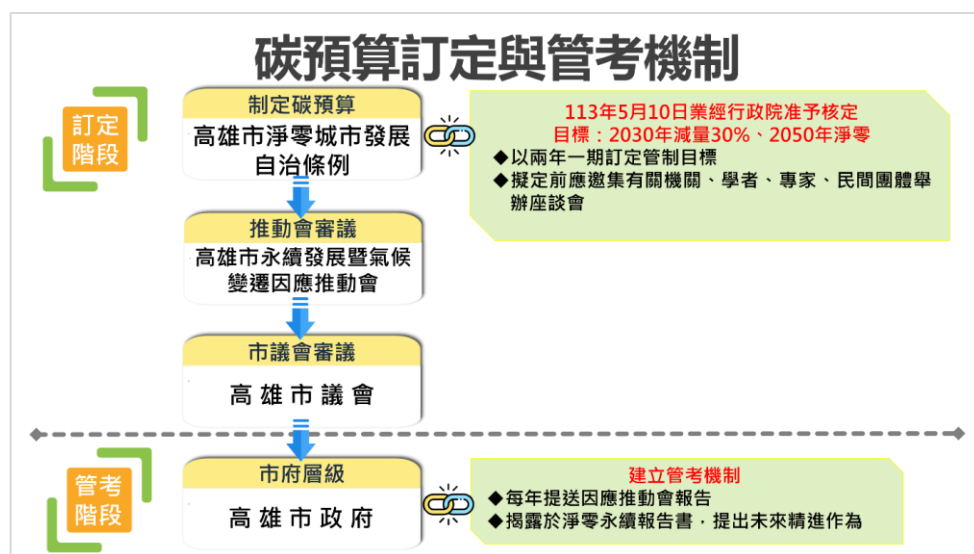


圖 3、高雄市碳預算訂定、管考機制示意圖

三、負碳技術及碳匯開發

(一)我國碳匯發展概況

碳匯(carbonsink)指的是地球上能夠吸收和儲存大量碳化合物的生態或人工系統，如同生活中將用不到之物品放到倉庫的概念雷同，碳匯可以想像為存放二氧化碳的倉庫，藉此減少大氣中溫室氣體的濃度，有助於減緩氣候變遷；我國行政院國家永續發展委員會提出之淨零十二項關鍵戰略，其中一項為自然碳匯，可見其為極為重要的一環。

為配合臺灣 2050 淨零轉型關鍵戰略規劃，將自然碳匯分為 3 大路徑，針對自然環境中針對自然環境中土壤、海洋及森林可吸收儲存之碳匯源，加以研發並建立科研技術提升碳匯效能，並預計 2040 年增加 1,000 萬公噸碳匯量，我國至 2026 年預估增匯量及碳匯科學研究發展情形如表 10 與圖 4 以下說明現今概況：

1. 土壤碳匯(資料來源行政院國家永續發展委員會)

以建立土壤碳匯 MRV 及開發優化土壤增匯資源或方法，強化土壤碳匯技術並且推動草生栽培、溫網室設施栽培、種植綠肥作物、不整地耕作，預計至 2030 年得推動面積達 11.9 萬公頃，增匯量達 19.9 萬公噸 CO₂e；將剩餘之稻草切斷翻埋利用及推廣使用有機質肥、微生物肥料，預估至 2030 年推動面積達 30 萬公頃，增匯 6 萬公噸 CO₂e。

2. 海洋碳匯(資料來源行政院國家永續發展委員會)

開發岸際大型原生植物量化增匯與評析技術、建立海洋及濕地碳匯量測技術方法學及開發增量海洋生態碳匯潛力技術與效益評估等，三項策略達成海洋碳匯之基線調查，進而管理與維護，濕地土壤及植被含碳量豐富除維護其無損失外應提高面積，預計於 2030 年新增 5 公頃、2050 新增至 10 公頃之目標；開發多營養階漁電共生淡水及海水養殖模式，推動產業推廣及輔導，發展複合式的養殖模式；復育紅樹林、海草床、濕地面積，提高碳匯量，預計 2030 年全臺復育維護面積約為 6,325 公頃，每年約可達 34 萬公噸 CO₂e(海草床：27 萬公噸/年、紅樹林：6.4 萬公噸/年、鹽沼：0.6 萬公噸/年)。

3. 森林碳匯(資料來源行政院國家永續發展委員會)

加強森林管理積極復育、撫育及經營預計 2030 可達每年碳吸存 45.4 萬公噸 CO₂e，搭配推動混農林業、都市林、

山坡地邊際農地等方式造林增加森林面積，預計 2030 年碳吸存達 10.7 萬公噸 CO₂e/年；未來提高使用國產材的使用減少木材長途運輸之碳排放與能源消耗。

表 10、台灣 2026 年碳匯精進措施預估碳匯量(萬噸 CO₂e)

碳匯源	措施	預估碳匯量	合計
土壤	推廣負碳技術及作物栽培	9.6	25.95
	建構負碳農法	10.32	
	農業剩餘資源再利用及適用微生物	6.03	
海洋	紅樹林及海草床復育經營	34.0	34.0
	增加濕地面積	-	
	建立海洋碳匯本土係數及計量方法學	-	
森林	增加森林面積	10.7	75.8
	加強森林經營	45.4	
	提昇國產材利用	19.7	
	水利工程多元植樹	-	
合計(萬公噸 CO ₂ e)			135.75



資料來源：行政院農業委員會

圖 4、我國碳匯科學研究發展情形

4. 方法學進度(資料來源環境部氣候變遷署)

環境部依「溫室氣體自願減量專案管理辦法」第12條規定，完成自願減量專案之溫室氣體減量方法審定，共計13類143項，已公告於「溫室氣體自願減量暨抵換資訊平臺」上，提供多元可行的減量措施供有意願於臺灣本土執行減量專案以取得「減量額度」的事業或各級政府使用，以共同加大加速達成減量成效。

針對自願減量專案國內碳匯減量方法學進度匯整如表11，森林碳匯目前僅有造林與植林碳匯專案活動(AR-TMS0001)已公告，森林經營碳匯專案活動(T-VNM-0001)、竹林經營碳匯專案活動(T-VNM-0002)、低生長林增匯專案(T-VNM-0007)目前審核中。

海洋碳匯部分，海草復育(T-VNM-0005)、紅樹林植林(T-VNM-0006)已由海洋委員會於2024年1月29日將藍碳碳匯測量標準作業程序及溫室氣體減量方法學，經完成徵詢專家學者意見及與機關會議，偕同農業部提交環境部審查中。

土壤碳匯部分，改進農業土地管理方法學(T-VNM-0004)、有機農法應用草生栽培增進土壤碳匯(T-VNM-0008)已由農業部及新生永續顧問公司提出，現已提交環境部審查中。

表 11、自願減量專案國內碳匯減量方法學進度

序	碳匯類型	案件編號	案件名稱	提出單位	目前進度
1	森林	T-VNM-0001	森林經營碳匯專案活動	農業部	審核中
2	森林	T-VNM-0002	竹林經營碳匯專案活動	農業部	審核中
3	土壤	T-VNM-0004	改進農業土地管理方法學	農業部	審核中
4	海洋	T-VNM-0005	海草復育	農業部、海委會	審核中
5	海洋	T-VNM-0006	紅樹林植林	農業部、海委會	審核中
6	森林	T-VNM-0007	低生長林增匯專案	財團法人日月光環保永續基金會	審核中
7	土壤	T-VNM-0008	有機農法應用草生栽培增進土壤碳匯	新生永續顧問有限公司	審核中
8	森林	AR-TMS0001	造林與植林碳匯專案活動	農業部	已公告

資料來源：環境部氣候變遷署

(二)我國負碳技術發展現況

全球的CCUS技術已經成為歐美國家能源、化學、鋼鐵、水泥等高碳排產業降低二氧化碳排放量的重要應用技術，在原油開採產業的應用由於具有提高石油採收率10~20%的效益，也形成能源、鋼鐵、水泥等高排碳產業的廠商與原油開採廠商合作，降低CCUS技術商業應用的成本，具有大量油井與氣井的國家尤為發展迅速。

臺灣目前在碳捕捉技術的發展處於試驗階段，也就是技術的可行性試驗與分析，下一階段才能邁入擴大量產的階段，距離商業化實用階段仍有一段長路要努力。再則臺灣不像生產油氣的國家，擁有大量的空油氣井或仍在開採的油井可供灌注捕捉下來的CO₂，以後臺灣的CO₂捕捉下來後，以運送至西部外海深部鹽水層封存看起來是較為可行的運營方式，但此技術目前尚未成熟，也無商業化應用的實例，真的要實際應用，可能需要較長的時間完成技術可靠度的試驗後方能實踐。

依經濟部資訊，臺灣目前的碳捕捉技術在四大碳排產業均有著墨，彙整如下：

1.能源：

—工研院/台電公司合作在臺中火力發電廠的減碳技術園區

2019年底啟動，應用醇胺捕獲劑自煙道氣捕獲CO₂，已運轉超過9,500小時，每年可捕獲7噸CO₂；目前正規劃每年捕獲2,000噸CO₂技術與再利用驗證(110年通過環差，預計112年運轉)。

2.化學產業

—工研院/台塑/成大合作於高雄仁武廠汽電共生廠

經濟部A+企業創新研發計畫支持之「煙道氣化學固碳製程與應用技術研發計畫」，應用醋酸鉀捕獲劑，CO₂捕獲量>30噸/年，目前正規劃於麥寮廠每日捕獲噸級CO₂技術與再利用驗證。

3.鋼鐵產業

—工研院/中鋼公司合作鋼化聯產

由中鋼製程中的轉爐氣捕獲二氧化碳，CO₂捕獲量>15噸/年，未來規劃擴建大型CO₂/CO捕獲廠

4.水泥產業

— 台泥推動鈣迴路碳捕捉技術研發與先導廠建置

台泥與工研院合作，使用氧化鈣作為捕獲劑，建立新世代捕獲先導廠，每天捕獲量約 9 噸，捕獲 CO₂ 可供微藻養殖固碳，轉製高值化蝦紅素。目前台泥公司正進行放大示範規劃，預計 2025 年可擴大至每年捕捉約 3 萬噸。

5.CO₂ 封存至枯竭油氣田技術

台灣中油公司於 2010 年進行舊氣田碳封存相關研究，完成永和山氣田增產可行性評估、環境背景監測及地面設備測試。

6.CO₂ 封存至深部鹽水層技術

- (1) 台灣中油公司 2022 年啟動「二氧化碳封存技術研究」三年期研究計畫，評估與篩選合適之碳封存場址及發展監測技術；另正規劃利用儲油氣構造之深部鹽水層進行封存試驗。
- (2) 台電公司在 2013 年完成彰濱 3 公里深地質探井，確認臺灣海峽內臺西盆地，具有可供二氧化碳封存之深部鹽水層；正規劃於臺中電廠內進行碳捕捉及封存試驗。

7.CO₂ 轉製化學品技術

- (1) 長春石化 CO₂ 轉製醋酸，主要將大連化工及南亞廠的製程高濃度 CO₂ 尾氣轉化為 CO，再與甲醇合成醋酸，年產能 80 萬噸，每年可去化 16 萬噸 CO₂。
- (2) 中鋼公司與中油規劃合作鋼化聯產，未來將由中鋼公司提供高純度 CO₂，供中油發展甲醇及甲烷應用產品。
- (3) 工研院材化所實驗室級 CO₂ 轉製甲醇，主要以捕獲的 CO₂ 轉化甲醇，反應溫度 $\leq 220^{\circ}\text{C}$ (較國際現行技術低)，甲醇產量 1 噸/年。
- (4) 奇美 CO₂ 轉製碳酸酯(DRC)技術，主要與工研院材化所合作開發以化學製程尾氣 CO₂ 與醇類為原料合成碳酸酯(DRC)技術，未來規劃進一步合成生產聚碳酸酯(PC)，產能擴大時將建立二氧化碳的捕捉技術與系統。

8.CO₂ 轉製燃料技術

台塑 CO₂ 轉製甲烷小型場域驗證，主要以鎳基觸媒轉換 CO₂ 成為甲烷，產量約 10 噸/年。

(三)高雄負碳技術發展現況²

中鋼集團於中鋼小港廠區建置「鋼化聯產」先導工場並於 2022 年 12 將煉鋼的副產燃氣轉換為化學品，預計於 2023 年之前可達成年減 4,900 噸之碳排放量，後期與當地石化業夥伴合作預估每年可減碳 290 萬噸。

中油集團則成立碳捕捉、利用及封存(CCUS)小組，協助公司主要排碳廠區落實減碳政策，依循「二氧化碳觸媒開發」、「CCU 先導試驗設備建置」以及「CCU 製程商業化評估」三大研發策略用於碳捕捉與利用上，並規劃於 2030 年建置每年捕捉百萬噸級二氧化碳工場。

台塑公司則向經濟部技術處申請前瞻技術研發之「煙道氣化學固碳製程與應用技術研發計畫」，與成功大學、工研院等學術機構共同合作，於台塑公司仁武廠之汽電共生廠做為驗證場域，研究自煙道氣中捕獲 CO₂，並將其轉化成烷烴之創新製程技術，南亞公司麥寮 EG 廠則運用碳捕捉技術將生產過程中產生的二氧化碳製成化學品原料，目前每年可減少 10 萬噸碳排放量，未來規劃擴建電子級及工業級液態二氧化碳，每年可再減少 28 萬噸的碳排放量。

長春集團為響應全球淨零碳排之目標，致力於開發碳捕獲再利用(Carbon Capture Utilization ,CCU)技術，透過從管道、製程回收 CO₂，再將其純化作為產品、原料再利用，現已將高雄大發廠、大社廠等製程所排放之 CO₂ 捕獲，作為半導體電子化學品原料之開發與生產來源，2022 年集團碳捕捉再利用總量達 161,922 噸 CO₂e，並配合高雄市淨零城市發展自治條例將集團 2030 年溫室氣體減量目標修正為 30%。

² 112 年高雄市產業淨零大聯盟工作坊會議企業集團提供

陸、結論

本市溫室氣體排放基線，考量未來城市發展推估 2026 年為 5,476.90 萬噸 CO₂e，分別為工業 4,574.25 萬噸、住商 534.88 萬噸、運輸 407.26 萬噸、環境 34.97 萬噸、農業 44.00 萬噸、林業-118.46 萬噸。扣除具體措施總減碳量 383.16 萬噸後，分別為工業 252.87 萬噸、住商 67.17 萬噸、運輸 42.27 萬噸、環境 13.22 萬噸、農業 7.64 萬噸。高雄市第一期碳預算參考英國碳預算制度，運用由下而上之方式推估出基線並扣除具體措施之減碳量後，將其訂定為本市之碳預算，各部門皆應努力不得排放超過本市訂定之溫室氣體排放上限，本市 2026 年六大部門之規劃如表 12。

每期碳預算將於本市氣候變遷因應推動會提出成果，並依每年本市淨排放量滾動式檢討，以確保期間減量目標的達成，與提出精進作法，此外未來將持續追蹤國內負碳技術與碳匯開發發展趨勢(如：中油碳捕獲、利用與封存、或中鋼鋼化聯產等)，評估納入中長期減碳措施之考量。

表 12、高雄 2026 年六大部門未來規劃(1/2)

部門	基線 (萬噸)	具體措施 (萬噸)	碳預算 (萬噸)	精進做法
工業	4,574.25	252.87	4,321.38	減量額度開發／產業淨零大聯盟／排放源自主管理／節能減碳輔導團／綠色工廠標章制度／減煤政策-汽電共生業／跨部門溫室氣體合作減量／公民電廠結合企業／碳預算規劃產業發展趨向
住商	534.88	67.17	467.71	節電志工宣導／公園綠地面積／閒置空地綠美化／建築物立體綠化／能源用戶訂定節電／環境教育輔導小組／擴增社區綠美化植栽苗木／ESCO 模式／住宅新建案設置智慧電表／指定能源用戶符合 3 項節約能源／集合式住宅大樓之建置充電設備／電力系統改善暨冷氣裝設／校園能源管理(EMS)／淨零建築標章／屋頂太陽能光電／都市計畫綠地面積規範／海岸地區環境改善
運輸	407.26	42.27	364.99	區域接駁車／公共自行車騎乘優惠／增設公共自行車租賃站／行銷高雄特色觀光／學生證一卡通數位／社福卡／敬老卡／博愛卡／仁愛卡／汰換老舊機車新購電動機車補助優惠

表 12、高雄 2026 年六大部門未來規劃(2/2)

部門	基線 (萬噸)	具體措施 (萬噸)	碳預算 (萬噸)	精進做法
環境	34.97	13.22	21.75	排放源查核／環保志工／滯洪池綠地面積／掩埋場活化工程／焚化底渣再利用／畜牧糞尿資源化／再生水提供量／環境影響評估溫室氣體審查及減量意見／公民電廠／結合淨零示範社區
農業	44.00	7.64	36.36	獎勵造林／在地食材推廣／校園午餐蔬食／沼液沼渣再利用／畜牧場節能／有機農業生產輔導／漁船、筏收購處理／生態廊道串聯溼地公園／補助農民購置電動農機／畜牧糞尿資源化
林業	-118.46	—	-118.46	—
合計	5,476.90	383.17	5,093.73	—

柒、參考文獻

- 1.海洋委員會，2024/01/29，「購買藍碳碳權，企業高度意願，海委會已完成藍碳方法學」
https://www.oac.gov.tw/ch/home.jsp?id=63&parentpath=0,6&mcustomize=news_view.jsp&dataserno=202401290001
- 2.環境部，2024/04/12，「森林經營碳匯專案活動溫室氣體減量方法草案第1次專案小組審查會議」
<https://carbonoffset.moenv.gov.tw/NewsView/NewsDetail?id=9>
- 3.經濟部產業技術司，2024/02/21，「二氧化碳捕捉、封存、再利用技術的產業應用現況」
https://www.moea.gov.tw/MNS/doit/bulletin/Bulletin.aspx?kind=4&html=1&menu_id=13553&bull_id=16016
- 4.工業技術研究院，2023/01/02，「全臺首座鋼化聯產先導工場啟用」
https://www.itri.org.tw/ListStyle.aspx?DisplayStyle=18_content&SiteID=1&MmmID=1036452026061075714&MGID=1216243221276126247
- 5.國立屏東科技大學永續發展辦公室，2024/01/29，「森林系研發提升黃碳固存農法力行 2050 淨零碳排」
<https://sustainability.npust.edu.tw/news/%E6%A3%AE%E6%9E%97%E7%B3%BB%E7%A0%94%E7%99%BC%E6%8F%90%E5%8D%87%E9%BB%83%E7%A2%B3%E5%9B%BA%E5%AD%98%E8%BE%B2%E6%B3%95%E5%8A%9B%E8%A1%8C2050%E6%B7%A8%E9%9B%B6%E7%A2%B3%E6%8E%92/>
- 6.中國石油股份有限公司，2023/08/23，「碳捕捉、利用與封存技術」
https://www.cpc.com.tw/csr/News_Content.aspx?n=2599&s=71427
- 7.台塑企業，2022/12/31，「碳捕捉技術」
<https://www.fpg.com.tw/esg/tw/issue/content/%E7%92%B0%E5%A2%83%E6%B0%B8%E7%BA%8C/%E7%A2%B3%E6%8D%95%E6%8D%89%E6%8A%80%E8%A1%93>
- 8.行政院國家永續發展委員會，「自然碳匯關鍵戰略行動計畫辦理情形」
- 9.長春集團，「2022 年永續報告書」