

中碳減碳白皮書

前言

2015 年在法國舉行的第 21 屆聯合國氣候大會(COP21)通過巴黎氣候協議(Paris Agreement)，承接京都議定書，延續 2020 年後之氣候行動方案，成為國際條約，期望能透過各國減緩及調適等各項措施，以及強化國家間協力合作，實現全球因應氣候變遷之目標。

巴黎協定包括目標、減緩、損失損害、資金、技術、能力建設、全球盤點等內容，首要任務就是把全球氣溫升幅控制在工業革命前的平均溫度以上 2°C 之內，並努力將氣溫升幅限制在工業革命前的平均溫度以上 1.5°C 之內。根據聯合國政府間氣候變遷小組（IPCC）在 2023 年的報告指出，雖然各國正在努力減少溫室氣體排放，但這些努力仍不足以將全球溫度在本世紀末限制在 1.5°C 以內。人類活動排放的溫室氣體已明確導致全球暖化，2020 年前十年全球地表平均溫度比 1900 年高出 1.1°C。全球溫室氣體的排放量持續增加，一旦超越升溫 1.5 度的「臨界點」，熱浪、暴雨、旱災等極端天氣事件的發生頻率將會大增，顯示氣候變遷所帶來的影響，已是世界各國無法避免且亟需克服的難題。

為了降低全球升溫幅度，避免受到氣候變遷更劇烈地衝擊，目前各國的減碳行動需加緊速度，積極從源頭減碳，加速發展再生能源，制定足以應對氣候風險的措施。台灣於 2023 年修正氣候變遷因應法，將 2050 溫室氣體淨零排放目標入法，讓淨零排放不僅停留於宣示階段，而是以提升到法律層面規範，並將各項權責事項列明，指定相關業務權責機關，跨部會制定整合相關決策，展現落實溫室氣體減量的決心。

中鋼碳素化學股份有限公司（以下簡稱中碳）依循政府法規及集團政策，訂定 2050 年碳中和目標，並制定減碳路徑，公司內部執行節能專案，更換節能設備與引進新技術，並尋求外部專家建議，積極實行減碳措施，期望透過跨單位甚至跨公司以及結合政府單位提供的資源，共同為減碳行動盡最大心力。

營運動向

中碳為中鋼集團的成員之一，也是國內唯一專業的煤化學製品製造廠商，中碳於 1989 年成立，初期以煤化學工業為基石，擬定以芳香烴化學及碳材料的專業研發為經，建構綜合性精密化學品生產及銷售體系為緯的經營策略，多年來憑藉專業、追求品質與務實的經營作風，不斷引進技術與合作契機，積極將觸角延伸至下游碳化學品，現正朝特用化學品、石油化學等精密化學及碳材料領域多元發展，以穩健的腳步邁向高峰，亦為相關產業的發展再創新猷。

煤化學工業之主要原料為煤焦油、輕油及焦炭等三大項，而此三項原料為一貫作業大煉鋼廠所附生之副產品，因此全世界之大鋼廠皆有轉投資煤焦油蒸餾工廠以處理其副產品，若一貫作業大煉鋼廠不能即時將副產品處理去化，將會對其生產造成影響，此為該產業之特性。中碳自設廠以來，煤焦油場及輕油場產能皆經過去瓶頸使產能擴大，煤焦油產能目前為 26 萬噸/年，輕油產能目前為 12 萬噸/年。而後為發展多角化經營，著手將傳統煤化學產品再做延伸，以自產之煤焦油瀝青為原料，生產介相碳微球 (GP)，再經石墨化後成為介相石墨碳微球 (MG)，做為應用在鋰離子二次電池之負極材料。自 2000 年設置第一條介相碳微球 (GP) 年產量 80 噸的試驗產線陸續開始擴增，至 2024 年合計介相碳微球年產能已達 7,500 噸，產能及品質居全球領先地位。

為因應未來節能減碳之世界潮流，各國的環保法規對汽車二氧化碳排放量的限制越來越嚴苛，如歐盟規定 2012 年後所生產的汽車其二氧化碳排放量從 2006 年的 150-160 g/km 下降到 130 g/km，目前傳統燃油引擎所行駛每公里的二氧化碳排放量可高達 146-193 g/km 的二氧化碳排放量；純電動車 (BEV)、油電車 (HEV) 等的二氧化碳排放量則小於 87 g/km。中碳介相石墨碳微球 (MG) 產品因具有高首次效率、高密度、高放電能力與材料循環壽命佳等優點，是未來電動車用鋰電池之關鍵材料。

減碳實績與技術

本公司配合集團減碳策略，近期積極推動減碳工作並取得有效實績。中碳煤化學生產工廠(以下稱小港廠)內有一套用於整合廠內製程尾氣的處理系統，其中以儲氣槽緩衝及穩流尾氣流量，再定量送入以天然氣為燃料的尾氣焚化爐處理，經過焚化爐後高溫尾氣進入蒸汽鍋爐進行第一次廢熱回收，產出蒸汽供給其他製程使用。而後經過蒸汽鍋爐之尾氣再通過下游觸媒反應器脫硝及水洗塔脫硫處理，再由煙囪排放。現況製程尾氣進入觸媒反應器後，高溫尾氣於反應器出口處約 246°C，接續尾氣會通過驟冷塔以及水洗塔處理，致溫度會一路降低至 54°C 左右，此過程會浪費大量尾氣餘熱，經評估通過觸媒反應器後的尾氣餘熱，尚具有回收效益，因此透過取得經濟部能源署 2025 年廢熱與廢冷回收技術示範應用專案補助，執行煙氣熱回收系統(MGGH)—進行高溫尾氣餘熱回收，回收觸媒反應器後經 MGGH 系統至煙囪為止之熱能。目前已試俾完成，正式上線操作，經過實測驗證，每年可節省蒸氣約 5,249 噸，除了節省蒸氣費用支出外，減碳量達 1,039 mtCO₂e/年，約等同 2.68 座大安森林公園的碳吸附量，回收年限為 2.6 年。

小港廠內因產業特性設有許多蒸汽管線，廠內使用的蒸氣種類主要使用中壓蒸汽(MPS)與以其產生的低壓蒸汽(LPS)，廠內設備依生產排程進行操作調控，而有使用或暫停的狀態，調整設備狀態過程中可能造成 LPS 過剩，因此進行熱整合相關節能措施。中碳採用低壓蒸汽回收技術，將無法直接利用的低壓蒸汽提高壓力後，提供給製程做使用，使能源更有效益的利用。此技術使用熱壓縮機(Thermal Vapor Recompression, TVR)，其利用高壓的蒸汽通過內部噴嘴(Motive nozzle)把壓力能轉成速度能，在噴出噴嘴後達到比音速還快的超音速速度往前行進，順勢把低壓側的蒸汽帶入熱壓縮機內混合，後段則利用文氏管(Venturi)原理再混合排出熱壓縮機之外，使低壓蒸汽提高壓力後再回到製程使用。優化設計參數後，試俾結果顯示，每年可節省蒸氣約 2,722 噸，減碳量達 538 mtCO₂e/年，回收年限為 1.3 年。後續將擴大規劃熱整合範圍，使全廠蒸汽能更有效率的分配。

溫盤內容

中碳自 2021 年起，執行溫室氣體盤查，總共 3 個場域盤查，內含總部辦公室、小港廠、碳材料生產工廠(屏南廠)，近三年碳排放量如下表：

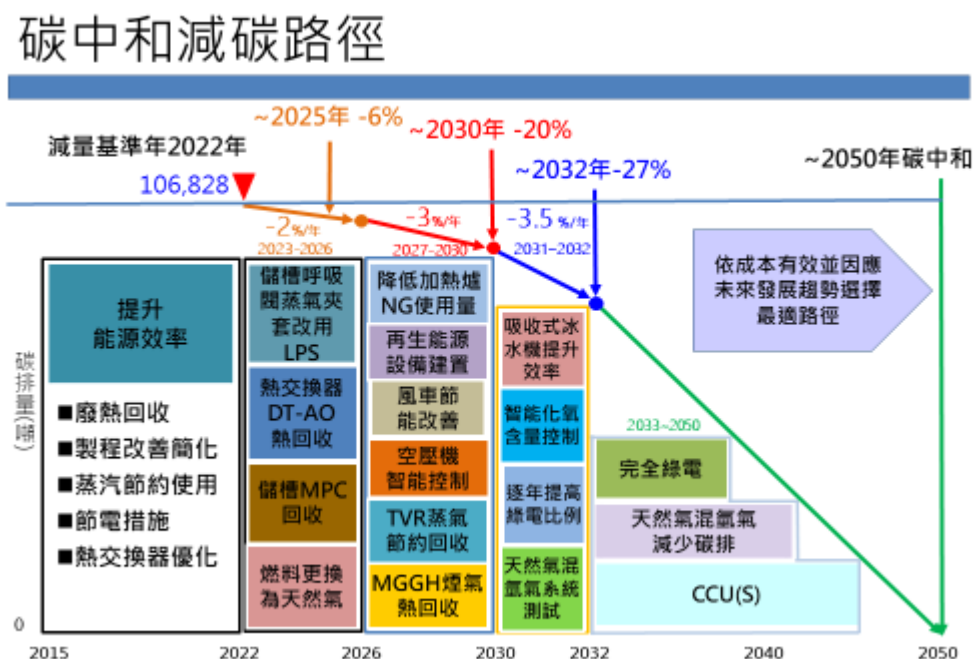
	類別一	類別二	總排放量	引用
2021 年	25,555 噸	91,096 噸	116,651 噸	IPCC 2013 溫室氣體盤查報告
2022 年	31,491 噸	75,337 噸	106,828 噸	IPCC 2013 溫室氣體盤查報告
2023 年	26,510 噸	76,704 噸	103,214 噸	IPCC 2014 溫室氣體盤查報告

檢視類別一主要碳排產生處有以下三項，分別為燃料、有機廢氣以及其他排放量。小港廠 2021 年使用焦爐氣(Coke oven gas, COG)與天然氣(Nature gas, NG)為燃料，2022 年後更改使用燃料為 NG，NG 年使用量較 COG 少，但 NG 排碳係數經中油天然氣繳費單據提供之加權平均熱值計算為 2.0157，大於 COG 排碳係數為 0.7816，致使 2022 年燃料的排碳量增加。另外，煙囪廢氣的排氣量則因操作參數優化，2021~2023 年煙囪碳排量得以逐年降低，2023 年煙囪廢氣碳排量估算降為 8,300 噸。其他排放則屬於汽柴油、液化石油氣、冷媒逸散等，此部分主要為 2022 年與 2023 年較 2021 年柴油使用量減少，使碳排降低。屏南廠使用液化石油氣(Liquid Petroleum Gas, LPG)碳排量近三年度皆小於 100 噸/年。

檢視類別二排碳量主要來源為電力及蒸汽的使用，電力部分相較三個年度，小港廠用電量相差不大，屏南廠因量產穩定增加，用電量逐年增加，連同總部用電加總並經電力係數換算後，因 2021~2023 年度電力係數為 0.502、0.495、0.494，用電碳排放量於呈現下降後微幅上升趨勢。

蒸汽只於小港廠使用，經廠內持續執行蒸汽節能專案，因 2021~2023 年度蒸汽排碳係數為 0.309、0.196、0.198，以及蒸汽使用量逐年減少，換算排碳量驗 2021~2023 年間減少約 20,000 噸。

碳中和減碳路徑



本公司規劃減碳路徑，目標 2050 年達成碳中和，以 2022 為基準年，採先節能減碳降低能耗，接續建置再生能源設施並逐步增加綠電比率，再建立燃氣混氫技術逐步引進測試，並推動 CCU(S) 等策略，設定逐年減碳目標，計畫至 2030 年累計減碳 20 %，並以 2050 年達成碳中和規劃減碳路徑圖。2023 年所提 38 項節能專案均數完成，共減 1,869.5 噸；2024 年亦提出 18 項節能專案，共減少 2,236.7 噸，達成年度減碳目標。

另制定短中長期減碳目標，短期目標(~ 2026 年)以技術成熟、可立即實施、具成本效益、具減碳成效的節能方式。實施成果：小港廠建置能源管理平台、更換高效率馬達、蒸汽/廢熱回收、建置再生能源設備；中期目標(2027~2030 年)以可配合廠商開發運用、具減碳效益、可能不具成本效益的減碳技術。預計執行：智能化氧含量控制、加熱爐頭改風車進氣、逐年提高綠電比例；長期目標(2031 年 ~)以目前成本高昂，尚未合理化及市場化的減碳技術。預計執行：天然氣混氫氣燃燒、完全綠電、CCU(S)碳捕捉/利用與封存技術。廠內持續推動節能工作，積極盤點製程設備能源使用概況及評估製程改善優化的可行性，透過能源管理平台監

控能源耗用情形，改善生產端操作方式，並爭取外部資源補助設備建置費用，讓減碳不應只是壓力，而應該成為企業創新轉型的契機。

因應目前全球趨勢，各界企業日益關注環境、社會與公司治理（ESG），ESG 概念提倡企業以可持續發展為核心，透過減少環境影響、促進社會責任和建立良好治理來實現長期價值。本公司為推展 ESG 相關作為，已於 2021 年成立公司治理暨永續委員會進行監督與管理，每年滾動式訂定 ESG 短、中、長期目標。透過紮實的 ESG 實踐，不僅能減少企業營運風險，增強品牌形象，更能提高業績並創造企業長遠的價值，因此，本公司將 ESG 指標納入各項決策，以確保持續穩定的長期發展並對社會和環境產生積極影響，共同致力於可持續發展的未來。

除公司內部管理目標以外，更積極配合政府政策參加自主減量計畫，小港廠計畫以技術標竿削減率申請碳費優惠費率 B，經計算自基準年 2022 年至目標年 2030 年之間須減碳約 1,500 噸，始可取得優惠費率資格。目前公司內部減碳目標為一年為 1,724 噸，大於至目標年 2030 年的減碳量。在考慮小港廠擴建的情況下，預計符合公司每年度的減碳目標，幾乎可達成自主減量計畫年度查核點。另自主減量計畫執行期間屆滿後，經環境部核定其目標年減碳量大於指定目標者，得申請溫室氣體排放量增量抵換來源，意旨至 2030 年減碳量大於 1,500 噸之餘量，可申請核定為減量效益。

積極取得碳權—自願減量專案、自然碳匯

除工廠端進行節能專案外，總部辦公室及屏南廠(尚未納入碳費列管場域)亦進行相關減碳行動，總部辦公室響應環境部自願減量專案，以汰換節能燈具申請註冊專案，將原先 T5 舊型燈管，汰換為具有節能標章之新型高光效 LED 平板燈，並依職業安全衛生設施規則規定之工作場所照度需求，多對一汰換燈具，預計可減少碳排放量 13 噸/年，約占總部辦公室年度碳排放量 12%。

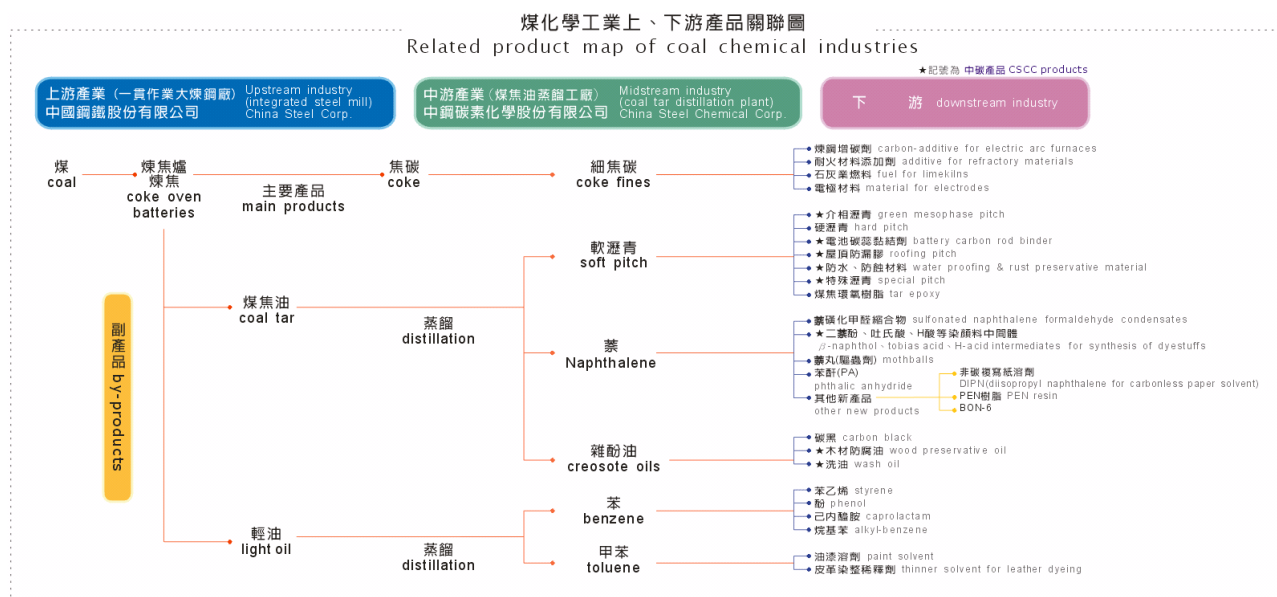
屏南廠與眾多工廠不同的是，廠區內留有大片綠地，種植許多喬木，作為生態維護也兼具美觀之作用。初始種植區域為大門旁南北向約 180 m² 之區域，隨著工廠擴建案而逐漸向外延伸，為快速標示出工廠所有地的邊界，在工廠周圍形成綠化帶。並於 2018 年 3 月 15 日起陸續於廠內中央空地區域(以下稱中央公園)進

行植樹活動，總計執行四次植樹活動，這些種植區域的建立不僅美化廠區環境、提升員工的舒適度也為周邊的生態環境帶來正面的影響。

因應 2050 年淨零排放目標，林業保育署提出「增加森林面積」、「加強森林經營」及「提升國產材利用」三大策略，用以全面提升森林碳匯。依環境部公告，參與森林經營方法學的最小面積為 0.5 公頃，適用範圍為透過經營措施增加林地碳儲存量。屏南廠中央公園林地大小為 0.6 公頃，符合申請環境部自願減量專案「造林與植林碳匯專案」方法學，綠地內栽種 18 種樹種，共計株 742 樹木，提高該地生物多樣性，同時增加廠區綠美化。透過新植造林，樹木小苗能快速吸收二氧化碳並供給氧氣，增加該地區之二氧化碳吸存量，儲存在樹木體內，在「自然碳匯」扮演重要角色，淨化空氣並調節微氣候，減緩空污及氣候暖化帶來的環境危害，達成企業落實 ESG 目標。

碳足跡

中碳小港廠原料為煤焦油與輕油。煤焦油是煉焦過程中副產品，由煤乾餾製造焦炭時的副產物之中，扣除煤炭瓦斯、硫及氨水以外之多項芳香族化合物之總稱，中鋼將產出之煤焦油交由中碳進行高值化處理。煤焦油經過處理後產出萘、雜酚油、軟瀝青等材料，其中萘與雜酚油供給石化業作為化學原料，軟瀝青則繼續精製，經屏南廠製程產製一系列品質優良高值碳材料。輕油係由煤乾餾煉製焦炭中的煤焦爐氣中以洗油吸收的芳香族成份。主要含苯、甲苯、二甲苯等沸點在 170°C 以下的成份，經蒸餾提煉後可產出苯、甲苯、二甲苯等主要產品。產品上下游關係圖及產品用途如下圖：



為盤查生產製程排碳情況，在各廠區重大能源使用處設有流量計與監控控制和數據採集系統(SCADA)，藉此紀錄及分析能源使用情況，監控製程排碳熱點，依監控情況提排碳熱點相關之節能措施，期能有效降低製程碳排。未來將擴大能源監測區域，陸續完善能源管理系統(EMS)，使計算碳足跡時可取得更加即時的生產資訊。2022 年主要產品碳足跡如下：

產品碳足跡		
年度	產品名稱	碳排放量
2022 年	甲苯(PT)	1.69 kg CO ₂ e /公斤
	苯(PB)	1.69 kg CO ₂ e /公斤
	萘丸級精萘(FPN)	1.43 kg CO ₂ e /公斤
	軟瀝青(BP)	1.42 kg CO ₂ e /公斤
	雜酚油 12(CRO12)	1.42 kg CO ₂ e /公斤
	雜酚油 15(CRO15)	1.42 kg CO ₂ e /公斤
	介相碳微球(GP)	3.74 kg CO ₂ e /公斤
	介相石墨碳微球(MG)	11.16 kg CO ₂ e /公斤
	介相石墨碳微球-A(MG-A)	11.19 kg CO ₂ e /公斤
	先進碳材料(ACS)	20.83 kg CO ₂ e /公斤

永續目標—環境教育、企業形象(獲獎)、研發升級

中碳以中鋼集團的碳中和政策為主軸，並以實際行動實踐綠色製造與生活，為能使節能減碳工作與環境教育接軌，中碳於公司治理暨永續委員會「永續環境

發展」小組設立環境教育編組，透過公司活動自內部同仁將節能、減碳、減廢及環保等觀念向外發散，推廣至眷屬、周邊學校、社區村里等地方，自植樹、淨山、淨灘主題著手推動環境教育，將節能、減碳、減廢及環保等觀念，透過公司活動向外發散，並將減碳，固碳，碳轉化等議題，帶入公司的環境教育課程，在辦理各項活動的過程中，強調永續環境與人之間的關係，讓環境教育帶入E S G的發展沿革。讓環境素養及行動力，浸潤中碳相關所有利害關係者，更為環境教育全民化盡一份企業責任。

2024 年 2 月中碳受邀於屏東縣政府工商發展策進會，辦理中小企業研習課程分享本公司環保及環境教育之具體作為，包括源頭減廢、能資源妥善管理與運用，鼓勵員工關注環境議題並尋求解決之道，在研習課程中獲得廣大迴響。中碳更於同年 3 月攜手中鋼教育基金會於屏東縣政府環保防災勇士 P K 賽暨成果展設攤宣導，展示能源與發電、節能減碳等教案，讓學童從遊戲中學習、啟發關注氣候變遷等議題，思考如何解決環境問題，讓環境永續的種子向外傳遞。

經屏東縣政府推薦，中碳報名參加環境部辦理第九屆國家環境教育獎選拔，憑藉內部作為及外部資源的合作，獲選屏東縣民營事業組「特優」獎項，並代表屏東縣角逐全國環境教育獎項，榮獲「優等獎」殊榮。中碳更承諾未來將持續精進環境教育的扎根工作及提升影響力，除了增列預算並增加合格內部環境教育人員數量之外，更將結合淨零、綠色生活相關課程，與週邊鄰近及偏鄉學校建立教學管道，達到環境教育廣泛扎根的目標，正確宣導節能減碳作為，期能在工作、生活、教學等各面向傳達環境教育意涵，善盡企業社會責任。

本公司參加 2024 商業週刊碳競爭力 100 調查，在競爭激烈的化學工業產業中，根據近三年碳排放量及營收計算碳成長率等多項指標評分，從近千家上市企業中脫穎而出，以總分排名第三，獲選商周 2024「碳競爭力 100 強」。公司內部 E S G 相關作為，在環境面相關策略：主要以節能減廢為主，配合政府政策及法規規範，已完成公司內部碳盤查，並訂定減碳路徑圖及短中長期減碳目標，亦委託工研院綠能所規劃，逐步更新設備為節能系統、導入節能技術，期能達成公司減碳目標。

中鋼積極推動減碳工作，除透過取得經濟部能源署 2025 年廢熱與廢冷回收技術示範應用專案補助，執行煙氣熱回收系統(MGGH)—進行高溫尾氣餘熱回收、實行熱整合，以及使用 TVR 熱壓縮機進行低壓蒸汽回收外，還包括與高雄市政府合作亞灣 5G AIoT 規模化創新應用計畫，執行電熱鍋爐使用 AI 模型控溫—在維持產品品質達標情況下，控制在最適溫度，減少用電量，自動進行模型再訓練，完成後得到模型最佳解，進而達成節能效果，並獲得電機電同業公會「數位轉型楷模獎」。

未來減碳措施實行方向，製程方面：評估天然氣混氫氣燃燒，逐步增加混氫比例進行測試，氫氣比例增加同時碳排放量降低；以及評估碳捕捉再利用或封存 CCU(S)可行方案。能源方面：於廠區內部設置再生能源設備，供給部分綠電自發自用。創新方面：除持續穩健經營煤焦油化學專業外，更深化精碳材料之開發，因應未來節能減碳之世界潮流。各國環保法規對汽車碳排放量的限制越來越嚴苛，持續在介相石墨負極材開發及應用、先進碳材料開發及量產擴建、等方性石墨應用等方面努力，以提升產品之附加價值。期望藉由高值化碳材料與石墨材料產品的開發與推廣，追求更長遠的成長動能，為綠色產業發展奠基。

「中鋼減碳白皮書」代表的不僅是營造永續未來的遠景，更是達成碳中和努力的方向。未來將定期追蹤白皮書內各項減碳措施進度，視實際情況進行調整，確保實踐減碳目標，並透過上述減碳措施，期望使排碳量趨近於零，若尚有殘留碳排，後續將申請自然碳匯或購買外部碳權等方式，達成 2050 碳中和目標。

參考資料

<https://www.cna.com.tw/news/ahel/202306190019.aspx> 種樹 vs 種電 6/

<file:///C:/Users/05573/Downloads/677dfcb9-5652-49e0-a874-f470bb7b25c5.pdf>

中鋼半月刊投稿文件-MGGH

中鋼半月刊投稿文件-從企業環保獎到國家環境教育獎成長歷程

中鋼半月刊投稿文件-中庸至誠碳求自然

中鋼半月刊投稿文件-碳競爭百強