



臺灣氣候行動網絡研究中心
臺灣工業淨零政策建議書
2023年4月

作者

[林怡均](#)（臺灣氣候行動網絡研究員）

[趙家緯](#)（臺灣氣候行動網絡研究中心總監）

編輯

楊沛為（臺灣氣候行動網絡兼任研究助理）

陳禹嫻（臺灣氣候行動網絡兼任研究助理）

欲了解更多相關氣候政策研究資訊，

請追蹤[臺灣氣候行動網絡研究中心官方 Medium](#)

本建議書封面照片感謝地球公民基金會提供

目錄

第一章、前言	1
第二章、整合性工業淨零政策的重要性、要素與政策建言	4
2.1 從國際研究探討「整合性」工業淨零戰略的重要性及內涵	4
2.2 臺灣製造部門2030淨零轉型路徑及相關關鍵戰略不足之處	9
2.3 臺灣淨零關鍵戰略應「12+1」	12
第三章、重工業淨零轉型之關鍵政策工具及對臺灣的啟示	15
3.1 低碳公共工程採購	15
3.2 碳差價合約（Carbon contracts for difference,CCfD）	19
3.3 擴大企業/產品氣候相關資訊揭露與品質	24
第四章、總結	29
參考文獻	31

第一章、前言

聯合國政府間氣候變遷專門委員會 (IPCC) 的第六次評估報告指出：2011-2020年 全球的平均溫度比1850-1900年高出1.1°C (0.95°C-1.20°C)，此已導致大氣、海洋、冰凍圈和生物圈發生廣泛而迅速的變化，在世界各地引發多起極端氣候災害。全球溫室氣體排放量持續增加，而人類經濟活動所製造出的溫室氣體中，化石燃料燃燒和工業製程產生的二氧化碳是最主要的來源。若要將全球升溫控制在1.5°C，達到2050淨零目標，從現在開始到2030年所做的決策與行動，將會決定未來十年甚至百年的地球氣候與後代福祉。

當全球各大主要經濟體陸續承諾2050淨零目標、提出積極的氣候政策及工業去碳化戰略時，我國也在2022年3月底發布了「臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明」，以「能源轉型」、「產業轉型」、「生活轉型」、「社會轉型」等四大面向，以及「科技研發」、「氣候法制」兩大治理基礎，提出「十二項關鍵戰略」來推動淨零目標 (國發會，2022)。在此基礎上，經濟部工業局同年九月也公佈了「製造部門2030淨零轉型路徑」報告 (以下簡稱為2030產業轉型路徑)，說明其短中期的措施規劃 (圖1-1) (經濟部，2022)。



圖1-1 製造部門2030減碳路徑及作法，圖片來源：[經濟部2050淨零排放網站](#)

製造部門一直是我國溫室氣體排放的主要來源，排放量（含電力消費排放）約占全國總排放量的50%，近年來該部門的碳密集度（每單位GDP碳排量）年均下降幅度雖達到4.3%，然而2021年時，該部門直接與間接的燃料燃燒二氧化碳排放總量，相較於基準年（2005年）卻高出17%，絕對排放量並未有顯著下降趨勢。此顯示過往傳統的產業發展政策、獎勵輔導辦法實已難推動產業低碳轉型，主管機關必須較過往更加積極地進行跨部門合作、整合內外資源，實施各種類型的政策工具，才有可能推動臺灣企業趕上全球淨零浪潮，同時為國際供應鏈、金融投資機構對客戶越趨急迫的低碳轉型要求作好準備。

國際智庫的各項研究已指出：透過適當的政策組合，在技術上與經濟上實現工業部門的深度減碳是可能的。要達到這項目標，需要對清潔能源、氫能、碳捕獲、利用與儲存（Carbon capture, utilization and storage，以下簡稱為CCUS）的基礎設施進行大量投資，同時在未來的10年內將主要耗能產業的老舊設備汰舊換新，以低碳技術取代高污染、高碳排的製程。而要落實上述措施，需要有強力的碳價機制（碳稅/費）與一整套的工業政策工具來創造條件。若仔細檢視經濟部工業局提出的「2030產業轉型路徑」報告，其轉型策略——「製程改善」、「能源轉換」、「循環經濟」，與國際研究的建議大致相符，但政府對於如何加速上述策略落實的「政策工具」卻著墨不多。

民間團體對臺灣產業轉型的期待，包含了「產業規模調整」¹、「空污協同治理」²、「環境責任承擔」、以及「立即行動」這四個面向，惟這份政策建議書因篇幅所限，因此在前面兩項未有重要論述或討論，相對地，本書專注在可推動後面兩項的工業減碳政策建議。要讓工業部門達到深度減碳，臺灣需要一長期性、包容性、具企圖心的政策組合，此需要重新檢視「2030產業轉型路徑」、整合當前散落在「淨零十二項關

¹ 相關資訊請見環境權保障基金會與共力研究社合作的研究報告：「去油減碳：透過產業結構調整以減少臺灣溫室氣體排放的效益分析」。全文報告索取[連結請按此](#)；研究發表會影片[連結請按此](#)。

² 相關資訊請見地球公民基金會與國科會整合型研究計畫「探尋石化高雄的永續與公正轉型路徑—從知識到行動的整合型研究」合辦的論壇：[「淨零改革時刻--告別空污·刻不容緩」](#)。

鍵戰略」中與工業減碳息息相關的節能、氫能、CCUS、綠色金融、公正轉型等戰略，並且從整個產業價值鏈及市場的運作模式來設計供應端與需求端的政策。

下一章將進一步解釋整合性工業淨零政策的重要性、當前臺灣政策的不足之處與改善建議（即：臺灣淨零關鍵戰略應「12+1」）；第三章則是介紹可加速重工業（難減排產業）³去碳化的關鍵政策工具，及其對臺灣的意涵，這部分在臺灣的工業政策討論中仍相對缺乏，故在此拋磚引玉，期望公部門、產業界、以及更多的利害關係人未來能參與討論，共同思考這些政策工具如何落實，加速臺灣製造業邁向淨零。

³ 難減排產業包含重工業（鋼鐵、水泥、石化）以及長途運輸業（貨運、海運、航空），這些行業深度減碳所需要的技術目前還處於相對較早的開發階段（原型或示範型計畫），且大多面臨四大挑戰加劇其減碳難度：（1）長壽命的資產/設備（2）高溫熱量需求（3）製程中固有的化學反應導致的二氧化碳排放（4）激烈的國際市場競爭。因此國際研究將上述六大行業歸類為難減排產業（IEA, 2020）。

第二章、整合性工業淨零政策的重要性、要素與政策建言

去年12月28日，國發會協同八個部會舉辦了「淨零轉型之階段目標及關鍵戰略」記者會以及論壇，公布2030年階段目標，並說明十二項關鍵戰略的具體行動與措施，以及未來八年的預算規劃。當日綠色公民行動聯盟、環境權保障基金會、地球公民基金會、主婦聯盟環境保護基金會、臺灣環境規劃協會、臺灣氣候行動網絡發出聯合聲明，除指出2030年階段目標不足以外，針對排碳量佔比過半的工業部門，亦呼籲經濟部應統合散落在十二項關鍵戰略中的工業減碳措施，提出整合性的工業淨零戰略、強化政策工具，方能促成工業深度減碳。但檢視今年1月19日國發會公布的各戰略行動計畫文本，仍未見針對工業淨零議題上有任何整合。

何謂整合性的工業淨零戰略，本文將引介國際最新討論，提出臺灣工業淨零轉型戰略應涵蓋的要素。

2.1 從國際研究探討「整合性」工業淨零戰略的重要性及內涵

我國有四成的排碳量來自鋼鐵、水泥、石化等難減排產業，是淨零轉型的重大挑戰之一。據國際能源總署（IEA）的研究，要實現難減排產業的深度減碳，需要對當前製程技術大幅創新，而氫能與碳捕捉及封存（CCUS）是其中的兩項關鍵。故國際上討論難減排產業的淨零轉型時，普遍會將再生能源發展、氫能供給（包含運輸與儲存）、CCUS基礎設施（碳捕捉及輸送設備、CO₂封存點或再利用方式）等議題一同納入考量。氫能與CCUS在工業應用上的規劃是否及時、各項條件是否搭配良好，將大幅度影響難減排產業在低碳技術的研發投入、製程設備汰舊換新的時程，進而決定其減碳的速度及深度。

然而上述議題所需要的治理量能、知識深度、價值鏈合作的廣度、利害關係人的參與，乃至於金融投資的挹注額度，將是過往傳統工業政策所需的數倍，如果沒有跨領域整合以及多面向的政策工具支持，難減排產業絕無可能獨自克服2050淨零轉型的挑戰。

目前我國的工業減碳措施散落在淨零十二項關鍵戰略中，欠缺整合性的戰略，恐讓淨零轉型規劃被限縮在工業局的治理框架及傳統思維中，降低與其他公私部門合作的可能性。除此之外，工業減碳措施的多方分散也不利於企業掌握重要資訊、擬定商業策略，亦不便於金融部門推動與淨零轉型相關的融資借貸，更弱化了民間團體對企業減碳的監督參與。因此，整合性的工業淨零戰略對我國至關重要。

從完整價值鏈建構工業淨零政策工具箱

設計一套完整且積極的政策工具來推動工業淨零轉型並不容易，政策制定者需要理解整個產業價值鏈以及市場的運作模式，同時以「見樹又見林」的整體思考設計長遠對策，才有可能轉化當前體制下的阻力為動力，推動系統轉型。

舉例而言，德國知名能源智庫Agora Energiewende與Wuppertal Institute以產業價值鏈的角度出發，辨識上、中、下游轉型至氣候中和的產品 / 製程 / 商業模式所需的必要條件，接著研擬相應的各類政策組合來創造條件，以達到工業去碳化的整體目標（圖2-1）。

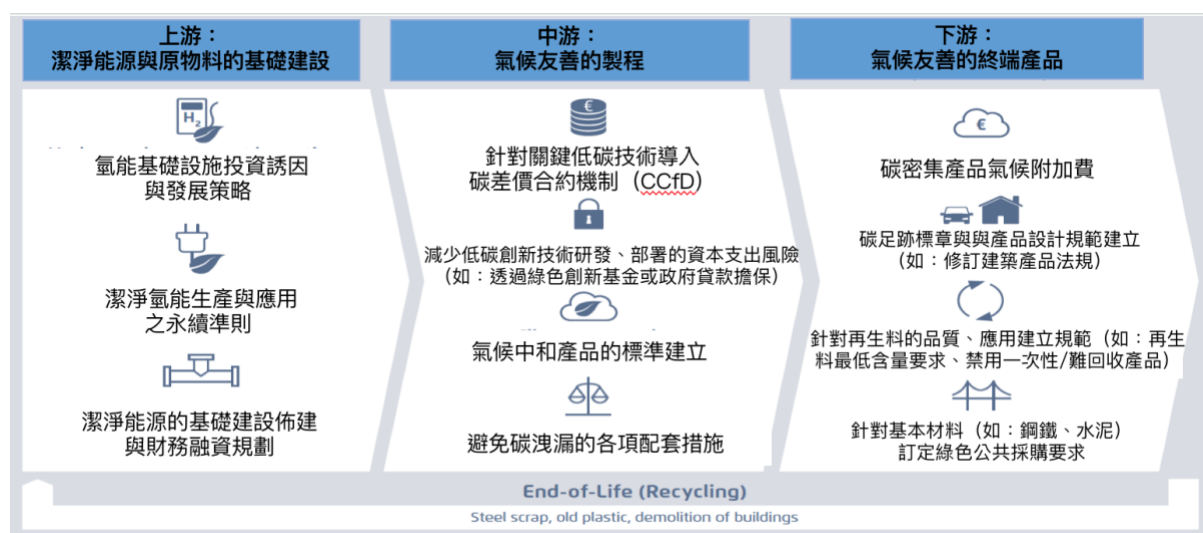


圖2-1「潔淨工業套案」政策組合，圖片來源：修改與翻譯自Agora Energiewende and Wuppertal Institute (2021)

IEA則是盤點了實現重工業部門淨零排放的十項元素，包含：(1) 驅動者、(2) 長期減碳計畫和政策、(3) 資金調度和投資、(4) 管理既有資產與近期投資、(5) 創造近零 (near-zero) 排放材料的市場、(6) 科技研發、(7) 提升物質效率和循環利用、(8) 國

際合作創造公平競爭環境、(9) 基礎建設規劃和發展、(10) 進度追蹤與資料品質改善。並在這之上提出了政策工具箱指引 (圖2-2)，還整理了G7成員國及其他主要經濟體，在其中九項元素中已實施 / 發展中 / 待補足的各類政策，供各國借鑑⁴，此政策框架及各國政策亦值得我國主管機關參考。



圖2-2：加速重工業淨零轉型的政策工具箱，圖片來源：修改與翻譯自IEA (2022)⁵

⁴ 不包含驅動者 (驅動力) 這一項元素，因為驅動者在IEA (2022) 的定義中是指：實現重工業部門淨零排放的領導角色與支援角色，故無關於政策導入。

⁵ [圖片註1] 現有工廠的某些擴廠投資可能與淨零路徑不相容，針對這類未來可能成為擱淺資產的投資，在政策設計上應與那些「規劃轉型至近零排放生產的既存工廠」差異化對待。

有了整體思維和可借鑑的政策框架之後，接著要思考的是該設計哪些政策工具來推動各項減碳措施？畢竟工業減量措施成本仍高，尚未如再生能源已具有市場競爭力，需要中央與地方導入一致性的政策工具。

從各國的工業去碳化策略來看，大多是法規管制、經濟誘因、基礎建設公共投資、資訊揭露等四類政策工具相互截長補短，並且協調中央與地方（如：低碳城市自治條例）合作、追上國際淨零趨勢，方能達到整體目標。筆者過往訪談瑞典公部門時，受訪者曾強調，政策工具的目標對象（產業、企業、企業供應商、企業購買/使用的材料、或是生產的產品）亦是要考慮的一環，以確認某一關鍵角色沒有被遺落在減碳目標之外、導致其抵銷了其他人付出的努力。瑞典自2013年開始推動的低碳公共建設採購（以減少隱含碳為主），便是以此思維逐步擴大政策涵蓋對象、定期檢討各類政策工具間的協同效果，多管齊下來達到特定的減碳目標（圖2-3）。

	行政管制 (Regulatory)	經濟誘因 (Economic, market-based)	資訊類 (informative)	基礎建設	其他 (如：自願協議、試點計畫)	政策 實施 對象 涵蓋
國際/區域 合作	<ul style="list-style-type: none"> EU- 建築產品法規 (修訂中) EU-建築能效指令 (修訂中) 	<ul style="list-style-type: none"> EU 排放交易體系 (ETS) CBAM EU 公共採購指令 	<ul style="list-style-type: none"> 產品第三類環境宣告 (EPD) 資料庫(建置中) 	<ul style="list-style-type: none"> EU-綠氫、生質能相關基建融資與發展計畫 	<ul style="list-style-type: none"> IDDI-低碳公共採購倡議 與丹麥、芬蘭合作低碳建築、低碳貨運試點計畫 	-供應 鏈(承包 商,分包 商,建材 供應商)
國家 (中央)	<ul style="list-style-type: none"> 大型企業能源審核法 交通基礎建設計畫減排目標：(相較BAU情境，2020減少15%；2025減少30%) 特定高碳排放材料訂定碳排上限 (Maximum GWP values) 	<ul style="list-style-type: none"> 碳稅與能源稅 在綠色公共採購法規中設計獎勵 (與懲罰機制) 鼓勵企業參與投標 長期(2018-2040年) 工業投資補助計畫 	<ul style="list-style-type: none"> 交通建設計畫：GHG 排放計算模型建置、規定特定高碳排放材料生產商繳交EPD資料 建築部門：建築材料氣候資料庫建置 & 公開 	<ul style="list-style-type: none"> HYBRIT旗艦計畫 (包含氫氣生產、儲存以及對整體電力系統的影響、相關基礎設施建設 & 綠色鋼鐵製程運作) 		-公司 (承包 商,建 物擁 有者, 鋼鐵, 水泥 與混 凝土 業者)
地方 /產業別	<ul style="list-style-type: none"> 合規性審查 (現場 & 書面)，違規者恐無法取得建物啟用許可執照 	<ul style="list-style-type: none"> 能源與氣候教練 & 能效提升網絡互助計畫 (上述兩項皆針對中小企業) 	<ul style="list-style-type: none"> 建商須揭露/呈報主管機關特定規模新建物主要建材A1-A5階段 (從搖籃到工地)的GHG排放量 		<ul style="list-style-type: none"> 產業減碳路徑及自願檢視報告 (Fossil free Sweden initiative) 永續供應鏈協議 	-高碳 排產 品

目標：減少瑞典公共工程計畫中的隱含碳 (Embodied carbon)

圖2-3：推動瑞典低碳公共工程採購的政策工具組合，圖片來源：研究團隊整理與製圖

[圖片註2] 如從產品生命週期的角度考量建物的整體碳排放，政策面上應鼓勵舊有建築翻新，而非完全拆除後蓋新建物，因此在政策設計上應將「拆除費」納入考量，並獎勵「建物翻新（讓建物壽命延長）」的措施。

[圖片註3] 消費端的碳排減量政策是對中間或最終產品中的特定材料徵收碳費/稅，或是訂定減排要求。該政策可讓國內廠商和進口材料商面臨相同的碳排成本。然而，與CBAM類似，該方法的主要挑戰之一是：需要一個可追蹤材料碳含量的系統。

整合性工業淨零戰略的必備要素

綜合前述的國際工業減碳研究並參考各國近年的工業去碳化策略，完整的工業淨零戰略應涵蓋下列面向：

(1). 明確的短、中、長期目標及稽核指標

(2). 具體的減量措施以及各措施的預期實施年份

(3). 政策工具組合

主管機關預期運用哪些方式（例如：強制性的法規管制、經濟誘因、企業/產品碳資訊揭露、基礎設施投資）促使減量措施落實。工業淨零轉型代表著經濟、產業與社會的長期變革，因此所提出的政策工具組合需能矯正當前系統失靈的部分，帶動產業及社會創新，避免其繼續鎖定在高碳排的生產與消費模式。

(4). 多元利害關係人參與及對話

工業的淨零轉型是一項新興領域，需要相關知識、技術的共享與傳播，以建立社會共識，也需要公私部門的資金投入來開發具潛力的減排技術、降低先行者風險。政策自規劃、執行、檢討、修正的過程更是需要各方利害相關人的參與，包括各國政府、政策制定者及執行者、金融機構、研究人員和NGO。

(5). 預算來源、預期投入的時程及規模

投入足夠的預算是引領工業轉型的必要條件之一，除了透過政府稅收、綠色公債、碳定價等方式籌措資金，亦需要建立相關的政策工具來引導私部門投入淨零轉型，避免資金流持續投入傳統的高碳排技術或製程，抵銷了全球氣候減緩的努力。

(6). 預期效益及衝擊評估

包含預估減碳量、經濟及社會效益。若特定政策對部分族群、生態系統可能造成重大衝擊，則應執行相應的調查評估、配套措施，盡可能地降低負面影響，如此方能降低衝突、強化社會信任，讓各方利害關係人願意持續地參與減碳路徑的建構。

2.2 臺灣製造部門2030淨零轉型路徑及相關關鍵戰略不足之處

回顧工業局去年發布的「第二期製造部門溫室氣體排放管制行動方案」、2030產業轉型路徑報告，以及散佈在淨零十二項關鍵戰略中與工業減碳相關的部分，可發現當前政策存有「治理機制欠缺創新」、「利害關係人溝通不足」、「主要耗能產業的減量目標及中長期措施里程碑模糊」、「政策工具缺乏」以及「監督機制不透明」等五項不完善之處。

(1) . 治理機制欠缺創新：工業淨零轉型亟需仰賴多個部會、局處的橫向溝通與協作，包含能源局與國營事業掌管的再生能源、電力系統與氫能發展；工業局的節能輔導計畫；國科會主責的碳捕捉、利用與封存技術發展；環保署主導的資源循環再利用及綠色採購指引；金管會轄下的綠色金融（如永續投資指引、上市櫃公司氣候資訊揭露與整合）；國發會負責的公正轉型等等。跨領域與跨部門的協作極具挑戰性，故行政院成立了跨部會的「氣候變遷與淨零轉型」專案小組（次長溝通平台），以降低過往各部會權責分工下導致的部門本位思考與侷限，此作為值得肯定。

但矛盾的是，「2030產業轉型路徑」，乃至於「十二項關鍵戰略」的視角卻大多限縮在各個主責機關的治理思維下，舉例而言，前者提出的減碳策略僅再往下細分為六大耗能產業別，當中的各項措施和過往所提出的「製造部門溫室氣體排放管制行動方案」類似，未有突破性的創新作為。而後者所提出的草案內容對工業減碳的連結性、貢獻度則未有深入說明，此難以說服民間團體相信政府在「工業減碳」議題上已充分橫向協作、擁有完善的治理模式。

(2) . 利害關係人溝通不足：不論是2030產業轉型路徑的報告內文或是淨零關鍵戰略的文件，皆強調：「淨零轉型需引進社會力量、啟動社會對話，以一一化解轉型路上的困難議題。」然而，2030產業轉型路徑報告的內容卻還是由政府與產業界主導，相關部會並未提供適切的公民參與管道與溝通機制來引進民間社會對產業轉型的建議。與轉型路徑息息相關的淨零十二項關鍵戰略，雖然大部分的戰略皆有召開過一次以上的社會溝通會議，但進行方式並不完善，會議多淪為單向的各界意見蒐集，雙向溝通

機制仍然不足。而後續主管機關是否會繼續定期召開溝通會議、又是否會具體地回應各界建議，將建議納入最終版的轉型路徑規劃也未可知。

鑑於淨零轉型為跨世代、跨領域的長期工程，實需多方利害關係人的參與及對話，方能產生共識、建立政策正當性與社會信任，故相關部會應重新檢討當前的公眾參與機制，強化社會溝通品質。

(3) . 主要耗能產業的減量目標及中長期措施里程碑模糊：2030產業轉型路徑報告提出製造部門2025年的目標排放量為1.44億噸二氧化碳當量，較基準年（2005年）減量0.22%，而2030年的確切減碳目標尚待研議，但去年9月公布的「第二期製造部門溫室氣體排放管制行動方案」有提到一相關指標：「**製造部門2030年的碳密集度相較2005年需下降60%**」；十二項關鍵戰略中的「資源循環零廢棄」亦提出：「**2030年全國的資源生產力需提升至110.14元/公斤（約較2016年進步40%）⁶**」。

但檢視2030產業轉型路徑報告及十二項關鍵戰略中的工業節能，可發現皆未提及六大耗能產業別各自的減碳或節能目標，在其他相關的量化績效指標上，也僅有水泥與造紙業較明確（如：2030年前，擴大水泥業替代燃料佔比10%、造紙業SRF燃料替代20%等），而最主要的耗能產業：石化、電子、鋼鐵業，僅提出預計的減碳措施，或是每年預計受輔導的家次，但皆未說明這些措施對整體減碳目標或上述的資源生產力提升指標的預期貢獻為何。此外，許多中長期的關鍵措施也未提及預期實施的目標年為何，僅以圖示說明會在2025/2030年至2050年實施。此不利於各界檢視各產業別轉型措施的執行進度，亦減損公眾對淨零轉型政策的信任度。

(4) . 政策工具缺乏：2030產業轉型路徑的策略立基於「製程改善」、「能源轉換」以及「循環經濟」三大減碳作為，此與國際上在談的工業減碳策略大致吻合。可惜的是，此份報告（以及第二期製造部門溫室氣體排放管制行動方案）當中，並未論述主管機關將如何使用各類政策工具來激勵六大耗能產業加速執行此三大策略。

⁶ 資源生產力 = 實質GDP除以國內物質消費量（進口物質數量 + 國內所有開採並使用之物質 - 出口物質數量）

淨零十二項關鍵戰略的節能草案文本有研擬七大策略，分別推動工業、建築、商業節能，但在政策工具的篇幅上僅以「政策推動工具分別歸屬推廣訓練、經濟措施、法規制訂以及自願性節能」等文句帶過，此與前述2.1節國際研究提到的政策工具建議有段落差，亦偏離民間社會希冀政府能將各類政策工具說清楚的期待（例如：草案雖有提到「擴大能源管理對象與管理規定」，但未說明範疇將擴大到多少契約容量之企業、年節電率是否由1%提升至1.5或2%、或是預期實施的目標年等）。

產業淨零轉型所跨越的時間尺度及價值鏈龐大，因此主管機關有必要針對不同的標的（產品生產所購買與使用的材料、產品碳排量、企業本身、特定產業別、工業區）來研擬不同類型的政策工具、定期通盤檢討。若僅固守在傳統的輔導或獎勵性質政策，未能強化其他類別的政策工具或各個工具之間的協同機制，將難以破除過往推動減碳措施所遭逢的瓶頸。

（5）. 預算投入與監督機制不明確：國發會公佈的「臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明」指出2022至2030年前，政府（含國營事業）預計投入近9000億的預算推動「淨零十二項關鍵戰略」。但今年初公布的各戰略草案文本對預算運用的說明品質不一，部分戰略（如節能）有較為清楚地說明其2023-2030年各細部措施的預計支出，但部分戰略（如氫能、CCUS）卻以「負責執行此戰略的相關部會、局處的預計花費額」來做說明，難以看出將有多少預算是用在與工業減碳較為相關的措施上（如：在CCUS戰略中雖提到：2023-2024年經濟部在示範驗證投入32.37億元，但未說明這是投入在哪個產業製程/技術的CCUS）；至於2030產業轉型路徑報告對於預算更是隻字未提。以上種種皆不利於各界檢視工業淨零轉型的預算支出、投入時程的合理性，遑論讓公眾討論這些轉型措施是否可能實現、是否可能支持2050淨零目標的達成。

至於在監督機制上，各關鍵戰略草案文本的「管考機制」章節雖有說明將會定期（如：半年一次）進行跨部會會議溝通、協調修正方向及執行方式等。但民間社會對監督機制的期待不僅僅只是上述的定期跨部會議滾動修正戰略，更希望主管機關秉持三大原則：「資訊公開（關鍵戰略進度公開）」、「各方利害關係人參與（建立長期溝通機制）」，以及「具體回應社會各界意見（包含戰略文本初稿核定前、戰略執行

後的進度檢討等意見)」，來建立統一的淨零戰略監督機制，方能提升各戰略的規劃、執行、檢討修正等各階段的品質，讓2030的減碳進度與2050淨零目標一致。

2.3 臺灣淨零關鍵戰略應「12+1」

考量到2050淨零目標、我國再生能源的發展潛力、國際供應鏈減碳壓力、半數生產設備將於未來十年邁入汰舊換新週期等因素，研究團隊認為工業淨零戰略應至少再新增三項中長期目標：

1. **2030年物質密集度降低40%**：目前雖於資源循環零廢棄戰略已訂定資源生產力目標，但其僅能將物質密集度降低33%，唯有提升到降低40%之目標，方可確保2030年時臺灣鋼鐵、石化、水泥等產業規劃邁向負成長。
2. **2035年零碳製程佔比達半**：現行規劃遲至2040年才導入低碳製程，與產業汰換週期顯有出入，應加速設定2035年起產業汰舊換新時均須導入零碳製程。
3. **2040年主要耗電產業電力需求達到RE100**：目前僅訂定電子業2050年全面達到RE100，但臺灣若要達到淨零，2045年前電力系統便先需達成淨零。而RE100作為加速電力系統去碳化的機制，更應訂定2040年為目標年方有政策效果。

在政策工具上，未來除了需逐步強化主管機關較熟悉的《再生能源發展條例》之用電大戶條款、節電1%升級、六大耗能產業節能及使用能源效率規定之外，也應強化過往並未積極應用的政策工具，例如：升級能源開發及使用評估準則，推動特定產業採用最佳可行技術；善用政府採購法中的26-1條，⁷針對特定高碳排材料逐步建立採購標準，協助各部會及地方政府的採購機關導入之；協同金管會、環保署、工業局與能源局盤點已有的企業及產品碳排資料，建立可追蹤、比較、機器易處理的共通性資料庫，並持續改善資料品質，方能精進未來的減碳政策規劃。

此外，更應掌握《氣候變遷因應法》三讀通過的機會之窗，盡速制訂碳費子法，依臺灣減碳進程訂定起徵費率與符合淨零路徑的調升規劃，讓產業可進行長期佈局。氣候法除經濟工具以外，亦賦予「訂定效能標準」此管制工具之權責。故應於兩年內

⁷ 採購法第26-1條：機關得視採購之特性及實際需要，以促進自然資源保育與環境保護為目的，依前條規定擬定技術規格，及節省能源、節約資源、減少溫室氣體排放之相關措施。

完成工業部門效能標準之訂定，藉此加速老舊高排碳製程退場，亦可避免私部門的資金繼續流向此類技術或設施。

除了導入多面向的政策工具之外，還需要為工業淨零轉型提供資金支持，使其從現有技術轉向淨零排放技術的研發及部署、降低先行者的投資風險。國發會去年雖宣布到2030年前將投入約8800億的資金在淨零轉型上，但從當前的政策文件中尚看不出有多少比例會投入在關鍵的工業淨零技術及必要的基礎建設上。在這部分或可學習日本的綠色創新基金、德國工業去碳化補助計畫等，其主要用於技術尚不成熟（Technology Readiness Level = 4以上）但國際上認定減碳潛力相對高的創新計畫（如：氫直接還原鐵、大規模的電解水製氫等）。

主管機關也需要針對私部門建立轉型融資機制（如：日本針對六大產業訂定了《氣候轉型融資路線計畫》），或是強化永續經濟活動的指引規範。金管會雖然在去年12月發佈了「永續經濟活動認定參考指引」，但在製造業中，僅就水泥與玻璃生產建立了技術篩選標準，且標準太過寬鬆（如水泥業的單位排碳標準與業界平均相去不遠），且其綠色金融戰略中提出的策略也多停留在碳盤查與資訊揭露上，不足以引導資金投入工業減碳。

綜合以上討論，本文提出如下圖2-4的臺灣工業淨零轉型政策組合建議，包括淨零路徑相符里程碑、政策工具與支持機制，藉此串接散落在各關鍵戰略，且仍陷於輔導思維的工業減碳措施。

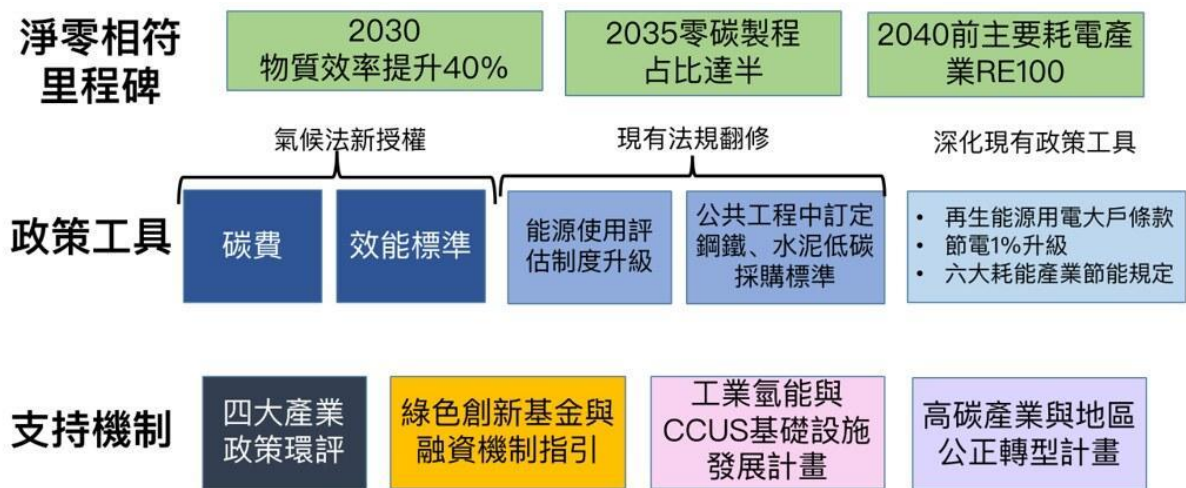


圖2-4：臺灣工業淨零戰略應強化的面向，圖片來源：研究團隊整理與製圖

在《氣候變遷因應法》三讀修正通過的當下，期許經濟部能善用此法制基礎，在既有的關鍵十二項戰略規劃上，與相關部會進行跨部會協調，合作檢討過往成效不足或尚未積極應用的政策工具，同時參酌前述2.1章節的國際研究建議、改善在2.2章節中所提及的當前戰略不足之處，並且補上氫能、CCUS、私部門融資優惠機制在工業淨零轉型中的規劃等，在本年度第二季時推出完整的「12+1：整合性工業淨零戰略」。方能呼應 COP27之後，G7工業國欲藉由氣候俱樂部加速工業去碳化的國際趨勢。

第三章、重工業淨零轉型之關鍵政策工具及對臺灣的啟示

工業淨零戰略需要有相應的政策工具支持，方能推動產業轉型。而隸屬於難減排產業的重工業，特別需要具企圖心的創新政策組合，才有可能讓其在2050年時達到淨零目標。近年來，國際上在重工業轉型的政策研究與倡議已如火如荼地展開，遺憾的是，國內在這部分的討論仍相對缺乏。為填補這部分的知識空缺、推動更多利害關係人一同思考此類政策在臺灣實施的可能性，本章挑選了三個對重工業淨零轉型尤其重要的政策工具逐一介紹，分別是有望創造綠色材料市場的需求面工具：「低碳公共工程採購」，推動廠商研發投資低碳/淨零材料生產的供應面工具：「碳差價合約」，以及臺灣較為熟知的「擴大企業/產品氣候相關資訊揭露與品質」，討論資訊揭露如何用來強化工業減碳政策。

3.1 低碳公共工程採購

「低碳公共工程採購」其實不是一個新穎的概念，其源自於大眾耳熟能詳的「綠色公共採購」。顧名思義，便是政府機關、公立學校、公營事業在辦理工程、財務或勞務採購時，優先選擇可減少環境衝擊、甚至能促進環境保護的建案、產品或服務。隨著氣候變遷的影響加劇、溫室氣體盤查與追蹤的精進，以及相關標準和認證流程的建立，這十年來，歐美國家陸續開始在政府採購的流程中，針對投標企業或是採購項目引入低碳標準及檢驗機制，「低碳公共採購」因此應運而生。

政府在公共採購的支出相當可觀，在OECD國家，公部門的採購金額約佔其GDP的12%，在發展中國家，該比例高達30%（UNEP, 2017）。在臺灣，2021年的政府採購決標金額高達2.2兆元（含工程、財務與勞務），約為當年GDP的10%（主計處，2021；公共工程委員會，2022）。這意味著政府機構應善用其龐大的購買力，設計各類政策工具應用在採購流程，促使投標者及其供應商提供更多的低碳產品及服務。已有相關研究指出：綠色公共採購除了能從需求端推動供應端轉向綠色生產、建立綠色市場之外，也能提供明確的市場信號激勵綠色投資，加速企業在相關技術的研發與部署（Hasanbeigi et al., 2021）；甚至可為私部門樹立典範，鼓勵企業一同採購綠色產品及服務、建立永續供應鏈（Michelsen & de Boer, 2009）。

鑑於綠色公共採購帶來的多重效益，加上鋼鐵、水泥業等重工業的低碳轉型亦需要一明確的長期政策支持，且政府機關又正是這些材料的最大買家（全球估計約有25%的鋼材、40%的水泥和混凝土用在公共工程⁸），因此部分歐美國家已開始實施「低碳公共工程採購」，以下進一步說明實際案例。

國際案例

一般而言，在公共工程採購導入低碳標準的方式有以下四種：（1）. **投標廠商資格審查**：投標商需要提交某些文件來證明自身的碳管理能力或技術經驗，否則沒有資格參與投標。（2）. **決標標準（最有利標）**：採購部門不僅審查投標者過往參與標案的信譽、合約報價等，也將企業自身的減碳成果、或是其承諾的工程計畫碳績效納入決標考量。⁹（3）. **技術/產品低碳要求**：規範承包商需使用經認證過的特定低碳技術或產品。（4）. **工程計畫減碳績效**：採購部門和承包商就建案的整個生命週期需減少特定量的溫室氣體（與基準線相比）達成合約協議。採購部門通常會依自身的量能、採購預算、潛在投標商的技術能力、當地低碳產品市場的成熟度，或是國家/部門的減碳目標等眾多因素來決定要採用上述哪些方式進行低碳採購。從各國的實務經驗來看，常見到採購部門同時引入上述其中的二至三種低碳要求於採購流程中。

舉例而言，荷蘭的基礎建設及水管理部（Rijkswaterstaat）在2010年開始將低碳標準導入投標商的資格預審及決標審查。其利用Dubo Calc¹⁰ & CO2 Performance Ladder（以下簡稱為CO2PL）¹¹兩項工具：前者從生命週期的角度計算大型建案所使用的材料對環境的影響衝擊，其評估了11種環境影響（包含CO2排放），促使廠商在招標階段（規劃設計階段）就使用環境影響相對低的材料及設計，而該工具計算出的11項環境影響會透過不同的權重因子將這些環境外部成本貨幣化，註明在投標者提出的

⁸ 資料來源：https://www.unido.org/sites/default/files/files/2021-10/IDDI%20FACTSHEET_14%20OCT.pdf

⁹ 工程碳績效：該建案的整體生命週期碳排量與基準線相比可帶來多少減碳效益

¹⁰ 詳見：<https://www.dubocalc.nl/en/>

¹¹ 詳見：<https://www.co2-prestatieladder.nl/en>

合約價格中，以利採購單位納入決標審查 (Rijkswaterstaat, 2013; 2015) 。CO2PL 則是評估組織碳管理能力的第三方認證計畫，若企業取得的CO2PL認證等級越高，代表自身及其供應商的減排能力越強，在公共採購的決標審查上也越有利。Jeroen (2017) 指出，荷蘭最近的七個大型基礎建案相較Dubo Calc建立的基線水準，減少了約40%的碳排放。

部分先進國家/州政府已開始建立各類工程材料生命週期的碳排數據庫，隨著資料庫越趨完整，採購部門也陸續針對各種高碳排材料 (如：鋼筋、水泥與混凝土) 的碳排訂定上限值 (即：全球暖化潛能值：Global Warming Potential, GWP) ，並要求承包商及其供應商遵循之。例如瑞典交通部已針對部分材料訂定了2020年-2024年與2025年-2029年這兩期間的碳排上限值，對運輸燃料的碳排量也有所規範 (Trafikverket, 2022) ；美國加州的購買清潔加州法案 (Buy Clean California Act) ，也在2022年1月公佈了七種材料的GWP限值，同年7月正式實施。因此參與公共工程採購的廠商皆須提交這些材料的碳排查證文件，供主管機關確認其符合規範 (California Department of General Services, 2023) 。雖然產品碳排限值標準 (又稱為產品效能標準) 目前僅被應用在公共採購這類選擇性的政策 (即：企業可自由選擇是否參與採購投標，不參與者不受相關規範) ，但該標準未來卻有可能發展為一強制性的法規，被明文列在建築相關法規中。例如歐洲議會於今年3月中通過的《建築能源效率指令》 (EPBD) 修正案，已明文要求成員國應致力降低「整個建築生命週期」的碳排放，這代表建築材料生產階段的碳排放也必須被納入考量，鼓勵建築師導入最佳化設計、選擇更低碳的材料。目前丹麥已針對1000平方公尺以上的新建物訂定了碳排上限值 (12 kg CO₂-eq/m²/年) (Ministry of the Interior and Housing, 2021) ，法國的新法規-RE2020也針對不同類型建物的隱含碳引入限值 (Ministre de la Transition écologique, 2021) ，而瑞典不僅針對整體建物，日後可能也會針對特定建材引入 GWP限值 (Boverket, 2020) 。以上種種顯示：傳統高碳排材料未來將面對更嚴格的政策管制或低碳替代品的競爭。

對臺灣的啟示

臺灣推動綠色採購的歷史已久，1998年公布施行的「政府採購法」中就已納入納入「政府機構得優先採購環境保護產品」等相關規定，同時也持續發展各類環保標章及輔導作業以搭配綠色採購。惟當前的環保標章與綠色採購類型仍以財物為主（又以資訊及家電產品為大宗），在工程及建材方面，雖有綠建築以及綠建材相關制度及標章的推動，但綠建築是以九大指標綜合共構而成，專注在建築「使用階段」的節能效益，對建材生產過程中的碳排放關注較小；而綠建材標章是以「健康」、「高性能」、「再生」，以及「生態」四大類別構成，其中與CO₂減量相關的僅有「再生」與「生態」綠建材兩類，但市面上2萬多種擁有綠建材標章的產品中，80%為「健康」類別的綠建材，「再生」與「生態」綠建材合計僅佔11%左右（台灣建築中心，2021）。此顯示當前臺灣的綠建築或綠建材制度尚無法處理目前先進國家聯合提出的「低碳鋼鐵、水泥公共採購倡議」（UNIDO, n.d.）。

今年初我國氣候變遷因應法的修正通過，以及2019年政府採購法的翻修，都為產品效能標準的建立，¹²以及低碳採購的擴大奠定了法源基礎。然而公部門的採購單位若要有能力回應上述國際倡議，仍需要一專責單位負責蒐集高碳排放材料生命週期碳排放的數據，建立相關資料庫並持續更新，方能如同瑞典、美國，就鋼鐵、水泥等材料訂定具有影響力的GWP限值，並定期檢討修正、未來規範更多的關鍵材料排放限值（如同我國針對能源使用設備的最低能效標準-MEPS制度）。即便政府短時間內因數據不足無法就各類材料訂定效能標準，亦可效法荷蘭先針對投標企業/承包商及其上游供應商訂定相關規範。政府或許毋需像荷蘭當年一樣建立新的工具或認證計畫來導入公共採購的投標資格及決標審查，但可學習美國拜登政府：其在去年開始要求聯邦的主要承包商透過國際碳揭露計畫（Carbon Disclosure Project, CDP）¹³公開揭露其溫

¹² 效能標準：指排放源之單位產品、單位原（物）料、單位里程或其他單位用料容許之排放量。

¹³ 詳見其官網：<https://www.cdp.net/en>

室氣體排放量及氣候相關金融風險，並設定科學基礎減量目標（Science-based Target, SBT）¹⁴（表1）。臺灣目前已有上百家企業參與CDP計畫、數十家企業通過或正在研擬SBT目標，因此可多利用民間企業已熟悉的這兩項工具於公共工程採購，或是搭配工業局已在進行的「以大帶小」、「企業碳盤查及節能診斷」等措施，帶動更多企業盤查其排放量、訂定具企圖心的減碳目標，加速產業轉型。

聯邦政府承包商		聯邦供應商氣候風險與韌性擬議規則要求		
分級	年度合約金額	與溫室氣體盤查議定書企業標準相符的範疇一、二和相關的範疇三排放	與氣候相關財務揭露工作小組（TCFD）建議相符的氣候風險評估	經SBTi認證的排放減量目標
主要承包商	超過5000萬美元	是（透過CDP揭露）	是（透過CDP揭露）	是（透過SBTi）
重要承包商	750萬至5000萬美元	是（僅要求範疇一與範疇二）	否	否
其他承包商	少於750萬美元	否	否	否

表1 美國聯邦政府對其主要供應商的氣候揭露要求

資料來源：Office of the Federal Chief Sustainability Officer (2022) . [Federal Supplier Climate Risks and Resilience Proposed Rule](#)

3.2 碳差價合約（Carbon contracts for difference, CCfD）

重工業邁向淨零需要創新技術的研發與擴大，包含以氫煉鐵、碳捕捉及再利用技術等。然而這些新興技術尚未成熟，因此每噸CO₂的減排成本高昂（遠高於當前碳稅或碳排放交易市場中的碳價），在未有相應的經濟誘因下，很難鼓勵企業自願投資該技術。因此，重工業的淨零技術研發也需要像再生能源一樣，於初始階段有一穩健的長期政策來支持其發展，方能降低企業面臨的不確定性、加速研發投資。前述的「低碳公共工程採購」是其中一項支持政策，而「碳差價合約CCfD」則是另一項國際研究

¹⁴ 詳見其官網：<https://sciencebasedtargets.org/>

中常提到的高潛力政策，是歐洲電力市場差價合約的變體，其概念為：由政府提供長期合約-CCfD，給予企業一固定的價格（當前碳價與低碳技術成本之間的價差），以補償企業因投入低碳創新而增加的成本，反之，當技術逐漸成熟，碳價水準未來高於該技術成本時，企業需返還補貼（價差）給政府（圖3-1）。

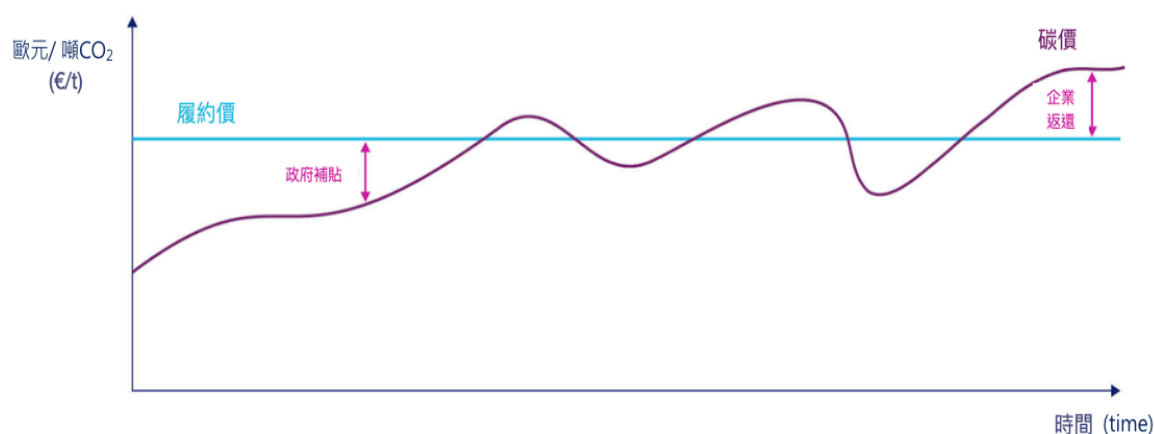


圖3-1 碳差價合約CCfD 補助示意圖, 修改與翻譯自本文圖片：[Carbon Contracts for Differences: An essential instrument for European industrial decarbonisation](#)

以下用一個簡化的例子說明CCfD如何運作（Agora Energiewende and Wuppertal Institute 2021; Jakob Petutschnig, 2022a）：

假設X、Y皆為鋼鐵生產商，兩家公司每年各生產100萬噸鋼材。X公司使用傳統的BF-BOF製程生產鋼鐵（假設每生產1噸鋼材會帶來2噸的碳排放），生產成本為每噸5000元，且必須額外支付1000元於生產過程中導致的碳排放（碳價為500元/噸CO₂e），因此該公司生產每噸鋼材的成本為6000元。Y公司使用近零排放技術生產鋼鐵（例如：Green H₂-DRI），因此生產成本較高，為每噸8000元。由於政府鼓勵企業採用低碳技術，Y公司獲得了10年期的CCfD合約，其履約價格（strike price）為2000元/噸CO₂，給Y公司的補貼為：當前碳價與履約價的差額，因此Y公司該年度得到的補貼為：

$(2000 - 500, \text{即履約價格減當前碳價}) \times 200 \text{ 萬 (乘以每年生產 100 萬噸鋼鐵所減少的 200 萬噸碳)} = 30 \text{ 億元}$ 。

若下一年的碳價提升到1000元/噸CO₂e，且合約中協議的其他參數條件不變，則Y公司下一年度得到的補貼會降為： $(2000 - 1000) \times 200 \text{ 萬} = 20 \text{ 億元}$ 。

合約的履約價格是讓低碳技術項目在商業上可行所需的損益平衡碳價（相對於傳統技術而言），因此不同的技術會有不同的履約價，需要就該技術及其營運成本進行評估，且該價格有可能會逐年調整，調整因素可能包含：技術成熟帶來的成本下降、國際物料市場波動、國家通貨膨脹係數等。當一國的碳價受到政治情勢或市場影響，導致長期低迷或是變化波動太大，往往會難以驅動企業投資創新低碳技術，因此，CCfD可作為一重要的補充政策，提供企業在長期投資時所需的獲利穩定性及可預測性，而差價補貼及返還的設計也能避免政府給予企業超額補貼。CCfD的合約長度可能五年、十年，甚至二十年，可透過政府與企業間的雙邊協議或是多家企業參與競標來執行，並且針對不同的產業或低碳生產計畫（如：鋼鐵、化材（氨）、水泥業、綠氫生產等）來靈活設計（Agora Energiewende and Wuppertal Institute 2021; Jakob Pe tutschnig, 2022a; 2022b）。

國際案例

關於CCfD的討論及應用目前還處於初始階段，且以歐盟體系或其成員國為主。最知名的一個案例是荷蘭鹿特丹港的Porthos CCS計畫¹⁵，Porthos由鹿特丹港務局、國營天然氣公司Gasunie 及 EBN，以及和該計畫簽約的煉油業及化工業者共同合作，由簽約業者負責提供（捕獲）CO₂，再透過該項目的基礎建設運輸並儲存在北海的枯竭天然氣田中，預計每年儲存250萬公噸CO₂，為期15年，共約3700萬噸CO₂。荷蘭政府在2019年春季向產業界進行意向調查，尋求有興趣參與的業者，隨後與四家業者（Air liquide、Air Products、ExxonMobil 和 Shell）在2019-2021年間簽署了聯合開發協議以及運輸和儲存合約，目前正就相關細節進行討論及修正。CCS基礎建設的最終投資決定預計在2023年完成，2026年正式營運。該計畫的資金來自政府的永續能源轉型補貼計畫（SDE++）以及歐盟的共同利益計畫（Projects of Common Interest, PCI），簽約的四家業者可就歐盟碳交易體系（EU ETS）CO₂排放配額費率與CCS成本之間的差額申請補貼（Netherlands Enterprise Agency, 2023）。值得注意的是，給予業者的補貼金是來自荷蘭政府的SDE++，而SDE++為單向供應的CCfD案例，即：政府僅訂定價格下限以降低廠商所面臨的不確定風險，這代表未來若低碳技術的成本低於當時的EU ETS碳價時，廠商毋須將獲得的盈餘返還給政府。此案例顯示了CCfD靈

¹⁵ 詳見：<https://www.porthosco2.nl/en/>

活設計的特性以及推動廠商投資低碳技術的潛力 (Gerres, T., & Linares, P., 2022; Jakob Petutschnig, 2022b) 。

去年 (2022年) 5月，歐盟執委會亦宣布REPower EU計畫將利用創新基金來挹注CCfD，以支持當前的氫氣生產從天然氣完全轉型為再生能源生產，並鼓勵工業部門在製程中使用綠氫以達到減碳目的，例如鋼鐵業製程。REPower EU目標在2030年前生產1000萬噸的綠氫，此將加速再生能源的開發以及電解槽的設置 (European Commission, 2022a)。工業大國-德國，其聯邦經濟和氣候保護部 (BMWK) 也將利用CCfD (又稱為氣候保護協議資助計畫，Förderprogramm Klimaschutzverträge) 於國家氫能發展 (包含藍氫及綠氫)、鋼鐵業及化工業的去碳化試點計畫 (BMWK, 2023a)，資助指南草案已於今年3月下旬發佈，預期在與歐盟執委會完成協調後儘速啟動第一輪的招標程序 (BMWK, n.d.)。

對臺灣的啟示

CCfD 透過風險管理來達到刺激私人投資的目的，且差價補貼返還的設計相對於其他高額補貼政策也更易受到公眾支持。**整體而言，CCfD適用在需要大量前期資本投資、被證實擁有高度減碳潛力，且即將進入商業化階段的技術，例如化工業CCS、綠氫 (氫) 生產、綠氫製鐵等。**我國尚未有推行CCfD或類似政策的制度經驗，若未來要實施該制度，則至少有三項挑戰需納入考量：

(1). 資金來源：CCfD為長期合約，雖然其補助企業的金額有望隨著技術成熟及碳價上漲而逐年下降，但在實施前期仍需要一筆不小的預算。歐盟預計使用其創新基金 (來自EU ETS的收入) 作為CCfD的資金來源，但這並未解決較小和低收入成員國在其國內獨立推行 CCfD 的困難 (這或許也解釋了為何CCfD目前僅在荷蘭、德國等財政較充裕的國家出現)。臺灣預計在2024年開徵碳費，其預期用途之一為鼓勵低碳技術的研發創新，因此或可作為未來推行CCfD的預算來源，然而，碳費價格若長期維持在低價水準，則政府勢必得開闢其他資金管道來挹注CCfD，如未能確保資金來源，後續恐將折損投資者、企業、以及市場對政府氣候政策的信心。

(2). CCfD的設計複雜性：CCfD的設計複雜性：CCfD可透過靈活設計應用在不同的產業別與技術，但靈活性也意味著複雜性。在執行CCfD之前，政府必須透過廣泛的市場調查、產業意向徵詢 (包含廠商的參與意願及技術能力、供應鏈配合能力等) 來

蒐集資訊，方能訂定合適的履約價格、相關的調整參數、合約長度等。如CCfD決定以競標拍賣的方式來授與企業合約，還需要審慎規劃得標的權重因子分配，除了補貼效率（每塊錢的補貼可以帶來多少CO2減排量/年，在補貼效率相同的情況下，優先選擇CO2絕對減排量較高的項目），廠商的財務能力、技術創新程度、技術規模化與擴散的可能性等，也是建議納入考量的因子（European Commission, 2022b; BMWK, 2023b）。

(3). 企業參與CCfD 的過程透明度及公平性：不論CCfD是透過政府與企業之間的溝通協議或是以競標拍賣的方式進行，都須確保實施過程的透明公開與公平競爭。國際研究多建議CCfD應盡可能開放多數企業參與，以促進良性競爭（競標）、避免補貼效率低落，但在實務上，因部分產業在該國由少數廠商獨佔或寡占、或廠商未具備深度減碳技術的創新能力，可能減損CCfD的成效，故需透過國際合作（如歐盟成員國）方能達到較佳的效益。考量臺灣的難減排產業確實有上述特性，且未來在氫能發展、CCUS的相關基建上勢必也需要跨國合作，因此臺灣若要實施CCfD，在制度設計上可能需要開放外國企業的參與，透過良性的公平競爭，加速低碳技術的部署及擴散，這部分或可借鏡臺灣在離岸風電招標過程中的經驗教訓。

最後要強調的是，如同其他氣候政策，CCfD僅是眾多減碳工具的其中一種，其仍需要搭配各類政策和支持機制方能推動低碳技術的發展，降低產業整體碳排放。在不同的技術發展階段，應有不同的政策及相應的評估研究（圖3-2），若只是期待企業自主減碳、或是等待至2030、2040年國外低碳技術成熟後才引進國內、推動應用，恐將錯失淨零目標與產業競爭力。

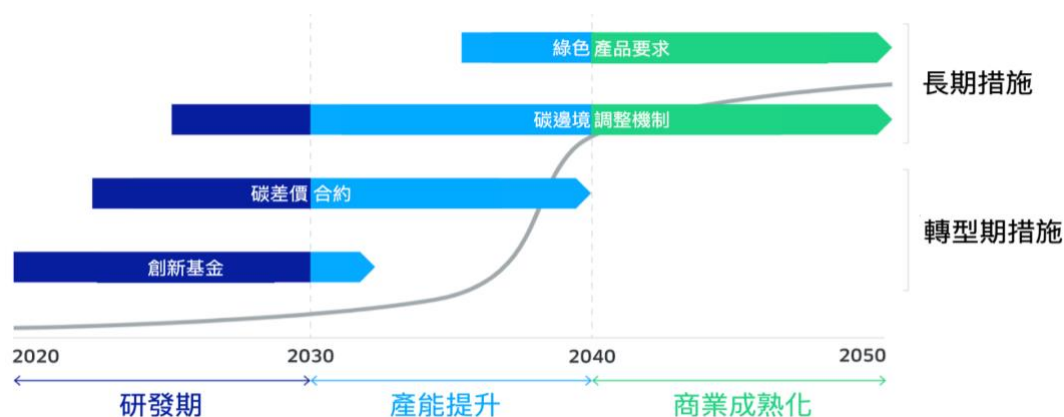


圖3-2 技術滲透度及相應政策機制時間表，修改與翻譯自文章圖片：[Carbon Contracts for Differences: An essential instrument for European industrial decarbonisation](#)

3.3 擴大企業/產品氣候相關資訊揭露與品質

持續性的氣候資訊揭露與品質改善，對於追蹤企業減碳進展、制定產業淨零戰略、修正相關政策機制非常重要。前述的低碳公共工程採購、碳差價合約，以及其他本章雖未提及但眾多國際智庫所建議的去碳化政策，都需要私部門（及其產品/服務）的溫室氣體排放數據來協助制定。除此之外，廠商在挑選合適的綠色供應商、金融機構在進行低碳投資/融資、消費者在購買氣候友善的產品或服務時，也需要有透明、高品質的氣候相關資訊作為決策指引。然而這類重要資訊仍有不少處於缺漏、含混不清或非公開狀態，此不利於相關政策的制定、永續金融活動的實施，乃至於公民社會的監督。

近年來企業氣候資訊的透明度及誠信度引起國際關注。COP26後，國際財務報導準則基金會（IFRS）正式宣佈成立「國際永續準則理事會（International Sustainability Standards Board, ISSB）」，其意義不僅在協助整合一套國際共通的永續性暨氣候資訊揭露框架，該組織在全球資本市場的權威性更有望讓ISSB促成公司治理未來必備的第五大報表，讓股東、投資者能在IFRS制的傳統四大財報之外納入永續考量，做出更具前瞻性的決策。隔年，對企業ESG資訊揭露規範起步較晚的美國，其證券交易委員會也開始擬定提案，準備要求上市公司的年報必須揭露其氣候相關風險及溫室氣體範疇1、2、3的排放（U.S. Securities and Exchange Commission, 2022）；無獨有偶，COP27後，歐盟理事會也批准了企業永續報告指令（Corporate Sustainability Reporting Directive, CSRD）的新標準，針對上市公司（包含一定規模的外企）有類似的資訊揭露要求（European Council, 2022）。以上趨勢顯示企業的氣候相關資訊已從過往「僅供參考用」的自願性揭露，逐步轉變為公司治理所需的強制性公開資訊，這不僅是在要求企業對其社會和環境影響承擔更多責任，也是要讓投資機構利用這些資訊做出最佳投資決策、提升整體金融系統面對氣候風險的的韌性。

類似於企業氣候資訊揭露的發展軌跡，在產品碳排資訊方面，最初也是由個別企業產品的自願性揭露（如：產品碳標籤或是產品第三類環境宣告Environmental Product Declaration, EPD）；轉為國際非營利組織或產業協會透過供應鏈或同儕壓力來鼓勵企業加入氣候倡議、公開其關鍵產品的碳排資訊（如：碳揭露計畫CDP、Building Transparency、世界鋼鐵協會等）；最終，發展為由政府部門（如荷蘭、丹麥、瑞典）主導的產品碳排資料庫建立，進而將數據用來支持氣候政策工具的制定，例如：低碳

公共工程採購政策、(低碳)建築法規、乃至於近期臺灣社會廣泛討論的歐盟碳邊境調整機制(CBAM)、美國拜登政府提出的綠色鋼鐵俱樂部等。這一連串的變化不僅代表產品碳排資訊已從單純的自願揭露轉化為經濟誘因、甚至管制類型的政策工具，更意味著各國政府逐步察覺到氣候變遷問題同時也是(國際)貿易問題，對於那些在國際市場上頻繁交易的高碳排大宗材料(如：鋼鐵、水泥、肥料、化材)特別需要國際合作訂定共通規範，而非持續豁免特定產業/產品的碳排放。

國際案例

在企業端的氣候資訊揭露上，ISSB去年發布的兩份草案(一般性永續相關揭露要求-S1¹⁶，以及氣候相關揭露要求-S2¹⁷)皆是以TCFD的四大架構為基礎，要求企業公開說明永續(氣候)面向上的「治理」、「策略」、「風險管理」、「目標與指標」。因ISSB希望上述資訊可與企業財報對接，因此在揭露的內容上比起GRI等自願性的揭露準則更要求企業提供更多財務資訊的量化說明，例如：重大氣候相關風險與機會如何影響企業近期的財務績效、現金流量、投資計畫、資源配置(如營運與研發的支出變動)；氣候策略的資金來源(籌資可得性)及成本，將如何管理老舊設備、擬定高碳排及高耗水資產的除役策略；高階管理階層之薪酬連結至氣候相關考量的百分比等等。不僅如此，針對近年國際上所關注的「碳抵換」議題，ISSB也有要求公司應具體說明：企業所訂定的減排目標依賴碳抵換的程度、碳抵換的類型、該抵換是否受第三方驗證。因此，若某家企業聲稱其2050年將實現淨零，然而其揭露的支出仍高度集中在高碳排設備及產品、大量倚賴碳抵換計畫，在能源效率、再生能源、低碳製程等計畫的投資僅佔小部分，恐將面臨信譽風險(漂綠)甚至融資借貸的障礙。故強化企業氣候相關資訊的揭露，可讓各方利害關係人更好地辨識企業淨零承諾的可信度，也有助於政府追蹤企業減碳進展，修正減碳政策。

在產品端的氣候資訊揭露上，如前述3.1所提：部分先進國家/州政府已開始執行低碳公共工程採購，其要求投標企業提出相對低碳的計畫案，或是規範承包商須使用

¹⁶ 完整中文版見：<https://www.ardf.org.tw/tifrssustainable/20221209.pdf>

¹⁷ 完整中文版見：<https://www.ardf.org.tw/tifrssustainable/20221209-1.pdf>

低碳鋼材、水泥與混凝土。此類政策工具的實施很大程度需歸功於政府及第三方單位對企業碳管理能力及產品碳排數據等資訊的持續追蹤及蒐集。舉例而言，荷蘭政府成立了國家環境數據庫¹⁸，委由非營利組織- 建築質量基金會 (Stichting Bouwkwaliteit) 來管理、維護、驗證建築產品的環境數據 (包含碳排放) 。該數據庫推動了永續工程軟體及相關認證機制的建立，如：DuboCalc 及永續建築方案 BREEAM-NL，而這些工具又進一步讓政府與私部門可制定更好的綠色公共採購政策，持續滾動修正 (NMD, n.d. ; 2020) 。瑞典的住宅建設和規畫委員會 (Boverket)，則是建立了建築產品碳排放的通用數據庫，接著以法規要求房地產開發商於2022年起需使用該數據庫來計算新建物的總碳排，¹⁹呈報給主管機關後，方可取得建物使用許可執照。政府預計在2022-2026年讓業者及其供應商了解主要建築產品的碳排量與計算工具的使用，以推動其思考如何透過更好的設計、或使用替代性材料來減少建物的隱含碳，2027年後再規劃導入較嚴格的建築產品GWP限值，強化低碳公共採購政策 (Boverket, 2020) 。

對臺灣的啟示

綜觀全球的企業/產品氣候資訊揭露趨勢，可以發現：企業溫室氣體範疇1&2、短中期的減碳目標、措施和年度進展、氣候風險如何影響公司治理及其商業策略等資訊的揭露已是最低要求。各國對揭露的範圍要求正在逐漸擴大，包含了企業價值鏈 (範疇3) 的排放及減量策略、氣候相關風險與機會配置的資本支出及投資額說明，且產品碳排資訊的揭露範疇 (計算邊界) 也由製程的直接排放擴展至材料開採、運輸階段的間接排放。而這些氣候數據與資訊正逐步轉化為金融投資機構、供應鏈、政府部門訂定相關減碳政策的基礎。

根據2022年CDP碳揭露計畫的氣候問卷結果，參與揭露的臺灣企業數已成長到505家，較前一年成長24%，且獲得的評分表現普遍較其他亞太參與企業的表現更佳 (65%的臺灣企業獲得B-, B, A-, A的評價) (郭以琳, 2023) 。但要注意的是，企業有好的氣候資訊揭露或評比結果不代表企業已承諾淨零、制定可信度高的氣候轉型計畫。

¹⁸ 詳見其官網：<https://milieudatabase.nl/en/>

¹⁹ 該法規 (Climate Declaration Act) 目前僅針對一定規模的新建物，且僅計算/揭露建物主要結構的總碳排，包含建築外殼、承重結構與內牆，但未來可能會擴大計算及揭露的範疇。

²⁰ CDP 2022年的氣候問卷結果顯示：全球1萬8000多家回覆CDP 2022氣候問卷的企業當中，不到1%的企業轉型計畫是可信的，多數企業的收入、資本或營運支出並未與1.5°C的氣候目標一致（CDP, 2023）。而根據民間團體的研究調查，臺灣1700多家上市櫃公司，有高達八成並無提出任何與減碳相關的承諾或目標，有明確淨零承諾的僅3%（47家）。²¹ 此顯示尚需進一步的政策工具推動企業實質減排，而非令其停留在氣候資訊揭露的階段。

臺灣證券交易所自2014年頒布的法規「上市公司編製與申報永續報告書作業辦法」（以下簡稱為作業辦法）近年呼應國際趨勢，在2019至2022年每年滾動修正條文，以強化不同產業別應揭露的具體項目，此舉值得鼓勵。惟作業辦法目前僅針對上市公司溫室氣體的範疇1及2、對範疇3尚未有相應規劃，²²且對於資本額較小者（50億元以下），可至2026年才進行揭露。除了作業辦法，當前臺灣的法規政策也鮮少有關於企業或產品氣候資訊公開的要求，故即使有能源管理法下的查核制度、能源局（工研院）對企業能耗或特定產品單位耗能也有所掌握，這些資料目前多被用於於企業節能輔導或能源使用產品的能效分級上，未能公開予公民社會監督企業減碳進展，也尚未與其他氣候資料串接、擴大用途於其他的政策工具制定。此與國際上已將氣候資料應用至政府採購（美國、荷蘭）、建築法規（瑞典）、工業去碳化補助競標計畫（德國）、企業低碳轉型進展評估（法國）等氣候政策有一段落差。

若要填補上述空缺，政府應掌握今年初修正通過的《氣候變遷因應法》、以及淨零十二項關鍵戰略帶來的機會之窗，與相關部會（環保署、能源局、工業局、建研所、金管會）合作盤點手上已掌握的資料，並檢視過往成效不足或尚未積極應用的政策工具，結合國際趨勢來加速改善。舉例而言，產品（設備）的效能標準規範制定、金管會主責的綠色金融關鍵戰略及永續經濟活動認定參考指引、綠建築或綠建材納入隱含碳的計算與揭露、公部門的低碳工程採購等，皆是可著力之處。然而若要落實積極創

²⁰ 根據CDP的定義，轉型計畫是指企業自身的資產、營運及商業模式與1.5°C的氣候目標保持一致，企業需建立一路徑圖說明其如何採取行動來實現上述目標。

²¹ 相關資料詳見民間團體於2022年12月20日發布聯合記者會新聞稿：<https://gcaa.org.tw/6780/>

²² 根據CDP的研究，除了鋼鐵、水泥、運輸服務業以外，多數產業的範疇三排放都佔了範疇一、二、三總和的75%以上。因此針對範疇三排放佔比高的產業，國際上的倡議組織（如：CDP、SBTi、GRI）皆鼓勵企業進行盤查揭露、訂定減量策略。

新的氣候政策，仍需要有專責單位蒐集整理企業的氣候相關資訊、關鍵製程設備耗能資訊及其壽齡、高碳排產品生命週期碳排數據等，才能以完整的最新資料為基礎，規劃具企圖心的工業去碳化政策組合，推動產業加速減碳行動，切莫讓企業/產品僅僅停留在氣候相關資訊的揭露階段。

第四章、總結

全球2050淨零目標的意義不僅僅是能源/電力系統去碳化，更是要進一步追求工業、乃至於難減排產業的淨零轉型。若說2000年至2020年是能源轉型（綠能發展）及其相關政策工具蓬勃發展的時代，那麼從2021年開始至2050年，將會是工業材料/產品（如：鋼鐵、水泥、肥料、化材）淨零轉型的國際競合時期。2021年，擔任G7主席國的英國，和美國一同啟動了G7工業去碳化議程（Industrial Decarbonisation Agenda, IDA）。G7工業國政府高層在低碳產品標準制定、投資金流、採購政策、市場監管等和工業去碳化息息相關的事項啟動了聯合研究，2022年，擔任主席國的德國繼續執行該研究，並促成了國際氣候俱樂部的成立。今年輪值主席國日本也在去年的COP27上承諾將會繼續推動該議程的國際合作，其前幾日發佈的會議公報指出「加速工業去碳化的潛在政策工具箱」與「近零（near-zero）排放產品定義」是此議程的共識起點。²³

工業（包含難減排產業）的淨零轉型，對於高度仰賴國際貿易、且重工業在我國產業結構佔有一定地位的臺灣而言，可謂艱鉅的挑戰。若要為此國際趨勢提前做好準備，工業局除了持續協助輔導中小企業減碳（節能）工作之外，亦應思考如何規劃上位的工業淨零整合戰略——「12+1」，來加速整體產業邁向淨零。故本書第二章從國際研究的視角切入，盤點了臺灣2030淨零轉型路徑以及當前十二項關鍵戰略可改善之處：**中長期淨零目標（里程碑）的建立、政策工具的強化，以及可促使整體戰略制定更加妥善的支持機制**。第三章則是介紹可加速重工業（難減排產業）去碳化的三項政策工具及其對臺灣的意涵。三項政策工具分別是創造綠色需求的「**低碳公共工程採購**」、推動綠色生產的「**碳差價合約**」，以及資訊面政策工具的「**擴大企業/產品氣候相關資訊揭露與品質**」，此也呼應了近期G7工業國正在進行的「以數據為基礎的工業去碳化議程」。

²³ 相關資料詳見：<https://www.env.go.jp/content/000127595.pdf>

如同第一、二章所述，完整的工業淨零轉型政策涵蓋甚廣，本書所提供的政策建議僅是當中的一小部分，尚需更多利害相關人參與討論、合作規劃，才能推動政策落實且持續改善之。在這部分，民間團體期待主管機關（不論是主責或協辦單位）皆能秉持「資訊公開」、「各方利害關係人參與」，以及「具體回應社會各界意見」此三大原則，建立統一的淨零戰略長期溝通與檢核監督機制，如此方能強化各界合作，共同推動臺灣邁向淨零。

參考文獻

英文資料：

- Agora Energiewende and Wuppertal Institute. (2021). "Breakthrough Strategies for Climate- Neutral Industry in Europe: Policy and Technology Pathways for Raising EU Climate Ambition."
- Boverket. (2020). Regulation on climate declarations for buildings proposal for a roadmap and limit values.
- BMWK. (n.d.). [Support scheme for the promotion of climate neutral production processes in industry through climate protection agreements.](#)
- BMWK. (2023a). [Programm Klimaschutzverträge \(Carbon Contracts for Difference, CCfD\).](#)
- BMWK. (2023b). [Förderprogramm Klimaschutzverträge](#) (Funding program for climate protection agreements).
- California Department of General Services. (2023). [Buy Clean California Act.](#)
- CDP. (2023). [ARE COMPANIES DEVELOPING CREDIBLE CLIMATE TRANSITION PLANS?](#)
- European Commission. (2022a). [Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee, and the Committee of the Regions - The REPowerEU Plan \(COM/2022/230\).](#)
- European Commission. (2022b). [Designing a competitive bidding tool to fund hydrogen innovation: stakeholder consultation](#)

- European Council. (2022). [Council gives final green light to corporate sustainability reporting directive.](#)
- Gerres, Timo & Linares, Pedro. (2022). [Carbon Contracts for Differences \(CCfDs\) in a European context.](#)
- Hasanbeigi, A., Nilsson, A., Mete, G., Fontenit, G., & Shi, D. (2021). [“Fostering Industry Transition through Green Public Procurement.”](#)
- IEA. (2020). [“Energy Technology Perspectives 2020”](#)
- IEA. (2022). [“Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members”](#)
- Jakob Petutschnig. (2022a). [Why Carbon Contracts for Difference could be the policy measure Europe needs to decarbonise industry.](#)
- Jakob Petutschnig. (2022b). [Why are Carbon Contracts for Difference gaining popularity in Europe?](#)
- Jeroen, van A. (2017). Sustainable Public Procurement at Rijkswaterstaat The use of DuboCalc, the Environmental Cost Indicator and the A6 project. https://procuraplus.org/fileadmin/user_upload/Activities_files/Events/Webinar_Award_Winners/Jeroen_van_Alphen_RWS.pdf
- Michelsen, O., & de Boer, L. (2009). Green procurement in Norway; a survey of practices at the municipal and county level. Journal of Environmental Management, 91(1), 160–167. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.08.001>
- Ministry of the Interior and Housing (2021). [National Strategy for Sustainable Construction.](#)

- Ministre de la Transition écologique (2021). [RE 2020 Éco-construire pour le confort de tous](#)
- Netherlands Enterprise Agency. (2023). [Stimulation of sustainable energy production and climate transition \(SDE++\)](#).
- NMD. (n.d.). An introduction to the NMD. Nationale Milieudatabase. Retrieved May 12, 2022, from <https://milieudatabase.nl/en/about-us/an-introduction-to-the-nmd/>
- NMD. (2020). Guide to environmental performance calculations. https://milieudatabase.nl/wp-content/uploads/2020/09/Guide_to_environmental_performance_calculations_July_2020.pdf
- Office of the Federal Chief Sustainability Officer. (2022). [Federal Supplier Climate Risks and Resilience Proposed Rule](#)
- Rijkswaterstaat. (2013). The Rijkswaterstaat Approach Green Public Procurement for Infrastructure in the Netherlands.
- Rijkswaterstaat. (2015). Green Public Procurement The Rijkswaterstaat Approach.
- Trafikverket. (2022). [Klimatkrav i planläggning byggskede underhåll och på tekniskt godkänt järnvägsmateriel](#).
- U.S. Securities and Exchange Commission. (2022). [SEC Proposes Rules to Enhance and Standardize Climate-Related Disclosures for Investors](#).
- UNIDO. (n.d.). [Industrial Deep Decarbonization Initiative](#).
- WEF (2022). "The Net-Zero Industry Tracker"

- UNEP. (2017). "[FACTSHEETS ON SUSTAINABLE PUBLIC PROCUREMENT IN NATIONAL GOVERNMENTS.](#)"

中文資料：

- 公共工程委員會 (2022) 。[110 年政府採購執行情形](#)
- 主計處 (2021) 。[國民所得及經濟成長統計資料庫](#)
- 台灣建築中心 (2021) 。[綠建築、綠建材及智慧建築標章 資訊揭露](#)
- 郭以琳 (2023) 。2023.01.11簡報：[制定可信「轉型計劃」掌握低碳轉型契機](#)
- 國發會 (2022) 。[臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明](#)
- 經濟部 (2022) 。[製造部門2030淨零轉型路徑](#)

