

ESG 每週漫步

因應氣候變遷 探索永續之路

1. 封面主題 – 綠色鋼材介紹
2. 國內永續時事 (2023/08/05 – 2023/08/11)
3. 國際永續時事 (2023/08/05 – 2023/08/11)
4. 部門永續主題分享 (永續部) – 垂直綠美化之綠牆介紹
5. 學術論文分享 – 預鑄工法導入節能減碳之文獻回顧
6. 教育訓練 – 氣候變遷因應管理
 - 國際永續金融倡議與規範 – 金管會證券期貨局 呂盈錄 稽核
 - 淨零科技之原理與科技 – 碳捕捉及封存原理 – 國立臺灣大學 蔣本基 榮譽教授



低
碳
鋼
材



堅持企業倫理 成為生活形態的領航者

1. 封面主題 – 綠色鋼材介紹 (1/2)



何謂綠色鋼材？

綠色建築逐漸成為當代都市發展的趨勢，而綠色鋼材是這一趨勢中不可或缺的元素。綠色鋼材，也稱作低碳鋼材，不僅可以在生產過程中減少大量的碳排放，更注重於整個生命週期中的環境效益。其在於製造和完整生命週期中，展現了相對較低的碳排放特性，同時，其具有高強度、高耐久性及易於進行磁性篩選的特性，以及能夠無限次、完整地回收利用的能力，使鋼鐵成為最具循環利用潛力的建築材料。這不僅延長了鋼鐵的生命週期，更大幅度地削減了其整體生命週期內的碳排放量。再者，通過不斷的冶金技術創新和製程優化，鋼鐵產品可以持續向更環保的方向演進，真正體現出「用得越多，對環境越友善」的綠色理念。



鋼鐵材料介紹

鋼鐵，主要由鐵以及碳 (C)、硅 (Si)、錳 (Mn)、磷 (P)、硫 (S) 和部分其他微量元素所組合而成的合金。在這些元素中，除了鐵以外，碳 (C) 的比例對於鋼鐵的機械性質具有決定性的影響，另外，合金鋼也稱為特種鋼，它是在碳鋼的基礎上添加一或多種合金元素製成的。這種添加方式會改變鋼的組織和性質，使其擁有特定的特性，如更高的硬度、耐磨性、韌性或是防腐性等。

| | 外加元素 | 鋼材變化 |
|---|-------|---------------------|
| 鋼 | 鎳、錳 | 增加強度、使沃斯田鐵的化學性質更加穩定 |
| | 鉻 | 硬度及熔點上升 |
| | 釩 | 使硬度上升、減輕金屬疲勞所帶來的效應 |
| | 鉻 | 防止腐蝕 |
| | 硫、氮、磷 | 使鋼變得更脆弱 |

鋼的密度會隨合金的成份而改變，一般介於7,750至8,050 kg/m³



鋼材的含碳量

鋼是由鐵和碳組成的合金，因此鋼鐵也常被稱為是一種鐵碳合金。根據碳的含量，鋼鐵可進一步區分為生鐵和碳鋼。生鐵指的是碳含量超過2%的鐵碳合金，而碳鋼則是碳含量不超過2%的鐵碳合金，其碳含量範圍約介於0.03%至2.00%之間。其中，煉鋼爐碳鋼被廣泛認為是最常見的普通鋼。它不僅冶煉過程簡便、加工方便，而且價格相對較低。根據碳的含量，碳鋼可分為低碳鋼、中碳鋼和高碳鋼。碳含量越高，鋼的硬度就越大，但相對的韌性則會降低。反之低碳鋼則可發揮質軟、耐衝壓及可延展的特性。

| | 鋼含碳量 | 質地 | 用途 |
|-----|-----------|------------|------------------------|
| 低碳鋼 | 小於0.25% | 質軟、耐衝壓及可延展 | 用途為製造鋼筋、鑄材、建築用鋼材及鋼板等 |
| 中碳鋼 | 0.25~0.6% | 介於高碳鋼與低碳鋼間 | 用途為製造不鏽鋼、建築材料及各種機械零件等 |
| 高碳鋼 | 0.6~2.11% | 具有較強的硬度及強度 | 用途為製造軸承、軌道、鋼門、彈簧及耐磨零件等 |



鋼材生產概述

鐵礦中的碳含量相對較高。為了獲得鋼，需要將鐵礦熔化後進行再處理以降低其碳含量至合適的範圍。在此過程中，還可以加入其他元素來調整性質。當鐵液準備好後，可以使用連續鑄造法將其鑄造成厚鋼板，或者透過傳統的鑄造技術製成鋼錠。大概有96%的鋼都經過連續鑄造法製造，而僅有4%的鋼是鑄造成鋼錠。鑄造完後，鋼材會被置入均熱爐進行加熱，接著再經過熱軋程序，被軋成厚鋼板、鋼塊或鋼坯。這些厚鋼板隨後會經過熱軋或冷軋，轉化為鋼片或薄鋼板。而鋼坯則會經由熱軋或冷軋，製成鋼條、鋼棒或鋼線。



鐵礦示意圖
取自：Wikiwand



國內外生產綠色鋼材之企業介紹

綠色鋼材通常是通過採用能源節約、低碳生產、再生能源或是創新技術等方法來生產低碳或無碳產品，以減少鋼材生產過程中的碳排放。於建築中使用綠色鋼材，可以降低建築物的碳足跡，從而對碳中和的目標做出積極貢獻。以下介紹四家提供綠色鋼材的企業供參考。

中鋼公司 (臺灣)

- **企業背景**：於1971年創立，粗鋼年產量約1千萬公噸，國內市占率逾50%，為目前國內最大鋼鐵公司。
- **鋼材特點**：運用開放式創新，結合國內產學研界研發能量，致力高品級綠色鋼材研發，並發展對應製造技術擴大綠色鋼材使用，建構熱沖壓產業供應鏈。中鋼嚴謹訂定廢鋼分類作業流程及追蹤管理等標準化制度，提交UL後於2022年12月審查通過，象徵中鋼再次樹立實踐循環經濟的最佳典範。與成大合作規劃兩項極低碳鋼鐵生產技術，一是二氧化碳捕捉封存 (CCUS)，另一則是建立氫基直接還原鐵製程，將鐵礦以綠氫還原成直接還原鐵 (DRI)，再投入電爐生產鋼液。
- **產品應用**：建築結構、車輛、船舶等。
- **綠色認證**：鍍鋅鋼品SGCC RC20獲UL美國總部正式授予UL 2809證書。
- **企業時事**：中鋼推低排碳鋼落實碳中和

燁輝企業 (臺灣)

- **企業背景**：於1988年建廠，可承接超高鋼骨大樓、大型鋼結構廠房及橋樑等製造與安裝，擁有BH型鋼、BOX柱鋼生產線、二次型料加工線及各式CNC泛用加工設備，月產能可高達10,000公噸。
- **鋼材特點**：藉由生產製程及產品成份與功能的改善達到環保、節能、減碳等目的。開發「綠色環保型鍍面鋼捲」、「抗菌健康環保鋼捲」、「高效抗菌健康環保鋼捲」及「潔淨節能氟碳樹脂 (3C) 烤漆鋼捲」等產品。
- **產品應用**：建築結構、樓承板、溫室棚架管、空調風管等。
- **綠色認證**：QC 080000 IECQ HSPM系統認證與綠色鋼材識別標誌 (CIS)。
- **企業時事**：經濟部與鋼鐵產業凝聚減碳共識攜手邁向淨零轉型之路

SSAB (瑞典)

- **企業背景**：於1978年創立，2016年SSAB、能源公司Vattenfall和礦產集團LKAB合作「Hybrit 計畫 (Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology)」。
- **鋼材特點**：SSAB Fossil-free™鋼採用HYBRIT®技術生產，使用無化石氫直接還原鐵礦石，排放水而不是CO₂。用氫能或再生能源取代煉鋼所需的焦煤，而且氫能來源還是使用再生能源電解水製氫的「綠氫」，並非傳統的天然氣重組製氫。另一家H2 Green Steel計劃在瑞典北部建造一座綠氫鋼鐵生產設施，並獲得Spotify創辦人Daniel Ek等投資者資助，目前計劃在2024年開始生產，希望年產能在2030年可到500萬噸。
- **產品應用**：建築、汽車、機械等。
- **綠色認證**：成為瑞典政府資助的“鋼鐵生態系統”成員。
- **企業時事**：瑞典開發綠氫煉鋼技術，不需化石燃料過程無碳排 (駐瑞典臺北代表團：瑞典HYBRIT計畫成功，綠色鋼鐵生產前景可期)

塔塔鋼鐵公司 (印度)

- **企業背景**：於1907年創立，為塔塔集團旗下鋼鐵業務。總部位於印度幫詹謝普爾。為全世界第6大鋼鐵公司。現時業務為生產及銷售各類鋼材產品，包括板鋼、長鋼等產品。全球經營市場主要著重於印度、英國、美國和中國。
- **鋼材特點**：為大規模降低鋼鐵生產的排放，已開始致力轉向綠色氫基煉鋼。塔塔鋼鐵荷蘭公司推出了Zeremis® Carbon Lite系列的低碳排放，讓客戶可以通過該產品減少其碳足跡。
- **產品應用**：建築結構、汽車、包裝、家電等。
- **綠色認證**：ISAE 3000 國際認證標準。
- **企業時事**：【歐洲】塔塔鋼鐵荷蘭公司推出低碳綠色鋼材

1



信義房屋創辦人周俊吉先生與王美文伉儷 響應自備餐盒行動

媽媽氣候行動聯盟理事長陳藹玲手拿可循環使用的環保杯，也自備餐盒，鼓勵消費者減廢救地球。信義房屋創辦人周俊吉先生每次帶夫人經過銀行門口，一定會多繞一點遠路，原因是「若太靠近銀行大門，感應器會自動開門，冷氣就外洩了」，周俊吉伉儷環保愛地球，從身體力行開始，再影響家人和員工。

中時新聞網 2023/08/06

[詳如全文](#)

2



用AI教企業倫理？當孔子遇上ESG的創新教學

早於10年前在CSR觀念剛萌芽、企業倫理尚未受到重視之時，由信義房屋支持成立的信義文化基金會和中華企業倫理教育協進會，在孫震教授和許士軍教授的號召下，和一群熱心於企業倫理教學的大學老師與企業人士，共同投入企業倫理教育的扎根與推廣，並推出全臺唯一的「全國企業倫理教師營」。

NOWNEWS 今日新聞 2023/08/06

[詳如全文](#)

3



2023地球資源額度告罄！即日起「生態負債」

8月2日是「地球超載日」(Earth Overshoot Day，又譯為「生態負債日」)，其概念最早是由國際獨立智庫組織全球足跡網絡發起 (Global Footprint Network, GFN)，引用聯合國數據計算出要支撐全球人口的需求，需要1.7個地球的資源，隨著人類對資源的消耗速度愈來愈快，透支的日子也將愈早到來。

ESG遠見 2023/08/05

[詳如全文](#)



臺電中油領軍試驗碳捕捉與封存 為碳權交易暖身

為落實零碳化火力發電，發展碳捕捉、利用與封存 (CCUS) 成當務之急。為跟上國際腳步，臺灣將由經濟部國營事業帶頭試驗，臺電規劃在臺中電廠的減碳技術園區設置吸收塔、脫附塔、微型態測試區、溫室等，已初步選定中火9號機試驗，目標是2025年年碳捕捉量達2000噸，並會暫存臺中外海。

Yahoo! 2023/08/06

[詳如全文](#)



碳交所揭牌 明年啟動3大交易

臺灣碳權交易所7日在高雄揭牌，證交所、碳權交易所董事長林修銘表示，碳交所將分為三大交易板塊，包括國內碳權交易分為自願減量額度交易和增量抵換交易兩類；國外碳權交易板塊也將攜手具公信力的國際認證機構，提供高品質的國際碳權買賣支援，預計國內碳權交易將會在明年上半年上路。

中時新聞網 2023/08/08

[詳如全文](#)



推廣惜食理念 翻轉消費模式及飲食習慣首席廚師甄選 碰撞低碳健康新滋味

環保局表示「惜食料理食譜組」複審以現場烹調方式進行，參賽選手紛紛拿出看家本領大顯身手，從製作到擺盤都非常用心，作品也都緊扣吃全食 (零廚餘)、吃格外、食當季、吃在地 (低碳排料理) 的理念，有的結合節慶文化、有的融合在地特色創作出具有無國界時尚感的料理。

Yahoo! 2023/08/08

[詳如全文](#)



石綿建材循環處理 健康與環境共贏

環保署指出，經運用遙測技術調查掌握全臺約有24萬棟房屋屋頂使用石綿瓦/浪板，粗估重量約為53萬噸。環保署提供拆除後石綿瓦/浪板廢棄物的清運費用補助，民眾可於翻新石綿瓦/浪板屋頂時向各環保局提出申請，民眾不用負擔廢棄物清理費用。

環保新聞專區 2023/08/09

[詳如全文](#)

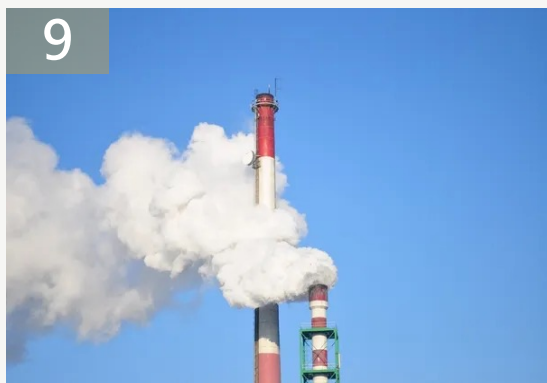


配合未來自然碳匯盤查 環署擬森林系受訓也可執行碳盤查

環保署氣候署籌備處副主任黃偉鳴表示若想成為查驗人員，除了自身的專業背景外，還需經過至少40小時的訓練，如碳盤查的規範及相關法規課程；此外，如果已獲得查驗資格的人員，逾1年未執行相關的查驗工作，必須再經過16小時的再訓練課程，才能進行查驗。

自由時報 2023/08/09

[詳如全文](#)



減碳交易是什麼？臺灣碳權交易所正式成立，一次掌握 3 種交易方式

「自願減量」是指企業跟環保署申請一個減碳專案，如果企業達成減碳目標，比方說某企業2023年承諾減去500公噸二氧化碳當量，多減了100公噸，這100公噸可作為碳權交易。但是，企業提出的減碳目標需要能夠被測量，而且具有外加性。外加性指的是，企業取得的碳權必須是「額外」的減碳行為。

經理人 2023/08/09

[詳如全文](#)

2. 國內永續時事 (2023/08/05-2023/08/11)

10

敦化南北路商用不動產 拚都更危老

政府積極推動都更或危老改建，帶動重建商機蓬勃發展。不僅老舊住宅重建火熱，商用不動產重建案更是與日俱增。委建模式亦可參考安信建經「全案管理」，整合信義企業集團及資源，負責統籌資金、建築設計、營造興建、銷售及物管售服等一條龍服務，協助企業加速重建、嶄新又安全的大樓。

Yahoo! 2023/08/10

[詳如全文](#)

11

2030年禁用四種一次性塑膠產品轉彎？環署：禁限用不再是唯一方向

環保署2018年宣示減用四項一次性塑膠用品，塑膠吸管、飲料杯、購物袋及免洗餐具，逐步走向2030年全面禁用。資源循環辦公室日表示，禁限用不再是唯一方向，未來會結合綠色設計、資源循環，引導市場減塑，朝向2030年減少13.8萬噸原生塑膠。

環境資訊中心 2023/08/10

[詳如全文](#)

12

打造臺灣綠色經濟智庫 中山大學成立「碳權研究與服務中心」

中山大學「碳權研究與服務中心」由臺灣證券交易所與證券週邊單位，包括櫃買中心、期交所、集保公司公益捐助成立，今後將推動產業與政府公部門淨零與循環經濟，協助開發淨零循環經濟系統與技術。以「永續環境」議題為導向，整合國內學術研究單位、政府公部門及在地產業進行連結與合作。

自由時報 2023/08/10

[詳如全文](#)

3. 國際永續時事 (2023/08/05-2023/08/11)

1



食品和飲料行業在希思羅機場試驗低碳水泥，同時也正積極探索ESG議題

Food and beverage sector figures out ESG as Heathrow trials lower-carbon cement

食品和飲料行業正在研究如何最好地遵守ESG標準。TraceGains對300家企業調查顯示，46%的受訪者在選擇或採購時優先考慮ESG合作夥伴，而近一半的受訪者表示，如果ESG標準無法得到保證，他們願意完全減產。然而，只有64%的人承認ESG的重要性，這表明有些企業的優先事項在其他地方。

SG VOICE 英國 2023/08/07

[詳如全文](#)

2



【影音】美國核融合實驗再突破 能量轉化輸出達1.71倍

國際間關於「核融合」的研究近來又有新進展。設在美國加州的國家實驗室，去年首度成功獲得產出能量大於雷射輸入能量的結果，日前再度取得類似成果，這次產生的能量更多。核融合相較於現行的核分裂發電方式放射線污染風險低很多，不過，要能走到「商業運轉」還有一段路。

公視新聞網 美國 2023/08/07

[詳如全文](#)

3



氫 – 現在不是取消任何技術的時候

Hydrogen – Now is not the time to write off any technology

氫的主要應用領域是重工業和運輸業。可再生能源不適合鋼鐵生產等高強度工業或航空等重型運輸，但氫可以填補這一空白，同時顯著減少排放。這意味著我們可以保護熟練工作和消費者需求，同時仍然推動實現淨零未來。

SG VOICE 英國 2023/08/08

[詳如全文](#)

4



美國能源部宣布撥款4,600萬美元 用於提高住宅和商業建築的能源效率並減少排放 U.S. DOE Announces \$46 Million to boost energy efficiency and slash emissions in residential and commercial buildings

美國能源部 (DOE) 宣佈為15個州的29個項目提供4600萬美元，以開發先進的建築技術和改造實踐，使家庭和社區更健康，並減少能源浪費。建築能源效率前沿和創新技術 (BENEFIT) 資助機會將有助於推進具有成本效益的解決方案，以成功實現全國建築電氣化，同時提高其能源效率和需求靈活性。

ESG NEWS 美國 2023/08/08

[詳如全文](#)

5



力拓將向 H2 Green Steel 供應鐵礦石用於低碳鋼生產 Rio Tinto to Supply Iron Ore to H2 Green Steel for Low Carbon Steel Production

全球最大的鐵礦石生產商力拓 (Rio Tinto) 宣布與瑞典低碳鋼鐵初創公司 (H2 Green Steel) 建立新的合作夥伴關係，該公司利用綠色能源生產的氫氣來去除氧化鐵中的氧氣，避免了通常產生的大部分二氧化碳排放，並使用 100% 可再生能源產生的電力來滿足製造過程中產生的能源需求。

ESG today 瑞典 2023/08/09

[詳如全文](#)

6



歐洲熱浪能源告急 太陽能小兵神救援

根據世界氣象組織 (WMO) 的定義，「熱浪」的標準是每日最高溫超過30年均溫達攝氏5度以上，而且持續超過5天。歐洲去年有超過6萬人因為高溫喪命，人們擔心今夏的熱浪恐將奪走更多寶貴生命。為了躲避致命的熾熱天氣，歐洲各地的空調需求激增，也引發對歐洲能源供應的關切。

中央廣播電台 歐洲 2023/08/09

[詳如全文](#)

4. 部門永續主題分享 (永續部) – 垂直綠美化之綠牆介紹 (1/2)

綠牆是什麼？

綠牆 (Green wall or Vertical garden) 又稱為植生牆或生態牆。藉由種植攀藤植物或是藤蔓植物以自然攀爬或是懸垂方式生長，透過不同綠牆工程工法，讓立面角度與植株根系深淺不一及植物特性的不同互相搭配，使植物間或是直接呈現於立面。「植生牆」的概念，可追溯至西元600年前、巴比倫的空中花園。而植生牆的名稱，始於法國植物學家 Patrick Blanc，所發明的金屬框架、不織布毛氈層與 PVC 防水層所組成的植生牆。

綠牆的作用

因應我國人居密度高及綠化空間有限，有效利用垂直綠美化，以減少水平種植空間有限的情況，以增加垂直空間綠化量。設置植生綠牆方式可達滯塵、吸收空氣污染物等效益，進而改善室內及戶外環境之空氣品質。

營建工地圍籬垂直綠美化的好處

- 【獎勵措施】政府都更獎勵綠牆施作及綠建築，增加容積率。
- 【美化環境】可以增加營建工地的美觀度，使周圍環境看起來更加綠意盎然，成為地標。
- 【淨化空品】藉由植物吸收空氣中的有害物質，如降低CO₂和截留空氣中的懸浮微粒。
- 【減輕噪音】可作為聲音隔絕的屏障，減少來自營建工地的噪音直接對周圍居民的干擾。
- 【降低溫度】植栽披覆常被用於路面及建物降溫，防止太陽輻射熱儲存熱量於建材中。
- 【施工阻隔】可以提供工地與外環境之間一定的阻隔，阻擋路過行人或車輛的視線。
- 【環境教育】生物多樣性與生態跳島，使鳥類和昆蟲等生物有更多的棲息地。

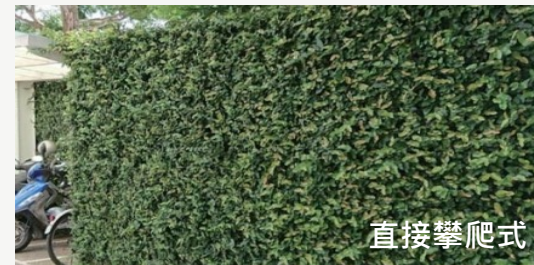
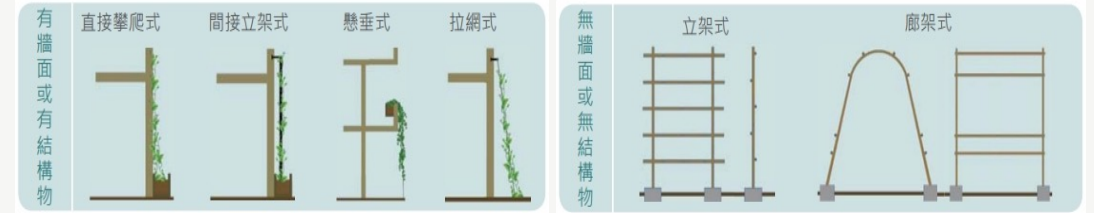
工地圍籬高度

營建工地之圍籬，常見圍籬應用綠牆進行綠美化。根據營建工程空氣污染防治設施管理辦法，營建業主於營建工程進行期間，應於營建工地周界設置定著地面之全阻隔式圍籬及防溢座，圍籬高度規定，如下表所示。道路轉角或轉彎處十公尺以內者，得設置半阻隔式圍籬。營建工程之工地周界臨接山坡地、河川或湖泊等天然屏障或其他具有與圍籬相同效果者，報請直轄市、縣(市)主管機關同意後，得免設置圍籬。

| 營建工程分級 | 所在地空氣品質防制區 | 懸浮微粒 細懸浮微粒 一、二級防制區 | 懸浮微粒 細懸浮微粒 三級防制區 |
|-------------|-------------|--------------------------|------------------------|
| | 第一級 營建工程 | | 2.4公尺 |
| 第二級 營建工程 | | 1.8公尺 | 2.4公尺 |

綠牆種類及形式

綠牆種類之有牆面或有結構物，分為直接攀爬式、間接立架式、懸垂式以及拉網式；無牆面或無結構物，分為立架式及廊架式。



資料出處：行政院環境保護署

4. 部門永續主題分享 (永續部) – 垂直綠美化之綠牆介紹 (2/2)

綠牆工法

綠牆硬體結構面，綠牆工法有相當多的技術形式，可歸納為兩類，為畫素型綠牆及藤蔓型綠牆。畫素型綠牆為立即綠化綠牆，其中以盆器結構區分單槽式、多槽式、區塊模組式、開放式、不織布及布花園等六種形式，而藤蔓型綠牆為養成型綠牆，主要分為懸垂式、吸附式、捲鬚式及旋莖式。



| 畫素型 | | | | | | 藤蔓型 | | | | 以攀附物區分 | |
|---------|-----|-------|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|--------|----------|
| 以盆器結構區分 | | | | | | 以植物攀附方式區分 | | | | 傳統式 | 改良式 |
| 單槽式 | 多槽式 | 區塊模組式 | 開放式 | 不織布 | 布花園 | 懸垂式 | 吸附式 | 捲鬚式 | 旋莖式 | 直接攀附牆面 | 間接網架結構攀附 |

綠牆施工流程



營建工地圍籬綠牆常設植栽



畫素型-開放式綠牆



臺中迪卡儂

藤蔓型綠牆



瑞士蘇黎士MFO

植物直接攀附牆面



圖片出處：臺灣綠屋頂暨立體綠化協會及樹花園

施工流程 | 圖片出處：臺灣綠屋頂暨立體綠化協會及樹花園

圖片出處：后里國小 莊溪老師、Yahoo!、臺灣景觀植物及中時新聞網

5. 學術論文分享 – 預鑄工法導入節能減碳之文獻回顧 (1/5)

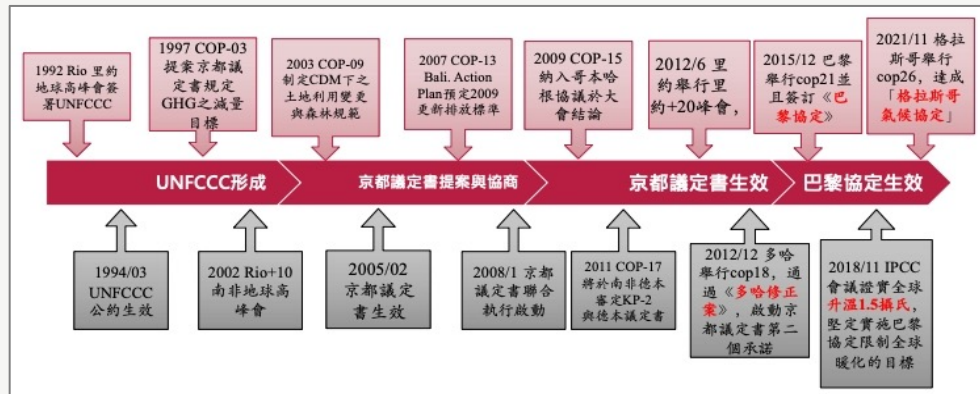
參考自 梁凱雯 碩士論文 (2023年2月) · 預鑄工法導入節能減碳與全生命週期之效益評估 · 國立中央大學 土木工程學系。

文獻回顧前之預鑄工法與碳減排概論

預鑄工法是一種在節能減碳政策下被廣泛應用的綠色建築方法。這種方法為先在工廠進行大規模生產和組裝模組，然後將其運送到施工現場進行安裝，以減少了在施工現場進行傳統鑄造工作所產生的碳排放。同時，在設計階段之預鑄工法還具有節省成本的經濟效益，因此已成為目前最常用的施工方法之一。

國際因應節能減碳之氣候變遷法政策

1988年世界氣象組織和聯合國環境署共同成立了政府間氣候變化專門委員會 (IPCC)，專門研究人類活動引起的氣候變化。於1992年通過了聯合國氣候變遷綱要公約 (UNFCCC)，並在1994年生效。1997年，日本京都會議制定了《京都議定書》，旨在穩定溫室氣體含量。該議定書於2005年生效。IPCC預測全球氣溫可能在1990年至2100年間升高1.4°C至5.8°C，然而執行議定書效率較低，引起批評。在2015年，巴黎會議通過了《巴黎氣候協定》取代《京都議定書》，希望解決全球暖化趨勢。2021年，於蘇格蘭格拉斯哥舉行COP26會議通過《格拉斯哥氣候公約》，重申了《巴黎氣候協定》目標及減少煤炭使用。未來預計於2023年11月在杜拜舉辦COP28，將以氣候減害、氣候金融、巴黎協定計畫各國減碳進程等為探討議題。



▲ 國際節能減碳發展歷程

我國因應節能減碳之氣候變遷法政策

我國並非《京都議定書》規定的工業化國家，但該國際公約為全球關注的議題，因此我國也必須積極因應。臺灣行政院環保署於2006年起草了「溫室氣體減量法」草案，在2015年公佈施行，該法案成為我國因應氣候變遷的法制基礎。在2022年，該法案修正並改為「氣候變遷因應法」正式進入了立法院審議程序，並於今年2023年2月15日正式公布修正，完善我國的氣候法制基礎。

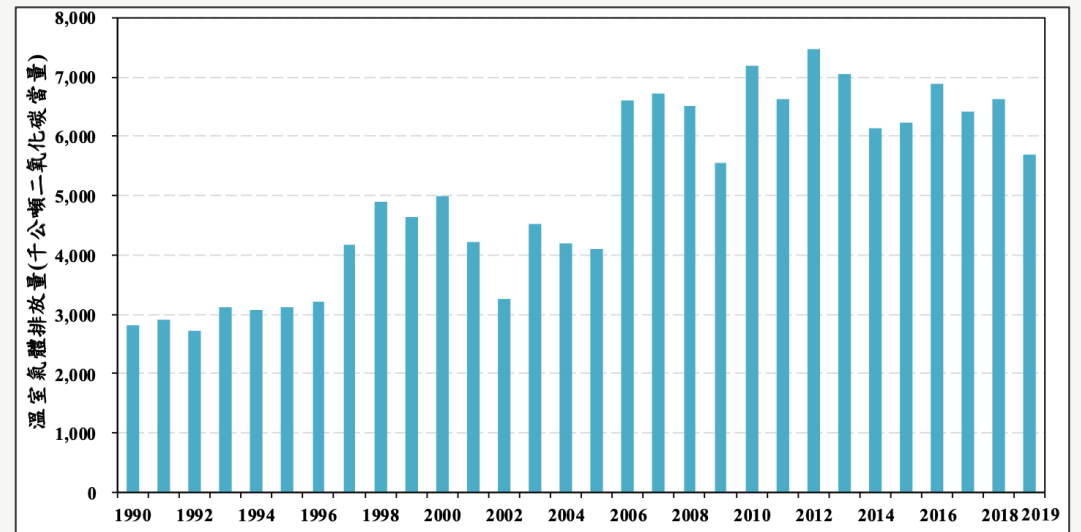


▲ 我國節能減碳發展歷程

國家溫室氣體排放清冊報告

我國溫室氣體排放清冊報告共分成六個部門，分別為能源產業 (包含製造業、營造業、運輸及其他部門)、工業製程與產品、農業部門、土地利用、林業部門、廢棄物部門。

土木工程相關的能源運輸和工業製程部門是二氧化碳排放量最高的部門。在工業製程中，鋼鐵是與土木工程相關產品的重要材料之一。根據2001年至2009年的估算數據，國內鋼鐵製程的二氧化碳排放係數為每噸高轉爐鋼胚生產0.5002公噸二氧化碳當量。



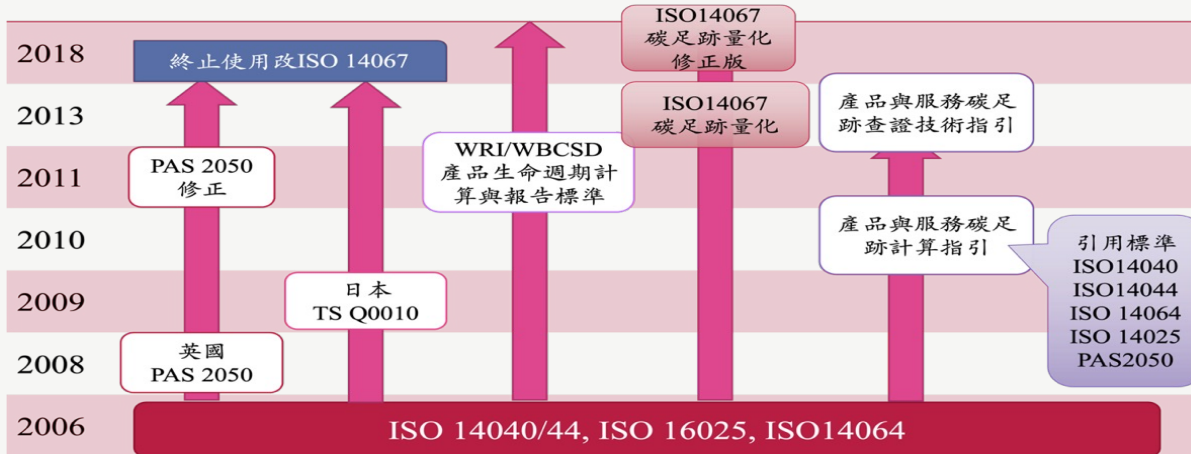
▲ 1990年至2019年高轉爐鋼胚排放量趨勢

5. 學術論文分享 – 預鑄工法導入節能減碳之文獻回顧 (2/5)

參考自 梁凱雯 碩士論文 (2023年2月) · 預鑄工法導入節能減碳與全生命週期之效益評估 · 國立中央大學 土木工程學系。

工業產品碳足跡

碳足跡是指一場活動或產品在其整個生命週期中所產生的溫室氣體排放量。這包括從原料取得、製造、配送、使用以及廢棄物回收處理等各個階段。碳足跡通常以二氧化碳的形式顯示，將其他溫室氣體的排放轉換成相當於二氧化碳的排放量。國際標準化組織 (ISO) 制定了一系列與產品碳足跡相關的標準，例如生命週期評估 (ISO 14040/44) 和環境聲明 (ISO 14025)。這些標準提供了碳足跡計算的一致性方法以及指引，使不同組織和國家間可以進行相對準確的碳足跡依循評估。



▲ 1990年至2019年水泥生產排放量趨勢 | 梁凱雯 (2023年2月)

| 類別範疇 | 規範 | 內容 |
|--------|-----------|-------------------|
| 溫室氣體盤查 | ISO 14064 | 企業碳盤查量化的標準 |
| 產品碳足跡 | PAS 2050 | 針對產品生命週期評估 |
| | ISO 14067 | 碳足跡計算標準 |
| 產品類別規則 | ISO 14025 | 產品環境標誌與宣告 |
| 生命週期評估 | ISO 14040 | 環境管理-生命週期評估-原則與框架 |
| | ISO 14044 | 環境管理-生命週期評估-要求與指南 |

▲ 各類產品碳足跡標準

國際標準之產品環境標誌與宣告

環境標誌和宣告涉及到環境影響的各種資訊，例如原物料開採、能源使用、化學物質投入、廢氣廢水排放以及與產品和企業相關的信息。環境標誌及宣告一共分為三類，分別是環保標章 (ISO 14024)、自我宣告 (ISO 14021) 以及產品環境宣告 (ISO 14025)。下表簡要介紹其三類環境標誌及宣告的不同。

| 種類 | 第一類環保標章 ISO 14024 | 第二類自我宣告 ISO 14021 | 第三類產品環境宣告 ISO 14025 |
|----|--|---|--|
| 內容 | 以預先設定之產品規格標準，經過第三者驗證，選擇對環境產生不利衝擊較低的產品，頒發專用之商標 (發給最優良產品)。 | 由產品製造商、進口商、配銷商、零售商提出，多屬單一考量與單一產品、大部分無第三者驗證。 | 為多重考量、多重行業別、多種參數、經第三者驗證後提供給消費者定量化環境資訊。 |
| 圖例 | | | |

第三類產品環境宣告

第三類產品環境宣告 (Environmental Product Declaration, EPD) 是為基於氣候變遷所延伸出來的宣告，可量化且可比較顯示產品的環境性能。主要為產品在整個生命週期中對環境的影響，逐一計算破壞臭氧層、酸雨、優氧化、氣候變遷等項目的影響數值。該標準是屬於志願性宣告，這些環境宣告需要由第三方驗證機構進行驗證，以確保其公正性和真實性。對於下游的採購者來說，環境宣告提供是否購買該產品的依據。而產品類別規則 (PCR) 也是依據ISO14025而制定之標準，其PCR 環境宣告流程如下圖。



▲ ISO 14025 PCR 宣告流程

5. 學術論文分享 – 預鑄工法導入節能減碳之文獻回顧 (3/5)

參考自 梁凱雯 碩士論文 (2023年2月) · 預鑄工法導入節能減碳與全生命週期之效益評估 · 國立中央大學 土木工程學系。

環保署產品與服務碳足跡計算指引

本指引適用在任何組織進行任何對象窗口的應用 (例如：企業對企業、企業對消費者) 與溫室氣體排放之評估。引用之國際規範有：

- CNS 14040：環境管理-生命週期評估-原則與架構。
- CNS 14044：環境管理-生命週期評估-要求事項與指導綱要。
- CNS 14064-1：組織層級溫室氣體排放與移除之量化及報告。
- CNS 14025：環境標誌與宣告—第 3 類環境宣告—原則與程序。
- PAS 2050：商品和服務生命週期溫室氣體排放評估規範。

而計算指引之架構如下圖所示：



產品類別規則 (PCR)

產品類別規則 (PCR) 是根據 ISO 14025 標準 (產品環境標誌與宣告) 定義而來的，為環境產品宣言 (EPD) 規則和要求的必要工具，提供產品開發 EPD 的規則、要求及指引。為滿足市場需求以及實際應用，在不同之標準環境產品的宣告之間做比較，須以符合具體且嚴謹的方法論作為前提。為了達成目標，必須建立統一性、標準化的計算規則，以確保之後創立的環境產品宣告在應用上的合理性。PCR 目的為引導產品聲明或產品標籤的發展，使其可和相同類別的產品做出比較。

PCR 制定程序

建立產品類別規則 (PCR) 的過程包含了收集各種資訊，例如一般資訊、範疇、名詞定義和生命週期各階段的數據。這些數據包括了原料取得、製造、配送銷售、使用和廢棄回收等不同階段。這些數據可以轉換成碳排放量，並且被用於揭露有關產品的環境資訊，如標籤的形式、位置和大小。在建立 PCR 時，需要收集該產品的生命週期評估 (LCA) 資訊，並根據該資訊來撰寫相應的準則。制定 PCR 文件時，需要了解其意涵和架構，CF-PCR 的部分主要依循 ISO 14067 規範在進行，也是參考了 IOS 14025 的架構進行擬定。而不同產品會有不同的 PCR 文件，需要有參考的建立程序 (瑞典國際產品環境宣告系統)。

而根據 ISO 14025 系列國際標準，產品類別規則要求文件如下表：

| 項目 | 內容 | |
|------------|--------------|----------|
| 產品類別之定義與描述 | 產品功能、技術性及使用 | |
| 目的與範疇界定 | 功能單位 | 系統界限 |
| | 數據描述 | 投入與產品之準則 |
| | 數據品質要求事項 | 單位 |
| 生命週期盤查分析 | 數據蒐集 | 計算程序 |
| | 物料與能源流之分配與排放 | |
| 生命週期衝擊分析 | 衝擊類別之選擇與計算規則 | |
| | 衝擊類別指標 | |
| 其他 | 額外環境資訊要求事項 | |
| | 第三類環境宣告內容與格式 | |
| | 未納入考量之生命週期階段 | |
| | 有效期間 | |

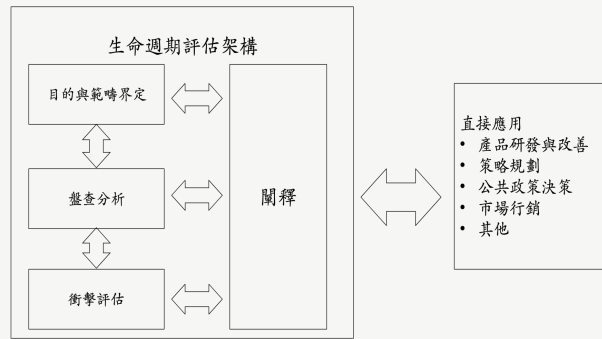
5. 學術論文分享 – 預鑄工法導入節能減碳之文獻回顧 (4/5)

參考自 梁凱雯 碩士論文 (2023年2月) · 預鑄工法導入節能減碳與全生命週期之效益評估 · 國立中央大學 土木工程學系。

碳足跡全生命週期

生命週期評估 (LCA) 被定義為一種系統分析方法，旨在評估產品或服務在整個生命週期中對環境的潛在影響。這種評估涵蓋從原材料提取到材料加工、製造、分銷和使用的所有階段。通過進行生命週期評估，我們可以瞭解產品或服務在不同階段對環境造成的影響，並找到減少這些影響的方法。這種過程有助於我們更全面地了解一項產品或服務的永續性，並支援環境保護和永續發展。

這還包括與生產，例如，原材料、輔助和運營材料的生產；使用階段和處置，例如廢棄物焚燒；相關的上游，例如供應商和下游，例如，廢棄物管理過程。而國際標準化組織提供了根據 ISO 14040 和 14044 進行生命週期評估的指南和要求。



▲ 生命週期評估-原則與架構

工程生命週期評估

工程生命週期評估，除搜集完整的產品生產相關投入與產出之資料、界定以生命週期考量之計算，還包含原料開採階段、產品製造階段、運送銷售階段、使用階段及丟棄後回收階段等，所造成之環境面與潛在的衝擊。

一、可行性評估與選址階段：除了須符合服務性能外，亦應評估其在節能減碳之量化指標。若無法對資源能源有效利用，或管制碳排放，則必須研擬替代方案，詳細評估作為決策之依據，以達成節能減碳之目標。

二、規劃設計階段：各項公共建設之設計應採用符合環保、節能減碳概念之綠色工法、綠色材料、綠色設計，並融入節能減碳觀念及再生能源設置。

三、執行施工階段：基地土方平衡、營建剩餘土石方於廢棄物減量再利用、使用節能減碳之工法及機具、維護自然環境、能源有效利用，以及工地管理。

四、維護管理階段：建立維護及營運管理機制並透過三級品管手段，定期或不定期查核各機關填報及維護狀況，以達永續經營的目的。強化維護與經營管理模式及組織，合理編列經費。永續公共工程更強調完工後的維護管理，透過適當的組織與合理的經費，有效運作公共設施達到預期之服務功能與年限。

工程碳足跡生命週期應用案例

在國內為了推動工程碳足跡概念與實施，政府推動多個工程碳排放量試辦計畫，以下將以民國 103 年「牛欄山上游野溪整治工程」為例。

一、界定系統邊界與原則

將廢棄物回收階段排除於此次碳排放試算。將工程資料內容需要計算的活動項目又分類為機具設備、工程材料及人員，不過將人員與其餘雜項排除於此次計算。

二、估算限制與假設

主要以工程材料與使用機具的碳排放計算為主。至於工程使用的碳排放係數，因由於市面上的碳標籤大多為生活用品，將針對個別項目參考現有參數，並就配比轉換成工程碳排放係數。

三、估算流程

都是以「活動強度」乘上「排放係數」並且再乘上「全球暖化潛勢GWP值」以計算碳排放當量。係數為每單位項目造成的溫室氣體排放量。至於全球暖化潛勢GWP值為根據IPCC評估報告將不同的溫室氣體影響程度轉換成二氧化碳當量。而大部分為二氧化碳，當量係數為1。

四、碳排放係數的選用原則 (來源可參閱下表)

參考具有公信力之國內外文獻並加以分類，相同物料之碳排放係數也會因為各個國家或是各個研究而不同，造成差異。因此將以本土化數據為優先，文章可信度與出版時間為選用原則。

表、碳排放係數來源

| 等級 | 國家 | 來源 | 項目 |
|----|----|-------------------------|--|
| A | 台灣 | 環保署 | 國家溫室氣體登錄平台 |
| A | 台灣 | 環保署 | 環保署產品碳足跡計算公用係數 |
| A | 台灣 | 環保署 | 鋼鐵業溫室氣體公告排放強度(EI _r) |
| A | 台灣 | 環保署 | 水泥業溫室氣體公告排放強度(EI _r) |
| A | 台灣 | 能源局 | 能源產業溫室氣體減量資訊網 |
| B | 台灣 | 環保署 | 國家通訊及溫室氣體排放清冊建置應用 |
| B | 台灣 | 張又升 | 建築物生命週期二氧化碳減量評估 |
| D | 英國 | ICE | 材料碳排放係數資料庫 |
| D | 英國 | 碳信託 | 英國碳信託 |
| D | 英國 | UK Environmental Agency | Carbon calculator for construction activities |
| D | 瑞典 | 瑞典工務部門 | Project Report of Swedish National Road Administration |

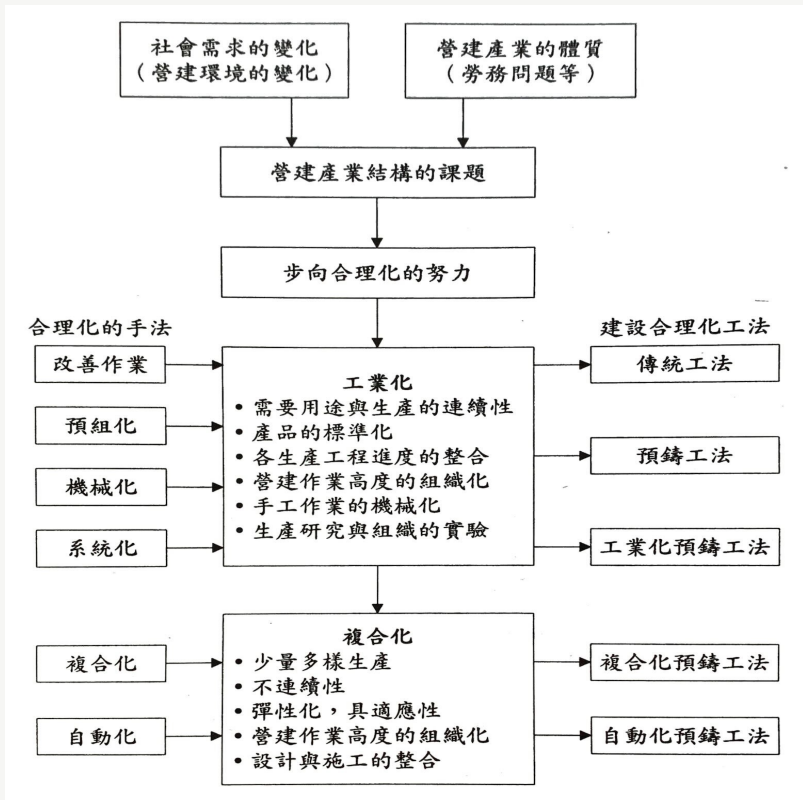
註：將持續蒐集可用資料係數，以供後續單位估算使用。

5. 學術論文分享 – 預鑄工法導入節能減碳之文獻回顧 (5/5)

參考自 梁凱雯 碩士論文 (2023年2月)，預鑄工法導入節能減碳與全生命週期之效益評估，國立中央大學 土木工程學系。

預鑄工法

國內建築工程向來以鋼筋混凝土結構為主，佔全部建築比例約八成以上，而近年來受到高齡化導致的勞力短缺、環保問題、工安問題等，及高層建築增加，不利於傳統工法，因此建築生產技術朝向合理化、工業化、自動化的方向發展，手段不外乎就是預鑄化、機械化、系統化、複合化等趨勢。最後朝向營建自動化的目標。



▲ 營建合理化過程圖

預鑄工法之特性

- **節省勞動人力**，預鑄工法只需將在工廠預鑄的構件運至現場並用機械進行組裝即可，減少現場工人施工的需求。不只是施工現場，作者之前去潤弘集團楊梅預鑄場參訪，工廠現場採自動化澆置混凝土，只需在旁操作機械器具，勞動力大大減少。
- **避免工地髒亂**，因為在工廠預先澆置好混凝土，不需在現場進行澆置，減少機具聚集在工地，也減少場鑄廢物料的產生。
- **有效減短工期並增加品質**，預鑄廠採用自動規格化生產，也能夠維持每個構件的品質，且預鑄場的養護環境更優於施工現場環境，也能夠減少養護時間。場鑄模板工程，根據公共工程施工綱要，現場澆置淨跨6m以下混凝土版10天才能拆除其模板，淨跨6m以上則需14天。混凝土版梁淨跨6m以下需要14天後才能拆除模板，若淨跨6m以上則要21天。而預鑄鋼筋混凝土則不會有這些時間上的消耗。
- **節省成本**，結合以上優點，節省人力成本、環境清潔成本及養護成本，雖然現場澆鑄會比預鑄短期成本還低，但綜合以上幾點，長期成本比場鑄工法還要少，這也是預鑄工法成為國際趨勢工法的原因之一。

表、場鑄工法與預鑄工法於外部飾材之比較

| 飾材種類 | 場鑄工法 | 預鑄工法 |
|------|-------------------------|----------------------------|
| 建築外型 | 遇曲面、多折面與特殊造型時 模板施工不易 | 遇曲面、多折面與特殊造型時 可藉由鋼模加工控制 |
| 外飾磁磚 | 高空作業黏貼平整度 拉拔強度不易掌握 | 預嵌於構件上，平整度與拉拔强度高 無剝落風險 |
| 外飾石材 | 高空作業以骨架或鐵件固有 | 預嵌於構件上，拉拔强度高 無剝落風險 |

6. 環境永續部 – 氣候變遷因應管理訓練

國際永續金融倡議與規範 (呂盈錄 稽核員)

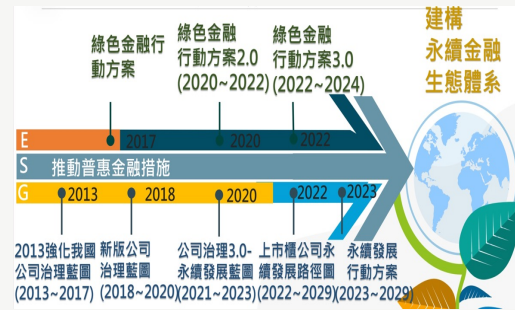
COP 26 格拉斯哥氣候協議 – 金融業的承諾

格拉斯哥淨零金融聯盟 (The Glasgow Financial Alliance for Net Zero, GFANZ) · 此聯盟參與成員包括全球450間銀行、保險公司、投資者、證券交易所、評級公司和指數供應商等金融行業。其資本總額達130兆美元。承諾在2050年之前，旗下所有資產都將達成淨零排放。淨零承諾代表未來氣候變遷議題將是重大金融政策考量。

臺灣與世界共同邁向淨零

- 面對氣候變遷緊急挑戰。
- 全球暖化將在20年內升溫1.5°C。
- 淨零碳排國際趨勢，多國宣示淨零排放目標。
- 綠色供應鏈與碳關稅，我國為出口導向國家，2021年出口總值達4,463億美元。

我國因應國際趨勢，金管會推動ESG措施之永續金融政策推動歷程，如右圖所示。



訂定與推動永續經濟活動認定指引

金管會與環保署、經濟部、交通部、內政部共同公告初步針對我國金融業投資最多的產業，包括營造不動產與不動產業、製造業、運輸與倉儲業，協助企業判斷何謂綠色或永續活動，鼓勵其在永續報告書、年報或公司網站等，自願揭露營運主要經濟活動。

公司治理3.0 – 永續發展藍圖

願景為落實公司治理，提升企業永續發展。營造健全ESG生態體系，強化市場國際競爭力。制定發展藍圖，分成5大推動主軸，分別為強化董事會職能、提高資訊透明度、引導盡職治理、提供多元化商品、強化利害關係人溝通。

圖片及資料來源：呂盈錄 稽核 簡報

強化企業ESG資訊揭露

我國共計586家上市櫃公司公佈於2020年永續報告書，佔上市櫃公司1/3。透過永續報告書資訊揭露規範，引導企業加強ESG風險評估，重視氣候變遷議題，實踐永續發展目標。

上市櫃公司永續報告書*

- 1 擴大範圍** 2023年起強制申報之公司
實收資本額≥20億元應申報
- 2 增列內容** 2022年完成研議應揭露事項
揭露TCFD及SASB相關資訊
- 3 提升品質** 2021年底已完成修法
擴大應取得第三方驗證範圍
(化學工業及金融保險業)

淨零科技之原理與科技-碳捕捉及封存原理 (蔣本基 榮譽教授)

從CCS進階CCUS實現綠能循環經濟

面臨氣候變遷、溫室氣體等議題，降低二氧化碳排放量已是全球共識，過往的作法聚焦在二氧化碳的捕獲與封存，也就是CCS (CO₂ Capture, Storage, CCS)，雖然達到減碳目標，但同時也墊高了經營成本。世界上的物質需要循環，才能達到永續環境和永續經營，CCUS (CO₂ Capture, Utilization, Storage, CCUS) 則可符合這樣的目標。CCUS是指碳排放的捕獲、再利用及封存，由於加入了再利用的可能性，不僅體現了循環經濟，也創造出全新的產業鏈與經濟模式。

二氧化碳來源分為兩部分

1. 點源污染：石化燃料發電裝置、工業製程設施及其他非移動的活動，如儲存、傳輸。其屬於單一的本地排放源，例如石化發電廠、煉油廠、大型工業園區。
2. 非點源污染：汽車、飛機、船舶等交通工具，亦包含拖拉機、推高機等其他機械。

減少大氣二氧化碳有以下五種策略

- 策略一：減少二氧化碳產生源的數量。
- 策略二：使用二氧化碳。
- 策略三：二氧化碳的捕捉及封存。
- 策略四：從傳統轉向碳密度較低的燃料。
- 策略五：增加可再生能源的使用。

資料來源：蔣本基 榮譽教授 簡報

Better Business, Better World

更好的商業，更美好的世界

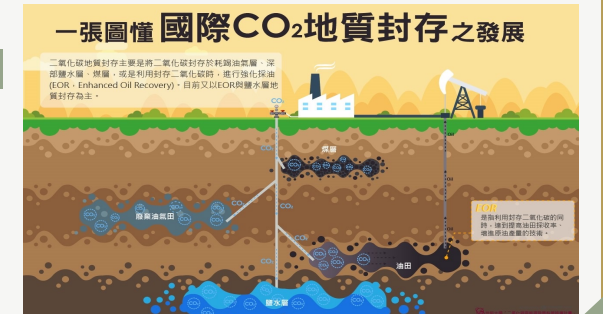
出自：商業與永續發展委員會 (BSDC)

碳捕捉方式分類

根據燃燒方式，二氧化碳捕捉方法可以分為以下三項不同形式，包括燃燒前捕捉 (Pre-combustion capture)、燃燒後捕捉 (Post-combustion capture) 和富氧燃燒 (Oxy-fuel firing)。根據統計數據，燃燒前捕捉技術的應用比例為40%，而燃燒後捕捉技術的應用比例為54%。另外，富氧燃燒技術僅占總應用比例的6%，而直接空氣捕捉則尚未被廣泛應用。

碳封存

CO₂在深部鹹水層中的捕獲形式有氣體捕獲、溶解態捕獲和礦物態捕獲三種。氣體捕獲是指超臨界CO₂被注入地層後，在高溫高壓條件下，能夠以自由態形式存在於地層中的CO₂。



圖片來源：科技大觀園



善念鑄就傳世建築 創新引領人文價值
深耕服務樹立典範 成就幸福和諧人生

聯絡資訊：

信義開發永續週刊之責任單位：永續部

■ 聯絡人：許云昇 副理、劉苾家 專員

■ 電話：(02) 2755-7666 #46700、47242

■ E-mail：ys.h@sinyi.com.tw、xj.l@sinyi.com.tw

若您有任何意見或回饋，歡迎您與我們聯繫。

