

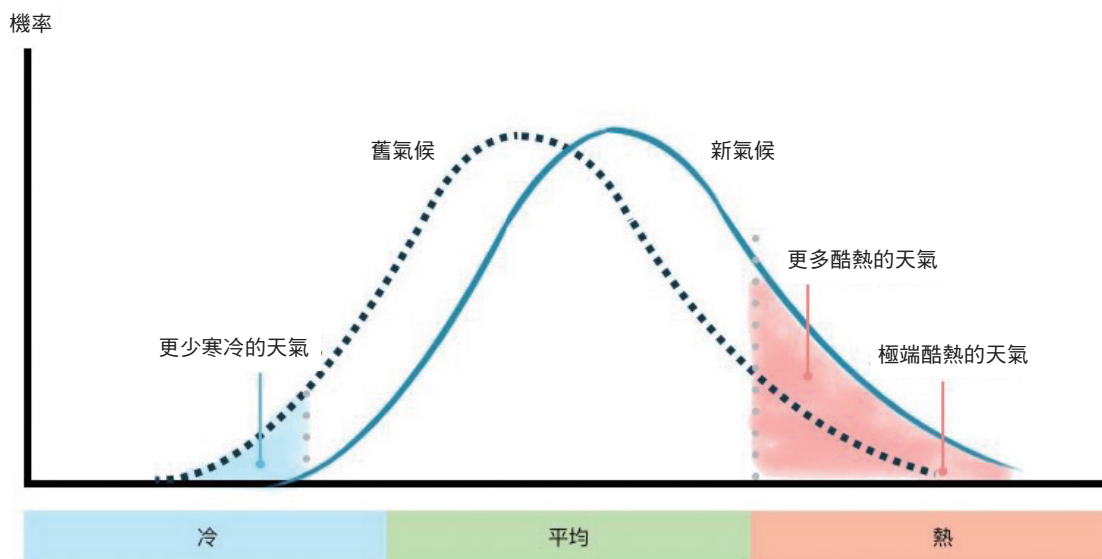


1-1 全球氣候變化的挑戰



氣候變化的科學基礎

科學家們利用各種精密的氣候模型來預測未來的氣候變化，並深入探討過去幾十年乃至幾個世紀以來，溫室氣體濃度的變化及其對全球氣候的深遠影響。這些氣候模型是專門設計來模擬地球氣候系統的複雜數學工具，它們能夠精確考慮並整合多種影響因素，包括溫室氣體的排放量、太陽輻射的變化模式、海洋與陸地之間的相互作用，以及其他自然和人為的氣候驅動因素。透過這些模型的計算與分析，科學家不僅能夠重建過去的氣候變遷歷史，還可以預測未來幾十年甚至更長時間範圍內的氣候變化趨勢。這些預測對於理解氣候變化的潛在風險、制定應對策略、以及推動全球氣候行動具有極為重要的意義。

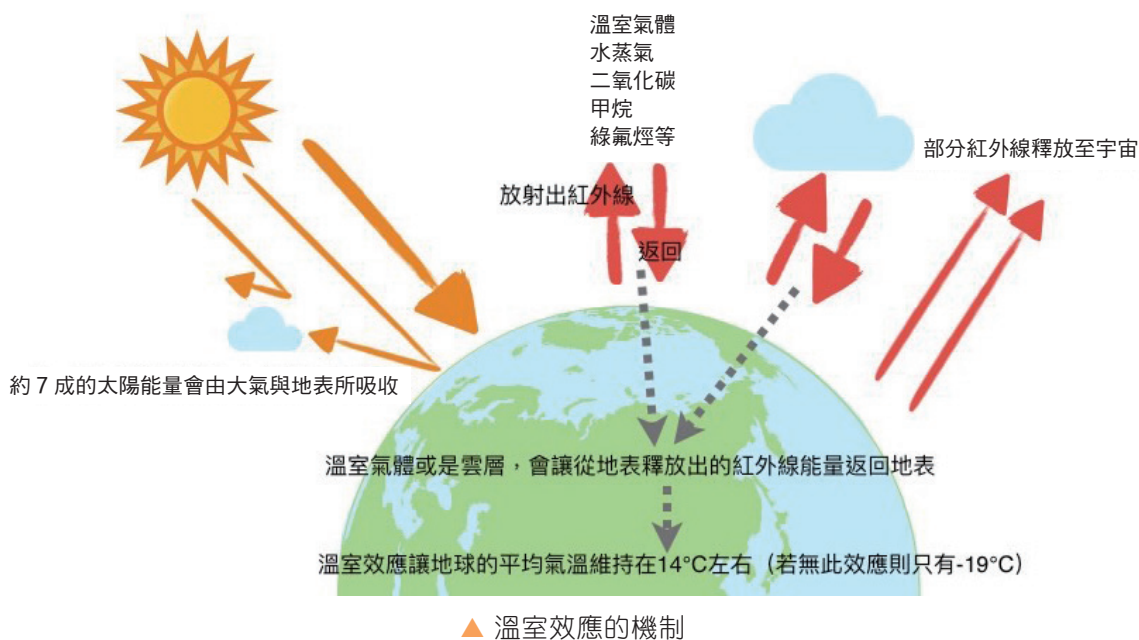


▲ 氣候變化：小小改變，大大不同

圖片改作來源：BBC News

溫室氣體（Greenhouse Gases, GHGs）是指能夠吸收和再放射地球表面的紅外輻射線，從而導致溫室效應的氣體。這些氣體在地球大氣中的存在和濃度變化，對地球的能量平衡和氣候系統的運作具有重要影響。

溫室氣體包括多種化合物，其中最主要的有二氧化碳（ CO_2 ）、甲烷（ CH_4 ）、氧化亞氮（ N_2O ）、水蒸氣（ H_2O ），以及人為產生的氟化氣體（例如：氫氟碳化物 HFCs、全氟化合物 PFCs 等）。這些氣體能夠有效地吸收來自地球表面的紅外輻射，並將這些能量重新向各個方向放射回大氣層和地表，從而形成一種「保溫」效果，這就是所謂的「溫室效應」。



圖片改作來源：https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/chishiki_ondanka/

在自然條件下，溫室效應是維持地球適宜居住的溫度所需要的。如果沒有這些溫室氣體，地球的平均氣溫將會低於零攝氏度，生命將無法在如此寒冷的環境中生存。然而，由於人類活動（如化石燃料燃燒、工業生產、農業活動和土地利用變化）的影響，這些溫室氣體的濃度自工業革命以來急劇增加，從而加強了自然的溫室效應，導致全球氣溫的升高，即全球暖化甚至是沸騰。

二氧化碳是人類活動排放最多的溫室氣體，主要來自於燃燒化石燃料（如煤炭、石油和天然氣）以及森林砍伐。甲烷主要來自於農業（如稻田種植和牲畜飼養）、垃圾掩埋場以及化石燃料的開採和運輸。氧化亞氮則主要來自於農業中的氮肥使用和一些工業過程。氟化氣體則是工業活動中使用的冷媒、製冷劑等，雖然它們在大氣中的濃度較低，但其對氣候變化的影響比二氧化碳更強。

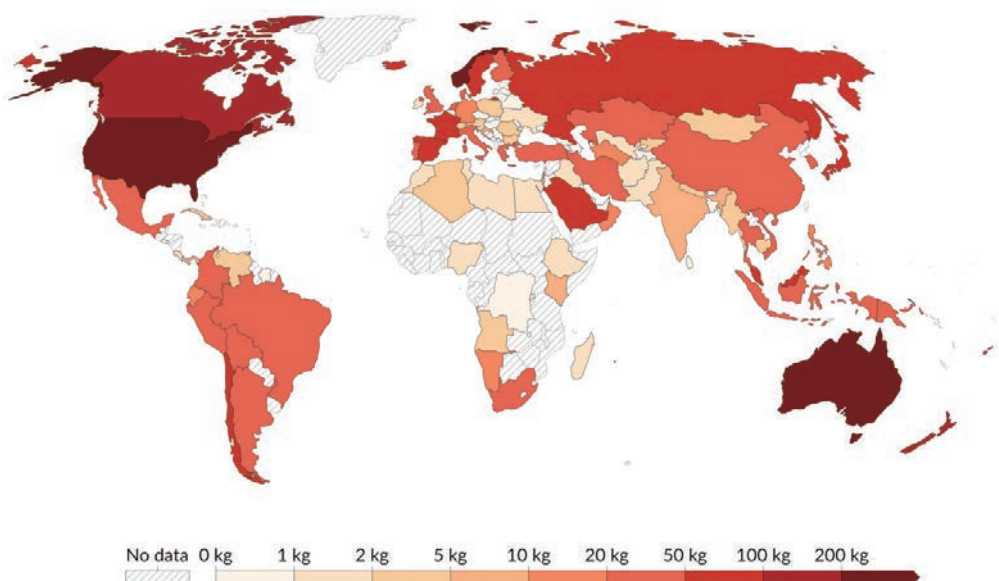
溫室氣體的增加破壞了地球的能量平衡，使得更多的熱量被困在大氣中，導致地表溫度上升，從而影響全球氣候系統的運作。這種氣候變化的影響包括極端天氣事件的增加、海平面上升、冰川融化以及生態系統和物種的威脅。

因此，減少溫室氣體的排放、增加碳匯（如森林）的保護和恢復，成為了全球應對氣候變化的重要戰略目標。透過國際合作、技術創新和政策措施，我們可以緩解溫室氣體對氣候的影響，維護地球的永續性和人類社會的長期繁榮。

Per capita CO₂ emissions from domestic aviation, 2018

Domestic aviation represents flights which depart and arrive within the same country.

Our World
in Data



▲ 按國家區分，2018 年人均二氧化碳排放

資料來源：Our World in Data



溫室效應

溫室效應是指溫室氣體吸收並再放射地球表面輻射能量的過程，這個過程使地球表面和大氣層的溫度升高。溫室效應本身是一種自然現象，對於維持地球適宜的氣溫來說最為重要。實際上，如果沒有溫室效應，地球表面的平均氣溫將會低於零攝氏度，這樣的寒冷環境將使地球無法支持現今的生命存活形式。因此，溫室效應在保護地球生態系統、維持水的液態狀態，以及促進植物光合作用等方面，都發揮了極重要的作用。

然而，自工業革命以來，人類活動引發的變化正在改變這一自然平衡。隨著工業化的加速推進，人類大量燃燒化石燃料，例如：煤炭、石油和天然氣，這些活動產生了大量的二氧化碳和其他溫室氣體，如甲烷和氧化亞氮。除此之外，森林砍伐、農業活動的擴展、以及工業生產中的排放，也進一步增加了大氣中的溫室氣體濃度。這些溫室氣體形成了一個愈加厚重的「毯子」，覆蓋在地球大氣層中，並進一步強化了原本的溫室效應。

這種強化的溫室效應，通常被稱為「增強型溫室效應」，已成為導致全球氣候暖化的主要因素。全球暖化不僅表現為地表平均氣溫的持續升高，還引發了極端天氣事件的頻率和強度明顯增加，如更頻繁的熱浪、暴雨和洪水。此外，全球暖化也帶來了冰川融化和海平面上升的問題，威脅著沿海地區和海島國家的安全與生存。

隨著全球氣溫的上升，氣候變化對全球生態系統和人類社會的影響愈明顯。許多物種的棲息地正在迅速縮小，生物多樣性受到威脅；農業生產面臨極端天氣的挑戰，糧食安全問題日益嚴峻；同時，氣候變化還可能加劇全球範圍內的社會不平等，導致貧困地區更容易受到自然災害的打擊。因此，全球應對氣候變化已成為當務之急，各國政府、企業和公民都需共同努力，以減少溫室氣體的排放，緩解全球暖化的影響，並尋求永續發展的未來。



▲ 兩種世界

資料來源：<https://wired.me/technology/2050-year-in-review/>



5-2 台灣碳排放政策和法規



台灣在碳淨零政策

台灣在碳淨零政策方面已經採取了多項具體措施，以應對氣候變遷並實現碳中和目標。這些措施涵蓋了多個領域，從能源轉型、技術創新，到政策法規的制定與國際合作，台灣正以積極的態度迎接碳淨零的挑戰。

- 1. 能源轉型方面：**在能源轉型方面，台灣致力於增加可再生能源的比重，減少對化石燃料的依賴。政府推動太陽能和風能等綠色能源的發展，並透過法規和激勵措施促進企業和家庭使用清潔能源。
- 2. 推動技術創新：**台灣積極推動技術創新，鼓勵企業投資於節能減碳技術的研發和應用。這些創新措施不僅有助於降低碳排放，還能提升產業競爭力，推動經濟向綠色發展轉型。
- 3. 在政策法規方面：**台灣制定了多項環保法規和減碳目標，並設立了碳定價機制，以引導市場行為，推動企業減排。此外，政府還積極參與國際氣候合作，學習並引進國際先進的碳管理技術和經驗。

綜合這些措施，台灣正朝著 2050 年碳中和的目標邁進。這些政策的實施不僅彰顯了台灣在全球氣候行動中的責任感，也為未來的永續發展奠定了堅實的基礎。



台灣主要的碳淨零政策及相關措施

- 1. 碳淨零目標**
 - 2050 碳中和目標：台灣政府在 2021 年宣布了 2050 年達成碳中和的目標，並提出了具體的實施路徑。
 - 2030 年中期目標：設定了 2030 年的碳減排目標，即相較於 2005 年的排放量，減少 20% 的溫室氣體排放。

2. 再生能源發展

- 再生能源比例提升：台灣積極推動再生能源的發展，目標是到 2025 年再生能源發電量佔總發電量的 20%。主要包括太陽能和風能等再生能源的發展。
- 投資再生能源基礎設施：政府投入大量資源建設再生能源基礎設施，促進再生能源技術的商業化應用。

3. 能源轉型

- 逐步淘汰煤電：台灣正逐步淘汰燃煤發電，轉向天然氣發電和再生能源，以減少溫室氣體排放。
- 天然氣發電過渡：作為過渡性能源，天然氣在台灣的能量結構中佔有重要地位，並將持續提升其比例，以取代高污染的燃煤發電。

4. 碳定價機制

- 碳費與碳交易：台灣正在研究和推行碳定價機制，包括碳稅和碳交易系統，透過經濟手段激勵企業減少碳排放。
- 碳稅：碳稅的設計將考慮企業的排放量，逐步實施以降低經濟衝擊。

5. 低碳運輸

- 推動電動車普遍性：政府推出一系列政策，促進電動車的發展，包括補貼、稅收優惠和充電基礎設施的建設。
- 公共交通提升：提升公共交通系統的效能，增加其使用率，並促進低碳交通工具的發展。

6. 綠色建築

- 推廣綠建築標準：政府推動新建築物採用綠建築標準，並鼓勵現有建築進行節能改造。
- 節能政策：在建築節能方面，政府制定了相關政策，要求新建住宅和商業建築符合更高的節能標準。

7. 工業減碳

- 工業節能：推動工業領域的節能措施和技術升級，如能源管理系統、廢熱回收利用和高效設備的應用。
- 清潔技術推廣：鼓勵企業採用清潔技術和低碳技術，以減少生產過程中的碳排放。

8. 綠色金融

- 綠色債券發行：支持企業和政府機構發行綠色債券，籌集資金用於再生能源、節能技術和碳減排項目。
- 綠色投資：推動金融機構將資金投入低碳和永續項目，支持綠色經濟的發展。

9. 教育與宣導

- 碳中和教育：加強對公眾的碳中和教育，提高國民的環保意識，鼓勵全民參與碳減排行動。
- 企業培訓：提供企業減碳技術和管理的培訓，幫助企業提升減碳能力。

10. 國際合作

- 參與國際氣候協議：台灣積極參與國際氣候協議和合作，與全球社會共同應對氣候變遷。
- 技術和經驗交流：與其他國家和國際組織共享碳減排技術和經驗，推動國際合作。

11. 法規與監管

- 環保法規強化：修訂和強化現有的環保法規，確保企業和公共部門遵守碳排放標準和減排目標。
- 監管機制建立：建立健全的碳排放監管機制，定期檢查和評估企業的碳排放情況，並對違規行為進行處罰。

這些政策和措施充分展現出台灣政府對實現碳淨零目標的堅定決心與強大行動力。透過推動全面的能源轉型，台灣正在加速減少對傳統化石燃料的依賴，並大力發展可再生能源。同時，政府積極鼓勵技術創新，促使企業和研究機構在碳減排技術和綠色能源領域中取得突破，以支持長期的減碳目標。

在政策激勵方面，台灣政府透過各類補貼、稅收優惠及法規引導，鼓勵企業和民間社會參與碳減排行動，並促進綠色經濟的發展。此外，台灣也在國際舞台上加強合作，參與全球氣候行動，學習和引進先進的減碳技術與經驗，並在區域和全球範圍內尋求協同合作效應。

綜合這些政策步驟，台灣正穩步朝向 2050 年實現碳中和的目標邁進。這不僅表明了政府的領導力和政策執行力，也體現出台灣在全球應對氣候變遷中的積極角色和貢獻。



案例解析

台灣碳排管制問題之對策研析

一、全球碳排與氣候變遷問題

① 主要國家碳排現況

根據國際能源總署（IEA）統計，2019 年全球二氧化碳排放量達 341.7 億公噸，其中中國排放量 98.26 億公噸，居世界首位。我國每年排放約 3 億公噸，人均 12 公噸，屬高水準。在「2021 年氣候變遷績效指標」（CCPI 2021）中，我國在 61 個國家中排名第 57 名，處於後段班。

② 氣候變遷問題

氣候變遷與全球暖化密切相關，過量溫室氣體（如二氧化碳、甲烷等）導致極端天氣、海平面上升等問題，形成全球性的「氣候危機」，對生命、財產及經濟造成嚴重影響。IPCC 指出，2030 年全球碳排放需減少 45%，2050 年達到淨零碳排，以防止嚴重氣候災難。

二、重要氣候公約

1992 年，聯合國通過《聯合國氣候變化綱要公約》（UNFCCC），旨在防止氣候系統受人為干擾。1997 年簽署《京都議定書》，引入市場機制促進減排。2015 年，《巴黎協定》通過，目標是將全球升溫控制在工業化前 2 度以下，並提供基金援助受害窮國。

三、全球碳排管制趨勢

① 主要國家管制趨勢

歐盟、美國、中國、日本、韓國等主要經濟體均已設定 2050 年「碳中和」目標，並陸續推出相關政策。

② 民間企業減碳行動

RE100 倡議促使企業承諾使用再生能源，許多企業積極響應。歐洲議會通過《碳邊境調整機制》，要求進口商品符合減碳標準，否則需繳納碳稅或購買碳權。

③ 我國碳排放管制現況

我國通過《溫室氣體減量及管理法》，設立 2025 年、2030 年和 2050 年的減量目標，但進展緩慢，相較於其他國家仍顯不足。

四、碳排管制問題與對策

- ① 修法落實淨零目標：加速立法，將 2050 年淨零碳排目標轉化為政策，並滾動修正減碳標準。
- ② 強化碳排管制與策略：成立國安層級小組，制定專法應對氣候變遷，明確規範各級政府與企業責任。
- ③ 掌握國際趨勢：儘速制定溫室氣體總量管制與排放交易制度，以減少國內產業受國際碳關稅衝擊。
- ④ 調整能源政策：重新評估並調整能源結構與減碳目標，確保政策落實。
- ⑤ 扶植綠能產業：推動本土供應鏈形成策略聯盟，促進綠能產業發展。
- ⑥ 推動碳足跡認證與低碳技術：鼓勵企業取得碳足跡認證，發展低碳技術，推動低碳經濟。
- ⑦ 提升公民意識與教育：強化氣候教育，提高公民減碳意識與行動力。
- ⑧ 建立年度報告機制：政府每年發布氣候變遷與溫室氣體管理報告，向國會報告進展，強化監督。

（資料來源：<https://www.ly.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=6590&pid=209379>）

《氣候變遷因應法》是台灣為應對氣候變遷、推動低碳轉型以及實現碳中和目標而制定的重要法律。該法律旨在強化國內氣候變遷的應對措施，並為政府、企業和社會各界提供明確的指導方針。



《氣候變遷因應法》的詳細介紹

1. 法規背景

- **氣候變遷挑戰：**隨著全球氣候變遷加劇，台灣面臨極端天氣、海平面上升和生態系統破壞等多重挑戰。為了有效應對這些挑戰，政府推動了《氣候變遷因應法》的制定與實施。
- **法規目的：**該法旨在透過法律規範，整合國內的氣候變遷應對措施，推動碳減排、能源轉型和環境保護，最終實現 2050 年碳中和的目標。

2. 主要內容

- **減碳目標**
 - **中長期目標：**該法規明確設定了台灣的中長期碳減排目標，包括 2025 年、2030 年和 2050 年的階段性目標。最終目標是在 2050 年實現淨零排放。
 - **部門分工：**各政府部門需根據法規要求制定具體的減碳計劃，並確保各部門協同合作，以達成全國性的碳減排目標。
- **碳定價機制**
 - **碳稅與碳交易：**《氣候變遷因應法》規範了碳稅和碳交易市場的建立，旨在透過經濟手段激勵企業減少碳排放。政府將逐步推動碳稅制度，並引導企業參與碳交易市場，以達到成本效益的減排效果。
 - **碳排放權交易：**企業可以透過購買和出售碳排放權來滿足自身的減排需求，這一機制將有助於創造市場激勵，推動低碳技術的應用。
- **能源轉型**
 - **再生能源發展：**該法規促進再生能源的發展，並制定了具體的發展目標，如提高再生能源在能源結構中的比例，減少對化石燃料的依賴。
 - **節能措施：**《氣候變遷因應法》強調了節能減碳的重要性，要求各行業和部門加強節能措施，提升能源使用效率，減少不必要的能源浪費。

- **產業與科技創新**

- **綠色產業發展**：法律鼓勵和支持低碳產業的發展，推動綠色技術創新，促進傳統產業的綠色轉型。政府將透過政策激勵、補助和技術支持，幫助企業提高減碳能力。
- **研發與創新**：支持研發低碳技術和創新解決方案，並鼓勵學術機構與企業合作，共同推動氣候科技的發展。

- **社會參與和教育**

- **公眾參與**：《氣候變遷因應法》強調公眾參與的重要性，鼓勵市民、企業和非政府組織共同參與氣候行動，推動全民的環保意識和行動。
- **教育與宣傳**：政府將加強氣候變遷教育，推廣低碳生活方式，並且透過各種媒體和教育活動提高社會對氣候變遷的認識和應對能力。

- **應對與調適措施**

- **災害防治**：該法規要求各級政府制定和實施氣候變遷調適計劃，包括防災減災、基礎設施加固和生態保護等措施，以應對極端天氣和自然災害帶來的風險。
- **生態保護**：法律規範了對自然生態系統的保護措施，促進生物多樣性，防止氣候變遷對環境造成的負面影響。

3. 執行與監督

- **政府部門責任**

- **中央與地方分工**：中央政府負責制定全國性政策和計劃，地方政府則負責具體執行和監督，確保政策的落實和效果評估。
- **跨部門協調**：各部門需加強協調與合作，共同應對氣候變遷挑戰，並定期報告進展情況。

- **法規監督與執行**

- **定期審查**：該法規要求對碳減排目標和措施進行定期審查和更新，以確保目標的達成。
- **違規處罰**：對於未能遵守法規要求的企業和個人，法律規定了相應的罰則和處罰措施，以確保法規的公平性。

4. 國際合作

- **全球氣候承諾：**台灣積極參與國際氣候談判和合作，承諾達成全球氣候變遷協議的目標，並通過《氣候變遷因應法》與國際社會接軌。
- **技術與經驗分享：**台灣將與其他國家和國際組織分享氣候變遷應對經驗和技術，共同推動全球減排和環保行動。

5. 未來展望

- **持續改進：**隨著氣候變遷形勢的變化，台灣將根據《氣候變遷因應法》的架構，持續改進和調整政策措施，以應對新的挑戰和機遇。
- **全民參與：**未來的氣候行動需要政府、企業和全體市民的共同努力，只有全社會共同參與，才能實現最終的碳中和目標。



總結

《氣候變遷因應法》為台灣應對氣候變遷和實現碳中和提供了明確的法律框架和行動指南。透過減碳目標的設定、能源轉型的推動、碳定價機制的建立以及全社會的共同參與，台灣正朝著永續發展的未來邁進。

案例 解析

台灣碳權交易所 TCX 正式掛牌



碳交易已成為全球氣候行動的核心，了解碳權、碳定價及如何參與碳交易對企業、投資者及環保人士都非常重要。本文將深入探討碳市場運作、台灣碳交易所的角色，以及如何參與碳權交易，揭示碳市場的潛力。

碳權、碳定價與碳交易概念

- 碳權：指企業因減少碳排放而獲得的交易權利，如減少 100 噸碳排放可獲得 100 個碳權，這些碳權可在市場上出售。
- 碳定價：為每噸二氧化碳排放設置價格，以鼓勵企業減少碳排放。
- 碳費與碳稅：政府向企業收取碳排放費用或徵收碳稅，用於支持減碳措施和技術發展。
- 國際碳市場的分類
- 強制性市場：如歐盟排放交易體系，企業需遵守排放上限，多餘碳權可交易。
- 自願性市場：企業自願參與減排計劃並獲得碳權，這些碳權可用於碳中和或碳定價政策。

台灣碳交易所（TCX）的角色

台灣碳交易所於 2023 年 8 月成立，旨在服務企業的減碳需求。它推動碳交易市場，促進私部門投資減碳。

- 現階段服務：
 - 國內外碳權交易
 - 教育與宣導
 - 碳諮詢服務
 - 誰能參與碳交易？
- 碳權賣家：企業可透過減碳專案獲得碳權，並在碳交易所出售。
- 碳權買家：包括受法規管制的排碳大戶及因應國際供應鏈要求自主減碳的企業。

TCX 碳權交易三大板塊

- 國內自願減量額度交易：企業自願減排獲得碳權，可在市場出售。
- 國內增量抵換交易：企業擴展規模需透過碳抵換計劃減少新增排放。
- 國際碳權買賣：企業可在 TCX 購買經認證的國外碳權。

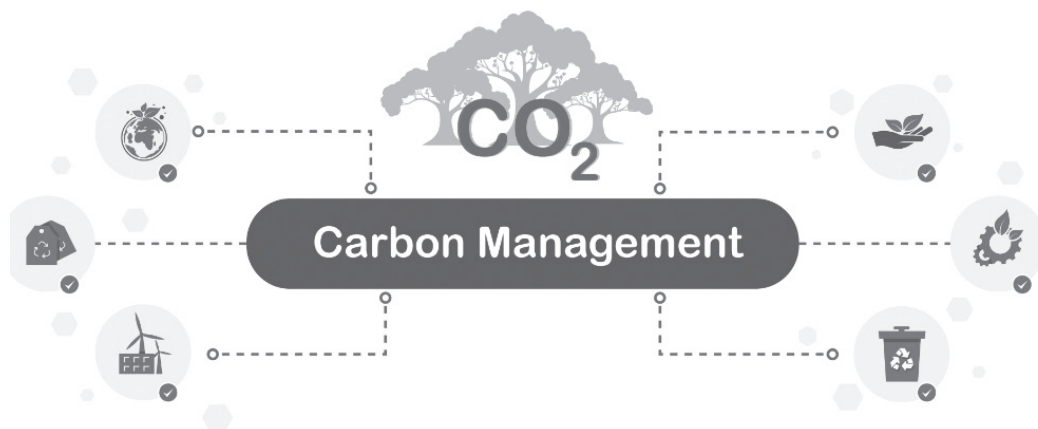
儲能技術雖無法直接獲得碳權，但在未來，隨著減碳措施的推廣，碳市場將持續發展。台灣碳交易所將為企業提供更多支持，應對未來的碳市場挑戰和機遇。

（資料來源：<https://www.markreadfintech.com/p/tcx>）



6-1 企業碳中和成功案例

中華電信作為臺灣主要的電信服務提供商，積極參與全球碳中和行動，展現了在減碳和永續發展方面的領導力。以下是中華電信在實現碳中和目標過程中的具體作法和成效分析：



▲ 圖片來源：中華電信官網

中華電信的減碳承諾與實踐

加入台灣淨零排放聯盟與承諾目標

中華電信在 2021 年加入了「台灣淨零排放聯盟」，並公開承諾到 2030 年減少 50% 的碳排放，並在 2050 年實現淨零排放的長期目標。這些目標符合《巴黎協定》的溫控要求，也彰顯了中華電信對全球氣候行動的堅定支持。

SBTi 承諾與減碳審查

中華電信已向科學基礎減碳倡議（SBTi）提交了 2050 年淨零排放的承諾，並正在進行減碳目標的審查。根據計劃，中華電信將在 2030 年前實現比 2020 年減少 50% 的碳排放。這一目標將確保公司的減排努力是基於最新的氣候科學，並符合 ICT 產業的具體要求。

減碳計畫的實施

為了實現這些目標，中華電信在資料中心、移動網路、固定網路和辦公大樓等多個領域實施了廣泛的減碳計畫。

具體措施包括：

1. **資料中心**：改善冷卻系統和提升能源使用效率。
2. **移動網路與固定網路**：使用更節能的設備，減少能源消耗。
3. **辦公大樓**：推動節能技術應用，並淘汰高耗能設備。

2023 年碳排放減少成果

透過上述節電措施和設備更新，中華電信在 2023 年實現了比 2020 年基準年減少 9.6% 的碳排放，範疇一和範疇二的總排放量達到 71.4 萬噸。這一結果不僅展示了公司減碳計畫的有效性，也為後續的減排工作奠定了基礎。

未來目標與宣示

中華電信進一步宣示，到 2040 年實現 RE100（全使用可再生能源），並在 2050 年達成 SBT 淨零排放的目標。這些長期承諾展現了中華電信在可再生能源使用和碳中和方面的積極態度。



結論

中華電信的碳中和實踐不僅展示了其對減碳和永續發展的堅定承諾，也為其他企業提供了重要的學習範例。透過明確的減排目標、嚴格的審查流程和有效的實施措施，中華電信為臺灣乃至全球的企業樹立了推動碳中和的積極典範，並在全球氣候行動中發揮了領導作用。

提示！

RE100 是一項由國際非營利組織「氣候組織」（The Climate Group）與碳揭露項目（CDP）共同發起的全球倡議，旨在推動世界各地的企業承諾 100% 使用可再生能源。這一倡議的目標是促使企業加速轉向可再生能源，從而減少溫室氣體排放，支持全球應對氣候變遷的努力。



成功案例的關鍵因素

高數位化國家的通信產業在全球範圍內對數位賦能減碳的效益達到 729.5 百萬 t-CO₂e，其中臺灣的貢獻為 29.5 百萬 t-CO₂e。以中華電信在臺灣市場的市佔率計算，該公司在 2021 年協助臺灣減碳達 12.36 百萬 t-CO₂e，這一數字相當於台北市一整年的碳排放量。

中華電信透過應用先進的數位技術（例如：5G、AI、大數據等），大幅最佳化了能源使用效率，從而實現了明顯的碳減排效果。這些技術不僅提升了通信服務的效能，還在智慧城市、智慧電網、遠程工作等領域廣泛應用，進一步推動了全社會的低碳轉型。

中華電信的數位化技術在節能減碳方面的成功案例，突顯了高數位化國家通信產業在全球碳減排中所能發揮的重要作用。這些技術的應用不僅有助於實現企業的永續發展目標，也為臺灣在全球減碳努力中做出了積極貢獻。

（2022 中華電信永續報告書）

