



社團法人台灣產業永續發展協會
Taiwan Industrial Sustainable Development Association



環球傳承臺商學苑(股)公司
Treasure Universal Company

ESG初階管理師 – 學生培訓教材

第二章 ESG 與環境 (E)

版權所有 翻印必究



第二章 ESG 與環境 (E)

壹、ESG環境層面的概述

貳、氣候變遷和碳排放議題相關名詞

參、資源枯竭和廢棄物的衍生

壹. ESG環境層面的概述

太平洋「垃圾帶」擴大16倍 面積逼近40個台灣大
(約160萬平方公里)



太平洋地區出海的垃圾海 (黃色點為垃圾集中之處)



世界各國需積極投入氣候調適 「拖延必亡」



聯合國秘書長 Antonio Guterres 來源：IPCC Youtube

聯合國重磅報告：當全球升溫 1.5°C ，部分地區將不適合人類居住，「氣候、生物多樣性與人類」，3 者緊密依存。

2022.03.04

升溫 1.5°C 將是「臨界點」，一旦超過，氣候危機急劇加速，且有些影響將是不可逆的。重要生態系統的二氧化碳吸存功能正在流失中，使其角色**從碳匯轉變為排碳源**。**全球各地無處不受氣候影響**。有人住的地方，都無法逃過天氣所帶來的可怕衝擊。



企業為什麼要全力發展減碳

- 蘋果、聯合利華、沃旭 碳供應鏈淨零
- 歐版碳關稅、美版碳關稅

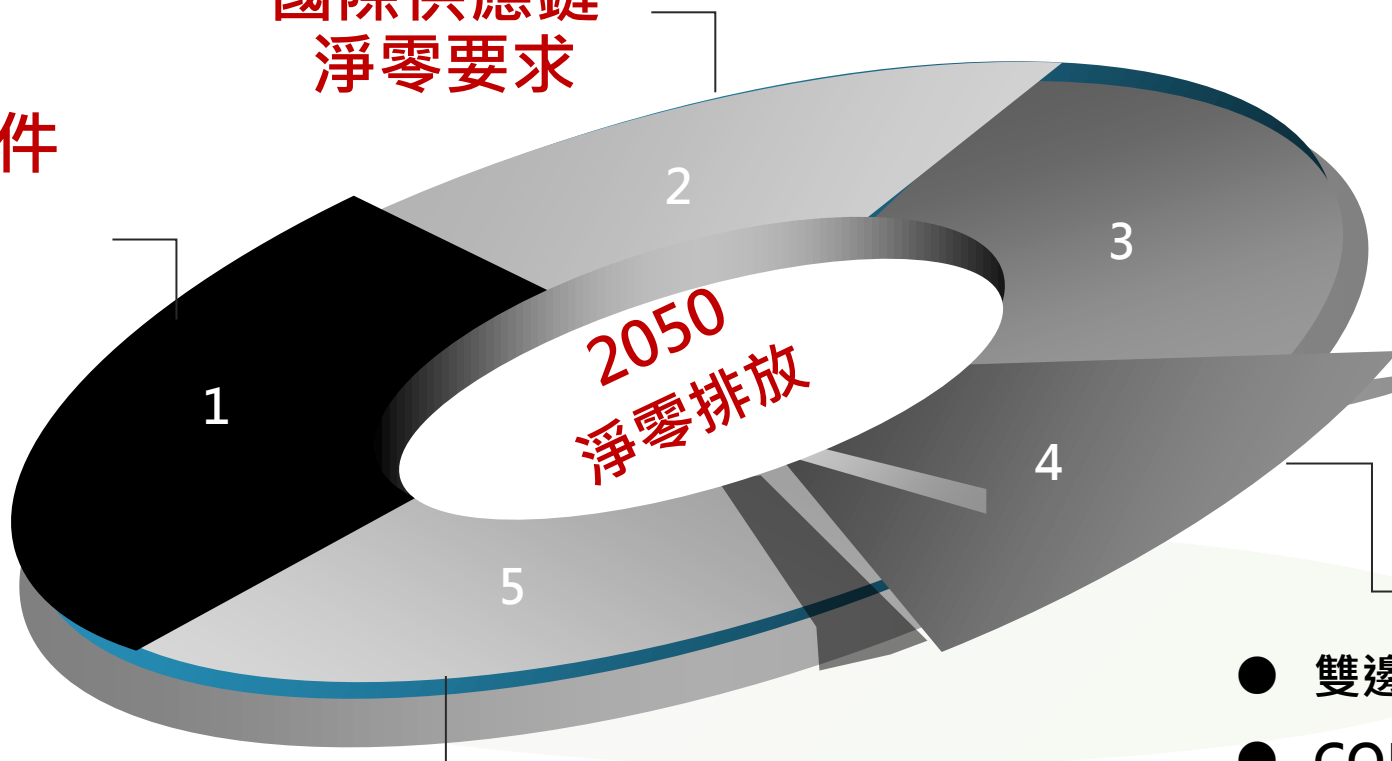
國際供應鏈
淨零要求

極端氣候事件

- 全球歷史高溫
- 缺水又淹水
- 旱災缺糧
- 冰山溶解

社會壓力

- 青年世代對全球氣候議題的關注
- 社會對空氣污染衍生的減煤、減油 及生態呼籲



氣候成為
外交關鍵議題

- 雙邊貿易協定的低碳條款
- COP26 / COP27 推動壓力
- 全球氣候變遷議題



一、造成氣候變遷的溫室氣體

溫室效應 (greenhouse effect) 是大氣層中的某些氣體，將太陽熱輻射留存於地表的現象。正常的溫室效應能保護地球上的物種、維持生態的平衡，但當溫室效應現象超過正常值、溫室氣體濃度過高，則會導致全球暖化與極端氣候變遷。

而溫室氣體(Greenhouse Gas, GHG)是指對地球能造成溫室效應的氣體，其共通點為在於它們能夠吸收紅外線。太陽輻射穿透大氣以可見光居多，可見光直接穿透大氣層，到達並加熱地面。而地面有溫度就會發射紅外線進而釋放熱量，但這些紅外線無法穿透大氣層，因此熱量就被留在對流層 (附註2) 中，所以才造成溫室效應。

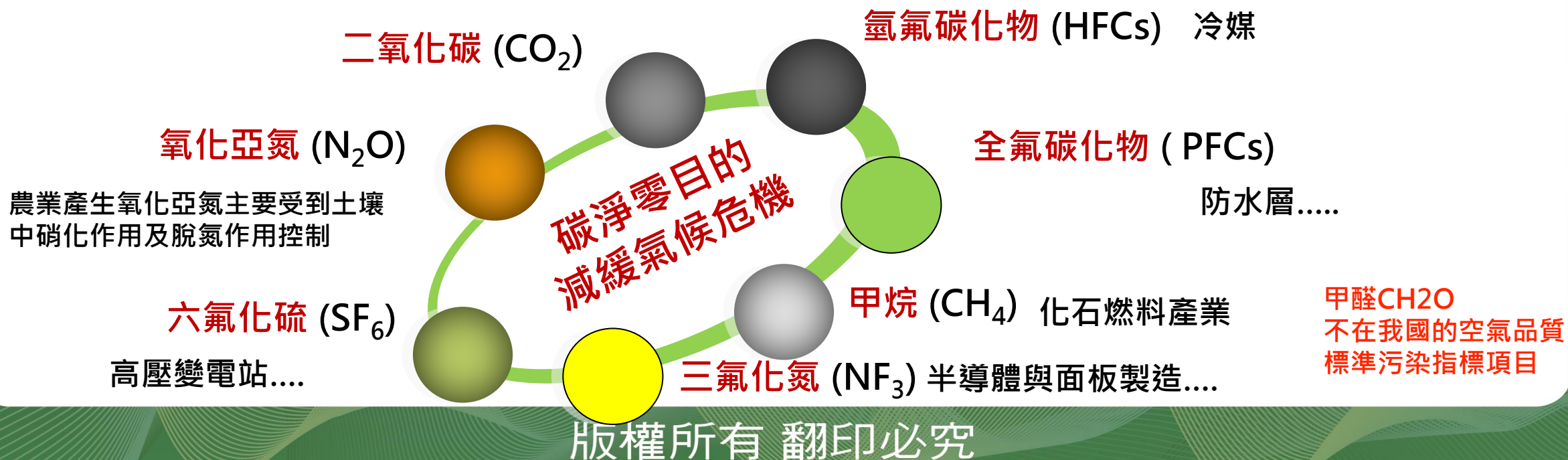
而臺灣「**溫室氣體減量及管理法**」 (附註 3) 所管制的溫室氣體共有7種，包括上述所提及二氧化碳(CO₂)、氧化亞氮(N₂O)、甲烷(CH₄)、氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF₆)及三氟化氮(NF₃)。



從全球溫室氣體的發展看排放

聯合國政府 氣候變化專門委員會 IPCC：

「淨零排放」指的是在特定的一段時間內，
全球人為造成的溫室氣體排放量，扣除人為移除的量等於零。





臺灣「溫室氣體減量及管理法」所管制的溫室氣體有7種

1. 二氧化碳 (Carbon dioxide, CO₂)

二氧化碳是一種主要的溫室氣體，平均約占大氣體積的400ppm；縱使大部分二氧化碳在自然界的碳循環中被吸取，但自從工業革命開始，因為人類燃燒化石燃料，比率還在逐步上升。二氧化碳濃度的增加會導致空氣質量下降，不只引發酸雨、海洋酸化等環境問題。氣溫上升、降雨量減少、造成極端天氣事件，如洪水和乾旱，對棉花、稻米等農作物以及水資源造成影響。對人類的健康也不容小覷：腦炎、登革熱、過敏性氣喘等疾病機率的增加。因此，全球各國必須共同努力，採取措施減少二氧化碳的排放。



2. 甲烷 (Methane, CH₄)

甲烷是天然氣的主要成分，在地球上有很高的濃度。在自然狀態下，甲烷在大氣、地底或者海底。在原始大氣中是主要氣體之一。**甲烷也是天然氣最主要成分**，是很重要的燃料；同時也是溫室氣體：其全球暖化潛能為21（即它的暖化能力比二氧化碳高21倍）。**自1750年以來，地球大氣中的甲烷濃度增加了約150%，與其他溫室氣體造成全球暖化（不包括水蒸氣）。**

甲烷是對流層臭氧(低層大氣中的地表臭氧)產生的另一主因，是一種有害的大氣污染物；並且影響大氣中的氧氣濃度，可能導致人類呼吸道和心血管疾病、對生物造成威脅。。



甲烷主要排放源

- (1) 化石燃料的提取（天然氣、石油）占20%：在其開採和運輸過程中，會有甲烷的產生。
- (2) 農業與家畜占17%：特別是反芻動物（附註4）如牛和羊，其消化過程中會產生甲烷。
- (3) 垃圾與污水：掩埋場和污水處理廠在處理過程中，也會排放出甲烷。
- (4) 稻田之中的細菌占12%有機廢物的分解
- (5) 生物缺氧、加熱或燃燒
- (6) 天然源頭（如沼澤）占23%



3. 氧化亞氮 (Nitrous oxide, N_2O)

氧化亞氮 (Nitrous oxide)，**俗稱：笑氣**，化學式為 N_2O ，在室溫下化學性質穩定，是一種無色有甜味氣體，可溶於水、乙醇、乙醚、濃硫酸，在一定條件下能支持燃燒，但穩定，有輕微麻醉作用。早期用於牙醫麻醉劑，現今用於火箭、賽車推進劑。

氮氧化物 (NO_x)，也包括氧化亞氮，是一類溫室氣體。因此，氮氧化物是控制溫室氣體排放時 (比如京都議定書) 的主要對象。氧化亞氮本身是排在二氧化碳、甲烷之後的第三大溫室氣體。它所能造成的溫室效應的效果大約是二氧化碳的200倍。

在自然條件下，氧化亞氮主要從微生物、土壤和海洋中排出。而人為的耕作、生產、使用氮肥、生產尼龍還有燃燒化石燃料、其他有機物的過程就會產生氧化亞氮。



4. 氫氟碳化物 (HFCs)

氫氟碳化物 (HFCs) 其實是每人家中與**辦公室的冰箱、冷氣都有它的蹤跡**。大多的氫氟碳化物 (HFCs) 是氣體。它們可以作為冷凍劑，來使用空調機和電冰箱。其由氫、氟、碳3種原子鍵結形成，雖然不破壞臭氧層 (Ozone layer)，但是一種極強的溫室氣體，**對其全球增溫潛勢 (Global Warming Potential, GWP) (附註5) 可高達二氧化碳的1萬倍**。

1987年9月16日於加拿大簽訂的《蒙特利爾議定書》中提出要逐步淘汰氯氟烴和其他耗臭氧物質的使用，卻導致了氫氟碳化物的廣泛應用。其在1980年代進入市場，取代破壞臭氧層的氟氯碳化物。但是隨著中國、印度等新興市場經濟起飛，空調與冷凍裝置銷售大增，氫氟碳化物對環境的威脅也急遽升高。所以，1997年《京都議定書》中各國將氫氟碳化物列為溫室氣體。專家估計，從現在到**2050年，人類將新增16億部空調與冷凍裝置、用於藥物吸入器 (inhaler) 和隔熱材料**



5. 全氟碳化物 (PFCs)

全氟碳化物 (PFCs)，是一種有機氟化合物。其產生來源於**滅火器、噴霧器等化學成分，鋁製品等**。碳氟化合物及其衍生物可用作製造聚四氟乙烯 (附註6)、製冷劑、溶劑和麻醉劑。

全氟碳化物 (PFCs) 現今用量仍遠不及其他鹵碳化物 (附註 7)，其在大氣中濃度亦遠低於二氧化碳或甲烷，因此尚未全面管制。雖然如此，全氟碳化物的全球增溫潛勢 (Global Warming Potential, GWP) 遠大於二氧化碳，且留存於大氣生命期 (atmospheric lifetime) 為所有溫室氣體之冠，全球必開始正視其對於地球暖化所可能造成的影響。



6. 六氟化硫 (SF6)

六氟化硫 (SF6) 氧化亞氮 (Nitrous oxide) ，是一種無色、無味、無毒的氣體，**不可燃，微溶於水**。

於2019年09月13日，英國廣播公司BBC獨家報導，六氟化硫才是目前最可怕的溫室氣體，其**助長地球暖化的強度比二氧化碳高出2萬3500倍**。

BBC指出六氟化硫 (SF6) 由於成本低廉，因此被廣泛作為**輸配電設備中的絕緣體**，能防止發生供電的起火意外。但壞處是加速地球暖化，僅僅**1公斤的六氟化硫**，對地球暖化的影響，相當於**24個人搭飛機來回倫敦與紐約一趟**。



六氟化硫不會自然分解消失

英國廣播公司BBC報導指出，近數十年來，人類為減低火力發電，積極發展風力、太陽能等綠能發電，但各國輸電網增加許多電力來源後，也必須大量增加變壓器等電力交換設備，**避免發生電力意外，而這些設備，大多數都使用六氟化硫作為絕緣氣體。**

更可怕的是：**六氟化硫是合成氣體，不會自然分解消失，至少可在大氣中停留1000年**，而目前大氣中的六氟化硫，主要都是由電力產業的交換設備所產生。



7. 三氟化氮 (NF₃)

三氟化氮 (NF₃) 可以**用作半導體、液晶和薄膜太陽能電池生產過程中的蝕刻劑**。但由於其屬於溫室氣體，會加劇溫室效應，因此被認為應該限制這種化合物的使用。據國際民間組織——環境新聞服務 (Environment News Service, ENS) 三氟化氮 (NF₃) 多用於製造平面電視、電腦顯示器、小型電路和太陽能版，是一種比二氧化碳強上17000倍的溫室氣體。

以往三氟化氮的排放量太少，所以不被視為是全球暖化的潛在因子。但在2008年的一份美國地球物理的期刊：《地球物理研究通訊》 (Geophysical Research Letters) 的研究團隊測量了大氣中的三氟化氮。在過去2006年的預估至少1200公噸，而新的測量結果的正確值是4200公噸。在2008年大約有5400公噸的氣體，每年增加約11%。三氟化氮使用量逐漸成長，但其排放量卻不廣人所知。對此，專家建議在之後的《京都議定書》，或是往後接替其協議裡，加入三氟化氮於規範溫室氣體的名單。



8. 臭氧 (Ozone, O₃)

(臭氧不列為臺灣「溫室氣體減量及管理法」所管制之溫室氣體)

臭氧主要存在於距地球表面20公里的平流層下的臭氧層中，含量約50ppm。臭氧層是指地球大氣層的平流層中臭氧濃度相對較高的區域部分。其形成是由太陽的光輻射中大量而強烈的紫外線照射到大氣層，使大氣層中的氧氣轉變成臭氧，少量由大氣層中的放電現象（閃電）電解產生。

臭氧是一種比氧氣更加活躍的氧化劑，能吸收對生物細胞和遺傳物質有害的短波紫外線，防止其到達地表。臭氧層對地球生命至關重要，但對流層臭氧屬於溫室氣體，屬於一種對生物有害的污染物，而平流層（臭氧層）中的臭氧則是對生物至關重要的紫外線吸收劑。

許多涉及化學能量快速轉化的人類活動，如內燃機開動、複印機工作等等，都會產生臭氧，危害人類健康。



臭氧也會產生溫室效應

人類造成的溫室氣體排放，如二氧化碳（ CO_2 ）、甲烷（ CH_4 ）等，對臭氧層造成了損害。這些氣體的排放導致大氣中的臭氧濃度增加，形成低層大氣中的地表臭氧。地表臭氧是一個危險的空氣污染物，**它能吸收太陽輻射，導致地球表面溫度上升，從而產生溫室效應。**

產生臭氧的排放源主要包括工業過程、交通運輸、農業活動和一些自然過程。工業和交通部門排放大量氮氧化物和揮發性有機化合物；農業活動中的氨氣排放，這些物質在大氣中進行化學反應，形成地表臭氧。

有關組織對美國全國95個城市居民區中的住戶進行了一次抽樣調查，結果發現**居住環境中的臭氧濃度與居民過早死亡率有密切關係**。研究還指出，若城市中的臭氧濃度能下降三分之一，那全美每年將可減少約4000例死亡。



對流層臭氧 對人類健康也會有嚴重的危害

- (1) 刺激呼吸系統，導致咳嗽、喉嚨痛、胸悶等不適。
- (2) 損害肺功能，導致氣喘、呼吸乏力，患者可能會造成呼吸障礙。
- (3) 加重哮喘病情。當臭氧濃度高時，哮喘病人的急性發作和就診率會隨之上升。
- (4) 增加上呼吸道感染患病機率。
- (5) 引起肺泡膜發炎、受損。科學家在動物實驗結果證實，如果這種情況長期不改變，可能會導致肺功能受到永久損害。

二、碳排放對地球的影響

溫室氣體增加
加速全球暖化





碳排放造成極端氣候，嚴重威脅地球環境

碳排放已成為全球環境問題的核心議題。隨著工業革命後和全球化的發展，碳排放量持續增加，超量的碳排造成溫室氣體增加，加速了全球暖化，導致兩極融冰、海平面上升，進而造成極端氣候，嚴重威脅地球環境。

澳洲近幾年森林大火為例，雖然澳洲每年都發生森林大火為特定自然現象，尤其是夏季期間（11至2月）屬於乾燥炎熱氣候，便容易引發野火。但由於近年來的氣候變遷，**2019年9月開始竄燒的叢林野火（bushfires）長達七個多月，燒毀境內超過 21% 的森林**。據澳洲聯邦內政事務部（The Federal Department of Home Affairs）統計，直到2020年3月，大火燃燒近 1,710萬公頃，相當於4.7個臺灣的面積。而失控大火造成嚴重空污，濃煙飄散到 2,000 公里外的紐西蘭。澳洲科學院更稱這是「全球前所未有」的大火，估計有**超過10億隻動物喪生**，重創澳洲本土獨特的生態系統。



海平面的上升 也對沿海地區的居住區域造成了嚴重威脅

2019年08月27日美國商業新聞網站《Business Insider》在一則報導中列舉出了「**全球11座可能消失於水下的城市**」其中包含：

印尼雅加達、奈及利亞的拉各斯、美國德克薩斯州休士頓、美國路易斯安那州新奧爾良、義大利威尼斯、美國弗吉尼亞海灘、泰國曼谷、荷蘭鹿特丹、埃及亞歷山大港、美國佛羅里達洲邁阿密、馬爾地夫等。

美國宇航局（NASA）地球科學部主任Michael Freilich說明，海平面上升對全球有「嚴重的影響」，而全球有超過**1.5億人**居住在高於海平面不到一米的地方，其中大多數住在亞洲。



美國伊恩颶風 澳洲洪患 損失慘重 2022全球災損1200億美元



圖為美國邁爾斯堡海灘一家商店被颶風移為平地。(圖 / Getty Images)

Yahoo奇摩（即時新聞）更新時間：2023年1月10日
路透社報導，慕尼黑再保險集團今天表示，
受到美國伊恩颶風與澳洲洪患拖累，2022年
成為有紀錄以來自然災害損失最慘重的其中一年，而氣候變
遷正使風暴更加強烈和頻繁。



澳洲Maryborough 街道和建築物被洪水淹沒
(資料來源：美聯社/達志影像)



北京洪災 再凸顯首都下水道禁不起極端氣候考驗

023-08-01 12:36 中央社／台北1日電

受杜蘇芮颱風殘餘環流影響，中國首都北京淹大水，官員坦承災情超過2012年的721水患，「人民日報」藉官方微博也發布評論說：「沒有一流的下水道，就沒有一流的城市」。



(PEDRO PARDO/AFP via Getty Images)



夏威夷濱海小鎮淪煉獄 茂宜島野火釀36死「逾1.1萬人撤離」

根據《紐約郵報》等外媒報導，島上歷史悠久的旅遊小鎮拉海納鎮(Lahaina Town)幾乎全被大火吞噬，目前至少爆發3起大火且仍在持續延燒，火勢也尚未控制，這也意味著大火災情將繼續擴大。



周刊王CTWANT | 甘仲豪
2023年8月10日 週四 下午9:04



甚至有居民直言，「整個拉海納都燒掉了，就像世界末日一樣」，拉海納沿岸全都燒成一片灰白色廢墟

茂宜島陷入火海。(圖 / 達志 / 美聯社)

加拿大野火延燒面積相當於 4 個台灣！3.5 萬人將被緊急撤離

08月20日12:32

Newtalk 新聞 | 蔡雨婷 綜合報導

加拿大今年夏季面臨空前野火肆虐，數千萬英畝土地遭到焚毀，失控的大火席捲了西部英屬哥倫比亞省（又稱卑詩省）的內陸地區，19 日接到緊急撤離命令的民眾比前一天多了一倍，約有 3.5 萬人。

加拿大約 140,000 平方公里的土地（大約相當於 3.8 個台灣的面積）已經被燒毀。





貳. 氣候變遷和碳排放議題相關名詞

淨零碳排 (Net Zero)

碳中和 (Carbon Neutral)

碳盤查 (Carbon Footprint Verification)

碳足跡 (Carbon Footprint)

碳捕捉 (Carbon Capture)

碳補償 (Carbon Offset)

碳匯 (Carbon Sink)

碳源 (Carbon Source)

碳預算 (Carbon Budget)

碳權 (Carbon Permit)

碳稅 (Carbon Tax)





一、碳中和 (Carbon Neutral)

碳中和 (carbon neutral)，是指國家、企業或個人**在一定時間內產生的直接和間接碳排總量**，例如：航空公司的直接排放物是燃燒的噴氣燃料，而間接排放包括飛機的製造和處維修保養；電力公司直接排放發電廠使用的燃料；而辦公室所用的電力以及員工上下班途中的通勤。通過清除二氧化碳、使用低碳能源取代化石燃料、植樹造林、節能減排等形式，以抵消自身產生的二氧化碳排放量，實現**正負抵消，達成「碳中和」狀態**

碳中和 (carbon neutral) 就是碳的排放量與吸收量在一定時期內互相抵銷。**碳中和並不等於「零碳排」** (Carbon Free)，前者強調的是生產過程中所排放的碳經由其他方式清除、抵銷，而後者則是生產、製造過程中並無排放溫室氣體。



碳中和步驟

- (1) 承諾：企業或國家宣布碳中和的目標。
- (2) 計算和分析：計算現有的二氧化碳排放，並分析如何減量。
- (3) 執行：導入相關的環境及能源管理系統。
- (4) 減量：透過改變，達到減少二氧化碳的排放：減少能源消耗（例如：搭乘大眾運輸取代開車）、使用低碳能源（例如：太陽能、風能或核能）。
- (5) 抵消：透過碳補償機制，藉由減少外部的排放，來抵消自身造成的二氧化碳排放，例如：植樹造林、碳捕捉。
- (6) 定期評估：定期地將成效發表，來檢討、改進其減少排放的措施。



二、淨零 (Net Zero)

碳 (Carbon) 是組成溫室氣體其中一種，約占26%左右，另外還有臭氧、甲烷、氫氟碳化物等氣體。雖然全球暖化的主因是二氧化碳增加，但其他氣體也會因為人類的生產活動而增加。因此「淨零」是因為造成地球暖化的溫室氣體不是只有二氧化碳，要逆轉氣候危機光是減碳還不夠，而是要減少所有的溫室氣體排放，淨零指的就是溫室氣體排放接近零值。

我國2022年3月正式公布「臺灣2050淨零排放路徑及策略」，提供至2050年淨零之軌跡與行動路徑，引導產業綠色轉型，帶動新一波經濟成長，並期盼在促進綠色融資與增加投資，確保公平與銜接過渡時期。



三、負碳排 (Carbon Negative)

負碳排 (Carbon Negative) 是當國家、企業或組織在一定期間內，「碳清除量」遠超過「碳排放量」。

負碳排與碳捕捉封存技術 (Carbon Capture Utilize and Storage, CCUS) 息息相關，是指收集來自點源污染 (如：火力發電廠) 產生的二氧化碳，將其運輸至儲存地點並長期與空氣隔離的技術。



四、碳捕捉封存技術 (Carbon Capture Utilize and Storage, CCUS)

碳捕捉、利用及封存 (Carbon Capture, Utilization and Storage) 是透過捕捉二氧化碳，將其壓縮成液態後，運送至合適的封存地點 (海洋、地質、礦化)，使二氧化碳與大氣隔絕，回收排放至大氣中的二氧化碳，同時是一種方法來減輕全球暖化及海洋酸化。

碳捕捉包括三個階段：

前端捕捉：在燃料燃燒之前進行，針對原始的二氧化碳。

中間捕捉：在燃燒過程中捕捉正在生成的二氧化碳。

後端捕捉：在燃燒後從排放的廢氣中分離二氧化碳。

碳捕捉技術仍處於早期開發階段，目前需克服成本高、耗能及額外增加碳排放等問題。



五、碳盤查 (Carbon Footprint Verification, CFV)

碳盤查 (Carbon Footprint Verification, CFV)，透過科學方法、資料蒐集等過程，量化溫室氣體的排放量，盤查的對象可能是一間企業、組織、產品或是活動。

透過碳盤查了解自己排放量的「數量多寡」和「分布狀況」。前者可以讓你和標竿同業進行比較，釐清自己在產業或是國內排放量的排名，用以作為風險管理的依據；後者則讓你知道溫室氣體排放的熱點 (hot spot)，確認熱點之後，針對可以減量的部分規劃方案。



碳盤查可分為 5 個重要步驟

1. **邊界設定**：碳盤查範圍的設定，如組織範圍、營運邊界與基準年設定等。
2. **排放源鑑別**：鑑別邊界內會造成大氣溫室氣體濃度改變的排放源或過程，碳揭露排放源共分為三大類包含：
 - (1) 直接排放，例如工廠製程直接排放、固定燃燒源、移動源（如公務車）、逸散源（如冷媒等）。
 - (2) 電力、能源間接排放。
 - (3) 其他行動造成的間接排放，例如員工出差、廢棄物處理、上下游運輸產生的碳排放量。
3. **計算排放量**：常見的計算方式為「活動強度 × 排放係數 × 全球暖化潛勢（GWP）值」
4. **報告**：撰寫排放清冊與報告書，揭露此次的溫室氣體盤查結果。
5. **查證**：分為內部查證和外部查證，內部查證指的是企業內部或顧問單位針對盤查清冊、報告書進行檢查，檢查方向包含數字、邊界設定、參考文獻正確性等；外部查證則需要委由第三方公正單位來進行查證，才能取得查證查證聲明書。



六、碳足跡 (Carbon Footprint)

碳足跡 (Carbon Footprint)，指的是一項活動或產品的整個生命週期中，直接與間接產生的溫室氣體排放量。也就是從原物料開採、製造、運輸，經過使用，最後到廢棄處理、回收時所產生的溫室氣體（包括二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氟氣及其他特定的人工合成氣體），都要列入碳足跡的計算。換言之，碳足跡是從消費端出發，去概算整體牽涉的碳排量。

舉例來說，電動車雖然在行駛時不會產生碳排放，但開電動車的碳足跡不會是0。因為電動車從製造、組裝、運送的過程，到其使用過程中，都會排放溫室氣體。因此身為人，即使在日常生活中完全不使用直接製造碳排放的用品，仍會因為間接的碳排而產生碳足跡。而我們能盡量選擇碳足跡較低的用品與生活方式。



七、碳補償 (Carbon Offset)

碳補償 (Carbon Offset) 是指個人或組織向減排事業提供相應資金，以充抵自己的二氧化碳排放量。人們統計製造的二氧化碳排放量，並計算抵消這些二氧化碳所需的經濟成本，然後付款給專門機構，由他們通過比如植樹造林、升級工廠和發電廠設備，來提高能源使用率或其他環保項目抵消大氣中相應的二氧化碳量。也能購買碳補償的商品，對溫室氣體減排項目進行投資。

碳補償的核心思想是將那些難以避免的碳排放量，透過其他方式轉化為等量的減碳行動。這種策略一種自願行為，可以樹立公眾環保形象，同時讓企業和人類活動在碳排放上達到一種平衡，即使他們在某些活動中無法完全避免碳排放。



八、碳匯 (Carbon Sink)

碳匯 (Carbon Sink) 泛指自然環境中可儲存二氧化碳的儲存體，常見自然碳匯儲存體如森林、草原、濕地、海洋生態系統，甚至城市綠地，包括種植園和農業農場在內的管理土地，都可為碳匯並吸收大量排放的二氧化碳，將碳固定於海洋、土壤與生物體中。這些儲存體在地球生態系統中扮演著重要角色，有助於平衡大氣中的二氧化碳濃度。

各種碳匯儲存或固定碳的能力都不相同，普遍認為海洋、土壤與森林是地球上主要的自然碳匯潛力領域，儲存二氧化碳的天然或人工「倉庫」，也有點像外匯存底，通常不動用。**森林是地球最佳儲存二氧化碳的天然倉庫**，植物吸收空氣中的二氧化碳行光合作用，其有生之年約可吸收近900公斤的二氧化碳。

而樹木把二氧化碳儲存而形成固碳效果，直到死亡二氧化碳才會漏出。**樹木吸收二氧化碳的能力在20年就會達到極限**，隨著樹齡增加，到了60年生、80年生的樹木將二氧化碳轉換成木材的能力就會變得非常緩慢。



九、碳源 (Carbon Source)

碳源 (Carbon Source) 是一種構成微生物細胞和代謝產物中碳素來源的營養物質，即生物生長和發育所需要的碳元素的來源。形成的過程可以是自然產生（例如：海洋和陸地等生態系統），也可以是**人為活動（例如：工業生產、能源消耗和交通運輸等）所引起**。

而碳源所釋放的碳氫化合物，尤其二氧化碳，是導致全球**氣候變暖的主要原因**，因為它們增加了大氣中的溫室氣體濃度。

為了有效地管理碳源、減少對氣候的影響，人類需採取更多策略。這包括降低碳排放量、增強碳捕捉能力、以及實施碳交易、碳稅等政策工具。而持續監測碳源是有效管理的關鍵。透過對碳源的偵測，即可識別高排放的地區，並針對其實施特定的減碳措施。



十、碳預算 (Carbon Budget)

碳預算 (Carbon Budget) 是氣候政策中使用的一個概念，用於以公平有效的方式設定減排目標。

第26屆聯合國氣候變遷大會 (COP26) 於2021年11月1日至11月12日在蘇格蘭格拉斯哥舉行。2021年11月13日，會議通過《格拉斯哥氣候公約》，全球已經建立一套共識：**在2050年前將全球暖化升溫控制在相較於工業革命前1.5度以內。而在全球升溫1.5度以前，人類所剩下還能排放溫室氣體的「額度」，就是碳預算。**

更準確是「剩餘碳預算」，其可以在全球各地使用，科學家們將遵循不同公平因素 (例如：包括人口增長、工業化進程、能源消耗模式及減碳的策略) 設法將全球碳預算分配給各國，為國際氣候談判提供了科學基礎，也成為各國制定和實施氣候政策的關鍵參考。**但因目前全球均溫已升至1.2度，預計在10年內就會用完剩餘碳預算。**



十一、碳權 (Carbon Permit)

碳權 (Carbon Permit) 即企業擁有特定溫室氣體排放的權利。這是一種由政府或國際機構發行的可轉讓權利，旨在通過市場機制實現溫室氣體排放的降低機制。

碳權可以出售，前提是自家企業已經透過採用綠電、投入植樹等減碳行動，使實際碳盤量低於碳權上限，這段差距就可以釋出販售。企業或國家需要購買足夠的碳權以滿足其碳排放需求。如果某企業或國家的碳排放量超過其所持有的碳權，則需要購買更多的碳權以避免受到罰款或其他制裁。



十二、碳稅 (Carbon Tax)

碳稅 (Carbon Tax) 是一種透過「**以價制量**」的政策。主要是由政府的稅務機構對高碳排生產的商品課徵稅費，增加國庫收入。碳稅的課稅方式多樣，可以基於排放量、燃料的種類或能源的產量。其核心目的是透過經濟手段，以向高碳排企業施壓，促進企業進行減碳行動及能源轉型。

多個國家已經實施了碳稅政策，如瑞典、挪威和芬蘭，並取得了一定的成效。這些國家的經驗顯示，碳稅不僅可以有效地減少碳排放，還可以帶來經濟上的好處，如創造新的就業機會和促進技術創新。



參.資源枯竭和廢棄物的衍生

資源枯竭 Resource depletion

資源枯竭指的是地球上某些非再生性資源的消耗速度超過了它們的再生速度，因而無法持續供應的現象。



石 油



煤 炭



天 然 氣



礦 產

版權所有 翻印必究



1. 石油 (Petroleum)

石油 (Petroleum) 是古代生物遺骸，堆積在湖裡、深海或陸地上，經高溫、高壓的作用，由複雜的化學作用轉化而成的非再生液態碳氫化合物。在岩層孔隙內，常以液體或氣態 (天然氣) 存在，有時部份凝成固態。

主要被用來作為燃油和汽油，而燃料油和汽油組成目前世界上最重要的一次能源 (附註12) 之一。石油也是許多化工產品如礦物基礎油、塑膠等的原料。以美國為例，統計石油在2021年總消費量中，運輸占67.2%，工業占26.9%，住宅建設占2.8%，商業占2.5%，供應電力占0.5%。



1. 石油 (Petroleum)

中東地區有豐富的石油資源，波斯灣一帶的沙烏地阿拉伯、伊拉克、伊朗、科威特、阿聯、卡達，而在俄羅斯、委內瑞拉、加拿大、利比亞、奈及利亞、美國、墨西哥、哈薩克、中國大陸等地也有大量的儲藏。其中**委內瑞拉擁有世界最高的石油儲量**。

石油的開採和使用也對環境帶來了嚴重的影響。從**開採過程中產生的有毒廢物到燃燒時釋放的溫室氣體**，石油的整個生命週期都對地球的生態系統造成了損害。這些環境問題已經引起了全球的關注，並促使各國尋找替代能源來減少對石油的依賴。



2. 天然氣 (Natural gas)

天然氣 (Natural gas) 為自然生成於地層內，可以燃燒之氣體。主要由甲烷組成的氣態化石燃料。

其為火力發電的一種燃料，在現代社會中被廣泛用於各種能源需求，如發電、加熱和工業生產。對自然環境而言，燃燒天然氣比石油或煤之類的化石燃料更加乾淨、產生更少的溫室氣體。其燃燒產生的二氧化碳最多能比燃燒石油要少30%，比煤炭少45%。但發電過程中也會製造一定程度的碳排放。

天然氣的生產主要來自油田和天然氣田，產量與儲存量豐富、價格便宜，而自2010年代以來，環保意識日漸抬頭，各國競相開發天然氣車輛。



2. 天然氣 (Natural gas)

全球現在蘊含天然氣最豐富的國家是**俄羅斯**，根據美國能源署截至2018年底的數據顯示，俄羅斯蘊含有1688兆立方英呎的天然氣藏量。其次國家包括**伊朗**、**卡達**、**土庫曼**、**美國**。

目前的主要能源來源仍舊是石油，但根據美國能源署的預估，天然氣在未來有辦法取代石油的地位。美國市場對於石油與天然氣的需求約莫在2040年後就幾乎一樣了，也就是說在能源需求的美國的市場中，未來天然氣會與石油在能源界中達到同等重要的地位。



3. 煤炭 (Coal)

煤炭 (Coal) 是由遠古植物的枝葉和根莖，在地面上聚集成一層非常厚的黑色腐殖質，因為地殼的變動而不斷地埋入地下，從而長期與空氣隔絕，並在高溫高壓下，經過一系列複雜的化學變化，形成了的黑色可燃沉積岩。其被用作能源資源，主要用於**燃燒生產電力、熱以及工業用途**，例如：精鍊金屬、生產化肥和許多化工產品。

煤炭的優點是其資源量豐富，且因世界各地都有煤炭礦藏，因此開採及供給皆很穩定，價錢也較石油及天然氣便宜。自19世紀工業革命以來，煤炭開始用於一般工業、運輸、發電，被廣泛用作主要的能源來源。



3. 煤炭 (Coal)

煤炭的發熱量比石油或天然氣小，煤炭在燃燒時，所排放出的二氧化碳量高於石油及天然氣。產量有限，又是不可再生能源。隨著核能、太陽能等新型能源的開發，煤炭的遠景利用將以其作為化工原料為主。為了減少排放會導致氣候變化的溫室氣體，各國開始關閉現有運行的燃煤電廠，並且防止建造新的燃煤電廠。

形成煤炭是相當耗時的過程，人類如果依目前的速率繼續開採，很可能就會耗竭。



4. 金屬礦物 (Metallic Mineral)

金屬礦物 (Metallic Mineral) 是指具有明顯的金屬性的礦物。呈現金屬或半金屬光澤，具各種金屬色（如鉛灰、鐵黑、金黃等），不透明，不導電，導熱性良好的礦物。其化合物，如銅、鋁、鐵、鉛和鋅等。這些礦物在現代工業和高科技產品中擔任著關鍵的原材料角色。



二、廢棄物的衍生

依臺灣《廢棄物清理法》第二條所稱：廢棄物是被拋棄者、不具效用、於營建、製造、加工、修理、販賣、使用過程所產生目的以外之產物、製程產出物不具可行之利用技術或不具市場經濟價值者。

簡言之，**廢棄物是指人類於生產和消費過程中所產生的無用物質**，包括垃圾、廢水、工業廢料、建築垃圾等。而現代工業和高消費，使廢棄物不斷增加，造成環境很大的威脅。



1. 塑膠 (Plastic)

塑膠 (Plastic) 是大範圍全合成或半合成**聚化產品**的通稱，以高分子量的合成樹脂、石油為主要組分，加入適當添加劑，經加工成型的材料。塑膠最早來自於1850年代的英國，自從被開發以來，各方面的用途日益廣泛。

塑膠雖方便，卻需要數百年才能分解。因生產過程需要大量的化石燃料和化學品，所以在製造、使用和處理過程中都會對環境造成影響。而且，塑膠被廣泛地使用在許多產品中，例如塑料袋、飲料瓶、塑膠餐具等等，因此，大量的塑膠被製造並且使用。



1. 塑膠 (Plastic)

塑膠對環境造成了很多嚴重的問題：若流入海洋，亦會導致海洋生物誤食、窒息、中毒等，將影響海洋生態；對陸地生態系統造成影響，例如：造成野生動物窒息和卡在身體內，甚至被誤食而死亡；其廢棄物也會汙染水資源，其中化學物質滲入土壤和地下水中，對人類的健康造成潛在的危害；焚化塑膠垃圾更造成空氣污染，部份塑膠：聚氯乙烯（PVC）和聚碳酸酯（Polycarbonates）在某些條件下會釋出有害物質，而危害生物的生育機能。因此，減少使用塑膠已成為全球環境保護的重要課題。

塑膠廢棄物



創作者：Azwar Azwar | 提供者：Azwar Azwar/Pacific Press
版權：© Azwar Azwar/Pacific Press

雪倫·喬治

(基爾大學 (Keele University) 的科學專家)

從50年代以來，估計我們已經生產了數十億噸的塑膠，目前我們仍不清楚塑膠在這些環境中會存留多長的時間，但可以肯定的是，**絕對會比使用塑膠的人壽命更長**，而且總塑膠量仍在不停積累。這樣的環境衝擊就與二氧化碳含量上升一樣，都是人為所造成。沒有任何回收計畫和海洋清理工作可以完全消除我們留下的痕跡。塑膠是一道疤痕。



2. 電子垃圾 (Waste Electrical and Electronic Equipment, WEEE)

電子垃圾，又稱：電子廢棄物 (Waste Electrical and Electronic Equipment, WEEE) 指被廢棄不再使用的電器或電子設備。 Dave Kruch (CashForLaptops.com 的執行長)認為電子垃圾是「急速擴張」的事物。

聯合國 (United Nation, UN) 於2019年統計出：全球電子垃圾總量為5360萬噸，5年內增加21%，預計2030年將達到7400萬噸：美國每年廢棄3,000萬部計算機；歐洲則每年丟棄1億部電話。而《2020年全球電子廢棄物監測報告》公布：全球電子廢棄物的回收和再利用率只有17.4%，餘下的大部分電子垃圾直接被掩埋或焚燒。



2020/07/03 23:07

電子廢棄物

〔即時新聞 / 綜合報導〕聯合國2020/7/2日釋出的報告指出，2019年人類丟棄了超過5000萬噸的電子垃圾，包含智慧型手機、電腦、大型家電、電動車等，其中只有17%被回收利用；全球屬亞洲生產最多電子廢棄物，其次為美洲和歐洲。

《法新社》報導，電子垃圾中有許多未被回收的金、銀、銅、鉑等稀有昂貴的金屬

，
聯合國表示，每年所浪費的材料價值超過550億美元（約新台幣1.62兆元），同時也代表必須開採更多礦物，才能滿足消費者對電子產品的需求。

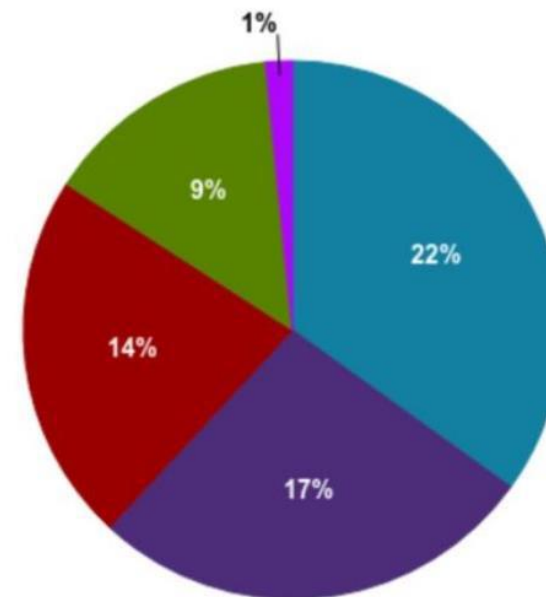


電子垃圾是嚴重的污染源，但其中含有黃金、白銀、鉑、銅、鋁與鋼材可回收的貴重材料，以及部分零件、晶片、電池也都能重複使用，因此蒐集價值高。據保守估計，這些可回收電子廢棄物的價值達570億美元。

電子垃圾循環利用的相關產業在已開發國家正快速發展。

2020年全球電子垃圾成分類別

- 大型電器（洗衣機、烘乾機、冰箱、冰櫃、電爐灶、微波爐，等等）
- 調節溫度電器（空調機、電暖氣、恆溫器，等等）
- 顯示屏（電視機顯示屏、桌面電腦顯示屏，等等）
- 小型IT設備（手機、手提電腦、平板電腦）
- 燈具



來源：英國南安普頓大學

BBC



電子垃圾循環利用的相關產業在已開發國家正快速發展。這個產業的進展涉及：能源密集型降級回收（Downcycling）例如：傳統的回收，通過重新利用和重新加工達到預期的目的。電子垃圾的回收循環利用在環保、社會方面有諸多益處：降低對原料的需求；減少生產所需的水電；減低包裝所需的成本；以及減少對垃圾場的使用。

回收循環再利用使用壽命過期的電子設備上的原材料，是解決電子垃圾最有效解決方案。大多數電子設備含有多種有用材料，包括很多可以被恢復進行再次產的金屬材料。通過破碎、循環利用，並減少使用原始自然資源，降低因電子垃圾產生的空氣、水污染。



3. 食品廢棄物 (Food waste)

食品廢棄物 (Food waste) 是指被丟棄、損失、或沒被吃完的食物。2013年英國的機械工程學院 (IME) 做了研究，全球約有一半的食物直接或間接被浪費。

食品的廢棄發生在食品供應鏈的各種階段。在**低所得國家，大部份的耗損是在生產的階段發生**；而在**已開發國家，最多的浪費則發生在消費的階段**。從生產、加工、零售到消費的各個供應鏈階段裡，都可能造成食物的浪費或耗損。據統計指出，平均一年每人會浪費的食物相當100公斤左右。

在臺灣《廢棄物清理法》第28條規定，食品相關業者須審慎處理食品廢棄物，不得隨意囤積，要委託經主管機關許可的處理機構協助清除，並申報食品報廢銷毀流向，確實紀錄以及監控食品報廢銷毀流程。



4. 紙張 (Paper)

紙張 (Paper) 用植物纖維製成的薄片，作為寫畫、印刷書報、包裝等。紙生產需要大量的水及木材資源，而樹木每天為我們吸收二氧化碳，釋放氧氣，淨化空氣，**浪費紙張就等於砍伐一棵樹**，這會對森林資源造成壓力。

每年全球紙張生產及用量已達3.2億噸。如果每噸紙須砍伐4棵樹木作為原料，那1年就有近13億棵樹從地球消失。森林的大量減少使淨化二氧化碳的能力減弱造成溫室效應。



製紙是最消耗能源、高污染的產業之一。造紙工業以水污染最為嚴重，用水量和排水量大，而一般紙漿的漂白劑主成分是氯（Cl），使用後所產生的戴奧辛（Dioxin）（附註13）是含有劇毒的致癌物，經常被排放到河川裡。被排放的廢水中帶有毒性物質，長年積累，毒性物質會淤塞河床港口，並產生硫化氫有毒臭氣，將危害生物的正常生長、影響各產業、當地居民用水與環境景觀。

再生紙的製造對環境的衝擊比一般原木紙漿來得小。根據統計，使用廢紙來造紙比用一般紙漿可以減少75%的空氣污染、35%的水污染、60%的用水與40%的能源消耗，也減少了大量的廢棄物。



5. 玻璃 (glass)

玻璃 (glass) 是一種非晶無機非金屬材料，熔解的玻璃經過迅速冷卻而成形。其造成汙染的原因在於它的製作過程需要一種原料：硅砂、白雲石。在開採過程中，由於硅砂含有大量的二氧化硅粉塵，粉塵細小，工人很容易將其吸入肺中。長久下來，影響工人的呼吸系統及肺部，進而導致呼吸系統疾病。

而且在這過程中，融化這些材料需要很高的溫度。燃燒化石燃料的時候會釋放出大量的二氧化硫和二氧化碳，加重全球氣溫變暖的情況。製作完成後，一升的玻璃瓶重量可達800g。也就是說，我們也需要耗費更多的能量去運輸，繼續產生更多有害氣體。



玻璃在自然界中，降解它需要一百萬年 (自然風化也需要上萬年時間)

其實在自然環境中，降解垃圾的方法主要有兩種：

光降解 (Photodegradation) 和生物降解 (biodegradation) 。

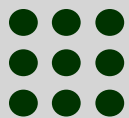
玻璃的主要成分是碳酸鈣，碳酸鈉和二氧化矽，**這些物質沒有一個是自然界生物中發育的，所以微生物和動物都無法分解玻璃**。那不經生物作用的就只剩下光降解了，而光降解通俗一點說就是氧化過程。但在自然狀態下，玻璃只會被改變形狀，很難被轉化成其它物質，所以玻璃能存在上萬年時間，根據統計：一個普通的玻璃瓶需要大約4000年的時間才能被分解。

淨零排放 與 碳中和

淨零排放 Net zero emission

人為製造的溫室氣體種類廣泛(包含一氧化碳、甲烷、氧化亞氮等),透過方法達到移除與總產出量抵銷的目標，就是淨零排放。

移除的方式有植樹、造林、碳捕捉，利用與封存(CCUS) 等



碳中和 Carbon neutrality

碳中和是針對全球人為二氧化碳」的排放量,期望透過造林、節能減排等方式互相抵銷。

不同的是 淨零排放
針對的是所有氣體、目標更廣泛

食物從生產到餐桌的過程中，造成難以估計的能源浪費。依據正確回收管道，廢棄食品處理方式有三種：

- (1) 退回原供應商或原廠銷毀處理
- (2) 委託合法處理機構以廢棄報廢或再利用方式處理
- (3) 透過焚化爐直接燃燒





1. 資源回收 (Recycling)

根據臺灣《資源回收再利用法》第2條，回收再利用：指再生資源再使用或再生利用之行為。

資源回收 (Recycling) 為收集本來要廢棄的材料，分解再製成新產品，或者是收集用過的產品，清潔、處理之後再出售。相對於傳統垃圾廢棄，回收可以節省資源、降低溫室氣體排放；能預防浪費有潛在利用價值的資源、削減原料消耗，如：能量消耗、空氣污染（垃圾焚燒）和水污染。

現代廢物處理中，回收是一關鍵成分，為環保4R「Reduce（減少使用），Reuse（物盡其用），Recycle（回收利用）and Replace（替代使用）」中一環。可回收材料包含：玻璃、紙、鋁、柏油、金屬、塑料、輪胎、織物和電子產品等。



2. 廢棄物處理 (Waste disposal)

廢棄物處理 (Waste disposal) 係指應用物理、化學、生物、熱處理等方法，將廢棄物在自然循環的環境中，以迅速、有效、無害地分解，減至法定標準之下，以達到減量化、資源化、無害化、安定化之目的。

在前置處理中，為保護以及有效後續的處理單元，會同時進行分類回收有價資源。依其處理功能可分為**破碎**、**篩選**兩大類。

前者的目的在於增加分離效率及提高燃燒效果，其方法有**壓縮破碎**、**衝擊破碎**、**剪切破碎**及**衝擊剪切破碎**等型式；後者篩選是指將廢棄物中有價資源進行有效的分類，以回收再利用，篩選設備有：比重分離、風力分離、磁力分離、篩濾分離、渦電流分離、靜電分離及光學分離等型式。



我國《事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準》 第2條之三的後續處理

1. 中間處理：

指事業廢棄物在最終處置或再利用前，以物理、化學、生物、熱處理或其他處理方法，改變其物理、化學、生物特性或成分，達成分離、減積、去毒、固化或穩定之行為。

2. 最終處置：

指衛生掩埋、封閉掩埋、安定掩埋或海洋棄置事業廢棄物之行為。

3. 再利用：

指事業產生之事業廢棄物自行、販賣、轉讓或委託做為原料、材料、燃料、填土或其他經中央目的事業主管機關認定之用途行為，並應符合其規定者。

再生能源製造出來的廢棄物



我國離岸風電推動規劃



我國太陽光電推動規劃



PV電廠(台南)



社區屋頂型(台南)



BIPV(南瀛綠都心)



水上型太陽光電(彰濱)



農漁電共生太陽光電

圖片取自 能源局淨零12項關鍵戰略行動計劃



附記、環境對於ESG的重要性

「E」在ESG中代表「環境 (Environment)」。專指企業在其營運過程中對環境所造成的影響。根據摩根士丹利資本國際公司 (Morgan Stanley Capital International, MSCI) 的評估標準，環境所造成的影響可細分為「氣候變遷、自然資源、污染與浪費、以及環境機會」四大領域。

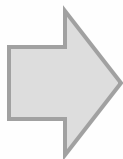
特斯拉 (Tesla) 官網banner「再見。燃油時代」

環境 (Environment)」在ESG中，隨著全球對氣候變遷和環境保護議題的關注度提高，企業及社會必須採取行動。



森林大火、珊瑚礁白化、超級颱風、冰山融化和海平面上升等
極端氣候現象，已在世界各地造成負面衝擊與不可逆的環境危機

你(妳)
我
都在內



在2030年以前，如何降低50%的碳排，把升溫控制在1.5度以內，緩解現在地球氣候失控的狀況，時間真的不多了



關注
最新ESG
永續發展資訊

面對ESG不確定風險 要以【變】應萬變



平臺共構，資源共用 利益共享，價值共創



A willing burden is no burden.