

Q1：中油公司二氧化碳注氣增產工作目前及未來作法？

A：中油公司在減碳工作上，透過製程改善提高效率，並廣泛植樹、綠化環境、投入再生能源研發等，多年努力已具成效，可符合國家碳排放減量需求之規定。中油公司從事油氣探勘生產開發工作已逾 60 年，目前於苗栗永和山所進行的二氧化碳增產油氣研究工作，研究團隊秉持謹慎負責的態度，以正確而安全的步驟循序進行技術發展，同時以本身在石油上游工業的核心專業，於研究油氣增產可行性之同時，為全民檢驗認證這項減碳技術的安全性，以求獲得充足的科學證據，提供未來多一種減碳方法的選項。中油公司認為惟有在主管機關與地方民眾同意、穩定供應的二氧化碳來源，且政府政策支持等條件下，才有可能進行注氣增產工作。

Q2：二氧化碳地質封存是否會有誘發地震的可能？

A：二氧化碳地質封存係將二氧化碳注入既有的地層孔隙中，注入流體之壓力並無誘發地震可能。再者，台灣地處板塊活動程度高之地區，千萬年來不斷經歷大小規模之地震，每年平均有感、無感地震高達上萬次以上，即使是民國 88 年的 921 大地震，主要的破壞變形均發生在地表，對於存在地底下數千公尺深處的油氣構造並無逸漏，顯示油氣田的地下構造並不會因地表的形變而發生洩漏，更不會因為地震就產生毀滅性的洩漏。

石油工業界在已瀕臨生產耗竭的油氣田，注入特定流體以增產油氣、提高油氣採收已是成熟技術，其中二氧化碳即為慣用的注入材料之一，這種技術被稱為「二氧化碳驅油氣」(CO₂ Enhanced Oil / Gas Recovery, EOR / EGR) 技術，它同時具有二氧化碳地質封存的效果，因此中油公司因應油氣增產目的及配合政府政策對封存二氧化碳技術可行性之研發需求，在苗栗永和山瀕臨生產耗竭氣田的油氣井進行增產可行性評估研究、環境背景監測及地面設備測諷，但目前並未實際從事注氣工程，所以絕無誘發地震或洩漏的可能性。

Q3：西非喀麥隆尼歐斯湖為何會發生二氧化碳外洩事件，與二氧化碳封存是否相關？

A：1986 年西非喀麥隆尼歐斯湖二氧化碳外洩事件則完全是另外一個情形，該湖是一個很大的火山口湖，水深兩百公尺，因為湖水很深，換氣率差，由於湖底缺氧，累聚了大量二氧化碳，而湖下方的火山又緩緩釋放熱量，將湖底湖水加熱，當熱到一個程度，湖底的熱水上湧，湖面的冷水下沉，整個湖水上下對調，湖底高濃度的二氧化碳因此外洩；而該湖為一盆地地形，四面環山，重量較重的二氧化碳，遂沿地面向湖的四周散佈，導致睡夢中的居民與牛羊窒息而死。』【摘自 102/06/29 中國時報時論廣場「碳封存 沒那麼可怕」(作者為台灣大學地質科學

系魏國彥教授)】反觀二氧化碳地質封存技術，則須審慎評估地下儲層的安全性，在封存過程中有完善的壓力、溫度、環境背景值、二氧化碳濃度、水質成分變化與微震等的嚴密管控，這一技術沒有引致大量噴發之風險，兩者間差異極大（詳如表一）。

表一 喀麥隆尼歐斯湖 (Lake Nyos) 事件與地質封存技術之比較

	喀麥隆尼歐斯湖二氧化碳外洩	二氧化碳地質封存
CO2來源	由火山活動持續產生，成份複雜	自排放源捕獲
蓋層	200公尺深之湖水	逾千公尺厚地層並包括不透水之厚頁岩層
儲存層	湖底	岩層孔隙中
封存場址	藉湖水壓制聚積於湖底的自然現象	須經嚴密之研究、測勘、鑽探、實驗、評估選定具優良地質條件的場址
封存過程	由岩漿噴發裂隙通道緩慢滲漏至湖底聚積	仔細規劃並控制儲存量在安全的地層壓力下進行
CO2封存狀態	未達超臨界狀態	超臨界狀態（備註1）
封存後	災害發生前無人監控	嚴密且完整的監測計畫與預警機制
一旦洩漏	估計湖底蓄積約2~3億立方公尺的二氧化碳，於湖水受擾動瞬間噴發，彷彿爆炸一般（備註2）	上覆岩層逾千公尺，且封存前後均按國際標準持續嚴密監控，無瞬間大量

備註：

1. 二氧化碳於地層深度 800 公尺以下時，密度接近液體，約 500kg/m³，但流動性質與氣體近似，稱為超臨界狀態。
2. 根據維基百科所載的可能原因，包括(1)地震引發之落石坍方；(2)輕微火山爆發以及(3)湖面與湖底的溫度差異形成熱對流，而使聚積湖底之二氧化碳瞬間噴發。

Q4：二氧化碳封存在世界各國推行情形如何？

A:地質封存為目前聯合國認可的較大量且安全可行之減量方式之一，於國外(如：美、加、日、澳、中、英、德、法、義、丹麥…)已有許多二氧化碳地下封存先導試驗正在執行中，且目前在加拿大、阿爾及利亞及挪威更有已大量商轉實際操作中的地下封存場址。國內行政院環境保護署也規劃數種減碳措施，以達到所訂定的目標，其中包括能源轉換、提昇能源效率、節約能源與調整產業結構、發展太陽光電與風能等再生能源等，但如果要繼續維持經濟成長，即使實施上述手段，也很難達成二氧化碳減量目標，而這一差距或許可以由碳捕獲與封存技術

(Carbon Capture and Storage, CCS) 之發展來補足減碳缺口。由於未來短期內化石能源仍是能源供應主力，而經濟成長與能源消耗息息相關，將燃燒化石燃料排放的二氧化碳捕捉並封存於地下已成為國際間肯定、聯合國認可且具發展潛力的減碳方法，且依國際能源總署 (IEA) 的規劃，若要在 2050 年減少碳排放量達 2005 年的 50%，碳捕獲與封存技術的貢獻須達 19%，不過此技術的最終目的只是做為由化石能源為主流過渡至低碳甚至零碳社會的溫室氣體減量橋接措施，並不是要捨棄其他手段而孤注一擲，反而要在同一時間，繼續積極投入再生能源研發與能源效率改善的研究工作，為國內奠定良好低碳經濟時代的基礎。

Q5：您想要了解更多有關二氧化碳捕捉與地質封存的資訊嗎？

A：財團法人台灣經濟研究院出版了一本「二氧化碳捕捉與地質封存」的手冊如 [附件](http://home.cpc.com.tw/FactsAndTruthQA/ccs.pdf) (<http://home.cpc.com.tw/FactsAndTruthQA/ccs.pdf>)，內容包括了二氧化碳的運輸、捕捉及封存等，都有淺顯而易懂的介紹，媒體如果想引用資料，請註明出處為行政院國家科學委員會委託研究計畫：「我國淨煤技術發展與國際合作策略研究計畫」、「二氧化碳地質封存技術發展研究計畫」，另有製作 Youtube 影片 (<http://www.youtube.com/watch?v=D3Zh-Pv1xmQ>)，也歡迎上網觀賞。