

期貨業服務實體經濟

擁抱綠契機， 頁岩氣的崛起之路！



統一期貨投顧部協理 廖恩平

- 天然氣作為能源轉型的重要過渡性燃料，其價格波動對企業經營的影響不容忽視。
- 期貨市場的核心優勢在於能夠提供價格穩定性和透明度，幫助市場參與者在不確定性中抓住機會。
- 而頁岩氣技術的進步和供應的增加，為天然氣期貨的應用創造了更多可能性。

在全球面臨氣候變遷與環境危機的背景下，能源轉型成為各國政策與企業發展的重要議題。為了達成2050年淨零排放的目標，各國積極推動清潔能源，以降低溫室氣體排放。然而轉型過程中如何兼顧供應穩定性、技術成熟度及經濟可行性，仍然是一大挑戰。在此情況下，天然氣作為一種碳排放較低的高效能燃料，成為取代煤炭和石油的過渡選擇，尤其在發電和供暖等領域發揮著重要作用。天然氣被視為「橋樑燃料」在逐步減少碳排放的同時，也協助全球穩定邁向低碳經濟。隨著能源轉型步伐加快，頁岩氣作為天然氣供應的新興來源迅速崛起，展現出巨大的潛力。

俄烏戰爭爆發後，歐洲能源供應面臨挑戰，天然氣價格急速上升，推高了全球能源成本。供需失衡的狀況加劇了市場的不確定性，天然氣價格進一步攀升，影響全球經濟穩定。在如此波動的市場中，企業對避險工具的需求愈發迫切。因此，期貨市場成為企業有效對抗風險的關鍵工具，透過期貨避險，企業能提前鎖定成本或收益，減少價格波動帶來的財務風險，維持經營的可預測性。在能源轉型的過程中，期貨市場不僅提供價格發現功能，更幫助企業在應對不穩定的市場環境時，有效管控風險，進而穩健地擁抱這一綠色契機，促使頁岩氣成為支持可持續能源的核心資源。

高效能源天然氣與頁岩氣的崛起

在能源轉型的進程中，天然氣被視為高效、低碳的過渡能源，在低碳目標的推動下，逐漸取代煤炭和石油等高碳排放燃料。相較於傳統化石燃料，天然氣的燃燒過程中釋放的二氧化

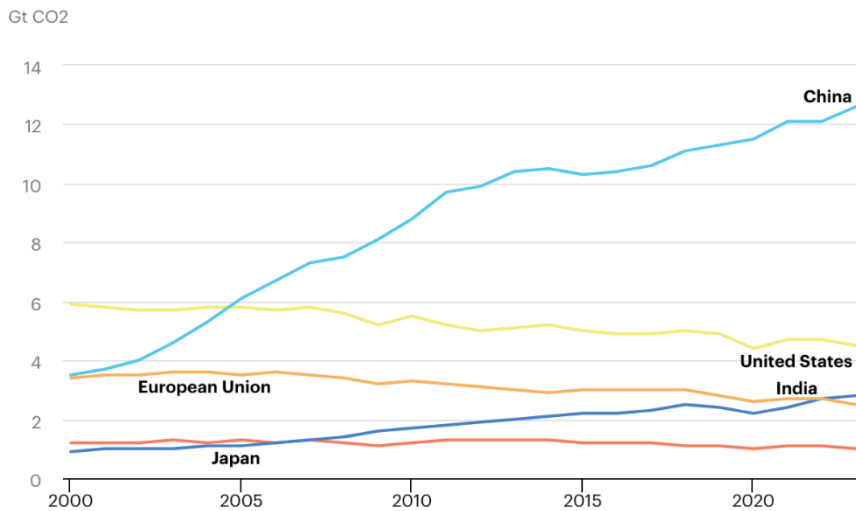


圖1、2000-2023 年各地區二氧化碳總排放量

來源：IEA

碳量較少，並且能提供穩定的能量輸出，這使其在短中期內成為許多國家重要的替代能源選項。隨著天然氣基礎設施的建設，包括輸送管道、液化天然氣（LNG）運輸等技術的進展，天然氣的使用範圍從發電逐漸擴展至供暖、工業製程等領域，並在一定程度上降低了對環境的影響。尤其是歐洲和亞洲等地區，由於對減少碳排放的承諾強烈，天然氣成為加速能源轉型的重要角色。

然而，天然氣並不只是一種單一來源的燃料，其中的一大來源便是頁岩氣。頁岩氣與傳統天然氣的來源地層、開採技術、環境成本皆有所不同。傳統天然氣一般儲存在常規的地下儲層中，採用直井鑽探即可開採。而頁岩氣則是儲存在緻密的頁岩層中，由於頁岩層緻密且天然氣被牢固地「鎖」在岩石中，傳統的開採技術無法有效提取頁岩氣。為了釋放頁岩層中的天然氣，現代頁岩氣的開採通常結合水力壓裂（Hydraulic Fracturing）與水平鑽探技術（Horizontal Drilling），透過高壓水力製造裂縫，以釋放天然氣。

水力壓裂法是一種用於開採頁岩氣和頁岩油的關鍵技術，其核心在於利用高壓流體將地下岩層壓裂，從而釋放被困的油氣資源。這一過程涉及將特殊的液體（壓裂液）注入鑽孔，通過施加超過岩層強度的壓力，迫使岩石裂開，形成裂縫。壓力的施加會隨深度增加而變大，並根據岩石的「裂縫梯度」來衡量，壓力單位通常以每英尺磅/平方英寸（psi/ft）表示。而水平鑽探則是現代油氣開採中的關鍵技術，特別適用於頁岩氣等非常規資源的開發。傳統的垂直鑽井只能觸及有限的儲層，而水平鑽探則允許鑽井在達到目標深度後，轉向水平方向，沿著儲層延伸。這種方法大幅增加了與儲層的接觸面積，從而提高了油氣的產量。

這種技術創新讓美國成為頁岩氣開採的先驅，自2000年代起美國便迅速提升了頁岩氣的生產量，並且一躍成為全球天然氣生產和出口的領導者。然而，頁岩氣的開採技術帶來了環境方面的爭議。水力壓裂技術需要消耗大量水資源，並且在壓裂過程中加入的化學藥劑可能

污染地下水，此外開採過程還可能引發地質問題，例如小型地震的頻發，這些都使頁岩氣的開發面臨嚴峻的環境監管壓力。

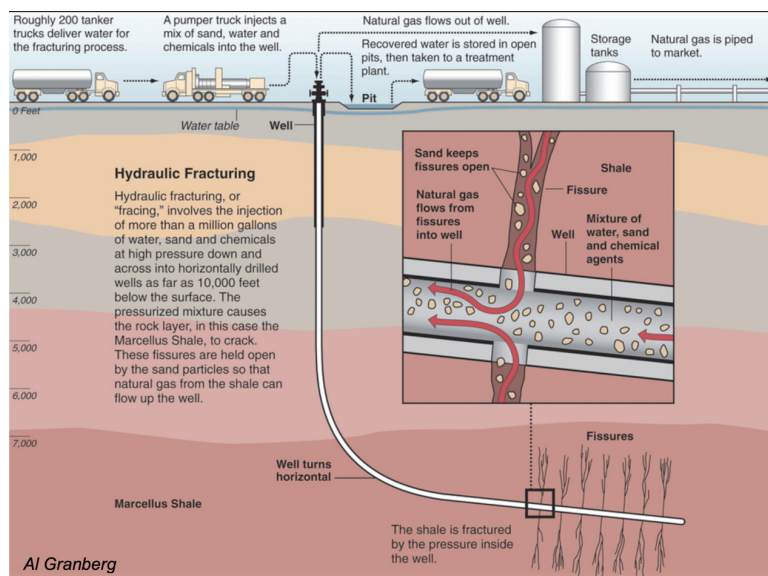


圖2、水平鑽井及水力裂解法鑽取頁岩氣示意圖

資料來源：EIA，AI Granberg繪圖

儘管頁岩氣開採面臨一定的環境挑戰，但其在降低碳排放、提升能源自主性和支持能源轉型方面的貢獻不容忽視。其不僅是一種替代高碳燃料的過渡性能源，還是支持可再生能源發展的重要一環。由於風能和太陽能等可再生能源具有間歇性和不穩定性的特點，頁岩氣作為穩定的基載能源，可在能源需求高峰時提供可靠的供應，彌補可再生能源的不足。而頁岩氣的供應增加亦能顯著降低天然氣的價格，為推廣清潔能源創造有利條件。在經濟層面而言，頁岩氣的開發帶來了不少的就業機會和投資效益，如美國因頁岩氣逐漸興起則將促使其能源成本降低，進而推動製造業回流，並創造許多直接和間接的就業崗位。

隨著技術的不斷進步和環保政策的完善，頁岩氣的開發將朝著更加可持續的方向發展。在全球能源需求日益增加、氣候變遷壓力加劇的情況下，頁岩氣作為一種高效且相對清潔的能源，未來將在能源市場中扮演更加重要的角色。

全球頁岩氣開發與市場趨勢

全球頁岩氣的開發與市場趨勢隨著技術進步和政策支持而快速成長，其中美國、加拿大和中國是主要的頁岩氣生產國。這些國家不僅在技術上不斷進步，還在政策層面給予支持，並且在環境監管方面作出調整，以確保頁岩氣的可持續開發。

美國是全球頁岩氣生產的領導者，其迅速的崛起歸因於水力壓裂與水平鑽探技術的應用。後續改善了頁岩氣開採技術後，生產成本大幅降低，產量顯著增加。儘管環保組織對水

力壓裂引發的環境問題提出批評，但美國在政策上亦針對此提出許多相關法案及規定如清潔水法（**Clean Water Act, CWA**）與清潔空氣法（**Clean Air Act, CAA**）等以取得平衡，使得頁岩氣能穩步發展，並在全球天然氣市場上具有重要影響力。

加拿大則緊隨美國之後，成為頁岩氣的重要生產國之一。加拿大的頁岩氣資源豐富，該國政府對頁岩氣的開發態度較為支持，並積極吸引投資以加速其資源的開發。加拿大在環境監管方面相對嚴格，要求企業在水資源管理、廢水處理和甲烷排放等方面符合高標準。這些規範雖增加了開採成本，但也確保了頁岩氣的可持續開發，減少了對當地環境的負面影響。

除了技術與政策外，頁岩氣開採還受多種經濟和政治因素的影響。能源安全驅動著各國政府推動頁岩氣開發，以減少對進口能源的依賴，特別是在能源供應不穩的時期。以俄烏戰爭為例，歐洲國家因為對俄羅斯天然氣的依賴而遭遇能源短缺和價格高漲的困境，這激發了歐洲對替代能源的需求。美國和加拿大因此加強頁岩氣和液化天然氣的出口，以填補歐洲的能源缺口，這也讓頁岩氣在全球能源市場的重要性因地緣政治問題而有大幅提升的趨勢。

能源商品的波動與風險管理

頁岩氣的大量供應雖然在一定程度上緩解了市場緊張，但也加劇了天然氣價格的波動性。由於供應過剩和需求波動的交替出現，天然氣市場的價格預測變得更加困難，這對生產商、消費者以及投資者來說，無疑增加了風險管理的挑戰。面對這樣的市場動態，期貨市場成為企業和投資者不可或缺的風險管理工具。透過期貨合約，市場參與者可以提前鎖定價格，從而減少價格波動對其財務穩定性的衝擊。期貨市場的核心價值在於提供價格發現功能和穩定的交易平台，使企業能夠在價格波動中保持經營的可預測性。

舉例來說，一家天然氣生產公司面臨的主要風險是天然氣價格下跌，導致其收入減少。假設這家公司預計未來六個月將生產100萬百萬英熱單位（**MMBtu**）的天然氣，市場價格為每**MMBtu 3**美元。如果公司擔心未來價格會因供應過剩而下降，它可以選擇在期貨市場上賣出等量的天然氣期貨合約。六個月後，若現貨價格下降至每**MMBtu 2.5**美元，公司雖然在現貨市場的收入減少，但因為在期貨市場中賣空而獲得了每**MMBtu 0.5**美元的利潤補償，最終使總收入保持穩定。這種避險策略讓公司即使面對價格波動，也能保護其收入來源，維持財務穩定性。

期貨市場的價值不僅在於支持能源企業，同時也為金融機構提供了多樣化的服務可能。例如一家投信公司管理的能源類型**ETF**，其資產組合中包含頁岩氣公司和液化天然氣企業的股票。由於這些股票的表現與天然氣價格高度相關，價格波動會對基金的總體收益帶來直接影響。為了降低這種風險，投信公司可以選擇在期貨市場進行賣空操作，對能源股票資產進行對沖。

假設該基金持有價值**5**億美元的能源股票，這些股票的價格對天然氣價格的敏感度為

0.7，即天然氣價格每下降1%，股票價值下降0.7%。當期貨市場價格為每MMBtu 3美元時，投信公司在期貨市場賣出價值3.5億美元的天然氣期貨合約（相當於基金持倉價值的70%）。如果天然氣價格下降至每MMBtu 2.5美元，基金的股票資產損失約為5,835萬美元，但期貨市場因價格下跌帶來了5,833萬美元的收益，成功抵消了損失。這種操作不僅保護了基金的收益穩定性，還提升了其在市場上的吸引力。

表1、基金避險範例

基金持有之股票價值	天然氣價格下降幅度	股票價值損失	賣出期貨合約總價值	期貨市場收益	損益
5億	$(\$3-\$2.5) \div \$3=16.7\%$	$5\text{億} \times 16.7\% \times 0.7=\$5,845\text{萬}$	$5\text{億} \times 70\%=\$3.5\text{億}$	$5\text{億} \times 16.7\%=\$58,450,000$	5,845萬(期貨收益)-5,845萬(股票損失)=\$0

再假如，銀行與工業客戶簽訂特殊結構性商品，合約承諾若未來天然氣價格高於每百萬英熱單位（MMBtu）4美元，銀行將補償工業客戶因價格上漲而增加的成本。天然氣的期貨價格為每MMBtu 4美元。為對沖未來可能因價格上漲帶來的補償風險，銀行以每MMBtu 4美元的價格，在期貨市場買入2億MMBtu的天然氣期貨合約。幾個月後，天然氣價格果然如預期上漲至每MMBtu 4.5美元，銀行需要向客戶支付每MMBtu 0.5美元的補償，總補償金額達到1億美元。然而因為銀行早前在期貨市場買入了等量的天然氣期貨，其價格上漲同樣帶來了1億美元的收益，完全抵消了補償成本。銀行也能運用天然氣期貨設計價格保護方案，實現了自身的風險管理，還為客戶提供了穩定的成本保障。

表2、銀行運用期貨避險範例

	現貨價格	需補償金額	買入數量	買入價格	損益
未避險	\$4.5/MMBtu	$(\$4.5-\$4.0) \times 2\text{億}$	-	-	-1億
避險		=1億(成本)	2億MMBtu	$(\$4.5-\$4.0) \times 2\text{億}=\$1\text{億(收益)}$	1億(收益)-1億(成本)=\$0

天然氣作為能源轉型的重要過渡性燃料，其價格波動對企業經營的影響不容忽視。期貨市場的核心優勢在於能夠提供價格穩定性和透明度，幫助市場參與者在不確定性中抓住機會。頁岩氣的崛起雖然增加了市場的供應靈活性，但也使價格波動變得更加頻繁。透過期貨市場，企業可以有效規劃其能源成本或收入，避免因市場變化而遭受重大損失。

頁岩氣的技術進步和供應的增加，天然氣市場的波動性雖然加劇，但同時也為期貨市場的應用創造了更多可能性。無論是能源生產企業、金融機構，還是大型工業客戶，期貨市場都為他們提供了一個應對不確定性的重要工具。透過期貨合約的靈活運用，市場參與者能夠提前鎖定價格，減少市場波動對財務穩定性的影響，同時也能在能源轉型的浪潮中穩步前行。

期貨市場的價值在於其透明、高效且穩定的交易平台，使企業和投資者能在複雜的市場環境中規劃未來並降低風險。頁岩氣作為天然氣供應的重要來源，其崛起進一步強化了天然氣在能源結構中的地位，也讓期貨交易的意義更加突出。在能源轉型加速的時代，期貨市場不僅是風險管理的核心工具，更是推動市場穩定與可持續發展的基石。

綠色能源轉型背景下頁岩氣未來的發展

在全球加速邁向低碳經濟的進程中，天然氣尤其是頁岩氣正逐步顯現其獨特價值。作為一種低碳、高效且靈活的能源，頁岩氣不僅為傳統化石燃料提供了替代方案，也為可再生能源的進一步普及奠定了基礎。綠色能源轉型的成功需要一個穩定且高效的過渡期，而頁岩氣憑藉其產量的可控性、價格的競爭性以及技術的快速迭代，成為填補能源需求缺口的關鍵角色。

雖然頁岩氣的開發伴隨著一定的環境挑戰，但隨著技術的不斷進步，這些問題正逐步得到改善。碳捕集、利用與封存（CCUS）技術的發展尤為關鍵。CCUS技術能捕捉並封存頁岩氣開採和燃燒過程中產生的二氧化碳，將其安全封存在地層中，從而減少溫室氣體的排放。此外，甲烷排放控制技術的進步，如改良設備、加強監控和即時數據監測等措施，也在一定程度上降低了頁岩氣對環境的影響。隨著這些技術逐漸成熟，頁岩氣的環保表現得到改善，為其在低碳能源轉型中的地位提供了更具說服力的支持，並幫助頁岩氣產業在未來持續發展。

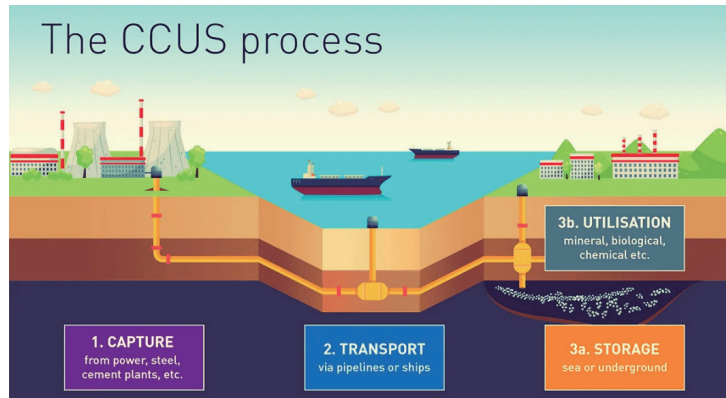


圖3、CCUS四步驟

來源：CarbonCredits.com

在面對氣候變遷和能源轉型雙重挑戰的過程中，頁岩氣以其高效、穩定和低碳的特性，成為平衡經濟發展與環境保護的重要能源選項。同時，技術創新和政策支持正在不斷優化其開發模式，確保其對生態系統的影響降至最低。

期貨市場則作為風險管理的核心工具，為企業提供了穩定的交易平台，幫助其在不確定性中找到前進的方向。在未來的能源市場中，頁岩氣與期貨市場將形成更緊密的聯繫，為全球實現綠色能源轉型注入持續的動力。通過有效的市場機制和創新的技術應用，頁岩氣有望成為引領能源行業穩定與可持續發展的重要力量。