

頁岩氣與傳統天然氣成分相近，都以甲烷為主，只是生產地層及開採技術不同。

石油影響今日生活及經濟發展深遠，幾十年來大家對二氧化碳排放及地球暖化都有相當的認識。頁岩氣與傳統天然氣成分相近，都以甲烷為主，只是生產地層及開採技術不同。天然氣燃燒之後，因為含碳數最少也無硫、氮等雜質，所排放的二氧化碳是化石燃料中最低的，也無污染空氣的硫氧化物、氮氧化物。水平鑽井及高壓液裂技術的發展成熟，頁岩氣產量也跟著增加。在未來完全使用再生能源之前，增加使用天然氣（例如發電廠）應該是最佳方案之一。

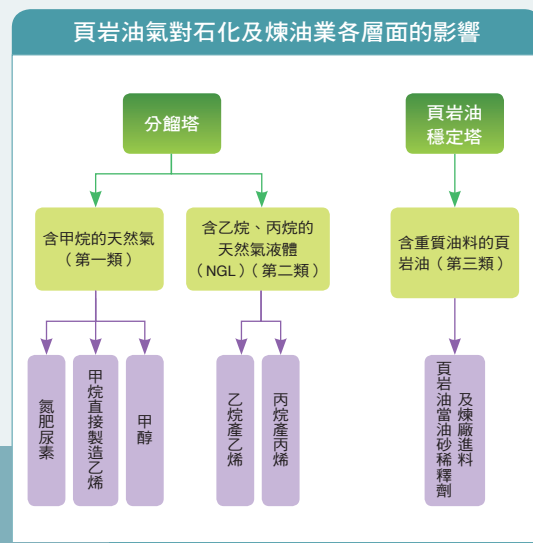
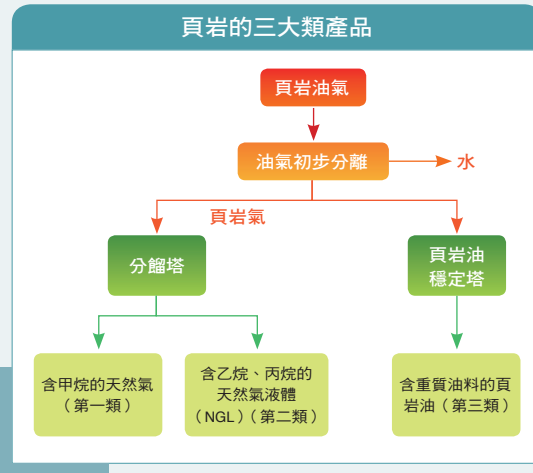
頁岩油氣的生產

頁岩氣生產時，首先會把水分移除，氣體部分含甲烷、乙烷、丙烷、丁烷，只要在產地簡單處理，就可把甲烷與較重的液體如乙烷、丙烷、丁烷等分離出來。甲烷的頁岩氣可以利用管線輸送至消費市場，乙烷、丙烷、丁烷就是天然氣的液體（natural gas liquid, NGL）部分，是影響石化業的主要部分。戊烷及更重質部分會在常溫常壓下以液態型式存在，稱為頁岩油，一般當成油砂重油的稀釋劑。

石化工業對乙烷的需求殷切，隨著2009年後美國頁岩氣產量的增高，乙烷及丙烷的供應也較為充分，價格因此低廉，對於石化產業產生深遠的影響。

第一類的應用

頁岩的第一類產品是含甲烷的天然氣，其應用包括製造氮肥尿素、乙烯和甲醇。甲烷生產氮肥尿素的主要流程，是把甲烷經過蒸氣重組產生二氧化碳及大量氫氣，



氫氣與氮氣反應就成為氨，是氮肥尿素的最重要基礎。

甲烷價格較低，也再燃起由甲烷直接製造乙烯的研究。例如甲烷觸媒轉氧化，如有更良好的觸媒讓反應性增高及產品選擇性變佳，以甲烷的豐富與價廉，可改寫乙烯系列的生產價格鏈。



把甲烷觸媒轉氧化反應器小型模組化，能夠降低汙染，提升環保意識。(圖片來源：種子發)

美國能源部也在探討把甲烷觸媒轉氧化反應器小型模組化，一旦成功，除了可在商業化生產獲利外，更重要的是有重大的環保功能，可應用於處理偏遠地區油田所伴產的天然氣體。把甲烷轉換成較高價值的液體產品，加上液體相較於氣體的體積減少，至少公路油灌車運輸也有利可圖。這些氣體因量少，無經濟誘因投資管線輸送至市場，因此有些直接排放至大氣，有的是就地燃燒排放，也是一種可觀的能源浪費。且排放的甲烷溫室氣體效應是二氧化碳的 21 倍，更是溫室氣體的元凶。

甲醇是無色略帶醇香氣味的揮發性液體，上游生產原料可以是煤炭、甲烷天然氣

或焦爐氣，可用來生產甲醛、二甲醚、醋酸等有機化工產品，是最基本的有機化工原料。以甲醇為原料的一次加工產品已近 30 種，進行深加工的產品則達上百種。

頁岩氣的開發將直接改變甲醇上游生產原料的來源。歐美國家主要採用天然氣為原料生產甲醇，這種製程具備投資低、無污染的優點。在大陸，煤炭是生產甲醇的最重要原料，而頁岩氣的出現有可能完全改變這一現狀。大陸是全球主要的頁岩氣儲藏國，一旦開採技術成熟，頁岩氣產量大幅增加，將衝擊以煤炭為原料的甲醇生產經濟效益。而未來以天然氣為原料的製程產能擴張，將降低甲醇的生產成本。

一旦開採技術成熟，頁岩氣產量大幅增加，將衝擊以煤炭為原料的甲醇生產經濟效益。

因液裂、水平鑽井等技術的成熟發展，
2007年起逐漸有頁岩油氣的生產，
直至2017年頁岩氣產量已是2007年產量的14倍。

頁岩氣還會影響甲醇下游最主要的產品—甲醛，甲醛主要用於生產工業樹脂如塗料。傳統由甲烷生產甲醇，再生產甲醛的製程複雜且需要高壓，而甲烷直接製造甲醛在常壓下就可完成，如能發展出更合適的觸媒，將大幅影響甲醇的下游產業。以甲醇生產低碳烯烴占甲醇用量的比率年年升高，2016年已經達到42%，另也有以甲醇生產丙烯，這兩個都是以頁岩氣甲烷為進料的新興製程。

第二類的應用

頁岩的第二類產品是含乙烷、丙烷、丁烷的天然氣液體，其應用包括以乙烷生產乙烯、以丙烷生產丙烯。美國頁岩氣所附帶分離生產出的液體中，乙烷及丙烷各約占12vol%及3vol%，不同頁岩氣井的成分組成並不固定。

乙烷在高溫熱裂解的條件下，乙烯的產率很高。因此藉由NGL進料價格的低廉，在美國南部以乙烷生產的乙烯，就比歐亞、台灣等依賴以石腦油為進料經輕油裂解生產的乙烯更具經濟競爭力。

丙烷脫氫製造丙烯也變成有合理的投資報酬率，連帶使乙烯、丙烯衍生的產品如聚乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯等製造成本都可大幅降低。

第三類的應用

頁岩的第三類產品是含重質油料的頁岩油，可當油砂稀釋劑及煉廠進料。美國NGL中的頁岩油多輸往加拿大，當成重質油砂瀝青的稀釋劑，再以管線回送稀釋後的油砂瀝青至美國煉油廠。但這種稀釋的

瀝青油會對煉油廠造成難題，因這種油有較多的輕質部分和重質部分，比起一般傳統原油，中段蒸餾產物含量異常的低，所以煉油廠的產物分布會較為不同。

對石化業的影響

因液裂、水平鑽井等技術的成熟發展，2007年起逐漸有頁岩油氣的生產，直至2017年頁岩氣產量已是2007年產量的14倍。在供需法則下，天然氣價格大致持平或下滑。雖然目前探勘活動已相當萎縮，但天然氣產量預期在2040年前仍會持續增加，隨之產生的NGL也會增多，價格也更便宜。因此，2010年起就引發許多石化業在美國南部大量投資設廠，未來這些石化產品挾著價格的優勢，將銷售至歐亞尤其是大陸及印度，瓜分目前業者成長的空間。

此外，美國NGL自用尚有餘，仍有大量的乙烷、丙烷等可外銷。如果能夠維持合理低廉的價格，預期在亞洲興建乙烷裂解廠生產乙烯及丙烷脫氫生產丙烯也有利基，更會衝擊亞洲以輕油裂解為基礎的石化業。

王淑麗
台灣中油公司煉製研究所