

全球天然氣貿易現況與前景趨勢探討

財團法人台灣綜合研究院

為達成減碳與減核目標，我國近年積極推動能源轉型，致力將發電結構調整為燃氣 50%、燃煤 27%、再生能源 20%、核能 1%、以及其他（燃油、抽蓄水力）2%，其中，天然氣不僅用於電力部門，亦涵蓋運輸（陸運、海運、空運）、工業、住宅等部門。全球天然氣市場近年由於能源轉型政策當道、探採技術革新、以及參與國數量增加，使得天然氣之重要性在國際能源版圖中日益提高，且受惠於天然氣貿易量不斷擴增，天然氣貿易場域開始應用新興的貿易規則。因此，對於幾乎完全仰賴能源進口且著眼提高天然氣發電占比的我國而言，為掌握不斷變化的國際政經情勢及天然氣貿易環境，並因應未來他國可能對於我國涵蓋天然氣在內之能源制度提出的協商與合作要求，本文探究涵蓋管道天然氣（Pipeline Natural Gas, PNG）與液化天然氣（Liquefied Natural Gas, LNG）之全球天然氣貿易情勢、生產與出口、以及進口等相關資訊，做為未來提擬適切的購氣策略與建構國際策略夥伴鏈結之參考依據，俾利協助談判的推進。

一、全球天然氣貿易情勢

根據國際能源署（International Energy Agency, IEA）於 2019 年發布之最新「全球能源展望」（World Energy Outlook 2019）可知，2018 年全球天然氣區域間貿易量為 788 bcm¹，其中 PNG 貢獻 436 bcm（約 55%），LNG 則為 352 bcm（約 45%），PNG 仍是目前天然氣供需雙方主要的貿易型態。至於未來前景的部分，IEA 預測 2030 年全球天然氣區域間貿易量達 1,126 bcm，LNG 占比達到 53%，將取代

¹ 天然氣計量單位採十億立方公尺（billion cubic meters, bcm）。

PNG 成為天然氣跨區域貿易的主要型態，而隨著區域間貿易量在 2040 年增至 1,278 bcm，LNG 市場份額亦提高至 57%，帶動全球天然氣貿易參與國的數量持續增加。

簡言之，全球區域間天然氣貿易在未來 20 年內仍持續增長，能夠突破地理限制之 LNG 為區域間天然氣貿易增長的主要推手，至於 PNG 則因自裏海沿岸國家及俄羅斯至歐洲與中國大陸，以及從北非到歐洲等管道系統而穩定成長（表 1）。此外，與貿易情勢息息相關的投資情況同樣值得關注，在 IEA 明定政策情境下，天然氣產業自 2019 年至 2040 年間平均每年需要 3,700 億美元之投資，其中，2,400 億美元用於上游資源開發，1,300 億美元用於基礎設施（包括輸配管道、運輸、LNG 液化與再氣化設施等）。

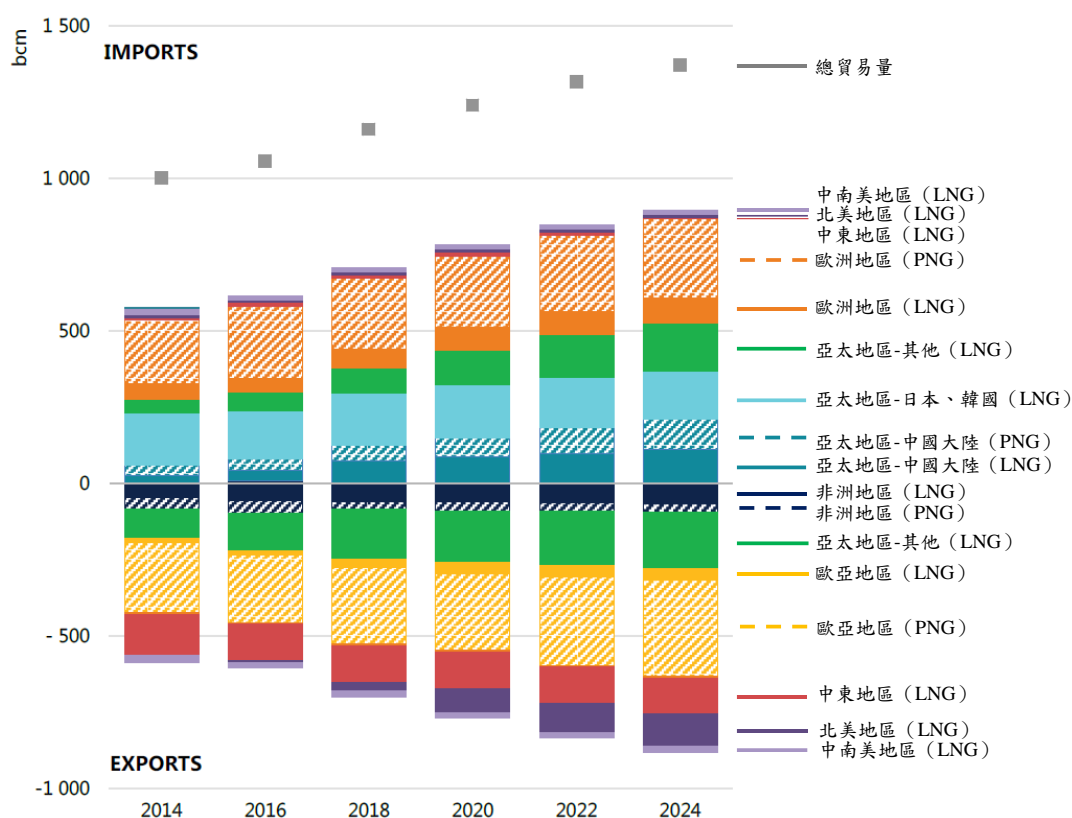
表 1 2000~2040 年 PNG 與 LNG 之區域間貿易量

交易型態 \ 年份	2000	2018	2030	2040
PNG (占比)	378 (74%)	436 (55%)	528 (47%)	549 (43%)
LNG (占比)	136 (26%)	352 (45%)	598 (53%)	729 (57%)
既定政策情境下總計	514	788	1,126	1,278

註：單位為十億立方公尺(billion cubic meters, bcm)。

資料來源：International Energy Agency, (2019), “World Energy Outlook 2019.”

由供應面來看，歐亞大陸（Eurasia）透過管道系統，依舊保有其天然氣出口的全球強勢地位，尤其是自俄羅斯與裏海沿岸國家輸至中國大陸的天然氣供給量不斷增加；而原本主導 LNG 出口版圖的中東地區，特別是卡達，近年則明顯受到來自澳洲、美國等新興出口國的挑戰。由需求面來看，日本與韓國為傳統的天然氣進口國，然目前以中國大陸為首的快速成長經濟體，以及南亞、東南亞等新興市場皆已出現顯著進口量，亞太地區持續扮演全球最重要的進口角色（圖 1）。



資料來源：International Energy Agency, (2019), “Gas 2019 – Analysis and Forecast to 2024.”

圖 1 2014～2024 年區域間天然氣貿易平衡情形

二、全球天然氣生產能力

在 IEA 既定政策情境（Stated Policies Scenario）下，2040 年前全球天然氣生產將經歷兩大階段，2025 年為轉折點。第一個階段（2020～2024 年），國際天然氣生產增長量中有 70% 為非傳統天然氣（unconventional natural gas）²，當中的 40% 為美國頁岩氣。第二個階段（2025～2040 年），不僅頁岩氣生產來源變得更加多元，包括加拿大、阿根廷、中國大陸、澳洲、阿爾及利亞、沙烏地阿拉伯、印度等

² 傳統天然氣係來自含油性天然氣礦產，為遠古時代生物性物質因地表變化及地球之高溫高壓等因素，使之裂解為石油或天然氣，多蘊藏於滲透率高的多孔性岩層中，可以藉由地層本身的壓力，經由氣井將天然氣擠壓至地表。非傳統天然氣係指天然氣蘊藏於滲透率低的岩層中，須使用特殊技術破壞岩層結構方可開採，依其岩層特性可分為頁岩氣（shale gas）、緻密砂岩氣（tight-sand gas）、泥淖氣（即沼氣）、及煤層氣（coalbed methane, CBM）或煤礦氣（coal-mine methane, CMM），多以商業目的為主。

³，更重要的是，由於中東地區天然氣生產腳步加快，且撒哈拉以南的非洲國家加入生產行列，該階段產氣主力將轉回傳統天然氣。

以下針對 IEA 所盤點之六個關鍵天然氣生產國，扼要說明其未來在國際天然氣生產版圖上可能的發展方向。關於「美國」的部分，其天然氣總產量在 2005 年至 2008 年間因天然氣價格高漲而增加，2009 年取代俄羅斯成為世界第一大天然氣生產國，且隨著水平鑽井（Horizontal Drilling）⁴及水力壓裂（Hydraulic Fracturing）⁵等探採技術發生革命性突破，賦予頁岩氣成本競爭力，促使美國於 2012 年成為 LNG 重要出口國之一。2025 年美國天然氣生產將主要集中在 Marcellus 及 Utica 等兩大礦區，該兩大礦區的產氣量達美國頁岩氣總蘊藏量的 40%，即 17 兆立方公尺（trillion cubic meters, tcm）；若以 2020 年至 2030 年區間來看，Marcellus 礦區及 Utica 礦區將為美國天然氣總產量貢獻 200 bcm。除前述兩大礦區之頁岩氣外，來自德州 Permian Basin 的伴生氣（associated gas）⁶亦是美國近年主要的天然氣供應來源之一。

關於「俄羅斯」的部分，2009 年時雖被美國取代，成為全球第二大產氣國，但由於位在亞馬爾半島之 Bovanenkovo 氣田自 2012 年開始運作，其西鄰國家對於俄羅斯天然氣愈發依賴，且在天然氣輸出之

³ 全球頁岩氣可採儲量若以區域而言，位於亞太地區之中國大陸、澳洲、印度等儲量豐富，而中國大陸的儲量更是世界第一；美洲地區以美國的蘊藏量最多，加拿大、墨西哥、阿根廷、巴西則隨之其後；非洲地區以南非、阿爾及利亞、利比亞的蘊藏量最為豐富；歐洲地區也有可觀的蘊藏量，又以波蘭最多。

⁴ 水平鑽井技術：在美國地底下約3,352公尺的頁岩層內蘊藏數百億立方公尺天然氣。由於排列密度高的岩石導致天然氣流動異常緩慢，普通鑽井無法鑽取大部分天然氣，然透過水平鑽井方式，垂直向下鑽進所須深度，再橫向鑽探至氣田儲量豐富處，即可突破上述困境。

⁵ 水力壓裂技術：是目前天然氣開採的主要形式，使用摻入化學物質的水（壓裂液）灌入頁岩層進行液壓碎裂以釋放天然氣。但人們擔憂這項技術將污染水源或引發小幅地震，進而威脅當地生態環境與居民身體健康，亦有其對於環境的潛在影響，如地下水污染、淡水耗損、空氣品質惡化、化學品洩漏或回流至地表等。

⁶ 伴生氣係指伴隨原油共生，與原油同時被開採出來的天然氣。在十分重視溫室氣體對於環境影響的當前，若能夠有效利用伴生氣資源，則既可增加收益，亦可有效降低碳排放量。

基礎建設逐漸完善下，俄羅斯的國際市場競爭力也隨之提高，包括透過管道系統自西伯利亞東部地區將 PNG 輸至中國大陸，抑或是受 Yamal 及 Arctic 等兩項 LNG 出口計畫推動，提升對於亞太與歐洲地區的 LNG 輸出強度。IEA 預估至 2040 年俄羅斯的產氣量將達到 850 bcm，較 2018 年高出近 20%，為國際上最大天然氣淨出口國。

關於「卡達」的部分，該國透過整合 LNG 出口計畫，天然氣液化能力在 2040 年將達到 150 bcm 以上，可望超越美國與澳洲，成為全球最大的 LNG 出口國。同樣位在中東地區的「伊拉克」，儘管目前在全球天然氣生產國中排名 50，但隨著政治局勢愈趨穩定、伴生氣產量隨產油量增加而提高等，該國已成為中東地區成長最快的產氣國，尤其是 2030 年以後，伊拉克的產氣量將增長 10 倍以上，至 2040 年達到 111 bcm。

關於位在亞太地區的「澳洲」，由於部分礦區的產氣量下降，使其呈現成長趨勢之國內需求及 LNG 出口能力在短期內面臨挑戰，然而從長期來看，澳洲於 2040 年時將具備投入 15 bcm 煤層氣 (CBM) 至國際天然氣市場的能力，鞏固該國做為全球最大煤層氣生產國的地位，且自 2030 年開始天然氣淨出口量占產量之比例將超過 70%。

關於位在非洲地區的「莫三比克」，儘管曾因國內外困境導致其 LNG 發展進程減緩，惟自 2017 年由義大利埃尼集團 (Eni) 與美國埃克森美孚公司 (ExxonMobil) 主導，正式啟動 Rovuma 液化天然氣計畫之海上天然氣四區塊計畫。Rovuma 液化天然氣計畫隸屬於規模更大的莫三比克液化天然氣計畫 (Mozambique LNG project) 下，其氣源位於超深水地區的 Rovuma Basin，迄今已發現超過 4,480 bcm 儲量可供開採，分別為區塊 1 的 2,100 bcm、以及區塊 4 的 2,380 bcm。目

前，區塊 1 內的 Golfinho 氣田、Atum 氣田已獲准共計 18 bcm 的 LNG 開採量，為非洲地區最大宗，而區塊 4 則致力於整體開採規劃的優化與陸上 LNG 接收站最終投資決策（final investment decision, FID）的確立。若前述計畫能夠在 2025 年正式投產，則莫三比克將成為撒哈拉以南非洲地區最大的天然氣生產國，更有望在每年超過 40.8 bcm 的投產水準下，晉身世界前十大 LNG 生產國行列，屆時將與同樣位處非洲地區之奈及利亞、阿爾及利亞等指標性國家的 LNG 產能相當。

三、全球天然氣出口情形

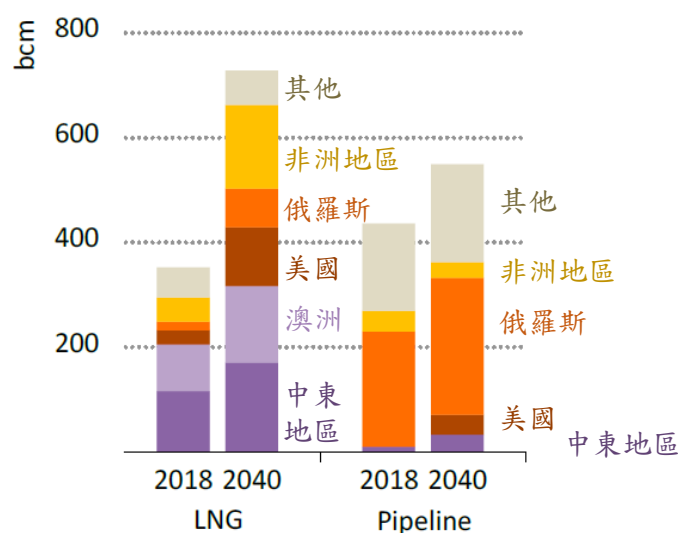
在掌握前述關鍵產氣國未來可能發展後，以下綜整討論全球天然氣出口情形。2040 年全球前五大天然氣淨出口量集中在中東地區（由卡達、伊拉克推動）、北美地區（由美國推動）、撒哈拉以南的非洲地區（由莫三比克推動）、俄羅斯、澳洲等地區或國家，各地區、國家間的天然氣淨出口量占產量之比例存在明顯差異，惟最低為中南美地區的 9%，最高可以到澳洲的 74%（表 2）。

表 2 2040 年天然氣淨出口方之淨出口情形推估

淨出口方 \ 年份	淨出口量 (bcm)				淨出口量占產量比例 (%)			
	2000	2018	2030	2040	2000	2018	2030	2040
俄羅斯	185	230	290	336	32	32	36	39
中東地區	12	109	138	203	6	17	18	20
北美地區	-37	16	150	149	N.A.	1	11	11
澳洲	10	78	126	148	31	67	73	74
撒哈拉以南的 非洲地區	5	36	97	133	33	50	62	55
裏海地區	36	91	123	130	30	45	48	45
北非地區	61	45	53	57	57	27	25	22
中南美地區	5	5	10	26	5	3	5	9

資料來源：International Energy Agency, (2019), “World Energy Outlook 2019.”

若再進一步探究 PNG 與 LNG 之出口市場，不論 2018 年或 2040 年，俄羅斯與以卡達為首的中東地區皆是國際最大天然氣出口來源，分別為 PNG 與 LNG 的重要賣方，但市場上同時出現許多會對全球天然氣出口版圖帶來變化之新興出口方，例如，2025 年時澳洲將短暫取代卡達成為世界最主要的 LNG 淨出口國，美國亦將成為僅次於俄羅斯的全球第二大天然氣淨出口國，且由於東非 LNG 出口能力成長，使得非洲地區在 2025 年至 2040 年間的淨出口增長量達到 40%。整體而言，直至 2040 年，具有突破地理空間限制特性的 LNG 不僅成為遠距離輸送天然氣的首選型態，且其淨出口量以每年 3% 的速度增加，而 PNG 之每年淨出口成長率為 1%（圖 2）。



資料來源：International Energy Agency, (2019), “World Energy Outlook 2019.”

圖 2 2018 年、2040 年淨出口方之 PNG 與 LNG 貢獻度

四、全球天然氣進口情形

關於全球天然氣進口情形，以下先討論在 2040 年成為淨進口方（net importer）的地區或國家對於進口的依賴程度，再自另一面向切入，分析 PNG 及 LNG 在 2018 年、2040 年淨進口結構中的占比，以利了解各淨進口方偏好的天然氣貿易模式。

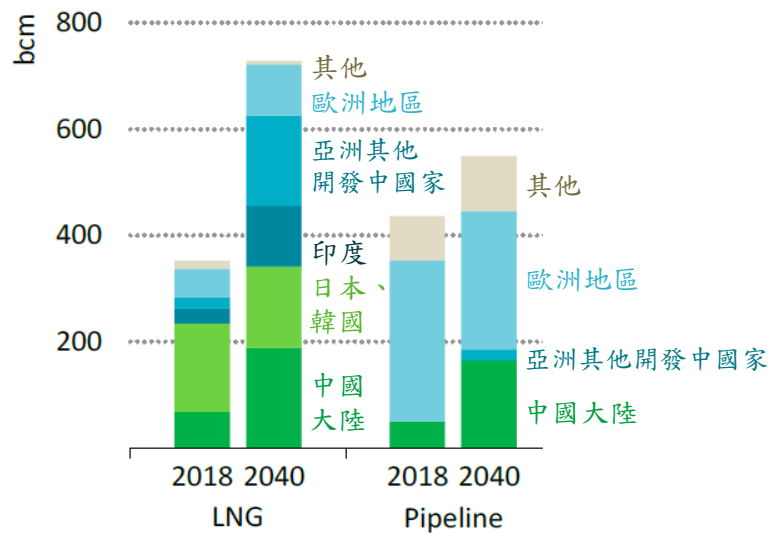
位於亞洲地區之開發中國家漸成為全球天然氣主要的進口方，其中，中國大陸已在 2018 年超越日本成為最大的天然氣進口國，其淨進口量預計於 2040 年追上歐盟。此外，淨進口表現亦隱含其他重點，即某些國家的天然氣產量雖然增加，卻由於其不斷上升的需求而愈發仰賴進口，中國大陸與印度恰為代表案例，當中國大陸與印度兩國國內的天然氣產出已較先前多出一倍時，其國內的天然氣消費水準依然超越生產能力，因此對於進口的依賴程度皆高於 50%（表 3）。

表 3 2040 年天然氣淨進口方之淨進口情形推估

淨進口方 \ 年份	淨進口量 (bcm)				淨進口量占需求量比例 (%)			
	2000	2018	2030	2040	2000	2018	2030	2040
歐盟	221	360	400	356	46	75	89	90
中國大陸	1	122	286	353	5	43	53	54
其他亞太國家	-65	-27	88	181	N.A.	N.A.	24	38
日本、韓國	97	170	145	153	97	98	99	99
印度	N.A.	30	78	115	N.A.	48	59	58
其他歐洲國家	46	-29	-8	24	39	N.A.	N.A.	14

資料來源：International Energy Agency, (2019), “World Energy Outlook 2019.”

透過調配 LNG 與 PNG 進口情況及完善儲氣設施，整合良好的區域內市場環境，會使得歐盟對於天然氣進口的依賴程度，從 2018 年的 75% 提高到 2040 年的 90%；中國大陸、印度、亞洲開發中國家等新興天然氣進口方，2040 年時大幅增加 LNG 進口量，以滿足其季節性或短期之需求缺口，其中，中國大陸通過管道系統進口天然氣的方式，成為 2040 年全球 PNG 淨進口量成長的主要動能（圖 3）。



資料來源：International Energy Agency, (2019), “World Energy Outlook 2019.”

圖 3 2018 年、2040 年淨進口方之 PNG 與 LNG 需求程度

五、結論

我國天然氣資源幾乎全仰賴進口，且受限地理環境而皆輸入 LNG。若以 LNG 總進口量增至約 1,658 萬噸的 2019 年為例，卡達（28.1%）、澳洲（26.5%）、馬來西亞（14.9%）為我國前三大進口來源。又在地緣政治考量下，我國 2015 年開始進口美國 LNG，2020 年 1~9 月進口總量超越前一年度的 50.5 萬噸，達到 67.4 萬噸，占比上升至 5.1%。綜言之，以 LNG 為主要進口型態的天然氣在我國整體能源結構的重要性逐年提高。

鑑此，為兼顧能源供應穩定及價格合理性，我國應當掌握全球天然氣部門之現況與前景，並從中制定最佳的因應作為。從前述 PNG 與 LNG 構成之全球天然氣貿易、生產及進出口情形等內容可知，俄羅斯與以卡達為首的中東地區均為全球最大天然氣出口來源，分別是 PNG 及 LNG 的重要供應方，反觀需求面，亞太地區在未來 20 年將持續是國際最主要的 LNG 進口地區，而歐洲地區及中國大陸則是最大的 PNG 需求者。是故，各市場參與者依據其整體能源政策規劃及

對外政經布局，無不致力於調整自身的天然氣貿易流向、靈活運用 PNG 與 LNG 的使用搭配、以及優化現有的市場制度或貿易規則，企盼藉由不斷增強的市場穩定度與靈活性，因應發展前景持續變化且易受國際地緣政治關係影響的天然氣市場，而該不斷變動的市場前景亦值得未來持續觀察。

參考文獻

一、 英文

1. International Energy Agency, (2019), “Gas 2019 – Analysis and Forecast to 2024.”
2. International Energy Agency, (2019), “World Energy Outlook 2019.”
3. International Energy Agency, (2019), “Natural Gas Information (2019 edition).”
4. International Energy Agency, (2019), “Global Gas Security Review 2019.”

二、 中文

1. 嚴明慧，2014 年，「歐巴馬政府之頁岩油、氣能源政策對國際能源結構之影響」，國立中興大學國際政治研究所碩士在職專班學位論文。
2. 蕭慕俊、邱垂昱、翁榮南，2014 年，「試剖析美國頁岩氣對全球能源架構的改變與影響」，鑛冶：中國鑛冶工程學會會刊，第 58 卷，第 2 期，頁 9-29。

三、 網站

1. ExxonMobil – Rovuma LNG,
<https://www.exxonmobil.co.mz/en-MZ/About/Who-we-are/Rovuma-LNG#Overview>
2. MOZAMBIQUE LNG,
<http://www.mzlmg.com/The-Project/The-Resource/>
3. Offshore Technology – Mozambique Offshore Area 1 Project,
<https://www.offshore-technology.com/projects/mozambique-offshore-area-1-project/>