

# 因應高天然氣發電占比的國際合作策略

趙文衡 台灣經濟研究院

我國能源轉型將天然氣發電比例提升至 50% 以上，未來天然氣需求將大增，預計將由目前的 1,570 萬噸/年增加至 2025 年的 2,354 萬噸/年。在高天然氣發電占比下，為確保電力穩定，天然氣供應安全變得相當重要。LNG 供應鏈包括生產、液化、運輸、接收、儲存、再氣化、銷售、使用等環節。由於我國屬於 LNG 消費國，與我國 LNG 取得較相關的為「運輸」(含)之後的產業鏈部分。當然，確保天然氣的來源也是重要的課題，惟因篇幅限制，本文將僅針對運輸、接收、儲存、氣化、使用等環節進行探討，找尋有助於我國發展的國家進行合作。

本研究的主要目的有二，一為瞭解國際間確保天然氣安全供應的做法；二為結合我國特殊條件，篩選合作國家，並提出可與對象國合作的方向與建議。欲達成上述目標，本研究將透過盤點現今國際上推動天然氣供應安全的作法，找出最適合我國發展的途徑。主要涵蓋國家包括重度依賴 LNG 進口與發電的國家，特別是面臨與我國相似的條件的國家。完成盤點後再探尋適合我國從事的優先工作。最後再從相關作法中分離出國際合作可以協助達成的項目，並提出合作的方向與建議。

## 一、我國關切之天然氣議題

我國天然氣需求量增加首先將造成我國在 LNG 的接收與儲存設備的不足，需要積極建設新的設備。在接收方面，我國目前僅有兩座接收站，接收能力每年 1,600 萬噸，未來計畫在觀塘、台中與基隆共新增 3 座接收站，預計接收能力將達每年 3,270 萬噸，若皆順利完成即可應付新增的需求。然而，以觀塘接收站的經驗來看，環保問題將是建設三座接收站的主要挑戰。

我國在天然氣使用比例增加後，需要更多的設備來儲存 LNG，以作為一種安全存量，在進口中斷、船期延誤以及卸收延期時，可以供應天然氣偶發性短缺時應急使用。我國在永安與台中接收站共有 117 萬公秉的儲存容積。早先法規規定儲存容積不得低於 15 天，安全存量為 7 天。由於我國未來將重度依賴天然氣，7 天的存量實屬不足，故而，政府於 2018 年修訂「天然氣生產或進口事業自備儲槽容量」，以漸進的方式提高安全存量，規定在 2027 年達到儲槽容積天數 24 天，安全存量天數 14 天的目標。欲達此一目標，需要大幅增擴建 LNG 儲存槽設備。

**表 1 我國天然氣接收站與其他設施現況**

項目	永安接收站	台中接收站	總計
卸收碼頭	2 座	1 座	3 座
氣化設施	2,220 噸/時	1,200 噸/時	3,420 噸/時
規劃營運量	1,050 萬噸/年	550 萬噸/年	1,600 萬噸/年
儲槽數量	6 座	3 座	9 座
儲槽容量	69 萬公秉	48 萬公秉	117 萬公秉

資料來源：經濟部能源局，「擴大天然氣與穩定供應計畫」簡報

在運輸方面，以長距離的運輸來看，LNG 船運的單位成本較管線運輸為低且較具彈性，但水路運輸向來伴隨許多的運輸風險。出口國運輸船由出港開始，沿路的天然與人為的風險雜陳，到了目的地港口，尚可能因為颱風而無法入港停靠，後者為目前國內最受關切的運輸風險。如何解決此一風險，目前國內僅以提高安全存量來因應，是否有其他方式則可參考國際的實踐。此外，在使用面上，本研究亦將探討高度依賴天然氣發電可能產生的風險與因應。

## 二、國際天然氣供應安全的策略原則

天然氣高發電占比的國家其所面對的最大挑戰即天然氣的供應安全問題，天然氣短缺將嚴重影響該類國家的供電。由於天然氣發電具有基載、中載與尖載電力的彈性，故重度依賴天然氣尚不致產生嚴

重的電力供給僵化或調度彈性問題。故而因應天然氣高發電占比主要需由確保天然氣供應安全著手。以下綜整主要國際組織對天然氣供應安全提出的主要策略原則：<sup>1</sup>

### (一) 去除目的地條款

傳統的目的地條款(限制轉售天然氣的權利)除了限制 LNG 進口廠商的商業運作空間，僵化的運輸協定更使得 LNG 進口國間無法藉由轉移目的地以彈性調配彼此的供需，大幅降低 LNG 的供應安全。然而，近來天然氣價格暴跌以及未簽訂合約的 LNG 交易增加，已將議價能力轉移到買方。日本開始抓住這個機會重新審視一些限制 LNG 貿易靈活性的條款。同樣的，韓國、中國、與印度等國均已獲得去除目的地條款的合約，大大提高 LNG 貿易的靈活性和流動性。這些改變與美國 LNG 供應大量快速增加息息相關。

目前有三種型態的交易可以提供 LNG 彈性，包括沒有簽訂合約的交易、合約沒有限定特定目的地、合約有目的地條款但可以變更地點。根據統計，2014 年以前有 39% 的合約提供彈性的目的地，2016 年增加至 42%，但 2017 年回跌至 22%。不過根據 IEA 預估，在現有的合約(已交易及尚未交易)下，至 2021 年以後，具有彈性目的地的合約數量將會占整體合約數量的一半。<sup>2</sup>但仍有一半數量會受到目的地條款的拘束。

**表 2 LNG 合約趨勢**

	2014 年以前 簽訂的合約	2015 年簽訂 的合約	2016 年簽訂 的合約	2017 年簽 訂的合約
短期(1 年以內)	8%	16%	2%	24%
彈性目的地	39%	41%	42%	22%
平均合約期間(年)	16	10	9	4
平均合約簽訂數 量(BCM/年)	1.7	1.0	1.2	1.0

資料來源: IEA, Global Gas Security Review, 2018

<sup>1</sup> 本部分主要參考: IEA, “Energy Security in Asean+6”, 2019.

<sup>2</sup> IEA, Global Gas Security Review, 2018

## (二)管線天然氣與 LNG 間相互支援

同時具有管線天然氣與 LNG 完善的天然氣供給網路的國家不但可以降低供應短缺的風險，尚可在短缺發生時，及時獲得其他管道補足。例如其中一個管道發生供給中斷時，可以彈性增加另一種氣源採購量。數年前，俄羅斯減少對烏克蘭管道天然氣供應，美國即時提供 LNG 以抒解烏克蘭天然氣需求。由於管線天然氣不若 LNG 具有彈性，故而依賴管道天然氣的國家若同時具有 LNG 接收能力，則可大幅提升其天然氣供應安全。同樣的，若 LNG 因地緣政治事件而中斷供給時，同時具備管線天然氣的進口國家即可增加運輸風險較低管道天然氣進口。

目前在主要的天然氣消費國中，多數皆同時進口管線天然氣與 LNG。僅有德國、荷蘭與澳洲不具備 LNG 進口能力。德國重度依賴俄羅斯進口管線天然氣，天然氣供應安全屢受威脅，目前正在興建第一座 LNG 接收站，不久將來將可進口 LNG。印度、日本、韓國與臺灣則無管道天然氣，僅依賴 LNG 進口。然而，除了臺灣外，日本、韓國與印度均有建設天然氣管道的計畫。若成功建成，臺灣將成為唯一僅依賴 LNG 的主要天然氣消費國。

表 3 主要天然氣消費國天然氣進口方式

	國家	LNG	管線
同時進口管線天然氣與 LNG	加拿大	V	V
	墨西哥	V	V
	美國	V	V
	阿根廷	V	V
	巴西	V	V
	比利時	V	V
	法國	V	V
	英國	V	V
	義大利	V	V
	西班牙	V	V
	土耳其	V	V

	國家	LNG	管線
	中國	V	V
	新加坡	V	V
	馬來西亞	V	V
	泰國	V	V
僅進口管線天然氣	德國		V
	荷蘭		V
	澳洲		V
僅進口 LNG	印度	V	
	日本	V	
	韓國	V	
	臺灣	V	

資料來源: BP

### (三)浮動技術(Floating Technologies)

全球 LNG 貿易的成長也受益於浮動儲存和再氣化裝置(FSRU)技術的逐漸普及化。FSRU 是可以停泊在海上或停靠在港口執行再氣化並將其輸送到網絡(或直接交付給最終用戶)的船舶。它們是一種經濟實惠、快速而靈活的方式，可幫助缺乏基礎設施國家應用 LNG。同時，它可以靈活的調度，依照不同地區的需求高峰彈性支援供氣。特別是，它的建造期短，具有快速供應的特性，能夠在地面 LNG 接收設施不足或是仍未建設完成前即時供應天然氣使用。

對於某些島國或受地理限制的國家，例如印尼、菲律賓和越南，其天然氣需求分散在眾多島嶼上，使用 FSRU 或小型 LNG 船將可對邊陲地區的小量需求輸送天然氣以做為發電使用，並取代昂貴且污染嚴重的柴油發電機。然而，與陸地接收設備相較，FSRU 的接收與儲存規模仍遠不及陸上接收站。

目前浮動技術越來越受到廣泛的運用。至 2017 年，世界上共有 26 台 FSRU，並有 10 台正在興建當中。根據 Shell 資料，2017 年，

全球共有約 14% 的 LNG 運送至 FSRU 處理，數量達 35 MTPA。<sup>3</sup>亦有報告指出，預估 2025 年時，全球將有 50 台 FSRU 運作中，總接收量約為 2016 年全球 LNG 接收量的 60%。<sup>4</sup>

#### (四)投資或共享天然氣接收設施

再氣化(Regasification)能力不足將會限制 LNG 的使用與供應，特別對沒有管線天然氣的國家而言，投資再氣化設施更攸關能源安全。在多數 LNG 的主要進口國家均擁有超出需要的再氣化設備，以確保 LNG 的彈性使用。如下圖所示，在全球再氣化能力前 16 大國家中，大多數實際使用率均低於 50%，只有我國、印度、中國大陸、義大利、與巴基斯坦等 5 國再氣化設備使用率高於 50%，我國更高達 122%。當然，使用率低不一定不代表彈性大，彈性大小尚需視接收設備所在區域及其供應網路是否能供應需求增加地區的需求。

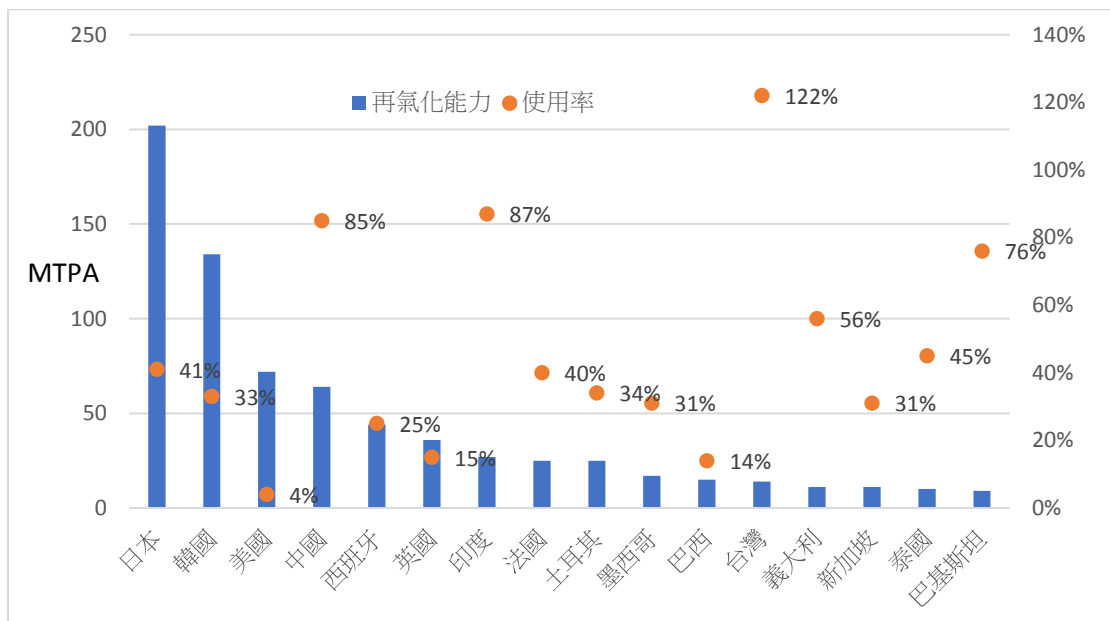


圖 1 主要 LNG 進口國再氣化能力及使用率 2018

資料來源：IGU, 2019 World LNG Report

<sup>3</sup> Cantekin Dinçerler, “Potential Regional LNG Developments”, <https://www.dunyaenerji.org.tr/wp-content/uploads/2019/02/CantekinDincerlerSunum.pdf>

<sup>4</sup> “The Outlook for Floating Storage and Regasification Units (FSRUs)” <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2017/07/The-Outlook-for-Floating-Storage-and-Regasification-Units-FSRUs-NG-123.pdf>

目前全球超過 100 億立方公尺/年的新再氣化能力正在建設中，其中近 3/4 在亞太地區。到 2018 年中期，僅在中國就有 18 個 LNG 再氣化接收站投入營運，總裝置容量為 77 億立方公尺/年，另外 5 個設施總計超過 18 億立方公尺正在建設中。印度的再氣化能力也在迅速增加。到 2018 年底，印度有四個運行的 LNG 接收站，總容量為 36 億立方公尺。印度的戰略目標是在未來七年內再建 11 個 LNG 接收站。在東南亞，各國提出建立新的再氣化設備的建議，但是由於融資、需求不確定、定價和可負擔性問題，並非所有項目都將實現。協助解決設備不足的一種經濟有效的方法是推動在該地區設施共享。

#### (五)天然氣緊急應變措施

儘管全球天然氣供應充足，但天然氣供給經常面臨突發事件，包括由極端氣候和技術問題引起的物理性短缺，及由政治緊張局勢造成的供應威脅。隨著市場全球化程度的增加，天然氣安全挑戰也在不斷提升。各國政府應意識到突發事件可能導致能源市場狀況的迅速變化，因此應繼續努力制定緊急應變措施。IEA 各國應對天然氣緊急情況的機制和政策通常根據以下四個標準進行評估：

##### 1.安全存量與儲氣能力

安全存量可以解決或減輕許多天然氣供給中斷的問題，不論是導因於颱風無法進港卸載或者運輸途中發生其他變故，足夠的安全存量均可緊急支應短缺的供給。一國 LNG 安全存量的多寡很大部分取決於該國的儲氣容量的大小。雖然以氣體形式的地下儲存仍然是儲存天然氣的最常用手段，但開發地下儲存容量的潛力因各國的地質而異。一些國家已經開始使用 LNG 儲存作為替代方案。幾乎所有日本和韓國的儲存容量都是以 LNG 方式儲存在 LNG 接收站。然而，建造 LNG 儲存設施的初始資本成本是地下儲氣成本的兩倍，更是地下儲油成本的 50 倍(以每噸油當量作比較)。解決儲存設施不足的問題可以在區域內實施設施共享。為了實踐設施共享，應進一步發展第三方准入和

市場自由化。

目前，亞洲國家占據 LNG 儲存容量的前三名。全球 LNG 儲存容量最大的為日本，具有 18.7 百萬立方公尺的 LNG 儲存容量(約等於 11.5BCM 氣態天然氣)。其次為韓國的 12.6 百萬立方公尺與印度的 9.2 百萬立方公尺，三個國家占全球儲存容量的 63%。多數亞洲國家的儲氣能力均高於所需，目的是要確保供應與提升彈性。多數儲氣槽設置在 LNG 接收站內，僅有少數儲氣槽設置在接收站外。

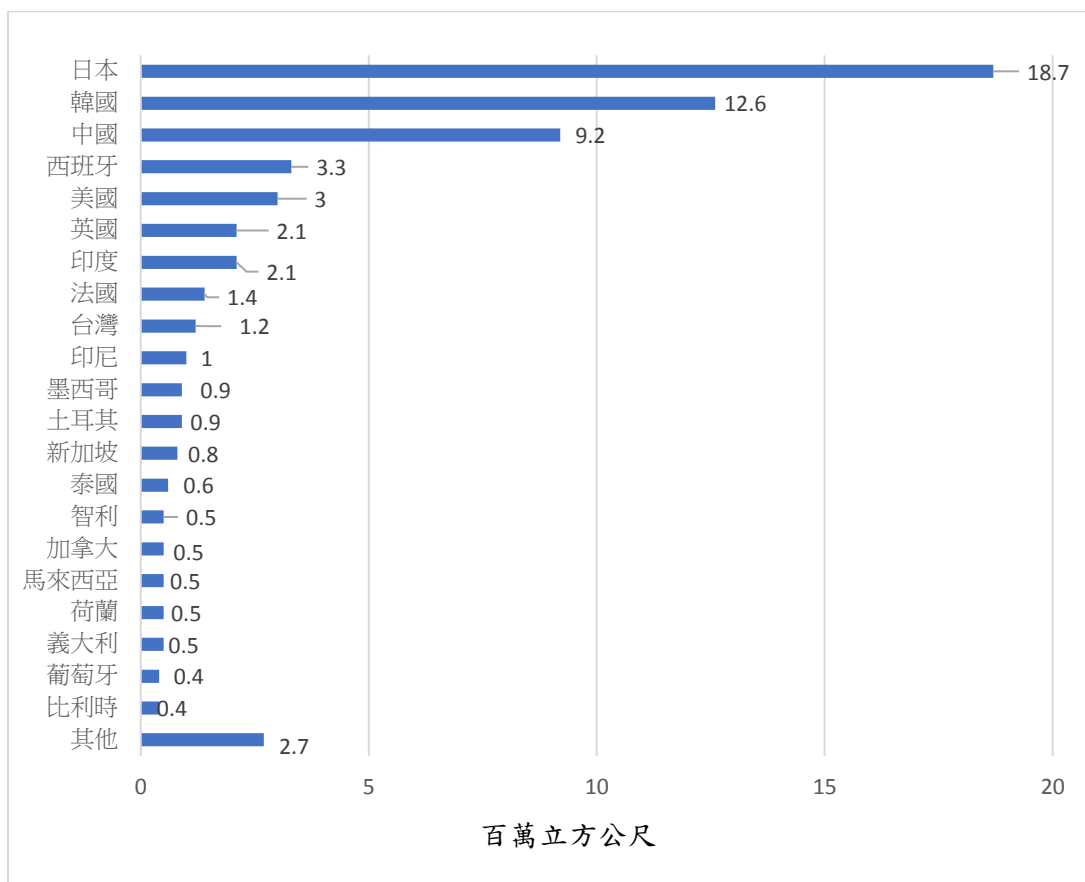


圖 2 各國 LNG 儲存槽容量(2019 年 2 月)

資料來源：IGU, 2019 World LNG Report

## 2. 燃料轉換能力

我國天然氣主要用於發電，在天然氣供應中斷的情況下，由燃氣發電轉換為替代燃料(如煤或石油)發電是一個非常有用的應急措施。燃料轉換能力可區分為兩種，一為擁有不同燃料發電的發電廠，二為



天然氣電廠本身即能彈性使用其他化石燃料(石油或煤)做為發電燃料。在泰國，多數燃氣電廠具有自己的燃油庫存，能夠轉換為燃油發電。在正常情況下，基於環保規範，對煤炭和石油的使用有所限制，但在短期的緊急情況則可視為例外。在緊急情況下，電力部門的燃料轉換能力將有助於恢復供需平衡。因此擁有各種不同種類的能源發電至關重要，它可在天然氣緊急情況時提供最大的靈活性。IEA認為，日本得以渡過福島危機後的電力短缺，主要原因是即是具有很強的燃料轉換能力。<sup>5</sup>

### 3.需求限制

在天然氣供應中斷時，政府可透過配給方式限制天然氣需求。此政策並非一般消費者的自願限制，而是由政府強制性分配。政府可以對特定部門(例如工業)的天然氣消費施加嚴格的限制，以確保對優先顧客(例如家庭或諸如醫院的重要服務)的供應。鑑於天然氣在發電中的使用越來越多，類似的措施可促使電力部門實行需量反應。

### 4.可中斷的合約

可中斷合約是針對每年消耗大量天然氣的工業客戶，同意在一年中的一部分天數，可視需要中斷其供氣。平均而言，擁有這些合約的客戶同意在一年內最多提供 10 到 20 天的零供應。同意可中斷合約的大型天然氣客戶可以從合約中獲得相對應額度的折扣。

## 三、我國天然氣供應安全策略與國際合作的解決方案

### (一)我國天然氣供應安全策略

參考上述國際因應天然氣供應安全的策略原則，運用在於我國目前的狀況，可以獲得我國天然氣供應安全的主要策略：

1. **維持 LNG 運輸彈性**：儘量簽訂無目的地條款的 LNG 購買合約或者搭配無合約的交易，以維持 LNG 的運輸彈性，如此才

---

<sup>5</sup> IEA, Global Gas Security Review, 2016

足以與其他國家在供給短缺時互通有無。

2. **建設足夠的 LNG 接收與儲存設備：**足夠的接收設備才能因應突增的需求，也才能在地區性事件致使某些接收站無法運作時作為緊急應援之用。而充足的儲存設備是達成安全存量要求的先決條件，建立足夠的安全存量才能因應各種供給中斷事件，例如颱風或運輸途中遭遇風險所導致的供給中斷事件。
3. **考慮採用浮動技術：**浮動技術的靈活特性將大大提升 LNG 的供應彈性。儘管在颱風期間，FSRU 仍須遷移至他處避風而無法扮演緊急供應的角色，但在其他許多情境，FSRU 均可扮演彈性救援的角色，尤其是我國重度依賴 LNG，浮動技術應是維持供應安全不可或缺的一部分。
4. **提升燃料轉換能力：**此為發電需求端措施，也是高天然氣發電占比國家所需採用的策略。在天然氣短缺無法供應所需的發電時，發電端需要有緊急因應措施。其中最主要的即是轉換發電燃料，對我國而言，主要是增加燃煤電廠的發電，或者將原本使用天然氣發電的電廠轉換為燃煤或燃油發電。
5. **其他需求端的措施：**限制其他用途的天然氣消費，以供發電使用，包括強制性需求限制與依照可中斷合約內容限制供給。

## (二) 國際合作的解決方案

國際合作可以在以下方面，協助達成上述各項策略：

1. **簽訂 LNG 緊急供應合作協定：**在去除目的地條款前提下，與其他 LNG 消費國簽訂緊急供應合作協定。若一國 LNG 供應中斷，其他國家可將仍在運送途中的 LNG 轉運至我國，以供我國緊急之用。
2. **分享儲存設備：**我國雖然計畫新增儲存設備，並規劃新增安全存量的時程，然而在建設過程可能遭遇各項阻礙，不必然能如

期完工。在達到足夠的儲存設備前，我國可與其他具有多餘儲存設施的鄰近國家協議租用，以作為我國安全存量之用。需注意的是，建立在國外的安全存量並不能解決因為颱風而導致的天然氣短缺。

3. **浮動技術上的合作**：我國可尋求國際上浮動技術領先的國家進行合作，主要目的是在我國應用浮動技術上尋求必要的協助，包括瞭解浮動技術如何作為緊急應用、相關的優缺點，以及應用在我國的特殊限制等。
4. **與他國進行在天然氣供應安全政策與因應高發電占比措施的經驗交流**：例如在燃料轉換與需求端的措施等政策，以及其他因應天然氣供應安全政策、高發電占比的因應政策與緊急應變措施進行交流。

#### 四、篩選合作對象國及合作領域

為了執行上述國際合作解決方案，我國需尋找適當的國家進行合作。欲篩選因應天然氣高發電占比的國際合作國家，首先需由與我國具有相同高比例天然氣發電的國家開始檢視，如此才能就相關政策與經驗進行交流。下表彙整全球高天然氣發電占比國家，此些國家多以天然氣為最主要發電燃料，且有多個國家占比超過 50%。

在天然氣發電占比高於 50% 的國家中，絕大多數擁有相當數量的自產天然氣，有些國家(例如泰國與墨西哥)雖然本身有生產，但亦進口相當數量的天然氣。只有新加坡與我國一樣完全依賴進口。為了切實貼合我國的條件，下表另列出天然氣消費量與 LNG 進口量，並計算出兩者比例，以顯示其對 LNG 的依賴。與我國一樣重度依賴 LNG 進口的國家有日本與韓國，其次為新加坡與土耳其。新加坡雖有 95.2% 極高的天然氣發電比例且無自產天然氣，但其天然氣來源 2/3 依賴管道天然氣，另外 1/3 才是透過 LNG 形式進口。

在這些國家中，日本以天然氣為發電占比最高的燃料，即使未來並未明確規劃進一步提升天然氣占比，但目前高發電占比加上對LNG進口的依賴，日本應可視為與我國處境相似度高的國家。其次，新加坡天然氣發電占比相當高，再加上其亦相當程度依賴LNG進口(未來比例還會上升)，新加坡如何因應高天然氣占比所帶來的風險也是我國可以參考的對象。除了日本與新加坡外，表中有不少的歐盟國家(例如荷蘭、義大利、英國、土耳其)有高的天然氣發電占比，且歐盟向來具備完善的天然氣供應安全措施及緊急應變機制，歐洲並是浮動技術的主要出口國，亦可做為我國合作的對象。

**表 4 全球主要高天然氣發電占比國家(2018)**

	天然氣 發電占比	天然氣消費量 (BCM)	LNG進口量 (BCM)	LNG進口量/ 天然氣消費量
阿拉伯聯合 大公國	98.1%	76.6	1	1.3%
新加坡	95.2%	12.3	4.5	36.6%
伊朗	86.6%	225.6	0	0.0%
埃及	80.5%	59.6	3.2	5.4%
泰國	65.5%	49.9	6.2	12.4%
沙烏地阿拉伯	60.7%	112.1	0	0.0%
墨西哥	59.2%	89.5	6.9	7.7%
阿根廷	58.2%	48.7	3.6	7.4%
荷蘭	48.8%	35.7	0	0.0%
俄羅斯	46.9%	454.5	0	0.0%
義大利	43.8%	69.2	8	11.6%
馬來西亞	39.4%	41.3	1.8	4.4%
英國	39.4%	78.9	7.3	9.3%
日本	36.8%	115.7	113	97.7%
美國	35.4%	817.1	2.1	0.3%
臺灣	34.6%	23.7	22.8	96.2%
土耳其	30.5%	47.3	11.5	24.3%
韓國	27%	55.9	60.2	107.7%
哈薩克	22.6%	19.4	0	0.0%
印尼	22.3%	39	0	0.0%

資料來源：BP

### (一)日本

儘管日本也生產少數的天然氣，但其消費的 97.7% 依賴 LNG 進口。日本是 LNG 最大的進口國，2000 年進口數量占全球總進口數曾高達 50%，目前仍占 26%。由於日本在全球 LNG 市場的地位，亞洲 LNG 進口價格多是以日本價格為訂價基準。與我國類似，日本大部分天然氣用於發電，2018 年比例達 70%，而 LNG 發電也占整體電力的 37%，由於長期對 LNG 進口的依賴，日本發展出完整的 LNG 產業鏈，並具備相當豐富的處理供應短缺的經驗，再加上與我國地理鄰近，使得日本成為我國在因應天然氣高占比國際合作的首選。

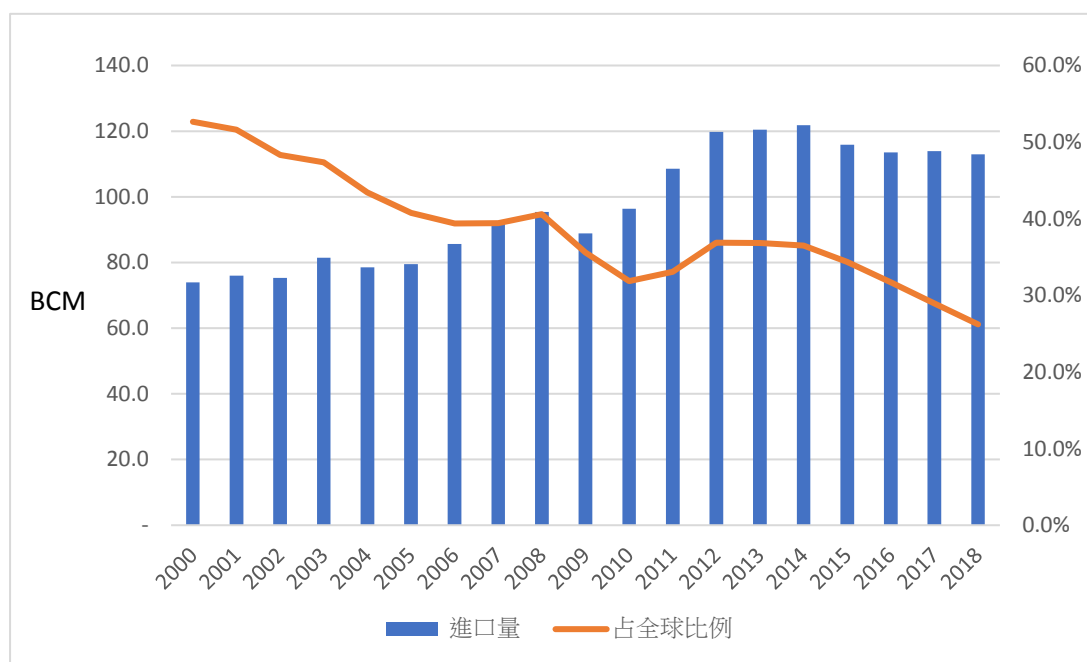


圖 3 日本 LNG 進口量與占全球比例

資料來源：BP

#### 1.LNG 緊急供應合作

日本進口全球最多的 LNG，數量幾乎是我國的 5 倍。在目的地條款逐漸廢除下，我國與日本可以簽訂 LNG 緊急供應合作協議，當遇到緊急狀況時，尚在海面航行的 LNG 船隻可以直接轉向短缺國家，

或者亦可將儲存在本國的 LNG 運送至短缺國家以作為緊急調度之用。

## 2. 儲存設備分享

日本並沒有立法明文規定產業需要建立 LNG 的安全存量，但是為了實踐商業合約內容，電力公司與天然氣公司均會保留一定數量的商業庫存，大多是可以滿足 2-3 週的需求。<sup>6</sup>日本 LNG 儲存設備的容量全球最大，整體容量約等於日本全國 36 天的天然氣消費量，因此具有一定的餘裕空間。這些餘裕空間會隨著季節性需求變化而有不同，有些月份幾乎有半數以上的空間是可用的。<sup>7</sup>我國可以在儲存設施尚未到位時考慮與日本租用，以確保在天然氣短缺時，可就近從日本庫存中取用。

## 3. 浮動技術

日本三井船務公司(Mitsui OSK Lines)具有亞洲最大的 FSRU 船隊，目前擁有 4 艘，預計至 2025 年增加至 10 艘，主要目標鎖定東南亞市場。<sup>8</sup>其營運的方式主要是直接成為客戶的營運商，至該國從事 LNG 接收的工作，另一個方式為 FSRU 的出租。由於該公司對於 FSRU 的運作具有豐富經驗，我國中油或台電可建立與該公司的互動，藉以瞭解浮動技術在我國的適用性。

## 4. 緊急應變措施

日本向來注重緊急應變措施，在 LNG 領域也不例外。日本已建立 LNG 短缺時的三階段的應變體系，並規劃不同天然氣短缺情境的應變措施。「天然氣事業法」規定天然氣事業具有充分供給的義務，如果無法做到，政府則可令其採取必要措施。<sup>9</sup>在燃料轉換與需求限制上，日本也從天然氣部門到電力部門都賦予一定的角色。特別是日本

---

<sup>6</sup> IEA, “Gas Resilience Assessment of Japan”, 2016

<sup>7</sup> “LNG Terminal Third-Party Use Regime in Japan” <https://eneken.iecej.or.jp/data/7604.pdf>

<sup>8</sup> “Mitsui expands LNG processing fleet with eye on Southeast Asia”  
<https://asia.nikkei.com/Business/Energy/Mitsui-expands-LNG-processing-fleet-with-eye-on-Southeast-Asia2>

<sup>9</sup> IEA, Global Gas Security Review, 2017.

一直維持一個多元化的能源配比，可作為緊急情況時燃料轉換之用。

## (二) 歐盟

歐盟具有相當完備的確保天然氣供應安全的制度，並且充分運用歐盟會員國的合作來提升天然氣的供應安全。過去兩年來，歐盟在 LNG 進口上增加 19%，2018 年占整體進口的 12.4%，<sup>10</sup> 歐盟希望分散對俄羅斯的依賴，增加 LNG 進口，因此還特定制訂鼓勵 LNG 的應用措施。此外，歐盟國家更是浮動技術的領先國家，這些均是我國可與歐盟合作的面向。

### 1. 國際合作機制

歐盟建有相當完整的天然氣合作機制。在歐盟的第 2017/1938 號指令中，訂立「團結」(Solidary)原則，將歐盟國家劃分為 4 個風險團體(risk group)。每個團體成員均需互相合作確保天然氣的穩定供應，並在團結機制下提供團體內成員天然氣的相互支援與交換天然氣合約資訊。在 LNG 方面，歐盟也特別訂立維護供應安全的機制，包括開放國內接收站與儲存設備供其他國家使用、完善歐盟天然氣市場、除去全球天然氣貿易障礙等。這些國際合作措施可以作為我國與他國合作的參考。

### 2. 緊急應變措施

歐盟執行委員會發布一系列措施，防止天然氣危機與確保歐盟國家在天然氣中斷時的協調與支援。歐盟委員會建議要求各成員國建立專門主管機構，負責追蹤天然氣供應情況，評估天然氣供應風險，並制訂明確、有效的因應短缺危機的計劃。除此之外，尚要求在遭遇天然氣供應危機時各成員國能加強合作，共享天然氣供應資訊和數據，透過歐盟天然氣協調小組處理危機等。<sup>11</sup> 在上述第 2017/1938 號指令

<sup>10</sup>How did the European natural gas market evolve in 2018? <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/petroleum-blog/how-did-the-european-natural-gas-market-evolve-in-2018>

<sup>11</sup> 趙文衡，「歐盟增加液化天然氣進口對我國的影響與因應策略」，<https://km.twenergy.org.tw/ReadFile/?p=KLBase&n=歐盟增加液化天然氣進口對我國的影響與>

中更明確建立基礎設施標準(infrastructure standard)與供給標準(supply standard)以及規定會員國需要提交風險評估與預防性行動計畫及緊急計畫等(一評估兩計畫)。我國可透過雙邊合作與歐盟分享此一完整的天然氣供應應變計畫及實際運作經驗。

### 3.浮動技術上的合作

歐洲為生產 FSRU 重鎮，其中以挪威為箇中翹楚，挪威 Höegh LNG 目前已製造 10 艘 FSRU，為全球最大的 FSRU 供應商，近來並供應澳洲 2 艘最新型的 FSRU。儘管挪威非歐盟會員，我國仍可直接與挪威進行雙邊合作。除了挪威之外，英國(脫歐中)、義大利與希臘亦有 FSRU 產業。我國亦可透過雙邊或歐盟管道與其建立關係。

#### (三)新加坡：因應高天然氣發電占比政策

新加坡有高達 95%的電力由燃氣電廠產生，早期新加坡天然氣來源一直是透過管線由馬來西亞與印尼進口，但在兩國出口數量逐漸減少後，為確保天然氣來源，新加坡決定引進 LNG，在 2013 年於裕廊島啟用一座液化天然氣接收站，其後並不斷的擴大儲存容量，2018 年 8 月完成第四座儲存槽，儲存容量共約為 0.8 百萬立方公尺。新加坡 LNG 公司並考慮興建第五座儲氣槽，事實上，星國的儲存容量已夠用，將對多餘的部分將作為商業租用。2018 年 LNG 進口已占新加坡整體天然氣進口的 34%。

新加坡是天然氣高占比發電很好的經驗分享對象，但由於其 LNG 進口規模與儲存容量均相對較小，與臺灣距離又較遠，使得新加坡在緊急供應與儲存設備分享上的合作優勢不若日本。因此我國與新加坡的合作主要是瞭解星國在天然氣發電如此高的占比下，如何維持穩定不中斷的供電。初步瞭解星國的主要政策仍是放在維持天然氣供應安全與增加電力的備用容量上(星國備用容量在 30%以上)。<sup>12</sup>此

---

[因應策略.pdf](#)

<sup>12</sup> 「出席新加坡電力圓桌論壇暨電力市場改革研討會出國報告」，

<https://report.nat.gov.tw/ReportFront/PageSystem/reportFileDownload/C10603320/001>



外，新加坡重視天然氣電廠的燃料轉換能力，設置可自動轉換燃燒輕油及天然氣的雙燃料（Dual Fuel）電廠，並規定至少需備有 90 天的輕油存量。<sup>13</sup>新加坡也經歷過因接收站安全閥突然關閉而導致大停電，<sup>14</sup>而致力於減少設備故障的因素，故天然氣設備的維運與操作也可做為雙方交流的議題。

## 五、代結論：颱風問題的解決

運用上述國際合作方法可以協助解決大部分天然氣供應安全問題，但社會所關心的颱風導致 LNG 無法靠岸運補的問題，仍無法透過緊急向鄰國調度來獲得解決。儘管颱風問題理論上可能發生，但歷史上尚未出現因颱風而導致 LNG 船無法靠岸、進一步引發電力供應短缺的事件(2002 年曾因為天然氣運補不及而限電，但非颱風因素使然)。若基於保險起見而必須建立安全機制，仍可由提升國內安全庫存或者強化燃料轉換的能力著手。這方面亦可與日本與歐盟合作，就緊急應變措施進行交流。

## 參考資料

1. IEA, “Energy Security in Asean+6”, 2019.
2. IEA, “Global Gas Security Review”, 2018
3. IEA, “Global Gas Security Review”, 2017
4. IEA, “Global Gas Security Review”, 2016
5. IGU, “2019 World LNG Report”,  
[https://www.igu.org/sites/default/files/node-news\\_item-](https://www.igu.org/sites/default/files/node-news_item-)

---

<sup>13</sup> 從新加坡新設 LNG 複循環電廠商轉談起台電燃氣電廠最近的相反作為，  
<https://gordoncheng2.wordpress.com/2014/06/17/從新加坡新設 lng 複循環電廠商轉談起台電燃氣電廠/>

<sup>14</sup> 「新加坡如何面對能源問題，大停電讓他們醒了」，  
<https://www.chinatimes.com/tube/20180410003846-261416?chdtv>

[field\\_file/IGU%20Annual%20Report%202019\\_23%20loresfinal.pdf](#)

6. “The Outlook for Floating Storage and Regasification Units (FSRUs)” <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2017/07/The-Outlook-for-Floating-Storage-and-Regasification-Units-FSRUs-NG-123.pdf>
7. Cantekin Dinçerler, “Potential Regional LNG Developments”, <https://www.dunyaenerji.org.tr/wp-content/uploads/2019/02/CantekinDincerlerSunum.pdf>
8. “LNG Terminal Third-Party Use Regime in Japan” <https://eneken.ieej.or.jp/data/7604.pdf>
9. “Mitsui expands LNG processing fleet with eye on Southeast Asia” <https://asia.nikkei.com/Business/Energy/Mitsui-expands-LNG-processing-fleet-with-eye-on-Southeast-Asia2>
10. “How did the European natural gas market evolve in 2018?” <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/petroleum-blog/how-did-the-european-natural-gas-market-evolve-in-2018>
11. 「浮動式天然氣接收站」，  
<http://www.eventsinfocus.org/issues/2080>
12. 趙文衡，「歐盟增加液化天然氣進口對我國的影響與因應策略」，<https://km.twenergy.org.tw/ReadFile/?p=KLBase&n=歐盟增加液化天然氣進口對我國的影響與因應策略.pdf>
13. 「新加坡如何面對能源問題，大停電讓他們醒了」，  
<https://www.chinatimes.com/tube/20180410003846-261416?chdtv>
14. 「出席新加坡電力圓桌論壇暨電力市場改革研討會出國報告」，

<https://report.nat.gov.tw/ReportFront/PageSystem/reportFileDownload/C10603320/001>

15. 「從新加坡新設 LNG 複循環電廠商轉談起台電燃氣電廠最近的相反作為」, <https://gordoncheng2.wordpress.com/2014/06/17/從新加坡新設 lng 複循環電廠商轉談起台電燃氣電廠/>