

World Energy Outlook 2018 速覽

蕭子訓

國際能源署(International Energy Agency, IEA)日前發佈了年度報告：世界能源展望 2018 (World Energy Outlook 2018, WEO 2018)，該份報告為能源相關領域每年年底定期發佈的年度報告，且其報告的成果受到各大組織的關注與重視，而該報告更是指出，未來，國家政策的選擇有賴健全的數據及對於未來有根據的預測，而 WEO 2018 所提出的相關數據可謂是引領世界政策擬定的明燈。故本文將為讀者簡述該份報告的重點及核心價值。

WEO 2018 開篇就寫下了：The world is gradually building a different kind of energy system, but cracks are visible in the key pillars。闡述全世界正因為再生能源的使用，而在建立一個不同的能源系統，但其中還有幾項關鍵的要素需要克服：

1. 可負擔：雖然太陽光電及風力發電的製造成本持續下降，然而，油價卻持續攀升至每桶 80 美元。
2. 可靠度：石油及天然氣供應的風險仍然存在。此外，包含電力系統的靈活性及能源的網絡安全(cyber security)也逐漸被重視。
3. 永續發展：全球能源相關的二氧化碳排放在先前的三年持平，但於 2017 年增加了 1.6%，且目前的數據顯示，2018 年碳排放量持續成長的趨勢，不利於達成減緩氣候變遷的目標。

可負擔、可靠度及永續發展三個面向密切相關，發展過程中對於該三個面向的權衡，需要國家的政策來引導，鏈接三個面向使得整體有正向的發展。而在整個能源轉變的過程中，更便宜的可再生能源技術，特別是其於發電的貢獻乃是改變的核心所在，故 WEO 2018 特別關注電力的部分。

能源轉型的明星：電力部門

電力部門正在經歷自創建以來最戲劇性的轉變，其越來越成為具有經濟性的「燃料」，全球最終能源消費中，電力已接近 20%且未來必定會進一步的上升，而在此過程中，由於政策的支持及技術成本降低的因素，再生能源正在快速的增長，使得電力部門成為減少碳排放的前鋒，但電力系統也因此需要有所調整，方能確保可靠的電力供應。雖然在已開發國家中，電力需求的成長已趨緩，但隨著基礎設施的升級及電力組合的改變，電力方面仍需要有鉅額的投資。然而，目前的電力市場設計並不能完全的應對電力系統快速的轉變，例如批發市場投資的前景不足，導致難以吸引新投資者的加入，如果此項問題沒有解決，可能會影響電力供應的可靠度。而在需求端方面，更嚴格的能源效率標準，所帶來的效率提升在抑制電力需求的成長發揮了巨大的功用，如自 2010 年以來，IEA 的 30 個成員經濟體中，就有 18 個國家用電量呈現下降的趨勢。

但在發展中國家電力需求則有大量上升的趨勢，全球需求增加的五分之一來

自於中國，而目前所有地區投入全球能源供應的資本，約有三分之一用於發展中國家的發電與電網上，但在最終用戶價格低於成本水平的市場，可能會導致這些投資無法實現。而在高度管制的市場，則存在產能大於需求的風險，IEA 估計，目前在中國、印度、東南亞以及中東等地區，電力產能過剩超過 350 GW，這都是電力系統及消費者需要額外負擔的成本。

近幾年太陽光電的競爭力日新月異，裝機量在各項能源中名列前茅，其中大多是公用事業的投資，而家庭自用的分散式投資及企業投資亦佔有高度的貢獻。而由於變動式再生能源的興起，電力系統的靈活度變得至關重要，而電力儲存技術成本正在迅速的下降，已開始能與燃氣發電競爭短期供需波動的市場。為了評估再生能源的貢獻，WEO 2018 提出價值調整發電均化成本(value-adjusted LCOE, VALCOE) 來衡量發電技術的競爭力，該指標的功用是在補充 LCOE 僅提供成本相關資訊進而導致無法反映發電技術的不同價值。相較於 LCOE，VALCOE 額外考量了三個價值要素：能源、容量及靈活度(如圖 1)，具體取決於個別技術的運營情況及系統條件，例如在用電高峰時期，可調度技術雖然成本很高，但其對於電力系統的價值也很高。但在 VALCOE 中，除了有明確市場價格的區域外，VALCOE 目前並不包含系統整合成本，亦不包含外部成本，此外，燃料多樣性的因素亦不在 VALCOE 的考量範圍中。目前包含中國、印度、歐盟及美國四大經濟體的 VALCOE 如表 1 及圖 2 所示，從預估未來的 VALCOE 表示，在未來的十年中，低碳技術的競爭力仍在持續增長，在中國，太陽光電將會取代燃煤發電成為最具競爭力的新增電力來源。而隨著變動式再生能源的份額迅速增加，新燃氣電廠在歐盟及美國未來也將具有競爭力。

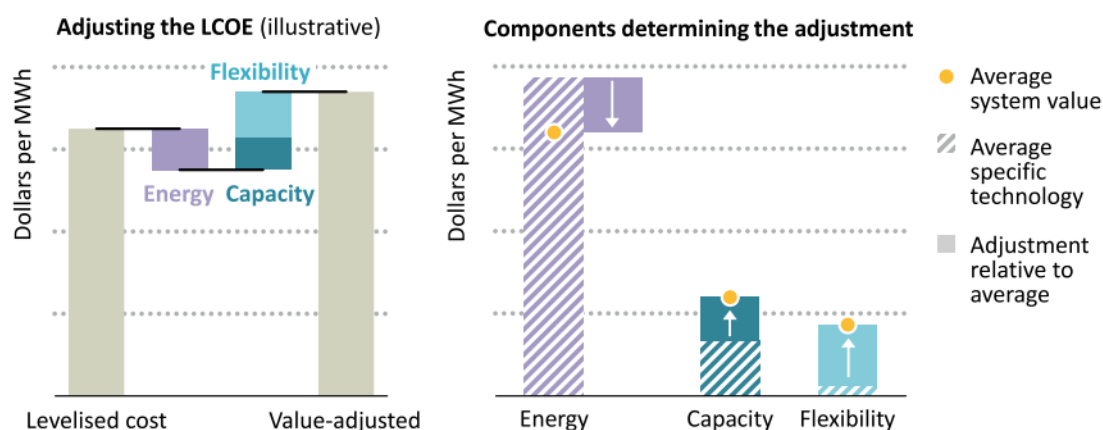


圖 1 VALCOE 概念示意圖

表 1 中國、印度、歐盟及美國四大經濟體的價值調整發電均化成本

		Capital costs (\$/kW)		Capacity factor (%)		Fuel and O&M (\$/MWh)		LCOE (\$/MWh)		VALCOE (\$/MWh)	
		2017	2040	2017	2040	2017	2040	2017	2040	2017	2040
United States	Nuclear	5 000	4 500	90	90	30	30	105	100	105	100
	Coal	2 100	2 100	60	60	30	35	75	75	75	75
	Gas CCGT	1 000	1 000	50	50	30	40	50	65	45	60
	Solar PV	1 560	860	20	23	10	5	105	50	105	55
	Wind onshore	1 620	1 480	42	44	10	10	60	50	70	60
	Wind offshore	4 720	2 960	45	49	40	25	180	105	190	115
European Union	Nuclear	6 600	4 500	75	75	35	35	150	110	150	110
	Coal	2 000	2 000	40	40	45	45	120	145	105	120
	Gas CCGT	1 000	1 000	40	40	55	75	90	120	80	95
	Solar PV	1 300	760	12	13	20	15	160	85	165	105
	Wind onshore	1 820	1 700	28	30	20	15	100	90	105	105
	Wind offshore	4 260	2 820	50	55	35	25	150	90	160	105
China	Nuclear	2 320	2 500	75	75	25	25	60	65	60	65
	Coal	800	800	70	70	35	30	50	70	50	65
	Gas CCGT	560	560	50	50	70	90	85	115	80	105
	Solar PV	1 120	640	17	19	10	10	90	45	90	65
	Wind onshore	1 200	1 180	25	27	15	15	70	65	70	70
	Wind offshore	4 120	2 740	46	50	35	25	145	90	150	95
India	Nuclear	2 800	2 800	80	80	30	30	70	70	70	70
	Coal	1 200	1 200	60	60	35	35	60	55	60	50
	Gas CCGT	700	700	50	50	80	90	95	105	90	80
	Solar PV	1 120	620	19	22	10	10	80	40	80	65
	Wind onshore	1 080	1 040	25	30	10	10	60	50	65	55
	Wind offshore	3 320	2 220	40	44	40	25	155	95	160	100

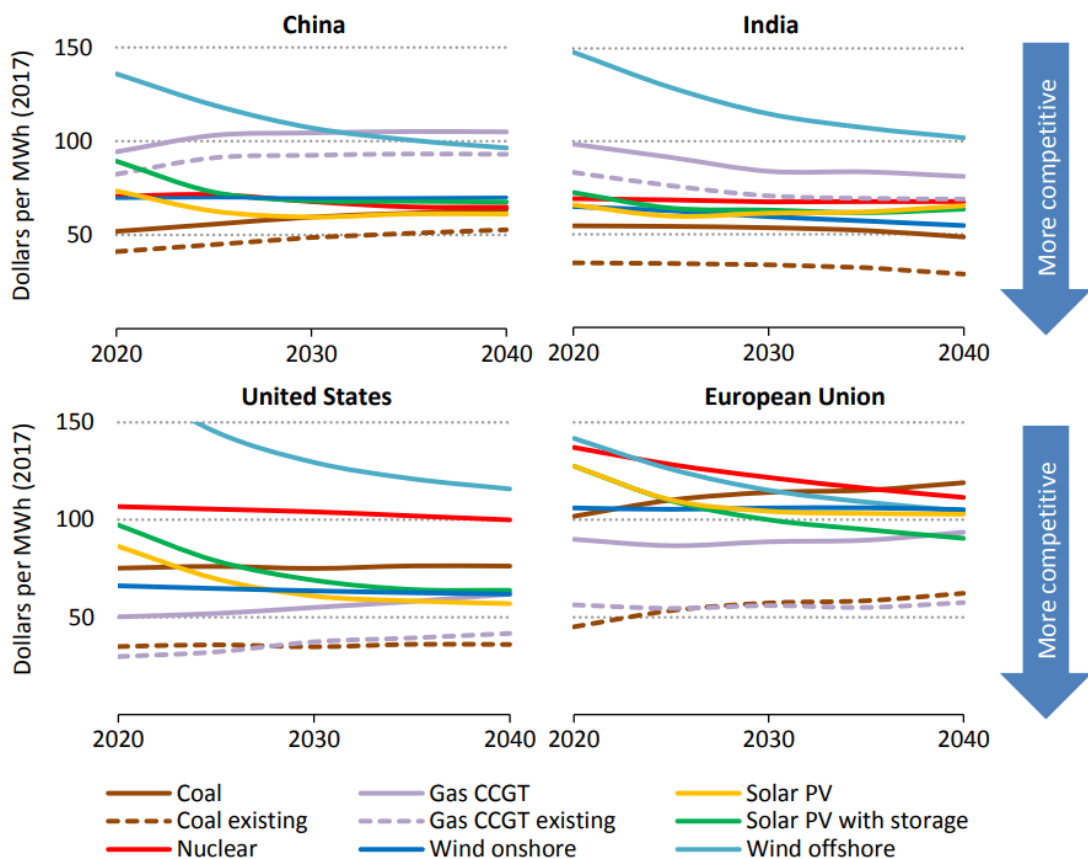


圖 2 中國、印度、歐盟及美國四大經濟體的價值調整發電均化成本

在 WEO 2018 所評估的新能源政策情境中，再生能源的使用及效率的提升將會阻礙燃煤消費增長，雖然新燃煤電廠的項目未來將大幅放緩，但要將燃煤排除在全球能源結構之外還為時尚早。提供汽車使用的石油將於 2020 年中期到達高峰，但卡車、飛機及船隻的需求仍呈現上升的趨勢。評估結果顯示，天然氣的使用量將在 2030 年超越煤炭。但從碳排放來看，至 2040 年將會持續上升，與解決氣候變遷的路徑遠遠不一致，整體而言，雖然各國均將履行巴黎協議的承諾，但這些不足以達到減緩氣候變遷的目標。在 2017 年，無法獲得電力使用的人數首次低於 10 億人，新能源政策情境在電力取得方面有一定的進展，主要是印度的電力取得有明顯的改善，但撒哈拉沙漠以南的非洲農村預計至 2040 年將持續無法獲得電力使用的普及。而在本年度的情境中，新增了水資源的情境，評估水資源對於燃料與發電技術選擇的影響，並評估了獲得乾淨用水及衛生設施所需的能源。

能源長期的發展有賴於政策的引導

雖然在能源轉型的過程中，目前均往更智能且更有效率的能源進行投資，但對於政策制定者而言，確保能源穩定供應的各項要素，如提供可靠的電力網絡，是極為重要的。此外，在能源轉型的過程中，化石能源的供應風險仍沒有趨緩的現象，甚至有加劇的可能性。更重要的是，能源轉型的過程中，需要大量的資金投入，政府政策的擬定將有助於能源轉型之達成。

參考文獻

1. World Energy Outlook 2018, IEA, 2018.