

「2020 世界核能績效」報告重點摘要

台灣綜合研究院

一、前言

世界核能協會(World Nuclear Association，以下簡稱 WNA) 於今(2020)年 8 月發布「2020 世界核能績效」報告(2020 World Nuclear Performance Report)，這是自 2016 年以降 WNA 連續第 5 年發布其對全球核電發展近況的觀察。¹

「世界核能績效」報告長期發布全球核電運轉現況(包括核電裝置容量與發電量之消長，以及當年度完工核電廠平均建造時間)與關鍵指標：容量因數(capacity factor)。經比對該報告最新觀察與歷史數據可知，全球核電容量因數雖仍逐年成長，然 2019 年運轉中核電機組數降至近 4 年最低水準(與 2015 年相同為 442 部)，國際間將核電轉為中載模式的趨勢有逐漸普遍趨勢。此外，近 5 年新增擴建核電裝置容量大於除役規模，但新增機組數與裝置容量仍高於除役者、且 2019 年新建成併聯核電廠的平均建廠時間延長並創下歷史紀錄，以下概要說明之。

二、全球核電現況與運轉績效

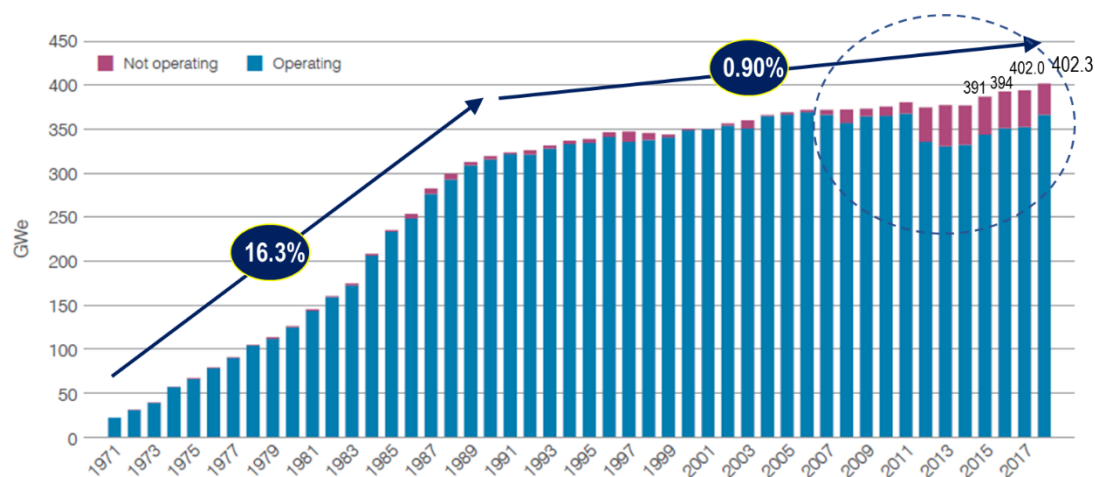
(一)近 30 年全球核電裝置容量成長速度已放緩，運轉中核電集中於中國大陸與美國等少數幅員遼闊國家

1990 年迄今，全球核電裝置容量成長速度相較以往已放緩，年均成長率約為 0.9%(見圖 1)。截至 2019 年底，全球可運轉核電機數為 442 部，可運轉核電總裝置容量達 402.3GWe²，總發電量為 2,657TWh。

¹ WNA 在「2016 世界核能績效」報告曾說明其核電願景(Harmony vision)，即 2050 年以前全球核電裝置容量再增加 1,000GW，相當於占全球發電量的 25%，並希望透過每年發布「世界核能績效」報告以追蹤核電進度，但「2018 世界核能績效」起即不再提及此願景。

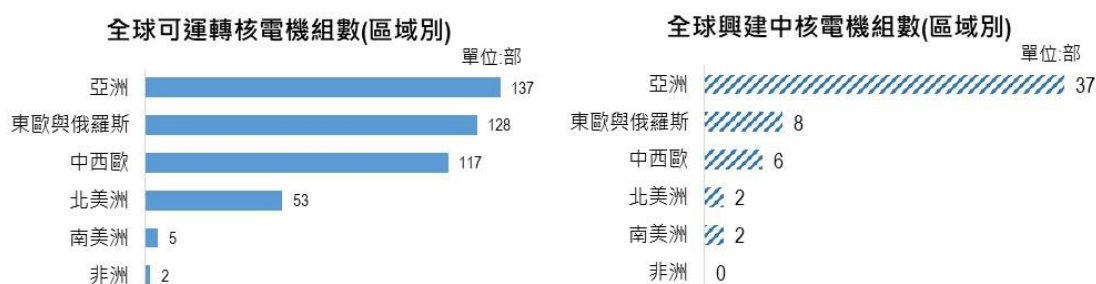
² 此 WNA 可運轉核反應爐裝置容量(Operable reactor capacity)定義將已除役關廠核電機組也納入計算。

亞洲地區是 2019 年核電機組最多區域(見圖 2)，其中中國大陸有 48 部、南韓 24 部、印度 22 部、日本 8 部。美國仍是全球核電機組最多國家(95 部)。



資料來源：World Nuclear Association (2020), World Nuclear Performance Report 2020。

圖 1 全球可運轉核電裝置容量



資料來源：World Nuclear Association (2020), World Nuclear Performance Report 2020。

圖 2 2019 年全球可運轉與興建中核電機組數(區域別)

(二)2019 年全球除役核電機組數大於新建機組，惟近 5 年全球新增聯網核電裝置容量仍大於除役規模

2015~2019 年間新動工之 25 部核電機組中有 10 部位於中國大陸，5 部新增聯網(new units grid connected)核電機組其中 2 部為中國大陸漳州核電廠 1 號(1,126MWe)與太平嶺核電廠 1 號機(見表 1)³。中國大陸規劃 2035 年核電裝置容量目標為 200GWe，目前可運轉核電

³ 其他 3 部分別為英國的欣克利 C 核電廠 2 號機(Hinkley Point C 2, 1,630MWe)、俄羅斯的庫爾斯克 II 核電廠 2 號機(Kursk II-2, 1,115MWe) 與伊朗的布什爾核電廠 2 號機(Bushehr 2, 915MWe)。

裝置容量為 46,498 MWe，2019 年興建中核電裝置容量有 10,926MWe，核能發電占比 4.9%，完成進度 29%。

同期全球有 13 部核電機組除役，裝置容量合計達 23,984MWe，包括日本 6 部核電機與我國核一廠 2 號機。然近 5 年累計新建核電裝置容量仍大於除役(見表 1)，未來全球核電裝置容量增減消長視中國大陸為主之發展中國家增建速度相對於歐美老舊核電機組的除(延)役決策而定。⁴

表 1 近 5 年全球核電裝置容量消長情形

	國家	2015		2016		2017		2018		2019		合計	
		機組數	裝置容量 (MWe)	機組數	裝置容量 (MWe)	機組數	裝置容量 (MWe)	機組數	裝置容量 (MWe)	機組數	裝置容量 (MWe)	機組數	裝置容量 (MWe)
新動工(新建)	合計	8	9,251	3	3,244	4	4,254	5	6,279	5	5,786	25	28,814
	中國大陸	6	6,690	2	2,230	0	0	0	0	2	2,126	10	11,046
	阿聯酋	1	1,400	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,400
	巴基斯坦	1	1,161	1	1,014	0	0	0	0	0	0	2	2,175
	印度	0	0	0	0	2	1,834	0	0	0	0	2	1,834
	英國	0	0	0	0	0	0	1	1,630	1	1,630	2	3,260
	南韓	0	0	0	0	1	1,340	1	1,340	0	0	2	2,680
	俄羅斯	0	0	0	0	0	0	1	1,115	1	1,115	2	2,230
	孟加拉	0	0	0	0	1	1,080	1	1,080	0	0	2	2,160
	土耳其	0	0	0	0	0	0	1	1,114	0	0	1	1,114
伊朗	0	0	0	0	0	0	0	0	1	915	1	915	
新增聯網	合計	10	9,499	10	9,579	4	3,373	9	10,394	6	5,243	39	38,088
	中國大陸	8	7,750	5	4,728	3	3,060	7	8,359	2	2,660	25	26,557
	俄羅斯	1	789	1	1,114	0	0	2	2,035	3	1,165	7	5,103
	南韓	1	960	1	1,340	0	0	0	0	1	1,418	3	3,718
	美國	0	0	1	1,165	0	0	0	0	0	0	1	1,165
	印度	0	0	1	917	0	0	0	0	0	0	1	917
	巴基斯坦	0	0	1	315	1	313	0	0	0	0	2	628
除役	合計	7	3,934	3	1,405	5	3,025	7	5,424	13	10,196	35	23,984
	日本	5	2,099	1	538	1	246	4	3,276	5	4,797	16	10,956
	美國	0	0	1	482	0	0	1	619	2	1,496	4	2,597
	俄羅斯	0	0	1	385	0	0	1	925	1	11	3	1,321

⁴ 今年 3 月 6 日美國核能管制委員會(Nuclear Regulatory Commission, NRC)核准艾索倫電力公司(Exelon Corp.)提出之 Peach Bottom 核電廠延役申請，將其運轉年限從原規劃的 60 年延展為 80 年。近年川普政府與美國國會皆表態擬持續發展核電工業，以挽回美國在國際間核電工業領先地位，重視核電技術的潛力與風險(Frazin, 2020; U.S. House Select Committee on the Climate Crisis, 2020)，但近期面臨化石能源價格持續下修與電力市場規則調整等因素，美國核電業者艾索倫電力公司(Exelon Generation)亦不得不選擇宣布提前關閉位於伊利諾州的 Byron、Dresden 兩座核電廠(Dalton, 2020)。

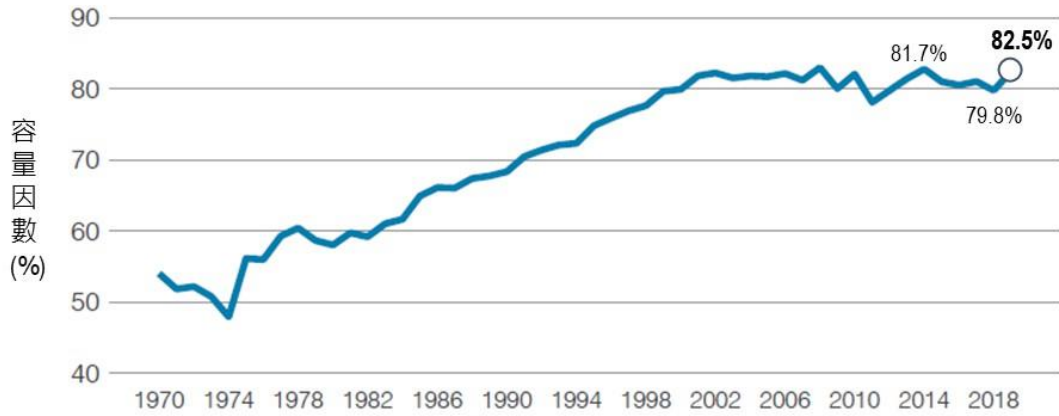
	國家	2015		2016		2017		2018		2019		合計	
		機組數	裝置容量 (MWe)	機組數	裝置容量 (MWe)	機組數	裝置容量 (MWe)	機組數	裝置容量 (MWe)	機組數	裝置容量 (MWe)	機組數	裝置容量 (MWe)
	德國	1	1,345	0	0	1	1,284	0	0	1	1,402	3	4,031
	英國	1	490	1	0	0	0	0	0	0	0	1	490
	南韓	0	0	0	0	1	576	0	0	1	661	2	1,237
	瑞典	0	0	0	0	1	473	0	0	1	852	2	1,325
	西班牙	0	0	0	0	1	446	0	0	0	0	1	446
	瑞士	0	0	0	0	0	0	0	0	1	373	1	373
	中華民國	0	0	0	0	0	0	1	604	1	604	2	1,208
	合計	0	0	9	9,512	0	0	0	0	0	0	9	9,512
延役	日本	0	0	3	2,340	0	0	0	0	0	0	3	2,340
	美國	0	0	6	7,172	0	0	0	0	0	0	6	7,172

資料來源：World Nuclear Association (2020), World Nuclear Performance Report 2020。

(三)國際間核電為中載運轉模式日益普及

WNA 視核電容量因數為全球核電績效關鍵指標。早在「2016 世界核能績效」報告即提到在德國及其鄰國已出現將核電機組轉為中載運轉模式(load-following)的情形。WNA 逐年觀察發現國際間核電機組轉為中載運轉模式日益普及。2011 福島核災後國際間即常年維持一定比例的閒置核電機組(如圖 1 中深紅色區段所示)，進而影響核電容量因數中位數。2018 年此情形尤其明顯，因此造成當年度容量因數降至近 20 年最低(79.8%)(見圖 3)⁵，2019 年回升至 82.5%。

⁵ 法國甚至發展出可配合間歇性再生能源發電調整發電出力的核電運轉模式(WNA, 2020)。

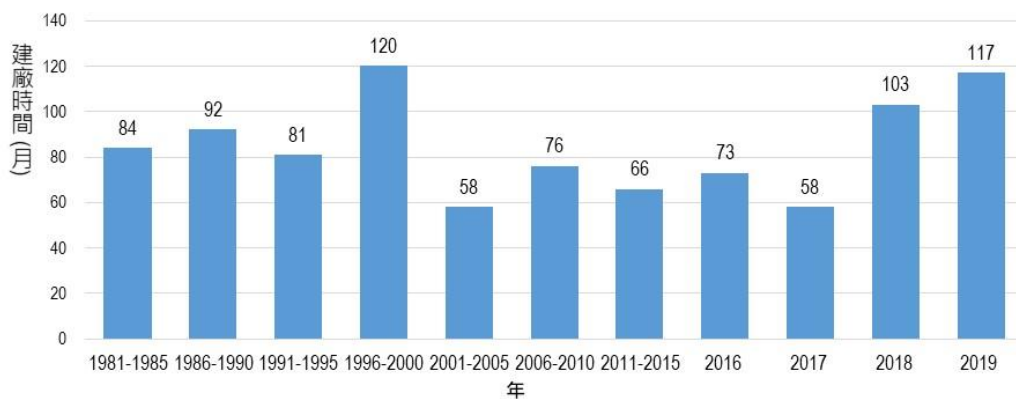


資料來源：World Nuclear Association (2020), World Nuclear Performance Report 2020。

圖 3 全球運轉中核電容量因數中位數

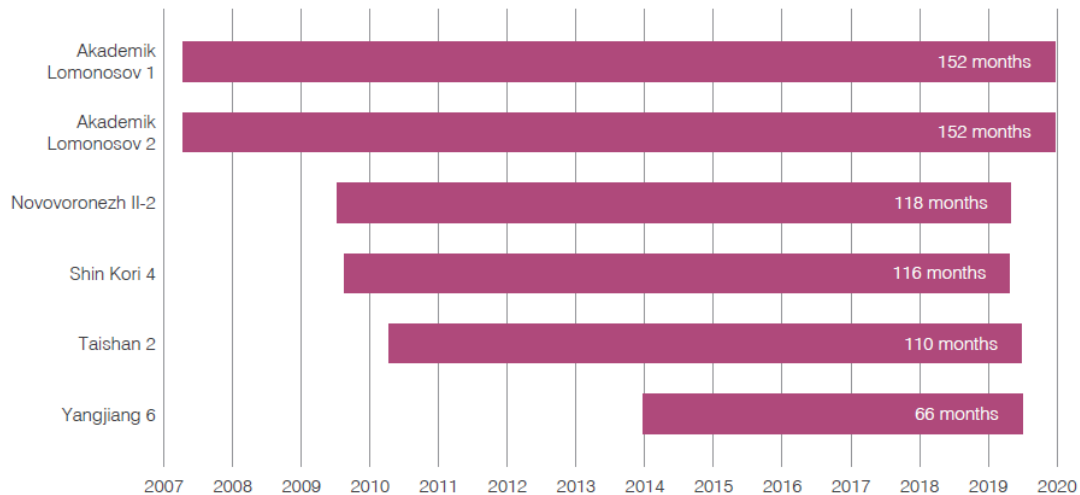
(四)核電廠完工時程持續拉長

2019 年國際間啟用的核電廠其建造時間中位數為 117 個月(見圖 4)，建廠時間最久的個案甚至長達 152 個月(見圖 5)。WNA 解釋原因為這些新建核電廠大多數都是使用新技術興建(First of a Kind)，因此影響建造時程，也呼應國際能源總署(IEA)2019 年發布「潔淨能源系統中的核電」報告(Nuclear Power in a Clean Energy System)中所指出的核電建廠風險(risk of construction problems)，包括核電廠興建工期延宕或透支、未來核能政策可能變動之政策不確定性等(IEA, 2019)。



資料來源：World Nuclear Association (2020), World Nuclear Performance Report 2020。

圖 4 全球各期新增聯網核電機組建廠時間中位數



資料來源：World Nuclear Association (2020), World Nuclear Performance Report 2020。

圖 5 2019 年全球完工之核電廠建廠時程

(五) 比利時與瑞典民眾轉向支持核電

比利時與瑞典皆已發布訂下核電除役時程，但個別民調顯示這兩國民眾對非核政策的擁護程度有所鬆動。比利時 2019 年民調顯示支持既有核電廠持續運轉的比例從 2017 年的 30% 上升至 46%，七成受訪者表示同意在減碳考量下讓核電廠持續運轉(WNA, 2020)。

在瑞典，2019 年 11 月由 Analysgruppen 執行的民調顯示 78% 的瑞典民眾非常支持核電，僅 11% 民眾表示反核。此外，43% 民眾對於新建核電持開放立場。雖然如此，今(2020)年瑞典國會以些微票數差距駁回由瑞典民主黨提出的取消 Ringhals 核電廠 1、2 號機除役計畫提議。運轉 44 年的 Ringhals 核電廠 2 號機已於去年底關閉，1 號機則於今年 3 月基於用電需求偏低而停機解聯。

三、小結

綜整 2016~2020 年各年度「世界核能績效」報告，可知近 30 年全球核電裝置容量成長速度已放緩。報告中提到的國際間核電為中載運轉模式日益普及現象，與非核國家對核電意向的轉向是否對該國核電政策產生影響是未來關注重點。

四、參考文獻

Dalton David (2020), “US Shutdowns / Exelon Announces Plans To Retire Four Reactors At Byron And Dresden”.

Dillion Jeremy, (2020), “NRC gives Pa. plant 80-year license”.

Frazin Rachael (2020), “Trump administration aims to buy uranium for reserve 'as soon as possible,' official says”.

International Energy Agency (2019), “Nuclear Power in a Clean Energy System”.

U.S. House Select Committee on the Climate Crisis (2020), “Solving the Climate Crisis : The Congressional Action Plan for a Clean Energy Economy and a Healthy, Resilient, and Just America” .

World Nuclear Association (2016), “World Nuclear Performance Report 2016”.

World Nuclear Association (2017), “World Nuclear Performance Report 2017”.

World Nuclear Association (2018), “World Nuclear Performance Report 2018”.

World Nuclear Association (2019), “World Nuclear Performance Report 2019”.

World Nuclear Association (2020), “World Nuclear Performance Report 2020”.