

依循我國能源轉型規劃之燃煤發電量變化與碳排放量影響

◎鄭睿合／中華經濟研究院第三(臺灣經濟)研究所 分析師

◎鄭翔勻／中華經濟研究院第三(臺灣經濟)研究所 輔佐研究員

2017年我國燃煤發電量占電力系統比重約47% (1,259.3億度)，其中台電燃煤發電量和民營電廠燃煤發電量占總燃煤發電量比重超過75%，惟若依據原能源轉型規劃，至2025年時燃煤發電占電力系統比重需降至30%左右 (約798億度)，相較2017年顯著降低。再依電源開發規劃，未來燃煤機組裝置容量僅略減700千瓩，顯示既有燃煤機組可能不須滿載運轉，且隨著超超臨界燃煤機組替代既有機組，以及燃煤發電量降低下，2025年碳排放量較目前將減少2,500萬噸。

關鍵詞：能源轉型、燃煤發電廠、二氧化碳排放量

Keywords: Energy Transformation, Coal-fired Power Plant, CO₂ Emission

根據經濟部能源局之能源統計月報資料，我國燃煤發電量 (含台電系統、民營電廠和自用發電設備) 自1999年之742.5億度增加至2017年之1,259.3億度，總成長率約為70%，年均成長率約為3%。其中台電燃煤發電量占總燃煤發電量比重由75.1%降至58.2%；民營燃煤發電量占總燃煤發電量比重由4.5%提升至約18.0%，平均而言，台電燃煤發電量和民營電廠燃煤發電量占總燃煤發電量比重超過70%。然而，我國於2016年提出之能源轉型政策中，規劃2025年之燃氣發電量、燃煤發電量和再生能源發電量占電力

系統比重分別為50%、30%和20%。

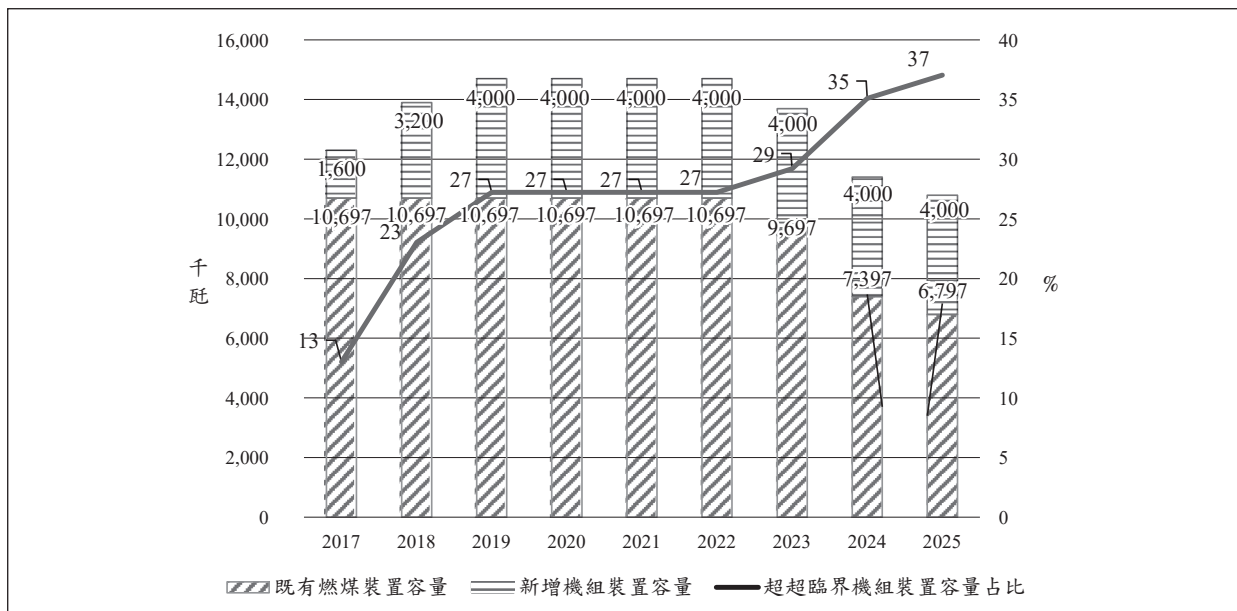
另外，依照經濟部能源局於2018年7月份公布之「106年全國電力資源供需報告」，預估2025年燃氣發電量、燃煤發電量和再生能源發電量分別為1,354億度、798億度和546億度，2017年和2025年之燃煤發電量差異達461億度。由於目前電力系統之燃煤機組多數未達除役時程，在燃煤發電量須大幅減少下，表示既有燃煤機組可能不須滿載運轉。本文特別就能源轉型規劃下之燃煤發電量與碳排放量的變化進行探討。

我國電源開發規劃及各類發電系統之碳排係數

截至2017年底，國內共有六座燃煤發電廠，其中四座為台電的電廠（林口電廠、台中電廠、興達電廠與大林電廠），另外兩座為民營電廠（麥寮電廠與和平電廠），合計裝置容量約達12,297千瓩，其中只有林口電廠新一號機和新一號機、大林電廠新一號機和新一號機為燃燒效率與發電效率相對較高之超超臨界機組，而大林電廠新一號機與新一號機於2018年才商轉。惟根據台灣電力公司之「106年長期電源開發方案（10610案-107年1月修正案）」，2017年至2025年將除役之火電機組裝置容量為7,166千瓩，其中燃氣、燃煤及燃油除役之裝置容量分別為2,036千瓩、2,100千瓩和3,030千瓩；另一方面，也規劃新增火力發電15,401千瓩的計畫裝置容量，其

中燃氣、燃煤及燃油分別新增12,179千瓩、3,200千瓩與22千瓩。整體而言，火力發電機組將淨增加8,235千瓩，並以燃氣機組為主，而再生能源裝置容量則將新增842千瓩。

進一步探討燃煤機組之新增和除役變化。2017年至2025年燃煤發電機組將新增林口電廠新一號機與新一號機、大林電廠新一號機與新一號機等共3,200千瓩的4部超超臨界機組；除役機組約3,900千瓩（興達電廠4部機組與麥寮電廠3部機組），燃煤機組裝置容量僅略減700千瓩。然而，卻更彰顯超超臨界機組的角色。2025年時，所有超超臨界機組併聯運轉將達4,000千瓩，且隨著超超臨界機組在整體燃煤發電裝置容量提高，預估超超臨界機組裝置容量占台電及民營燃煤發電裝置容量比率將由2017年之13%上升至2025年之37%。（見圖1）



資料來源：作者整理。

圖1 燃煤機組裝置容量



再者，為了瞭解火力機組調整對溫室氣體排放可能的影響，可先觀察不同電力系統的溫室氣體排放係數。從（表1）台電火力機組及民營燃煤機組之溫室氣體排放係數可知，台電之火力機組發電來源以燃煤和燃氣為主，其中以燃煤機組之碳排放係數最高，超過0.91公斤CO₂e/度；燃氣發電機組之排放係數約僅

0.4公斤CO₂e/度，相當於燃煤機組之半數，亦即單就電力系統中之燃氣機組和燃煤機組進行替換，每發一度電可節省約0.5公斤CO₂e。另外，再生能源和核能發電之碳排放係數則為0，若電力系統中可增加低碳或無碳能源，可有效減少電力部門之溫室氣體排放量。

表1 台電火力機組及民營燃煤機組之溫室氣體排放係數

發電方式	2015年			2016年		
	發電量 (億度)	排放量 (萬公噸CO ₂ e)	排放係數 (公斤CO ₂ e/度)	發電量 (億度)	排放量 (萬公噸CO ₂ e)	排放係數 (公斤CO ₂ e/度)
台電燃油	103	792	0.772	100	773	0.770
台電燃氣	591	2,452	0.415	621	2,591	0.417
台電燃煤	571	5,289	0.926	619	5,683	0.918
民營燃煤	213	1,974	0.925	211	1,926	0.911

資料來源：國發會網站《政府資料開放平臺》、台灣電力公司、本文計算與彙整。

此外，比較超超臨界燃煤機組與舊有燃煤機組之碳排放數係數，因超超臨界燃煤機組之燃燒效率與發電效率相對較高，其碳排放係數約為0.775公斤CO₂e/度至0.793公斤CO₂e/度，相較舊有燃煤機組之碳排放數係數減少13%~16%，依然高於其他低碳或無碳機組，若發電量維持現今水準，僅能減緩溫室氣體排放量增速。

能源轉型規劃對燃煤發電機組和碳排放量之影響

參考台灣電力公司「106年台電統計年報數據」，2017年我國林口電廠發電量約為

118.6億度，平均容量因數約為89.4%；台中電廠發電量約為419.9億度，平均容量因數約為91.7%；而大林電廠和興達電廠之平均容量因數約分別為46.8%（燃煤機組為25.5%）與85.4%。然而，若依能源轉型政策中之電源配比規劃，預期2018年至2025年，我國總發電量將由2,680億度增至2,774億度。配合燃煤發電占比規劃及不考慮自用發電設備之發電量，推算台電及民營之燃煤總發電量將由872.6億度減至595.3億度，降幅達277.3億度，整體平均容量因數將為62.9%，和2017年相較將顯著減少。

在超超臨界機組優先運轉之前提下，推

估2025年超超臨界機組（林口電廠3部機組、大林電廠2部機組，合計約4,000千瓩）將提供近59%的電力；另外既有機組（台中電廠3部

機組及和平電廠2部機組，合計約2,947千瓩）將提供41%的電力，約有3,850千瓩之燃煤機組將處於閒置狀態（見表2）。

表2 能源轉型規劃對台電及民營燃煤發電量和容量因數影響

單位：億度；%

	預估總發電量	燃煤發電占比	台電及民營之燃煤總發電量（註）	新設機組發電量占比	平均容量因數
2018	2,680.0	44.0	872.6	32.1	71.7
2019	2,691.0	43.0	856.3	40.9	66.5
2020	2,707.0	43.0	861.4	40.7	66.9
2021	2,725.0	43.0	867.1	40.4	67.3
2022	2,738.0	41.0	830.7	42.2	64.5
2023	2,748.0	33.0	671.1	52.2	55.9
2024	2,762.0	30.0	613.2	57.2	61.4
2025	2,774.0	29.0	595.3	58.9	62.9

註：燃煤發電量的占比包含台電、民營及自用發電設備所發電力，其中近五年台電及民營發電占比約74%，故各年度台電及民營之燃煤總發電量為預估總發電規畫量*燃煤發電占比*0.74。

資料來源：經濟部能源局「106年全國電力資源供需報告」、本文計算與彙整。

另外就碳排放量影響方面，因超超臨界機組之碳排放係數小於舊有機組之碳排放係數，且台電及民營整體燃煤發電量依照我國能源轉型規劃下調降時，預計產生之碳排放量將由2018年之7,438.2萬公噸CO₂e降至2025年之4,914.6萬公噸CO₂e，較現階段台電及民營整體燃煤機組碳排放量（約7,500萬公噸CO₂e/年）為低。

結語

2018年11月底之公投，多數國人同意每年至少減少1%火力發電的提案。另外，我國能源轉型規劃中也有漸次降低燃煤機組發電量的規劃，此影響為何？因為現役燃煤機組多數未屆除役時程，故將產生閒置機組，如

何妥善運用或重新規劃電力系統即為相當迫切之課題；加上環保署已於2018年1月13日依照《溫室氣體減量及管理法》規範，核定我國「第一期溫室氣體階段管制目標」，電力部門亦有其減量期程，因此從社會共識、能源供應、資源運用和環境保護等面向而言，均對我國電力系統、燃煤發電機組等帶來轉型之挑戰和契機，故宜更為審慎地評估各類資源之運用及調配，藉以在能源轉型進程中同時平衡環境、經濟和能源之發展。

致謝

本文修改自「能源轉型下之煤電角色與碳排放影響」研究計畫，係承蒙財團法人綠色和平基金會之支持，謹表謝意。