

韓國第十次長期電力供需基本計畫

張景淳*、陳立衡、郭昱賢

*E-mail：itriA10399@itri.org.tw

112 年 2 月 24 日

工業技術研究院

摘要

韓國產業通商資源部 2022 年 8 月公布「第 10 次長期電力供需基本計畫(草案)」後，通過戰略環境影響評估、跨部門協商、公開聽證會及向國會常務委員會報告等程序後，最終於 2023 年 1 月 11 日由電力政策委員會拍板定案，公布 2036 年將推動 31.7GW 核電、27.1GW 燃煤、64.6GW 燃氣和 108.3GW 再生能源的電力結構。計畫內容包含電力供需基本方向、中長期供需展望、發電和輸配電設施規劃、需求管理、分散式發電等。此次計畫方向為提出可行且均衡的電源組合，將於適當水準使用核電與再生能源。

關鍵詞：韓國、能源轉型、電力供需

一、前言

韓國產業通商資源部 2021 年 12 月啟動電力供需基本計畫之籌備，在各領域共 110 名專家和利害關係人，歷經 45 次會議討論後，於 2022 年 8 月公布《第十次長期電力供需基本計畫》(草案)(韓國產業通商資源部，2022)，後續更持續運作環境影響評估、跨部門協商、公開聽證會及向國會常務委員會報告等程序後，最終於 2023 年 1 月 11 日由電力政策委員會拍板定案，公布 2036 年將推動 31.7GW 核電、27.1GW 燃煤、64.6GW 燃氣和 108.3GW 再生能源的電力結構。整體計畫內容包含，執行政序、計畫基本方向、中長期供需展望、發電和輸配電設施規劃、需求管理、分散式發電等；提出可行且均衡的電源組合，並恢復核電使用，也力求適當的再生能源規劃。

二、韓國淨零與能源政策進展

韓國 2020 年 10 月宣示 2050 碳中和目標，2021 年 9 月頒布《碳中和基本法》將碳中和目標入法，之後陸續公布 2050 淨零排放相關政策文件。2021 年 10 月 27 日召開的國務會議上決定提升 2030 年國家自主貢獻(NDC)目標，並將 2030 年 NDC 目標視作 2050 年碳中和的階段性目標。文在寅政府於任期中推動能源轉型、綠色新政、碳中和目標入法和修改《新及再生能源開發，利用和推廣促進法》等作為，並於任期後期提出能源、工業、交通和建築部門的碳中和戰略與願景，開啟韓國整體 2050 碳中和的規劃任務。

然 2022 年 5 月韓國總統大選後，其政黨進行輪替，尹錫悅新政府上任後宣布能源政策方向將大幅調整，最受矚目的差異在於新政府主張發展核電，並宣佈將恢復新韓蔚 3 號和 4 號核能機組的建設、延役屆齡除役機組、發展核電出口產業與研發新一代核能技術等政策。新政府宣示韓國電力未來 15 年將以增核、減煤、展綠邁進，然過程中，民間呼籲新政府透過立法以及在計畫中納入燃煤電廠提前除役，落實減煤政策方向。

三、第十次長期電力供需基本計畫

(一)電力計畫推動過程

根據韓國電業法第 25 條及其施行令第 15 條之規定，每 2 年需提出未來 15 年長期電力規劃，從 2002 年《第一次長期電力供需基本計畫》公布至此，共已制定 10 次電力基本計畫(韓國產業通商資源部，2023)；此次推動計畫早於 2021 年 12 月即展開，包含產業通商資源部與民間專家共同籌組委員會，在委員會下劃設 3 個分科委員會，3 個分科委員會下再設立 6 個工作小組，相關組織說明如下。

表 1 第十次長期電力基本計畫委員會組成

電力基本計畫-總體委員會(24 名)						
需求分科委員會(28 名)		設施分科委員會(51 名)				濟州供給分科委員會 (10 名)
需求展望小組(15 名)	需求管理小組(13 名)	可靠度小組(10 名)	電力政策小組(14 名)	分散式/可再生能源小組(16 名)	電力系統小組(11 名)	

資料來源：本計畫繪製。

2021 年 12 月成立委員會後，歷經總體委員會、分科委員會、工作小組會議共 45 次，最終於 2022 年 8 月召開新聞發布會議，將電力計畫基本方向對外公布，並尋求民間意見；2022 年 9-11 月間，產業通商資源部與環境部進行環境影響評估，以及進入碳中和綠色成長委員會之討論，最終於 2022 年 11 月進行公開聽證會，再次收集外部意見。

(二)電力計畫基本方向

2020 年韓國宣示 2050 實現碳中和，爾後針對聯合國提交《2050 碳中和推動戰略》，亦於國內啟動「碳中和委員會」，公布《韓國新政》、2050 達碳中和三種情境、修正 NDC 目標，並完成碳中和綠色成長法等一連串行政程序；然韓國 2022 年經歷政黨輪替，前總統文在寅於

2020 年拍板之《第九次長期電力供需基本計畫》，與現今公布之電力政策方向大幅度轉變，以下將就兩次計畫之差異進行說明。

韓國產業通商資源部，於 2022 年 8 月公告《第十次長期電力供需基本計畫》(草案)後，歷經戰略環境影響評估、跨部門協商、公開聽證會及國會常務委員會報告等程序；最終於 2023 年 1 月 11 日，由電力政策委員會決議，正式對外公布《第十次長期電力供需基本計畫》。依據第十次計畫內容，首要以穩定國內電力供應作為主要核心目標，綜合考量經濟發展、環境影響、能源安全等因素，建構完善的電力供需規劃，並透過強化電網、整頓電力市場等策略，以奠基國家電力供需發展方向。

然而 2020 年公布之第九次計畫，核心目標為實現文在寅前總統之能源轉型路徑，大力擴張再生能源發展，並逐步減少核能與燃煤發電占比；與第九次計畫最大差異之處，本次版本執行重點在於打造均衡且可行的電力組合為主要策略，其中強調核能使用，大幅調升核電發電占比，並適度調降再生能源。以下將就 (1) 需求面管理發電、(2) 輸配電設施規劃、(3) 分散式發電、(4) 溫室氣體排放目標達成方案等內容，進行說明。

表 2 韓國歷次長期電力供需基本計畫比較說明

《第九次長期電力供需基本計畫》	《第十次長期電力供需基本計畫》
2020 年公布	2023 年公布
逐步減少核能與燃煤發電 以分散式再生能源為主的能源轉型	可行且均衡的電力規劃 重新使用核能發電 規劃適當且可行之再生能源

資料來源：本研究彙整

(三)電力計畫-需求端

1. 模型說明

《第十次長期電力供需基本計畫》(韓國產業通商資源部, 2022)本次計畫採用與第七次至第九次計畫相同的電力負載預測模型, 同時運用電力模型與總體經濟模型, 根據全球 180 個國家電力需求數據分析結果, 並考量 GDP 和電價變化預測分析韓國電力需求; 此外, 在總體經濟模型上, 採用總體能源需求和相對電價進行分析, 並反應經濟、人口等社會變化導致的電力消費結構轉變; 另也以時間序列模型, 在未來電力需求依循過往電力數據趨勢和模式下, 進行分析, 以保持相關預測的一致性。

此外電氣化的需求預測上, 使用 GCAM-KAIST 模型, 進行工業、運輸和建築電氣化需求下, 考量相關不確定性因素; 另也將第四次工業革命視為影響需求面之主要驅動力。

2. 需求面預測

整體邏輯

考量到韓國電力公司(KEPCO)的太陽能購電協議(Power Purchase Agreement, PPA)增加對電力需求波動的影響, 尖峰負載的預測從「電力市場」擴展到整體「電力系統」, 即包含電力市場和 KEPCO PPA。整體運算公式如下:

	需求基線 (模型預測+電氣化+第四次工業革命)	-	需求管理 (節能量)	=	目標需求 (節能後)
2030 年	119.8 GW		10.5 GW		109.3 GW
2036 年	135.6 GW		17.7 GW		118.0 GW

基線(BAU)

整體而言, 韓國需求基線預計將受迅速成長的電氣化和數據中心需求所影響, 至 2036 年基準電力需求將達 135.6 GW。

需求管理(節能量)與目標需求(節能後)

本次計畫較第 9 次計畫強化了需求管理目標。需求管理截至本次計畫最終年(2036 年)預計能為尖峰負載減少了 17.7GW，約基準需求的 13.0%。相當於節省 105.7 TWh 電力消費量，約基準需求的 15.0%。從基準需求中扣除需求管理成效，預計 2036 年電力需求尖峰負載落在 118.0 GW。

第 10 次計畫將加強能效提升和負載管理，運用智慧電表和能源管理系統等數位技術手段，以及增加能源獎勵金等激勵計畫推動相關節能措施。

(四)電力計畫-供給端

韓國備用容量，須確保電力供給容量充足，並納入對需求預測的誤差，及可能產生的供給延遲，其所對應的備用容量率標準為 22%。

$$\text{備用容量率(\%)} = \frac{\text{裝置容量}-\text{尖峰負載}}{\text{尖峰負載}} \times 100\%$$

第 10 次計畫在供給端以可行和均衡原則規劃電力配比。到 2036 年，韓國穩定供電將需要 143.9 GW 的總裝置容量，以滿足尖峰負載 118.0 GW 與 22% 備用容量率(韓國產業通商資源部，2022)。

發電設備現況調查盤點，針對運行中、建設中和待除役的各機組設施，發現 2036 年總裝置容量目前僅 142.2 GW，仍有 1.7 GW 的缺口，需建設新設施來填補(不考量濟州地區的供電)。新電廠建設須考量發電技術開發與社會接受度，此缺口將在下一次電力供需基本計畫中決定。

表 3 2036 年燃料別發電裝置容量變化

燃料別	2022 年	2036 年	說明
核能發電	24.7 GW	31.7 GW	延役既有機組和新建機組
燃煤發電	38.1 GW	27.1 GW	2036 年前除役 28 個機組(目前有 58 個)
燃氣發電	41.3 GW	64.6 GW	反映燃煤機組替代為燃氣機組
再生能源	29.2 GW	108.3 GW	反映現實的再生能源供應

資料來源：本研究繪製

在發電設施方面，韓國將擴大核電、燃氣和再生能源，並減少燃煤，實現穩定的電力供需。在安全前提下，第 10 次計畫反映了核電機組延役與新韓蔚 3 號和 4 號機組復工，認為擴大核電是以符合經濟效益的方式提供民眾電力。本次計畫將持續推動以燃氣機組替代燃煤機組，與第 9 次計畫相比，增加了東海 1 號和 2 號機組，以及唐津 5 號和 6 號機組的替代規劃，預計至 2036 年共替代 28 座燃煤機組。韓國也將考量可行性擴展再生能源，分階段推動再生能源供給和設施投資。

為了讓再生能源順利成為中長期主要電力來源之一，本次計畫重點放在其穩定供需的基礎準備上。與第 9 次計畫相比，本次計畫考量了業者意見、風力擴大必要性及現今普及條件後，將 2030 年再生能源發電占比自 20.8% 提升到 21.6%。前任政府執政 5 年期間，再生能源設施裝置容量年均增加 3.5 GW。達成 2030 年 21.6% 占比目標，每年須新增 5.3 GW，韓國政府視此為相當具有挑戰性的目標。

再生能源發展將擴大風力開發，推動太陽光電和風力的均衡供給。2021 年，太陽光電和風力的裝置容量占比分別為 92% 與 8%，根據第 10 次計畫的規劃，2036 年此比例將改為 66% 與 34%。且為了因應再生能源波動性，預計須投入 29~45 兆韓元（相當於新台幣 0.68—1.06 兆元）於 26.3 GW 的備用容量設施上。

韓國 2036 年的電力展望中，為核電與再生能源發電占比皆超過 30%，此電力預測規劃是基於電力需求、核電廠持續運行、再生能源普及速度、電力系統限制、燃料採購等因素影響，仍存在相當大的變動性。第 10 次計畫期間，核電與再生能源發電量將增加，燃煤和燃氣將因除役和氫氨混燒等原因有望減少。本次計畫與 2030 NDC 上調案相比，下調了再生能源占比，並提高核電占比。對此韓國政府表示第 10 次計畫並非意圖支持特定能源領域，而是運用核電反應能源安全需求。並且為了碳中和目標，積極利用核電和再生能源實現均衡的電力組合。

表 4 各發電能源別發電量及占比（單位:TWh）

年分	項目	核電	燃煤	燃氣	再生能源	氫氨	其他	加總
2020 年*	發電量	160.2	196.3	145.9	32.7	-	17.1	552.2
	占比	29.0%	35.6%	26.4%	5.9%	-	3.1%	100%
2030 年	發電量	201.7	122.5	142.4	134.1	13.0	8.1	621.8
	占比	32.4%	19.7%	22.9%	21.6%	2.1%	1.3%	100%
2036 年	發電量	230.7	95.9	62.3	204.4	47.4	26.6	667.3
	占比	34.6%	14.4%	9.3%	30.6%	7.1%	4.0%	100%

*韓國能源經濟研究所 2021 年全國發電量數據尚未公佈，檢索日期：2023 年 2 月 23 日。

資料來源：韓國產業通商資源部(2023)；韓國能源經濟研究所(2022)；本研究繪製。

四、溫室氣體排放目標達成方案

韓國政府指出 2030 年 NDC 目標，極具挑戰性，但預計電力部門將能實現此目標。在第 10 次計畫中，電力部門預計能於 2030 年達成碳排放減少至 1 億 4990 萬噸二氧化碳當量的 NDC 提升目標。此目標的縮減量為 2018 年的 44.4%，相當於電力部門減少 1 億 1970 萬噸二氧化碳排放。電力部門在穩定供電前提下，減碳策略短期內將透過限制燃煤機組運作，再進一步普及再生能源，擴大核電，除役老舊燃

煤機組，並引入氫氣混燒發電。

混燒發電規劃逐步達到燃氣機組與 50%氫氣混燒，燃煤機組與 20%的氫氣混燒。根據第 10 次計畫，細懸浮微粒污染預計也將大幅改善。與 2021 年相比，2030 年 PM2.5 濃度將減少 53%，2036 年減少 68%，硫氧化物、氮氧化物和灰塵總量將減少一半以上。

表 5 細懸浮微粒和空氣污染物排放預測 (單位:萬噸)

污 染 物	2021 年(實績)*	2030 年	2036 年
細懸浮微粒	1.4	0.7(52.9% ↓)	0.5(67.9% ↓)
硫氧化物	2.7	1.2(54.4% ↓)	0.8(69.8% ↓)
氮氧化物	4.5	2.4(46.3% ↓)	1.8(59.8% ↓)
灰塵	0.20	0.08(60.1% ↓)	0.05(75.5% ↓)

*PM2.5 = (0.345 × SO_x) + (0.079 × NO_x) + (0.66 × Dust)

五、 電力系統擴充與改善

為因應本次計畫，核電與再生能源電力供給規劃，提出電力系統擴充相關因應對策，包含擴大電網建設與投資、落實區域電網、推動分散式電力等計畫，以提早反應新建核電站及擴大再生能源發電設備之輸配電需求。而韓國產業通商資源部 2022 年 4 月公布之《電力系統革新計畫》，已針對電力長期需求規劃之電網建設，制定基本方針，如區域電力供需平衡的電網建設方案、導入電力系統影響評比機制，及分散特定地區電網建設等行動方案。

為因應東海岸地區新建的核電站（新韓蔚 3、4 號機組，停工中，預計 2023-2024 年復工）及已投入商轉之新韓蔚 1 號機組，與仍在興建中之新韓蔚 2 號機組，韓國於計畫中明示，規劃將擴大電網投資，推動輸配電線路建設與電網具彈性之營運方案，以穩定未來東海岸地區，因核能發電增加所造成的電網壓力。

目前韓國沿海地區大型電廠，通過長距離電網在首都圈等地進行輸配電作業，仍屬於集中式電力系統。為讓國家未來電力系統較具穩

定，且因再生能源發電持續成長趨勢，提出建立分散式能源業務、電力系統影響評估等方案，以擴大與穩定因再生能源裝置量增加之電網營運彈性。

為避免發電過於集中所造成電力系統壓力，針對分散式能源政策，也需考量分散選址制度，評估產業園區等大規模電力需求區域，落實推動地方電網建設、分散式能源投資及市場營運規範。後續也將依據計畫基本方針，制定長期輸配電設備計畫，預計於 2023 上半年由電氣委員會審議後公布(產業通商資源部中小企業創業委員會，2023)。

電力市場改善政策方面，為建立友善的電力供給制度，未來將引入再生能源價格競標市場（Price Bidding Pool）制度，開設低碳電力專用的電力交易市場，以實現電力市場多元化。為落實價格競標功能，將階段性滾動調整價格投標制制度，以活化目前僵固的電力交易市場，透過電力交易市場競標制度，保障再生能源長期供電穩定與提升再生能源投資誘因，價格競標市場制度擬規劃於 2023 年下半年開始施行，目標提升交易市場的自主性，提供各類再生能源需求端的多元選擇。

此外，為因應再生能源供電不穩定性問題，配合未來價格競標市場制度，將提出即時輔助服務市場方案，以更短的競標時間間隔（15 分鐘為單位），確保即時發電供給能符合實際價格，以協助每日電力供需平衡調節。濟州島因再生能源發電普及率較其它地區高，將優先規劃於 2023 年下半年首先推行。

六、 各方觀點與結語

韓國 2022 年歷經政黨輪替，攸關能源政策方向與規劃，備受外界矚目；尤其涉及核能使用與再生能源目標之電力長期基本計畫，也因在野黨與執政黨之間，對於核電機組建設與再生能源占比立場不一，而延遲對外公布。

但早於 2022 年第十次計畫對外公開時，即飽受外界質疑聲浪，來自 11 個民間團體和環保團體，同步聯合召開記者會，要求全面修

訂並開放討論第十次電力計畫，民間認為高放射性核廢料沒有解決且目前達到飽和的狀態下，核電延役與新建核電廠都涉及核能安全，顯然政府能源政策是嚴重倒退；此外，因應氣候變遷，燃煤與燃氣發電占比雖有下降，但 2030 年此兩種燃料別發電占比加總仍超過 40%，顯示溫室氣體排放將不可避免的增加。

能源產業勞工代表也於計畫定稿公布時回應，質疑計畫中並沒有提早關閉火力發電站及面對能源轉型下的轉型正義策略。而 2022 年 4 月因公正轉型議題，由環境和民間社會組織組成的「氣候正義聯盟」則認為，政府將透過危險且沒有核廢料對策的核能發電來減少溫室氣體，這是韓國未來面對電力自由化下，由政府官員、專家、電力市場事業者主導的暴力性規劃。長期關注燃煤發電議題的仁川地區環保團體，則批評第十次電力供需基本計畫沒有做到提早關閉永興電廠的承諾，第 10 次供需基本計畫全部 6 座機組將按計畫使用 30 年，也質疑尹錫悅政府是否有達成碳中和的決心。

此外，韓國電力產業中，對於核電目標持保留態度，認為核電建設超過 10 年，NDC 時間緊迫，核電占比超過 30% 目標，對於現階段的韓國而言，具高度挑戰性；而適當規劃的再生能源議題，也引發不小的討論，民間認為目前尹政府的再生能源規劃占比，落後全球趨勢，應提出更高占比的再生能源才可能促使國內企業在滿足 RE100 的同時，確保再生能源的價格競爭力。

然各方立場皆有其論述表態，韓國尹政府仍持續以核電出口作為振興國家經濟的一種手段，韓國環境部更於 2022 年 12 月 23 日核定「綠色分類指南」清單(韓國環境部，2022)，確認核電新建與運行納入清單中「轉型部門」，與溫室氣體減量和安全環保改善相關的核電技術研究、開發與示範則納入「綠色部門」，並於 2023 年 1 月正式實施，後續環境部也將出版「韓國綠色分類指南手冊」推廣指南，加強產業對指南的理解與應用，為綠色金融奠定制度基礎。

七、 參考資料

1. 韓國產業通商資源部 (2023)，第 10 次電力供需基本計劃。
2. 韓國產業通商資源部 (2021)，《電力系統創新計畫》，
<https://reurl.cc/DdyVMe>。
3. 韓國產業通商資源部中小企業創業委員會(2023)，分散式能源活化法案，<https://reurl.cc/1exqoX>。
4. 韓國能源經濟研究所(2022)，韓國能源統計年報。
5. 韓國環境部(2022)，韓國綠色分類指南（K-Taxonomy）。