

燃氣混氫 + 燃煤混氨

共創淨零轉型新契機

文、圖／編輯部



興達電廠燃氣複循環發電機組為西門子能源公司設計製造，借重該公司於混燒氫氣技術的國際實績經驗，讓既有 1 部氣渦輪機組經過原廠升級改造後，可導入低碳氫氣混燒功能。

去 (111) 年 12 月，政府宣布淨零轉型 12 項關鍵戰略行動計畫，由科技研發及氣候治為基礎，配合能源、產業、生活、社會四大轉型策略，落實 12 項關鍵戰略包括風電 / 光能、氫能、前瞻能源、電力系統與儲能、節能、探捕捉利用及封存、運具電動化及無碳化、資源循環零廢棄、自然碳匯、淨零綠生活、綠色金融及公正轉型等項目，達成西元 2050 年淨零轉型目標。

淨零碳排已成為全球共識，舉目先進國家碳排量最大宗多來自於能源、製造及運輸部門，也為減排部門重中之重。電力事業歸屬於能源部門，台電公司針對政府擬定的淨零碳排路徑時程，已設定短、中、長期目標，並從三大面向著手。

首先是西元 2030 年的階段性目標，預計投入 9,000 億預算，涵蓋再生能源及氫能、電網及儲能、低碳及負碳技術、節

能及鍋爐汰換、運具電動化、資源循環、森林碳匯、淨零生活等項目。

其中國內目前主力發電系統以火力為大宗，火力發電使用的燃料如燃煤、煤氣、燃油等被視為最主要的排碳源，改善火力發電過程的碳排量是首要之務，故減少碳排的關鍵即提高再生能源發電占比、減煤增氣、發展碳捕捉及封存技術。其中，燃煤及燃氣發電又可再以替代燃料，如氫、

氨、生質能取代，進一步減少碳排放。

依據國際技術評估，氫因熱值較天然氣高，且無碳的分子特性，是替代傳統化石燃料最佳可行方案。

目前國際上降低火力發電碳排放量的技術，以混燒氫、氨替代傳統天然氣、燃煤為主流。然因氫分子密度低與臨界溫度低 (液化溫度為零下 252.8°C)，依照現有相關儲存技術、輸送技術皆有需要克服的部分。故東亞主要燃料進口國如韓國、日本，發展將氫化學重組為氨，並與熱值接近之燃煤混燒之技術，以氨作為氫的載體，以現行燃料輸儲技術將較為可行。

上述所提燃氣混氫 (氫能發電)、燃煤混氫，都是在新能源解決方案下的相關因應，氫能發電未來發展除涉及本身機組混燒技術之成熟度外，亦涉及燃料供應鏈相關技術之配合。比較歐、美、日做法，可發現天然資源和地理位置是混燒氨或氫的關鍵選擇條件。因此台電將併同考量未來機組混燒技術與國際氫供應鏈技術進展，評估自主或與中油、國際廠商合作投入相關基礎建設與洽商燃料進口之可行性。

另就無碳氫之生產端，國際主要採藍氫 (由化石原料如甲烷採蒸氣重組為氫氣，並採 CCUS 固碳) 與綠氫 (由水透過電解法製氫) 之製程。現行主要以藍氫為主，未來再生能源占比逐步提升，電解相關製程生產成本降低後，將逐步改由綠氫取代。

台電亦將視未來再生能源之發展，評估綠能供給過剩後，餘電製氫之可行性，同時預備儲能準備，為整體電力系統穩定提供支持。

去(111)年4月，台電與西門子能源公司(Siemens Energy Limited)簽訂「燃氣混氫技術合作備忘錄」，11月則與日本三菱重工(みつびしじゅうこうぎょう)、三菱商事(みつびししょうじ)集團簽署「燃煤混氫技術合作備忘錄」。前者將於興達發電廠既有燃氣機組推動混氫示範計畫，後者則會在林口發電廠展開燃煤混氫發電計畫，預計在西元2025年達混氫5%發電示範、2030年前達成燃煤混氫5%的里程碑，未來將針對技術發展狀態，逐步推行至國內其他燃氣、燃煤電廠，加快電力減碳步伐。

化學與環境研究室於台電對外的混



台電攜手日本三菱重工與三菱商事集團，於林口電廠推動混氫示範計畫，目標西元2030年前達燃煤混氫5%發電，以初期每日混燒1小時計算，屆時每年將減少9000噸碳排放量。

氫及混氫技術合作，提供了扎實的背景研究與相關的學術支持。以氫和氫做為替代燃料的技術，原因之一是氫的熱值和煤相近能用1:1的方式混燒；氫的熱值雖較天然氣高但密度低，同體積下氫的熱值較天然氣低，但同為氣體即可做不同比例的混燒。而最重要的關鍵是氫和氫分子中都沒有碳分子，混燒發電的過程即可減少碳排放量。另一方面，台電仍有不少前期作業，包含檢視現有設備、現有輸送管路及閥件，以及新購機組是否符合需求。在化學與環境研究室的前期研究及實驗下，讓這些科技在大幅度推廣前可視臺灣的情形加以調整，確保執行時的合理與安全性。

此外，韓國自西元2026年起也可要求電網營運商於天然氣管線內混入20%的氫氣。儘管氫氣被譽為能源救星，但在運輸及儲存上仍有諸多挑戰待克服。例

如在運輸上，為了載送更多氫氣，通常會將氫氣加壓液化以縮小體積，然而，氫液化的溫度須達零下252.8°C，在維持低溫暨持續重複加壓下，將造成部份氫氣損失及能耗的增加。此外，氫氣具易燃性，加上其分子小，容易鑽入輸送管線或儲氫瓶等設備，故存輸上必須採用特殊材料以避免斷裂及爆炸現象。由於氫能技術尚未發展成熟，也因此催生出第二種替代能源—氨氣。



由台電總經理王耀庭(右2)與日本三菱重工能源電力事業部執行長土師·俊幸(左2)、三菱商事次世代燃料石油事業部總經理羽場·広樹(右1)、三菱商事機械總經理兼執行長中島·拓(左1)共同簽署「混氫技術合作備忘錄(MOU)」。

氨氣即俗稱的阿摩尼亞(Ammonia)，泛用於化學肥料，因其燃燒後無碳排放又不易爆炸，相較於氫氣，在儲運安全性上更具有優勢。氨氣是由氫氣和氮氣反應製成，延續前面所提及的藍綠氫製造原理，使用藍氫製成的氨氣，稱為「藍氨」；使用綠氫製成的氨氣，則稱為「綠氨」。氨氣的熱值因與煤接近，能夠與煤共同混燒，是另一種可取代燃煤發電的新興燃料。有鑑於亞洲地區的燃煤電廠占比高，氨氣的市場需求潛力不容小覷，日本積極發展煤氫混燒技術商業化，預計在西元2050年，對氨氣的年需求量將從目前的100萬噸提高至3,000萬噸。日本此舉不僅吸引東南亞諸國相繼前往取經，其他國家也紛紛效仿日本投入煤氫混燒計畫，例如韓國政府希望到西元2040年，國內半數以上的燃煤電廠能施行20%的混氫燃燒；印度的電力生產商也開始著手評估旗下電廠採用燃煤混



台電總經理王耀庭(右)與西門子能源公司臺灣董事總經理John Kilpack(左)簽署「混氫技術合作備忘錄(MOU)」。

氫的可行性。

而隨著氨氣的需求增加，可能導致既有應用氨氣的產業如農業、肥料業等供需失衡。因此，有部分專家認為，氨氣只是在達成最終氫能社會目標前的過渡方案。無論如何，氫能能源的潮流就連石油輸出大國—沙烏地阿拉伯(Kingdom of Saudi Arabia)也加入行列。早在西元2020年，沙烏地阿美公司(Saudi Aramco)與沙比克農業化肥公司(SABIC Agri-Nutrients Co.)便運送全球首批藍氫至日本，作為發電廠的燃料，西元2022年更宣布獲得世界上第一個生產藍氫及藍氨的獨立認證。這不僅是開發潔淨能源的重要里程碑，也加速鼓勵各界攜手邁向西元2050淨零碳排的目標。

當全世界都在力拚電力轉型的此刻，台電也希望跟緊世界的腳步，攜手各個產業，達成淨零目標。