

氢能系統的電源選擇

技服中心 / 藍華
hank@meanwell.eu

1. 前言

二氧化碳造成的全球暖化與極端氣候現象，淨零碳排放早已是各國努力的目標。在石化燃料的替代方案中，氫氣能源受到廣泛關注，主要是零碳排放的綠色氫能源在再生能源、工業與交通運輸領域有著極大的應用機會。因此，氫能源被視為解決能源議題的重點方案之一。

2. 氫氣種類介紹

氫原子存在常見的化合物中，例如常見的水、甲烷、乙醇等。想要利用氫能發電，就要先將氫從這些化合物中分離出來，而目前有電解法與蒸氣重組法兩種製氫技術，根據製氫方式與碳排放量可分為灰氫、藍氫與綠氫。**灰氫**為最常見的氫氣製作方式，製氫原料為煤炭、石油與天然氣等石化燃料，透過化學反應轉化出氫氣，成本相對來說較低，但同時也會排放大量二氧化碳。**藍氫**與灰氫一樣，同為利用石化燃料產生氫氣，其加入碳捕捉程序，將產出的二氧化碳封存，降低二氧化碳排放。**綠氫**為利用再生能源將水電解後產生氫氣，過程中幾乎不會產生碳排放量，是最環保的氫氣製造方式。

3. 電解製氫與燃料電池介紹

氫能領域可分為電解製氫與燃料電池應用，常用的電解製氫技術有[1-2]:

1). 質子交換膜電解法(Polymer electrolyte membrane electrolysis, PEM-EL): 使用固態的酸性聚合膜做為電解質，水在陽極電解成氫離子與氧氣並放出電子；氫離子經質子交換膜遷移至陰極與外部迴路傳導而來的電子結合產生氫氣。此技術因具高電流密度特性而有高電解效率優勢。PEM 電解槽的終端電池電壓範圍為 1.8 V 至 2.5 V。

2). 鹼性電解法(Alkaline electrolysis, A-EL): 鹼性電解法使用氫氧化鉀做為電解液，氫氧根離子經多孔傳導膜遷移至陽極，進行氧化反應釋出電子產生氧；水則在陰極電解成氫離子與氫氧根離子，並接受電子而析出

氫。目前為大型電解製氫系統主要採用。AEL 電解槽的終端電池電壓範圍為 1.4 V 至 3.0V。

3). 陰離子交換膜 (AEM-EL)：此電解槽將鹼性電解槽的低成本與 PEM 的簡單、高效相結合。使用非貴金屬催化劑、無鈦部件，和 PEM 一樣能在壓力差下運行，目前 AEM 存在化學、機械穩定性的問題，AEM 傳導性低，催化動力學慢和電極結構較差而影響 AEM 的性能。AEM 電解槽的終端電池電壓範圍為 1.4 V 至 2.0 V。

4). 固態氧化物電解法(Solid oxide electrolysis, HT-EL): 使用具傳導氧離子之陶瓷材料做為電解質，水以蒸氣的形式進入電解槽，在陰極電解成氫離子與氧離子，氫離子接受外部迴路傳導而來的電子生成氫氣，此電解法必須操作於高溫環境(700~1000°C)。SOEC 電解槽的終端電池電壓範圍為 1.0 V 至 1.5V。

目前電解電堆模組多為客製化與往高功率發展。圖 1 為電解電堆結構圖，舉例一個終端電池為 2V，串聯 48 個形成一個 96V 電堆，就需要以直流 96V 供電進行電解；因此，電堆長度越長就要施加更高的電壓，電堆並聯數與面積越大代表要以更高電流來進行電解製氫。

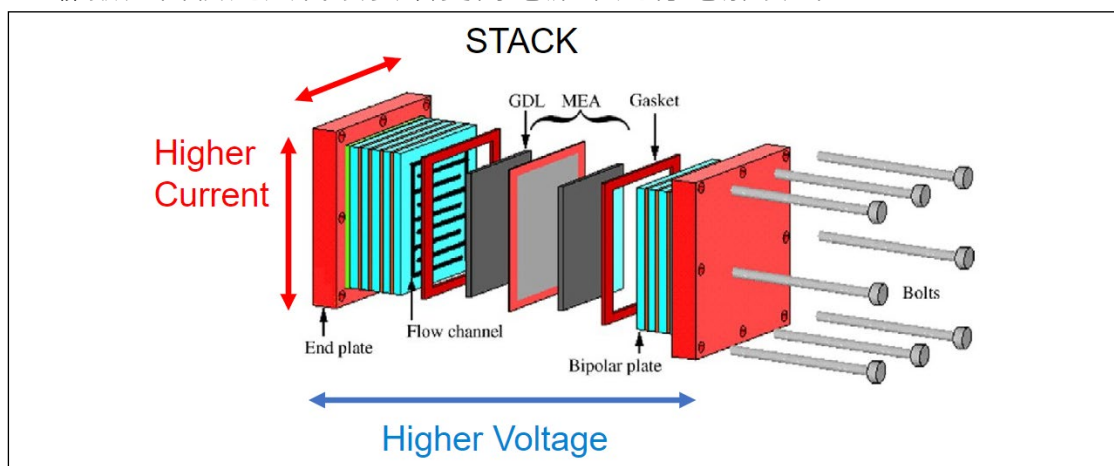
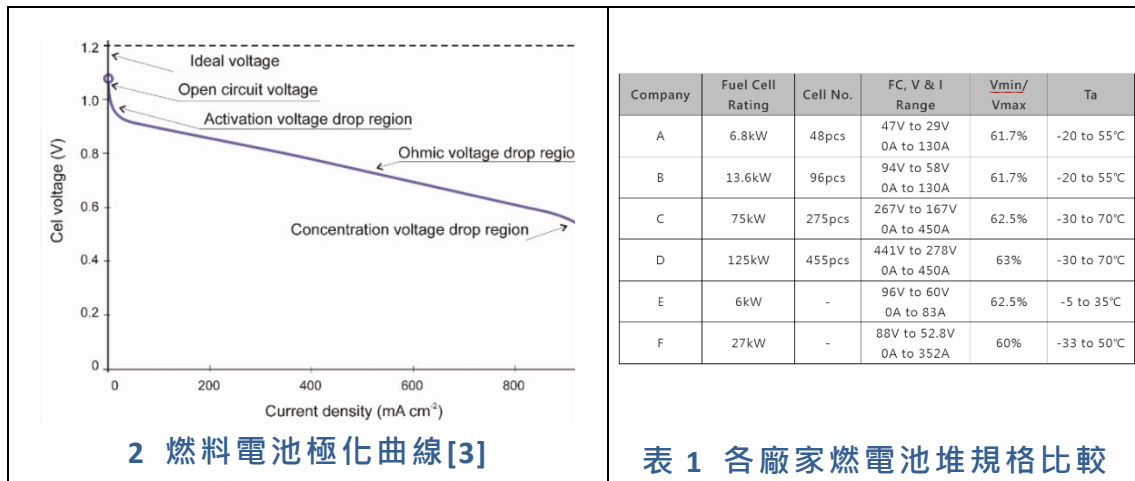


圖 1 電解電堆結構圖

水電解後產生的氫會經由儲氫桶運送或管線傳送到應用場合，目前最為廣泛應用的是燃料電池。燃料電池堆由多個極板和薄膜組成，加入氫氣與氧氣後，由化學能轉換成電能使用。燃料電池產生 1V 左右的典型電壓。這些電池的堆疊會形成更高的可用電壓，目前燃料電池堆也多為客製化設計以因應各場合應用。燃料電池種類有磷酸燃料電池(PAFC)、熔融碳酸鹽燃料電池(MCFC)、鹼性燃料電池(AFC)與質子交換膜(PEM)電池。

圖 2 為燃料電池極化曲線[3]，隨著電流增加，第一個電壓下降代表細胞活化損失；第二部分代表內阻造成的電壓損失，第三部分代表氣體輸送或濃度損失造成的電壓降。表 1 為各廠家燃料電池堆規格比較，燃料電池堆特性為電壓隨著工作電流增加而下降；電池堆疊越多，燃料電池功率越高。



4. 氫能系統與電源需求

圖 3 為氫能系統與電源需求[4]，可分為電解槽電源與燃料電池電源兩個應用領域。電解槽電源可由併網交流-直流轉換器、風力渦輪機交流-直流轉換器、太陽能直流-直流轉換器與電池直流-直流轉換器轉換電能進行電解製氫。燃料電池發電後可透過直流-直流轉換器或直流-交流逆變器供電給負載端。在電解電源選用上需使用定電流與可編程電流控制；在燃料電池電源選用上著重寬輸入電壓範圍且需留意電堆電壓會隨著壽命老化而升高現象。

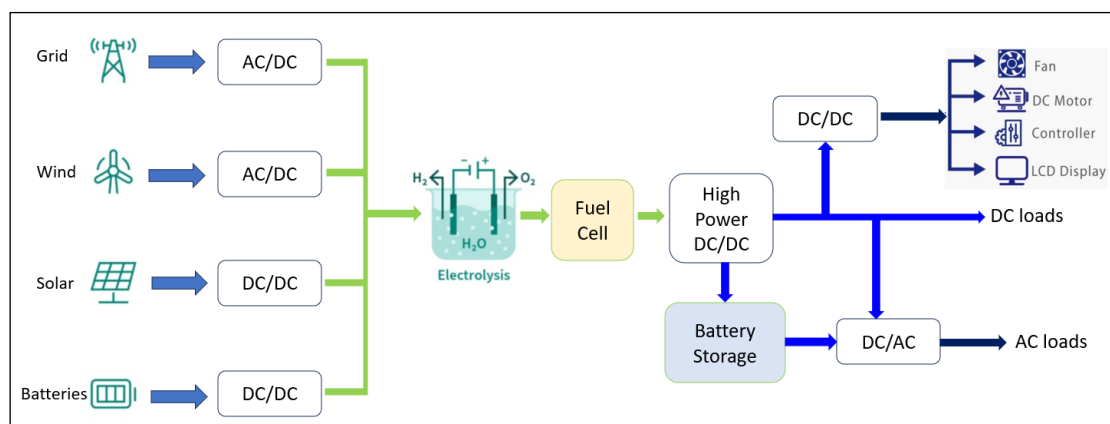


圖 3 氫能系統與電源需求

明緯電源供應器的特色為單一機型具有多個不同電壓伏特數與寬電壓範圍電源設計以因應市場應用需求，使用者可以透過通訊介面或外加電壓方式來實現可編程的輸出電壓(PV)與可編程的輸出電流(PC)控制。在電解製氫之電源供應器的選用上則可分為模組式電源與集中式系統電源供電。圖 4 為模組式電源應用於電解製氫，以明緯交流-直流電源產品 DPU-3200 系列與 PHP-3500 系列為例，可使用單一電源供應器對應一電解槽形成一個模組，模組式電源提供更多靈活度讓使用者可依系統功率或配置需求來選擇要多個獨立模組或多個並聯模組的方式應用在高功率電解製氫。

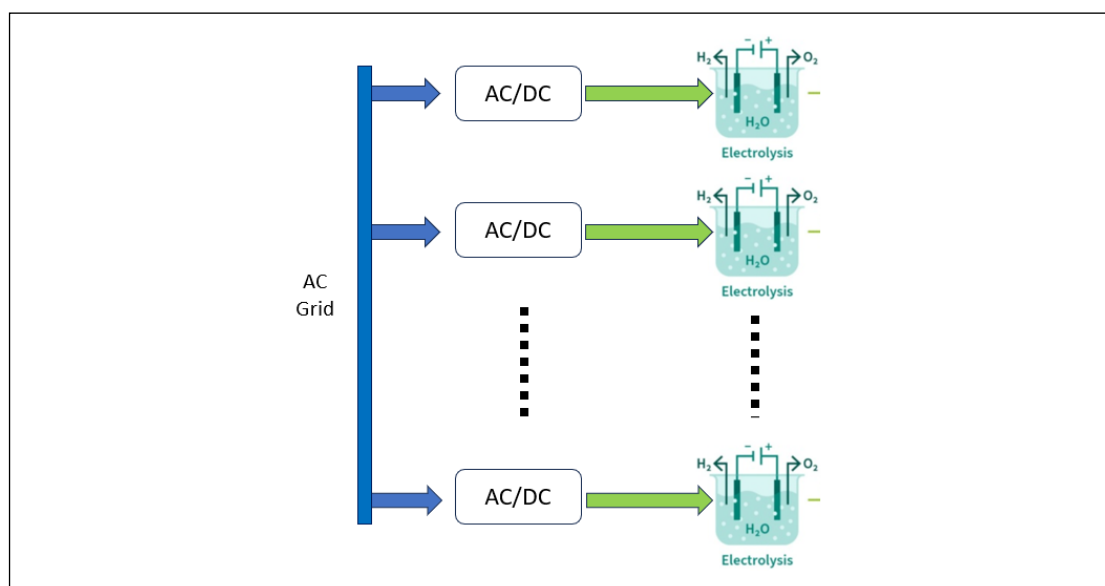


圖 4 模組式電源應用於電解製氫

圖 5 為集中式系統電源應用於電解製氫，以 NCP-3200 系列與 SHP-30K 系列交流-直流電源供應器為例可分為單相 AC 與 3 相 AC 輸入兩個方案：

#1: 單相 AC → NCP-3200 系列電源 + DHP-1UT-B(HV)機架 +

控制單元 CMU2C + 系統櫃

#2: 3 相 AC → SHP-30K 系列電源 + 控制單元 CMU2C + 系統櫃

這兩款明緯(3+N)集中式系統電源配置皆可支持高於 300KW，同樣可依廠房需求配置多個集中式系統電源達到多個高功率電解槽製氫。彙整表 2 為明緯交流-直流電源電解製氫解決方案。

模組式電源			
#1: 3200W 單相 AC 輸入		#2: 3500W 單相 AC 輸入	
DPU-3200 系列		PHP-3500 系列	
	DC 輸出: 24V, 48V		DC 輸出: 24V, 48V, 115V, 230V, 380V
集中式系統電源			
#1: 最高 320KW 系統電源; DC 輸出: 24, 48, 380VDC; 單相 AC 輸入			
NCP-3200 系列	DHP-1UT-B (HV)	CMU2	19" 機櫃式電源
			
#2: Max. 360KW 系統電源; DC 輸出: 55, 115, 230, 380VDC; 三相 AC 輸入			
SHP-30K 系列		CMU2	19"機櫃式電源
			

表 2 明緯交流-直流電源電解製氫解決方案

5

系統電源，以調整電流輸出達到最佳的電解效果。

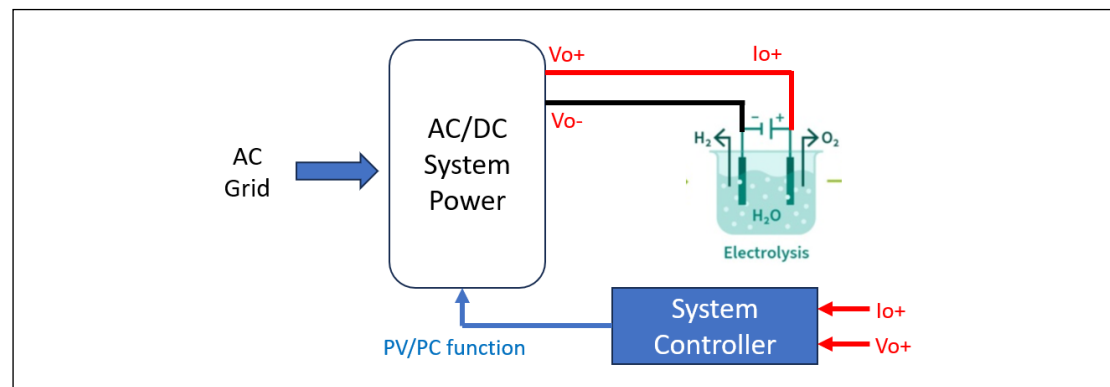


圖 6 氢能電解電源範例

燃料電池電源範例如圖 7，燃料電池堆特性為寬電壓範圍，各廠家設計的燃料電池堆電壓範圍不同。因此，以明緯寬電壓範圍直流-直流電源供應器 DDRH 系列為例，燃料電池產生的電能會透過 DDRH 系列高壓直流-直流轉換器轉成低壓給各負載如風扇、直流馬達、控制器與 LCD 顯示器使用。

一般燃料電池系統也會搭配另一高功率直流-直流轉換器，將燃料電池電能儲能在另一備用電池儲能系統，以供給其他直流負載使用。明緯準備推出的新產品高功率直流-交流雙向逆變器與充電器二合一設計 NTN-5K 系列凸顯出優勢，直流-交流逆變器寬廣的直流輸入電壓範圍可適用在燃料電池，將直流電轉成交流電，也可透過輸入直流側串並聯搭配輸出交流側並聯支持單相交流或 3 相交流 30KW 系統應用。表 3 彙整明緯直流-直流與雙向直流-交流電源燃料電池解決方案。

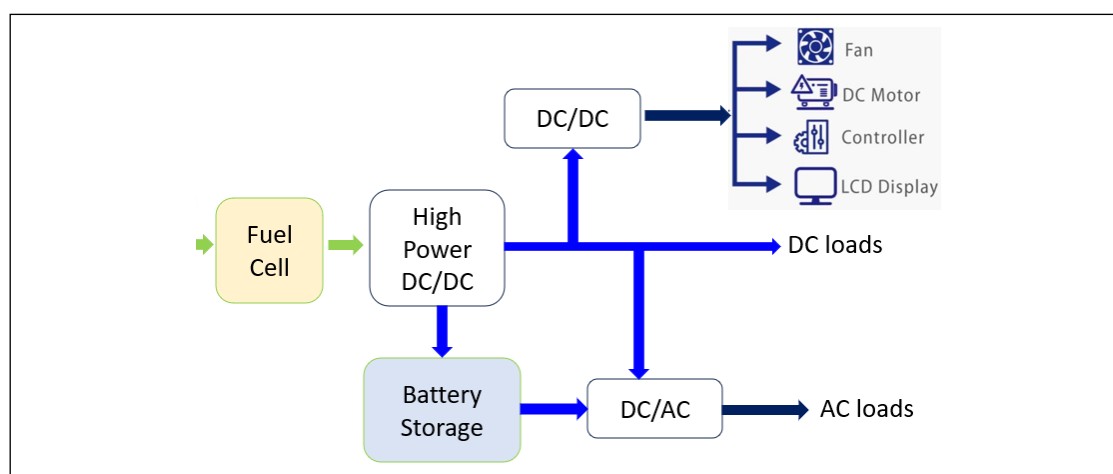


圖 7 燃料電池電源範例

直流-直流 電源轉換器	DDRH 系列	DDRH-240 系列 	<ul style="list-style-type: none"> • DC 輸入: 250-1500V • DC 輸出: 12V, 24V, 32V, 48V • 4 台並聯應用
	SD 系列	SD-1000 系列 	<ul style="list-style-type: none"> • DC 輸入: 19-72V or 72-144V • DC 輸出: 12V, 24V, 48V
雙向 直流-交流 電源轉換器	NTN 系列	NTN-5K 系列 (開發中) 	<ul style="list-style-type: none"> • DC 輸入: 20-33V, 40-66V, 280-430V • AC 輸出: 200-240VAC • 離網型

※ 更多訊息，請參考 [明緯線上展覽館](#)

表 3 明緯直流-直流與雙向直流-交流電源燃料電池解決方案

5. 結論

明緯電源供應器的特色為單一機型具有多個不同電壓伏特數與寬電壓範圍電源設計以因應市場應用需求，使用者可以透過通訊介面或外加電壓方式來實現可編程的輸出電壓(PV)與可編程的輸出電流(PC)控制。圖 8 為氢能系統與明緯電源應用搭配，明緯電源供應器已布局了交流-直流模組式與 3+N 產品組合式系統電源產品在電解製氫領域，最高可提供 510KW。直流-直流電源供應器產品可提供 2KW 與交直流雙向電源最高可提供 220KW、逆變器最高可提供 90KW 在燃料電池領域應用，目前可依客戶在氢能電解與燃料電池以及再生能源領域應用需求提供更多電源解決方案。

相關產品與應用需求可直接聯繫明緯業務或技術人員，也請持續關注明緯線上展覽館相關產品與解決方案線上課程。

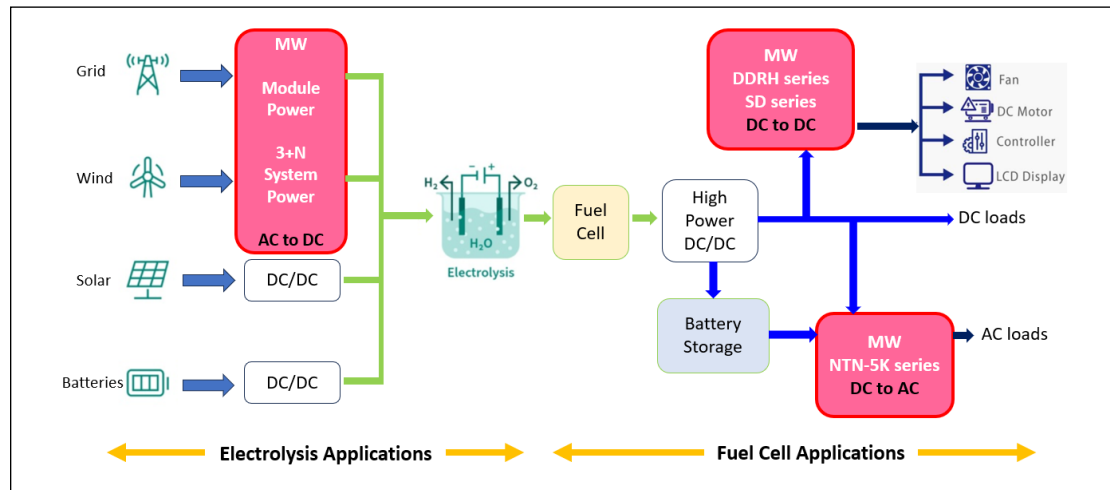


圖 8 氫能系統與明緯電源應用

參考文獻:

- [1] 經濟部能源署，再生能源電解產氫之技術發展狀況。
- [2] 太原麗子，電解產氫技術簡介及日本發展現況研析。
- [3] H. E. A, A. C, C. S, A. P. N and E. G."Thermal and Electrical Parameter Identification of a Proton Exchange Membrane Fuel Cell Using Genetic Algorithm", 2018.
- [4] Hydrogen Technology Expo Europe 2023.

