

電網用電化學儲能市場發展趨勢分析

作者：鄭婉真

委託單位：經濟部技術處

執行單位：財團法人工業技術研究院
產業經濟與趨勢研究中心

中華民國 101 年 10 月

摘要

隨著各國再生能源佔電網發電比重逐年增加，對電網穩定帶來衝擊，衍生電網儲能需求。為求再生能源導入後的電網穩定、發電成本最適化、擴大服務項目，以及減緩電網更新投資，不論是發、輸、配電及用電端都創造儲能產品的需求。期望儲能成為電網系統，或是家庭用電的必備互補品，為電廠帶來更大獲利，以及更合適的用電環境。

電化學儲能被視為具有發展潛力之技術，相關產品技術包括：鉛酸電池、鋰電池、鈉硫電池，以及 Flow 電池等，各式電化學儲能因為壽命、能量密度、設置成本、發電成本、轉換效率、未來成本下降潛力，以及未來壽命延長幅度等，適用於不同之情境市場。

1. 鈉硫電池，具有較高的能量密度、轉換效率可達約九成、耐用年限可達 15 年，唯使用高腐蝕的鈉以及硫，以及 300℃ 的反應溫度限制了所能夠使用的情境。
2. 鉛酸電池，現今最成熟的儲能技術，已有長久使用實績，唯壽命約 1 年，循環壽命少於 300 次，為未來發展最大限制。
3. Flow 電池，由於可逆的化學反應，循環使用次數多，以及設計彈性高為其最大之優勢，唯體積廣大、以及電極原料成本高，限制能夠使用的情境。
4. 鋰電池，已廣泛應用於 3C、並持續開發電動車應用，高達 95% 的轉換效率，以及體積小、重量輕等優勢，使用上享有更大彈性，唯成本是最大疑慮，能否有效降低，影響未來鋰電池在儲能市場的發展。

本研究針對此以上 4 種電化學儲能技術，針對各主要標竿國家投資，以及示範點設置規劃、佈建情況，並將各重點廠商發展資訊，進行

分析、歸納，以及整理，評估各項儲能技術的儲能容量、儲能成本、生命週期等條件，以了解未來發展機會。

本研究歸納儲能技術應用情境共有 5 種，包括：再生能源電網整合應用、負載攤平、商用服務、延緩輸配電投資，以及家用儲能，各個情境對儲能的需求有不同的原因：

1. 再生能源電網整合應用，包括風力發電以及太陽能光電電網整合應用，導入此二類型再生能源後對於電網穩定性產生衝擊，為維持電網穩定，儲能需求因應而生。
2. 負載攤平，傳統電力即發即用難以儲存，尖峰時段發電成本較高，離峰時較低，儲能可於離峰時進行儲能，於尖峰時應用，以平衡電力成本差異，使電網發電成本可得到妥善控制。
3. 商用服務，由於電力自由化讓電力業者追求發電成本最低化，將儲能應用於頻率調節，可提高電廠效率，達到電力業者獲利最大化。
4. 延緩輸配電投資，電網成熟且老舊的國家，由於面臨電力需求成長或是輸配電升級需求，應用儲能可延緩輸配電網投資。
5. 家用儲能，由於住宅太陽能光電設置率提高，期望達到住宅自發自用的比率，或是藉由儲能調配住宅太陽能光電發電應用於夜間時使用。

本研究藉由 4 大電化學儲能技術，以及儲能需求 5 大情境相互搭配，提出各式需求情境未來合適發展的儲能技術。

1. 再生能源電網整合應用，風力發電電網整合，由於風場發電量動輒數百 MW，且風力發電設備壽命長達 15~20 年，以 Flow 電池技術與之搭配性最高，其次則是 NAS；PV 電網整合，由於 PV 在產業、商用以及電廠發電量範圍廣泛數十 kW~數百 MW 均有，再者 PV 發電設備壽

- 命長達 20 年，NAS、鋰電池以及 Flow 各有所長，唯 NAS 發展受產能限制、鋰電池若能克服成本則潛力最大。
2. 負載攤平，由於應用於電廠，預計搭配儲能容量在 MW 等級，發電設備壽命長達數十年，且著重儲能維護的成本，NAS 以及 Flow 各有所長，唯 NAS 發展受產能限制。
 3. 商用服務，要求反應時間要快、以及儲能效率必需要相當高，鋰電池技術潛力相對高。
 4. 延緩輸配電投資，要求能否符合新增電量需求，以及配合其它設備的使用壽命外，以 NAS 的技術潛力最大，但若加以考量可移動性則鋰電池的發展潛力最大。
 5. 家用儲能，家庭設備 PV 主要有離網以及併網。離網系統主要考量成本、安全性，現階段以鉛酸電池最符合，未來鋰電池發展潛力較大；併網系統考量壽命、安全性、價格、轉換效率，現階段以鉛酸電池最符合，未來鋰電池發展潛力較大。

本研究提出之結論共有：再生能源發展帶動電網儲能需求、各式儲能技術，各有不同之發展方向以及需解決之課題、電網用電化學儲能發展驅力及阻力。對於我國相關業者未來在儲能產業的發展建議有：技術面上，我國除了鋰電池以外的儲能技術均較國際落後，若要發展可採行的做法為引進優勢技術、提升儲能材料、生產設備自製率等，市場面上，我國業者短期內應朝向海外對於家庭儲能發展具有政策支持以及補助提升之市場，如日本，熟悉當地政策，提供儲能解決方案，長期則持續觀測全球以及我國家庭儲能市場之發展，持續開發具有潛力之市場，開創我國發展儲能產業之機會。

目 錄

第一章	緒 論	1-1
第一節	研究目的	1-1
第二節	研究方法與研究範疇	1-3
第三節	研究架構	1-4
第四節	研究限制	1-6
第二章	電網用儲能需求分析	2-1
第一節	電網運作現況分析	2-1
第二節	再生能源發展對電網衝擊	2-5
第三節	導入儲能技術對電網的助益	2-16
第三章	電網用電化學儲能技術分析	3-1
第一節	電網用電化學電池技術分析	3-1
第二節	電網用電化學電池產業動向以及廠商分析	3-14
第三節	標竿廠商發展方向	3-22
第四節	各國電網用電化學電池技術發展分析	3-33
第四章	電網儲能需求情境分析	4-1
第一節	標竿國家電網儲能規劃	4-1
第二節	電網用儲能需求情境	4-22
第五章	電網用電化學儲能市場分析	5-1
第一節	電網用電化學儲能市場分析	5-1
第二節	電網用電化學電池驅力與阻力分析	5-7
第三節	電網用電化學儲能市場發展關鍵因素	5-9

第六章 結論與建議	6-1
第一節 電網用電化學儲能發展之機會	6-1
第二節 我國發展電網用電化學儲能市場之建議	6-6
參考文獻	7-1



圖目錄

圖 1-1	研究範疇	1-3
圖 1-2	研究架構	1-5
圖 2-1	不同季節的用電模式.....	2-2
圖 2-2	電網儲能需求發展	2-4
圖 2-3	再生能源投資金額	2-6
圖 2-4	歐盟各國再生能源佔比(%).....	2-8
圖 2-5	全球新增能源容量變化(GW).....	2-11
圖 2-6	全球再生能源新增能源容量變化(GW)	2-12
圖 2-7	風力發電容量變化	2-13
圖 2-8	再生能源增加對電網的衝擊	2-14
圖 2-9	電網能源負載電力分佈及儲能需求(假設風力變化 15%).....	2-17
圖 3-1	NAS 電池 Cell 結構圖	3-2
圖 3-2	flow 電池儲能系統	3-6
圖 3-3	A123 產品範圍	3-23
圖 3-4	A123 產品組合	3-24
圖 3-5	A123 EXT 鋰電池壽命測試	3-25
圖 3-6	NGK NAS 電池安全防範措施	3-28
圖 4-1	美國電網儲能發展戰略	4-3
圖 4-2	美國電網儲能建置實績	4-7
圖 4-3	再生能源搭配儲能示意圖	4-11
圖 4-4	日本電力供需發展戰略補助金額佔比.....	4-15
圖 4-5	中國大陸抽蓄發電站規劃	4-18

圖 4-6	電網儲能應用情境分析流程	4-23
圖 4-7	電網儲能應用情境示意圖	4-24
圖 4-8	電網儲能用途	4-24
圖 4-9	電網用電化學潛力市場分析流程圖	4-26
圖 4-10	風機累計安裝量	4-29
圖 4-11	2011、2016 年全球各洲風機累計安裝量	4-30
圖 4-12	PV 累計安裝量	4-34
圖 4-13	2011、2016 年全球主要地區 PV 累計安裝量	4-35
圖 4-14	各國電力需求成長率 vs 水力發電開發成長率	4-40
圖 4-15	輸配電搭配儲能設置地點及示意圖	4-48
圖 4-16	離網 PV 裝置量	4-52
圖 5-1	電網用電化學儲能應用市場規模	5-2
圖 5-2	電網用電化學儲能技術市場規模	5-6

表目錄

表 2-1	不同電廠的用途及發電形式	2-2
表 3-1	鉛酸電池特性需求比較	3-4
表 3-2	鋰電池化學特性	3-8
表 3-3	電網儲能應用及目前儲能技術狀態	3-10
表 3-4	電化學儲能技術發展方向	3-11
表 3-5	鋰電池廠商及產品動向	3-15
表 3-6	A123 電網儲能佈建實績	3-22
表 3-7	NGK NAS 電池發展歷程	3-27
表 3-8	各國大型儲能發展現況	3-33
表 3-9	各國電網用儲能技術發展分析	3-36
表 4-1	美國電網儲能發展單位及技術	4-5
表 4-2	ARPA-E 獎勵儲能項目	4-5
表 4-3	NEDO 電網儲能營運模式	4-12
表 4-4	平成 23 年安全、低成本大型儲能技術開發研究補助	4-14
表 4-5	歐洲抽蓄發電規劃	4-20
表 4-6	再生能源風力整合-國際示範計畫需求規範	4-27
表 4-7	再生能源風力整合-需求條件	4-28
表 4-8	再生能源風力整合-可能技術供應評估	4-31
表 4-9	再生能源 PV 整合-國際示範計畫需求規範	4-32
表 4-10	再生能源 PV 整合-需求條件	4-33
表 4-11	再生能源 PV 整合-可能技術供應評估	4-36
表 4-12	負載攤平-國際示範計畫需求規範	4-37

表 4-13 負載攤平-需求條件	4-39
表 4-14 負載攤平-可能技術供應評估	4-41
表 4-15 商用服務-國際示範計畫需求規範	4-42
表 4-16 商用服務-需求條件	4-44
表 4-17 商用服務-可能技術供應評估	4-45
表 4-18 輸配電-國際示範計畫需求規範	4-46
表 4-19 輸配電-需求條件	4-47
表 4-20 輸配電-可能技術供應評估	4-48
表 4-21 家用儲能-國際示範計畫需求規範	4-50
表 4-22 家用儲能-需求條件	4-51
表 4-23 日本家用儲能補助明細	4-53
表 4-24 離網家用儲能-可能技術供應評估	4-54
表 4-25 併網家用儲能-可能技術供應評估	4-55
表 5-1 電網用電化學電池驅動力	5-7
表 5-2 電網用電化學電池阻力	5-8
表 5-3 各國電力特性分析	5-9
表 5-4 各國在電網儲能需求潛力分析	5-10
表 6-1 各式情境市場成長驅動因素及代表國家	6-2
表 6-2 各應用情境儲能需求條件以及具潛力發展之技術	6-3
表 6-3 台灣電網儲能發展機會建議	6-6

第一章 緒 論

第一節 研究目的

再生能源佔比節節攀升，儲能科技逐年進步，創造出廣大且成長快速的電網儲能產業市場機會。此外，開發中國家如中國大陸、印度等經濟成長亦使得電力需求大量成長。在此趨勢下，提供穩定且持續成長的電力來源已成為目前全球關注的議題。

電網儲能可讓傳統發電資源得到有效之利用，其效益包含：

1. 提高企業和消費者電力服務的可靠度，特別是弱電網(weak grid，與集中式發電站距離遙遠的用電區域)或獨立發電系統如孤島。
2. 儲能可以不變動現有發、輸、配電的投資，並因應用電尖峰需求。
3. 整合再生能源....

第二章 電網用儲能需求分析

再生能源是未來 20 年發展最快速的能源之一。隨著再生能源在能源佔比提高，再生能源不穩定性及間歇性問題逐步彰顯。由於再生能源中的太陽能及風力發電量皆受限於天氣影響，難以持續供給，電力系統整合電網儲能，以解決再生能源供應不穩之需求因應而生。

在瞭解電網儲能未來市場需求前，瞭解電網運作現況、再生能源發展現況、各國再生能源發展目標、未來再生能源設置趨勢、再生能源導入對電網的衝擊，以及導入儲能技術對再生能源與電網效益分析，對於瞭解何項儲能技術在何種條件下可享有最佳之市場機會相當重要。

第一節 電網運作現況分析

一、電網運作說明

第三章 電網用電化學儲能技術分析

電化學儲能於電網應用的優勢有不受地理限制、安裝快速、擴充容易、佔地空間小等優勢，目前因為壽命、成本等特性，限制電網儲能應用，隨著電化學儲能技術發展及成本下降，未來電網用電化學儲能市場有機會擴大應用之規模，帶動市場以倍數成長。本節將分析電網用電化學儲能技術、產業發展動向以及各國電網用電化學電池技術發展，以瞭解電化學儲能技術未來應用及市場發展機會。

第一節 電網用電化學電池技術分析

儲能系統基本特性包含：1.儲能性能：包括能量密度、功率密度、轉換效率、儲能容量規模，和充/放電次數。2.負載運轉性能：包括啟動和停止的時間、反應時間、部分負荷特性、壽命和可靠性。3 其他性能包括：安全、位置、施工時間及前置時間....

第四章 電網儲能需求情境分析

各國為了搶先在儲能產業標準底定前，成為掌握關鍵技術的贏家，投入諸多資源在儲能產業之研究開發。包含韓國將儲能訂為國家戰略發展項目、日本將再生能源與儲能訂為能源發展兩大支柱、中國國營廠商併購儲能大廠以獲得關鍵技術、美國 ARRA 補助儲能計畫。

分析目前全球先進國家電網儲能規劃以及電網用儲能情境，有助於瞭解符合或接近符合經濟效益的電網儲能應用及需求情境。

第一節 標竿國家電網儲能規劃

一、美國

美國發電結構中，2011 年火力發電加上核能發電佔比，已由過去超過 90% 降至 87%，再生能源則是逐年提升至 4.7%。美國為因應提高再生能源佔比，及延遲輸配電老化設備更新，採用大型儲能系統為趨勢之一。歐巴馬政府為了使美國仍掌握全球經濟，以及產業發展的主導權，在 ARPA-E 計畫提供鉅額資金於先進再生能源技術研發，及儲能技術開發...

第五章 電網用電化學儲能市場分析

電力業者希望利用電網儲能解決再生能源大量導入對電網造成的衝擊，並藉由電網儲能達到溫室氣體減量、永續能源、再生能源占比目標、分散式系統以及尖峰負載管理等效益…。

本章將依據電網儲能需求情境分析結果，參考 Pike Research 及富士經濟對電網儲能市場預估，評估電網儲能採用電化學儲能潛力市場與規模。提出電化學儲能市場驅力及阻力，以及在此發展趨勢下，電網用電化學儲能市場關鍵成功因素。

第一節 電網用電化學儲能市場分析

一、各應用情境市場規模

第六章 結論與建議

電網儲能需求因電力需求提升及再生能源發展而快速增加，電網儲能應用需求包含：削峰填谷、再生能源整合、商用服務、延遲輸配電設備投資及家用儲能等。將可望為電網帶來提高電網穩定、降低成本、提高效益、減少碳排放等效益。

電化學儲能於電網應用有不受地理限制、安裝快速、擴充容易、佔地空間小等優勢，目前因成本較高，主要應用於商用服務、家用儲能、PV 整合等小型示範點測試。

隨著電化學儲能技術發展及成本下降，未來電網用電化學儲能市場有機會以倍數成長，由市場規模分析提出發展趨勢結論與相關建議。

第一節 電網用電化學儲能發展之機會

一、各式儲能應用情境存在不同之市場成長驅動因素

電網用電化學儲能 市場發展趨勢分析

全本電子檔及各章節下載點數，請參考智網公告

電話 | 02-27326517

傳真 | 02-27329133

客服信箱 | itismembers@micmail.iii.org.tw

地址 | 10669 台北市敦化南路二段 216 號 19 樓

劃撥資訊 | 帳號：01677112

戶名：財團法人資訊工業策進會

匯款資訊 | 收款銀行：華南銀行—和平分行

(銀行代碼：008)

戶名：財團法人資訊工業策進會

收款帳號：98365050990013 (共 14 碼)

服務時間 | 星期一~星期五

am 09:00-12:30 pm13:30-18:00