

工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

成功大學能策中心-南科計畫儲能研討會

長時間儲能技術以及 未來發展

工研院: 吳錦貞

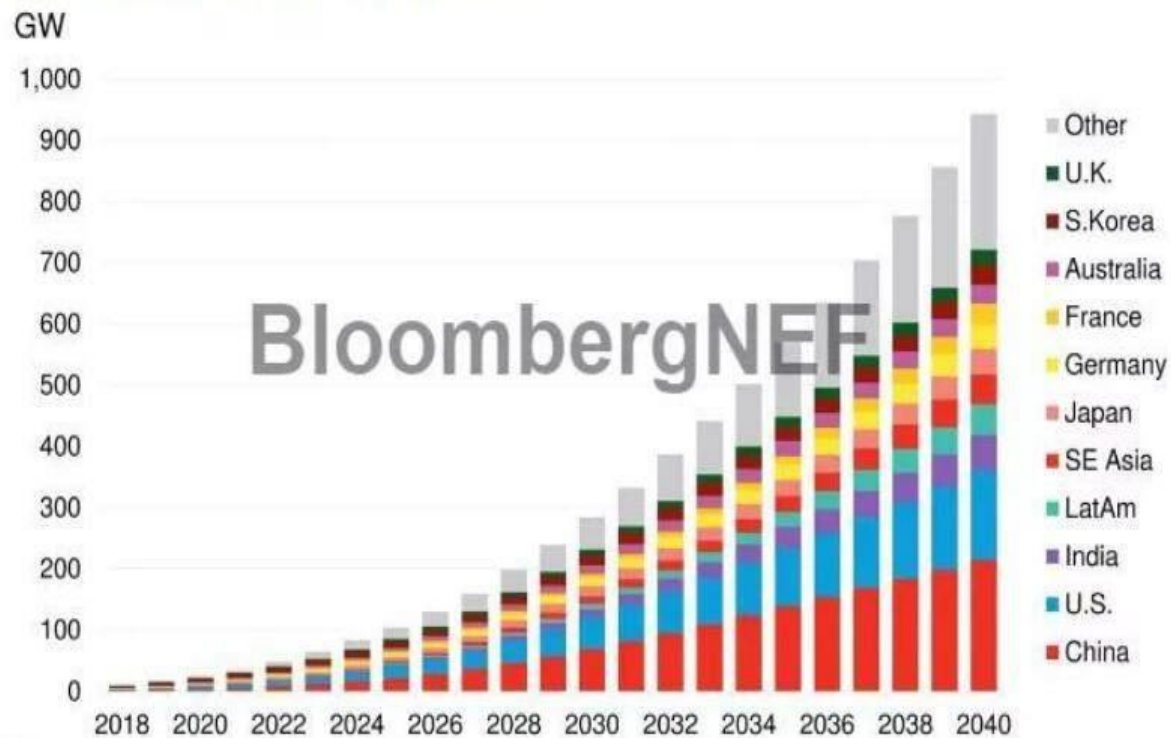
2022.10.12



國際儲能產業市場

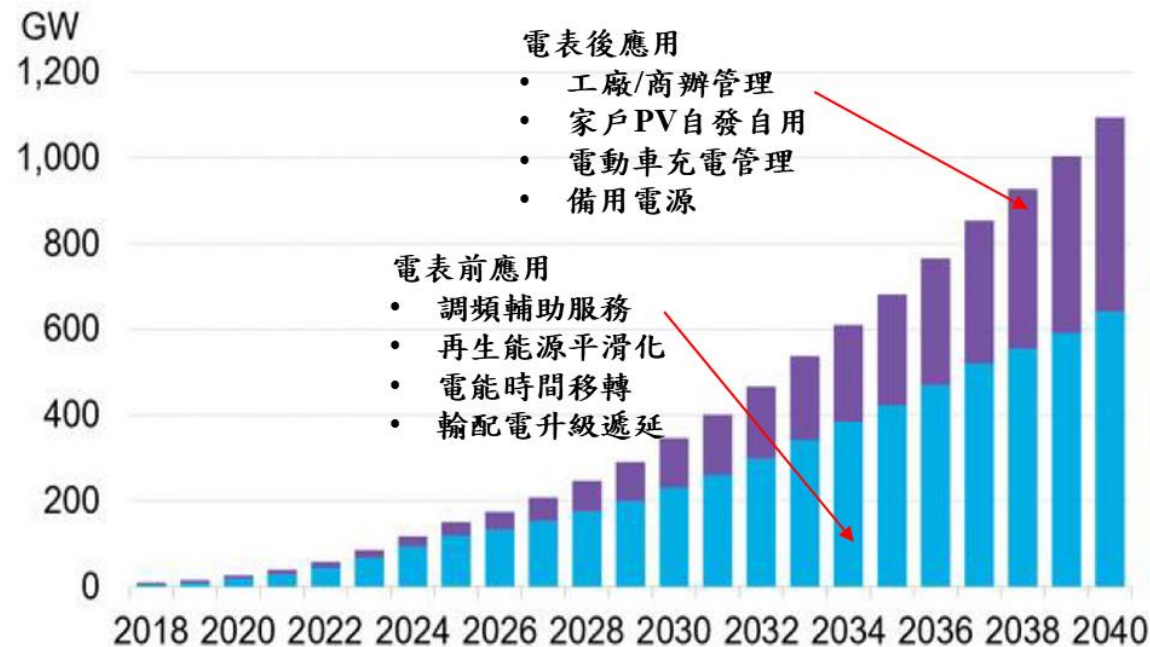
- 再生能源滲透率不斷提升，電網環境日趨複雜，各國寄望「儲能」作為電網問題之新解決方案。
- 於能源轉型趨勢及政府政策驅動下，2018年市場規模大幅成長，預估2040年裝置量達1,200GW。
- **電表前、電網級應用：輔助服務 → 再生能源平滑化、時間移轉。**
電表後、用電端應用：電費管理、自發自用 → 電動車充電管理、虛擬電廠。

Global cumulative storage deployments



Source: Bloomberg NEF

*註：不含抽蓄水力儲能、UPS與微電網應用



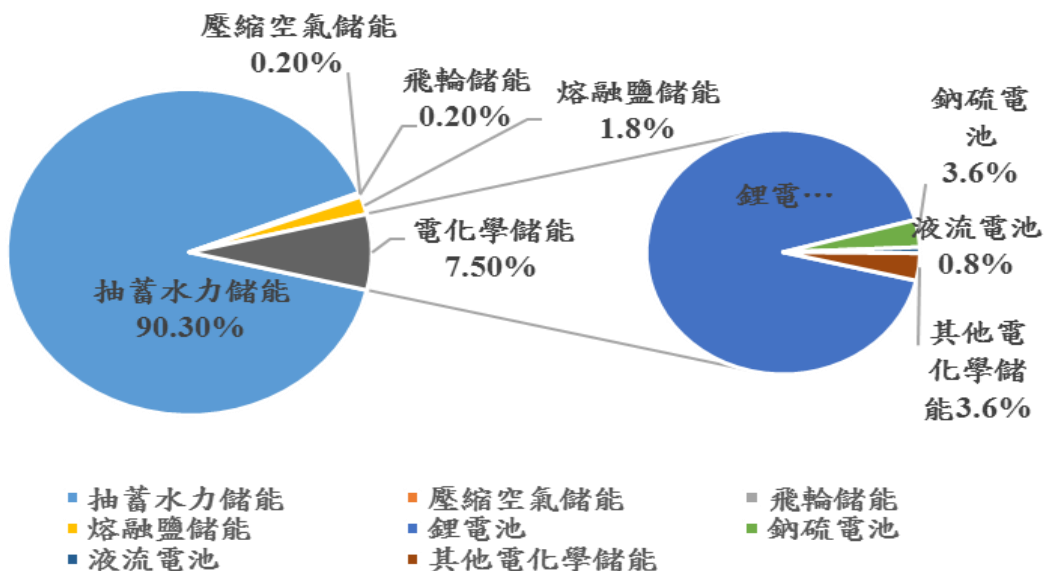
Ref: Bloomberg, "2019 Long-Term Energy Storage Outlook", 2019

國際儲能發展與未來市場需求

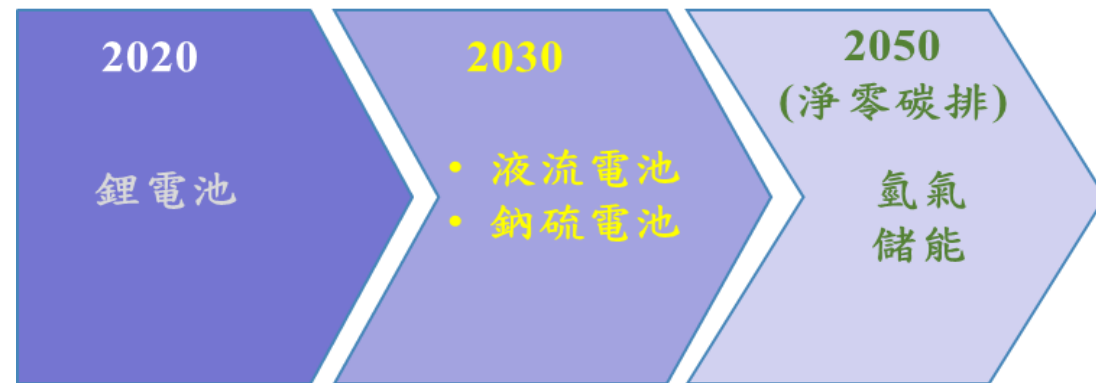
全球儲能裝置容量**大幅成長**： 2018年 → 2030年 → 2040年
10GW/14GWh 345GW/1,160GWh 1,095GW/2,850GWh

- 以**政策帶動**儲能市場：南韓(24%)，美國(16%)，日本(12%)，中國(10%)，英國(10%)等
- 主要應用情境為**電表前、電網級應用**
- 鋰電池技術具供應鏈、成本優勢，應用範圍彈性高，是全球電化學儲能裝置主流技術。

全球累積裝置量技術採用(2000-2020)



■ 儲能電池應用進程



- 調頻輔助服務
- 再生能源平滑化
- 輸配電升級遞延

- 電能時間轉移
- 削峰填谷(4~6hr)
- 工廠/商辦管理
- 電動車充電管理

- 長時間電能轉移 (10~100hr)
- 高占比再生能源整合 (電解產綠氫)

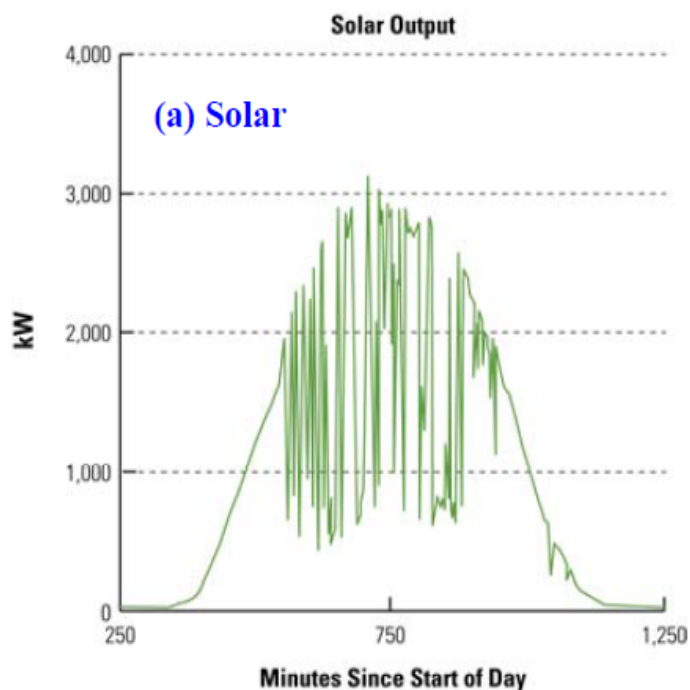
國際儲能補助政策分析

- 鼓勵再生能源(如太陽光電、風電)與儲能系統整合，可有效利用電網電力、整合再生能源發電，發展更經濟的能源供應體系，已為先進國家能源科技發展與應用推廣的重點項目：
 - 輸配電端：大型發電業者負擔，共同承擔再生能源對電網衝擊。
 - 用戶端：政府補助用戶，用以鼓勵自發自用及削峰填谷之用電量管理，對緩解缺電問題及延緩輸電線路升級亦有所助益。

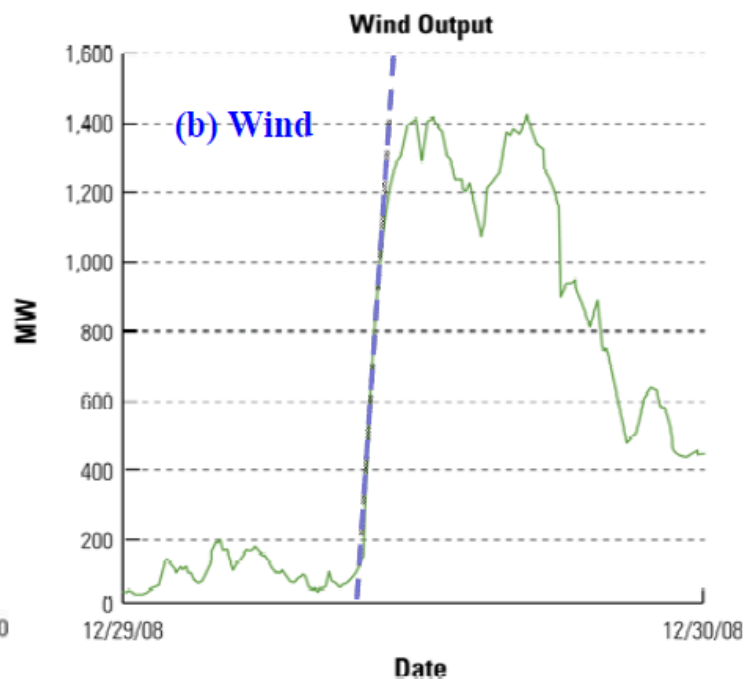
	儲能與再生能源關係	補助費率
日本	• 大型(百MW級)儲能設備由電網調度	大型發電業者負擔
	• 2016年針對未取得FIT之再生能源進行補助，現已取消	設備價格1/3
德國	• 儲能必須搭配PV • PV可申請FIT，但自用須超過50%	設備價格10%
美國加州	• 儲能不一定搭配PV，但搭配再生能源可享優先	\$500-300/kWh

儲能電池的功能(1/2)

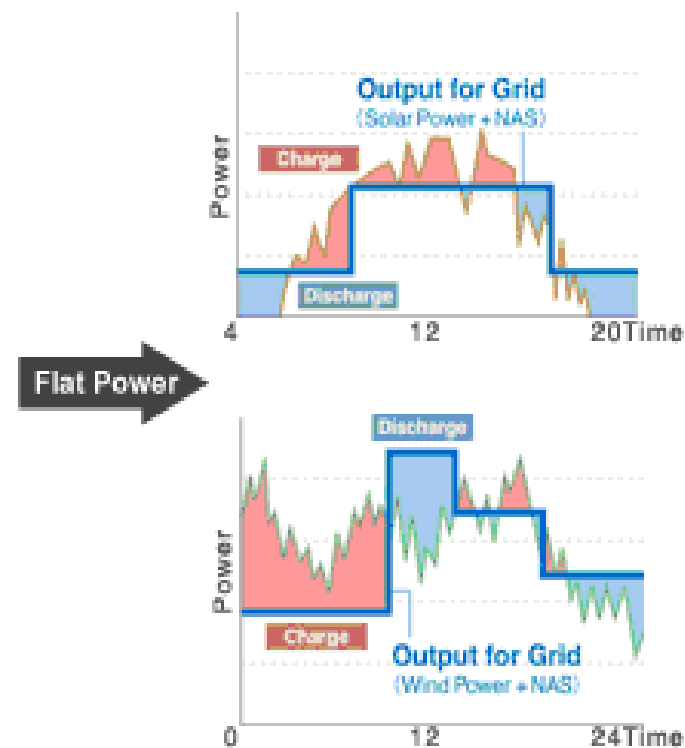
第一類儲能：**消除輸入電網電力的瞬間起伏**，提高電網可靠度及穩定性。此調節儲能系統佔再生能源併網容量 8%~15% (US DOE, 2012)



太陽光電易受
氣候變化影響



大型風場變化率(ramp)
達到 ~ MW/min

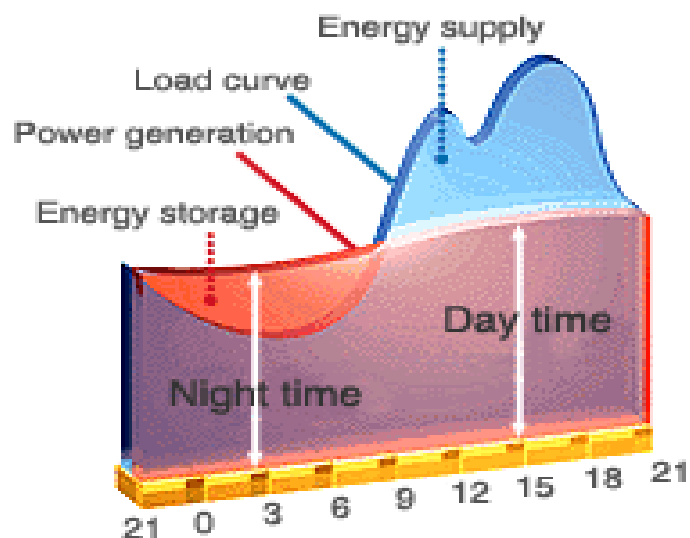


儲能電池的功能(2/2)

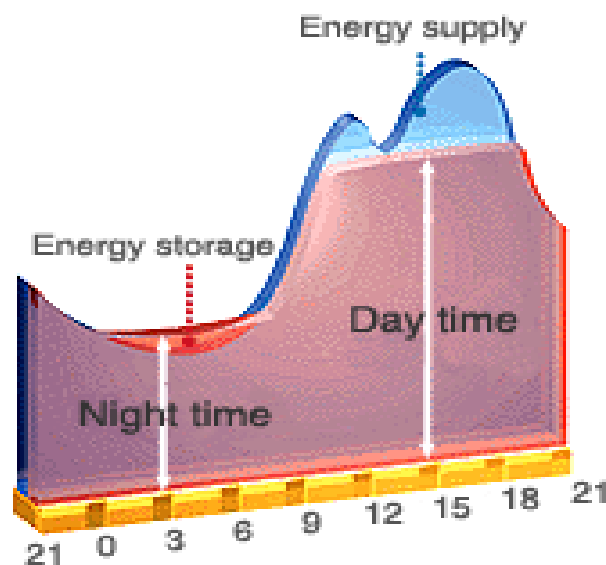
第二類儲能：電網電力儲存及控制，削峰填谷，譬如抽蓄式水力電廠。儲能系統容量視能量調節多寡而定。

Electric power demand

● Load leveling



● Peak shaving



我國抽蓄水電
可應付第二類儲能
•大觀 1GW
•明潭 1.6 GW

- 太陽光電主要為日間發電，並無須削峰填谷，除非太陽光電與市電同價或是該區域無法併聯上網，即可依靠儲能達到自發自用。
- 風力發電在夜間發電強盛，可依靠抽蓄水力達到能量轉移。

第一類與第二類之基本量化規格

- 實際應用上，將會視應用場合與儲能系統特性進行調整

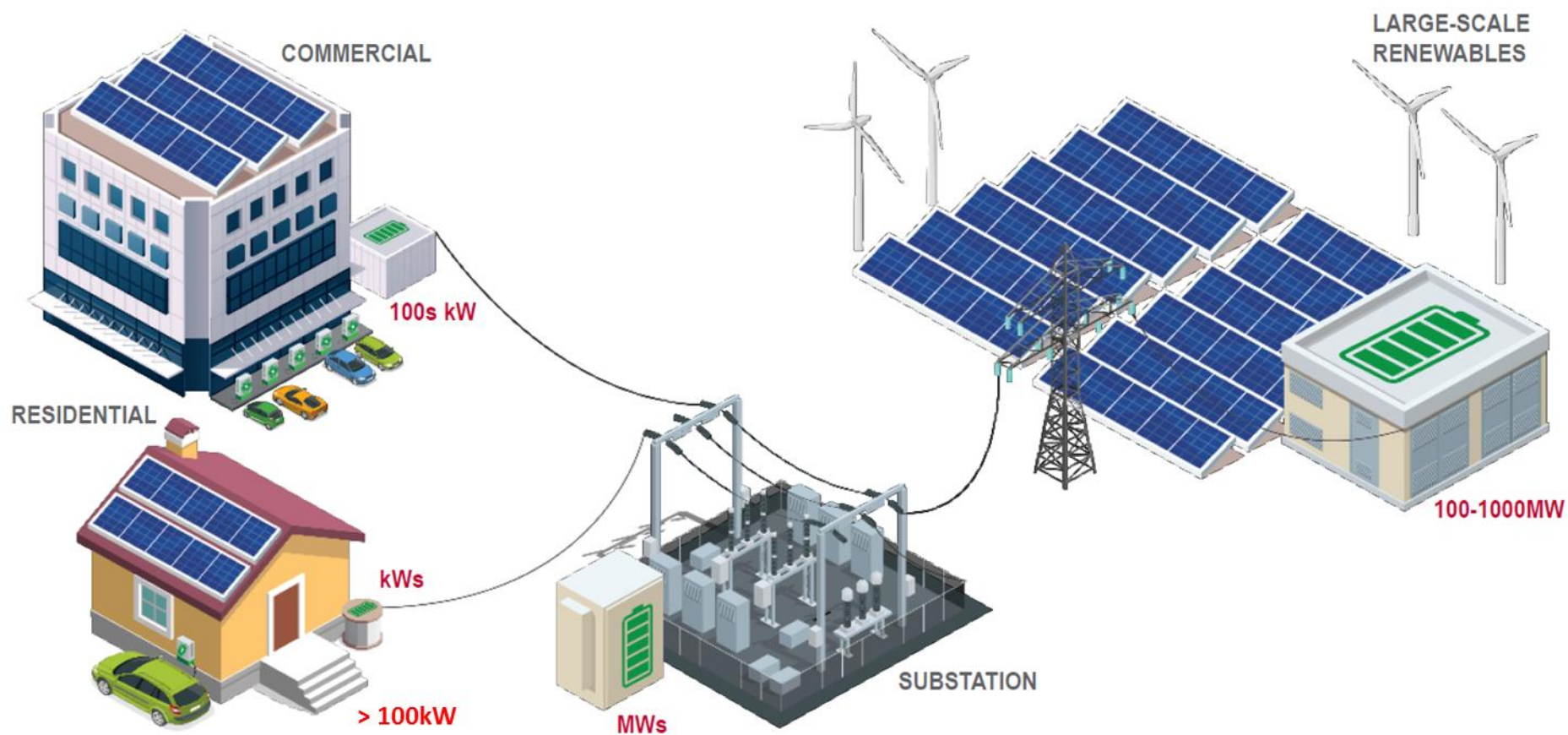
項目	第一類基本量化規格	第二類基本量化規格
儲能成本	新臺幣0.75元(\$0.025)/kWh/cycle)	新臺幣0.75元(\$0.025)/kWh/cycle)
儲能設備期初設置成本	新臺幣13,500元(\$450)/kWh	新臺幣3,000元(\$100)/kWh
充放電之循環壽命	20,000次	5,000次
充放電效率	90%	80%
系統模組化能力	達到MW級	達到MW級
自放電損失	--	24小時損失5%
安全性	輸配電級使用，無需人員值班控管	輸配電級使用，無需人員值班控管
使用壽命	10年	10年

Reference : 美國DOE ARPA-E (2011); Lazard (2016); ITRI (2017)

匯率:1美元=新臺幣30元

儲能的各類應用情境

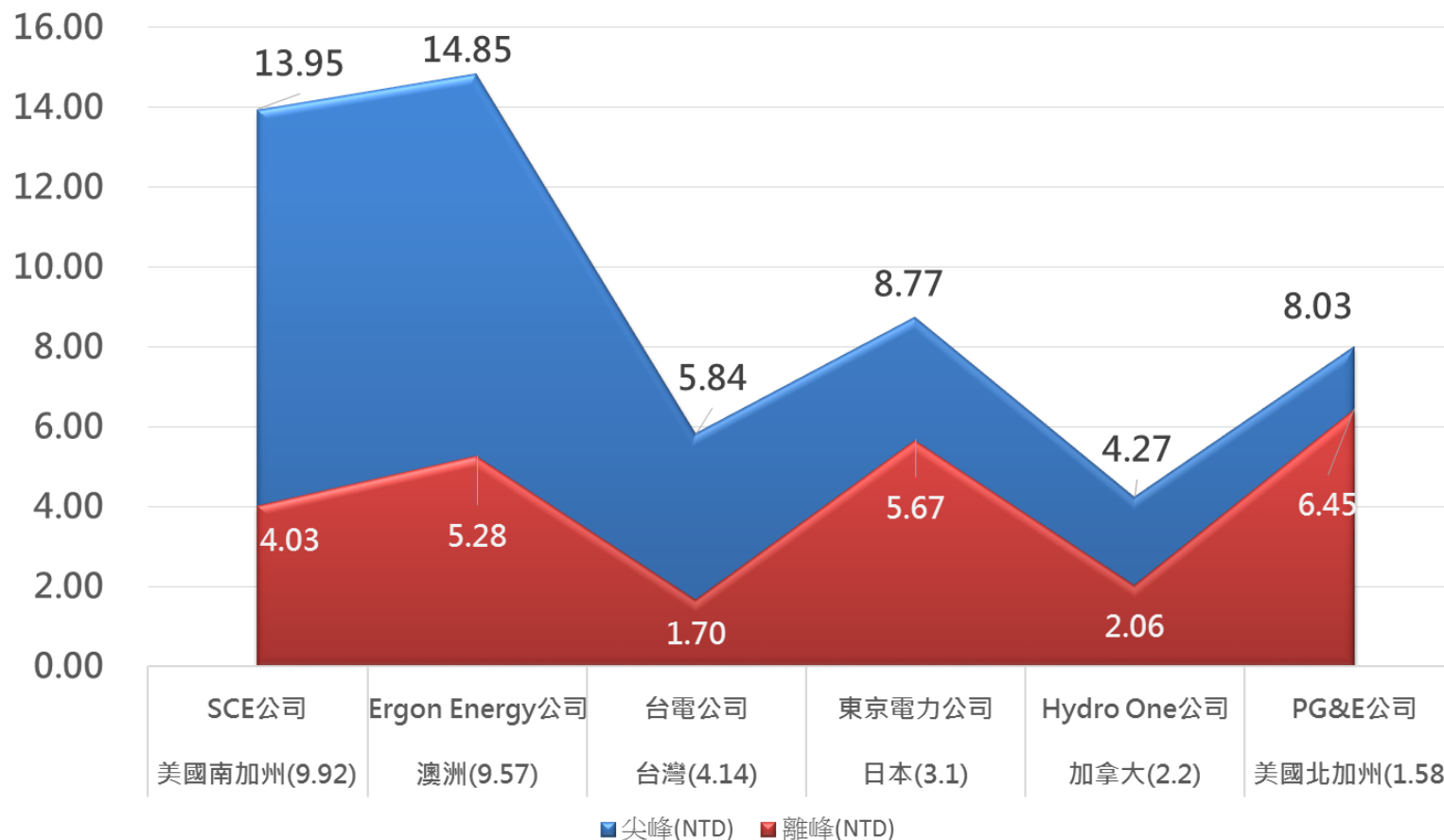
- **發電端**：調節尖離峰用電量、降低尖峰供電需求、平滑再生能源輸出。
- **輸電與配電端**：減少輸電與配電系統容量升級所需設備成本、電壓/頻率調節改善電力品質。
- **用電端**：降低用戶契約容量、尖離峰負載調節、電動車併網(Vehicle to grid, V2G)。



時間電價商業模式分析

- 我國、澳洲、美國加州(北區及南區)、日本、加拿大等6家電力公司電價比較
- 我國數據採用台灣電力公司公布夏月(6/1~9/30)三段式時間電價(105.10起適用)

尖離峰電價
(新臺幣元)

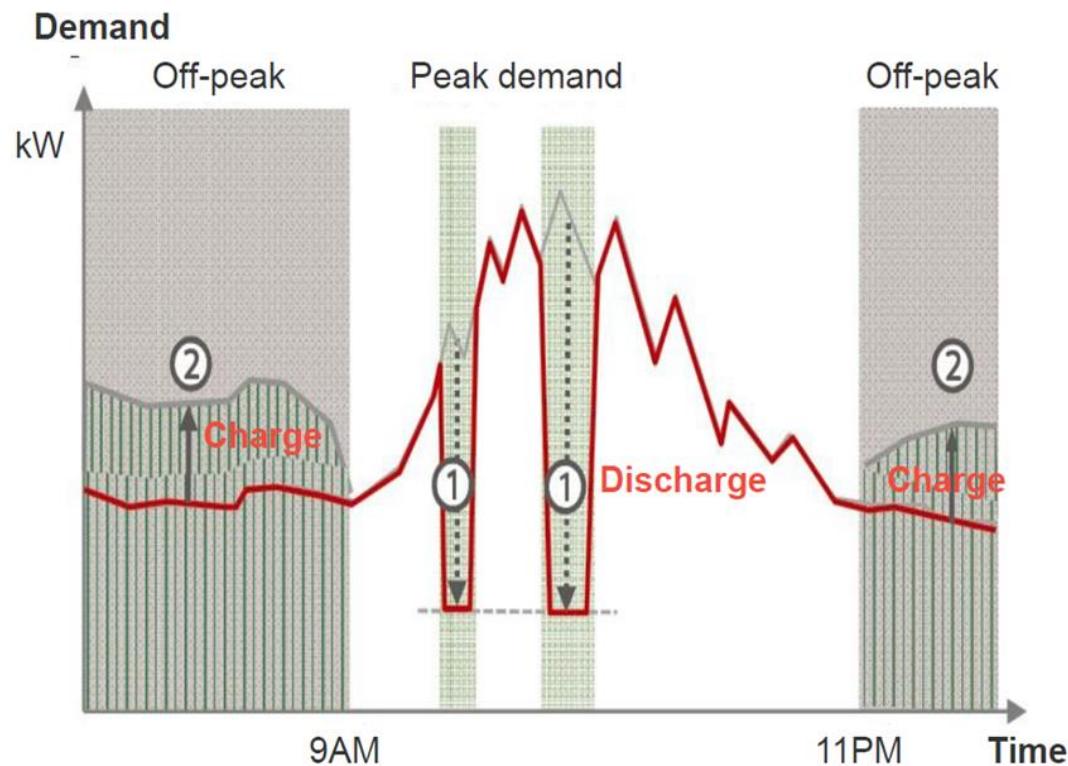


註：括號內是尖離峰電價差距

韓國祭出電費折扣鼓勵企業降低尖峰用電

- 背景：韓國政府提供電費折扣優惠，鼓勵**工商業使用儲能應用於尖峰移轉**。促進用戶端儲能安裝，**加速韓國儲能產業發展與儲能設備成本下降**。
- 政策現況：現行方案預計執行期間為2017~2020年，2017年帶動工商業儲能大量導入。**預期工商業用戶將搶在結束前即早安裝享受折扣**，2018年仍會持續成長。

儲能尖峰移轉應用下的每日負載曲線



折扣內容：

① 基本費用折扣：



② 離峰充電折扣：



③ 容量加權：

ESS capa. compared to contracted capa

≥10%	1.2
5~10%	1.0
≤5%	0.8

國內應用市場-台電輔助服務

■ 台電2025年目標導入1,500MW儲能用於輔助服務

根據用戶所設置之儲能系統的**系統容量**、**系統反應速度**、系統持續時間及電池充放電C-Rate等資訊，幫助用戶申請台電輔助服務，使用戶可以最大化利用儲能系統，創造儲能設備商與用戶雙贏的局面。

項目	調頻備轉輔助服務		即時備轉輔助服務	補充備轉輔助服務
	dReg ¹	sReg		
目的	因應供電機組跳機、系統負載突增、系統供需預測誤差		因應供電機組跳機、系統負載突增、供需預測誤差而衍生之系統供電容量差異	因應系統發生事故失去電源時之事故處理
反應時間	~秒	~1 分鐘	10 分鐘	~ 30 分鐘
持續時間	15 分鐘以上	30 分鐘以上	1 小時以上	2 小時 ~ 4 小時
推動目標容量 ²	800 MW		1000 MW	1000 MW

用電大戶履行義務市場

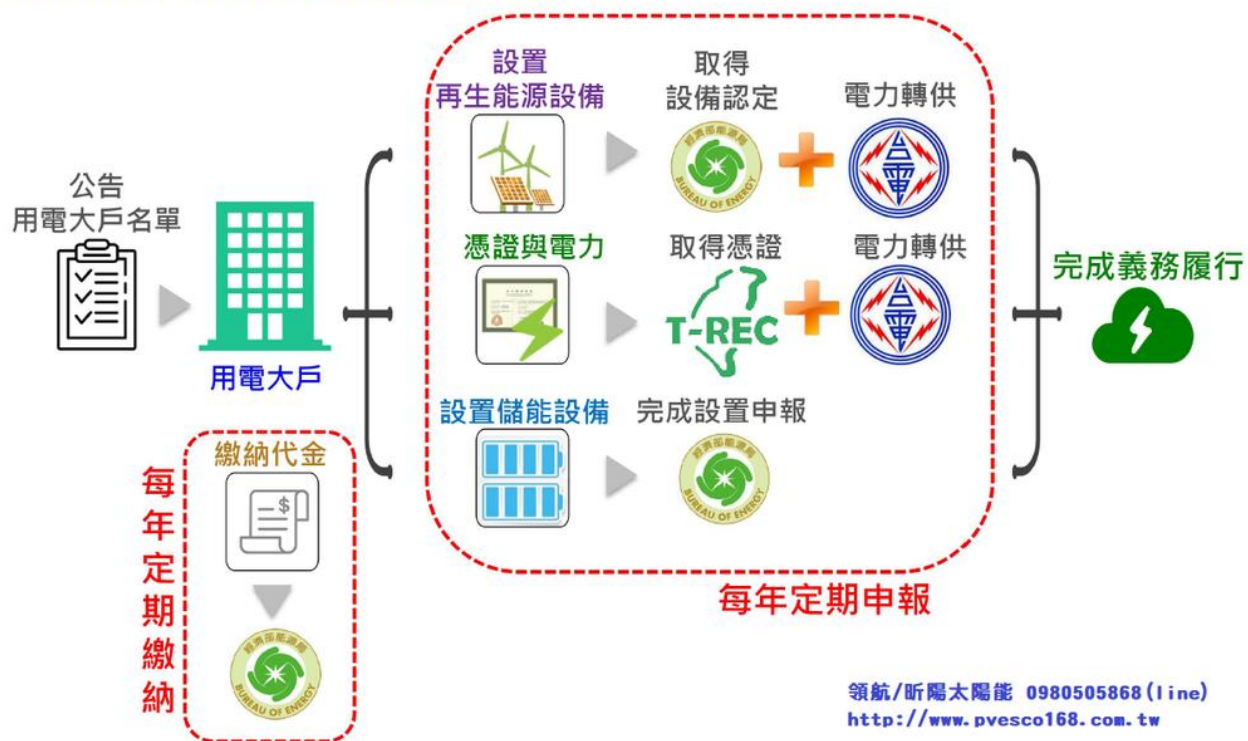
■ 經濟部「用電大戶條款」已於2021年1月1日正式上路。契約容量**5,000瓩**以上的電力用戶，要求安裝1.再生能源、2.儲能設備、3.購買綠電憑證或4.繳納代金。



經濟部能源局
Bureau of Energy

三、再生能源義務履行作法

用電大戶再生能源義務履行流程



用電大戶條款上路選項

選項	說明	效期
自建綠電	<ul style="list-style-type: none"> ● 須建置10%、亦即500瓩的綠電 ● 若已有土地、自建太陽光電為例，須投入3,000萬元建置 	20年
設置儲能裝置	500瓩義務容量，須儲能二小時	十年
購買綠電憑證	<ul style="list-style-type: none"> ● 須買足125萬度綠電憑證 ● 價格市場決定 	一年
繳納代金	<ul style="list-style-type: none"> ● 500瓩X2,500度X每度4.06元代金 ● 須繳507萬元 	一年

註：「用電大戶」定義採以與台電簽定契約容量5,000瓩為門檻，須建置10%綠電，亦即500瓩為義務容量

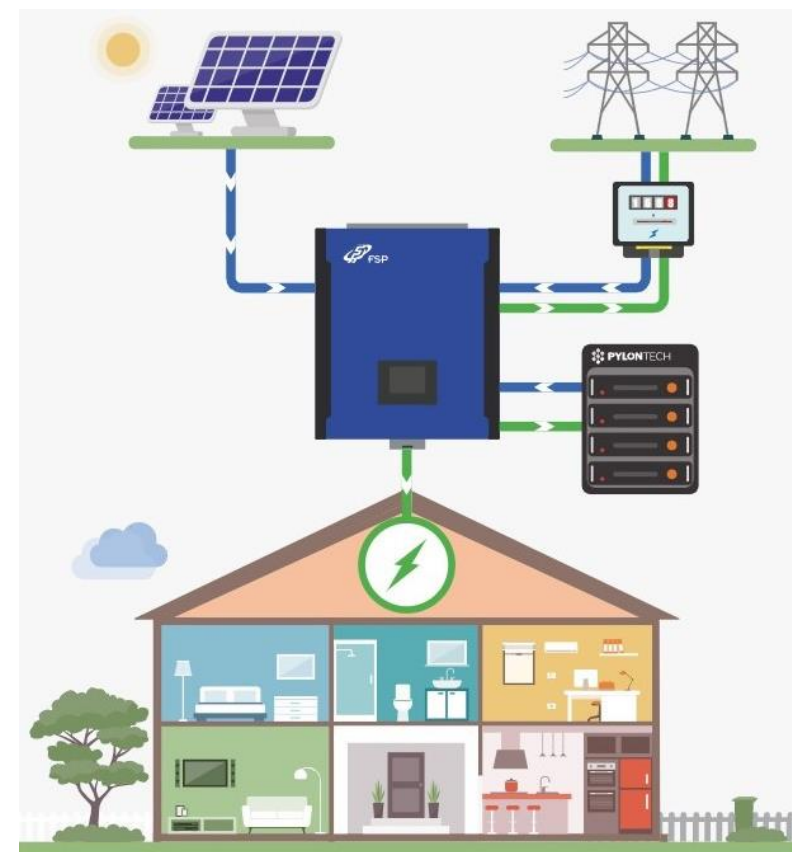
資料來源：採訪整理

江睿智 / 製表

家庭儲能應用情境

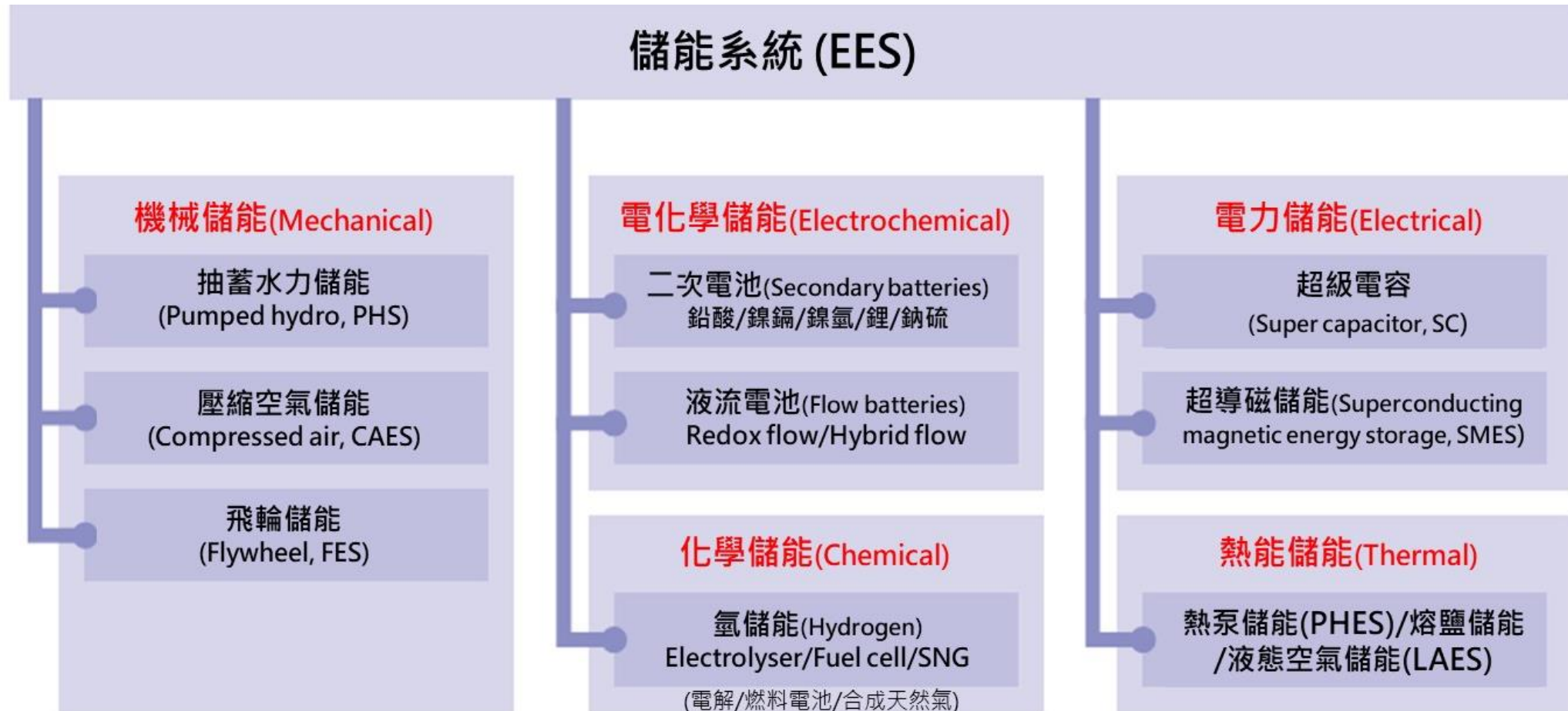
住宅儲能發展需求

- 案例1：德國市電價格高於PV躉購費率，電池搭配太陽能自發自用，且中午PV衝擊電網，無法併聯。
- 案例2：日本311福島核災，日間缺電，因此使用儲能電池作為UPS或儲存夜間電力，以補日間不足。
- 案例3：電動車V2H/V2X技術，藉由智慧化能源管理等技術進行有效的整合與管理，以符合各種家用儲能系統不同的使用情境。



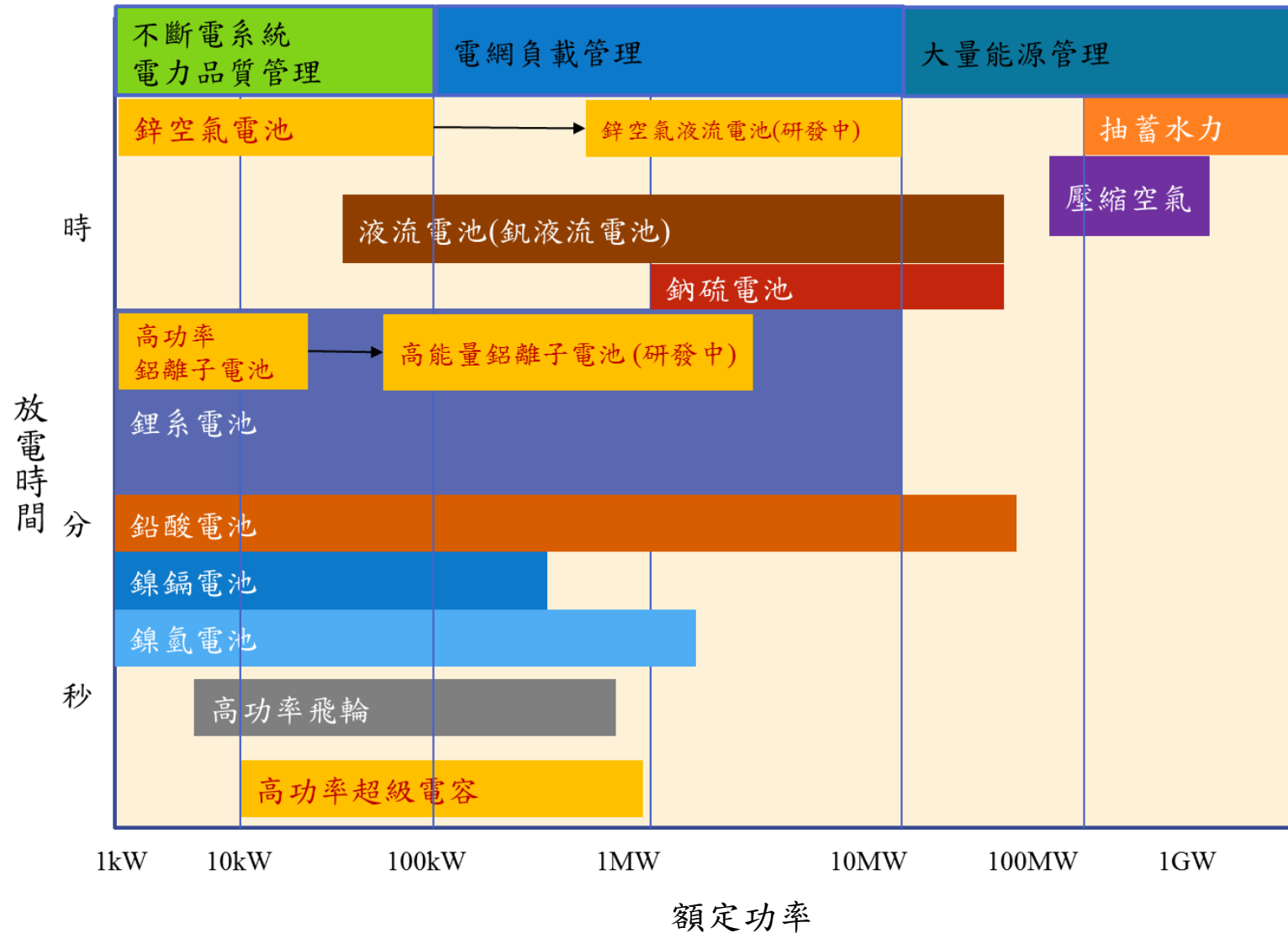
儲能技術分類(1/3)

- 2019年全球儲能設備裝置量184.6GW，包含抽蓄水力171GW、電化學儲能(主要為電池技術) 10 GW、熔鹽儲能3.2GW。
- 電化學儲能技術，以鋰電池為主，成長最快，年複合成長率65%。



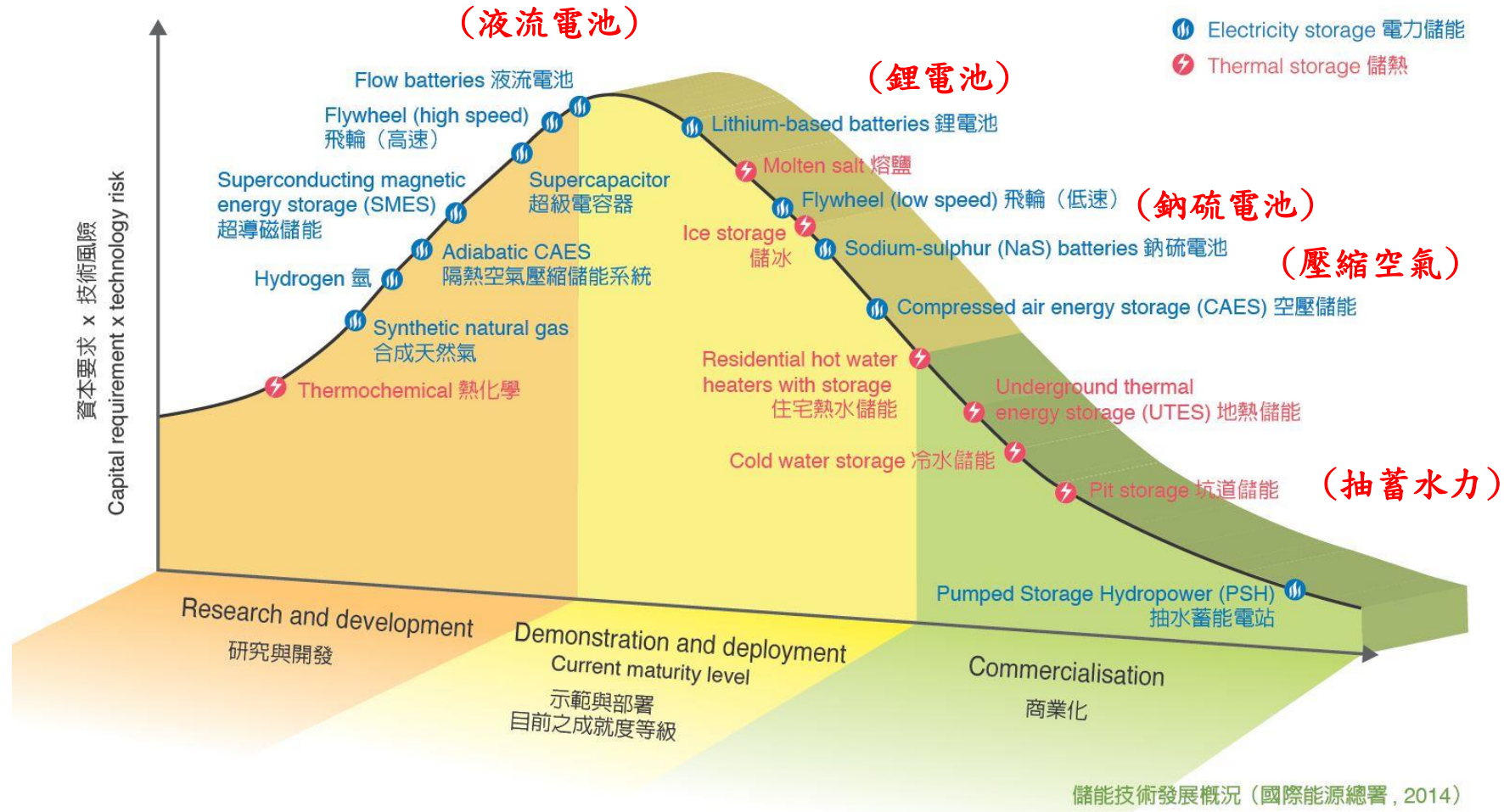
儲能技術分類(2/3)

各式儲能額定功率及放電時間



儲能技術分類(3/3)

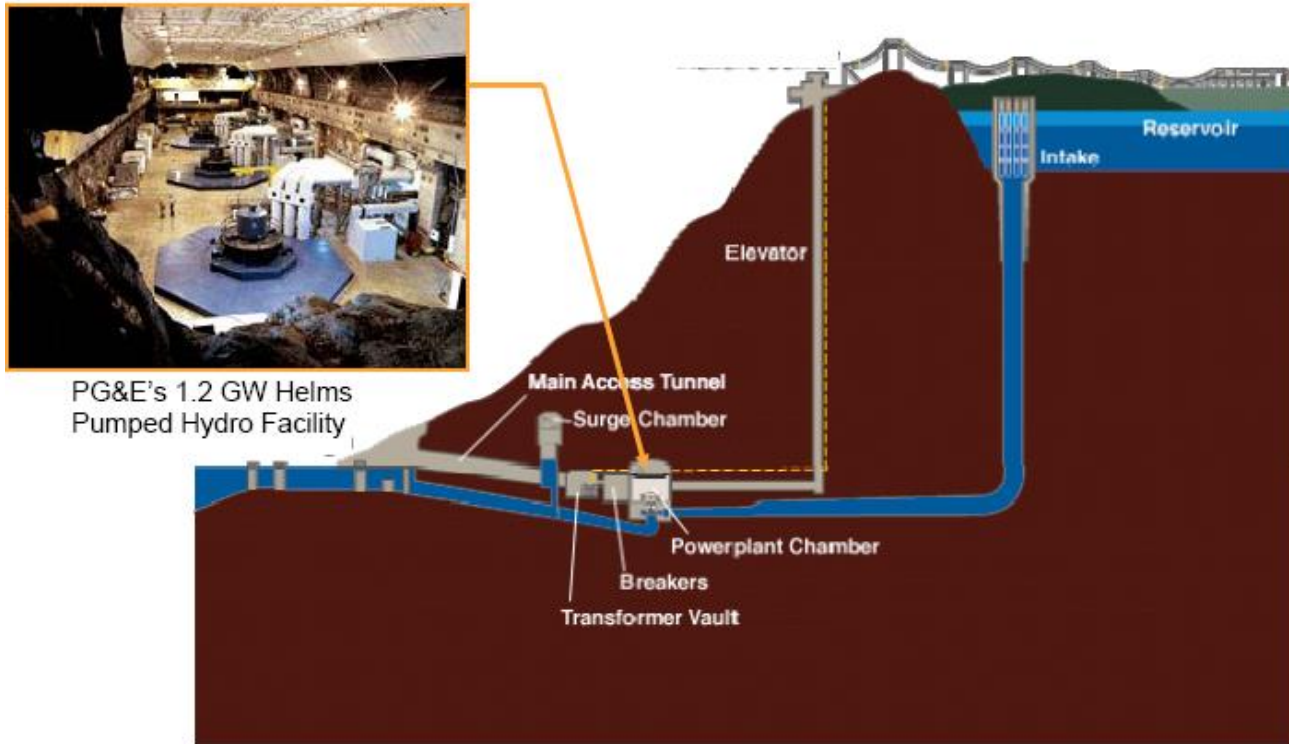
不同儲能技術的市場成熟度



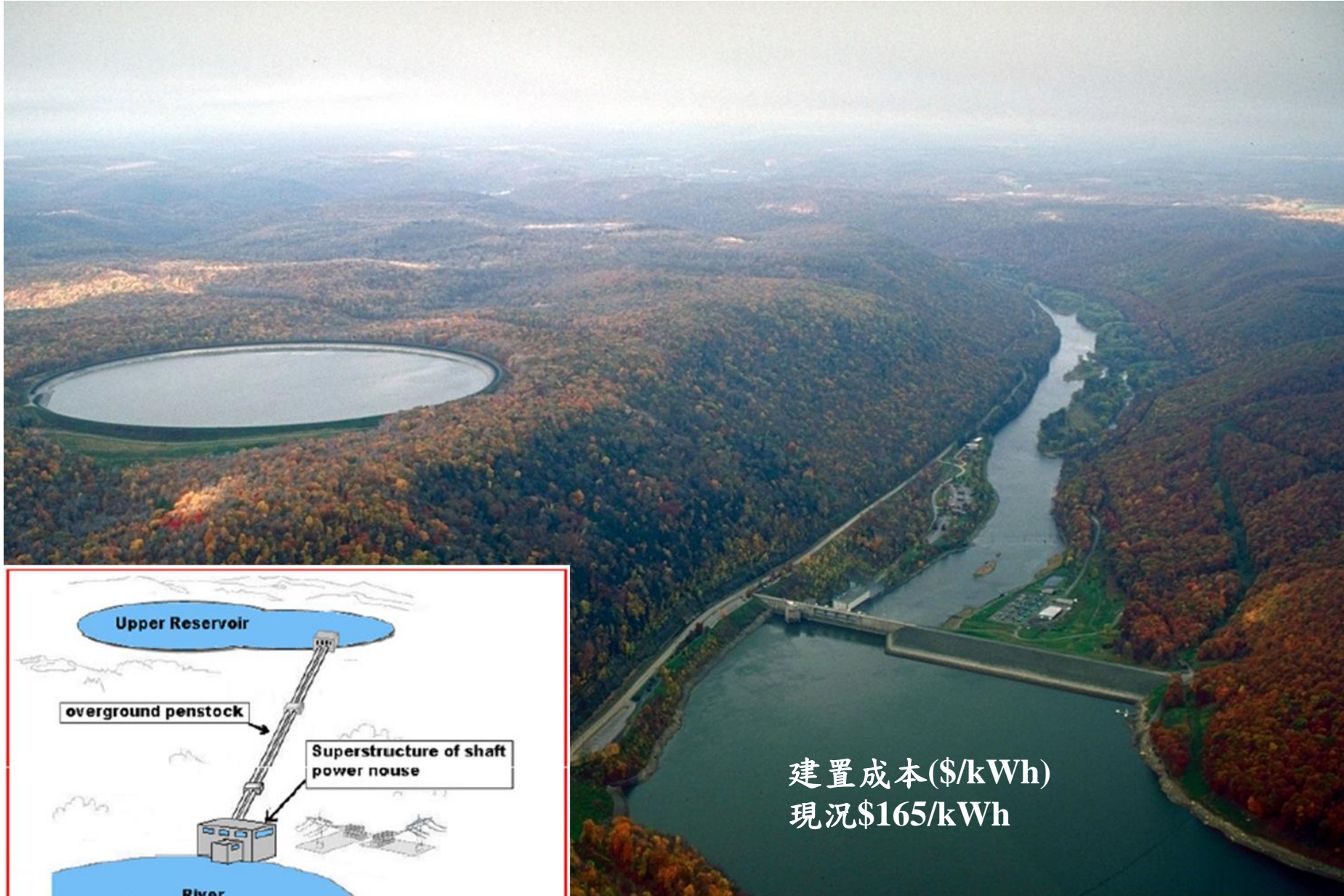
水力儲能(Pumped Hydroelectric Storage)

PHS是目前最廣泛的大型EES。此系統通常包括：

1. 兩個位於不同海拔的水庫池。
2. 一個將水抽到高處的幫浦（在非高峰時段以水勢能的形式存儲電力）。
3. 渦輪機發電，水回到低海拔位置（在高峰時段將势能轉換為電能）。



Efficiency: 71% to 85%
Power rating: 100-5000 MW
Discharge time: 1-24h
~32GW in Europe
~21GW in Japan
~19.5GW in USA



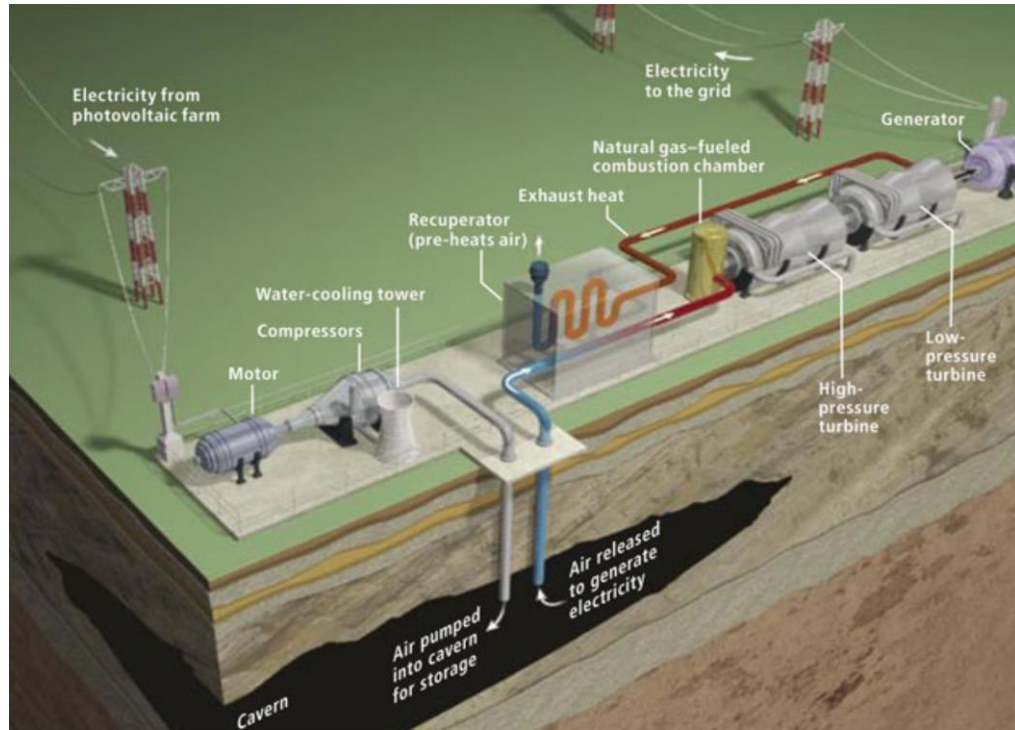
建置成本(\$/kWh)
現況\$165/kWh

Seneca PHEC Facility, Pennsylvania
250 m elevation · 450 MW for 10 h

空氣壓縮儲能系統

CASE:

此系統利用離峰電力將空氣壓縮灌入人造地下高壓空氣儲存槽(典型壓力約4-8 MPa)。當系統負載處於尖峰時，再將高壓空氣釋放此高壓空氣可節省一般天然氣發電用量的三分之二，因此大幅降低發電成本。



Efficiency: 40% to 55%

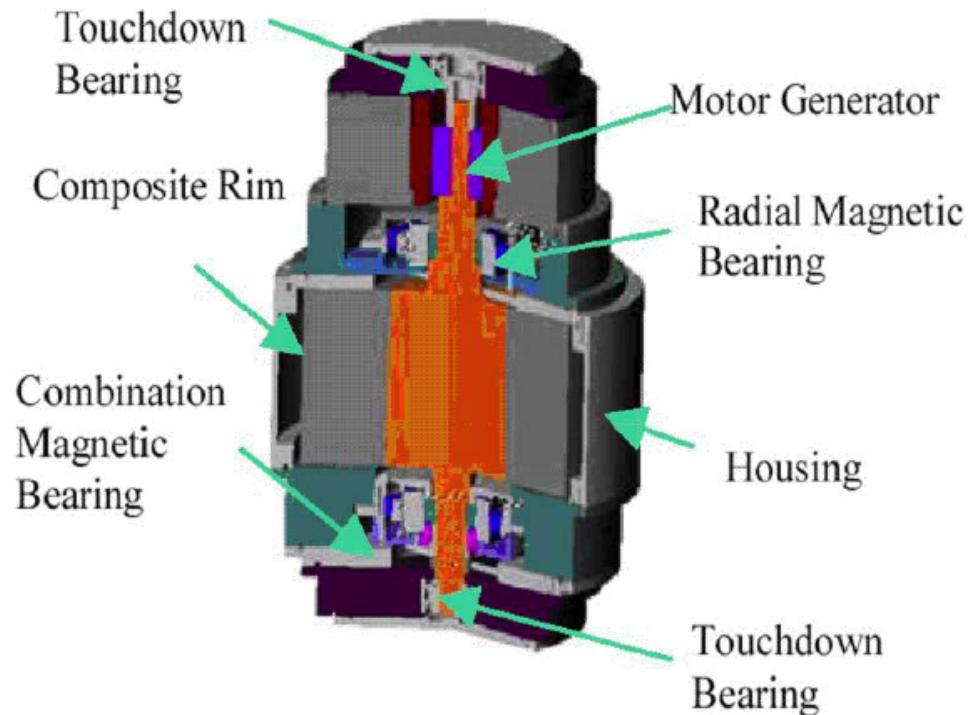
目前全世界已有兩座大型空氣壓縮儲能系統：**第一座位於德國 Huntorf**，由1978開始運轉。它的主要功能是作為緊急備用電力或是替代尖峰高成本電廠的能源。此座儲能系統包含兩個高壓空氣儲存槽(最大的氣壓達100 bar)，共計容量為310,000 (m³)，深度高達600m。空氣經由60MW的空氣壓縮機灌入儲存槽中，並每隔八小時充氣一次。**此系統能夠在兩小時內供應290MW的電力**。**第二座位於美國阿拉巴馬州的 McIntosh發電廠**。

美國阿拉巴馬州的McIntosh發電廠110MW/2,860MWh



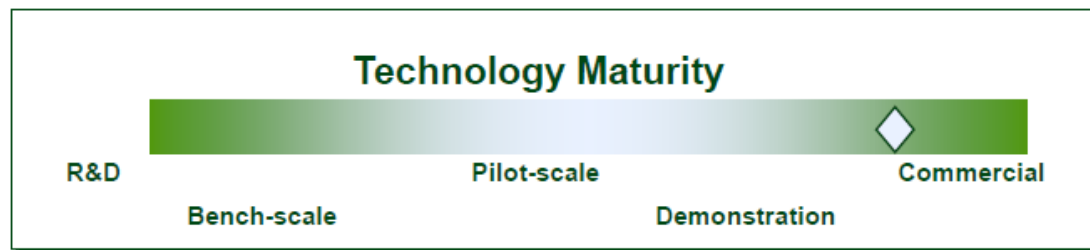
建置成本(\$/kWh)
現況\$100/kWh

飛輪



Cross-Section Of A Flywheel Module

(Courtesy NASA Glenn Research Center)



Description

- Flywheels store energy mechanically (kinetic)
- High cycle life (100,000+ cycles) ideal for frequent charge/discharge of power.
- Power and energy scale independently, but there are practical limit to energy density:
 - Higher Moment of Inertia Materials
 - Low Cost Structures
- Commercial plants are on-line providing frequency regulation: 3MW in Massachusetts, 20MW planned in New York and Illinois

美國 Beacon 具備 20MW 示範作為電網調頻用途



建置成本(\$/kWh)
現況\$10,000/kWh

1MW / 15 min Beacon
Ready for installation at NY
site (2011)

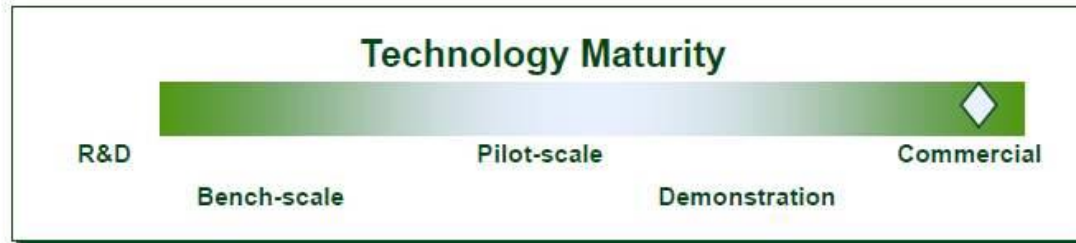
DOE Loan Guarantee – Beacon:
20MW Flywheel Storage for
Frequency Regulation in NY-ISO
(2012)

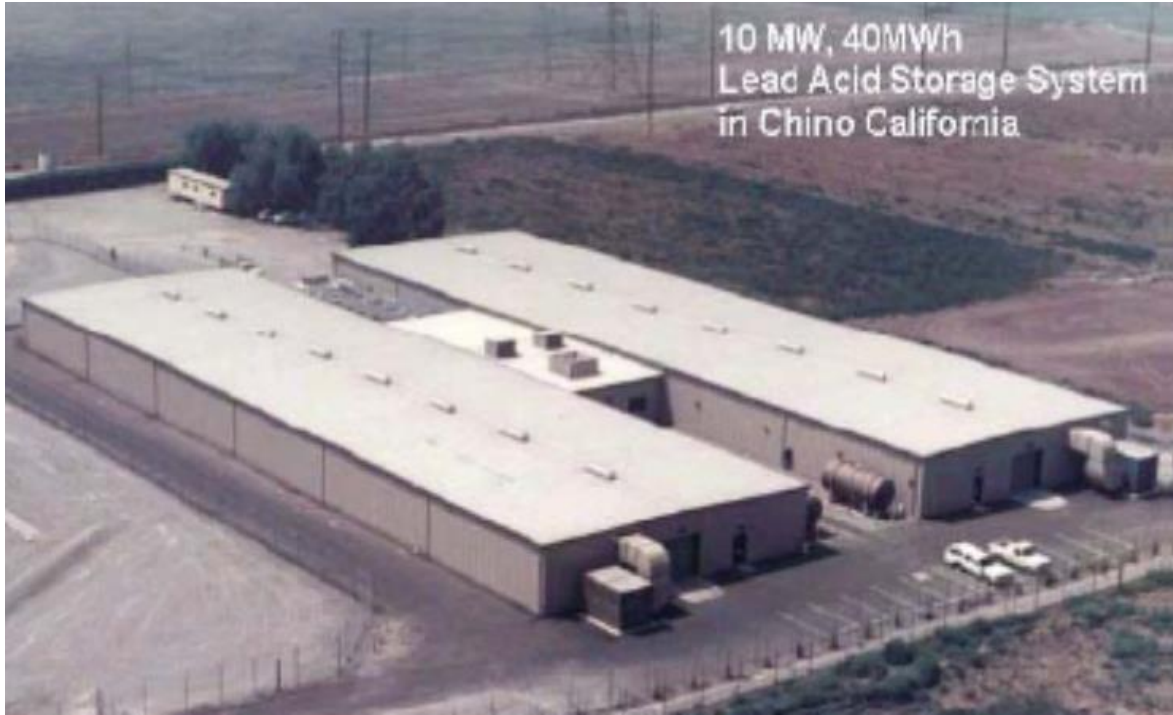
鉛酸/鎳鎘電池



Description

- Oldest and most developed battery technology
- Energy management applications have been installed (California, Hawaii, Puerto Rico, and Germany) with power from 3 to 10 MW
- Highly-sensitive to operating temperature and charge profiles; corrosion, sulfation, and active material shedding as traditional issues
- New Areas in 200 Year Old Technology:
 - Innovative Lead-carbon Electrodes
 - Advanced Power Conditioning Systems





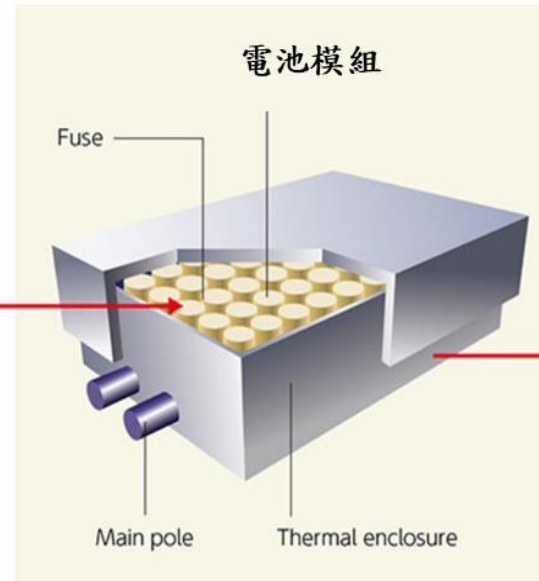
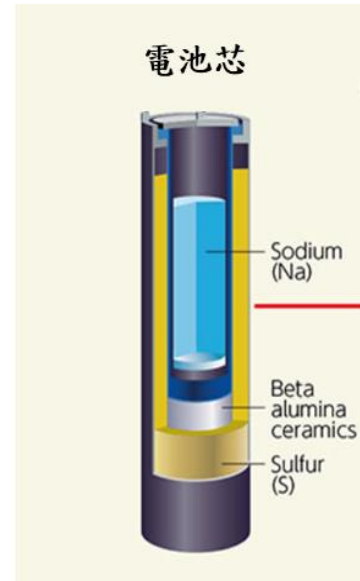
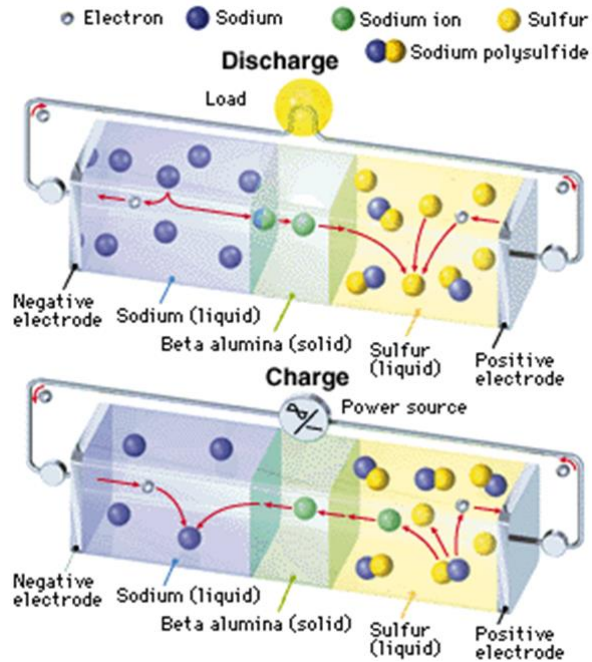
10 MW/40 MWh in Chino, California



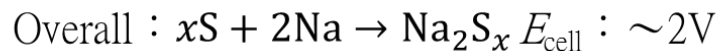
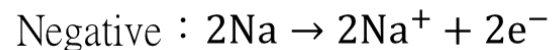
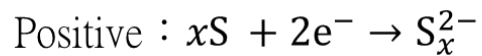
40 MW in Fairbanks, Alaska

Na-S電池儲能系統

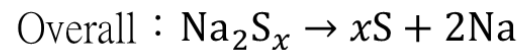
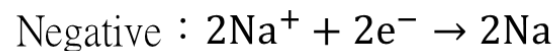
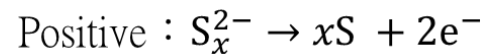
- ✓ 此為典型的電池，使用陽極（熔融鈉）和陰極（S）之間具有固體電解質膜（ $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$ ）。
- ✓ 整個電池被一個鋼製外殼包圍，該外殼通常受到鉻（Cr）和鉬（Mo）的保護，以防止其內部被腐蝕。



Discharge :



Charge :



日本NGK公司@九州電力豐前發電所

NaS : 50MW/300MWh
佔地面積14,000平方公尺



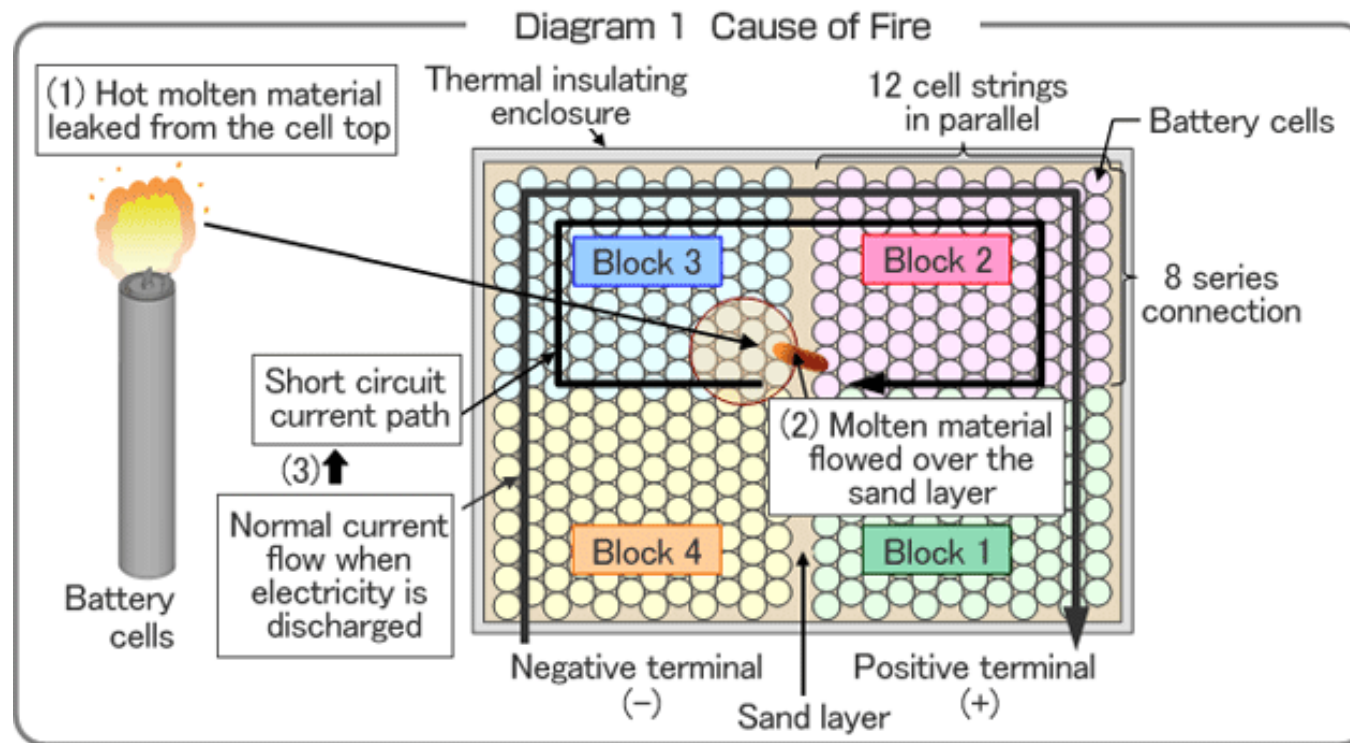
6kV/66kV



Na-S電池儲能系統

□ 火災事件

2011年9月21日，設置於三菱材料築波製作所內的NaS電池起火引發火災，直到同年10月5日才被撲滅。主因為發生事故的NaS電池中混入一個不合格的電池單元，該電池單元的破損導致液態的Na和S從內部流出。由於區塊間發生了短路，隨大電流連續流過，模組內部開始發熱，使更多電池單元發生破損。

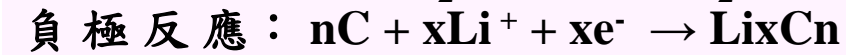
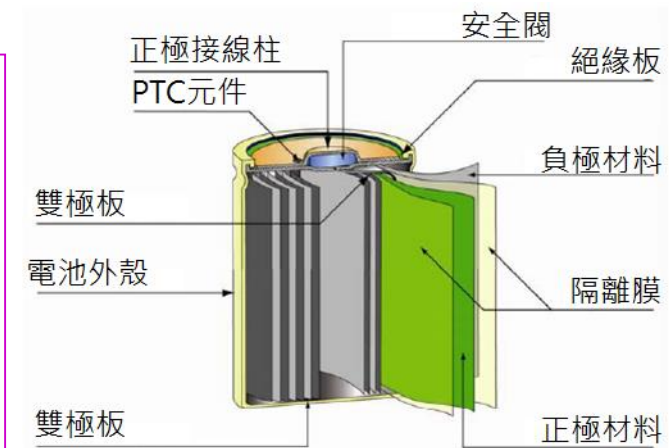
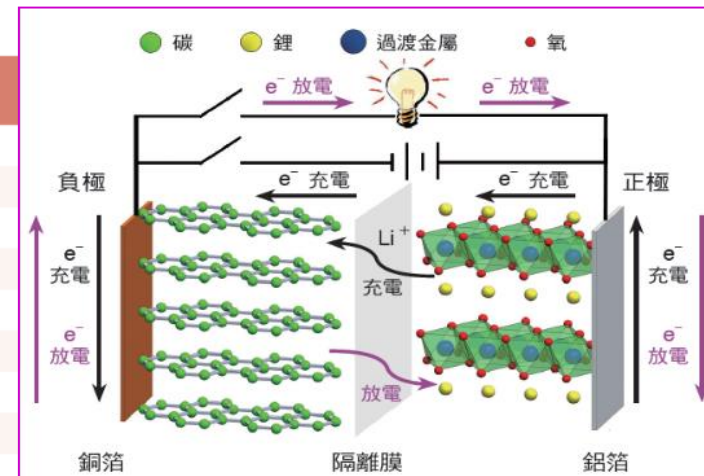


鋰電池

- 充電時，電池的正極生成鋰離子，鋰離子經過電解液到負極，放電時，嵌在負極碳層中的離子脫出，回到正極
- 優點：(1)電壓高(高達3.9V)，是傳統乾電池的2倍；(2)能量密度高，適用於攜帶電子產品或電動車；(3)適用溫度範圍廣(-40~70 °C)
- 鋰電池依正極材料不同，分為鋰鈷氧化物(LiCoO₂)、磷酸鋰鐵(LiFePO₄)、鎳鈷錳酸鋰(Li(NiCoMn)O₂)

鋰電池系統的理论能量密度及平衡電壓

反應式	電壓 (伏特)	能量密度 (瓦時 / 公斤) (瓦時 / 公升)	
$2\text{Li} + \text{F}_2 \rightarrow 2\text{LiF}$	6.05	6,254	6,443
$4\text{Li} + 2\text{SOCl}_2 \rightarrow 4\text{LiCl} + \text{SO}_2 + \text{S}$	3.67	1,477	2,005
$\text{Li} + \text{V}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{LiV}_2\text{O}_5$	3.50	497	1,397
$\text{Li} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{LiMnO}_2$	3.50	1,000	3,097
$2\text{Li} + \text{AgCrO}_4 \rightarrow \text{Li}_2\text{CrO}_4 + 2\text{Ag}$	3.31	513	2,088
$2\text{Li} + 2\text{SO}_2 \rightarrow \text{Li}_2\text{S}_2\text{O}_4$	2.91	1,098	1,353
$4\text{Li} + \text{CF}_4 \rightarrow 4\text{LiF} + \text{C}$	2.8 ~ 3.3	1,992	2,053
$2\text{Li} + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{LiI}$	2.77	556	1,920
$2\text{Li} + \text{S} \rightarrow \text{Li}_2\text{S}$	2.18	2,550	2,826
$6\text{Li} + \text{Bi}_2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{Li}_2\text{O} + 2\text{Bi}$	2.04	646	2,478
$4\text{Li} + \text{FeS}_2 \rightarrow 2\text{Li}_2\text{S} + \text{Fe}$	1.75	1,273	2,474
$2\text{Li} + \text{Cu}_2\text{S} \rightarrow \text{Li}_2\text{S} + 2\text{Cu}$	1.74	539	1,714



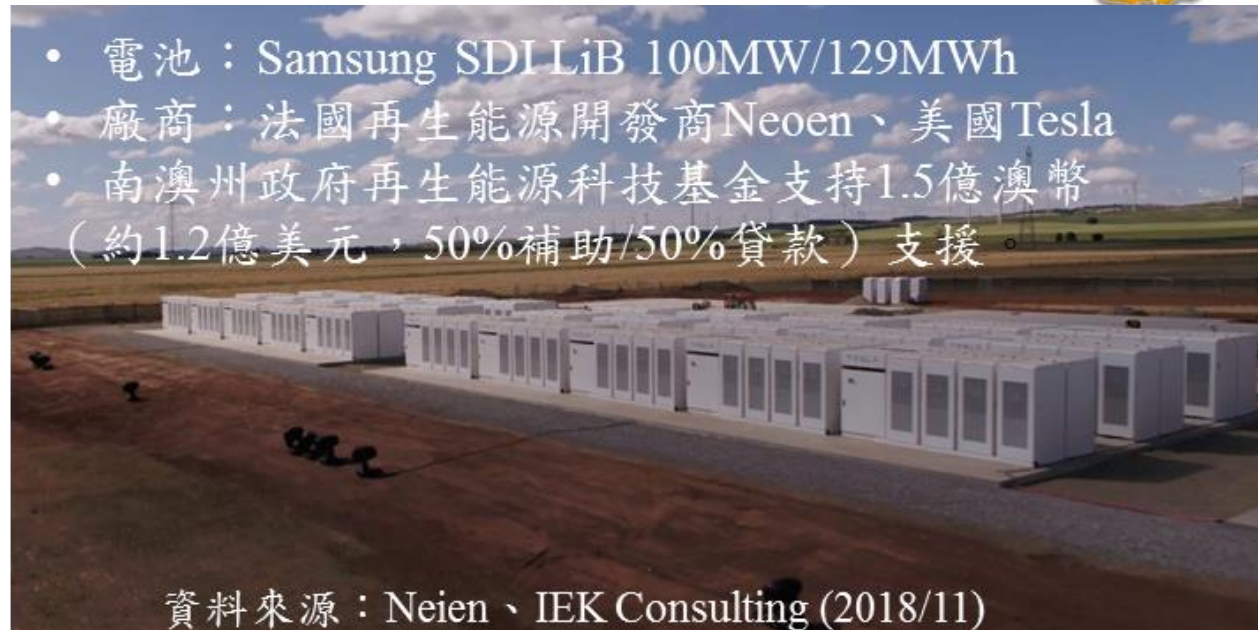
澳洲：全球最大Tesla儲能站案例

- 南澳洲2016年劇烈暴風雨，連外電網跳脫頓時成為孤島，發生全州大停電，因此政府積極尋求解決方案，提升當地電力系統穩定性與緊急應變能力。
- 2017年11月底完工。Tesla創辦人Elon Musk宣稱百日內辦不到，則免費供應。
- 結合當地Hornsedale風場(311MW)與Powerpack鋰電池(Samsung SDI生產)，總容量為100MW/129MWh (全球最大單一蓄電站)
- 實際功能：
 - 提供南澳3.3%的尖峰負載用電
 - 可平滑/強化Hornsedale風場之電力輸出
 - 可直接參與能源競價、頻率控制及附加服務市場



風力電廠共分三期

- 第一期：102.4MW
- 第二期：100MW
- 第三期：109MW



- 電池：Samsung SDI LiB 100MW/129MWh
- 廠商：法國再生能源開發商Neoen、美國Tesla
- 南澳州政府再生能源科技基金支持1.5億澳幣 (約1.2億美元，50%補助/50%貸款) 支援

資料來源：Neien、IEK Consulting (2018/11)

日本東芝@東北電力南相馬變電所

鋰鈦氧電池 40MW/40MWh
佔地面積8,500平方公尺



鋰電池失火案例說明

近四年失火事故分析：

- (一) 國際大廠皆有事故發生：美國Tesla、美國Fluence、韓國LG、三星、SK等，非單一事件。
- (二) 原因：**系統安全技術**(絕緣、接地、耐高壓)、**電池管理技術**(保護參數、避免過充)不足。

USA, 2019



4/26美國亞利桑那州瑟普賴斯市，2MW 鋰電池儲能系統廠冒煙後起火爆炸。

South Korea, 2019



韓國江原平昌郡美炭面平安里

2019/09/24風力發電站儲能系統，此系統位於414.3m²室內，造成2700個鋰離子電池與一個PCS燒毀，無人員傷亡。

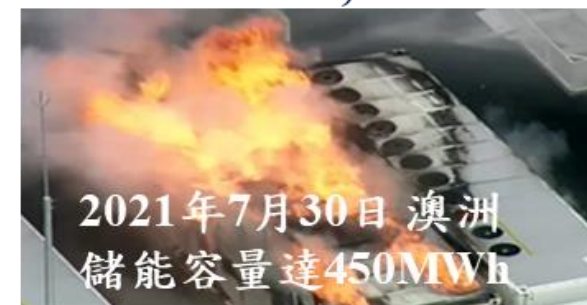
Taiwan, 2020



China, 2021



Australia, 2021



Taiwan, 2022



儲能系統之安全性備受關注！

ESS火災事故原因調查與分析

■ 事故原因

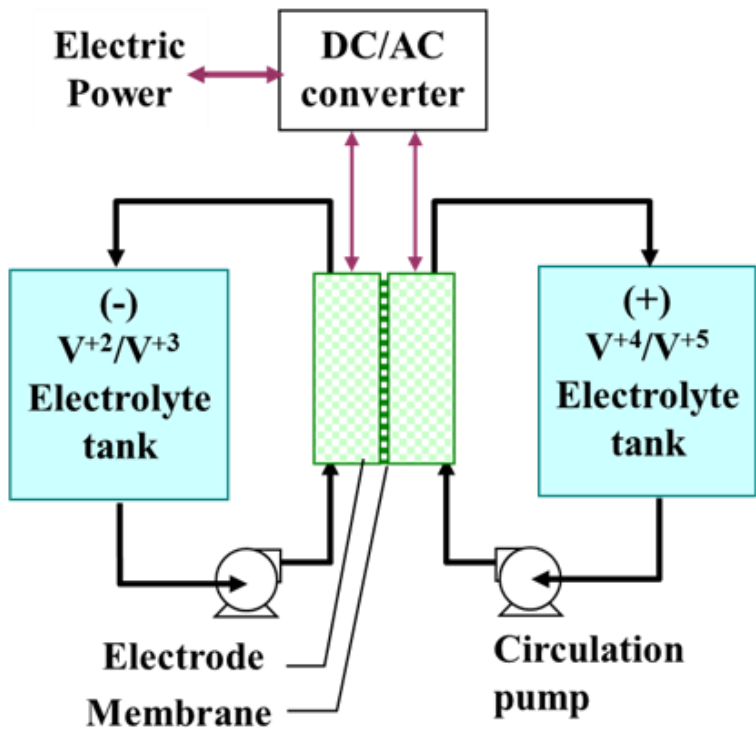
- ✓ 電池保護系統不足
因**接地和短路造成的電力衝擊**(過電壓過電流)引入電池系統，發生短路失火。
- ✓ 操作環境管理不周
日夜溫差大產生**結露、暴露粉塵**中，**影響電池和模組的絕緣性**，引發火災的可能性提高。
- ✓ 整合保護與管理系統不足
不同製造商的EMS、PMS、BMS，無法和SI公司的產品能**有效連接與運作**。
- ✓ 電池系統缺陷
在電池缺陷的情況下，**充放電幅度大，在充滿電後仍持續充電時**，內部短路引發火災的可能性會提高。
- ✓ 針對電力衝擊的保護機制不足
PCS交流側接地，因**零件絕緣性不足對電磁波耐受性不佳**，造成兩端短路發生故障。

■ 改善作法

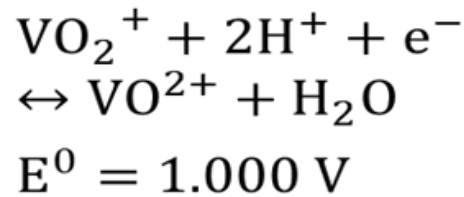
- ✓ 建立製造標準
 1. 導入**國際ESS安全標準**。
 2. 強化電池、PCS等**重要元件認證**。
 3. 建立**電池保護裝置及整合控制草案**等細部標準。
- ✓ 建立安裝標準
 1. **強制安裝保護裝置**。
 2. 設立**監視系統及緊急停止措施**。
- ✓ 建立操作管理標準
 1. **嚴格管制溫度、濕度與粉塵**。
 2. **縮短法定檢查週期**(4年→1~2年)。
 3. 實施任意改裝**處罰條例規章**。
- ✓ 建立消防標準
 1. **制定ESS適用的火災處理SOP**。
 2. **制定ESS適用的消防安全標準**。

液流電池

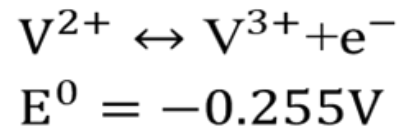
- 透過釩本身四種價態(正極: V^{+5} , V^{+4} , 負極: V^{+3} , V^{+2})轉換，於硫酸水溶液進行氧化還原反應，達到充放電功能
- 高安全性、環保及長壽命，儲能功率與容量可彈性調配，適合應用於長時間儲能，譬如削峰填谷或能量調度。



正極反應：



負極反應：



黃色 " VO_2^+ " → 藍色 " VO^{2+} "
→ 綠色 " V^{3+} " → 紫色 " V^{2+} "

argon				Ar										
potassium			-1	K	+1									
calcium				Ca	+1	+2								
scandium				Sc	+1	+2	+3							
titanium				-1	Ti	+1	+2	+3	+4					
vanadium				-1	V	+1	+2	+3	+4	+5				
chromium				-2	-1	Cr	+1	+2	+3	+4	+5	+6		
manganese				-3	-2	-1	Mn	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
iron					-2	-1	Fe	+1	+2	+3	+4	+5	+6	
cobalt						-1	Co	+1	+2	+3	+4	+5		
nickel							-1	Ni	+1	+2	+3	+4		
copper								Cu	+1	+2	+3	+4		
zinc								Zn	+1	+2				

鈳液流電池：北海道電力公司 + 住友電工

- 住友建置的全鈳氧化還原液流電池(VRFB)儲能系統之一在日本北部的北海道正式上線。
- 2015年於北海道安平町/南早來變電站，運用鈳液流電池，總容量為15MW/60MWh
- 該項目已按照該公司于**2020年7月宣布的時間表進行調試**。它將直接有助於北海道的**脫碳和增加可再生能源的滲透**。

2015年於北海道安平町/南早來變電站，運用鈳液流電池，總容量為15MW/60MWh

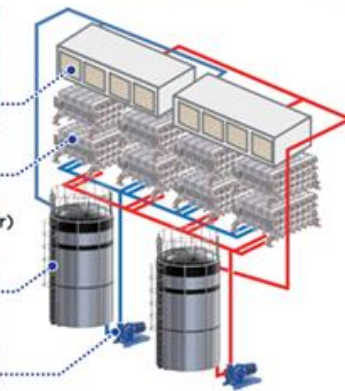
面積為5,000平方公尺



Cell stacks, Heat exchangers (2nd Floor)



Tanks, Pumps, PCS (1st Floor)



17MW/51MWh VRFB系統



■ 中國遼寧+融科儲能

該電站為“200MW/800MWh大連液流電池儲能調峰電站國家示範項目。於2022年2月**完成第一期工程100MW/400MWh**，目前進行系統調試。



■ 英國液流電池開發商 (Invinity Energy)

於加拿大阿爾伯塔省以Chappice Lake專案，以太陽能+儲能項目部署一個**21MW太陽能發電設施**和一個**2.8MW/8.4MWh電池儲能系統**。

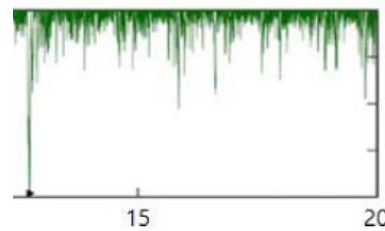
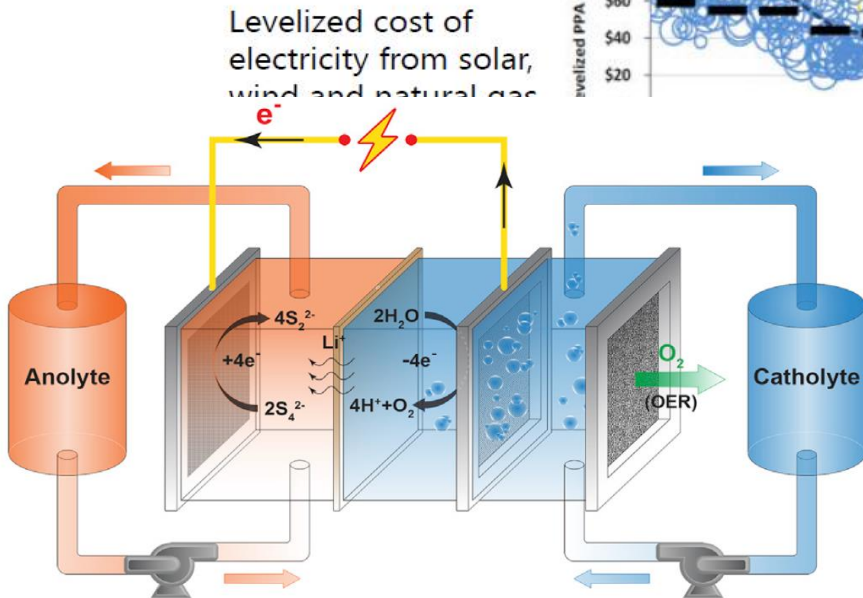
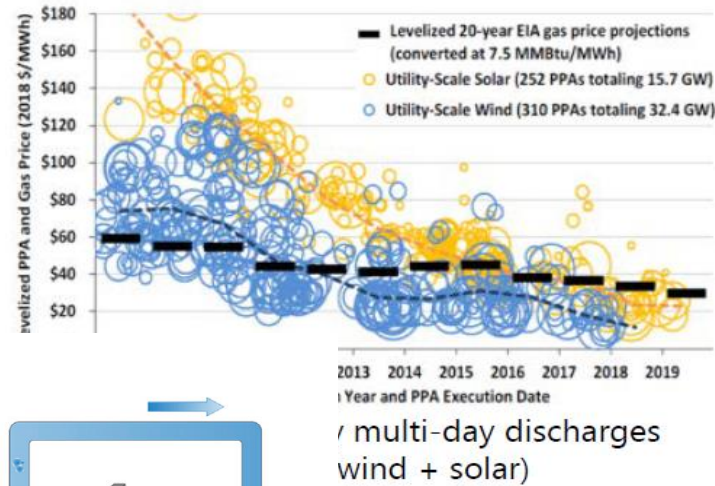


鋰硫液流電池(Form Eerngy公司)



Yet-Ming Chiang, MIT

Multi-day storage will be needed to make renewable electricity fully dispatchable



Energy toward grid decarbonation," 2019.06.012

To be competitive with natural gas:

- \$1000/kW = 100h x \$10/kWh
- Grid Li-ion today: \$250/kWh

How much storage will we need?

- ~100 TWh for full decarbonization worldwide (electricity + vehicles)
- Li-ion can't do it all, would require:
 - 3x lower cost than minerals alone
 - 10% CAGR in production of key elements (Li, Ni) now through 2050
- Getting to 100 TWh at \$10/kWh requires ultra-abundant, low cost chemistry based on sulfur, zinc, iron

硫錳液流電池(UTC公司)

ARPA-E Project



High-Performance Flow Battery with Inexpensive Inorganic Reactants



United Technologies Research Center

★ Program:
DAYS

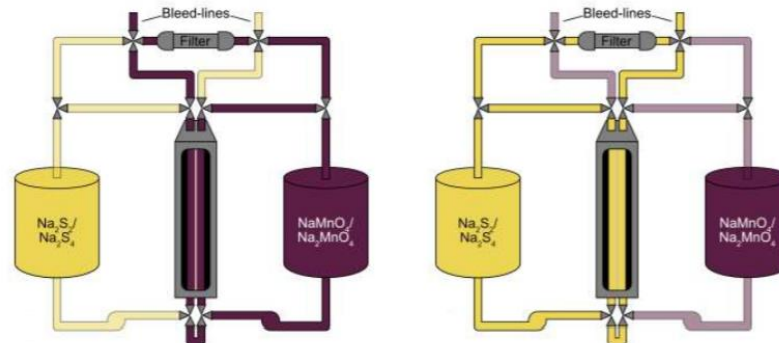
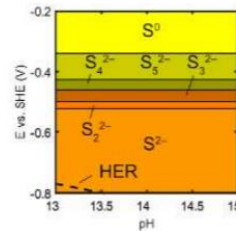
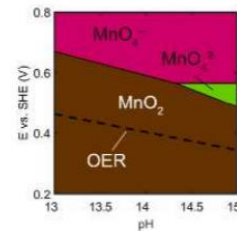
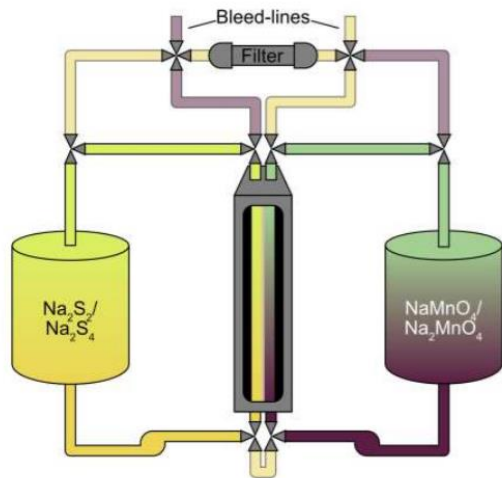
* Award:
\$3,799,728

📍 Location:
East Hartford,
Connecticut

* Status:
ACTIVE

📅 Project Term:
01/23/2019 -
04/22/2022

- ▶ Alkaline Sulfur/Manganese¹ chemistry
- ▶ Electrolyte Takeover Process (ETP)



聯合技術研究中心團隊將開發一種基於新型液流電池化學物質的儲能系統，該化學物質將使用廉價且易於獲得的**硫和錳基**活性材料。該團隊採用創新的策略來克服系統控制和活性物質不希望通過隔離膜的挑戰與使用低成本的反應物，具有長時間放電的特性，因此具有極低的儲能成本優勢。

溴鋅液流電池(Primus公司)

ARPA-E Project



Minimal Overhead Storage Technology for Duration Addition to Electricity Storage



★ Program:

DAYS

* Award:

\$3,235,764

📍 Location:

Hayward,
California

* Status:

CANCELLED

📅 Project Term:

02/25/2019 -
01/31/2021

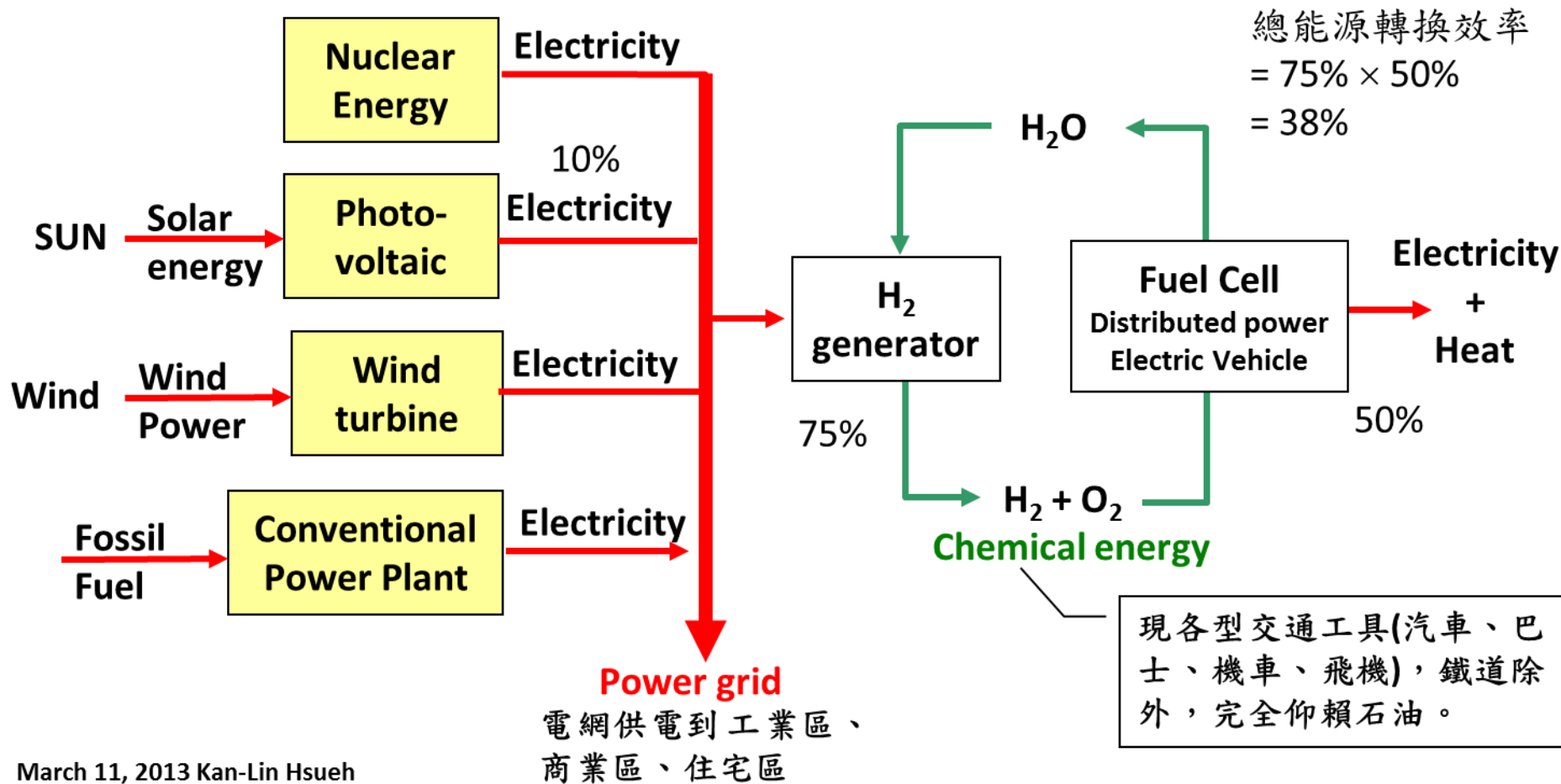


Primus Power團隊將與哥倫比亞電化學能源中心合作，開發一種長期的電網儲能解決方案，該解決方案利用了一種新的方法製造**溴化鋅液流電池**。利用鋅和溴在電池中的行為方式，電池將不再需要使用隔離膜來保持反應物在充電時分開，並可允許將所有電解質存儲在單個槽中，而不是多個電池中。將可降低系統成本。

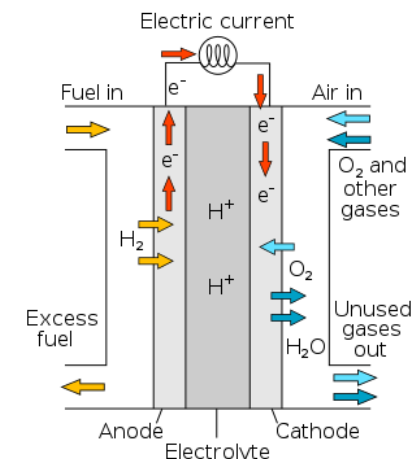
Ref. : <https://www.energy-storage.news/news/primus-power-launches-new-low-cost-long-duration-storage-solution>

燃料電池發電

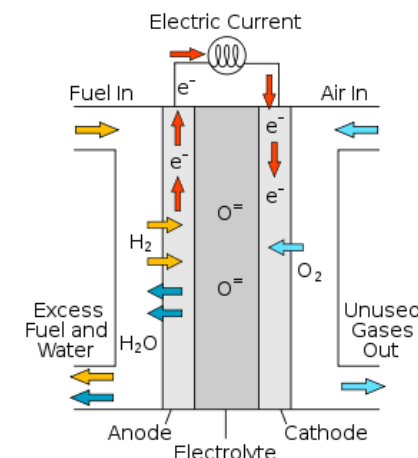
1. 目前的水電解產氫到燃料電池產電的能源轉換效率很低、價格高昂。
2. 未來石化燃料的枯竭與地球暖化是推動氫能經濟的主因。



質子交換膜燃料電池(PEMFC)



固體氧化物燃料電池 (SOFC)

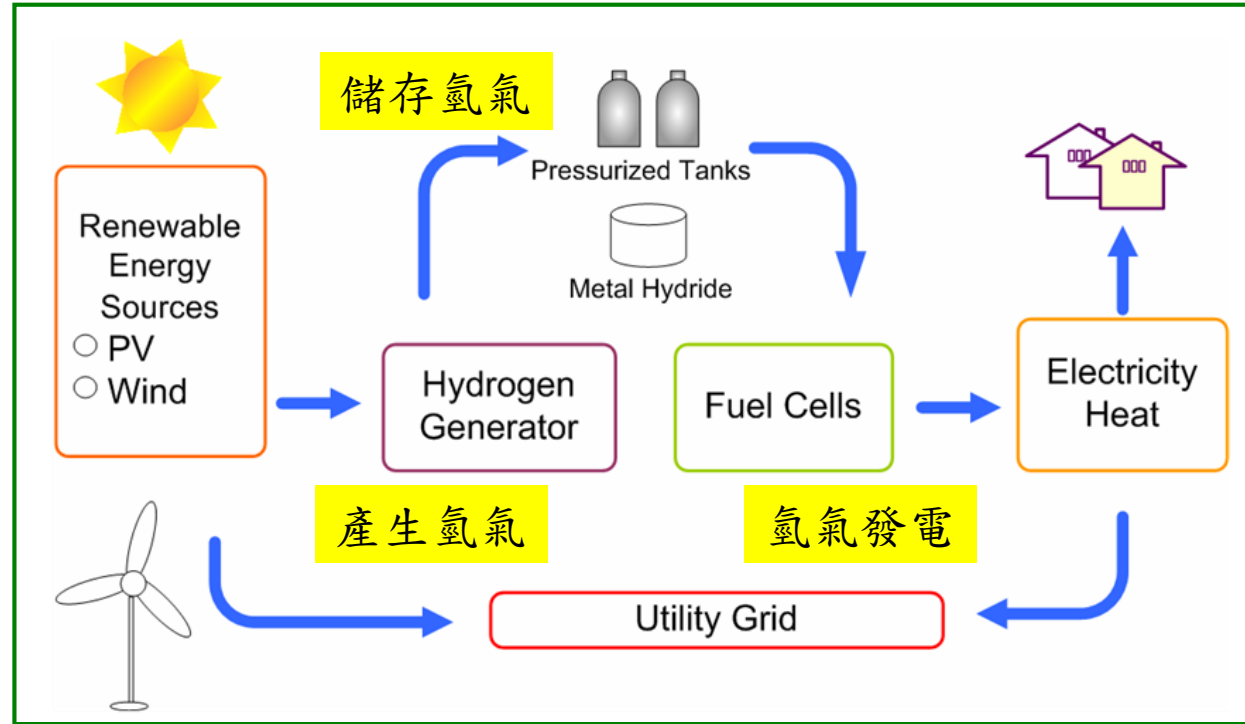


March 11, 2013 Kan-Lin Hsueh

PtG (Power to Gas) 技術

技術說明

將過剩的再生能源電力轉換為氫氣(P2H)或再製作成甲烷等氣體進行運送及儲存，藉此再次發電或是轉為其他應用。



優點：

1. 可解決再生能源間歇性及過剩之能量儲存問題
2. 可應用現有電力或天然氣網絡
3. 可解決CO₂封存問題

效率：

1. 電解產氫效率約為65-80%
2. 甲烷化轉合成氣效率約為85%
3. 由再生能源電力至天然氣之效率約為55-68%

結語

1. 國際再生能源滲透率不斷提升，電網環境日趨複雜，長時間儲能技術作為電網問題之新解決方案，全球儲能示範運用興起，應用功能持續摸索。
2. 臺灣因應再生能源政策方向與綠能產業發展所需，進行儲能示範驗證及推動，以作為擘劃我國落實再生能源政策及儲能技術發展策略之參考，有利於促成我國再生能源極大化應用。
3. 長時間儲能設備有助於太陽光電平滑化、穩定再生能源輸出、運輸電動載具導入等功能，包含氫能、液流電池、壓縮空氣儲能等不同技術，仍需持續降低成本、擴大應用實例。

謝謝聆聽!敬請指教

