



智慧儲能併網專利技術 趨勢分析

經濟部智慧財產局
專利審查一組

中華民國 114 年 10 月

目錄

第一章、 前言	1
第二章、 智慧儲能併網	4
2.1 智慧儲能併網相關概念	4
2.1.1 儲能技術分類	4
2.1.2 儲能併網系統類別	12
2.2 智慧儲能併網概況	16
2.2.1 美國智慧儲能併網概況	17
2.2.2 日本智慧儲能併網概況	21
2.2.3 中國大陸智慧儲能併網概況	29
2.2.4 我國智慧儲能併網概況	35
2.3 智慧儲能併網相關技術介紹	42
2.3.1 能源管理技術	42
2.3.2 電池控制技術	49
2.3.3 電力轉換技術	56
2.3.4 輔助服務技術	65
2.3.5 智慧電能技術	71
第三章、 智慧儲能併網專利趨勢分析	79
3.1 全球專利趨勢分析	80
3.1.1 全球專利申請趨勢	80
3.1.2 全球專利前十大 IPC 相關分析	81
3.1.3 全球前五大技術主題分析	88
3.1.4 全球前二十大申請人/專利權人相關分析(優化)	90
3.1.5 全球前二十大申請人/專利權人相關分析(終屬)	98

3.1.6 全球前十大專利局 / 專利組織相關分析	105
3.1.7 全球專利申請人/專利權人國籍相關分析	106
3.1.8 全球前十大專利申請人/專利權人 v. 前十大 IPC	108
3.1.9 前十大專利申請人/專利權人 v. 前十大專利局 / 專利組織.....	110
3.2 國內專利趨勢分析	112
3.2.1 國內專利申請趨勢	112
3.2.2 國內專利技術生命週期	114
3.2.3 國內前十大 IPC 分析	115
3.2.4 國內前五大技術主題分析	119
3.2.5 國內前十大申請人分析	121
3.2.6 國內前三大申請人競爭分析	127
3.3 關鍵專利技術研究分析	129
3.3.1 能源管理技術	129
3.3.2 電池控制技術	142
3.3.3 電力轉換技術	156
3.3.4 輔助服務技術	169
3.3.5 智慧電能技術	183
第四章、結論與建議	196
4.1 結論	196
4.1.1 全球專利趨勢分析結論	196
4.1.2 國內專利趨勢分析結論	198
4.1.3 關鍵專利技術研究分析結論	199
4.2 建議	201
4.2.1 全球專利趨勢分析建議	201
4.2.2 國內專利趨勢分析建議	201

4.1.3 關鍵專利技術研究分析建議 202

圖目錄

圖 1 二次能源轉型	2
圖 2 常見五種儲能原理	4
圖 3 飛輪儲能	5
圖 4 液流電池	7
圖 5 氢儲能	8
圖 6 超級電容	9
圖 7 結合熱泵系統及儲熱裝置之空調系統	11
圖 8 發電端儲能系統	13
圖 9 電網端之儲能系統	14
圖 10 用戶端之儲能系統	15
圖 11 全球儲能系統市場預測圖	16
圖 12 儲能系統市場預估情形	17
圖 13 用戶群代表聚合情形	20
圖 14 日本二次電池技術開發方向	23
圖 15 日本能源政策 S+3E	24
圖 16 日本再生能源固定價格買取(FIT)制度修正要點	26
圖 17 FIT 制度和 FIP 制度之比較	27
圖 18 虛擬電廠運作架構圖	28
圖 19 臺南鹽田儲能系統	36
圖 20 用電大戶條款	37
圖 21 第一階段之電網級儲能系統	38
圖 22 光電配置儲能系統	40
圖 23 智慧儲能走入工廠	41
圖 24 臺灣 2030 年儲能市場預測規模	41
圖 25 整合分散式電力資源之智慧電網能源管理系統示意圖	44

圖 26 削峰填谷示意圖	46
圖 27 時間電價好處	48
圖 28 電池平衡如何運作	50
圖 29 SoH 及 SoC 電池指標	52
圖 30 热失控 (Thermal Runaway)	54
圖 31 PCS 架構圖	57
圖 32 併網 PCS 架構圖	58
圖 33 離網 PCS 架構圖	59
圖 34 混和 PCS 架構圖	60
圖 35 搭配儲能系統之太陽能發電系統圖	61
圖 36 LLC 雙向 DC-DC 轉換器拓樸圖	62
圖 37 CLLLC 雙向 DC-DC 轉換器拓樸圖	63
圖 38 雙主動橋式雙向轉換器拓樸圖	63
圖 39 雙向轉換器簡化圖	64
圖 40 輔助服務市場之交易商品	65
圖 41 dReg 追隨系統頻率變動輸出或輸入之功率曲線圖	67
圖 42 dReg 技術規格要求	67
圖 43 sReg 追隨系統頻率變動輸出或輸入之功率曲線圖	68
圖 44 sReg 技術規格要求	68
圖 45 E-dReg 說明	70
圖 46 AI 發展說明	72
圖 47 機器學習說明	73
圖 48 機器學習說明	74
圖 49 神經網路	75
圖 50 神經網路基本架構	76

圖 51 智慧儲能系統.....	78
圖 52 智慧儲能併網全球專利申請趨勢	80
圖 53 智慧儲能併網全球專利前十大 IPC	82
圖 54 十大 IPC 近十年申請量趨勢	86
圖 55 全球前五大技術主題分析	88
圖 56 全球專利申請量前二十大申請人/專利權人（優化）	90
圖 57 全球專利申請量前二十大申請人/專利權人（終屬）	98
圖 58 第一大申請人/專利權人年申請趨勢	101
圖 59 第二至第十大申請人/專利權人年申請趨勢.....	103
圖 60 前十大專利局 / 專利組織	105
圖 61 前六大專利局 / 專利組織智慧儲能併網專利申請 趨勢.....	106
圖 62 智慧儲能併網專利申請人/專利權人前五大國籍分 析	107
圖 63 智慧儲能併網專利申請人/專利權人前五大國籍申 請趨勢.....	107
圖 64 前十大專利申請人/專利權人 v. 前十大 IPC	108
圖 65 前十大專利申請人/專利權人 v. 前十大專利局 / 專 利組織.....	110
圖 66 國內智慧儲能併網專利申請趨勢	112
圖 67 國內專利技術生命週期圖	114
圖 68 國內專利前十大 IPC.....	115
圖 69 國內前五大技術主題	119
圖 70 國內智慧儲能併網專利申請量前十大申請人/專利 權人.....	121

圖 71 國內前三大申請人競爭分析圖	127
圖 72 電費優化光儲系統架構示意圖	130
圖 73 本發明虛擬電廠（VPP）示意圖	134
圖 74 本發明示例性電力控制系統框圖	137
圖 75 本發明用電量削峰填谷的方法示意圖.....	140
圖 76 LEP 電池的 SOC-OCV 特性示例圖	143
圖 77 提高 SOC、降低 SOC 及維持 SOC 不變三種狀態 轉換圖.....	144
圖 78 包含串聯電池組的電池供電系統示意圖.....	147
圖 79 用於電池供電系統的平衡電路示意圖.....	149
圖 80 鋰電池控制系統的主系統框架圖.....	151
圖 81 本發明電池組熱失控控制方法流程圖.....	154
圖 82 本發明蓄電系統配置圖	157
圖 83 第 1 電力轉換裝置配置圖	158
圖 84 儲能系統配置示意圖	160
圖 85 雙向 DC/DC 變換器控制策略圖	164
圖 86 本發明車載充放電系統的電路結構示意圖	166
圖 87 儲能站功率快速控制系統結構圖	169
圖 88 儲能站動態虛功快速控制流程圖	170
圖 89 儲能站一次調頻實功快速控制流程圖	171
圖 90 兩個用電地點的分散式儲能系統實施例.....	174
圖 91 變功率追蹤和超級電容儲能的協調控制框圖	178
圖 92 本發明的儲能系統電網黑啟動方法流程圖	180
圖 93 用戶參與的電網用電需求響應方法流程圖	184
圖 94 本發明裝置結構示意圖	185
圖 95 以本發明求取 SOH，電壓、電流及 SOC 走勢圖	187

圖 96 DDPG 策略網路輸入結構圖.....	191
圖 97 微電網能量管理系統層級間通信結構圖.....	194

表目錄

表 1 智慧儲能併網全球專利前二十大 IPC 說明.....	83
表 2 國內智慧儲能併網專利前十大 IPC 說明.....	117
表 3 國內前三大申請人競爭分析表	128

第一章、前言

我國總統於 2024 年國慶演說¹時表示將持續推動「二次能源轉型」，以確保電力穩定供應，並透過發展多元綠能、深度節能以及先進儲能，來穩健邁向全球「2050 淨零轉型」的目標。

行政院也陸續強調，科技是應對氣候變遷的重要解決方案，政府已同步推動法制建設與科技研發，注重氣候變遷法制環境，為確保臺灣在 2030 年前成為能源安全國，將持續推動多元綠能、深度節能、科技儲能，以及電網韌性之發展，以實現二次能源轉型²，如圖 1。

而其中科技儲能³，是為配合再生能源的發展，大力推動儲能設施、擴大政府投資，以推動儲能產業的發展；並透過電力交易平台的民間參與，增加民間儲能服務增加的誘因，也同時鼓勵企業和社區參與儲能產業的發展。

¹中華民國總統府，團結台灣 共圓夢想 總統發表國慶演說，<https://www.president.gov.tw/News/28775>（最後瀏覽日：2025/04/21）。

²國家科技及技術委員會，行政院 2025 科技顧問會議圓滿成功 聚焦氣候調適與低碳能源科技，https://www.nstc.gov.tw/folksonomy/detail/4552274b-cf52-4c7f-baee-3240a2323ffe?l=CH&utm_source=rss（最後瀏覽日：2025/04/21）。

³賴清德總統，淨零轉型 永續台灣 | 2050 淨零轉型是臺灣的目標，更是世界的目標，https://www.facebook.com/chingte/posts/pfbid032X3stGTwE9GJwgvWwKZz7WXkvhXXN7fZX3mGcYTiNT9ALdMYuYZhraGgQkYmmNZsl?locale=zh_TW（最後瀏覽日：2025/04/21）。



圖 1 二次能源轉型⁴

我國政府曾於 2022 年分別公布「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」及「12 項關鍵戰略行動計畫」，並於 2023 年 1 月核定「淨零排放路徑 112-115 年綱要計畫」，其中，2050 年之目標為總電力 60 - 70% 為再生能源、9 - 12% 之氢能，加上碳捕捉之火力發電 20 - 27%，達成整體電力供應的去碳化。其中 12 項關鍵戰略⁵之一的電力系統與儲能的發展策略包括：推動分散式電網並強化電網韌性、擴大因應再生能源變動所需儲能等彈性資源規劃。

有鑑於此，本報告藉由蒐集國際智慧儲能併網相關前瞻專利技術文獻，分析國際相關技術發展及專利布局趨勢，希冀提供政府及電業之業者作為二次能源轉型之運用參考。

本報告架構如下：第二章介紹各國關於智慧儲能併網相關概

⁴同註 3。

⁵國家發展委員會，十二項關鍵戰略，https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=733396F648BE2845（最後瀏覽日：2024/03/01）。

念、智慧儲能併網概況以及智慧儲能併網相關技術；第三章以 Derwent Innovation（以下簡稱 DI）及 Global Patent Search System（以下簡稱 GPSS）資料庫，分析全球及我國智慧儲能併網之專利技術趨勢，最後於第四章進行本報告之結論及建議。

第二章、智慧儲能併網

因應前述 12 項關鍵戰略之電力系統與儲能，本文分成智慧儲能系統併網相關概念、智慧儲能併網概況及智慧儲能併網相關技術介紹三個部分。

2.1 智慧儲能併網相關概念

本節分成儲能技術分類、儲能併網系統類別兩個部分。

2.1.1 儲能技術分類

儲能技術顧名思義指的是把能量儲存起來，目的是為了在需要時能夠使用的技術，其分類可分為：機械儲能(Mechanical)、電化學儲能(Electrochemical)、化學儲能(Chemical)、電力儲能(Electrical)、熱能儲能(Thermal)五種類型⁶，如下圖 2，以下分別介紹五種儲能技術。



⁶恆聚科技有限公司，儲能助力能源轉型！儲能系統的原理、8大優勢與實際案例說明，<https://www.hengs.com/blog-energy-storage.html>（最後瀏覽日：2025/05/01）。

⁷同註 6。

2.1.1.1 機械儲能(Mechanical)

機械儲能是利用物理原理將能量以機械形式儲存起來，並在需要時釋放的技術，主要包括以下幾種方式：

抽蓄水力儲能(Pumped hydro Storage, PHS)：是利用低負荷時段的電力將水泵至高處儲存，當電力需求高時釋放水流來推動渦輪發電。

壓縮空氣儲能(Compressed Air Energy Storage, CAES)：是將空氣壓縮並儲存在地下洞穴或容器中，當需要電力時釋放壓縮空氣來推動渦輪機發電。

重力儲能（Gravity energy storage, GES）：是透過在有天然或人造高度差的場景中，將液體或固體重物上升或下降來實現位能儲存和釋放發電。

飛輪儲能(Flywheel Energy Storage, FES)：是利用高速旋轉的飛輪儲存動能，當需要電力時，通過減速飛輪來釋放能量，如下圖 3。

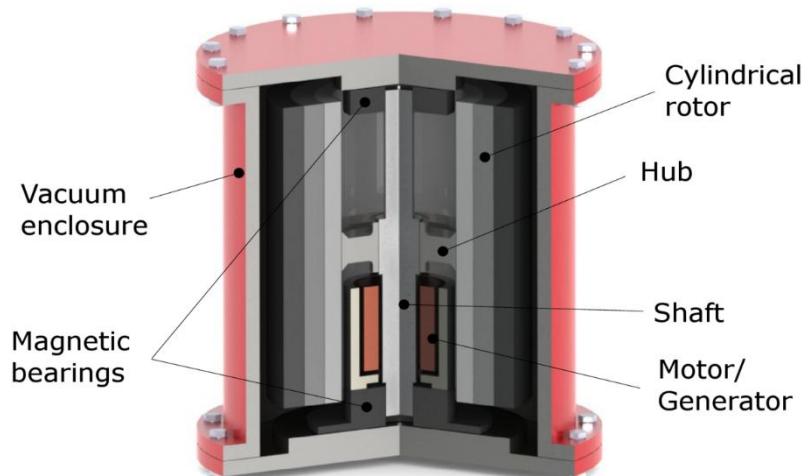


圖 3 飛輪儲能⁸

⁸WIKIPEDIA, Flywheel energy storage, https://en.wikipedia.org/wiki/Flywheel_energy_storage(last visited May. 1, 2025).

2.1.1.2 電化學儲能(Electrochemical)

電化學儲能是通過電化學反應將電能儲存並在需要時釋放，主要包括以下幾種方式：

液流電池(Flow batteries)：將能量儲存在電解液中，通常包含兩個儲存著化學溶液的容器，形成兩個次系統。這兩個次系統間的連接部份，為發電區，以一個薄膜隔開。這兩種化學溶液，隔著薄膜，產生離子交換，透過這種方式來進行放電或儲電⁹，適合於大規模儲能，具有長壽命與可持續充放電的優勢（如鉍液流電池），如下圖 4。

二次電池(Secondary batteries)：是通過將化學能和直流電能相互轉換，在放電後經充電能復原，從而達到重複使用效果（例如：鉛酸電池、鎳氫電池）¹⁰。

磷酸鐵鋰電池(Lithium iron phosphate battery)：正極是含有鋰金屬的化合物，一般是磷酸鐵鋰，負極常為石墨或木炭，具有較長的循環壽命、性能穩定、高放電功率、高安全性及成本較低的優點¹¹。

⁹維基百科，液流電池，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B6%B2%E6%B5%81%E9%9B%BB%E6%B1%A0>（最後瀏覽日：2025/05/01）。

¹⁰維基百科，鉛酸電池，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%93%85%E9%85%B8%E8%93%84%E7%94%B5%E6%B1%A0>（最後瀏覽日：2025/05/01）。

¹¹WIKIPEDIA, Lithium iron phosphate battery, https://en.wikipedia.org/wiki/Lithium_iron_phosphate_battery (last visited Sep. 22, 2025).

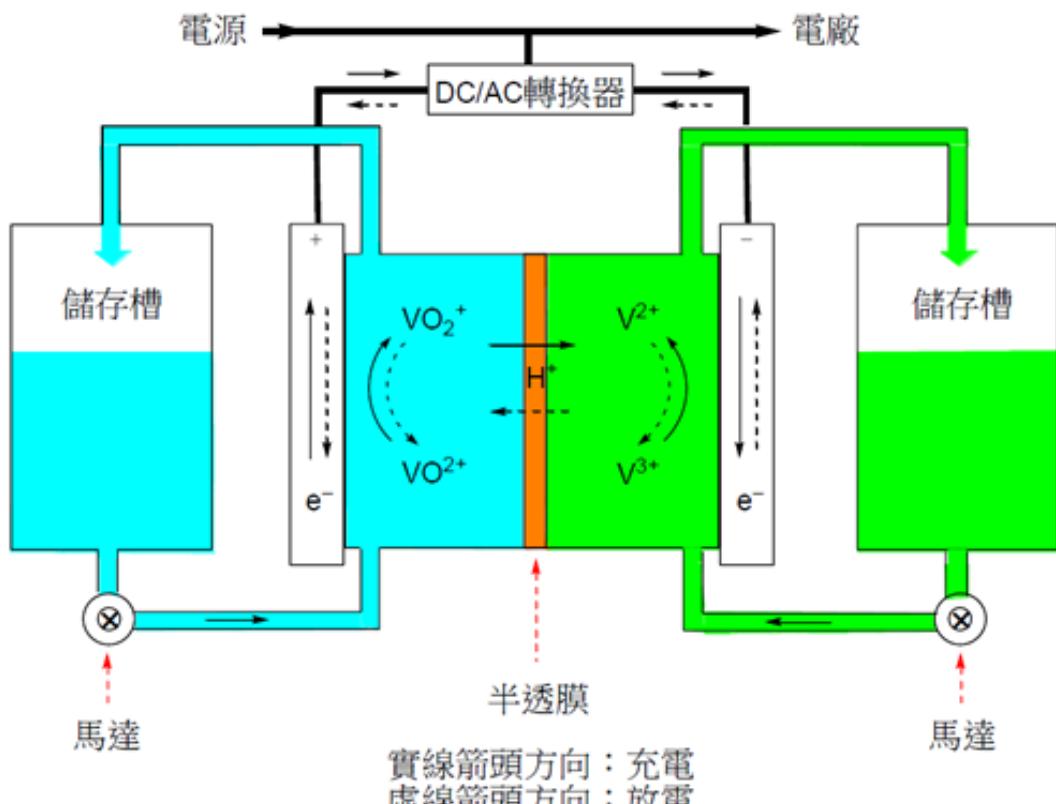


圖 4 液流電池¹²

¹² 國立臺灣大學化學系，淺談電能儲存與液流電池(flow batteries)的最新發展，https://www.ch.ntu.edu.tw/News_Content_n_76120_s_82803.html (最後瀏覽日：2025/05/01)。

2.1.1.3 化學儲能(Chemical)

化學儲能主要是將氫氣及合成天然氣作為二次能源載體，是利用化學物質通過化學反應來釋放能量¹³，主要包括以下幾種方式：

合成燃料儲能：利用二氧化碳和氫氣合成液體燃料，如甲醇、合成天然氣等，再經由燃燒發電。

氫儲能(Hydrogen Energy Storage, HES)：氫氣來源可通過電解水產生氫氣，如下圖 5，再通過燃燒氫氣釋放能量。而氫燃料電池則是利用氫氣與氧氣形成迴路時，兩者的電位差，使低電位發生氧化放出電子，高電位發生還原得到電子，化學能轉變成電能，氫氣與氧氣間電子進行高電位流向低電位而發電¹⁴。

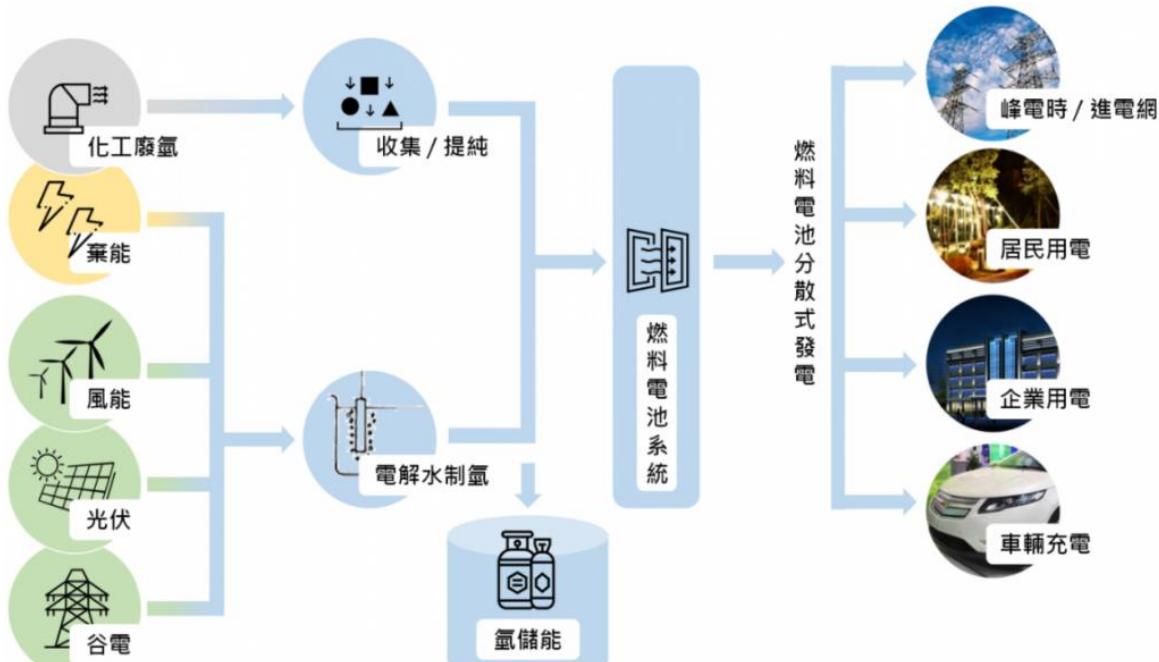


圖 5 氢儲能¹⁵

¹³聚恆科技股份有限公司，儲能助力能源轉型！儲能系統的原理、8大優勢與實際案例說明，<https://www.hengs.com/blog-energy-storage.html> (最後瀏覽日：2025/05/15)。

¹⁴徐子雯，氫能源儲能應用，<https://learnenergy.tw/index.php?inter=knowledge&caid=4&id=699> (最後瀏覽日：2025/05/01)。

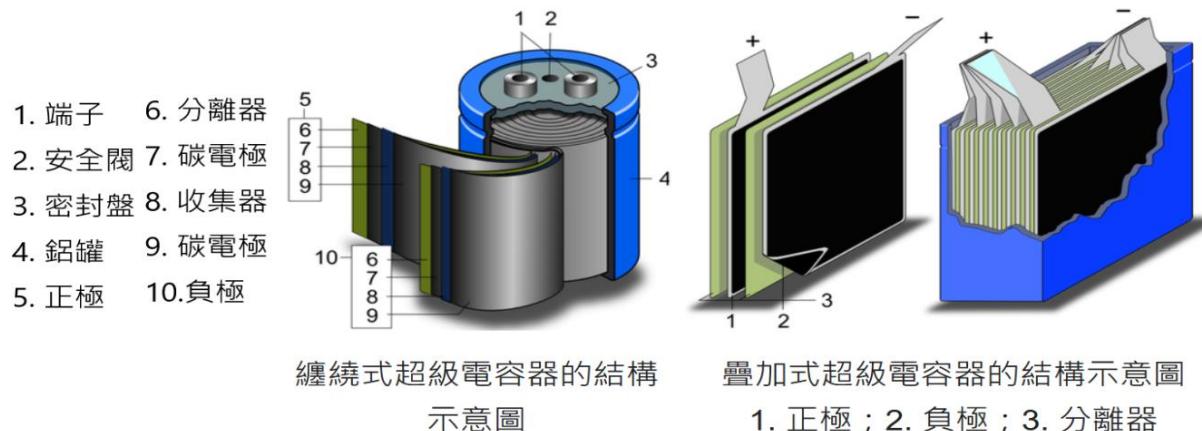
¹⁵同註 14。

2.1.1.4 電力儲能(Electrical)

電力儲能是利用超導體或特殊電極產生的磁場儲能¹⁶，主要包括以下幾種方式：

超導儲能(Superconducting magnetic energy storage - SMES)：是把超導材料製成的線圈放在臨界溫度的容器中，透過臨界溫度下超導體內電阻為零的性質，使傳輸電能時不會有電力損失，能量就能以超導線圈中循環流動的直流電形式儲存在磁場中。

超級電容儲能(Supercapacitor energy storage)：或稱為雙電層電容器(Electrostatic double-layer capacitor)，利用電極和電解質之間形成的特殊電極結構來儲存能量，通過使電極表面積增加，從而產生更大電容量，具有多種樣式，如下圖 6。



纏繞式超級電容器的結構
示意圖

疊加式超級電容器的結構示意圖
1. 正極；2. 負極；3. 分離器

圖 6 超級電容¹⁷

¹⁶綠學院，儲能技術比較：目前最可靠的儲能系統，<https://greenimpact.cc/en-US/Articles/detail?id=311> (最後瀏覽日：2025/05/15)。

¹⁷維基百科，雙電層電容器，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%8F%8C%E7%94%B5%E5%AE%B9%E5%99%A8> (最後瀏覽日：2025/05/01)。

2.1.1.5 热能儲能(Thermal)

热能儲能是一種允許儲存和稍後釋放熱量或冷量的技術，將電力轉換為高溫或低溫能量儲存在媒介中，在未來需要使用時可再將熱能釋放使用，主要包括以下幾種方式：

低溫（液態）儲能：利用低溫液體（如液態空氣或氮氣）儲存在絕熱的常溫容器中，利用液體轉換回氣體時體積變化來推動發電機，產生電力。

熔鹽儲能：透過陽光將熔鹽罐加熱，使其升溫得到熱量，在陽光不足時，熔鹽罐中的熔鹽提供能量、釋放熱能，持續提供穩定的發電。

顯熱儲能：透過升高或降低液體或固體介質（例如水、熔鹽、金屬或岩石）的溫度來儲存熱量。儲存的熱量取決於介質的品質、比熱和溫差¹⁸。

潛熱儲能：透過改變材料的相（例如熔化、冷凍、蒸發或冷凝）來儲存熱量。該材料稱為相變材料（PCM）。儲存的熱量取決於 PCM 的質量、潛熱和相變溫度。

熱化學儲能：透過在可逆反應（例如水合、脫水、氧化或還原）中破壞或形成化學鍵來儲存熱量。該材料被稱為熱化學材料。

熱泵儲能：是由兩個桶槽內填裝礦物顆粒與能壓縮／膨脹氣體的裝置，在增加／降低相同的壓力下，可加熱／冷卻較多的能量，藉由高低溫差的循環來驅動發電機，進而產生電力的儲能方式¹⁹，如下圖 7。

¹⁸SHIELDEN，什麼是熱能儲存？，<https://zh-tw.shieldenchannel.com/blogs/portable-power-station/what-is-thermal-energy-storage> (最後瀏覽日：2025/05/15)。

¹⁹台電月刊，綠能引擎加速 儲能系統的種類與原理，<https://service.taipower.com.tw/tpcjurnal/article/3447> (最後瀏覽日：2025/05/15)。

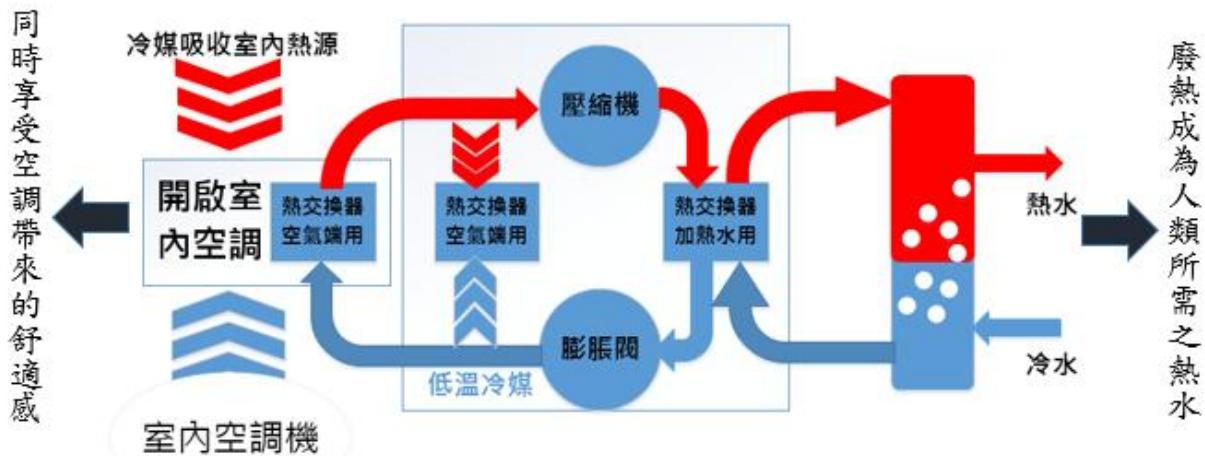


圖 7 結合熱泵系統及儲熱裝置之空調系統²⁰

²⁰李達生，結合熱泵、儲熱裝置與分離式空調系統打造幾乎不排廢熱之空調系統，<https://learnenergy.tw/index.php?inter=knowledge&caid=4&id=173>（最後瀏覽日：2025/05/15）。

2.1.2 儲能併網系統類別

儲能系統的應用依功能可以分為兩大類型：

功率型儲能系統能夠在系統供電頻率下降的時候，瞬間自動放電以幫助減輕波動，此一自動調頻功能是供電穩定性的重要成員。

能量型儲能系統則具有長效儲能的特色，適合在發電量大於用電需求時儲存電力，並在負載升高時供應電力。

另儲能系統的應用依設置地點，可區分為發電端、電網端及用戶端儲能系統三大類型。

2.1.2.1 發電端儲能系統

發電端儲能系統²¹，能結合太陽光電或是風力發電等再生能源，使再生能源發電曲線平滑化，其次，儲存下來的多餘電能可以轉移到特定時段釋出。以太陽光電為例，通常在正午時是發電高峰，一旦過了高峰，下降速度也極快。儲能系統可以利用光電最充足時儲存光電，而在光電發電量下降時釋出電力，此即儲能系統發揮削峰填谷的功能，減少再生能源電力起落之間對電網的衝擊，亦有轉移電能的作用，於特定時段放電，舒緩供電壓力，如圖 8。

²¹ Electricity explained , Energy storage for electricity generation ,
<https://www.eia.gov/energyexplained/electricity/energy-storage-for-electricity-generation.php> (last visited Apr.30, 2025).

Operation and Use of an Energy Storage System (ESS)

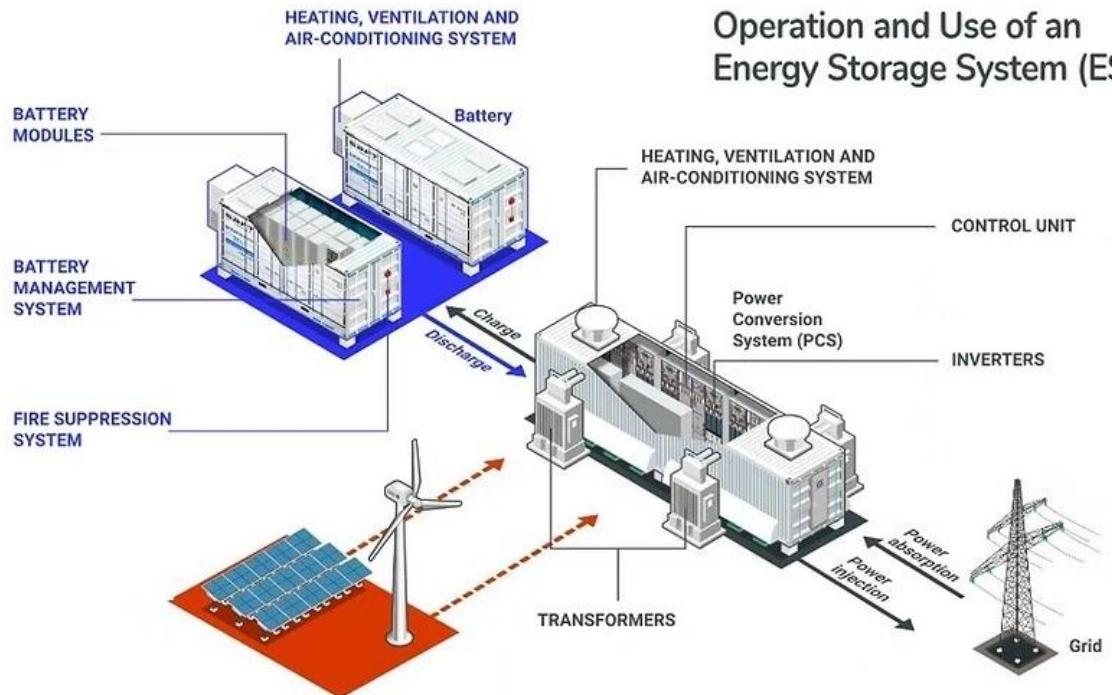


圖 8 發電端儲能系統²²

²²Alan Roy, Transmission, Distribution, and Energy Storage Systems in the Power Sector, <https://www.liveprospera.com/post/transmission-distribution-and-energy-storage-systems-in-the-power-sector> (last visited Apr..30, 2025).

2.1.2.2 電網端儲能系統

電網端的儲能系統應用，以提供頻率調整、快速反應及削峰填谷等調頻及備轉容量功能為目標，可減少輸電與配電系統容量升級所需設備成本，強化電網韌性與彈性，維持供電品質的穩定，如下圖 9 之中間部分。

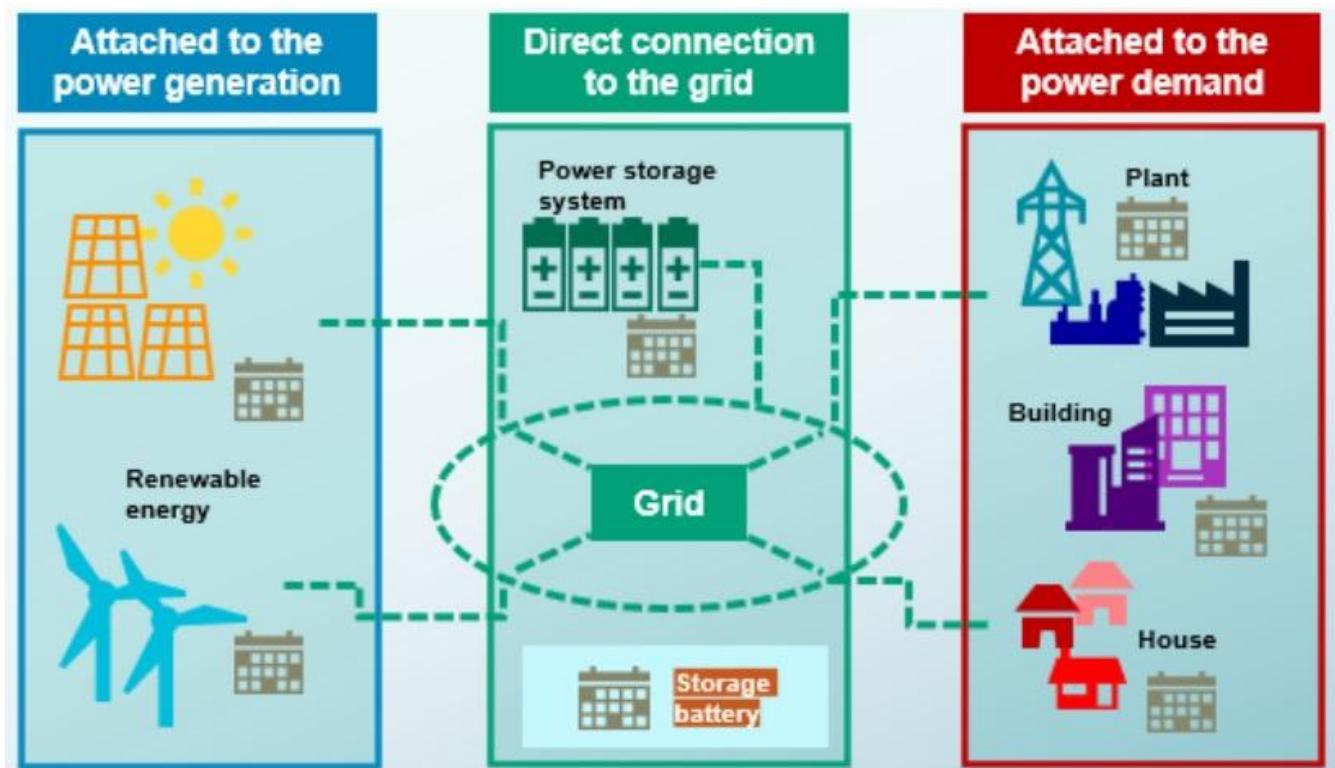


圖 9 電網端之儲能系統²³

²³SIEMENS, Renewable Energies: Boost your Battery Energy Storage Systems, <https://blogs.sw.siemens.com/en-US/simcenter/boost-your-battery-energy-storage-systems-with-simcenter-system-simulation/> (last visited Apr. 30, 2025).

2.1.2.3 用戶端儲能系統

對用戶端的工商用戶而言，儲能系統除了協助企業回應法規與產業趨勢，更具有支援電網、優化電費支出、最佳化再生能源發電效益、輔助廠區用電等應用。建築物和工廠可以透過削峰填谷、負載轉移、太陽能自發自用、執行需求響應和緊急情況下的備用電源來優化能源使用效率。

商業場所及家戶則可導入車聯網應用模式，利用具放電功能的電動車，搭配具雙向充放電功能的充電樁，平時可參與電力交易平台，將電動車的電池電能回送至電網並獲取輔助服務之報酬，而在災害發生時亦可化身緊急備援電力，如上圖 9 之右邊部分或下圖 10。

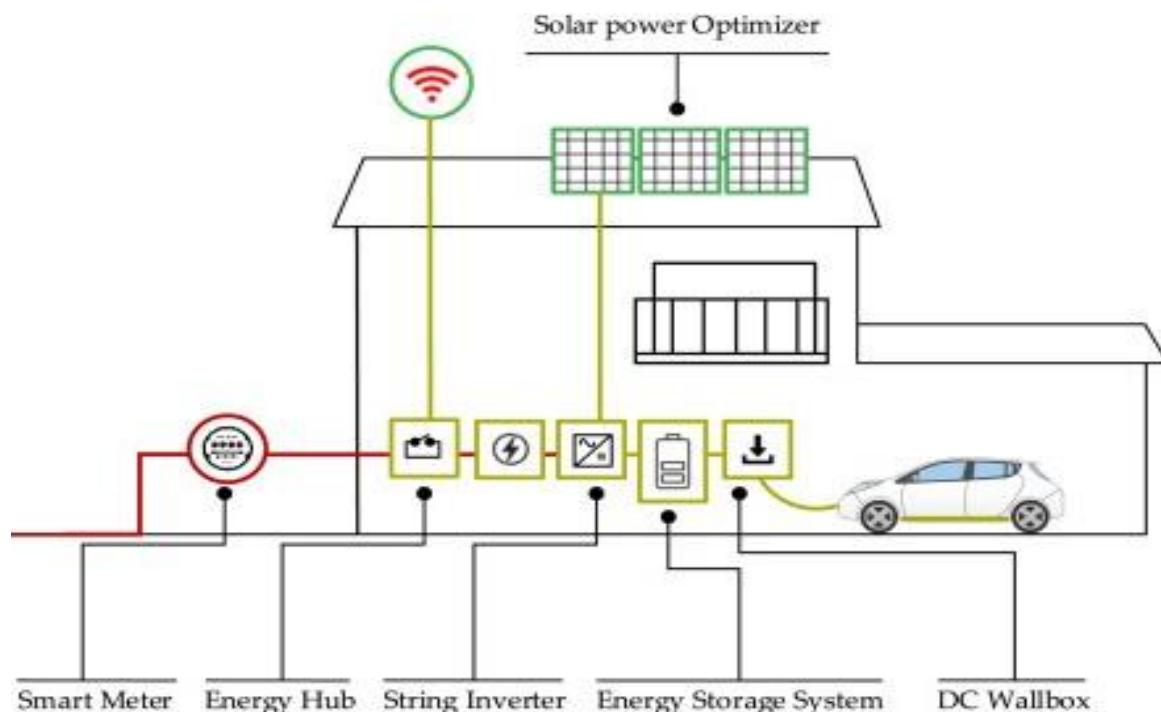


圖 10 用戶端之儲能系統²⁴

²⁴ScienceDirect, A study of charging-dispatch strategies and vehicle-to-grid technologies for electric vehicles in distribution networks, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484722027408> (last visited Apr. 30, 2025).

2.2 智慧儲能併網概況

現今全球環保意識抬頭，諸多國家正提高再生能源發電占比並逐漸淘汰高汙染的發電方式，但再生能源本身不穩定性較高，需要儲能系統調節供需，故電動車、再生能源等不同領域對高效能電池儲存的需求不斷增長，儲能系統市場規模持續顯著成長，如下圖 11。在儲能系統電池設計中採用人工智慧和機器學習等技術是另一個市場焦點。這些技術有助於提高電池的性能和安全性。它提供有關電池熱管理、充電和過充狀態、電流狀態以及電池保質期的即時數據。另外儲能電池的再利用也是目前產業界一大重點，旨在提供經濟高效的儲能系統。再利用或二次利用的電池具有相當高的使用壽命效率，可用於儲能。這降低了儲能系統的成本。各行業參與者正在與汽車製造商合作，推出有效的解決方案，以抓住尚未開發的儲能系統市場趨勢²⁵。

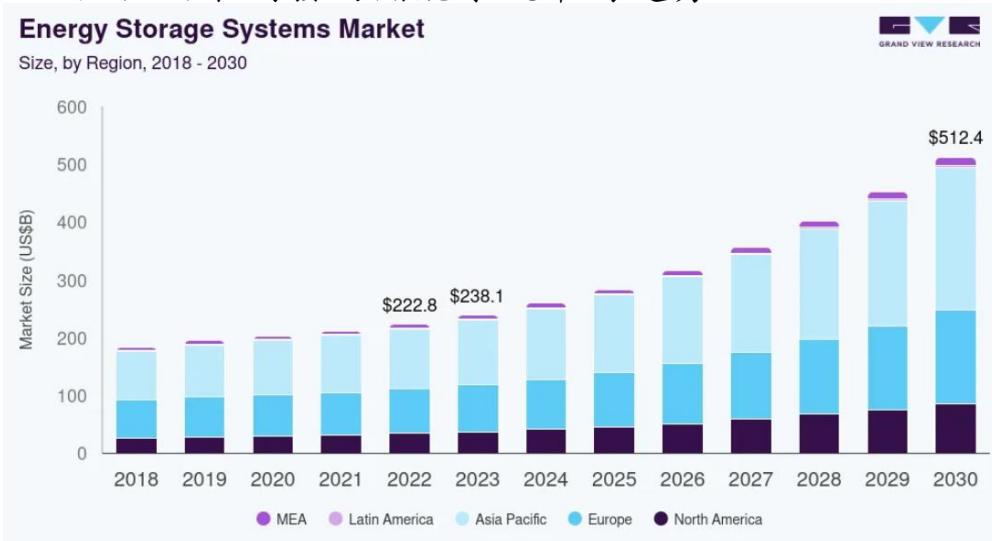


圖 11 全球儲能系統市場預測圖²⁶

²⁵Global market insight, Energy Storage Systems Market Size, <https://www.gminsights.com/industry-analysis/energy-storage-systems-market> (last visited Aug. 27, 2025).

²⁶Global view research, Energy Storage Systems Market Size, Share & Trends Analysis Report By Technology (Pumped Storage, Electrochemical Storage, Electromechanical Storage, Thermal Storage), By Region, And Segment Forecasts, 2023 – 2030, <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/energy-storage-systems-market> (last visited Aug. 27, 2025).

2.2.1 美國智慧儲能併網概況

因全球氣候變遷，美國多地災害頻傳，且當地電網設備老舊，導致近年停電事件逐年攀升，所造成的經濟損失高達 1,500 億美元，更有甚者造成人員傷亡，2022 年冬季德州因停電事件就造成了 246 個德州人凍死²⁷，因而，美國極需重建足以克服未來各種挑戰的新電網。

美國近年透過多層級政策架構推動儲能系統建置，聯邦政府以《2020 年能源法案》（Energy Act of 2020）與《基礎建設投資與就業法案》（Infrastructure Investment and Jobs Act）建立技術研發框架，並透過《降低通膨法案》（Inflation Reduction Act）提供稅務優惠。此政策體系已促成美國儲能裝置容量六年成長許多，如下圖 12，展現政策工具組合的有效性。

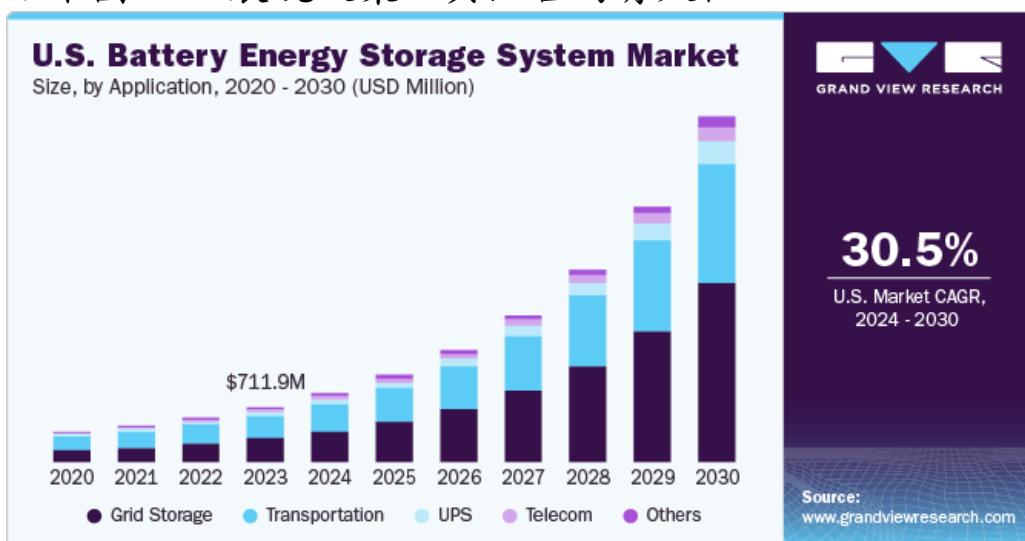


圖 12 儲能系統市場預估情形²⁸

²⁷優分析，美國也有"強韌電網計畫"！細說美國電力設備供需概況與臺灣業者的契機！，，

<https://uanalyze.com.tw/articles/698983374>，(最後瀏覽日:2024/03/13)

²⁸ GRAND VIEW RESEARCH, .S. Battery Energy Storage System Market Size, Share & Trends Analysis Report By Application (Transportation, Grid Storage, UPS), By Product (Flywheel Battery, Lead Acid Battery), By Region, And Segment Forecasts, 2024 – 2030, <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/us-battery-energy-storage-system-market> (last visited May. 13, 2025).

2.2.1.1 聯邦政府規劃

《2020 年能源法案》第 3202 條設立「儲能與微電網補助計畫」，由能源部（Department of Energy，以下簡稱 DOE）主導針對美國國家農村電力合作協會(National Rural Electric Cooperative Association)與公共事業單位提供技術援助與資金支持。該計畫特別強調儲能系統在電網韌性強化與再生能源整合中的關鍵角色，要求受補助單位須提出具體的技術驗證與商業模式創新方案。法案同時規範能源部須建立跨部門協調機制，整合國家實驗室資源進行儲能技術評估，其中桑迪亞國家實驗室即負責開發新型儲能系統性能測試標準。

2021 年通過的《基礎建設投資與就業法案》劃撥 50.5 億美元用於儲能示範專案，重點支持持續放電時間超過 10 小時的長時儲能技術。此資金由新設立的「潔淨能源示範辦公室」(Office of Clean Energy Demonstrations) 統籌管理，要求示範專案必須具備可複製性與商業化潛力，且至少 50% 經費需來自非聯邦資金²⁹。

而《降低通膨法案》突破性地將獨立儲能系統納入投資稅收抵免適用範圍，取消過往需與再生能源發電設備綁定的限制。根據該法案，2025 年前開工的儲能專案可選擇 6% 基礎抵免率或 30% 嘉獎抵免率，後者需滿足國內製造比例與工資標準等附加條件³⁰。該法案同時創設技術中立的稅抵框架，規定 2025 年後新建

²⁹ ESA, Infrastructure Investment and Jobs Act of 2021 Boosts U.S. Supply-Side Investments in Energy Storage, <http://energystorageassociationarchive.org/legislative-summary/infrastructure-investment-and-jobs-act-of-2021-boasts-u-s-supply-side-investments-in-energy-storage/> (last visited May. 13, 2025).

³⁰ McGuireWoods, Inflation Reduction Act Creates New Tax Credit Opportunities for Energy Storage Projects, <https://www.mcguirewoods.com/client-resources/alerts/2022/12/inflation-reduction-act-creates-new-tax-credit-opportunities-for-energy-storage-projects/> (last visited May. 13, 2025).

儲能設施將依溫室氣體排放強度分級適用抵免率，此設計引導業者優先採用低碳製程技術。

DOE 透過「儲能技術推進夥伴關係」（Energy Storage Technology Advancement Partnership，以下簡稱 ESTAP）建立聯邦-州協作機制，提供技術評估、經濟建模與政策設計等跨州支援服務。該計畫已促成 14 州共同開發「儲能互連標準模板」，簡化跨州儲能專案審批流程³¹。ESTAP 更設立「示範專案資料庫」，收錄超過 200 個儲能案例的技術參數與運營數據，供各州政策制定者參考比對。

2.2.1.2 FERC 2222 號行政命令

為了管理逐年上升的分散式電源與儲能系統，聯邦能源管理委員會（Federal Energy Regulatory Commission，以下簡稱 FERC）發布了第 2222 號行政命令要求區域輸電組織（Regional Transmission Organization，以下簡稱 RTO）消除儲能資源參與批發市場障礙，明定儲能系統可提供容量、能量與輔助服務等多元產品³²。該命令特別允許單一儲能聚合體可包含不同技術類型與規模的分散式能源，並規定最小參與門檻降至 100kW。

在該命令中明定了所謂用戶群代表（Aggregator）的概念，用戶的分散式能源（例如安裝於家中的太陽能電池板或電池儲存單元等）對區域輸電組織（RTO）市場的參與通常是間接的，直接市場參與者是分散式電源用戶群代表（Aggregator），用戶群

³¹ Clean energy state alliance, The Energy Storage Technology Advancement Partnership (ESTAP) is a federal-state funding and information sharing project that aims to accelerate the deployment of electrical energy storage technologies in the U.S., through the creation of technical assistance and co-funding partnerships between states, Sandia National Laboratories, and the U.S. Department of Energy. <https://www.cesa.org/projects/energy-storage-technology-advancement-partnership/> (last visited May. 13, 2025).

³² MISO, FERC Order 2222 Compliance Framework, page 35, last visited Apr. 17, 2024

代表會將多個用戶的輸出利用儲能系統結合起來，以建立足夠大小的聚合電源（例如：100MW）後，並根據合約條款與每個參與的用戶分享市場補償。

下圖 13 表示用戶端之分散式電源如何經過用戶群代表的整合對整體電力市場供給能源，圖左側是單一分散式電源(DER)，其輸出可能相對較小，例如太陽能板、蓄電裝置或電動車充電設備。在中間，用戶群代表將其匯集在一起，並確保所聚集的能源足夠可供市場使用，此種聚合使用戶群代表成為直接的市場參與者。用戶群代表將這些能源產品整合並將其交付給區域市場，而補償資金則呈現相反的流向：從 RTO 市場回到 DER 用戶群代表，最終回到每個 DER 所有者³³。

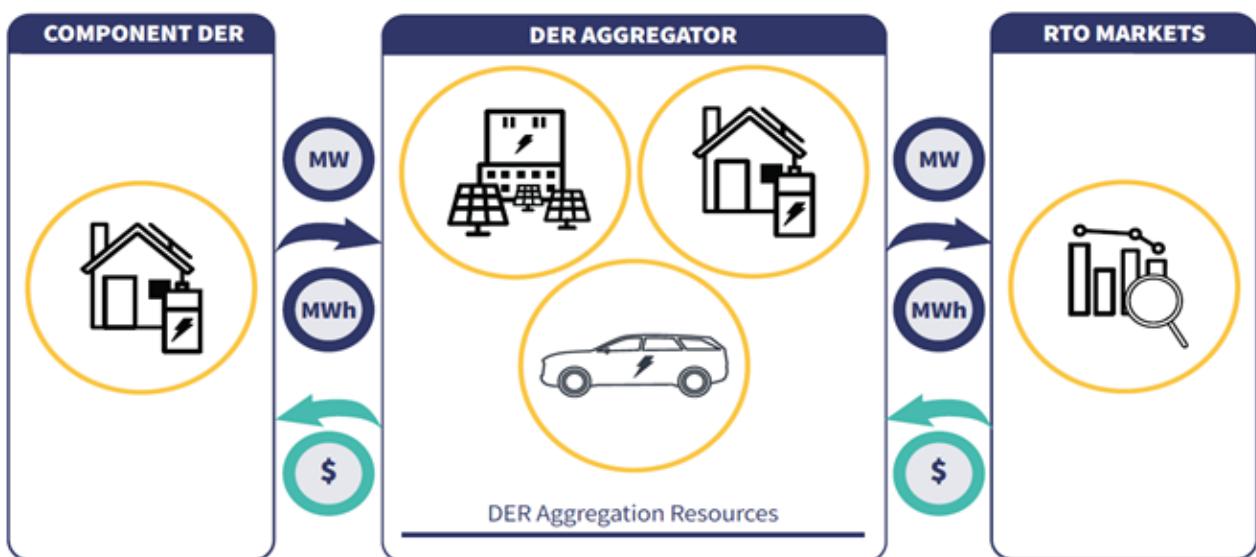


圖 13 用 戶 群 代 表 聚 合 情 形³⁴

³³ FERC, FERC Order No. 2222 Explainer: Facilitating Participation in Electricity Markets by Distributed Energy Resources[i], <https://www.ferc.gov/ferc-order-no-2222-explainer-facilitating-participation-electricity-markets-distributed-energy> , last visited Mar. 14, 2024

³⁴ 同註 33。

2.2.2 日本智慧儲能併網概況

在東日本大地震（311 大地震）後，由於日本電力供需問題日趨緊張，僅憑節能措施已不能應付當前的需求，還需從電力供需平衡的角度來管理能源。

日本是全球較早發展儲能技術的國家，其對儲能的需求主要源自三個方面：再生能源導入時電力系統穩定度的維持、供電體制的變革需求，以及在節能減碳壓力下延伸出的儲電需求。

日本政府在 2011 年啟動的「安全、低成本大型儲能技術開發」計畫，包含兩個主要項目：大型蓄電池關鍵技術、系統、實證的開發，以及蓄電池劣化診斷技術的研究，代表了其對儲能技術研發的系統性支持。該計畫透過企業界實際投入研發及運作，開發符合低成本、高安全性的實用儲能產品，同時通過委託民間大學開展蓄電池劣化問題的深入研究³⁵。

同時為因應全球氣候變遷日本作出一系列因應措施，以使日本排放的溫室氣體總量達到淨零排放(net zero)，其中就包括推動再生能源的使用。而日本經濟產業省為提升再生能源供電比重，擬修正電氣事業法並補助設置費用，促進活用大型蓄電池。鑑於電網容量不足為再生能源難以普及之主要原因之一，推動大型蓄電池併網，配合再生能源發電高峰期儲能，並於離峰期放電，有助再生能源的穩定供電³⁶。

³⁵鄭婉真，日本儲能技術發展方向及現況，

https://km.twenergy.org.tw/Knowledge/knowledge_more?id=963 (最後瀏覽日：2025/4/17)。

³⁶日本政府擬修法並編列補助款推動蓄電池連接電網，經濟部國際貿易局，

<https://info.taiwantrade.com/biznews/%E6%97%A5%E6%9C%AC%E6%94%BF%E5%BA%9C%E6%93%AC%E4%BF%AE%E6%B3%95%E4%B8%A6%E7%B7%A8%E5%88%97%E8%A3%9C%E5%8A%A9%E6%AC%BE%E6%8E%A8%E5%8B%95%E8%93%84%E9%9B%BB%E6%B1%A0%E9%80%A3%E6%8E%A5%E9%9B%BB%E7%B6%B2-2473530.html> (最後瀏覽日：2025/4/17)。

2.2.2.1 日本儲能規劃

福島核災後，日本政府於 2012 年提出《革新能源環境戰略》，目標 2040 年前逐步廢除核能，並以 2010 年為基準，逐步提升再生能源發電量。然因再生能源多數依賴氣候發電而無法穩定供電的特性，為解決再生能源導入造成的電網不穩，日本積極發展儲能技術，並透過示範應用提升設備壽命與安全性。新能源產業技術綜合開發機構（New Energy and Industrial Technology Development Organization，以下簡稱 NEDO）³⁷推動多項儲能研發計畫，包括大型蓄電池與劣化診斷技術，並投入 36.76 億日圓補助。基礎研究方面，政府推動多項先端蓄電池材料與模擬技術開發，並整合產官學資源，聚焦於鋰離子電池，延續日本在全球鋰電池領域的技術優勢³⁸。關於日本蓄電池發展方向，如下圖 14。

³⁷ 維基百科，新能源產業技術綜合開發機構

，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%96%B0%E8%83%BD%E6%BA%90%E7%94%A2%E6%A5%AD%E6%8A%80%E8%A1%93%E7%B6%9C%E5%90%88%E9%96%8B%E7%99%BC%E6%A9%9F%E6%A7%8B>（最後瀏覽日：2025/5/15）。

³⁸鄭婉真，日本儲能技術發展方向及現況，

https://km.twenergy.org.tw/Knowledge/knowledge_more?id=963（最後瀏覽日：2025/4/17）。



圖 14 日本二次電池技術開發方向³⁹

日本政府於 2023 年 4 月 1 日施行修正後的《能源使用合理化法》，目標為 2030 年將溫室氣體排放量較 2013 年減少 46%。該法案從供需兩面推動能源轉型：一方面推動電網級大型儲能技術，提升再生能源穩定供應，並將儲能系統納入發電業管理，要求其在再生能源不足時補足電力；另一方面，要求售電業者制定浮動電價機制，鼓勵用戶一同平衡電力供需。

³⁹同 38

2.2.2.2 能源基本計畫(エネルギー基本計画)⁴⁰

第六次戰略能源計畫於 2021 年 10 月 22 日發布，其中包括兩大方向，一是為了解決全球氣候變遷加速問題於 2020 年 10 月公布的「2050 年碳中和(2050 年カーボンニュートラル)」，以及克服日本能源供給及需求結構的能源政策「S+3E⁴¹」，「S+3E」是指能源的安全性(safety)、穩定供應(energy security)、經濟效率性(economic efficiency)及符合環保(environmental protection)，如下圖 15。

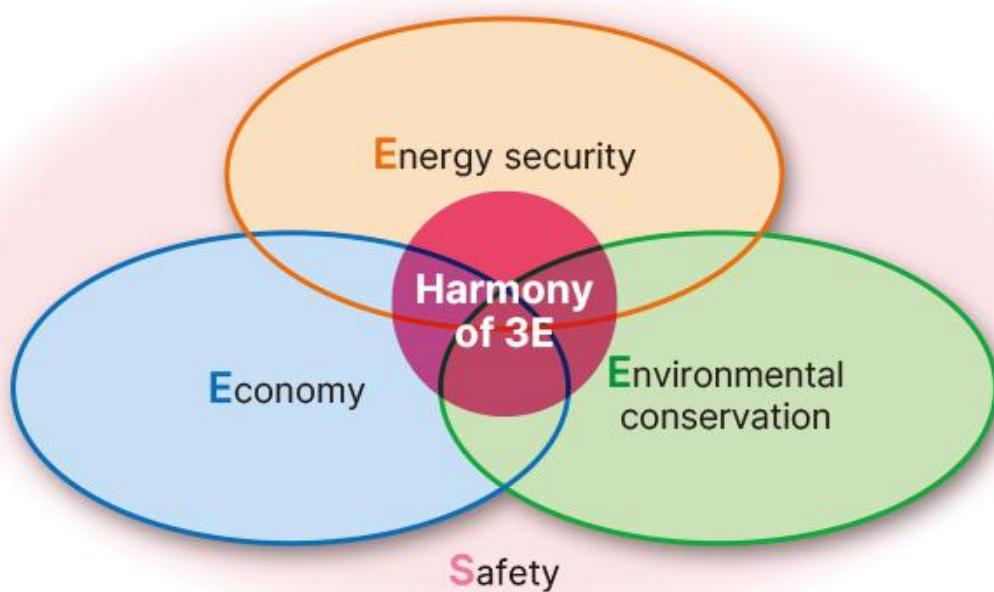


圖 15 日本能源政策 S+3E⁴²

⁴⁰資源エネルギー庁, 2050年カーボンニュートラルを目指す 日本の新たな「エネルギー基本計画」 2050年カーボンニュートラルを目指す 日本の新たな「エネルギー基本計画」, https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/energykihonkeikaku_2022.html, (last visited Oct. 8, 2025).

⁴¹資源エネルギー庁, 知っておきたい経済の基礎知識～S+3E って何?, <https://journal.meti.go.jp/p/29253/> (last visited Mar. 18, 2025) .

⁴²資源エネルギー庁, 日本のエネルギー 2021 年度版「エネルギーの今を知る 10 の質問」, <https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/energy2021/005/> (last visited Mar. 25, 2025) .

符合「S+3E」的再生能源是日本發展的方向之一，日本政府鼓勵日本家庭導入再生能源發電設備（例如太陽能）、EMS 系統以及儲能設備，透過三者配合達到電力系統供需平衡的目的，其中，儲能設備能夠確保在電力短缺時有足夠的電力進行調度。

2.2.2.3 FIT、FIP

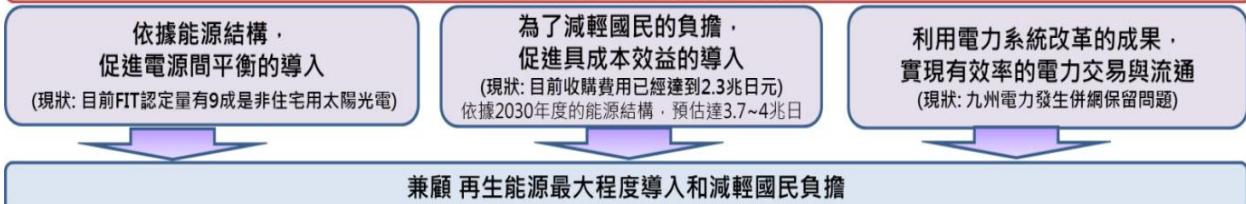
為推動再生能源發展，日本自 2012 年 7 月起實施再生能源固定價格躉購(Feed-in Tariff, FIT)⁴³制度，FIT 是以固定的價格和期間躉購再生能源電力，發電業者能清楚知道其再生能源的發電收入有多少，這種明確且容易預期的報酬計算方式，提供很大的投資誘因，但 FIT 的購買價格並非依據市場價格，其缺乏與市場的連結。日本於 2016 年修訂(2017 年 4 月起實施)，FIT 引進競標機制⁴⁴，如下圖 16。

⁴³ 林祥輝，日本將引進 FIP 制度，提出兼具確保投資誘因和促進市場意識行動的方案，其為介於「完全固定溢價型」和「完全變動溢價型」之間的中間制度，https://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=3699（最後瀏覽日：2025/10/2）。

⁴⁴ 林祥輝，日本國會通過再生能源電力採購特別措施(FIT)法修正案，將自 2017 年 4 月 1 日起實施新的認定制度，確認業者會確實執行發電事業，https://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=1245（最後瀏覽日：2025/10/2）。

日本再生能源固定價格買取(FIT)制度修正要點

目的: 為了達成2030年再生能源導入目標(發電量占比22~24%)，需要修正FIT制度
2014年度再生能源發電量占12.2%(水力9%、其他3.2%)



[修正要點]

1. 對未運轉的案件，設立新認定制度

- 設立新認定制度，確認業者可確實執行發電事業(例如：完成併網契約簽定)。[第9條]
- 既有認定案件，原則要求取得新制度的認定(已開始運轉的案件，設計過渡措施) [附則第4~7條]

截至2015年12月末，2012~2013年度取得認定尚未運轉的案件，約34萬件(約占117萬件的30%)

3. 以具成本效益的方式導入

- 設定中長期的躉購價格目標，提高可預測性。[第3條]
- 導入競標制度，透過業者間競爭，壓低躉購價格。[第4~8條]
(針對大規模非住宅用太陽光電案件)
- 預先決定數年的躉購價格。[第3條] (針對住宅用太陽光電和風力案件，提出降價時間表)
- 目前電力消費大的業者的賦課金減免率一律為80%，改為依據業者的國際競爭和節能努力情況，設定不同的減免率。[第37條]

2. 確保長期穩定發電的機制

- 除了事業開始前的審查，也要求遵守事業實施中的檢查與維護、事業結束後的設備移除等規定，違反時可命令改善或取消認定。[第9、13、15條]
- 鑑於曾發生景觀和安全上的問題，設計公布業者認定資訊的機制。[第9條]

- 1) 電氣事業法和FIT法均對向輸配電業者的購電義務所要求的行為規定進行修正。
- 2) 從實現能源結構觀點，持續進行定期檢討修正。(目前規定至少每3年要檢討修正)

4. 擴大導入地熱等開發前置期(lead time)長的電源

- 預先決定數年的躉購價格。[第3條] (針對地熱、風力、中小水力、生質能等開發前置期長的電源，以促進這些電源的發展)

5. 利用電力系統改革成果，擴大導入再生能源

- FIT電力的收購義務者，從零售電力業者變更為輸配電業者，讓電力的調度更靈活，可導入更多的再生能源。[第16條]
- 發電業者可以不透過電力交易市場，將電力直接賣給零售電力業者。[第17條]

圖 16 日本再生能源固定價格買取(FIT)制度修正要點⁴⁵

此外，FIT 法規定亦日本政府應於 2021 年 3 月 31 日前檢討 FIT 法的實施狀況等，對 FIT 制度進行根本的修正。考量到投資誘因和兼顧整合電業市場的方針下，日本政府參考歐洲國家所實施的 FIP(Feed-in Premium)制度⁴⁶，並於 2022 年 4 月實施 FIP。在 FIP 制度下，日本企業及家庭所產生的電力是在批發市場或相對交易中自由出售，有效與市場連結，並給予基準價格(FIP 價格)與參照價格間的差額，亦即溢價(Premium)，以增加業者的收入，確保投資誘因，在日本 FIP 制度下，能夠促進電力自由市場交易

⁴⁵ 同註 44。

⁴⁶ 資源エネルギー庁，再エネを日本の主力エネルギーに！「FIP 制度」が 2022 年 4 月スタート，<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/fip.html> (last visited Mar. 20, 2025).

的活絡，如下圖 17。

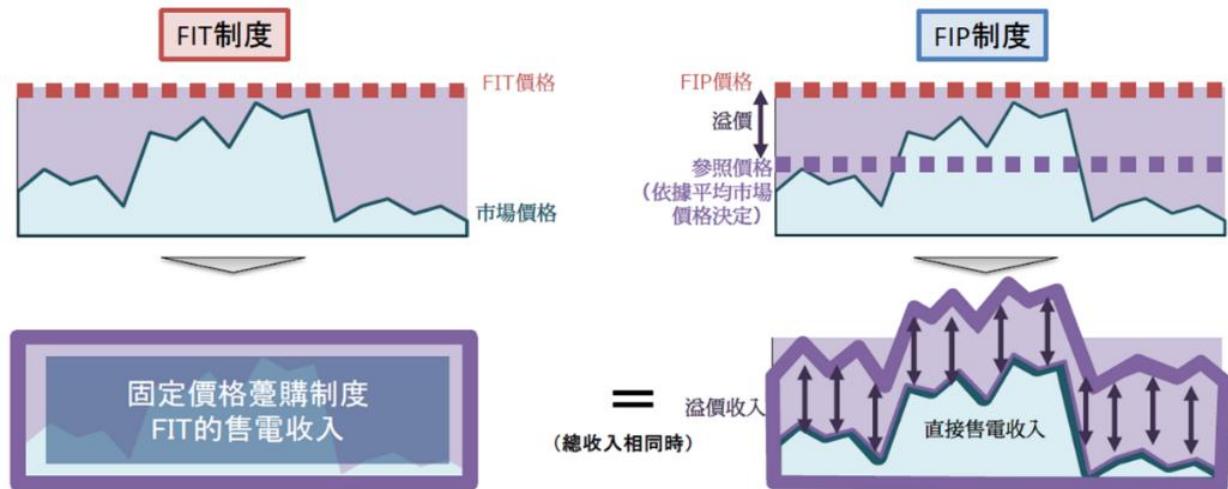


圖 17 FIT 制度和 FIP 制度之比較⁴⁷

因此透過再生能源發電及儲能設備的建置，日本企業及家庭建置在再生能源發電時能夠透過儲能設備將電力進行儲存達到光儲聯動，並配合能源管理，於適當的時候進行出售以賺取較佳的利潤。

2.2.2.4 虛擬電廠（VPP）

現今，太陽能、風力發電及儲能設備等分散式能源在全球越來越普及，在此背景下，除了仰賴大型發電廠（集中式），也同時利用電力系統中需求端的能源系統（太陽能及儲能設備），雖然工廠、家庭住宅等的分散式能源的規模較小，但可利用儲能設備及物聯網（IoT）的能源管理技術來平衡電力的供給和需求，來供給電力短缺期間所不足的電力。

虛擬電廠（Virtual Power Plant，以下簡稱 VPP）⁴⁸是一種分

⁴⁷同註 43。

⁴⁸資源エネルギー庁, VPP・DR とは,

https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/advanced_systems/vpp_dr/about.html (last visited Mar. 25, 2025).

散式電廠，如下圖 18，可以聚集周邊各種不同類型技術的電力，其中，由於再生能源的發電設備（如：家庭的太陽能發電、風力發電機）以及電網上儲能設備數量較多，因此需要能夠將其整合起來、具有優秀的電力調度能力的電力系統。虛擬電廠是透過整合內的各種分散式能源，來達到單一發電廠的發電功能，在電力系統中，虛擬電廠發揮調度功能，以解決負載平衡、能源短缺、過剩期間的電力供給問題。



圖 18 虛擬電廠運作架構圖⁴⁹

⁴⁹FIND，AI x 虛擬電廠與台灣能源轉型，
https://www.find.org.tw/indus_trend/browse/7ea4b8ba2d21ad740bf837bdd589e938（最後瀏覽日：
2025/5/15）。

2.2.3 中國大陸智慧儲能併網概況

中國大陸儲能系統之規劃源起是緩解棄風棄光⁵⁰。隨著中國大陸新能源產業步入規模化發展，電網建設和削峰填谷機制相對滯後，棄風棄光開始出現，並在 2016 年前後出現高峰。新能源發展的主要問題也逐步轉為系統削峰填谷矛盾。

中國大陸國家發展改革委員會(以下簡稱發改委)、中國大陸國家能源局(以下簡稱能源局)公布《清潔能源消納行動計畫(2018—2020 年)》，首次提出棄光率控制在 5%左右的概念。並從 2020 年開始，中國大陸政府提出多項政策，明確鼓勵各地區全網優化水力、風電、太陽能、儲能等電源配置⁵¹。這其中以新型儲能最受重視，所謂新型儲能，是指除抽水蓄能以外，以輸出電力為主要形式的儲能技術，該技術被視為推動新能源高效開發利用的基礎支撐，其產品涵蓋能量儲存、資訊處理、安全控制等多個面向。能源局的資料顯示，至 2024 年，已建成投入運轉的新型儲能項目累計裝置規模達到 7376 萬千瓦，較 2023 年底增長超過 130%⁵²。

2.2.3.1 「十四五」新型儲能發展實施方案

中國大陸的整體能源戰略方向主要呈現於五年經濟計畫中，該計畫是中國大陸為實施計畫經濟或政府宏觀調控而編列制定的國家性中期經濟計畫或方針，全稱為中華人民共和國國民經濟和

⁵⁰ 綠學院，棄風棄光是政治，也是一門藝術，<https://www.greenimpact.cc/Articles/detail?cid=2&id=582>（最後瀏覽日：2025/10/09）。

⁵¹ 人民網，強制配儲落幕，新型儲能何去何從？
https://paper.people.com.cn/zgnyb/pc/content/202503/03/content_30060813.html（最後瀏覽日：2025/05/27）。

⁵² 鉅亨，中國八部門發布新型儲能產業行動方案，<https://news.cnyes.com/news/id/5864684>（最後瀏覽日：2025/05/27）。

社會發展第 X 個五年規劃，以下簡稱 X 五。

「十三五」以來，中國大陸新型儲能逐漸由研發示範向商業化初期過渡，實現了實質性進步。電化學儲能、壓縮空氣儲能等技術創新取得進步，2021 年底新型儲能累計裝機超過 400 萬千瓦，「新能源+儲能」、基載配置儲能、智慧微電網等應用場景不斷出現，對能源轉型的支撐作用初步顯現。

「十四五」時期是中國大陸實現碳達峰目標的關鍵期。隨著電力系統對調節能力需求提升、新能源開發規模不斷加大，新型儲能建設週期短、選址簡單靈活、調節能力強，與新能源的匹配更好，優勢逐漸凸顯，加快推進先進儲能技術規模化應用勢在必行。

《十四五新型儲能發展實施方案實施方案》是推動「十四五」新型儲能規模化、產業化及市場化發展的總體部署。該實施方案進一步明確發展目標和細化重點任務，提升規劃落實的可操作性，旨在把握「十四五」新型儲能發展的戰略窗口期，加快推動新型儲能規模化、產業化和市場化發展，保障碳達峰及碳中和工作順利⁵³。

整體目標上，到 2025 年，新型儲能由商業化初期步入規模化發展階段，具備大規模商業化應用條件。其中，電化學儲能技術性能進一步提升，系統成本降低 30% 以上；基載能源的新型儲能技術、百兆瓦級壓縮空氣儲能技術實現工程化應用；兆瓦級飛輪儲能等機械儲能技術逐步成熟；氫儲能、熱（冷）儲能等長時間尺度儲能技術取得突破。

⁵³ 協鑫，《“十四五”新型儲能發展實施方案》解讀，<https://www.gcl-power.com/tc/about/newdetail/5354.html>（最後瀏覽日：2025/05/27）。

從技術面來說，主要分為三個面向，分別是：

推動多元化技術開發。包含鈉離子電池、新型鋰離子電池、鉛炭電池、液流電池、壓縮空氣、氫（氮）儲能及熱（冷）儲能等關鍵核心技術、裝備和集成優化設計研究，特別是關於超導及超級電容等儲能技術，研發儲備液態金屬電池、固態鋰離子電池和金屬空氣電池等新一代高能量密度儲能技術。

突破全過程安全技術。突破儲能電池壽命快速檢測和老化狀態評價技術，研發退役電池健康評估、分選、修復等梯次利用相關技術，研究多元新型儲能接入電網系統的控制保護與安全防禦技術。

創新智慧調控技術。特別是規模化儲能系統整合控制，分散式儲能系統協同研究，解決高比例新能源接入帶來的電網控制難題。依靠大數據、雲端計算、人工智慧以及區塊鏈等技術，展開儲能多功能複合使用、需求側回應、虛擬電廠、雲端儲能及市場化交易等領域的技術研究。

最後，在政策上，分為發電、配電及用戶面向進行系統性規劃，如下：

加大力度發展電源側新型儲能推動系統友好型新能源電站建設。使高比例再生能源省分可跨省送電。新增跨省跨區輸電通道，在東北、華北、西北以及西南等地區充分發揮大規新型儲能作用，通過多能互補模式，促進大規模新能源跨省區的削峰填谷，提升利用率和再生能源電量占比。

發展電網側新型儲能提高電網安全穩定運行水準。在高負載、高再生能源比例、大容量直流、調峰調頻困難和電壓穩定度不足的地方布局新型儲能，發揮其調峰、調頻、調壓、事故備用、爬坡及黑啟動等功能，作為提升系統韌性的重要措施。醫院和資料中心等重要電力用戶，在安全可靠前提下，建設移動式或固定式

新型儲能作為應急備用電源，研究極端情況下對包括電動汽車在內的儲能設施集中調度機制，提升韌性。

發展用戶側新型儲能支撐分散式供能系統建設。圍繞大數據中心、5G 基地站、工業園區、公路服務區等使用者，及具備條件的農村用戶，依靠分散式新能源、微電網等配置新型儲能，探索電動汽車在分散式供能系統中應用，提高用能品質，降低用能成本。提升用戶靈活調節能力。積極推動不斷電供應系統、充換電設施等用戶側分散式儲能設施建設，探索推廣電動汽車、智慧用電設施等雙向互動智慧充放電技術應用，提升用戶靈活調節能力和智慧高效用電水準。

開展新型儲能多元化應用推進一體化。通過最佳化整合本地電源側、電網側與用戶側資源，配置各類儲能，鼓勵一體化內部聯合調度。加快跨領域融合發展。結合基礎設施建設，積極推動新型儲能與智慧城市、鄉村振興、智慧交通等領域的跨界融合，不斷拓展新型儲能應用模式。

2.2.3.2 新型儲能製造業高品質發展行動方案

為推動新型儲能製造業高品質發展，工業和資訊化部、國家發展改革委、教育部、商務部、市場監管總局、國家知識產權局、國家能源局以及國家消防救援局等八個單位於 2025 年 2 月 10 日聯合公布實施《新型儲能製造業高品質發展行動方案》⁵⁴。

在該行動方案上，主要著重在技術及市場面，除了一般電池材料及安全消防技術外，在儲能管理上，又可細分以下技術研究領域：

⁵⁴ 中華人民共和國中央人民政府，《新型儲能製造業高品質發展行動方案》解讀，https://www.gov.cn/zhengce/202502/content_7004138.htm，（最後瀏覽日：2025/05/27）。

先進結構設計。支援儲能電池模組化開發，鼓勵高效率結構創新，發展緊湊可靠的低阻抗高效連接技術，推動智慧組串以及高壓直流等集成技術創新，提升大型儲能系統集成效率。

精細化電池管理。發展系統級主動平衡技術，探索基於雲端架構的先進儲能系統高效高精度管理技術；大規模儲能系統開展高精度智慧感測技術，開發適用於儲能電池管理系統的功能安全及資訊安全設計與評估技術。

高性能變流器。面向 1500V 以上高電壓應用需求，開展高能效以及高能量利用率的高壓轉換技術。改善變流器極端情況超載能力支撐、構網和跟網控制高效切換技術，加快電池管理系統、變流器控制系統和設備級能源管理系統一體化設計技術開發，提升新型儲能電站實功、虛功支撐能力。

高效熱管理。圍繞提升電池熱性能感知和預測精度，研發液體冷卻、相變材料冷卻、熱管冷卻等多種高效先進熱管理技術，突破結構緊湊、導熱性能優異的熱管理結構設計技術。

智慧化能源管理。突破基於指令跟蹤及平滑出力等多種模式的調度策略優化技術、多設備協同優化控制和構網控制技術。開發儲能調節能力評估與智慧調度決策系統。建設面向區域電網綜合應用的分散式儲能資源協同聚合調控平臺。

高性能器件。研發新型儲能系統用小型化高精度高可靠性智慧感測器、耐高溫耐高壓低損耗 IGBT 器件，支援新型電力電子器件及驅動控制關鍵技術。

另外在智慧財產權保護上，引導儲能企業提高智慧財產權創造品質，針對關鍵材料、儲能電池、電力電子器件等重點環節加強智慧財產權資訊利用，開展專利導航分析，加快培育布局原創型、基礎型高價值專利，提升標準必要專利相關能力。引導行業完善智慧財產權市場化運營體系，支援建設新型儲能相關產業智

慧財產權運營中心，開展高價值專利產業化服務，鼓勵新型儲能領域探索專利等運營模式，協同提升智慧財產權風險防控水準，推進產業強鏈增效。研究支持專利和標準協同發展創新機制，加強智慧財產權保護，禁止濫用智慧財產權排除、限制競爭行為。

2.2.4 我國智慧儲能併網概況

我國的儲能系統發展正處於關鍵轉型期，隨著再生能源占比提升、電網穩定性需求增加，及電動車逐漸普及，儲能技術與應用逐步擴展至電網、產業、家庭與交通等多元場域⁵⁵，且全球淨零碳排目標的推動，儲能併網成為第二次能源轉型的重要支柱⁵⁶。

近年來隨著人工智慧 AI 的發展，「智慧儲能」更成為焦點，其結合資通訊技術、電力物聯網、大數據分析與人工智慧等手段，以提升儲能系統的效率、靈活性與系統整合能力。

2.2.4.1 我國智慧儲能發展概況

為因應再生能源發展與電網穩定需求，我國政府積極推動儲能系統建置。2021 年，經濟部責成台電於 2025 年達成設置 1GW 儲能容量目標；2022 年，因應 303 大停電事件，儲能目標量提升至 1.5GW，其中 160MW 由台電自建⁵⁷，其餘由民間業者興建，台電透過電力交易市場採購、調度其儲能電力⁵⁸；例如台電 2023 年於臺南鹽田光電場⁵⁹啟用全台最大 20MW 儲能系統，由 8 個 20 啟儲能貨櫃組成，使用超過 1000 個鋰電池模組，總儲電量達 2 萬度，等同可提供 4 萬個家庭用戶 1 小時用電，也是首座光儲合一系統，該儲能系統具有快速充放電特性，可協助調節太陽光電

⁵⁵邱炳嶽，財團法人中技社，儲能在能源轉型的角色，

<https://learnenergy.tw/index.php?inter=knowledge&caid=4&id=928>（最後瀏覽日：2024/05/26）。

⁵⁶同上註。

⁵⁷台電月刊，廣增儲能設備 即時穩定電網提升調度彈性，

<https://service.taipower.com.tw/tpcjurnal/article/6512>（最後瀏覽日：2024/05/26）。

⁵⁸中時新聞網，台灣儲能政策加持 推動產業邁大步，

<https://www.chinatimes.com/newspapers/20220828000124-260204?chdtv>（最後瀏覽日：2024/05/26）。

⁵⁹經濟部，綠能+儲能！台電臺南鹽田光電場打造全台最大 20MW 儲能系統，

https://www.moea.gov.tw/MNS/populace/news/News.aspx?kind=1&menu_id=40&news_id=104232（最後瀏覽日：2024/05/26）。

發電併入電網，減少系統波動、維持電網穩定，更可善用儲能電池儲存白天旺盛光電，將電能大挪移，待夜晚用電高峰或遇突發電力事件時提供立即穩定電力、爭取分秒必爭的搶修復電緩衝時間，反應速度更勝傳統發電機組達上千倍，如下圖 19。



圖 19 臺南鹽田儲能系統⁶⁰

此外，儲能建置於電源端、電網端及用戶端可發揮不同作用，目前以電網端建置數量最多，卻有供過於求的風險，因此台電已暫緩電網端儲能的申設，希望民間自建儲能往電源端及用戶端的方向建置。

且我國於 2021 年修訂再生能源發展條例，內容說明「用電

⁶⁰台灣電力公司，綠能+儲能！臺南鹽田光電場打造全臺最大 20MW 儲能系統，<https://www.taipower.com.tw/2289/2323/2324/7974/>（最後瀏覽日：2024/05/26）。

「契約容量達 5,000 千瓦以上」的企業稱為用電大戶，在用電大戶條款⁶¹中，規定其必須盡到 4 項義務，包含設置再生能源發電設備、設置儲能設備⁶²、購買再生能源電力及憑證，以及繳納代金，用電大戶可選擇履行其中一項或多項，如下圖 20。



圖 20 用電大戶條款⁶³

經濟部能源署表示，現階段用電大戶義務履行方式，主要以購買再生能源電力及憑證最多(495.0MW)，其次為設置再生能源發電設備(196.3MW)、設置儲能設備(5.2MW)再次之，已活絡約0.7GW 再生能源交易市場；且我國是出口為主的科技業大國，用

⁶¹經濟部，謹慎檢討用電大戶義務容量 維持現行 5,000 瓩用電大戶義務，https://www.moea.gov.tw/MNS/populace/news/News.aspx?kind=1&menu_id=40&news_id=118271（最後瀏覽日：2024/05/26）。

⁶²陽光花園，用電大戶如何定義？用電大戶條款內容、再生能源 4 大義務說明，<https://www.solargarden.com.tw/press/1457>（最後瀏覽日：2024/05/26）。

⁶³經濟部能源署，用電大戶條款內容，<https://www.facebook.com/moeaboe/posts/>（最後瀏覽日：2024/05/26）。

電大戶皆已參與國際綠電相關組織如 RE100 等，由於綠電已成為科技業國際競爭力要素之一，我國政府將持續輔導用電大戶完成義務履行。

2.2.4.2 我國智慧儲能發展三階段

根據產業諮詢機構 InfoLink 分析，我國儲能系統發展可分為三階段⁶⁴：

第一階段（2021 – 2025）電網級的儲能，電力調度緊急救援：

303 大停電隔天，媒體以圖表揭露儲能系統如何在大停電時，瞬間偵測到電網頻率波動，進而快速補充電力的情況，這類的電網級儲能是我國於第一階段全力發展的對象，如下圖 21。



圖 21 第一階段之電網級儲能系統⁶⁵

電力公司以招標方式，向民間業者採購 15MW 的儲能自動頻率控制（AFC）調頻備轉輔助服務。由於獲利模式明顯，吸引

⁶⁴環境資訊中心，儲能發展三部曲！調研機構：2030 年產值上看 2000 億，https://e-info.org.tw/node/234033?utm_source=chatgpt.com（最後瀏覽日：2024/05/27）。

⁶⁵ 同上註。

大量業者加入，但電網級儲能需求於 2024 已經出現供過於求。

第二階段（2024-2030 年）風光配置儲能，擺脫再生能源的發電限制：

風電跟光電都是「看天發電」的再生能源，發電時間跟用電時間無法完全匹配。在淨零的路徑上，要讓晚上能使用白天的光電，或讓白天用到晚上的風電，都得靠儲能。

為達 2050 淨零碳排，政府規劃 2050 年太陽光電累計達 40~80GW、離岸風電 40~55GW。如果規定新建再生能源均須搭配儲能，商機將相當可觀。未來離岸風電也可能搭配氫能，未必全部都靠電池式儲能。歐美新建再生能源電廠搭配儲能系統已是常態，中國大陸近 2/3 的省份也都有類似規範。據 InfoLink 估算，這類型的儲能將在 2026 年後快速成長，成為市場主力，如上圖 19 臺南鹽田儲能系統或下圖 22。



圖 22 光電配置儲能系統⁶⁶

第三階段（2030 年之後）儲能走入工廠與家庭，邁入零碳社會：

臺灣已有不少公司加入 RE100，加上用電大戶條款，允許用電大戶設置儲能以滿足法規要求，現階段建置儲能的成本仍遠高於購買綠電憑證或建置光電，所以較少用戶會選擇儲能。然而在國外，儲能不僅有資格參與多元的商業模式，幫助企業達成 RE100，也可參與電力市場賺錢，有助攤提建置成本，如上圖 10 用戶端之儲能系統或下圖 23。

⁶⁶ 如上註。

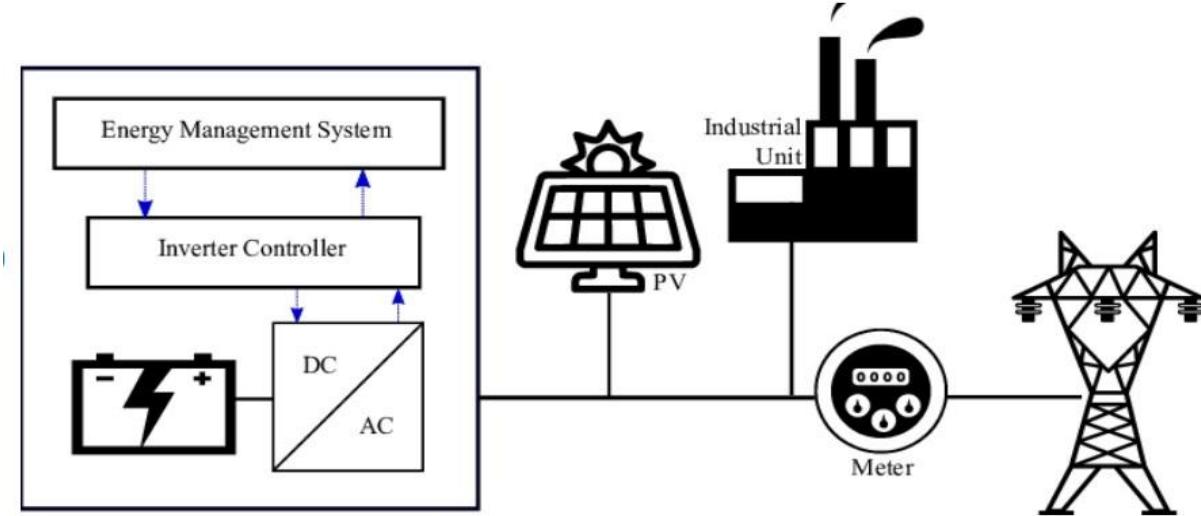


圖 23 智慧儲能走入工廠⁶⁷

InfoLink 預估，2030 年臺灣儲能市場累積規模約達 7~8GW，容量達 20GWh，累計市場規模達 2000 億台幣。雖政策鼓勵有助產業發展，但儲能系統建置、電力調度及電力市場需要時間經驗的累積，如下圖 24。

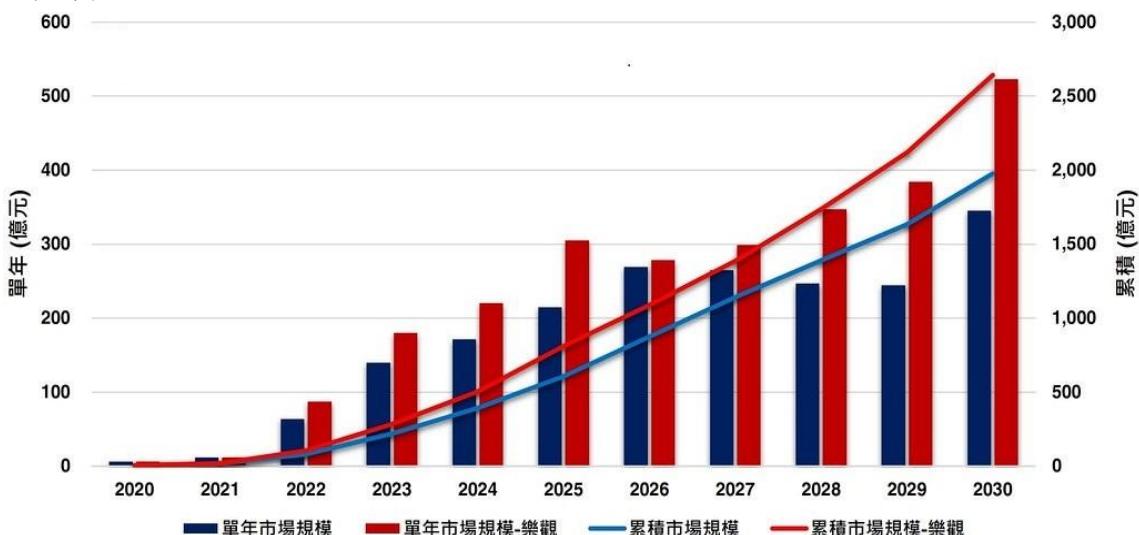


圖 24 臺灣 2030 年儲能市場預測規模⁶⁸

⁶⁷ Research Gate , Battery Degradation Temporal Modeling Using LSTM Networks , https://www.researchgate.net/figure/A-behind-the-meter-BTM-architecture-utilizing-PV-and-storage-solutions_fig2_328146917 (last visited MAY.27, 2025).

⁶⁸環境資訊中心，儲能發展三部曲！調研機構：2030 年產值上看 2000 億，https://einfo.org.tw/node/234033?utm_source=chatgpt.com（最後瀏覽日：2024/05/27）。

2.3 智慧儲能併網相關技術介紹

參考國際智慧儲能併網相關文獻，本章節分為能源管理技術、電池控制技術、電力轉換技術、輔助服務技術及智慧電能技術五大技術主題。

2.3.1 能源管理技術

儲能系統不僅能在電力過剩時儲存能量，亦能在供電不足時釋放電力，進而平衡瞬時供需落差。然而，儲能系統的有效運作，並非單靠硬體設備即可達成，其背後需搭配一套智慧化的能源管理系統（Energy Management System，以下簡稱 EMS），才能發揮最大效益。

2.3.1.1 資源整合

EMS 在資源整合中擔任調度中樞，其核心功能包括即時監控、資料整合、預測分析與決策執行。舉例而言，當太陽能發電因天候驟變而急遽下降時，EMS 能即時掌握發電趨勢，並調度儲能系統釋放電力，避免電壓驟變或電網不穩。透過整合來自再生能源設備的輸出資料、氣象預測資訊與用電負載歷史數據，EMS 能達成整體能源流動的最佳化，不僅減少能源浪費，也延長儲能設備的使用壽命，對於維持電網穩定具有重大意義。

2.3.1.1.1 發電預測技術

為了進一步提升能源管理的準確性與主動性，發電預測技術成為不可或缺的工具。透過準確預測未來一段時間內的再生能源產出，EMS 能預先調整儲能策略與負載安排，提升整體系統的

反應速度與調度效率。

目前，常見的發電預測模型大致可分為三大類型⁶⁹⁷⁰。首先是物理模型，利用氣象參數如太陽輻射、風速與雲量等，模擬未來的發電情況；其次是統計模型，透過對歷史資料進行相關性分析，進行未來趨勢預測；第三類則是結合上述兩種模型的混合模型，以彌補各自的不足，提高整體預測準確度。

2.3.1.1.2 分散式能源整合

EMS 的另一個強大功能是整合多種不同來源的能源。例如家用太陽能板、小型風力機、儲能電池、電動車與傳統電力來源，都能透過 EMS 進行統一管理，如圖 25。這種整合式的平臺能讓不同形式的能源互相支援與協調，進一步提升綠能的使用比例與自用率。當太陽能過剩時，可以將電力儲存起來；當用電量飆升時，則可釋出儲能電力因應，讓整個系統更有彈性也更有效率。

⁶⁹ TEPA 台灣電力企業聯合會電子報，太陽光電預測模型探討，吳元康，<http://www.tepa108.org.tw/EpaperHtm/20200531131218.htm>（最後瀏覽日：2025/04/24）。

⁷⁰ TEPA 台灣電力企業聯合會電子報，極短期風力發電預測技術開發與應用，林哲宇，<http://www.tepa108.org.tw/EpaperHtm/20240119142528.htm>（最後瀏覽日：2025/04/24）。

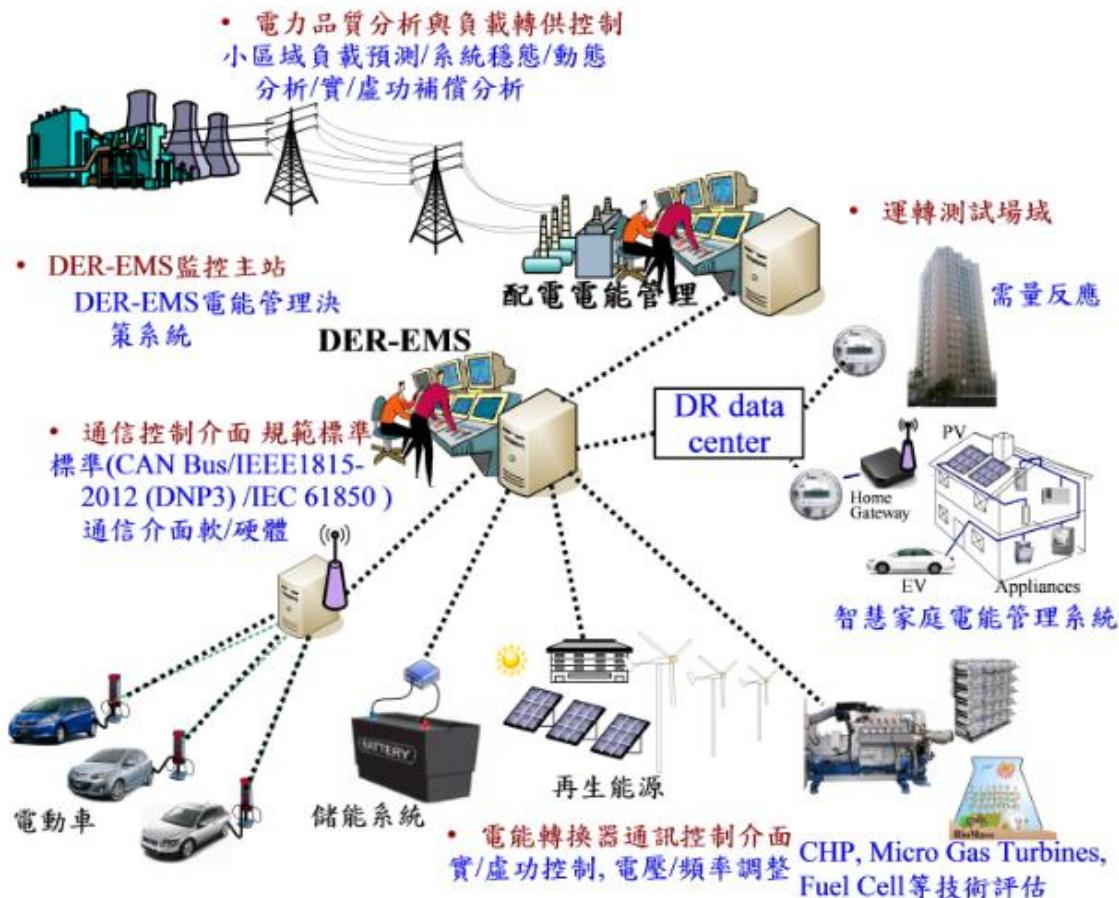


圖 25 整合分散式電力資源之智慧電網能源管理系統示意圖⁷¹

更進一步地，當能源管理技術與「虛擬電廠（Virtual Power Plant, VPP）」結合後，其應用潛力更加擴大。虛擬電廠的概念是將眾多分散的小型綠能設備，像是家戶太陽能板、儲能系統與電動車，透過 EMS 串聯起來，形成一個可集中管理的虛擬電力供應單位。這個虛擬電廠可以參與電力市場調度，甚至提供備援服務，不僅讓用戶有機會獲得額外收入，也讓整體能源市場更具彈性與競爭力。

另 V2G (vehicle-to-grid) 也就是電動車併網，係指充電式電

⁷¹ 國立成功大學能源科技與策略研究中心，設備與技術，
<https://cets.ncku.edu.tw/index.php?inter=technology&id=108&tabid=137>（最後瀏覽日：2025/04/24）。

動車輛可以和輸電網路相連，在有需求響應時將電力反向輸送回電網，或是依電費調整其充電的速度。透過利用電動車的電池，讓電能從汽車流向電網，或由電網流向汽車，V2G 可減少電網儲能系統的建置成本，增加電動車電池的利用率。

總的來說，隨著能源管理技術不斷進化，綠能不再只是輔助選項，而逐漸成為主力能源來源。從過去無法預測、難以控制的能源，轉變為現在能夠智慧管理、即時調度與有效整合的資源。未來，隨著人工智慧、物聯網與大數據分析技術的加入，EMS 將變得更加聰明與自動化，持續協助我們邁向低碳、永續且高效的能源新時代。

2.3.1.2 負載排程

負載排程是指電力公司透過各種技術與策略，事先安排好電力系統如何供應電力，以在電力需求達到高峰時能穩定供電，同時提高系統效率、降低成本。透過智慧化的策略配置，如削峰填谷、需量反應與時間電價制度，EMS 不僅能優化能源調度，更進一步實現經濟效益與永續發展的雙重目標。

首先，削峰填谷為 EMS 與儲能系統結合運作的核心應用之一。所謂削峰填谷，意指在用電高峰時段釋放儲能系統先前儲存的電能，減緩電網負荷壓力；而在用電需求低谷時段，則利用較低成本的電力為儲能系統進行充電，達到能源的平衡與資源的最大化利用，如圖 26。此策略不僅能有效穩定電網，亦有助於減少尖峰時段因突增負載而需啟動的額外發電設備。

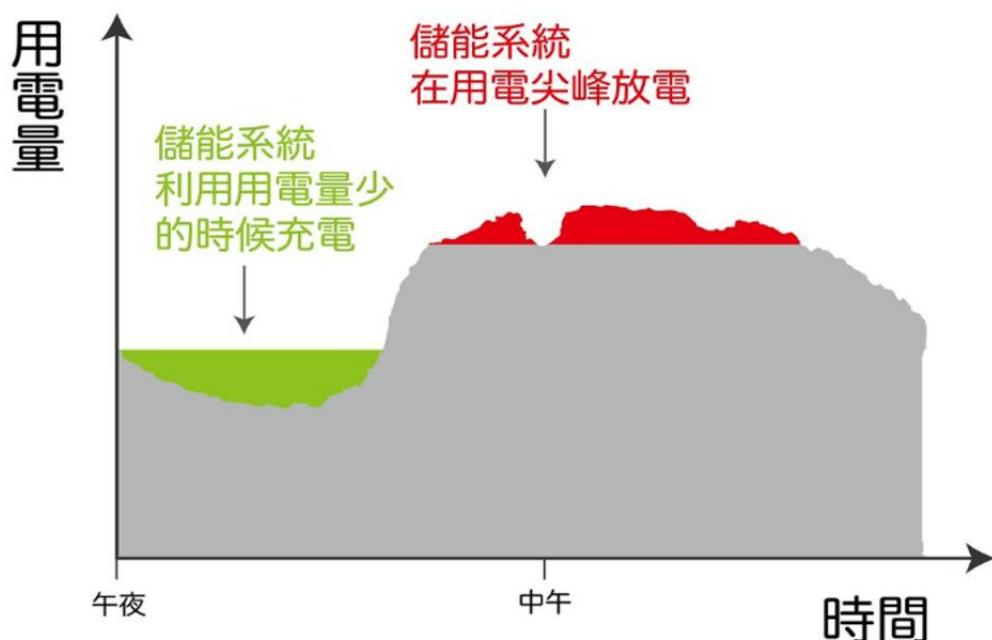


圖 26 削峰填谷示意圖⁷²

⁷² 環境資訊中心，削峰填谷乾坤挪移 儲能的常見用途，
<https://e-info.org.tw/node/234189>（最後瀏覽日：2025/04/24）。

進一步而言，除電力調度層面的技術應用外，透過市場化機制引導用戶行為的「需量反應」（Demand Response, DR）也扮演著不可或缺的角色。這項策略主要透過經濟誘因，引導用戶於尖峰時段主動調降用電需求，從而減輕發電端壓力，降低整體系統成本。臺灣目前推動的需量競價機制⁷³，即提供一個平臺讓用戶在高載時期進行用電減載的報價競標，若得標且履行減載承諾，則可獲得相應的電費折扣或獎勵，達到雙贏的局面。此舉不僅強化了用戶參與電力市場的動能，也提升整體電力系統的彈性。

此外，時間電價（Time of Use, TOU）制度的推行，則進一步強化了 EMS 的策略彈性。配合智慧電表的使用，將每日用電時段劃分為尖峰、半尖峰與離峰等不同階段⁷⁴，並分別設定對應電價，使用者可根據價格波動調整用電行為，如圖 27。例如在離峰時段進行儲能充電，並於尖峰時段釋放電能，從而有效降低用電成本。

⁷³ 維基百科，需量反應，

https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9C%80%E9%87%8F%E5%8F%8D%E6%87%89#cite_note-2
(最後瀏覽日：2025/04/18)。

⁷⁴ 台灣電力公司，新尖離峰時間電價方案及案例分享，張馨元，

https://branch.taipower.com.tw/files/file_pool/1/0O288509721284066006/1131015%E8%A1%8C%E6%94%BF%E6%A9%9F%E9%97%9C%E7%94%A8%E6%88%B6%E5%BA%A7%E8%AB%87%E6%9C%83_%E6%96%B0%E6%99%82%E9%96%93%E5%B8%B6.pdf (最後瀏覽日：2025/04/18)。



台灣電力公司

時間電價好處

尖峰時段用電移轉至半尖峰時段

尖峰時段用電移轉至離峰時段

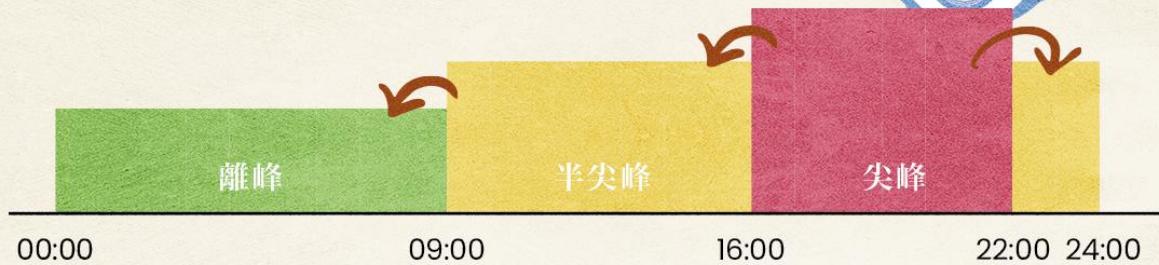


圖 27 時間電價好處⁷⁵

綜觀以上策略，能源管理系統與儲能技術的整合運用，已不再只是單一技術的導入，而是涵蓋政策設計、市場參與及用戶行為三者間的結合。透過削峰填谷的調節能力、需量反應的用戶互動與時間電價的經濟誘因，EMS 不僅強化了電網的穩定性與應變能力，更為終端用戶帶來實質的經濟效益。這樣的發展方向，無疑是邁向能源轉型與永續未來的重要推手。

⁷⁵ 台灣電力公司，表燈時間電價圖文懶人包，
<https://service.taipower.com.tw/taipowerdsm/residential-and-commercial>（最後瀏覽日：2025/04/24）。

2.3.2 電池控制技術

在能源轉型與電動化浪潮席捲全球的今日，鋰電池作為關鍵儲能元件，其安全性與效率備受關注。電池管理系統（Battery Management System，以下簡稱 BMS）因而成為提升電池性能及保障系統穩定運作的核心技術支柱。其中，電池平衡技術、健康狀態評估以及故障及異常偵測技術，構成 BMS 功能中不可或缺的三大要素。這些技術不僅有助於電池壽命的延長與能源使用效率的提升，更直接影響儲能系統在實際應用中的可靠性與安全性。

2.3.2.1 電池平衡技術

在電池系統的設計與管理中，電池平衡技術（Battery Balancing）扮演著極為關鍵的角色。這項技術主要用於管理電池組內各單體電池之間的荷電狀態（State of Charge, SOC）的一致性，目的在於確保整體電池組得以在安全且高效的條件下穩定運作。

事實上，即使是同一組的單體電池，由於製造時的公差差異、運作時所處的溫度變化以及使用過程中的老化效應，各電池之間仍難免出現容量與電壓上的不均，如圖 28。若這些不均未能及時加以修正，不僅會造成部分電池過度充電或放電，進一步縮短其壽命，還可能引發熱失控等安全風險。因此，電池平衡技術已成為 BMS 中不可或缺的一環，其重要性不言而喻。

How Does Battery Balancing Work?

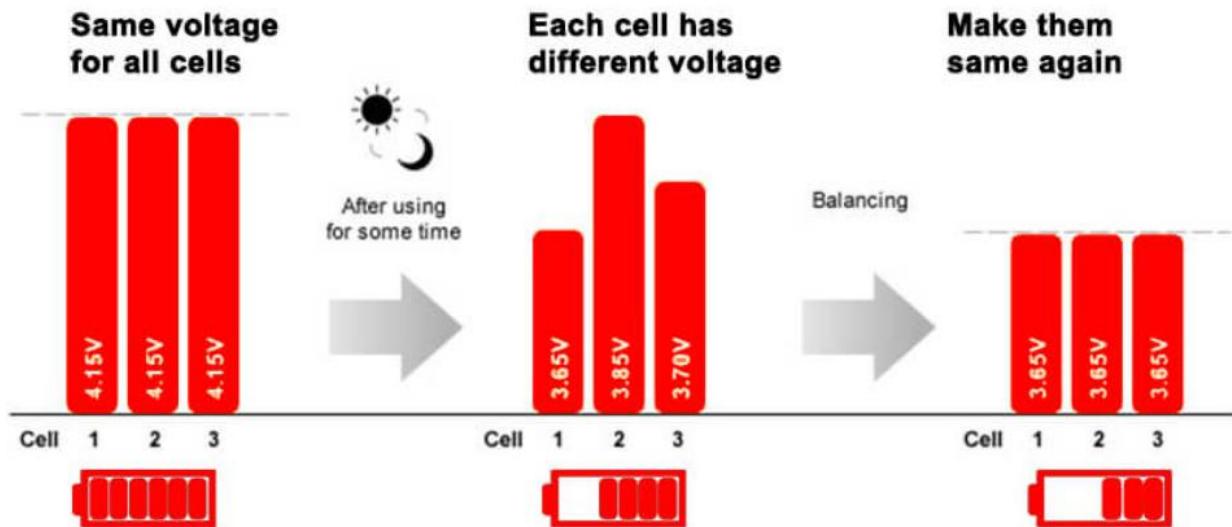


圖 28 電池平衡如何運作⁷⁶

電池平衡技術大致可分為被動平衡與主動平衡兩種形式⁷⁷。被動平衡透過電阻器將高電壓電池中多餘的能量以熱能的形式耗散，使所有單體電池的電壓趨於一致。這種方式具有電路結構簡單、成本低廉的優勢，然而其缺點也相當明顯：能量利用效率低，且容易產生過多熱量，不利於系統長期穩定運行。

與之相對的主動平衡，則是利用電感或電容等能量儲存元件，將高電壓單體中的多餘能量轉移至低電壓單體，進行能量再分配。此技術能有效提升整體能量使用效率，並有助於延長電池壽命。然而，主動平衡所需的電路設計較為複雜，且相對成本較高，因此在實際應用時，需根據具體需求與成本效益進行綜合考量。

⁷⁶ SLBATT，電池平衡如何延長 LifePo4 電池組壽命？

<https://www.bsl-battery.com/zh-TW/news/how-cell-balancing-extends-lifepo4-battery-pack-life%EF%BC%9F/>
(最後瀏覽日：2025/05/08)。

⁷⁷ Kamera，什麼是 BMS 電池管理系統？邁巨微 BMS 技術深度解讀，

https://www.kamera.com.tw/blogs/power-z_area/168653?srsltid=AfmBOorF87MSg6XBqNDG2eYW2bo0o64L7-w9oEHkDd8-n5MfPIUyW0FX
(最後瀏覽日：2025/05/08)。

總結來說，電池平衡技術不僅是確保電池系統安全運作的基石，更是提升能源利用效率與延長電池壽命的關鍵。隨著儲能系統的快速發展，如何在被動與主動平衡之間取得最佳的技術與經濟平衡，將成為未來 BMS 設計的重要課題。

2.3.2.2 電池健康狀態

在當今高度倚賴能源儲存系統的時代，電池的性能與壽命評估顯得格外重要。電池健康狀態（State of Health，以下簡稱 SOH）正是一項關鍵指標，用以衡量電池目前性能與其原始出廠狀態之間的差異⁷⁸。此一指標廣泛應用於對可靠性與安全性要求極高的領域，如電動車、儲能系統以及行動裝置等。SOH 通常以百分比表示，其核心意涵在於評估電池的剩餘使用壽命與功能性，例如，當一顆電池的 SOH 為 66%，即表示其可用容量已下降至原始設計值的六成六，如圖 29。

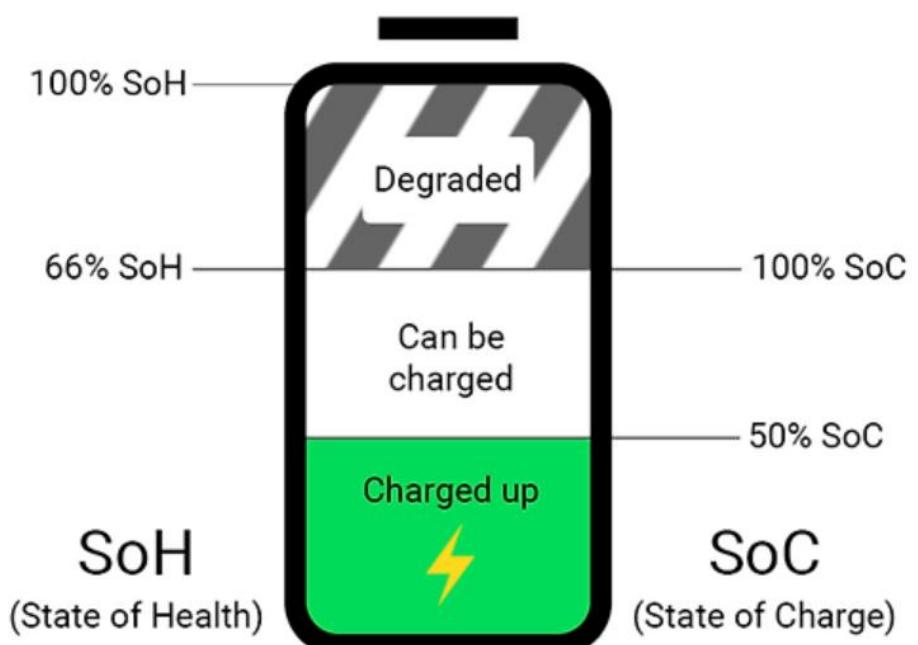


圖 29 SoH 及 SoC 電池指標⁷⁹

⁷⁸ 維基百科，電池健康狀態，
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%9B%BB%E6%B1%A0%E5%81%A5%E5%BA%B7%E7%8B%80%E6%85%8B>
(最後瀏覽日：2025/05/08)。

⁷⁹ LinkedIn，Comprendre le SOC, SOH et autres indicateurs clés des batteries : une plongée dans la gestion de l'énergie，
<https://fr.linkedin.com/pulse/comprendre-le-soc-soh-et-autres-indicateurs-cl%C3%A9s-des-une-el-mekadem-aqike> (last visited May. 08, 2025).

這項評估不僅有助於預測電池的最佳替換時機，更是能源管理系統（EMS）與電池管理系統（BMS）制定調度與保護策略時不可或缺的依據。透過準確掌握 SOH，系統可根據電池的實際狀況進行優化配置，進一步提升整體運作的安全性與效率。

在技術面上，SOH 的估算方法呈現多元發展的趨勢。傳統方法如容量比較法、等效電路建模法與內阻變化法，雖具一定參考價值，但在面對複雜的使用情境時往往略顯不足。隨著人工智慧技術的進步，機器學習與深度學習模型已逐漸成為 SOH 預測的重要工具。透過持續監測電池在不同充放電週期中的電壓與電流變化，系統能建立老化模型，並搭配如卡爾曼濾波（Kalman Filter）或長短期記憶網路（LSTM）等演算法進行高準確度的預測⁸⁰。此類方法不僅提高了預測精度，也使預警系統得以及早偵測異常老化或潛在故障，從而避免災害發生。隨著電池技術不斷演進與應用場景日益廣泛，SOH 將持續扮演電池生命週期管理中的核心角色。

⁸⁰ 電工技術學報，基於數據預處理和 VMD-LSTM-GPR 的鋰離子電池剩餘壽命預測，<https://dgjsxb.ces-transaction.com/fileup/HTML/2024-10-3244.htm>（最後瀏覽日：2025/05/08）。

2.3.2.3 故障及異常偵測

電池故障及異常偵測技術，是保障鋰電池系統安全穩定運行的關鍵技術之一，尤其在儲能系統與電動車等應用場域中，其重要性更是不容忽視。當鋰電池發生熱失控（如圖 30）、過充、短路或內部結構損壞等異常情況時，往往會導致性能迅速劣化，甚至引發火災或爆炸等嚴重後果⁸¹。因此，導入具備即時監控與診斷能力的BMS，已成為產業設計上的基本標準。



圖 30 热失控（Thermal Runaway）⁸²

目前的異常偵測方法，主要可分為三大類型。首先是基於閾值的診斷機制：透過設定電壓、電流及溫度的安全上限，當感測器讀值偏離正常範圍時，即可立即觸發警示與保護機制。其次，則是結合電池模型（如：等效電路模型或電化學模型等）進行管理與預測⁸³，透過模擬電池的理論行為並與實際量測資料比對，

⁸¹ 南部科學園區管理局，鋰離子電池事件案例及主要作業風險和安全檢核說明，<https://www.stsp.gov.tw/attached/EnvSecure/download/202407%E9%8B%B0%E9%9B%BB%E6%B1%A0%E7%81%AB%E7%81%BD%E6%A1%88%E4%BE%8B.pdf>（最後瀏覽日：2025/05/09）。

⁸² Latent heat solutions, What is Thermal Runaway? <https://www.lhsmaterials.com/what-is-thermal-runaway> (last visited May. 09, 2025).

⁸³ International Journal of Heat and Mass Transfer. “Review of thermal coupled battery models and parameter identification for lithium-ion battery heat generation in EV battery thermal management system.” <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0017931023008931> last visited May. 09, 2025).

以有效辨識異常狀況。最後，隨著科技技術的發展，也有越來越多系統採用機器學習與資料驅動方法⁸⁴，例如支援向量機（SVM）、高斯程序迴歸（GPR）與人工神經網路（ANN）等演算法，來進行更高精度的故障分類與預測分析。

綜上所述，電池故障與異常偵測技術在確保鋰電池應用安全性方面扮演了不可或缺的角色。隨著儲能系統與電動車市場的快速發展，未來此類技術將朝向更高靈敏度、更快速反應與更智慧化的方向演進。持續優化異常偵測演算法，結合多源感測數據與人工智能技術，將有助於提升預測準確性與系統韌性，進一步保障使用者安全，邁向更可靠與永續的未來。

⁸⁴ MDPI. “Machine Learning-Based Data-Driven Fault Detection/Dagnosis of Lithium-Ion Battery: A Critical Review“ <https://www.mdpi.com/2079-9292/10/11/1309> last visited May. 09, 2025).

2.3.3 電力轉換技術

電力轉換技術在電網當中是相當重要的技術，因不同發電方式所產生的電力皆不相同，例如風力發電產生交流電，太陽能板與蓄電池系統皆是直流電，故使用適當的轉換器才可將不同的裝置相互結合，併入電網。

2.3.3.1 功率調節系統（Power Conversion System）

儲能系統中使用的電源轉換器，不只具有將電源輸入到系統的單向傳輸功能，也會需要儲能電池將能量傳輸至電網的雙向傳輸能力，這樣的逆變器被稱為功率調節系統（Power Conversion System，以下簡稱 PCS），以下將對其進行介紹。

PCS 的工作原理是交、直流側可控的四象限運轉的變流裝置，實現對電能的交直流雙向轉換。原理是透過微網監控指令進行恆定功率或恆定電流控制，為電池充電或放電，同時平滑風電以及太陽能等波動性電源的輸出⁸⁵，如下圖 31。

⁸⁵ M+材料庫，儲能 | 什麼是 PCS 儲能變流器？

<https://materiomart.com/blogs/%E8%A1%8C%E6%A5%AD%E8%B3%87%E8%A8%8A/%E5%84%B2%E8%83%BD%E4%B8%A8%E4%BB%80%E9%BA%BC%E6%98%AFpcs%E5%84%B2%E8%83%BD%E8%A8%8A%E6%B5%81%E5%99%A8-> （最後瀏覽日：2025/05/08）。

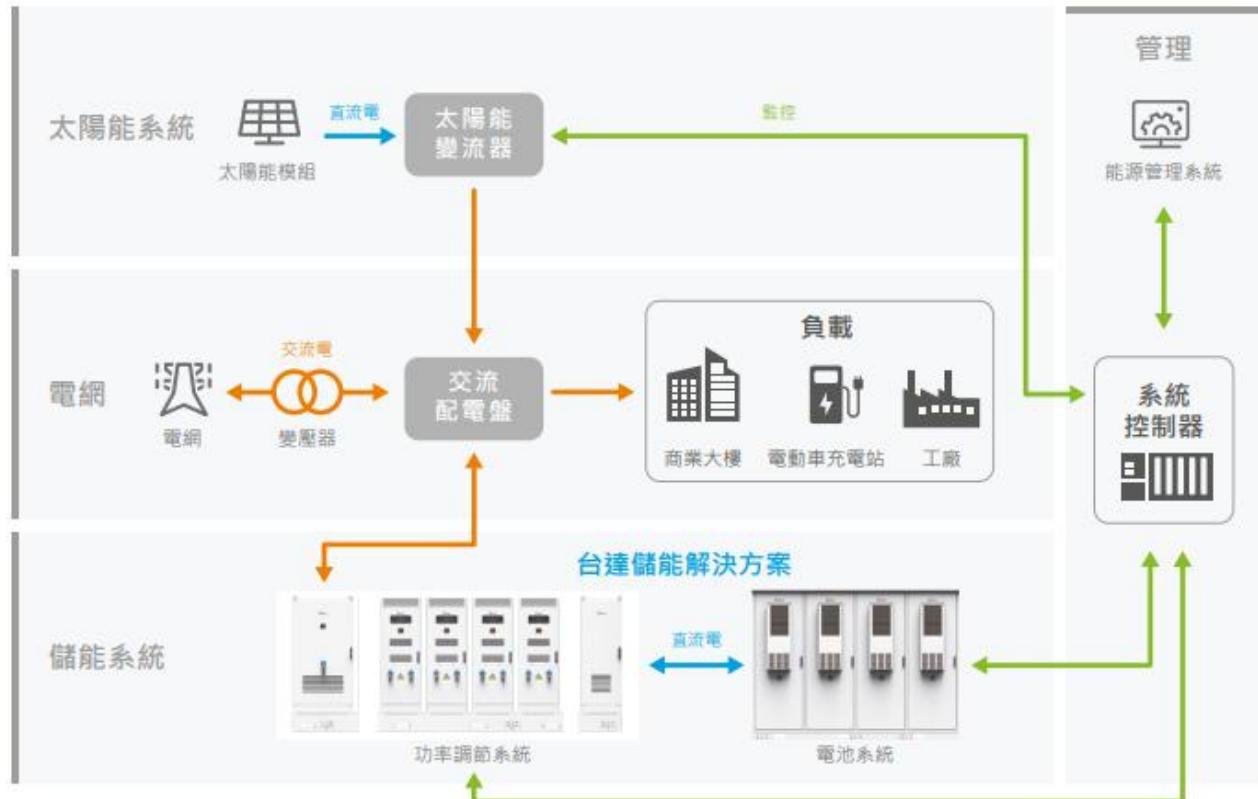


圖 31 PCS 架構圖⁸⁶

與一般逆變器不同，PCS 本身除電源轉換功能外，與整體電網控制系統的整合協調運作更是其與習知逆變器之差異點。需配合能源管理系統基於當前供電情形、負載排程及發電預測等面向，對 PCS 工作模式進行即時變更，以配合儲能系統高變動性的特色，而其中又以併網、離網及防孤島為電網系統連接的重點。

併網 PCS 連接到主電網，主要用於增強電網穩定性、支援再生能源併網以及提供尖峰服務。這些系統設計為與電網並聯運行，以平衡電網供需。併網系統中的 PCS 通常採用電網追蹤技術，即其輸出與電網電壓和頻率同步，並對電池儲能系統的功率輸出控制，使其不會對電網造成干擾，如下圖 32。

⁸⁶ 台達，儲能解決方案 功率調節系統 / PCS100，<https://www.deltaww.com/zh-tw/products/Energy-Storage-Systems/PCS100HV>（最後瀏覽日：2025/06/26）。

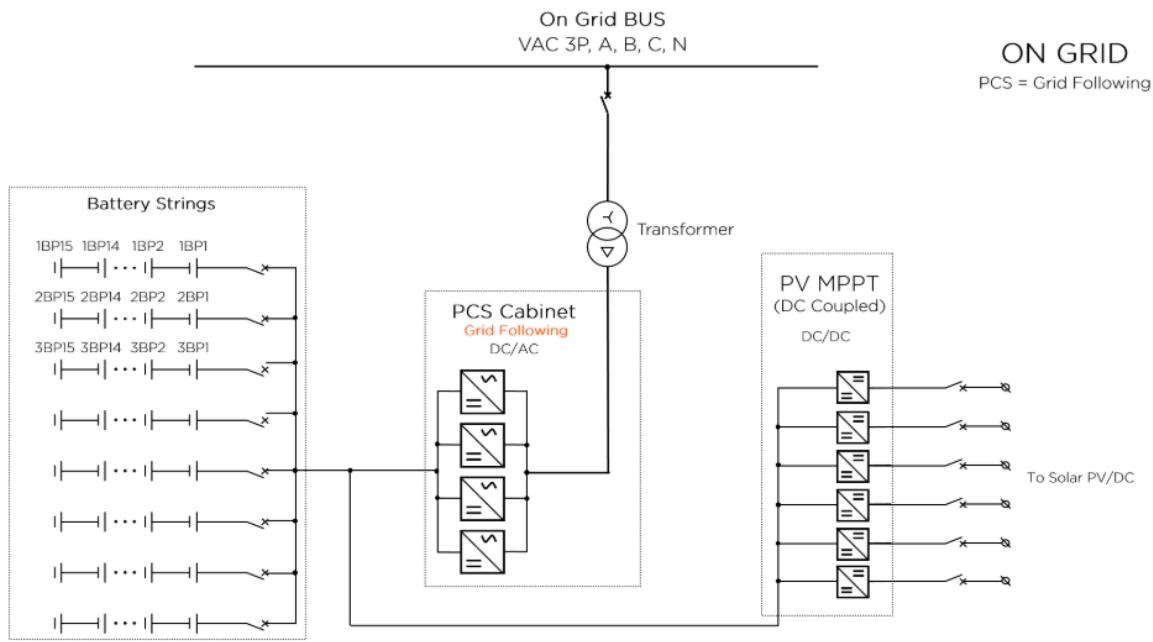


圖 32 併網 PCS 架構圖⁸⁷

離網 PCS 獨立於主電網運行，通常用於偏遠地區或作為備用電源系統。這些系統僅依靠電池儲存的能量和再生能源來滿足能源需求。離網 PCS 提供電網形成能力和先進的控制功能，使系統能夠自主且有效率地運行，為偏遠或孤立地區的理想選擇。離網 PCS 最關鍵的特性之一是其作為電網形成裝置的能力，這意味著離網 PCS 無需外部電網參考，即可獨立建立並維持穩定的電網電壓和頻率。此功能對於確保離網應用中的可靠供電至關重要。離網 PCS 本身還需具備以下功能：監測電壓和頻率並調節、負載平衡和能源管理、通訊與控制及保護和安全功能等，其結構如下圖 33。

⁸⁷ SYMTECH SOLAR, Exploring the Differences Between On-Grid, Off-Grid, and Hybrid Battery Energy Storage Systems, <https://www.symtechsolar.com/blog/exploring-the-differences-between-on-grid-off-grid-and-hybrid-battery-energy-storage-systems/> (last visited Jun. 26, 2026).

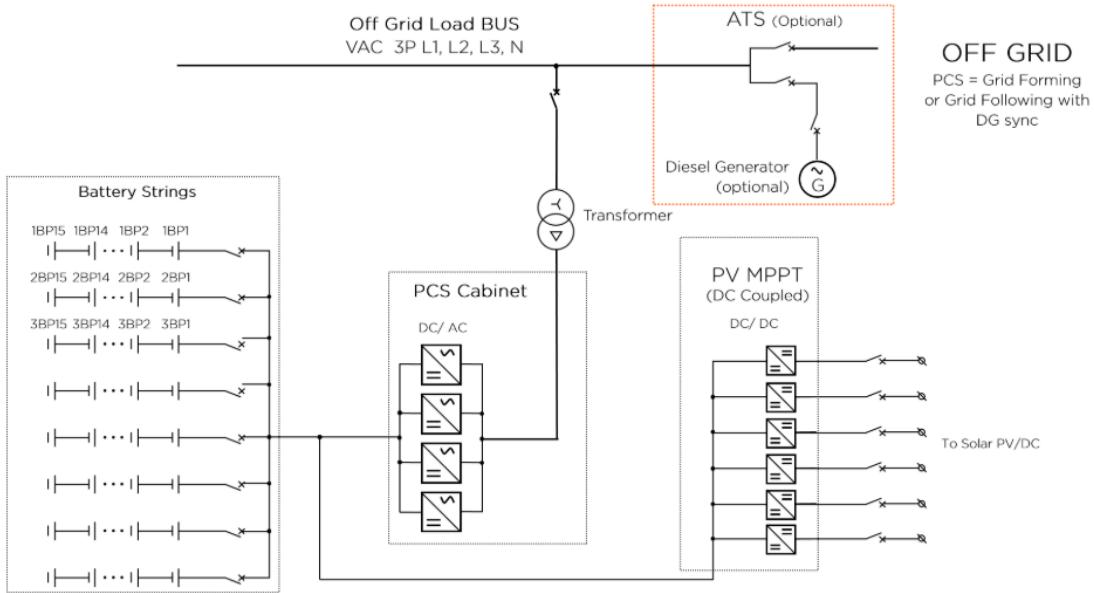


圖 33 離網 PCS 架構圖⁸⁸

混合型 PCS 兼具併網和離網系統的特性，使其既可以併網運行，也可以在離網模式（與電網斷開）下運行。系統會根據預設標準或外部訊號自動在併網模式和離網模式之間切換。混合型 PCS 必須能夠根據系統模式進行電網追蹤和電網形成操作。這需要先進的控制演算法和電力電子技術，以確保模式之間的無縫切換，同時也需要精密的開關設備，即電源或靜態轉換開關，以實現併網模式和離網模式之間的自動切換。這些開關必須快速可靠，以便在切換期間（約 0.4 毫秒）保持電力供應的連續性⁸⁹。在切換到離網模式時，靜態轉換開關負責將電池儲能系統(BESS)與主電網斷開，並將 BESS 連接到離網系統。相關切換準則可參考 IEEE 1547，混合型 PCS 結構如下圖 34。

⁸⁸ 同註 87。

⁸⁹ 同註 87。

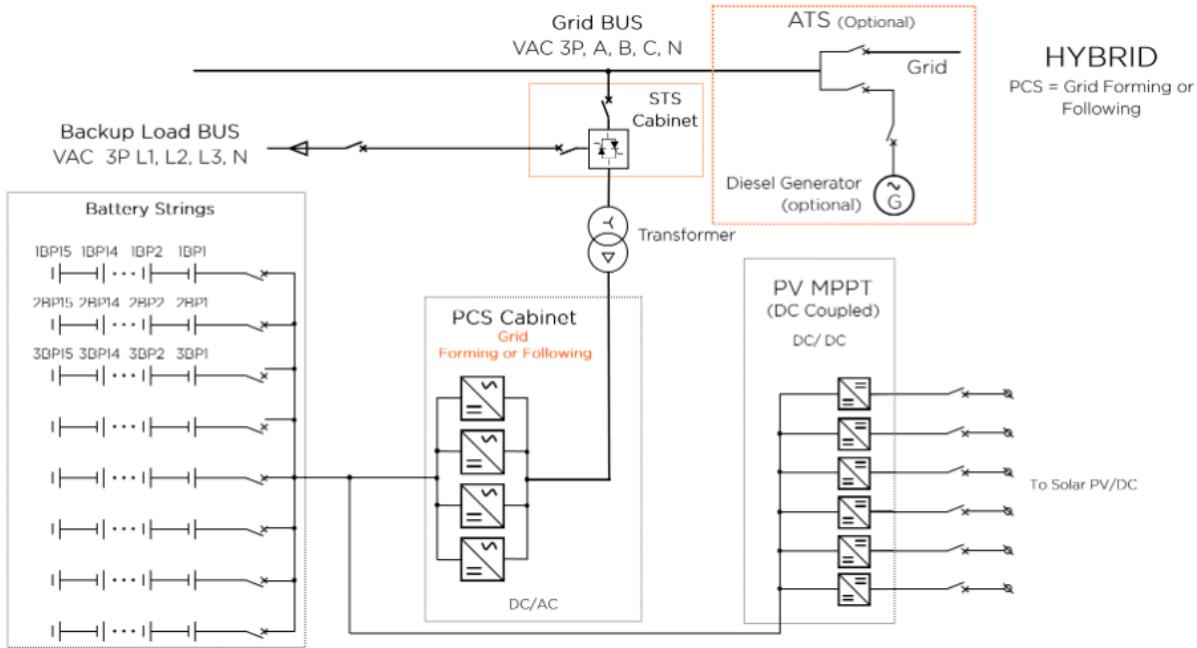


圖 34 混和 PCS 架構圖⁹⁰

2.3.3.2 雙向直流-直流轉換器

儲能系統作為電網穩定的重要角色，其儲存電壓為直流電，與太陽能發電相同，故在有儲能系統的太陽能發電系統中，儲能系統常配有一雙向直流-直流電源轉換器，與太陽能電力連接，並一同通過逆變器轉換為交流電力，為電網所用，如下圖 35。

⁹⁰ 同註 87。

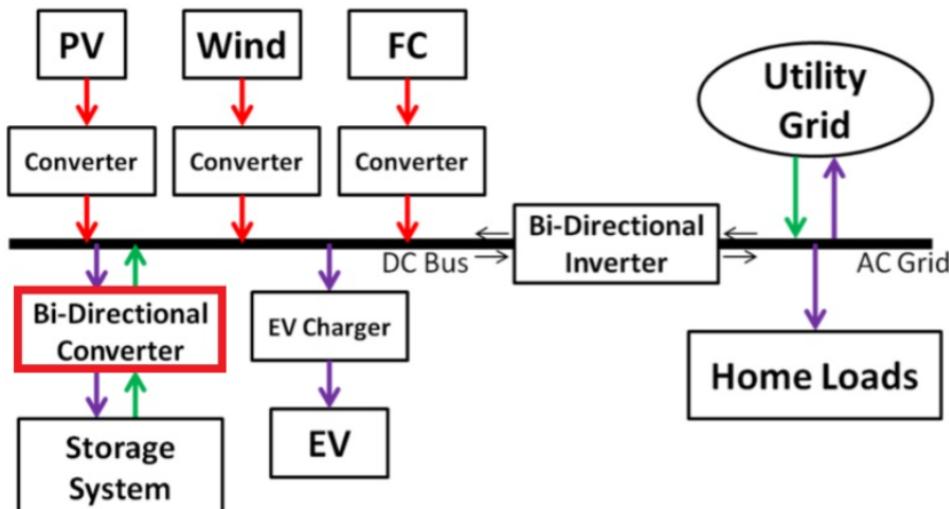


圖 35 搭配儲能系統之太陽能發電系統圖⁹¹

在儲能系統中，一般的直流-直流轉換器無法解決直流匯流排電壓與儲能裝置間電壓差過大的問題，故需要有高升降壓比的雙向轉換器才能匹配系統，另外因蓄電池系統電壓與容量有逐漸上升的趨勢（電壓規格從小於 1,000V 往高壓 1,500V 發展，功率也朝 MW 以上增加）⁹²，所以電氣隔離也非常重要。綜上所述，在電子電路中使用變壓器除了可以因應高升降壓比，也因轉換器操作於高頻，體積不會過大，最終也可以達到電氣隔離之作用⁹³。常見的雙向直流-直流轉換器有 LLC、CLLLC 及 DAB 等，以下將進行簡單介紹：

下圖 36 為 LLC 雙向轉換器，以高效率、低干擾，控制簡單等優點為最常使用的 DC-DC 轉換器之一。

⁹¹ 能源教育資源總中心，雙向升降壓型直流－直流轉換器於電能轉換與儲能系統之研製與應用，<https://learnenergy.tw/index.php?inter=knowledge&caid=4&id=344>（最後瀏覽日：2025/06/26）。

⁹² Chroma，再生能源與儲能系統整合的測試挑戰，https://www.chromate.com/tw/blog/feature_story_regenerative_energy_pcs_integration（最後瀏覽日：2025/06/26）。

⁹³ 楊智超，再生儲能系統之隔離型雙向直流轉換器研製，國立成功大學，頁 4，2012 年 7 月。

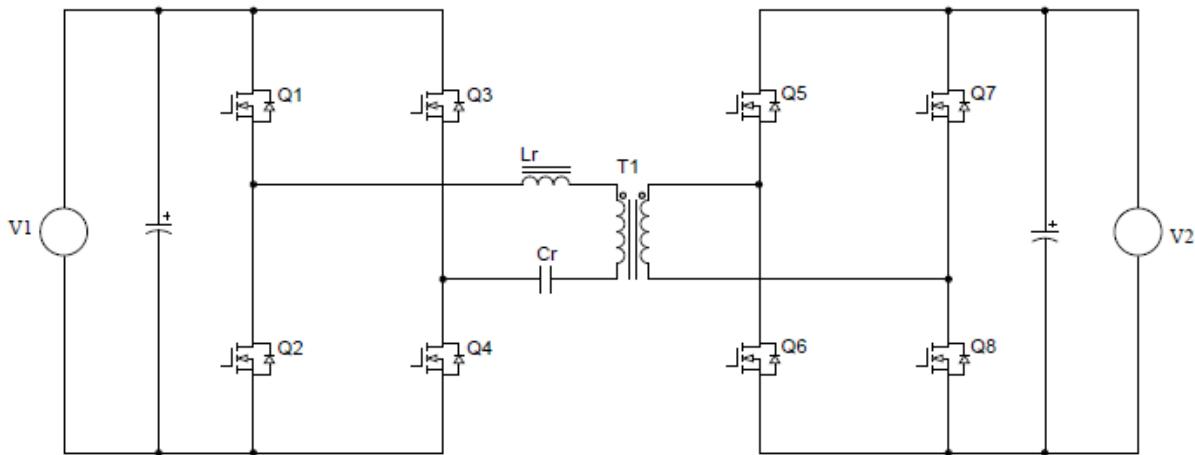


圖 36 LLC 雙向 DC-DC 轉換器拓樸圖⁹⁴

當正向操作時功率從 V1 傳輸到 V2，Q1~Q4 為主控開關，Q5~Q8 為同步整流開關。工作原理同傳統單向 LLC。當反向操作時功率從 V2 傳輸到 V1，此時 Q5~Q8 為主控開關，Q1~Q4 為同步整流開關。由於反向操作時，V2 側沒有諧振元件，變壓器左邊操作為串聯諧振，最大增益等於 1(當操作於諧振頻率時)。LLC 與 CLLLC 都是可以設計為全範圍零電壓切換操作，由於二次側沒有串聯諧振電容，因此比 CLLLC 更適合應用於二次側電流較大的應用，LLC 常應用於雙向高壓-低壓的應用。

CLLCC 在 LLC 二次側串聯 LC 諧振元件使兩邊對稱，如下圖 37，可以使反向操作時增益大於 1。因此反向操作時可比 LLC 反向操作時有更大的增益。由於二次側串聯了諧振電容，也解決了 LLC 反向操作變壓器容易偏磁的問題⁹⁵。

⁹⁴ 大大通，隔離式雙向 DC-DC 轉換器介紹，<https://www.wpgdadatong.com/blog/detail/73078>，（最後瀏覽日：2025/06/26）。

⁹⁵ 同註 94。

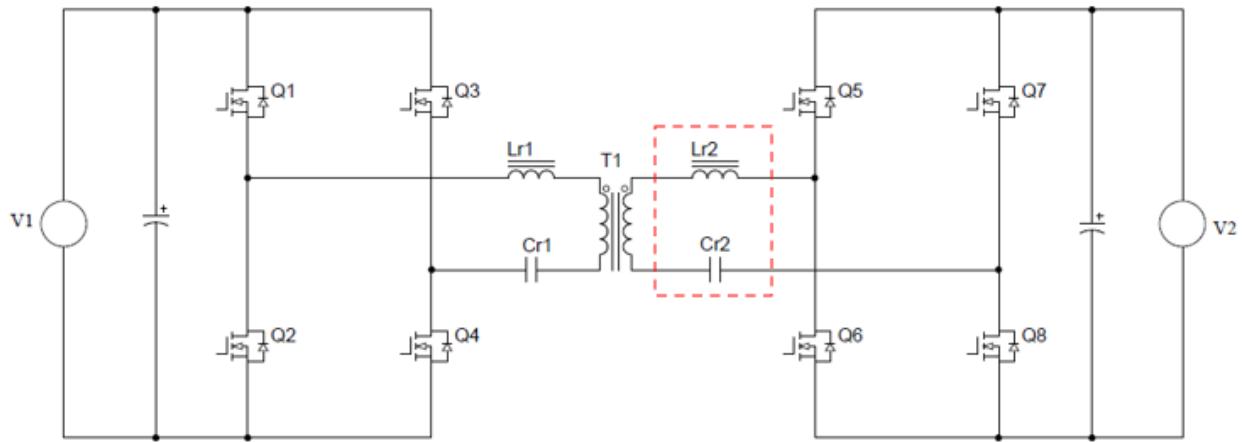


圖 37 CLLLC 雙向 DC-DC 轉換器拓樸圖⁹⁶

下圖 38 為雙主動橋式（Dual Active Bridge,DAB）雙向轉換器，該電路可以依據雙邊電壓相位的控制，對蓄電池系統進行充電及放電。DAB 電路可以利用相位轉換（phase shift），透過兩個橋之間的閉合時間差，達到雙向電壓轉換的目的。

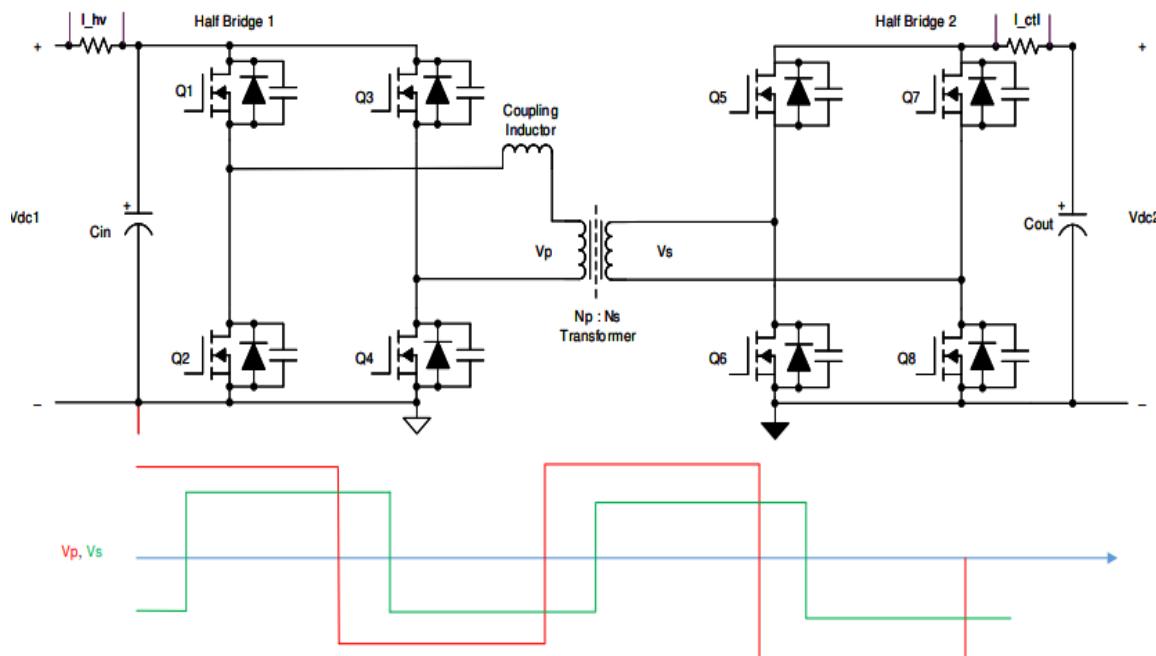


圖 38 雙主動橋式雙向轉換器拓樸圖⁹⁷

⁹⁶ 同註 94。

⁹⁷ TAXES INSTRUMENT, Bidirectional, Dual Active Bridge Reference Design for Level 3 Electric Vehicle Charging Stations, page 11~15, FEB.2024。

DAB 電路兩端電壓分別為 V_1 及 V_2 ，且一次側與一個電感連接，作為能量儲存釋放裝置，在電壓端的功率為：

$$P = \frac{V_1 V_2 \sin \phi}{\omega L}$$

其中： V_1 、 V_2 為端點電壓， ϕ 為電壓相位差， ω 為角頻率， L 為電感值。

由於 $\sin \phi$ 為奇函數(odd function)，故 ϕ 的正負，會對函數值產生影響，從而影響功率的方向性，並由此改變電流方向。在 DAB 電路中，透過 MOSFET 的開關動作在變壓器的一次側和二次側產生兩個高頻方波，這些高頻方波彼此發生相移，功率傳輸可以透過反轉兩個橋之間的相移來輕鬆改變功率流方向，如下圖 39。

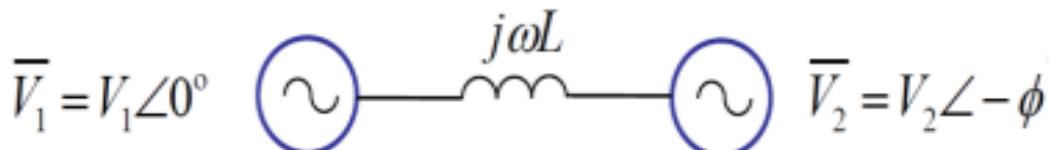


圖 39 雙向轉換器簡化圖

2.3.4 輔助服務技術

為維持電力系統的穩定運作，「電力輔助服務」（Ancillary Services）扮演著不可或缺的角色。雖然這些服務並不直接供應電能，卻是確保電網安全與可靠運行的關鍵機制。在我國的電力交易平台，電力輔助服務的範疇涵蓋了調頻備轉容量、電能移轉複合動態調節備轉容量、即時備轉容量及補充備轉容量等項目，如圖 40。其中，儲能系統因具備高度即時調控能力，特別在調頻備轉容量與電能移轉複合動態調節備轉容量方面，展現出無可取代的價值。以下將說明儲能系統在該些輔助服務中的應用方式與技術特性。

商品項目	調頻備轉容量		電能移轉複合動態調節備轉容量 E-dReg	即時備轉容量	補充備轉容量
	dReg	sReg			
服務目的	透過自動頻率控制（AFC）或自動發電控制（AGC），輸出或輸入電能以修正系統頻率偏差	透過自動頻率控制（AFC），抑制負載以修正系統頻率偏差	因應再生能源滲透率漸增及系統尖峰移轉需求，利用儲能設備可快速充放電及大量儲存電能的特性，以增進電力調度彈性	因應機組跳機或負載突增等偶發事件，其功能以安全性容量待命為主，於調度指令下達後配合抑低負載	因應系統負載突增或供需預測誤差，並依電能成本排序進行經濟調度。其功能以安全性容量待命為主，於調度指令下達後配合抑低負載
反應時間	≤ 1秒	≤ 10秒	≤ 1秒	≤ 10分鐘	≤ 30分鐘
持續時間	連續		連續	1小時	2小時
適合資源	發電機組 功率型儲能	需量反應	能量型儲能	發電機組 自用發電設備 需量反應	發電機組 自用發電設備 需量反應
2025年 市場需求量	500MW		500MW	500MW	1,000MW

圖 40 輔助服務市場之交易商品⁹⁸

⁹⁸ 電力交易平台，輔助服務商品簡介，https://etp.taipower.com.tw/web/as_product_introduction（最後瀏覽日：2025/05/16）。

2.3.4.1 調頻備轉容量

電網在日常運作中，當面臨電力供需的不平衡將導致系統頻率的波動。當波動過大時，可能對系統穩定性造成威脅，此時便需要仰賴調頻備轉容量來快速調整輸出功率，以穩定電網頻率。調頻備轉容量主要分為兩類：動態調頻運轉（Dynamic Regulation Reserve，以下簡稱 dReg）與靜態調頻運轉（Static Regulation Reserve，以下簡稱 sReg）。

dReg 是一項以「秒級反應」為核心的服務，要求極高的系統反應速度。參與此項服務的設備需具備自動頻率控制（Automatic Frequency Control, AFC）或自動發電控制（Automatic Generation Control, AGC）能力，可依據電力系統頻率變化即時調整輸出或吸收電力。其中，dReg 又可細分為 dReg0.25 與 dReg0.5，數字代表允許的頻率偏移範圍。例如，以我國常用的電網頻率 60Hz 為例，dReg0.5 的調整區間為 $\pm 0.5\text{Hz}$ ，當頻率跌破 59.5Hz 時，儲能系統需立即以 100% 容量供電，以協助頻率回升至穩定範圍，如圖 41 及圖 42。此類服務對電池反應時間與能量密度要求較高，故而適合部署於鋰離子電池等技術成熟、反應迅速的功率型電池系統。

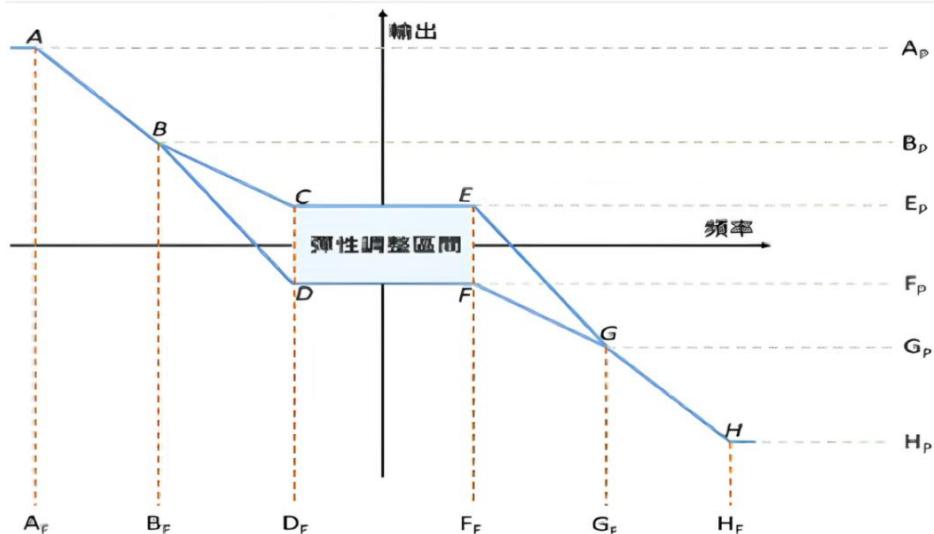


圖 41 dReg 追隨系統頻率變動輸出或輸入之功率曲線圖⁹⁹

	系統頻率	對應符號	操作功率	對應符號
dReg 0.25	59.75 Hz	A _F	100%	A _P
	59.86 Hz	B _F	52%	B _P
	59.98 Hz	D _F	9% ~ -9%	E _P /F _P
	60.02 Hz	F _F	-9% ~ 9%	F _P /E _P
	60.14 Hz	G _F	-52%	G _P
	60.25 Hz	H _F	-100%	H _P
dReg 0.5	59.50 Hz	A _F	100%	A _P
	59.75 Hz	B _F	48%	B _P
	59.98 Hz	D _F	9% ~ -9%	E _P /F _P
	60.02 Hz	F _F	-9% ~ 9%	F _P /E _P
	60.25 Hz	G _F	-48%	G _P
	60.50 Hz	H _F	-100%	H _P

圖 42 dReg 技術規格要求¹⁰⁰

相較之下，sReg 的技術門檻與反應速度要求相對較低，通常需在 10 秒內完成功率調整。sReg 是一種靜態、單邊向上的調頻

⁹⁹ 再生能源資訊網，儲能系統於調頻備轉輔助服務之測試與效益評析，<https://www.re.org.tw/knowledge/more.aspx?cid=201&id=4963>（最後瀏覽日：2025/05/16）。

¹⁰⁰ 同註 99。

服務，當系統頻率低於指定值時，儲能系統在數秒內開始輸出電力，並在 10 秒內達到 100% 的約定容量，以協助電網恢復至正常範圍，如圖 43 及圖 44，防止頻率持續下滑。由於 sReg 的參與門檻較低，讓更多元的設備與業者能投入市場，包括中小型儲能設施與新創企業。此舉有助於促進輔助服務市場的多元化與健全發展，同時提升電網整體的韌性與穩定性。

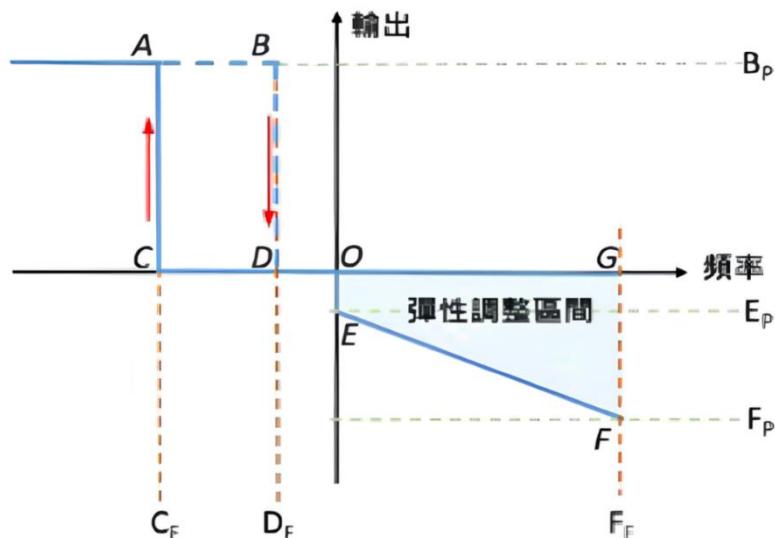


圖 43 sReg 追隨系統頻率變動輸出或輸入之功率曲線圖¹⁰¹

系統頻率	對應符號	操作功率	對應符號
59.88Hz	C _F	100%	B _P
59.98 Hz	D _F	0%	-
60.00 Hz	-	0% ~ -9%	E _P
60.25 Hz	F _F	0% ~ -100%	F _P

圖 44 sReg 技術規格要求¹⁰²

¹⁰¹ 同註 99。

¹⁰² 同註 99。

2.3.4.2 電能移轉複合動態調節備轉容量

隨著再生能源供電占比提升，其間歇性與不確定性對系統調度造成前所未有的挑戰。在此情況下，單一類型的調頻服務已無法全面滿足電網韌性與即時性的需求，因此，增強型動態調頻備轉（Enhancement dynamic Regulation，以下簡稱 E-dReg）應運而生。E-dReg 將功率型（High Power）與能量型（High Energy）電池加以整合，打造出能兼顧即時反應與長時支援的複合型儲能系統。此設計使儲能設備不僅能提供 dReg 所需的快速調頻能力，同時也具備削峰填谷的能量調度功能，如圖 45。為實現上述功能，系統須配備混合型電池配置，確保其在不同運作情境下均能穩定輸出。雖然 E-dReg 所需的初期投資與技術門檻相對較高，但也因其提供的複合型價值，通常能獲得比 dReg 及 sReg 更大的收益¹⁰³。在全球能源轉型趨勢與高再生能源滲透率的推動下，E-dReg 被視為新一代輔助服務架構，具備高度市場潛力，並成為技術發展與政策規劃的重點關注方向。

¹⁰³ InfoLink Consulting，sReg、dReg、E-dReg 傻傻分不清楚，
<https://www.infolink-group.com/energy-article/tw/sReg-dReg-E-dReg-What-are-the-differences>
(最後瀏覽日：2025/05/16)。



圖 45 E-dReg 說明¹⁰⁴

整體而言，儲能系統的角色已從過往單純的備援電源，蛻變為能積極參與電網營運與調度的關鍵資產。隨著能源轉型與電力市場改革的持續推進，儲能的應用場域與經濟價值亦將持續擴展。未來，除了儲能技術本身持續進步與成本下降外，政策支持與市場機制的成熟將成為促進其廣泛應用的關鍵推力。業界應密切關注相關法規與政策動向，並提前規劃參與策略，以掌握儲能發展所帶來的機遇與競爭優勢。

¹⁰⁴ FB 台電電力粉絲團，什麼是 E-dReg ?

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=10167058385965062&set=a.430823640061>
(最後瀏覽日：2025/05/23)。

2.3.5 智慧電能技術

現今社會，電力已是人類不可或缺的能源，伴隨著日益高漲的環保意識，使用更為環保的再生能源成為如今的趨勢，然而再生能源有著會因為氣候狀況的差異而使其發電效率有所不同的限制，同時使用者的用電情形同樣也無法預測，在如此不穩定的情況下，如何達成供需平衡是一大考驗，需要具備未雨綢繆、洞燭先機的能力，透過調度及平衡來渡過發電缺口。

當前再生能源多為太陽光電及風力發電，其發電變動性是必然會面對的挑戰，必須要有預測系統輔助對電力調度進行預測與規劃。對於太陽光電及風力發電這種靠天吃飯的發電方式，對於氣象的預測就十分重要，透過對再生能源發電機組運轉監控（SCADA）資料，與數值氣象預報資料（NWP）掌握及分析來找出氣候及發電量關係。然而氣候這種大自然的現象是變化莫測、時時都在變換，要得到更加準確、更加即時的預測數據，結合AI神經網路的模型就是一種方法，建立日照量與發電量和風力與發電量相關聯的發電預測模型¹⁰⁵，以下將介紹幾個有關AI及實現電力調度的技術。

2.3.5.1 人工智慧(AI)技術

在電力調度技術領域中，能掌握當下所有的電力需求和能源供給的情況相當重要。即便人員即時監控設備的數據，但要求人員預測接下來5分鐘、半小時甚至一小時後的供給和需求情況顯然工作量會十分龐大，透過AI的方式則能夠更便捷、精確的預

¹⁰⁵ 台電月刊，風光主將的後勤部隊 再生能源預測系統和智慧電網，<https://service.taipower.com.tw/tpcjourn/article/4030>（最後瀏覽日：2025/05/27）。

測供需，AI 發展如圖 46。

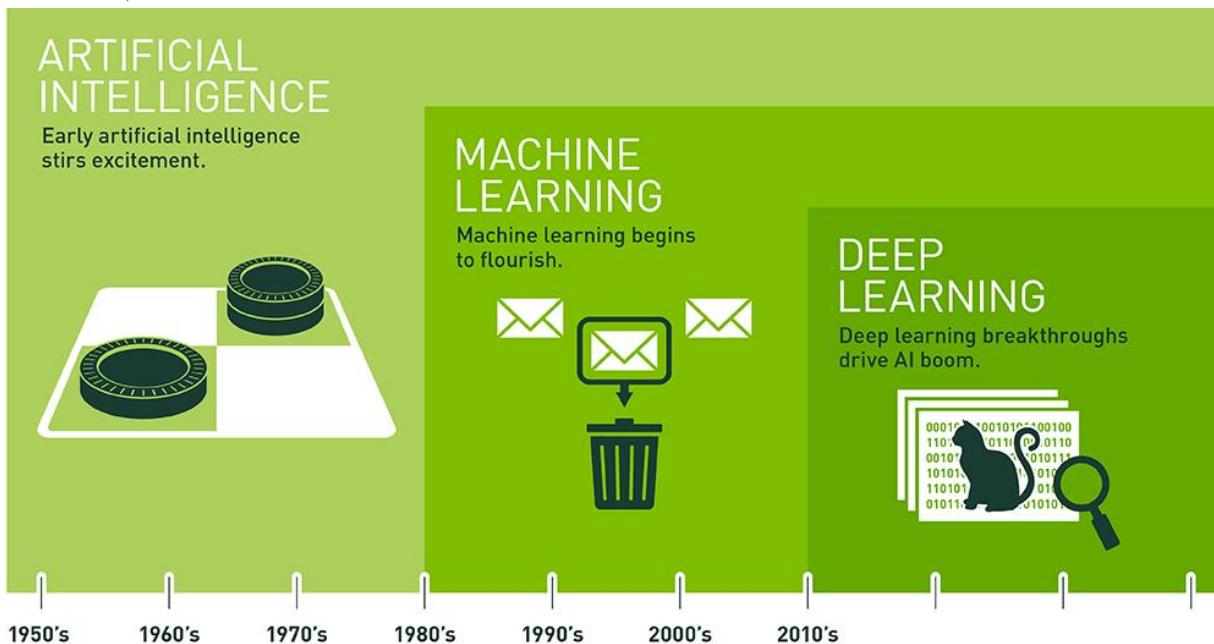


圖 46 AI 發展說明¹⁰⁶

2.3.5.1.1 機器學習

與傳統透過統計模型與計量模型不同，不是按照程式碼既定的流程運行，機器學習（Machine Learning, 以下簡稱 ML）是人工智慧（AI）的一個子集，讓機器通過分析真實數據、訓練資料和經驗，藉由回歸分析的方式找出符合真實世界情況的規律進行並行預測或提供決策。其核心在於利用演算法從數據中提取訊息，透過不斷迭代並不斷優化模型。隨著存取的資料越多、不斷改善機器學習應用程式，預測準確度將逐漸提高，機器學習說明如下圖 47。

¹⁰⁶Rita Tang, 機器學習易混淆名詞/演算法比較, <https://hackmd.io/@ritatang242/HJBneZORE> (最後瀏覽日：2025/06/11)。

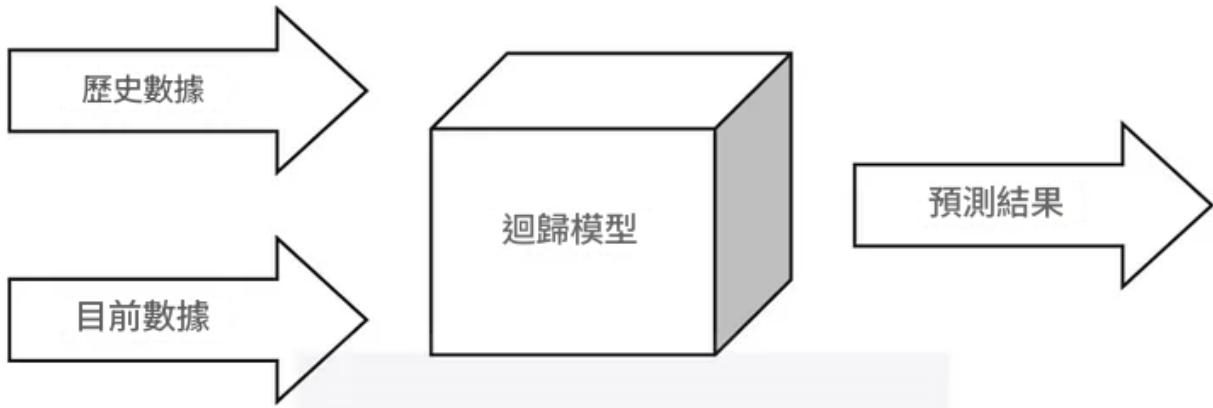


圖 47 機器學習說明¹⁰⁷

機器學習有幾個重要步驟，線性迴歸、成本函數及梯度下降，其核心精神就是「線性迴歸」，能從匯入的訓練資料中萃取出需要的資訊，透過數學的方式找出符合真實情況的自變數(independent variable)和依變數(dependent variable)之間的關係來建立模型，而這個模型可以用來進行預測。成本函數，也稱為損失函數，是用來衡量線性迴歸與真實資料間誤差，期望是誤差越小越好，才能夠符合實際情況。最後則是梯度下降，是用來對成本函數的權重做偏微分，進而得到最小的成本函數¹⁰⁸，如下圖 48。

¹⁰⁷莫凡，終於有人把線性迴歸講明白了！，

<https://medium.com/%E6%95%B8%E6%93%9A%E5%88%86%E6%9E%90%E4%B8%8D%E6%98%AF%E5%80%8B%E4%BA%8B/E7%B5%82%E6%96%BC%E6%9C%89%E4%BA%BA%E6%8A%8A%E7%B7%9A%E6%80%A7%E8%BF%B4%E6%AD%B8%E8%AC%9B%E6%98%8E%E7%99%BD%E4%BA%86-b99f4f3dbb5f>（最後瀏覽日：2025/06/5）。

¹⁰⁸潘柏樺，【機器學習真的沒你想得可怕！】爆簡單的機器學習的基礎數理觀念

<https://medium.com/@makerincollege2018/%E6%A9%9F%E5%99%A8%E5%AD%B8%E7%BF%92%E7%9C%9F%E7%9A%84%E6%B2%92%E4%BD%A0%E6%83%B3%E5%BE%97%E5%8F%AF%E6%80%95-E7%88%86%E7%B0%A1%E5%96%AE%E7%9A%84%E6%A9%9F%E5%99%A8%E5%AD%B8%E7%BF%92%E7%9A%84%E5%9F%BA%E7%A4%8E%E6%95%B8%E7%90%86%E8%A7%80%E5%BF%B5-8a012cee297a>（最後瀏覽日：2025/06/5）。



圖 48 機器學習說明¹⁰⁹

2.3.5.1.2 深度學習

深度學習，其包含神經網路（Neural Network，以下簡稱 NN），是機器學習的一個子集，是模仿人類神經系統結構的一種計算模型，NN 透過節點和節點之間的連結方式來模擬神經元的結構與其互動方式，NN 的結構是一種多層結構，每層會由多個節點所組成，構成一個包含一個輸入層、一個或多個隱藏層和一個輸出層的 NN 結構，如下圖 49。

¹⁰⁹同 108

Neural network

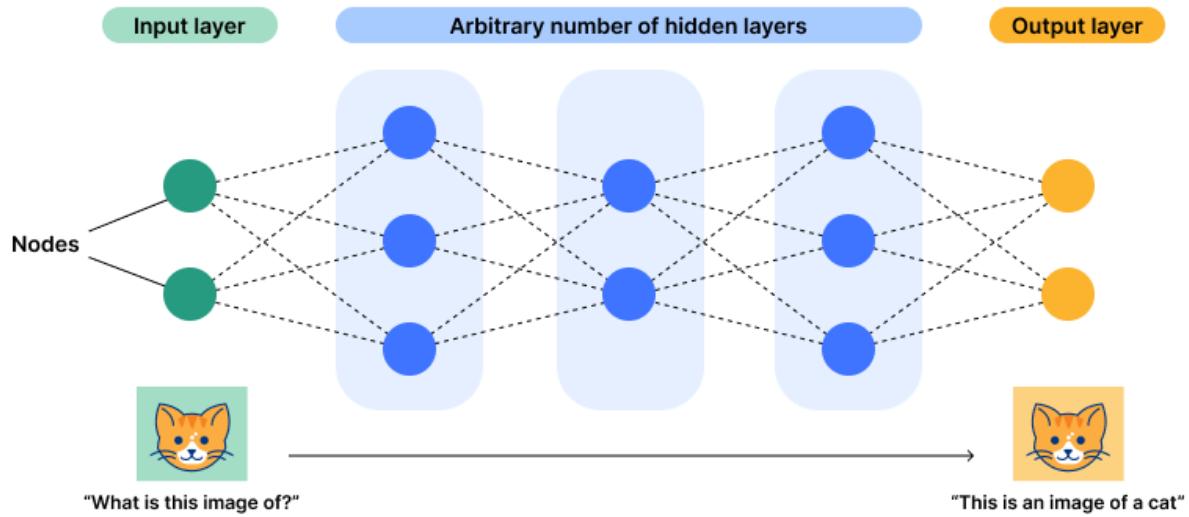


圖 49 神經網路¹¹⁰

在 NN 中，神經元之間的互動主要是藉由權重（weight）、偏壓（bias）和激勵函數（activation function）來進行，神經元結構允許多個輸入與一個輸出，每一個輸入對於結果的影響程度不同，所以需要靠各自的權重來區分輸入的重要性。而激勵函數就像一個 on/off 開關，偏壓值 b 為一個修正值，當無法決定神經元的激勵門檻時，就可以靠偏壓值 b 來修正，藉此來決定上層神經元給下層神經元的輸出¹¹¹，如圖 50。

¹¹⁰ CLOUDFLARE，什麼是神經網路？，<https://www.cloudflare.com/zh-tw/learning/ai/what-is-neural-network/>（最後瀏覽日：2025/06/6）。

¹¹¹ 黃啟賢，深度神經網路基本運作原理，<https://iaic.nccu.edu.tw/column-articles/31>，（最後瀏覽日：2025/06/6）。

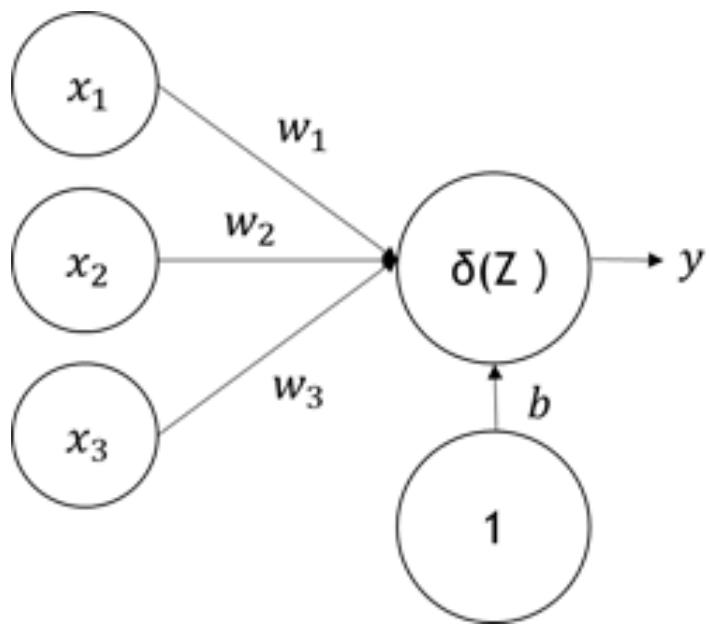


圖 50 神經網路基本架構¹¹²

¹¹² 同 111。

2.3.5.2 物聯網

物聯網（Internet of Things，以下簡稱 IoT）¹¹³是一種計算裝置、機械以及數位機器相互關聯的系統，一般指的是物與物、物與終端設備，家中的智能家電就是 IoT 的一個例子。

在智慧電網中，IoT 是一種不可或缺的技術，透過 IoT 上的智慧電表與電力調度中心的通訊，提供電力調度中心在電力調度時所需要的資訊，例如：需求端所有家家戶戶的用電情形、供給端所有發電設備、傳統火力機組、太陽能、風力發電機及儲能系統的所有發電數據，以使電力調度中心能夠更好的掌握電力的供需情況，同時透過 IoT 系統，調度中心能夠根據預測的供需情形來控制全臺各地發電機組的調度¹¹⁴。

儲能系統結合 IoT 技術能夠實現遠端監控、高效能源管理，提升儲能系統的運作效率和安全性。透過物聯網，可以收集儲能設備的各種數據，例如電池狀態、充放電量、溫度等，並將其傳輸至雲端進行分析和管理，實現智慧化儲能應用。

儲能系統作為因應電網負載實際變化的調度手段，必須搭配物聯網的技術才能達成即時調控，如圖 51。儲能系統智慧化可分成兩部分，分別為內部與外部的兩套系統，內部系統為了掌控電池儲能系統（BESS）運作狀態，系統內裝置多項不同功能的感應器，以蒐集電池狀態、貨櫃（機櫃）內環境數據（溫度、溼度等），同時還有警報系統、自動控溫度、制空調系統與消防系統等，對電池進行管理與保護，且可透過網路即時回報，使用者

¹¹³ 維基百科，物聯網，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%89%A9%E8%81%94%E7%BD%91>（最後瀏覽日：2025/06/06）。

¹¹⁴ 劉智淵、紅藍創意團隊，電力物聯網與數位轉型 迎向電力通信新世代，<https://service.taipower.com.tw/tpcjourn/article/4596>（最後瀏覽日：2025/06/06）。

可透過遠端遙控（Remote Control）功能，及時處理因應調度。外部功能則在各主要電力迴路裝置智慧電表，讀取用電與供電數據，並由內建的電網控制器(Site Controller)依據需求規畫的演算法，達成需要的再生能源輸出平滑化(RE Smoothing)，頻率調節(FR)，負載轉移(Load Shifting)等功能¹¹⁵。

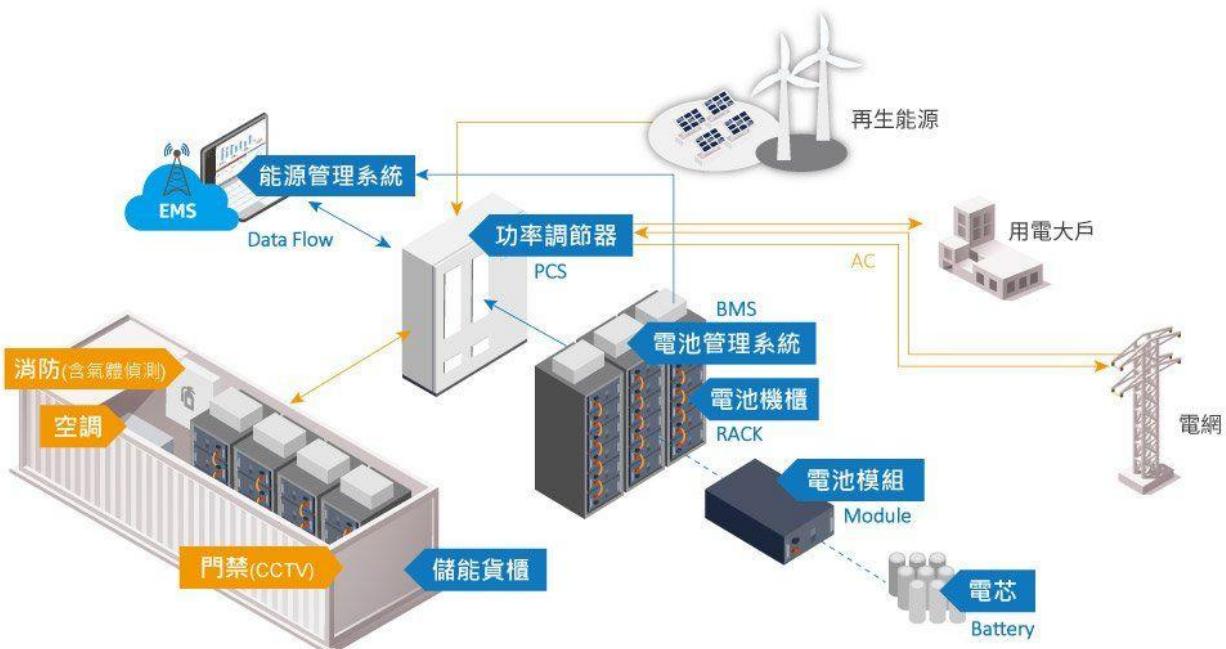


圖 51 智慧儲能系統¹¹⁶

¹¹⁵ DELTA，台達儲能系統於物聯網的應用，<https://www.deltaww.com/zh-TW/news/11495>（最後瀏覽日：2025/06/06）。

¹¹⁶BILLION Watts，儲能電池貨櫃系統圖，<https://www.billionwatts.com.tw/battery-energy-storage-system-ess>（最後瀏覽日：2025/06/27）。

第三章、智慧儲能併網專利趨勢分析

本章對智慧儲能併網相關專利資料進行蒐集與分析，主要是以智慧儲能併網之技術為專利檢索關鍵字，如前述 2.3 節所述能源管理技術、電池控制技術、電力轉換技術、輔助服務技術及智慧電能技術五大技術相關技術內容。資料範圍限定在最近 20 年，也就是 2005 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日之間的發明專利。本章專利分析圖表，係以同一專利家族（INPADOC¹¹⁷專利家族）的案件計為 1 件進行統計分析，避免因同一專利，跨國申請而造成數據失真，使研究數據更能反應實際發明的數量；然而，於受理專利申請之專利局/專利組織的相關分析中，係以統計個別專利局/專利組織實際的申請數進行分析。本章利用 GPSS 及 Derwent Innovation（以下簡稱 DI）兩大資料庫進行相關專利檢索，共蒐集智慧儲能併網之相關技術專利約莫 2 萬 9 千餘件專利，其中第 3.1 節聚焦在全球專利趨勢，第 3.2 節分析我國專利趨勢，第 3.3 節則針對智慧儲能併網之關鍵專利技術做進一步之研析。

¹¹⁷ Wikipedia, INPADOC, <https://en.wikipedia.org/wiki/INPADOC> (last visited Oct.8, 2025).

3.1 全球專利趨勢分析

關於智慧儲能併網全球專利趨勢分析，本章節以 DI 專利檢索系統作為分析工具，蒐集 2024 年 12 月 31 日前申請之發明專利。

3.1.1 全球專利申請趨勢

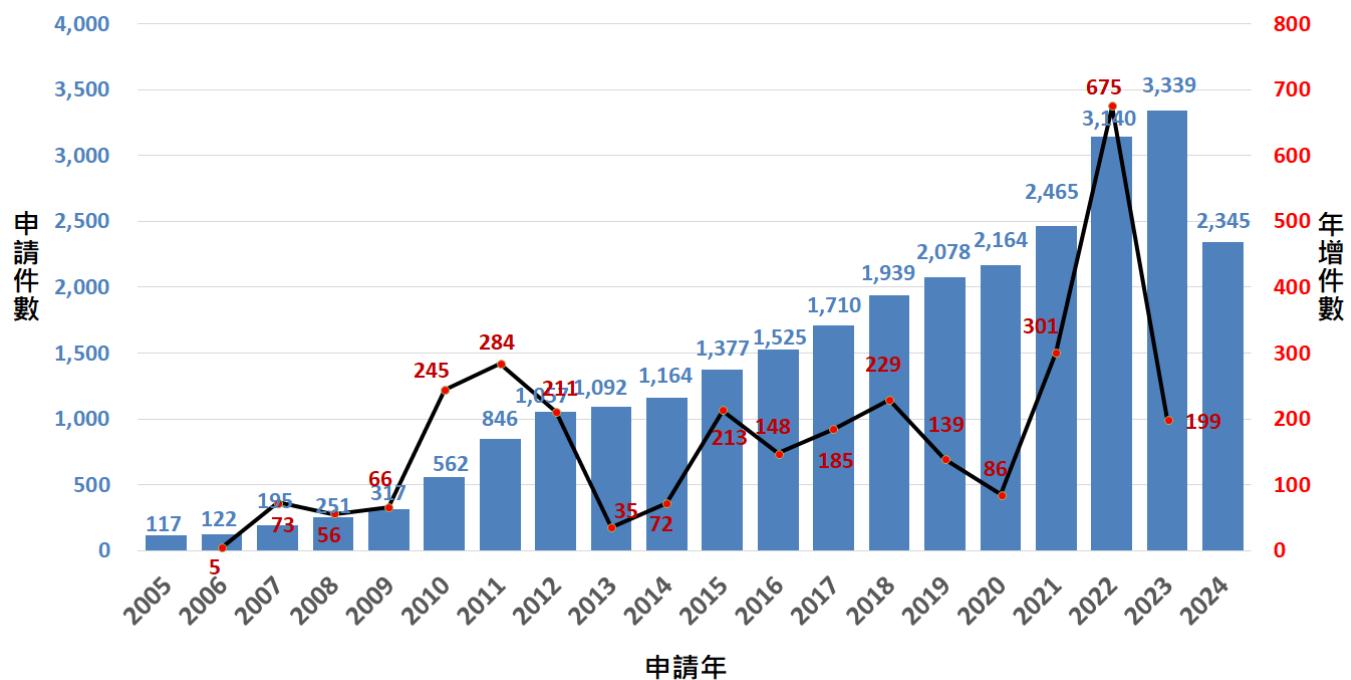


圖 52 智慧儲能併網全球專利申請趨勢¹¹⁸

圖 52 為智慧儲能併網全球專利申請趨勢，圖中左縱軸以及藍色字體標示申請件數，右縱軸以及紅色字體標示年增件數，以黑線標示逐年申請件數增減趨勢；如圖 52 所示，智慧儲能併網專利技術，近二十年來整體呈現穩定成長的申請趨勢。專利申請年增加量，於 2022 年突破 600 件/年，其餘年增量皆低於 400 件/

¹¹⁸ 本報告蒐集 2024 年 12 月 31 日前申請之專利資料，因專利有 18 個月早期公開的規定（自申請日或是最早優先權日起算），故 2024 專利有部分未公開而蒐集不完整，導致數量略微下降。

年。

另本文蒐集 2024 年 12 月 31 日前之專利資料，因專利有 18 個月早期公開的規定（自申請日或是最早優先權日起算），導致 2024 年申請之專利有部分未公開而蒐集不完整，也會影響申請件數之數量略微下降。

3.1.2 全球專利前十大 IPC 相關分析

本文國際專利分類（International Patent Classification,IPC）之版本為 2024.01 版，以智慧儲能併入電網之技術為專利檢索關鍵字，僅篩選出智慧儲能併網之相關申請專利。智慧儲能併網專利申請案前十大 IPC 申請量，如圖 53 所示，智慧儲能併網專利申請案前十大 IPC 申請量，配合智慧儲能併網檢索關鍵字過濾之後，第一大為 H02J 3/38，係有關於由兩個或兩個以上發電機、交換器或變壓器搭配智慧儲能對一個網路並聯饋電之裝置；第二大為 H02J 7/00，係有關於用於搭配智慧儲能之電池組充電或去極化或用於由電池組向負載供電之電路裝置；第三大為 H02J 3/32，係有關於用有變換裝置電池組之智慧儲能方法網路內平衡負載的裝置；第四大為 H01M 10/44，係有關供維護用之智慧儲能之二次電池或二次半電池之充電或放電之方法；第五大為 H02J 3/00，係關於交流幹線或交流配電網路之智慧儲能裝置；第六大為 H02J 3/28，係有關於用智慧儲能方法網路內平衡負載的裝置；第七大為 H02J 7/35，係有關於兼用光敏智慧儲能蓄電池與其他直流電源之網路內的並聯運行；八大為 H01M 10/42，係有關供維護用之智慧儲能之二次電池或二次半電池之方法及裝置；第九大為 H02J 3/46，係有關於發電機、變換器或變壓器搭配智慧儲能之間輸出分配之控制；第十大為 G06Q 50/06，係有關專門適用於能源供應搭配智慧儲能之數據處理的資訊和通訊技

術。

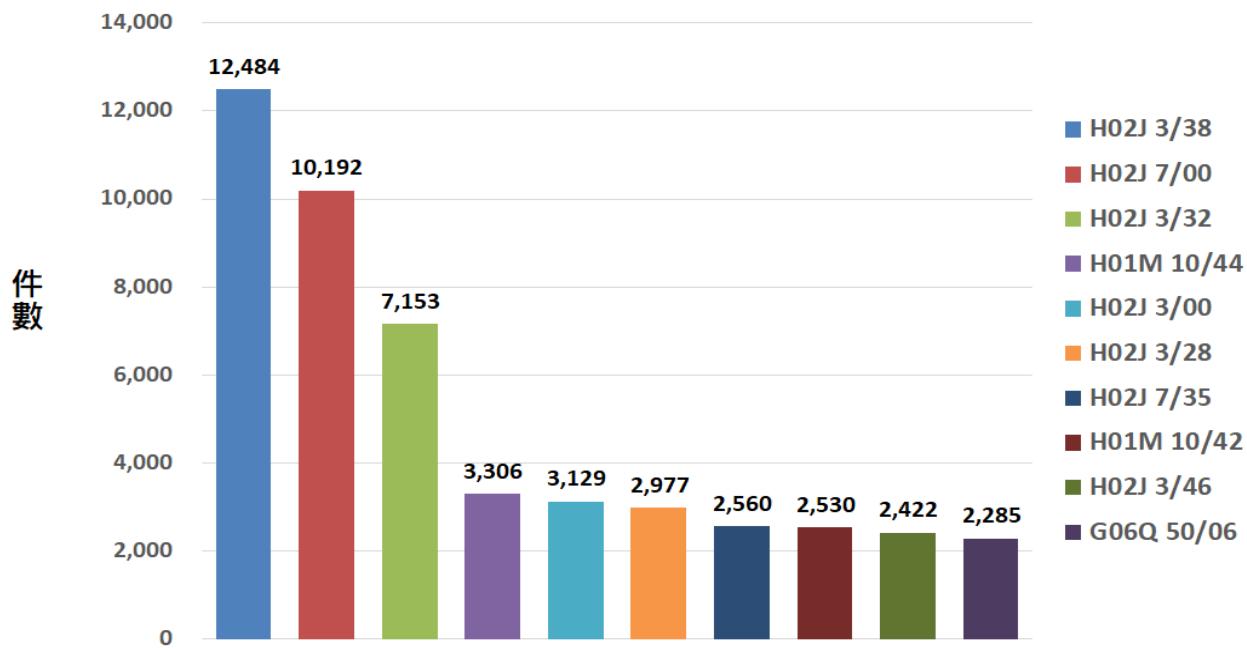


圖 53 智慧儲能併網全球專利前十大 IPC

第十一至第二十大 IPC 相關說明請參照下表 1 所示。配合智慧儲能併入電網之技術作為專利檢索關鍵字，第十一大為 H02J 7/02，用變換器由交流幹線為智慧儲能電池組充電者；第十二大為 H02J 7/34，兼用智慧儲能蓄電池與其他直流電源之網路內的並聯運行；第十三大為 H02J 13/00，搭配智慧儲能對網路情況提供遠距離指示之電路裝置；第十四大為 H01M 10/48，供維護用之智慧儲能之二次電池或二次半電池之方法及裝置與測量，試驗或指示情況之裝置相組合之蓄電池；第十五大為 H02J 3/24，搭配智慧儲能於網路內防止或減少功率振盪之裝置；第十六大為 H02J 9/06，係有關於搭配智慧儲能之緊急或備用電源回路裝置-具有自動轉換者；第十七大為 H02J 3/14，搭配智慧儲能用將負載接入網路或由網路斷開者；第十八大為 B60L 11/18，(轉見 50/50 至 58/40)，電動車輛內有搭配智慧儲能電源供應者、電池充電方法，特別適用於電動車輛；充電站或載具上充電設備；電

動車輛內的儲能元件之置換、用於供應車內儲能至電網的配置，即車輛到電網[V2G]設備、用於控制或監控電動車電池或燃料電池的方法或電路配置；第十九大為 H02M 3/335，智慧儲能轉換器之直流功率輸入變換為直流功率輸出，用有連續使用控制信號控制有控制極之半導體裝置產生中間交流電者以及第二十大為 G06Q 10/04，搭配智慧儲能特別適用於行政或管理目的的預測或最佳化。

表 1 智慧儲能併網全球專利前二十大 IPC 說明

排名	IPC	說明
1	H02J 3/38	由兩個或兩個以上發電機、交換器或變壓器對一個網路並聯饋電之裝置
2	H02J 7/00	用於電池組之充電或去極化或用於由電池組向負載供電之電路裝置
3	H02J 3/32	用儲能方法網路內平衡負載的裝置 -應用有變換裝置之電池組
4	H01M 10/44	供維護用之二次電池或二次半電池之方法及裝置 -充電或放電之方法
5	H02J 3/00	交流幹線或交流配電網路之電路裝置
6	H02J 3/28	用儲能方法網路內平衡負載的裝置
7	H02J 7/35	兼用蓄電池與其他直流電源之網路內的並聯運行，例如提供緩衝作用 -有光敏電池者
8	H01M 10/42	供維護用之二次電池或二次半電池之方法及裝置
9	H02J 3/46	由兩個或兩個以上發電機、交換器或變壓器對

		一個網路並聯饋電之裝置 -發電機、變換器或變壓器之間輸出分配之控制
10	G06Q 50/06	專門適用於特定事業部門之實施業務過程之數據處理的資訊和通訊技術[ICT] -能源或水之供應
11	H02J 7/02	用變換器由交流幹線為電池組充電者
12	H02J 7/34	兼用蓄電池與其他直流電源之網路內的並聯運行，例如提供緩衝作用
13	H02J 13/00	對網路情況提供遠距離指示之電路裝置
14	H01M 10/48	供維護用之二次電池或二次半電池之方法及裝置 -與測量，試驗或指示情況之裝置相組合之蓄電池
15	H02J 3/24	於網路內防止或減少功率振盪之裝置
16	H02J 9/06	用於緊急或備用電源之回路裝置 -其中之配電系統由正常電源斷開關連至備用電源者
17	H02J 3/14	用將負載接入網路或由網路斷開者，例如逐漸平衡之負載
18	B60L 11/18	(轉見 50/50 至 58/40)(2019 IPC 更新) -電動車輛內有電源供應者、電池充電方法，特別適用於電動車輛；充電站或載具上充電設備；電動車輛內的儲能元件之置換、用於供應車內儲能至電網的配置，即車輛到電網[V2G]設備、用於控制或監控電動車電池或燃料電池的方法或電路配置

19	H02M 3/335	直流功率輸入變換為直流功率輸出 -有中間變換為交流者 -用靜態變換器者 -應用有控制極之放電管或有控制極之半導體裝置產生中間交流電者 -應用需要連續使用控制信號之三極管或晶體管式之裝置者 -僅用半導體裝置者
20	G06Q 10/04	特別適用於行政或管理目的的預測或最佳化

其中第 18 大 IPC 的 B60L 11/18 原為用使用初級電池，二次電池或燃料電池為車輛供電給內部電源為電力推進，惟於 2019 年的 IPC 分類增修中被新增 IPC B60L 50/50 至 B60L 58/40 所取代，現已不再使用。新增 IPC 包含使用電池或燃料電池供給的動力電動車輛內有電源供應者(B60L 50/50)、電池充電方法，特別適用於電動車輛；充電站或載具上充電設備；電動車輛內的儲能元件之置換(B60L 53/00)、用於供應車內儲能至電網的配置，即車輛到電網[V2G]設備(B60L 55/00)、用於控制或監控電動車電池或燃料電池的方法或電路配置(B60L 58/00)等技術內容，這些新的分類號每個 IPC 皆有一定數量申請案，如 B60L 55/00 有 342 件申請案、B60L 58/22 有 292 件申請案等，足見近年對於電動車電池充電及回饋電網等相關儲能技術有顯著增長。

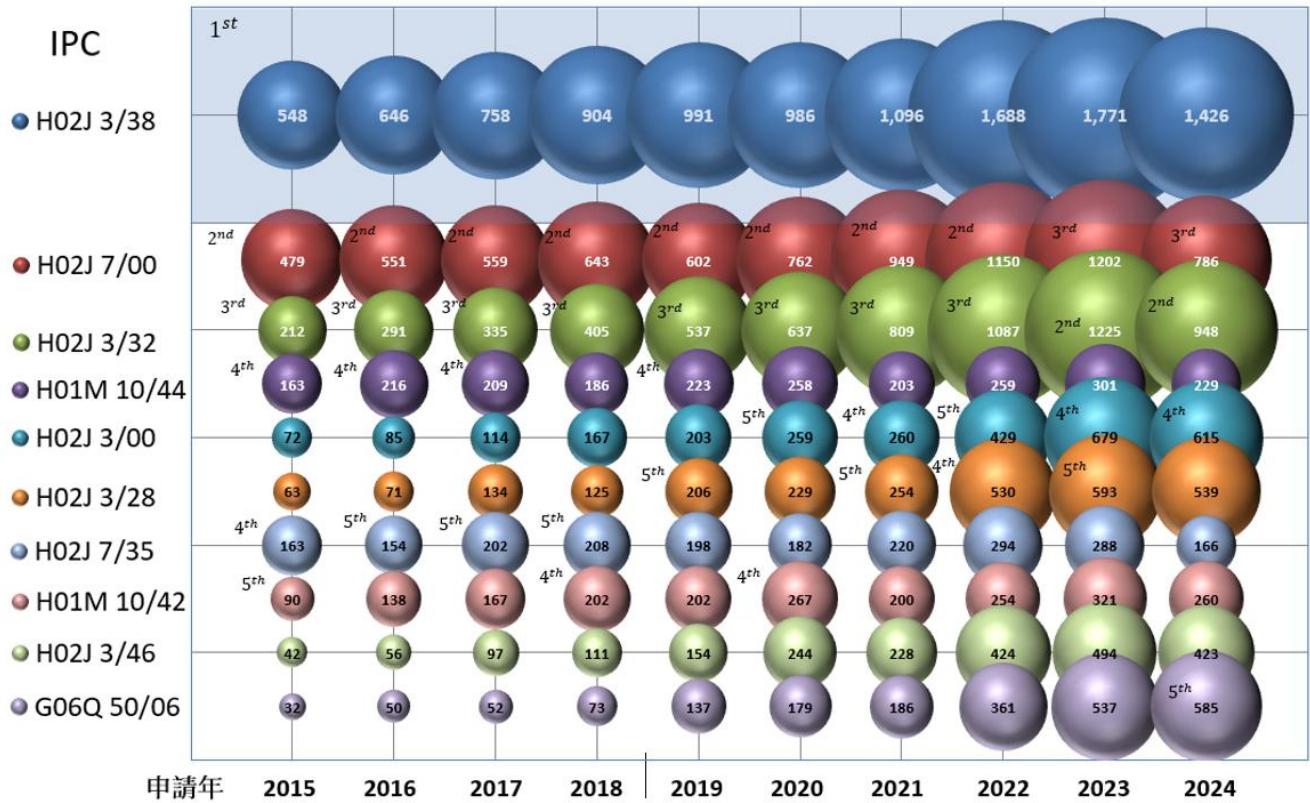


圖 54 十大 IPC 近十年申請量趨勢

圖 54 為近十年智慧儲能併網前十大 IPC 申請趨勢，泡泡中的數字代表該年（橫軸）該 IPC 技術類別（縱軸）的專利申請數量。根據圖 54，多數年份以 H02J 3/38、H02J 7/00 以及 H02J 3/32 為前三大專利申請技術，因此，智慧儲能併網相關技術申請趨勢，主要兩個或兩個以上發電機、交換器或變壓器對一個網路並聯饋電之裝置，用於電池組之充電或去極化或用於由電池組向負載供電之電路裝置，用有變換裝置之電池組的儲能方法網路內平衡負載的裝置為近十年來主要之專利布局技術。

在 2015~2019 年，第 4~5 位是以有關電池控制以及太陽能電池之相關 IPC 分類(H01M 10/44、H01M 10/42 以及 H02J 7/35)為主，從 2019 年開始，H02J 3/28 也逐漸出現在前 5 位，可見用儲能方法網路內平衡負載的裝置之技術正在崛起。另外隨著近年人工智慧的快速發展，智慧電能技術(G06Q 50/06)也呈倍數成長，從 2015~2024 年可以發現在 10 年間該技術申請量成長近 20 倍，

且在 2024 年已成為第 5 大申請量之 IPC。另外觀察 20 大 IPC 中另一個智慧電能的 IPC G06Q 10/04 的申請趨勢也是快速上升，在近 10 年的年申請量從 7 件成長至 170 件，增長 24 倍，可見除了儲能系統對傳統電網造成電網更新外，人工智慧也正逐漸改變傳統的電力預測模型與運算，電網的大規模改革勢在必行。隨著未來人工智慧系統的持續建置，可以推斷未來在能源供應之數據處理的資訊和通訊技術上還會持續成長。

3.1.3 全球前五大技術主題分析

另外，從 20 大 IPC 中可以得出，在智慧儲能併網相關專利技術可分為五大技術主題，如下圖 55 所示：

1、能源管理技術，如 H02J 3/38、H02J 7/00、B60L 55/00 等。

2、電池控制技術，如 H01M 10/44、H01M 10/42、B60L 53/14 等。

3、電力轉換技術，如 H02J 7/02、H02M 3/335 等。

4、輔助服務技術，如 H02J 3/28、H02J 7/35 等。

5、智慧電能技術，如 G06Q 50/06、G06Q 10/04 等。

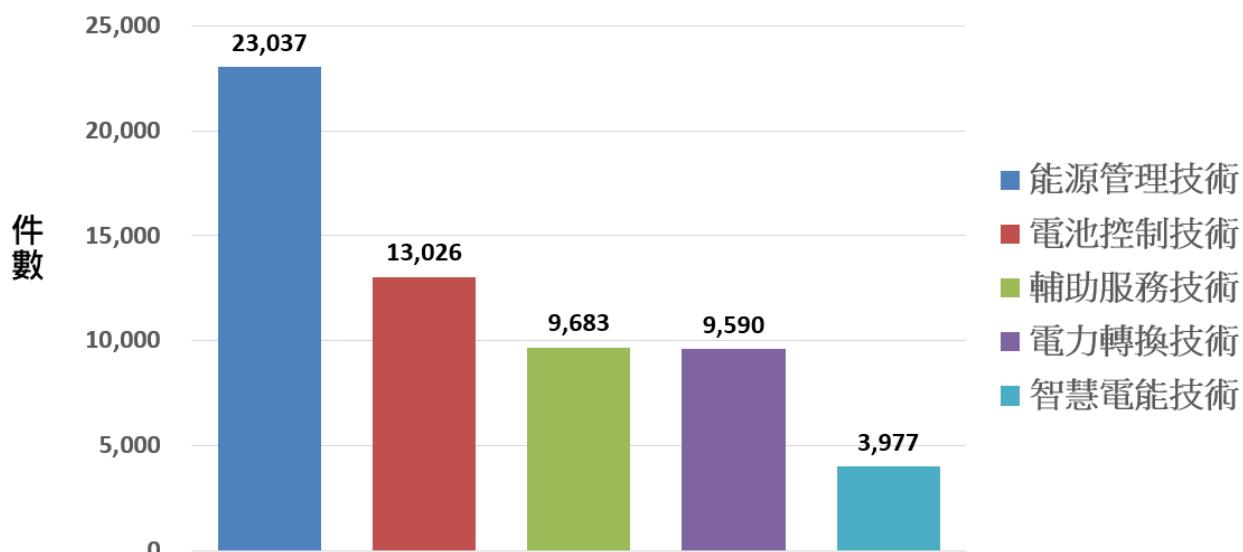


圖 55 全球前五大技術主題分析

從上圖 55 中可以發現，以能源管理技術最多，後續數量依序為電池控制技術、輔助服務技術、電力轉換技術及智慧電能技術。

其中每個專利申請案可能包括兩個以上之技術主題，如以 JP 07588363B2 之專利公告案為例，名稱為「電力轉換系統、電纜支撐裝置及電力轉換器」，該專利之 IPC 分類包括 B60L 55/00、B60L 50/60、B60L 53/14 以及 B60L 53/66，故該專利也包括能源

管理技術及電池控制技術兩個技術主題，該專利之發明目的如下：該系統具有安裝在電動車蓄電池和電力系統之間的電力轉換器，用於調節蓄電池釋放的直流電力。電纜支撑裝置支撑電纜，並在蓄電池和電力轉換器之間形成供電路徑。輔助電源單元在電力系統斷電時，從電纜支撑裝置向電力轉換器提供用於啟動控制電路的控制電力。電纜支撑裝置包括處理單元，該處理單元透過與電動車進行通訊來獲取主電路的控制參數。控制電路是基於透過與處理單元通訊從處理單元取得的控制參數來控制主電路。

3.1.4 全球前二十大申請人/專利權人相關分析(優化)

本文所指優化專利權人¹¹⁹(Optimized assignee)為 DI 所定義，是指 DI 依據人工智慧提出的建議，建議「擁有本專利」的企業/組織，或解讀為「與本專利有關係」的企業/組織。

如下圖 56 所示，為智慧儲能併網全球專利申請量前二十大申請人/專利權人。中國大陸申請人/專利權人占 8 位，日本申請人/專利權人占 6 位，德國申請人/專利權人占 3 位，韓國申請人/專利權人占 3 位。

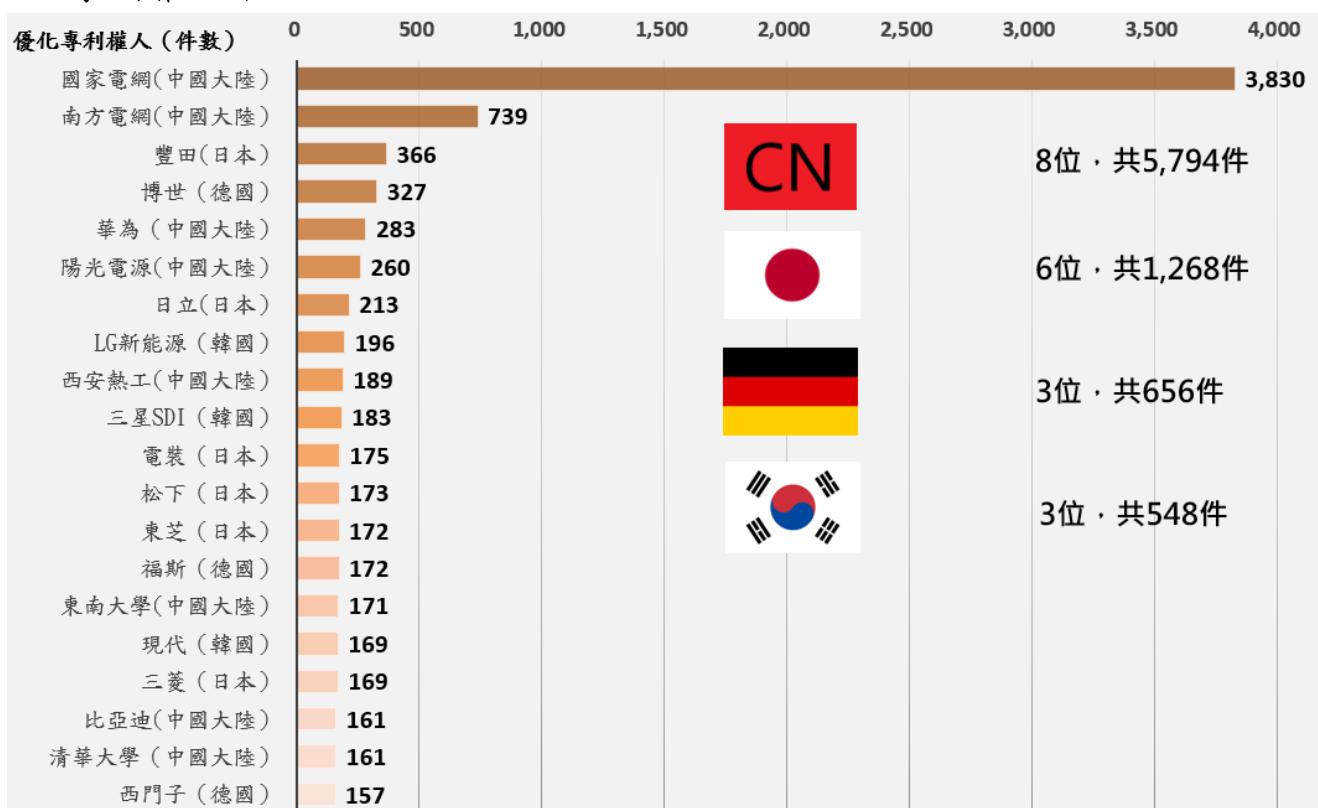


圖 56 全球專利申請量前二十大申請人/專利權人（優化）

申請量第一位為中國大陸企業國家電網 (State Grid Corporation of China)，其申請量遙遙領先其他申請人/專利權人。

¹¹⁹ CLARIVATE，確認專利權的歸屬，要獲得答案可能比想像中還要困難，<https://clarivate.com/zh-hant/blog/optimized-assignee-patent-ownership/>（最後瀏覽日：2025/8/26）。

國家電網為中國大陸國營企業，係全球最大的公用事業公司，截至 2024 年為止，為全球企業中收入第三高¹²⁰。擁有中國大陸近 90% 輸電線路的國家電網，其深耕於電網鋪設基礎工程建設。在智慧儲能併網方面，該公司目前正在發展持續放電時長在 4 小時以上的長時儲能，主要包括抽水蓄能、壓縮空氣儲能、熔鹽儲熱、液流電池和氫儲能等 5 種類型，以確保電力系統可以穩定安全運行¹²¹，截至 2024 年底，新型儲能併網規模達到 5,876 萬千瓦¹²²。

申請量第二位為中國大陸企業南方電網（China Southern Power Grid），同樣作為中國大陸國營公司，負責投資、建設和經營雲南、貴州、廣西、廣東、海南五省的包括輸電、變電以及電力調度等電網業務，近年來積極發展風力發電、太陽能發電、儲能與智慧電網等項目¹²³。在智慧儲能併網方面，於 2025 年 5 月 25 日，南方電網寶池儲能站在雲南文山州投入運行，其係大型鋰鈉混合儲能站。該儲能站容量達到 400 兆 Wh，相當於近 27 萬戶居民一年的用電需求，其中 98% 為綠電，寶池儲能站使用大容量功率型鈉離子電池，並配置有適用於鈉電池的併網型變流器，構建成首個多功率複合運行的鈉離子電池儲能系統¹²⁴。

申請量第三大為日本企業豐田汽車公司（Toyota Motor Corporation），是日本一家歷史悠久的老公司，同時也是日本最

¹²⁰ Wikipedia, State Grid Corporation of China, Top, https://en.wikipedia.org/wiki/State_Grid_Corporation_of_China (last visited Aug. 14, 2025).

¹²¹ 儲能中國網，國家電網：發展長時儲能 推動構建新型電力系統，<http://cnnes.cc/hangye/20240814/8851.html> (最後瀏覽日：2025/08/14)。

¹²² 儲能中國網，國家電網發布服務新能源發展報告！截至 2024 年底新型儲能併網規模達到 58.76GW，<http://cnnes.cc/qiye/20250603/10882.html> (最後瀏覽日：2025/08/14)。

¹²³ 廣東省發改委，廣東要求 630 後併網陸風、集中光伏項目，配 10%*1h 儲能！，<https://m.in-en.com/article/html/energy-2324415.shtml> (最後瀏覽日：2025/08/14)。

¹²⁴ 中國科技網，我國首個大型鋰鈉混合儲能站投產，https://www.stdaily.com/web/gdxw/2025-05/25/content_344965.html (最後瀏覽日：2025/08/14)。

大的汽車製造商，總部位於愛知縣豐田市。豐田亦是凌志（LEXUS）、大發（Daihatsu）及日野（HINO）品牌的母公司，並以 20% 股份成為速霸陸的最大股東¹²⁵。在智慧儲能併網方面，豐田在 2022 年推出 O-Uchi Kyuden 系統，該系統額定容量為 8.7 kWh，使用來自豐田電動車的電池，確保在安全無虞的前提下，儲能系統可以在一般日常使用時供電或充電，並能夠在意外斷電時讓家用電力可以維持一段時間不至於中斷。此外，若連接太陽能發電系統，還可以根據客戶需要實現全天適度供電。O-Uchi Kyuden 系統亦可提供兩輛車 100 伏特 AC 充電輸出，也支援電動車對電網供電，在電力短缺時當作額外電力儲存裝置，進一步延長供電時間¹²⁶，可見近年電動車的發展也讓傳統車商對於新興科技有進一步的突破。

申請量第四大為德國企業博世（Robert Bosch GmbH），是一家以工程和電子為首要業務的跨國公司，該集團業務涵蓋四大業務領域：汽車與智慧交通、工業技術、消費品以及能源與建築技術¹²⁷。在智慧儲能併網方面，博世近年在電池及燃料電池的熱管理及加速能量提供都有所涉略，並對固定式和移動式燃料電池進行技術要求考量¹²⁸。此外，博世為促進環境永續及企業數位韌性，創立博世 SDS（Software and Digital Solutions）部門專門從事軟體、感測器和服務，該公司也在有關鋰電池儲能系統中設計更智慧的能源解決方案，包括支援感測器的電池系統、與現有基

¹²⁵ 維基百科，豐田汽車，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E4%B8%B0%E7%94%B0%E6%B1%BD%E8%BD%A6>（最後瀏覽日：2025/08/14）。

¹²⁶ U-car，以電動車技術為本，Toyota 打造 O-Uchi Kyuden System 家用電池儲能系統，<https://news.u-car.com.tw/news/article/70767>（最後瀏覽日：2025/08/14）。

¹²⁷ BOSCH, Company overview, <https://www.bosch.com/company/> (last visited Aug. 14, 2025).

¹²⁸ BOSCH，讓我們帶著力量邁向未來，<https://www.bosch-mobility.com/en/mobility-topics/energy/>（最後瀏覽日：2025/08/14）。

礎設施的無縫整合、以用戶為中心的應用程式開發、AI 驅動的預測性維護以及數位孿生實施¹²⁹等技術。另外為擴大電動車電池市場，博世曾與三星 SDI 進行合作¹³⁰，故在博世的 327 申請案中，與三星共有的案件有 50 件，占總數 1/6，可見二者合作之技術成果。

申請量第五位為中國大陸企業華為技術有限公司，華為初期專注於製造電話交換器，現在的業務以研發和製造通訊裝置、消費電子產品為主，華為還涉足軟體開發、設計生產積體電路、太陽能和電動車等領域¹³¹。在智慧儲能併網方面，華為技術有限公司於 2021 年成立華為數字能源技術有限公司，並 100% 持股；華為數字能源致力於融合數位技術和電力電子技術，發展清潔能源與能源數位化。在清潔能源方面，推動構建以新能源為主體的新型電力系統；在綠色 ICT（Information and communications technology）能源基礎設施上，致力打造綠色、低碳、智慧的資料中心和通信網路¹³²。該公司 2023 年在中東紅海之濱，採用大規模併網技術打造了 1.3GWh 儲能和 400MW 太陽能項目，為全球最大的光儲微電網，實現城市 100% 新能源供電並持續穩定運行¹³³。在相關技術專利申請上以華為數字能源技術有限公司為申請人的案件，占整體數量 7 成。

¹²⁹ BOXCH,The Bosch SDS Story, <https://bosch-sds.com/about-bosch-sds/> (last visited Aug. 14, 2025).

¹³⁰ 鉅亨，三星 SDI 和博世合資企業可能為通用汽車供應鋰電池，<https://m.cnyes.com/news/id/3011174> (最後瀏覽日：2025/08/15)。

¹³¹ 維基百科，華為，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%8D%8E%E4%B8%BA> (最後瀏覽日：2025/08/14)。

¹³² 百度百科，華為數字能源技術有限公司，

<https://baike.baidu.com/item/%E5%8D%8E%E4%B8%BA%E6%95%B0%E5%AD%97%E8%83%BD%E6%BA%90%E6%8A%80%E6%9C%AF%E6%9C%89%E9%99%90%E5%85%AC%E5%8F%B8/57189476> (最後瀏覽日：2025/08/15)。

¹³³ 經濟日報，華為數字能源以全場景構網型儲能解決方案邁入全面構網時代，<https://money.udn.com/money/story/123828/8724417> (最後瀏覽日：2025/08/15)。

申請量第六位為中國大陸企業陽光電源股份有限公司，是一家從事太陽能、風能、儲能、電動汽車等新能源電源設備的研發、生產、銷售和服務的高新技術企業¹³⁴。陽光電源收入主要由變流器、新能源投資開發、儲能系統三大板塊構成，其中儲能業務去年發貨 10.5GWh，年增率 36%，發貨量連 9 年位居中國大陸企業第一¹³⁵。在智慧儲能併網方面，陽光電源 2024 年宣布與沙烏地阿拉伯 ALGIHAZ 成功簽約全球最大儲能專案，容量為 7.8 GWh，這一專案大幅刷新 2021 年華為數字能源在沙國完成簽約的全球最大離網儲能專案容量記錄。專案將在 2024 年開始交付，2025 年全容量併網運行，將有效提高沙國電網穩定性和可靠性，預計併網後可實現逾 15 年壽命周期的營運¹³⁶。

申請量第七大為日本企業日立（Hitachi），是一間跨國企業集團，業務範圍涵蓋廣泛，包括：資訊科技、人工智慧（Artificial Intelligence，以下簡稱 AI）、物聯網（Internet of Things，以下簡稱 IoT）、大數據、基礎建設等¹³⁷。2018 年底日本日立製作所（Hitachi）宣布與瑞士電機大廠 ABB 擴大合作，購併 ABB 輸配電事業 80.1% 的股份，這是日立有史以來最大購併案，並成立 ABB Hitachi Power Grids 公司¹³⁸，並於 2021 年改名為日立永續能源(Hitachi energy)¹³⁹。在智慧儲能併網方面，日

¹³⁴ 維基百科，陽光電源，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%98%B3%E5%85%89%E7%94%B5%E6%BA%90>（最後瀏覽日：2025/08/15）。

¹³⁵ 鉅亨，奪全球最大儲能項目！陽光電源擠下隆基綠能成中國太陽能產業市值王，<https://news.cnyes.com/news/id/5642548>（最後瀏覽日：2025/08/15）。

¹³⁶ 同註 135。

¹³⁷ Wikipedia, *Hitachi*, Top, <https://en.wikipedia.org/wiki/Hitachi> (last visited Aug. 15, 2025).

¹³⁸ Line today，日立完成 78 美元億收購 ABB 電力系統事業，望成為世界最大電網公司，<https://today.line.me/tw/v2/article/Mn1Bvz>，（最後瀏覽日：2025/08/15）。

¹³⁹ Hitachi energy，台灣日立永續能源，<https://www.hitachienergy.com/about-us/country-and-regional-information/taiwan>（最後瀏覽日：2025/08/15）。

立很早便開始著手於開發和利用基於蓄電池的混合動力系統，並致力於推廣將再生能源發電作為主力電源。在日本國內，通過確保地區和企業生命線的電力供給以及 BCP¹⁴⁰措施；在其餘地區，通過構建大型混合動力蓄電池系統，利用蓄電池的充放電調節電力供需平衡，確保電力系統穩定等行為，積極推動淨零碳排的實現¹⁴¹。

申請量第八大為韓國企業 LG 新能源股份有限公司（LG Energy Solution Ltd），2020 年，LG 化學（LG Chem）宣布將剝離其電池業務，以應對全球汽車製造商日益增長的需求。LG 化學的電池業務於 2020 年 12 月正式成為獨立子公司，並更名為 LG 新能源股份有限公司（LG Energy Solution Ltd），目前該公司與 CATL（寧德時代）、Panasonic、SK Innovation 和三星 SDI 並列為全球最大的電池製造商¹⁴²。在智慧儲能併網方面，隨著電動車需求趨緩，該公司計劃擴大能源儲存系統(ESS)電池產量，並已於 2025 年 5 月在密西根州工廠開始生產 LFP（磷酸鐵鋰）電池，並預計將今年 ESS 電池產能從 17 GWh 提升至明年超過 30 GWh，且正考慮將部分電動車電池生產線改為生產 ESS 專用電池，惟現今電池市場還在成長階段，獲利還是以補助為主¹⁴³。

申請量第九位為中國大陸企業西安熱工研究院有限公司（Xi'an Thermal Power Research Institute Co.,Ltd.）為中國大陸華

¹⁴⁰ 維基百科，營運持續計畫（英語：Business continuity planning，簡稱 BCP）或稱業務連續性計劃，是指組織為因應突發災難事件而預先規劃的應變與復原作業流程，以確保組織在可接受的最低營運水準下可持續提供關鍵服務項目予重要客戶。

¹⁴¹ 日立集團，導入儲能型蓄電池的組合式電源系統，實現零碳社會，<https://www.hitachi-power-solutions.com/cn/energy/summary.html>（最後瀏覽日：2025/08/15）。

¹⁴² Wikipedia, LG Energy Solution, https://en.wikipedia.org/wiki/LG_Energy_Solution (last visited Aug. 15, 2025)

¹⁴³ 優分析，EV 電池 | LG Energy 預期北美電動車成長放緩，將擴大 ESS 電池產能因應政策衝擊，<https://uanalyze.com.tw/articles/1068226430>（最後瀏覽日：2025/08/15）。

能集團有限公司的子公司，該集團同時也是中國大陸國有企業¹⁴⁴，面向產業化，圍繞節能環保、新能源、智能電站、金屬材料和分散式能源等重點領域，聚焦清潔煤利用、智慧化和新材料技術¹⁴⁵；在智慧儲能併網方面，其母公司中國大陸華能集團近年將目光鎖定儲能，並在國家積極支援「新能源+儲能」的背景下，持續增加蓄電池系統以及與發電機機組配合計畫¹⁴⁶。另外，雖同樣是國營企業，但從行業細分上，兩大電網(國家電網、南方電網)負責電力的輸、配、送等，而五大發電集團(即中國大陸華能、國家能源集團、中國大陸華電、國家電投和中國大陸大唐)側重發電¹⁴⁷，因分工上略有不同，其專利技術也會有些許差異。

申請量第十大為韓國企業三星 SDI (SAMSUNG SDI)，該公司包含能源解決方案部門和電子材料部門，能源解決方案部門生產用於 IT 設備、汽車和儲能系統(ESS)應用的可充電電池，電子材料部門生產用於半導體和顯示器的材料¹⁴⁸。在智慧儲能併網方面，除了與博世曾有合作外，三星 SDI 為滿足儲能市場多元化需求，正在開發磷酸鐵鋰電池 (LFP)，目標於 2026 年量產¹⁴⁹。

申請量第十一大至第二十大分別為日本企業電裝、日本企業松下、日本企業東芝、德國企業福斯、中國大陸公立大學東南大

¹⁴⁴ 維基百科，中國大陸華能集團，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E5%8D%8E%E8%83%BD%E9%9B%86%E5%9B%A2>，（最後瀏覽日：2024/07/05）。

¹⁴⁵ 中國大陸華能集團有限公司，西安熱工研究院有限公司，https://www.chng.com.cn/detail_cygs-/article/Z1xDkiiMZwaW/v/774310.html，（最後瀏覽日：2024/07/05）。

¹⁴⁶ 維科網.儲能，“全行業基本都不賺錢！”儲能萬億市場與“五大發電”的痛點何解？<https://chuneng.ofweek.com/news/2024-02/ART-180222-8420-30626118.html>（最後瀏覽日：2025/08/15）。

¹⁴⁷ 雪球，央企一家親，穿透五大發電，六小豪門的江湖兄弟情！<https://xueqiu.com/4786846092/241844169>（最後瀏覽日：2025/08/15）。

¹⁴⁸ Wikipedia, Samsung SDI, https://en.wikipedia.org/wiki/Samsung_SDI (last visited Aug. 15, 2025)

¹⁴⁹ 工商時報，三星 SDI 新儲能技術 智慧能源邁亮相，<https://www.ctee.com.tw/news/20240923700161-439901>（最後瀏覽日：2025/08/15）。

學、韓國企業現代、日本企業三菱、中國大陸企業比亞迪、中國大陸公立大學清華大學以及德國企業西門子。

綜觀前 20 大申請人/專利權人可以發現，電動車相關業者（豐田、博世、電裝、福斯、現代、三菱以及比亞迪）占 1/3，以及前 20 大 IPC 中出現的 B60L 11/18 可見電動車用於儲能之專利正逐漸受到重視，所謂電動車併網被稱為 V2G (vehicle-to-grid)，係指充電式電動車輛可以和輸電網路相連，在有需求響應時將電力反向輸送回電網，或是依電費調整其充電的速度。V2G 的電源可以儲存及使用如太陽能及風力等綠電。在任何時間，停止的車輛占全體車輛總數約 95%¹⁵⁰，透過利用電動車的電池，讓電能從汽車流向電網，或由電網流向汽車，V2G 可減少電網儲能系統的建置成本，增加電動車電池的利用率。

¹⁵⁰ 維基百科，V2G，https://zh.wikipedia.org/zh-tw/V2G#cite_note-4（最後瀏覽日：2025/08/27）。

3.1.5 全球前二十大申請人/專利權人相關分析(終屬)

本文所指終屬母公司¹⁵¹ (Ultimate Parent Company) 亦為 DI 所定義，是指 DI 基於前述優化專利權人的資料，顯示涉及專利的企業/組織其母公司；而以終屬母公司為主的全球專利申請量前二十大申請人/專利權人，如圖 57 所示。

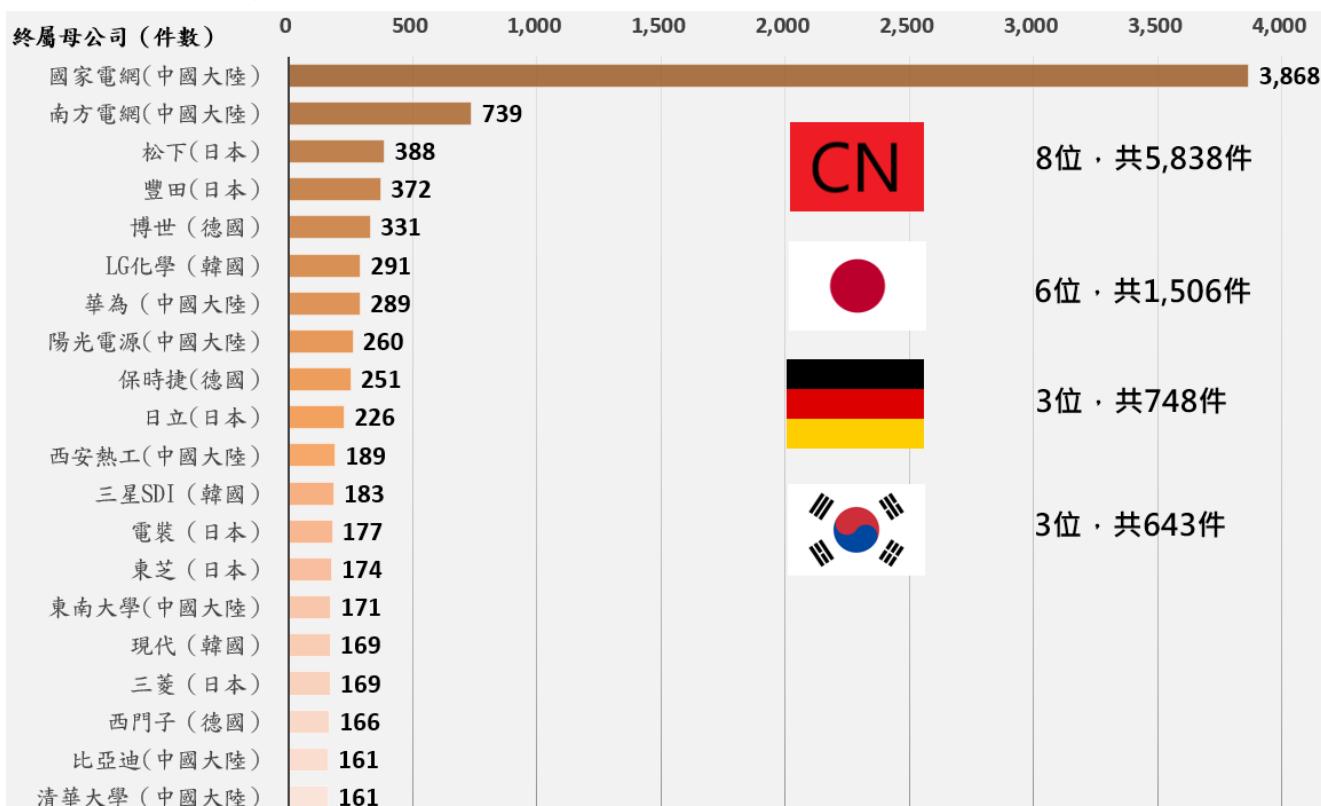


圖 57 全球專利申請量前二十大申請人/專利權人（終屬）

在優化專利權人 (OA) 與終屬母公司 (UP) 的前二十大申請人/專利權人的分析中，差異在於 UP 松下公司 (panasonic) 排名提升，並且多了 LG 化學 (LG Chem) 與保時捷兩家公司，其中松下公司更是進入了第三大申請人/專利權人，故將進一步分析其差異之主要原因。

松下公司正式全名為 Panasonic 控股株式會社 (日語：パナソニ

¹⁵¹ 同註 119。

ソニックホールディングス株式会社，英語：Panasonic Holdings Corporation）是源自日本的跨國電機製造商，公司舊稱松下電器產業株式會社，於 2008 年改名，包含生產家電與居家用品的「國際牌」（National）在內，品牌於全世界同步改為「Panasonic」¹⁵²。

松下公司的申請專利件數除本身外，尚包含松下智財管理株式會社（173 件）、三洋電機（103 件）等共 388 件，其中松下智財管理株式會社（Panasonic Intellectual Property Management Co, Ltd，以下簡稱松下智財管理公司）於 2014 年成立，是一家由松下公司 100% 持股的專門從事智慧財產權業務的公司¹⁵³，並且從 2015 年開始，松下公司旗下的專利統一由松下智財管理公司進行申請與管理，專利權人皆為松下智財管理公司，故松下旗下專利被拆分為 2015 年前專利權屬於松下公司的部分跟 2015 年後屬於松下智財管理公司的部分。

另外三洋電機（sanyo）於 2008 年末被松下公司併購，目前松下公司持有 50.27% 三洋股權，為三洋電機的母公司¹⁵⁴。而松下公司在智慧儲能併網上，為響應 RE100 之行動計畫，在節能、創能、儲能及能源管理四大面向進行努力，發展再生能源、智慧節能家電以及儲電設備；其中，創能部分在於使用 Panasonic 純氫燃料電池與太陽能電池互補共生的再生能源，並利用

¹⁵²維基百科，松下公司，正式全名為 Panasonic 控股株式會社（日語：パナソニックホールディングス株式会社，英語：Panasonic Holdings Corporation）是源自日本的跨國電機製造商，公司舊稱松下電器產業株式會社，於 2008 年改名，包含生產白色家電與居家用品的「國際牌」（National）在內，品牌於全世界同步改為「Panasonic」，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%9D%BE%E4%B8%8B%E9%9B%BB%E5%99%A8>。

¹⁵³ Panasonic, From President, <https://www.panasonic.com/jp/company/pipm/en/company.html> , (last visited May. 31, 2023)

¹⁵⁴ 維基百科，松下電器，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%9D%BE%E4%B8%8B%E9%9B%BB%E5%99%A8> , (最後瀏覽日：2024/05/31) 。

Panasonic 高性能的電池芯所構成的模組系統進行儲能，同時運用符合在地需求的能源管理系統，落實減碳目標¹⁵⁵。

在終屬母公司（UP）中出現的不同的申請人/專利權人是 LG 化學，除了本身的專利件數（102 件）外，亦包含原本 20 大優化申請人/專利權人中的 LG 新能源的 196 件等共計 291 件（LG 新能源有部分與 LG 化學共同申請）。如前所述，LG 新能源為 LG 化學於 2020 年將電池業務獨立出的子公司，故在終屬母公司上，皆屬 LG 化學旗下。

另外在 UP 中還出現了前 20 大優化專利權人中所沒有的保時捷汽車控股有限公司（Porsche Automobil Holding SE，以下簡稱保時捷），該公司於 2009 年 8 月，與福斯汽車集團達成協議，兩家公司的汽車製造業務將於 2011 年合併。截至 2024 年，保時捷的主要投資是持有大眾汽車股份公司 31.9% 股份，為最大股東，另外在福斯汽車公司的投票權上，具有該公司 53.3% 的投票權，而福斯汽車股份公司又控制著福斯、奧迪、賓利、布加迪、藍寶堅尼等汽車品牌和金融品牌¹⁵⁶。保時捷的申請專利件數除本身（67 件）外，尚包含福斯的 172 件等共 251 件。在智慧儲能併網方面，保時捷在去年為增加報廢電動車電池的再利用，該公司將其用於儲能系統中，以減輕電網壓力，目前利用初步製作的 Taycan（保時捷電動車）電池中推出實驗性電池儲能系統（BESS），幫助其在萊比錫工廠渡過用電高峰負載時段¹⁵⁷。

¹⁵⁵Panasonic，邁向 RE100，

https://www.panasonic.com.tw/csr/RE100/?utm_source=pstw_website&utm_medium=link&utm_content=pstw_website_aboutus_small_tile，（最後瀏覽日：2024/08/27）。

¹⁵⁶ Wikipedia, Porsche SE, https://en.wikipedia.org/wiki/Porsche_SE (last visited Aug. 26, 2025)

¹⁵⁷ Autoweek, Will BESS Be All That Useful in the Long Term?,

<https://www.autoweek.com/news/a61876039/porsche-battery-energy-storage-system/> (last visited Aug. 26, 2025)

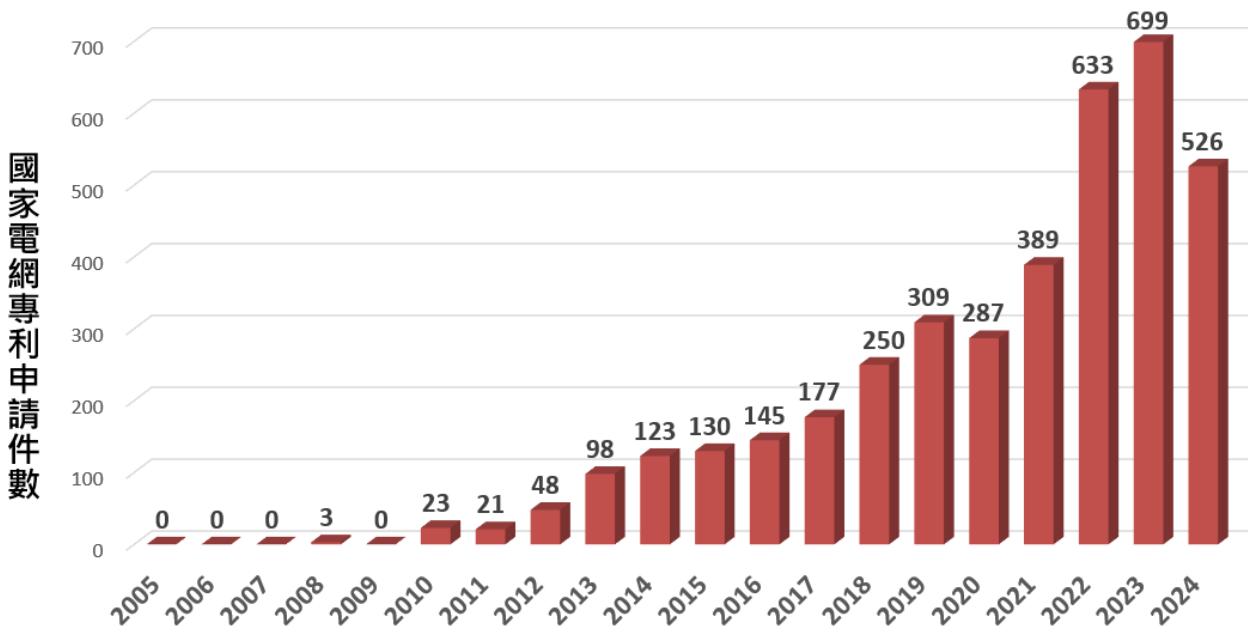


圖 58 第一大申請人/專利權人年申請趨勢

十大申請人/專利權人申請趨勢圖，如圖 58 及圖 59 所示。因第一大申請人/專利權人：國家電網，其申請量遙遙領先第二至第十大申請人/專利權人，數量之懸殊，將之呈現在同一張圖，尺度差異過大而不易觀察其他申請人/專利權人申請趨勢，故將國家電網專利申請趨勢圖獨立呈現於圖 58。

查看圖 58 後可發現，國家電網申請趨勢除了 2020 年申請量衰退外，其餘各年皆呈現穩定成長，而在 2022 年，年增量更大舉提升至約 300 件/年，顯見國家電網在智慧儲能併網專利布局上之趨勢，漸從穩定布局朝向積極布局。

另外在 2020 年國家電網申請數出現下降經分析推斷可能僅為偶發事件，在 2020 年國家電網整體申請專利數為 38,428 件，與 2019 的 32,372 件相比上升 18.7%，另外細看國家電網申請 10 大 IPC 中，僅有 H02J 3/38 呈現下降，其餘均上升。而後查看於 2021~2022 年 H02J 3/38 申請量依舊上升，未出現持續下降，故國家電網並未停止在該領域之技術進行研發與申請。

國家電網 2022 年申請數的激增可從中國大陸國務院新聞辦

公室的報導中得知，國家知識產權局（以下簡稱國知局）高度重視促進綠色低碳技術創新，按照《“十四五”國家知識產權保護和運用規劃》部署，中國大陸共有 13 家企業或單位進入全球綠色低碳技術發明專利核准量排名前 50 名，包括國家電網、南方電網等大型國營企業，在電化學儲能領域的發明專利核准量占全球總量 44.9%，年成長量達到 19.9%¹⁵⁸，可見在近年中國大陸當局相當重視儲能系統發展，故國家電網等相關國營企業在該技術領域也有相當投入並申請專利，致 2022 年申請遽增。

從全球申請趨勢圖 52 中，2022 年的數據可以發現該年申請數年增量快速上升，其中中國大陸年增量達 696 件，甚至超越全球年增量（675 件），與近年中國大陸積極推動儲能科技有關，在今（2025）年中國大陸國務院新聞發布會上，國知局說明“十四五”以來，中國大陸綠色低碳技術創新更加活躍，中國大陸在儲能領域發明專利核准量成長比率達 32.8%。另外，有 4 家企業進入 2024 年全球綠色低碳發明專利核准量前十，包含國家電網、華能集團（西安熱工）、南方電網等大型國營企業¹⁵⁹，故目前中國大陸正大力推動儲能科技並不斷申請專利，導致全球整體申請數上升。

¹⁵⁸ 工業總會智財權服務網，中國大陸電化學儲能發明專利授權量佔全球 44.9%，https://ipr.cnfi.org.tw/news_detail.php?c_id=2755（最後瀏覽日：2025/09/03）。

¹⁵⁹ 國務院新聞辦公室新聞發布會，【高品質完成“十四五”規劃系列主題新聞發佈會】介紹“十四五”時期智慧財產權強國建設新進展新成效，<http://www.scio.gov.cn/live/2025/36781/index.html>（最後瀏覽日：2025/09/03）。

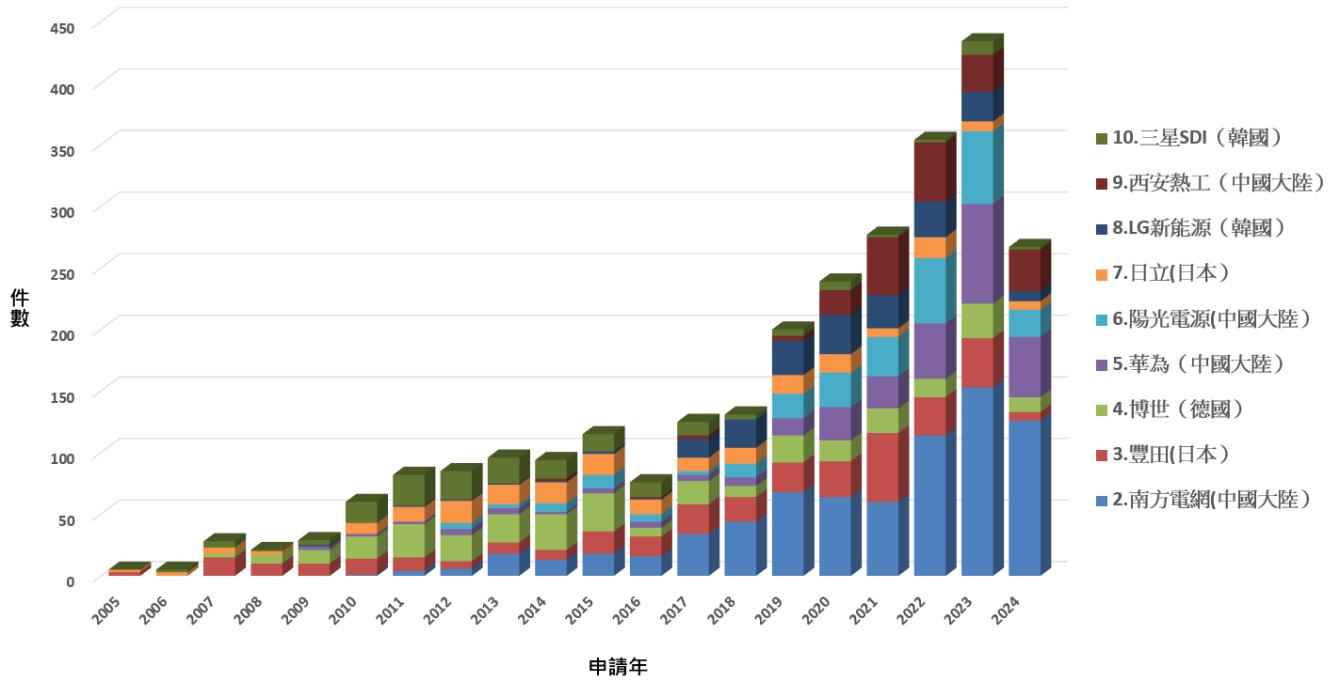


圖 59 第二至第十大申請人/專利權人年申請趨勢

從圖 59 中可以發現，第二至第十大申請人/專利權人於 2005 年至 2018 年左右，除了 2016 年申請量明顯下降外，其餘年件數基本呈現震盪成長的趨勢，然而從 2019 年開始，除了中國大陸申請人快速成長外。其餘申請人的專利申請量皆呈現停滯或甚至衰退的形勢。

其中中國大陸的申請人（南方電網、華為、陽光能源以及西安熱工）的快速成長可以從中國大陸能源局所發布的中國大陸新型儲能發展報告 2025 中的 2021-2024 儲能發展大事記得知，2021 年 7 月，中國大陸發展改革委員會、能源局聯合發布《關於加快推動新型儲能發展的指導意見》，提出了新型儲能發展目標和路徑，充分展望了產業發展前景。同年 9 月，能源局發布《新型儲能專案管理規範（暫行）》，聚焦新型儲能專案管理，從規劃、建設、備案、併網、運行、監測等等。2022 年 6 月，中國大

陸發展改革委員會、能源局聯合發布《關於進一步推動新型儲能參與電力市場和調度運用的通知》，要求建立健全適應新型儲能發展的市場機制，以市場化方式形成價格，保障儲能合理收益¹⁶⁰。而後續中國大陸做出許多對儲能系統於電網中的應用與規範標準，可見中國大陸近年在儲能系統積極布局也促進相關業者對該技術領域進行研發導致申請量的快速上升。

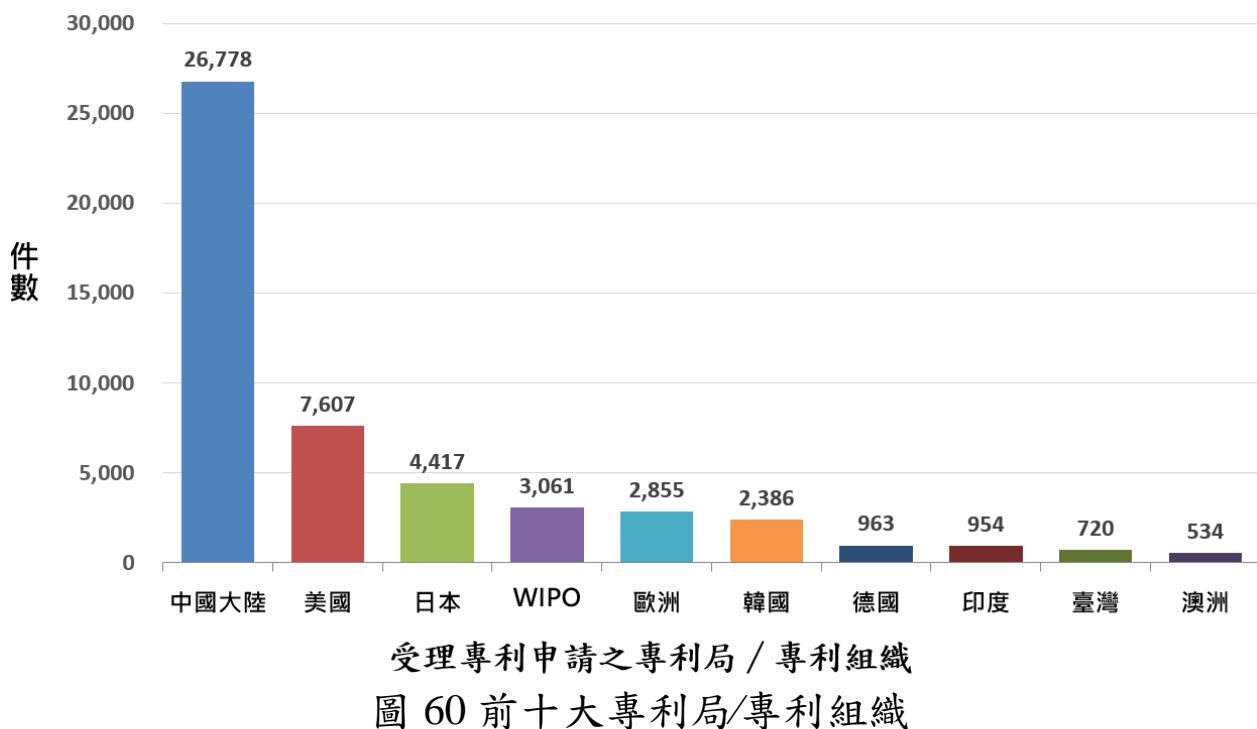
而中國大陸申請人中的西安熱工，該公司為華能集團子公司，該集團近十年開始大量布局專利，透過西安熱工加強高價值專利培育，主要負責專利生命週期管理流程，完善專利申請審批流程，開展專利申請預評估機制。在電力系統儲能及新能源技術等領域，通過專利導航定方向、找定位和明確發展路徑，最後加強高價值專利培育和儲備¹⁶¹，故西安熱工專利數量增加與其母公司之專利布局有關。

¹⁶⁰ 中國大陸能源局能源節約和科技裝備司、電力規劃設計總院，中國大陸新型儲能發展報告 2025，頁 33-43，2025 年 7 月出版。

¹⁶¹ 國際能源網，截至 2022 年底中國華能累計擁有有效專利 22138 件，<https://www.in-en.com/article/html/energy-2323582.shtml>，（最後瀏覽日：2025/09/04）。

3.1.6 全球前十大專利局/專利組織相關分析

受理綠能分散供電專利申請量之前十大專利局/專利組織，如圖 60 所示。依據申請人申請專利時所選擇之國家或地區，可以得知該專利技術在該國家或地區之市場競爭程度與布局之重要性。從圖中發現，受理智慧儲能併網專利申請量第一大國家為中國大陸國家知識產權局（以下簡稱中國大陸國知局），其量之大（26,778 件）甚至超過申請量第二大至第十大專利局 / 專利組織的總和（23,497 件），足見中國大陸為申請人在智慧儲能併網專利布局上主要之技術市場。申請量第二大至第十依序為：美國專利商標局、日本特許廳、WIPO、歐洲專利局、韓國智慧財產局、德國專利局、印度智慧財產局、我國智慧財產局及澳洲智慧財產局。



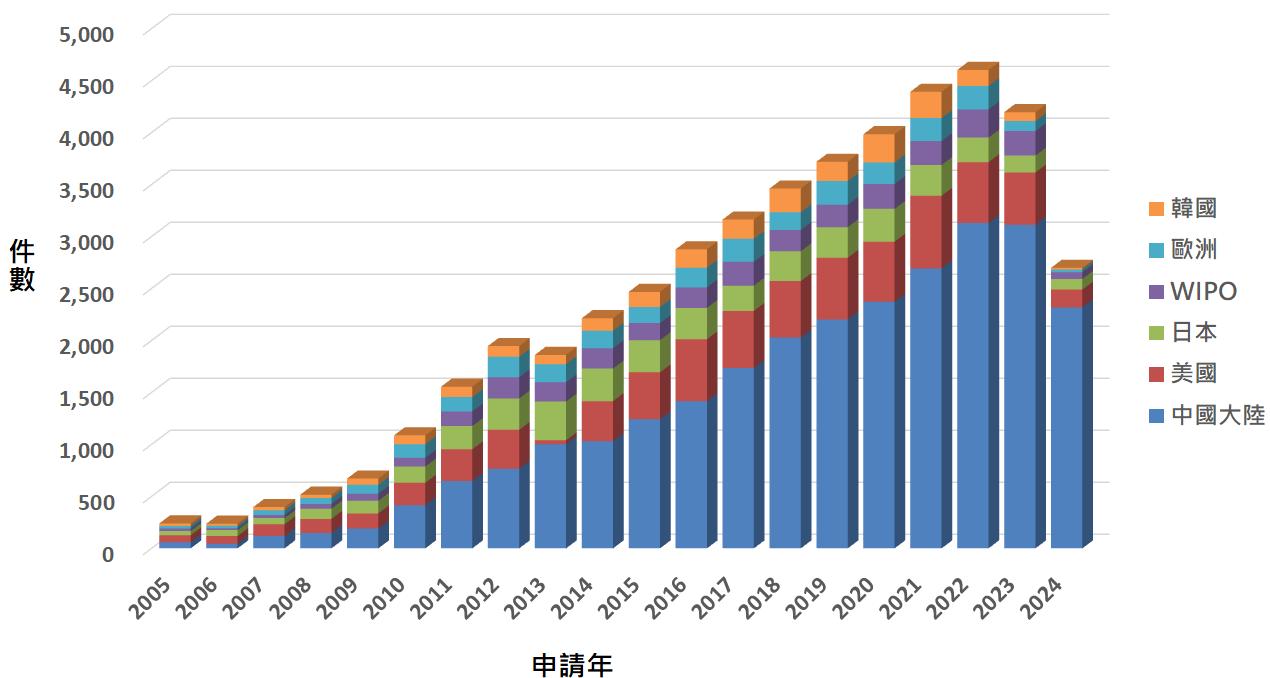


圖 61 前六大專利局/專利組織智慧儲能併網專利申請趨勢

依據圖 61 可得知，受理智慧儲能併網專利申請量前六大專利局/專利組織申請量之趨勢。由圖中可發現，2005 年至 2018 年左右，各專利局受理專利申請量逐年呈穩定成長趨勢，然而於 2019 年至 2022 年，除了中國大陸國知局外，其餘專利局/專利組織申請量並未有顯著成長，甚至有衰退的跡象，另 2023~2024 年因有部分申請案尚未公開導致整體申請數下降。

3.1.7 全球專利申請人/專利權人國籍相關分析

智慧儲能併網專利申請人/專利權人前五大國籍分析，如圖 62 所示。圖中僅針對特定國家（中國大陸、歐洲國家、美國、日本、韓國）列出數據資料，其餘申請人國籍以總括方式用「其他」橘色長條代表。圖中顯示，申請量第一大之國籍為中國大陸申請人/專利權人，其申請量領先其他各國申請人/專利權人，甚至超過申請量第二至第五大國籍申請人/專利權人（歐洲國家、美國、日本、韓國）申請量之總和，顯見中國大陸申請人在智慧儲能併網專利布局上之積極度。

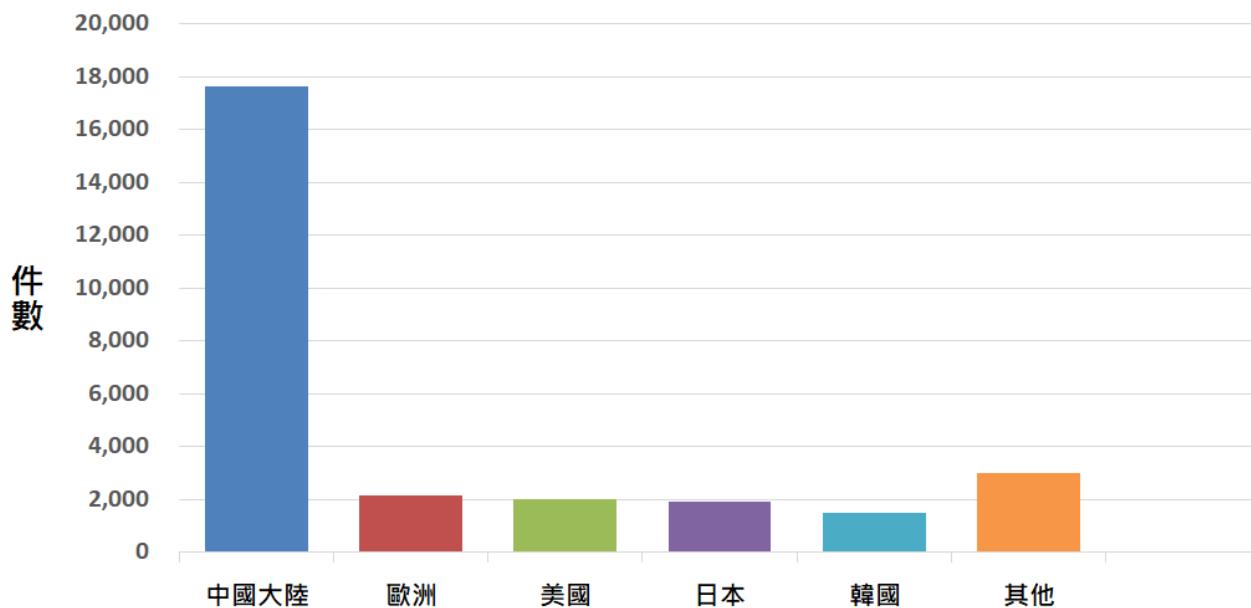


圖 62 智慧儲能併網專利申請人/專利權人前五大國籍分析

智慧儲能併網專利申請人/專利權人前五大國籍申請趨勢，如圖 63 所示。觀察後可發現中國大陸申請人/專利權人近二十年來申請量穩定地成長，相較之下，第二至第五大國籍申請人/專利權人申請趨勢雖於早年（2005 年至 2013 年）有成長，然於近十年來申請量並未有顯著成長的趨勢。

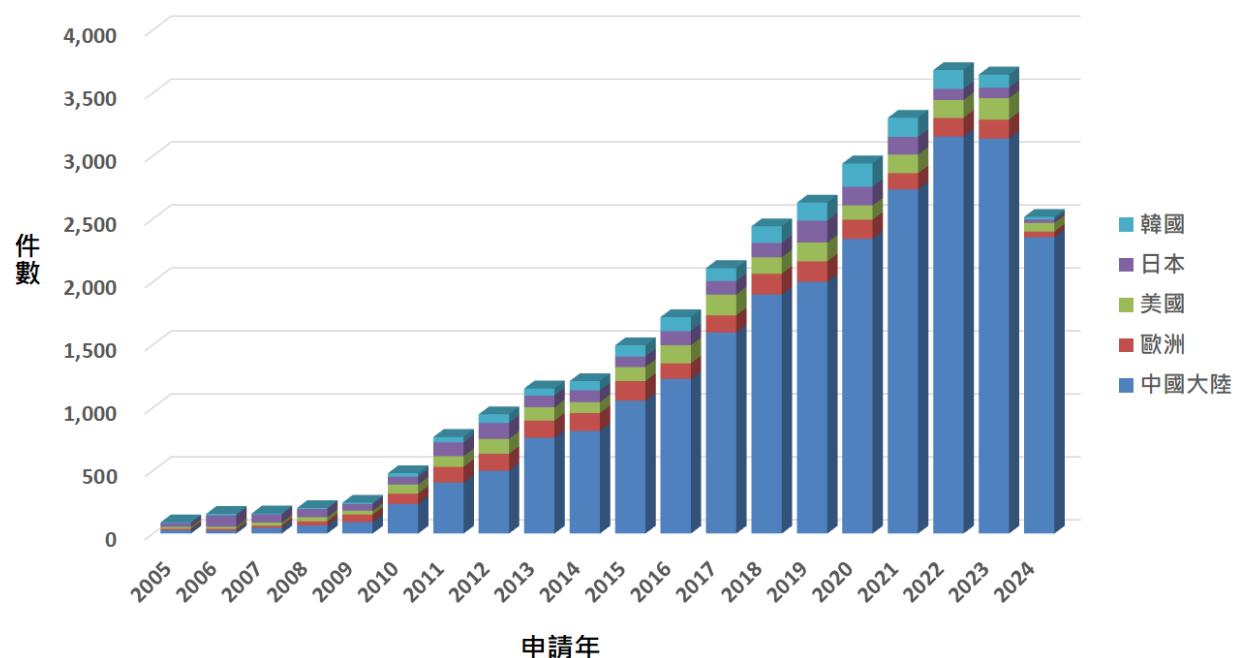


圖 63 智慧儲能併網專利申請人/專利權人前五大國籍申請趨勢

3.1.8 全球前十大專利申請人/專利權人 v. 前十大 IPC

智慧儲能併網專利申請量前十大申請人/專利權人在前十大 IPC 上的專利布局分析，如圖 64 所示。前十大專利申請人/專利權人以 H02J 3/38 以及 H02J 7/00 作為首要的專利技術布局，即交流配電網路上的電路裝置，由兩個或兩個以上發電機、交換器或變壓器對一個網路並聯饋電之裝置以及用於電池組之充電或去極化或用於由電池組向負載供電之電路裝置。

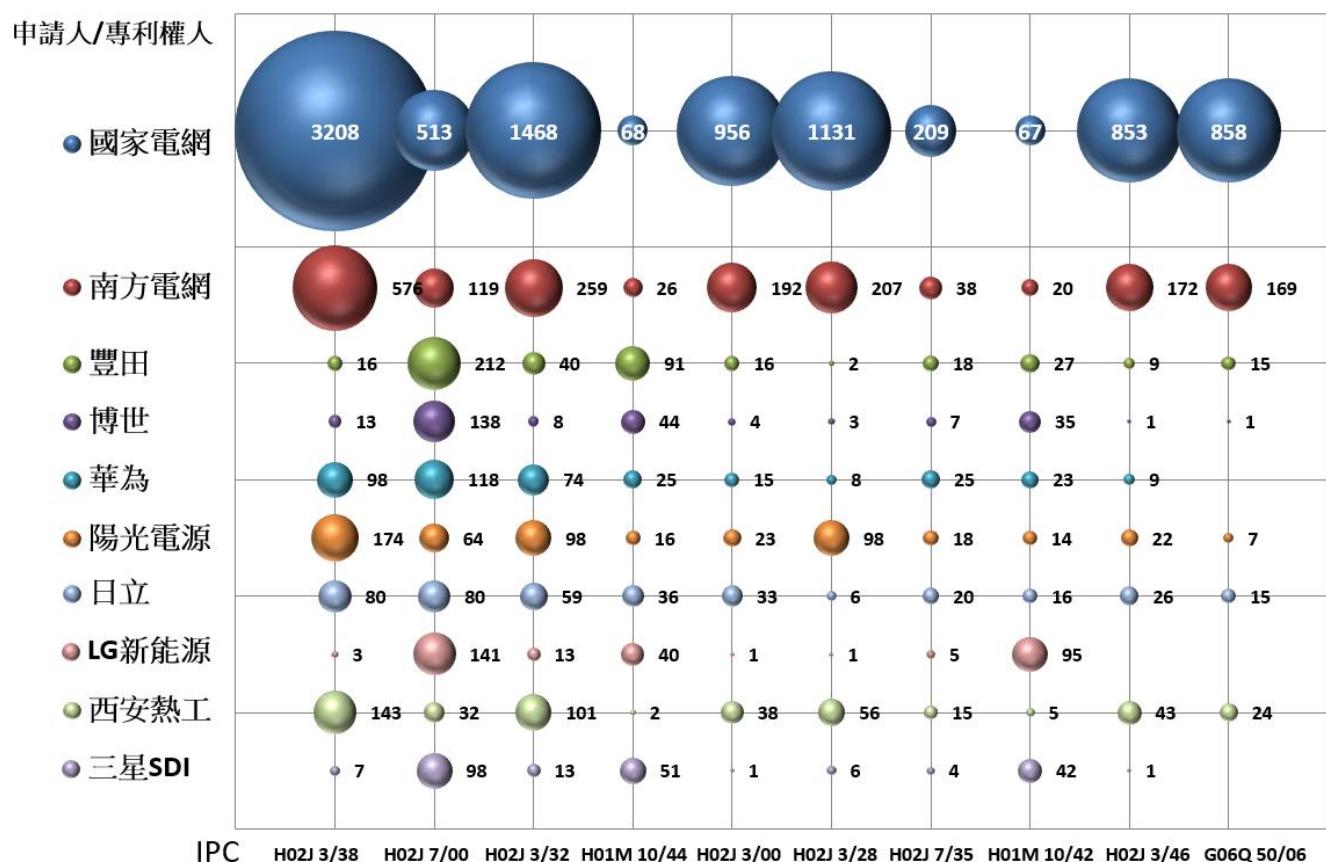


圖 64 前十大專利申請人/專利權人 v. 前十大 IPC

分析前 10 大專利申請人/專利權人大致可以分為兩類，分別是電網相關業者（國家電網、南方電網、陽光電源以及西安熱工）以及電池相關業者（豐田、博世、LG 新能源以及三星 SDI）。

觀察電網業者整體申請可以發現，該些業者整體較注重儲能系統如何與電網進行互動，例如 H02J 3/46 為發電裝置間之輸出

最佳化分配之技術，國家電網與南方電網總持有的專利就占了該技術的 42%；G06Q 50/06 為能源供應之數據處理的資訊和通訊之技術，國家電網與南方電網總持有的專利占了該技術的 45%，對於電池控制技術相關 IPC 如 H01M 10/44 以及 H01M 10/42 則較無布局。因電池系統內部控制較偏向電池製造，與一般電網技術有著巨大差異，且目前全球市場中，電池製造技術具競爭性，例如 H01M 10/44 以及 H01M 10/42 等電池控制技術中，前兩大申請人國家電網與南方電網持有的專利只占該技術的 3%，也並未出現被特定業者壟斷的現象，具有一定數量的競爭者，故電網相關業者較不會踏足至電池控制相關技術，電池控制專利布局也較為分散。

觀察電池業者整體申請可以發現，該些業者整體較注重儲能系統本身，即確保電池內部可以充電與供電，如將電池相關業者再進行細分，可以分成電動車業者（豐田與博世）與電池製造商（LG 新能源以及三星 SDI）。二者之差異主要在除了前 10 大 IPC 中的電池控制技術都有布局外，另外電動車業者在布局上整體在 B60L 上有大量布局，特別是 B60L 11/18 及 B60L 50/50 至 58/40 為主，即電動車充電、電動車電池監控與 V2G 等相關技術，而非電力轉換或輔助服務等電網相關技術；另外電池製造商業者在布局上除了 H01M 以外，另外在 G01R 31/36（用於測試，測量或監控蓄電池或電池之電氣狀況之裝置）等一系列電池監測技術也有相當布局，探究原因可能是因電池製造商本身較注重電池系統本身，即關於內部多個電池的充放電管理、電池健康度與故障檢測為主，而非與電網本身之互動，故在 10 大 IPC 中較不易發現其在電池控制技術以外的領域上有布局。

3.1.9 前十大專利申請人/專利權人 v. 前十大專利局/專利組織

前十大專利申請人/專利權人在前十大專利局/專利組織的布局，如圖 65 所示。專利申請人/專利權人將其大部分申請量布局在其所在國家之專利局 / 專利組織係為常態。十大專利申請人/專利權人中，中國大陸國營事業的專利申請人/專利權人（國家電網、南方電網以及西安熱工）更將 90%以上的專利布局在中國大陸，僅不到 10%的專利於中國大陸以外的專利局 / 專利組織進行布局。

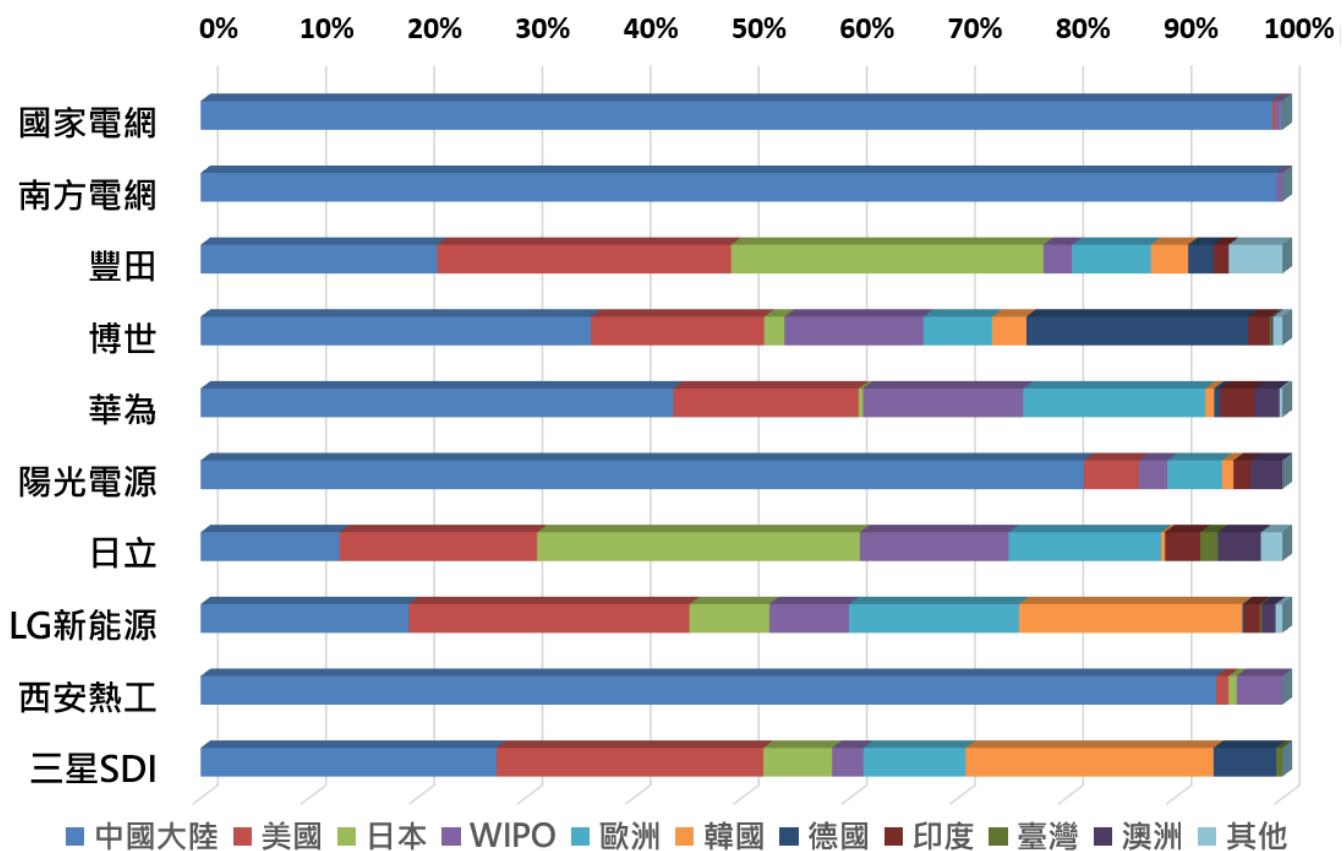


圖 65 前十大專利申請人/專利權人 v. 前十大專利局/專利組織

二者布局差異之原因可由國家電網科技成果與專利服務中心副處長的採訪中得知，國家電網對於特高壓輸電、柔性直流輸電、新能源發電等等處於世界領先地位的關鍵技術領域，採取進攻型布局（主要係全新概念，常同時申請多國專利，提高技術未來的

運用價值），力爭在全球範圍內搶占技術制高點。對於配電自動化等等處於中國大陸境內領先地位的技術領域，在海外採取防禦型布局（若產業中已有相似技術，進行迴避設計），確保海外項目無侵權風險，境內項目搶占行業高地¹⁶²。國家電網將專利進行專利管理，僅將具有關鍵價值之專利進行海外布局，致非中國大陸專利數量不多，而其他申請人（南方電網及西安熱工）也可能採取相同作法，才會出現該些申請人在海外布局不明顯。

前十大申請人/專利權人中，除各自所在地之專利局／專利組織外，五大專利局／專利組織中，日本公司（豐田以及日立）會將專利布局於中國大陸國知局、美國專利商標局以及歐洲專利局，且少量布局於韓國智慧財產局（小於 5%）；韓國公司（LG 新能源以及三星 SDI）同樣將專利布局於中國大陸國知局、美國專利商標局以及歐洲專利局，且少量布局於日本特許廳（約 5%）；歐洲國家公司（博世）則將專利布局於中國大陸國知局以及美國專利商標局，少量布局於日本特許廳（小於 5%）以及韓國智慧財產局（小於 5%）。

¹⁶² 人民網，創新實現新跨越 專利譜寫新篇章，<http://ip.people.com.cn/n1/2018/0823/c179663-30245510.html>（最後瀏覽日：2025/08/22）。

3.2 國內專利趨勢分析

本文對我國智慧儲能併網相關專利資料進行蒐集，並分析我國受理之智慧儲能併網專利申請案，其中以智慧儲能併入電網之技術為專利檢索關鍵字。資料範圍限定在最近 20 年，也就是 2005 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日之間的發明專利，並以公開/公告的案件計為 1 件進行統計分析，避免因同一專利重複計算而造成數據失真，使研究數據更能反應實際發明的數量。

3.2.1 國內專利申請趨勢

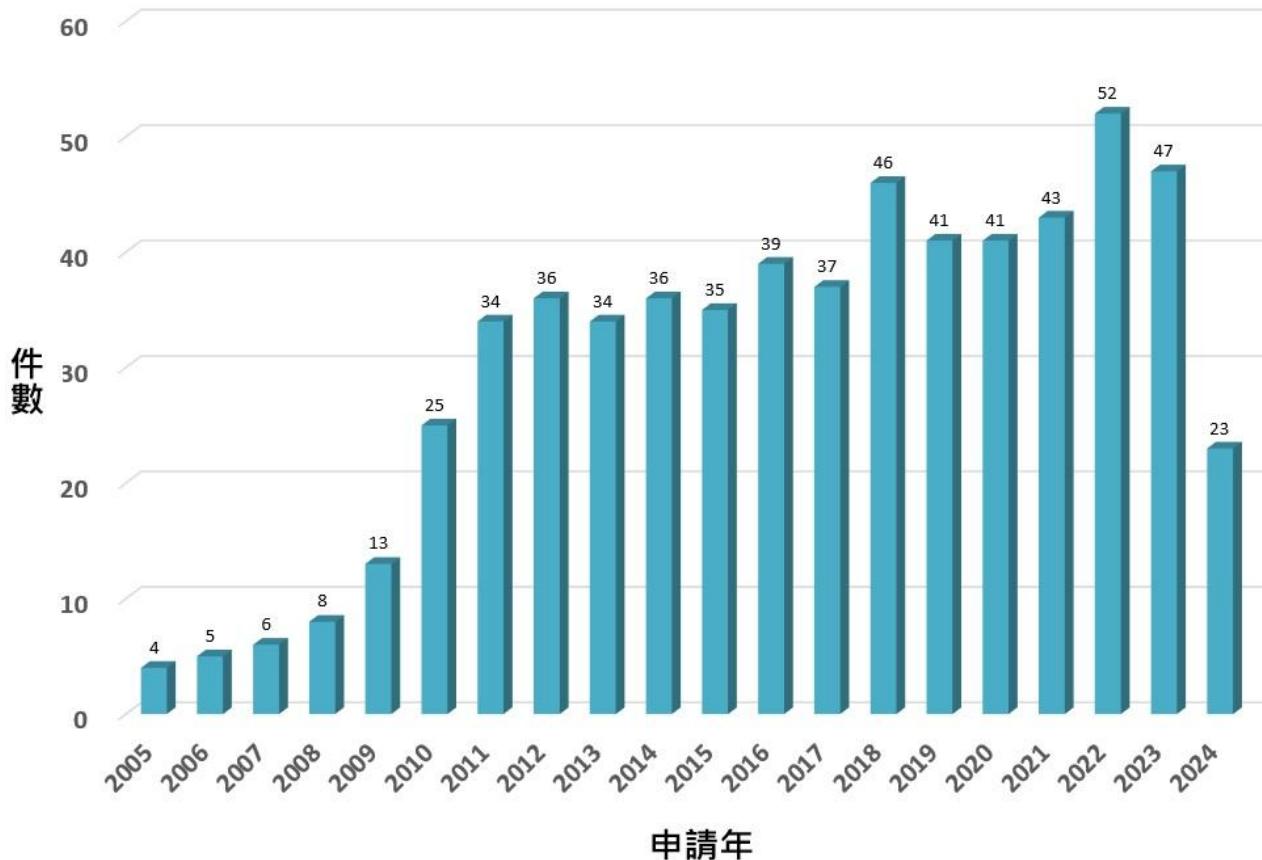


圖 66 國內智慧儲能併網專利申請趨勢

上圖 66 顯示近 20 年來之國內智慧儲能併網專利申請趨勢，

從圖中顯示自 2005 年至 2012 年之間，專利申請件數穩定成長，在此期間我國政府於 2009 年通過「再生能源發展條例」¹⁶³，目的為推廣再生能源利用，增進能源多元化，改善能源結構，降低溫室氣體排放，改善環境品質，帶動相關產業及增進國家永續發展。再生能源發展條例與儲能系統發展有著密切的關係，儲能系統是穩定再生能源發電、促進能源轉型、提升電網韌性的關鍵技術。根據「再生能源發展條例」，用電大戶有義務設置再生能源發電設備，也可以選擇設置儲能設備來履行義務。我國政府亦於 2012 年公布「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」¹⁶⁴，啟動離岸風電開發，預計 2030 年累計設置 600 架海上風機，也進一步促進儲能系統發展。

另於 2013 至 2022 年之間，專利申請件數呈現震盪成長的現象，在此期間於 2017 年，海洋風力發電公司之竹南風力發電場開始商轉，為我國首座正式營運的離岸風力發電場；另於 2022 年公布強化電網韌性建設計畫¹⁶⁵，其中該計畫的「廣增儲能設備」搭配綠能發展，增進電力系統穩定；雖於 2023 年之間，專利申請件數呈現些微的負成長，後續可持續觀察專利申請件數的發展。

另本報告蒐集 2024 年 12 月 31 日前之專利資料，因專利有 18 個月早期公開的規定（自申請日或是最早優先權日起算），導致 2024 年申請之專利有部分未公開而蒐集不完整，也會影響申請件數之數量略微下降。

¹⁶³ 經濟部，再生能源發展條例，<https://law.moea.gov.tw/LawContentSearch.aspx?id=FL049721>（最後瀏覽日：2025/06/07）。

¹⁶⁴ 經濟部，離岸風力發電示範獎勵辦法，<https://law.moea.gov.tw/LawContentSource.aspx?id=FL066166>（最後瀏覽日：2025/06/07）。

¹⁶⁵ 經濟部，10 年投 5645 億台電公布強化電網韌性建設計畫，https://www.moea.gov.tw/Mns/populace/news/News.aspx?kind=1&menu_id=40&news_id=102711（最後瀏覽日：2025/07/08）。

3.2.2 國內專利技術生命週期

一般會將技術生命周期分為萌芽期、成長期、成熟期、衰退期等 4 個階段；萌芽期階段的專利數量與專利申請人數曲線比較平緩；在成長期階段，專利數量與申請人數量之曲線會呈現快速增加的現象；在成熟期階段，專利增量幅度遠超過申請人增量，曲線會有快速上升的情況；若進入衰退期，則專利數量及申請人皆會減少，曲線回縮或呈現倒轉的情況。

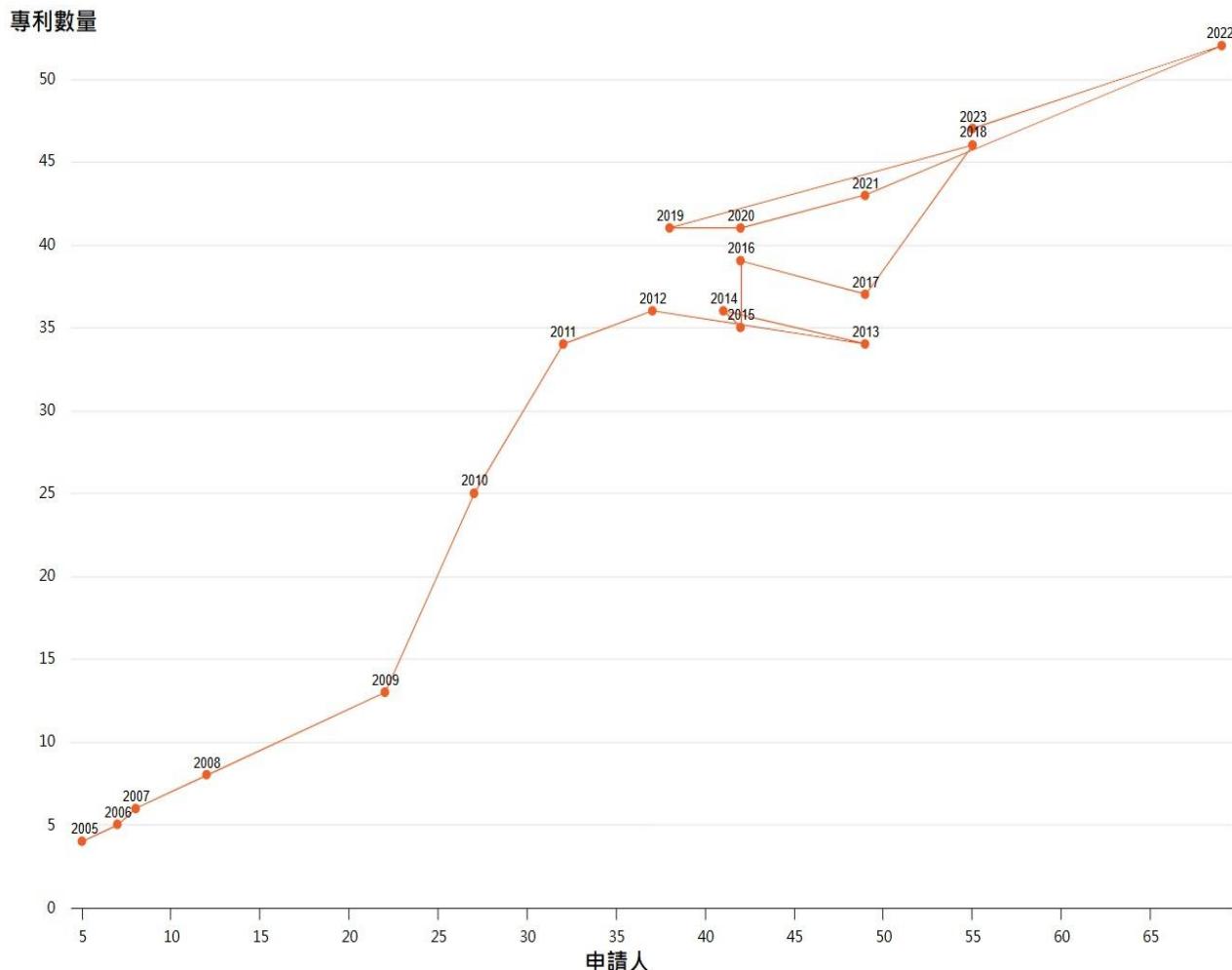


圖 67 國內專利技術生命週期圖

圖 67 專利技術生命週期圖為 GPSS 內建的專利分析功能所繪製，該圖以申請人數量、案件數量及年度繪製折線圖，該圖之縱座標為「專利數量」，橫座標為「申請人數量」，並依專利申請年度排序，由上圖 67 可以觀察出國內智慧儲能併網專利的技

術生命週期，於 2022 之前，專利數量與申請人數量之曲線呈現增加的現象，屬於「成長期」或「成熟期」的階段。

雖然於 2023 年之後專利數量與申請人數量之曲線呈現下降，後續應持續觀察專利數量與申請人數量的發展現象；另值得觀察的是於 2012 至 2015 年及 2018 至 2020 年期間，也曾經出現專利數量曲線呈現些微下降的現象，但後續於 2022 年專利數量與申請人數量皆達到最高峰。

3.2.3 國內前十大 IPC 分析

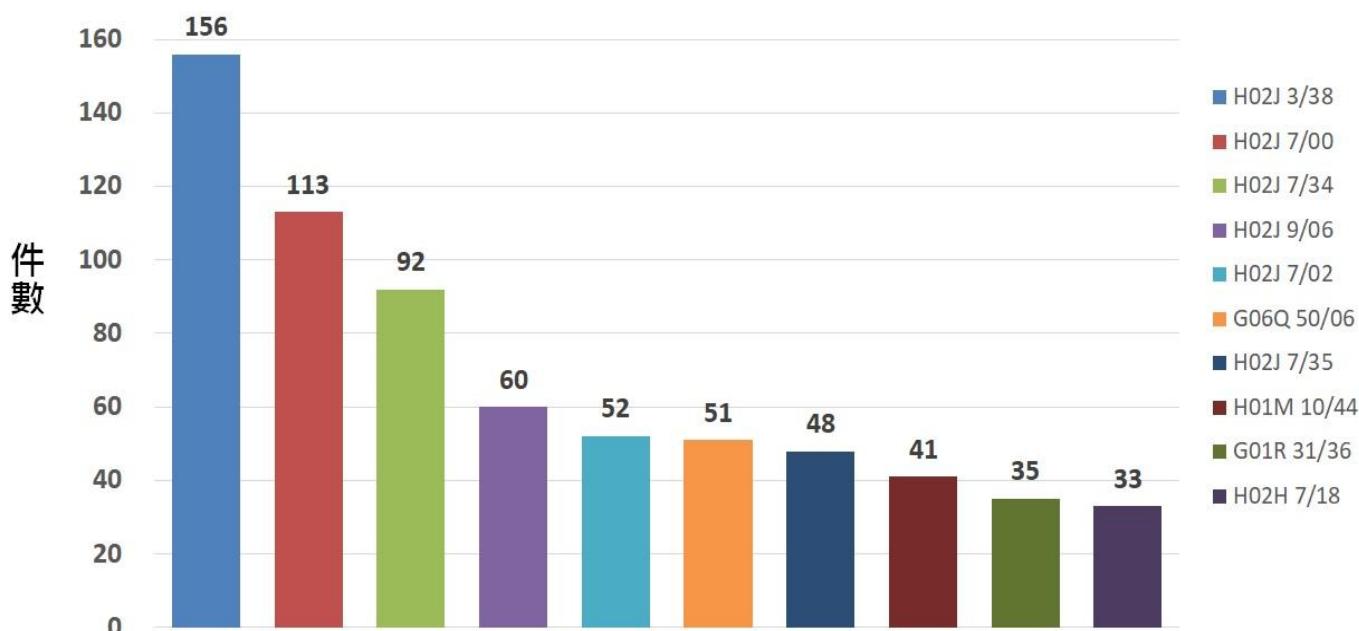


圖 68 國內專利前十大 IPC

本文國際專利分類（International Patent Classification, 簡稱 IPC）之版本為 2024.01 版，我國智慧儲能併網之專利申請案前十大 IPC，以智慧儲能併入電網之技術為專利檢索關鍵字，僅篩選出智慧儲能併網之相關申請專利。

如圖 68 所示，配合智慧儲能併網檢索關鍵字過濾之後，第一大 IPC 為 H02J 3/38，係有關於由兩個或兩個以上發電機、交換器或變壓器搭配智慧儲能對一個網路並聯饋電之裝置；第二大

IPC 為 H02J 7/00，係有關於用於搭配智慧儲能之電池組充電或去極化或用於由電池組向負載供電之電路裝置；第三大 IPC 為 H02J 7/34，係有關於搭配智慧儲能之電池組向負載供電之電路裝置，兼用蓄電池與其他直流電源之網路內的並聯運行；第四大 IPC 為 H02J 9/06，係有關於搭配智慧儲能之緊急或備用電源回路裝置-具有自動轉換者；第五大 IPC 為 H02J 7/02，係有關於搭配智慧儲能之電池組充電或用於由電池組向負載供電之電路-用變換器由交流幹線為電池組充電者；第六大 IPC 為 G06Q 50/06，係有關專門適用於能源供應搭配智慧儲能之數據處理的資訊和通訊技術；第七大 IPC 為 H02J 7/35，係有關於兼用光敏智慧儲能蓄電池與其他直流電源之網路內的並聯運行；八大 IPC 為 H01M 10/44，係有關供維護用之智慧儲能之二次電池或二次半電池之充電或放電之方法；第九大 IPC 為 G01R 31/36，係有關於搭配智慧儲能之測試，測量或監控蓄電池或電池之電氣狀況之裝置；第十大 IPC 為 H02H 7/18，係有關於搭配智慧儲能之電池組/蓄電池者之緊急保護電路裝置。

另前十大 IPC 相關說明請參照表 2，可大致歸納出國內智慧儲能併網相關專利技術內容，經以智慧儲能併網為專利檢索關鍵字篩選之後，主要以兩個或兩個以上發電機、交換器或變壓器配合儲能系統對一個網路並聯饋電技術為主軸（H02J 3/38），搭配電池組之充電或去極化或用於由電池組向負載供電之電路裝置（H02J 7/00、H02J 7/02），及兼用蓄電池與其他直流電源之網路內的並聯運行，例如提供緩衝作用（H02J 7/34、H02J 7/35），及自動轉換之緊急或備用電源回路技術（H02J 9/06），及特定公共能源事業之數據處理的技術(G06Q 50/06)，及電池組/蓄電池之充電/放電、測試、測量或保護電路裝置技術（H01M 10/44、G01R 31/36、H02H 7/18）。

表 2 國內智慧儲能併網專利前十大 IPC 說明

排名	IPC	說明
1	H02J 3/38	由兩個或兩個以上發電機、交換器或變壓器對一個網路並聯饋電之裝置
2	H02J 7/00	用於電池組之充電或去極化或用於由電池組向負載供電之電路裝置
3	H02J 7/34	兼用蓄電池與其他直流電源之網路內的並聯運行，例如提供緩衝作用
4	H02J 9/06	用於緊急或備用電源之回路裝置 -具有自動轉換者
5	H02J 7/02	用於電池組之充電或去極化或用於由電池組向負載供電之電路裝置 -用變換器由交流幹線為電池組充電者
6	G06Q 50/06	專門適用於特定事業部門之實施業務過程之數據處理的資訊和通訊技術 -能源或水之供應
7	H02J 7/35	兼用蓄電池與其他直流電源之網路內的並聯運行，例如提供緩衝作用 -有光敏電池者
8	H01M 10/44	供維護用之二次電池或二次半電池之方法及裝置 -充電或放電之方法
9	G01R 31/36	用於測試，測量或監控蓄電池或電池之電氣狀況之裝置，如充電容量或電量狀態
10	H02H 7/18	電氣設備者或用於電纜或線路系統分段保護之緊急保護電路裝置

-用於電池組者；用於蓄電池者

3.2.4 國內前五大技術主題分析

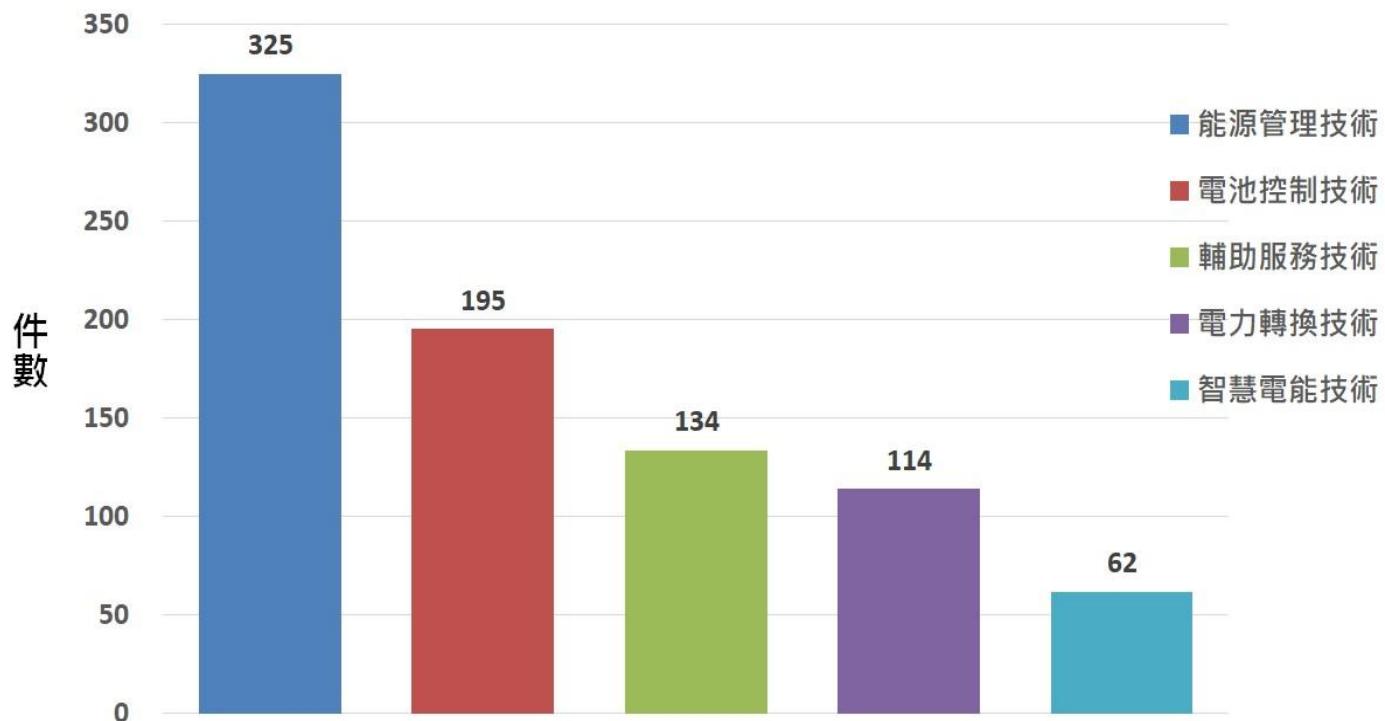


圖 69 國內前五大技術主題

整理並分析上述前十大 IPC 說明表之相關技術，可以分類出智慧儲能併網相關專利之五大技術主題如圖 69，該五大技術如下：

- 1、能源管理技術，如 H02J 3/38、H02J 7/00 等。
- 2、電池控制技術，如 H01M 10/44、G01R 31/36 等。
- 3、輔助服務技術，如 H02J 7/34、H02J 9/06、H02J 7/35 等。
- 4、電力轉換技術，如 H02J 7/02 等。
- 5、智慧電能技術，如 G06Q 50/06 等。

上圖 69 顯示五大技術主題中，以能源管理技術之數量最多，後續以專利數量排序，依序為電池控制技術、輔助服務技術、電力轉換技術及智慧電能技術。

其中每個專利申請案可能包括兩個以上之技術主題，如以 TW 202427915A 之專利公開案為例，該專利之名稱為「家戶型能源管理調度系統」，該專利之 IPC 分類包括 H02J 7/00、G06Q

50/06，故該專利包括兩個技術主題，分別是能源管理技術、智慧電能技術，該專利之發明目的及內容如下：透過通訊連接埠以有線或無線即時傳輸及接收充電網路之即時資訊，利用資料運算模組電性連接儲存模組，並根據統計資訊產生初始預測充放電資訊模型後，根據該些即時資訊及初始預測充放電資訊模型產生充電網路之一最佳化充放電控制排程，於再生能源發生波動，造成供需不平衡時，提供一個穩定電網的緩衝器，在供過於求時，吸收儲存多餘能量，並在供不應求時，提供負載所需之不足功率，解決再生能源間歇性問題，達成供需平衡。

另以 TW 202324809A 之專利公開案為例，該專利之名稱為「用於含鋰二次電池之分布式電池單元形成系統及預置鋰模組」，該專利之 IPC 分類包括 G01R 31/36、H01M 10/44、H02J 7/34，故該專利也包括兩個以上技術主題，分別是電池控制技術、輔助服務技術，該專利之發明目的如下：改良二次電池之循環效能，且提供增加電池之能量密度之技術效益，同時可減少大功率中央控制器及更少互連之接線，以簡化電池系統構造。

3.2.5 國內前十大申請人分析

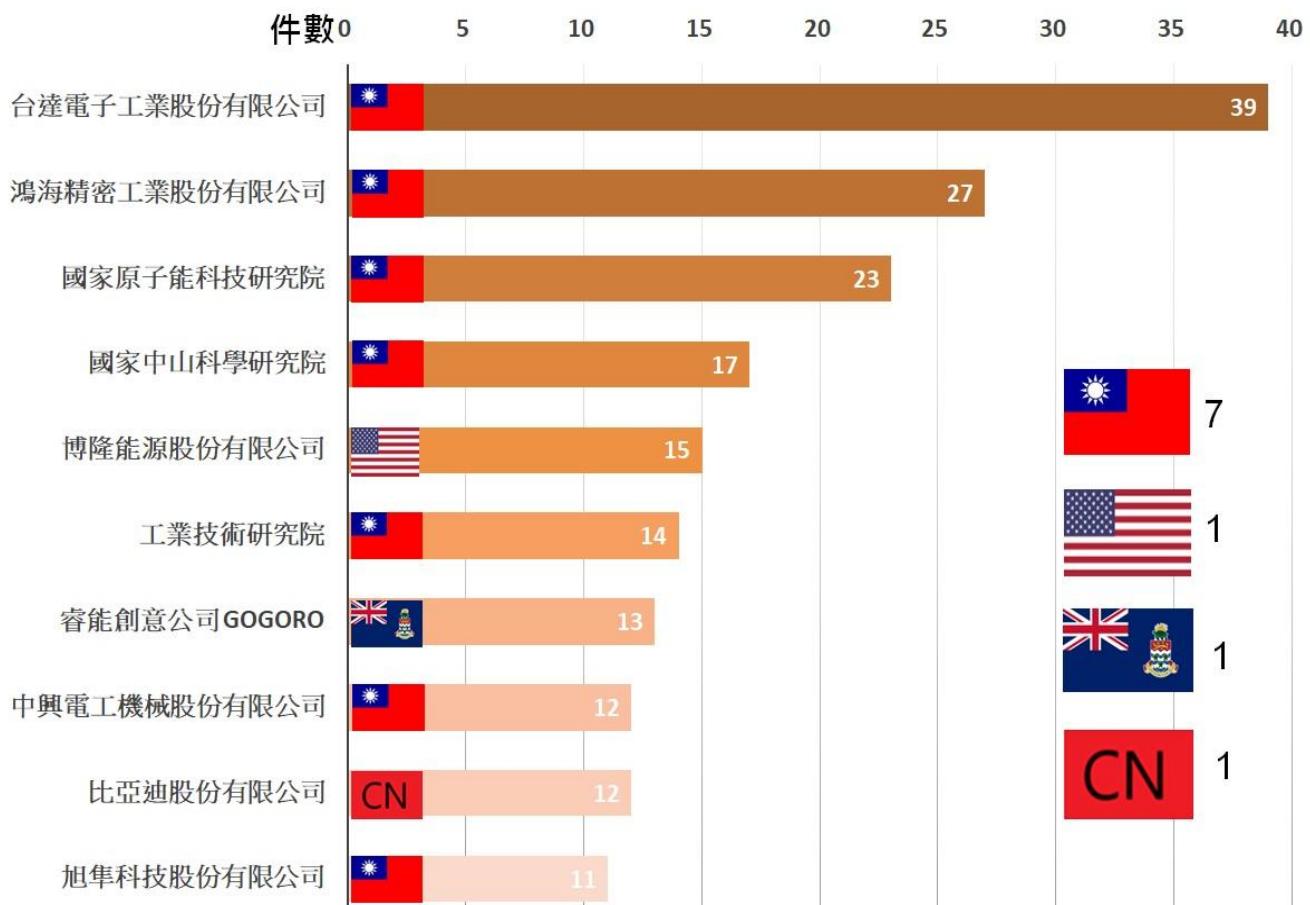


圖 70 國內智慧儲能併網專利申請量前十大申請人/專利權人

如圖 70 所示，為國內智慧儲能併網專利申請量前十大申請人/專利權人。其中，我國申請人/專利權人占 7 位，美國申請人/專利權人占 1 位，英屬維京群島申請人/專利權人占 1 位，中國大陸申請人/專利權人占 1 位。

申請量第一大為我國台達電子工業股份有限公司^{166,167}（以下簡稱台達電），以專攻電源系統聞名，在全球運營有約 200 個據點，包括製造、銷售和研發中心，業務範圍涵蓋不斷電系統、電

¹⁶⁶Wikipedia, Delta Electronics, https://en.wikipedia.org/wiki/Delta_Electronics (last visited Jul. 12, 2025) .

¹⁶⁷維基百科，台達電子，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%8F%B0%E9%81%94%E9%9B%BB%E5%AD%90>（最後瀏覽日：2025/07/12）。

源供應器、工業自動化、通訊電源系統、散熱管理等。在國內智慧儲能併網相關技術方面，台達電因應能源轉型與減碳趨勢，利用電力轉換、控制及 AIoT 技術發展「能源基礎設施暨工業解決方案」，致力於推動儲能系統、微電網、智慧電網等，從創能、儲能、用能到節能全面提升能源使用效率，產品服務包含：蓄電池系統、光儲系統、太陽能變流器、風電轉換器、微電網及能源物聯網解決方案等¹⁶⁸。

申請量第二大為我國鴻海精密工業股份有限公司（以下簡稱鴻海）¹⁶⁹，鴻海的全球製造業版圖，從過去以消費性電子產品之低毛利代工，積極拓展為高科技專業之供應商經營模式，未來將專注於三大未來產業，電動車、機器人系統及數位健康，並同時結合三大核心技術，包含人工智慧、高端半導體及新世代通訊技術，以前述之三加三¹⁷⁰作為重要的發展策略。在智慧儲能併網相關技術方面，鴻海在電動車領域的「V2G」技術，即「Vehicle-to-Grid」的簡稱，可以讓電動車在不使用時，將電力回送到電網中，達到能源共享和節約的目的，產品服務¹⁷¹包含：車載儲能系統(V2G)、家庭儲能設備、固態電池、新能源電池、儲能系統等。

申請量第三大為我國國家原子能科技研究院¹⁷²（以下簡稱國

¹⁶⁸Delta Electronics, Products & Solutions , <https://www.deltaww.com/en-US/products/Energy-Infrastructure-Industrial-Solutions/ALL/> (last visited Jul. 12, 2025) .

¹⁶⁹維基百科，鴻海精密，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%B4%BB%E6%B5%B7%E7%B2%BE%E5%AF%86> (最後瀏覽日：2025/08/06) 。

¹⁷⁰鴻海科技集團，集團概述，<https://www.honhai.com/zh-tw/about/group-profile> (最後瀏覽日：2025/08/06) 。

¹⁷¹鴻海科技集團，服務與產品，<https://www.honhai.com/zh-tw/products-and-services> (最後瀏覽日：2025/08/06) 。

¹⁷² 維基百科，國家原子能科技研究院，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%9C%8B%E5%AE%B6%E5%8E%9F%E5%AD%90%E8%83%BD%E7%A7%91%E6%8A%80%E7%A0%94%E7%A9%B6%E9%99%A2> (最後瀏覽日：2024/06/11) 。

原院）。國原院¹⁷³專門負責我國核安與核後端應用、核醫製藥與民生輻射應用及新能源與跨領域系統整合三大領域的研發。近年擴大到再生能源與新能源領域，包含：太陽能、風力發電、智慧電網、電網韌性、燃料電池、液流電池、沼氣發電、節能膜、生質精煉技術等領域的研究。同時持續依據國家政策、科技與產業之發展主軸，使國原院成為臺灣最值得信賴的原子能研發機構。在國內智慧儲能併網相關技術方面，國原院技術服務包含：固態氧化物燃料電池、全釩液流電池儲能、電網脆弱度分析技術及能源供應設施量化風險評估技術等。

申請量第四大為我國國家中山科學研究院^{174,175}（以下簡稱中科院）。為國防科技研發機構，屬於國防部監督之行政法人，主要目標為提升國防科技能力、建立自主國防工業、拓展國防及軍民通用技術；所研發知名軍品包括：經國號戰鬥機、雄風巡弋飛彈系列、無人機、海鯤級潛艦、紅隼反裝甲火箭等。在智慧儲能併網相關技術方面，產品技術^{176,177}包含：社區型儲電系統、智慧型汰役鋰電池組、薄膜太陽能電池、熱電池及化學氫燃料電池系統等。

¹⁷³國家原子能科技研究院，大事紀，

https://www.nari.org.tw/%E9%97%9C%E6%96%BC%E6%9C%AC%E9%99%A2/%E5%A4%A7%E4%BA%8B%E7%B4%80--1_15.html（最後瀏覽日：2023/06/12）。

¹⁷⁴維基百科，國家中山科學研究院，<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%9C%8B%E5%AE%B6%E4%B8%AD%E5%B1%B1%E7%A7%91%E5%AD%B8%E7%A0%94%E7%A9%86%E9%99%A2>（最後瀏覽日：2024/08/07）。

¹⁷⁵國家中山科學研究院，業務介紹，<https://www.ncsist.org.tw/csistdup/aboutus/page02.html>（最後瀏覽日：2023/08/07）。

¹⁷⁶國家中山科學研究院，儲電系統，

https://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/products_Middle.aspx?catalog_Id=34（最後瀏覽日：2023/08/07）。

¹⁷⁷國家中山科學研究院，新世代電池，

https://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/products_Middle.aspx?catalog_Id=20（最後瀏覽日：2023/08/07）。

申請量第五大為美國博隆能源公司（BLOOM ENERGY）¹⁷⁸，為美國上市公司成立於 2001 年，總部位於加州，致力於設計和製造固體氧化物燃料電池(SOFC)，可以與電池、超級電容等儲能系統搭配，在需要時提供電力，或者將多餘電力儲存起來，以應對電力需求波動，為資料中心、製造業和其他商業領域提供電力。在智慧儲能併網相關技術方面，博隆能源公司的產品及應用服務包含：燃料電池、儲能及能源安全、可預測能源成本的電源系統、可靠電力的微電網解決方案等¹⁷⁹。

申請量第六大為我國工業技術研究院^{180,181}（以下簡稱工研院，英文簡寫：ITRI），是我國最大的產業技術研發機構，以科技研發，帶動產業發展，創造經濟價值，增進社會福祉為任務，累積的專利數量超過 3 萬件，深耕我國產業創新的研發專區。在國內智慧儲能併網相關技術方面，工研院研發技術包含：高功率電網級併網型雙向蓄電池系統技術開發、電力輔助服務平臺技術、電網級併網型蓄電池系統技術開發、電網互動式 AIoT 能源管理系統、再生能源等¹⁸²。

申請量第七大為睿能創意股份有限公司（Gogoro Inc.）¹⁸³，是一家開發、銷售電動機車、電池更換裝置及電池交換站技術的

¹⁷⁸Wikipedia, Bloom_Energy, https://en.wikipedia.org/wiki/Bloom_Energy(last visited Jul. 24, 2025).

¹⁷⁹Bloom_Energy, Applications, <https://www.bloomenergy.com/benefits-of-bloom-decarbonization-technology/> (last visited Jul.24, 2025).

¹⁸⁰Wikipedia, Industrial Technology Research Institute, https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_Technology_Research_Institute (last visited Jul. 24, 2025) .

¹⁸¹維基百科，工業技術研究院 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B7%A5%E6%A5%AD%E6%8A%80%E8%A1%93%E7%A0%94%E7%A9%B6%E9%99%A2> (最後瀏覽日：2025/08/11) 。

¹⁸²工業技術研究院，產業服務，<https://www.itri.org.tw/LineStyle.aspx?DisplayStyle=13&SiteID=1&MmmID=1036233405427625204> (最後瀏覽日：2025/08/11) 。

¹⁸³維基百科，Gogoro <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Gogoro> (最後瀏覽日：2025/08/11) 。

企業公司。Gogoro 是在我國製造的本土品牌，在英屬開曼群島註冊公司，引來逃漏稅的質疑，Gogoro 行銷副總對此說明表示：「2011 年公司成立之際，由於政府投資法規明定，技術持股不能超過 5%。但創辦人接受潤泰集團投資時，表明希望能有 50% 的技術持股，未來能分給員工，所以選擇在英屬開曼群島註冊公司」。在智慧儲能併網相關技術方面，睿能創意公司的產品及應用服務包含：電池交換站供應電網技術¹⁸⁴、智慧型電池串聯供應電力技術、固態電池及其控制技術等¹⁸⁵。

申請量並列八大為我國中興電工機械股份有限公司¹⁸⁶（以下簡稱中興電工），中興電工於 60 年代開始電動機與發電機的製造，目前發展多元化之經營事業群，營運的範圍計有：重電產品、電表產品、系統空調工程、發電機、電力自動化系統、停車場管理、監控影音產品、發變電所統包工程等；此外，2008 年開始投入新能源研發，並期未來為人們創造更淨、更省的產品。在智慧儲能併網相關技術方面，產品服務包含：燃料電池、蓄電池系統、智慧型微電網解決方案，整合風機、太陽能、等多種電源設備，最佳化調節各種能源的調度與使用，並可市電並聯或孤島運行，實現削峰填谷、虛擬電廠等先進應用^{187,188}。

申請量並列八大為比亞迪股份有限公司^{189,190}（以下簡稱比

¹⁸⁴ETtoday，Gogoro「2500 座換電站變發電廠」全球首創技術台灣率先啟用，<https://speed.ettoday.net/news/2481816>（最後瀏覽日：2025/08/11）。

¹⁸⁵gogoro，Gogoro Network, <https://www.gogoro.com/tw/gogoro-network>（最後瀏覽日：2025/08/11）。

¹⁸⁶中興電工，公司簡介，<https://www.chem.com.tw/tc/about.aspx?PKey=1>（最後瀏覽日：2025/08/11）。

¹⁸⁷中興電工，產品與服務，<https://www.chem.com.tw/tc/products.aspx>（最後瀏覽日：2025/08/12）。

¹⁸⁸中興電工，新能源事業，<https://www.chem-me2power.com/tc/about.aspx?PKey=24>（最後瀏覽日：2025/08/12）。

¹⁸⁹Wikipedia, BYD Company, https://en.wikipedia.org/wiki/BYD_Company (last visited Aug. 12, 2025).

¹⁹⁰維基百科，比亞迪，<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%AF%94%E4%BA%9A%E8%BF%AA>（最後瀏覽日：2025/08/12）。

亞迪），是一家總部位於中國大陸廣東省深圳市的上市跨國製造企業，也是一家垂直整合的公司且擁有多個子公司，主要包括生產汽車的比亞迪汽車、從事電子零部件生產與組裝的比亞迪電子，以及生產電動車電池的弗迪公司，比亞迪於 2024 年成為全球第二大電動汽車電池生產商。在智慧儲能併網相關技術方面，除了 V2G 技術的研發和應用之外，比亞迪主要產品及技術尚有「魔方儲能系統（MC Cube-T ESS）」¹⁹¹，該系統搭載了「儲能專用刀片電池」和「CTS 超級集成」兩大核心技術，其中比亞迪自主研發的刀片電池，具有高能量密度、高安全性、長壽命等優點，特別適合儲能應用；而 CTS 超級集成一種將多個組件集合於一體的技術，簡化系統結構及提高和效率。

申請量第十大為我國旭隼科技股份有限公司（以下簡稱旭隼科技）¹⁹²，成立於 2008 年且為股票上市公司，總部位設於台北市內湖區，旭隼科技產品及服務包括 UPS、太陽能逆變器、電源轉換器、穩壓器等產品，且是國內外知名品牌大廠的 ODM 供應商¹⁹³。在智慧儲能併網相關技術方面，產品服務包含：併網型儲能系統、整合式儲能系統、儲能電池、電池充電器等¹⁹⁴。

¹⁹¹搜狐，6.432MWh 比亞迪亮劍，https://www.sohu.com/a/786744123_131990（最後瀏覽日：2025/08/12）。

¹⁹²Voltronic Power，關於旭隼，<https://voltronicpower.com/zh-TW/Company#About-Us>（最後瀏覽日：2025/08/12）。

¹⁹³優分析，不做品牌卻做到全球前段班：旭隼，<https://uanalyze.com.tw/articles/1689820139>（最後瀏覽日：2025/08/12）。

¹⁹⁴Voltronic Power，儲能系統，<https://voltronicpower.com/zh-TW/Product/Energy-Storage-System>（最後瀏覽日：2025/08/12）。

3.2.6 國內前三大申請人競爭分析

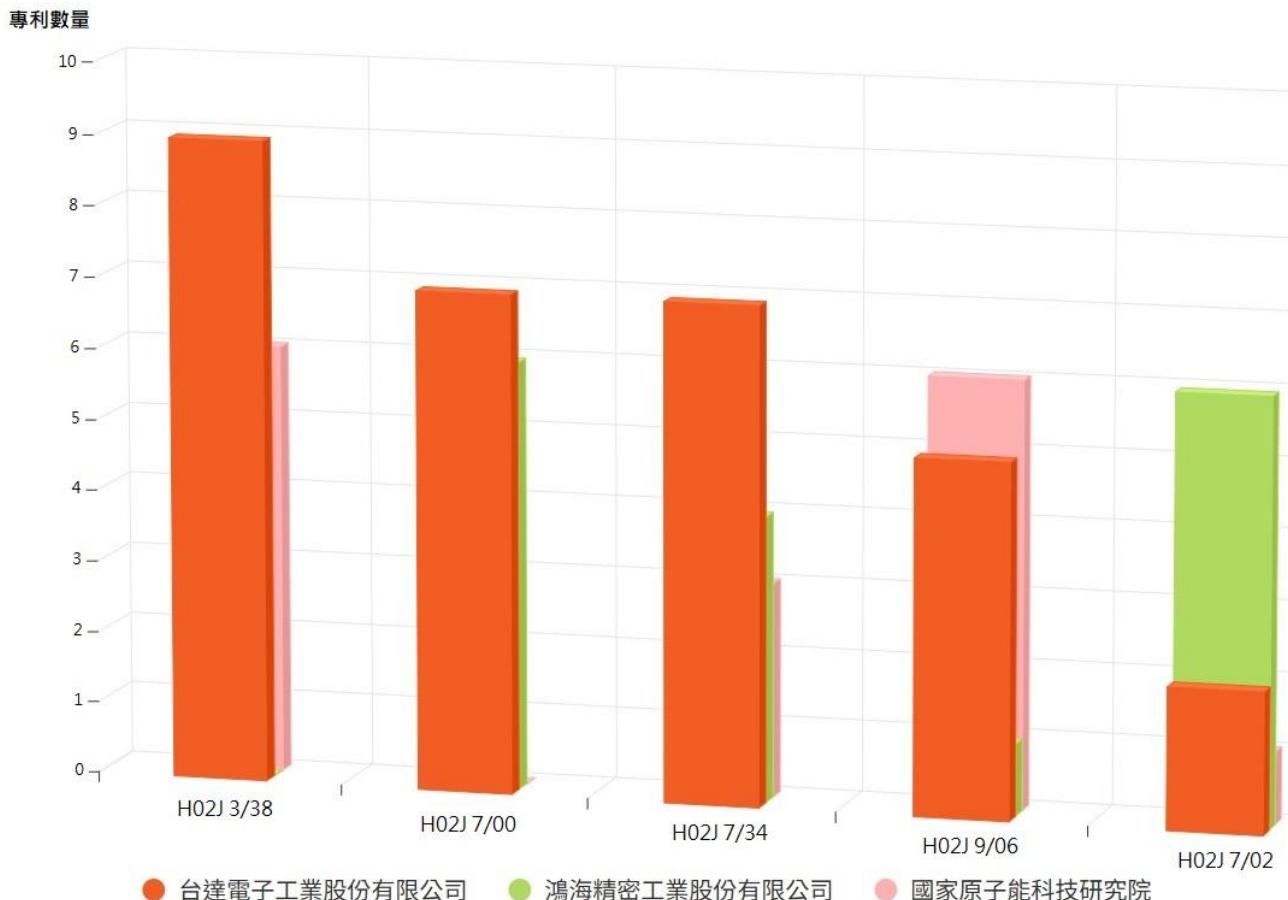


圖 71 國內前三大申請人競爭分析圖

國內前三大申請人競爭分析圖，如圖 71 所示，由圖中可知國內前三大申請人之專利 IPC 分布情況，我國前三大申請人/專利權人於 H02J 3/38(並聯饋電技術)、H02J 7/00(電池供電技術)、H02J 7/34(電池並聯控制)、H02J 9/06(緊急備源技術)，以及 H02J 7/02(電池電力變換)申請量最多，故其在該些技術領域的競爭亦較激烈。

其中以台達電專利布局較廣，主要 IPC 分類涵蓋 H02J 3/38(能源並聯管理)、H02J 7/00(電池供電技術)、H02J 7/34(電池並聯控制)、H02J 9/06(緊急備源技術)及 H02J 7/02(電池電力變換)等，而鴻海精密主要 IPC 分布為 H02J 7/00、H02J 7/34 及 H02J 7/02 技術，原能院主要 IPC 分布為 H02J 3/38、H02J 7/34 及 H02J

9/06 技術；其中台達電及鴻海精密兩家的競爭關係於 H02J 7/00 較激烈、H02J 7/34 為其次、H02J 7/02 再次之；而台達電及原能院兩家的競爭關係於 H02J 3/38 較激烈、H02J 9/06 為其次、H02J 7/34 再次之；而鴻海精密及原能院兩家的競爭關係於 H02J 7/34 較激烈、H02J 9/06 及 H02J 7/02 為其次，詳細之專利數量如下表 3 所示。

表 3 國內前三大申請人競爭分析表

	H02J 3/38 能源並聯 管理	H02J 7/00 電池供電 技術	H02J 7/34 電池並聯 控制	H02J 9/06 緊急備源 技術	H02J 7/02 電池電能 變換
台達電	9	7	7	5	2
鴻海精密	0	6	4	1	6
原能院	6	0	3	6	1

3.3 關鍵專利技術研究分析

本節依據第 2.3 節「智慧儲能併網相關技術介紹」，將相關技術分類為：「能源管理技術」、「電池控制技術」、「電力轉換技術」、「輔助服務技術」以及「智慧電能技術」五大分類，從 GPSS 及 DI 資料庫 2 萬 8 千餘件之相關專利家族中，依專利引用次數、最近 5 年之公開/公告案及前 20 大申請人為原則，以智慧儲能併網技術專業角度，從上述五大分類中各挑選 4 件，總共 20 件代表各類別之專利技術作介紹。

3.3.1 能源管理技術

能源管理技術，其中如前述 2.3.1 所介紹之「發電預測技術」、「分散式能源整合」以及「負載排程」技術手段。

3.3.1.1 基於預測模型之光儲系統調度方法

公開號：CN 113988444A

發明名稱：一種光儲系統的電費優化控制系統及方法

申請人：上海岩芯電子科技有限公司

公開日：2022/01/28

隨著再生能源技術的進步，光儲系統已逐漸走入一般家庭與企業的日常應用，然而傳統系統多數僅以時間排程進行能量的充放電控制，缺乏針對即時電價與用電負載的反應能力，導致能源調度效能不足，亦無法發揮儲能設備在分時電價制度下的最大效益。本發明正是為了解決這項問題，透過歷史數據與預測模型的結合，建立一種具備預測能力與即時優化功能的控制系統，提升整體用電效率並有效降低用電成本，實現真正的智慧電力調度。

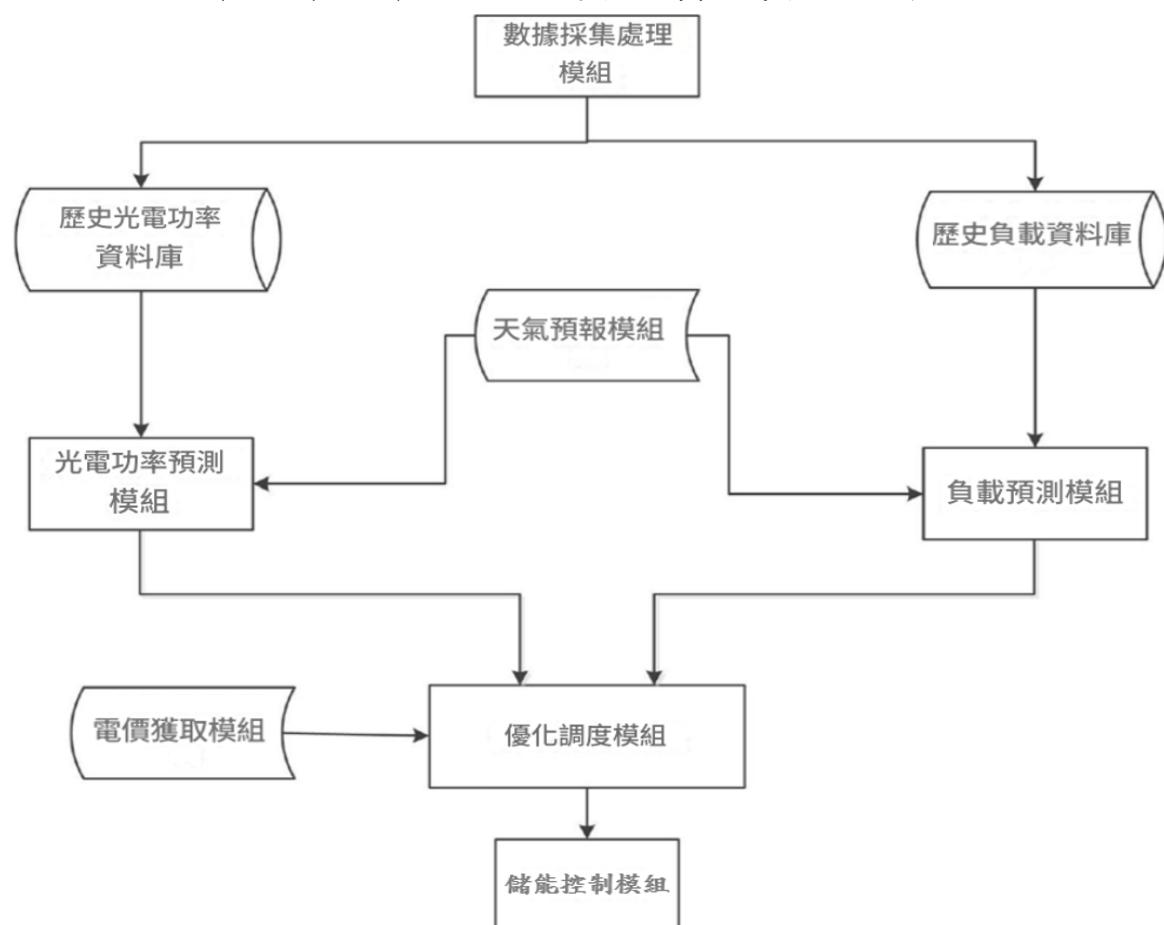


圖 72 電費優化光儲系統架構示意圖

根據圖 72 所示的系統架構，本發明包含多個功能模組，首先是數據採集處理模組，負責蒐集並儲存逐時段的歷史太陽能發電數據、歷史負載用電數據以及歷史天氣資料，若其中某一時間段有資料缺漏，則會利用上一時段的數據進行填補，以確保預測模型的輸入資料完整性。接下來的天氣預報模組會從第三方資料源獲取未來 24 小時逐小時的天氣預報，並作為預測未來太陽能發電量與負載需求的重要依據。

同時，系統還設有電價獲取模組，能取得用戶所在地區的分時電價資訊。由於多數地區電價會隨時段變動，因此透過準確掌握這些資料，有助於後續的最佳化排程決策。為了預測未來的電力需求與供給，系統中也包含兩個獨立的預測模組：負載預測模組與光電功率預測模組。這些模組會利用如長短期記憶神經網路（LSTM）、決策樹或支持向量機等演算法，根據歷史數據與即時天氣預報建構預測模型，進而獲得調度週期內（即 24 小時）的逐小時負載與發電預測值。

在此基礎上，系統內的核心為優化調度模組，負責建立用電成本函數並求解最佳化問題。具體來說，該函數考量在不同時段向電網購電與售電所產生的成本與收入差異，以最小化整體電費支出為目標。為了使最佳化解具可行性，該模型亦設定了多項約束條件，例如：每時段儲能設備的最大充放電功率（功率約束條件）、電池荷電狀態需維持在合理範圍內（SOC 限制）、初始與最終荷電狀態一致（能量狀態約束），並且禁止充放電同時進行，此外，也限制電池每日的充放電次數上限，以延長儲能設備壽命，這些條件的引入，使整體模型更接近實際應用場景。

求解方法上，本發明採用拉格朗日乘數法處理上述含約束條件的優化問題，並根據預測結果與電價資訊輸出儲能系統每小時的充放電功率建議。這些建議數據將由儲能控制模組轉化為實際

的控制命令，透過儲能變流器對電池進行充放電操作。具體而言，若某時段應進行充電，則由光電系統與電網共同為電池充電；若應放電，則電池、光電系統與電網共同供應負載，充放電的幅度皆依照最佳化結果執行。

綜上所述，本發明透過結合歷史資料、即時預測與數學最佳化方法，構築一套完整的電費優化控制系統。該系統不僅可應用於家庭用戶，亦適用於工業與商業場域，具有良好的擴展性與實用價值。其最大特色在於從單純的時間排程邁向智慧化調度，讓用戶在分時電價架構下能真正節省電費支出，並提升再生能源的使用效率。透過如圖 72 所示的模組化架構，不僅有助於系統維護與升級，也為未來家庭能源管理系統的智能化發展奠定堅實基礎。

3.3.1.2 可移動儲能系統之調度策略

公開號：US 2021/0304306A1

發明名稱：STOCHASTIC BIDDING STRATEGY FOR VIRTUAL POWER PLANTS WITH MOBILE ENERGY STORAGES（含移動儲能的虛擬電廠隨機競價策略）

申請人：Mitsubishi Electric Research Laboratories, Inc.

公開日：2021/09/30

在傳統的虛擬電廠架構中，儲能設備多半被配置於固定節點，這使得在面對各個匯流排（Bus）之間的再生能源發電量、用電需求及市場電價皆不盡相同的情況下，虛擬電廠無法全面發揮儲能系統的彈性優勢，進而限制了整體投標策略的最適化空間。尤其在分散式再生能源布建快速成長的當代，虛擬電廠對於靈活調度與市場競價能力的需求更為迫切。因此，如何在保有投標風險控制能力的前提下，同步考量儲能設備的地點配置與電力調度，成為此發明所企圖解決的核心問題。本發明特別著重於大型可移動儲能系統的運用，以因應多點電力需求與再生能源的不確定性，提升電力市場的獲利潛力與系統靈活性。

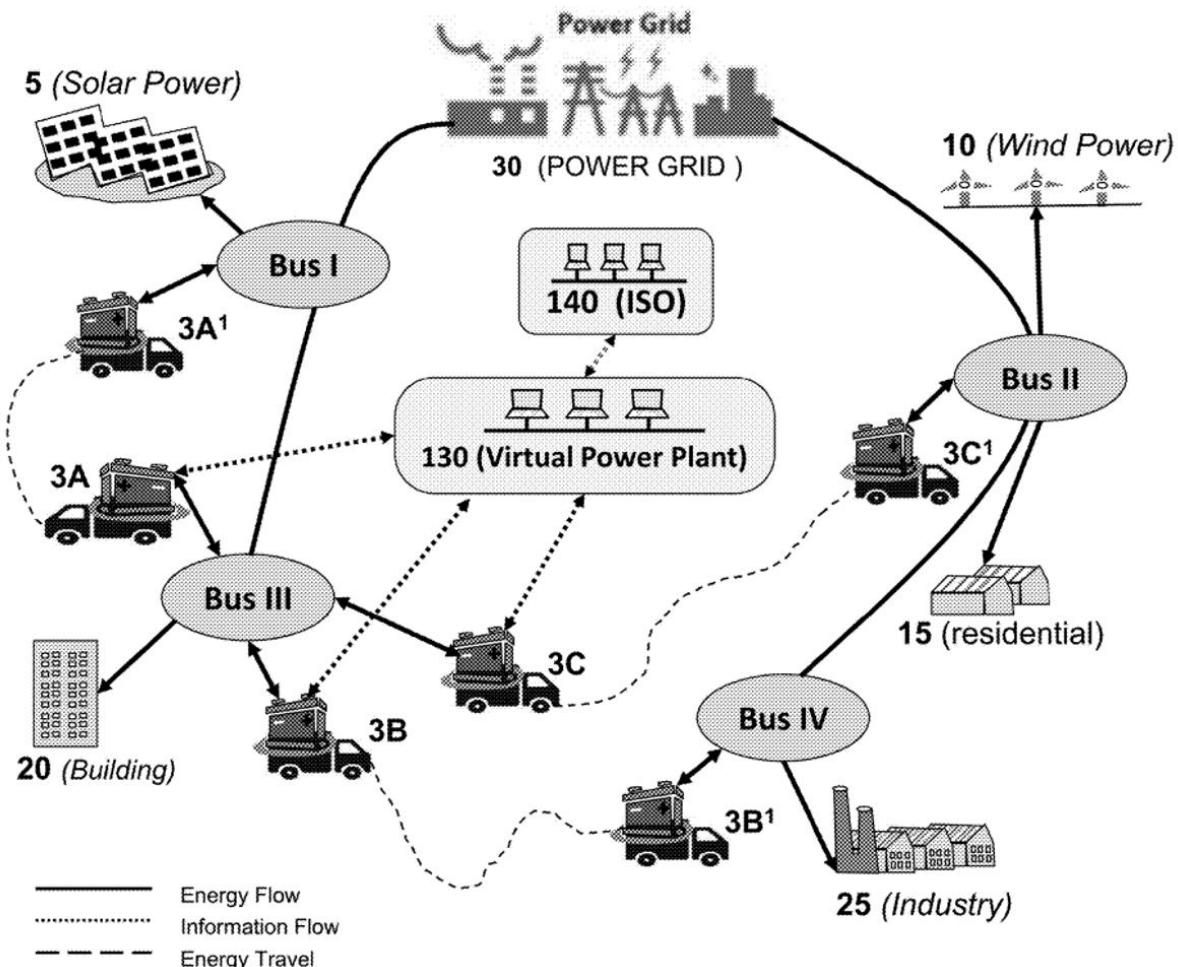


圖 73 本發明虛擬電廠（VPP）示意圖

為突破上述限制，本發明提出一套基於隨機最佳化的能量與備轉市場投標模型，該模型將虛擬電廠視為一個整合再生能源、用電負載與可移動儲能裝置的參與者。圖 73 即為本發明虛擬電廠的示意圖，其顯示虛擬電廠（VPP 130）透過雙向通訊與獨立系統營運商（ISO 140）及可移動儲能單元（3A、3B、3C）互動，同時整合了風力發電 10、太陽能發電 5、住商用電負載（例如住家用戶 15、商業用戶 20、工業用戶 25）。這些可移動儲能單元（3A、3B、3C）在每個營運日根據最佳化結果重新部署至不同匯流排（如圖中 3A 由 Bus III 移動至 Bus I），以達到能量分配與儲能利用效益的最大化。

在系統運作流程中，虛擬電廠首先接收來自 ISO 的過往電價

資訊、再生能源發電資料與負載需求數據，接著由處理器產生多種隨機未來情境，這些情境反映市場價格、電力生產與用電負載的不確定性。於此基礎上，模型導入條件風險值作為風險衡量指標，考量多重信賴水準，將期望獲利與風險控制同步納入目標函數中進行優化，從而制定出包含能量與備轉容量之市場投標值，以及可移動儲能設備於各時段最佳派送計畫。

特別值得一提的是，圖 73 中以不同線條區分的能量流、資訊流與儲能轉運路徑，有效地表達出本發明中能量傳輸、資訊收集與物理執行三者之間的互動關係。此種可調度的儲能策略不僅有助於改善電網擁塞、平抑高峰負載，更能在價格波動激烈的電力市場中提升報酬，同時降低極端情境下的風險暴露。

3.3.1.3 可提升電動車 V2G 能源效率的充電排程系統

公開號：US 2020/0023747A1

發明名稱：METHOD AND APPARATUS FOR CHARGING A BATTERY FROM AN ISOLATABLE ELECTRIC POWER GRID

（透過可隔離電網為電池充電的方法與裝置）

申請人：IoTecha Corp.

公開日：2020/01/23

隨著電動車普及率的上升，未來家庭或社區同時擁有多輛電動車並同時充電的需求日益增加，將導致現有配電變壓器及住宅低壓電力線面臨過載風險，尤其在進行快速充電（如：Level 2 DC 快速充電）時，變壓器與低壓線路的供電容量可能無法支撐全部住宅的用電需求與同時多台電動車的充電作業。因此，如何在不升級整體電力基礎設施的前提下，使用本地電網電力為移動儲能和耗電設備（如：電動車）的電池充電，是本發明欲解決的核心問題。

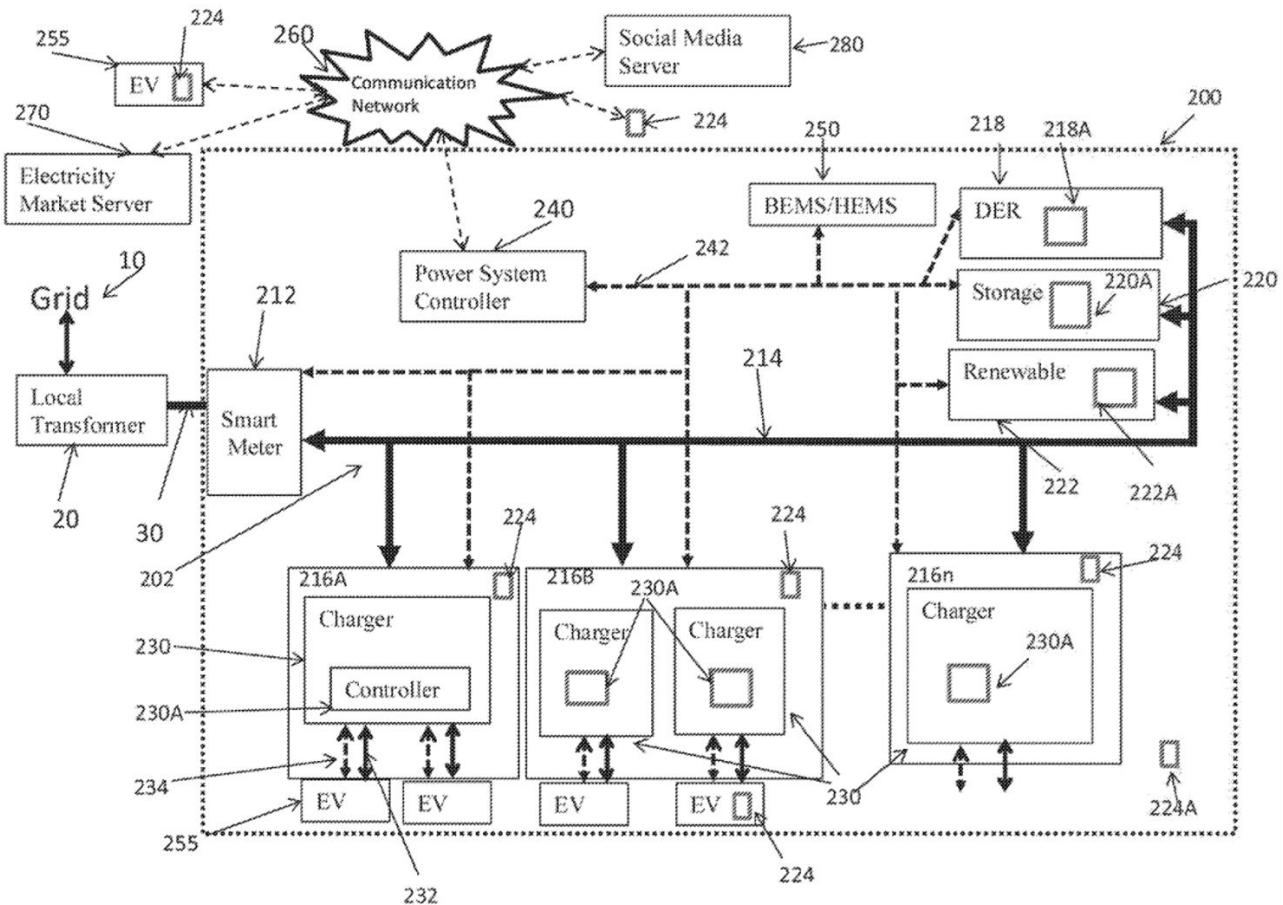


圖 74 本發明示例性電力控制系統框圖

為解決上述問題，本發明設計了一套智慧電力控制系統，如圖 74 所示，透過本地微電網 202 及其內部多個控制器與感測裝置的互聯網通訊，實現一種基於資訊整合與預測機制的充電排程方法。該系統包含一個主要的電力系統控制器 240，該控制器可接收並整合來自智慧電表 212、電動車充電裝置 230（及其控制器 230A）、分散式能源（DER）218、儲能裝置 220、再生能源系統 222（如太陽能或風力設備）及家庭／建築能源管理系統 250 等來源之電力消費、儲能與發電資訊。此外，系統亦可整合來自物聯網感測裝置 224 的資料，例如居家環境或使用者行為模式，並透過通訊網路 242 與外部網路 260 交換與能源交易市場、社群媒體事件或電動車（EV）使用者偏好相關的即時資訊。

在圖 74 所示的架構中，微電網 202 可與主電網 10 進行選擇

性連接或隔離，並於需要時切換為獨立運作的狀態（即孤島運作）。系統控制器 240 可根據當前微電網上的用電需求、替代電源資源的可用性（例如 DER 或儲能裝置的狀態）、即時天氣資訊或能源市場價格，計算出最佳的 EV 充電時間與地點，並排定一個完整的充電時程表。此排程不僅考慮個別 EV 使用者的偏好與預定行駛路線，亦考量整體微電網的能源供需平衡，並依據能源交易模型（如 Transactive Energy）中的清算價格與競標機制動態調整。

舉例來說，若一部 EV 提出充電需求，系統控制器將收集其當前電池電量、預計出發與抵達時間、預期行駛距離與使用者可接受之最高充電費率等資訊，並結合微電網中其他設備（如儲能裝置 220 目前儲電量、再生能源系統 222 的發電預測、當前其他 EV 的充電狀況與排隊需求等）進行整體考量，最終決定該 EV 應於何時、透過哪一個 EV 充電裝置 230 進行充電、使用何種電壓電流組合，甚至是否需先透過該 EV 反向供電至微電網再進行充電（如能量回饋或時差充電策略），以提升整體電網效能與能源利用率。

此系統更能根據如社群活動、天氣變化或節慶事件所引發的用電高峰提前預測並調整充電策略，例如在天氣預報指出即將進入陰雨期時，控制器可預先指示太陽能系統 222 所產生的多餘電力應優先儲存至儲能裝置 220，以供日後 EV 充電使用。如此不僅能避免電力浪費，亦能分散用電尖峰負載，減少對主電網的依賴，提升整體系統韌性。

總結來說，本發明透過建構一套整合多元電力資源與使用者行為資料之智慧電力控制系統，結合可動態隔離之微電網架構與先進的充電排程演算法，成功解決了多部電動車同時充電對本地電力系統帶來的負載與調度挑戰，不僅提升了電力系統的效率與

可靠性，亦為未來智慧城市與能源管理提供了具體可行的解決方案。

3.3.1.4 結合發電與負載預測的儲能削峰填谷技術

公開號：CN 116937635A

發明名稱：一種用電量削峰填谷的方法及其相關設備

申請人：華為數字能源技術有限公司

公開日：2023/10/24

本發明針對現有太陽能儲能系統在削峰填谷應用中的不足進行改進，旨在解決當前系統只是峰時供電、谷時充電，且只能根據太陽能儲能系統備電的即時數據進行充放電的判斷，無法保證在負載用電波峰最高時段盡可能的供電，導致削峰效果不佳、用電量效率不足的問題。

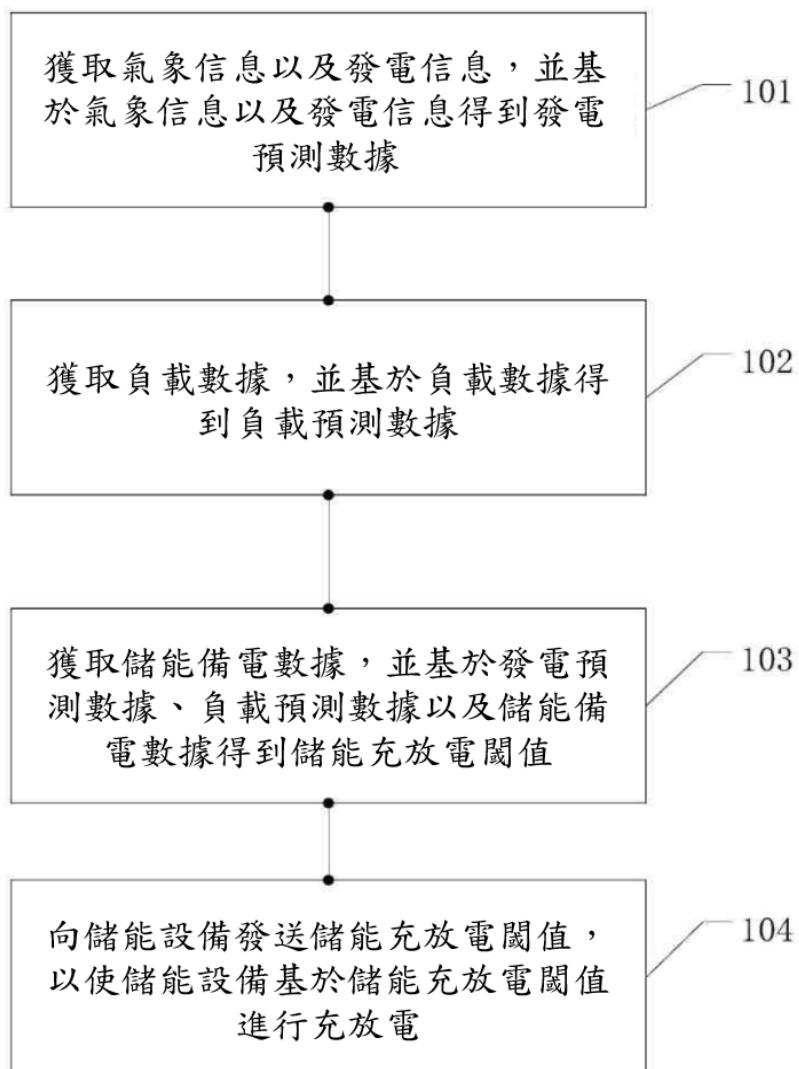


圖 75 本發明用電量削峰填谷的方法示意圖

如圖 75 所示，為本發明的方法示意圖，系統首先由管理系統取得未來一定時間段內的氣象信息以及太陽能發電設備的發電信息，並基於此生成發電預測數據；同時，管理系統亦會從負載設備取得負載數據，包含歷史與當前用電量，並生成負載預測數據。隨後，系統再從儲能設備取得當前儲能備電數據，將三者結合運算，得到一組在不同時間段內動態變化的儲能充放電閾值。該閾值會發送至儲能設備，作為該儲能設備充放電的控制依據。

在用電高峰時段，若儲能設備的備電量低於閾值，則會利用太陽能發電設備的剩餘發電量進行充電；若備電量高於閾值，則向負載設備放電，以減少對電網的高價電力依賴。在用電低谷時段，儲能設備可透過電網以低價電補充電量，確保下一個高峰時段有足夠儲能可供釋放。此外，當太陽能發電量超過負載需求且儲能設備已達閾值時，系統可將多餘電力售回電網，進一步提升經濟效益。

本案技術透過 AI 演算法處理氣象、發電與負載資料，精準預測用電波峰與發電能力，並依此動態調整充放電策略，有效降低波峰期間對電網的需求，最大化太陽能發電利用率，減少高價用電成本。

3.3.2 電池控制技術

如前述 2.3.2 電池控制技術所介紹之「電池平衡技術」、
「電池健康狀態」以及「故障及異常偵測」技術手段。

3.3.2.1 電池模組平衡之電池控制裝置

公告號：US 11626742B2

發明名稱：BATTERY CONTROL DEVICE FOR HOMOGENIZING BATTERY CELLS（用於平衡電池單元的電池控制裝置）

申請人：TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA

公告日：2023/04/11

本發明專利揭示了一種針對含有具平坦區段（flat region）特性之電池組所設計的電池控制裝置，其目的在於解決磷酸鐵鋰電池（LFP 電池）於進行電量平衡時，因荷電狀態（SOC）與開路電壓（OCV）關係曲線在特定區段趨於平坦，導致無法精確判斷儲能狀態，進而降低電池平衡處理效率之問題。

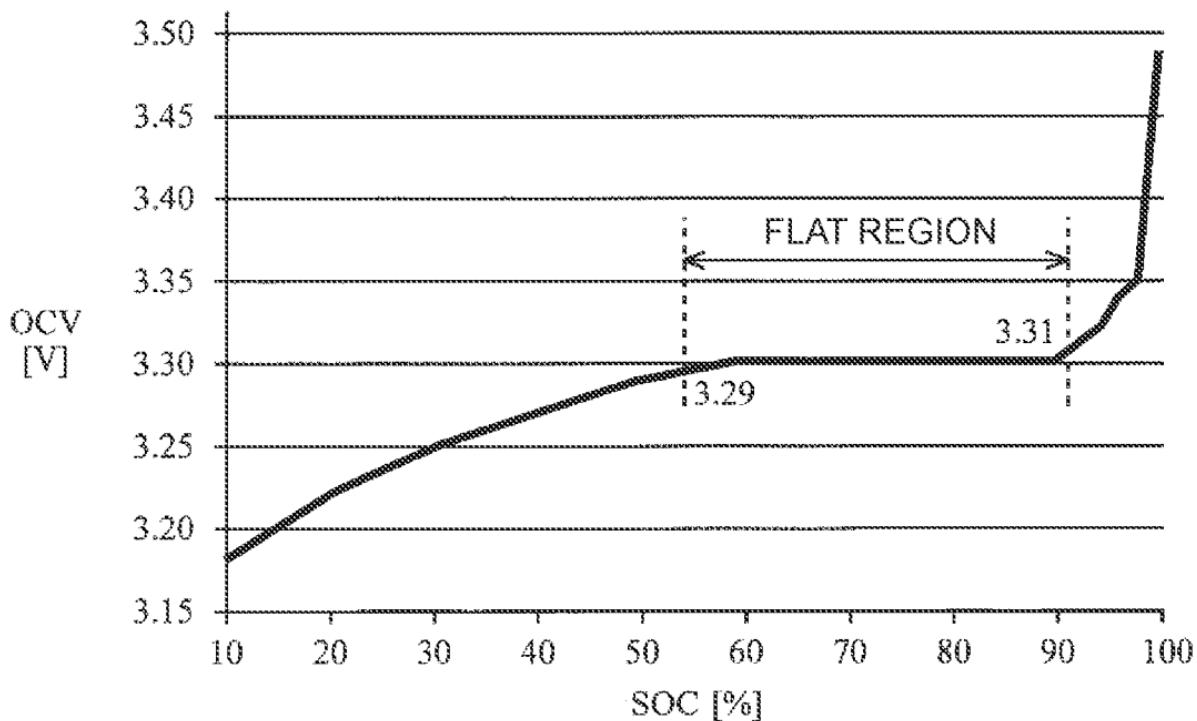


圖 76 LEP 電池的 SOC-OCV 特性示例圖

如圖 76 所示，LFP 電池的 SOC-OCV 特性曲線在某一電壓範圍內呈現平坦趨勢，即 OCV 對 SOC 的變化率極低，使得僅藉由監測 OCV 難以推估精確的 SOC 值。因此，若多顆電池單體的 OCV 落在該平坦區域內，即便彼此之 SOC 存在差異，也難以透過 OCV 準確判定其平衡狀態，導致整體電池組的平衡機會減少，長期下來將加劇各電池單體之間的差異，並造成整體效能劣化。

為了解決上述問題，本發明提出一種電池控制裝置，其包含決策單元、控制器與處理器。裝置首先由決策單元判斷各電池單體的 OCV 是否存在明顯差異，並進一步依據 OCV 落於 SOC-OCV 曲線中哪一區段（低於平坦區、平坦區內、或高於平坦區）來分類判定。當系統判定有需要時，控制器會執行三種控制方式之一：提高 SOC (SOC Raising)、降低 SOC (SOC Lowering) 或維持 SOC 不變 (SOC Keeping)，以將落於平坦區的電池電壓拉升或降低至可被有效辨識的區間。其後，處理器再根據各單體實際 OCV 進行平衡處理，使所有電池的 SOC 趨於一致。

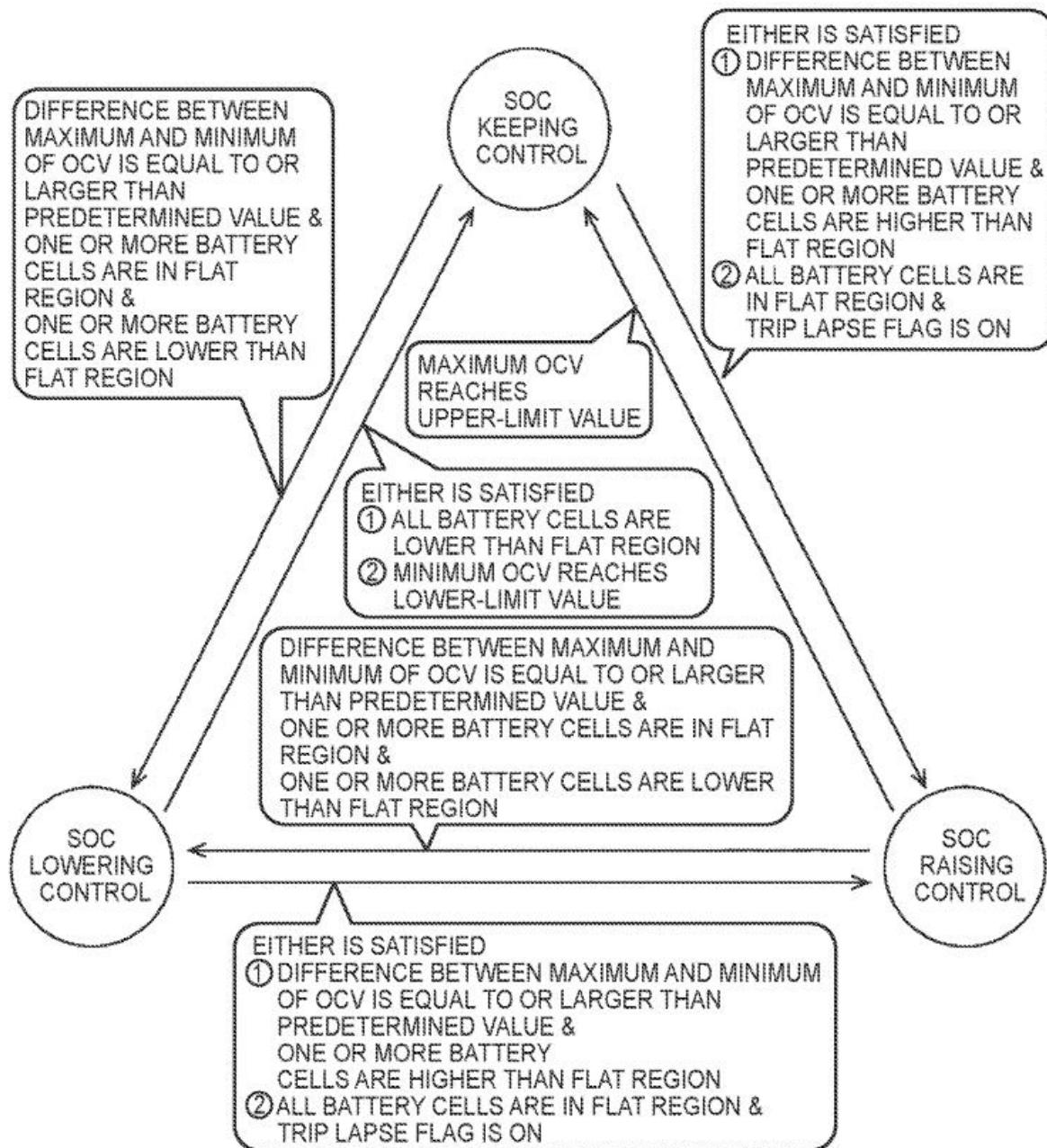


圖 77 提高 SOC、降低 SOC 及維持 SOC 不變三種狀態轉換圖

如圖 77 所示，系統根據各電池單體 OCV 的相對位置與彼此之間的差異，自動決定目前應執行的控制邏輯。若偵測到部分電池單體進入平坦區，且存在其他單體電壓落於平坦區外，則會執行 SOC 提升或 SOC 下降，使整體電池狀態移出平坦區。例如在 SOC 提升控制下，讓電池組充電，使其開路電壓逐步提升至高於平坦區；而在 SOC 下降控制下，則透過開啟放電路徑使電池組

整體放電至低於平坦區，兩者均有助於使所有電池單體進入可有效平衡的區段。

此專利所提出之技術機制，在實際運作中會配合車輛狀態，例如當車輛處於「READY-ON」狀態時，才進行充電操作以執行 SOC 提升；而在車輛熄火（「IG-OFF」）時，則會透過電流消耗方式降低 SOC，以免影響駕駛安全性。進一步地，控制邏輯亦會考量過去是否已執行相對應的 SOC 操作，並根據車輛的使用頻率及狀態，自動在提升、降低與維持三種模式間切換。

藉由上述方式，本發明能大幅提升 LFP 電池組的電量平衡效率，特別是在電壓落於平坦區的情況下，仍能透過前置的 SOC 調整機制，使電池處於可有效辨識 SOC 的範圍內，再進行平衡處理。此舉不僅提升了平衡準確度，更避免因 SOC 失衡導致的部分電池劣化問題，進一步確保整體電池組的壽命與性能穩定性。

3.3.2.2 具備升壓與電池平衡功能之多電池串聯系統

公告號：US 11095148B2

發明名稱：SERIES-CONNECTED BATTERY PACKS, SYSTEM AND METHOD（串聯電池組、系統和方法）

申請人：MILWAUKEE ELECTRIC TOOL CORPORATION

公告日：2021/08/17

傳統串聯式電池組雖可提升總電壓以因應重載使用需求，但當其中一個電池模組因達到放電終止條件（例如低於設定荷電狀態）或遇到異常狀況（例如異常高溫或電壓驟降等）而停用時，整個系統的放電動作便會被迫停止，導致其餘尚有可用電量的電池模組無法進一步供電，造成能源浪費與效能瓶頸，尤其在電池模組之容量、額定電壓或初始荷電狀態（SOC）不一致的情況下更為嚴重。

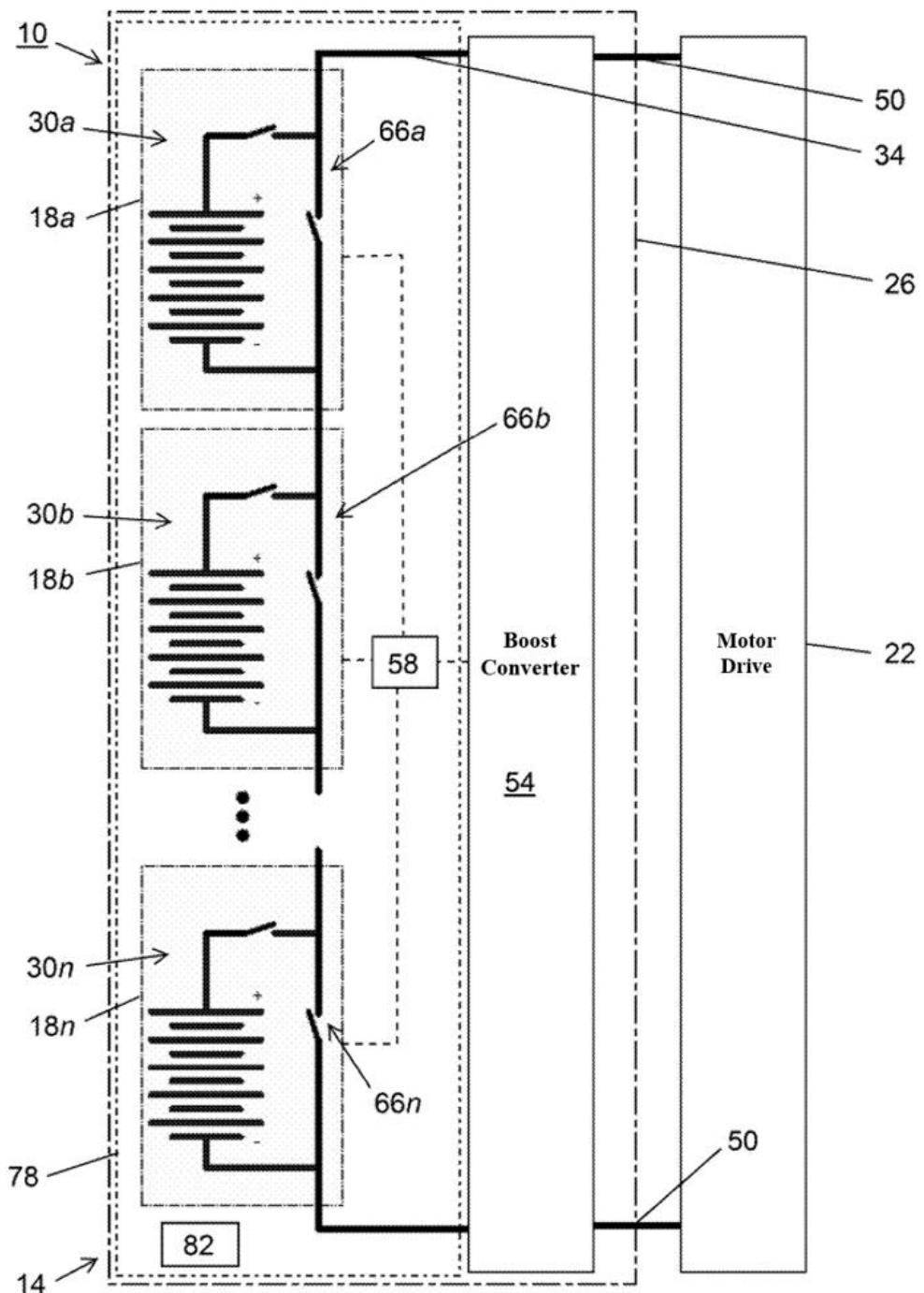


圖 78 包含串聯電池組的電池供電系統示意圖

為解決上述問題，本發明提出一套具備動態電路控制與升壓功能的電池供電系統。根據圖 78 所示，系統 10 包含一個電池供電裝置 14，其具備外殼組件 26 與多個用以承載電池模組（如 18a、18b 等）的支撐區域 30a、30b 等。各電池模組透過設置於外殼內部的電路 34 進行選擇性串聯連接，進而形成一組能夠輸

出穩定電壓的供電單元。該電路 34 設有端子與電池模組端子對接，並將總輸出電壓經由輸出端子 50 傳遞至外部負載裝置 22，例如大型電動工具、戶外電動設備等。

為克服電壓不足或單個電池模組失效所導致的供電中斷問題，系統中整合一個升壓轉換器 54，可依據當前輸入電壓（即串聯後電池組之總電壓）進行電壓升級處理，輸出一個穩定且設定好的標準電壓（如 120V、240V 或 400V），無論參與串聯的電池模組數量、電壓等級或 SOC 高低為何，皆能維持一致的供電品質。此外，系統亦設計有控制器 58，具備偵測與通訊功能，可連結各電池模組的內建控制單元，即時掌握各電池模組之健康狀態、溫度、電量、化學組成等資訊，並據以執行控制策略。

此外，電路 34 亦設有旁通電路 66a、66b 等，可在偵測到某電池模組出現異常或達到放電下限時，自動將該電池模組從串聯迴路中移除，不影響其他電池模組之放電行為。若異常狀況排除或更換了健康電池模組，控制器 58 亦可重新將其納入串聯迴路，提升彈性與電池模組更換便利性。

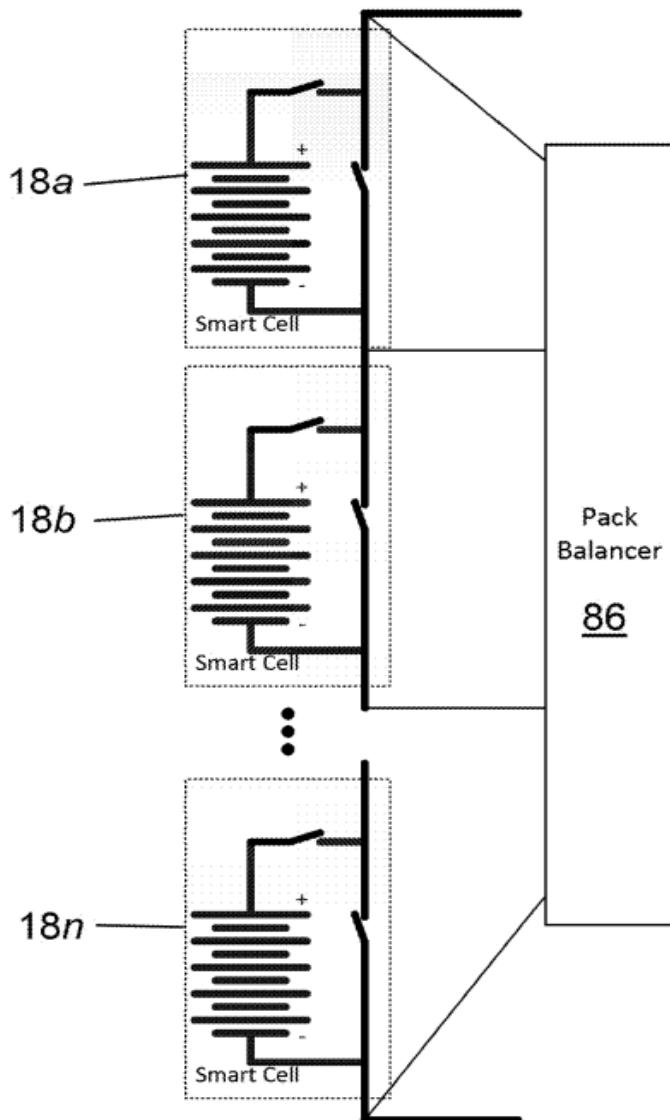


圖 79 用於電池供電系統的平衡電路示意圖

進一步地，如圖 79 所示，本發明亦導入一組平衡電路 86，用以執行各電池模組之 SOC 再平衡機制。此平衡電路可包含隔離型 DC-DC 轉換模組，能在非使用時段（例如裝置處於靜止或閒置狀態）啟動，將高電量電池模組之能量轉移至低電量電池模組，達成約在 10% 內的 SOC 平衡，大幅提升系統整體放電效率與可用電量。此功能由控制器 58 管理並根據偵測結果決定何時啟動平衡流程。

總結而言，本發明透過整合升壓模組、控制器、旁通電路與平衡電路，成功建立一個具高容錯性、效能優化且電池模組可混

合配置（不同容量、電壓、SOC 等）的串聯電池組供電系統。

3.3.2.3 充放電與能量分配優化之鋰電池控制方法

公開號：CN 116961186A

發明名稱：一種鋰電池控制系統及其控制方法

申請人：江西德泰智控電源有限公司

公開日：2023/10/27

在傳統鋰電池控制系統中，由於缺乏對大量數據的高效處理能力，導致對鋰電池剩餘容量、健康狀況及壽命的判斷不準，無法做到準確的預測與診斷。此外，充放電過程常依據固定策略執行，無法依照即時狀況做出靈活調整，易造成過充或過放等問題，影響電池效能與壽命。再者，現有系統對於遠端監控功能有限，無法即時取得或管理電池狀況，亦缺乏短路、過電流、過溫等異常情況的即時保護機制，系統安全性與穩定性皆不足。



圖 80 鋰電池控制系統的主系統框架圖

為了解決上述問題，本發明如圖 80 所示，建構了一套由八個主要模組所構成的鋰電池控制系統，包含數據採集與監控模組、

充放電管理模組、溫度管理模組、演算法優化模組、功率與峰值管理模組、多源能量管理模組、通訊與網路連接模組，以及短路保護模組。各模組之間具備高度協作性，透過資料感測、分析與控制，達到電池效能最佳化與運行安全保障。

其中，數據採集與監控模組整合了電壓、電流、溫度與健康狀態監控功能，並結合故障檢測子模組，可即時掌握鋰電池狀態，並運用濾波演算法與補償機制，提升測量精度。該模組亦能藉由統計與模式識別演算法，判斷是否發生異常狀況，並產生預警訊號，利於系統及早進行維護處置。

在充放電管理模組方面，系統採用恆流或動態控制策略，根據負載需求與電池狀態動態調節電壓與電流，使充放電過程更為精確且高效率。此舉不僅提升整體能源利用效率，也延長電池使用壽命。與此對應的溫度管理模組則負責收集與處理溫度資料，透過模型預測控制演算法，靈活啟動冷卻裝置與熱管理機制，確保電池處於安全工作溫度範圍內。

演算法優化模組是本發明中一大技術亮點。該模組透過資料預處理、特徵選擇與支持向量機等機器學習方法建立預測模型，能精確預估電池剩餘容量與壽命，並進一步依據模擬退火法等優化策略調整充放電操作，實現能源使用效率最大化。此類智慧化機制，大幅強化了系統的預測與決策能力，克服傳統系統死板控制策略的限制。

功率與峰值管理模組則針對用電需求波動問題，設計了功率分配與削峰功能。系統能依照即時功率需求動態調整各單元的供電優先順序，並透過削峰策略有效降低峰值負載，減少對電池的負荷，提高整體運作穩定性。而多源能量管理模組則擴展系統能量來源，整合太陽能板與風力發電等，再利用最大功率點追蹤與粒子群演算法提升能源採集效率，進一步透過能量存儲與分配策

略，使能源應用更加靈活與有效。

在通訊與遠端監控功能上，系統支援 TCP/IP 協定，並導入資料壓縮與加密處理以提升傳輸效率與安全性。此外，遠程控制與監控子模組具備命令解析、安全認證及健康診斷功能，能即時將電池狀態傳送至遠端監控平臺，實現雲端管理與智慧維護。

最後，為應對電氣故障問題，系統設有短路保護模組，能即時監測電池組的接線與電路狀態，結合支持向量機演算法分析電流與電壓異常變化，當檢測到短路情形時，可快速切斷電源並傳送保護訊號，確保整體系統安全運行。

綜合以上技術內容，本發明所提出之鋰電池控制系統，透過模組化設計與演算法強化，全面解決現有系統中在預測不準、控制不靈活、監控不即時與保護不足等問題。其不僅提升鋰電池管理的智慧化程度與能源使用效率，也在安全性與穩定性方面具備明顯優勢。

3.3.2.4 休眠狀態電動車之電池熱失控即時監控與警報系統

公開號：CN 112297848A

發明名稱：電池組熱失控控制方法、控制器、設備及汽車

申請人：東風時代（武漢）電池系統有限公司

公開日：2021/02/02

現有技術中，電池管理系統（BMS）在車輛處於停車狀態時通常會進入休眠模式，此時無法即時監控電池組狀況。一旦電池組發生熱失控，例如壓力異常上升或氣體洩漏，若未能及時偵測並處置，可能導致電池燃燒、爆炸等重大安全事故。因此，如何在 BMS 休眠期間仍可有效監測電池狀態，成為目前電池安全技術的重要課題。

本發明提供了一種創新的電池組熱失控控制方法與設備，核心在於透過壓力感測器持續監測電池組的內部壓力變化，即使在 BMS 休眠狀態下也能即時掌握潛在異常狀況。

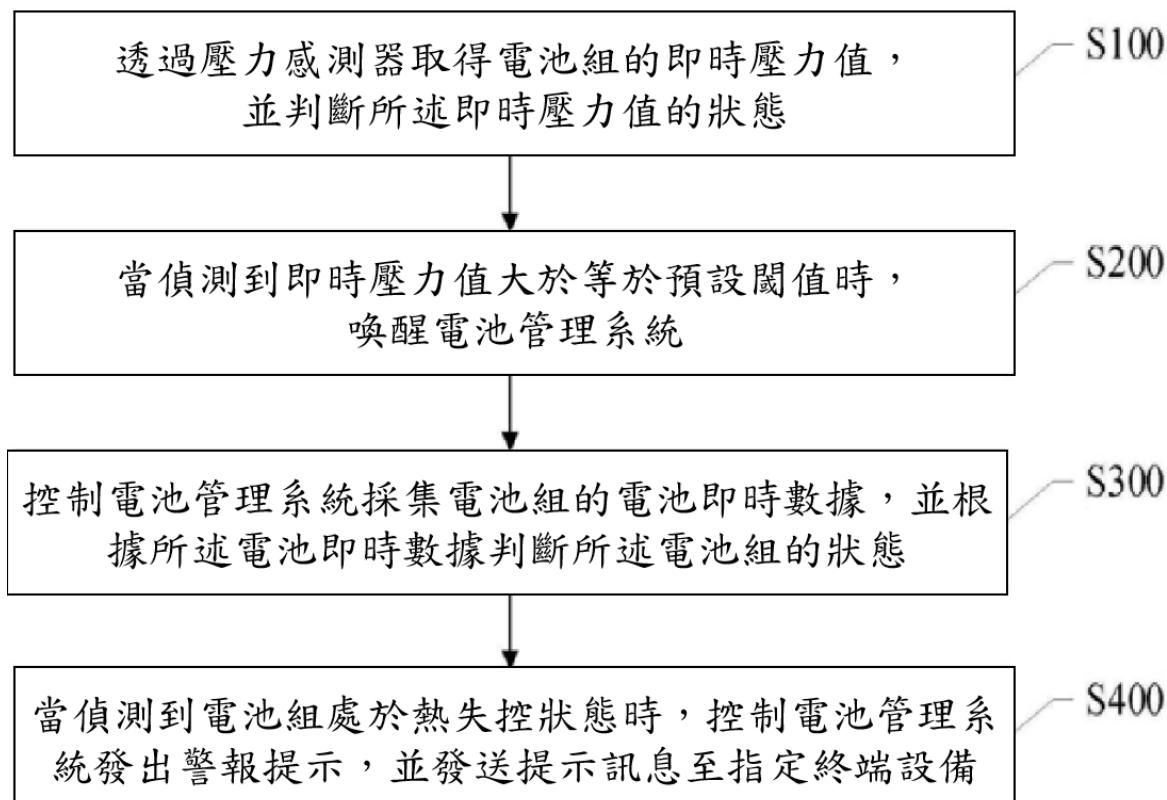


圖 81 本發明電池組熱失控控制方法流程圖

根據圖 81 所示的流程圖，此方法包含以下步驟：首先，壓力感測器以一定頻率取得電池組的即時壓力值（步驟 S100），並對其變化趨勢進行判斷。當偵測到壓力值超過預設閾值時（步驟 S200），即啟動休眠中的 BMS。

進一步地，BMS 在被喚醒後即刻開始蒐集電池的即時運行數據，包括電流值、電壓值、溫度值、壓力值以及氣膠濃度等（步驟 S300）。這些數據將被用以綜合判斷電池是否處於熱失控狀態。若判定為熱失控，則 BMS 會發出警報提示，並將警示資訊即時傳送至指定的終端設備（例如車主的手機或後台監控系統），以便相關人員迅速處理（步驟 S400）。

此項技術的另一創新點在於，壓力判斷機制不僅考慮絕對壓力值，亦納入壓力變化率作為判斷依據。換言之，若單位時間內壓力上升幅度超過特定臨界值，同樣會觸發 BMS 嘚醒程序，進一步提高預警的靈敏度與反應速度。此外，若煙霧感測器也偵測到異常煙霧訊號，本系統可進一步透過控制繼電器切斷高壓電路，作為緊急應對措施，以防事態惡化。

在節能設計方面，本發明也考量系統長時間待機的電力消耗問題。當偵測到車輛處於靜止狀態時，壓力感測器會自動進入低功耗模式，而整體系統僅需依賴蓄電池供電即可維持基本監控功能。只有在判定有異常時，才切換至高功耗模式，並喚醒整體 BMS 進行詳細分析及應對。

本發明所提出的技術方案，成功解決了 BMS 休眠期間對電池安全狀態監測不足的問題，特別適用於電動車長時間停放於無人環境下之應用場景。透過壓力與煙霧雙重監控機制，結合即時喚醒、數據分析與主動報警等技術手段，能有效預防電池熱失控造成的重大安全事故，顯著提升電動車輛的整體安全性與可靠性。

3.3.3 電力轉換技術

如前述 2.3.3 電力轉換技術所介紹之「功率調節系統」以及「雙向直流-直流轉換器」技術手段。

3.3.3.1 多蓄電池並聯的精準電力控制系統

公開號：JP 2020-18108A

發明名稱：蓄電システム（蓄電系統）

申請人：パナソニック IP マネジメント株式会社（松下 IP 管理有限公司）

公開日：2020/01/30

本發明專利揭示一種適用於需求端的蓄電系統，特別針對多顆蓄電池並聯連接至電力系統時，如何提高放電控制精度、抑制總電力輸出超出範圍的問題提供解決方案。在傳統系統中，當多顆蓄電池並聯配置並透過個別的電力轉換裝置（Power Conversion Device, PCD）執行充放電控制時，若單純依據蓄電池的輸出電力值來調整目標值，會忽略電力轉換裝置本身的轉換效率差異，導致對總輸出電力的控制精度不足。尤其當需求端的多顆蓄電池同時供電至公共電網時，若無法精準控制總輸出，將可能對電網造成干擾，甚至觸發保護機制。

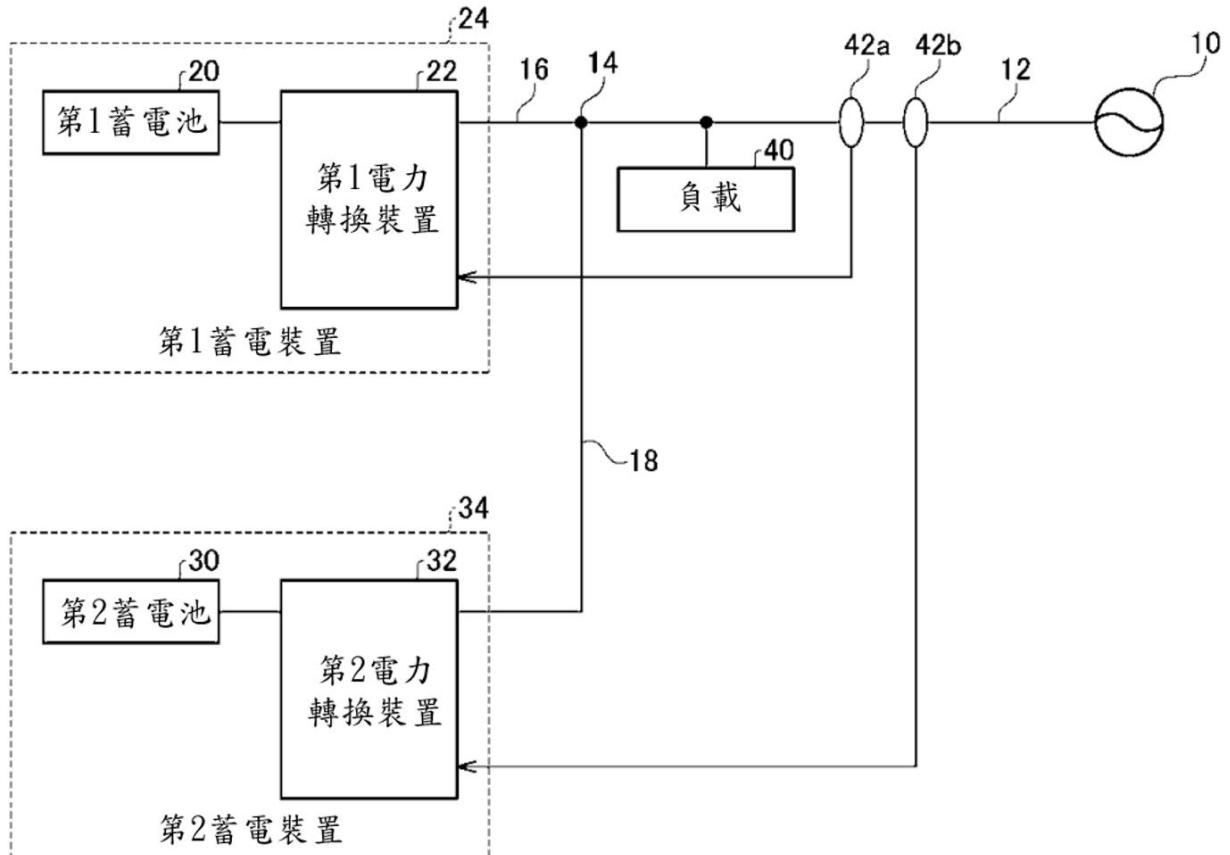


圖 82 本發明蓄電系統配置圖

本發明的蓄電系統針對上述問題，提出一種透過各自的電力轉換裝置獨立控制的策略，使得從需求端輸送至電力系統的總電力輸出可穩定維持在預定範圍內。如圖 82 所示即本發明蓄電系統的整體架構，該系統由兩顆並聯的蓄電池（第 1 與第 2 蓄電池）、各自對應的電力轉換裝置（第 1 與第 2 電力轉換裝置）、一個與電力系統連接的配電線路、負載、以及計測裝置所組成。

在圖 82 中，可見配電線 12 自電力系統 10 引入，經由分岐點 14 分流為第 1 配電線 16 與第 2 配電線 18，分別連接第 1 蓄電池 20 與第 2 蓄電池 30，以及各自對應的電力轉換裝置 22 與 32。此外，負載 40 位於配電線 12 與分岐點 14 之間，會同時接收來自電力系統與蓄電池的供電。為實現精密的電力控制，系統設有第 1 與第 2 計測裝置（42a、42b），負責量測從需求端流向電力系統的總出力電力（逆潮流電力），其量測結果會傳回至各自的

電力轉換裝置進行即時控制。

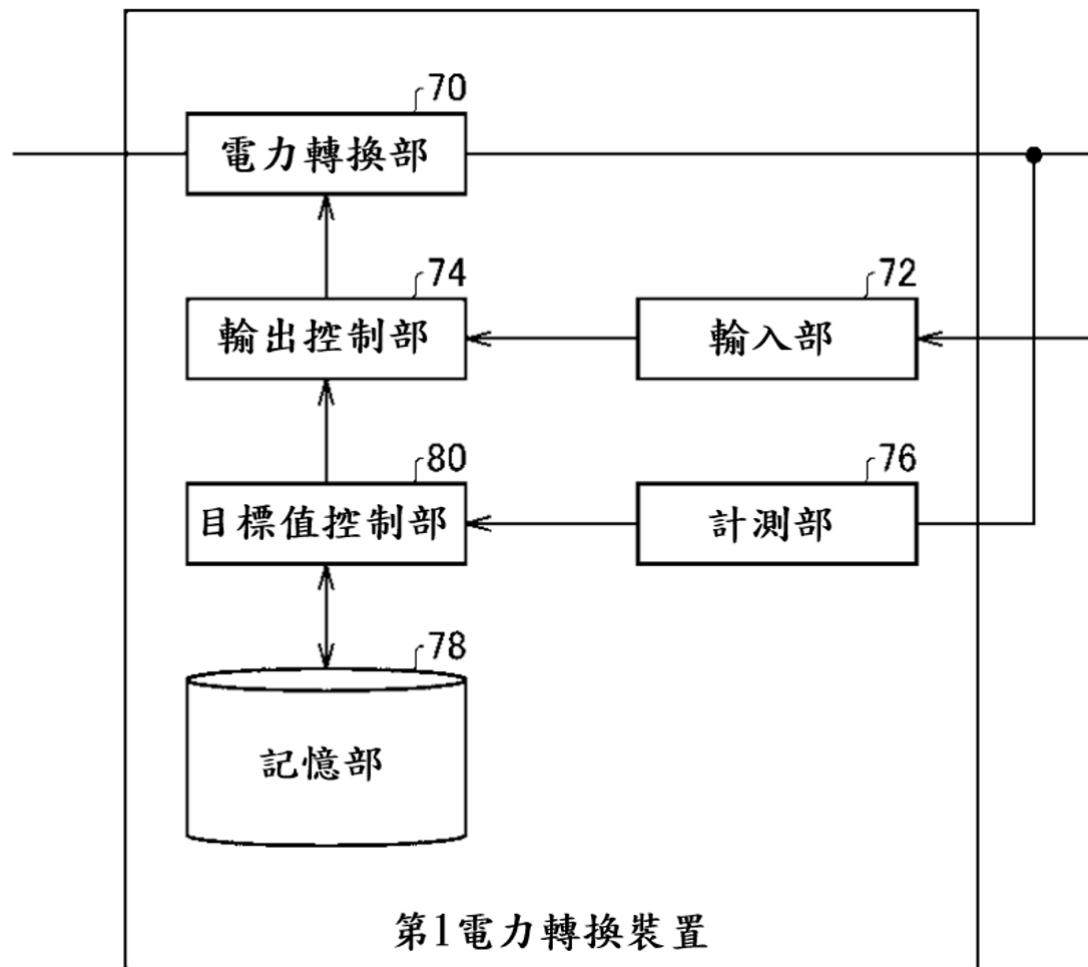


圖 83 第 1 電力轉換裝置配置圖

本發明的關鍵在於，每一電力轉換裝置內部均設有一套控制邏輯架構，如圖 83 所示，包括電力轉換部 70、輸入部 72、輸出控制部 74、計測部 76、記憶部 78 及目標值控制部 80。計測部 76 可測量電力轉換裝置的輸出功率值，當第 1 電力轉換裝置 22 自輸入部 72 接收到來自第 1 計測裝置 42a 的總出力電力資料後，透過內部控制邏輯，自動調整其輸出，使其接近對應的「第 1 目標值」。而這個目標值會依據第 1 出力電力的變化動態更新。換句話說，隨著實際輸出功率的變動，目標值會跟隨變化，進而促使控制精度大幅提升。

舉例而言，若初始情境下第 1 電力轉換裝置 22 完全輸出

(即出力電力為 100%)，第 2 電力轉換裝置 32 尚未輸出 (0%)，則系統會自動導引第 2 裝置逐步增加出力電力，並根據儲存於記憶部的「控制規則」更新其目標值（例如從-50W 漸變為-75W、-100W）。隨著第 2 裝置增加輸出，第 1 裝置亦會對應減少輸出，透過彼此調整達成平衡，使最終兩裝置之出力達至相對均等的狀態（例如皆為 50%）。這種透過目標值與實際出力的動態回饋控制機制，即為本發明的核心技術手段。

透過這種機制，不僅可提高從多顆蓄電池輸出至電網時的控制精度，也能減少不同裝置間控制干擾的情況，使整體電能管理更為穩定且具彈性。此外，本系統亦具備可擴充性，例如加入太陽能發電模組、考量電池剩餘電量或劣化程度進行差異化控制，甚至能透過網路遠端伺服器更新控制規則，應對不同應用需求。

總結而言，本發明所揭示的蓄電系統解決了傳統多電池系統無法精準控制總輸出電力的問題，透過各自電力轉換裝置內部的目標值調整邏輯與控制規則，不僅可穩定供電，亦能有效延長蓄電池壽命，適用於住宅、商業或工業等多元需求場域。

3.3.3.2 用於儲能系統的多電池安全並聯架構

公告號：US 11381094B2

發明名稱：BATTERY CONTROL APPARATUS AND ENERGY STORAGE SYSTEM INCLUDING SAME（電池控制裝置及包含電池控制裝置的儲能系統）

申請人：LG CHEM, LTD.

公告日：2022/07/05

當多個電池組並聯時，倘若電池組間存在電壓差異將產生突波電流（inrush current），可能導致電池壽命縮短，甚至造成裝置本身及周邊電路的損壞。為此，本發明提供了一種可有效避免此類風險的技術方案。

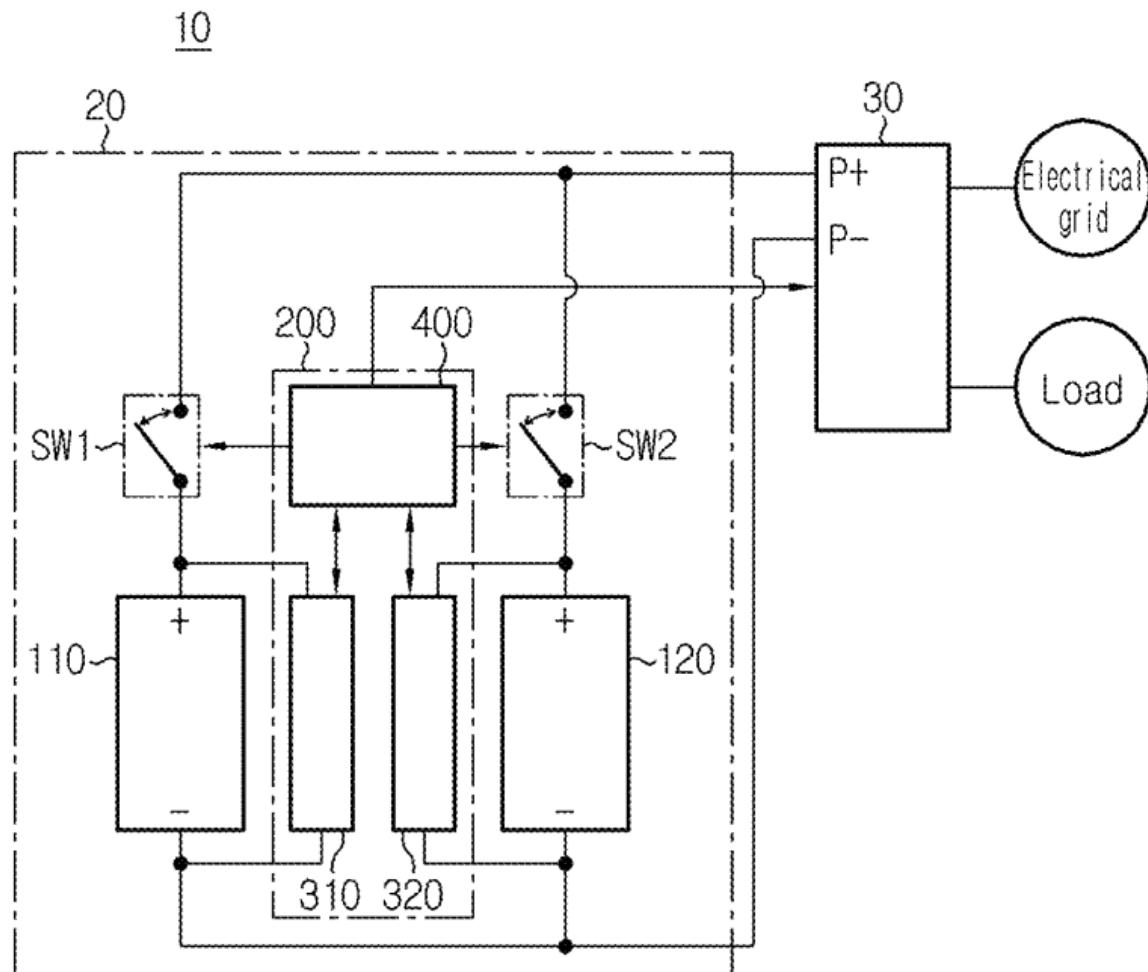


圖 84 儲能系統配置示意圖

如圖 84 所示，本發明中的儲能系統 10 主要由電池控制裝置 20 與功率轉換系統 30 所構成，兩者透過第一端子 (P+) 與第二端子 (P-) 相連。電池控制裝置 20 內含第一與第二電池組（分別為 110 與 120），這些電池組可能為鋰離子電池、鎳氫電池等可重複充電的電池單元。兩個電池組雖具有相同額定電壓與容量，但由於充放電循環次數不同，狀態健康度 (SOH) 亦可能有所差異。

第一電池組 110 透過第一開關 SW1 串聯接至 P+ 與 P- 端子，第二電池組 120 則透過第二開關 SW2 串聯連接。控制單元 (200) 用於監控這兩個電池組的狀態，並包含第一與第二從屬控制器 (310 與 320) 及主控制器 (400)。從屬控制器各自量測所對應電池組的電壓與電流，並計算其電量狀態 (SOC)，再將資料回傳至主控制器。

主控制器則負責比較兩組電池的電壓與 SOC 差異，並依據這些資訊控制開關動作與下達充電指令。當主控制器偵測到兩電池間電壓差小於第一門檻電壓（例如 2.5V），即可同時導通 SW1 與 SW2，將兩電池並聯連接。此時由於電壓相近，並不會產生破壞性的突波電流，系統可安全運作。

當第二電池組 120 與第一電池組 110 電壓差大於或等於第一門檻電壓，且第二電池組 120 電壓較高，則系統會僅導通第一開關，使電壓較低的第一電池組 110 得以透過功率轉換系統進行充電。此充電過程根據兩電池組之 SOC 差異選擇供電模式：若差異大於門檻 SOC，則送出第一指令，供應較高的第一恆定功率進行快速充電；若差異較小，則送出第二指令，提供較低的第二恆定功率以更溫和的方式進行充電。

隨著第一電池組的電壓逐漸上升，主控制器會持續評估其與第二電池組的電壓差。當第一電池組 110 的電壓等於或高於第二

電池組 120 電壓且兩者電壓差小於第二門檻電壓（該值可根據充電中電池之 SOH 調整，如 SOH 較低則容忍電壓差可較大），控制器將導通第二開關，完成並聯連接，進一步降低突波風險。

若在充電過程中偵測到第一電池電壓已超過第二電池電壓的第二門檻電壓，系統則會下達第三指令，停止充電，以避免因錯誤讀值或異常快速升壓導致不穩定。此後系統會進入穩定期，待極化效應消除後重新判斷是否可安全並聯，否則將中止操作以保護系統。

綜上，本發明所揭示的電池控制裝置，透過動態電壓與 SOC 監控機制，配合可調式門檻值與多段充電策略，在確保安全的前提下完成多電池模組的並聯連接。此技術不僅減少了不必要的能量損耗，亦大幅提升系統穩定性與電池使用壽命，適用於如電動車、儲能設施等多種高功率需求的應用場景。

3.3.3.3 混合儲能的太陽能直流微電網控制方法

公開號：CN 113690873A

發明名稱：一種含混合儲能的太陽能直流微電網協調控制方法

申請人：三峽大學

公開日：2021/11/23

傳統微電網若直接將間歇性電源（例如太陽能）併入系統，不僅會對微電網自身的穩定性造成挑戰，更會對大電網的可靠運行構成威脅。為此，如何有效地整合儲能系統並制定精確的控制策略，已成為關鍵技術挑戰之一。

本發明提出之技術方案以蓄電池與超級電容構成混合儲能系統，分別負責不同特性的能量調節任務。考量蓄電池擁有較高能量密度而不適合頻繁充放電，超級電容則擁有高功率密度與快速響應且能頻繁進行充放電的特性，能有效補償系統的暫態功率波動，故本發明使用低通濾波器將功率波動依頻率分配，使蓄電池主要承擔低頻功率波動，而超級電容承擔高頻波動，以發揮各自最佳性能。

具體技術手段中，首先利用低通濾波器將混合儲能裝置的總負載功率分為兩部分：通過低通濾波器的平滑功率作為蓄電池的參考功率，其餘則分配給超級電容。為了控制這些儲能裝置的充放電行為，設計了雙向 DC/DC 變換器的控制策略。圖 85 即顯示了這套控制策略的核心架構。

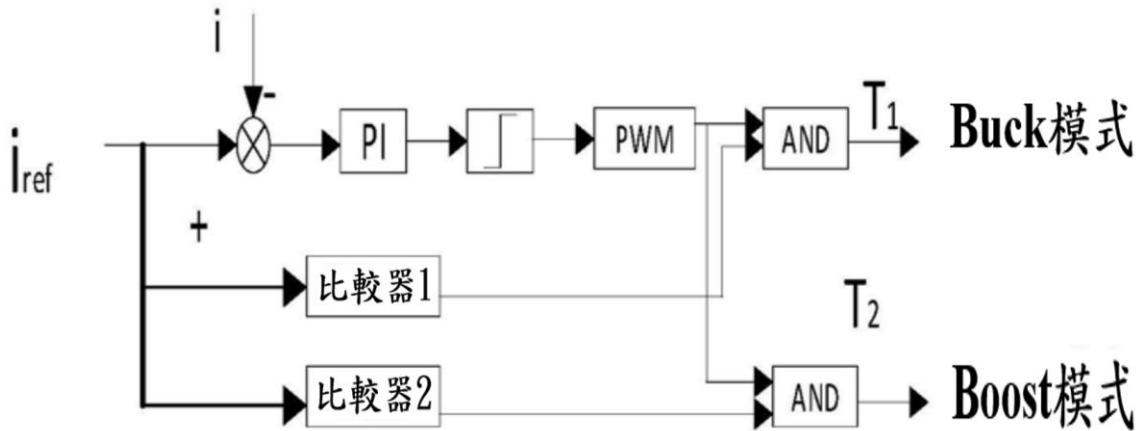


圖 85 雙向 DC/DC 變換器控制策略圖

圖 85 所示的雙向 DC/DC 變換器控制策略中，藉由儲能裝置的參考功率與端電壓相除，得到充放電參考電流 (i_{ref})，透過比較儲能裝置的充放電參考電流 (i_{ref}) 與實際工作電流 (i)，將產生的誤差送入 PI 控制器，進行調節後輸出至脈寬調變 (PWM) 電路，控制變換器內的開關 (T_1 、 T_2) 的通斷。為防止儲能裝置在小功率波動時進行無謂的充放電操作，系統設置上下閾值 (i_{up} 與 i_{down}) 作為控制依據。

當參考電流 i_{ref} 小於 i_{down} ，表示系統需吸收能量，此時 T_1 導通，變換器進入 Buck 模式，對儲能裝置進行充電；當 i_{ref} 介於 i_{down} 與 i_{up} 之間，代表系統處於穩態，小波動可忽略，儲能裝置進入空閒狀態，避免不必要的操作；若 i_{ref} 大於 i_{up} ，系統需釋出能量，變換器轉為 Boost 模式， T_2 導通，儲能裝置開始放電。這種根據實際需求動態切換工作模式的方式，既能穩定微電網運行，又能延長儲能元件壽命，提升經濟效益。

此外，本發明亦針對直流微電網可能出現的八種運行模式進行分類，根據太陽能輸出功率與負載功率差值 ΔP 及其與功率分層點 ΔP_{lay} 的關係，動態決定是由超級電容還是蓄電池提供能量支援。當混合儲能裝置已達操作限制且仍無法維持功率平衡時，系統將透過 DC/AC 變換器與大電網連接，讓大電網承擔剩餘功

率差，確保微電網整體穩定運行。

綜合而言，本發明的太陽能直流微電網控制方法，通過結合蓄電池與超級電容構成混合儲能系統，配合低通濾波器分配功率，並以圖 85 所示的雙向 DC/DC 變換器控制策略進行精準的能量管理，有效解決因太陽能電源波動導致的系統不穩定問題，減少儲能元件壽命損耗，同時兼顧經濟性與實用性。

3.3.3.4 提升電動車電池充電效能之雙向轉換系統

公開號：US 2020/0212817A1

發明名稱：ON-BOARD CHARGING/DISCHARGING SYSTEM
(車載充放電系統)

申請人：Delta Electronics (Shanghai) Co., Ltd.

公開日：2020/07/05

傳統電動車使用的車載充電系統，為了同時供應高壓電池與低壓電池的不同電力需求，往往採用單向電能轉換的充電架構。在這樣的設計下，低壓輸出直流/直流轉換器需直接從高壓電池獲得電力。然而，高壓電池的電壓範圍變化大，使得轉換器難以使用諧振電路進行零電壓切換，導致系統整體體積難以縮小且轉換效率無法最佳化。為解決這個問題，有些系統會在轉換器前加設調壓電路以限制電壓變動範圍，但此舉將使系統架構更為複雜且生產成本提高。

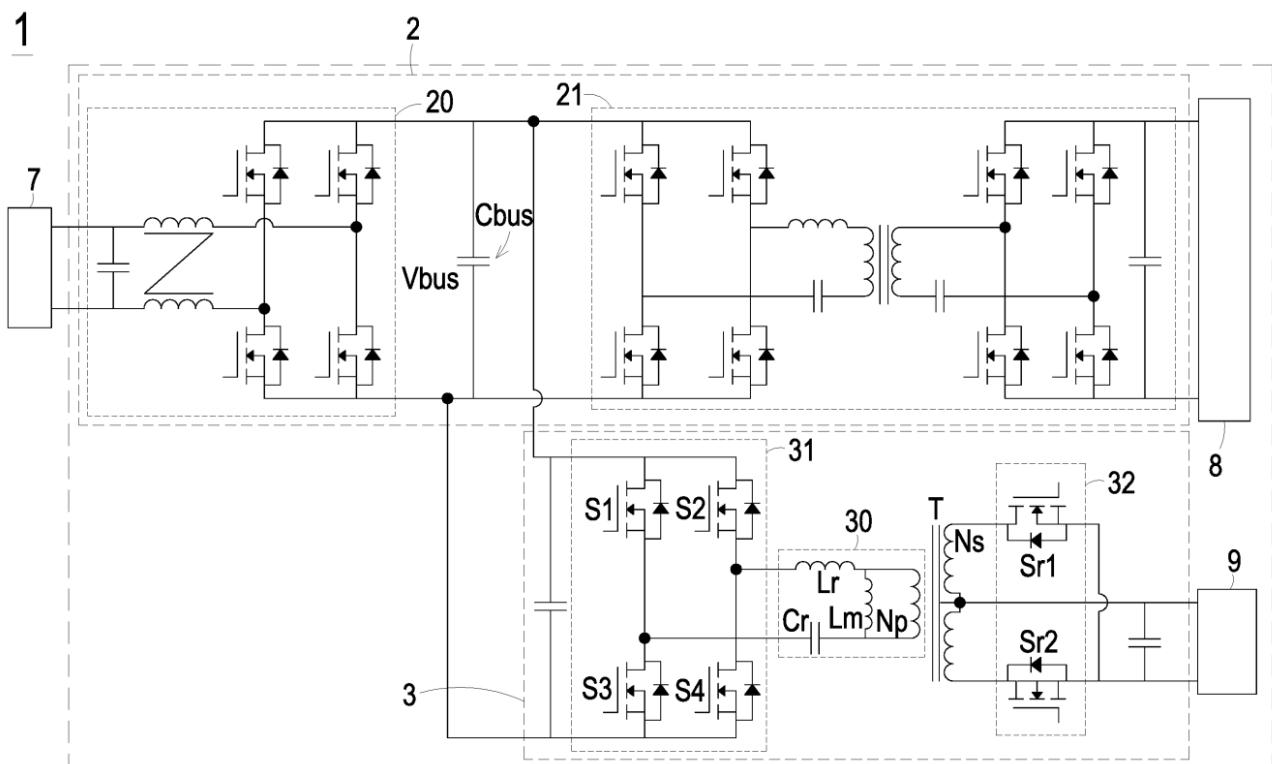


圖 86 本發明車載充放電系統的電路結構示意圖

本發明所提出的車載充放電系統 1 正是針對上述問題進行設計與優化，如圖 86 所示，整體系統主要由雙向充電器 2 與低壓輸出直流/直流轉換器 3 組成，雙向充電器則包含三個核心模組：功率校正電路（PFC）20、總線電容 Cbus 與雙向直流/直流轉換電路 21。

首先，功率校正電路 20 連接於外部設備 7 與總線電容 Cbus 之間，負責將來自外部的交流或直流電能轉換並校正功率因數，確保輸入端電能的穩定與高效。接著，總線電容 Cbus 連接於功率校正電路 20 與雙向直流/直流轉換電路 21 之間，主要用以穩壓與儲能，使後續電壓輸出更為穩定。雙向直流/直流轉換電路 21 則承擔了電能在高壓電池 8 與總線電容 Cbus 之間雙向傳輸的功能，既可將外部供電透過 PFC 模組與總線電容後輸出至高壓電池進行充電，亦可反向將高壓電池的電能轉換後回輸至外部設備或用於車內其他系統。

與傳統架構相比，最大創新處在於低壓輸出直流/直流轉換器 3 的設計。該低壓輸出直流/直流轉換器 3 電連接於總線電容 Cbus 與低壓電池 9 之間，並設有諧振電路 30 及至少一個主開關 S1。透過諧振電路中 30，可實現主開關 S1 的零電壓切換（ZVS），進一步降低開關損耗與電磁干擾，提升轉換效率與可靠性。透過這種設計，不需另設調壓電路，便可達成優化轉換器體積與性能的目的，大幅簡化系統控制與降低製造成本。

此外，在部分實施例中，低壓輸出直流/直流轉換器 3 進一步整合橋式開關電路 31、變壓器 T 與同步整流電路 32。其中，橋式開關電路 31 使用四個主開關 S1~S4，與諧振電路及變壓器的初級繞組 N_p 連接，進行諧振驅動與能量傳遞；變壓器的次級繞組 N_s 再透過同步整流開關 Sr1 及 Sr2 進行整流，將電能穩定地供應至低壓電池 9。

在實際運作中，車載充放電系統 1 可因應不同使用情境切換五種不同的運作模式，包括對高壓電池或外部設備的充放電操作，或是同時供應高壓與低壓電池的複合模式，靈活的運作方式讓本系統具備更高的應用彈性與整合性。

整體來說，本發明的車載充放電系統藉由總線電容作為共通電能轉換節點，搭配雙向充電器與具諧振功能的低壓轉換器設計，不僅有效解決了傳統系統因電壓範圍大所造成的效果與體積問題，亦免除需額外增加調壓電路的困擾，大幅提升車載充電系統的整體效能與成本效益。

3.3.4 輔助服務技術

輔助服務技術如前述 2.3.4 所介紹之「調頻備轉容量」、「電能移轉複合動態調節備轉容量」技術手段。

3.3.4.1 協調儲能站快速調節之應用

公開號：CN 110854911A

發明名稱：一種基於協調控制器的儲能站功率快速控制方法及裝置

申請人：國網江蘇省電力有限公司電力科學研究院；國家電網股份有限公司

公開日：2020/02/28

當功率調節系統（PCS）在功率調節過程中反應速度不一致、無法有效支援電網的動態電壓穩定與一次調頻控制，將致使儲能電站額外配置靜態虛功產生器（SVG）及提升調頻參數，以維持電網穩定，造成設備投資與維運成本的提升。為因應此一問題，本發明提供一種全站統一的快速控制架構，藉由協調控制器對儲能系統中的功率調節進行集中式計算與指令下發，達到簡化控制邏輯、加快反應速度與提升系統協調性的目的。

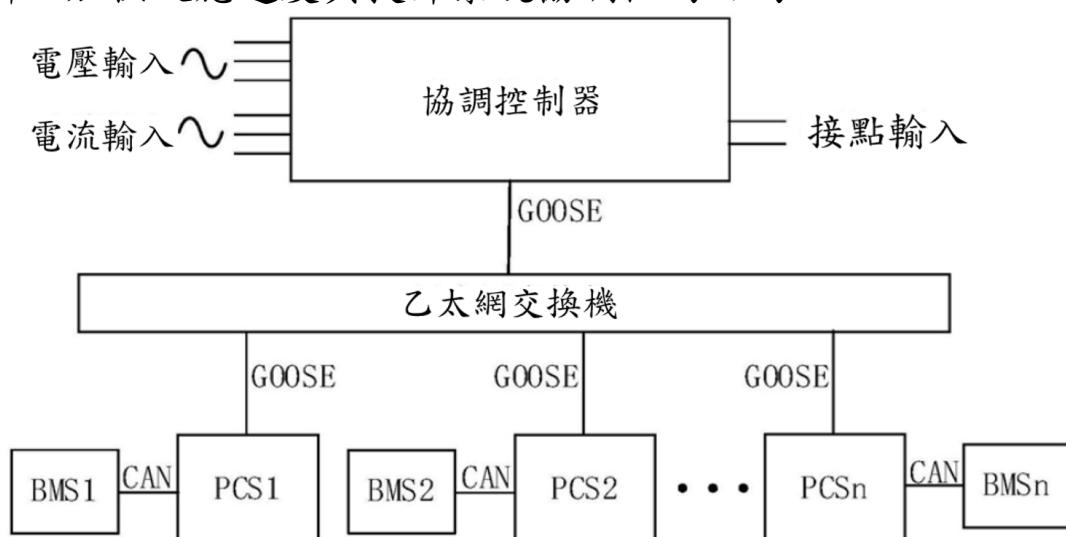


圖 87 儲能站功率快速控制系統結構圖

如圖 87 所示，本發明的控制系統主要包括協調控制器、多台 PCS、多台電池管理系統（BMS）與乙太網交換機。其中協調控制器與各 PCS 透過乙太網構成星狀拓樸架構，BMS 則與 PCS 透過 CAN 匯流排一對一相連。協調控制器具備模擬量採集接口、乙太網接口與接點接口，能即時取得電網的電壓與電流參數，進而計算出頻率與電壓的即時變化。根據計算結果，協調控制器可產生對應的功率調節量，並透過 GOOSE 協定將實功與虛功的調節指令迅速下達至各 PCS，使其即時調整輸出，進而實現快速的一次調頻與動態虛功調節。

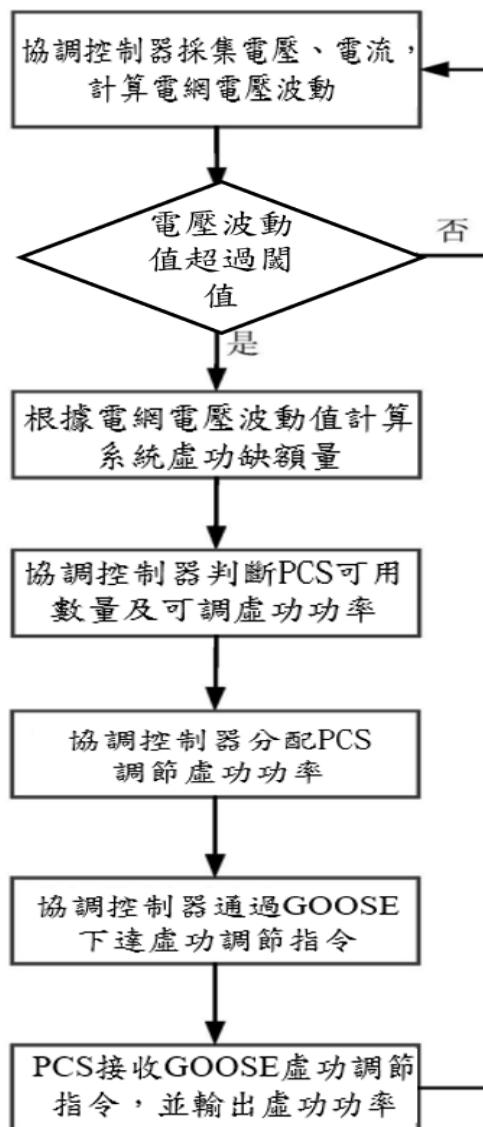


圖 88 儲能站動態虛功快速控制流程圖

為解決電壓波動問題，本發明提出了動態虛功快速控制流程，圖 88 清楚描繪了其處理邏輯。首先，協調控制器即時監測接入電網的電壓幅值與波動，若電壓波動值超過預設閾值，系統即判定需進行虛功補償。此時，協調控制器將依據各 PCS 的可調虛功容量計算整體可調虛功量，再取該值與系統所需虛功總量的最小值作為實際可調總量，並平均分配至所有可用的 PCS，最終將每台 PCS 的調節量透過 GOOSE 通訊發送，使其輸出對應的虛功功率，有效支援電網電壓的即時穩定。

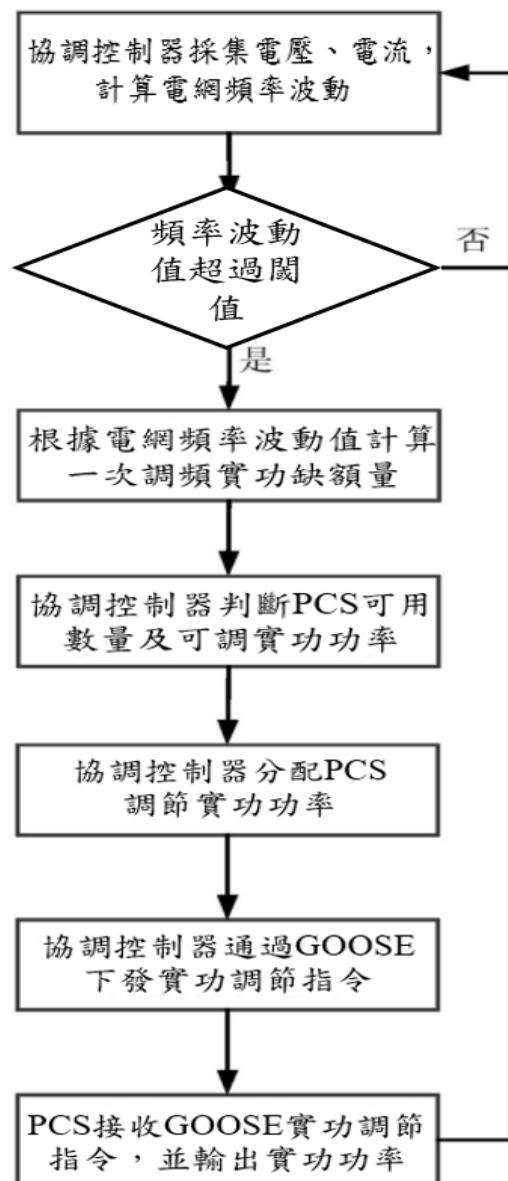


圖 89 儲能站一次調頻實功快速控制流程圖

另一方面，針對電網頻率的波動，本發明也設計了一次調頻實功快速控制流程，如圖 89 所示。當協調控制器偵測到電網頻率偏離基準值且超過設定閾值，即啟動調頻流程。首先計算所需的充電與放電調節實功，再根據各 PCS 當前的充放電能力與電池的剩餘電量（SOC）比例，推算出實際可調總量。系統隨後將該總量依比例分配至每台可用 PCS，並下達調節指令，令 PCS 即時輸出實功功率支援頻率恢復。

透過協調控制器對整體儲能站進行即時資料蒐集與功率調節量運算，不僅提升了儲能系統反應的快速性與一致性，亦可避免 PCS 獨立運作時可能出現的判斷偏差與反應差異。此外，協調控制器取代原需搭配的 SVG 與複雜的二次調頻邏輯，進一步降低系統建置與運營成本，並簡化維護作業。整體架構設計強調通訊的即時性與容錯性，包含乙太網備援機制、GOOSE 優先級設定等，確保在變化快速的電網環境中能穩定輸出控制指令。

綜上所述，本發明提供了一種以協調控制器為核心的快速功率調節解決方案，不僅針對傳統分散式控制存在的不足加以優化，也使儲能系統在一次調頻與動態虛功調節領域達到更高的性能與經濟效益，提升電網穩定性與儲能系統整體價值。

3.3.4.2 電網穩定控制之分散式儲能系統

公告號：US 10756543B2

發明名稱：METHOD AND APPARATUS FOR STABALIZING POWER ON AN ELECTRICAL GRID USING NETWORKED DISTRIBUTED ENERGY STORAGE SYSTEMS（使用網路分散式儲能系統穩定電網電力的方法和裝置）

申請人：STEM, INC

公告日：2020/08/25

隨著再生能源大量併網，風力與太陽能等間歇性能源逐漸取代傳統同步發電機，使電網缺乏即時的頻率調節與慣性支撐能力。加上終端用戶的用電行為變異性高，尖峰需求突增，進一步惡化供需平衡。本發明的系統設計即在於精準回應這些問題，兼顧系統彈性、經濟效益與電網穩定性。

傳統的儲能應用如定時充放電或單一需求設定點控制，往往無法即時回應突發的電網事件。這類系統反應遲緩，控制策略簡化，容易導致儲能過早耗盡，或無法在真正的高負載時段提供足夠的支援，反而需透過堆疊儲能容量以補足性能，造成資源浪費與建置成本提高。為此，本發明採取分散式設計，將儲能系統部署於用電地點的電表後端，使其更貼近實際負載端的需求特性，並具備即時反應能力。

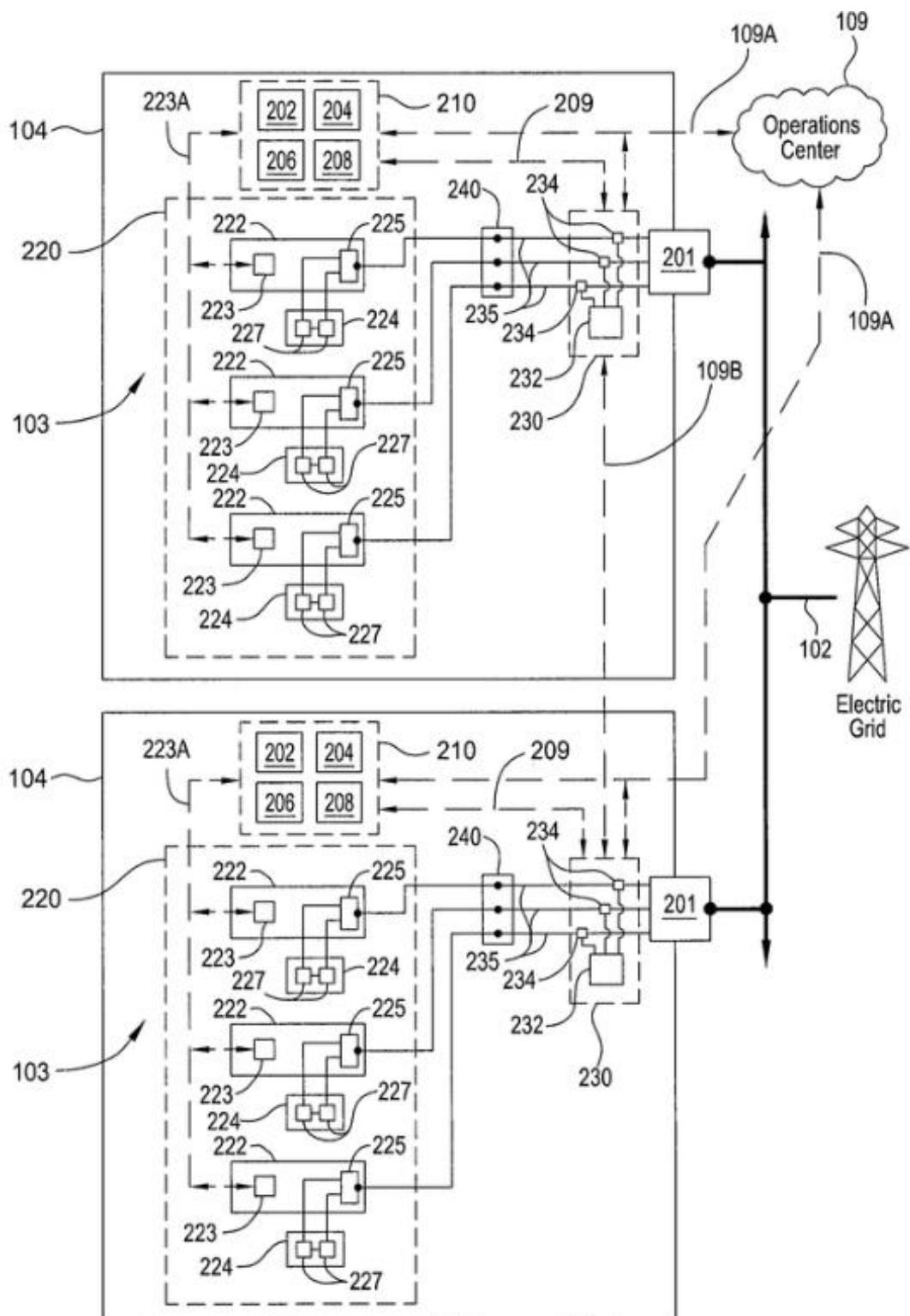


圖 90 兩個用電地點的分散式儲能系統實施例

如圖 90 所示，每一個用電地點 104 配備一套分散式儲能系統 103，包括電池模組 224、雙向功率轉換器 225、系統控制器 210 與電力監測模組 230。這些系統可彼此聯網，並與雲端優化

引擎持續通訊。透過分散式布建與集中式運算，本發明可同時掌握用電地點的用電動態與整體電網狀況，建構一套可即時調節、可預測的功率控制機制。

在穩定電網方面，本發明特別針對「功率波動」與「頻率震盪」這兩大問題提出技術解法。首先，藉由電力監測模組 230 即時監控導體 235 的電流與電壓，系統可判斷當前負載變動是否異常，並於毫秒級時間內透過雙向功率轉換器 225 進行快速放電或充電，以穩定瞬間功率變化。這種快速補償機制，能有效抑制來自負載端的功率震盪，減少對配電設備的衝擊，延長其使用壽命，並維持電壓在可接受範圍內。

其次，在頻率穩定方面，系統控制器 210 內建的頻率下垂控制器會持續接收來自電網的即時頻率資訊，當偵測到系統頻率低於額定值（如 60 Hz），系統控制器 210 會觸發放電機制，提高當地的供電功率，以支援頻率回升；反之，當電網頻率高於額定值，系統則會啟動充電程序，吸收多餘能量，抑制過量供電造成的頻率飆升。此機制可模擬傳統同步發電機的「慣性」與「調速器」功能，在再生能源滲透率高的情況下，提供必要的動態穩定支援。

進一步而言，本發明的雲端優化引擎可根據歷史負載數據、即時氣象資料、電價與電網參數等因素，模擬未來的用電與電網波動情境，並為每一用電地點計算專屬的控制參數。這些包含「時間變動的負載設定點」與「預期電池電量曲線」的指令組會同步下傳至每個分散式儲能系統，供其作為即時決策依據。即使與雲端通訊中斷，系統亦可依據已接收之控制組合繼續自主運作數小時至數日，具備高度韌性與自治能力。

圖 90 所示的系統亦展示了多個用電地點之間的互聯機制。各分散式儲能系統 103 可透過有線或無線方式 109B 互通資訊，

並與運營中心 109 通信，當某地發生異常波動時，鄰近地點的儲能系統可立即協助補充功率，形成區域性頻率調節與功率穩定群體，進一步擴大整體系統的回應範圍與穩定能力。此種協作式控制策略，不僅適用於個別用電戶，也可進一步擴展至微電網或虛擬電廠（VPP）架構中。

本發明不僅有效解決傳統儲能系統反應不足與儲能容量浪費的問題，更重要的是，透過即時監控、雲端智慧預測與分散式主動控制的技術手段，實現電網功率波動的平衡、頻率震盪的抑制與整體電力品質的提升。在面對再生能源大量併網與負載行為不確定性高的電力環境下，本發明所揭示的架構與方法提供一套具高度實用性、彈性與可擴展性的解決方案，對於現今與未來的智慧電網發展具有重大意義。

3.3.4.3 應對電網頻率波動的光儲控制方法

公告號：CN 112086997B

發明名稱：一種基於變功率追蹤和超級電容儲能的太陽能協調調頻控制方法

申請人：華北電力大學

公告日：2023/01/24

在再生能源滲透率持續攀升的背景下，如何兼顧太陽能發電的效果與電網穩定性，成為一項關鍵技術挑戰。本發明專利核心目的是為了解決大規模太陽能機組併網後對電力系統頻率調節能力造成削弱，以及既有調頻策略導致發電效益降低與系統穩定性受損的問題。

傳統的太陽能系統主要依賴最大功率點追蹤（MPPT）技術運行，太陽能出力受日照與溫度影響，缺乏慣性阻尼特性，無法參與一次調頻，進而使得電力系統容易受到功率波動與故障影響。過往解決方案主要分為兩類：一是配置儲能設備以進行緩衝，但涉及成本與配置優化問題；二是預留實功備載容量（實功備援），雖可降低成本，但也犧牲了發電效益。

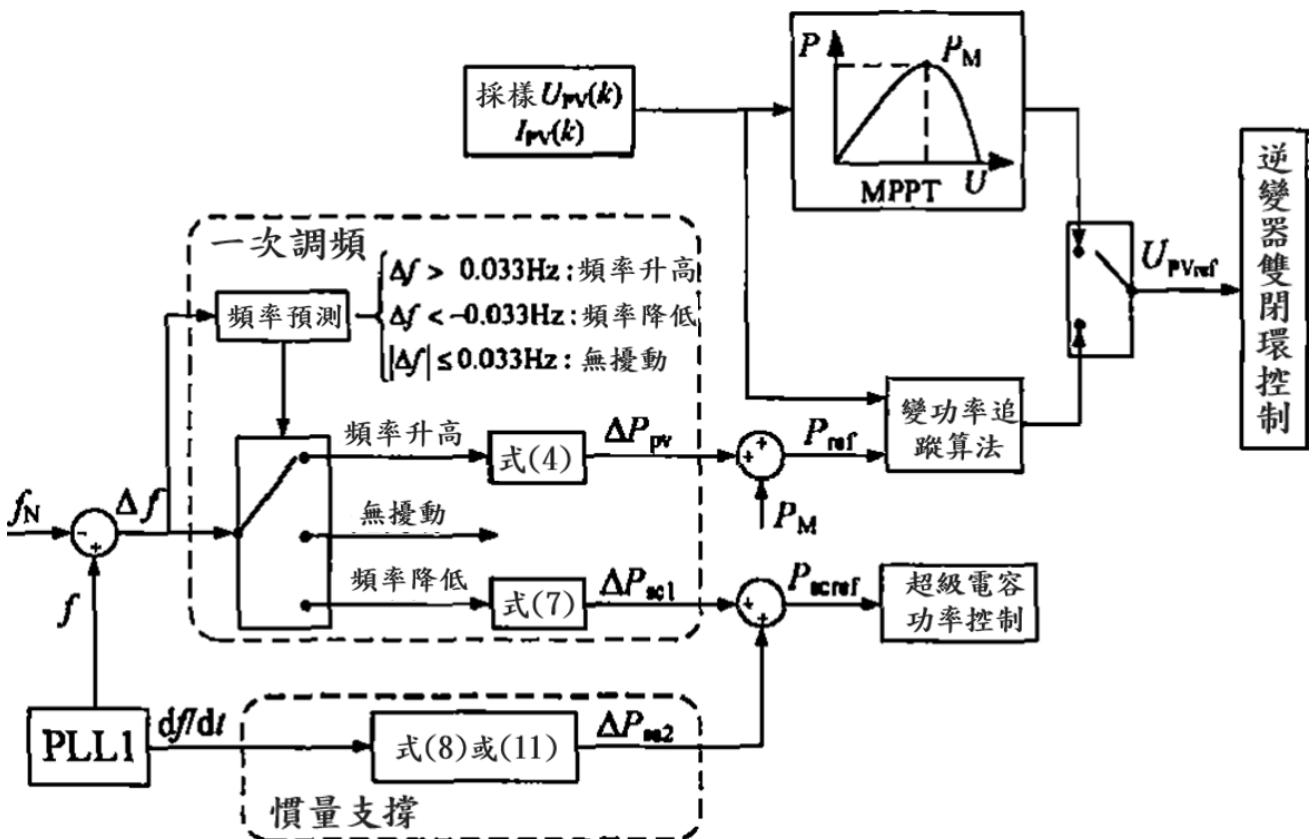


圖 91 變功率追蹤和超級電容儲能的協調控制框圖

本發明提出的技術手段結合了變功率點追蹤（VPPT）與超級電容儲能系統，形成一套能靈活因應電網頻率擾動的協調控制策略。根據圖 91 所示的變功率追蹤和超級電容儲能的協調控制框圖，系統初始運作於 MPPT 模式，在無擾動時可保持最大功率發電。當偵測到頻率上升，會進入 VPPT 模式，主動調降太陽能發電出力以響應頻率上升擾動；當頻率下降時，則透過超級電容儲能系統補足調頻需求。

其中，超級電容儲能系統透過雙向 DC-DC 變流器連接於太陽能直流母線，具備高功率密度與快速響應特性，能夠即時提供一次調頻與慣量支撐。此外，針對慣量支撐控制，本發明更引入頻率微分反饋方式，其關鍵在於如何準確量測頻率變化率 (df/dt)。考量到傳統鎖相迴路（PLL）在頻率突變時難以準確反映實際變化率，導致支撐功率跌落的現象，本發明專利提出利

用一階高通濾波對 PLL 量測值進行修正，當 df/dt 達特定閾值後，即以濾波後的值作為控制依據，避免由相角突變引起的振盪影響。

在控制策略的執行上，若系統頻率上升超過 0.033 Hz，VPPT 模式將引導太陽能機組的運行點移至 P-U 特性曲線的右側區域，調降太陽能出力以穩定系統頻率，並保留發電效益。而在頻率下降時，因太陽能系統已運作於最大功率點，需由儲能系統承擔調頻責任。儲能系統會根據即時荷電狀態（SOC）進行充放電控制，避免過充或過放，同時結合一次調頻功率與慣量支撐功率作為參考值進行功率調度。

本發明也針對經濟性進行分析。傳統實功備援策略雖可實現一次調頻，但會造成大量棄光與經濟損失。相比之下，配置超級電容的儲能方案雖有初期投資，但在長期運行中因能維持最大發電效率且具有快速響應能力，整體經濟性優於傳統方案。透過圖 91 的協調控制框圖，本專利呈現策略轉換與功率調節邏輯，提出能兼顧發電效益與電網穩定性的創新控制方法。

3.3.4.4 儲能系統之電網黑啟動方法

公告號：CN 111130102B

發明名稱：基於儲能系統的電網黑啟動方法及系統

申請人：陽光電源股份有限公司

公告日：2021/09/03

本發明揭示一種「基於儲能系統的電網黑啟動方法及系統」，主要解決在電網發生故障或停電後，如何快速且可靠地重新啟動電網運作的技術問題。現有的黑啟動技術大多仰賴傳統發電機與複雜的同步確認機制，在儲能變流器並聯啟動過程中往往會因通信繁瑣與等待同步確認時間過長，導致啟動效率低落，甚至降低系統穩定性與可靠性。本發明提出的技術方案，正是針對上述問題加以改善，目標在於縮短黑啟動時間並簡化啟動流程，提升整體系統的穩定性與實用性。

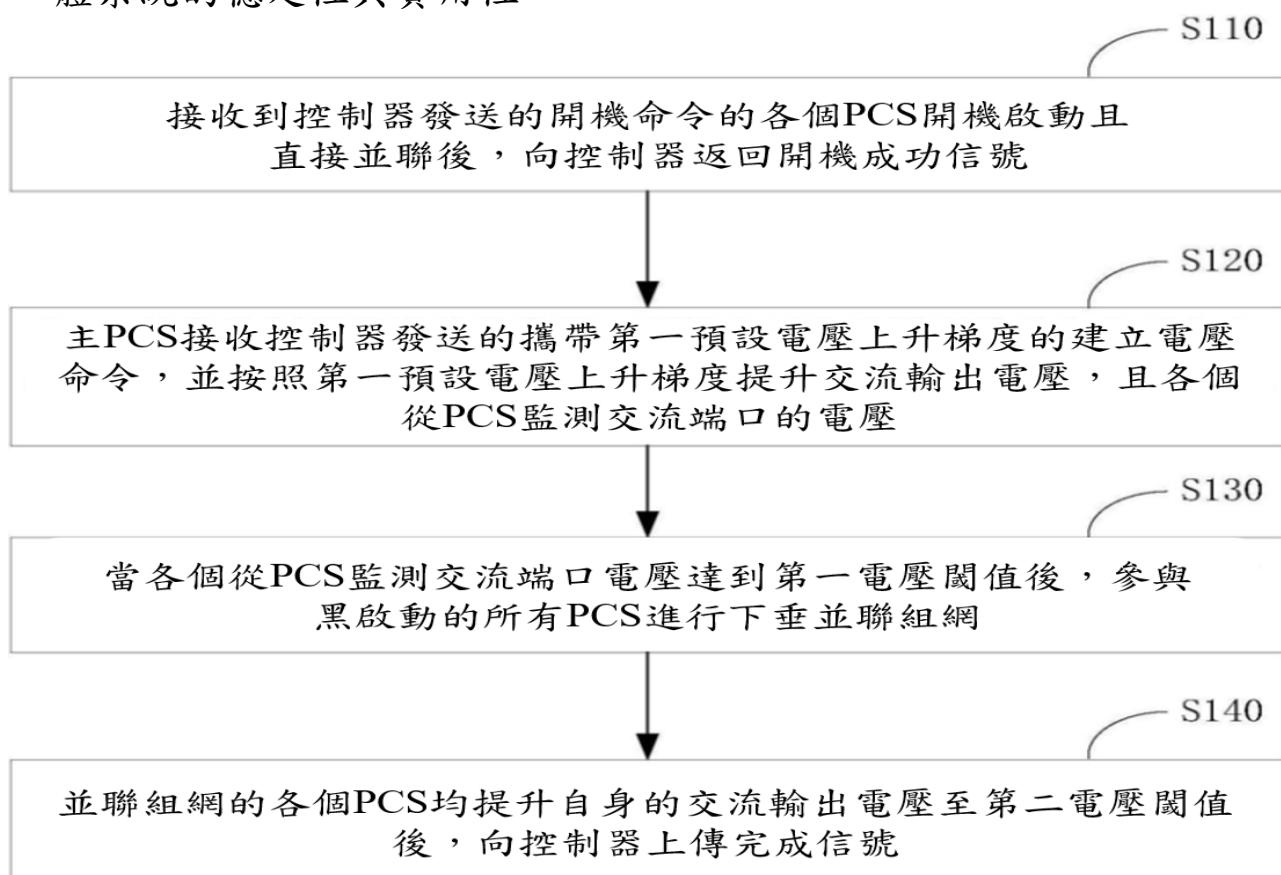


圖 92 本發明的儲能系統電網黑啟動方法流程圖

本發明的方法流程如圖 92 所示，包含多個步驟並搭配儲能變流器（Power Conversion System, PCS）及其控制邏輯進行說明。首先，當電網控制器偵測到黑啟動需求時，會向各 PCS 發送開機命令。此時，所有參與黑啟動的 PCS 立即啟動並進行軟啟動程序，在未產生 PWM 訊號的狀態下直接閉合交直流側的開關，形成並聯狀態。由於初期輸出電壓為零，PCS 間可安全直接並聯，並回傳開機成功訊號。依據黑啟動所需容量確定參與的 PCS 數量，並選取其中任意一台 PCS 作為主機，其他 PCS 作為從機。

接續地，主 PCS 依據電網控制器所發送、內含「第一預設電壓上升梯度」的建立電壓命令，開始提升自身的交流輸出電壓，且各個從 PCS 監測交流端口的電壓。因所有 PCS 已處於並聯狀態，主 PCS 電壓上升將同步帶動其他從 PCS 的端口電壓上升。當從 PCS 偵測到其端口電壓達到「第一電壓閾值」時，所有 PCS 進行下垂並聯組網，即模擬傳統發電機的下垂特性以實現電力均衡分配。

完成下垂並聯組網後，所有 PCS 不再區分主從，皆依照各自的控制機制持續提升其交流輸出電壓至「第二電壓閾值」。在達到第二電壓閾值後，各 PCS 回傳啟動完成信號，電網控制器在確認所有儲能變流器皆已完成啟動後，發出穩態運行信號，系統正式轉入穩定供電階段，為發電機組及相關設備提供啟動所需電力，完成黑啟動程序。

與現有技術相比，本發明在 PCS 開機啟動時直接控制各個 PCS 並聯，主 PCS 建立電壓，從 PCS 監測交流端口電壓狀態，並在滿足組網條件時各個 PCS 下垂並聯組網輸出，過程不需要電網控制器與各個 PCS 反覆進行同步確認，顯著縮短黑啟動所需時間，並提升控制流程的效率與穩定性。此外，該方法允許電壓上升梯度依據實際需求進行設定，使黑啟動過程具備高度彈性，

適用於多種場域與電網條件，且不需在設備間設置額外的通信線，有效提升整體系統的可靠性與經濟性。

3.3.5 智慧電能技術

智慧電能技術如前述 2.3.5 所介紹之「機器學習」、「深度學習」以及「物聯網」技術手段。

3.3.5.1 應用歷史資料預測儲能系統電網響應方法

公開號：CN 115481905A

發明名稱：一種用戶參與的電網用電需求響應方法及相關裝置

申請人：廣西電網有限責任公司；南方電網科學研究院有限責任公司

公開日：2022/12/16

現行的用戶端太陽光電與儲能，多半僅作為備援或簡單併網，既缺乏科學測算，又可能因電壓與諧波未經專業調整而影響電網品質；更重要的是，家庭側的發電、儲能及用電往往與電網的彈性用電節奏不同步，導致有電時不一定在電網最需要的時候送電，難以發揮太陽光電與儲能的整體效益。為解決此一協調與調度的落差，本案提出「用戶參與的電網用電需求響應方法及相關裝置」，其核心原則是在需求響應期間，使用者不自電網取電，並能對電網反向供電，以資料驅動的方式讓家庭側資源與電網需求協同運作。

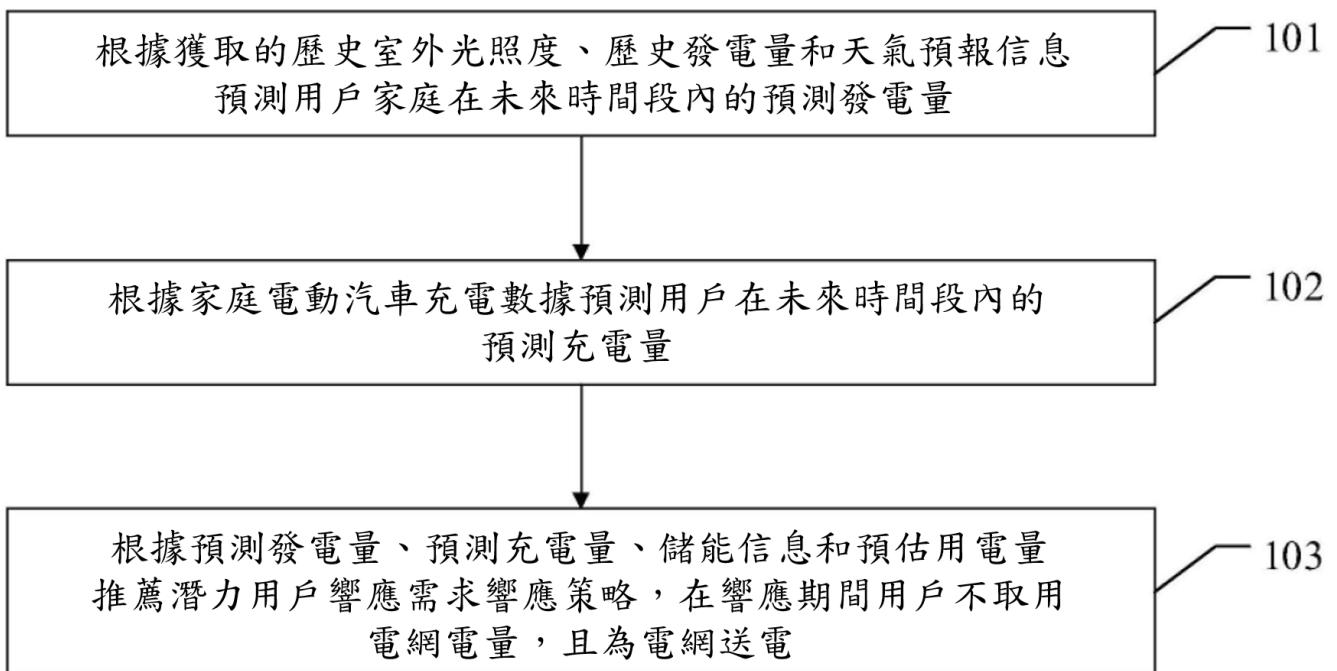


圖 93 用戶參與的電網用電需求響應方法流程圖

依圖 93 本發明的方法流程，首先蒐集歷史室外光照度與歷史發電量，結合天氣預報信息，建立未來時段的發電量預測；光
照度可由照度變送器取得，藉由天氣預報信息對應到翌日之室外
光照度，即可推估太陽光電系統的可發電度數。其次，系統讀取
家用電動車之充電樁電表資料，包含充電行為、開始與結束時間、
以及充電量，據以預測在相同時段的充電需求。進一步地，系統
可透過溫濕度感測器擷取室內環境，分析家庭用電量與溫濕度的
相關曲線，據以預估未來相鄰時段的用電量。最後，綜合預測發
電量、預測充電量、儲能信息與預估用電量，判定哪些為具「潛
力」的家庭使用者，並推薦其參與需求響應策略；在該策略下，
家庭在自身用電無虞且具備電量冗餘時，不取用電網，並對電網
送電。完成響應後，系統可依使用者實際響應時長，回饋電網響
應補助並辦理響應負載之申請。

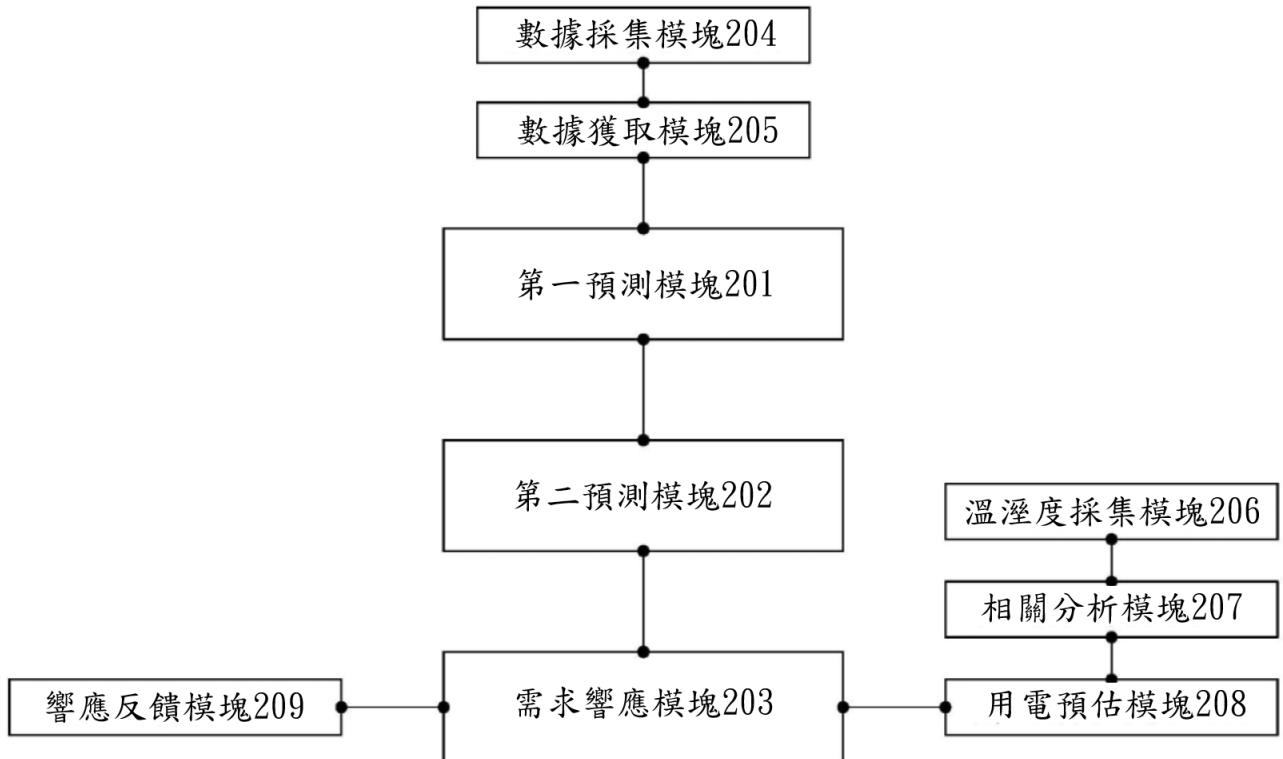


圖 94 本發明裝置結構示意圖

圖 94 所示之裝置結構則將上述流程模組化：包含第一預測模組（依歷史室外光亮度、歷史發電量與天氣預報信息推算家庭未來預測發電量）、第二預測模組（依家庭電動汽車充電數據推估預測充電量）、以及需求響應模組（綜合預測發電量、預測充電量、儲能信息與預估用電量，挑選具潛力使用者執行「不取電、反送電」的響應原則）。為支援預測與判斷，系統並設置數據採集與獲取模組（如照度變送器與充電樁電表介面）、溫濕度採集與相關分析模組（建立用電—環境的相關曲線），以及用電預估與響應回饋模組（根據響應時長提供補助）。透過此一模組化設計，確保家庭側電力在需求時段能穩定且可重現地支援電網。

綜觀技術效果，本案以可量化之歷史照度、發電與氣象資料為基礎，結合電動車充電行為與室內溫濕度對用電的影響，建立面向家庭場域的用電—發電—儲能整合決策；藉由在需求響應期間的「不取電、反送電」原則，既能在使用者具電量冗餘時有效

支援電網，又能維持自家用電的可靠性，使家庭太陽光電與儲能的效益最大化，同時回應電網對彈性用電的實際需求。

3.3.5.2 運用人工智慧的電動車電池健康監測系統

公開號：US 2023/0001794A1

發明名稱：METHOD AND DEVICE FOR ASCERTAINING A STATE OF HEALTH OF A BATTERY FOR A MEANS OF TRANSPORTATION（用於確定交通工具電池健康狀態的方法和裝置）

申請人：Robert Bosch GmbH

公開日：2023/01/05

本發明聚焦於在不增加額外感測成本或複雜估算模型的前提下，提供更精準地求取車輛電池（如：鋰離子電池）的健康狀態（SOH）。現有作法常以計算模型由溫度與荷電狀態（SOC）推估 SOH，但不同車輛與不一致的使用歷史（電流負載、溫度走勢等）會放大誤差，導致在各種運轉情境下可靠度不足，成為維運與壽命管理的痛點。本發明讓每次健康狀態的評估都先把電池帶到相近邊界條件，再用簡潔量測與演算法判讀健康程度，進而支援車上決策與機器學習的分類應用。

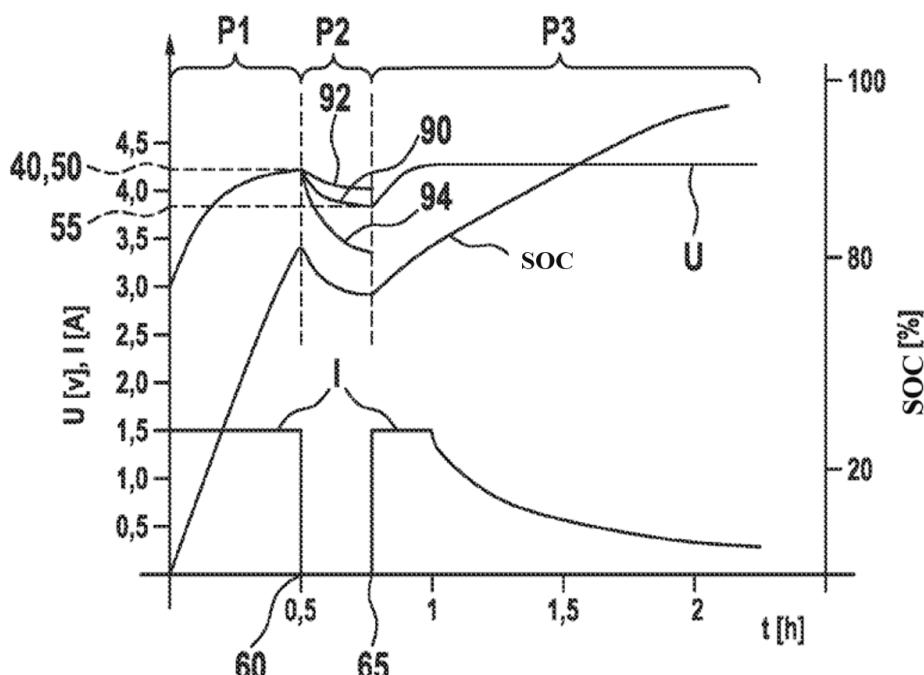


圖 95 以本發明求取 SOH，電壓、電流及 SOC 走勢圖

如圖 95 所示，系統首先在第一充電階段 P1 以恆定電流 (CC) 把電池充至預先設定的目標電壓（例如 4.1V，目標通常位於終止充電電壓的 80%~100% 之間），藉此建立可比較的初始狀態；完成充電後進入鬆弛階段 P2，在第一時間點量測第一電壓值，並於與前者不同的第二時間點再量測第二電壓值。工程上可直接使用兩電壓之差或兩量測時間間隔上的斜率（梯度）作為鬆弛指標；為確保總時程可控且具有鑑別度，兩時間點間隔優選落在 1~10 分鐘。系統再把該差值／梯度與預存的對照表比對，將當次電池健康狀態對應到合適的等級，對照不同鬆弛特性曲線可區分「非常良好、良好、較差」等健康狀態，並於第二充電階段 P3 補足至滿電量以便隨後使用。為降低歷史路徑造成的偏差，本發明亦規劃在評估前檢核初始 SOC 與溫度是否落於指定範圍，必要時在第一充電期間導入溫度調節，使評估起點一致；鬆弛後若偵測到各單體電壓差異過大，還會啟動被動式電池平衡，避免單體電壓不一致導致提前終止充電或影響判讀。

本發明可藉由機器學習扮演在健康狀態分級上的角色，車載分析單元可將第一、第二電壓值、兩次量測間隔、當時溫度等必要資料，上傳至外部伺服器；伺服器彙整多車隊／多車型資料，透過機器學習方法自動將電池健康狀態分類分級，並可對比不同車輛之 SOH 分布以做可信度驗證。同時，亦可依彙整樣本動態校正之本地對照表（差值／梯度對應 SOH 的映射），再回傳車端以持續提升判讀精度。此一設計既可在車上即時使用，也可在伺服器端以更大量的資料集進行學習，特別適合隨車隊規模與使用情境演進而持續精進的健康狀態管理。此外，系統可根據健康評估結果在車內人機介面輸出提示，例如未來充電策略、駕駛建議、使用時段或電池更換時點，或依預設標準自動限縮最大輸出功率等，以延長壽命並維持安全營運。整體而言，本發明以可重

現的鬆弛電壓量測為基礎，結合對照表比對與機器學習分類，在不增加額外感測成本或複雜估算模型的前提下，實現更準確且可規模化部署的車用電池健康狀態求取方法與裝置。

3.3.5.3 人工智慧之微電網運行成本最小化策略

公開號：CN 116247648A

發明名稱：一種考慮源荷不確定性下微電網能量調度的深度強化學習方法

申請人：國網浙江省電力有限公司經濟技術研究院；浙江工業大學

公開日：2023/06/09

由於再生能源發電與用電負載皆具不確定性，傳統如線性優化算法、啟發式算法或魯棒優化算法等在實務情境常面臨收斂慢、精度不足與規劃保守的缺陷；即便採用深度強化學習，若將連續決策動作離散化，亦容易造成調度不精確與經濟性不佳。為此，本發明基於長短期記憶（LSTM）神經網路與深度確定性策略梯度（DDPG）結合，建立能處理連續動作、並顧及再生能源與負載不確定性的調度框架，在滿足安全與需求的前提下，達成微電網日常運行成本最小化。

在模型建構上，首先設計在滿足負載需求以及微電網安全運行的前提下，以運行成本最小為導向的優化調度模型，成本由向主電網購電成本、儲能設備折舊成本與太陽光電設備維運成本三部分組成；同時建立三類的約束條件：其一為儲能功率與荷電狀態（SOC）上下限與單一工作狀態等限制，並要求調度周期初末SOC一致；其二為功率平衡與同時購售電禁止；其三為與主電網交互功率不得超過設備容量，以確保變壓器安全運行。透過上述約束，形成可供強化學習互動之環境與邊界。

接著將問題表述為馬可夫決策過程：狀態向量涵蓋負載、太陽光電出力、儲能 SOC、購售電價與當前時段；動作為連續的儲能充／放電功率；獎勵函數分為兩部分，其一由運行成本函數轉換並以兩個正數係數進行縮放，以減緩再生能源造成的大幅波動；

其二為懲罰項，包括調度過程中 SOC 越限的懲罰，以及周期末 SOC 未達指定目標的終端懲罰，使策略在全周期內維持可行與穩定。

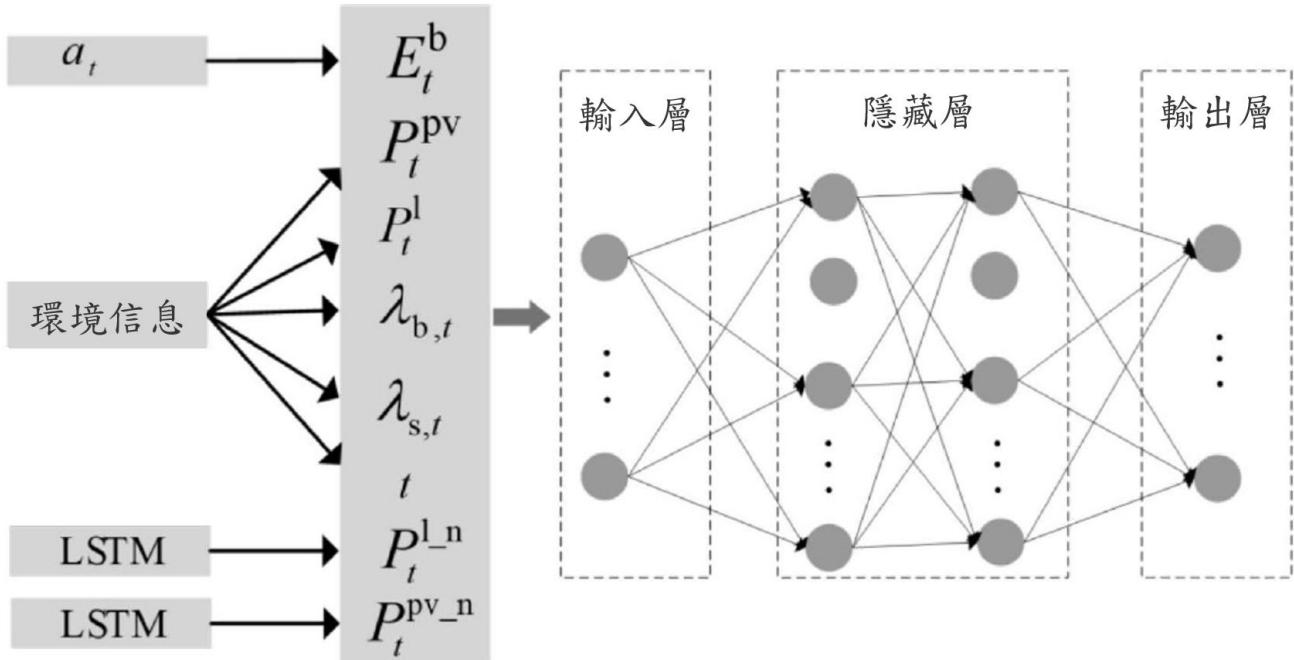


圖 96 DDPG 策略網路輸入結構圖

技術手段的核心在於以 LSTM 預測未來時段之再生能源及負載特徵，並與當前狀態共同作為 DDPG 策略網路的輸入，以持續輸出連續調度動作；此一輸入結構即如圖 96 所示。為增強探索能力，演算法將策略網路輸出的動作視為常態分布之平均值，藉由可衰減的標準差進行隨機取樣，以控制探索幅度；並配合經驗回放集進行訓練，由目標價值網路計算目標值，透過損失函數最小化與軟更新（以小係數 τ ）同步更新目標網路參數，逐步提升策略穩定度與收斂性。

在效能驗證上，發明以歷史一年資料訓練 LSTM 並規劃尖峰、平段、離峰的分時電價與儲能容量、充放電限制及 SOC 界線，進行日內調度模擬。結果顯示，在離峰且光電不出力時段，系統主要自主電網購電並為後續尖峰充電備能；於尖峰時段則結合光電出力與儲能放電以降低購電成本；在平段、光電較高時則顯著

減少向主電網購電。進一步與未結合 LSTM 者相比，本方法可有效降低運行成本，並在多組隨機種子與異地資料集測試下呈現穩定與具泛用性之表現。綜上，該 LSTM-DDPG 框架避免連續動作離散化帶來的策略退化，能即時產生可行且經濟的微電網調度決策。

3.3.5.4 數位孿生驅動的微電網能源管理系統

公開號：CN 112332444A

發明名稱：一種基於數位孿生的微電網能量管理系統

申請人：華北電力大學

公開日：2021/02/05

隨著分散式能源的大量併網，傳統電力系統正面臨來自分散式能源的間歇性以及不確定性挑戰。微電網作為整合分散式能源的重要解決方案，具備自主供電、彈性調度等特性，但現行的能量管理系統往往只聚焦於電壓、頻率等基礎參數的監測，對設備的健康狀態掌握不足，亦缺乏即時反饋機制與完整的系統模擬能力。再者，傳統系統的資料傳輸架構較為封閉，且資訊安全性與跨系統溝通能力也明顯不足，人機互動更僅止於資訊展示，難以支援操作人員進行動態控制與決策。

為解決上述問題，本專利提出一種基於數位孿生的微電網能量管理系統，採取五層分層設計，分別為：實體微電網層、虛擬空間建模層、能量管理層、智慧控制層及人機互動層，如圖 97 所示。

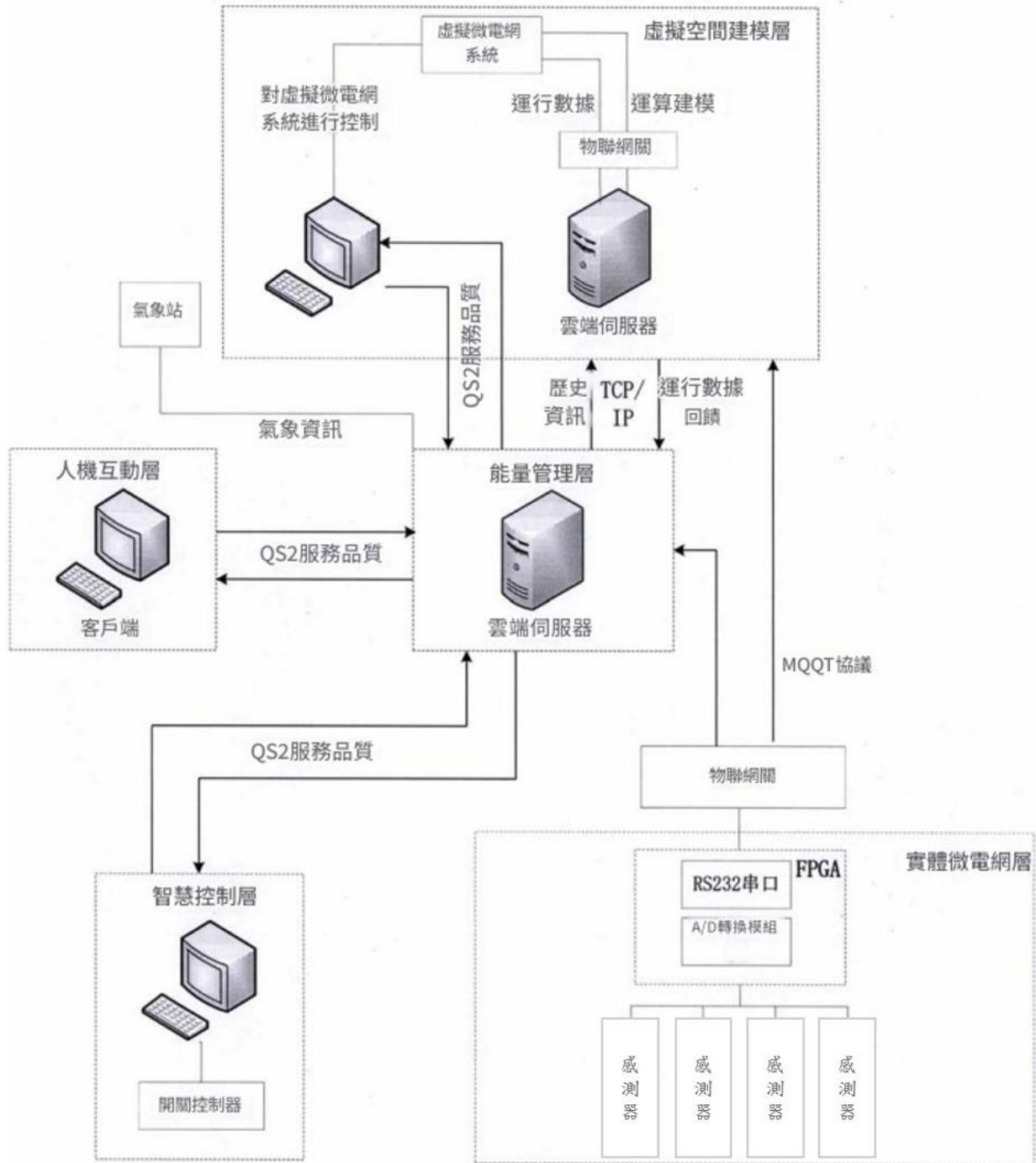


圖 97 微電網能量管理系統層級間通信結構圖

在實體微電網層中，系統包含太陽能發電、風力發電、儲能設備、柴油發電機與各類負載。透過感測器、攝影機和基於射頻技術採集到的類比訊息，系統能即時蒐集設備運作數據與環境資訊，這些資料經由 FPGA 進行類比/數位轉換後，藉由物聯網關以 MQQT 協定傳輸至能量管理層和虛擬空間建模層的雲端伺服

器，做為後續建模與預測之依據。

虛擬空間建模層作為本系統的技術核心，透過雲端平臺建構一套與實體微電網一比一對應的數位孿生模型，並隨著資料更新進行動態演化。此數位孿生模型不僅能即時模擬系統運作行為，亦能用於預測不同調度策略的執行結果，達成虛實同步與預先驗證的目標。

在能量管理層方面，系統內建資料庫、預警模組、預測模組、調度與優化模組等關鍵功能。其中，預測模組能運用機器學習與長短期記憶模型（LSTM），對用電負載、電價變動與再生能源發電量進行高精度預測。調度模組則根據預測結果訂定初步運行計畫；優化模組再進一步以經濟效益、最低碳排放與最低尖峰購電為目標，利用粒子群演算法進行多目標優化。

所有調度與優化策略會先在虛擬微電網中模擬執行，經由模擬結果回饋進行修正，確保策略在真實系統中實施的可行性與穩定性。當最終方案確定後，智慧控制層會根據指令自動控制各項設備，例如啟停發電機、調整功率輸出、儲能系統充放電等操作。

最後，人機互動層讓管理人員可即時掌握系統狀態、參數異常與能源流動狀況。除了被動觀測之外，操作人員亦可根據經驗發送控制指令，系統再將這些指令同步至虛擬與實體微電網中，實現真正的互動式決策參與。

第四章、結論與建議

4.1 結論

本文就全球專利趨勢分析、國內專利趨勢分析以及關鍵專利技術研究分析之三個方面彙整結論。

4.1.1 全球專利趨勢分析結論

智慧儲能併網之專利公開/公告件數前三位的國家或地區，分別為中國大陸、美國及日本，這三個國家或地區的申請量占了全世界總申請量的七成以上。其中，中國大陸的公開公告件數大於其他國家或地區，且在近年的公開/公告件數呈現明顯的成長趨勢。

關於全球前十大 IPC 專利分類技術，配合智慧儲能併網檢索關鍵字過濾之後，第一大為 H02J 3/38，係有關於由兩個或兩個以上發電機、交換器或變壓器搭配智慧儲能對一個網路並聯饋電之裝置；第二大為 H02J 7/00，係有關於用於搭配智慧儲能之電池組充電或去極化或用於由電池組向負載供電之電路裝置；第三大為 H02J 3/32，係有關於用有變換裝置電池組之智慧儲能方法網路內平衡負載的裝置；第四大為 H01M 10/44，係有關供維護用之智慧儲能之二次電池或二次半電池之充電或放電之方法；第五大為 H02J 3/00，係關於交流幹線或交流配電網路之智慧儲能裝置；第六大為 H02J 3/28，係有關於用智慧儲能方法網路內平衡負載的裝置；第七大為 H02J 7/35，係有關於兼用光敏智慧儲能蓄電池與其他直流電源之網路內的並聯運行；八大為 H01M 10/42，係有關供維護用之智慧儲能之二次電池或二次半電池之方法及裝置；第九大為 H02J 3/46，係有關於發電機、變換器或變壓器搭配智慧儲能之間輸出分配之控制；第十大為 G06Q

50/06，係有關專門適用於能源供應搭配智慧儲能之數據處理的資訊和通訊技術。

第 18 大 IPC B60L 11/18 原為用使用初級電池，二次電池或燃料電池為車輛供電給內部電源為電力推進，惟隨著科技發展於 2019 年的 IPC 分類增修中被新增 IPC B60L 50/50 至 B60L 58/40 所取代，現已不再使用，足見近年電動車電池充電及回饋電網等相關儲能新技術對 IPC 分類產生影響，並衍生新的 IPC 分類。

在全球專利前二十大 IPC 中，隨著近年人工智慧的快速發展，智慧電能技術也呈倍數成長，可見除了儲能系統對傳統電網造成電網更新外，人工智慧也正逐漸改變傳統的電力預測模型與運算，電網的大規模改革勢在必行。

全球前十大申請人/專利權人，依序為中國大陸國家電網、中國大陸南方電網、日本豐田、德國博世、中國大陸華為、中國大陸陽光電源、日本日立、韓國 LG 新能源、中國大陸西安熱工，以及韓國三星 SDI；其中全球前五大申請人於 H02J 3/38、H02J 7/00(能源管理技術)申請量最多，故其在該技術領域的競爭亦較大。

全球前二十大申請人/專利權人中以中國大陸占比較多，且綜觀前 20 大申請人/專利權人可以發現，電動車相關業者占 1/3，以及前 20 大 IPC 中出現的 B60L 11/18 發現電動車用於儲能之專利正逐漸受到重視，如電動車併網 V2G (vehicle-to-grid) 利用電動車電池，讓電能從汽車流向電網，也可以由電網流向汽車，增加電動車電池的利用率，透過 V2G 可以減少電網儲能系統的建置成本。

在「全球前十大專利申請人/專利權人 v. 前十大 IPC」中可以發現，電池控制技術未集中於特定申請人/專利權人，係因與傳統電網技術差異甚大而且電池控制技術競爭者多，故不易遭電

網相關業者（如前兩大申請人/專利權人：國家電網及南方電網）壟斷，不同於發電、輸配電相關專利技術（如電網穩定度或智慧電能）被特定公司及企業大量持有。

在「前十大專利申請人/專利權人 v. 前十大專利局 / 專利組織」中專利申請人/專利權人將其大部分申請量布局在其所在國家之專利局 / 專利組織係為常態，中國大陸國有企業的專利申請人/專利權人更將 90% 以上的專利布局在中國大陸。

4.1.2 國內專利趨勢分析結論

由國內專利申請趨勢分析可知，我國近 20 年之智慧儲能併網相關專利申請量逐步成長，究其原因除智慧儲能併網是國際的發展趨勢外，我國政府的相關政策亦是其推動的助力，如 2009 年通過「再生能源發展條例」及後續儲能相關獎勵辦法後，帶動相關產業及促進國家永續發展，對於我國智慧儲能併網相關技術有一定的貢獻，也使得專利申請數量逐年成長。

關於國內前十大 IPC 專利分類技術，配合智慧儲能併網檢索關鍵字過濾之後，第一大 IPC 為 H02J 3/38，係有關於由兩個或兩個以上發電機、交換器或變壓器搭配智慧儲能對一個網路並聯饋電之裝置；第二大 IPC 為 H02J 7/00，係有關於用於搭配智慧儲能之電池組充電或去極化或用於由電池組向負載供電之電路裝置；第三大 IPC 為 H02J 7/34，係有關於搭配智慧儲能之電池組向負載供電之電路裝置，兼用蓄電池與其他直流電源之網路內的並聯運行；第四大 IPC 為 H02J 9/06，係有關於搭配智慧儲能之緊急或備用電源回路裝置-具有自動轉換者；第五大 IPC 為 H02J 7/02，係有關於搭配智慧儲能之電池組充電或用於由電池組向負載供電之電路-用變換器由交流幹線為電池組充電者；第六大 IPC 為 G06Q 50/06，係有關專門適用於能源供應搭配智慧儲能之數

據處理的資訊和通訊技術；第七大 IPC 為 H02J 7/35，係有關於兼用光敏智慧儲能蓄電池與其他直流電源之網路內的並聯運行；八大 IPC 為 H01M 10/44，係有關供維護用之智慧儲能之二次電池或二次半電池之充電或放電之方法；第九大 IPC 為 G01R 31/36，係有關於搭配智慧儲能之測試，測量或監控蓄電池或電池之電氣狀況之裝置；第十大 IPC 為 H02H 7/18，係有關於搭配智慧儲能之電池組/蓄電池之緊急保護電路裝置。

關於國內前五大技術主題，由前述前十大 IPC 之分析結果可歸納出前五大技術主題，依序為「能源管理技術」、「電池控制技術」、「輔助服務技術」、「電力轉換技術」以及「智慧電能技術」。

關於我國受理之前十大申請人/專利權人，依序為台達電子工業股份有限公司、鴻海精密工業股份有限公司、國家原子能科技研究院、國家中山科學研究院、美國博隆能源公司、工業技術研究院、睿能創意股份有限公司、中興電工機械股份有限公司、比亞迪股份有限公司，以及旭隼科技股份有限公司。

關於我國前三大申請人競爭分析，我國前三大申請人/專利權人於 H02J 3/38(並聯饋電技術)、H02J 7/00(電池供電技術)、H02J 7/34(電池並聯控制)、H02J 9/06(緊急備源技術)，以及 H02J 7/02(電池電力變換)申請量最多，故其在該些技術領域的競爭亦較激烈。

4.1.3 關鍵專利技術研究分析結論

本次報告將智慧儲能併網相關專利分為五大技術主題，分別為「能源管理技術」、「電池控制技術」、「電力轉換技術」、「輔助服務技術」及「智慧電能技術」。

在「能源管理技術」相關專利中，為規劃與優化儲能系統的

充放電策略，並協調多種能源來源的運作，IPC 以 H02J 3/38（由兩個或兩個以上發電機、交換器或變壓器對一個網路並聯饋電之裝置）的專利案件數最多。

而在「電池控制技術」相關專利中，為增進儲能系統的安全性與壽命，常見於 H02J 7/00（用於電池組之充電或去極化或用於由電池組向負載供電之電路裝置）、H01M 10/44（供維護用之二次電池或二次半電池之方法及裝置充電或放電之方法）等分類。

在「電力轉換技術」相關專利中，涵蓋雙向變流器與逆變器，負責直流/交流之間的電力轉換，可見 H02J 7/02（用變換器由交流幹線為電池組充電者）分類。

另外在「輔助服務技術」相關專利中，透過頻率調節、電壓支撐與備援容量等方式提供電網輔助服務，具有不少 H02J 3/28（用儲能方法網路內平衡負載的裝置）、H02J 7/34（兼用蓄電池與其他直流電源之網路內的並聯運行，例如提供緩衝作用）分類的專利案件。

最後在「智慧電能技術」相關專利中，結合人工智慧、大數據與通訊技術，提升儲能系統的即時決策與預測能力，尤其以 G06Q 50/06（專門適用於特定事業部門之實施業務過程之數據處理的資訊和通訊技術-能源或水之供應）、G06Q 10/04（特別適用於行政或管理目的的預測或最佳化，例如線性規劃）等分類的專利案件具有代表性。

4.2 建議

本文就全球專利趨勢分析、國內專利趨勢分析以及關鍵專利技術研究分析之三個方面提出建議。

4.2.1 全球專利趨勢分析建議

智慧儲能併網之專利公開/公告件數前三位的國家或地區，分別為中國大陸、美國及日本，且至近年智慧儲能併網相關專利件數依然出現大幅增加的趨勢，顯示目前各國公司及企業在面對全球淨零排碳的壓力下，均紛紛研發智慧儲能併網技術，故建議我國的業者可多參考前述國家地區的智慧儲能併網技術，以利後續研發，達到淨零排放的目的。

隨著近年人工智慧對傳統預測模型的革新，相關技術運用在電網的專利申請案正在大量出現，申請量呈倍數成長，且人工智能亦為「五大信賴產業」之一，建議我國業者可以朝向智慧電能技術內容進行研發與申請專利，搶占我國在 AI 技術領域的科技領先。

各國電動車相關業者目前在電網如何與電動車電池進行互動（V2G）有相當研究，且目前該技術也正蓬勃發展，故建議我國業者可以朝向電動車電池併聯電網技術內容進行研發與申請專利。

4.2.2 國內專利趨勢分析建議

智慧儲能為當前國際的發展趨勢，而且我國政府的相關政策及獎勵亦是其推動的助力，故建議國內業者除自家公司的發展目標外，亦可配合政府的政策及研發補助獎勵，如民國 112 年 06 月 21 日經總統公布之修法後的「再生能源發展條例」，該條例規定設置再生能源發展基金用以補助儲能之研發，並強調公民參與能源事務，另預計 2026 年推出「表後儲能」獎勵政策，只要

儲能設備使用國產電池，也納入補助行列。

修法後的「再生能源發展條例」除了補助獎勵之外，用電大戶亦被賦予增升儲能設備使用比例的義務，若契約容量大於一定額度之用電戶必須設置一定裝置容量的再生能源或儲能設備，若是無法配合設置者，則以購買憑證或繳納代金的方式代替，即所謂的「大戶條款」(第 12 條)，以助益智慧儲能併網的發展，故建議用電大戶提前增升儲能設備使用比例，以避免受到負面的影響。

由國內前十大 IPC 之分析且歸納出前五大技術主題依序為「能源管理技術」、「電池控制技術」、「輔助服務技術」、「電力轉換技術」，以及「智慧電能技術」，可確定該等技術主題為目前之趨勢，故建議國內的業者可在研發時於該些技術領域適當著墨。

國內前五大申請人/專利權人，依序為台達電子工業股份有限公司、鴻海精密工業股份有限公司、國家原子能科技研究院、國家中山科學研究院，以及美國博隆能源公司，建議國內業者在研發時可參考之，復以前述我國政府之政策鼓勵、資金補助等方式輔導，相信可以得到更豐碩之產業發展成果。

國內前三大申請人競爭分析，我國前三大申請人/專利權人於 H02J 3/38(並聯饋電技術)、H02J 7/00(電池供電技術)、H02J 7/34(電池並聯控制)、H02J 9/06(緊急備源技術)，以及 H02J 7/02(電池電力變換)申請量最多，意味潛在市場較大，故建議業者可在該些技術領域適當著墨。

4.1.3 關鍵專利技術研究分析建議

儘管本報告以「能源管理技術」、「電池控制技術」、「電力轉換技術」、「輔助服務技術」，以及「智慧電能技術」五大技術主題進行介紹與分析，但實務上每一發明專利其技術領域常

涵蓋多個技術主題，而導致不易被明確劃分。例如，3.3.1.2 章節所述之「可移動儲能系統之調度策略」專利，其 IPC 包含 H02J 3/38，屬於典型的「能源管理技術」主題，然而同時也有 G06Q 10/04，顯示其與「智慧電能技術」亦有所關聯。更多例子可參閱 3.1.3「全球前五大技術主題分析」及 3.2.4「國內前五大技術主題分析」章節。由此可見，相關業者與技術人員除了具備自身領域的專業知識外，更需具備跨領域整合與思考的能力，才能突破單一技術的限制，並有效解決現有問題。

此外，隨著智慧電網、人工智慧等新興技術的快速發展，智慧儲能併網相關的專利創新亦將持續湧現。未來業者在研發與布局時，除了專注於核心領域技術外，也建議善用當前科技趨勢，從跨領域融合中尋找創新契機，以提升競爭優勢並推動整體技術進步。