

知識物件上傳表

計畫名稱：113年度「淨零排放-MW 等級儲能電池健康檢測及評估技術優化」(2/2)

上傳主題：儲能電池系統檢測技術開發業者暨場域實施現況解析

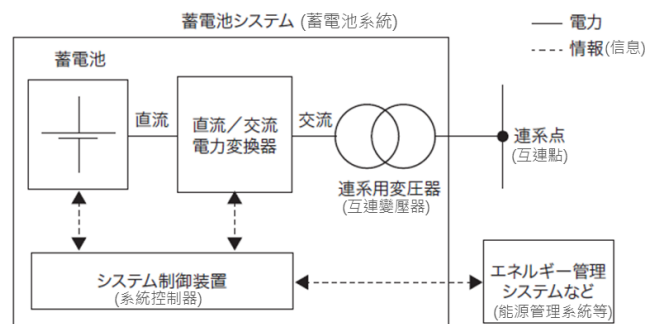
提報機構：工業技術研究院產業科技國際策略發展所

提報時間：2024年3月4日

與計畫相關	☒ 1.是 ☐ 2. 否
國別	☐ 1.國內 ☒ 2. 國外：日本、德國
能源業務	☐ 1.能源政策(包含政策工具及碳交易、碳稅等) ☐ 2.石油及瓦斯 ☐ 3.電力及煤碳(包含電力供應、輸配、煤炭、核能等) ☒ 4.新及再生能源 ☐ 5.節約能源(包含工業、住商、運輸等部門) ☐ 6.其他
能源領域	☐ 1.能源總體政策與法規 ☒ 2.能源安全 ☐ 3.能源供需 ☐ 4.能源環境 ☐ 5.能源價格 ☐ 6.能源經濟 ☒ 7.能源科技 ☐ 8.能源產業 ☐ 9.能源措施 ☐ 10.能源推廣 ☐ 11.能源統計 ☐ 12.國際合作
決策知識類別	☐ 1.建言(策略、政策、措施、法規) ☒ 2.評析(先進技術或方法、策略、政策、措施、法規) ☐ 3.標竿及統計數據：技術或方法、產業、市場等趨勢分析 ☐ 4.其他：
重點摘述	根據麥肯錫(McKinsey)研究報告指出，預計至2030年全球鋰電池需求規模將達到4.7 TWh，其中以動力(Mobility)、固定儲能(Stationary storage)應用占比最高，顯示出儲能系統應用獲全球市場接受並持續擴大建置，也因此促使儲能產業軟、硬體研發技術提升。為因應儲能技術升級後的管理方式，電池管理系統等既有調控技術需同步提升，同時也導入大型數據資料庫、雲端平台與 AI 等協作管理方法。本文就電池管理系統技術現況與業者、場域應用進一步研析後，觀察到業界對於電池管理系統(BMS)主要用以監測電池芯運作狀態，也包含電流、電壓與溫度等參數蒐集，整體由電路板、控制系統組合，從監管中防止過充電、過放電，進而延長電池壽命。為精準掌握電池運作安全，各界紛紛投入 BMS 相關檢測與診斷技術研發。 歐美、中國大陸為全球儲能系統市場發展關鍵區域，而日本、韓國為電池技術研發重點國家，根據工研院產科所研究，除了各國研究單位、學術機構外，電池生產製造商以及第三方軟體業者等皆提出相關電池檢測評估方法，例如美國國家可再生能源實驗室(National Renewable Energy Laboratory, NREL)、英國 Brillpower、日本電池生產製造業者 PANASONIC、TOSHIBA 與第三方軟體公司德國 TWAICE 等。整體而言，在電池退化、剩餘電池壽命的預測與診斷上，主要以溫度、電流、電壓、內阻、充放電循環、SOC 等電池參數為評估項目，同時利用統計分析、模型建置、機器學習相關工具與技術協助更精準估算。本文也就日本電池生產製造業者 TOSHIBA、德國第三方軟體公司 TWAICE 為例，解析出兩者在電池檢測技術、場域實施應用等方法作為潛在業者未來可能投入研發相關檢測技術之參考。
詳細說明	一、日本電池生產製造業者 TOSHIBA 及其檢測技術與場域應用

針對 TOSHIBA 早期公布電池劣化評估技術相關論文，包含充電曲線分析法、電池容量估計法等，其所研發之充電曲線分析法，可在不破壞電池與電池系統持續運作狀態下，對電池內部劣化程度進行相關診斷之技術。目前已導入 TOSHIBA 鋰電池 SCiB 相關蓄電池系統應用之診斷評估，亦可使用於不同鋰電池技術之檢測應用。而在2020年公布之「充電/放電電流的電池容量估計方法」，是以估計充放電電流與 SOC 間的電池估計儲存容量為主來評估電池剩餘容量狀態。此法需假設靜止狀態，亦即無電流流動的狀態，而非靜態則是電流流動的狀態，另參數 SOC 取自於開路電壓。為計算出儲電量(Storage electric volume, S_{EV})，需先取得時間序列下的電池運作狀態，並依據積分電流值帶入相關公式加以計算。

另外在考量直流電轉交流電的過程中，可能產生相關損耗，故 TOSHIBA 開發出交流電源估算電池容量技術，以功率轉換器轉換的交流功率值，從完全放電到完全充電狀態的積分功率值，相比初始功率容量之降級功率容量 (kWh) 後進行相關假設估計。



資料來源：TOSHIBA

圖1、電池系統與交流電間的串連結構圖

以電池電壓與其線性關係間取斜率之後，其所對則為最終電池容量，並假設功率變換器的效率 μ ，轉換後的交流功率值(Pac)為 Pac' ，公式如下：

$$\begin{aligned} \text{充電時：} & Pac' = Pac \times \mu \\ \text{放電時：} & Pac' = Pac / \mu \end{aligned} \quad (\text{公式})$$

為進一步驗證相關評估技術，TOSHIBA 在東京府中工廠建置太陽光電結合儲能系統，蒐集與紀錄電池相關數據作為後續電池容量相關方法所需評估參數，並藉由電池每日及累積9年之實際充放電和推估數據，利用積分法計算後，取得電池容量的測量值、推估值，並在驗證後取得測量、估計電池容量間的誤差值在 $\pm 5\%$ 以內。



(a)太陽光電發電系統



(b) 抑制間歇性儲能電池系統

資料來源：TOSHIBA

圖2、太陽光電儲能系統

二、德國第三方新創軟體業者 TWAICE 及其檢測技術與場域應用

2018年成立的 TWAICE，提供電池全生命週期之數位分析服務，其所建立的電池數據資料庫與基本、客製化和進階電池模擬模型，讓客戶可根據不同用途、資源選擇適宜的診斷方法。

在 TWAICE 整合相關電池專業經驗與技術後，提出物理驅動半經驗之老化模型，以開路電壓(OCV)、機械應力為主要作為電池老化模型建置項目，從模擬期間分析電池因不同因素產生的退化降解(Degradation)，例如：容量損失、析鋰與正、負極活性材料損毀等。TWAICE 所研發的三種電池模擬模型說明如下：

- 基本模型(Base)：

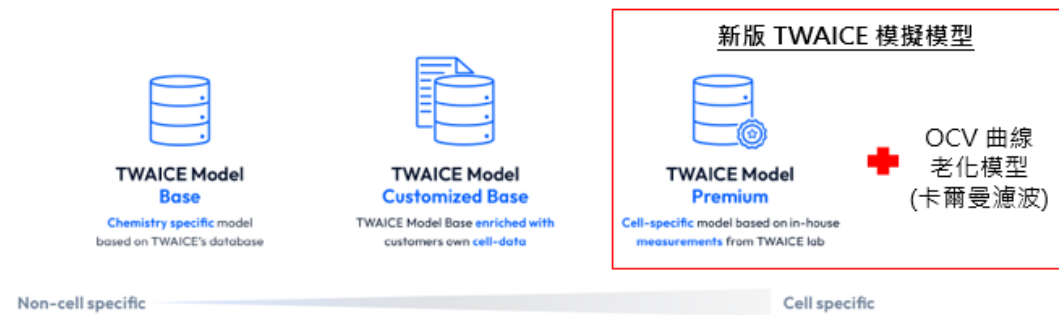
初期電池系統設計與模擬參考，可利用 TWAICE 電池資料庫所收集 NMC、NCA 和 LFP 的相關電池參數作為評估依據。

- 客製化基礎模型(Customized Base)：

進一步以 TWAICE 電池資料庫中的電池特性、參數為客戶建立電池模型，並以機器學習建立相關參數以作為客製化評估模型參考。

- 進階模型(Premium)：

在客戶指定或有特定電池技術、參數以及透過 TWAICE 特別的評估方法下，取得相關數據與經過處理後，導入應用所建置的模型。



資料來源：TWAICE

圖3、電池模擬模型(基本、客製化和進階模型)

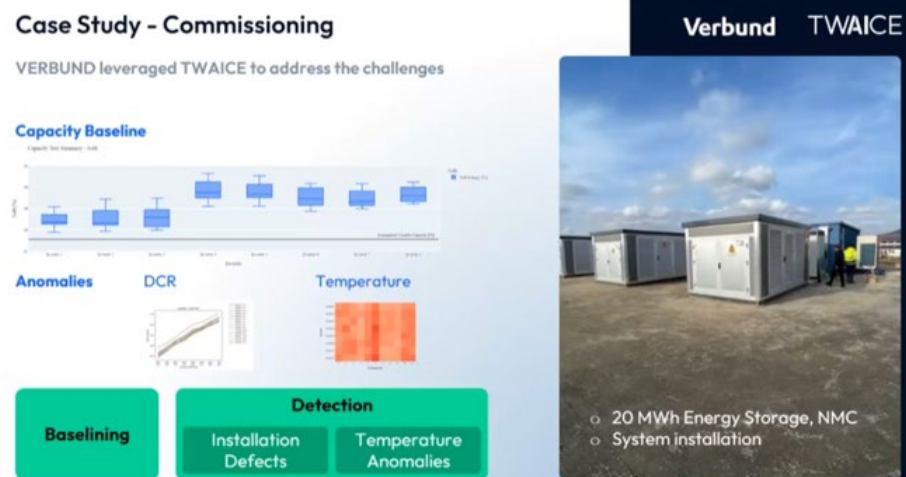
根據 TWAICE 公開報告顯示，電池故障的原因，包含 BMS、電化學、熱和傳感器等。可藉由開發之線上電池分析平台進一步檢測儲能系統健康狀況(SOH)和效能評估，並提出診斷報告，以及對於既有儲能系統與相關數值作一比較驗證，找出差異，同時，可依據評估報告讓儲能系統擁有者進行保固維修、系統設備缺陷等調整評估處理。



資料來源：TWAICE

圖4、TAWICE 電池分析平台

2023年 TWAICE 獲得奧地利水力發電商 VERBUND 委託，針對42MW 儲能電池系統進行相關診斷。在診斷評估中，自關鍵效能參數中發掘出可能的缺陷/問題電池，或異常、故障狀態，包含調試階段的 BMS 運作不佳、逆變器出現電池溫度過熱顯示、冷卻系統異常、容量或電壓差等問題。



資料來源：TWAICE

圖5、奧地利水力發電商 VERBUND 儲能電池系統

綜觀以上內容，可發現兩家業者在電池健康檢測技術項目上：

- TWAICE：以三種電池模擬模型(基本模型、客製化基礎模型、進階模型) 加上電池數據資料庫讓客戶可依據用途、資源選擇診斷方法。藉由線上電池分析平台評估儲能系統健康狀況(SOH)和效能，並提出診斷評估報告與根據報告調整維修、設備缺陷處理機制。
- TOSHIBA：以自有研發充電曲線方法、電池容量估算測試等適用不同鋰電池系統診斷評估。同時，可針對不同應用方式與環境調整檢測技術，包含退役電池再利用儲能系統等。強調在掌握電池狀態下，延長電池壽命與穩定電力能源平衡，以及實現碳中和。

其次針對檢測技術投入場域應用上：

- TWAICE：於 2023 年協助奧地利水力發電公司 VERBUND 的 42 MW 儲能電池系統進行安全檢測工作，透過相關參數，篩選出潛在失效電池、溫度異常、冷卻系統等異常可能問題。VERBUND 董事總經理 Martin Wagner 表示：在運用 TWAICE 數位平台監測後，使得儲能系統於運行前得以識別出相關缺陷以進行處理，並得以與其他系統完善整合。
- TOSHIBA：於自有廠房中架設太陽光電結合儲能電池系統進行檢測評估技術的驗證，蒐集電池電流數據進行電池容量估算，包含一日內與多年實際充放電數據，並應用積分計算方法評估電池容量測量值與推估值，經過驗證後，顯示測量、估計之電池容量間的誤差在 $\pm 5\%$ 以內。

茲就上述內容，解析國際儲能電池系統檢測技術開發業者 TOSHIBA 與 TWAICE 及其在場域實施現況，作為未來可能投入之研發相關之參考。

參考文獻：

1. 蓄電池システムの稼働データを用いた電池容量推定手法，東芝レビュー Vol. 75 No. 4，2020。
2. Battery Simulation Models，<https://www.twaice.com/products/battery-simulation-models>。
3. De-risk deployment and scaling of energy storage systems，

資料提供者／機構：陳雨筑/工業技術研究院產業科技國際策略發展所

連絡電話：03-5919291

Email: itri535621@itri.org.tw

註：1.請計畫執行單位上傳提供較具策略性的知識物件，不限計畫執行有關內容。

2.請計畫執行單位每季更新與上傳一次，另有新增政策建議可隨時上傳。

3.文字精要具體，量化數據盡量輔以圖表說明。