

知識物件上傳表

計畫名稱：112 年度「儲能技術應用與驗證計畫」(2/3)

上傳主題：儲能案場運維規範發展與安全操作建議

提報機構：工業技術研究院產科國際所

提報時間：2023 年 9 月 1 日

與計畫相關	<input checked="" type="checkbox"/> 1.是 <input type="checkbox"/> 2. 否
國別	<input checked="" type="checkbox"/> 1.國內 <input type="checkbox"/> 2. 國外
能源業務	<input type="checkbox"/> 1.能源政策(包含政策工具及碳交易、碳稅等) <input type="checkbox"/> 2.石油及瓦斯 <input type="checkbox"/> 3.電力及煤碳(包含電力供應、輸配、煤炭、核能等) <input checked="" type="checkbox"/> 4.新及再生能源 <input type="checkbox"/> 5.節約能源(包含工業、住商、運輸等部門) <input type="checkbox"/> 6.其他
能源領域	<input checked="" type="checkbox"/> 1.能源總體政策與法規 <input checked="" type="checkbox"/> 2.能源安全 <input type="checkbox"/> 3.能源供需 <input type="checkbox"/> 4.能源環境 <input type="checkbox"/> 5.能源價格 <input type="checkbox"/> 6.能源經濟 <input checked="" type="checkbox"/> 7.能源科技 <input type="checkbox"/> 8.能源產業 <input type="checkbox"/> 9.能源措施 <input type="checkbox"/> 10.能源推廣 <input type="checkbox"/> 11.能源統計 <input type="checkbox"/> 12.國際合作
決策知識類別	<input type="checkbox"/> 1.建言 (策略、政策、措施、法規) <input checked="" type="checkbox"/> 2.評析(先進技術或方法、策略、政策、措施、法規) <input type="checkbox"/> 3.標竿及統計數據：技術或方法、產業、市場等趨勢分析 <input type="checkbox"/> 4.其他：
重點摘述	<p>在儲能系統運行維護方面主要建議依循製造商使用說明書，國際主要國家皆未提供制式的檢測標準與規格，建議可依國際與國內安規運維相關標準發展現況，例如將 IEC/CNS62933-5-2 視為「系統安全檢測手冊」；IEC62485-5 視為「電池安全操作手冊」等，以確認鋰離子電池儲能系統相關運維作業環節，找出系統安全相關監管與運維機制，制定較為嚴謹的「安全運維操作手冊」。並且可依案場狀況設計電池運維工作內容與檢測頻率，一般建議建議每半年一次，以完善儲能案場之預防性維護與操作規劃。</p>
詳細說明	<p>一、國內外儲能產業運維相關規範發展現況</p> <p>儲能系統運維工作，必須從系統設計、建設時，即詳加考量各個安全風險因素、擬定因應措施，並且在操作運行階段做好例行性與預防性的運行維護（以下簡稱運維）監控，以即時發現安全隱患、盡早止血，避免更大的損失。同時也期望系統能夠達到最長的健康運行壽命。</p> <p>在併網型儲能系統安全性方面，系統營運商（業主）亦應依 IEC/CNS62933-5-2 進行定期性的確證（Validation）與測試。而後在實務操作面的要求，則可參考 2020 年 IEC62485-5 規範鋰電池在定置型應用時之相關安裝、使用、檢查、維護和處置等操作面之安全要求，其中針對二次電池和電池裝置的安全要求，提出關於定置型鋰離子電池的安全操作部分。</p> <p>IEC/CNS62933-5-2「7.6 操作及維護」章節中提出「EESS（電能儲存系統）之一般安全考量於 IEC/CNS62933-5-1 之 7.6 敘述」，應先檢視 IEC/CNS62933-5-1 內容，從其附錄 A 不同儲存技術的主要風險中，摘錄鋰離子電池的主要風險情境如下表 1，確認儲能系統風險評估期間可能會遭遇到的危害衝擊與後果。例如：解析電化學系統危害衝擊與後果，在進行系統運維時應注意電池內部失效（過度充電、過度放電、外部短路、內部短路、溫升、失去圍阻）、在第 1 個單電池失效後，電</p>

氣效應在相同組合之單電池間傳播、外罩組合中散熱不足、單電池在組合中排氣等問題，可藉此反推鋰離子電池儲能系統相關運維作業時每個環節需要注意的部分。

表 1、鋰離子電池之主要風險情境範例

原因	主要事件	危害	後果
電池內部失效 (過度充電、過度放電、外部短路、內部短路、溫升、失去圍阻)	單電池或一群單電池組之組件熱失控伴隨 -溫度上升 -壓力上升 -電池失去圍阻	1. 單電池外殼因內部壓力上升及溫度效應而爆炸 2. 化學品逸散 ⇒釋出有毒氣體 ⇒釋出熱、易燃性、腐蝕性氣體 ⇒流出毒性液態物質(電解質) 3. 火災 ⇒組件燃燒	<ul style="list-style-type: none"> ➢爆炸效應 ➢熱效應 ➢碎片四散 ➢火災引起毒性及腐蝕性物質洩漏 ➢有害化學品散布 ➢失去隔離(例：電纜線被覆)及電氣短路
在第1個單電池失效後，電氣效應在相同組合件之單電池之間傳播	+串級傳播至其他單電池 +串級傳播至其他模組		
外罩組合件中散熱不足			
對外罩之外部機械效應			
外罩之意外熱通量暴露			
單電池在組合件中排氣			

資料來源：CNS62933-5-1

IEC/CNS62933-5-2 主要是降低、減緩該風險直到該風險可為該案場(建置商、營運商等)所接受。選擇經安全認證的零組件與系統，避免在正常操作下，因單一零組件失效或環境、天災、人禍等造成更大的風險，可謂從整個系統安全面考量要求進行的「系統安全檢測手冊」。IEC62485-5 針對二次電池和電池裝置的安全操作要求規範，可謂針對鋰電池及其裝置的「電池安全操作手冊」。

若僅是使用鋰離子電池的儲能系統，且電池佔整個系統的比例極高，建議可將前述兩本標準互相搭配，由併網型儲能系統設置者根據其安全操作、運維相關之安全規範內容，制定較為嚴謹的「定期、預防性維護計畫」或「安全運維操作手冊」，提供系統營運商(業主)設計或建造之安全資訊。

在台灣方面，根據《戶外電池儲能系統案場驗證技術規範》，併網型儲能系統設置者應依照相關運維要求，出具並提供利害關係人「操作及維護計畫」，並於每兩年提交電氣/消防：電力設備定期檢測紀錄表、消防安全設備定期檢修報告書，以及標準局所核發的產品驗證標誌(VPC 標誌)證書，交由驗證機構依據 CNS62933-5-2 或是案場原現場驗收試驗標準(如：UL9540)進行現場測試試驗(SAT)，如通過現場測試則核發符合性文件，由標準局換(核)發 VPC 證書。台電/能源局方得以持續提供相關服務以維系統運轉。若無法提交零組件相關合格報告或驗證證書，無法提交或案場配置不符合技術規範或相關國家標準要求者，應額外增加安全保護措施。併網型儲能系統設置者應階段性進行風險管理，並提出併網型儲能系統案場之「風險管理及防火安全評估報告」。在併網型儲能系統安全性方面則應依 CNS62933-5-2 進行定期性驗證與測試。

二、國際儲能系統運維、消防安全技術標準比較

包含 IEC/CNS62933-5-2 在內，針對國際儲能系統安裝/運維、消防安全及監控技術標準內容比較，如下表 2 所示，逐一盤點與整理比較 IFC：2021、NFPA855、FMDS0533 以及韓國蓄電裝置檢查指南之運維相關章節內容後發現，國際儲能場域間的運維相關法規方面主要建議「應依製造商（建置商）使用手冊進行儲能系統/產品的運行與維護作業」，並針對電壓、電流、溫度等進行基本的監控，如檢測後發現異常應暫停系統運作並提出告警。

表 2、國際儲能系統安裝/運維、消防安全暨監控技術標準內容比較

項目	IFC：2021 (1207 小節)	NFPA855 (參考 UL9540A)	FMDS 0533	IEC62933-5-2 (參考 UL9540A)	韓國蓄電 裝置檢查指南
系統容量規定	50 kWh /rack 最大系統容量 600 kWh	50 kWh /rack 最大系統容量 600 kWh	--	> 20kWh	50 kWh /rack 最大系統容量 600 kWh
分離距離	室內 0.9 m 室外 1.5 m 疏散路線 3 m	室內 0.9m 室外 3m 疏散路線 3m	完全禁止室內有可燃物、室外 ESS 應與其他物品距離至少 6 m 或 1.5~9 m 以上	--	Rack 間應距離 1m、距離其他設備 1.5 m
熱失控預防	根據 UL9540A 進行大規模防火測試	根據 UL9540A 進行大規模防火測試	要有可進行冷卻的滅火設備	行與熱失控有關的燃燒測試，需有可進行冷卻的滅火設備	--
灑水滅火設備	灑水設施符合 NFPA 13	灑水設備 12.2 LPM /平方公尺	灑水設備 12.2 LPM /平方公尺	--	符合韓國消防安全標準 (NFSC 103) 緊急電源必須能夠使噴水頭噴灑 60 分鐘
煙霧/火災探測	安裝煙霧探測器	在室內 ESS 的所有區域安裝煙霧探測器	於室內/室外安裝煙霧探測器	安裝火災探測器、火災告警接收器	安裝火災告警接收器
運維	依製造商說明	由合格人員依製造商的說明執行	依製造商說明紅外線檢查	子系統分開進行維護	外觀檢查 負荷檢查 操作檢查
監控	—電壓、電流、溫度監控 —短路、溫度異常、電壓異常時告警	—電壓、電流、溫度監控 —工作狀態監控 —檢測到異常情況後暫停	—電壓、電流、溫度監控 —溫度異常、短路、電壓異常告警 —電池老化監控	—電壓、電流、溫度監控 —充電狀態監控和記錄	—系統的測量、控制、保護、通訊和存儲功能 —檢測到異常情況後暫停

資料來源：工研院產科國際所，2023

綜前所述，各場域之儲能設備容量以及設置環境會有所差異，因此國際安規、消防標準通常會建議進行場域運維時「依製造商（建置商）使用手冊進行」，提出較廣泛的執行方向。基本上不會提出確切的檢測量化標準，如巡檢頻率、異常或正常的參考數據等，亦沒有明確制定或規定檢測方法與標準。實際操作時，只能全憑製造商使用手冊或仰賴經指定之運維團隊因地制宜進行運維工作。由於無統一標

準，恐在安全上形成漏洞。

各主要國家通常會先提出各國適用的儲能系統安全操作建議，再由運維人員依本身經驗處理運維相關作業。除了製造商（建置商）使用手冊外，各地方政府往往也會應因地制宜落實定期與預防性維護，同時也需培訓更了解當地狀況的專業運維操作專業人員。

國際上目前大多採用遠端監控方式監控案場狀況，減少人員進入有一定風險的儲能案場。中國大陸於 2022 年提出《北京市新型儲能電站運行監督管理辦法（試行）》，其中較特別的部分在於除了要求設置狀態運行監測平台外，與其它國際期望以無人案場設計反其道而行，要求設置至少 2 名、24 小時現場值班人員，確保每天巡檢 1 次的頻率，以求事故發生時得以即時響應處理，避免損失擴大。

三、電化學儲能案場運維操作頻率與注意事項

由於電化學電池的活性在現階段仍有安全控制上的疑慮，彙整組裝成儲能系統後使得整個環節變得更為龐雜。因此，對電池的充、放電狀態進行有效監測，並且在規範與經驗上進行充、斷、放電，以防止對電池造成損害，有賴於電池保護電路設計以及日常運維排程規劃。

根據經濟部能源局《用電場所及專任電氣技術人員管理規則》，用電場所負責人應協同監督專任電氣技術人員對所經營之電力設備，每六個月至少檢驗一次，每年應至少停電檢驗一次，且不得干預檢驗結果。前項檢驗結果，應由用電場所僱用之專任電氣技術人員或委託之檢驗維護業，依高低壓電力設備定期檢測紀錄總表作成紀錄，並於檢驗後次月十五日前分送用電場所負責人、原登記直轄市或縣（市）主管機關及所在地輸配電業營業處所備查。台電提供之高低壓電力設備定期檢測紀錄表中，要求之項目有：

- A 表：高壓直流耐壓絕緣檢測紀錄。
- B 表：高壓斷路器檢測紀錄。
- C 表：高壓變壓器、比壓器、比流器、避雷器、電容器檢測紀錄。
- D 表：高壓保護電驛檢測紀錄。
- E 表：低壓設備檢測紀錄。
- F 表：高低壓設備熱顯影檢測紀錄。

除此之外，由於儲能系統設備之保護和監測功能可大致分為交流連接側、PCS 和電池部分，各保護與監視功能必須獨立發揮作用，但從系統協調的角度考量，一般也會允許連動，仰賴系統整合商的協調整合能力。交流側的保護和監控功能必須配備過壓/欠壓繼電器測試（OVR·UVR）和過電流繼電器測試（OCR=Over Current Relay）以確保系統正常運行。應用於系統的保護元件必須通過設置適當的操作值以及現場測試進行驗證。

表 3、儲能系統電池相關運維巡檢內容與頻率建議

情境	運維巡檢內容	建議週期
例行電池相關運維巡檢	1. 確認運維人員進入場域之應用防護。應穿戴安全防護鞋或手套。擺放已有人員進入之相關告示。	每次進入電池室
	2. 進入電池室或儲能貨櫃前，應事先進行通風。確認照明設備完好、室內無異味。	
	3. 確保冷氣、空調、通風等溫溼度調節設備運行正常。	
	4. 設備運行編號標示清晰可辨，出廠銘牌內容完整、清晰可辨。	
	5. 無異常震動和聲響。	
	6. 熄燈巡檢，以紅外線熱像儀進行檢測紅熱狀態。	每月
	7. 電池系統迴路確實連接。	每半年
	8. 確認電池模組外觀完好無破損、無膨脹、無變形、無漏液等現象。	
	9. 電池櫃接地完好，接地扁鐵條無鏽蝕鬆動。進行絕緣電阻測試。	
	10. 檢測電池端電壓。	
	11. 確認電池模組的充放電能量與效率。	
	12. 電池組串 SOC 充放電均衡。	每兩年
	13. 電池應定期滿充滿放，測試可用容量。	
	14. 檢查預防過充、過放、過溫、短路、過電流等保護功能可正常運作。	
	15. 高溫負荷較大期間。	即時
更新設備、零件	更新設備、零件後： 1. 拆接電池連接線時，應確認極性是否正確。 2. 應確認通電後是否有異音、異味。 3. 故障電池數量達整個模組的 20%或以上時，應更換整個模組的電池。 4. 電池更換和充電位置更換應填寫檢修報告、留下紀錄。	即時

資料來源：工研院產科國際所

除了上述儲能系統內的電池運維工作內容與檢測頻率，還有 BMS、PCS、案場以及消防相關運維巡檢皆應依案場所需自行設計。經年累月的操作與運行實務是日後運維的寶貴經驗，因此過程中所累積之告警或是故障統計數據資料，應留存作為日後進行預防性維護規劃調整的參考依據。

此外，在進入場域前必須備妥運維工作所需相關工具，如測電儀、(測電壓)萬用儀、(螺栓緊固用)扳手、鉗子、電工膠帶、(除塵用)抹布、溫濕度計、紅外

溫度探測儀、絕緣電阻儀等。運維人員則須穿戴安全防護相關用品，如電工絕緣鞋、絕緣手套等用於保護手腳，以防止受到電擊傷害，從小細節避免憾事發生。

四、參考文獻

- [1] CNS62933-5-1，電能儲存系統（EESS）－第5-1部：併網式電能儲存系統之安全考量－一般規定，2022。
- [2] CNS62933-5-2，電能儲存系統（EESS）－第5-2部：併網式電能儲存系統之安全要求－電化學系統，2022。
- [3] EESS (Electric Energy Storage System) 安裝、維護及安全管理指南（草案）(原文：EESS(전기에너지저장시스템) 설치, 유지보수 및 안전관리 가이드 (초안))，2019。
- [4] FMDS0533，FM Property Loss Prevention Data Sheet for Electrical Energy Storage Systems，Factory mutual Global，2020。
- [5] IEC62351，Power systems management and associated information exchange - Data and communications security - ALL PARTS，2022。
- [6] IEC62443-2-4，Security for industrial automation and control systems - Part 2-4: Security program requirements for IACS service providers，2017。
- [7] IEC62443-3-3，Industrial communication networks - Network and system security - Part 3-3: System security requirements and security levels，2013。
- [8] IEC62485-5，Safety requirements for secondary batteries and battery installations - Part 5: Safe operation of stationary lithium ion batteries，2020。
- [9] IEC62933-5-2，Electrical energy storage (EES) systems - Part 5-2: Safety requirements for grid-integrated EES systems - Electrochemical-based system，2020。
- [10] IFC，International Code Council，2021。
- [11] NFPA855，National Fire Protection Association，2023。
- [12] UL9540A，ANSI/CAN/UL Standard for Test Method for Evaluating Thermal Runaway Fire Propagation in Battery Energy Storage Systems，2019。
- [13] 台灣電力公司電力交易平台公告事項 2-2：併網型儲能設備併網申請作業程序，TPC-MT-C0202-v05-1，2022。
- [14] 經濟部能源局，用電場所及專任電氣技術人員管理規則，2020。

資料提供者／機構：張萍／工研院產業科技國際策略發展所

連絡電話：03-5912776

Email: hyouko@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。