

電池儲能安全與消防措施

宋郁德

儲能系統的安全建置基本要求必需由初始規畫、設計階段就需納入，在執行安裝→測試→竣工→營運管理各階段必須將各風險考量，而安全必需是由最底層之電池電芯之基本材料、規畫設計、系統整合，預警控管及規範標準選用、施工及執行全面管理等，尤其消防安全設備之選擇應用及有效動作又是重要關鍵，攸關財產的保障。

目前儲能案場一般規劃採用的安全措施：系統警報機制及預警措施、安全(safety)措施、消防措施等如下：

1. 電池安全性：電池具有多重安全設計包含：電池模組、BCU(Battery Control Unit-電池組控制單元)、電池機櫃防護等。
 2. 模組安全功能：電池芯間的連接採用雷射焊接技術，具備高可靠度及低接觸電阻，有效提高模組效率，且金屬模組外殼有效強化機械安全性。
 3. BMS 警報機制及預警措施：一般電池管理系統(BMS)的運轉操作及保護警報機制如下：
 - (1)溫度不平衡保護，當電池溫度最大和最小之間的差異時，溫度超過 40°C / 超過 30 秒。
 - (2)過高溫度，當電池最高溫度超過 65°C 時提供保護 / 超過 3 秒。
 - (3)過低溫度，當電池的最高溫度超過 -20°C 時提供保護 / 超過 3 秒。
 - (4)過電流保護，一定時間內高於設定電壓的異常電流(於充電/放電時)。
 - (5)過壓保護，機架電壓高於標準電壓之水平。
 - (6)欠壓保護，機架電壓低於標準電壓之水平。
 - (7)電壓不平衡保護，當電池的最大電壓與最小電壓之間存在差異時超過 1000mV / 超過 10 秒。
 - (8)通信故障，BMS 在電池之間的通信故障。
 - (9)切換失敗，電流超過 10.0A 超過 3 秒時切換失敗 / 即使狀態指示為“斷電關閉”。
- 註：上述操作條件依各廠牌電池之設計條件不同，數據參數也不同(僅供參考)。
4. 設置監視器設備：監視器裝設位置預定裝設於貨櫃內部、貨櫃外部二個視角各一支，監視系統另有不斷電系統(UPS)，於斷電時可讓監視器系統運作約 60 分鐘，或採用 AI 智慧型多功能攝影機(或工業型-可及時截取異常影像供判斷)
 5. 消防措施(多重防護-最少具有 2~3 種消防安全設備)
 - (1)氣溶膠滅火-電池組局部滅火。

- (2)火警系統--探測器安裝在貨櫃內頂部，功能包含溫度及煙霧偵測功能，當偵測到溫度和煙霧異常時，啟動消防警報系統及連動其他系統。
- (3)低污染潔淨滅火設備-採用雙迴路。
- (4)水系統。

自 111 年 8 月 17 日消防署頒布「提升儲能系統消防安全管理指引」13 條後，在消防安全要求上有所依循，從規畫初始至完成驗證各階段，對業主、設計、施工安裝、後續維管都納入要求，如下列說明：

- 1.第 1、2 點：明定指引的目的及適用對象
- 2.第 3 點：明定設置儲能系統應評估及分析儲能系統安裝相關資料，據以將危害界定、潛在火災樣態設計、火災情境、規劃防火概念設計等製作火災風險評估報告，以完備整合消防安全設備設計脈絡。
- 3.第 4 點：為因應鋰電池燃燒需有大量水予以有效冷卻抑災，參考美國防火協會（NFPA）第 855 號儲能系統安裝標準規範之自動撒水設備及韓國蓄電設施消防安全標準（NFSC 607）第六條自動撒水設備設置之規定，明定儲能系統設置密閉濕式或預動式自動撒水設備，並明確規範其撒水頭放水量（12.2L/M² 以上）、放射時間（連續 30min 以上）、水源（24EA 或依實際數量計算）等規定。
- 4.第 5 點：應設置火警自動警報設備。
- 5.第 6 點：明定儲能系統設置二套以上防止爆燃機械通風裝置，與其啟動、排風口及防爆等相關規定。另明定得免設防止爆燃機械通風裝置之條件（如儲能系統外氣流通無氣體蓄積之虞，且電池管理系統或儲能管理系統等具安全防護措施者）。
- 6.第 7 點儲能系統與鄰近場所應保持安全距離（檢討附近環境建物等，間距 3.0 公尺以上）及限高（儲能系統高度在四點五公尺以下，以因應緊急應變行動之執行）。
- 7.第 8 點：應設置火災緊急應變安全防護設施為因應緊急應變或救災人員即時辨識儲能系統警告資訊，採行安全應變或救災措施，參考 NFPA855 第 4.3.5 節標示規定，明定儲能系統應設置之標誌設施規範。
- 8.第 9 點：儲能系統設置之消防安全設備及防止爆燃機械通風裝置，其設置符合國際組織標準，且經國外驗證規範驗證合格者，從其規定。
- 9.第 10 點：消防安全設備設計人員完成儲能系統消防安全設備設計，應檢核完備相關設計圖說及文件。
- 10.第 11 點：內政部得指定機構辦理儲能安全講習，以對儲能系統消防安全設備設計人員實施必要之講習訓練。-消防設計人員需經過訓練。

11. 第 12 點明定儲能系統管理權人應維護消防安全設備及防止爆燃機械通風裝置之功能正常。
12. 第 13 點：明定儲能系統之管理權人應訂定及執行緊急應變計畫。

目前在實務執行上，自電池零組件系統安全外，可依「提升儲能系統消防安全管理指引」各要點執行(有依據、有責任、有各消防主管監審)消防安全之設計、安裝、後續維管要求。

儲能科技的技術快速的發展，採用特殊材料、體積小、容量大、使用年限長穩定度高品質的電池。除電池使用新材質會不斷的研發更新，相對消防安全設備也需要有研發新的產品因應以預防火災發生，如現今「貨櫃式儲能」未來也可能變成「RC 預鑄式儲能」，即儲能外部環境改變，消防安全的對策也可能需要調整。另需自備足夠水源及能引進自來水管水源以供搶救使用等，降低財損。設計者除瞭解使用的電池模組及廠家要求注意事項或特殊要求外，另案場區域環境、風險評估注意事項、緊急時消防支援之所需時間、使用空間等納入設計條件。

按：宋郁德，仲裁人、宋郁德消防師事務所。

參考資料：

楊文祥，儲能安全建置與防災對策，儲能系統全方位災害預防研討會，112 年 12 月 20 日