

知識物件上傳表

計畫名稱：淨零排放—液流電池儲能系統技術驗證計畫

上傳主題：鈦液流電池系統相關建置國際規範

提報機構：工業技術研究院產科國際所

提報時間：2024年06月05日

與計畫相關	☒ 1.是 ☐ 2. 否
國別	☐ 1.國內 ☒ 2. 國外：美國
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) ☒ 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	鈦液流電池本身挾帶著可循環使用、使用壽命長、可長時間充放電、無升溫燃燒的疑慮，維護容易、安全度較高等優勢，目前在歐美國家已有應用於各種不同情境的實際案例。然而，在建置過程中也需注意規劃、選型與相關建置之佈置與佔地、系統效率、安全防護、環境影響等構面，才能因地制宜設計長久服務的儲能系統。 國際間對於鈦液流電池儲能系統相關建置規範的要求，主要為在定置型儲能應用領域方面的 IEC 62932系列。中國大陸方面針對液流電池儲能系統有另一套通用的技術條件、安裝技術規範、測試方法，並且規範運行維護、電解液回收等要求。相關標準規範內容，為建置液流電池儲能系統加入電力儲能運作服務的重要遵循依據，亦可作為研究單位或廠商擬自行研發液流電池儲能系統時的設計要求或研發規格參考。
詳細說明	一、鈦液流電池儲能系統建置考量重點 液流電池無論從電池特性還是系統控制方面，與鋰電池相比，存在獨特之運作特性與建置考量關鍵。在規劃、選型與相關建置之設計考量有：佈置與佔地、系統效率、安全防護、環境影響等四大層面。 1. 佈置與佔地： 由於鈦液流電池所需之體積較大，需要考量一定程度的用地與占用空間，因此在設計上需要考量用地限制，若可供建置的用地與空間較窄，此時可能需要以多層建築物做為分層建置，參考已投運液流電池儲能系統案場佔地面積與單位佔地面積之比較，通常需要60~200 m²/MWh 作為佔地面積需求。

2. 系統效率：

鈎液流電池儲能可實現功率和容量分開設計以及儲能時長按需求客製化，電解液儲罐既可獨立建置，亦可與電堆共同集成至一體化的貨櫃標準化產品，整體的方案設計更為靈活。但需要透過設計和設備的選型減少能量與功率轉換環節，來提升整體的運作效率。

3. 安全防護：

鈎液流電池儲能系統相較於鋰電池儲能，無論從技術與系統本身的安全性或是過往累積的事故經驗，其火災風險均較鋰電池儲能低，過往鈎液流電池儲能系統的火災事故往往出現或肇因於系統變壓器火災、電線電纜火災、DC 模組及 PCS 等功率元件火災等，鈎液流電池儲能系統電池本身火災風險極低。在系統設計考量因素上，鈎液流電池因電池在充電過程中會產生少量氫氣，若不慎重管理將有爆炸風險，因此在設計與選型上需要對排出的氫氣進行管理排放，包括建置氫氣探測器，即時檢測氫氣濃度異常、對儲能空間進行爆炸危險區域劃分、對處於爆炸危險區內的設備選擇防爆型等。

4. 環境影響：

除氣體累積風險外，鈎液流電池儲能系統亦有電解液污染風險，由於鈎液流電池儲能系統電解液為弱酸性溶液，若是儲罐破裂造成電解液外洩，將衍生廠房滲漏風險。目前防護措施聚焦於電解液的廢液收集、電解液溢出的多級防護、電解液池的防滲、場站所在的當地地下水監測等。

目前國內已有鈎液流電池儲能系統建置示範運行案，考量未來導入大量建置的長期需求潛力，對於鈎液流電池儲能系統建置時產品與建置相關規範也需要進一步探明其重點與規範關鍵，俾利於後續建置之用。

二、鈎液流電池儲能系統建置相關國際規範現況

對於液流電池儲能系統相關建置規範要求，所建立的標準讓液流電池在製造商發展及用戶端建置時作為產品驗證及操作安全的防護的基礎，有助於提升液流電池應用的建置機會。

液流電池在國際上定置型儲能應用領域方面，目前主要是以國際標準 IEC 62932系列及相對完整的中國大陸發行的標準，提供液流電池在系統技術功能驗證相關運維管理與規範重點。

IEC 62932系列標準中，IEC62932-1:2020 提供了電能儲存應用之定置型應用的液流電池儲能系統技術主要術語；IEC 62932-2-1:2020 規範定置型應用的液流電池儲能系統性能測試方法和要求；IEC 62932-2-2:2020 規範定置型應用的液流電池儲能系統的安全要求，定義降低風險和防護措施的要求和測試方法，以防止與液流電池系統、人員、財產和環境或其組合相關的重大危害。並規範各項危害的安全要求和防護措施。主要的安全要求和保護措施包含：電氣的危害、氣體排放的危害、液體的危害、機械的危害及操作的危害等，各類型及其各項可能的危害項目及防護措施。

表1、國際定置型應用的液流電池 - IEC 62932系列標準

標準編號	標準題目	重點內容
IEC62932-1:2020	Flow battery energy systems for stationary applications - Part 1: Terminology and general aspects 定置型應用的液流電池能源系統 - 第 1 部分：術語和一般方面	提供了電能儲存應用之定置型應用的液流電池儲能系統技術主要術語
IEC62932-2-1:2020	Flow battery energy systems for stationary applications - Part 2-1: Performance general requirements and test methods 定置型應用的液流電池儲能系統 - 第 2-1 部分：性能通用要求和測試方法	規範定置型應用的液流電池儲能系統性能測試方法和要求
IEC62932-2-2:2020	Flow battery energy systems for stationary applications - Part 2-2: Safety requirements 定置型應用的液流電池能源系統 - 第 2-2 部分：安全要求	規範定置型應用的液流電池儲能系統的安全要求

IEC 62932-2-1:2020要求液流電池系統或液流電池的設計應能夠承受運輸、處理和使用過程中的機械應力，振動和衝擊；製造商應提供液流電池系統或液流電池的運輸，安裝，調試，操作，維護和處置的文件。要求液流電池系統或液流電池應具有適當的性能參數，包括額定功率、額定能量、額定能源效率、最大輸出和輸入功率。其提出的測試項目如表2所示。

表2、IEC 62932-2-1:2000 測試項目

測試項目	測試內容
恆定功率下的放電能量	透過測量液流電池系統或液流電池輸出的總放電能量和輔助設備(例如電池管理系統、電池支持系統和泵)消耗的輔助能量來測定液流電池系統或液流電池在恆定功率模式下的放電能量，驗證製造商的聲明值
最大可交付輸出功率	在放電持續時間、充電狀態、和環境溫度的適當條件下的最大可交付輸出功率，驗證製造商聲明的最大輸出功率值
最大可接收輸入功率	在適當的充電持續時間、充電狀態和環境溫度下的製造商聲明的最大輸入功率
測定恆定功率下的能源效率	在指定功率(恆定功率)操作及穩定的溫度下的能源效率，製造商聲明 的額定能效值
循環壽命	適當的離網或併網應用場景進行循環壽命耐久性測定 (建議根據 IEC 61427-2)

IEC 62933-2-2:2020 則規範定置型應用的液流電池儲能系統的安全要求，定義降低風險和防護措施的要求和測試方法，以防止與液流電池系統、人員、財產和環境相關的重大危害。當中規範製造商應根據風險分析向使用者提供風險資訊，以描述危害以及為緩解目的而採取或將要採取的適當措施。另外在規範內也提出多項液流電池系統可能危害，並規範各項危害的安全要求和防護措施。

表3、IEC 62932-2-2:2000的液流電池安全要求和防護措施

	項目	防護措施
電氣的危害	電擊	應實施符合 IEC 60364-4-41 的防護措施
	短路	為避免短路，絕緣護罩、保險絲和斷路器等防護裝置的安裝方式應確保在任何可預見的條件下都不會發生短路。 減輕電堆外部發生的短路故障的防護措施： ● 停止向液流電池供應能量和液體 ● 停止PCS並打開斷路器 ● 在電堆之間使用保險絲來中斷短路電流路徑
	漏電流	液流電池的電路應與其他局部導電部件適當絕緣。 絕緣應能抵抗溫度、潮濕、灰塵、氣體、蒸汽和機械應力的環境影響。 在進行任何測試之前，應驗證電池與相關機架或外殼之間不存在危險電壓。 在進行絕緣接地電阻測定測試之前，電池應與外部電路隔離。 液流電池或外部系統（如電源轉換系統）中應提供用於檢測接地故障的防護裝置，以解決絕緣故障。
氣體排放的危害	爆炸性氣體	液流電池應針對可燃氣體的產生和積累、與氧氣的混合物、火源的存在採取防護措施： ● 減少可燃氣體的產生 ● 可燃氣體稀釋 ● 防止氣體擴散到產生氣體的容積之外 ● 消除點火源 ● 防止外部氧氣進入
	有毒氣體	液流電池應針對有毒氣體的產生和積累、人類進入有毒氣體附近採取防護措施： ● 消除有毒氣體 ● 稀釋有毒氣體 ● 通過洗滌器收集有毒氣體 ● 限制人員接近
	腐蝕性氣體	液流電池應針對腐蝕性氣體的產生和積累、人類進入腐蝕性氣體附近採取防護措施： ● 使用耐腐蝕材料構建系統 ● 消除腐蝕性氣體 ● 稀釋腐蝕性氣體 ● 通過洗滌器收集腐蝕性氣體 ● 限制人員接近
	會影響呼吸系統的氣體	液流電池應針對影響呼吸系統氣體的產生和積累、人類進入影響呼吸系統氣體附近採取防護措施： ● 消除影響呼吸系統的氣體 ● 稀釋影響呼吸系統的氣體 ● 通過洗滌器收集影響呼吸系統的氣體

			● 限制人員接近
		通風	製造商應規定安裝液流的房間的通風要求，以確保沒有可燃氣體或有害氣體達到臨界濃度程度。應透過自然通風、強制通風或二者的組合來滿足。 自然通風：電池室或外殼應配備空氣入口和出口，最小自由開口面積應符合通風要求。 強制通風：從液流電池釋放到房間或外殼中的氣體應使用通風系統排出到大氣中，通風系統可以結合一個開口和風扇。
		警告標誌	在危險區域的入口處放置適當的禁止火花，冒煙，明火和靜電放電的警告標誌。
	液體的 危害	靠近排放	在釋放氣體的排放口附近或直接強制通風的出口處，氣體並不總是能完全的稀釋，因此應遵守與出口的安全距離。
		電解液洩漏偵測	洩漏應通過適當的防護措施（例如洩漏感測器）進行偵測。 對流體的偵測應啟動必要的對策，例如停止泵和關閉閥門。
		防漏防護措施	要求液流電池能源系統在儲罐下方有一個對液體穩定的收集盤（也稱為收集盆），其大小至少等於液流電池的最大儲罐大小。
		特定的資訊	製造商應提供與流體相關的資訊，詳細說明： ● 如果出現以下情況，應採取的主要緊急措施： a) 液流電池排放的物質 對人員的暴露和/或污染 b) 液流電池排放的物質對環境的污染 ● 個人防護設備： 物質安全資料表（MSDS）應說明在存在爆炸性氣體的危險區域不建議使用可能引起靜電放電的合成服裝，個人防護設備應包括阻燃和防靜電服裝。 ● 每個儲罐上應 標明 以下四項資訊： - 如有必要(取決於化學成分)，內容和國際標誌(全球調和制度（GHS）) - 體積 - 極性 - 警告標籤(如果儲罐中含有危險液體)
		流動路徑識別	為了降低介入流體系統時的危險的風險，在儲罐和管道上用兩種不同顏色書寫正流體或負流體的名稱，並在相關管道中指示流動方向的箭頭。諸如“+”作為正 和“-”作為負的符號也可用於識別標記。
	機械的 危害	機械的危害	液流電池是一種複雜的電力和流體承載元件組合，容納大量化學品。 所有這些結構部件都應適當確定尺寸並進行測試，同時考慮到特定條件下的溫度和壓力、材料老化過程以及極端溫度和壓力條件。 還應特別注意流體具有化學侵蝕性並可能導致機械穩定性和橫截面損失加速損失的事實。
	操	啟動	只有在通過確保以下條件達到啟動條件時， FBS 才能啟

	作的危害		動： ● 所有保障措施均已到位且發揮功能 ● 停止後重新啟動的安全條件已經滿足 ● 欲重新啟動致動時，非危險條件已驗證 ● 為正確的順序啟動提供了合適的聯鎖裝置
		遠端監測和控制系統	可遠程操作的液流電池系統和/或液流電池儲能系統應具有本地標記開關或其他方式，以斷開系統與本地操作員執行檢查或維護時可能使用的遠程信號的連接。 應考慮實施遠程監控系統，以檢查系統是否安全運行。從液流電池系統或通過液流電池儲能系統查詢自動收集的資料有助於評估其健康狀況及其組件的剩餘壽命。 資料可以透過網絡及時傳輸。網絡安全不僅對遠程監控很重要，對連接到互聯網的系統也很重要。
		防護	液流電池系統和液流電池儲能系統應配備適當的防護裝置，以偵測異常情況並發動緊急停止。 當發生故障時，防護裝置應啟動緊急停機程序。 當發生啟動緊急關閉程序的故障情況時故障時，液流電池系統應安全完全停止。
		輔助電源故障	因應輔助電源故障，液流電池儲能系統的設計應確保： ● 液流電池儲能系統斷電檢測 ● 觸發通知指定終端情況的警報 ● 啟動適當的指定關機，包括與 POC 分離 ● 停止泵並關閉指定的閥門
		中國大陸因建置數量較多，持續完善液流電池及電化學儲能相關的國家標準與行業標準，訂出各項檢測量化指標與測試方法，並對不同類型的液流電池，建立各自的規範標準，其標準包括對液流電池的通用技術條件、系統測試方法、安全要求，並對各別類型的液流電池的測試制定相關標準規範。	

資料提供者／機構：呂學隆／工研院產科國際所

連絡電話：03-5912495

Email: mark@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。