

儲電技術應用於消防安全緊急電源之探討

行政院原子能委員會核能研究所 副研究員 謝錦隆 博士

E-mail: clhsieh@iner.gov.tw

摘要

新型的儲電系統特性可以結合建築物消防安全的緊急電源要求，設計所需之緊急電源容量，既可避免鉛酸電池壽命限制與維護問題，更沒有柴油發電機需要啟動時間及儲油槽與保養問題。再將新型的儲能系統與監控系統結合應用，可以提供平時嚴密監測、緊急時更能嚴守崗位，發揮全功能的消防安全防護網。本報告內容包括新型的儲能系統的說明、緊急電源的要求以及探討上述二者之間的結合應用。

1. 前言

用於消防安全的電力，除了緊急照明的小型蓄電池外，最常見的是使用緊急發電機組，作為自備供應電源系統，提供交流電力，屬於一種小型獨立的發電設備，一般是以柴油引擎作為動力的來源，聯結交流同步發電機產生電力來供應電源使用。

一般蓄電池有循環壽命使用限制問題，而柴油發電機組在供電上雖可以滿足電力需求，但是需要經常維護及燃油箱儲油。

目前大電力的新型儲能系統已逐漸進入應用階段，並且可以結合建築物的相關設備來儲能使用，除了可以取代柴油發電機組，在火災停電時提供必要之照明與緊急電源外，平日的儲能作用也可以達到節能或是電力回收的效果，本報告即探討目前已成熟之新型儲能系統，包括其主要的相關技術與特性，與消防安全的結合應用及緊急電源應用方面，提供消防安全必要電力的另一種選項之參考。

2. 消防安全設備

建築物、隧道平時的電力來源是靠市電的供應，若發生火災可能會中斷，所以，重要的消防安全設備就必須要求有緊急電源供應，依據「各類場所消防安全設備設置標準」條文規定，電源的安全需求是消防安全必要的核心設備。

2.1 各類場所消防安全設備設置標準

依據「各類場所消防安全設備設置標準」將有關消防設備要求項目、緊急電源及供電時間要求等，整理如表 1 所示，這些設備必須依賴電源供應才能順利啟動，在緊急時發揮應有安全功能，例如機械排煙設備、無線電通信輔助設備、空氣壓縮機及加壓幫浦、瓦斯漏氣火警自動警報設備、緊急照明設備及緊急電源插座等。

2.2 緊急供電設備

常見的緊急供電設備有發電機、不斷電系統(UPS)、電池，其中發電機需短暫時間來啟動，UPS 及電池系統則可以立即啟動供電。

緊急發電機組屬自備電源供應站的一種類型，具有交流供電能力，是一種小型獨立的發電設備，一般以柴油引擎作動力來源，聯結交流同步發電機產生電力供使用。

由於 UPS 功能及價格較其他緊急供電設備高，故一般均用於保護重要或精密設備，例如電腦設備、監控儀器、消防設備及醫療儀器...等，由於 UPS 發展初期研發設計以電腦為主，並非適用所有負載，尤其是電感性負載，像電風扇、冷氣機等家電均不適用，若 UPS 容量不足時，易造成瞬間超載，一旦適逢市電中斷時，UPS 輸出亦中斷。目前 UPS 的設計皆僅供屋內

使用，不可置於戶外，並避免陽光直接照射及靠近熱源。

電池的分類可以透過電池本身的充放電特性與工作性質，大致區分為一次電池 (Primary cell)及二次電池 (Secondary battery)

●一次電池：僅能被使用一次的電池，無法透過充電的方式再補充已被轉化掉的化學能，故稱為一次電池。此類電池常見的有乾電池、水銀電池與鹼性電池等。一

次電池的應用最早也最為廣泛，市面上販售的不可充電電池幾乎皆屬此類。

●二次電池：是可以被重複使用的電池。透過充電的過程，可以使得電池內的活性物質再度的回復到原來的狀態，因而能再度的提供電力。這類的電池有鉛酸電池、鎳鎘電池、鎳氫電池、二次鋰電池，以及鋰離子電池和高分子鋰電池等。

表1 各類場所消防安全設備設置標準之設備與緊急電源條文整理

條文	設備	緊急電源	其他及供電時間要求
第五條	機械排煙設備	排煙機連接 緊急電源	
第十一條	排煙設備 / 緊急電源插座 無線電通信輔助設備		
第二十九條	設置緊急電源插座 設置之緊急昇降機間		
第三十條	設置無線電通信輔助設備		
第三十七條	空氣壓縮機及加壓幫浦 消防幫浦	與緊急電源相連接	
第三十八條	室內消防栓設備	緊急電源	使用發電機設備或蓄電池設備，其供電容量應供其有效動作三十分鐘以上
第九十五條	緊急電源	自用發電設備或蓄電池設備	使該設備有效動作一小時以上
第一百四十五條	瓦斯漏氣火警自動警報設備	緊急電源應使用蓄電池設備	使二回路有效動作十分鐘以上，其他回路能監視十分鐘以上
第一百五十五條	出口標示燈及避難方向指示燈	緊急電源	蓄電池設備，其容量應能使其有效動作二十分鐘以上。
第一百七十七條	緊急照明設備	連接緊急電源	
第一百九十一條	緊急電源插座設置		
第六十條、 第六十二條、 第六十五條、 第七十四條、第七十七條、 第九十一條、 第一百三十五條、 第一百八十九條、 第二百零九條、 第二百一十一條、 第二百一十二條、 第二百一十六條、 第二百二十一條、 第二百三十三		設置使用緊急電源，或應使用蓄電池設備	能量能使其有效動作三十分鐘以上
第二百三十七條		緊急供電系統之電源	蓄電池設備或具有相同效果之設備

3. 新型儲能技術

儲能技術除可作為獨立電源使用外，在穩定電網、與再生能源的應用上扮演相當重要的角色，有效的儲能可以提高整個電力系統的使用效率及發電的經濟效益。

各種儲能的形式有其適用的範圍以及發展趨勢，依電力儲能適用範圍區分為 kW 級的電力儲能系統，包括飛輪儲能、蓄電池，電容器、超級電容器等，主要用於單一固定的用電機組；百 kW 到 MW 級的電力儲能系統，包括併串聯之蓄電池(鉛酸電池、鈉硫電池、氧化還原液體電池)、

燃料電池、淺層壓縮空氣儲能發電系統；大於 100 MW 電力儲能系統，包括水力發電系統、深層壓縮空氣儲能發電系統。

儲能系統特點，整理如表 2，包括：成本、壽命、環境污染、容量、功率、安全性及技術等等，例如鉛酸電池具有低成本的優點，但是卻具有壽命短、污染環境及需要回收等缺點的特點；氧化還原液流電池則具有容量大、功率和容量獨立設計及能量密度低的優點；超導磁(SMES)具有功率高、能量密度低的優點，但成本高、需經常維護是其缺點。

表2 新型儲能系統的種類

分類	種類	特點	應用情境
化學儲能	鉛酸電池	低成本、壽命短、污染環境、需要回收	b、c、d
	氧化還原液流電池	容量大、功率和容量獨立設計、能量密度低	b、c、d
	鈉硫電池(NaS)	能量密度、功率密度高、成本高、安全性差	b、c、d
	金屬空氣電池	能量密度非常高、充電性能不佳	b、c
	超級電容器	壽命長、效率高、能量密度低、放電時間短	a、b
	二次電池	能量密度、功率密度高、低成本、大功率電池存在安全問題	a、b、c、d
物理儲能	抽蓄儲能(PHS)	容量大、技術成熟、成本低、受地點限制	e
	壓縮空氣儲能(CAES)	容量大、成本低、受地點限制、需要氣體燃料	c、d、e
	飛輪儲能(Flywheel)	功率高、能量密度低、成本高、技術需要完善	b、c、d
	超導儲能(SMES)	功率高、能量密度低、成本高、需經常維護	b、c、d

註：應用情境(a)可攜式電力(b)在地與島嶼(c)社區(d)再生能源場址(e)區域性

4. 應用探討

根據「消防緊急用蓄電池設備審查表」中有關供電的「容量」要求，如表 3，必須對室內消防等設備放電 30 分鐘以上或對火警自動警報設備放電 30 分鐘以上。依此要求條件審視新型儲能系統的應用範圍，即可清楚發現，除了傳統的鉛酸電池及鎳鎘電池外，其他適用的新型儲能系統，包括氧化還原液流電池、鈉硫電池、超級電容器及飛輪儲能等。而傳統的鉛酸電池及鎳鎘電池有污染上的問題、深循環放電不足的問題，以及壽命使用限制上的問題等，因此，若能找到應用於消防設備而在安全上可以滿足使用，又能減少污染、提高深循環放電及使用壽命幾乎能不受限制，則

可以從還原液流電池、鈉硫電池、超級電容器及飛輪儲能等方面，進行探討與分析。

應用探討是依據相關消防安全要求及第 3 章儲能系統所說明的資料，包括直接應用與節能應用方便的通用性探討，以及一般特殊性的應用探討，暫時先舉例可以應用在大廈、大型室內空間及隧道方面進行討論，如此，即可以深刻認識，新型儲能技術的發展應用於消防安全是相當實用性而且具適當性的。

4.1 直接應用的探討

參考表 2 儲能系統的應用，可以直接應用於消防安全方面包括社區或集合式大樓等的新型儲能系統包括氧化還原液流電

池、鈉硫電池，取代緊急發電機，直接可以提供緊急電源之用。占地及容量大小可以依據實際緊急電源要求來設計，設置之

後也不必像鉛酸電池有壽命限制問題，更沒有柴油發電機需要啟動時間及儲油槽與保養問題。

表3 消防緊急用蓄電池設備審查表

試驗項目	試驗標準
鉛蓄電池	應採用非汽車用鉛蓄電池，其構造及性能須符合下列規定或同等以上品質。符合CNS 6038(固定式鉛蓄電池)。符合(小型密封型鉛蓄電池)相關標準之規定。
鹼性蓄電池	其構造及性能應符合下列規定或同等以上品質。符合CNS 6036(圓筒密閉型鎳鎘蓄電池)。符合CNS 6032(鹼性一次電池)。符合(密閉型固定式鹼性蓄電池)相關標準之規定。
電壓變動試驗	蓄電池設備應能自動充電，且供充電電源電壓在額定電壓之 $\pm 10\%$ 範圍內變動時，應無礙其功能，仍可順利充電。
充電過載保護裝置	蓄電池設備應裝設防止充電過載之裝置。
充電裝置	蓄電池設備應裝設能以自動或手動方式簡易且均勻充電之裝置，但不作均勻充電，對其功能亦不產生異常現象者，不在此限。
過載保護裝置	自蓄電池設備配線至室內消防栓等設備之操作裝置，或接至火警自動警報設備的受信總機之配線，在其配線途中應裝設過電流斷路器。
電壓、電流指示裝置	蓄電池設備應裝設電壓表及電流表以便監視該設備之輸出狀況。
耐候性	在 0°C 至 40°C 之溫度範圍內能發揮正常功能，不得發生異狀。
容量	須使蓄電池放電至最低容許電壓(即標稱電壓之 91%)後，充電24小時，然後不再充電1小時。其容量應能對室內消防等設備放電30分鐘以上或對火警自動警報設備放電30分鐘以上。

4.2 安全與節能應用探討

一般大樓或社區會設置備載發電的柴油發電機，供緊急供電給像是電梯或是抽水馬達使用，這些柴油發電機所需的儲油槽也是消防安全重點對象。表4為參酌建築技術規則的設備分類方式，列舉公寓大廈的機電設備(或是建築物的機電設備)，其中部分設備即使不是發生在消防安全問題時才需要電力緊急供應的，像是緊急照明、給排水處理、污廢水處理、消防、昇降、監控等，當市電停電時這些設備還是必須供電，才能維持社區一定的生活品質。而這些臨時工電可以應用新型儲能系統，包括氧化還原液流電池、鈉硫電池、超級電容器、或是飛輪儲能等。既安全又可以節能減碳。

4.3 大廈之特殊應用探討

在表4內所列的公寓大廈的機電設備，來探討新型儲能系統可以直接應用的範圍，例如具有動能與位能互換的電梯可以應用飛輪儲能系統，在電梯下降時即可以進行儲能動作，具節能效果，所儲存之電能可以在停電時供電梯緊急下降至安全或是當

的樓層、或是逃生通道的照明。平日多餘的電力可以供應樓梯與走到之照明之用。

(1) 電梯—飛輪儲能

在電梯機房樓板位置，如圖1，可以裝設飛輪來儲存當電梯下降時的機械動力，把它轉成機械能量而儲存下來。

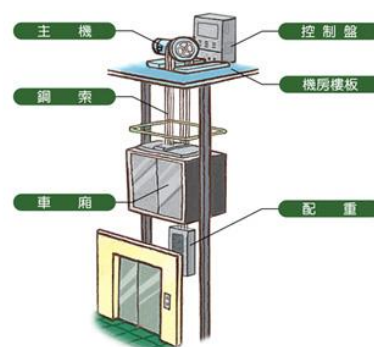


圖1 電梯與飛輪儲能應用

(2) 緊急照明、緊急電源—飛輪 UPS、液流電池、超級電容儲能系統。

依據新型儲能系統的裝置場地需求，在大樓或社區可以應用飛輪 UPS 及超級電容供給緊急照明所需電力，應用液流電池作為緊急電源。

表4 公寓大廈的機電設備

No	分類	項目
1	電氣	高低壓受電盤、各分路、開關；避雷針等
2	緊急照明	各燈具
3	緊急電源	發電機、不斷電系統
4	給排水處理	給排水設備、飲用水系統、中水回收系統等
5	污廢水處理	污廢水處理設備
6	消防	警報、滅火、避難逃生等設備
7	空調	空氣調節及換氣設備
8	弱電	電話、共同天線
9	昇降	電梯、機械停車
10	泳池	三溫暖、SPA、泳池
11	燃燒	鍋爐設備
12	監控	BA、SA、DVR等
13	資訊	主機、路由器、網纜等設備

4.4 大型室內公眾場所之特殊應用探討

表5 為建築物公共安全檢查簽證項目，像是防火避難設施類的避難層出入口、走廊（室內通路）、直通樓梯、安全梯、緊急進口等緊急照明、設備安全類的昇降設備、緊急供電系統、特殊供電及空調風管等供電需求等，除了要符合安全檢查要求，所需要的緊急照明及供電需求可以應用新型儲能系統的氧化還原液流電池、鈉硫電池，具有立即啟動及持續供電特性、使用壽命可達 15-20 年、保養容易特點。

表5 建築物公共安全檢查簽證項目表

防火避難設施類	檢查項目	設備安全類	檢查項目
	一、防火區劃		一、昇降設備
	二、非防火區劃分間牆		二、避雷設備
	三、內部裝修材料		三、緊急供電系統
	四、避難層出入口		四、特殊供電
	五、避難層以外樓層出入口		五、空調風管
	六、走廊（室內通路）		六、燃氣設備
	七、直通樓梯		
	八、安全梯		
	九、特別安全梯		
	十、屋頂避難平台		
	十一、緊急進口		

4.5 隧道之特殊應用探討

台灣交通隧道安全評估準則台灣隧道安全評估準則主要有黃燦輝與鄭富書(1997)之建議，以及修改自南非橋樑安全評估準則之隧道 DERU 評估法，簡要說明如下。

(1)黃燦輝與鄭富書(1997)之建議主要係參考日本道路協會(1993)之建議，將隧道之安全等級劃分為甲、乙、丙、丁四級，而其判定基準係依其異狀產生原因而予以個別評定安全等級，分別為(1)因外力變化產生之異狀；(2)因襯砌材質劣化產生之異狀；以及(3)因滲漏水等產生之異狀，詳見表 6。

(2)隧道 DERU 評估法係針對隧道各構件損壞狀況予以定量評分方式逐一進行評估與記錄，評估內容包括構件劣化程度(Degree)、劣化範圍(Extent)、劣化影響(Relevancy)及維修急迫性(Urgency)，評分值介於 1 分(良好)至 4 分(嚴重損壞)之間，詳見表 7，而檢測項目包括：隧道襯砌、隧道路面、洞口邊坡穩定、邊坡保護工、洞口排水設施、通風設施、消防設施、排水設施、照明設施、號誌標線、內裝修飾版、護欄等 12 項。

可見隧道所需的緊急電源也是相當重要，例如通風設施、消防設施、排水設施、照明設施等。

有關隧道內發生事故搶救的問題，包括

(1)隧道中發生火災事故搶救問題

公路隧道內行車空間封閉，若因各種事故發生火災時，在隧道內所產生之高溫高達攝氏 1000 度及濃煙，可能引起重大之死傷，並使得消防救災人員無法進入搶救，故隧道中發生事故之初期處置是降低事故嚴重性之最重要因素。

(2)如果隧道內發生火災而產生高達攝氏 1000 度之高溫，所有電氣設備是否能正常運作，否則，縱使再多的設備，也是無用武之地；另一方面，經過如此高溫燒烤之下，對土建、機電等硬體結構之影響，都應再深入去探討。這些問題沒有正確答案之前，對雪隧之安全，仍是一顆不定時的炸彈。

(3)既有機電系統之設計是否足敷需求問題

像是雪山隧道是採加強縱流式通風系統，設置通風機房及中繼站，並設置進氣豎井與排氣豎井共三對。通風排氣考慮結

構設計(通風豎井)外，更必須確保機電系統正常運作。

新型儲能系統的應用可以分析如下：

(1)通風設施—飛輪儲能、超級電容。

將抽風機與飛輪UPS、超級電容結合，所儲存機械能可以在緊急時瞬間供應排除大量黑煙，以維持隧道空氣品質。

(2)消防設施、排水設施、照明設施—鈉硫電池、氧化還原液流電池。

大型容量的鈉硫電池、氧化還原液流電池(MW 級)可供應整條隧道的消防設施、排水設施、照明設施的緊急供電，提供排煙、排熱緊急電力。

4.6 三鐵共構之特殊應用探討

高鐵設計上有三種煞車方式：當列車超速時，高鐵具有三重煞車機制：

(1)常用煞車即一般行車時使用之煞車

(2)緊急煞車指若未按照車載號誌速度曲線減速，緊急煞車將自動啟動，並以聲響及警訊告知列車駕駛

(3)非常煞車為備用系統，若常用煞車及緊急煞車失效，非常煞車將自動啟動，並以聲響及警訊告知列車駕駛。

在緊急應變設施方面包含列車無線電供多方溝通駕駛狀況等問題、緊急對話按鈕、緊急逃生窗口、火災及煙害偵測系統、可攜式滅火器、緊急換氣系統、防煙罩及防火手套、緊急逃生梯、車門警示鐘聲以防意外等設施。

而三鐵共構上下車的車站一般是建設在地下，緊急電源與緊急照明是必要設施，而行駛的列車車廂需要動力推動，進站時則需煞車靠站，若能將進站時煞車的動能轉換成能量儲存，則可以應用新型的儲能系統的飛輪儲能或是超級電容器，將所節能下來的電能提供部分緊急電源或是火災及煙害偵測系統、緊急換氣系統與緊急照明使用、或是列車啟動的輔助電力之用。

4.7 地下街道之特殊應用探討

在捷運系統發展帶動下，地下街也逐漸興起，為保障在地下建築物內購物消費民眾的安全，消防安全設備、監測系統及

防災演練使得現場員工初期滅火工作的熟悉等對於地下街火警的防範與搶救是非常重要的。

對於災害搶救人員而言，特殊地形的搶救有其困難度，地下建築物內的災害搶救就屬於搶救困難地區之一；尤其地下街火警的特性，就是易產生高溫熱氣濃煙，加上地下商街內部的狀況瞬息萬變，造成逃生及滅火受阻，在發生災害後，如未及時撲滅，將增加人員的傷亡及搶救上的困難。

出口、通道與抽風通風口平日保持暢通、緊急時更能提供照明及排除高溫熱氣及濃煙，緊急電源供應是必要項目之一，適當的新型的儲能系統的氧化還原液流電池、鈉硫電池可提供大電力長時間的緊急供電，超級電容器及飛輪儲能可以結合抽風機系統或電梯設備，儲能及應用。

5. 結論

新型的儲能系統，依據其供電時間及供電功率可以區分其電力應用的功能和目的，可分為電力品質與不斷電系統、備載電源與電源管理三個主要的應用領域，其中飛輪儲能、一般蓄電池適用於小型用電需求的不斷電供能之應用，超級電容器、鉛酸蓄電池、鎳鎘電池、鋰鐵磷電池可應用於備載電源的儲能，而氧化還原液流電池、鈉硫電池則可以應用於電源管理需求的儲能。

了解這些新型的儲能系統特性以及充電電能的來源，結合建築物消防安全的緊急電源要求，占地及容量大小可以依據實際緊急電源要求來設計，設置之後也不必像鉛酸電池有壽命限制問題，更沒有柴油發電機需要啟動時間及儲油槽與保養問題。

再將新型的儲能系統與監控系統結合應用，可以提供平時嚴密監測、緊急時更能嚴守崗位，發揮全功能的消防安全防護網。

表6 台灣交通隧道安全等級評估標準

隧道 等級	判定因素				處理對策之緊急性
	對用路人及車輛安全之影響	對結構物安全之影響	對維護管理作業之影響	異狀之程度	
甲	目前尚無影響	目前尚無影響	幾乎無影響	輕微	經安全檢測後，無異狀或異狀輕微，目前對路人及車輛尚無影響，惟仍須進行監視或平時檢查。
乙	將來會變成危險	將來會變成重大(未來可能達丙等級)	中等	異狀進行中，有功能降低之可能	經安全檢測後，有異狀之發生，將來可能達到丙等級並對路人及車輛造成危險，須進行重點監視，並須有擇期實施處理對策。
丙	遲早造成威脅，異常外力作用下危險	遲早會變成重大	大	異狀進行中，功能亦持續降低中	經安全檢測後，有異狀之發生，且異狀仍持續進行中，遲早對路人及車輛造成危險，須儘快採取處理對策。
丁	危險	重大	明顯	重大	經安全檢測後，異狀嚴重，對路人及車輛造成危險，須立即採取處理對策。

表7 隧道DERU 評估法分級表

	結果分級				
	0	1	2	3	4
D(劣化程度)	無此項目	良好	尚可	差	嚴重損壞
E(劣化範圍)	無	微<10%	<30%	<60%	全面
R(影響程度)	無	微	小	中	大
U(急迫程度)	無需維修	例行維護	3 年內必須維修	1 年內必須維修	緊急處理維修

6. 參考文獻

- [1]謝錦隆，新型儲能技術應用於消防安全緊急電源之探討，核能研究所所內報告(INER)，中華民國 98 年 8 月。
- [2]「建築物公共安全檢查簽證及申報辦法」，內政部八十五年九月二十五日台(81)內營字第八五八四九一二號令發布
- [3]消防緊急用蓄電池設備審查表，內政部消防署網站，www.nfa.gov.tw。
- [4]蕭富元、陳錦清、俞旗文等，既有隧道目視檢測評估準則之建立與應用，淡水:2004 岩盤工程研討會論文集，2004。
- [5]黃燦輝、鄭富書等，老舊交通隧道之安全檢測、維修與補強技術研討，交通部委託研究計畫，1997。
- [6]謝錦隆，再生能源電力儲能系統，核能研究所所內報告(INER-P0194)，中華民國 96 年 9 月。
- [7]工研院，再生能源儲能市場發展現況，<http://college.iti.org.tw>。
- [8]<http://can.elt.nhcue.edu.tw/991crstory/G6/principle.html>
- [9]謝錦隆，電網級儲能系統管理技術與應用，核能研究所所內報告(INER)，中華民國 102 年 1 月。