

## 第二十一章

# 搶救電動車與儲能系統安全指導原則

### 指導原則預計達成目標

本指導原則內容屬消防人員教育訓練教材性質，目的在於提供各級消防機關指導消防人員注意救災安全之用。

本指導原則主要提供學習者瞭解電動車、儲能系統搶救基本概念，當面臨相關車輛、設備事故救援時，在搶救初期應注意之安全事項，以避免消防人員傷亡。

所有搶救行動，應衡酌搶救目的與救災風險後，採取適當之搶救作為；如確認無人命需救援、疏散或受災民眾已無生還可能，得不執行危險性救災行動。

### 指導原則摘要

一、前言

二、災害特性

三、災害歷史案例

四、安全注意事項

五、結語

附錄一 災害應變考量因子 (W. A. L. L. A. C. E. W. A. S. H. O. T.)

附錄二 火災戰略思維 (L. I. P.)

### 指導原則本文

一、前言

據行政院環境保護署統計資料顯示，我國自1990年到2018年間、溫室氣體的排放量成長近116.84%，而其中13.99%則來自運輸車輛；顯然近年燃油車輛廢氣、已成為難以避免之環境污染及能源消耗議題，爰此各國不斷積極上修油耗標準，期以緩和溫室效應暨環境危害，故低（無）廢氣排放之電動車則成為相對合適的救贖方案。目前已上市電動（重）機車、電動車 BEV (Battery Electric Vehicle)、油電混合車 HEV (Hybird Electric Vehicle)、與插電式油電混合車 PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) 銷售數量方

興未艾，另擔當大眾運輸要角之電動公車（以上相關電能【輔助】驅動車輛簡稱電動車）也如雨後春筍般地爭相開發運營，然而其中不可或缺之儲能系統（Energy Storage System, ESS）多為鋰離子電池，其僅頭髮十分之一厚度之電池芯隔離膜、具可燃性之電解液……等材料特性，與更多新開發類型（如稀土鋰硫、磷酸鐵鋰、鈦酸鋰……）電池，以及相關充（儲）電站、智慧綠能加油站……等，將為消防救災安全帶來全新的挑戰。

本指導原則無法涵蓋之特殊情況（非正常環境）下，現場人員應發揮其專業評估判斷，綜整人、事、時、地、物之整體情況，作最適時適切之反應處置。

## 二、災害特性

### （一）熱失控（Thermal Runaway，如圖1）

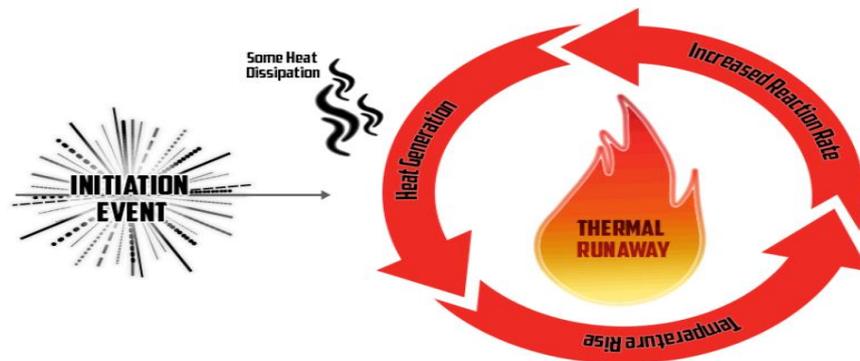


圖1

（引自 <https://www.mitsubishicritical.com/resources/blog/thermal-runaway/>）

係指單位時間內電池所產生（接受）之熱量、超過其有效散熱能力，而此快速且不受控制釋放熱能之情形、將導致連鎖反應，進而加熱鄰近電池，隨著連鎖反應不斷蓄積熱量與提升溫度，最後可能會導致電池起火或爆炸；這通常是電池火災的來源，相關成因如下：

#### 1、物理破壞

指電池因跌落、壓碎或刺穿……而受到變形損害，進而導致內短路而引發之熱失控。

#### 2、外部加熱

當電池暴露於外部熱源、進而提升電池溫度至160°C以上時，正負極隔離膜將失效導致正負極短路引發熱失控。

#### 3、電器異常

當電池系統遭到濫用，如電池管理系統（Battery Manage System, BMS）異常造成過度充電、充電過快、電壓過高或放電過快時，可能會使電池溫度上升或系統連接器過溫，進而導致內短路引發熱失控。

#### 4、環境災害

包括地震活動、嚙齒動物對電線的損壞、極端高溫或洪水，均可能導致正負極內（外）部短路引發熱失控。

#### （二）電能滯留（感電）

即使發生火災後相關電池仍然存在電能，且常因相關電極端子燒損、而很難順利釋放電力，進而對搶救或檢修人員造成危險；滯留的電能也可能持續蓄熱，於數小時甚至數天後短路復燃。

- 1、現行電動車工作電壓約為150~400V，電動公車約為600~800V，儲能系統則可能超過1000V；惟感電對人體產生傷害的程度、係評估通過人體的電流得知，而非電壓。
- 2、國際電工協會（International Electrotechnical Commission, IEC）雖採用1000 $\Omega$ 為標準成人電阻值，惟實際人體電阻值將因個體、電流通過人體路徑、乾燥、潮濕等各種因素而異（約100~1000 $\Omega$ ）。
- 3、勞動部中區勞動檢查所資料顯示，人體感知電流值（以女性、直流電為例）約為3.5mA以下、可逃脫電流值約為3.5~41mA、不可逃脫電流值約為41~50mA、休克電流值約為50~60mA，心臟麻痺電流值約為60~500mA以上。
- 4、參照ARTC（Automotive Research Testing Center，財團法人車輛研究測試中心）「電動車安全入門」，超過50VDC的電壓對人體而言即為高電壓，若直接遭受此高電壓的電擊，可能造成嚴重傷害。

#### （三）產生毒性、腐蝕性及易燃氣體（呼吸道與皮膚危害）

大多數電池在經歷熱失控燃燒後會產生一氧化碳（CO）、氰化氫（HCN）、氫氟酸（HF）等具毒性、腐蝕性及易燃之氣體，其於（半）密閉空間達到爆炸下限之前如未被點燃，則可能導致在ESS空間或容器內形成爆炸性環境；另救災所產生之廢水亦具毒性（氫氟酸）。

#### （四）液體洩漏（呼吸道與皮膚危害）

電池內部可能有具腐蝕性的電解液，如鉛酸電池的硫酸、鎳氫電池的氫氧化鉀，鋰離子電池的乙醚、碳酸乙烯酯……等，其與空氣中的水蒸氣反應、將產生有害的酸性有機氣體。

#### (五) 深層火災

ESS 通常由安裝在較大機（貨）櫃或電動車內的保護金屬或塑料外殼中的電池組成。雖然這些保護外殼有助防止系統損壞，但也阻卻了消防水源滅火效果，除了減緩了搶救效率外，也代表需要更大量的水才能有效地抑制 ESS 火災所產生的熱量。

#### (六) 電池浸水（感電）

- 1、一般市售電動車浸水可能不會增加感電風險。
- 2、部份電動公車電路控制系統在淹水情況下，仍有漏電之虞；ESS 亦同。

#### (七) 安全氣囊

通常大部份電動車斷電或安全氣囊作動後、就不會有再動作的顧慮，但為提升人員安全仍應避免對安全氣囊（含火藥桶、控制電腦）、安全帶預緊系統、氣壓推頂桿進行破壞避免非預期作動造成傷害。

### 三、災害歷史案例

#### (一) 案例一

- 1、發生時間：110年7月6日。
- 2、發生地點：○○市○○區○○路民宅騎樓。
- 3、現場概況：

一輛電動車不明原因撞擊路旁民宅騎樓梁柱後、發生火燒車意外，車輛前方幾乎全毀、1名駕駛意識不清受困車內；消防人員立即救出駕駛並緊急疏散鄰近2戶民眾，同時部署3條水線，防止延燒民宅、撲滅火勢，而車輛燃燒產生之危害氣體，亦由水線防護稀釋避免產生危害。全案共調度6輛消防車、使用約20噸的水，歷經1個多小時始將火勢撲滅。

- 4、人員傷亡情形：1人受傷。
- 5、案例檢討：
  - (1) 平時應整備電動車辨識資訊、辦理電動車相關教育訓練（演）練，以應災時查詢（應變）運用。

- (2) 因電動車需大量水源灌救，為可能之長時間防禦型戰術所需（周界防護、侷限火勢、人力或水源替補……），應考量充沛的水源調度、空氣呼吸器（Self Contained Breathing Apparatus, SCBA）灌充規劃。

## （二）案例二

- 1、發生時間：110年7月30日。
- 2、發生地點：澳洲東南部維多利亞省吉朗市某巨量儲能設備。
- 3、現場概況：

該電力儲能設備在貨櫃裡安裝了13噸的鋰離子電池、擁有450MWh 的儲能能力，屬於當地電池農場所有，並由法國某能源公司運營，是澳洲境內最大的儲能計畫。本案在一次測試中起火，當地消防單位派遣化學消防人員前往滅火，使用專業無人機進行空氣監測，並對周邊區域發出有毒煙霧示警，要求居民進入屋內、並將關閉門窗避難，以及禁止使用空調系統。

150多位消防人員共花了約4天的時間，在燒毀2個電池組後，最終在8月2日13時05分將火勢控制，並持續部署少量消防人車於現場警戒、定時偵測電池溫度以防止復燃等二次災害。（如圖2）

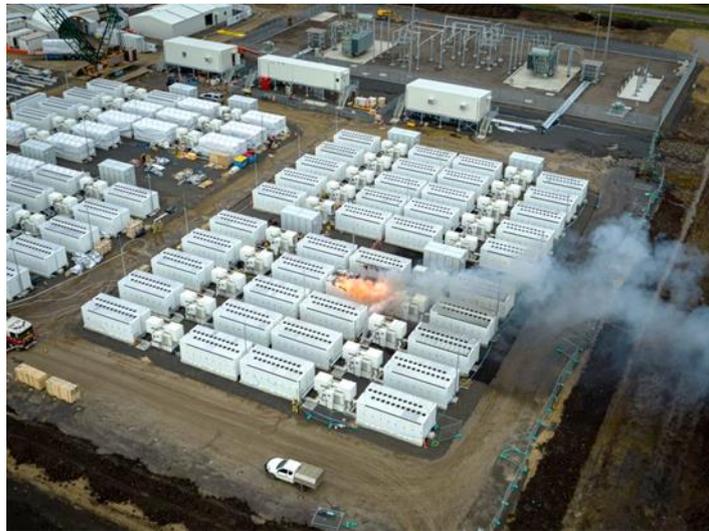


圖2

（引自 <https://www.energy-storage.news/tesla-450mwh-victorian-big-battery-in-australia-resumes-testing-after-fire-setback/>）

- 4、人員傷亡情形：無人員傷亡。
- 5、案例檢討：

據澳洲維多利亞省能源安全局 (Energy Safe Victoria) 的技術調查報告顯示，這起事故最可能的原因是巨型電池組冷卻系統外洩導致短路，進而造成電子零件起火；火勢自首個電池組內部蔓延到相鄰的電池組。

### (三) 案例三

- 1、發生時間：108年12月24日。
- 2、發生地點：○○市○○區○○路倉庫。
- 3、現場概況：

該倉庫儲存了大量的鋰離子電池，消防人員抵達現場外觀未發現火煙，經管理員引導前往3樓起火戶、始發現濃煙冒出但尚無高溫，因此人員未戴手套、立即部署室內消防栓水線進行滅火搜救，不料於起火戶門口2公尺處發生第1次爆炸、致使1名消防人員雙手手背灼傷送醫；隨後起火戶內濃煙阻礙視線、熱顯像儀 (Thermal Imaging Camera, TIC) 辨識度偏低，現場大量層架與貨品堆積通道狹窄 (約60公分) 致使行動困難，後續人員於門內3公尺處遭遇第2次爆炸，造成4人灼傷、1人扭傷；相關人員撤退露臺過程不及，1人遭受第3次爆炸傷害；隨後重整搶救作業時因空間迷航、造成1人氣瓶耗盡嗆傷送醫；另執行10樓以上搜救作業時，因無共生面罩、而將 SCBA 供民眾使用致2名人員嗆傷送醫。

- 4、人員傷亡情形：消防人員10人受傷。
- 5、案例檢討：
  - (1) 個人防護裝備 (Personal Protective Equipment, PPE) 穿戴齊全。
  - (2) 遵守火場「同進同出」原則，預留撤離路線。
  - (3) 掌握場所種類特性，保持警覺。
  - (4) 加強教育訓練，提升救災能力。
  - (5) 強化火場安全管理制度。
  - (6) 辨識鋰離子電池潛在危害，採取正確措施。
  - (7) 實施防禦性戰術時，應以低姿勢大流量水霧防護，並以距離6~10公尺以上，出水壓力至少7kgf/cm<sup>2</sup> (100psi) 為安全原則。
  - (8) 幹部帶隊，提升搶救效率。

#### (四) 案例四

1、發生時間：104年1月14日

2、發生地點：中國浙江省台州市玉環市縣解放塘農場新民小區

3、現場概況：

小區內一棟提供外來工作者租賃、平時共居住了53戶人家的5層樓住宅，於凌晨3時許在多聲巨響後，位於1棟與2棟之間的室外停車棚裡、停駐之3~400輛電動車發生火災，黑色刺鼻有毒濃煙向樓梯蔓延，4時01分當地消防機關獲報出動7車38人前往搶救，到場分派2個攻堅組、8名消防人員進行滅火搜救，火勢於4時30分撲滅，由於災害中濃煙遮蔽視線致使逃生困難，共造成住民8人死亡。

4、人員傷亡情形：8人死亡。

5、案例檢討：

- (1) 運用災害應變考量因子 WALLACE WAS HOT (如附錄1)，盡可能掌握火勢位置、電動車數量、火(煙)流潛勢、人員受困位置及數量、建築結構、消防設備等各項條件，輔以火災戰略思維 L. I. P (如附錄2)，以人命安全為第一，進行搶救部署。
- (2) 依現場狀況選用適當排煙戰術，減緩煙流危害；如情況許可(如透過報案電話)向受困者宣導「小火快逃，濃煙避難」，以增加生還機率。
- (3) 善用(建立)相對安全區(如防火區劃、避難梯……)與運用高空作業車執行立體救災，建立搶救進出口，提供搶救(避難)作業運用。

#### 四、安全注意事項

##### (一) 受理報案

接獲電池火災報案時，應儘可能紀錄下列報案資訊，另通知現場指揮官及消防人員，作為接近現場及指揮搶救之參考：

- 1、電池火災發生地點、載體(車輛、ESS、電池交換站……等)、明確位置及數量。
- 2、現場(周圍)環境概況(人、車、住宅、建築物密集程度、

是否為地下室等)。

- 3、目前火勢及煙的狀況。
- 4、有無爆炸現象。
- 5、有無人員受困或受傷情形。

## (二) 派遣通報

- 1、按派遣機制派遣相關人車出動，並依現場狀況需求及災情發展加派適當支援。
- 2、接獲報案後應同步通報電力、瓦斯、太陽光電、電動車、ESS、電池交換站……等事業單位，派員斷電、斷氣等相關事宜並參與應變，另通報警察單位派員劃定警戒區域，管制交通車輛及民眾進入並嚴禁火源。
- 3、出勤途中或抵達現場發現火、煙、爆炸燃燒等情況，立即回報救災救護指揮中心(科)，並依據火災搶救相關規定處理。

## (三) 現場評估 (SIZE-UP)

### 1、危害辨識與支援請求：

初期指揮官抵達現場時應立即情報蒐集(受理報案詢問事項，對環境、儲電載體【視覺：有無電解液洩漏、火焰及煙霧跡象；聽覺：有無爆裂聲或氣體逸散聲；嗅覺：有無化合物酸味或物品燒焦等味道；溫度：大於90°C時可能燃燒，可運用 TIC 觀察電池溫度變化】、人員等狀況進行資訊的收集)、風險評估(確認並排除事故現場額外風險，如掉落電線、易燃物及交通動線等)及任務指派(確認待救援車輛與人員數量與受損、受傷的嚴重程度)，並回報救災救護指揮中心(科)現場狀況及處置作為，必要時請求支援或提高指揮層級(鋰離子電池模組在熱失控傳播的進程中有相當的爆炸潛勢，指揮官應按電池組大小適度劃設警戒區)。

### 2、區域管制：

參考緊急應變指南建立區域管制，選擇相對高處與上風處等安全區域進行作業，執行搶救作業時應穿戴完整 PPE、避免吸入氣體或接觸現場救災廢水。

### 3、水源規劃：

構建充沛的水源調度(從撲滅火勢至完成降溫作業可能至少需30噸之水量)及 SCBA 灌充作業運用規劃，以因應搶救災害所需(尤以防禦型戰術)。

#### 4、資訊蒐集：

抵達現場前若已發生爆炸，初期指揮官應觀察爆炸後延燒情形及火、煙狀況，並注意風向，另應詢問周遭關係人，確定有無人員受困，採取救災行動應有水霧水線於前方防護。

#### 5、擬定行動方案與外部支援：

確認現場無人員受困且無法撲滅初期火勢下，以防禦作戰為原則，規劃長時間作戰之方案（水源、人力輪替、後勤補給等），並於安全前提下，移除附近可（助）燃物避免災害擴大，聯絡業者參與應變。另就有延燒可能之附近建築物，應部署水線進行防護。對於火場下風處則應派員警戒，以防止飛火造成火勢延燒，接觸儲電載體應穿戴高絕緣防護裝備。

#### 6、安全管制與器材運用：

指揮官應確實掌握消防人員行動與作業狀況，穿戴完整PPE（視情況穿戴絕緣鞋與絕緣手套等），接觸儲電載體之前使用檢電器（檢電筆、測電棒）檢測是否漏電，避免二次災害的發生。

### （四）載體辨識（Identify）

#### 1、應變程序選定：

對於儲電載體（車輛、ESS、電池交換站……）進行辨識，確認適用（一般為原廠）之緊急應變程序。

#### 2、燃油、電動車輛辨識：

車輛辨識是電動車與一般車輛救援任務的分野，且每一廠牌電動車電路設計均不同，必須辨識正確之廠牌及型號，ESS、電池交換站亦同。交通部公路總局自2018年1月1日起針對新領牌照之電動小型輕型機車、電動輕型機車、電動普通重型機車、電動大型重型機車、電動550cc 以上大型重型機車等5款核發專屬號牌，其代碼第1個英文字母均為「E」（Electric），代碼代號均為前3（英文字母）後4（數字）（如 E○○-5678），號牌上方加上「電動車」字樣，原已領用一般號牌之電動機車，原號牌仍可繼續使用並非全面換發。

#### 3、感電安全：

確認所有高電壓組件及元件皆有外殼覆蓋無裸露，高電壓線路最外層的橘色警示標示未破壞或損傷。

#### 4、外部支援：

發現高電壓組件或高電壓線路有破損時，應依原廠提供之緊急救援（手冊）程序進行相關斷電及救援作業。車輛部份若無法辨識是否為電動車時，則把它當作電動車輛來處理。（救援相關注意事項可參閱內政部消防署全球資訊網【專業版】/下載中心/油電車緊急救援手冊、「Euro Rescue」APP、各電動車、ESS、電池交換站原廠官網或各原廠緊急連絡專線）

#### 5、移除充電狀態：

若車輛處於充電期間，應立即拔出充電器切斷高壓電。

#### 6、降溫部位：

電動車電池多位於車輛底盤（油電混合車車型電池可能位於後排座椅或行李箱下方），盡可能對電池正確位置，並利用車輛既有之電池排風孔進行降溫作業，以節省時間及水源。

### （五）劃定警戒區/疏散人員

- 1、現場由警察單位派員擔任警戒管制作業，負責災害事故現場警戒管制區劃設與管制事宜，並協助災害事故現場周邊交通秩序維護及疏導措施，管制交通車輛及民眾進入，並嚴禁火源。
- 2、指定專責人員進行氣體偵測，偵測時應注意儲電載體燃燒特性（毒性、影響範圍大小……等），依緊急應變指南劃分如下（得視災害狀況調整）：
  - （1）立即隔離警戒區：距離災害地點25公尺圓周範圍內。
  - （2）大量洩漏疏散警戒區：距下風處至少100公尺範圍內。
  - （3）發生燃燒疏散隔離警戒區：距離災害地點500公尺圓周範圍內。
- 4、搶救相關作業人員應穿戴完整PPE及SCBA，並配合水線等應勤裝備進入。
- 5、非救災相關人員、車輛應於隔離於「發生燃燒疏散隔離警戒區」之外。
- 6、火場警戒區劃定及警戒作業之執行方式，依據各級消防機關所訂火場指揮及搶救作業要點等相關規範辦理。

### （六）固定車輛（Immobilize）

電動車輛難以察覺細微震動或噪音、對於車輛是否處於

發（作）動狀態容易產生誤判，為避免車輛突然移動、或輪胎轉動發電致人員傷害、因此避免人員自車輛前、後方靠近，另車輛應予以固定，至於固定方式則與一般車輛無異。

#### （七）關閉電源（Disable）

1、ESS、電池交換站：依據廠商既有應變流程進行斷電，如廠商未制定者得諮詢廠商、或由廠商應變人員參與指導斷電事宜。

2、電動車：

（1）若車輛處於充電狀態，應拔除充電器。

（2）關閉鑰匙電門（俗稱紅火，ACC），並將鑰匙隔離於車外5公尺外以避免意外感應。

（3）關閉（剪斷）高電壓緊急電源開關（迴路）：可至「內政部消防署油電（動）車緊急救援手冊」查詢；關閉後須等待數分鐘（各車種所需時間不一）使高電壓線路放電完畢，避免感電。

（4）切斷（關閉）12（24）V次系統電源（部份車型與（3）高電壓緊急電源開關（迴路）連動）；關閉後須等待數秒（各車種所需時間不同）使 SRS（Supplementary Restraint System，輔助約束系統）等單元備用電壓放電完畢，避免救援過程氣囊或安全帶功能作動。

（5）移除電瓶負極接頭並包覆絕緣膠帶避免與車體形成迴路。移除後須等待1分鐘使電路完成放電。

（6）完成以上程序後電池本體仍具有300~400V（或更高）電壓，應注意勿對電池施以物理性形變或破壞。

3、完成斷電程序後如相關儀表板或馬達……等相關組件仍持續運轉時，務必由電動車或 ESS、電池交換站……等參與應變人員處理。

#### （八）採取適當搶救作為（含防禦作戰）

1、部署上風、上游或高處。

2、小火以化學乾粉、二氧化碳、射水或一般型泡沫，大火以射水或一般型泡沫作為滅火劑，射水時保持6~10公尺，以大於30度以上夾角水霧射水，且壓力應超過7kg/cm<sup>2</sup>。滅火劑之選用依電池類型與發展（如稀土鋰硫、磷酸鐵鋰、鈦酸鋰……等）可能會有不同。

- 3、防禦作戰可選用周界防護、侷限火勢等戰術、並規劃長時間作戰（人力、水源、後勤……替補等）。
- 4、相關安全防護措施可參考內政部消防署消防機關搶救太陽光電發電設備火災指導原則、消防人員救災安全手冊—觸電救援安全指導原則、搶救太陽光電發電設備場所安全指導原則。
- 5、避免切割、破壞或拆卸高壓線路、組件（車輛）結構（包含底盤），以避免高壓感電危害。
- 6、避開具有火藥的安全帶束縛系統，同時打開門窗逸散有害氣體。

#### （九）降溫/防止復燃

- 1、若電池本身破損、形變……導致短路、電池能量釋放所引發的火災甚至爆炸，短時間要完全撲滅可能有困難時，則建議採取防守性的策略，在可控制的狀況下讓它持續燃燒，使電池能量消耗殆盡。
- 2、儲電載體火災通常會產生大量可燃性、腐蝕性與毒性之危害氣體，適當建立有效通風可減少危害；另電池燃燒時內部極高的溫度，其特殊的熱失控現象極易再度復燃，因此必須使用大量的水持續降溫，直至電池內化學反應結束，以避免再次復燃的可能。
- 3、對於電動車必要時可運用頂撐戰術（應避開電池）配合水線向電池組冷卻降溫。
- 4、儲電載體溫度降至安全範圍後，提醒相關人員電動車仍有復燃之可能，注意避免造成二次災害。

#### （十）注意事項

- 1、TIC 無法評估熱失控中的 ESS 裝置數量或位置。
- 2、TIC 評估消防系統（如撒水等）運作與否的效果有限。
- 3、TIC 無法判別可見蒸氣的屬性（如電池蒸氣、水蒸氣、潔淨氣體滅火藥劑【如 NOVEC 1230】等）。
- 4、搶救人員應斟酌室內外氣體連續監測結果的實用性。
- 5、氣體偵測與目視觀察結果，應作為規劃 ESS 事件的熱區的參考。
- 6、在熱區進行 SIZE-UP 或搶救作業之前，應穿戴帶完整 PPE 及 SCBA。
- 7、可攜式氣體偵測器評估 ESS 機（貨）櫃……等容器內部，爆

炸可能性之效果有限。

- 8、可攜式氣體偵測器評估電池排出氣體之效果有限。
- 9、ESS 裝置之排煙設備可能會導致爆燃或閃燃。
- 10、事先整備之搶救計畫應包含原廠安全關閉（斷電）程序、緊急應變程序等要素。
- 11、依據 NFPA 與車廠的建議，電動車與一般車輛的火災處理方式相同，若電池發生燃燒現象，以大量的水進行隔離和降溫，小火則可用二氧化碳方式滅火。

## 五、結語

- (一) 平時通知 ESS 設備、電動車維運技師（廠商）參與演練，災時通知 ESS 設備、電動車維運技師（廠商）參與應變及負責斷電作業……等事宜，藉由常態性之溝通協調、教育訓練與夥伴關係養成，增進彼此對於轄內 ESS 設備、電動車之熟悉度與應變默契，降低可能之感電威脅。
- (二) 面對 ESS、電動車模組（系統、電【纜】線路），須當作都是有電狀態；避免接觸（近）、破壞 ESS、電動車模組（系統、電【纜】線路）以減低感電威脅。
- (三) 穿戴完整乾燥的 PPE 或適當之乾燥絕緣防護衣、靴、手套等，避免救災時感電威脅、並注意設備漏電可能。
- (四) 辨識並選擇使用正確（原廠）的緊急應變程序、必要時得製作搶救計畫，包含關閉、斷電程序、絕緣裝備要求，以及相關維運技師（廠商）聯繫方式。
- (五) 運用火災（害）戰略使用思維的優先順序，依 L. I. P（同附錄2）依序進行應變，其中 L 的部份亦包括消防人員，以「做的對比做得快重要」方式進行搶救作業，避免意外感電、確保同仁安全。

## 參考文獻

1. 行政院環境保護署—2021溫室氣體排放統計。
2. 財團法人車輛研究測試中心（ARTC）—「電動車安全入門」。
3. 港都消防2020 JUN 050—「搶救電動車災害就要這麼做（財團法人車輛研究測試中心 ARTC）」。
4. 特斯拉整備中心（TEC）-王健甫教官訓練教材。

5. 桃園市政府消防局車禍及重型救援教官團—來張智教官訓練教材。
6. 臺中市政府消防局—搶救電動車暨油電車災害安全指導原則。
7. 消防月刊105年11月號—電動巴士事故搶救注意事項。
8. 工業技術研究院工業技術與資訊月刊—「技轉 STOBA 防爆技術鋰電池產業站上國際」。
9. 消防月刊110年3月號—淺談鋰離子電池。
10. 消防法第20條之1。
11. 內政部消防署，危險性救災行動認定標準。
12. 臺北市政府消防局—鋰電池（充電式）火災搶救安全原則。
13. 工業技術研究院—2020緊急應變指南。
14. NFPA-Emergency Response to Incidents Involving Electric Vehicles Battery Hazards : A Report on Full-Scale Testing Results。
15. NFPA-Tactical Considerations for Extinguishing Fires in Hybrid and Electric Vehicles。
16. NFPA-Energy Storage Systems Safety Fact Sheet。
17. FSRI-Energy Storage System Installation Test Report (UL 9540A)。

## 附錄一

### 災害應變考量因子 (W. A. L. L. A. C. E. W. A. S. H. O. T. )

1. Water：可用水源
2. Area：建築物大小
3. Life hazard：生命危害情形
4. Location/extent：火的位置/強度
5. Apparatus/personnel：救災所需裝備/人員
6. Construction/Collapse：建築物結構/崩塌風險
7. Exposure：暴露物/延燒狀況與採行戰略
8. Weather：天氣狀況
9. Auxiliary：建築物內部消防安全設備
10. Special matters：特殊事項如地形狀況、高架道路等
11. Height：高度
12. Occupancy：內容物
13. Time：時間

## 附錄二

### 火災戰略思維 L. I. P.

(消防署訓練中心專業教材-火災搶救指揮官班)

1. L (Life safety, 人命安全)
2. I (Incident Stabilization, 穩定現場)
3. P (Property Conservation, 財產保存)