

# 我國電動巴士發展與安全議題

報告日期：2025-11-18

簡報人員：成運汽車 吳忠錫





# 鋰電池自燃案例

# 案例一：LG Chem鋰電池造成全球電車召回 (2020-2024)

## □ 事件概要

LG Chem因電池安全問題，陸續涉及多起主要車廠的電動車召回事件。其中包含通用汽車 ( GM ) Bolt EV、現代汽車 ( Hyundai ) Kona/Ioniq及保時捷 ( Porsche ) Taycan等。這些事件**皆與 LG 所供應的三元鋰電池 ( NCM 系列 ) 製程或設計缺陷有關。**



電池類型  
三元鋰電池  
NCM 系列



27.5億美元  
總補償金額

LG 為 GM 與現代事件支付約 27.5 億美元  
(2021-2022)

24萬  
召回車輛總數

三大車廠累計召回超過 24 萬輛電動車  
(2021-2024)

3種  
三元鋰電池

NCM 622、NCM 712、NCM 811

## □ 後續影響

- 大眾集團內部 (包括 Audi、Porsche、VW ) 亦進行 LG 電池安全性重新評估。
- 促使業界重新檢視電芯製程標準

## □ 事件概要

2024年6月24日位於韓國京畿道華城市Aricell華城電池廠發生韓國史上最嚴重的電池工廠火災。事故原因包括電池倉儲過度密集、臨時工安全訓練不足，及為趕工期而忽視安全規範。



電池類型

高鎳三元鋰電池

NCA / NCM系列



資料來源:Reuters / BBC / Yonhap / Business Korea (2020–2025)

## □ 關鍵影響

- 造成23人死亡 數人受傷
- 此事件促使韓國政府全面強化工安法規，並對管理層展開司法追責。

## □ 事件概要

2024年8月1日，一輛停放在仁川地下停車場的Mercedes-Benz EQE350在**未插電狀態下自燃**，火勢迅速蔓延，波及超過百輛車輛。該車搭載中國孚能科技(Farasis)生產的三元鋰電池(NCM 811)，事件引發公眾對電池安全的高度關注



電池類型  
三元鋰電池  
(NCM 811)



資料來源:Reuters / BBC / Yonhap / Business Korea (2020–2025)

## □ 關鍵影響

- 火勢波及百餘車輛
- 韓國政府隨即推動：1)電池實名制度 2)停車場安全規範修正 3)電動車停放區域管理強化

# 案例四：南韓兩起充電中電動車起火事件（韓國，2024）

## □ 事件概要

2024年11月14日，南韓同日發生兩起電動車充電起火事件。事故促使政府強化充電站安全檢測標準，並建立車廠即時通報制度，要求製造商提供更詳細的電池管理系統資訊。

1

Mercedes EQC 400

電池類別:[三元鋰電池\(NCM 811\)](#)

**充電過程中發生起火**，爆炸波及一旁的車輛，但消防人員趕抵後仍先行疏散790名住戶。最後耗時約2小時才將火勢撲滅。疑似BMS與充電電流控制系統異常導致熱失控。



2

Hyundai Ioniq

電池類別:[三元鋰電池\(NCM 622\)](#)

一輛停靠在田園住宅地上停車場的現代電動車，同樣在**充電的狀態下起火燃燒**，導致另一輛多功能休旅車KIA Carnival跟著燒毀，消防當局抵達現場後，經過30分鐘後終於在上午8時10分撲滅火勢。



## □ 事件概要

2025年9月26日，大田廣域市國家情報資源管理院(資料中心)UPS鋰電池置換作業中不慎燃燒，引發難以撲滅的火災。



電池類型

磷酸鐵鋰電池  
(LiFePO<sub>4</sub>)



資料來源:Reuters / BBC / Yonhap / Business Korea (2020–2025)

### ► 滅火困難

耗時22小時撲滅，鋰電池熱失控導致反覆復燃，產生有毒氣體。

### ► 系統癱瘓

郵局金融、119緊急救援、國民身分證等重要民生服務全面中斷多天。

### ► 公務員自責墜樓

一名負責解決電算網絡癱瘓問題的公務員，於10月3日上午墜樓身亡。

# 全球電動車電池技術概覽

目前電動車市場主要採用三種鋰電池技術，各有其獨特性與適用場景。這些技術在能量密度、安全性、成本、充電速度和循環壽命等參數上存在顯著差異，適用於不同的應用場景。



## 磷酸鐵鋰電池 (LFP)

- ✓ 優異的熱穩定性和較低的成本
- ✓ 最受中低端車型和商用車青睞
- ❗ 能量密度相對較低，可能影響續航里程



## 三元鋰電池 (NCM/NCA)

- ✓ 以高能量密度見長，能提供更長續航里程
- ❗ 熱穩定性相對較差，成本較高
- ✓ 主要應用於高端乘用車



## 鈦酸鋰電池 (LTO)

- ✓ 能量密度最低，但安全性最高
- ✓ 極快的充放電能力，超長的循環壽命
- ✓ 適用於特殊車輛、儲能系統、電動巴士

## 電池技術選擇考量因素



能量密度



安全性



成本



充電速度



循環壽命

# 主流電池技術比較

| 電池類型               | 能量密度<br>(Wh/kg) | 安全性   | 成本    | 充電速度 | 循環壽命<br>(次) | 主要應用           |
|--------------------|-----------------|-------|-------|------|-------------|----------------|
| 磷酸鐵鋰電池<br>(LFP)    | 100-120         | 🛡️ 高  | \$ 低  | ⚡ 中等 | 2000+       | 中低端車型、商用車      |
| 三元鋰電池<br>(NCM/NCA) | 150-250         | 🛡️ 中  | \$ 高  | ⚡ 快  | 1000-1500   | 高端乘用車          |
| 鈦酸鋰電池<br>(LTO)     | 約90             | 🛡️ 最高 | \$ 最高 | ⚡ 最快 | 20000+      | 特殊車輛、儲能系統、電動巴士 |

## 能量密度比較 (Wh/kg)



### 磷酸鐵鋰電池 (LFP)

優異的熱穩定性和較低的成本，適用於中低端車型和商用車，但能量密度相對較低。

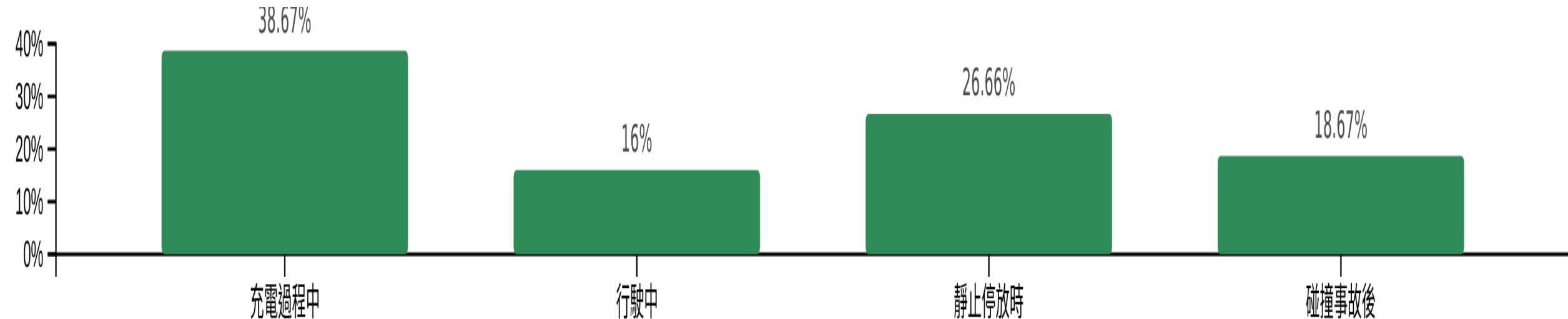
### 三元鋰電池 (NCM/NCA)

以高能量密度見長，能提供更長續航里程，但熱穩定性較差，成本較高。

### 鈦酸鋰電池 (LTO)

能量密度最低，但安全性最高，充電速度最快，循環壽命最長，適用於特殊車輛和電動巴士。

# 電動車電池起火事故場景分佈

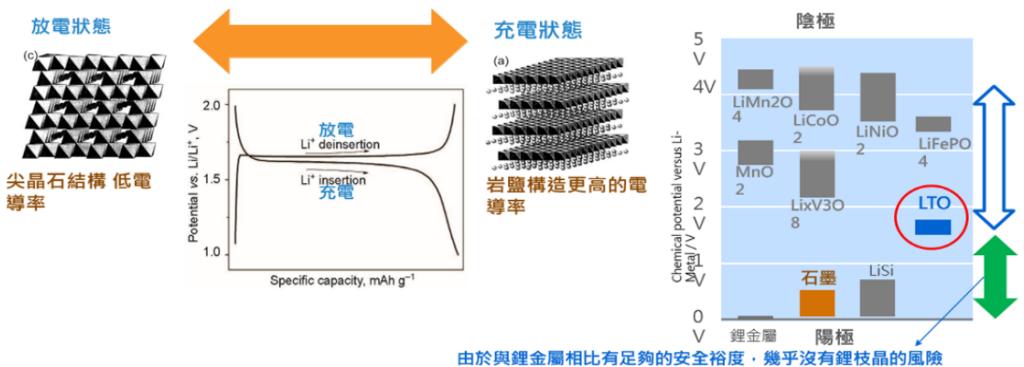


# 新型負極材料 LTO 技術與安全價值

## 傳統鋰電池的風險

磷酸鐵鋰(LFP)及三元鋰電池(NCA/NCM)採用石墨負極，其層狀結構在快速充放電時易形成鋰晶枝。鋰晶枝擴大可能穿刺隔離膜，導致短路、起火甚至爆炸。

### 新型負極 LTO (鋰鈦氧化物)



## 鈦酸鋰的創新突破

鈦酸鋰(LTO)電池使用奈米級鈦酸鋰晶體取代碳材，具穩定的鈦氧鍵結。其相對鋰金屬電位為1.5V，使固態電解質介面膜(SEI)難以形成，有效防止鋰晶枝生成，消除短路與爆炸風險。

### ✓ 穩穩定結構

鈦氧鍵結提供卓越的結構穩定性

### ✓ 防止鋰晶枝

1.5V電位有效抑制鋰晶枝形成

### ✓ 優異安全性

消除短路、起火與爆炸風險

# 多層安全防護體系

為確保電動車電池安全，業界發展出多層次的主被動安全防護設計：



## 電池管理系統 (BMS)

- ✓ 即時監控電池電壓、電流、溫度等關鍵參數
- ✓ 精確估算電池荷電狀態 (SOC) 和健康狀態 (SOH)
- ✓ 防止過充、過放、過流和過溫，並進行電池單體均衡
- ✓ 具備熱失控預警功能，能在異常發生時0.1秒內觸發保護機制



## 高壓安全防護機制

- ✓ 高壓互鎖系統 (HVIL)：利用低壓信號監測高壓迴路的完整性
- ✓ 絶緣監測：高壓系統與車體之間保持浮接狀態，持續監測絕緣電阻
- ✓ 手動維修開關 (MSD)：提供物理斷開高壓電源的手段
- ✓ 高壓保險絲：提供物理斷開高壓電源的最終保護



## 電池包物理防護設計

- ✓ 結構防護：採用高強度鋼或鋁合金外殼，設計防撞橫樑
- ✓ 底部防護：針對路面障礙物或托底碰撞，電池包底部有防撞擊結構設計
- ✓ 隔熱與防爆：內部採用隔熱材料，防止熱失控擴散；設置泄壓閥門



## 熱管理系統

- ✓ 液冷系統：通過冷卻液迴圈帶走電池產生的熱量
- ✓ 空冷系統：利用空氣對流或風扇為電池降溫
- ✓ 相變材料：利用材料在相變過程中吸收或釋放熱量
- ✓ 熱管技術：高效傳導熱量，適用於處理電池組內的局部熱點

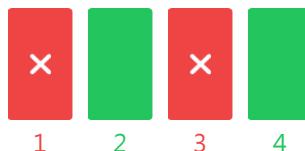
# 高壓系統設計

高壓系統設計上採用了多重冗餘策略，以確保車輛在面對突發狀況時仍能維持運作或安全停靠。



## 電池箱並聯設計

- ✓ 多個電池箱並聯配置 (2、3、4、5、6、8箱並聯)
- ✓ 單一電池箱異常時，其他電池箱仍可提供電力
- ✓ "一箱即可行駛"，大幅提升營運可靠性



## 充電座並聯設計

- ✓ 充電座採用並聯配置
- ✓ 單一充電槍故障時，仍可透過其他充電槍充電
- ✓ "一槍即可充電"，降低充電中斷風險



## 雙馬達六相動力系統

- ✓ 動力馬達採用雙馬達、六相設計
- ✓ 單組馬達故障時，"一組仍可行駛"
- ✓ 增強車輛的故障容錯能力



這些系統層級的冗餘設計，可確保電動巴士運營連續性與安全性。

簡報結束  
敬請指教

