



ผลกระทบจากการลู่กติดไฟของ  
แบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า  
และชาร์จเจอร์

ชาญยุทธ ฉายาวัดมณะ

สมาคมวิศวกรรมยานยนต์ไทย  
TSAE

1 พ.ย. 2566

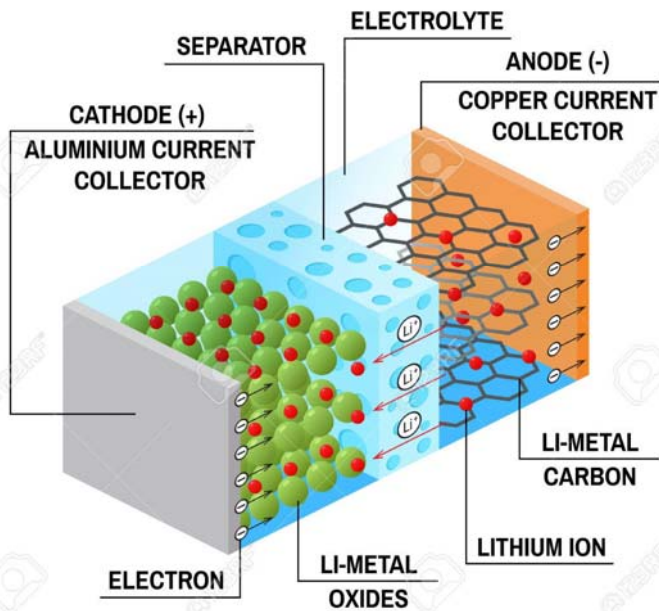


# ลิเทียม-ไอออน แบตเตอรี่ สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

- คุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน
- ความปลอดภัยในการใช้งาน และการดูแลบำรุงรักษา แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน
- การเกิดการลัดวงจรของยานยนต์ไฟฟ้าและการดับไฟ
- การชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า
- เอกสารแซร์เกี่ยวกับการชาร์จสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

# แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน

## โครงสร้างของเซลล์



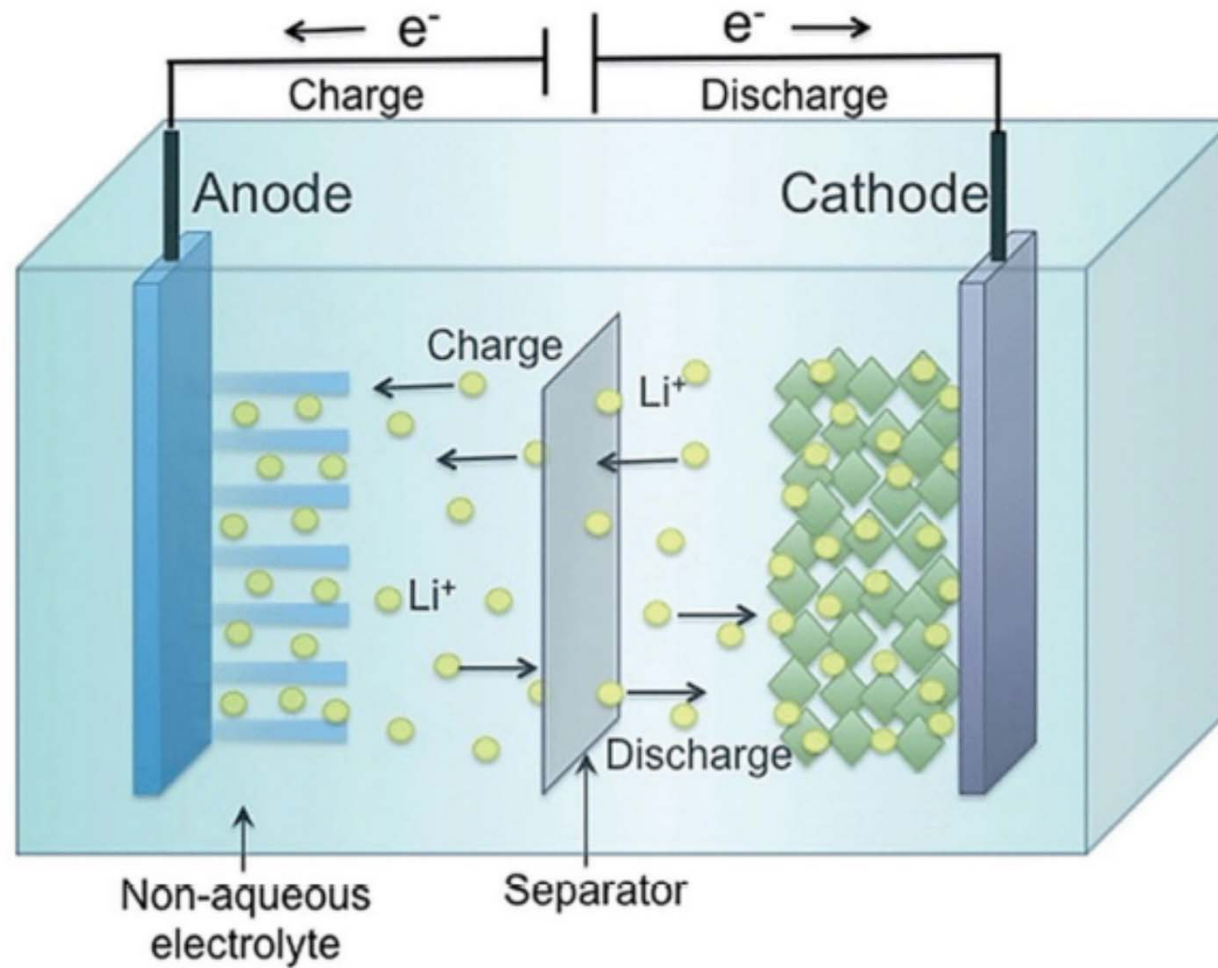
Source: [www.energymatters.com.au](http://www.energymatters.com.au)

## NMC Cell Specification

- Cell Voltage 3.7 Vdc
- Capacity 49 Ah (181.3 Wh)
- Charge Rate (C Rate) 1C means can charge at 49 Amp. To full capacity within 1 hr , If charge with 4C rate then need current to charge at 196 A and battery will fully charged within 1/4 hr.
- Energy → kWh (Ah \* Vdc)
- Power → kW



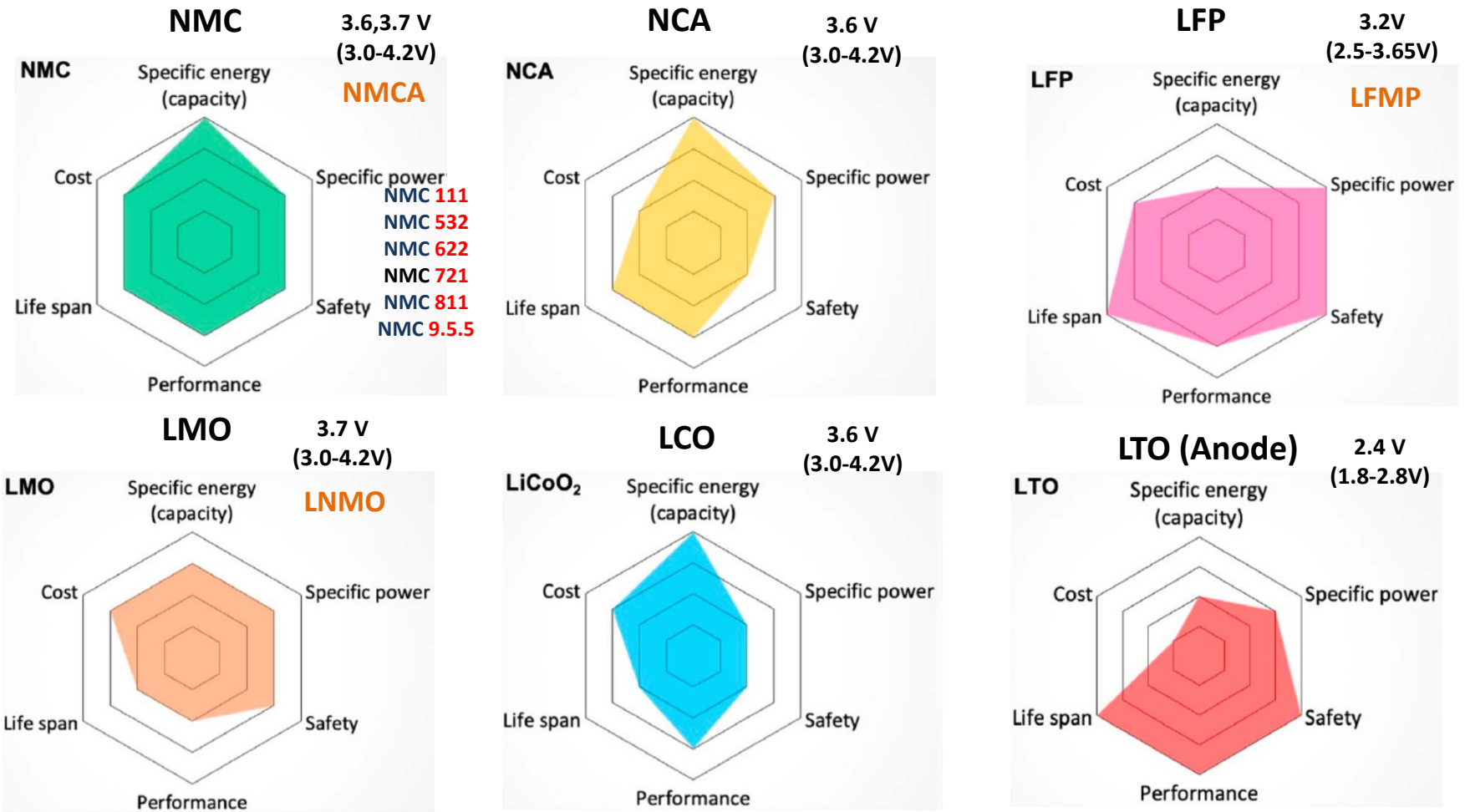
# การทำงานของแบตเตอรี่



Source: MDPI

# ชนิดของแบตเตอรี่ลิเทียม

There is NO one size fits All



Source: MDPI



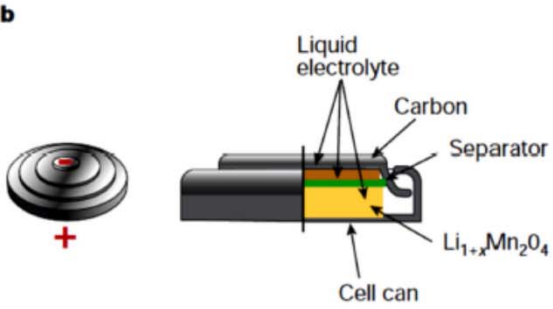
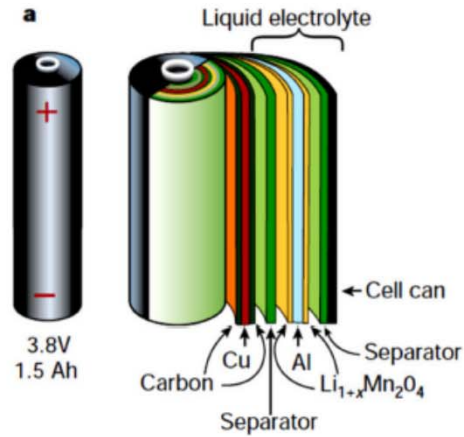
## Who use what type of Li-Ion battery in BEV?

Maker	Battery Type 1	Battery Type 2	Battery Type 3	Battery Type 4	Battery Type 5
Tesla	NCA	LFP			
GM	LMO	NMC	NMCA		
Ford	NCA	LMO			
BMW	NMC				
Mercedes	NCA				
Honda	LMO	NMC			
Toyota	NCA				
Nissan	LMO				
BYD	LFP	NMC			
Hyundai	LMO				
Mitsubishi	LTO	LMO			

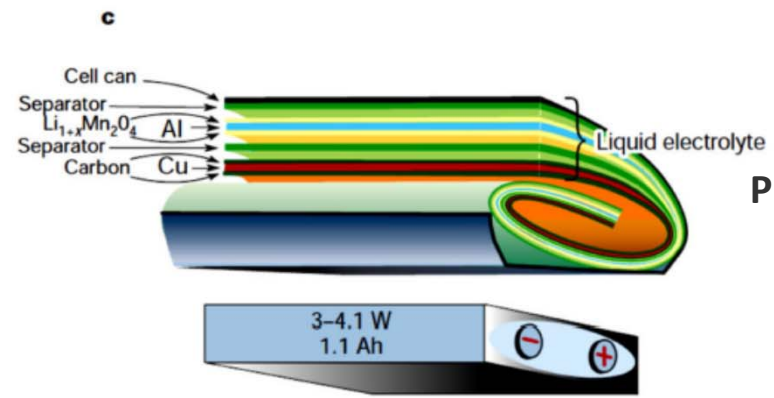
# เซลล์แบตเตอรี่แบบต่างๆ

## Cell Configuration

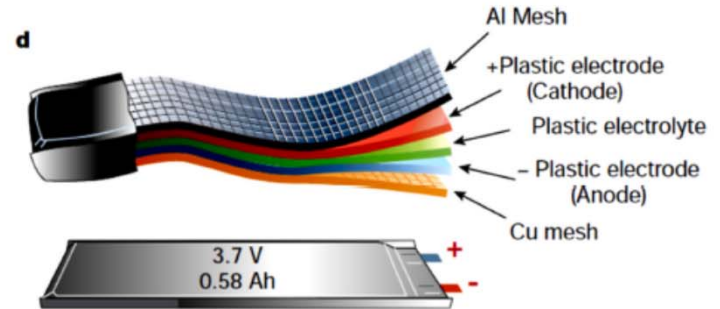
Cylindrical Cell



Button Cell



Prismatic Cell

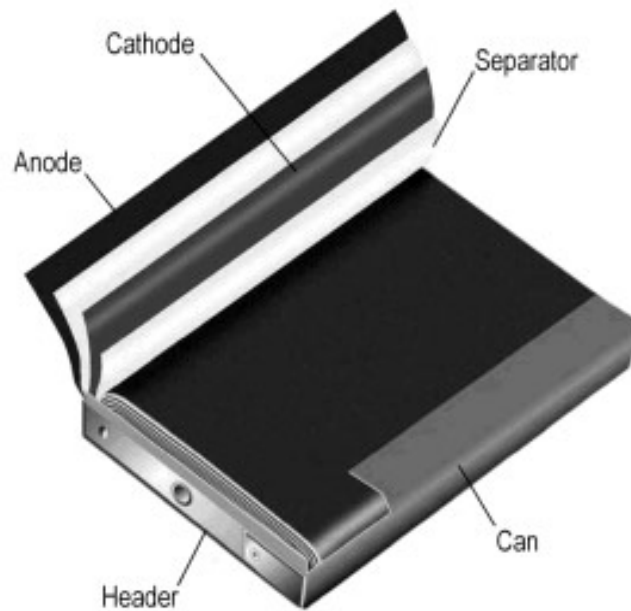


Pouch Cell



# เซลล์แบตเตอรี่แบบต่างๆ

## Cell Configuration



**Prismatic Cell**

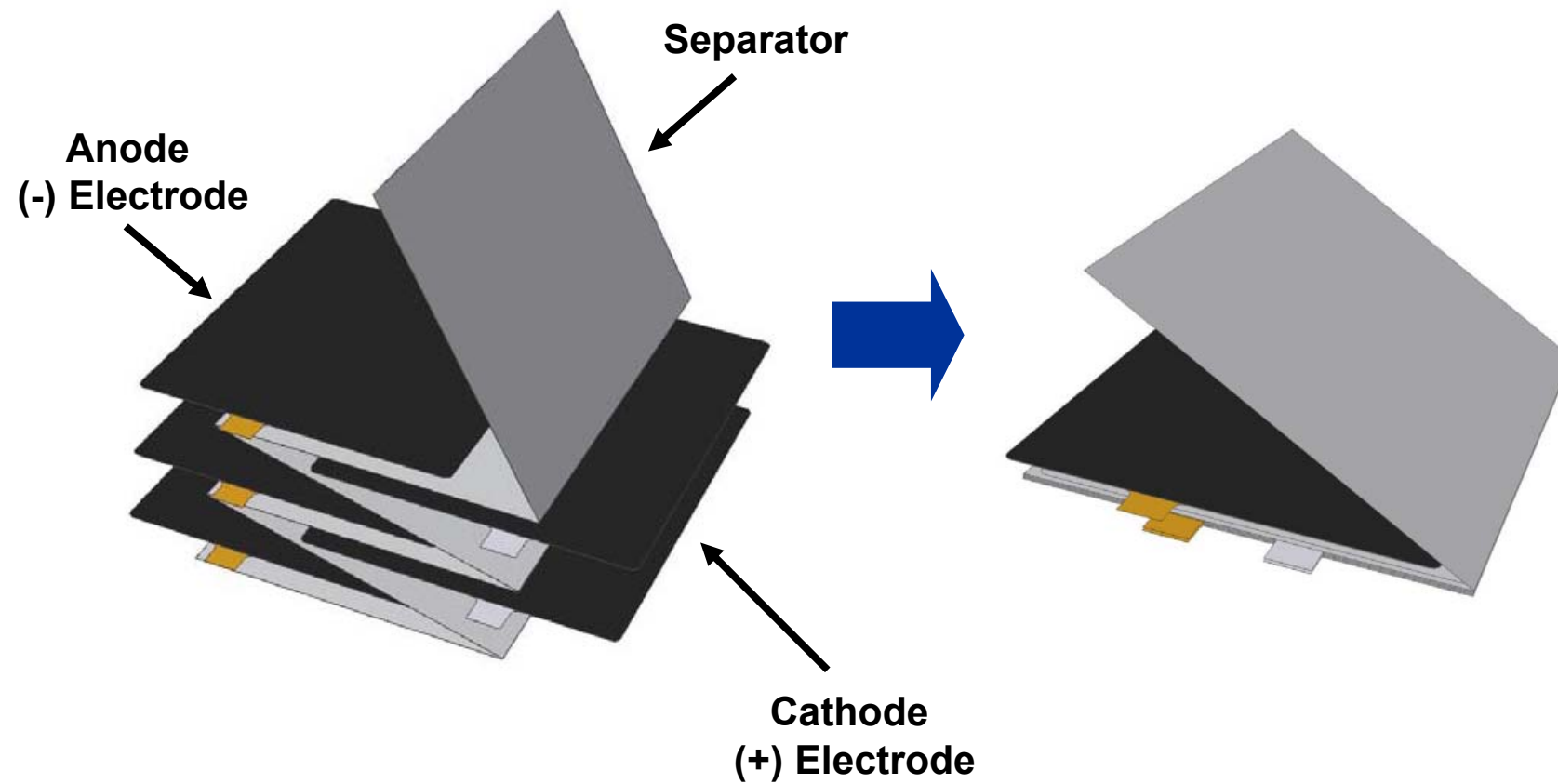


**Pouch Cell**

Source: Amita, Battery University



## Amita's Pouch Cell Stacking



## R&D to Improve Safety

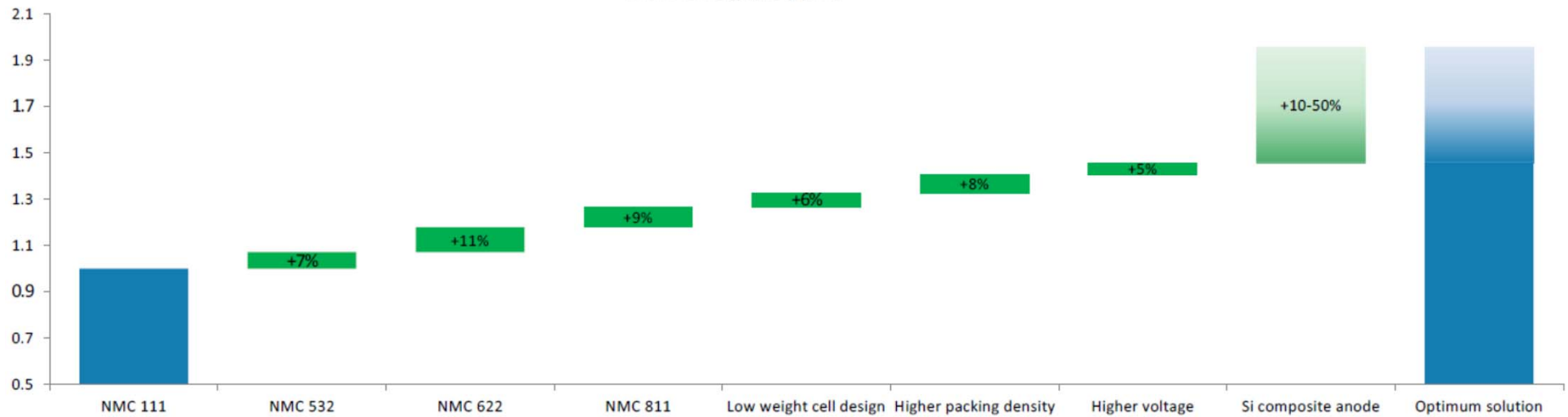
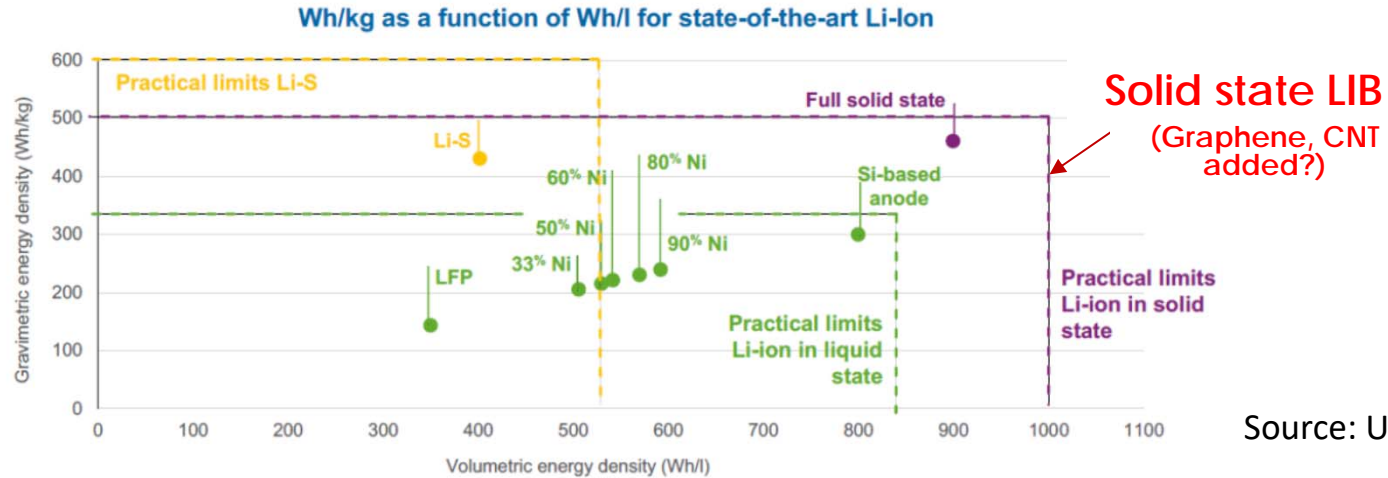
- Apply Tri-layer Separator with Safe Shutdown mechanism to stop Cell runaway

- Solid-State , Semi Solid-State

NAEPE (Networked- Amide Epoxy Polymer Electrolyte) Development with ITRI Non-Flamable Electrolyte

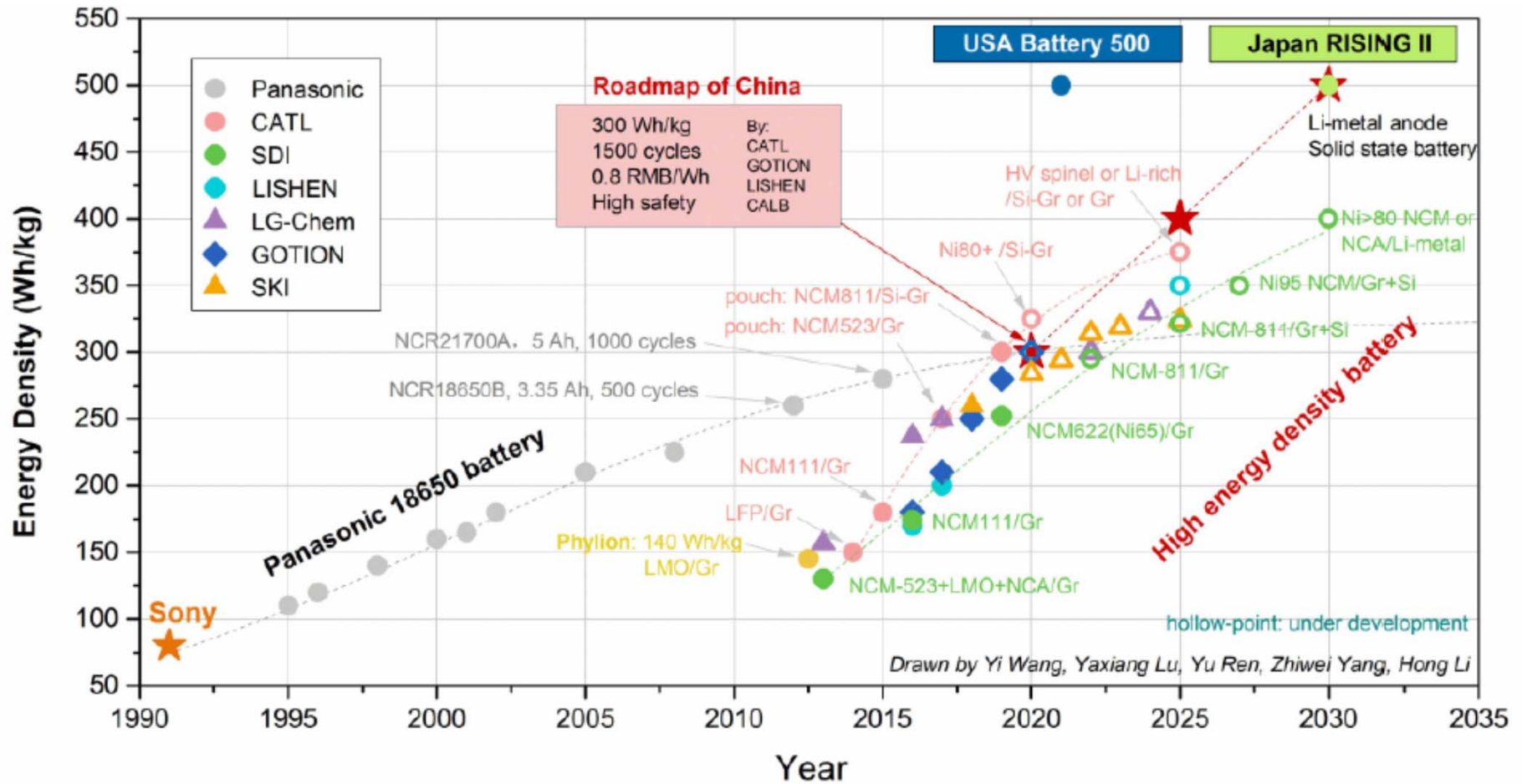
# Lithium-Ion Battery Development

Future technologies offer step change performance improvement



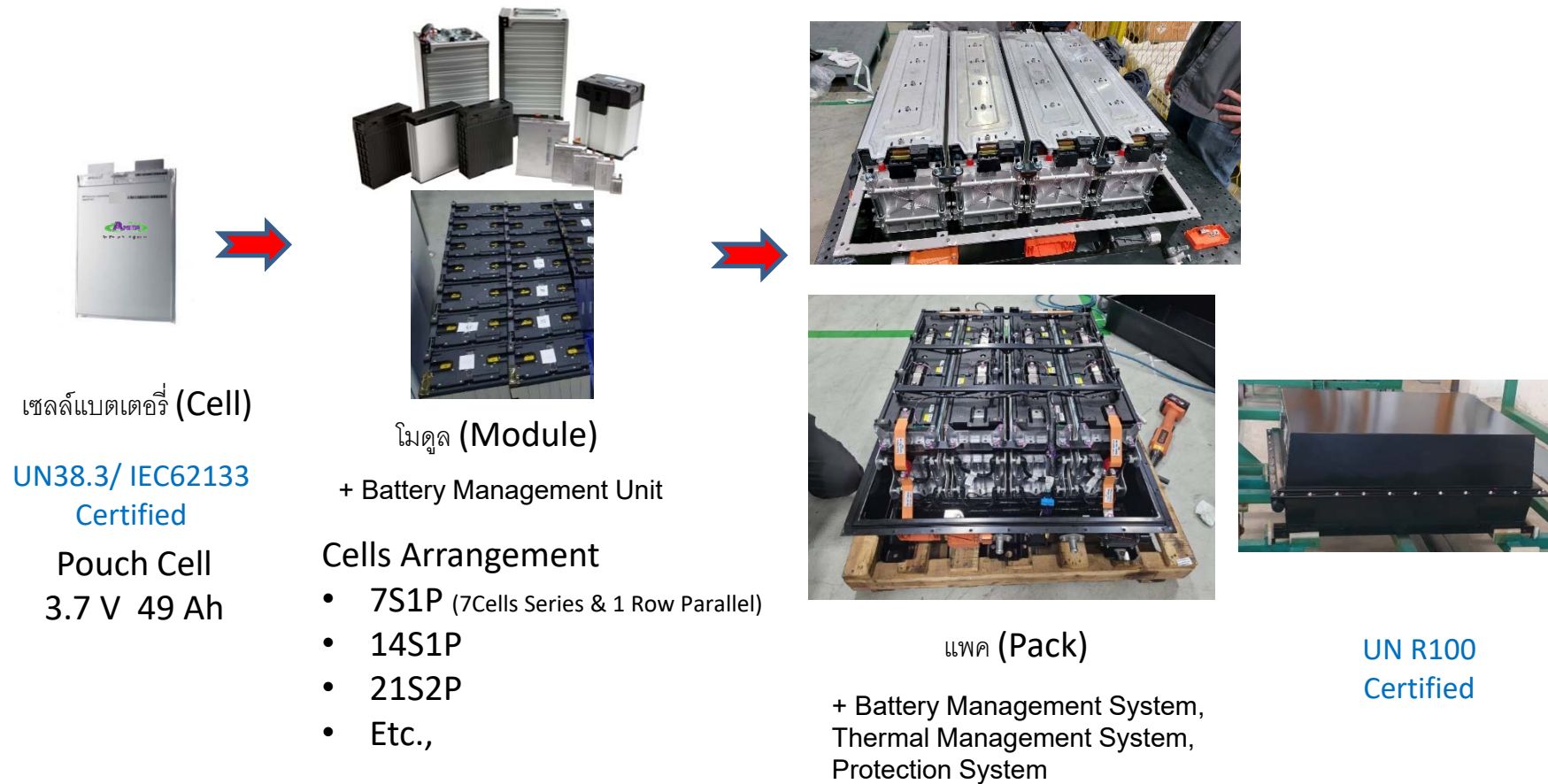
# Lithium-Ion Battery Development

Future technologies offer step change performance improvement



Source: EU 2030+ Battery Roadmap

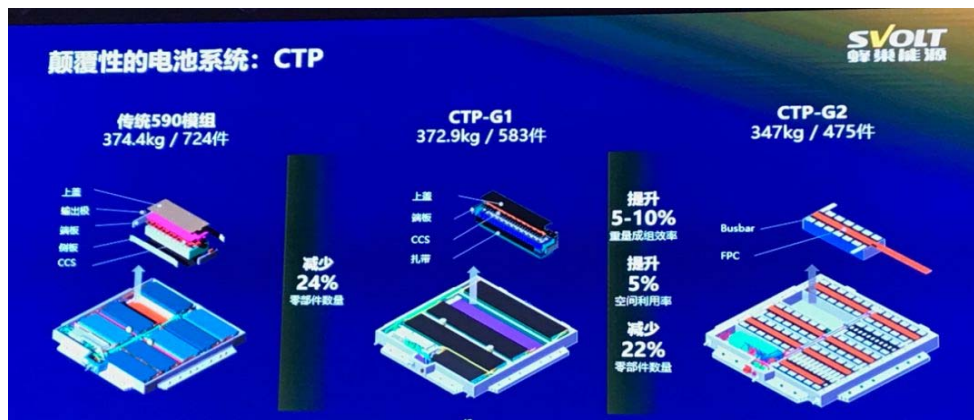
# การประกอบแบตเตอรี่ใช้งาน



Source: Amita Technology

# การประกอบแบตเตอรี่ใช้งาน

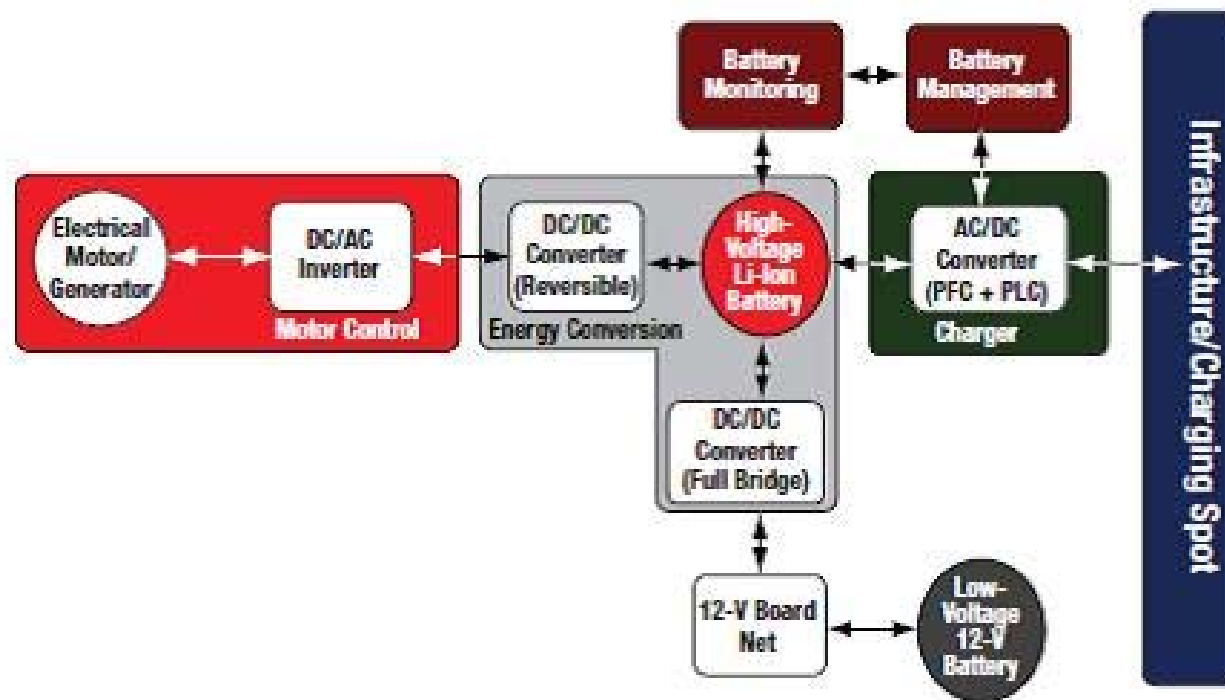
Cell to Pack (CTP) → Cell to Chassis (CTC)



BYD Blade Battery

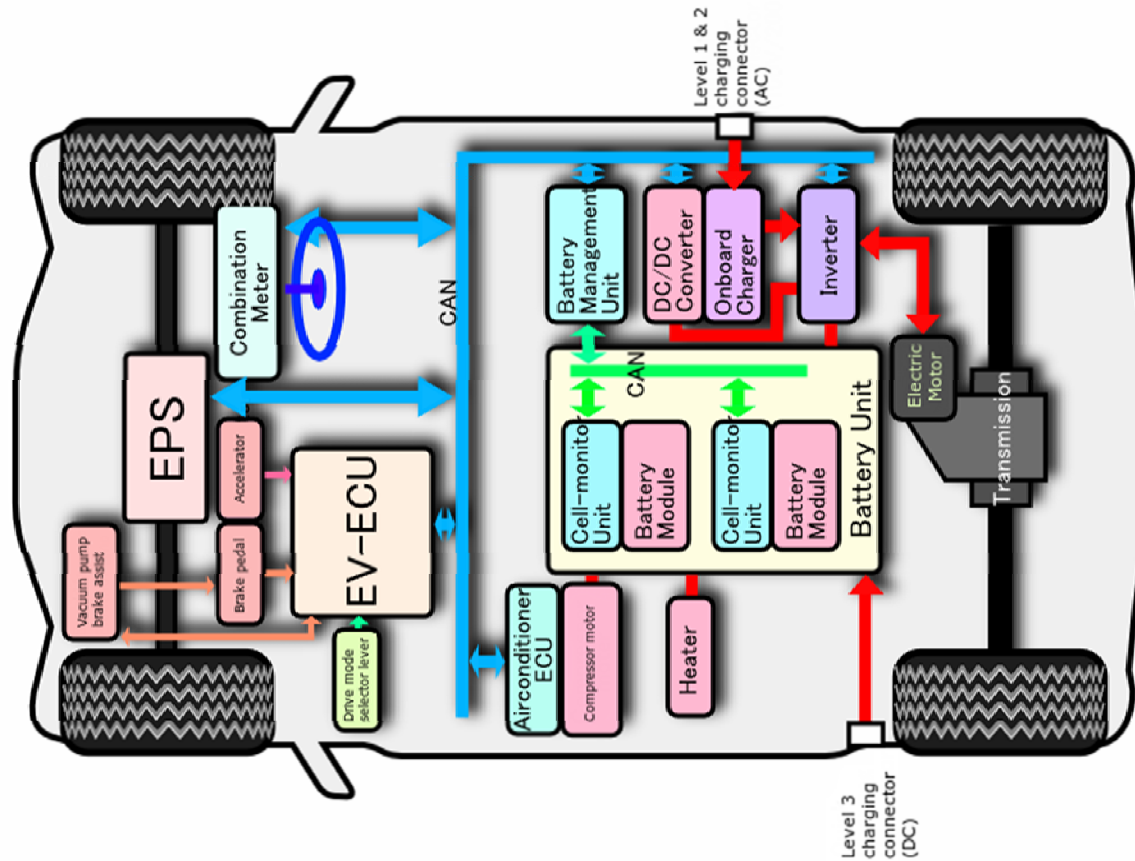
Source: CATL, BYD, SVOLT

# การเชื่อมต่อแบตเตอรี่ในรถยนต์ไฟฟ้า



Source: [Texas Instruments](#)

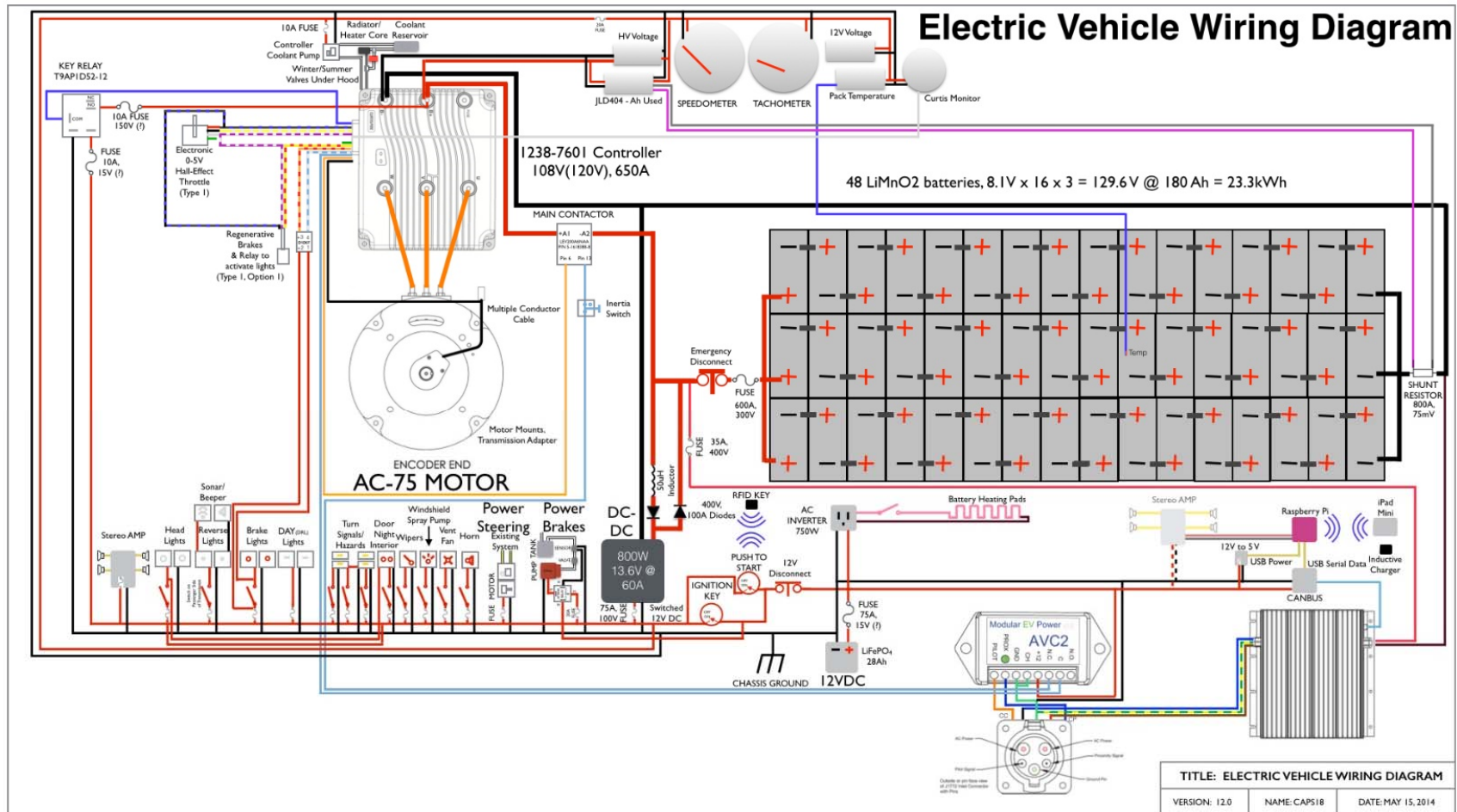
# การเชื่อมต่อแบตเตอรี่ในรถยนต์ไฟฟ้า



Source: Mitsubishi

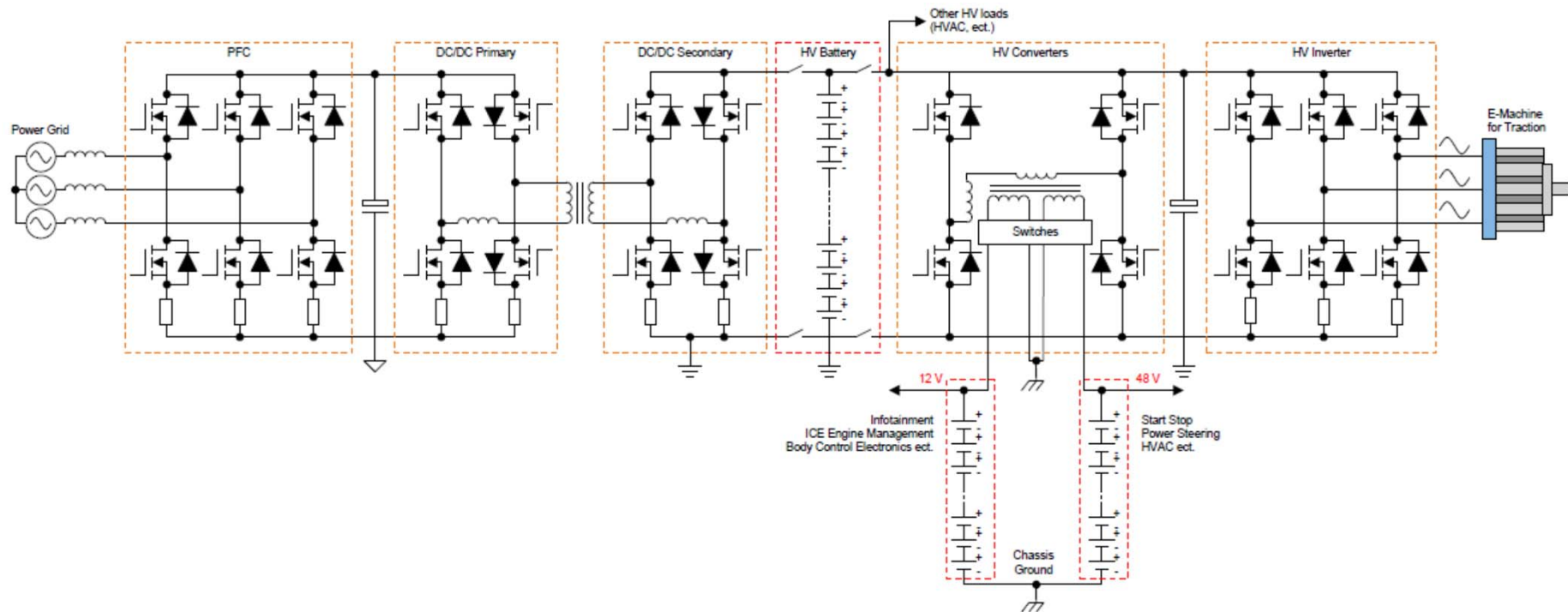


# การเชื่อมต่อแบตเตอรี่ในรถยนต์ไฟฟ้า



# การเชื่อมต่อแบตเตอรี่ในรถยนต์ไฟฟ้า

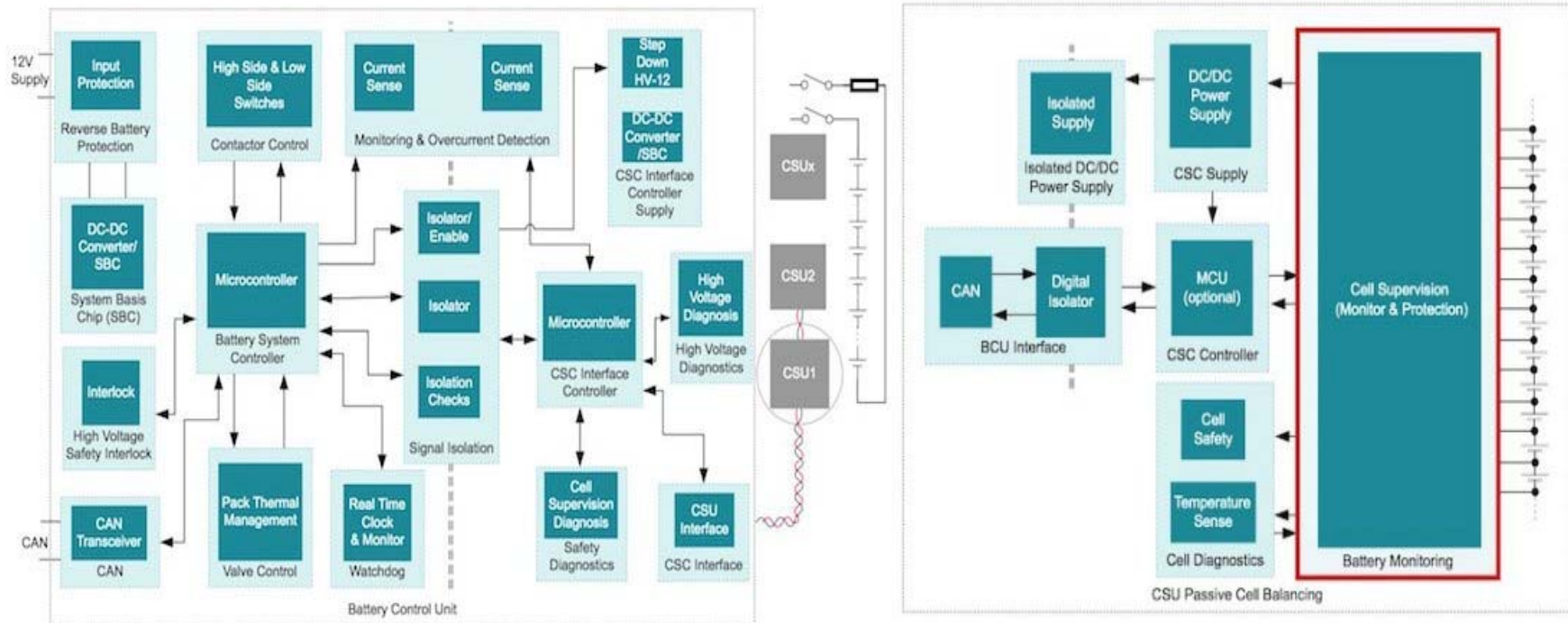
## Battery Management System in HEV/EV



Source: Texas Instrument

# การเชื่อมต่อแบตเตอรี่ในรถยนต์ไฟฟ้า

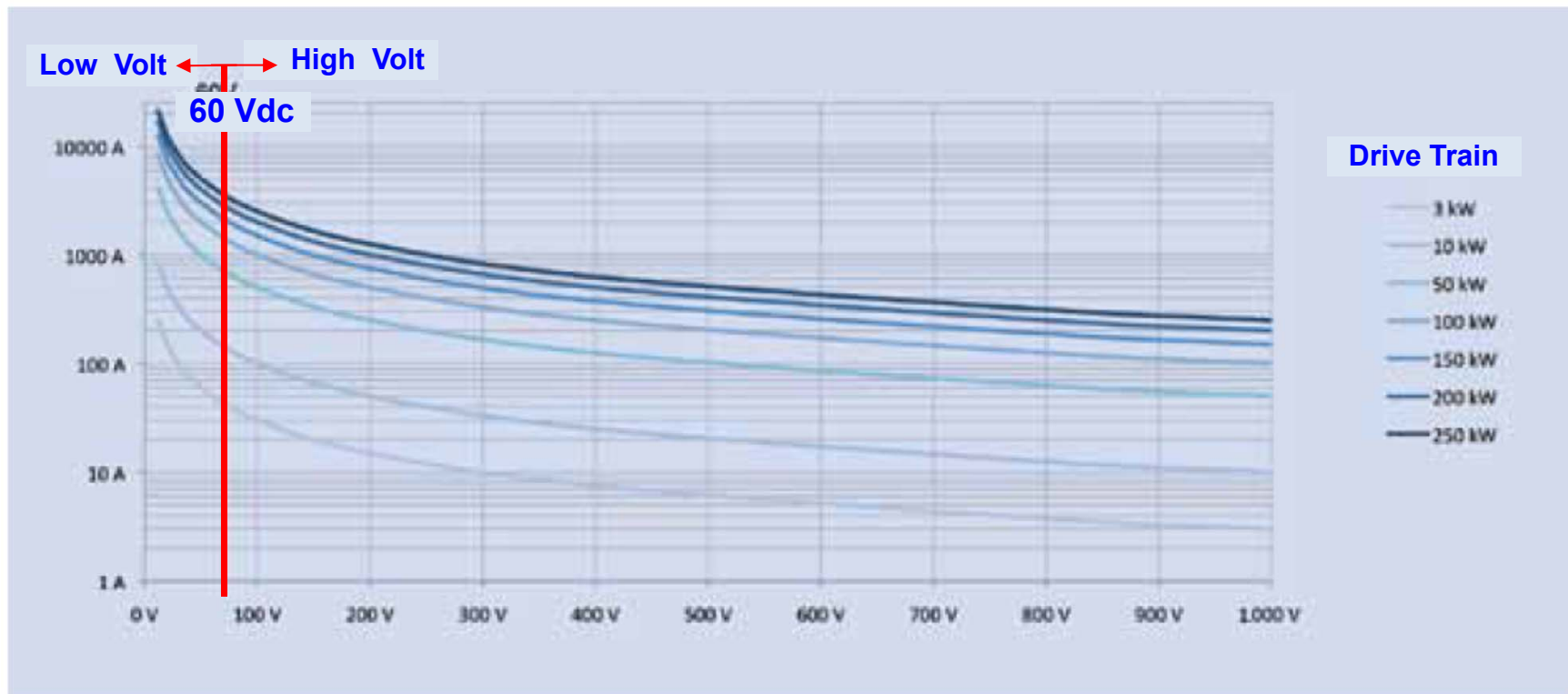
## Battery Management System in HEV/EV



Source: Texas Instrument

# การเชื่อมต่อแบตเตอรี่ในรถยนต์ไฟฟ้า

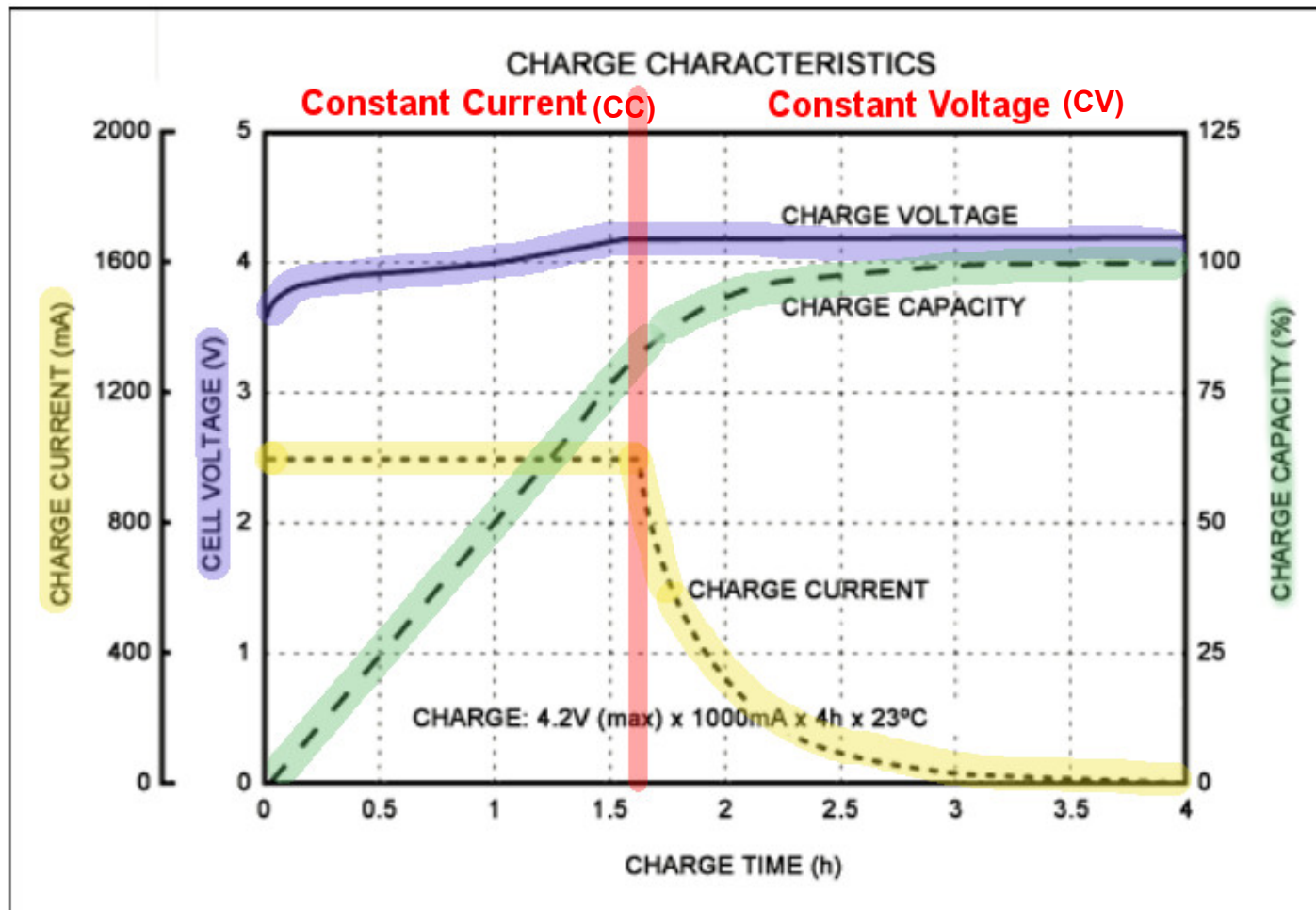
ระดับแรงดันไฟฟ้าในรถยนต์ไฟฟ้า



Source: Lenze Schmidhauser

# การใช้งานและพฤติกรรมของแบตเตอรี่

## การชาร์จแบตเตอรี่ลิเทียม (NMC)

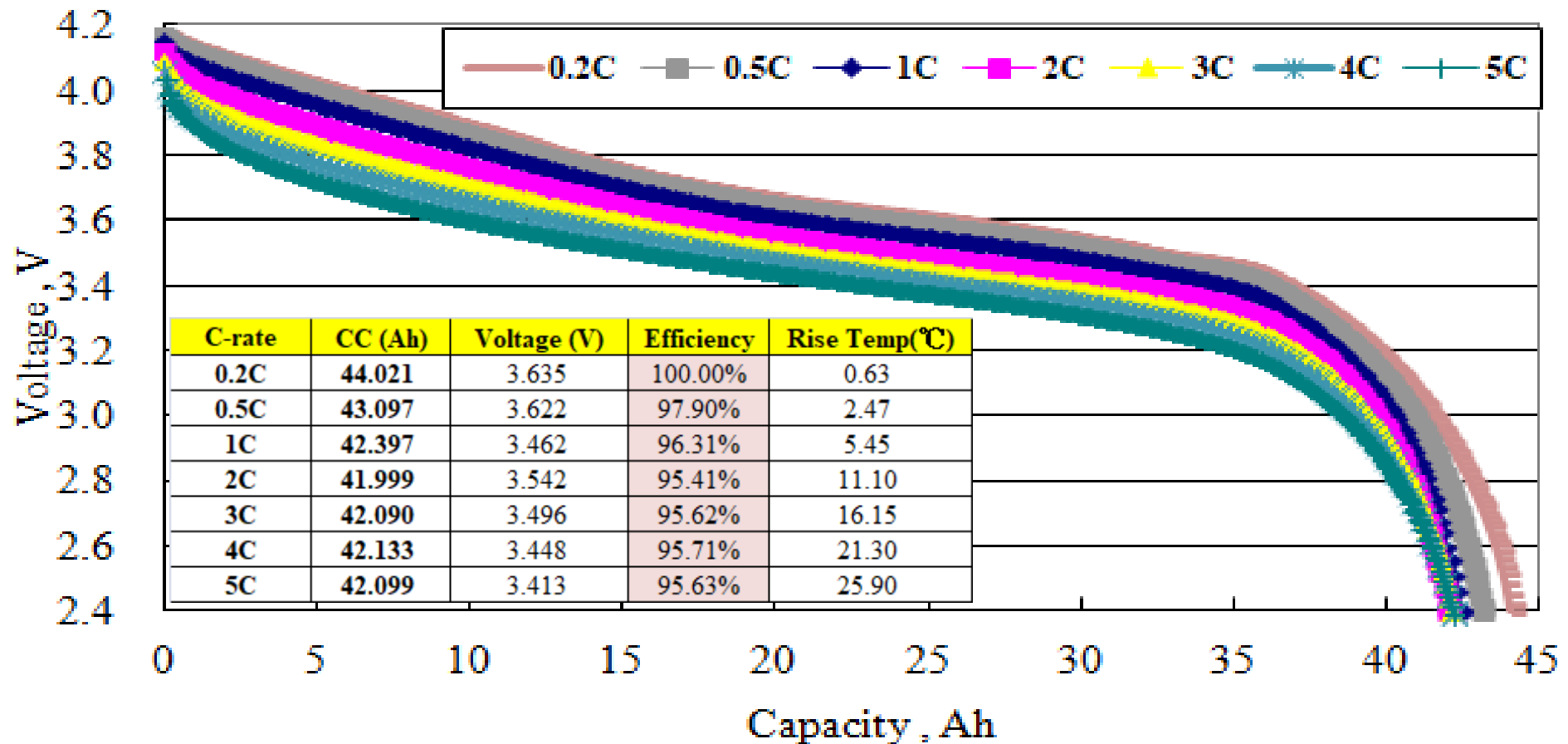


# Li-Ion Battery Cell Characteristic

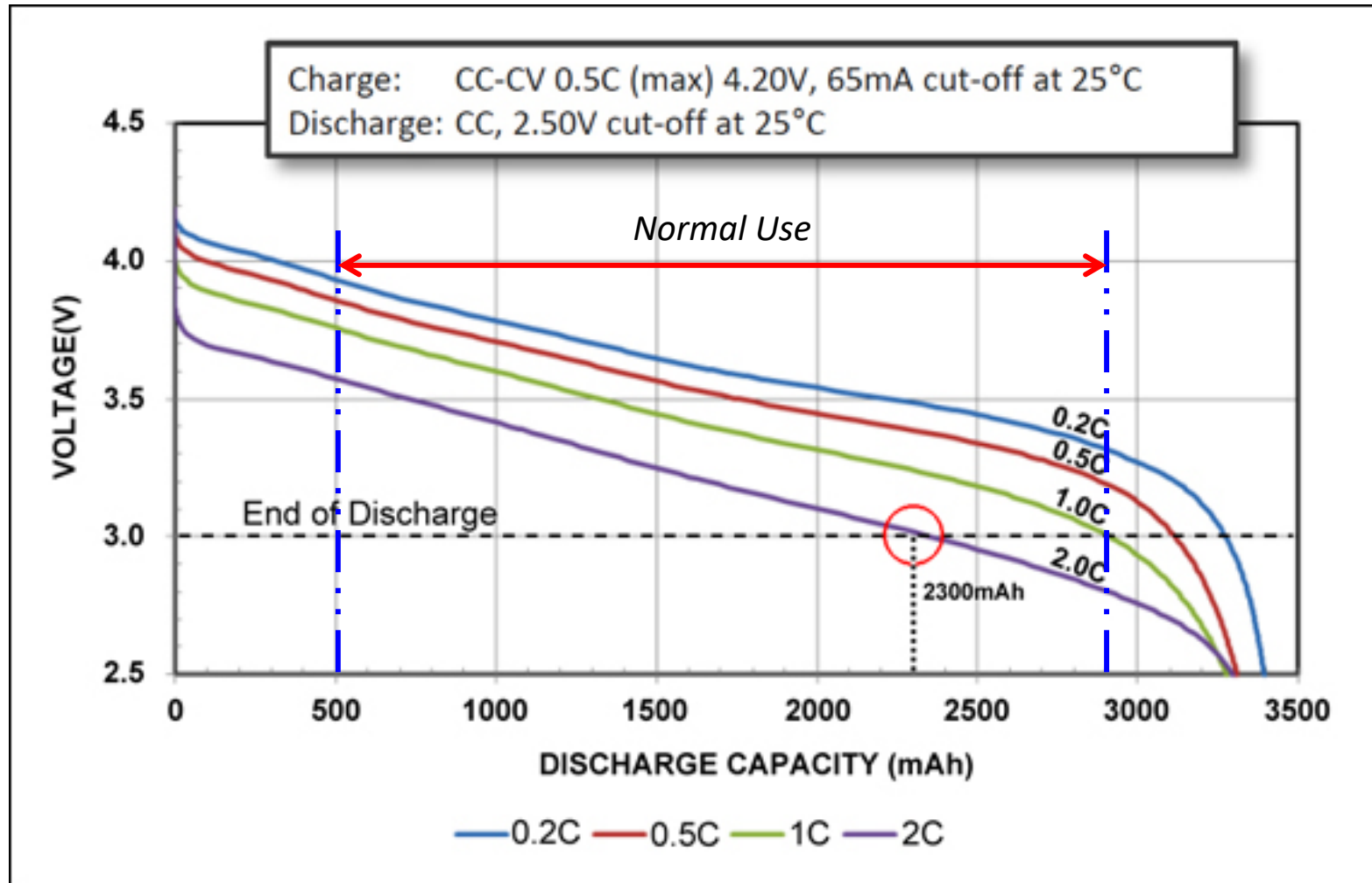
## Fast charge System for Vehicle

- Target: 1. 4C fast charge  
2. long life (4C/1C 3,000 cycle @ RT)

Different C-rate Discharge Profile



## Li-Ion Battery Cell Discharge Characteristic (Example)



Source: BatteryUniversity.com

## ข้อควรระวังเกี่ยวกับการใช้งานแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน

- ป้องกันการกดทับ กระแทกเซลล์แบตเตอรี่ ซึ่งอาจเป็นเหตุให้แบตเตอรี่เกิดการลुकติดไฟหรือระเบิดได้
- ไม่เก็บแบตเตอรี่ในที่อุณหภูมิสูงเกินที่ระบุไว้ในคู่มือการใช้งาน หรือใกล้แหล่งความร้อนเช่นเตาไฟ
- ไม่ควรเก็บแบตเตอรี่ที่ชาร์จประจุจนเต็มไว้เป็นเวลานานๆ เนื่องจากมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดการลुकติดไฟเนื่องจาก **Defect** ต่างๆ แนะนำให้ชาร์จไว้ที่ประมาณ **30 %**
- การออกแบบใช้งานของแบตเตอรี่เซลล์แต่ละชนิด ต้องคำนึงถึงคุณสมบัติการออกแบบและการผลิตเซลล์ที่แตกต่างกัน ระบบการควบคุมการชาร์จ/ปล่อยประจุ การควบคุมอุณหภูมิ การวัดและระบบป้องกันให้เหมาะสม
- การผลิต การติดตั้งใช้งาน การใช้งานและบำรุงรักษา ตลอดจนการนำกลับมาใช้ใหม่ และการ **Recycle** ต้องดำเนินการตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด



## ข้อเสนอแนะการใช้งานเพื่อยืดอายุแบตเตอรี่

***A battery behaves like a living organism that is swayed by state-of-charge, agitation, rest and age***

- ใช้การชาร์จเร็วเมื่อจำเป็น เช่นเดินทางไกล
- รักษาการใช้งานแบตเตอรี่ในช่วง **20 - 80% SoC**
- ชาร์จแบตเตอรี่เต็มเมื่อจะใช้งานหรือเดินทางไกล ถ้าจะจอดพักรถหลายวัน ควรเหลือไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ประมาณ **30 - 50%**
- ไม่จอดรถอยู่กับที่นานๆ ควรนำออกไปขับช่วงสั้นๆ เป็นระยะ เช่น สัปดาห์ละครั้งเพื่อกระตุ้นการทำงานของแบตเตอรี่ และระบบควบคุมต่างๆ
- ใช้บริการช่างที่มีความรู้เรื่องรถยนต์ไฟฟ้าเท่านั้น

# มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานและ พฤติกรรมของแบตเตอรี่

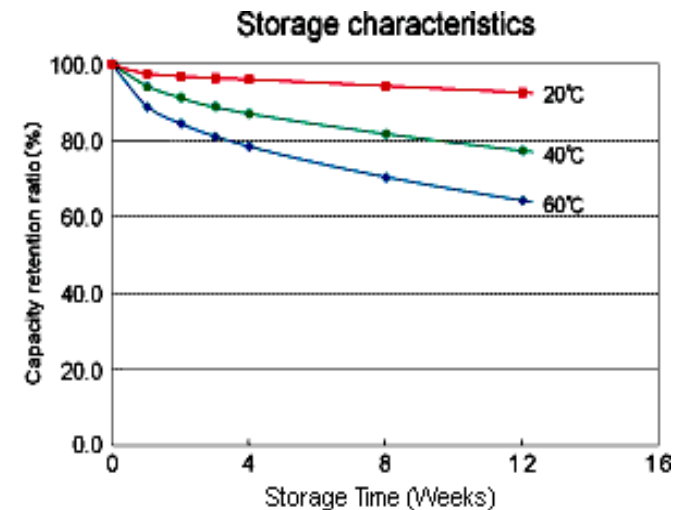
## Standards & Safety

- IEC
- UN
- UN-R100,  
R136
- ASIL

## Thermal Runaway

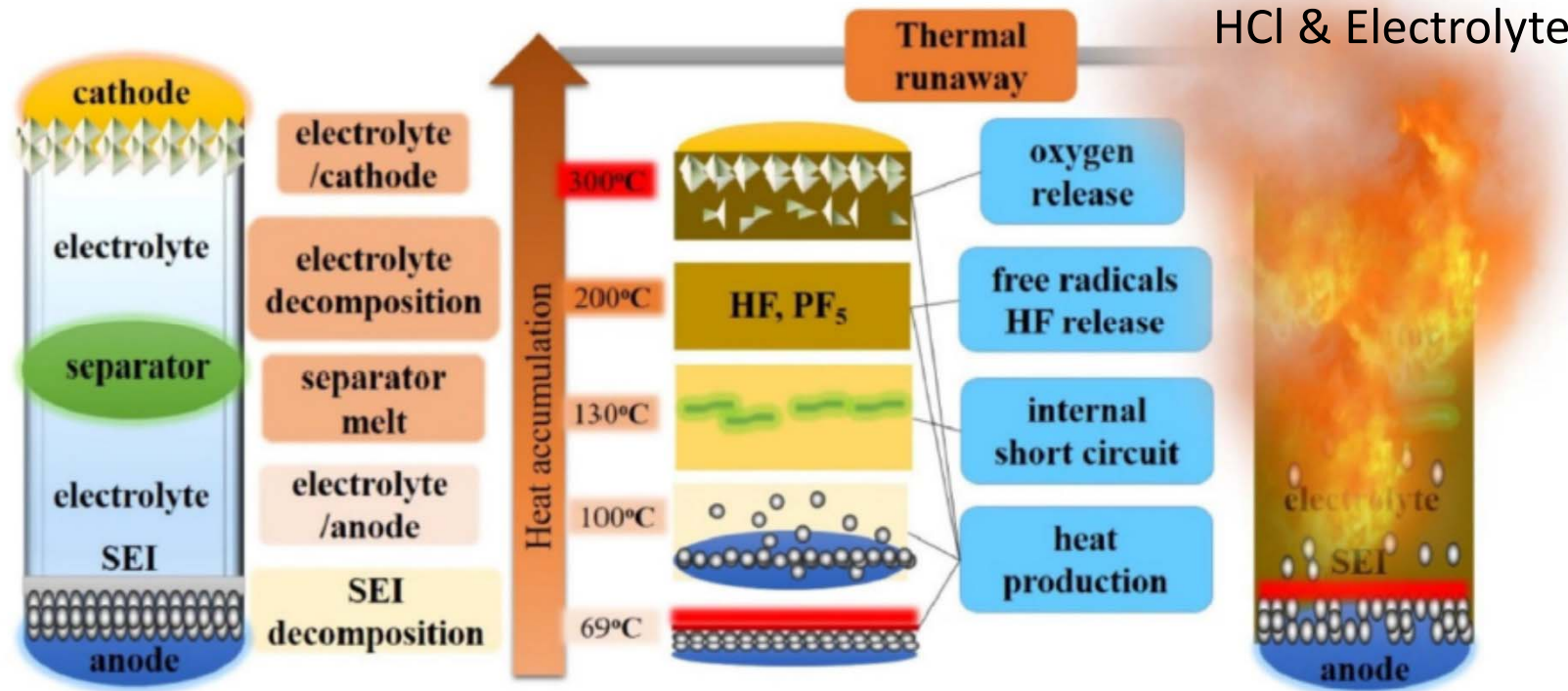
- Internal short circuit
- External short circuit
- Overcharging the  
battery
- Excessive currents  
when charging or  
discharging the  
battery,

## Self Discharge



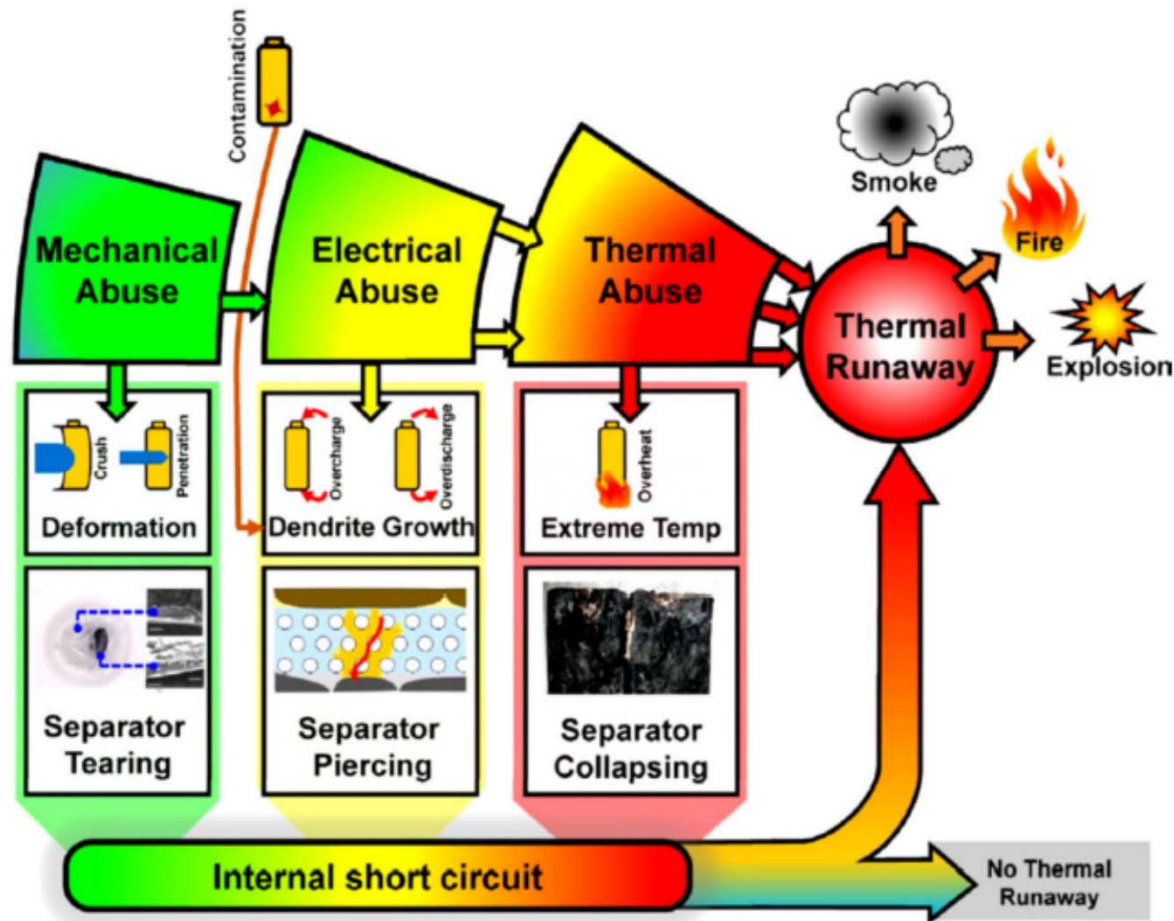
# การเกิด Thermal Runaway

ควันอาจจะประกอบไปด้วย HF, CF<sub>2</sub>O, C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O, CO, CH<sub>2</sub>O, HCl & Electrolyte Solvent



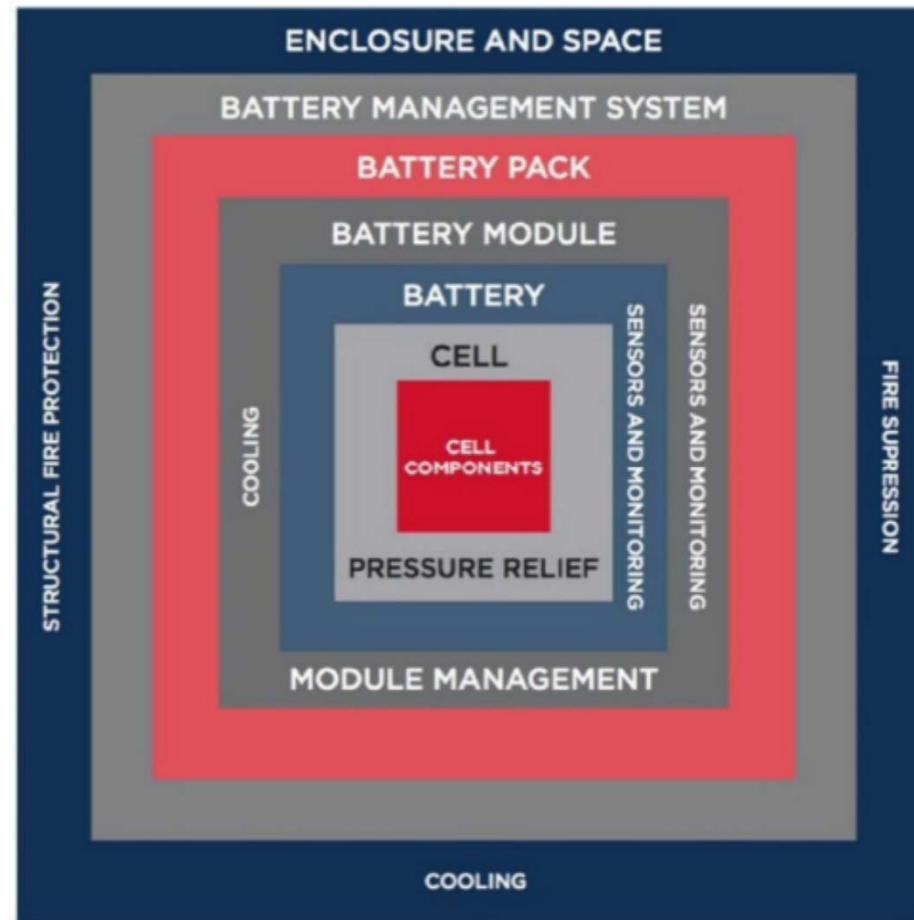
Source: MPDI

# สาเหตุที่ทำให้เกิด Thermal Runaway



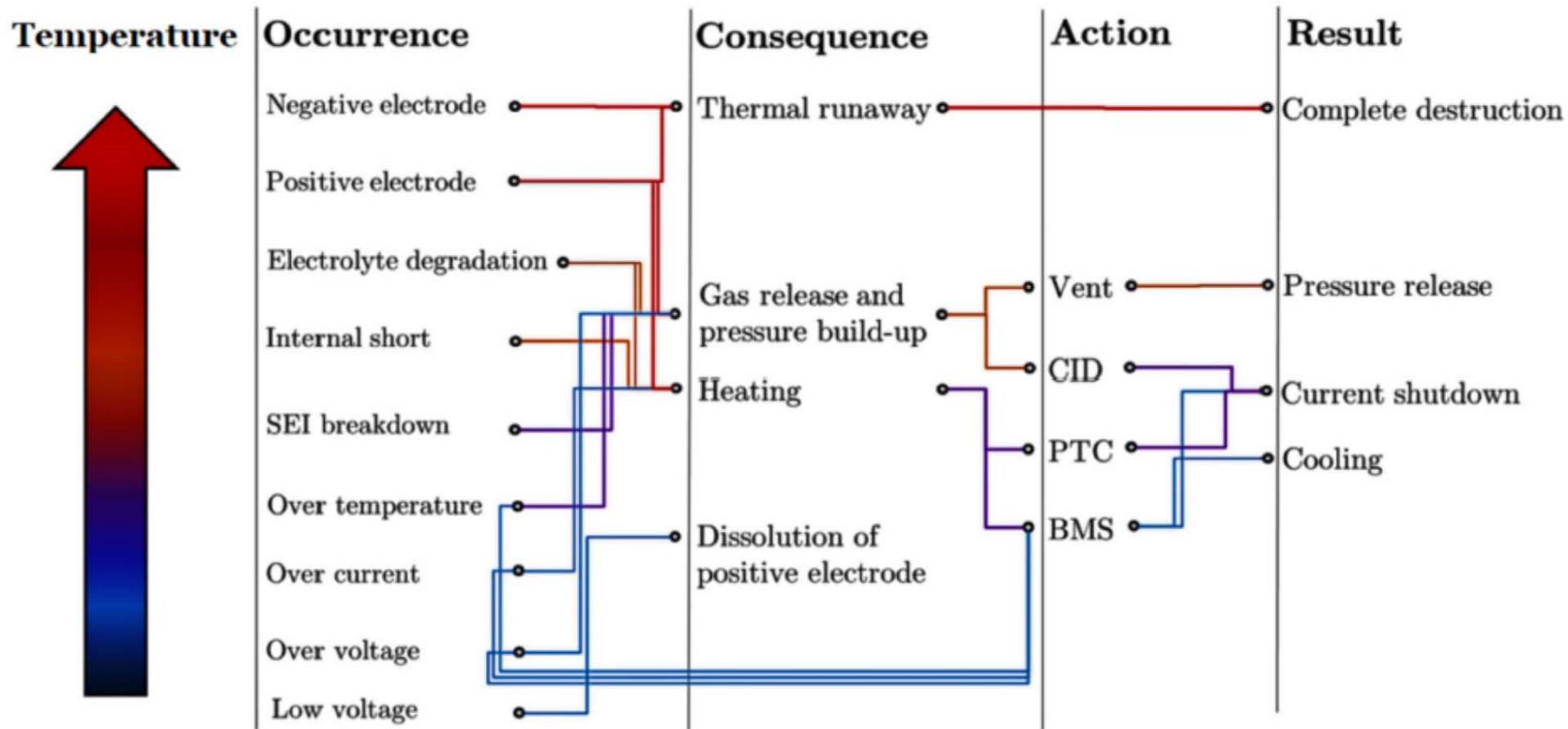
Source: MPDI

# เทคนิคการป้องกันการลุดติดไฟของแบตเตอรี่ และการลดผลกระทบ



Source: MPDI

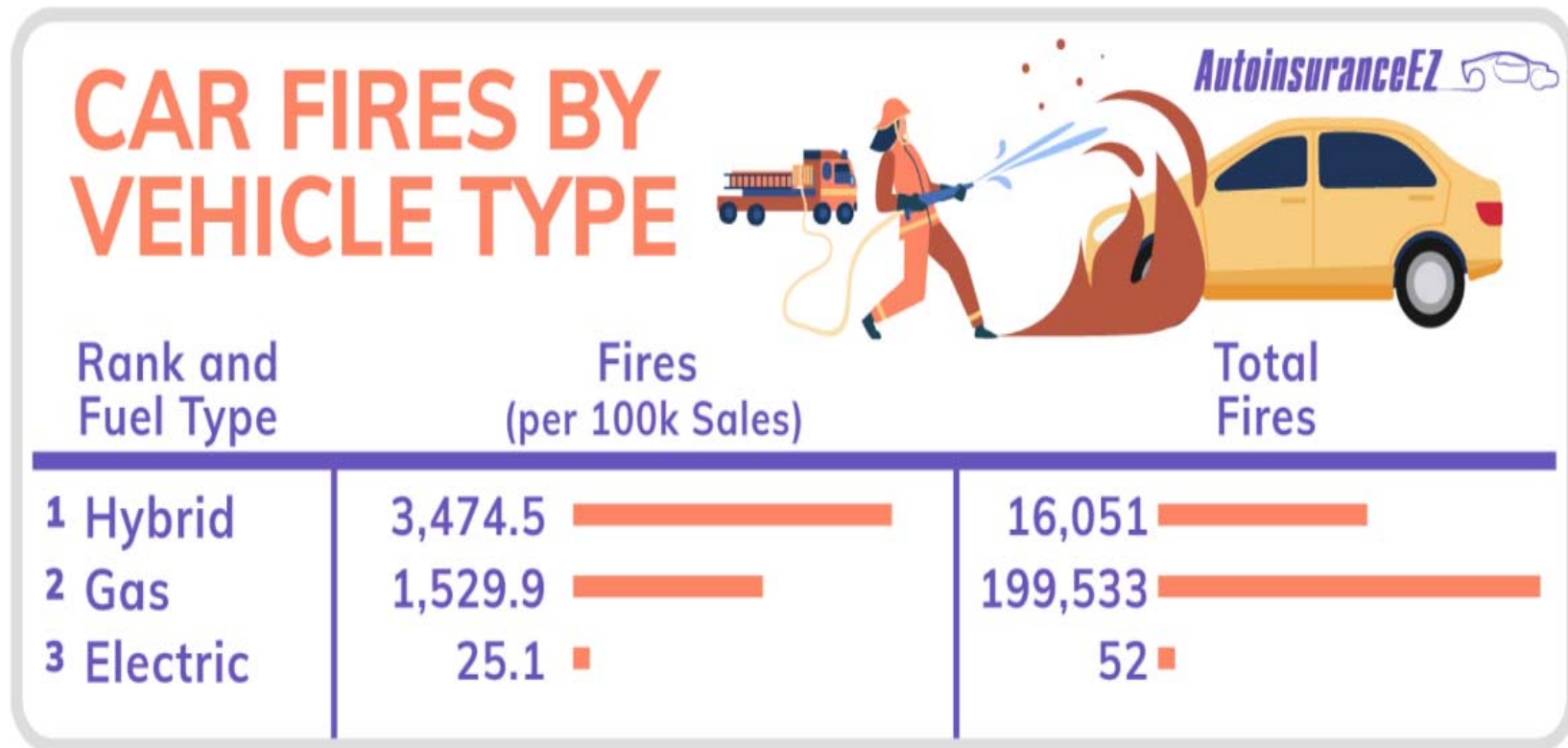
# เหตุผิดปกติของแบตเตอรี่ และขั้นตอนการป้องกันของอุปกรณ์ต่างๆ



Note : BMS-Battery Management System, PTC-Positive temperature Coefficient Device, CID-Current Interrupt Device

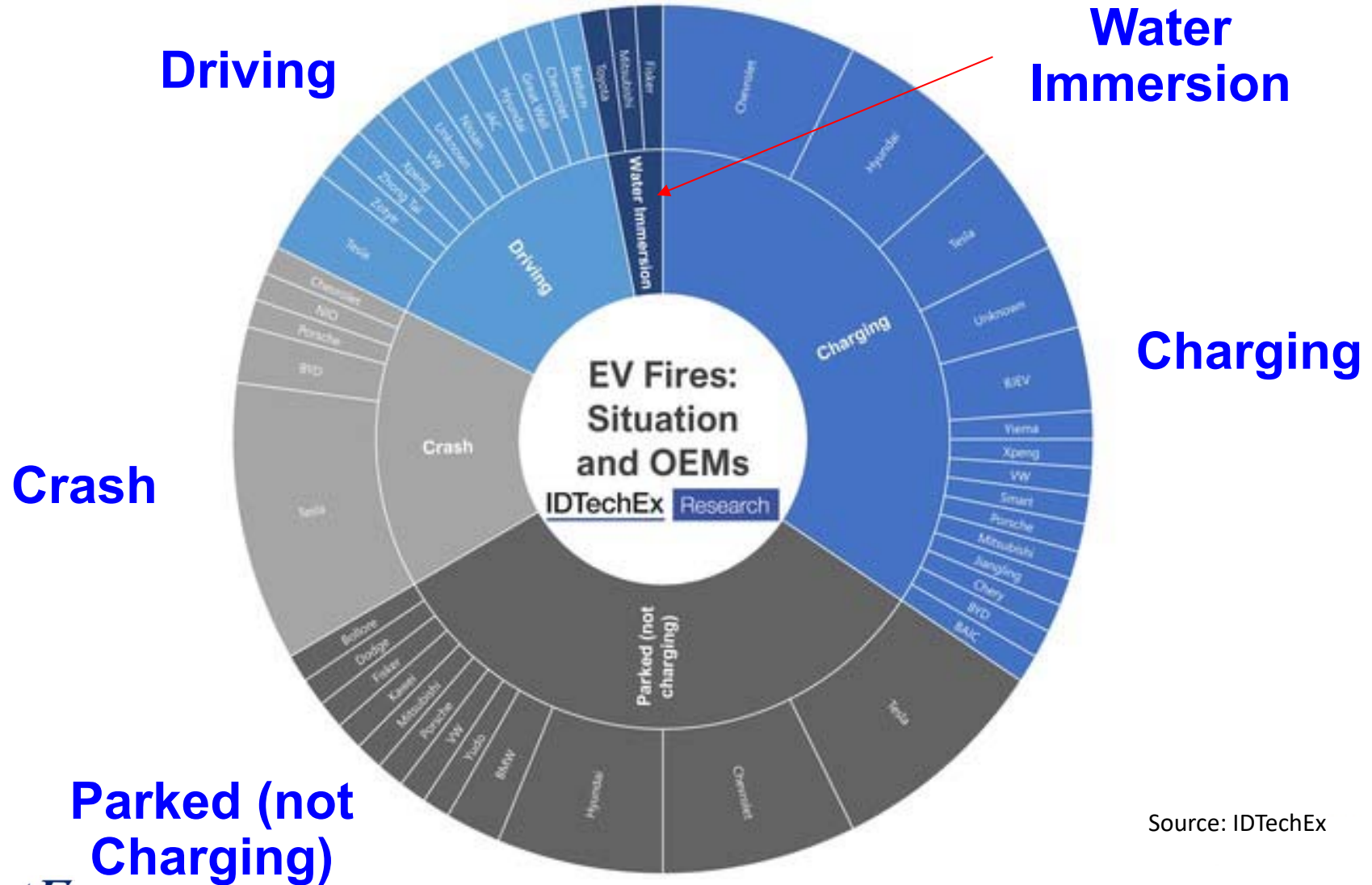
Source: MPDI

สถิติอุบัติเหตุไฟไหม้ยานยนต์ไฟฟ้าเทียบกับยานยนต์สันดาปภายใน  
**2020 in US**



Source: AutoinsuranceEZ

IDTechEx รวบรวมข้อมูลจากเหตุการณ์ไฟไหม้ EV 96 ครั้ง พบว่าหลายเหตุการณ์มีสาเหตุของการเกิดไฟไหม้ที่ไม่แน่ชัด



Source: IDTechEx





## สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดไฟไหม้ยานยนต์ไฟฟ้า (HEV, PHEV, BEV)

- การชน กระแทกอย่างรุนแรง กระทบไปถึงระบบแบตเตอรี่ หรือระบบ เชื้อเพลิง หรือชุดแบตเตอรี่มี **Defect** ที่ทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรในตัว เซลล์แบตเตอรี่หรือโมดูลแพค
- ระบบไฟฟ้าและระบบป้องกันทำงานผิดปกติ
- เชื้อเพลิงรั่วไหล (**HEV, PHEV**)
- เครื่องต้นกำลัง (เครื่องยนต์หรือมอเตอร์) อุณหภูมิสูงเกินไป
- มีจุดอุณหภูมิสูงภายในรถที่ส่งผลไปถึงถึงเชื้อเพลิงหรือแบตเตอรี่แพค
- การดูแลบำรุงรักษา ตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุมและป้องกันไม่ เป็นไปตามมาตรฐาน ขาดความรู้
- การออกแบบ การทดสอบยานยนต์ที่ไม่ได้มาตรฐาน

## การดับไฟที่ลุกติดแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า

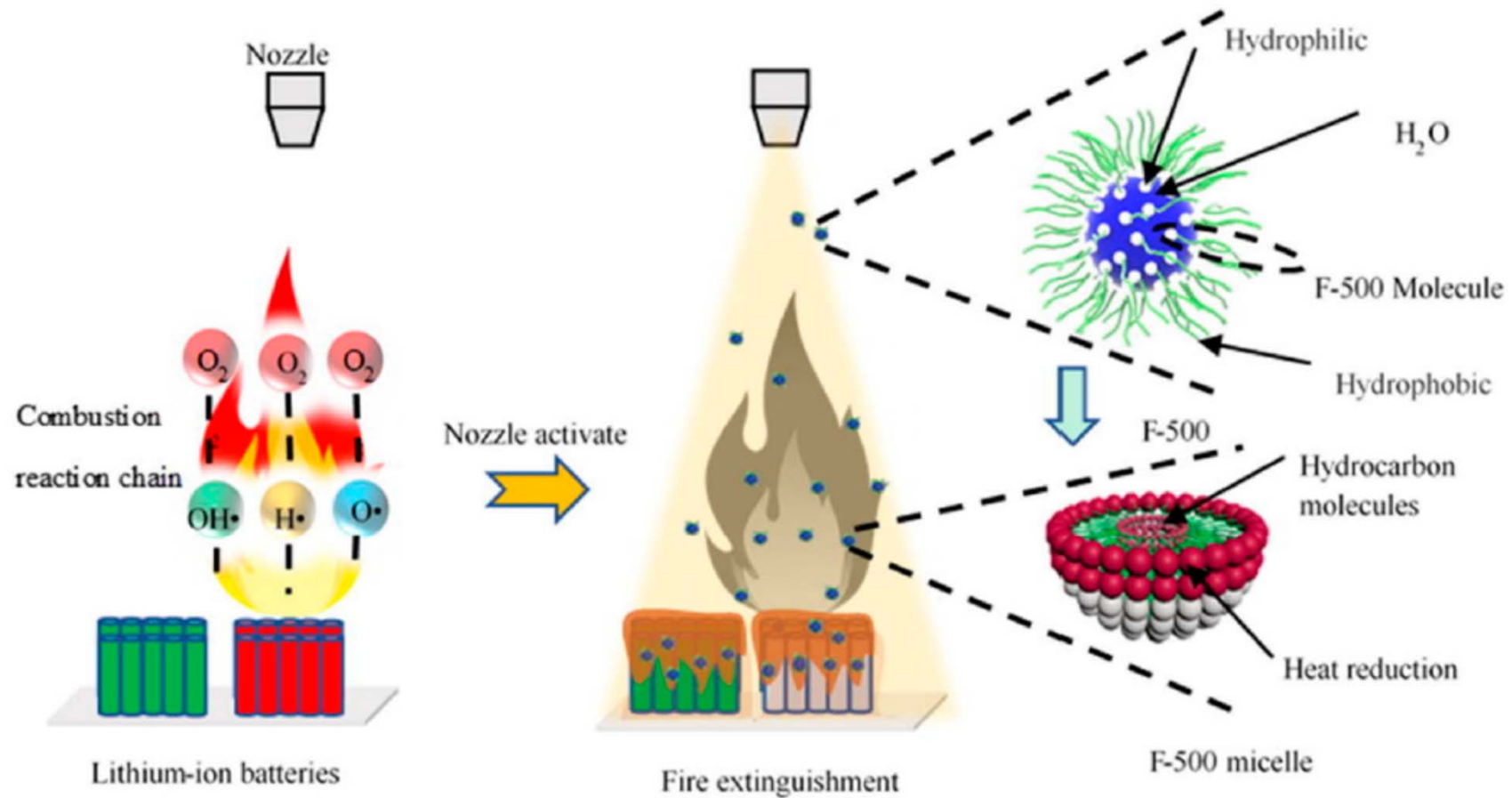
Company	Country	Date	Battery Chemistry	Water	CO <sub>2</sub>	Foam	Chemical/Dry Powder	Nitrogen	Sand	Halon*	Whatever Suitable	
Yuka energy	China	2011	Pack	LCO	×	×	×		×			
Makita	USA	2013	Pack	NCO	×	×	×					
Enertech	Korea	2017	Pack	NMC	×		×		×			
Samsung	Korea	2011	Cell	NMC	×		×					
Samsung	Korea	2016	Cell	NMO	×	×	×	×				
Saft	France	2009	Pack	LCO	×	×	×			×		
Bipower	USA	2017	Pack	LCO	×	×	×					
LG Chem	Korea	2013	Cell	NMC							×	
Motorola	USA	2017	Pack	LCO	×	×	×	×				
Ideal	USA	2010	Cell	LCO		×	×	×				
SDPT	China	2016		LCO	×	×						
Bren-Tronics	USA	2013	Pack	LCO	×	×	×	×				
Advance Energy	USA	2011		LCO							×	
Leo Energy	Singapore	2014		NMC	×		×					
IDX	Japan	2016	Pack	LMO	×	×	×	×	×			
Panasonic	USA	2015		NMC	×	×	×	×				
<b>Total</b>					<b>12</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

\* Note that Halon-based products deplete the ozone layer and are prohibited.

Source: MPDI

# การดับไฟที่ลุกติดแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า

## ตัวอย่างการใช้ Hydrogel Agent



Source: MPDI

# การดับไฟที่ลุกติดแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า ตัวอย่างการใช้ Hydrogel Agent



Source: NPC S&E

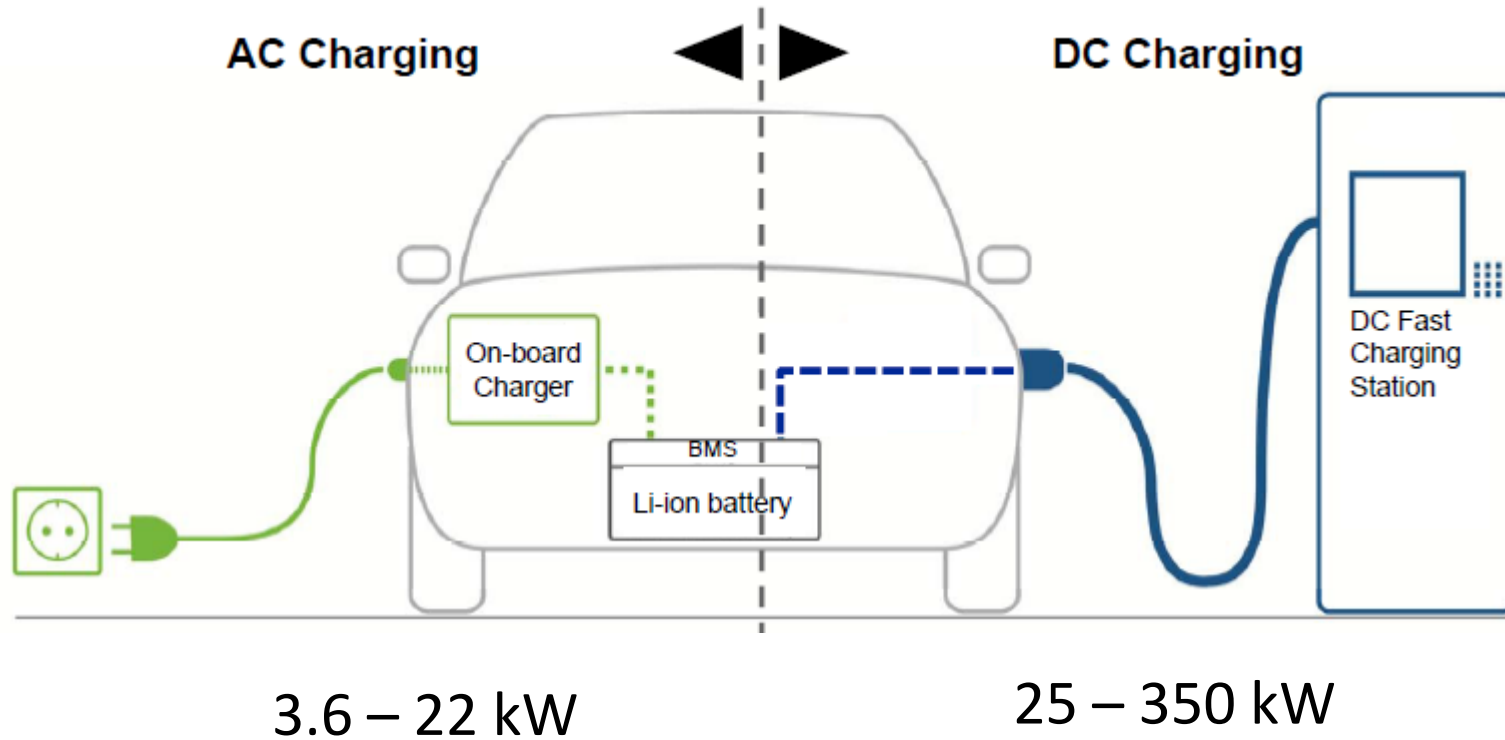
# การดับไฟที่ลุกติดแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า

## ตัวอย่างการใช้ Hydrogel Agent



**คำเตือน** ถึงแม้ไฟที่ลุกติดแบตเตอรี่จะดับลง แต่ตัวแบตเตอรี่อาจยังมีไฟฟ้าอยู่ ต้องให้ผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้ามาตรวจเช็ค และ/หรือ ทำการคายประจุให้หมดก่อนที่จะสัมผัสกับชุดแบตเตอรี่ โดยสวมใส่ PPA ให้เหมาะสม

# EV Charging



Depending on Type of EV  
Battery and On-Board  
Charger System

# EV Charging

AC			
Connector			
Vehicle inlet			
Standard	SAE J1772/IEC 62196-2 Type 1	IEC 62196-2 Type 2	GB/T 20234.2

# EV Charging

DC				
	CCS COMBO 1	CCS COMBO 2	CHAdEMO	GB/T
Configuration	EE	FF	AA	BB
Connector				
Vehicle inlet				
Standard*	J1772 Combo 1	IEC 62196-3 Combo 2	CHAdEMO	GB/T 20234.3



# EV Charging

EA Anywhere Chargers & Stations



Source: Energy Absolute

# Sharing



## EV Charging

[https://drive.google.com/drive/folders/0B5R-4a\\_LLOeeRThPMGlvc0loTkE?resourcekey=0-Zvq8kip2uP4EsgTwE3EcTw&usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/0B5R-4a_LLOeeRThPMGlvc0loTkE?resourcekey=0-Zvq8kip2uP4EsgTwE3EcTw&usp=drive_link)



## EV Safety & Emergency Response

[https://drive.google.com/drive/folders/160kG7REcVDUbbEv3Ju65U2ll\\_zHF0lfv?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/160kG7REcVDUbbEv3Ju65U2ll_zHF0lfv?usp=drive_link)

Website : <https://www.evfiresafe.com/>

**Life is Fragile : Design, Build, Operate (Drive) & Maintenance with CARE**

ขอบคุณครับ  
ชาญยุทธ ฉายาวัดนะ