ยานยนต์สมัยใหม่

Next Generation Mobility

เทคโนโลยีแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

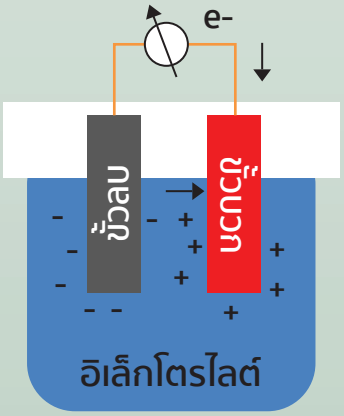
(Battery Technology for Electric Vehicle)

ดร.กิตติ์ชนน เรื่องจิรกิตติ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ในปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลกให้ความสำคัญกับการลดการใช้พลังงานและการปลดปล่อยมลพิษในภาคขนส่งเพิ่มมากขึ้น โดยหนึ่งในมาตรการสำคัญคือการสนับสนุนให้มีการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าอย่างแพร่หลาย ดังจะเห็นได้จากนโยบายห้ามจำหน่ายยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ที่ประเทศต่างๆ เช่น ประเทศนอร์เวย์ ประเทศเนเธอร์แลนด์ ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศเยอรมนี สหราชอาณาจักร ฯลฯ จะบังคับใช้ในอนาคตอันใกล้ สำหรับประเทศไทย ภาครัฐได้กำหนดนโยบายสนับสนุนอย่างชัดเจนและตั้งเป้าว่าจะส่งเสริมให้มีการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าที่อัดประจุไฟฟ้าได้ (ยานยนต์ไฟฟ้าประเภทปลั๊กอินไฮบริด หรือ PHEV และประเภทแบตเตอรี่ หรือ BEV) สูงถึง 1.2 ล้านคันภายในปี พ.ศ. 2579 นอกจากนี้ ภาครัฐยังมีนโยบายส่งเสริมและโครงการนำร่องเพื่อเตรียมการด้านโครงสร้างพื้นฐานในการอัดประจุไฟฟ้าอีกด้วย

นอกจากนโยบายส่งเสริมการใช้และการเตรียมการด้านสถานีอัดประจุไฟฟ้า การส่งเสริมการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วนสำคัญที่เกี่ยวข้องเป็นอีกนโยบายหนึ่งที่ภาครัฐของประเทศไทยให้ความสำคัญอย่างมาก ทั้งนี้ชิ้นส่วนหนึ่งที่สำคัญและถือเป็นหัวใจหลักสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า คือ แบตเตอรี่ ซึ่งทำหน้าที่กักเก็บพลังงานในการขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า โดยแบตเตอรี่ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ ขั้วบวก (แคโทด) ขั้วลบ (แอโนด) และสารอิเล็กโตรไลต์ ซึ่งเมื่อใช้งานแบตเตอรี่ อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่จากขั้วลบไปยังขั้วบวกก่อให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 1 ทั้งนี้แบตเตอรี่ที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้าจะเป็นแบตเตอรี่ประเภททุติยภูมิหรือแบตเตอรี่แบบอัดประจุไฟฟ้าใหม่ได้ (Rechargeable Battery)



รูปที่ 1 ภาพหลักการทำงานของแบตเตอรี่

การเลือกใช้แบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าให้เหมาะสมจะต้องพิจารณาสมรรถนะด้านต่างๆ ดังนี้

1. กำลังจำเพาะ (Specific power, W/kg) หมายถึง กำลังไฟฟ้าต่อน้ำหนักของแบตเตอรี่ โดยยานยนต์ไฟฟ้าจะต้องการกำลังไฟฟ้าในขณะเร่งความเร็ว ดังนั้นหากแบตเตอรี่มีกำลังจำเพาะสูง จะสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาหนึ่งได้มากและมีน้ำหนักเบา

2. อัตราการเก็บและคายประจุ (Charge and Discharge Rate) หมายถึง ปริมาณการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งจะเป็นปริมาณที่ส่งผลต่อระยะเวลาในการอัดและคายประจุของแบตเตอรี่

3. ความจุพลังงานต่อรอบ (Energy Density per Cycle, Wh/l/cycle) หมายถึง ปริมาณพลังงานต่อปริมาตรของแบตเตอรี่ต่อการใช้งาน 1 รอบ

4. พลังงานจำเพาะ (Specific Energy, Wh/kg) หมายถึง ปริมาณพลังงานที่สามารถกักเก็บได้ต่อน้ำหนักของแบตเตอรี่

5. อายุการใช้งาน (Service Life) โดยวัดเป็นจำนวนปีหรือจำนวนรอบการใช้งาน

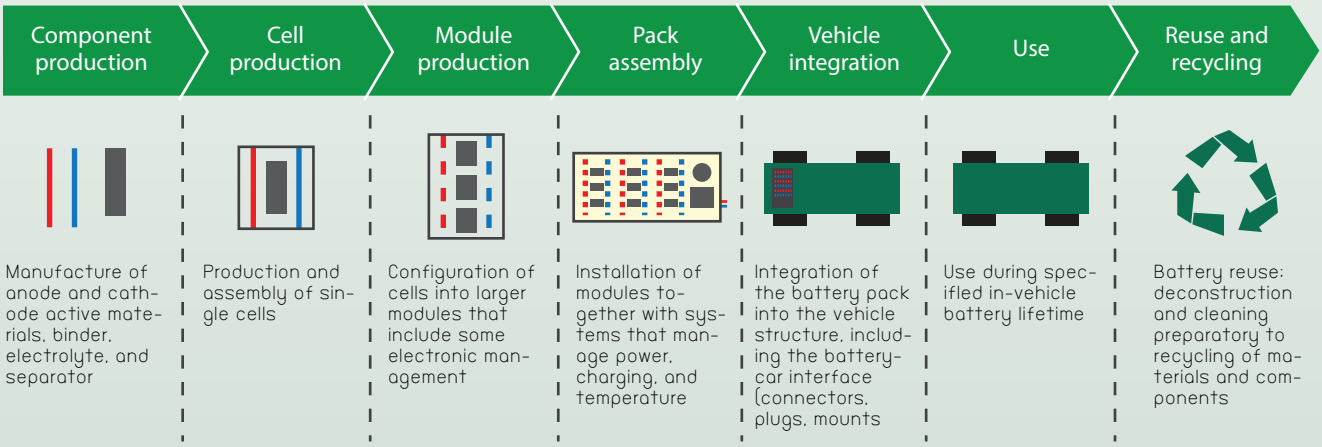
นอกเหนือจากการพิจารณาข้อมูลด้านสมรรถนะของแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแล้ว ข้อมูลอีกส่วนหนึ่งที่ควรพิจารณาในการเลือกใช้แบตเตอรี่ให้เหมาะสมกับยานยนต์ไฟฟ้าด้วย คือประเภทของวัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตเซลล์แบตเตอรี่ ซึ่งในปัจจุบันประเภทของแบตเตอรี่ที่นิยมใช้สำหรับยานยนต์ไฟฟ้ามี รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบแบตเตอรี่ประเภทต่างๆ

ประเภทแบตเตอรี	ข้อดี	ข้อเสีย
1.กรดตะกั่ว (Lead Acid)	- ราคาถูก - ผลิตง่าย ไม่ซับซ้อน - มีความทนทานหากใช้งานอย่างถูกวิธี - ดูแลรักษาง่ายโดยเฉพาะแบตเตอรี่แบบแห้ง - อัตราการคายประจุด้วยตัวเอง (Self Discharge) ต่ำ	- ความจุพลังงานต่อน้ำหนักต่ำ - เสื่อมสภาพเร็วหากไม่มีประจุ - ส่วนประกอบหลักเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม - สำหรับแบตเตอรี่แบบเปียกอาจมีการรั่วซึม
2.นิกเกิลแคดเมียม (Ni - Cd)	- กำลังไฟสูง - ดูแลรักษาง่าย - อัดประจุไฟฟ้าได้เร็ว - สามารถใช้งานที่สภาวะอุณหภูมิภายนอกต่ำ	- แคดเมียมเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม - มีปัญหา Memory Effect จึงไม่สามารถอัดประจุในขณะที่แบตเตอรี่ยังมีประจุได้
3.นิกเกิลเมทัลไฮไดร์ด (Ni - MH)	- กำลังไฟสูง - เมทัลไฮไดร์ดไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม - มีค่าพลังงานต่อน้ำหนักสูง - อายุการใช้งานนาน	- ราคาสูง - มีปัญหา Memory Effect
4.ลิเทียมไอออน (Li - ion)	- มีค่าพลังงานต่อน้ำหนักสูง - ไม่มีปัญหา Memory Effect - อัตราการคายประจุด้วยตนเอง (Self Discharge) ต่ำกว่าแบตเตอรี่ประเภทอื่น	- ความต้านทานภายในเซลล์จะเพิ่มขึ้นตามรอบการอัดประจุ และตามอายุของแบตเตอรี่ - ต้องมีอุปกรณ์และโครงสร้างด้านความปลอดภัย จึงไม่ทนทานเท่ากับชนิดนิกเกิล - แคดเมียม หรือนิกเกิล - เมทัลไฮไดร์ด

หากพิจารณาถึงห่วงโซ่คุณค่า (Value chain) ในอุตสาหกรรมการผลิตแบตเตอรี่สำหรับขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า พบว่ากระบวนการผลิตแบตเตอรี่ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 2 ได้แก่

1. การผลิตชิ้นส่วนของเซลล์ เช่น ขั้วแอโนด ขั้วแคโทด เป็นต้น
2. การผลิตและการประกอบเซลล์แบตเตอรี่
3. การผลิตโมดูลแบตเตอรี่ หมายถึง การเชื่อมต่อเซลล์แบตเตอรี่เข้าด้วยกันเป็นโมดูล
4. การประกอบแพ็คแบตเตอรี่ หมายถึง การติดตั้งโมดูลแบตเตอรี่เข้าด้วยกันกับระบบบริหารจัดการการอัดประจุไฟฟ้า การจ่ายประจุไฟฟ้า และการควบคุมอุณหภูมิระหว่างใช้งาน
5. การติดตั้งแพ็คแบตเตอรี่เข้ากับกับยานยนต์ไฟฟ้า
6. การใช้งานแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า
7. การนำกลับมาใช้ใหม่และการรีไซเคิลแบตเตอรี่ที่เสื่อมสภาพและไม่เหมาะสมกับการใช้งานในยานยนต์ไฟฟ้า



รูปที่ 2 ห่วงโซ่คุณค่าสำหรับแบตเตอรี่สำหรับขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า (ที่มา BCG Analysis)

เพื่อความปลอดภัยในการใช้งานของแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า แบตเตอรี่ที่ผลิตขึ้นจะต้องได้รับการทดสอบตามมาตรฐาน UNECE R100 ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วน โดยในส่วนที่ 2 นั้นจะกล่าวถึงความปลอดภัยของอุปกรณ์กักเก็บพลังงานที่สามารถอัดประจุได้ของยานยนต์ไฟฟ้า (Rechargeable Energy Storage System, REESS) โดยอุปกรณ์กักเก็บพลังงานจะต้องผ่านการทดสอบในรูปแบบต่างๆ เช่น การทดสอบการสั่นสะเทือน การทดสอบการรั่วภายหลังการกระแทก การทดสอบการทนไฟ การทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว การทดสอบการ Overcharge เป็นต้น

หากพิจารณาราคาของแบตเตอรี่ประเภทลิเทียมไอออน พบว่าในอดีต แบตเตอรี่สำหรับขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้ามีราคาสูงถึง 1,000 เหรียญสหรัฐต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง (USD/kWh) อย่างไรก็ตาม การวิจัยและพัฒนาแบตเตอรี่อย่างต่อเนื่อง ประกอบกับการขยายตัวของตลาดยานยนต์ไฟฟ้าทั่วโลกส่งผลให้ราคาของแบตเตอรี่ลดลงอย่างมากในปัจจุบันและยังมีสมรรถนะดีขึ้นอีกด้วย ซึ่งจากข้อมูลของ Department of Energy ของประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ในปี ค.ศ. 2008 ราคาของแบตเตอรี่สำหรับขับเคลื่อนสูงถึง 1,000 USD/kWh และปรับตัวลดลงเหลือเพียง 268 USD/kWh ในปี ค.ศ. 2015 คิดเป็นร้อยละ 73 นอกจากนี้ Department of Energy ของประเทศสหรัฐอเมริกายังคาดการณ์ว่าราคาของแบตเตอรี่ขับเคลื่อนจะลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยมีการตั้งเป้าหมายราคาของแบตเตอรี่ในปี ค.ศ. 2022 เหลือเพียง 125 USD/kWh เท่านั้น อย่างไรก็ตามตัวเลขดังกล่าวยังคงสูงเมื่อเทียบกับการคาดการณ์ราคาของผู้ผลิตยานยนต์ไฟฟ้าบางราย เช่น บริษัท General Motors จำกัด คาดว่าราคาของแบตเตอรี่จะเหลือเพียง 100 USD/kWh ในปี ค.ศ. 2022 ในขณะที่ บริษัท Tesla จำกัด คาดการณ์ราคาของแบตเตอรี่ขับเคลื่อนจะเหลือเพียง 100 USD/kWh ในปี ค.ศ. 2020

ในกระบวนการผลิตแบตเตอรี่ประเภทต่างๆ จะสังเกตเห็นว่ามีการใช้โลหะหนักเป็นส่วนประกอบของเซลล์แบตเตอรี่ ซึ่งโลหะหนักดังกล่าวบางชนิดเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นเมื่อสิ้นอายุการใช้งานของแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จะต้องมีกระบวนการในการจัดการที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการหนึ่งที่หลายประเทศนำมาใช้เพื่อจัดการแบตเตอรี่ที่เสื่อมสภาพจากการใช้งานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า คือการนำไปใช้เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานสำหรับอาคาร (Second Use) เนื่องจากแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่เสื่อมสภาพยังคงมีความสามารถในการกักเก็บประจุไฟฟ้าสูงถึงร้อยละ 80 ทั้งนี้ เมื่อแบตเตอรี่ถูกนำมาใช้เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานสำหรับอาคารเสื่อมสภาพ จะต้องได้รับการคัดแยกและกำจัดอย่างถูกต้อง เหมาะสมต่อไป เพื่อไม่ให้เกิดการรั่วไหลของวัตถุมีพิษต่อสิ่งแวดล้อม