แนวทางการสำรองไฟฟ้าเพื่อใช้ในยามขาดแคลน

โดย

พลอากาศตรี เชี่ยวชาญ รุดดิษฐ์
ผู้ทรงคุณวุฒิสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม
กระทรวงกลาโหม

นักศึกษาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร
หลักสูตรการป้องกันราชอาณาจักร รุ่นที่ ๕๙
ประจำปีการศึกษา พุทธศักราช ๒๕๕๙- ๒๕๖๐

บทคัดย่อ

เรื่อง แนวทางการสำรองไฟฟ้าเพื่อใช้ยามขาดแคลน
ลักษณะวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ผู้วิจัย พล.อ.ต.เชี่ยวชาญ รุดดิษฐ์ หลักสูตร วปอ. รุ่นที่ ๕๙

งานวิจัยเชิงสังเคราะห์แนวทางการสำรองไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ยามขาดแคลนของประเทศไทย โดยการศึกษาการกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ รวมทั้งวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสีย ประสิทธิภาพ โดยการศึกษาความสอดคล้อง และความเหมาะสมของนโยบายด้านพลังงาน ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยี และระบบการกักเก็บพลังงานให้มีประสิทธิภาพ และให้สอดคล้องในแต่ละพื้นที่ใช้งานของประเทศที่มีความแตกต่าง จากการศึกษา พบว่าการสำรองพลังงานด้วยแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ นั้นมีความสำคัญในการนำมาใช้ในการกักเก็บพลังงาน เพื่อให้ประเทศมีความมั่นคงทางด้านพลังงานในยามที่ประเทศเกิดสงคราม หรือภัยพิบัติ สามารถนำระบบกักเก็บพลังงานชนิดนี้มาใช้ได้ นอกจากนี้เทคโนโลยี และระบบการกักเก็บพลังงานยังมีความสอดคล้องกับนโยบายด้านพลังงาน ที่ต้องการให้มีการศึกษาระบบกักเก็บพลังงาน สำหรับเป็นแหล่งพลังงานสำรองของประเทศ โดยจากการศึกษาแบตเตอรี่ทั้ง ๗ ชนิดซึ่งได้แก่ แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด แบตเตอรี่แบบนิกเกิลแคดเมี่ยม แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก การนำมาประยุกต์ใช้งานในการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ที่สามารถนำไปใช้ได้จริง สำหรับพื้นที่ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าขนาดขั้นต่ำ ๑ เมกะวัตต์ พบว่า มีแบตเตอรี่ถึง ๕ ชนิดที่เข้าเกณฑ์ในกระนำมาใช้งานได้ ซึ่งคือ แบตเตอรี่แบบนิกเกิลแคดเมี่ยม แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก ทั้งนี้หากต้องการนำแบตเตอรี่ทั้ง ๕ ชนิดนี้ไปใช้ในการกักเก็บพลังงานที่ต้องคำนึงถึง สภาวะแวดล้อมของพื้นที่ อุณหภูมิ ความชื้น ขนาดน้ำหนัก และความปลอดภัยของการใช้แบตเตอรี่ ในแต่ละพื้นที่ นอกจากนี้ควรมีนโยบายในการวางกำลังพลเพื่อการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงาน และควรมีการศึกษา โดยการจำลองแบตเตอรี่ที่ใช้ในการพกพาขนาดเล็กขึ้น เพื่อให้ได้ต้นแบบแบตเตอรี่ในการกักเก็บพลังงาน เพื่อให้ง่ายในการขยายสเกลในการขนาดใหญ่ต่อไป

คำนำ

เอกสารวิจัยฉบับนี้ข้าพเจ้าได้จัดทำขึ้นเนื่องด้วยเล็งเห็นว่าสภาวะในปัจจุบัน เข้าสู่ยุควิกฤติด้านพลังงาน ซึ่งพลังงานเป็นปัจจัยร่วมในการขับเคลื่อนระบบเศรฐกิจต่างๆ และยังเป็นตัวกำหนดกลไกด้านราคา ความมั่นคง ทั้งนี้หากเกิดสภาวะวิกฤติ สิ่งสำคัญลำกับต้นที่ต้องการ คือ พลังงาน ดังนั้นการศึกษาทางเลือกการจัดเก็บพลังงาน จึงเป็นประเด็น และแนวทางสำคัญเพื่อเตรียมพร้อมรับสภาวะวิกฤติพลังงานในอนาคตที่ไม่สามารถทำนายได้

ท้ายสุดนี้ข้าพเจ้าหวังว่าข้อมูลในเอกสารวิจัยนี้คงเป็นประโยชน์กับผู้สนใจตามสมควร อนึ่งข้าพเจ้าขอขอบคุณคณาจารย์ และเจ้าของเอกสารหรือตำราที่ข้าพเจ้าได้อ้างอิงจนทำให้เอกสารวิจัยเสร็จลุล่วงในระดับหนึ่ง หากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับด้วยความยินดี

พล.อ.ต.
(เชี่ยวชาญ รุดดิษฐ์)
นักศึกษาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร
หลักสูตร วปอ. รุ่นที่ ๕๙
ผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ก

คำนำ ข

สารบัญ ค

สารบัญตาราง จ

สารบัญแผนภาพ ฉ

บทที่ ๑ บทนำ ๑

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ๑

วัตถุประสงค์ของการวิจัย ๓

ขอบเขตของการวิจัย ๓

วิธีดำเนิการวิจัย ๔

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย ๔

คำจำกัดความ ๕

บทที่ ๒ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ๖

ระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ ๖

นโยบายด้านการพลังงานและการกักเก็บพลังงาน ๘

นโยบายด้านการพลังงานและการกักเก็บพลังงาน ๙

ข้อดี และข้อด้อยของแบตเตอรี่แต่ละชนิด ๑๙

ความเหมาะสมในเรื่องประสิทธิภาพการใช้งานของแบตเตอรี่แต่ละชนิด ๒๒

ความทนทานต่อการใช้งานของแบตเตอรี่ในสภาพแวดล้อมต่างๆ ๒๔

ความปลอดภัยของการใช้แบตเตอรี่นั้นๆต่อผู้ใช้งาน ๒๖

ราคาของแบตเตอรี่ต่อการวัตต์การใช้งาน ๒๗

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ๒๘

กรอบความคิดของการวิจัย ๓๑

สรุป ๓๒

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ ๓ สถานภาพการสำรองพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ในประเทศไทย	๓๓
สถานภาพทั่วไปของระบบการจัดเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่	๓๓
ข้อกำหนดของการใช้แบตเตอรี่ในการสำรองพลังงานไฟฟ้า	๓๕
ความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ในการใช้แบตเตอรี่ที่ต่างชนิดกัน	๓๗
สภาพปัญหาและข้อดีข้อเสียของการสำรองพลังงานไฟฟ้าโดยใช้แบตเตอรี่	๓๘
สรุป	๓๙
บทที่ ๔ แนวทางการพัฒนาการสำรองพลังงานไฟฟ้า โดยใช้แบตเตอรี่ในประเทศไทย	๔๐
ความสอดคล้องของนโยบายด้านพลังงานในด้านเทคโนโลยีระบบการกักเก็บพลังงาน	๔๐
วิเคราะห์การใช้งานแบตเตอรี่แบบต่างๆ	๔๑
วิเคราะห์ข้อดี ข้อเสีย ประสิทธิภาพและความเหมาะสมในการใช้ ความทนทานต่อการใช้งานในสภาพแวดล้อมต่างๆ ความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานและราคาต่อโหลดไฟฟ้า	๔๕
วิเคราะห์ความเหมาะสมของแบตเตอรี่กับการใช้งานในพื้นที่ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าขนาดขั้นต่ำ ๑ เมกะวัตต์	๔๗
แนวทางการนำไปใช้งานให้มีประสิทธิภาพ	๔๙
พื้นที่ต่างๆในประเทศไทยกับความเหมาะสมในการใช้แบตเตอรี่แต่ละประเภท	๔๙
บทที่ ๕ สรุปและข้อเสนอแนะ	๕๒
สรุป	๕๒
ข้อเสนอแนะ	๕๓
บรรณานุกรม	๕๔
ประวัติย่อผู้วิจัย	๕๖

สารบัญแผนภาพ

หน้า

แผนภาพที่

แผนภาพที่ ๒-๑ โครงสร้างของแบตเตอรี่ตะกั่วกรด ๑๑
แผนภาพที่ ๒-๒ แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยมแบบปิดทึบ ๑๓
แผนภาพที่ ๒-๓ โครงสร้างแบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน ๑๔
แผนภาพที่ ๒-๔ โครงสร้างแบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ ๑๕
แผนภาพที่ ๒-๕ แสดงการเปรียบเทียบการใช้งานระบบกักเก็บพลังงานในพิกัดต่างๆ รวมถึงเวลาในการจ่ายไฟ ๒๔
แผนภาพที่ ๓-๑ ความสามารถในการกักเก็บพลังงานกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ ๓๘

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

ตารางที่ ๒-๑ แสดงประเภทของระบบกักเก็บพลังงาน ๗
ตารางที่ ๒-๒ แสดงการเปรียบเทียบทางเทคนิคของระบบกักเก็บพลังงานแบบต่างๆ ๒๓
ตารางที่ ๓-๑ ค่าพลังงานที่ระบุของแหล่งพลังงานที่แตกต่างกัน ๓๗
ตารางที่ ๔-๑ แสดงข้อดี ข้อเสีย อุณหภูมิในการใช้ ความทนทานต่อการใช้งานในสภาพแวดล้อมต่างๆ ความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน และราคาต่อโหลดไฟฟ้า ๔๕
ตารางที่ ๔-๒ ชนิดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับพื้นที่ทางการทหารในประเทศไทย ๔๙

บทที่ ๑
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการดำเนินชีวิตของประชากรในชาติ โดยปัจจุบันประเทศไทยต้องอาศัยก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และน้ำมันในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งพลังงานในรูปแบบดังกล่าวเกิดจากแหล่งทรัพยากรธรรมชาติทั้งสิ้น ดังนั้นเมื่อปริมาณความต้องการพลังงานมีเพิ่มมากขึ้นผลที่เกิดตามมาก็คือการลดน้อยถอยลงของพลังงานตามธรรมชาติ ท้ายที่สุดจึงนำมาซึ่งวิกฤตพลังงาน ซึ่งนับว่าเป็นปัญหาสำคัญที่ควรจะได้รับการพิจารณาดำเนินการป้องกันและแก้ไขอย่างเร่งด่วน โดยการประหยัดและอนุรักษ์พลังงานอย่างเป็นรูปธรรม ในขณะเดียวกันมีความจำเป็นต้องเร่งหาพลังงานทดแทนมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อเพิ่มปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ภายในประเทศให้สอดคล้องกับปริมาณการใช้งานในปัจจุบัน และอนาคต อีกทั้งยังต้องหาแนวทางการกักเก็บพลังงานไว้ใช้ในยามฉุกเฉินของประเทศในกรณีที่เกิด สงคราม หรือภัยพิบัติตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่ไม่สามารถประเมิน และคาดเดาได้ โดยในขณะนี้กระทรวงพลังงานได้ออกนโยบายพลังงาน ๔.๐ ซึ่งจะมุ่งเน้นการผลักดันให้เกิดนวัตกรรมด้านพลังงานใหม่ๆ การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับด้านพลังงาน เพื่อต่อยอดธุรกิจเกี่ยวกับพลังงานของประเทศให้เติบโต และก้าวหน้า ซึ่งสิ่งที่ภาคพลังงานของประเทศไทยจะต้องเตรียมพร้อมในการกำหนดนโยบายและการกำกับดูแลในอนาคต ได้แก่ การบริหารจัดการพลังงานทดแทนให้มีความเสถียร (Firm Renewable Energy) จากการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) ซึ่งถือเป็นนโยบายสำคัญที่กระทรวงพลังงานจะได้เตรียมความพร้อม เพื่อสร้างความมั่นคงด้านพลังงานในอนาคตยิ่งขึ้น (ก.พลังงานเตรียมขับเคลื่อนนโยบายพลังงาน ๔.๐, ออนไลน์, ๒๕๕๙)

การเก็บไฟฟ้าไว้ใช้ยามขาดแคลนนั้นมีรูปแบบและเทคโนโลยีการเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าหลายชนิด เช่น การใช้ตัวเก็บประจุ, การใช้ล้อช่วยแรง, การอัดอากาศ, ระบบสูบน้ำกลับ และระบบแบตเตอรี่ (สรญา ยงประยูร, มปป.) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้จะมุ่งเน้นการเก็บสำรองไฟฟ้าไว้ใช้ในยามขาดแคลน เฉพาะการใช้แบตเตอรี่เท่านั้น เนื่องจากแบตเตอรี่เป็นเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสม

มากที่สุด ร่วมกับความสูญเสียที่ต่ำสำหรับการประยุกต์ใช้งานในโครงข่ายไฟฟ้า (Ribeiro *et al.*, ๒๐๐๑) เนื่องจากระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ นั้นมีความจุพลังงานที่สูงกว่าตัวกลางเก็บพลังงานอื่นๆ ระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่มีความเหมาะสมสำหรับการดำเนินการจ่ายพลังงานให้แก่โหลดในช่วงระยะเวลาที่นานขึ้น (Barton and Infield, ๒๐๐๔) นอกจากนี้ระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพด้านราคาสำหรับการใช้งานในระบบไฟฟ้ากำลัง ดังนั้นระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่นำไปใช้ร่วมกับพลังงานลม หรือแสงอาทิตย์ (ชัยวัฒน์ งามสมโสด, ๒๕๕๗:๓๑)

การกักเก็บพลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างกว้างขวางในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งแตกต่างจากการกักเก็บพลังงานอื่น ๆ ในอดีตการใช้งานไฟฟ้าจะต้องใช้ในขณะที่กำลังถูกผลิตขึ้น หรือกำลังถูกเปลี่ยนโดยทันทีให้เป็นรูปแบบของพลังงานอื่นเช่นพลังงานศักย์ พลังงานจลน์ หรือพลังงานเคมี วิธีการแบบดั้งเดิมของการกักเก็บพลังงานขนาดใหญ่จะทำโดยผ่านการใช้ไฟฟ้าพลังน้ำที่ถูกสูบขึ้นมาเก็บไว้ บางพื้นที่ของโลกเช่นนอร์เวย์ วอชิงตันและโอเรกอนในประเทศสหรัฐอเมริกา และเวลส์ในสหราชอาณาจักรได้ใช้ลักษณะทางภูมิศาสตร์เพื่อจัดเก็บปริมาณมากของน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ยกสูงขึ้นโดยใช้กระแสไฟฟ้าส่วนเกินในช่วงเวลาของความต้องการต่ำเพื่อสูบน้ำขึ้นไปเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำจากนั้นจะปล่อยน้ำผ่านเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหันและแปลงพลังงานศักย์ที่เก็บไว้กลับไปเป็นไฟฟ้าเมื่อมีความต้องการใช้ไฟฟ้าในปริมาณสูง (Ingebretsen et al.,๒๐๑๓)

แบตเตอรี่เป็นอีกวิธีหนึ่งในช่วงต้นในการแก้ไขปัญหาการกักเก็บพลังงานไฟฟ้า แต่ก่อนหน้านี้แบตเตอรี่ถูกจำกัดการใช้ในระบบพลังงานไฟฟ้าเนื่องจากมีกำลังการผลิตไฟฟ้าที่ค่อนข้างเล็กและค่าใช้จ่ายที่สูง อย่างไรก็ตามตั้งแต่ประมาณช่วงกลางของทศวรรษแรกของศตวรรษที่ 21 เทคโนโลยีของแบตเตอรี่ได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถในการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น และค่าใช้จ่ายต่ำลง ทำให้แบตเตอรี่เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่เหมาะสมในการนำมากักเก็บพลังงานไฟฟ้า

กฤษณพงศ์ กีรติกร และคณะ, (มปป.) กล่าวว่า ตั้งแต่คริสตศักราช ๑๗๙๑ จนถึงทุกวันนี้แบตเตอรี่ยังคงเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญในระบบพลังงานที่ใช้แพร่หลายทั่วโลก ทั้งนี้เนื่องจากแบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ได้โดยการเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานเคมี และสามารถนำออกมาใช้ได้โดยง่ายโดยในปัจจุบันมีการนำแบตเตอรี่มาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ กัน เช่น เพื่อการควบคุมระดับแรงดันไฟฟ้าใน ระบบรักษาระดับแรงดัน เพื่อเก็บกักพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ในระบบฉุกเฉินที่ระบบผลิตไฟฟ้าหลักขัดข้อง หรือเก็บกักพลังงานไฟฟ้าที่เกินความต้องการในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับระบบพลังงานในชนบทห่างไกลสายส่ง และในทศวรรษนี้การนำ

แบตเตอรี่มาใช้ในรถไฟฟ้าซึ่งเป็นประดิษฐกรรมด้านยานยนต์ที่ทั่วโลกให้ความสนใจ อันเป็นอีกโครงการหนึ่งที่จะลดมลภาวะที่เกิดขึ้นบนโลกให้น้อยลง ซึ่งต้องพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่อยู่ นอกจากนั้นแล้วแบตเตอรี่ยังมีบทบาทในชีวิตประจำวันมากมายเช่น แบตเตอรี่ในรถยนต์เพื่อการสตาร์ทและจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ระบบโทรคมนาคมที่อยู่ห่างไกลจากสายส่งและไม่มีคนดูแล เป็นต้น จากข้อพิจารณาต่าง ๆ ดังกล่าว การประยุกต์ใช้งานแบตเตอรี่ในลักษณะงานต่าง ๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านเทคนิค การใช้งานและสภาพแวดล้อมขณะใช้งาน จึงส่งผลให้มีการวิจัยและพัฒนาสร้างแบตเตอรี่ชนิดใหม่ ๆ และปรับปรุงแบตเตอรี่ชนิดเดิมให้สามารถรองรับภาระการใช้งานในลักษณะต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น งานวิจัยที่ผ่านมาส่วนหนึ่งมุ่งเน้นถึงสมรรถนะของแบตเตอรี่เพื่อเรียนรู้ถึงการใช้ประโยชน์จากแบตเตอรี่อย่างถูกต้องและคุ้มค่า โดยการทราบข้อมูลเกี่ยวกับสมรรถนะของแบตเตอรี่ที่ใช้งาน ทำให้สามารถออกแบบระบบที่มีขนาดเหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการใช้งานสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งทำให้ได้ขนาดของแบตเตอรี่ไม่ใหญ่เกินความต้องการของภาระใช้งานมากเกินไป และไม่มีขนาดต่ำเกินไปจนทำให้ระบบไม่สามารถทำงานได้ในกรณีที่พลังงานไฟฟ้าจากระบบหลักไม่เพียงพอ ส่งผลให้สภาวะขาดแคลนพลังงานในช่วงเวลาดังกล่าว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑ เพื่อศึกษาสภาพของการสำรองไฟฟ้าเพื่อใช้ยามขาดแคลนของประเทศไทย

๒. เพื่อศึกษาการกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ เพื่อดูผลที่ผ่านมา รวมทั้งวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสีย ประสิทธิภาพและความเหมาะสมในการใช้งานในพื้นที่ที่มีความแตกต่าง

๓.เพื่อศึกษาความสอดคล้องและความเหมาะสมของนโยบายด้านพลังงานในด้านเทคโนโลยีและระบบการกักเก็บพลังงานให้มีประสิทธิภาพ

๔. เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาการสำรองไฟฟ้า โดยใช้แบตเตอรี่เพื่อใช้ในยามขาดแคลนในพื้นที่ต่างๆของประเทศ

ขอบเขตของการวิจัย

๑. ศึกษาข้อมูลเฉพาะที่เกี่ยวกับการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ที่สามารถนำไปใช้ได้จริงสำหรับพื้นที่ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าขนาดขั้นต่ำ ๑ เมกะวัตต์

๒. ศึกษาข้อมูลของแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ ดังต่อไปนี้ แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด แบตเตอรี่แบบนิกเกิลอิเล็กโทรด แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ แบตเตอรี่โซเดียมนิกเกิลคลอไรด์ แบตเตอรีสังกะสีโบรมีน แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ และแบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารต่างๆจากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้องโดยตรงที่เกี่ยวกับการใช้งานการสำรองไฟฟ้าโดยแบตเตอรี่แบบต่างๆ รวมไปถึงการวิเคราะห์ เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย ในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ ของประสิทธิภาพการทำงานของแบตเตอรี่ เพื่อสอดคล้อง และเหมาะสมในการใช้งาน โดยคำนึงถึงความทนทานต่อการใช้งานในสภาพแวดล้อมต่างๆ ความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน และราคาต่อโหลดไฟฟ้า หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์หาชนิดของแบตเตอรี่ที่ดีและเหมาะสมที่สุดในการใช้งานสำหรับพื้นที่ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าขนาดขั้นต่ำ ๑ เมกะวัตต์

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

๑. ทราบถึงสภาพของการสำรองไฟฟ้าเพื่อใช้ในยามขาดแคลนของประเทศไทย

๒. ได้ทราบถึงระบบการกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ และข้อดี ข้อเสีย ประสิทธิภาพและความเหมาะสมในการใช้งาน

๓. ทราบความสอดคล้องและความเหมาะสมของนโยบายพลังงานในด้านเทคโนโลยีและระบบกักเก็บพลังงานให้มีประสิทธิภาพ

๔. ได้แนวทางการพัฒนาการสำรองไฟฟ้า โดยใช้แบตเตอรี่ เพื่อกักเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ในยามขาดแคลนในพื้นที่ต่างๆของประเทศ และเกิดประโยชน์สำหรับยุทธศาสตร์ความมั่นคงทางทหาร หรือวิกฤติการภายในชาติอันเนื่องมาจากภัยพิบัติ และพื้นที่ห่างไกล ขาดแคลนแหล่งพลังงานสำรอง

คำจำกัดความ

แบตเตอรี่	หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดเก็บพลังงานเพื่อไว้ใช้ต่อไป ถือเป็นอุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานเคมีให้เป็นไฟฟ้าได้โดยตรงด้วยการใช้เซลล์กัลวานิก (Galvanic Cell) ที่ประกอบด้วยขั้วบวกและขั้วลบ พร้อมกับสารละลายอิเล็กโตรไลต์ (Electrolyte Solution)
ระบบกักเก็บพลังงาน	หมายถึง ระบบและอุปกรณ์ต่างๆ ที่สามารถแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานในรูปแบบอื่นเพื่อให้สามารถกักเก็บไว้เพื่อการใช้งานในเวลาอื่นที่จำเป็นได้ โดยระบบกักเก็บพลังงานจะแปลงพลังงานที่กักเก็บไว้ในกลับมาเป็นพลังงานไฟฟ้าอีกครั้งเมื่อมีความต้อง การใช้ไฟฟ้า
นโยบาย	หมายถึง ข้อความที่ให้แนวทาง (Guideline) สำหรับการพัฒนาและการดำเนินงานของหน่วยงานหรือแผนงาน (Program) ซึ่งสะท้อนให้เห็นทั้งโดยตรงและโดยอ้อม ถึงหลักการพื้นฐานหรือความเชื่อถือของผู้รับผิดชอบสำหรับหน่วยงานหรือแผนงานนั้นๆ

บทที่ ๒
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ

ระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage System) หมายถึง ระบบและอุปกรณ์ต่างๆ ที่สามารถแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานในรูปแบบอื่นเพื่อให้สามารถกักเก็บไว้เพื่อการใช้งานในเวลาอื่นที่จำเป็นได้ โดยระบบกักเก็บพลังงานจะแปลงพลังงานที่กักเก็บไว้ในกลับมาเป็นพลังงานไฟฟ้าอีกครั้งเมื่อมีความต้องการใช้ไฟฟ้า ทั้งนี้ ระบบกักเก็บพลังงานที่ดีจะต้องลดความสูญเสียในการแปลงรูปพลังงานให้เหลือน้อยที่สุด

ระบบกักเก็บพลังงานนั้นมีหลากหลายรูปแบบและมีตั้งแต่ขนาดเล็ก เช่น แบตเตอรี่โทรศัพท์ ไปจนถึงขนาดใหญ่ เช่น โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบสูบกลับ เป็นต้น อุปกรณ์กักเก็บพลังงานที่เห็นได้ชัดและมีการใช้งานอย่างแพร่หลายคือแบตเตอรี่ซึ่งมีหลายชนิดดังที่แสดงประเภทของระบบกักเก็บพลังงานตามตารางที่ ๒-๑ แสดงซึ่งมีอยู่หลากหลายประเภท และจะเห็นได้ว่าระบบกักเก็บพลังงานมีความจำเป็นสำหรับระบบไฟฟ้าในอนาคตเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากระบบกักเก็บพลังงานสามารถส่งเสริมให้ระบบผลิตไฟฟ้ามีเสถียรภาพและรักษาคุณภาพไฟฟ้าได้ นอกจากนี้ยังเป็นส่วนสนับสนุนการเปลี่ยนโหลดทางไฟฟ้าไปสู่ช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยระดับความไวในการจ่ายไฟฟ้าของระบบกักเก็บพลังงานกลับเข้าสู่ระบบไฟฟ้าหลักมีตั้งแต่ ระดับมิลลิวินาที ระดับวินาที ระดับนาที ไปจนถึงระดับชั่วโมง ทั้งนี้ บทบาทและวัตถุประสงค์ของระบบกักเก็บพลังงานแต่ละประเภทนั้นแตกต่างกันออกไป โดยระบบกักเก็บพลังงานสามารถถูกติดตั้งให้ทำงานร่วมกับองค์ประกอบต่างๆ ของระบบไฟฟ้า เช่น แหล่งผลิตไฟฟ้า (โดยเฉพาะจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน) สถานีไฟฟ้า ระบบไมโครกริด ไปจนถึงผู้ใช้ไฟฟ้าต่างๆ ระบบกักเก็บพลังงานช่วยให้ระบบไฟฟ้าในทุกภาคส่วนมีเสถียรภาพ โดยจะทำหน้าที่เก็บพลังงานไฟฟ้าส่วนเกินในกรณีที่มีการผลิตไฟฟ้ามากกว่าความต้องการ ณ ขณะนั้น ในทางตรงกันข้าม เมื่อมีความต้องการไฟฟ้าสูงกว่าการผลิตไฟฟ้าในขณะนั้น ระบบกักเก็บพลังงานจะจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบ เป็นการรักษาคุณภาพไฟฟ้าและรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า นอกจากนี้ยังมีการนำระบบกักเก็บพลังงานมาใช้ในเทคโนโลยีระบบโครงข่ายสมาร์ทกริด เพื่อรองรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนซึ่งมีความไม่แน่นอน

สูง เช่น โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โรงไฟฟ้าพลังงานลม เป็นต้น โดยเมื่อมีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนได้เป็นจำนวนมากกว่าโหลดไฟฟ้าที่มีอยู่ ก็สามารถนำพลังงานส่วนเกินนั้นมาเก็บสะสมไว้ในระบบกักเก็บพลังงาน ต่อมา ในช่วงเวลาที่การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนลดน้อยลง เช่น ช่วงเวลาที่ไม่มีแดดหรือลม ระบบกักเก็บพลังงานจะจ่ายพลังงานที่กักเก็บไว้เข้าในระบบในรูปแบบพลังงานไฟฟ้า ส่งผลให้ระบบไฟฟ้ายังคงมีความมั่นคงและความเชื่อถือได้สูงแม้ในกรณีที่โรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนไม่สามารถผลิตไฟฟ้าเพื่อจ่ายเข้าสู่ระบบได้

ตารางที่ ๒-๑ แสดงประเภทของระบบกักเก็บพลังงาน

ระบบกักเก็บพลังงานทางด้านพลังงานกล (Mechanical Energy Storage)	ระบบกักเก็บพลังงานด้วยไฟฟ้า (Electrical Energy Storage)	**ระบบกักเก็บพลังงานทางด้านเคมี (Chemical Energy Storage)**
-โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบสูบกลับ -ระบบอัดอากาศ -ระบบกักเก็บพลังงานแบบฟลายวีล	-ตัวเก็บประจุไฟฟ้าเคมี -Superconducting Magnetic Energy Storage	-แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด (Lead Acid Batter) -แบตเตอรี่แบบนิกเกิลอิเล็กโทรด (Nikel-eletrode Battery) -แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน (Lithium-ion Batter) -แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ (Sodium-sulfur Battery) -แบตเตอรี่โซเดียมนิกเกิลคลอไรด์ (Sodium Nickle Chloride Battery) -Zinc-bromine Batteries: Flow battery -Polysulfide-bromide Batteries: Flow Battery Battery) -Vanadium Redox Batteries: Flow Battery

ที่มา: ระบบกักเก็บพลังงาน, ออนไลน์,๒๕๕๘

นโยบายด้านการพลังงานและการกักเก็บพลังงาน

กระทรวงพลังงาน (๒๕๕๙) กระทรวงพลังงานได้ออกนโยบายขับเคลื่อนภาคพลังงานของประเทศตามแนวนโยบาย พลังงาน ๔.๐ ซึ่งมีเป้าหมายคือการสร้างรายได้ให้กับประชาชนและประเทศ เพื่อให้ประเทศชาติในภาพรวมหลุดพ้นจากการเป็นประเทศรายได้ระดับปานกลาง สอดรับกับนโยบายประเทศไทย ๔.๐ ของรัฐบาล ซึ่งแบ่งการขับเคลื่อนออกเป็น ๒ ระดับ คือ ระดับประเทศ และ ระดับชุมชน/ประชาชน โดยในระดับประเทศ จะมุ่งเน้นการผลักดันให้เกิดนวัตกรรมด้านพลังงานใหม่ ๆ เพื่อให้ภาคธุรกิจมีความทันสมัย แข่งขันในตลาดโลกได้ และการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับด้านพลังงาน เพื่อ ต่อยอดธุรกิจเกี่ยวกับพลังงานของประเทศให้เติบโต และก้าวหน้า ซึ่งสิ่งที่ภาคพลังงานของประเทศไทยจะต้องเตรียมพร้อมในการกำหนดนโยบายและการกำกับดูแลในอนาคต คือ การบริหารจัดการพลังงานทดแทนให้มีความเสถียร (Firm Renewable Energy) จากการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) การเตรียมพร้อมเพื่อรองรับการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle) การพัฒนาในรูปแบบของ “Smart” ต่างๆ ทั้งในส่วนของ Smart Grid ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งของ Smart City ซึ่งทั้งผู้ผลิตและผู้ใช้พลังงานสามารถมีปฏิสัมพันธ์กันได้ผ่านระบบสารสนเทศ การเชื่อมโยงระบบไฟฟ้าระหว่างประเทศและมีการส่งไฟฟ้าขายข้ามประเทศ ยกตัวอย่างกรณี ของ LTM ที่มีแผนการส่งไฟฟ้าจาก สปป.ลาว ผ่านไทยไปยังมาเลเซีย การเปิดให้มีการแข่งขัน ในกิจการก๊าซธรรมชาติ ทั้งในส่วนของการใช้ท่อส่งก๊าซธรรมชาติ และท่ารับ LNG รวมถึงการผลิตไฟฟ้าประเภทผสมผสานระหว่างพลังงานธรรมชาติ (PV Wind Hydro) และพลังงานชีวภาพ (Biomass Biogas MSW) โดยเมื่อวันที่ ๓ สิงหาคม ๒๕๕๙ คณะกรรมการกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน มีมติให้เงินทุนสนับสนุนการศึกษา วิจัย พัฒนาเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน ปีงบประมาณ ๒๕๕๙ จำนวนเจ็ดร้อยหกสิบห้าล้านบาท โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนให้เกิดการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานในด้านต่างๆ โดยนำร่องการใช้งานในด้านความมั่นคงและภัยพิบัติ นิคมอุตสาหกรรม พลังงานทดแทนพื้นที่ห่างไกล และยานยนต์ ตลอดจนการสร้างความเข้มแข็งด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานตลอดห่วงโซ่คุณค่า เพื่อสร้างฐานการพัฒนาเทคโนโลยีระบบกักเก็บ พลังงานให้มีความเข้มแข็งและแข่งขันได้ในระยะยาว และได้มอบหมายให้สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) เป็นผู้บริหารจัดการโครงการ โดยมีเป้าหมายของโครงการเพื่อ

๑. การประยุกต์ใช้งานจริงของระบบกักเก็บพลังงานในเป้าหมายสำคัญ ได้แก่ด้านความมั่นคงและ ภัยพิบัตินิคมอุตสาหกรรม พลังงานทดแทน พื้นที่ห่างไกล และยานยนต์ โดยเกิดผลงาน

ประยุกต์ใช้ให้เห็นอย่างเป็นรูปธรรมภายในปี ๒๕๖๐ เพื่อสร้างโอกาสด้านการตลาดกระตุ้นการลงทุนของอุตสาหกรรมการผลิตเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานของประเทศ

๒.เสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของภาคการผลิตด้วยนวัตกรรมใหม่ที่ดีกว่า และ/หรือ เทียบเท่าต่างประเทศ เพื่อสนับสนุนภาคการผลิตในการพัฒนาเทคโนโลยีและทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ

นโยบายด้านการพลังงานและการกักเก็บพลังงาน

แบตเตอรี่ (Battery) คือ อุปกรณ์ซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานเคมีที่เก็บ ไว้เป็นพลังงานไฟฟ้า ได้มีการค้นพบว่ามีการใช้งานแบตเตอรี่ตั้งแต่สมัยบาลิโลเนี่ยนเมื่อประมาณ ๕๐๐ปีก่อน คริสตศักราช สันนิษฐานกันว่าคนในสมัยนั้นอาจใช้แบตเตอรี่ใน การรักษาพยาบาลหรือพิธีกรรมทางศาสนา แม้ว่าแบตเตอรี่จะเป็นที่ รู้จักของคนสมัยโบราณแล้วก็ตาม แต่แบตเตอรี่ที่เราใช้กันในปัจจุบัน นั้นมีพื้นฐานมาจากการคิดค้นทดลองอย่างต่อเนื่องของเหล่านักวิทยาศาสตร์มาเมื่อประมาณ ๒๐๐ ปีที่แล้ว ในปัจจุบันเรามีแบตเตอรี่มากมายหลายชนิดไว้ใช้ในงานด้านต่างๆ แบ่งได้เป็น ๔ ประเภทคือ

๑. แบตเตอรี่ปฐมภูมิ (Primary Battery) เป็นแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วไม่สามารถชาร์จประจุ

เพื่อนำกลับมาใช้ได้อีก (ไม่สามารถเก็บ พลังงานได้) แบตเตอรี่ชนิดนี้มักจะเรียกกันว่า "ถ่าน" ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน หลายชนิด เช่น ถ่านอัลคาไลน์ (Alkaline) ถ่านลิเทียม (Lithium) ที่มีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ สำหรับวิทยุ นาฬิกา และเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ แบตเตอรี่ประเภทนี้สามารถเก็บพลังงานได้สูง (High Energy Density) และไม่มีการรั่วไหลของพลังงาน (Self-Discharge) จึงมีอายุการใช้งาน ค่อนข้างยาว นอกจากนั้นยังใช้งานได้สะดวกอีกด้วย แต่ว่าเมื่อ ใช้พลังงานหมดแล้วก็จะถูกทิ้งเป็นขยะที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

๒. แบตเตอรี่ทุติยภูมิ (Secondary Battery) เป็นแบตเตอรี่ ที่เมื่อใช้"หมด"แล้วสามารถ

ชาร์จประจุเพื่อนำกลับมาใช้ได้อีก แบตเตอรี่ประเภทนี้มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ที่ทำจากตะกั่ว (Lead-Acid Battery) แบตเตอรี่มือ ถือที่ทำจากนิกเกิล-แคดเมี่ยม (Nickel-Cadmium Battery) นิกเกิลเมทัลไฮไดร์ด (Nickel-Metal Hydride Bettery) หรือลิเทียมไอออน (Lithium-Ion Battery) และแบตเตอรี่เก็บพลังงานขนาดใหญ่ที่ทำจากโซเดียม-ซัลเฟอร์ (Sodiumsulphure Battery) และวาเนเดียม (Vanadium Battery)

๓. แบตเตอรี่เชิงกล (Mechanically Rechargeable Battery) เป็นแบตเตอรี่ที่ ใช้□แล้วสามารถชาร์□จประจุได้ด้□วยการเปลี่ยนขั้ว อิเล็กโทรด (Electrode) ที่ได้□ใช้□งานไปแล้□ว ซึ่งมัก จะเป็นการเปลี่ยนขั้วลบ (Anode) แบตเตอรี่ ชนิดนี้จึงมีความสามารถในการชาร์จประจุ ที่รวดเร็วเพียงใช้เวลาในการเปลี่ยนขั้ว อิเล็กโทรดเท่านั้นตัวอย่□างของแบตเตอรี่ประเภทนี้ ได้□แก่ แบตเตอรี่ชนิดอะลูมิเนียม-อากาศ (Aluminium-Air Battery) และแบตเตอรี่ชนิดซิงค์ อากาศ (Zinc-Air Battery)

๔. แบตเตอรี่ผสม (Hybrid Battery) เป็นแบตเตอรี่ที่มีบางลักษณะของเซลล์□เชื้อเพลิง (Fuel Cell) ผสมอยู่โดยที่ขั้วอิเล็กโทรดหนึ่งใช้ก๊าซ ในขณะที่อีกขั้วอิเล็กโทรดหนึ่งใช้ตัวของมันเอง ตัวอย่างของแบตเตอรี่ประเภทนี้ ได้□แก่ แบตเตอรี่ชนิดซิงค์□-โบรมีน (Zinc-Bromine Battery) รวมทั้งแบตเตอรี่ชนิดอะลูมิเนี่ยม อากาศ (Aluminium-Air Battery) และแบตเตอรี่ ชนิดซิงค์-อากาศ (Zinc-Air Battery) ที่อยู่□ใน ประเภทแบตเตอรี่เชิงกล

ปั□จจุบันแบตเตอรี่ที่ใช้งานกันมากที่สุดจะเป็นแบตเตอรี่ทั้งประเภทปฐมภูมิและ ทุติยภูมิ ส่วนแบตเตอรี่เชิงกลและแบตเตอรี่ผสมนั้นยังไม่□ค่□อยมีการใช้งานมากนัก เนื่องจากยังอยู่□ในระดับทดลองใช้□งานและพัฒนาให้ใช้□งานได้□สะดวกมากขึ้น ในแง่□การเก็บพลังงานแบตเตอรี่ที่ใช้□ส่วนมากแล้□วจะเป็□น แบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด (Lead-acid battery) แม้□ว่าแบตเตอรี่ชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพที่ดีและมีราคาที่เหมาะสม แต่ยังมีความหนาแน่นพลังงานต่ำ อายุการใช้งานที่ไม่□□ยาวนานนัก อีกทั้งตะกั่วก็มีพิษและมีผลเสียต่□อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นที่ผ่านมาจึงได้มีความพยายามที่จะคิดค้□นและพัฒนาแบตเตอรี่ชนิดอื่นเพื่อมาแทนที่แบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรดในการเก็บพลังงาน โดยจะได้กล่าวถึงแบตเตอรี่แต่ละชนิดถัดไป

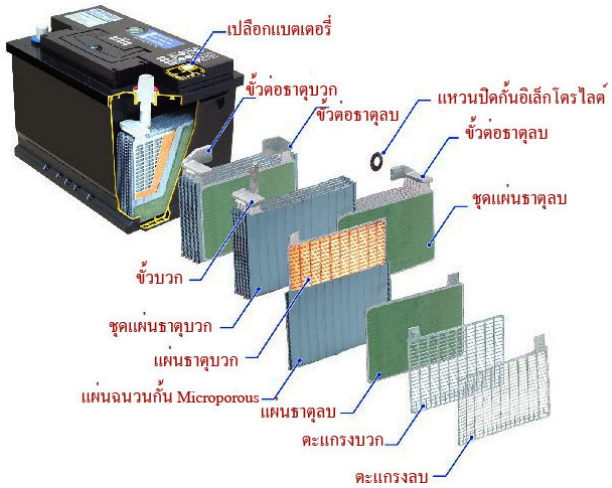
๑. แบตเตอรี่ตะกั่วกรด

ในปั□จจุบันแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดเป็นแหล่งเก็บพลังงานที่ใช้□กันอยู่ทั่วไปมากที่สุด เนื่องจากหลายปัจจัย อาทิเช่□น เป็นเทคโนโลยีที่อิ่มตัวแล้□ว เพราะได้มีการดำเนินการวิจัยมามากกว่า ๑๔๐ ปี มีราคาถูก อายุการใช้งานนาน ตอบสนองได้รวดเร็ว และมีอัตราการดิสชาร์ทด้วยตัวเองน้อย เป็นต้น

แบตเตอรี่ชนิดนี้สามารถประยุกต์ใช้□กับการใช้งานระยะเวลาสั้น (ในช่วงเวลาวินาที) และระยะเวลายาว (สูงสุด ๘ ชั่วโมง) โดยแบตเตอรี่ชนิดนี้สามารถแบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ Flooded Lead-Acid (FLA) และ Valve Regulated Lead-Acid (VRLA) แบตเตอรี่ FLA ทำด้วย ๒ อิเล็กโทรดที่มีโครงสร้างโดยใช้□แผ่นทองแดงแช่□อยู่ในสารที่มีส่□วนผสมน้ำ ๖๕ เปอร์□

เซ็นต์ และกรดซัลฟูริก ๓๕ เปอร์□เซ็นต์□ ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒-๑ ส่□วนแบตเตอรี่ VRLA มีหลักการทำงานเช่นเดียวกับ FLA เพียงแต่□มีการปิดทึบที่วาล์□วในการรักษาความดัน ซึ่งกำจัดอากาศที่ต้องเข้าไปรวมทั้งป้องกันการไหลออกของก๊าซไฮโดรเจน VRLA มีค่าบำรุงรักษาต่ำ น้ำหนักน้อยกว่าและใช้พื้นที่น้อยกว่า อย่างไรก็ตามข้อเสียคือ ค่าใช้จ่ายเริ่มต้□นค่□อนข้□างสูง และอายุใช้งานสั้นกว่□า ทั้งกำลังไฟฟ้□าและความจุพลังงานไฟฟ้□าของแบตเตอรี่ตะกั่วกรดขึ้นอยู่□กับขนาดและรูปร่างของอิเล็กโทรด กำลังไฟฟ้าสามารถเพิ่มได้□โดยเพิ่มพื้นที่ของอิเล็กโทรดซึ่งหมายถึงเพิ่มจำนวนอิเล็กโทรดที่ขนาดบางมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ความจุพลังงานไฟฟ้าสามารถเพิ่มได้โดยเพิ่มน้ำหนักของแต่□ละอิเล็กโทรดซึ่งหมายถึงลดจำนวนอิเล็กโทรดโดยที่มีขนาดที่หนาขึ้น แบตเตอรี่ตะกั่วกรดสามารถตอบสนองได้□กำลังไฟฟ้าสูงสุดภายในเวลามิลลิวินาที โดยที่ประสิทธิภาพเฉลี่ยในการแปลงผันไฟตรง (DC to DC) ของแบตเตอรี่ตะกั่วกรดอยู่□ที่ ๗๕ ถึง ๘๕ เปอร์□เซ็นต์ในช□วงการทำงานปกติ โดยมีอายุการใช้□งานประมาณ ๕ ปี□ หรือ ๒๕๐-๑,๐๐๐ รอบของการชาร์□ตหรือดิสชาร์ตขึ้นอยู่กับความลึกของการดิสชาร์□ต (Baxter, ๒๐๐๖)

แผนภาพที่ ๒-๑ โครงสร้างของแบตเตอรี่ตะกั่วกรด



ที่มา: ส่วนประกอบของแบตเตอรี่, ๒๕๕๘

อนาคต แบตเตอรี่ตะกั่วกรดมีราคาต่ำและเป็นเทคโนโลยีที่อิ่มตัวแล้ว ดังนั้นจะมีประโยชน์สำหรับการประยุกต์□ใช้□งานในบางประเภทซึ่งทางกลุ่มผู้□ผลิตแบตเตอรี่ตะกั่วกรดได้□พยายามพัฒนาเทคนิคที่ปรับปรุงความจุพลังงานและลดเวลาในการชาร์จจากหลายชั่วโมงให้

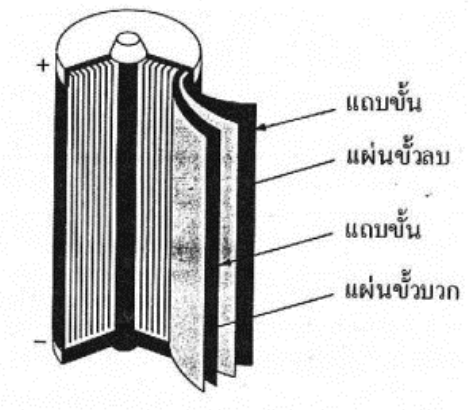
□เหลือเพียงไม่กี่นาที อย่□างไรก็ตาม ความต้องการอุปกรณ์เก็บพลังงานขนาดใหญ่□ทำให้□จำกัดอายุของแบตเตอรี่ตะกั่วกรดทำให้มีการดำเนินการวิจัยเพื่อไปสู่ด้านอุปกรณ์□เก็บพลังงานขนาดใหญ่□มากขึ้น ดังนั้นเป็□นการยากที่แบตเตอรี่ตะกั่วกรดจะแข่งขันในการประยุกต์ใช้□งานในการเก็บพลังงานขนาดใหญ่□ระดับเมกกะวัตต์□

๒. แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม (NiCd)

แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม มีโครงสร้างโดยขั้วบวกด้□วยนิคเคิลออกซิไฮดรอกไซด์□ (Nickel Oxyhydroxide) และขั้วลบจากโลหะแคดเมียมโดยแยกจากกันด้วยไนลอน โดยอิเล็กโทรไลต์□ด้วยสารละลายโปแตสเซียมไฮโดรออกไซด์□ (Potassium Hydroxide) ในระหว่□างการดิสชาร์□ต นิคเคิล-ออกซิไฮดรอกไซด์□จะทำปฏิกิริยากับน้ำทำให้เกิดเป็□นนิคเคิลไฮดรอกไซด์□ (Nickel Hydroxide) และอิออนไฮดรอกไซด์□ (Hydroxide Ion) และจะเกิดแคดเมียมไฮดรอกไซด์□ที่ขั้วลบ ในการชาร์□ตแบตเตอรี่กระบวนการจะทำกลับกัน อย่□างไรก็ตามในช่วงการชาร์□ตออกซิเจนจะเกิดขึ้นที่ขั้วบวกและไฮโดรเจนจะเกิดที่ขั้วลบ ดังนั้นจะต้องมีช่□องลมและเติมน้ำแต่ปริมาณจะน้□อยกว่าแบตเตอรี่ตะกั่วกรด

แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม แยกเป็น ๒ ชนิด คือแบบปิดทึบ ดังในแผนภาพที่ ๒-๒ และแบบมีช่□องลม แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม แบบปิ□ดทึบจะพบเห็นมากกว่□าเช่□น แบตเตอรีแบบชาร์□ต ได้ที่ใช้สำหรับอุปกรณ์□รีโมท เป็นต้น ซึ่งจะไม่□มีก๊าซไหลออกจากแบตเตอรี่ชนิดนี้ นอกจากมีความผิดปกติเกิดขึ้น แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม แบบมีช่องลมมีหลักการทำงานเช่□นเดียวกันกับแบบปิดผนึก แต่จะมีก๊าซถูกปล่□อย□ออกมาถ้□าเกิดการชาร์ตเกินหรือ การดิสชาร์ตเร็วเกินไป โดยมีก๊าซออกซิเจนและไฮโดรเจนปล่□อยออกมาจากช่□องวาล์□วความดันต่ำทำให้□ปลอดภัยขึ้น และมีราคาต่ำกว่า รวมทั้งคงทนมากกว่าแบบปิ□ดทึบ ซึ่งในการทำงานปกติ ประสิทธิภาพการแปลงผันไฟตรง (DC to DC) ของแบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม อยู่□ที่ ๖๐ ถึง ๗๐ เปอร์เซ็นต์□ อายุการใช้□งานอยู□ที่ ๑๐ ถึง ๑๕ ปี□ ขึ้นอยู่กับการประยุกต์□ใช้□งานแบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม ที่ใช้□แบบ Pocket-Plate จะมีอายุใช้□งาน ๑,๐๐๐ รอบของการชาร์ตหรือดิสชาร์□ต ถ้□าใช้แบบ Sintered Electrodes จะมีอายุการใช้งาน ๓,๕๐๐ รอบ การตอบสนองที่กำลังเต็มที่ภายในเวลามิลลิวินาที ที่ความลึกของการดิสชาร์□ตที่ต่ำประมาณ ๑๐ เปอร์□เซ็นต์□ แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม จะมีอายุใช้□งานนานกว่□าประมาณ ๕๐,๐๐๐ รอบ และสามารถทำงานในช่□วงอุณหภูมิที่กว้างกว่□าแบตเตอรี่ตะกั่วกรดโดยสามารถทำงานได้สูงถึง ๕๐ องศาเซลเซียส

แผนภาพที่ ๒-๒ แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยมแบบปิดทึบ



ที่มา: เซลล์นิกเกิลแคดเมี่ยม, ๒๕๕๗

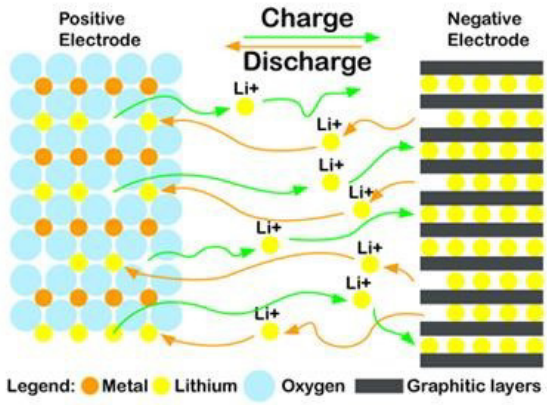
การประยุกต์□ใช้□งาน แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม ชนิดปิ□ดทึบจะพบมากในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์□ เช่□น รีโมท เป็นต้น ในอุปกรณ์□ที่ต้องมีน้ำหนักเบา สามารถชาร์ตเพิ่มได้□ ขณะที่แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม ชนิดมี□ช่องลมใช้□ในเครื่องบินและตัวสตาร์ทในเครื่องดีเซลหรือในที่ที่จำเป็□นต้องมีอัตราส่วนพลังงานต่อน้ำหนักและปริมาตรสูง แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม เหมาะสำหรับป้องกันปั□ญหาคุณภาพไฟฟ้าเกี่ยวกับแรงดันตกชั่วขณะและช่□วยเป็นไฟฟ้□าสำรองในสภาวะอากาศที่เลวร้□าย แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม เริ่มได้รับความสนใจในการใช้□เป็นแหล่□งเก็บพลังงานสำหรับการผลิตไฟฟ้□าด้□วยแสงอาทิตย์□เพราะสามารถทนทานในสภาวะอากาศสูงได้ แต่ทำงานได้ไม่□ดีในการนำไปประยุกต์□เพื่อใช้□ในการตัดค่าสูงสุดของความต้□องการพลังงาน (Peak Shaving)

อนาคตคาดเดาได้□ว่าแบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยมจะยังคงเป็นที่น่□าสนใจในตลาดปัจจุบัน แต่เช่□นเดียวกับแบตเตอรี่ตะกั่วกรดที่ว่□าคงจะมีโอกาสน้□อยที่จะถูกนำไปใช้□ในโครงการขนาดใหญ่□ ถึงแม้□ว่□าในปั□จจุบันจะได้การติดตั้งแบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม เพื่อเก็บพลังงานขนาด ๔๐ เมกกะวัตต์□ ที่อลาสก□า ซึ่งเป็นเขตที่มีอุณหภูมิต่ำที่เป็นเหตุผลหลักในการใช้□แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม เป็□นที่เก็บพลังงานแบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม ยังคงมีราคาแพงกว่□าแบตเตอรี่ตะกั่วกรดแต่□สามารถจ่ายไฟฟ้าได้□ดีกว่□า อย่างไรก็ตามเนื่องจากความ

เป็□นสารพิษของแคดเมียมทำให้มาตรฐานและข้อบังคับสำหรับแบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม จะมีเพิ่มมากขึ้น

๓. แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน

ลิเธียมเป็นโลหะที่มีความหนาแน่นทางพลังงานที่สูงจึงถูกนำมาใช้พัฒนาเป็□นแบตเตอรี่หลายชนิดในกลุ่มที่ถูกเรียกว่า ลิเธียมไอออน แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนมีจำนวนรอบอายุการใช้□งานที่สูง มากกว่□า ๓,๐๐๐ รอบ ด้□วยการคายประจุที่ระดับความลึก ๕๐ เปอร□เซ็นต์□ แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนมีหลายชนิดโดยมีความแตกต่างหลัก ที่การเลือกใช้วัสดุขั้วบวก และ ขั้วลบ ที่ประกอบเข้าด้□วยกันดังแผนภาพที่ ๒-๓ ปัจจุบันขั้วลบนิยมใช้กราไฟท์□เพื่อลดการหดตัวและขยายตัวของขั้ว สำหรับขั้วบวกมีการเลือกใช้ ลิเธียมแมงกานีสออกไซด์□ (Lithium Manganese Oxide, LMnO) และลิเธียมโคบอล์ต□ออกไซด์ (Lithium Cobalt Oxide, LCO) ที่มีความหนาแน่นทางพลังงานสูงกว่□าแบตเตอรี่ลิเธียมแบบอื่น แต่แบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอรอนฟอสเฟต (Lithium Iron Phosphate, LIP) มีความเหมาะสมในการใช้งานกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าขนาดเล็กมาก (Micro Grid, MG) มากกว่□าลิเธียมไอออนชนิดอื่นเนื่องจากไม่□มีป□ญหาเรื่องความร้□อนจากการทำงานต่□อเนื่อง ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้□เกิดปัญหาแบตเตอรี่หลอมเหลวหรือระเบิด เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นในระดับที่ผิดปกติ มีความหนาแน่□นทางพลังงานที่ดีราวๆ ๑๑๐ ถึง ๑๓๐ วัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม (ในขณะที่แบตเตอรี่ตะกั่วกรดมีความหนาแน□นของพลังงานที่ระดับ ๓๑ ถึง ๓๕ วัตต์ชั่วโมงต่□อกิโลกรัม) กำลังไฟฟ้□าที่แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนจ่□ายได้□อยู่□ในระดับที่สูง (กระแสไฟฟ้าในอัตรา ๓ ถึง ๕ เท่าตัวของระดับความจุ)
การประยุกต์□ใช้□งานแบตเตอรีลิเธียมไอออนมักจะใช□ในเครื่องใช้□ไฟฟ้าในครัวเรือน เป็นแบตเตอรี่ชนิดที่นิยมใช้□ที่สุดสำหรับแบตเตอรี่รีชาร์□ตสำหรับอุปกรณ์พกพา ซึ่งความหนาแน่นของพลังงานที่ดีที่สุด ไม่□มีป□ญหาเรื่องผลกระทบด้□านความจำ (Memory Effect) และการสูญเสียน้□อย เมื่อไม่□มีการใช้งานนอกจากใช้ในเครื่องใช้□ไฟฟ้□าในครัวเรือน และแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนเริ่มมีการนำไปประยุกต์ใช้งานในทางทหาร รถไฟฟ้า และทางอวกาศ ยกตัวอย่างเช่□น ในรถกอล์□ฟมักจะเปลี่ยนจากแบตเตอรี่ตะกั่วกรดเป็นแบตเตอรีลิเธียมไอออน
แผนภาพที่ ๒-๓ โครงสร้างแบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน



ที่มา: New Research on Lithium-ion Batteries May Improve Charging Speeds by 300%, ๒๕๕๗

อนาคต นักวิจัยพยายามดำเนินการวิจัยในการปรับปรุงในหลายเรื่องอาทิเช่□น ความหนาแน่นของกำลังไฟฟ้า ความปลอดภัย จำนวนรอบในการอัดประจุใหม่□ ต้□นทุนและราคาเป็นต้□น ซึ่งจะทำให้□แบตเตอรี่ Li-Ion มีการนำมาใช้□งานมากขึ้นเรื่อยๆ

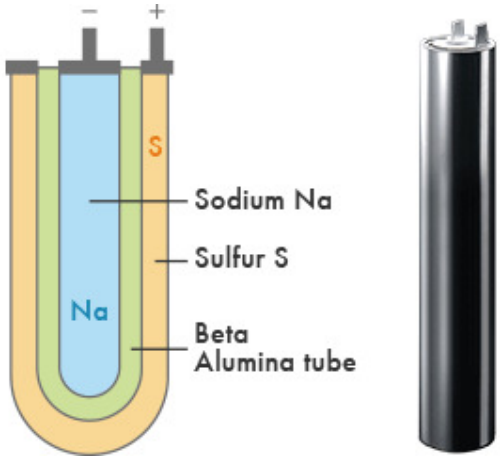
๔. แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ (NaS)

แบตเตอรี่ NaS มีความหนาแน่□นของพลังงานเป็น ๓ เท่□าของแบตเตอรี่ตะกั่วกรด มีอายุการใช้งานนานกว่าและการบำรุงรักษาต่ำกว่□า แบตเตอรี่นี้ประกอบด้วยเซลไฟฟ้□าเคมีทรงกระบอกที่บรรจุขั้วอิเล็กโทรดลบทำจากโซเดียมหลอมละลาย (Molten-Sodium) และขั้วอิเล็กโทรดบวกทำจากซัลเฟอร์หลอมละลาย (Molten-Sulpher) สารอิเล็กทรอไลท์□ที่ใช□คือ β□Alumina ระหว่างการดิสชาร์□ตไอออนโซเดียมจะไหลผ่□าน β□Alumina ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยาที่ขั้วบวกกับซัลเฟอร์ทำให้□เกิดเป็□นโซเดียมโพลีซัลไฟด์□ (Sodium Polysulfide) ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒-๔ ในระหว่างชาร์ต ปฏิกิริยาจะย้□อนกลับจนทำให้โซเดียมโพลีซัลไฟด์แตกตัวและอิออนโซเดียมแปลงเป็นโซเดียมที่ขั้วบวก เพื่อทำให้□โซเดียมและซัลเฟอร์□หลอมละลายอยู่ในแบตเตอรี่และให้□มีความนำที่เหมาะสมในอิเล็กทรอไลท์ ดังนั้นทุก□อย่□างจะถูกห่□อหุ้□มด้□วยฉนวนที่รักษาอุณหภูมิที่เกินกว่□า ๒๗๐ องศาเซลเซียส มักจะอยู่□ที่ ๓๒๐ ถึง ๓๔๐ องศาเซลเซียส แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ ขนาด ๕๐ กิโลวัตต์□ ที่ ๓๖๐ กิโลวัตต์□ชั่วโมง หรือ ๕๐ กิโลวัตต์ ที่ ๔๓๐ กิโลวัตต์ชั่วโมง จะมีประสิทธิภาพอยู่□ที่ ๘๖ ถึง ๘๙ เปอร์เซ็นต์□ (Baxter, ๒๐๐๖; Gonzalez, ๒๐๐๔) ซึ่งมีอายุการใช้งานดีกว่□าแบตเตอรี่ตะกั่วกรดหรือแบตเตอรี่นิกเกิล แคดเมี่ยม โดยที่การดิสชาร์ตที่ ๑๐๐ เปอร□เซ็นต์แบตเตอรี่โซเดียม

ซัลเฟอร์ สามารถใช้งานได้□ถึง ๒,๕๐๐ รอบที่ ๘๐ เปอร์□เซ็นต์□ ของความลึกในการคายประจุได้ (Depth of Discharge, DoD) สามารถใช้□งานได้ ๔,๕๐๐ รอบ และที่ ๒๐ เปอร์□เซ็นต์ ของ DoD สามารถใช้งานได้□ ๔๐,๐๐๐ รอบ

การประยุกต์ใช้□งาน คุณลักษณะที่ดีที่สุดของแบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ คือสามารถจ่ายไฟฟ้าโดยการดิสชาร์□ตในแบบครั้งเดียว แบบต่อเนื่อง หรือเป็นแบบพัลส์□สั้นๆ ที่มีขนาดสูงถึง ๕ เท่าของค่าปกติหรืออาจจะจ่□ายรูปแบบพัลส์□ในช่□วงที่จ่ายไฟต่□อเนื่อง ด้□วยความยืดหยุ่นในการจ่ายไฟนี้จึงทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้□งานได้□หลากหลาย เช่น การจัดการพลังงานและคุณภาพไฟฟ้□า แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ ยังถูกใช้ในการเลื่อนเวลาในการปรับปรุงสายส่□งด้□วย

แผนภาพที่ ๒-๔ โครงสร้างแบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์



ที่มา: Principle of NAS Battery, ๒๕๖๐

อนาคต ชุดเก็บพลังงานโซเดียมซัลเฟอร์□ขนาด ๖ เมกกะวัตต์□ ๘ ชั่วโมง ดำเนินการโดย Tokyo Electric Power Company (TEPCO) ร□วมกับ NGK Insulator ติดตั้ง ณ กรุงโตเกียว ญี่ปุ่น ซึ่งมีประสิทธิภาพอยู□ที่ ๗๕ เปอร□เซ็นต์□ วัสดุที่ใช้□ในการสร้างแบตเตอรี่ NaS มีราคาไม่□แพงและมีมาก ซึ่งวัสดุ ๙๙ เปอร□เซ็นต์□ ของแบตเตอรี่สามารถนำมาใช้□ใหม่ได้□ แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ สามารถนำมาใช้ในขนาดเมกกะวัตต์□ โดยนำโมดูลมาต่□อเข้□าด้วยกันเพื่อนำไปใช้□ในการลดปัญหาความผันผวนของไฟฟ้า แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ สามารถ

นำไปใช้□ในการปรับเรียบ (Smoothing) กำลังไฟฟ้□าของแหล่งจ่□ายพลังงานลมที่เชื่อมต่□อเข้ากับระบบโครงข□ายไฟฟ้าได้ ซึ่งบริษัท American Electric Power มีแผนที่จะนำแบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ ขนาด ๖ เมกกะวัตต์ เข้□าใช้□กับแหล่งพลังงานลมสำหรับทดสอบเป็นเวลา ๒ ปี□ ซึ่งผลลัพธ์□ที่ได้□จะนำไปกำหนดอนาคตการใช้□แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ กับพลังงานทดแทน

๕. แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์

แบตเตอรี่ชนิดนี้มีความแตกต่□างเล็กน้□อยจากแบตเตอรี่ VR และ PSB ถึงแม้□ว่□าจะมี
ชิ้นส่□วนอุปกรณ์□เหมือนกันคือ เซลล์□สแตกซ□ ระบบแท็งค□อิเล็กทรอไลท์□ ระบบควบคุม และ PCS แต่การทำงานของแบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ ไม่□เหมือนกัน โดยในระหว่างการชาร์□ตสารอิเล็กทรอไลท์□ของอิออนซิงค์□และโบไมด์□ไหลเข้□าสู่□เซลล์□สแตก สารอิเล็กทรอไลท์□แยกด้□วยไมโครโพรัสแมมเบรน (Microporous Membrane) ที่แตกต□างจากแบตเตอรี่ VR และ PSB คือขั้วของแบตเตอรี่ PSB ทำหน้□า
ที่เป็นซับสเตรต (Substrate) สำหรับการเกิดปฏิกิริยาซึ่งเมื่อปฏิกิริยาเกิดขึ้นซิงค์□จะจับเข้าขั้วลบและโบไมด์จะหลุดจากขั้วบวกโดยจะคล้ายกับการเกิดปฏิกริยาของแบตเตอรี่ทั่วไปที่มีการใส่สารเอเจนท์เข้าไปในสารอิเล็กทรอไลท์□เพื่อลดขบวนการเกิดปฏิกิริยาของโบไมด์ ทำให้ลดการดิสชาร์□ตตัวเองของโบไมด์□ทำให้เพิ่มความปลอดภัยให้□ทั้งระบบ ในระหว่างการดิสชาร์□ตปฏิกิริยาจะกลับกันโดยซิงค์□จะหลุดออกจากขั้วลบ และโบไมด์□จะจับที่ขั้วบวก แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ สามารถทำงานที่อุณหภูมิ ๒๐ ถึง ๕๐ องศาเซลเซียส อาจจะต้องมีเครื่องทำความเย็นเพื่อขจัดความร้อนที่เกิดขึ้น สารอิเล็กทรอไลท์จะไม่ไหลออกจากแบตเตอรี่ในระหว่างการใช้งานทำให้สามารถใช้□สารอิเล็กทรอไลท์ได้□ยาวนาน แต่ตัวแมมเบรนจะเสื่อมสภาพลงในระหว่างการใช้□งาน ทำให้อายุการใช้□งานอยู่□ที่ประมาณ ๒,๐๐๐ รอบ แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ สามารถดิสชาร์ตได้□ ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์□ โดยไม่มีผลกระทบ และไม่□มีปัญหาในด้□านผลกระทบความจำ (Memory Effect) ประสิทธิภาพโดยรวมของแบตเตอรี่อยู□ที่ ๗๕ ถึง ๘๐ เปอร์□เซ็นต์□ (Baxter, ๒๐๐๖; Gonzalez et al., ๒๐๐๔) อัตราส่วนของการชาร์□ตต่อดิสชาร์ตเท่□ากับ ๑ ต่อ ๑ แต่□แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ มีความหนาแน่นมากที่สุดเทียบกับแบตเตอรี่ชนิดไหลอื่นๆ โดยมีแรงดันต่□อเซลล์□เท่ากับ ๑.๘ โวลท์

การประยุกต์□ใช้□งาน แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ มีความหนาแน่นสูง ๗๕ ถึง ๘๕ วัตต์

□ชั่วโมงต่อกิโลกรัมทำให้□แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ มีขนาดเล็กและเบาเมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ทั่วไป และแบตเตอรี่ชนิดไหลชนิดอื่น ทำให้□แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ เล็งไปที่การใช้งานในส่□วนของพลังงานสำรองสำหรับพลังงานทดแทนเพื่อใช้□ในการปรับเรียบ (Smoothing) กำลังไฟฟ้าในฟาร์มพลังงานลมหรือเซลล์□แสงอาทิตย์หรือใช้ในการควบคุมความถี่ ปัจจุบันได้มีการนำแบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ไปติดตั้งใช้งานแล้□วเช่น UPS การจัดการโหลดแหล่□งพลังงานแสงอาทิตย์□ สถานีไฟฟ้□าและสายส่□ง เป็นต้□น

อนาคตของแบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ มุ่งไปที่การใช้□งานกับแหล่□งพลังงานทดแทน ซึ่งได้□มีการพัฒนาแบตเตอรี่ขนาด ๑.๕ เมกกะวัตต์□ สำหรับใช้□กับฟาร์□มพลังงานลมในช่วงหลายนาที โดยคาดหวังว่าจะเพิ่มจำนวนชั่วโมงการทำงานของฟาร์มพลังงานลมได้□มากกว่□า ๒๐๐ ชั่วโมงต่□อปี

๖. แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ (PSB)

แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ ทำงานคล้□ายกันกับแบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อกโดยมีส่□วนประกอบเหมือนกันคือเซลล์□สแตกซ□ ระบบแท็งค์อิเล็กทรอไลท์□ ระบบควบคุมไฟฟ้า อิเล็กทรอไลท์□ที่ใช้□ในแบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ คือโซเดียมโบไมด์□เป็□นอิเล็กทรอไลท์บวก และโซเดียมโพลีซัลไฟด์เป็นอิเล็กทรอไลท์ลบ ในการดิสชาร์□ตสารอิเล็กทรอไลท์ทั้งสองไหลจากแท็งค์□ตัวเองไปยังเซลล์โดยที่ที่จะเกิดปฏิกิริยาจะเกิดที่โพลีเมอร์แมมเบรนที่ยอมให้โซ□เดียมอิออนไหล ผ่□าน ดังเช่นแบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อกมีการแยกตัวเองเกิดขึ้นในกระบวนการดิสชาร์ต การรีชาร์ตจะ เป็□นกระบวนย้อนกลับ แรงดันตกคร□อมแต่ละเซลล์□ประมาณ ๑.๕ โวลท์

แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ ทำงานในช่□วงอุณหภูมิ ๒๐ ถึง ๔๐ องศาเซลเซียส แต่□สามารถใช้ในช่□วงอุณหภูมิกว้□างกว่านี้ถ้าหากมีการใช้□ระบายความร้□อนให้กับระบบ ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ อยู่ที่ ๗๕ เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนของการดิสชาร์ต ๑ ต่อ ๑ เท่ากับแบตเตอรี่ชนิดไหลชนิดอื่น เนื่องจากมีกระบวนการปฏิกิริยาทางเคมีเช่นเดียวกัน อายุการใช้□งานอยู□ที่ประมาณ 2,000 รอบ แต่□ขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้□งาน กำลังไฟฟ้าและความจุพลังงานไฟฟ้าแยกจากกันเช่นเดียวกันกับแบตเตอรี่ชนิดไหลชนิดอื่น

การประยุกต์ใช้งาน แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ สามารถนำไปใช้ในการเก็บสะสมพลังงานในรูปแบบต่□างๆ อาทิเช่□น การปรับโหลด การตัดยอด และการเชื่อมต่□อพลังงานทดแทน อย่างไรก็ตามแบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ มีการตอบสนองเร็วโดย ถ้□าสารอิเล็กทรอ

ไลท์อยู่ในเซลล์สแตกจะสามารถตอบสนองภายในเวลา ๒๐ มิลลิวินาทีหรือภายในเงื่อนไขการทำงานปกติแบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ สามารถชาร์□ต และดิสชาร์ตภายในเวลา ๐.๑ วินาที ดังนั้นแบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ สามารถใช้ในการควบคุมความถี่และควบคุมแรงดัน

อนาคต แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ สามารถขยายขนาดไปสูง□ระดับเมกกะวัตต์ □ ซึ่งจะมีอนาคตในการเก็บสะสมพลังงานอย่□างไรก็ตามต้□องรอผลการทดสอบในเชิงพาณิชย์ก่□อนเช่□นกัน

๗. แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก

แบตเตอรี่ชนิดไหลวานาเดียม-รีด็อกซประกอบด้□วยเซลล์□สแตกซ์ ระบบแท็งค์อิเล็กทรอไลท์□ ระบบควบคุมและชุดเปลี่ยนพลังงาน แบตเตอรี่นี้เก็บพลังงานโดยการเชื่อมต่อวานาเดี่ยมไอออนใน ๒ รูปแบบที่อยู่□ในรูปของสารอิเล็กทรอไลท์กรดซัลฟูริกในแต่□ละขั้ว โดยมีขั้วลบเป็น$V2^{+}/V3^{+}$ และมีขั้วบวกเป็□น $V4^{+}/ V5^{+}$ ซึ่งขนาดของเซลล์□สแตกจะเป็นตัวกำหนดกำลังไฟฟ้□าขณะที่ปริมาตรของสารอิเล็กทรอไลท์เป็□นตัวกำหนดความจุพลังงานไฟฟ้าของแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่ดิสชาร์□ต สารอิเล็กทรอไลท์□ทั้งสองจะไหลจากแท็งค์□ที่แยกจากกันเข้าไปยังเซลล์□สแตกที่อิออน H^{+} ไหลผ□านระหว่□าง ๒ ขั้ว ผ่□านแมมเบรนที่ซึมผ่□านได้ ขบวนการนี้จะทำให้□เกิดการแยกตัวกันภายในสารละลาย ดังนั้นการเปลี่ยนรูปแบบของอิออนของวานาเดียมเป็นการเปลี่ยนพลังงานศักย์ (Potential Energy) ไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยขบวนการจะย้อนกลับในระหว่□างรีชาร์ต แบตเตอรี่แวนเนเดียม มีประสิทธิภาพสูงถึง ๘๕ เปอร□เซ็นต์ เมื่อทำงานที่อุณหภูมิปกติ ด้□วยขบวนการปฏิกิริยาที่เหมือนกันสำหรับการชาร์□ตและดิสชาร์□ต ทำให้ได้อัตราส่วนการชาร์ตต่อดิสชาร์ตเป□น ๑ ต่□อ ๑ แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก สามารถตอบสนองได้□เร็ว โดยจากชาร์□ตไปยังดิสชาร์ตภายในเวลา ๑ มิลลิวินาที และมีความสามารถเกินโหลดได้มากถึง ๒ เท่าของอัตราพิกัดกำลังไฟฟ้□าเป็นเวลาหลายนาที

แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อกสามารถทำงานได้□ ๑๐,๐๐๐ รอบซึ่งประมาณอายุการใช้□งานได้□ ๗ ถึง ๑๕ ปี ขึ้นอยู่□กับการประยุกต์□ใช้□งาน แบตเตอรี่สามารถดิสชาร์□ตได้□หมดโดยประสิทธิภาพไม่ลดลงซึ่งต□างจากแบตเตอรี่ทั่วไป เมื่อสิ้นอายุการใช้งาน (๑๐,๐๐๐ รอบ) จะต้องการเปลี่ยนเพียงเซลล์สแตกเพราะสารอิเล็กทรอไลท์ไม่□จำกัดอายุและสามารถใช้□อีกได้□แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อกได้□ถูกออกแบบให้□เป็นโมดูลที่สามารถประกอบในสถานที่ต้องการใช้□ได้

การประยุกต์□ใช้□งาน แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อกนั้นมีขนาดกำลังไฟฟ้าและความ

จุพลังงานแยกจากกันดังนั้นจะเห็นแบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อกเป็นอุปกรณ์□ด้านเก็บพลังงานที่สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลายรูปแบบ□สามารถใช้□สำหรับงานที่มีความต้องการเก็บพลังงาน เช่น UPS การปรับโหลด (Load Leveling) การตัดยอด (Peak Shaving) ด้านระบบสื่อสารในการส่งจ่□ายไฟฟ้าและการเชื่อมต่□อแหล่งพลังงานทดแทนถึงแม้ว่าแบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก จะมีความสามารถประยุกต์□ใช้□งานได้□หลายรูปแบบ แต่□การประยุกต์□ใช้□งานแต่□ละรูปแบบก็มีคู่□แข่□งซึ่งอาจจะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่□าทำให้แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อกใช้□ในกรณีที่ต้องการประยุกต์ใช้□งานในหลายรูปแบบพร้□อมกันอาทิเช่□น การเชื่อมต่□อแหล่งพลังงานทดแทน เป็นต้น

ข้อดี และข้อด้อยของแบตเตอรี่แต่ละชนิด

แบตเตอรี่แต่ละชนิดมีข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกันไป โดยสามารถศึกษาข้อดีและข้อเสียของแบตเตอรี่แต่ละชนิดดังที่จะกล่าวถัดไป

๑. แบตเตอรี่ตะกั่วกรด

- ข้อดี

แบตเตอรี่ตะกั่วกรดจะมีราคาถูกกว่าแบตเตอรี่ชนิดอื่นสามารถผลิตได้ง่าย มีการพัฒนามานานแล้ว จึงมีความเชื่อถือได้และหาข้อมูลได้ง่าย หากใช้งานอย่างถูกต้องจะมีความทนทานมาก นอกจากนี้แบตเตอรี่ตะกั่วกรดจะมีการคายประจุโดยตัวมันเอง (Self Discharge) น้อย และไม่ต้องการการบำรุงรักษามากนักโดยเฉพาะแบตเตอรี่แบบแห้ง นอกจากนี้ยังสามารถให้กระแสดิสชาร์จได้มาก อีกทั้งยังมีให้เลือกหลายขนาด

- ข้อด้อย

แบตเตอรี่ตะกั่วกรดค่อนข้างอ่อนไหวต่□อสิ่งแวดล้□อม โดยอุณหภูมิสำหรับแบตเตอรี่อยู□ที่ประมาณ ๒๗ องศาเซลเซียส แต□ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากกว่□า ๕ องศาเซลเซียส จะทำให้□อายุการใช้งานลดลงมากกว่า ๕๐ เปอร□เซ็นต์□ รวมทั้งหากความลึกการดิสชาร์□ตมากเกินไปก็ทำให้□อายุการใช้งานลดลงเช่นกัน นอกจากนั้นอัตราการชาร์□ตต่อการดิสชาร์□ตปกติจะอยู□ที่ ๕ ต่อ ๑ ซึ่งถ้□าหากอัตราการชาร์□ตเร็วเกินไปจะทำให้เซลล์เสียหายได้

๒. แบตเตอรี่แบบนิกเกิลแคดเมี่ยม (NiCd)

- ข้อดี

แบตเตอรี่แบบนิกเกิลแคดเมี่ยมเป็นเซลล์ชนิดนี้มีขนาดเล็กและใช้งานได้นาน

● ข้อด้อย

อายุของแบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยมจะลดลงอย่□างรวดเร็ว เนื่องจากความลึกของการดิสชาร์ต และอัตราการชาร์□ตดิสชาร์ตรวดเร็ว เช่นเดียวกับแบตเตอรี่ตะกั่วกรด นอกจากนี้แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยมยังมีผลกระทบจากการจำ (Memory Effects) และการสูญเสียพลังงานเนื่องจากการดิสชาร์□ตตัวเองระหว่□างรอการใช้□งานมากกว่าแบตเตอรี่ตะกั่วกรดที่มีค่าประมาณ ๒ ถึง ๕ เปอร์เซ็นต์□ต่□อเดือน ที่อุณหภูมิห้อง□เมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ตะกั่วกรดที่มีค่าประมาณ ๑ เปอร□เซ็นต์□ ต่□อเดือน นอกจากนี้ผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้□อมของแบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยมเริ่มมีการให้□ความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากแคดเมียมเป□นสารที่เป็□นพิษทำให้□เป็นปั□ญหาต่อการจัดการแบตเตอรี่ที่หมดอายุ

๓. แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน

● ข้อดี

แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออนให้กำลังไฟสูง ไม่ใช้แคดเมียมที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม ไม่มี Memory Effect สามารถชาร์ตได้ตลอดเวลาแม้ไฟยังไม่หมด และมีน้ำหนักเบา

●ข้อด้อย

ข้อด้□อย จุดด้อยที่สำคัญของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนคือราคาที่สูงกว่าหลายเท่าตัวเมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ ตะกั่วกรดในระดับความจุเดียวกันและต้องมีระบบตรวจวัดและการจัดการที่ดี

๔. แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์

● ข้อดี

แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูงถึง ๓๕๐ องศาเซลเซียส

●ข้อด้อย

ข้อด้□อยที่สำคัญคือ แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ จะต้องรักษาอุณหภูมิการทำงานให้สูง กว่า ๒๗๐ องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้□สิ้นเปลืองพลังงานและต้องประสบปั□ญหาเกี่ยวกับการจัดการด้านความร้อน และข้□อบังคับด้านความปลอดภัย นอกจากนี้ด้วยสภาพแวดล้□อมทางเคมีทำให้ฉนวนอาจเป็□นปั□ญหา□เนื่องจากฉนวนจะกลายเป็นตัวนำ และทำให้□เกิดการดิสชาร์ตตัวเอง

๕. แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์

● ข้อดี

แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์มีจุดเด่นที่ให้ศักย์ไฟฟ้าสูง ราคาถูก มีความหนาแน่นพลังงานสูง มีอายุการใช้งานยาวนาน และเมื่อประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ลดลงก็สามารถเปลี่ยนชิ้นส่วนของแบตเตอรี่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพได้ ด้วยค่าใช้จ่ายต่ำและใช้เวลาอันสั้น จึงอาจเป็นแบตเตอรี่หนึ่งที่เหมาะสมกับการใช้งานกับรถฟ้าในอนาคต

●ข้อด้อย

การเพิ่มกำลังไฟฟ้าและความจุพลังงานไฟฟ้□าในขนาดเมกกะวัตต์ของแบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์เป็□นไปได้□ยากเพราะแต่ละโมดูลไม่สามารถเชื่อมโยงทางสารละลายเนื่องจากแต่ละโมดูลมีอิเล็กทรอไลท์แยกจากกัน ดังนั้นแต่□ละโมดูลจะเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้าซึ่งสามารถเพิ่มขนาดได้□ประมาณ ๑.๕ เมกกะวัตต์รวมทั้งที่ได้□กล่าวข้□างต้□นแมมเบรนจะเสื่อมสภาพเมื่อเกิดปฏิกิริยาซึ่งต้□องเปลี่ยนใหม่□เมื่อหมดอายุการใช้□งานที่ประมาณ ๒,๐๐๐ รอบ

๖. แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์

● ข้อดี

แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ สามารถใช้□สารอิเล็กทรอไลท์ได้□ยาวนาน และสามารถดิสชาร์ตได้□ ๑๐๐ เปอร□เซ็นต์□ โดยไม่มีผลกระทบ และไม่□มีปัญหาในด้□านผลกระทบความจำ (Memory Effect)

●ข้อด้อย

ในระหว่างการเกิดปฏิกิริยาจะเกิดสารโบไมด์□ ไฮโดรเจนและผลึกโซเดียมซัลเฟสในปริมาณน้□อยๆ เป็□นผลทำให้□จะมีการบำรุงรักษาทุก ๒ สัปดาห์□เพื่อขจัดผลที่เกิดจากโซเดียมซัลเฟส

๗. แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก

● ข้อดี

แบตเตอรี่ชนิดนี้มีศักยภาพสูงในการใช้งานต่อไปในอนาคตโดยเฉพาะกับรถไฟฟ้าเนื่องจากการที่สามารถชาร์จประจุได้ทันทีทันใดเพียงแค่ถ่ายอิเล็กโทรไลท์เก่าและเติมอิเล็กโทรไลท์ใหม่เข้าไป แบตเตอรี่ก็พร้อมที่จะใช้งานได้อีกครั้ง นอกจากนี้ยังไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม แม้ว่าวาเนเดียมจะมีพิษต่อสิ่งมีชีวิตแต่ก็จะปลอดภัยเมื่ออยู่ในภาชนะบรรจุแบตเตอรี่วาเนเดียมมี

ความหนาแน่นพลังงานสูง มีอัตราการรั่วของประจุต่ำ ขยายขนาดความจุพลังได้ง่ายราคาถูก ง่ายในการใช้งานและดูแลรักษา และ มีอายุการใช้งานยาวนาน

●ข้อด้อย

แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก มีความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าต่ำที่สุดและต้องการเกือบทุกเซลล์ในการที่จะได้□กำลังไฟฟ้าเทียบเท่□ากับแบตเตอรี่ชนิดไหลชนิดอื่น สำหรับการประยุกต์□ใช้□งานสำหรับงานขนาดเล็กแบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก มีความยุ่งยากเมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ทั่วไป เพราะแบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก ต้องมีอุปกรณ์มากกว่□า เช่น ปั๊ม ตัววัด ชุดควบคุม เป็นต้□น ทำให้□การตัดสินใจเลือกระหว่างแบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก

ความเหมาะสมในเรื่องประสิทธิภาพการใช้งานของแบตเตอรี่แต่ละชนิด

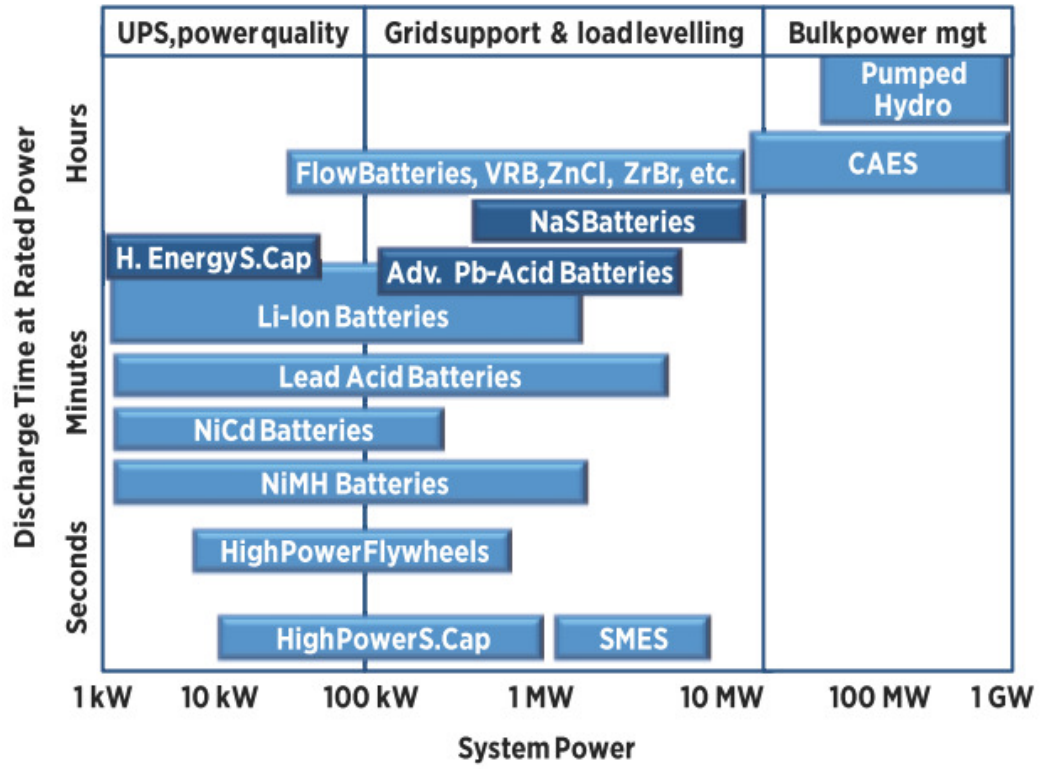
ระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่แบบต่างๆ มีข้อดีข้อด้อยแตกต่างกันไปตามคุณสมบัติสำคัญที่ต้องพิจารณาในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของแบตเตอรี่แต่ละชนิดจะขึ้นอยู่กับ พิกัดกำลัง ระยะเวลาในการจ่ายพลังงาน ประสิทธิภาพในการชาร์จและจ่ายไฟฟ้า อายุการใช้งาน ราคาต่อความจุไฟฟ้า (เมกะวัตต์-ชั่วโมง) และราคาต่อกำลังไฟฟ้า (เมกะวัตต์) เป็นต้น โดยในตารางที่ ๒-๒ จะแสดงการเปรียบเทียบทางเทคนิคของระบบกักเก็บพลังงานแบบต่างๆ และ แผนภาพที่ ๒-๕ แสดงการเปรียบเทียบการใช้งานระบบกักเก็บพลังงานในพิกัดต่างๆ รวมถึงเวลาในการจ่ายไฟ ซึ่งจากแผนภาพที่ ๒-๕ สามารถสังเกตได้ว่าโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบสูบกลับมีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงในการเป็นระบบกักเก็บพลังงานระดับพิกัดหลายร้อยเมกะวัตต์ ส่วนแบตเตอรี่ชนิดโซเดียมซัลเฟอร์ (NaS) เหมาะกับระบบขนาดใหญ่ ในขณะที่แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Li-Ion) เหมาะกับระบบกักเก็บขนาดเล็ก

ตารางที่ ๒-๒ แสดงการเปรียบเทียบทางเทคนิคของระบบกักเก็บพลังงานแบบต่างๆ

Storage Type	Power (MW)	Discharge time	Efficiency (%)	Lifetime (yr)	Overall storage cost (USD / MWh)	Capital cost, (USD /kW)
Pumped Hydro	250–1000	10h	70–80	>30	50–150	2000–4000 (100–300) b
CAES	100–300 (10/20)	3–10h	45–60	30	– 150	800–1000 (1300–1800) c
Fly Wheels	0.1–10	15s–15m	>85	20	na	1000–5000 d
Super Capacit.	10	<30s	90	$5\ 10^4$ cycles	na	1500–2500 (500) d
VRB	0.05–10	2–8h	75/80DC 60/70AC	5–15	250–300 d	3000–4000 (2000) d
Li-ion battery	~5	15m–4h	90DC	8–15	250–500 d,e	2500–3000 (<1000) d,e
Lead battery	3–20	10s–4h	75/80DC 79/75AC	4–8	na	1500–2000
NaS battery	30–35	4h	80/85DC	15	50–150 d	100–2000 d
SMES	0.5+ d	1–100s/h d	>90	$>5\ 10^4$ cycles	na	na

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, ๒๕๕๘

แผนภาพที่ ๒-๕ แสดงการเปรียบเทียบการใช้งานระบบกักเก็บพลังงานในพิกัดต่างๆ รวมถึงเวลาในการจ่ายไฟ



ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, ๒๕๕๘

ความทนทานต่อการใช้งานของแบตเตอรี่ในสภาพแวดล้อมต่างๆ

๑. แบตเตอรี่ตะกั่วกรด

อุณหภูมิที่เหมาะสมในการใช้งานของแบตเตอรี่ตะกั่วกรดอยู่ที่ ๒๕ องศาเซลเซียส แบตเตอรี่ตะกั่วกรด แบบ VRLA จะมีอายุถึง ๑๐ ปีที่อุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียส แต่จะลดลงเหลือ ๕ ปี ที่อุณหภูมิ ๓๓ องศาเซลเซียส และอายุเหลือไม่ถึง ๑ ปีที่อุณหภมิ ๔๒ องศาเซลเซียส นอกจากนี้แบตเตอรี่ชนิดนี้ยังทำงานได้ไม่ดีในที่อุณหภูมิต่ำอีกด้วยอุณหภูมิที่ลดต่ำลงจะทำให้แบตเตอรี่เก็บประจุได้น้อยลงความจุของแบตเตอรี่ จะลดลง ๕๐ เปอร์เซ็นต์ ทุกๆ อุณหภูมิที่ต่ำลง ๑๒ องศาเซลเซียส

๒. แบตเตอรี่แบบนิกเกิลแคดเมี่ยม

แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม จะมีอายุใช้□งานนานกว่□าประมาณ ๕๐,๐๐๐ รอบ และ

สามารถทำงานในช่□วงอุณหภูมิที่กว้างกว่□าแบตเตอรี่ตะกั่วกรดโดยสามารถทำงานได้สูงถึง ๕๐ องศาเซลเซียส

๓. แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน

แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ ๐-๓๕ องศาเซลเซียสและอุณหภูมิการเก็บรักษาแบตเตอรี่ลิเธียมที่ดีอยู่ที่ ๑๕ องศาเซลเซียส และต้องมีไฟประจุอยู่ ๔๐ เปอร์เซ็นต์ (ประมาณ ๓.๗-๓.๘ โวลต์)

๔. แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์

แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์□จะมีโซเดียมและซัลเฟอร์หลอมละลายอยู่ในแบตเตอรี่และให้□มีความนำที่เหมาะสมในอิเล็กทรอไลท์ ดังนั้นทุก□อย่□างจะถูกห่□อหุ้□มด้□วยฉนวนที่รักษาอุณหภูมิที่เกินกว่□า ๒๗๐ องศาเซลเซียส แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์จะทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ ๓๒๐ ถึง ๓๕๐ องศาเซลเซียส

๕. แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์

แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ สามารถทำงานที่อุณหภูมิ ๒๐ ถึง ๕๐ องศาเซลเซียส อาจจะต้องมีเครื่องทำความเย็นเพื่อขจัดความร้อนที่เกิดขึ้นในขณะการทำงานของแบตเตอรี่

๖. แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์

แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ ทำงานในช่□วงอุณหภูมิ ๒๐ ถึง ๔๐ องศาเซลเซียส แต่□สามารถใช้ในช่□วงอุณหภูมิกว้□างกว่านี้ถ้าหากมีการใช้□ระบายความร้□อนให้กับระบบ ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ อยู่ที่ ๗๕ เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนของการดิสชาร์ต ๑ ต่อ ๑ เท่ากับแบตเตอรี่ชนิดไหลชนิดอื่น เนื่องจากมีกระบวนการปฏิกิริยาทางเคมีเช่นเดียวกัน อายุการใช้□งานอยู□ที่ประมาณ ๒,๐๐๐ รอบ แต่□ขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้□งาน

๗. แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก

แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก ทำงานในช่□วงอุณหภูมิ ๑๐ ถึง ๔๐ องศาเซลเซียส ในช่วงอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิดังกล่าวจะทำให้เกิดการการตกผลึกของไอออนิกของกรดซัลฟิวริก

ความปลอดภัยของการใช้แบตเตอรี่นั้นๆต่อผู้ใช้งาน

๑. แบตเตอรี่ตะกั่วกรด

แบตเตอรี่ตะกั่วกรดที่มีสารละลายอิเล็กโตรไลต์ของแบตเตอรี่คือ กรดซัลฟิวริกซึ่งสามารถเป็นอันตรายต่อผิวหนังและตาได้ แบตเตอรี่ตะกั่วกรดส่วนใหญ่มีตะกั่วเป็นส่วนประกอบซึ่งส่วนประกอบนี้เป็นสารพิษ สามารถทำให้เกิดผลเสียต่อต่อผู้ใช้งานและสภาพแวดล้อมได้

๒. แบตเตอรี่แบบนิกเกิลแคดเมี่ยม

แบตเตอรี่แบบนิกเกิลแคดเมี่ยม มีสารพิษจากแคดเมียม ซึ่งเป็นส่วนประกอบของแบตเตอรี่ ซึ่งสารพิษชนิดนี้สามารถสะสมในร่างกาย โดยเฉพาะที่ไต ทำลายระบบประสาท ส่งผลต่อพัฒนาการของเด็กและภาวะการตั้งครรภ์ และยังอาจมีผลต่อพันธุกรรม ส่วนสารพิษจากนิกเกิลนั้น ฝุ่นนิกเกิลถูกจัดว่าเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลอง และอาจเป็นสาเหตุให้เกิดมะเร็งปอดในสัตว์ทดลอง และอาจมีผลต่อระบบสืบพันธุ์ด้วย นอกจากนี้ ผลเรื้อรังจากการสัมผัสนิกเกิล ได้แก่ การแพ้ของผิวหนัง ซึ่งประกอบด้วย การมีแผลไหม้ คัน เป็นผื่นแดง มีอาการแพ้ของปอด คล้ายการเป็นหอบหืด และแน่นหน้าอก โดยแบตเตอรี่จะต้องกำจัดหรือทิ้งอย่างถูกวิธี โดยทั่วไปแล้วบริษัทผู้รับซื้อกลับคืนเพื่อนำไปกำจัดให้ถูกต้อง

๓. แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน

สารพิษจากลิเทียม ซึ่งเป็นองค์ประกอบของแบตเตอรี่ จะเป็นอันตรายเมื่อ กลืนกิน สูดดม หรือถูกดูดซึมผ่านผิวหนัง สารนี้ทำลายเนื้อเยื่อของเยื่อบุเมือกและทางเดินหายใจ รวมทั้งดวงตาและผิวหนังอย่างรุนแรง การสูดดมอาจก่อให้เกิดอาการชัก กล่องเสียงและหลอดลมใหญ่อักเสบ โรคปอดอักเสบจากสารเคมีและน้ำท่วมปอด อาการต่างๆของการได้รับสารอาจประกอบด้วย ความรู้สึกปวดแสบปวดร้อน ไอ หายใจมีเสียงหวีด การอักเสบที่ตอนบนของหลอดลม หายใจถี่ ปวดศีรษ คลื่นเหียน และอาเจียน

๔. แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์

แบตเตอรี่ชนิดซิงค์โบรไมด์ เป็นแบตเตอรี่ที่มักมีปัญหาจากการรั่วของประจุที่เก็บ และก๊าซโบรมีนเป็นก๊าซที่อันตรายซึ่งจะระคายเคืองเนื้อเยื่อมนุษย์ ไอระเหยสามารถระคายเคืองต่อตาและคอถ้าอยู่ใกล้

ราคาของแบตเตอรี่ต่อการวัตต์การใช้งาน

๑. แบตเตอรี่ตะกั่วกรด

ค่าใช้จ่□าย สำหรับแบตเตอรี่ตะกั่วกรดอยู่□ที่ ๒๐๐-๓๐๐ ดอลล□าร์□ต่□อกิโลวัตต์และอาจจะอยู่ที่ ๕๘๐ ดอลล□าร์□ต่□อกิโลวัตต์ ขึ้นอยู□กับเทคโนโลยีที่ใช้

๒. แบตเตอรี่แบบนิกเกิลแคดเมี่ยม

ค่าใช้□จ่□าย แบตเตอรี่ NiCd มีราคาสูงกว่□าแบตเตอรี่ตะกั่วกรด มีราคาอยู□ที่ ๖๐๐ ดอลลาร์□ต่อกิโลวัตต์□ (Baxter, ๒๐๐๖) อย่□างไรก็ตามค่าบำรุงรักษามีค่าต่ำกว่□าเนื่องจากทนทานต่อสภาวะแวดล้□อมได้□ดีกว่า

๓. แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน

ค่□าใช้จ่□ายปั□จจุบันของแบตเตอรี่ Li-Ion อยู่ที่ ๑,๒๐๐ ดอลลาร์□ □ต่□อกิโลวัตต์ ซึ่งเป็นราคา
ที่เพิ่งดำเนินการในเชิงพาณิชย์□ ซึ่งหากมีการพัฒนากระบวนการและวัสดุให้ดีขึ้นคาดการณ์ว่าค่□าใช้□จ่ายจะลดลงไปได้อีก

๔. แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ (NaS)

ค่าใช้□จ่าย ปั□จจุบันค่□าใช้□จ่ายของแบตเตอรี่ NaS อยู่ที่ ๘๑๐ ดอลล□าร์ต่อกิโลวัตต์ ซึ่งเป็นราคาที่เพิ่งดำเนินการในเชิงพาณิชย์□ ซึ่งถ้□าหากมีการผลิตเพิ่มขึ้น คาดว่□าค่าใช้□จ่ายจะลดลงไปอีกประมาณ□ ๓๓ เปอร□เซ็นต์

๕. แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์

ค่าใช้□จ่าย แบตเตอรี่ ZnBr มีค่าใช้จ่□ายกำลังไฟฟ้□าอยู่□ที่ ๖๓๕ ดอลล□าร์□ต่□อกิโลวัตต์□ และค่าใช้□จ่□ายพลังงานไฟฟ้□าอยู่□ที่ ๔๐๐ ดอลล□าร์ต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง (Baxter, ๒๐๐๖)

๖. แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์

ค่□าใช้จ่□าย แบตเตอรี่ PSB มีค่าใช้□จ่ายกำลังไฟฟ้□าอยู□ที่ ๑,๐๙๔ ดอลล□าร์□ต่อกิโลวัตต์□ชั่วโมงและค่□าใช้□จ่□ายพลังงานไฟฟ้□าอยู□ที่ ๑๘๕ดอลล□าร์□ต่อกิโลวัตต์□ชั่วโมง (Baxter, ๒๐๐๖)

๗. แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก

ค่าใช้□จ่ายของแบตเตอรี่ VR มี ๒ ส่วนคือ ค่ากำลังไฟฟ้□าและค่าพลังงานไฟฟ้□า ซึ่งไม่□ขึ้นต่□อกัน โดยสำหรับแบตเตอรี่ VR มีค่□ากำลังไฟฟ้า ๑,๘๒๘ ดอลลาร์□ต่อกิโลวัตต์□ และค่าพลังงานไฟฟ้า ๓๐๐ ถึง ๑,๐๐๐ ดอลล□าร์□ต่อกิโลวัตต์□ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับการออกแบบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธันยาภรณ์ ฮอมณี และ นงลักษณ์ มีทอง (๒๕๕๘) ได้กล่าวว่าแบตเตอรี่ชนิดประจุไฟฟ้าใหม่□ได้เป็นอุปกรณ์กักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่มีความสำคัญอย่างยิ่งยวดต□ออุตสาหกรรม รวมถึงเป็นอุปกรณ์ที่สามารถทำให้การใช้งานพลังงานจากลมและแสงอาทิตย์□ได้□ เต็มประสิทธิภาพ แบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ซัลเฟอร์□เป็□นหนึ่งในตัวเลือกแห่□งอนาคตของแบตเตอรี่ชนิดประจุไฟใหม่ได้□ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนที่ใช้งานอย่□างแพร่□หลายในปั□จจุบันแล้□ว แบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ซัลเฟอร์มี ข้□อดีหลายประการ เช่น มีความสามารถในการกักเก็บพลังงานสูงกว่า สามารถใช้ได้□ในช่วงอุณหภูมิกว้าง มีราคาถูก กว่า มีความปลอดภัยและมีความเป็นพิษต่ำ อย่างไรก็ตาม แบตเตอรี่ชนิดใหม่□นี้มีข้อเสีย คือ มีการเปลี่ยนแปลงทาง เคมีที่ส่□งผลต่อความเสถียรของโครงสร้□าง ทำให้เกิดการลดลงของความจุไฟฟ้าอย่□างรวดเร็วและมีรอบการใช้งานที่สั้น

เผด็จ ไชยมงคล และคณะ (๒๕๕๗)ได้เสนอวิธีการจัดการพลังงานไฟฟ้าในระบบจำหน่าย ๒๒ กิโลวัตต์ ที่มีแหล่งผลิตไฟฟ้าจาก พลังงานแสงอาทิตย์โดยหาขนาดและตำแหน่งติดตั้งระบบจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าในช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าต่ำสุดและจ่ายกลับคืนให้กับระบบในช่วงที่มี การใช้ไฟฟ้าสูงสุดเ พื่ อ ล ด

กำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบไม่ให้เกิน๘ เมกกะวัตต์โดยใช้โปรแกรม DIgSILENTในการหาขนาดและตำแหน่งติดตั้งที่เหมาะสมวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าผ่านแบบจำลองระบบไฟฟ้า โดยการสุ่มตำแหน่งของระบบจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่จนได้ตำแหน่งที่ทำให้ระบบมีพลังงาน ไฟฟ้าสูญเสียน้อยที่สุดการศึกษาแบ่งเป็น ๔๘ กรณีผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์สรุปผลรวมทั้ง เสนอแนะวิธีการแก้ปัญหาและวางแผนเพื่อให้เกิดการตอบสนองต่อนโยบายการส่งเสริมการใช้พลังงาน หมุนเวียนและสอดรับกับการก้าวเข้าสู่ระบบไฟฟ้าแบบสมาร์ทกริดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่จะเกิดขึ้น ในอนาคตต่อไป

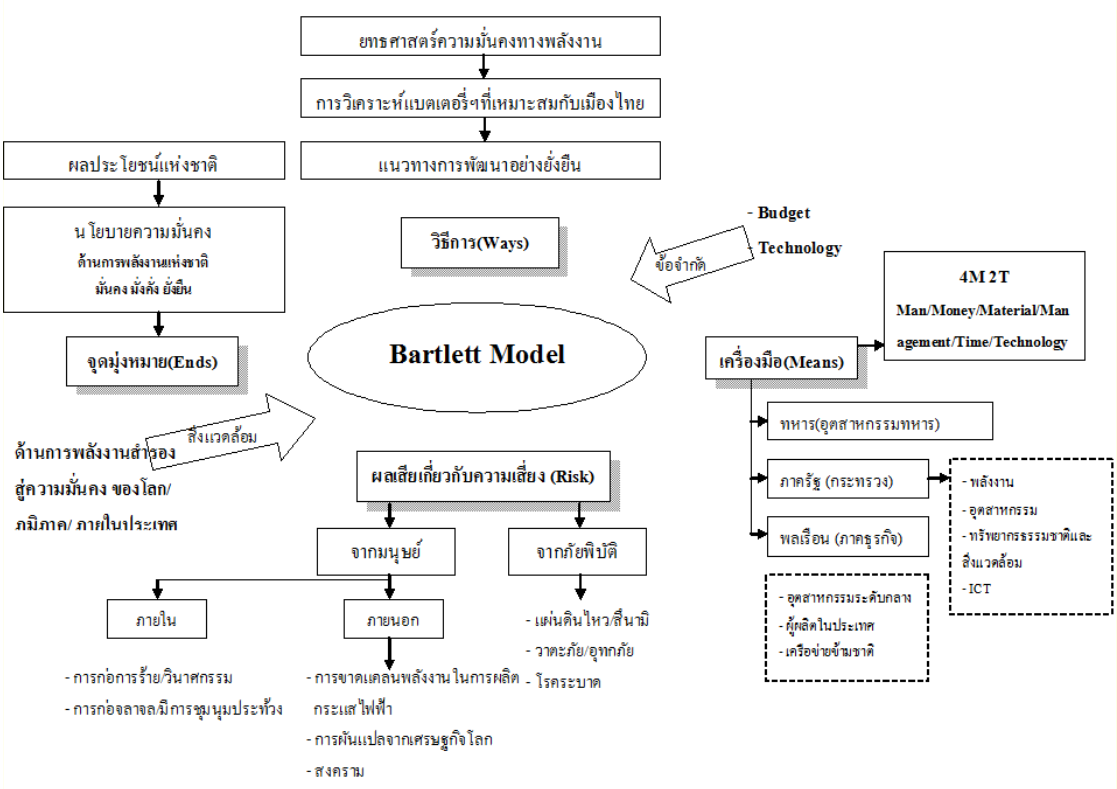
Teleke et al. (๒๐๑๐) ได้นำเสนอกลยุทธการควบคุมการใช้□งานที่เหมาะสมของระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ ร□วมกับฟาร□มกังหันลมขนาดใหญ่□ เพื่อให้สามารถปรับเรียบความไม่ต่อเนื่องของกำลังไฟฟ□าจากฟาร์มกังหันลมได้□ ทั้งนี้จากการขยายตัวที่เพิ่มขึ้นของการผลิตไฟฟ้□าจากพลังงานลมสามารถนำไปสู่□ปั□ญหาต่□างๆได้□ รวมถึงผลการเชื่อมต่อกับระบบโครงข่□ายไฟฟ้าในด้□าน คุณภาพไฟฟ้าความเชื่อถือได้□ การป้องกัน การผลิตส่ง□ายและการควบคุม โดยวิธีที่นำเสนอได้พิจารณาแบบแผนการควบคุมป้อนกลับแบบดั้งเดิมที่มีการปรับปรุงใหม่□ เพื่อที่จะนำข้อจำกัดในการทำงานของระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ เช่□น ข้อจำกัดของสถานะของการชาร์จ อัตราการเก็บหรือคายประจุ และอายุการใช้งาน ซึ่งเป้าหมายของการควบคุมเป็นการมองว่าจัดหาระบบเก็บพลังงานด□วยแบตเตอรี่เพื่อทำการปรับเรียบกำลังไฟฟ้าเท่□าที่จะเป็□นไปได้□ เพื่อให้□ฟาร์□มกังหันลมสามารถส่งจ่□ายกำลังไฟฟ้□าในแบบรายชั่วโมงอยู่บนพื้นฐานการคาดการณ์□ความเร็วลม ในส่□วนของประสิทธิภาพของกลยุทธ การควบคุมนี้ได้รับการทดสอบโดยการใช้□ข้□อมูลจริงของฟาร์มกังหันลม และยังรวมถึงการกำหนดขนาดของระบบเก็บพลังงาน้□วยแบตเตอรี่ที่ต้องการสำหรับการประยุกต์ใช้□งานในการศึกษานี้ ด้□วยการมองว่ากำลังไฟฟ้าของฟาร์มกังหันลมควรมีการควบคุมได้□และการลาดเอียงของกำลังไฟฟ้าที่รวดเร็วของฟาร์มกังหันลมทั้งทางด้านบวกและด้านลบควรมีการจำกัดเพื่อทีจะทำให้□เกิดการรวมกันของระบบผลิตไฟฟ้□าจากพลังงานหมุนเวียนจำนวนมากกับระบบโครงข□ายไฟฟ้□าได้□ ด้วยเทคนิคการสร้างค่าอ้างอิงแบบรายชั่วโมงเพื่อกำหนดให้□เป็นเป้าหมายในการทำงานของอุปกรณ์ชดเชยประสานสถิต (Static Synchronous Compensator, STATCOM) ที่มีการควบคุมการทำงานของระบบเก็บพลังงานด้□วยแบตเตอรี่อย□างเหมาะสมทำให้ระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่สามารถปรับเรียบกำลังไฟฟ้าของฟาร์□มกังหันลมให้ได้□กำลังไฟฟ้าสุทธิที่มีความราบเรียบตามค่าอ้□างอิงกำลังไฟฟ้าที่ต้องการได้

Teleke et al. (๒๐๑๐) ได้ทำการศึกษาการบูรณาการระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่รวมกับ□ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิต์□หรือฟาร์มกังหันลม เพื่อทำให้แหล่□งจ่□ายพลังงานทดแทนที่ไม่□ต่อเนื่องเหล่□านี้สามารถส่งจ่□ายพลังงานได้มากขึ้น โดยได้นำเสนอการพัฒนากลยุทธการควบคุมการใช้□งานที่เหมาะสมของระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่จากการพิจารณารูปแบบการควบคุมตามกฎพื้นฐาน ซึ่งเป□นวิธีการแก้□ปัญหาการกำหนดการควบคุมที่เหมาะสมจากการรวมกันของเงื่อนไขการทำงานของระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่เช่น ข้□อจำกัดของสถานการณ์□เก็บประจุ ข้□อจำกัดในการเก็บหรือค□ายประจุในปัจจุบันและอายุการใช้□งาน โดยเป้าหมายของการควบคุมเป็□นการมีระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ไว้พื่อการปรับเรียบกำลังไฟฟ้ามากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้□ เพื่อให้□แหล่งจ่□ายพลังงานหมุนเวียนสามารถส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าในแบบรายชั่วโมงที่ขึ้นอยู่กับการคาดการณ์□สภาพแสงอาทิตย์หรือลม ซึ่งประสิทธิผลของกลยุทธการควบคุมนี้ได้รับการทดสอบโดยการใช้□ข□อมูลจริงของกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย□และฟาร์□มกังหันลม โดยการควบคุมตามกฎได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อกำหนดการอ้างอิงที่เป็นปัจจุบันสำหรับตัวแปลงผันพลังงาน (Power Converter) ซึ่งจะเก็บหรือคายประจุของระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่อย่างสอดคล้องกันด้□วย ผลการทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการควบคุมที่นำเสนอจากการใช้ ๒ กรณีศึกษาที่แตกต่างกันคือ กรณีของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ทำงานร่วมกับระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ และอีกกรณีหนึ่งเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างฟาร์มกังหันลมกับระบบเก็บพลังงานด้□วยแบตเตอรี่ผลการทำงานของวิธีการควบคุมที่นำเสนอสำหรับฟาร์มกังหันลมมีค่าคาดเคลื่อนจากค่า□อ□างอิงเพียง□ ±๐.๐๔ เมกกะวัตต์□ เท่□านั้น ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้□ ยิ่งไปกว่านั้นยังสามารถลดค่□าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกำลังไฟฟ้าที่เกิดจากระบบผลิตไฟ□าจากพลังงานแสงอาทิตย์ก่□อนได้□รับการชดเชยความแปรปรวนของกำลังไฟฟ□าจาก ๑๖ เปอร□เซ็นต์□ให้ลดลงเหลือเพียง ๔ เปอร□เซ็นต์ เท่านั้น

สมชาย ยินดีช่วยเหลือ (๒๕๔๕) ได้กล่าวว่าแบตเตอรี่แวเนเดียม รีด๊อกเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บพลังงานไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้เก็บพลังงานจากลิฟท์ ซึ่งในการทดลองได้ทำการพัฒนาแบตเตอรี่แวเนเดียม รีด๊อกขนาดรวม ๒ กิโลวัตต์ (๗๕ โวลต์, ๓๓ แอมป์) ซึ่งจากผลการทดลองที่ได้ สรุปได้ว่าแบตเตอรี่แวเนเดียม รีด๊อกเป็นต้นแบบที่ไสามารถทำงานได้เป็นที่น่าพอใจ ผู้วิจัยจึงทำการขยายกำลังของระบบแวเนเดียมแบตเตอรี่ขึ้น โดยนำระบบแวเนเดียมแบตเตอร์รี่ต้นแบบขนาด ๒ กิโลวัตต์ มาต่อขนานกัน ๘ ตัว ทำให้ได้กำลังไฟฟ้ารวม ๑๖ กิโลวัตต์ ซึ่งจากการทดสอบสาธิตพบว่าแวเนเดียมแบตเตอรี่สามารถทำงานได้ดี มีความเป็นไปได้ที่

จะนำไปใช้ในการกักเก็บพลังงานจากลิฟท์ แต่อุปสรรคสำคัญของการส่งเสริมให้เกิดการใช้งานแบตเตอรี่แวเนเดียม รีด๊อกอย่างกว้างขวางคือปัญหาราคาที่สูงของแบตเตอรี่แวเนเดียม รีด๊อกและมีผลตอบแทนการลงทุนที่ต่ำ ทำให้มีระยะเวลาการคืนทุนนาน

กรอบความคิดของการวิจัย



กรอบแนวคิดของการวิจัย พลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญอย่ายิ่งในการดำเนินชีวิตของประชากรในชาติ โดยปัจจุบันประเทศไทยต้องอาศัยก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และน้ำมันในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งพลังงานไฟฟ้าถือเป็นปัจจัยหลัก ที่สำคัญต่อทุกยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ และเป็นหนึ่งยุทศาสตร์สำคัญที่เกี่ยวเนื่องกับความมั่นคงของประทศ โดนเฉพาะยามฉุกเฉินของประเทศในกรณีที่เกิด สงคราม หรือภัยพิบัติตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่ไม่สามารถประเมิน และคาดเดาได้ การวางกรอบความมั่นคงด้านพลังงาน ที่ใช้ในยามไม่ปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน หรือการใช้แบตเตอรี่สำรอง ซึ่งถือเป็นเรื่องสำคัญ และเร่งด่วนใน

การวางกรอบวิจัย และพัฒนา เพื่อหาเทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน หรือแบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับประเทศไทย โดยการวางกรอบของยุทธศาสตร์ต้องสองคล้อง และเหมาะสมกับข้อจำกัดด้าน ส่งแวดล้อม งบประมาณ และสองคล้องกับเทคโนโลยีภายในประเทศที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อพัฒนาในสูงขึ้น โดยการวางกรอบยุทธศษสตร์ เพื่อการวิจัยและพัฒนา ต้องให้สอดเหมาะสมกับปัจจัยความเสี่ยงที่คาดไม่ถึง ทั้งจากมนุษย์ และภัยพิบัติ หากสามารถกำหนดทิศทางที่เหมาะสม และชัดเจน เกิดความต่อเนื่อง ผลประโยชน์เชิงนโยบาย และเชิงปฏิบัติที่ได้รับคือ ความมั่นคงด้านการพลังงาน ซึ่งถือเป็นกรอบความมั่นคงด้านพลังงานแห่งชาติ

สรุป

ตามนโยบายขับเคลื่อนภาคพลังงานของประเทศตามแนวนโยบาย พลังงาน ๔.๐ ได้ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงาน ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าแบตเตอรี่เป็นระบบกักเก็บพลังงานรูปแบบหนึ่งที่จะสามารถนำมากักเก็บพลังงานเพื่อใช้ในยามขาดแคลนพลังงาน หรือใช้เป็นพลังงานทดแทนในยามที่มีภัยพิบัติ หรือภัยสงครามได้ โดยจากการศึกษาข้อมูลของแบตเตอรี่ชนิดต่างๆที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า แบตเตอรี่แต่ละชนิดจะมีข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกัน หากเราจะเลือกแบตเตอรี่มาใช้กักเก็บพลังงานก็ควรคำนึงถึงข้อจำกัดของแบตเตอรี่นั้นๆต่อลักษณะของพื้นที่ที่จะนำไปใช้งานต่อไป

บทที่ ๓
สถานภาพการสำรองพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ในประเทศไทย

สถานภาพทั่วไปของระบบการจัดเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่

ประเทศไทยในปัจจุบันได้ให้ความสำคัญในการส่งเสริมด้านพลังงานทดแทน โดยรัฐบาลได้กำหนดนโยบายไว้อย่างชัดเจนในการให้ใช้พลังงานทดแทนในสัดส่วนร้อยละ ๔๐ ตามแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ.๒๕๕๘-๒๕๗๘ (PDP ๒๐๑๕) แต่ด้วยการใช้พลังงานทดแทนในแต่ละชนิดยังมีข้อจำกัดในเรื่องของความเสถียรในการจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบ ดังนั้นนวัตกรรมด้านการกักเก็บพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูง จึงเข้ามามีบทบาทในการเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญ เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าไปสู่ภาคประชาชน และอุตสาหกรรมได้ตลอด ๒๔ ชั่วโมง โดยเทคโนโลยีระบบการกักเก็บพลังงาน หรือเรียกว่า Energy Storage System ที่เราคุ้นเคยกันในปัจจุบัน คือ แบตเตอรี่ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่โลกกำลังจับตามอง เนื่องจากเป็นปัจจัยหลักที่จะทำให้ประเทศชาติมีความมั่นคงในด้านพลังงาน ซึ่งได้แก่

๑. ทำให้ประเทศมีความมั่นคงด้านพลังงานทหาร เช่น หากเกิดสงครามระบบจ่ายพลังงานจะเป็นระบบแรกๆที่จะถูกทำลายจากฝ่ายตรงข้าม ซึ่งหากประเทศมีระบบกักเก็บพลังงานก็จะมีพลังงานไว้ใช้ได้ในยามขาดแคลน หรือยามมีภัยสงครามได้

๒. มีพลังงานทดแทนไว้ใช้ในยามภัยพิบัติ เช่นในกรณีที่ประเทศเกิดซึนามิ ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าเสียหายไม่สามารถใช้งานได้ เมื่อมีระบบกักเก็บพลังงานสำรองก็จะสามารถนำพลังงานสำรองที่กักเก็บไว้ในแบตเตอรี่มาใช้ในยามฉุกเฉินได้

นอกจากปัจจัยหลักที่จะได้รับทางด้านการทหารแล้วนั้นการกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่แล้วยังมีผลพลอยได้อีก ๓ ปัจจัยที่เริ่มเห็นการเปลี่ยนแปลง และตลาดที่จะเปิดกว้างมากขึ้น คือ

๑. นโยบายภาครัฐ ในหลายประเทศให้ความสำคัญของการนำระบบการกักเก็บพลังงานมาใช้ในระบบไฟฟ้า โดยล่าสุดประเทศไทยได้กำหนดนโยบายรับซื้อไฟฟ้าระบบผสมผสาน SPP Hybrid-Firm และ VSPP Semi-Firm ที่เปิดให้นำระบบกักเก็บพลังงานมาใช้ร่วมได้

๓. การปรับปรุงข้อจำกัดของเทคโนโลยีด้วย การวิจัยและพัฒนาต่อเนื่อง โดยเฉพาะในด้านการทำให้ต้นทุนต่ำลง โดยหลายฝ่ายคาดการณ์ว่าแนวโน้มราคาจะลดต่ำลง

๔. ความต้องการใช้ไฟฟ้าทั่วโลกในเชิงพาณิชย์จะยังคงเติบโตต่อเนื่อง โดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนา ในขณะที่ทิศทางของไฟฟ้าจะเริ่มเข้าสู่โหมดพลังงานหมุนเวียนซึ่งเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

ระบบการจัดเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ในประไทยส่วนใหญ่มักนำมาใช้ร่วมกับระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน เนื่องจากไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานทดแทนจะถูกผลิตออกมาเป็นระยะๆ ไม่สามารถควบคุม ปริมาณและช่วงเวลาในการผลิตได้ ก่อให้เกิดความผันผวนในเรื่องของการจ่ายพลังงาน และในระบบที่มีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนตามธรรมชาติเป็นปริมาณมากหากปล่อยให้มีการจ่ายไฟฟ้าที่ผลิตได้เข้าสู่ระบบของการไฟฟ้าโดยตรงโดยไม่มีการควบคุมจะเกิดเหตุการณ์ที่มีปริมาณไฟฟ้าไหลเข้าสู่ระระบบเป็นจำนวนมากในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าน้อย แต่ในขณะที่มีความต้องการการใช้ไฟฟ้ามากแหล่งพลังงานทดแทนตามธรรมชาติกลับผลิตไฟฟ้าออกมาได้เพียงเล็กน้อย ดังนั้นระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตแตอรี่จึงถูกนำมาใช้ ให้สามารถสร้างสมดุลของปริมาณไฟฟ้าในระบบให้เหมาะสมกับความต้องการใช้งาน ซึ่งมีความแปรปรวนตลอดเวลาโดยจะมีการกักเก็บพลังงานส่วนที่เกินที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่มีความต้องการไฟฟ้าต่ำเพื่อนำมาช่วยจ่ายให้กับช่วงเวลาที่มคีวามต้องการไฟฟ้าสูง ซึ่งทำให้สามารถควบคุมความต้องการกำลังไฟฟ้า (Demand Charge Management), สามารถควบคุมค่าไฟฟ้าในกรณีที่คิดค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาการใช้ (Time-of-Use Energy Cost Management) และสามารถนำพลังงานไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตออกมา ไปใช้ในช่วงเวลาอื่น (Renewable Energy Time Shift) (ธีระภัทร์ แมนมิตร และปานจิต ดำรงกุลกำจร, ๒๕๕๘) ซึ่งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบการกักเก็บพลังงาน ในการปฏิบัติการทางทหาร เช่น การปฏิบัติการทางยุทธวิธี การดำรงขีดความสามารถในการติดต่อสื่อสารได้อย่างต่อเนื่อง เป็นปัจจัยแห่งความสำเร็จหนึ่ง ของการปฏิบัติการ และสิ่งที่จะดำรงความต่อเนื่องในการติดต่อสื่อสารระหว่างหน่วยทางยุทธวิธี กับ หน่วยเหนือ หรือ ระหว่างหน่วยงานข้างเคียง ก็คือ เครื่องมือสื่อสาร และ แหล่งพลังงานของเครื่องมือสื่อสาร ถ้าหากแหล่งพลังงานของเครื่องมือสื่อสาร มีคุณภาพต่ำ ก็จะทำให้เกิดความเสี่ยงต่อระดับความสำเร็จของปฏิบัติการ ในทางตรงกัน

ข้าม ถ้าหากมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบการกักเก็บพลังงานแล้ว ก็ยังสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยี สมาร์ท กริด เพื่อไว้ใช้ในการกักเก็บไฟฟ้า ได้อีก เนื่องจากว่ามี กองบัญชาการ และ ค่ายทหารมีทั้งขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ ทั่วประเทศ ซึ่งกองบัญชาการและค่ายทหาร เหล่านี้ มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สูงมาก (ค่าใช้จ่ายที่สูงเนื่องจาก ภายใต้การคิดค่าใช้จ่ายในอัตราก้าวกระโดด) การประยุกต์ใช้หลักการ สมาร์ทกริดร่วมกับการเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ เพื่อบริหารจัดการการใช้ไฟฟ้าดังกล่าว จะช่วยให้กองทัพลดค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูงที่เกิดขึ้นจากาการใช้ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มโอกาสแห่งความสำเร็จให้กับปฏิบัติการได้ โดยในขณะนี้กระทรวงพลังงาน ร่วมกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตได้มีโครงการนำร่องการใช้ระบบสมาร์ทกริด ร่วมกับการใช้แบตเตอรี่ในการกักเก็บพลังงาน ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งอยู่ในแผนแม่บทการพัฒนาโครงข่ายสมาร์ทกริดของประเทศไทย พ.ศ.๒๕๕๘-๒๕๗๙ ที่มีการประกาศใช้ไปแล้ว โดยเป็นโครงการที่อยู่ในแผนการเร่งรัดที่เสนอให้ดำเนินการทันที เนื่องจากปัจจุบัน เขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ยังไม่มีระบบส่งไฟฟ้าแรงดันสูงของ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตเข้าถึงพื้นที่ ด้วยสภาพภูมิประเทศที่เป็นป่าเขา จึงทำให้เกิดปัญหาไฟฟ้าตกและไฟฟ้าดับเกิดขึ้นบ่อยครั้งซึ่งไม่เป็นผลดีในด้านความมั่นคงของชาติ ดังนั้น การมีระบบสมาร์ทกริดจะสามารถช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้

ข้อกำหนดของการใช้แบตเตอรี่ในการสำรองพลังงานไฟฟ้า

Saez-de-Ibarra, *et.al* (๒๐๑๓) กล่าวว่าในการใช้งานแบตเตอรี่ต่างๆในการสำรองไฟฟ้าจะต้องทราบ ข้อจำกัดและข้อกำหนดในการใช้แบตเตอรี่ชนิดต่างๆไว้ เพื่อให้สามารถเลือกใช้แบตเตอรี่ในการกักเก็บพลังงานให้เหมาะสมกับการนั้นๆ โดยข้อจำกัดและข้อกำหนดที่ควรคำนึงถึงประกอบด้วย

๑. ข้อกำหนดทางด้านอุณหภูมิ

การใช้งานของแบตเตอรี่แต่ละชนิดต้องคำนึงอุณหภูมิใช้งานที่เหมาะสมของแบตเตอรี่นั้นๆ เนื่องจากว่าแบตเตอรี่บางชนิดค่อนข้างอ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อม ซึ่งหากมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปจะทำอายุการใช้งานของแบตเตอรี่นั้นๆลดลง

๒. ระดับความลึกใน การคายประจุ (Depth of Discharge: DOD)

ในการใช้งานแบตเตอรี่ ไม่ควรใช้ประจุไฟฟ้าที่ต่ำกว่าระดับ ๖๐ เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากจะ

มีผลต่อประสิทธิภาพ และอายุการใช้ งานของแบตเตอรี่ การใช้งานจนพลังงานไฟฟ้าหมด จะเป็นผลทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลงอย่างมาก

๓. อัตราส่วนระหว่างกำลังและพลังงานที่ได้ (Power to Energy Ratio)

๔. ความจุ

ความจุของแบตเตอรี่ เป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณประจุที่แบตเตอรี่สามารถจ่ายได้ก่อนที่แบตเตอรี่จะปล่อยประจุเต็มที่ หน่วย SI ของความจุแบตเตอรี่คือคูลอมบ์ (C) แต่หน่วยทั่วไปของความจุแบตเตอรี่คือแอมแปร์-ชั่วโมง (Ah) เมื่อกำหนดให้แบตเตอรี่มีความจุ ๒๐ Ah แสดงว่าแบตเตอรี่สามารถจ่ายกระแสคงที่ ๒๐ A ได้ภายในระยะเวลา ๑ ชั่วโมง จ่ายกระแสคงที่ ๒ A ภายใน ๑๐ ชั่วโมง หรือจ่ายกระแสคงที่ ๑ A ภายใน ๒๐ ชั่วโมง ความจุของแบตเตอรี่ที่เวลาใด ๆ ขึ้นอยู่กับอัตราการปล่อยประจุ C สำหรับแบตเตอรี่ความจุ ๑.๖ Ah หากปล่อยประจุในอัตรา C แสดงว่าแบตเตอรี่จ่ายกระแส ๑.๖ A ด้วยระยะเวลา ๑ ชั่วโมง แต่ถ้ากำหนดอัตรา ๐.๑C หรือ C/๑๐ แสดงว่าแบตเตอรี่จ่ายกระแส ๐.๑๖ A ด้วยระยะเวลา ๑๐ ชั่วโมงและสำหรับอัตรา ๒C แสดงว่าแบตเตอรี่จ่ายกระแส ๓.๒ A ด้วยระยะเวลา ๐.๕ ชั่วโมง

๕. ความหนาแน่นของพลังงานต่อพื้นที่ (Energy Density)

๖. ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนพลังงาน (Energetic Efficiency)

๗. รอบอายุการใช้งาน (Life Cycles)

๘. ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง (Capital and BMS Cost)

๙. ค่าบำรุงรักษา (Maintenance Cost)

๑๐. ความใหม่เก่าของเทคโนโลยี (Commercial Maturity)

๑๑. ความปลอดภัย (Security)

๑๒. พลังงานจำเพาะ

พลังงานจำเพาะของแบตเตอรี่ คือปริมาณพลังงานที่แบตเตอรี่สามารถสะสมได้ต่อหนึ่งหน่วยของมวล (Wh/kg) เนื่องจากปริมาณของพลังงานที่สะสมขึ้นอยู่กับอัตราการปล่อยประจุของแบตเตอรี่ ดังนั้นพลังงานจำเพาะจึงมีค่าไม่คงที่ ค่าพลังงานจำเพาะของแหล่งพลังงานที่แตกต่างกันแสดงในตารางที่ ๓-๑

ตารางที่ ๓-๑ ค่าพลังงานที่ระบุของแหล่งพลังงานที่แตกต่างกัน

แหล่งพลังงาน	พลังงานจำเพาะ (Wh/kg)
แกสโซลีน	๑๒,๕๐๐
แก๊สธรรมชาติ	๙,๓๕๐
เมทานอล	๖,๐๕๐
ไฮโดรเจน	๓๐,๐๐๐
ถ่านหิน	๘,๒๐๐
แบตเตอรี่ตะกั่วกรด	๓๕
แบตเตอรี่โลหะนิกเกิลผสม	๕๐
แบตเตอรี่ลิเที่ยมพอลิเมอร์	๒๐๐
แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน	๑๒๐

ที่มา: พารามิเตอร์ของแบตเตอรี่, ๒๐๑๕

ความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ในการใช้แบตเตอรี่ที่ต่างชนิดกัน

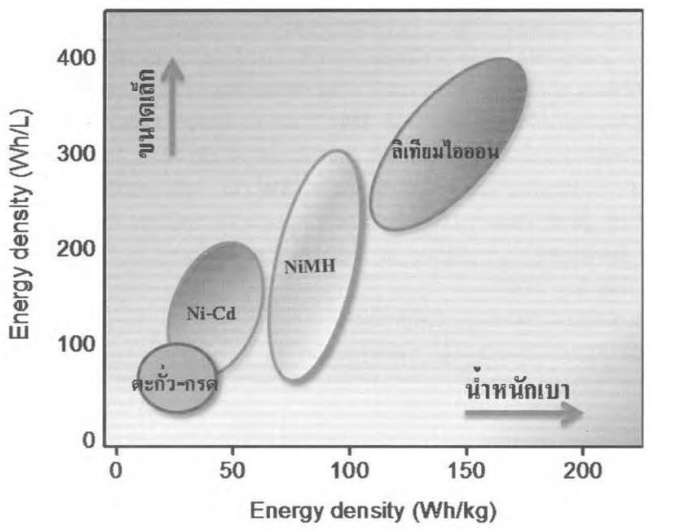
ความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ต่อการใช้แบตเตอรี่ที่ต่างชนิดกันจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ของสภาพแวดล้อมของแต่ละพื้นที่ดังต่อไปนี้

๑. อุณหภูมิ มีผลในการเลือกใช้แบตเตอรี่ชนิดต่างๆ โดยควรติดตั้งแบตเตอรี่ที่อุณภูมิที่กำหนดไว้ในสเปค โดยถ้าอุณหภูมิสูงกว่าเสปคที่กำหนดไว้จะทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ลดลง ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่านี้ จะทำให้ประสิทธิภาพในการเก็บประจุลดลงเพราะที่อุณหภูมิต่ำแบตเตอรี่จะมีความต้านทานเพิ่มขึ้นส่งผลให้แรงดันของแบตเตอรี่ลดลงสู่แรงดันขั้นต่ำ (Minimum cut-Offvoltage) ซึ่งแบตเตอรี่จะหยุดปล่อยประจุ

๒. น้ำหนักของแบตเตอรี่ต่อกำลังการจ่ายกระแสไฟฟ้า มีผลต่อการเลือกใช้งาน เช่นการเลือกใช้แบตเตอรี่ในพื้นที่ที่ห่างไกล ควรเลือกใช้แบตเตอรี่ที่มีน้ำหนักเบาเพราะจะมีความสะดวกและคล่องตัวในการพกพาและง่ายต่อการติดตั้ง โดยแผนภาพที่ ๓-๑ แสดงความสามารถในการกักเก็บพลังงานกระแสไฟฟ้าหน่วยเป็นวัตต์-ชั่วโมงต่อกิโลกรัม และ วัตต์-ชั่วโมงต่อลิตร ของแบตเตอรี่ชนิดต่างๆคือ แบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด ชนิดนิเกิลแคดเมียม ชนิดเมทัลไฮไดรด์ และชนิดลิเที่ยมไอออน แบตเตอรี่ชนิดลิเที่ยมไอออนมีความสามารถในการเก็บพลังงานได้มากกว่าแบตเตอรี่ชนิดอื่นทั้งในเชิงปริมาตรและเชิงมวล โดยเฉพาะเมื่อเทียบกับแบบเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด ซึ่งมีการ

ใช้งานอย่างกว้างขวางสำหรับการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ในพื้นที่ของประเทศไทยที่ไฟฟ้าเข้าไม่ถึง

แผนภาพที่ ๓-๑ ความสามารถในการกักเก็บพลังงานกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ



ที่มา: Tarascon et al., ๒๐๑๐

สภาพปัญหาและข้อดีข้อเสียของการสำรองพลังงานไฟฟ้าโดยใช้แบตเตอรี่

ท่ามกลางเทคโนโลยีการจัดเก็บพลังงาน การจัดเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่เป็นเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมมากที่สุดร่วมกับความสูญเสียที่ต่ำสำหรับการประยุกต์ใช้งานในระดับโครงข่ายไฟฟ้า (Ribeiro et al., ๒๐๐๑) เนื่องจากระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่นั้นมีความจุพลังงานที่สูงกว่าตัวกลางเก็บพลังงานแบบอื่นๆ ระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่มีความเหมาะสมสำหรับการดำเนินการจ่ายพลังงานให้แก่โหลดในช่วงระยะเวลาที่นาน (Barton and Infield,๒๐๐๔) นอกจากนี้ใน (Ribeiro et al., ๒๐๐๑) ได้กล่าวว่าระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพด้านราคาสำหรับการใช้งานในระบบไฟฟ้ากำลัง ดังนั้นระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับชนิดของอุปกรณ์ที่จัดเก็บพลังงานที่จะนำไปใช้งานร่วมกับพลังงานลมหรือพลังงานแสงอาทิตย์ (Teleke et al., ๒๐๑๐)

ข้อเสียของการสำรองพลังงานไฟฟ้าโดยใช้แบตเตอรี่

๑. ต้นทุนสูง ไม่ว่าจะเป็นการติดตั้งและอุปกรณ์ในการติดตั้ง รวมถึงค่าบำรุงการรักษาด้วย

๒. เนื่องด้วยต้นกำเนิดพลังงานซึ่งคือดวงอาทิตย์ไม่ได้ส่องแสงตลอดเวลา เมื่อพระอาทิตย์ตกดิน การผลิตกระแสไฟฟ้าจะหยุดลง จำเป็นต้องเก็บกระแสไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ แต่แบตเตอรี่จะมีการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วเนื่องจากการไม่ต่อเนื่องของการชาร์ตพลังงาน ดังนั้นเหตุผลในข้อนี้ก็จะสอดคล้องกับข้อแรกที่กล่าวว่ามีค่าใช้จ่ายสูงอีกด้วย

๓. สภาพอากาศ ในประเทศไทยมักมีสภาวะอากาศที่แปรปรวนง่าย บางวันอาจเมฆเยอะฝนตกตลอดเวลา ดังนั้นเราจึงไม่สามารถที่จะมีพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์เพื่อนำมาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า

สรุป

จะเห็นได้ว่าหากประเทศมีระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ประเทศจะมีความมั่นคงทางด้านพลังงานมากขึ้น เพราะจะมีพลังงงานสำรองไว้ใช้ในยามที่มีภัยสงคราม หรือเกิดการจราจลขึ้นในประเทศ นอกจากประโยชน์ทางด้านความมั่นคงทางด้านพลังงานของชาติแล้วนั้น ประเทศยังสามารถมีแหล่งพลังงานสำรองไว้ใช้ในยามที่ประเทศเกิดภัยพิบัติได้อีกด้วย นอกจากประโยชน์หลักที่ทางกองทัพจะได้รับจากการมีระบบสำรองพลังงานแล้วนั้น ทางกองทัพก็ยังมีผลพลอยได้จาก ผลประโยชน์ที่ทหารจะได้รับคืออาจจะใช้ระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่มาใช้เป็นแหล่งพลังงานในค่ายทหารเพื่อลดค่าใช้จ่ายของกองทัพในด้านพลังงานอีกด้วย

บทที่ ๔
แนวทางการพัฒนาการสำรองพลังงานไฟฟ้า โดยใช้แบตเตอรี่ในประเทศไทย

ความสอดคล้องของนโยบาย ด้านพลังงานในด้านเทคโนโลยีระบบการกักเก็บพลังงาน

จากนโยบายของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน ซึ่งได้จัดทำโครงการพัฒนาแผนการขับเคลื่อนการดำเนินงานด้านสมาร์ทกริดของประเทศไทย โดยมีระยะเวลาการดำ เนินโครงการ ๑ ปี คือ ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. ๒๕๕๘ จนถึงเดือนเมษายน พ.ศ. ๒๕๕๙ วัตถุประสงค์ของโครงการคือเพื่อจัดทำร่างแผนการขับเคลื่อนการดำเนินงานด้านสมาร์ทกริดของประเทศไทยในระยะสั้นขึ้น โดยเป็นการดำเนินการร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบสมาร์ทกริดในประเทศไทย สำหรับการพัฒนาแผนการขับเคลื่อนฯ นั้น เป็นการดำเนินงานผ่านการประชุมหารือและระดมสมองในรูปแบบ ของคณะทำงานเฉพาะกิจ (Task Force) ภายใต้โครงการฯ คณะทำงานเฉพาะกิจจำนวน ๕ คณะได้ถูกจัดตั้งขึ้น โดย ครอบคลุมการจัดทำแผนการขับเคลื่อนใน ๕ หัวข้อ อันได้แก่ ระบบบริหารจัดการพลังงาน (Energy Management System: EMS) การออกแบบกลไกราคาและสิ่งจูงใจ และการตอบสนองด้านโหลด (Pricing & Incentive Design & Demand Response) ระบบไมโครกริด (Microgrid) ระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage System: ESS) การพยากรณ์ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานหมุนเวียนประเภทลมและแสงอาทิตย์ (Wind & Solar Power Forecast) ในกระบวนการคัดเลือกหัวข้อกลุ่มงานทั้ง ๕ หัวข้อดังกล่าวนั้น ได้อาศัยการพิจารณาอ้างอิงจากแผนแม่บทฯ เป็นหลัก ซึ่งเทคโนโลยีระบบบริหารจัดการพลังงาน การตอบสนองด้านโหลด ระบบไมโครกริด และระบบกักเก็บพลังงานนั้น ได้ถูกระบุอยู่ในช่วงระยะสั้นของแผนแม่บทฯ ครอบคลุมกรอบเวลาการดำเนินการตั้งแต่ พ.ศ. ๒๕๖๐-๒๕๖๔ สำหรับการพยากรณ์ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานหมุนเวียนนั้นได้อยู่ในช่วงแผนระยะกลางของแผนแม่บทฯ นั่นคือ พ.ศ. ๒๕๖๕-๒๕๗๔ อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีการพยากรณ์ฯ ดังกล่าวนับว่ามีความจำเป็นที่จะต้องถูกนำมาประยุกต์ใช้ใน ระบบไฟฟ้าอย่างเร่งด่วน เนื่องจากในปัจจุบันมีระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนเข้ามา

เชื่อมต่อกับระบบโครงข่าย ไฟฟ้าหลักมากขึ้น ส่งผลให้การควบคุมและบริหารจัดการระบบโครงข่ายไฟฟ้าหลักเป็นไปได้ลำบากมากขึ้น ดังนั้นจึงได้มีการรวมเทคโนโลยีการพยากรณ์ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานหมุนเวียนประเภทลมและแสงอาทิตย์เข้ามาเป็นส่วนหนึ่ง ของหัวข้อคณะทำงานเฉพาะกิจและร่างแผนการขับเคลื่อนฯ ด้วย โดยทั้งนี้กระทรวงพลังงานยังได้ให้การสนับสนุนโครงการให้ทุนวิจัย เรื่อง เทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage System) เพื่อช่วยเสริม ความมั่นคงด้านพลังงาน โดยจัดสรรเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน จำนวน ๗๖๕ ล้านบาท ให้กับ หน่วยงานวิจัยและผู้ประกอบการไทยในการวิจัยพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานไปสู่การใช้งานได้จริงภายใน ระยะเวลา ๒ ปี

จากแผนนโยบายข้างต้นแสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีระบบกักเก็บพลังงานมีความสอดคล้องกับนโยบายด้านพลังงานของกระทรวงพลังงาน

วิเคราะห์การใช้งานแบตเตอรี่แบบต่างๆ

๑. แบตเตอรี่ตะกั่วกรด

เป็นแหล่งเก็บพลังงานที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมากที่สุด เนื่องจากหลายปัจจัย อาทิเช่น เป็นเทคโนโลยีที่อิ่มตัวแล้ว เพราะได้มีการดำเนินการวิจัยมามากกว่า ๑๔๐ ปี มีราคาถูก อายุการใช้งานนาน ตอบสนองได้รวดเร็ว และมีอัตราการดิสชาร์ทด้วยตัวเองน้อย โดยมีอายุการใช้งานประมาณ ๕ ปี หรือ ๒๕๐-๑,๐๐๐ รอบของการชาร์ตหรือดิสชาร์ตขึ้นอยู่กับความลึกของการดิสชาร์ต (Baxter, ๒๐๐๖) อนาคต แบตเตอรี่ตะกั่วกรดมีราคาต่ำและเป็นเทคโนโลยีที่อิ่มตัวแล้ว ดังนั้นจะมีประโยชน์สำหรับการประยุกต์ใช้งานในบางประเภทซึ่งทางกลุ่มผู้ผลิตแบตเตอรี่ตะกั่วกรดได้พยายามพัฒนาเทคนิคที่ปรับปรุงความจุพลังงานและลดเวลาในการชาร์จจากหลายชั่วโมงให้เหลือเพียงไม่กี่นาที อย่างไรก็ตาม ความต้องการอุปกรณ์เก็บพลังงานขนาดใหญ่ทำให้จำกัดอายุของแบตเตอรี่ตะกั่วกรดทำให้มีการดำเนินการวิจัยเพื่อไปสู่ด้านอุปกรณ์เก็บพลังงานขนาดใหญ่มากขึ้น ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จำนำแบตเตอรี่ตะกั่วกรดมาประยุกต์ใช้งานในการเก็บพลังงานขนาดใหญ่ระดับเมกกะวัตต์

๒. แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม (NiCd)

แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม มีโครงสร้างโดยขั้วบวกด้วยนิคเคิลออกซิไฮดรอกไซด์ (Nickel Oxyhydroxide) และขั้วลบจากโลหะแคดเมียมโดยแยกจากกันด้วยไนลอน โดยอิเล็กโทรไลต์ด้วยสารละลายโปแตสเซียมไฮโดรออกไซด์ (Potassium Hydroxide) ในระหว่าง

การดิสชาร์□ต นิคเคิล-ออกซิไฮดรอกไซด์□จะทำปฏิกิริยากับน้ำทำให้เกิดเป็□นนิคเคิลไฮดรอกไซด์□ (Nickel Hydroxide) และอิออนไฮดรอกไซด์□ (Hydroxide Ion) และจะเกิดแคดเมียมไฮดรอกไซด์□ที่ขั้วลบ ในการชาร์□ตแบตเตอรี่กระบวนการจะทำกลับกัน อย่□างไรก็ตามในช่วงการชาร์□ตออกซิเจนจะเกิดขึ้นที่ขั้วบวกและไฮโดรเจนจะเกิดที่ขั้วลบ ดังนั้นจะต้องมีช่□องลมและเติมน้ำ แต่ปริมาณจะน้□อยกว่าแบตเตอรี่ตะกั่วกรด แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม มีน้ำหนักเบา สามารถชาร์ตเพิ่มได้□ แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม เหมาะสำหรับป้องกันป□ญหาคุณภาพไฟฟ้าเกี่ยวกับแรงดันตกชั่วขณะและช่□วยเป็นไฟฟ้□าสำรองในสภาวะอากาศที่เลวร้□าย แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม เริ่มได้รับความสนใจในการใช้□เป็นแหล่□งเก็บพลังงานสำหรับการผลิตไฟฟ้□าด้□วยแสงอาทิตย์□เพราะสามารถทนทานในสภาวะอากาศสูงได้ แต่ทำงานได้ไม่□ดีในการนำไปประยุกต์□เพื่อใช้□ในการตัดค่าสูงสูดของความต้□องการพลังงาน

อนาคตคาดเดาได้□ว่าแบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยมจะยังคงเป็นที่น่□าสนใจในตลาดปัจจุบัน แต่เช่□นเดียวกับแบตเตอรี่ตะกั่วกรดที่ว่□าคงจะมีโอกาสน้□อยที่จะถูกนำไปใช้□ในโครงการขนาดใหญ่□ ถึงแม้□ว่□าในป□จจุบันจะได้การติดตั้งแบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม เพื่อเก็บพลังงานขนาด 40 เมกกะวัตต์□ ที่อลาสก□า ซึ่งเป็นเขตที่มีอุณหภูมิต่ำที่เป็นเหตุผลหลักในการใช้□แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม เป็□นที่เก็บพลังงาน แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม ยังคงมีราคาแพงกว่□าแบตเตอรี่ตะกั่วกรดแต่□สามารถจ่ายไฟฟ้าได้□ดีกว่□า อย่างไรก็ตามเนื่องจากความเป็□นสารพิษของแคดเมียมทำให้มาตรฐานและข้อบังคับสำหรับแบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม มีเพิ่มมากขึ้น

๓. แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน

แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนมีจำนวนรอบอายุการใช้□งานที่สูง มากกว่□า ๓,๐๐๐ รอบ ด้□วยการคายประจุที่ระดับความลึก ๕๐ เปอร□เซ็นต์□ แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนมีหลายชนิดโดยมีความแตกต่างหลัก ที่การเลือกใช้วัสดุขั้วบวก และ ขั้วลบ แบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอรอนฟอสเฟต (Lithium Iron Phosphate, LIP) มีความเหมาะสมในการใช้งานกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าขนาดเล็กมาก (Micro Grid, MG) มากกว่□าลิเธียมไอออนชนิดอื่นเนื่องจากไม่□มีป□ญหาเรื่องความร้□อนจากการทำงานต่□อ เนื่อง ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้□เกิดปัญหาแบตเตอรี่หลอมเหลวหรือระเบิด เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นในระดับที่ผิดปกติ มีความหนาแน่□นทางพลังงานที่ดี ราวๆ ๑๑๐ ถึง ๑๓๐ วัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม (ในขณะที่แบตเตอรี่ตะกั่วกรดมีความหนาแน□นของพลังงานที่ระดับ ๓๑ ถึง ๓๕ วัตต์ชั่วโมงต่□อกิโลกรัม) กำลังไฟฟ้□าที่แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนจ่□ายได้□อยู่□ในระดับที่สูง (กระแสไฟฟ้าในอัตรา ๓ ถึง ๕ เท่าตัวของระดับความจุ) การประยุกต์□ใช้□

งานแบตเตอรีลิเธียมไอออนมักจะใช้□ในเครื่องใช้□ไฟฟ้าในครัวเรือน เป็นแบตเตอรี่ชนิดที่นิยมใช้□ที่สุดสำหรับแบตเตอรี่รีชาร์□ตสำหรับอุปกรณ์พกพา ซึ่งความหนาแน่นของพลังงานที่ดีที่สุดไม่□มีปั□ญหาเรื่องผลกระทบด้□านความจำ (Memory Effect) และการสูญเสียน้□อย เมื่อไม่□มีการใช้งานนอกจากใช้ในเครื่องใช้□ไฟฟ้□าในครัวเรือน และแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนเริ่มมีการนำไปประยุกต์ใช้งานในทางทหาร รถไฟฟ้า และทางอวกาศ

๔. แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ (NaS)

แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ มีความหนาแน่□นของพลังงานเป็น ๓ เท่□าของแบตเตอรี่ตะกั่วกรด มีอายุการใช้งานนานกว่าและการบำรุงรักษาต่ำกว่□า แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ ขนาด ๕๐ กิโลวัตต์□ ที่ ๗๖๐ กิโลวัตต์□ชั่วโมง หรือ ๕๐ กิโลวัตต์ ที่ ๔๗๐ กิโลวัตต์ชั่วโมง จะมีประสิทธิภาพอยู่□ที่ ๘๖ ถึง ๘๙ เปอร์เซ็นต์□ (Baxter, ๒๐๐๖; Gonzalez, ๒๐๐๔) ซึ่งมีอายุการใช้งานดีกว่□าแบตเตอรี่ตะกั่วกรดหรือแบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม โดยที่การดิสชาร์ตที่ ๑๐๐ เปอร□เซ็นต์แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ สามารถใช้งานได้□ถึง ๒,๕๐๐ รอบที่ ๙๐ เปอร์□เซ็นต์□ ของความลึกในการคายประจุได้ (Depth of Discharge, DoD) สามารถใช้□งานได้ ๔,๕๐๐ รอบ และที่ ๒๐ เปอร์□เซ็นต์ ของ DoD สามารถใช้งานได้□ ๔๐,๐๐๐ รอบ ชุดเก็บพลังงานโซเดียมซัลเฟอร์□ขนาด ๖ เมกกะวัตต์□ ๘ ชั่วโมง ดำเนินการโดย Tokyo Electric Power Company (TEPCO) ร□วมกับ NGK Insulator ติดตั้ง ณ กรุงโตเกียว ญี่ปุ่น ซึ่งมีประสิทธิภาพอยู□ที่ ๗๕ เปอร□เซ็นต์□ วัสดุที่ใช้□ในการสร้างแบตเตอรี่ NaS มีราคาไม่□แพงและมีมาก ซึ่งวัสดุ ๙๙ เปอร□เซ็นต์□ ของแบตเตอรี่สามารถนำมาใช้□ใหม่ได้□ แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์สามารถนำมาใช้ในขนาดเมกกะวัตต์□ โดยนำโมดูลมาต่□อเข้□าด้วยกันเพื่อนำไปใช้□ในการลดปัญหาความผันผวนของไฟฟ้า แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ สามารถนำไปใช้□ในการปรับเรียบ (Smoothing) กำลังไฟฟ้□าของแหล่งจ่□ายพลังงานลมที่เชื่อมต่□อเข้ากับระบบโครงข□ายไฟฟ้าได้ ซึ่งบริษัท American Electric Power มีแผนที่จะนำแบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ ขนาด ๖ เมกกะวัตต์
เข้□าใช้□กับแหล่งพลังงานลมสำหรับทดสอบเป็นเวลา ๒ ปี□ ซึ่งผลลัพธ์□ที่ได้□จะนำไปกำหนดอนาคตการใช้□แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ กับพลังงานทดแทน

๕. แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์

แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ สามารถทำงานที่อุณหภูมิ ๒๐ ถึง ๕๐ องศาเซลเซียส จะต้อง

มีเครื่องทำความเย็นเพื่อขจัดความร้อนที่เกิดขึ้น อายุการใช้งานอยู่ที่ประมาณ ๒,๐๐๐ รอบ แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ สามารถดิสชาร์ตได้ ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลกระทบ และไม่มีปัญหาในด้านผลกระทบความจำ (Memory Effect) ประสิทธิภาพโดยรวมของแบตเตอรี่อยู่ที่ ๗๕ ถึง ๘๐ เปอร์เซ็นต์ (Baxter, ๒๐๐๖; Gonzalez et al., ๒๐๐๔) อัตราส่วนของการชาร์ตต่อดิสชาร์ตเท่ากับ ๑ ต่อ ๑ แต่แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ มีความหนาแน่นมากที่สุดเทียบกับแบตเตอรี่ชนิดไหลอื่นๆ แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ มีความหนาแน่นสูง ๗๕ ถึง ๘๕ วัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัมทำให้แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ มีขนาดเล็กและเบาเมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ทั่วไป และแบตเตอรี่ชนิดไหลชนิดอื่น ทำให้แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ เล็งไปที่การใช้งานในส่วนของพลังงานสำรองสำหรับพลังงานทดแทนเพื่อใช้ในการปรับเรียบ (Smoothing) กำลังไฟฟ้าในฟาร์มพลังงานลมหรือเซลล์แสงอาทิตย์หรือใช้ในการควบคุมความถี่ ปัจจุบันได้มีการนำแบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ไปติดตั้งใช้งานแล้วเช่น UPS การจัดการโหลดแหล่งพลังงานแสงอาทิตย์ สถานีไฟฟ้าและสายส่ง เป็นต้น การใช้งานแบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ มุ่งไปใช้กับแหล่งพลังงานทดแทน ซึ่งได้มีการพัฒนาแบตเตอรี่ขนาด ๑.๕ เมกกะวัตต์ สำหรับใช้กับฟาร์มพลังงานลมในช่วงหลายนาที โดยคาดหวังว่าจะเพิ่มจำนวนชั่วโมงการทำงานของฟาร์มพลังงานลมได้มากกว่า ๒๐๐ ชั่วโมงต่อปี

๖. แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ (PSB)

แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ ทำงานในช่วงอุณหภูมิ ๒๐ ถึง ๔๐ องศาเซลเซียส แต่สามารถใช้ในช่วงอุณหภูมิกว้างกว่านี้ถ้าหากมีการระบายความร้อนให้กับระบบ ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ อยู่ที่ ๗๕ เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนของการดิสชาร์ต ๑ ต่อ ๑ เท่ากับแบตเตอรี่ชนิดไหลชนิดอื่น เนื่องจากมีกระบวนการปฏิกิริยาทางเคมีเช่นเดียวกัน อายุการใช้งานอยู่ที่ประมาณ ๒,๐๐๐ รอบ แต่ขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้งาน แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ สามารถนำไปใช้ในการเก็บสะสมพลังงานในรูปแบบต่างๆ เช่น การปรับโหลด การตัดยอด และการเชื่อมต่อพลังงานทดแทน อย่างไรก็ตามแบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ มีการตอบสนองเร็วโดย ถ้าสารอิเล็กทรอไลท์อยู่ในเซลล์สแตกจะสามารถตอบสนองภายในเวลา ๒๐ มิลลิวินาทีหรือภายในเงื่อนไขการทำงานปกติแบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ สามารถชาร์ตและดิสชาร์ตภายในเวลา ๐.๑ วินาที ดังนั้นแบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ สามารถใช้ในการควบคุมความถี่และควบคุมแรงดัน

อนาคต แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ สามารถขยายขนาดไปสูงระดับเมกกะวัตต์ ซึ่งจะมีอนาคตในการเก็บสะสมพลังงานอย่างไรก็ตามต้องรอผลการทดสอบในเชิงพาณิชย์ก่อนเช่

□นกัน

๗. แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก

แบตเตอรี่แวนเนเดียม มีประสิทธิภาพสูงถึง ๘๕ เปอร□เซ็นต์ เมื่อทำงานที่อุณหภูมิปกติ ด้□วยขบวนการปฏิกิริยาที่เหมือนกันสำหรับการชาร์□ตและดิสชาร์□ต ทำให้ได้อัตราส่วนการชาร์ตต่อดิสชาร์ตเป□น ๑ ต่□อ ๑ แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก สามารถตอบสนองได้□เร็ว โดยจากชาร์□ตไปยังดิสชาร์ตภายในเวลา ๑ มิลลิวินาที และมีความสามารถเกินโหลดได้มากถึง ๒ เท่าของอัตราพิกัดกำลังไฟฟ้□าเป็นเวลาหลายนาที แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อกสามารถทำงานได้□ ๑๐,๐๐๐ รอบซึ่งประมาณการใช้□งานได้□ ๗ ถึง ๑๕ ปี ขึ้นอยู่□กับการประยุกต์□ใช้□งาน แบตเตอรี่สามารถดิสชาร์□ตได้□หมดโดยประสิทธิภาพไม่ลดลงซึ่ง□ตางจากแบตเตอรี่ทั่วไป เมื่อสิ้นอายุการใช้งาน (๑๐,๐๐๐ รอบ) จะต้องการเปลี่ยนเพียงเซลล์สแตกเพราะสารอิเล็กทรอไลท์ไม่□จำกัดอายุและสามารถใช้□อีกได้□แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อกได้□ถูกออกแบบให้□เป็นโมดูลที่สามารถประกอบในสถานที่ต้องการใช้□ได้ แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อกนั้นมีขนาดกำลังไฟฟ้าและความจุพลังงานแยกจากกันดังนั้นจะเห็นแบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อกเป็นอุปกรณ์□ด้านเก็บพลังงานที่สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลายรูปแบบ□สามารถใช้□สำหรับงานที่มีความต้องการเก็บพลังงาน เช่น UPS การปรับโหลด (Load Leveling) การตัดยอด (Peak Shaving) ด้านระบบสื่อสารในการส่งจ่□ายไฟฟ้าและการเชื่อมต่□อแหล่งพลังงานทดแทน ถึงแม้ว่าแบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก จะมีความสามารถประยุกต์□ใช้□งานได้□หลายรูปแบบ แต่□การประยุกต์□ใช้□งานแต่□ละรูปแบบก็มีคู่□แข่□งซึ่งอาจจะมีประสิทธิภาพที่ดีกว่า□ทำให้แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อกใช้□ในกรณีที่ต้องการประยุกต์ใช้□งานในหลายรูปแบบพร้□อมกันอาทิเช่□น การเชื่อมต่□อ
แหล่ง พลังงานทดแทน เป็นต้น

วิเคราะห์ข้อดี ข้อเสีย ประสิทธิภาพและความเหมาะสมในการใช้ ความทนทานต่อการใช้งานในสภาพแวดล้อมต่างๆ ความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน และราคาต่อโหลดไฟฟ้า

จากข้อดีและข้อเสียของแบตเตอรี่แต่ละชนิดที่ได้กล่าวมาในบทที่ ๒ นั้นจะพบว่า

แบตเตอรี่แต่ละชนิดมีข้อดีและข้อเสีย แตกต่างกันซึ่งสามารถสรุปคร่าว ๆได้ตามตารางที่ ๔-๑ ตารางที่ ๔-๑ แสดงข้อดี ข้อเสีย อุณหภูมิในการใช้ ความทนทานต่อการใช้งานในสภาพแวดล้อมต่างๆ ความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน และราคาต่อโหลดไฟฟ้า

ประเภทของแบตเตอรี่	ข้อดี	ข้อเสีย	อุณหภูมิใช้งาน	ราคาต่อโหลดไฟฟ้า
แบตเตอรี่ตะกั่วกรด	- ราคาถูก -มีการคายประจุโดยตัวมันเองน้อย -ไม่ต้องการการบำรุงรักษามาก	- มีความอ่อนไหวต่อสิ่งแวดล้อม -หากเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากกว่า ๕ °C จะทำให้อายุการใช้งานลดลงมากกว่า ๕๐% - มีสารพิษ เกิดผลเสียต่อผู้ใช้งานและสภาพแวดล้อมได้	- ๒๕ °C ใช้งานได้ ๑๐ ปี - ๓๓°C ใช้งานได้ ๕ ปี - ๔๒ °C ใช้งานได้ ๑ ปี	๒๐๐-๓๐๐ $/kW

ตารางที่ ๔-๑ แสดงข้อดี ข้อเสีย อุณหภูมิในการใช้ ความทนทานต่อการใช้งานในสภาพแวดล้อมต่างๆ ความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน และราคาต่อโหลดไฟฟ้า (ต่อ)

ประเภทของแบตเตอรี่	ข้อดี	ข้อเสีย	อุณหภูมิใช้งาน	ราคาต่อโหลดไฟฟ้า
แบตเตอรี่แบบนิกเกิลแคดเมี่ยม	-มีขนาดเล็ก	- มีผลต่อสิ่งแวดล้อมของแบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยมเริ่มมีการให้ความสำคัญมากขึ้นเนื่องจากแคดเมียมเปนสารที่เป็นพิษทำให้เป็นปัญหาต่อการจัดการแบตเตอรี่ที่หมดอายุ -อายุการใช้งานจะลดลงอย่างรวดเร็ว	ใช้งานได้สูงถึง ๕๐ °C	๖๐๐ $/kW
แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน	- ให้กำลังไฟสูง -มีน้ำหนักเบา - ไม่มี Memory Effect สามารถชาร์ตได้ตลอดเวลาแม้ไฟ	- ราคาที่สูง -สารพิษจากลิเทียม จะเป็นอันตรายเมื่อ กลืนกิน สูดดม หรือถูกดูดซึมผ่านผิวหนัง สารนี้ทำลายเนื้อเยื่อของเยื่อบุเมือกและ	๐-๓๕ °C	๑,๒๐๐ $/kW

	ยังไม่หมด	ทางเดินหายใจ		
แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์	- ใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูง	-จะต้องรักษาอุณหภูมิการทำงานให้สูงกว่า ๒๗๐ °C -มีปัญหากับการจัดการด้านความร้อนและข้อบังคับด้านความปลอดภัย	ใช้งานได้สูงถึง ๓๕๐ °C	๘๑๐ $/kW
แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์	- ราคาถูก - ให้ศักย์ไฟฟ้าสูง -สามารถเปลี่ยนชิ้นส่วนของแบตเตอรี่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพได้	-ไม่สามารถให้พลังงานได้ถึง MW	๒๐-๕๐ °C	๖๓๔ $/kW

ตารางที่ ๔-๑ แสดงข้อดี ข้อเสีย อุณหภูมิในการใช้ ความทนทานต่อการใช้งานในสภาพแวดล้อมต่างๆ ความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน และราคาต่อโหลดไฟฟ้า (ต่อ)

ประเภทของแบตเตอรี่	ข้อดี	ข้อเสีย	อุณหภูมิใช้งาน	ราคาต่อโหลดไฟฟ้า
แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์โบไมด์	-สามารถใช้สารอิเล็กทรอไลท์ได้ยาวนาน -สามารถดิสชาร์ตได้ ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลกระทบและไม่มีปัญหาในด้านผลกระทบความจำ	- ต้องมีการบำรุงรักษาทุก ๒ สัปดาห์เพื่อขจัดผลที่เกิดจากโซเดียมซัลเฟส	๒๐-๔๐ °C	๑,๐๕๔ $/kW
แบตเตอรี่แวนเนเดียมรีด๊อก	-มีศักยภาพสูงในการใช้งาน -สามารถชาร์จประจุได้	-มีความยุ่งยากเมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ทั่วไป	๑๐-๔๐ °C	๑,๘๒๘ $/kW

	ทันทีทันใด -ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม			

วิเคราะห์ความเหมาะสมของแบตเตอรี่กับการใช้งานในพื้นที่ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าขนาดขั้นต่ำ ๑ เมกะวัตต์

จากข้อมูลของแบตเตอรี่ที่กล่าวมาข้างต้นสามารถวิเคราะห์การใช้งานของแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ ต่อการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าทการใช้งานที่กำลังไฟฟ้า ๑ เมกะวัตต์ คือ

- แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด ไม่เหมาะสมต่อการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ ๑ เมกะวัตต์ เนื่องจาก ข้อจำกัดทางด้านอายุการใช้งาน และแบตเตอรี่ชนิดนี้มีน้ำหนักมากจึงยากที่จะนำมาใช้เป็นทำเป็นแบตเตอรี่แบบโมบาย อีกทั้งสารตะกั่วเป็นสารพิษ ที่ทำให้เกิดผลเสียต่อผู้ใช้งานและสภาพแวดล้อมได้

- แบตเตอรี่แบบนิกเกิลแคดเมี่ยม สามารถนำมาใช้ในการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้า ๑ เมกะวัตต์ ได้ โดยแบตเตอรี่ชนิดนี้ได้มีการถูกนำมาใช้เพื่อเก็บพลังงานขนาด ๔๐ เมกกะวัตต์ แล้วที่เมืองอลาสกา ซึ่งเป็นเขตที่มีอุณหภูมิต่ำที่เป็นเหตุผลหลักในการใช้แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม โดยแบตเตอรี่ชนิดนี้สามารถทนทานในสภาวะต่ำได้ แต่ทำงานได้ไม่ดีในการนำไปประยุกต์เพื่อใช้ในการตัดค่าสูงสุดของความต้องการพลังงาน อย่างไรก็ตามเนื่องจากความเป็นสารพิษของแคดเมียมทำให้มาตรฐานและข้อบังคับสำหรับแบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม มีมากกว่าแบตเตอรี่ชนิดอื่นๆ

- แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน สามารถนำมาใช้ในการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้า ๑ เมกะวัตต์ ได้ โดยแบตเตอรี่ชนิดนี้มีน้ำหนักเบา สามารถพกพาได้ง่ายจึงเหมาะสมในการทำมาใช้ในการทำแบตเตอรี่แบบโมบาย เพื่อใช้สำหรับสถานการณ์การฉุกเฉิน แต่แบตเตอรี่ชนิดนี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องราคาเนื่องจากยังมีราคาที่สูงอยู่

- แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ สามารถนำมาใช้ในการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้า ๑ เมกะวัตต์ ได้ โดยนำโมดูลของแบตแตอรี่มาต่อเข้าด้วยกันเพื่อนำไปใช้ในการลดปัญหาความผันผวนของไฟฟ้า แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ได้ถูกบริษัท American Electric Power นำมากักเก็บกำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายพลังงานลม ขนาด ๖ เมกกะวัตต์ แต่ข้อจำกัดของแบตเตอรี่ชนิดนี้คือจะต้องรักษาอุณหภูมิการทำงานให้สูงกว่า ๒๗๐ °C ซึ่งจะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานและ

จะมีปั□ญหาเกี่ยวกับการจัดการด้านความร้อน และข้□อบังคับด้านความปลอดภัยเนื่องจากมีอุณหภูมิสูงในการทำงาน

- แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ ไม่สามารถนำมาใช้ในการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้า ๑ เมกะวัตต์ ได้ เนื่องจากแบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์แต่ละโมดูลไม่สามารถเชื่อมโยงทางสารละลายเนื่องจากแต่ละโมดูลมีอิเล็กทรอไลท์แยกจากกัน ดังนั้นแต่□ละโมดูลไม่สามารถที่จะเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้าเพื่อให้เพิ่มขนาดของการกักเก็บพลังงานได้□

- แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ สามารถนำมาใช้ในการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้า ๑ เมกะวัตต์ ได้ แต่จะมีข้อจำกัดในเรื่องราคาที่สูงอยู่

- แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก สามารถนำมาใช้ในการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้า ๑ เมกะวัตต์ ได้ แต่จะมีข้อจำกัดในเรื่องราคาที่สูงอยู่ และอาจยังต้องมีการพัฒนาแบตเตอรี่ชนิดนี้เพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ราคาของแบตเตอรี่ชนิดนี้ลดลง โดยแบตเตอรี่ชนิดนี้มีความยุ่งยากในการใช้งานเมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ทั่วไป

แนวทางการนำไปใช้งานให้มีประสิทธิภาพ

แนวทางที่จะสามารถนำแบตเตอรี่ชนิดต่างๆไปใช้งานให้มีประสิทธิภาพนั้นต้องคำนึงถึงปัจจัยในเรื่องของพื้นที่ที่จะนำระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ไปใช้ สภาวะแวดล้อมทางด้านอุณหภูมิของพื้นที่ อายุการใช้งาน และความคงทน ของแบตเตอรี่ รวมถึงลักษณะและขนาดของพื้นที่ที่ใช้ในการติดตั้ง

พื้นที่ต่างๆในประเทศไทยกับความเหมาะสมในการใช้แบตเตอรี่แต่ละประเภท

การเลือกใช้งานแบตเตอรี่แต่ละชนิดต้องคำนึงถึงลักษณะสภาพแวดล้อมต่างๆของของพื้นที่นั้นๆ อุณหภูมิของพื้นที่ อายุการใช้งาน และความคงทน ของแบตเตอรี่ โดยตารางที่ ๔-๒ได้ทำการวิเคราะห์ชนิดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับพื้นที่ทางการทหารในประเทศไทย

ตารางที่ ๔-๒ ชนิดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับพื้นที่ทางการทหารในประเทศไทย

ส่วนราชการ	เขตพื้นที่	ชนิดของแบตเตอรี่
กองทัพภาคที่ ๑		
มณฑลทหารบกที่ ๑๑	กรุงเทพมหานคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดนนทบุรี จังหวัดปทุมธานี และจังหวัดสมุทรปราการ	ลิเที่ยมไอออน,โพลีซัลไฟด์โบไมด์, แวนเนเดียม รีด๊อก
มณฑลทหารบกที่ ๑๒	จังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดนครนายก และจังหวัดฉะเชิงเทรา	
มณฑลทหารบกที่ ๑๓	จังหวัดลพบุรี จังหวัดชัยนาท จังหวัดสิงห์บุรี และจังหวัดอ่างทอง	
มณฑลทหารบกที่ ๑๔	จังหวัดชลบุรี และจังหวัดระยอง	
มณฑลทหารบกที่ ๑๕	จังหวัดเพชรบุรีและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์	
มณฑลทหารบกที่ ๑๖	จังหวัดราชบุรี จังหวัดสมุทรสงคราม และจังหวัดสมุทรสาคร	

ตารางที่ ๔-๒ ชนิดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับพื้นที่ทางการทหารในประเทศไทย (ต่อ)

ส่วนราชการ	เขตพื้นที่	ชนิดของแบตเตอรี่
กองทัพภาคที่ ๑		
มณฑลทหารบกที่ ๑๗	จังหวัดกาญจนบุรีและจังหวัดสุพรรณบุรี	ลิเที่ยมไอออน,โพลีซัลไฟด์โบไมด์, แวนเนเดียม รีด๊อก
มณฑลทหารบกที่ ๑๘	จังหวัดสระบุรีและจังหวัดพระนครศรีอยุธยา	
มณฑลทหารบกที่ ๑๙	จังหวัดสระแก้ว จังหวัดจันทบุรี และจังหวัดตราด	
กองทัพภาคที่ ๒		
มณฑลทหารบกที่ ๒๑	จังหวัดนครราชสีมาและจังหวัดชัยภูมิ	
มณฑลทหารบกที่ ๒๒	จังหวัดอุบลราชธานี และจังหวัดอำนาจเจริญ	
มณฑลทหารบกที่ ๒๓	จังหวัดขอนแก่น และจังหวัดกาฬสินธุ์	
มณฑลทหารบกที่ ๒๔	จังหวัดอุดรธานี และจังหวัดหนองคาย	

มณฑลทหารบกที่ ๒๕	จังหวัดสุรินทร์ และจังหวัดศรีสะเกษ	ลิเที่ยมไอออน,โพลีซัลไฟด์โบไมด์, แวนเนเดียม รีด๊อก
มณฑลทหารบกที่ ๒๖	จังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดมหาสารคาม	
มณฑลทหารบกที่ ๒๗	จังหวัดร้อยเอ็ดและจังหวัดยโสธร	
มณฑลทหารบกที่ ๒๘	จังหวัดเลย และจังหวัดหนองบัวลำภู	
มณฑลทหารบกที่ ๒๙	จังหวัดสกลนคร และจังหวัดบึงกาฬ	
มณฑลทหารบกที่ ๒๑๐	จังหวัดนครพนม และจังหวัดมุกดาหาร	
กองทัพภาคที่ ๓		
มณฑลทหารบกที่ ๓๑	จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดกำแพงเพชร และจังหวัดอุทัยธานี	ลิเที่ยมไอออน,โพลีซัลไฟด์โบไมด์, แวนเนเดียม รีด๊อก
มณฑลทหารบกที่ ๓๒	จังหวัดลำปาง	ลิเที่ยมไอออน, แวนเนเดียม รีด๊อก
มณฑลทหารบกที่ ๓๓	จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดแม่ฮ่องสอน และจังหวัดลำพูน	
มณฑลทหารบกที่ ๓๔	จังหวัดพะเยา	

ตารางที่ ๔-๒ ชนิดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับพื้นที่ทางการทหารในประเทศไทย (ต่อ)

ส่วนราชการ	**เขตพื้นที่**	**ชนิดของแบตเตอรี่**
กองทัพภาคที่ ๓		
มณฑลทหารบกที่ ๓๕	จังหวัดอุตรดิตถ์และจังหวัดแพร่	ลิเที่ยมไอออน,โพลีซัลไฟด์โบไมด์, แวนเนเดียม รีด๊อก
มณฑลทหารบกที่ ๓๖	จังหวัดเพชรบูรณ์และจังหวัดพิจิตร	
มณฑลทหารบกที่ ๓๗	จังหวัดเชียงราย	ลิเที่ยมไอออน, แวนเนเดียม รีด๊อก
มณฑลทหารบกที่ ๓๘	จังหวัดน่าน	
มณฑลทหารบกที่ ๓๙	จังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดสุโขทัย	ลิเที่ยมไอออน,โพลีซัลไฟด์โบไมด์, แวนเนเดียม รีด๊อก
มณฑลทหารบกที่ ๓๑๐	จังหวัดตาก	
กองทัพภาคที่ ๔		
มณฑลทหารบกที่ ๔๑	จังหวัดนครศรีธรรมราช (ยกเว้นอำเภอทุ่งสง) และจังหวัดภูเก็ต	

มณฑลทหารบกที่ ๔๒	จังหวัดสงขลา จังหวัดพัทลุง และจังหวัดสตูล	ลิเที่ยมไอออน,โพลีซัลไฟด์โบไมด์, แวนเนเดียม รีด๊อก
มณฑลทหารบกที่ ๔๓	จังหวัดนครศรีธรรมราช (เฉพาะอำเภอทุ่งสง) จังหวัดกระบี่ และจังหวัดตรัง	
มณฑลทหารบกที่ ๔๔	จังหวัดชุมพรและจังหวัดระนอง	
มณฑลทหารบกที่ ๔๕	จังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดพังงา	
มณฑลทหารบกที่ ๔๖	จังหวัดปัตตานี จังหวัดนราธิวาส และจังหวัดยะลา	

บทที่ ๕
สรุป และข้อเสนอแนะ

สรุป

งานวิจัยในครั้งนี้ได้ จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาสภาพของการสำรองไฟฟ้าเพื่อใช้ยามขาดแคลนของประเทศไทย ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการสำรองไฟฟ้าเพื่อใช้ในยามขาดแคลนของประเทศไทยด้วยแบตเตอรี่ชนิดต่างๆนั้นยังไม่มีความแพร่หลายในการใช้งาน แต่อยู่ในช่วงเริ่มต้น ในการให้ความสนใจ และมีการพัฒนาการกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ต่างๆมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับนโยบายพลังงานที่ต้องการให้มีการศึกษาและพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเพื่อให้ประเทศมีความมั่นคงทางด้านพลังงานในยามขาดแคลน และกรณีประเทศเกิดสงคราม หรือ ภัยพิบัติ ซึ่งจะสามารถนำระบบกักเก็บพลังงานชนิดนี้มาใช้ได้ นอกจากนี้เทคโนโลยีและระบบการกักเก็บพลังงานยังมีความสอดคล้องกับนโยบายด้านพลังงานที่ต้องการให้มีการศึกษาระบบกักเก็บพลังงานเพื่อให้เป็นแหล่งพลังงานสำรองของประเทศอีกด้วย

ทั้งนี้จากการที่ได้ทำการศึกษาแบตเตอรี่ทั้ง ๗ ชนิดซึ่งได้แก่ แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด แบตเตอรี่แบบนิกเกิลแคดเมี่ยม แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก เพื่อนำมาประยุกต์ใช้งานในการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ที่สามารถนำไปใช้ได้จริงสำหรับพื้นที่ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าขนาดขั้นต่ำ ๑ เมกะวัตต์ พบว่า มีแบตเตอรี่ถึง ๕ ชนิดที่เข้าเกณฑ์ในกระนำมาใช้งานได้ ซึ่งคือ แบตเตอรี่แบบนิกเกิลแคดเมี่ยม แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก ทั้งนี้หากต้องการนำแบตเตอรี่ทั้ง ๕ ชนิดนี้ไปใช้ในการกักเก็บพลังงานก็ต้องคำนึงถึง สภาวะแวดล้อมของพื้นที่ อุณภูมิ ความชื้น ขนาดน้ำหนัก และความปลอดภัยของการใช้แบตเตอรี่นั้นๆในพื้นที่อีกด้วย โดยในที่นี้ทางผู้ดำเนินการวิจัยได้สรุปชนิดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมต่อการสำรองไฟฟ้า เพื่อกักเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ในยามขาดแคลนในพื้นที่ต่างๆของประเทศไว้ในบทที่ ๔ ซึ่งหวังว่าจะงานวิจัยในครั้งนี้จะเกิดประโยชน์สำหรับการ

กักเก็บพลังงาน ที่มีผลต่อยุทธศาสตร์ความมั่นคงทางทหาร หรือวิกฤติการภายในชาติอันเนื่องมาจากภัยพิบัติ และพื้นที่ห่างไกลซึ่งขาดแคลนแหล่งพลังงานสำรอง

ข้อเสนอแนะ

๑. ควรมีนโยบายในการวางกำลังพลเพื่อการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงาน อาทิเช่นการวางแผนด้านการวิจัยและพัฒนาระบบกับเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ให้สามารถเก็บกักพลังงานได้ดีขึ้นและมีน้ำหนักเบาง่ายต่อการพกพา

๒. ควรมีการวางแผนด้านการปฏิบัติให้สอดคล้องกับนโยบาย อาทิเช่นการส่งคนไปศึกษาระบบกักเก็บพลังงานในประเทศที่มีการใช้ระบบกักเก็บพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว เช่น ญี่ปุ่น หรือ อเมริกา

๓. ควรมีการศึกษาและจำลองทำแบตเตอรี่ที่ใช้ในการพกพาขนาดเล็กขึ้นมาเพื่อให้ได้ต้นแบบแบตเตอรี่ในการกักเก็บพลังงานเพื่อให้ง่ายในการขยายสเกลในการขนาดใหญ่ต่อไป

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

“ก.พลังงานเตรียมขับเคลื่อนนโยบายพลังงาน ๔.๐”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.manager.co.th/iBizChannel/ViewNews.aspx?NewsID=9590000115153. ๒๕๕๙.

กฤษณพงศ์ กีรติกร และคณะ. “ระบบทดสอบแบตเตอรี่ (ระยะที่ ๓)”. คณะพลังงานและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,มปป.

ชัยวัฒน์ งามสมโสด. “วิธีการลดขนาดพิกัดระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ที่ใช้ร่วมกับระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์”, วิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ๒๕๕๗. หน้า ๓๑.

“เซลล์นิกเกิล–แคดเมียม”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : https://worldlearningchemistry.wordpress.com/2014/01/24/เซลล์นิกเกิล-แคดเมียม/. ๒๕๕๗.

ธันยาภรณ์ ฮอมณี และ นงลักษณ์ มีทอง. “ลิเทียม-ซัลเฟอร์: แบตเตอรี่ชนิดใหม่แห่งอนาคต”, ว.วิทย. มข. ๔๓(๑), ๒๕๕๘. หน้า ๑๙-๒๗.

เผด็จ ไชยมงคล และคณะ. “การจัดการพลังงานไฟฟ้าในระบบจำหน่าย แบบสมาร์ทกริดอย่างมีประสิทธิภาพ”, วิศวกรรมสาร มก. ปีที่ ๒๗ (ฉบับที่ ๘๘), เมษายน - มิถุนายน ๒๕๕๗. หน้า ๘๑-๙๒

นโยบายและแผนพลังงาน,สำนักงาน. “ระบบกักเก็บพลังงาน”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.thai-smartgrid.com/ระบบกักเก็บพลังงาน/. ๒๕๕๙.

สมชาย ยินดีช่วยเหลือ. “โครงการวิจัยและพัฒนาการนำพลังงานที่สูญเสียจากการใช้ลิฟท์กลับมาใช้ใหม่โดยใช้แวเนเดียมแบตเตอรี่เป็นที่กักเก็บพลังงาน”, การสัมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน แผนงานภาคความร่วมมือ ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีไทย. ๒๕๔๕.

สรญา ยงประยูร. ระบบสะสมพลังงาน (Energy Storage). เอกสารการสอน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, มปป.

“ส่วนประกอบของแบตเตอรี่”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.chokbuncha.com/เกร็ดความรู้/ส่วนประกอบของแบตเตอรี่-9. ๒๕๕๘.

ภาคต่างประเทศ

Barton, J.P. and D.G. Infield. “Energy storage and its use with intermittent renewable energy”, IEE Transaction on Energy Conversion 19(2), 2004. p.441-448.

Baxter, R. “Energy Storage-A Nontechnical Guide”, PennWell Corporation, Oklahoma. ๒๐๐๖.

“New Research on Lithium-ion Batteries May Improve Charging Speeds by 300%”. (Online) Access from : https://www.androidheadlines.com/2014/03/new-research-on-lithium-ion-batteries-may-improve-charging-speeds-by-300.html. 2547.

“Principle of NAS Battery”. (Online) Access from : https://www.ngk.co.jp/nas/specs/. 2560.

Ribeiro, P. F., B.K. Johnson, M.L. Crow A.Arsoy and Y. L. Liu. “Energy storage systems for advance power application”, IEEE Transaction 89(12):, 2001. p.1744-756.

Teleke,S.,M.E Baran, A. Huang, S.Bhattacharya and L. Anderson. “Optimal Control of Vattery Energy Storage for Wind Farm Dispatching” IEEE Transaction on Energy Conversion 25(3),2010.: p.787-794

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ พลอากาศตรี เชี่ยวชาญ รุดดิษฐ์

วัน เดือน ปี เกิด ๒๕ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๐๔

การศึกษา
๑. ม.ศ.๓ โรงเรียนบางบ่อวิทยาคม
๒. โรงเรียนเตรียมทหาร รุ่นที่ ๒๒
๓. โรงเรียนนายเรืออากาศ รุ่นที่ ๒๙
๔. โรงเรียนนายทหารผู้บังคับฝูง รุ่นที่ ๗๕
๕. โรงเรียนเสนาธิการทหารอากาศ รุ่นที่ ๔๑
๖. หลักสูตรการบริหารจัดการความมั่นคง รุ่นที่ ๗

ประวัติการทำงานโดยย่อ
๑. ผู้บังคับกองร้อยทหารสารวัตรทหารอากาศ กองพันทหารสารวัตรทหารอากาศ
๒. นายทหารยุทธการ กองพันทหารสารวัตรทหารอากาศ
๓. นายทหารยุทธการ สำนักงานผู้บังคับทหารอากาศดอนเมือง
๔. ผู้บังคับกองพัน ทหารสารวัตรทหารอากาศ
๕. หัวหน้ากองยุทธการและการข่าว สำนักงานผู้บังคับการทหารอากาศดอนเมือง
๖. ผู้อำนวยการกองการฝึกและศึกษา โรงเรียนรักษาความปลอดภัย ศูนย์รักษาการความปลอดภัย

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ทรงคุณวุฒิสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

สรุปย่อ

ลักษณะวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่อง แนวทางการสำรองไฟฟ้าเพื่อใช้ยามขาดแคลน

ผู้วิจัย พล.อ.ต.เชี่ยวชาญ รุดดิษฐ์ **หลักสูตร** วปอ. **รุ่นที่** 59

ตำแหน่ง ผู้ทรงคุณวุฒิสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญอย่ายิ่งในการดำเนินชีวิตของประชากรในชาติ โดยปัจจุบันประเทศไทยต้องอาศัยก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และน้ำมันในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งพลังงานในรูปแบบดังกล่าวเกิดจากแหล่งทรัพยากรธรรมชาติทั้งสิ้น ดังนั้นเมื่อปริมาณความต้องการพลังงานมีเพิ่มมากขึ้นผลที่เกิดตามมาก็คือการลดน้อยถอยลองของพลังงานตามธรรมชาติ ท้ายที่สุดจึงนำมาซึ่งวิกฤตพลังงาน ซึ่งนับว่าเป็นปัญหาสำคัญที่ควรจะได้รับการพิจารณาดำเนินการป้องกันและแก้ไขอย่างเร่งด่วน โดยการประหยัดและอนุรักษ์พลังงานอย่างเป็นรูปธรรม ในขณะเดียวกันมีความจำเป็นต้องเร่งหาพลังงานทดแทนมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อเพิ่มปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ภายในประเทศให้สอดคล้องกับปริมาณการใช้งานในปัจจุบัน และอนาคต อีกทั้งยังต้องหาแนวทางการกักเก็บพลังงานไว้ใช้ในยามฉุกเฉินของประเทศในกรณีที่เกิด สงคราม หรือภัยพิบัติตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่ไม่สามารถประเมิน และคาดเดาได้ โดยในขณะนี้กระทรวงพลังงานได้ออกนโยบายพลังงาน ๔.๐ ซึ่งจะมุ่งเน้นการผลักดันให้เกิดนวัตกรรมด้านพลังงานใหม่ๆ การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับด้านพลังงาน เพื่อต่อยอดธุรกิจเกี่ยวกับพลังงานของประเทศให้เติบโต และก้าวหน้า ซึ่งสิ่งที่ภาคพลังงานของประเทศไทยจะต้องเตรียมพร้อมในการกำหนดนโยบายและการกำกับดูแลในอนาคต ได้แก่ การบริหารจัดการพลังงานทดแทนให้มีความเสถียร (Firm Renewable Energy) จากการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) ซึ่งถือเป็นนโยบายสำคัญที่กระทรวงพลังงานจะได้เตรียมความพร้อม เพื่อสร้างความมั่นคงด้านพลังงานในอนาคตยิ่งขึ้น (ก.พลังงานเตรียมขับเคลื่อนนโยบายพลังงาน ๔.๐, ออนไลน์, ๒๕๕๙)

การเก็บไฟฟ้าไว้ใช้ยามขาดแคลนนั้นมีรูปแบบและเทคโนโลยีการเก็บสะสมพลังงานพลังงานไฟฟ้าหลายชนิด เช่น การใช้ตัวเก็บประจุ, การใช้ล้อช่วยแรง, การอัดอากาศ, ระบบสูบน้ำกลับ และระบบแบตเตอรี่ (สรญา ยงประยูร, มปป.) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้จะมุ่งเน้นการเก็บสำรองไฟฟ้า

ไว้ใช้ในยามขาดแคลน เฉพาะการใช้แบตเตอรี่เท่านั้น เนื่องจากแบตเตอรี่เป็นเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ร่วมกับความสูญเสียที่ต่ำสำหรับการประยุกต์ใช้งานในโครงข่ายไฟฟ้า (Ribeiro *et al*., ๒๐๐๑) เนื่องจากระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ นั้นมีความจุพลังงานที่สูงกว่าตัวกลางเก็บพลังงานอื่นๆ ระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่มีความเหมาะสมสำหรับการดำเนินการจ่ายพลังงานให้แก่โหลดในช่วงระยะเวลาที่นานขึ้น (Barton and Infield, ๒๐๐๔) นอกจากนี้ระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพด้านราคาสำหรับการใช้งานในระบบไฟฟ้ากำลัง ดังนั้น ระบบเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่นำไปใช้ร่วมกับพลังงานลม หรือแสงอาทิตย์ (ชัยวัฒน์ งามสมโสด, ๒๕๕๗:๓๑)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑ เพื่อศึกษาสภาพของการสำรองไฟฟ้าเพื่อใช้ยามขาดแคลนของประเทศไทย

๒. เพื่อศึกษาการกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ เพื่อดูผลที่ผ่านมา รวมทั้งวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสีย ประสิทธิภาพและความเหมาะสมในการใช้งานในพื้นที่ที่มีความแตกต่าง

๓.เพื่อศึกษาความสอดคล้องและความเหมาะสมของนโยบายด้านพลังงานในด้านเทคโนโลยีและระบบการกักเก็บพลังงานให้มีประสิทธิภาพ

๔. เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาการสำรองไฟฟ้า โดยใช้แบตเตอรี่เพื่อใช้ในยามขาดแคลนในพื้นที่ต่างๆของประเทศ

ขอบเขตของการวิจัย

๑. ศึกษาข้อมูลเฉพาะที่เกี่ยวกับการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ที่สามารถนำไปใช้ได้จริงสำหรับพื้นที่ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าขนาดขั้นต่ำ 1 MW

๒. ศึกษาข้อมูลของแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ ดังต่อไปนี้ แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด แบตเตอรี่แบบนิกเกิลอิเล็กโทรด แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ แบตเตอรี่โซเดียมนิกเกิลคลอไรด์ แบตเตอรีสังกะสีโบรมีน แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ และแบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารต่างๆจากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้องโดยตรงที่เกี่ยวกับการใช้งานการสำรองไฟฟ้าโดยแบตเตอรี่แบบต่างๆ รวมไปถึงการวิเคราะห์ เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย ในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ ของประสิทธิภาพการทำงานของแบตเตอรี่ เพื่อสอดคล้อง และเหมาะสมในการใช้งาน โดยคำนึงถึงความทนทานต่อการใช้งานในสภาพแวดล้อมต่างๆ ความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน และราคาต่อโหลดไฟฟ้า หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์หาชนิดของแบตเตอรี่ที่ดีและเหมาะสมที่สุดในการใช้งานสำหรับพื้นที่ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าขนาดขั้นต่ำ ๑ เมกะวัตต์

ผลการวิจัย

จากการศึกษา วิเคราะห์ข้อดี ข้อเสีย ประสิทธิภาพและความเหมาะสมในการใช้ ความทนทานต่อการใช้งานในสภาพแวดล้อมต่างๆ ความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน และราคาต่อโหลดไฟฟ้าของแบตเตอรี่แต่ละชนิดพบว่า แบตเตอรี่แต่ละชนิดมีข้อดีและข้อเสีย แตกต่างกันซึ่งสามารถสรุปคร่าว ๆได้ตามตารางภาพที่ ๑

ตารางภาพที่ ๑ แสดงข้อดี ข้อเสีย อุณหภูมิในการใช้ ความทนทานต่อการใช้งานในสภาพแวดล้อมต่างๆ ความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน และราคาต่อโหลดไฟฟ้า

ประเภทของแบตเตอรี่	ข้อดี	ข้อเสีย	อุณหภูมิใช้งาน	ราคาต่อโหลดไฟฟ้า
แบตเตอรี่ตะกั่วกรด	- ราคาถูก -มีการคายประจุโดยตัวมันเองน้อย -ไม่ต้องการการบำรุงรักษามาก	- มีความอ่อนไหวต่อสิ่งแวดล้อม -หากเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากกว่า ๕ °C จะทำให้อายุการใช้งานลดลงมากกว่า ๕๐% - มีสารพิษ เกิดผลเสียต่อผู้ใช้งานและสภาพแวดล้อมได้	- ๒๕ °C ใช้งานได้ ๑๐ ปี - ๓๓°C ใช้งานได้ ๕ ปี - ๔๒ °C ใช้งานได้ ๑ ปี	๒๐๐-๓๐๐ $/kW

ประเภทของแบตเตอรี่	ข้อดี	ข้อเสีย	อุณหภูมิใช้งาน	ราคาต่อโหลดไฟฟ้า
แบตเตอรี่แบบนิกเกิลแคดเมี่ยม	-มีขนาดเล็ก	- มีผลต่อสิ่งแวดล้□อมของแบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยมเริ่มมีการให้□ความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากแคดเมียมเป□นสารที่เป็□นพิษทำให้□เป็นป□ญหาต่อการจัดการแบตเตอรี่ที่หมดอายุ -อายุการใช้งานจะลดลงอย่□างรวดเร็ว	ใช้งานได้สูงถึง ๕๐ °C	๖๐๐ $/kW
แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน	- ให้กำลังไฟสูง - มีน้ำหนักเบา - ไม่มี Memory Effect สามารถชาร์ตได้ตลอดเวลาแม้ไฟยังไม่หมด	- ราคาที่สูง -สารพิษจากลิเทียม จะเป็นอันตรายเมื่อ กลืนกิน สูดดม หรือถูกดูดซึมผ่านผิวหนัง สารนี้ทำลายเนื้อเยื่อของเยื่อบุเมือกและทางเดินหายใจ	๐-๓๕ °C	๑,๒๐๐ $/kW
แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์	- ใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูง	-จะต้องรักษาอุณหภูมิการทำงานให้สูงกว่□า ๒๗๐ °C -ประสบป□ญหาเกี่ยวกับการจัดการด้านความร้อน และข้□อบังคับด้านความปลอดภัย	ใช้งานได้สูงถึง ๓๕๐ °C	๘๑๐ $/kW
แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์	- ราคาถูก - ให้ศักย์ไฟฟ้าสูง -สามารถเปลี่ยนชิ้นส่วนของแบตเตอรี่เพื่อเพิ่ม	-ไม่สามารถให้พลังงานได้ถึง MW	๒๐-๕๐ °C	๖๓๙ $/kW

	ประสิทธิภาพได้			
ประเภทของแบตเตอรี่	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**	**อุณหภูมิใช้งาน**	**ราคาต่อโหลดไฟฟ้า**
แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์โบไมด์	-สามารถใช้□สารอิเล็กทรอไลท์ได้□ยาวนาน -สามารถดิสชาร์ตได้□๑๐๐ เปอร□เซ็นต์□ โดยไม่มีผลกระทบและไม่□มีปัญหาใน ด้□านผลกระทบความจำ	- ต้องมีการบำรุงรักษาทุก ๒ สัปดาห์□เพื่อขจัดผลที่เกิดจากโซเดียมซัลเฟส	๒๐-๔๐ °C	๑,๐๙๔ $/kW
แบตเตอรี่แวนเนเดียมรีด๊อก	-มีศักยภาพสูงในการใช้งาน -สามารถชาร์จประจุได้ทันทีทันใด -ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม	-มีความยุ่งยากเมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ทั่วไป	๑๐-๔๐ °C	๑,๘๒๘ $/kW

จากข้อมูลของแบตเตอรี่ที่กล่าวมาข้างต้นสามารถวิเคราะห์การใช้งานของแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ ต่อการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าทการใช้งานที่กำลังไฟฟ้า ๑ เมกะวัตต์ คือ

- แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด ไม่เหมาะสมต่อการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ ๑ เมกะวัตต์ เนื่องจาก ข้อจำกัดทางด้านอายุการใช้งาน และแบตเตอรี่ชนิดนี้มีน้ำหนักมากจึงยากที่จะนำมาใช้เป็นทำเป็นแบตเตอรี่แบบโมบาย อีกทั้งสารตะกั่วเป็นสารพิษ ที่ทำให้เกิดผลเสียต่อผู้ใช้งานและสภาพแวดล้อมได้

- แบตเตอรี่แบบนิกเกิลแคดเมี่ยม สามารถนำมาใช้ในการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้า ๑ เมกะวัตต์ ได้ โดยแบตเตอรี่ชนิดนี้ได้มีการถูกนำมาใช้เพื่อเก็บพลังงานขนาด ๔๐ เมกกะวัตต์□ แล้วที่เมืองอลาสก□า ซึ่งเป็นเขตที่มีอุณหภูมิต่ำที่เป็นเหตุผลหลักในการใช้□

แบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม โดยแบตเตอรี่ชนิดนี้สามารถทนทานในสภาวะต่ำได้ แต่ทำงานได้ไม่□ดีในการนำไปประยุกต์□เพื่อใช้□ในการตัดค่าสูงสูดของความต้□องการพลังงาน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากความเป็□นสารพิษของแคดเมียมทำให้มาตรฐานและข้อบังคับสำหรับแบตเตอรี่นิกเกิลแคดเมี่ยม มีมากกว่าแบตเตอรี่ชนิดอื่นๆ

- แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน สามารถนำมาใช้ในการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้า ๑ เมกะวัตต์ ได้ โดยแบตเตอรี่ชนิดนี้มีน้ำหนักเบา สามารถพกพาได้ง่ายจึงเหมาะสมในการทำมาใช้ในการทำแบตเตอรี่แบบโมบาย เพื่อใช้สำหรับสถานการณ์การฉุกเฉิน แต่แบตเตอรี่ชนิดนี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องราคาเนื่องจากยังมีราคาที่สูงอยู่

- แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ สามารถนำมาใช้ในการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้า ๑ เมกะวัตต์ ได้ โดยนำโมดูลของแบตแตอรี่มาต่□อเข้□าด้วยกันเพื่อนำไปใช้□ในการลดปัญหาความผันผวนของไฟฟ้า แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ได้ถูกบริษัท American Electric Power นำมากักเก็บกำลังไฟฟ้□าของแหล่งจ่□ายพลังงานลม ขนาด ๖ เมกกะวัตต์ แต่ข้อจำกัดของแบตเตอรี่ชนิดนี้คือจะต้องรักษาอุณหภูมิการทำงานให้สูงกว่□า ๒๗๐ °C ซึ่งจะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานและจะมีปั□ญหาเกี่ยวกับการจัดการด้านความร้อน และข้□อบังคับด้านความปลอดภัยเนื่องจากมีอุณหภูมิสูงในการทำงาน

- แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ ไม่สามารถนำมาใช้ในการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้า ๑ เมกะวัตต์ ได้ เนื่องจากแบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์แต่ละโมดูลไม่สามารถเชื่อมโยงทางสารละลายเนื่องจากแต่ละโมดูลมีอิเล็กทรอไลท์แยกจากกัน ดังนั้นแต่□ละโมดูลไม่สามารถที่จะเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้าเพื่อให้เพิ่มขนาดของการกักเก็บพลังงานได้□

- แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ สามารถนำมาใช้ในการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้า ๑ เมกะวัตต์ ได้ แต่จะมีข้อจำกัดในเรื่องราคาที่สูงอยู่

- แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก สามารถนำมาใช้ในการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้า ๑ เมกะวัตต์ ได้ แต่จะมีข้อจำกัดในเรื่องราคาที่สูงอยู่ และอาจยังต้องมีการพัฒนาแบตเตอรี่ชนิดนี้เพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ราคาของแบตเตอรี่ชนิดนี้ลดลง โดยแบตเตอรี่ชนิดนี้มีความยุ่งยากในการใช้งานเมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ทั่วไป

จากการศึกษาพบว่าการสำรองพลังงานด้วยแบตเตอรี่ชนิดต่างๆนั้นมีความสำคัญในการนำมาใช้ในการกักเก็บพลังงานเพื่อให้ประเทศมีความมั่นคงทางด้านพลังงานในยามที่ประเทศเกิดสงคราม หรือ ภัยพิบัติ ก็สามารถนำระบบกักเก็บพลังงานชนิดนี้มาใช้ได้ นอกจากนี้เทคโนโลยีและ

ระบบการกักเก็บพลังงานยังมีความสอดคล้องกับนโยบายด้านพลังงานที่ต้องการให้มีการศึกษาระบบกักเก็บพลังงานเพื่อให้เป็นแหล่งพลังงานสำรองของประเทศอีกด้วย

งานวิจัยในครั้งนี้ได้□จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาสภาพของการสำรองไฟฟ้าเพื่อใช้ยามขาดแคลนของประเทศไทย ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการสำรองไฟฟ้าเพื่อใช้ในยามขาดแคลนของประเทศไทยด้วยแบตเตอรี่ชนิดต่างๆนั้นยังไม่มีความแพร่หลายในการใช้งาน แต่อยู่ในช่วงเริ่มต้น ในการให้ความสนใจ และมีการพัฒนาการกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ต่างๆมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับนโยบายพลังงานที่ต้องการให้มีการศึกษาและพัฒนาระบบกักเก็บพลังงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเพื่อให้ประเทศมีความมั่นคงทางด้านพลังงานในยามขาดแคลน และกรณีประเทศเกิดสงคราม หรือ ภัยพิบัติ ซึ่งจะสามารถนำระบบกักเก็บพลังงานชนิดนี้มาใช้ได้ นอกจากนี้เทคโนโลยีและระบบการกักเก็บพลังงานยังมีความสอดคล้องกับนโยบายด้านพลังงานที่ต้องการให้มีการศึกษาระบบกักเก็บพลังงานเพื่อให้เป็นแหล่งพลังงานสำรองของประเทศอีกด้วย

ทั้งนี้จากการที่ได้ทำการศึกษาแบตเตอรี่ทั้ง ๗ ชนิดซึ่งได้แก่ แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด แบตเตอรี่แบบนิกเกิลแคดเมี่ยม แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ แบตเตอรี่ซิงค์โบรไมด์ แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก เพื่อนำมาประยุกต์ใช้งานในการกักเก็บพลังงานไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ที่สามารถนำไปใช้ได้จริงสำหรับพื้นที่ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าขนาดขั้นต่ำ ๑ เมกะวัตต์ พบว่า มีแบตเตอรี่ถึง ๕ ชนิดที่เข้าเกณฑ์ในกระนำมาใช้งานได้ ซึ่งคือ แบตเตอรี่แบบนิกเกิลแคดเมี่ยม แบตเตอรี่ลิเที่ยมไอออน แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์ แบตเตอรี่โพลีซัลไฟด์ โบไมด์ แบตเตอรี่แวนเนเดียม รีด๊อก ทั้งนี้หากต้องการนำแบตเตอรี่ทั้ง ๕ ชนิดนี้ไปใช้ในการกักเก็บพลังงานก็ต้องคำนึงถึง สภาวะแวดล้อมของพื้นที่ อุณภูมิ ความชื้น ขนาดน้ำหนัก และความปลอดภัยของการใช้แบตเตอรี่นั้นๆในพื้นที่อีกด้วย โดยในที่นี้ทางผู้ดำเนินการวิจัยได้สรุปชนิดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมต่อการสำรองไฟฟ้า เพื่อกักเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ในยามขาดแคลนในพื้นที่ต่างๆของประเทศไว้ในบทที่ ๔ ซึ่งหวังว่าจะงานวิจัยในครั้งนี้จะเกิดประโยชน์สำหรับการกักเก็บพลังงาน ที่มีผลต่อยุทธศาสตร์ความมั่นคงทางทหาร หรือวิกฤติการภายในชาติอันเนื่องมาจากภัยพิบัติ และพื้นที่ห่างไกลซึ่งขาดแคลนแหล่งพลังงานสำรอง

ข้อเสนอแนะ

๑. ควรมีนโยบายในการวางกำลังพลเพื่อการพัฒนาระบบกักเก็บพลังงาน อาทิเช่นการวางแผนด้านการวิจัยและพัฒนาระบบกับเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ให้สามารถเก็บกักพลังงานได้ดีขึ้นและมีน้ำหนักเบาง่ายต่อการพกพา

๒. ควรมีการวางแผนด้านการปฏิบัติให้สอดคล้องกับนโยบาย อาทิเช่นการส่งคนไปศึกษาระบบกักเก็บพลังงานในประเทศที่มีการใช้ระบบกักเก็บพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว เช่น ญี่ปุ่น หรือ อเมริกา

๓. ควรมีการศึกษาและจำลองทำแบตเตอรี่ที่ใช้ในการพกพาขนาดเล็กขึ้นมาเพื่อให้ได้ต้นแบบแบตเตอรี่ในการกักเก็บพลังงานเพื่อให้ง่ายในการขยายสเกลในการขนาดใหญ่ต่อไป