

เทคโนโลยีการสะสมพลังงานจากพลังงานหมุนเวียน

ENERGY STORAGE TECHNOLOGIES FOR RENEWABLE ENERGY

ฐกฤต ปานขลิบ

Thakrit Panklib

สาขาการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
Department of Energy and Environmental Management, Faculty of Engineering and Technology,
Siam Technology College

Corresponding author, E-mail: thakrit@siamtechno.ac.th

Received: 4 February 2022

Revised: 11 May 2022

Accepted: 25 April 2022

บทคัดย่อ

ระบบจัดเก็บพลังงานหรือเทคโนโลยีการสะสมพลังงานได้รับความสนใจเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาซึ่งมีการรณรงค์ส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานหมุนเวียนหรือพลังงานสะอาดกันเพิ่มขึ้น วันนี้ปริมาณการใช้พลังงานหมุนเวียนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามลำดับ โดยแหล่งพลังงานหมุนเวียนส่วนใหญ่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จึงมีการผันแปรและเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา องค์ความรู้ในด้านการจัดเก็บพลังงานที่ได้มาอย่างไม่คงที่และต่อเนื่องจึงกลายเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้เกิดความสมดุลในการนำไปใช้ประโยชน์และช่วยให้สามารถบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากการใช้เทคโนโลยีการสะสมพลังงานช่วยเพิ่มเสถียรภาพและช่วยลดปัญหาความไม่คงที่ของพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานหมุนเวียนแล้ว เทคโนโลยีดังกล่าวยังช่วยลดความหนาแน่นในระบบส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าในช่วงที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูง รวมถึงสามารถช่วยลดระยะเวลาและต้นทุนในการก่อสร้างระบบสายส่งได้เป็นอย่างดี แม้ว่าในปัจจุบันเทคโนโลยีเกี่ยวกับระบบจัดเก็บพลังงานจะถูกพัฒนาและมีความก้าวหน้าไปจากเดิมมาก แต่ในบางเทคโนโลยีก็ยังคงอยู่ในช่วงของการวิจัยและพัฒนาและยังไม่คุ้มค่าในการลงทุน ในอนาคตหากเทคโนโลยีต่างๆ ถูกพัฒนาและนำไปใช้กันอย่างแพร่หลาย จะช่วยให้ภาพรวมของระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีต้นทุนที่ต่ำลง โดยในบทความทางวิชาการนี้จะกล่าวถึงเทคโนโลยีการสะสมพลังงานประเภทต่างๆ ประโยชน์ของจากเทคโนโลยีการสะสมพลังงาน ความต้องการที่เพิ่มมากขึ้นของเทคโนโลยีการสะสมพลังงานในปัจจุบัน

คำสำคัญ: ระบบจัดเก็บพลังงาน เทคโนโลยีการสะสมพลังงาน พลังงานหมุนเวียน

Abstract

Energy storage systems and technologies are getting more attention. Especially in recent years, there has been an increasing campaign to promote the use of renewable or clean energy. Today, the amount of renewable energy consumption continues to increase sequentially. Most renewable energy sources occur naturally. Therefore, there are variations and changes all the time. Knowledge in the field of steadily acquired energy storage has become essential. To achieve a balance of utilization and allow effective management in addition to the use of energy storage technology to improve stability and reduce the problem of energy instability from renewable energy sources. The technology also reduces congestion in power distribution systems during times of high-power demand. It can

also reduce the time and cost of construction of transmission lines. Although today the technology of energy storage systems has been developed and advanced much from the original. But some technologies are still in the research and development stage and not worth the investment. In the future, if such technology is developed and widely used, it will provide a more stable overview of the system and lower operating costs. In this academic article, we will discuss different types of energy storage technologies. Implementation and benefits the growing demand and today's technology.

Keywords: Energy storage, storage systems, renewable energy, clean energy

1. บทนำ

เทคโนโลยีการสะสมพลังงาน (Energy Storage) นับเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งทั้งในปัจจุบันและอนาคต โดยเฉพาะในระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) บางประเภท เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม หรือ พลังงานน้ำขนาดเล็ก เนื่องจากแหล่งพลังงานดังกล่าวมีความไม่แน่นอน อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับอีกหลายปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น สภาพภูมิอากาศหรือสภาวะแวดล้อม และเหตุการณ์ที่แตกต่าง ทำให้แหล่งพลังงานอาจเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง มิได้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เหมือนการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil) ซึ่งสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานเพื่อผลิตไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง การผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน จึงยากต่อการควบคุม เช่น ในขณะที่สามารถผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนได้ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าจากผู้บริโภค (Electric demand) อาจมีอยู่น้อย ขณะที่ในช่วงเวลาที่มีความต้องการไฟฟ้าของผู้ใช้เพิ่มมากขึ้น แต่ว่าแหล่งพลังงานหมุนเวียนกลับไม่มี หรือเกิดขึ้นไม่เพียงพอสำหรับการสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าในช่วงนั้นๆ ตัวอย่างเช่น โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งไม่สามารถผลิตไฟฟ้าออกมาได้ในช่วงเย็นหรือค่ำ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเก็บเอาพลังงานที่ผลิตได้ในช่วงกลางวันเก็บไว้ในระบบสะสมพลังงานเพื่อนำออกมาใช้ในช่วงกลางคืนที่ไม่มีแสงอาทิตย์และไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้

2. เทคโนโลยีการสะสมพลังงาน

เทคโนโลยีสะสมพลังงาน (Energy Storage Technology) เป็นระบบใช้เก็บสะสมพลังงานที่ได้จากการผลิตพลังงานหรือเก็บสะสมพลังงานส่วนเกินจากที่ผลิตแล้วนำมาใช้ในยามจำเป็น ทั้งนี้เพื่อรักษาสมดุลของการผลิตกับความต้องการการใช้พลังงาน (Energy consumption) ที่เกิดขึ้น ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง รูปแบบของเทคโนโลยีในการเก็บสะสมพลังงานนั้นมีอยู่หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับแหล่งพลังงานและการนำไป ประยุกต์ใช้ แต่เมื่อจำแนกตามลักษณะของพลังงานสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน (Electricity and Thermal) สำหรับแหล่งพลังงานทั้งสองอาจมาจากแหล่งพลังงานฟอสซิล (Fossil energy) หรือจากพลังงานหมุนเวียน (Renewable energy) ก็ได้ โดยระบบเก็บสะสมพลังงานจะช่วยให้การเสริมสร้างเสถียรภาพให้กับระบบการผลิตพลังงาน ณ ช่วงเวลาต่างๆ ซึ่งมีความต้องการใช้พลังงานเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยเทคโนโลยีในการเก็บสะสมพลังงาน มีแนวโน้มในการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและนับเป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในอนาคต

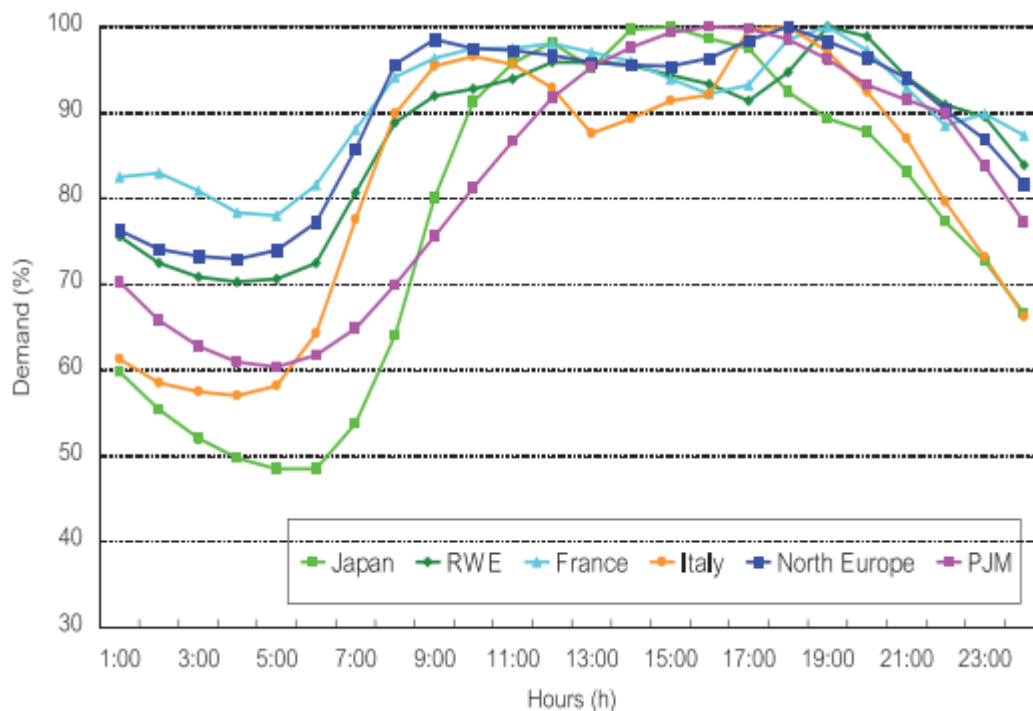
3. การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีการสะสมพลังงาน

ปัจจัยสำคัญของการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อส่งไปยังผู้ใช้นั้นก็คือ พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จะต้องเพียงพอต่อการใช้งานของผู้ใช้ในช่วงเวลาเดียวกัน ซึ่งหมายความว่าถ้าผู้ใช้ต้องการใช้กำลังไฟฟ้ามากแค่ไหน ก็ต้องผลิตไฟฟ้าให้พอดีกับความต้องการของผู้ใช้ในช่วงเวลานั้นๆ แต่ในความเป็นจริงมิได้เป็นเช่นนั้น พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไม่ได้คงที่ตลอดเวลา ซึ่งมาจากหลายสาเหตุ เช่น ช่วงเวลาทำงานหรือเดินเครื่องจักรไม่ได้อยู่ในช่วงเวลาเดียวกันทั้งหมด เครื่องจักรบางประเภทใช้กำลังไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอ คือ มีช่วง Load และ Unload ฯลฯ จึงก่อให้เกิดความไม่สมดุลขึ้นระหว่างการผลิต

และความต้องการ และส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพและคุณภาพของไฟฟ้าที่ผลิตได้ เทคโนโลยีการสะสมพลังงานประเภทต่าง ๆ และอีกปัจจัยที่สำคัญก็คือ โดยทั่วไปแหล่งผลิตหรือโรงไฟฟ้ามักอยู่ห่างไกลจากผู้บริโภคหรือชุมชน ดังนั้นการส่งผ่านกระแสไฟฟ้าจะกระทำโดยอาศัยระบบสายส่ง ซึ่งหากบางช่วงเวลาความต้องการของผู้ใช้สูง กระแสไฟฟ้าก็จะไหลผ่านสายส่งมากขึ้นเช่นกัน และหากกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านมากจนเกินขนาดของระบบสายส่งที่ออกแบบไว้ก็อาจจะสร้างความเสียหายให้กับระบบสายส่งได้ ทำให้ไม่สามารถส่งไฟฟ้าที่ผลิตได้ไปถึงยังมือผู้ใช้ได้ ซึ่งปัจจัยสำคัญดังกล่าวเป็นอุปสรรคที่สำคัญในการบริหารจัดการระบบผลิตไฟฟ้าในปัจจุบัน และส่งผลให้เทคโนโลยีการสะสมพลังงานเริ่มเข้ามามีบทบาทในการแก้ไขและลดปัญหาที่เกิดขึ้นตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) บางประเภท เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม หรือ พลังงานน้ำขนาดเล็ก เนื่องจากพลังงานดังกล่าวมีความไม่แน่นอน อีกทั้งยังมีหลายปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น สภาพภูมิอากาศ ฤดูกาลที่แตกต่างกัน รวมถึงเป็นแหล่งพลังงานที่อาจเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาหนึ่ง มิได้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เหมือนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานฟอสซิล (Fossil) ซึ่งสามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง การผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานดังกล่าวจึงยากต่อการควบคุม เนื่องจากในขณะที่สามารถผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนได้ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าจากผู้บริโภค (Electric demand) อาจมีอยู่น้อย ขณะที่ในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้ามากขึ้น แต่ว่าแหล่งพลังงานหมุนเวียนกลับไม่มีหรือเกิดขึ้นไม่เพียงพอต่อการสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า ตัวอย่างเช่น โรงไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการใช้ประโยชน์ของจากเทคโนโลยีการสะสมพลังงานต่างๆ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.1 การบริหารจัดการในการผลิตไฟฟ้าในช่วงความต้องการไฟฟ้าสูงสุดได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากความต้องการในการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาที่มีความแตกต่างกัน โดยในช่วงที่มีความต้องการสูงสุด (On-peak) จะมีผู้ใช้ไฟฟ้าสูงกว่าในช่วงที่มีความต้องการต่ำ (Off-peak) ทำให้ราคาค่าไฟฟ้าในช่วงความต้องการสูงจะแพงกว่าในช่วงที่มีความต้องการต่ำ เทคโนโลยีการสะสมพลังงานอาจจะถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อสะสมพลังงานในช่วงที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าต่ำซึ่งค่าไฟฟ้าถูก และป้อนกลับสู่ระบบเพื่อใช้งานในช่วงที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่สูง ทำให้เกิดผลกำไรจากส่วนต่างในกรณีเป็นผู้จำหน่ายและใช้พลังงานไฟฟ้าได้ในราคาที่ต่ำกว่าปกติในกรณีเป็นผู้บริโภค โดยเฉพาะในกรณีของโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนประเภท โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม ซึ่งมีกำลังการผลิตของระบบที่ออกแบบไว้ส่วนใหญ่จะคงที่ในขณะที่แหล่งพลังงานหมุนเวียนประเภทดังกล่าวขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ฤดูกาลหรือสภาพภูมิอากาศในแต่ละวัน ทำให้การผลิตและการจ่ายไฟฟ้าไม่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ ช่วงที่ผลิตได้มากอาจมีความต้องการใช้น้อยทำให้ไฟฟ้าที่ผลิตได้มากกว่าที่ผู้ใช้จริง พลังงานไฟฟ้าส่วนเกินดังกล่าวสามารถนำไปสะสมไว้ยังระบบสะสมพลังงานประเภทต่างๆ แล้วนำมาใช้ในภายหลังหรือในช่วงที่ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ เช่น ในช่วงเวลากลางคืนของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และช่วงลมสงบของโรงไฟฟ้าพลังงานลม หรืออาจสะสมพลังงานไว้ในช่วงที่ค่าไฟฟ้ามีราคาถูกและนำออกมาใช้หรือจำหน่ายในช่วงที่ค่าไฟฟ้ามีราคาแพงก็สามารถทำได้

3.2 การเพิ่มเสถียรภาพและความยืดหยุ่นในการผลิตและส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการผลิตไฟฟ้าก็คือ จะต้องมีความเสถียรภาพและความยืดหยุ่นในการส่งจ่ายไปยังประชาชนหรือผู้ใช้ไฟฟ้า หากกำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้ ก็อาจเกิดความเสียหายขึ้นมากมายกับทั้งผู้ผลิตและผู้ใช้ ซึ่งประกอบด้วยหลายภาคส่วนตั้งแต่อุตสาหกรรมการผลิต การบริการ อาคารพาณิชย์ รวมทั้งที่พักอาศัย อีกประการที่สำคัญคือต้องส่งจ่ายไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องไม่ว่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าจะมากหรือน้อย ดังนั้นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการผลิตกระแสไฟฟ้าจะต้องวางแผนในการบริหารจัดการ รวมถึงจะต้องมีการคาดการณ์หรือพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในอนาคตให้ถูกต้องและแม่นยำให้มากที่สุด Thakrit Panklib et al. 2015 [1]



รูปที่ 1 กราฟเปรียบเทียบความต้องการพลังงานไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลา

ที่มา : IEEJ The Institute of Energy Economics, Japan, 2005

ดังนั้นผู้ผลิตหรือโรงไฟฟ้าจำเป็นต้องเตรียมระบบการทำงานที่นอกเหนือจากความจำเป็นขั้นพื้นฐาน เช่น ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองเพื่อจ่ายไฟฟ้าเพิ่มหรือเสริมเมื่อมีความจำเป็น และระบบติดตามและควบคุมคุณภาพของไฟฟ้าที่ผลิต โดยจะตรวจสอบในทุกขณะช่วงเวลา (Real time) โดยเมื่อเกิดปัญหาไฟฟ้ายืดหรือดับ เนื่องจากความต้องการที่เพิ่มขึ้นและลดลงอย่างรวดเร็ว รวมถึงอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองก็จะทำงานทันทีโดยอัตโนมัติโดยใช้ไฟฟ้าเสริมจากแหล่งอื่น เช่น ระบบสะสมพลังงานประเภทต่างๆ โรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน หรือพลังงานสำรองประเภทอื่นๆ

3.3 เสถียรภาพของระบบไฟฟ้าสำหรับชุมชนในพื้นที่ซึ่งห่างไกลจากโรงไฟฟ้าหรือผู้ผลิต บ่อยครั้งที่ผู้ใช้ไฟฟ้าหรือชุมชนมีระยะทางที่ห่างไกลจากโรงไฟฟ้า มักประสบปัญหาความผิดปกติของระบบสายส่งซึ่งอาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น ภัยจากธรรมชาติ ไฟฟ้า และพายุ หรือเกิดจากปัญหาทางเทคนิค เช่น การการใช้ไฟฟ้าเกินกว่าที่ออกแบบไว้ (Over load) และอุบัติเหตุจากการควบคุม ทำให้อาจเกิดปัญหาไฟฟ้ายืดหรือการขาดพลังงานไฟฟ้าเป็นวงกว้างในหลายพื้นที่ ระบบสะสมพลังงานจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้ไฟฟ้าอย่างยิ่งเมื่อเกิดปัญหากับเครือข่ายสายส่งไฟฟ้าหลัก โดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์หรือเซมิคอนดักเตอร์ และอุตสาหกรรมผลิตหลอดแอลอีดี หากคุณภาพของกระแสไฟฟ้าไม่ได้คุณภาพหรือไม่สม่ำเสมอ จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิต อุตสาหกรรมดังกล่าวจึงจำเป็นต้องลงทุนเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าสำรอง (UPS, Uninterruptible Power Supply) ซึ่งก็คือระบบสะสมพลังงานประเภทหนึ่งนั่นเอง

3.4 ข้อจำกัดของระบบสายส่งไฟฟ้าในช่วงที่ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง โดยในส่วนนี้จะเกี่ยวข้องกับหัวข้อที่ผ่านมา ซึ่งมักเกิดขึ้นในพื้นที่ซึ่งผู้ใช้ไฟฟ้าอยู่ห่างไกลจากโรงไฟฟ้า การคาดการณ์ความต้องการไฟฟ้าของผู้ใช้และกระบวนการสร้างความสมดุลระหว่างผู้ใช้และผู้ผลิตเป็นสิ่งสำคัญมาก เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหากระแสไฟฟ้าเกินกว่าที่ได้ออกแบบเอาไว้ (Over load) ซึ่งจะสร้างความเสียหายให้กับระบบสายส่ง โดยการแก้หรือลดปัญหาดังกล่าวอาจทำได้โดยติดตั้ง

ระบบสะสมพลังงานไว้ในพื้นที่ที่เหมาะสมในบริเวณที่ใกล้กับชุมชนหรือมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สูง โดยสร้างระบบสายส่งอีกชุดระหว่างระบบสะสมพลังงานกับพื้นที่เป้าหมาย โดยระบบดังกล่าวจะจ่ายไฟฟ้าในช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าเป็นจำนวนมากหรือเกิดความต้องการไฟฟ้าเกิดขึ้นสูงสุด เพื่อลดภาระของระบบสายส่งหลักในช่วงเวลาดังกล่าว และป้องกันการเกิดปัญหากระแสไฟฟ้าเกินกว่าที่ได้ออกแบบเอาไว้ในระบบสายส่งหลัก

4. ความต้องการที่เพิ่มมากขึ้นของเทคโนโลยีการสะสมพลังงาน

ความต้องการใช้เทคโนโลยีในการสะสมพลังงานแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกคือ สำหรับการใช้ประโยชน์จากพลังงานหมุนเวียน กลุ่มที่สองคือ สำหรับระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid) ในอนาคต โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ระบบเชื่อมต่อสายส่ง (On-grid) และ ระบบอิสระ (Off-grid)

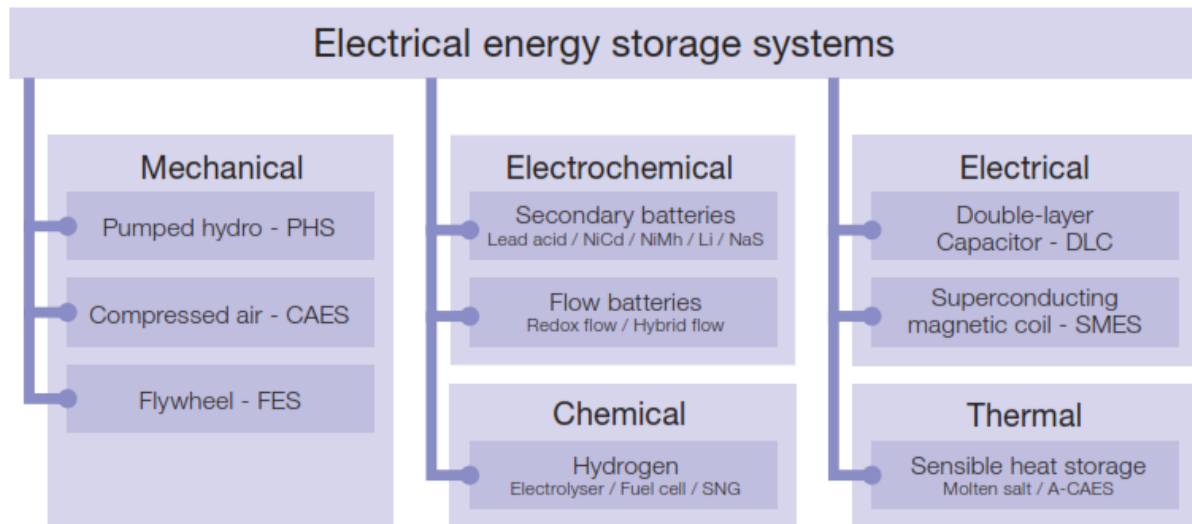
สำหรับในระบบเชื่อมต่อสายส่งซึ่งในระบบการผลิตไฟฟ้าในปัจจุบันได้มีการเพิ่มสัดส่วนของการใช้พลังงานหมุนเวียนขึ้นมากกว่าเดิม โดยกำลังไฟฟ้าที่ได้จากแหล่งพลังงานหมุนเวียนมีความไม่สม่ำเสมอ ขึ้นลงตามสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศ จึงส่งผลกระทบต่อความควบคุมและบริหารจัดการระบบผลิตไฟฟ้าหลัก เทคโนโลยีในการสะสมพลังงานในรูปแบบต่างๆ จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการช่วยเสริมและเป็นแหล่งพลังงานสำรองเพื่อเพิ่มเสถียรภาพให้กับระบบผลิตไฟฟ้า

ในกรณีระบบอิสระหรือแยกเดี่ยว สิ่งสำคัญคือพลังงานที่จะต้องใช้อย่างสมดุลกับที่ถูกสะสมเอาไว้ หากระบบสะสมพลังงานไม่สามารถกักเก็บพลังงานไว้ได้เพียงพอ อาจจะต้องออกแบบให้ระบบสามารถใช้พลังงานจากแหล่งอื่นเข้ามาทดแทนได้ ส่วนใหญ่จะเป็นระบบไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน เช่น ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งจะสะสมพลังงานไฟฟ้าจากการผลิตบางส่วนไว้แต่เมื่อใดก็ตาม หากไฟฟ้าในระบบสะสมพลังงานถูกใช้จนหมด ระบบผลิตไฟฟ้าทางเลือกก็จะทำงานแทนที่ในทันทีโดยใช้เชื้อเพลิงจากแหล่งอื่น เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าน้ำมันดีเซล เช่นเดียวกันกับระบบจัดการพลังงานในบ้านและอาคาร (Energy Management Systems) ซึ่งส่วนสำคัญก็คือระบบสะสมพลังงานเช่นเดียวกัน โดยระบบจะพยายามใช้พลังงานที่ผลิตได้จากแหล่งผลิตพลังงานของตนเองก่อน โดยไฟฟ้าที่เหลือจากการใช้งานบางส่วนจะถูกเก็บสะสมไว้ยังระบบสะสมพลังงานก่อนที่จะถูกนำมาใช้อย่างเหมาะสมและหากจำเป็นจึงจะนำเข้าจากระบบสายส่งโดยอัตโนมัติ

โดยในกรณีของระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid) ระบบสะสมพลังงานจะถูกติดตั้งไว้ในสองส่วน ส่วนแรกจะติดตั้งไว้ยังสถานีไฟฟ้า (Substation) ของลูกค้า ส่วนที่สองติดตั้งไว้ยังผู้ผลิตไฟฟ้าโดยจ่ายรวมไปกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ โดยระบบสะสมพลังงานจะช่วยให้การบริหารจัดการและการส่งจ่ายไฟฟ้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการลดภาระของสายส่งในช่วงที่มีความต้องการของผู้ใช้สูงสุด ซึ่งอาจทำได้โดยการประจุไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าอยู่ในระดับต่ำและจ่ายเข้าสู่ระบบในช่วงที่มีความต้องการสูง การช่วยให้คุณภาพของไฟฟ้าที่จ่ายสู่ผู้ใช้มีคุณภาพไม่ว่าจะเป็นแรงดันไฟฟ้าลดลงและความถี่ที่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้งานตามความต้องการที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงในพื้นที่ การช่วยให้ระบบมีความเสถียรและประสิทธิภาพสูงขึ้นในกรณีที่ระบบสายส่งทำงานเต็มภาระการทำงานที่ได้ออกแบบเอาไว้ในช่วงความต้องการสูงสุด ซึ่งหากมีการติดตั้งระบบสะสมพลังงานที่มีความเหมาะสมก็จะสามารถช่วยกระจายภาระในระบบสายส่งได้เป็นอย่างดี การช่วยให้ระบบสายส่งมีความเสถียรในกรณีที่ของการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังพื้นที่ขนาดเล็กหรือห่างไกล เช่น พื้นที่เกาะซึ่งมีระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเชื้อเพลิงดีเซลหรือพลังงานหมุนเวียนต่างๆ ซึ่งต้องเหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้ ระบบสะสมพลังงานสามารถช่วยให้ระบบผลิตไฟฟ้ามีความเสถียรมากขึ้น และที่สำคัญระบบสะสมพลังงานยังถูกใช้เป็นแหล่งพลังงานสำรองของระบบควบคุมและระบบป้องกันต่าง ๆ ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินหรืออุบัติเหตุขึ้นกับระบบสายส่งหลัก

5. เทคโนโลยีการสะสมพลังงานในปัจจุบัน

ระบบสะสมพลังงานได้ถูกคิดค้นและออกแบบมาใช้งานหลายประเภทในปัจจุบัน ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบของการสะสมพลังงาน โดยทั่วไปจำแนกตามประเภทต่างๆ ได้หลายรูปแบบ คือ แบบเชิงกล (Mechanical) แบบไฟฟ้าเคมี (Electrochemical) แบบเคมี (Chemical) แบบไฟฟ้า (Electrical) และ แบบสะสมในรูปแบบพลังงานความร้อน (Thermal energy storage)



รูปที่ 2 แผนภาพการจำแนกเทคโนโลยีการสะสมพลังงานในปัจจุบัน (Fraunhofer, ISE)

5.1 แบบเชิงกล (Mechanical) การสะสมพลังงานแบบเชิงกลเป็นรูปแบบที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจที่สุด โดยมากเป็นการสะสมพลังงานในรูปแบบพลังงานศักย์ เช่น ระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับ (Pumped Hydro Storage, PHS) ระบบสะสมพลังงานในรูปอากาศอัด (Compressed Air Energy Storage, CAES) และ ระบบสะสมพลังงานโดยล้อช่วยแรง (Flywheel Energy Storage, FES)

5.1.1 ระบบสะสมไฟฟ้าจากพลังน้ำแบบสูบกลับ (Pumped Hydro Storage, PHS) ปัจจุบันถูกติดตั้งไปแล้วกว่า 120 GW โดยนับเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 3 ของกำลังการผลิตไฟฟ้าทั่วโลก ระบบดังกล่าวจำเป็นต้องใช้แหล่งน้ำสองแหล่งที่มีระดับความสูงต่างกัน เพื่อที่จะสูบน้ำจากแหล่งน้ำที่อยู่ในระดับที่ต่ำไปเก็บในแหล่งน้ำที่อยู่ในระดับที่สูงกว่าในช่วงที่การใช้พลังงานไฟฟ้าเกิดขึ้นน้อย หรือในช่วง Off-peak หลังจากนั้นเมื่อความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น หรือในช่วง On-peak น้ำที่ถูกสูบขึ้นไปเก็บเอาไว้ก็จะถูกปล่อยไหลกลับลงมาผ่านกังหันน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าป้อนเข้าสู่ระบบดังรูปที่ 3 T. Fujihara, et al. 1998 [2] ; Civil Engineering. 1985 [3]

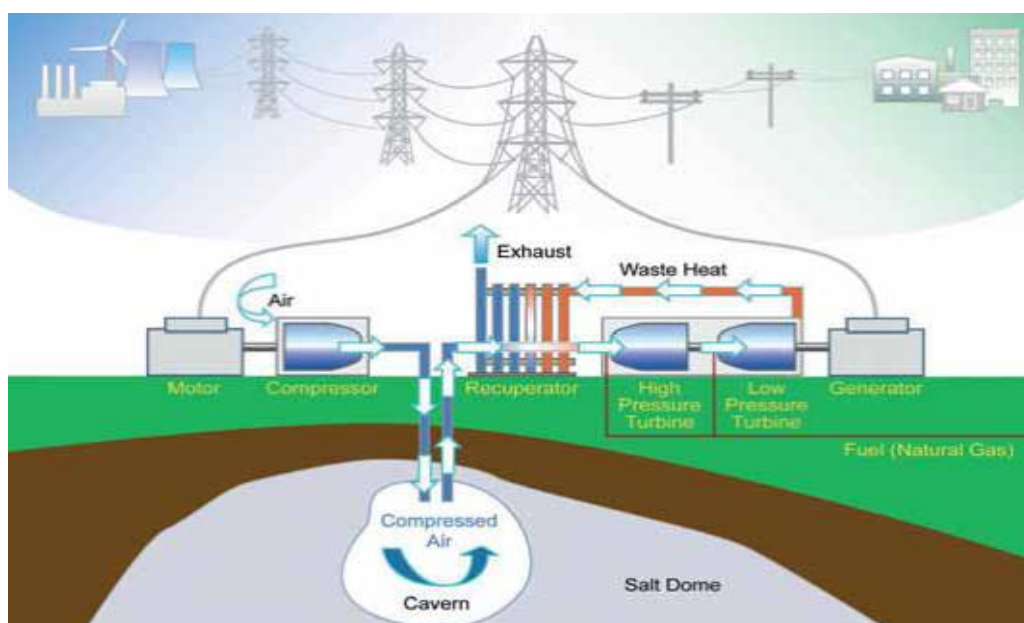
5.1.2 ระบบสะสมพลังงานในรูปอากาศอัด (Compressed Air Energy Storage, CAES) ระบบสะสมพลังงานในรูปอากาศอัดเริ่มเป็นที่รู้จักกันมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 19 โดยจะถูกเก็บไว้ในรูปของอากาศอัด เริ่มจากการใช้ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนเครื่องอัดอากาศเพื่อส่งอากาศแรงดันสูงไปเก็บไว้ยังโครงสร้างใต้ดินหรือถ้ำใต้ดินซึ่งสร้างไว้บนพื้นดิน และเมื่อมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าก็จะนำอากาศที่อัดไว้ออกมาผสมกับก๊าซธรรมชาติ ก่อนที่จะส่งไปเผาไหม้ให้เกิดการขยายตัวเพื่อนำไปขับเคลื่อนกังหันก๊าซและผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป ข้อดีของระบบดังกล่าวก็คือระบบสามารถกักเก็บอากาศอัดได้มาก ส่วนข้อเสียก็คือ การส่งผ่านอากาศอัดมีประสิทธิภาพต่ำและข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่สำหรับการก่อสร้าง

ดังรูปที่ 4



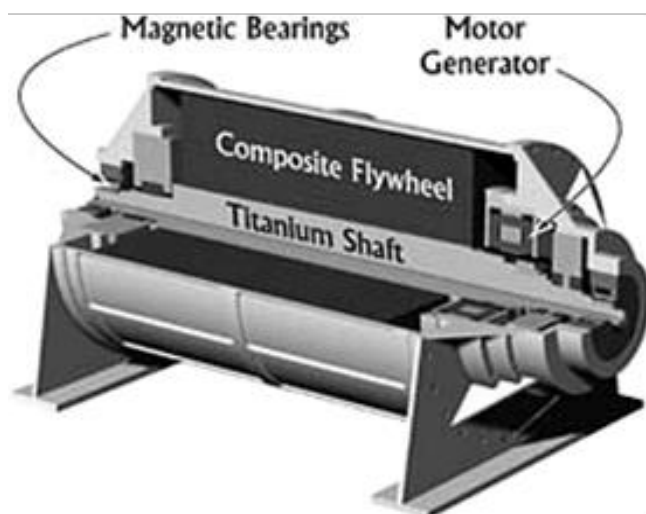
รูปที่ 3 ระบบสะสมไฟฟ้าจากพลังน้ำแบบสูบกลับ (Vattenfall, IEC MSB/EES Workshop, 2011)

5.1.3 ระบบสะสมพลังงานโดยล้อช่วยแรง (Flywheel Energy Storage, FES) ระบบนี้จะสะสมพลังงานของจลน์ โดยผ่านการหมุนของแกนเพลลาซึ่งมีล้อช่วยแรงติดตั้งอยู่ พลังงานที่สะสมไว้ในล้อช่วยแรงจะทำหน้าที่รักษารอบของการหมุนของเพลลาขับของเครื่องจักรหรือเครื่องยนต์ให้มีความคงที่และสม่ำเสมอ โดยอาศัยแรงจากโมเมนต์ความเฉื่อยใน ขณะที่หมุนซึ่งจะแปรผันตามมวลและรัศมีของวงล้อช่วยแรง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ตามแนวลักษณะของการหมุนแกนเพลลาขับล้อช่วยแรง คือ แนวแกนตั้ง (Vertical-axis) และแนวแกนนอน (Horizontal-axis) โดยทั่วไปจะผลิตจากวัสดุประเภทโลหะที่มีน้ำหนักมาก ดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 ระบบสะสมพลังงานในรูปอากาศอัด

ที่มา: Ridge Energy Storage & Grid Services L.P: <http://www.ridgeenergystorage.co>

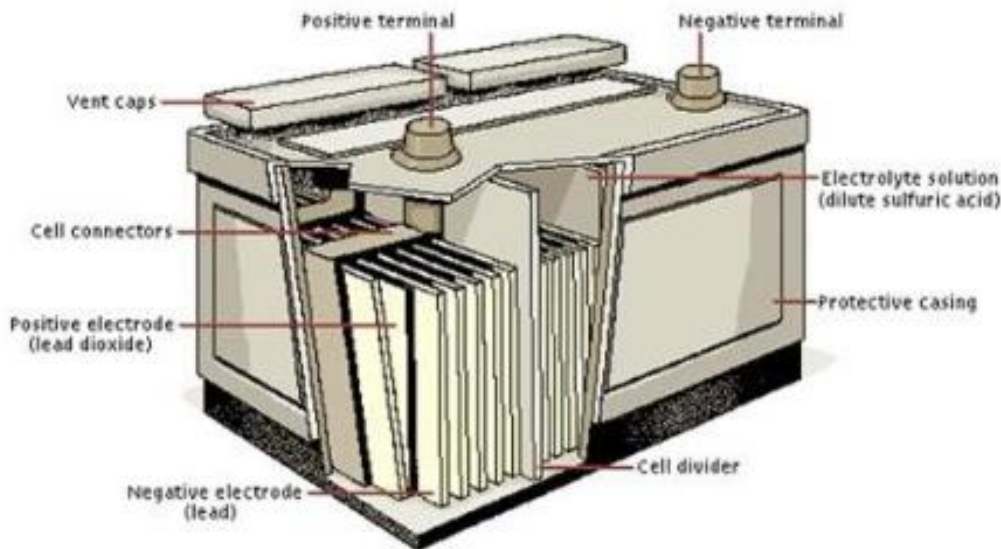


รูปที่ 5 แสดงรูปแบบล้อช่วยแรงแบบ แนวนอน (ซ้าย) และแนวดิ่ง (ขวา)

ที่มา: [http:// www.antonine-education.co.uk](http://www.antonine-education.co.uk)

5.2 ระบบสะสมพลังงานแบบไฟฟ้าเคมี (Electrochemical storage systems) การสะสมพลังงานในรูปแบบนี้ ก็คือการสะสมพลังงานของแบตเตอรี่ (Battery) ประเภทต่างๆ ซึ่งทำหน้าที่จัดเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในรูปเคมีและสามารถแปลงพลังงานเคมีให้เป็นไฟฟ้าได้โดยตรงด้วยการใช้เซลล์กัลวานิก (Galvanic cell) ที่ประกอบด้วยขั้วบวกและขั้วลบ พร้อมกับสารละลายอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte solution) การเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าในแบตเตอรี่แต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันในเรื่องของ ค่าความจุ (AH) ความหนาแน่นหรือความสามารถในการสะสมพลังงาน (Storage density, kWh/m³) รวมถึงยังมีปัจจัยอื่นๆ เช่น ประสิทธิภาพ เนื่องจากการสูญเสียระหว่างการประจุ การเก็บสะสม และการคายประจุ เนื่องจากแบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์สำหรับสะสมพลังงานไฟฟ้า ที่สามารถจ่ายและประจุไฟฟ้าเข้าไปได้ใหม่ (Recharge) ซ้ำกันหลายครั้ง รวมถึงอายุการใช้งาน และต้นทุน แบตเตอรี่ ที่มีการใช้ในเชิงพาณิชย์หลักๆ มีอยู่ด้วยกันสามชนิด คือ แบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด Lead-acid, แบตเตอรี่ในกลุ่มของนิกเกิล (Nickel-based), และ แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium-ion) [3] ซึ่งแต่ละชนิดมีรายละเอียด ดังนี้

5.2.1 แบตเตอรี่ตะกั่วกรด (Lead-acid battery) แบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรดเป็นอุปกรณ์สะสมพลังงานไฟฟ้าทางเคมีประเภทแรกๆ ที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นและยังมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากมีต้นทุนในการเก็บพลังงานถูกกว่าชนิดอื่นๆ แบตเตอรี่ตะกั่วกรดประกอบด้วยขั้วบวกและขั้วลบวางสลับกันจมอยู่ในอิเล็กโทรไลต์ที่ทำจากสารละลายกรดซัลฟริก อิเล็กโทรดขั้วลบจะสร้างขึ้นมาจากตะกั่วบริสุทธิ์ ในขณะที่ขั้วบวกจะสร้างจากส่วนผสมของตะกั่วและตะกั่วเปอร์ออกไซด์ โดยในขณะที่เซลล์คายประจุให้กระแสไฟฟ้าออกมา นั้น อะตอมของตะกั่วจากขั้วลบจะแตกตัวเป็นไอออนที่มีประจุบวกเข้าไปอยู่ในอิเล็กโทรไลต์และทิ้งอิเล็กตรอนให้ไหลออกสู่วงจรที่นำมาต่อภายนอก



รูปที่ 6 โครงสร้างของเซลล์แบบตะกั่ว-กรด

ข้อดีของแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรดก็คือ ราคาถูกกว่าแบตเตอรี่ชนิดอื่น สามารถผลิตได้ง่าย ทนทาน และการคายประจุของตัวเอง (Self-discharge) น้อย ส่วนข้อด้อยก็คือ มีน้ำหนักมากเมื่อเทียบกับความจุของพลังงาน และมีตะกั่วและกรดเป็นส่วนประกอบหลักซึ่งเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม VDE - ETG Energy Storage Task Force. (2008) [4]

5.2.2 แบตเตอรี่ในกลุ่มนิกเกิล (Nickel-based batteries) แบตเตอรี่ในกลุ่มนี้มีหลักๆ อยู่สามชนิดคือ แบตเตอรี่ชนิดนิกเกิล-แคดเมียม (Nickel-cadmium battery: Ni-Cd) แบตเตอรี่ชนิดนิกเกิล-เมทัลไฮไดรด์ (Nickel-metal hydride: Ni-MH) และ แบตเตอรี่ชนิดนิกเกิล-ซิงค์ (Nickel-zinc: Ni-Zn) แบตเตอรี่ทั้งสามชนิดนั้นมีการใช้นิกเกิลทำเป็นขั้วบวกและใช้สารอิเล็กโทรไลต์ที่ทำจากนิกเกิลไฮดรอกไซด์ (Nickel hydroxide) ในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์กับลิเทียมไฮดรอกไซด์ โดยขั้วลบของแบตเตอรี่จะแตกต่างกันไปตามชนิดของแบตเตอรี่ VDE - ETG Energy Storage Task Force. (2008) [4] ข้อดีแบตเตอรี่ในกลุ่มนิกเกิลก็คือ สามารถใช้งานในสภาวะอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าปกติได้ดี มีความหนาแน่นพลังงานและจำนวนวัฏจักรในการอัดประจุ (Charge) และคายประจุ (Discharge) สูงกว่าแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด ส่วนข้อด้อยก็คือ ยังคงมีน้ำหนักมากอยู่ มีข้อจำกัดทางเทคนิคมากโดยเฉพาะการเกิด “Memory Effect” ซึ่งมีสาเหตุมาจากการเกิดผลึกของแคดเมียม (Cadmium needles) ซึ่งอาจทำให้เกิดการลัดวงจรภายในขึ้นได้และมีผลต่อประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องอัดประจุให้เต็มและคายประจุให้หมด อีกทั้งราคายังค่อนข้างสูง

5.2.3 แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Li-Ion battery) แบตเตอรี่ประเภทนี้ได้รับความนิยมสูงมากในปัจจุบัน โดยใช้ลิเทียมเป็นองค์ประกอบสำคัญในการผลิต ซึ่งเป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบา ให้แรงดันไฟฟ้าสูง มีค่าความจุของพลังงานสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับแบตเตอรี่ประเภทอื่นๆ ที่น้ำหนักเท่ากัน แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนมีส่วนประกอบที่สำคัญสามส่วนเหมือนแบตเตอรี่ทั่วไป ซึ่งก็คือ ขั้วลบ ขั้วบวก และสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยส่วนใหญ่ขั้วบวกจะทำมาจากลิเทียมโคบอลต์ออกไซด์ (LiCoO₂) และขั้วลบทำมาจากคาร์บอนหรือกราไฟต์ ส่วนสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้คือ เกลือลิเทียมในสารละลายอินทรีย์ (Lithium salt in an organic solvent) ข้อดีแบตเตอรี่ประเภทนี้ก็คือ ประสิทธิภาพในการประจุพลังงานสูง น้ำหนักเบา อายุการใช้งานยาวนาน การคายประจุของตัวเอง (Self-discharge) ต่ำ ส่วนข้อด้อยก็คือ มีการเสื่อมอายุตามเวลาแม้ไม่มีการใช้งาน เสียหายได้ง่ายหากใช้ไม่ถูกวิธีหรือเกิดการลัดวงจร อุณหภูมิมีผลต่ออายุการใช้งาน ราคาค่อนข้างสูง และอาจติดไฟหรือระเบิดได้ที่อุณหภูมิสูง B. Espinar, D. Mayer. (2011) [5]

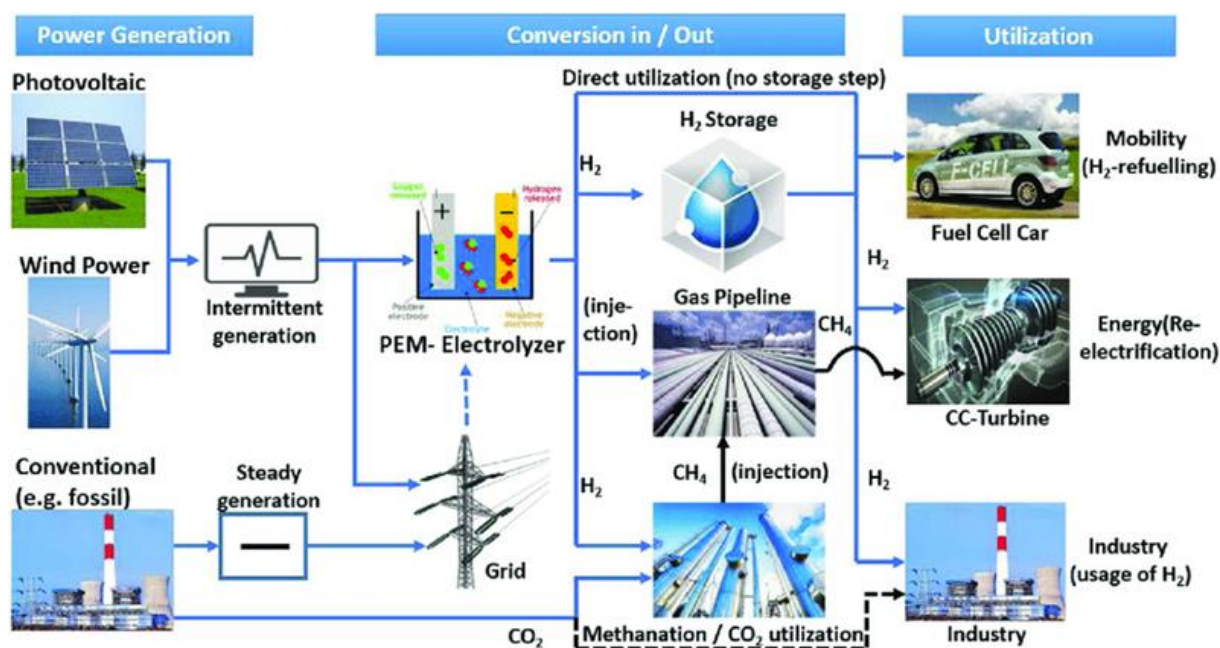
ปัจจุบันมีการวิจัยและพัฒนาการสะสมพลังงานแบบไฟฟ้าเคมีหรือแบตเตอรี่ประเภทต่างๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพิ่มศักยภาพในการประจุพลังงาน มีน้ำหนักเบา อายุการใช้งานที่นานขึ้น และมีความปลอดภัยเมื่อการใช้งานในสภาวะการณที่แตกต่างกัน เช่น แบตเตอรี่นาโน (Nano battery) โฟลว์แบตเตอรี่ (Flow battery) และ แบตเตอรี่ชนิดโซเดียมซัลเฟอร์ (Sodium-Sulfur Battery: NaS) โดยในปัจจุบันอาจจะยังไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายมากนักและยังมีราคาแพงอยู่ แต่คาดว่าจะเส้นทางเลือกที่ดีกว่าและเป็นที่แพร่หลายต่อไปในอนาคตอันใกล้

5.3 ระบบสะสมพลังงานแบบเคมี (Chemical energy storage) โดยในที่นี้จะพิจารณาการใช้ก๊าซไฮโดรเจน (Hydrogen) และ ก๊าซธรรมชาติสังเคราะห์ (Synthetic Natural Gas, SNG) ในรูปแบบพลังงานสำรอง วัตถุประสงค์ก็เพื่อนำไฟฟ้าส่วนเกินมาผลิตก๊าซไฮโดรเจนผ่านกระบวนการอิเล็กโทรลิซิส (Electrolysis) หรือการผลิตก๊าซไฮโดรเจนจากน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า โดยไฮโดรเจนคาร์บอนมอนอกไซด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ จะใช้ในการผลิตก๊าซธรรมชาติสังเคราะห์ (SNG) แม้ว่าประสิทธิภาพในการผลิตจะต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการสะสมพลังงานในแบบอื่นๆ เช่น ระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับ หรือ แบตเตอรี่ แต่ข้อได้เปรียบก็คือสามารถนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนและประยุกต์ใช้ได้มากมายในภาคอุตสาหกรรม

5.3.1 ไฮโดรเจน (Hydrogen, H_2) โดยทั่วไประบบสะสมพลังงานในรูปก๊าซไฮโดรเจนจะประกอบไปด้วย ระบบผลิตก๊าซไฮโดรเจน (Electrolyzer) ถังเก็บ และเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) โดยระบบผลิตก๊าซไฮโดรเจนจะทำงานโดยใช้กระแสไฟฟ้าแยกน้ำออกเป็นไฮโดรเจนกับออกซิเจนซึ่งเป็นกระบวนการแบบดูดความร้อน (Endothermic process) จำเป็นต้องใช้ความร้อนขณะทำปฏิกิริยา ก๊าซไฮโดรเจนที่ผลิตได้จะถูกเก็บไว้ในถังภายใต้แรงดันสูง เมื่อต้องการไฟฟ้าก๊าซที่ผลิตได้ทั้งสองก็จะถูกส่งไปยังเซลล์เชื้อเพลิงเพื่อทำปฏิกิริยาย้อนกลับได้น้ำ ความร้อน และกระแสไฟฟ้า เป็นผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากการใช้เทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิงซึ่งเหมาะสำหรับระบบที่มีขนาดเล็ก ยังสามารถนำก๊าซไฮโดรเจนไปใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับมอเตอร์ก๊าซ (Gas motors) หรือ กังหันก๊าซ (Gas turbine) ได้เช่นกัน ในระบบที่มีขนาดใหญ่ๆ กระบวนการในการเก็บไฮโดรเจนนับเป็นสิ่งสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยเราสามารถเก็บไว้ในรูปของเหลวได้เช่นกันเพื่อลดขนาดของถังเก็บภายใต้สภาวะแรงดันสูงและอุณหภูมิต่ำ ในวันนี้การวิจัยและพัฒนาในระบบดังกล่าวได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยพบว่าในบางโครงการซึ่งใช้ร่วมกับแหล่งพลังงานหมุนเวียนประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี

5.3.2 ก๊าซธรรมชาติสังเคราะห์ (Synthetic Natural Gas, SNG) มีเทนสังเคราะห์ (Synthetic methane) หรือ ก๊าซธรรมชาติสังเคราะห์ (Synthetic Natural Gas, SNG) เป็นอีกรูปแบบในการสะสมพลังงานในแบบเคมี ซึ่งการสังเคราะห์ SNG เกิดขึ้นจาก 2 ขั้นตอน คือ จากกระบวนการการแยกน้ำในอิเล็กโทรไลเซอร์ (Electrolyzer) ซึ่งจะเกิดไฮโดรเจน (H) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) หลังจากนั้น จะถูกนำไปทำปฏิกิริยากับมีเทน (CH_4) ในเครื่องปฏิกรณ์เมทาเนชัน (Methanation Reactor) โดยแก๊ส SNG ที่ได้สามารถกักเก็บไว้ในถังแรงดันสูงหรือใช้ในการเผาไหม้โดยตรง กระบวนการผลิต คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตต่างๆ สามารถนำมาเข้าสู่กระบวนการเมทาเนชันได้ ดังนั้น กระบวนการดังกล่าว จึงเหมาะสมกับสถานประกอบการที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตและพลังงานไฟฟ้าส่วนเกินในบางช่วงเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ โรงไฟฟ้าชีวมวล หรือโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงฟอสซิลในภาคอุตสาหกรรม

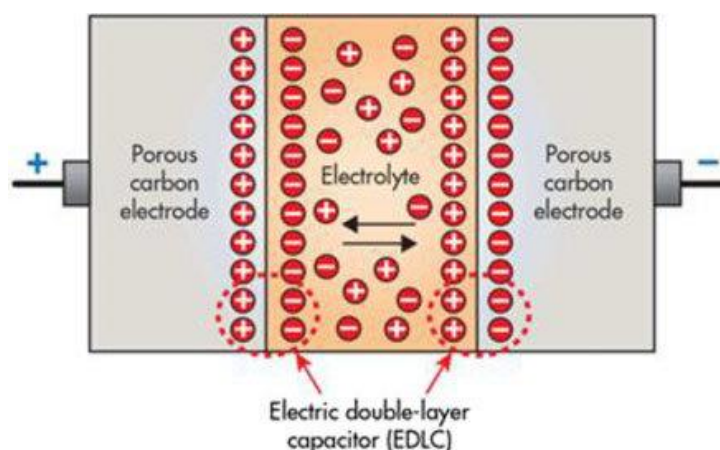
ข้อดีของเทคโนโลยีดังกล่าวก็คือก๊าซเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่ได้มีค่าความร้อนและความหนาแน่นสูง สามารถส่งไปตามโครงข่ายท่อก๊าซที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนข้อเสียก็คือประสิทธิภาพในการผลิต SNG ค่อนข้างต่ำ ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ไปกับกระบวนการผลิต การจัดเก็บ และการขนส่ง ภาพโดยรวมของประสิทธิภาพในกระบวนการแปลงให้เป็นพลังงานเป็นไฟฟ้าน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 7 แสดงรูปแบบการใช้ประโยชน์จากก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซธรรมชาติสังเคราะห์

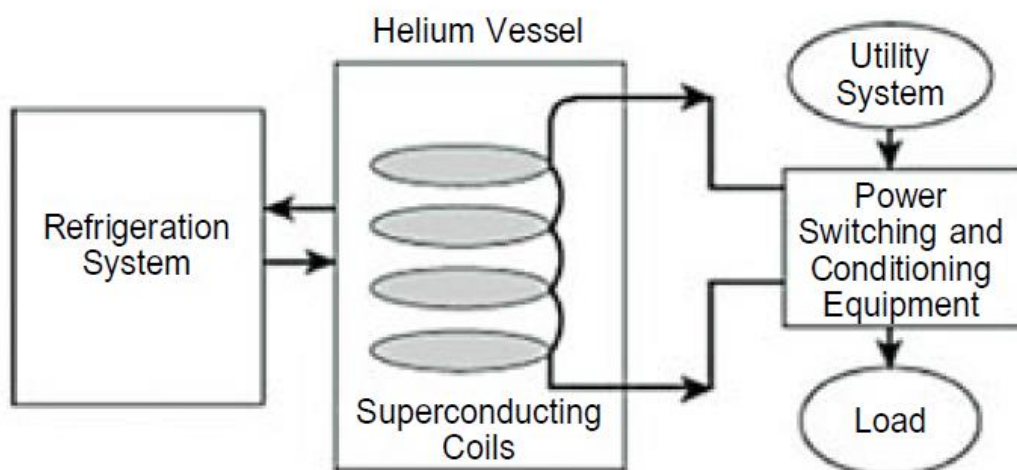
5.4 ระบบสะสมพลังงานแบบไฟฟ้า (Electrical storage systems)

5.4.1 ตัวเก็บประจุไฟฟ้าแบบที่มีการเรียงตัวสองชั้น (Double-layer capacitors, DLC) ตัวเก็บประจุไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ตัวเก็บประจุไฟฟ้าแบบที่มีการเรียงตัวของประจุแบบสองชั้น (electrochemical double-layer capacitors, EDLCs) ประกอบด้วยวัสดุที่มีรูพรุนทำหน้าที่เป็นตัวสะสมกระแสไฟฟ้าและสารอิเล็กโทรไลต์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวนำประจุไฟฟ้าที่จะแทรกผ่านรูพรุนของวัสดุ เมื่อมีการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในตัวเก็บประจุไฟฟ้า แผ่นอิเล็กโทรดที่ต่ออยู่กับขั้วบวกจะดึงอิเล็กตรอนที่เป็นขั้วลบจากสารอิเล็กโทรไลต์ให้มาสะสมอยู่บนพื้นผิว ส่วนแผ่นที่ต่ออยู่กับขั้วลบจะดึงประจุบวกจากอิเล็กโทรไลต์มาที่พื้นผิวของอิเล็กโทรด เพื่อให้ประจุไฟฟ้าที่พื้นผิวของอิเล็กโทรดทั้งสองขั้วสมดุล เมื่อเปรียบเทียบกับแบตเตอรี่ ตัวเก็บประจุไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงจะมีค่าความสามารถในการเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าจำเพาะ (specific stored energy) ที่ต่ำกว่าแบตเตอรี่ คือประมาณ 10 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม เนื่องด้วยข้อจำกัดจากการที่ตัวเก็บประจุไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงไม่ได้เป็นวัสดุที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ภายในตัวเองแต่เป็นเพียงอุปกรณ์เก็บสะสมประจุไฟฟ้า ในขณะที่แบตเตอรี่สามารถเก็บพลังงานไฟฟ้าได้อย่างต่ำประมาณ 35-40 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม แต่ในขณะเดียวกันตัวเก็บประจุไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงจะให้ค่าพลังงานเฉพาะ (specific power) ที่สูงกว่าแบตเตอรี่นอกจากนี้แล้วยังสามารถนำตัวเก็บประจุไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงกลับมาใช้ได้อีกเป็นระยะเวลานานโดยไม่เสื่อมประสิทธิภาพ Chen, H., Cong, T.N., Yang, W., Tan, C., Li, Y. and Ding, Y. (2009) [6]; Gache, G., How capacitors work. (2008) [7]



รูปที่ 8 แสดงการทำงานของตัวเก็บประจุไฟฟ้าแบบที่มีการเรียงตัวสองชั้น

5.4.2 ตัวเก็บประจุไฟฟ้าแบบใช้สนามแม่เหล็กของตัวนำยิ่งยวด (Superconducting magnetic energy storage, SMES) เป็นเทคโนโลยีการเก็บพลังงานในรูปกระแสไฟฟ้าโดยตรงในสนามแม่เหล็ก เมื่อต้องการใช้พลังงานสามารถจ่ายพลังงานออกมาเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง โดยมีหลักการทำงานในการเก็บพลังงานในรูปกระแสไฟฟ้าโดยตรงในสนามแม่เหล็ก โดยผ่านตัวเหนี่ยวนำที่ทำจากวัสดุตัวนำยิ่งยวด (superconductor) และวงแหวน (circular) ทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถหมุนเวียนได้โดยไม่เกิดการสูญเสีย (รูปที่ 9) ในการเก็บตัวเหนี่ยวนำให้อยู่ใส่สถานะการนำยิ่งยวด ทำได้โดยการจุ่มลงไนโปไนอีเลียมเหลวซึ่งอยู่ในฉนวนสุญญากาศอุณหภูมิต่ำที่อุณหภูมิ 1.8-4.2 เคลวิน ตัวเหนี่ยวนำโดยทั่วไปทำจากนีโอเบียม-ไทเทเนียม การเก็บพลังงานจะเก็บในขดลวดของตัวนำยิ่งยวด



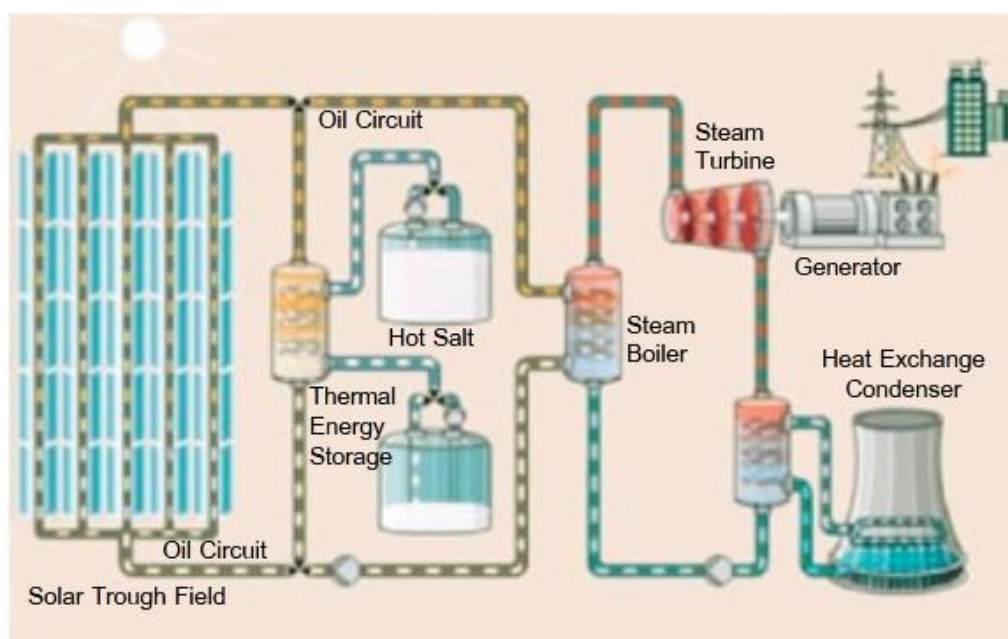
รูปที่ 9 แสดงหลักการทำงานของ การเก็บพลังงานโดยใช้สนามแม่เหล็กของตัวนำยิ่งยวด

ที่มา: Chen, H., Cong, T.N., Yang, W., Tan, C., Li, Y. and Ding, Y. (2009) [8]

ลักษณะเฉพาะของระบบและข้อดี-ข้อเสีย ประสิทธิภาพสูงมาก คือ มากกว่า 97 เปอร์เซ็นต์ ตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว (มิลลิวินาที) จำนวนรอบของการใช้งานสูง แต่มีความเป็นสนิมแม่เหล็กที่แรงและราคาสูงมากเนื่องจากต้องมีการทำให้โลหะอยู่ในอุณหภูมิที่ต่ำ (cryogenics) ซึ่งใช้สำหรับการคงสภาวะการนำไฟฟ้ายิ่งยวด ใช้ได้เฉพาะในช่วงเวลาสั้น ๆ นิยมใช้สำหรับการปรับคุณภาพของกำลังไฟฟ้า Beaudin, M., Zareipour, H., Achellenberg, A. and Rosehart, W. (2010) [9]

5.5 ระบบสะสมพลังงานในรูปความร้อน (Thermal storage systems) เป็นเทคโนโลยีการเก็บพลังงานในรูปของพลังงานความร้อนซึ่งประกอบไปด้วย การเก็บความร้อนในรูปของความร้อนสัมผัส (sensible heat) และการเก็บความร้อนในรูปของความร้อนแฝง (latent heat) โดยมีหลักการทำงาน ดังนี้

5.5.1 การเก็บในรูปความร้อนสัมผัส ความร้อนสัมผัส ปริมาณความร้อนจำนวนหนึ่งที่ทำให้สารชนิดหนึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ โดยไม่มีการเปลี่ยนสถานะ โดยตัวกลางที่นิยมใช้ในการเก็บความร้อน คือ เกลือโซเดียมที่เกิดการหลอมละลาย (sodium molten salt) ในรูปแบบของเหลวภายใต้การรักษาความดัน (pressurized water) เป็นต้น โดยจะเก็บพลังงานในช่วงที่ความต้องการใช้พลังงานต่ำ หรือพลังงานส่วนเกินจากอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดความร้อน (thermal plant) ความร้อนที่ได้มาจะนำไปทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำ เพื่อขับเคลื่อนที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าต่อไป Jossen, A., Garcke, J. and Sauer, D, U. (2004) [10] ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงการทำงานของเทคโนโลยีการเก็บพลังงานความร้อนแบบความร้อนสัมผัส

ที่มา : Sioshansi, R. and Denholm, P. (2011) [11]

5.5.2 การเก็บความร้อนแฝง ความร้อนแฝง ความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนแปลงสถานะโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ การเก็บพลังงานทำได้โดยการผ่านความร้อนเข้าไปในตัวกลางเพื่อทำให้สารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นของเหลว แล้วเปลี่ยนกลับมาเป็นของแข็งอีกครั้งในขั้นตอนการคายพลังงาน การเก็บพลังงานขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ใช้ ซึ่งมีอุณหภูมิของการหลอมละลายที่แตกต่างกัน โดยสารที่ดีที่สุดในการเก็บพลังงานในปัจจุบัน คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เนื่องจากมีอุณหภูมิของการหลอมละลายที่สูง มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal conductivity coefficient) ที่เหมาะสม มีความคงตัวที่อุณหภูมิสูงและความดันไอน้ำต่ำ Dincer, I. (2002) [12] แต่ทั้งนี้ การเลือกใช้สารที่ใช้

ในการเก็บความร้อนจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ต้องการใช้งานเป็นสำคัญ ลักษณะเฉพาะของระบบ ระบบเก็บความร้อนมีประสิทธิภาพ 30-60 เปอร์เซ็นต์ สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบอุณหภูมิสูงและแบบอุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสารที่ใช้ในการเก็บพลังงาน ในทางอุตสาหกรรมสามารถแบ่งชนิดของการเก็บความร้อนเป็น 4 ชนิด Chen, H., Cong, T.N., Yang, W., Tan, C., Li, Y. and Ding, Y. (2009) [8] ดังนี้

- (1) ระบบเก็บความเย็น (ต่ำกว่า -18°C)
- (2) ระบบทำความเย็น ($0-12^{\circ}\text{C}$)
- (3) ระบบสร้างความร้อน ($25-50^{\circ}\text{C}$) และ
- (4) ระบบเก็บความร้อน (สูงกว่า 175°C)

ข้อดี-ข้อเสียข้อดี คือ เป็นระบบที่เก็บพลังงานส่วนเกินมาใช้ประโยชน์ Dincer, I. (2002) [12] ช่วยให้การใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการทางอุตสาหกรรมมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น Ibrahim, H., Ilinca, A. and Perron, J. (2008) [13] ข้อเสีย คือ ประสิทธิภาพของระบบค่อนข้างต่ำ

6. สรุปและข้อเสนอแนะ

ความสำคัญของระบบจัดเก็บพลังงานซึ่งเพิ่มสูงอย่างต่อเนื่องตามลำดับ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของการใช้พลังงานหมุนเวียน ซึ่งในเวลานี้นานาประเทศทั่วโลกหันมาร่วมกันรณรงค์และส่งเสริมให้ภาครัฐ ภาคอุตสาหกรรม รวมถึงภาคประชาชนให้หันมาใช้พลังงานสะอาดที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อเป็นการช่วยลดการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างรุนแรงในปัจจุบัน แม้ว่าการใช้ประโยชน์จากพลังงานหมุนเวียนจะเป็นสิ่งที่ดีเป็นพลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่ในบางประเภท เช่น พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม แต่ก็ยังมีข้อด้อยบางประการคือเสถียรภาพในการผลิตซึ่งไม่คงที่ เนื่องจากเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา หากมีจำนวนมากอาจส่งผลกระทบต่อโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของระบบหลักของประเทศ และที่สำคัญการบริหารจัดการทำได้ยากและประสิทธิภาพต่ำ เพราะความต้องการพลังงานระหว่างผู้ใช้กับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละช่วงเวลาไม่สมดุลกัน เช่น ช่วงเวลาการกินความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงแต่ไม่มีแสงแดด

ระบบจัดเก็บพลังงานจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งเพื่อที่จะใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว เนื่องจากสามารถใช้เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานที่ผลิตได้ในช่วงที่ความต้องการต่ำและส่งออกในช่วงที่มีความต้องการสูง ทำให้สามารถบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถช่วยลดต้นทุนและปัญหาของระบบสายส่งได้ รวมถึงช่วยเพิ่มเสถียรภาพในการใช้พลังงานของประเทศได้เป็นอย่างดี การใช้ประโยชน์ของระบบจัดเก็บพลังงานจะมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น ตามปริมาณในการใช้พลังงานหมุนเวียนในอนาคตที่กำลังเพิ่มมากขึ้นตามแนวนโยบายในการส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์จากพลังงานหมุนเวียนของภาครัฐ และจากร่วมการรณรงค์หลายภาคส่วนทั้งในระดับชาติและนานาชาติ แต่ในทางปฏิบัติก็ยังมีปัญหาและอุปสรรคบางประการในการใช้เทคโนโลยีดังกล่าว อาทิเช่น การลงทุนที่ค่อนข้างสูง บางเทคโนโลยียังอยู่ในช่วงการวิจัยและพัฒนา รวมถึงการยังไม่ได้รับการส่งเสริมจากทางภาครัฐอย่างจริงจัง ในระยะยาวหากภาครัฐมีนโยบายการสนับสนุนเทคโนโลยีดังกล่าวที่ชัดเจน ผ่านกลไกต่างๆ ของทางภาครัฐ ปริมาณการใช้ประโยชน์จากพลังงานหมุนเวียนก็คงเพิ่มมากขึ้น เพราะสามารถบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ส่งผลกระทบต่อระบบผลิตไฟฟ้าหลักของประเทศเพราะสามารถควบคุมการจ่ายพลังงานไฟฟ้าเข้าสู่ระบบได้เป็นอย่างดี ผลที่ตามมาคือ จะเป็นการเพิ่มเสถียรภาพความมั่นคงด้านพลังงานให้กับประเทศโดยการพึ่งพาพลังงานทดแทนที่มีอยู่ ลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ รักษาสิ่งแวดล้อมและลดปัญหาการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก ฯลฯ ซึ่งจะส่งผลต่อประเทศในระยะยาว และจะกลายเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในอนาคต

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Thakrit Panklib et al. Electricity Consumption Forecasting in Thailand, Using Artificial Neural Network and Multiple Linear Regression. *Energy Sources Part B: UK*, Vol.10, No.04, 427-434. (2015).
- [2] T. Fujihara, et al.: Development of pump turbine for seawater pumped-storage power plant, *Hitachi Review* 47 (5), pp. 199-202, (1998).
- [3] N.N.: Bath County Pumped Storage. *Civil Engineering, ASCE*, 55 (7), pp. 55, (1985).
- [4] VDE - ETG Energy Storage Task Force: Energy storage in power supply systems with a high share of renewable energy sources Significance - state of the art - need for action, Report, Dec (2008).
- [5] B. Espinar, D. Mayer: The role of energy storage for mini-grid stabilization, Report, IEA-PVPS T11-0X:2011, (2011).
- [6] Chen, H., Cong, T.N., Yang, W., Tan, C., Li, Y. and Ding, Y. Progress in electrical energy storage system: A critical review. *Progress in Natural Science*, 19: 291–312. (2009).
- [7] Gache, G., How capacitors work [Online]. Available from: <http://news.softpedia.com/newsImage/How-Capacitors-Work-4.jpg/> [2011, October 31]. (2008).
- [8] Chen, H., Cong, T.N., Yang, W., Tan, C., Li, Y. and Ding, Y., Progress in electrical energy storage system: A critical review. *Progress*. (2009).
- [9] Beaudin, M., Zareipour, H., Achellenberglahe, A. and Rosehart, W. Energy storage for mitigating the variability of renewable electricity sources: An updated review. *Energy for Sustainable Development*, 14: 302–314. (2010).
- [10] Jossen, A., Garche, J. and Sauer, D, U. Operation conditions of batteries in PV applications. *Solar Energy*, 76: 759-769. (2004).
- [11] Sioshansi, R. and Denholm, P., The value of concentrating solar power and thermal energy storage [Online]. Available from: <http://newenergynews.blogspot.com/2010/04/economics-of-solar-power-plant-energy.html> [2011, October 31]. (2010).
- [12] Dincer, I., On thermal energy storage systems and applications in. *Energy and building*, 34: 377-388. (2002).
- [13] Ibrahim, H., Ilinca, A. and Perron, J. Energy storage systems-Characteristics and comparisons. *Renewable and sustainable energy reviews*, 12: 1221-1250. (2008).