ความร้อนใต้ดิน แหล่งพลังงานทดแทนในศตวรรษที่ 21 (ตอนที่ 2)

Geothermal Energy Source, Renewable Energy in the 21st Century (Chapter 2)

สบสันต์ อุตกฤษฎ์[1]

ความนำ

ความร้อนใต้ดินซึ่งบางครั้งเรียกว่าความร้อนใต้พิภพเป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติที่ได้รับการกล่าวขานมากขึ้นในระยะนี้ เพราะเป็นแหล่งพลังงานที่ไม่มีวันหมด ไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และไม่มีต้นทุนค่าเชื้อเพลิง บทความตอนที่แล้วได้กล่าวถึงความเป็นมา วิวัฒนาการแหล่งน้ำร้อนใต้ดิน การนำน้ำร้อน-ไอน้ำขึ้นมาใช้ รวมทั้งระบบท่อน้ำร้อน-ไอน้ำ ดังนั้นในตอนนี้จะได้กล่าวถึงเทคโนโลยีรูปแบบต่าง ๆ ที่ใช้ในการเปลี่ยนรูปพลังงานจากพลังงานความร้อนไปเป็นพลังงานไฟฟ้าและเปรียบเทียบให้เห็นข้อดี ข้อเสียพอสังเขป

ระบบ และเทคโนโลยีการเปลี่ยนรูปพลังงาน

การนำน้ำร้อน-ไอน้ำที่ได้จากบ่อไปใช้ขับดันเครื่องกังหันไอน้ำเพื่อหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้วผลิตกระแสไฟฟ้านั้นจะต้องมีการปรับสภาพของน้ำร้อนหรือไอน้ำนั้นก่อน ซึ่งมีวิธีการแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของน้ำร้อน-ไอน้ำนั้น และเทคโนโลยีที่ใช้น้ำร้อน–ไอน้ำแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

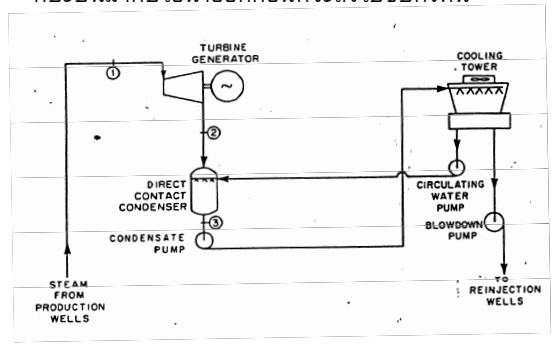
1. ไอน้ำซึ่งมีลักษณะเป็นไออิ่มตัว (saturated vapor)
2. ไอน้ำที่มีส่วนผสมของน้ำร้อนปะปนมาบ้าง แต่มีไอน้ำเป็นส่วนใหญ่ (vapor-dominated)
3. ไอน้ำที่มีส่วนผสมของไอน้ำปะปนมาบ้าง แต่มีน้ำร้อนเป็นส่วนใหญ่ (liquid-dominated)

เทคโนโลยีและวิธีการที่จะเปลี่ยนพลังงานขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำร้อน-ไอน้ำที่ได้จากบ่อโดยตรง โรงต้นกำลังในปัจจุบันสามารถจำแนกตามลักษณะการทำงานได้ดังนี้

ระบบที่ 1 โรงต้นกำลังแบบไอแห้ง (Dry-steam or superheated)

โรงต้นกำลังนี้ใช้ไอแห้งที่ได้จากบ่อเพื่อขับกังหันและหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยตรง ไอแห้งภายหลังจากที่ถ่ายพลังงานให้กับกังหันแล้วจะมีลักษณะเป็นไอเปียก (wet steam) ซึ่งมีส่วนที่เป็นไอน้ำประมาณร้อยละ 90 โดยน้ำหนัก ส่วนที่เหลือเป็นของเหลว ไอน้ำที่ผ่านกังหันมาแล้วนี้โรงต้นกำลังบางแห่งจะนำมาผ่านหอหล่อเย็นตามธรรมชาติแทนการใช้เครื่องควบแน่นแบบสัมผัสโดยตรง โรงต้นกำลังบางแห่งไม่ใช้เครื่องควบแน่น แต่ใช้กังหันแบบปล่อยไอน้ำสู่บรรยากาศ ไอน้ำภายหลังจากที่เปลี่ยนสภาพจากไอเป็นของเหลวแล้วจะถูกปั๊มลงไปยังแหล่งน้ำใต้ดินโดยผ่านบ่อที่ทำหน้าที่รับน้ำกลับสู่ใต้ดิน ทั้งนี้เพื่อทดแทนปริมาณไอน้ำที่ถูกนำขึ้นมาใช้งาน

โรงต้นกำลังที่แหล่ง Geysers ในแคลิฟอร์เนีย แหล่ง Larderllo, Monte Amiata และ Travale ในประเทศอิตาลี และแหล่ง Matsukawa ในประเทศญี่ปุ่นใช้ไอน้ำจากบ่อโดยตรงดังแสดงในรูปที่ 1 แต่ต้องแยกสารมลทินต่าง ๆ ที่ปะปนมากับไอน้ำออกก่อนที่จะส่งไปขับกังหัน



รูปที่ 1 แผนภูมิวงจรโรงไฟฟ้าแบบไอแห้ง (Dry-steam)

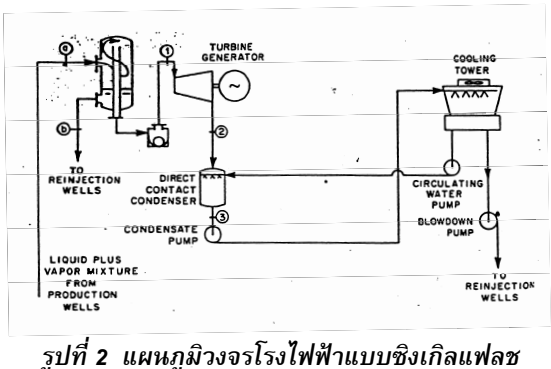
---

[1] รองศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาบริหารเทคนิคศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โทร. 0-2913-2500 ต่อ 3205

ระบบที่ 2 โรงต้นกำลังแบบซิงเกิลแฟลช
(Separated- steam or "single-flash")

ไอน้ำที่ใช้ในโรงต้นกำลังนี้มีลักษณะเป็นของผสมที่มีไอน้ำเป็นหลัก มีละอองไอน้ำปะปนบ้างเล็กน้อย ขั้นแรกต้องนำไอน้ำที่ได้จากบ่อมาผ่านถังแยกละอองไอน้ำ (separator) เพื่อแยกส่วนที่เป็นละอองไอออกก่อน ไอน้ำที่ได้จะไหลผ่านลิ้นกันกลับก่อนที่จะผ่านเข้าไปขับกังหัน คล้ายกับโรงต้นกำลังแบบแรก ในขณะที่ไอน้ำผ่านเข้าไปในถังแยกละอองไอน้ำ ความดันจะลดลง ละอองไอที่ปะปนมากับไอน้ำส่วนหนึ่งจะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอน้ำทำให้มีจำนวนไอน้ำเพิ่มขึ้น ปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่ากระบวนการแฟลช (flashing process) ละอองไอน้ำส่วนที่ยังไม่เปลี่ยนสถานะที่หลงเหลืออยู่ในถังแยกละอองไอน้ำ จะนำไปรวมกับไอน้ำที่ผ่านออกจากกังหันและเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวก่อนที่จะปั๊มลงไปยังแหล่งน้ำใต้ดินต่อไป ดังรูปที่ 2

ประสิทธิภาพของโรงต้นกำลังแบบที่สองนี้จะด้อยกว่าแบบไอแห้ง เพราะไอน้ำส่วนที่เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวในถังแยกละอองไอน้ำไม่ได้ถูกนำมาใช้งานแต่อย่างใด โรงต้นกำลังที่แหล่ง Cerro Prieto ในประเทศเมกซิโก แหล่ง Otake, Onuma, Onikobe และ Kakkonda ในประเทศญี่ปุ่น แหล่ง Ahuachapan ในประเทศเอลซัลวาดอร์ และแหล่ง Pauzhetka ในประเทศรัสเซียได้ใช้ระบบการเปลี่ยนพลังงานลักษณะนี้



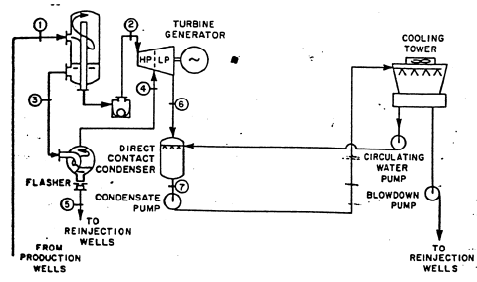
รูปที่ 2 แผนภูมิวงจรโรงไฟฟ้าแบบซิงเกิลแฟลช (Separated-steam หรือ Single-flash)

ระบบที่ 3 โรงต้นกำลังแบบดับเบิลแฟลช (Separated-steam/hot-water-flash or"double-flash")

โรงต้นกำลังนี้คล้ายกับระบบที่ 2 มีอุปกรณ์ที่เพิ่มเติม คือเครื่องแฟลช (flasher) ซึ่งนำละอองไอน้ำจากถังแยกละอองไอน้ำ มาลดแรงดันเพื่อให้เปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำเพิ่มขึ้น ก่อนที่จะส่งไปรวมกับไอน้ำที่ผ่านออกมาจากกังหันแรงดันสูง แล้วส่งไปขับกังหันส่วนที่เป็นแรงดันต่ำอีกครั้งหนึ่ง ของเหลวที่ยังไม่เปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำจากถังแยกละอองไอน้ำจะถูกนำมารวมกับของเหลวจากหอหล่อเย็น (cooling tower) ก่อนที่จะถูกปั๊มลงไปยังแหล่งน้ำร้อนใต้ดินต่อไป ดังรูปที่ 3 ตัวอย่างโรงต้นกำลังที่ใช้ระบบนี้ได้แก่ แหล่ง Hatchobary ในประเทศญี่ปุ่น และแหล่ง Krafla ในเกาะไอซแลนด์ รวมทั้งแหล่ง Makiling Banahaw ในประเทศฟิลิปปินส์ [2]

ระบบที่ 4 โรงต้นกำลังแบบมัลติเปิลแฟลช
(Separated-steam/multiple-flash or multiflash)

ระบบนี้คล้ายกับระบบที่ 3 แต่มีเครื่องแฟลชเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ได้ไอน้ำที่มีแรงดันแตกต่างกันถึง 3 ระดับหรือมากกว่า ระบบนี้มีใช้ที่แหล่ง Wairakei ในประเทศนิวซีแลนด์ แต่ยังไม่เป็นที่นิยมเพราะ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง



รูปที่ 3 แผนภูมิวงจรโรงไฟฟ้าแบบดับเบิลแฟลช (Separated-steam /hot-water-flash or "double-flash")

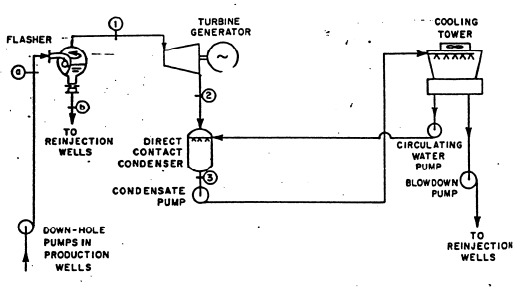
[2] แหล่ง Makiling Banahaw ในประเทศฟิลิปปินส์ เป็นแหล่งที่มีการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าในปี 1979-2003 รวม 51,454 กิกะวัตต์-ชั่วโมง (Total Electricity Gross Generation) ซึ่งผู้เขียนได้มีโอกาสไปเยี่ยมชมกิจการ

ระบบที่ 5 โรงต้นกำลังแบบซิงเกิลแฟลช (Single-flash) โดยติดตั้งปั๊มภายในบ่อ

เพื่อเป็นการเพิ่มอัตราไหลและแรงดันของไอน้ำ-น้ำร้อนจากบ่อ รวมทั้งป้องกันไม่ให้เกิดการแฟลชซึ่งจะทำให้ไอน้ำ-น้ำร้อนไหลขึ้นมาจากบ่อไม่สะดวก ระบบนี้ใช้ปั๊มติดตั้งภายในบ่อโดยตรง การแฟลชเกิดขึ้นเฉพาะในเครื่องแฟลชที่ติดตั้งไว้บนพื้นดินเท่านั้น ก่อนที่จะส่งไอน้ำไปขับกังหันเช่นเดียวกับระบบอื่น ๆ ดังรูปที่ 4 แหล่ง East Mesa ที่ Imperial Valley ในรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งดำเนินงานโดยบริษัท Republic Geothermal, Inc. ได้ใช้ระบบนี้

ระบบที่ 6 โรงต้นกำลังแบบดับเบิลแฟลช (Double-flash) โดยปั๊มไอน้ำ-น้ำร้อนขึ้นมาจากบ่อ

โรงต้นกำลังลักษณะนี้คล้ายกับระบบที่ 5 แต่ใช้เครื่องแฟลชมากกว่า 1 ตัว ทำให้ได้จำนวนไอน้ำมากขึ้นที่แรงดันต่าง ๆ กัน ซึ่งช่วยให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น กังหันที่ใช้อาจเป็นแบบแรงดันสูงและแรงดันต่ำรวมอยู่ในตัวเดียวกัน แต่แยกเป็น 2 แบบ ที่เรียกว่ากังหันคู่ เช่นเดียวกับกังหันที่ใช้ในระบบที่ 3 ดังรูปที่ 3 หรือเป็นกังหัน 2 ตัวเรียงต่อกันโดยขับบนเพลาเดียวกัน เช่นเดียวกับกังหันที่ใช้ในโรงต้นกำลังขั้นที่ 2 ของแหล่ง East Mesa โดยบริษัท Republic Geothermal, Inc.



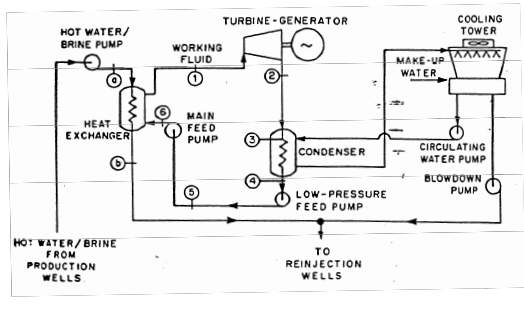
รูปที่ 4 แผนภูมิวงจรโรงไฟฟ้าแบบซิงเกิลแฟลช (Single-flash) ที่มีการปั๊มน้ำกลับสู่ใต้ดิน

ระบบที่ 7 โรงต้นกำลังแบบสองวงจร (Binary cycle)

ที่เรียกโรงต้นกำลังระบบนี้ว่าสองวงจรเพราะใช้น้ำร้อนจากบ่อถ่ายพลังความร้อนให้กับของเหลวที่ทำงานชนิดทุติยภูมิ (มีจุดเดือดต่ำ) จนกลายเป็นไอในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchanger) ต่อจากนั้นจึงใช้ไอดังกล่าวนี้ไปใช้ขับกังหันอีกครั้งหนึ่ง รูปที่ 5 แสดงการทำงานของระบบสองวงจร โดยใช้ Iso-butane เป็นของเหลวที่ทำงานชนิดทุติยภูมิ ซึ่งมีวงจรการทำงานจากหมายเลข 1-6 ตาม ปกติของเหลวที่ใช้ในระบบนี้จะเป็นสารประเภทฟลูโอคาร์บอน หรือไฮโดรคาร์บอน เช่น Iso-pentane

ข้อดีของแบบสองวงจรเมื่อเปรียบเทียบกับแบบแฟลช มีดังนี้

- เหมาะที่จะใช้กับแหล่งพลังงานที่มีอุณหภูมิต่ำโดยเฉพาะน้ำร้อน
- กังหันที่ใช้มีขนาดเล็กกว่า
- กังหันมีราคาถูกกว่า
- ระบบการทำงานของของเหลวที่ทำงานชนิดทุติยภูมิมีแรงดันสูง ทำให้ไม่เกิดปัญหาเรื่องการเกิดสุญญากาศ
- ไม่มีปัญหาเรื่องอากาศรั่วไหลเข้าไปในระบบ
- ของเหลวที่ทำงานชนิดทุติยภูมิเป็นสารที่ไม่กัดกร่อน
- ประสิทธิภาพของกังหันสูงกว่า



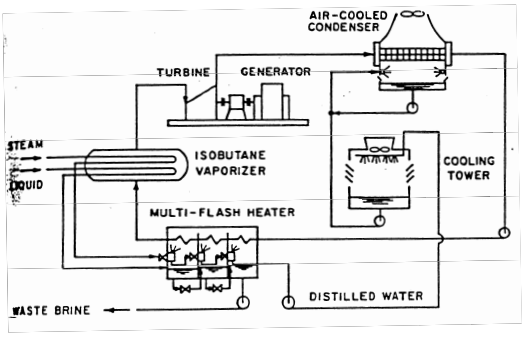
รูปที่ 5 แผนภูมิวงจรโรงไฟฟ้าแบบสองวงจร (Binary)

ข้อเสียของแบบสองวงจร

- ของเหลวที่ทำงานชนิดทุติยภูมิมีราคาแพง
- จะต้องไม่มีการรั่วในระบบ
- เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งเป็นอุปกรณ์หลักมีราคาแพง
- ต้องใช้ปริมาณน้ำร้อน-ไอน้ำจำนวนมาก
- ต้องมีระบบป้องกันอัคคีภัยที่ดี เพราะของเหลวที่ทำงานชนิดทุติยภูมิ ที่เป็นสารพวกไฮโดรคาร์บอนมีคุณสมบัติติดไฟ

โรงต้นกำลังแบบสองระบบ เช่น แหล่ง Paratunka ซึ่งอยู่ที่ Kamchatka Peninsula ในประเทศรัสเซียจะใช้สารฟรีออน-12 (Freon Refrigerant-12) เป็นของเหลวที่ทำงานชนิดทุติยภูมิ รวมทั้งโรงต้นกำลัง 2 แห่งในประเทศญี่ปุ่นคือที่ Otake ดังรูปที่ 6 และที่ Mori และโรงต้นกำลังแหล่ง East Mesa ใน Imperial Valley รัฐแคลิฟอร์เนีย

โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พื้นดินฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นโครงการสาธิต ซึ่งการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้ร่วมกับคณะทำงานประกอบด้วย กรมทรัพยากรธรณี และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ดำเนินการสำรวจและพัฒนาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 และได้รับความร่วมมือจากองค์การเพื่อการจัดการด้านพลังงานประเทศฝรั่งเศส ให้ความช่วยเหลือด้านวิชาการและผู้เชี่ยวชาญ ในการพัฒนาติดตั้งเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าระบบ 2 วงจรแห่งแรกในประเทศไทย และเป็นแห่งแรกในเอเชียอาคเนย์ด้วยสามารถผลิตกระแสไฟฟ้า 300 กิโลวัตต์ เป็นโรงไฟฟ้าสองวงจรใช้แหล่งพลังงานความร้อนที่มีอุณหภูมิต่ำ ใช้น้ำร้อนจากหลุมเจาะตื้นที่มีอุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ผลิตได้ประมาณปีละ 1.2 เมกะวัตต์-ชั่วโมง เป็นแบบที่ใช้ Iso-pentane เป็นของเหลวที่ทำงานชนิดทุติยภูมิ เริ่มก่อสร้างมาตั้งแต่เดือนมกราคม 2532 โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย สามารถเดินเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าได้ในเดือนพฤศจิกายน 2532 น้ำร้อนที่ผ่านการใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าแล้ว ได้นำไปใช้ให้ความร้อนในการอบแห้ง ห้องเย็น กิจการเพื่อกายภาพบำบัด และเป็นสถานที่ท่องเที่ยว ส่วนพลังงานความร้อนใต้พื้นดินในแหล่งอื่น ๆ ซึ่งมีอยู่ประมาณ 65 แห่งในประเทศไทย ยังไม่ได้มีการพัฒนาอย่างจริงจัง



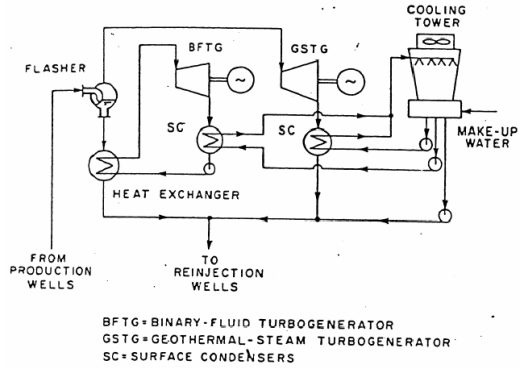
รูปที่ 6 แผนภูมิวงจรโรงไฟฟ้าแบบสองวงจร ที่แหล่ง Otake

ระบบที่ 8 โรงต้นกำลังแบบผสมระหว่างแฟลชและแบบสองวงจร

โรงต้นกำลังลักษณะนี้มีหลักการทำงานของ 2 วงจรรวมกันคือ การแฟลชเพื่อใช้ไอน้ำไปขับกังหัน ขณะเดียวกันน้ำร้อนจากเครื่องแฟลช จะถูกนำไปถ่ายพลังความร้อนให้กับของเหลวที่ทำงานชนิดทุติยภูมิแบบสองวงจรในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ก่อนที่จะส่งเข้าไปขับกังหันตัวที่ 2 ซึ่งเป็นแบบสองวงจรต่อไป ดังรูปที่ 7 โรงต้นกำลังที่ใช้ระบบนี้เช่นที่แหล่ง Salton Sea Westmorland ประเทศสหรัฐอเมริกา แต่ยังไม่มีการสร้างโรงต้นกำลังแบบผสมนี้ในทางธุรกิจ

ค่าใช้จ่าย

โดยทั่วไปแล้วโรงต้นกำลังที่ใช้พลังความร้อนใต้ดินเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้านั้นจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายใกล้เคียงกับโรงต้นกำลังอื่น ๆ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนแบบคงที่ของโรงต้นกำลังที่ใช้พลังความร้อนใต้ดิน จะใกล้เคียงกับโรงต้นกำลังที่ใช้น้ำมันหรือแก๊สธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง แต่ต่ำกว่าโรงต้นกำลังที่ใช้พลังน้ำ หรือพลังนิวเคลียร์ ส่วนค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษานั้นจะใกล้เคียงกันทั้งหมด การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่แท้จริงของโรงต้นกำลังแต่ละประเภทนั้นกระทำได้ยาก เพราะมีปัจจัยที่ต้องนำมาพิจารณาอีกมาก อย่างไรก็ตามถ้าเปรียบเทียบในด้านราคาของเชื้อเพลิงที่ใช้นั้น โรงต้นกำลังที่ใช้พลังความร้อนใต้ดินจะไม่มีปัญหาในเรื่องนี้ ซึ่งตรงข้ามกับโรงต้นกำลังที่ใช้แก๊สน้ำมัน หรือถ่านหิน เพราะราคาแก๊ส น้ำมัน และถ่านหินในตลาดโลกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ



รูปที่ 7 แผนภูมิวงจรโรงไฟฟ้าแบบรวมแฟลชและแบบสองวงจร

มลภาวะ

เมื่อเปรียบเทียบกับโรงต้นกำลังทุกประเภทโรงต้นกำลังที่ใช้พลังความร้อนใต้ดินจะทำให้เกิดปัญหา เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด มลภาวะที่มีอยู่บ้างนั้นเกิดจากการเจาะบ่อเพื่อนำน้ำร้อน-ไอน้ำขึ้นมาใช้ ซึ่งต้องมีการสร้างถนนไปยังแหล่งดังกล่าว มลภาวะที่เกิดจากโรงต้นกำลังโดยตรงได้แก่ ไอน้ำและแก๊สต่าง ๆ ที่ปะปนอยู่กับน้ำร้อน-ไอน้ำ ซึ่งถูกแยกตัวออกมาและปล่อยสู่บรรยากาศ เช่น แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งเป็นสาเหตุส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน รวมทั้งเสียงที่เกิดขึ้นจากการปล่อยไอน้ำเป็นครั้งคราว ปัญหาที่เกิดขึ้นสำหรับแหล่งไอน้ำ-น้ำร้อนบางแห่ง ได้แก่ การทรุดตัวของพื้นดินเนื่องจากการนำน้ำร้อน-ไอน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้จำนวนมาก เช่น แหล่ง Wairakai ในประเทศนิวซีแลนด์

สรุป

แม้ว่าการนำพลังความร้อนใต้ดินในรูปของน้ำร้อน ไอน้ำ มาใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ดังที่ได้อธิบายมาแล้วนั้น ได้เริ่มมีขึ้นตั้งแต่ช่วงแรกของศตวรรษที่ 20 เป็นต้นมา แต่เฉพาะในช่วงกว่า 40 ปีที่ผ่านมานี้เทคโนโลยีทางด้านพลังความร้อนใต้พื้นดินได้พัฒนารุดหน้าไปอย่างรวดเร็ว ทั้งในด้านการสำรวจ การขุดเจาะ การเปลี่ยนพลังงาน รวมทั้งเทคโนโลยีในการออกแบบและสร้างกังหันตลอดจนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เหมาะสมกับที่จะนำมาใช้ร่วมกับพลังความร้อนใต้ดิน ในปัจจุบันกว่า 65 ประเทศทั่วโลกที่ได้กลับมาพัฒนา และนำพลังความร้อนใต้ดินมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ในจำนวนนี้รวมทั้งประเทศในแถบเอเชีย ได้แก่ จีน อินเดีย ธิเบต มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ไต้หวัน และญี่ปุ่น นอกจากนี้ข้อมูลที่ผู้เขียนอ่านพบจากวารสาร Deutschland ฉบับเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2550 พบว่าในประเทศเคนยา มีแหล่งพลังงานความร้อนใต้พื้นดิน ณ Rift Valley ซึ่งอยู่ไม่ไกลจากกรุงไนโรบี มีการสร้างโรงไฟฟ้าที่ได้รับการสนับสนุนทางการเงินบางส่วนจากรัฐบาลเยอรมนี นับเป็นโรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พื้นดินที่ใหญ่ที่สุดในอัฟริกา ซึ่งปัจจุบันกระแสไฟฟ้าประมาณร้อยละ 10 ที่ผลิตได้ในเคนยา มาจากโรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้ดิน นับเป็นโรงไฟฟ้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมที่กำลังได้รับการกล่าวถึงอย่างมาก นอกจากนี้ข้อมูลอีกส่วนหนึ่งของ Japan's Corporate News (JCN Network) ก็คือบริษัท Mitsubishi Heavy Industrie, Ltd. (MHI)ได้รับการว่าจ้างในลักษณะของเทร์นคีย์จากบริษัทผลิตกระแส ไฟฟ้าของเคนยา (KenGen) เพื่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พื้นดิน ขนาด 35 เมกะวัตต์เป็นยูนิตที่ 3 ของบริษัท การก่อสร้างที่ริเริ่มครั้งนี้คาดว่าจะเป็นโครงการที่เป็นกลไกใช้พัฒนาในด้านความสะอาดได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะเริ่มงานได้ในอนาคตอันใกล้ ผู้เขียนหวังว่าการใช้ประโยชน์จากพลังทดแทนโดยเฉพาะพลังความร้อนใต้ดินในรูปของน้ำร้อน-ไอน้ำเพื่อนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้านอกเหนือ จากการใช้พลังน้ำ พลังความร้อนที่ใช้น้ำมัน แก๊สและถ่านหินซึ่งมีราคาสูงขึ้นมากอย่างต่อเนื่องทุกวัน จะเป็นพลังไฟฟ้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น และเมื่อถึงเวลานั้นความรู้จากนวัตกรรม และเทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและการใช้ประโยชน์จากน้ำร้อน-ไอน้ำจากแหล่งพลังความร้อนใต้ดิน จะเป็นที่เผยแพร่มากยิ่งขึ้นในหมู่วิศวกร นักเทคโนโลยี ตลอดจนผู้สนใจทั่วไป

ก่อนจบบทความนี้ผู้เขียนใคร่ขออนุญาตหยิบยกข้อความบางส่วนที่ อินทรวิเชียร์ฉันท์ ได้โพสประกอบแอนนิเมชันไว้ใน "**ใช้ความร้อน . . .ลดโลกร้อน ด้วยพลังงานความร้อนใต้พิภพ**" ซึ่งชี้ให้เห็นข้อดีข้อเสียของ "พลังงานความร้อนใต้พิภพ และโรงไฟฟ้าพลังงานใต้พิภพ" ได้เป็นอย่างดี สืบค้นจาก http://www.oknation.net/blog/scientificthailand/2009/05/11/entry-1

ข้อดีของพลังงานความร้อนใต้พิภพ คือ

1. เป็นพลังงานสะอาด ไม่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ
2. เป็นพลังงานหมุนเวียนสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้
3. เป็นแหล่งพลังงานจากธรรมชาติที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยเสียต้นทุนน้อยกว่าในการผลิตพลังงาน

ข้อเสียของพลังงานความร้อนใต้พิภพ คือ

1. แหล่งพลังงานบางแหล่งอยู่ลึกเกินกว่าที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้

2. แหล่งพลังงานบางแหล่งมีขนาดเล็กเกินกว่าที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้

3. พลังงานความร้อนใต้พิภพจะมีเฉพาะบางพื้นที่เท่านั้น

ข้อดีของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพ คือ

1. เป็นเทคโนโลยีที่ปลอดภัย เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2. เป็นเทคโนโลยีที่ท้องถิ่น ชุมชน สามารถมีส่วนร่วมในการดูแลและพัฒนาได้ เพราะเป็นระบบที่มีความซับซ้อนค่อนข้างน้อย

3. เป็นเทคโนโลยีที่ท้องถิ่น ชุมชน สามารถใช้ประโยชน์เชิงคู่ขนาน ทั้งในการผลิตพลังงานและการพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่สวยงาม ทำให้เกิดรายได้ในชุมชน เป็นการพึ่งพาตนเองเพื่อนำไปสู่ความสุขที่สมดุลอย่างยั่งยืน

4. ใช้เนื้อที่ในการสร้างโรงไฟฟ้าน้อยกว่าโรงไฟฟ้าประเภทอื่น

ข้อเสียของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพ คือ

อาจต้องมีการพึ่งพาวัตถุดิบบางประเภทจากต่างประเทศเพื่อใช้ในการสร้างโรงไฟฟ้า แต่ถึงแม้จะมีการพึ่งพาต่างประเทศ ก็เป็นการพึ่งพาในระดับต่ำ เนื่องจากวัตถุดิบส่วนใหญ่สามารถผลิตได้เองภายในประเทศและโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพนี้ก็พึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศน้อยกว่า โรงไฟฟ้าประเภทอื่นๆ

บรรณานุกรม

[1] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. **โรงไฟฟ้าสาธิตพลังงานความร้อนใต้พิภพฝาง.** เอกสารแผ่นพับ เรียบเรียงโดย ฝ่ายวิศวกรรมพลังความร้อน. (มปป.)

[2] **พลังงานความร้อนใต้พิภพ.** http://sci.uru.ac.th/pro_doc/doc/14.doc

[3] **โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพฝาง (ออน-ไลน์)** http://teenet.chiangmai.ac.th/sci/survey03.php

[4] วารุณี เตีย และคณะ. **สถานภาพและแนวทางการวิจัยพลังงานหมุนเวียนในประเทศไทย.** คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, เอกสารการประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 1, 11-13 พฤษภาคม 2548 ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ซิตี้ จอมเทียน จังหวัดชลบุรี. http://e-nett.sut.ac.th/download/IVP/IVP03.pdf

[5] อินทรวิเชียร์ฉันท์. **ใช้ความร้อน . . . ลดโลกร้อนด้วยพลังงานความร้อนใต้พิภพ.** http://www.oknation.net/blog/scientificthailand/2009/05/12entry-1

[6] Bloomster,C.H. and others. **The Ahuachapan Geothermal Project : A Technical and Economic Assessment.** April 1979. http://www.osti.gov/bridge/servlets/purl/6070338-LaVmYX/6070338.PDF

[7] Bowen, Robert. **Geothermal Resources**. Halsted Press, New York, 1979.

[8] Davenport,C. and others. **Cerro Prieto Geothermal Field, CFE's Geophysical Studies**. http://www.terraplus.ca/case-histories/recon/daves.htm

[9] DiPippo, Ronald. **Geothermal Energy as a Source of Electricity**. U.S. Department of Energy, Washington, D.C., 1980.

[10] **Energy Partnership**. Deutschland Magazine, E4 No.3/2007 June/July, pp.28-30. www.magazine-deutschland.de

[11] **Geothermal energy focus, Tapping the earth's natural heat**. http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B73D8-4MJJDG7-…

[12] **Geothermal Energy Systems** http://wwwphys.murdoch.edu.au/rise/reslab/resfiles/geo/text.html

[13] **Geothermal power in Iceland** http://en.wiripedia.org/wiki/Geothermal_power in_Iceland

[14] **How the plant works.** http://www.energy. rochester.edu/is/reyk/ works.htm

[15] JCNNEWSWIRE, Tokyo,Japan, Aug 28,2007- (JCN Newswire) http://japancorp.net/Article.Asp?Art_ ID=15196

[16] Manalac, V. Eduardo. **The Philippine Geothermal Industry : From the world's No.2 to No.1**. http://www.bgr.de/veransta/ renewables_2004/presentations_DGP/Block4Movingforward_pdf/2_ Manalac.pdf

[17] National Research Council (NRC). **Geothermal Resources and Technology in the United States**. National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1979.

[18] New Zealand Geothermal Association (Inc.). **History of the Wairakei Borefield.** http://www.nzgeothermal.org.nz/geothermal energy/education/history.asp

[19] Union Oil Company of California. **Geothermal Energy**. Union Oil Company of California (n.d.) http://en.wikipedia.org/wiki/Geothermal_power http://geothermal.marin.org/pwrheat.html#Q10 http://members.fortunecity.com/rdopc/geo.html http://members.fortunecity.com/rdopc/geo.html #conclude http://teenet.chiangmai.ac.th/fang_th.php http://www1.eere.energy.gov/geothermal/ powerplants.html http://www.energy.tips4uonline.com/documents/geothermal_energy.html http://www.geothermal.marin.org/geomap_1.html http://www.Geothermalpowerplants.com/ http://www.geothermal-resources.com.au/ geothermal.html http://www.ucsusa.org/clean_energy/renewable_energ_basic/offmen-how-geothermal-energy-works.html