

บทที่ 4

ถ่านหิน

ถ่านหินนับว่าเป็นแหล่งพลังงานจากซากดึกดำบรรพ์ที่มีปริมาณมากที่สุดในโลก มนุษย์มีการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในการปรุงอาหารและให้ความร้อนเป็นเวลานานนับพันปีมาแล้ว ซึ่งการใช้พลังงานจากถ่านหินในสมัยก่อนนั้นยังมีไม่มากนัก เพราะมนุษย์ยังมีการใช้เชื้อเพลิงจากฟืนซึ่งหาได้ง่าย และต่อมามีการใช้เชื้อเพลิงจากน้ำมันเตาควบคู่กันไปเพราะมีราคาถูก แต่ตั้งแต่เกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรมในประเทศอังกฤษและมีการขยายตัวไปทั่วยุโรปและอเมริกา ถ่านหินกลับเป็นแหล่งเชื้อเพลิงที่นิยมใช้กันมากขึ้น ประกอบกับเมื่อเกิดมีวิกฤตการณ์พลังงานครั้งใหญ่ในปี พ.ศ. 2516 และ พ.ศ. 2522 ซึ่งราคาน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มสูงขึ้นมาก ทั่วโลกจึงหันมาหาแหล่งเชื้อเพลิงอื่นๆ ที่มีราคาต่ำกว่าทดแทน ซึ่งในที่สุดก็มีการใช้ถ่านหินเป็นแหล่งพลังงานดังกล่าว อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าถ่านหินยังคงเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีประโยชน์และยังมีเหลือพอให้มนุษย์ใช้ได้อีกนับร้อยปี แต่การใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของโลกด้วย

4.1 ธรรมชาติของถ่านหิน

ถ่านหิน (coal) คือหินตะกอนชนิดหนึ่งซึ่งสามารถติดไฟได้ มีส่วนประกอบที่สำคัญคือสารประกอบของคาร์บอน ซึ่งจะมีอยู่ประมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 โดยน้ำหนักหรือร้อยละ 70 โดยปริมาตร ถ่านหินมีกำเนิดมาจากการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติของพืชพันธุ์ไม้ต่างๆ ที่สลายตัวและสะสมอยู่ในลุ่มน้ำหรือแอ่งน้ำต่างๆ นับเป็นเวลาหลายร้อยล้านปี เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของผิวโลกเช่น เกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด หรือมีการทับถมของตะกอนมากขึ้น ทำให้แหล่งสะสมตัวนั้นได้รับความกดดันและความร้อนที่มีอยู่ภายในโลกเพิ่มขึ้น ซากพืชเหล่านั้นก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงกลายเป็นถ่านหินชนิดต่างๆ

4.1.1 รูปแบบการกำเนิดถ่านหิน

ถ่านหินเกิดจากผลของการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติของโลก ที่กระทำต่อซากพืชที่ตายลงและสะสมอยู่ในลุ่มน้ำหรือแอ่งน้ำต่างๆ หรืออาจเกิดจากการที่ซากพืชเหล่านี้ถูก

กระแสน้ำพัดพามาแล้วสะสมตัวอยู่ในบริเวณนั้น เมื่อเวลาผ่านไปซากพืชเหล่านี้จะถูกปิดทับโดยตะกอนต่างๆ เป็นจำนวนมากขึ้นตามลำดับทำให้เกิดแรงบีบอัดโดยน้ำหนักของตะกอน ประกอบกับได้รับอิทธิพลของความร้อนภายในโลก ทำให้ซากพืชต่างๆ เหล่านี้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีจนกลายเป็นถ่านหินในที่สุด ซึ่งสามารถสรุปได้ว่ารูปแบบในการสะสมซากพืชแล้วทำให้เกิดเป็นถ่านหินนั้น มีด้วยกัน 2 รูปแบบคือ

4.1.1.1 เป็นการสะสมตัวของซากพืชที่เคยเจริญเติบโตอยู่ในบริเวณนั้น อาจจะเป็นตามลุ่มน้ำหรือแอ่งน้ำตื้นๆ เมื่อมีการร่วงโรยตายลงก็จะสะสมตัวกันอยู่ในแอ่งน้ำแห่งนั้น กลายเป็นชั้นถ่านหินที่เรียกว่าแหล่งการสะสมตัวอยู่กับที่ (autochthonous coal deposit) ถ่านหินที่เกิดขึ้นจากการสะสมตัวแบบนี้ มักพบว่าชั้นดินเหนียววางตัวอยู่ใต้ชั้นถ่านหิน โดยจะมีชั้นถ่านหินสม่ำเสมอเป็นบริเวณกว้างแม้ว่าจะมีชั้นหินดินดานแทรกสลับอยู่บ้างก็ตาม และไม่ค่อยมีสารอินทรีย์ปะปนในชั้นถ่านหิน เนื้อถ่านหินจะคงรูปซากพืชไว้อย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะในถ่านหินคุณภาพต่ำ (low rank coal) และคุณภาพของเนื้อถ่านหินมักไม่คงที่ตลอด ชั้นถ่านหินส่วนที่อยู่ข้างใต้จะมีลักษณะอ่อนหรือยุ่ย ส่วนกลางๆ จะเป็นถ่านหินที่มีคุณภาพดีมีลักษณะเป็นมันวาว แต่ส่วนตอนบนจะมีคุณภาพของ ถ่านหินต่ำลงอีก โดยทั่วไปชั้นถ่านหินที่เกิดอยู่กับที่แบบนี้จะมีชั้นหินดินดานปิดอยู่ข้างบน แหล่งถ่านหินแบบนี้สามารถพบได้โดยทั่วไป โดยเฉพาะแหล่งขนาดใหญ่และสำคัญของโลก ที่อยู่ก่อนไปทางขั้วโลกเหนือเป็นแหล่งที่มีการกำเนิดแบบนี้ทั้งสิ้น

4.1.1.2 เป็นการสะสมตัวของซากพืชที่เคยเจริญเติบโตในที่อื่น เมื่อมีการร่วงโรยตายลงถูกน้ำพัดพาไปพร้อมกับตะกอนอื่นๆ และเมื่อถูกพัดพามาอยู่ในบริเวณที่เหมาะสมก็จะตกตะกอนสะสมทับถมกันเป็นชั้นถ่านหินที่ห่างไกลจากแหล่งกำเนิดเดิม เรียกว่าแหล่งการสะสมตัวจากพืชที่เกิดที่อื่น (allochthonous coal deposit) แหล่งถ่านหินแบบนี้ไม่ค่อยมีอยู่ทั่วไป แต่จะมีอยู่ในบางประเทศโดยเฉพาะในบริเวณขั้วโลกด้านใต้ แหล่งถ่านหินแบบนี้มีอาณาบริเวณไม่กว้างขวางและความหนาของชั้นถ่านหินไม่แน่นอน เนื่องจากมาจากบางส่วนของซากพืชที่ถูกน้ำพัดพาไปจากแหล่งเดิม ชั้นถ่านหินจะมี สารอื่นๆ ปะปนอยู่มาก โดยเฉพาะสารที่เกิดจากพวกโคลนตมซึ่งทำให้มีปริมาณขี้เถ้า (ash content) มากกว่าแบบแรก ส่วนชั้นหินที่วางอยู่บนชั้นของถ่านหินขึ้นอยู่กับชั้นหินต้นกำเนิดที่ถูกทำลายให้ผุกร่อนและพัดพาไปตามสายน้ำ โดยทั่วไปแล้วมักจะเกิดเป็นชั้นหินทรายและหินดินดาน ในกรณีที่เกิดได้ชั้นหินทรายจะทำให้ถ่านหินที่ได้ไม่มีคุณสมบัติในการอบไล่ก๊าซหรือทำให้เป็นถ่านโค้กได้ เพราะก๊าซที่เกิดขึ้นในกระบวนการจะมีการไล่ตลอดผ่านทางช่องว่างของหินทรายได้ ส่วนในกรณีของชั้นถ่านหินที่มีหินดินดานปิดทับอยู่ข้างบนนั้น ก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการสลายตัวของซากพืชจะไม่สามารถผ่านออกไปได้ ถ่านหินที่ได้จึงสามารถทำเป็นถ่านหินชนิดที่อบไล่ก๊าซและทำถ่านโค้กได้

4.1.2 องค์ประกอบในการกำเนิดถ่านหิน

ในการกำเนิดถ่านหิน ไม่ว่าจะมียุทธศาสตร์การกำเนิดแบบใดหรือมีขนาดแตกต่างกันแค่ไหน ในแต่ละพื้นที่จะมีองค์ประกอบหรือปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดการสะสมตัวคล้ายๆ กันคือ

4.1.2.1 ด้านสภาพอากาศ ต้องมีสภาพอากาศที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชและพันธุ์ไม้ต่างๆ ซึ่งมีทั้งพืชใบเลี้ยงคู่ เช่น พืชในตระกูลเฟิร์น และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เป็นต้น

4.1.2.2 พื้นที่ที่มีการทับถมกันนั้น ต้องเป็นบริเวณที่ไม่มีน้ำไหลเข้าออก หรือต้องเป็นบริเวณน้ำนิ่ง และเป็นบริเวณที่มีก๊าซออกซิเจนจำกัด เพื่อไม่ให้เกิดการเน่าสลายของซากพืชก่อนที่จะกลายเป็นถ่านหิน โดยทั่วไปพบว่าบริเวณที่เหมาะสมในการเกิดถ่านหินมี 6 บริเวณ (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2547ก. ออนไลน์) คือ

- (1) บริเวณที่ลุ่มชายฝั่ง (coastal marsh)
- (2) บริเวณดินดอนสามเหลี่ยม (delta)
- (3) บริเวณทะเลสาบและปากอ่าว (lagoon and bay)
- (4) บริเวณที่ราบเชิงเขา (piedmont plain)
- (5) บริเวณที่ราบตะกอนน้ำพา (alluvial plain)
- (6) บริเวณแอ่งในหุบเขา (intramontane basin)

4.1.2.3 ระดับความลึกของซากพืชที่สะสมอยู่ในแอ่ง ซึ่งถ้าอยู่ในระดับลึกมากๆ จะทำให้จุลินทรีย์มาทำการย่อยสลายน้อยลง เพราะจุลินทรีย์ไม่สามารถทนต่อความร้อนที่เพิ่มขึ้นตามระดับความลึกภายในโลกได้ หรือถ้าอยู่ในระดับตื้นเกินไปหรือไหลขึ้นมาออกซิเจนอาจทำให้ซากพืชเน่าเปื่อยได้

4.1.2.4 การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เหมาะสมและมีความต่อเนื่อง

4.1.2.5 การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดความกดดันและความร้อนที่เหมาะสมอันจะทำให้ซากพืชแปรสภาพเป็นถ่านหินได้

4.1.3 กระบวนการเกิดถ่านหิน

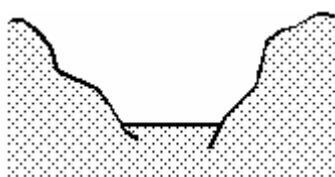
การที่ซากพืชซึ่งสะสมตัวในแหล่งต่างๆ ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งเป็นพีต (peat) และกลายเป็นถ่านหินในที่สุด จะมีกระบวนการทางชีวเคมีและความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้องดังนี้คือ

4.1.3.1 กระบวนการทางชีวเคมี (biochemical reaction) หรือเรียกว่ากระบวนการการก่อตัวใหม่ เป็นกระบวนการที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี โดยจุลินทรีย์ จะทำการย่อยสลายซากพืช ทำให้กลายเป็นสารเนื้อเดียวกัน โดยอยู่ในรูปของสารที่มีองค์ประกอบของคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นส่วนใหญ่ ในที่สุดซากพืชที่ตกตะกอนสะสมกันอยู่นั้นจะกลายเป็นฟิต ซึ่งสิ่งสำคัญที่สุดในกระบวนการนี้คือสภาพแวดล้อมของแอ่งที่สะสมตะกอน ถ้าซากพืชจมอยู่ใต้น้ำลึกเกินไปจุลินทรีย์จะไม่สามารถทำการย่อยสลายได้ หรือถ้าดินเกินไปออกซิเจนในอากาศจะทำให้ซากพืชเกิดการเน่าเปื่อยได้

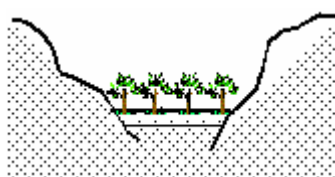
4.1.3.2 กระบวนการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากความร้อน (thermal alteration) หรือการแปรสภาพ (metamorphism) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นต่อเนื่องจากกระบวนการข้างต้น ซึ่งในกระบวนการนี้ฟิตที่เกิดขึ้นจะแปรสภาพไปเป็นถ่านหิน โดยเมื่อชั้นฟิตถูกปิดทับด้วยตะกอนมากขึ้นเรื่อยๆ จะทำให้ชั้นฟิตจมลึกลงไปเรื่อยๆ ในระดับความลึกที่เหมาะสมความร้อนจากภายในโลกที่เพิ่มขึ้นตามระดับความลึกจะเป็นตัวหยุดกระบวนการก่อตัวใหม่ และจะเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากความร้อนขึ้นแทน ทำให้ฟิตมีการแปรสภาพไปเป็นถ่านหิน เรียกกระบวนการนี้ว่า การแปรสภาพเป็นถ่านหิน (coalification)

4.1.4 ตัวอย่างขั้นตอนการกำเนิดถ่านหิน

ตัวอย่างของขั้นตอนกระบวนการกำเนิดถ่านหินของแหล่งที่มีการสะสมตัวอยู่กับที่แสดงไว้ในภาพที่ 4.1 พร้อมคำอธิบาย



ลำดับแรก ถ่านหินจะเกิดบริเวณที่เป็นหนอง บึง แอ่งน้ำ หรือที่ชื้นแฉะ ริมแม่น้ำ ริมทะเล ที่มีระดับต่ำกว่าบริเวณรอบข้างซึ่งเกิดจากการยุบตัวลง หรือบริเวณรอบข้างมีการยกตัวสูงขึ้น เนื่องจากการปรับตัวของผิวโลก



ลำดับที่สอง บริเวณนี้มีสภาพแวดล้อมที่อำนวยให้พืชเกิดขึ้นและอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น มีวงจรชีวิตหลายครั้ง มีทั้งเกิดขึ้นและล้มตายลง ติดต่อกันเป็นช่วงๆ ทำให้มีซากพืชต่างๆ สะสมทับถมกันเป็นจำนวนมาก



ลำดับที่สาม เมื่อบริเวณนี้มีการผุพังเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของผิวโลก ทำให้มีตะกอนดินมาทับถมซากพืชและซากสิ่งมีชีวิตอื่น รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงสภาพสิ่งแวดล้อม เช่น ภาวะแห้งแล้ง น้ำท่วม การผุพังทำลาย การเคลื่อนไหวของผิวโลก การแตกแยกของแผ่นดิน เป็นต้น ทำให้ซากต่างๆ ที่สะสมอยู่ได้รับแรงกดดันและได้รับความร้อนจากภายในโลก ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและฟิสิกส์ ในบริเวณดังกล่าวซากเหล่านี้จึงแปลสภาพไปเป็นฟอสซิล



ลำดับที่สี่ อิทธิพลจากทั้งแรงกดดันและความร้อนภายในโลกเป็นเวลานานๆ ทำให้ถ่านฟอสซิลอัดตัวกลายเป็นถ่านหิน ซึ่งมีคุณลักษณะแตกต่างกันในแต่ละแห่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะและชนิดของพืชพันธุ์ไม้



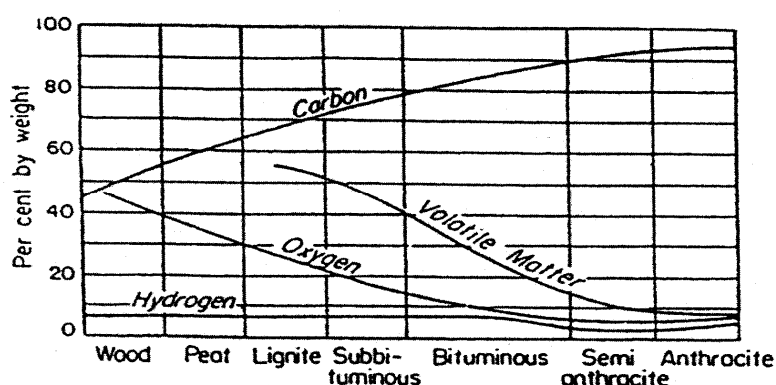
ลำดับที่ห้า เมื่อเวลาผ่านไปนานๆ อาจมีดินและหินมาทับถมแหล่งซากเหล่านั้น และปกคลุมชั้นถ่านหินเอาไว้จนอยู่ในสภาพปัจจุบัน

ภาพที่ 4.1 แสดงขั้นตอนการกำเนิดถ่านหินของแหล่งที่มีการสะสมตัวอยู่กับที่
ที่มา (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2547ก. ออนไลน์)

4.2 การจำแนกถ่านหิน

การจำแนกถ่านหินมีหลายระบบ ซึ่งแตกต่างกันไปตามจุดประสงค์ของการใช้งาน เช่น ระบบอังกฤษ (Great Britain) ระบบยุโรป (Europe International) ระบบอเมริกาเหนือ (North America) และระบบออสเตรเลีย (Australia) เป็นต้น อย่างไรก็ตามระบบต่างๆ เหล่านี้ก็ยังใช้เกณฑ์แบ่งที่คล้ายคลึงกัน เช่น ใช้ค่าความร้อน (calorific value) และผลวิเคราะห์ทางเคมีอื่นๆ เช่น ปริมาณคาร์บอน (fixed carbon) ค่าความชื้น (moisture content) และ ความสามารถในการระเหย (volatile matter) สำหรับระบบที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันได้แก่ ระบบของสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา (American Society for Testing and Materials, ASTM) ซึ่งเป็นระบบการจำแนก

ถ่านหินตามลำดับชั้น (Rank) มีความชัดเจนและง่ายต่อการใช้งาน จึงเป็นที่นิยมใช้กันมากในหลายประเทศ การจำแนกถ่านหินตามลำดับชั้นจะมีการจำแนกโดยพิจารณาความสมบูรณ์ในการเปลี่ยนสภาพจากซากพืชไปเป็นถ่านหิน (degree of coalification and metamorphism) การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนปริมาณของสารองค์ประกอบในกระบวนการจนกลายเป็นถ่านหิน แสดงไว้ในภาพที่ 4.2 ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อกระบวนการนี้ดำเนินไปปริมาณของคาร์บอนในถ่านหินจะเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณของสารอื่นจะลดลง



ภาพที่ 4.2 แผนภูมิแสดงสัดส่วนของสารองค์ประกอบในกระบวนการแปรสภาพเป็นถ่านหินที่มา (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2547ก. ออนไลน์)

ระบบของสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกาได้จำแนกถ่านหินเป็น 4 ลำดับชั้น โดยเรียงจากประเภทที่มีคาร์บอนมากที่สุดไปน้อยที่สุดคือ แอนทราไซต์ บิทูมินัส ซับบิทูมินัส และลิกไนต์ คุณสมบัติทั่วไปของ ถ่านหินที่อยู่ในลำดับสูงก็จะมีปริมาณคาร์บอนมาก ให้ความร้อนสูง มีไฮโดรเจนและออกซิเจนอยู่น้อย ในขณะที่ถ่านหินที่อยู่ในลำดับต่ำจะมีปริมาณคาร์บอนน้อย แต่มีไฮโดรเจนและออกซิเจนมาก ซึ่งแต่ละลำดับชั้นถูกแบ่งย่อยลงไปอีก ตามคุณสมบัติทางเคมีและค่าความร้อนที่ต่างกันไป ลักษณะต่างๆ ไปของถ่านหินในแต่ละลำดับชั้นดังกล่าว สรุปได้ดังนี้คือ

4.2.1 ถ่านหินแอนทราไซต์

ถ่านหินแอนทราไซต์ (anthracite) เป็นถ่านหินที่ถูกจัดอยู่ในลำดับสูงสุด ถือว่าเป็นถ่านหินที่มีคุณภาพดีที่สุด มีลักษณะดำเป็นเงามัน มีความวาวสูง มีปริมาณคาร์บอนสูงถึงร้อยละ 90 ขึ้นไป มีปริมาณความชื้นต่ำมากและมีค่าความร้อนสูง มีควันน้อยแต่จุดไฟติดยาก ส่วนใหญ่มักใช้เป็นแหล่งเชื้อเพลิงเพื่อให้ความร้อนภายในบ้าน และในอุตสาหกรรมแก้ว อุตสาหกรรมเคมี เป็นต้น

4.2.2 ถ่านหินบิทูมินัส

ถ่านหินบิทูมินัส (bituminous) เป็นถ่านหินเนื้อแน่น มีลักษณะแข็ง และมักจะประกอบด้วยชั้นถ่านหินสีดำสนิทที่มีลักษณะเป็นมันวาว มีปริมาณคาร์บอนประมาณร้อยละ 80-90 และมีความชื้นร้อยละ 2-7 ถ่านหินประเภทนี้สามารถแบ่งย่อยได้เป็น 3 กลุ่มตามความสามารถในการระเหย (World Coal Institute. 2004a. On-line) คือประเภทที่มีความสามารถในการระเหยสูง กลาง และต่ำ ถ่านหินชนิดนี้เหมาะสำหรับการใช้เป็นถ่านหินเพื่อการถลุงโลหะ หรืออาจใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้าได้ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนและความสามารถในการระเหย

4.2.3 ถ่านหินซับบิทูมินัส

ถ่านหินซับบิทูมินัส (sub-bituminous) มีลักษณะสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ เนื้อถ่านหินจะมีความอ่อนตัวคล้ายขี้ผึ้ง ไม่แข็งมาก มีปริมาณคาร์บอนประมาณร้อยละ 71-77 และมีความชื้นประมาณร้อยละ 10-20 (World Coal Institute. 2004b. On-line) ถ่านหินประเภทนี้มีส่วนมากใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า หรือใช้ในอุตสาหกรรม

4.2.4 ถ่านหินลิกไนต์

ถ่านหินลิกไนต์ (lignite) เป็นถ่านหินที่ยังพอมีซากพืชเหลือปรากฏให้เห็นอยู่เล็กน้อย มีสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ มีปริมาณคาร์บอนค่อนข้างน้อย และมีปริมาณความชื้นสูงถึงร้อยละ 30-70 ส่วนใหญ่ถูกใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงและถือว่าเป็นถ่านหินที่มีคุณภาพต่ำ

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ของถ่านหินแต่ละชนิด

ถ่านหิน	ปริมาณความร้อน	ปริมาณความชื้น	ปริมาณขี้เถ้า	ปริมาณกำมะถัน
1. แอนทราไซต์	สูง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
2. บิทูมินัส	สูง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
3. ซับบิทูมินัส	ปานกลาง-สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
4. ลิกไนต์	ต่ำ-ปานกลาง	สูง	สูง	ต่ำ-สูง

4.3 การสำรวจถ่านหิน

จากการศึกษาอายุของถ่านหินจากแหล่งต่างๆ ทั่วโลก พบว่าช่วงอายุของการเกิดถ่านหินนั้นมีตั้งแต่ยุคเดโวนเนียน (devonian) คือประมาณ 354-417 ล้านปี จนถึงยุคเทอร์เทียรี (tertiary) ซึ่งมีอายุประมาณ 1.8-65 ล้านปี โดยช่วงอายุของการเกิดถ่านหินที่พบมากที่สุดคือยุคคาร์บอนิเฟอรัส (carboniferous) มีอายุประมาณ 290-354 ล้านปี ซึ่งถ่านหินที่เกิดในยุคนี้ส่วนใหญ่เป็นถ่านหินประเภทบิทูมินัสและมีส่วนที่อยู่ต้นขึ้นมาคือถ่านหินประเภทซับบิทูมินัส ส่วนถ่านหินประเภทลิกไนต์จะมีอายุอยู่ในยุคเทอร์เทียรี (Coal Deposits Within the Geological Time-Scale, 2004 : On-line) ในการสำรวจถ่านหินโดยทั่วไปมีกรรมวิธีเหมือนกับการสำรวจปิโตรเลียม แต่ค่อนข้างง่ายกว่าเนื่องจากแหล่งกำเนิดของถ่านหินอยู่ในระดับที่ตื้นกว่าปิโตรเลียม หรือในแหล่งบางแหล่ง โดยเฉพาะในประเทศไทยซึ่งส่วนใหญ่เป็นถ่านหินประเภทลิกไนต์ อาจเพียงแค่ทำการสำรวจเบื้องต้นทางธรณีวิทยาก็สามารถคาดคะเนถึงแหล่งถ่านหินได้ แต่อย่างไรก็ตามเพื่อให้การลงทุนในการที่จะนำถ่านหินขึ้นมาใช้เกิดความคุ้มค่า จึงต้องมีการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ และการเจาะสำรวจเพื่อยืนยันการค้นพบและคำนวณปริมาณถ่านหินในแหล่งนั้นเสียก่อนจึงค่อยดำเนินการในขั้นต่อไป

4.3.1 การสำรวจทางธรณีวิทยา

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการสำรวจแหล่งถ่านหิน จะมีกรรมวิธีคล้ายกับการสำรวจปิโตรเลียม กล่าวคือเริ่มจากการศึกษาธรณีวิทยาพื้นฐานของพื้นที่บริเวณนั้น โดยอาศัยแผนที่ทางธรณีวิทยา ภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อดูลักษณะภูมิประเทศ การสำรวจธรณีวิทยาในพื้นที่ การศึกษาและวิเคราะห์หินตัวอย่าง เนื่องจากถ่านหินมีคุณสมบัติทางกายภาพที่เด่นชัด เช่น มีสีน้ำตาลหรือดำ มีค่าความหนาแน่นต่ำ มีน้ำหนักเบาและมักพบถ่านหินเกิดเป็นชั้นๆ แม้เป็นบริเวณกว้าง ดังนั้นจึงอาศัยคุณสมบัติเหล่านี้เป็นข้อพิจารณาในการสำรวจถ่านหิน

4.3.2 การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์

การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์จะให้ข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ครอบคลุมพื้นที่กว้าง และเสียค่าใช้จ่ายในการสำรวจน้อย เมื่อเทียบกับการเจาะสำรวจ การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ จะทำให้ทราบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของชั้นดินและหินที่มีความลึกต่างๆ โดยใช้เครื่องมือทางธรณีฟิสิกส์แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์คำนวณเพื่อแปลความหมายในเชิงของธรณีวิทยาอีกครั้งหนึ่ง วิธีการ

สำรวจธรณีฟิสิกส์ที่นิยมใช้ในการสำรวจหาแหล่งถ่านหินโดยวิธีหลักๆ จะคล้ายกับการสำรวจปิโตรเลียมคือ การวัดค่าความโน้มถ่วงของโลก การวัดความเข้มของสนามแม่เหล็กโลก การวัดคลื่นความไหวสะเทือน เป็นต้น ซึ่งเคยได้กล่าวรายละเอียดของแต่ละวิธีไว้ในเนื้อหาเรื่องปิโตรเลียมแล้ว

4.4 การทำเหมืองถ่านหิน

การทำเหมืองถ่านหินในโลกเกิดขึ้นมานานแล้ว แต่ที่เริ่มมีการพัฒนาการทำเหมืองถ่านหินขนาดใหญ่ก็เมื่อราวศตวรรษที่ 18 โดยทั่วไปการทำเหมืองถ่านหินจะแบ่งออกเป็น 2 แบบด้วยกันคือ การทำเหมืองแบบเหมืองเปิด (surface mining) และการทำเหมืองแบบเหมืองใต้ดิน (underground mining) ในการพิจารณาเลือกรูปแบบการทำเหมืองในแต่ละแบบนี้มีข้อจำกัด ข้อดี และข้อเสียแตกต่างกันออกไป ซึ่งจะต้องยึดเอาลักษณะทางธรณีวิทยาของแหล่งถ่านหิน และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เป็นหลักในการพิจารณา การทำเหมืองถ่านหินในแต่ละแบบพอสรุปได้ดังนี้

4.4.1 การทำเหมืองถ่านหินแบบเหมืองเปิด

การทำเหมืองถ่านหินแบบเหมืองเปิด เมื่อทำการสำรวจทางด้านธรณีวิทยาและธรณีฟิสิกส์จนได้ข้อมูลของแหล่งถ่านหินทั้งทางด้านลักษณะโครงสร้างของชั้นหินต่างๆ ตลอดจนปริมาณถ่านหินที่มีอยู่แล้ว จะต้องนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการศึกษาความเหมาะสมว่า การลงทุนทำเหมืองถ่านหินในบริเวณนี้นั้นจะมีคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์หรือไม่ และควรทำเหมืองในรูปแบบใด การทำเหมืองถ่านหินแบบเหมืองเปิดจะเหมาะสมที่สุดในกรณีที่แหล่งถ่านหินนั้นอยู่ไม่ลึกจากผิวดินมากนัก โดยทั่วไปเหมืองประเภทนี้มีตั้งแต่ระดับผิวดินจนถึงระดับความลึกประมาณ 500 เมตร ซึ่งรูปแบบในการทำเหมืองแบบนี้ที่ดำเนินการอยู่มีด้วยกัน 3 แบบ (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2547ข. ออนไลน์) คือ

4.4.1.1 เหมืองเปิดแบบป่อ (open pit mining) โดยจะมีการเปิดหน้าดินเป็นป่อลึกลงไปจนถึงชั้นถ่านหิน แล้วจึงทำการขุดถ่านหินออกมาใช้งาน การทำเหมืองประเภทนี้จะแบ่งทำเป็นชั้นๆ ซึ่งอาจจะมิชั้นเดียวหรือหลายชั้นก็ได้ ขึ้นอยู่กับความลึกของชั้นถ่านหิน และความสามารถของเครื่องจักรกลที่จะนำมาใช้ทำงาน ลักษณะของเหมืองจะเหมือนกับการขุดป่อลึกลงไปเป็นชั้นบันได ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 4.3 การทำเหมืองเป็นชั้นๆ แบบนี้จะทำให้เกิดความมั่นคงของผนังของ ป่อเหมือง และมีความปลอดภัยในการทำงาน



ภาพที่ 4.3 แสดงตัวอย่างการทำเหมืองเปิดแบบบ่อ
ที่มา (Associated Mining Consultants Limited. 2005. On-line)

4.4.1.2 เหมืองเปิดแบบเปิดหน้าดินเฉพาะส่วน (open cast mining) การทำเหมืองแบบนี้ เป็นการลดปริมาณการเปิดหน้าดินและใช้เนื้อที่ทำเหมืองน้อยกว่าการทำเหมืองเปิดแบบบ่อ โดยจะกองหน้าดินที่เปิดขึ้นมาไว้ข้างเหมือง เมื่อทำการขุดถ่านหินในส่วนที่ขุดออกจนหมดแล้ว ก็จะย้ายไปทำการเปิดหน้าดินในส่วนถัดไปที่อยู่ข้างๆ โดยนำหน้าดินที่เปิดมาถมกลับในส่วนที่ทำ การขุดถ่านหินออกหมดแล้ว ดังแสดงในภาพที่ 4.4 ซึ่งการทำเหมืองแบบนี้จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนหน้าดินและการฟื้นฟูสภาพเหมืองได้มาก ลักษณะของแหล่งถ่านหินที่เหมาะสมกับการทำเหมืองแบบนี้คือต้องเป็นแหล่งถ่านหินขนาดใหญ่ ชั้นถ่านหินมีความต่อเนื่อง และอยู่ในแนวราบ หรือมีความลาดเอียงไม่มากนักและต้องอยู่ในระดับความลึกที่ไม่เกินความสามารถของเครื่องมือขุด



ภาพที่ 4.4 แสดงตัวอย่างการทำเหมืองเปิดแบบเปิดหน้าดินเฉพาะส่วน
ที่มา (B&E International. 2005. On-line)

4.4.1.3 เหมืองเปิดตามแบบเครื่องเจาะ (auger mining) การทำเหมืองแบบนี้จะไม่มีการเปิดหน้าดิน จะมีเพียงการขุดเจาะเอาถ่านหินมาใช้เท่านั้น ดังแสดงในภาพที่ 4.5 โดยส่วนใหญ่การทำเหมืองแบบนี้จะเป็นการทำงานต่อเนื่องจากการทำเหมืองแบบเหมืองเปิดแบบบ่อ หรือเหมืองเปิดแบบเปิดหน้าดินเฉพาะส่วน โดยเป็นการขุดเจาะเพื่อเอาถ่านหินบริเวณที่เรียกว่ากำแพงถ่านหิน (highwall หรือ outcrop) โดยจะใช้เครื่องมือที่มีลักษณะเป็นสว่านเจาะตรงเข้าไปในชั้นถ่านหินซึ่งตัวสว่านจะเป็นตัวนำเอาถ่านหินที่ถูกเจาะออกมาในขณะที่ทำการเจาะ อย่างไรก็ตามการทำเหมืองวิธีนี้ไม่ค่อยนิยมทำกัน เนื่องจากไม่สามารถขุดเจาะให้ครอบคลุมแหล่งถ่านหินได้หมด

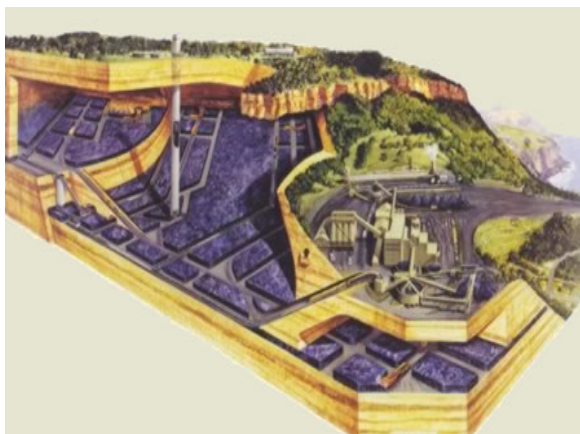


ภาพที่ 4.5 แสดงตัวอย่างการทำเหมืองเปิดตามแบบเครื่องเจาะ
ที่มา (Kentucky, 2000. On-line)

4.4.2 การทำเหมืองถ่านหินใต้ดิน

การทำเหมืองใต้ดินเป็นการตัดสินใจภายใต้ข้อจำกัดหลายๆ คือแหล่งถ่านหิน ซึ่งในกรณีที่แหล่งถ่านหินอยู่ลึกจากผิวดินมาก การทำเหมืองแบบเหมืองเปิดอาจทำให้ไม่คุ้มทุนเพราะต้องมีค่าใช้จ่ายในการขุดเปิดหน้าดินและหินออกเป็นจำนวนมากก่อนที่จะถึงชั้นถ่านหิน ซึ่งอาจมีค่าใช้จ่ายในการขุดและขนดินจากบริเวณเหมืองสูงกว่าราคาถ่านหินที่จะขุดได้ นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดอื่นๆ ที่อาจต้องทำเป็นเหมืองใต้ดิน เช่นแหล่งถ่านหินอยู่ใกล้แหล่งชุมชน หรืออยู่ใกล้บริเวณที่มีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่ค่อนข้างเข้มงวด เป็นต้น การทำเหมืองใต้ดินค่อนข้างอันตรายเนื่องจากในชั้นของถ่านหินจะมีการสะสมตัวของก๊าซที่ไวต่อการติดไฟ เช่น ก๊าซมีเทน เมื่อทำการขุดถ่านหิน ก๊าซดังกล่าวจะถูกระบายออกมาสะสมในบริเวณหน้างาน ซึ่งอาจทำให้เกิดการลุกติดไฟของก๊าซดังกล่าวได้ นอกจากนี้ยังมีปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่นผงของถ่านหินในการขนย้าย

ถ่านหินออกมาจากแหล่ง ซึ่งถ้าความหนาแน่นของฝุ่นนี้สะสมตัวถึงจุดที่เหมาะสม ประกอบกับ อุณหภูมิและความดันที่เหมาะสม อาจทำให้เกิดการระเบิดอย่างรุนแรงขึ้นได้ รูปแบบการทำเหมือง ได้ดินดังแสดงในภาพที่ 4.6



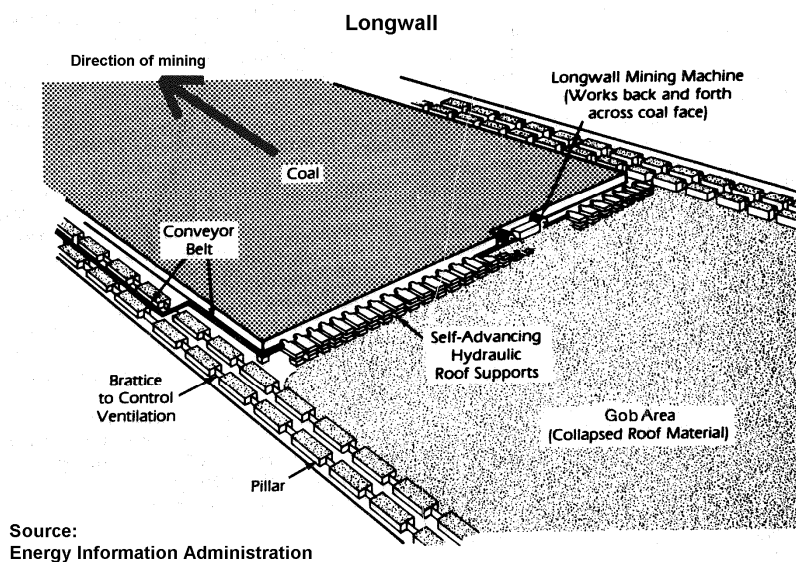
ภาพที่ 4.6 แสดงภาพตัดขวางการทำเหมืองถ่านหินแบบเหมืองใต้ดิน
ที่มา (Australian Coal Association, 2005. On-line)

โดยทั่วไปรูปแบบการทำเหมืองใต้ดินจะขึ้นอยู่กับลักษณะการวางตัวของแหล่งถ่านหิน ซึ่งรูปแบบหลักๆ จะมีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบคือ

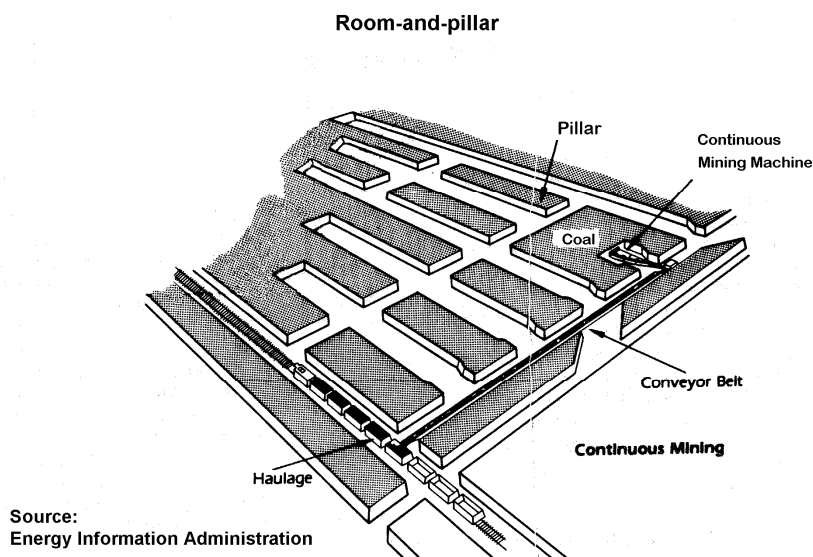
4.4.2.1 เหมืองใต้ดินแบบตามความยาวของผนังเหมือง (longwall mining) การทำเหมืองในลักษณะนี้เหมาะสำหรับแหล่งถ่านหินที่มีการวางตัวของสายถ่านหินในแนวค่อนข้างราบ โดยมีมุมเอียงของสายถ่านหินไม่ควรเกิน 30 องศา การทำเหมืองแบบนี้ช่วยให้สามารถขุดถ่านหินได้ค่อนข้างสะอาดและสามารถขุดได้ครอบคลุมแหล่งถ่านหินมากกว่าร้อยละ 75 (Australian Coal Association, 2005. On-line) พื้นที่ตลอดแนวการขุดถ่านหินอาจมีความกว้างถึง 800 ฟุต และยาวถึง 7,000 ฟุต มีการใช้ระบบไฮดรอลิกเป็นเสาค้ำยัน (hydraulic roof) ดังแสดงในภาพที่ 4.7 ซึ่งทำให้มีความปลอดภัยค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับการทำเหมืองโดยวิธีอื่น

4.4.2.2 เหมืองใต้ดินแบบแบ่งเป็นห้อง (room and pillar) การทำเหมืองโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับแหล่งถ่านหินที่มีการวางตัวของสายถ่านหินในแนวราบที่มีมุมเอียงของสายถ่านหินไม่เกิน 15 องศา การทำเหมืองแบบนี้สายถ่านหินจะถูกแบ่งออกเป็นห้องๆ เพื่อขุดถ่านหินออกไป โดยแต่ละห้องอาจกว้าง 20-30 ฟุต ดังแสดงไว้ในภาพที่ 4.8 เมื่อขุดถ่านหินออกไปแล้วจะเกิดเป็นช่องว่าง ซึ่งจะถูกใช้เส้นทางในการลำเลียงถ่านหินออกจากเหมือง ส่วนถ่านหินที่ยังคงเหลือไว้เป็นเหมือนเสาสำหรับการค้ำยันอุโมงค์ (pillar) แต่ละเสาอาจมีความกว้างถึง 100 ฟุต การทำเหมือง

โดยวิธีนี้จะครอบคลุม แหล่งถ่านหินได้ประมาณร้อยละ 50-60 (Australian Coal Association, 2005. On-line) แต่ถ้าต้องการขุดให้ได้ปริมาณของถ่านหินเพิ่มขึ้น สามารถทำได้โดยการขุดเสาที่ค้ำยัน อุโมงค์ในช่วงของการถอนตัวกลับหลังจากที่ขุดจนสุดแหล่งถ่านหินแล้ว



ภาพที่ 4.7 แสดงรูปแบบการทำเหมืองใต้ดินแบบตามความยาวของผนังเหมืองที่มา (EIA. 2005d. On-line)



ภาพที่ 4.8 แสดงรูปแบบการทำเหมืองใต้ดินแบบแบ่งเป็นห้องที่มา (EIA. 2005d. On-line)

4.5 การใช้ประโยชน์จากถ่านหิน

การใช้ถ่านหินเป็นที่นิยมนักมากเมื่อหลังการปฏิวัติอุตสาหกรรมในประเทศอังกฤษ และยิ่งเพิ่มมากขึ้นหลายเท่าตัวเมื่อเกิดวิกฤตราคาน้ำมันในปี พ.ศ. 2516 ทำให้มีการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันมากขึ้น ทั้งการใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าและในอุตสาหกรรมต่างๆ ปริมาณการใช้พลังงานจากถ่านหินทั่วโลกเมื่อปี พ.ศ. 2544 อยู่ที่ประมาณร้อยละ 28 ของการใช้พลังงานทั้งหมด (EIA. 2005a. On-line) การใช้ประโยชน์จากถ่านหินอาจแบ่งได้หลักๆ เป็น 2 ประเภทคือ

4.5.1 การใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง

ถ่านหินส่วนใหญ่จะถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์โดยตรงคือ การใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า และในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมการถลุงโลหะ การผลิตปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น จากข้อมูลการรายงานของสำนักนโยบายและแผนพลังงานเมื่อปี พ.ศ. 2546 พบว่าในประเทศไทยใช้ถ่านหินลิกไนต์ในการผลิตไฟฟ้าถึงร้อยละ 86 ส่วนที่เหลือร้อยละ 14 ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ในขณะที่ภาพรวมทั่วโลกพบว่ามีการใช้ถ่านหินเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าประมาณร้อยละ 64 ซึ่งจะเห็นว่าปริมาณของถ่านหินที่ขุดขึ้นมาได้นั้นจะถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงค่อนข้างมากโดยเฉพาะการผลิตกระแสไฟฟ้า

4.5.2 การใช้ถ่านหินเพื่อวัตถุประสงค์อื่น

นอกจากการใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า และเป็นเชื้อเพลิงสำหรับการให้พลังงานความร้อนในอุตสาหกรรมต่างๆ แล้ว ยังมีการใช้ถ่านหินเป็นแหล่งวัตถุดิบเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ อีกหลายอย่างเช่น การนำมาผลิตเป็นถ่านโค้กเทียม ถ่านกัมมันต์ ปุ๋ยยูเรีย หรือการนำมาสกัดเอาน้ำมันดิบ เป็นต้น

4.6 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ถ่านหิน

นับตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการทำเหมืองถ่านหิน ตลอดจนการนำถ่านหินไปใช้ประโยชน์ ทุกขั้นตอนของกิจกรรมเหล่านี้จะมีการทำลายสภาพแวดล้อมตลอดเวลา ซึ่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอันเกิดจากกระบวนการของถ่านหินนั้นเกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นคือ การเตรียมพื้นที่ทำเหมือง การเปิดหน้าดิน การขุดถ่านหิน การขนถ่ายและลำเลียงถ่านหิน ตลอดจนการนำถ่านหินไปใช้ประโยชน์ ทุกขั้นตอนล้วนแล้วแต่มีการทำลายสภาพแวดล้อมและปลดปล่อยสารมลพิษออกมา ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการได้มาและการใช้ถ่านหินดังต่อไปนี้

4.6.1 ผลกระทบจากขั้นตอนการทำเหมือง

กระบวนการเริ่มต้นของการทำเหมืองถ่านหิน หลังจากที่มีการสำรวจทั้งทางธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ และการเจาะสำรวจ จนเป็นที่แน่ชัดแล้วว่าได้มีการพบแหล่งถ่านหินและคุ้มค่าต่อการลงทุน คือการเตรียมพื้นที่และการเปิดหน้าดินเพื่อทำเหมืองถ่านหิน โดยเฉพาะการทำเหมืองแบบเหมืองเปิดซึ่งต้องใช้พื้นที่ค่อนข้างมาก นั้นหมายถึงปริมาณของป่าไม้ที่จะต้องถูกทำลายก็มากตามไปด้วย ผลที่ติดตามมาคือความเสียหายของระบบนิเวศวิทยา ทั้งในด้านความหลากหลายของพืชพรรณไม้ รวมถึงที่อยู่อาศัยของสัตว์ต่างๆ ในพื้นที่บริเวณนั้นก็จะถูกทำลายไปด้วย เมื่อเข้าสู่ขั้นตอนการเปิดหน้าดิน ปริมาณเนื้อดินมหาศาลจากพื้นผิวโลกลงไปตามระดับความลึกถึงแหล่งถ่านหิน ซึ่งจะถูกลบและถูกเคลื่อนย้ายไปยังบริเวณอื่น ผลที่ตามมาคือมลพิษจากฝุ่นที่เกิดขึ้น ทั้งในช่วงของการขุดและการขนย้าย ส่วนพื้นที่บริเวณที่ถูกขุด และพื้นที่บริเวณที่นำหน้าดินมากองถมไว้ อาจเกิดการพังทลายของดิน (erosion of soil) ได้ อันเนื่องมาจากความหนาแน่นของดินในพื้นที่นั้นๆ เปลี่ยนไป หรืออาจเกิดจากพลังธรรมชาติเช่น ลมพายุ พายุฝน เป็นต้น

นอกจากนี้ในระหว่างการทำเหมืองถ่านหินยังมีปัญหาในเรื่องของน้ำทิ้งที่ถูกปล่อยออกมาจากเหมืองถ่านหิน (acid mine drainage) ซึ่งน้ำทิ้งที่ถูกปล่อยออกมาจะมีส่วนผสมของสารโลหะหนักจำพวกทองแดง ตะกั่ว ปรอท ออกมาด้วย (World Coal Institute, 2005c, On-line) อันจะทำให้เกิดการแพร่กระจายและเกิดการปนเปื้อนทั้งในบริเวณพื้นดินและแหล่งน้ำต่างๆ ในบริเวณใกล้เคียง

4.6.2 ผลกระทบจากการใช้ถ่านหิน

การนำถ่านหินมาใช้ประโยชน์ ดังที่ได้กล่าวไปแล้วว่าส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าและในอุตสาหกรรมต่างๆ ถ่านหินเมื่อถูกทำให้เกิดการเผาไหม้จะปล่อยก๊าซต่างๆ ที่เป็นมลพิษทางอากาศ ทั้งที่อยู่ในรูปของละอองธุลี (particulate matters) และอยู่ในรูปของออกไซด์ของก๊าซต่างๆ มากมายเช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) เป็นต้น อันเป็นสาเหตุให้เกิดปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลโดยตรงต่อมนุษย์และบรรยากาศของโลก เช่น การเกิดฝนกรด ปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจก เป็นต้น

4.6.2.1 ภาวะฝนกรด (acid rain) เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ทุกชนิดรวมทั้งถ่านหินเมื่อมีการเผาไหม้จะมีการปล่อยก๊าซจำพวก ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และ ไนโตรสออกไซด์ ออกสู่ชั้นบรรยากาศ เมื่อก๊าซเหล่านี้เกิดปฏิกิริยาเคมีกับโมเลกุลของไอน้ำและออกซิเจนในอากาศจะกลายเป็นกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) และกรดไนตริก (H_2NO_3) ซึ่งจะเกาะตัวเข้ากับโมเลกุลของฝน ผุ่นหรือหิมะ แล้วตกลงสู่พื้นโลก

4.6.2.2 ปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจก (greenhouse effect) การเผาไหม้ของพวกเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ทุกชนิด นอกจากจะมีการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรสออกไซด์แล้วยังมีก๊าซจำพวกคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และโอโซน ถูกปล่อยออกมาด้วย ซึ่งก๊าซเหล่านี้เป็นสาเหตุหลักของการเกิดภาวะโลกร้อน (global warming) ผ่านทางปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะอย่างยิ่งคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งถูกปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศโลกประมาณ 6 พันล้านตันต่อปี (The Environment Literacy Council, 2004, On-line) ปรากฏการณ์เหล่านี้เกิดขึ้นเพราะเมื่อแสงจากดวงอาทิตย์แผ่รังสีลงมายังโลกในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นคลื่นสั้นจะสามารถทะลุผ่านชั้นบรรยากาศของโลกมาได้ ทำให้พื้นผิวทุกส่วนของโลกดูดซับเอาพลังงานจากการแผ่รังสีนี้ไว้ แต่ในขณะที่พื้นผิวของโลกมีการคายความร้อนออกมาจะอยู่ในรูปของพลังงานความร้อนซึ่งเป็นคลื่นยาว ทำให้โมเลกุลของก๊าซต่างๆ รวมถึงโมเลกุลของไอน้ำซึ่งมีอยู่ในชั้นบรรยากาศ จะดูดซับเอาพลังงานความร้อนที่โลกปล่อยออกมาไว้ ทำให้ความร้อนไม่สามารถออกไปสู่ออกชั้นบรรยากาศของโลกได้ จึงทำให้อุณหภูมิของโลกร้อนขึ้น

4.6.2.3 หมอกควัน (smog) เป็นปัญหาทางด้านสภาพอากาศที่มักเกิดขึ้นในแหล่งชุมชน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารมลพิษต่างๆ ที่มีอยู่ในอากาศกับแสงอาทิตย์ก่อให้เกิดเป็นลักษณะของหมอกควันซึ่งสามารถแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

(1) หมอกควันแบบซัลฟิวรัส (sulfurous smog) หรือที่เรียกว่าหมอกเทา (gray-air smog) เป็นหมอกควันที่พบมากในบรรดาเมืองอุตสาหกรรมที่มีสภาพอากาศหนาวและมีความชื้นสูง เช่น นิวยอร์ก ลอนดอน เป็นต้น สาเหตุมาจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มีการใช้ถ่านหินหรือเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์อื่นๆ เป็นเชื้อเพลิง แล้วมีการปล่อยของเสียทั้งพวกอนุภาคและก๊าซต่างๆ ออกมาโดยเฉพาะพวกก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์ หมอกควันประเภทนี้จะยิ่งเห็นได้ชัดเจนมากในช่วงฤดูหนาว เพราะมีการใช้เชื้อเพลิงมากขึ้นและเป็นช่วงที่มีความชื้นสูง

(2) หมอกควันแบบโฟโตเคมีคัล (photochemical smog) หรือที่เรียกว่าหมอกน้ำตาล (brown-air smog) เป็นหมอกควันที่เกิดจากการปล่อยมลพิษจากเครื่องยนต์ต่างๆ หรือโรงไฟฟ้า ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นพวกก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และพวกไฮโดรคาร์บอนต่างๆ เมื่อก๊าซเหล่านี้เกิดปฏิกิริยาเคมีกับแสงอาทิตย์ จะก่อให้เกิดมลพิษได้แก่ โอโซน (ozone) เป็นต้น หมอกควันลักษณะนี้มักเกิดในพื้นที่ที่มีสภาพอากาศอบอุ่นถึงแห้ง

4.7 การกำจัดสิ่งเจือปนในถ่านหิน

ถ่านหินเป็นแหล่งเชื้อเพลิงที่ใช้กันมากและมีปริมาณมากพอให้ใช้กันอีกนับร้อยปี ดังนั้นเพื่อเป็นการลดปัญหาการเกิดมลพิษจากถ่านหิน จึงได้มีการคิดค้นและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำเหมือง การจัดการถ่านหินก่อนนำมาใช้ และการใช้ประโยชน์ถ่านหิน โดยให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ซึ่งเทคโนโลยีนี้เรียกว่าเทคโนโลยีถ่านหินสะอาด (clean coal technology) กระบวนการของเทคโนโลยีนี้สามารถทำได้ทั้ง 3 ขั้นตอนคือ ก่อนการเผาไหม้ ขณะเผา และหลังการเผา (กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ, 2547ข. ออนไลน์) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.7.1 เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดก่อนการเผาไหม้

เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดก่อนการเผาไหม้ (pre-combustion) นี้ เป็นการทำความสะอาดถ่านหินในขั้นตอนก่อนการเผาไหม้ ซึ่งอาจเรียกขั้นตอนนี้ว่าการปรับระดับถ่านหิน (coal upgrading) เพื่อลดปริมาณขี้เถ้าและกำมะถันที่ปะปนอยู่ในถ่านหิน ในขณะเดียวกันจะเป็นการเพิ่มค่าความร้อนของถ่านหินด้วย การทำความสะอาดก่อนการเผาไหม้มีด้วยกัน 3 วิธี คือ

4.7.1.1 การทำความสะอาดโดยวิธีทางกายภาพ (physical cleaning) เป็นการกำจัดสิ่งเจือปนประเภท ผุ่นละออง ดิน หิน และสารประกอบพวกกำมะถันอนินทรีย์ ซึ่งมีเหล็กเป็นส่วนประกอบ เช่น ไพไรติกซัลเฟอร์ (pyritic sulfur) เป็นต้น โดยมีวิธีการคือนำถ่านหินมาบดให้มี

ขนาดเล็กกว่าขนาดของฝุ่นผงแล้วล้างผ่านน้ำ โดยอาศัยหลักการความแตกต่างของความหนาแน่นของถ่านหินกับสารเหล่านี้ จะทำให้สิ่งเจือปนต่างๆ ที่ไม่ต้องการจะถูกแยกออกจากเนื้อถ่านหิน ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ไพโรติกซัลเฟอร์ถูกกำจัดออกได้ประมาณร้อยละ 90 นอกจากนี้ยังมีวิธีทำความสะอาดถ่านหินทางกายภาพอีกวิธีหนึ่งเรียกว่าการลอยผ่านปล่อง (column flotation) เป็นการทำความสะอาดถ่านหิน โดยอาศัยความแตกต่างของคุณสมบัติทางเคมีของถ่านหินซึ่งมีความสามารถในการยึดติดกับฟองอากาศได้แตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อให้ฟองอากาศเคลื่อนที่ผ่านผงถ่านหินและน้ำซึ่งบรรจุในอุปกรณ์ที่เรียกว่าปล่อง (column) ผงถ่านหินจะติดขึ้นไปกับฟองอากาศ ทิ้งให้สิ่งเจือปนต่างๆ รวมทั้งไพโรติกซัลเฟอร์ จมอยู่ในบริเวณส่วนล่าง

4.7.1.2 การทำความสะอาดโดยวิธีทางเคมี (chemical cleaning) เป็นการใช้สารเคมีเข้าไปทำปฏิกิริยากับผงถ่านหิน ซึ่งสารเคมีดังกล่าวมีคุณสมบัติในการกำจัดพวกสิ่งเจือปนต่างๆ ที่ไม่สามารถกำจัดโดยวิธีทางกายภาพได้

4.7.1.3 การทำความสะอาดโดยวิธีทางชีวภาพ (biological cleaning) วิธีนี้เป็นเทคโนโลยีที่ยังค่อนข้างใหม่ โดยใช้สิ่งมีชีวิตเล็กๆ จำพวกแบคทีเรียและเชื้อราบางชนิด ซึ่งต้องการกัมมะถันเป็นอาหารเข้าไปช่วยในการกำจัดกัมมะถันในถ่านหิน และสามารถนำสิ่งมีชีวิตเหล่านี้มาทำการเพาะเลี้ยงเพื่อสกัดเอาเอนไซม์ที่ใช้สำหรับการย่อยสลายกัมมะถันมาใช้ เพื่อเร่งกระบวนการกำจัดกัมมะถันในถ่านหินได้

4.7.2 เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดขณะเผาไหม้หรือเมื่อนำไปใช้ประโยชน์

เทคโนโลยีต่างๆ ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการเผาไหม้ถ่านหินหรือในขณะที่นำถ่านหินไปใช้ประโยชน์มีด้วยกันหลายอย่างเช่น เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดขณะเผาไหม้ เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดโดยการแปรรูป และเทคโนโลยีสังเคราะห์เชื้อเพลิงสะอาด ซึ่งแต่ละเทคโนโลยีจะช่วยลดปริมาณสิ่งเจือปนต่างๆ โดยเฉพาะกัมมะถันในถ่านหินลงได้เป็นอย่างดี

4.7.2.1 เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดขณะเผาไหม้ เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับระบบการเผาไหม้ถ่านหิน โดยการปรับปรุงเตาเผาและหม้อไอน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเผาไหม้ถ่านหินและลดมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ ซึ่งเทคโนโลยีในกลุ่มนี้ได้แก่

(1) เทคโนโลยีการเผาเชื้อเพลิงที่เป็นผง (pulverized fuel combustion, PFC) เป็นวิธีการเผาไหม้ถ่านหินซึ่งถูกบดอย่างละเอียดแล้วพ่นเข้าไปในเตาเผาพร้อมอากาศ เมื่อถ่านหินติดไฟจะให้พลังงานความร้อนแก่หม้อไอน้ำ และไอน้ำจะไปหมุนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้าได้

(2) เทคโนโลยีการเผาสภาพของไหล (fluidized bed combustion, FBC) เป็นวิธีการเผาไหม้ถ่านหินที่บดอย่างละเอียดผสมกับหินปูน แล้วพ่นเข้าไปในหม้อไอน้ำพร้อมอากาศร้อน ถ่านหินและหินปูนที่พ่นเข้าไปจะแขวนลอยอยู่ในคลื่นอากาศร้อนโดยมีลักษณะคล้ายของเหลวเดือด ขณะที่ถ่านหินเผาไหม้หินปูนจะทำหน้าที่คล้ายฟองน้ำดักจับกำมะถันที่เกิดขึ้น ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ถ่านหินจะถูกนำมาต้มน้ำทำให้เกิดเป็นไอน้ำเพื่อไปหมุนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กระบวนการนี้สามารถลดปริมาณกำมะถันที่จะถูกปล่อยออกมาจากการเผาไหม้ได้มากถึงร้อยละ 90

(3) เทคโนโลยีการเผาสภาพของไหลภายใต้ความดัน (pressured fluidized bed combustion, PFBC) เป็นการเผาไหม้ถ่านหินแบบเดียวกับการเผาสภาพของไหล โดยอยู่ภายใต้ความดันสูง พลังงานความร้อนที่ผลิตได้จะถูกนำไปใช้ผลิตไอน้ำเพื่อขับเคลื่อนกังหันไอน้ำ ส่วนก๊าซร้อนที่ได้จะมีแรงดันและอุณหภูมิสูงสามารถนำไปขับเคลื่อนกังหันก๊าซ เพื่อผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าแบบผลิตไฟฟ้าร่วมได้

4.7.2.2 เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดโดยการแปรรูป (coal conversion) เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นเพื่อแปรรูปถ่านหินให้เป็นก๊าซเชื้อเพลิง (coal gasification) หรือเชื้อเพลิงเหลวจากถ่านหิน (coal liquefaction) โดยแต่ละเทคโนโลยีจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) เทคโนโลยีแปรรูปถ่านหินให้เป็นก๊าซเชื้อเพลิง (coal gasification technology, CGT) เป็นกระบวนการที่ทำให้ถ่านหินเกิดปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนหรืออากาศและไอน้ำ ภายใต้อุณหภูมิและความดันสูงซึ่งจะได้ก๊าซเชื้อเพลิงออกมา ประกอบด้วยไฮโดรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนใหญ่ ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะถูกนำมาทำให้สะอาดโดยการกำจัดมลพิษก่อนนำไปใช้ ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้นั้นนอกจากนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงแล้ว อาจนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์แอมโมเนีย เมทานอล หรือก๊าซไฮโดรเจนได้

(2) เทคโนโลยีเชื้อเพลิงเหลวจากถ่านหิน (coal liquefaction technology, CLT) เป็นการแปรรูปถ่านหินให้อยู่ในรูปของเชื้อเพลิงเหลว (liquid fuel) โดยมีการแยกคาร์บอนออก (carbonization) หรือการเติมไฮโดรเจนเข้าไป (liquefaction) เชื้อเพลิงเหลวที่ได้จากถ่านหินสามารถนำมากลั่นในขบวนการกลั่นน้ำมันจะได้น้ำมันสำหรับรถยนต์และผลิตภัณฑ์อื่นๆ จำพวกพลาสติก และสารละลายต่างๆ

4.7.2.3 เทคโนโลยีสังเคราะห์เชื้อเพลิงสะอาด (dimethyl ether, DME) เป็นเทคโนโลยีที่ทำให้มีการใช้ถ่านหินที่สะอาดและประหยัด ซึ่งเป็นการนำเอาก๊าซมีเทนที่ได้มาจากการทำเหมืองถ่านหินมาทำการเผาไหม้กับออกซิเจน โดยมีการหมุนเวียนนำเอาไอน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้ใหม่ในกระบวนการเผาไหม้ ก๊าซที่ได้จะมีคุณสมบัติคล้ายก๊าซปิโตรเลียมเหลว

4.7.3 เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดหลังการเผาไหม้

เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดหลังการเผาไหม้ (post-combustion) นี้ เป็นการกำจัดมลพิษที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ถ่านหิน ก่อนที่จะถูกปล่อยออกสู่สภาพแวดล้อม ซึ่งมีทั้งที่อยู่ในรูปของฝุ่นละอองต่างๆ และก๊าซ เทคโนโลยีที่นำมาใช้แก้ปัญหาในขั้นตอนนี้ได้แก่

4.7.3.1 การกำจัดฝุ่นละออง เมื่อถ่านหินถูกเผาไหม้จะมีฝุ่นละอองต่างๆ เกิดขึ้นในกระบวนการ ดังนั้นเพื่อเป็นการกำจัดฝุ่นละอองดังกล่าว จะมีการใช้อุปกรณ์สำหรับการดักจับฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปที่ใช้กันอยู่ได้แก่

(1) เครื่องดักฝุ่นด้วยไฟฟ้า (electrostatic precipitator) เป็นการกำจัดฝุ่นละอองโดยใช้หลักการไฟฟ้าสถิตย์ เมื่อฝุ่นละอองเคลื่อนที่ผ่านสนามไฟฟ้าจะทำให้ฝุ่นละอองมีประจุไฟฟ้า และเมื่อเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปยังถึงเก็บ ซึ่งมีประจุไฟฟ้าขั้วตรงข้ามกับฝุ่นละอองๆ ก็จะถูกดูดให้ติดกับแผ่นรวบรวม (collector plates) ที่อยู่ภายในถังเก็บฝุ่น ระบบนี้ถือว่ามีประสิทธิภาพสูงมากในการดักจับฝุ่น

(2) เครื่องแยกฝุ่นแบบลมหมุน (cyclone Separator) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแยกฝุ่นละอองออกจากก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ถ่านหิน โดยใช้หลักของแรงเหวี่ยงเพื่อให้ก๊าซที่มีฝุ่นละอองผสมอยู่เกิดการหมุนตัว จะทำให้ฝุ่นละอองซึ่งมีน้ำหนักมากกว่ารวมตัวกันและถูกแยกออกมา

(3) เครื่องกรองฝุ่นแบบถุง (bag filter) เป็นอุปกรณ์ที่มีถุงกรองเป็นตัวกรองแยกฝุ่นละอองออกจากก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ถ่านหิน

4.7.3.2 การกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นกระบวนการกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมาพร้อมกับก๊าซทิ้งหลังการเผาไหม้ โดยการฉีดส่วนผสมของน้ำกับหินปูนเข้าไปทำปฏิกิริยากับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ผสมอยู่ในก๊าซทิ้งนั้น ผลของปฏิกิริยาดังกล่าวจะทำให้เกิดการรวมตัวและตกตะกอนเป็นยิบซัม ซึ่งเป็นสารประกอบที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

4.7.3.3 การกำจัดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ เป็นกระบวนการกำจัดก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมาพร้อมกับก๊าซทิ้งหลังการเผาไหม้ โดยการใช้แอมโมเนียเข้าไปทำปฏิกิริยากับก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ผลของปฏิกิริยาจะเกิดเป็นไนโตรเจนและน้ำ

4.8 ถ่านหินกับประเทศไทย

การสำรวจถ่านหินในประเทศไทยได้ดำเนินการเป็นครั้งแรกเมื่อประมาณปี พ.ศ. 2440 เป็นการสำรวจแหล่งถ่านหินที่บริเวณบ้านปูด้า อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่ โดยบริษัทถ่านหินศิลากระบี่ ซึ่งในขณะนั้นการพัฒนาด้านเทคโนโลยีและความต้องการใช้ถ่านหินยังไม่มากนัก การทำเหมืองถ่านหินจึงยังไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร จนกระทั่งรัฐบาลมีการจัดตั้งการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2510 ทำให้มีการใช้ถ่านหินเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น

ถ่านหินที่มีการสำรวจพบมากในประเทศไทยประมาณร้อยละ 99 เป็นถ่านหินประเภทลิกไนต์ซึ่งมีคุณภาพค่อนข้างต่ำ โดยมีถ่านหินประเภทซับบิทูมินัสและบิทูมินัสอยู่บ้าง ยกเว้นที่พบที่เหมืองนาด้วง จังหวัดเลย และเหมืองนากลาง จังหวัดอุดรธานี เป็นถ่านหินประเภทแอนทราไซต์ซึ่งมีคุณภาพสูง แต่มีปริมาณไม่มากนัก

แหล่งถ่านหินในประเทศไทยที่สำรวจพบโดยกรมทรัพยากรธรณี ส่วนใหญ่อยู่ทางภาคเหนือและในภาคใต้บ้างบางส่วน แหล่งถ่านหินที่ใหญ่ที่สุดและมีการผลิตมากที่สุดคือ เหมืองแม่เมาะ จ.ลำปาง โดยมีปริมาณสำรองกว่าร้อยละ 90 ของปริมาณถ่านหินสำรองทั้งประเทศ ซึ่งถ่านหินทั้งหมดถูกนำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า แหล่งถ่านหินในประเทศไทยสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ แหล่งถ่านหินที่ถูกเปิดเป็นเหมืองถ่านหินแล้ว และแหล่งถ่านหินที่ยังไม่ถูกพัฒนา แหล่งถ่านหินที่ถูกเปิดเป็นเหมืองถ่านหินแล้วมีจำนวน 14 แห่ง มี 6 แห่งที่ได้หยุดผลิตเป็นการชั่วคราว ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และยังคงเปิดดำเนินการอยู่ 8 แห่ง มีปริมาณสำรองรวมประมาณ 1,335 ล้านตัน ณ สิ้นปี พ.ศ. 2545 ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ภาคเหนือของประเทศไทยดังแสดงในตารางที่ 4.3 ส่วนแหล่งถ่านหินที่ยังไม่ถูกพัฒนาเป็นเหมืองมีจำนวน 30 แห่ง มีปริมาณสำรองประมาณ 804 ล้านตัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.4 ซึ่งโดยสรุปในปัจจุบันประเทศไทยมีปริมาณสำรองถ่านหินรวมทั้งสิ้นประมาณ 2,139 ล้านตัน

ตารางที่ 4.2 แสดงแหล่งถ่านหินในประเทศไทยที่หยุดการผลิตชั่วคราว

ลำดับ	สถานที่			ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)	
	ชื่อแ่ง	อำเภอ	จังหวัด	ผลิตไปแล้ว	คงเหลือ
1.	บ่อหลวง	ฮอด	เชียงใหม่	1.378	NA
2.	แม่ตีบ	งาว	ลำปาง	0.885	10.115
3.	แม่ต๋น	แม่ระมาด	ตาก	0.320	0.900
4.	กันดั่ง	กันดั่ง	ตรัง	0.010	NA
5.	นาด้าง	นาด้าง	เลย	0.154	NA
6.	นากลาง	นากลาง	อุดรธานี	0.006	NA

ที่มา (กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ. 2547ค. ออนไลน์)

ตารางที่ 4.3 แสดงแหล่งถ่านหินในประเทศไทยที่ยังคงดำเนินการผลิต

ลำดับ	สถานที่			ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)	
	ชื่อแ่ง	อำเภอ	จังหวัด	ผลิตแล้ว	คงเหลือ
1.	นาฮ่อง	แม่แจ่ม	เชียงใหม่	2.492	NA
2.	แม่ทาน	สบปราบ	ลำปาง	20.122	15.727
3.	แม่เมาะ	แม่เมาะ	ลำปาง	209.171	1,196.435
4.	ลี้	ลี้	ลำพูน	37.153	NA
5.	เชียงม่วน	เชียงม่วน	พะเยา	1.962	NA
6.	แม่ละเมา	แม่สอ	ตาก	1.193	0.436
7.	หนองหญ้าปล้อง	หนองหญ้าปล้อง	เพชรบุรี	1.286	0.435
8.	กระบี่	เมือง	กระบี่	8.281	111.718

ที่มา (กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ. 2547ค. ออนไลน์)

ตารางที่ 4.4 แสดงแหล่งถ่านหินสำรองในประเทศไทยซึ่งยังไม่ได้ดำเนินการผลิต

ลำดับ	สถานที่			ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
	ชื่อแ่ง	อำเภอ	จังหวัด	
1.	เวียงแหง	เวียงแหง	เชียงใหม่	34.124
2.	ฝาง	ฝาง	เชียงใหม่	NA
3.	สันป่าตอง	สันป่าตอง	เชียงใหม่	NA
4.	บ่อสลิ	ฮอด	เชียงใหม่	0.667
5.	ปาย	ปาย	แม่ฮ่องสอน	0.366
6.	วังเหนือ	วังเหนือ	ลำปาง	21.160
7.	งาว	งาว	ลำปาง	50.690
8.	แจ้ห่ม/เมืองปาน	แจ้ห่ม	ลำปาง	41.047
9.	แม่จาง	แม่เมาะ, แม่ทะ	ลำปาง	5.003
10.	ห้างฉัตร	ห้างฉัตร	ลำปาง	28.260
11.	แม่ทะ	แม่ทะ	ลำปาง	55.065
12.	เชียงม่วน	เชียงม่วน	พะเยา	17.989
13.	นาทราย	ลี่	ลำพูน	5.270
14.	แม่ระมาด	แม่ระมาด	ตาก	72.170
15.	แม่ละเมา	แม่สอ	ตาก	46.366
16.	พบพระ	พบพระ	ตาก	7.040
17.	อุ้มผาง/ปะละทะ	อุ้มผาง	ตาก	19.236
18.	แพร่	เมือง, สูงเม่น, เด่นชัย, ร้องกวาง, สอง	แพร่	0.403
19.	บึงสามพัน	บึงสามพัน	เพชรบูรณ์	NA
20.	วิเชียรบุรี	วิเชียรบุรี	เพชรบูรณ์	2.620
21.	หนองหญ้าปล้อง	หนองหญ้าปล้อง	เพชรบุรี	12.256
22.	หนองพลับ	หัวหิน	ประจวบคีรีขันธ์	2.786
23.	สินปุน	ทุ่งใหญ่	นครศรีธรรมราช	16.428
24.	เคียนซา	เคียนซา	สุราษฎร์ธานี	40.000

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ลำดับ	สถานที่			ปริมาณสำรอง (ล้านตัน)
	ชื่อแ่ง	อำเภอ	จังหวัด	
25.	สะบ้าย้อย	สะบ้าย้อย	สงขลา	254.890
26.	กันตัง	กันตัง	ตรัง	10.260
27.	แม่ใจ	แม่ใจ	พะเยา	5.360
28.	แม่แจ่ม	แม่แจ่ม	เชียงใหม่	16.040
29.	พาน	พาน	เชียงราย	26.610
30.	เสริมงาม	เสริมงาม	ลำปาง	12.040

ที่มา (กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ. 2547ค. ออนไลน์)

4.9 บทสรุป

ถ่านหินเป็นแหล่งพลังงานซากดึกดำบรรพ์ ที่เกิดจากซากพืชที่สะสมอยู่ในลุ่มน้ำหรือแ่งน้ำต่างๆ และถูกทับถมโดยตะกอนนับเป็นเวลาหลายร้อยล้านปี ภายใต้องค์ประกอบด้านสภาพอากาศ ลักษณะของพื้นที่ ระดับความลึกที่ซากพืชถูกปิดทับ การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี ความร้อน และความกดดันที่เหมาะสม ทำให้ซากพืชเหล่านั้นกลายเป็นถ่านหิน โดยทั่วไปถ่านหินถูกแบ่งเป็น 4 ประเภท โดยพิจารณาจากความแตกต่างของค่าความร้อน ค่าความชื้น ปริมาณกำมะถันและปริมาณน้ำ ซึ่งเรียงลำดับตามคุณภาพจากมากไปน้อยได้แก่ แอนทราไซต์ บิทูมินัส ซับบิทูมินัส และลิกไนต์ ถ่านหินส่วนใหญ่ถูกใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า ส่วนที่เหลือถูกใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เนื่องจากถ่านหินมีสารที่เป็นมลพิษเจือปนอยู่ค่อนข้างมากตามแต่ชนิดของถ่านหิน ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากถ่านหินจึงส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมหลายประการ เช่น การเกิดฝนกรด ปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจก เป็นต้น อย่างไรก็ตามในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีที่เรียกว่าเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดขึ้นเพื่อช่วยลดมลพิษจากถ่านหิน โดยเทคโนโลยีนี้ถูกประยุกต์ใช้ตั้งแต่ในกระบวนการการทำเหมือง การจัดการถ่านหินก่อนนำมาใช้ และการใช้ประโยชน์ถ่านหิน อันจะเป็นการทำให้การใช้ประโยชน์จากถ่านหินมีความปลอดภัยมากขึ้น และลดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมลงได้

4.10 คำถามทบทวน

1. จงอธิบายถึงรูปแบบของกระบวนการเกิดถ่านหิน
2. จงบอกถึงองค์ประกอบในการกำเนิดถ่านหิน
3. จงอธิบายถึงกระบวนการเกิดถ่านหิน
4. จงอธิบายถึงขั้นตอนการเกิดถ่านหิน
5. จงบอกถึงประเภทของถ่านหินที่จำแนกโดยระบบสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา
6. จงอธิบายถึงลักษณะของถ่านหินที่จำแนกโดยระบบสมาคมทดสอบและวัสดุแห่งสหรัฐอเมริกา
7. จงบอกถึงวิธีการสำรวจถ่านหินมาพอสังเขป
8. จงอธิบายถึงการทำให้ถ่านหินมาพอสังเขป
9. จงบอกถึงผลกระทบจากการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า
10. จงกล่าวถึงเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดมาพอสังเขป

เอกสารอ้างอิง

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2547ก). ถ่านหิน. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:

<http://www.egat.co.th/fuel/lignite/coal.html>.

_____. (2547ข). การทำเหมืองถ่านหิน. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:

<http://www.egat.co.th/fuel/lignite/mining2.html>.

กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ. (2547ค). เทคโนโลยีถ่านหินสะอาด. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:

http://www.dmf.go.th/petro_focus/coal.diagram.htm.

_____. (2547ค). ปริมาณสำรองถ่านหิน. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:

http://www.dmf.go.th/petro_focus/coal.reservation.htm.

Associated Mining Consultants Limited. (2005). **Open Pit Mining**. [On-line]. Available:

<http://www.amcl.ca/images/verticalimages-4.jpg>.

Australian Coal Association. (2005). **Coal Mining Method**. [On-line]. Available:

<http://www.australiancoal.com.au/methods.htm>.

B&E International. (2005). **Open Cast Mining**. [On-line]. Available:

<http://www.bequarries.co.za/opencastmining.gif>.

Coal Deposits within the Geological Time-Scale. (2004). **Coal**. [On-line]. Available:

<http://www.cartage.org.lb/en/themes/Sciences/Earthscience/Geology/Coal/TooMuchCoal/TooMuchCoal.htm>.

Energy Information Administration. (2004a). **International Energy Outlook 2004**. [On-line].

Available: <http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html>.

_____. (2004d). **Underground Mining**. [On-line]. Available:

<http://www.eia.doe.gov/coal/mining/underground.html>.

Kentucky. (2000). **Types of Mining**. [On-line]. <http://www.caer.uky.edu/kdmm/>.

The Environment Literacy Council. (2004). **Greenhouse Gases**. [On-line]. Available:

<http://www.enviroliteracy.org/article.php/18.html>.

World Coal Institute. (2005a). **Bituminous Coal**. [On-line]. Available:

http://www.wci-coal.com/web/list.php?menu_id=2.3.3



_____. (2005b). **Sub-Bituminous Coal**. [On-line]. Available:

http://www.wci-coal.com/web/content.php?menu_id=2.3.2

_____. (2005c). **Coal Uses – Overview**. [On-line]. Available:

http://www.wci-coal.com/web/list.php?menu_id=2.7.1

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คดีปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

