บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันเทคนิคการวิเคราะห์ด้วยวิธีเรืองรังสีเอกซ์ (x-ray fluorescence) ซึ่งจัดได้ว่าเป็นวิธีวิเคราะห์ที่มีความไวในการวิเคราะห์สูง มีความสะดวก รวดเร็ว และมีความเที่ยงตรงวิธีหนึ่ง ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ทั่วไปในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณของธาตุ โดยทั่วไปสามารถใช้วิเคราะห์ธาตุที่มีเลขอะตอม (atomic number) ตั้งแต่ 9 คือ ฟลูออรีน (fluorine,F) ขึ้นไป และที่สำคัญก็คือการที่สามารถใช้เทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์วิเคราะห์ธาตุโดยวิธีไม่ทำลายตัวอย่าง ทำให้นำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมได้

ถ่านหินประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ เนื้อถ่านหิน (coal matter) และเถ้า (ash) ส่วนเนื้อถ่านหินเป็นส่วนที่ให้ความร้อนออกมาใช้ประโยชน์โดยกระบวนการสันดาป มีองค์ประกอบเป็นธาตุเบา (เลขอะตอมต่ำ) ซึ่งได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน และ กำมะถัน ส่วนของเถ้าประกอบด้วยธาตุที่มีอะตอมสูงกว่า เช่น ซิลิคอน อะลูมิเนียม เหล็ก แคลเซียม สตรอนเชียม แบเรียม และ กำมะถัน เป็นต้น สำหรับกำมะถันนั้น เป็นธาตุที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ จากการใช้ประโยชน์จากถ่านหินได้ เนื่องจากในกระบวนสันดาป กำมะถันสามารถถูกออกซิไดซ์ (oxidize) เกิดเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfur dioxide,SO_2) ซึ่งเมื่อทำปฏิกริยากับน้ำ หรือความชื้นในอากาศจะเกิดกรดซัลฟูรัส (sulfurous acid,H_2SO_3) และกรดซัลฟูริก (sulfuric acid,H_2SO_4) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์นับว่าเป็นก๊าซที่เป็นอันตราย

ต่อมนุษย์ สัตว์ สิ่งแวดล้อม ตลอดจนวัสดุต่าง ๆ ดังนั้น การใช้ประโยชน์จากถ่านหินจึงมีความจำเป็นต้องทราบปริมาณกำมะถันซึ่งเป็นส่วนประกอบในถ่านหิน

สำหรับในประเทศไทยมีการใช้ประโยชน์จากถ่านหินเช่นกัน และถ่านหินที่มีมากคือลิกไนต์ ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า นอกจากนี้ยังถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับให้ความร้อนในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น การผลิตปูนซีเมนต์ แก้ว เครื่องปั้นดินเผา เคมีภัณฑ์ อาหาร และ การบ่มใบยาสูบ เป็นต้น แหล่งลิกไนต์ที่ใหญ่ที่สุดของประเทศไทยได้แก่ แหล่งลิกไนต์ที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

วิธีวิเคราะห์ตามปกติ คือ วิธีทางเคมี ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้เวลาในการวิเคราะห์มาก และต้องระมัดระวังอย่างมากทุกขั้นตอน เพื่อมิให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นจึงมีการศึกษาค้นคว้าหาวิธีอื่นมาใช้เพื่อลดขั้นตอนและสะดวกในการปฏิบัติเพื่อให้ผลรวดเร็วแม่นยำ หรืออย่างน้อยก็ให้ผลถูกต้องพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ เทคนิคนิวเคลียร์หลายเทคนิคก็ได้ถูกนำมาใช้แต่ละเทคนิคก็มีจุดเด่นและข้อเสียต่าง ๆ กัน ในการเลือกเทคนิคเหล่านี้มาใช้จะต้องทำการศึกษาวิจัยเพื่อจะได้เปรียบเทียบและพัฒนาวิธีการให้เหมาะสมกับความต้องการและอุปกรณ์ที่มีอยู่

วิธีเรืองรังสีเอกซ์เป็นวิธีมาตรฐานวิธีหนึ่งในการวิเคราะห์กำมะถันในถ่านหิน แต่วิธีการขั้นตอนในการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานนั้นมีขั้นตอนยุ่งยาก ต้องใช้เครื่องวิเคราะห์ที่มีสมรรถนะสูงซึ่งต้องอยู่ในห้องปฏิบัติการ ไม่สามารถนำไปใช้งานภาคสนามได้จึงมีการศึกษาวิจัย เพื่อที่จะพัฒนาวิธีการสำหรับใช้กับอุปกรณ์วิเคราะห์ที่สามารถใช้งานในภาคสนามได้ และให้ถูกต้องรวดเร็วซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย

1.2.1 วัตถุประสงค์

1.2.1.1 เพื่อศึกษาและทดลองวิเคราะห์กำมะถันในลิกไนต์ด้วยวิธีเรือง

รังสีเอกซ์แบบต่าง ๆ

1.2.1.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเอกซ์เรืองของกำมะถัน และเหล็ก กับปริมาณกำมะถันในลิกไนต์

1.2.1.3 เพื่อศึกษาและพัฒนาวิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์กำมะถันในลิกไนต์ ให้มีขั้นตอนน้อยลง ไม่ยุ่งยาก และสามารถอ่านผลได้รวดเร็ว โดยใช้อุปกรณ์ราคาประหยัด

1.2.2 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้ตัวอย่างลิกไนต์จากเหมืองแม่เมาะ ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยในการศึกษาและพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ โดยอาศัยผลวิเคราะห์ของวิธีมาตรฐานทางเคมีเป็นเกณฑ์ และมีตัวอย่างถ่านหินมาตรฐานจาก NBS (National Bureau of Standards) แห่งสหรัฐอเมริกาในการตรวจสอบผลวิเคราะห์

1.3 <u>ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย</u>

1.3.1 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากเอกสารต่าง ๆ

1.3.2 ศึกษาวิธีการวิเคราะห์กำมะถันในลิกไนต์ด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์

1.3.3 นำตัวอย่างลิกไนต์ไปวิเคราะห์ปริมาณกำมะถันรวม รูปต่าง ๆ ของกำมะถัน เถ้า และความชื้น โดยวิธีเคมีมาตรฐาน ASTM (D 3177, D 3174 , D 2492) ที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ

1.3.4 วิเคราะห์ปริมาณเหล็กในตัวอย่างลิกไนต์ด้วยเครื่องวิเคราะห์แบบ WDX (wavelength dispersive x-ray fluorescence spectrometer) ที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ เครื่องวิเคราะห์แบบ EDX (energy dispersive x-ray fluorescence spectrometer)โดยใช้หัววัดรังสีเอกซ์

แบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง (high purity germanium detector, HPGe) ที่ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

1.3.5 พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กกับกำมะถันในตัวอย่างลิกไนต์

1.3.6 ศึกษาผลวิเคราะห์โดยวิธีเคมีมาตรฐานเปรียบเทียบกับความเข้มรังสีเอกซ์เรืองของกำมะถัน เพื่อพิจารณาถึงผลกระทบต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อความเข้มรังสีเอกซ์เรือง เช่น ปริมาณเถ้า และส่วนประกอบที่สำคัญ เพื่อเป็นแนวทางในการหาวิธีการวิเคราะห์ที่สะดวกรวดเร็ว เหมาะสม สำหรับการนำไปใช้งานกับเครื่องวิเคราะห์ราคาประหยัดและมีขนาดเล็ก

1.3.7 ศึกษาทดลอง วิเคราะห์ปริมาณกำมะถันในตัวอย่างลิกไนต์ใช้โดยหัววัดแบบพรอพอร์ชันนัล (proportional counter) ตามแนวทางที่ได้จากหัวข้อ 1.3.6 เพื่อกำหนดวิธีการที่เหมาะสม และหาขีดจำกัด

1.3.8 สรุปและประเมินผลวิจัย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.4.1 ได้เทคนิคการวิเคราะห์กำมะถันในลิกไนต์ที่สะดวก รวดเร็ว และให้ผลเชื่อถือได้ โดยใช้อุปกรณ์ที่มีราคาประหยัด

1.4.2 เป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์หาปริมาณกำมะถันในลิกไนต์ที่อ่านได้ผลได้รวดเร็ว เพื่อใช้ในภาคสนาม

1.5 การค้นคว้าความเป็นมาของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปี ค.ศ 1984 H.T Weber และคณะ (1) ได้พัฒนาวิธีวิเคราะห์สำหรับเครื่องวิเคราะห์แบบสำหรับเครื่องวิเคราะห์แบบ WDX โดยผสม CaO และ activated charcoal ลงไปในตัวอย่าง เผาที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส และใช้ตะกั่วเป็น internal standard โดยทำการวัดความเข้มของ S K_{α} และ Pb M_{α} การวิเคราะห์แบบนี้มีขั้นตอนในการเตรียมสารมาตรฐาน และถ่านหินที่ใช้ทดสอบมีความยุ่งยากพอสมควร และต้องใช้เครื่องวิเคราะห์แบบ WDX ซึ่งมีความสามารถสูงในการแยกพีคของ S K_{α} กับ Pb M_{α} เพราะมีความยาวคลื่นใกล้เคียงกันมาก คือ 5.371 Å (2.308 keV) และ 5.284 Å (2.346 keV) ตามลำดับ

ปี ค.ศ 1985 D. Page และ T. Piggins (2) ได้พัฒนาวิธีวิเคราะห์โดยใช้ระบบวิเคราะห์แบบ EDX ซึ่งกระตุ้นด้วยต้นกำเนิดรังสีพลูโทเนียม-238 (Pu-238)และหัววัดพรอพอร์ชันนัลสำหรับวิเคราะห์แบบต่อเนื่อง โดยได้ทำการวัดรังสีเอกซ์เรืองของกำมะถันเหล็ก และรังสีกระเจิง เพื่อหาปริมาณกำมะถันในถ่านหิน ซึ่งพบว่าในตัวอย่างถ่านหินของประเทศอังกฤษแหล่งที่ทำการศึกษาปริมาณเหล็กมีความสัมพันธ์กับปริมาณกำมะถัน ทำให้สามารถวิเคราะห์ปริมาณกำมะถันทางอ้อมได้กล่าวคือ ทำการวิเคราะห์เหล็กด้วยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์ แล้วนำไปหาปริมาณ กำมะถัน วิธีนี้ทำให้ลดความยุ่งยากในการวัดรังสีเอกซ์เรืองของกำมะถันลงไปได้เพราะรังสีเอกซ์เรืองของกำมะถันมีพลังงานต่ำเพียง 2.308 keV ($K_{\alpha 1}$) ในขณะที่พลังงานรังสีเอกซ์เรืองของเหล็ก เท่ากับ 6.403 keV ($K_{\alpha 1}$) ทำให้วัดรังสีได้ง่าย และมีการรบกวนจากธาตุอื่น ๆ น้อยกว่าด้วย การที่วิธีนี้ใช้ได้ผลผู้วิจัยพบว่าเนื่องจากถ่านหินที่ทำการศึกษามีกำมะถันอยู่ในรูปของเหล็กซัลไฟด์ (iron sulfide , FeS_2) เป็นส่วนใหญ่ ประกอบกับปริมาณกำมะถันในรูปอื่น ๆ มีปริมาณค่อนข้างคงที่

ปี ค.ศ 1968 M.Berman และ S.Ergun (3) ได้ศึกษาและวิเคราะห์กำมะถันโดยใช้เครื่องวิเคราะห์แบบ WDX และได้ศึกษาอิทธิพลของธาตุต่าง ๆ ที่มีอยู่ในถ่านหิน เช่น แมกนีเซียม แคลเซียม อะลูมิเนียม ซิลิคอน และ เหล็ก ขนาดของถ่านหิน และ รูป (form) ของกำมะถัน โดยทำการบดตัวอย่างให้มีขนาดต่าง ๆ กัน คือ อยู่ใน

ช่วง 40 - 60 mesh ถึง -200 mesh แล้วนำไปอัด ทำการวัดหาปริมาณกำมะถันโดยการเปรียบเทียบกับตัวอย่างมาตรฐาน ที่มีส่วนประกอบใกล้เคียงกันกับตัวอย่างที่นำมาวัด แล้วนำไปเปรียบเทียบกับวิธีทางเคมี การวิเคราะห์แบบนี้มีขั้นตอนยุ่งยากในการคำนวณหาปริมาณธาตุต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อกำมะถัน

ปี ค.ศ 1974 Ronald G. Hurley และ Eugene W. White (4) ได้หาปริมาณกำมะถันรวม และกำมะถันในรูปต่าง ๆ ด้วยเครื่องวิเคราะห์แบบ WDX โดยทำการวัดความเข้มของสารมาตรฐาน ตัวอย่างของถ่านหิน และbackground ที่มุมต่าง ๆ กัน แล้วคำนวณหากำมะถันในรูปต่าง ๆ กัน จากการเลื่อน (shift)และลักษณะของพีค การวิเคราะห์แบบนี้สามารถสอบรูปต่าง ๆ ของกำมะถันที่มีผลกระทบต่อการวัดกำมะถันรวม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย