หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของหัวข้อวิทยานิพนธ์

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตแร่ดีบุกมากแห่งหนึ่งของโลก ผลจากการทำเหมืองและการแยกแร่ดีบุก จะมีส่วนหนึ่งที่เป็นหางแร่ หรือมูลแร่ (Amang) นอกเหนือจากหัวแร่ดีบุกที่ได้ ซึ่งในส่วนของมูลแร่นี้ ยังมีแร่ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ปะปนอยู่ในปริมาณที่มีคุณค่าในเชิงพาณิชย์ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า มีโรงแต่งแร่จากมูลแร่ดีบุกเกิดขึ้นหลายแห่งในประเทศไทย แร่เหล่านี้ได้แก่ โมนาไซต์ (Monazite), ซีโนไทม์ (Xenotime), เซอร์คอน (Zircon) เป็นต้น และในมูลแร่จากการแต่งแร่ดีบุกหลายแห่งพบว่า มีวุลแฟรไมต์ (Wolframite) โคลัมไบต์-แทนทาไลต์ (Columbite-tantalite) เกิดปะปนกันอยู่ในปริมาณที่น่าสนใจ แต่การแต่งแร่ในปัจจุบันนี้ ยังไม่สามารถหาวิธีที่มีประสิทธิภาพในการแยกแร่โคลัมไบต์-แทนทาไลต์ออกจากแร่วุลแฟรไมต์ได้ (1) ทำให้ผู้ประกอบการต้องขายหัวแร่ที่แต่งได้ปนกันไป ระหว่างโคลัมไบต์-แทนทาไลต์ กับวุลแฟรไมต์ ซึ่งทำให้ขายแร่ได้ในราคาค่อนข้างต่ำ ดังนั้นถ้าสามารถหาวิธีการแยกแร่ทั้งสองชนิดออกจากกันได้ ก็จะสามารถทำให้ขายแร่แต่ละชนิดได้ในราคาที่สูงขึ้น ซึ่งก็จะเป็นวิธีทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการเหมืองแร่และเป็นการใช้ทรัพยากรแร่อย่างคุ้มค่า

โคลัมไบต์-แทนทาไลต์ (2) เป็นแร่ในตระกูลออกไซด์เชิงซ้อน (Multiple - Oxides) ที่มีส่วนประกอบเป็น เหล็ก แมงกานีส ไนโอเบียม (Niobium) และแทนทาลัม (Tantalum) หรือจัดเป็นพวกโคลัมเบต-แทนทาเลต (Columbate-tantalate) มีสูตรเคมี คือ $(Fe,Mn)(Nb,Ta)_2O_6$ มีค่าความแข็ง (Mohs' scale of hardness) เท่ากับ 6.0 - 6.5 ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) เท่ากับ 5.2 - 7.9 โคลัมไบต์-แทนทาไลต์เป็นสินแร่ที่ให้โลหะแทนทาลัม และไนโอเบียม โลหะไนโอเบียมที่นำมาใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของเฟอร์โรไนโอเบียม ซึ่งใช้เป็นตัวเพิ่มเข้าไปในการผลิต

เหล็กกล้า ไนโอเบียมเป็นโลหะสำคัญชนิดหนึ่งในสองสามชนิด ที่นำมาใช้ในการทำผนังกั้นภายในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู สำหรับโลหะแทนทาลัม ปริมาณเกินกว่าครึ่งหนึ่งนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และใช้ในการผลิตโลหะผสมชนิดพิเศษที่ทนความร้อนสูง ทนต่อการขัดสีซึ่งนำไปใช้ในยานอวกาศ เครื่องยนต์ไอพ่น ท่อนำแก๊ส นอกจากนี้ยังใช้ในการผลิตอวัยวะเทียมในทางศัลยกรรม และทำเครื่องมือทางเคมี

วุลแฟรไมต์ (2) เป็นแร่ในตระกูลทังสเตต (Tungstate) มีสูตรเคมี คือ $(Fe,Mn)WO_4$ มีค่าความแข็งเท่ากับ 4.0 - 4.5 ค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 7.0 - 7.5 วุลแฟรไมต์เป็นสินแร่ทังสเตน (Tungsten ore) ที่สำคัญอันดับหนึ่ง โลหะทังสเตนใช้ทำไส้หลอดไฟฟ้า ผสมเหล็กให้มีความแข็งแกร่ง และสารประกอบของทังสเตนจะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมทำสีสำหรับย้อมไหม ตกแต่งผสมแก้ว และเครื่องปั้นดินเผา

จากคุณสมบัติต่างๆ ที่นำมาใช้ในการแยกแร่ เช่น ความถ่วงจำเพาะ การดูดติดแม่เหล็ก การเป็นตัวนำไฟฟ้า และการลอยแร่ ที่ใกล้เคียงกันของโคลัมไบต์-แทนทาไลต์ และวุลแฟรไมต์ จึงทำให้การแยกแร่ทั้งสองชนิดนี้ออกจากกันเป็นไปด้วยความยากลำบาก คุณสมบัติบางประการของโคลัมไบต์-แทนทาไลต์ วุลแฟรไมต์ และวิธีการแยกแร่ แสดงไว้ในตารางที่ 1.1 จากการศึกษาข้อมูลทางด้านเอกสาร พบว่า วุลแฟรไมต์ สามารถละลายได้ในโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และกรดไฮโดรคลอริก (HCl) แต่โคลัมไบต์-แทนทาไลต์ไม่ละลาย (3,4) ดังนั้นจึงได้กำหนดวิธีการชะละลาย (Leaching) วุลแฟรไมต์ออกจากโคลัมไบต์-แทนทาไลต์ เป็นวิธีการทดลองในการวิจัยครั้งนี้

จากการศึกษาตัวอย่างในขั้นต้นพบว่า โคลัมไบต์-แทนทาไลต์ และวุลแฟรไมต์เกิดร่วมกันแบบเป็นเม็ดอิสระต่อกัน และยังมีแร่ชนิดอื่นๆ เกิดร่วมด้วย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการศึกษาทางด้านแร่วิทยาของโคลัมไบต์-แทนทาไลต์ วุลแฟรไมต์ และแร่อื่นๆ ที่เกิดร่วมด้วย เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงวิธีการชะละลายให้เหมาะสม และให้ผลคุ้มค่าในเชิงพาณิชย์

ตารางที่ 1.1 คุณสมบัติบางประการของโคลัมไบด์-แทนทาไลด์ วุลแฟรไมด์ และวิธีการแยกแร่ (1)

คุณสมบัติด้าน	แร่		การแยกแร่โดยอาศัยคุณสมบัติต่างๆ
	วุลแฟรไมด์	โคลัมไบด์ - แทนทาไลด์	
ความถ่วงจำเพาะ	7.0-7.5	5.2-7.9	นิกัดการแยกแร่ได้ = ถ.พ.แร่หนัก-1 / ถ.พ.แร่เบา-1 = 7.2-1 / 6.6-1 = 1.11 (ปกติควรอย่างน้อย 1.25) แสดงว่าไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยคุณสมบัติทางด้านความถ่วงจำเพาะ
การดูดติดแม่เหล็ก	ติดแม่เหล็กปานกลาง	ติดแม่เหล็กปานกลาง	แร่ทั้งสองดูดติดแม่เหล็กใกล้เคียงกัน ไม่สามารถอาศัยคุณสมบัติทางด้านแม่เหล็กแยกแร่ทั้งสองออกจากกันได้
การนำไฟฟ้า	ตัวนำที่ดี	ตัวนำที่ดี	แร่ทั้งสองชนิดเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีเหมือนกัน ดังนั้นจึงไม่สามารถแยกออกจากกันได้โดยอาศัยคุณสมบัติทางด้านการเป็นตัวนำไฟฟ้า
การลอยแร่	ลอยได้ยาก	ลอยได้ยาก	วุลแฟรไมด์ เป็นแร่ชนิดทังสเตด ลอยแร่ได้ยาก และโคลัมไบด์-แทนทาไลด์ เป็นแร่ชนิดออกไซด์เชิงซ้อนลอยแร่ได้ยากเช่นเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิทยานิพนธ์

1.2.1 เพื่อศึกษาแร่วิทยาและส่วนประกอบทางเคมีของวุลแฟรไมต์ และโคลัมไบต์-แทนทาไลต์

1.2.2 เพื่อศึกษาทดลองแยกวุลแฟรไมต์ ออกจากโคลัมไบต์-แทนทาไลต์ โดยวิธีการชะละลายด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และกรดไฮโดรคลอริก

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการวิทยานิพนธ์

1.3.1 ได้ข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมแทนทาไลต์-โคลัมไบต์

1.3.2 ได้ทราบข้อมูลทางเทคนิคของการวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากรรมวิธีการแต่งแร่โคลัมไบต์-แทนทาไลต์ที่เหมาะสม

1.3.3 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการใช้ทรัพยากรแร่อย่างคุ้มค่า

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับวุลแฟรไมต์ และโคลัมไบต์- แทนทาไลต์

1.4.2 ศึกษาแร่วิทยาของวุลแฟรไมต์ โคลัมไบต์-แทนทาไลต์ และแร่ที่เกิดร่วมด้วย โดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ (Instrumental analysis)

1.4.3 ศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของแร่โดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ และการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ (Wet analysis)

1.4.4 ศึกษาการแยกวุลแฟรไมต์ออกจากโคลัมไบต์-แทนทาไลต์ โดยวิธีการชะละลายด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และกรดไฮโดรคลอริก

1.5 ระเบียบวิธีการวิจัย

1.5.1 ศึกษา และรวบรวมข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวุลแฟรไมต์ โคลัมไบต์ - แทนทาไลต์ ที่มีในประเทศไทย และบางส่วนจากต่างประเทศ

1.5.2 เก็บตัวอย่างหัวแร่ที่ปนกันระหว่างโคลัมไบต์-แทนทาไลต์ และวุลแฟรไมต์ จากโรงแต่งแร่ ห้างหุ้นส่วนจำกัด รุ่งอรุณตะกั่วป่า อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา

1.5.3 ศึกษาแร่วิทยาของวุลแฟรไมต์ โคลัมไบต์-แทนทาไลต์ และแร่อื่นๆที่เกิดร่วมด้วย เพื่อศึกษาชนิด และคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของแร่แต่ละชนิด จากตัวอย่างแร่เม็ดภายใต้กล้องขยายสองตา(Binocular microscope) จากตัวอย่างขัดมัน (Polished section) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสะท้อนแสง (Reflected light Microscope) กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบสแกนนิง (Scanning electron microscope) หรือ SEM ร่วมกับการวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอกซ์เรือง (Electron Probe Microanalysis) หรือ EPMA และจากตัวอย่างแร่ผงด้วยเครื่องรังสีเอกซ์เลี้ยวเบน (X-ray diffractometer) หรือ XRD

1.5.4 ศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของแร่ตัวอย่าง ทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ได้แก่ การวิเคราะห์ด้วยเครื่องเรืองรังสีเอกซ์ (X - ray Fluoresent spectrophotometer) หรือ XRF

1.5.5 ศึกษา และทดลองแยกวุลแฟรไมต์ ออกจากโคลัมไบต์-แทนทาไลต์ โดยวิธีการชะละลายด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

1.5.6 ศึกษา และทดลองแยกวุลแฟรไมต์ ออกจากโคลัมไบต์-แทนทาไลต์ โดยวิธีการชะละลายด้วยกรดไฮโดรคลอริก

1.5.7 วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และสรุปผลการดำเนินงานโครงการวิทยานิพนธ์

1.6 แนวเหตุผลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์

โครงการวิจัยนี้เป็นการนำเอาตัวอย่างที่ปนกัน ระหว่างโคลัมไบต์-แทนทาไลต์ และวุลแฟรไมต์ที่ผ่านการแต่งมาแล้ว แต่ไม่สามารถที่จะแยกแร่ทั้งสองชนิดนี้ออกจากกันได้ มาทำการวิจัยทดลองเพื่อแยกเอาโคลัมไบต์-แทนทาไลต์ ออกจากวุลแฟรไมต์ โดยวิธีการชะละลาย

1.6.1 การชะละลายด้วยด่าง (3) นำตัวอย่างมาชะละลายด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เพื่อชะละลายวุลแฟรไมต์ ออกจากโคลัมไบต์-แทนทาไลต์ ดังปฏิกิริยา

$$(Fe,Mn)WO_4\ (s) + 2NaOH\ (l) \xrightarrow{Heat} (Fe,Mn)(OH)_2\ (s) + Na_2WO_4\ (l)$$

จะได้ $(Fe,Mn)(OH)_2$ เป็นสารแขวนลอย (Colloidal particles) หรือเป็น Ultrafine particles และ Na_2WO_4 จะละลายอยู่ในส่วนที่เป็นสารละลาย ส่วนโคลัมไบต์-แทนทาไลต์ จะเหลือเป็นของแข็งเช่นเดิมโดยไม่ทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ดังนั้นจึงสามารถแยกออกจากสารละลายได้

1.6.2 การชะละลายด้วยกรด (4) นำตัวอย่างมาชะละลายด้วยไฮโดรคลอริก (HCl) เพื่อชะละลายเอาวุลแฟรไมต์ออกจากโคลัมไบต์-แทนทาไลต์ เช่นเดียวกันกับข้อ 1.6.1 ดังปฏิกิริยา

$$(Fe,Mn)WO_4\ (s) + 2HCl\ (l) \xrightarrow{Heat} (Fe,Mn)Cl_2\ (l) + H_2WO_4\ (s)$$

จะได้ H_2WO_4 เป็นตะกอน หรือตะกอนแขวนลอย ปนอยู่กับโคลัมไบต์-แทนทาไลต์ ซึ่งไม่ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก จากนั้นเติมสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) เพื่อละลายตะกอน H_2WO_4 ให้เป็นสารละลาย ดังปฏิกิริยา

$$H_2WO_4\ (s) + 2NH_4OH\ (l) \longrightarrow (NH_4)_2WO_4\ (l) + 2H_2O\ (l)$$

แล้วจึงทำการแยกโคลัมไบต์-แทนทาไลต์ ที่เป็นของแข็งออกจากสารละลาย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย