บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการศึกษา

แร่สังกะสีในสินแร่เกรดต่ำจากบริษัท บ่อใหญ่ไมนิ่งจำกัด อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ส่วนใหญ่เป็นแร่ทุติยภูมิ (Secondary Ore) ที่เกิดจากการที่ชั้นแร่เดิมถูกยกตัวขึ้นใกล้ผิวดินทำให้แร่ซัลไพด์ ถูกเติมออกซิเจน (Oxidized) จนทำให้เกิดการผุพังและเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขึ้น โดยส่วนใหญ่แร่ทุติยภูมิ (Secondary Ore) จะอยู่ในกลุ่มแร่ที่เป็นสารประกอบซนิด คาร์บอเนต และซิลิเกต จากคุณสมบัติที่มีสารประกอบต่างๆกัน จึงทำให้แร่ในสินแร่เกรดต่ำมีคุณสมบัติทางกายภายและทางเคมีที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ทางแร่วิทยา (Mineralogy) เชิงทดลองในห้องปฏิบัติการและความสามารถในการลอยแร่ (Flotation) เพื่อเก็บแร่สังกะสีจากสินแร่เกรดต่ำ การทดลองในห้องปฏิบัติการได้ทดลองโดยใช้เครื่องหลายชนิดในการศึกษาอาทิเช่น การศึกษาชนิดของแร่หรือสารประกอบในสินแร่เกรดต่ำโดยใช้เครื่องเอกซ์เรย์ดิฟแฟคโตมิเตอร์ (X — Ray Diffractometer : XRD) ผลการศึกษาทำให้ทราบว่าในสินแร่เกรดต่ำมีสารประกอบหรือชนิดแร่หลักๆได้แก่แร่ Hemimorphite ($Zn_4Si_2O_7(OH)_2.H_2O$) และแร่ตะกั่วประเภทคาร์บอเนต Cerussite ($PbCO_3$) ส่วนพวกแร่กาก (Gangue Mineral) ได้แก่แร่ Quartz พร้อมทั้งทำการศึกษาหาปริมาณของธาตุในสินแร่เกรดต่ำโดยใช้เครื่องเอกซ์เรย์ฟลูออเรสเซนต์สเปกโตรมิเตอร์ (X — Ray Fluorescence Spectrometer : XRF) ผลการศึกษาทำให้ทราบว่าในสินแร่เกรดต่ำมีธาตุหลักๆและปริมาณคือธาตุ สังกะสี (Zn 18.95%) , ซิลิกอน(Si 12.50%) , ตะกั่ว (Pb 3.80%) ,เหล็ก (Fe 5.60%) , ซัลเฟอร์ (S 0.09%) และทองแดง (Cu 0.008%) จะเห็นได้ว่าจากการศึกษาสารประกอบและปริมาณธาตุในสินแร่เกรดต่ำผลจากการทดลองมีความสอดคล้องกันอย่างเห็นได้ชัดว่าในสินแร่เกรดต่ำมีสารประกอบและปริมาณประเภทสังกะสีเป็นหลัก

หลังจากนั้นจึงได้ทำการศึกษาปริมาณการกระจายตัวของสินแร่เกรดต่ำที่ขนาดต่างๆ (Sieve Analysis) พร้อมทั้งทำการชักตัวอย่างที่ค้างอยู่ในแต่ละตะแกรงออกมาทำการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ของธาตุสังกะสี ตะกั่ว เหล็ก และเงิน อีกทั้งชั่งน้ำหนักที่ค้างอยู่ในแต่ละตะแกรงเมื่อได้ผลการวิเคราะห์ออกมาแล้วจึงได้ทำการคำนวณโดยอาศัยวิธีมวลสมดุลย์(Mass Balance) ซึ่งการคัดขนาดได้ทำการคัดขนาด 2 แบบคือการคัดขนาดแบบแห้งและการคัดขนาดแบบเปียก เมื่อทำการเปรียบเทียบกันผลปรากฏว่าการคัดขนาดแบบแห้งมีแร่สังกะสีจะสะสมตัวอยู่ในช่วงของเม็ดแร่ที่มีขนาดหยาบเมื่อดูจากค่า Cumulative Oversize % และหากคัดขนาดที่ 50 Mesh

จะพบว่าแร่สังกะสีที่ค้างตะแกรง (+50 Mesh) จะมีน้ำหนักถึง 92.22 และเมื่อดูจากค่า Cumulative Distribution % Zn พบว่าหากคัดขนาดที่ +50 Mesh จะมีโลหะสังกะสีอยู่ในส่วนหยาบ (+50 Mesh) ถึง 93.59 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการคัดขนาดแบบเปียกผลปรากฏว่าแร่สังกะสีมีการกระจายตัวอยู่ 3 ช่วงใหญ่คือ +50 Mesh , -50 +325 และ -325 Mesh อีกทั้งการคัดแบบเปียกยังเปรียบเสมือนการล้างแร่ไปในตัวจึงทำให้เปอร์เซ็นต์ของแร่สังกะสีสูงขึ้นด้วย และการคัดขนาดแบบเปียกในช่วงขนาดละเอียดมากๆเช่น -325 Mesh มี Weight % เท่ากับ 25.58 ในขณะที่ช่วงขนาด -230 Mesh ที่ทำการคัดขนาดแบบแห้งมี Weight % เท่ากับ 1.77 แสดงว่าการทำการคัดขนาดแบบแห้งมีข้อบกพร่อง จากนั้นจึงนำส่วนที่มีขนาดโตไม่เหมาะสมต่อการลอยแร่ที่ช่วงขนาด +50 Mesh มาทำการบดเพื่อลดขนาดซึ่งการบดแร่ก็ยังได้กระทำการบดเป็นเวลา 5 นาที และ 20 นาที เพื่อทำการเปรียบเทียบกันและนำแร่ที่ได้จากการบดมาทำการคัดขนาดแบบเปียกซ้ำอีกครั้งหนึ่ง ผลปรากฏว่าการบดที่ใช้เวลาในการบดเพียง 5 นาที จะให้ผลที่ดีกว่าการบดแร่ที่ 20 นาที เนื่องจากจะให้ค่าของ Weight % ที่ช่วงขนาด +50 Mesh ที่สูงกว่าการบดแร่ที่ 20 นาที ถึง 4.59 อีกทั้งยังสูญเสียแร่สังกะสีไปในส่วนของฝุ่นแร่ที่ขนาด -325 Mesh น้อยกว่าถึง 3.44 ฉะนั้นจึงสรุปในส่วนของการคัดขนาดแบบเปียก (Wet Sieve Analysis) โดยรวมตั้งแต่เริ่มคัดขนาดจนถึงการบดแร่และทำการคัดขนาดแบบเปียกซ้ำอีกครั้งหนึ่งออกได้เป็น 4 ส่วนใหญ่คือ ช่วงขนาด +50 Mesh จะให้ค่าของ Weight % เท่ากับ 38.32 , Zn 30.93% ส่วนช่วงของฝุ่นแร่ที่ขนาด -325 Mesh จะให้ค่าของ Weight % เท่ากับ 35.62 , Zn 14.38% อีกสองช่วงที่เหลือจะนำไปลอยแร่คือ ช่วงขนาด -50 +140 Mesh จะให้ค่าของ Weight % เท่ากับ 17.74 , Zn 23.27% ส่วนช่วงที่เหลือที่ขนาด -140 +325 Mesh จะให้ค่าของ Weight % เท่ากับ 8.32 , Zn 19.85%

ส่วนการศึกษาโครงสร้างจุลภาคของสินแร่เกรดต่ำจาก Polished Section โดยอาศัยกล้องจุลทรรศน์แบบ Reflected Light Microscope ที่กำลังขยาย 50 เท่าพร้อมทั้งตรวจสอบขนาดของการหลุดแยกของเม็ดแร่ รูปร่าง ขนาด และการ Oxidation ที่ผิวของเม็ดแร่ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาดและเทคนิคของ X-Ray Image Mapping (Scanning Electron Microscopy: SEM) ที่กำลังขยาย 200 และ 40 เท่า ที่ช่วงขนาด -30 +50 Mesh , -50 +80 Mesh และที่กำลังขยาย 1500 และ 250 เท่า ที่ขนาด -325 Mesh อีกทั้งตรวจสอบธาตุบริเวณที่มีการ Oxidation ที่ผิวของเม็ดแร่สังกะสีและธาตุอื่นๆ ด้วยเครื่อง Energy Dispersive X-Ray (EDX) ในบริเวณพื้นที่ของ Polished Section ที่ขนาด -50 +80 Mesh และ -325 Mesh ผลปรากฏว่าขนาดของการหลุดแยก (Liberate) ระหว่างเม็ดแร่สังกะสีกับพวกแร่มลทินอยู่ในช่วงขนาด -50 Mesh และช่วงขนาดที่พวกแร่มลทินเริ่มแตกหักจนเป็นฝุ่นแร่ (Slime) ซึ่งเป็นช่วงที่สามารถแบ่งช่วงขนาดหยาบออกจากช่วงขนาดละเอียดอยู่ในช่วงขนาดตั้งแต่ -120 +170 Mesh

ส่วนรูปร่างของเม็ดแร่สังกะสีจะเห็นได้ชัดว่าเป็นเฟสสีขาวอยู่ตรงกลางและมีการ Oxidation ที่ผิวของเม็ดแร่สังกะสีโดยมีรูปร่างภายนอกเป็นแบบค่อนข้างกลมแต่ไม่แน่นอน (Modular) ส่วนรูปร่างภายในของเม็ดแร่สังกะสีจะมีรูปร่างแบบไม่แน่นอน (Irregular) ส่วนรูปร่างของพวกมลทินจะมีลักษณะเป็นแบบค่อนข้างกลมแต่ไม่แน่นอน (Modular) แต่เมื่อมีการแตกหักจะมีลักษณะเป็นแบบมีรูปร่างคล้ายเข็มจนถึงมีรูปร่างแบบรูปร่างหลายเหลี่ยม Acicular — Roughly Polyhedral Shape อีกทั้งได้ทำการตรวจสอบธาตุสังกะสีและธาตุอื่นๆ บริเวณพื้นผิวที่มีการ Oxidation ที่ผิวของเม็ดแร่สังกะสีและเม็ดแร่ของพวกมลทินด้วยเครื่อง Energy Dispersive X-Ray (EDX) ในบริเวณพื้นที่ของ Polished Section ที่ขนาด -50 +80 Mesh ซึ่งผลการตรวจสอบแสดงให้ทราบถึงธาตุของพวกมลทินที่อยู่ร่วมกับแร่สังกะสีประกอบไปด้วยธาตุ สังกะสี ตะกั่ว เหล็ก ซิลิกอน โปรแทซเซียม อลูมิเนียม ออกซิเจน และ คาร์บอน ดังนั้นพอจะทราบว่านอกจากธาตุสังกะสีที่ต้องการเก็บจากสินแร่เกรดต่ำแล้วยังมีธาตุอื่นๆ หรือพวกมลทินที่ปะปนอยู่ด้วยได้แก่ธาตุพวก ซิลิกอน อลูมิเนียม และ ออกซิเจน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของสารประกอบประเภทแร่ Illite และจัดอยู่ในแร่ตระกูล Clay Mineral

จากผลการศึกษาองค์ประกอบทางแร่ข้างต้นมาทั้งหมดทำให้ทราบถึงประเภทของแร่และปริมาณธาตุที่อยู่ในสินแร่เกรดต่ำอีกทั้ง ขนาด รูปร่าง ขนาดของการหลุดแยกระหว่างเม็ดแร่สังกะสีกับพวกมลทิน การ Oxidation ที่ผิวของแร่สังกะสีและการกระจายตัวของแร่สังกะสี อีกทั้งศึกษาประเภทน้ำยาเคลือบผิว Collector น้ำยาเคลือบฟอง Frother และน้ำยาปรับสภาพ Modifier ที่มีผลต่อการลอยแร่ หลังจากนั้นจึงได้ทำการลอยแร่สังกะสีจากสินแร่เกรดต่ำแบบเฉพาะเจาะจง Selective Flotation อยู่ 2 ช่วงขนาดคือ ช่วงขนาด -50 +140 Mesh ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์แร่ป้อนเท่ากับ Zn 23.27% , Pb 8.05% , Fe 5.39% , Ag(g/t) 34 เมื่อผ่านขบวนการลอยแร่จะได้หัวแร่ตะกั่วอยู่ที่ Pb 22.63% , Recovery 68.43% ส่วนหัวแร่สังกะสีอยู่ที่ Zn 36.43% , Recovery 83.05% และหางแร่อยู่ที่ Zn 14.68% , Loss 3.23% และช่วงขนาด -140 +325 Mesh ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์แร่ป้อนเท่ากับ Zn 17.43% , Pb 5.79% , Fe 6.95% , Ag(g/t) 32 เมื่อผ่านขบวนการลอยแร่จะได้หัวแร่ตะกั่วอยู่ที่ Pb 48.44% , Recovery 81.11% ส่วนหัวแร่สังกะสีอยู่ที่ Zn 31.77% , Recovery 83.45% ส่วนแร่คละอยู่ที่ Zn 14.16% , Recovery 9.59% และหางแร่อยู่ที่ Zn 7.39% , Loss 0.80%

ดังนั้นจึงสรุปการเก็บแร่สังกะสีจากสินแร่เกรดต่ำที่มีเปอร์เซ็นต์แร่ป้อน Zn 18.92% , Pb 4.66% , Fe 5.24% , Ag(g/t) 86 สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนใหญ่คือ หัวแร่สังกะสีที่เก็บได้จากสินแร่เกรดต่ำทั้งหมดเท่ากับ Yield 57.13% , Recovery 72.33% , Zn 32.02% ส่วนหัวแร่ตะกั่วที่เก็บได้เท่ากับ Yield 4.34% , Recovery 5.87% , Pb 34.20% ส่วนแร่คละ (Middling) เท่ากับ Yield 1.41% , Recovery 0.79% , Zn 14.16% และสุดท้ายเป็นช่วงขนาด -325 Mesh บวกกับ Tailing ซึ่งเป็นส่วนที่ทำการคัดทิ้งมีค่าเท่ากับ Weight 37.13% , Loss 21.01% , Zn 14.31%

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. การคัดขนาดแบบแห้งที่ได้ทำการทดลองได้ใช้ปริมาณตัวอย่างในการคัดขนาดที่มากเกินไปทำให้เม็ดแร่เกิดการอุดตันในรูตะแกรงมาก และอาจจะทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตซึ่งจะทำให้เม็ดแร่ที่มีขนาดละเอียดมากๆเกิดการรวมตัวกันเป็นก้อนทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ผิดพลาดไป จึงควรทำ Wet Sieve Analysis
2. ในขบวนการลอยแร่สังกะสีจะต้องมีการคัดขนาดของแร่ให้มีขนาดที่เหมาะสมต่อการลอยแร่ จากการทำการคัดขนาดแบบเปียกในการทดลองยังมีข้อบกพร่องอยู่คือ ขณะที่ทำการคัดขนาดแบบเปียกนั้นจะเปรียบเสมือนการล้างแร่ไปในตัวหากทำการล้างไม่สะอาดยังหลงเหลือขนาดละเอียดหลงอยู่เยอะจะส่งผลกระทบต่อการลอยแร่ในส่วนของการลอยแร่ในช่วงของ Rougher Cell จะทำให้แร่ที่มีขนาดละเอียดหรือพวกฝุ่นแร่ลอยขึ้นมาก่อนส่งผลให้ใช้เวลาในส่วนนี้ค่อนข้างมากอีกทั้งยังทำให้หัวแร่ที่ทำการลอยแร่มีเปอร์เซ็นต์ต่ำกว่าความเป็นจริง
3. ในส่วนของแร่ที่มีความละเอียดมากๆตั้งแต่ช่วงขนาด -325 Mesh ควรจะไปเก็บแร่สังกะสีเกรดต่ำด้วยเครื่องมือประเภท Column Flotation Cell

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย