เอกสารประกอบการบรรยาย

เรื่อง

“ถ้าที่ดินของท่านมีแร่ ท่านจะทำอย่างไร”

โดย

นายประสิทธิ์ เดชขจรวุฒิ และนายกำภู คุณารักษ์

สำนักเหมืองแร่และสัมปทาน กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

ขั้นตอนต่างๆที่สำคัญในการทำเหมือง

- การสำรวจ และการเจาะสำรวจ
- การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการเหมืองแร่
- การทำเหมือง
- การแต่งแร่และการประกอบโลหะกรรม
- การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- การฟื้นฟูสภาพพื้นที่หลังการทำเหมืองแล้ว

1. <u>การสำรวจและการเจาะสำรวจ</u>

1.1 การสำรวจ หมายถึงการดำเนินการเพื่อแสวงหาแหล่งแร่ (Prospecting) การกำหนดแหล่งแร่ การกำหนดบริเวณที่มีศักยภาพทางแร่สูง (Exploration) การตรวจลองแร่ (Physical examination of prospects) และการประเมินปริมาณสำรองของแหล่งแร่ (Reserve estimation) กล่าวอีกนัยหนึ่งคือเป็นการทำงานตั้งแต่เริ่มค้นหาแหล่งแร่จนถึงการพิจารณาว่าแหล่งแร่ที่พบมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์หรือไม่

ข้อมูลที่สำคัญที่ได้จากการสำรวจแร่คือ ปริมาณ (Tonnage) ความสมบูรณ์ (Grade) ลักษณะแร่ (Character of Ore) ลักษณะของหินในแหล่งแร่ (Character of country rock) และสภาพธรณีวิทยา (Geologic setting)

เมื่อต้องการสำรวจแร่ จะต้องขออาชญาบัตรสำรวจแร่ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ **อาชญาบัตรสำรวจแร่ อาชญาบัตรผูกขาดสำรวจแร่ และอาชญาบัตรพิเศษสำรวจแร่** โดยแต่ละประเภทจะได้รับสิทธิพิเศษมากขึ้นตามลำดับ กล่าวคือ

1. <u>อาชญาบัตรสำรวจแร่</u> มีอายุ 1 ปี มีสิทธิเพียงการเดินสำรวจในพื้นที่ที่อนุญาต สามารถเก็บตัวอย่างดิน ตัวอย่างหิน ตัวอย่างแร่ จากส่วนที่โผล่ขึ้นมาให้เห็นบนดินได้ตามปริมาณที่กำหนด จะขุดเจาะเซาะร่องไม่ได้

2. <u>อาชญาบัตรผูกขาดสำรวจแร่</u> มีอายุ 1 ปี มีสิทธิขุดเจาะเซาะร่องในพื้นที่ที่อนุญาต โดยวิธีการและเครื่องมือเครื่องจักรที่เสนอในแผนงานและวิธีการสำรวจแร่ เพื่อเก็บตัวอย่างดิน ตัวอย่างหิน ตัวอย่างแร่ตามปริมาณที่กำหนดไปทำการวิเคราะห์ และจะต้องลงมือสำรวจแร่ภายใน 60 วัน นับแต่วันได้รับอาชญาบัตรฯ จากนั้นจะต้องยื่นรายงานผลการดำเนินงานและการสำรวจที่กระทำไปในระยะเวลา 180 วัน นับแต่วันได้อาชญาบัตรฯ ตามแบบที่กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่กำหนดต่อฝ่ายอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดภายใน 30 วัน นับแต่วันสิ้นกำหนดนั้น และต้องยื่นรายงานผลการดำเนินงานและการสำรวจที่ได้กระทำไปภายหลังนั้นภายใน 30 วัน ก่อนอาชญาบัตรฯ สิ้นอายุ

3. <u>อาชญาบัตรพิเศษสำรวจแร่</u> มีอายุไม่เกิน 3 ปี และสามารถต่ออายุได้อีก 2 ปี มีสิทธิขุดเจาะเซาะร่องในพื้นที่ที่อนุญาตโดยวิธีการและเครื่องมือเครื่องจักรที่เสนอในแผนงานและวิธีการสำรวจแร่ เพื่อเก็บตัวอย่างดิน ตัวอย่างหิน ตัวอย่างแร่ตามปริมาณที่กำหนด ไปทำการวิเคราะห์ และจะต้องกำหนดข้อผูกพันสำหรับการสำรวจ โดยระบุปริมาณเงินที่จะใช้จ่ายเพื่อการสำรวจสำหรับแต่ละปีตลอดอายุของอาชญาบัตรฯ และจะเสนอผลประโยชน์พิเศษเพื่อประโยชน์แก่รัฐตามหลักเกณฑ์ที่รัฐมนตรีกำหนดด้วยก็ได้ นอกจากนี้จะต้อง ลงมือสำรวจแร่ภายใน 90วัน นับแต่วันได้รับอาชญาบัตรฯ และจะต้องรายงานผลการดำเนินงานและการสำรวจให้กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ทราบทุกรอบระยะเวลาหนึ่งร้อยยี่สิบวันนับแต่วันได้อาชญาบัตรฯ

เอกสารประกอบคำขออาชญาบัตรฯ มีดังนี้

บุคคลธรรมดา

1. สำเนาทะเบียนบ้าน 2 ชุด
2. สำเนาบัตรประชาชน 2 ชุด
3. สำเนาสมาชิกสภาการเหมืองแร่ 2 ชุด
4. แผนงานและวิธีการสำรวจแร่ 5 ชุด

นิติบุคคล

1. สำเนาหนังสือบริคณฑ์สนธิและข้อบังคับ และสำเนาหนังสือแสดงการจดทะเบียนนิติบุคคล 2 ชุด
2. สำเนาหนังสือรับรองของนายทะเบียน แสดงรายชื่อกรรมการและผู้มีอำนาจลงนาม 2 ชุด
3. สำเนารายชื่อผู้ถือหุ้นที่นายทะเบียนรับรอง 2 ชุด
4. แผนงานและวิธีการสำรวจแร่ 5 ชุด
5. สำเนาหนังสือมอบอำนาจแบบของกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ 2 ชุด
6. สำเนาสมาชิกสภาการเหมืองแร่ 2 ชุด

อธิบดีมีอำนาจสั่งยกเลิกคำขออาชญาบัตรฯ เมื่อผู้ยื่นคำขอ

1. ขาดนัดในการนำรังวัดในกรณีใช้การกำหนดเขตโดยการรังวัดโดยไม่มีเหตุผลอันสมควร
2. ละเลยเพิกเฉยไม่ปฏิบัติตามคำสั่งของพนักงานเจ้าหน้าที่ซึ่งสั่งในการดำเนินการตามความจำเป็นเพื่อออกอาชญาบัตร ฯ
3. กระทำการฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามบทบัญญัติบทใดบทหนึ่งในหมวด 3 หรือ หมวด 4 (หมวด 3 การสำรวจแร่และการผูกขาดสำรวจแร่ หมวด 4 การทำเหมือง) หรือรู้เห็นเป็นใจในการกระทำเช่นว่านั้น รัฐมนตรีมีอำนาจสั่งเพิกถอนอาชญาบัตรผูกขาดสำรวจแร่ได้เมื่อไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนด ไว้ สำหรับอาชญาบัตรพิเศษสำรวจแร่ มีอำนาจสั่งเพิกถอนได้เมื่อไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขและข้อผูกพันสำหรับการสำรวจของแต่ละปีที่กำหนดไว้ และไม่ลงมือสำรวจแร่ภายใน 90 วัน รวมทั้งไม่รายงานผลทุกรอบระยะ เวลา 120 วัน

อาชญาบัตรผูกขาดสำรวจแร่ให้สิ้นสุดลงก่อนอายุที่กำหนดไว้ในอาชญาบัตรนั้น ในกรณีดังต่อไปนี้

1. เมื่อผู้ถืออาชญาบัตรผูกขาดสำรวจแร่ซึ่งเป็นบุคคลธรรมดาตาย
2. เมื่อผู้ถืออาชญาบัตรผูกขาดสำรวจแร่ซึ่งเป็นนิติบุคคลสิ้นสภาพนิติบุคคล
3. เมื่อผู้ถืออาชญาบัตรผูกขาดสำรวจแร่ขาดคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงตามมาตรา 6 วรรคสอง
4. เมื่อผู้ถืออาชญาบัตรผูกขาดสำรวจแร่ไม่รายงานผลการดำเนินงานและการสำรวจที่กระทำไปในรอบ 180 วัน นับแต่วันได้ใบอาชญาบัตรฯ ภายใน 30 วัน นับแต่วันสิ้นกำหนด นั้น
5. เมื่อรัฐมนตรีหรือผู้ซึ่งรัฐมนตรีมอบหมายมีคำสั่งเพิกถอนอาชญาบัตรผูกขาดสำรวจแร่นั้นนับแต่วันรับแจ้งคำสั่งเพิกถอน

การสำรวจ เป็นการดำเนินการขั้นตอนแรกสุดเพื่อแสวงหาและประเมินคุณค่าในเชิงพาณิชย์ของแหล่งแร่ ศึกษาเพื่อพิจารณาวิธีการทำเหมืองและวิธีการแต่งแร่ที่เหมาะสม และการประเมินความสมบูรณ์และปริมาณแหล่งแร่สำรอง แบ่งออกเป็น

(1) การประเมินขั้นต้นเพื่อเลือกบริเวณที่จะทำการสำรวจ (Regional appraisal and selection of area) เป็นการตรวจสอบลักษณะทางธรณีวิทยาหรือหาหลักฐานงานสำรวจหรือหลักฐานการทำเหมืองในอดีตของภูมิภาคนั้น โดยใช้แผนที่ธรณีวิทยาที่มีอยู่แล้ว นำมาพิจารณาถึงชนิดของแหล่งแร่ที่น่าจะมีหรือเป็นไปได้ในบริเวณทั้งหมด การแผ่กระจายของหินและโครงสร้างทางธรณีวิทยาที่เหมาะสมต่อการเกิดแร่ ลักษณะของพื้นดินที่ปกคลุม และสภาพอื่นๆ การศึกษา

ภาพถ่ายทางอากาศของบริเวณดังกล่าวจะมีประโยชน์และอาจให้ข้อมูลที่สำคัญได้มาก โดยทั่วไปจะมีขนาดพื้นที่ที่ทำการประเมินขั้นต้นประมาณ 20 ตารางกิโลเมตร

(2) การสำรวจอย่างคร่าว ๆ (Reconnaissance Exploration) มีจุดประสงค์เพื่อการประเมินศักยภาพแร่ (Mineral potential) ของบริเวณที่มีขนาดใหญ่ประมาณ 200 ตารางเมตร ถึง 20 ตารางกิโลเมตร การสำรวจอย่างคร่าวๆ มีวิธีการดำเนินการอย่างรวดเร็วและครอบคลุมพื้นที่ได้มาก การเก็บตัวอย่างไม่จำเป็นต้องมีระยะใกล้กันนัก แต่จำนวนตัวอย่างจะครอบคลุมพื้นที่ได้มาก อาจแบ่งพื้นที่ทำการสำรวจออกเป็น

-บริเวณที่ทราบแน่ชัดว่ามีแร่เกิดอยู่หรือมีสิ่งบอกเหตุที่เชื่อได้ว่าอาจมีแร่เกิดอยู่

-บริเวณที่ทราบแน่ชัดว่ามีสภาพทางโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการสะสมตัวของแร่

-บริเวณที่ยังไม่พบแร่หรือมีสภาพทางโครงสร้างไม่เหมาะสมต่อการสะสมตัวของแร่

-บริเวณที่ยังไม่แน่ชัดว่าพบแร่หรือมีสภาพทางโครงสร้างไม่เหมาะสมต่อการสะสมตัวของแร่

(3) การสำรวจอย่างละเอียด (Detail Exploration) มีจุดประสงค์ที่จะกำหนดจุดที่เป็นแร่ (Ore Body) ปกติมักมีขนาดไม่เกิน 200 ตารางเมตร ซึ่งกำหนดได้จากผลของการสำรวจอย่างคร่าวๆ ว่าเป็นบริเวณที่แสดงค่าความเข้มข้นมากกว่าปกติ (Anomalous area) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลทางธรณีวิทยา ธรณีเคมี หรือธรณีฟิสิกส์ด้วย จะต้องพิจารณาคัดเลือกพื้นที่อย่างรอบคอบก่อนการตัดสินใจกำหนดจุดการขุดหลุมสำรวจ หรือขุดร่องสำรวจ เพื่อที่นำข้อมูลไปสู่การตัดสินใจในการเจาะสำรวจต่อไป

(4) การตรวจลองแร่ (Physical Exploration) เพื่อพิสูจน์ให้แน่ชัดว่ามีแหล่งแร่อยู่จริง และมีความสมบูรณ์เพียงพอที่จะทำเหมืองได้ การหาปริมาณสำรอง (tonnage) รูปร่างและการวางตัวของแร่ ตามปกติการตรวจลองแร่จะเริ่มจากวิธีการที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดก่อนได้แก่

- การตรวจดูแร่ลอยหรือแร่พลัด (Float Ore) ที่ปรากฏอยู่ตามพื้นผิวดิน หรือสายแร่ที่โผล่ให้เห็น (outcrop)
- การขุดร่องสำรวจ (Trenching)
- การขุดหลุมสำรวจ (Pitting)
- การเจาะสำรวจ เป็นบางตำแหน่ง (Drilling)
- การเจาะสำรวจอย่างกว้างขวาง (Extensive Drilling)
- การสำรวจใต้ดิน (Underground Examination)
- การทดลองแต่งแร่ หรือทดลองนำแร่ไปใช้ประโยชน์

การขุดร่องสำรวจ (Trenching)

วิธีการสำรวจ (Exploration Method) ปัจจุบันมีทั้งการสำรวจทางอากาศ ทางน้ำ และการสำรวจภาคพื้นดิน โดยวิธีการสำรวจต่างๆเช่น การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ การสำรวจทางธรณีเคมี และการเจาะสำรวจ เป็นต้น

การสำรวจทางอากาศ

- การสำรวจด้วยดาวเทียม ที่เรียกว่า Remote Sensing โดยการถ่ายภาพจากดาวเทียมเพื่อมองหาโครงสร้างของพื้นพิภพที่เหมาะสมต่อการสะสมตัวของแหล่งแร่ ตัวอย่างข้อมูลที่เป็นประโยชน์มากของการสำรวจด้วยดาวเทียมเช่นการสำรวจโครงสร้างของแหล่งปิโตรเลียมในทะเล เป็นต้น

- ภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Photograph) โดยการใช้เครื่องบินถ่ายภาพเพื่อดูลักษณะของพื้นพิภพ ที่เหมาะสมต่อการสะสมตัวของแหล่งแร่ แล้วนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ในการสำรวจภาคพื้นดินต่อไป

- การบินสำรวจ โดยติดตั้งเครื่องสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ โดยใช้เครื่อง Magnetometer เพื่อทำการสำรวจแบบ Airborne Magnetometer Survey เพื่อตรวจดูสนามแม่เหล็กตามจุดต่างๆบนพื้นโลก และการติดตั้ง Scintillation Counter เพื่อตรวจวัดสารกัมมันตภาพรังสี สำหรับการสำรวจแหล่งแร่ที่มีกัมมันตภาพรังสี เช่นยูเรเนียม เป็นต้น

การสำรวจทางน้ำ

การสำรวจหาแหล่งแร่ ปิโตรเลียม แร่ดีบุก แร่มังกานีส หรือแร่เพชร ในทะเล โดยการติดตั้ง Acquoustic sounding หรือ Seismic เข้ากับเรือสำรวจเพื่อตรวจสอบโครงสร้างของพื้นดิน โดยอาศัยการวัดคลื่นความสั่นสะเทือนหรือคลื่นเสียงใต้น้ำ แล้วนำข้อมูลไปใช้ในการเจาะสำรวจภาคพื้นดิน ต่อไป

การสำรวจภาคพื้นดิน แบ่งออกได้เป็นการสำรวจบนผิวดินกับการสำรวจใต้ดินหรืออาจแบ่งตามวิธีการสำรวจได้ 3 วิธีคือ

- การสำรวจทางธรณีวิทยา
- การสำรวจทางธรณีเคมี
- การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์

การสำรวจทางธรณีวิทยา เป็นการสำรวจแหล่งแร่อย่างเป็นระบบโดยใช้วิธีการทางธรณีวิทยา มีหลักการเช่นเดียวกับการสำรวจทางธรณีวิทยาทั่วไปเช่น การทำแผนที่และรวบรวมข้อมูลทางธรณีวิทยา และข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้อง การศึกษาสภาพทางธรณีวิทยาโดยการเดินสำรวจภาคสนาม การศึกษาแผ่นหินขัดมัน (Thin section) และการวิเคราะห์ข้อมูลทางโครงสร้างธรณีวิทยา ซึ่งจะเป็นประโยชน์มากสำหรับการพิจารณากำหนดแหล่งแร่ ปริมาณแร่ การเลือกวิธีการทำเหมืองและการแต่งแร่

การสำรวจทางธรณีเคมี โดยการใช้วิธีการทางธรณีเคมี เช่นการวัดคุณสมบัติทางเคมีของวัตถุต่างๆในธรรมชาติที่เก็บตัวอย่างมาอย่างเป็นระบบ คุณสมบัติทางเคมีที่นิยมวัดกันมากได้แก่ ปริมาณร่องรอย (Trace content) ของธาตุหรือกลุ่มธาตุที่มีอยู่ในสารต่างๆเช่น ดิน หิน พืช น้ำ ตะกอนทางน้ำ และตะกอนทางน้ำแข็ง เป็นต้น เพื่อค้นหาบริเวณที่มีปริมาณธาตุบางอย่างมากผิดปกติ (Geochemical Anomalies) ซึ่งอาจสัมพันธ์กับแหล่งแร่

การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ (Geophysical Exploration) เป็นการสำรวจเพื่อค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมหรือการค้นหาบริเวณที่มีความผิดปกติต่างๆ (Anomalies) มีวิธี ของการสำรวจดังนี้

- การสำรวจโดยวัดค่าความโน้มถ่วง (Gravity Method) อาศัยหลักการเช่นเดียวเครื่องชั่งแบบสปริง กล่าวคือขดลวดสปริงจะยืดออกมากน้อยขึ้นอยู่กับสัดส่วนของแรงดึงดูดของสนามความโน้มถ่วงของโลกในแต่ละพื้นที่ (The Earth's Local Gravity Field) ต่อมวลคงที่ซึ่งขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางธรณีของพื้นที่ที่ทำการสำรวจ ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์กับแหล่งแร่ได้

- การสำรวจโดยวัดค่าแม่เหล็ก (Magnetic Method) เป็นการวัดค่าความเข้มข้นของสนามแม่เหล็ก โดยอาศัยความแตกต่างของสนามแม่เหล็กในแต่ละบริเวณ ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นผลต่อเนื่องมาจากเปลือกโลกมีสารประกอบหรือแร่ที่มีคุณสมบัติทางแม่เหล็กในปริมาณต่างกัน

- การสำรวจโดยวัดค่าทางไฟฟ้า (Electric Method) มีหลักการคือส่งไฟฟ้ากระแสสลับลงไปในชั้นหินแล้ววัดค่าความต่างศักย์ของกระแสไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองขั้ว (Potential Electrodes)

- การสำรวจโดยวัดค่าทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Method) เป็นการวัดค่าความแตกต่างกันของคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าของหินแต่ละพื้นที่

- การสำรวจโดยวัดคลื่นความสั่นสะเทือน (Seismic Method) ใช้การวัดค่าคลื่นที่ผ่านตัวกลาง (หิน) โดยการสร้างคลื่นความสั่นสะเทือนขึ้นมาอย่างฉับพลันแล้วตรวจวัดค่าในตำแหน่งต่างๆกัน คลื่นจะเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางด้วยความเร็วไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการยืดหยุ่นของตัวกลางนั้นๆ

- การสำรวจโดยวัดค่ากัมมันตภาพรังสี (Radioactive Methods) เป็นวิธีการสำรวจเพื่อหาแร่กัมมันตภาพรังสี เป็นสำคัญ

1.2 การเจาะสำรวจเป็นการสำรวจขั้นรายละเอียดเพื่อทราบขอบเขต รูปร่างการวางตัว ปริมาณสำรอง ความสมบูรณ์ และคุณภาพ ของแหล่งแร่

การเจาะสำรวจที่นิยมใช้กันมากที่สุด

- การเจาะสำรวจโดยการใช้เครื่องเจาะหัวเพชร
- การเจาะสำรวจโดยการใช้เครื่องเจาะแบบหมุน
-การเจาะสำรวจโดยการใช้เครื่องเจาะแบบกระแทกและหมุน

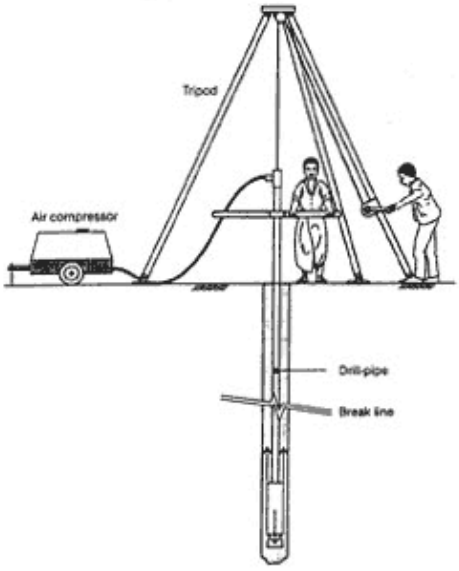
การเจาะสำรวจโดยการใช้เครื่องเจาะหัวเพชร (Diamond Drilling) เป็นการเจาะสำรวจเพื่อเก็บแท่งตัวอย่าง (Core) ที่คล่องตัวและเหมาะสมที่สุดอย่างหนึ่งเนื่องจากเป็นการเจาะสำรวจที่สามารถให้ข้อมูลทางธรณีวิทยา และธรณีโครงสร้างได้ดีที่สุด แต่มีข้อเสียที่ค่าใช้จ่ายค่อนข้างแพง และมีข้อจำกัดคือหากหินมีรอยแตกมากและในบริเวณที่หินค่อนข้างอ่อนและผุ เช่นดินขาวที่มีสายแร่ Quartz แทรกอยู่ จะไม่สามารถเก็บแท่งตัวอย่างได้ จะต้องมีดัดแปลงใช้การเจาะสำรวจโดยวิธีอื่นมาใช้แทน

การเจาะสำรวจโดยการใช้เครื่องเจาะแบบหมุน (Rotary Drilling) สามารถเจาะได้เร็วและประหยัดกว่าการเจาะสำรวจโดยการใช้เครื่องเจาะหัวเพชร แต่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ มักนิยมเจาะสำรวจเพื่อตรวจสอบรายละเอียดของชั้นหินเพิ่มเติม หรือใช้ร่วมกับการเจาะสำรวจโดยการใช้เครื่องเจาะหัวเพชร โดยการเปลี่ยนหัวเจาะสลับกัน

การเจาะสำรวจโดยการใช้เครื่องเจาะแบบกระแทกและหมุน (Rotary and percussion Drilling) ได้แก่ การเจาะสำรวจโดยการใช้แบบ Top Hammer หรือ Down-The-Hole Drill เป็นต้น นิยมใช้เจาะสำรวจหาขอบเขตของแหล่งแร่ที่ไม่ลึกจากผิวดินมากนัก เสียค่าใช้จ่ายต่ำและเจาะได้เร็ว แต่ไม่สามารถเก็บแท่งตัวอย่างได้เช่นกัน

Rotary-percussion drilling

Method: In very hard rocks, such as granite, the only way to drill a hole is to pulverize the rock, using a rapid-action pneumatic hammer, often known as a 'down-the-hole hammer' (DTH). Compressed air is needed to drive this tool. The air also flushes the cuttings and dust from the borehole. Rotation of 10-30 rpm ensures that the borehole is straight, and circular in cross-section.

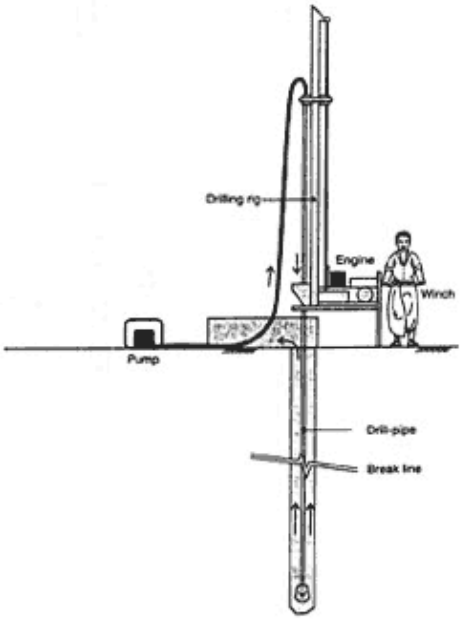


Advantages of rotary-percussion drilling:
- Drills hard rocks.
- Possible to penetrate gravel.
- Fast.
- Operation is possible above and below the water-table.

Disadvantages of rotary-percussion drilling:
- Higher tool cost than other tools illustrated here.
- Air compressor required.
- Requires experience to operate and maintain.

Rotary drilling with flush

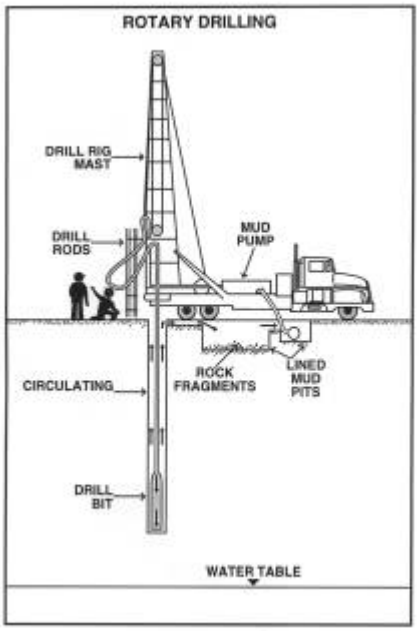
Method: A drill-pipe and bit are rotated to cut the rock. Air, water, or drilling mud is pumped down the drill-pipe to flush out the debris. The velocity of the flush in the borehole annulus must be sufficient to life the cuttings.



Advantages of rotary drilling (with flush):
- Most rock formations can be drilled.
- Water and mud supports unstable formations
- Fast.
- Operation is possible above and below the water-table.

Disadvantages of rotary drilling (with flush):
- Requires capital expenditure in equipment.
- Water is required for pumping
- There can be problems with boulders.
- Rig requires careful operation and maintenance.

เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเครื่องเจาะแบบหมุนกับแบบกระแทกและหมุน



การทำงานของเครื่องเจาะแบบหมุน

2. <u>การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการทำเหมือง</u>

2.1 การประเมินเบื้องต้น (Conceptual study) เป็นการศึกษาอย่างกว้างๆหลังจากการค้นพบแหล่งแร่แล้ว เช่นการศึกษาข้อมูลด้านปริมาณสำรองแหล่งแร่ เทคนิคการทำเหมือง การแต่งแร่ ค่าใช้จ่าย และรายรับแล้วนำข้อมูลเหล่านี้มาประเมินโครงการในระยะแรก หากมีแนวโน้มที่ดีจึงมีการวางแผนด้านการสำรวจขั้นรายละเอียดและเก็บข้อมูลเพิ่มเติมต่อไป

2.2 Pre-Feasibility Study โดยทฤษฎีแล้วมีหัวข้อและขั้นตอนการศึกษาเช่นเดียวกับการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ แตกต่างกันเฉพาะรายละเอียดในหัวข้อต่างๆ ที่น้อยกว่าการศึกษาในขั้นตอนนี้จะช่วยให้มองเห็นภาพรวมของโครงการเด่นชัดยิ่งขึ้น เช่นมีการเจาะสำรวจเพิ่มเติมทำให้ได้ข้อมูลด้านปริมาณสำรองแหล่งแร่เพิ่มขึ้น

2.3 Feasibility Study ในขั้นตอนนี้ควรจะมีรายละเอียดด้านเทคนิคและด้านการเงินเพียงพอสำหรับการตัดสินใจในโครงการนั้น ข้อมูลควรได้รับการกลั่นกรองวิเคราะห์จนมีความมั่นใจแล้ว การวิเคราะห์ทางการเงินจะทำให้ทราบผลตอบแทนการลงทุนที่คาดหวังว่าจะได้ ซึ่งส่งผลให้มีการตัดสินใจว่าจะทำโครงการหรือไม่ หรือให้ชะลอโครงการไปก่อน หรือยกเลิกโครงการ หากเห็นว่าไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

2.4 การจัดองค์การและพนักงาน (Organization and Team Mobilization) เมื่อมีการตัดสินใจที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนแล้ว จำเป็นต้องมีการจัดตั้งผู้จัดการโครงการ (Project Manager) ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบงานโครงการทั้งหมดภายในระยะเวลาและงบประมาณที่กำหนดไว้ หน้าที่หลักคือกำหนดตำแหน่งและพนักงานที่ต้องการ จัดทำงบประมาณและวางแผนกำหนดเวลาในการทำงาน

2.5 การจัดเตรียมงบประมาณ (Preparation of Budget) เป็นการจัดเตรียมงบประมาณสำหรับเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการ แบ่งออกเป็น

- งบประมาณด้านกำลังคน ซึ่งจำเป็นต้องแจกแจงรายละเอียดของตำแหน่งหน้าที่ ความรับผิดชอบ ระยะเวลา โดยปกติจะกำหนดเป็น Man-hour หรือ man-day อัตราค่าจ้าง ค่าชดเชย สวัสดิการต่างๆ
- งบประมาณด้านค่าใช้จ่าย จะต้องประเมินค่าใช้จ่ายทุกส่วนที่มีผลต่อการศึกษานี้

เมื่อมีการจัดเตรียมงบประมาณแล้วควรมีการจัดทำรายงานและบัญชีแสดงรายรับรายจ่ายพร้อมทั้งรายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น

2.6 การจัดเตรียมแผนการทำงาน (Preparation of Schedule)

แผนการทำงาน มีจุดประสงค์เพื่อจัดลำดับการทำงานในส่วนต่างๆ ตามระยะเวลา และให้แสดงความสัมพันธ์ของงานส่วนต่างๆ ปกติจะทำเป็น Bar Chart หรือการใช้ Critical Path Method (CPM) เข้ามาจัดระบบการทำงาน

ในการจัดเตรียมแผนงานนั้น ต้องหาหนทางที่จะทำให้ช่วงเวลาสั้นลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดค่าใช้จ่าย แต่ควรเผื่อเวลาไว้สำหรับการจัดเตรียมสรุปรายงานให้เพียงพอ เนื่องจากการสรุปรายงานเป็นหลักฐานสำคัญของการสรุปผลการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ

รายละเอียดการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ

1. การตลาด

การศึกษาด้านการตลาดรวมถึงการศึกษาตลาดสำหรับแหล่งวัตถุดิบและผลผลิตแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ

- ตลาดภายในประเทศ
- ตลาดต่างประเทศ

การศึกษาในขั้น Pre-Feasibility Study สำหรับการวิเคราะห์ด้านการตลาดประกอบด้วย

- รวบรวมรายชื่อผู้ผลิตที่มีอยู่จริง
- ความสามารถในการผลิตและค่าใช้จ่าย
- แหล่งและราคาวัตถุดิบ
- ลูกค้า
- ศึกษาการจำหน่ายสินค้าในตลาด
- โครงสร้างการกำหนดราคาโดยแยกตามพื้นที่
- ประเมินผลกระทบของค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่อการจำหน่ายสินค้าในตลาด
- คาดการณ์ความต้องการของตลาดในอนาคตทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศ
- แหล่งตลาดในอนาคต
- คาดการณ์รายได้สุทธิ

โดยทั่วไปข้อมูลเหล่านี้เพียงพอสำหรับการกำหนดขนาดและรูปร่างของโครงการ ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ และเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์ด้านการเงินและเศรษฐศาสตร์ สำหรับการศึกษาในขั้น Feasibility Study จะเพิ่มรายละเอียดมากขึ้นและเน้นหนักด้านปัญหาที่คาดว่าจะเกิดขึ้น เช่น

- ประเมินค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการของคู่แข่ง จุดด้อย จุดเด่น
- ประเมินตลาดที่ผู้ผลิตในปัจจุบันกำลังทำการค้าอยู่
- สัมภาษณ์ลูกค้าบางราย โดยละเอียดในด้านความต้องการของตลาด มาตรฐานสินค้า วิธีการซื้อและสัญญาการซื้อขายระยะยาว
- พัฒนากลยุทธ์การตลาดและการจำหน่าย

วิธีการศึกษาด้านการตลาดมีดังนี้

- รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- สัมภาษณ์บุคลากรที่มีความรู้ด้านนี้โดยเฉพาะ

- วิเคราะห์ ประเมินผล และสรุป

2. ธรณีวิทยาและการประเมินมูลค่าแหล่งแร่

วัตถุประสงค์ของการศึกษารายละเอียด

- ประเมินปริมาณและมูลค่าแหล่งแร่ ให้มีความน่าเชื่อถือและความมั่นใจสูง

- แสดงลักษณะแหล่งแร่และสภาพทางธรณีวิทยา เพื่อประโยชน์ในการวางแผนการทำเหมืองและการเลือกวิธีการทำเหมือง

- ป้องกันการทำงานซ้ำซ้อนทำให้ค่าใช่จ่ายสูงขึ้นโดยไม่จำเป็น

การประเมินมูลค่าแหล่งแร่ จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญที่สุดสำหรับการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ หากการประเมินส่วนนี้ผิดพลาด การประเมินต่างๆ ก็จะผิดพลาดทั้งหมด ขั้นตอนของการประเมินมูลค่าแหล่งแร่ เช่น

- รวบรวมข้อมูล ด้านธรณีวิทยา โครงสร้าง ข้อมูลหลุมเจาะ ทั้งหมดจัดระบบเป็นฐานข้อมูล

- ปรับปรุงแก้ไขข้อมูลการสำรวจ การวิเคราะห์ การชักตัวอย่าง หากข้อมูลไม่เพียงพอ สำหรับการตัดสินใจ อาจต้องมีการเจาะสำรวจเพิ่มเติม เช่นแหล่งแร่พลวงที่เป็นกระเปาะ

3. ศึกษางานในสนามและเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม

- แยกแยะและวิเคราะห์ข้อมูลที่ผิดพลาดและมีการเบี่ยงเบนหรือ bias สูงแล้วทำการแก้ไข

- จัดเตรียมข้อมูลด้านการสำรวจและธรณีวิทยา เพื่อการกำหนดขอบเขตแหล่งเร่ไว้ในรูปตัดขวาง และภาพด้านบน (Plan view)

- ดำเนินการวิเคราะห์ด้านสถิติและธรณีสถิติ

- กำหนดตัวแปรต่างๆ ในการประเมินมูลค่าแหล่งแร่

- จัดเตรียมสรุปรายงานพร้อมทั้งข้อเสนอแนะและผล

Cut -off Grade เป็นมูลค่าแร่ต่ำสุดที่สามารถทำเหมืองได้ หรือรายได้ทั้งหมดจากการขายแร่ที่เท่ากับรายจ่ายทั้งหมดในการผลิตแร่ สำหรับโครงการใหม่จำเป็นต้องประเมินรายได้และรายรับโดยเปรียบเทียบกับเหมืองที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน องค์ประกอบในการพิจารณาในการประเมิน Cut -off Grade คือ

- รายรับจากการผลิตซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตและราคาแร่

- ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

- Recovery หรือเปอร์เซ็นต์การขุดแร่ออกมาจากแหล่งเปรียบเทียบกับแร่ทั้งหมดในแหล่ง

การประเมินมูลค่าแหล่งแร่ มีเทคนิคและวิธีการในการประเมินหลายวิธีเช่น Polygonal Cross-section เป็นต้น ปัจจุบันวิธีการด้านสถิติธรณีได้เข้ามามีบทบาทในการประเมินเป็นอย่างมาก

3. การทำเหมืองแร่ (Mining)

เมื่อต้องการทำเหมืองแร่ จะต้องขอประทานบัตร คำขอประทานบัตรแต่ละแปลงมีเนื้อที่ไม่เกิน 300 ไร่ (บนบก) และไม่เกิน 50,000 ไร่ (ในทะเล) มีอายุไม่เกิน 25 ปี บุคคลหนึ่งสามารถขอหลายแปลงได้ แต่การขอประทานบัตรมีขั้นตอนและเอกสารที่ต้องจัดทำเป็นจำนวนมาก เช่น รายงานธรณีวิทยาแหล่งแร่และการประเมิน มูลค่าแหล่งแร่ แผนผังโครงการทำเหมือง รายงานคำนวณอายุประทานบัตร ซึ่งเรื่องเหล่านี้ต้องให้วิศวกรเหมืองแร่และนักธรณีวิทยาเป็นผู้จัดทำ และยังมีเรื่องรายงานผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการทำเหมือง ซึ่งจะต้องว่าจ้างบริษัทฯ รับจัดทำสิ่งแวดล้อมที่ขึ้นทะเบียนไว้กับสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อมกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เป็นผู้จัดทำ ทำให้การขอประทานบัตรต้องใช้เวลา และใช้เงินในการดำเนินการ คำขอฯ แต่ละแปลงมากพอสมควร

เอกสารประกอบคำขอประทานบัตร มีดังนี้

บุคคลธรรมดา

1. สำเนาทะเบียนบ้าน 2 ชุด
2. สำเนาบัตรประชาชน 2 ชุด
3. สำเนาสมาชิกสภาการเหมืองแร่ 2 ชุด

นิติบุคคล

1. สำเนาหนังสือบริคณห์สนธิและข้อบังคับ และหนังสือแสดงการจดทะเบียนนิติบุคคล 2 ชุด
2. สำเนาหนังสือรับรองของนายทะเบียน แสดงรายชื่อกรรมการและผู้มีอำนาจลงนาม 2 ชุด
3. สำเนารายชื่อผู้ถือหุ้นที่นายทะเบียนรับรอง 2 ชุด
4. หลักฐานที่เชื่อถือได้ว่าพบแร่หรือมีแร่ชนิดที่ประสงค์จะเปิดการทำเหมืองในเขตคำขอนี้ 2 ชุด
5. สำเนาหนังสือมอบอำนาจตามแบบของกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ 2 ชุด
6. สำเนาสมาชิกสภาการเหมืองแร่ 2 ชุด

การทำเหมืองแร่มี 2 ประเภท หลัก ได้แก่

1) ทำเหมืองเปิด หรือเหมืองผิวดิน สรุปวิธีการทำง่ายๆก็คือขุดดินหรือหินออกลงไปจนถึงชั้นแร่ แล้วขุดแร่ออกมา วิธีการในรายละเอียดอาจใช้แรงงานคน รถขุด รถบรรทุก ใช้น้ำฉีดพังชั้นดินแล้วสูบแร่ขึ้นมาหรือใช้เรือขุดแบบขุดลอกแม่น้ำ สิ่งที่ต้องคำนึงคือ แร่ที่ขุดได้คุ้มค่าหรือไม่ วิธีใดถูกหรือสะดวกที่สุด เปลือกดินหินจะจัดการอย่างไร แร่จะเก็บไว้ที่ไหน แต่งแร่เพื่อเอาไปขายอย่างไร พื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแล้วจะฟื้นฟูอย่างไร และขายแร่ให้ใคร ป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร ฯลฯ

2) การทำเหมืองใต้ดิน ได้แก่การขุดรูลงไปในดินจนถึงชั้นแร่ และขุดแร่ออกมาใช้ประโยชน์โดยไม่เปิดเปลือกดินทั้งหมด รูที่ว่าอาจเป็นปล่องหรืออุโมงค์ หรือทางลาดเอียงลงไปก็ได้ การขุดแร่วิธีนี้ต้องระวังไม่ให้ดินหินด้ายบนพังลงมา ต้องมีระบบขนส่งที่เหมาะสม ต้องมีความรู้ที่ทำเหมืองอย่างปลอดภัยฯลฯวิธีการขุดก็ยังแยกย่อยออกไปอีกกว่า10 วิธี

พ.ร.บ.แร่ พ.ศ. 2510 และที่แก้ไขเพิ่มเติมจนถึง พ.ร.บ.แร่ (แบบที่ 5) พ.ศ. 2545 มีบทบัญญัติกำหนดการทำเหมืองไว้ ดังนี้

1. ตามมาตรา 4 "ทำเหมือง" หมายความว่า การกระทำแก่พื้นที่ไม่ว่าจะเป็นที่บกหรือที่น้ำเพื่อให้ได้มาซึ่งแร่ด้วยวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง การทำเหมืองแร่ต้องขอประทานบัตร (หนังสือสำคัญแสดงสิทธิ หน้าที่ และขอบเขต) ตามมาตรา 44 วรรคสอง กำหนดการขอประทานบัตรไว้ 3 ลักษณะได้แก่ (1) ประทานบัตร (2) ประทานบัตรทำเหมืองในทะเล และ (3) ประทานบัตรทำเหมืองใต้ดิน

2. การทำเหมืองตาม1. (1) ประทานบัตร 1. (2) ประทานบัตรทำเหมืองในทะเลมีกฎกระทรวง ฉบับที่ 28 (พ.ศ. 2517) หมวด 2 การทำเหมือง กำหนดวิธีการตามหลักเทคนิคการทำเหมืองแร่ไว้ 9 วิธี

2.1 เหมืองสูบ เหมืองที่ทำกันอยู่ในประเทศไทยมากกว่า 30% จะเป็นเหมืองแบบนี้ วิธีการทำเหมืองสำคัญก็คือการใช้เครื่องจักรฉีดน้ำเพื่อทำให้ดินหินพังทลายลงมา จากนั้นจะปล่อยให้น้ำไหลพาเอาดิน หิน แร่ ผ่านรางแยกแร่ต่อไป แต่ถ้าหากพื้นที่เป็นแอ่งต่ำจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องสูบดินหินแร่ เพื่อส่งไปตามรางแยกแร่อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งรางแยกแร่นี้จะแยกแร่ออกจากดิน และหิน และปล่อยให้น้ำไหลพาเอาส่วนที่เหลือนี้ไปทิ้งไว้ท้ายเหมืองต่อไป

2.2 เหมืองหาบ เป็นระบบการทำเหมืองแร่ทั้งในแหล่งลานแร่ หรือแหล่งแร่แบบอื่น ๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งแหล่งแร่มักจะสะสมอยู่ใต้พื้นพิภพไม่มากนัก เหมืองแร่แบบนี้อาจจะเรียกว่าเหมืองเปิด หรือ เหมืองแห้ง (ชนะ นิลคูหา. 2530) เช่น การทำเหมืองถ่านหินลิกไนท์ ที่ จ.ลำปาง เป็นต้น

2.3 เหมืองอุโมงค์ เป็นการทำเหมืองแร่ใต้ดินตามทางแร่ สายแร่ หรือแหล่งแร่แบบอื่น ๆโดยการเจาะอุโมงค์ขนานกับพื้นดินที่อยู่ในระดับลึกลงไป การดำเนินงานอาจจะใช้เครื่องจักรผสมผสานกับแรงงานคน เพื่อเอาแร่ขึ้นมาใช้ประโยชน์ต่อไป

2.4 เหมืองเจาะงัน เป็นการทำเหมืองที่ทำกันตามแนวทางแร่ อาจจะใช้แรงงานคน เครื่องจักร หรือระเบิด เพื่อขุดเปิดเป็นร่องหรืออุโมงค์เข้าไปตามภูเขาที่สายแร่ทอดตัวอยู่ในแนวดิ่ง ซึ่งมีความลึกไม่เกิน 10 เมตร และนำเอาหินดินแร่ที่ขุดได้ขึ้นมาล้างหรือทุบย่อยให้เป็นก้อนเล็ก เพื่อส่งเข้าเครื่องแต่งแร่ต่อไป

2.5 เหมืองปล่อง ได้แก่ การทำเหมืองในลานแร่ ที่มีชั้นดินทับถมกันหนามาก โดยการขุดเป็นปล่อง ลงไปในดินจนถึงแหล่งแร่ที่สะสมกันอยู่ จากนั้นจะนำเอาดินทรายปนแร่ขึ้นมาตามอุโมงค์ที่ขุดขึ้นในแนวตั้งนั้นแล้วส่งเข้ารางกู้แร่ หรืออุปกรณ์การแต่งแร่อย่างอื่นต่อไป

2.6 เหมืองแล่น เป็นการทำเหมืองแบบหนึ่งที่ปรากฏอยู่ตามเนินหรือไหล่เขา โดยการใช้เครื่องจักร กำลังคนพลังงานน้ำ หรือการระเบิดเพื่อให้ดินหินแร่พังทลายลงมาที่หน้าเหมือง จากนั้นจะปล่อยให้น้ำที่มีดินหินแร่ปะปนอยู่ไหลไปตามรางกู้แร่อีกครั้งหนึ่ง

2.7 เหมืองเรือขุดเป็นการทำเหมืองโดยใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ทำเหมืองที่ติดตั้งอยู่บนโป๊ะหรือเรือซึ่งจะทำการขุดแร่โดยการใช้วิธีตักทรายปนแร่ขึ้นมา จากนั้นจะนำเอาดินทราย แร่ส่งเข้าเครื่องแยกแร่ต่อไป การทำเหมืองเรือขุดนี้จะทำได้เฉพาะตามท้องทะเลที่น้ำมีระดับความลึกไม่มากนัก ถ้าหากจะนำมาใช้ขุดแร่บนภาคพื้นดิน อาจทำได้โดยการขุดสระขนาดใหญ่เพื่อนำโป๊ะหรือเรือ ลงไปลอยได้ การทำเหมืองเรือขุดเป็นการทำเหมืองแร่ที่มีประสิทธิภาพและสามารถขุดแร่ได้เป็นจำนวนมาก

2.8 เหมืองเรือสูบ เป็นการทำเหมืองแร่ตามแหล่งน้ำที่มีระดับความลึกไม่มากนัก วิธีการที่สำคัญก็คือการนำเอาเครื่องสูบทรายขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 30.5 เซนติเมตร ติดตั้งบนเรือหรือแพ เพื่อทำการดูดดินหินทรายที่ปนแร่ขึ้นมา และทำการล้างเอาสิ่งเจือปนออกไป ก็จะได้แร่ตามความต้องการ การทำเหมืองเรือสูบนี้จะพบอยู่ทั่วไปตามไหล่ทวีปในภาคใต้ของประเทศไทย เกือบทั้งหมดเป็นการทำเหมืองแร่ดีบุก

2.9 วิธีเหมืองอย่างอื่นที่อธิบดีเห็นชอบซึ่งได้แก่ วิธีเหมืองละลายแร่ได้แก่การเจาะบ่อหรือรูลงไปใต้ดินจนถึงแหล่งแร่แล้วทำการสูบน้ำหรือไอน้ำอัดลงไปละลายแร่ให้เป็นของเหลวขึ้นมาหรือสูบขึ้นมาทางรูเดิมหรือทางบ่อหรือรูอื่น (เมื่อวันที่ 5 สิงหาคม 2517) และวิธีเหมืองเรือสูบ (SUCTION BOAT) โดยการใช้เรือหรือแพติดตั้งอุปกรณ์เครื่องดูดทรายขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อสูบไม่เกิน 14 นิ้ว สูบหิน ดิน ทรายปนแร่ขึ้นสู่อุปกรณ์แต่งแร่บนเรือหรือแพนั้น (เมื่อวันที่ 13 กันยายน 2528)

3. การทำเหมืองใต้ดินตาม 1.(3) มาตรา 4 นิยามศัพท์กำหนดไว้ให้หมายความว่า การทำเหมืองด้วยวิธีการเจาะเป็นปล่องหรืออุโมงค์ลึกลงไปใต้ผิวดินเพื่อให้ได้มาซึ่งแร่ใต้ผิวดิน มาตรา 88/2 กำหนดอีกว่าการทำเหมืองใต้ดิน

ต้องทำในระดับความลึกที่ปลอดภัย โดยพิจารณาจากโครงสร้างทางธรณีวิทยารวมทั้งวิธีการทำเหมืองตามหลักวิศวกรรมเหมืองแร่ในแต่ละพื้นที่และความปลอดภัยของสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ในหมวด 4/1ยังมีบทบัญญัติเป็นการเฉพาะสำหรับการทำเหมืองใต้ดินให้มีกระบวนการดำเนินการที่มีกำหนดรายละเอียดอีกมาเพิ่มเติมจากการทำเหมืองผิวดินและการทำเหมืองในทะเล ทั้งนี้ ให้เป็นไปตามหลักรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยด้วย

โดยทั่วไปสิ่งที่ต้องดำเนินการในขั้นตอนการทำเหมืองมีดังนี้

1.กำหนดและประเมินปริมาณแร่ที่สามารถทำเหมืองได้

2. เลือกวิธีการทำเหมือง

3. การเตรียมการก่อนการผลิต

4. แผนการทำเหมืองซึ่งรวมถึงการขุดขนดิน หิน และแร่ พร้อมทั้งการคาดการณ์ด้านความสมบูรณ์แร่

5. งานด้านธรณีวิศวกรรม

6. Mining Recovery และประสิทธิภาพ

7. เครื่องจักรกลหนักที่สำคัญๆ ชนิด ประเภท รุ่น การวางแผนทดแทนเครื่องจักร การใช้ประโยชน์ และ Productivity

8. ตำแหน่งและจำนวนพนักงาน กำหนดการทำงาน

9. การเก็บกองแร่และการผสมแร่

10. สิ่งแวดล้อม

11. การทิ้งมูลดินทรายและการฟื้นฟูสภาพพื้นที่

4. การแต่งแร่ (Mineral Processing)

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองแต่งแร่ในโรงทดลองแต่งแร่ (pilot plant) จะเป็นข้อมูลที่สำคัญที่จะนำไปใช้ในการเลือกวิธีการแต่งแร่ นอกจากนี้ยังมีข้อมูลที่จำเป็นอื่นๆได้แก่ ความสมบูรณ์ของแหล่งแร่ การกำเนิดแหล่งแร่ และปริมาณแร่ป้อน จากข้อมูลด้านแร่วิทยา ตัวอย่างแร่ที่ได้จะต้องมีการทดลองแต่เสียก่อน ซึ่งการแต่งแร่ควรมีความยืดหยุ่นเนื่องจากอาจมีผลต่อเนื่องไปยังด้านโลหกรรม

5. การถลุงแร่ (Smelting and Refining)

ในบางกรณีที่เป็นโครงการขนาดใหญ่อาจมีการถลุงแร่ภายในเหมือง ความสามารถของโรงถลุงแร่ต้องสมดุลกับกำลังการผลิตของเหมืองและโรงแต่งแร่ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

6. สาธารณูปโภคและเครื่องอำนวยความสะดวก (Infrastructure)

สาธารณูปโภคหลักๆของโครงการเหมืองแร่ ได้แก่

น้ำ ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำเหมือง แต่งแร่ และน้ำเพื่อบริโภค ที่มาของน้ำเช่นจากแม่น้ำลำคลอง ทะเลสาบหรืออ่างเก็บน้ำ จำเป็นต้องศึกษาถึงปริมาณน้ำที่จำเป็นต้องใช้ สิทธิการใช้น้ำ ค่าใช้จ่ายในการผลิตหรือการใช้น้ำ รวมถึงการนำน้ำหมุนเวียนมาใช้ในระบบการผลิตและการบำบัดน้ำเสียก่อนการระบายน้ำทิ้งออกสู่ลำน้ำสาธารณะ หรือชั้นน้ำบาดาลเป็นต้น

พลังงาน ได้แก่ ไฟฟ้า และน้ำมันเชื้อเพลิง หากอยู่ห่างไกลจากชุมชนอาจมีความจำเป็นต้องผลิตไฟฟ้าใช้เอง แต่หากอยู่ไม่ไกลก็จะต้องต่อสายไฟฟ้าเข้าสู่พื้นที่โครงการและติดตั้งหม้อแปลงและมิเตอร์วัดไฟฟ้า

การขนส่ง ทั้งการขนส่งผลผลิต และการขนส่งเครื่องจักรอุปกรณ์และวัตถุดิบเข้าสู่พื้นที่โครงการเช่น การขนส่งทางรถยนต์ (ถนนทางเข้าโครงการ) ทางรถไฟ สายพานลำเลียง ทางท่อ หรือทางน้ำเป็นต้น ควรมีการศึกษา

เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของการขนส่งทั้งหมดแล้วเลือกวิธีการขนส่งที่ประหยัดและเหมาะสมที่สุดและศึกษาเปรียบเทียบ ว่าจะใช้การจ้างเหมาขนส่งหรือขนส่งโดยบริษัทเอง

การสื่อสาร แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

- การสื่อสารระหว่างสำนักงานในเหมืองกับ นอกเหมือง
- การสื่อสารระหว่างสำนักงานหรือหน่วยต่างๆภายในเหมือง

บ้านพักอาศัย กรณีที่เหมืองอยู่ไกลชุมชนจำเป็นต้องสร้างที่พักอาศัยให้กับพนักงานที่ทำงานภายในเหมืองด้วย

โรงแต่งแร่ (กรณีที่มีการแต่งแร่ภายในเหมือง)

7. งานด้านวิศวกรรม (Engineering)

งานนอกเหนือจากงานด้านเหมืองแร่ที่เป็นงานวิศวกรรมอื่น ได้แก่ การออกแบบและการก่อสร้างโรงเรือน โรงงาน เครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นต้องอาศัย ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะสาขาเข้ามาทำงานได้แก่ วิศวกรรมโยธา (เช่น การก่อสร้างอาคาร โรงเรือน และโรงงานต่างๆ) เครื่องกล เช่นการติดตั้งเครื่องบดแร่ละเอียด (Ball Mill) ไฟฟ้า (เช่นการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า) และ เคมี (เช่นโรงวิเคราะห์แร่) เป็นต้น

วิธีการทำเหมืองและวิธีการแต่งแร่ จะเป็นตัวกำหนดชนิดและขนาดเครื่องจักรเครื่องมือต่างๆ ซึ่งจะต้องออกแบบให้เหมาะสมกับงานนั้นๆ นอกจากนี้แล้วการออกแบบยังต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสถานที่ตั้งและกฎระเบียบต่างๆของราชการที่เกี่ยวข้องด้วย ตัวอย่างเช่นในบางประเทศอาจมีนโยบายไม่อนุญาตให้มีการแต่งแร่ทองคำโดยการใช้สารประกอบไซด์ยาไนด์ ถ้าผลการศึกษาเห็นว่าแหล่งแร่ทองคำในประเทศนั้นจำเป็นต้องใช้การแต่งแร่โดยการใช้สารประกอบไซด์ยาไนด์เท่านั้น ก็ไม่ควรมีการทำเหมืองทองคำในประเทศนั้น

8. การประเมินค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Capital Cost Estimate)

เมื่อมีการออกแบบการทำเหมือง สาธารณูปโภค วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องจักรแล้ว ขั้นตอนต่อมาก็คือการประเมินค่าใช่จ่ายในการลงทุน การจัดซื้อและการก่อสร้างต่างๆ ซึ่งขั้นตอนนี้มีความสำคัญอย่างมากในการวิเคราะห์ด้านการเงินในการลงทุน อย่างไรก็ตามขั้นตอนการออกแบบด้านวิศวกรรมจะเป็นตัวกำหนดการประเมินค่าใช้จ่ายอีกทีหนึ่ง ดังนั้นการออกแบบด้านวิศวกรรมต้องประกอบด้วยข้อมูลที่มีรายละเอียดมากเพียงพอ

ผู้ทำการประเมินค่าใช้จ่ายนี้ต้องจัดทำรายละเอียด ราคาประมาณ ค่าใช้จ่ายต่อหน่วย พร้อมทั้งประมาณการเผื่อไว้สำหรับตลอดอายุโครงการ ซึ่งเป็นการประมาณการสำหรับอนาคต จากข้อมูลในอดีต ประสบการณ์ และความชำนาญ

9. การกำหนดแผนการทำงาน (Scheduling)

แผนการทำงานเป็นตัวที่จะแสดงให้เห็นถึงระยะเวลา ลำดับการปฏิบัติงานของโครงการ ซึ่งจะเป็นตัวช่วยกำหนดและควบคุมการปฏิบัติงาน ทั้งในการจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ให้อยู่ในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม การกำหนดแผนการทำงานจำเป็นต้องมีการปรับปรุงให้เหมาะสมกับสถานการณ์อยู่เสมอในขณะที่ได้รับข้อมูลรายละเอียดมากขึ้น

10. การวิเคราะห์ด้านการเงิน (Financial Analysis)

เป็นการประเมินสถานการณ์ด้านการเงินของโครงการ โดยการวิเคราะห์กระแสเงินสด (Cash Flow Analysis) เพื่อหาระดับผลตอบแทนของโครงการ กล่าวโดยทั่วไปรายละเอียดการวิเคราะห์กระแสเงินสด ควรมีข้อมูลดังนี้

- ปริมาณแร่ที่ผลิตได้ และความสมบูรณ์
- ราคาแร่และรายรับ

- ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

- ค่าภาคหลวงและภาษีต่างๆ

- ค่าเสื่อมราคา และ Tax credit

- การชำระคืนหนี้สิน และอัตราการคืนทุน

- หนี้สินและเงินทุนหมุนเวียนทั้งหมดที่เกิดขึ้นในแต่ละปี

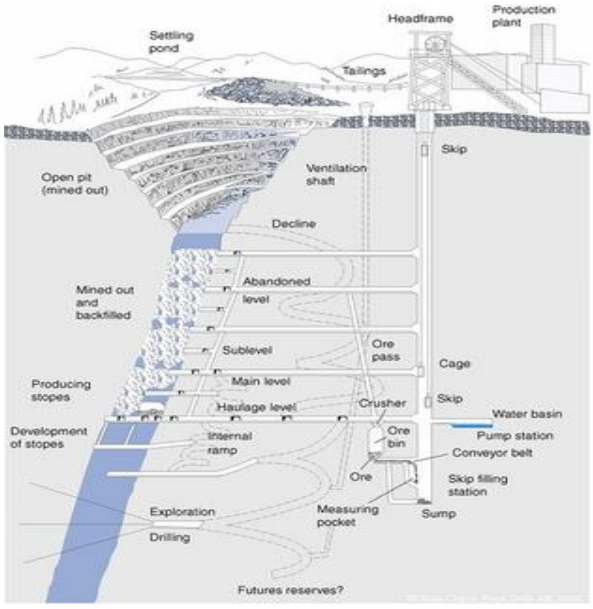
- เงินสดในแต่ละปีรวมทั้งมูลค่าเงินสด (DCF) ของโครงการและการวัดผลการตอบแทนอื่นเช่น NPV และ IRR

- ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period)

นอกจากนี้ยังต้องมีการวิเคราะห์ปัจจัยเปลี่ยน (Sensitivity Analysis) ที่อาจมีผลกระทบต่อผลตอบแทนการลงทุนเช่น ค่าความสมบูรณ์ของแหล่งแร่ ราคาแร่ อัตราการผลิต อัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา เป็นต้น โดยทำการวิเคราะห์ตัวแปรเฉพาะทีละตัวแปร โดยสมมติให้ตัวแปรอื่นมีค่าคงที่ ส่วนในการวิเคราะห์ที่กำหนดให้ตัวแปรหลายตัวแปรเปลี่ยนพร้อมกันเรียกว่า การวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis) โดยการใช้ความน่าจะเป็น (Probability) ของตัวแปรต่างๆเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งปัจจัยที่อาจมีผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของการวิเคราะห์ ขึ้นอยู่กับการกำหนดรูปแบบของความน่าจะเป็นของตัวแปรนั้นๆ

11. การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic Analysis)

การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนของโครงการเหมืองแร่เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ ในรูปแบบของผลตอบแทนการลงทุน ในรูปของธุรกิจ(การเงิน) ส่วน การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์จะประเมินโครงการในรูปของรายจ่ายและผลตอบแทนของประเทศ การวิเคราะห์นี้จะทำให้มองเห็นผลประโยชน์ของประเทศชาติที่จะได้รับจากโครงการเหมืองแร่บางชนิดอาจมีผลตอบแทนการลงทุนไม่สูงแต่สามารถประหยัดการนำเข้าวัตถุดิบและช่วยสร้างงานและทุนหมุนเวียนให้แก่ประเทศได้ ก็เป็นโครงการที่น่าลงทุนเช่นโครงการเหมืองแร่ด้านพลังงานเป็นต้น



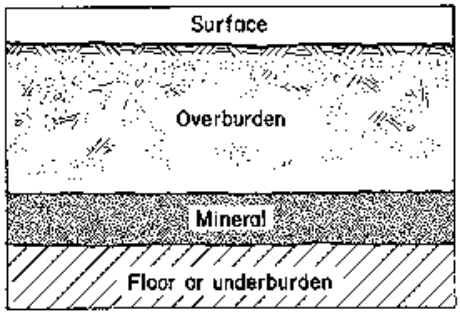
กิจกรรมหลักโดยทั่วไปของการทำเหมืองแร่

การเลือกวิธีการทำเหมือง ต้องพิจารณาปัจจัยต่างๆ เพื่อความเหมาะสมในการดำเนินธุรกิจดังนี้

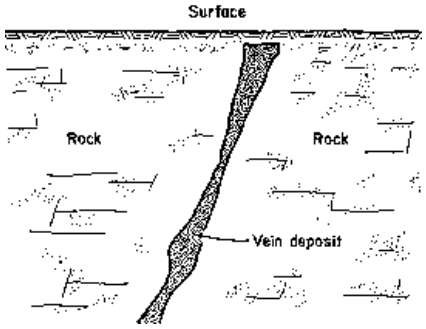
1. เงินลงทุนเบื้องต้น และเงินหมุนเวียนเนื่องจากวิธีการทำเหมืองที่แตกต่างกันย่อมใช้เครื่องจักร เครื่องมือที่แตกต่างกัน

2. ลักษณะของแหล่งแร่และหินข้างเคียง ซึ่งพิจารณาจากลักษณะรูปร่าง ขนาด ความหนา ความลึก ความชันและความสมบูรณ์ของสายแร่ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 6 ลักษณะดังนี้

- แหล่งแร่ขนาดใหญ่ที่มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ (Massive)
- เป็นชั้นแบนกว้างหรือเป็นชั้นๆ (Tabular or Bedded)
- สายแร่แคบยาว (Narrow Vein)
- สายแร่กว้างหนา (Wide Vein)
- กระเปาะแร่ (Lenticular or Pocket)
- ลานแร่และชั้นกระสะแร่ (Placer)



การวางตัวของแหล่งแร่ในดินหรือหิน



แหล่งแร่แบบสายแร่แคบยาว (Narrow Vein)

3 .ลักษณะทางฟิสิกส์ของแร่และบริเวณใกล้เคียง ได้แก่ความแข็งแรงของชั้นแร่และชั้นหินในบริเวณใกล้เคียงซึ่งจะพิจารณาลักษณะทางธรณีโครงสร้างของหินเป็นสำคัญ

4. ลักษณะน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำ การทำเหมืองบางวิธีต้องใช้น้ำมาก แต่บางวิธีไม่ค่อยใช้น้ำ บางวิธีต้องระบายน้ำออกจากแหล่งแร่ หรืออุโมงค์ผลิตและอุโมงค์ขนส่งแร่

5 .การพิจารณาด้านสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยและสวัสดิภาพในการทำเหมืองแร่ การฟื้นฟูพื้นดิน การควบคุมน้ำขุ่นข้น เสียง ฝุ่น ควันพิษ และการระบายอากาศ เช่นแหล่งถ่านหินที่ไม่ค่อยลึกจากผิวดินมากนัก การทำเหมืองเปิดอาจมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหากเปรียบเทียบกับการทำเหมืองใต้ดิน แต่มีความปลอดภัยในการทำงานสูงกว่า

6. การพิจารณาด้านเศรษฐศาสตร์

หลักการใหญ่ๆ ของการทำเหมือง

ในการทำเหมืองไม่ว่าจะเป็นการทำเหมืองเปิดหรือเหมืองใต้ดินมีหลักการใหญ่ๆในการดำเนินการดังนี้

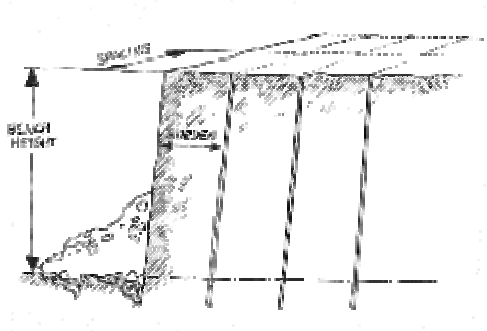
1. การเปิดเปลือกดินและการขุดหาแร่ด้วยวิธีการต่างๆได้แก่

- การใช้แรงคน เช่นกรณีของเหมืองหาบในสมัยโบราณ หรือเหมืองเจาะงัน
- ใช้พลังน้ำ ซึ่งอาจเป็นพลังน้ำตามธรรมชาติเช่นเหมืองแล่น หรือพลังน้ำที่เกิดจากปั๊มน้ำผ่านกระบอกฉีดเช่นเหมืองสูบ หรือเหมืองฉีด
- ใช้เรือขุดแร่แบบต่างๆ
- ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องจักรกลหนัก ได้แก่ รถขุด Shovel รถขุด Dragline รถขุด Back hoe รถตักล้อยาง (Front End Loader) รถแทรกเตอร์ (Bull-Dozer) เครื่องขุดที่ทำงานต่อเนื่องเช่น Bucket Wheel Excavator เป็นต้น

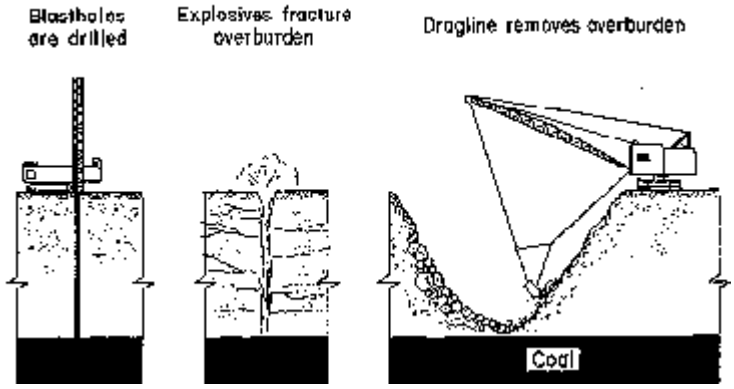
การใช้รถขุดชนิดตักเสย (Shovel) ขุดหน้าดินใส่รถบรรทุก

การขุดหน้าดินด้วยรถขุด back hoe กับรถบรรทุกและโดยการใช้ Bucket Wheel Excavator

-ใช้การเจาะระเบิด (Drilling and Blasting) เช่นในกรณีการทำเหมืองแร่ในหินแข็ง (Hard Rock Mining) หรือทางแร่ เป็นต้น



การเจาะระเบิด



การเจาะระเบิดและการเปิดหน้าดินโดยการใช้ Dragline

- ใช้วิธีการต่างๆเพื่อเข้าไปขุดแร่ หรือการเจาะระเบิดแหล่งแร่ใต้ดินได้แก่

การเจาะปล่องลักษณะแนวดิ่ง (Vertical Shaft) หรือแนวเอียง (Incline Shaft)

การเจาะอุโมงค์ในแนวนอนซึ่งเปิดออกสู่ภายนอกแหล่งแร่ (Tunnel)

การเจาะอุโมงค์ในแนวนอนเข้าหาสายแร่ (Drift)

การเจาะปล่องภายในแหล่งแร่ลงไปตามแนวดิ่งหรือแนวเอียง (Winze) เพื่อเชื่อมอุโมงค์ในระดับต่างๆ

การเจาะปล่องภายในแหล่งแร่โดยการเจาะขึ้น ในแนวดิ่งหรือแนวเอียง (Raise) เพื่อเชื่อมอุโมงค์ในระดับต่างๆ

2. การรักษาหน้าเหมืองที่ขุดเปลือกดินหรือแร่ออกไปแล้วให้มีความปลอดภัยจาการถล่มหรือลื่นไหล

การรักษาความลาดชันของหน้าเหมืองกรณีที่เป็นเหมืองเปิด หรือการค้ำยันอุโมงค์เพื่อป้องกันอุโมงค์ถล่มในกรณีของการทำเหมืองใต้ดิน เช่นโดยการใช้เสาค้ำยันในแนวดิ่ง (Post or Stull) การใช้โครงค้ำยัน (Square set) การใช้เหล็กค้ำยันผนังอุโมงค์ (Rock Bolt or Roof Bolt) เป็นต้น

3. การบรรทุก ขนส่ง หรือการลำเลียงแร่จากหน้าเหมือง ไปยังโรงแต่งแร่ซึ่งมีหลายวิธีได้แก่

-ใช้แรงคนแบกหาม หรือรถเข็นแบบต่างๆ

-ใช้น้ำเป็นตัวนำพาแร่ เช่นกรณีของเหมืองแล่น

-ใช้เครื่องสูบทราย (Gravel Pump) หรือ (Hydraulic Elevator) เช่นกรณีเหมืองสูบหรือเหมืองฉีด

-ใช้รถบรรทุก (Dump Truck)

-ใช้รถไฟหรือรถไฟฟ้า (Train)

-ใช้สายพานลำเลียง (Belt Conveyor)

-ใช้ LHD (Load-Haul-Dump) ใช้กับการขนส่งแร่ในการทำเหมืองใต้ดิน

-ใช้กว้าน (Hoisting Machine) เช่นการทำเหมืองใต้ดิน

-ใช้การขนส่งทางท่อ (Pipe Line) เช่นน้ำมันปิโตรเลียม ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และแร่เหล็กเป็นต้น

รถบรรทุก (Dump Truck) ใช้ในการขนส่งแร่ในเหมืองเปิด

LHD (Load-Haul-Dump) ใช้ในการขนส่งแร่ในการทำเหมืองใต้ดิน

4. การเก็บกองเศษแร่หรือเศษหินที่ไม่มีแร่ หรือมูลดินทรายและน้ำขุ่นข้นจากการทำเหมืองและการแต่งแร่ (Waste Rock Dumping and Tailing & Slime Rentention)

การเก็บกองเศษหินและมูลดินทรายอาจทำภายในเขตเหมืองแร่หรือนอกเขตเหมืองแร่ก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสม แต่ต้องทำการกองให้เรียบร้อย มีความปลอดภัยและไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในภายหลัง นอกจากนี้ยังต้องสำรวจให้แน่ชัดว่าบริเวณที่เป็นที่กองมูลดินทรายไม่มีแร่อยู่ด้านล่างเพื่อจะได้ไม่ต้องเคลื่อนย้ายดินทรายอีกครั้งในภายหลังเวลาต้องการจะผลิตแร่บริเวณนั้น

สำหรับการสร้างทำนบเก็บขังน้ำขุ่นข้น ก็ต้องแน่ใจเช่นกันว่าไม่มีแร่ตั้งอยู่บริเวณนั้น ทำนบต้องมีความแข็งแรงทนทาน และมีความจุมากพอที่จะเก็บขังน้ำขุ่นข้นและมูลดินทรายได้เป็นเวลานาน

5. การสร้างทำนบเก็บขังน้ำหรือการจัดหาแหล่งน้ำเพื่อนำมาใช้ในการทำเหมือง เช่นใช้สำหรับฉีดพังแร่ ใช้สำหรับปนกับดินทรายในการสูบดินทรายไปแต่งแยกแร่ หรือเพื่อใช้สำหรับการแต่งแร่โดยวิธีอื่น

6. การระบายน้ำ (Drainage) หรือการสกัดการไหลของน้ำที่บริเวณหน้าเหมือง เพื่อสกัดกั้นน้ำผิวดินหรือน้ำที่เกิดขึ้นจากการทำเหมืองไม่ให้เป็นอุปสรรคต่อการทำเหมืองหรือทำให้เกิดความเสียหายหรือเกิดอันตรายขณะทำเหมืองได้ สามารถทำได้โดยการขุดคูระบายน้ำ หรือโดยการใช้เครื่องสูบน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำหอยโข่ง (Centrifugal Pump) หรือเครื่องสูบน้ำแบบลูกสูบ (Reciprocating Pump or Pistol Pump) เป็นต้น

7. การระบายอากาศ (Ventilation) เป็นกิจกรรมระบายอากาศในการทำเหมืองใต้ดิน โดยการเจาะอุโมงค์ระบายอากาศ หรือการใช้พัดลมเป่า (Blower) หรือพัดลมดูด (Suction Fan) ช่วยในการระบายอากาศเพื่อขับอากาศเสียออกไปและนำอากาศดีเข้ามา รวมทั้งเป็นการช่วยลดอุณหภูมิที่บริเวณการทำเหมืองใต้ดินด้วย

8. การป้องกันอันตรายหรือผลกระทบต่อบุคคลและสิ่งแวดล้อม

การป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทำเหมือง

ต้องมีมาตรการในการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุต่างๆเช่น ต้องจัดให้มีผู้มีหน้าที่รับผิดชอบด้านความปลอดภัยในการทำงานโดยเฉพาะ (Safety Engineer) มีนโยบายความปลอดภัยของบริษัทที่ชัดเจน พนักงานต้องผ่านการอบรมเพื่อความปลอดภัยก่อนการปฏิบัติงาน หรือเปลี่ยนหน้าที่ใหม่ทุกครั้ง จัดให้มีกระดานดำปิดประกาศกฎระเบียบด้านความปลอดภัย ควบคุมให้พนักงานปฏิบัติตามกฎระเบียบด้านความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด มีการลงโทษในกรณีที่ฝ่าฝืนกฎระเบียบ มีการรณรงค์ด้านความปลอดภัยอยู่เสมอ ป้องกันไม่ให้บุคลที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องเข้าไปในบริเวณที่กำลังทำงานหรือบริเวณที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ จัดหาและบังคับให้มีการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคลอย่างเคร่งครัด เป็นต้น

การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมาตรการป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การทำเหมืองแร่เป็นกิจกรรมที่รบกวนธรรมชาติอย่างรุนแรง (Drastic Disturbing) ที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรงหากไม่มีแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสม ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากโครงการเหมืองแร่ที่สำคัญได้แก่

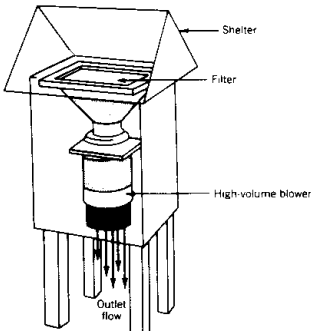
- ผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ วิทยา และระบบห่วงโซ่อาหาร โครงการเหมืองแร่ขนาดใหญ่ที่ครอบคลุมพื้นที่จำนวนมาก และยิ่งจะมีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์มากยิ่งขึ้นหากเป็นโครงการทำเหมือง ในป่าฝนเขตร้อน ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพทั้งพืชและสัตว์ อาจทำให้พืชหรือสัตว์หายากบางชนิดมีน้อยลงหรือสูญพันธุ์ไป หรืออาจมีการนำพืชหรือสัตว์ต่างถิ่นเข้ามาในพื้นที่โครงการทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบห่วงโซ่อาหาร โครงการเหมืองแร่ขนาดใหญ่เหล่านี้ ได้แก่ โครงการเหมืองแร่ทองคำ และเหมืองถ่านหินในประเทศไทย มาเลเซีย และ อินโดนีเซีย การทำเหมืองแร่เหล็กในประเทศบราซิล เป็นต้น

การทำเหมืองแร่ทองคำขนาดใหญ่ในป่าฝนเขตร้อนส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์

- การปนเปื้อนพื้นดินและแหล่งน้ำ ทั้งแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน นอกจากน้ำขุ่นข้นและมูลดินทรายแล้ว การทำเหมืองแร่ยังอาจมีปล่อยวัตถุมีพิษอื่นๆ ออกสู่สิ่งแวดล้อมได้อีกหลายชนิด น้ำที่ปล่อยออกจากเขตเหมืองแร่อาจเป็นน้ำใสและมีปริมาณตะกอนที่เป็นสารแขวนลอยในลักษณะของแข็งในน้ำอยู่น้อยเช่นน้อยกว่า 6 กรัมต่อลิตรแต่อาจมีวัตถุมีพิษอื่นๆ เช่นมีความเป็นกรดเป็นด่างสูง มีโลหะหนักบางชนิด เช่น ตะกั่ว แคดเมียม สารหนู พลวง หรือสารประกอบไซยาไนด์ สูง วัตถุมีพิษเหล่านี้อาจเกิดขึ้นได้ทั้งจากการทำเหมืองและ จากกระบวนการแต่งแร่ แยกแร่ หรืออาจเกิดจากการละลายน้ำของสารประกอบในแหล่งแร่ตามธรรมชาติ แหล่งแร่บางชนิดอาจมีการปนเปื้อนของวัตถุอันตรายที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติอยู่ก่อนแล้วโดยไม่จำเป็นต้องมีการทำเหมือง เช่นแหล่งแร่ตะกั่ว อาจมีโลหะตะกั่วปนเปื้อนอยู่ในดินและ แหล่งน้ำเกินกว่ามาตรฐานอยู่ ก่อนที่จะมีการทำเหมืองเสียอีก

กรณีที่มีการเก็บตะกอนและน้ำที่เกิดจากกระบวนการทำเหมืองไว้ในบ่อเก็บตะกอนหรือ หางแร่ (Tailing Pond) หรือบ่อเก็บน้ำหรือของผสมอื่นๆในกระบวนการผลิต เช่นกระบวนการที่ใช้สารประกอบไซยาไนด์ หรือแบคทีเรียเพื่อการสกัดเอาโลหะทองออกมาจากแร่ที่บดละเอียดแล้ว หางแร่โลหะที่เกิดขึ้นจากการลอยแร่ เป็นต้น หากไม่มีการใช้อุปกรณ์รองก้นบ่อหรือใช้อุปกรณ์รองก้นบ่อที่ได้มาตรฐาน อาจทำให้วัตถุมีพิษหรือโลหะหนักอันตรายปนเปื้อนอยู่ในน้ำหรือของผสมต่างๆไหลลงสู่แหล่งน้ำผิวดินหรือชั้นบาดาลที่อยู่ใต้ดิน และทำให้เกิดการปนเปื้อนชั้นน้ำบาดาลได้ และอาจเกิดผลกระทบอย่างรุนแรงหากมีการใช้น้ำบาดาลในบริเวณใกล้เคียงเพื่อการบริโภคได้

- ผลกระทบต่อคุณภาพอากาศ ที่สำคัญคือฝุ่นและอนุภาคขนาดเล็กที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการทำเหมืองและกิจกรรมต่อเนื่องอื่นๆ ในโครงการเหมืองแร่ การทำรายงานวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ต้องมีการตรวจวัดคุณภาพอากาศของพื้นที่โครงการก่อนการทำเหมือง เพื่อใช้เปรียบเทียบกับคุณภาพอากาศขณะมีการทำเหมือง คุณภาพอากาศบริเวณพื้นที่โครงการและบริเวณใกล้เคียงต้องมีปริมาณฝุ่นละอองและอนุภาคแขวนลอยอื่นๆ (Total Suspended Particulate: TSP) ไม่เกินมาตรฐาน คุณภาพอากาศของกรมควบคุณมลพิษ คือ 330 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสารแขวนลอยที่มีขนาดเล็กกว่า 10 มิลลิเมตร (particles below 10 μm diameter: PM 10) ไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นอกจากนี้ ยังมีสารมลพิษทางอากาศอื่นๆในพื้นที่โครงการเช่น ก๊าซที่เป็นสารมลพิษวิกฤต (Critical Pollutant) อื่นๆ เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)ออกไซด์ ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (NOx) อนุมูลโลหะตะกั่วในอากาศ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_3) และก๊าซโอโซน (O_3) เป็นต้น ก๊าซเหล่านี้มักเกิดขึ้นจากการสันดาปภายในของเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำเหมือง



เครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศชนิด High-volume

เครื่องตรวจวัดระดับความดังของเสียง

- ผลกระทบด้านเสียง และความสั่นสะเทือนจากการระเบิดเหมือง ความสั่นสะเทือนจากการทำเหมืองที่สำคัญคือความสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นจากการระเบิด ซึ่งมีวิธีการแก้ไขโดยการใช้เทคโนโลยีการระเบิดที่มีการจุดระเบิดไม่พร้อมกัน หรือมีการถ่วงเวลาระหว่างแก๊ป หรือเชื้อปะทุที่ใช้ในแต่ละหลุม เพื่อจำกัดประมาณวัตถุระเบิดที่จุดระเบิดพร้อมกันมากที่สุดให้มีปริมาณน้อยที่สุด เช่นไม่เกิน 50 กิโลกรัม วิธีการนี้นอกจากจะช่วยลดผลกระทบด้านความสั่นสะเทือนแล้ว ยังช่วยลดเสียง และคลื่นอัดอากาศ (Air Blast) กับช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการระเบิดได้อีกด้วย

เพื่อป้องกันการสร้างผลกระทบต่อชุมชนที่อาศัยใกล้เคียงกับพื้นที่โครงการเหมืองแร่ ควรมีการควบคุมความสั่นสะเทือนจากการระเบิดไม่ให้เกินมาตรฐานความปลอดภัย เช่นประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดให้ความสั่นสะเทือนจากการระเบิดมีค่าไม่เกิน 10-50 มิลลิเมตรต่อวินาทีขึ้นอยู่กับความค่าถี่ของความสั่นสะเทือน (ความถี่ต่ำจะต้องจำกัดให้ค่าความสั่นสะเทือนมีค่าน้อยลง) ประเทศออสเตรเลียกำหนดให้ความสั่นสะเทือนจากการระเบิดไม่เกิน 10 มิลลิเมตรต่อวินาที สำหรับในพื้นที่ที่มีอาคารบ้านเรือนราษฎรตั้งอยู่ และไม่เกิน 2 มิลลิเมตรต่อวินาที สำหรับบริเวณที่มีโบราณสถาน ตั้งอยู่

เสียงที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมต่างๆภายในเหมืองแร่ อาจเกิดขึ้นจากการทำงานของเครื่องจักรเครื่องยนต์ ต่างๆที่ใช้ในการทำเหมือง เกิดจากกิจกรรมในโรงงานแต่งแร่ หรือโรงโม่หินเช่นเสียงจากเครื่องบดย่อยหิน เสียงของตะแกรงสั่น สายพาน หรือการเทแร่ลงสู่เครื่องบดเป็นต้น เสียงเหล่านี้เป็นเสียงดังอย่างต่อเนื่องอาจสร้างความรำคาญให้ผู้คนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกับเขตเหมืองแร่ได้ตลอดเวลา ส่วนเสียงดังจากการระเบิดอาจมีเสียงดังมากกว่าการทำกิจกรรมอื่น แต่มีความดังเป็นช่วงสั้นๆ

เพื่อป้องกันการสร้างผลกระทบต่อชุมชนที่อาศัยใกล้เคียงกับพื้นที่โครงการเหมืองแร่ เสียงจากการทำกิจกรรมภายในโครงการเหมืองแร่ เมื่อทำการตรวจวัดและนำมาเฉลี่ยตลอด 24 ชั่วโมงควรมีค่าเฉลี่ยไม่เกิน 70 เดซิเบล (เอ)ในบางประเทศเช่นประเทศฝรั่งเศส ได้กำหนดให้เสียงดังจากกิจกรรมต่อเนื่องภายในเหมืองแร่ โรงแต่งแร่ และโรง

โม่หินมีระดับเสียงมากกว่าระดับเสียงพื้นฐานก่อนการทำกิจการต่างๆ วัด ณ จุดรับผลกระทบที่เป็นชุมชนหรือที่พักอาศัยของราษฎร ไม่เกิน 5 เดซิเบล (เอ) ในเวลากลางวัน และไม่เกิน 3 เดซิเบล (เอ) ในเวลากลางคืนและในวันหยุดราชการ หรือวันหยุดอื่นๆ

การตรวจวัดความสั่นสะเทือนจากการระเบิด

เหมืองแร่บางแห่งมีการปลูกต้นไม้ทรงสูงหนาทึบ หรือมีการทำคันดินไว้รอบๆบริเวณที่มีการทำเหมือง เพื่อป้องกันฝุ่น และเสียงจากการระเบิด และเพื่อผลกระทบด้านทัศนียภาพ ส่วนบางรายมีการทำเหมืองหาบแบบบ่อเหมืองลึกบนภูเขา (Semi-Open Cut) เพื่อจุดประสงค์ในทำนองเดียวกัน

- ผลกระทบด้านสังคม ประเพณี และวัฒนธรรม เช่นวิถีชีวิตของชาวบ้านอาจเปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการทำเหมืองแร่ ซึ่งอาจนำมาสู่การอยู่ในสังคมที่มีการบริโภคมากขึ้น หรือวัตถุโบราณ หรือโบราณสถานต่างๆในเขตเหมืองแร่อาจถูกทำลายไป

- ผลกระทบด้านภูมิทัศน์ การทำเหมืองแร่ทำให้ทัศนียภาพของภูมิประเทศเปลี่ยนไปและอาจทำให้เกิดภาพที่ไม่น่าดูในสายตาของนักอนุรักษ์ เหมืองแร่บางแห่งจึงอาจต้องสร้างสิ่งกำบังภาพการทำเหมืองไว้เช่นการเว้นส่วนกำบังการทำเหมืองไว้กันการมองเห็นจากบุคคลภายนอก การปลูกต้นไม้หรือทำคันดินสูงๆ การปิดบังเหล่านี้นอกจากเป็นการป้องกันผลกระทบด้านภูมิทัศน์แล้วยังป้องกันผลกระทบด้านเสียงจากการทำงานได้ด้วย

หลักการของการควบคุมผลกระทบสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันตั้งอยู่บนพื้นฐานแนวความคิดที่ว่าต้องมีการควบคุมผลกระทบโดยให้มีการใช้หลักวิชาการที่ดีที่สุดเท่าที่มีอยู่ (Best Available Control Technology) ในการควบคุม ทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในทางวิศวกรรมและในเชิงธุรกิจ เช่น เป็นที่ทราบกันดีว่ามีเครื่องเจาะระเบิดที่มีอุปกรณ์การเก็บฝุ่นที่เกิดจากการเจาะ ผู้ประกอบการจึงต้องเลือกใช้เครื่องเจาะระเบิดที่มีอุปกรณ์การเก็บฝุ่นในตัวเท่านั้น หรือเป็นที่ทราบกันดีว่ามีแก๊ปจังหวะถ่วงหรือแก๊ปถ่วงเวลาที่สามารถลดความสั่นสะเทือนและเสียงจากการระเบิด จึงควรกำหนดให้ ผู้ประกอบการต้องเลือกใช้การระเบิดโดยใช้แก๊ปที่มีการถ่วงเวลา เป็นต้น

9. การฟื้นฟูสภาพพื้นที่ภายหลังการทำเหมือง

การทำเหมืองแร่ในพื้นที่ประทานบัตรเหมืองแร่ที่เป็นพื้นที่ป่า เป็นกิจกรรมรบกวนธรรมชาติอย่างรุนแรงชนิดหนึ่ง โดยเฉพาะโครงการทำเหมืองขนาดใหญ่เช่นการทำเหมืองทองคำ หรือเหมืองหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ ในป่าชื้นเขตร้อนที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ มีพันธุ์พืชและสัตว์จำนวนมาก เมื่อมีการทำเหมืองในพื้นที่

เหล่านี้เสร็จแล้ว ในความเป็นจริงแม้ไม่มีการฟื้นฟูสภาพใดๆ เมื่อทิ้งให้รกร้างนานๆ พื้นที่ที่เคยมีการทำเหมืองมาก่อนก็สามารถกลับคืนสู่สภาพป่าได้เองตามธรรมชาติ

อย่างไรก็ดีประเทศต่างๆได้กำหนดให้มีการฟื้นฟูสภาพพื้นที่ภายหลังการทำเหมือง เพื่อการเร่งธรรมชาติให้คืนสู่สภาพได้เร็วขึ้น และเพื่อให้พื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแล้วเหล่านี้เป็นพื้นที่ที่มีสภาพภูมิประเทศที่มีความปลอดภัย เหมาะสำหรับเป็นที่อยู่อาศัย และเป็นแหล่งอาหารของคนและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น ในบริเวณที่อยู่ไม่ไกลจากแหล่งชุมชนพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแล้วเหล่านี้อาจมีการปรับปรุงเพื่อจุดประสงค์อื่น ต่างๆกัน เช่นเป็นสวนสาธารณะ บ่อเหมืองขนาดใหญ่อาจใช้เป็นแหล่งน้ำสำคัญของชุมชนหรือแม้แต่ของเมืองเอง พื้นที่ที่มีเอกสารสิทธิอาจมีการปรับปรุงให้เป็นพื้นที่การเกษตร เป็นพื้นที่สร้างโรงงานอุตสาหกรรม เป็นคาสิโน เป็นสถานที่ท่องเที่ยว เป็นพิพิธภัณฑ์เหมืองแร่ เป็นสนามกอล์ฟหรือรีสอร์ด เป็นต้น

กิจกรรมฟื้นฟูสภาพพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแล้วที่สำคัญคือการปรับความลาดชันของบ่อเหมืองหรือกองมูลดินทรายให้มีเสถียรภาพเหมาะแก่การอยู่อาศัยของสัตว์ป่า หรือเพื่อให้แน่ใจว่าพื้นที่มีเสถียรภาพและสัตว์ป่าสามารถเดินไปในพื้นที่ได้อย่างสะดวก นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มเสถียรภาพของความชันโดยการเจาะท่อระบายน้ำ หรือใช้ตาข่ายที่ทำจากโลหะ ใยสังเคราะห์ เส้นใยจากธรรมชาติ หรือวัสดุชนิดอื่น การปลูกพืชคลุมดินสามารถช่วยลดการพังทลายของหน้าดินได้ ในบางพื้นที่พื้นดินมีความเป็นกรดสูงไม่สามารถปลูกพืชยืนต้นได้ จำเป็นต้องปลูกหญ้า และพืชคลุมดินไว้ และสามารถใช้เป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ได้ การปลูกต้นไม้ การนำสัตว์ป่าหรือปลามาเลี้ยง ทั้งนี้อาจรวมถึงการปรับสภาพน้ำเสียให้ได้มาตรฐานก่อนการปล่อยลงลำน้ำสาธารณะ

การปลูกต้นไม้เพื่อฟื้นฟูสภาพควรเริ่มต้นด้วยการปูพื้นที่ด้วยหน้าดิน การปลูกพืชคลุมดินเพื่อป้องกันการชะล้างหน้าดิน และการปลูกต้นไม้ยืนต้นซึ่งจำเป็นต้องคำนึงถึงพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ ควรเป็นต้นไม้โตเร็วเป็นพันธุ์ไม้หลายชนิดรวมๆกัน ควรเป็นต้นไม้ในท้องถิ่นมากกว่าที่จะเป็นต้นไม้นำเข้า เพื่อให้สัตว์ที่จะมาอาศัยสามารถใช้เป็นอาหารได้ หลีกเลี่ยงการปลูกต้นไม้นำเข้าและการปลูกพันธุ์ไม้ชนิดเดียว เช่นต้นยูคาลิปตัส และยางพาราเป็นต้น เนื่องจากพันธุ์ไม้เหล่านี้อาจไม่เหมาะสมกับพื้นที่ป่าบริเวณที่ทำการฟื้นฟู และสัตว์ในพื้นที่ไม่สามารถกินพืชเหล่านี้เป็นอาหารได้ นอกจากนี้ไม่ควรนำสัตว์ป่านำเข้า (Introduced Species) มาปล่อยในพื้นที่เนื่องจากอาจทำให้ เสียสมดุลทางระบบนิเวศน์และห่วงโซ่อาหารได้

ผู้ประกอบการเหมืองแร่ควรมีแผนการฟื้นฟูสภาพพื้นที่ที่ทำเหมืองแล้วแนบไปกับแผนงานการทำเหมืองและการผลิตแร่ การเปิดหน้าดินควรกระทำให้ให้ครอบคลุมพื้นที่น้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น แผนการจัดการหน้าดินอาจต้องมีการนำหน้าดินไปเก็บไว้ในสถานที่เฉพาะ เพื่อการนำมาใช้เป็นดินสำหรับปลูกพืชในภายหลัง การฟื้นฟูสภาพไม่จำเป็นต้องทำภายหลังการทำเหมืองเสร็จแล้ว แต่ควรทำควบคู่ไปกับการผลิตแร่ซึ่งจะทำให้พื้นที่โครงการสามารถกลับคืนสู่ธรรมชาติได้เร็วขึ้น

10. การตรวจสอบผลการดำเนินงานทำเหมือง การแต่งแร่รวมทั้งการระบายน้ำจากเหมืองได้แก่

- การตรวจสอบความสมบูรณ์ของหน้าเหมืองระหว่างการผลิต โดยการชักตัวอย่างแร่ที่หน้าเหมืองเพื่อหาความสมบูรณ์ของแร่ ซึ่งเป็นการควบคุมการทำงานให้มีประสิทธิภาพ

- การชักตัวอย่างแร่ที่ขนออกจากหน้าเหมืองไปยังโรงแต่งแร่ และชักตัวอย่างมูลดินทรายไปตรวจสอบดูปริมาณแร่และโลหะมีพิษต่างๆเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- ชักตัวอย่างน้ำและอากาศเพื่อตรวจสอบและควบคุมสารพิษ

- การตรวจสอบเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่อคนงานและบุคคลภายนอก ตลอดจนทรัพย์สินและสาธารณะประโยชน์อื่นๆ ให้อยู่ในสภาพที่เรียบร้อยอยู่เสมอ

วิธีการทำเหมือง

ตามหลักวิชา มีการแบ่งวิธีการทำเหมืองออกเป็น 2 วิธีใหญ่ๆ คือ การทำเหมืองเปิด (Surface Mining) และ การทำเหมืองใต้ดิน (Underground Mining)

1. การทำเหมืองเปิด (Surface Mining) เป็นการทำเหมืองที่มีการกระทำต่อพื้นที่โดยเริ่มต้นจากผิวดินลงไป จนไปถึงบริเวณส่วนที่เป็นแหล่งแร่หรือบริเวณแร่ ซึ่งหน้าเหมืองจะอยู่ในพื้นที่โล่งแจ้งในบริเวณกว้างโดยไม่มีเปลือกดินอยู่เหนือบริเวณหน้าเหมืองที่กำลังมีการเจาะระเบิดหรือขุดตักแร่อยู่

2. การทำเหมืองใต้ดิน(Underground Mining) เป็นการทำเหมืองที่มีการเจาะช่องทางขนาดไม่ใหญ่โตนักเข้าหาบริเวณที่เป็นแหล่งแร่เพื่อขุดสินแร่ที่วางตัวอยู่ใต้ดิน จึงมีส่วนเปลือกดินปิดทับอยู่เหนือบริเวณหน้าเหมือง การทำเหมืองใต้ดินจะทำได้เมื่อค่าใช้จ่ายในการทำเหมืองใต้ดินต่ำกว่าค่าใช่จ่ายในการเปิดเปลือกดิน เช่นในแหล่งแร่ที่อยู่ลึกลงไปจากผิวดินมากๆ หรือในแหล่งแร่ที่เป็นสายแร่ขนาดเล็กวางตัวค่อนข้างในแนวดิ่งและไม่คุ้มค่าต่อการเปิดเปลือกดินที่อยู่รอบๆ สายแร่เป็นต้น

<u>การทำเหมืองเปิด (Surface Mining)</u>

การทำเหมืองเปิดสามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธีการใหญ่ๆ คือ

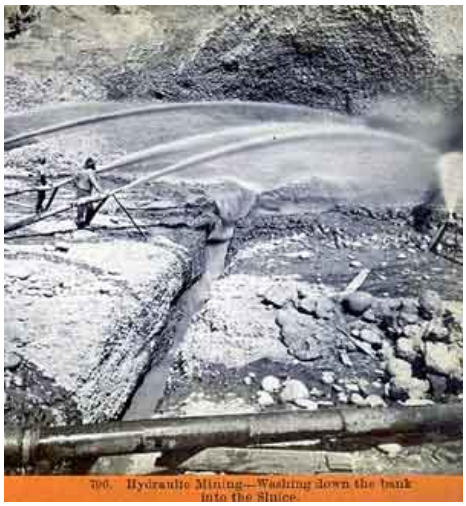
1. การทำเหมืองในแหล่งลานแร่ ได้แก่
   - การทำเหมืองแล่น (Ground Sluicing Mining)
   - การทำเหมืองสูบ (Gravel Pump Mining)
   - การทำเหมืองฉีด (Hydraulic Mining)
   - การทำเหมืองเรือขุด (Dredge Mining)
   - การทำเหมืองเรือสูบ
2. การทำเหมืองหาบ (Open Pit หรือ Open Cast)
   - การทำเหมืองหาบแบบเหมืองบ่อ (Open Pit)
   - การทำเหมืองหาบตามไหล่เขา (Open Cast)
   - การทำเหมืองเปิดแบบถมกลับ (Strip Mine)

การทำเหมืองในแหล่งลานแร่

การทำเหมืองแล่น (Ground Sluicing Mining) เป็นการทำเหมืองในแหล่งลานแร่ตามไหล่เขา โดยวิธีการใช้แรงคน หรือแรงน้ำ เครื่องขุดหรือการระเบิดดินทรายปนแร่ที่หน้าเหมือง แล้วปล่อยให้ไหลไปลงรางกู้แร่หรือเครื่องมือแต่งแร่อย่างอื่น

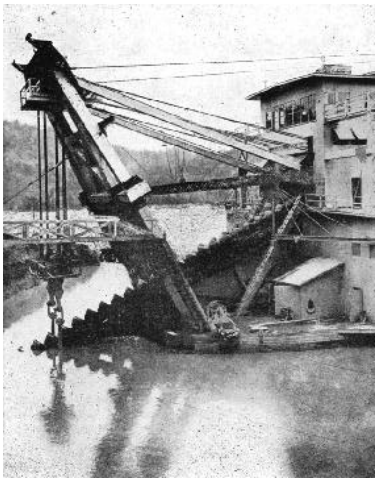
การทำเหมืองสูบ (Gravel Pump Mining) เป็นการทำเหมืองแหล่งลานแร่ในพื้นที่ราบ โดยการใช้แรงคน หรือแรงน้ำ เครื่องขุดหรือการระเบิดดินทรายปนแร่ แล้วใช้เครื่องสูบทราย (Gravel Pump) สูบดินทรายปนแร่ขึ้นไปแต่งแยกแร่ด้วยเครื่องแยกแร่ชนิดต่างๆ

การทำเหมืองฉีด (Hydraulic Mining) มีวิธีการเช่นเดียวกับการทำเหมืองสูบ ต่างกันเพียงแต่มีการใช้เครื่องสูบทรายด้วยพลังน้ำตามธรรมชาติ (Hydraulic Elevator) แทน เครื่องสูบทราย (Gravel Pump)



การทำเหมืองฉีดในแหล่งลานแร่

การทำเหมืองเรือขุด (Dredge Mining) เป็นการทำเหมืองโดยการติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ในการทำเหมืองและการแต่งแร่ไว้บนเรือขุด ทุ่นลอยน้ำหรือโป๊ะ แล้วขุดทรายปนแร่และน้ำขึ้นมาแยกแร่บนเรือขุด เรือขุดแร่ที่สำคัญมี 3 แบบคือ แบบเรือขุดสายกระพ้อ (Bucket Line Dredge) เรือขุดแบบมีเครื่องตัดและท่อสูบทราย (Cutter Suction Dredge) และเรือขุดแบบกระพ้อรูปเปลือกหอย (Clamshell Dredge)



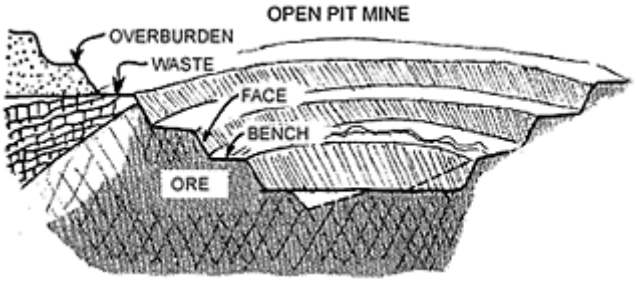
Bucket Line Dredge

Cutter Suction Dredge

การทำเหมืองเรือสูบ คล้ายกับการทำเหมืองเรือขุดแบบมีเครื่องตัดและท่อสูบทราย (Cutter Suction Dredge) ต่างกันที่ใช้คนดำน้ำลงไปถือท่อสูบทราย โดยไม่มีหัวตัดติดอยู่ที่ท่อ ขนาดท่อมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 12 นิ้ว

การทำเหมืองหาบ (Open Pit หรือ Open Cast)

เป็นการทำเหมืองเปิดแบบเหมืองหาบ อาจทำโดยการใช้แรงคน เครื่องจักรอุปกรณ์ สำหรับขุด เจาะ ระเบิด ตักและขนดิน หิน และแร่ไปแต่งแร่หรือลดขนาดแร่ เพื่อการจำหน่ายหรือการใช้ประโยชน์ต่อไป การทำเหมืองเปิดมีขนาดการลงทุนตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ตามชนิดและขนาดของแหล่งแร่ ตั้งแต่การทำเหมืองแร่ทองคำขนาดเล็ก เหมืองกรวด เหมืองทราย เหมืองหิน เหมืองแร่โลหะซัลไฟด์และโลหะออกไซด์ขนาดเล็กไปจนถึงไปจนถึงการทำเหมืองในแหล่งแร่ที่กว้างยาวหลายๆกิโลเมตร และลึกมากกว่า หนึ่งกิโลเมตร เหมืองแร่ที่นิยมเปิดการทำเหมืองเปิดได้แก่แร่ดีบุก แบไรต์ ฟลูออไรต์ ยิปซัม หินปูน หินอ่อน หินแกรนิต ถ่านหิน ดินขาว เฟลด์สปาร์ เหล็ก ทองแดง และทองคำ เป็นต้น



ภาพจำลองของการทำเหมืองเปิดแบบเหมืองหาบ

การทำเหมืองทองคำแบบเหมืองหาบขนาดเล็กโดยการใช้แรงคน

การทำเหมืองเปิดโดยทั่วไปมี 5 ขั้นตอนได้แก่ (1) การจัดแบ่งแยกว่าส่วนไหนเป็นแร่ และส่วนไหนเป็นหิน (Identification of the ore and waste rock) (2) การเปิดหน้าดินและหิน (Removal of surface soil and debris) (3) การเจาะระเบิดแร่หรือหิน (Drilling and blasting of ore and waste) (4) การขนแร่ไปแต่งยังโรงแต่งแร่และการขนหน้าดินไปทิ้งณ ที่ทิ้งดินทราย (Removal of ore to processing facilities and waste to the dump) และ(5) การฟื้นฟูสภาพพื้นที่และการปรับสภาพสิ่งแวดล้อม (Reclamation and environmental rehabilitation)

การแบ่งแยกระหว่างแร่และหินจำเป็นต้องมีข้อมูลที่เพียงพอให้มากที่สุดได้แก่ ขนาดของแหล่งแร่ สภาพทางภูมิศาสตร์ มูลค่าแร่ สิ่งแวดล้อม น้ำ ความแข็งแรงและปริมาณหินรอบๆแหล่งแร่ ที่จะเปิดการทำเหมือง โดยอาศัยจากข้อมูลหลุมเจาะสำรวจ ทดลองเปิดการทำเหมืองใช้เทคนิคทางธรณีฟิสิกส์ ธรณีสถิติและเทคนิคอื่นที่จำเป็น การแบ่งแยกระหว่างแร่และหินนี้อาจใช้เวลาเป็นปีและเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก แต่หากวิศวกรเหมืองแร่ไม่สามารถแยกแยะได้ว่าส่วนไหนเป็นแร่ที่จะทำเหมืองได้ และส่วนไหนที่จะต้องเปิดทิ้งแล้ว ก็จะไม่สามารถออกแบบขุมเหมือง อย่างคุ้มค่าต่อการลงทุนและได้กำไรสูงสุดได้

ขั้นตอนที่เหลืออีกสี่ขั้นตอนเป็นกิจกรรมที่อาจก้ำกึ่งกันเช่นการนำดินและหินไปกองไว้ก่อนเพื่อการปลูกพืชและฟื้นฟูสภาพพื้นที่ภายหลัง หรืออาจฟื้นฟูสภาพไปพร้อมๆกับการทำเหมืองก็ได้

เครื่องจักร อุปกรณ์ในการทำเหมืองที่สำคัญได้แก่ เครื่องเจาะระเบิด รถตัก รถขุด รถบรรทุก รถแทรกเตอร์ และสายพานลำเลียงเป็นต้น

การทำเหมืองหาบแบบเหมืองบ่อ (Open Pit) กระทำในพื้นที่ค่อนข้างราบ โดยการเปลือกดินออกเป็นรูปบ่อเหมือง มีความลาดเอียงจากปากบ่อถึงก้นบ่อซึ่งมุมนี้ต้องไม่เกินมุมเสถียรภาพเพื่อป้องกันการพังทลายของหน้าเหมือง การทำเหมืองเปิดชั้นเดียวมักจะทำในบริเวณที่ชั้นแร่ไม่ลึกจากผิวดินมากนักเช่นไม่เกิน 20 เมตร การทำเหมืองเปิดชั้นเดียวแบบมีการถม

กลับ (Strip Mine) นิยมใช้ในการทำเหมืองถ่านหินและฟอสเฟต โดยใช้การเจาะระเบิดหน้าดินแล้วใช้รถขุด Dragline เปิดหน้าดินและถมกลับหลังจากขุดแร่ออกไปแล้ว

การทำเหมืองหาบตามไหล่เขา (Open Cast) ต่างจากการทำเหมืองเปิดแบบเหมืองบ่อที่ขอบเขตบ่อเหมืองอาจไม่ครบรอบเป็นเพียงด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้นโดยมากจะเป็นบริเวณไหล่เขา ซึ่งจะใช้การขุดตักหรือการระเบิดเพื่อการขุดสินแร่ออกมา แล้วดันเปลือกดินไปทิ้งตามไหล่เขาที่อยู่ใกล้ๆ สำหรับสินแร่จะขนไปแต่งยังโรงแต่งเช่นการทำเหมืองหินปูน เหมืองหินอ่อน เป็นต้น

การทำเหมืองแร่ทองแดงโดยวิธีเหมืองเปิดขนาดใหญ่

การทำเหมืองถ่านหินโดยวิธีเหมืองเปิดขนาดใหญ่

<u>การทำเหมืองใต้ดิน (Underground Mining)</u>

แบ่งออกเป็น 4 วิธีใหญ่ๆ ที่สำคัญคือ

1. การทำเหมืองที่ไม่ต้องมีการค้ำยัน (Self Supported Opening)

- Open Stoping
- Room and Pillar Mining
- Sublevel Stoping

- Shrinkage Stoping
- Stulled Stoping
- การทำเหมืองเจาะงัน

2. การทำเหมืองที่ต้องมีการค้ำยัน (Supported Opening)
- Cut and Fill Stoping
- Square Set and Fill Stoping
- Long Wall and Shot Wall Mining
- การทำเหมืองปล่อง (Gophering Hole)

3. Caving Mining
- Sublevel Caving
- Block and Panel Caving

4. การทำเหมืองละลายแร่ (Solution Mining)

การพัฒนาเหมืองใต้ดิน (Underground Development)

การพัฒนาเหมืองใต้ดินที่สำคัญมีดังนี้

1. การเจาะอุโมงค์ทางเข้าสู่สายแร่ มี 3 ลักษณะที่สำคัญคือ

- อุโมงค์ราบ (Adit) เป็นการเจาะอุโมงค์ขนาด 2-3 เมตรเข้าหาสายแร่ในแนวราบหรือเอียงประมาณ 1-2 องศาในระดับใกล้เคียงกับทางเข้า เพื่อการสำรวจแร่ ระบายน้ำออกจากสายแร่ หรือจุดประสงค์อื่น

- อุโมงค์เอียง (Incline Shaft) เป็นการเจาะอุโมงค์ลงไปใต้ดินในแนวเอียงลงไปหาบริเวณที่เป็นแร่ เพื่อการขนส่งแร่ คน หรือวัสดุ โดยการใช้กว้าน (Skip Hoist) หรือรถบรรทุก สำหรับการขนส่ง

- อุโมงค์ดิ่ง (Vertical Shaft) เป็นการเจาะอุโมงค์ลงไปใต้ดิน เพื่อการขนส่งแร่ คน หรือวัสดุ โดยการใช้กว้าน (Skip Hoist) สำหรับการขนส่ง

2. การเจาะอุโมงค์ตัดขวาง (Cross-cut) เป็นการเจาะอุโมงค์จากปล่องหรือเจาะเข้าหาสายแร่ในแนวระดับ เพื่อตรวจสอบสายแร่ที่อยู่บริเวณรอยเลื่อนของหิน (Fault) ที่ทำให้สายแร่เลื่อนตัวออกจากแนวเดิม

3. การเจาะอุโมงค์ตามสายแร่ (Drift) เป็นการเจาะอุโมงค์ตามสายแร่เพื่อเปิดเอาแร่ออก แต่ยังไม่มีการผลิตโดยการเจาะอุโมงค์แบบตัดขวาง

4. การเจาะอุโมงค์ขึ้น (Raise) และการเจาะอุโมงค์ลง (Winze) เป็นการเจาะอุโมงค์ตามสายแร่ หรืออุโมงค์ตัดขวาง ขึ้นหรือลงเป็นงานที่ทำคู่กับการสร้างชุดค้ำยัน

5. อุโมงค์เพื่อการผลิตแร่ (Stope) ได้แก่บริเวณที่มีการเจาะระเบิดเพื่อการผลิตแร่จากสายแร่ ซึ่งมีการเจาะระเบิดเพื่อการผลิต 3 ลักษณะคือการเจาะระเบิดออกด้านหน้า (Brest Stoping) การเจาะระเบิดแร่จากพื้น (Underhand Stoping) และการเจาะระเบิดแร่จากเพดาน (Overhand Stoping)

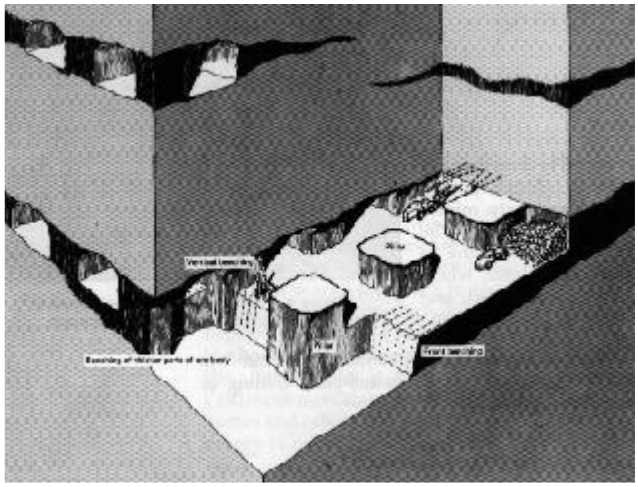
6. การเจาะปล่องระบายอากาศและอุโมงค์ผันน้ำ (Ventilation Shaft and Drainage Tunnel) การเจาะปล่องระบายอากาศเพื่อให้เกิดการระบายอากาศโดยการนำอากาศดีเข้ามา และนำอากาศเสียจากควันพิษ ฝุ่นและก๊าซพิษออกไปจากบริเวณหน้าเหมือง โดยอาศัยความแตกต่างของความกดดันอากาศที่หน้าเหมืองกับอากาศที่ความกดดันของบรรยากาศตามธรรมชาติ หรืออาจใช้พัดลมเป่าอากาศเข้าสู่บริเวณหน้าเหมือง นอกจากนี้แล้วการระบายอากาศในบางเหมืองยังเป็นการช่วยลดอุณหภูมิที่หน้าเหมืองได้ด้วยในกรณีที่หินและแร่มีอุณหภูมิสูง

การเจาะอุโมงค์ผันน้ำมักใช้ในกรณีที่มีน้ำที่หน้างานมากเนื่องจากโครงสร้างของหินมีรอยแตกร้าวมาก ทำให้น้ำท่วมอุโมงค์ การระบายน้ำออกจากอุโมงค์ยังเป็นการเพิ่มความแข็งแรงให้กับผนังอุโมงค์อีกด้วย

การทำเหมืองที่ไม่ต้องมีการค้ำยัน (Self-Supported Opening)

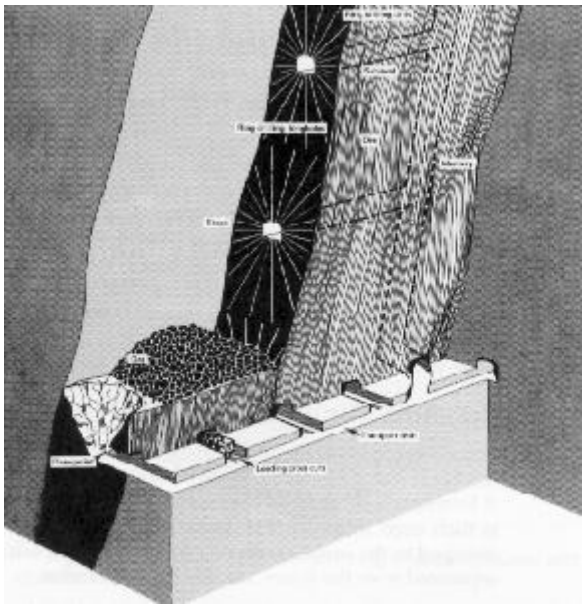
Open Stoping หรือการทำเหมืองอุโมงค์แบบเปิดโล่ง เป็นการทำเหมืองใต้ดินที่ปล่อยให้โครงสร้างของหินที่มีความแข็งแรงมาก ค้ำยันตัวเองโดยไม่ต้องมีการค้ำยันอุโมงค์ หรืออาจใช้อุปกรณ์ค้ำยันบ้างเพียงเล็กน้อยในบริเวณที่โครงสร้างของหินไม่ค่อยแข็งแรง การทำเหมืองอุโมงค์แบบเปิดโล่งต้องระมัดระวังอย่าให้มีขนาดอุโมงค์กว้างมากเนื่องจากมีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดการพังทลายได้โดยง่าย

Room and Pillar Mining เป็นการทำเหมืองในชั้นแร่ที่ค่อนข้างวางตัวในแนวราบคือมีความลาดเอียงไม่เกิน 30 องศาและที่มีความหนาค่อนข้างมากเช่นตั้งแต่ 10 เมตรขึ้นไป เช่นถ่านหิน เกลือหิน ยิปซัม มีการขุดแร่ออกประมาณ 30-60 % ของชั้นแร่ส่วนที่เหลือจะถูกทิ้งไว้เป็นเสา (Pillar) เพื่อการค้ำยันอุโมงค์ ในบางครั้งอาจต้องมีการค้ำยันด้วยอุปกรณ์ค้ำยันเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของอุโมงค์หากไม่แน่ใจว่าเสาค้ำยันอุโมงค์ตามธรรมชาติไม่มีความแข็งแรงเพียงพอ



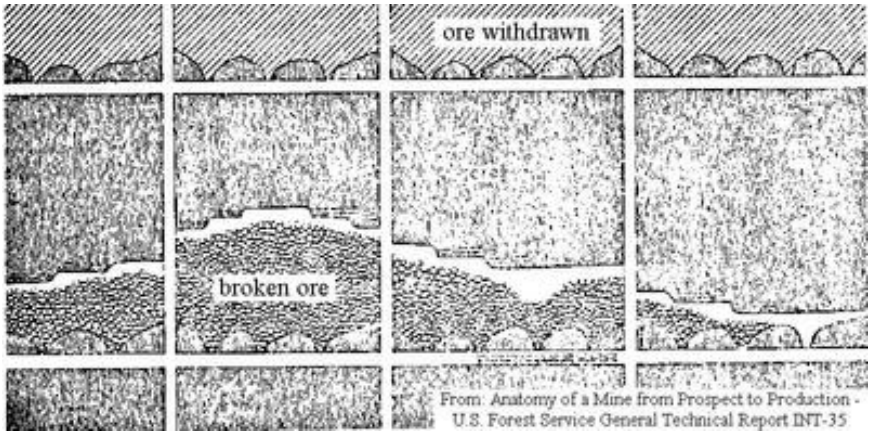
Room and Pillar Stoping

Sublevel Stoping เป็นการทำเหมืองในสายแร่ขนาดใหญ่ที่วางตัวค่อนข้างชัน หรือวางตัวในแนวดิ่ง มีขอบเขตของสายแร่ค่อนข้างชัดเจนแน่นอน มีผนังเพดาน (Hanging Wall) และผนังพื้น (Foot Wall) ที่มั่นคง แข็งแรงการทำเหมืองจะทำการเจาะระเบิดแร่ออกเป็นบล็อกๆมีขนาดต่างๆ ขึ้นอยู่กับช่องว่างที่เปิดแร่ออกแล้วสามารถทรงตัวอยู่ได้โดยไม่ต้องมีการค้ำยัน การเดินอุโมงค์จะเดินพร้อมๆกันครั้งละ 2-3 ระดับย่อยโดยการเจาะอุโมงค์ขึ้นทางด้านใต้ (Under cut) โดยทำการระเบิดชั้นล่างก่อนแล้วจึงระเบิดชั้นบนและระบายแร่ออกทางช่องทิ้งแร่ทั้งสองด้านของอุโมงค์ย่อย



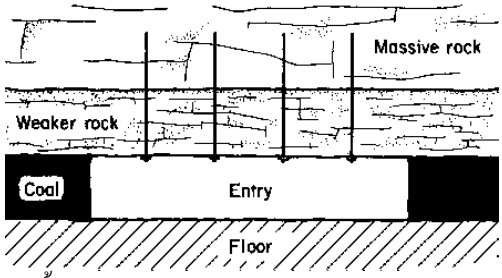
การทำเหมืองใต้ดินแบบ Sublevel Stoping

Shrinkage Stoping เป็นการทำเหมืองในสายแร่ที่วางตัวค่อนข้างชัน หรือวางตัวในแนวดิ่ง มีขอบเขตของสายแร่ค่อนข้างชัดเจน เช่นแร่ฟลูออไรต์ แบไรต์ แร่ตะกั่ว สังกะสี และทองแดงซัลไฟด์และแร่ทองคำที่เกิดอยู่ในสายแร่ควอรตซ์เป็นต้น ลักษณะของสายแร่ที่เหมาะสมต่อการทำเหมืองแบบนี้มีลักษณะคล้ายกับสายแร่ที่เหมาะกับการการทำเหมืองแบบ Sublevel Stoping แต่ ชั้นแร่มีผนังเพดาน และผนังพื้น ที่ไม่ค่อยมั่นคง แข็งแรงนัก การทำเหมืองมีการแบ่งแร่ออกเป็นบล็อกๆ โดยเจาะระเบิดแร่จากบริเวณตอนล่างของสายแร่ หินและแร่ที่ระเบิด แล้วจะถูกทิ้งไว้ส่วนหนึ่งเพื่อการค้ำยันผนังอุโมงค์และการเจาะระเบิดในครั้งต่อไป โดยอาศัยการใช้ประโยชน์จากการเพิ่มปริมาตรของแร่ภายหลังการเจาะระเบิดซึ่งจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นประมาณ 40-60 % แร่ส่วนเกินนี้จะปล่อยให้ไหลออกทางช่องส่งแร่ (Ore Chute) เพื่อนำไปแต่งยังโรงแต่งแร่ต่อไป เมื่อได้เจาะระเบิดแร่จนหมดในระดับชั้นบนสุดของสายแร่แล้วจึงทำการระบายแร่ทั้งหมดที่ได้ทำการเจาะระเบิดไว้แล้ว ออกมาจากอุโมงค์



ภาคตัดขวางของการทำเหมืองใต้ดินแบบ Shrinkage Stoping

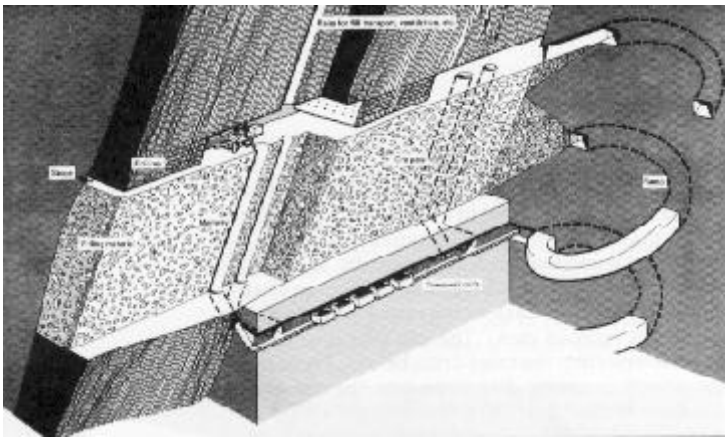
Stulled Stoping คล้ายกับการทำเหมืองอุโมงค์แบบเปิดโล่งแต่เป็นอุโมงค์เปิดโล่งในสายแร่ขนาดเล็กแคบๆที่มีผนังเพดานของสายแร่ไม่ค่อยแข็งแรง จึงต้องมีการค้ำยันเฉพาะบริเวณที่ไม่ค่อยแข็งแรงด้วยวัสดุต่างๆไว้ตลอดเวลา



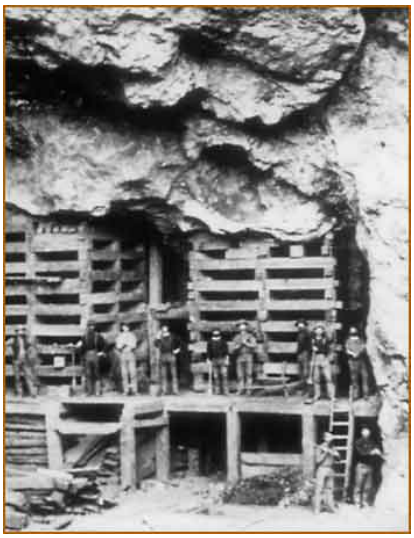
การค้ำยันผนังอุโมงค์ด้วย Roof Bolt หรือ Rock Bolt

การทำเหมืองที่ต้องมีการค้ำยัน (Supported Opening)

Cut and Fill Stoping เป็นการทำเหมืองใต้ดินในสายแร่ที่แบนและแคบมีความกว้าง ความเอียง และความแข็งแรงของบริเวณที่เป็นแร่และหินข้างเคียง ไม่สม่ำเสมอ (Tabular and irregular) ชื่อของวิธีการทำเหมืองได้มาจากวิธีการปฏิบัติงาน คือขุดแร่ออกไปแล้วมีการถมกลับในพื้นที่นั้นด้วยวัสดุอื่น ลักษณะการทำงานคล้ายกับ Shrinkage Stoping แต่มีการค้ำยันผนังอุโมงค์โดยวัสดุถมกลับ (Filling material) การขุดชั้นแร่ทำเป็นระดับย่อยๆ หลายๆระดับในลักษณะของการเดินอุโมงค์ย่อยในแนวนอนเข้าหาสายแร่ พัฒนาการเดินหน้างาน จากชั้นล่างขึ้นสู่ชั้นบน หลังจากอุโมงค์ในระดับต่ำกว่าได้มีการขุดหรือเจาะระเบิด ขนแร่ออกไป และถมกลับด้วยวัสดุอื่นแล้ว จึงมีการยืนทำงานซ้ำกันเหมือนเดิมบนวัสดุที่ถมกลับในหน้างานระดับที่ต่ำกว่า วัสดุที่ใช้ถมกลับมักใช้ หางแร่จากโรงแต่งแร่ ในรูปของทรายปนน้ำ (Slurry or Tailing) คลุกปนกับซีเมนต์ประมาณ 5 –10 % เพื่อเพิ่มเสถียรภาพของวัสดุ

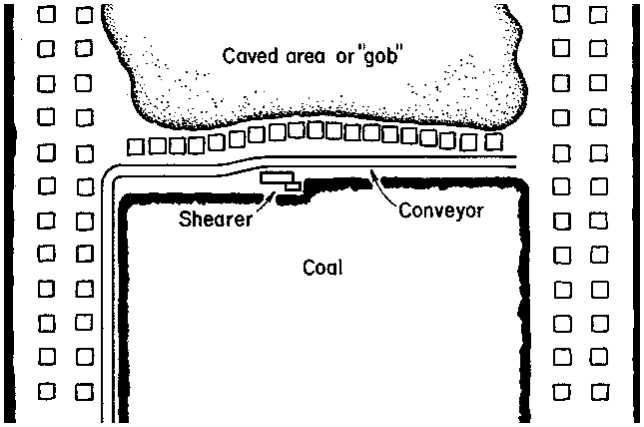

Cut and Fill Stoping

Square Set and Fill Stoping ใช้กับการทำเหมืองในแหล่งแร่ที่มีเปลือกดินไม่แข็งแรง วัสดุจำพวกดินและหินสามารถร่วงลงมาได้โดยง่ายจึงจำเป็นต้องมีการค้ำยันตลอดเวลา โดยใช้ชุดไม้หรือเหล็ก (Timber Set) ต่อเป็นคอกเป็นชุดๆต่อเนื่องกันไป แล้วอาจนำมูลดินทรายจากการทำเหมืองมาถมชุดกล่องที่เปิดแร่ออกไปแล้ว



Square Set and Fill Stoping

Long Wall and Shot Wall Mining เหมาะสำหรับการทำเหมืองในสายแร่ที่ค่อนข้างราบและแบน ชั้นแร่และหินผนังไม่ค่อยมีความแข็งแรงและพังลงมาได้ง่าย เช่นถ่านหิน ยอมให้พื้นผิวดินด้านบนมีการทรุดตัวลงมาได้ จะทำการเดินอุโมงค์คู่ขนานกันหลายๆอุโมงค์ แล้วใช้เครื่องขุดตัดแร่แบบต่อเนื่องขุดตัดแร่ตามแนวยาวของชั้นแร่ตัดขวางกับอุโมงค์คู่ขนานแบบเดินถอยหลัง โดยใช้ค้ำยันไฮดรอลิกค้ำยันบริเวณหน้างาน เมื่อขุดแร่ออกแล้วจะถอดค้ำยันออกตามหน้างานมาเรื่อยๆปล่อยให้ดินหรือหินถล่มลงมาได้หลังจากถอดเครื่องค้ำยันออก ดินทรายและ แร่ที่ขุดตัดแล้วจะถูกลำเลียงออกโดยการใช้สายพานลำเลียง



ภาพมองจากด้านบนของ Long Wall Mining

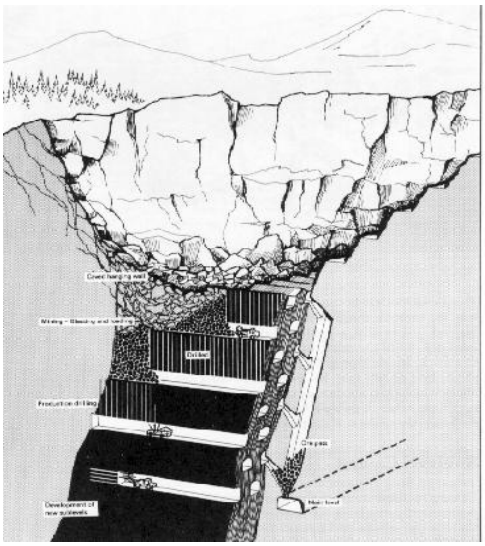
หัวตัดแร่ถ่านหินในการทำเหมืองแบบ Long Wall Mining

การค้ำยันอุโมงค์ด้วยไฮดรอลิกในการทำเหมืองแบบแบบ Long Wall Mining

การทำเหมืองปล่องหรือเหมืองเจาะงัน (Gophering Hole)

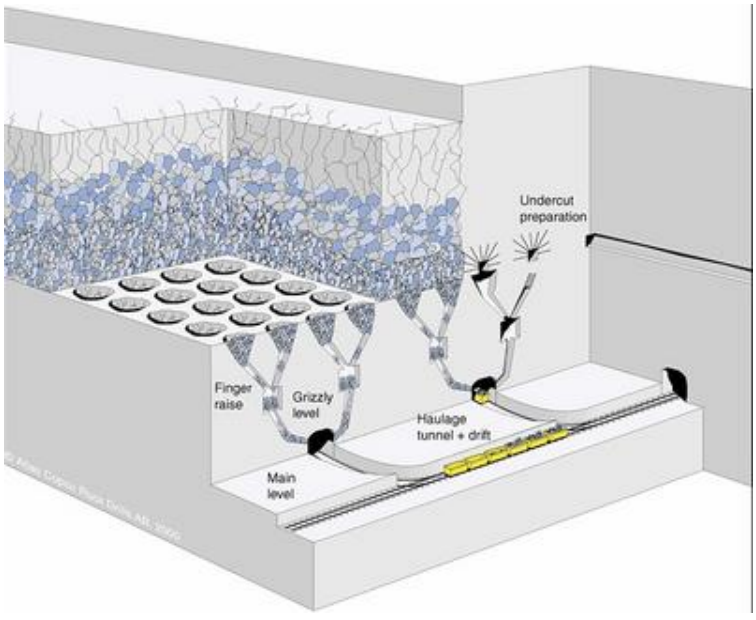
Caving Ming

Sublevel Caving เป็นการทำเหมืองในแหล่งแร่ที่มีความหนาและมีมุมเอียง (Dip) มากชั้นแร่และผนังเพดานไม่มีความมั่นคงแข็งแรง สามารถพังลงมาได้โดยง่าย แร่มีราคาต่ำหรือมีความสมบูรณ์ ต่ำแต่ สามารถแต่งแร่ได้ง่าย และยินยอมให้พื้นดินเหนือบริเวณแหล่งแร่ยุบตัวลงได้ การทำเหมืองเริ่มจากการเจาะอุโมงค์ย่อยในแนวนอน (Sublevel) หลายๆระดับเข้าหาแหล่งแร่แล้วเดินอุโมงค์ตามสายแร่แต่ละระดับโดยการทำเหมืองแบบถอยหลังให้อุโมงค์ชั้นบนสุดเดินหน้าไปก่อนอุโมงค์ชั้นที่ต่ำกว่าถ้าสายแร่มีความกว้างเพียงพอมักจะเดินอุโมงค์ตามสายแร่ทำมุมตั้งฉากกับแนวสายแร่ (Strike) จากนั้นจึงเดินอุโมงค์ตัดขวางหลายๆอุโมงค์ขนานกันตามแนวสายแร่ในการเดินอุโมงค์ชั้นย่อยแต่ละชั้น กรณีที่สายแร่แคบมักเดินอุโมงค์ตามแนวของสายแร่



Sublevel Caving

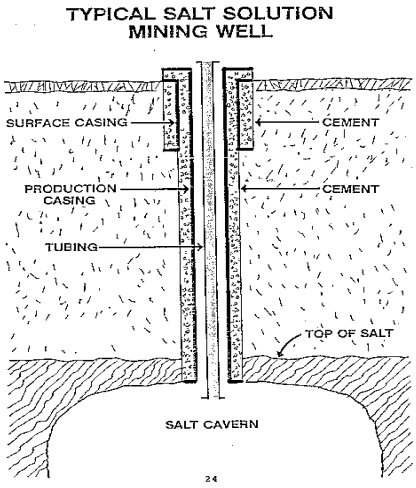
Block and Panel Caving เหมาะสำหรับการทำเหมืองในแหล่งแร่ขนาดใหญ่มาก ที่มีมุมลาดเอียงของสายแร่ค่อนข้างชัน และมีราคาต่ำหรือมีเปอร์เซ็นต์แร่น้อย โดยยอมให้พื้นผิวดินทรุดตัวลงมาภายหลังจากการทำเหมืองได้ การทำเหมืองเริ่มจากการเดินอุโมงค์ขนส่ง (Loading and Transporting Drift) การเจาะช่องผ่านแร่ (Ore Pass) เจาะอุโมงค์ขึ้นทั้ง 4 ด้านเป็นรูปกล่อง (Corner Raise) ทำGrizzly Drifts แล้วทำอุโมงค์ส่งแร่ (Transfer Drifts) เชื่อมมายังอุโมงค์ขนส่ง การทำเหมืองมีการแบ่งเป็นบล็อกๆเพื่อให้แต่ละบล็อกพังลงมาโดยการเจาะอุโมงค์ในแนวระดับ (Caving Drifts) ต่อเชื่อมจากอุโมงค์ขึ้นไปโดยรอบทั้ง สี่ด้าน ทำเป็นชั้นๆจนสิ้นสุดความหนาของแร่ จากนั้นจึงเดินอุโมงค์ตัดฐาน (Undercut) เพื่อให้บล็อกพังลงมา



Block and Panel Caving Mining

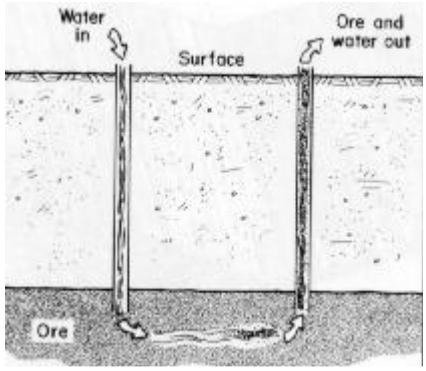
การทำเหมืองละลายแร่ (Solution Mining)

เป็นการทำเหมืองโดยการเจาะรูลงไปใต้ดินจนถึงชั้นแร่ แล้วสูบน้ำหรือน้ำร้อนลงไปละลายแร่ แล้วสูบแร่ที่ละลายน้ำขึ้นมาแต่งแยกแร่ด้านบน



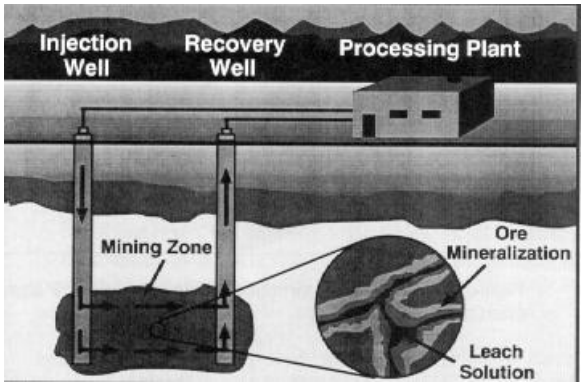
การทำเหมืองละลายแร่ (Solution Mining)

Borehole mining เป็นการทำเหมืองละลายแร่ที่สามารถละลายน้ำได้เช่น เกลือหินและฟอสเฟต โดยการเจาะ 2 รู ลงไปในชั้นให้แต่ละรูห่างกันพอสมควรจากนั้นจึงใช้น้ำฉีดลงไปในรูหนึ่ง (Jet water) ให้แร่ละลายแล้วสูบน้ำเกลือขึ้นไป แยกแร่โดยการต้มหรือตากให้ตกตะกอน



การทำเหมืองละลายแร่แบบ borehole mining

In - situ mining เป็นการทำเหมืองละลายแร่ในชั้นแร่ทองคำ ทองแดง หรือโลหะมีค่าชนิดอื่นโดยการเจาะรูแล้วอัดสารละลายซึ่งประกอบด้วยสารเคมีหรือสารละลายที่มีจุลชีพผสมอยู่ลงไปละลายแร่ แล้วสูบสารละลายที่มีแร่ปนอยู่ขึ้นมาแยกเอาโลหะออกและอัดสารละลายที่แยกโลหะออกแล้วลงไปละลายแร่ขึ้นมาใหม่



การทำเหมืองละลายแร่แบบ In situ mining

เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของการทำเหมืองเปิด และเหมืองใต้ดิน

ข้อดีของเหมืองเปิด

- สามารถดัดแปลงการทำเหมืองได้ง่ายกว่า(Flexible)
- เปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตได้ง่ายกว่า
- หากต้องการหยุดการผลิตชั่วคราวหรือถาวรเสียค่าใช้จ่ายต่ำกว่า
- เลือกการทำเหมืองเฉพาะจุด (Selective Mining) ตามความสมบูรณ์ของแร่ได้ง่ายกว่า
- สามารถขุดแร่ในขนาดจำกัดของบ่อที่ขุดแร่ (Pit Limit) ได้หมดตามแผนงาน
- ใช้คนงานน้อยกว่า จำนวนตันแร่ที่ขุดได้ต่อคนงานหรือต่อเครื่องจักร (Productivity) มีมากกว่า
- ไม่ต้องใช้คนวานผู้ชำนาญการ (Skilled Labor) น้อยกว่า
- มีความปลอดภัยมากกว่า
- ระหว่างทำงานได้รับทราบรายละเอียด (Information) ของตัวแหล่งแร่ (Ore Body) ได้ดีกว่า

ข้อเสียของเหมืองเปิด

- การทำเหมืองขนาดใหญ่ต้องลงทุนเครื่องจักรอุปกรณ์ในการเปิดหน้าดินสูงกว่าจะเริ่มผลิตแร่ได้
- การเสียเวลาในการเปิดเปลือกดินนานเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาแร่
- เปลือกดินที่ขุดทิ้งอาจทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมา
- การทำงานขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศ
- มีโอกาสทำให้แร่เกิดการเจือปนกับหน้าดิน (Dilution) ได้มากกว่า

การแต่งแร่หรือการแยกแร่

แร่ซึ่งเกิดขึ้นตามธรรมชาติในแหล่งแร่ต่างๆ ตามปกติจะเกิดอยู่ร่วมกับดิน หิน กรวด ทรายหรือแร่ชนิดอื่นๆ ซึ่งอาจมีราคาหรือไม่มีราคา การผลิตแร่ออกจำหน่ายจึงมักต้องมีการแต่งแร่หรือแยกแร่ ก่อนการนำไปถลุงหรือใช้ประโยชน์อย่างอื่น

วัตถุประสงค์ของการแต่งแร่

1. เพื่อทำให้แร่มีเปอร์เซ็นต์สูงขึ้น หรือให้ได้ตามมาตรฐานตามที่ตลาดต้องการ หรือเหมาะแก่การนำไปถลุงแร่ เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและประหยัดพลังงานที่ต้องใช้ในการถลุงแร่
2. เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เนื่องจากไม่ต้องขนส่งส่วนที่เป็นหิน ดิน ทรายที่ไม่มีราคาไปด้วย
3. ลดการสูญเสียโลหะในขี้ตะกรันในการถลุงแร่
4. สามารถแยกแร่ชนิดอื่นที่มีราคาออกไปจำหน่ายหรือการใช้ต่อไปได้

โดยทั่วไปการทำแร่ให้สะอาดมีวิธีการหลัก สองวิธีคือ

(1) วิธีที่ไม่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพ หรือคุณสมบัติทางเคมี ของแร่เปลี่ยนแปลงไป หรือถ้ามีการเปลี่ยนแปลงก็เฉพาะส่วนที่ผิวของแร่

(2) วิธีการอื่นๆทางโลหะวิทยาที่ ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพ หรือคุณสมบัติทางเคมี ของแร่เปลี่ยนแปลงไป เช่นการเผาย่างแร่ (Roasting or Calcining) โดยการใช้ความร้อนเพื่อกำจัดสารบางอย่างออกไป หรือการใช้สารเคมีละลายแร่ เช่นการละลายแร่ทองด้วยไซยาไนด์ (Cyanidation) หรือการเก็บด้วยปรอท (Amalgamation) เป็นต้น

ขั้นตอนสำคัญของการแต่งแร่

- การบดแร่และการย่อยแร่ (Crushing and Grinding)
- การคัดขนาดและการคัดพวกแร่ (Screening and Classification)
- การแต่งแร่หรือแยกแร่ (Concentration or Separation)

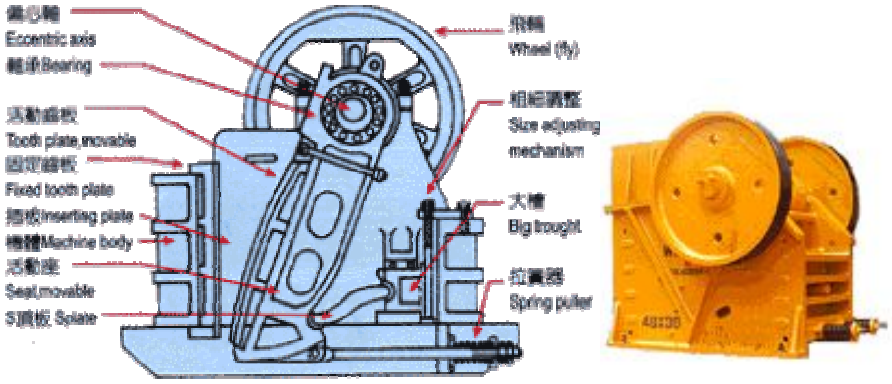
1. การบดแร่และการย่อยแร่ (Crushing and Grinding)

มีจุดประสงค์เพื่อให้แร่แตกตัวเป็นอิสระจากแร่มลทินหรือหินชนิดอื่น (Liberation) และเพื่อให้มีขนาดพอเหมาะที่จะป้อนเข้าโรงแยกแร่ หรือเพียงเพื่อให้มีขนาดตามที่ตลาดต้องการ ขั้นตอนการบดและย่อยแร่นี้มักเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าขั้นตอนอื่นๆ จึงควรระมัดระวังไม่ให้มีการบดแร่จนมีขนาดละเอียดมากจนเกินความจำเป็น เพราะนอกจากทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงแล้วยังทำให้การแต่งแร่แยกแร่มีความยุ่งยากมากขึ้นและเสียค่าใช้จ่ายสูงขึ้น

การบดย่อยแร่ โดยทั่วไปมี 3 ระดับคือ

(1) การบดย่อยแร่ขั้นต้น (Primary Crushing) แร่ป้อนจากหน้าเหมืองอาจมีขนาด ถึง 1 เมตรหรือโตกว่า เพื่อย่อยแร่ลงมาให้มีขนาดประมาณ 3- 6 นิ้ว ก่อนการป้อนเข้าสู่เครื่องย่อยแร่ขั้นที่สองต่อไป มักมีตะแกรงซี่ (Grizzly) เพื่อการคัดแยกดินออกจากแร่ป้อนก่อนการป้อนแร่เข้าเครื่องบดย่อยแร่ขั้นต้นเสมอ เครื่องบดย่อยแร่ขั้นต้นที่นิยมใช้กันมากเช่น

เครื่องย่อยแร่ Jaw Crusher มีลักษณะสำคัญคือมีแผ่นโลหะเคลื่อนที่ (Movable Jaw) เข้ากระแทกแร่ก้อนโตโดยมีแผ่นโลหะอีกแผ่นหนึ่งติดอยู่กับที่ (Stationary Jaw)

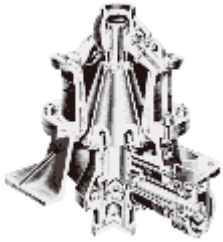


Jaw Crusher

เครื่องย่อยแร่ Gyratory Crusher มีส่วนประกอบสำคัญคือแกนกลางเป็นส่วนที่เคลื่อนที่หมุนไปรอบๆ อักกระแทกให้แร่แตกหักโดยมีส่วนที่ติดอยู่กับที่อยู่รอบแกนกลางดังกล่าว เครื่องย่อยแร่แบบนี้มีความสามารถในการทำงาน สูงกว่าเครื่องย่อยแบบแรก ในขนาดเดียวกัน แต่มีการดูแลรักษาและการซ่อมบำรุงยากกว่า

(2) การบดย่อยแร่ขั้นที่ 2 (Secondary Crushing) เป็นการย่อยแร่ให้ละเอียดลงมากกว่าการย่อยแร่ขั้นต้น จากขนาดประมาณ 6 นิ้ว จนเหลือประมาณ 0.5-1 นิ้ว เครื่องบดย่อยแร่ขั้นที่สองที่นิยมใช้กันมากเช่น

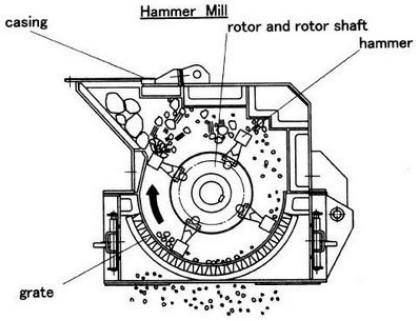
เครื่องย่อยแร่ Cone Crusher มีวิธีการทำงานและรูปร่างคล้ายกับ Gyratory Crusher เหมาะสำหรับย่อยแร่จนมีขนาดระหว่าง 0.2 – 1 นิ้ว และสามารถลดขนาดลงมาได้ระหว่าง 4- 15 เท่าของขนาดแร่ป้อนเหมาะสำหรับการย่อยหินแข็งแรงขนาดต่างๆกัน



Cone Crusher **Gyratory Crusher**

เครื่องย่อยแร่ Roll Crusher ประกอบด้วยโลหะทรงกระบอกสองชิ้นติดตั้งอยู่กับเพลาในแนวระดับทรงกระบอกทั้งสองจะหมุนไปในทิศสวนทางกัน สามารถย่อยหินลงได้ ½ ถึง ¼ เท่าของขนาดแร่ป้อนเหมาะสำหรับย่อยแร่และหินที่แข็งแต่เปราะ ไม่เหมาะกับหินที่มีความเหนียวหรือเป็นก้อนนิ่ม

Hammer Mill เป็นเครื่องย่อยแร่ที่ทำให้หินแตกโดยการทุบของค้อน ซึ่งติดอยู่กับบานพับรอบเพลานอนที่อยู่ตรงกลางและหมุนเร็ว เหมาะสำหรับย่อยแร่ที่เปราะ แต่ไม่เหมาะกับแร่เหนียว

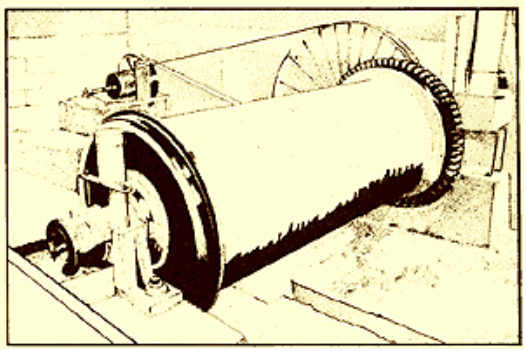


Hammer Mill

(3) การบดย่อยแร่ขั้นสุดท้าย (Tertiary Crushing) หรือการบดละเอียด (Grinding) เป็นการบดให้มีขนาดเล็กกว่า 2 ซ.ม. หรือให้มีขนาดเล็กตามความต้องการของการแต่งแร่ ตามปกติมักมีการติดตั้งเครื่องคัดขนาดหรือเครื่องคัดพวกแร่เป็นแบวงจรปิดเข้ากับเครื่องบดละเอียดเพื่อไม่ให้มีแร่ขนาดที่เล็กเกินความจำเป็นย้อนกลับเข้าเครื่องบดใหม่ และเพื่อให้แร่ที่บดได้มีขนาดสม่ำเสมอกันเครื่องบดย่อยแร่ขั้นสุดท้ายที่นิยมใช้กันมากเช่น

Ball Mill ใช้ลูกกลมทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กกล้าเป็นตัวบด ภายนอกเครื่องบดเป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวต่างกันหมุนรอบตัวเองในแนวนอน ด้วยแกนหมุนที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร หรือเครื่องยนต์ดีเซล ภายในบรรจุด้วยลูกเหล็กกลม หรือวัสดุอื่นที่ใช้เป็นตัวกลางในการบด ขนาดของลูกบดควรโตกว่า 10 เท่าของขนาดแร่ป้อน

Ball Mill



Rod Mill

Rod Mill ลักษณะภายนอกคล้ายกับ Ball mill แต่ภายในใช้แท่งเหล็กทรงกระบอกเล็กๆเป็นตัวบด มีทั้งการบดหยาบและบดละเอียด สามารถลดขนาดลงได้ประมาณ 3 เท่าของขนาดแร่ป้อน ความสามารถของ เครื่องบดแบบนี้น้อยกว่า Ball mill เมื่อเครื่องบดมีขนาดเท่ากัน

Pebble Mill มีส่วนประกอบต่างๆ คล้ายกับ Ball mill แต่ใช้ก้อนกรวดเป็นตัวกลางในการบด สำหรับบดแร่ที่ไม่ต้องการให้มีเหล็กเจือปนอยู่ในแร่ที่บดได้ เช่นการบดการบดปูนซีเมนต์หรือสินแร่ทองคำบางชนิด เพื่อการนำไปแยกด้วย cyanide

2. การคัดขนาดและการคัดพวกแร่ (Screening and Classification)

เป็นขั้นตอนการคัดแร่ให้มีขนาดสม่ำเสมอกันและเหมาะสมต่อการนำไปแต่งแร่ให้ได้ผลดี หรือเพื่อการให้ได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการ วิธีการคัดขนาดที่นิยมใช้กันมากโดยการใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้

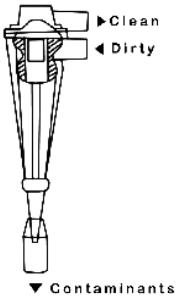
ตะแกรงซี่ (Grizzly) ปกติใช้คัดขนาดของแร่ป้อนที่มีขนาดโตกว่า 1 นิ้ว ประกอบด้วยแท่งเหล็กรูปหน้าตัดสี่เหลี่ยมคางหมูหรือเหล็กรางรถไฟวางเรียงกันเป็นซี่ ประกอบกันเป็นตะแกรงขนาดกว้าง ประมาณ 1-2 เมตร ยาวประมาณ 3-5 เมตร มักใช้คัดแร่ก่อนการบดหรือก่อนแต่งแร่ ซึ่งอาจติดตั้งเป็นแบบอยู่กับที่หรือเคลื่อนไหวก็ได้

ตะแกรงสั่น (Vibrating Screen) คือตะแกรงที่มีการทำให้เกิดการสั่นโดยลูกเบี้ยวหรืออำนาจแม่เหล็ก ปรับความเอียงของตะแกรงได้ประมาณ 45 องศาจากแนวระดับ ความถี่ของการสั่นประมาณ 800-3500 รอบต่อนาทีสามารถคัดขนาดแร่และหินได้ตั้งแต่ 2 นิ้ว จนถึงขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร

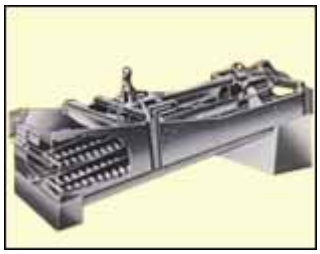
ตะแกรงหมุน (Trommels) เป็นตะแกรงทรงกระบอกที่หมุนรอบตัวเองในแนวนอน ประมาณ 8-30 รอบต่อนาที อาจติดตั้งตะแกรงซ้อนกันหลายชั้นหรือวางเรียงกันตามความยาว ใช้การคัดแยกขนาดแบบเปียกและแห้ง

ภายในของตะแกรงหมุน (Trommels)

เครื่องแยกขนาด (Classifiers) ใช้คัดแยกแร่ที่มีขนาดค่อนข้างละเอียดเช่นแร่ที่ผ่านการบดละเอียดมาแล้วที่นิยมใช้กันเช่น เครื่องแยกขนาดแบบเกรียว (Spiral Classifiers) และไฮโดรไซโคลน เป็นต้นเช่น เครื่องแยกขนาดแบบเกรียว (Spiral Classifiers) มีหลักการสำคัญคือการแยกขนาดโดยอาศัยน้ำและการตกตะกอน แร่ที่ละเอียดกว่าจะไหลปนไปกับน้ำส่วนแร่ที่ขนาดโตตกตะกอนและถูกเกลียวของเครื่องคัดแยกนำไปบดใหม่อีกครั้งหนึ่ง ส่วนไฮโดรไซโคลน Hydro cyclone ใช้หลักการแรงดันน้ำและการเหวี่ยงตัวของน้ำที่มีตะกอนอนุภาคต่างกัน ตะกอนขนาดโตกว่าจะตกลงตรงส่วนกลางของเครื่องแยก ส่วนตะกอนละเอียดจะถูกเหวี่ยงออกทางด้านข้างและไหลออกด้านบนของเครื่องแยกขนาด



Hydro cyclone



Dorr Rake Classifiers

3. การแต่งแร่ (Concentration or Separation) มีกรรมวิธีหลักดังนี้

- การแยกแร่ด้วยมือ (Hand Picking)
- การแยกแร่ด้วยน้ำหนักหรือความถ่วงจำเพาะ (Gravity Concentration)
- การแยกแร่ด้วยอำนาจแม่เหล็ก (Magnetic Separation)
- การแยกแร่ด้วยด้วยอำนาจไฟฟ้าสถิตหรือไฟฟ้าแรงสูง (Electrostatic or High Tension Separation)
- การลอยแร่ (Flotation)

การแยกแร่ด้วยมือ (Hand Picking or Hand Sorting)

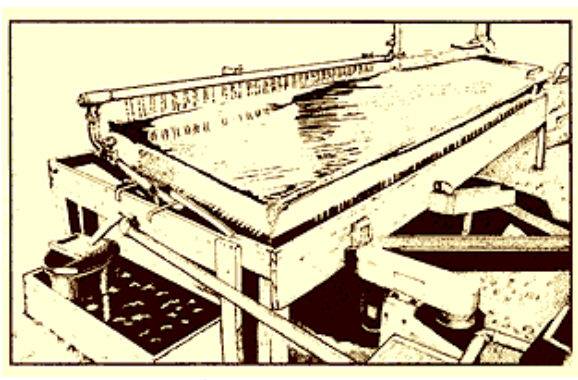
เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดโดยใช้คนงานสังเกตแล้วใช้มือหยิบ หรือเลือกส่วนที่เป็นแร่หรือหินต่างชนิดกันออกจากกัน แร่ละหินต้องมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ต่างกัน สามารถมองเห็นได้ชัดด้วยตาเปล่า เช่นสีต่างกัน ความวาวต่างกัน หรือ ถ.พ. ต่างกันมากๆ และต้องมีขนาดของแร่โตพอที่จะคัดแยกแร่ด้วยมือได้สะดวก

การแยกแร่ด้วยน้ำหนักหรือความถ่วงจำเพาะ (Gravity Concentration)

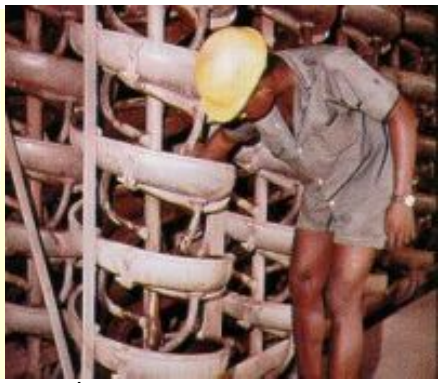
อาศัยหลักหลักการของความแตกต่างกันระหว่างความถ่วงจำเพาะ ของแร่หรือหิน แร่และหินที่จะนำมาแยกควรจะมีขนาดไม่ละเอียดจนเกินไป เนื่องจากจะทำให้การแยกแร่ไม่ได้ผล เครื่องแยกแร่ที่ใช้แยกแร่โดยอาศัยหลักหลักการของความแตกต่างกันของความถ่วงจำเพาะได้แก่

รางกู้แร่ (Palong) เป็นอุปกรณ์แต่งแร่ขั้นต้นสำหรับแต่งแร่ในแหล่งล่านแร่ เช่น แร่ดีบุก แร่ทองคำ มีลักษณะเป็นรางไม้หรือรางคอนกรีต ขนาดกว้างยาวต่างกันวางอยู่ในแนวนอนมีความลาดชันเล็กน้อย ดิน ทรายและกรวดที่มีแร่ปนอยู่จะถูกนำมาล้างและปล่อยให้ไหลไปกับน้ำผ่านรางกู้แร่ ส่วนที่เป็นแร่หนักจะตกตะกอนอยู่บนรางส่วนหิน ดินทรายที่เบากว่าจะไหลผ่านรางก็แร่ไป

โต๊ะสั่นแยกแร่ (Shaking Table) โดยทั่วไปมีสองชนิดคือชนิดที่แยกแร่แบบหยาบใช้แยกแร่ขนาด 20 เมช จนถึง 200 เมช กับชนิดละเอียด ใช้แยกแร่ขนาดเล็กกว่า 200 เมช การแยกแร่ใช้หลักการร่อนและการสั่นของโต๊ะเพื่อแยกแร่หนักออกจากแร่เบา ทำนองเดียวกับการขวัดข้าวสารเพื่อแยกแกลบและรำออกไป



โตะสั่นแยกแร่ (shaking Table)



เครื่องแยกแร่ (Humphreys Spiral)

จิ๊ก (Jig) มักใช้แยกแร่ในแหล่งลานแร่เช่นเดียวกับรางกู้แร่ มีส่วนประกอบสำคัญสองส่วนคือ ส่วนที่ทำให้เกิดการกระเพื่อมของน้ำ (Pulsating Water Stream) กับส่วนที่เป็นตัวจิ๊กซึ่งพื้นบุด้วยตะแกรงที่มีตัวกลางเป็นลูกเหล็กหรืออาจไม่มีตัวกลางก็ได้ การทำงานของจิ๊กประกอบด้วยการเคลื่อนตัวของลูกสูบขึ้นลงทำให้กระแสน้ำพวยพุ่งผ่านตะแกรงขึ้นด้านบนของส่วนที่บรรจุแร่ที่จะแยก แรงยกของน้ำทำให้แร่ที่หนักใกล้เคียงกันเรียงตัวในชั้นเดียวกัน แร่หนักจะตกตัวลงด้านล่างส่วนแร่ที่เบากว่าจะอยู่ด้านบนจะไหลไปตามน้ำผ่านตัวจิกไป

เครื่องแยกแร่ (Humphreys Spiral) ประกอบด้วยรางโค้งขดเป็นเกลียวสว่านรอบแกนในแนวดิ่ง การแยกแร่อาศัยหลักแรงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal force) เมื่อปล่อยแร่ปนทรายและน้ำลงไปแร่ส่วนที่เบากว่าจะถูกแรงเหวี่ยงให้อยู่ด้านนอกส่วนแร่หนักจะอยู่ด้านในและตกลงตามช่องที่เจาะไว้เป็นช่วงๆ

เครื่องแยกแร่ที่อาศัยตัวกลางของเหลวหนัก (Heavy Media Separation) อาศัยของผสมที่ทำด้วยโลหะหนักเช่นเหล็กที่บดละเอียดเป็นตัวกลางในการแยกแร่ แร่ที่หนักกว่าตัวกลางจะตกผ่านตัวกลางลงสู่เบื้องล่าง ส่วนแร่ที่เบากว่าตัวกลางจะไหลผ่านตัวกลางไปตามน้ำ การแยกแร่แบบน้ำจำเป็นต้องมีการอยวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมของตัวกลางนำมาใช้แบบหมุนเวียน เนื่องจากวัสดุมีราคาแพง

การแยกแร่ด้วยอำนาจแม่เหล็ก (Magnetic Separation) อาศัยคุณสมบัติการติดแม่เหล็กของแร่บางชนิดออกจากแร่ที่ไม่ติดแม่เหล็ก เครื่องมือที่ใช้แยกแร่มี 2 ชนิดคือชนิดที่ใช้แยกเศษเหล็กที่ปนอยู่ก่อนการป้อนแร่เข้าเครื่องย่อยหรือเครื่องแยกแร่ กับกับชนิดที่ใช้แยกแร่ที่ดูดติดแม่เหล็กออกจากแร่ที่ไม่ติดแม่เหล็ก ซึ่งมักใช้แม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพลังงาน

เครื่องแยกแร่แม่เหล็ก

การแยกแร่ด้วยด้วยอำนาจไฟฟ้าสถิตหรือไฟฟ้าแรงสูง (Electrostatic or High Tension Separation)

การแยกแร่วิธีนี้อาศัยคุณสมบัติทางการนำไฟฟ้าของแร่แต่ละชนิดที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะการนำไฟฟ้าที่ผิวนอกของแร่ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ของ อิเลคตรอน ตามผิวของเม็ดแร่เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้า ทำให้เกิดการถ่ายเทของประจุไฟฟ้าต่างกัน แร่ที่นำไฟฟ้าได้ดี จะรับและถ่ายประจุได้เร็ว กว่าแร่ที่เป็นฉนวน ทำให้เกิดการแยกแร่ที่เป็นตัวนำไฟฟ้าออกจากแร่ที่เป็นฉนวนไฟฟ้าได้

High Tension Separation

การลอยแร่ (Flotation)

การแยกแร่วิธีนี้อาศัยคุณสมบัติความยากง่ายในการเปียกน้ำของผิวแร่ต่างชนิดกัน มาทำการแยกแร่ แร่บางชนิดมีผิวเปียกน้ำได้ยาก เช่นแร่ตระกูลซัลไฟด์ เมื่อบดให้ละเอียดมากพอ ผสมสารเคมีเพื่อเพิ่มคุณสมบัติความไม่เปียกน้ำของผิวแร่เข้าไป แล้วทำให้เกิดฟองอากาศ แร่เม็ดละเอียดที่พื้นผิวไม่เปียกน้ำจะเกาะติดกับฟองอากาศลอยขึ้นสู่ด้านบน แยกออกจากแร่ที่พื้นผิวเปียกน้ำได้ง่าย

เครื่องลอยแร่ในห้องทดลอง

เครื่องมือลอยแร่ในโรงลอยแร่

การแต่งแร่หรือการแยกแร่ให้สะอาดโดยการใช้วิธีการทางโลหะวิทยา

เป็นการแยกแร่ที่มีการทำให้คุณสมบัติทางเคมีของแร่เปลี่ยนแปลงไป เช่น

การย่างแร่หรือการเผาแร่ด้วยอุณหภูมิสูงๆ (Roasting or Calcining) เช่นการย่างแร่ตะกั่วซัลไฟด์ให้กลายเป็นตะกั่วออกไซด์ ก่อนการนำไปถลุงโดยวิธีทางความร้อน การเผาไล่กำมะถันในแร่ pyrite ก่อนนำไปแยกออกจากแร่ดีบุก การทำปูนขาวก็ถือได้ว่าเป็นการย่างแร่ชนิดหนึ่ง โดยการนำหินปูนมาเผาให้กลายเป็น แคลเซียมออกไซด์

การแยกแร่ด้วยสารเคมีไซยาไนด์ (Cyanidation) เช่นการแยกทองคำออกจากสินแร่ โดยการใช้ Sodium Cyanide Solution มาละลายทองออกมาจากในลักษณะของสารละลายแล้วใช้สังกะสีแบบเป็นฝอย (Zinc Shayings) ลงไป

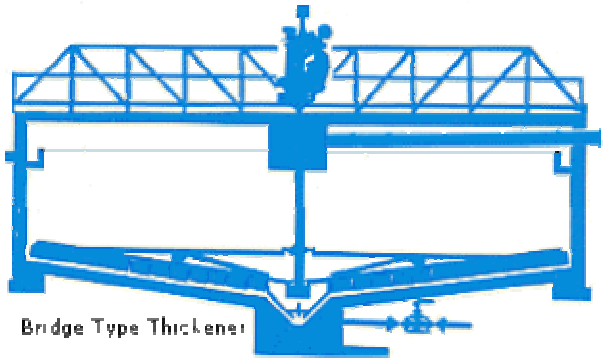
เพื่อให้สังกะสีไปแทนที่ทองในน้ำยาไซยาไนด์ และได้ผงโลหะทองแยกออกมาจากสังกะสีไซยาไนด์ เนื่องจากสารละลายไซยาไนด์ เป็นสารพิษการระบายน้ำออกจากโรงแต่แร่จึงต้องมีการเติมสารเคมี เหล็กซัลเฟตลงไปเพื่อให้สารละลายกลายเป็น Sodium ferro cyanate ซึ่งไม่เป็นสารพิษเสียก่อน ในโรงแต่งแร่ทองบางแห่งจะใช้น้ำทิ้งจากโรงแต่งทดลองเลี้ยงปลาเสียก่อน ถ้าปลายังมีชีวิตอยู่ได้แสดงว่าการขจัดสารพิษได้ตามมาตรฐานแล้ว

การใช้น้ำยาเคมีละลายแร่ (Leaching) หรือมลทินแล้วใช้ขั้วไฟฟ้าจับโลหะที่ละลายออกมาเช่น กระบวนการทำโลหะทองแดงที่ได้จากการถลุงด้วยความร้อนให้บริสุทธิ โดยวิธี Electrolysis เป็นต้น

การแต่งแร่วิธีพิเศษอื่นๆ เช่นการแต่งแร่ทองคำในสายแร่ Quartz ในประเทศญี่ปุ่น โดยการนำสินแร่ทองคำที่มีความสมบูรณ์สูงถึง 250 กรัมต่อตันไปใช้เป็นปลักส์ สำหรับการถลุงแร่ทองแดงโดยวิธีทางความร้อน โลหะทองคำจะละลายอยู่ในทองแดง เมื่อโลหะทองแดงไปทำให้บริสุทธิโดยวิธีการทางไฟฟ้า (Electrolysis) ได้ผงฝุ่นทองคำปนเงิน เมื่อนำไปหลอมในเตาเหลอมรูปทรงกระบอกทรงสูง โลหะทองคำที่หนักกว่าจะจมตัวอยู่ทางตอนล่าง และสามารถแยกออกจากโลหะเงินได้ เป็นต้น

การกำจัดน้ำ (Dewatering)

เนื่องจากในขั้นตอนของการแต่งแร่มักใช้น้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ในแร่และหินอยู่เสมอ จึงจำเป็นต้องมีการกำจัดน้ำออกในภายหลัง เช่นก่อนนำไปยังโรงถลุง หรือก่อนนำไปขายหรือใช้งานเช่นในแร่ดินขาว การกำจัดน้ำในหัวแร่มักใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าถังเกรอะ (Thickener) และการกรอง (Filtration) ส่วนการกำจัดน้ำในหางแร่มักทิ้งให้ตกตะกอนในบ่อกักเก็บหางแร่ หรือมูลดินทรายเนื่องจากเป็นวิธีที่ประหยัดที่สุด



โครงสร้างภายในของถังเกรอะ

ถังเกรอะ