



การตรวจแร่อย่างง่าย

สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3 เชียงใหม่
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่
กระทรวงอุตสาหกรรม

การตรวจแรงแอย่างง่าย

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ.2552

จำนวน 2,000 เล่ม

จัดพิมพ์เผยแพร่โดย : กลุ่มงานเผยแพร่และอำนวยการ
สำนักบริหารกลาง
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่
ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3555 หรือ 0 2202 3565
โทรสาร 0 2644 8746
www.dpim.go.th
e-mail : pr@dpim.go.th

พิมพ์ที่ : หจก.โอเดีย สแควร์
86 ซ.จรัลสนิทวงศ์ 57/2 แขวงบางบำหรุ
เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700
โทร. 0 2433 4791 โทรสาร 0 2881 8539 กด 0
e-mail : ideasq@yahoo.com

คำนำ

แร่แต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะทั้งทางด้านเคมีและฟิสิกส์ โดยอาศัยคุณสมบัติที่แตกต่างกันทางกายภาพ อาจจะเป็นรอยแตก ความวาว สี ความแข็ง รูปร่างผลึก ความถ่วงจำเพาะ รูปร่างลักษณะภายนอก ความเหนียว สภาวะแม่เหล็ก การเรืองแสง การให้แสงผ่านได้ กลิ่นเฉพาะ แนวแตกเรียบ ในเบื้องต้นของการตรวจวินิจฉัย ส่วนใหญ่จะดูคุณสมบัติทางฟิสิกส์ เพราะคุณสมบัติต่าง ๆ เห็นได้จากภายนอก จะทดลองตรวจดูก็ใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์อย่างง่าย ๆ หาได้ไม่ยาก และสะดวก นอกจากว่าตัวอย่างแสดงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่ไม่ชัดเจน ก็จำเป็นต้องตรวจคุณสมบัติทางเคมีและหาส่วนประกอบทางเคมีด้วย หรืออาจจะต้องใช้อุปกรณ์ชั้นสูงช่วยในการวิเคราะห์

เอกสารการตรวจแร่อย่างง่าย ฉบับนี้ทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการตรวจคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของแร่ในเบื้องต้นด้วยการดูตาเปล่า แวนชยาย กล้องจุลทรรศน์ และเครื่องมืออย่างง่าย สำหรับการพิจารณาว่าเป็นแร่หรือไม่ เป็นแร่อะไร อย่างไรก็ตามหากต้องการความถูกต้องแม่นยำ ต้องมีการยืนยันผลการตรวจด้วยเทคนิคการตรวจสอบวิธีอื่นๆ ด้วย

สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3 เชียงใหม่ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารเรื่องการตรวจแร่อย่างง่ายจะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจ และยินดีรับคำติชม เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงจัดพิมพ์ในครั้งต่อไป



(นายสมชาย เอกธรรมสุทธิ)

ผู้อำนวยการสำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐาน
และการเหมืองแร่เขต 3 เชียงใหม่



สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
1. บทนำ	1
2. อุปกรณ์พื้นฐานในการตรวจแร่	1
3. รูปผลึกของแร่	4
4. ลักษณะผลึกและกลุ่มผลึกของแร่	8
5. คุณสมบัติที่ขึ้นกับแสง	9
6. ความเชื่อมแน่นและความยืดหยุ่น	14
7. ความถ่วงจำเพาะ	17
8. คุณสมบัติด้านความรู้สึกลึก	18
9. คุณสมบัติด้านแม่เหล็กและไฟฟ้า	19
บรรณานุกรม	21



1. บทนำ

การตรวจแร่อย่างง่ายนั้นเน้นที่การตรวจคุณสมบัติทางกายภาพหรือทางฟิสิกส์ของแร่ (Physical properties of minerals) เพื่อจำแนกชนิดของแร่ในเบื้องต้น การดำเนินการจะใช้การตรวจสอบด้วยตาเปล่า แวนขยาย หรือกล้องจุลทรรศน์ และหรือจะใช้เครื่องมืออย่างง่ายประกอบในการตรวจดูสีผงละเอียด ความแข็ง ความถ่วงจำเพาะ ความเป็นแม่เหล็ก ฯลฯ ผลจากการตรวจอย่างง่ายนี้ ถ้าต้องการยืนยันความถูกต้องของการตรวจสอบจะใช้เทคนิคที่มีความละเอียดมากยิ่งขึ้นเช่น การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีซึ่งอาจเป็นการวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพหรือเชิงปริมาณ อาจใช้เทคนิคการยืนยันผลด้วยการวิเคราะห์ด้วย X-ray Diffraction Spectrometer หรือเทคนิคอื่นใดที่สามารถบ่งชี้ได้ว่าตัวอย่างเป็นอะไรอย่างถูกต้องแม่นยำ สำหรับอุปกรณ์พื้นฐานในการตรวจแร่มีดังนี้

2. อุปกรณ์พื้นฐานในการตรวจแร่

อุปกรณ์พื้นฐานในการตรวจแร่มีดังนี้

2.1 อุปกรณ์ช่วยในการขยายดูรายละเอียดของตัวอย่าง



กล้องส่องตา



แฮนด์เลนซ์, แวนขยาย



2.2 อุปกรณ์ทดสอบความแข็งของตัวอย่าง



ชุดทดสอบความแข็ง



เล็บมือ แข็ง 2 กว่าๆ



โลหะทองแดง แข็ง 3 กว่าๆ



แคลไซต์ แข็ง 3



ฟลูออไรต์ แข็ง 4



อะพาไทต์ แข็ง 5



แข็ง 5.5



เฟลด์สปาร์ แข็ง 6



ควอร์ตซ์ แข็ง 7



คอร์ันดัม แข็ง 9

2.3 แผ่นกระเบื้องที่ไม่เคลือบ (เผาที่อุณหภูมิสูง) ใช้ชุดทดสอบดูสีผงของตัวอย่าง

แผ่นชุดทดสอบสีผง





2.4 อุปกรณ์อื่น ๆ

แม่เหล็กถาวร
ใช้ในการทดสอบคุณสมบัติแม่เหล็ก



Magnet

แผ่นสังกะสีรูปกระจานาฬิกา
ใช้ในการทดสอบแร่ดีบุก



Zinc plate

เครื่องชั่งผลไม้ ใช้ในการ
หาค่าความถ่วงจำเพาะของตัวอย่าง



กรดเกลือเจือจางใช้ทดสอบแร่
ในกลุ่มคาร์บอเนต



นอกจากอุปกรณ์ที่กล่าวมาแล้ว อาจมีการดัดแปลงใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ใกล้ตัว
เสริมในการตรวจสอบได้ แล้วแต่ความถนัดและความชำนาญของแต่ละคน



3. รูปร่างผลึกของแร่

ผลึก (Crystal) เป็นคุณสมบัติทางกายภาพอย่างหนึ่งของแร่ ที่ปรากฏให้เห็นเด่นและแปลกตรงที่มีรูปร่างลักษณะเป็นเหลี่ยมเป็นมุมราวกับถูกตัดหรือฝนขัด การที่แร่มีลักษณะผลึกปรากฏเป็นผลจากการจัดตัวของอะตอมหรือไอออน หรือโมเลกุลของธาตุที่ประกอบอยู่ในของแข็งนั้นอย่างมีแบบแผนคล้ายกับการที่เรานำเส้นด้ายจุ่มแช่ในน้ำเกลือเข้มข้น ก็จะมีผลึกเกลือปรากฏ

ตัวอย่างลักษณะของผลึกแร่ที่เห็นง่ายๆ เช่น แบบลูกเต๋า มีรูปเป็นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ แร่หลายชนิดที่เกิดในลักษณะนี้ เช่น กาลีน่า (ตะกั่ว) ไพไรต์ สำหรับแร่ควอรตซ์ หรือเขี้ยวหนุมนั้นมีผลึกเป็นรูป 6 เหลี่ยม เป็นต้น

แร่มีคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับระบบผลึกอย่างชัดเจน ในการศึกษาเรื่องรูปผลึกให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น จำเป็นจะต้องกำหนดแกนสมมุติขึ้นภายในรูปผลึก โดยได้จัดแบ่งผลึกหลักๆ ออกไปเป็น 6 ระบบ (Crystal system) ซึ่งจะกล่าวต่อไป

การตรวจแร่ที่มีลักษณะผลึกชัดเจน แร่บางชนิดสามารถระบุได้ว่าเป็นแร่อะไรบ่อยครั้งที่พบผลึกของควอรตซ์ โทแพซ (การ์เนต) ไพไรต์ กาลีน่า เมื่อพบเห็นรูปผลึกประกอบกับคุณสมบัติทางแสงแล้ว บางตัวอย่างอาจชี้ชัดว่าเป็นแร่อะไรได้



แร่ควอรตซ์



แร่ไพไรต์



ชนิดรูปผลึกระบบต่าง ๆ ของแร่

รูปผลึกระบบต่างๆ ของแร่นั้น ต่างกันที่แกนของผลึกแร่ที่สมมุติขึ้น มีหลายระบบดังนี้คือ



ระบบไอโซเมตริก

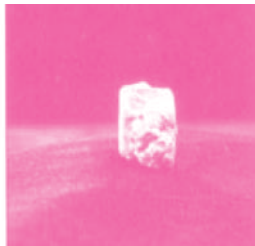


ไพไรต์

ระบบสามแกนเท่า ไอโซเมตริก (Isometric system) มีแกน 3 แกนเท่ากันและตัดกันที่กึ่งกลาง เป็นมุมฉาก รูปผลึกในระบบนี้ ที่เห็นชัด คือ รูปลูกเต๋า ได้แก่ กาลีน่า ไพไรต์ รูปอื่นหรือแบบอื่น คือ ลูกตะกร้อ เช่น การ์เน็ต เป็นต้น



ระบบเทตราโกนาล

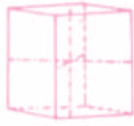


แร่ดีบุก

ระบบสองแกนเท่า เทตราโกนาล (Tetragonal system) มีแกน 3 แกน ตัดตั้งฉากกันที่กึ่งกลาง 2 แกนยาวเท่ากัน แกนที่ 3 อาจจะยาวหรือสั้นกว่าก็ได้ รูปหน้าตัดของแร่ในระบบนี้จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เช่น แร่ดีบุก เซอร์คอน เป็นต้น



การตรวจแร่อย่างง่าย

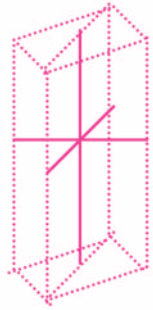


ระบบออร์โทโรมบิก



โทแพซ

ระบบสามแกนต่าง ออร์โทโรมบิก (Orthorhombic system) มีแกน 3 แกน ตัดตั้งฉากที่กึ่งกลาง แต่ยาวไม่เท่ากัน รูปหน้าตัดจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เช่น โทแพซ สตอโรไลต์ แบไรต์ กำมะถัน



ระบบโมโนคลินิก



ออร์โทแคลส

ระบบหนึ่งแกนเอียง โมโนคลินิก (Monoclinic system) มีแกน 3 แกนยาวไม่เท่ากัน 2 แกนตัดตั้งฉากกัน ส่วนแกนที่ 3 ตัดทำมุมกับ 2 แกนแรก เช่น ยิปซัม ออร์โทแคลส



ระบบไตรคลินิก



ไมโครไคลน์

ระบบสามแกนเอียง ไตรคลินิก (Triclinic system) มีแกน 3 แกนไม่เท่ากันและตัดไม่ตั้งฉากกัน เช่น ไมโครไคลน์ คาลแคนไทต์

การตรวจแร่อย่างง่าย



ระบบเฮกซะโกนาล



เบริล

ระบบสามแกนราบ เฮกซะโกนาล (Hexagonal system) มีแกน 4 แกน 3 แกน อยู่ในแนวราบ ยาวเท่ากันและตัดทำมุม 60 องศา ซึ่งกันและกัน แกนที่ 4 ยาวหรือสั้นกว่าก็ได้และตั้งฉากกับ 3 แกนแรก เช่น ควออตซ์



ระบบเฮกซะโกนาล



ควออตซ์



ผลึกแร่อะทิว



ผลึกการ์เนต



ผลึกสปิเนล



ผลึกทับทิม

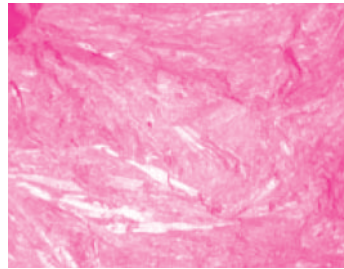


ผลึกทัวร์มาลีน



4. ลักษณะผลึกและกลุ่มผลึกของแร่

ลักษณะผลึกและกลุ่มผลึก (Crystal Habits and Aggregates) แร่ นอกจากจะมีรูปร่างต่างๆ (Form) ตามระบบผลึกมีขนาดใหญ่เห็นได้ชัดเจน แล้วอาจมีขนาดเล็กหรือเล็กมากจนต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดส่องตาหรือ กล้องจุลทรรศน์ชนิดโพลาไรซ์ นอกจากนี้ผลึกแร่ยังอาจเกิดซ้อนกันหรือรวมกันเป็นกลุ่ม เป็นกอ เป็นกระจุก หรือ บางชนิดไม่แสดงหน้าผลึกไว้ภายใน หรือ แสดงลักษณะรูปร่างเฉพาะแบบหนึ่งๆ (Habit) ซึ่งมีประโยชน์ในการนำมาประกอบการพิจารณาในการตรวจวิจัยแร่ด้วยเช่นกัน เช่น แร่สติบไนต์ (พลวงเงิน) ที่อาจมีผลึกรูปแบบยาวคล้ายใบมีด อาจเกิดซ้อน ๆ กันเป็นกลุ่ม รูปพวงองุ่น (Botryoidal) ผลึกกลมๆ อยู่รวมกันคล้ายพวงองุ่น เช่น คาลซีโดนี ไชโลมิเลน มีรูปเกล็ด (Micaceous) ผลึกแร่เป็นแบบแผ่น แต่แยกออกได้เป็นแผ่นบางมากๆ หรือ แม้แตกเป็นชิ้นเล็กๆ ก็ยังเป็นแผ่นบางๆ เช่น ไมกา



สติบไนต์



ไชโลมิเลน



แบไรต์

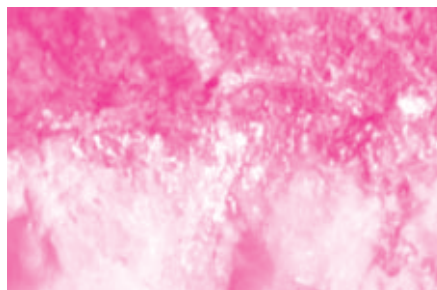


5. คุณสมบัติที่ขึ้นกับแสง

คุณสมบัตินี้ที่ใช้ตรวจสอบภายใต้แสงธรรมชาติ ได้แก่ สีแร่ สีผงละเอียด ความโปร่ง ความวาว และการเรืองแสง

5.1 สี (Color)

สีเป็นสิ่งที่มองเห็นเมื่อเริ่มการตรวจแร่ สีของแร่ เกิดจากการที่คลื่นแสงตกกระทบกับผิวแร่ และเกิดการดูดกลืน (Absorption) คลื่นแสงบางส่วนไว้ คลื่นแสงส่วนที่เหลือจะเกิดการกระทำร่วมกัน (Interactions) แล้วหักเหสะท้อนเข้าสู่ตาเห็นเป็นสีของแร่ ถ้าแร่ใดไม่มีการดูดกลืนคลื่นแสงเลย คลื่นแสงที่หักเหและส่งผ่านไปได้ทำให้อาหารนั้นไม่มีสี (Colorless) เช่น แร่เฮไลต์ (เกลือหิน) ยิปซัม เพชร เป็นต้น สีของโลหะมักจะมีสีเด่นคงที่ เช่น แร่ทองคำ (Gold) มีสีทองคำ แร่ไพไรต์ (Pyrite) มีสีทองเหลือง แร่กำมะถัน (Sulfur) มีสีเหลือง สิ่งที่นิยมปฏิบัติกันในการจำแนกสีของแร่คือ ใช้สีของแร่ที่พบบ่อยและมีสีคงที่เป็นสีตัวอย่างสำหรับเรียกเปรียบเทียบ ทำให้นักออกและจดจำได้ง่าย



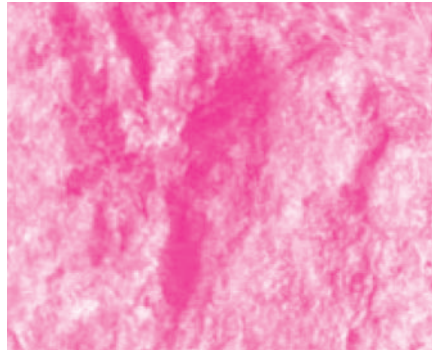
สีทองของแร่ทองคำ



สีชมพูของแร่โรโดโครไซต์



สีทองเหลืองของแร่ไพไรต์



สีเขียวของแร่มาลาไคต์
สีน้ำเงินของแร่อะซัวร์



สีแดงสดออกส้มของแร่ฮีมาไทต์

5.2 สีผงละเอียด (Streak)

แร่โลหะส่วนใหญ่จะมีสีของผงละเอียดคงที่ และใช้เป็นคุณสมบัติในการจำแนกแร่ได้ดี สีผงละเอียดมองเห็นได้จากการขีดแร่บนแผ่นกระเบื้องไม่เคลือบมัน (Streak plate or unglazed porcelain) ถ้าแร่มีความแข็งน้อยกว่าแผ่นกระเบื้อง (6.5) จะเกิดผงละเอียดหลุดจากตัวแร่ ในบางกรณีจะใช้มีดหรือของแหลมขีดบนตัวแร่ แล้วนำผงละเอียดมาตรวจดูสีก็ได้

ในบางครั้งสีของแร่กับสีของผงละเอียดจะมีสีเดียวกัน เช่น แร่แมกนีไทต์ สีของตัวอย่างและผงละเอียดจะมีสีดำ แร่ลาซูลัวร์ (Lazurite) สีของตัวอย่างและผงละเอียดจะมีสีฟ้า แร่โปร่งใสและแร่โปร่งแสงมักจะมีสีผงละเอียดเป็นสีขาวหรือไม่มีสี จึงใช้คุณสมบัติเรื่องนี้ตรวจสอบไม่ได้

การตรวจดูสีแร่ทั้งก่อนที่สีผงละเอียดเด่นชัด ได้แก่

- ◆ แร่ทองคำ สีผง ทองคำ (Gold)
- ◆ แร่เงิน สีผง เงิน (Silver)
- ◆ แร่ทองแดง สีผง ทองแดง (Copper)
- ◆ แร่ไพไรต์ สีผง ดำออกเขียว (Greenish black)

การตรวจแร่อย่างง่าย



- ◆ แร่แมกนีไทต์ สีผง ดำ (Black)
- ◆ แร่ฮีมาไทต์ สีผง แดงเลือดหมูเข้ม (Dark purple red)



สีผงของแร่แต่ละชนิด

5.3 ความโปร่ง (Diaphaneity)

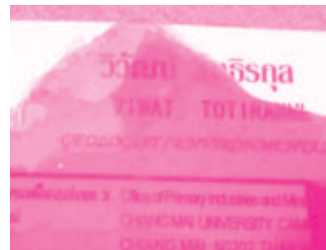
ความโปร่ง เป็นลักษณะเด่นของแร่ที่ยอมให้แสงผ่าน แบ่งได้ดังนี้

ก) โปร่งใส (Transparent)

แร่จะใสจนมองผ่านจากข้างหนึ่งทะลุออกไปอีกข้างหนึ่งได้ คล้ายกระจกใส เช่น แร่กลุ่มไมกา แคลไซต์ และ เพชร

ข) โปร่งแสง (Translucent)

แร่ยอมให้แสงผ่านได้ แต่ไม่อาจมองทะลุผ่านไปได้ มองผ่านคล้ายกระจกฝ้า เช่น แร่เฟลด์สปาร์ ฮอว์นเบลนด์



ความโปร่งใสของแร่ไบโอไทต์

ค) ทึบแสง (Opaque) แร่ไม่ยอมให้แสงผ่านเลย แม้แต่

ตรงริมหรือขอบของแร่ตัวอย่าง เช่น แร่แมกนีไทต์ ไพไรต์

5.4 ความวาว (Luster)

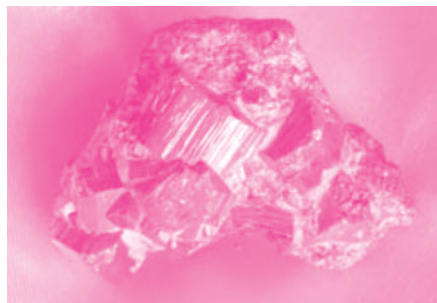
ความวาว คือปริมาณและคุณภาพของแสงที่เกิดจากการสะท้อนของแร่ เกิดขบวนการกระเจิงของแสงร่วมกับขบวนการสะท้อนแสง ความวาวเป็นสิ่งที่สังเกตได้ง่าย ในขณะที่แสงตกกระทบแล้วสะท้อนกลับไม่มีการเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นแสง ปริมาณและคุณภาพของแสงที่สะท้อนสู่สายตาทำให้เกิดความวาวหรือประกายขึ้น **ความวาวสามารถแบ่งออกเป็นดังนี้**



การตรวจแร่อย่างง่าย

ก) ความวาวโลหะ (Metallic luster)

คือ ความวาวของ
แร่โลหะหรือคล้าย
โลหะ มีค่าสะท้อน
แสงสูง แร่ที่มี
ความวาวแบบนี้
จะทึบแสงและมี



ไพไรต์

ความดุดกสีนสูง ทำให้เกิดการสะท้อนพื้นผิวดี แร่พวกนี้มีพันธะ
โลหะ หรือพันธะโคเวเลนต์ที่มีแรงดึงดูดระหว่างอะตอมสูง ได้แก่
แร่โลหะธรรมชาติ (Native metal) เช่น ทอง เงิน หรือแร่
กลุ่มซัลไฟด์ เช่น กาลีนา ไพไรต์ เป็นต้น

ข) ความวาวกึ่งโลหะ (Sub-metallic luster) คือ ความ

วาวของแร่กึ่งโลหะ
มีค่าการสะท้อนแสง
ค่อนข้างสูง แร่
เหล่านี้ไม่ทึบแสง
ทีเดียว ถ้าหากตัด
ทำเป็นแผ่นบาง



วุลแฟรมไมต์

(Thin section)

แสงจะผ่านได้บ้างตรงขอบแร่ ได้แก่ แร่กลุ่มโลหะออกไซด์
ตัวอย่างเช่น ดีบุก ฮีมาไทต์ วุลแฟรมไมต์ เป็นต้น



ค) ความวาวแบบแก้ว (Vitreous or glassy luster) เป็นความวาวของแร่ โลหะที่มีลักษณะใสแบบแก้ว แร่ประกอบหินส่วนใหญ่ จะมีความวาวแบบนี้



เฮไลต์

เช่น แร่ควอตซ์ ฟลูออไรต์ ไมกา เฮไลต์ เป็นต้น

ง) ความวาวแบบเพชร (Adamantine luster) เป็นความวาวของแร่โลหะ เป็นประกายโปร่งใส แร่ที่มีความวาวแบบนี้ มีค่าดัชนีหักเหและมีการกระจายแสงสูง นอกจากนี้ยังมีความแข็งและความหนาแน่นสูงด้วย เนื่องจากมีอะตอมของธาตุหนักปนอยู่ในสารประกอบ และยึดติดกันแน่นด้วยพันธะโคเวเลนต์



เพชร

ตัวอย่างเช่น แร่คอร์ันดัม เพชร เซร็ลไซต์ (ตะกั่วคาร์บอเนต)



5.5 การเรืองแสง (Fluorescence and Phosphorescence)

เป็นคุณสมบัติของแร่บางชนิดเมื่ออยู่ภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ตหรือเอ็กซ์เรย์ หรือแคโทดเรย์ จะเรืองแสงเรียก Fluorescent หากเอาต้นกำเนิดแสงออกแล้วยังคงเรืองแสงอยู่เรียกว่า Phosphorescent ที่เห็นชัด ได้แก่ แร่ซีไลต์ ซึ่งจะเรืองแสงสีฟ้าใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต



ซีไลต์เรืองแสง

6. ความเชื่อมแน่นและความยืดหยุ่น

ความเชื่อมแน่นหรือโคฮีชัน (Cohesion) หมายถึง แร่ยึดติดหรือดึงดูดระหว่างโมเลกุลของแร่หรือวัตถุ ความยืดหยุ่น (Elasticity) หมายถึง แร่ที่พยายามจะดึงโมเลกุลของแร่หรือวัตถุกลับเข้าไปอยู่ในสภาพเดิม หลังจากที่แร่หรือวัตถุนั้นถูกแรงดันภายนอกกระทำทำให้เปลี่ยนรูปร่างและปริมาตร คุณสมบัติเด่นของแร่ที่เป็นผลมาจากความเชื่อมแน่นและความยืดหยุ่น คือ ความแข็ง รอยแยกแนวเรียบ ผิวแตก และความคงทน

6.1 ความแข็ง (Hardness)

เป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งในการตรวจสอบชนิดแร่ โดย Mohs ได้กำหนดแร่มาตรฐาน 10 ชนิด เรียงลำดับตั้งแต่แร่ที่ทนทานต่อการขีดข่วนน้อยที่สุดถึงมากที่สุด หลักการที่สำคัญคือ เมื่อเอาวัตถุที่มีความแข็งมากกว่ามาขีดข่วนกับวัตถุที่อ่อนกว่า วัตถุที่อ่อนนุ่มมีรอยขีดข่วนปรากฏอยู่ชัดเจน ถึงแม้จะใช้นิ้วลูบปัดฝุ่นที่เกิดขึ้นออกไป รอยดังกล่าวก็จะปรากฏชัดเจน หากมีความแข็งเท่ากันย่อมเกิดรอยกับวัตถุทั้งสอง



สเกลความแข็งของโมส์

ความแข็ง	แร่มาตรฐานที่เปรียบเทียบ	การทดสอบ
1	ทัลก์ (Talc)	อ่อนลื่นมือ เล็บขีดเข้า
2	ยิปซัม (Gypsum)	เล็บขีดเข้าแต่ผิวฝืดมือ
3	แคลไซต์ (Calcite)	สตางค์แดงขีดเป็นรอย
4	ฟลูออไรต์ (Fluorite)	มีดหรือตะไบขีดเป็นรอย
5	อะพาไทต์ (Apatite)	กระจกขีดเป็นรอยบนผิวแร่
6	ออร์โทเคลส (Orthoclase)	แร่ขีดบนกระจกเป็นรอย
7	ควอรตซ์ (Quartz)	ขีดเป็นรอยบนกระจกได้ง่าย
8	โทแพซ (Topaz)	ขีดแร่ที่แข็ง 1 – 7 ให้เป็นรอยได้
9	คอร์ันดัม (Corundum)	ขีดแร่ที่แข็ง 1 – 8 ให้เป็นรอยได้
10	เพชร (Diamond)	ขีดแร่ที่แข็ง 1 – 9 ให้เป็นรอยได้

6.2 รอยแตกเรียบ (Cleavage)

เป็นรอยแตกที่เป็นไปในแนวระนาบเรียบ เนื่องจากโครงสร้างของอะตอมภายในผลึก รอยแตกแบบนี้จะขนานไปตามหน้าผลึกแร่เสมอ แร่ที่ไม่เป็นผลึก (Amorphous) ก็จะไม่มีการแตกแบบนี้ รอยแตกเรียบอาจจำแนกได้ดังนี้

- ก) รอยแตกเรียบแนวเดียว (One-direction cleavage) แร่จะแตกออกเป็นแผ่นบางๆ ได้แก่ แร่ในกลุ่มไมคา เช่น มัสโคไวต์ และไบโอไทต์

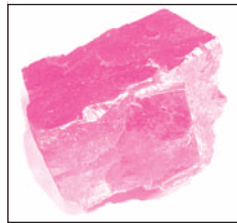


แร่ไบโอไทต์



การตรวจแร่อย่างง่าย

- ข) รอยแตกเรียบ 2 แนว (Two-direction cleavage)
 - แนวของรอยแตกตั้งฉากกัน เช่น ออร์โทเคลส
 - แนวของรอยแตกไม่ตั้งฉากกัน เช่น แอมฟีโบล
- ค) รอยแตกเรียบ 3 แนว (Three-direction cleavage)
 - แนวของรอยแตกทั้ง 3 ตั้งฉากกัน ทำให้แร่แตกออกเป็นรูปลูกบาศก์ เช่น แร่กาลีน่า
 - แนวของรอยแตกทั้ง 3 ไม่ตั้งฉากกัน ทำให้แร่แตกออกเป็นรูปคล้ายสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน เช่น แร่แคลไซต์
- ง) รอยแตกเรียบ 4 แนว (Four-direction cleavage) แร่จะแตกออกเป็นรูปปริมาตรสองอันปะกบกัน (Octahedral) เช่น แร่ฟลูออไรต์



แร่กาลีน่า

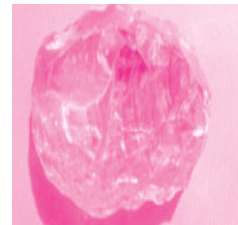


แร่แคลไซต์

6.3 รอยแตก (Fracture)

เป็นรอยแตกที่ไม่มีทิศทางแน่นอน และผิวรอยแตกของแร่ไม่เป็นระนาบเรียบ อาจมีลักษณะดังนี้

- ก) รอยแตกโค้งเว้า (Conchoidal) คล้ายกันหอย เช่น รอยแตกในแร่ควอร์ตซ์
- ข) รอยแตกแบบเสี้ยน (Splintery) เช่น แร่ใยหิน
- ค) รอยแตกหักแหลม (Hackly) เช่น แร่ทองแดงธรรมชาติ
- ง) รอยแตกขรุขระ (Uneven) เช่น แร่ฮีมาไทต์ โรโดโครไซต์ กำมะถัน
- จ) รอยแตกเรียบ (Even) แต่ไม่มีแนวทางเฉพาะ เช่น คาลซิโดนี ทินเหล็กไฟ (Flint)



แร่ควอร์ตซ์



7. ความถ่วงจำเพาะ

ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) ของแร่ คือตัวเลขที่บอกให้ทราบว่า แร่นั้นหนักเป็นกี่เท่าของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากันที่ 4 องศาเซลเซียส เช่นแร่มีความถ่วงจำเพาะ 6 แสดงว่าแร่นั้นหนักเป็น 6 เท่าของน้ำ

แร่โลหะ ความถ่วงจำเพาะโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.0 ซึ่งเปรียบเทียบกับแร่ไฟไรต์ แร่โลหะที่มีความถ่วงจำเพาะสูงกว่านี้จัดเป็นแร่หนัก (Heavy mineral) และเป็นลักษณะเด่นของตัวมันเอง เช่น แร่ดีบุก (6.9) แร่โลหะที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่า 5.0 คือ แร่แกรไฟต์ (2.3) จัดเป็นแร่เบา (Light mineral)

แร่โอโลหะ มักจะมีสีอ่อนหรือสีจาง ความถ่วงจำเพาะโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2.6 ซึ่งเป็นความถ่วงจำเพาะของแร่ประกอบหินที่สำคัญ (แร่ควอร์ตซ์ เฟลด์สปาร์ แคลไซต์) แร่โอโลหะที่มีความถ่วงจำเพาะสูงกว่านี้จัดเป็นแร่หนัก เช่น แบไรต์ (4.5) ส่วนแร่ที่มีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่านี้จัดเป็นแร่เบา

การหาความถ่วงจำเพาะในงานสนามเพียงแต่ประมาณเอาง่ายๆ ว่าแร่นั้นหนักหรือเบาก็เป็นการเพียงพอแล้ว โดยเปรียบเทียบจากการวางบนฝ่ามือสำหรับแร่ที่เป็นก้อนโตพอสมควรแต่กรณีแร่มีขนาดเป็นเม็ดเล็กเช่นพวกรัตนชาติ อาจใช้ของเหลวหนัก (Heavy liquid) ที่เป็นน้ำยาอินทรีย์เคมีที่ทราบความถ่วงจำเพาะแล้วช่วยในการตรวจสอบ

เราอาจตรวจหาค่าความถ่วงจำเพาะของก้อนวัตถุตัวอย่างแบบคร่าวๆ โดยการใช้เครื่องชั่งทำอาหาร ภาชนะทรงสูงที่มีปากกว้างให้ก้อนแร่ผ่านเข้า-ออกได้ง่าย และทำตามขั้นตอนในตารางต่อไปนี้



การตรวจแร่อย่างง่าย

ขั้นตอน	รายละเอียด	น้ำหนัก (กรัม)	หมายเหตุ
1	ชั่งก้อนตัวอย่าง	ชั่งเสร็จแล้วนำตัวอย่างมัด
2	ชั่งภาชนะ + น้ำ	
3	ชั่งภาชนะ + น้ำ + ก้อนตัวอย่างที่แขวน ด้วยเส้นด้ายจุ่มให้จม อยู่ใต้น้ำ	ห้ามให้ก้อนตัวอย่าง แตะขอบหรือก้นภาชนะ
4	น้ำหนักจาก ขั้นตอนที่ 3 - 2	
5	น้ำหนักจากขั้นตอนที่ 1 หารด้วยขั้นตอนที่ 4	เป็นค่าความถ่วง จำเพาะของตัวอย่าง

8. คุณสมบัติด้านความรู้สึก

คุณสมบัติข้อนี้ (ยกเว้นการมองเห็น) เป็นลักษณะที่พบเฉพาะในแร่บางชนิดเท่านั้นจัดเป็นคุณสมบัติที่มีความสำคัญน้อย แต่ก็ใช้ในการตรวจสอบแร่ได้เช่นกัน คือ

รส (Taste) แร่บางชนิดมีรสเฉพาะตัวที่เด่นชัด ตัวอย่าง แร่เฮไลต์ (Halite) หรือเกลือหิน มีรสเค็ม แร่ซิลไวต์ (Sylvite) มีรสเค็มออกขม แร่คาลแคนไทต์ (Chalcanthite) มีรสเปรี้ยว จนสามารถแยกชนิดแร่ได้ทันที อย่างไรก็ตามการชิมรสไม่นิยมใช้นอกจากจำเป็นจริงๆ ก่อนชิมรสควรทำเป็นสารละลายเจือจาง

กลิ่น (Odor or smell) เมื่อทำแร่ให้แตกโดยการทุบ หรือให้ความร้อนแก่แร่จะได้กลิ่นของธาตุบางตัวที่หลุดออกมามีกลิ่นต่างๆ เช่น แร่อาร์เซนไพไรต์ (Arsenopyrite) มีกลิ่นฉุนแบบกระเทียม แร่ดินเหนียว มีกลิ่นดินที่มีความชื้น เป็นต้น

สัมผัส (Feel) แร่บางชนิดเมื่อสัมผัสจะได้ความรู้สึกที่แตกต่างออกไป เช่น แร่ทัลก์ (Talc) ถูกมือจะลื่นคล้ายจับสบู่ แร่โอลิวิน จับดูรู้สึกสากมือคล้ายจับหินทราย



9. คุณสมบัติด้านแม่เหล็กและไฟฟ้า

คุณสมบัติของแร่ที่ถูกดูดหรือผลักโดยสภาวะแม่เหล็ก (Magnetism) แบ่งเป็น

ก. **แร่แม่เหล็ก (Magnetic mineral)** แร่บางชนิดถูกดูดด้วยสภาวะแม่เหล็กได้ดี จนกระทั่งตัวเองเป็นแม่เหล็กธรรมชาติ (Natural magnet) ตัวอย่างแร่แมกนีไทต์

ข. **แร่พาราแมกนีติก หรือแร่มีสภาวะกึ่งเบี่ยงเบนแม่เหล็กพารา (Paramagnetic mineral)** เป็นแร่ที่มีสภาวะเหล็กอ่อนๆ เมื่อผ่านเข้าไปในสนามแม่เหล็กจะถูกดูดโดยสภาวะแม่เหล็ก เช่น แร่ในกลุ่มที่มีธาตุเหล่านี้อยู่ในสารประกอบคือ เหล็ก โคบอลต์ นิกเกิล แมงกานีส แพลทินัม วุลแฟรม

ค. **แร่ไดอะแมกนีติก หรือแร่มีสภาวะแม่เหล็กไดอะ (Diamagnetic mineral)** เป็นแร่ที่เมื่อผ่านเข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะเบนหนีอำนาจแม่เหล็ก ตัวอย่างแร่ที่มีธาตุดังต่อไปนี้ในสารประกอบคือ เงิน ทองแดง

ง. **แร่ที่ไม่เป็นแม่เหล็ก (Non-magnetic mineral)** เป็นแร่ที่ไม่มีสภาวะแม่เหล็กเลย เมื่อผ่านเข้าไปในสนามแม่เหล็ก จะไม่เกิดปฏิกิริยาใดๆ เช่น ดีบุก โทแพซ

คุณสมบัติในการเป็นแม่เหล็ก นอกจากจะใช้ตรวจสอบแร่แล้วยังใช้ในการแยกแร่ด้วย เช่น การแยกแร่วุลแฟรมไมต์ ซึ่งติดแม่เหล็กออกจากดีบุกที่ไม่ติดแม่เหล็ก

สภาวะทางไฟฟ้า (Electricity) ของแร่ แบ่งเป็น

ก. **สภาพนำไฟฟ้า (Electrical conductivity)** แร่โลหะธรรมชาติและแร่ที่มีความวาวโลหะ (สารประกอบโลหะ) อยู่ในกลุ่มออกไซด์และกลุ่มซัลไฟด์สามารถนำไฟฟ้าได้ แร่ประกอบหินส่วนใหญ่จะเป็นฉนวน (non-conductivity) ไม่มีการนำไฟฟ้าเกิดขึ้นเลย

ข. **การเกิดสภาวะไฟฟ้าสถิต** แร่ต่างๆ อาจมีสภาวะทางไฟฟ้าได้โดยการใช้การเสียดสีความร้อน และความดัน เช่น แร่อำพัน (Amber) เมื่อเกิดการเสียดสีจะมีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้น แร่ควอร์ตซ์ และ ทัวร์มาลีน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางความร้อนและความดัน จะมีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นที่ขั้วของผลึก



การตรวจอย่างง่าย

นอกจากคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่ได้กล่าวมาแล้ว อาจมีวิธีการใช้คุณสมบัติทางเคมีอย่างง่ายมาประกอบการตรวจสอบคุณสมบัติของแร่ เช่นการใช้กรดเกลือเจือจางหยดบนผิวตัวอย่างและหากมีปฏิกิริยาเป็นฟองฟู แสดงว่าตัวอย่างเป็นแร่ในกลุ่มคาร์บอเนต หรือการทดสอบแร่ดีบุกด้วยการใช้เม็ดตัวอย่างวางลงบนแผ่นสังกะสี แล้วหยดด้วยกรดเกลือ เมื่อทิ้งไว้ช่วงเวลาหนึ่งหากเกิดสีโลหะเคลือบที่เม็ดตัวอย่าง แสดงว่าเป็นแร่ดีบุก เป็นต้น

การตรวจอย่างง่ายนี้ จำเป็นต้องมีการฝึกหัดด้วยตัวอย่างแร่จริง และหมั่นทบทวนอย่างต่อเนื่อง จนเกิดความชำนาญ และความเชี่ยวชาญ และหาหรือแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้รู้และยืนยันผลการตรวจสอบด้วย เทคนิคการตรวจแร่ขั้นสูง และ/หรือ ผลจากการวิเคราะห์อื่นที่เหมาะสมอีกครั้ง

ผลจากการตรวจอย่างง่าย อาจสามารถระบุ - จำแนกชนิดของแร่ต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน หรือคาดว่าจะเป็นอย่างใดบ้าง มีใช้เรื่องง่ายที่จะเรียนรู้ในระยะเวลาอันสั้นแล้วทำได้ เมื่อเกิดความไม่แน่ใจว่า ตัวอย่างที่อยู่เป็นอะไร ก็จำเป็นที่จะต้องพึงพาวิธีการอื่นเพื่อให้ได้คำตอบ เช่น

- การหาล่องประกอบของแร่โดยการใช้เครื่องเอ็กซ์เรย์ ดิฟแฟรกชัน (X-ray Diffraction Spectrometer; XRD)
 - การวิเคราะห์หาล่องประกอบทางเคมีที่แน่ชัด จะเป็นการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน (วิธีการนี้แม่นยำแต่ช้าเพราะต้องดำเนินการแยกแต่ละองค์ประกอบ)
 - การวิเคราะห์หาล่องประกอบทางเคมีโดยสังเขป โดยวิธีเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์ (X-ray Fluorescence Spectrometer)
 - การใช้เทคนิคขั้นสูงอื่น ๆ เช่น SEM : (Scanning Electron Microscope)
 - การใช้เทคนิคทางแสง เช่น การทำแผ่นหินขัดบาง แล้วส่องด้วยกล้องโพลาไรซิงไมโครสโคป
 - การทำ polish section
- ฯลฯ



บรรณานุกรม

1. วิวัฒน์ โติธิรกุล, 2551, *คุณสมบัติทางกายภาพของแร่ (Physical properties of minerals)*, เอกสารประกอบการบรรยายให้กับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ราย 2 มกราคม 2551, 8 หน้า
2. สำนักพัฒนาและส่งเสริม, 2550, *คุณลักษณะของแร่ตามมาตรฐานการใช้งานและการซื้อขายในตลาดแร่*, สำนักวิชาการแร่ ศูนย์สารสนเทศอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 267 หน้า
3. อรกุล โภคากรวิจารณ์, 2543, *แร่*, กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, บริษัทประชาชน จำกัด, กรุงเทพฯ, พิมพ์ครั้งที่ 4, 272 หน้า
4. Cornelius S. Hurlbut, JR., 1963, *Dana's Manula of Mineralogy*, 17th Edition, USA, 609 p.
5. http://www.dmr.go.th/02_Know/min_encyclopedia/physicpro3.html