



南京宏创地质勘查技术服务有限公司

Nanjing Hongchuang Geological Exploration Technology Service Co., Ltd

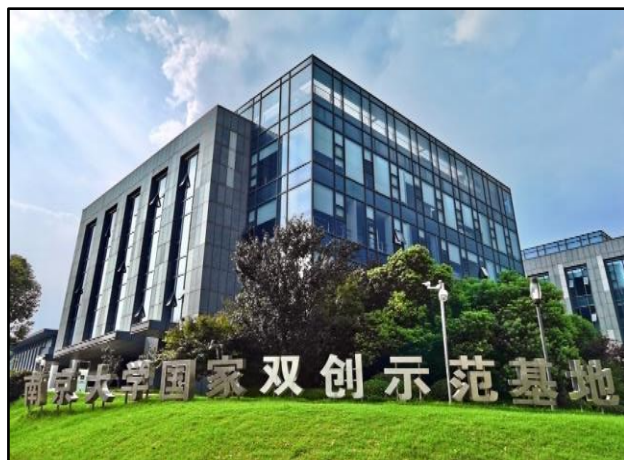
南京宏创TIMA实验室介绍



TIMA实验室配备仪器为**TESCAN MIRA3 场发射扫描电子显微镜**，并加装了4个EDAX能谱探头以及原厂配备的BSE、CL探头，于**2019年**投入测试业务当中，至2024年底统计已经完成**超1500批**测试，有着丰富的测试经验。实验室主要测试业务为：**TIMA测试、SE/BSE电镜图像拍摄、能谱测试分析**，业务范围覆盖了**地质勘探、冶金选矿**、工程建设、城市环境、考古学、半导体材料、生物医药等多个领域。实验室配备了两名科研人员，提供专业的检测服务。



SEM
TESCAN MIRA3 LMH/
TIMA X
配备探头
TESCAN BSE探头
TESCAN CL探头
EDAX Element 30*4



实验室位于南大科学院



TIMA实验室“人机分离”环境



目 录

一、TIMA仪器测试概述

二、TIMA测试类型及实例

三、TIMA与其他仪器联用



TIMA-仪器组成

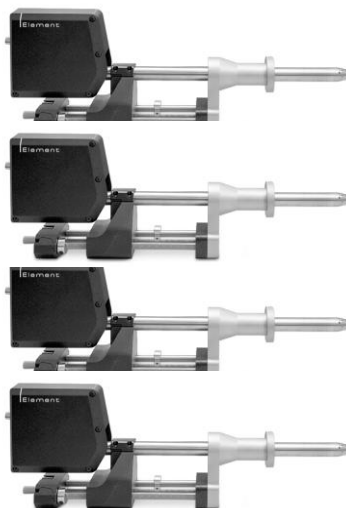
TIMA (Tescan Integrated Mineral Analyzer) 综合矿物分析系统是**基于扫描电镜(SEM)**的矿物全自动化定量分析系统。

扫描电镜



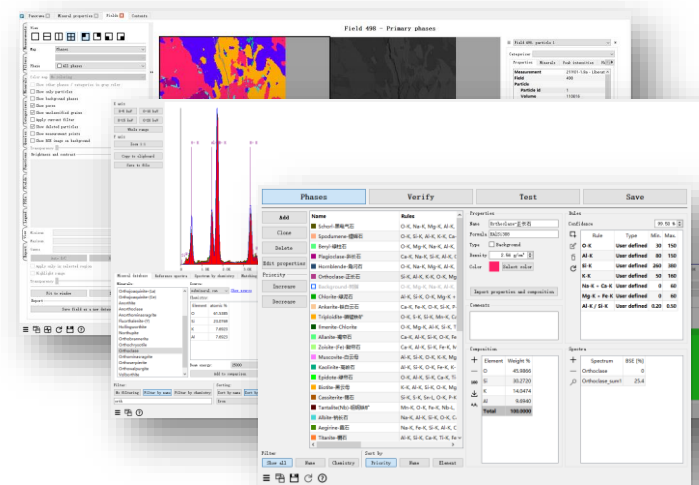
TESCAN MIRA3 LMH
高空间分辨率，大容量样品仓
配备了BSE和CL探头

四个能谱仪



硅漂移探测器EDAX Element 30*4
相同测试条件下用时更短

高性能分析软件



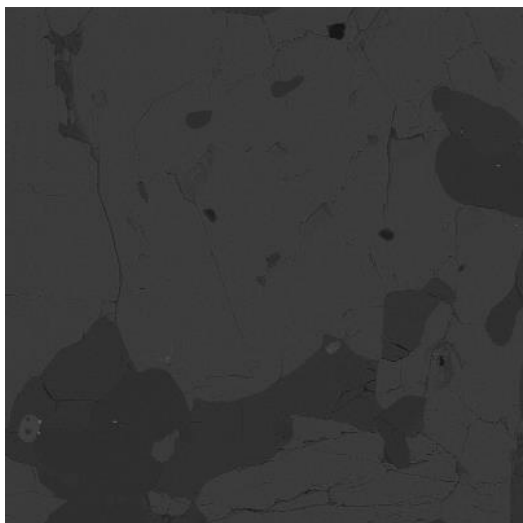
TESCAN分析软件
数据报告类型多种多样
配有离线版软件查看数据



TIMA-测试原理

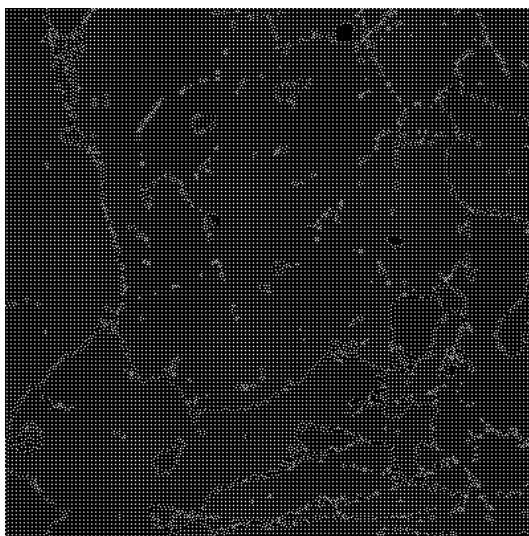
TIMA测试本质是利用能谱仪分析矿物相数据，利用BSE探头获取矿物相位置，两者利用软件结合对数据整体分析处理，生成不同种类的报告。

拍摄BSE



根据BSE衬度区分矿物边界

能谱仪智能打点



在矿物上均匀打点
在矿物边界处加密打点

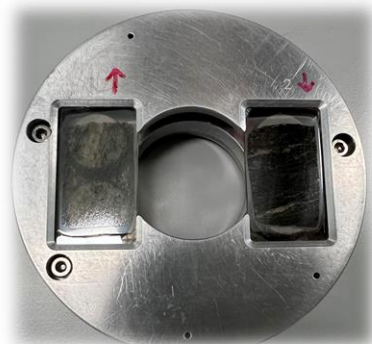
软件处理数据



对采集的数据进行分析处理
识别各个物相类型

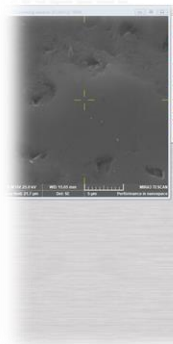


TIMA-测试流程

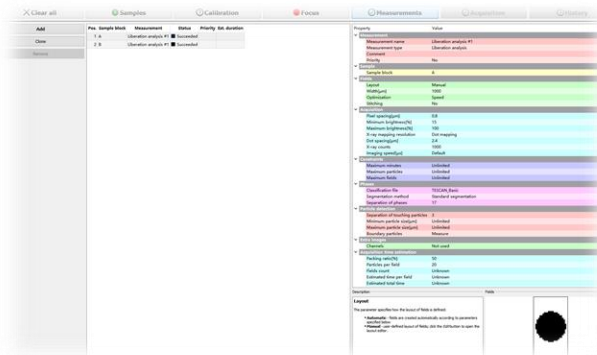


已镀膜矿物样品

送入样品仓

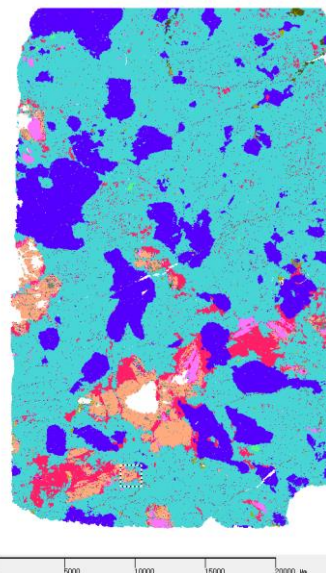
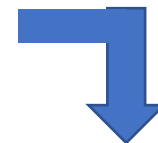


电镜参数调节、校准仪器



建立测试模式、设定测试条件、选择测试区域

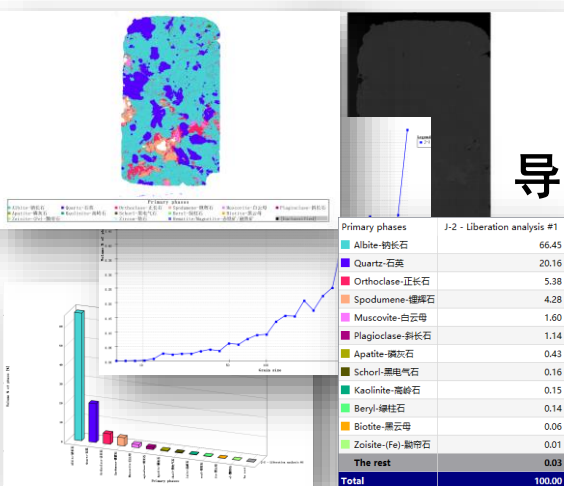
得到未处理的数据



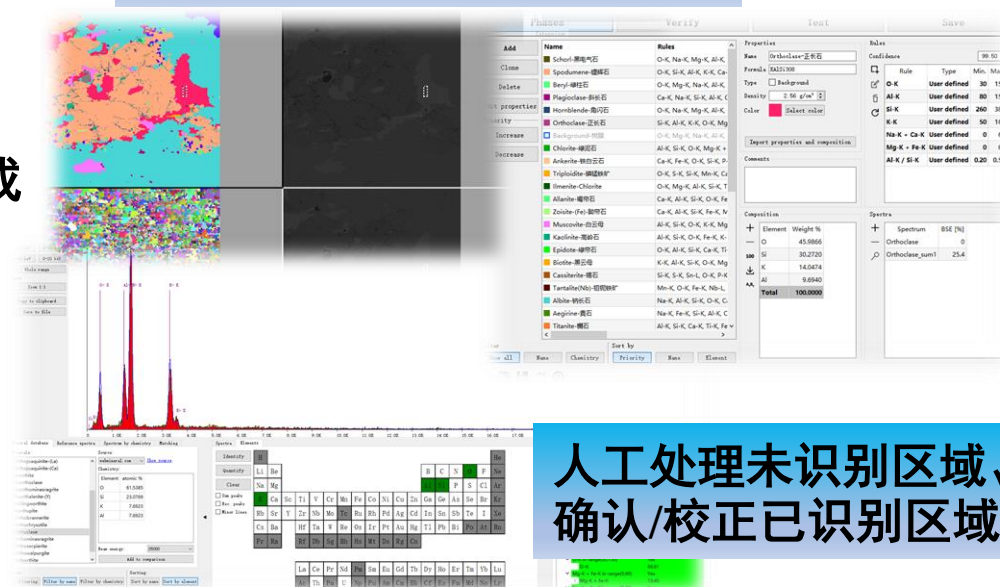
数据处理完成



导出数据报告



数据图表



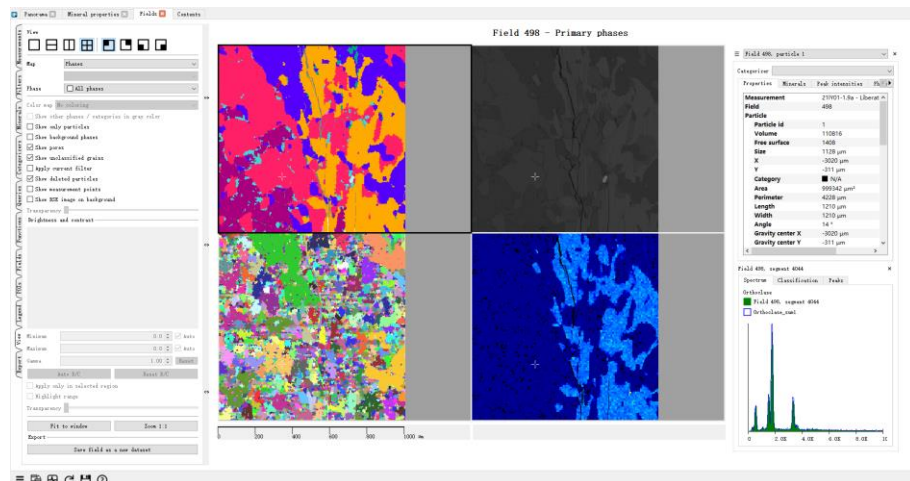


TIMA仪器测试概述

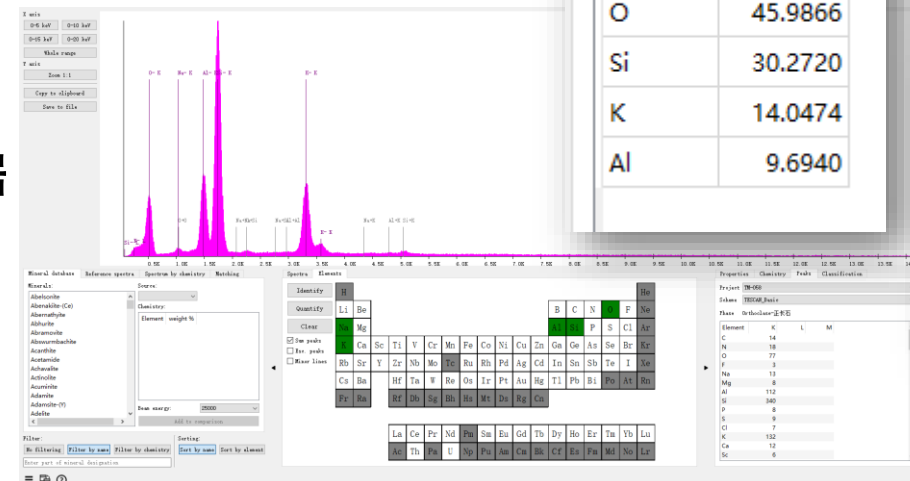


南京宏创地质勘查技术服务有限公司
Nanjing Hongchuang Geological Exploration Technology Service Co., Ltd

TIMA-数据分析流程



调出能谱数据



Element	atomic %
O	61.5385
Si	23.0769
K	7.6923
Al	7.6923

寻找未识别区域或需要确认的已识别区域

根据元素种类含量信息结合标准数据库
([Mineralogy Database \(webmineral.com\)](http://webmineral.com))确
认其矿物类型

Scheme

TESCAN_Basio 2021

Phase

Orthoclase

Element	K	L	M
C	1		
N	4		
O	101		
F	2		
Na	4		
Mg	5		
Al	120		
Si	370		
P	5		
S	5		
Cl	6		
K	174		
Ca	12		
Sc	5		

Phases	Verify	Test	Save
Add	Name	Rules	Properties
Close	Orthoclase (正长石)	Al ₂ Si ₂ O ₆ (K, Na, Ca)	Formula: (K, Na, Ca)AlSi ₃ O ₈
Delete	Orthoclase (正长石)	Al ₂ Si ₂ O ₆ (K, Na, Ca)	Type: User defined
Edit properties	Orthoclase (正长石)	Al ₂ Si ₂ O ₆ (K, Na, Ca)	Weight: 100
Priority	Orthoclase (正长石)	Al ₂ Si ₂ O ₆ (K, Na, Ca)	Color: Select color
Decrease	Orthoclase (正长石)	Al ₂ Si ₂ O ₆ (K, Na, Ca)	Report properties and composition

在数据库中编辑/添加该矿物相
调整相应元素含量 (X-ray计数) 的范围

Orthoclase Mineral Data

General Orthoclase Information

Chemical Formula: $KAlSi_3O_8$

Composition: $KAlSi_3O_8$

Empirical Formula: $KAlSi_3O_8$

Environment: Intrusive and extrusive igneous, and metamorphic rocks.

IMA Status: Valid Species (Pre-IMA 1923)

Locality: Common world wide occurrences. Link to Mindat.org Location Data

Name Origin: From the Greek orthos - "right" and kato - "I cleave" in allusion to the mineral's right angle of good cleavage.

Name Pronunciation: Orthoclase - Pronunciation: www.youtube.com/watch?v=9v8v8v8v8v8

Synonym: Adularia

Orthoclase image

Images:

Orthoclase Lorenzite

Comments: Striated, dark violet crystal of lorenzite in cream-colored orthoclase. Location: Khilim Massif, Kola Peninsula, Russia. Scale: 1.3 x 1.2 cm. © John Strewe

Orthoclase

Comments: Carlsbad twinned crystal of orthoclase. Former Martin Olsen Forsell collection. Location: Zaslavsk, Mordovia, Russia. Scale: 5.2x4.6x2.2 cm. © Tamas Moravcsik

Orthoclase

Comments: Gemmy, twinned adularia (orthoclase) specimen in matrix. Former Daily Museum collection. Location: Thompsonville, Tennessee, USA. Scale: Crystal size 3x2 cm.



TIMA-检出限

H																	He
~~Li~~	~~Be~~											~~B~~	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn						
			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

TIMA可检测的元素(白色), 灰色及斜线标识元素不可测

TIMA能测到的矿物最小粒径在1 μ m, 但高精度测试会耗费更长的时间, 一般精度下最小识别粒径为2~3 μ m。

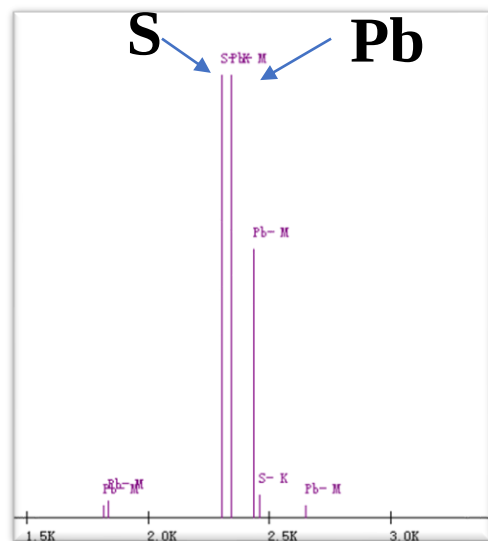
能谱仪检出限为 0.1~0.5%(1k-5k ppm), 若是目标元素已成矿且测试精度足够, TIMA也是可以测到的。

TIMA测试为矿物定量分析, 对于单一矿物的元素分析是半定量分析

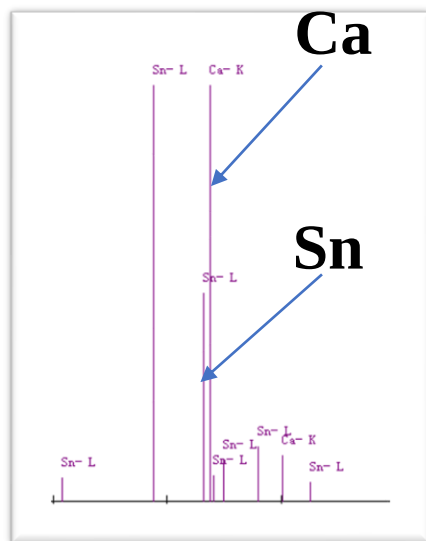


能谱谱线重叠情况及影响

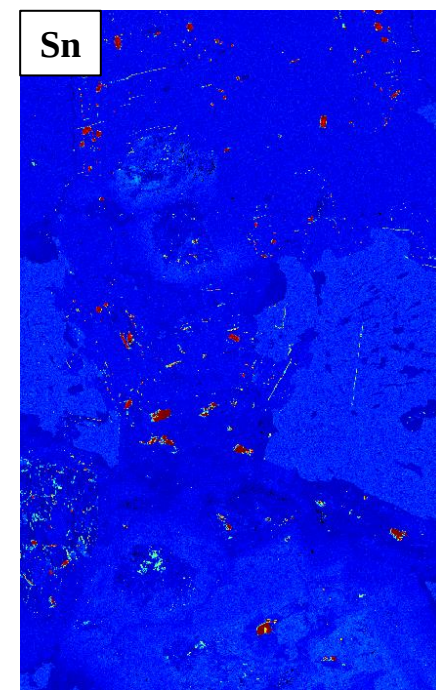
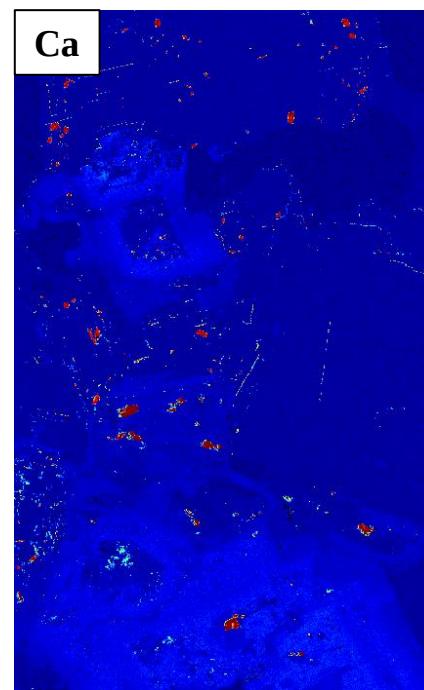
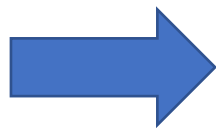
能谱中不同元素的各个线系之间会有重叠混淆的情况，与其x射线激发的原理有关，**不可避免**；这会对TIMA测试生成的**元素分布图**产生影响，也会给数据分析造成一定不便。



S和Pb谱线重叠



Ca和Sn谱线重叠



Ca元素面扫(左)和受到影响的Sn元素面扫(右)



TIMA-数据结果类型

内容	说明	数据格式
1.BSE图	获取的样品整体BSE图像	原始图（高清大图）+Big图（适合放在PPT中）
2.矿物相图及图例	处理完成的矿物相分布图	
3.矿物体积及质量百分含量	体积=面积*1；质量=体积*矿物标准密度；体积百分含量更为准确	Excel/柱状图/条形图/饼状图
4.元素分布图	单一元素或多种元素叠加的相对含量分布图	原始图（高清大图）
5.矿物分布图	单一矿物在样品整体BSE图像上高亮显示其分布位置	原始图（高清大图）
6.矿物粒径分布	不同粒径范围的某种矿物占该矿物含量的百分比或占样品总量的百分比	Excel/柱状图/条形图/饼状图/3D图
7.矿物解离度分布	单一矿物在另一种矿物或所有矿物中不同程度的解离度的占比	Excel/柱状图/条形图/饼状图/3D图
8.TIMA原始数据及正版软件软件	配有电镜和TIMA基础知识和操作说明	容量较大

测试的结果实验室会永久保存，一次测试可以直接得到所有信息，随时可以导出数据结果使用。



TIMA-数据结果类型

报告种类全面：

1. 矿物粒径的形态及大小分布特征
2. 矿物的形态、大小、密度、解离度、共生关系、自由表面积等
3. 元素的含量及分布等
4. 每个报告的横、纵轴及显示结果均有多种选项可自定义编辑
5. 报告呈现方式多样：相图、2D/3D统计图、统计表

配备离线版软件供客户使用(附加操作说明)

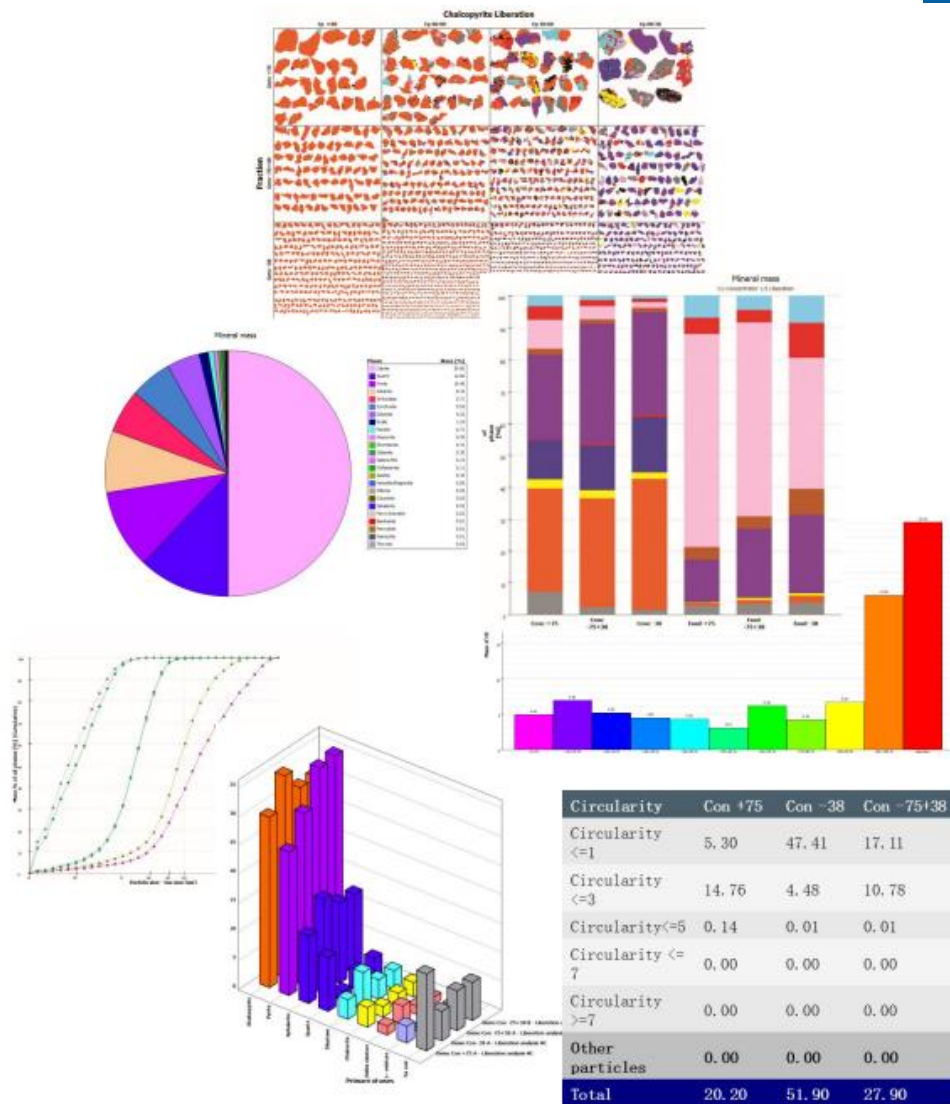
- TIMA--操作方法
- TIMA--发表文章
- TIMA--介绍
- TIMA--软件安装

HASPUserSetup (正常运行软件不需要安装驱动) .exe

HC-TIMA-软件安装流程.pdf

tima-setup-2-4-2-build-1457.exe

- 1. TIMA数据采集.pdf
- 2. TIMA矿物集合修改.pdf
- 3. TIMA报告输出.pdf
- HC-TIMA-矿物颜色修改.docx
- HC-TIMA-软件操作.pdf
- TIMA数据查看教程.mp4
- 南京宏创TIMA导出数据操作流程.pdf

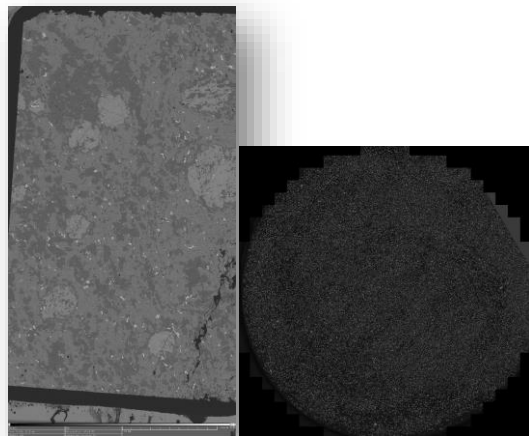




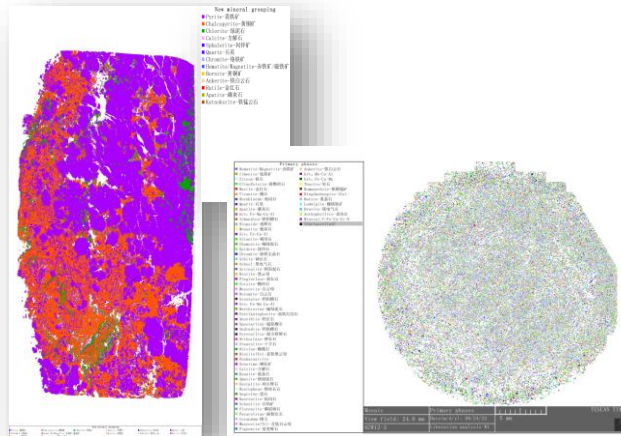
TIMA仪器测试概述



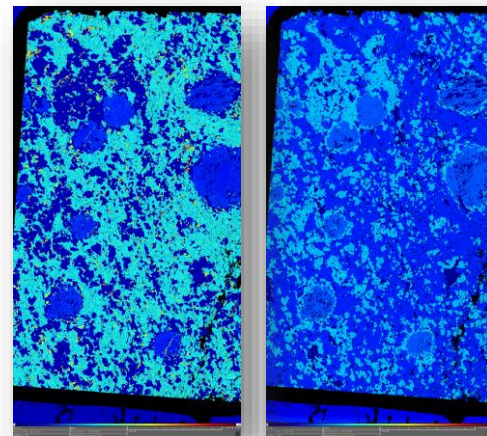
南京宏创地质勘查技术服务有限公司
Nanjing Hongchuang Geological Exploration Technology Service Co., Ltd



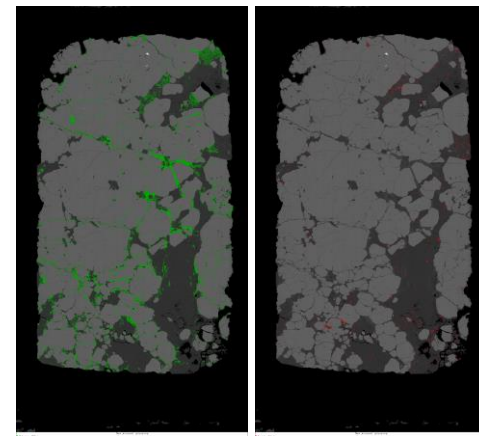
BSE图



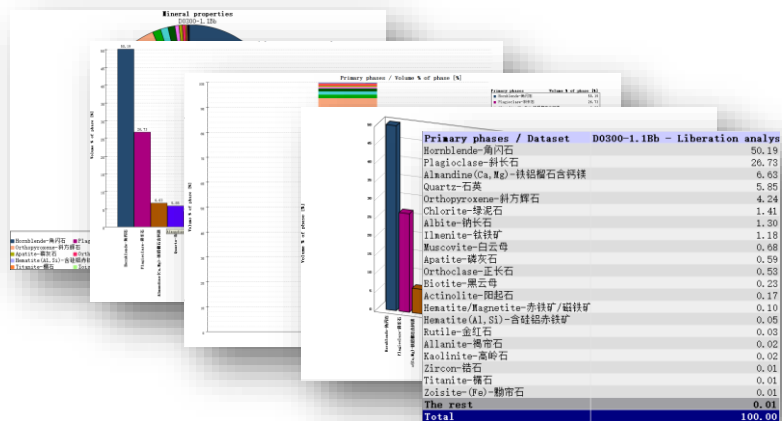
矿物相图及图例



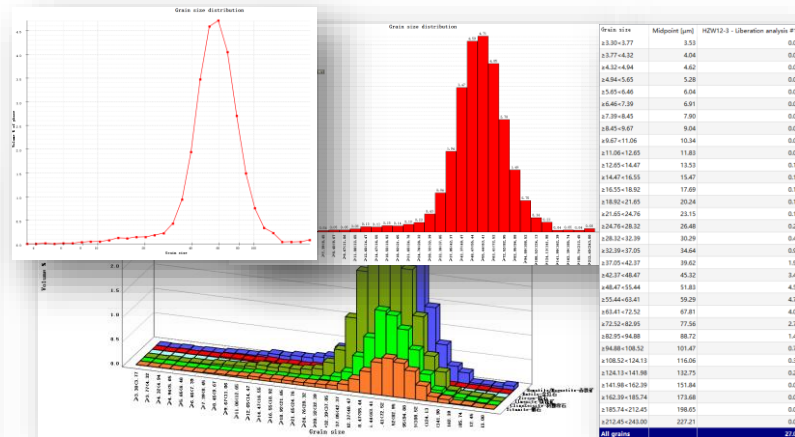
元素分布图



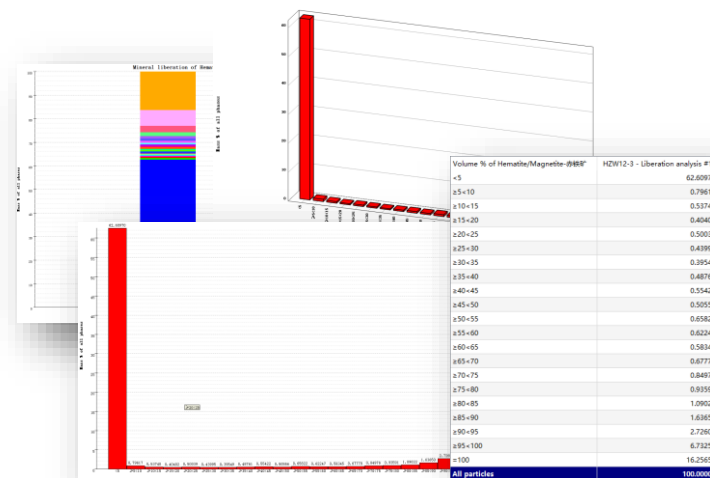
矿物分布图



矿物体积及质量百分含量



矿物粒径分布



矿物解离度分布



TIMA-测试样品尺寸要求



树脂靶样品台(直径2.5/3cm, 厚约1cm)



探针片样品台(长宽47.7 x 27mm, 厚约3mm)



光片直径<3厘米

原岩、块状样品



探针片

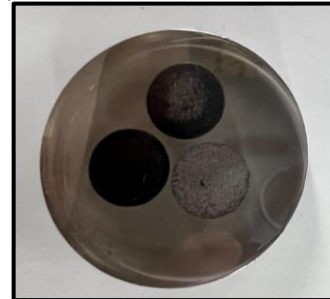


直径3厘米



直径2.5厘米

矿渣、土壤等粉末状样品



关注粒径分布的样品

树脂靶片

直径3厘米



- 块状样品制备探针片可保留更大的样品区域
- 粉末状样品制备树脂靶后更有利于原位分析测试



TIMA-制靶工艺

制
靶
设
备



抛光液：QMOVE金刚石悬浮液(粒径为 $0.5\mu\text{m}$)

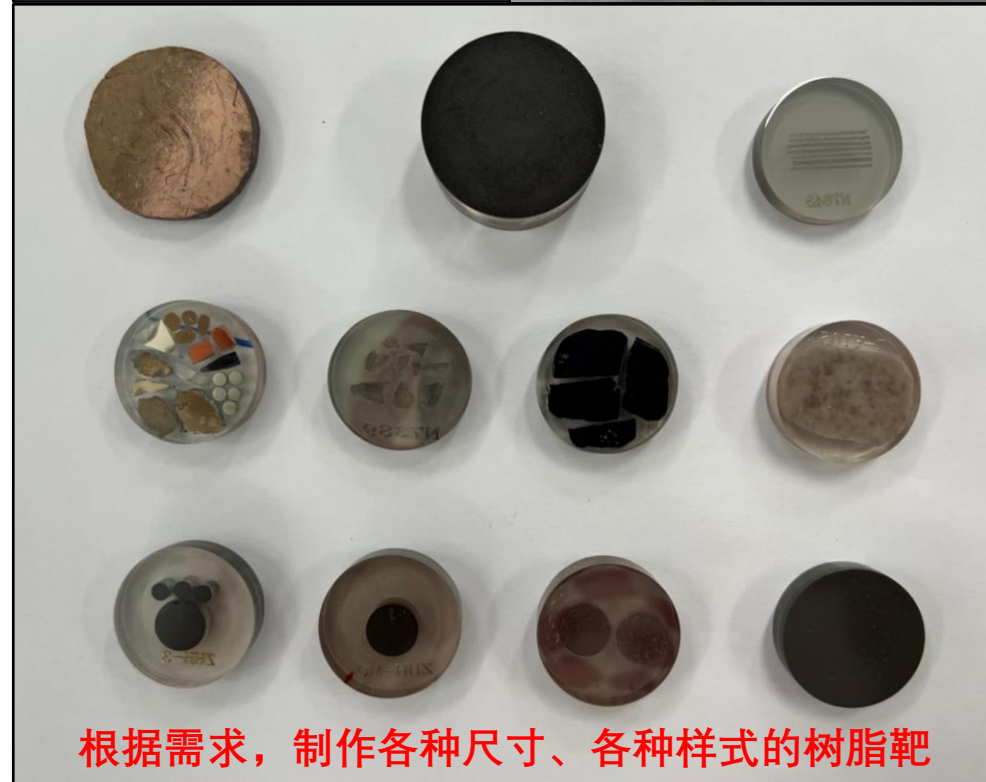
- 常规树脂靶直径为 2.5cm/3cm
- 可以直接将岩块制备成树脂靶大小的光片
- 粒径为 $0.5\mu\text{m}$ 的金刚石悬浮液可以避免样品制备后有残留污染样品



烘箱



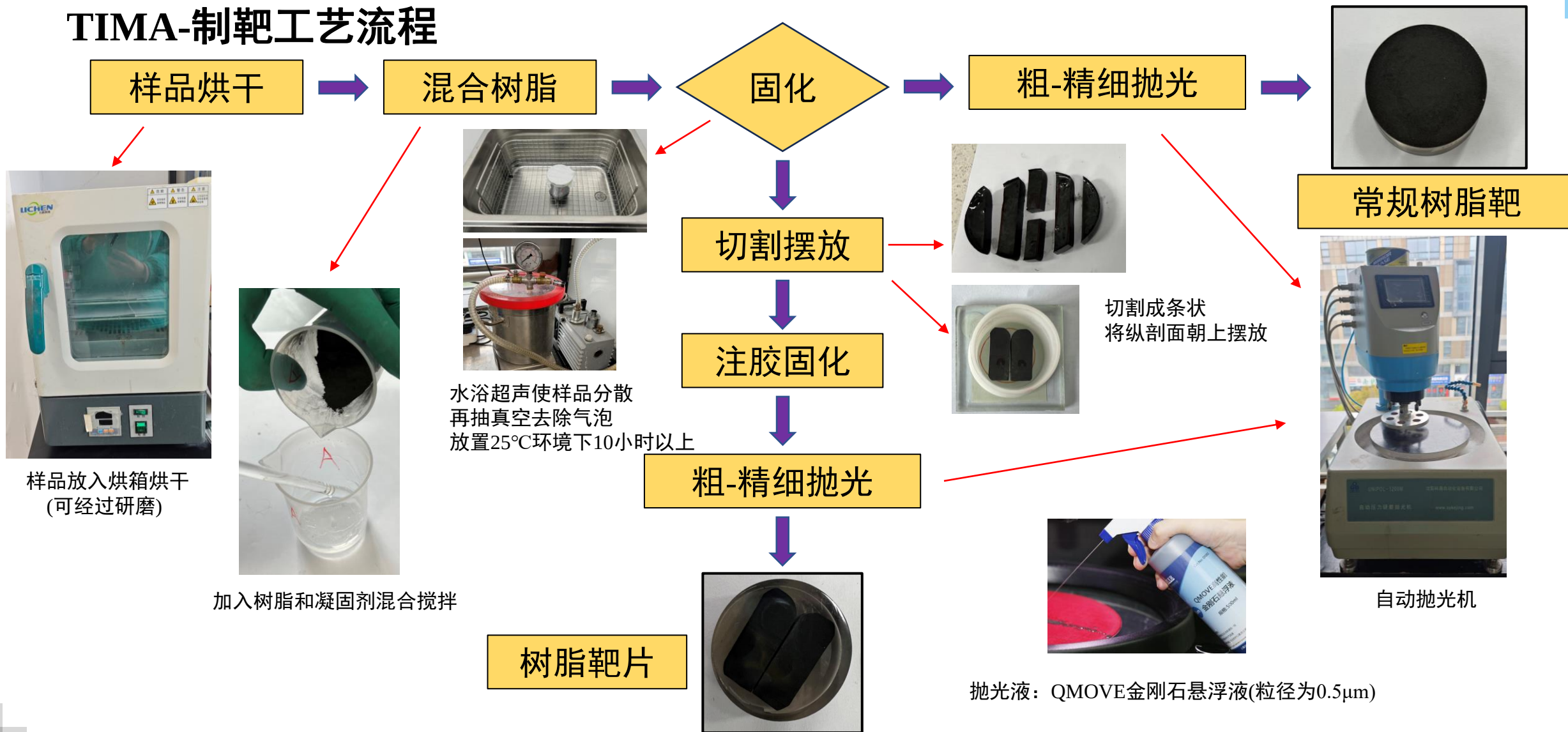
自动抛光机



根据需求，制作各种尺寸、各种样式的树脂靶



TIMA-制靶工艺流程





目 录

一、TIMA仪器测试概述

二、TIMA测试类型及实例

三、TIMA与其他仪器联用



TIMA测试类型

1.原岩样品分析

分析原岩（火成岩、沉积岩及变质岩）的**矿物种类和含量**、形态特征、**元素分布**、矿物之间的**嵌布关系**（连生-共生-包裹体）

2.陨石样品分析

分析陨石中各矿物相的元素成分特征、**寻找关键元素**

3.重点矿物精细分析

分析**包裹体**矿物种类，矿物**环带**的元素分布差异

4.层状样品研究（地层连续剖面、钻井**岩心**）

5.岩性界面（**矿物热液蚀变**、**接触关系**）

6.定位/寻找特征矿物（定年矿物、**关键金属**）

7.TIMA重矿物鉴定（**高效、快速**，**约1300/每件**）

8.冶金、选矿工艺

分析**金属元素赋存状态**，**精尾矿中****有用矿物含量**，矿物粒径分析、解离度分析

9.土壤样品分析

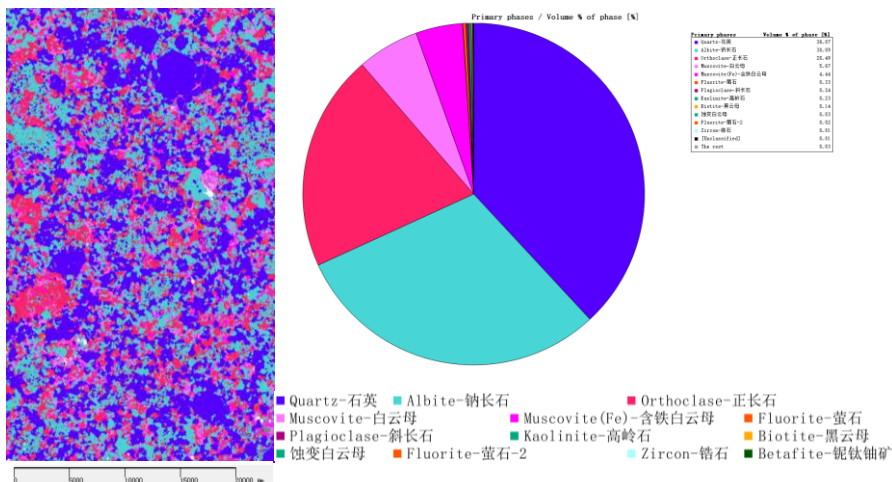
分析土壤中矿物组成及含量、黏土矿物类型，检索**关键金属**或**有害元素(已成矿)**赋存情况

10.其他

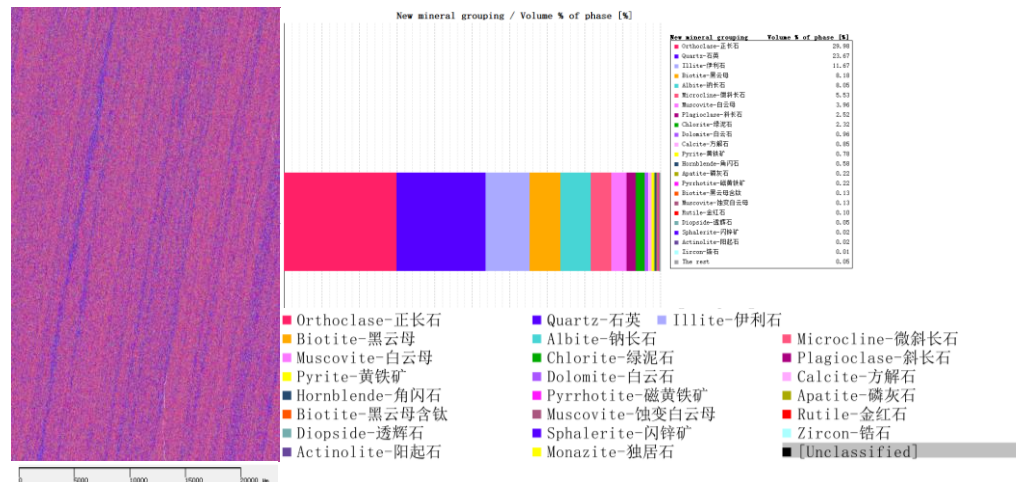


原岩样品分析

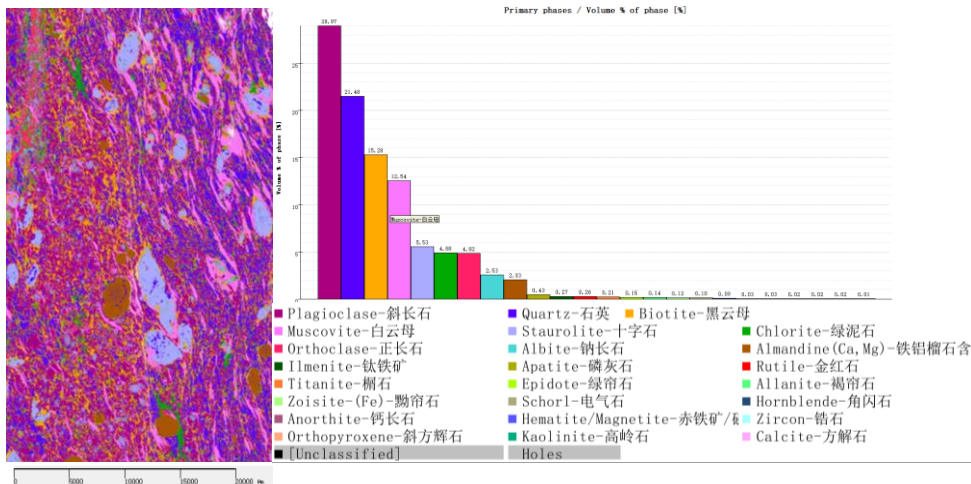
岩浆岩



沉积岩



变质岩

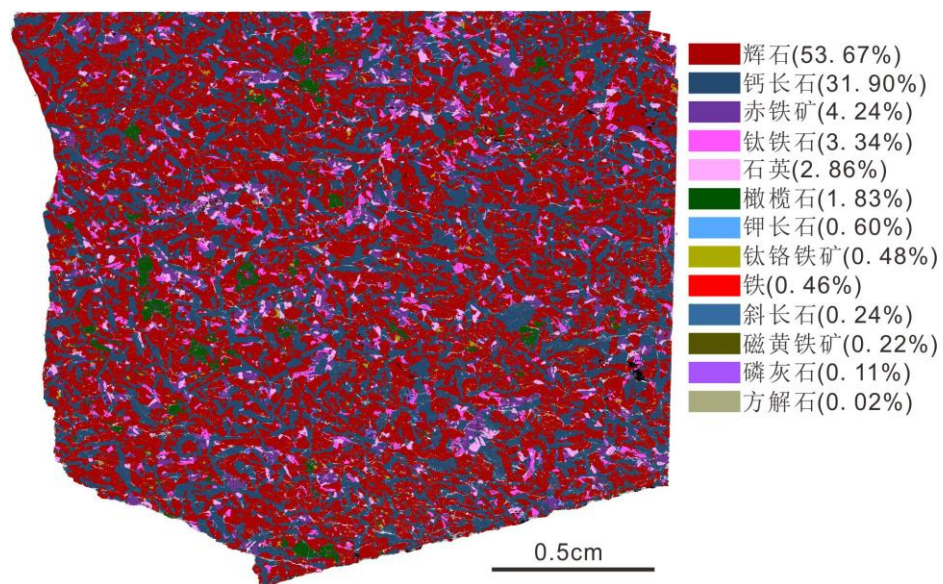


- 样品**定量分析**矿物种类及含量信息
- 分析构造变形期次、**岩性界面**
- 分析矿物**分布特征**、**嵌布关系**
- 快速检索关键矿物、**定年矿物**、**有机质**
- 区分**黏土矿物**种类、**副矿物**种类
- 研究**关键元素**赋存情况
- ...

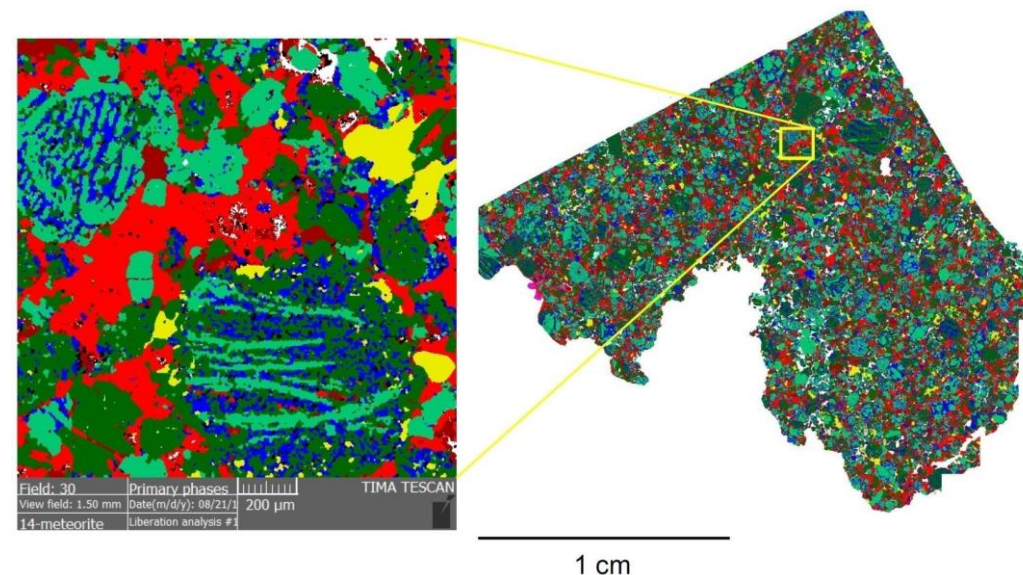


陨石样品分析

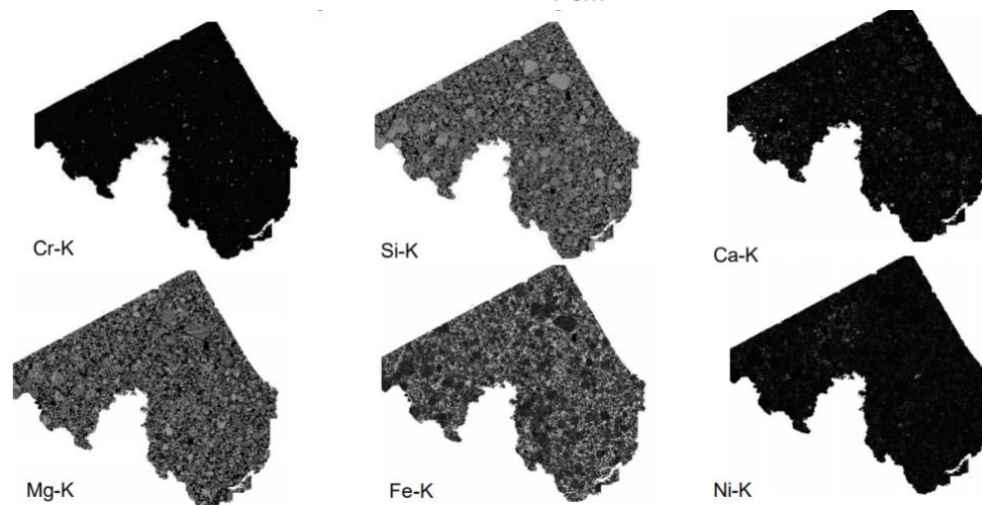
- 识别**未知**矿物，获取其**分布位置**及元素组成信息
- 检索**关键元素**及赋存状态
- 主量元素面扫
- ...



矿物相分布



元素面扫





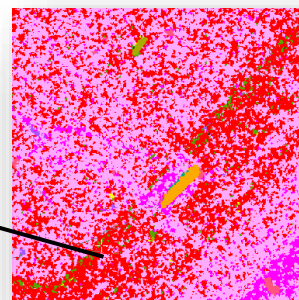
重点矿物精细分析

斜长石环带分析，分类各个端元，
体现元素成分差异

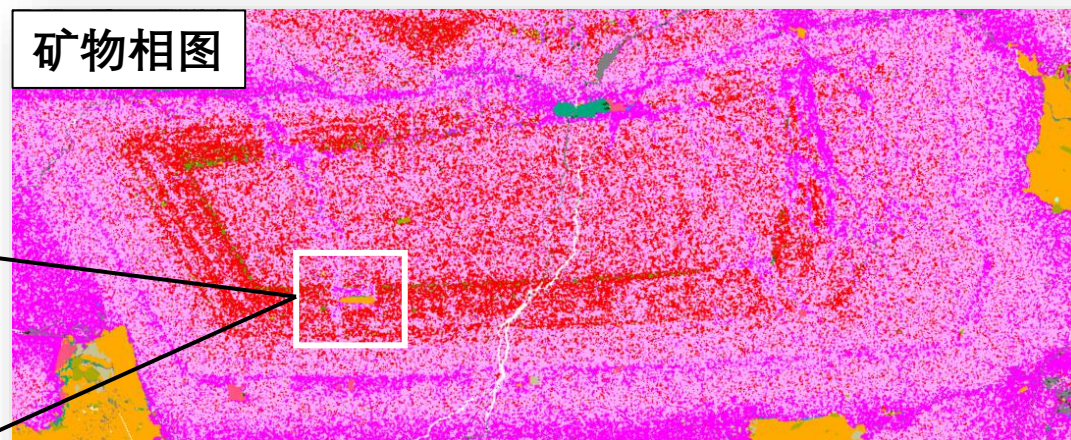
逐点分析化
学元素含量

Plagioclase-3
BE signal level: 19.5%

Element	K
O	89
Na	24
Mg	13
Al	161
Si	281
K	22
Ca	80
Fe	9

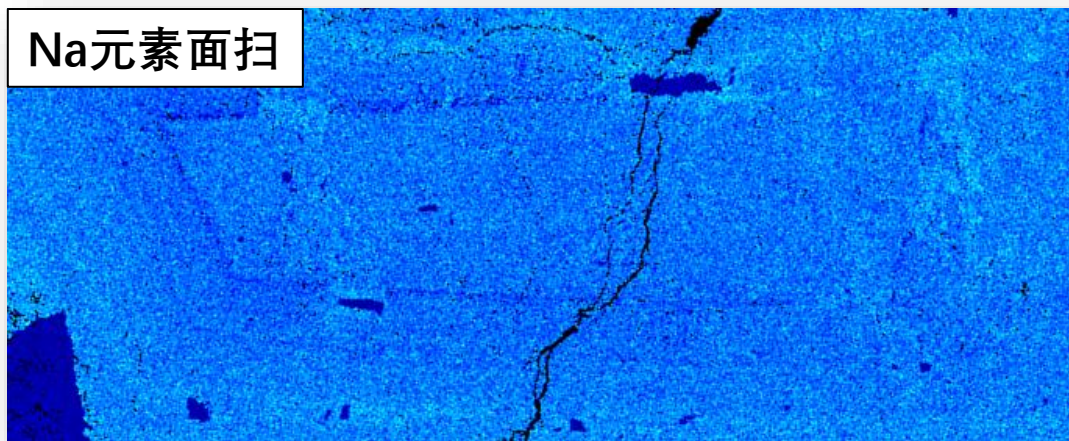


矿物相图

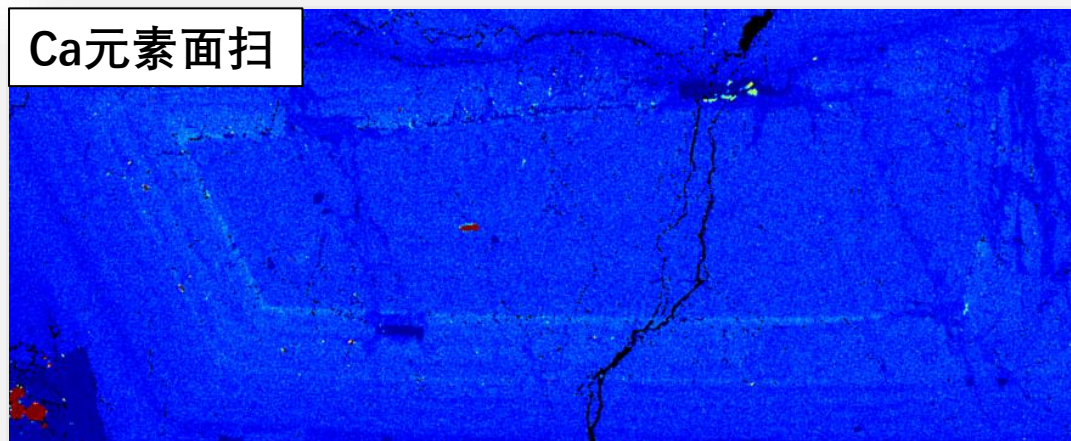


■ 培长石 ■ 拉长石 ■ 中长石 ■ 奥长石
■ 绿泥石 ■ 黑云母 ■ 磷灰石

Na元素面扫



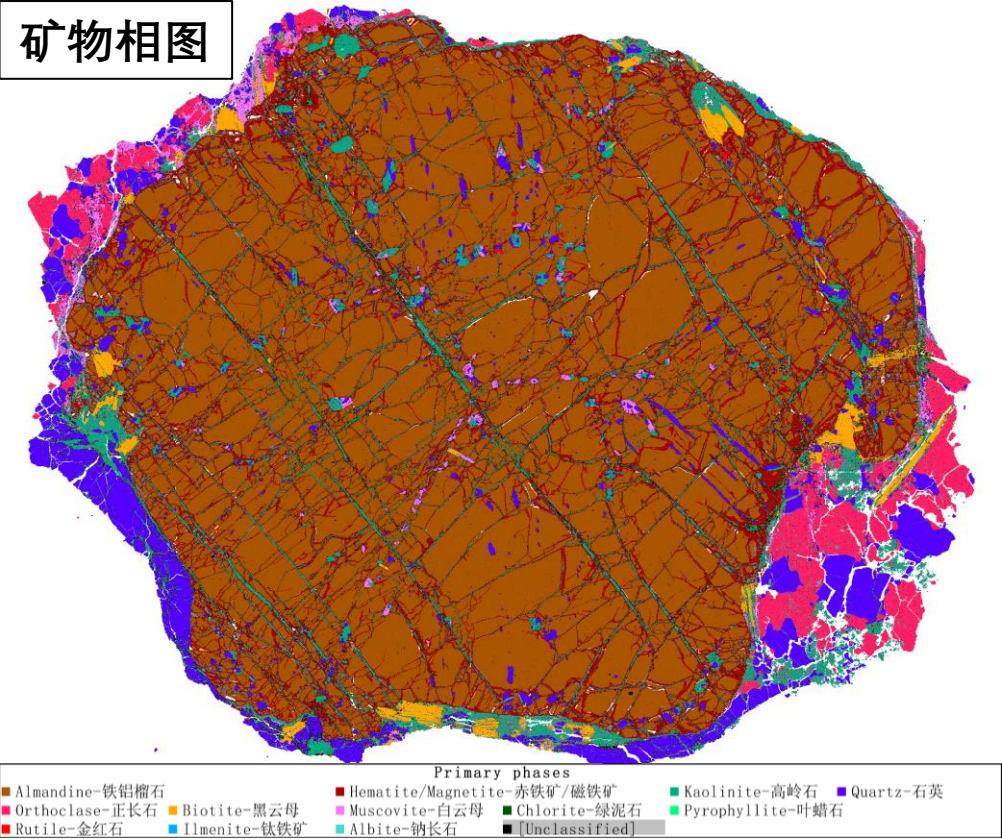
Ca元素面扫





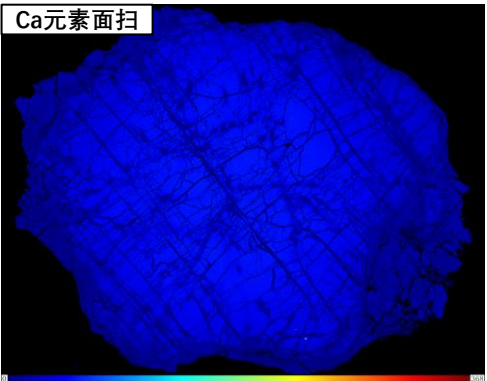
重点矿物精细分析

矿物相图

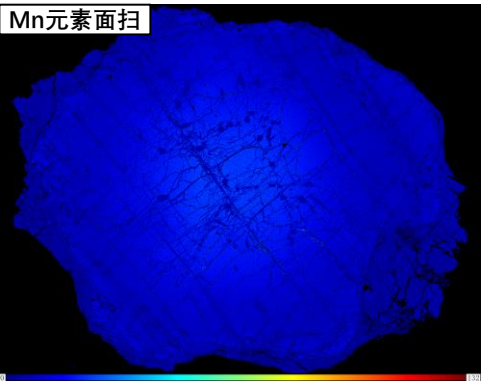


石榴子石单颗粒精细分析，识别其中包体、流体种类及含量特征

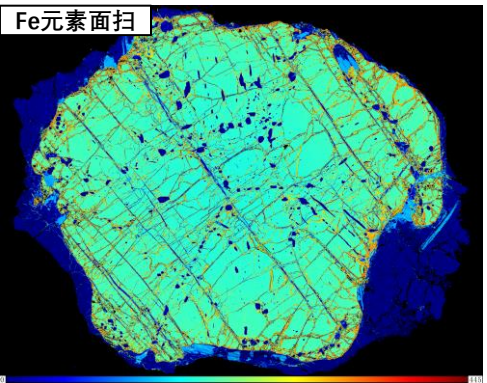
Ca元素面扫



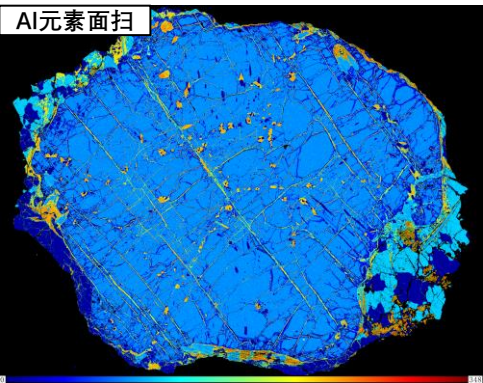
Mn元素面扫



Fe元素面扫



Al元素面扫



矿物体积百分含量

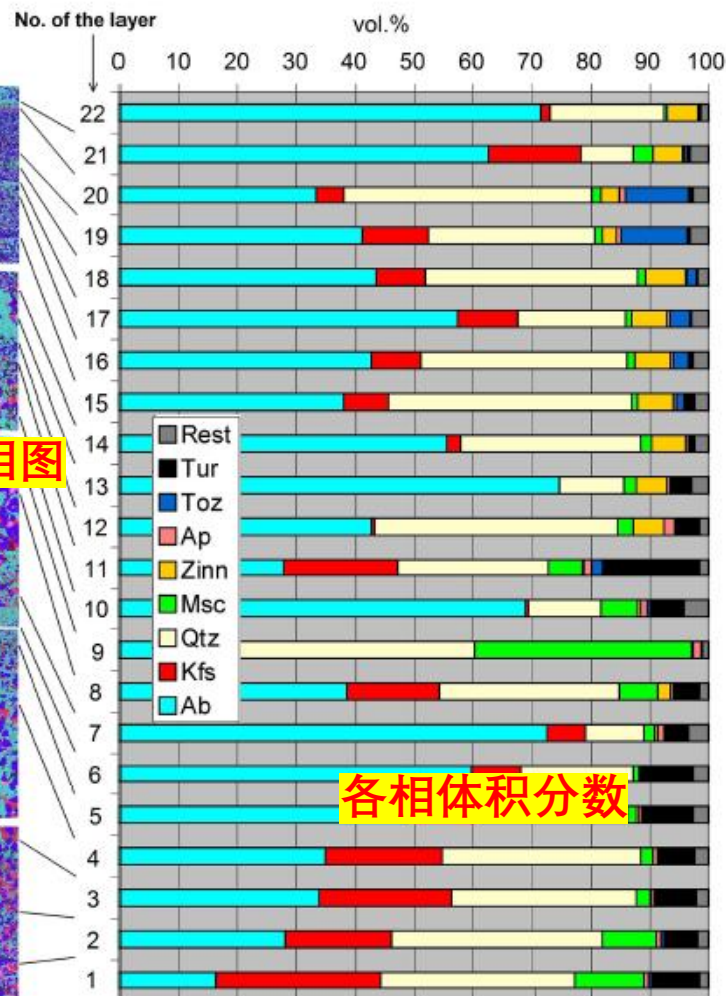
Almandine-铁铝榴石	57.1331502684950
Hematite-赤铁矿	16.6742841406412
Kaolinite-高岭石	8.9574454928721
Quartz-石英	7.6855935581565
Orthoclase-正长石	4.7902260833066
Biotite-黑云母	1.9840780806153
Muscovite-白云母	1.8005087797592
Chlorite-绿泥石	0.5603323972892
Pyrophyllite-叶蜡石	0.2552074878623
Rutile-金红石	0.0825432403776
Ilmenite-钛铁矿	0.0187833317505
Albite-钠长石	0.0122451728895
Apatite-磷灰石	0.0092211052093
Zircon-锆石	0.0068278412618
Plagioclase-斜长石	0.0045699429223
Sillimanite-夕线石	0.0032623111501
Xenotime-磷钇矿	0.0011776807886
Staurolite-十字石	0.0011506076670
Monazite-独居石	0.0005793648018
Calcite-方解石	0.0003573652048
Baryte-重晶石	0.0003113408981
Zoisite-(Fe)-黝帘石	0.0001624387295
Titanite-榍石	0.0000351950581
Pyrrhotite-磁黄铁矿	0.0000297804337
Allanite-榍石	0.0000108292486
[Unclassified]	0.0179061626113
Total	100.0000000000000

层状样品研究

不同层位

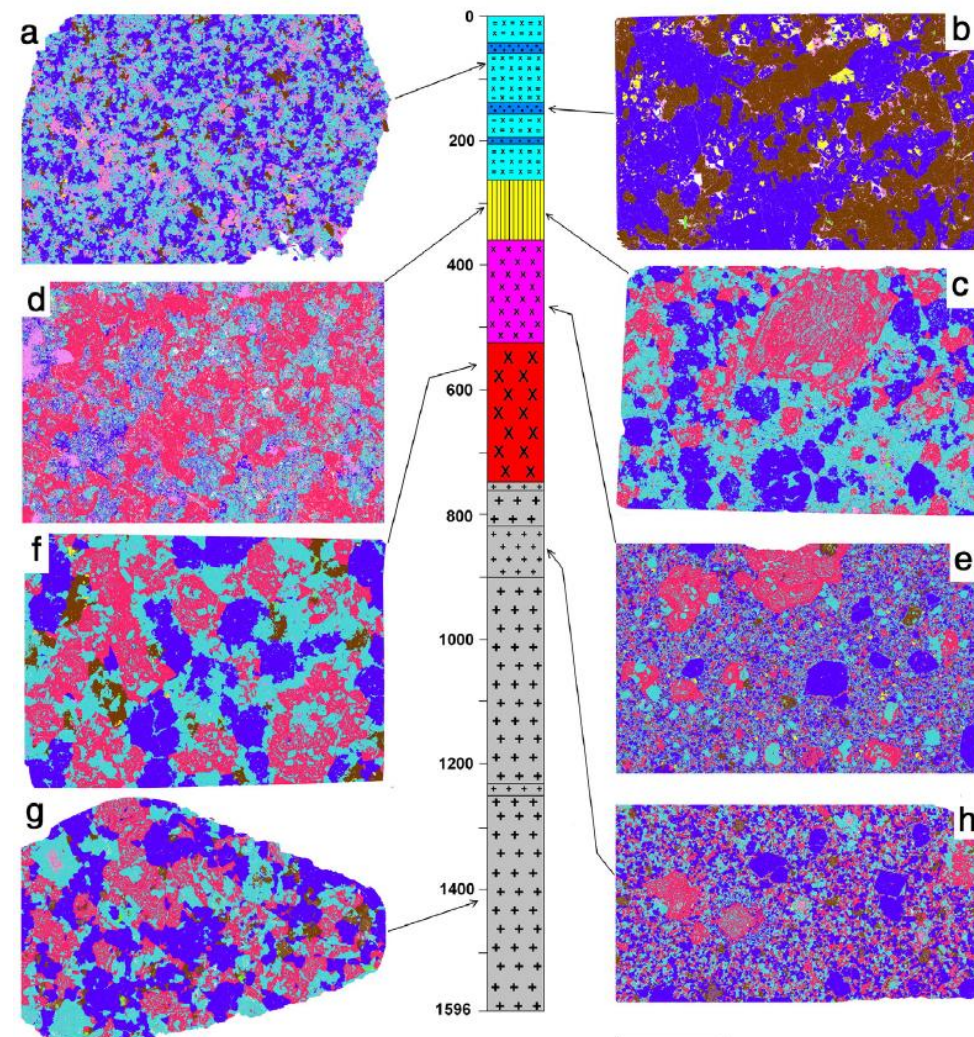


TIMA相图



钻井岩芯剖面

K. Breiteret al., 2018, Lithos



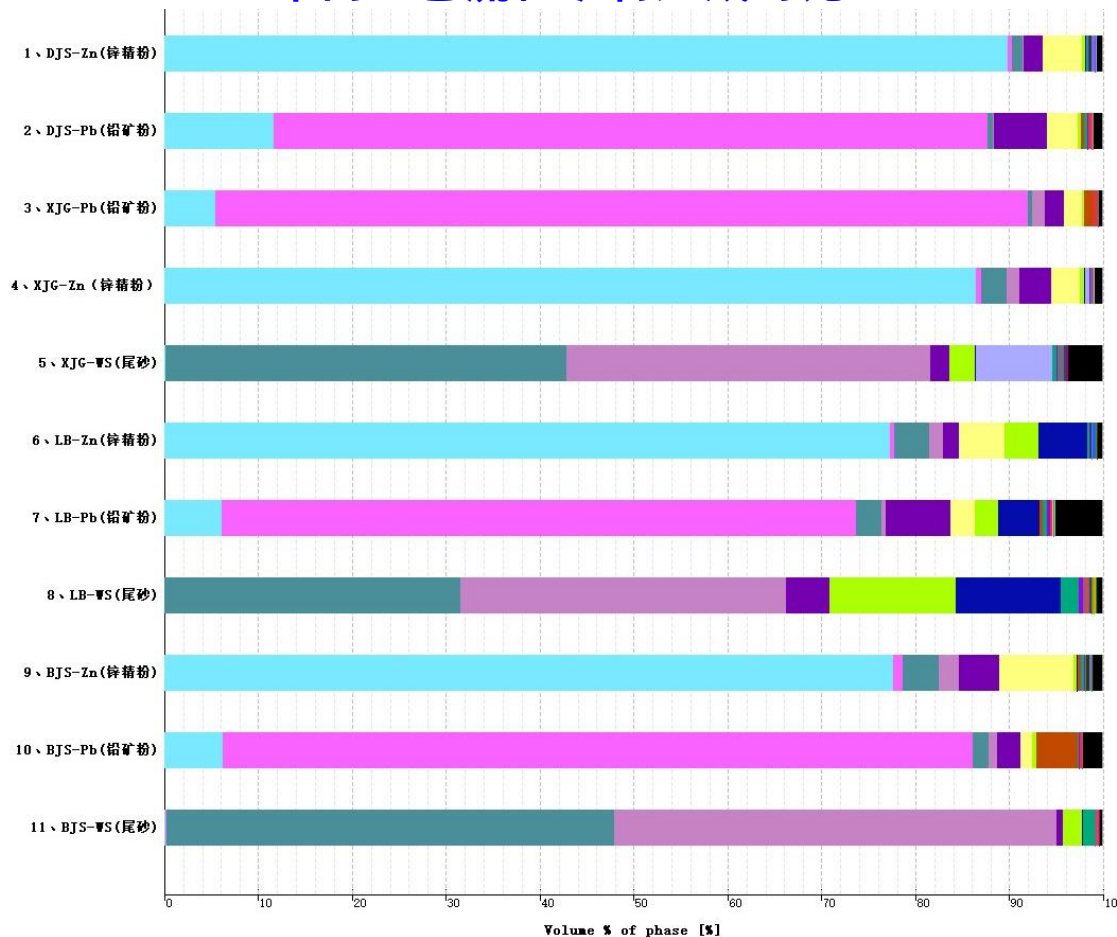
Upper intrusion
稀有金属花岗岩

K. Breiteret al., 2017, Lithos



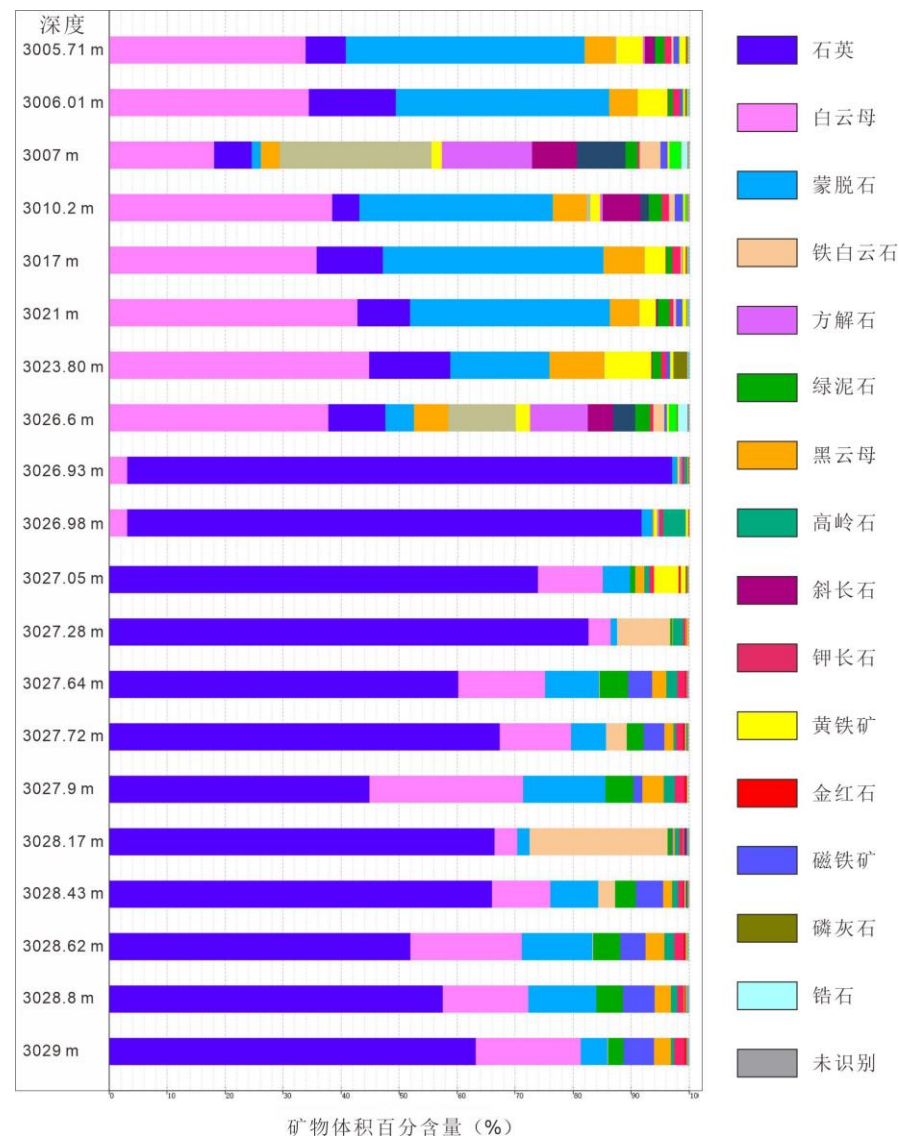
层状样品研究

不同工艺流程矿物组成对比



甘肃某矿山矿物工艺学研究

南海某井矿物组成变化



脆性矿物、黏土
矿物、碳酸盐矿
物随深度变化



定位/寻找特征矿物

原位微区定年

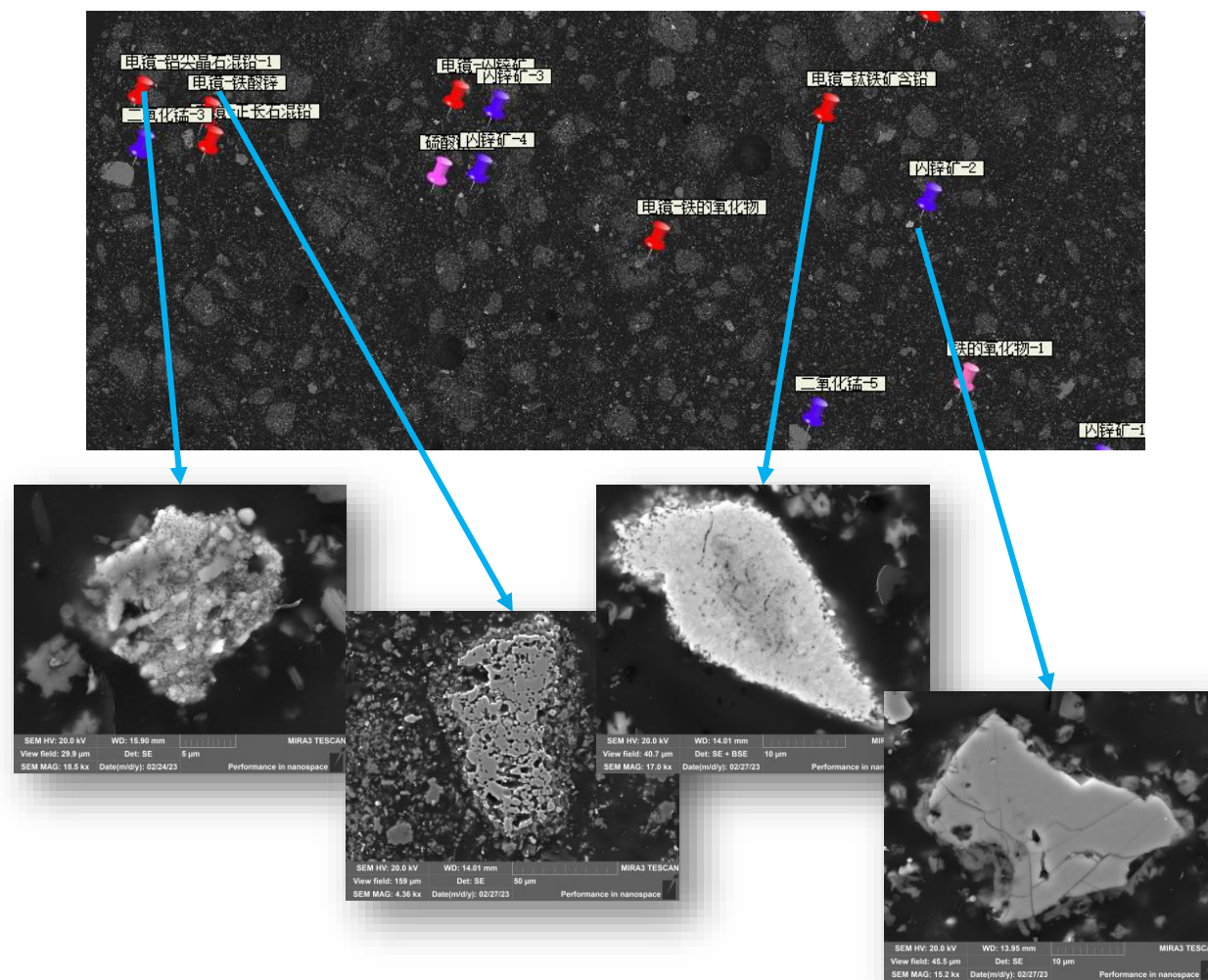


花岗岩中的磷灰石

片麻岩中的锆石

TIMA作为无损原位微区测试，可以快速检索定位到目标矿物，并于其他原位测试手段联用，达到实验目的

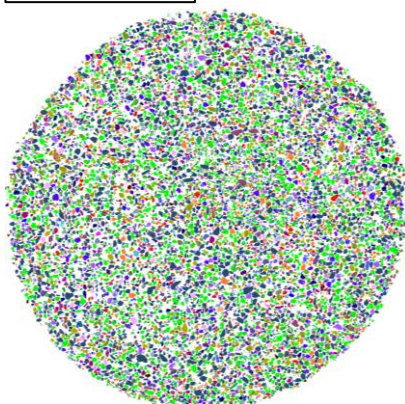
定位特征矿物拍摄电镜图像





TIMA重矿物鉴定

矿物相图



矿物含量

Primary phases (Volume % of phase [%])		
■ Hornblende-角闪石 26.17	■ Clinozoisite-斜闪石 17.79	■ Ilmenite-钛铁矿 5.11
■ Quartz-石英 5.03	■ Hematite/Magnetite-赤铁矿 4.4	■ Titanite-榍石 3.92
■ Grt: Fe-Mg-Ca-Al 3.65	■ Apatite-磷灰石 2.98	■ Chamosite-鲕绿泥石 2.87
■ Diopside-透辉石 2.44	■ Zoisite-矽石 2.33	■ Rutile-金红石 1.94
■ Schorl-黑电气石 1.72	■ Actinolite-铁阳起石 1.71	■ Plagioclase-斜长石 1.64
■ Calcite-方解石 1.44	■ Ferrosilite-斜方铁辉石 1.31	■ Kyanite-蓝晶石 1.28
■ Dolomite-白云石 1.21	■ Grt: Fe-Ca-Al 1.05	■ Ferrikatophorite-高铁红闪石
■ Almandine-铁铝榴石 1.00	■ Albite-钠长石 0.91	■ Muscovite-白云母 0.81
■ Grt: Fe-Ca-Mg-Al 0.76	■ Allanite-褐帘石 0.75	■ Anorthite-钙长石 0.56
■ Olivine-橄榄石 0.52	■ Grossular-钙铝榴石 0.47	■ Zircon-锆石 0.37
■ Biotite-黑云母 0.32	■ Staurolite-十字石 0.31	■ Orthoclase-钾长石 0.26
■ Enstatite-顽火辉石 0.23	■ Chromite-铬铁尖晶石 0.22	■ Berthierite-磁绿泥石 0.16
■ Grt: Mg-Fe-Ca-Al 0.12	■ Epidote-绿帘石 0.12	■ Hornblende-Titanite 0.12
■ Amesite-镁绿泥石 0.11	■ Monazite-独居石 0.11	■ Pigeonite-易变辉石 0.08
■ Tremolite-透闪石 0.08	■ Punkaruaite 0.08	■ Grt: Fe-Mn-Ca-Al 0.07
■ Anthophyllite-直闪石 0.07	■ Ankerite-铁白云石 0.06	■ Andradite-钙铁榴石 0.06
■ Pyrite-黄铁矿 0.06	■ Pyrrhotite-磁黄铁矿 0.05	■ Kaersutite-钛闪石 0.04
■ Hyalophane-钠冰长石 0.03	■ Aegirine-霓石 0.03	■ Spessartine-锰铝榴石 0.03
■ Kaolinite-高岭石 0.03	■ Xenotime-铈钽矿 0.03	■ Pargasite-韭闪石 0.02
■ Hercynite-铁尖晶石 0.02	■ Muscovite(Ti)-含钛白云母 0.02	■ Dravite-镁电气石 0.02
■ Paracelsian-副铌长石 0.01	■ Ludwigite-硼镁铁矿 0.01	■ Spinel-铁镁尖晶石 0.01
■ [Unclassified] 0.15	■ The rest 0.02	

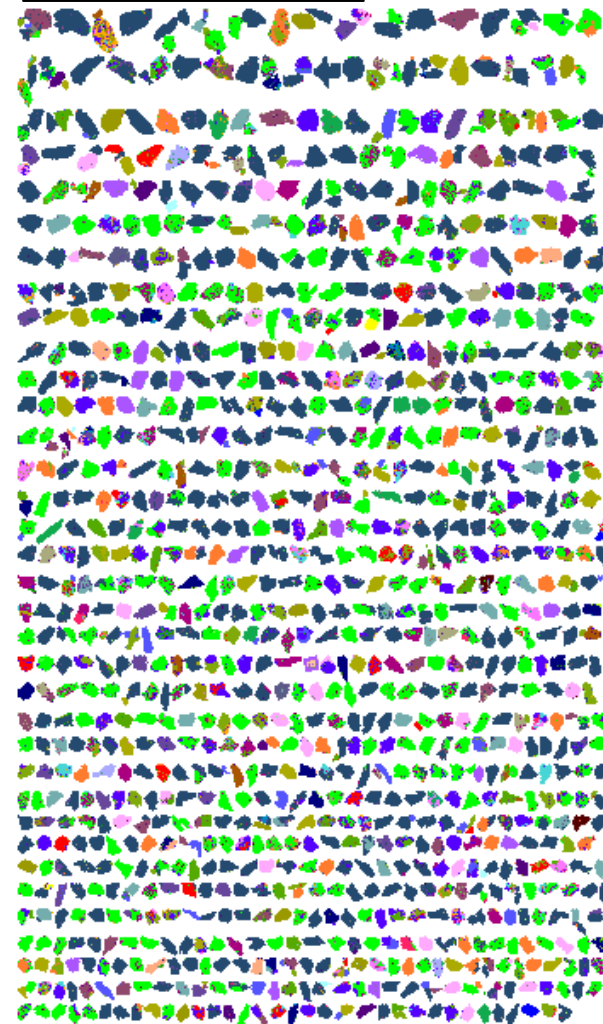
某河流重砂沉积物

- 获取速度快，可同时测试多个样品，但经费成本较高（约1300/件）
- 对于矿物种类识别的更加全面
- 可同时获得矿物粒径分布及样品形态特征信息
- 可随时调用能谱数据作为鉴定依据

矿物粒径分布

▼ Hornblende-角闪石		
≥2.20<2.53	2.36	0.00
≥2.53<2.92	2.72	0.00
≥2.92<3.37	3.14	0.01
≥3.37<3.88	3.61	0.00
≥3.88<4.47	4.16	0.01
≥4.47<5.15	4.80	0.02
≥5.15<5.93	5.53	0.01
≥5.93<6.84	6.37	0.05
≥6.84<7.88	7.34	0.04
≥7.88<9.07	8.45	0.05
≥9.07<10.46	9.74	0.06
≥10.46<12.05	11.22	0.06
≥12.05<13.88	12.93	0.06
≥13.88<16.00	14.90	0.06
≥16.00<18.43	17.17	0.06
≥18.43<21.24	19.78	0.06
≥21.24<24.47	22.80	0.08
≥24.47<28.19	26.27	0.09
≥28.19<32.49	30.27	0.11
≥32.49<37.43	34.87	0.19
≥37.43<43.13	40.18	0.28
≥43.13<49.70	46.30	0.50
≥49.70<57.26	53.35	1.10
≥57.26<65.98	61.47	2.21
≥65.98<76.03	70.83	3.70
≥76.03<87.60	81.61	4.40
≥87.60<100.94	94.03	4.33
≥100.94<116.30	108.35	4.01
≥116.30<134.01	124.84	2.70
≥134.01<154.41	143.85	1.08
≥154.41<177.91	165.75	0.63
≥177.91<205.00	190.98	0.20
All grains		26.17
▼ Clinozoisite-斜闪石		
≥2.20<2.53	2.36	0.00
≥2.53<2.92	2.72	0.00
≥2.92<3.37	3.14	0.00
≥3.37<3.88	3.61	0.00
≥3.88<4.47	4.16	0.01
≥4.47<5.15	4.80	0.02
≥5.15<5.93	5.53	0.01
≥5.93<6.84	6.37	0.04
≥6.84<7.88	7.34	0.03
≥7.88<9.07	8.45	0.05
≥9.07<10.46	9.74	0.05
≥10.46<12.05	11.22	0.07
≥12.05<13.88	12.93	0.07
≥13.88<16.00	14.90	0.08
≥16.00<18.43	17.17	0.07
≥18.43<21.24	19.78	0.08
≥21.24<24.47	22.80	0.11
≥24.47<28.19	26.27	0.11
≥28.19<32.49	30.27	0.20
≥32.49<37.43	34.87	0.30
≥37.43<43.13	40.18	0.60
≥43.13<49.70	46.30	1.02
≥49.70<57.26	53.35	1.61
≥57.26<65.98	61.47	2.36
≥65.98<76.03	70.83	2.86
≥76.03<87.60	81.61	3.11
≥87.60<100.94	94.03	2.37
≥100.94<116.30	108.35	1.51
≥116.30<134.01	124.84	0.79
≥134.01<154.41	143.85	0.20
≥154.41<177.91	165.75	0.07
≥177.91<205.00	190.98	0.00
All grains		17.79
▼ Quartz-石英		
≥2.20<2.53	2.36	0.00
≥2.53<2.92	2.72	0.00

样品颗粒形态特征

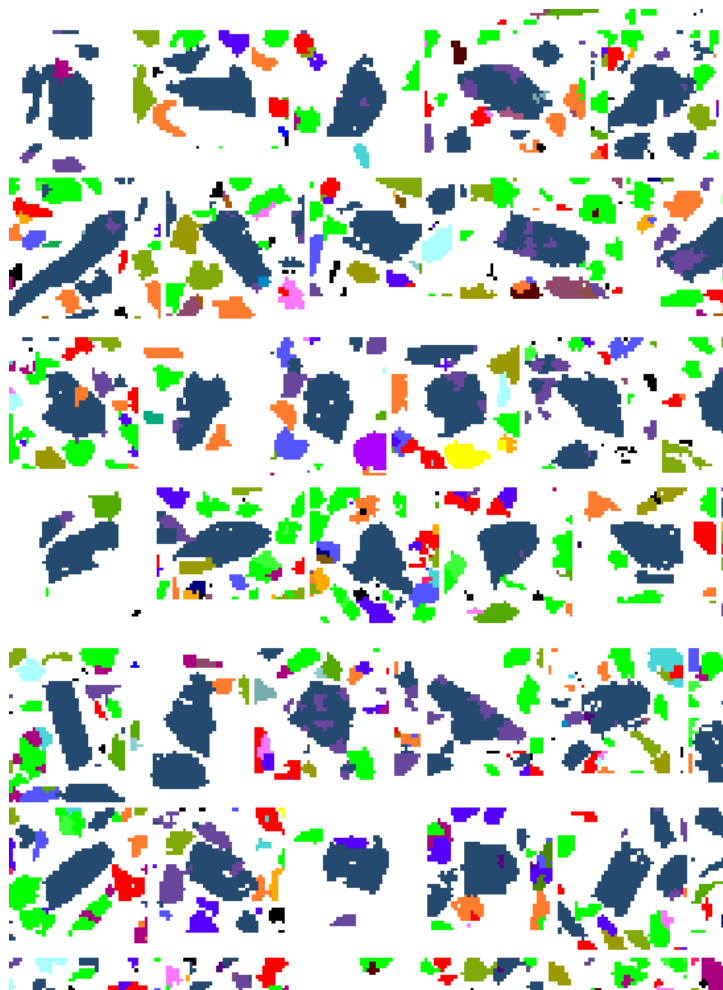




TIMA重矿物鉴定

通过TIMA测试重砂，同时能得到样品中矿物的颗粒尺寸特征，长宽面积参数以表格的形式排列出来，便于做进一步的粒径分析；以及能够直观的分析某种矿物的连生情况，矿物分离情况。

单矿物颗粒周边连生矿物特征



单矿物颗粒的长宽面积统计表

Grain	Length	Width	Area
Grain 669086	131	27	2660
Grain 407611	98	34	2020
Grain 316160	66	48	1777
Grain 853531	58	44	1731
Grain 416846	61	41	1605
Grain 1061123	50	42	1569
Grain 808838	60	35	1551
Grain 610677	66	41	1542
Grain 845342	51	44	1524
Grain 331256	59	39	1524
Grain 269509	52	42	1488
Grain 132571	49	41	1326
Grain 1018641	54	33	1308
Grain 923564	57	31	1308
Grain 683344	49	39	1299
Grain 237662	50	42	1299
Grain 183147	50	41	1299
Grain 867754	66	30	1290
Grain 466969	62	26	1281
Grain 790508	51	36	1263
Grain 323188	57	43	1263

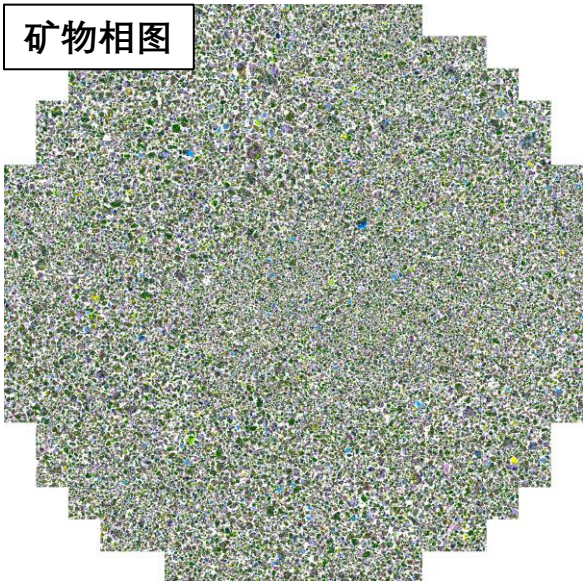
单矿物颗粒形态特征





冶金、选矿工艺样品

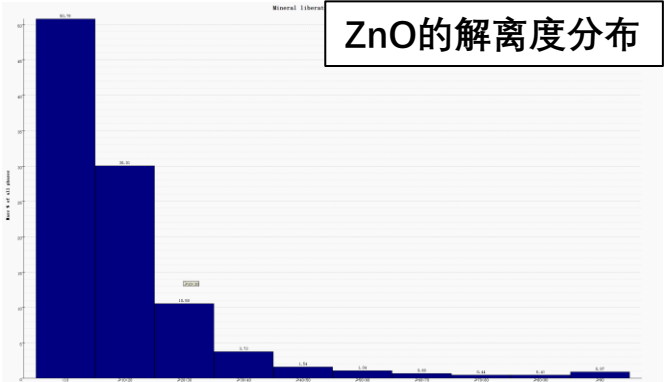
矿物相图



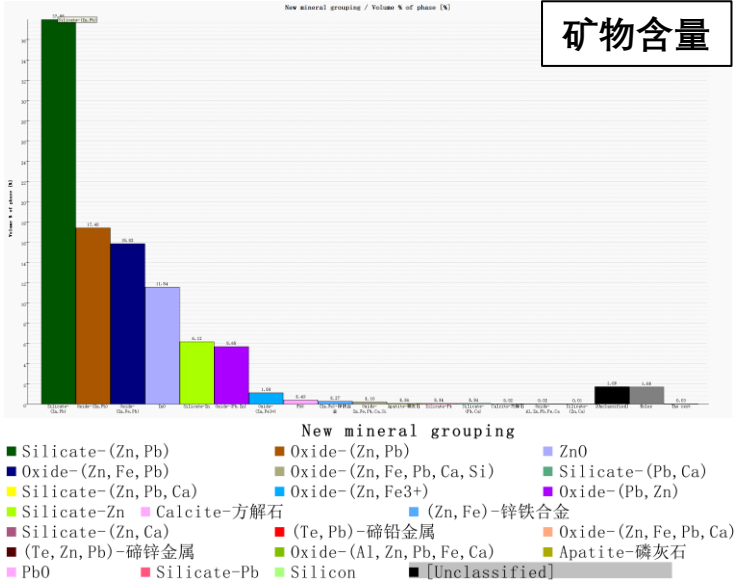
Fe,Zn,Pb矿渣

通过TIMA测试来给样品定性；研究元素的赋存状态，具体到物相种类、形态特征、解离度等关键信息。

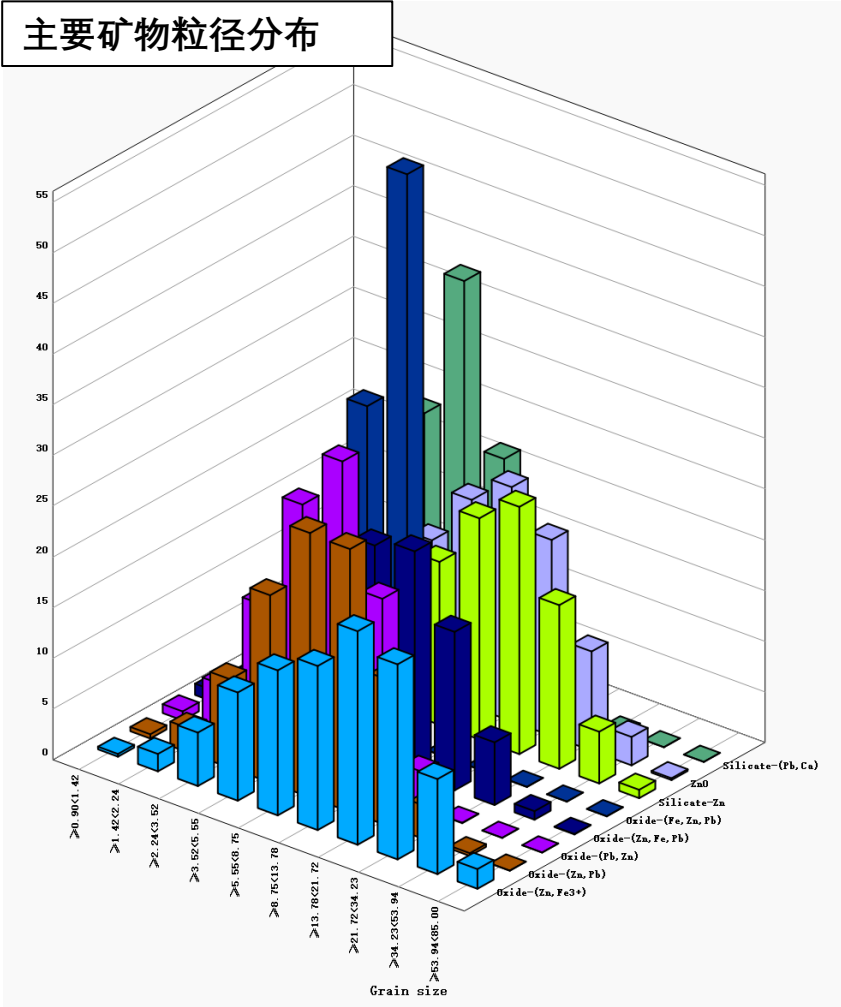
ZnO的解离度分布



矿物含量



主要矿物粒径分布





冶金、选矿工艺样品

矿物识别

炉渣(矿物: 元素种类+对应能谱谱线)

精尾(实际矿物名字)

冶金领域相关的样品多数为炉渣、浸出渣和精尾矿; 对于炉渣或浸出渣这类样品, 其中矿物经历了**化学成分的变化**成为了新的物相, 不能明确物相名称, 通常以元素种类命名并提供能谱谱图数据, 或者和客户沟通后明确各个物相名称再做修改。而精矿、尾矿这类样品矿物并没有改变原成分, 可以直接以矿物名称命名。

New mineral grouping	
Mineral: Fe-Si-O	
Quartz-(Fe, Mn)	
Calcite-方解石	
Quartz-石英	
Mineral: Mn-Fe-Si-O	
Mineral: Mn-Si-O	
Si-硅单质	
Biotite-黑云母	
Pyrite-黄铁矿	
Chlorite(Mn)-绿泥石(Mn)	
Orthoclase-正长石	
Mineral: (Fe, Mn) oxide-铁锰氧化物	
Mineral: Mn-Ca-O	
Apatite-磷灰石	
Holes	

建立有效沟通后



Primary phases	
矿物: 钠铁矾-含铝硅锌铅	
矿物: 铁酸锌	
矿物: 硫酸钙-含硅铁	
Hematite/Magnetite	
氧化物: MnO ₂ (二氧化锰)	
矿物: Pb-Fe-Mn-O-(Ti)	
石英Quartz	
闪锌矿Sphalerite	
Anhydrite (硬石膏)	
矿物: FeZnMgAlSiOS	
钾长石Orthoclase	
重晶石Baryte	
斜方辉石Orthopyroxene	
Biotite	
矿物: Pb-O	
Actinolite	
Muscovite	
[Unclassified]	
Holes	

Primary phases	
Galena-方铅矿	38.87
Pyrite-黄铁矿	26.85
Sphalerite-闪锌矿	2.65
Calcite-方解石	1.39
Quartz-石英	1.16
Pyrrhotite-磁黄铁矿	0.39
Orthoclase-正长石	0.15
Ankerite-铁白云石	0.13
Muscovite-白云母	0.10
Kaolinite-高岭石	0.08
Baryte-重晶石	0.07
Hematite/Magnetite-赤铁矿/磁铁矿	0.06
Schorl-电气石	0.04
Chalcopyrite-黄铜矿	0.03
Smithsonite-菱锌矿	0.03
Albite-钠长石	0.02
Rutile-金红石	0.02
Biotite-黑云母	0.02
[Unclassified]	27.94

● 渣

● 渣

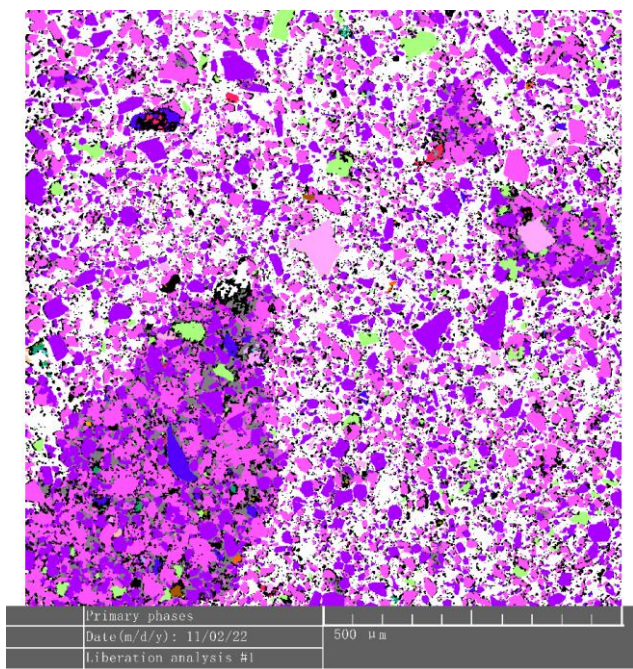
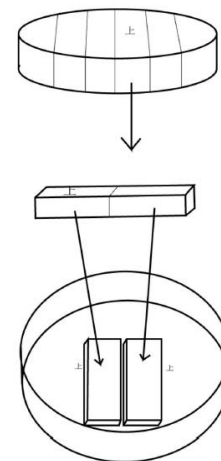
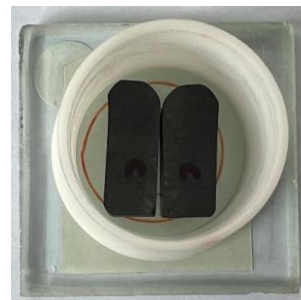
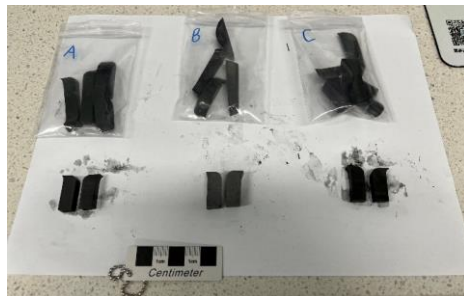
● 精矿、精尾



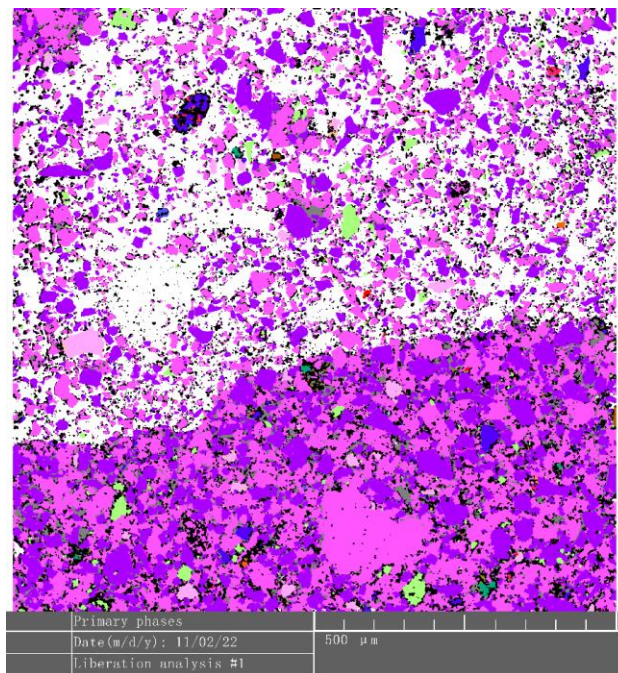
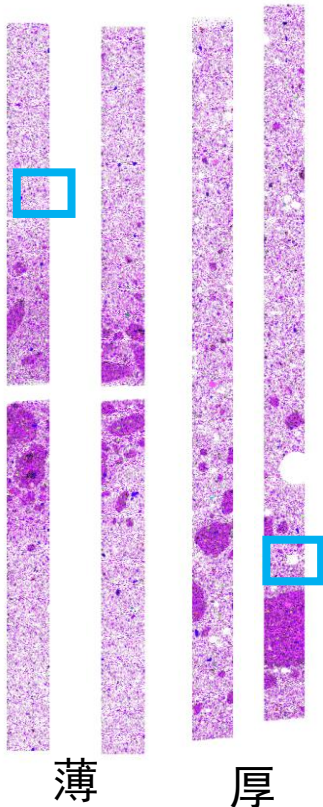
冶金、选矿工艺样品-制靶工艺

工业矿精粉制成TIMA矿物分析系统用树脂靶片

通过对剖面测试获得不同粒径下的矿物分布情况



4组数据

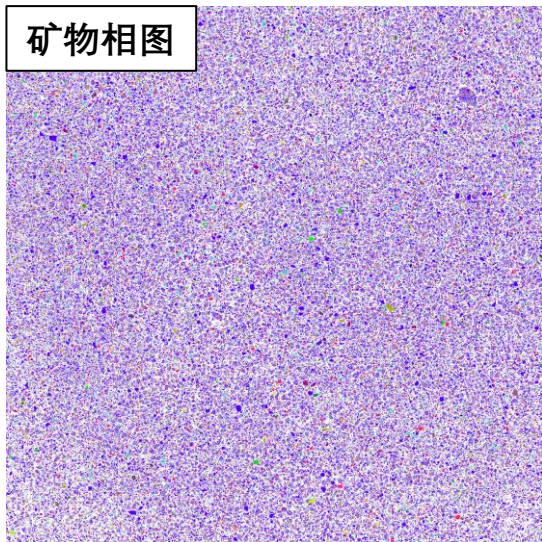


2组数据

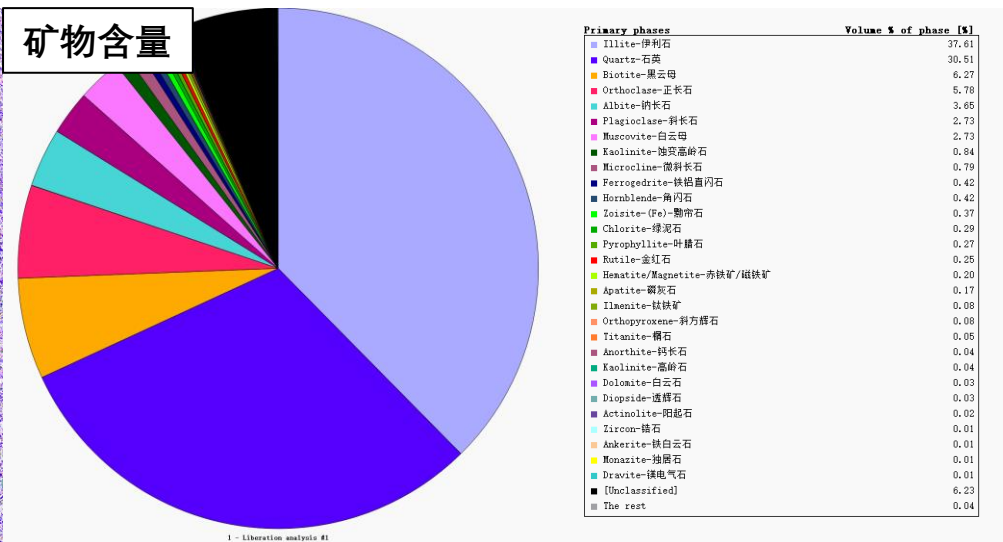
Primary phases	
Galena-方铅矿	38.87
Pyrite-黄铁矿	26.85
Sphalerite-闪锌矿	2.65
Calcite-方解石	1.39
Quartz-石英	1.16
Pyrrhotite-磁黄铁矿	0.39
Orthoclase-正长石	0.15
Ankerite-铁白云石	0.13
Muscovite-白云母	0.10
Kaolinite-高岭石	0.08
Baryte-重晶石	0.07
Hematite/Magnetite-赤铁矿/磁铁矿	0.06
Schorl-电气石	0.04
Chalcopyrite-黄铜矿	0.03
Smithsonite-菱锌矿	0.03
Albite-钠长石	0.02
Rutile-金红石	0.02
Biotite-黑云母	0.02
[Unclassified]	27.94

土壤样品分析

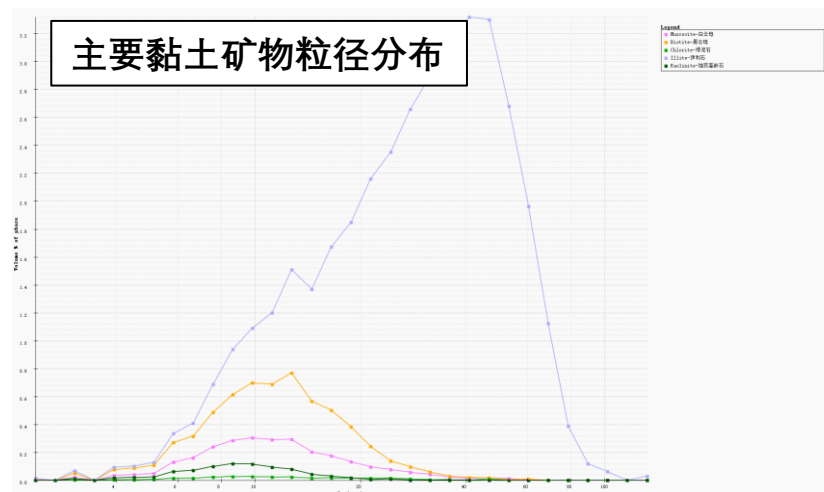
矿物相图



矿物含量



主要黏土矿物粒径分布

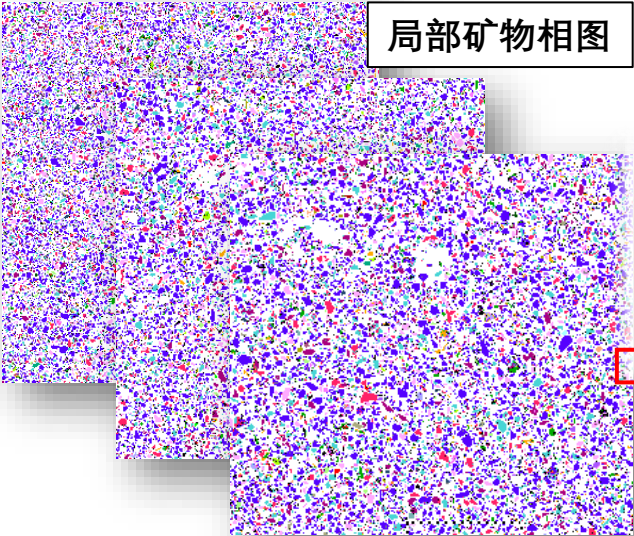


- 分析土壤中矿物组成及含量、黏土矿物类型
- 检索关键金属或有害元素赋存情况
- 元素迁移特征

某工地地基土层样品，关注矿物组成及含量信息，黏土矿物种类，矿物粒径分布。



土壤样品分析



局部矿物相图

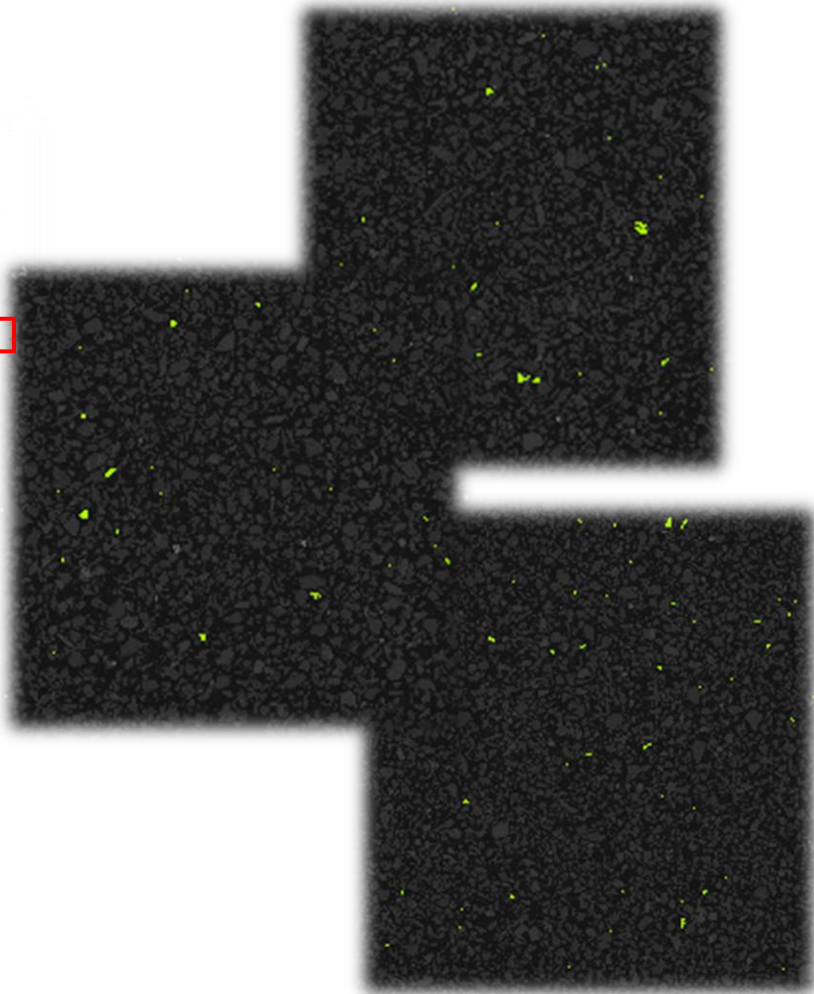
含铁矿物含量的对比

Illite-伊利石	3.105	3.295	2.947
Muscovite-白云母	2.762	2.672	2.596
Chlorite-绿泥石	2.058	2.033	1.888
Biotite-黑云母	1.773	1.687	1.567
Dolomite-白云石	1.189	1.151	1.104
Hornblende-角闪石	0.877	0.780	0.816
Zoisite-(Fe)-矽帘石	0.847	0.756	0.762
Hematite/Magnetite-赤铁矿/磁铁矿	0.400	0.367	0.348

矿物种类

- Muscovite-白云母
- Chlorite-绿泥石
- Biotite-黑云母
- Dolomite-白云石
- Hornblende-角闪石
- Zoisite-(Fe)-矽帘石
- Titanite-榍石
- Ilmenite-钛铁矿
- Kaolinite-高岭石
- Opx-斜方辉石
- Apatite-磷灰石
- Dravite-镁电气石
- Prehnite-葡萄石
- Epidote-绿帘石
- Schorl-黑电气石
- Zircon-锆石
- Rutile-金红石
- Diopside-透闪石

含铁矿物分布位置

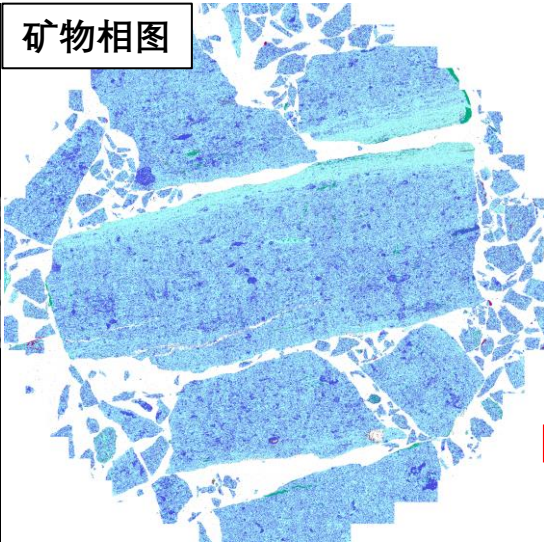
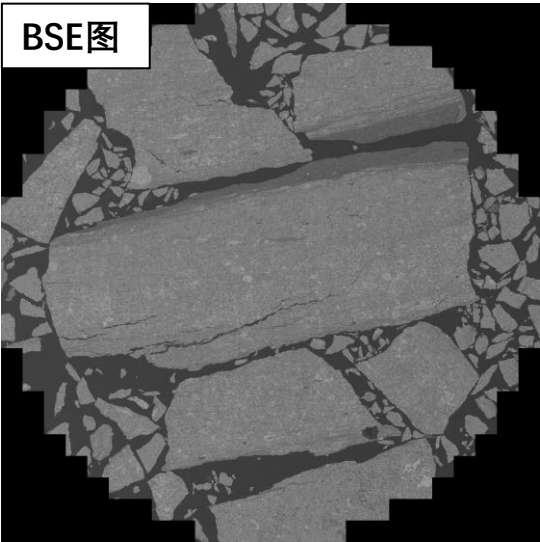


经过酸浸的土壤样品，关注其
在不同阶段后Fe离子的赋存状况，
将不同阶段样品的数据对比得出
结论

通过测试对比，得出样品含铁矿物
总含量随酸浸阶段进行逐渐降低的结
论

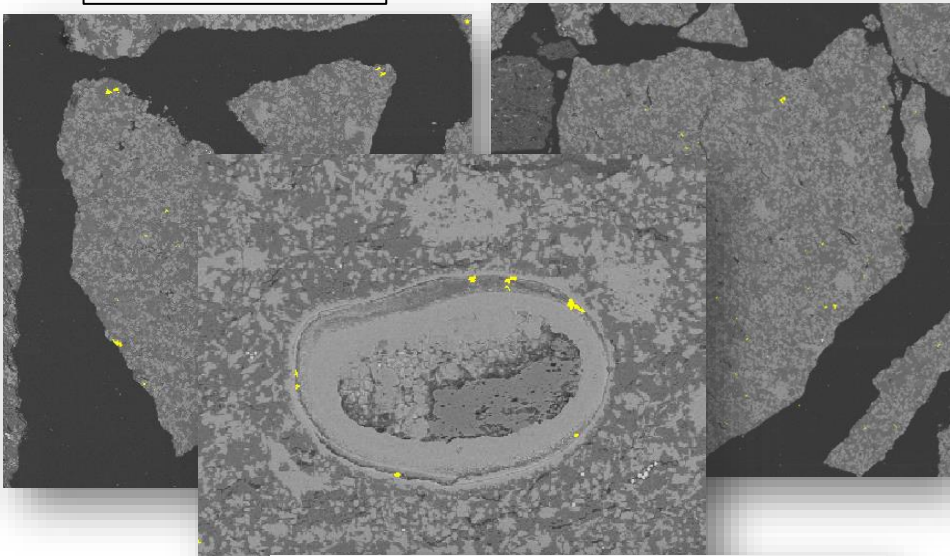


土壤样品分析

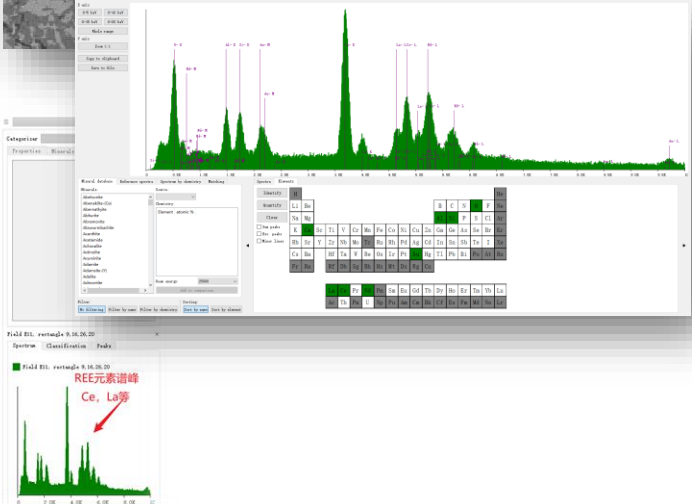
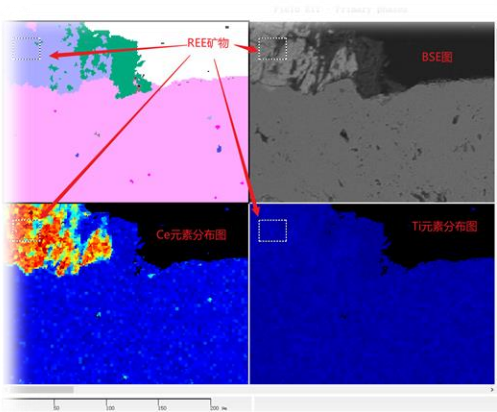


矿物含量	
Quartz	65.05
Hematite/Magnetite	31.35
Kaolinite	1.54
Orthopyroxene	1.27
Kaolinite - Ti	0.15
Pyrite	0.13
Actinolite	0.11
Biotite	0.09
Calcite	0.06
Muscovite	0.06
Plagioclase	0.05
Ankerite	0.05
Hornblende	0.03
REE-LaCeNd	0.02
Rutile	0.02
The rest	0.02
Total	100.00

稀土矿物分布图

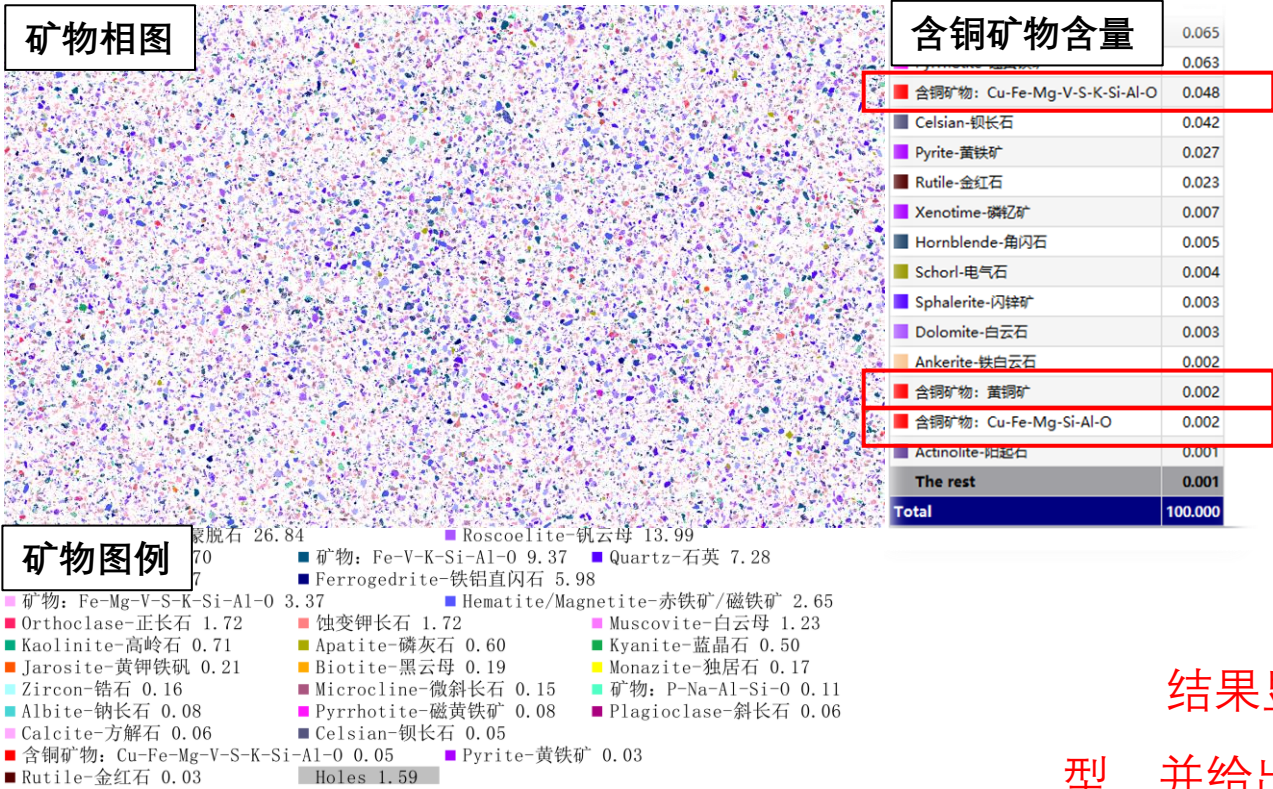


煤矸石样品，关注其中稀
土矿物赋存状况、分布位置 结果显示稀土矿物主要吸附
在黏土基质中，与高岭石和金
红石密切相关

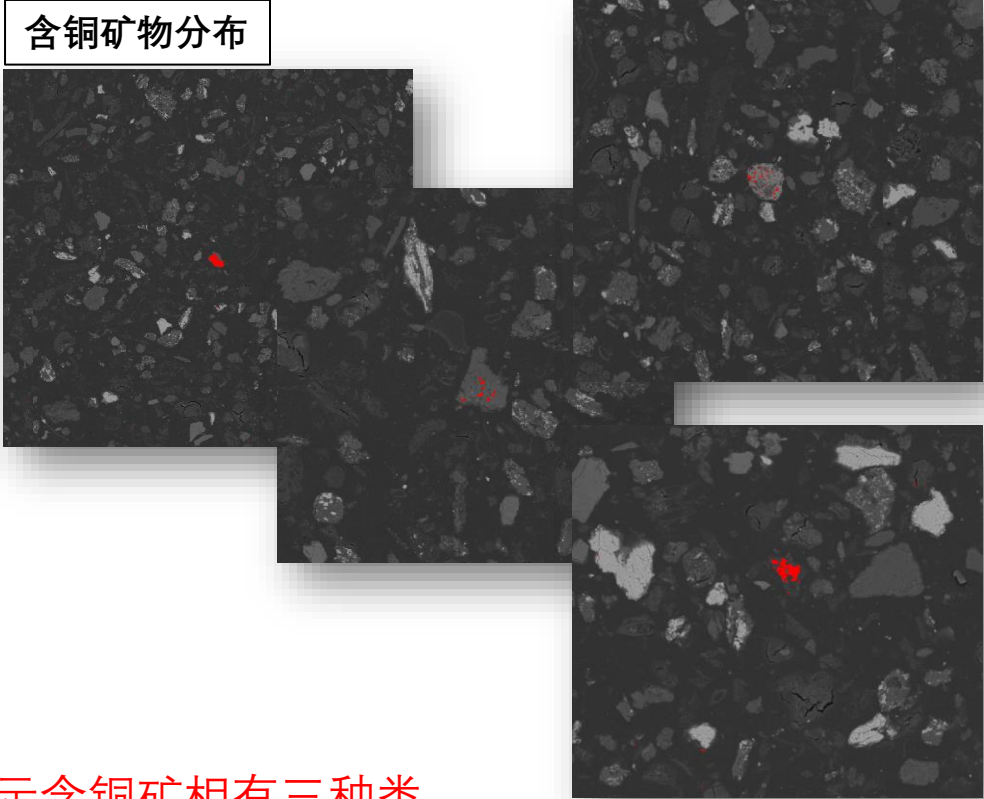




土壤样品分析



含铜矿物分布



含有冶炼铜渣的土壤，通过TIMA
分析其含铜矿相类型及含量分布

结果显示含铜矿相有三种类型，并给出了相对含量及分布位置，方面后续做探针测试得到定量分析数据



目 录

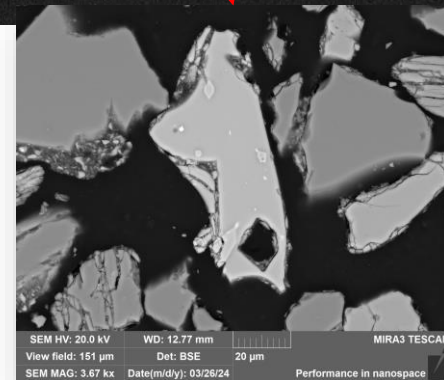
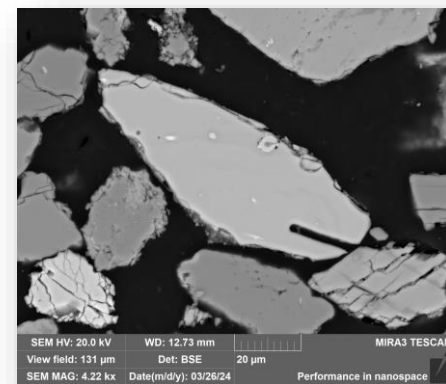
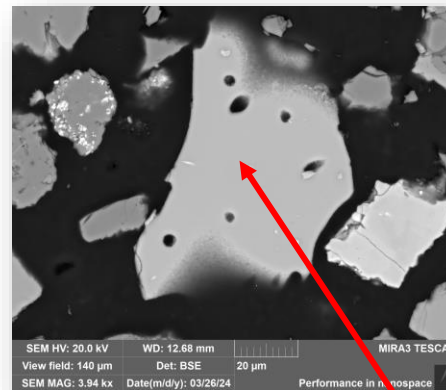
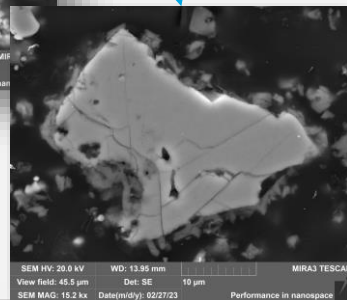
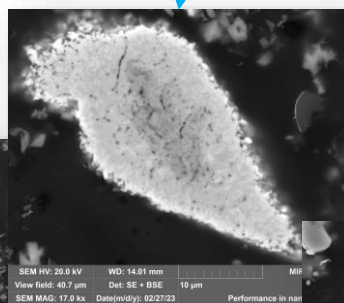
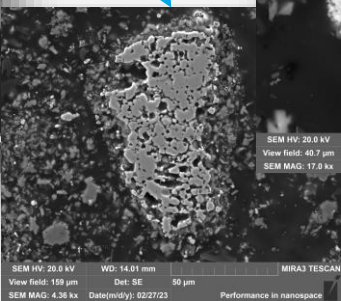
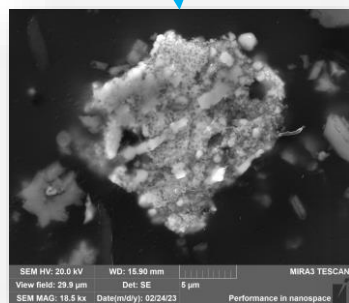
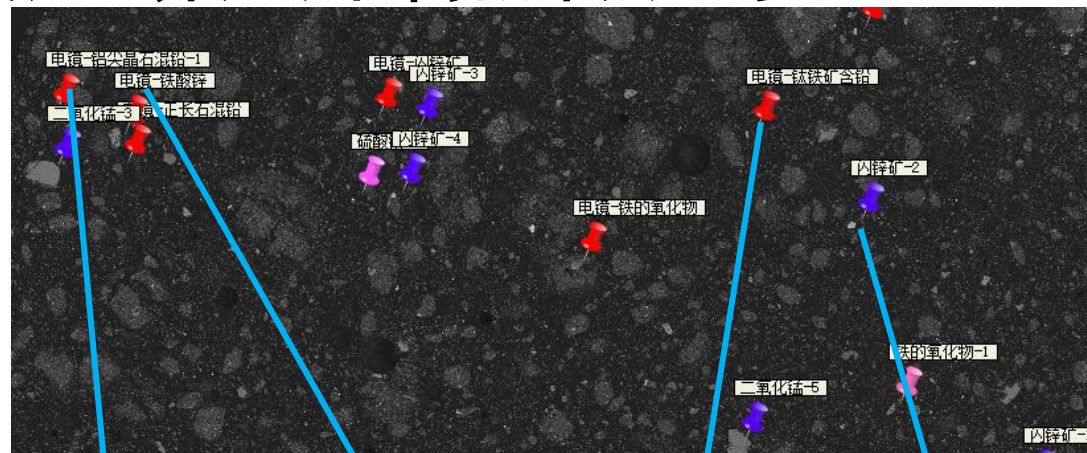
一、TIMA仪器测试概述

二、TIMA测试类型及实例

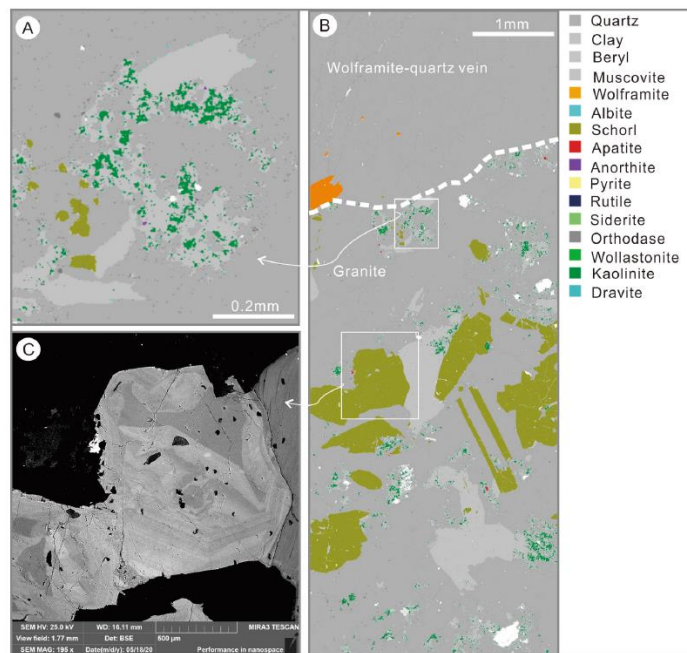
三、TIMA与其他仪器联用



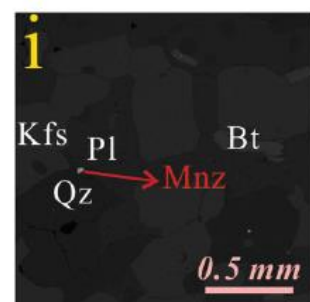
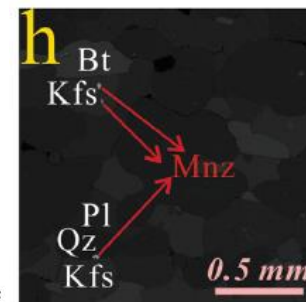
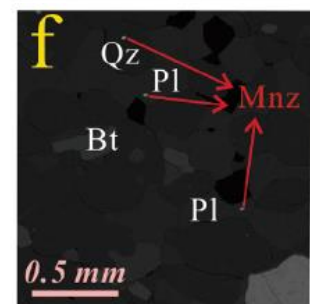
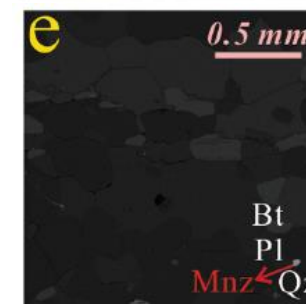
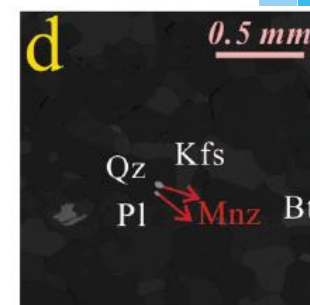
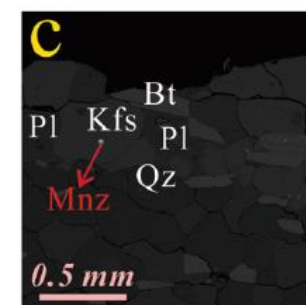
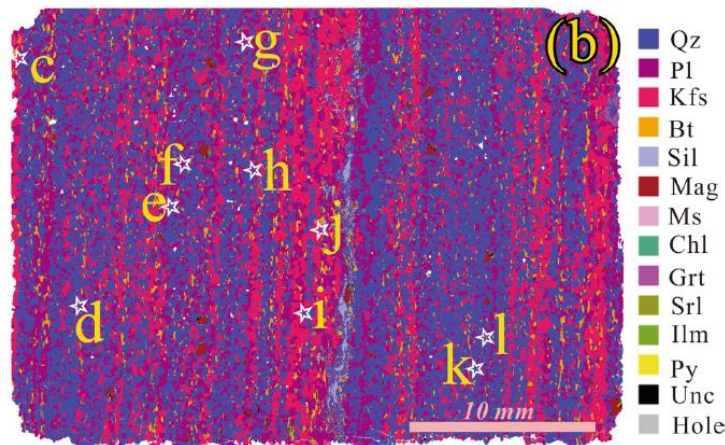
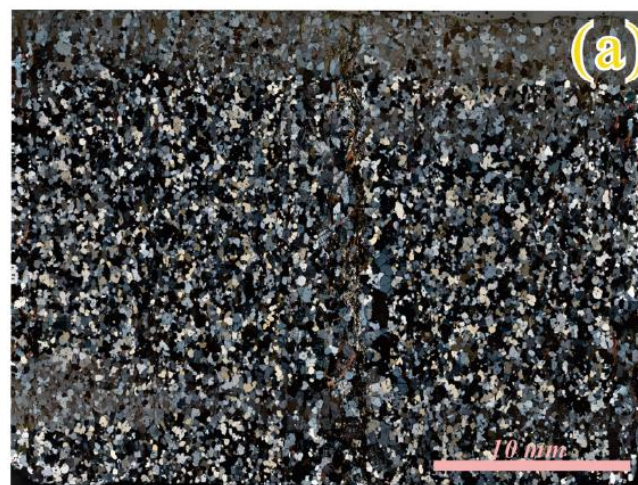
与SEM联用，拍摄电镜图像，观测矿物形态特征，是否有成分差异，矿物间嵌布关系等



与激光、探针联用，可以快速精准找到目标矿物，进行多手段原位测试分析



花岗岩和含黑钨矿脉

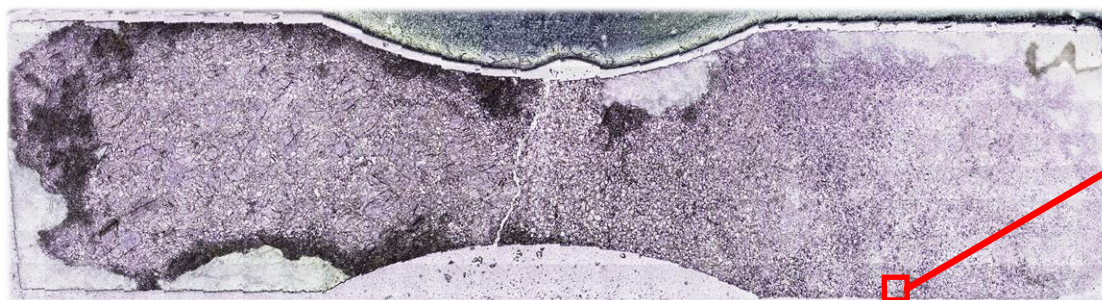


- North China Craton 独居石定年
- 新太古代晚期高级区域变质作用
- 白色星型为独居石位置

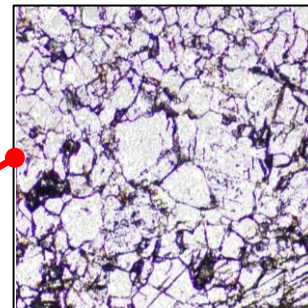
Li Zhuang et al., 2022,
Precambrian Research

光（SD-3000A）电（TIMA）联用

麦特微
MAITEWEI

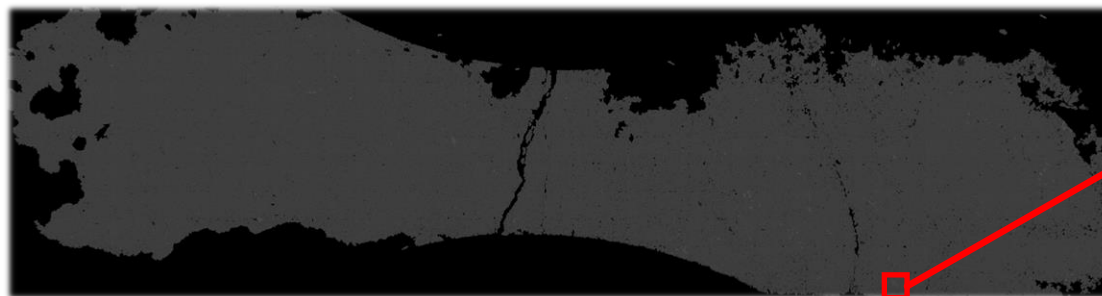


反射光-5倍物镜

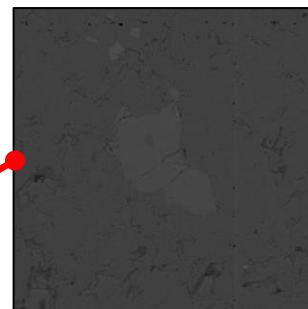


光学显微镜：矿物的
形貌表征信息、样品
裂隙、孔隙分布特征

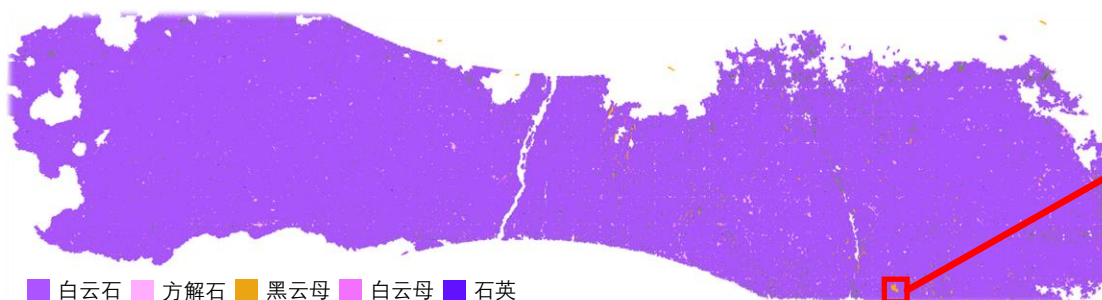
TESCAN
PERFORMANCE IN HANDSPACE



背散射电子图像（BSE）

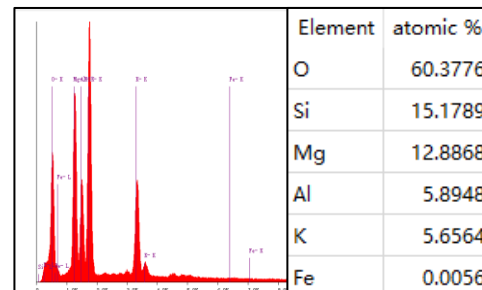
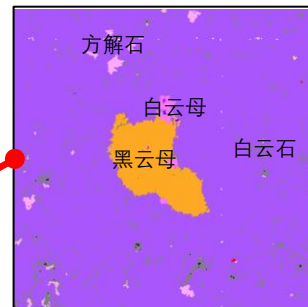


电子显微镜：矿物的
元素精确组成、元素
分布特征、矿物之间
连生关系

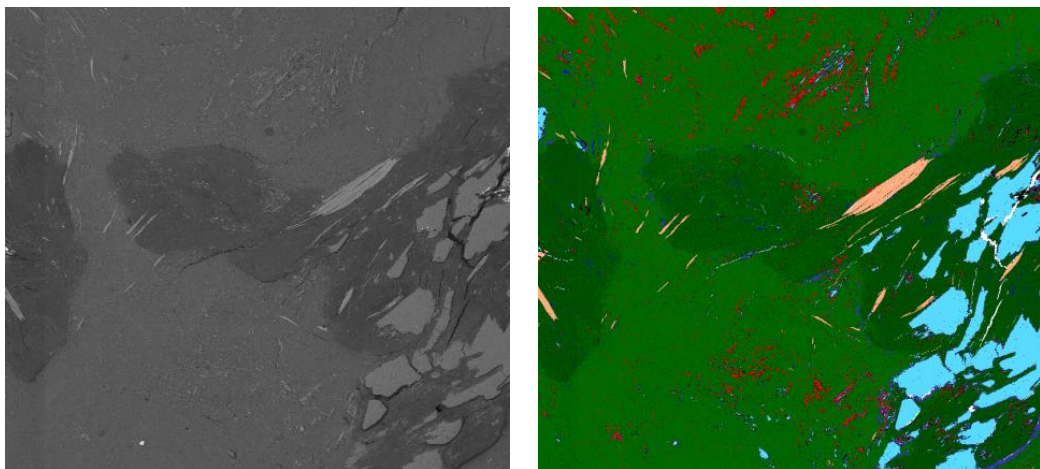


白云石 方解石 黑云母 白云母 石英

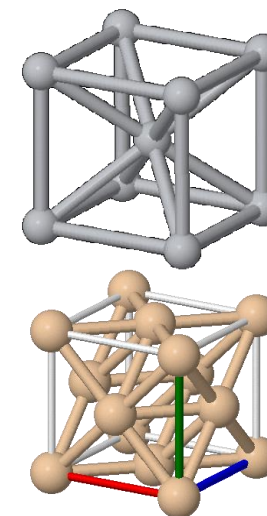
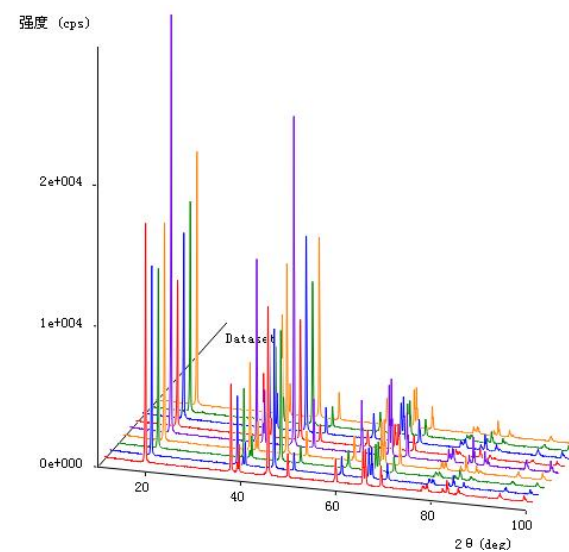
矿物相分布图



自动矿物分析系统与X射线衍射对比

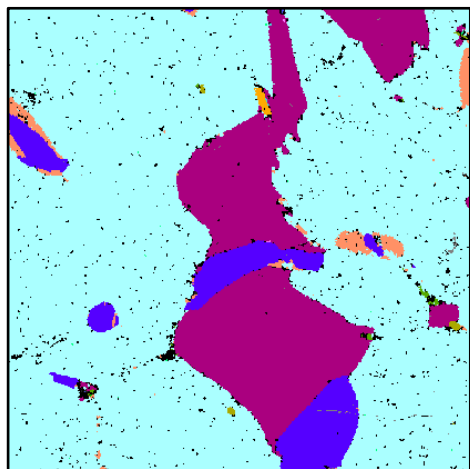
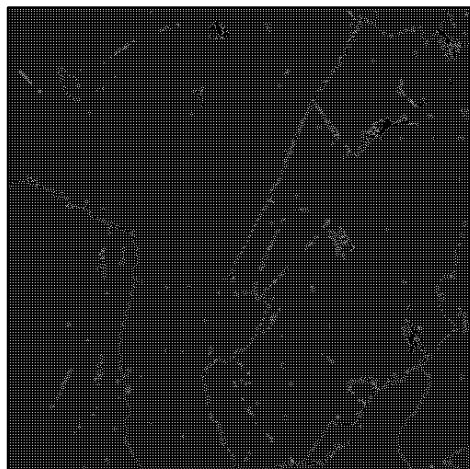


BSE图像和矿物相分布图



XRD谱线和晶体结构

自动矿物分析系统



背散射拍照

区分矿物边界

能谱打点

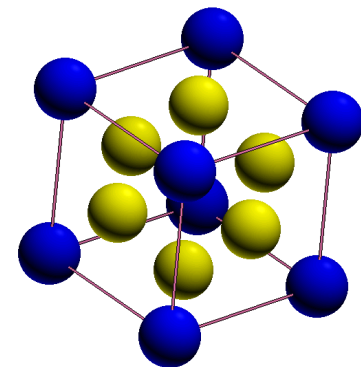
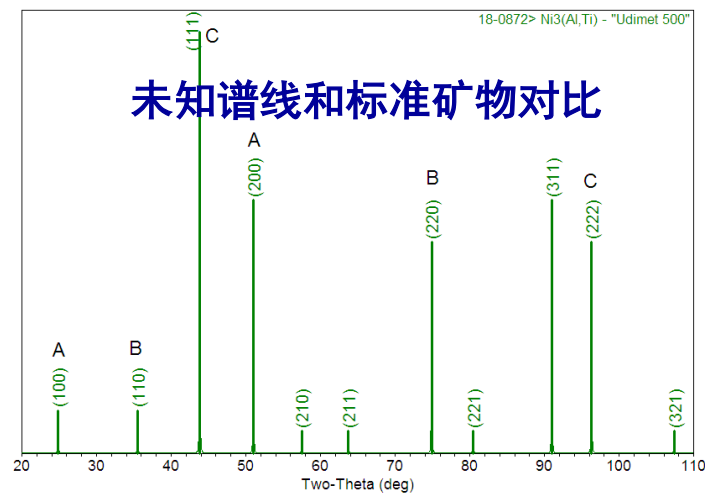
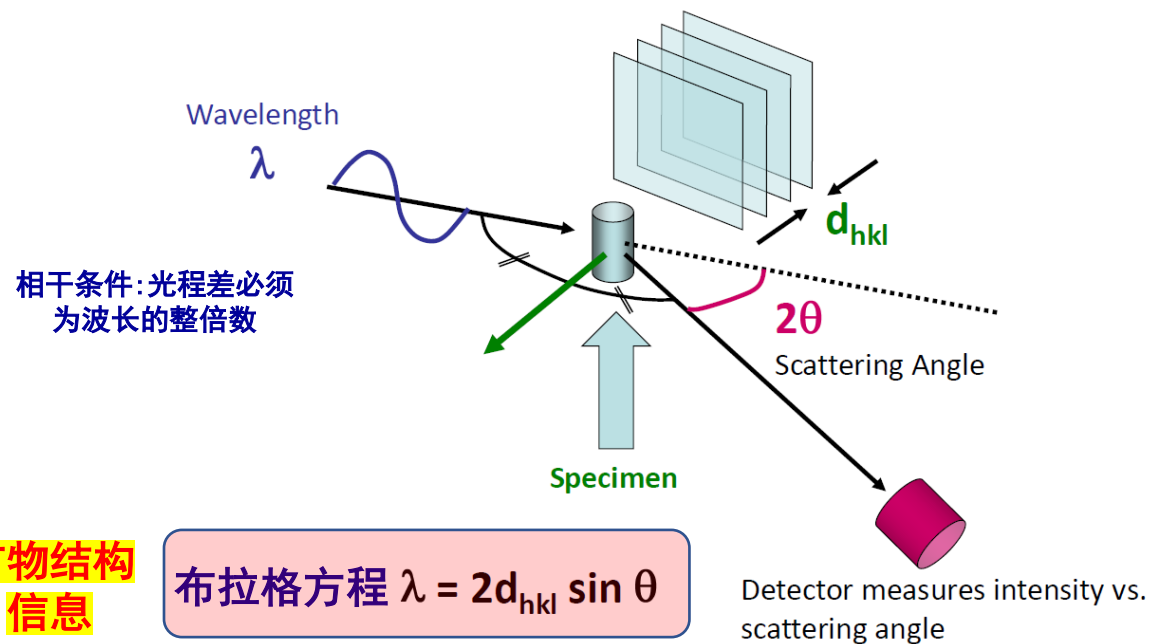
收集矿物化学成分信息

软件分析

未知谱线和标准矿物对比

原理

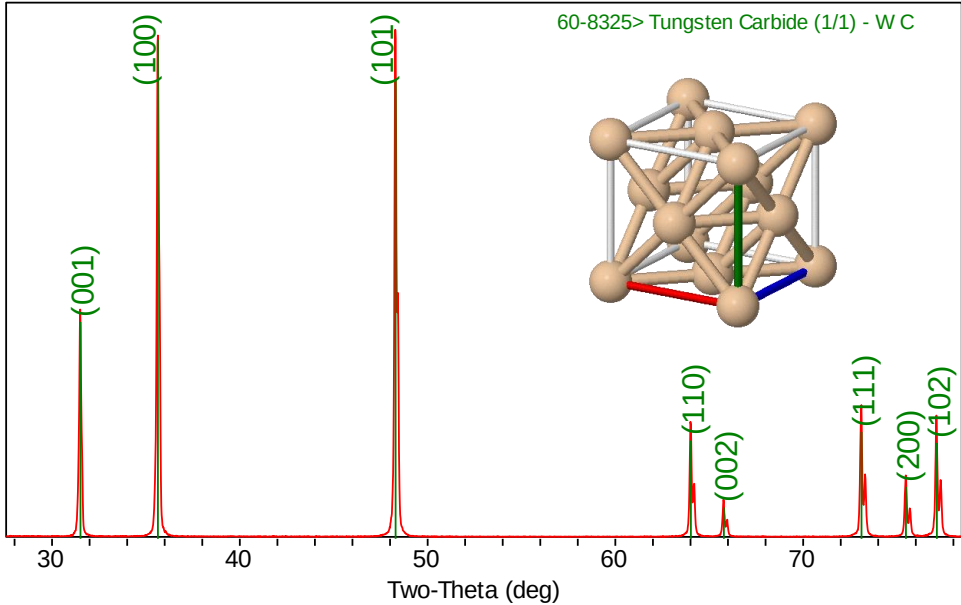
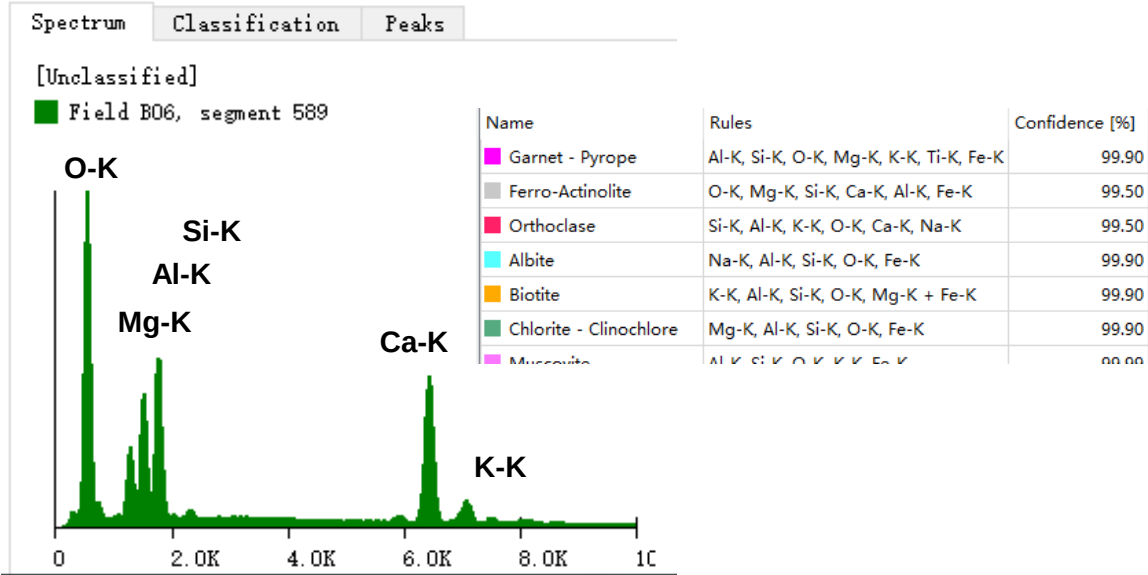
X射线衍射 (XRD)



自动矿物分析系统

功能

X射线衍射 (XRD)



收集矿物化学成分信息

物相识别

收集矿物结构信息

优点

原位信息：矿物平面分布特征
其他：解离度、粒度大小等矿物非结构特征

优点

结构信息：晶胞参数、晶体取向度等
其他：快，非常快

自动矿物分析系统

粘土矿物分析

X射线衍射 (XRD)

在自动矿物分析系统中

- 化学相似成分的矿物难以准确区别
- 矿物粒度太小，整体测试时间过长，费用高

在X射线衍射中

- 粘土矿物 θ 基本在0-20度，部分峰位置重合
- 粉末衍射，如果粉末不够细，可能会存在人为的优选定向
- 涂峰操作过程中可能会有偏差，造成含量差别

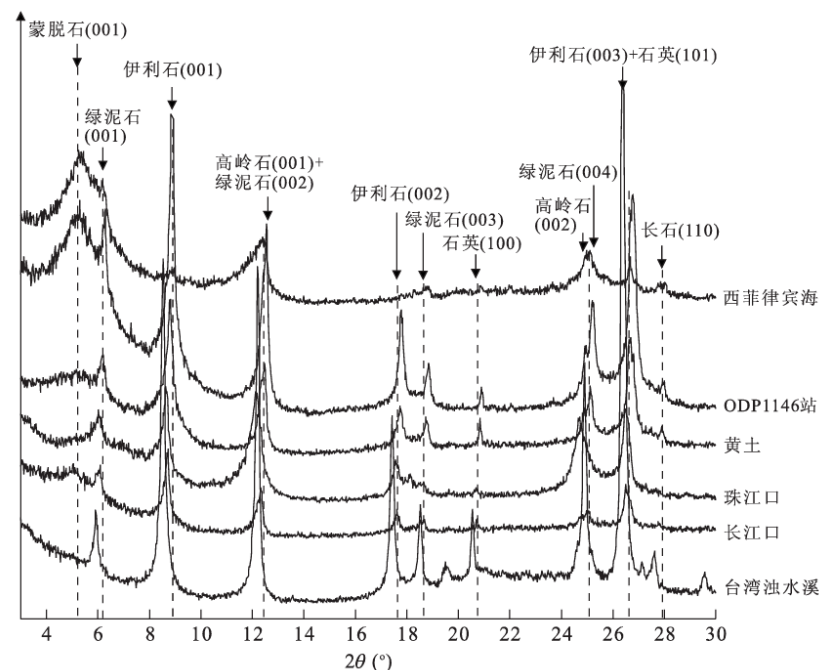
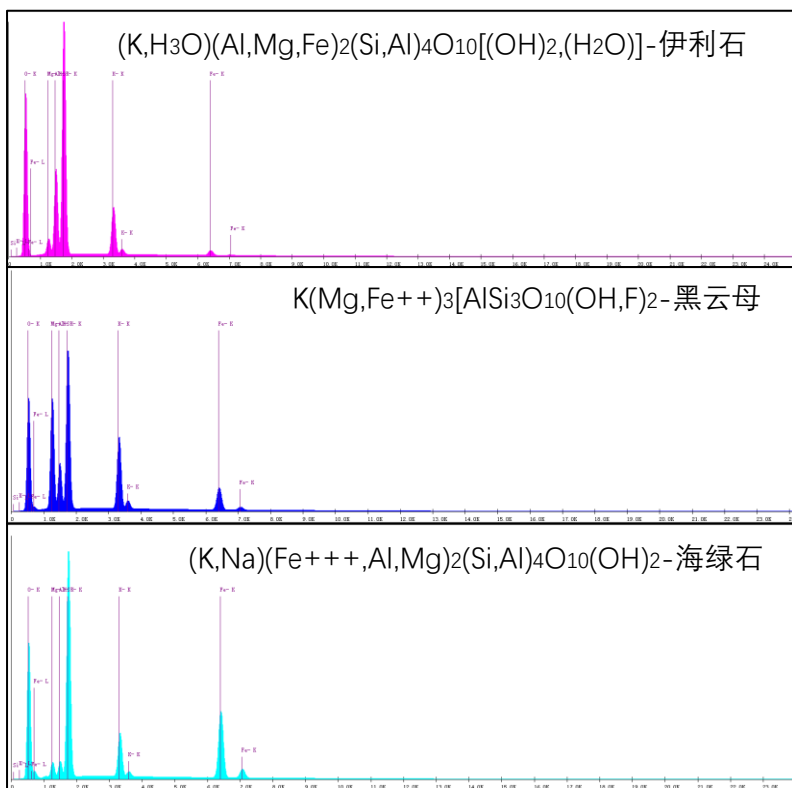


图4 不同地区的粘土矿物 XRD 图谱(乙二醇饱和条件)对比

我应该选自动矿物分析系统还是X射线衍射

如果只是好奇样品中粘土矿物组成信息，优先选择XRD。

如果样品是探针片、树脂靶，优先选择TIMA，并且要选好代表性区域，不要整体扫描，节省费用。

如果样品是1-2件粘土粉末，优先选择TIMA，制作树脂靶，选择小区域测试。

如果样品是多件粘土粉末，并且只是想知道各种粘土矿物含量，优先选择XRD。除了矿物含量还想知道其他信息，选择TIMA，并且在一个树脂靶上镶嵌多个样品以节省测试时间。

感谢观看

助研空间





TIMA 自动矿物分析系统

可分析的样品

岩浆岩、变质岩、沉积岩、重矿物、树脂靶、土壤、陨石、矿物包裹体、矿物环带、岩性界面、岩石中的有机组分、岩石、矿石、铸矿、尾矿、浸出渣、冶炼产品、动物骨骼和牙齿、植物根茎叶...

探针片样品台

探针片：尺寸小于47.97/27.70微米，厚度大于30微米

岩石光片：表面抛光，厚度小于5mm

树脂靶样品台

树脂靶直径小于3cm
粉末/黄土/重矿物：制靶后测试



2、TIMA 的基本组成、工作原理

TIMA 由 TESCAN MIRA-3 场发射扫描电镜、4个 EDAX Element 30 能谱探头和 TIMA 自动处理软件组成。测试过程中首先利用背散射图像灰度差异区分不同矿物相，然后利用能谱探头获取大量元素组成信息，最后利用自动处理软件对标准矿物与未知矿物的能谱曲线来鉴定矿物，并集成整合所有数据。TIMA 软件带有全面的矿物数据库，包含 webmineral 上的超过 5200 种矿物记录，每条记录包括矿物名称、化学公式、密度和化学性质，这些参数可以根据实际矿物特性而修改。TIMA 具有分析速度快、智能化高、集成度高、分析模式灵活、数据类型多样的特点，在地质、矿产、冶金领域具有广泛的应用前景。



探针片样品台



树脂靶样品台



TIMA 自动矿物分析系统

数据！您包含以下内容

原始数据

测试原始数据

数据报告类型

- ① BSE 图
- ② 矿物相图
- ③ 矿物相图附例
- ④ ESE 背景图
- ⑤ 单元素面扫描图
- ⑥ 多元元素面扫描图
- ⑦ 矿物含量
- ⑧ 粒径分布图

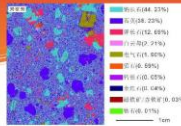
学习资料

- ① 正版软件
- ② TIMA 软件操作方法
- ③ 已发表英文杂志

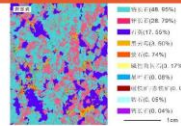
选择联系

地址：南京市栖霞区灵山南路 8 号南京材料科学研究所二期 1 号楼 4 楼
邮编：210000
联系电话：1386113840
18012109994
025-84113676
E-mail: qhchen@njmss.com

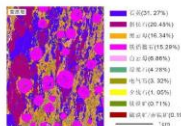




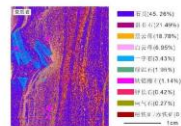
1. BSE 图



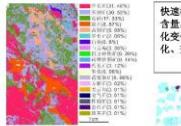
2. 矿物相图



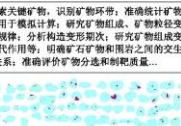
3. ESE 背景图



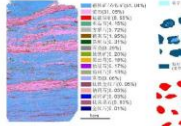
4. 单元素面扫描图



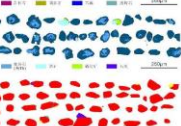
5. 多元元素面扫描图



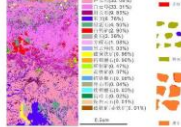
6. 矿物含量



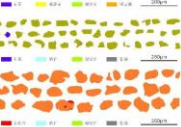
7. 粒径分布图



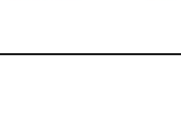
8. BSE 图



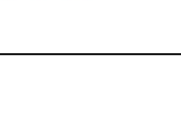
9. 矿物相图



10. ESE 背景图



11. 单元素面扫描图



12. 多元元素面扫描图

快速检索关键矿物，识别矿物环带，准确统计矿物含量，用于模拟计算；研究矿物组成、矿物粒径变化规律；分析构造形变期次；研究矿物组成变化、交代作用等，明确岩石矿物和围岩之间的关系，准确评价矿物分选和制靶质量...



TIMA实验室负责人



金同凯

联系电话：13865073840

扫一扫上面的二维码图案，加我为朋友。