

岩石矿物鉴定现代检测技术方法研究进展

报告人：杜 谷

中国地质调查局成都地质调查中心

2017年9月



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

报告提纲

现代分析仪器在沉积岩岩矿鉴定中的应用

四川丹巴铜镍硫化物矿石中铂族矿物赋存状态研究



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

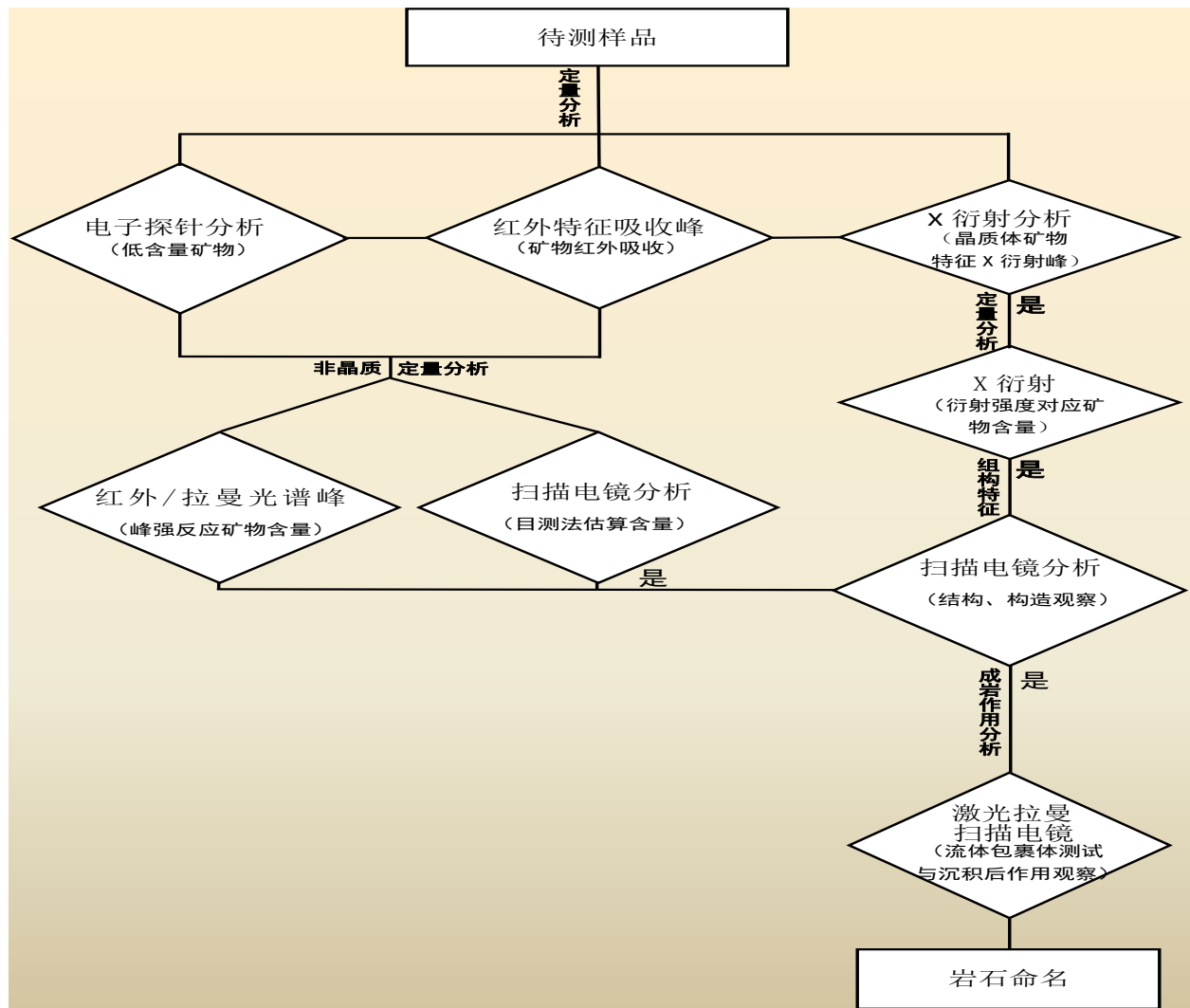
研究目的

利用现代实验分析设备及相关实验分析技术，研究沉积岩中主要矿物、次要矿物的特征成分和结构等相关信息，发挥各仪器设备在岩矿鉴定检测中的优点，解决沉积岩岩石组分的定性和定量分析问题及矿物之间的相互关系问题，建立系统的检测技术方法。



沉积岩岩矿鉴定技术方法

研究方法



研究内容

依据标准《岩石分类和命名方案--沉积岩岩石分类和命名方案》(GB/T17412[1].2-1998)的要求,开展岩石组构特征、重矿物分析、胶结类型、颗粒支撑性质以及成岩后生阶段等内容的观察研究,获得准确、系统的岩石矿物微观信息,进行沉积岩岩矿鉴定分析。



碳酸盐岩命名：成岩后生变化+结构+次要矿物+基本名称

成岩后生变化产物（经成岩作用形成的矿物）：

含量小于25%至5%时，称弱xx化或弱脱xx化作为附加修饰词；

含量小于50%至25%时，称xx化或脱xx化作为附加修饰词；

结构：

总量大于50%，以粒屑为主要结构；

总量为50%至25%，粒屑作为次要结构，填隙物为主要结构；

总量为25%至10%，粒屑不参与命名；

次要矿物：

次要矿物量小于5%，不参一与命名。当具特殊地质意义时，以微含xx质作为附加修饰词；

次要矿物量为5%及小于25%时，以含xx质作为附为加修饰词；

次要矿物量为25%至50%时，以xx质作为附加修饰词；



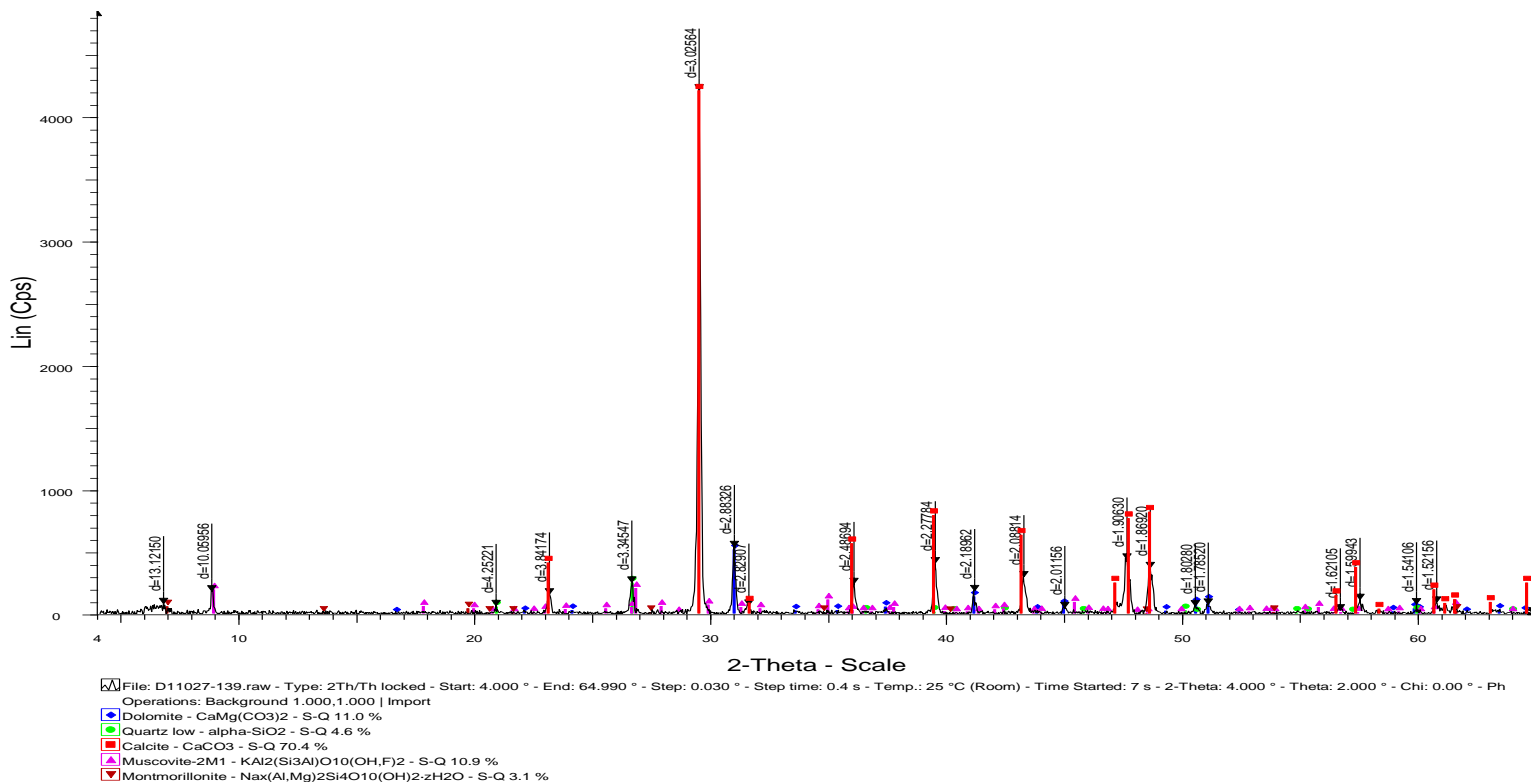
X射线衍射分析

矿物成分定性分析，确定矿物的基本名称

矿物成分定量分析，矿物组成含量，分辨主矿物与副矿物类型，确定岩石的基本名称



沉积岩岩矿鉴定技术方法



方解石：70.4%，白云石：11.0%，白云母：10.9%，石英：4.6%，蒙脱石：3.1%。定名为：含云质灰岩。



红外光谱分析

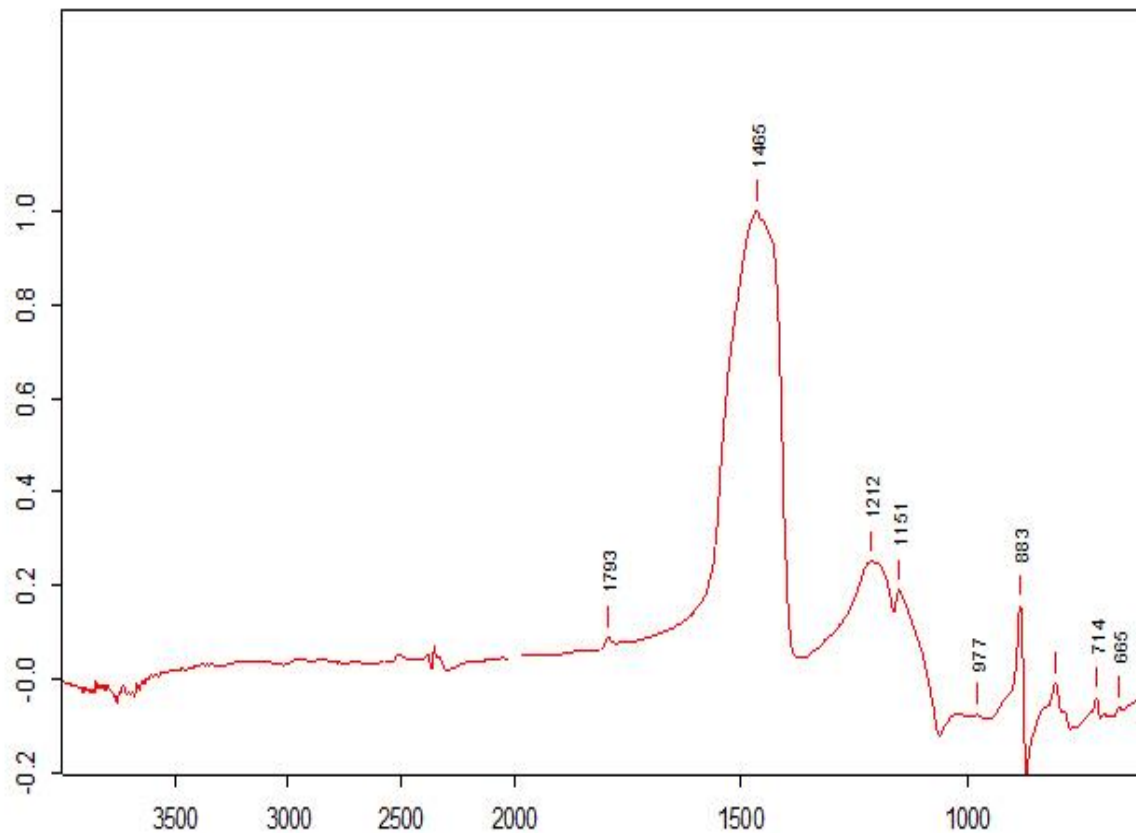
对称伸缩振动、面外弯曲振动、非对称振动、面内弯曲振动的测试

矿物的分子结构信息，完成对岩石中矿物的半定量分析，确定岩石的基本名称

X衍射结果相互佐证



根据吸收特征峰，鉴定出主矿物为方解石，含有白云石、石英及其他硅酸盐矿物，定名为：含云质灰岩。



佐证X衍射岩石中矿物定性分析



电子探针分析

岩石中矿物的变种及微细矿物的成分分析，获得矿物组成元素的定量信息

矿物及其变种进行精确的定名

细化胶结物、基质组成矿物种类分析，为成岩环境的研究及成岩阶段的划分提供依据。



沉积岩岩矿鉴定技术方法

样品	Na ₂ O	MgO	K ₂ O	CaO	MnO	FeO	SrO	BaO	CO ₂	Total
1	0.017	21.699	0.006	30.885	0.011	0.033	0.065	0.008	47.276	100.000
2	0.000	21.849	0.000	31.031	0.044	0.013	0.000	0.000	47.063	100.000
3	0.008	21.617	0.011	31.283	0.000	0.000	0.000	0.000	47.081	100.000
4	0.007	21.580	0.000	31.186	0.005	0.028	0.000	0.000	47.194	100.000
5	0.000	21.823	0.000	30.783	0.003	0.094	0.020	0.000	47.277	100.000
6	0.005	10.451	0.000	26.047	0.000	15.024	0.000	0.000	48.473	100.000
7	0.009	11.661	0.000	29.351	0.013	10.045	0.000	0.000	48.921	100.000
8	0.000	12.729	0.000	27.762	0.088	16.207	0.000	0.000	43.214	100.000
9	0.000	9.851	0.008	26.093	0.038	13.095	0.000	0.026	50.889	100.000
10	0.000	10.667	0.004	27.710	0.000	15.123	0.033	0.000	46.463	100.000

1~5号：普通白云石；6~10号：铁白云石



扫描电镜分析

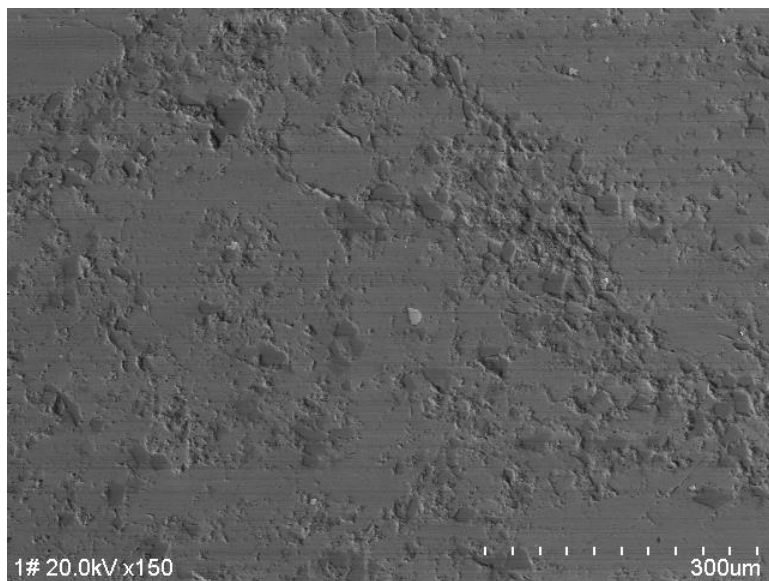
岩石中微米级矿物的形貌特征及显微组构特征分析

微细矿物形貌及相关关系信息



沉积岩岩矿鉴定技术方法

组构特征与颗粒支撑观察

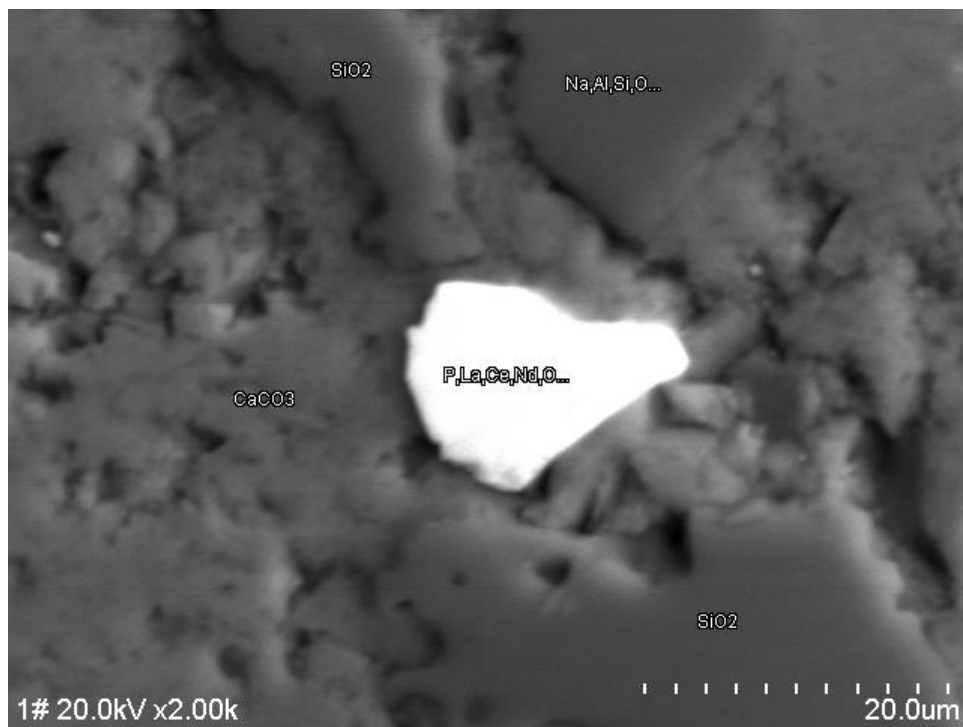


粒径在 $90\mu\text{m}$ - 1mm ，分选差，大小不一，杂乱分布。填隙物不均匀相间，结构不均匀，不均匀胶结。



沉积岩岩矿鉴定技术方法

重矿物分析

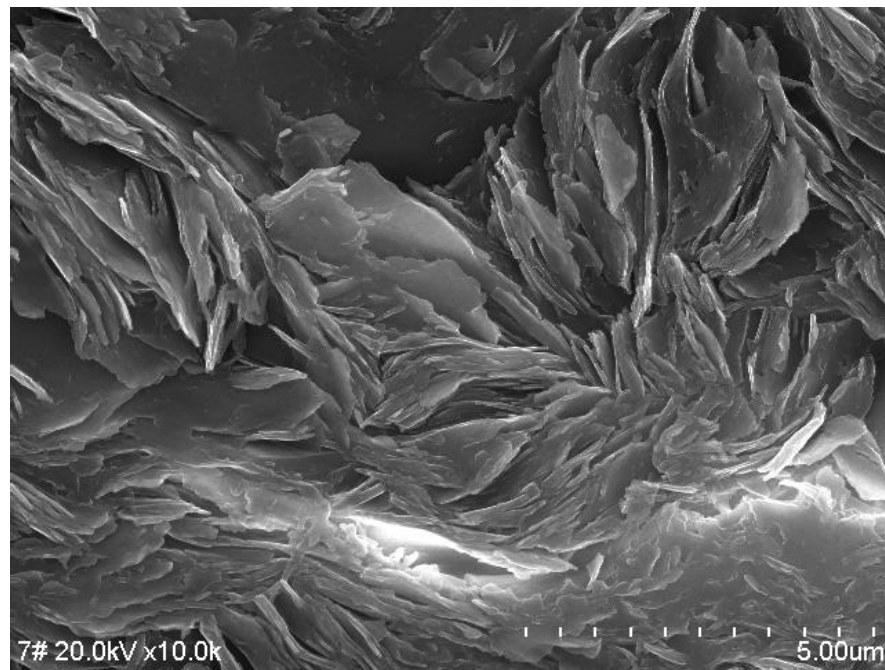
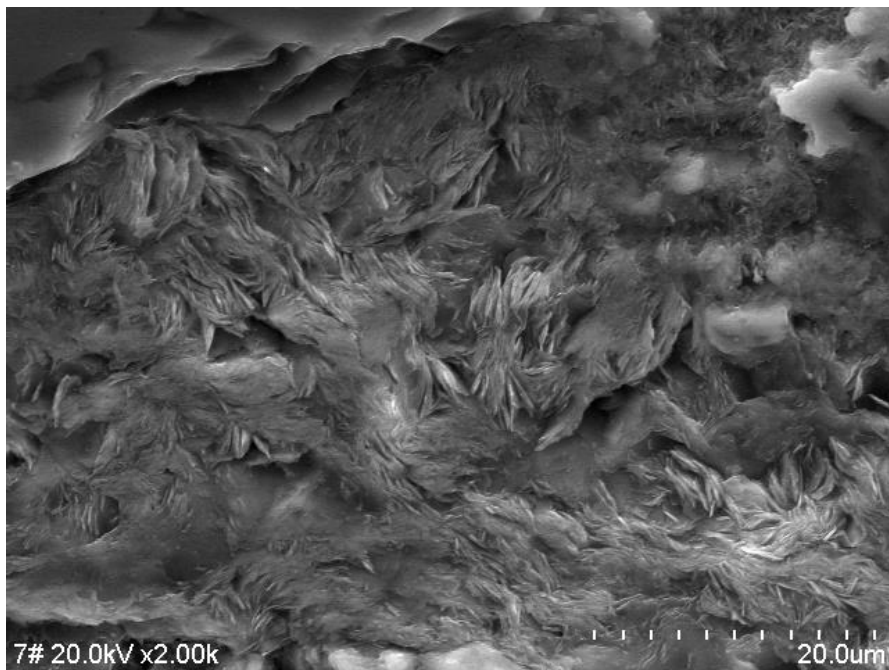


副矿物：独居石。



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

胶结物观察



胶结物呈细长片状，能谱定性分析为含铁、镁的硅质胶结。



激光拉曼分析

流体包裹体成分分析

冷热台温度及盐度分析

压力、埋藏深度及矿物期次等信息，划分成岩作用阶段



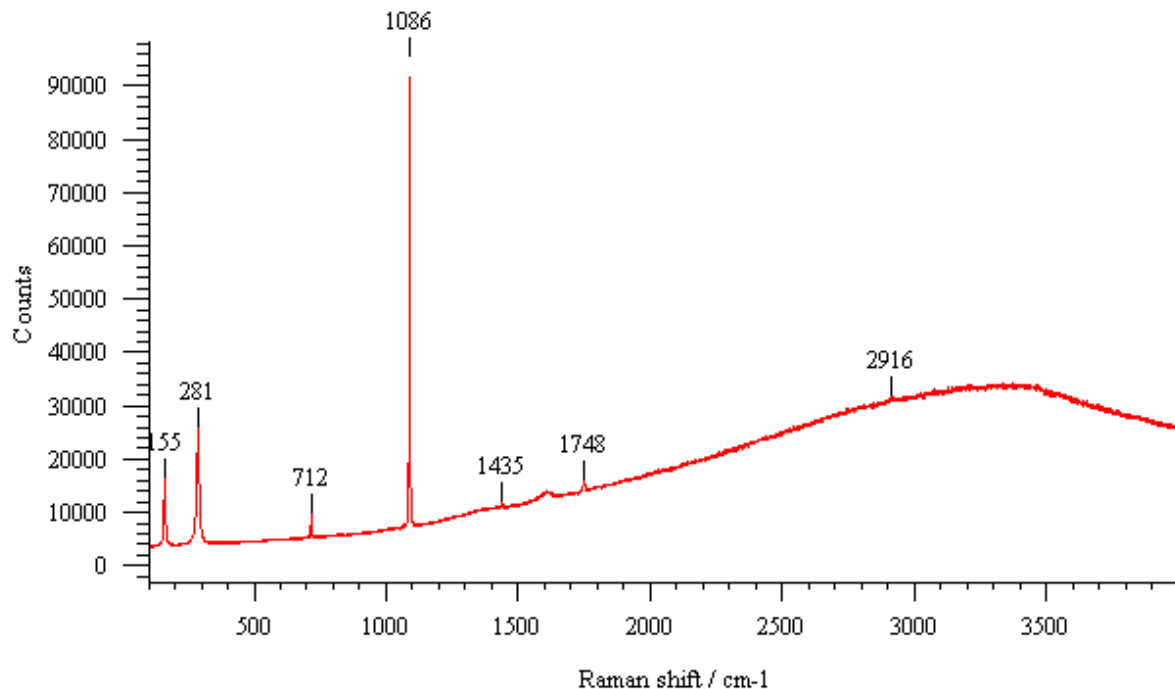
成岩阶段研究

成分： CH_4

均一温度范围：60–195 ($^{\circ}\text{C}$)

盐度：3.23–5.12 (wt%NaCl)

成岩阶段：晚成岩阶段



沉积岩岩矿鉴定技术方法

岩石矿物鉴定报告

地点:	剖面 (井深):	样品编号: 20130503	层位:					
野外名称: 碳酸盐岩		鉴定名称:						
矿物成分 (%)	X射线衍射分析		红外光谱分析		电子探针分析	扫描电镜分析	激光拉曼分析	
	经过谱图解析, 存在方解石特征峰d: 3.02564、2.27784、2.08814; 白云石特征峰d: 2.88326、2.18962、1.7852; 石英特征峰d: 3.34547、1.8028、1.54106; 白云母特征峰d: 10.05956、3.3300、2.3700; 蒙脱石特征峰d: 13.12150、4.5000、3.0200。 (附件1)		通过谱图解析, 谱图中含有碳酸根基团吸收峰: 1465cm ⁻¹ , 方解石特征吸收峰: 714cm ⁻¹ 、883cm ⁻¹ , 根据其 (附件2)		根据碳酸盐岩矿物测试结果中FeO含量 (10%-25%), 确定为铁白云石。 (附件3)	碳酸盐岩中结构组分的粒度、磨圆等特征, 真实呈现方解石颗粒间孔隙物的充填方式及矿物的形貌特征。 (附件4)	通过拉曼位移获得赋存矿物与流体成分, 通过显微测温获得流体的温度与盐度。 (附件5)	
	方解石	70.4	CO ₃	1465cm ⁻¹	FeO		流体成分	CH ₄
	白云石	11	方解石	883cm ⁻¹	15.024		均一温度	60-195
	白云母	10.9		714cm ⁻¹	10.045		盐度	3.23-5.12
	石英	4.6			16.207			
	蒙脱石	3.1			13.095			
内容描述								
<p>岩石主要由方解石组, 含少量白云石、石英、白云母、蒙脱石; 粒径在90μm-1mm, 方解石颗粒分选差, 呈次棱角状。白云石较自形, 主要分为普通白云石与铁白云石两类。孔隙物主要为白云母, 呈鳞片-片状, 不均匀相间, 不均匀胶结。陆源碎屑主要为石英, 粒径在90 μm-1mm, 分选差, 呈它形粒状, 杂乱分布。重矿物常见为金红石、其次为锆石见少量独居石, 在岩石中呈零星分布。流体气相成分主要为甲烷, 均一温度60-195度指示其为晚成岩阶段。</p>								



中国地质调查局

CHINA GEOLOGICAL SURVEY

沉积岩岩矿鉴定技术方法

观察内容	光学显微镜	现代大型仪器	对比
矿物成分研究	仅通过光性特征不易区分碳酸盐岩组成矿物，且对其含量的分析存在较大的主观性。	通过X射线衍射仪与红外光谱仪进行半定量分析，可得到准确科学的矿物含量。	大型仪器细化了作为命名前缀矿物的含量。
组构特征观察	由于分辨率的限制无法观察到微米级胶结物的形态特征，在鉴定中常以泥质统称。	通过扫描电镜清晰观察到各种粘土矿物的形貌特征，为成岩阶段的划分提供依据。	大型仪器细化了光学显微镜鉴定中的铁泥质，将粘土矿物的形貌特征及其种类进行了准确的分析，为成岩作用的研究提供了依据。
重矿物观察	由于重矿物粒径较小，在光学显微镜下不易鉴定，存在漏判的问题。	通过扫描电镜的背散射图像可清晰地呈现重矿物的分布形式，结合X射线能谱可准确地鉴定重矿物的种类。	大型仪器避免了矿物的漏判与错判，保证了鉴定结果的系统性与全面性。



技术小结

- 1.现代分析仪器的引入提高了岩石矿物鉴定的准确性、客观性与可靠性。
- 2.分析仪器间的测试结果相互验证，保证了岩石矿物鉴定结果的质量。



汇报提纲

现代分析仪器在沉积岩岩矿鉴定中的应用

四川丹巴铜镍硫化物矿石中铂族矿物赋存状态研究



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

铂族矿物赋存状态研究

研究目的

建立四川丹巴铜镍硫化物矿石中铂族矿物赋存状态研究

分析技术方法

获取铂族矿物的组构特征、分布规律等矿物学特征。



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

铂族矿物赋存状态研究

技术方法

样品选择

Pt含量：低  高。



22.7×10^{-9}



487×10^{-9}



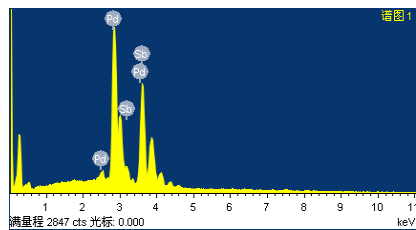
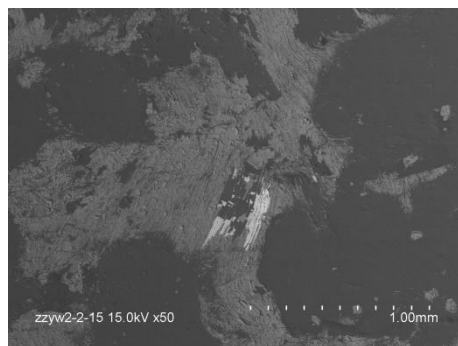
1670×10^{-9}



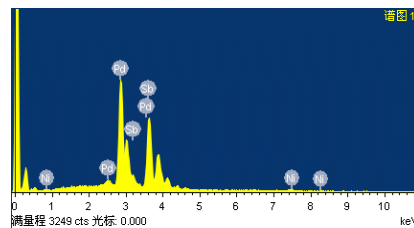
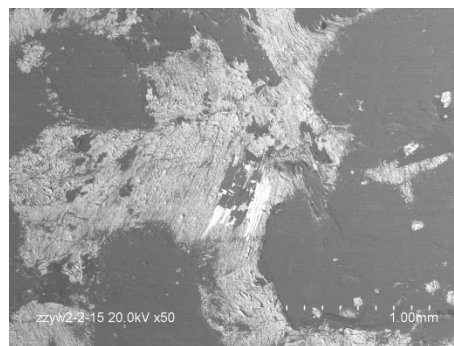
铂族矿物赋存状态研究

技术方法

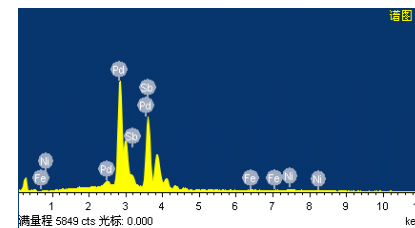
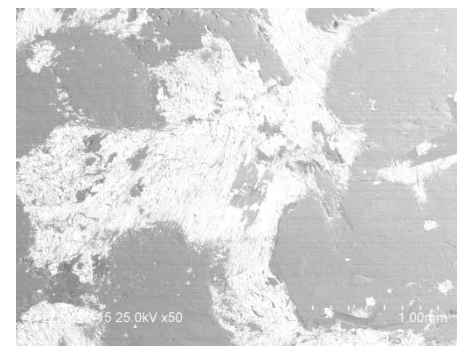
分析条件选择



15KV



20KV



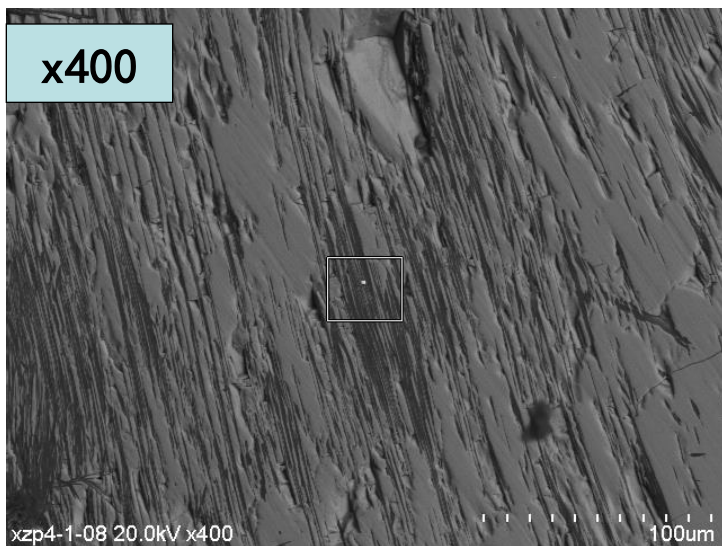
25KV



铂族矿物赋存状态研究

技术方法

分析条件选择



同一
区域



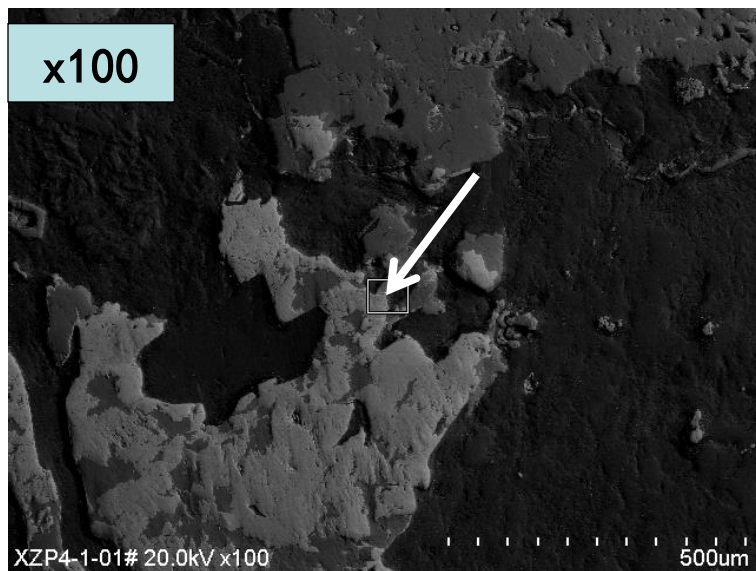
选择匹配的倍数则可通过铂族矿物的异常灰度捕获到岩石中铂族矿物的信息。



铂族矿物赋存状态研究

技术方法

分析条件选择



同一
区域



选择过低的放大倍数，则会遗失铂族矿物的异常灰度，就无法观察到岩石中的铂族矿物。



技术方法

发射电流： $10\ \mu\text{A}\sim 15\ \mu\text{A}$

准确获取较低含量铂族元素矿物中类质同象元素的信息



仪器条件:

加速电压20 kV，提取电压4.9 kV，发射电流10 μ A，工作距离15 mm，信号接收器: 背散射电子接收探头，聚光镜电流5，物镜光栏100 μ m

低倍模式下放大倍数选择 $\times 300 \pm$ ，捕获铂族矿物的异常灰度，发现铂族矿物

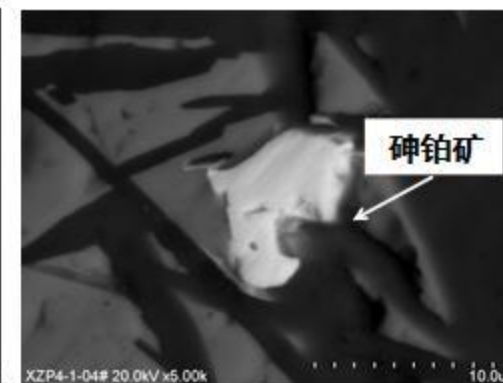
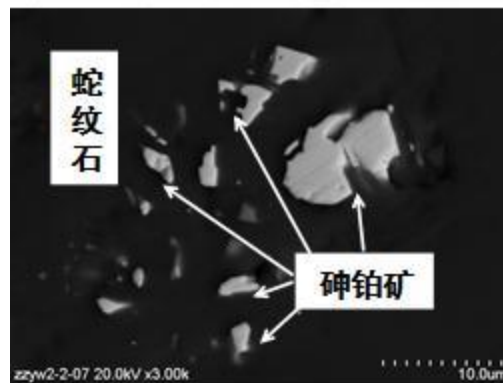
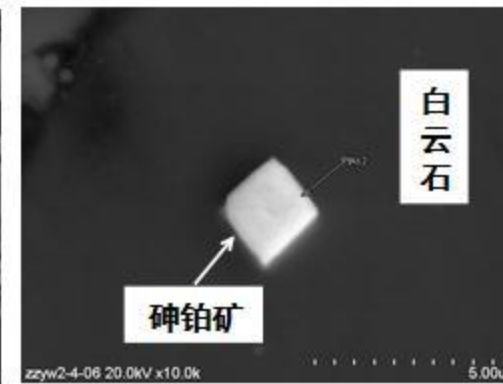
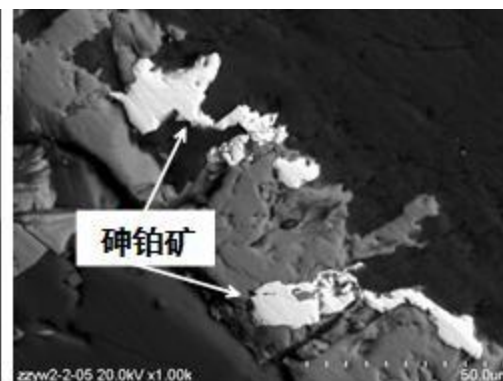
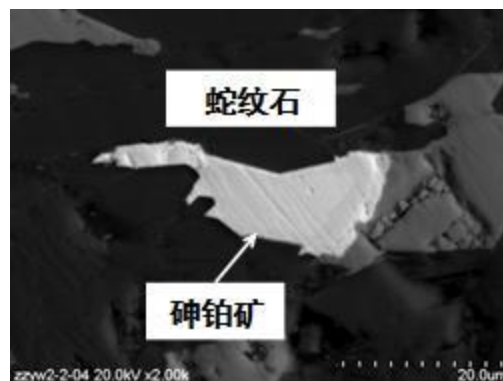
参照内部标准图集为标准进行对比度、亮度的调节，获得色阶清楚、灰度适中、细节清晰的高质量图像



铂族矿物赋存状态研究

赋存状态

砷铂矿粒径大小、嵌布特征及其与载体矿物间的相关关系。



结 论

铂族矿物赋存状态：

主要矿物为砷铂矿、锑钯矿、碲锑钯矿

次要矿物为自然铂、硫砷铑矿、硫砷铱矿

呈椭圆状、纺锤状等形式赋存于黄铁矿、磁黄铁矿及蛇纹石中

部分以类质同象的形式存在，极少量的铂与钯元素呈固溶体形式存在

铂族元素赋存状态：

主要分布在含铁的硫化物中，

Pt、Pd 等铂族元素的含量与铁、镍的含量成正相关关系

丹巴地区铂族元素亲铁、亲镍、亲硫的地球化学特征



总 结

建立的四川丹巴铜镍硫化物矿石中铂族矿物赋存状态研究分析技术方法，避免了矿物的遗漏与误判，提供了全面、准确的微观信息。目前，国内没有此类研究方法，国外虽然有矿物分析软件，但由于方法的局限性，不能准确解决岩石中存在的所有矿物，所以此方法具有先进性与实用型。



致 谢

中国地质调查局成都地质调查中心：
王坤阳、徐金沙、潘忠习等



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

Thank You !



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY