

矿物中包裹体研究

全国矿物中包裹体和成岩成矿实验
学术会议论文选集之一

科学出版社

矿物中包裹体研究

全国矿物中包裹体和成岩成矿
实验学术会议论文选集之一

科学出版社

1981

内 容 简 介

本论文集是1977年11月在广西召开的全国矿物中包裹体和成岩成矿实验学术会议的论文选编而成的。共分《矿物中包裹体研究》和《成岩成矿实验研究》两册出版。本论文集是矿物中包裹体研究部分,共选编了55篇论文,主要论述了矿物中包裹体研究的基本理论、方法原理和国内自制的仪器等。同时还介绍了我国应用这个方法对铁、铜、铌、钽、钨、锡、稀土、铅、锌、锑、汞、铀以及各种花岗岩研究方面所取得的成果。本论文集中还收集了应用包裹体方法在找寻盲矿体方面的经验。

本书可供广大地质人员,地球化学和物理化学工作者,矿物包裹体研究工作者以及有关大专地质院校师生参考。

矿物中包裹体研究

全国矿物中包裹体和成岩成矿
实验学术会议论文选集之一

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1981年3月第 一 版	开本: 787×1092 1/16
1981年3月第一次印刷	印张: 21 1/2 插页: 13
印数: 0001—1,660	字数: 496,000

统一书号: 13031·1490

本社书号: 2052·13—14

定价: 3.90 元

序 言

由中国科学院、冶金工业部、地质部和北京铀矿地质研究所等有关单位共同筹备,在中国科学院贵阳地球化学研究所和冶金工业部桂林冶金地质研究所共同主办下,于1977年11月在广西召开了全国矿物中包裹体和成岩成矿实验研究第一次学术会议,矿物中包裹体和成岩成矿实验研究虽有较长的历史,但在我国主要是在解放后逐渐发展起来的。在矿物中包裹体研究方面,我国从事这方面工作的人员相当广泛,不仅科学研究机构在深入开展,而且各省、区,甚至很多地质队也在从事这方面的工作。在缺少资料、仪器设备的条件下,发扬了自力更生,艰苦奋斗的精神,自己动手创建实验室,研制仪器,初步建立起用于包裹体研究的一些基本方法。在此基础上对我国的铁、铜、稀土、钨、锡、铋、钼、钽、金、铅、锑、汞、铀、铬和水晶矿床以及各种类型的花岗岩进行了成岩成矿物理化学条件的研究和一些物理化学参数的测定,并在国内已知的十余个矿区,作出了用于找矿的蒸发晕和热晕图。此外,对包裹体的基本理论也作了一定程度的探讨。在成岩成矿实验研究方面,1959年中国科学院地质研究所开始筹建高温高压实验室,北京大学和地质科学院等单位也相继开始筹建工作。1972年周总理提出加强基础理论研究以后,随着生产发展的需要,有关地质部门的一些研究单位和高等院校又重新开始成岩成矿的实验研究工作。从这次会议提交的论文来看,对元素迁移形式及规律,内生交代变质作用、外生风化淋滤作用、花岗岩熔化及混合岩化的模拟实验,人工晶体生长等进行了专题讨论,为我国一些重要矿床成因理论及找矿方向,特别是为铁矿床的成因和寻找提供了宝贵的实验依据。近年来这方面的科研队伍正在不断壮大,实验设备和高温高压技术方面也取得了可喜的成果,这为今后进一步开展成岩成矿实验研究打下了良好的基础。

我国各有关科研、生产和大专院校等单位向大会提交了一百多篇论文,充分反映了我国矿物中包裹体和成岩成矿实验方面的研究现况。根据这次会议领导小组的决定,由中国科学院贵阳地球化学研究所,中国地质科学院地质矿产研究所和地质部宜昌地质矿床研究所,桂林冶金地质研究所和北京铀矿地质研究所组成了论文编审组,由卢焕章、李九玲、喻铁阶、王玉荣、常海亮、陈安福等六同志具体负责全国矿物中包裹体和成岩成矿实验学术会议论文集的编审和名词统一工作。这本文集的编辑出版是为了反映我国包裹体研究和成岩成矿实验方面所取得的成绩,交流经验和成果,推动这两门分支学科的发展,同时也为广大的地质工作者宣传普及这方面的知识。但因篇幅有限,无法将所有论文和报告全部付印出版。本论文集主要是由各系统各单位推荐的,采用论文和论文摘要两种形式,以使其既有较高的水平也有一定的代表性。编审组根据上述目的和原则,本着百花齐放,百家争鸣的方针对论文进行了修改和删节。考虑到包裹体研究和成岩成矿实验研究虽有相似之处,但亦有明显的区别,故决定将会议论文集分成《矿物中包裹体研究》和《成岩成矿实验研究》两册分别出版。

由于我们的水平有限,错误和不妥之处在所难免,敬希广大读者批评指正。

全国矿物中包裹体和成岩成矿实验学术会议论文集编审组

1978年5月

目 录

76 矿床包裹体测温研究·····	陈 先等	1
蒸发晕找矿法试验研究·····	喻铁阶等	8
云南个旧锡矿气液包裹体特征和形成温度的研究·····	卢焕章等	15
气液包裹体爆裂法频谱分析的初步研究·····	范启灏等	26
矿物中包裹体的物理化学状态变量 P-V-T-N 之间的关系以及包裹体测温 工作中应注意的问题·····	季荣伦等	37
矿物中包裹体研究及其在地球化学中的意义·····	李兆麟	48
水晶结晶习性与包裹体形成机理的探讨·····	仲维卓 华素坤	56
• 包裹体的显微镜下观察和鉴定·····	卢焕章 喻茨玫	60
651 型显微热台的制作、校准与使用·····	施立达	67
气液包裹体冷冻法的初步研究·····	施继锡等	70
矿物中包裹体爆裂法热声分析原理·····	季荣伦等	77
矿物气液包裹体爆裂法测温及有关问题讨论·····	陈安福 魏家骅	84
XYD 型测温仪试制及测试条件的初步试验·····	范启灏 莫金猷	91
QRC-1 型热声爆裂仪的试制·····	程康国	98
密封热爆裂仪及爆裂法测温条件实验·····	李兆麟 蒋浩深	103
热声爆裂仪-II 型制作简介·····	周兴汉	110
全国爆裂法测温标准样的建立·····		115
气液包裹体成分分析方法的初步研究·····	李本超 施继锡	116
气液包裹体液相成分的分析方法·····	蒋桂玉	123
矿物中气液包裹体成分分析的方法·····	赵希澂 林尔为	127
用于气液包裹体研究的粗粒石英样品选纯方法·····	周 正 卢焕章	130
弓长岭铁矿二矿区矿物中包裹体的初步研究·····	李秉伦 李学明	133
鞍山弓长岭富铁矿热液活动的包裹体研究·····	施继锡 李本超	141
西鞍山铁矿床氧化带矿物包裹体测温初步结果·····	何知礼等	150
海南石碌铁矿矿物中包裹体特征及形成温度的测定·····	喻铁阶等	157
海南石碌铁矿床矿物中气液包裹体研究·····	喻茨玫等	161
山东金岭铁矿床矿物中包裹体初步研究·····	张景荣等	170
湖南 430 矿田矿物中气液包裹体特征及温度的研究·····	常海亮等	176
徐山石英脉型钨-铜矿床包裹体测温及其在地质评价中的应用 ·····		
·····	张文淮 陈紫英	184
富家坞斑岩铜(钼)矿床气液包裹体特征、形成温度及其找矿意义·····	喻铁阶等	191
江西某斑岩铜(钼)矿床包裹体特征及成矿温度的初步研究·····	魏家秀等	198
我国南岭地区若干水晶矿床气液包裹体研究·····	喻茨玫等	205

广西水晶矿包裹体的研究兼论其矿床成因·····	杜省保	215
四川某地水晶矿床包裹体特征及矿床成因的初步探讨·····	四川省地质局 673 队	225
构造溶异型水晶矿床的成因及包裹体方法在水晶矿床成因研究中的应用·····	张相训	234
沙岭梁矿床成矿温度及成矿热液特征·····	苏守田等	245
7263 矿床包裹体的初步研究和矿床成因的探讨·····	李振球 黄远东	253
钟乳石中气液包裹体的发现及其初步研究·····	何知礼	261
万山汞矿气液包裹体研究及矿床成因·····	傅良佐等	269
湖南某地铁-铅锌多金属矿床爆裂温度及蒸发晕找矿试验的初步研究·····		
·····	范启灏等	272
某地铅锌矿床成矿温度特征及成矿预测初步研究·····		
·····	中南矿冶学院地质系包体测温组某铅锌矿地测科地质综合组	283
包裹体测温找矿实验·····	单 林等	292
人造金刚石的结晶习性和包裹体的特点及其与晶体生长过程的联系·····		
·····	李达明 刘光照	299
矿物中包裹体研究的一些问题·····	卢焕章	302

文 摘

晶体缺陷与气液包裹体形成机理·····	刘国彬	311
人造水晶中包裹体的成因及气液包裹体均一温度校正与压力关系的探讨·····	李兆麟	313
某玢岩铁矿床中气液包裹体特征及成矿温度·····	李荫清等	314
小龙潭斑岩铜矿成岩成矿温度研究·····	黄楚樵等	317
No.4 矿区几种脉体形成温度的初步测定 ·····	韩 鹏	319
从矿物包裹体测温结果分析某地区铀矿化的成因·····	张友义	323
爆裂法测试条件讨论·····	陶谋镇等	324
气液包裹体爆裂法仪器一些问题的探讨·····	方根宝 许生蛟	329
爆裂法及其在矿床学和找矿勘探中的应用·····	何知礼	333
冷冻台装置及其在成矿溶液研究中的应用·····	李兆麟等	335

STUDIES OF FLUID INCLUSIONS IN MINERALS

Symposium of the National Meeting on Experimental Studies of
the Inclusions in Minerals and the Genesis of Rocks and Minerals,

Volume 1

CONTENTS

The thermometry study of inclusions in deposit No. 76	Chen Xian et al. (1)
The experimental research on evaporation halo method of prospecting	Yu Tiejie et al. (8)
Studies of Peculiarities of gas-liquid inclusions and their formation temperature at Gejiu Tin deposit, Yunnan Province	Lu Huan Zhang et al. (15)
The preliminary study of frequency analysis for decrepitation method of gas-liquid inclusions	Fan Qihao et al. (26)
The correlation between the physico-chemical parameters P-V-T-N of inclusions in minerals and present notes on temperature determination of inclusions	Ji Ronglun et al. (37)
Studies of inclusions in minerals and their significance in geochemistry	Li Zhaolin (48)
Consideration on quartz crystal habit and formation mechanism of inclusions	Zhong Weizhuo, Hua Sukun (56)
Observation and identification of inclusions under microscope	Lu Huanzhang, Yu Cimei (60)
The making of 651 type heating stage, its calibration and use	Shi Lida (67)
The preliminary research on freezing method of gas-liquid inclusions	Shi Jixi et al. (70)
Principles of thermal sound analysis for decrepitation method of fluid inclusions ...	Ji Ronglun et al. (77)
Discussion on temperature determination and related problems of the decrepitation method of gas-liquid inclusions	Chen Anfu, Wei Jiahua (84)
The making of XYD type apparatus for temperature determination and preliminary experiment of its testing conditions	Fan Qihao et al. (91)
The trial manufacture of QRC-1 type decrepitation apparatus	Cheng Kangguo (98)
The sealed decrepitation apparatus and experiment for conditions of decrepitation method	Li Zhaolin, Jiang Haoshen (103)
A brief account on the manufacture of type-II decrepitation apparatus	Zhou Xinghan (110)
The standard sample for the decrepitation method in China	(115)
The composition analytical method of gas-liquid inclusions	

..... Li Benchao, Shi Jixi	(116)
The analytical method of liquid-phase composition in gas-liquid inclusions	
..... Jiang Guiyu	(123)
The analytical method of gas-liquid inclusion composition	
..... Zhao Xizheng, Lin Erwei	(127)
The ore selecting method for coarse-grained quartz used in research of gas-liquid inclusions.....	
.....Zhou Zheng, Lu Huanzhang	(130)
A preliminary study of fluid inclusion in minerals from mine area No. 2, Gong Chang Lin iron ore deposit.....	
..... Li Binglun, Li Xueming	(133)
Studies of fluid inclusions showing the hydrothermal solution activity in Gong Chang Lin iron-rich deposit, Anshan.....	
..... Shi Jixi, Li Benchao	(141)
The preliminary results of inclusion thermometry in minerals occurring in Oxidation zone of west Anshan Iron Deposit.....	
..... He Zhili et al.	(150)
Characteristics of fluid inclusions and their formation temperature at Shilu Iron Deposit, Hainan Island.....	
..... Yu Tiejie et al.	(157)
Research on gas-liquid inclusions in minerals from Shilu Iron Ore Deposit, Hainan Island.....	
..... Yu Cimei et al.	(161)
Preliminary studies of fluid inclusions in minerals from Jinlin Iron Deposit, Shantung	
.....Zhang Jingrong et al.	(170)
Studies of features of gas-liquid inclusions in minerals and their formation temperature for Ore Field No. 430, Hunan	
.....Chang Hailiang et al.	(176)
Determination of fluid inclusions in Xushan W-Cu deposit of quartz-vein type and its application in geological evaluation	
..... Zhang Wenhui, Chen Ziyang	(184)
Characteristics of fluid inclusion, their formation temperatures and exploration significance in Fujiawu Porphyry Copper Deposits	
..... Yu Tiejie et al.	(191)
Characteristics of fluid inclusions and preliminary studies of formation temperatures in a certain porphyry copper deposit, Jiangxi Province	
..... Wei Jiaxiu et al.	(198)
Research on gas-liquid inclusions in some quartz deposits in Nanling District, South China	
..... Yu Cimei et al.	(205)
Studies of fluid inclusions in some quartz deposits in Guangxi and their genesis	
.....Du Shengbao	(215)
Characteristics of fluid inclusions and preliminary discussion on origin of a certain quartz deposit in Sichuan Province	
.....Geological Team No. 673, Bureau of Geology, Sichuan Province	(225)
Origin of quartz deposit controlled by structure and karst water in the light of inclusion studies	
..... Zhang Xiangxun	(234)
Peculiarities and temperatures of ore-forming fluid in Shalingliang Uranium Deposit	
..... Su Shoutian et al.	(245)
Preliminary investigation of fluid inclusions and genesis of deposit No. 7263	
..... Li Zhenqiu Huang Yuandong	(253)
Discovery and preliminary study of gas-liquid inclusions in stalactite	
..... He Zhili	(261)
Research on gas-liquid inclusions and genesis of Wanshan Mercury Ore Deposit	
..... Fu Liangzuo et al.	(269)
The decrepitation temperature and preliminary research on evaporation halo from Fe-Pb-Zn Polymetallic ore deposit in a certain locality, Hunan Province	
..... Fan Qihao et al.	(272)
Characteristics of formation temperatures and preliminary study of metallogenetic	

prediction in a certain Pb-Zn ore deposit.....	The Department of Geology, Central-South Mining and Metallurgy Institute et al. (283)
The prospecting test in the light of fluid inclusion thermometry	Shan Lin et al. (292)
Crystal habit of artificial diamond, characteristics of inclusions and their relation to process of growth of crystals.....	Li Daming, Liu Guangzhao (299)
Some problems of inclusion studies in minerals.....	Lu Huanzhang (302)

Abstracts

Crystal defect and formation mechanism of gas-liquid inclusions.....	Liu Guobin (311)
Genesis of fluid inclusions in artificial quartz and discussion on the relation between calibration of homogenization temperature of fluid inclusion and pressure	Li Zhaolin (313)
Characteristics of gas-liquid inclusions and their formation temperature in a certain porphyrite iron deposit.....	Li Yinqing et al. (314)
A study of formation temperatures of rocks and ores for Xiaolongtan Porphyry Copper Deposit	Huang Chujiao (317)
The initial determination of formation temperature of some veins in deposit No. 4	Han Peng (319)
From the results of temperature determination of fluid inclusions to study the genesis of a certain uranium mineralization.....	Zhang Youyi (323)
Discussion on testing conditions of the decrepitation method ...	Tao Mouzhen et al. (324)
Consideration on some problems of apparatus used for the decrepitation method of gas-liquid inclusions	Fang Genbao, Xu Shengjiao (329)
The decrepitation method and its use in the study of ore deposit and exploration	He Zhili (333)
Freezing stage and its application in the study of ore-forming fluids	Li Zhaolin et al. (335)

76 矿床包裹体测温研究

陈先 陈安福 蒋桂玉 苏守田

(北京铀矿地质研究所)

一、地质概况

矿床位于浙西北东向中生代一拗断盆地的南西端北缘,新华夏系(走向 $15^{\circ}-30^{\circ}$)断裂喷发带的北东端,矿床北西部分广泛出露震旦-寒武纪浅变质岩,南东部分分布着上侏罗系上部黄尖组的一套厚层状酸性火山碎屑岩,中部是呈北东向分布的次火山岩——花岗斑岩、石英斑岩。矿床南西部和南东部有浮于花岗斑岩上面的上侏罗系火山碎屑岩及隐蔽爆裂岩的残留顶盖(图 1)。

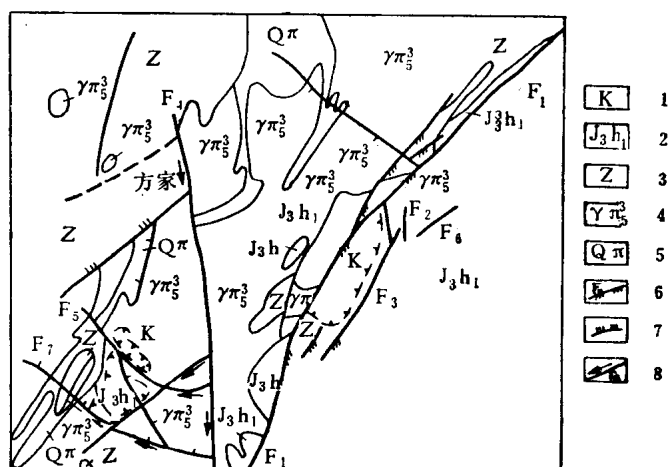


图 1 七六矿床地质构造略图

1——隐蔽爆裂岩; 2——凝灰岩; 3——页岩、板岩、泥灰岩砂岩; 4——花岗斑岩; 5——石英斑岩; 6——压扭性断裂; 7——压性断裂; 8——扭性断裂

矿床内断裂构造发育,与区域构造活动有联系的主要是 F_1 , F_4 , F_5 , F_7 次之,属新华夏体系, F_3 呈一个南东方向略凸出的弧形体, F_2 , F_6 为许多近似平行的二级构造裂隙组成, F_3 , F_2 , F_6 均为 F_1 的次级构造。

F_1 , F_5 等较大的且与区域构造活动有关的断裂和其两侧的次一级羽毛状开口裂隙分别控制了矿床的 I、II、III、IV、V、VI 号矿带,其中 III 号矿带和 II 号矿带为主要含矿带。

鉴于铀矿化集中在花岗斑岩中和其外接触带的隐蔽爆裂角砾岩中,铀矿化既受构造控制又受有利的岩性控制。

二、主要含矿围岩中的包裹体特征

矿床内广泛发育的主要含矿围岩为多种凝灰岩,包括熔凝灰岩、角砾熔凝灰岩,熔接凝灰岩,岩屑晶屑凝灰岩和次火山岩。

主要含矿围岩的包裹体特征见表 1。

表 1 主要含矿围岩的包裹体特征

岩性	测试矿物	原 生 包 裹 体 特 征							次生包裹体 均一温度0℃
		数量	相态	形态	大小(毫米)	气相大小(毫米)	气相特征	均一温度 0℃	
凝灰岩	晶屑石英	少量	气相、玻璃质二相	带圆棱角的正方形、菱形(照片1)	0.570—0.0153	0.0190—0.0077	浑圆很黑	>1300—1112	470—110
霏细斑岩	斑晶石英	少量	气相、玻璃质二相	带圆角的六边形(照片2)	最大可达0.03		浑圆很黑	>1300	
花岗斑岩	斑晶石英	少量	气、液二相	不规则形	0.0153—0.0051	0.0026±	圆形	836—740	
石英斑岩	斑晶石英	少量	气、液二相	不规则形(照片3)	0.0255—0.0102	0.0092—0.0051	圆形	770—726	250—101

从以上几种主要火山岩的均一温度可以看出其生成顺序为凝灰岩→花岗斑岩→石英斑岩,符合火山活动的规律,即从早期的酸性喷发到晚期的浅成侵入,火山活动的韵律比较简单。

在凝灰岩中存在的高温玻璃包裹体在次火山岩中没有发现。

在这些主要含矿围岩中都大量发育次生的气液二相包裹体,表明它们同样都受到火山期后热液作用的影响。

三、火山期后热液活动与矿化的关系

76 矿床的矿石物质成分比较简单,从表 2、3 可知金属矿物除沥青铀矿外,主要为一些数量不多的金属硫化物,其爆裂温度在 250—145℃ 之间。非金属矿物比较发育,有方解石、萤石、石英、绿泥石、水云母等。围岩蚀变以红化、萤石化、碳酸盐化、黄铁矿化、绿泥石化为主。

根据 76 矿床大量均一法测温数据整理出表 4。

从 28 个萤石测温数据看出(表 5),颜色与形成温度的关系不大。

从表 6 得出,矿床主要的二条矿带内主要金属矿物在不同深度上其发育量、形成温度的变化有一定规律,即随深度增加,金属矿物含量增加,形成温度也升高。所得温度梯度与国外报道的大多数次火山岩型热液矿脉的温度梯度近似(3—5℃/10 米)。

根据矿床的温度梯度、形成温度,估算矿脉的形成深度约为 570 米,其下限离矿脉露头约 200 米。

表 2 矿物共生组合表

特 征 矿 物		III	V
沥青铀矿		主要是不规则碎粒状，圆球粒状 次之，粒径 ≤ 0.005 毫米	圆球粒状为主 粒径 $0.005-0.05$ 毫米
金属 矿物	主要	闪锌矿、辉钼矿	含铜闪锌矿、黄铁矿、辉钼矿
	次要	方铅矿、黄铁矿	黄铜矿、方铅矿
非金属矿物		绿泥石、萤石、方解石、石英、水云母	绿泥石、水云母、方解石
共生组合		沥青铀矿-含铜闪锌矿脉 沥青铀矿-黄铁矿脉 沥青铀矿-辉钼矿脉 沥青铀矿-方铅矿脉	

表 3 矿物生成顺序表*

顺序	矿物名称	火山 热液前期	火山热液期		表生阶段
			成矿阶段	矿后阶段	
1	立方体黄铁矿				
2	尘点状黄铁矿				
3	闪锌矿				
4	黄铜矿				
5	含铜闪锌矿				
6	五角十二面体黄铁矿				
7	胶状黄铁矿				
8	辉钼矿				
9	沥青铀矿				
10	方铅矿				
11	细脉状黄铁矿				
12	绿泥石				
13	水云母				
14	萤石				
15	方解石				
16	地开石				
17	石英				
18	钠长石				
19	褐铁矿				
20	铀黑				
21	铜铀云母				
22	钙铀云母				
23	矽钙铀矿				
形成温度 $^{\circ}\text{C}$		465—220	220—150	170—91	常温

* 据 653 队资料整理。

表4 主要脉石矿物包裹体特征及成矿温度表

矿物	特征	包 裹 体 特 征							
		相态	数量	形 状	长(毫米)	气相大小(毫米)	气相形状	气液比	均一温度(°C)
石 英	成矿前 无色透明块状	气液二相	中量	六边形,凸字形 浑圆形,长条形	0.51 0.0153	0.0051±	浑圆形	1:6—1:4	420—298
	成矿期 无色透明球状	气液二相	多量	椭圆形,不规则形	0.025 0.020	0.005±	浑圆		220—152
	成矿后 无色透明梳状	气液二相	少量	不规则形为主 (照片4) 椭圆形,方形	0.05 0.025	0.005	浑圆		192—105
萤 石	成矿前 紫、浅紫、 浅绿色,团块状, 薄膜状	气液二相	大量	不规则形为主,似 三角形,卵形,凸字 形	0.104 0.0156	0.0104 0.0051	浑圆		465—220
	成矿期 黑紫、深紫、浸 染状	气液二相	大量	椭圆形,长条形(照 片5),不规则形	0.2 0.07 0.02	0.01 0.0075	浑圆		227—155
	成矿后 紫、浅紫、 浅绿色,脉状	气液固三相	中量	固相呈立方形、六 边形,钠盐、钾盐子 矿物(照片6、7)钠 盐>钾盐					
	成矿后 紫、浅紫、 浅绿色,脉状	气液二相	大量	浑圆形、三角形(照 片8),不规则形(照 片9、10)	0.18 0.03 0.02 0.0012		浑圆		156—110
方 解 石	成矿前 肉红色脉状	气液二相	少量	不规则形,正方形	0.0204 0.0092		椭圆、 圆形		265—260
	成矿期 肉红色团块状	气液二相	少量	正方形、方形、不规 则形、管形(照片 11)	0.06 0.015	0.09 0.004	浑圆		240—150
	成矿后 白色晶状脉状	气液二相	多量	不规则形(照片 12),长方形	0.06 0.0012				130—91

表5 76矿床测温结果

萤 石 颜 色	均 一 温 度 (°C)
无 色	220、217、210、178、172、159
浅 绿 色	227、216、214、210、207、195、182、106、165、156
浅 紫 色	197、196、184
紫 色	218、217、217、190、182、178、178、174、155

表 6 矿物形成温度梯度变化表

矿带	坑道编号 标高(米)	金 属 矿 物			脉石矿物温度变化	
		沥青铀矿	硫化物	温度变化	肉红色方解石	成矿期萤石脉
III号	$\frac{\text{III T}-304}{620}$	↓	↓	210℃ ↓	210℃ ↓	182℃ ↓
	$\frac{\text{III T}-306}{570}$					
	$\frac{\text{III T}-312}{470}$					
V号	$\frac{\text{III T}-14}{470}$	↓ 变富	↓ 增多	250℃	255℃	220℃
	$\frac{\text{III T}-430}{430}$					
温度梯度				$\frac{2.8^\circ\text{C}}{10 \text{ 米}}$	$\frac{2.3^\circ\text{C}}{10 \text{ 米}}$	$\frac{2^\circ\text{C}}{10 \text{ 米}}$

四、热液性质、元素迁移和富集的探讨

通过气液包裹体成分分析结果(表 7)和 pH 的测定可以证明成矿溶液主要是含 Ca-Na-Mg/HCO₃-F-Cl 型偏碱性溶液。

表 7 包裹体成分分析结果*

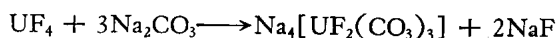
样品名称 组分和pH	方解石	方解石	浅色萤石	含矿萤石	含矿萤石	方解石	浅色萤石	石英
HCO ₃ ⁻¹ 毫克/100克	6.562	6.240	0.162	2.025	0.514	5.295	2.282	4.830
F ⁻¹ 毫克/100克	0.037	—	0.413	0.395	0.588	0.038	0.345	0.035
Cl ⁻¹ 毫克/100克	0.300	0.323	0.660	0.525	0.330	0.378	0.330	0.263
SO ₄ ⁻² 毫克/100克	0.208	0.125	0.118	1.630	0.205	0.320	0.283	0.155
Ca ⁺² 毫克/100克	2.250	1.568	0.450	0.700	0.375	1.890	0.600	1.300
Na ⁺¹ 毫克/100克	—	0.163	0.233	0.600	0.675	0.128	0.225	0.125
K ⁺¹ 毫克/100克	0.048	0.028	0.098	0.218	0.123	0.053	0.100	0.063
Mg ⁺² 毫克/100克	0.063	0.195	0.068	0.253	0.078	0.075	0.125	0.035
UO ₂ ⁺² 毫克/100克	—	—	—	0.050	0.053	0.020	0.023	—
pH (二次水的 pH = 6.4)	7.5	7.7	7.2	7.4	6.7	7.5	7.5	7.4

* 分析数据已扣除矿物本身的溶解值。

热液中含有较多的硫化物,这一事实说明铀在沥青铀矿沉淀之前于热液中主要是处于六价状态(与此同时,也不排除有四价状态存在的可能性)。

该矿床成矿期各个阶段碳酸盐广泛发育,根据沥青铀矿与碳酸盐紧密共生以及在成矿阶段的矿物气液包裹体成分中主要是重碳酸盐这一事实,为铀呈铀的碳酸盐络合物形式迁移的假设提供了证据。米勒等人利用了热力学计算和实验结果都说明,在 215—150℃ 的情况下,铀酰的二碳酸络合物 $[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_2]^{-2}$,铀酰的三碳酸络合物 $[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3]^{-4}$ 都是稳定的。

沥青铀矿除与碳酸盐紧密共生外,还与萤石紧密共生,气液包裹体成分分析结果,可以认为铀呈某些卤化物形式迁移是可能的。如 UF_4 是难溶的,但 UF_4 和碳酸盐溶液作用能生成易溶络合物。

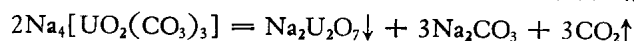


SO_4^{2-} 亦可和铀酰离子形成络合物,但量少,不是主要的。

因此推断 76 矿床铀元素在热液中主要以碳酸盐和氟碳酸盐络合物形式进行迁移。

成矿溶液中铀元素的沉淀主要在于络合物的稳定因素遭到破坏。

(1) 络合物本身的水解,在温度 150℃,由于水解作用,致使部分铀发生沉淀。



(2) 成矿温度的降低,矿物的溶解度也降低,于热液中沉淀成矿。据测温结果,该矿床热液活动温度在 465—91℃ 范围内,而成矿期温度在 220—150℃,和米勒等人资料相符。

(3) 成矿压力的降低,主要是 CO_2 的逸出,导致络合物的分解。

(4) 与围岩作用,改变热液 pH 值,引起铀的易溶络合物的分解,同时产生碳酸盐化和萤石化等蚀变现象,并使铀还原富集。

成矿期萤石中含子矿物的三相包裹体比较发育,说明沥青铀矿和萤石共沉淀时热液中 NaCl 的含量较高。随着温度的降低,析出 NaCl 晶体。由于碳酸盐络合物的分解,热液中增加了碳酸盐的浓度(如 NaHCO_3),由于其溶解度较大,可以继续运移,当与围岩中的 Ca^{+2} 作用时生成 $\text{CaCO}_3\downarrow$,所以矿区方解石比较发育。

(5) 氧化还原电位的降低,沥青铀矿与大量硫化物共生,说明当含 UO_2^{+2} 的热液进入富含硫化物的环境时,体系中氧化还原电位的降低,促成六价铀的还原,这是沥青铀矿形成的主要原因。

综上述,可以得知,由于热液中物理化学平衡条件的变化导致络合物的破坏,释放出 UO_2^{+2} 与硫化物作用时形成铀的沉淀。该矿床属硫化物型矿床。

五、几点认识

76 矿床系为近火山口相次火山岩型中低温热液铀-硫化物矿床。早期喷出大量火山碎屑岩,经过晚期断裂、塌陷、隐爆,以次火山岩侵入告终。

火山碎屑岩成岩温度为 $>1300^\circ\text{C}$ — 1112°C ,铀成矿温度为 220—150℃。

成矿期萤石中含有大量 NaCl 、 KCl 盐类子矿物,表明成矿期溶液浓度较大,盐度也较高。

矿床成矿溶液是 $\text{Ca-Na-Mg/HCO}_3\text{-F-Cl}$ 型的弱碱性溶液。铀以碳酸盐和氟-碳酸盐络合物形式进行迁移。主要受 H_2S 作用氧化—还原电位降低, 铀呈沥青铀矿形式自溶液中析出。

成矿温度随深度增加而递增 $2.8\text{—}2^\circ\text{C}/10$ 米, 按温度梯度成矿温度可推算出成矿深度为 570 米, 沥青铀矿主要赋存在 620—430 米标高内。

参 考 文 献

- [1] Miyazawa, T., 1967, Lowest Limit and Depth of Formation of Hydrothermal Veins, Problems of Hydrothermal Ore Deposition, International Union of Geological Sciences Series A, No. 2.

蒸发晕找矿法试验研究

喻铁阶 李克生 叶欣

(桂林冶金地质研究所)

经过长期找矿勘探后,尚未发现的出露地表的矿床已越来越少,因此当前找矿工作的一个重要课题就是找寻地下盲矿体。蒸发晕找矿法是目前正在研究的新找矿方法之一,它对寻找热液盲矿体将有一定效果。我组开展包裹体研究工作以来,在几个矿区进行了蒸发晕找矿法试验研究,取得了一些试验资料,对该方法有了初步认识,本文就是在这些资料的基础上,对这种方法的初步探讨。

一、蒸发晕找矿法的一般概念及研究现状

热液矿床,简言之是热液运动的产物。岩浆期后形成的热水溶液,沿着地质构造软弱带发生运移、扩散、交代、溶解和结晶。这些地质现象常常是从中心向周围由强到弱逐渐变化的。这种变化表现在热液活动的中心(热液矿体、热液通道或热液脉体)部位,温度和压力较高,浓度较大,有大量的热液矿物生成。由于岩石中的矿物发生重结晶或溶解交代等现象,因此气液包裹体大量存在。经过一段距离的运移之后,温度、压力下降,活动能力减弱,热液矿物和各种热液活动现象都将减少,因而岩石中存留的气液包裹体也相对较少。在离热液源较远的地方,温度和压力大大降低,各种热液现象大大减少,但热液渗透到矿物的微裂隙中,经过某些物理化学变化后,仍可以包裹体的形式保存下来。热液活动的这种变化规律可以概括为:越靠近热液矿体(或热液通道、热液脉体),温度、压力越高,热液活动越强烈,单位体积(或重量)的岩石中保存的包裹体数量也越多。反之,温度、压力下降,热液活动减弱,包裹体数量减少。我们把热液矿床(或热液通道、热液脉体)周围包裹体数量由近及远变化的这种地质现象,称为“蒸发晕”或“热液扩散晕”。

蒸发晕是以包裹体的形式存在岩石中的一种地质现象,一般的岩石矿物学方法及物化探方法均不能测量它。发明了包裹体爆裂法测量矿物形成温度后,有人使用爆裂脉冲计数的方法来确定岩石中包裹体的相对数量,并把这种计数结果反映在剖面上或平面上,绘成蒸发晕曲线图。试验证明,蒸发晕曲线图上出现的异常,反映了热液矿床的位置和大小。因此蒸发晕作为找矿方法被提出来了。

据文献报道,蒸发晕找矿法主要是苏联的一些地质工作者提出,并应用于找矿。在苏联和日本等国,蒸发晕的研究曾取得一些成果,但到目前为止,试验研究工作进展缓慢;我国近年来也有一些单位在这方面做了一些工作,但仍处于试验研究阶段。