

ISSN 1000 - 6524

第二届全国矿物学学术会议 论文集

岩石矿物学杂志

ACTA PETROLOGICA ET MINERALOGICA

第16卷 增刊

Vol. 16 Supplement

1997

中 国 地 质 学 会 主 办
岩石矿物学杂志 编辑委员会 编辑
岩石矿物学杂志 编辑部 出版

ISSN 1000-6524



启 事

《岩石矿物学杂志》自1997年1月起,改由北京市邮局发行,发行代号为82-52。全国各地邮局均可订阅。欢迎广大读者及有关单单位订阅。

《岩石矿物学杂志》自1996年起,改为激光照排。凡被本刊通知录用的稿件,在退改稿时,请作者尽可能提供录入好的软盘(使用任何排版或文字处理软件均可,但所用之软盘必须为3英寸盘),以减少改稿时间和缩短出版时间。请作者大力协助,谢谢!

《岩石矿物学杂志》编辑部

ACTA PETROLOGICA
ET MINERALOGICA

Vol. 16 Supplement

(Quarterly, Started in 1982)

岩石矿物学杂志
YANSHIKUANGWUXUE ZAZHI

第16卷 增刊

(季刊, 1982年创刊)

Edited jointly by Commission on Mineralogy and
Commission on Petrology Geological Society of China
and Institute of Mineral Deposits and Institute of
Geology, Chinese Academy of Geological Sciences

For information write directly to Editorial Department of "Acta Petrologica et Mineralogica", Institute of Mineral Deposits and Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Baiwanzhuang Road 26, Beijing, People's Republic of China.

主 办 中国地质学会 矿物学专业委员会
岩石学专业委员会

编 辑 《岩石矿物学杂志》编辑委员会
(北京市百万庄路26号 100037)

主 编 沈 其 韩 黄 蕴 慧

出 版 《岩石矿物学杂志》编辑部
(北京市百万庄路26号 100037)

印 刷 北京市康利胶印厂

发 行 北京市报刊发行局

订 阅 处 全 国 各 地 邮 局

国内统一刊号: CN 11 - 1966 / P (97)京新出报刊增准字第187号

定价 40.00元

支持着产品开发和产品评价的 理学集团公司简介

理学集团公司是世界上研究和生产 X 射线科学分析仪器的开拓者之一,其成员主要包括:理学电机株式会社,理学电机工业株式会社,株式会社理学。半个多世纪以来,理学公司一直致力于研制和开发 X 射线科学分析仪器,并为世界科学分析仪器的发展做出了重要的贡献。理学集团公司的总部设在日本,在中国、美国、欧洲等世界七十多个国家设有销售和售后服务机构。

理学集团公司是生产 X 射线科学分析仪器的专业厂家,在世界上享有很高的声誉。目前,理学集团公司的产品可以分为 X 射线衍射仪、X 射线荧光光谱仪、X 射线探伤仪、热分析仪四大类,六十多种产品。其产品可以应用于各个领域,如各种材料(金属材料、无机非金属材料、复合材料、有机材料)的物质结构分析、元素定性定量分析、产品性能评价、新产品开发和产品现场质量管理分析等,其丰富的分析仪器种类可以为不同要求的用户提供最适合的分析手段。

在物质结构分析方面,理学公司拥有适用于各种分析要求的多种规格的 X 射线衍射仪,可以对物质的晶体结构、材料结晶化程度、晶体内部缺陷、晶体原子排列方式、材料微区残留应力和材料的相变过程等进行分析。理学 X 射线衍射仪的主要型号有:

- 全自动 X 射线衍射仪 D/max 2000 系列
 - 各种 X 射线衍射仪应用附件
 - 微区衍射 PSPC/MDG
 - 应力分析附件
 - 小角/广角测角仪
 - 高温附件
 - 多用途附件(极图/薄膜/应力)
 - 纤维样品附件
 - 薄膜附件
 - 低温附件
- 小型台式 X 射线衍射仪 MiniFlex
- 影像板(IP)X 射线衍射仪 R-AXIS IV
- 单晶 X 射线结构解析装置 RASA/AFC 系统
- 高分辨率 X 射线衍射仪 SLX-2000

D/max 2000 系列 X 射线衍射仪是理学公司集半个多世纪的专业经验而开发的全自动 X 射线衍射系统。D/max 2000 系列产品实现了全自动调整、全自动测量、全自动数据处理,操作简单方便,精度高。D/max 2000 系列具有很强的扩展功能,通过采用不同的应用附件而实现不同的分析目的。

自 60 年代起,理学公司的各种产品就已广泛用于中国的各个领域。到目前为止,理学公司的各种 X 射线衍射仪在中国已销售了 1000 台以上,X 射线荧光光谱仪已在中国销售了 400 台以上。为维护用户的利益,理学公司已在中国建立起高效、迅速、优质的售后服务网络,提供给用户完善的售后服务保证和全面的技术支持。为加强理学与用户间的技术交流与合作,理学公司在中国正式成立了“中国理学 XRF 用户协会”和“中国理学 XRF 用户协会”。用户协会定期出版用户学术论文,定期举办用户学术交流活动。

理学支持着用户的产品开发和产品评价,支持着世界科学仪器的发展。理学公司愿意做为您忠实的朋友,为您的科研和生产提供最佳的分析手段。

株式会社理学北京事务所

地址:北京民族饭店 3 层 邮编:100031 电话及传真:(010)66059330

目次

- 河北邯邢地区一种富铝角闪石的发现及研究 曹正民、毛凌云、秦善、舒柱明(1)
- 陕西驾鹿金矿床中铋、铬新矿物的成因及其意义
..... 刘良、周新春、王焰、杨建琨、李广慧、胡建明(6)
- 我国砷酸盐矿物研究的一些新发现 李艺、赖来仁(9)
- 我国发现的含铍矿物:托贝石和含铍伊利石 高振敏、罗泰义、郁云妹(14)
- 铈黄铁矿 张宝贵、王三学、张忠、王明再(19)
- 河南灵宝高电荷柯绿泥石的发现与研究 刘福生、彭同江、张建洪(23)
- 新矿物(1980—1994年)综合系列研究 黄蕴慧、蔡剑辉、曹亚文(28)
- 我国原地质部系统(1958—1980年、1978—1984年期间)发现的新矿物及两次获奖情况
..... 於祖相(30)
- 我国铌钽矿物学研究前景刍议 张培善、陶克捷、杨志明(34)
- 湘南柿竹园矿床石英的成因矿物学研究 康先济、黄惠兰(40)
- 招远—莱州金矿带中应用矿物标型填图预测深部矿体研究的新进展与成功实例
..... 任英忱、王铁军(45)
- 白云鄂博碳酸盐矿物的成因矿物学研究 杨学明、杨晓勇、邹明龙、
陈双喜、张培善、陶克捷、M. J. Le Bas、R. N. Wilson、L. S. Campbell、P. Henderson (50)
- 浙江遂昌冶岭头金矿床中黄铁矿的热电标型 梅建明(55)
- 黑龙江省老柞山金矿毒矿的找矿标型 李晓敏、周喜文(59)
- 胶东乳山金矿床矿物学填图方法比较研究 李生荣、陈光远、邵伟、孔岱生(63)
- 新疆北山地区金矿床(点)中黄铁矿的特征 孙传敏、何政伟、陶专、董成斌、吴德超(66)
- 皖西霍邱群含铁岩系特征矿物成因矿物学研究 杜贞保、杨晓勇(70)
- 哀牢山金矿带中黄铁矿的标型特征 刘星(73)
- 山东埠上金矿内石英的标型特征研究
..... 杨建民、徐珏、田农、杨香月、于跃军、王凤海(77)
- 湖北鸡笼山岩体成岩石英的成因矿物学和找矿矿物学 谭秋明(83)
- 广东陆丰含铜稀硫化物矿床中黄铁矿的成因意义 夏学惠(86)
- 锆石成因矿物学及其在榴辉岩中的应用 鲍学昭、李惠民、陆松年(90)
- 哀牢山地区绿色云母及其对不同矿化类型的指示意义 刘星(96)
- 山东临朐铁寨金矿化区隐爆角砾岩中黄铁矿的热电性和碳酸盐矿物的热发光性特征
..... 孟舜平、杨德平、沈昆(100)
- 甘肃省金川铜镍硫化物矿床岩浆的氧逸度和硫逸度 曹亚文、蔡剑辉(103)
- 苏州花岗岩的稀有金属矿物研究 王汝成、徐士进、沈渭洲、赖鸣远(109)

冀东地区变质岩中反条纹长石成因的初步探讨..... 赵文浩(112)

锰结核中的水羟锰矿..... 韩喜球、施通富、陈建林、张富生、林承毅(115)

硅藻土中水的红外光谱和脱水—重新吸水过程研究

..... 张惠芬、王辅亚、冯 璞、吴平霄、王德强(119)

幔源硅酸盐造岩矿物中的微量水

..... 郭立鹤、吴淑琪(125)

福建碧田铜金银矿床中的含铜辉银矿..... 陈殿芬(128)

新疆小热泉子酸性火山岩中的钠长石及其成因..... 周秀仲(132)

我国有序度最高的腾冲现代热泉高岭石..... 张天乐、王宗良、胡云中(136)

赣南版石超基性岩体矿物学研究及其意义

..... 战明国、李 波、芮 柏、高艳君(139)

山东南墅地区孔兹岩系的矿物共生组合及其演化..... 周喜文、李晓敏、靳是琴(145)

安徽铜陵包村砂卡岩型金矿床矿石矿物研究..... 陆建军、王汝成、胡 欢(149)

铜陵包村铁帽型金矿矿物学研究..... 胡 欢、王汝成、陆建军(152)

洛宁银矿床中银矿物研究

..... 吕 夏、申成林(155)

山西大同饮牛沟钾镁煌斑岩中金云母矿物化学研究..... 李佑国(158)

冀东地区变质岩中黑云母的研究

..... 李殿超、胡肇华(163)

紫金山铜金矿床的蓝辉铜矿—辉铜矿成矿矿物学研究..... 陈克推、魏家秀、王立华(167)

矿物数据库研究

..... 郭宗山、蔡剑辉、郭月敏、赵春林(172)

环境矿物学研究的最新进展

..... 曾荣树、赵杰辉、张振禹、徐文东、刘嘉琳、艾德生(172)

黄铁矿在纳米碳管生长中的催化作用..... 陈代璋、李 嘉、杨 翔、卢晓英、余 英(181)

环境矿物材料研究方向探讨..... 鲁安怀(184)

天然铁的硫化物吸附 Cr^{6+} 的等温曲线研究..... 唐军利、鲁安怀、陈代璋、卢晓英(187)

天然铁的硫化物处理含 Cr^{6+} 废水的实验条件研究

..... 卢晓英、鲁安怀、陈代璋、唐军利(190)

应用矿物学在矿产开发利用中的作用和地位..... 汤集刚、李英堂、许志华(194)

矿物材料在微波与电子技术中的应用..... 冯俊明(199)

煤矸石中矿物组合特点与 β -SiC 的合成 ... 王晓刚、陈 维、陈寿田、牟国栋、刘君峰(203)

粘土矿物橡胶补强剂研究..... 吴季怀、魏从容、赵 煌、张敬阳、沈 振(207)

影响玻璃陶瓷变形的几个因素

..... 李 骅、张术根(210)

锆英石精矿中某些有害杂质存在形式的工艺矿物学研究

..... 温志坚、汤集刚(213)

黄磷渣的矿物成分研究

..... ~~肖金凯、刘世荣~~(218)

磨料用石榴石的性质与成分及成因的关系..... ~~张 彬、李 奇~~(222)

钨尾矿玻璃陶瓷(微晶玻璃)的试验研究..... ~~张 彬、李 奇、王大伟~~(223)

黄沙坪铅锌矿尾矿玻化砖研制

..... 梁 凯、~~张 彬、王大伟、李 奇~~(224)

河北某膨润土矿石性质及其高效活性白土研制..... ~~周国华~~(224)

动态高压矿物学研究的新进展

..... ~~谢 德、陈 飞~~(229)

原岩成分对脱水熔融、变质反应控制作用的实验研究..... ~~刘福来、马 磊~~(243)

氟碳铈矿—球霰石多体系列中层状模块的对称转换..... 杨志明、陶克捷、张培善(246)

大洋锰结核中锰矿物的晶粒度及晶格畸变测定

..... 刘新波、卢效珍、姚 德、许东禹、萧绪琦(251)

间层矿物层间作用势能的一种定量计算方法	秦 善、曹正民(255)
矿物的热膨胀系数与晶体结构之间的关系研究	张振禹、叶大年、刘蔚玲(258)
2:1 型层状硅酸盐的羟基定位结构及其在差热分析中的应用	汪 灵、张振禹(262)
浙江平阳矾山明矾石矿床中矿物共生的拓扑学研究	梁祥济、廖志杰(266)
扫描电子显微镜下某些微小和微量矿物的特征	陶克捷、张汝藩(272)
硫化物矿物与金的硫氢络合物溶液表面作用的 XPS 研究 吴大清、张世柏、彭金莲、王扬传(276)
高岭石—莫来石反应系列中的结构演化 郭九皋、何宏平、王辅亚、王德强、张惠芬、胡 澄(281)
数字图象处理技术在矿物学研究中的若干应用	应 平(286)
黄铁矿微形貌的扫描隧道显微镜研究及其成矿动力学意义 叶 荣、赵伦山、马喆生(288)
关于电子探针分析的吸收校正因子	莫 峰(291)
CO ₂ —N ₂ 气相包裹体标样合成及其喇曼探针研究	王永强、徐培苍(295)
含绿柱石及海蓝宝石花岗岩伟晶岩晶质—流体熔融包裹体研究 李兆麟、杨荣勇、翟 伟、毛艳华(299)
酸性热流体在紫金山铜金矿床形成过程中的作用	魏家秀(305)
包裹体及其寄主金刚石成因研究现状和分析	李友枝、赵 磊、孙国利(311)
皖南马鞍山地区不同类型绿松石宝石学研究	杨晓勇、杨学明、刘向华(320)
刚玉宝石 Cr ³⁺ 离子扩散热处理改善研究	王礼胜、王 濮、何明跃、吴国忠(322)
山东昌乐地区蓝宝石的矿物学研究	何明跃(326)
山东昌乐蓝宝石的包裹体及其对宝石颜色的影响	吴瑞华(331)
硬水铝石对 Mong Hsu 红宝石的影响	吴瑞华、白 峰(335)
广东宝石级顽火辉石的发现	彭明生、李迪恩、万 红(340)
翡翠仔料皮壳矿物学及其特征	吕成璞、崔文元(344)
在用蒙医矿物药品种演化研讨 李鸿超、严寿鹤、刘 万、郭春萍、乌苏日乐特、康双龙(348)
无名异的特征	曹 成(354)
矿物药无名异的品种研讨	刘丽华(358)
论建立矿物药学的基础	李鸿超、严寿鹤、刘 万(362)
加拿大太平矿业有限公司简介	(365)
西安祺光(集团)公司简介	(366)
支持着产品开发和产品评价的理学集团公司简介	(封三)

河北邯邢地区一种富铝角闪石的发现及研究

曹正民 毛凌云 秦善 舒桂明

(北京大学地质学系, 北京 100871)

The Discovery and Study on Amphiboles with Al-rich in Hanxing, Hebei

Cao Zhengmin Mao Lingyun Qin Shan Shu Guiming

(Department of Geology, Peking University, Beijing 100871)

1 地质特征与矿物特征

在对河北邯邢铁矿矿物研究过程中,于蓁村矿区发现了一系列贫Si富Al的钙质角闪石,它产在一种我们称之为“镁铝夕卡岩”的岩石中^[1]。该夕卡岩位于奥陶系灰岩与燕山期闪长岩的接触带上。与角闪石共生的矿物有绿脆云母、钙镁橄榄石、钙铝榴石、尖晶石、次硅透辉石、硅硫磷灰石及黑铝钙石等。这些矿物都具有富镁铝贫硅的成分特征。矿物组合的产状有一定分带性,富铝角闪石就产在最靠近闪长岩体的狭长带中。

对所采集的两大块典型标本(编号ESJ和PSJ)中的角闪石进行了观察和分析。它们的岩石及矿物特征大同小异,角闪石大都被钙铝榴石及蓝色方解石包围,有少量绿脆云母。角闪石呈短柱状,具一定量的自形晶,粒度0.2—2mm;镜下具有浅黄至蓝绿色多色性, N_g —蓝色、 N_m —翠绿色、 N_p —黄色,吸收公式为 $N_g > N_m > N_p$,常具有(100)双晶,二轴晶,负光性, $2V = 80^\circ - 84^\circ$, $N_g = 1.681$, $N_p = 1.676$;发育有细微的生长环带,各环带的颜色变化明显,深色者含铁较高。

2 角闪石的成分变化

对两块典型标本(ESJ和PSJ)中的角闪石进行了电子探针分析。将11件样品的分析结果连同按23个氧原子为基准计算的阳离子数一并列于表1。

从表1中可看出角闪石的成分变化较大,即使是同一晶体的不同环带之间的成分也有很大差异。总的特点是:贫硅, SiO_2 为36.41%—40.48%,平均38.27%;富铝, Al_2O_3 为14.06%—19.96%,平均17.75%;富钠, Na_2O 为2.46%—3.34%,平均2.91%;钙含量较稳定, CaO 为12.48%—13.53%,平均13.05%。上述特点均明显反映在其晶体化学式中的离子数上。

表1 镁铝夕卡岩中角闪石的电子探针分析及离子数

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
样品号	ESJ-1	ESJ-2	ESJ-3	ESJ-4	ESJ-5	ESJ-6	ESJ-7	ESJ-8	PSJ-1	PSJ-2	PSJ-3
SiO ₂	38.06	37.91	38.37	37.98	38.40	37.31	38.18	39.40	36.41	38.50	40.48
TiO ₂								0.15	0.14	0.15	
Al ₂ O ₃	18.70	18.35	19.96	17.69	17.89	18.57	18.68	14.06	17.42	18.63	15.34
Fe ₂ O ₃	7.07	8.36	6.18	6.98	7.14	7.53	6.09	10.73	5.54	4.03	5.94
FeO	3.87	4.56	3.38	3.82	3.93	4.11	3.33	5.68	4.08	2.97	4.37
MnO		0.11	0.31	0.34	0.24		0.25		0.16	0.12	
MgO	13.20	12.26	12.95	14.12	13.39	13.60	14.12	12.68	15.85	17.38	14.49
CaO	13.32	13.07	13.18	13.35	13.19	13.15	13.24	12.52	12.51	12.48	13.53
Na ₂ O	2.46	3.34	2.98	2.95	2.58	2.75	2.79	3.29	2.74	3.20	2.89
K ₂ O	1.23	0.40	1.18	1.16	1.42	1.11	1.16	0.82	0.81	0.49	1.14
Total	97.91	98.36	98.49	98.39	98.15	98.13	97.84	99.51	95.66	97.95	98.18

按23个O计算的离子数

Si	5.56	5.54	5.55	5.54	5.61	5.46	5.56	5.78	5.44	5.53	5.89
Al ^{IV}	2.44	2.46	2.45	2.46	2.39	2.54	2.44	2.22	2.56	2.47	2.11
T	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Al ^{VI}	0.78	0.70	0.95	0.58	0.69	0.66	0.76	0.21	0.50	0.68	0.52
Ti								0.02	0.02	0.02	
Fe ³⁺	0.78	0.92	0.67	0.77	0.78	0.83	0.67	1.18	0.62	0.44	0.65
Fe ²⁺	0.48	0.56	0.41	0.47	0.48	0.50	0.41	0.72	0.51	0.36	0.53
Mn		0.014	0.04	0.04	0.03		0.03		0.01	0.01	
Mg	2.88	2.67	2.79	3.07	2.92	2.97	3.07	2.77	3.53	3.72	3.14
C	4.92	4.87	4.86	4.93	4.90	4.96	4.94	4.90	5.19	5.23	4.84
Ca	2.08	2.05	2.04	2.09	2.06	2.06	2.06	1.97	2.00	1.92	2.10
Na								0.03		0.08	
B	2.08	2.05	2.04	2.09	2.06	2.06	2.06	2.00	2.00	2.00	2.10
Na	0.70	0.95	0.84	0.84	0.73	0.78	0.79	0.90	0.79	0.81	0.81
K	0.30	0.07	0.22	0.22	0.27	0.21	0.21	0.15	0.15	0.09	0.21
A	1.00	1.02	1.06	1.06	1.00	0.99	1.00	1.05	0.94	0.90	1.02
Mg/(Mg+Fe ²⁺)	0.86	0.83	0.87	0.87	0.86	0.86	0.88	0.79	0.77	0.91	0.86
Fe ³⁺ /ΣFe	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.55	0.55	0.55
探针 FeO	10.23	12.08	8.94	10.10	10.33	10.89	8.81	15.52	9.06	6.59	9.72

北京大学地质系电子探针室分析

注: 根据穆斯堡尔谱参数将探针 FeO 值换算为 FeO 和 Fe₂O₃; Fe³⁺/Fe²⁺值; 1—8号为 1.647, 9—11号为 1.222

值得注意的是 Si 离子数远不足理想值 8, 而且全部小于 Leake (1978)^[2] 分类的极限值 6。1984 年, Rock 和 Leake 对角闪石分类做了新的修订^[3], 使得一些新发现的贫 Si 角闪石

矿物种 (Si 离子数小于 5.5), 如砂川闪石 (Sadanagaite) 等, 在角闪石分类表中有了适当的位置 (表 2)。

表 2 浅闪石-韭闪石、绿钙闪石系列分类修订 (Rock 和 Leake, 1984 及本文的补充)

$$(Ca+Na)_B \geq 1.34, (Na)_B < 0.67$$

$$A. (Na+K)_A \geq 0.5, Ti < 0.5, Fe^{3+} \leq Al^M$$

	8.00	7.25	6.75	6.50	6.25	5.75	5.50	...Si
1.00	硅质浅闪石 Silicic Edenite	浅闪石 Edenite	浅闪石质 角闪石 Edenitic Hornblende	韭闪石质 角闪石 Pargasitic Hornblende	韭闪石 ^{a)} Pargasite	次硅质 韭闪石 ^{a)} Subsilicic Pargasite	镁砂川闪石 Magnesio- Sadanagaite	
0.70				亚铁韭闪石 质角闪石 Ferroan- Pargasitic Hornblende	亚铁韭闪石 Ferroan- Pargasite	次硅质亚铁 韭闪石 Subsilicic Ferroan-		
0.50	硅质铁闪石 Silicic Ferro-Edenite	铁闪石 Ferro- Edenite	铁闪石质 角闪石 Ferro-Edenitic Hornblende	铁韭闪石质 角闪石 Ferro- Pargasitic Hornblende	铁韭闪石 Ferro-Pargasite	次硅质铁 韭闪石 Subsilicic Ferro- Pargasite	砂川闪石 Pargasite	
0.30								
0.00								

$$Mg / (Mg + Fe^{2+})$$

$$B. (Na+K)_A \geq 0.5, Ti < 0.5, Fe^{3+} > Al^M$$

	8.00	7.25	6.75	6.50	6.25	5.75	5.50	...Si
1.00	硅质浅闪石 Silicic Edenite	浅闪石 Edenite	浅闪石质 角闪石 Edenitic Hornblende	镁绿钙闪石 质角闪石 Magnesio- Hastingsitic Hornblende	镁绿钙闪石 ^{a)} Magnesio- Hastingsite	次硅质镁绿 钙闪石 ^{a)} Subsilicic Magnesio- Hastingsite	镁铝钙闪石 ^{b)} Magnesio- Alumino Hornblende	
0.70				含镁绿钙闪 石质角闪石 Magnesian- Hastingsitic Hornblende	含镁绿钙闪石 Magnesian- Hastingsite	次硅质含镁 绿钙闪石 Subsilicic Magnesian- Hastingsite		
0.50	硅质铁闪石 Silicic Ferro-Edenite	铁闪石 Ferro-Edenite	铁闪石质 角闪石 Ferro-Edenitic Hornblende	绿钙闪石质 角闪石 Hastingsitic Hornblende	绿钙闪石 Hastingsite	次硅质绿钙 闪石 Subsilicic Hastingsite	铁铝钙闪石 ^{d)} Ferro-Alumino Hornblende	
0.30								
0.00								

$$Mg / (Mg + Fe^{2+})$$

注: a) 国内首次命名的; b) 本区发现的新亚种; c) 除上述种属外本区存在的; d) 本文建议名称

本文研究的角闪石均属于 1984 年修订分类中的钙质角闪石中的浅闪石 (Edenite) - 绿钙闪石 (Hastingsite)、韭闪石 (Pargasite) 系列。其特点是 $Ti < 0.5, (Na+K) \geq 0.5$, 其

中,当 $Si < 5.50$ 而 $Fe^{3+} \leq Al^VI$ 时,就是 1984 年日本学者 Shimazaki 发现的砂川闪石。而 $Si < 5.50$ 和 $Fe^{3+} > Al^VI$ 的区间在当时尚未限定,这一区间在本文中得到了补充。表 1 中的 ESJ-6 和 PSJ-1 样品,其 Si 含量分别为 5.46 和 5.44,皆小于 5.50,而 Fe^{3+} 皆大于六配位的 Al (分别为 $0.83 > 0.66$, $0.62 > 0.50$),且 X 值 ($Mg / (Mg + Fe^{2+})$) 大于 0.5,恰好与 $Fe^{3+} \leq Al^VI$ 的镁砂川闪石 (Magnesio-Sadanagaite) 相对应。因此,应建立一个新的亚种,暂定名为镁铝钙闪石 (Magnesio-Alumino Hornblende); 而与砂川闪石 ($X < 0.5$) 相对应的位置目前尚是空缺。但预料不久就会被发现。本文 11 件角闪石样品的成分,除了上述两个新亚种外,其它分别属于 Rock 和 Leake (1984) 新修订分类中的几个成分相近的亚种,它们是: ESJ-2、ESJ-4 和 ESJ-5 属次硅质镁绿钙闪石 (Subsilicic Magnesio-Hastingsite),特点为 $Si = 5.50 - 5.75$ 、 $Fe^{3+} > Al^VI$ 和 $Mg / (Mg + Fe^{2+}) > 0.7$; ESJ-8 和 PSJ-3 属于镁绿钙闪石 (Magnesio-Hastingsite),特点为 $Si = 5.750 - 6.25$ 、 $Fe^{3+} > Al^VI$ 和 $Mg / (Mg + Fe^{2+}) > 0.7$; ESJ-1、ESJ-3、ESJ-7 和 PSJ-2 属次硅质非闪石 (Subsilicic Pargasite),特点为 $Si = 5.50 - 5.75$ 、 $Fe^{3+} \leq Al^VI$ 和 $(Mg / (Mg + Fe^{2+})) > 0.7$ 。以上三个亚种在国内都是首次发现和以中文命名的。

3 对浅闪石—镁绿钙闪石系列分类的补充

Rock 和 Leake (1984) 对 Leake (1978) 的分类做了重要的修订,扩大了贫硅角闪石的范围,确定了 $Si < 5.75$ 的钙质角闪石应冠以“次硅质 (Subsilicic)”的前缀,并给予 $Si < 5.5$ 的矿物种在分类表中的位置,中表 2A ($Fe^{3+} \leq Al^VI$) 中的砂川闪石及镁砂川闪石。而表 2B ($Fe^{3+} > Al^VI$) 中因当时尚未报道 $Si < 5.5$ 的角闪石,因此把 $Si < 5.75$ 的三个矿物的范围扩展到 $Si < 5.5$ 的区间。本文发现了该区间与表 2A 中镁砂川闪石相对应的成员。因些沿用旧的分类显然是不合理的,建议作新补充,如表 2B 中双线画出的区间,与镁砂川闪石对应者称为镁铝钙闪石 (Magnesio-Alumino Hornblende),即本文新发现的成员,定义为: $(Ca + Na)_a \geq 1.34$, $(Na)_b < 0.67$, $(Na + K)_c \geq 0.5$, $Ti < 0.5$, $Fe^{3+} > Al^VI$, $Si < 5.50$ 以及 $Mg / (Mg + Fe^{2+}) > 0.5$ 。

与砂川闪石相对应的成员目前尚未发现,但从研究历史和现状看是会发现的。不妨先将这一空位命名为铁铝钙闪石 (Ferro-Alumino Hornblende),在其定义上,除了 $Mg / (Mg + Fe^{2+}) < 0.5$ 外,其余与镁铝钙闪石相同。如此,该分类系统就更为合理和完善了。

4 关于角闪石贫硅的问题

随着对角闪石深入研究,近来不断发现晶体化学式内 Si 少于 6 的情况,不得不重新修订 Leake (1978) 的分类。经典的 Al、Si 代换模式是,在角闪石 Si—O 四面体的双链中, Al^VI 只能代换内侧四面体中的 Si,而且不能超过 1/2,因此,Al 代换 Si 的极限值为 1/4,即总代换结果是 $Si : Al^VI \leq 6 : 2$ 。本次对贫硅角闪石进行了高分辨透射电镜下晶格象的观察,发现有较多的三链、四链和五链结构。笔者认为这种多链结构的存在可能是导致贫硅的一种结构机理。如按上述原则,多链结构无疑增多了角闪石链的内侧四面体数目,从而增加了超额 Al^VI 代换 Si 的可能性。事实上,层状硅酸盐中 Al^VI 代换 Si 的能力比链状硅酸盐强得多。

如白云母为 1/4，珍珠云母为 1/2，绿脆云母可达 3/4。角闪石的这种多链结构实际上可以看做是局部向层状结构的过渡。恐怕这只是原因之一，这一问题的解决尚待深入工作。另外，介质及环境条件也是十分重要的，如介质的贫硅富铝是先决条件。

角闪石中的代换公式为： $Al^M + Al^N = Mg^M + Si^M$ 及 $Fe^{3+M} + Al^N = Fe^{2+M} + Si^N$

致谢：中国科学院地质研究所李哲教授帮助进行了穆斯堡尔谱的测定和分析，谨表感谢。

参 考 文 献

- 1 曹正民, 王建伟, 朱 红. 一种特殊类型的夕卡岩—镁铝夕卡岩的矿物学特征. 北京大学学报(自然科学版), 1990, 687—699.
- 2 Leake B E. Nomenclature of amphibole. *American Mineralogists*, 1978, 63: 1023—1052.
- 3 Rock N M S, Leake B E. The International Mineralogical Association (IMA) amphibole nomenclature scheme; computerization and its consequences. *Mineralogical Magazine*, 1984, 48: 211—227.
- 4 Sawaki T. Sadanagaite and subsilicic ferroan pargasite from thermally metamorphosed rocks in the Nogo-Hakuan area, central Japan. *Mineralogical Magazine*, 1989, 53: 99—106.

陕西驾鹿金矿床中铋、铬新矿物的成因及其意义

刘良^① 周新春^② 王焰^① 杨建琨^③ 李广慧^② 胡建明^②

(^① 西北大学地质系, 西安 710069;)

(^② 武警黄金第十四支队, 陕西长安县 710100;)

(^③ 武警黄金指挥部, 北京 100012)

Genesis of New Bismuth and Chromium Oxide in Jialu Gold Deposit, Shaanxi Province

Liu Liang^① Zhou Xinchun^② Wang Yan^① Yang Jiankun^③ Li Guanghui^② Hu Jianming^②

(^① Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069)

(^② The 14th Branch Team for Gold Exploration, Changan, Shanxi Province 710100)

(^③ Gold Headquarters of MMI, Beijing 100012)

近年来,笔者在陕西省洛南县驾鹿金矿床陆续发现和确定了两种含铋、铬的氧化物新矿物: $\text{Bi}_{16}\text{CrO}_{27}$ ^[1]和 $\text{Bi}_{38}\text{CrO}_{60}$ 。前者命名为铬铋矿,已于1996年1月被国际矿物学协会新矿物和矿物命名委员会(IMA CNMMN)批准为新矿物;后者命名为驾鹿矿,于1997年2月被中国新矿物及矿物命名专业委员会审查通过,并上报 IMA CNMMN 待批。本文着重从地质产状、矿物组合和人工合成晶体实验条件的对比等方面,探讨这些矿物的成因及其地质意义。

1 地质产状及矿物共生组合

陕西驾鹿金矿床位于我国重要的黄金生产基地——小秦岭金矿带(田)南西端、大月坪—金罗斑复式背斜西部倾伏端的南翼,受东西向断裂控制。该矿床的含矿层位为太华群秦仓沟组,岩石类型主要有黑云母角闪片麻岩、角闪斜长(黑云)片麻岩、片麻状混合岩、角闪岩等。金矿化的主要类型为变质热液含金硫化物—石英脉型,成矿具多期性。新矿物铬铋矿和驾鹿矿就发现在石英脉型金矿体中,主要共生和伴生矿物有自然金、碲金矿、黄铜矿、黄铁矿、闪锌矿、辉铋矿、磁黄铁矿、石英等。由照片1可以看出,驾鹿矿多呈镶边状分布在铬铋矿的边缘,有些则呈不规则粒状与黄铁矿、黄铜矿、自然金、碲金矿、石英共生,说明其形成可能稍晚于铬铋矿。

区内地球化学异常为 Au、Ag、Sb、Hg、As、Bi、Mo、Pb、Zn、Cu 等多元素组合异常。尤其是自然金、碲金矿的电子探针分析显示 Bi 的含量高达 0.34wt%—0.68wt%，表明这两种矿物与铬铋矿、驾鹿矿的形成有密切关系。

2 矿物学特征

铬铋矿为桔黄至黄棕色，条痕棕黄色，半金属光泽，显微镜下半透明，反射光为浅桔黄色。驾鹿矿为深棕至棕黑色，条痕深棕色，半金属光泽，不透明，反射光为淡黄色。

电子探针分析资料表明，这两种矿物都是含铋和铬的氧化物。铬铋矿含 Bi_2O_3 为 96.5%—97.8% (平均 97.25%)，含 CrO_3 为 2.3%—2.9% (平均 2.6%)，计算的化学式为 $\text{Bi}_{16.006}\text{Cr}_{0.997}\text{O}_{27}$ ，理论式可简写成 $\text{Bi}_{16}\text{CrO}_{27}$ 。驾鹿矿含 Bi_2O_3 为 98.75%—99% (平均 98.86%)，含 CrO_3 为 1.07%—1.16% (平均 1.11%)，计算的化学式为 $\text{Bi}_{38.008}\text{Cr}_{0.996}\text{O}_{60}$ ，简写为 $\text{Bi}_{38}\text{CrO}_{60}$ 。另外，这两种矿物都含微量 CaO 和 Al_2O_3 ，但均在电子探针光波谱检测极限之下。根据 X 射线粉晶衍射资料分析，铬铋矿为四方晶系，驾鹿矿则属等轴晶系。这两种矿物的成分和衍射数据均与前苏联 (1983) 人工合成晶体 $\text{Bi}_{16}\text{CrO}_{27}$ 和 $\text{Bi}_{38}\text{CrO}_{60}$ 的相应资料一致^[2]，说明铬铋矿与驾鹿矿分属两个独立的矿物相。

3 人工合成晶体实验条件的启示

由于含 Bi_2O_3 的合成材料属敏感材料基范畴，很早以前就引起材料科学家的关注，并对 Bi_2O_3 — Cr_2O_3 体系的相图作过研究。1983 年前苏联 Zhitomirskii 等人在自由空气中通过固相反应的方法，用纯 Bi_2O_3 和 Cr_2O_3 作原料，第一次焙烧 700℃ (3 小时)，第二次焙烧 800℃ (1 小时)，在碱性热液条件下分别成功地获得了该体系中的两种单晶体—— $\text{Bi}_{16}\text{CrO}_{27}$ 和 $\text{Bi}_{38}\text{CrO}_{60}$ ，并首次研究和确定了这些单晶体的属性，在常压和 30—600℃ 的范围内研究了温度变化对其晶胞参数和介电常数的影响^[2]。一般而言，地质作用热液条件下形成矿物的压力要大于自由空气的压力，其结晶时间也远非几个小时就能完成，从而导致形成矿物的温度下降。因此，人工合成晶体的上述资料，限定了在地质作用条件下形成铬铋矿和驾鹿矿的温度上限和其稳定存在的温度下限。结合前述铬铋矿、驾鹿矿与黄铁矿、黄铜矿、自然金、碲金矿和石英共生或伴生的现象，以及矿床中石英的均一温度大于 350℃ 等资料综合分析，推断这两种矿物形成的温度为 350—600℃ 左右，应属高温热液成因。

另外，从人工合成材料 Bi_2O_3 — Cr_2O_3 体系的相图分析，组份浓度对体系产物的影响很大^[2]。根据反应式 $8\text{Bi}_2\text{O}_3 + \text{CrO}_3 \rightarrow \text{Bi}_{16}\text{CrO}_{27}$ 和 $19\text{Bi}_2\text{O}_3 + \text{CrO}_3 \rightarrow \text{Bi}_{38}\text{CrO}_{60}$ 可知，形成 $\text{Bi}_{16}\text{CrO}_{27}$ 所需的 Bi_2O_3 与 CrO_3 的浓度之比为 8:1，而形成 $\text{Bi}_{38}\text{CrO}_{60}$ 所需的浓度之比是 19:1，即形成 $\text{Bi}_{16}\text{CrO}_{27}$ 所需 Cr^{6+} 离子的浓度要大于形成 $\text{Bi}_{38}\text{CrO}_{60}$ 所需的 Cr^{6+} 离子的浓度。由此可见，该体系首先晶出 $\text{Bi}_{16}\text{CrO}_{27}$ 晶体还是 $\text{Bi}_{38}\text{CrO}_{60}$ 晶体，取决于 Bi^{6+} 与 Cr^{6+} 离子的最初浓度之比；而当体系 Cr^{6+} 离子的起始浓度一定时，如果 $\text{Bi}_{16}\text{CrO}_{27}$ 首先结晶，则随着结晶作用的进行，由于不断消耗 Cr^{6+} 而使其在液相中的浓度下降，只有这样，体系才可能进一步结晶形成 $\text{Bi}_{38}\text{CrO}_{60}$ 晶体。相反，当体系 Cr^{6+} 离子的浓度一定时如果首先晶出 $\text{Bi}_{38}\text{CrO}_{60}$ ，随着

结晶作用的进行,最终将不可能出现 $\text{Bi}_{16}\text{CrO}_{27}$ 晶出。上述认识可以很好地解释照片1中驾鹿矿形成稍晚于铬铋矿并多呈镶边状分布在铬铋矿周围的现象,而这一现象又是对上述认识的有力佐证。

4 结论及其意义

综上所述,根据地质产状和矿物组合以及人工合成晶体实验条件的对比,可以认为,驾鹿金矿床中发现的新矿物——铬铋矿和驾鹿矿是在碱性高温热液条件下形成的,但由于受体系组份浓度特别是 Cr^{6+} 浓度的影响,驾鹿矿的形成应稍晚于铬铋矿。

另外,铬铋矿与驾鹿矿都产在驾鹿金矿床的石英脉型金矿体中,Bi在自然金和碲金矿中的含量也较高(0.34wt%—0.68wt%),说明它们之间有一定的成因联系。因此,这两种新矿物的发现和研究对该矿床金的来源、富集以及金矿床成矿机制的探讨都具有重要意义。

参 考 文 献

- 1 周新春,炎金才,王冠鑫,王世忠,刘良,舒桂明.一个新的铋、铬氧化物——铬铋矿.矿物学报,1996,16(4): 335—339.
- 2 Zhitomirskii I D, Fidotov S V, Skolohotov N E *et al.* The Characteristics of Synthesis and Phase in Bi_2O_3 — Cr_2O_3 System. J. Inorg. Chem. (in Russia), 1983, 28 (4): 1006—1011.

我国砷酸盐矿物研究的一些新发现^{*}

李 艺 赖来仁

(中国有色金属工业总公司矿产地质研究院, 桂林 541004)

Some New Discoveries of Arsenate Minerals Study in China

Li Yi Lai Lauren

(Institute of Geology and Mineral Resources, China National Nonferrous
Metals Industry Corporation, Guilin 541004)

1 研究概况

砷酸盐矿物是主要发育于(含砷)硫化物矿床氧化带中的一类比较特殊的次生矿物。该类矿物的种类繁多,目前在世界上已发现多达250多种,但其矿物量却极少。世界上比较著名的产地有英国的康沃尔矿区及非洲西南部等地,在美、法、德、墨西哥、捷克及前苏联等国,也发现有许多砷酸盐类矿物。在早期的丹纳氏著的《系统矿物学》^[1]一书中,即对该类矿物有较系统的描述。但是,由于该类矿物粒小量微且多属结晶程度差或呈胶体状,特别是还常含水、羟基或卤素,且由多分子基团复合组成,因此,其中有相当一部分矿物的晶体结构、化学成分等矿物学数据尚不很完善或有所欠缺。在矿物成因和人工合成试验等方面也缺乏系统的研究资料。

在我国,对砷酸盐类矿物开展研究不多,仅在开展其它研究工作时作一些附带性的研究。近十多年来,特别是在国家自然科学基金的资助下,笔者对我国若干硫化物矿床氧化带的砷酸盐矿物进行了较为系统的研究,共发现了20多种砷酸盐矿物,其中有11种属国内首次发现,提供了这些矿物的较系统的矿物学数据,特别是提供了前人比较欠缺的该类矿物的红外吸收光谱分析和差热分析资料。在我国还首次进行了砷酸盐矿物的合成试验,成功地合成出橄欖铜矿和绿砷铜石(?)。这些研究成果大大地丰富了我国矿物学宝库的内容。

2 砷酸盐矿物的种类

据初步统计,在我国发现的砷酸盐类矿物已达31种(表1)。其中,属笔者在国内首次发现的矿物有:墨绿砷铜石、光线石、羟砷铜石、水羟砷铜石(?)、砷铅铁矿、乳砷铅铜石、绿砷钡铁石、钡毒铁石、砷铜矾、磷质墨绿砷铜石和桂西石(?)等。其中,磷质墨绿

* 国家自然科学基金资助(49272094)

砷铜石为一新亚种矿物, 桂西石(暂名)和水羟砷铜石(?)为两种存疑(新)矿物。在此, 谨简要介绍一下其中若干种矿物的初步研究进展状况。

表1 中国的砷酸盐矿物表

类别	矿物名称	化学式	产地
正砷酸盐(1种)	砷钒矿	$YAsO_4$	吉林双金、江西
水合正砷酸盐(4种)	镍华	$Ni_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$	吉林通化
	钴华	$Co(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$	吉林通化
	变翠砷铜轴矿	$Cu(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$	吉林晖春
	臭葱石	$Fe(AsO_4)_2 \cdot 2H_2O$	广西德保、平桂、拉么、云南、内蒙、吉林
水羟正砷酸盐(9种)	砷铁钙石	$Ca_3Fe_4(AsO_4)_4(OH)_6 \cdot 3H_2O$	内蒙古老洞沟
	砷锶铝石	$SrAl_3(AsO_4)_4(OH)_5 \cdot H_2O$	新疆哈图山
	墨绿砷铜矿	$Cu_5(AsO_4)_2(OH)_4 \cdot H_2O$	广西德保、云南个旧
	绿砷钼铁石	$BaFe_3(AsO_4)_2(OH)_5 \cdot H_2O$	广西德保
	水羟砷铜石(?)	$Cu_5(AsO_4)_2(OH)_4 \cdot 3H_2O$	广西德保
	桂西石(?)	$Cu_2(As, Si)D_4(OH) \cdot H_2O$	广西德保
	(单斜、斜方)铜泡石	$Cu_9Ca_2(AsO_4)_4(OH)_{10} \cdot 10H_2O$	云南个旧、东川
	钼毒铁石	$Ba_{0.5}Fe_4(AsO_4)_2(OH)_4 \cdot 7H_2O$	广西德保
含羟基或卤素的砷酸盐(14种)	羟砷锌石	$Zn_2(AsO_4)(OH)$	广东迅塘、云浮、吉林双金、湖南、甘肃
	砷钙镁石	$CaMg(AsO_4)(OH)$	云南个旧
	羟砷铅锌石	$PbZn(AsO_4)(OH)$	云南个旧
	板羟砷铋石	$Bi_2(AsO_4)O(OH)$ 或 $Bi_2(AsO_4)_3O_5(OH)_8$	湖南浏阳
	乳砷铅铜石	$PbCu(AsO_4)_2(OH)_2$	广西德保
	砷铅铁石	$PbFe_2(AsO_4)_2(OH)_2$	广西德保、广东铍板坑、湖南衡阳
	光线石	$Cu_3(AsO_4)(OH)_3$	广西德保
	砷钙铜石	$CaCu_3(AsO_4)(OH)_3$	广西平桂、云南个旧
	羟砷铜石	$Cu_5(AsO_4)_2(OH)_4$	广西德保
	砷铜铅石	$PbCu(AsO_4)(OH)$	广西德保、云南个旧
	斜方氯砷铅矿	$Pb_5As_2O_7Cl_4$	青海锡铁山
	砷铅矿	$Pb_5(AsO_4)_3Cl$	广西德保、平桂、云南、内蒙、青海、吉林、湖南
	橄欖铜石	$Cu_2(AsO_4)(OH)$	广西德保、云南、吉林、内蒙、新疆、湖南
	磷质墨绿砷铜石	$Cu_2(AsO_4, PO_4)_2(OH)_4$	广西德保
复合砷酸盐(3种)	砷铅铁矾	$PbFe_3(AsO_4)(SO_4)(OH)_5$	广西德保、广东、湖南、云南、吉林、内蒙
	铜砷铅铁矾(?)	$CuPbFe_3(AsO_4)(SO_4)(OH)_4$	广西德保
	砷铜矾	$Cu_6(AsO_4)(CO_3, SO_4)_2(OH)_3 \cdot 7H_2O$	广西德保

2.1 磷质墨绿砷铜石

该矿物是由我们命名的新亚种矿物, 发现于广西德保铜锡矿床的双瓦山铁帽带中, 呈

翠绿色粒状、斜方柱状, 粒度 0.03—0.1mm, 玻璃光泽, 透明, $H_m=4$, $D_c=4.59$, $D_x=4.61$ 。在透光显微镜下呈浅黄绿色, 多色性不明显, 平行消光或斜消光, 最大消光角 20° , 负延性, 二轴晶负光性, $\bar{N}=1.896$ 。该矿物的 X 射线粉晶衍射主要强线为 3.11(100)(311)、2.47(97)(021)、2.415(96)(700)、3.21(95)(401)、3.02(93)(401)、4.59(91)(001)、3.54(88)(111)、2.74(64)(220), 用最小二乘法计算的晶胞参数为 $a_0=1.659\text{nm}$, $b_0=0.584\text{nm}$, $c_0=0.460\text{nm}$, $\beta=93.00^\circ$, S. G. $P2_1/a$, $Z=2$ 。该矿物的平均化学成分为 (wt%): CuO 63.22, As_2O_5 22.20, P_2O_5 8.93, SO_3 0.56, H_2O 5.53, 据此计算的矿物分子式为: $\text{Cu}_5(\text{AsO}_4)_{1.21}(\text{PO}_4)_{0.79}(\text{SO}_4)_{0.04}(\text{OH})_{3.85}$, 理想分子式为 $\text{Cu}_5[(\text{AsO}_4)_1(\text{PO}_4)_2](\text{OH})_4$, 即其化学成分是介于墨绿铜石 $[\text{Cu}_5(\text{AsO}_4)_2(\text{OH})_4]$ 和假孔雀石 $[\text{Cu}_5(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4]$ 之间, $\text{As}:\text{P}\approx 1$, 表明该矿物是这两种矿物的中间成分的矿物。据此, 我们曾向国际矿物协会新矿物及矿物命名委员会申报为新矿物, 但答复是, 中间过渡成分矿物不能作为新矿物, 因此, 我们将其定为新亚种矿物。磷质墨绿铜石的发现, 将原属不同族的墨绿铜石和假孔雀石这两种矿物联成为类质同象系列的矿物。

2.2 砷铜矾

砷铜矾 (Parnauite) 在 1978 年首先发现于美国^[2]。1984 年, 我们在广西德保矿区也发现了这种矿物^[3]。我们发现的这种矿物有两种形态, 即纤维状和薄片状。纤维状砷铜矾的化学成分为 (wt%): CuO 58.69, As_2O_5 17.41, SO_3 6.54, FeO 0.86, SiO_2 0.08, H_2O 17.70, 与美国产出的该矿物的化学成分基本一致, 其理想分子式为 $\text{Cu}_9(\text{AsO}_4)_2(\text{SO}_4)(\text{OH})_{10}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 。而薄片状者的化学成分为 (wt%): CuO 56.09, As_2O_5 18.39, Al_2O_3 0.21, FeO 0.40, SiO_2 0.56, SO_3 5.20, CO_2 3.83, H_2O 14.40, 与美国产出的砷铜矾相比, 具有较高的 CO_2 含量和稍低的 SO_3 含量, 计算的矿物分子式为: $\text{Cu}_{8.78}\text{Al}_{0.05}\text{Fe}_{0.05}(\text{AsO}_4)_{1.99}(\text{SiO}_4)_{0.12}(\text{SO}_4)_{0.81}(\text{CO}_3)_{1.10}(\text{OH})_{7.75}\cdot 6.1\text{H}_2\text{O}$, 简化式为 $\text{Cu}_9(\text{AsO}_4)_2(\text{SO}_4)(\text{CO}_3)(\text{OH})_8\cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 显然与美国砷铜矾的分子式有所不同。此外, 薄片状砷铜矾在 X 射线粉晶分析数据及红外吸收光谱分析资料等方面也与美国砷铜矾有一定的差异。因此, 我国产出的薄片状砷铜矾很可能为一新的矿物种, 或者为一含碳酸根的新亚种, 这尚待今后作进一步的研究加以确定。

2.3 钡毒铁石

钡毒铁石是由德国人 Walenta 在 1966 年最先发现的, 1989 年始被确认为新矿物。据光性和粉晶数据计算而确定其为四方晶系。该矿物的研究程度较差, 直至 1994 年 Walenta 才补充发表了较详细的矿物学数据^[4], 但仍存有疑义之处。1989 年我们在广西德保矿区也发现了与 Walenta 所报导的钡毒铁石相似的矿物。该矿物的平均化学成分为 (wt%): Fe_2O_3 35.10, Al_2O_3 0.07, K_2O 0.14, BaO 8.45, As_2O_5 38.15, H_2O 18.48, 据此计算出的矿物分子式为: $\text{Ba}_{0.49}\text{K}_{0.03}\text{Fe}_{3.93}\text{Al}_{0.03}(\text{AsO}_4)_{2.95}(\text{OH})_{3.98}\cdot 7.17\text{H}_2\text{O}$, 简化式为: $\text{Ba}_{0.5}\text{Fe}_4(\text{AsO}_4)_3(\text{OH})_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 。德国产出的钡毒铁石的分子式为 $\text{BaFe}_4(\text{AsO}_4)_3(\text{OH})_5\cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 计算其 BaO 的含量为 15.70%。因此, 钡毒铁石的 BaO 的含量为 8%—16%, 分子式为 $\text{Ba}_{0.5-1.0}\text{Fe}_4(\text{AsO}_4)_3(\text{OH})_{4-5}\cdot n\text{H}_2\text{O}$ 。从该矿物的分子式来看, 钡毒铁石显然是毒铁石 $[\text{KFe}_4(\text{AsO}_4)_3(\text{OH})_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}]$ 的钡端元矿物, 与毒铁石同族的其它矿物还有钠毒铁石 $[\text{Na}_2\text{Fe}_4(\text{AsO}_4)_3(\text{OH})_5\cdot 7\text{H}_2\text{O}]$ 和钡铝毒铁石 $[\text{BaAl}_4(\text{AsO}_4)_3(\text{OH})_5\cdot 5\text{H}_2\text{O}]$ 等。

该矿物的 Ba 含量的变化及其同族矿物的 K、Na、Ba 的互相置换, 可试图从它们的晶