

辽宁八家子三斜锰辉石的发现 及其找矿意义*

夏学惠 刘昌涛 闫飞

(化工部化学矿产地质研究院, 涿州 072754)

主题词 三斜锰辉石 铅锌黄铁矿-硫锰矿矿床 建昌八家子

提要 在对辽宁建昌县八家子矿区吴家屯铅锌黄铁矿-硫锰矿矿床进行研究的过程中,首次发现三斜锰辉石,它与锰铝榴石、硫锰矿、黄铁矿等共生,主要产出在铅锌黄铁矿体、硫锰矿体和近矿砂卡岩中。该区的三斜锰辉石为玫瑰红色和暗红褐色,短柱状,两组解理,折射率 $N_g = 1.749 \sim 1.753$, $N_p = 1.737 \sim 1.748$, $N_m = 1.734 \sim 1.741$; $+2V = 43^\circ$; $D_o = 3.786 \sim 3.792$; $D_c = 3.79 \sim 3.83$ 。化学成分除 Si 外主要为 Mn 和 Fe, 矿物化学式: $(\text{Ca}_{0.27 \sim 0.43} \text{Mg}_{0.43 \sim 0.57})_{0.75 \sim 1.00} (\text{Mn}_{4.94 \sim 5.77} \text{Fe}_{0.36 \sim 1.36})_{6.16 \sim 6.37} [\text{Si}_{6.86} \text{O}_{21}]$ 。晶体结构属三斜晶系,玫瑰红色三斜锰辉石的 X 射线衍射主要粉晶谱线: 3.133(100), 2.960(42), 2.502(13), 2.183(18), 1.919(45)。矿物成因研究表明,三斜锰辉石主要为岩浆岩与含锰白云岩接触交代作用的产物,具明显的成因指示意义。

辽宁八家子矿区吴家屯铅锌黄铁矿矿床是华北陆台北缘成矿带内的大型矿床,长期以来,许多专家、学者对该矿床进行了详细研究^[1~3]。在该区内发现的具工业价值的矿产有铅锌矿、硫铁矿、银矿和锰矿等^①、^[4],并鉴别出 40 多种矿物,但对矿床有成因指示意义并且大量赋存在矿体及近矿围岩中的三斜锰辉石还未见报导。三斜锰辉石是国内外文献中较少报导的一种稀少矿物,本文对该区的三斜锰辉石进行了较为系统的研究,这在国内尚属首次。在八家子矿区,三斜锰辉石与铅锌黄铁矿-硫锰矿矿床共生。该矿物的发现对矿床成因研究及指导找矿都具有相当重要的意义。

1 矿区地质概况

八家子矿区位于山海关台拱与辽西台陷的交接部位。区内地层以中元古界长城系大红峪组石英砂岩和高于庄组含锰白云岩为主。

吴家屯矿床主要赋存在高于庄组和大红峪组地层内。矿床分布受北东东向的逆冲推覆构造及燕山期黑云石英闪长岩侵入体的控制。在岩体与高于庄组含锰白云岩的接触带上形成了砂卡岩带。

矿体呈似层状、透镜状。自下而上可分为 5 个矿体,依次为: ① 黄铁铅锌矿矿体;

* 本文为化工部地质找矿科研项目资助(课题编号: 97-地-06)

第一作者简介 夏学惠,男,1956年生,高级工程师,硫化物矿床与矿物学专业。

① 辽宁省建昌县八家子矿区吴家屯煤草沟铅锌矿段普查地质报告,1993。

收稿日期 1999-02-08, 改回日期 1999-03-15

② 铅锌矿矿体; ③ 黄铁矿矿体; ④ 铅锌矿矿体; ⑤ 锰矿体。其中锰矿体主要与黄铁铅锌矿矿体共生, 局部形成独立矿体。该矿床内的硫铁矿为大型, 铅锌矿达中型, 硫锰矿为小型, 是一个锰、铅、锌、银、硫的综合矿床, 目前, 硫、锰和铅锌均已开采。

2 产状及矿物共生组合特征

三斜锰辉石主要产出在黄铁铅锌矿矿体和硫锰矿矿体及近矿矽卡岩内, 是主要的脉石矿物, 含量为 15%~70%。与三斜锰辉石共生的矿物主要有锰铝榴石、硫锰矿、黄铁矿等, 伴生矿物主要为石英和白云石。上述矿物可划分为 3 种共生组合: ① 三斜锰辉石+锰铝榴石(照片 1); ② 三斜锰辉石+硫锰矿+锰铝榴石+黄铁矿; ③ 三斜锰辉石+锰铝榴石+黄铁矿(照片 2)。锰铝榴石在三斜锰辉石内形成穿孔结构(照片 3)。

3 物理性质与晶体形态特征

三斜锰辉石在不同的岩石组合中呈两种颜色, 一种为鲜艳的玫瑰红色, 另一种呈暗红褐色。

表 1 三斜锰辉石的物理性质

Table 1 Physical properties of pyroxmangite

样号	颜色	N_g	N_m	N_p	D_o
W-12	玫瑰红色	1.749	1.737	1.734	3.792
W-10	暗红褐色	1.753	1.748	1.741	3.786

折射率测定 测试仪器: Olympus BH-2 偏光显微镜; 测试条件: 白光, 碎屑油浸片; 测试者: 夏学惠。

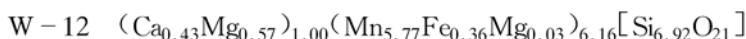
比重测定 测试仪器: 十万分之一电子天平; 测试条件: 17℃ 水中; 测试者: 夏学惠。

前者大部分透明度较高, 后者透明度较低。三斜锰辉石中多包裹有细小的黄铁矿。三斜锰辉石呈柱状、短柱状, 粒径一般在 $2.3 \times 1.2\text{mm} \sim 1.5 \times 0.9\text{mm}$ 。单偏光下无色, 解理 $\{110\}$ 、 $\{1\bar{1}0\}$ 完全, $\{010\}$ 、 $\{001\}$ 不完全。 $(110) \wedge (1\bar{1}0) = 92^\circ$, $(010) \wedge (110) = 45^\circ$ 。可见简单双晶(照片 4)。正交偏光下最高干涉色

二级蓝绿。二轴晶(+). $2V = 43^\circ$ 。表 1 列出了本区两种颜色三斜锰辉石的折射率和实测比重。

4 化学成分特征

用 JXA-8800R 型电子探针仪, 在相同条件下, 对两种颜色的三斜锰辉石进行了单矿物测定, 分析结果见表 2。由表 2 可以看出, 两种颜色的三斜锰辉石的 FeO 和 MnO 含量差别较大, 尤其是 FeO 含量, 玫瑰红色(W-12, W-11)的 FeO 含量为 2.85%~4.16%, 暗红褐色(W-10, W-16)的 FeO 含量为 10.01%~10.75%。MgO 和 CaO 含量变化不大。本区的两种三斜锰辉石与国外的相比(表 2), MnO 和 FeO 的含量差别较大。由表 2 可以看出, 国外的三斜锰辉石的 MnO 含量可在 21.09%~52.42% 之间变化, FeO 含量可在 0.39%~22.32% 之间变化, 说明 Mn 和 Fe 在三斜锰辉石中类质同象代换相当广泛。本区三斜锰辉石按氧原子数 21 计算的矿物经验化学式为:



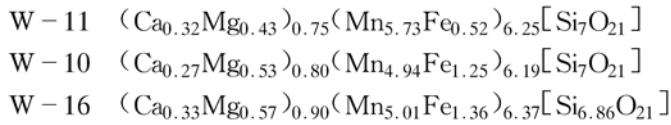


表 2 三斜锰辉石的化学成分

Table 2 Chemical composition of pyroxmangite

样品号	SiO ₂	MnO	FeO	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	总计
W-12	46.22	45.47	2.85		2.68	2.65	0.00	0.00	0.00	0.00	99.87
W-11	46.73	45.13	4.16		1.92	1.99	0.00	0.00	0.00	0.00	99.93
W-10	46.82	39.02	10.01		2.37	1.68	0.00	0.00	0.00	0.00	99.90
W-16	45.21	38.95	10.75		2.53	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	99.49
日本	45.74	52.42	0.39	0.00	0.68	0.46	0.00		0.05		99.74
芬兰	46.48	21.09	22.32	2.37	3.11	4.64	0.00				100.01

测试仪器: JXA-8800R 型电子探针仪; 测试条件: 加速电压 20kV, 电流 20nA; 测试单位及测试者: 中国地质科学院矿床地质研究所 陈克樵。日本、芬兰的数据引自参考文献[5]。

5 X 射线衍射特征

本区三斜锰辉石的 X 射线衍射粉晶分析结果见表 3。从表 3 中可以看出, 两种颜色的三斜锰辉石的主要粉晶谱线有一定差异, 但变化不大, 其主要 X 射线衍射粉晶谱线: 暗红褐色(W-10) 4.703(10), 3.133(100), 2.958(34), 2.674(8), 2.503(7), 2.183(15), 1.919(26), 1.638(30); 玫瑰红色(W-12) 4.712(15), 3.133(100), 2.960(42), 2.675(8), 2.502(13), 2.183(18), 1.919(45), 1.637(14)。与 JCPDS 卡片上日本的三斜锰辉石接近^[6]。据 X 射线衍射数据指标化后计算所得的晶胞参数为: $a = 6.690 \sim 6.697 \text{ \AA}$, $b = 7.573 \sim 7.592 \text{ \AA}$, $c = 17.41 \sim 17.40 \text{ \AA}$, $\alpha = 113.84^\circ \sim 113.88^\circ$, $\beta = 82.35^\circ \sim 82.30^\circ$, $\gamma = 94.64^\circ \sim 94.74^\circ$ 。

6 红外光谱特征

在 PE-783 型红外光谱仪上, 采用 KBr 压片法, 在常温下对八家子矿区的三斜锰辉石进行了分析, 结果见图 1。两种颜色的三斜锰辉石的红外吸收谱带基本一致, 其红外光谱振动频率为: 1079、1025、957、912、887、727、657、636、559、492、467、395、340 cm^{-1} 。由红外谱图特征可以看出, 该矿物为四面体的硅氧基团。1079~887 cm^{-1} 为 Si-O 振动最强吸收区, 727~636 cm^{-1} 为中-弱吸收区, 共有 3 个较锐吸收峰。600~340 cm^{-1} 属 Si-O 弯曲振动和 M-O 伸缩振动, 它们的强度和分裂程度与 Mn、Fe 的含量有关。

7 成因及找矿意义

吴家屯铅锌黄铁矿-硫锰矿矿床的地质特征研究^①表明, 该矿床的形成主要受三方面

① 夏学惠等. 辽西-冀东地区多金属硫铁矿控矿因素及成矿预测. 1998.

表 3 三斜锰辉石的 X 射线衍射分析数据

Table 3 X-ray diffraction data of pyroxmangite

W - 10		W - 12		JCPDS 25 - 147		
I/I_0	$d(\text{\AA})$	I/I_0	$d(\text{\AA})$	I/I_0	$d(\text{\AA})$	hkl
3	6.879	6	6.929	10	6.88	010
2	6.594	3	6.625	10	6.61	100
—	—	—	—	3	5.24	003
10	4.703	15	4.712	15	4.70	110
3	4.245	1	4.236	8	4.20	$\bar{1}11$
—	—	0.6	3.931	3	3.89	$\bar{1}13$
2	3.695	4	3.706	3	3.68	021
4	3.584	—	3.574	8	3.54	013
9	3.461	19	3.468	15	3.45	020
19	3.339	5	3.348	20	3.32	$\bar{1}23$
4	3.309	9	3.319	20	3.29	$\bar{1}21$
3	3.223	3	3.224	10	3.22	$\bar{1}04$
—	—	10	3.179	15	3.16	$\bar{2}01$
100	3.133	100	3.133	50	3.11	$\bar{2}12$
14	3.031	23	3.037	20	3.02	120
5	3.009	7	3.006	20	2.988	$\bar{2}13$
34	2.958	42	2.960	100	2.947	210
2	2.870	0.6	2.875	10	2.856	211
4	2.827	5	2.832	10	2.806	$\bar{2}11$
0.5	2.788	0.8	2.787	5	2.768	022
8	2.674	8	2.675	55	2.666	$\bar{0}26$
6	2.637	14	2.639	20	2.620	006
8	2.608	12	2.600	20	2.586	$\bar{2}22$
0.5	2.559	0.6	2.557	3	2.525	$\bar{2}21$
7	2.503	13	2.502	15	2.489	$\bar{0}32$
4	2.455	1.8	2.450	15	2.442	$\bar{2}14$
2	2.279	2	2.289	5	2.279	226
2	2.234	—	—	5	2.224	226
11	2.208	15	2.207	20	2.192	024
15	2.183	18	2.183	35	2.168	$\bar{3}12$
5	2.122	4	2.122	10	2.110	$\bar{0}28$
3	2.042	4	2.044	20	2.035	$\bar{1}36$
2	1.983	2	1.987	10	1.970	322
26	1.919	45	1.919	2	1.924	$\bar{2}15$
3	1.870	0.7	1.889	56	1.858	$\bar{0}45$
3	1.852	5	1.857	56	1.850	314
3	1.813	2	1.814	5	1.811	046
2	1.759	3	1.762	1	1.799	323
7	1.720	10	1.720	5	1.749	229
3	1.698	2	1.700	25	1.708	322
8	1.675	9	1.678	20	1.689	110
9	1.662	10	1.664	22	1.666	$\bar{1}48$
30	1.638	14	1.637	18	1.652	402
16	1.636	14	1.637	13	1.615	$\bar{3}37$
0.5	1.597	0.6	1.597	10	1.589	$\bar{3}33$
4	1.573	7	1.576	1	1.575	148
—	—	—	—	20	1.568	412
3	1.542	0.63	1.545	15	1.554	308
3	1.528	3	1.526	10	1.535	234
4	1.486	5	1.488	12	1.521	$\bar{4}12$
$a = 6.690(5)\text{\AA}$ $\alpha = 113.84(6)^\circ$		$a = 6.697(3)\text{\AA}$ $\alpha = 113.88(4)^\circ$		$a = 6.66\text{\AA}$ $\alpha = 114.03^\circ$		
$b = 7.573(9)\text{\AA}$ $\beta = 82.35(9)^\circ$		$b = 7.592(5)\text{\AA}$ $\beta = 82.30(6)^\circ$		$b = 7.54\text{\AA}$ $\beta = 82.33^\circ$		
$c = 17.41(6)\text{\AA}$ $\gamma = 94.64(10)^\circ$		$c = 17.40(3)\text{\AA}$ $\gamma = 94.74(5)^\circ$		$c = 17.33\text{\AA}$ $\gamma = 94.48^\circ$		
$D_C = 3.79$		$D_C = 3.83$				

测试仪器: Philips PW-1700 型自动粉末衍射仪; 测试条件: CuK α , 45kV, 40mA, Si 内标校正; 晶胞参数经 Appleman (1972) 软件精化计算得出; 测试单位及测试者: 中国地质科学院矿床地质研究所 王立本。

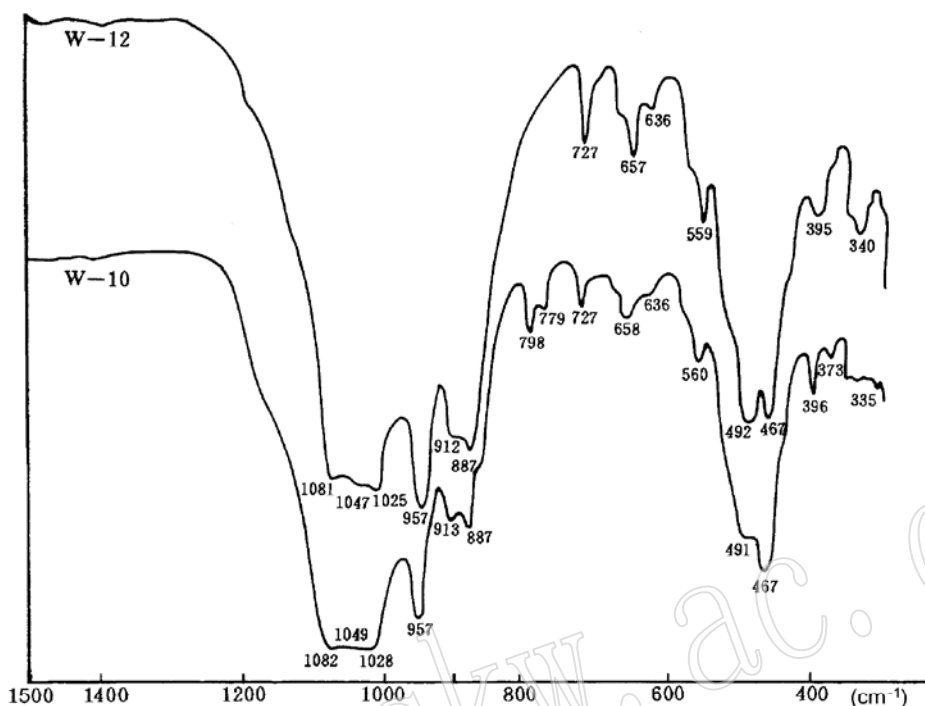


图1 三斜锰辉石的红外吸收光谱

Fig. 1 Infrared spectrum of pyroxmangite

测试仪器: PE-783型红外光谱仪; 测试条件: KBr压片, 常温;

测试单位及测试者: 化学矿产地质研究院 郭德江

因素的控制: 中元古界高于庄组含锰白云岩地层, 该套地层富含 Pb、Zn、Mn 等成矿元素, 是成矿的矿源层; 大规模中酸性侵入体; 不同方向的断裂构造, 特别是 NEE 向断裂构造。这三个因素决定了本区矿床的存在与规模。由于矿床形成受上述三个因素的控制, 所以, 矿体主要发育在接触带内。根据矿物共生组合分析, 三斜锰辉石除与黄铁矿、硫锰矿共生外, 它还包裹有细粒黄铁矿。根据矿物间的相互关系, 可以推测吴家屯矿床成矿过程至少有两期: 早期矿化阶段可能形成了星散状黄铁矿和闪锌矿, 它主要与沉积作用有关; 后期矽卡岩阶段是该矿床的主要矿化期, 典型的锰质矽卡岩矿物三斜锰辉石和锰铝榴石与黄铁矿、硫锰矿矿化关系密切。据辽宁地质三队资料, 与成矿有关的石英包裹体均一温度为 220~335℃。杨占兴等测定了 20 件黄铁矿、方铅矿单矿物样品的硫同位素, 其结果表明, $\delta^{34}\text{S}$ 的变化在 0.08‰~7.8‰之间^[7]。可见硫源主要来自岩浆热液, 可能有少部分地层硫的混入。可以认为, 吴家屯矿床主要为接触交代矽卡岩成因类型的铅锌黄铁矿-硫锰矿矿床。

三斜锰辉石作为矽卡岩矿床中的特殊矿物^[8], 是寻找矽卡岩型 Pb、Zn(Ag) 矿床的重要标志。三斜锰辉石在该矿床中不仅含量高, 而且颜色鲜艳, 可作为特征的找矿标志, 它的发现对进一步在该区开展找矿, 特别是寻找同类型的铅锌黄铁矿-硫锰矿矿床具有重要意义。依据这一线索, 在吴家屯矿床的北部羊山砬子地段预测可能有较大的隐伏矿床存在, 目前正在准备打钻验证。

参 考 文 献

- 1 董永观. 八家子铅锌矿矿化蚀变分带特征. 矿床地质, 1986, 5(4): 82~93.
- 2 张耀华, 崔笑梅. 辽宁建昌八家子铅锌矿床的地球化学特征及其成因探讨. 辽宁地质, 1986, (4): 322~333.
- 3 赵一鸣, 林文蔚, 毕承思等. 中国矽卡岩矿床. 北京: 地质出版社, 1990.
- 4 王树华. 八家子铅锌矿区吴家屯矿床矿物特征及银赋存状态. 辽宁地质, 1992, (2): 127~135.
- 5 王 濮, 潘兆楹, 翁玲宝等. 系统矿物学(中册). 北京: 地质出版社, 1984, 325~326.
- 6 Blanchard F. 25-147, JCPDS Grant in Aid Report, 1984.
- 7 杨占兴, 刘素英. 八家子铅锌矿硫同位素特征及其地质意义. 辽宁地质, 1990, (2): 142~146.
- 8 赵一鸣, 张轶男, 林文蔚. 我国矽卡岩矿床中的辉石和似辉石特征及其与金属矿化的关系. 矿床地质, 1997, 16(4): 318~327.

The Discovery of Pyroxmangite in Bajiazi Area of Liaoning Province and Its Ore-Hunting Implication

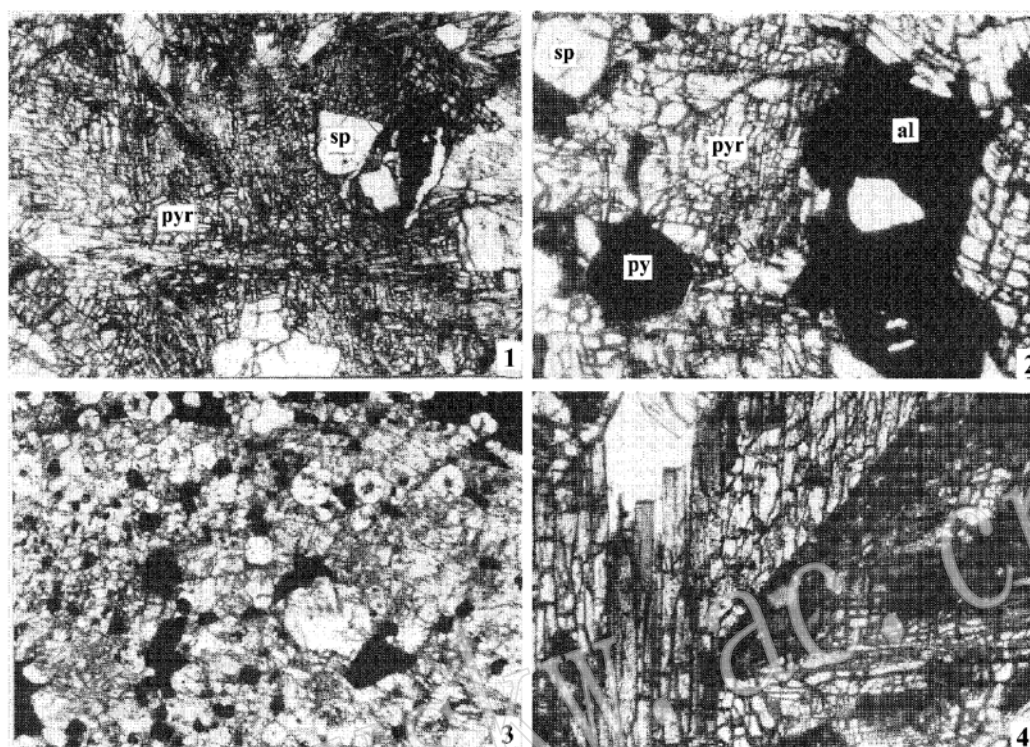
Xia Xuehui Liu Changtao Yan Fei

(Geological Institute for Chemical Minerals, Zhuozhou 072754)

Key words: pyroxmangite; lead-zinc deposit; Bajiazi

Abstract

Pyroxmangite was discovered for the first time during the study of Wujiateng section of the Bajiazi lead-zinc pyrite deposit in Liaoning Province. Occurring commonly in lead-zinc pyrite orebodies and near-ore skarn, it is associated with spessartine, pyrite and alabandite. Being reddish brown in color and short prismatic in form, it has two sets of cleavages and refractivities of N_g 1.749~1.753, N_p 1.737~1.748, N_m 1.734~1.741, $(+)$ $2V$ 43° and D_o 3.786~3.792. Chemical composition of the pyroxmangite depends largely on Mn and Fe, which cause remarkable variation of its color. The mineral formula for this mineral is $(Ca_{0.27-0.43}Mg_{0.43-0.57})_{0.75-1.00}(Mn_{4.94-5.77}Fe_{0.36-1.36})_{6.16-6.37}[Si_{6.86-7}O_{21}]$. The mineral falls into the anorthic system and can be divided into two sorts of colors with different X-ray powder diffraction patterns. The reddish brown mineral has X-ray spectral lines of 3.133(100), 2.958(34), 2.503(7), 2.183(15) and 1.919(26) while the rose red mineral shows 3.133(100), 2.960(42), 2.502(13), 2.183(18) and 1.919(45). Both sorts of pyroxmangite have such cell parameters as $a = 6.690 \sim 6.697 \text{ \AA}$, $b = 7.573 \sim 7.592 \text{ \AA}$, $c = 17.41 \sim 17.40 \text{ \AA}$, $\alpha = 113.84^\circ \sim 113.88^\circ$, $\beta = 82.35^\circ \sim 82.30^\circ$ and $\gamma = 94.64^\circ \sim 94.74^\circ$. Its formation is related to the contact replacement between igneous rocks and Mn-containing dolomite, and the Pb, Zn and S mineralization is so closely connected with the origin of pyroxmangite as to have ore-hunting significance.



图版说明

照片 1 三斜锰辉石(pyr)与锰铝榴石(sp)的关系 单偏光 40×

照片 2 三斜锰辉石(pyr)与硫锰矿(al)、黄铁矿(py)、锰铝榴石(sp)的相互关系 单偏光 40×

照片 3 锰铝榴石、黄铁矿包裹在三斜锰辉石中 单偏光 40×

照片 4 三斜锰辉石的双晶 正交偏光 40×