

辽宁本溪歪头山铁矿中高铁—蓝透闪石的研究

蒋永年 修群业

(天津地质矿产研究所)

提 要 本文综合研究了辽宁本溪歪头山前寒武纪鞍山群铁矿中的高铁—蓝透闪石,包括化学成分、物理性质、X射线衍射分析、差热分析、穆斯堡尔谱、红外吸收光谱以及成因产状等,并与国内外有关资料对比。根据成因信息,作者认为该矿物可能是低温热液交代作用的产物。

关键词 歪头山铁矿 高铁—蓝透闪石

蓝透闪石(Winchite)是紫罗蓝色富含高铁的钠—钙质角闪石。最初,Winch, H. J. 在印度的 Kajlidongri 锰矿中发现,后由 Lewis Fermor 描述、命名,并于 1909 年报道了第一个化学分析数据。从那以后又有人报道印度和其它产地的蓝透闪石,但是过去报道的并不都是属于 Leake, B. E (1978) 分类的蓝透闪石。

国内有关蓝透闪石的文献不多。据手边资料,崔文元、张乃娴(1983)^[1]、蒋永年(1984)^[2] 分别报道了冀东滦县司家营一带磁铁富矿体及其附近磁铁石英岩中的高铁—蓝透闪石和蓝透闪石。

本文样品采自辽宁本溪歪头山前寒武纪鞍山群磁铁石英岩中。鉴于该矿区的蓝透闪石比较罕见,目前尚无人报道,所以,作者比较详细的研究了它的主要特征和成因类型。

一、地质产状

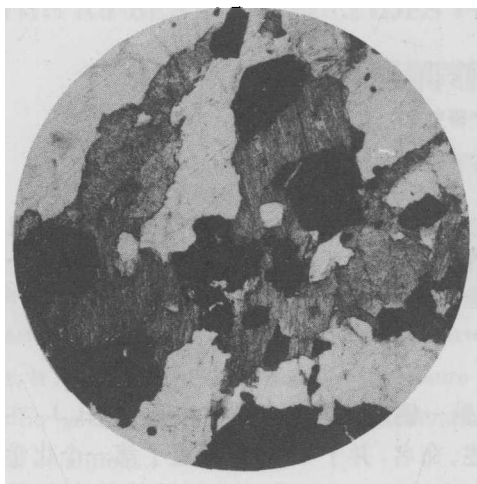
歪头山矿区出露的地层属于太古界鞍山群,主要由黑云片麻岩、斜长角闪岩、阳起磁铁石英岩、镁铁闪石英岩、石榴阳起片岩等组成,混合岩化作用比较普遍。变质程度为绿帘角闪岩相—角闪岩相。高铁—蓝透闪石产于某些磁铁石英岩中,与石英、磁铁矿、阳起石等矿物伴生。

二、形态和物理性质

高铁—蓝透闪石呈粗粒半自形晶,常为不规则的柱状体(见照片),颗粒大小一般为 $0.40 \times 0.10\text{mm}$ 。黑绿色,条痕无色。摩氏硬度 5.5,解理平行 $\{110\}$,中等。

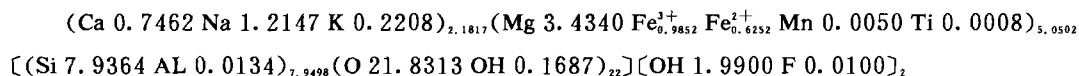
镜下多色性明显:Ng 为灰蓝色、浅蓝色、带绿(或紫)色调的蓝色,Nm 为浅蓝紫色,Np 为褐

黄色, $\beta > \gamma > \alpha$ 。具蓝、紫和火焰状干涉色。不用单色光很难判断真正的消光位。在钠光下测的折射率: $N_g = 1.6630$, $N_m = 1.6498$, $N_p = 1.6420$, $N_g - N_p = 0.021$ 。 $N_g \wedge C = 42^\circ$ 。正延性。 $2V = 75.1^\circ$ (计算)。二轴(-)。



照片说明:磁铁石英岩中的高铁—蓝透闪石(深灰色,不规则柱状),平行偏光 $\times 63$. 84BZ—126M

1.0156 和 0.5948。但据穆斯堡尔谱确定的不同价态铁离子数稍有不同,即 $Fe^{3+}(M_1 + M_2 + M_3)$ 为 0.9852, $Fe^{2+}(M_1 + M_3)$ 为 0.4891, $Fe^{2+}_{(M_2)}$ 为 0.1361。因此,根据穆斯堡尔谱测试结果,该矿物晶体化学式应写为下式:



根据 Leake, B. E. (1978) ^[4] 的角闪石分类和命名方案,本文蓝色角闪石应属钠—钙角闪石亚类的高铁—蓝透闪石。

据 Nayak, V. K. 和 B. E. Leake (1975)

^[5] 的研究,蓝透闪石有两种,一为负延性,消光角小,是常见的蓝透闪石;二为正延性,消光角大,有时超过 30° ,这种蓝透闪石比较少见。本文高铁—蓝透闪石就是罕见变种的一例。

三、化学成分

化学分析结果见表 1。为了对比,表 1 中列出几个已发表的蓝透闪石的化学分析数据。和前人资料比较,本文样品更富含高铁和碱质而贫铝和锰。这些化学成分特点可能与具体的形成条件有关。

鉴于本文样品化学分析中 H_2O^+ 的含量很低,这里采用阳离子(13)法计算晶体阳离子数,其中 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 分别为

四、X 射线衍射分析

X 射线衍射分析的实验条件:铁靶,铁滤波,电压 40kV,电流 30mA。分析数据和图谱见表 2 和图 1。为了对比,表 2 还列出冀东滦县司家营铁矿中的蓝透闪石的有关资料。两者的衍射数据和晶胞参数都比较类似。

高铁—蓝透闪石和蓝透闪石的化学分析

表 1

Table 1 Chemical analysis of ferri—winchite and winchites

组 份	序号 样号	1 *	2 *	3	4		1	2	3	4
		84BZ—126M	6ZK314—1			Ng	1, 6630	1, 6625		1, 658
SiO ₂		57. 01	57. 33	55. 64	55. 14	Nm	1, 6498	1, 6494		1, 646
TiO ₂		0, 01	0, 00	0, 00	0, 50	Np	1, 6420	1, 6410		1, 636
Al ₂ O ₃		0. 084	0, 68	1, 08	1, 14	Ng / c	42°	42°		18°
Fe ₂ O ₃		9. 69	7. 45	7. 06	4. 59	2Vα	75. 1°	77, 4°		
FeO		5. 11	4, 95		1, 25	Si	7, 9364	8, 0850	7, 70	7, 70
MnO		0. 045	1. 16	0. 77	1. 38	Al _{IV}	0, 0134	0, 0000	0, 17	0, 18
MgO		16. 55	15, 95	22, 09	22, 16	Al _{VI}	0, 0000	0, 1132	0, 00	0, 00
CaO		5, 00	6, 62	7, 64	7, 37	Fe ³⁺	1, 0156	0, 7904	0, 73	0, 48
Na ₂ O		4, 50	2, 61	2, 89	2, 88	Ti	0, 0008	0, 0000	0, 00	0, 05
K ₂ O		1, 24	0, 48	0, 98	1, 24	Fe ²⁺	0. 5948	0, 5838	—	0, 14
H ₂ O ⁺		0, 74	3, 93	3, 09	1, 98	Mn	0, 0050	0, 1402	0, 09	0, 15
H ₂ O ⁻				0, 14		Mg	3, 4340	3, 3528	4, 55	4, 62
F		0, 023				Ca	0, 7462	0, 9996	1, 13	1, 10
		100, 002	101, 16	101, 00	99, 63	Na	1, 2147	0, 7133	0, 77	0, 78
—O = F		0, 01				K	0, 2208	0, 0857	0, 17	0, 21
总和		99, 992	101, 16	101, 00	99, 63	2OH	2, 1587	2, 0000	2, 00	1, 84
						F	0. 0100			

* 天津地矿所岩矿测试室分析

- 产状说明: 1、高铁—蓝透闪石, 产于磁铁石英岩中, 辽宁本溪歪头山, 本文
2、蓝透闪石, 产于磁铁石英岩中, 冀东滦县司家营, 蒋永年, 1984.
3、蓝透闪石, 印度 Kajlidongri 矿山, Fermor, 1909 假定全部铁为 Fe₂O₃, H₂O⁺ 未测定, 但给出烧失量 3. 09%
4、蓝透闪石, 印度长石质片麻岩, Bilgrami, 1955

五、差热分析

差热分析实验是在空气中进行的, 分析人是天津地矿所岩矿测试室李孝军。实验结果见图 2。曲线比较平坦, 在温度 994℃ 有一个长而尖锐的吸热谷, 这说明该矿物在比较窄的温度范围内脱羟, 晶格开始破坏。

高铁—蓝透闪石和蓝透闪石的 X 射线衍射分析数据

表 2

Table 2 X-ray diffraction data for ferri-winchite and winchite

Na	1		2		No	1		2		No	1		2		Na	1		2	
	84BZ-126M		62K314-1			84B-126M		62K314-1			84BZ-126M		62K314-1			84BZ-126M		62K314-1	
	d	I	d	I		d	I	d	I		d	I	d	I		d	I		
1	17.672	4			18	2.728	5	2.7202	30	35	1.937	2			52	1.499	3		
2			9.3443	700	19	2.710	9			36	1.897	5	1.8912	10	53	1.477	2		
3	9.036	6			20	2.590	4	2.5981	10	317	1.872	2			54	1.454	2		
4	8.435	100	8.4916	100	21	2.535	4	2.5419	20	38	1.161	2			55	1.436	6	1.4351	40
5	4.885	3			22			2.4156	5	39	1.817	3	1.8097	10	56			1.3982	5
6	4.773	4			23	2.382	4	2.3768	10	40	1.8000	2			57	1.372	3		
7	4.508	7	4.5216	20	24	2.332	6	2.3358	20	41			1.7412	5	58	1.358	3	1.3555	10
8	4.214	9	4.2262	40	25	2.317	3	2.3181	20	42			1.7080	5	59	1.340	3		
9	3.877	3	3.8950	10	26	2.293	3			43	1.683	2	1.16888	5	60	1.329	2		
10			3.6246	10	27	2.272	3			44	1.654	5	1.6571	20	61	1.310	3	1.3073	10
11			3.4374	40	28			2.2296	5	45	1.636	3	1.6366	10	62	1.291	2		
12	3.394	6	3.4105	20	29	2.166	5	2.1694	20	46	1.612	3			63	1.192	2		
13	3.273	14	3.2812	40	30			2.0999	10	47	1.589	3			ao (nm)	0.9810		0.9807	
14	3.131	57	3.1295	100	31	2.058	3	2.0599	10	48	1.583	2	1.5840	20	bo (nm)	1.7983		1.8090	
15			2.9930	10	32	2.022	4	2.0203	10	49	1.564	2	1.5612	5	co (nm)	0.5265		0.5244	
16	2.958	5	2.9572	10	33	1.999	2	2.0005	10	50	1.530	3			β	103.995°		—	
17	2.809	25	2.8132	65	34	1.959	2			51	1.507	3	1.5047	20					

分析:天津地质矿产研究所岩矿测试室侯隽。

注: 1、高铁—蓝透闪石,辽宁本溪歪头山铁矿区,本文。

2、蓝透闪石,冀东滦县司家营铁矿^[2]。

六、红外吸收光谱

高铁—蓝透闪石的红外吸收光谱如图 3。在 1200— 400cm⁻¹ 范围内,主要由三个波段组成,特点如下:

1200— 800cm⁻¹ 该波段为 Si—O—Si 非对称伸缩振动区,由一个强而宽的吸收带(970cm⁻¹ 和三个弱吸收带(1156cm⁻¹、1102cm⁻¹ 和 1046 cm⁻¹) 组成,其中 1156cm⁻¹ 为碱性闪石和高铁—蓝透闪石的特征吸收带。

800— 600cm⁻¹ 该波段为 Si—O—Si 对称伸缩振动区,包括两个较强吸收带(762cm⁻¹ 和 688cm⁻¹) 和两个较弱吸收带(778cm⁻¹ 和 663cm⁻¹ ,该强、弱吸收带分别组合,形成分裂现象。

600— 400cm⁻¹ 这个波段是 Si—O—Si 弯曲振动区,由一个强而尖锐的吸收带(456cm⁻¹) 和两个弱吸收带(552cm⁻¹ 和 508cm⁻¹)组成。

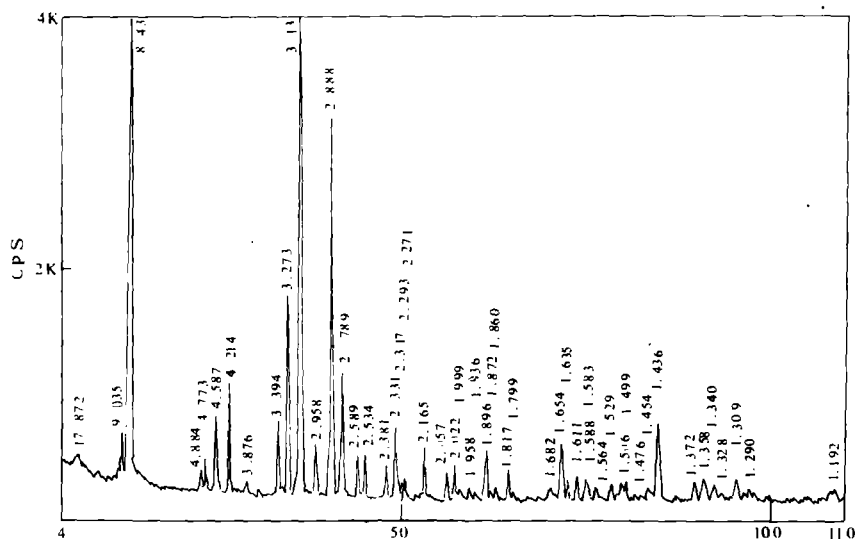


图1 高铁—蓝透闪石的X射线衍射曲线
(天津地矿所侯隽分析)

Fig. 1 X-ray diffractogram of ferri-winchite

七、穆斯堡尔谱特征

为了探讨高铁—蓝透闪石晶格中铁的占位和价态,我们做了穆斯堡尔谱。由于样品具有严重的择优取向,测试前经特殊加工消除之,然后在室温(18℃)测试。测试者是中国地质科学院矿床地质研究所吴功保。

用三套四极双峰组分谱对实验谱拟合,结果见表3和图4。在三套组分谱中,一套属于 $\text{Fe}_{(M_1+M_2+M_3)}^{2+}$,另两套分别属于 $\text{Fe}_{(M_1+M_3)}^{2+}$ 和 $\text{Fe}_{(M_2)}^{2+}$ 。根据 $\text{Fe}_{(M_1+M_2+M_3)}^{2+}$ 、 $\text{Fe}_{(M_1+M_2)}^{2+}$ 和 $\text{Fe}_{(M_2)}^{2+}$ 面积百分比和由化学分析资料计算的铁离子总数1.6104,求出上述不同占位的铁离子数分别为0.9852、0.4891和0.1361。

吴功保认为,此类闪石的穆斯堡尔谱至今尚无统一看法。以下是他对实验结果的进一步分析:

1、实验谱中观察不到 $\text{Fe}_{(M_2)}^{3+}$ 和 $\text{Fe}^{3+}(\text{IV})$ 。

2、 Fe^{3+} 谱(见图4)与 M_1 、 M_2 和 M_3 上的 Fe^{3+} 相对应,但不能进一步区分。根据晶体化学原



图2 高铁—蓝透闪石的差热分析曲线

Fig. 2 Differential thermal analysis thermogram
of ferriwinchite

则和前人所做的有关闪石的 X 射线衍射结果, Fe^{3+} 应择优占据 M_2 。

3、两套 Fe^{2+} 谱(见图 4)大体分别与 $\text{M}_1 + \text{M}_3$ 和 M_2 上的 Fe^{2+} 离子相对应。 M_2 的配位八面体比 M_1 和 M_3 的配位八面体有较大的畸变, 故 $\text{Fe}_{(\text{M}_2)}^{2+}$ 的四极分裂应小于 $\text{Fe}_{(\text{M}_1 + \text{M}_3)}^{2+}$ 的四极分裂。

由于 M_1 、 M_2 和 M_3 的均可存在次最邻近效应, 相应组分谱有扩展、交叠现象, 故根据实验谱求出的 Fe^{2+} 占位度不可能是精确的。

总之, 根据以上分析结果可以校正不同价态铁的化学分析数据和得出比较确切的晶体化学式(见化学成分部分)。

八、成因讨论

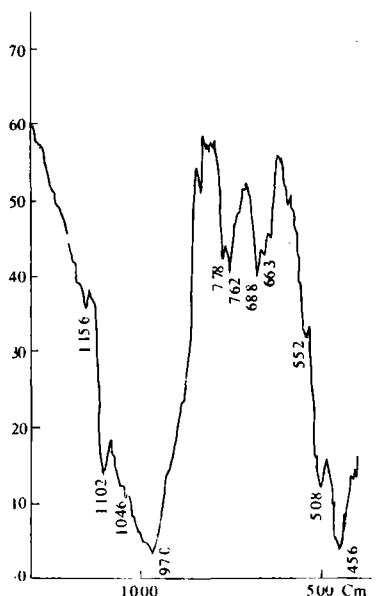


图 3 高铁—蓝透闪石的红外吸收光谱
(天津地矿所张来春分析)

Fig. 3 Infrared absorption spectrum of
ferri-winchite

前面已经提到, 起初 Winch, H. J. 在印度 Kajlidongri 矿山锰矿中发现蓝透闪石, 但以后人们报道的已不局限于锰矿了。据不完全的资料, 国内外报道的蓝透闪石产状主要有以下几种:

1、产于含褐锰矿和方解石的片岩、石英岩和砂质岩石中, 以产于片岩中的为最发育。

2、产于印度 Bhandara 的 Chikla 长石质片麻岩^[3]中, 其形成似与伟晶岩的同化有关。

3、钾蓝透闪石石棉^[4]产于 Texas 前寒武纪 Allamoore 建造的硅质白云岩中, 系硅质白云岩经低温交代作用的产物。

4、产于我国冀东滦县司家营磁铁富矿及与其有关的磁铁石英岩中。

关于蓝透闪石的成因, 观点颇不一致。最初, Fennor 一再强调变质成因, 但以后的一些研究人员认为, 蓝透闪石的形成与交代作用有密切的关系。上述的冀东滦县司家营产的高铁—蓝透闪石和透闪石就是后一种成因类型的实例。

现在讨论本文高铁—蓝透闪石的成因类型。从产出岩石来看, 辽宁本溪歪头山的高铁—蓝透闪石与冀东滦县司家营的高铁—蓝透闪石和蓝透闪石均产于铁建造中。尽管前者的产出地段未发现明显的热液型磁铁富矿, 但是下列的与交代作用有关的迹象是值得注意的。

1、高铁—蓝透闪石产于磁铁石英岩中。矿物颗粒粗大, 一般不定向, 这与其主岩的上、下层—阳起磁铁石英岩中定向排列的阳起石迥然不同, 这是交代作用标志之一。

2、矿区内, 阳起磁铁石英岩中阳起石的化学成分是变化的, 主要是 Fe_2O_3 和碱质(以 Na_2O

为主)增高, CaO 降低, 这是交代作用的结果。从区域上看, 交代作用有强、弱之别。当交代作用较弱时, 其化学成分变化不大, 仍在阳起石的化学成分范围内, 但光性上却稍显变化(如消光角较大)。当交代作用较强时, 在阳起石晶体外缘显示蓝绿色乃至整个晶体呈暗蓝色, 干涉色变得异常等等, 所有这些现象均说明高铁—蓝透闪石的产出环境确实存在热液交代作用。

3、在歪头山矿区范围内, 尽管没有发现规模较大的侵入

体, 但区内混合岩化却比较普遍。值得注意的是, 含高铁—蓝透闪石的铁矿层上部 and 下部均有花岗质脉体穿切(据 5 线 CKy11 孔资料)。据此推测, 在混合岩化作用的后期出现混合热液是可能的。

根据以上分析, 作者认为高铁—蓝透闪石是低温富碱质的混合热液交代阳起石的产物。

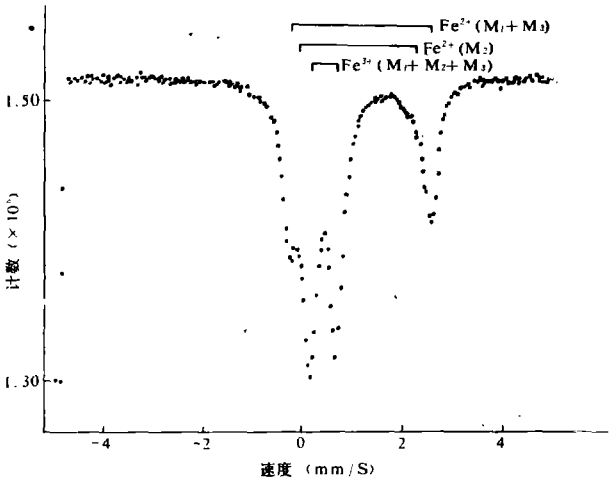


图 4 高铁—蓝透闪石的穆斯堡尔谱
Fig 4 Mossbauer spectrum of ferri-winchite

高铁—蓝透闪石的穆斯堡尔谱参数 表 3

Tadle 3 Mossbauer parameters of forri-wincchite

价态	配位 状况	化学位移 (毫米/秒)	四极分裂 (毫米/秒)	半高宽 (毫米/秒)	拟合判据 $M \pm \Delta M$	面积百分数 (%)	铁离子数
Fe^{2+}	$M_1 + M_2$	1.140	2.823	0.316	0.056%	30.37	0.4891
Fe^{2+}	M_2	1.099	2.2340	0.484	$\pm 0.007\%$	8.45	0.1361
Fe^{2+}	$M_1 + M_2 + M_2$	0.399	0.501	0.330		61.18	0.9852

九、几点认识

据上述, 我们得到以下几点认识:

- 1、本文研究的紫罗蓝色闪石富含高铁和碱质而贫锰和铝。按 Leake, B. E (1978) 的角闪石分类、命名方案, 应归属于钠—钙角闪石亚类中的高铁—蓝透闪石。
- 2、本区高铁—蓝透闪石的某些光学性质(如消光角和 2V 偏大、正延性等)与多数文献中报道的蓝透闪石有所不同。至于这些特点与其形成条件有何联系, 尚需进一步研究。
- 3、高铁—蓝透闪石系低温富碱质混合热液交代阳起石的产物。今后工作中应注意该类闪石的分布及其与产地附近磁铁富矿的联系, 为本区存在混合热液型磁铁富矿提供成因信息。

参 考 文 献

- [1] 崔文元、张乃炯, 冀东滦县司家营铁矿中的高铁—蓝透闪石的研究, 长春地质学院学报, (3) 1983
- [2] 蒋永年, 某些变质矿物的研究, 《冀东早前寒武地质》(孙大中主编), 天津科学技术出版社, 1984
- [3] Bilgrami, S. A., Manganese amphiboles from Chikla, Bhandara district, India, Min. Mag., (30) 1955, 633—644.
- [4] Leake, B. E., Nomenclature of amphiboles, Am. Mineral., (63) 1978, 1023—1052
- [5] Nayak, V. K., and B. E. Leake, On “winchite” from the original locality at Kajlidongri, India, Min. Mag., (40) 1975, 395—399
- [6] Wylie, A. G. and C. W. Huggins, Characteristics of a potassian winchite — asbestos from the Allamoore talc district, Texas Can. Mineral., (18) 1980, 101—107

**STUDY OF THE FERRI—WINCHITE IN IRON ORE OF
PRECAMBRIAN ANSHAN GROUP AT
WAITOUSHAN MINE, BENXI, LIAONING PROVINCE**

(Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources)

Abstract

In this paper, the ferri — winchite occurring in the iron ore of precambrian Anshan Group at Waitoushan mine, Benxi, Liaoning province, is studied from different aspects, including chemical composition, physical properties, X — ray diffraction, DTA, infra — red absorption spectrum, mossbauer spectrum, mode of occurrence and genesis, and also compared with the wiwnchite from other localities at home and abroad. According to the genetctic information of this mineral, the authors consider that the ferri — winchite was probably formed by the low — temperature hydrothermal metasomatism.