一种铋复硫盐新矿物一锡林郭勒矿

$Pb_{3+x} Bi_{2-\frac{2}{3}x} S_6$

洪慧第 王相文 (内蒙古自治区地质局实验室)

该矿物发现于内蒙蒙锡林郭勒盟东乌旗 朝不楞矿区的矽卡岩型铁矿床中,为一主要 含Pb、Bi、S的铋复硫盐新矿物。它的化学 成分与硫铋铅矿相近,但其晶体结构不同。 根据产地命名为锡林郭勒矿(xilingolite)。

一、地质产状

内蒙古东乌旗朝不楞铁矿位于内蒙华力 西晚期地槽褶皱带东乌旗复背斜的北翼东 部是在燕山中期的黑云母花岗岩与泥盆系 中统碳酸盐接触带形成的伴生有多金属的矽 卡岩型铁矿床。矿区分南、北两个矿带,锡 林郭勒矿产于北矿带的钙铁榴石矽卡岩中。

矿石矿物成分比较复杂,和锡林郭勒矿 伴生的矿物有磁铁矿、闪锌矿、磁黄铁矿、 黄铁矿、毒砂、黄铜矿、兰辉铜矿、斑铜矿、 辉钼矿、方铅矿、自然铋、辉铋矿等。

二、物理性质

锡林郭勒矿的颜色为铅灰色,条痕灰色。 矿物呈柱状者,柱长0.09-8.32毫米,柱宽 0.03-0.23毫米(照片1)。呈他形粒状者, 粒度0.067-3.097毫米(照片2),沿闪锌矿 的解理裂隙分布,其生成晚于闪锌矿。有时 也可见到较完整的晶形(照片3),晶体沿b 轴延长,其晶面上有纵纹。金属光泽,实测 比重7.08(静水力学称重法)。显 微压入硬 施倪承 彭志忠 (武汉地质学院北京研究生部)

度(五次以上测定的平均值): 负荷(克) 5 10 20 硬度(公斤/毫米²) 104.7 101.4 104.7 负荷(克) 50 100 200 硬度(公斤/毫米²) 103.1 104.9 103.7 实测条件:用ΠMT-3型显微硬度仪测 定,目镜K15,,物镜F^{**}_{0.17}。

三、光学性质

锡林郭勒矿的反射色为白色微带兰色。 反射多色性清楚,在空气中平行b轴是白色, 垂直b轴是白色微带兰色,浸油中也如此。

正交偏光下,矿物的非均性显著,由深 灰色至灰色,偏光色为灰色。具(001)双 晶,平行消光。

聚敛偏光下(用ORTHOLUX, ΠPOL-MK显微镜,目镜 10、物镜 125 倍,油浸镜 头)观察,锡林郭勒矿的偏光图为一黑十 字,旋转物台时黑十字中心开合,表明为一 非均质矿物。其非均质视旋转转角(Ar)为 1°;反射旋转色散(DRr)v>r;非均质视 旋转色散(DAr)v<r弱。

锡林郭勒矿的反射率:系统测定了矿物 两个方向的反射率,其反射率及颜色指数结 果列于表1、表2。

从表 2 可见,锡林郭勒矿反射色的颜色 主波长(λ₄)为499和485微米,浓度(Pe) 一种铋复硫盐新矿物一锡林郭勒矿Pb3+xBi2-2X/3 Se

					10 4		and the second distance in the					
<u></u> 波长λ 反射率 (nm)	405	436	480	526	546	578	589	622	644	656	664	700
Ry'	46.6	46.8	46.8	44.9	44.5	44.1	43.8	43.3	43	43	43	41.2
Ra'	43.2	44.5	44.3	44.2	41.8	41.4	40.9	40.5	40	39.9	39.8	37.5

组林郭勒矿后射家

锡林郭勒矿的颜色指数

- 55	Z	

表 3

表 4

117 by 110 mile	视觉反射率	色度	坐标	主波长	浓 度	
颜色指敛	Rvis	的版话《本》(atilo	anili X) YUMA	λd(nm)	Pe	
Rγ′	44.4	0.3193	0.3321	499	0.0483	
Ra'	41.1 Millour	0.3261	0.3298	485	0.0271	

测定者: 中国地质科学院 邹星

实测条件:用Orthoplan MPV-1 型光电倍增管显微光度仪测定,玻片反射器,物镜50倍,标准碳化钨,相对误差±2%。

为0.0483和0.0271, 表明反射色为浅兰色。

四、化学成分

在双目镜下挑选了 1.1 克的纯净样品做 了单矿物化学全分析 (见表3),电子探针定 量分析 (见表4),还做了铅、铋、硫的面分 布图 (照片4、5、6、7) 和X射线能谱图 (照 片8),确定了矿物的化学成分及内部不含其 它矿物的包裹体,铅铋硫在矿物中呈均匀分 布。

根据化学分析的主要成分进行了化学计 算,见表5。

锡林郭劭矿	的化	レ学々	-4	析结里
10 11 35 40 4	121	5-1		加油木

组分	Pb	Zn	Cu	Ag	Bi	Sb	s	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	总计
含量 (%)	52.074	0.653	0.16	0.75	29.72	0.09	15.09	0.65	0.10	0.493	0.07	0.02	99.87

分析者: 内蒙地质局实验室 胡如臣

锡林郭勒矿电子探针定量分析结果

组分	РЬ	Ag	Bi	S	SiO ₂	TiO2	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SnO ₂	Cr ₂ O ₃	总计
含量 (%)	52.06	0.50	29.81	15.25	0.43	0.02	0.62	0.52	0.01	0.01	0.01	99.24

分析者:中国地质科学院 王文瑛

从表 5 得晶体化学式为:

 $\mathrm{Pb}_{3.18}\mathrm{Zn}_{0.13}\mathrm{Cu}_{0.03}\mathrm{Ag}_{0.09}\mathrm{Bi}_{1.81}\mathrm{Sb}_{0.01}\mathrm{S}_{6}$

化简为: Pb3.18Bi1.81S6

其最理想的表示是:

 $Pb_{3+x}Bi_{2-2x/3}S_6, X \approx 0.3$

根据X射线单晶分析测定的晶胞参数计 算的单位晶胞体积V=1149.53Å³,单位晶 胞内分子数Z=4。根据单位晶胞分子数、化 学成分、晶胞体积计算的理论比重D_x=7.07, 这个数值与实测值是符合的。

它矿物的

第1期

15 表 1 ____

组分	重量(%)	修正后重量 (%)	离子数	晶体化学 式中离子数
РЬ	52.074	52.85	0.25408	3.18429
Zn	0.653	0.66	0.01031	0.12921
Cu	0.16	0.16	0.00253	0.03170
Ag	0.75	0.76	0.00710	0.08898
Bi	29.72	30.16	0.14430	1.80845
Sb	0.09	0.09	0.00074	0.00927
S	15.09	15.32	0.47875	6
总计	98.537	100		200 200 10

五、X射线结晶学研究

拍摄了锡林郭勒矿的迴摆照片及华盛堡 照片,由b轴的迴摆图测得其b轴为4.078Å, 然后拍摄了该方向的华盛堡图,由hol华盛堡 图 (照片 9)上测得 a0=13.65 Å; c0=20.68 $Å;\beta=93.0^{\circ}$

为了求得其系统消光规律推引其空间 群,进一步拍摄了h1l华盛堡图。根据 hol及

锡林郭勒矿	(Xilingolite)	粉晶衍射数据
-------	---------------	--------

表 6

	锡林郭勒矿			硫	铋铅矿	1	锡林	郭勒矿		硫	硫铋铅矿		
	Viling	golite	20.4 40.5	li	llianite	1.264	Xili	ngolite		lill	lianite		
I	hk1	d实测	d计算	I	d	I	hk1	d 实测	d计算	I	d		
	.02.6.4		and the second second	35	4.10	60	2011	1.788	1.786	20	1.7911		
神戸市		Sec.		20	3.93	1 alter			50	70	1.7765		
	6.6.6	A. S. S. S.	1 States	10	3.88	1. 11. 19	108/4/		165.3	30	1.7590		
30	112	3.699	3.6723	40	3.68	02	認知感	N.S.M.	28. A.V.	20	1.7499		
社 含月	及内部2	位法部	书记的时	100	3.52	30	0012	1.738	1.7210	10	1.7421		
	and the state	10.52-55	10.10 -1	70	3.42	1 Person	見るない	讨论的行	16.00	10	1.7230		
10	113	3.386	3.3761	30	3.38	10	442	1.701	1.7175	20	1.7089		
		a second	-	30	3.33	- 13月 在	机构 化阳阳	1.5. 5.4		20	1.6857		
112 9	上台街	行为到	1- 66-689	10	3.21	and strike	博子强制	1.(8美3)		10	1.6679		
20	114	3.109	3.0932	30	3.13	20	4012	1.510	1.5048		Sale and		
	18-12-201	1200 190	1. Marking	30	3.06	6.40.00	(3112	106.5784	1.4750	1 The	A GAR		
	a and the	-	anas in	60	3.01	40	623	1.465	1.4711	Same Sugar			
- 40	312	2.932	2.9397	80	2.913		(1113	112 1 2 1 1	1.4639	0.000 202 53	13785		
20	115	2.840	2.8590	60	2.778	30	428	1.440	1.4306	13.567	1537 24		
		Part 1		40	2.699	50	808	1.396	1.3890	1 10	1 miles		
	1. 20.20	1000.0-129	man	5	2.575	20	6012	1.338	1.3385	10.00	1100 1		
			e can a find an and a second	10	2.447	0.0	f 0212	1 011	1.3151	Sur generalities	1		
	A SHELLY	A STATE		40	2.357	20	1 7110	1.311	1.3081	1 由於43	and the last		
	1 1 100	1. 61	1.01. 1	5	2.220	30	2212	1.285	1.2808	11/20	in its		
90	407	2.177	2.1748	50	2.156	10-1-13× 18	\$ 336	1 014	1.2120	Lange La			
10	209	2.140	2.1411	30	2.147	40	۲ ₅₁₁₄	1.214	1.2124		1.1		
80	317	2.073	2.0790	60	2.070	20	\$ 4016	1 100	1.1866	6.	10232112		
	NEW COM	172494226		30	2.065	30	1 1008	1.182	1.1801	ALCONT.	Navi an		
70	514	2.051	2.0430	50	2.058		∫ 4216	1 094	1.0256	10-20	Sec.		
				50	$\left\{ \begin{array}{c} 1.9815\\ 1.9796 \end{array} \right.$	40	{ ₂₂₁₇	1.024	1.0247	國中 南	SU CL		
70	023	1.955	1.9550	30	1.9645		10.58.58.98	17 martin		anishi Sa	Sec. 20		
	and the first of the		A RELATION OF	20	1.8978	1. A. A.		Carlo La Carlo			Section 1		
	TANK S	5 00 E4 4	- Wester A	20	1.8867	1000	10101015	13.17.68		100-25 p.	13200 AU		
	T (Car	Will Bert	AR	5	1.8374	12-12	J. 4. 1	P. F. Bart		一般而	3)		
	1 charles	A. 19. 41	Alleren	20	1.8281	2.213.119	Q. 41.2 W.	T. SAL		200352	Canality of the		

实验条件:照像机57.3mm,射线 FeKa, 滤波片 Mn,电压30kV,管电流7mA,爆光时间6时。

h11华盛堡图,其系统消光规律为: 在hkl中 h+k=2n在hol中 h=2n 现将锡林郭勒矿的晶胞参数及可能的空 间群归纳如下:

晶系: 单斜

空间群: C2/m, C2或Cm

锡林郭勒矿的粉晶数据见表6。由表7可以看出:

据,其中粉晶图的指标化是根据这次单晶照 片测得的晶胞参数并参照零层及壹层的华盛 堡来进行的。

六、讨 论

在已发现的铋复硫盐矿物中容易与锡林 晶胞参数: $a_0 = 13.65$; $b_0 = 4.078$ Å; 郭勒矿混淆的矿物有硫铋铅矿, 斜方硫铋铅 $c_0 = 20.68$ Å; $\beta = 93.0^{\circ}$ 矿,辉铅铋矿,斜方辉铅铋矿等,其化学成 分及物性、光性常数见表7。

为了对比,列入了硫铋铅矿的粉晶数 1.锡林郭勒矿虽在反射色,反射率、

B	* 物名称	锡林郭勒矿	硫铋铅矿	斜方硫铋铅矿	辉铅铋矿	斜方辉铅铋矿	
	10 -11 -10-	xilingolite	lillianite	bonchevite	galenobismutite	cosalite	
矿物成分		Ph Pi - C	Pb3Bi2S6 或	PbBi4S7 或	PbBi ₂ S4 或	Pb2Bi2S5 或	
	a state and	PD _{3+x} B1 ₂₋₂ X/ ₃ S ₆	3PbS•Bi ₂ S ₃	PbS•2Bi ₂ S ₃	PbS•Bi ₂ S ₃	2PbS•Bi ₂ S ₃	
	PbS/Bi ₂ S ₃	3/1	3/1	1/2	1/1	2/1	
	比 重	7.08	7.0-7.2	6.92	7.04	6.76	
显 2	微压入硬度 公斤/毫米 ²	103.1-104.9	120-195(?)	129—205	88—113 142—150(?)	74-152 83-161	
1	反射布	白岳海港兰岳	白色类孤独色	机油白色	加油白色	白岳带粉红色	
*	双反射已	日日以市三日 見 事	油山島著	<u></u> 幼祖日已 油山显裘	い油口口	油中较显著	
	非均性	显著	显 著	品书 <u>显</u> 省 显著一强	强	弱	
¥	内反射	无	无	无	无	无	
生	反射率	480nm: 46.8	目测值:	、法律规算公共制	自由法国领导、不规制		
而	the stands	44.3	N. D. MAREL ME.	527nm; 46.6	大约42%	大约43%	
		546nm: 44.5	绿: 51.5	589nm: 46.2	and a second	2. 20. 60 2. 600	
		41.8	橙: 45.0	686nm; 45.8	1	12-2 A.3 (14)	
		589nm: 43.8	红: 43.5		bis proposition	gailin's m	
		40.9	自我的利用你跟你		a lighter and the	(金利安省王际2.4167)	
		656nm; 43 39.9	后。这一本内		a man a m A man a m A man a m	CR.M.MARA	
	晶系	单斜	斜方	斜方	斜方	斜方	
	空间群	C2/m, C2, Cm	D ¹⁷ _{2h} -Bbmm		D ¹⁶ _{2h} -Pnam	D16-Pbnn	
	ao	13.65	13.58		11.75	19.07	
	be	4.078	20.51		14.50	23.86	
	co	20.68	4.09		4.084	4.06	
	β	93.0°	90°			and the second	
	z	4	4	二型121 净化数202	A Long and	8	
ŧ	分晶数据	见:	表 6	6-1401_9435664 645646 199	a ya 19- iwa QAL. An Aliya wa aliya afi ya	RELATED IN	

锡林郭勒矿与硫铋铅矿等对比表

表 7

硬度等方面与硫铋铅矿、斜方硫铋铅矿、辉 铅铋矿,斜方辉铅铋矿等有相似之处,但它 们的化学成分不同,因此,通过单矿物化学 分析即可区别之。

 2.锡林郭勒矿虽然其比重,化学成分与硫铋铅矿相近,但显微压入硬度、反射 色、双反射等方面是有差别的。锡林郭勒矿 的压入硬度低,双反射显著。且反射色不同。

3. 锡林郭勒矿与硫铋铅矿最 主 要的区 别在于晶体学参数及晶体结构。由照片 9 的 hol 的华盛 堡照片中除了可 以直接测得其 8 角为93.0°外,在通过原点的001的倒易格子 的两侧可以明显地看到其衍射点的分布是不 对称的。锡林郭勒矿的晶胞参数表面上看来 与硫铋铅矿有关系,但两个矿物之间不是 "多型"关系,详细情况将在另文中阐述。

在锡林郭勒矿的研究中,我们得到了中 国地质科学院陈正先生、岳树勤同志的热情 指导和支持,石桂华同志测定了比重。在采样 和矿物照像方面王正国、王素娟二同志给予 协助,另外,在工作中还曾得到到李毓英同 志的帮助。在此一并致以谢意。(本文由洪 慧第、施倪承执笔)。

参考文献

(1) 中国地质科学院地质矿产所 1978。金属 矿物显微镜鉴定 地质出版社 157~169页,326~327页。

(2) W, 乌顿布格E. A. J伯克 1975 金属6
 物显微镜鉴定表 地质出版社 286~288页。

[3] E. Makovicky and S. Karup-Møller, 1977 Copenhagen N. Jb. Miner, Abh. 130.3 Stuttgart. Oktober 264-287页。

[4] E. Makovicky and S. Karup-Møller,
1977, Copenhagen N. Jb. Miner, Abh, 131 1 Stuttgart November 56-82页。

[5] E. Makovicky, Copenhagen N. Jb, 1977.
 Minër. Abh. 131. 2 Stuttgart, Dezember. 187-207页。
 [6] H. H. Otto und H. Strunz, 1968. Berlin
 N. Jb. Miner. Abh. 108. 1 Stuttgart, Januar 1-19页。

Xilingolite, a New Sulphide of Lead and Bismuth

Hon Huidi, Wang Xiangwen, Shi Nicheng, Peng Zhizhong

Abstract

Xilingolite occurs on skarn zone developed in the northern side of the iron ore deposit of Chaobuleng field in Xilingola district, Inner Mongolia Autonomous Region, People's Republic of China.

It usually occurs in anhedral granular forms, or in distinct prismatic, crystals. The mineral is lead grey. Density $(g/cm^3)7.08(obs)$, VHN₅₀ 103.1kg/mm². In polished section, it is light bluish white under reflected light with a distinct reflection pleochroism, white // el to b-axis and bluish white \perp ar to b-axis, both in air and oil. Anisotropic properties of the crystal are notable. Reflectances measured in air: (wave length, R_{max}. R_{min}.) 480nm-46.8, 44.3; 546nm-44.5, 41. 8; 589nm-43.8, 40.9; 656nm-43.0, 39.9. Its chemical formula is Pb_{3x}Bi₂₋₂x/₃S₆ where X≈0.3. (下转41页)