

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

江西大龙山钨矿床自然铋研究

李 岩 盛继福

(地质矿产部矿床地质研究所, 北京)



本文详细研究了大龙山钨矿床含钨石英脉中自然铋的物理性质, 测定了自然铋的光学参数(反射率和颜色指数), 化学成分, 对自然铋进行了X射线分析和红外光谱等分析。本文最后讨论了自然铋在钨矿床成矿地球化学条件中的意义。

自然铋在与花岗岩有关的钨锡矿床中并非罕见, 但含量极微, 粒度极细, 自然晶形更加少见, 难于进行系统研究。因此, 目前国内尚缺乏该种矿物的系统资料。大龙山钨矿以富产自然铋而著名于世, 笔者在考察该钨矿床时采得较多的自然铋标本, 得以对该矿物做较深入的研究, 这不仅可丰富自然铋的系统资料, 且对认识钨矿床的成矿地球化学条件亦具有一定的意义。

一、产 状

大龙山钨矿位于南岭东段江西省大余县西华山-漂塘区域的中部。燕山期花岗岩于区域西南部西华山、荡坪一带呈岩株产出。西华山花岗岩属复式岩体, 全岩 Rb-Sr 等时线年龄为 $155 \pm 2(2\sigma)$ Ma, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值为 $0.7169 \pm 0.0014(2\sigma)^{[1]}$ 。黑钨矿石英脉赋存在外接触带的前泥盆纪弱变质岩中, 部分矿脉向下并延伸到花岗岩体内。

在含钨石英脉中早阶段生成的自然铋与黑钨矿、辉钼矿共生, 常呈菱形底面、粒度粗大的自形晶体(图1), 直径0.5—3cm, 一般为1.5cm; 晚阶段生成的自然铋则常为粒状集合体组成的细脉穿插于早阶段生成的自然铋晶体或黑钨矿晶体中, 粒径为0.3—1.5mm, 晚阶段生成的自然铋也有呈骸晶状、树枝状他形集合体与闪锌矿、黄铜矿等硫化物共生。文中物理性质研究、X射线分析、红外光谱分析及比重测定等都是采用早阶段生成的晶体粗大的自然铋样品。

二、物 理 性 质

大龙山钨矿的自然铋常呈致密块状集合体, 粗大的完整晶形在大龙山矿区较为常见。其新鲜断面为微带浅黄的银白色, 在空气中氧化后成浅红锈色, 强金属光泽, 条痕为亮银白色, $\{0001\}$ 解理完全。采用 JN-A 型精密扭力天平(分度值为 0.05mg)测得比重为 9.58。自然铋的熔点为 271.3°C 。自然铋为极软的矿物之一, 采用 71 型显微硬度计测得其维氏硬度为 $70.655\text{kg}/\text{mm}^2$, 莫氏硬度为 2—2.5, 抗磨擦硬度小于辉铋矿和其它与铋伴生或混淆的所有矿物。

在反光显微镜下自然铋晶粒间紧密镶嵌，反射色为略带粉红—淡棕的乳白色。聚片双晶发育（图2），非均质性显著一强，无内反射，偏光色清楚，一轴晶 $R(+)$ 光性。采用西德 Orthoplan 显微装置 MPV-1 型光电倍增管显微光度计测得自然铋的反射率和颜色指数见表1、表2。

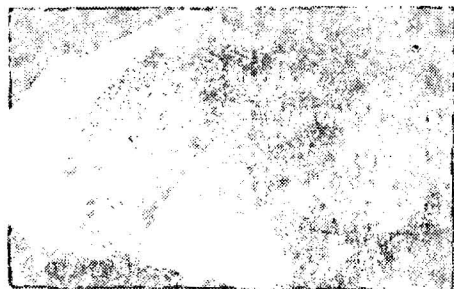


图 1 自然铋晶体（晶体高约1cm）

Fig. 1 Crystal of native bismuth (about 1cm high)

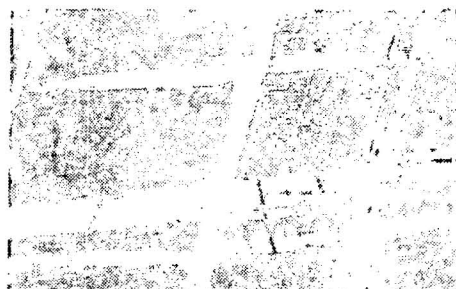


图 2 自然铋的聚片双晶（正交偏光0.24mm×0.15mm）

Fig. 2 Multiple twin of native bismuth

表 1 自然铋的反射率

Table 1 Reflectance of native bismuth

波 长 (nm)		405	436	480	526	546	589	644	656
反 射 率 (%)	R_s'	55.1	56.7	57.3	58.4	60.4	62	63.8	65.6
	R_w	57.9	59.6	61.9	64.7	67.1	68.5	70.2	71.1

测试条件：物镜20×，标准WC，误差1%±。

测试者：地质矿产部矿床地质研究所陈殿芬。

表 2 自然铋的颜色指数

Table 2 Colour index of native bismuth

色 度 座 标		视 觉 反 射 率	主 波 长 λ_d (nm)	浓 度 P_c
R_s'	$x = 0.34292$	$R_{vis} = 60.5$	583	0.047 69
	$y = 0.33955$			
R_w	$x = 0.34554$	$R_{vis} = 67$	579	0.069 72
	$y = 0.34429$			

测试条件、测试者同表1。

三、化 学 成 分

采用JCSA-733型电子探针仪分别对二个矿化阶段的四个点（ D_1 为早阶段具有聚片双晶的自形晶体； D_2 为自形晶体中晚阶段的细脉； D_3 、 D_4 为晚阶段与硫化物共生的粒状集合体）进行自然铋的成分测定（见表3）。从表3看出各个矿化阶段产出的自然铋成分相近，晚阶段更加纯净。笔者把大龙山钨矿床产出的自然铋与黄沙钨矿床、大厂锡石硫化物多金属矿床及苏联、日本产出的自然铋的化学成分进行对比，黄沙钨矿床中产出的自然铋与大龙山相近，自然铋纯净，含铋在99%以上，仅含少量的Co、Ni；而大厂的天然铋含Bi仅90.08—98.05%（5个点探针成分

表 3 自然铋的化学成分
Table 3 chemical composition of native bismuth

含 量 产地样号	元素	Bi	S	As	Sb	Te	Pb	Co	Ni	Cd	Fe	Cu	Sn	Ag	V	其 它	Σ	资料来源
大 龙 山 钨 矿	D ₁	99.28							0.72								100	本 文
	D ₂	99.95			0.00*			0.04	0.01								100	
	D ₃	99.98							0.02								100	
	D ₄	100			0.00*												100	
黄 沙 钨 矿		99.2												0.1			99.3	①
大 厂 锡 矿	D _{Ch-1}	92.07	0.17	0.49	2.86		4.01		0.02	0.25		0.04		0.07			99.98	①
	D _{Ch-1}	90.08	0.23	0.70	3.42		5.07		0.01	0.24	0.02			0.06			99.83	
	D _{Ch-1}	90.58	0.83	0.68	2.55		4.92			0.22	0.02			0.08			99.88	
	D _{Ch-54-1}	96.96		0.29	2.08		0.13			0.35	0.08		0.03	0.29			100.21	
	D _{Ch-60-1}	98.05			0.64		1.25	0.06			0.03						100.03	
苏 联 伊 索		95.9	0.8			2.31			0.87		0.02						99.9	[2]
日 本 伊 萨 卡 瓦		98.0			0.2		1.0				0.1				0.2	1.3**	100.8	[2]

* 高吸收, ** 为 $S:O_2=0.3$, $Mn+Zn=0.2$, $CaO=0.8$

本文数据由地质矿产部矿床地质研究所周剑雄测定。

① 黄民智、唐绍华、陈毓川, 1985, 大厂锡石—硫化物多金属矿田金属矿物及矿理学研究。

统计), 苏联产出的含Bi为95.9%, 日本产出的为98%, 含其它杂质元素量大且杂, 有S、As、Te、Pb、Sb、Ag等。

四、X射线分析

粉晶的研究是在 Philips-PW1700自动粉末衍射仪上进行的, 衍射数据列于表4, 其谱线见图3。从表4、图3看出其粉晶主要特征峰值(nm)为: 0.327 7(100), 0.236 5(38), 0.227 1(51), 0.186 8(22), 0.144 3(21), 根据谱线采用最小二乘法修正计算出自然铋晶胞参数: $a_0 = 0.454 0\text{nm}$, $c_0 = 1.185 3\text{nm}$, $V = 0.212 0\text{nm}^3$, $Z = 6$, $c/a = 2.608$ 。

表4 自然铋的X射线衍射数据
Table 4 X-ray diffraction data of native bismuth

序 号	$d(\text{nm})$	I/I_0	hkl	序 号	$d(\text{nm})$	I/I_0	hkl
1	3.935 5	3	100	9	1.639 0	17	204
2	3.730 2	2	101	10	1.555 2	6	107
3	3.277 7	100	102	11	1.514 4	3	205
4	2.364 8	38	104	12	1.491 2	14	116
5	2.270 7	51	110	13	1.442 7	21	212
6	2.030 7	7	105	14	1.387 0	4	108
7	1.968 8	11	113	15	1.329 5	12	214
8	1.868 1	22	202	16	1.312 5	9	300

由地质矿产部矿床地质研究所王立本测试。

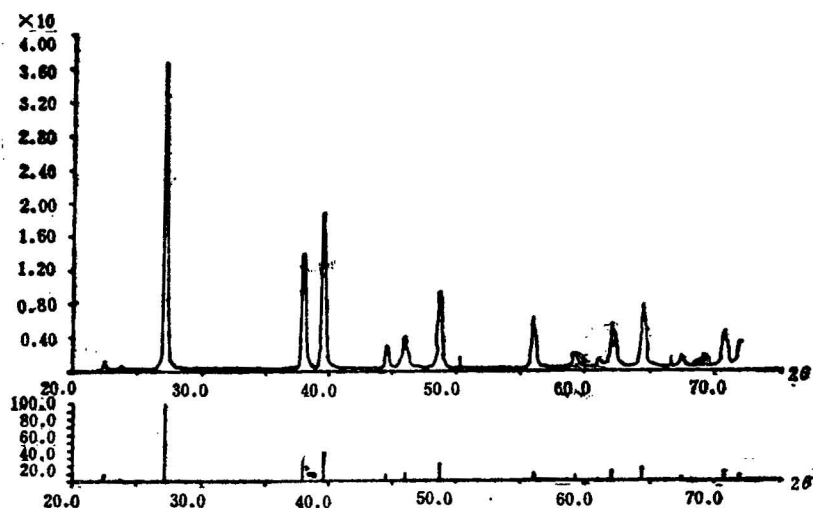


图3 自然铋的X射线衍射图

Fig. 3 X-ray diffraction pattern of native bismuth

五、红外吸收光谱分析

鉴于目前现有资料中尚无自然铋的红外光谱谱线图, 故对大龙山自然铋进行了红外光谱分

析。样品制备采用KBr混合剂,图谱分析采用岛津 IR-450 红外分光光度计。图 4 为本样品的红外光谱图。从谱线图中可以看出,在200—400 cm^{-1} 波段范围内无明显的吸收现象。

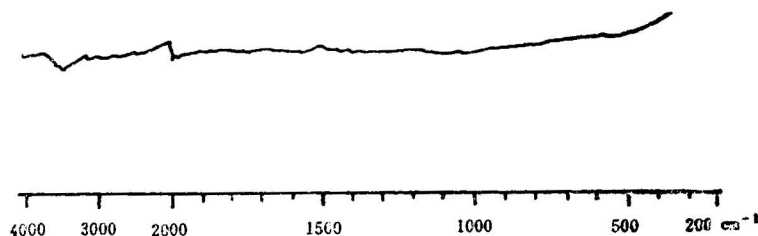


图 4 自然铋的红外吸收光谱图

Fig. 4 Infrared spectrum of native bismuth

测试者:地质矿产部矿床地质研究所:郭立鹤

六、讨 论

铋位于元素周期表中第六周期第五主族,所以它比砷和锑表现出更强的金属性。在矿物中自然铋较之自然砷、自然锑更为常见。但铋是具有明显亲硫性的元素,因此,自然界中铋更多地是形成辉铋矿或与硫一起形成具络阴离子的各类含铋的硫盐矿物。硫盐矿物在低压、中低温、还原条件下才能生成。大龙山早期矿化阶段生成的自然铋与黑钨矿共生,其晶形完整,个体颇大,体内杂质元素极少,且相对稳定。这不仅说明当时的成矿溶液富铋,且证实了黑钨矿的矿化作用是发生在温度不太高(铋的熔点为 271.3°C)的贫硫还原条件,并具有相对稳定的结晶环境,矿化作用晚阶段才演化至富硫的,压力较大(西华山黑钨矿的矿化作用是发生在 $290-340^{\circ}\text{C}$,压力约1000巴的温压条件下^[3])的还原环境,生成的自然铋更加纯净。铋只在富氧环境的表生作用中才由自然铋和辉铋矿形成泡铋矿。因此,自然铋对研究矿床的地球化学条件有着一定的指示意义。

参 考 文 献

- [1] 李亿斗、盛继福、勒贝尔、吉拉尼,1986,西华山花岗岩下陆壳起源的证据。地质学报,第三期,第256—274页。
- [2] Ф. В. Чухров, 1960, Минералы. Изд. Акад. Наук. СССР.
- [3] 盛继福、李亿斗、勒贝尔、吉拉尼,1985,西华山钨矿流体包裹体及成矿作用研究。矿床地质研究所刊,第2号,第44—61页。

NATIVE BISMUTH IN THE DALONGSHAN TUNGSTEN DEPOSITS IN JIANGXI PROVINCE

Li Yan and Sheng Jifu

(Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing)

Abstract

The Dalongshan tungsten deposits in Jiangxi Province of China is known for its rich native bismuth. In tungsten-bearing quartz veins, the native bismuth formed in the early stage is associated with wolframite and molybdenite and its

coarse native crystals with rhombic bases are about 0.5—3 cm in diameter. The native bismuth formed in the late stage is associated with sulfides, such as sphalerite and chalcopyrite, and occurs as granular, skeleton crystal and arborescent aggregates. The authors have studied the physical properties of native bismuth of Dalongshan, determined its optical constants (reflectivity and colour index) and chemical composition, and analysed its features by the X-ray powder diffraction and infrared spectrometry. Finally, the significances of native bismuth in the geochemical conditions of mineralization in tungsten deposits are discussed.

作者简介

李岩，女，1962年生。1984年毕业于武汉地质学院地质系岩石矿物学专业，现任中国地质科学院矿床地质研究所助理研究员，从事矿床学研究。