

江西盘古山-黄沙黑钨矿石英脉矿床 铋硫盐矿物再研究^①

任英忱^②

(冶金部天津地质研究院, 天津, 300061)

摘 要 江西于都盘古山-黄沙的铋硫盐矿物的种属较多, 前已查明的有 17 种, 其中有未定名铋硫盐新矿物 2 种, 主要是 $PbS-Bi_2S_3$ 系列和 $PbS-Ag_2S-Bi_2O_3$ 系列的铋硫盐矿物。经最近的工作又新发现了 7 种铋硫盐。它们是富硫铋铅矿、 Ag 锡林郭勒矿、柱辉铋铅矿、卡辉铋铅矿、块辉铋铅银矿、未定名铋硫盐新矿物($Pb_3Ag_2Bi_2S_7$)、硫铋铋铅矿。

关键词 硫盐矿物, 铋硫盐矿物, 钨铋矿床

作者曾于 1965 年^[1]、1986^[2] 年先后两次对这矿床的铋硫盐矿物进行过研究, 并写过报导。这次在编写“中国矿物志”硫盐矿物分册铋硫盐部分时, 对以前的标本和光片又进行复查, 重新检查了矿物的光性, 用 MPV II 测定了矿物的反射率色散曲线, 补作了大量的电子探针测试和少量 X-光粉晶分析。经过进一步工作, 在该矿区又新确定了七种矿物, 分别进行介绍如下。

1 矿床地质简述

江西盘古山、黄沙矿床位于华南加里东褶皱带的隆起部位, 矿床的分布受北北东向的新华夏区域构造控制, 从南西—北东, 有盘古山、黄沙、隘上等钨矿床, 呈等间距分布(图 1), 矿区间距离为 15 km 左右。在盘古山矿床, 震旦—寒武系地层构成紧密的褶皱基底, 轴向为 NNW, 上覆有泥盆—石炭系地层, 它们为一系列 NW 向的盖层褶皱, 上泥盆统浅变质砂岩夹板岩为矿床的主要围岩, 矿脉在石炭系地层中尖灭。NEE 向的 F5 断层切穿整个矿带。它在成矿前后均有活动, 与矿床的形成有着密切的关系。经钻孔揭露在标高-115 m 有一隐伏黑云母花岗岩体。盘古山钨铋石英脉为大脉带, 受剥蚀较深, 按南岭地区黑钨矿石英脉的“五层楼”分带模式, 上部的细、中脉带均已被剥蚀。矿床由一系列走向 NWW—SEE, NEE—SWW 和 E—W 向含石英脉组成。矿脉分南、中、北三组, 均向南倾斜。其中, 南组陡, 规模最大;

① 收稿日期 1998-09-03 审回日期 1998-09-30

② 作者简介: 任英忱, 男, 1929 年生。教授, 矿床学矿物学。

北组缓, 规模最小, 向深部则逐渐收敛。矿体产于距花岗岩接触面较远的部位, 并且延深较大。南组 39 号矿体, 延长与延深均在千米以上(图 2)。

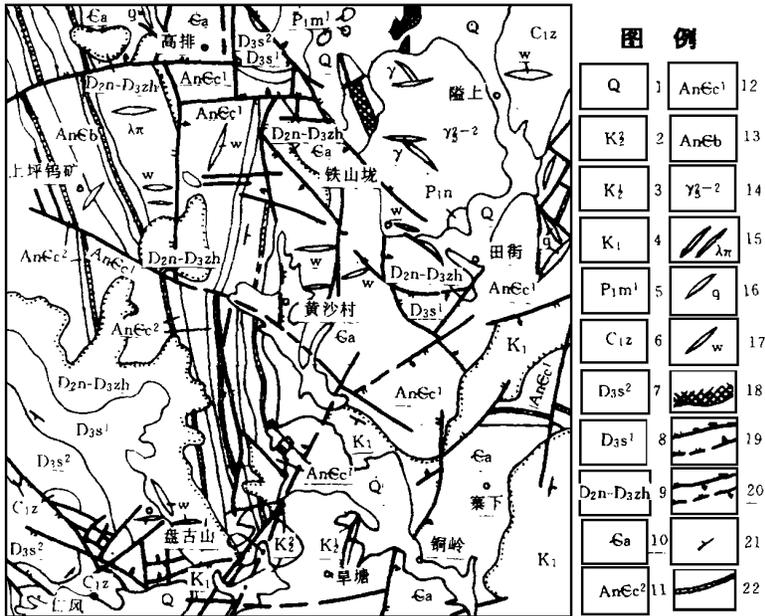


图 1 江西盘古山、黄沙钨矿区地质图

Fig. 1 Geological map of Pangushan, Huang sha mining region.

1. 第四系 2. 白垩系砂砾岩、砾岩夹长石砂岩 3. 白垩系钙质粉砂岩夹长石细砂岩和页岩
4. 白垩系砂砾岩、砾岩夹长石砂岩, 底部见伊丁玄武岩喷发 5. 二叠系茅口组下段薄层钙质页岩夹透镜状泥灰岩和瘤状灰岩 6. 石炭系梓山组粉砂质泥岩、粉砂岩和碳质页岩夹煤层
7. 泥盆系三门滩组上段泥质粉砂岩夹长石英细砂岩及砂砾岩 8. 泥盆系三门滩组下段长石英细砂岩夹粉砂岩及钙质泥岩 9. 泥盆系中上统中棚组中细粒长石英砂岩夹粉砂岩、云山组长石英粗砂岩、砂砾岩、砾岩
10. 寒武系下部长石英细砂岩、板岩和碳质板岩、石煤层 11. 前寒武系上部上段厚层燧石岩、硅质板岩夹板岩
12. 前寒武系上部下段变余中粒硬砂岩夹板岩, 底部变余复成分砂砾岩 13. 前寒武系中部长石英砂岩、硬砂岩夹板岩千枚岩
14. 燕山早期第二阶段中一细粒黑云母(或二云母)花岗岩 15. γ 花岗岩 λ_r 石英斑岩 16. 石英脉 17. 金矿脉 18. 砂卡岩化
19. 正断层及推测正断层 20. 逆断层及推测逆断层 21. 地层产状 22. 硅质岩(据 1968 江西地质局区域地质测量队)

黄沙矿床含钨石英脉主要赋存于寒武系浅变质板岩中, 矿床的几组矿脉呈放射状, 并往下收敛, 插入黑云母花岗岩内, 形似同心扇状。在矿区垂直高差 380 m 范围内, 矿体分布形态显出“五层楼”的分带格式。脉带在垂直方向上分带如下: 顶部矿化标志带 → 上部细脉带 → 中部细脉带 → 下部大脉带 → 根部消失带 → 黑云母花岗岩岩体。

这两矿床黑钨矿石英脉的矿物和矿物组合都具明显的逆向分带的特征, 但分带的发育特征和保存程度上却有很大不同。

铁锂云母、电气石、锡石等高温的矿物组合,下部则为磁黄铁矿、自然铋、铅的铋硫酸盐和较低温的(251 °C)碲铋矿族矿物组合。矿床上部的黑钨矿比矿床下部黑钨矿含铁多。矿脉中主要脉石矿物石英的杂质元素 Al_2O_3 、 MgO 与钨品位成正相关关系。

黄沙矿床三组不同产状的矿脉中,中组矿脉形成在成矿早期的黑钨矿-石英阶段,中组和芭组形成在稍晚的硫化物-黑钨矿-石英阶段。芭组矿体垂直走向分带比较明显。从上部到下部,上部地表的线脉带出现含锂白云母-石英组合;七中段细脉带出现含锂白云母-锡石-黑钨矿-黄铁矿-石英组合;自八中段细脉大脉带、大脉单脉带等部位则为石英-黑钨矿-白钨矿-黄铜矿-铅银铋硫酸盐、自然铋、方铅矿、黝锡矿组合。

盘古山虽属黑钨矿石英脉型矿床。但它是钨、铋、碲都可利用的大型矿床。矿床中的铋矿物甚发育,除辉铋矿外还有种类繁多的铋硫酸盐和碲铋化物。铋硫酸盐矿物有柱辉铋铅矿、斜方辉铋铅矿、卡辉铋铅矿、辉铋铅矿、Chiviatite(杂硫铅铋矿)、斜方硫铋铅矿、柱硫铋铅矿、威硒硫铋铅矿、铋方铅矿等。碲铋化物有硫碲铋矿 A、硫碲铋矿 B、应硫碲铋矿、辉碲铋矿、未定名碲铋新矿物(Bi_3TeS_2)。

黄沙黑钨矿石英脉矿床,铋硫酸盐矿物普遍含有银,它们是富硫铋铅矿、银锡林郭勒矿、硫铋铅矿、柱辉铋铅矿、斜方辉铋铅矿、银柱硫铋铅矿、辉铋铅矿、块辉铋铅矿(第 1、2、3 亚种)、硫碲铋铅矿、威硒硫铋铅矿、未定名硫盐新矿物($Ag_2Pb_3Bi_2S_7$)、辉铋银铅矿、硫铋银铅矿、未定名铋硫酸盐新矿物($AgPb_2Bi_2S_6$)等。如果将盘古山、黄沙作为同一矿田的组成部分,则这地区铅铋硫酸盐矿物,除尚未找到针辉铋铅矿(Giessenite)外, PbS - Bi_2S_3 系列的种类基本齐全,这样的矿物产地实例,在国内外也不多见。下边仅对这次工作新增的 7 种矿物,按“矿物志”编委的要求内容和顺序进行描述。

2 矿物各论

2.1 富硫铋铅矿(Heyrovskyite)

概述:矿物理论化学式 $Pb_6Bi_2S_9$,斜方晶系,空间群 $C_{2v}^{17} Bbmm$, $a_0 = 13.705$, $b_0 = 13.194$, $c_0 = 4.12$, $Z = 4$ 。

结晶习性:目前尚未见到晶形。此矿物全为他形粒状集合体,粒度 $0.03 \text{ mm} \times 0.3 \text{ mm}$ 。反光下偶见长板形切面,面积 $0.5 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$ 。在正交偏光下,见到长板形的内部,包括有众多的细长他形矿物颗粒,它是一个他形晶粒的聚晶,很可能是在富硫铋铅矿生成之后又发生重结晶。

物理性质:富硫铋铅矿外观为铅灰色,金属光泽,条痕黑色,硬度 $VHN_{25} = 143 \sim 151 \text{ kg/mm}^2$,五次测定平均值为 146.8 kg/mm^2 。

光学性质:反光镜下为灰白色,微带蓝灰色调。有明显的双反射,颜色由灰白色变至灰黄色。强非均质性,偏光色灰色—深灰色。矿物的反射率和颜色指数见表(1、2)。

聚敛光下光性:反射旋转色散 $DR_r r > v$,非均质旋转色散 $r > v$,视旋转角 $Ar = 0.9^\circ$ (四

次测定平均值)。

表 1 富硫铋铅矿的反射率
Table 1 Reflectance for Heyrovskite

λ /nm	R /%								
		460	40.27	520	41.36	580	38.83	640	39.17
410	37.04	470	41.47	530	40.31	590	39.08	650	39.93
420	42.74	480	41.70	540	39.14	600	38.83	660	39.27
430	44.75	490	40.87	550	39.55	610	38.36	670	37.89
440	40.88	500	41.60	560	39.01	620	39.25	680	38.74
450	42.62	510	40.24	570	38.71	630	37.51	690	36.63
								700	36.24

表 2 富硫铋铅矿的颜色指数
Table 2 Color indices of Heyrovskite

视觉反射率 R /%	色度座标		主波长 λ_d (nm)	饱和度 P_e
	x	y		
39.67	0.3264	0.3291	475	0.098

测试人: 中国地质大学周怡

化学成分: 矿物经电子探针分析, 其化学成分见表(3)。

表 3 富硫铋铅矿的电子探针分析结果
Table 3 Electron microprobe analyses of Heyrovskite

$w_{(B)}/\%$

产地	标本号	Pb	Ag	Cu	Bi	S	合计
江西黄沙	N53-114	54.03	6.04	0.77	24.70	14.06	100.00
	N53-115	54.66	6.11	0.78	23.81	14.63	100.00
	N53-111	55.44	6.19	0.79	23.42	14.15	100.00
	平均值	54.71	6.11	0.78	23.98	14.41	99.99

测试人: 中国地质大学李树岩

按上述结果, 计算出矿物化学式为:



产状及矿物共生组合: 富硫铋铅矿产于与燕山期花岗岩浆活动有关的热液矿床中, 在黄沙黑钨矿石英矿床中发育于硫化物富集的部位, 它与黄铜矿紧密共生, 两矿物组成的细脉, 穿插闪锌矿集合体, 有时延伸到石英的块体内。此外还有多种钛、银铋硫盐矿物与富硫铋铅矿共生, 如锡林郭勒矿、斜方辉铋铅矿、柱辉铋铅矿等。

2.2 银锡林郭勒矿 (Ag-Xillingolite)

概述: 1982 年洪慧第在内蒙古不楞发现新矿物锡林郭勒矿, 已被 IMA CNMMN 认可。这是在我国又一次报导这矿物, CNMMN 产于江西黄沙, 它的化学成分与 CNMMN 认可的有一点差异, 即银可以进入化学式。矿物的理想结晶化学式为 $AgPb_{3+x}Bi_{2-2/3x}S_6$ 其中 $x \approx 0.3$ 。单斜晶系, $a_0 = 13.65$, $b_0 = 4.078$, $c_0 = 20.68$ $\beta = 93.0^\circ$, 空间群: $C2/m$, $C2$ 或 Cm 。

结晶习性: 多为不规则粒状, 偶尔在光片上可见到长板状的切面, 粒度 $0.03 \text{ mm} \times 0.3 \text{ mm}$ 。

物理性质: 铅灰色, 金属光泽, 条痕灰黑色。硬度 $VHN_{25} 128 \sim 143 \text{ kg/mm}^2$, 五次平均值为 132 kg/mm^2 。

光学性质: 反光下为灰白色, 微带蓝灰色调。有双反射, 强非均质性, 偏光色为灰白—深灰色。矿物的反射率和颜色指数见表(4、5)表。

聚敛光下的光性: 反射旋转色散 $v \geq r$ 。

表 4 银锡林郭勒矿的反射率
Table 4 Reflectance for Ag-Xillingolite

λ/nm	$R/\%$	λ/nm	$R/\%$	λ/nm	$R/\%$	λ/nm	$R/\%$	λ	$R/\%$
400	37.04	460	40.27	520	40.63	580	37.94	640	39.41
410	40.75	470	40.32	530	39.43	590	38.52	650	39.36
420	40.88	480	40.96	540	39.14	600	38.68	660	38.92
430	40.49	490	40.21	550	38.67	610	37.36	670	37.27
440	38.87	500	40.26	560	38.11	620	38.06	680	38.46
450	39.65	510	40.24	570	39.20	630	38.21	690	36.63
								700	36.71

测试人: 中国地质大学周怡

表 5 银锡林郭勒矿的颜色指数
Table 5 Color indices of Ag-Xillingolite

视觉反射率/ $\%$	色度坐标		主波长 λ_d/nm	饱和度 P_e
	x	y		
39.09	0.3285	0.3323	473	0.146

化学成分: 根据上述探针测试结果, 计算矿物化学式为: $Pb_{3.26}(Ag_{0.68}Cu_{0.11})_{0.79}Bi_{1.68}S_6$, 与理想化学式 $Pb_{3+x}Bi_{2-2/3x}S_6$ 对照比较适宜, Ag 可单独列出(表 6)。

产状及其矿物共生组合: 产于石英脉中硫化物富集的部位。该矿物与斜方辉铋铅矿、富硫铋铅矿、黄铜矿共生, 它呈细网脉穿插交代闪锌矿。

2.3 柱辉铋铅矿(bursaitite)

概述: 矿物理论化学式为 $Pb_5Bi_4S_{11}$, 单斜晶系。

表 6 银锡林郭勒矿的电子探针分析结果

 $w_{(B)}/\%$

Table 6 Electron microprobe analyses of Ag-Xillingolite

产地	标本号	Pb	Ag	Cu	Bi	S	合计
江西黄沙	N-53-112	49.74	5.62	0.67	28.67	15.30	100.00
	N-53-113	52.97	5.93	0.76	25.68	14.60	100.00
	N53-11	53.69	5.39	0.15	27.04	14.46	100.64
	平均值	52.13	5.65	0.52	27.13	14.81	100.24
内蒙朝不愣	2	52.06	0.50	0.16	29.81	15.25	99.24

结晶习性: 目前, 尚未见到柱辉铋铅矿的晶体形态, 一般呈粒状产出, 粒度 $0.1 \text{ mm} \times 0.3 \text{ mm}$, 有时呈不规则的细脉状, 脉长 $1 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ 。

物理性质: 外观为铅灰色, 金属光泽, 条痕为黑灰色, 硬度 $VHN_{25} = 122 \sim 146 \text{ kg/mm}^2$, 五次测定平均值为 133.2 kg/mm^2 , 矿物稍具韧性。

光学性质: 反光下为白色, 具灰(蓝灰)色调。强非均质性, 偏光色为灰—灰黄色, 有明显的双反射, 其反射率比共生的卡辉铋铅矿明显要低。反射率和颜色指数见表(7、8)。

聚敛光下的光性: 反射旋转色散 $v > r$, 非均质旋转色散 $v \geq r$, $A_r = 1.9^\circ$ 。

表 7 柱辉铋铅矿的反射率

Table 7 Reflectance for Bursaitite

λ/nm	$R/\%$								
400	39.09	470	38.76	540	37.89	610	37.68	680	37.24
410	39.22	480	38.73	550	37.71	620	37.59	690	36.77
420	39.49	490	38.80	560	37.47	630	37.69	700	36.43
430	39.39	500	38.71	570	37.54	640	37.86		
440	39.12	510	38.41	580	37.82	650	37.72		
450	39.03	520	38.17	590	37.80	660	37.51		
460	38.93	530	38.03	600	37.71	670	37.46		

测试人: 中国地质大学周怡

表 8 柱辉铋铅矿的颜色指数

Table 8 Color indices of Bursaitite

视觉反射率/ $\%$	色度座标		主波长 λ_d/nm	饱和度 P_e
	x	y		
38.06	0.3298	0.3314	471	0.0975

化学成分: (见表 9)

表9 柱辉铋铅矿的电子探针分析结果

 $w_{(B)}/\%$

Table 9 Electron microprobe analyses of Bursaité

产地	标本号	Pb	Ag	Cu	Bi	Sb	S	合计	化学式
黄沙	N53-12	42.23	5.68	0.38	37.05	0.02	15.62	100.99	
	N53-11	42.42	4.56	0.72	36.91	0.00	15.64	100.25	
	N538-1	44.47	0.86	0.94	37.57	0.35	15.82	100.00	
	H538-2	41.99	4.02	0.05	38.24	0.13	15.58	100.00	
	H637-1	41.99	4.57	0.36	37.68	0.18	15.21	100.00	
	H637-2	41.76	3.58	0.01	38.81	0.35	15.49	100.00	
	B793-1	40.76	6.59	0.66	35.91	0.32	15.77	100.00	
	平均值	42.23	4.27	0.45	37.45	0.91	15.59	100.18	$Pb_{4.61}Ag_{0.90}Cu_{0.16}(Bi_{3.97}Sb_{0.04})_{4.01}S_{11}$
盘古山	110-1	46.32	0.38	0.17	35.57	1.67	15.98	100.00	$Pb_{4.94}Ag_{0.08}Cu_{0.04}Bi_{3.76}Sb_{0.30}S_{11}$

测试人: 中国地质大学李树岩

产状及其矿物共生组合: 柱辉铋铅矿产于与花岗岩活动有关的黑钨矿石英脉型热液矿床中, 其共生矿物有卡辉铋铅矿、自然铋。它们都出现在石英脉中的硫化物块体中。柱辉铋铅矿与卡辉铋铅矿紧密共生, 两者有时一起出现, 呈不规则的网脉或细脉交代磁黄铁矿的块状集合体, 及其衍生的白铁矿、黄铁矿集合体, 为国内首次报导的铋硫盐矿物, 仅产于江西盘古山、黄沙地区, 它是这地区含铋、银的重要矿物。

2.4 卡辉铋铅矿(cannizzarite)

概述: 矿物理论化学式 $Pb_3Bi_4S_9$, 单斜晶系, $C_{2h}^- C2/m$, $a_0 = 7.07$, $b_0 = 4.10$, $c_0 = 15.5$, $\beta = 99^\circ 0'$, $Z = 1$ 。

结晶习性: 未见完整晶体, 一般呈粒状产出, 反光下, 偶见板状切面粒度 $0.06 \text{ mm} \times 0.12 \text{ mm}$ 。

物理性质: 铅灰色, 金属光泽, 条痕黑色, 硬度 $VHN_{25} = 122 \sim 131 \text{ kg/mm}^2$, 五次测定平均值为 128 kg/mm^2 。

光学性质: 反光下为白色, 微带灰白色调。双反射不明显, 强非均质性, 偏光色深灰—灰黄色。矿物的反射率及颜色指数见表(10、11)。

聚敛光下光性: 反射旋转色散 $v > r$, 非均质旋转色散 $v > r$, $A_r = 1.2^\circ$ 。

化学成分: 卡辉铋铅矿经电子探针分析, 其化学成分见(表12)。

表10 卡辉铋铅矿的反射率

Table 10 Reflectance for Cannizzarite

λ/nm	$R/\%$								
400	45.15	460	43.40	520	42.55	580	41.63	640	40.85
410	44.56	470	42.99	530	42.77	590	41.46	650	41.07
420	44.08	480	42.87	540	42.10	600	40.71	660	41.17

续表

λ/nm	$R/\%$								
430	44.39	490	42.95	550	41.66	610	40.69	670	40.73
440	44.66	500	43.20	560	41.48	620	40.91	680	40.03
450	44.01	510	43.06	570	41.29	630	40.83	690	39.67
								700	39.54

测试人: 中国地质大学周怡

表 11 卡辉铋铅矿的颜色指数

Table 11 Color indices of Canzanzite

视觉反射率/%	色度座标		主波长 λ_d/nm	饱和度 P_e
	x	y		
41.59	0.3270	0.3299	478	0.089

表 12 卡辉铋铅矿的电子探针分析结果

 $w_{(B)}/\%$

Table 12 Electron microprobe analyses of Canzanzite

产地	标本号	Pb	Ag	Cu	Bi	Sb	S	合计
盘古山	110-11	33.28	0.04		49.41	0.72	16.560	100.00
	110-12	33.96	0.02	0.37	48.51	0.93	16.22	100.00
	110-23	31.92	0.05		50.99	0.76	16.28	100.00
	100-24	31.62	0.05		50.66	0.75	16.82	100.00
	平均值	32.72	0.04		49.89	0.79	16.47	99.91

测试人: 中国地质大学李树岩

根据上述分析结果, 计算矿物化学式为:



产状及其矿物共生组合: 卡辉铋铅矿的产状与柱辉铋铅矿相同, 全都产於与燕山期花岗岩浆活动有关的钨铋石英脉矿床, 赋存在石英脉内的硫化物集合体中, 呈网脉状穿插交代磁黄铁矿、黄铁矿、白铁矿的晶粒集合体之间。与其共生的还有自然铋等。

2.5 柱硫铋铅矿(ustarasite)

概述: 矿物理论化学式 $\text{Pb}(\text{Bi}, \text{Sb})_6\text{S}_{10}$ 。作者曾于 1984 年在我国首次描述柱硫铋铅矿的矿物特性。当时, 通过化学分析和 X-光粉晶数据, 查了盘古山有柱硫铋铅矿存在, 但这矿物的特性与辉铋矿极为相似, 两者很容易混淆。这次通过多点电子探针分析, 逐步认清了矿物本来特性。

结晶习性: 外观晶体呈长柱状, 集合体呈纤维状, 但多呈块状产出。晶体柱长 $2\text{ mm} \times 50\text{ mm}$ 。

物理性质: 外观为铅灰色, 金属光泽, 参差状断口, 比重 6.78(用比重瓶法测定), 硬度 $VHN_{10} = 54 \text{ kg/mm}^2$ 。

光学性质: 反光下为白色。有明显双反射, R_g' 方向, 矿物为白色略显黄色调, R_p' 则显灰蓝色调, 强非均质性, 偏光色, 灰黄至深灰色。矿物的反射率色散和颜色指数详见表(13、14)。

聚敛光下光性: 反射旋转色散 $v > r$, 非均质旋转色散。 $v \geq r$, $A_r = 0.5^\circ$ 。

表 13 柱硫铋铅矿的反射率

Table 13 Reflectance for Ustaracite

λ nm	$R_g' / \%$	$R_p' / \%$	λ nm	$R_g' / \%$	$R_p' / \%$	λ nm	$R_g' / \%$	$R_p' / \%$	λ nm	$R_g' / \%$	$R_p' / \%$
410			490			570			650		
420	45.80	37.30	500	49.50	41.25	580	47.81	40.26	660	45.87	39.18
430			510	50.17	41.61	590	48.09	40.97	670	44.13	38.47
440	46.00	38.12	520	47.70	39.60	600	46.45	40.77	680	45.00	40.50
450			530	47.90	40.71	610	46.55	41.79	690	45.1	39.22
460	49.42	41.18	540	49.19	41.18	620	46.59	40.91	700	43.23	39.14
470	52.02	42.25	550	47.70	40.13	630	46.31	39.50			
480	49.24	40.62	560	48.00	42.49	640	45.45	40.11			

测试人: 中国地质大学周怡

标样 WC

表 14 柱硫铋铅矿的颜色指数

Table 14 Color indices of Ustaracite

视觉反射率 / %	色度座标		主波长 λ_d / nm	饱和度 P_e
	x	y		
$R_g' 47.93$	0.3529	0.3830	567	0.075
$R_p' 42.01$	0.3546	0.3918	569	

化学成分: (见表 15)。

表 15 柱硫铋铅矿的化学成分

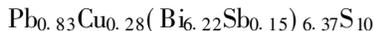
$w_{(B)} / \%$

Table 15 Electron microprobe analyses of Ustaracite

产地	样号	Bi	Pb	Fe	Cu	Hg	Sb	Se	S	合计
盘古山	53547	71.84	9.93	0	1.04	0	0.54		16.01	99.37
	53547	72.39	11.02	0.07	1.04	0	0.92		15.94	101.39
	83591	73.71	9.46	0.12	0.67	0	0.86		16.38	101.12
	电子探针平均值	72.64	10.13		0.98		0.77		16.11	100.63
	* 1102	69.88	9.55			0.014	1.90	0.07	18.31	99.73
	* A-14	71.64	8.58						18.41	98.63
	平均值	71.38	9.42			0.98	0.89		17.61	100.28

电子探针测试人: 中国地质大学李树岩

根据平均值计算矿物化学式为:



X-光粉晶数据: 详见(表 16)。

产状及其矿物共生组合: 目前, 我国柱硫铋铅矿, 仅见于盘古山一地产出。该矿物产于黑钨矿石英脉中, 共生的硫化物有辉铋矿、硫铋矿 A、黄铁矿等。这些硫化物均浸染于石英脉中。

表 16 柱硫铋铅矿的 X-射线粉晶分析数据

Table 16 X-ray powder diffraction data of Ustaracite

1	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n
2	2.63			3	1.845	中	1.85
		强	5.524	6	1.733	强	1.732
2	5.04	弱	5.019	2	1.692	弱	1.699
2	(4.37)			1	1.671	弱	1.680
6	3.96	中	3.885	3	1.555	弱	1.556
1	3.74			8	1.477	很强	1.483
10	3.54	很强	3.527	4	1.442	中	1.442
1	3.41	中	3.382	3	1.433	中	1.429
6	3.11	强	3.080	4	1.348	中	1.352
1	2.981	很弱	2.973	5	1.308	中	1.308
5	2.797	中	2.785	4	1.248	弱	1.247
1	2.707	弱	2.702	4	1.189	很强	1.227
1	2.642	弱	2.627	7	1.143	强	1.140
7	2.508	强	2.508	1	1.109	中	1.110
2	2.299	弱	2.295	4	1.100	中	1.102
5	2.236	中	2.242	1	1.067	弱	1.083
3	2.129	弱	2.195	8	1.058	很强	1.058
1 宽	2.076	弱宽	2.073	6	1.033	中	1.033
9	1.939	强宽	1.915	6	1.020		
3	1.888	中	1.884				

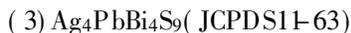
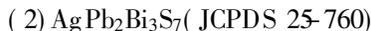
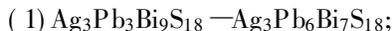
注 1. 盘古山样品

2. 前苏联 Ан① аляць кш 矿床样品

测试人: 王冠鑫 Fe 靶, 未滤光。

2.6 块辉铋铅银矿 (schirmerite)

概述: 块辉铋铅银矿是个化学组成比较繁杂的矿物, 根据现有文献资料, 它可从矿物理论化学式上分出三个亚种:



本矿床有亚种(2)和(3), 下边分别叙述:

6(2) 块辉铋铅银矿

概述: 化学式 $\text{AgPb}_2\text{Bi}_3\text{S}_7$, 为斜方晶系, D_{2h}^{17} -Bb mm, C_{2v}^{12} -Bp₁m, $a_0 = 13.448$, $b_0 = 44.386$, $c_0 = 4.022$, $Z = 8$ 。

结果晶习性: 未见这种矿物的晶形, 呈粒状产出, 一般粒度 $0.12 \text{ mm} \times 0.18 \text{ mm}$, 最大 $0.45 \text{ mm} \times 0.8 \text{ mm}$ 。

物理性质: 块辉铋银矿(2)为铅灰色金属光泽, 条痕色黑色, 硬度 $\text{VHN}_{25} = 146 \sim 164 \text{ kg/mm}^2$, 五次平均值为 158 kg/mm^2

光学性质: 反光下为白色, 微带绿色调。有明显的双反射灰白—灰色, 偏光色灰黄—灰棕色。

化学成分: (表 17)。

表 17 块辉铋铅银矿(2)的电子探针分析结果

 $w(\text{B})/\%$

Table 17 Electron microprobe analyses of Schirmenrite 2

产地	样号	Pb	Ag	Cu	Bi	Sb	S	合计
黄沙	N53-11	32.39	6.60	0.52	44.35	0.01	16.11	100.00
	B793-1	30.98	7.10	0.67	44.92	0.14	16.20	100.00
	IX-3	31.98	6.13		45.50		16.36	99.97
	IX-3	32.61	7.73		43.79		16.17	100.03
	平均值	31.99	6.89	0.60	44.69	0.067	16.21	100.45

测试人: 中国地质大学李树岩

根据上述分析结果, 计算得出的化学式为: $(\text{Ag}0.93\text{Cu}0.14)_{1.07}\text{Pb}_{2.24}\text{Bi}_{3.11}\text{S}_7$, 简化为 $\text{AgPb}_2\text{Bi}_3\text{S}_7$ 。

6(3) 块辉铋铅银矿

结晶习性: 未见此矿物的晶形, 呈粒状产出, 粒度 $0.06 \text{ mm} \times 0.03 \text{ mm}$ 。

物理性质: 铅灰色, 金属光泽, 性脆, 条痕色黑色, 硬度 $\text{VHN}_{25} = 98.5 \sim 105 \text{ kg/mm}^2$, 五次平均值为 103.4 kg/mm^2 。

光学性质: 反光下为白色, 微带灰白、灰黄色调。有双反射, 强非均质性, 偏光色灰黄—灰黑色。反射率明显高于硫铋铜矿。矿物的反射率和颜色指数见表(18、19)。

表 18 块辉铋铅银矿(3)的反射率

Table 18 Reflectance for Schirmenrite 3

λ/nm	$R_g'/\%$	$R_p'/\%$									
410	41.03	31.50	490	40.58	32.34	570	41.42	32.41	650	39.97	32.91
420	37.74	31.78	500	40.75	32.45	580	41.63	32.58	660	41.42	33.06
430	39.16	31.60	510	40.35	32.37	590	41.46	32.73	670	41.53	33.12

续表

λ /nm	$R_g'/\%$	$R_p'/\%$									
440	38.81	31.33	520	40.91	32.12	600	41.24	32.72	680	41.92	32.84
450	39.46	31.33	530	41.29	32.00	610	40.91	32.74	690	42.26	32.60
460	39.58	31.52	540	41.52	32.13	620	41.46	32.93	700	41.76	32.53
470	41.33	31.75	550	41.92	32.29	630	40.78	33.10			
480	40.27	32.07	560	41.38	32.35	640	40.26	33.02			

表 19 块辉铋铅银矿(3)的颜色指数

Table 19 Color indices of Schirmenrite 3

视觉反射率/%	色度座标		主波长 λ_d /nm	饱和度 P_e
	x	y		
R_g' 41.43	0.336	0.341	492	0.097
R_p' 32.57	0.336	0.338	576	0.072

聚敛光下光性: 反射旋转色散 $v > r$, 非均质旋转色散 $v > r$, 视旋转色 $Ar = 0.6$ (四次测试平均值)。

化学成分: (表 20)。

表 20 块辉铋铅银矿(3)的电子探针分析结果

 $w_{(B)}/\%$

Table 20 Electron microprobe analyses of Schirmenrite

产地	样号	Pb	Ag	Cu	Bi	S	合计
黄沙	H 796-1	11.87	24.07	0.06	47.30	16.68	100.00
	H 796-2	11.93	24.19	0.06	47.54	16.28	100.00
	H 796-3	12.06	24.08	0.04	47.00	16.81	100.00
	H 796-4	11.87	24.33	0.04	47.53	16.28	100.00
	平均	11.92	24.17	0.05	47.34	16.51	99.99

测试人: 中国地质大学李树岩

根据探针分析结果计算出矿物化学式为: $(Ag_{3.94}Cu_{0.01})_{3.95}Pb_{1.00}Bi_{3.96}S_{9.00}$, 简化后其理论化学式为 $Ag_4PbBi_4S_9$ 。

产状及其矿物共生组合: 仅见于黄沙含多金属黑钨矿石英脉矿床中, 赋存于富银的硫化物集合体内。此矿物在石英脉中与黄铜矿、硫铋铜矿、闪锌矿共生。

2.7 未定名铋硫盐新矿物(unnamed)

概述: 矿物的理论化学式为 $Ag_2Pb_3Bi_2S_7$, 由于矿物的颗粒细小, 未找到足够的样品进行结构研究。

结晶习性: 粒状, 形状不规则, 粒度 $0.05\text{ mm} \times 0.10\text{ mm}$ 。

物理性质: 铅灰色, 金属光泽, 微带有韧性, 硬度 $VHN_{10} = 57.2 \sim 59.9\text{ kg/mm}^2$, 五次测试

平均值为 58.9 kg/mm^2 。

光学性质: 反光下为灰白色, 略带蓝灰色调。非均质性, 偏光色灰黄—灰黑色。此矿物的反射率略高于硫铋银铅矿, 反射率及颜色指数见(表 21、22)。反射率色散曲线近于水平, 微向右倾斜。

聚敛光下的光性: 反射旋转色散 $r \geq v$, 非均质旋转色散 $v \geq r$, $Ar = 0.6$ (六次测试平均值)。

化学成分: 经电子探针分析, 其化学成分见(表 23)。

表 21 未定名铋硫盐矿物($\text{Ag}_2\text{Pb}_3\text{Bi}_2\text{S}_7$)的反射率

Table 21 Reflectance for Unnamed Mineral ($\text{Ag}_2\text{Pb}_3\text{Bi}_2\text{S}_7$)

λ/nm	$R_g'/\%$	$R_p'/\%$									
410	37.6	36.73	480	38.08	35.54	550	37.10	35.59	620	38.64	37.50
420	37.74	36.18	490	41.57	37.20	560	38.56	36.98	630	38.14	36.78
430	39.16	36.98	500	39.60	36.30	570	37.86	37.05	640	37.43	36.09
440	38.81	35.91	510	39.16	36.71	580	37.75	36.07	650	38.22	35.95
450	39.58	35.92	520	37.80	36.90	590	38.29	36.51	660	38.22	36.31
460	41.16	32.95	530	37.52	36.72	600	37.92	36.98	670	38.42	36.21
470	42.25	35.75	540	38.08	36.52	610	38.27	36.20	680	39.00	36.00
									690	39.20	37.26
									700	38.14	35.60

表 22 未定名铋硫盐矿物($\text{Ag}_2\text{Pb}_3\text{Bi}_2\text{S}_7$)的颜色指数

Table 22 Color indices of Unnamed Mineral ($\text{Ag}_2\text{Pb}_3\text{Bi}_2\text{S}_7$)

视觉反射率/ $\%$	色度坐标		主波长 λ_d/nm	饱和度 P_e
	x	y		
$R_g' 38.21$	0.3300	0.3299	492	0.029
$R_p' 36.71$	0.3353	0.3387	565	0.0016

测试人: 中国地质大学周怡

表 23 未定名铋硫盐矿物($\text{Ag}_2\text{Pb}_3\text{Bi}_2\text{S}_7$)电子探针分析结果

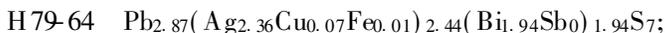
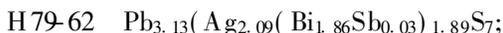
$w_{(B)}/\%$

Table 23 Electron microprobe analyses of Unnamed Mineral ($\text{Ag}_2\text{Pb}_3\text{Bi}_2\text{S}_7$)

产地	样号	Pb	Ag	Cu	Fe	Bi	Sb	S	合计	化学式
黄沙	H79-61	44.41	14.87	0.32	0.27	24.50	0.05	15.11	99.60	
	H79-62	43.58	15.05	0	0	26.07	0.25	15.05	100.00	$\text{Pb}_{3.13}(\text{Ag}_{2.09}\text{Bi}_{1.86}\text{Sb}_{0.03})_{1.89}\text{S}_7$
	H79-63	41.06	16.26	0.38	0.27	26.81	0.51	15.19	100.47	
	H79-64	40.21	17.14	0.28	0.02	27.35	0	15.16	100.16	
	平均值	42.32	15.83	0.25	0.14	26.18	0.20	15.14	100.06	$\text{Pb}_{3.02}(\text{Ag}_{2.19}\text{Cu}_{0.05}\text{Fe}_{0.04})_{2.28}(\text{Bi}_{1.85}\text{Sb}_{0.02})_{1.87}\text{S}_7$

测试人: 中国地质大学李树岩

上表不同颗粒和测点的化学成分都有微小的差异, 计算出的矿物化学式也有些不同, 现表述如下:



产状及其矿物共生组合: 此矿物产于黄沙, 赋存于黑钨矿石英脉的硫化物富集部位, 与黄铜矿、闪锌矿、硫铋银铅矿共生。

2.8 硫铋铋铅矿(kobellite)

概述: 矿物理论化学式为 $\text{Pb}_5(\text{Bi}, \text{Sb})_8\text{S}_{17}$ 。斜方晶系, $D_{2h}^{13}-\text{Pnmm}$ 。 $a_0 = 22.74$, $b_0 = 34.08$, $c_0 = 4.00$ 。此矿物化学组成中铋 > 铋, 铋—铋间可完全类质同像置换, 当铋 > 铋时则为硫铋铋铅矿(tintinaite), 两者间成一类质同像系列。

结晶习性: 未见晶形, 在石英脉中多呈晶粒状产出, 偶在光片上见长板状切面, 粒度 $0.02 \text{ mm} \times 0.1 \text{ mm}$ 。

物理性质: 铅灰色, 氧化后则呈黑色, 金属光泽, 条痕黑色, 硬度 $\text{VHN}_{25} = 140 \sim 164 \text{ kg/mm}^2$, 五次测试平均值为 150 kg/mm^2 。

光学性质: 反光下为白色, 微带蓝灰色调。有弱双反射, 强非均质性, 偏光色为灰色, 深灰棕色、蓝色。无内反射色。由于矿物颗粒细小及光片表面不光滑, 未得到可靠的反射率数值。 420 nm 42.0%, 460 nm 45.1%, 480 nm 44.0%, 520 nm 43.2%, 560 nm 42.0%, 600 nm 41.4%, 640 nm 41.0%, 680 nm 40.5%。

聚敛光下光性: 反射旋转色散 $v > r$, 非均质旋转色散 $v > r$, 视旋转角 $A_r = 1.5^\circ$ (五次测试平均值)。

化学成分: (表 24)。

表 24 硫铋铋铅矿的电子探针分析结果

$w_{(B)}/\%$

Table 24 Electron microprobe analyses of Kobellite

产地	样号	Pb	Ag	Cu	Bi	Sb	S	合计	矿物化学式
黄沙	56-152	21.60	9.50	1.35	50.60	0.22	16.74	100.00	
	56-151	21.44	9.39	1.90	50.34	0.22	16.71	100.00	
	56-153	21.56	9.46	1.30	50.64	0.22	16.81	100.00	
	56-154	21.70	9.55	0.90	50.82	0.22	16.81	100.00	
	平均值	21.58	9.48	1.36	50.60	0.22	16.77		$\text{Pb}_{3.38}\text{Ag}_{2.87}\text{Cu}_{0.69}(\text{Bi}_{7.87}\text{Sb}_{0.05})_{7.92}\text{S}_{17}$

测试人: 中国地质大学李树岩

将计算的化学式可简化为 $\text{Pb}_5\text{Bi}_8\text{S}_{17}$ 。银可置换铅, 化学式中 $2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Pb}^{2+}$ 。

产状及其矿物共生组合: 黄沙的硫铋铋铅矿产于黑钨矿石英脉的硫化物富集的地段, 它与

黄铜矿、硫铋铜矿密切共生。常见硫铋铅矿与黄铜矿接触处出现硫铋铜矿的细小颗粒,镶嵌在硫铋铅矿的外缘。硫铋铅矿常与黄铜矿一起呈不规网脉交代白铁矿和闪锌矿。

此外,在盘古山还发现有:

威硒硫铋铅矿(wittite),它的化学成分($w_{(B)}/\%$): Pb 34.20, Ag 1.67, Bi 47.21, Sb 0.001, Se 0.09, S 16.53 合计 99.73。

计算出化学式 $Pb_{8.63}Ag_{0.8}Bi_{1.8}S_{27}$, 简化后为:

$Pb_9Bi_{12}S_{27}$ 。与理论化学式一致。

黄沙还见有:

辉铋银铅矿(Gustavite),它的化学成分($w_{(B)}/\%$): Pb 18.15, Ag 8.20, Cu 0.67, Bi 53.14, Sb 0.03, S 16.21 合计 98.14

化学式为 $(Ag_{3.22}Cu_{0.44})_{3.66}Pb_{3.71}Bi_{10.8}S_{24}$ 。简化后为

$Ag_3Pb_5Bi_{11}S_{24}$ 。

由于文章篇幅有限,作者以前发表的这地区铋硫盐矿物,现在又获得很多新资料,只好留在以后再述。

3 结束语

这地区铋硫盐矿物的种属较多^{[1][2]},这次工作使铋硫盐又增加了七个矿物种,这样,PbS-Bi₂S₃系列,PbS-Ag₂S-Bi₂S₃矿物,将成系列化,种属更加齐全。这地区铋硫盐能有这样多的矿物种,与地区的构造、岩浆和成矿热液系列的发展过程有着密切关系。前已述及,这地区有着明显的矿物(种及单矿物的标型)逆向垂直分带^[4]。这种矿物垂直分带受控于花岗岩浆冷却过程,即含矿构造裂隙由上部向下部逐步发展,含矿裂隙中的溶液所含 Bi、Pb、Ag、S 组份、pH 值、硫、氧逸度、温度、压力也随之呈缓慢有序的变化。热液成矿由矿床的上部向下部有序的进行,成矿温度由上部的高温向下部渐变为低温。当 $Pb^{2+} + Bi^{3+} + S^{2-}$ 达到一种铋硫盐矿物溶度积时则形成一种铋硫盐,如此顺序演化,在垂直标高近千米的矿体内,则见到 PbS-Bi₂S₃ 系列铋硫盐矿物种的垂直分带(见图 2)。

这次矿物的硬度测试,由韩东风女士协助完成,谨致谢意。

参考文献

1. 任英忱. 我国南部一钨铋石英脉中的含铋矿物. 地质科学, 1965, (2): 172~ 181
2. 任英忱, 程敏清, 王存昌. 盘古山、黄沙石英脉型钨矿床中的硫盐类矿物及其地质经济意义. 天津地质调查所所报, 1984, (2): 92~ 103
3. 任英忱, 程敏清, 王存昌. 江西某地钨、铋、铋石英脉型矿床地质及铋的赋存状态. 地质找矿论丛, 1986, 1(1): 57~ 69
4. 任英忱, 程敏清. 江西盘古山石英脉型矿床钨铋矿物特征及矿物垂直分带. 矿床地质, 1986, 5(2): 63~ 24

5. Ren yingchen. Tellurobismuthinides from pangushan, China. *Geochemistry*, 1986, Vol. 5 No. 3, 277~ 281

RESTUDY OF BISMUTH SULFOSALT MINERALS IN PANGUSHAN WALFRAM QUARTZ VEIN DEPOSIT, JIANGXI PROVINCE

Ren Yingchen

(*Tianjin Geological Academy*)

Abstract

Numerous species of bismuth salt minerals occur in the deposit. 17 species are known with 2 yet to be named $PbS-Bi_2S_3$ and $PbS-Ag_2S-Bi_2O_3$ minerals. The restudy reveals 7 new bismuth salt minerals ie. herovskyte, Agxillingite, Bursait e, Canzzrite Schirmenrite($AgPb_2Bi_3S_7$) $Ag_4PbBi_4S_9$, unnamed bismuth sulfosalt mineral($Pb_3Ag_2Bi_2S_7$) and Kobellite.

Key words sulfosalt mineral bismuth sulfosalt mineral W-Bideposit