

中国金属矿床中的铋硫盐矿物 及其地质产出特征

任英忱

(天津地质研究院, 天津, 300061)

摘 要 目前, 我国金属矿床中见到铋硫盐矿物共 46 种, 其中有 8 种未定名矿物。在 $\text{PbS-Bi}_2\text{S}_3$ 系列矿物中, 实验矿物学(L. L. Y. Chang)上已有的 10 种 $\text{PbS-Bi}_2\text{S}_3$ 系列矿物, 即由富硫铋铅矿 $\rightarrow$ 硫铋铅矿 $\rightarrow$ 针辉铋铅矿 $\rightarrow$ 柱辉铋铅矿 $\rightarrow$ 斜方辉铋铅矿 $\rightarrow$ 卡辉铋铅矿 $\rightarrow$ 辉铋铅矿 $\rightarrow$ 杂硫铅铋矿(Chiviatite) $\rightarrow$ 斜方硫铋铅矿 $\rightarrow$ 柱硫铋铅矿, 我国应有尽有外, 还发现有 4 种 $\text{PbS-Bi}_2\text{S}_3$ 的未定名的矿物。块辉铋铅银矿中暂定的 3 个亚种, 我国也全都见到。

铋硫盐矿物的研究, 应该在矿相学研究的基础上, 结合电子探针分析和 X-光结构测试一起进行。我国 8 种未定名铋硫盐矿物, 如何能得到 IMA CNMMN 通过, 是今后我们要解决的问题之一。

关键词 中国的铋硫盐矿, 含铋矿床, 铋硫盐矿物产状, 微细矿物的鉴定

中国地质学会矿物专业委员会, 组织全国矿物界的力量编著“中国矿物志”, 本人承担“硫盐矿物分册”中铋硫盐矿物部分的工作。本文将工作取得的部分结果和认识作一介绍:

1 概述

硫盐类矿物是一类复杂的硫化物。它们的矿物化学组成包括两个部分, 一部分是硫与砷、锑、铋组成的配位多面体(As_2S_3 、 Sb_2S_3 、 Bi_2S_3), 另一部分是金属阳离子(Pb^{2+} 、 Ag^+ 、 Cu^+ 、 Fe^{2+}), 两部分连接在一起, 构成复杂的化合物。过去的矿物学书上, 将前部分的配位多面体称谓磺酐, 后部分金属离子称作磺基。

硫盐矿物的种类繁多, 截至 1997 年底, 文献上刊载过的硫盐类矿物共有 205 种, 其中有 58 种硫盐矿物, 由于缺少必要的结构数据, 尚未得到国际新矿物和矿物命名委员会的认可, 暂时只能算作未定名矿物。铋硫盐矿物共有 68 种, 内有 22 种为未定名矿物。我国矿物界在铋硫盐矿物研究上, 作了大量的工作, 经过这次编著工作的整理补充, 三十年来(1965 年我国首次报导铋硫盐矿物起), 我国发现和描述过的铋硫盐矿物有 46 种, 其中 8 种矿物为未定名矿物。锡林郭勒矿为洪慧第于 1982 年在我国首次发现的铋硫盐新矿物, 获得国际新矿物和矿物命名

委员会(IMA CNMMN) 批准。现将我国的铋硫盐矿物列成表 1。

表 1 中国金属矿床中的铋硫盐矿物(截至 1998 年底)

编号	矿物名称	矿物化学式	化 学 成 分 <i>w</i> / %					产 地	资料来源
			Bi	Cu	Ag	Sb	Pb		
1	富硫铋铅矿 Heyrovskytite	Pb ₆ Bi ₂ S ₉	23.98	0.78	6.11		54.71	江西黄沙、盘古山、湖南宝山、铜山岭	作者, 姜胜章
2	锡林郭勒矿 Xilingolite	Pb ₃₊₃ Bi ₂₋₂ /3S ₆	29.81		0.50		52.06	内蒙朝不楞	洪慧第
3	银锡林郭勒矿	Pb ₃₊₃ (Ag,Cu)Bi ₂₋₂ /3S ₆	27.18	0.72	5.78		51.36	江西黄沙	作者
4	硫铋铅矿 Lillianite	Pb ₃ Bi ₂ S ₆	33.98		3.86		50.87	黄沙、广西拉么、宝山、铜山岭	作者, 李锡林、姜胜章
5	针辉铋铅矿 Gessenite	Pb ₈ Pb ₆ S ₁₇	36.39				47.18	西藏甲马赤康	杨时惠
6	未定名铋硫盐 1 Unnamed 1	(Cu, Ag)Pb ₃ (Bi, Sb) ₃ S ₈	24.22	1.13	1.17	10.28	46.08	湖南瑶岗仙	罗仕徽
7	未定名铋硫盐 2 Unnamed 2	(Cu, Ag)Pb ₅ (Bi, Sb) ₅ S ₁₃	29.18	0.97	2.66	7.48	42.50	广西亢马	李锡林
8	柱辉铋铅矿 Bursaitite	Pb ₅ Bi ₄ S ₁₁	37.64	0.41		0.27	42.19	江西盘古山、黄沙	作者
9	斜方辉铋铅矿 Cosalite	Pb ₂ Bi ₂ S ₅	41.13				39.25	盘古山等地	作者
10	未定名铋硫盐 3 Unnamed 3	Cu ₁₋₃ Pb ₁₊₃ /6BiS ₃	39.29	3.84		1.47	37.78	宝山	姜胜章(化学式经作者修订)
11	未定名铋硫盐 4 Unnamed 4	Pb ₆ Bi ₇ (Cu, Ag)S ₁₇	44.60	1.82	1.56		36.48	河北小立沟	叶韵琴
12	硫铋铜铅矿 Eckartite	Pb ₇ (Cu, Ag)(Bi, Sb) ₁₂ S ₂₈	38.31	1.34	0.56		34.96	广西拉么	李锡林
13	卡辉铋铅矿 Cannizzarite	Bi ₄ Pb ₃ S ₉	49.98	0.37	0.04	0.79	32.72	盘古山	作者
14	辉铋铅矿 Galenobismutite	PbBi ₂ S ₄	51.34				32.35	盘古山、湖南柿竹园	作者, 李锡林
15	杂硫铅铋矿 Chivritite	Pb ₃ Bi ₈ S ₁₅	57.06			0.25	21.29	盘古山	作者
16	斜方硫铋铅矿 Bonchevite	PbBi ₄ S ₇	64.29				18.23	盘古山	作者
17	柱硫铋铅矿 Ustarasite	PbBi ₆ S ₁₀	69.88				9.55	盘古山	作者
18	银柱硫铋铅矿	AgPbBi ₆ S ₁₀	69.20		4.70		8.20	黄沙	作者
19	未定名铋硫盐 5 Unnamed 5	CuPbBi ₇ S ₁₂	68.50	3.4			10.00	内蒙青龙山	梁柱香

续表

编号	矿物名称	化 学 式	化 学 成 分 <i>w</i> B/ %								产 地	资料来源
			Bi	Cu	Fe	Ag	Sb	As	Pb	S		
20	硫铋锑银矿 Aramayoite	Ag(Sb, Bi) S ₂	12. 01	0. 31	0. 29	39. 67	28. 65			18. 02	亢马	李锡林
21	硫铋铅银矿 Ourayite	Ag ₂₅ Pb ₃₀ Bi ₄₁ S ₁₀₄	41. 10			24. 40			17. 11	17. 06	广东官田	夏学惠
22	未定名铋硫盐 6 Unnamed 6	Ag ₄ Cu ₆ Bi ₃ S ₉	35. 57	22. 57		24. 18			0. 27	16. 35	水口山	姜胜章
23	块辉铋铅银矿(3) Schirmerite(3)	Ag ₄ PbBi ₄ S ₉	47. 34	0. 05		24. 17			11. 92	16. 51	黄沙	作者
24	块辉铋铅银矿(1) Schirmerite	Ag ₃ Pb ₃ Bi ₅ S ₁₈ — Ag ₃ Pb ₆ Bi ₇ S ₁₈	44. 69	0. 6		6. 89			31. 99	16. 21	黄沙, 拉么	作者, 李锡林
25	硫铋银矿 Matildite	AgBiS ₂	56. 24			22. 61			4. 40	16. 53	拉么, 湖南七宝山	李锡林
26	硫铋银铅矿	AgPbBiS ₃	33. 69			17. 18			33. 41	15. 15	亢马, 黄沙	李锡林
27	未定名铋硫盐 7 Unnamed 7	Ag ₂ Pb ₃ Bi ₂ S ₇	21. 18	0. 25	0. 14	15. 83	0. 20		48. 32	15. 14	黄沙	作者
28	本硫铋铅矿 Benjaminite	(Ag, Cu)(Bi, Pb) ₇ S ₁₂	46. 30	1. 44		8. 46	3. 27		27. 38	17. 38	亢马	李锡林
29	辉铋银铅矿 Gustavite	Ag ₃ Pb ₃ Bi ₁₁ S ₂₄	53. 14			8. 20	6. 40		18. 15	18. 15	黄沙、拉么、瑶岗仙	作者、李锡林
30	未定名铋硫盐 8 Unnamed 8	AgPb ₂ Bi ₂ S ₆	36. 79			8. 00			36. 72	16. 12	黄沙	程敏清
31	硫铋铋铅矿 Kobellite	Pb ₅ (Bi, Sb) ₈ S ₁₇	48. 30			7. 82	3. 89		20. 59	17. 79	黄沙、拉么	作者、李锡林
32	硫铋锑铅矿 Tintinaites	Pb ₅ (Sb, Bi) ₄ S ₂₇	15. 33			0. 31	23. 90		37. 38	19. 80	拉么	李锡林
33	硒硫铋铅矿 Weibullite	Pb ₅ Pb ₈ (S, Se) ₁₇	48. 30	0. 16	0. 14	7. 82	3. 39		20. 59	17. 79	拉么	李锡林
34	块硫铋银矿 Pavonite	Ag(Bi, Pb) ₃ S ₅	63. 26	1. 43		7. 42			7. 61	15. 87	拉么、郴州红旗岭	李锡林
35	威硒硫铋铅矿 Wittite	Pb ₉ Bi ₁₂ (S, Se) ₂₇	47. 87			1. 67~ 7. 23			35. 60	16. 53	盘古山、黄沙	作者
36	铋砷黝铜矿	Cu ₁₀ (Fe, Cu) (As, Bi) ₂ S ₁₃	17. 83	38. 25			0. 48	13. 03		24. 40	官田	夏学惠
37	硫铋铜矿 Wittichanite	Cu ₃ BiS ₃	42. 66	35. 13	2. 42	1. 01				18. 33	山西刁泉, 官田、黄沙	作者, 夏学惠、李兆龙
38	硫铋铅铁铜矿 Miharaite	Cu ₄ FePbBi ₂ S ₆	22. 47	26. 48	6. 30				23. 40	21. 38	河北三家	关康
39	恩硫铋铜矿 Emplectite	CuBiS ₂	63. 15	18. 27					0. 40	18. 50	官田、湖南水口山	夏学惠、姜胜章
40	针硫铋铅矿 Aikenite	CuPbBiS ₃	36. 41	10. 97					36. 23	15. 4	官田、水口山、柿竹园	夏学惠、姜胜章
41	杂硫铋铜矿 Dognacskaites	Cu ₂ Bi ₄ S ₇	70. 18	10. 95					0. 03	18. 71	水口山	姜胜章

续表

编号	矿物名称	化 学 式	化 学 成 分 <i>w B/ %</i>								产 地	资料来源
			Bi	Cu	Fe	Ag	Sb	As	Pb	S		
42	铋车轮矿 Soucekite	PbCuBi(S, Se) ₃	19. 96	7. 36	4. 05	2. 10	11. 83		32. 60	20. 02	拉么	李锡林
43	库辉铋铜铅矿 Krupkaite	CuPbBi ₃ S ₆	59. 13	4. 52					19. 13	17. 60	柿竹园	姜胜章
44	硒硫铋铜铅矿 Junoite	Cu ₂ Pb ₃ Bi ₈ (S, Se) ₁₆	56. 31	4. 01			1. 60		21. 53	17. 03	宝山	姜胜章
45	柱硫铋铜铅矿 Gladite	CuPbBi ₅ S ₉	65. 61	3. 08					11. 41	18. 58	宝山	姜胜章
46	硫铋铋铁矿 Garavellite	FePbBiS ₄	31. 19		10. 90		31. 17		0. 78	26. 16	芒场	卫冰洁

硫盐矿物曾经是国际矿物界研究的热门课题,八十年代在国际矿物学会议上曾列为重点议题,同时也是矿物研究上的难题,主要是由于:(1)这类矿物在矿床中呈分散状态,而且含量稀少,很难找到足够的样品供矿物物质理性质、化学成分和晶体结构的分析测试。(2)矿物的颗粒一般都比较细小,大部分硫盐矿物的颗粒度为0.0n mm,多数矿物仅能藉显微镜在光片中才能见到。(3)矿物的种属繁多,而且矿物种属之间,在矿物晶体形态、物理性质、显微镜下的光学特性,甚至化学成分和晶体结构上都有相似之处,给鉴别带来很多困难。国际上也发现和通过了几个硫盐新矿物,但都是偶然的幸运机会,在某一矿床中找到了硫盐矿物的晶洞,获得了足够数量硫盐矿物的单个晶体,但大多数硫盐矿物,都是微量的细小他形颗粒。

2 矿物物理及化学性质

下边分别介绍我国铋硫盐矿物的一些特点。

历来作矿物学研究,都是将野外的宏观采样,观察产状与室内的一系列测试分析及显微镜下描述光学特性结合在一起来进行,下就至今已取得的资料综合描述我国46种铋硫盐矿物的主要特点(表2,3)。

表2 中国铅铋硫盐矿物的物理性质及光学性质

Table2 Lead bismuth sulfosalt minerals in China and the physical and optical features

矿物名称	晶系	物 理 性 质				光 学 性 质				
		颜色	光泽	硬度/ kg · (mm ²) ⁻¹	<i>d</i>	反射色	色调	均质 非均质	双反射	反射率及反射色散曲线特征/ %
富硫铋铅矿	斜方	铅灰	金属	143~151		白色	蓝灰	非均质	明显	37~44,近水平微向右倾
锡林格勒矿	单斜	铅灰	金属	103~104	7.08	白色	蓝灰	非均质	明显	43~46,近水平向右倾
银锡林格勒矿	单斜	铅灰	金属	128~143				非均质		37~41,近水平向右倾
硫铋铅矿	斜方	铅灰	金属			白色	黄色	非均质		39~47,近水平向右倾

矿 物 名 称	晶系	物 理 性 质				光 学 性 质				
		颜色	光泽	硬度/ $\text{kg} \cdot (\text{mm}^2)^{-1}$	d	反射色	色调	均质 非均质	双反射	反射率及反射色散曲线特征/ $\%$
针辉铋铅矿	斜方	铅灰				白色		非均质	微弱	
未定名矿物 1 $\text{CuAgPbBi}_{10}\text{S}_{28}$	斜方	铅灰	金属	75~188	6.5	灰白色		非均质		34~44
未定名矿物 2 $\text{Pb}_5(\text{Ag}, \text{Cu})\text{BiS}_{13}$	单斜	铅灰	金属	65~91	6.96	灰白色	蓝色	非均质		41~47, 近水平向右倾
柱辉铋铅矿	单斜	铅灰	金属	122~146		灰白		非均质		37~39, 近水平向右倾
斜方辉铋铅矿	斜方	铅灰	金属	100~146	6.95	白色	蓝灰			
未定名矿物 3 $\text{Cu}_{1-x}\text{Pb}_{1+x/6}\text{BiS}_3$						白色	带灰	非均质	微弱	41~45, 近水平微向右倾
未定名矿物 4 $\text{Pb}_6\text{Bi}_7(\text{Cu}, \text{Ag})\text{S}_{17}$	斜方	铅灰	金属	101~154	7.04	白色	蓝灰		微弱	38~44, 近水平向右倾
硫铋铜铅矿	斜方		金属			白色			可见	32~36, 近水平向右倾
卡辉铋铅矿	单斜	铅灰	金属	122~131		白色	灰白	非均质		40~45, 近水平向右倾
辉铋铅矿	斜方	铅灰	金属	122~197		白色	带黄	非均质		43~50, 近水平向右倾
杂硫铅铋矿 Chiviatite						灰白		非均质		39~44
斜方硫铋铅矿	斜方	铅灰	金属	30~41	6.74	白色	蓝灰	非均质		近水平向右倾
柱硫铋铅矿		铅灰	金属	54	6.78	白色	黄色	非均质		38~49, 近水平向右倾
银柱硫铋铅矿		铅灰	金属	95~110		白色	乳黄	非均质		
未定名矿物 5 $(\text{CuPbBi}_7\text{S}_{12})$		铅灰	金属	120~180						38~44, 近水平向右倾

Table 3 The copper bismuth sulfosalt minerals in China and their physical and optical features

[illegible]

2.1 结晶习性

我国的铋硫盐矿物,大多数呈不规则的细小他形颗粒,浸染于其他硫化物的块状集合体内。由于一个难得的偶然机会,在某坑道的掌子面上,于石英脉和硫化物块状体的晶洞内,看到与辉铋矿几乎无法区别的硫盐矿物的晶体,它们呈针状、柱状晶体,集合体呈放射状或毛发状。对这种珍贵的晶体在野外无法鉴别其矿物种属,只可疑为铋硫盐矿物,需待室内测试作出后,才能定夺。

2.2 物理性质

它们都是铅灰色、钢灰色、金属光泽,硬度 $VHN^{25} = 50 \sim 200 \text{ kg/mm}^2$,在 $PbS-Bi_2S_3$ 系列矿物中,根据矿的 VHN 值,粗略可看出含铅高的矿物比含铅低的矿物 VHN 值要低。但不能据此判别矿物种属。

2.3 光学性质

铅、银铋硫盐矿物,一般反光下为白色反射色,可带微绿、蓝、黄、灰色调,反射率较高,40%~50%左右,反射率色散曲线近于水平,稍向右倾斜,具有不同程度的双反射,为非均质性。铜的铋硫盐矿物显微镜下为灰、灰白反射色,微带玫瑰、黄色色调,反射率一般比上述铅铋硫盐要稍低些,多在30%~40%之间,但也有低于或稍高于此数值的,反射率色散曲线接近水平,但向左倾(图1)。根据上述光学性质,在显微镜下凭观察者的眼力可分出铅银的铋硫盐和铜铋硫盐大致的类别。至于进一步区分矿物种属,则主要依据电子探针测出的化学成分数据和X-光结构资料。但矿相学的功力仍是硫盐矿物研究的基础,在显微镜下凭借观察者的眼力,依据反射率、色调等光性资料,来分辨出光片上见到的硫盐矿物的种数、大致类别及可疑矿物等,为探针测试指出靶区。这样,可以减少探针测试的盲目性。在硫盐矿物研究上,要从铋硫盐矿物类中,区分出矿物种,凭光性资料辨别,也确实存在着盲区。如铅铋硫盐矿物大多数都具有双反射特性, R_g 与 R_p 方向色调上有着差别,它可能与矿物种间的色调的差别相混淆,加之这类硫盐矿物的光性研究较差,色调描述上缺少客观标准,往往因人而异,而且光片中硫盐矿物周围的矿物背景不同,也会给显微镜下凭人眼力辨别矿物的色调形成干扰。如铋硫盐矿物周围为黄铜矿,则使人眼感觉到铋硫盐矿物就带黄色色调;如其周围为闪锌矿类暗色矿物,则感觉硫盐矿物似有蓝灰色调。由于上述双反射的盲区和背景的影响,在研究一矿区的铋硫盐矿物,经常出现漏掉矿物种的现象。过去,研究江西盘古山、黄沙矿区,在一个光片上,见反射色呈白色的铋硫盐矿物,它们的不同颗粒间色调有差别,旋转显微镜的物台见色调也有变化,当时根据少数探针测试和化学分析资料,原以为这些矿物颗粒都是辉铋铅矿,可是经过这次仔细检查,对不同色调的颗粒,都分别逐个作电子探针测试,结果测出原来不同色调的“辉铋铅矿”颗粒,有的竟是卡辉铋铅矿、柱辉铋铅矿、富硫铋铅矿等不同物种的铋硫盐矿物;原以为是色调不同的辉铋矿颗粒,经测试有的颗粒却是柱硫铋铅矿;原认为不同色调的硫铋铅矿颗粒,竟是硫锑铋铅矿。仅这一地区,新辨认出的矿物种就有8种以上。其他矿区,如果进一步详查,估计也会有上述类似情况。

2.4 化学成分

是确定铋硫盐矿物种的最基本测试资料。由于铋硫盐矿物颗粒细小,它的化学成分主要靠电子探针分析进行。在遇到颗粒较大的单纯的样品时,才作化学分析,用来验证探针分析的结

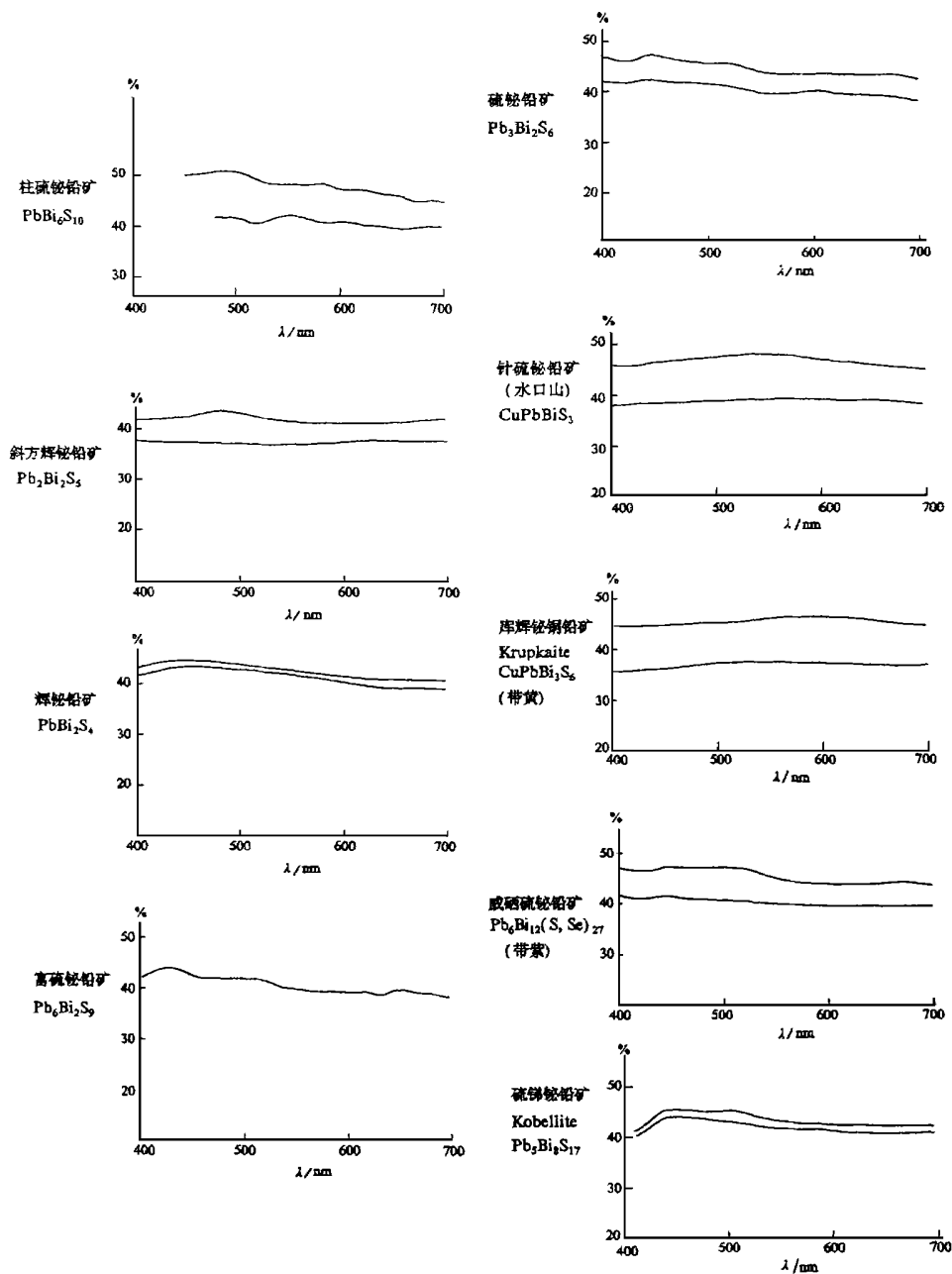
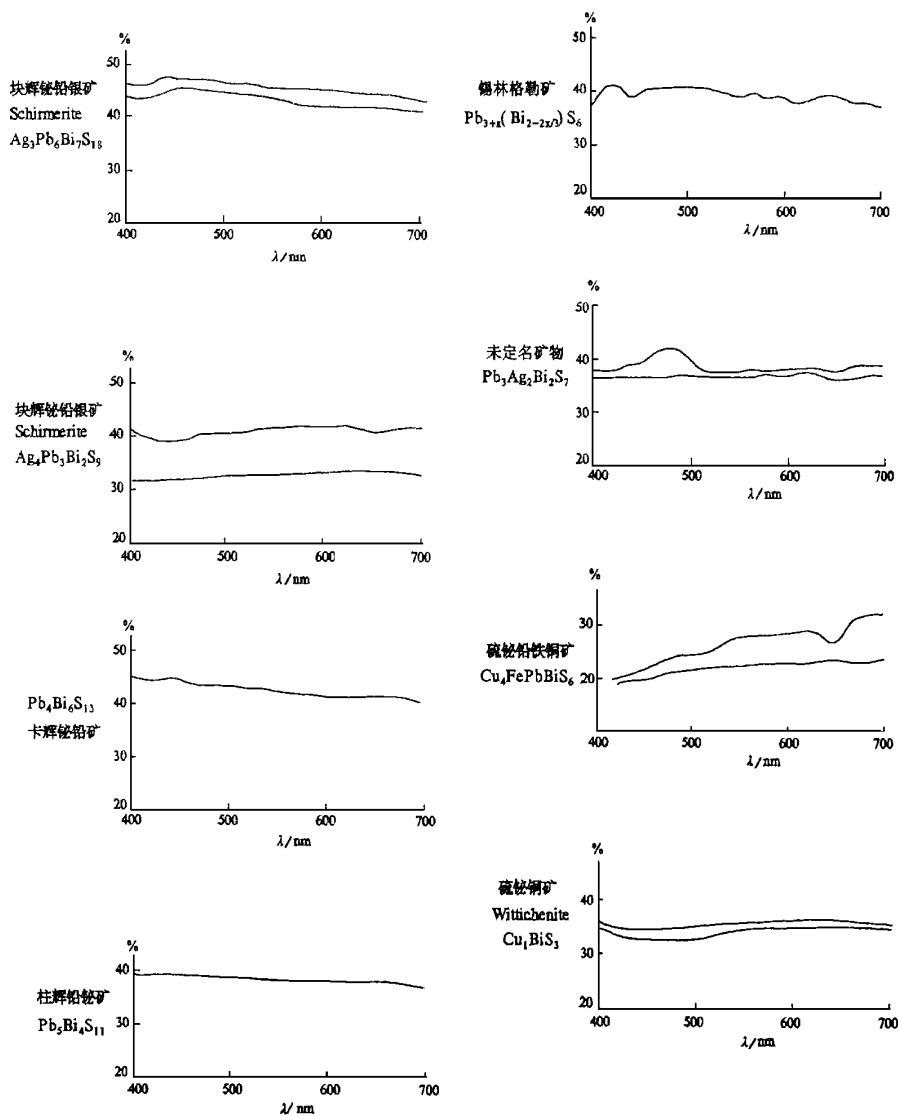


图1 我国金属矿床中铋硫盐矿物反射率色散曲线

Fig. 1 The reflectivity dispersion curve of bisulfosalts minerals from metallic deposits of China

果。我国早期硫盐矿物的化学成分资料, 大多是化学分析数据, 其中有的分析前, 对样品作探针面扫描, 以检查样品的矿物颗粒的成分均一性, 这时期 (60 年代) 化学分析数据还是坚实的。铋硫盐矿物的化学式计算, 一般都要参照矿物结构资料进行, 将矿物中的硫原子数定为 3、



(续图 1)

4、5、6、7、9、11 等整数, 相应地求出 Bi、Pb、Ag、Cu 等元素的原子数比率。铋硫盐矿物中的 Bi、Pb、Ag、Cu 等的原子系数, 有时计算得不出整数。如锡林郭勒矿的矿物化学式为 $Pb_{3+x}(Cu, Ag)_{1-2x/3}Bi_{2-2x/3}S_6$, $x = 0.2 \sim 0.3$, Pb、Bi 下边为小数, 有□空位, 并得到结构研究上的认可, 同时获 IMA CNMMN 的认可与通过。

2.5 X-光结构分析数据

铋硫盐矿物(除黝铜矿外)都属于低级晶系。晶体结构数据是鉴别矿物种的基本资料。但由于这类矿物的颗粒细小, 很难取得足够的样品去作 X-光粉晶和衍射分析, 很多矿物由于缺

少这方面的资料,只能凭借探针分析结果,与已知矿物进行类比,来确定矿物种。但新发现的矿物,如仅有探针分析的化学成分资料,缺少结构方面的数据,国际新矿物委员会是不能通过的,只能称之为未定名矿物。有的新发现的铋硫盐矿物,虽然有了X-光衍射分析数据,并用计算机程序计算,初步得出晶系与晶胞参数。但由于铋硫盐矿物结构复杂,再加有些矿物之间,结构上存在着相似性,就要求对该矿物进一步作单晶分析,而得到单晶的机会较少,这样,这矿物就很难获得IMA CNMMN 通过。

在电子探针测试手段出现以前的年代,也包括探针出现的初期,在定量测试尚不准确的年代,我们对颗粒细小、光片上属于微区、微粒矿物的鉴定,主要凭借显微镜下肉眼识别经验和X-光粉晶微区、微量的测试技巧,凡粒径在0.5 mm 以上的矿物颗粒,都能得到X-光粉晶数据,使微粒硫盐矿物的研究,向前推进了一步。这要感谢当时中国科学院地球化学研究所X-光实验室的王冠鑫、张月明高级工程师的配合与支持。他们在X-光粉晶测试技术下功夫,在光片微区上用钢针刻划取得样品,细心搓制出微量样品的粉晶条,在粉晶相机的装样和焦点调试上精心操作,取得了一批硫盐矿物的粉晶分析数据。

目前,国内外硫盐矿物的种类,已较20世纪前半叶大为增加,但同时也出现了一大批只有电子探针的成分分析数据,缺少X-光结构数据的未定名矿物。这需要矿物界今后不断研制出微区测试的新设备,和微区微量矿物的X-光结构分析的新方法,以攻克微细粒硫盐矿物精确测试难关,为硫盐矿物的研究,开创出一个新局面。

3 铋硫盐矿物的产状及其矿物共生组合

在硫盐矿物中,铋硫盐矿物的分布还是比较广泛的,在很多热液型金属矿床中都可见到。但它主要出现在与花岗岩活动有关的矿床内,主要赋存在花岗岩侵入体的顶部和其外围蚀变及交代的岩石和矿床中。花岗岩大多为重熔型,时代多为燕山期和印支期(图2、图3)。铋硫盐产出的矿床类型有:

3.1 接触交代矿床

(1) 铁铜接触交代矿床,主要分布于华北陆台的北缘,如河北涞源小立沟铁铜矿,内蒙锡盟朝不楞铁矿,内蒙哲盟青龙山的一些铁铜矽卡岩矿化点。这类矿床出现有铜(铁)的铋硫盐矿物。

(2) 钨锡钼铋的矽卡岩型矿床,如湖南郴州柿竹园、湖南宜章瑶岗仙。这些矿床见有铅(银)的铋硫盐亦有铜铁的铋硫盐。

3.2 岩浆热液型矿床

华南与燕山期、印支期花岗岩浆活动有关的钨锡钼铋热液脉状矿床(包括大脉型与网脉型)如江西于都盘古山、黄沙,广东翁源的牛屎坝钨矿等。主要赋含有铅、银的铋硫盐。

在广东东南沿海的多金属矿带上的陆丰官田含铜、碲黄铁矿矿床中,亦含有种类较多的铋硫盐矿物。

在上述各类型矿床中,铋硫盐矿物经常与大量的常见硫化物如闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿赋

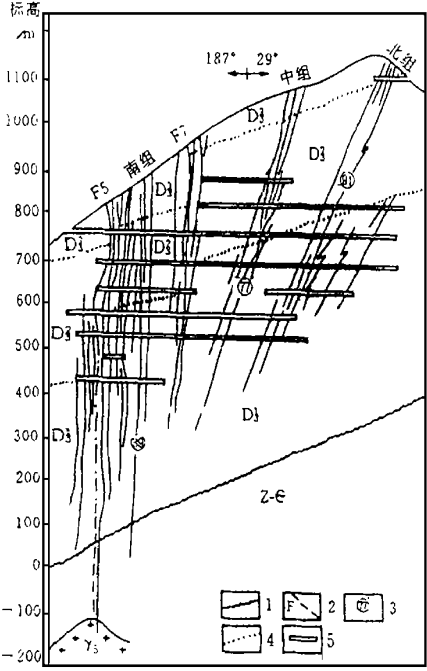


图2 盘古山钨矿地质横剖面图
(选自盘古山科技)

Fig.2 Geological Cross section of Pamgushan tungsten deposit

D₁-³. 上泥盆统砂岩夹板岩 Z-E. 震旦-寒武系千枚岩、板岩 5. 燕山期黑云母花岗岩 1. 不整合界线 2. 断层 3. 含矿石英脉及编号 4. 地质界线;5. 坑道

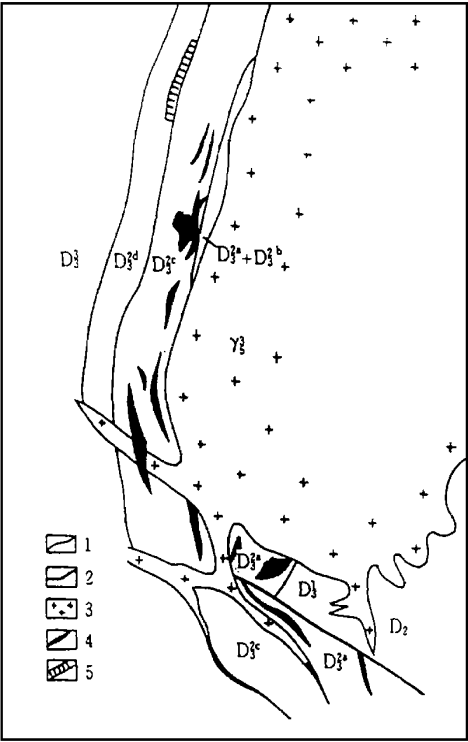


图3 拉么矿床530m中段地质图
(据拉么矿区有关资料改编)

Fig.3 Geological map(530m level) of lamo deposit
D₂. 灰页岩 D₁. 硅质岩 D₃^a. 宽条带灰岩 D₃^b. 细条带灰岩 3. 黑云母花岗岩 D₃^c. 小扁豆灰岩 D₃^d. 大扁豆灰岩 D₃. 泥灰岩 1. 地质界线 2. 断层 3. 花岗岩 4. 锌铜矿体 5. 锑矿体

存在一起,即使在黑钨矿石英脉中(石英占脉中矿物95%以上)的铋硫盐矿物也存在于石英脉的硫化物富集的地段,在硫化物块状矿石中更是如此。它们与闪锌矿、黄铜矿密切共生,而与黄铜矿的关系更为紧密,即铋硫盐矿物多产于铜(银、铋)的富集地段。它们与黄铜矿紧密连生,它包裹于黄铜矿中或与黄铜矿构成一个细脉穿插于闪锌矿块状集合体中,它们的细小颗粒分布于闪锌矿颗粒的周围或穿插交代了闪锌矿。矿床中硫化物生成顺序:闪锌矿→铅(银)的铋硫盐或黄铜矿。这种顺序与一般铅锌矿床的矿物生成顺序,即闪锌矿→方铅矿(黄铜矿)基本一致,但铅铋硫盐矿物替代了方铅矿的时间位置。实际上,自然界很难见到方铅矿与铅铋硫盐矿物在一处出现的机会。

在一个矿床往往几种铅铋硫盐矿物在一起出现,很难见到只有一种铅铋硫盐出现的先例。在一个矿床中,甚至一块光片上,经常是两种以上铋硫盐共生在一起,研究铋硫盐矿物在矿床或矿体垂直空间上共生组合的演化,对了解成矿过程中矿液的运移方向和运移过程中矿液内的金属离子组份和气液流体的物理、化学参数变化有着重要的意义,是研究矿床成矿机理的重要内容,对预测矿床深部矿体也有参考价值。如在江西盘古山等地见到斜方辉铋铅矿与卡辉铋铅矿共生;见到斜方辉铋铅矿与银锡林郭勒矿共生;见卡辉铋铅矿与辉铋铅矿共生;未定名铋硫盐矿物 $7(\text{Ag}_2\text{Pb}_3\text{Bi}_2\text{S}_7)$ 与硫铋铅银矿的共生组合。在垂直延深近千米的黑钨矿石英大脉型矿床中,在主矿体会见到铋硫盐矿物共生组合的系统变化。在该矿床的上部标高为800~500 m的部位,主要见到的铋硫盐矿物是柱硫铋铅矿与辉铋矿的组合,在550~500 m标高为斜方辉铋铅矿($\text{Pb}_2\text{Bi}_2\text{S}_5$)和卡辉铋铅矿($\text{Pb}_4\text{Bi}_3\text{S}_9$)与柱辉铋铅矿($\text{Pb}_5\text{Bi}_4\text{S}_{11}$)的组合;再往深部,矿体中铋硫盐则为富硫铋铅矿($\text{Pb}_6\text{Bi}_2\text{S}_9$),在矿体的更深部,矿石中铋硫盐矿物的分子内铅原子占有的份额,则越来越大,在接近花岗岩株的顶部,则出现铋方铅矿。

铋硫盐矿物在含铋、银矿床中,都有工业意义。它们在选矿的抬浮选流程中,都集中到铋精矿中,在冶炼当中提取铋和银。

参考文献

1. 陈正,陈殿芬,邹星. 金属矿物颜色指数研究. 地质出版社, 1979
2. 陈毓川,黄民智,徐珏,等. 大厂锡石-硫化物多金属矿带地质特征及成矿系列. 地质学报, 1985, 59(3): 228~240
3. 高志明. 云南个旧矿区斜方辉铋铅矿、硫锑铜银矿和含碲、银锑铜矿矿物学初步研究. 矿物学报, 1994, (4): 357
4. 关康,罗镇宽,王曼祉,等. 我国首次发现的硫铋铅铁铜矿. 矿物学报, 1990, 10(3): 227~231
5. 洪慧第,彭志忠. 一种铋复硫盐新矿物——锡林郭勒矿, $\text{Pb}_{34}\text{Bi}_{2-2x/3}\text{S}_6$. 岩矿测试, 1982, 1(4): 14~18
6. 黄民智,陈毓川,唐绍华,等. 广西大厂长坡锡石-硫化物矿床硫盐矿物系列及其共生组合的研究. 中国地质科学院矿床地质研究所所刊, 1985, (2): 110~145
7. 黄民智,唐绍华. 大石锡矿矿物学概论. 北京科学技术出版社, 1988
8. 姜胜章,罗仕徽,余琼华,等. 湖南金属矿物. 中南工业大学出版社, 1992
9. 李锡林,章振根. 广西某矿田中硫盐矿物的再研究. 地球化学, 1980, (2): 172~185
10. 李锡林,王冠鑫. 大厂矿田产锑铜族矿物的研究. 矿物学报, 1990, 10(2): 119~126
11. 李锡林,赵汝松. 大厂矿田矿物学. 科学出版社, 1994, 161~175
12. 梁书艺,夏宏远. 华南钨矿床中银和银硫盐矿物的产出和富集. 成都地质学院学报, 1988, 15(2): 1~10

13. 梁柱香. 铋硫盐矿物新亚种 $2\text{PbS} \cdot \text{Cu}_2\text{S}-7\text{Bi}_2\text{S}_3$. 长春地质学院院报, 1981, (4): 20~24
14. 刘平. 矿物反射光谱与反射旋转性的关系. 矿物学报, 1990, 10(4): 376
15. 任英忱. 我国南部一锡铋石英脉中的含铋矿物. 地质科学, 1965, (2): 172~181
16. 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
17. 任英忱, 程敏清. 江西盘古山石英脉型钨矿床钨铋矿物特征及矿物垂直分带. 矿床地质, 1986, 5(2): 63~74
18. 孙敏云. 湖南浏阳七宝山多金属矿床中的辉碲铋矿. 矿物学报, 1985, (1): 77
19. 孙一虹. 柿竹园钨锡铋矿床主要矿石矿物研究. 矿物学报, 1986, (2): 181~184
20. 卫冰洁, 李树岩. 自然铋-锑系列矿物和硫锑铋铁矿的发现. 陕西地质, 1985, (2): 184~190
21. 吴大清. $\text{Ag}_2\text{S}-\text{Cu}_2\text{S}-\text{PbS}$ 和 $\text{Ag}_2\text{S}-\text{Cu}_2\text{S}-\text{Bi}_2\text{S}_3$ 体系相关关系及相关矿物共生组合研究. 矿物学报, 1987, 7(1): 9~18
22. 吴大清. $\text{Ag}_2\text{S}-\text{Cu}_2\text{S}-\text{PbS}-\text{Bi}_2\text{S}_3$ 四元体系相关关系研究. 矿物学报, 1987, 7(3): 198~209
23. 吴大清. 硫铋银矿 (AgBiS_2)、 $\text{Ag}_2\text{Bi}_4\text{S}_7$ 稳定性及在 $\text{Ag}_2\text{S}-\text{Bi}_2\text{S}_3$ 体系中相关关系. 矿物学报, 1989, 9(2): 126~131
24. 夏学惠, 刘昌涛, 黄富荣. 铋碲铜矿在中国的发现与研究. 矿物学报, 1996, 16(3): 274~277
25. 夏学惠. 广东官田含铜碲黄铁矿矿床中的硫盐矿物及矿床成因. 岩石矿物学杂志, 1996, 15(4): 355~365
26. 徐磊明, 吴澄宇, 白鸽. 江西万年虎家尖银金矿物特征及其形成条件. 矿物学报, 1993, 13(3): 254~262
27. 徐国风. 金属矿物的旋转性研究. 科学出版社, 1985
28. 叶韵琴, 张锦桂, 张如柏. 一种未定名的硫盐矿物—— $\text{Pb}_6\text{Bi}_7(\text{Cu}, \text{Ag})\text{S}_{17}$. 矿物学报, 1986, 6(4): 338~342
29. American Mineralogist. New minerals and mineral names. 1980~1997
30. Bayliss P, Erd D D, Mrose M E, sabina A P, and smith D K. Mineral powder diffraction file. Swarthmore, Pennsylvania U.S.A. JCPDS International centre for diffraction Data. 1986
31. Berry L G and Thompsen R M. X-ray powder data for ore minerals. The peacock Atlas. Newyork, Geol. soc. America Mem. 1962, 85, 1~279
32. Chany L L Y and Bever J E. Lead sulphosalt minerals: Crystal structures, stability relations and paragenesis. Minerals Sci. Engng, 1973, 5(3): 181~191
33. Chang L L Y, knowles C R and chen T T. phase relations in the system $\text{Ag}_2\text{S}-\text{Bi}_2\text{S}_3-\text{Bi}_2\text{S}_3$, and $\text{PbS}-\text{FeS}-\text{Sb}_2\text{S}_3-\text{Bi}_2\text{S}_3$. memoir of the geological society of China, 1997, (2): 229~237
34. Chang L L Y and Hodo S H. Phase relations in system $\text{PbS}-\text{Cu}_2\text{S}-\text{Bi}_2\text{S}_3$ and stability of galenobismutite. Amer. Min. 1997, 162, 346~350
35. Chang L L Y, Walia D S and knowles C R. phase relation in the system $\text{PbS}-\text{Sb}_2\text{S}_3-\text{Bi}_2\text{S}_3$ and $\text{PbS}-\text{FeS}-\text{Sb}_2\text{S}_3$. Econ. Geol. 175, 317~328
36. Graig J R, Chang L L Y and Lees W R. Investigations in the $\text{Pb}-\text{Sb}-\text{S}$ system. Can. Miner. 1972, 12, 199~206

(下转第 38 页))

The ore veins are classified by their attitudes into two groups. one strike nearly E- W and dip to south; the other, nearly S- N and to east. Structural location of all the ore bodies is very clear. In the nearly E- W ore veins ore bodies occur where the ore- controlling fault strikes E- W straightly on plane and dips gently in profile and they pitch generally to east. In the nearly S- N veins they occur where the ore- contrlring foulst strikes S- N straightly on plane without pitching. Location mechanism of ore bodies is analysed on basis of occurrence, spatial variation and synmineralization movtment of the ore- controlling fault.

Key words Quartz vein type Au deposit, economic ore body, ore location regularity, Xiao Qinling Au ore belt, Henan Province.

(上接第 12 页)

BISMUTH SULFOSALT MINERALS IN METAL DEPOSITS OF CHINA AND CHARACTERISTICS OF THEIR GEOLOGICAL OCCURRENCES

Ren Yingchen

(*Tianjin Geological Academy*)

Abstrace

46 species of bismuth sulfosalt minerals are identified in metallic ore deposits in china with 10 species unnamed. 10 species of synthetic $PbS-Bi_2S_3$ system minerals, ie. Heyrouskite, Lillianite, Giessenite, Bursaitite, cosalite, cannizzarite, galenobismutite, chiviatite, bonchevite, ustaracite(L. L chang) are all discovered in china. In addition, other 4 species are found unnaned.

Key words bismuth sulfosalt minerals in china bismuth-bearing ore deposit occurrence of bismuth sulfosalt minerals identification of micro-fine minerals