



湖南某铋矿石工艺矿物学研究

崔长征,熊英,雷引玲

(陕西省地质矿产实验研究所,陕西省矿产资源勘查与综合利用重点实验室,陕西 西安 710054)

摘要:对湖南某铋矿样品进行了工艺矿物学研究,通过化学分析、显微镜鉴定、探针分析等手段,查明了矿石的结构构造、矿物组成。对辉铋矿、黄铋矿等含铋矿物的嵌布特征及赋存状态进行了研究,为铋矿石物相分析方法研究提供理论依据。

关键词:铋矿;工艺矿物学;物相分析

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2017.03.014

中图分类号:TD989;P618 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2017)03-0076-04

目前查明的铋矿物 120 多种,但是,具有工业利用价值的仅有 10 余种,辉铋矿是其中最主要的铋矿物之一^[1-2]。

铋矿体工业价值的大小,不仅在于矿石中铋含量的高低,而且与其在矿石中的赋存状态密切相关^[3]。为了更有效地综合利用铋矿资源,查明铋在各类型矿石中的赋存状态,需进行铋的化学物相分析。铋矿石化学物相分析在铋矿地质勘探、矿床评价以及资源的综合利用方面起到了十分重要的指导作用^[4]。

1 矿石性质

本次试验样取自湖南冷水江某铋矿样。矿石中的岩石为角砾化的硅质岩,角砾之间受到后期石英脉的穿插交代,该矿属于热液充填型中低温热液石英脉型铋矿床。本样品的主要金属成分为 Sb,含量为 51.77%;非金属成分主要为 SiO₂,含量为 25.55%。原矿化学多项分析及矿物组成分别见表 1、2。

表 1 原矿化学多项分析/%

Table 1 The analysis results of multi-elements

SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	TFe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	Cu
25.55	0.720	0.0055	0.300	1.00	0.14	0.608	0.061	0.013	0.0011
As	Sb	Ni	S	Tc	Mo	Bi	Co	Sn	W
0.0086	51.77	0.0012	18.00	0.043	0.35	8.27	1.38	0.78	0.57

表 2 矿物成分及含量

Table 2 The mineral composition and content of the ore

矿物名称	辉铋矿	黄铋矿	铋华	铁黄铋矿	黄铁矿	硫铁镍矿	雌黄	自然铋
含量/%	63	4	4	<1	少量	少量	微量	微量
矿物名称	毒砂	镍黄铁矿	闪锌矿	辉铁铋矿	磁黄铁矿	石英	粘土矿物	碳酸盐矿物
含量/%	微量	微量	个别	个别	个别	26	少量	少量

经 X 衍射及镜下鉴定,该样品含矿石矿物 13 种,主要金属矿物为辉铋矿、黄铋矿、铋华和铁黄铋

矿;脉石矿物 3 种,主要为石英。

根据铋矿石物相分析方法,该矿样的物相分析

收稿日期:2015-09-04;改回日期:2016-04-05

基金项目:国土资源部公益性行业科研专项“有色金属(砷、铋、铊、汞、钴和镍)矿石化学物相分析方法研究”(201211016-2)资助

作者简介:崔长征(1983-),女,工程师,硕士研究生,主要从事选矿技术研究及化学分析方法研究工作。

应采用一般锑矿石的物相分析方法,即锑矿物分为辉锑矿、锑华和锑酸盐三相^[5]。

2 主要矿物特征及嵌布关系

(1) 辉锑矿(Snt):是该矿样品中的主要有用矿物,均分布在后期石英脉中。多呈纤维状或针状、叶片状集合体,集合体大部分成他形晶粒状,最大集合体7 mm以上,晶粒边界呈缝合线状,晶体明显有沿

晶带延长之势。

辉锑矿在镜下呈白色至浅灰白色,反射率约46%,有显著的双反射(显暗灰白色-棕灰色-纯白色),非均质性特强,偏光色呈蓝色-灰白色-棕色-粉红棕色,平行消光,常见波状消光。粗大晶体,双晶发育。因压力作用双晶弯曲,形成柔皱结构及复聚片双晶结构。辉锑矿电子探针分析结果见表4。

表4 辉锑矿化学成分及含量/%

Table 4 The chemical composition and content of antimony ore

As	Te	Cu	Bi	Pb	Sb	S	Ag	Au	总计
0.813	0.000	0.023	0.000	0.000	71.834	28.294	0.009	0.000	100.973

从表4可知,主要元素锑含量71.834%;硫28.294%,除含少量的砷之外,其他杂质均较少。

镜下所见辉锑矿均集中分布在硅质岩角砾间的石英脉中,或角砾裂隙中。稠密浸染状的辉锑矿,矿物见夹杂脉石英颗粒,并交代之。星散状辉锑矿见其赋存于梳状石英脉的石英颗粒间充填。少部分辉锑矿及其氧化物充填于硅质岩角砾裂隙中,呈细脉状分布。也有少量辉锑矿浸染于石英脉近处的角砾石英颗粒间,多呈细粒状星散分布。

辉锑矿由于表生风化浸染作用,多被黄锑矿、锑

表5 黄锑矿化学成分及含量/%

Table 5 The chemical composition and content of cervantite

As ₂ O ₃	FeO	CuO	Bi ₂ O ₃	PbO	Sb ₂ O ₃	SO ₃	Ag ₂ O	Au ₂ O	总计
2.172	0.050	0.011	0.000	0.045	95.988	0.859	0.000	0.000	98.325

黄锑矿的化学式为Sb₃O₆(OH)。从分析中知,除主要成分锑为95.988%之外,还有少量砷和微量FeO、CaO、PbO等杂质,表明交代辉锑矿的同时还带进了周围的其他杂质,甚至还残留微量的硫。

(3) 锑华(Val):锑华是辉锑矿的另一氧化物矿物,呈板状、放射扇状或块状集合体,多分布在构造裂隙处,与黄锑矿伴生,并在该矿物中常残留辉锑矿的残晶。局部见锑华沿辉锑矿(010)和(001)解理

华和蚀变铁黄锑矿交代。尤其星散细脉状分布的辉锑矿,被交代后仅呈残留物或全部替代的假像结构。

(2) 黄锑矿(Sti):为辉锑矿的主要次生矿物之一,多呈不规则块状或皮壳状,交代辉锑矿或石英。镜下呈灰色,反射率<10%。内反射多白色,偶见带红色。均质性,硬度约4-5。粒径大小不一,他形晶粒,部分晶棱受石英和辉锑矿影响显平直。黄锑矿多分布在辉锑矿颗粒与石英之间或硅质岩角砾之间与裂隙中。黄锑矿化学成分见表5。

面进行交代,形成直条状和蠕虫状图案。锑华镜下为灰色,反射率约16%,内反射白色,双反射微弱。有较清楚的非均质性。硬度约2.5至3。常与自然锑伴生。

(4) 蚀变铁黄锑矿:在矿石的裂隙处,见针状集合体蚀变铁黄锑矿与黄锑矿呈皮壳状和同心环带状伴生。该矿物镜下呈灰白色,反射率约15%,较黄锑矿高。内反射棕褐色,显均质性。该矿物化学成分见表6。

表6 蚀变铁黄锑矿电子探针分析结果/%

Table 6 The electron microprobe analysis result of alteration cervantite

As ₂ O ₃	CaO	Sb ₂ O ₃	FeO	CuO	Bi ₂ O ₃	PbO	Cr ₂ O ₃	SO ₃	Ag ₂ O	Au ₂ O	总计
1.134	1.471	69.499	18.706	0.007	0.000	0.000	2.115	0.103	0.002	0.000	93.307

蚀变铁黄锑矿交代辉锑矿的过程中,损失了部分锑,增加了铁的同时,还加入了铬、砷、钙等元素,残留少量的硫。这是黄锑矿的另一种类型。

(5) 自然锑(Ant):该矿物仅在辉锑矿、黄锑矿

中见到,颗粒细小,一般(0.005×0.001)mm左右,他形晶粒状。呈亮白色,反射率约70%,双反射弱,见弱的非均质性,硬度约3.5。由于含量少且晶粒细小,这里不多叙述。

(6) 辉铁黄锑矿 (Ber)

样中仅见个别颗粒, 粒径(0.05×0.03) mm 左右, 呈灰白色, 微带粉棕色, 反射率约 42%, 双反射和非均质性均较强, 偏光色比辉锑矿更鲜明。见该矿物辉锑矿连生。

(7) 黄铁矿和硫铁镍矿

矿石中出现的黄铁矿和硫铁镍矿形成略早。多分布在硅质岩角砾中, 颗粒细小, 均<0.1mm。黄铁矿呈自形晶, 六面体或多角聚晶。而硫铁镍矿多为他形晶, 黄带乳色, 显环带结构, 且外圈往往变成淡紫色, 说明外圈可能含镍较高。

另外在矿石中还见有微量毒砂、雌黄和个别的磁黄铁矿、闪锌矿颗粒。由于量微, 这里不多叙述。

(8) 石英(Q) 石英是矿石中的主要脉石矿物, 且与成矿有直接关系。石英在矿石中既是围岩成分, 也是赋矿脉石。

石英在矿石中有两种: 一种为角砾化硅质岩中的石英, 呈他形粒状, 粒径较小, 多数介于 0.01 ~ 0.09 mm, 互为镶嵌, 有少部分呈隐晶质分布; 另一种为石英脉中的石英, 颗粒稍大, 多数呈半自形柱状, 垂直脉壁生长, 呈梳状结构。少部分呈粒状, 粒径多数介于 0.07×0.14 ~ 0.24×0.40 mm 之间。在含矿的石英脉中, 金属矿物有交代石英的现象。

(9) 其他脉石

在角砾化硅质岩中, 含有少量粘土矿物和碳酸盐矿物, 多以微细粒状或隐晶状分布在细晶石英之间, 为硅质岩形成中的夹带产物。

3 矿石的结构构造

该矿石的结构以他形晶粒状结构为主, 次为揉皱结构, 交代变粒结构和隐晶结构。矿石的构造为稠密浸染状构造和星散浸染状构造。次为交代残余构造和网脉状构造。脉石为粉晶结构, 角砾状构造。

3.1 矿石的结构

(1) 他形晶粒状结构

矿石中的辉锑矿均呈他形晶粒状, 或集中或分散的分布在石英脉中。

(2) 双晶揉皱结构和复聚片双晶结构

辉锑矿粗粒晶体中往往出现双晶。复聚片双晶和揉皱双晶常出现, 形成辉锑矿特征性的内部结构。

(3) 交代变粒结构及胶偏结构

矿石中辉锑矿被锑华等矿物交代, 形成变粒结

构和胶偏结构。

(4) 粉晶结构

角砾化硅质岩中的石英, 颗粒在 0.01 ~ 0.009 mm 之间, 互为镶嵌, 形成粉晶结构。

3.2 矿石的构造

(1) 稠密浸染状构造

辉锑矿在部分矿石中达 80% 以上, 呈稠密浸染分布在石英脉中, 形成此构造。

(2) 星散浸染状构造

部分矿石中辉锑矿含量在 10% 以下, 或仅个别颗粒, 星散分布, 形成星散浸染状构造。

(3) 交代残余构造和网脉状构造

辉锑矿被锑华交代后仅留残晶, 形成交代残余构造。当锑华沿辉锑矿解理交代时, 形成网脉状。同时石英脉在硅质岩角砾间穿插, 也形成网脉状构造。

4 结 论

(1) 本矿样的主要金属成分为 Sb, 含量为 51.77%; 非金属成分主要为 SiO₂ 含量为 25.55%。

(2) 本矿石含矿石矿物 13 种, 主要金属矿物为辉锑矿、黄锑矿、锑华和铁黄锑矿; 脉石矿物 3 种, 主要为石英。

(3) 根据矿样工艺矿物学研究结果, 该矿样锑矿物物相分析可采用一般锑矿石物相分析方法, 即锑矿物分为锑华、辉锑矿和锑酸盐三相。

(4) 本矿石的结构以他形晶粒状结构为主, 次为揉皱结构, 交代变粒结构和隐晶结构。

(5) 本矿石的构造为稠密浸染状构造和星散浸染状构造。次为交代残余构造和网脉状构造。

参考文献:

- [1] 王灿霞, 杨波, 蒲雪丽, 等. 某辉锑矿的选矿工艺试验研究[J]. 科学信息(科学教研), 2008(24): 378, 443.
- [2] 王永磊, 陈毓川, 王登红, 等. 中国锑矿主要矿集区及其资源潜力探讨[J]. 中国地质, 2013(5): 41-53.
- [3] 曾令熙, 张志成, 黄亚琴. 四川炉霍玛孜措铜锑矿工艺矿物学研究[J]. 矿产综合利用, 2008(4): 27-30.
- [4] 《有色金属工业分析丛书》编委会. 矿石和工业产品化学物相分析[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1992.
- [5] 《岩石矿物分析》编委会. 岩石矿物分析[M]. 北京: 地质出版社, 2011.

(下转 82 页)

矿地质特征及找矿方向[J]. 中国矿业, 2013, 22(5): 69-103.

[4] 张天宇, 张忠良, 李金钱. 我国区域变质型石墨矿床研究现状综述[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2014, (111): 36-38.

[5] 李超, 王登红, 赵鸿, 等. 中国石墨矿床成矿规律概要[J]. 矿床地质, 2015, 34(6): 1223-1236.

[6] 赵天宇, 杨程, 宋洪松. 原料尺寸对氧化石墨与石墨烯性能的影响[J]. 材料工程, 2014(9): 76-82.

Analysis and Ore Characteristics of Graphite Mineral in Huili County of Sichuan Province

Hua Dejun¹, Huang Yufeng¹, Dai Qilin¹, Zeng Lingxi², Li Juan¹

- (1. Engineering Investigation and Design Institute of Sichuan Provincial Coalfield Bureau, Chengdu, Sichuan, China;
 2. Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Research Center of Multipurpose Utilization of Metal Mineral Resources of China Geological Survey, Chengdu, Sichuan, China)

Abstract: Through on-the-spot investigation of graphite mineral in somewhere Huili county of Sichuan province, chemical analysis, identification of rock and minerals and granulometric analysis of the collected samples, combined with regional geological background and metallogenic condition analysis, it is known that graphite ore deposits in this area belongs to regional metamorphic ore deposit, ore-bearing stratum is Yuanmou Group Pudeng Formation, high-grade crystalline large flake graphite ore has easily found near and around mixed granite rock mass, also has other accompanying minerals in this area, like hematite, pyrite. So, this area has good comprehensive utilization prospecting perspective and application prospect of graphite mineral.

Keywords: Crystalline graphite; Regional metamorphic ore deposit; Prospecting perspective

(上接 78 页)

Research on Process Mineralogy of Antimony Ore in Hunan

Cui Changzheng, Xiong Ying, Lei Yinling

- (Experimental Institute of Geology and Mineral Resources of Shaanxi Province, Shaanxi key Laboratory of Exploration And Comprehensive Utilization of Mineral resources, Xi'an, Shaanxi, China).

Abstract: The article studied the characteristics of process mineralogy of antimony ore in Hunan province. Using microscope chemical analysis electronic probe, the structure and texture of the ore were identified. The main antimony mineral are stibnite and Cervantite pseudomorph after Stibnite. Their dissemination characteristics and the mode of occurrence were studied. These provide a theoretical basis for the chemical phase analysis method of antimony ores.

Keywords: Antimony; Process mineralogy; Chemical phase analysis