

## 青海某低品位铅锌矿工艺矿物学研究<sup>\*</sup>

杨晓文<sup>1</sup>, 孙晓华<sup>1</sup>, 贾宗勇<sup>2</sup>, 熊馨<sup>1</sup>

(1. 青海省地质矿产测试应用中心, 青海 西宁 810008; 2. 青海省第五地质矿产勘查院, 青海 西宁 810003)

**摘要:** 针对青海某低品位铅锌矿, 利用显微镜下研究、化学分析、电子探针、扫描电镜等手段, 查清了矿石的矿物组成, 查明了矿石的结构构造, 并进行了主要矿物工艺矿物粒度测定。研究表明, 虽然方铅矿嵌布粒度较细, 但方铅矿解理发育, 且与周围矿物接触较平直, 在磨矿作业中易单体解理, 有利于其选矿富集, 而闪锌矿由于含量低, 嵌布粒度微细, 选矿难度较大。

**关键词:** 方铅矿; 闪锌矿; 嵌布粒度; 工艺矿物学

中图分类号: TD912 文献标识码: B 文章编号: 1001-0076(2014)05-0039-04

DOI: 10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2014.05.010

### Study on Process Mineralogy of A Low Grade Lead - zinc Deposit in Qinghai

YANG Xiao - wen<sup>1</sup>, SUN Xiao - hua<sup>1</sup>, JIA Zong - yong<sup>2</sup>, XIONG Xin<sup>1</sup>

(1. Qinghai Province Geology Ore Testing and Application Center, Xining 810008, China; 2. The Fifth exploration institute of geology and mineral resources in Qinghai Province, Xining 810003, China)

**Abstract:** Using microscope, chemical analysis, electron microprobe and scanning electron microscopy (SEM), the mineral composition and structure of a low grade lead - zinc ore were studied and determined, and the process mineral grain size was measured. The research results show that the disseminated grain size of galena was fine, but the cleavage developed well, and the contact boundary with the surrounding minerals were straight, which make it easy to monomer dissociate in grinding operation, so it was conducive to the beneficiation process. Due to the low content and fine disseminated grain size, the separation of sphalerite was difficult.

**Key words:** galena; sphalerite; disseminated grain size; process mineralogy

青海某低品位铅锌矿位于唐古拉山北坡、长江源头的沱沱河一带, 矿区海拔4 700~5 300 m左右, 以气候寒冷、温差大、多风少雨、蒸发量大为特征, 属典型的内陆高寒山区气候。大地构造位于昌都—兰坪双向弧后前陆盆地南部, 与羌北地块(弧后前陆盆地毗邻)。该区出露的主要地层主要为古近纪五道梁组地层及其与早二叠纪九十道班组接触带附近的近东西向构造破碎带中, 含矿岩性主要为碎裂岩化硅化泥晶含生物屑砂屑灰岩、碎裂岩化白云石

化硅化含生物屑泥晶灰岩, 方解石脉发育矿体形态及产状受其控制, 前期矿产探查工作间断性进行了5年的时间, 对主要目的矿物的赋存状态、嵌布粒度、共生关系只进行了初步的考查。目前该矿床已进入开发阶段。

工艺矿物学研究是地质找矿和综合利用重要的技术方法, 可通过查明矿石中有用成分的赋存状态和分布规律, 确定其在当前技术经济条件下的利用价值, 提供继续找矿的依据<sup>[1]</sup>。为了详细研究矿石

\* 收稿日期: 2014-08-03; 修回日期: 2014-09-21

基金项目: 青海省矿产资源整装勘查项目(编号: 122010531502)

作者简介: 杨晓文(1982-), 女, 工程师, 主要从事矿物学研究及珠宝玉石鉴定。

中的物质组成,为矿床的开发、矿石的综合利用及矿床技术经济评价提供依据,本次研究对青海某低品位铅锌矿进行了详细的工艺矿物学研究。

## 1 矿石基本性质

### 1.1 矿石化学成分

本次研究样品根据矿石性质取自所采集的选矿试验大样中,重砂样及定量样为选矿试验碎样中缩分取得。

原矿多元素化学分析结果见表 1。由表 1 可知,原矿中铅含量较高,是主回收元素,锌、银作为伴生元素可综合回收,其中 CaO 含量高达 50.54%,其它元素含量较低,综合利用价值不大。物相分析结果表明,铅、锌均以硫化矿物为主(表 2、3)。

表 1 原矿多元素化学分析结果 /%

成分	Cu	Pb	Zn	Au *	Ag *	TFe
含量	0.003	2.13	0.36	0.02	10.8	1.03
成分	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	As	S
含量	4.23	0.41	50.54	0.89	0.042	1.37

注:“\*”单位为 10<sup>-6</sup>。

表 2 原矿铅物相分析结果 /%

相别	硫化铅 中铅	碳酸铅 中铅	磷氯铅 矿中铅	其它铅	合计
含量	1.98	0.11	0.0055	0.003	2.098
分布率	94.37	5.24	0.26	0.13	100.00

表 3 原矿锌物相分析结果 /%

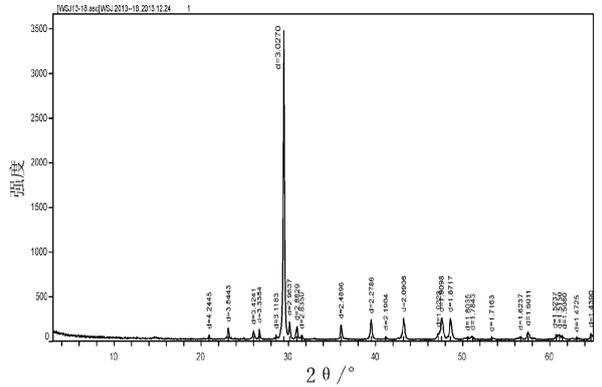
相别	硫化锌 中锌	氧化锌 中锌	硫酸锌 中锌	其它锌	合计
含量	0.37	0.022	0.0004	0.004	0.40
分布率	93.34	5.55	0.10	101	100.00

### 1.2 矿石的矿物组成和含量

原矿样品 X 射线衍射分析结果见图 1,由图 1 可知,原矿主要金属矿物有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿等,脉石矿物有方解石、石英等,结合矿石的化学多项分析结果、光(薄)片镜下测定结果,综合平衡计算得出矿石中主要矿物成分含量见表 4。

表 4 主要矿物的相对含量 /%

黄铁矿	方铅矿	闪锌矿	方解石	石英	其它
1.60	2.10	0.70	90.90	4.60	0.10



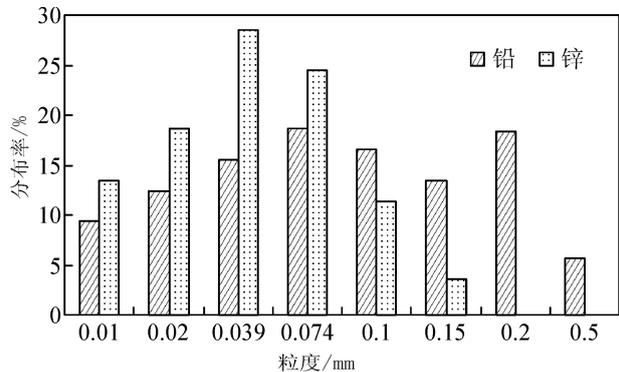


图 2 方铅矿、闪锌矿原生粒度分布直方图

### 3 主要矿物特征及其嵌布关系

#### 3.1 方铅矿

方铅矿是矿石中主要的有用矿物之一,其在矿石中的含量为 2.1%。矿石中方铅矿主要呈脉状、团窝状分布,多具有不规则状晶形,可见特征的“三角形凹陷式解理”<sup>[3]</sup>。矿石中方铅矿多与脉石矿物接触较平直,利于解离。方铅矿粒度主要分布在 0.02~0.1 mm 之间,少数 <0.01 mm 呈针点状产出,呈稀疏浸染状或零星散装分布于脉石矿物中。矿石中观察到有方铅矿包裹黄铁矿,闪锌矿包裹方铅矿等包裹形式。从铅矿物电子探针结果来看(表 5),铅主要以方铅矿形式存在,稀有元素锗在方铅矿中有一定富集。

表 5 铅矿物电子探针分析结果<sup>[4]</sup> / %

元素	1	2	3	4	5
S	12.112	13.47	13.602	13.56	13.584
Fe	0.047	0.037	0.039	0.025	0.071
Ni	0	0.053	0	0	0
Zn	0	0.118	0.009	0.109	0.14
Ge	2.366	0.173	1.371	0.766	0
As	0.024	0.119	0.036	0	0
Pb	85.684	84.566	86.065	86.504	87.518
合计	100.233	98.536	101.122	100.964	101.317

#### 3.2 闪锌矿

闪锌矿是矿石中主要的有用矿物之一,其在矿石中的含量为 0.70%。矿石中闪锌矿主要呈脉状、浸染状、团窝状分布,多为不规则状颗粒,多以细小粒状集合体的形式产出,灰色略带淡棕色,均质性,可见解理<sup>[3]</sup>,粒度较为细小,一般在 0.01~0.074 mm 之间,少数 <0.01 mm 呈针点状产出,与方铅矿共生,多以细粒集合体的形式呈不均匀浸染状分布

于脉石矿物中。矿石中闪锌矿多与方铅矿共生,少量闪锌矿与方铅矿、黄铁矿相互包裹,对闪锌矿选矿有一定影响。从锌矿物电子探针结果来看(表 6),锌主要以闪锌矿形式存在,稀有元素锗在闪锌矿中有一定富集。

表 6 锌矿物电子探针分析结果<sup>[4]</sup> / %

元素	1	2	3	4	5
S	31.955	32.103	32.169	31.979	32.001
Fe	0.048	0	0.013	0.042	0.002
Ni	0.013	0.073	0	0.033	0
Zn	64.334	65.018	65.543	66.118	65.575
Ge	0.419	0	0.014	0.068	0.178
As	0.009	0	0	0	0.009
Se	0.002	0.012	0.005	0	0.024
合计	96.779	97.206	97.744	98.241	97.789

#### 3.3 黄铁矿

黄铁矿是矿石中主要的矿石矿物之一,其含量为 1.6%。矿石中黄铁矿主要呈脉状、浸染状分布,多为不规则状颗粒,部分为胶状黄铁矿,偶见半自形粒状晶体,多以细粒状集合体的形式产出,浅黄色,均质性,粒度较为细小,显微镜观察显示黄铁矿粒度一般小于 0.1 mm,有些 <0.01 mm 呈针点状产出,多以细粒集合体的形式呈稀疏浸染状或细脉状分布于脉石矿物中。部分黄铁矿与方铅矿和闪锌矿紧密共生(图 34),对铅锌选矿有一定影响<sup>[5]</sup>。从黄铁矿电子探针结果可以看出(表 7),该矿区黄铁矿以含砷黄铁矿为主,并且还含有一定量的铜。

表 7 黄铁矿电子探针分析结果<sup>[4]</sup> / %

元素	1	2	3	4	5
S	51.891	48.348	49.538	52.049	50.326
Fe	35.984	37.017	37.574	40.31	38.493
Cu	1.871	2.137	1.96	1.543	2.673
As	4187	6.578	4.823	3.535	3.884
合计	93.932	94.08	93.895	97.436	95.376

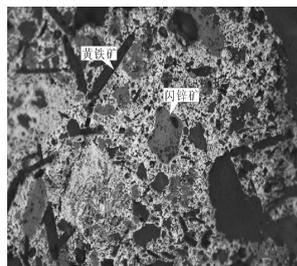


图 3 黄铁矿包裹闪锌矿

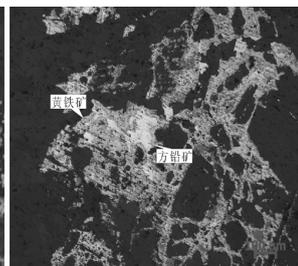


图 4 黄铁矿包裹方铅矿

### 3.4 脉石矿物

矿石中脉石矿物主要为方解石、白云石以及少量的石英等矿物。

碳酸盐是矿石中主要脉石矿物,其在矿石中有两种赋存状态,一种主要为生物碎屑灰岩,其是矿石的主要基岩;另一种主要呈脉状分布,其与铅锌矿化关系紧密。

石英在矿石中含量较低,其在矿石中有两种赋存状态,一种主要呈硅质岩的形式存在,是基岩的一种;另一种主要呈脉状分布,与方解石构成石英方解石脉。

含矿岩性主要为碎裂岩化硅化泥晶含生物屑砂屑灰岩、碎裂岩化白云石化硅化含生物屑泥晶灰岩,方解石脉发育。因此,蚀变类型主要有碳酸盐化(包括白云岩化)、硅化、泥化,其中与矿化关系较密切的主要为硅化,常以石英细脉的形式产出。

### 3.5 矿化特征

常见矿化主要为方铅矿化、闪锌矿化、白铅矿化、菱铁矿化、菱锌矿化等。方铅矿、闪锌矿主要以细脉形式产出;白铅矿化、菱铁矿化、菱锌矿化主要以次生富集的形式沿岩石的层理、节理面或裂隙面产出。矿化强弱与裂隙发育程度有关,裂隙密集且宽时,形成矿脉较多,含矿品位亦较高。

## 4 结语

(1)该矿中主要金属矿物为方铅矿、闪锌矿、黄

铁矿,矿石中铅主要赋存在方铅矿中,锌主要赋存在闪锌矿中。矿石中铅含量为2.10%,锌含量为0.40%,银含量10.8 g/t,是主要的有用元素,其他元素综合利用价值不大。

(2)矿石赋矿围岩为生物碎屑灰岩,容矿构造为碳酸盐脉。矿石中方铅矿、闪锌矿等有用矿物主要呈脉状分布在碳酸盐脉中,矿石中部分黄铁矿形成胶状结构,说明矿石形成温度较低。根据矿石中的结构构造特征,该矿为浅成低温热液型铅锌矿。

(3)方铅矿粒度较细,但由于其解理发育,易于和脉石矿物单体解离,有利于其选矿富集。闪锌矿粒度微细,不利于其单体解离,属于难选矿物。根据闪锌矿粒度特征,建议对该矿细磨,使闪锌矿单体解离<sup>[6]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 周满庚. 工艺矿物学在矿产资源找矿和综合利用中的应用[J]. 矿产综合利用, 2012(3): 7-9.
- [2] 徐国风. 矿相学教程[M]. 武汉: 地质学院出版社, 1986: 118-146.
- [3] 卢静文, 彭晓蕾. 金属矿物显微镜鉴定手册[M]. 北京: 地质出版社, 2010: 114.
- [4] 孙晓华. 多才玛铅锌矿选矿流程试验报告[R]. 西宁: 青海省地质矿产测试应用中心, 2014: 13-14.
- [5] 谢贤. 某难选高硫铅锌矿的选矿工艺试验研究[J]. 矿产保护与利用, 2010(1): 37-40.
- [6] 牛矮生. 新疆某低品位铅锌矿的选矿试验研究[J]. 矿产保护与利用, 2013(4): 20-24.

## 谋求优势互补, 共铸地质矿产新辉煌

日前, 郑州综合所所长冯安生一行赴天津地质调查中心进行交流。郑州综合所所长冯安生、副所长杨友生、地质采矿研究室主任卞孝东、天津地质调查中心主任金若时、副主任张文秦等出席交流座谈会。

座谈会上, 冯安生所长详细介绍了郑州综合所在放射性矿产综合利用方面积累的前期经验和取得的成果, 以及郑州综合所宜阳矿产综合利用野外试验基地情况, 并提出了设想: 郑州综合所将积极参与天津地质调查中心项目, 勘探和开发利用铀、磷、钍等共生矿产; 在宜阳试验基地建设放射性资源试验平台。金若时主任就双方合作提出具体建议: 双方应充分利用宜阳试验基地, 联合申请建立国土资源部“新能源矿产资源重点试验室”; 依托双方优势, 天津中心选取诸如碳硅泥岩型铀等资源规模较大的铀矿地进行勘查, 郑州综合所进行铀矿综合利用评价等。此外, 双方还就合作的细节进行了深入细致的交谈。

本次交流取得了丰硕的成果, 双方达成共识, 将尽快签订“战略合作协议”, 实现双方优势互补, 在放射性矿产方面进行全面合作, 共铸地质矿产新辉煌。