

银矿床氧化带

划分标准

的探讨

□ 李茵 童海方

银矿床氧化带判别标准的回顾

由于我国过去对单独银矿床勘查工作起步较晚,所以完整的以银为主的勘查资料和选(冶)试验研究资料不如其它矿种丰富,以往银主要是作伴生组分,从铜铅锌等矿床中综合回收。因此,对银矿床氧化带的研究甚少,主要是研究银所依附矿床的氧化带。在编制《银矿地质勘探规范(试行)》时,对氧化矿、混合矿与原生矿划分标准未作明确规定,仅对银多金属矿指出“可用与银关系最密切的金属矿物的氧化率来划分”。因此,涉及氧化带的确定,多数银矿是用铜、铅、锌、铁等矿物物相分析资料,并结合一些定性标志,如风化裂隙中氧化矿物的分布范围、地下水位大致确定,而且采用物相分析方法也不统一,尤其是银的物相分析,采用不同分析方法,其结果可大相径庭,即或同一方法,分析各相顺序不同,其结果也相异。

银矿床氧化带类型

鉴于我国银矿床的氧化带皆位于原生带之上,系为硫化矿床氧化带。银矿物在矿石中含量,基本上是微量。在原生矿中,主要是自然银及其金属互化物、银的硫化物和硫盐矿物,与矿

石中金属硫化物关系密切。在氧化带中,银仍以自然银及其金属互化物、银的硫化物与硫盐矿物为主,次为卤化物,并与其在原生矿中硫化物矿物氧化后生成的氧化矿矿物密切相关。

因而,氧化带(矿)类型划分,主要按原生矿中硫(黄铁矿)和主要有价金属元素含量,并考虑其选(冶)技术加工工艺进行分类。

I 硫(黄铁矿)低铅锌银矿,此类型分为两个亚类:

I—1 贫硫(黄铁矿)贫铅锌银矿:本类型为我国银矿主要类型,矿石主要化学成分含量(%):硫小于 3,铅锌之和小于 3。原生矿矿石矿物以黄铁矿为主,次为方铅矿、闪锌矿,有的矿区偶见毒砂及黄铜矿,金属硫化物之和在 7%左右。氧化带中以褐铁矿为主,次为白铅矿、铅矾、铅铁矾、黑锌锰矿、异极矿,少至微量硬锰矿、软锰矿,以及未氧化的硫化物。个别矿区,虽地表与浅部仍以褐铁矿为主,铅的氧化物则以铅铁矾、磷硫铝铁矾、磷硫铅铝矿与磷氯铅矿为主。

I—2 硫(黄铁矿)低铅锌银矿:矿石主要化学成分含量(%):硫一般不大于 15,铅锌之和介于 3~7,含少量铜(<0.5)。原生矿矿石矿物含量(%):黄铁矿一般小于 22,次为闪锌矿、方铅矿,微至少量毒砂和铜的硫化物,其和小于 15。此类型银矿床多伴有铁锰碳酸盐矿化,铁除一部分呈黄铁矿晶出外,则呈菱铁矿,锰呈菱锰矿及含锰方解石、锰白云石,经氧化淋滤在地表及浅部形成铁锰帽型银矿。

II 高硫(黄铁矿)富铅锌银矿:矿石主要化学成分含量(%):硫大于 15,铅锌之和大于 7,铜小于 0.5。原生矿矿石矿物含量(%):以黄铁矿为主,大于 20。次为方铅矿、闪锌矿或(和)铁闪锌矿、车轮矿,少量黄铜矿、黝铜矿及毒砂等到硫化物,其和 15~30。

Ⅲ 银锡多金属矿:矿石主要化学成分(%):锡大于0.2,硫不低于15,铅锌之和大于3,一般多为高硫富铅锌银锡矿。原生矿矿石矿物主要是黄铁矿、白铁矿、磁黄铁矿、闪锌矿或(和)铁闪锌矿、方铅矿,少量毒砂及黄铜矿。

上述两类型,当矿石中含锰较低,铅锌硫化物氧化程度较高时,其氧化带多为以褐铁矿为主的褐铁型氧化矿,有的矿区矿石中褐铁矿含量达70%以上,已基本不见硫化物,或见也小于5%。铅矿物以白铅矿、铅矾、铅铁矾为主,有的矿区以砷铅矿为主。锌的氧化物多以菱锌矿为主,次为皓矾、水锌矿,亦有以异极矿为主。常见微至少量孔雀石或铜的次生硫化物。

Ⅳ 银多金属矿:矿石主要化学成分(%):铜大于0.3,铅锌之和大于3,硫含量波动范围较大。大多为高硫富铅锌,铜大于0.5的银矿石。原生矿矿石矿物为黄铁矿、白铁矿、方铅矿、车轮矿、闪锌矿、铁闪锌矿,铜以黄铜矿为主,次为黝铜矿,有的矿区以黝铜矿为主。铅锌硫化物含量大于10%,铜矿物含量大于1%。矿石或多或少都含砷,主要为毒砂和黝铜矿。氧化带的矿石矿物:当原生矿含锰低时,多为以褐铁矿为主的铅锌氧化矿及孔雀石,少量黑铜矿、赤铜矿和铜的次生硫化物;当含锰较高时,则在地表及浅部形成以褐铁矿为主的铁锰帽型银矿。

Ⅴ 银铜矿:矿石主要物质组分为铜,含量大于0.5%,含少量铅锌,硫含量比较低。由于矿床成因类型不同,矿石矿物组合有所差异,一般为贫硫化物矿石。原生矿为黄铁矿、白铁矿及少量磁黄铁矿,接触交代型矿床则往往有磁铁矿,少至微量方铅矿和闪锌矿。铜矿物以黄铜矿为主,次为斑铜矿、黝铜矿;有的矿区以辉铜矿为主,尚有硒铜矿、硒铅矿等矿物。氧化带的矿石矿物组合多以褐铁矿、孔雀石为主,少量或微量铜的次生硫化物、黑铜矿、赤铜矿及自然铜。

Ⅵ 伴生银矿:我国属于此类型的银矿比较多,以铅锌矿伴生银居多,次是铜矿、铜铅矿、铜铅锌矿。

Ⅶ 铁锰帽型银(金)矿:此类型可分为褐铁矿型、铁锰型、锰型,前者为含铜黄铁矿伴生银(金),后者系硫(黄铁矿)低铅锌银矿与银多金属矿经氧化淋滤,在地表及浅部形成,其铁锰氧化率达80%以上,最高可达95%,已基本不见硫化物,在矿相显微镜下难见到银矿物,选矿界人士称其为“顽银矿石”。

氧化带中银的赋存状态

1. 银的赋存状态

在非铁锰帽型、锰帽型氧化带中,银呈自然银及其金属互化物、硫化银和硫盐矿物,次为以角银矿为主的卤化物,物相分析多为自然银、硫化银、硫化矿物中银,在显微镜下可观察到其嵌布状态。铁锰帽型银的赋存状态,镜下难见到银矿物,经湖南省矿产测试利用研究所、江西省地矿局实验测试中心和冶金部长沙矿冶研究院等研究单位,用电子显微透射(1~1.2万倍镜下)分析、能谱分析、光电子能谱分析、激光光谱多点分析、离子交换、电渗析、盐酸逐步溶解,以及扫描电镜对褐铁矿、硬锰矿、白铅矿的背散射与银、硫面、银、氯、溴面,银、铁、锰面及银、铅面扫描和对-200目占98%的浸渣的电镜扫描(放大1000~3000倍),皆表明褐铁矿与硬锰矿中的银皆为独立银矿物,其粒度微细至次显微银。黏土矿物中银亦非吸附银,而是被包裹的硫化银。在矿相显微镜下已难见到方铅矿,但尚有包裹于白铅矿中的方铅矿。在浸渣中的硬锰矿与褐铁矿中尚包裹有1~3微米粒径的银矿物。

2. 银与其有关元素相关关系

①对李青地矿区全银与全铅、全锌、全铁、全锰的一元回归分析与逐步回归分析,表明银与铅锌正相关,自然银及以辉银矿为主的硫化银之银和硫化物矿物中银与硫化铅、硫化锌正相关,而与黄铁矿不相关。破山矿区银与铅锌正相关,个旧两个矿床银与铅正相关,刁泉银铜矿银与铜正相关。

②铜铅锌品位与其氧化率不相关,银品位

与铜铅锌铁锰氧化率相关。

③褐铁矿之铁与高价氧化锰之锰与其各自氧化率正相关。银与褐铁矿之铁、高价氧化锰之锰正相关。卤化物之银、褐铁矿中银与高价氧化锰中银,三者之和与铅锌铁氧化率相关,与锰氧化率不相关。卤化银之占有率(亦称为银的氧化率)与矿石中金属矿物氧化率不相关。

银的赋存状态对选(冶)回收率的影响

从对单矿物含银测定和物相分析来看,上述各类型银矿,在原生矿中银的载体矿物主要是方铅矿、黄铜矿、黝铜矿、辉铜矿、斑铜矿,次为闪锌矿、车轮矿,再次为黄铁矿。菱铁矿与菱锰矿及含锰碳酸盐矿物,基本不含银。在氧化带中,当金属矿物氧化率不高时,仍以上述矿物为主,以及白铅矿、铅矾、铅铁矾,铜的次生硫化物,如辉铜矿、斑铜矿、铜兰等,在矿相显微镜下可见到银矿物。当矿石中黄铁矿、方铅矿、闪锌矿等硫化物高度氧化时,银的载体矿物主要是褐铁矿、白铅矿、铅矾、铅铁矾及砷铅矿,以及尚包裹于上述矿物中残余的方铅矿等硫化物矿物。当硫(黄铁矿)低铅锌银矿含锰大 1%,银多金属矿含锰大 3%时,在地表及浅部形成铁锰帽型氧化矿,银的载体矿物则以表生铁锰氧化矿物为主。

从对银的选(冶)工艺来看,对原生矿与混合矿多采用浮选工艺。对氧化矿的试验研究以及生产亦有采用浮选工艺,而且银的回收率不低,如十里堡银矿,铅锌氧化率(%)分别为 38.2、21.5,银回收率 92.5%,全泥氰化银浸出率 96.10%;李青地下部矿石,铅锌氧化率(%)分别为 88.04、49.12,银回收率 85.27%,全泥氰化银浸出率 94.53%,可见并非铅锌氧化率高,银回收率而不高。从已统计的 27 个矿区 55 个银矿选(冶)试验研究表明,随着铁锰氧化矿物中银的占有率升高,银的回收率在下降。查干布拉根银矿 1 号矿体,原生矿铅锌氧化率(%)分别为 9.94、7.49,铁锰氧化矿物中银占有率

为 0,银的回收率 95.17%,混合矿铅锌氧化率(%)为 26.31、7.41,铁锰氧化矿物中银占有率 9.09%,银的回收率 91.90%;氧化矿系铁锰帽型,铅锌氧化率(%)为 89.04、99.48,铁锰氧化矿物中银占有率 54.31%,银的回收率 29.29%。分物相考察各相回收率,赋存在铁锰氧化矿物中银,其回收率只有 15.75%,浸出率仅有 9.8%。该物相中银,不但自身难浮难浸,而且尚影响其它物相中银的回收与浸出。

从银的赋存状态考察,难浮难浸的银,主要是铁锰氧化矿物中银、铅铁矾类矿物中银、结合氧化铜中银。褐铁矿型铁帽和褐铁矿型铅锌氧化矿中赋存在褐铁矿中的银并不十分难浸难选,前者如新桥银的浸出率可达 82%,澜沧老厂铅氧化率 91.48%,主要矿石矿物含量(%):褐铁矿 35.26、白铅矿与铅矾之和 7.41,氧化锰矿物仅 0.4,浮选产品为铅精矿含银 1227 克/吨,银回收率 88.30%,富集比较低,仅 6.69。此外,影响银铜铅锌浮选与浸出,尚与矿石结构构造及含黏土矿物多少有关。

银矿氧化带划分原则及标准

划分银矿床(体)氧化带,并圈定与计算矿石量及金属量储量的目的是,为矿产开发与矿山建设设计提供基础地质资料,并据此可以确定矿石的选(冶)工艺,以及其经济价值。

1. 划分原则:应考虑当前银的选(冶)加工技术,也要兼顾不久的将来可能采用的选(冶)加工技术,诸如二氧化硫浸锰-浸锰渣氰化浸银等,以便有利于充分利用银矿资源;标准应是定量的,应以物相分析结果为依据。

2. 划分标准:从有色金山生产,以及做选(冶)试验来看,对混合矿矿石的处理,基本上采用原生(硫化)矿同一工艺流程,只是药剂制度上略有变化。从地质方面来看,矿石矿物仍以硫化物为主,混合带乃是一过渡带,相对较窄,矿石量并不多。银矿选(冶)资料统计表明,主要以浮选为主。难选的矿石,如褐铁矿铁帽型银矿

采用全泥氰化,银锡多金属褐铁矿型铅锌氧化矿采用高温氯化、离析法,铁锰帽型用 SO_2 浸锰-浸锰渣氰化浸银等复杂工艺。决定银的选(冶)工艺主要因素是银的赋存状态。

据上述,银矿床(体)划分两带,即氧化带与原生带。依据27个矿区55个选(冶)试验研究资料所做的铅(铜)回收率与其氧化率、银回收率与铅(铜)氧化率、银回收率与铅(铜)回收率和银回收率与铅锌回收率及其氧化率的一元回归和逐步回归分析结果,建议采用银的赋存状态方案,划分标准:

①贫硫(黄铁矿)贫铅锌银矿:原生带,铅锌氧化率 $<30\%$, (铅铁矾中银+铁锰氧化物中银)占有率 $<15\%$;氧化带,铅锌氧化率 $\geq 30\%$, 前述两项银之和占有率 $\geq 15\%$ 。

②硫(黄铁矿)低铅锌银矿、高硫(黄铁矿)富铅锌银矿、银锡多金属矿:原生带, (铅铁矾中银+褐铁矿中银)占有率 $<15\%$;氧化带, 前述两项之和占有率 $\geq 15\%$ 。当矿石中含锰大于3%时,应加入铁锰氧化物中银。

③银多金属矿:原生带, (褐铁矿中银+结合氧化铜中银+铅铁矾中银)占有率 $<15\%$;氧化带, 前述三项之和占有率 $\geq 15\%$ 。当矿石中含锰大于3%时,应加入铁锰氧化物中银。

④银铜矿:原生带, (褐铁矿中银+结合氧化铜中银)占有率 $<15\%$;氧化带, 前述两项之和占有率 $\geq 15\%$ 。

⑤铁锰帽型、锰帽型银矿:原生带, (褐铁矿中银+铁锰氧化物中银)占有率 $<15\%$;氧化带, 前述两项之和占有率 $\geq 15\%$ 。

有关银的物相分析问题:分析方法有两种,一个是按一般硫化矿测试银物相,此方法又有分析各相顺序之别:一为,硫化银之银→角银矿之银→自然银→硅酸盐矿物中分散银;二为,角银矿之银→自然银→硫化银之银→硅酸盐矿物中分散银。二是银的赋存状态分析方法。例如同一铁锰帽型银矿样的物相分析结果,前一分析方法只有自然银与硫化银之银,分析相序不同,则两个物相之银有异。第二种方法是采用铅锌氧化矿中银的赋存状态分析方法,其结果有自然银、硫化银之银、角银矿之银、铁锰氧化物中结合银之银、褐铁矿中自然银、褐铁矿中硫化银之银、菱锌矿中银。前者自然银与硫化银之银,两者之和占有率100%,而后者只有32.08%,铁锰氧化物中结合银之银占有率高达62.48%,恰是此项银既难选又难氰化浸出。因此,建议采用银的赋存状态方法分析银的物相。(资源局)

(上接第15页)优势,合理利用当地资源,着力开发小城镇工程建设市场,尤其是中西部小城镇市场,形成以小城镇建设市场为依托,以中心城市为重点的市场格局。

专业发展问题。地勘单位的勘察施工企业基本上从事地基与基础工程、工程勘察及隧道工程等少数几个领域业务工作,并且各企业间专业不配套,重复发展,浪费了许多资源,造成企业发展缺乏后劲。针对建筑市场和建筑业企业发展趋势,在近五年左右的时间内,除原有的专业外应着重开发地基与基础工程的其它施工方法,如软基处理、连续墙、房屋病害处理等;并将建筑装饰装修、矿山工程、爆破工程、公路工

程等作为新的经济增长点。在开拓新领域时切忌贪大求快,上一些目前还不具备能力的专业,防止无目的的扩张,造成企业主业不突出,资源分散和浪费,使企业效益下降。在发展专业时,应充分考虑专业的市场前景和人力资源是否充分利用,统筹安排,以现有的地勘局总公司或集团为基础,合理布局各工程勘察施工企业的专业特色,使每个企业都有所专业特长,同时兼顾特长专业延伸领域的覆盖,减少人为因素,按照市场经济规律进行企业规模的扩张,集中有限的资源,突出各企业的主业,使企业在各专业领域中形成相对优势,提高市场占有率。

(工勘办)