

# 内蒙古维拉斯托锡多金属矿床矿石质量及加工技术性能探讨

樊志勇, 胡格吉乐吐

(内蒙古地质勘查有限责任公司, 内蒙古 呼和浩特 010020)

**摘要:**系统总结了维拉斯托锡多金属矿床的矿石质量、矿石类型及矿石加工技术性能特征,初步研究认为该矿区矿石加工技术选用“重—浮重”的工艺流程,该流程能做到资源综合利用及降本增效的目的。

**关键词:**矿石质量;矿石类型;矿石加工技术;锡多金属矿床

**中图分类号:**P618.2(226) **文献标识码:**A **文章编号:**1007—6921(2016)20—0057—02

内蒙古维拉斯托锡多金属矿区行政区划隶属克什克腾旗巴音查干苏木管辖,该矿床为大型斑岩型锡多金属矿床。深部以锡为主,伴生钨、铋、钼等成矿元素的强云英岩化钠长石天河石化石英斑岩型矿体,主要控矿构造北东向压扭性断裂,控矿的主要条件是断裂构造。中部为以锡为主,伴生铜、钨、钼成矿元素的隐爆角砾岩筒型矿体,受隐爆角砾岩筒中构造分布特征控制,形态较复杂。浅部为以锡、钨、钼、铜为成矿元素的石英大脉型、石英网脉型矿体,矿体赋存于北东25°向的“S”型压扭性断裂构造中,严格受构造控制。三种类型矿体在空间上配套相关,主体形成密切相关的大型斑岩型成矿系统。

笔者以内蒙古维拉斯托锡多金属矿床为例,总结斑岩型锡多金属矿床矿石质量、矿石类型及矿石加工技术性能,以期提高对区域锡多金属成矿认识,指导矿石加工技术工作。

## 1 矿石质量

本矿床以原生矿为主,氧化矿石很少,仅有少数矿体局部出露地表,其余均为盲矿体或深藏地下的。且矿区主矿种锡在浅地表主要赋存在锡石中,含矿矿物本身就为氧化物,氧化矿与原生矿划分面对本次矿床评价基本无影响。本次勘探工作将均作为原生矿处理。矿石以Sn为主,部分矿石含Sn的共生体共生的铅、锌、铜、钨、钼多金属矿石。虽然局部矿体以WO<sub>3</sub>、Zn为主,但均不能单独圈出矿体,划分块段,所以也未按单独钨、钼、铜矿石划分,一律按锡多金属矿石处理。

### 1.1 矿石的矿物成分

矿物组合研究主要通过镜下光薄片进行,该矿床中矿物组合较为简单。矿石中矿物种类较多,有价矿物有锡石、闪锌矿、辉钼矿、锡黝铜矿、方铅矿、黄铜矿、黝铜矿等,有害物质有毒砂、黄铁矿和磁黄铁矿等。金属矿物总量为13.5%(详见图1)。矿石中脉石矿物主要为石英、白云母、黄玉、萤石、绢云母、黑云母、绿泥石、角闪石、次闪石等。

### 1.2 矿石的结构构造

1.2.1 矿石结构。该矿床成矿具有多期性,矿石中金属矿物种类较多,金属矿物之间的交代作用十分发育,致使矿石的结构构造比较复杂,石英脉型矿石中常见有半自形晶粒状结构、半自形片状结构、半自

形板条状结构、他形晶粒状结构、交代结构、碎裂结构等结构。石英斑岩型矿石中常见有他形晶粒状结构、半自形晶粒状结构、珠滴结构。

1.2.2 矿石构造。石英脉型矿石主要有、块状构造、稀疏浸染构造、稠密浸染构造、稀疏斑点状浸染构造、斑块状浸染构造、斑杂构造、条带状浸染构造、细脉浸染构造等构造。

石英斑岩型矿石主要有、稀疏浸染构造、星点状浸染构造、稀疏斑点状浸染构造等构造。

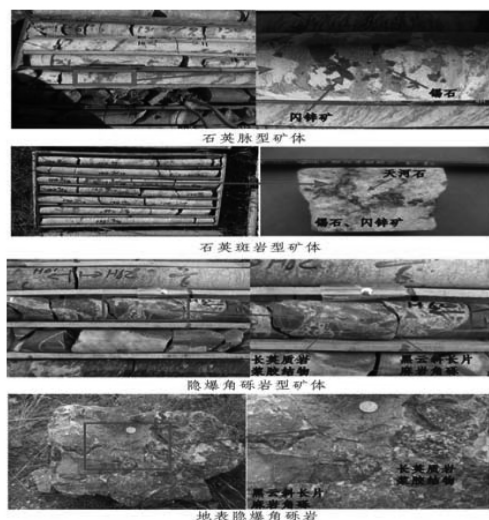


图1 矿石的矿物成分

### 1.3 主要金属矿物粒度、晶粒形态、嵌布方式及赋存状态

1.3.1 锡矿。锡石暗灰色,半自形晶粒状结构,稀疏浸染构造,黄棕红色内反射色,表面具麻点,非均质部分具裂纹,可见双晶,粒度<0.2mm。与闪锌矿、毒砂连生分布,零星与辉钼矿连生(共生)分布。呈聚集体状,聚集体或呈条带(脉)状。石英脉型矿石中锡石以半自形—自形晶粒状和集合体产出,颗粒比较粗大,表面不光滑,斑痕较多;锡石多被闪锌矿胶结。石英斑岩中锡石:暗灰色,半自形柱粒状,非均质,表面具麻点,粒度<1.4mm,零星与闪锌矿连生分布。黄铜矿体中(硫化物矿体)锡石:暗灰色,它形粒状,非均质,粒度<1.3mm,零星与闪锌矿、

收稿日期:2016—06—25

作者简介:樊志勇(1962—),男,蒙古族,大专,副高级职称,现从事矿业开发工作。

胡格吉乐吐(1983—),男,蒙古族,本科,中级职称,现从事地质勘查工作。

黄铜矿、毒砂连生分布。

1.3.2 闪锌矿。闪锌矿在矿石中多以粒状和粒状集合体产出,颗粒较粗,锡石、锡黝铜矿、方铅矿磁黄铁矿、黄铜矿、黄铁矿、毒砂形成紧密连晶。闪锌矿或较大毒砂、锡黝铜矿或被脉石交代呈骸晶状。石英脉中闪锌矿:灰色,半自形—它形晶粒状结构,稀疏浸染构造。不规则状,均质,棕黄色反射色,粒度 $<5\text{mm}$ ,呈聚集体状分布,聚集体或呈星散状分布。与锡石连生。聚集与锡石共生分布。闪锌矿或交代毒砂。或交代锡黝铜矿星散分布。或被脉石交代呈骸晶状。石英斑岩中的闪锌矿:灰色,不规则粒状,均质,粒度 $<3\text{mm}$ ,或交代锡黝铜矿、毒砂星散分布。呈聚集体状,聚集体呈斑点状与锡黝铜矿、方铅矿连生,星散分布。黄铜矿化体(硫化物矿体中)闪锌矿:灰色,它形粒状,均质,粒度 $<1\text{mm}$ ,聚集或星散分布,或交代毒砂。局部与磁黄铁矿、黄铜矿、黄铁矿、毒砂连生分布。

1.3.3 辉钼矿。石英脉中辉钼矿:灰白色,半自形鳞片状,强非均质性,片径 $<0.6\text{mm}$ ,辉钼矿鳞片或呈枝杈状、弯曲状、鳞片或呈弯曲状,星散或聚集分布。聚集体或呈斑点。

1.3.4 黄铜矿。石英斑岩中黄铜矿:淡硫黄色,它形粒状,不规则粒状,弱非均质,粒度 $<0.4\text{mm}$ ,零星分布。零星与闪锌矿连生分布。黄铜矿体中(硫化矿)黄铜矿:淡硫黄色,不规则粒状,弱非均质,粒度 $<1.2\text{mm}$ ,星散状,与磁黄铁矿、毒砂、黄铁矿、闪锌矿连生分布。交代毒砂、磁黄铁矿,黄铁矿,或沿毒砂裂隙、粒间分布。

#### 1.4 矿石的化学成分

该矿床是以 Sn 为主,伴生  $\text{WO}_3$ 、Zn、Mo 的多金属矿床。主要有用金属元素主要为 Sn,其次为  $\text{WO}_3$ 、Zn。矿石中的主要化学成份除 Sn、Zn、Mo 元素外,尚有微量的 Cu、Pb、Ag、W、Bi、Au、Ga、Ge、Rb、S、As 等元素。该矿床矿石中的除 Au、Ge 元素平均达不到综合回收利用指标,其它都可以作为综合利用元素。所以本矿床矿石中 Sn、Zn、Mo、Cu、Pb、Ag、W、Bi、Au、Ga、Ge、Rb 为有益元素,但 S、As 是本矿床矿石中最主要的有害杂质。

#### 2 矿石类型

石英脉型:该类型矿石锡、锌、钼含量较高,锡均达到工业品位以上,部分矿石中锌、钼含量达到工业品位,是维拉斯托锡多金属矿床中最重要、数量最多的矿石类型。其特点为锡石、闪锌矿呈团块状、颗粒状产出,矿化不均匀,蚀变主要为强云英岩化、叶腊石化、碳酸盐化、萤石矿化。矿石颜色为纯白色—灰白色,以脉状—网脉状和块状矿石为主。

石英斑岩型:该类型矿石锡、锌含量较低,为低品位矿石,但均在相应元素最低工业品位之上。位于深部隐伏石英斑岩体与黑云斜长片麻岩接触带附近,在石英斑岩体顶部呈透镜状产出。矿石中锡石、闪锌矿以星点状产出,普遍具云英岩化、钠长石化、黄玉矿化、天河石化。矿石颜色为灰白—灰绿—灰红色,以块状矿石为主。

隐爆角砾岩型:该类型矿石锡、锌、钼、铜含量较低,为低品位矿石,也可能只为矿化体。部分少量矿石中元素含量可达到最低工业品位之上。矿石位于石英斑岩顶部,角砾以黑云斜长片麻岩为主,石英闪

长岩为辅,胶结物为长英质岩浆热液,石英和云母较发育,整体发生云英岩化,锡、钼、铜矿化分布不均匀,以星点、颗粒状为主,局部较富集呈团块状。矿石颜色为灰色—灰绿—灰黄色,以块状矿石为主。

#### 3 矿石加工技术性能探讨

##### 3.1 原矿性质研究

通过原矿性质研究结果表明,矿石中具有工业回收价值的主要元素有锡、钨、锌、钼、铋、铅、硫、银和铜也具有综合回收价值。该矿石主要具有以下特性:①锡的 96.65% 以锡石形态存在,锡石的结晶粒度以粗粒为主的粗细不均匀嵌布。当原矿碎至 $-1.4\text{mm}$ 时,锡石综合解离度达 85.21%;原矿磨至 $-0.25\text{mm}$ 时,锡石综合解离度达 99.33%。因此,在原矿碎至 $-1.4\text{mm}$ 的条件下,可选用适当工艺选出大部分粗粒锡石,有利于提高锡的选矿回收率。②原矿中硫化矿含量仅占 3.18%,而且硫化矿物种类多而复杂,选矿分离难度较大。③硫化矿中毒砂含量较高,会在一定程度上影响硫化矿的精矿产品质量。

##### 3.2 “重—浮—重”选矿工艺流程探讨

①原矿磨至 $-1.4\text{mm}$ ,采用分级、螺旋溜槽选别获得锡粗精矿,锡粗精矿采用台浮摇床回收大部分粗粒锡石和黑钨矿,获得钨锡混合精矿,以尽可能减少已经单体解离的锡石在磨矿过程中的过粉碎,利于提高锡的回收率。②前重尾矿可以适当细磨至 $-0.15\text{mm}$ 先进行硫化矿浮选,硫化矿浮选流程为:钼铋等可浮获得钼铋混合精矿,然后锌硫混浮获得锌硫混合精矿、浮选尾矿。钼铋混合精矿浮钼抑铋,获得钼精矿和铋精矿。锌硫混合精矿浮锌抑硫获得锌精矿和分离尾矿。③浮选尾矿采用重选获得钨锡混合精矿,细泥采用微细泥摇床获得低度锡精矿,并进行圆盘选矿机对比试验。④前重和后重钨锡混合精矿合并,采用筛分,粗粒再磨至 $-0.2\text{mm}$ 和 $-0.4\text{mm}$ 两个粒度,采用高梯度磁选获得锡精矿和钨精矿。

#### 4 结束语

试验结果表明“重—浮—重”流程的指标相对较好,根据矿石质量及矿石类型的研究,笔者认为该矿床矿石加工技术采用“重—浮—重”选矿工艺流程最为合理。

#### [参考文献]

- [1] 内蒙古自治区地质矿产局. 内蒙古自治区岩石地层[M]. 北京:地质出版社,1996.
- [2] 内蒙古自治区地质矿产局. 内蒙古区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1996.
- [3] 林强,葛文春,吴福元,等. 大兴安岭东部侏罗纪花岗岩质岩石的锆石 U—Pb 年龄、地球化学特征及成因[J]. 岩石学报,2007,(2):461~480.
- [4] 陈国勇,邹建波,谭华,等. 黔西北地区铅锌矿成矿规律探讨[J]. 贵州地质,2008,25(2):86~94.
- [5] 李振祥,周福华,崔栋,等. 内蒙古道伦达坝铜多金属矿床地质特征及成因初探[J]. 地质与资源,2009,(1):27~30.
- [6] 张健,李晓海,郑月娟,等. 内蒙古扎鲁特地区上二叠统林西组古盐度分析[J]. 地质与资源,2013,(6):471~483.