文章编号:1006-544X(2004)03-0269-04

甘肃小柳沟铜钨矿床矿石特征

周继强

(甘肃有色地质勘查局四队, 甘肃 张掖 734012)

摘要:从矿石研究入手,论述了矿床的矿石类型、组构、成分以及有用组分赋存状态、连生矿物镶嵌类型。小柳沟铜钨矿床矿石类型以矽卡岩型为主,矿石成分较简单,矿石矿物主要为白钨矿,含量2.34%,粒度多在1~3 mm;次为黄铜矿和黄铁矿。矿石有用组分以钨为主,其中 $w(\text{WO}_3)$ 1.879 5%, $w(\text{Cu})$ 0.245%, $w(\text{S})$ 1.162%,连生矿物间以平直毗连镶嵌为主,其嵌布均匀度白钨矿52.6,黄铜矿43.9,黄铁矿41.0,均属较均匀嵌布,易选矿石。

关键词:铜钨矿床;矿石类型;镶嵌类型;小柳沟;甘肃

中图分类号: P618.670.4

文献标识码: A^①

小柳沟铜钨矿床位于甘肃省肃南县境内。该矿床自20世纪90年代初发现,目前已具大型、超大型规模。矿区处于北祁连沟-弧-盆系元古代朱龙关群裂谷带中^[1]。区内出露地层主要为长城系朱龙关群,以含铁碎屑岩、碎屑岩、火山岩夹碳酸盐岩为特征。矿体多呈陡倾斜似层状或透镜状,矿床成因属火山喷发沉积-岩浆热液改造型。成矿期为加里东晚期,成矿温度210~350℃^[2]。

1 矿石类型

1.1 矽卡岩型矿石

该类型多出现在矽卡岩化灰岩中。主要有稠密浸染状、条带状白钨矿、黄铜矿矿石;浸染状及稠密浸染状白钨矿矿石;白钨矿辉钼矿矿石;锡石白钨矿矿石等。其中以稠密浸染状白钨矿为主,该矿床主要矿体几乎全为此类型矿石,且钨矿品位较富,最高品位(WO_3)可达10%^[3,4]。

1.2 蚀变千枚岩型矿石

多见于云母角闪片岩、含碳绢云母千枚岩中,其矿石又可分为稀疏浸染状白钨矿矿石,白钨矿辉钼矿矿石,石英-白钨矿矿石及辉钼矿细脉状矿石。在矿床中分布广泛,其重要性仅次于矽卡岩型矿石。

2 矿石组构

2.1 矿石构造

浸染状构造:系最重要的矿石构造,包括星散浸染状、稀疏浸染状、浸染状及稠密浸染状。系由白钨矿、黄铜矿、黄铁矿及其他硫化物的集合体浸染于脉石矿物中而构成,通常在石英脉型矿石中主要是浸染状或稀疏浸染状,稠密浸染状构造只见于矽卡岩型矿石,而且局限于部分地段有白钨矿、黄铜矿及黄铁矿同时富集的矿石中。

斑杂状构造:相对较少见,主要由较粗粒和较细粒的白钨矿及硫化物相对集中分布而构成,一般仅见于石英脉型矿石和矽卡岩型矿石中。

细脉状构造:较常见,主要由细粒黄铁矿集合体沿岩石劈理、裂隙充填交代与白钨矿集合体呈细脉状产出。多见于蚀变千枚岩型和矽卡岩型矿石。

假象条带状构造:系一种特殊的矿石构造类型,仅见于蚀变千枚岩型矿石,系由细粒黄铁矿集合体沿一组密集的劈理充填交代,并在劈理间浸染而构成,由于黄铁矿的含量较悬殊,状似平行条带交互分布。

团块状构造:较为少见,主要出现于多组较密

① 收稿日期:2003-10-23

基金项目:国土资源部中国地质调查局国土资源大调查项目(200010200151)

作者简介:周继强(1969-),男,工程师,研究方向:岩石学及矿物学。

集的石英脉穿插矽卡岩的部位,由白钨矿和硫化物集中富集而构成。

块状构造:相对少见,仅限于矽卡岩型富矿体中,由粗粒白钨矿构成块状白钨矿矿石,由黄铁矿、黄铜矿构成块状铜矿石。

2.2 矿石结构

相对矿石构造而言,矿石结构较复杂,包括多种矿石结构类型。

半自形-它形粒状结晶结构:系主要矿石结构类型,白钨矿多见半自形晶,亦可见部分呈自形晶或它形晶,黄铜矿几乎都为它形晶结构,晚期黄铁矿主要呈它形晶结构,早期黄铁矿虽多为自形、半自形粒状,但系再结晶产物。

自形-半自形粒状结晶结构:较为常见,主要出现于蚀变千枚岩型矿石,早期呈现细脉状或浸染状的微细粒黄铁矿,后期再结晶成外形较好的自形晶或半自形晶,但其内部往往包裹有大量不规则状分布的非金属矿物(细粒石英),此外也可见白钨矿呈自形-半自形晶产出。

包含结构:较为少见。白钨矿和黄铁矿均包含不规则状黄铜矿。

交代溶蚀结构:常见类型,由较晚形成的矿物沿先形成的矿物边缘及裂隙交代溶蚀的结果,由此反映的金属矿物生成顺序是早期黄铁矿-白钨矿-辉钼矿-辉铋矿-晚期黄铁矿-毒砂-黄铜矿-闪锌矿-方铅矿。

交代残余结构:较为少见,系交代溶蚀作用的极端类型。主要见白钨矿被黄铁矿或黄铜矿强烈交代呈现孤岛残留,黄铁矿被黄铜矿交代呈孤岛状或破布状残留。

定向乳滴状结构:较少见。固溶体分离产物,由黄铜矿在闪锌矿中呈定向乳滴构成,几乎所有的闪锌矿都含有定向乳滴状黄铜矿。

3 矿石成分

3.1 矿石化学成分

根据一综合矿石样品化学物相分析和微量元素分析结果,主要化学成分(w_B)按含量的多寡依次为:SiO₂ 54.21%, Al₂O₃ 10.71%, Fe₂O₃ 8.24%, CaCO₃ 6.08%, MgO 3.42%, CaF₂ 3.17%, WO₃ 1.90%, K₂O 1.28%, Na₂O 0.096%, P₂O₅ 0.04%。微量元素分析结果:S 1.16%, Cu 0.247%, Mo 0.008%, Bi 0.0244%, Au

$<0.1 \times 10^{-6}$, Ag 7.52×10^{-6} , Co 0.001%, Ba 0.08%。根据光谱分析结果及矿石物相分析,有用金属组分除钨外,铜、钼的含量较高,综合回收意义较大,银、金具有一定的综合利用价值。其他金属组分含量都很低,综合回收意义不大。

3.2 矿石矿物成分

根据详细的光学显微镜鉴定,并配合扫描电镜分析,以金属矿物为重点,查明矿石的矿物成分如表1。矿石的矿物组成较为简单,金属矿物的主体是白钨矿,其次为黄铜矿和黄铁矿,它们是工业利用的主要对象。其余金属矿物十分稀少,含量微不足道。

表1 小柳沟铜钨矿床矿石矿物组成

Table 1 Composition of ore in Xiaoliugou Cu-W ore deposit		
矿物类型	金属矿物	非金属矿物
主要矿物	白钨矿	石榴石、石英、方解石
次要矿物	黄铜矿、黄铁矿	透辉石、透闪石、萤石、长石、绿泥石、绢云母、绿帘石
少量矿物	闪锌矿、方铅矿、毒砂、辉铋矿、辉钼矿、菱铁矿、斑铜矿、磁黄铁矿	硅灰石、白云石、高岭石

白钨矿:呈星散状、浸染状、斑点状或微细脉状产出,粒度和形态往往随着矿石组分情况而变化,石英脉型者多呈半自形晶产出,粒径普遍较大,一般1~3 mm,个别可达5 mm。矽卡岩型者多呈现它形粒状,部分呈现半自形粒状,粒径范围较大,多介于2~0.1 mm,蚀变千枚岩型粒径相对较小,分布也很稀少,粒径在0.10 mm以下,多呈它形粒状或细脉状。

黄铜矿:呈星散状、浸染状、不规则脉状产出,主要见于矽卡岩型矿石中,少量见于石英脉型及蚀变千枚岩型矿石;多呈它形粒状或不规则状产出,少数在闪锌矿中呈乳滴状分布,粒度变化范围大,闪锌矿中呈现乳滴状者一般 $<20 \mu\text{m}$,其他0.5~0.01 mm;据扫描电镜能谱分析结果,通常含微金,最大点含量达1.16% (表2),但万倍扫描电镜下未见金矿物。

黄铁矿:呈细脉状、星散状和浸染状产出,主要见于蚀变千枚岩矿石中,部分于矽卡岩型矿石,少量于石英脉型矿石中,呈浸染状、星散状产出者多呈半自形粒状。扫描电镜能谱分析结果(表2)表明,其一般含微量金,最高点含量可达1.20%,但万倍扫描电镜下未见金的独立矿物。

表2 部分金属矿物扫描电镜能谱分析(点分析)结果

Table 2 Results of scanning electron microscope microanalysis of minerals

样号	矿物	主要成分及金含量/%
1-1	黄铁矿(Ⅰ)	S 54.35, Fe 45.65, Au 0.00
3-6	黄铁矿(Ⅰ)	S 53.13, Fe 46.87, Au 0.00
2-1	黄铁矿(Ⅱ)	S 54.35, Fe 45.46, Au 0.19
5-1	黄铁矿(Ⅱ)	S 56.54, Fe 42.54, Au 0.92
5-2	黄铁矿(Ⅱ)	S 56.20, Fe 42.92, Au 0.88
3-1	黄铁矿(Ⅱ)	S 53.78, Fe 45.02, Au 1.20
2-1	白钨矿	W 83.89, Ca 16.11, Au 0.00
2-4	白钨矿	W 83.69, Ca 16.31, Au 0.00
2-2	黄铜矿	S 36.56, Fe 29.77, Cu 33.67, Au 0.00
2-2	黄铜矿	S 36.50, Fe 29.68, Cu 33.55, Au 0.27
2-3	黄铜矿	S 36.62, Fe 29.68, Cu 33.14, Au 0.26
3-2	黄铜矿	S 35.46, Fe 29.86, Cu 33.42, Au 1.16
3-4	辉铋矿	S 19.04, Bi 80.96, Au 0.00
3-5	辉铋矿	S 18.69, Bi 81.31, Au 0.00
3-3	毒砂	S 21.21, As 41.23, Fe 37.55, Au 0.00

分析单位:有色金属西北矿产地质研究所测试中心,1998

闪锌矿:主要见于矽卡岩型矿石中,极少量分布于蚀变千枚岩型和石英脉型矿石中,呈不规则粒状产出,常与黄铜矿共生,一般在闪锌矿内部见黄铜矿乳滴,有时亦可见黄铜矿中有羽毛状、十字状闪锌矿存在,闪锌矿粒径多在0.5~0.05 mm。

方铅矿:主要见于矽卡岩型矿石中,呈不规则粒状产出,通常与闪锌矿、黄铜矿共生,粒径一般<0.3 mm。

辉铋矿:主要见于石英脉型和矽卡岩型矿石中,一般呈不规则状沿白钨矿边缘及裂隙充填,部分与其他硫化物共生,粒径一般<0.1 mm。

辉钼矿:罕见于矽卡岩型矿石中,一般呈不规则状与其他硫化物共生,粒径通常<0.1 mm。

毒砂:罕见于石英脉型和矽卡岩型矿石中,多呈半自形粒状,在石英脉内呈星点状分布或嵌布于其他硫化物中,扫描电镜能谱分析表明其不含金(表2)。

斑铜矿:罕见于矽卡岩型矿石中,与黄铜矿共生,呈现不规则状,粒径均<0.1 mm。

4 有用组分赋存状态及其镶嵌关系

4.1 赋存状态

根据对1号矿体所取的选矿试样分析研究表明,矿石密度为3.28 t/m³,又取各被测矿物的理论密度均值:白钨矿6 t/m³,黄铜矿4.2 t/m³,

黄铁矿5.1 t/m³,由此计算出各矿物的质量分数分别为:白钨矿2.34%,黄铜矿0.71%,黄铁矿1.71%;进一步将其按理论成分换算成有用组分Cu, WO₃, S的质量分数,可得Cu=0.245%, WO₃=1.879 5%, S=1.162 1%。矿石中的铜主要赋存于黄铜矿中,以其它形式存在者为0.49%,可能存在于极微量的斑铜矿中;钨主要赋存于白钨矿中,以其它形式存在者约为0.56%;而硫则基本上分布于黄铁矿和黄铜矿中。

4.2 常见连生矿物的镶嵌类型

白钨矿-石英:最常见二者以平滑规则的接触界面连生,构成平直毗连镶嵌;有时可见白钨矿包裹微细粒石英自形晶或石英包裹微细粒白钨矿半自形晶,构成包裹镶嵌;偶尔可见白钨矿呈细脉穿插石英或石英呈现细脉穿插白钨矿,构成细脉镶嵌。依显微镜下统计大致判断,3种镶嵌类型的比例约为75:20:5。

白钨矿-矽卡岩矿物:主要为参差毗连镶嵌;其次可见白钨矿沿矽卡岩矿物粒间交代而包裹这些矿物,构成包裹镶嵌;有时可见白钨矿沿矽卡岩矿物集合体微细裂隙充填构成细脉镶嵌,三者的大致比例依次为70:20:10。

白钨矿-方解石:通常为平直毗连镶嵌,有时可见方解石呈细脉状穿插于白钨矿中,构成细脉镶嵌,这种镶嵌类型不足5%。

白钨矿-黄铜矿:主要为比例相近的平直或参差毗连镶嵌,少数可见黄铜矿包裹或呈细脉状穿插于白钨矿中,而构成包裹镶嵌(<10%),或细脉镶嵌(<10%)。

白钨矿-黄铁矿:由于黄铁矿存在2个世代,它们的镶嵌关系比较复杂,白钨矿与早期黄铁矿主要是参差毗连镶嵌或包裹镶嵌(黄铁矿被白钨矿包裹),白钨矿与晚期黄铁矿除参差毗连镶嵌或平直毗连镶嵌外,还常见包裹镶嵌(黄铁矿包裹微细粒白钨矿)和细脉镶嵌(黄铁矿呈现细脉状)。

白钨矿-辉铋矿或辉钼矿:主要为平直毗连镶嵌,偶见细脉镶嵌(硫化物呈细脉状)。

黄铜矿-石英:主要呈现参差或平直毗连镶嵌(参差毗连镶嵌更常见),其次为细脉镶嵌(黄铜矿呈细脉状),偶有包裹镶嵌(石英被包裹)。

黄铜矿-方解石:直接嵌连者较少,主要为参

差毗连镶嵌,有的见细脉镶嵌(方解石呈细脉状)。

黄铜矿-矽卡岩矿物:直接嵌连者主要包括黄铜矿-石榴石、黄铜矿-透闪石、黄铜矿-硅灰石。黄铜矿-石榴石主要呈参差毗连镶嵌,部分为细脉镶嵌(黄铜矿呈细脉状);黄铜矿-透闪石主要呈毗连镶嵌;黄铜矿-硅灰石主要呈平直毗连镶嵌,系由黄铜矿沿纤维状、放射状硅灰石粒间充填而成。

黄铜矿-绢云母或绿泥石:直接镶嵌为主,其次为包裹镶嵌(二者互为包裹),少数细脉镶嵌(黄铜矿呈细脉状)。

黄铜矿-闪锌矿:参差毗连镶嵌和包裹镶嵌,包裹镶嵌者主要是黄铜矿呈现乳滴状定向分布于闪锌矿中。

黄铜矿-其他硫化物:因辉钼矿、辉铋矿、毒砂和方铅矿都很少见,故它们与黄铜矿连生不常见到,所见者除参差毗连镶嵌外,尚有包裹镶嵌,且多为黄铜矿包裹这些硫化物。

黄铁矿-石英:主要呈参差或平直毗连镶嵌(黄铁矿细脉中),部分包裹镶嵌(黄铁矿包裹不规则状石英),有时见细脉镶嵌(黄铁矿呈现细脉状)。

黄铁矿-矽卡岩矿物或长石:常见者包括黄铁矿-石榴子石、黄铁矿-透辉石、黄铁矿-长石,一般以参差毗连镶嵌常见,部分为细脉镶嵌(黄铁矿呈现细脉状),有时可见包裹镶嵌(互为包裹)。

黄铁矿-方解石:参差或平直毗连镶嵌常见,有时见包裹镶嵌。

黄铁矿-绿泥石或绢云母:以参差或平直不等粒毗连镶嵌常见。

黄铁矿-辉钼矿或辉铋矿:难见,多为参差

毗连镶嵌。

黄铁矿-闪锌矿或方铅矿:难见,多为参差毗连镶嵌,有时为包裹镶嵌(黄铁矿被包裹)。

4.3 嵌布均匀程度

为充分反映矿物的空间分布特性,以嵌布均匀度来表示嵌布均匀性:

$$\text{嵌布均匀度} = (\text{见矿单元数} / \text{统计单元数}) \times 100$$

在720个统计单元中,白钨矿见矿单元数为378,黄铜矿为316,黄铁矿为295,由此得出它们的嵌布均匀度分别为52.6,43.9和41.0,都属于较均匀嵌布。

5 结 语

小柳沟铜钨矿床矿石类型以矽卡岩型为主,蚀变千枚岩型为辅;矿石成分较简单,金属矿物的主体是白钨矿,其次为黄铜矿和黄铁矿;白钨矿粒度多在1~3 mm之间,少数较细小,矿石有用组分以钨为主,主要赋存在白钨矿中;连生矿物间以平直毗连镶嵌为主,嵌布程度均匀,属易选矿石。

参考文献

- [1] 安涛,周继强.甘肃小柳沟钨多金属矿地质特征及成矿模式[J].甘肃地质,2002,11(2):54-66.
- [2] 周廷贵,周继强.甘肃小柳沟铜钨多金属矿床地质地球化学特征[J].桂林工学院学报,2000,20(2):132-136.
- [3] 周廷贵,周继强,刘芳.小柳沟铜钨矿区矿化特征及找矿方向[J].地质找矿论丛,2001,(4):252-256.
- [4] 张胜业,魏庆林,周继强.甘肃小柳沟钨矿床找矿地质条件及找矿标志[J].桂林工学院学报,2001,21(4):328-333.

Characteristics of Xiaoliugou Cu - W ore deposit

ZHOU Ji-qiang

(Team 4 of Gansu Nonferrous Geological Prospecting Bureau, Zhangye 734012, China)

Abstract: It is introduced about the type of ore, fabric, composition and the regime of existence of useful constituent and the mosaic type. The type of Xiaoliugou Cu - W ore deposit is formed prior to skarn type, the ore composition is simple. The principal part of metal mineral is scheelite, and the size of grain of scheelite is always between 1 ~ 3 mm. The useful ore group is prior to tungsten, $w(\text{WO}_3)$ 1.879 5%, $w(\text{Cu})$ 0.245%, $w(\text{S})$ 1.162%. The average location is within the connection of minerals, the rate of inserting scheelite 52.6, chalcopyrite 43.9, and pyrites 41.0, benefif for ore selection.

Key words: Cu - W ore deposit; ore type; mosaic type; Xiaoliugou; Gansu