哈密玉峰砂卡岩型铅锌矿床“三位一体”找矿预测模型构建

孙海微

新疆维吾尔自治区有色地质勘查局七〇四队

DOI:10.32629/gmsm.v3i2.589

[摘要] 玉峰铅锌矿床位于新疆哈密市双井子乡。该矿床主要矿体的产出严格受花岗闪长斑岩外接触带的石榴子石砂卡岩控制,在野外观察、岩矿鉴定、岩石全分析等综合研究的基础上,总结了矿区地质特征、矿床特征、主要元素特征,认为玉峰铅锌矿成矿地质体具富硅、高分异特征、铝不饱和、准铝质到弱过铝质及弧岩浆岩特征。初步建立了玉峰砂卡岩型铅锌矿床“三位一体”找矿预测模型及找矿标志,通过分析认为该区找矿潜力较大。

[关键词] 砂卡岩; 铅锌矿床; 三位一体; 预测模型

玉峰铅锌矿是新疆有色704队2019年新发现的一处砂卡岩型矿床,工作程度较低,前期研究多集中于矿床地质特征方面,对其成矿规律及找矿预测等的研究很少,本文通过对成矿地质体及砂卡岩带进行了详细的野外地质观察和室内化学分析测试,初步建立了玉峰砂卡岩型铅锌矿床的“三位一体”找矿模型,对其成矿远景进行了分析,为今后进一步研究区域内砂卡岩型铅锌矿床成矿规律与找矿预测提供新的资料。

1 区域地质

玉峰金矿位于南天山-红柳河缝合带,马庄山弧后盆地内,在地理位置上位于河西走廊以北,东北与蒙古接壤,南与甘肃邻。区域成矿单元划属卡瓦布拉克-星峡Fe-Pb-Zn-Au-Ag-Cu-Ni-Cr矿带。区域地层主要为下元古界刘家泉岩组、长城系约飞井组、蓟县系沙子井组、泉东山组、石炭系狼泉组及第四系。该区域分布于沙泉子深大断裂与尖山子深大断裂之间,受其影响次级构造极为发育,其中北东向构造最为发育,次为近东西向,北西向断裂再次之。区域岩浆岩活动极为发育,具有长期性、多期次的特点,较集中在海西期和加里东期,海西期随着地壳运动的活跃,岩浆运动空前广泛,火山活动持续时间也较长,主要为石炭纪中酸性火山喷发活动和大规模的中酸性岩侵入,含金石英斑岩多为该时期形成。同时期的花岗侵入岩以岩基、岩株形式广泛侵入,岩石类型多样,以二长花岗岩最为发育,为多期次岩浆产物。

2 矿区地质

矿区出露地层主要为晚古生界下石炭统狼泉组,为一套区域变质岩,局部夹浅变质岩、碳酸盐岩等,岩性主要为变泥质粉砂岩、透辉绿帘角岩、透闪绿帘角岩夹大理岩。构造以北西向为主,多被后期岩脉充填。岩浆岩主要为花岗闪长斑岩。矿体主要产于花岗闪长斑岩体南侧接触带的石榴子石砂卡岩内。

砂卡岩呈不规则脉状、透镜状及似层状,圈出4条,长100~596m,宽1~38m,断续出露,产状 $320^{\circ}\sim 37^{\circ}$ $\angle 60^{\circ}\sim 75^{\circ}$ 。岩石呈暗灰色、黄绿色,粒状变晶结构、斑杂状构造,主要矿物成分为石榴石、方解石、石英,少量绿帘石、透辉石等。石榴石呈黄绿色,为钙铝榴石,颗粒粗大,粗者粒径大于5.0mm,正高突起;方解石呈不规则粒状,粗细不均,粒径0.1~1.0mm,颗粒边界不平整;石英多呈小于0.15mm粒状,颗粒中富含极其细小的包裹体。透辉石呈短柱状、粒状,粒径多小于0.3mm。绿帘石呈细小柱状、少见。

矿石矿物以方铅矿和闪锌矿为主。方铅矿呈它形粒状集合体,显微镜下常见三组解理相交而呈黑三角孔。白铅矿沿颗粒周边或解理缝交代,部分颗粒可见方铅矿残留;部分颗粒完全被白铅矿替代,局部保留形成交代假像结构。方铅矿、白铅矿集合体断续相连成细网脉状。闪锌矿呈不规则粒状,具浅黄色的内反射色,与方铅矿、白铅矿紧密伴生。

3 “三位一体”模型基本要素

玉峰铅锌矿体产于花岗闪长斑岩外接触带的石榴子石砂卡岩内,严格受其控制,矿体呈透镜状、似层状产出,为典型的砂卡岩型矿床。结合前期工作,对构建该矿床“三位一体”模型的三个主要要素分析如下。

3.1 成矿地质体

铅锌矿体产于矿区北部花岗闪长斑岩外接触带,据此认为成矿地质体为花岗闪长斑岩。该岩体地表出露长度约3.7km,宽400~1400m,呈北东走向的带状,其南接触带北倾。

灰绿色,变余花岗斑状结构、块状构造,斑晶约占28%,主要为斜长石、角闪石。其中斜长石呈半自形-自形宽板状,绿帘石化及绢云母化发育,晶体多混浊不清,不洁净,部分颗粒可见正环带结构;局部多颗粒聚集在一起形成聚斑结构。角闪石呈较自形,沿颗粒周边或解理、显微裂纹被细小的黑云母、绿帘石替代,角闪石仍可见残留,原来的轮廓亦保留较完好。基质约占72%,其矿物成分包括:斜长石45%、石英20%、钾长石10%、角闪石5%、黑云母10%、绿帘石8%。

花岗闪长斑岩常量元素中 SiO_2 含量为58.64%~64.29%,全碱($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)含量中等(5.86%~6.94%), K_2O 含量2.43%~3.03%, Al_2O_3 含量为13.94%~16.05%, TiO_2 含量0.60%~0.75%, MgO 含量较低(2.20%~4.04%);样品QFX-8的 Mg^* 值为63,其余4件样品 Mg^* 值44~49,均为高钾钙碱性系列。同时, TiO_2 含量(平均0.68%)低于大陆裂谷碱性玄武岩 TiO_2 平均值(2.2%)和钙碱性岩系列安山岩平均值(1.16%),与岛弧区钙碱性火山岩(0.58%~0.85%)相似,并具接近典型岛弧火山岩(Al_2O_3 为13.94%~16.05%)的 Al_2O_3 含量(平均15.50%),显示出弧火山岩特征。

砂卡岩化花岗闪长斑岩的CIPW计算结果显示,4个样品含石英分子在14.07%~20.99%;透辉石分子含量不均,其中QFX-7几乎不含透辉石分子(0.48%),而QFX-8富透辉石分子(17.69%),另外3个样品透辉石分子含量接近(2.72%~4.93%);5件样品均含有紫苏辉石分子(6.66%~10.55%)。

3.2 成矿构造及成矿结构面

(1)成矿构造。受沙泉子断裂影响,次级构造影响,矿区北东向构造控制岩体、地层展布,北西向控制脉岩走向,同时,少量的砂卡岩直接受北东向断裂构造及层间构造控制。

(2)成矿结构面。玉峰铅锌矿成矿结构面为花岗闪长斑岩外侧岩体接触带,其控制了砂卡岩带赋存位置及形态,矿区目前砂卡岩带控制连续长大于1000m,其形态呈不规则似层状,走向上随着岩体界线弯曲而变化,倾向上呈似层状及“U”形,其厚度大的砂卡岩多赋存于岩体转折部位,同时也是成矿有利部位。

3.3 成矿作用标志特征

(1) 矿化样式及矿石结构。目前玉峰石榴子石矽卡岩带圈出了4个铅锌矿体, 矿体长44~148m, 真厚度1.22~9.81m, 矿体形态均为北倾的似层状、透镜状。矿区的整体矿化以锌为主, Zn平均品位0.56%~5.94%; 铅矿化以共生状态存在, Pb平均品位0.06%~0.85%, 且矿化也相对分散一些, 多为伴生银, Ag平均品位可达7.66~23.4g/t。铅锌矿石结构主要为它形粒状结构, 构造以细网脉构造及星点状构造为主。

(2) 矿化期及矿化阶段。根据已有的铅锌矿石及矽卡岩手标本和显微研究, 将本矿床的热液成矿过程划分为5个阶段: A. 干矽卡岩阶段, 以石榴子石-透辉石为标志。B. 湿矽卡岩阶段, 以绿帘石、透闪石为标志。C. 氧化物阶段, 以磁铁矿为标志矿物, 少量赤铁矿。D. 石英-硫化物阶段, 以石英-闪锌矿-方铅矿-黄铁矿等硫化物细脉为标志, 是铅锌矿化发育的主要阶段。E. 碳酸盐阶段, 以方解石为标志, 基本无矿化。

(3) 成矿物质来源。前文矿床地质的研究已经表明, 玉峰铅锌矿具有典型矽卡岩型矿床的蚀变与矿化特征, 因此, 其成因类型应属于矽卡岩型矿床。而已有大量的矽卡岩型铅锌矿床的同位素、元素地球化学研究证明, 该类型矿床的成矿物质与热液来源与深部岩浆作用密切相关。同时, 该矿区地球化学异常显示: 铅锌异常主要集中分布于岩体接触带附近及热液蚀变部位, 花岗闪长斑岩体及地层内部异常较弱, 这也显示了该矿床为与岩浆有关的热液成因。综上, 本文认为玉峰铅锌矿床的成矿物质应为深部来源。

4 找矿预测模型及成矿远景

4.1 找矿预测地质模型

通过对勘探区矽卡岩型矿床成矿地质体、成矿构造与成矿结构面以及成矿作用特征标志的分析, 结合区域矿产地质资料和矽卡岩类型对矿区矽卡岩型矿床建立找矿模型, 见表1。

表1 玉峰铅锌矿“三位一体”找矿预测地质模型简表

找矿预测模型要素	主要标志	特征
成矿地质体	岩体形态	岩株
	形成时代	石炭世
	岩石类型	花岗闪长斑岩
	岩石化学	高钾钙碱性系列
	矿体空间位置	平面上推测距岩体小于100米
成矿构造与成矿结构面	围岩	角岩、大理岩
	大地构造	南天山-红柳河缝合带
	控矿构造系统	侵入岩体构造系统
	成矿结构面类型	接触带界面、层间断裂界面
成矿作用特征标志	矿体就位有利部位	侵入体转折端、凸凹处
	典型矿物组合	闪锌矿、方铅矿、白铅矿、黄铁矿、磁铁矿
	蚀变类型	绿帘石化、矽卡岩化、角岩化、绿泥石化
	蚀变分带	由岩体向外: 绿帘石化→矽卡岩化→角岩化
	成矿物质来源	岩浆热液为主

4.2 找矿标志

基于上述, 结合矿区地物化特征, 总结研究区的找矿标志如下:

(1) 地层岩石标志: 上石炭统狼泉组与中酸性侵入岩接触带上形成的矽卡岩是有利部位。矽卡岩矿物主要为石榴石、透辉石, 其次为绿帘石。

(2) 构造标志: 近北向断裂构造、岩体接触带、不同岩性的接触部位是成矿的有利部位。

(3) 侵入岩标志: 华力西期中酸性侵入岩, 尤其是偏中性小岩株与成矿关系密切。矿体主要产于岩枝底部, 其次位于大岩体接触带顶部, 接触带转折部位、岩舌型凹陷带内及捕虏体接触带是寻找多金属矿体的有利部位。尤其是侵入岩和碳酸盐岩地层大角度接触所形成港湾状接触部位(如39、37勘查线)往往形成厚度大、高品位的矿体。

(4) 矿化标志: 地表黄褐色的褐色蚀变带, 特别是锌矿物氧化形成的黄褐色蚀变带是重要的直接找矿标志。局部伴有少量孔雀石化。

(5) 地球物理、化学标志: 电阻率异常梯度变化部位往往是矽卡岩赋存处是找矿的有利部位; Ag、Cu、Bi、Zn、Pb、W组合异常浓集中心区与

矿床(点)的分布吻合性较好。

4.3 成矿远景分析

(1) 根据玉峰铅锌矿床赋存的石榴石矽卡岩展布特征来看, 矽卡岩带地表断续出露, 严格受岩体接触带控制, 矿体均产于其转折端, 沿走向及倾向找矿潜力较大。

(2) 玉峰铅锌矿南西方向为黑虎山矽卡岩型铁铜金矿, 二者之间被第四系覆盖, 建议开展物探综合测量工作, 与已知矿床进行对比研究, 扩大找矿前景。

(3) 根据矽卡岩型矿床矿化分带及区带附近已存在的矽卡岩型铜金、钨矿点分析认为, 在未完全剥蚀的情况下矿区(或附近)可能存在同类型矿化线索, 值得注意。

5 结论

通过对玉峰铅锌矿床各类特征的研究, 取得如下认识与结论:

(1) 玉峰铅锌矿床产于花岗闪长斑岩外接触带的石榴石矽卡岩内, 严格受其控制, 矿石类型主要为细网脉及星点状矿石。成矿经历了干矽卡岩阶段、湿矽卡岩阶段、氧化物阶段、石英-硫化物阶段、碳酸盐5个阶段。

(2) 玉峰铅锌矿成矿花岗闪长斑岩体SiO₂=58.64%~64.29%, 分异指数(DI)=58.54~67.64, 具富硅, 高分异特征; Al₂O₃=13.94%~16.05%, 铝不饱和, A/CNK=0.634~0.961, 为准铝质到弱过铝质; TiO₂含量平均0.68%, 显示出弧火山岩特征。

(3) 初步建立了玉峰矽卡岩型铅锌矿床“三位一体”找矿模型及找矿标志, 通过分析认为该区找矿潜力较大。

[参考文献]

[1]董连慧,冯京,刘德权,等.新疆成矿单元划分方案研究[J].新疆地质,2010,1(28):1-15.

[2]毛启贵.北山及邻区古生代-早中生代增生与碰撞大地构造格局:[博士毕业论文].北京:中国科学院地质与地球物理研究所,2008.

[3]王琦崧,张静,王肃,等.东天山马庄山金矿区赋石英斑岩的岩石成因和构造背景:元素地球化学、U-Pb年代学和Sr-Nd-Hf同位素约束[J].岩石学报,2019,35(05):1503-1518.

[4]Xiao W J and Santosh M. The western Central Asian Orogenic Belt: A window to accretionary orogenesis and continental growth. Gondwana Research, 2014,25(4):1429-1444.

[5]孙海微,康勋山,田庆磊,新疆哈密市白石头-白金沟山一带金多金属矿调查评价报告[R].新疆:新疆维吾尔自治区有色地质勘查局七〇四队,2019.

[6]孙海微,田庆磊,新疆哈密市玉峰金矿预查报告[R].新疆:新疆维吾尔自治区有色地质勘查局七〇四队,2020.

[7]Chappell, B.W., White, A.J., 2001. Two contrasting granite types: 25 years later. Australian Journal of Earth Sciences 48,489-499.

[8]Hess, P.C., 1989. Origins of igneous rocks. Harvard University. Winchester J, Floyd P. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. Chemical Geology,1977,20:325-343.

[9]祝新友,王京彬,王艳丽,等.论石英脉型与矽卡岩型钨矿床成矿流体的差异性[J].岩石学报,2015,31(04):941-953.

[10]刘畅.新疆西天山北部斑岩-矽卡岩型铜钨矿床成矿流体研究[D].中国地质大学(北京),2018.

作者简介:

孙海微(1986-),男,内蒙古自治区莫力达瓦达斡尔族自治旗人,汉族,工程硕士,地质工程师,主要从事矿产资源勘查工作。