桓仁夕卡岩型铜锌矿床成矿机制 和深部预测研究

胡铁军¹,宋建潮²,孙立军¹,张承帅²,贾三石² (1.辽宁有色铁岭地质勘查院,辽宁铁岭 112001;2.东北大学 资土学院,沈阳 110004)

摘 要: 桓仁夕卡岩型铜锌矿产于寒武纪灰岩与燕山期闪长杂岩体接触带的夕卡岩中。文章总 结了矿体产出的区域地质背景、成矿环境、矿体分布及产状、形成物理化学等条件,推断分析了该 矿床的成因机制,建立了成矿模式,并进行了深部预测。

关键词: 桓仁铜锌矿; 夕卡岩; 成矿机制; 深部预测; 辽宁省

中图分类号: P613; P618.4 文献标识码: A 文章编号: 100-1412(2008) 03-0195-04

0 引言

桓仁夕卡岩型铜锌矿床地处辽宁省本溪市桓仁 县二棚甸子镇,距桓仁县城 27 km,地理坐标东经 125 25 33",北纬41 07 10",矿区面积 99.6 km²。

桓仁铜锌矿开采已有 60 多年历史,最初主要开 采地表 铁帽型 氧化淋滤铅矿石,随着开采深度的 加大,又在不同的标高地段相继发现了锌、铜、铁、钼 等,目前主要以开采铜铁为主,兼顾锌矿。辽宁有色 103 地质队曾于 1974~1975 年开展过以寻找铅矿 为目的的较为详细的地质工作,以后又有东北大学、 南京大学等单位来此作过地质科学研究工作。本文 在总结前人研究的基础上,结合有关夕卡岩成矿地 质理论,对该矿床的成矿机制及深部盲矿体预测进 行探讨。

1 矿区地质特征

桓仁铜锌矿床大地构造位置属辽东台背斜、太 子河 浑江凹陷带的东缘与 NE 向的太平哨断裂交 汇部位,辽东裂谷东北边缘的中央凹陷内^[1]。

区内出露地层主要有震旦系石英砂岩、页岩互 层,寒武系灰岩、页岩互层和侏罗系安山岩。岩浆岩 有吕梁期混合岩化斑状黑云母花岗岩、燕山晚期闪 长杂岩体及岩脉(图1)。其中吕梁期斑状黑云母花 岗岩和震旦系石英砂岩组成了矿区的基底,而寒武 纪灰岩和燕山晚期岩浆岩则构成了盖层。

矿区为一紧闭复式背斜构造,轴向 NW,向 SE 侧伏。轴部由斑状黑云母花岗岩和石英砂岩组成, 翼部为寒武系灰岩,在此之上叠加有后期小型褶皱 和断裂构造。断裂构造可分为 EW 向、NW 向、NE 向和 SN 向。EW 向和 NW 向断裂控制了岩体的形 态和分布,发育的 NE 向构造中多有脉岩充填,构成 了该矿区的基本构造格局。



图 1 桓仁铜锌矿区地质简图

Fig. 1 Geological sketch of Huanren Cu-Zn deposit
1. 第四系沉积物 2. 上侏罗统流纹岩、安山岩及碎屑岩夹玄武岩
3. 寒武系碳酸盐岩 4. 震旦系砂页岩 5. 闪长岩 6. 花岗斑岩
7. 吕梁期花岗岩 8. 断裂

作者简介: 胡铁军(1959)男,满族,辽宁凤城人,高级工程师,现在辽宁有色铁岭地质勘查院,从事地质矿产勘查和地勘技术管理工作。

收稿日期: 2007-07-09; 改回日期: 2008-07-13

2 矿床地质特征

矿体主要产于灰岩与闪长杂岩体接触部位的夕 卡岩中,夕卡岩厚 100~800 m,受岩浆冷凝分异、围 岩性质、交代作用强度及后期构造活动的影响,矿体 产状、形态都比较复杂,在坑道内多次见到矿脉为充 填有脉岩的断裂构造切割、错断的现象。矿体多呈 似层状、凸镜状、马鞍状、巢状、脉状,长几厘米到几 百米,宽几厘米到几米,多具有分支复合、膨大收缩 现象。据对松兰坑口内 54 个矿体的调查资料研究, 矿体的延深都大于延长。

夕卡岩具有明显的分带性, 矿体多位于岩性带 的过渡区间界面上。从平面上看, 夕卡岩由灰岩至 闪长岩可以由大理岩 次透辉石、钙铁辉石夕卡岩 石榴石、透辉石夕卡岩 石榴石夕卡岩 绿帘石 夕卡岩 钾长石化闪长岩 闪长岩(图2), 其中, 铅 锌矿体产于夕卡岩靠近大理岩的一侧; 而铜铁矿体 则产于夕卡岩靠近闪长岩的一侧。在纵剖面上, 上 部以方铅矿-闪锌矿透辉石石榴石夕卡岩为主, 下 部以含铜磁铁矿石榴石夕卡岩为主, 大致以 300 m 标高为界。





矿体中矿物主要以金属硫化物形式存在。金属 矿物有方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、辉钼矿,氧化矿物为 磁铁矿;脉石矿物主要为透辉石、石榴石、绿帘石、绿 泥石、方解石等。在垂向上大致可分为3个亚带:上 部主要由方铅矿和闪锌矿组成(以-150m中段为 界),中部主要由闪锌矿、黄铜矿和磁铁矿组成(-500~-600m中段为界),下部主要以磁铁矿和黄 铜矿为主,部分地段可能有辉钼矿体的存在。 根据矿石矿物特征,矿石类型可分为: 方铅矿 - 闪锌矿透辉石石榴石矿石; 方铅矿- 闪锌矿-黄铜矿石榴石矿石; 黄铜矿- 闪锌矿透辉石石榴 石矿石; 黄铜矿-闪锌矿-磁铁矿石榴石夕卡岩 矿石; 磁体矿-黄铜矿矿石; 黄铜矿矿石; 磁 铁矿矿石。

矿石主要结构有中细粒结构、半自形结构、他形 结构、交代结构、残留结构、固溶体分离结构以及溶 蚀交代结构等;矿石构造为块状、浸染状、揉皱状、条 带状、角砾状、网格状。

对夕卡岩矿床的矿物共生组合研究表明.其成 矿过程具有明显的多期、多阶段性^[2]。根据以往认 识,结合桓仁铜锌矿实际情况,我们将矿化分为2个 成矿时期: 夕卡岩期和石英- 硫化物期; 3 个成矿阶 段: 夕卡岩阶段、早期硫化物阶段和晚期硫化物阶 段。在夕卡岩阶段形成的主要矿物是透辉石、石榴 石、钙铁榴石等,后来发生交代作用形成阳起石、绿 帘石等,形成了磁铁矿。早期硫化物阶段,生成的脉 石矿物有绿泥石、绿帘石、方解石等、主要是交代早 期硅酸盐矿物而形成,并有石英形成,金属矿物主要 有黄铜矿、黄铁矿、辉钼矿等,也称铜铁硫化物阶段, 多形成于高中温热液条件下。晚期硫化物阶段,除 交代早期硅酸盐矿物外,石英、方解石等明显增多, 主要形成方铅矿、闪锌矿、黄铁矿和黄铜矿,又称铅 锌硫化物阶段,主要形成于中低温热液条件下。后 期阶段叠加于前期阶段之上,使得矿物分带现象明 显.矿物成分复杂。

围岩蚀变主要有大理岩化、硅化、夕卡岩化、钾 长石化、绿帘石化、阳起石化、绿泥石化等,硅化、夕 卡岩化与成矿关系最为密切,矿体多集中分布于分 带的夕卡岩中。

根据各期各阶段矿物包裹体均一法测温结 果^[3],夕卡岩阶段温度范围为465~395,最佳值 为420;早期硫化物阶段为355~264,最佳值为 290;晚期硫化物阶段温度范围为245~145,最 佳值为190。随着成矿深度的增加,温度压力也 相应增加,所形成的矿产种类也有所区别。成矿深 度推测大于1.5 km。

3 矿床的成矿机制

形成于早元古代发育于板块边界的辽东断裂在 寒武纪时期沉积了厚约千米的灰岩;中生代受太平洋 板块向亚欧板块俯冲的影响,发生了强烈的构造–岩

浆活动,起源于地壳深部的同熔型花岗闪长岩浆沿北 东 NE 向深断裂上升. 成矿元素主要来自岩浆本身和 运移过程中萃取的围岩成分,并在后期的岩浆-热液 中聚集。当含矿岩浆- 热液沿断裂上升侵入到灰岩 中时, 岩x- 热液中的酸性挥发分及碱性 K^+ , Na^+ 阳 离子与灰岩中的组分发生强烈的接触交代作用 K^{\dagger} . Na⁺ 阳离子的带出和灰岩中 Ca²⁺ 等离子的带入以及 pH 值、Eh 值的变化改变了岩浆的物理化学条件,在 适当的温度、压力条件下,成矿元素沉淀富集成矿。 由于成矿元素化学性质的不同,相近元素在空间时间 上都保持了较为密切的关系, 而差异较大的元素在时 空上也具有一定的差异。而岩浆-热液本身在岩浆 冷凝结晶过程中释放的大量热能则成为驱使成矿热 液运移的主要动力^[4]。向灰岩方向,随热力梯度的降 低,所形成的岩性和成矿元素也表现出一定的差异 性,从而不同物理化学条件下形成的夕卡岩带内沉淀 富集不同的矿种。岩浆期后热液活动长期持续活动。 对先期形成的矿体有不同程度的叠加改造,也有不同 程度的破坏,而脉岩被认为是与岩浆期后热液活动相 伴而生的^[5],也有人认为是岩浆后期分异的产物^{[9}。 这些脉岩对桓仁夕卡岩型矿体多具有破坏作用,使之 被切割、错断。在成矿的整个过程中,根据所形成的 矿产种类、矿物特征和时间跨度,我们划分了2个成 矿时期和3个阶段。

桓仁铜锌矿是比较典型的接触交代作用所形成 的多金属夕卡岩型矿床,根据成矿机制建立的成矿 模式见图 3。



图 3 桓仁铜锌矿成矿模式



4 控矿因素和找矿标志

(1)本矿区闪长杂岩与灰岩接触带为控矿找矿的最佳场所,等粒闪长岩与矿体关系最为密切,控制着矿体的形态分布。

(2) NE 向断裂构造控制着岩浆岩的侵入,后期 充填的脉岩又影响着矿体的形态和产状, EW 向基 底断裂则控制着矿区南北岩性的分界, NW 向复式 背斜及断裂局部地段控制了矿体的就位。

(3)碳酸盐岩是形成夕卡岩矿床的充分必要条件之一,而页岩、砂岩分布区很可能形成其他类型的 浸染状、似层状矿体。

5 深部预测

桓仁铜锌矿床主要有松兰和向阳两个坑口,目 前两个坑口都开拓到了-720m中段。-600m中 段的开拓标志着该矿山已经进入深部开采阶段,深 部矿体的产状、形态都变得复杂不易掌握,围岩和矿 体的岩性也都发生了不同程度的改变,找矿理论的 滞后和技术手段的落后制约了深部探矿的有效性。 为了探索深部矿体延伸趋势,我们对向阳、松兰两矿 坑内深部开采中段铜、铁品位(取每一中段多矿块采 样品位平均值)的变化进行了统计(图4,图5)。

从图 4 可以看出,随着开采深度的加大,铁的平 均品位变化呈 波浪型 变化,但波动幅度不大,这可 能预示深部依然存在具有工业价值的铁矿体;而铜 的平均品位在- 660m 中段时达到最低点,而随后迅 速上扬,这一方面可能与所选取的矿块品位有关,另 一方面也表明铜的品位变化比较大,矿化局限于一 定的区域范围内。图 5 中铁、铜在初步的上扬以后 都处于平稳下降状态,很可能预示着铜铁矿体会随 深部开采的进行逐渐减少。

值得注意的是,向阳坑口在开采到-630m中 段以后,在夕卡岩裂隙中见到有薄层粉末状辉钼矿, 目前尚不具有工业价值,但是却指明了深部找寻钼 矿的前景。而松兰坑口在开采到-530m中段时, 就见到具有工业价值的辉钼矿,辉钼矿大多以微细 颗粒浸染状赋存在绿帘石化的夕卡岩中,在-560 m中段钼矿体厚约1~2m,在-600m中段未有见 到辉钼矿,推断辉钼矿体为透镜状。 随着辉钼矿的出现,目前已经开采到了铁铜硫 化物矿石带,而更深部的磁铁矿矿石带还未被揭露 出来。两个矿坑深部都见到有块状铜铁硫化物的存 在,多以透镜体的形式存在,很可能与构造作用、多 期次的热液活动相关^[5]。该成矿模式的建立为深部 找寻盲矿体指明了方向,而深部探矿工程的实施已 经证实了这种推测的正确性。



Fig. 4 Variation trend plot for the average Fe Cu grade to depth at Xiangyang opening



Fig. 5 Variation trend plot of Fe Cu average grade to depth at Songlan opening

6 讨论

桓仁铜锌矿自 2000 年重新组建以来,呈现出良 好的发展前景,目前该矿已经进入深部开采阶段,原 来的找矿模式变得相对落后,效果也不甚理想,这就 需要我们总结前人的地质资料,结合相关理论和科 研成果,总结成矿模式,为深部找寻盲矿体打基础。 而从实践来看,两个坑口在深部都发现了辉钼矿,这 符合夕卡岩成矿的特点。现有资料表明,该矿的下 部发展以寻找铁铜矿体为主,兼顾寻找钼矿体,而更 深部石英砂岩、页岩和黑云母花岗岩的存在也指示 我们寻找夕卡岩以外的其他类型的盲矿体,根据已 有资料,很可能在这些岩石中出现层控或细脉浸染 型矿体,这有待以后实践的验证。另外,目前所寻找 到的矿体都集中于闪长岩体的北部接触带上,而对 南部接触带还未进行探查,建议在南部接触带开展 新一轮的地质找矿工作。 **致谢**:本文在成文过程中得到桓仁铜锌矿地质 科王喜宏科长和松兰、向阳坑口地质组技术人员的 大力帮助,在此表示衷心感谢!

参考文献:

- [1] 陈荣度. 辽东裂谷的地质构造演化[J]. 中国区域地质, 1990,(4): 5-13.
- [2] 袁见齐,朱上庆,翟裕生. 矿床学[M]. 北京:地质出版社, 1985:104-117.
- [3] 中国矿床 编委会. 中国矿床[M]. 北京:地质出版社, 1989: 126-131.
- [4] 翟裕生.区域成矿研究法[M].北京:中国大地出版社,2004:
 32-34.
- [5] 波卡洛夫 B T. 矿床预测与评价原理[M] 北京: 地质出版社, 1981: 129-132.
- [6] 张秋生. 辽东半岛早期地壳与矿床[M]. 北京:地质出版社, 1988: 245-248.

(下转第208页)

Chaoyang, 122642, Liaoning, China)

Abstract: The gold lodes in the Dongwujiazi Gold deposit consist of altered rocks and quartz lenses with minable ore bodies being quartz sulphide veins. In industrial lodes with large ore bodies, quartz is smokygrey, and pyrite is fine, xenomorphic and hypidiomorphic. The mineralized lodes with milky quartz and coarse, pale and idiomorphic pyrite do not contain minable ore bodies. The relationship of Au and Hg with other elements shows great differences among industrial, subeconomic and mineralized lodes. U sing the As-Ni-Ba diagram of quartz veins and Au-Ag-Ba diagram of the altered rocks, No. 1 and No. 3 lodes in the Xigou area outside the mine are suggested to be of industrial significance.

Key Words: Dongwujiazi Gold deposit; discrete mineralization anomalies; industrial mineralization anomalies; potential of gold lodes; Liaoning province

(上接第 198 页)

STUDY ON ORE FORMATION MECHANISM AND DEEP PREDICTION OF HUANREN C& Zn SKARN DEPOSIT

HU Tie-jun¹, SONG Jian-chao², SUN Li-jun¹, ZHANG Cheng-shuai², JIA San-shi²

Tieling Geo-exploration Bureau of Liaoning Nonferrous Metals, Tieling 112001, Liaoning, China;
 Institute of Resource & Civil Engineering Northeast University, Shenyang 110004, China)

Abstract: Huanren Cu-Zn deposit is located in skarn within the contact zone between Cambrian limestone and Yanshanian dioritic complex. This paper sumarizes regional geological background, metallogenic setting, ore body occurrences and physical and chemical condition for the ore formation and the ore-forming mechanism and the metallognic model is set up. Then the ore prediction is made to depth.

Key Words: Huanren Cu-Zn ore deposit; skarn; ore formation mechanism; deep prediction; Liaoning province