

地质与地球物理综合找矿预测

——以刘家坪 VMS 型铜锌矿床为例*

苏艳平¹⁾, 张宝林¹⁾, 徐光晶¹⁾, 李会中^{1,2)}, 张国梁¹⁾,

1) 中国科学院矿产资源研究重点实验室, 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京, 100029;

2) 中国科学院大学, 北京, 100049

关键词: 地质地球物理综合勘察; 成矿理论; 找矿模式; 刘家坪铜锌矿; 火山岩型块状硫化物

地质与地球物理方法的综合找矿预测是以成矿模式和地球物理理论为基础, 将矿床(地质体)成矿理论、地球物理、地球化学、遥感等信息进行综合分析的工作方法(张宝林, 2004; 廖桂香, 2007)。矿床的形成经历了特定的成矿条件和成矿过程, 并赋存于一定的地质环境中, 地球物理信息是对地质体的空间分布特征的反映, 不包含成矿的直接信息, 因此, 在成矿预测与找矿过程中, 要以地质成矿理论为基础, 充分挖掘地球物理、地球化学等的综合数据, 尽可能地排除干扰, 提取有利信息(申萍等, 2011; 陈思宇, 2014)。本文以刘家坪 VMS 型铜锌矿床为例, 介绍综合地质-地球物理方法在多金属硫化物矿床中的应用, 建立了 VMS 型矿床综合找矿模式, 为其他地区的找矿工作提供一定的理论与实践依据。

1 地质背景

刘家坪矿床位于扬子地块西北缘龙门山造山带的北段, 属秦岭造山带-松潘甘孜造山带-扬子地块的交界地带, 经历了复杂了构造演化历史。该矿床是以铜、锌为主的块状硫化物矿床, 为该区典型的新元古代 VMS 型矿床。矿体赋存于新元古代刘家坪组(Pt₃l)火山岩当中, 该组火山岩以石英角斑岩、火山碎屑岩-熔岩为主, 发育少量安山玄武岩, 具有双峰式火山岩的特点, 火山岩地层总厚度超过 3000m。研究区地表出露的岩浆岩主要为石英闪长岩-花岗闪长岩, 这些酸性岩体呈岩株产出, 侵入到

火山岩中, 少量侵入到矿体中, 对矿体的影响作用不大。研究区还出露有以角闪辉长岩为主的基性岩, 呈岩株或岩墙产出, 侵入于火山岩及上覆地层中。Li 等(2015)、胡安新等(2014)均对刘家坪组火山岩及酸性岩浆岩进行了 LA-ICP-MS 法锆石 U-Pb 定年, 测得火山岩与花岗岩基本同期, 其成岩年龄在 806~820Ma 之间。研究区内的断裂构造发育, 均为成矿后期断裂, 对矿体完整性具有破坏作用。

刘家坪矿区地表无原生矿体露头, 均为盲矿体, 矿体沿火山颈相控制的安山-玄武岩上下盘展布, 其特征及空间分布状况受火山颈相控制。区内共圈出两个矿体群, 3 号矿体群以 Cu 为主, 分布于矿区西部, 构造上处于火山构造西部爆发相的火山角砾岩中; 4 号矿体群以 Zn 为主, 分布于矿区中部, 构造上位于火山喷发相的凝灰岩当中。在垂直方向上, 成矿元素的富集特征明显, 下部 Zn 高 Cu 低, 上部 Cu 高 Zn 低。矿石矿物主要有黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿、磁黄铁矿等, 围岩蚀变主要为绿泥石化、绿帘石化、硅化、绢云母化、重晶石化等。

2 地质-地球物理综合勘查方法

(1) 含矿地质体的特点与成因分析: 刘家坪铜锌矿为 VMS 型矿床, 该类矿床是水下火山活动期间, 由海底火山喷发形成的(Allen et al., 2011)。成矿作用与同时代形成的火山岩(包括基性-酸性)关系密切。矿体一般分带性明显, 上部多为层状、似层状透镜体矿体, 下部多为网脉状和浸染状矿体, 分布于火山通道及其蚀变岩筒内, 受火山管道

*注: 本文为中国科学院地质与地球物理研究所自主创新研究项目(编号: 31351460)的成果。

收稿日期: 2016-07-10; 改回日期: 2016-08-20; 责任编辑: 周健。 Doi: 10.16509/j.georeview.2016.s1.161

作者简介: 苏艳平, 女, 1985 年生。博士研究生, 主要从事矿床学、隐伏矿勘查与预测研究。Email: yanping_su@163.com。通讯作者: 张宝林, 男, 1963 年生。研究员, 主要从事隐伏矿床定位预测的理论和方法研究。Email: blzhang@mail.iggcas.ac.cn。

控制明显。刘家坪矿床上部为浸染状黄铜矿+闪锌矿矿体，下部为层状的闪锌矿矿体，矿体的分带与典型矿床不同，推测是由于受到后期构造影响或是火山管道的倾角较大，造成了分带的特殊性。然而，通过分析矿区地质构造演化、地层分布特点以及地表的锰帽发育等现象，推测地层并未发生倒转。刘家坪矿床的矿石多为块状和条带状结构，较少发现细脉状和浸染状的矿石，据此推测在已知矿体深部有寻找下部岩筒的可能性。

(2) 物探方法的选择与异常判别：刘家坪铜锌矿为块状硫化物型矿床，基于矿体与围岩的显著电性差异，选择使用了激发极化法，在矿区及其外围布置了激电扫面及测深两种工作方式，以圈定外围及深部的矿化体。经过激发极化法的扫描及测深工作，发现了深部以及矿区外围两个异常。外围的异常经过岩石样品分析及电性实验进行了验证，由于岩石为含炭质的千枚岩，因此推测激电异常为非矿所致。深部异常推测可能与矿体深部存在蚀变岩筒有关，由于蚀变岩筒广泛发育硫化物，可以引发较强的激电异常，推测该异常可能为含矿异常。

3 讨论与结论

本文通过对刘家坪 VMS 型铜锌矿的综合地质-地球物理勘查，为综合找矿工作提供一定的思路和方法。首先要对矿床的类型、成因以及演化过程有较深入的了解，提出合理的成矿模式和找矿空间。然后选择合理的地球物理方法进行勘查，在数据处理过程中要紧紧密结合矿体分带分布特征，并进行实际勘查，尽可能排除非矿异常，寻找含矿异常。

参 考 文 献 / References

- 陈思宇. 2014. 地质—综合地球物理联合解释方法研究及应用. 成都理工大学硕士学位论文, 1~70.
- 胡安新, 孙丰月, 王英德, 刘金龙, 张亮, 李良. 2014. 川陕交界地区刘家坪花岗岩年代学、地球化学特征及构造意义. 西北地质, 47(2): 30~40.
- 廖桂香. 2007. 甘肃白银厂矿山及其外围铜多金属矿床密集区综合信息成矿预测. 吉林大学博士学位论文, 1~116.
- 申萍, 沈远超, 刘铁兵. 2011. 隐伏矿体定位预测的地球物理-地质找矿模型: 以地质与 EH4 双源大地电磁测深技术结合为例. 地学前缘, 03: 284~292.
- 张宝林. 2004. 应用“地物化三场异常互相约束”的隐伏资源定位预测新理论和新技术快速优选找矿靶区取得显著效果. 黄金科学技术, 12(5): 48.
- Allen R L, Tornos F, Peter J M. 2011. A thematic issue on the geological setting and genesis of volcanogenic massive sulfide (VMS) deposits. *Mineralium Deposita*, 46(5~6): 429~430.
- Li Z C, Pei X Z, Li R B, Pei L, Liu C J, Chen Y X, Xu T, Yang J, Wei B. 2015. U-Pb zircon geochronology and geochemistry of the Neoproterozoic Liujiaping Group volcanics in the northwest margin of the Yangtze block: implications for the breakup of the Rodinia supercontinent. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, 89(4): 1212~1225.

SU Yanping, ZHANG Baolin, XU Guangjing, LI Huizhong, ZHANG Guoliang: Integrated Geological and Geophysical Exploration for Ore Deposit: Take Liujiaping VHMS Cu-Zn Deposit as an Example

Keywords: Integrated geological and geophysical exploration; Metallogenic theory; Prospecting model; Liujiaping Cu-Zn deposit; VHMS