

# 德兴斑岩铜矿变异函数模型及深部成矿预测

李以科, 王高尚, 曹殿华, 黄玉凤

(中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

德兴斑岩铜矿田由铜厂、朱砂红、富家坞铜钼(金)矿床组成, 铜金属储量超过 600 万吨, 达超大型规模。矿田位于赣东北深大断裂上盘, 受北西—北西西向横张断裂群控制, 3 个矿床沿着 300° 展布, 赋矿围岩为前震旦系九岭群(双桥山群)浅变质岩系。矿田发育多组东西向、北东向、北北东向、北向褶皱、断层, 或成挤压构造, 或成引张构造, 正是广泛发育的构造活动造成该区构造虚脱, 为后期岩浆侵入和成矿提供了导矿及容矿环境。三个岩体蚀变具有典型的斑岩铜矿面型蚀变特征, 从岩体中心向外侧分别发育石英—绢云母化→绿泥石—水白云母化→绿泥石—伊利石化, 除了泥化带缺失之外其他蚀变分带发育齐全。稳定同位素研究表明, 成矿流体为岩浆来源, 铜主要来自于岩浆(Li, 2007; 金章东, 2002)。成矿流体形成及演化过程中锶同位素值由斑岩体内部(0.705)向围岩接触带(0.711)有规律地升高(金章东, 2002), 指示出矿床是由热液流体将成矿元素从岩体内部(岩株深部)迁移到接触带附近富集而成的。铜厂、富家坞矿床目前正在开采, 而对于朱砂红深部成矿潜力一直是关注焦点。本文利用铜元素品位变异函数, 模拟铜厂和朱砂红矿区元素富集规律, 进而探讨朱砂红深部成矿潜力。

## 1 铜厂、朱砂红矿区铜元素变异函数模型

将铜厂铜矿的 506 个钻孔和朱砂红矿区 45 个钻孔数据矢量化, 建立地质数据库。铜厂共获得 20400 个样品点, 朱砂红有效样品点 3 887 个, 以此作为地质统计学的分析载体。对两个矿区铜元素样品进行基本统计分析: 铜厂和朱砂红矿区铜品位方差分别为 0.04、0.02, 标准差分别为 0.21 和 0.14, 偏度系数分别为 1.12 和 2.14, 往右偏, 但偏离程度小, 矿床品位频率曲线类似于正态分布曲线。峰度分别为 3.1 和 9.45, 两个矿区均呈正态峰分布, 而朱砂红矿区铜品位分布比铜厂更集中; 特高品位在统计分析前已经做了数据预处理, 整体上来说, 铜厂和朱砂红矿区铜元素样品数据具有正态分布特性, 满足用普通克里格法对铜品位估值的要求。

分别计算铜厂、朱砂红矿区铜品位样品走向、倾向和垂向三个方向变异函数, 计算结果表明,  $\gamma^*(h)$  随着  $h$  增加逐渐增大, 然后趋于稳定。符合球状模型的特点, 采用实验变异函数球状模型用加权多项式回归法对三个方向实验变异函数进行拟合, 经过计算得铜厂、朱砂红矿区铜品位主轴方向理论变异函数:

$$\text{铜厂: } \gamma(h) = \begin{cases} 0.02 & h = 0 \\ 0.02 + 0.02 \left( \frac{3h}{2 \times 300.24} - \frac{1}{2} \frac{h^3}{(300.24)^3} \right) & 0 < h \leq 300.24 \\ 0.04 & h > 300.24 \end{cases} \text{-----公式 1}$$

$$\text{朱砂红: } \gamma(h) = \begin{cases} 0.01 & h = 0 \\ 0.01 + 0.01 \left( \frac{3h}{2 \times 213.54} - \frac{1}{2} \frac{h^3}{(213.54)^3} \right) & 0 < h \leq 213.54 \\ 0.04 & h > 213.54 \end{cases} \text{-----公式 2}$$

通过上述对铜厂和朱砂红铜品位变异函数计算和模拟, 可以看出, 其铜品位变异函数具有几何各向异

性特征,表现在空间上变程的各向差异。铜厂铜品位各向异性特征要比朱砂红矿区各向异性特征要明显。利用球状模型拟合铜厂、朱砂红铜品位实验变异函数得到相应理论变异函数,拟合度较好。通过计算变异函数可以看出,铜厂铜品位变程大于朱砂红矿区变程,表明铜厂铜品位空间变化更加稳定,这与实际情况一致。

## 2 铜厂、朱砂红矿区铜元素空间分布规律

按  $20 \times 20 \times 20 \text{ m}^3$  大小单元格建立矿床铜品位块体模型,结合变异函数建立的球状模型参数。对品位模型进行普通克里格插值,建立矿床铜品位模型。为了进一步了解铜品位在空间上变化规律以及更好的对比朱砂红矿区和铜厂矿区铜聚集规律。将铜厂和朱砂红矿区从地表到钻孔控制的最深处按每 100 m 一个中段,切成多个三维中段平面(图 1)。从铜厂、朱砂红矿床品位模型表明:① 朱砂红矿体品位分布不均匀,产状较陡,几乎直立向下延伸,这是由于朱砂红岩体在地表成岩脉群分散分布所致,在-300 m 处可以明显看出矿体没有尖灭,向下延伸可能性很大,因此朱砂红岩体深部成矿条件良好。故可以加大目前钻孔控制深度,以明确深部地质条件和矿床延伸规律,扩大找矿效果;② 铜厂铜矿体具有很好的连续性,矿体产状向西倾,倾角  $30 \sim 40^\circ$ ,其矿化成熟度和规模远远大于朱砂红矿区,在垂直方向可以明显看出矿体整体产状已经控制,但是在倾向上矿体控制范围之外还有良好的矿化显示。

## 3 结论

(1) 铜厂铜元素品位空间富集规律表明,从地表海拔 400 m 到海拔-200 m 空间范围内,铜品位富集规律是从东南向西北方向富集,而在-200 m 以下,铜矿体并未继续向北西方向延伸,其倾角变得更陡,元素富集方向有北西向南东折返的趋势,即-300 m 以下至更深,斑岩岩浆有可能是垂直上升,运移至 2 线到 8 线之间-300 m 深处,进入北西-南东张裂构造成矿。这有别于前人提出的铜厂斑岩体从东南向西北一直延伸到朱砂红矿区下面的认识,拓宽了深部找矿思路,文章指出,在铜厂 2 线和 8 线之间-300 m 以下的深部空间是进一步找矿的有利地段的。

(2) 分析朱砂红和铜厂铜元素空间分布规律及各自成矿的地质条件指出,朱砂红矿区与铜厂铜矿在相似的地质构造环境,其铜元素分布规律也很相似,不同之处在于二者铜品位连续性及其品位具有较大的差别,这是由于分析数据来自不同矿体深度所致。朱砂红矿区-300 m 处矿化现象非常好,所有钻孔均未控制住矿体深部延伸,找矿潜力非常优越。

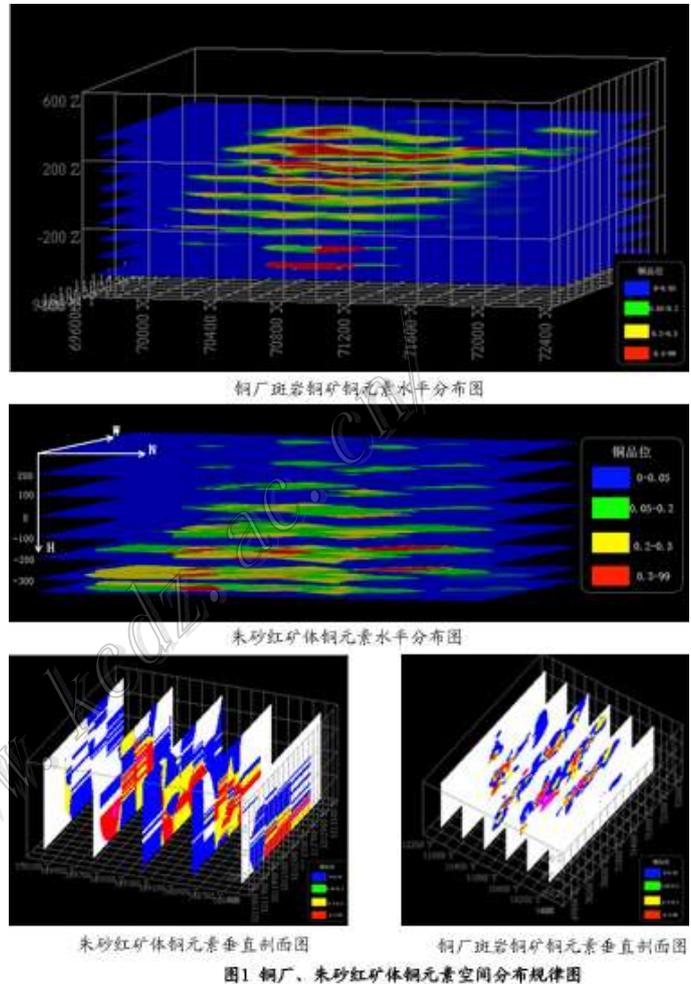


图1 铜厂、朱砂红矿体铜元素空间分布规律图

## 参考文献

- 金章东, 朱金初, 李福春. 2002. 德兴斑岩铜矿成矿过程的氧、锶、钨同位素证据[J]. 矿床地质, 21(4): 341-349.  
 朱训, 黄崇轲, 芮宗瑶, 等. 1983. 德兴斑岩铜矿[M]. 北京: 地质出版社.  
 Li X F and Sasaki M. 2007. Hydrothermal alteration and mineralization of Middle Jurassic Dexing porphyry Cu-Mo deposit, southeast China[J]. Resource Geology, 57(4): 409-426.