

红透山铜矿床深部资源预测技术研究

王恩德¹, 于凤金²

(1 东北大学资源与土木工程学院, 辽宁 沈阳 110819; 2 辽宁有色地质勘查局 101 队, 辽宁 抚顺 113008)

深部矿产资源预测技术是对地质、地球物理、地球化学和遥感技术、地质信息技术的集成, 近年在矿产资源评价与老矿山深部找矿中发挥了重要作用。红透山铜矿产于辽宁省清原地区太古宙花岗绿岩地体中, 是海底火山喷发型块状硫化物铜锌矿床。在全面研究总结红透山式矿床成矿的地质、地球物理、地球化学等特征及成矿与控矿规律和系统建立成矿模式及找矿模型基础上, 以深部矿产资源预测技术对矿区深部及外围开展了成矿预测与评价获得了新的突破。显示了在地质成矿规律研究基础上的集成地球物理、地球化学、遥感和地质信息预测技术的重要性, 也展示在深部找矿的巨大空间。

1 红透山铜矿床成矿规律研究

红透山铜矿床位于华北地台北缘东段辽东台背斜铁岭—靖宇古隆起之中部的太古宙花岗—绿岩地体。矿床含矿岩系主要由黑云斜长片麻岩和角闪斜长片麻岩组成的薄层互层岩石组合(表 1)。

表 1 红透山式矿床容矿岩石种类表

岩石类型	典型矿床、矿点
砂线(兰晶)黑云石英片麻岩	红透山、红旗山(IV号矿体)、六家子
柘榴黑云斜长片麻岩	树基沟、东南山、西北山、红旗山(I号矿体)
十字兰晶黑云(二云)石英片麻岩	大荒沟、稗子沟
黑云斜长片麻岩	华家沟、跳石背、西北天

矿床在空间展布上常赋存于一定的层位。通过对各矿床(点)矿体容矿岩层赋存位置的统计发现, 薄层状互层岩石组合总是在下部厚层角闪岩层顶板分界面上 10~150 m 范围内, 总体土矿体与容矿岩层呈整合产出。由于受到后期区域变质、混合岩化、褶皱构造等作用之影响, 形成部分脉状、桶状、扁豆状、脉群状等极端复杂多变的形态, 褶皱改造了矿体产状形态, 同时也在改造中起着控矿和赋矿的作用(图 1 和 2)。

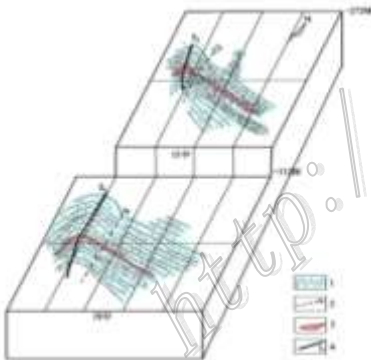


图 1 红透山铜矿区树基沟矿床 18、19 中段地质图
1—石榴黑云斜长片麻岩; 2—断层; 3—矿体; 4—褶皱轴

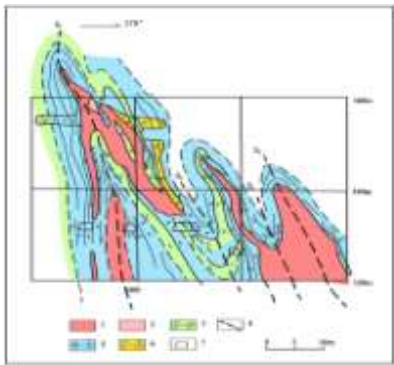


图 2 红透山铜矿床矿体褶皱构造图(2104 采场地)
1—致密型矿体; 2—浸染型矿体; 3—角闪斜长片麻岩;
4—褶皱轴面; 5—黑云斜长片麻岩; 6—砂线黑云斜长片麻岩;
7—采场及坑道

红透山矿床中硫化物主要有黄铁矿、磁黄铁矿、闪锌矿和黄铜矿, 其次见有少量的方黄铜矿、磁铁矿、方铅矿、金红石、赤铁矿、银金矿、辉钼矿等。脉石矿物有石英、斜长石、黑云母、白云母、直闪石、锌尖晶石、柘榴子石、砂线石、兰晶石、十字石等。混合或变质热液蚀变矿物有金云母(或褐色云母)、堇青石、透闪石、蛇纹石、绿帘石、黝帘石、绿泥石、方解石、石英等。矿床的近矿围岩蚀变与矿体紧密相联, 从矿体往围岩两侧, 蚀变由强变弱, 呈现一定的蚀变类型的分带性, 蚀变分带总的趋势是透闪石化带、白云母化—绢云母化—硅化带、绢云母化带、绿泥石化带和碳酸盐化带。

2 遥感地质矿产信息特征

将区域已知矿床(点)投影在 TM 图像构造解译图上的结果表明(图 3), 红透山区线性构造、环形构造十分发育, 与铜锌矿关系密切。大多数矿床(点)分布于中央古隆起带内及其边缘, 与环形构造及北东向、北西向线形构造关系密切。树基沟-红透山矿带受 50~60 km 的环形构造及横切图形的北东向线形构造控制, 单个矿床(点)又受次级的环形构造、线形构造控制, 环形构造又明显呈北东向分布。东部矿带位于直径约 10 km 的环形构造及北东向浑河断裂旁侧。北部矿带分布于大型古隆起边缘及章党—顺山断裂(章顺断裂)旁侧, 章顺断裂北西侧的矿床(点)受北东向及北西西向断裂构造联合

控制。浑河断裂南侧的矿床(点)则明显沿北东向断裂分布。在浑河断裂北侧有数条与北东东向浑河断裂平行的次级断裂。在浑河断裂北侧有一色调较浅的同心环状构造,外环直径约 6~7 km,内环直径约 4 km。此环正对应着古隆起的红透山断块。红透山矿床、六家子矿点、团山子矿点均位于内环边缘。航卫片解译图上结果表明,北西向、北东向线性构造发育,北东东向构造次之,弧形山脊(沟)非常明显。在该区西北部有一直径约 4.7 km 的环形构造,其中包括 3 个直径约 1~1.6 km 的小环形构造,并在东南侧与一直径约 2 km 的环形构造相交。树基沟矿床及西北山矿床、东南山矿床均位于环形构造之中。

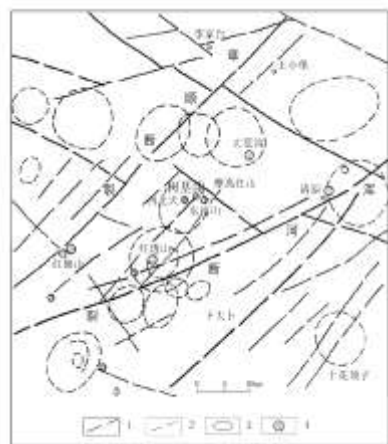


图 3 清原地区卫片构造解译图

1—规模较大的线性构造; 2—次级线性构造;
3—环形构造; 4—铜锌矿床

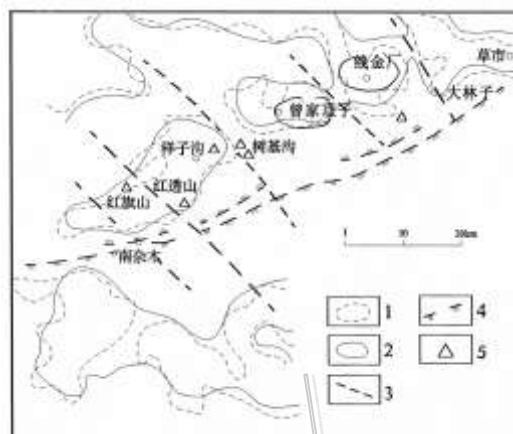


图 4 航磁 ΔT 上延 1000 米垂直二导零值线图

1—正异常(nT); 2—负异常(nT); 3—零值线
4—浑河断裂; 5—成矿带

3 区域磁场特征

利用大面积航磁资料推断断裂构造,确定基底构造格架,显示出航磁的优越性。将原飞行高度化极上延 1000 m 后,消除浅部干扰突出深源引起的异常并清晰地显示出深部构造轮廓(图 4),以浑河为界,浑北呈现一个北东向的高磁场带;浑南呈现一个北西向高磁场带,在两大磁场带之间和旁侧相应地出现几个负磁场区(带)。这些区域性的正负磁场基本上是反映了隆起和断陷。浑河以北的高磁场带从草市至下章党出现 4 个局部磁异常,即大林子、线金厂、曾顶子、样子沟,磁场强度分别为 400nT、500nT、300nT、200nT。由北东向南西磁场逐渐减弱,以线金厂最强,样子沟最弱,但规模最大,这 4 个局部异常反映了 4 个局部隆起区。通过红透山式铜锌矿床的分布与磁场垂向导零值线的关系对比可以看出,该类矿床和百分之八十的铜矿点均位于垂向导零值线附近或垂向导零值线变化部位。树基沟、东南山、西北山等矿床位于垂向导零值线向外弯曲变换的内外侧部位;红旗山矿床位于垂向导零值线变化的内侧;红透山矿床位于垂向导零值线拐弯变陡略南弯曲的内侧;稗子沟矿床位于垂向导零值线弯曲的外侧,这些特征显示本区磁场垂向导零值线附近是成矿有利部位。

4 矿体“低阻高极化”的独特的地球物理特征

红透山式铜锌矿床的地质特征决定了它具有良好的地球物理找矿前提,电性参数测定的结果表明,矿体具有明显的“低阻高极化率”的地球物理特征。矿体与围岩有明显的电性差异,围岩电阻率较高,极化率较低(一般为 1%~2%),矿体极化率一般高达 20%~30%,利用电性参数差异性为基础的物探方法可以间接或直接找矿,为寻找深部矿体提供了良好的地球物理条件。采用大功率瞬变电磁系统(探测深度可达 500~1000 m)和 TEM 异常平面特征与垂向特征综合解译,在红透山矿区外围的小西堡地区发现的低阻异常主要有两处(图 5):以 11/56 号点为中心的浅源低阻异常与测区南侧埋深 800 m、1000 m 的两个局部低阻异常组成一个总体走向北东、倾向南东(倾角约 60°)的低阻异常带,视电阻率—拟深度断面特征也相同,可能同为红透山铜锌矿体在深部向北东方向的断续延伸。

在 TEM 基础上,采用美国生产的 GDP—32 II 大功率多功能电法仪可控源音频大地电磁法进行寻找致密块状硫化物矿体的研究及测试工作。用该仪器在 40 勘探线进行了 CSAMT 方法试验,其结果在 800 点地表往下 1300 m 左右发现椭圆状的视电阻率低阻异常,最低值 500 Ω m(图 6),与矿山已知正在进行探矿的—827 m 中段 39 线所获得的矿体极其吻合,即该异常处正是矿体赋存部位,再一次证实了异常为铜锌矿体引起。表明应用进行(CSAMT)方法测量对寻找红透山式矿床,特别是更大深度的隐伏矿体极具可行性。

5 卤族元素和汞异常特征

对红透山矿床—707 m 中段采集的 133 件样品的卤族元素的分析结果可以看出,卤族元素碘及氯是最佳的找矿指示剂,虽然氟的浓度克拉克值偏低,但矿体与容矿岩层(矽线黑云斜长片麻岩)和围岩相比,异常值相对还是偏高的。矿体中氟、碘、氯浓度克拉克值分别为 0.422、7.18 和 4.138,容矿岩层中氟、碘、氯浓度克拉克值分别为 0.398、1.82、2.492。更为突出的是矿体中卤族元素最高含量浓度与围岩背景值相比,两者相差极为悬殊,氟、碘、氯最高浓度值分别为 2.93、52.60 和 5.16。由此可以证明,红透山式矿床中完全可以利用卤族元素作为矿体远程元素找矿指示剂。

汞主要赋存于硫化物中,来源于火山作用,成矿后经漫长的地质演化,汞经次生作用,沿着容矿岩层从矿床深部不断往上扩散富集,而在含矿岩层和矿体上部土壤中形成汞气异常,并形成较宽的扩散晕。对树基沟区 8 线的土壤汞测量结果就是很好的证明。在已知距地表埋深 30~150 m 的隐伏矿体上部出现明显的气汞头晕异常,其扩散晕一般宽 40~100 m。这种异常发育在矿体的上下盘,异常呈非对称性分布,而且其规模远远大于土壤中铜锌异常。因此,在红透山式矿床的找矿中,可以根据矿床中具有次生汞气异常标志来寻找具有一定埋深的盲矿体。

通过地质勘探结果,表明在红透山的深部存在着超过 50 万吨(金属铜)的大型铜矿床。