

地球科学

# 基于遥感控矿信息的成矿环境分析 ——以克夫拉达布兰卡斑岩铜矿为例

李根军<sup>1</sup> 姜琦刚<sup>2\*</sup> 杨佳佳<sup>2</sup> 孟翔冲<sup>2</sup> 吴阳春<sup>2</sup> 王 斌<sup>2</sup>

(吉林大学地球科学学院<sup>1</sup>, 长春 130061; 吉林大学地球探测与科学技术学院<sup>2</sup>, 长春 130026)

**摘要** 对智利北部斑岩型铜矿区的卫星遥感影像进行处理,解译其线性构造、岩体及地层等控矿信息,并结合地质资料,分析出该区域的斑岩型铜矿位于近南北向大型断裂带与北东向次级断裂的交汇部位,近南北向断裂带为含矿热液的运移提供了通道,北东向的次级断裂成为含矿热液的储存场所。在遥感图像上呈深绿、草绿色调,近南北向展布的安山岩带为斑岩型矿床的围岩。含矿斑岩体呈浅红色调,北北东向展布,为中酸性超浅成侵入体。

**关键词** 斑岩型铜矿 遥感信息 成矿环境 智利

**中图分类号** P578.25:784; **文献标志码** A

斑岩型铜矿是一种储量大、品位低、可大规模机械化开采的矿床。世界铜产量的一半来自斑岩型矿床<sup>[1]</sup>。在中国,铜的消费增长速度高于生产增长速度,铜一直处于短缺状态,供需矛盾比较突出。矿产铜产量加上废杂铜回收所生产的铜与国内需求量相比仍有很大差距,需要大量进口才能满足日益增长的市场消费需求。因此,斑岩型铜矿已成为中国寻找铜矿产的一个主要方向。

人们在寻找铜矿的过程中,主要使用的是地质勘查、化探及物探等方法。遥感作为一种找矿的方法<sup>[2]</sup>,还未达到成熟的阶段,目前只是一个辅助工具,配合其它方法进行找矿。本文是通过解译遥感影像,提取斑岩型铜矿的遥感控矿信息,分析该类矿床的成矿环境及其分布规律,对未知区进行预测提供依据。

“全球重要成矿带遥感地质矿产信息提取”项目的工作中,对科迪勒拉成矿带的构造环境、岩浆活动情况等进行了初步的研究,选取该成矿带内的克夫拉达布兰卡斑岩铜矿作为进一步研究的对象,

对其构造环境、成矿围岩以及斑岩体的形态、规模、产状和形成的时代等进行具体的分析。

## 1 技术方法

科迪勒拉成矿带处于环太平洋成矿带之中,是斑岩型矿床的富集地带<sup>[3]</sup>。在该带内,绝大多数斑岩铜矿在区域上受大型线性构造或线性构造的交汇部位控制<sup>[4-6]</sup>,特别是在断层交汇处,是斑岩铜矿集中分布的地方,也是超大型斑岩铜矿形成的有利场所<sup>[7]</sup>。在遥感影像上解译出的线性构造,可以清晰地显示斑岩铜矿所处的区域构造环境。

斑岩铜矿在时间、空间、成因上均与斑状结构的中酸性浅层或超浅层的小侵入体有关,如花岗闪长岩、石英二长斑岩、石英斑岩<sup>[8]</sup>。这些斑岩体以小侵入体或火山岩体产出,出露面积不大,在遥感影像上表现为似圆形或椭圆形的环形构造。

### 1.1 遥感数据

由于 Landsat 陆地卫星在波段的设计上,充分考虑了水、植物、土壤、岩石等不同地物在波段反射率敏感度上的差异,形成的图像在控矿信息的提取上具有明显的优势,因此作为本文解译的遥感数据。

### 1.2 数据处理

涉及该区的 ETM + 遥感数据景号为 001-75。采集日期 2000 年 11 月 1 日。741 波段组合图像具

2011 年 11 月 7 日收到

中国地质调查局专项

项目(1212011120340)资助

第一作者简介:李根军(1985—),男,硕士,研究方向:遥感地质应用研究。

\* 通讯作者简介:姜琦刚(1964—),男,江苏江阴人,教授,博士生导师,研究方向:遥感地质环境的研究。E-mail:jiangqigang@jlu.edu.cn。



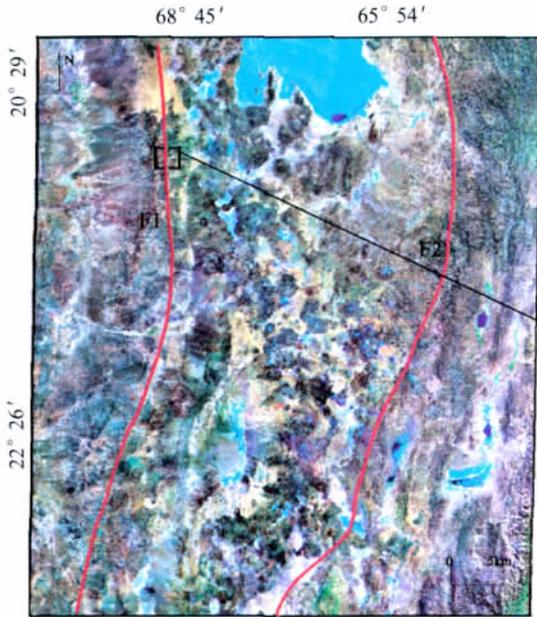


图3 研究区壳型断裂分布图

通过对该研究区的影像进行线性构造解译,可以看出,该区的断裂主要以近南北向、北东向及北西向断裂为主。近南北向断裂为该区的主干断裂,形成了近南北向的断裂带。北东向、北西向及东西向断裂为次级断裂,为壳型大断裂发生扭错作用时所形成的牵引构造。

#### 2.2.2 成矿围岩解译

##### 沉积岩影像特征

在研究区内,沉积岩主要分布在西侧,与东侧的火山岩呈明显的不整合接触。在遥感图像上,为绿色、褐色及浅红色调。层理清晰、连续。中部地层发生褶皱变形。

##### 岩浆岩影像特征

岩浆岩在遥感影像上相对较易判读。在色调上,岩浆岩的遥感影像总体特征是中酸性岩显浅色调,基性、超基性岩呈暗色调,并且都比较均匀,呈均质体出现<sup>[10]</sup>。岩浆岩几何形态的主要标志是:①在图像上岩浆岩体具有比较规则的平面几何形态,常呈椭圆、透镜状、脉状等;②岩浆岩多数缺少层理影像特征;③在遥感图像上出露规模较大的侵入岩,具有格子状的水系,节理。

对该地区的沉积岩及岩浆岩的遥感解译标志进行总结,根据这些解译标志进行成矿围岩的解译,从解译的图(图5)中可以看出,研究区内的火山

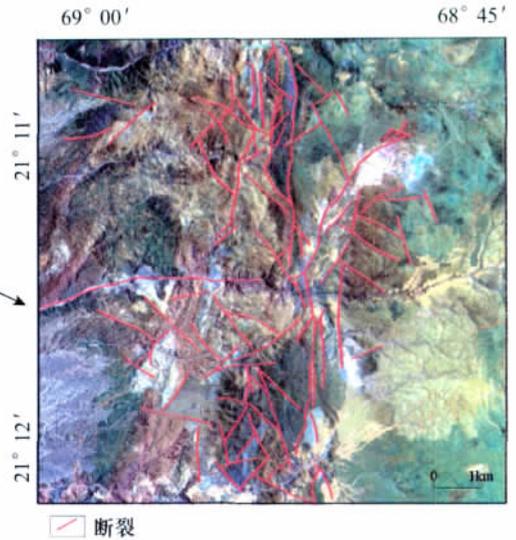


图4 研究区线性构造

岩分布,主要受近南北向的断裂构造带控制。在其东侧,在遥感图像上呈深绿色调的火山岩体大面积展布,呈浅黄色和浅红色调的岩体覆盖在其上,根据这三个岩体的相互关系,可以看出,后两者是后期侵入到前者之中的。呈深绿色调的火山岩体内,粗大的树枝状水系,冲沟多开阔呈“U”形,山体浑圆状,中部地形破碎,根据这些特征可以确定,该火山岩体为安山岩。呈浅黄色调的岩体,沿北东向断裂侵入覆盖在安山岩之上,根据其特征,应为花岗岩。北东向、北东向和北东东向断裂控制着呈浅红色调的岩体,根据其特征,判别为石英二长岩。在遥感图像上对这三个岩体的圈定,确定了它们之间的关系,形成的先后顺序以及相对时代,结合该地区的相关地质资料,最终确定为中生代的安山岩,二叠纪的花岗岩和始新世的石英二长岩。

### 3 斑岩型矿床成矿环境分析

研究区内矿床的成矿环境主要从三个方面加以分析。

#### 3.1 构造环境

从宏观遥感图像上分析,研究区内的断裂构造主要呈近南北、北东和北西向三个方向的线性构造。

##### 3.1.1 近南北向断裂带

图像显示近南北向线性构造的影像特征明显。

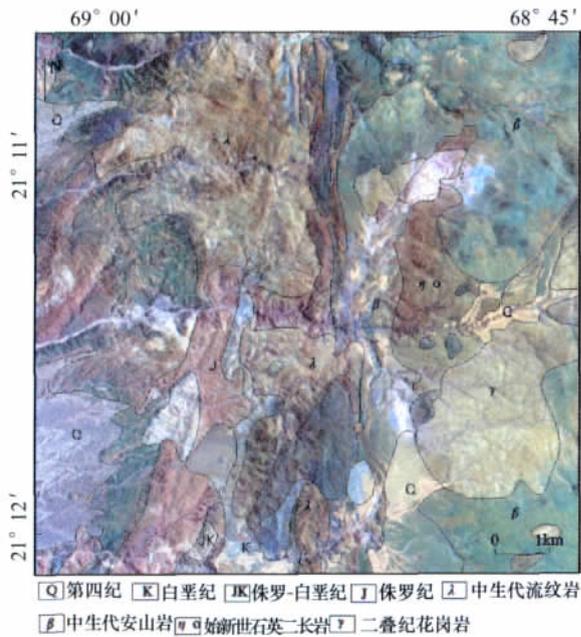


图5 研究区成矿围岩解译图

线性构造呈直线型、宏观连续、延伸远、规模大,控制着火山岩和侵入岩体的分布。各种异常标志均反映出这些线性构造是由一系列的脆性断裂带组成。近南北向断裂带的活动与演化,对研究区基底构造、岩浆活动和构造变动具有主导作用,为岩浆活动晚期的含矿热液的运移提供了通道。

### 3.1.2 北东向断裂

北东向线性构造呈直线型展布,延伸连续方向稳定。几条线性断裂的空间展布具有相互平行的特点,控制含矿斑岩体的展布形态,为含矿热液的运移提供了场所。

### 3.1.3 北西向断裂

在遥感图像的线性构造的解译中,可以看出,北西向构造为较晚期的线性构造,错断近南北向及北东向的断裂。对岩体及矿体起到了破坏的作用。

研究区其它方向线性构造也较发育,但对本区地质意义不大。

克夫拉达布兰卡斑岩铜矿形成于壳型大断裂(近南北向断裂带)发生地质作用时形成的次级断裂(北东向断裂)之中。从该矿床形成的断裂构造模型(图6)可以看出,壳型大断裂为含矿热液的运移提供了有利的通道,而北东向的次级断裂则成为矿液储存的有利场所。

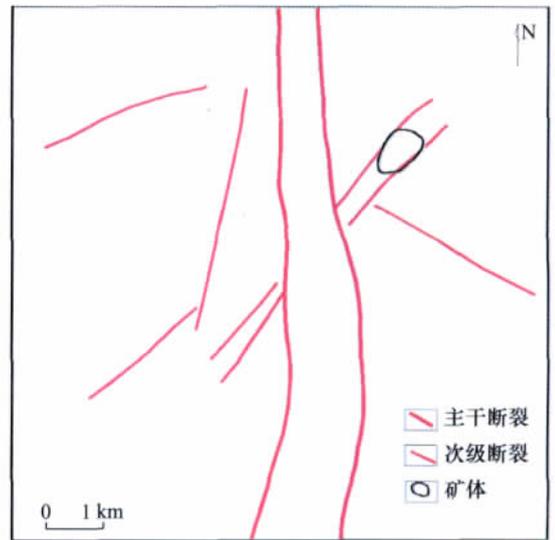


图6 成矿断裂构造模型简图

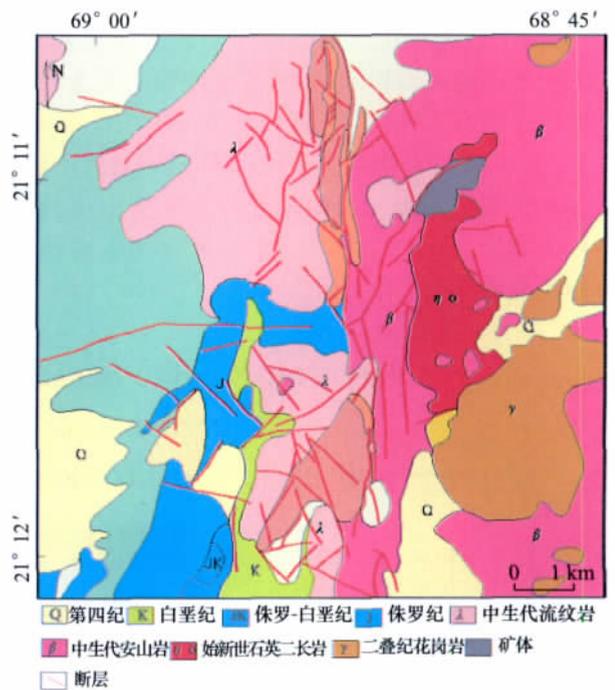


图7 研究区遥感综合解译图

## 3.2 成矿围岩

在中生代-新生代期间,由于板块俯冲、碰撞作用<sup>[11]</sup>地幔物质上涌,在研究区以先存的和新生的近南北和北东向断裂为通道,发生强烈的火山喷发和岩浆侵位,形成影像特征明显的中-东部大规模火山岩和侵入岩体。遥感图像研究表明,研究区东部区域的不同色调和影纹结构起因于多期次的

岩浆喷发和侵位。从总体上看,东部分布着前侏罗纪的安山岩和流纹岩,在东南部又被二叠纪花岗岩侵入。矿体的底板岩石为前侏罗纪的安山岩。

### 3.3 斑岩体

在始新世时期,火山活动强度减弱,中酸性岩浆以及含矿热液沿断裂侵位到火山岩体之上,冷却成岩,成为含矿斑岩体<sup>[12]</sup>。从遥感解译图(图7)中显示,含矿斑岩体受到北东向断裂的控制,呈岩株状侵位于中生代安山岩之中。

## 4 结论

(1) 该研究区位于环太平洋成矿带中的科迪勒拉段,即太平洋板块中的纳茨卡板块与南美大陆板块的接触带上。该接触带由于板块俯冲、碰撞,形成了近南北向的深大断裂带,这些断裂与俯冲带的交切部位为斑岩型矿床的形成提供了有利的构造环境。

(2) 来自地壳下部的岩浆沿着断裂带侵入,形成近南北向的火山岩带,岩浆的多期侵入为含矿物质的聚集创造了有利的条件。

(3) 含矿斑岩体是岩浆结晶分异晚期的产物,由含矿岩浆热液及大量的挥发分沿断裂上侵到有利存储部位,冷凝成岩,故含矿斑岩体为中酸性成分的浅成或超浅成侵入体。

## 参 考 文 献

- 1 凌娟.基于ETM的四川乡城-稻城-得荣地区斑岩型铜矿矿化信息提取与成矿预测.成都:成都理工大学,2007
- 2 周正武,张建枢,王卫东.大型斑岩铜矿的遥感信息探讨.国土资源遥感,1996;28(2):10-20
- 3 潘小菲,宋玉财,杨志明,等.德兴铜厂斑岩型铜金矿床热液演化过程.地质学报,2009;83(12):1929-1950
- 4 夏斌等,陈根文,王核.全球超大型斑岩铜矿床形成的构造背景分析.中国科学,2002;32:87-95
- 5 罗朝舜,赵志芳,许东,等.成矿区带(矿田)富矿遥感模型.云南地质,2004;23(3):378-384
- 6 高景刚.新疆北部主要斑岩铜矿带成矿条件及遥感找矿定位研究.西安:长安大学,2007
- 7 芮宗瑶,刘玉琳,王龙生,等.新疆东天山斑岩型铜矿带及其大地构造格局.地质学报,2002;76(1):83-94
- 8 袁见齐,朱上庆,翟裕生,等.矿床学.北京:地质出版社,1984;167-170
- 9 侯德义.找矿勘探地质学.北京:地质出版社,1984;48-52
- 10 刘玉英,郝福江.遥感地质学.北京:地质出版社,2008;154-155
- 11 徐凌,杨武年,廖崇高等.卫星遥感TM及SAR数据用于山区构造格局分析—以西藏墨脱地区为例.世界地质,2002;21(4):390-396
- 12 陈圣波.三“S”技术在矿产预测中得应用.世界地质,1996;15(1):54-59

## Based on Remote Sensing Information of Ore Control Mineralization Environment Analysis ——pull up to Cardiff branca porphyry deposits for example

LI Gen-jun<sup>1</sup>,JIANG Qi-gang<sup>2\*</sup>,YANG Jia-jia<sup>2</sup>,MENG Xiang-chong<sup>2</sup>,WU Yang-chun<sup>2</sup>,WANG Bin<sup>2</sup>

( College of Earth Sciences ,Jilin University<sup>1</sup> ,Changchun 130061 ,P. R. China;

College of Geo Exploration Science and Technology ,Jilin University<sup>2</sup> ,Changchun 130026 ,P. R. China)

**[Abstract]** Northern Chile porphyry copper deposit of satellite remote sensing image processing ,interpreting the linear structure ,rock formations and ore control information ,and with geological data ,analyze the birth of the area porphyry copper deposit is located in nearly ns-trending large fault and north east to subprime fracture of the inter-section part ,nearly ns-trending fault zone for the migration of hot liquid containing ore provides channel ,north east to subprime fracture become hot liquid containing ore storage sites. In remote sensing image ,a dark green ,Caolun tonal ,nearly ns-trending exhibition cloth andesites take become porphyry deposit of the surrounding rock. Contain mineral is Jiangong porphyry tonal ,north north east to exhibition cloth ,the acid Chaojian into invading for body

**[Key words]** porphyry copper remote sensing information metallogenic environment Chile