

遥感、化探、地质信息综合在昌宁矿产勘查中的应用

刘磊¹, 施明², 周军³, 禹清福⁴, 李得成⁵, 田勤虎⁶

(1 吉林师范大学 旅游与地理科学学院, 吉林 四平 136000; 2 新疆第一区域地质调查大队, 新疆 乌鲁木齐 830011;
3 长安大学 地球科学与资源学院, 陕西 西安 710054; 4 四川省地质矿产勘查局 物探队, 四川 成都 610072;
5 西安地质矿产勘查开发院, 陕西 西安 710100; 6 陕西省地震局, 陕西 西安 710068)

摘要: 利用已有资料, 进行遥感图像数字图像处理, 将遥感图像与化探数据进行融合, 再结合地质资料, 经过将遥感、化探与地质信息的综合分析, 总结出保山—耿马成矿带东段矿体, 是赋存在三叠系顶部与上第三系底部的沉积不整合接触带上或赋存在变砂岩地层的层间破碎带中, 锡矿化体的分布明显受该区北西向的区域构造控制, 矿化与花岗岩体关系密切, 在岩体与地层接触带上具有矿化强烈的成矿地质特征, 从而缩小了探矿靶区。经野外踏勘, 圈定了成矿有利地段。

关键词: 遥感; 化探数据; 地质信息; 矿产勘查

中图分类号: TP79; P618.44 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2007)04-0383-04

Synthetic Analyses of Remote Sensing, Geochemical Surveying Data and Geology in Ore Exploration in Changning

LIU Lei¹, SHI Ming², ZHOU Jun³, YU Qing-fu⁴, LI De-cheng⁵, TIAN Qin-hu⁶

(1 School of Tour and Geographical Science, Jilin Normal University, Siping 136000, Jilin, China; 2 Team one of Regional Geology Investigation, Ürümqi 830011, Xinjiang, China; 3 School of Earth Sciences and Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China; 4 Brigade of Geophysical Exploration, Sichuan Province Bureau of Geology and Mineral Reconnaissance, Chengdu 610072, Sichuan, China; 5 Xi'an Research Institute of Geology and Mineral Exploration and Exploitation, Xi'an 710100, Shaanxi, China;
6 Shaanxi Province Administration of Earthquake, Xi'an 710068, Shaanxi, China)

Abstract The authors make full use of the past data and has the data coordinated and synthesized before field work. First, the digital image processing for the remote sensing data is done and remote sensing data is combined with geochemical surveying data, and then with the geological data. Through the synthetic analyses of the three, the creating states and geological characters of the mineral of Baoshan-Gengma mineral zone is summarized. The ore bodies are contained in the unconformable contacted zone of upper Triassic and lower Tertiary or the rubble zone between the stratum of metamorphosed sandstone. They are obviously controlled by the Northwest structures of the area and have a close connection with granite because the mineralization becomes stronger between the contacted zone of granite and stratum. Through field work, the ore exploration targets were ascertained and a good result is obtained.

Key words: remote sensing; geochemical surveying data; geology information; mineral exploration

0 引言

遥感、化探和地质信息在现代矿产勘查工作中

都起着重要作用^[1-2], 但单独使用每种方法都存在各自的缺陷。随着研究和应用程度的提高, 多源信息融合应用于矿产勘查已成为近年来的一种重要

收稿日期: 2006-12-25

作者简介: 刘磊(1982-), 男, 黑龙江克东人, 从事遥感、地理信息系统地质应用研究。E-mail: hotdog4001441@163.com

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

趋势^[3-6]。遥感与化探数据融合的目的是挖掘其中有利于找矿的信息,结合地质成矿理论,预测找矿远景区,缩小找矿靶区。本次工作主要是在前期地质工作的基础上开展的,测区位于滇西昌宁县城北约 5 km,该区大部分已开展了 1:1 万比例尺的地质找矿工作,地质工作研究程度一般都比较高,但在采用遥感与化探数据融合并结合地质资料进行矿产勘查尚属首次。本次工作在遥感图像处理并将遥感、化探和地质信息综合分析的基础上,结合野外踏勘,选取成矿有利地段进行查证,取得了较好效果。

1 地质概况

测区地处康滇地轴南西段,即中国著名的三江成矿带南段保山—耿马成矿带东段,昌宁—云县—永德弧型构造北端,由于严格受青藏滇缅“歹”字型构造体系制约,区内褶皱和断裂等主体构造线均呈北西—北北西向展布,区域性大断裂及其派生的构造破碎带等低压空间均发育,控制了区内的沉积作用、岩浆活动、变质作用及矿产分布等。区内出露地层,仅有古生界、中生界及新生界的部分地层。海西期和喜山期酸性岩浆活动强烈并频繁,且分布广泛,成矿物质来源比较丰富,含矿热液活动、沉淀的低压空间都比较充分,为区内的成矿作用提供了有利条件。

通过对昌宁薹坝地锡矿及外围前期地质勘查资料的研究,选定对勘查区范围进行有针对性的遥感图像处理及地质解译,并在有利地段进行探槽、浅井工程揭露和坑道工程验证等工作。在野外使用 X 荧光分析仪对样品进行现场测定,增强了对该地区锡矿化体的感性认识。

(1) 运用 ERDAS 8.4 对工区的 ETM 图像进行处理。

(2) 将遥感与化探数据融合(叠合),并将已有的地质资料坐标配准,以 ARCVIEW 软件为平台,将遥感与化探数据融合图像与地质资料综合分析,解译出线性构造和环形构造。

(3) 通过野外踏勘,利用 GPS 测定断裂、岩体和 X 荧光分析仪测定的高品位样品位置。

(4) 将踏勘得到的信息根据坐标反映到图像上,并根据已知矿点分析控矿及赋矿构造,确定成矿有利地段。

(5) 在有利地段进行探槽、浅井工程揭露和坑

道工程验证。

2 遥感图像处理与化探数据融合

2.1 图像处理

本次工作所用数据为 ETM 13143(保山幅),时相为 2002 年 2 月 23 日。首先对该数据进行几何精校正、坐标配准,并将灰度值拉伸到 0~255 区间。图 1~3 中虚线框即为勘查区范围,各角点坐标分别为:99°34′,24°52′;99°34′,24°55′30″;99°38′,24°52′;99°38′,24°55′30″。

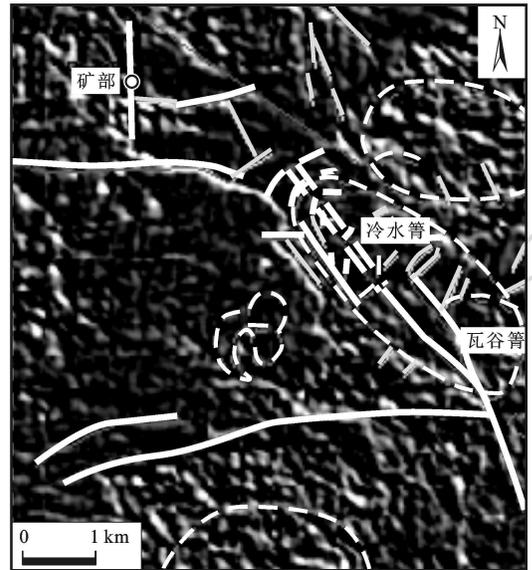


图 1 TM321 波段 PC1 突出北西向滤波图像

Fig. 1 Image of PC1 of TM321 after the NW Filter

目前遥感应用于矿产勘查主要是提取异常信息,指能直接反映矿化蚀变现象存在或间接反映成矿有利条件存在的各类信息,如矿化蚀变信息、环形构造信息、几何体信息和控矿断裂信息^[7]等。不同地区不同矿床因其矿物组成、蚀变类型、裸露程度以及控矿条件的不同,指示标志不尽相同,选取的图像处理方法也不尽相同。由于本地区林木茂密而且普遍基岩露头较差,所以矿化蚀变信息提取效果较差,故主要采用其他方法。

通过多次实验,最终选取对岩性信息反映明显的 TM 5、7 波段和对植被反映明显的 TM 4 波段以及一个可见光波段 TM 1 波段进行假彩色合成及处理。

2.1.1 假彩色合成

将波段 7(R)、4(G)、1(B)和 7(R)、5(G)、4(B)

分别进行假彩色合成,然后变换到 HSI 空间,直方图匹配后用全色波段替换 I 分量再反变换到 RGB 空间^[8]。

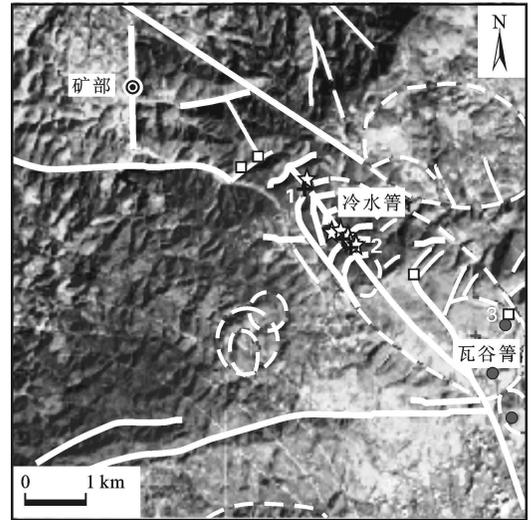
2 1 2 构造信息提取

经过对 TM 7(R)、4(G)、1(B)和 3(R)、2(G)、1(B)进行主成分变换的 PC1 分别进行全向、北西、北东、东西和北南方向滤波后进行线性和环形构造解译(见图 1)。其中底衬图像为 TM 3(R)、2(G)、1(B)假彩色合成图像进行主成分变换的 PC1 经北西向滤波后图像。

2 2 遥感与化探数据融合(叠合)

遥感与化探数据融合(叠合)是为了同时发挥各自优势,做到优势互补^[9]。融合或叠合后的图像基本保持了遥感图像的特征,又可以不同的明度显示化探异常情况,以便进行综合分析。

对昌宁 1:20 万保山幅化探钨和锡图在工区范围部分按原图色彩进行监督分类,经多次实验确定各分类赋值。将监督分类后钨化探图像先通过条件判别再用算术运算法与 TM 7(R)、4(G)、1(B)假彩色合成并融合全色波段的遥感图像融合(图 2),监督分类后锡化探图像采用几何平均法与 TM 7(R)、5(G)、4(B)假彩色合成并融合全色波段的遥感图像融合(图 3)。



主构造 背斜 环形构造 线性构造
☆ 旧民采锡矿点 □ 测定高品位锡样点 ● 野外定位花岗岩点 + 新坑道洞口定位点
1, 3—地层与花岗岩接触带; 2—构造破碎带

图 3 遥感与化探数据(锡)融合图像

Fig. 3 Image Combined Remote Sensing Data with Geochemical Surveying Data Sn

3 遥感地质解译与地质认识

3.1 遥感地质解译

解译结果见图 1。

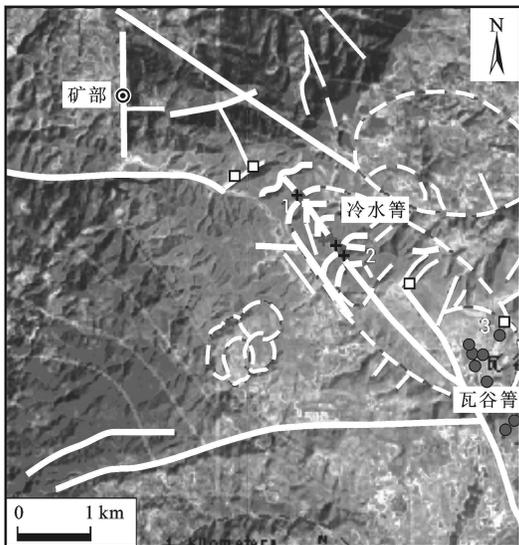
3.1.1 冷水箐背斜

该背斜从矿区本部向南东经木材卡站、冷水箐到瓦谷箐,呈北西向展布。背斜转折端在矿部附近,背斜北西端向北西倾伏,向南东扬起,在昌宁县城北东部被近北东向的断裂切割。

遥感影像反映出冷水箐背斜规模大,是一个较大的成矿地质条件背景区,并受后期构造运动的影响(图 2)。图 2 中长轴为北西向展布的较大椭圆即为冷水箐背斜,贯穿整个工作区,背斜中又存在一系列比较小的环形、线性构造,这说明本区构造复杂,受多期构造运动影响,成矿条件比较有利。

背斜翼部有一系列的轴向与之平行的次级小背斜、小向斜,核部分布有顺背斜轴向产出、规模不等的岩浆岩侵入体分布,各岩体的长轴走向与主体背斜轴向基本一致。由于断裂构造和岩浆岩体的破坏,冷水箐背斜反映为一较大“破”背斜构造的特征。

该背斜核部与转折段附近的北东翼部是区内主要控矿与赋矿构造之一。图 3 旧民采锡矿点,经取样测定锡普遍达到工业品位。



主构造 背斜 环形构造 线性构造
□ 测定高品位钨样点 ● 野外定位花岗岩点 + 新坑道洞口定位点
1, 3—地层与花岗岩接触带; 2—构造破碎带

图 2 遥感与化探数据(钨)融合图像

Fig. 2 Image Combined Remote Sensing Data with Geochemical Surveying Data W

3.1.2 北西向构造

区内北西向构造以冷水箐—瓦谷箐断裂为主。在冷水箐背斜核部存在一条不甚连续的构造破碎带,该轴向断层走向与区域构造线的分布基本一致,略具扭动的波状,所以,判断该构造是区内的主要控矿构造和赋矿构造之一。

该轴向断层的构造破碎带、挤压片理带在冷水箐一带最为发育,宽度 10~30 m,断层总体走向与背斜轴线基本一致,是区内锡矿化最为有利的赋矿部位,也是本次勘查工作的重要对象之一。

3.1.3 环形构造

根据遥感影像解译出的环形构造,形态不甚规则,大小不等,存在大环圈小环、小环切大环的现象,并且经过对以往地质资料研究和野外踏勘得知,环形构造与已知的岩体吻合较好(图 2、3 中野外定位的花岗岩点),这反映了该地区岩浆活动的多期性特点。因此,推测本区环形构造反映了岩体的分布,而环形构造边缘(岩体接触带)地带锡矿化较普遍的现象同样反映出岩体与本区锡矿成因关系密切。

3.1.4 北东向构造

在该区冷水箐背斜的北东翼部存在一系列呈等距分布的北东向(线性构造)断层,均没有切割主干断层,而在与主干断层相交的部位往往出现相对强烈的锡矿化,这一现象说明该组断层与主干断层是同时期的产物,都同样起到了控矿、赋矿的作用,并在相交的部位(结点部位)矿化较强。

3.2 地质认识

从区域地球化学成果反映出钨、锡等高温元素组合的化探异常相关性较强且与构造相当吻合,沿北西—南东向展布,且规模较大,这不仅为以上遥感、地质分析结果提供了证据,并且说明本区较强的钨、锡异常意义非常可能存在大型锡矿床。

根据遥感与化探数据融合、遥感构造解译、图像处理色调异常解译、野外踏勘和样品分析等综合研究并结合以往地质资料,得出本区矿化体的产出状态和成矿地质特征主要有 4 种形式:

(1)赋存在三叠系顶部与第三系底部的沉积不整合接触带上,并与带中砂岩透镜体的硅化、电气石化等蚀变作用的强度有关,这种现象是北西段最主要的一种锡矿赋存形式。

(2)赋存在变砂岩地层的层间破碎带中,赋矿

岩石主要为变砂岩,矿化与硅化、电气石化等围岩蚀变的强烈程度呈正相关关系。

(3)锡矿化体的分布明显受该区北西向区域构造控制,并主要赋存在背斜核部轴向断裂构造的破碎带中上部。

(4)矿化与花岗岩体关系密切,在岩体与地层接触带上矿化强烈。

区内控矿、赋矿构造主要有两种形式,一是矿区本部和祝贺堂等地受地层和层间断层接触带控矿,二是冷水箐一带以构造破碎带、挤压片理带等构造控矿。但无论是何种形式,其锡矿化都与区内的变砂岩岩层、硅化、电气石化等因素有关。

通过以上分析结合野外验证,确定了图 2、3 中 1~3 共 3 个有利地段,其中 2 处为构造破碎带,1、3 点处都为地层与花岗岩接触带,经测定,两处花岗岩体普遍为强锡矿化体,而接触带即为矿体。在 1、2 两点敷设了 3 个新坑道,图 3 中黑色十字为新坑道洞口定位点,经取样测定,证明找矿效果较好。

4 结语

采用遥感图像与化探数据融合并结合地质资料进行综合分析,实现了优势互补,有利于确定有利地段,是多源信息融合应用于矿产勘查的一次较好尝试,取得了较好的效果。

参考文献:

- [1] 周 军, 刘建朝, 杨正华, 等. 胶东乳山金矿区原生晕地球化学特征及深部成矿预测[J]. 西安工程学院学报, 2001, 23(4): 16-27.
- [2] 刘淑文. 空间统计方法及其在地球化学数据处理中的应用[J]. 西安工程学院学报, 2000, 22(3): 31-34.
- [3] 周 军, 王继辉, 祁世军, 等. 海南不磨金矿区地质、化探多元信息综合找矿研究[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2005.
- [4] 周 军, 陈明勇, 高 鹏, 等. 新疆东准噶尔蚀变矿物填图及多元信息找矿[J]. 国土资源遥感, 2005(4): 51-55.
- [5] 吴德文, 袁继明, 张远飞, 等. 遥感与化探数据融合处理技术方法及应用研究[J]. 国土资源遥感, 2005(3): 44-47.
- [6] 刘 成, 金成洙, 姚玉增, 等. 化探散点数据的图像化及其和遥感图像的叠合[J]. 东北大学学报: 自然科学版, 2003, 24(6): 597-599.
- [7] 赵福岳. 矿源场-成矿节-遥感信息异常找矿模式法[J]. 国土资源遥感, 2000(4): 28-33.
- [8] 马建文, 赵忠明, 布和敖斯尔. 遥感数据模型与处理方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2001.
- [9] 朱亮璞. 遥感地质学[M]. 北京: 地质出版社, 1994.