

青海五龙沟地区1:5万遥感信息 找矿勘查与靶区预测研究^①

高香香¹, 邹林², 高光明¹, 杨自安^{2,3}, 张普斌²

(1. 中南大学, 湖南长沙 410083; 2. 有色金属矿产地质调查中心, 北京 100814; 3. 中国地质大学, 北京 100083)

摘要:在青海五龙沟地区开展1:5万遥感信息找矿勘查与靶区预测研究,是以矿化蚀变的遥感异常提取为主线,结合成矿源场、成矿位场遥感信息的解译,通过遥感与地质、矿产、化探等多源信息的空间集成和综合分析,进行1:5万遥感岩石地层—构造—蚀变岩填编图与遥感找矿预测,优选出了13处新的找矿靶区。经有关地勘单位野外实地检查,取得了很好的应用效果,并证明了该方法的有效性。

关键词:遥感信息处理; 找矿勘查; 靶区预测; 1:5万; 五龙沟; 青海

中图分类号:V553.3:TP391 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-5663(2005)04-0418-04

0 前言

五龙沟金矿集中区是东昆仑成矿带典型矿区之一,自20世纪90年代以来,许多科研院所和青海省有关地勘单位在该区进行了详细的评价研究,其地质调查程度相对较高,对矿区的资源潜力评价也较充分。本项工作以五龙沟金矿床所在的1:5万标准图幅《五龙沟幅》(10-46-144-乙)为研究区,以矿化蚀变的遥感异常提取为主线,在充分分析成矿地质条件及成矿规律的基础上,采用遥感找矿扫面技术,进行1:5万遥感岩石地层—构造—蚀变岩填编图和遥感找矿预测研究,在该区优选出了13处新的找矿靶区。近期经有关地勘单位进行实地查验工作,在遥感异常区内发现了较好的金矿(化)体。

1 研究区地质概况

五龙沟地区处于东昆仑中部断隆(花岗岩—变质岩杂岩带)北部,是一个以金为主的铁、铜、钼、铅、锌多金属矿化集中区。区内金矿化产于剪切构造带中或其旁侧,直接赋存在碎裂岩、构造角砾岩、

糜棱岩或干糜岩等各种构造岩中,矿化体形态、规模及空间展布严格受NWW向断裂构造带(剪切带)控制。

本区出露地层除第四系外,均为元古界青白口系和长城系的黑云母斜长片麻岩、绢云岩、大理岩。有关研究资料表明,这些前寒武纪变质基底岩系的Au的丰度普遍高于地壳克拉克值,其 $w(\text{Au})$ 达几十 $\times 10^{-9}$,甚至几千 $\times 10^{-9}$,且金矿化相对密集产出的空间与这些元古界深变质的基底岩系相伴。由此认为,它们是区域金矿化集中产出的重要前提,很可能是该区金矿成矿作用重要的初始矿源层。

五龙沟地区金矿的成矿作用方式以热液交代作用为主。矿床围岩蚀变十分强烈,围岩蚀变种类较多。金矿体主要产于由强烈硅化、黄铁矿化、绢云母化形成的黄铁绢英岩化构造岩中,尤其是硅化强烈地段,矿石的金品位较富。围岩蚀变呈面型展布,但分带性不明显。

五龙沟金矿床是该区典型的剪切带型金矿床。

在五龙沟金矿化集中区内,经化探扫面,圈出了一个编号为As 18的Au异常,面积约为200 km²。除Au外,还有As、Sb、Sn、Rb、U、Pb、Bi、Y、Cd等异常。

① 收稿日期:2005-05-11 作者简介:高香香(1982-),女,中南大学硕士研究生,主要从事遥感地质的研究与应用工作。
基金项目:国家“十五”科技攻关课题(编号2003BA612A-04)资助。

同时还有铅族矿物、铜族矿物、锡石矿物等重砂异常。

2 矿化蚀变的遥感异常的提取

矿化蚀变的遥感异常是矿产遥感勘查的重要标志,在这里系指与金属矿化蚀变有关的遥感探测指标的异常,其适用性是由 TM、ETM 数据的探测性能所决定的。它们主要反映的是那些与金属矿化有关的含铁离子类蚀变岩(蚀变矿物)的铁化蚀变、含羟基类蚀变矿物的泥化蚀变、碳酸盐蚀变、硅化蚀变等蚀变岩石的遥感异常。这种遥感异常通常是“弱信息”,且常常被其它因素干扰,需要通过专门的、特殊的数据处理方法,才能将它增强而被提取出来。这也是矿产遥感勘查中的关键技术。

本次遥感异常提取采用“遥感信息多层次分离定量提取技术”,该技术是以多元数据统计分析为基本手段,以研究区地质矿产概念模型为基础,从陆地卫星多光谱数据、岩(矿)石光谱数据、矿物组分和化学组份等数据特征入手,采用“遥感多元数据分析+比值+主成分分析+掩膜+分类(分割)”等多方法有机结合的图像数据分析、图像增强和图像分类的图像处理技术方法。即把“多元数据分析”作为选择特征变量(主因素)的重要工具,运用比值运算、主成分分析等技术,获取最佳变量集;通过“比值+主成分分析”,增强微弱矿化信息;最后采用“图像掩膜+模式识别(分类)或分割处理”的方法,逐步去除干扰信息,将与矿化有关的蚀变遥感信息一步步地分离并定量提取出来。

此外,为利于蚀变的遥感异常与多源地学信息进行可视化空间分析和找矿预测,还需对蚀变异常图像进行统计分析、均值滤波和彩色密度分割等优化处理,并进行分类分级和量化统计。本次研究根据研究区的地质实际,通过对这些带有量化信息的蚀变的遥感异常与区内金矿化关系进行综合分析,分别将它们分为四级异常:高值级(I级)异常、中值级(II级)异常、低值级(III级)异常和高背景值级(IV级)异常。同时根据其地质分布特点,所获取的蚀变的遥感异常又可分为以下几种地质类型:

(1)分散于各时代岩层及岩体上,分布极不规则,异常值级别高低不等的“区域性”蚀变的遥感异常;

(2)沿岩体接触带分布的“岩体接触带型”蚀变的遥感异常。

(3)沿断裂分布的“断裂型”蚀变的遥感异常。

(4)沿剪切带分布的“剪切带型”蚀变的遥感异常。

(5)与金属矿化(体)有关的“矿化型”蚀变的遥感异常。

所提取的蚀变的遥感异常面积占基岩区面积的 7.34%,其中约 60%的铁化蚀变的遥感异常和 40%的泥化的蚀变遥感异常与已知金属矿床(点)相吻合,这表明所提取的遥感异常是有效的。它们是十分直接的找矿标志,对研究和寻找区内与内生金属矿化有关的矿床(点)具有重要的指示意义。此外与已知矿上方的遥感异常相类似的同类遥感异常的分布面积仍很大,它们所指示部位可能会发现新的矿化。

3 遥感地质解译及遥感地质填编图

本次遥感地质解译主要针对成矿源场、成矿位场遥感信息进行识别和分析。以 1:5 万地质矿产图为基础,在建立各种岩石地层、构造的解译标志后,对研究区各时代地层、侵入岩、断裂构造、环形影像构造等基本地质要素进行解译和分析。在此基础上,将重新厘定的由遥感特征影像反映出来的时代地层、侵入岩体、断裂构造、环形影像构造和“色彩异常”等遥感地质要素,再加上提取出来的与(矿化)蚀变有关的遥感异常填编在一起,形成新型的岩石地层—构造—蚀变岩遥感地质图。

这种岩石地层—构造—蚀变岩填编图是遥感地质信息综合表达的新形式,有效地表达了成矿源场、成矿位场及成矿异常的遥感信息组合,能充分而清晰地反映出成矿地质条件、环境及找矿标志,为矿产资源综合矿产提供了新的信息。

4 遥感综合信息找矿预测

4.1 遥感找矿预测准则

(1)遥感找矿预测以遥感找矿信息为基础,以蚀变的遥感异常为重要标志,结合成矿源场、成矿位场条件,优选最佳遥感成矿信息组合;

(2)遥感找矿预测在充分分析研究区成矿环境条件及其成矿规律,以及物化探成矿信息基础上,进行综合预测。

4.2 遥感找矿预测标志

(1)与控制金矿床、矿点分布的剪切带对应的主要断裂构造(带),以及与前者相关的低序次的断裂构造及其多组次级断裂构造汇聚地段或密集的破碎带的影像;

(2)可能反映岩浆活动中心或者隐伏岩体的环形影像;

(3)分布在控制金矿床、矿点分布的断裂构造带或控制金矿床、矿点定位的低次序的断裂裂隙汇聚地段或密集的破碎带上的铁化、泥化蚀变的遥感异常;

(4)与金矿床、点对应的铁化、泥化蚀变的遥感异常;

(5)级值较高、成面性或成带性较好,与以 Au 为主的水系沉积物元素异常叠合的铁化、泥化蚀变的遥感异常。

4.3 对找金有利的地质条件和环境

(1)元古界青白口群和长城系深变质岩系分布区。

(2)华力西期—印支期中酸性侵入岩及浅成—超浅成脉岩发育地段;

(3)NW—NWW 向韧性脆性剪切带及旁侧低次序的断裂裂隙系统;

(4)强烈的硅化、绢云母化、黄铁矿化、毒砂化、碳酸盐化等蚀变围岩;

(5)规模大、元素组合齐全、强度高、分带性好、浓集中心明显的以 Au 为主的 Au—As—Sb 水系沉积物综合异常,其中 As 是最重要的指示元素。

4.4 遥感综合信息找矿预测

根据以上预测准则及标志,本次研究采用 GIS 空间分析技术,以遥感异常为基础,通过对本区地质、矿产、物化探和遥感等综合找矿信息进行空间集成与综合分析,进而优选出 13 处新的找矿靶区(见图 1)。这些找矿靶区主要位于:

(1)与已知矿床点部位出现的类似的铁化、泥化蚀变遥感异常且两种异常叠合的区段。

(2)落在 NW—NWW 向断裂构造(带)上。

(3)伴有 Au 等元素化探异常的区段。

(4)现暂未发现矿床、点又有遥感异常出现的“空隙”地段。

在这 13 处新的找矿靶区中,根据遥感异常的类型和级别,综合各找矿因素的特点,选出 3 处最佳找矿靶区(I 类);岩金沟北、石灰沟上游、红旗岭东;8 处可行的找矿靶区(II 类);萤石沟南、五龙沟中下游西、五龙沟中游西、五龙沟中游东、红旗岭南、五龙沟上游北西、五龙沟上游南西、五龙沟上游东;2 处可能的找矿靶区(III 类);石灰沟口西、三道梁北西。

在这里值得一提的是,近期有关地勘生产部门在

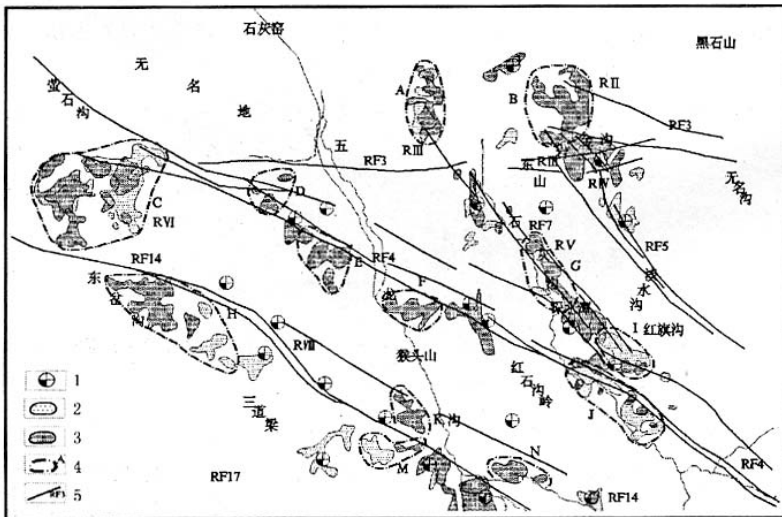


图 1 青海五龙沟金矿区遥感成矿预测图

Fig. 1 Remote sensing ore prediction map of Wulonggou gold mine in Qinghai

1—金矿床(点) 2—泥化蚀变遥感异常 3—铁化蚀变遥感异常
4—遥感找矿靶区及编号 5—遥感解译构造

对部分找矿靶区的踏勘调查中,在红旗岭东(I类)找矿靶区的遥感异常带上发现了 $w(\text{Au})$ 达 1g/t 以上的2条破碎蚀变带,已成为新的找金线索。

5 结语

通过在五龙沟地区应用1:5万遥感信息找矿勘查技术进行靶区预测的实践,结果表明,在新的找矿理论指导下,以蚀变的遥感异常为主线,结合地质、物化探资料,按1:5万图幅标准,进行岩石地层—构造—蚀变岩填编图,制出新型的遥感地质图,进行成矿预测。这种突破传统遥感地质方法的矿产遥感勘查评价新技术具有明显的先进性和实用性,具体表现在以下几方面:

(1)用于地质矿产调查的“遥感信息多层次分离定量提取技术”所提取的蚀变遥感信息(异常),是十分直接的找矿标志,对与寻找内生金属矿化有关的矿床(点)具有重要的指示意义。

(2)岩石地层—构造—蚀变岩填编图是遥感地质信息综合表达的新形式,其有效地表达了成矿源场,成矿位场及成矿异常的遥感信息组合,能充分而清晰地反映出成矿地质条件、环境及找矿标志,为矿产资源综合矿产提供了新的信息。

(3)遥感找矿新方法技术与地质勘查、地球物理和地球化学勘查密切相结合的综合找矿方法,能最大限度地发挥遥感与地质、物探、化探资料整合的相互效应,是矿产资源勘查的最优技术组合之一。它不仅提供了丰富的地质矿产信息,改变过去传统地质工作方法,减少野外工作量,缩短工作用期、降低成本,而且还能加快勘查和评价速度,并取得良好效益。

(4)应用1:5万遥感地质填编图,具有标准化和规范化编制规程和工作程序。遥感地质图等系列图件与同比例尺、同范围的地形图、地质图相匹配,使用者用起来方便、看得懂、用得上,且准确、可靠、实用。

本次研究得到了有色金属矿产地质调查中心的朱谷昌总工程师、植起汉教授的悉心指导,在此致以衷心的感谢!

参考文献:

- [1] 青海省地质矿产局.《五龙沟》1:20万区域地质矿产调查报告[R].内部资料,1972.
- [2] 青海省地球物理勘查技术研究院.五龙沟幅1:5万区域地质调查说明书[R].内部资料,1996.
- [3] 青海省有色地质矿产勘查局.青海省第三轮成矿远景区划研究及找矿靶区预测报告[R].内部资料,2003.9

1/50000 SCALE REMOTE SENSING PROSPECTING AND TARGET PREDICTION IN WULONGGOU AREA, QINGHAI

GAO Xiang-xiang¹, ZOU Lin², GAO Guang-ming³, YANG Zi'an², ZHANG Pu-bin²

(1. Central South University, 410083; 2. Non-ferrous Metals Resource Geological Survey of China, 100814)

Abstract: A remote sensing prospecting and target prediction research at a scale of 1 to 50000 has been carried out in Wulonggou area of Qinghai and 13 new target areas for further prospecting have been screened out through 1 to 50000 scale remote sensing rock strata-structure-alteration mapping and spacious integration and comprehensive analysis of remote sensing, geological, mineral resources and geochemical information focused on the extraction of remote sensing anomalies concerned about mineralization and alteration and combined with remote sensing information explanation of ore source field and ore forming field. It is proved to be efficiency and received good application result by field back-check of a relative geological team.

Key Words: remote sensing information process, prospecting, target prediction, 1 to 500000, Wulonggou, Qinghai