

The Application of Modern Remote Sensing Technology in the Geological Prospecting in Jiuyi Mountains Composite Body

Yuanbeng Wei¹, Xiang Xiao¹, Fei Gong¹, Xiangcheng Liu¹, Jinjing Chen¹, Zhan Yin²

¹Hunan Nuclear Geology 303 Group, Changsha Hunan

²Nonferrous Metals Minerals Geological Survey Center, Beijing

Email: 986310327@qq.com

Received: Oct. 5th, 2018; accepted: Oct. 18th, 2018; published: Oct. 25th, 2018

Abstract

Based on systematic collection of geological, geophysical, geochemical and hydrogeological data, using modern remote-sensing technology, this paper studies the volcanic mechanism of Jiuyi Mountains Swan Village, analyzes the potential of uranium mineralization, and predicts four prospecting targets, providing a basis for future prospecting for volcanic-type uranium deposits in this area and technical support.

Keywords

Modern Remote-Sensing Technology, Volcanic Complex Rock, Prospecting Target Area, Jiuyi Mountains Swan Village

现代遥感技术在九嶷山复式岩体地质找矿中的应用

魏元泵¹, 肖想¹, 龚飞¹, 刘湘成¹, 陈进京¹, 尹展²

¹湖南省核工业地质局303大队, 湖南 长沙

²有色金属矿产地质调查中心, 北京

Email: 986310327@qq.com

收稿日期: 2018年10月5日; 录用日期: 2018年10月18日; 发布日期: 2018年10月25日

摘要

本文运用现代遥感技术, 在系统收集地质、物化探、水文地质资料基础上, 开展了九嶷山天鹅寨火山杂

岩体火山机构研究,进行了铀成矿潜力分析,预测出4个找矿靶区,为今后在该区开展火山岩型铀矿找矿工作提供了依据及技术支持。

关键词

现代遥感技术,火山杂岩体,找矿靶区,九嶷山天鹅寨

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

近些年来,随着找矿难度的加大和遥感技术(特别是高分辨率遥感技术)、现代信息技术的发展,需要对遥感技术的应用进一步开拓创新,最大限度地提高遥感技术的地质应用效果,以促进铀资源勘查的战略突破[1]。特别是在工作程度较低、植被覆盖严重、人员难以进入的地区[2],遥感影像可以直观、逼真的反映出构造要素特征及其展布规律,从宏观上反映活动断裂的空间展布规律和构造特征,从而有效地揭示隐伏构造,显示活动构造[3][4][5]。为适应我国矿产资源勘查开发“走出去”战略的需要,利用 ETM+卫星数据对津巴布韦大岩墙[6]、秘鲁北部 Chiclayo 地区进行成矿预测应用[3],体现了现代遥感技术得到了广泛应用。九嶷山天鹅寨火山岩体是湘南-粤北唯一大面积出露陆相酸性火山岩,自上世纪五十年代至今断续开展了一系列的基础地质工作和科研工作。但因各种原因,该区铀矿找矿工作始终没有突破。随着科技进步,运用现代遥感技术对该区进行进一步研究,为突破该区铀矿找矿提供技术支持。

2. 成矿地质背景

2.1. 区域地质背景

九嶷山天鹅寨火山盆地位于 NE 向钦~杭成矿带湖南段与 EW 向九嶷山~诸广山~仙游岩带叠置转换地带,与大洲、盛源、相山等一批大型火山岩型铀矿床同处于钦杭成矿带北东段(图 1),具有相似的成矿地质背景。在深层地质构造上,产于 NE 向郴州~临武及 NW 向新宁~蓝山两条深切莫霍面断裂的交汇处和湘东南地块与武功诸广山地块的变异复合部位[7]。

九嶷山复式岩体总体呈东西向“一”字型展布,面积达 1272 Km²;按岩浆作用先后顺序,划分为加里东期雪花顶岩体、印支期砂子岭岩体、燕山期金鸡岭岩体及天鹅寨火山杂岩体以及补充侵入螃蟹木岩体(图 2)。

2.2. 以往基础地质工作

上世纪五十年代至七十年代,湖南省区测队、广东省地质局区测队开展了 1:20 万区调工作,将天鹅寨岩体定为“浅成一喷发过渡类型的火山杂岩体”。随后先后有省冶、地矿有色、核工等多家单位在周边进行过铀钨锡铅锌矿种地质及科研工作,开展了一系列物化探找矿工作,指出天鹅寨岩体是一个独立的岩浆演化活动中心,是湘南、桂北地区唯一有待进一步深化研究和发展的火山岩型铀矿产地。但一直没有深入开展勘查工作。

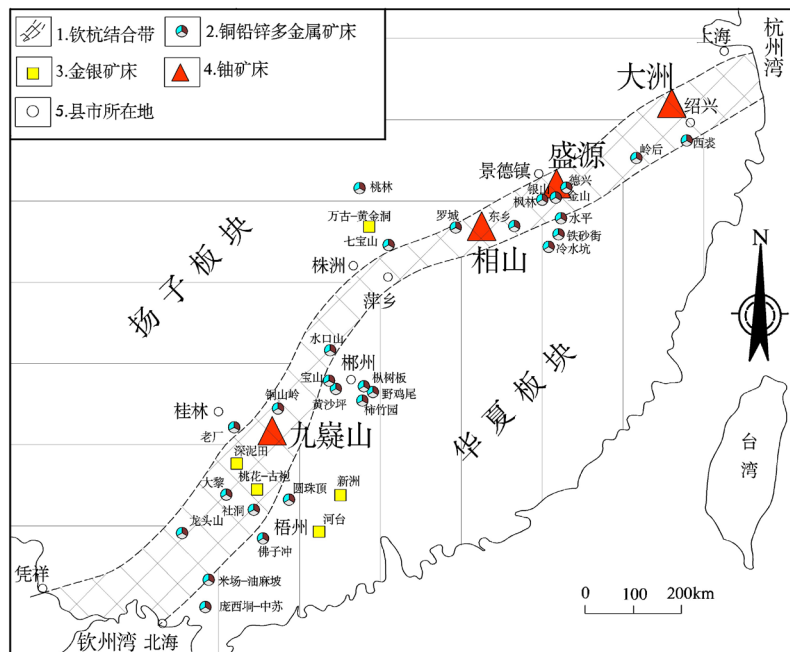


Figure 1. Geodetic location map (based on Mao Jingwen, 2011, revised)
 图 1. 大地构造位置简图(据毛景文 2011 年, 有修改)

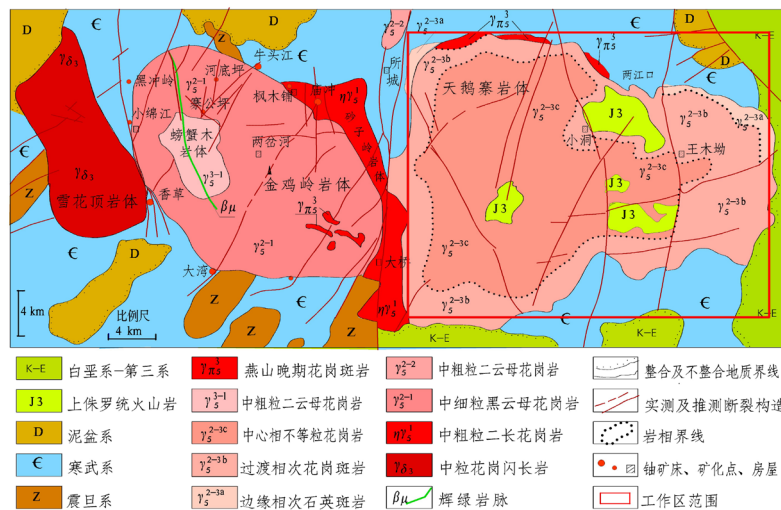


Figure 2. Jiuyi Mountain composite body geological map
 图 2. 九疑复式岩体地质略图

3. 遥感影像处理及应用

3.1. 遥感数据源及构造遥感分析

社会发展促进了遥感技术的发展, 遥感技术在地质找矿中应用非常广, 现代化社会对于矿产资源的需求量也逐渐增加[8]。现代遥感技术在地质找矿中的应用, 包括遥感岩性识别、矿化蚀变信息提取、地质构造信息提取和植被波谱特征的找矿应用等[9]。根据现代遥感研究成果的应用, 本次采用最新的 OLI 卫星数据和 SPOT6 卫星数据。根据解译标志, 在研究区解译出 SN 向、EW 向、NNE~NE 向、NW 向 4 组主要线性断裂构造和 4 处环形构造(见图 3)。

湖南省蓝山县天鹅寨地区遥感找矿预测图

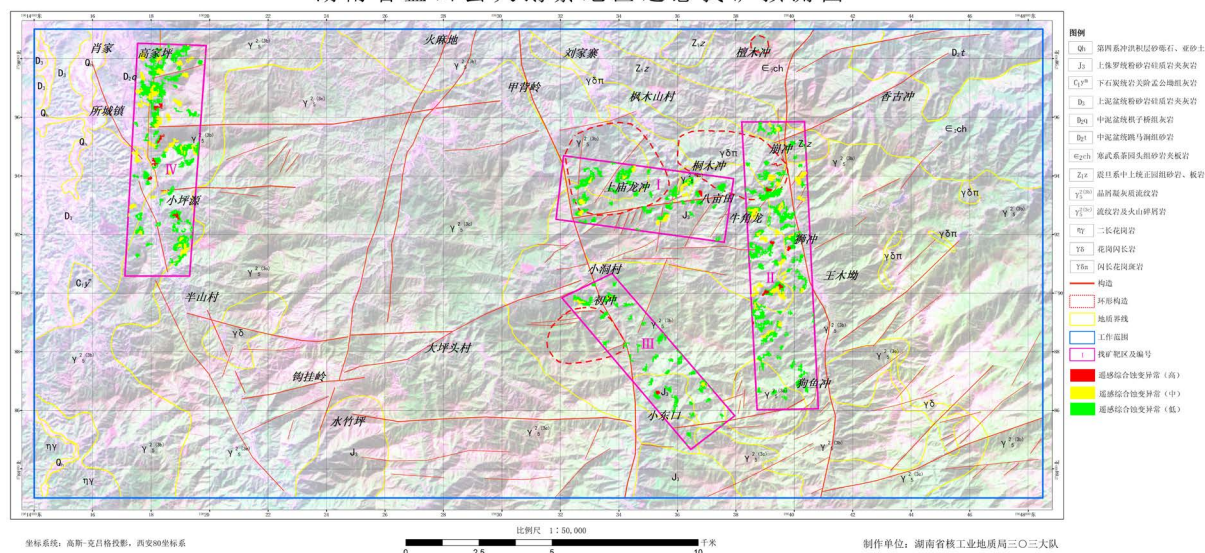


Figure 3. Remote sensing interpretation and comprehensive prospecting target area of Jiuyi Mountain map

图 3. 九嶷山遥感解译及综合预测找矿靶区略图

3.2. 构造体系分析

在 4 组断裂构造带中, SN 向构造规模最大, 其中 F1、F2 两大断裂控岩控矿控盆。所夹持火山塌陷盆地经历基底凹陷、火山喷发喷溢、断陷塌陷、挤压隆起剥蚀形成一系列次生断裂带。EW 向构造被 SN 向构造、NNE 向构造以及 NW 向构造所错动, 地貌上断续显现。NNE~NE 向构造较发育, 但延伸距离较短, 被错动改造明显, 在王木坳南北向构造的东侧, NE 向构造次生断裂阵列排布, 长度在 2~6 km, 推测为形成较晚的一组张性裂隙或小型正断层群, NW 向构造主要沿天鹅寨岩体西侧与围岩接触地段分布, 应为火山后期喷发、改造所形成。环形构造位于天鹅寨岩体东侧, 两大区域性南北向构造夹持, 闪长花岗斑岩脉岩北东向侵入, 显示该区是是热源、流体、矿源良好的汇聚场所。

3.3. 新构造活动及意义

从构造运动的动力学角度看, 新构造运动是地球动力学条件和构造应力场发生显著变化的最新地质构造阶段的地壳运动。我国新构造运动开始于中新世中期, 亦即约距今 15~10 Ma [10] [11]。地形地貌与新构造运动密切相关, 也常常是构造解译的主要标志。天鹅寨地区构造解译大多具有新构造或古构造复活的特点。SN 向深大断裂控制着区域地形、地貌特征, 控制着山脊、山谷以及河流的 SN 走向。EW 向断裂受到新构造运动的影响, 被错断和剥蚀, 断续呈现。NE 向构造影纹明显, 是新构造活动较好的表象。NNW 向构造在天鹅寨杂岩体西侧, 受杂岩体隆起抬升影响, 受新构造错断影响, 连续性差。天鹅寨古火山经长期改造侵蚀, 原形已不复存在。整体上, 该区为小洞断裂和王木坳两大深断裂所控制, 后期被 EW 向构造、NE 向构造所改造, 在新构造地貌特征上显示为较明显的弧形山脉, 以及较为特别的“几”之形河流。此外, 环形构造的北侧边缘呈内倾弧形状, 倾角较陡, 南侧发育多条次生构造, 显示边缘断裂呈张性, 并具有新构造活动特征。新构造活动对轴的表生富集起到有利作用。

3.4. 遥感蚀变信息与分析

3.4.1. 蚀变信息提取原理

遥感蚀变信息是蚀变岩(带)在遥感影像反映出来的一种综合光谱信息。在热液作用的影响下, 使矿物

成分、化学成分、结构和构造发生变化的岩石，在多波段遥感图像上表现为不同的颜色、色调和纹理差异，常常是矿床存在的重要标志。利用遥感数据提取蚀变信息，叫蚀变信息场[12]。随着 Landsat-8 卫星的发射，OLI 数据的应用越来越广泛，较之 ETM 数据，类比成矿带上的相山铀矿田，以火山岩型铀矿为找矿目标。相山矿田是一个产于火山-侵入杂岩中的热液脉型铀矿田，热液蚀变主要有钠长石化、磷灰石化、绿泥石化、碳酸盐化、萤石化、水云母化、硅化，其中，水云母化与铀矿化具有密切的成因联系。利用遥感图像提取含水、OH⁻的羟基蚀变信息技术较为成熟，诸多研究采用该类异常进行提取，认为具有速度快、花钱少、人为干扰少，获得了对找矿具有重要意义的信息[13]。

在铀矿找矿中，铁染蚀变可以进一步划分为三价铁离子蚀变和二价铁离子蚀变，与三价铁离子蚀变有关的蚀变有赤铁矿化(红化)和碱交代，与二价铁离子蚀变有关的蚀变有黄铁矿化。磁铁矿化与二价、三价铁化蚀变均有关。吴志春(2013, [14])在江西省相山铀矿田提取蚀变信息时就把蚀变划分为羟基和铁染蚀变，提取的蚀变信息与已知矿点吻合较好，对铀矿找矿具有实际的指导作用。

根据小洞矿点、桐木冲矿点、长冲矿点、牛角龙矿点等矿化点追索查证，常见的围岩蚀变主要有绢云母化、绿泥石化、粘土化等羟基类蚀变矿物，同时，红化(赤铁矿化、水针铁矿化)也较发育，而且各类蚀变往往有后期叠加现象。本次研究提取的蚀变类型包括羟基蚀变信息和铁染蚀变信息。

3.4.2. 遥感异常分类

对于遥感异常分类，根据异常所出现的岩性地层、构造、矿化等地质矿产背景，大致可分为 4 类异常，1) 地层型异常；2) 构造型异常；3) 岩体接触带型异常；4) 岩体型异常。见图 3。

4. 遥感找矿预测

4.1. 成矿潜力分析

大规模的伸展拉张构造背景使九嶷山天鹅寨地区形成了岩浆演化中心、热流活动中心、矿化中心三位一体的基本格局；高成熟度、高含铀量的古老结晶基底以及火山熔岩、碎斑熔岩、次火山岩、花岗斑岩为后期铀的演化和成矿提供了矿质来源；SN 向、EW 向、NNE-NE 向、NW 向四组主要断裂构造和 4 处环形构造为铀矿的活化、迁移、富集提供有利空间；重力、航磁及航空伽玛及放射性水化异常是找铀的重要判据；流体作用是促成区内铀及多金属成矿的另一主要因素，区内铀矿化的形成与中、低温的含羟基类蚀变有关。现有矿化异常基本围绕这 SN 向、EW 向线性断裂及环形构造分布，元素异常与线性构造、环形构造间存在着共生关系，与成矿地质作用有着密切的关联性。下步的找矿工作主要是探索天鹅寨盆地基底及次火山岩中的铀矿化、火山盆地火山机构控制的铀矿化、火山盆地盖层中铀矿化。

4.2. 找矿靶区优选

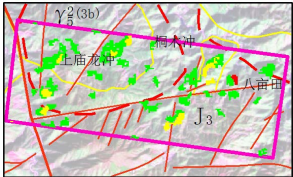
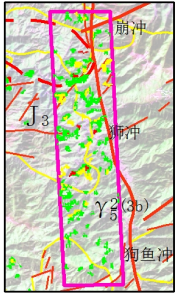
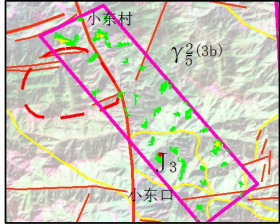
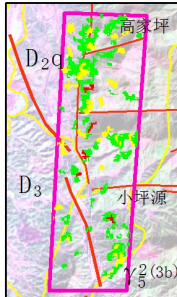
以遥感地质解译与遥感异常信息为基础，结合地质矿产资料，综合预测找矿靶区。划分出 4 处找矿靶区，见表 1、图 3。

5. 结论

1) 本文运用现代遥感应用技术，通过总结分析成矿地质条件、铀成矿地质特征及赋矿规律，预测四个靶区：I 号：上庙龙冲~桐木冲~八亩田、II 号：崩冲~狮冲~狗鱼冲、III 号：小洞~初冲~小东口 IV 号：高家坪~小坪源找矿靶区。为今后开展火山岩型铀矿找矿工作提供了依据及技术支撑。

2) 单一的遥感信息或航空信息解决铀矿找矿都有局限性，在信息理解上都具有多解性，要把二者有机结合，最大限度挖掘各自有利信息、优势互补，将大大提高解译的准确性和有效性。

Table 1. Comprehensive prediction of prospecting target areas
表 1. 综合预测找矿靶区

找矿靶区	位置	面积	依据	影像
I 号	上庙龙冲~桐木冲~八亩田	13 km ²	赋矿层位为上侏罗统流纹岩及火山碎屑岩； 控矿构造为小洞断裂带及王木坳断裂带 夹持凹陷地带，EW 向断裂发育， 环形构造，显示该区是热源气源、 矿源良好的汇聚场所；蚀变： 铁染蚀变信息发育，羟基蚀变吻合也较好	
II 号	崩冲~狮冲~狗鱼冲	21 km ²	赋矿层位：上侏罗统流纹岩及火山碎屑岩 与天鹅寨火山杂岩体接触带 蚀变：铁染蚀变和羟基蚀变均较发育 控矿构造：王木坳深大断裂控制， 靶区北端为环形构造，提供热液来源	
III 号	小洞~初冲~小东口	12 km ²	赋矿层位：上侏罗统火山碎屑岩与 天鹅寨火山杂岩体接触带； 控矿构造：EW 向断裂与 SN 向深大断裂 交汇，西北端为环形构造，次生断裂发育； 蚀变：铁染蚀变和羟基蚀变发育一般	
IV 号	高家坪~小坪源	18 km ²	赋矿层位为上侏罗统流纹岩及火山碎屑岩 与天鹅寨火山杂岩体接触带； 控矿构造：NNW-SN 向断裂-EW 向断裂 交汇铁染蚀变和羟基蚀变发育，套合较好。	

致 谢

本论文得到湖南省核工业地质局科研经费的支持，湖南省核工业地质局 303 大队地勘院同志也不同程度地参加了该项研究工作，在此一并致谢。

参考文献

- [1] 刘德长, 董秀珍, 王子涛. 铀矿地质找矿中遥感技术的开拓应用研究[J]. 世界核地质科学, 2012, 29(4): 209-213.
- [2] 黄照强, 江森. 西藏冈底斯东段遥感构造解译及成矿靶区圈定[J]. 地质与勘探, 2012, 48(2): 387-395.
- [3] 金文强, 高光明, 肖娟. 遥感构造解译在秘鲁北部 Chiclayo 地区成矿预测中的应用[J]. 地质找矿论丛, 2010, 25(4): 362-365.
- [4] 齐信, 刘广宁, 黄长生. 麻城—团风断裂带分段活动特征遥感调查[J]. 国土资源遥感, 2018, 30(1): 121-127.
- [5] 齐信, 邵长生, 陈州丰, 等. 多源遥感数据在断裂构造解译中的应用[J]. 大地测量与地球动力学, 2012, 32(4): 90-93.

- [6] 付长亮, 杨清华, 姜琦刚, 等. 遥感技术在境外地质调查中的应用——以津巴布韦大岩墙为例[J]. 国土资源遥感, 2015, 27(4): 85-92.
- [7] 张振华. 天鹅寨火山地质特征的研究[J]. 火山地质与矿产, 1997, 18(2): 105-115.
- [8] 赵秋来, 刘金玉. 遥感技术在地质找矿中的应用及发展前景[J]. 黑龙江科技信息, 2016, 4(35): 12.
- [9] 钱建平, 伍贵华, 等. 现代遥感技术在地质找矿中的应用[J]. 地质找矿论丛, 2012, 27(3): 355-360.
- [10] 徐杰, 计凤桔, 周本刚. 有关我国新构造运动起始时间的探讨[J]. 地学前缘, 2012, 19(5): 284-292.
- [11] 徐杰, 周本刚, 计凤桔, 等. 渤海地区新构造格局[J]. 石油学报, 2011, 32(3): 442-449.
- [12] 吕凤军, 刑立新, 范继璋, 等. 基于蚀变信息场的遥感蚀变信息提取[J]. 地质与勘探, 2006, 42(2): 65-68.
- [13] 甘甫平, 王润生. 遥感岩矿信息提取基础与技术方法研究[M]. 北京: 地质出版社, 2003.
- [14] 吴志春, 郭福生, 等. 应用遥感技术解译相山居隆庵地区水系及线性构造[J]. 东华理工大学学报(自然科学版), 2013, 32(3): 378-383.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2163-3967, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: ag@hanspub.org