

甘肃省红山地区航空高光谱矿物信息精度分析

王永军, 王瑞军

核工业航测遥感中心, 石家庄, 050002

关键词: 红山地区; 航空高光谱; 矿物信息精度; 验证统计; 甘肃省

红山地区位处于北山成矿带, 该区及周边区域分布有较多的铁、铜、镍、金等矿床, 成矿地质条件优越。区内植被不发育, 基岩裸露, 围岩蚀变发育, 有利于发挥高光谱遥感的优势, 获取高质量的航空高光谱遥感数据, 提取丰富的高光谱矿物信息, 同时有利的地貌和自然生态景观, 便于后期航空高光谱矿物信息精度的野外验证和分析研究。

1 地质概况

红山地区位处白玉山南—公婆泉—七一山—早古生代活动陆缘带和方山口—营毛沱—鹰嘴红山早古生代被动陆缘带。区内出露长城系古铜井岩群岩性为二云石英结晶片岩、磁铁石英岩等; 蓟县系平头山群岩性为大理岩、石英片岩、千枚岩、浅粒岩等; 青白口系大豁落山群岩性为绢云绿泥千枚岩、磁铁石英岩、阳起石角闪岩、大理岩等; 南华系洗肠井组岩性为砂质板岩或砾屑白云岩; 震旦系泽鲁木群岩性为泥板岩、炭质板岩等; 寒武系西双鹰山群岩性为硅质岩夹结晶灰岩; 奥陶系罗雅楚山群岩性为岩屑杂砂岩、含砾粗砂岩、钙质砂岩等; 奥陶纪锡林柯博组岩性为含砾粗砂岩、大理岩等。

岩浆岩较发育, 从超基性、基性、中性到酸性, 从侵入到喷出均有出露, 以中酸性岩为主, 主要为泥盆纪黑云母二长花岗岩和石英闪长岩等。

褶皱、断裂较发育。褶皱表现为大型复式向斜, 由青白口系、震旦系、寒武系、奥陶系构成复式向斜主体, 褶皱轴迹呈北西西向。断裂发育, 以北西西向、近东西向为主, 北东向、北西向次之。

红山地区围岩蚀变发育, 地表可见褐铁矿化、赤铁矿化和黄钾铁矾化、蛇纹石化、绿泥石化和绿

帘石化、绢云母化、碳酸盐化、硅化等(张发荣, 2003; 彭巨贵等, 2006; 李文渊等, 2006)。

2 航空高光谱矿物信息

红山地区提取的航空高光谱矿物信息为褐铁矿、赤铁矿、富铝绢云母、中铝绢云母、贫铝绢云母、绢云母、黑云母、绿泥石+绿帘石、绿泥石、铁绿泥石、镁绿泥石、镁绿泥石+铁绿泥石、绿帘石、方解石、白云石、角闪石、地开石、蒙脱石、高岭石、蛇纹石等, 其中地开石、蒙脱石、高岭石、蛇纹石仅局部地段呈星点状展布。

3 矿物信息验证

开展航空高光谱矿物信息野外验证, 验证红山地区提取的高光谱矿物信息的正确性, 验证是否存在错误提取的现象, 评价高光谱矿物提取的准确性和吻合度; 已知矿床、矿点外围, 以及未能提取出矿物信息的成矿有利区段, 进行野外验证, 检查是否存在可能识别出的矿物信息, 评价矿物识别率。

野外验证以提取的各类高光谱矿物信息区为单位, 采用验证剖面 and 验证点相结合的方法, 对矿物进行野外调查、波谱测试和岩矿鉴定等, 既验证矿物信息分布的异常区, 也对外围非异常区进行追溯。针对呈团块状、条带状、条块状、不规则状等形态的矿物信息, 部署相应的野外验证剖面进行验证; 呈星散状、星点状、斑点状等形态分布的高光谱矿物信息, 部署相应的野外验证点进行验证。

褐铁矿、赤铁矿分布于蓟县系平头山群和青白口系大豁落山群地层, 泥盆纪二长花岗岩、黑云母花岗岩和二叠纪钾长花岗岩体, 以及岩体接触带和断裂带, 野外波谱测试在 500 nm、680 nm 处可见较弱吸收峰, 900 nm 处可见较强、较深、较宽吸收峰。

注: 本文为中国地质调查局项目(编号: 121201003000150008)的成果。

收稿日期: 2019-01-10; 改回日期: 2019-03-20; 责任编辑: 费红彩。 Doi: 10.16509/j.georeview.2019.s1.113

作者简介: 王永军, 男, 1977 年生, 硕士, 高级工程师, 地质学专业, Email: 171464173@qq.com。通讯作者: 王瑞军, 男, 1985 年生, 学士, 工程师, 地球化学专业, Email: ruijun123wang@126.com。

绢云母类矿物分布于长城系古砭井群、南华系洗肠井组、震旦系泽鲁木群、寒武系西双鹰山群、奥陶系罗雅楚山群、锡林柯博组地层，泥盆纪二长花岗岩体，以及岩体接触带和断裂带附近，野外波谱测试在 2228 nm 处可见强的主吸收峰，2350 nm、2445 nm 处可见较强的次级吸收峰。

绿泥石+绿帘石分布于寒武系西双鹰山群地层，志留纪角闪石岩体、辉长—辉绿岩体、英云闪长岩体，以及岩体接触带和断裂带附近，此外，在青白口系大豁落山群和奥陶系罗雅楚山群地层也有分布，野外波谱测试在 2350 nm 处可见强的主吸收峰，左肩 2250 nm 处可见较强的次级吸收峰。

碳酸盐类矿物分布于碳酸盐类地层，局部分布于岩体区、岩体接触带或断裂带附近，野外波谱测试在 1875 nm、2165 nm、2320 nm、2385 nm、2445 nm 处可见吸收峰，2320 nm 处可见强的主吸收峰。

角闪石主要分布于铁矿区附近，呈北西向、北西西向、近东西向分布，与区域构造或地层走向方向较一致，野外波谱测试在 480 nm、650 nm、700 nm、720 nm 处可见多处较弱的吸收峰，900 nm、980 nm 处可见较强的吸收峰，2215 nm 处可见较强的吸收峰，2314 nm 处可见较强的吸收峰，2388 nm 处可见较弱的吸收峰。

4 精度分析

经对红山地区的 163 个验证点进行各种矿物信息的统计，可以得出：检查点 163 处，识别出目标矿物的有 160 处，平均识别率 90.80%，漏识率 9.20%；若仅计无目标矿物区，检查 3 处，发现目标矿物 3 处，漏识率 100%；检查的目标矿物点 163 处，验证相符合的 151 处，平均正确率 92.50%（表 1）。通过对红山地区航空高光谱矿物信息进行验证及精度分析，大多数地段均发现了所填绘出的矿物，而且提取的蚀变矿物准确率和吻合度均较高。在矿床、矿点和物化探异常区，以及地表存在蚀变矿物的地段，均提取出了和地表相对应的蚀变矿物，仅在局部地段由于地表浅覆盖影响，存在蚀变矿物不连续的现象。

5 结论

红山地区野外验证的航空高光谱矿物信息为褐铁矿、赤铁矿、富铝绢云母、中铝绢云母、贫铝绢云母、绿泥石、绿帘石、方解石、白云石、角闪石等，经精度分析，提取的矿物信息可信度高，正确率和识别率均大于 90%。该高光谱矿物信息可为后期红山地区找矿预测和靶区优选提供依据，也为北山成矿带地质找矿工作提供基础资料。

表 1 红山地区航空高光谱矿物信息验证情况混淆矩阵精度分析表

| | 褐铁矿 | 赤铁矿 | 二价铁矿物 | 富铝绢云母 | 中铝绢云母 | 贫铝绢云母 | 绿帘石 | 铁绿泥石 | 镁绿泥石 | 绿泥石 | 方解石 | 白云石 | 角闪石 | 验证点合计 | 识别率(%) |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|----------|----------|
| 褐铁矿 | 38 | 2 | | | | | | | | | | | | 40 | 95.00 |
| 赤铁矿 | 1 | 5 | | | | | | | | | | | | 6 | 83.33 |
| 二价铁矿物 | | | 20 | | | | | | | 3 | | | | 25 | 80.00 |
| 富铝绢云母 | | | | 8 | 1 | | | | | | | | | 9 | 88.89 |
| 中铝绢云母 | | | | | 13 | | | | | | | | | 13 | 100.0 |
| 贫铝绢云母 | | | | | | 5 | | | | | | | | 6 | 83.33 |
| 绿帘石 | | | | | | | 3 | | 1 | | | | | 4 | 75.00 |
| 铁绿泥石 | | | | | | | | 5 | | 1 | | | | 6 | 83.33 |
| 镁绿泥石 | | | | | | | | | 4 | | | | | 4 | 100.0 |
| 绿泥石 | | | | | | | | | | 12 | | | | 12 | 100.0 |
| 方解石 | | | | | | | | | | | 5 | 1 | | 6 | 83.33 |
| 白云石 | | | | | | | | | | | 1 | 9 | | 10 | 90.00 |
| 角闪石 | | | | | | | | | | | | | 3 | 3 | 100.0 |
| 识别点合计 | 39 | 7 | 20 | 8 | 14 | 5 | 3 | 5 | 5 | 16 | 6 | 10 | 3 | | 平均 90.80 |
| 正确率 (%) | 97.44 | 71.43 | 95.24 | 100.0 | 92.86 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 80.0 | 92.3 | 83.3 | 90.0 | 100.0 | 平均 92.50 | |

参 考 文 献 / References

张发荣, 牛卯胜. 2003. 甘肃北山地区成矿带划分及基本特征. 甘肃地质学报, 12(1): 50~57.

彭巨贵, 张发荣, 赵福昌. 2006. 甘新蒙北山地区成矿带划分和基本特征对比. 地球科学与环境学报, 28(3): 11~18.

李文渊, 福辰, 姜寒冰等. 2006. 西北地区重要金属矿产成矿特征及其找矿潜力. 西北地质, 39(2): 1~15.

WANG Yongjun, WANG Ruijun: Accuracy analysis of airborne hyperspectrometer mineral information in the Hongshan district, Gansu Province

Keywords: Hongshan district; airborne hyperspectrometer; mineral information accuracy; verification statistics; Gansu province