

光谱地球化学扫面：一种新型找矿技术(Hymi-X)探索与应用

本文所指光谱，特指高光谱卫星数据。该技术通过高光谱卫星数据与多学科技术融合，结合大数据智能算法（Hymi-X），在区域尺度上实现矿化元素异常的快速识别与提取，完成区域快速地球化学扫面，发现地球化学异常并圈定找矿靶区。

一、技术介绍

本工作的核心在于高光谱卫星数据及基于其识别、提取矿化信息的技术体系。

我国高光谱卫星数据在波段数量、灵敏度、分辨率、幅宽、卫星数量等方面达到国际领先水平。数据可捕捉地物在数十至数百个窄光谱波段的反射特征，形成独特的光谱“指纹”，蕴含丰富矿化信息；国产数据自主可控、稳定可用，为光谱地球化学扫面提供了坚实的数据支撑。

环亚地科（北京）资源勘探公司（<http://www.adggre.com>）联合欧亚系统科学研究会、中国科学院空天信息创新研究院遥感与数字地球全国重点实验室，共同研发了可从高光谱数据中自动识别、提取矿化异常信息的技术（Hymi-X）。

技术原理基于：不同元素具有专属波谱特征与共振效应，不同地质体因组分、结构差异呈现差异化光谱响应。技术核心是通过图像光谱智能混解构建特征训练集，对矢量光谱信息进行特征训练并生成分类数据，依据元素、矿物、岩石的固有光谱特征进行匹配，从近地表复杂的综合光谱信号中，分离并提取微弱的矿化元素、蚀变矿物波谱信息，从而识别矿化异常、实现找矿目标。

二、技术应用与示范

Hymi-X 技术研发，源于集团在西非矿业开发中对高效找矿技术的迫切需求。西非地区地质、物探、化探资料稀缺，传统找矿手段受限；恰逢我国高光谱卫星数据逐步开放可用，团队启动了高光谱卫星找矿专项研究。

经研发团队攻关，2020 年完成西非几内亚及周边国家光谱金异常的识别与提取。为验证异常的有效性与准确性，团队结合谷歌地图、吉林一号影像，对每个光谱金异常对应的地表特征开展对比分析：约 80% 的异常对应矿山采坑、民

采区、勘查工程、土壤化探金异常等矿业活动区；其余 20% 未见明显地表活动迹象，其地质意义尚待进一步查证。

结果表明：基于高光谱卫星数据识别提取的金异常有效、可靠，可真实反映地表金矿化信息。

基于上述成果，团队在全球五大洲重点成矿带开展了超过 400 万平方公里的应用示范，覆盖非洲、澳洲、南美、中东、西亚等地区，涉及矿种包括金、铜、铅锌、铁、铝土矿、锂、钨、锡、稀土、稀有金属、海滨砂矿、萤石、金刚石等。技术有效性已得到已知矿区、勘查工程的证实，并在新区探矿工程中成功发现矿（化）体。区域应用中，可同步开展钨、锡、铋、钼、铜、铅、锌、金、银、砷、锑、汞等多元素异常识别与圈定，实现光谱化探扫面。

三、应用示例

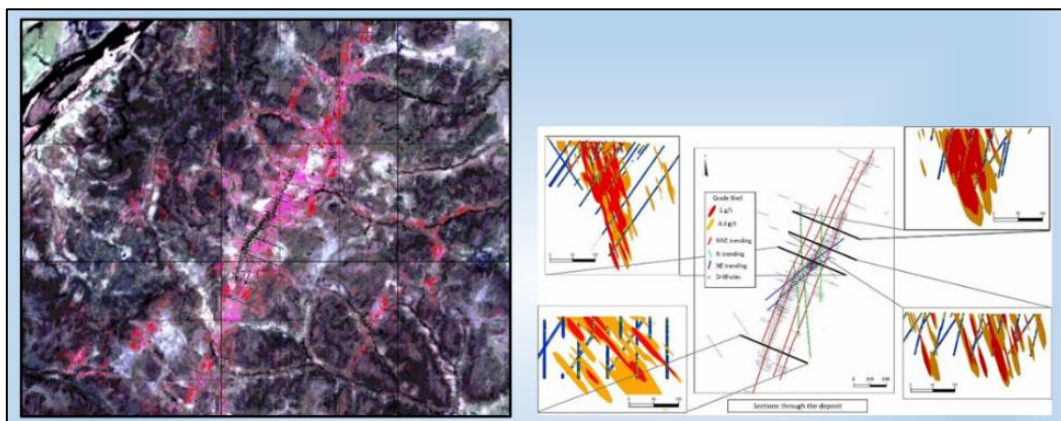


图 1 西非某地区光谱金异常与矿权企业公布矿体特征对比
(光谱异常与已知勘探成果高度吻合)

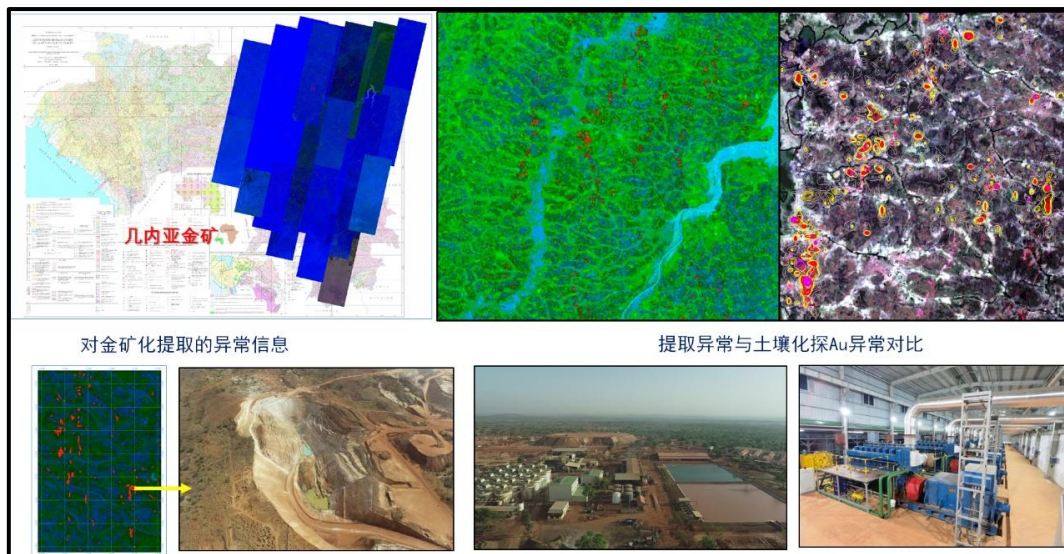


图 2 几内亚金矿开发中应用

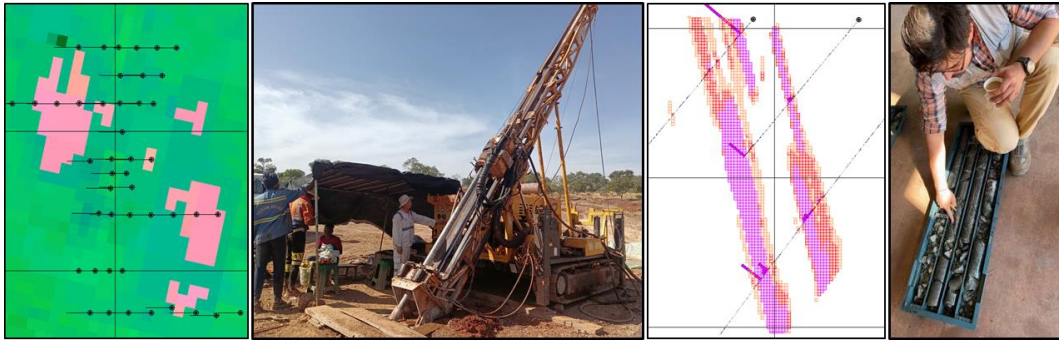


图 3 通过光谱金异常圈定勘探靶区(左), 钻探验证见矿结果(右)

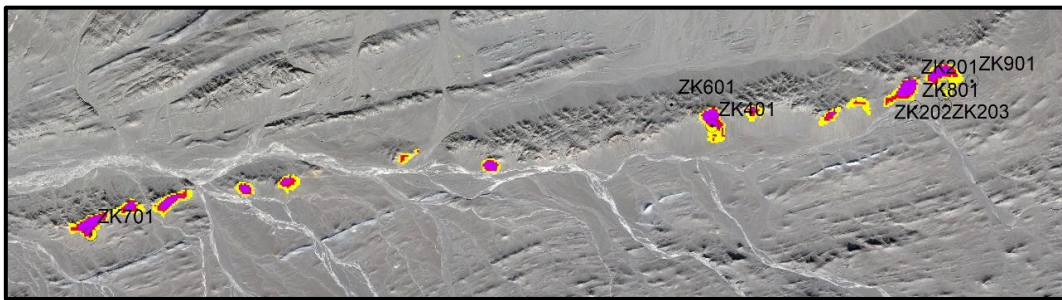


图 4 新疆东天山某矿区光谱金异常与地质、验证钻孔布置图
(其中第 9、8、2、7 勘探线钻孔均见到矿体)

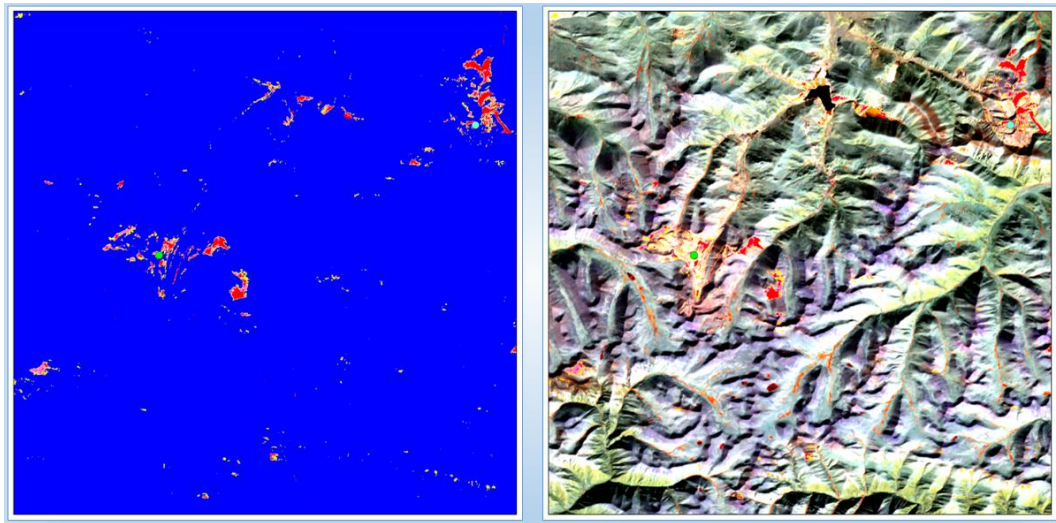


图 5 西藏驱龙铜矿区光谱铜异常
异常与已知矿床 (绿点: 驱龙、甲玛) 对应性良好

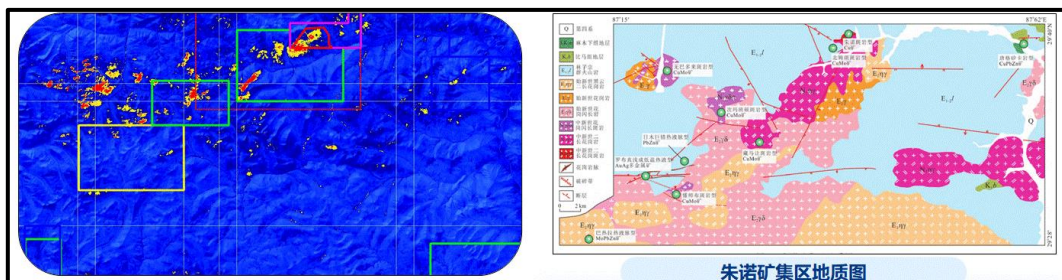


图 6 西藏朱诺矿集区光谱铜异常与地质对比
Cu 元素光谱异常与矿集区范围高度匹配

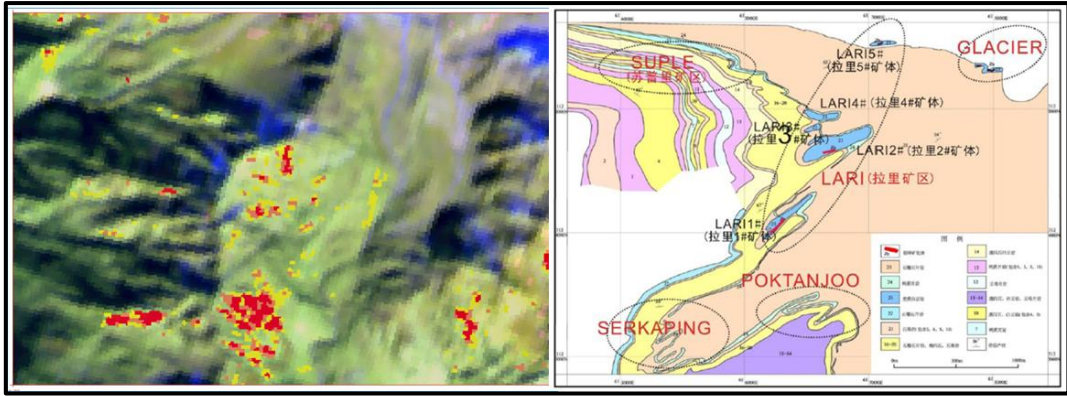


图7 尼泊尔雪山铅锌矿光谱铅锌异常与地质对比
异常与已知矿化带空间吻合

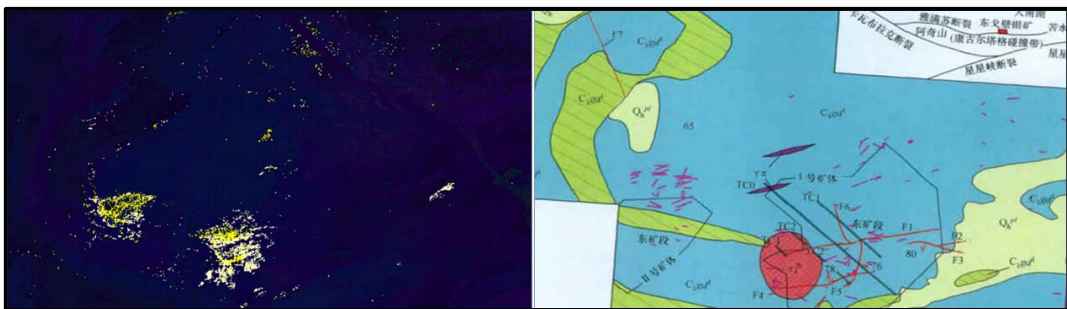


图8 新疆某银矿区光谱银异常与地质对比

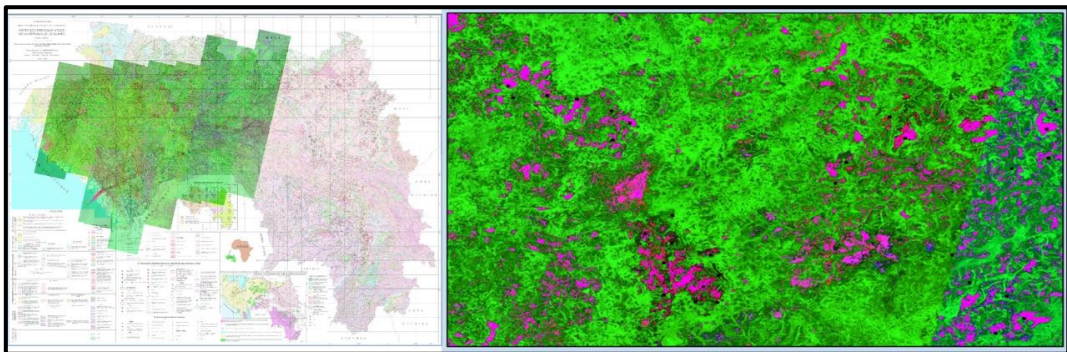
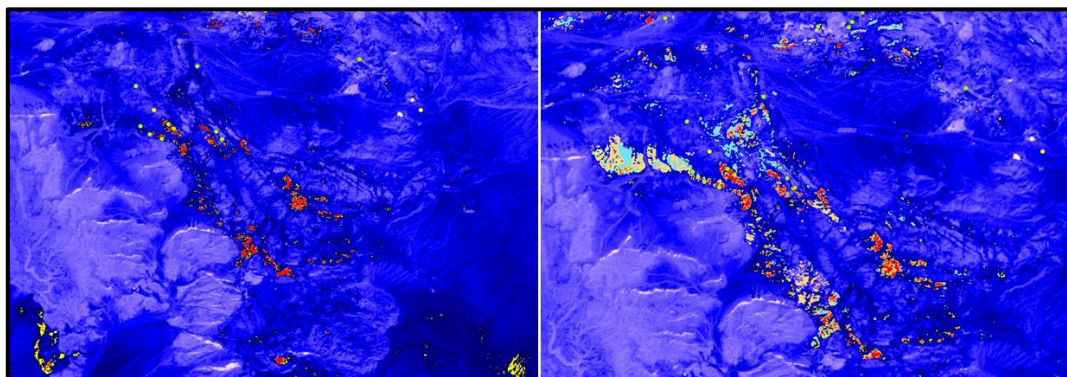


图9 几内亚铝土矿及光谱铝土矿异常 (黑色块为铝土矿产地)



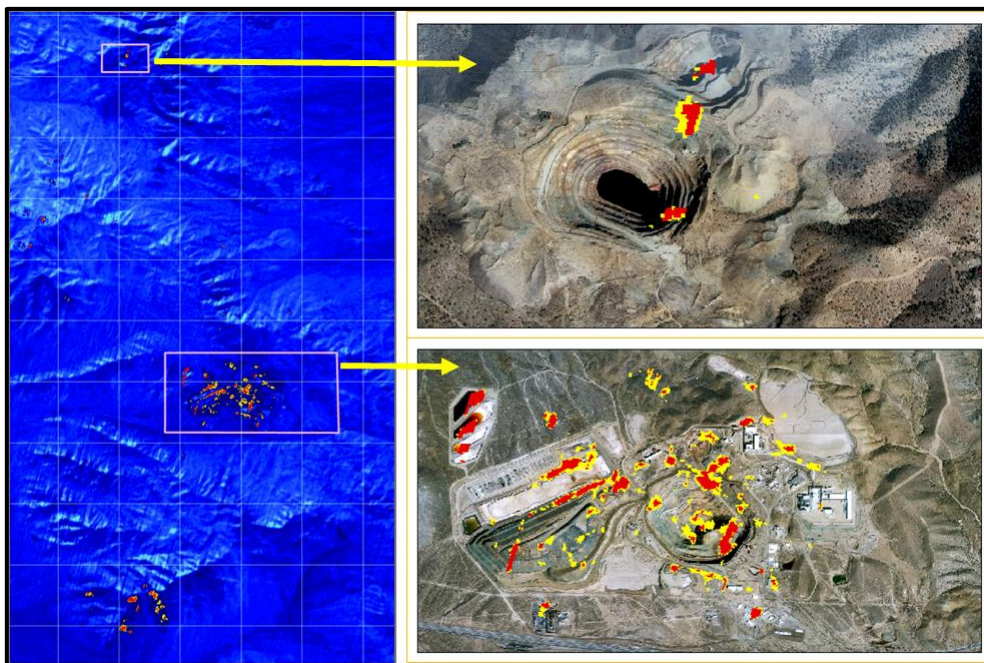


图 11 加利福尼亚州 Mountain Pass 稀土矿区铷光谱异常
异常与稀土矿区边界高度吻合

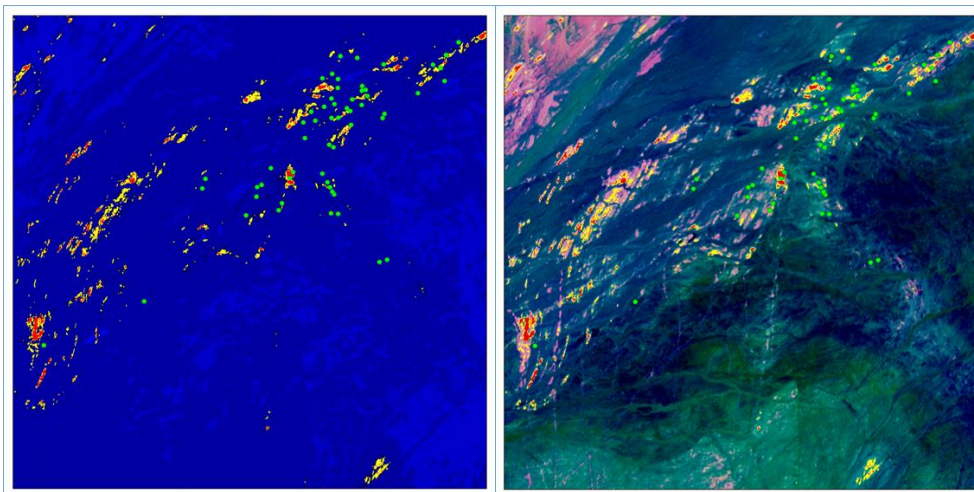


图 12 纳米比亚锂矿带锂光谱异常
异常沿已知锂矿带连续分布

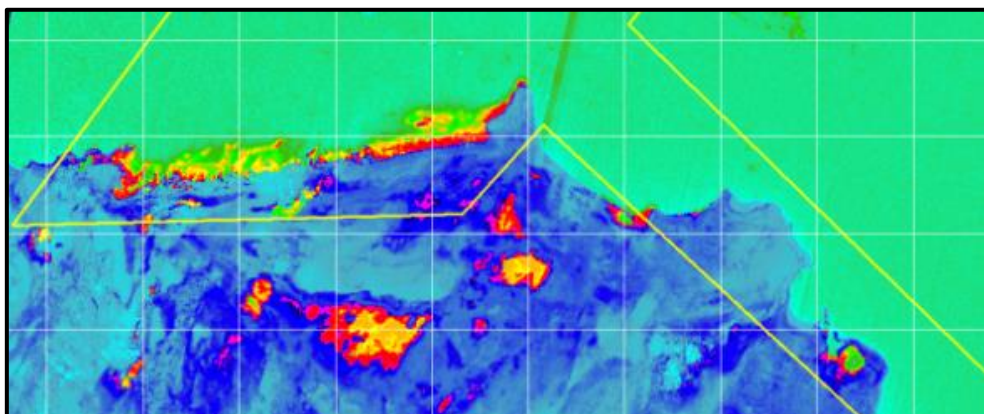


图 13 苏丹滨海砂矿光谱异常

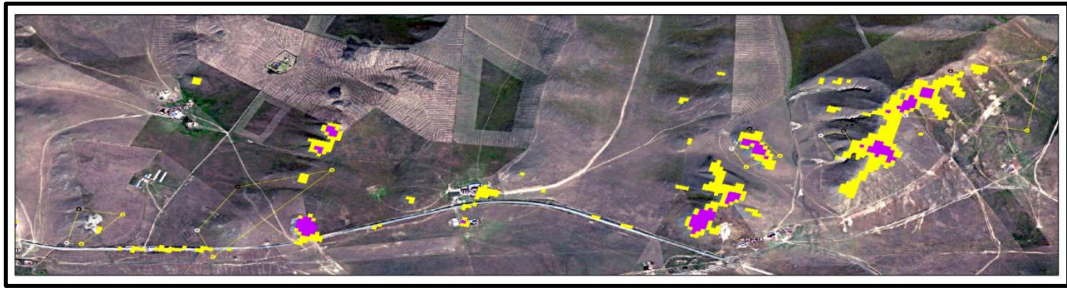


图 14 内蒙古某地萤石光谱异常

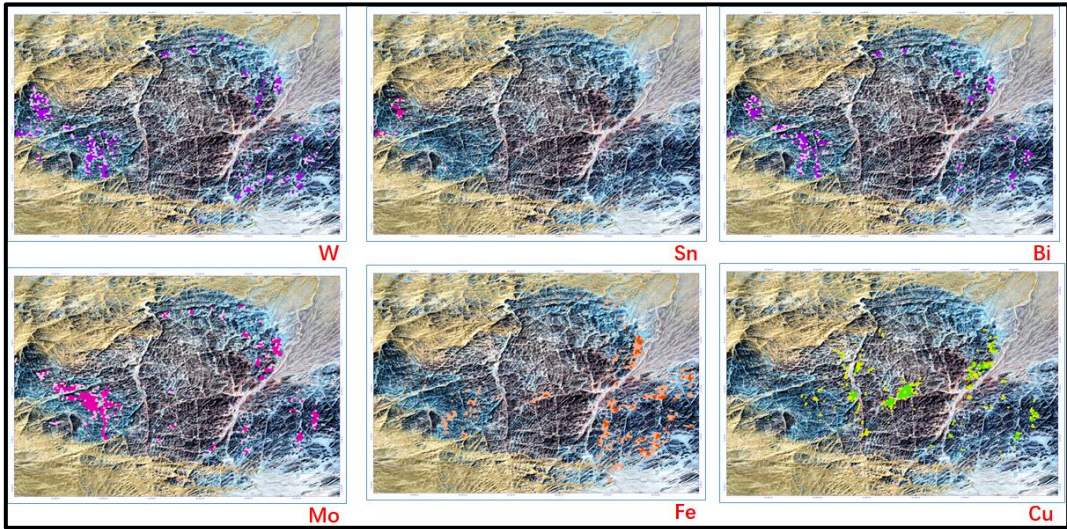


图 15 光谱化探扫面

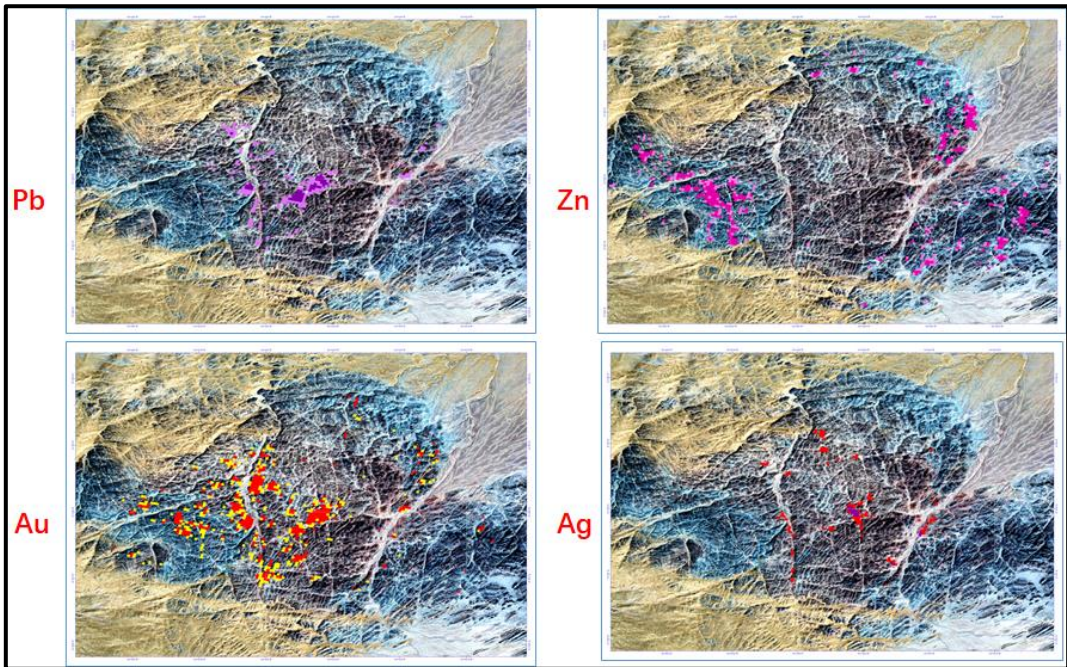


图 16 光谱化探扫面

