

ArcGIS 证据权模型在铜矿成矿预测中的应用——以博格达-哈尔里克成矿带为例

徐仕琪¹⁾, 赵同阳¹⁾, 朱志新¹⁾, 刘新¹⁾

1) 新疆地质调查院, 乌鲁木齐, 830000; 2) 新疆大学, 乌鲁木齐, 830046

新疆博格达-哈尔里克位于北天山东段地区, 以往工作程度相对较低, 近年来发现了一批重要的金属矿产, 其中以铜、金矿为主, 成矿潜力较大。笔者采用 ArcGIS 平台的证据权模块 (WofE), 利用加权逻辑斯回归模型计算得出其后验成矿概率图, 实现了基于 ArcGIS 的铜矿证据权法预测, 完成了对区内铜矿成矿的快速预测和分析。

1 区域地质成矿背景

研究区位于天山-兴蒙造山系, 其北侧为早石炭世卡拉麦里蛇绿混杂岩带, 南侧为晚寒武世-早奥陶世康古尔塔格蛇绿混杂岩带, 可细分为博格达晚古生代裂谷和哈尔里克古生代复合岛弧组成^[1]。哈尔力克-大南湖晚古生代岛弧以奥陶系、志留系火山岩为主, 区内岩浆活动十分强烈, 博格达造山带主要出露石炭系地层。研究区铜矿主要分布于上石炭统柳沟组、下石炭统七角井组、下-中奥陶统恰干布拉克组地层中, 多为碎屑岩夹中基性火山岩组合。

2 加权逻辑斯 (Logistic) 回归模型应用

由于证据权模型的条件独立假设在地学中往往难以完全成立, 由此提出了在证据权模型基础上加入加权 Logistic 回归方法^[1], 用回归方法替代贝叶斯法则计算后概率, 且在计算过程中不受因变量的影响, 因此在成矿预测研究中得到了很多地质学家的青睐^{[1][2]}。

在 ArcGIS 平台上实现证据权模型的计算, 按如下步骤进行: ①选择证据因子; ②各证据因子的栅格化处理^[1]; ③先验概率估算; ④计算证据因子的权重值、反差以及学生化反差, 即计算 W^+ 、 W^- 、 C 、

$S(C)$ 、综合权值; ⑤证据因子成矿有利度影响程度分类, 以 $S(C)$ 或综合权重值的大小将各种影响因素对矿 (化) 点的影响程度进行分类, 可分为主要影响因素、参与评价的重要影响因素、参与评价的次要影响因素、非影响因素四大类; ⑥成矿后验概率图层输出, 包括成矿后验概率图层、成矿置信度图层; ⑦成矿远景区的圈定, 根据成矿后验概率图层, 结合已知矿床 (点)、地球化学元素异常、地球物理异常等信息进行成矿远景区的圈定。

本次研究采用的证据图层包括 10 个: 矿床点、断层密度、断层距离、断层方向、沉积岩时代、沉积岩岩性、火山岩时代、火山岩岩性、侵入岩。研究区总面积 102856.33 km², 单元面积 2 km², 铜矿 (包括矿 (化) 点) 共 73 个, 铜矿先验概率: 0.001419, 用于分析的栅格数据像元大小 100m×100m。根据证据权模块进行各个证据因子权值的计算, 按学生化反差 $S(C)$ 值的大小进行证据因子成矿有利度影响程度分类, 见表 1。

表 1 影响因子对博格达-哈尔里克成矿带铜矿成矿有利度影响程度分类表

主要影响因素	断层密度, 沉积岩时代, 沉积岩岩性, 侵入岩
参与评价的重要影响因素	断裂距离, 断层方向, 火山岩时代
参与评价的次要影响因素	火山岩岩性
非影响因素	变质岩

3 铜矿成矿远景区的圈定

根据参与评价的主要、重要、次要影响因素证据图层划分结果, 采用 ArcGIS 系统下证据权模块 (WofE) 进行成矿有利度综合评价, 获得最终定量评价结果, 输出研究区铜矿成矿有利度评价图和成

矿置信度图。将成矿后验概率图层按后验概率进行重分类得到连续性栅格数据,表中后验概率最大的区间,即表中第 4 级区间,概率在 0.0405~0.4268,落入该区间 367 个单元内的矿床或矿(化)点数有 13 个,占有所有矿床或矿(化)点数的 17.8%,其学生化反差为 11.08,综合权值达到 3.25。显然,后验概率最大的区间即为矿床产出最有利地区。

鉴于研究区已知成型铜矿床较少,成矿规律研究薄弱,缺少区域成矿模式、预测模型等的研究和总结,故在成矿远景区的圈定过程中,以成矿后验概率图层为基础,重点参考区内 Cu 地球化探异常进行圈定。最终圈定了 7 个铜矿成矿远景区,如图 1 所示。所圈定的成矿远景区,均为有利地层出露区域,涵盖了区域内大部分已知矿床(点),其中 V-1、V-2、V-3、V-5 等均与铜地球化学异常套合较好,位于 Cu 元素异常浓集中心,说明本次预测方法可靠。

4 结论

本文以已知矿体与地质要素的空间相关性作为预测依据,利用加权 Logistic 回归模型,实现

了区域铜矿成矿有利度综合定量评价。以 AcrGIS 为平台,对博格达-哈尔里克成矿带的铜矿成矿潜力进行了评价,根据 S(C) 值的大小对铜矿致矿因子进行重要性分类,以数据驱动方式快速生成区域铜矿成矿后验概率图,并结合区域地球化学异常对计算结果进行了验证,最终圈定了区内铜矿成矿远景区,指明了区内找矿有利地段,为区内铜矿预测提供了新的方法和思路。

参考文献 / References

- [1] 顾连兴,胡受奚,于春水,吴昌志,严正富.论博格达俯冲断裂型裂谷的形成与演化[J].岩石学报,2001,17(4):585~597.
- [1] Agterberg F P, Bonham~Charter G F, Cheng Q, Wright D F. Weights of evidence modeling and weighted logistic regression for mineral potential mapping. Computers in Geology, Oxford University Press, 1993, 13~32.
- [1] 赵鹏大.矿床统计预测[M].北京:地质出版社,1983,12~15.
- [1] 肖克炎.中国矿产资源评价新技术与评价新模型[M].北京:地质出版社,2007,100~102.
- [1] 张会琼,张寿庭,韦昌山,王京彬.在 ArcGIS 栅格数据环境下的综合信息成矿预测[J].矿产勘查,2010,1(2):165~171.

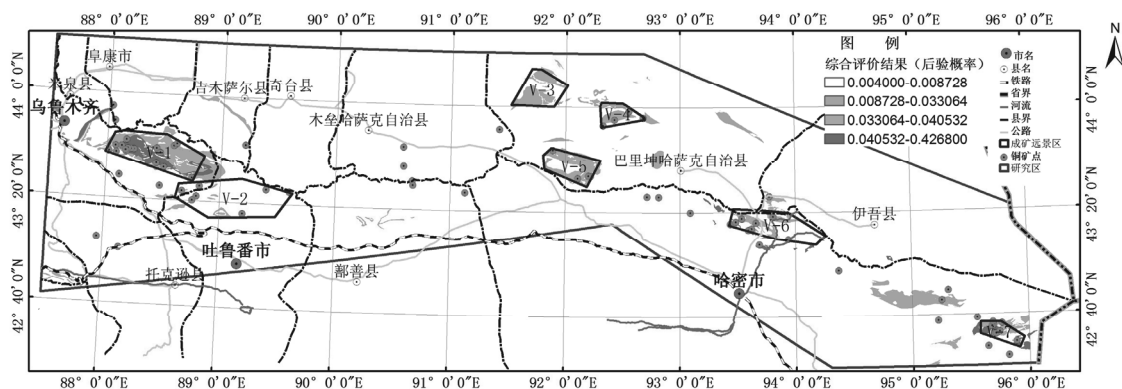


图 1 研究区铜矿成矿远景区分布图