基于 GIS 的湘东北万古地区金矿床靶区预测*

Forecast of Favorable Regions about Gold Deposit Based on GIS in Wangu Region, Northeast Hunan Province

邓吉秋 鲍光淑 刘 斌

（中南大学 GIS 研究中心，湖南 长沙 410083）

Deng Jiqiu, Bao Guangshu and Liu Bin

（GIS Research Center, Central South University, Changsha 410083, Hunan, China）

摘 要 在融合万古地区多源地学资料的基础上，总结万古地区的金矿床成矿特征，利用层级权重叠加模型和 BP 网络算法，建立评价的指标模型，运用 GIS 的空间分析功能，实现对研究区的预测，并圈定预测靶区。

关键词 金矿床 成矿特征 指标模型 空间分析 预测靶区

传统的矿产资源评价（朱裕生等，1997）主要依据专家的经验，通过对预测区范围地、物、化、遥等资料的研究，利用手工的方法在图纸上定性地圈定成矿预测靶区，通常建立的定量数学模型也主要针对数值型数据而非图形数据进行分析预测，评价过程不能运用可视化的界面实现交互式的操作，空间对象之间的复杂关系难以直观地体现，评价过程的成果也不够直观，而将地理信息系统（GIS）技术应用于矿产资源评价可以克服以上困难（宋国耀等，1999；鲍光淑等，2001）。

1 湘东北万古金矿

湘东北地区是我国南方主要的金矿成矿区，其位于江南古陆的中段，西与雪峰弧形构造带斜接，东与江西九江构造带相连。80 年代以来，随着金矿地质工作的开展，在湘东北地区相继发现和评价了为数众多的中小型金矿矿床，如七宝山伴生金矿床，黄金洞金矿床等，其中万古金矿床的发现是湘东北地区找矿工作的重要突破。万古金矿床属于中型矿床，位于湖南省平江县清水乡和三阳乡，坐标为：东经 113°32’13”～113°36’29”，北纬 28°36’31”～28°39’18”，矿区交通便利，属丘陵地貌，总体西高东低。

2 找矿主要标志和方向

通过对万古和黄金洞等矿床的考察和研究，总结出在成矿预测区内进行找矿的主要标志和方向，再结合 GIS 对数据处理的特点和要求，利用湘东北地区基础地质图、湘东北地区地球化学异常分布图、湘东北遥感综合解译图以及万古地区基础地质图等资料(由湖南省地质矿产开发局提供)、建立了研究区的基础地学空间数据库，并运用 GIS 的空间图形分析功能，确定了参与模型运算和评价的主要因子和相关指标，其主要因子图层有：冷家溪地层；北西向断裂缓冲区影响带；白垩系边缘缓冲区影响带；水系沉积物测量金异常；断裂交汇点缓冲区影响带；环形构造缓冲区影响带；万古金矿床缓冲区影响带；水系沉积物测量(土壤)砷异常；NE 向断裂缓冲区影响带；燕山期岩浆岩；岩浆岩边缘缓冲区影响带；重砂异常。

*基金项目：国土资源大调查项目和湖南省国土资源遥感综合调查（计国地[1997]20 号）

第一作者简介 邓吉秋，男，1972 年生，博士，主要从事地理信息系统、遥感和空间信息系统集成的应用研究。

将各因子规为五大标志层，其在 GIS 建模过程中的处理见表 1。

表 **1**　万古地区金矿床评价的主要因子层指标描述及处理

找矿标志层	指标描述及处理
含矿地层	冷家溪地层各组段；运用 GIS 的查询检索，在基础地层数据中选中所有满足 Name＝“ 冷家溪地层 ” 的图形数据，运用特征提取，将其保存为地层因子，并重建拓扑关系；
控矿构造	NW、NE 向构造，主要容矿构造 NW 向或近 EW 向；运用查询和特征提取分别将 NW 和 NW 向的断裂带提取出来，并运用 GIS 的线 Buffer 分析，确定其不同距离的影响带，分别为 0.5 km、1 km 及 2 km 距离；
岩浆岩	燕山期的岩浆岩；其处理过程于地层处理相类似，只是在岩浆岩图层中提取 “ 燕山期 ”，其余步骤一样；
地球化学异常	水系沉积物测量金异常、水系沉积物测量(土壤)砷异常及重砂异常等；
金矿床影响带	其处理过程与处理构造数据相当，主要运用到 GIS 的缓冲区分析功能；

根据本研究区的实际情况，在广泛征求了专家意见的基础上，对各因子层制订了数量化准则和等级，作为各因子图层主要属性，将参与到模型的运算过程。

3　建立层次分析模型

对于万古金矿床进行综合评价的层次分析模型共分为三层，即目标层，确定对成矿的综合有利程度；准则层，主要包括参与评价的地质类要素、地球化学类要素、以及遥感要素等；指标层为在上一节中总结出来的主要评价因子；至于因子层的级别打分及相关属性将在叠置分析模型中参与运算，实现对万古地区金矿床的评价预测；具体的层次分析模型如表 2 所示：

表 **2**　万古金矿床评价层次分析模型

目标层	准则层	指标层			
		名称	C_{ij}	C 值	W
金矿床成矿的综合有利程度 A	地质条件 $B_1=5$	冷家溪地层	C_{11}	9	0.186
		NE 向断裂缓冲区影响带	C_{12}	7	0.145
		NW 向断裂缓冲区影响带	C_{13}	5	0.104
		断裂交汇点缓冲区影响带	C_{14}	3	0.062
		燕山期岩浆岩	C_{15}	2	0.041
		岩浆岩边缘缓冲区影响带	C_{16}	1	0.021
	地球化学条件 $B_2=3$	水系沉积物测量金异常	C_{21}	5	0.185
		水系沉积物测量(土壤)砷异常	C_{22}	3	0.109
		重砂异常	C_{23}	1	0.036
	遥感及其它 $B_3=1$	环形构造缓冲区影响带	C_{31}	5	0.062
		万古金矿床缓冲区影响带	C_{32}	3	0.036
		白垩系边缘缓冲区影响带	C_{33}	1	0.012

4 分析模型运算及评价分级

分析模型运算：根据已经建立的层级叠置模型，将上面计算的结果，计入各因子图层属性表中的事先定义的字段 Weight 中，表示当前图层在参与评价过程中的权值，并结合属性表中的 DF 字段，进行所有图层的叠置运算和属性值的代数运算，这样就能生成许多新的区域，由于其属性值是经过多次代数运算的结果，即反映了该地点对成矿的有利程度。具体的模型运算步骤是：

（1）按照层次分析建模方法，计算各因子图层的权重，并将其计入对应图层的属性表中的 Weight 字段中，由于计算的权值已经经过了正规化处理，即所有权重之和为 1；

（2）对于研究区域内某一位置地点，计算该图层在该地点的打分数和相应图层权重的乘积，计入图层对应的属性表中的 ZHWi 字段中，其中 i 为图层号；

（3）对于区域每一位置地点，应用综合叠置分析将所有图层在上一步中计算的结果进行 Union 分析，其属性选用 Jion，这样就保留了所有图层在某一地点的权重计算结果 ZHWi ；

（4）运用代数运算，将各图层对应该位置的 ZHWi 值相加，记入属性表中的 ZQZ 字段中；

（5）将 ZQZ 字段的值进行分类分级，并根据不同的数据段着上不同的颜色，圈定对成矿有利的区域；

（6）确定等级：本此评价工作在全面分析了湘东北金矿成矿条件(包括已知金矿床的分布、地层、构造、岩浆岩条件、物化探成果)的基础上，在万古地区圈定了 7 处成矿预测区，并根据成矿条件的差异和掌握资料的可靠程度以一、二、三级来进行预测区的划分：

一级：宜立即开展金矿地质工作的区域。成矿条件有利，并通过已知资料的构造要素、隐伏岩体及地球化学异常等分析，有重要的导矿和容矿断裂，发育大范围、高强度金化探、重砂异常，并与 As、Sb 异常较为吻合。

二级：成矿条件与一级类似，属于向一级深部或外围扩展的地区；

三级：具有部分成矿条件，但尚未有综合条件的补充，需取得突破还要进一步开展工作。

5 预测成果输出

针对湘东北万古地区金矿床预测区的评价，并运用 GIS 技术综合各种条件，圈定了一系列成矿预测区如图 1 所示，图 1 主要是基于 1∶25 万的 TM 遥感图片、主要地质界线、断层分布、矿床点分布、预测靶区和基础地理要素等综合信息的叠合而制作完成的。其中圈定的一级成矿预测区主要有：万古预测区(0 号)、戴公岭预测区(1 号)、梅树坪预测区(2 号)；二级成矿预测区主要有：党上刘预测区(3 号)、柞木洞预测区(4 号)；三级成矿预测区主要有：芭蕉洞预测区(5 号)、沈屋场(6 号)。

6 结 论

综上所述，将 GIS 技术用于万古地区的金矿床评价的主要过程是：将收集到的各种资料进行数字化处理、分层及属性编码等工作，建立评价区的地学基础数据库，结合多源地学资料，总结万古地区金矿床的成矿特征，建立评价的指标模型，并运用 GIS 空间分析功能提取评价因子，根据专家的综合评分对其进行赋值，最后运用 GIS 综合分析圈定预测靶区，并对靶区进行分级。

通过对比研究发现大部分已知矿床均分布于预测靶区内，预测评价效果好，具有实际应用价值，为进一步开展工作提供了辅助决策依据。同时，也为同类矿床的评价提供了借鉴经验，为 GIS 在矿产资源领域的深层次应用探索了方法与技术路线。

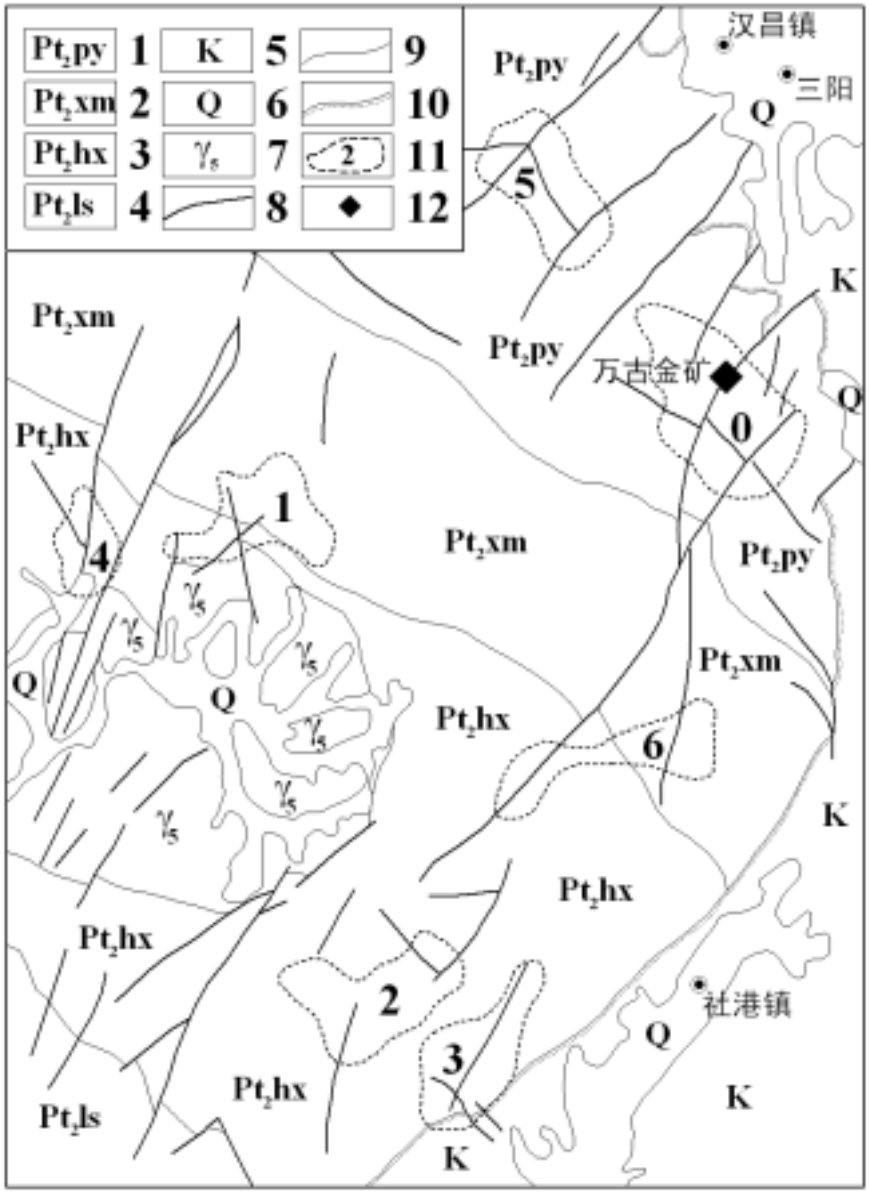


图 1 万古地区金矿靶区预测图

1—冷家溪群坪原组；2—冷家溪群小木坪组；3—冷家溪群黄浒洞组；4—冷家溪组雷神庙组；5—白垩系；6—第四系；7—燕山期花岗岩；8—断层；9—地层界线；10—不整合地质界线；11—预测靶区及编号；12—金矿床

参 考 文 献

鲍光淑, 刘斌. 2001. 基于空间分析的矿产资源评价方法.中南工业大学学报(自然科学版), 32(1): 1～4.

宋国耀, 张晓华, 肖克炎, 等. 1999. 矿产资源潜力评价的理论和 GIS 技术.物探化探技术技术, 21(3):199～205

朱裕生, 肖克炎, 丁鹏飞, 等. 1997. 成矿预测方法. 北京:地质出版社.