DPIS系统信息量法在金矿找矿预测中的应用
——以松潘—摩天岭地区为例

张玉杰[1], 刘桂阁[1], 陈勇敢[1], 常春郊[1], 路彦明[1], 董华芳[2]
1. 武警黄金地质研究所, 河北 廊坊 065000;
2. 甘肃省天水李子金矿有限公司, 甘肃 天水 741005

摘 要: DPIS是基于“信息量法”的一个优选找矿远景区的矿床位置预测系统。在松潘—摩天岭地区应用结果表明, 该系统能最大限度的利用区内已有的地、物、化、遥资料。该项工作分为 3 个重要步骤: 基础数据准备、找矿综合信息标志的选取、综合信息找矿远景区的圈定, 其中最为重要关键的一步是标志的选取, 专家知识是最终预测成果有效性的主要影响因素。

关键词: DPIS系统; 信息量法; 找矿预测; 金矿; 松潘
中图分类号: P208 文献标识码: A 文章编号: 1005-2518(2008)05-0029-04

DPIS(Deposit Position Indicating System)是基于ArcView平台研发的矿床位置预测系统, 是利用地质、物探、化探、遥感、矿产分布等矢量化空间数据库资料, 按照“信息量法”或“证据权法”的方法步骤, 完成一定区域范围内的找矿预测, 优选找矿靶区[1]。该系统还在“信息量法”的基础上, 设计了“专家模型法”和“借用模型法”两项功能。系统能够完成 GIS图层自动生成, 地质图颜色自动设置, 线、多边形图层和点坐标提取, 线走向计算, 图像重定位, 面积、长度计算, 矢量图层合并等。我们的研究作为黄金指挥部重点科研项目“松潘—摩天岭成矿带金矿资源潜力评价及找矿方向研究”成果的一部分, 拟结合该区金矿资源预测的工作, 来探讨基于 DPIS矿床位置预测系统开展金矿找矿靶区优选的流程、方法等, 期望能促进找矿靶区的优选工作。

1 区域地质概况

松潘—摩天岭成矿带地跨陕甘川三省邻接区, 西起松潘, 东到陕西略阳、宁强, 北抵甘肃康县、勉县, 南接四川平武(九寨沟县)、青川。

本区大地构造位置位于松潘—甘孜陆缘活动带的北东段[2]。区内出露地层由元古宇变质褶皱基底、震旦系—三叠系海相沉积盖层及侏罗系—白垩系陆相沉积盖层组成。元古宇出露于工作区中部, 组成碧口地体的核心; 震旦系及古生代地层分布在元古宇的四周, 以志留系和泥盆系分布范围较大; 三叠系主要分布在西部, 少量在东南部, 分布面积最大; 侏罗系及白垩系主要分布于东南角。岩浆活动频繁, 从元古宙至中生代均有活动, 主要集中在古生代和中生代。岩石类型复杂, 从超基性到中酸性岩浆岩均有出露, 以中酸性岩为主, 空间分布广泛而零散。断裂、褶皱发育。断裂主要有 SN向的岷江、虎牙断裂带, NW向的玛曲—略阳、羊布梁、水神沟、荷叶、黑水等断裂带, EW向的雪山断裂带和 NE向的青川、北川断裂带。

区内金矿床类型主要为卡林—似卡林型金矿(阳山, 东北寨), 其次是石英脉—细脉(网脉)浅变质碎屑岩型(丁家林)。主要的控矿因素包括: 碧口群, 古生代地层以及三叠纪地层; NWW(近 NW向)断裂、层间滑脱带、韧性剪切带; 燕山期中酸性岩浆岩小岩体(岩脉)。

2 基础数据准备

2.1 研究区地质工作程度

据“全国地质工作程度数据库”统计, 本区已完成全区 1∶20万区域地质调查, 1∶5万区域地质调查约完成全区的 20%。区内 1∶25万区调正在工作之中。全区 1∶20万区域化探于 20世纪 90年代中期已完成, 圈定了 37种元素的地球化学综合异常千余处; 1∶5万化探围绕重点勘查区和重要找矿远景区部署, 结合 1∶1万土壤测量(部分地区开展 1∶10万水系沉积物测量), 查证异常占该区综合异常的 11%。

已完成 1∶50万 ~ 1∶100万区域重力调查基本覆

*收稿日期: 2008-06-10; 修订日期: 2008-07-08
作者简介: 张玉杰(1972-), 女, 工程师, 主要从事 GIS数据库建设和空间分析工作。
© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

盖全区; 1∶50~1∶100万区域航磁调查全部完成, 部分地区开展1∶20或1∶5万重力、航磁调查。大比例尺的电、磁法的面积或剖面测量仅在矿产勘查区部分开展, 对深部找矿起到较好指导作用。围绕已知的金及多金属矿床(点)和化探异常, 完成了较多的中、大比例尺的矿产勘查和化探异常查证工作。此外, 针对典型矿床和区域成矿条件、成矿规律的科研工作, 发表有大量的论著。

2.2 基础资料数据的选择

鉴于本区地质工作程度和前期获得的成果资料, 本次工作选取两大类资料数据, 一是能够以数字表达, 并能在DPIS进行数据处理分析的矢量数据库; 二是前人取得的各类综合性研究成果, 仅能定性分析和作为参考。前者是本次工作的重要基础数据, 参与DPIS系统处理; 后者是在DPIS系统处理过程中, 人机互动及后期圈定找矿预测区参考的。

第Ⅰ类资料主要有两个来源: 一是来自全国地质工作程度数据库, 包括区内1∶50万区域地质图、1∶20万区域化探成果(37种元素的地球化学综合异常)等; 二是本次工作完成的遥感地质数据库, 包括遥感解译形成的线、环形构造, 提取的成矿蚀变信息数据库等。

第Ⅱ类资料主要来源于公开发表的有关本区金矿成矿规律等文献及部分内部的综合研究成果报告等, 这部分资料是最终优选找矿远景区所必需的。

上述分析表明, 目前可用于DPIS进行数据处理分析的矢量数据库包括三大类: 地质类(全国地质工作程度数据库)、化探类(全国区域地球化学数据库)、遥感类(本次研究前期工作形成遥感综合数据库)。

3 找矿综合信息标志的选取

3.1 两种数学模型介绍

找矿综合信息标志的选取是基于DPIS矿床位置预测系统金矿找矿靶区优选工作中最为关键的一步。在选取成矿信息提取的数学模型时, 通过对比多种数学模型的应用效果后, DPIS矿床位置预测系统选择了较简便的"信息量法"和"证据权法"作为成矿信息提取的数学模型。

"信息量法"和"证据权法"都是数据驱动型预测方法, 专家知识的应用主要体现在设置地质标志状态(证据层)上, 而且对于矿产地质工作程度较低, 目前尚没有发现目标矿床或只有很少矿床的地区无法应用, 研究区即属此类地区。如何在现有条件下实现现有专家知识、海量数据的有机结合, 实现矿产地质工作程度极低地区快速优选靶区的目标, 针对这一问题, DPIS又建立了"专家模型法"解决这一问题。"专家模型法"是基于专家对研究区成矿规律的认识和(或)对区内已知矿床的研究结果, 对专家认为重要的地质变量赋予一定的找矿信息量, 进行统计和预测。"专家模型法"建立的基础, 应当是对研究区现有基础地质资料进行了充分的了解, 对目标矿种少数矿床、矿点进行过较详细的研究, 对目标矿种或关联矿种的控矿地质条件有了一定的认识。

3.2 待选信息标志说明

本次工作即采用"信息量法"和"专家模型法"开展找矿综合信息标志的选取。进行统计的信息标志包括三类48个信息标志: 其中地质类25个, 地球化学类11个, 遥感类12个。

地质类信息标志又分为三类: 地层类, 从前寒武到白垩系共11个; 构造类为断裂构造, 考虑不同走向的断裂与成矿的不同, 把断裂按20°进行划分, 可分为9个方位组, 同时对其进行2km拓扑处理, 这样就形成了断裂类的9个信息标志; 岩浆岩类, 金成矿与不同时代岩浆岩所代表的热事件密切相关, 按形成时间可把岩浆岩分为5个期次, 每个期次的岩浆岩就成为一个信息标志。

地球化学类信息标志, 按全国区域地球化学数据库提供的数据, 选用了与金元素有关的11个元素(Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Bi、Mo、Hg、W)的水系沉积物地球化学异常, 每一个元素异常作为一个信息标志。

遥感类可分为三类: 线性构造类, 按20°划分为9组, 进行2km拓扑, 形成九类面型信息标志; 环形构造类, 按2km拓扑, 形成一个面型信息标志; 成矿蚀变信息类, 通过遥感数据处理, 提取出两类与金矿有关的蚀变信息, 为Fe离子蚀变异常、与OH根有关的蚀变, 形成两个面型的信息标志。

3.3 信息标志选取

信息标志的选取分为以下两个步骤。

(1) 首先由DPIS矿床位置预测系统对上述介绍的48个信息标志进行处理分析, 统计各信息标志与金矿的相关性, 计算出每一个信息标志的信息量值。然后仍有系统自动判别哪一个信息标志是有用或无用, 即是否参与后续的综合信息量值的计算。该步骤即为上述提到的"信息量法"处理过程。各信息标志信息量值的计算和是否有用的判断处理结果见表1。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　主要信息标志特征

标志状态	含矿单元格	无矿单元格	信息量	排序	有用
二叠—泥盆纪岩浆岩	2	24	0 389	1	是
160~ 180°走向断裂	14	195	0 324	2	是
震旦纪地层	32	449	0 321	3	是
20~ 40°走向断裂	20	290	0 307	4	是
太古宙地层	42	615	0 302	5	是
志留—寒武纪岩浆岩	13	202	0 277	6	是
太古宙岩浆岩	3	47	0 273	7	是
Au异常	58	944	0 256	8	是
80~ 100°走向断裂	47	771	0 253	9	是
元古宙岩浆岩	5	88	0 223	10	是
铜异常	20	383	0 186	11	是
H-O蚀变异常	29	560	0 182	12	是
20°走向遥感线性构造	22	433	0 174	13	是
40~ 60°走向断裂	35	693	0 171	14	是
60~ 80°走向断裂	43	871	0 161	15	是
遥感环形构造	67	1397	0 149	16	是
寒武纪地层	12	254	0 142	17	否
砷异常	43	921	0 137	19	否
锑异常	41	916	0 119	21	否
泥盆纪地层	33	892	0 036	33	否

(2)对上述系统自动完成的有用信息标志与本区已有的金矿成矿规律研究成果比较发现以下现象。

系统自动选取的有用信息标志与有关本区金矿区域成矿规律研究成果基本吻合。如该区金矿与EW-NWW、近 SN向的断裂构造密切相关, 多数金矿与印支期岩浆活动有成因联系, 太古宙地层是本区主要赋矿层位之一。系统自动选取标志时, 同样把这类因素所构成的信息标志选为有用标志。

通过对该区一些典型金矿床研究成果分析表明, As、Sb化探异常对金矿有明显指示意义, 泥盆纪地层是研究区最主要的赋矿层位。但系统自动判别后, 把上述 3个标志判别为无用, 原因应与该区地质勘查工作程度较低有关, 一些有找矿潜力的地区没有找矿突破。为此, 通过人机互动的方式, 把上述 3个标志选取出来, 作为最终统计计算的有用标志。这一步骤即前述的"专家模型法", 标志选取是否准确、预测靶区是否精确与该步骤的工作密切相关, 更进一层次的讲是与专家知识有关。对该区金矿有深入研究是此项工作的前提。

4　综合信息找矿远景区的圈定

按前述选取的有用信息标志, 根据各标志的信息量值, 计算出全区各单元格总的信息量值 (频数见图 1, 信息量等值线见图 2)。

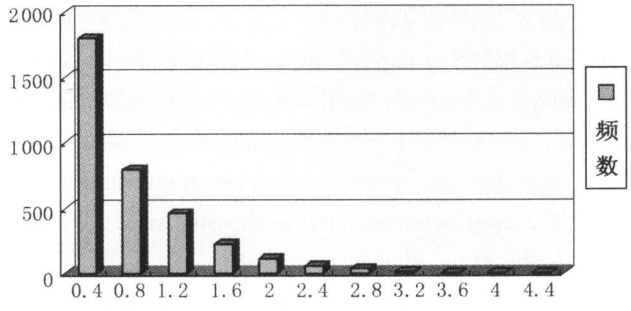


图 1　研究区信息总量频数

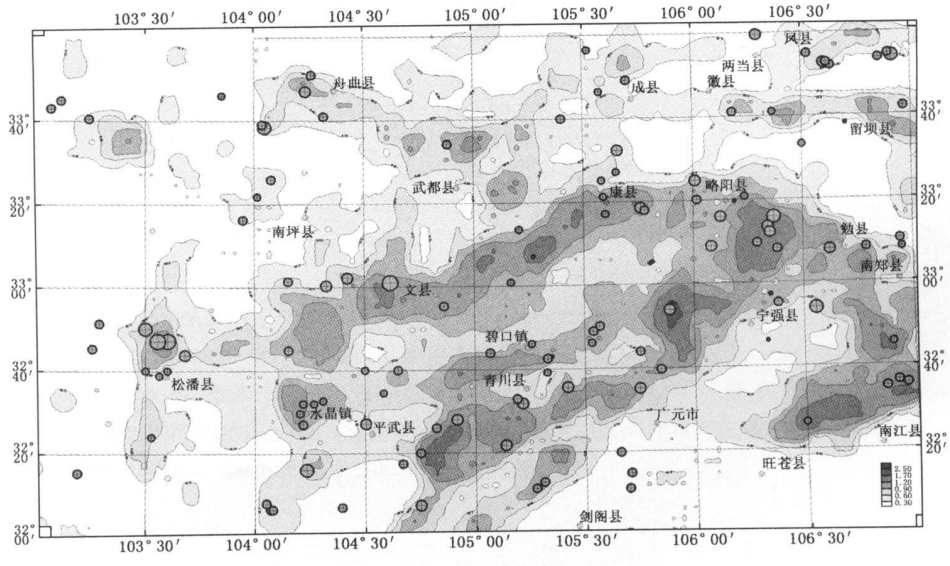


图 2　研究区信息量值等值线

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

根据统计结果, 69%的已知矿床所在单元的信息量大于 0.6, 56%的已知矿床所在单元的信息量大于 0.9,已知的 9个大型、超大型矿床中有 7个矿床所在单元的信息量大于 1.0, 82%的已知中型以上金矿所在单元信息量大于 0.9, 结合信息总量频数分布, 选择 0.9为下限, 以上为异常区。

在上述工作的基础上, 结合区域成矿规律研究成果, 综合圈定找矿预测区。

参考文献

[1] 武警黄金地质研究所. 矿床位置预测系统使用手册 [R]. 廊坊: 武警黄金地质研究所, 2005.

[2] 许志琴, 侯立玮, 王宗秀, 等. 中国松潘—甘孜造山带的造山过程 [M]. 北京: 地质出版社, 1992.

[3] 四川省地矿局 . 四川省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1991.

[4] 武警黄金地质研究所. 松潘—摩天岭成矿带金矿资源潜力评价及找矿方向研究 [R]. 廊坊: 武警黄金地质研究所, 2006.

[5] 杜子图, 吴淦国 . 西秦岭及邻区构造体系与金成矿构造动力学 [M]. 北京: 地质出版社, 1998.

The Application of DPIS System Information Magnitude on Prospecting Forecasting: To Songpan-Motianling Area As an Example

ZHANG Yujie[1], LIU Guige[1], CHEN Yonggan[1], CHANG Chunjiao[1], LU Yanming[1], DONG Huafang[2]

1. *Gold Geological Institute of CAPF, Langfang 065000, Hebei, China;*

2. *Tianshui Lizi Gold Deposit Ltd. of Gansu Province, Tianshui 741005, Gansu, China*

Abstract DPIS is deposit orientation forecast software, which based on "information magnitude" a superior prospecting perspective area. Application in Songpan-Motianling area shows that the area can use geology, geophysical prospecting, geochemical exploration and remote sense data farthest. There are three steps of the project: preparing basic data, choosing sign of prospecting integrated information and outlining integrated information prospecting perspective area. The most important step is choosing sign. The main affected facters which decide validity of the final prospecting result is the knowledge of specialist.

Key words DPIS System; Information method; Prospecting forecast; Gold deposit; Songpan

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net