

153-138

基于地质异常研究的矿产预测*

王自杰 赵鹏大

(中国地质大学, 北京 100083)

p 61.2

摘 要 本文从地质异常理论入手, 讨论了地质背景场的分区、分级, 在此基础上, 分四个阶段进行了矿产预测, 地质异常场预测, 成矿地质场预测, 矿化异常区预测和矿产靶区圈定。该方法在陕西勉略宁地区进行大比例矿产预测实践中, 取得了很好的效果。

关键词 地质异常; 地质背景场; 成矿地质场; 矿化异常区; 矿产预测

分类号 P62

1 地质异常理论

1.1 地质异常

地质异常是在成份、结构、构造或成因序次上与周围环境有着明显差异的地质体或地质体组合。它具有一定的空间范围和时间界限。目前, 已建立的矿床模型, 只能预测与此类型相同和规模相似或更小的矿床, 而不能预测新类型或规模巨大的矿床。因此, 不能单纯地根据“相似-类比理论”与已知类型的成矿环境类比, 而是需要发现地质异常, 也就是应用求异理论找出地质异常体。

由于地质异常的尺度水平不同, 其表现形式也不一样。有的是有形的, 如地质体的不连续界面或不同地质体的分界面, 地质体内部及外部特征突然变化或突出变化的部位, 不同成因地质体的嵌入; 有的是无形的, 如单位面积或体积内各种地质体或同一地质体不同属性组合异常。具不同演化历史的地质体, 地质体的地质构造复杂程度, 地质体之间的相似或相关等都可以形成地质异常。

地质异常是不同地质历史时期演化发展的产物。地质异常形成的地质时代、构造背景、地质环境和岩石类型, 决定了异常的性质及其赋存的矿产资源种类和规模。随着地质历史的演化, 地质异常的性质也将随着演化。因此, 地质异常具有空间和时间上的演化序列。

对地质异常的研究是矿床预测实现科学找矿的重要研究课题。其研究有如下意义: (1) 地质异常的研究有可能发现特殊类型矿床或前所未有的新类型、新规模的矿床; (2) 地质异常的尺度概念, 使其适用于各种尺度的预测研究, 对宏观、局部和微观地质异常的研究, 有利于揭示

收稿日期: 1995-12-23

国家教委博士点基金项目(9449104)资助

地质演化过程中深层次的地质信息和成矿信息;(3)从地质异常理论角度研究成矿地质条件及控矿因素进行矿产预测,能更有效地利用综合信息,加强矿产预测的地质基础;(4)有利于物探异常和化探异常的推断解释,更有利于查明地质异常。

1.2 地质背景场

地质背景场研究是地质异常研究的基础。根据地质环境、地质作用的时、空发育及展布特征,各类地质体的组合特征以及预测对象的尺度水平,可以划分出不同层次的、具有地质特征内部相似性或相对均一的“地质背景场”。这实质上就是对研究区进行地质环境分类。

地质背景场是各种地质体,在一定地质作用和地质环境下,在一定的地质演化过程中所形成的物质成分上、结构构造上和成因序列上有密切联系的区域。研究地质背景场可以查明不同地质环境和不同地质作用的空间分布情况。

地质背景场的分区、分级是以预测区地层构造、岩浆岩和矿产研究为基础的。为此,通过汲取地质专家划分地质背景场的经验和知识,构造一个地质背景场划分专家咨询系统。这个系统通过与用户交互式的咨询获取预测区基本地质特征,并对地质背景场进行自动分区、分级,把咨询的结论以图形图像方式显示给用户。

2 地质背景场分区、分级专家咨询系统*

2.1 地质背景场分区、分级的知识抽取

地质背景场的分析,主要按照预测区内沉积环境、岩浆作用、构造作用及变质作用等差异,向用户询问所需的基本信息,然后,专家系统根据用户的回答,提出相应更深层次的地质背景场分级的信息,对预测区进行地质背景场的自动分区、分级处理。考虑的主要因素有:研究区的比例尺、沉积作用、岩浆作用、变质作用、构造作用和矿产类型等,详见表 1。

表 1 地质背景场分区分级知识框架

Tab. 1 The knowledge frame of the partition and grading of geological background field

比例尺	沉积作用	岩浆作用	变质作用	构造作用	矿产
≥1:20 万	沉积建造	岩浆建造	变质建造	构造区带	矿种
1:10 万	沉积建造	岩浆建造	变质建造	构造带	成因
1:5 万	时代岩相	岩体	变质相	断裂,褶皱	类型
1:1 万	时代岩性	岩相(部位)	变质相部位	断裂部位	
知识框架对应的 次一级知识	地层岩性,岩相 结构、构造,单元 面积	超基性,基性中 性,酸性,碱性岩	区域变质,接触 变质,高、中低压 变质	浅层、深层走向, 密度性质,级别 长度	矿种系列成因系 列

2.2 规则知识表示及其推理机制*

产生规则的知识表示方式,其知识单位是:IF 前提 THEN 结论 CF 可信度。各规则的结论、前提部分都可附加一定的可信度,缺省则认为是百分之百根据规则间和规则内的可信度运算准则推理,最后得出结论。如果可信度满足一定的阈值,即认为结论成立,否则结论不成立。

* 赵鹏大,王自杰等,基于规则知识表示的地质背景场划分咨询系统的实现,第五届全国数学地质学术会议材料,1995,

其中前提可由多个节点组成,可进行“与”、“非”、“或”的操作,结论也可进行此类操作。当子节点有多个父节点时,实际上各规则可形成一个网络关系。

(1)知识库管理 以规则形式表达领域专家知识,知识库的管理包括知识库规则集的编辑、编译与语法检查等。对知识库的编辑,采用系统支持菜单引导和全屏幕文本编辑两种方式。对菜单式的知识编辑,用户无须掌握编写规则的语法知识,只须按菜单的要求启动相应的功能键,填写及修改知识,系统即自动生成规则,并写入知识库,即通过“告知”学习方法获取领域专家知识。对于有经验的人员,可用全屏幕的文本编辑,对知识库进行高效率地增、删、改等操作。

(2)关系后数据库 允许同时对多个数据库进行操作查询,具有一对多、多对多、多对一等多种形式的数据库查询方式,为系统知识与数据资源的共享提供了方便。

(3)解释子系统 在咨询过程中及咨询后,系统可以随时响应用户的提问,回答用户对当前激活规则及推理结论的询问与解释,具有较强的透明度及友好的界面。

(4)推理机 通过定制的用户接口,系统支持4种推理方式,供用户选择,即:正向、反向、正向追踪推理和反向追踪推理,并通过激活与显示规则中相应的未知变量的提问菜单,对用户进行咨询。

3 地质异常研究的矿产预测

3.1 地质背景场分区分级

对地质背景场分区分级,首先要考虑比例尺的大小。不同的比例尺,区分的标志特征也不同。陕西省勉略宁地区1:5万地质矿产图的数字化显示,见图1。主要考虑了不同时代不同岩性段地层出露面积百分比、岩体发育程度、构造线方向和断裂规模,把地质图分成两个区,即I,Ⅱ地质背景场,划分的边界是一条规模较大的北东向断裂和一条近东西向断裂,见图2。

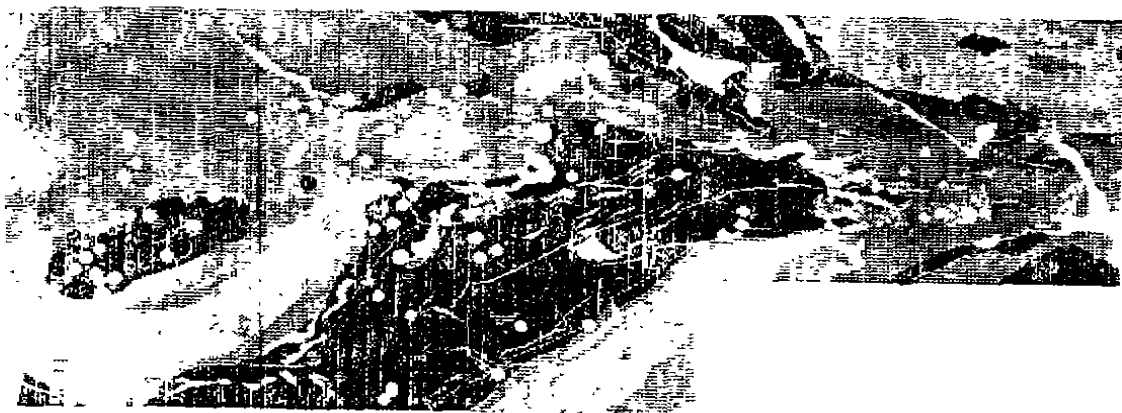


图1 勉略宁地区地质矿产图(比例尺1:50000)

Fig-1 The map of geology and mineral resources in minanlurming area

I 地质背景场中构造线方向主要为北西向,岩体出露较多,但因规模较小,与邻近地层归为一区。出露地层主要为中上元古界碧口群4岩性段及震旦系断头崖组、寒武系、泥盆系荷叶坝组。

Ⅱ地质背景场中构造线方向主要为北东向,岩体少发育。出露地层主要为中上元古界碧口

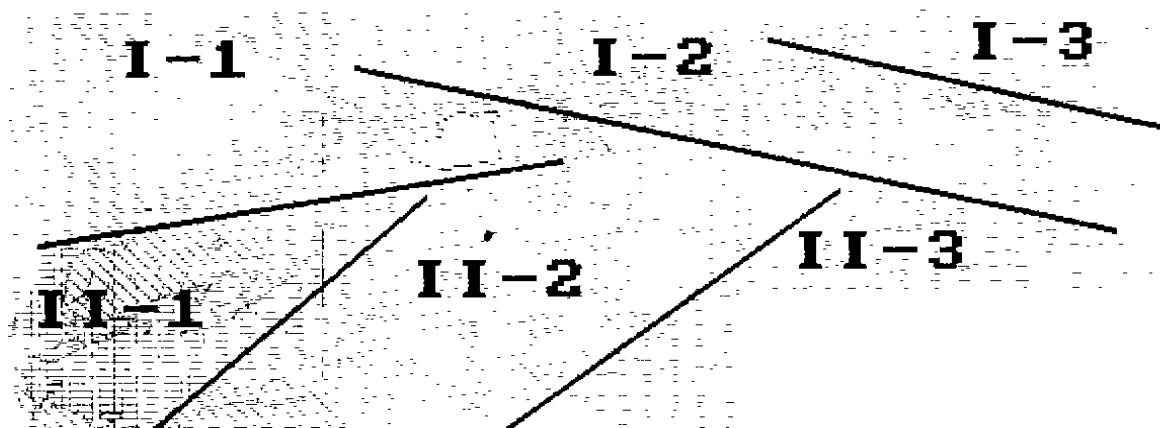


图 2 勉略宁地区分级图(比例尺 1:50000)

Fig. 2 The partition and grading of geological background field in mianlueing area

群 1—3 岩性段及震旦系断头崖组等。

I 区和 II 区相对内部比较均一,而两者差异也比较明显,从地质异常理论来看,可以作为地质背景场,它们分别反映了不同的地质环境。

I, II 地质背景场中依据岩性构造及岩体分布的不同,又各划分了 3 个二级地质背景区,即 I-1, I-2, I-3 和 II-1, II-2, II-3。

以上各区各级的边界主要以断裂线为主,不同地质背景场的分界线本身就是一种地质异常,也是成矿最有利的地段。在划分地质背景场的基础上,再研究地质异常的划分和圈定,以进一步研究成矿规律和矿产预测。

3.2 矿产预测

矿产预测是从地质场研究入手的,分四个阶段逐步深入,最终达到圈定矿产靶区之目的。这四个阶段是:地质异常场预测、成矿地质场预测、矿化异常区预测和矿产靶区圈定。其特点是:利用地质信息及遥感信息求取地质异常场;利用矿床、矿点、矿化点、重砂异常和地质信息求取成矿地质场;利用化探、物探、遥感辅以地质信息求取矿化异常区。从三种不同的信息角度,研究区域内成矿有利地段,提高了各种信息的利用水平,增强了输出的预测信息量,突出了地质信息,矿化信息,物探、化探和遥感信息在预测中的作用。由于各种预测变量在不同预测模型中的地位明确,因而,预测结果的地质意义也明确。这样就便于对预测模型进行检验和评价,避免了在单一预测模型中片面夸大某一类变量,而掩盖了其它预测变量中 useful 信息的问题。

在三种预测结果的基础上,根据“两场一区”的相互关系,确定矿产靶区的圈定原则,圈定矿产靶区,最终完成矿产预测工作。

3.2.1 地质异常场预测

地质异常的类型很多,它涉及地质环境、地质作用和地质体等。地质异常的研究对象可以是单变量、多变量和综合变量。求取地质异常的关键问题,是如何在地质背景场基础上确定异常的存在。从以下几方面着手:(1)在不同的地质背景场中,确立地质异常的地质概念模型;(2)根据地质异常的地质概念模型选取地质变量;(3)利用地质有利度衡量地质异常的强度;(4)依据地质背景场求取地质异常有利区间,以等值线图的形式圈定地质异常场的范围。

圈定地质异常场是运用特征分析方法建立地质有利度预测模型,通过地质有利度的大小来研究地质异常的。由于不同的地质背景场其地质有利度的平均值与离差不一样,对处于相应地质背景场的单元地质有利度应扣除地质背景场异常下限,用剩余的地质有利度圈定。

3.2.2 成矿地质场预测

成矿地质场是与矿产形成有关特殊地质场,对不同的矿种和地质工业类型的矿床,成矿地质场也不同,并且在工业发展的不同阶段,有关成矿地质场的概念也会改变。

成矿地质场预测可以按不同的矿种选取矿化信息变量、重砂变量和地质类变量,分别计算成矿有利度,也以等值线图的形式圈定成矿地质场的范围。

3.2.3 矿化异常区预测

以化探、物探变量为主,并引入成矿地质场中的部分预测变量,计算单元矿化异常有利度值,以圈定矿化异常区的范围。矿化异常区预测也按不同矿种分别进行。

3.2.4 矿化靶区圈定

地质异常场是从地质变量的研究中提取的,信息取自地质图。成矿地质场则主要从矿产图上提取信息。而矿化异常区则从地球化学场、地球物理场和遥感影像信息求取。在理论上,三者之间有如下关系:

成矿地质场应包含在地质异常场中,但地质异常场的某些区域不一定有成矿地质场存在,即两者之间存在显式和隐式两种关系。显式在有地质异常的地段也有成矿地质场存在;隐式则是在有地质异常的地段而无成矿地质场显示。矿化异常区是地球化学场、地球物理场和遥感影像特征的一种综合反映。建立的地质体、地质界面和地质体组合的物理特性(磁性)、化学特性和光学特性的综合模型,广义上应属于成矿地质场的一个方面,是地质场在物理(磁性和波谱)和化学方面的表征。因此,矿化异常区和成矿地质场应具有对应关系,是成矿地质场的物理、化学特性的表现。

(1) 显式异常矿产靶区圈定

当地质异常场、成矿地质场和矿化异常区重叠出现时,应作显式异常处理。

目前此类异常多与较高地质工作程度有关。异常区内有已知矿床、矿点或矿化点,因此,矿产靶区范围的圈定,除考虑重叠区大小外,尚需结合地质背景条件和部分重力及遥感资料解译的结果。其边界范围可能大于或偏于重叠区。

(2) 隐式异常矿产靶区圈定

这里指的隐式异常,比前述地质异常场与成矿地质场之间的隐式概念更为广义,是在总体式预测中不能反映出来的特殊的化探和物探异常,或目前地质认识尚无法正确判断的新成因类型的异常。显然,显示这些异常的信息不是单一的,而是推断的间接信息,虽然可靠程度低,但是这种预测工作却能起启发思路、扩大研究对象的作用,有的还可能成为成矿预测的重要突破口。

这里所指的信息单一是在现有的地质工作及认识程度基础上的,并非其原貌。随着认识的深化,信息量会不断地增加。这也是一种“求异”过程。

4 结论

对于同一地区有不同的地质认识,预测结果会有很大的差异。为此,只要重视基础地质和

成矿规律的研究,采取认识—实践—再认识—再实践的方法,经多轮预测是会取得较理想的结果的。在矿产预测中若采用地质异常场、成矿地质场和矿化异常区三种方法综合预测,并对变量各有侧重,其结果会有相互印证的效果,比单一预测结果的人为影响因素要大为减小,从而提高预测结果的可靠性。

参考文献

- [1]赵鹏大等.矿床统计预测.北京:地质出版社,1983
- [2]赵鹏大,池顺都.初论地质异常.地球科学.1991,16(3),241~248
- [3]赵鹏大,孟宪国.地质异常与成矿预测.地球科学.1993,18(1):39~47
- [4]赵鹏大,王京贵等.中国地质异常.地球科学.1995,20(2),117~127

Mineral Prediction Based on Researching Geological Anomaly

Wang Zijie Zhao Penda

(China University of Geosciences, Beijing, 100083)

ABSTRACT This paper discusses the partition and grading of geological background field from geological anomaly theory. There are four steps of the mineral prediction: geological anomaly field prediction, ore-forming geological field prediction, mineralization anomaly area prediction and delineation of mineral target. Large scale mineral prediction have been practiced by means of this method in Mian—Lue—Ning area, Shanxi Province, achieves good results.

KEY WORDS Geological anomaly; geological background field; ore-forming geological field; mineralization anomaly area; mineral predict on