

预测 找矿 文集

中国地质科学院成矿远景区划室汇编

地质出版社



5320/30
预 测 找 矿 文 集

中国地质科学院成矿远景区划室汇编

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

(京)新登字 085 号

内 容 提 要

本书重点介绍了成矿预测的地质基础理论、方法研究实例及对成矿地质认识的新理论、新观点等内容。可供从事地质找矿的各类勘查、研究、教学人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

预测找矿文集/中国地质科学院成矿远景区划室汇编. --北京:地质出版社,1995.6

ISBN 7-116-01897-2

I. 预… II. 中… III. 成矿预测-文集 IV. P612-53

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第06090号

地质出版社出版发行

(100013 北京和平里七区十楼)

责任编辑:杨友爱

*

北京西城德外印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:11 字数:300000

1995年6月北京第一版·1995年6月北京第一次印刷

印数:1—500册 定价:13.00元

ISBN 7-116-01897-2

P·1480

选 编 说 明

成矿预测是为提高找矿成效和预见性所进行的一项综合性研究工作，可以为找矿提出最佳工作方案。实践证明，这是行之有效的。作为普查前期工作，它已被我国列入矿产勘查工作程序之中。近年来，成矿预测在地质找矿理论及地球物理、地球化学、遥感图像等综合应用方面，都取得了突破性进展。成矿预测的理论和方法已初具雏形，形成了我国地质找矿领域向高层次发展的新学科。为了便于广大地质工作者进行学术交流，我们选编了本书。

在编辑过程中，根据出版要求及文集的完整性要求，对收入的文稿，作了适当的删节和修改，对部分不符合标准的图、表进行了加工整理。本书由房秀荣统编，朱裕生最后定稿。

本文集是由从事勘查工作的专家和科研、教学工作者供稿。书中阐述的基本理论、方法和举例都经过了实践验证。由于作者水平所限，文中不妥之处，敬请读者批评指正。

中国地质科学院成矿远景区划室

目 录

我国成矿预测理论和方法研究的若干新进展 (代前言)·····	朱裕生 (1)
汝阳南部铅锌成矿远景区大比例尺成矿预测工作经验和成果·····	
·····	燕长海 刘良才 (8)
西藏罗布莎铬铁矿1:25000比例尺成矿预测方法·····	李紫金 (15)
浙江东部火山岩区成矿系列综合信息成矿预测·····	吴江涛 (21)
浙江省遂昌县银坑山金银矿区及外围大比例尺成矿预测概要·····	
·····	周俊法 钱建民 (34)
福建省上杭县紫金山地区区域成矿模式及1:1万综合信息矿产预测·····	
·····	郑颖煜 (51)
吉林省内生金属矿床区域成矿预测效果·····	金丕兴 (64)
陕西省潼关金矿田1:5万成矿预测·····	
·····	常建国 段绪省 雷建池 李兴民 朱宽平 李德海 (68)
广西九万大山—元宝山地区锡多金属成矿区地球物理与地球化学特征及 找矿预测·····	王全明 朱裕生 方一平 (81)
水系沉积物金化探异常的一种简单筛选方法及其在山西省垣曲县一带的应 用·····	张晓华 (90)
浙江省遂昌冶岭头金银、铅锌矿床地质-地球物理-地球化学找矿模型及应 用·····	吴江涛 (94)
应用区域地球化学资料开展内生金属矿产成矿预测的研究·····	
·····	金丕兴 何起良 (102)
原生晕分带序列计算程序的智能化和系统化设计及其在成矿预测中的应用 ·····	方一平 王全明 (113)
云南蒙自白牛厂银多金属矿床成矿地质条件及成矿模式·····	
·····	李纯杰 史洪岳 (120)
扬子地块晚震旦世陡山沱期磷块岩成矿规律及富矿预测·····	
·····	东野脉兴 郑文忠 李钟模 胡珞兰 (127)
中国西北地区石油地质特征、成矿规律及油气前景预测经验·····	
·····	康玉柱 (133)
中国硫铁矿床的分类及预测·····	李钟模 (140)
华北地台北缘元古宙多金属硫铁矿床成矿规律及成矿远景预测·····	夏学惠 (145)
论隐伏矿床预测·····	梅燕雄 (153)
提高盲矿预测效果的主要途径·····	刘振江 殷友东 (161)
关于大比例尺成矿预测工作的思考·····	祁月明 (166)

我国成矿预测理论和方法研究的 若干新进展

(代 前 言)

朱 裕 生

(中国地质科学院成矿远景区划室)

成矿预测是一门正在蓬勃发展的年轻而实用的学科,它涉及到基础地质学科(大地构造、地层、岩石、矿物、矿床等)和方法技术学科(地球物理勘探、地球化学勘探、遥感图像解释、计算机技术等)两大门类,它的概念、理论、方法以及与其它学科的关系,依赖于实践和经验的积累和总结。自1979年开始在全国范围内开展了成矿远景区划、矿产资源总量预测、成矿预测(中、大比例尺)及第二轮成矿远景区划工作。在实践中对成矿预测的理论和预测方法作了全面的探索,目前已形成完善的理论框架和一套方法体系。根据我国目前的研究现状,本文对所取得的成果和获得的效益分别加以介绍,以飨广大成矿预测人员、专业研究人员和教育专业科研人员,从而进行共同探索,完善和发展具有中国特色的成矿预测理论和方法体系。

一、成矿预测工作在我国发展的三个阶段

成矿预测目前在国内已划归普查前期工作,属于地质生产工作的组成部分。在我国,对成矿预测的理论和方法进行探索研究和大规模实践的历史还很短。若以1979年在全国开始的成矿远景区划作为起点,至今仅十多年。在这期间,探索研究的面却很宽,普及程度也较高,参与的人员之众和获得的成果之多也是史无前例的。就成矿预测理论和方法研究来说,在我国的发展历史大致可以分为以下几个阶段。

(一) 成矿预测方法探索研究阶段

该阶段大致划在1979年我国开展成矿远景区划工作以前。当时,在国际上已是研究成矿预测方法最昌盛的时期。首先,在国际协调计划(IGCP)第98项“资源研究中计算机应用标准”的推动下,世界各国都重视成矿预测方法研究,出台了一些重要的国家级项目,主要有“阿拉斯加矿产资源评价计划”(AMRAP)、美国的“国家铀矿资源评价计划”(NURE)、“美国尚未发现的石油和天然气可回收资源的地质估计”(725号公报)、美国本土矿产评价计划(CUSM-AP)^[1]。这些庞大的国家级矿产资源评价计划都是由政府直接领导和完成的。在实施这些计划时,对预测的方法都作过探索和研究。其中,M. Allais提出了泊松分布模型;J. C. Griffiths提出了判别函数;D. P. Harris则应用判别分析方法完成了亚利桑那州、新墨西哥州和犹他州三个州的小比例尺成矿预测工作^[1]。在我国,赵鹏大、朱裕生等人先后完成了宁芜火山岩盆地^[2]、庐枞火山岩盆地^[1]和青海玉树沟的统计预测工作^[3]。在此期间,国外以F·P·阿格特伯格为

首,提出了一套矿产资源评价的数学方法;国内出版了较为完整的有关成矿预测的数学方法专著^{[4][5]},为成矿预测工作的开展提供了基本方法。该阶段的特点归纳如下:

1. 普遍开展了成矿预测方法的探索研究,提出了多种数学方法,并逐渐与成矿预测的实践结合起来,对某地区或某个矿带作出评价,用实例证实了一些数学方法的实用性和有效性;
2. 在实践中,提出了数学模型与地质模型相结合的原则,并明确地指出,成矿地质作用是复杂的,难以用数学模型模拟,地质数据的定量化程度较低,与数学模型难以匹配,需要创造更有效的预测方法,以适应地质理论的现状;
3. 成矿预测数学方法的提出,促进了地质学中电子计算机的应用。

(二) 实用发展阶段

该阶段大致划在 1979 年至 1985 年,其主要标志是:1979 年在全国开展了成矿远景区划工作;1982 年又提出了在全国开展矿产资源总量预测工作,并设立矿产资源总量预测方法研究的重点科研项目;在实践中总结了一套成矿预测方法,并逐步形成一个体系;在学术上相继提出了矿床统计预测^[2]、成矿预测方法学^[1]、多元统计预测^[6]。该阶段获得了丰硕的成矿预测成果,并根据预测成果提出的远景区在普查工作中找到了一些矿床^[3]。更重要的是为国民经济中长期规划的制订、地质找矿的工作的部署提供了资料依据。该阶段的基本特点是:

1. 在大量实践基础上形成了一套系统的预测方法,并向纵深发展。在地质工作中成矿预测的重要性初步为广大地质人员所认识,地质找矿的各级管理部门也重视成矿预测工作,有些地区扭转了普查基地不足的被动局面,产生了较好的社会效益。
2. 成矿预测方法被大力推广,大力发展,各院校和管理部门多次举办成矿预测方法学习班,为基层单位技术干部更新了知识、培训了业务骨干。成矿预测方法的大力普及,带来成矿预测工作的大力发展,并纳入管理部门的常规工作。
3. 出版了许多有关成矿预测方法的专著。包括综合性的^{[1][2]}和专门性的方法^{[7][8]}。
4. 成矿预测理论形成雏型,首次提出了地壳矿产资源富有度、类比、地质变量的综合和分解等理论^[9],使我国的成矿预测方法走向成熟。

(三) 总结创新阶段

该阶段自 1986 年至今。目前,地质找矿的难度发生了实质性的变化。一方面,由地表矿的寻找逐步转化为隐伏矿床的预测、普查和评价;另一方面,随着国民经济的高速发展,对矿产地质工作的要求也愈来愈高,需向工业部门提供更多的、经济效益更好的矿山开发后备基地。另外,老矿山保有储量的枯竭,使地质找矿面临着严峻的局面。政府部门提出了第二轮矿产普查的基本方针和措施,并制定了 12 年地质找矿工作纲要和宏观控制的方针等,使成矿预测由探索研究性质的工作转化为普查前期的生产性工作,纳入矿产勘查计划,并将成矿预测成果作为普查立项的依据。在此期间,我国出版了一系列有关成矿预测的专著,代表性的著作有:《成矿预测的地质基础和方法》^①、《成矿预测理论和方法》^②、《中大比例尺成矿预测文献汇编》^③、《矿床发现的最佳途径》^④、《隐伏矿床预测》^[10]、《隐伏矿床(体)的寻找》^[11]、《金属矿床大比例尺定量预测》^[12]、《金矿资源综合信息评价方法》^[13]、《成矿预测方法》^⑤等。对国外的成矿预测

① 朱裕生编著,中国地质科学院区划室内部推广材料,1989。

② 吉林省地质科技情报研究所、中国地质科学院成矿远景区划室编著,1991。

③ 张秋生主编,吉林省地质学会,1986。

④ 朱裕生编著,中国地质科学院成矿远景区划室,1992。

工作进行过专门考察^①。从以上事实看出,本阶段的基本特点是:

1. 成矿预测是取得地质找矿重大突破和寻找隐伏矿床的方法途径之一。它作为矿产勘查的内容之一,已列入正规地质工作计划,在矿产勘查单位普遍开展起来。

2. 从已经获得的成果可知,本阶段实现了理论与实践相结合、探索与发展相结合、经验总结与创新相结合的途径。在大量实践的基础上总结归纳,发展成为具有我国自己特有的成矿预测理论、原则和方法,提出了类比相似、地质异常致矿和地质条件组合控矿三项基本理论,最小面积最大含矿率、优化评价、综合预测评价、循序渐进和统一尺度标准五项成矿预测准则;独创了一套找矿靶区优选的方法;总结了一套编制成矿规律图、成矿预测图和地质工作部署建议图的方法要求;制订和建立了一套管理成矿预测工作的技术要求和管理办法^②,形成了一个较为完整的成矿预测学科体系。

3. 成矿预测的找矿实效越来越明显,通过“全国固体矿产成矿预测系统综合研究”项目和“金属矿床大比例尺定量预测”^[12]及其它金、银矿床预测项目的总结,发现了数十处矿产地,有些为大型、超大型矿床。这些成果的总结,又进一步促进了成矿预测工作的发展。

4. 成矿学理论与成矿预测密切相结合、融为一体的趋势越来越明显。有关的典型著作有《中国矿床成矿模式》^[14]、《成矿规律和成矿预测学》^[15]、《矿床模式》^[16]、《中国矿床成矿系列及其理论在成矿预测中的应用》^③、《以若干金属矿区为例建立找矿经验模式的研究》^④等。从事成矿预测的科研、教育和勘查人员,试图应用成矿模式(区域的、矿床的)和找矿模型将相似-类比理论、建立成矿学理论与找矿预测之间的桥梁,为理论找矿开辟途径。

5. 政府部门对成矿预测的管理日趋完善,已设立专门机构进行专业管理。就地矿部而言,在专业司局的管辖下,对成矿预测工作在全国开展的步骤极为明确,为配合新一轮固体矿产的普查提出在全国开展中、大比例尺成矿预测,并先后召开了四次全国性的交流会。为贯彻以地质找矿为中心的方针,又部署了第二轮成矿远景区划工作。这些工作都是通过成矿远景区划室的业务渠道进行的。

综上所述,成矿预测工作在我国发展过程的三个阶段和显示的相应标志是明显的,在工作中取得了举世皆知的成绩,在矿产勘查工作中显示了它的作用,为隐伏矿床的预测评价和普查找矿开辟了新途径。

二、成矿预测理论概述

成矿预测工作最初是从应用多元统计方法和电子计算机技术对地质数据的处理而开始发展起来的,尔后逐步完善,并进一步开拓新的思路,在引进国外成功实例的基础上,发展完善成今天的成矿预测理论和方法体系。

1982年,中华人民共和国与联合国教科文组织联合举办了矿产资源评价讨论会。会后的

① 李均权、朱裕生、李维菊编著,《成矿预测技术考察报告》。

② 见由地质矿产部直属单位管理局颁发的“固体矿产成矿预测基本要求”(1990)、“固体矿产第二轮成矿远景区划技术要求”(1992)、“固体矿产第二轮成矿远景区划成果汇总要求”(1993)等若干个技术性文件。

③ 陈毓川、裴荣富等编著。

④ 朱裕生、姜枚、张德全等编著,《国外地质勘探技术》编辑部。

总结^[17],提出了成矿预测理论体系的雏型(地壳矿产资源的富有度、已知到未知的类比、地质数据建模等),总结出实用的区域价值估计法、体积估计法、丰度估计法、矿床模拟估计法、德尔菲估计法、特征分析法和成因地质模型法等方法。此次总结的方法成为全国开展矿产资源总量预测的基本方法并获得了预期的成果。1984年,根据全国已取得的基本成果,作者总结了相似类比、地壳矿产资源富有度、成矿作用函数拟合、地质变量的综合和分解及地质解释的五项理论,以及区域矿产、矿区(矿田)、矿床预测的三类方法,形成了一套预测评价理论和预测方法的初步骨架^[1]。以后,赵鹏大教授提出了统计预测法^[2],王世称教授提出了综合信息评价方法^[13]。以上的理论和方法是总结创新阶段指导成矿预测的基本理论和实用方法。1989年,作者^①和赵鹏大^②教授几乎同时提出了成矿预测的理论和预测准则。至此,我国自己的成矿预测理论骨架已形成。其要点是:

1. 相似-类比理论

是指在相似的地质条件下赋存类似的矿床,其资源量也应相似。此理论是当前成矿预测中首要的理论原则。相似类比的具体内容包括:

(1) 理论预测 目前成矿理论较多,通常有“板块成矿论”、“多旋回成矿”、“槽台成矿”、“岩浆-热液成矿”、“生物成矿”、“沉积-喷气成矿”、“热卤水成矿”、“矿床成矿系列”、“层控矿床”、“火山成矿”、“地洼成矿”、“地质力学成矿”、“低温成矿”、“变质成矿”等理论。虽然理论较多,但对预测和找矿来说,尚无一种绝对正确有效的成矿理论供大家应用,只能在某种理论的指导下,对地质实际作相对有科学依据的判断。无论用哪种理论,持哪种观点,在预测和勘查时,总是用成矿理论作指导,并且可取得一定的预测和找矿效果。

(2) 模式类比 一般来说,模式类比是进行预测的较好途径。在成矿学的研究中建立的区域的、矿床的成矿模式和找矿模型都是类比的标准。我国建立的模式^[14]用于成矿预测是其中之一。它对提高成矿预测成果的可靠性起到了很大作用。模式类比的方法简单而实用,“就矿找矿”、“点面结合找矿”等方式都包含了模式类比的含义。

(3) 经验类比 是常用的一种类比方式。通常是应用地质概念模式来实现的,但由于各人的经历不同,知识有差异,因而受人为约束较大,常常出现“因地制宜”、“因人而异”的现象,所以经验类比的局限性较大。

(4) 人工智能类比 又称专家系统类比。它是应用专家的知识通过计算机来实现的,其效果的优劣取决于专家知识的广度和深度及经验的积累程度,目前尚在探索过程中。

(5) 计算机模拟类比 此项技术我国正在起步,有待深入研究,是一种较好的预测途径。

(6) 专家组类比 此种方式类比与经验类比、专家系统类比有很大差异。它是通过一组专家来实施的,而经验类比和专家系统常常是单个专家进行的。目前已越来越多地采用这种类比方式。

由“已知到未知”的类比理论在成矿预测中得到广泛应用。但在实际工作中,常常遇到在相似地质条件下矿床的产出并不是必然的事件,即使有矿,其大小、质量有时难以判断,有些超大型矿床存在无类比性等的难题,需要作进一步探索。

① 吉林局科技情报所和区划室合编,《中、大比例尺成矿预测文献汇编》,7—12页。

② 同①,1—6页。

2. 地质异常致矿理论

该理论又称“求异理论”。这里所指的地质异常是广义的,包括地质的、地球物理的、地球化学的及遥感图像的异常等。地质异常是一种与周围地质环境截然不同的地质结构或参数值。应用相似-类比理论只能预测和寻找同类矿床,用地质异常致矿理论有可能探寻新的远景区,发现新类型矿床,识别新的含矿层位,确定新的含矿构造,开拓矿产勘查的新用途。地质异常表现形式为多种多样,目前尚难提出一个统一的标准划定地质异常。按照地质异常的尺度水平结合运用成矿区带级别的概念,对地质异常可以作合理的分级,这些在成矿预测中应用的实际问题,需作深入研究。虽然目前仍在探索之中,但在成矿预测工作中已经显示出它的实用价值。

3. 地质条件组合控矿理论

单一控矿因素的研究和应用,在过去的成矿远景区划和总量预测工作中应用极为普通,而地质条件组合控矿只是在近年来总结了大量成矿预测成功的实例和失败的教训后才提出的预测理论。控矿因素与地质异常一样,具有级别的差异,控制全球性成矿区带的成矿地质条件和控制某类矿床成因特征及空间位置的地质条件的级别是不相同的,从总体来看,可分为区域的(成矿区带的)、矿田的、矿床(体)的若干级次,每一级次的控矿作用是不同的。同一级次的控矿因素只能用于同级预测区的圈定和推断解释。若相互混淆,不但不能提高预测的可靠性,还有可能带来干扰。与成矿有关的地质条件组合体用来阐明矿床的控矿地质因素,要比用单一因素、不分级次的地质参数说明与成矿作用的关系要深刻得多。在预测中就能够保持有利成矿因素,剔除不利成矿因素,从而深化对不明因素的认识。在成矿预测工作中其必要性表现在:

(1) 标志着成矿地质条件之间的相互关系,是对矿与非矿、大矿与小矿、小矿与矿化的区分的识别标志,可以较为有效地预测推断潜在矿床;

(2) 是提高成矿预测成果可靠性的途径,实现较确切的预测;

(3) 深化了对地质条件内涵的认识,有可能标定每个因素或组合后的参数在预测中所起作用的大小(也称变量“权”),实现预测的三定目标(定类型、定空间、定规模),是找矿靶区优化的理论基础。

成矿预测与其它技术方法一样,都必须由理论作指导。成矿预测的理论,也就是目前提出的三项内容,它大大地促进了我国成矿预测的理论和技术水平。

三、成矿预测方法概述

成矿预测方法的内涵是广义的。由地质作用的概念、地质数据转化为矿产资源量的整个过程统称为矿产资源评价方法学,它组成一个完整的体系^[1]。按孙明玺^[18]的提义,预测方法包括预测的职能和任务、预测的技术方法、需求分析和技术评价等内容。在成矿预测中应包括预测的目标和任务,成矿预测理论和找矿靶区,预测的准则和层次的划分,数据(地、物、化、遥)、单元、控制区的选择,预测方法选择,预测模型的建立,预测区的优选,可靠性评估,成矿系列图件编制和普查验证工作等,涉及的方法甚广。成矿预测方法从狭义的角度看,仅指预测的数学方法和经验方法。从实用角度出发,它应涉及预测方法、远景区优选方法和成矿预测图的编制方法。

预测方法,通常指多元统计方法,近几年又提出灰色系统理论、分形理论、模糊数学等方

法。在大量的实践基础上,我国独创了编码打分法、有利因素相关法等^①。

远景区优选方法,又称找矿靶区优选方法。这也是我国预测工作者在成矿预测中创造的方法,具体指非先验约速模型法、先验约速模型法、参数综合评判法、地质参数的累加累乘法、总体分解法、地质背景衬度法等^②。

成矿系列图件的编制方法涉及到地质学的逻辑思维、地质理论、地质成果的表达方式和图面的美学艺术等。图件一般分基础图件、辅助图件和目的性图件三类,每类图件都有不同的编图方法和要求。图件也是成矿预测成果的组成部分,它的优劣反映了成矿预测成果的实用价值。它是地质找矿的必要资料,使成矿预测成果与地质找矿直接联系起来。虽然编图方法属地质制图技术,但自应用计算机绘制地质图以来,它很自然地成为成矿系列图件编制方法的组成部分,是成矿预测工作中不能忽视的内容。

成矿预测方法目前正在发展过程之中,在实践中走向成熟,在探索中获得发展。在我国,一方面应用国际上通用的成矿预测方法获得了一定的预测效果;另一方面,应用我国独创的一些方法,与矿床地质特征结合得更紧密,预测效果更好。它标志着我国的成矿预测方法已经与国外并列发展,并有不少创新。倘若再作深一步探索,创造我国完整的成矿预测方法体系将为期不远。

四、回顾与展望

自1979年开展成矿远景区划至今,在成矿预测的工作中我国跨越了一个又一个高峰,克服了一个又一个难关,取得的成果是巨大的。首先,完成了全国第一轮成矿远景区划和30个跨省区划项目,为“七五”和“八五”地质找矿部署提供了依据,特别为制订地质找矿工作纲要准备了基础资料。其次,对我国矿产资源的远景心中有底,并为开展中、大比例尺成矿预测提供了选区依据。根据已有的地质资料和预测成果将全国划出30个区带、确定部控的6个重点找矿工作区,为地质找矿的宏观调控提出了目标区。在“七五”和“八五”期间,这一工作是有效的,地勘费宏观调控的目标区投向是正确的,甚至1:5万区调的安排重点放在目标区的方向是正确的。据此可以说,成矿预测成果为全国地质工作部署指明了方向。第三,中、大比例尺预测成果为点上突破准备了地质依据和指明了具体的空间位。据初步统计,全国开展的中大比例尺项目达121项,找到大、中型矿床20余处,有些属超大型矿床,有些是隐伏矿床。这些找矿效果证实了成矿预测理论和方法的正确性。第四,发现和圈定了一些新的成矿区带,特别是提出了一些新类型矿床、新的含矿层(或含矿构造),使我们扩大了找矿领域、开拓了新的找矿思路。最后,成矿预测工作促进了新技术、新方法的应用,特别是电子计算机在地质学中的应用。计算机地质制图的探索研究、地质模拟技术的引进等,使地质模式描述计算机化和规范化;地质数据库的建立,为地质数据的存储和使用开辟了新途径,地质数据处理的计算机化为成矿预测准备了方法技术。所有这些都为矿产勘查人员提供了新方法、新思路,拓宽了地质找矿的新途径。

总而言之,成矿预测工作在我国发展的基本特点是:在成矿学理论的指导下,结合我国的

① 见朱裕生主编,《成矿预测方法》98—126页。

② 同①,29—97页。

地质特征和矿产时空规律特征,在应用国外已有成矿预测方法的基础上,独创了适用我国矿产地质特点的成矿预测理论、找矿靶区圈定准则和创造了新的预测方法;提出了编制成矿预测系列图件的方法和基本要求,大大地提高了地质找矿的科学性和社会效益,在普查找矿的实践中获得较好的找矿效果。在当前预测评价隐伏矿床的地质找矿实践面前,今后更需要发展成矿预测的理论和方法,应用最新科学技术方法,特别是计算机技术,实行地质资料的二次开发,从中提取预测和找矿信息,将成矿预测和普查找矿密切结合起来,在新的一轮普查找矿的实践中使我国的成矿预测的理论水平和方法技术迈向一个新台阶。

参 考 文 献

- [1] 朱裕生,1984,矿产资源评价方法学导论,地质出版社,2—4页。
- [2] 赵鹏大,胡旺亮,李紫金。1983,矿床统计预测,地质出版社,54—107页。
- [3] 中国地质科学院地质矿产所四室数学地质组,1978,祁连山某超基性岩体矿化特征的统计分析,国际交流地质学术论文集(4),物探、化探。
- [4] 中国科学院地质研究所,1977,数学地质引论,地质出版社,58—64页。
- [5] 董文泉、周光亚、夏立显编著,1979,数量化理论及其应用,吉林人民出版社。
- [6] 王学仁编著,1982,地质数据的多变量统计分析。科学出版社。
- [7] 方开泰、潘恩沛,1982,聚类分析,地质出版社。
- [8] 余金生、李裕伟,1985,地质因子分析,地质出版社。
- [9] 同[1],21—24页。
- [10] 孙殿卿、高庆华编著,1987,隐伏矿床预测,地质出版社。
- [11] 池三川编著,1988,隐伏矿床(体)的寻找。中国地质大学出版社。
- [12] 周宏坤、丁宗强、雷祖志、徐良根、傅水兴编著,金属矿床大比例尺定量预测,地质出版社。
- [13] 王世称、成秋明、范继璋著,1990,金矿资源综合信息评价方法,吉林科学技术出版社。
- [14] 陈敏川、朱裕生编著,1993,中国矿床成矿模式,地质出版社。
- [15] 卢作祥、范永香、刘辅臣编著,1989,成矿规律和成矿预测学。武汉:中国地质大学出版社。
- [16] D·P·考克斯、D·A·辛格,1990,矿床模式,地质出版社。
- [17] 朱裕生、潘恩沛,1984,矿产资源评价的理论和实践。地球科学国际交流(一)。
- [18] 孙明玺编著,1986,预测和评价,浙江教育出版社。

汝阳南部铅锌成矿远景区大比例尺成矿预测工作经验和成果

燕长海 刘良才

(河南省地矿厅第二地质调查队)

一、采用的技术方法

本文涉及的研究区位于河南西部伏牛山系外方山脉深山区,属华北地台南缘活动地带的中元古界熊耳群火山岩出露区,断裂发育,岩浆活动频繁,成矿条件好,但研究程度低。该区50年代完成1:20万区调工作,80年代初完成1:5万区调工作,其间断续进行过以找铅锌为主的地质踏勘、普查工作。在找矿及基础地质研究上仍没有突破性进展。

研究工作主要采用的技术方法以王世称教授提出的地质、物探、化探、遥感解释及数学地质相结合的综合信息矿产资源评价的理论为指导,按地质矿产部颁发的《固体矿产成矿预测基本要求》制订了工作程序,见图1。

二、工作经验和成果

(一) 工作中重视各类资料的二次开发及优化处理,注重实践,大胆创新,最大限度地提取综合找矿信息。

在详细收集区内已有的地质、物探、化探、遥感及矿产资料的基础上,通过认真分析研究,去伪存真、去粗取精,从寻找前人工作中的薄弱环节或疑难未结的问题入手,开展工作。如本区1:5万区调工作中未研究火山机构,重砂、化探资料只停留在相当于II级汇水盆地的综合异常的圈定,航磁资料仅是原来的平剖面图。这些远不能满足研究工作的需要,必须深化研究。

1. 在加密1:5万区调填图线、点基础上,详细查阅了区调第一性实际资料(野外手图、填图记录、岩矿鉴定报告)首次确定了五羊垛、西岭、马鞍乔山、段家岭、椒沟等五个古火山口及孟村—合村北古裂隙喷溢带。并认为由北而南,火山活动由早到晚,早期为偏基性熔浆沿古裂隙喷溢,晚期为中心式喷(爆)发。

2. 在原重砂、水系沉积物测量II级汇水盆地综合异常基础上,查阅实际取样点及分析报告,编制了最小汇水盆地(IV—V级)异常分布图。有效地确定了异常源部位。

3. 利用电子计算机对原有航磁资料进行了0、200、500、1000、3000、5000 m等六个高度的延拓,利用0°、45°、90°、135°四个方向的水平一阶导数和垂向二阶导数在0 m高度上做化极等计算处理成图。清楚地展示了研究区不同深度隐伏的花岗岩、石英二(闪)长岩和断裂构造规模、序次、产状。

4. 对区调和矿产普查工作中的单样、单元素评价和含矿性研究的大量岩、矿石光谱分析结果,进行了不同岩类、构造的分类计算,确定了成矿元素的原生地球化学异常特征。

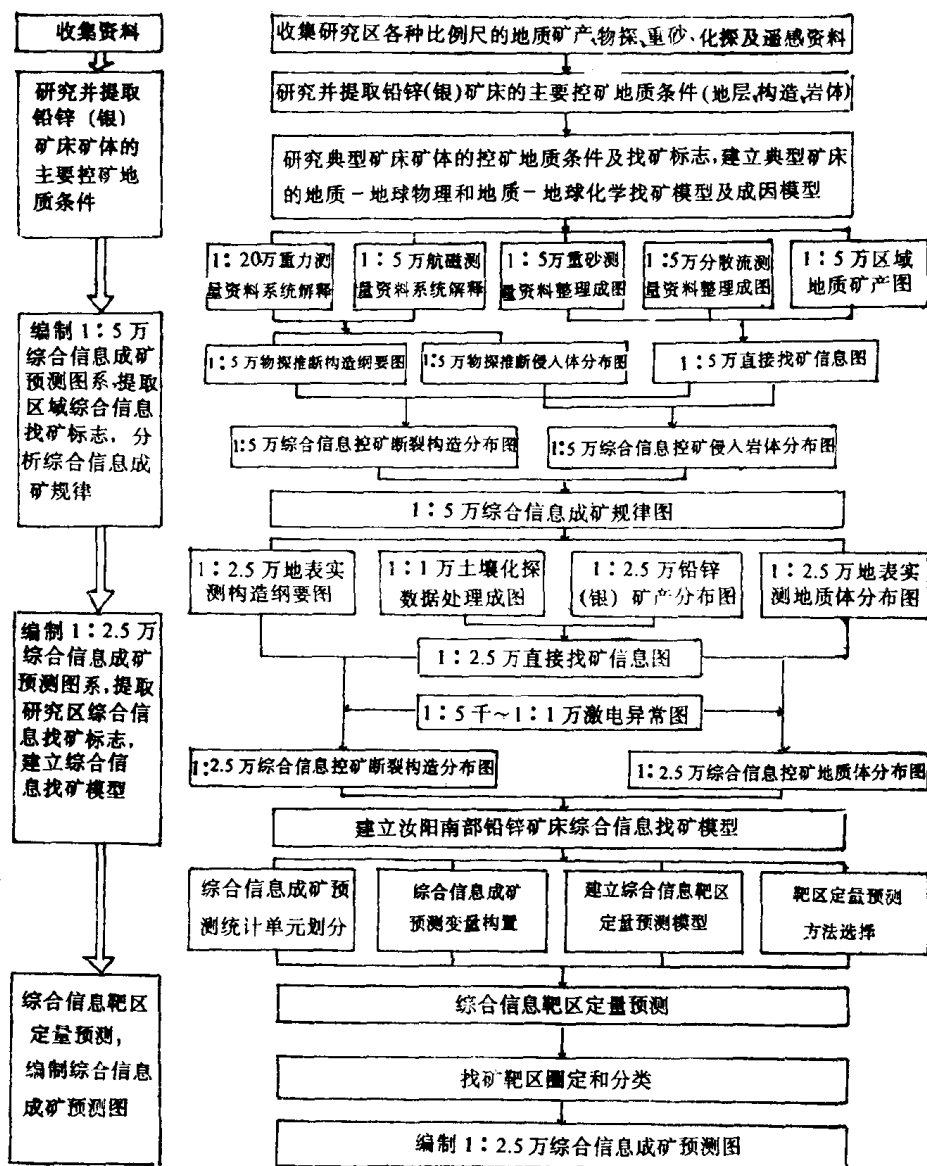


图 1 大比例尺综合信息成矿预测工作流程图

① 确立熊耳群鸡蛋坪组 II、III 岩性段和王屋山晚期石英二(闪)长岩是成矿的矿源岩;燕山晚期花岗岩是主要的成矿热能源;近东西向和北东向断裂为本区铅锌(银)的主要控矿构造等大量的地质先验前提信息。

② 通过对典型矿床的地质、物、化探资料的深入研究,首次建立了本区铅锌矿床成矿模式及地质-地球物理找矿模型、地质-地球化学找矿模型,给出了与邵跃所建立的热液矿床原生晕分带序列基本一致的元素分带序列,为矿产预测靶区的确定提供了重要的信息。

(二) 充分应用新理论和计算机技术,最有效地提取区域成矿综合信息。

1. 应用马尔科夫模型对研究区广泛出露的熊耳群鸡蛋坪组火山岩的岩性、喷发韵律进行研究,在原区调划分的三个岩性段中较详细地厘定为五个岩性段,对各岩性段韵律类型、韵律特征及成岩形式有新认识,认为 II、III 岩性段韵律类型复杂,同时存在正向分异、反向分异及脉动分异三种类型;喷发单层厚度差别大;含凝灰岩夹层多;喷溢相和爆发相并存。为成矿提供了有利的空间条件和物源基础。

2. 对 1:1 万土壤地球化学测量获得的 Pb、Zn 主成矿元素及 Mo、Ag 伴生元素进行了地质统计学研究,为控矿地质条件及成矿规律研究提供了极为重要的地球化学信息。

(1) 实验变差函数的研究

① Pb、Zn 元素空间变化的方向性

由图 2、图 3 可见,近东西方向是 Pb、Zn 变化最大的方向,北北东方向变化最小,连续性最好而北东和北西向的变化介于上述二者之间,这与研究区矿田主要受北北东向隐伏断裂构造岩浆岩带控制、铅锌矿床(点)则集中呈近东西向带状分布相吻合。因此,把近东西向和北北东向作为 Pb、Zn 元素的主要变化方向,突出了控制 Pb、Zn 元素空间分布的主要地质因素。

② Pb、Zn 元素的空间变化幅度、连续性和影响范围

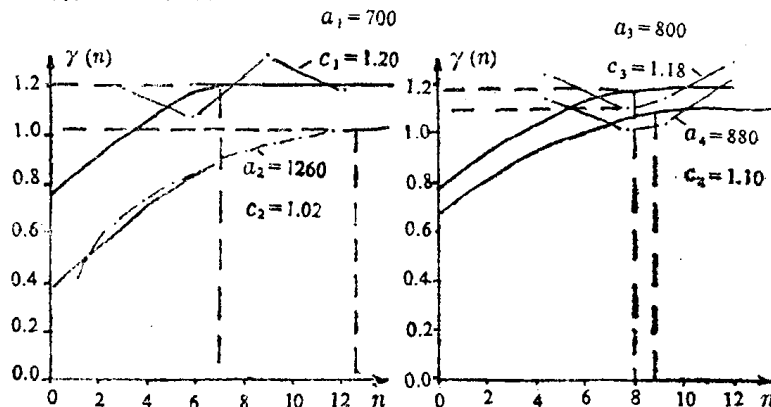


图 2 铅元素实验变差函数

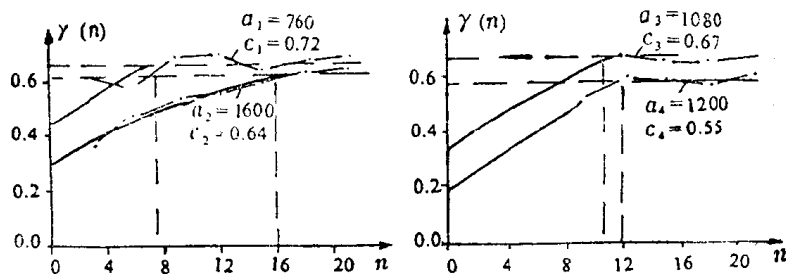


图 3 锌元素实验变差函数

在图 2、3 中, Pb、Zn 元素的基台值均是近东西向最大, 其次是北西向、北北东向最小。这与区内近东西向断裂构造岩浆岩带为主要的导矿、储矿构造, 北西向断裂属导矿构造相一致。

由图 2、3 中的变程可以看出, 无论 Pb 或是 Zn 元素均是北北东方向上的稳定变化, 范围大, 空间变化的连续性好。近东西方向最小, 连续性最差。北东和北西向则介于上两者之间。综上, 说明了矿田内铅锌矿化的区域控制因素是沿北北东向侵入的燕山晚期隐伏花岗岩体。

(2) 对数泛克立格研究

① Pb、Zn、Ag、Mo 元素的浓集趋势

图 4 反映出 Pb、Zn、Ag 元素浓集区集中在图幅中西部, 浓集面积大、浓集强度高, 各元素浓集中心吻合较好。各元素浓集区的空间展布总体上呈北北东向和北西向, 在这两个方向上, 各浓集中心近等间距出现, 具有较强的规律性。浓集区长轴方向为北北东向、短轴方向主要为近东西向, 其次为北东向。Pb、Zn、Ag 元素总体展布位置与北北东向断裂构造岩浆岩带和北

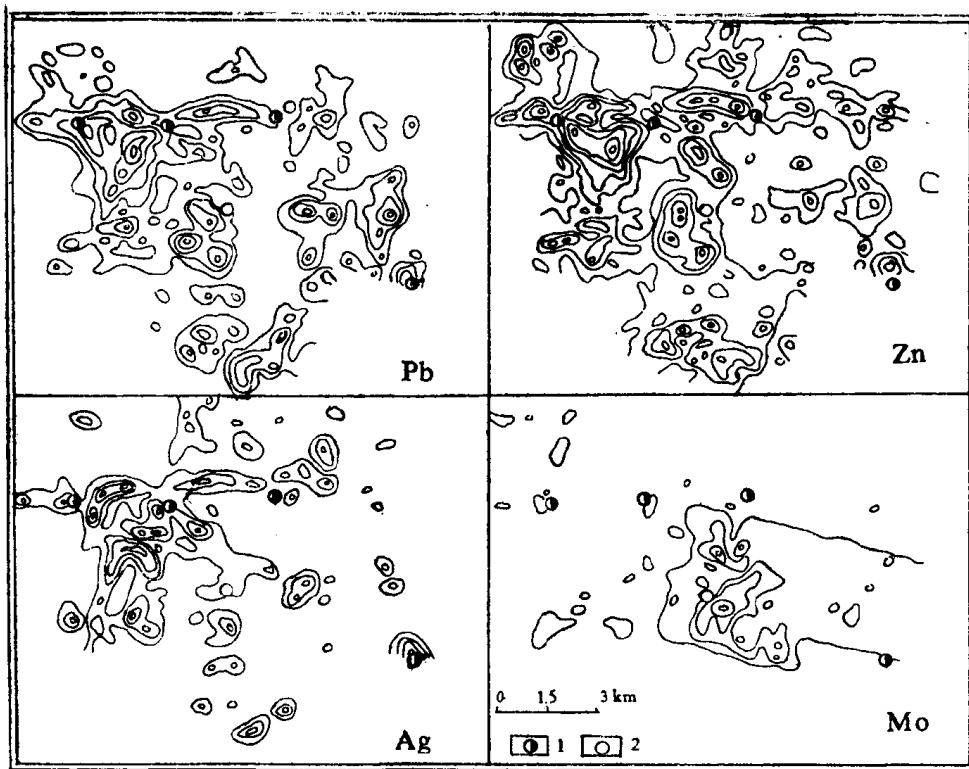


图4 元素对数泛克立格估值图

1—中型铅锌矿床； 2—钼矿点

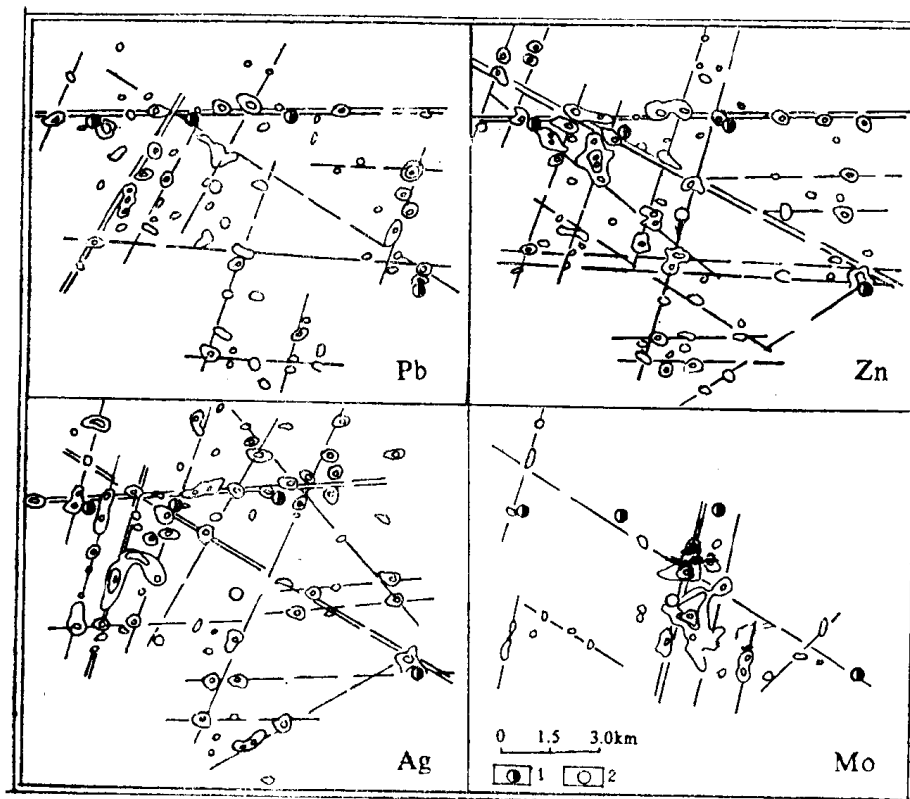


图5 元素对数泛克立格剩余值及推断构造图

1—中型铅锌矿床； 2—钼矿点

西向导矿构造吻合, 浓集区的短轴方向与区内储矿构造线一致, 各浓集区与已知铅锌矿床(点)产出位置有较好的对应关系, 规模及浓集梯度较大的浓集区对应着较大规模的铅锌矿床。

Pb、Zn、Ag 元素的上述空间分布特征与区域地质情况相关联, 表明这三种元素主要受区域成岩、成矿作用的控制。中西部分布的较大的 Pb、Zn、Ag 元素高背景区恰好位于物探推测隐伏花岗岩体缓倾伏端之外接触带上, 又是近东西向、北西向和北北东向三组断裂之交汇部位。

Mo 元素浓集区集中分布于下铺一大房庄一带, 浓集区长轴方向呈北北东向, 短轴方向则呈近东西方向, 与该钼矿区地表钼矿化范围吻合。

② Pb、Zn、Ag、Mo 元素异常的空间分布特征

在图 5 上, Pb 元素异常受区域构造控制的格局更为清晰, 依照异常空间展布特征, 近东西

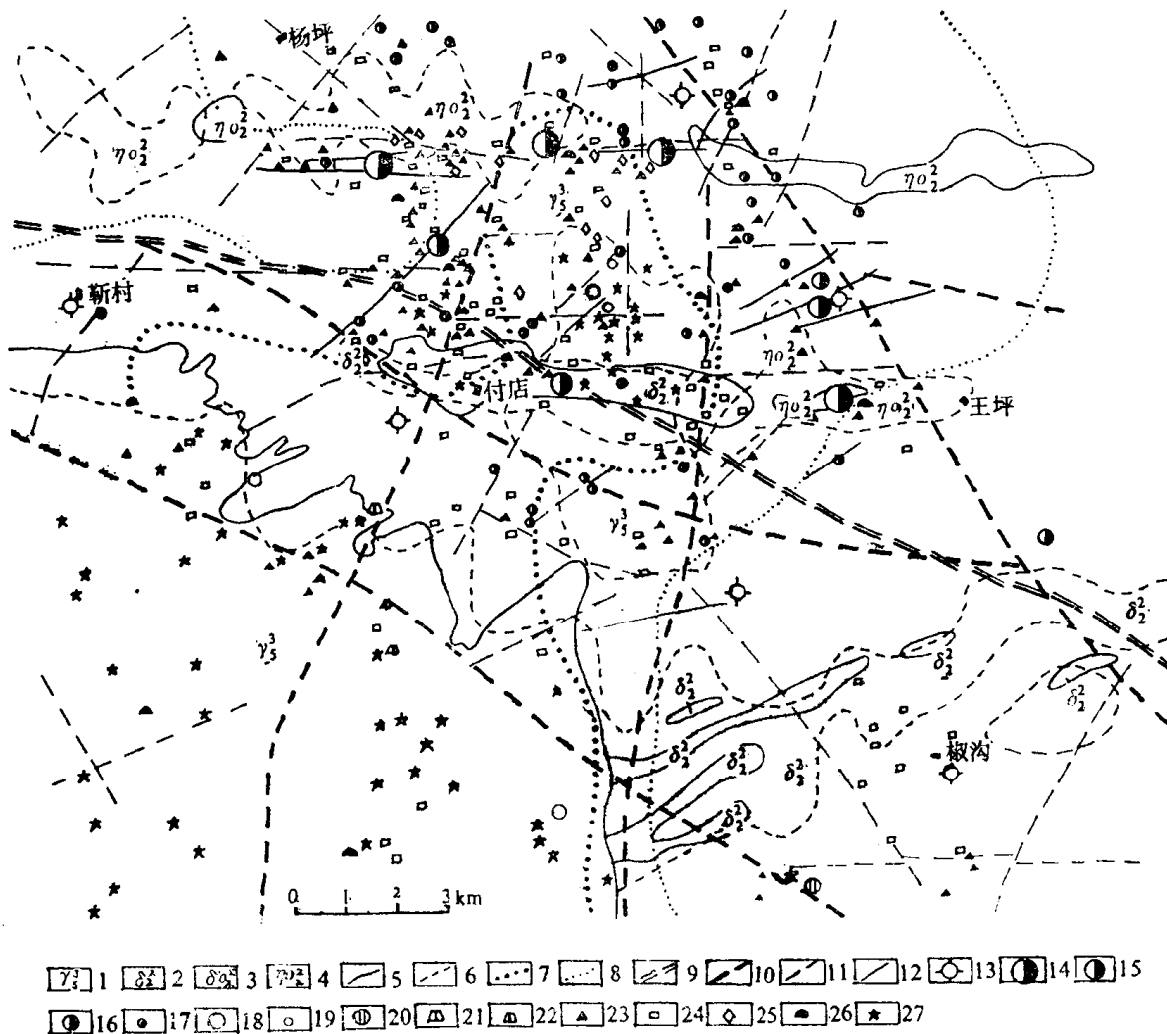


图 6 汝阳付店地区综合信息成矿规律图

1—燕山晚期花岗岩; 2—王屋山晚期闪长岩; 3—王屋山晚期石英闪长岩; 4—王屋山晚期石英二长岩; 5—实测岩体界线; 6—航磁推断 500 米深岩体界线; 7—重力推断 2500 米深岩体界线; 8—重力推断 10000 米深岩体界线; 9—超壳深大断裂; 10—深大断裂; 11—浅部断裂; 12—地表断裂; 13—古火山口; 14—中型铅锌矿床; 15—小型铅锌矿床; 16—铅锌矿点; 17—铅锌矿化点; 18—钼矿点; 19—钼矿化点; 20—铜矿点; 21—小型萤石矿床; 22—萤石矿点; 23—铅元素浓集中心; 24—锌元素浓集中心; 25—砷元素浓集中心; 26—银元素浓集中心; 27—钼元素浓集中心