

脉状金矿空间分布规律及其在金矿定位预测中的应用

李绪俊,陈 静

(吉林大学地球科学学院)

摘要:目前,中国东部以开采脉金矿床为主的金矿山多数都不同程度地存在储量不足和资源危机问题,急需开展其深边部定位预测。文中主要总结了对脉状金矿定位预测极为重要且效果明显的若干脉状金矿床及金矿体在空间上的分布规律、控制因素和形成机制,包括主构造控矿律、群簇产出律、对应产出律、等距分布律、分段富集律、侧伏律和成矿界面律等。在此基础上,给出了利用这些规律进行成功定位预测的实例。但是,由于制约脉状金矿床不同空间分布规律的地质因素不同,当把这些规律用于成矿预测时,其有效性、有效空间和可信度当然不同。这是利用上述矿床和矿体空间分布规律进行成矿预测时必须注意的。

关键词:脉状金矿;定位预测;分布规律;有效空间

中图分类号:P618.51

文献标识码:A

文章编号:1001-1277(2008)03-0008-05

脉状金矿是中国东部最重要的金矿床类型^[1~3],而以脉状金矿为开采对象的金矿山仅中国东部就达数百个之多。这些矿山由于数量多、规模大、基建周期短、投资回报率高、开采和选矿技术十分成熟、产品价值高等一直是国家和地方经济发展的支柱企业。然而,这些矿山大多数在20世纪50~60年代发现并建矿投产,现已或正在进入中老年时期^[4],不同程度的存在保有储量不足和资源危机的问题。开展已知矿床深边部隐伏矿体定位预测,为矿山扩大储量规模,为矿山企业摆脱困境和稳定持续发展提供资源保证,已经成为当前成矿学和矿产勘查学的科学前沿和研究重点^[5]。笔者10余年来始终以生产金矿山成矿预测为中心,以找寻隐伏矿、盲矿、难识别矿为目标,对山东、内蒙古、河北等地的十多个金矿山进行了矿体定位预测研究,成功地预测和发现了一些隐伏矿体。研究表明,矿床的空间分布规律研究对其脉状金矿的定位预测十分重要,是其它各类定位预测方法和技术的基础和前提^[6]。本文主要讨论华北陆台一些脉状金矿的空间分布规律,介绍其在成矿预测中具体应用的实例,分析其在成矿预测应用中的理论依据、适用空间和条件限制。本文的目的旨在引起更多矿产勘查学者对脉状成矿预测的兴趣,以促进黄金矿山隐伏矿体定位预测研究工作的开展并使其取得更多实效。

1 脉状金矿空间分布规律

据统计和观测,华北陆台范围内脉状金矿床及金

矿体空间分布规律可总结为主构造控矿律、群簇产出律、对应产出律、等距分布律、分段富集律、侧伏律和成矿界面律等。

1.1 主构造控矿律

该规律系指矿田内重要工业矿床或矿床内主要工业矿脉(体)严格受矿田或矿床范围内主构造带(一般为多期活动的断裂带)所控制。有三层涵义:一是指工业矿体或矿床直接产于主构造带中,该主构造带即是巨大的导矿构造同时又是重要的容矿构造。如玲珑金矿田中的破头青断裂,其中赋存有超大型的玲南金矿;焦新矿田中的焦新断裂中赋存有大型—超大型的新城和焦家金矿。大尹格庄、曹家洼、姜家窑、夏甸、南墅等金矿床产于作为主导矿构造和容矿构造的招平断裂之中。主构造控矿的另一层涵义是指主要工业金矿脉均分布于受主构造影响的、次级构造发育的不大的范围内。在玲珑金矿田,具工业意义的矿脉和矿体多分布于破头青断裂下盘约3km的范围内,自131号脉向外,矿脉工业意义明显减少。主构造控矿的第三层涵义是当2条构造或多条构造共存时,规模较大的主要控矿构造中矿化较好。这里所谓的主控矿构造系指一定范围内的较高级别的控矿构造,一般只相当于区域构造的二、三级构造;甚至当同一方向、同一级别的数条构造并存时,其中规模较大的构造可称之为主构造。

主构造控矿在中国各金矿田中表现得都十分清楚,其原因可能是因为主控矿构造往往规模较大,切割也相对较深,有利于矿液从深部向浅部运移,而且

收稿日期:2007-11-10

作者简介:李绪俊(1958—),男,山东梁山人,博士,教授,主要从事成矿规律和成矿预测等方面的教学和研究工作;长春市建设街2199号,吉林大学地球科学学院,130061

主构造带内所形成的构造岩往往为透入性组构,易于热液在构造带内充填和交代成矿等。

1.2 群簇产出律

群簇产出律系指金矿床在金矿集中区内或金矿带内、金矿脉在矿田或矿床范围内往往具有密集产出、成群分布的规律。一般造成矿床成群分布的主要原因为有利的矿源岩、岩浆岩或花岗岩和主导矿容矿构造的空间分布域;而造成矿脉群在矿田或矿床范围内的集中成群簇分布则主要取决于不同地段的容矿构造的强度和密度、成矿期脉岩的空间分布等^[7,8]。

1.3 对应产出律

这里是指不同控矿构造带中的金矿床(体)在其相应的横向带上对应产出。如在新城—焦家金矿田,焦家、望儿山金矿床在北西向横向带上对应产出;向北,红布和东季金矿在另一北西向横向带上对应产出;再向北,新城、河西、侯家、河东等金矿组成另一个横向产出带^[9]。山东招远曹家洼金矿也具有类似的规律^[10]。

造成矿床或矿体对应产出的原因可能有二:一是同一构造应力场形成的共轭断裂的交汇部位,另一便是同一矿田内两相邻断裂上的局部横向应力集中带有利于成矿^[9]。目前看,似乎共轭断裂控制矿体在不同矿脉中的对应产出的可能性不大。在罗山金矿,虽然矿体的对应产出规律极其明显,但并未见到任何与北东向矿脉共轭的北西向矿脉和矿化蚀变带,即使北西向分布的脉岩也极为少见。

1.4 等距分布律

等距分布律系指成矿地质体在空间上呈等距分布。等距分布有级别之分,可以是不同矿带之间的等距产出,也可以是同一矿带中不同矿脉之间的等距产出,还可以是同一矿脉内的不同矿体之间的等距产出。姚凤良等人^[11]强调了招掖金矿带内北东向成矿带(矿田)的等距分布。沿招平断裂分布的金矿床也大致呈等距产出。在矿床范围内,矿脉的等间距分布规律也是十分清楚的,如罗山金矿三矿区48号、47号、52号和10号脉之间大致以200m的等间距分布。

金矿床或金矿体等距分布的原因有两类观点:不同构造体系下所形成的不同方向构造线的交汇所造成的等距分布、驻波原理和自相似性^[6]。目前来看两种情形均存在,但以第二种形式为主。

1.5 分段富集律

矿体或矿化区段在矿脉中韵律性重复出现,称之为分段富集律。金矿脉中金矿体或矿体群的分段富集,既表现在水平方向上,也表现在垂直方向上。矿脉中的金矿体的分段富集,与断裂构造中的含石英脉

和石英脉的含矿率(石英脉型金矿脉)以及矿床中载金矿物的含量、种类、结构、构造在空间上的分布(蚀变岩型金矿脉)息息相关^[11]。而控制断裂构造中含石英脉率和石英脉的含矿率则主要取决于断裂构造面的形态,但具体是断裂面的波峰还是波谷位置控矿目前还有一定的争议。金矿脉中矿体的分段富集规律是华北陆台脉状金矿中最为普遍的规律之一,进行矿床定位预测的理论基础。

1.6 矿体侧伏律

矿体最大延伸轴向称为侧伏方向,它与走向之间的夹角称侧伏角。胶东西部脉状金矿普遍存在侧伏现象,有两种表现形式:由单个矿体所表现出的侧伏;由矿体群表现出的侧伏。矿体群的侧伏方向与单个矿体的侧伏方向可以一致,也可不一致。有时金矿体的侧伏与金矿化类型存在明显的对应性。一般石英脉型金矿脉中矿体的侧伏不明显,单个矿体的长轴往往为近水平,延长大于延深,很难确定其侧伏方向。但是在这类矿脉中,由多个矿体集中产出组成矿体群在总体上有一定的侧伏方向。蚀变岩型金矿脉中一般矿体的规模较大,其侧伏现象较为明显。

1.7 成矿界面律

所谓的成矿界面律,系指同一矿田或矿床范围内各矿脉中主要工业矿体沿一定的标高分布和富集。在玲珑金矿田中,位于其南部的岭南金矿和罗山金矿91号和92号脉的最佳成矿标高为0~150m,中部的47号、48号、69号、83号、82号脉的最佳成矿标高为270~0m,矿田北部的108号等矿脉的成矿标高为400~200m,如果将上述不同的标高连在一起,将会构成一个南倾的斜面。这一南倾斜面可能代表原始的成矿界面,被认为是地下一定深度矿化(包括金矿化)的最有利部位,是上升含矿热液与下渗地下水的混合面,为有利于金矿化的地球化学障。

2 利用空间分布规律进行金矿成矿预测的实例

多年来,国内许多矿产地质学家利用上述金矿床和金矿体空间分布规律进行金矿成矿预测和金矿定位预测,已取得了较为满意的效果。

朱永正等人认为,招远市境内的主控矿构

李绪俊,姚凤良,孙国胜,等. 罗山金矿二矿区和三矿区矿体定位预测. 科研报告, 1998

刘连登,朱永正,陈国华,等. 平度—莱西地区脉状金矿成矿规律与找矿靶区预测. 科研报告, 1994

姚凤良,李绪俊,张渊,等. 罗山金矿成矿定位预测. 科研报告, 1994

朱永正,李绪俊,刘连登,等. 平度北部地区金矿成矿远景评价. 科研报告, 1992

造——新城—焦家断裂向南西方向在平度地区仍有延伸,并断续控制了留村、灰埠等金矿点的分布。根据主控矿构造律和主控矿构造带内矿床的等距分布律,结合其它地质和地球化学研究后,提出平度市灰埠地区是最重要的金矿成矿远景区。经勘探,在这一远景区内发现了大庄子金矿,目前矿山正在开采,探明储量达 10t 以上。

利用矿床或金矿点在成矿区段内的对应产出规律进行金矿预测的实例也很多。在平度地区,26 号脉是位于区内最大金矿控矿构造——招平断裂下盘

的次级控矿构造,从性质和演化的角度看,与招平断裂具有较大的相似性。多方面的研究表明,26 号脉具有较大的成矿远景。根据 26 号脉上下盘次级矿脉与 26 号脉的空间关系,提出 26 号脉涧里以北地段敖莱山段为成矿有利地段(见图 1)。矿山在该段进行了地质探矿,获得了数百公斤的地质储量。这一地段的最大特点是控矿断裂构造规模巨大、矿化蚀变较强,存在大量低品位金矿石。随着目前我国在低品位金矿床研究方面所取得的重大突破^[12,13],这一地段业已引起更多地质学家的关注。

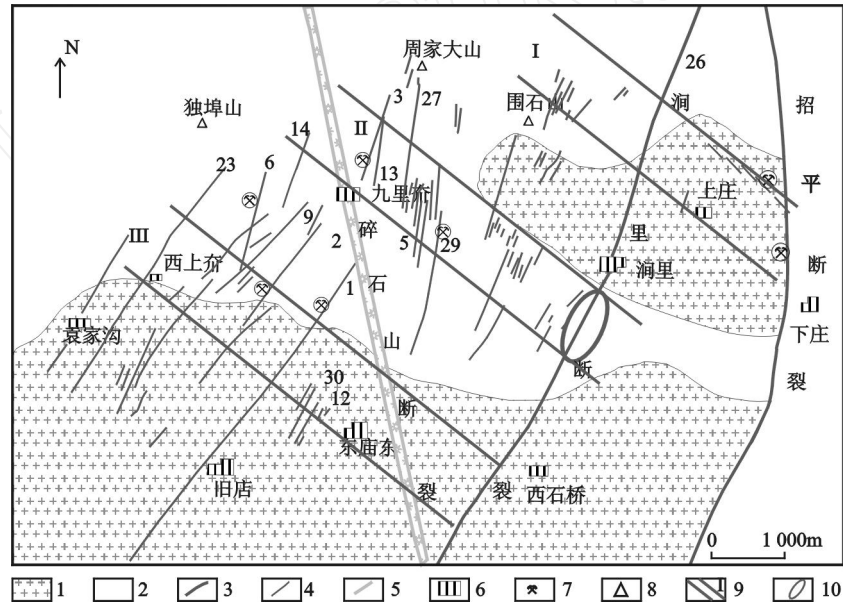


图 1 山东平度旧店金矿地质图

1—中生代旧店岩体 2—中生代云山岩体 3—蚀变断裂带 4—矿脉及矿化蚀变带 5—硅化断裂带 6—村庄
7—采矿竖井 8—山顶 9—对应产出带 10—由对应产出律确定的成矿预测区

矿床内各矿脉内矿体在平面上的对应产出规律对进行矿体定位预测具有较大的指导意义。利用这一规律,可大致确定矿脉边部或端部矿体的位置。笔者在罗山金矿二矿区和三矿区矿体定位预测过程中,曾利用这一规律成功地对 69 号脉东部矿体进行了定位预测,矿山在预测地段求得 300kg 以上的金属量。

分段富集和侧伏斜列是较大规模金矿脉中金矿化空间分布的较为普遍的规律。刘连登等人曾用“等距分段富集和落差规律”概括玲珑金矿田大开头——东风矿段主要矿脉中工业矿体的空间分布规律,并以此作为各矿脉内隐伏矿体定位预测的基础。在山东平度金矿,1 号、3 号等主要工业矿脉中的矿体群在矿脉垂直纵投影图上由于矿体的斜列和侧伏而构成“行列”分布。有利的矿行和有利的矿列的交汇部位为隐伏矿体产出的有利部位(见图 2)。利用这一规律进行隐伏矿体预测,不仅可以确定隐伏矿体的规模和位置,而且还能大致确定隐伏矿体的侧伏、埋

深等。

3 问题讨论

(1)实践证明,利用矿床或矿体的空间分布规律进行脉状金矿的成矿预测是一个十分有效的方法。受成矿系统的规模和空间延续性所制约,所有矿床分布规律均具有一定的适用范围(见图 3),因而,利用其进行成矿预测也有其对应的有效空间。

(2)脉状金矿的空间分布规律是矿床中成矿物质来源、构造控矿条件和最佳矿化富集部位的综合反映,只有在对其形成主因详细研究的基础上,才能更明确地把握其空间分布规律,进行更有效的成矿预测。

李绪俊,姚凤良,孙国胜,等. 罗山金矿二矿区和三矿区矿体定位预测. 科研报告, 1998

朱永正,孙丰月,纪宏金,等. 旧店金矿 3 号脉、29 号脉成矿靶区预测. 科研报告, 1996

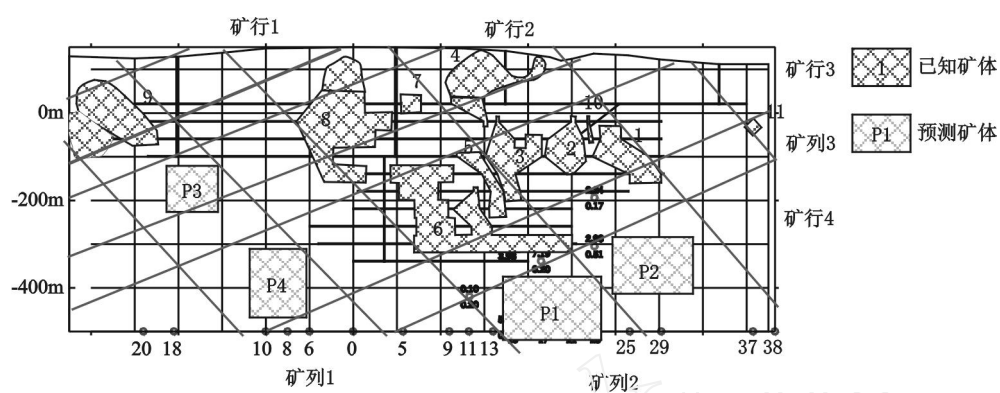


图 2 平度金矿 1号脉北段金矿体成行成列分布
(数字代表已知矿体; P代表预测矿体)

	矿带	矿田	矿床	矿脉	矿体
主构造控矿律					
群簇产出律					
等距产出律					
对应产出律					
分段富集及侧伏					
成矿界面律					

图 3 脉状金矿空间分布规律的适用范围

(3)矿床的空间分布规律只能代表成矿系统中有利矿化部位。无论某一具体位置对成矿多么有利,但能否真正成矿最终还是取决于该位置的具体成矿条件组合,具体预测位置的直接矿化信息的研究是极其重要的。这就要求脉状金矿的成矿预测必须依据

综合成矿信息和综合方法,任何一种单一的预测方法都很难成功。

(4)从信息论的角度看,所有的金矿化信息(包括各种地质信息)均属统计性信息,由不同成矿信息所筛选出的各种找矿标志也均为统计性标志,而非确定性标志,与成矿只具有统计上的对应关系。理论上讲,这种统计性标志越多,所预测的目标的准确性和可信程度越高。然而,成矿预测工作又是一项重要的社会经济活动,受投入产出比等经济要素所制约,要求利用最少的成矿信息获取最佳的预测效果。经验对比表明,利用前人探采资料进行二次资料开发和通过详细的地质研究来揭示矿床或矿体的空间分布规律并进而进行成矿预测目前仍是脉状金矿最有效、最经济的预测方法之一(见表 1)。

表 1 几种常用的矿床预测方法经济投入与预测可靠性对比

预测方法	经济投入	预测可靠性	适用范围
矿床空间分布规律	少	中等—高	不同研究程度、不同地质与地貌条件
其它矿床地质研究法	少—中等	中等—高	不同研究程度、不同地质与地貌条件
地球化学原生晕	中等—高	中等—高	矿脉规模大,矿化垂向变化明显,原生晕具有明显的趋势性和规律性变化;对次生晕来说,土壤层厚度适中,以残坡积为主最佳
地球化学次生晕			
找矿矿物学	中等—低	中等—低	取决于矿床地质研究程度和标型矿物的空间分布,标型矿物和标型特征的多寡
可控源音频大地电磁法(CSAM T)、瞬变电磁法(TEM)、近矿激电充电法、大功率充电法、激发极化法、以及高精度重、磁测量方法等	高	中等—高	适用范围较广,但干扰因素较多,结果具多解性
汞气测量	低	中—低	有一定厚度的原地土壤覆盖层(最佳为残坡积物)
遥感	低		确定区域成矿带有效

4 结 论

根据上述讨论,我们可以得出以下结论:

(1)华北地台脉状金矿在空间分布上具有明显的规律性,这些规律是不同控矿地质条件和地质作用的必然结果,可通过详细的地质研究和前人探采资料

的二次开发进行总结和归纳,是最简洁和最经济的金矿成矿预测手段。

(2)利用脉状金矿在不同尺度上的空间分布规律,结合其它矿床预测方法,可提高成矿预测的可靠性和准确性。

(3)由于不同矿床空间分布规律的控制因素和形成机制不同,其所代表的地质和找矿意义也明显不同,因此,也各自具有不同的研究方法,有效空间、可信度和应用限制。

[参考文献]

- [1] 张贻侠,寸圭,刘连登,等.中国金矿床:进展与思考[M].北京:地质出版社,1996.
- [2] 李舒,李景春,邵军,等.中国金矿床工业类型及其特征[M].北京:地震出版社,1999.
- [3] 陈毓川,李兆薰,毋瑞省,等.中国金矿床及其成矿规律[M].北京:地质出版社,2001.
- [4] 杨言辰,李绪俊,马志红.生产矿山隐伏矿体定位预测[J].大地构造与成矿,2003,27(1):83-90.
- [5] 邵拥军,彭省临,吴淦国.大型矿山接替资源定位预测的途径及其研究意义[J].矿产与地质,2005,19(1):16-18.
- [6] 魏民,赵鹏大.试论矿化空间分布的有序性规律及矿体定位预测[J].地球科学——中国地质大学学报,1995,20(2):144-148.
- [7] 朴寿成,李绪俊,郑天成,等.内蒙古热水金矿地球化学特征与成矿预测[J].物探与化探,2002,26(6):429-432.
- [8] 李军,滕飞,樊玉清.内蒙宁城热水金矿闪长岩脉特征及控矿[J].黄金,2000,21(5):7-9.
- [9] 孙丰月,石准立,冯本智.胶东金矿地质及幔源C-H-O流体分异成岩成矿[M].长春:吉林人民出版社,1995.
- [10] 徐军,李金祥.横向对应成矿规律在曹家洼金矿大矿区找矿中的应用[C]/林吉照.山东招金集团公司矿山地质论文集.北京:地震出版社,2001.
- [11] 姚凤良,刘连登,孔庆存,等.胶东西北部脉状金矿[M].长春:吉林人民出版社,1990.
- [12] 刘向友,康旭,刘连登,等.小西南岔铜金矿床北山矿段控矿构造系统的新认识[J].黄金,2003,24(12):6-9.
- [13] 刘向友,刘连登,陈国华,等.中国首例缓倾铋铜金矿脉——曙光(小西南岔)铜金矿床研究新进展[J].黄金,2006,27(1):7-9.

Spatial distribution of gold lodes and their application in site-prediction

Li Xujun, Chen Jing

(College of Earth Sciences, Jilin University)

Abstract: Most gold mines of the Mesozoic gold lodes in East China are short of gold reserves to certain degree at present and are facing serious resource shortage. Thus, there clearly is an urgent need to make some site prediction for these gold lode deposits. This paper mainly deals with some spatial regularities, or called distribution laws of gold lodes and ore bodies, which are significant and efficient in site prediction for these deposits, including distribution laws of the so called major-structure constraints; of the cluster; of the transversal corresponding; of equidistance; and of discontinuous enrichment, pitch and of the metallogenic interface. Some examples of site prediction using these distribution laws are given in the paper. Because both the constraints and the mechanism of the distribution laws differ greatly, their geological and explorative implications are also quite varied correspondingly. Caution should be paid when site prediction of gold lodes using these distribution laws is carried out.

Keywords: gold lode; site-prediction; distribution law; valid spatial continuation

(编辑:宿晓静)

黄金科技新书简介

为促进黄金精炼技术的科技创新和发展,提高黄金精炼工艺的自动化程度,实现黄金精炼环保型生产,使黄金产品质量更好地适应黄金市场的需要,《首届全国黄金精炼学术研讨会论文集》于2004年9月出版。本论文集选择收集了国内具有代表性的黄金精炼工艺,每篇论文都是出自专家学者、各企业生产和管理一线的科研技术人员之手,是近年来黄金精炼方面科研技术成果的真实反映,代表着现代中国黄金精炼的技术水平。本论文可读性强,实用价值较高。每本定价:50元。

《全国黄金矿山技术交流会论文集》于2005年10月出版。本论文集选择收集了黄金矿山生产技术论文45篇,这些论文出自从事黄金矿山企业管理、科研、生产技术人员之手。论文内容汇总展示了近年来国内黄金矿山企业管理、地质及测量、采矿及矿山机械自动化、选矿与冶炼、金银测试分析、安全生产及环境保护方面所取得的科研成果、新方法、新技术、新工艺、新设备,反映了黄金矿山科研、生产的创新与发展,代表着当前黄金矿山技术水平。每本定价:50元。

《全国黄金(有色金属)矿山生产新技术、新产品学术交流会论文集》于2007年8月出版。本论文集选择收集了具有代表性的论文59篇,这些论文内容涵盖了黄金(有色金属)矿山企业管理、地质、采矿、机电自动化、选矿、冶金、环保及金银测试分析等领域的科研成果,展示了近几年来涌现出的环保、节能、高效型新技术、新工艺、新设备。每本定价:100元。

欢迎广大订阅者来电、来函联系。

联系地址:吉林省长春市南湖大路6760号《黄金》杂志社发行部 邮编:130012

联系人:李跃辉 电话:0431-85529838 E-mail: journal@ccgri.com