

玲珑金矿田矿脉深部成矿预测方法

孔庆存 宋玉国

(山东招远金矿)

邓永高 洪 岩

(武汉地质学院)

提要 本文主要阐述应用指标预测法对玲珑金矿含金石英脉深部矿体进行空间定位预测的实例,经初期工程验证,取得较好的效果。

关键词 断裂·矿化 指标预测法

玲珑金矿田位于胶东半岛西北部的招远县与黄县交界处,该矿以其悠久的历史而闻名于世。但由于长期开采,矿田内某些矿段已出现储量危机,尤其矿田内的西山最为严重。解决矿脉深部找矿问题已成为扩大远景储量、延长矿山寿命的最重要课题。本文拟就对含金石英脉深部矿体的空间定位预测方法——指标预测法进行探讨,并介绍该预测方法在矿田内的应用实例。

一、区域地质及矿田地质概况

玲珑金矿田地处胶东招掖金矿带之东端。该矿带位于新华夏系第二隆起带、胶东隆起区的北缘。区域内出露地层主要为太古界——元古界的胶东群变质岩系。在此基础上发生的混合岩化等作用形成了大面积分布的玲珑花岗岩及郭家岭花岗岩。区域内构造主要有由胶东群变质岩系构成的近东西向复式背斜和发育在花岗岩中的 NE 向缓倾(扭)压性断裂、NNE 向陡倾(压)扭性断裂及 NW 向断裂。矿化作用严格受 NE 向缓倾(扭)压性断裂及其派生的次级断裂所控制,矿化类型可划分为两种基本类型——破碎带蚀变岩类型及石英脉型。

玲珑金矿田内大大小小的矿脉 200 余条,既有石英脉型矿化,亦有蚀变岩型矿化,根据矿脉间的相互穿插关系及矿物组合的变化可将矿化划分为四个阶段:

第 I 阶段:黄铁矿——石英阶段

第 II 阶段:石英——黄铁矿阶段

第 III 阶段:多金属硫化物阶段

第 IV 阶段:碳酸盐阶段

其中金主要赋存在第 II、III 阶段矿脉之中。

玲珑金矿田的主干控矿断裂构造为破头青断裂。该断裂朝 SE 缓倾,倾角 35° 左右,平面上表现为一向 SE 凸出的弧形,构成了矿田 SE 边缘的矿化边界。该断裂为一典型的 NE 向缓

倾(扭)压性断裂,其中发生了强烈的矿化蚀变作用,可形成规模巨大的蚀变岩型工业矿体。破头青断裂下盘发育一系列走向与之近平行的次级断裂,倾向 NW 或 SE,倾角 40° — 90° ,平均在 65° 左右。沿这些次级断裂发生矿化形成了矿田内大量的含金矿脉,矿化主要为石英脉型,亦有一些过渡类型。矿田中部斜跨了一条 NNE 向陡倾的(压)扭性断裂——玲珑断裂。详细研究表明该断裂形成于成矿后,对成矿无控制作用。

由破头青断裂下盘次级断裂所控制的大量含金石英脉是主要的开采对象。本文所探讨的指标预测法即主要为解决这类矿脉深部矿体空间定位预测而提出来的。这类矿脉在平面上可延伸数百米至数千米,空间产出严格受次级断裂控制,表现为由热液沿断裂或裂隙充填而形成的新生石英脉体。石英脉体中含有大量的多金属硫化物,有时硫化物单独成脉而只含有少量的石英。矿脉中矿石一般限在充填形成的新生石英脉体内部,矿石类型交杂,以块状硫化物为主,矿化连续性差。矿体在容矿断裂内多呈孤立的透镜状,不稳定,规模及金品位变化较大。石英脉体内部存在着矿物的结晶分带,西侧围岩中存在蚀变分带(图 1)。一般情况下,矿体表现为由围岩中的蚀变晕及石英脉体包裹的透镜状硫化物核,硫化物构成了绝大部分的工业矿石。

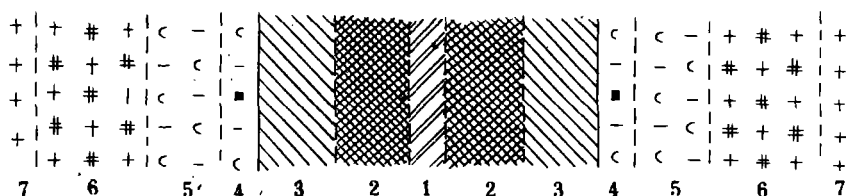


图 1 石英脉型矿化理想分带图

1. 碳酸盐脉 2. 硫化物脉 3. 石英脉 4. 黄铁绢英岩 5. 绢英岩
6. 钾化花岗岩 7. 花岗岩 —地质界线 渐变地质界线

二、指标预测法概述

对于上述容矿断裂中的含金石英脉,由于矿化连续性差,深部矿体的空间定位预测是一项十分困难而又重要的工作。对此已进行了长时间的探讨,但并未取得实质性的突破。原因主要为如下几个方面:

其一:成矿过程中热液的行为及其演化十分复杂,导致金富集的机制是多方面的。目前,人们多把注意力集中在成矿时的物理化学环境研究上,而对热液成矿过程中的动力学机制注意得比较少。

其二、有利于成矿的构造圈闭往往与因岩性不均匀造成的容矿断裂面空间形态的局部紊

乱有关,而这种紊乱的规律性目前尚难以掌握。

其三、矿体的空间分布从总体上讲受某些必然因素的支配,与此同时又不可否认某些局部偶然因素的作用。二者共同作用的结果使矿体的空间分布规律不总是一些简单的规律性。

显然,要想通过上述众多复杂问题的解决来达到成矿预测的目的是不能满足生产的迫切需要的。而本文提出的指标预测法则是从另一个侧面所进行的一种尝试。指标预测法的基本思路是,首先对已知矿体空间分布与各种控矿因素和找矿标志的关系进行定量研究,建立一个矿体综合地质模型。进而对未知区的控矿因素进行预测,并通过与模型对比以及利用尽可能可资利用的找矿标志作出未知区的成矿预测。

三、预测指标

反映矿化程度的信息是多方面的,对于每一种具体的信息,无论它是主动地控制矿化还是被动地反映矿化,均被称作一个预测指标(简称指标),含金石英脉中预测指标十分丰富,按照它们与成矿作用的关系、可分为如下三大类:

第I类指标:自变控制型指标

在成矿前或成矿期就已存在,并有其自身变化规律的指标称为自变控制型指标,每一个自变控制型指标对成矿都有一定的控制作用,而其自身的变化规律又不受成矿作用的影响(或影响小到可以忽略)。对于充填成因的石英脉来说,这类指标包括岩石学方面,容矿断裂构造方面及成矿热液方面。

1. 容矿断裂面的空间形态,在选定的合适的三维空间坐标系中,按一定网度的点坐标(X, Y, Z)描绘出容矿断裂面的整体空间形态,有助于建立整个容矿断裂的直观认识。

2. 断裂面的走向和倾角:它们分别从不同角度反映断裂面空间形态的微小变化。

3. 容矿断裂面的变异程度,用断裂的走向的方差和倾角的方差表示。

4. 容矿断裂带宽度,一种为断裂带的波及宽度 W_1 ,其中包括完整的围岩夹石,另一种为剔除夹石后的宽度 W_2 ,

5. 构造聚敛度 W_2 / W_1

6. 容矿断裂构造岩强度。

7. 构造开启度,指容矿断裂张开的距离。

8. 围岩指标,围岩对成矿的控制作用主要有其渗透性,机械物理性及地球化学活泼性等方面,但一般用岩性类型作为指标而不用取得各个不同部位的渗透性等方面的数据

9. 其它特殊指标,这类指标一般指那些较难进行数据化的控矿因素,如断裂的分支复合及交汇部位等。应在预测时具体考虑。

10. 成矿热液方面,显然,热液的含矿性是必须考虑的,但对同一条矿脉来说,热液进入构造空间之初可以认为是相对均匀的,但在成矿过程中热液不断迁移,矿质不断集中,从而使得整个容矿断裂中矿质在空间上发生不均匀分布,尽管这种作用对整个矿脉都存在,但富含金的中晚期热液总体有向断裂中心地带集中的趋势。目前,对这种富矿残余热液的迁移规律还没

有从本质上把握,因此,在进行成矿预测时只能作定性考虑。

第Ⅱ类指标:中间动态指标

只存在于成矿过程之中,并随时间推移而不断变化的指标为中间动态指标。主要包括成矿热液本身的性质及成矿过程中的物理化学环境。诸如热液中各种组分的浓度、温度、压力、硫逸度、氧逸度,PH及Eh值等。

第Ⅲ类指标:因变指示型指标

成矿作用结束后,在矿脉中及其附近由于成矿作用所产生的在一定程度上反映矿化强弱各种指标均称为因变指示型指标,这种指标对成矿没有任何控制作用,而只是矿化强度的客观反映。主要包括矿脉的矿床学、矿物学及地球化学方面的特征。

1、金品位

2、线金属量

3、充填脉体与蚀变围岩中的线金属量比,该比值反映矿质在充填脉体与蚀变围岩中的分配情况,其空间变化可以反映两类矿化的转变趋势。

4、矿化聚敛度,反映矿质集中程度。

5、充填脉体宽度

6、蚀变带宽度

7、地球化学指标,主要指元素含量及某些比值、对不同岩性分别测试,主要岩性有石英脉、硫化物脉及蚀变围岩。一般测试的元素包括:Cu、Pb、Zn、Ag、Au、Ni、Co、V、Mn、As、F、Hg、Fe、K、Na、Sb、Bi等。元素含量比值有:Cu/Au、Ag/Au、Pb/Zn、Co/Ni、Cu/Ni、Fe/Cu、Fe/Mn、Na/K等。

在进行全盲区成矿预测时,主要依赖于自变控制型指标,因为它们有其自身的变化规律,对成矿的控制作用不仅可以通过与已知区的对比研究取得,而且可以从其控矿机制上进行理论解释和推断。掌握了其变化规律后,就可以对全盲区进行指标预测,进而达到成矿预测的目的。在进行半盲区预测时,因为取得了一些因变指示型指标值,所以可以同时应用自变控制型指标和因变指示型指标进行预测。

中间动态指标在成矿过程中不断变化,它受控于自变控制型指标,作用于因变指示型指标,是联系二者的中间纽带和桥梁。通过中间动态指标的研究可以了解成矿作用的过程,从本质上把握自变控制型指标的控矿机理和因变指示型指标示矿的根本原因。但是,由于这类指标已不复存在,对其进行研究必须通过对其它两类指标进行恢复,在具体进行成矿预测时,它已寓于其它两类指标之中。

无论是全盲区还是半盲区成矿预测,都必须首先进行指标预测。显然,对已知区指标与矿化关系的研究、建立一个矿体的指标综合模型是进行成矿预测的必备条件。

四、预测步骤

1、准备工作

(1). 对容矿断裂空间曲面选取一个适当的平面作为其参考面,将三维问题简化为二维问题。

(2). 对所有的指标进行数据化并对离群数据进行适当的压低处理,使数据整体服从正态分布或对数正态分布,以降低离群数据在进行统计分析时所产生的畸变。

(3). 数据正规化。

2、通过对已知区的详细研究,重点解剖几个典型矿体,并在其特定的部位作适当的地质地球化学剖面。与此同时从统计学角度收集更多矿体的资料总结出其共同的规律性,建立一个包括各种指标的矿体综合地质模型来反映矿体及其附近的指标空间变化情况。

3、建立矿化指标与其它各种指标的相关关系和回归模型。建立回归模型时应将自变控制型指标和因变指示型指标分别进行。

4、作出已知区各指标在参考面上的变化图(各种等值线图)、并进行适当的滑动平均处理和趋势面分析。

5、探索各种指标(尤其是自变控制型指标)的空间变化规律,如线性测伏律、等间距律及垂向或水平变化规律。

6、对未知区进行指标预测,根据各指标的稳定性作相应的外拓,对预测区指标值作出估计。

7、将预测区各指标值代入回归模型求出矿化指标值,圈定矿化指标高值区并同矿体综合地质模型对比进行具体分析,从而对未知区作出矿体空间定位预测。

五、预测原则

进行深部成矿预测是一项十分严肃的科学工作。必须要有实事求是的科学态度。在获取指标数据时,要求真实性,统计性及尽可能的完整性。同时,更重要的在于进行深部指标预测时,必须充分认识到客观地质事实的复杂性。从主观愿望上讲,我们期望在把握了指标变化规律的基础上进行主动的预测。但目前的地质科学还不足以全面准确地把握这些规律,这是我们必须尊重的客观现实。对于不同的指标变化规律,某些可以得到理论解释,而某些只是现象的归纳。在这种情况下主动地利用一部分指标,同时被动地利用另一部分指标进行综合分析是有必要的。深部成矿预测的关键在于指标预测。在对未知区进行指标估值时只能根据该指标的空间变化规律的明显程度作相应的有限外拓,这样“走一步摸一步”,边开采边积累资料、逐步往下延伸。我们认为就目前状况下这是唯一切实可行的办法。

六、预测实例

矿田内西山的两条主要工业矿脉——108 及 55 号脉均表现为典型的石英脉型矿化，相互平行排列，走向 NE60°左右，倾向 NW、倾角亦在 60°左右变化。两条矿脉均已开采六、七个中段，原 807 地质队提交的储量早已耗尽，矿山在生产过程中边采边探，发现了一些零星矿体，如此勉强使生产得以维持。为了解决这两条矿脉的深部找矿问题，我们应用指标预测法进行了一系列研究。根据预测步骤，首先收集了大量的数据资料进行了多项目的测试工作，进而对各种数据进行了电算处理，建立了一个比较完善的矿体综合地质模型，并作了大量的指标空间变化等值线图及其它各种图件，找到了一些以前没有认识到的指标空间变化规律，最后在两条矿脉深部圈定了 4 个，在生产中段以上指出了 2 个，共计 6 个预测区。

根据预测，矿山已投入工程进行验证，目前上水平生产中段以上工程验证完毕，深部 4 处验证了 2 处，见矿率达 100%。详细结果见表 1。

盲矿体工程验证情况一览表 表 1

矿脉	预测矿体号	工程编号	预测见矿标高 (M)	实际指标			初算效果		备 注
				见矿标高 (M)	厚度 (M)	品位 (g/T)	矿石量 (T)	金属量 (Kg)	
	I	DK*—1	+150~+230	+160~+229	0.45	14.58	4000	58.32	钻 窝 送 道：品 位 37.5g / T； 钻 孔 3.78g/T
	II	DK*—2,3,4,5	0~+100	+20~+80	1.50	5.02	31500	158	扇形孔 4 个，3 个见矿。
	III	SK*—1	+240~+260	+235~+260	0.91	7.50	5118	38.38	天井及付川、沿脉。
	IV	SK*—2	+260~+300	+250~+290	0.60	8.15	4875	39.73	两个川脉
合 计							45493	294.43	* DK 代表深部钻孔工程；SK 代表现生产中段探矿工程。

实践证明：指标预测法对石英型矿脉深部矿体的定位预测有较好的效果，尤其是对那些已部分开采的矿脉深部进一步找矿效果明显。这一方法在 108 及 55 号脉上的应用不仅缓和了生产的紧张局面，更重要的还在于为矿山今后扩大远景储量提供了切实可行的方法，走出了盲区矿体空间定位预测的第一步，其意义是十分重大的。同时指标预测法对于过渡类型的矿脉及其它矿种的矿脉深部成矿预测提供了有益的参考。

参考文献

[1] 桑隆康, 1984, 玲珑花岗岩的成因与演化, 《地球科学》No. 1.

- [2] 山则名, 1981, 玲珑金矿成因问题, 《长春地质学院学报》No. 2.
- [3] 康宝田, 1983, 从山东招远金矿围岩的岩石化学特征探讨胶东群的含矿性, 《中国区域地质》No. 4.
- [4] 刘连登、姚凤良等 1984, 岩脉在热液矿床研究中的意义——以胶东西北部金矿床为例, 《长春地质学院学报》No. 4.
- [5] 刘辅臣等, 1984, 玲珑金矿中基性脉岩与矿化关系探讨, 《地球科学》No. 4.
- [6] 刘志刚, 1983, 玲珑金矿田控矿构造研究, 《长春地质学院学报》No. 3.
- [7] 刘石年, 1984, 山东玲珑式金矿床矿体空间定位形式及形成机制探讨, 《地球科学》No. 4.
- [8] 李福佩、张伯南, 1981, 山东玲珑金矿九曲矿段花岗岩中斜列式褶皱及其岩组分析, 《成都地质学院学报》No. 2.
- [9] 余昌涛, 1982, 山东招远玲珑金矿床含金石英脉石英中流体包裹体特征及成矿温度, 《地球科学》No. 3.
- [10] 卢作祥等, 1983, 山东玲珑金矿田断裂构造控矿作用探讨, 《地球科学》No. 3.
- [11] 毋瑞身, 1980, 我国金矿床的主要成因类型及找矿方向几个问题的探讨, 《沈阳地质矿产研究所分刊》Vo 1, 1, No. 1.
- [12] 毛建仁, 1983, 胶东玲珑——漆家河花岗岩体岩石特征及形成条件, 《长春地质学院学报》No. 3.
- [13] 曾庆丰, 1978, 成矿裂隙的成生和充填及其脉动性, 《地质科学》No. 3.
- [14] R. W. Boyle, 1979, The geochemistry of gold and its deposits (together with a chapter on geochemical prospecting for the element) Geo, survey bulletin 280.
- [15] G. B. Normov, 1984, Endogenic fluid regime and its role in hydrothermal ore formation process, 27th international geological congress, Vol. 12.
- [16] V. L. Barsukov and others, 1984, Hydrothermal solution self-mixing in the production of ore veins and wall-rock alterations aureoles, Proc. 27th international geo. cong, Vol. 11.

THE PREDICT METHOD OF ORE BODIES IN DEPTHS IN LINGLONG GOLD—ORE FIELD

Kong Qingcun Song Yuguo

(Zhao yuan gold mine, Shandong province)

Deng Yonggao Hong Yan

(Wuhan college of geology)

Abstract

Linglong gold mine has a long mining history which bring reserve crisis to some levels and mining areas. So cooperation between The Zhao yuan Gold Mine and Wuhan College of Geology was carried out concerning the study of "The Structure control pattern and ore body prediction in depths in Linglong gold ore field". Here is introduced the prediction method. Po touqing Fracture is the main ore-control structure in the field. Mineralization terminates to it on the SE side. In its NW Lower block are developed a series of secondary fractures which control ore bodies and mineralization types. Au-bearing quartz veins are the main industrial ore bodies. Geological model is established by study of the known areas. Multi-component statistical analysis of various data-index is used to give estimates and make assessment in depths. And the estimates substitute for in regression model giving the mineralization index. Then comprehensive analysis is carried out to predict the spatial position of ore bodies.

The first group of exploration engineering is finished and the prediction is perfectly verified.