

玲珑金矿田矿体富集规律及其控制因素

孙国胜^{1,2},姚凤良²,胡瑞忠¹,李绪俊²

(1. 中国科学院地球化学研究所矿床地球化学开放实验室, 贵州 贵阳 550002; 2. 吉林大学朝阳校区, 吉林 长春 130026)

摘要:本文详细讨论了玲珑金矿田主要工业矿脉中的矿体在空间展布上的规律性,即等间距分布规律、分段富集规律、矿体及矿体富集带的侧伏规律、对应产出规律、成矿界面向主构造倾斜规律等,其中矿体富集带的侧伏、对应产出、成矿界面向主构造倾斜等是首次提出的规律性认识,并对其控制因素进行了讨论。认为构造的多期叠加,以及在水平和垂向上的“峰”、“峰”之间的耦合,并由此造成容矿空间的规律性分布,加之矿液的定向迁移等,是造成上述规律的主要原因。

关键词:玲珑金矿田;矿体富集规律;定位预测;控制因素

中图分类号:P162;P618.57 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1552(2001)04-464-07

1 前言

玲珑金矿田是我国最主要的金矿田之一,最近几年,由于矿山掘进速度的加快和大量的群采等原因,一些矿山面临严峻的资源危机,如何快速而有效地寻找已知矿脉中深、边部盲矿体,从而保证矿山持续稳定地向前发展,并降低探矿成本,已成为地质学者和矿山工作人员研究和关注的热点之一。在众多的预测方法中,研究矿体的富集规律,确定其控制因素和找矿标志,是进行矿体定位预测行之有效的手段之一,同时也为其他预测方法及矿床成因机制的研究提供了参考的佐证,具有一定的应用和理论意义。通过对玲珑金矿田主要工业矿脉中矿体的研究表明,在空间展布特点上,矿体主要具有如下的规律性:等间距分布、分段富集、矿体及矿体富集带的侧伏、对应产出、成矿界面向主构造倾斜等,这些规律对深边部隐伏矿体定位预测具有重要的指示意义。

2 玲珑金矿田地质概况

玲珑金矿田在胶东半岛的招远市境内,在大地构造位置上位于华北地台鲁东地盾的胶东

收稿日期:2001-05-17;改回日期:2001-06-26

基金项目:国家重点基础研究发展规划项目(G1999043210)资助。

作者简介:孙国胜(1964-),男,汉族,吉林四平人,博士后,主要从事矿床地球化学及金矿矿体定位预测工作。

地块上,属招掖金矿带的东部,包括玲珑、九曲、大开头、罗山、欧家乔、台上、东风、双顶、东山、西山、后地等金矿床。矿田面积 75 km²,矿体呈脉状、透镜状、扁豆状产于玲珑花岗岩的断裂蚀变带中,连续性较差。目前已发现金矿脉 543 条[1996,杨敏之],其中破头青断裂是矿田内最主要的控矿容矿构造,它位于矿田的南部,整体呈 NEE 向展布,在矿田范围内出露长度约 6 km,宽度在 80~300 m 之间,基本上构成了矿田的南部边界。矿田内所有具工业意义的金矿脉均分布于其下盘,且随远离破头青断裂矿脉由密变疏,宽度减小而长度增大,矿化也由强变弱。走向以 NE-NEE 为主,其次为 NNE 向,矿脉一般长 100~1 000 m,最长可达 5 800 m(108[#]脉),矿脉厚度界于 1~8 m 之间,个别矿脉局部可达 40~50 m。含矿断裂断层面呈舒缓波状,并具有张、压、扭等多期叠加的复杂特征。矿化类型有石英脉型和蚀变岩型以及二者之间的过渡类型。矿石矿物以黄铁矿、黄铜矿为主,其次为方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿、毒砂等。脉石矿物主要为石英、方解石、绢云母等。矿脉周围普遍发育强弱不等的围岩蚀变,主要有钾化、绢英岩化、硅化、黄铁矿化和碳酸岩化等。

3 玲珑金矿田矿体富集规律

3.1 分段富集规律及其控制因素

(1) 分段富集规律

矿脉中的矿体或矿体集中区段在矿脉中的分布并不是连续、均匀的,而是存在无矿间隔,呈现尖灭再现的特点,称之为分段富集规律。玲珑金矿田矿体的分段富集规律既表现在水平方向上,也表现在垂直方向上,而以水平方向更为明显,在垂向上不发育或无矿间隔较小。在 69[#]脉中(图 1),A、B、C 三个矿体集中区段水平方向的分段富集十分清楚,而垂向则较为连续。47[#]、52[#]、48[#]脉也具有与 69[#]脉相似的规律(图 2,图 3,图 4)。

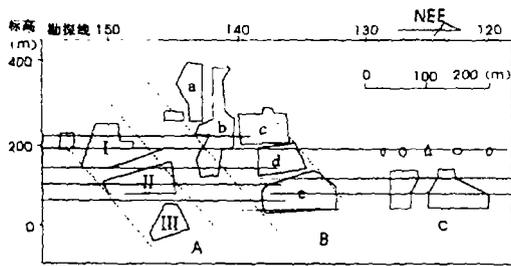


图 1 69[#]脉矿体富集图

Fig. 1 Distribution of golden ore bodies in 69[#] vein

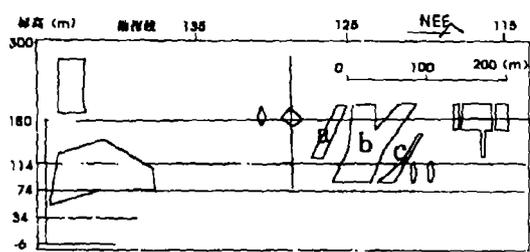


图 2 47[#]脉矿体富集图

Fig. 2 Distribution of golden ore bodies in 47[#] vein

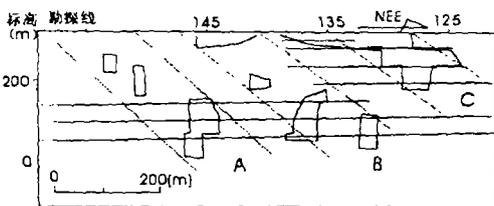


图 3 52[#]脉矿体富集图

Fig. 3 Distribution of golden ore bodies in 52[#] vein

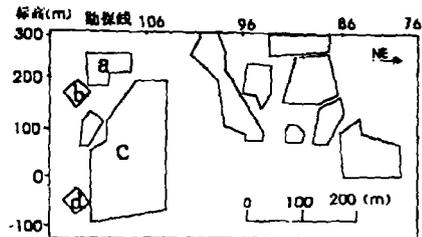


图 4 48[#]脉矿体富集图

Fig. 4 Distribution of golden ore bodies in 48[#] vein

(2) 控制因素

由于玲珑金矿田中的主要工业矿脉,均表现为多期活动并以压、张扭性为主要特征的断裂构造[1990,姚凤良,等;1997,苗来成],而且无论在平面上还是在剖面上,矿脉呈舒缓波状,膨胀和收缩现象十分明显,矿体多随矿脉的膨胀和收缩而富集和贫化。因此,矿体的分段富集可能主要是由于不同期构造的叠加,特别是成矿期的水平扭动,使成矿前就已经存在的断裂构造的两盘相对移动,造成有利的容矿空间的分段而形成(图 5)。此外,矿液运移的通道也可能是导致矿体分段富集的因素之一。

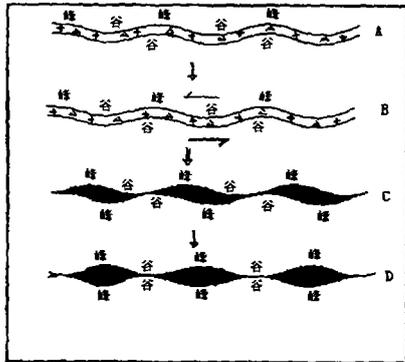


图 5 矿体等间距产出机制示意图

Fig. 5 Sketch diagram for mechanism on the place bodies occurring in the form of equidistance

A-早期舒缓波状断裂;B-成矿期水平扭动;C-“峰”“峰”部分耦合;D-“峰”“峰”完全耦合

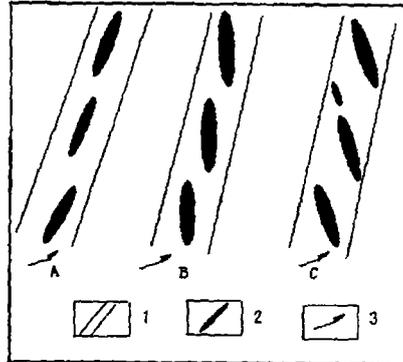


图 6 矿体及矿体富集带侧伏机制示意图

Fig. 6 Sketch diagram for mechanism on the pitching ore bodies and mineral belt

1-矿体富集带方向;2-矿体;3-矿体迁移方向

3.2 等间距分布规律及其控制因素

(1) 等间距分布规律

等间距分布规律是指矿带、矿床、矿脉及矿体在空间上规律地等距分布,这里所说的等距是指距离近似相等,并不具有严格的数学意义。等间距分布规律是金矿产出比较普遍存在的规律。姚凤良等(1990)强调了招掖金矿带内不同北东向成矿带之间的等距分布;刘连登(1994)认为招平断裂带内金矿床之间的分布具等间距性;邹为雷(2000)认为文登市西院下金矿矿化具等距性。玲珑金矿田中,在某一区段及一定标高范围内,主要工业矿脉中的矿体分别呈一定的等间距分布。在罗山金矿三矿区中,主矿脉 48[#]、47[#]、52[#]、69[#]脉 74 m 中段矿体富集段呈一定的等距产出,间隔在 150~200m 左右(图 7)。

(2) 控制因素

许多学者认为:控矿构造为成矿前形成并在成矿期又产生复合的的断裂,或为成矿前不久形成的断裂;成矿前以压扭性构造活动为主,形成舒缓波状的糜棱岩带,成矿期为扭性或张扭

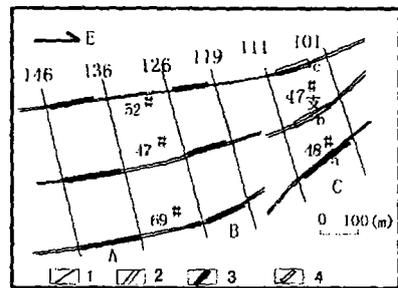


图 7 74 m 标高相邻矿脉富矿段对应产出示意图

Fig. 7 Sketch diagram for golden ore bodies occurring in 74 m level

1-勘探线;2-矿脉;3-富矿段;4-预测富矿段

性构造活动为主[1987,刘石年;1988,张亚雄]。由于含矿断裂中还往往分布大量的成矿前的脉岩,且多被构造透镜体化、挤压片理化、矿化;矿体位于矿脉的转折膨大处,呈透镜体状、扁豆状。因此矿体等距富集的可能机制如图6所示,成矿前形成的舒缓波状(波长近相等)的断裂(图5-A),由于成矿期的扭动,构造两盘产生水平方向的相对移动(图5-B),两侧对应的“峰”、“谷”位错,使“峰”和“峰”、“谷”和“谷”部分或完全耦合(图5-C、D),“峰”和“峰”部分或完全耦合的部位,矿脉产生膨胀,压力较低,有利于矿液的迁移和储存,易于形成矿体;而“谷”和“谷”耦合的部位则构造应力集中,成矿流体流动速度过快,不利于矿体的形成。由于成矿前断裂因构造应力波的周期性传递造成矿脉“峰”和“峰”之间的等距性,使耦合的“峰”和“峰”之间同样具有等距性,因而产生了矿体的等间距分布现象。上述机制可以很好地解释不同金矿矿体产出的构造面位置差异。刘连登(1994)^①、邹为雷(2000)分别对平度旧店金矿、文登市西院下金矿矿体的分布研究后认为,构造面变异部位有利于矿体的形成;邓永高、孙丰月(1987)^②曾对破头青断裂中构造面与矿化的关系进行了研究,得出上凸部位矿化最好的结论。在玲珑金矿田的47*、48*、69*、52*等矿脉中,矿体既有产于构造面上凸部位,又有产于构造面变异部位。这是由于“峰”和“峰”耦合的程度不同造成的,当“峰”和“峰”耦合较好时,矿体产于构造面上凸部位,部分耦合时则产于构造面变异部位(图5-C、D)。

3.3 矿体及矿体富集带的侧伏及其控制因素

(1) 矿体及矿体富集带的侧伏

矿体的侧伏,是指矿体最大延伸轴逐渐偏离倾向线,使矿体的倾向线与走向线之间产生夹角的现象。矿体的侧伏是脉状金矿中普遍存在的现象。在通常情况下,矿体往往沿侧伏方向尖灭再现,因此,查明矿体的侧伏规律对未知矿体的定位预测是十分重要的。在玲珑金矿田的47*、48*、69*、52*等矿脉中,矿体的侧伏具有如下特点:①矿体除沿侧伏方向尖灭再现外,还表现为下伏矿体的位置常常与上部单矿体的侧伏方向相反的现象。在48*脉的矿体分布规律图(图4)中可以看出:a矿体的侧伏方向是SW,并沿其侧伏方向出现了b矿体,体现了矿体沿侧伏方向尖灭再现的规律,但其下伏主矿体C的赋存位置却与a、b矿体的侧伏方向相反,而且C矿体也有向SW侧伏之势,并沿其侧伏方向出现了小矿体d;在47*脉的矿体富集带B中,下伏矿体出现位置也与上部矿体的侧伏方向相反(图2)。②除单矿体的侧伏外,由一系列矿体组成的矿体富集带具有明显的侧伏,且往往与单矿体的侧伏方向相反。在69*脉的矿体分布规律图中(图1),矿体富集带A主要由三个矿体组成,I号矿体的侧伏方向为SW,而下伏II号矿体出现在NE,与I号矿体的侧伏方向相反,II号矿体本身侧伏不明显,III号矿体出现在II号矿体的NE,向SW侧伏明显;而由I、II、III号矿体组成的矿体富集带的侧伏方向为NE,与I、III号单矿体侧伏方向相反。③单矿体近直立,由这些直立矿体组成的矿体富集带具有明显的侧伏。在69*脉的矿体富集带B中(图1),a、b、c、d四个矿体均近直立,侧伏不明显,而由它们组成的矿体富集带向NE侧伏十分清楚;在52*脉的矿体富集带A中,含有一系列近于直立的矿体,它们组成的矿体富集带也明显向NE方向侧伏。

(2) 控制因素

对于矿体产生侧伏的原因,姚凤良(1990)曾对玲珑金矿田中单矿体侧伏及沿侧伏方向尖灭再现现象进行了研究,认为控矿构造样式和矿液流动方向是导致矿体侧伏及尖灭再现的主

① 1994 刘连登,等. 平度—莱西地区脉状金矿成矿规律与找矿靶区预测.(长春科技大学科研报告)

② 1987 邓永高,孙丰月. 玲珑金矿田构造控矿规律及深部成矿预测.(科研报告)

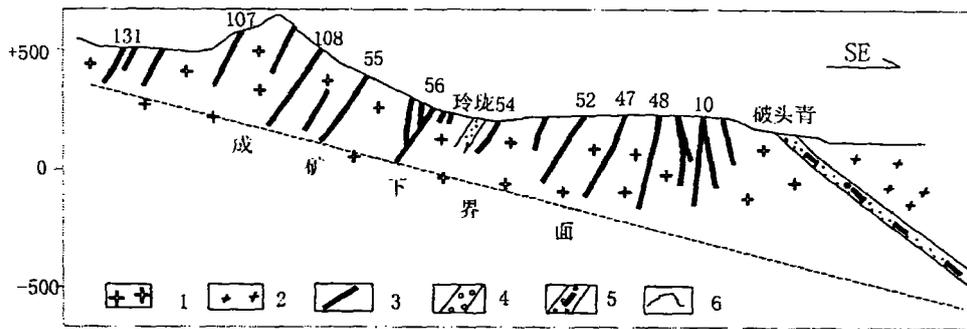


图 8 玲珑金矿田赋矿标高剖面示意图

Fig. 8 Sketch diagram for some ore bodies occurring levels in the Linglong gold orefield

1—玲珑花岗岩;2—滦家河花岗;3—矿脉;4—构造破碎带;5—含矿构造破碎带;6—地表

要原因[1990,姚凤良,等]。本文认为,单矿体的侧伏或直立主要决定于因构造活动所造成的容矿空间的侧伏或直立,而矿体富集带的侧伏更可能反映了矿液的迁移方向,其可能的机制有如下三种(图 6):①当矿液的迁移方向和容矿空间侧伏一致时,矿体富集带的方向与单矿体的侧伏方向相同(图 6-A),矿体主要表现为沿侧伏方向尖灭再现。②当矿液的迁移方向和容矿空间侧伏不一致时,矿体富集带的方向与单矿体的侧伏方向则相反(图 6-B)。这时矿体也可表现为沿单矿体侧伏方向尖灭再现,但以居于次要地位。③当容矿空间近于直立时,其矿体富集带仍产生侧伏并于矿液的迁移方向相一致(图 6-C)。在 52[#]、47[#]、48[#]、69[#]脉中矿体富集带的侧伏方向均为 NE,而单矿体以 SW 方向侧伏为主,部分近直立,NE 向侧伏者较少。这可能反映了矿液来源的同向性和容矿空间的多样性。

3.4 矿体的对应产出规律及其控制因素

(1) 矿体的对应产出规律

这一规律主要是指在某一范围内,一系列相互平行或斜交的矿脉中的金矿体,具有一定的内在联系,往往沿某一方向对应产出。这一规律在相邻的平行矿脉中表现尤为明显。52[#]、47[#]、48[#]、69[#]脉为相邻的近于平行的矿脉,其中的矿体沿 NW310°的方向对应产出(图 7)。并可以划分出 A、B、C 三个 NW 向的对应产出带其中 A、B 带中的矿体为已开采矿体,C 带中的 a 号矿体也已被揭露,b、c 号矿体为根据对应产出规律预测的矿体,目前已被矿山验证并开采。矿体的对应产出规律为矿体的定位预测,特别是相邻的平行矿脉的矿体定位预测提供了新的思路。

(2) 控制因素

它的产生原因可能有如下几点:

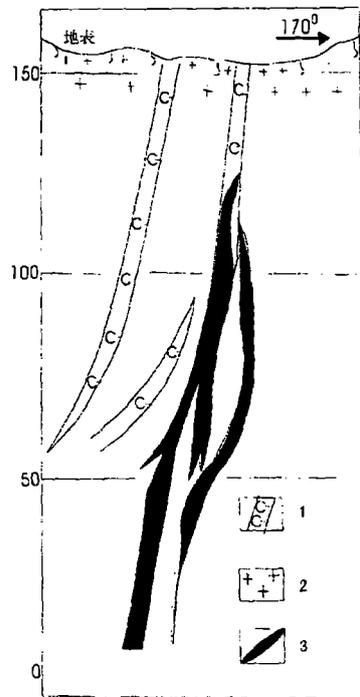


图 9 82'脉 291 地质剖面图

Fig. 9 Geological profile of 291 line

in 82' vein

1 - 岩脉;2 - 花岗岩;3 - 矿体

①在同一构造体系中,相邻平行矿脉中沿某一方向,尤其是与矿脉走向垂直或近于垂直的方向,产生对应的凹、凸或构造面的变异部位,造成容矿空间的对应而形成。

②与矿液迁移的通道有关,是沿矿液的迁移方向产生对应。

③沿构造的叠加部位产生对应。

④矿床(体)的对应产出带可能是局部横向应力集中带,这种横向应力集中带有利成矿。

3.5 成矿界面向主构造倾斜规律及其控制因素

(1) 成矿界面向主构造倾斜规律

成矿界面规律是指脉状金矿矿体往往在一定的标高内富集,在这一标高(界面)上、下金矿化程度明显降低。通常认为,在同一矿田内成矿界面应大致相同。玲珑金矿田的最新探采结果表明,其成矿界面不仅不是一个水平的界面,而且产生规律性变化,是一个倾向主控矿构造的倾斜界面。主构造带破头青断裂中的赋矿标高在150~750 m之间,位于矿田中部的81°、69°、48°、47°、52°脉的赋矿标高主要位于-150~300 m之间,位于矿区NW端的108°脉等远离主构造带的矿脉,赋矿标高在150~500 m之间(图8)。其赋矿标高的上、下界面均表现为—倾向主构造破头青断裂的倾斜界面。另外,成矿界面向主构造倾斜的现象,也可以表现在主脉与支脉中矿体的延深规模上。图9中,反映了82°脉中主脉与支脉矿体延深上的差异,主脉中的矿体延深规模较支脉中的大。

(2) 控制因素

造成成矿界面向主构造倾斜这一现象的原因可能主要有以下几点:①成矿界面的理论之一,是认为地下一定深度可能是上升深部流体与下渗的地表流体的混合面,是有利于金矿化的地球化学障。如果从这一理论基础出发,不同的构造规模其成矿的下界面应有所不同。由于主构造断裂带的规模大、切割也相对较深,而且所形成的构造岩中往往具有发育的透入性结构,有利于地表流体向下迁移,这样主构造带中下降的地表流体可以达到较大的深度,与上升的深部成矿流体间的混合面相对较低,可以在深部形成矿体。而一般随远离主控矿构造,构造的规模逐渐减弱,切割深度变浅,造成了混合界面呈升高的趋势,形成的矿体也较浅。②可能与矿液的迁移途径有关,由于主控矿切割深,应为主要的导矿构造,矿液在由主构造向次级构造运移过程中,不可能是水平地迁移,可能存在“迁升”,因而造成随远离主控矿构造,赋矿标高逐渐升高的现象。

参考文献:

- 1987 刘石年. 山东玲珑矿田控矿断裂地球化学初步研究[J]. 地球科学, 1:39—48.
- 1988 张亚雄,章增凤. 招—掖金矿带不同类型金矿的空间展布特点及其控制因素[J]. 矿床与地质, 4:1—6.
- 1989 孔庆存. 山东招掖金矿带若干地质问题讨论[J]. 金银矿产品选集(11), 202—209.
- 1990 姚凤良,刘连登. 胶东西北部脉状金矿[M]. 长春:吉林科学技术出版社.
- 1993 高秋波. 山东—掖县金矿带构造控矿规律研究[M]. 中国地质大学出版社.
- 1996 杨敏之. 胶东绿岩带金矿地质地球化学[M]. 北京:地质出版社.
- 1996 杨敏之. 胶东花岗岩—绿岩地体金矿床类型、成矿模式、成矿预测[J]. “八五”地质科技重要成果学术交流会议论文集,冶金工业出版社, 310—313.
- 1997 苗来成,罗镇宽,吴康,等. 胶东招掖金矿带控矿断裂演化规律[J]. 地质找矿论丛, (1): 26—34.
- 2000 邹为雷. 山东文登市西院下金矿成矿规律及深部矿体定位预测[J]. 地质与勘探, (6): 52—54.

ENRICHED LAWS AND CONTROLLING FACTORS OF ORE BODIES IN THE LINGLONG GOLD DEPOSIT

SUN Guo-sheng^{1,2}, YAO Feng-liang², HU Rui-zhong¹, LI Xu-jun²

(1. *Open Laboratory of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China*; 2. *Jilin University, Changchun 130026, China*)

Abstract: The laws of spatial distribution for the main industrial ore bodies in the Linglong gold deposit, such as the laws of equidistance, ore bodies occurring places in veins, corresponding occurrence and mineralization dipping to main structures, are proposed in this paper. They suggest that multi-tectonic activities, conjunction the pear in horizon with peak in vertical and the migration of hydrothermal mineral solution in given direction controlled the law of ore bodies distribution in veins.

Key words: Linglong Au ore field; enrichment regularity of ore body; ore body location prospecting; controlling factors

《大地构造与成矿学》征订启事

《大地构造与成矿学》系地学中文核心期刊、CSCD 入库核心期刊和清华同方中国学术期刊(光盘版)入编期刊之一。多年来一直被美国《化学文摘》、日本《科学技术文献速报》、俄罗斯《文摘杂志》及《中国地质文摘》等国内、外大型文献检索机构定期收录。

《大地构造与成矿学》从 2002 年第 1 期开始改为大 16 开,内芯 96 页,仍为季刊,每期定价为 9.5 元,全年定价 38 元。邮发代号 42-57。读者也可通过天津联订服务部订购,或者直接向本刊编辑部订购。

天津联订服务部地址:天津市大寺泉集北里别墅 17 号

邮编:300381 电话:(022)23973378 E-mail:lhzd@public.tpt.tj.cn

本刊编辑部地址:湖南省长沙市桐梓坡路 96 号

邮编:410013 电话:(0731)8912646 http://www.csig.ac.cn

E-mail:editorgm@ms.csig.ac.cn