

# 山东省玲珑金矿田深部资源第二富集带的研究和预测

## A study and prognosis of deep resources along the second enrichment belt of the Linglong gold orefield, Shandong Province

吕古贤<sup>1</sup>, 武际春<sup>2</sup>, 郑小礼<sup>3</sup>, 郭涛<sup>1</sup>, 舒斌<sup>1</sup>, 申玉科<sup>1</sup>, 周国发<sup>1</sup>

(1 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081; 2 山东黄金集团有限公司玲珑金矿, 山东; 3 山东黄金集团有限公司焦家金矿, 山东)

LÜ GuXian<sup>1</sup>, WU JiChun<sup>2</sup>, ZHENG XiaoLi<sup>3</sup>, GUO Tao<sup>1</sup>, SHU Bin<sup>1</sup>, SHEN YuKe<sup>1</sup> and ZHOU GuoFa<sup>1</sup>

(1 Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing 100081, China; 2 Linglong Gold Mining Co. of Shandong, Zhaoyuan, Shandong, China; 3 Jiaojia Gold Mining Co. of Shandong, Zhaoyuan, Shandong, China)

**摘要** 开展构造变形岩相形迹地质方法填图, 确立矿田 NEE、NE 和 NNE 三组方向的构造蚀变矿化带的成矿和控矿的构造分布模型, 用构造校正方法 测算玲珑—焦家式金矿典型矿田的成矿深度。玲珑金矿田四期成矿的深度分别约为 3 454.97 m (213 Ma), 1 914.42 m (100.28 Ma), 1 090.97 m (80.67 Ma) 和 720.55 m (71.86 Ma)。在地物化资料基础上开展综合预测, 预测了 3 组方向构造蚀变矿化带深部第二富集带的赋存深度、富集金矿的概量。胶东金矿深部存在第二富集带已被地勘部门和矿山近 10 年的深部地质勘查工程所证实。胶东金矿深部第二富集带揭露数百吨新增储量的事实还表明, 中国东部燕山期构造岩浆作用有关的金属矿, 主要和燕山期基底逐渐上隆及反钟向区域压剪的大地构造环境有关, 其大型矿深部发育深部第二资源富集带的现象可能是普遍的。

**关键词** 构造蚀变矿化带; 深部第二富集带; 成矿深度构造校正测算; 预测; 玲珑金矿田

随着深部矿产预测的需要, 对于矿脉深部的地质研究日益显得重要(陈光远等, 1989; 黄志章等, 1999; 胡受系等, 2004; 季克俭等, 1989)。前人比较注重从已知矿化分布特征和富集分带性质推断下部或隐伏矿脉(王燕, 1986; 白万成, 1989; 李惠, 1988)。笔者认为从成矿深度的测算研究出发是急需解决的基础问题(刘瑞珣, 1988; 吕古贤, 1991a; 1991b)。

笔者提出“构造作用力影响成岩成矿静水压力”, 考虑构造因素影响成矿压力, 由此建立成矿深度构造校正测算方法这种新方法是先从成岩成矿总静水压力中消除构造附加静水压力, 然后估算成岩成矿深度(吕古贤, 1995a; 1995b)。这里深度概念是指构造、岩石和矿床形成时的上覆岩石厚度。通过实测研究, 提出玲珑金矿田深部资源发育第二富集带的地质研究资料, 提出矿田不同构造变形蚀变矿化带第二富集带不同的赋存深度和矿量预测意见(吕古贤等, 1993; 2001; 2003; 吕古贤, 2002)。

### 1 玲珑金矿田关于成矿深度的问题

胶东地区金矿研究表明(裘有守等, 1988; 王鹤年等, 1988; 杨敏之等, 1996; 1998; 翟裕生等, 1999; 张蕴璞等, 1988; 朱作山等, 1988) 该区工业矿床主要分为两个亚类, 分别被称为玲珑式和焦家式(李士先、刘连生, 1981)。其中产于区域压剪性断裂带的, 即焦家式亚类金矿成矿压力偏高, 为  $800 \times 10^5$  Pa~ $1500 \times 10^5$  Pa。而玲珑式亚类, 产于次级别低序次的张剪断裂中, 其金矿成矿压力偏低, 又  $100 \times 10^5$

~458×10<sup>5</sup> Pa。依据这些资料,前人采用通常的压力/比重的深度换算方法,得出的成矿深度为4~6 km,认为是中深成矿;还提出玲珑式在矿脉上端,焦家式在下端,类似于江西钨矿化的“五层楼”模式(姚凤良等,1991);提出过焦家式形成于元古宙,而玲珑式于中生代成矿等一些重要研究成果(裘有守等,1988)。如果本区玲珑—焦家式金矿床确属中深成矿,则主要的矿量业已剥蚀掉,剩下的只是一些“矿尾”。这样,深部资源远景显然不容乐观。同时,两种矿床亚类的垂直分带现象应该普遍发育。

但是玲珑矿田矿山采掘勘查资料表明(图1),这两种亚类具有同时代的相似成矿背景,两种亚类在分布上呈水平分带并具渐变过渡关系;区内还没有典型的上部石英脉、下部绢英岩工业矿床和矿脉的发现和报道。

刘石年等(1982)通过西山系统研究,根据矿化富集带和薄弱带的侧伏分布特点,推测深部会出现第二矿化富集带。此外几个深近千米的钻孔证实,深部构造和矿化比浅部更稳定。深部钻探已提交数十吨工业储量,如台上金矿等。特别是近年来,胶东几个大型矿山深部发现第二富集带并且获得数百吨新增储量的事实说明,上述有关成矿深度的数据和地质认识尚须探讨。

## 2 矿田典型构造蚀变矿化带地质特征

玲珑金矿田(图2)包括有九曲、玲珑—大开头、东风、108号矿脉、双顶、欧家夼和破头青等7个矿段。以玲珑为中心约70 km<sup>2</sup>范围内的含金矿脉群,矿化蚀变脉(带)共543条,其中有一定规模者近百条,具工业价值者30余条。矿脉全部赋存在玲珑似片麻状黑云母花岗岩中,石英脉型和黄铁绢英质蚀变岩型矿床均具大型规模(天津地质研究院,1988)。该类矿床的典型矿田构造地质特征表现出以下几点:

(1) 玲珑—焦家式金矿矿床类型及其矿体组合在空间上表现为水平分带。玲珑金矿田3个成矿构造蚀变带从主干压剪断裂中心向两侧(图2),有从黄铁绢英岩型金矿转变为黄铁矿石英脉型金矿的分带,两带之间为过渡型矿脉。九曲蒋家 NNE 断裂构造带实测剖面和破头青 NE 断裂构造带地质勘探剖面等资料显示典型的水平分带特征。

(2) 断裂带规模和性质对矿床类型分布的控制。区域压剪、剪压性断裂带赋存蚀变岩型金矿床,断裂下盘一侧次级别低序次的张剪、剪张构造空间往往发育有石英脉型或过渡型金矿脉。

综上所述,外貌明显不同的两种矿床亚类其地质特征表现出有规律性的变化。这些差别变化主要是由于控矿和成矿构造性质及部位不同,而不仅是成矿深度不同造成的。显然,我们在估测成矿深度时,要考虑构造因素。

## 3 玲珑金矿田成矿深度研究与测算

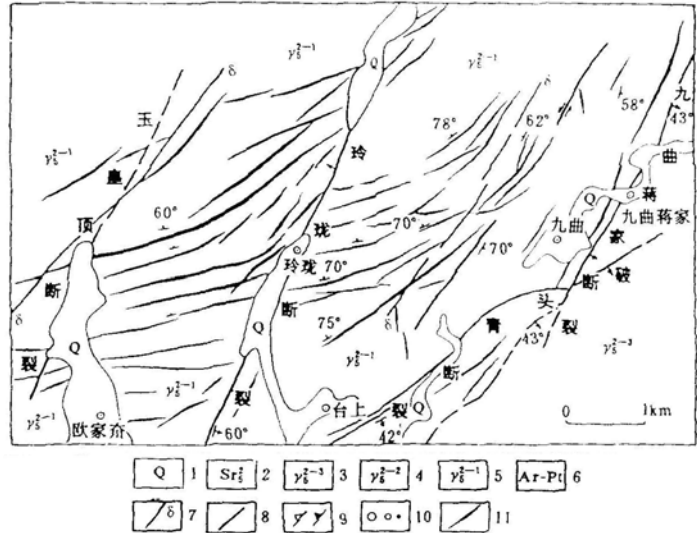


图1 玲珑金矿田地质简图

1—第四系; 2—碎裂蚀变花岗岩; 3—深家河型中粗粒花岗岩; 4—郭家岭型花岗闪长岩; 5—玲珑型片麻状黑云母花岗岩; 6—太古宇-古宇; 7—中基性脉岩; 8—矿田一级、二级和推测断层; 9—残留体、片麻理和蚀变叶理产状; 10—大型、中小型矿床及矿点标志; 11—矿脉及其产状

玲珑金矿田的构造变形岩相带研究及构造变形岩相形迹填图表明，它是由几组构造蚀变岩相带构成，并且它们形成的同位素年龄不同，相互间有明显的切割关系（图 2）。

成矿深度构造校正的研究与测算方法，是在野外详细构造测量基础上选取定向岩石标本，可以得出三维主应力值，将其平均应力视为构造附加静水压力值，要从测算总静水压力值中先消除构造附加静水压力后，再计算成岩成矿时上覆岩石厚度或深度的方法。

成矿深度构造校正的研究与测算途径主要是，构造岩相带成矿压力测算、构造蚀变

岩带的成岩成矿期古水平差应力值估测、成矿深度的构造校正测算（吕古贤，1991；吕古贤等，1993）。玲珑矿田构造蚀变矿化岩带成矿深度校正测算获得初步结果（表 1）。

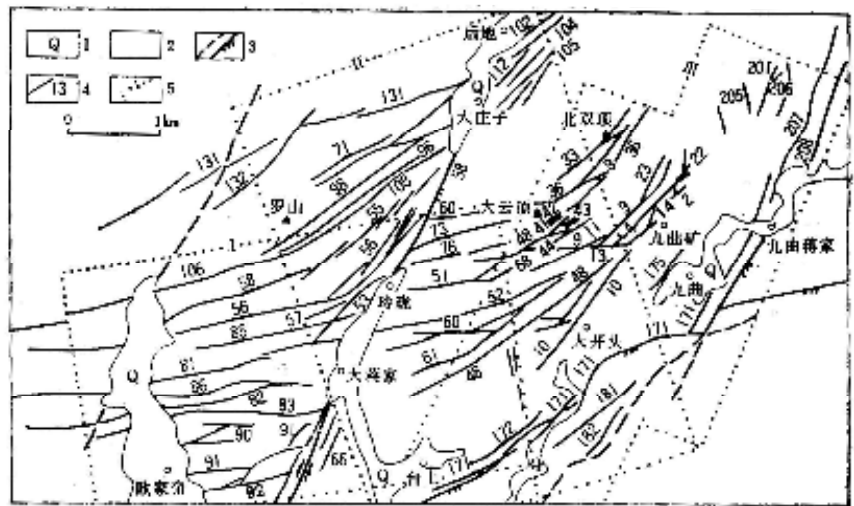


图 2 玲珑金矿田构造矿化富集带分布略图

I—欧家乔、西山 NEE 向构造蚀变矿化带；II—破头青、大开头、大云顶 NE 向构造蚀变矿化带；III—九曲、北双顶、阜山 NNE 向构造蚀变矿化带；I—第四系；2—玲珑似片麻状黑云母花岗岩；3—主干断裂及推测断裂；4—矿脉及编号；5—矿化富集带范围及编号

表 1 玲珑矿田构造蚀变矿化岩带成矿深度校正测算结果

构造岩带	测算应力应变参数			三维主应力值			构造附加静水压力 $P_s$	上覆岩石平均比重	上覆岩石厚度/m
破头青 NE 向带（较早成矿阶段）	461.4	451.78	6	1148.77	1139.11	687.33	991.74	2.7	3455.0
西山 108 脉 ENE 向带	256.84	294.0	3	3853.31	890.47	398.47	718.37	2.7	1914.5
破头青 NE 向带（较晚成矿阶段）								2.7	1091.0
九曲蒋家 NNE 向带	447.75	405.38	4	1247.43	1205.06	799.68	1084	2.7	720.6

注：A、B 应力值单位均为  $10^5$  Pa， $\alpha$  为应变比值，在样品上即变形轴比。岩石比重单位： $g/cm^3$ ，岩石重力计算单位为  $10^5$  Pa。

#### 4 玲珑矿田资源分布和深部第二富集带预测

根据成矿深度构造校正的研究与测算结果分析，说明属于中浅成矿矿床，因此，在深部矿化薄弱带（区域上-300~400 m）之下可能发育第二或第三个金矿富集带。

进一步在区域地质、矿床地质和成矿地球化学测量分析研究的基础上，笔者对于玲珑矿田的 3 个构造变形岩相带，北东东构造矿化富集区带、北东向构造矿化富集区带和北北东向构造矿化富集区带进行综合研究，提出在构造矿化富集区带划分基础上的资源分布特征、预测深部第二资源富集带发育情况和具体找矿方向（图 2）。

**北东东构造矿化富集区带** 除了接近玲珑断裂受构造的再次富集作用和其它构造复合叠加之外，大部分矿段的再次矿化富集的特点不明显。如果发育深部第二富集带，其出现的部位可能接近玲珑断裂带，赋存深度至少-200 m 以下。

**北东向构造矿化富集区带** 该区带保有玲珑矿田最大的金矿远景资源，发育储量巨大的深部第二富集带，深部具备良好的地质找矿远景。如果考虑在 0 m 上下为浅部矿化富集带，其下矿化十分贫乏，矿石大部份低于边界品位的情况，而深部钻勘资料证明矿化厚度稳定且品位比较高的实际资料，推断赋存第二富集

带的深度在-400 m 以下。

北北东向构造矿化富集区带 从目前采面的岩石测算结果看,成矿时上覆岩石厚度仅仅 700 m 左右。这两点说明属浅成矿床且深部矿体保存条件良好,根据 200 m 左右的矿化富集厚度分析主要资源或者讲第二富集带在-600 m 深以下。

## 5 小 结

用构造校正的方法推断成矿深度表明,玲珑金矿田早期北东向构造蚀变矿化岩带相对形成深度约 3 454.9 m,北东东向构造矿化岩带深 1 914.4 m 左右,其后北东向构造矿化岩带 1 090.9m 和北北东向构造矿化岩带 720.5 m 左右依次变小。这种用“构造校正”方法实际测估的深度变化趋势与区域大地构造研究的认识是一致的,说明本区金的成矿作用与燕山晚期基底逐渐上隆相关。即使考虑到地形、后期构造及地质作用对捕获压力的影响等因素,玲珑矿田仍然表现出主要在大约 3 000 m 以浅上部地壳形成的特征。

玲珑矿田这 3 个构造矿化富集带的地质特征明显不同,其深部第二富集带发育和赋存深度也不一样。第二富集带赋存深度分别估测在 NEE 带-200 m、NE 带-400 m 和 NNE 带-600 m 以下。当前,望儿山、新城、焦家、夏店等矿山深部第二富集带逐步被证实,相信通过继续研究和勘查会得到更进一步的证实并获得更新的认识,用以促进胶东金矿深部第二资源富集带的勘查。

**致 谢** 感谢郭文魁、宋叔和、杨开庆、孙殿卿、陈庆宣、李廷栋、钱祥麟、马宗晋、翟裕生、常印佛、汤中立、崔盛芹、肖庆辉、刘瑞珣和池三川教授等师长对研究工作的长期指导、支持和鼓励。

## 参 考 文 献

- 陈光远,孙岱生,邵伟.1989.胶东金矿成因矿物学与找矿.重庆:重庆出版社.1~452.
- 胡受系,叶瑛,方长泉.2004.交代蚀变岩岩石学及其找矿意义.北京:地质出版社.264.
- 黄志章,李秀珍,蔡根庆.1999.热源铀矿床蚀变场及蚀变类型.原子能出版社.1~181.
- 季克俭,吴学汉,张国柄,著.1989.热液矿床的矿源、水源和热源及矿床分布规律.北京:北京科学技术出版社.1~131.
- 刘瑞珣.1988.显微构造地质学.北京:北京大学出版社.1~235.
- 吕古贤.1991a.构造物理化学的初步探讨.中国区域地质,(3):254~261.
- 吕古贤.1991b.胶东半岛构造-岩相型式及玲珑-焦家式金矿的构造动力成岩成矿地质特征研究.中国地质科学院院报,(23):65~80.
- 吕古贤,孔庆存.1993.胶东玲珑-焦家式金矿地质.北京:科学出版社.1~260.
- 吕古贤.1995a.关于“构造作用力影响静水压力”问题.科学通报,40(3):286.
- 吕古贤.1995b.山东省玲珑金矿田成矿深度的研究与测算.科学通报,40(15):1399~1402.
- 吕古贤,郭涛,舒斌,等.2001.构造变形岩相形迹的大比例尺填图加强对隐伏矿床地质预测.中国区域地质,20(3):313~321.
- 吕古贤.2002.构造岩浆活化区金矿矿源岩系的矿化趋势度概念与研究性填图方法.地球学报,23(2):107~114.
- 吕古贤,刘瑞珣,王方正,郭涛,舒斌,夏林,刘杜娟.2003.关于成岩成矿深度构造校正测算的理论、方法和实例.地质科学,38(4):546~563.
- 裘有守,王孔海,杨广华,等.1988.山东招远-掖县地区金矿区域成矿条件.沈阳:辽宁科学技术出版社.1~293.
- 王鹤年,汪耀,陈延安.1988.胶东中元古代玲珑花岗岩及其后期叠加改造作用的地质、地球化学证据.南京大学学报(地球科学版),(1):105~118.
- 杨敏之,吕古贤.1996.胶东绿岩带金矿地质.地球化学.
- 杨敏之.1998.金矿床围岩蚀变带地球化学——以胶东金矿为例.北京:地质出版社.120.
- 翟裕生,等.1999.大型构造与超大型矿床.北京:地质出版社.
- 张蕴璞,等.1988.山东掖县北部覆盖地区焦家式金矿成矿地质条件及成矿方向.中国金矿主要类型区域成矿条件文集,(5).北京:地质出版社.46~84.
- 朱作山,任英忱.1988.应用数理统计方法研究玲珑、焦家两种类型金矿床的成因.地质找矿论丛,3(3):72~78.