

胶东金矿集中区深部找矿有关问题的探讨

袁文花, 王和立

(山东省第六地质矿产勘查院, 山东招远 265400)

摘要: 通过对山东省金成矿带深部地质勘查成果、科研成果资料的综合分析研究, 认为该区的成矿规律为: 第一矿化富集带绝大部分在 -400 m 标高以上尖灭, 经过 100 ~ 200 m(垂深)左右的无矿间隔, 第二矿化富集带出现, 矿体形态更趋简单, 矿体延深大于延长, 金品位偏低, 倾角渐趋平缓。根据已知矿体产出规律, 找矿方向应放在 I 级控矿断裂控制的已知矿床深部主矿体两翼并在深部布设探矿工程; 对勘查时期的深部远景控制资料要深入研究, 充分利用其敏感点, 用以推断深部矿体再现的可能性; 应用物化探工作对构造变化等特征进行探测, 以提供矿体空间定位的有利部位。

关键词: 金矿集中区; 深部; 找矿; 胶东

中图分类号: 618.51

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2008)02-0204-05

1 概述

胶东金矿集中区, 从上世纪 50 年代末, 特别是 70 年代中期以来, 地质勘查工作全面展开, 探明了大批特大型、大、中、小型金矿床, 地质储量达千吨。经过近 20 ~ 30 年的开采, 至上世纪 90 年代后期, 原地勘单位提交的 -400 m 标高以上的地质储量, 基本开采完毕, 许多矿山出现了资源危机。该时期正值地勘单位改制, 勘查资金短缺, 无力进一步开展找矿工作。而有远识的矿山, 为确保自身的生存, 多方筹集资金, 开展已知矿床边部、深部找矿, 取得了较大突破, 使矿山起死回生。山东省第六地质矿产勘查院(以下简称六院)也在自己的矿权范围内, 对以往勘探资料进行二次开发, 开展了深部找矿工作, 且取得了重大突破。在 -300 ~ -1 000 m 标高的深部, 探明了莱州市寺庄大型金矿床, 又在金矿床的深部约 -600 m ~ -1 000 m 标高左右找到了远景可观的大型金矿床。其它如招远市台上金矿床等, 也在 -400 m 标高下发现了规模较大的金矿体, 从而拉开了胶东金矿集中区深部找矿的序幕。

笔者通过对以往以及近几年胶东地区大的金成矿带深部地质勘查成果、科研成果资料等进行综

合分析研究, 从胶东金矿集中区深部成矿的可能性、深部找矿工作的操作和深部找矿取得突破的范例分别进行了阐述和探讨, 总结了该区金成矿规律。

2 深部找矿的依据

2.1 成矿地质条件依据

胶东金矿集中区处于华北地块的东南缘, 沂沭断裂带的东侧, 胶北隆起的西北部, 南接胶莱拗陷。西起三山岛-仓上断裂, 东至西林-陡崖断裂, 南至胶莱盆地北缘, 北至龙口断陷盆地和渤海边^[1]。它既有分布广泛的太古-元古宙已克拉通化的变质基底岩系, 亦有不同构造-岩浆期的岩浆侵入活动及中生代以来颇为发育的以东北、北东向为主的不同方位、序次的脆性断裂构造等, 其三位一体的成矿条件, 为胶东金矿集中区的成矿提供了优厚的区域地质环境^[2]。

2.1.1 太古宙-元古宙变质岩基底岩系

基底变质岩系, 为金矿集区的矿质来源岩系。

太古宙-元古宙的变质岩系, 为胶东地区基底岩系。变质岩系包括太古宙-元古宙所形成的变质地层和变形变质的深成侵入岩类。变质地层仅占其出露面积的 1%, 绝大部分为变质变形的深成侵入

收稿日期: 2008-05-08

责任编辑: 刘新秒

基金项目: 山东省国土资源厅地质科研项目: 山东省胶西北金矿集中区金矿资源潜力调查及深部远景预测(鲁国土资字[2006]567号)。

作者简介: 袁文花(1968-), 女, 1990年7月毕业于长春地质学院地质矿产勘查专业, 高级工程师, 主要从事地质矿产勘查工作, E-mail: lygcjsb@126.com。

岩类。变质变形的深成侵入岩类为来自地球深部的幔源物质,含有丰富的金质。经过区域变质作用、混合岩化作用和多期次的构造-岩浆活动等一系列地质事件,将金质活化、粹取、迁移在适合的构造环境中富集成矿。通过变质岩系与矿石的稳定同位素S、Pb和稀土元素分配研究,示踪了形成金矿床的金质来源于变质岩系。胶东地区基底变质岩系分布面积大、地域广,为金矿集区的形成提供了充足的金质。矿集区的诸多金矿床直接产于基底变质岩系,形成了紧密依附的空间关系^[2]。

2.1.2 岩浆活动

岩浆活动为金质的活化提供了热源,岩浆活动产生的溶液是搬运金质的载体^[3]。

元古宙末期,由于扬子板块和华北板块的碰撞和俯冲,产生了多次大规模的岩浆活动,初始地壳受到多次构造-岩浆活动的改造,生成了重熔型玲珑花岗岩。玲珑花岗岩的形成和侵入,使初始地壳岩系中的金质进一步活化、迁移,随着岩浆热液向岩体边缘相带移动、富集。

中生代由于太平洋板块向欧亚大陆板块俯冲及郯庐断裂的强烈左行扭动,构造-岩浆作用强烈,地幔热流上涌与岩石圈内壳源物质发生强烈而广泛的相互作用,从而形成了郭家岭花岗岩。与元古宙末期相比,该期构造-岩浆活动更加强烈,致使先期形成的含金富集体中的金元素再次活化,和深源矿质一起,被岩浆热液载向构造薄弱带,经交代、充填沉积成矿。该期岩浆活动导致金矿床的最终定位。据此推断,构造-岩浆活动为矿源岩系中金质活化提供热源,而构造-岩浆活动所产生的内生岩浆热液成为金质迁移、富集的载体。

玲珑超单元和郭家岭超单元是太古宙变质岩系经交代重熔形成的大型复式岩基,岩体分布地域广,出露面积大。胶东金矿集中区绝大部分金矿床产于玲珑超单元与变质岩系接触破碎带中或玲珑超单元与郭家岭超单元接触断裂破碎带中,其分布概率大型以上金矿床为100%,中型金矿床为85%^[4]。因此,在该区深部要寻找大型以上金矿床,重点应放在玲珑超单元与变质岩系接触带部位的断裂和玲珑超单元与其它岩体接触带部位的断裂中。

2.1.3 剪切带构造

剪切带构造是含矿热液运移的通道,又是矿体

定位的空间^[2]。

根据近几年胶东地区科研成果资料以及作者本身的经验,认为胶东金矿集中区金矿床均产自规模大小不一、主次有别的、构造组合类型不一的断裂构造与裂隙中,其中大型以上金矿床几乎都产在三山岛-仓上、龙口-莱州、招远-平度三条I级控矿断裂中。它们的主要特点是:

(1) 断裂规模大,长几十至百余千米,宽几十到几百米,带内出露有大量的煌斑岩及其它脉岩,表明断裂切割深度大,深可达下地壳-上地幔。

(2) 断裂总体走向为30~40°,有的地段走向偏北,为10~30°,有的地段偏东为50~80°,倾角30~40°。走向NEE地段可能迁就改造了近NW向基底构造。

(3) 断裂沿走向或倾向均呈波状延伸,在中偏上部有一个舒缓波状的主断面,其内充填有几厘米至几十厘米的灰色断层泥。

(4) 断裂带中主断面为一个不透水层,对矿液运移起阻挡作用。主断面下蚀变矿化作用强,蚀变带三分明显,主断面以下依次为黄铁绢英岩化碎裂岩(黄铁绢英岩带)、黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩(黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩带)和黄铁绢英岩化花岗岩(黄铁绢英岩化花岗岩带),主矿体均赋存黄铁绢英岩化碎裂岩或黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩带中。

(5) 断裂带经历了早期的韧性变形和晚期的脆性变形两个阶段,构成了剪切带在垂直方向上的下、中、上三个构造层次,剪切带下部为韧性剪切变形,中部为韧-脆性剪切变形,上部为脆性剪切变形。脆性变形和韧脆性变形层次,均为金矿化富集有利层次。

(6) 三条断裂的不同之处,是相邻两断裂倾向相反。推测早期断裂面可能为花岗岩侵入的不整合面,后经挤压、上隆,不整合面被改造成断裂面。

胶东金矿集中区三条一级控矿断裂,规模大、变形过程复杂,切割深度大,此特征是促使该区形成大型金矿的重要因素之一,是矿床定位的空间。

目前该区探明的金矿床仅是三大断裂浅部赋存的金资源量的一部分,而深达10余千米的大型剪切带深部赋存的金资源量可能为浅部资源量的几倍-十几倍。所以,在胶东金矿集中区开展金矿“攻深找盲”勘查工作很有必要。

2.2 矿床赋存规律及矿体空间产出规律

胶东金矿集中区矿床和矿体的产生,严格受控矿断裂、裂隙的控制。有构造才有金矿床产出,但有了构造不一定都有矿床产出。矿床在构造中产出是有条件、有规律的^[4]。

2.2.1 矿床赋存规律

(1)胶东金矿集中区三条 I 级控矿断裂,控制了该区绝大部分大、中型金矿床, I 级控矿断裂下盘次级断裂裂隙控制了中、小型金矿床产出。要找到大型的深大金矿床,必须到 I 级控矿构造中去寻找。

(2)该区金矿床多赋存断裂膨大部位、分枝复合部位、下盘次级构造发育部位或控矿构造与基底东西向构造交叉部位。

2.2.2 矿体空间产出规律

(1)矿体在断裂构造中,多产出在岩石破碎程度高、蚀变强度大、主断面连续而稳定、主断面下蚀变岩三分带明显部位,主矿体产出在黄铁绢英岩化碎裂岩或黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩蚀变带中,黄铁绢英岩化花岗岩为次级矿体产出部位。

(2)受成矿期控矿构造右行扭动的影响,断裂沿走向或倾向均产生引张段与压缩段交替出现的特征。引张段宜于成矿热液流动、存储、沉淀成矿,压缩段不利于成矿热液的流动,存储成矿条件不好。构造的多次活动,往返复合叠加,在产状变化部位,矿体在走向上多呈斜列状产出,而在倾斜方向上形成尖灭再现规律,矿体在排列形态上呈叠瓦规律^[4~8]。

(3)关于矿体在倾斜方向上的侧伏规律。在矿床的中浅部,有的矿床矿体侧伏规律明显,有的矿床则不明显^[9]。随着成矿深度的增加,矿体在深部侧伏规律不明显,矿体沿倾斜方向多呈直立的扁平柱状体产出,如寺庄金矿床的 I 号矿体、夏甸金矿的 VII 号矿体、台上金矿床的①号矿体等。

笔者根据目前对该区金矿床资料的掌握,总结出以下规律:浅部矿体(主矿体)(称其为第一矿化富集带)绝大部分在 -400 m 标高以上尖灭,只有个别矿床的矿体延深到 -600 m 标高左右。第一矿化富集带矿体尖灭后,经过 100 ~ 200 m(垂深)左右的无矿间隔,主矿体再现(称为第二矿化富集带)^[10]。据几个大中型金矿床勘查资料表明,在 -1 000 m 标高左右,第二矿化富集带矿体仍未尖灭,据分析可能延

深到 -1 200 m 标高左右。第二矿化富集带矿体形态更趋简单,矿体延深大于延长,金品位偏低,倾角渐趋平缓^[11~19]。

3 深部找矿问题

3.1 深部找矿的可能性

从上述对该区金矿床成矿地质条件的分析可以看出,矿集区完全具备形成大而深的金矿床的地质条件,有充足的矿质来源。多次构造-岩浆活动,产生了巨大的热能,使金质活化、迁移;岩浆活动产生了巨量的成矿热流体,使活化的金质迁移、富集到其内,经成矿流体的搬运,沿剪切带从高能位的深部向低能位的浅部汇集,富集成矿。

受韧性剪切带控制的矿体,具有延深大于延长的特点,完全具备形成深大矿床的条件。近年来胶东地区的寺庄、焦家、台上及夏甸等大中型金矿床深部取得的找矿重大突破,证实了深部找矿理论的可行性。在勘探深度控制到 -10 00 m 标高左右时,主矿体仍未封闭。随着勘查深度的延深,依靠深部提供的矿量,一些矿床完全可以成为百吨级以上的超大型矿床。

3.2 深部找矿工作的操作

深部找矿就是在已知矿床的深部进行找矿。要解决的问题是根据构造对矿体产出特征的控制,确定未知矿体存在的可能位置,即对矿体进行空间定位。作者根据目前掌握的资料,结合多年来的工作经验,对深部找矿工作总结了以下几点看法:

(1)找矿目标:应放在 I 级控矿断裂控制的已知矿床的深部。

(2)深部找矿的主攻对象:是产出在黄铁绢英岩化碎裂岩和黄铁绢英岩化花岗质碎裂岩蚀变带中的主矿体。

(3)根据已知矿体产出规律,特别是沿倾向上的尖灭再现规律,通过对以往勘查和矿床开采资料分析对比,查明矿体形成条件、规模、形态和产状等因素,借此推断无矿间隔距离、深部矿体可能产出的位置,然后用探矿工程进行查证。工程布设要充分考虑矿体产出延深大于延长的特点及主矿体在深部倾斜方向呈直立扁平体的特点。

(4)对以往地质勘查、矿山开采资料要认真进行分析研究,总结本矿床构造对矿体空间定位的控制。研究矿体总体赋存的特点,根据具体情况向两

翼和深部布设探矿工程,寻找矿体,特别是勘查时期的深部远景控制资料要深入研究,充分利用其敏感点,用以推断深部矿体再现的可能性。

(5)在浅部找矿阶段,物化探工作发挥了重要的开路先锋的作用,但深部找矿,由于仪器性能和外界条件的限制,如何发挥其作用,有待实践总结。另一方面,深部找矿是在已知矿床深部进行,研究的主要对象是构造对矿体空间定位的控制。因此,笔者认为应着重对构造延深的规模、形态、产状变化等方面进行探测,以提供矿体空间定位的有利部位。

3.3 深部找矿取得突破范例

山东省莱州市寺庄浅部金矿床大致分布在-250 m 标高以上,浅部矿体形态较复杂,具明显的分支复合、膨缩及尖灭再现特征,矿体规模、厚度较小,品位相对低,矿体浅部大多数地段沿走向和倾向已尖灭。显然,要在该矿区的深部进行找矿工作部署难度较大。为此,山东省第六地质矿产勘查院在进行深部勘查工作之初,对包括本区在内的整个焦家断裂金矿带深部以“焦家式”金矿成矿理论^[7]为指导,利用综合信息找矿理论和方法开展了成矿预测工作。在此基础上,六院技术人员充分分析研究该区浅部矿床地质特征,类比焦家断裂金矿带上相邻的焦家金矿床及其它“焦家式”金矿床深部成矿规律,认为深、浅部矿床之间应有一个无矿间隔,在垂深 100 ~ 250 m 之间,深部金矿床应出现在无矿间隔下的第二矿化富集带。特别是在 248 ~ 280 线之间,因以往工作程度较低,前期施工的 4 个浅孔在紧靠主裂面 I-1 矿体赋存位置都没有见矿。但该地段处在焦家断裂带走向由 30 向 350° 的拐弯部位,在其南段 280 ~ 320 线浅部和 360 ~ 392 线浅部紧靠主裂面部位分别都见到了①和③矿体。考虑到与寺庄金矿床相邻的“焦家式”其它金矿床相同部位的成矿规律,经过反复的分析论证,认为深部有发现主矿体 I-1 的可能性。于是,在 264 线布设了 ZK904 工程,结果在预测的主矿体赋存部位发现了厚度/品位为 10.39 m/3.90 × 10⁻⁶ 的盲矿体。经过后续走向和倾向上的控制,见矿效果明显, I-1 矿体探求的资源储量占整个深部金矿床总资源储量的 39.39%。目前,该矿体沿倾向方向没有封闭,深部仍有巨大的资源潜力^[20]。

通过详查,寺庄探矿权范围内探求资源储量总

量金金属量 44 585 kg,矿床平均品位 4.01 × 10⁻⁶,矿体厚度 4.00 m;探求伴生银金属量 60.457 t,伴生硫矿量 9 674 332 t,折合标硫 600 445 t。加上详查提交的寺庄探矿权范围以外的资源储量,整个寺庄深部金矿床共探求资源储量总量金金属量 51 830 kg,矿床规模为特大型,取得了找矿工作的重大突破。

参考文献:

- [1] 孔庆友,张天桢,于学峰,等. 山东矿床[M]. 济南:山东科学技术出版社,2006.
- [2] 李士先,刘长春,安郁宏,等. 胶东地质[M]. 北京:地质出版社,2007.
- [3] 沈少莹,王和利,邹建平,等. 山东省胶东地区大-中型金矿成矿规律及找矿方向的研究[R]. 山东省地矿局(内部出版),1997.
- [4] 李宏骥. 胶北地区内生金矿成矿规律 [J]. 山东地质,2002,18(3):72-77.
- [5] 刘玉强. 山东省金矿床成矿系列及成矿规律 [J]. 矿产与地质,2004,18(101):1-7.
- [6] 姚凤良,刘连登,孔庆存. 胶东西北部脉状金矿[M]. 长春:吉林科学技术出版社,1990.
- [7] 张毓璞,文子中. 山东焦家式金矿地质[R]. 山东省国土资源厅(内部出版),1983.
- [8] 张毓璞,于海新,姜洪利,等. 山东省莱州市焦家金矿床地质勘探-生产勘探总结报告[R]. 山东省国土资源厅(内部出版),1996.
- [9] 石玉臣,常乃焕,李爱民,等. 山东省焦家成矿带深部大比例尺金矿成矿预测研究报告[R]. 山东省地矿局(内部出版),2002.
- [10] 宋明春,崔书学,杨之利,等. 山东焦家金矿带深部找矿的重大突破及其意义[J]. 地质与勘探,2008,44(1):1-8.
- [11] 李厚民,沈远超,刘铁兵. 胶东西北部焦家式与玲珑式金矿的成因联系[J]. 矿床地质,2002,21(增刊):621-624.
- [12] 邓军. 山东招掖金矿带断裂构造分带与蚀变矿化分带关系研究[J]. 矿床地质,1994,13(增刊):17-19.
- [13] 郑小礼,郑广玉,高海峰,等. 焦家金矿床矿体赋存规律研究及其预测效果[J]. 黄金学报,2000,2(4):279-282.
- [14] 汪劲草,夏斌,汤静如. 对玲珑-焦家矿集区几个关键地质问题的认识 [J]. 大地构造与成矿学,2003,27(2):147-151.
- [15] 张锐,曾庆栋. 焦家金矿 3# 脉成矿规律探讨[J]. 黄金科学技术,2004,12(2):16-21.
- [16] 苗来成,罗镇宽,关康,等. 胶东招掖金矿带控矿断裂演化规律[J]. 地质找矿论丛,1997,12(1):26-35.

[17] 徐刚,郑达兴,温长顺. 胶东焦家断裂带与金矿的成生关系[J]. 地质力学学报,1998,4(2):53-58.

[18] 李金祥,郭涛,吕古贤. 试论胶东西北部金矿化类型及其与构造关系[J]. 贵金属地质,1999,8(2):87-91.

[19] 姜洪利,袁文花,于乐观等. 山东省招远市台上金矿床深部普查报告[R]. 山东省国土资源厅, 2002.

[20] 杨之利,姜洪利,柳贡海,等. 山东省莱州市寺庄矿区深部金矿详查报告[R]. 山东省国土资源厅(内部出版), 2006.

Discussion on the Exploretion of Deep Gold Deposit in the Eastern Shangdong Province

YUAN Wen-hua, WANG He-li

(No.6 Exploration Insitute of Geology and Mineral resources, Shandong Zhanyuan 265400,China)

Abstract: Great breakthrough in deep probing has been gained in Jiaodong since recent several years. Based on the study of the geological prospecting of the large gold metallogenic belts, the authors suggest that the first mineralization belt almost disappear in - 400 m elevation. And through 100 ~ 250 m vertical interval, the second mineralization belt appears. The ore bodies in the second belt are more simple. The length in the run of the ore body is larger than the depth of it, the gold grade and dip angle become smaller. By summarizing metallogeny of the known gold ore bodies, prospecting target should be the both wings of the I-order-fault-controlled deep main ore bodies, predicting reappearing probability of deep ore body by analyzing achievements in geological prospecting and detecting tectonic zone by physica-chemical prospecting and providing favourable mineral position.

Key words: Jiaodong; gold deposit; deep exploration

参考文献的标注方法

参考文献只列出公开发行书刊、正是的学位论文和地质报告,非公开发行者用脚注表示。标注参考文献一定要内容全面,一般包括下列几项:1)主要责任者(专著作者、论文集主编、学位申报人、报告撰写人、期刊文章作者、析出文章作者等),为了节省版面,一般在人名多于三个时,仅列出前三个,其它用“等”子代替,少于三个时都要列出来,换句话说,只有四个以上时才加“等”;2)文献题目;3)文献类型及载体标识,如书用[M], 期刊用[J], 报告用[R]等;4) 其它责任者,如译者等;5) 出版项,如果是书,要注明出版地、出版社、出版年;如果是期刊,按照顺序表明刊名、卷、期和文章所在的页码;如是科技报告或学位论文,应指明该文献存放的单位;如是电子文献,要有文献的出处和可获得的网址。

参考文献的注录格式不同期刊有不同的要求, 今介绍顺序编码制: 按参考内容在文章中出现的先后, 正文中用方括号([1]、[2]……)在右上角标出,文后编号还用[1]、[2]……列出,和文中出现的先后顺序一致。特别注意,参考文献不能标在任何级别的标题上。标注格式如下:

专著类: [1] 李四光. 地质力学概论[M]. 北京: 科学出版社, 1990, 20-30.

[2] Broko H, Jones W. Petrology[M]. New York: Pengamon Company, 1978, 20-50.

期刊类: [3] 沈保丰,翟安民,苗培森,等. 华北陆块铁矿床地质特征和资源潜力展望[J]. 地质调查与研究, 2006, 29(4): 244 - 252.

[4] Robert H. Ultramafic rocks[J]. Econ. Geol. 1990, 27(4): 7-14.

译文类: [5] 贝弗里奇 WB. 橄榄石矿物学[M]. 李大山译. 北京: 科学出版社, 1984, 10-40.

[6] 罗伯特 RH. 卡林型金矿[J]. 李大山译. 世界地质, 1984, 3(4): 17-20.

析出文章类(论文集集中的文章):

[7] 黄蕴慧. 国际矿物学研究动向[A]. 程裕淇. 世界地质发展动向[C]. 北京: 地质出版社, 1982, 38-4.

刘新秒