

胶东宋家沟金矿床的地质特征及矿床类型 ——胶东层控矿床的新发现

杨金中^{1,2}, 赵玉灵³, 沈远超¹, 刘铁兵¹

(1. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029;

2. 中国国土资源航遥中心, 北京 100083; 3. 中国地质大学, 北京 100083)

[摘 要] 胶东地区有 3 种不同类型的金矿床, 层控蚀变砾岩型金矿床是新发现的金矿类型, 宋家沟金矿床是其代表。宋家沟金矿床赋存在胶莱盆地东北缘拆离断层带上盘的莱阳组砾岩中, 为区内火山活动前期在大气水的参与下形成的蚀变砾岩型金矿床。初步的类比研究表明, 宋家沟式金矿不同于传统意义上的砾岩型金矿, 也不同于胶东地区的玲珑式和焦家式金矿床, 具有明显的层控特征, 与南非兰德金矿床具有一定的可比性, 其找矿远景巨大。

[关键词] 宋家沟金矿 胶莱盆地 层控蚀变砾岩型 地质特征

[中图分类号] P618.31 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2001)04-0001-04

地质 矿床

宋家沟金矿是胶东地区新近发现并投产的金矿床之一, 位于山东省烟台市牟平区宋家沟村—发云介村之间, 大地构造位置上, 位于胶东地块、胶莱盆地东北缘。随着蓬家沟金矿、宋家沟金矿的预测和勘探成功, 该区正在成为胶东乃至我国金矿床研究的热点地区。前人曾将该区的金矿化类型拟定为与含碳岩系有关的金矿床^[1]、铀金双源层中的层控金矿床^[2]和层间滑动角砾岩型金矿床^[3]等, 但均缺乏地球化学证据, 部分典型矿床的地质特征甚至没有详尽和正确的描述。针对上述问题, 我们对本区的典型金矿床进行了详细的研究^[4]。本文主要介绍宋家沟金矿床的基本地质特征, 并将其与区内其它类型的金矿床进行对比, 确定其矿床类型。

1 区域地质概况

与胶东其它类型金矿不同, 宋家沟金矿既不产于花岗岩中, 也不产在老变质岩中, 而是位于胶莱盆地东北缘北东向崖子断裂与北西向谭家—松椒滑脱拆离断层交汇处、白垩纪莱阳组砾岩中。从平面上看, 胶莱盆地总体上呈一长轴为 NE 向的菱形展布, 自下而上分别沉积有早白垩世莱阳组(K_1l)、早白垩世青山组(K_1q)、晚白垩世王氏组(K_2w)和第三系黄县组(E_1h), 为一套陆相碎屑岩和中酸性火山喷发沉积^[5]。基底岩系主要是太古宙胶东群和下元古界荆山群变质杂岩—混合岩—花岗岩, 是胶东地

块上的原始矿源层。区内岩浆岩分布广泛, 西部为大面积分布的鹤山花岗岩, 东部以昆崙山花岗岩为主。脉岩发育, 主要有闪长岩、闪长玢岩、煌斑岩、花岗斑岩等; 矿区内以煌斑岩、闪长(玢)岩为主。区内线性构造发育, 其中沿莱阳组砾岩与元古宙荆山群不整合面, 发育沿盆地边缘产出的拆离断层带, 是区内金矿床的主要控矿、导矿构造。宋家沟金矿的主要的金矿体均赋存在其次级滑脱断层中(图 1)。

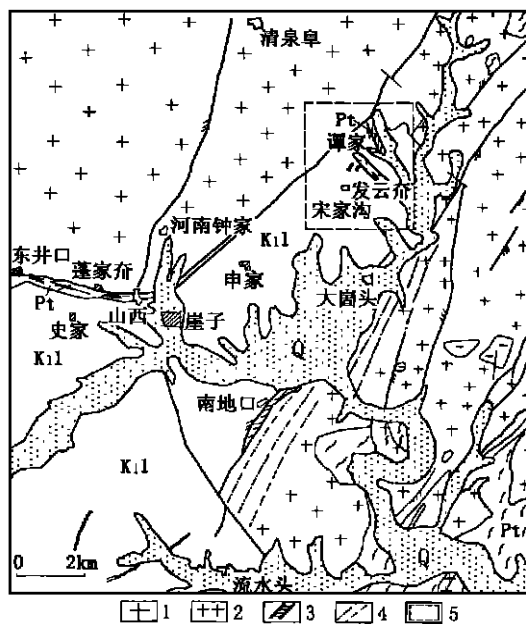


图 1 发云介地区区域地质图

Q—第四系; K_1l —莱阳组; Pt—元古宙荆山群; 1—鹤山花岗岩; 2—昆崙山花岗岩; 3—矿化蚀变带; 4—糜棱岩带; 5—宋家沟金矿矿床

[收稿日期] 2000-01-07; [修订日期] 2000-2-12; [责任编辑] 曲丽莉。

[基金项目] 中国科学院创新工程重大项目 KZCX1-Y-03 和中国科学院黄金“九五”重大项目 KZ951-A1-404-02-02 专题的部分成果。

2 矿床特征

宋家沟金矿床矿脉(体)主要产于中生代莱阳群砾岩层中,具有明显的分层结构特点,总体上具有上下结构特征。浅部(近地表)矿脉(体)规模小,呈细脉状,几厘米至几米不等,长几米至十几米,矿化主要沿几组裂隙分布,地表规模稍大裂隙系统走向为 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$,倾向 SE,倾角 $20^{\circ}\sim 70^{\circ}$,矿体规模小,金品位一般在 $(7.39\sim 15.3)\times 10^{-6}$,最高 32.12×10^{-6} 。在矿区内 0 m 标高以下,存在 5 个隐伏矿体,主要产于莱阳组砾岩中,其中 ~ 号矿体产在莱阳组砾岩中,产状基本一致,总体走向 NW,倾向 SE,倾角较缓(图 2), 号矿体产在莱阳组砾岩与荆山群变质杂岩的构造接触部位,受 NE 向断裂控制,走向 NE,倾向 SE,倾角缓。各矿体一般延长在 55 m~220 m 之间,延深 190 m~790 m,平均厚度 1.41 m~9.46 m,呈似层状,平均品位 $3.87\times 10^{-6}\sim 12.91\times 10^{-6}$ 。

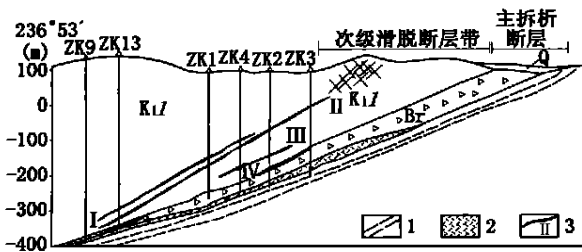


图 2 宋家沟金矿床地质剖面图

Q—第四纪;K₁—莱阳组砾岩;Br—角砾岩;1—糜棱岩;

2—煌斑岩;3—矿体及编号

按其自然类型,可将发云乔金矿区矿石分为氧化矿石和原生矿石两种类型。氧化矿石为褐铁矿化绢英岩化砾岩,蜂窝状,一般赋存在地表至地表以下 10 m 左右的地段。原生矿石为黄铁矿化绢英岩化角砾岩型矿石及碎裂岩化砾岩型矿石,碎裂状结构,块状构造,黄铁矿呈细脉状、团块状、浸染状,主要分布于胶结物和裂隙内。砾石中也有浸染状黄铁矿分布,但不同砾石中黄铁矿化分布不均匀。在片麻岩砾石中,黄铁矿呈浸染状;而在花岗岩质砾石中,黄铁矿分布比较少,呈稀疏浸染状或呈星点状分布。

矿石结构多为自形—半自形、碎裂结构等;具有浸染状、角砾状、脉状—网脉状和团块状等构造。矿石中金属矿物主要为黄铁矿,含量一般为 3%~8%,个别达 10%~20%,其次为黄铜矿、褐铁矿及闪锌矿等。黄铁矿多为自形晶,主要为五角十二面体,少数受后期作用的影响,挤压破碎,黄铁矿粒径一般在 0.05 mm~8 mm 之间,可以分出 4 个世代。

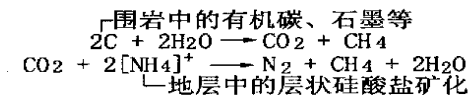
第一世代黄铁矿呈它形—半自形粒状、星点状,主要分布于层间滑脱断层及其附近;第二世代黄铁矿呈自形晶,五角十二面体,细粒,一般在 0.02 mm~1 mm 之间,多呈浸染状分布,分布比较广,在胶结物及砾石中均有分布,但以胶结物中为多;第三世代黄铁矿呈自形晶,五角十二面体为主,中细粒,一般在 2 mm~3 mm 之间,多分布于断裂中,且集中成带分布,是最主要成矿阶段的产物;第四世代黄铁矿呈自形—半自形,粗粒,五角十二面体为主,粒径在 3 mm~8 mm 之间,一般呈团块状分布。脉石矿物主要为石英、绢云母、长石、方解石等。

矿区围岩蚀变发育,以绢云母化、硅化、绢英岩化、黄铁矿化、碳酸岩化为主。根据矿石的结构构造特征,矿石的矿物组成及其相互关系,将矿区金矿成矿期划分为以下几个阶段:(1)石英—黄铁矿()阶段,为区内早期矿化阶段,主要发生在主拆离断层及其附近,主要矿物组成为石英、黄铁矿。该阶段普遍发生金的矿化,但含量一般较低。(2)黄铁矿()—石英—绢云母阶段,主要矿物组成有石英、绢云母、黄铁矿。该阶段产生金矿化,其品位一般为 $(0.1\sim 0.5)\times 10^{-6}$ 。(3)黄铁矿()—金阶段,是金的主要形成阶段。矿物组成主要为黄铁矿、石英,次为黄铜矿、闪锌矿、方铅矿等,主要分布在次级滑脱断层内。黄铁矿为中细粒,2 mm~3 mm,五角十二面体为主,呈浸染状分布,主要分布在砾岩的胶结物及砾石的裂隙中。其它金属矿物多沿黄铁矿裂隙分布,在本阶段矿物发育地段形成工业矿体。(4)粗粒黄铁矿()—碳酸盐阶段是区内晚期矿化阶段,主要发育在滑脱断层及其附近,碳酸盐矿物多呈细脉状产出;黄铁矿多为自形晶,呈团块状、脉状产出。

3 矿床的层控特点

在胶莱盆地中发现的金矿床或金矿点都具有明显的层控特征。首先,发云乔地区的金矿体严格受拆离断层控制,产在构造破碎带中。原生矿石为黄铁矿化绢英岩化角砾岩型矿石及碎裂岩化砾岩型矿石,碎裂状。矿石中的砾石一般被碎裂成小角砾,并与小砾石混杂在一起,砾径一般小于 5 cm;而其上下围岩中的砾石则较大(多大于 10 cm)。其次,金矿化与莱阳组砾岩中的富石墨或富碳岩系关系密切,富矿体主要产在石墨富集段或含碳量较高的层位。研究^[6]表明,在成矿热液的传输过程中,其必然与这些岩层发生如下的物质和能量交换,使某些组分活化出来,从而改变了溶液的组成,导致矿质沉淀。在

成矿流体包裹体特征上,则显示在包裹体中 N₂ 和 CH₄ 含量增加的地段,往往出现金矿(化)的富集。



4 宋家沟金矿的成矿类型

宋家沟金矿定位于胶莱盆地白垩纪莱阳组砾岩中,矿体沿洪积扇相砾岩层间产出,金属矿物主要分布在胶结物中,局部具有一定的同沉积成因。但矿石具有定向组构及矿体受滑脱断层控制,又显示其具有后生成矿的特点。其成矿时代可能在莱阳组砾岩形成过程中或莱阳组砾岩形成之后。发云乔地区莱阳组砾岩的成分较为复杂,主要为糜棱岩化黑云二长花岗岩,花岗质糜棱岩、黑云斜长片麻岩、黑云变粒岩、透辉岩、长石石英岩、脉石英等,其中的花岗岩砾岩的成分、组构,与区内院格庄斑状二长花岗岩、鹤山黑云母二长花岗岩基本一致,说明金矿化应发生在花岗岩浆活动之后。

在宋家沟矿区内,煌斑岩、闪长(玢)岩等脉岩一般切过含矿裂隙,且脉岩本身无矿化蚀变,但边部多有褪色蚀变发生,表明脉岩是滞后于含矿热液活动之后才就位的。区域火山岩年代学研究表明,区内安山玢岩的 K- Ar 年龄为 90 Ma ~ 101 Ma^[7]。与宋家沟金矿属同一成矿系列的蓬家乔金矿成矿年龄为(100.59

±1.96) Ma^[8]。我们对宋家沟金矿矿石流体包裹体测试结果表明,其第三成矿阶段石英气液包体的 δ¹⁸O_{H₂O} 为 1.02 ‰,δD_{H₂O} 为 - 92.0 ‰,落入岩浆水和大气水之间。上述事实表明,宋家沟金矿是在燕山晚期火山活动前期,在大气水的参与下,在滑脱拆离断层的次级断裂中形成的一种蚀变砾岩型金矿床。

宋家沟金矿床与南非维特瓦特斯兰德(简称兰德)超大型金矿床,在大地构造位置、赋矿盆地特征、含矿层分布、矿体特征等方面,均有一定的可比性(表 1)。但两者在成矿作用和成矿时代等方面截然不同。兰德金矿床以同生沉积为主要特征,后期热液蚀变较弱;而宋家沟金矿床则主要以热液蚀变成矿作用为主。宋家沟金矿床也明显不同于我国典型的砾岩型金矿,后者主要为中新代生代各类砂金经固结成岩作用形成,多分布于中新代断陷盆地的边部,具有层位稳定,规模较大,易于选矿的特点。此外,宋家沟金矿床在容矿围岩、矿体产状、矿化类型和矿化特征等方面,与我国其他类型的金矿床,如石英脉型(玲珑金矿床)、蚀变岩型(焦家金矿床)等,都存在较大的差别^[10]。我们认为,宋家沟金矿床是胶东地区新发现的一种新型金矿床,参照金矿分类的 3 项基本原则^[11],将其拟定为层控蚀变砾岩型金矿床。从成矿时代上看,它与胶东地区其他类型的金矿床,无论焦家式,还是玲珑式(如邓格庄、金青顶金矿),主成矿期均在 88 Ma ~ 135 Ma 之间,可能属于同一矿床组合,应是胶东地块在同一构造应力场

表 1 宋家沟金矿床与我国砾岩型金矿床、兰德金矿床特征对比

矿 床	宋家沟金矿床	我国砾岩型金矿床	兰德金矿床
大地构造位置	胶莱盆地(拉分盆地)东北缘,位于郯庐断裂附近	中、新生代断陷盆地的边部	开普瓦尔构造区中的兰德盆地,位于深大断裂附近
盆地基底	太古—元古宙变质杂岩、花岗岩	无限定	太古宙变质杂岩及花岗岩
盆缘断裂	NE 向走滑断裂系统,部分具同沉积特点	无限定	具同沉积特点,多期活动的正断层
盆地沉积物	中生代碎屑岩	陆相砂砾岩	元古宙碎屑岩
含矿层特点	在盆地边缘的莱阳组砾岩中呈多层分布,浅部受裂隙系统控制,矿脉规模小;中部受次级拆离断层控制,矿体规模较大,似层状;深部受主拆离断层控制	层位稳定,在盆地边缘的砾岩中呈多层分布,底部砾岩中含矿较好	在盆地边缘的冲积扇砾岩中呈多层分布,在沉积旋回的下部,特别是碳质较多部位富集
矿体特征	矿体不连续,呈透镜状,长 50 m ~ 400 m,厚 0.1 m ~ 9 m,倾向延深大于 600 m ~ 700 m,金平均品位 1.0 × 10 ⁻⁶ ~ 15.3 × 10 ⁻⁶ ,受断裂控制	矿体多呈似层状、透镜状,矿石品位变化较大,一般为(0. n ~ n) g/m ³	矿体不连续,呈透镜状,长 10 m ~ 10000 m,厚 0.01 m ~ 10 m,延深大,金平均品位 10 × 10 ⁻⁶ 左右
矿石类型	含金蚀变砾岩型	含金砾岩型	含金砾岩型或含金- 铀砾岩型
金属矿物组合	主要有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、银金矿等	自然金、磁铁矿、黄铁矿等	自然金、黄铁矿、沥青铀矿、毒砂、辉砷钴矿、方铅矿、磁黄铁矿、辉砷镍矿等 77 种
金的特征	细粒为主,0.0022 mm ~ 0.1 mm,主要浸染在胶结物中,或沿黄铁矿、石英晶隙与裂隙分布,不均匀	粒度一般为 0.45 mm ~ 0.5 mm,以自然金存在于胶结物中,金的成色较高,多在 900 以上	细粒为主,0.005 mm ~ 0.5 mm,主要赋存于胶结物中,或呈细脉穿插在石英砾石中,分布不均匀
蚀变作用	绢云母化、硅化、黄铁矿化等	一般无蚀变	硅化、黄铁矿化、绢云母化等
成矿作用	热液蚀变为主	沉积作用(固结成岩作用)	同生沉积为主,后期热液改造
成矿时代	燕山晚期	中、新生代	27.5 亿 a ~ 24 亿 a

兰德金矿床的资料引自李荫槐(1991)、刘玉强等(1999)。

作用下,各区段发生不同的响应而形成的;是中生代我国东部构造应力场发生转换时期^[12~14],盆地流体沿盆缘拆离断层带发生热液成矿作用而形成的。

5 结论

以宋家沟金矿床为代表的层控蚀变砾岩型金矿床是胶东地区新发现的金矿类型,主要赋存在中生代莱阳盆地盆缘的拆离断层中。目前,已经在盆地南部的杜村、丰台沟和盆地西、北部的车家、杜家崖、西林等地发现相同类型的矿床和矿点,表明了该类型矿床在胶东地区的巨大找矿潜力。关于该类型金矿的成矿动力学研究工作,目前正在进行之中。

[参考文献]

- [1] 张竹如,陈世桢.胶莱盆地中新类型金矿的发现[J].科学通报,1994,39(20):1917.
- [2] 张竹如,陈世桢.胶东金成矿域胶莱盆地中超大型金矿床找矿远景[J].地球化学,1999,28(3):203~212.
- [3] 沈远超,谢宏远,李光明等.山东蓬家金矿的基本地质特征及其找矿方向[J].地质与勘探,1998,34(5):3~7.
- [4] 曾庆栋.矿田(床)构造与隐伏金矿床(体)定位预测(博士后出站报告)[A].北京:中国科学院地质所,1999.17~44.
- [5] 山东省地质矿产局.山东省区域地质志[M].北京:地质出版社,1991.
- [6] 张文淮,张志坚,伍刚.成矿流体与成矿机制[J].地学前缘,1996,3(3~4):245~252.
- [7] 陈先沛,马绍刚.胶莱盆地与胶东金矿[M].见:中国科学院黄金科技领导小组办公室,中国金矿研究新进展.第一卷(上篇).北京:地震出版社,1994,227~234.
- [8] 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,1995.18~31.
- [9] 李荫槐.大型金矿床控矿构造模式的探讨[M].见:涂光炽主编,金的经济地质学.北京:科学出版社,1991.23~42.
- [10] 刘玉强,杨东来,黄太岭,等.山东胶莱盆地金矿床地质特征及找矿方向[J].矿床地质,1999,18(3):195~207.
- [11] 涂光炽.金矿地质若干问题的探讨[M].见:涂光炽主编.金的经济地质学.北京:科学出版社,1990.56~64.
- [12] 李思田,杨士恭.中国东部及邻区中生代裂陷作用的大地构造背景[M].见:王鸿桢主编,中国及邻区构造古地理和生物古地理.武汉:中国地质大学出版社,1990.109~126.
- [13] 杨金中,赵玉灵,沈远超,等.胶莱盆地与金矿成矿[J].黄金,1999,20(9):1~6.
- [14] 陆克政,戴俊生主编.胶莱盆地的形成和演化[M].东营:石油大学出版社,1994.

DISCOVERY OF A STRATA - BOUND DEPOSIT:

GEOLOGY AND METALLOGENIC TYPE OF THE SONGJIAGOU GOLD DEPOSIT

YANG Jin - zhong, ZHAO Yu - ling, SHEN Yuan - chao, LIU Tie - bing

Abstract: There are three types of gold deposits in Jiaodong region, in which the strata - bound altered conglomerate gold deposit is a new type. It has been discovered on the northeastern margin of Jiaolai basin. The Songjiagou gold deposit is the representative one. It is hosted in a detached fault in the conglomerate of Early Cretaceous Laiyang Formation before Yanshanian volcanism, concerning with mixing of meteoric water and magmatic water. Comparative study shows that the Songjiagou gold deposit is different from not only the traditional conglomerate gold deposit, but also Jiaojia - type or Linglong - type gold deposit in Jiaodong Block. It is similar to the Witwatersland gold deposit in South Africa. This type of gold deposit has exploration potentiality in our country.

WT6HZ Key words: Songjiagou, Jiaolai basin, strata - bound altered conglomerate type, geological characteristics



[第一作者简介]

杨金中(1970年-),男,1994年毕业于长春地质学院地质系,1997年在长春科技大学地球科学系获硕士学位,2000年在中国科学院地质与地球物理研究所获博士学位,现在中国国土资源遥感中心从事区域矿产普查及矿体定位预测等研究工作。

通讯地址:北京市祁家豁子 中国科学院地质与地球物理研究所 邮政编码:100029