

烟台市张家金矿地质特征及外围找矿方向分析

韩鹏军

(山东省第八地质矿产勘查院,山东 日照 276826)

摘要:烟台市张家金矿位于张家断裂金成矿带上,该断裂位于胶北断隆东部,走向 NNE,与招平断裂近平行,在其主断面下部发育较大规模的黄铁矿化绢英岩带。1993 年山东省第八地质队在北张家发现并勘探 1 个中型金矿体。自 2008 年至今在王坡顶、陈家沟等地的金矿普查中发现,除主断面外,主断裂西 300~400 m 发育近平行的构造绢英岩蚀变带,探槽取样 Au 最高品位 7.29 g/t,钻孔取样 Au 最高品位 22.50 g/t。主要根据张家金矿地质特点,结合该区基础地质工作,简要分析张家断裂 Au 的矿化、赋存状态,探讨该区找矿方向。

关键词:金矿;张家断裂;地质特征;找矿方向;山东烟台

中图分类号:P618.51

文献标识码:A

张家金矿位于胶北断隆东部,隶属烟台市经济开发区古现镇,磁山东麓。1991—1993 年,山东省地质矿产局第八地质队对张家金矿进行了地质勘探,查明了矿区内的 4 个工业矿体,探求 C+D 级 Au 矿石量 190.97 亿 t^①,Au 平均品位 5.29×10^{-6} 。根据近年来该区基础地质工作及张家金矿矿产勘查工作成果,对张家断裂金矿化特征进行总结归纳,分析和探讨下一步工作方向。

1 区域背景

张家金矿位于张家断裂带上,该断裂位于胶北隆起区的东部,地处华北板块东南沿,走向 NNE,与招平断裂近平行。断裂沿磁山岩体与蓬莱群、粉子山群地层接触带展布,全长约 14 km(图 1)。北端经八角进入黄海,南端被吴阳泉断裂阻截^②。

张家断裂西 5 km 左右是 NNE 向大柳行断裂,断裂东盘是玲珑岩体;西盘为郭家岭岩体,该断裂带内发育山东省品位最富的大柳行金矿,矿体厚度可达 6 cm;张家断裂南端为吴阳泉断裂,该断裂走向 $270^\circ \sim 300^\circ$,断裂北盘为蓬莱群、粉子山群;南盘以青山群火山岩为主,该断裂内发育山东省最大的王家庄铜矿。

2 成矿环境

张家金矿位于张家断裂南段,赋存于张家断裂带破碎带蚀变岩中。蚀变岩石由玲珑超单元,经过构造破碎和热液蚀变而成,整个破碎蚀变范围框定了金矿化空间^②。

2.1 地层

区内大面积分布粉子山群和蓬莱群,主要分布于张家断裂东侧(图 1)。由北向南为:古元古代粉子山群张格庄组三段白云石大理岩、巨屯组石墨大理岩夹黑云变粒岩、岗嵛组一段二云片岩、白云片岩;新元古代震旦纪蓬莱群豹山口组大理岩、板岩、千枚岩。

2.2 构造

张家断裂规模宏大,走向近 SN—NNE 向,沿走向延伸达 15 km 以上。带宽变化大,10~150 m,走向 $0^\circ \sim 15^\circ$,倾向 E,倾角 $31^\circ \sim 35^\circ$,主裂面沿地层与岩体接触带分布。带内岩石组合为:碎裂状大理岩、碎裂岩、灰绿色断层泥、绢英岩、绢英岩化碎裂岩、碎裂状花岗岩、花岗岩等,其稳定的灰黑色断层泥较为明显。带内发育大量与断裂平行的闪长玢岩脉、石

* 收稿日期:2012-03-12;修订日期:2012-07-15;编辑:王秀元

作者简介:韩鹏军(1964—),男,山东日照人,工程师,主要从事基础地质、矿产勘查等工作;E-mail:hanpengjun0098@163.com。

①山东省第八地质矿产勘查院,戴炳仁等,山东省福山区张家金矿区勘探地质报告,1994 年 12 月。

②山东省第八地质矿产勘查院,戴炳仁等,山东省福山区张家金矿区普查地质报告,1991 年 7 月。

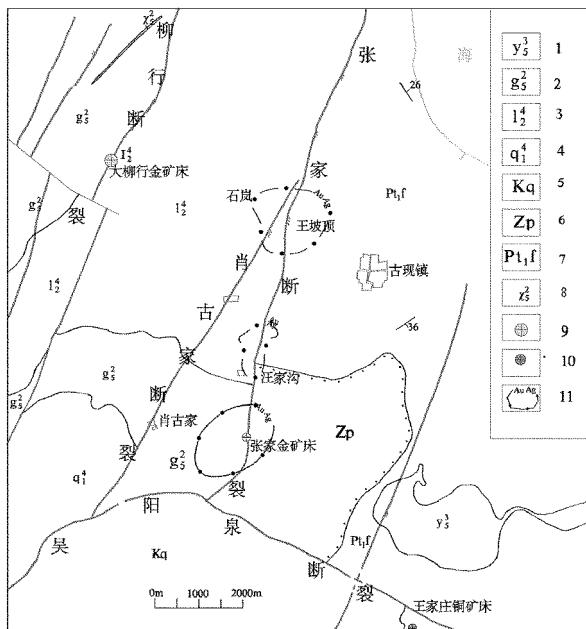


图1 张家地区区域地质简图

1—雨山超单元;2—郭家岭超单元;3—玲珑超单元;4—栖霞超单元;5—青山群;6—蓬莱群;7—分子山群;8—煌斑岩脉;9—金矿(床)点;10—铜矿(床)点;11—化探异常

英脉、煌斑岩脉等^[2]。

带内岩石蚀变强烈,上盘普遍大理岩化,局部绢云母化、硅化;下盘岩体内主要有钾化、硅化绢英岩化、碳酸岩化及黄铁矿化,分带明显(图2)。

2.3 岩浆岩

区内岩浆岩发育,沿张家断裂西侧大面积分布,是磁山复式岩基的一部分,与金成矿密切相关,是金矿的“衍生矿源岩系”,对金矿的成矿、定位起到了预富集的作用^[3,4]。主要为燕山早期玲珑超单元九曲单元片麻状中粗粒含石榴石黑云二长花岗岩系列。下盘为玲珑超单元大庄子单元含斑粗中粒二长花岗岩。

郭家岭超单元分布于张家断裂南部西侧,是金成矿的主要岩浆侵入事件,为斑状中粒角闪石英二长岩—花岗闪长岩系列。

2.4 地球化学

通过对区内各种岩性进行微金分析,统计出各岩性金丰度值(表1),可见矿区地层及岩体内金丰度值接近于地壳丰度值,而构造蚀变带内岩性金丰度值较高,说明金矿物主要来自构造带内深部的含金热液。

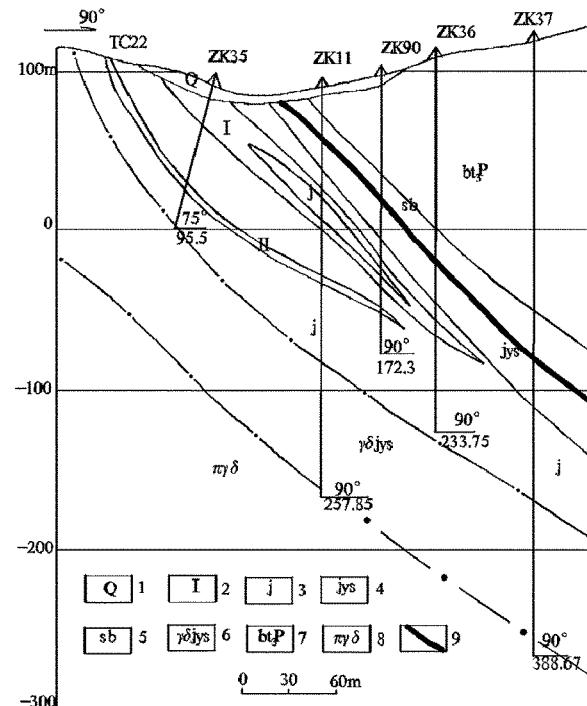


图2 张家金矿22线剖面图

(据戴炳仁,2002修改)

1—第四系;2—工业矿体及编号;3—绢英岩;4—绢英岩化碎裂岩;5—碎裂状变质岩;6—花岗闪长质绢英岩化碎裂岩;7—蓬莱群;8—斑状黑云母花岗闪长岩;9—断层主断面

通过对蚀变带内各岩性基岩化探数据整理,绘制蚀变带内相关元素平均曲线图(图3),由图3看出:K,Na是事变过程中带进及带出元素,是矿床形成的先期条件;Pb,Zn,Ag,As等元素与Au关系密切,是矿床的指示元素;其中各元素在绢英岩内又较集中,故含多金属的绢英岩是直接找矿标志。

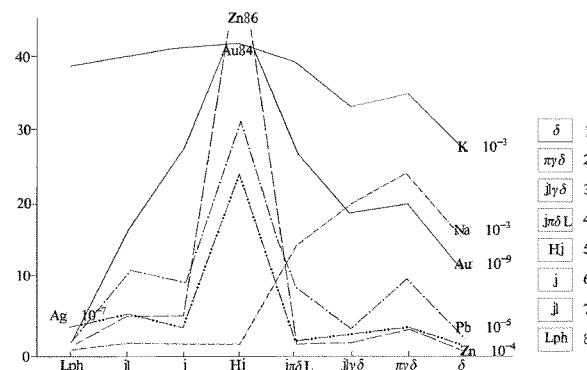


图3 蚀变带中金与几种元素相关析线图

1—闪长岩;2—斑状黑云母花岗闪长岩;3—绢英岩化碎裂岩;4—绢英岩化花岗闪长质碎裂岩;5—黄铁绢英岩;6—绢英岩;7—绢英岩化碎裂岩;8—碎裂状变质岩

表 1 各岩性金丰度值统计(10^{-9})

岩性	千枚岩	大理岩	片岩	石英岩	安山玢岩	闪长玢岩	板岩	细晶岩石英脉
Au(10^{-9})	3.76	4.86	5.30	1.22	3.98	3.78	4.70	2.15 4.83
岩性	花岗斑岩	英安斑岩	安山蚀变角砾岩	花岗闪长岩	碎裂状花岗闪长岩	花岗闪长岩	质碎裂岩	绢英岩岩化碎岩
Au(10^{-9})	33.3	7.21	1.05	28.6	4.76	15.94	20.20	30.26 11.00

2.5 蚀变特征

区内蚀变发育,主要沿断裂及裂隙分布,有钾化、硅化、黄铁绢英岩化、碳酸盐化等;金属矿化有黄铁矿化。在其绢英岩内金矿化强烈,矿物组合为黄铁绢英岩,构成金矿体。

(1)钾化:发育在九曲单元磁山二花岗岩体内,为一种面型蚀变。在岩浆活动晚期,富含碱质的残浆热液沿矿物粒间运移,以先晶出的钾长石为晶核,继续生长形成环带构造,常表现为钾长石交代斜长石等矿物,亦有钾长石呈不规则浸染状交代斜长石,使斜长石晶格中弥散的二价铁被氧化为三价铁,使斜长石也变为肉红色。该期蚀变较早,使原岩的色调变为红色,习惯称为“红化”。

(2)黄铁绢英岩化:钾化之后,成矿热液房的温度和压力有所降低,在成矿断裂的间歇性活动作用下,大量的含有 H_2O 、 CO 、 Si 及 Fe 、 S 等热液上升,在适当的部位对围岩进行交代,主要表现为热液对围岩中的各种矿物:斜长石、角闪石、黑云母等进行交代,由于围岩为花岗质岩石,因此蚀变带内的岩石不同程度的变为绢英岩或绢英岩化岩石。在靠近主断面或裂隙面附近蚀变强烈,远离断裂带蚀变较弱。张家断裂主断面下盘蚀变带宽,几十米到 200 m;主断面西次级断裂及裂隙中,绢英岩蚀变宽度几米至几十米。

有断裂构造发育的地方均能见到不同程度的硅化现象。主要分布在张家断裂带内及断裂下盘的围岩中,产于花岗质碎裂岩和碎裂状花岗岩内。可分为两期,早期硅化呈隐晶状、团块状、斑杂状沿矿物颗粒的间隙分布,使原有的石英颗粒次生加大,二者界线不清;晚期硅化石英呈他形一半自形粒状集合体沿岩石的裂隙分布,形成石英细脉,常与碳酸盐脉相伴生。

(3)黄铁矿化:是区内一种重要的蚀变类型,主要分布于张家断裂带内及下盘的绢英岩、花岗质类岩石内。在热液房内,成矿热液经历多次演变,大部分易挥发、易迁移的活泼元素被迁出,热液房内的残

余热液中聚集了大量的相对不活泼的元素 Au 、 Ag 、 Cu 、 Pb 、 Zn 、 Fe 和其他一些元素,在张性断裂的再次活动下,这些含金、银的多金属络合物热液沿断裂上升,在有利部位形成黄铁矿化蚀变带,从而导致大部分金矿体的形成。其颗粒细小,呈显微鳞片状,常聚集成群,晚期生成的少量绢云母呈细脉状充填于岩石的微裂隙中。

(4)碳酸盐化:区内碳酸盐化普遍,各类岩石都有不同程度的碳酸盐化现象,在张家断裂带内尤为强烈,岩石的碎裂程度越高、裂隙越发育,碳酸岩化则越强。碳酸盐矿物主要呈细脉状、团块状集合体充填在岩石的裂隙中,其次呈不规则粒状分布在矿物颗粒的间隙中。

3 矿体特征

张家金矿共圈出工业矿体 4 个,为中型金矿床。

I 号矿体是张家金矿中最大的矿体,储量占矿床总储量的 69.58%,矿体赋存于破碎带蚀变岩内的绢英岩中,位于主断面以下,距主断面 10~40 m,呈较大的脉状,已控制长 550 m,最大斜深 310 m(未封闭),其产状受构造破碎带的控制,走向 360°,倾向 90°,倾角 43°,矿体向 SE 向侧伏,侧伏角 16°。矿体最大厚度 10.16 m,最小厚度 0.63 m,平均厚度 4.05 m,厚度变化系数 78%,属较稳定矿体。最高品位 25.42×10^{-6} ,最低品位 0.05×10^{-6} ,平均 4.96×10^{-6} ,品位变化系数 90%,属较均匀型。

II 号矿体亦是张家金矿的主要矿体,储量占矿床总储量的 28%,矿体特征基本同 I 号矿体,矿体呈脉状赋存于破碎带蚀变岩内的绢英岩中,距主断面 40~80 m,矿体最大厚度 9.33 m,最小厚度 0.54 m,平均厚度 2.20 m,厚度变化系数 87%,属较稳定矿体。最高品位 30.34×10^{-6} ,最低品位 0.13×10^{-6} ,平均 5.94×10^{-6} ,品位变化系数 114%,属不均匀型。

III 号矿体规模较小,占矿床储量的 1.37%,亦赋存于破碎带蚀变岩内的绢英岩中,呈透镜状,距主断面 10~30 m,矿体长 200 m,最大斜深 180 m,最大厚度 2.68 m,最小厚度 0.54 m,平均厚度 1.42 m,厚度变化系数 51%,属较稳定矿体。最高品位 9.70×10^{-6} ,最低品位 1.12×10^{-6} ,平均 4.62×10^{-6} ,品位变化系数 63%,属均匀型。

IV 号矿体规模较小,占矿床储量的 1.05%,呈

透镜状, 矿体长 50 m, 最大斜深 150 m, 矿体厚度 0.66~2.92 m, 平均厚度 1.84 m, 厚度变化系数 51%, 属较稳定矿体。最高品位 10.10×10^{-6} , 最低品位 0.94×10^{-6} , 平均 4.48×10^{-6} , 品位变化系数 73%, 属较均匀型。

4 矿石特征

(1)矿物成分: 岩石矿物主要为黄铁矿, 含少量方铅矿、闪锌矿、毒砂等金属硫化物及自然银、自然金等。

(2)结构: 主要有自形、半自形晶粒状结构、他形晶粒状结构、交代残余结构等。辉银矿、自然银等主要分布在方铅矿和闪锌矿等粒间和脉石矿物中, 形成文象结构、环带状结构、包含结构等, 早期晶出的黄铁矿受力后具压碎结构, 黄铁矿具裂纹, 有的呈压碎角砾状。

(3)构造及自然类型: 主要为侵染状构造, 少数为细脉状构造。矿石中黄铁矿一般呈星散状均匀分布, 中晚期黄铁矿、石英及多金属硫化物在某一部位相对集中并构成不规则细脉状, 矿石构造以块状、条带、角砾状、网脉状构造为主, 晶洞状、细脉浸染状构造次之。矿石中金属矿物黄铁矿、方铅矿、闪锌矿等呈团块状集合体富集。

5 矿床成因

张家金矿为重熔岩浆形成的以中温为主的中—低温热液矿床。

新元古代(约 800 Ma 左右)的地壳运动, 使地壳深部岩浆上升, 形成磁山杂岩体。燕山晚期, 由于地球旋转速度的交换, 产生了巨大的南北挤压压力, 在胶东地区形成了一系列的区域 EW 向构造; 与此同时形成了 EW 向的拉张力, 也就形成了张家断裂的初级阶段, 以张性为主, 兼具压扭性。地球自转的速度又在变化, 沿太平洋西岸产生了巨大 EW 向的挤压压力, 由于太平洋底部的作用, 在我国东部形成了一系列的沉降带与隆起带, 即新华夏系沉降带和隆起带, 汪家沟金矿区位于其隆起带上。在新华夏系的沉降隆起带上, 也形成了一系列的 NNE 向的压扭构造, 同时张家断裂在原来以张为主的基础上产生了以压为主(兼具扭性)的继承性活动, 造成了该断裂先张后压扭的特征。强烈的构造运动, 使地壳深

部磁山岩体重新熔融, 重熔岩浆中的金活化转移而被带入到岩浆热液中, 并有少量大气降水参与补给, 这些岩浆热液携带金属离子与络合物, 在区域应力作用下, 向低能扩容带迁移, 即沿地壳薄弱部位(如断裂破碎带)由深部向上逆移, 主断面下的断层泥起着屏蔽作用, 含矿热液只能在断裂下盘逆移、上升。热液温度由下而上逐渐下降, 在适宜的物理、化学条件下, 含矿热液在主断面下适宜的地域中沉淀下来, 形成了矿床。在热液逆移及沉淀的区域, 由于热能扩散、渗透等影响, 使破碎的围岩产生了强烈的蚀变, 形成了大面积的硅化、绢云母化、钾长石化等。热液活动的脉动作用, 形成了不同的成矿阶段。张家断裂具有先张后压扭的特点, 既有一定的切割深度, 又有较好的的赋存空间, 所以主要矿体赋存于张家断裂带及其西部次级断裂内。

6 找矿方向

金矿化与断裂、岩浆及热液活动关系密切。找矿的主要方向为主断裂带和主断面西 300~400 m 的次级断裂。

(1)NNE 向, 具先期张性后期压扭的断裂构造破碎带是金矿床的直接定位因素。尤其是断裂走向或者倾角发生较大变化时, 在其弧部及弧顶侧矿化比较集中, 矿体品位比较高。

(2)近 EW 向构造与新华夏系断裂构造的复合部位, 特别是近 EW 向构造派生的张性断裂在新华夏系构造运动中受压扭作用而重接复合, 是含金热液赋存的重要空间。

(3)断裂破碎带中, 具有绢英岩化的花岗质碎裂岩, 特别是岩体与地层为断层接触的强绢英岩化蚀变带, 是直接找矿标志; 在绢英岩化的破碎蚀变带中的金属硫化物富集地段, 寻找到此类型金矿床的概率更大。

(4)位于主断裂西 300~400 m 范围内, 发育一组与主断裂走向近平行次级断裂, 断裂组宽 50~100 m, 有数条断裂组成。

单条断裂规模较小, 长几百米, 宽几米左右, 走向 $30^\circ \sim 35^\circ$, 倾向 $110^\circ \sim 125^\circ$, 倾角 $70^\circ \sim 75^\circ$ 。断裂内充填闪长玢岩脉、煌斑岩脉、石英脉等, 并伴有绢英岩化、黄铁矿化、碳酸盐化等, 探槽工程中 Au 最高品位 7.23×10^{-6} 。大功率激电测量异常明显。黄铁矿脉两侧为黄铁绢英岩, 厚度 1~3 m。该次级断

裂是寻找小而富含金属硫化物石英脉型金矿的主要工作方向。

参考文献：

- [1] 李士先, 刘长春. 胶东金矿地质 [M]. 北京: 地质出版社, 2007.
- [2] 宋明春, 崔书学, 伊丕厚. 胶西北金矿集中区深部大型—超大型金矿找矿与找矿模式 [M]. 北京: 地质出版社, 2010.

- [3] 刘玉强, 李洪奎, 黄太岭, 等. 山东省金、铁、煤矿床成矿系列及成矿预测 [M]. 北京: 地质出版社, 2004.
- [4] 邓军, 王庆飞, 杨立强. 胶西北金矿集中区成矿作用发生的地质背景 [J]. 地学前缘, 2004, 11(4): 527—533.
- [5] 翟明国, 范宏瑞, 杨进辉. 非造山带型金矿——胶东型金矿的陆内成矿作用 [J]. 地学前缘, 2004, 11(4): 85—94.
- [6] 李宏奎, 杨永波, 杨锋杰. 山东郯庐断裂带构造演化与成矿作用 [M]. 北京: 地质出版社, 2009.

Characteristics and Peripheral Prospecting Direction of Zhangjia Gold Deposit in Yantai City

HAN Pengjun

(No. 8 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Yantai 276826, China)

Abstract: Zhangjia gold deposit locates in gold mineralization belt in Zhangjia fault belt in Yantai city. This fault locates in east part of Jiaobei faulted uplift with the trend of NNE. It is nearly parallel with Zhaoping fault belt. Large scale pyritization with phyllitic belt has been developed in the main section of the lower part. A medium size gold ore body has been found in Zhangjia fault in 1993 by No. 8 Geological Team of Shandong Bureau of Geology and Mineral Resources. In the gold exploration in Wangpoding and Chenjiaogou areas since 2008, in addition to the main section, nearly parallel tectonic phyllitic alteration zone developed in the depth of 300~400m in west part of the main sections. The highest grade of Au is 7.29g/t by reench sampling result, and the highest grade of Au is 22.50g/t by drilling sampling result. According to geological characteristics of Zhangjia gold deposit, and combining with basic geological work in this area, mineralization, occurrence and exploration direction of Au in Zhangjia fault belt have been introduced briefly.

Key words: Zhangjia fault; geological research; gold prospecting direction; Yantai city in Shandong province