



威海罗家地区金矿地质特征及找矿方向

司乃欣¹, 聂佩孝², 宋家军², 罗海伟², 张海瑞²

(1. 山东省第三地质矿产勘查院, 山东烟台 264003; 2. 山东省第四地质矿产勘查院, 山东潍坊 261021)

摘要:罗家金矿为中低温热液黄铁绢英岩型金矿床。矿区 NNE 向断裂与其他方向断裂交会部位及其附近为金矿有利成矿部位, 矿床具分带现象, 花岗细晶岩脉与成矿关系密切。矿石类型以黄铁绢英岩型为主, 含金石英脉型次之, 矿石含金品位较高, 并伴生较高的 Ag, Cu 等有益元素。通过对金矿床的地质特征、控矿因素及矿床成因的研究, 在分析找矿标志的基础上, 提出应进一步查证物化探异常, 加大矿区深部及外围的找矿力度, 以期发现新的金矿体。

关键词:金矿; 地质特征; 找矿方向; 罗家地区; 威海

中图分类号: P618.51 **文献标识码:** A

0 概述

威海位于大别-苏鲁造山带东端、胶南-威海断隆之文登-威海断拱上, 罗家金矿处于其上的文(登)-威(海)金成矿带北端。该带有范家埠、产里、大时家、候家等多处金矿(点)。罗家金矿是2008年山东省第四地质矿产勘查院利用国家补助资金进行勘查后发现的小型金矿床^①。

罗家矿区及其附近矿产种类较多, 有金、铁、铜、钼等金属矿产及石墨、黄铁矿、钠长石、石英、花岗岩石材等非金属矿产, 多为小型矿床或矿点^②。

1 矿区地质特征

1.1 地层

区内出露地层主要为古元古代荆山群变质岩系, 另有第四系沿沟谷低洼地带分布。古元古代荆山群主要以包体出现, 岩性主要有黑云变粒岩、斜长角闪岩、斜长透辉

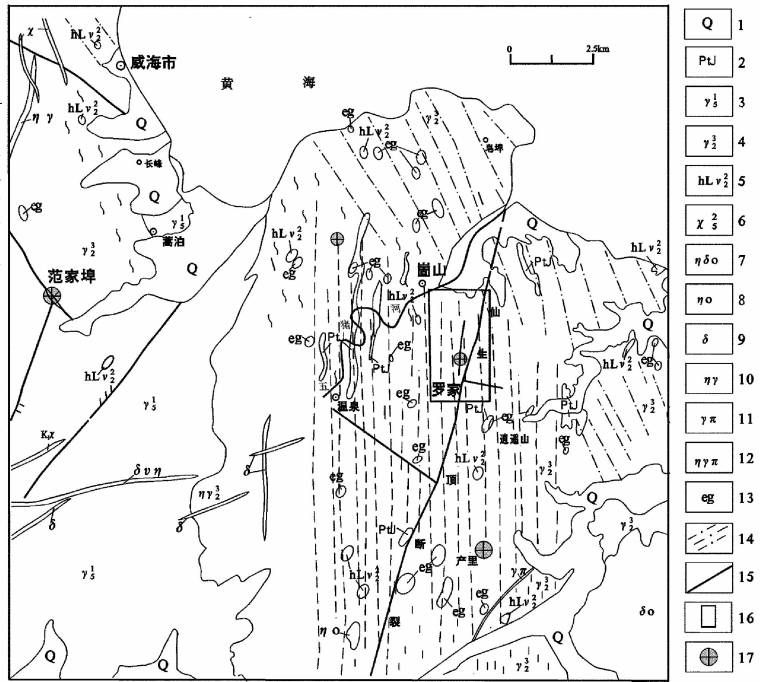


图1 罗家地区地质简图

1—第四系; 2—古元古代荆山群; 3—印支期花岗岩; 4—晋宁期花岗片麻岩; 5—四堡期变辉长岩; 6—11—燕山期脉岩(煌斑岩脉、石英二长闪长岩、石英二长岩脉、闪长岩脉、二长花岗斑岩、花岗斑岩脉); 12—二长花岗岩脉; 13—榴辉岩; 14—韧性剪切带; 15—断裂; 16—矿区位置; 17—金矿床(点)

* 收稿日期: 2010-01-06; 修订日期: 2010-05-24; 编辑: 程光锁

作者简介: 司乃欣(1968—), 男, 山东广饶人, 高级工程师, 主要从事地质矿产勘查工作; E-mail: shandongginaixin@126.com.

①司乃欣等, 山东省威海市罗家地区金矿普查报告, 2009年。

②王沛成、刘建文, 威海市、乳山市幅 1:25 万区域地质调查报告, 2003年。

岩、黑云片岩、大理岩等,岩石中 Au 质量分数较高,为 $\omega(\text{Au}) = 3.40 \times 10^{-9}$,变异系数 3.05^[1]。新生代第四系主要为洪—冲积物,岩性为含砾亚黏土、亚砂土及粗中砂、混粒砂(图 1)。

1.2 构造

文登—威海断拱变质基底发育韧性剪切构造,为中浅构造相逆掩推覆韧性剪切带,呈 NNE 向、NE 向带状分布,形成活动于晋宁—南华期。仙生顶断裂(F2)是由韧性剪切带再次活动形成的脆性断裂构造,长度大于 6 km,宽 10~30 m,走向 10°~30°,SE 倾,倾角 35°~61°,发育硅化、黄铁矿化、绢英岩化,带内充填石英脉及辉绿岩脉。早期左行压扭,晚期左行水平滑移。F1 及 F3 断裂为仙生顶断裂西侧近乎平行的同期次级断裂(图 2)。

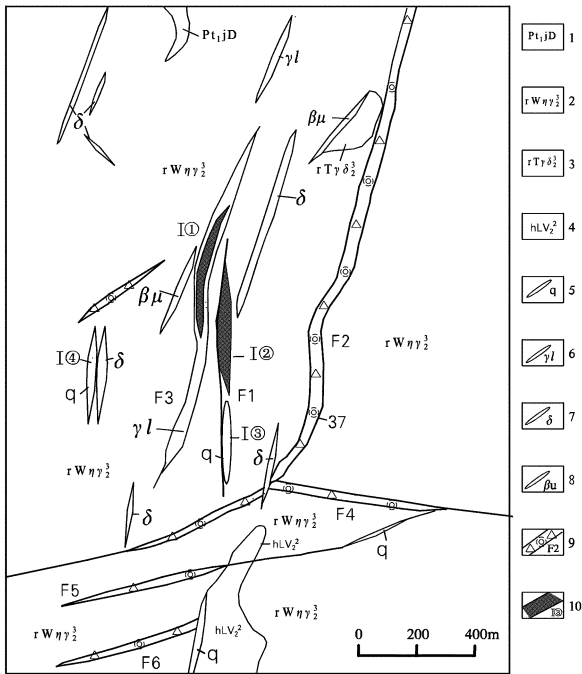


图 2 罗家金矿床矿脉平面分布图

- 1—荆山群陡崖组;2—威海岩体;3—滕家岩体;4—海阳所岩体;5—石英脉;6—花岗细晶岩脉;7—闪长岩脉;8—辉绿岩脉;
- 9—断裂及编号;10—金矿体及编号

F3 断裂出露长 700 m 左右,宽 10~24 m,走向 NNE 10°~25°,倾向 SEE,倾角 50°~85°。带内充填花岗细晶岩脉,断裂北段与 NE 向断裂交会部位表现为黄铁绢英岩化角砾岩带,由硅化碎裂岩、绢云母化细晶岩、黄铁绢英岩化角砾岩以及碎裂状花岗岩组成,发育硅化、绢英岩化、碳酸盐化等蚀变及黄铜矿化、黄铁矿化、斑铜矿化、金银矿化等,富集成 I①金矿体。

F1 断裂出露长 800 m 左右,宽 2~5 m,最宽 8 m,走向近 SN,倾向 NEE 85°,倾角 28°~56°。碎裂岩带中心为含金石英脉,两侧为绢英岩、硅化碎裂岩以及碎裂状花岗岩,发育硅化、黄铁矿化、绢英岩化。在 I₃~I₂ 线之间金银矿化富集形成 I③金矿体。

1.3 侵入岩

区内侵入岩分布较为广泛,有中元古代四堡期的海阳所变辉长岩,新元古代晋宁期荣成片麻岩和中生代印支期文登岩体、燕山期伟德山岩体。其主体岩性为荣成片麻状二长花岗岩、花岗闪长岩系列。文登中粗粒二长花岗岩、伟德山辉石角闪石英二长闪长岩、含斑中粒角闪黑云石英二长岩零星侵入到荣成片麻岩中。燕山期脉岩主要有二长花岗岩脉、花岗细晶岩脉、煌斑岩脉、辉绿岩脉、二长斑岩脉、闪长玢岩脉及石英脉等,岩脉走向多 NNE 向。花岗细晶岩脉遭后期成矿热液交代蚀变部位形成金矿化体。区内岩浆活动频繁、强烈,其中文登岩体 Au 质量分数较高,为 $\omega(\text{Au}) = 5.40 \times 10^{-9}$,变异系数 5.14,为成矿提供了丰富的热源,后期断裂及裂隙发育,为含矿热液提供了成矿通道及容矿空间。

1.4 围岩蚀变

矿床围岩蚀变较发育,以中—低温热液蚀变为特征,围岩蚀变具分带性,不同蚀变带之间呈渐变关系。断裂带中心为含金石英脉(矿体),两侧依次为(黄铁)绢英岩化—钾化—未蚀变二长花岗岩。蚀变作用类型主要为硅化、绢云母化、绢英岩化,钾化、碳酸盐化次之,少量绿泥石化。硅化多发育在蚀变带内,绢云母化为最普遍的围岩蚀变,主要分布在黄铁矿化石英脉两侧。黄铁矿化较为普遍,呈星点状、团块状分布,常与绢云母化、硅化紧密伴生。

2 矿床地质特征

罗家金矿床包含 2 条矿体及 2 条矿化体,受 NNE 向压扭性断裂控制。控矿断裂与仙生顶断裂为同期低次序断裂,早期为左行压扭性,成矿期为局部引张。矿体呈舒缓波状,具分支复合、尖灭再现、膨胀收缩现象。I①矿体规模较大,为主矿体,I②矿体规模较小,另外 I③及 I④等 2 个为金银矿化体。

2.1 矿体特征

I ①矿体产于F3 硅化碎裂岩带中,碎裂岩带中心为黄铁绢英岩,两侧依次为细晶质绢英岩及花岗质碎裂岩、片麻状二长花岗岩(图3)。矿体赋存于黄铁绢英岩中,呈脉状,产状与碎裂岩带基本一致,走向 $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$,倾向NE,倾角 $56^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 。控制长度362 m,最大斜深333 m,单工程厚度最大3.74 m,最小0.54 m,平均厚2.29 m,厚度变化系数为158.74%。单工程金品位最高 $\omega(\text{Au}) = 90.86 \times 10^{-6}$,最低 $\omega(\text{Au}) = 2.85 \times 10^{-6}$,平均 $\omega(\text{Au}) = 20.97 \times 10^{-6}$,品位变化系数为164.05%。

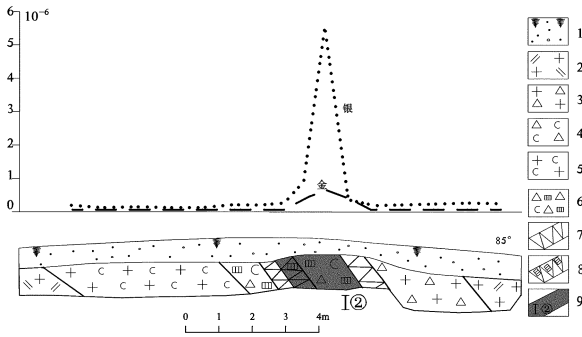


图3 I ②矿体分带及品位变化曲线图

- 1—含砾粉砂质黏土;2—细粒二长花岗岩;3—花岗质碎裂岩;
- 4—绢英岩化碎裂岩;5—绢英岩化花岗岩;6—黄铁绢英岩;7—石英脉;8—黄铁绢英岩;9—矿体及编号

I ①矿体同时伴生银及铜等有益元素,单工程银品位最高 $\omega(\text{Ag}) = 158.64 \times 10^{-6}$,最低 $\omega(\text{Ag}) = 5.95 \times 10^{-6}$,平均 $\omega(\text{Ag}) = 64.59 \times 10^{-6}$;单工程铜品位最高 $\omega(\text{Cu}) = 5.61\%$,最低 $\omega(\text{Cu}) = 0.16\%$,平均 $\omega(\text{Cu}) = 2.49\%$ 。矿体中金与银质量分数比值 $\omega(\text{Au}) : \omega(\text{Ag})$ 在矿床上部为1:1.85,下部升为5.1:1,银、铜等元素含量与金呈正相关性。

I ②矿体赋存于F1 硅化碎裂岩带中,带内充填石英脉及黄铁绢英岩,两侧为片麻状二长花岗岩(图3)。矿体赋存于石英脉及黄铁绢英岩中,呈缓倾斜薄板状,产状与碎裂岩带基本一致,走向 $355^{\circ} \sim 10^{\circ}$,倾向E,倾角地表 34° ,深部变缓为 22° 。控制长度46.98 m,最大斜深138 m,单工程厚度最大0.94 m,最小0.54 m,平均厚0.76 m,厚度变化系数为38.22%。单工程金品位最高 $\omega(\text{Au}) = 5.94 \times 10^{-6}$,最低 $\omega(\text{Au}) = 2.88 \times 10^{-6}$,平均 $\omega(\text{Au}) = 3.43 \times 10^{-6}$,品位变化系数为33.43%。矿体中金与银质量分数比值 $\omega(\text{Au}) : \omega(\text{Ag})$ 在矿床上部为1:4.89,

下部降为1:17.9。

2.2 矿石特征

2.2.1 矿石矿物成分

金属矿物主要为黄铁矿、磁铁矿,少量黄铜矿、磁黄铁矿、褐铁矿、铜蓝、方铅矿、闪锌矿和金矿物(金银矿、自然金);非金属矿物主要为石英,少量钾长石、钠长石、方解石和绢云母。

2.2.2 矿石化学成分

矿石有用化学成分主要为Au, Ag, Cu, Au一般为 $(2.85 \sim 90.86) \times 10^{-6}$,平均 12.03×10^{-6} ,品位变化系数为146.81%, Ag一般为 $(5.95 \sim 158.64) \times 10^{-6}$,平均 17.83×10^{-6} , Cu一般为0.16%~5.61%,平均0.68%。矿石中主要有用组分为Au,伴生Ag, Cu, Pb, Zn等, Ag, Cu与Au呈正相关性,个别矿段Ag, Cu达到伴生组分品位要求,可综合利用。

2.3 矿石结构及矿石类型

2.3.1 矿石结构

(1)矿石结构:矿石结构以晶粒状、压碎状结构为主,次为充填结构、交代残余、包含结构。压碎结构主要为早期粗粒黄铁矿和石英组成的矿石,受构造影响矿物被压碎产生裂纹、裂隙而形成的。充填结构为黄铜矿、闪锌矿、方铅矿和银金矿充填在黄铁矿、石英粒间、孔隙和裂隙中。

(2)矿石构造:矿石构造以块状、浸染状构造为主,角砾状、网脉状、蜂窝状、团块状次之。块状构造主要由黄铁矿(60%~80%)及多金属硫化物组成的致密块状集合体,形成块状构造。浸染状构造主要由细粒黄铁矿和金属硫化物(黄铜矿、闪锌矿)呈星散染状分别在矿石矿物中形成。

2.3.2 矿石类型

矿石类型可大致分为3类,第一类为含金黄铁绢英岩矿石,伴生Ag, Cu, S等有益元素较高,是该区主要矿石类型,占全区矿石量的90%以上。第二类为绢云母化细晶岩矿石,含金热液沿细晶岩裂隙充填形成。第三类为含金硫化物石英脉矿石,矿石硬度大,金属硫化物呈星散状、浸染状分布于石英脉中。矿石中硫平均含量2.11%,属低硫黄铁绢英岩金矿石,区内矿石工业类型主要为硫化矿石,仅地表有极少量氧化矿石。

2.4 成矿阶段

成矿表现为多期多阶段,主要成矿作用可分为

早、中、晚3期。据目前工作程度,将成矿期分为4个阶段。

第一阶段:石英-黄铁矿阶段,以石英为主,有少量黄铁矿,基本无其他硫化物。

第二阶段:金-石英-黄铁矿阶段,主要出现黄铁矿、石英,有少量磁黄铁矿、银金矿、自然金等。细粒黄铁矿呈浸染状或细脉状充填于粗粒黄铁矿裂隙或脉石矿物中,石英集合体或与黄铁矿组成细脉,为成矿主要阶段之一。

第三阶段:金-石英-多金属硫化物阶段,主要矿物为黄铁矿、石英,有少量黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂及金银矿、银黝铜矿、银金矿等。硫化物多呈细脉状侵入到黄铁矿、石英的粒间及裂隙中,为金银矿形成的主要阶段。

第四阶段:石英-碳酸盐阶段,主要矿物为石英、方解石,呈脉状充填于晚期构造裂隙中,该阶段金矿化微弱。

3 矿床成因

3.1 成矿温度

罗家金矿床西南不远处大面积分布印支期的文登超单元岩体,矿区脉岩较发育。区域新太古界—古元古界变质岩中副矿物黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 7.4×10^{-3} , 矿床附近文登超单元花岗岩中副矿物黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 8.5×10^{-3} 。成矿热液由岩浆热液及深处岩石孔隙-裂隙中循环的地下水和雨水混合组成,热液温度从 400°C 左右演化到低于 150°C , 金主要在 $250 \sim 300^\circ\text{C}$, 压力 $(0.2 \sim 0.4) \times 10^8 \text{ Pa}$ 的弱酸性条件下沉淀,热水盐度从早期的 $7\% \sim 11\%$ 演化到晚期的 $<1\%$ [1]。

3.2 成矿时代

前人先后取得了文登超单元 237.32 Ma (Bi, K-Ar 马洪昌 1980) 和 $(144 \pm 7.2) \text{ Ma}$, $(107 \pm 54) \text{ Ma}$ (全岩 K-Ar, 山东省第六地质队, 1995) 的年龄值, 综合分析认为偏小的年龄值为期后岩浆热液事件影响所致, 即罗家金矿形成的时间应为 $(107 \pm 54) \text{ Ma}$ 。

3.3 成矿作用

区域荆山群的叠加变质和文登超单元二长花岗岩的形成, 对金从岩石中活化起了主要作用。由于太平洋板块的俯冲挤压和幔源岩浆上涌, 产生高热流体, 加之断裂释放能量, 促使深部热液沿裂隙对流

循环, 淋滤富集金元素。随着 NNE 向断裂的产生, 成矿热液流向地表, 与雨水和地下水混合, 金在构造有利部位沉淀富集成矿。

4 找矿标志及方向

4.1 找矿标志

(1) 构造标志: 矿床赋存于仙生顶大断裂带下盘的次级断裂中。NNE 向断裂与其他方向断裂交会部位为金矿有利成矿部位。

(2) 矿化标志: 黄铁矿化是该区主要的矿化标志, 尤其碎裂状、裂纹状、细粒状、浸染状、块状的金铁矿为金矿化的有利地段。

(3) 蚀变标志: 矿体赋存于绢英岩化带或石英脉中, 金矿化带则由黄铁绢英岩与石英脉组成, 其规模直接影响金矿床的大小。

(4) 地球物理标志: 含金黄铁绢英岩极化率高, 电阻率低, 与围岩有明显电性差异, 大功率激电测量可圈定矿化体空间位置。

(5) 地球化学标志: 罗家金矿床的指示元素为 Au, Ag, Cu, Mo。该次工作在矿体及围岩中采集了大量样品, 分析了 Au, Ag, Cu, Bi, Pb, Zn, As, Sb, Hg, Mo 等元素, 经计算 Au, Ag 元素相关性为 0.595; Au, Cu 相关性为 0.688; Au, Pb 相关性为 0.031; Au, Zn 相关性为 0.077; Au, Mo 相关性为 0.562; Ag, Cu 相关性为 0.693; Ag, Pb 相关性为 0.659; Ag, Zn 相关性为 0.485; Ag, Mo 相关性为 0.597。矿区成矿有益元素存在程度不同的正相关关系, 故以上元素组合可作为寻找金矿体的指示元素 [2]。

4.2 找矿方向

(1) I 矿带北部成矿远景区: I ①矿体剥蚀较浅, 在北部发现与其平行的细晶岩脉中发育硫化物细脉, 与 NW 向雁行式排列的激电异常对应, 从胶东金矿成矿规律来看, 应存在斜列式矿脉群 [3], 具有良好的找矿前景。应加大矿区深部及外围找矿力度, 以求有新的突破。

(2) 鲍家山成矿远景区: 仙生顶断裂带北部鲍家山附近 II TC801 中相连的两个样品金银含量较高, 其中石英脉 $\omega(\text{Au}) = 0.36 \times 10^{-6}$, $\omega(\text{Ag}) = 29.12 \times 10^{-6}$; 硅化角砾岩 $\omega(\text{Au}) = 0.26 \times 10^{-6}$, $\omega(\text{Ag}) = 41.87 \times 10^{-6}$ 。II ZK01 见到 2.30 m 的黄铁矿化石英脉及硅化角砾岩, 黄铁矿呈细粒浸染状, 显示较好

的找矿前景。仙生顶断裂(F2)与1:5万化探Au, Ag, Bi异常吻合较好,并伴有金重砂异常。仙生顶断裂带纵贯全区,近乎平行的断裂、脉岩较为发育,而这些次级断裂为导矿、容矿的主要构造^[4]。应对矿区周围的地球化学异常带进行进一步的查证,从而找到新的找矿靶区,扩大金矿远景区。

5 结论

(1)罗家金矿位于威海-文登金成矿带北端,矿体呈脉状沿NNE向断裂充填,与花岗细晶岩脉及石英脉关系密切。

(2)矿床成因为中温热液低硫含金黄铁绢英岩型矿床。主要矿石矿物为银金矿、自然金,共生矿物为黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、磁黄铁矿、闪锌矿,Ag, Cu等有益元素含量较高,均可以综合利用。

(3)罗家矿床含金黄铁绢英岩极化率高,电阻率较低,物探找矿效果明显,在工作中采用多种物化

探勘查手段可收到较好的效果。

(4)矿区周围分布的物化探、重砂异常显示良好,建议对矿区深部及外围加大勘查及综合研究力度,扩大矿床规模。

致谢:成文过程中,承蒙梁帮启研究员、张志敏研究员、宋明春博士等老师的悉心指导以及烟台市环翠区矿管局各位领导的帮助,表示衷心致谢。

参考文献:

- [1] 李士先,刘长春,安郁宏,等.胶东金矿地质[M].北京:地质出版社,2007:8.
- [2] 刘玉潭,殷国鹏,董祥呈.牟平邓格庄金矿地质特征及找矿方向[J].山东国土资源,2008,24(6):30-34.
- [3] 刘玉强,李洪喜,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] 徐金芳.山东内生金矿床谱系与其他致矿地质异常[J].山东国土资源(原山东地质),2001,17(2):32-36.

Geological Characteristics and Prospecting

Direction of Gold Deposit in Luoja Area in Weihai City

SI Naixin¹, NIE Peixiao², SONG Jiajun², LUO Haiwei², ZHANG Hairui²

(1. No.3 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Weifang 261021, China; 2. No.4 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Weifang 261021, China)

Abstract: Luoja gold deposit is medium - low temperature hydrothermal sulfide altered rock type gold deposit. Faults with the trend of NNE and other faults broken parts are favorable for gold mineralization. Gold deposit has banding phenomenon, and granitic aplite veins has colse relation with gold mineralization. Ore types are majorly pyrite phyllic rocks, followed by gold - bearing quartz vein type. The grade of gold ore is very high and associated with higher Ag, Cu and other beneficial elements. Through study on geological characteristics of gold deposits, ore controlling factors and genesis research, on the basis of analyzing ore prospecting symbols, it is said that geophysical and geochemical anomalie should be furtherly verified, ore prospecting be strengthened in deposit in order to find new gold ores.

Key words: Gold deposit; geological characteristics; prospecting direction; Luoja area; Weihai city