

山东乳山英格庄金矿床地质特征及成因浅析

邱介玲¹, 王厚琴¹, 丁正江^{1,2}, 周会青¹, 姜瑞源¹, 耿仙湖³

(1. 山东省第三地质矿产勘查院, 山东 烟台 264000; 2. 吉林大学地球科学学院, 吉林 长春 130061; 3. 山东金州矿业集团有限公司, 山东 乳山 264500)

摘要:英格庄金矿为胶东牟平-乳山成矿带上的一个中型金矿床。该矿床矿体严格受金牛山断裂带控制, 呈脉状、透镜状和囊状平行斜列式产出; 矿体平均厚 1.58 ~ 1.98 m, 平均品位 3.96×10^{-6} ~ 4.77×10^{-6} 。矿石类型主要为黄铁石英英脉型; 矿石中金属矿物主要为银金矿、自然金、黄铁矿等。围岩蚀变包括绢云母化、硅化、绿泥石化、黄铁矿化等。研究表明, 英格庄金矿床为一中低温热液脉型金矿, 属 Groves 等提出的造山型金矿范畴。

关键词:英格庄金矿; 地质特征; 矿床成因; 造山型金矿; 山东乳山

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

英格庄金矿是近年来继金青顶、邓格庄、西直格庄等金矿之后, 在胶东地区著名的三大金成矿带之一^[1,2]——牟平-乳山成矿带上发现的又一中型金矿床, 由山东省第三地质矿产勘查院与山东金州矿业集团联合进行了详细评价, 累计提交资源储量 (112b + 332 + 333) 金金属量 5.08 t。该矿床的研究对于进一步综合分析牟平-乳山成矿带成矿地质条件, 探讨该区成矿作用, 完善区域成矿规律乃至进行区域成矿预测都具有一定的理论和实践意义。该文主要结合勘查实践对该矿床地质特征作一介绍, 并简要分析其成因。

1 区域及矿区地质

英格庄金矿大地构造位置上位于中朝准地台胶辽台隆之胶东隆起区的东部, 是胶东地区牟平-乳山金矿成矿区的重要组成部分。区域出露地层以古元古代荆山群为主, 断裂构造发育, 岩浆岩分布广泛, 金矿成矿条件良好 (图 1)。

矿区内出露地层简单, 主要为古元古代荆山群变质岩地层及新生界第四系 (图 1)。其中荆山群呈大小不等的包体分布, 主要为陡崖组黑云斜长片麻岩、透辉岩、大理岩、斜长角闪岩等, 原岩为一套含碳

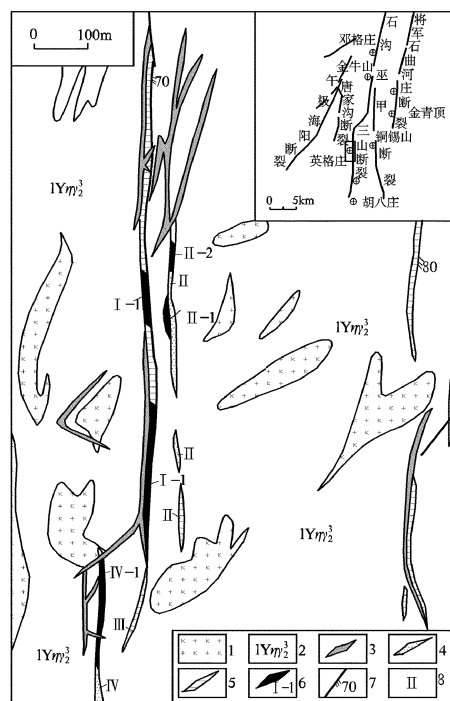


图 1 英格庄金矿区地质简图

1—荆山群陡崖组黑云斜长片麻岩; 2—玲珑超单元弱片麻状细粒含石榴二长花岗岩; 3—煌斑岩; 4—硅化二长花岗岩; 5—含金石英脉; 6—金矿体及编号; 7—断层及产状; 8—矿化蚀变带编号

* 收稿日期: 2008-12-11; 修订日期: 2009-10-20; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 邱介玲 (1971—), 女, 山东高密人, 工程师, 主要从事地质矿产勘查工作。

①山东省第三地质矿产勘查院, 山东省乳山市英格庄矿区金矿中深部详查地质报告, 2000 年。

质的砂岩、黏土岩、灰岩及少量基性火山岩流。

矿区内构造主要为 NNE 向和 NE 向断裂构造,尤以前者最为发育,与金矿关系密切,是该区主要控矿构造。NNE 向断裂以初家沟断裂为代表,属区域上金牛山断裂的南段,区内出露长约 3 200 m,宽 1 ~ 50 m,由数条平行排列的次级断裂组成。走向近 SN,倾向 E,倾角 65° ~ 86°,断裂面呈舒缓波状,局部具分枝复合现象,可见滑动镜面及擦痕。带内岩石挤压破碎较强烈,羽状裂隙发育,主要为硅化、绢英岩化二长花岗岩,局部见角砾岩及断层泥,沿断裂带断续充填有煌斑岩、石英脉。该断裂属左行压扭性,具多期次活动特点,为金成矿作用提供了矿质流体的运移通道和储存场所,金矿体即赋存于该断裂中(图 2)。

矿区内大面积出露新元古代玲珑超单元云山单元弱片麻状细粒含石榴二长花岗岩。此外发育中生代燕山晚期煌斑岩、闪长玢岩、石英脉等岩脉。

2 矿床地质

2.1 矿化蚀变带特征

矿区共圈出 9 条矿化蚀变带,均受 NNE 向初家沟断裂带控制,其中 I, II 号矿化蚀变带规模最大(图 1)。I 号矿化蚀变带长 950 m,一般宽 2 ~ 25 m,最宽可达 42 m,走向近 SN,倾向 E,倾角上陡下

缓(52° ~ 85°)。II 号矿化蚀变带地表断续出露长 800 m,宽 3 ~ 15 m,深部最宽处可达 47 m。走向近 SN,倾向 E,倾角 49° ~ 72°。矿化蚀变带沿走向或倾向上呈舒缓波状,局部呈“S”型展布,沿走向转弯部位和在倾向上由缓变陡部位是矿化蚀变带膨大部位,亦是金矿体赋存有利空间。带内主要由含金石英脉和硅化二长花岗岩、构造角砾岩组成,其间煌斑岩发育,呈不规则状穿插。

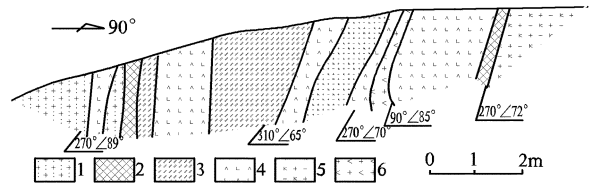


图 2 英格庄金矿区 15 线地质剖面图

1—含石榴细粒二长花岗岩;2—褐铁矿石英脉型金矿体;3—褐铁矿硅化花岗岩型金矿体;4—煌斑岩;5—绢云母化硅化花岗岩;6—褐铁矿化石英脉

2.2 矿体特征

英格庄金矿床由大小 18 个金矿体组成。各矿体矿石类型相同,产状及其变化基本一致,均受 NNE 向金牛山断裂控制,呈平行脉斜列式产出;呈脉状、透镜状和囊状,局部具分枝复合现象,沿走向和倾向上呈舒缓波状,局部呈“S”型延伸,严格受控矿构造控制,总体走向 SE,倾向 E(表 1);其中以 I-1, II-1 矿体规模最大,占全区总探求储量的 86%。

表 1 英格庄金矿区主要矿体特征

矿化蚀变带	矿体编号	规模(m)		产状(°)			形态	金品位(10 ⁻⁶)		厚度(m)		变化系数(%)	
		长度	延深	走向	倾向	倾角		平均	最大	平均	最大	品位	厚度
I	I-1	515	380	近 SN	E	51 ~ 71	脉状	3.96	23.03	1.58	5.66	79	77
	I-2	137	90	近 SN	E	60 ~ 71	脉状	4.77	8.03	2.34	3.29	105	35
	I-5	200	88	近 SN	E	60	脉状	4.00	7.42	1.42	1.51	80	9
II	II-1	370	495	近 SN	E	49 ~ 72	脉状	4.77	53.14	1.98	5.08	86	79
	II-2	80	150	350	110	64 ~ 66	透镜状	4.45	8.08	0.85	1.15	31	51
	II-3	175	20	350	110	74 ~ 78	透镜状	6.47	8.20	0.92	1.08	47	22
III	III-1	50	155	6 ~ 20	80	61	透镜状	3.74	3.74	0.42	0.46	0	0
IV	IV-1	170	65	近 SN	E	67	脉状	6				89	7
V	V-1	50	145	近 SN	E	57	透镜状	3.28	11.75	2.75	2.75	142	0
VI	VI-1	50	155	348	78	67	透镜状	2.84	2.84	0.59	0.59	0	0
VII	VII-1	100	160	348	78	64 ~ 67	脉状	3.52	13.11	1.62	2.34	116	24
	VII-2	220	155	348	78	60 ~ 63	脉状	6.97	11.05	1.29	1.57	71	41

I-1号矿体:赋存于I号矿化蚀变带中,地表断续露出,分布在6线、11~16线间,断续长515m,宽0.2~2.45m,矿体赋存标高+150~-198m,最大斜深380m。矿体在10~11线、15线附近有小的无矿地段。整个矿体规模较大,连续性较好。矿体呈脉状、透镜状和囊状,局部具分枝复合现象。沿走向和倾向上呈舒缓波状,局部呈“S”型延伸,严格受控矿构造控制。总体走向近SE,倾向E,倾角51°~71°。总体厚度变化系数为77%,属厚度稳定矿体。矿体厚度沿走向在舒缓波状转弯部位和沿倾向在矿体倾角由缓变陡处其厚度增大。矿体中单样品金最低品位 1.57×10^{-6} ,最高品位 23.03×10^{-6} ,平均品位 3.96×10^{-6} 。品位变化系数为79%,属有用组分分布均匀类型(图3)。

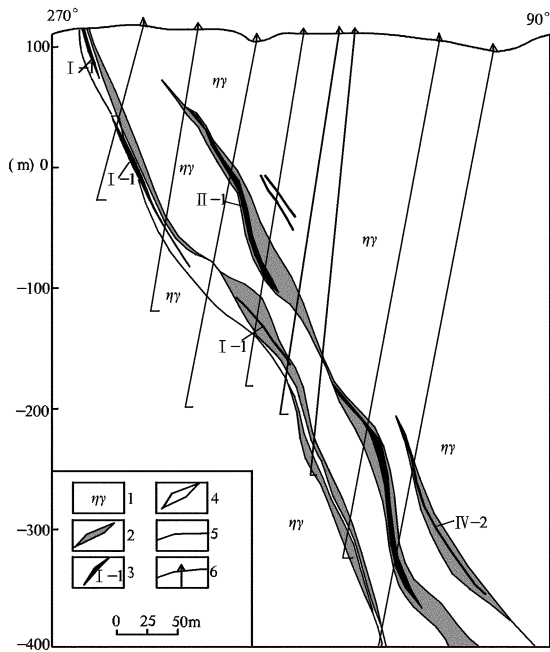


图3 英格庄金矿床11线地质剖面略图

1—二长花岗岩;2—黄铁绢英岩化碎裂岩;3—金矿体及编号;
4—煌斑岩;5—地质界线;6—完工钻孔

II-1矿体:矿体赋存于II号矿化蚀变带中,为隐伏矿体,地表仅在7线附近出露长40m,宽0.80m。主体部分位于+74m标高以下7~14线间,长380m,赋存标高+90~-385m,最大斜深495m。矿体规模较大,连续性较好,仅在9~11线处有无矿地段。矿体呈脉状、透镜状。沿走向和倾向上呈舒缓波状,局部呈“S”型延伸。总体走向近SE,倾向E,倾角49°~72°。总体厚度变化系数为79%,属厚度稳定矿体。矿体厚度沿走向在舒缓波状转弯部位

和沿倾向在矿体倾角由缓变陡处其厚度增大。矿体中单样品金最低品位 1.54×10^{-6} ,最高品位 53.14×10^{-6} ,平均品位 4.77×10^{-6} 。品位变化系数为86%,属有用组分分布均匀类型(图3)。

英格庄金矿床中主要矿体I-1,II-1在厚度、形态、品位变化上具有基本相同的特点,反映了矿体在形成过程中成矿地质条件相同,受同一成矿构造体系的控制。

其他矿体规模较小,形态为脉状、透镜状。除I-2, I-5, II-2, IV-1, VII-1矿体规模相对较大外,其他均为单工程或单剖面圈定之矿体。

2.3 矿石及矿物特征

2.3.1 矿石矿物组成

矿石中金属矿物主要为银金矿、自然金、黄铁矿等,非金属矿物以石英、斜长石、绢云母为主(表2)。

表2 英格庄金矿床矿石矿物组成

矿物种类	金属矿物			非金属矿物
	自然金属	金属硫化物	金属氧化物	
主要	银金矿、自然金	黄铁矿	菱铁矿	石英、长石、绢云母
次要	自然银	黄铜矿	褐铁矿、磁铁矿、方解石	
微量		闪锌矿、方铅矿、磁黄铁矿、铜兰、辉铜矿、白铁矿、毒砂	板钛矿	绿泥石、锆石、磷灰石

金矿物形态以角粒状、浑圆状为主;粒度以细粒金为主(占64%),次为微粒金(占22%),少量中粒金、粗粒金;主要以晶隙金、包裹金形式赋存于黄铁矿与脉石中(占总颗粒数的90%)。其中,自然金呈亮金黄色,反射率介于金与黄铁矿之间,均质,低硬度,形态变化多;银金矿为淡金黄色—黄白色,高反射率,低硬度,均质,形态复杂。

2.3.2 矿石类型及结构构造

矿区矿石类型主要为黄铁矿石英脉型,次为黄铁矿绢英岩型。矿石结构以碎裂结构、晶粒状结构、填隙结构为主,次为包含结构、交代结构。常见的矿石构造有块状、致密块状、团块状、脉状、浸染状、角砾状、条带状、梳状、蜂窝状等构造。

2.3.3 矿石化学成分

矿石中主要伴生元素Ag,S可综合回收利用;

除个别样品 Cu 含量较高外, Cu, Pb, Zn 含量均较低, 无综合利用价值; 有害组分 As 含量甚微。

2.4 围岩蚀变特征

矿体围岩主要为弱片麻状细粒含石榴二长花岗岩, 局部为黑云斜长片麻岩、大理岩、黑云透辉岩、煌斑岩。围岩蚀变发育, 尤以断裂带膨胀部位最为发育, 主要有绢云母化、硅化、绿泥石化、黄铁矿化等。

蚀变岩受断裂构造的严格控制, 其展布与断裂带一致。岩石蚀变类型和程度各部位亦有差别, 分带现象较明显, 矿体(主裂面)顶底板由内向外为黄铁绢英岩(化)带, 黄铁矿化硅化二长花岗岩带、绢云母化土化二长花岗岩带。

2.5 成矿阶段的划分

根据对该矿区的野外观察和光薄片鉴定, 结合矿物结构、构造特点及生成顺序的研究, 矿区矿化主要分为热液成矿期和表生期 2 期。其中热液成矿期划为 4 个成矿阶段, 即黄铁矿-石英阶段、金-石英-黄铁矿阶段、金-石英-多金属硫化物阶段和石英-碳酸盐岩阶段, 其中第 2 和第 3 阶段是主要的金成矿阶段; 表生期主要表现为在矿体近地表处形成较浅的氧化带, 而在矿体浅部形成深浅不一的混合矿石带。

3 矿床成因

3.1 成矿条件

对矿脉内 2 个石英样品的氢氧同位素测试结果显示, $\delta D_{(SMOW)}$ 为 -82×10^{-3} , $\delta^{18}O$ 石英分别为 $+8.6 \times 10^{-3}$ 和 $+10.8 \times 10^{-3}$, $\delta^{18}O_{H_2O}$ 为 -3.0×10^{-3} 和 0.8×10^{-3} 。在 $\delta D_{(SMOW)} - \delta^{18}O_{H_2O}$ 图解上 2 个点均落入岩浆水、变质水和大气降水的混合区域, 更靠近岩浆水, 表明英格庄金矿的成矿流体主要来源于岩浆水、变质水, 并有一定的大气降水混入^[3]。

同时, 对上述石英样品中流体包裹体测试表明^[3], 包裹体气相成分以 H_2O 为主 (97.84% ~ 98.14%), 其次为 CO_2 (1.27% ~ 1.13%), 富含 CH_4 , C_2H_2 , N_2 等还原性气体, 几乎不含 CO ; 液相中主要含 K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , F^- , NO_3^- 等。成矿流体盐度 $w(NaCl)$ 为 1.05% ~ 17.17%, 密度为 0.95 ~ 1.00 g/cm³, 均一温度为 128 ~ 293℃, 成矿压力为 21.28 ~ 58.77 MPa。结合成矿

特征, 采用孙丰月等(2000)提出的根据成矿压力计算成矿深度公式计算^[4], 英格庄金矿床成矿深度 2.13 ~ 6.15 km。总的来看, 英格庄金矿床成矿流体为中低温低盐度低密度 $K^+ - Na^+ - SO_4^{2-} - Cl^-$ 型流体, 成矿为中浅成矿床。

3.2 矿床成因浅析

古元古代胶东地区处于大陆边缘活动带, 具浅海弧型优地槽的活动特点, 此期形成的荆山群一套总厚达万余米的中基—中酸性火山堆积及泥、砂质沉积建造, 夹有化学沉积建造, 这一建造积累了火山喷发携带的上地幔、上地壳的金及多金属矿质及陆源碎屑中的金, 构成了金的原始矿源层。而古元古代强烈的区域变质作用, 使上述矿源层中金、银、铜等成矿组分溶离进入热液, 并分段富集成形成原始的含矿层。古元古代和新元古代岩浆活动形成的富含碱质的气液体汲取了围岩中的成矿元素, 并使之初步富集。

中生代时期, 太平洋板块相对于欧亚板块的俯冲引发该区广泛的深层次的构造岩浆活动。幔源岩浆的上涌, 为地下热液的运移带来了充足的热能, 从而沿构造裂隙形成大规模的地下水循环系统。这种地下水热液在循环运移中不断地从岩体及围岩中反复淋滤, 形成携带着大量金等成矿元素的成矿热液。此时成矿热液为富含 H_2O , CO_2 , Cl^- , SO_4^{2-} , K^+ , Na^+ 的流体。

燕山运动早期, 太平洋板块向欧亚板块的俯冲方向转为 NW 向^[2], 在该区形成了以金牛山断裂带为主的左行压扭性 NNE 向开放性构造体系。这一开放性体系形成时产生的压力降低为成矿热液由深部向浅部的运移创造了条件; 其继承性的左行压扭性构造活动, 形成了一系列平行斜列式偏张性断裂破碎带, 为成矿热液的充填提供了有利场所。中生代燕山晚期, 成矿热液沿主断裂构造运移, 进而充填于偏张性开阔的低压空间, 对破碎带内的岩石进行了广泛的交代作用。在此期间成矿热液经历了高一—中—低温的变化, 其压力、酸碱度等也不断发生变化, 当演化至中低温、弱碱性至中性、还原条件下, 金元素开始沉淀富集成矿, 最终形成了英格庄高疏石英脉型和蚀变岩型金矿。故而, 该矿床为一中低温热液脉型金矿床。从成矿的动力学环境、成矿机制、控矿特征上看, 属 Groves 等(1998)提出的造山型金

矿范畴^[4]。

4 结论

(1) 英格庄金矿矿体严格受金牛山断裂带控制。各矿体产状及其变化基本一致,呈脉状、透镜状和囊状平行斜列式产出,局部具分枝复合现象,总体走向SE,倾向E;矿体平均厚1.58~1.98 m,平均品位 $3.96 \times 10^{-6} \sim 4.77 \times 10^{-6}$ 。

(2) 矿石类型主要为黄铁石英脉型,次为黄铁矿化绢英岩型。围岩蚀变主要有绢云母化、硅化、绿泥石化、黄铁矿化等,并具较明显分带性。矿石中金属矿物主要为银金矿、自然金、黄铁矿等。金矿物形态主要以细粒角粒状、浑圆状为主,以晶隙金、包裹金形式赋存于黄铁矿与脉石中。

(3) 英格庄金矿床成矿流体为低盐度低密度 $K^+ - Na^+ - SO_4^{2-} - Cl^-$ 型流体,矿床为一中低温热液脉型金矿,属造山型金矿范畴。

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.
- [2] 孙丰月,石准立,冯本智. 胶东金矿地质与幔源C-H-O流体分异成岩成矿[M]. 长春:吉林人民出版社,1995:1-170.
- [3] 侯献华. 山东乳山英格庄金矿床地质特征与成因探讨[D]. 天津:中钢集团天津地质研究院,2005:1-80.
- [4] Groves D I, Goldfarb R J, Gebre - Mariam M, et al. Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types [J]. *Ore Geology Reviews*, 1998, 13(1-5): 185-219.

Geological Characteristics and Metallogenesis of Yinggezhuang Gold Deposit in Rushan of Shandong Province

QIU Jie - ling¹, WANG Hou - qin¹, DING Zheng - jiang^{1,2}, ZHOU Hui - qing¹, JIANG Rui - yuan¹, GENG Xian - hu³

(1. No. 3 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Yantai 264000, China; 2. Earth Sciences College of Jilin University, Jilin Changchun 130061, China; 3. Jinzhou Mining Group Company, Shandong Rushan 264500, China)

Abstract: Yinggezhuang gold deposit is a medium sized gold deposit which located in Muping - Rushan mineralization belt of Jiaodong peninsula. Its ore bodies are strictly controlled by Jinniushan fault, and occurred in veins, lens and cystic parallel oblique column type. The average thickness of ore bodies is 1.58~1.98m, while the average grade is $3.96 \times 10^{-6} \sim 4.77 \times 10^{-6}$. Its major ore type are pyrite quartz vein type. Metallic minerals are mostly composed of electrum, native gold, pyrite, and so on. Country rocks alteration includes sericitization, silicification, chloritization and pyritization, etc. It is showed that Yinggezhuang gold deposit is a medium - low temperature vein type gold deposit which belongs to Groves type orogenic gold deposits.

Key words: Yinggezhuang gold deposit, geological characteristics, metallogeny, orogenic gold deposit; Rushan in Shandong province