

平度市陶家寨矿区金矿地质特征及成因分析

张振华¹, 姚秋卉¹, 刘海泉², 路仁兵²

(1. 山东泰山地质勘查公司, 山东 泰安 271000; 2. 山东黄金矿业玲珑有限公司, 山东 招远 265409)

摘要:平度市陶家寨矿区金矿床位于平度市旧店镇西南,属于中温热液裂隙充填石英脉型金矿床,控矿构造以NE向、NNE向断裂为主,具有膨缩小、分支复合、尖灭再现的特征。区内共圈定金矿体5个,矿体呈脉状、透镜状,严格受断裂带控制。矿石矿物主要为黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等,矿石结构主要为半自形粒状结构、不等粒结构等,矿石构造主要为致密块状构造、团块状构造、网脉状构造、细脉浸染状构造等。矿体围岩为云山单元弱片麻状含石榴石细粒黑云二长花岗岩、北黄单元细粒含黑云二长花岗岩等。

关键词:石英脉型金矿床;地质特征;陶家寨矿区;平度市

中图分类号:P618

文献标识码:A

引文格式:张振华,姚秋卉,刘海泉,等.平度市陶家寨矿区金矿地质特征及成因分析[J].山东国土资源,2016,32(11):20-24.ZHANG Zhenhua, YAO Qiuhui, LIU Haiquan, etc. Analysis on Geological Characteristics and the Origin of Taojiazhai Gold Deposit in Pingdu City [J]. Shandong Land and Resources, 2016, 32(11): 20-24.

平度市陶家寨金矿区位于胶东著名的旧店金矿西邻,旧店金矿主矿脉在内的多条金矿脉延伸至矿区内,旧店金矿前人研究成果较多,资料较为丰富,但旧店金矿外围研究程度有待提高。近年来,山东泰山地质勘查公司在该区进行地质工作^①,发现了多条控矿断裂带,圈定了多条金矿(化)体,通过对该矿区金矿地质特征进行总结,分析矿床成因,对指导区内进一步工作,扩大找矿范围有着重要意义。

1 区域地质

矿区位于沂沭断裂带以东,大地构造属于华北板块(I)、胶辽隆起区Ⅲ(Ⅱ)、胶北隆起Ⅲ_a(Ⅲ)、胶北断隆Ⅲ_{a1}(Ⅳ)、胶北凸起Ⅲ_{a1}³(Ⅴ)的南部^[1]。矿区处于招平断裂带的下盘。

1.1 地层

区域出露地层主要有古元古代荆山群、中生代莱阳群及第四纪松散堆积层。

1.2 构造

区域构造以断裂为主,褶皱构造在区内发育较

局限。区域断裂发育,主要为NE向、NNE向、其次为NW向、近EW向。NE向断裂主要有招平断裂、涧大断裂、鸡冠山断裂;NW向断裂主要有碎石山断裂等。其中涧大断裂,全长17 km,宽5~100 m。走向30°,向南渐变为10°,并趋近于招平断裂,倾向E,倾角48°~65°^[2]。断裂带内主要岩性为绢英岩、绢英岩化碎裂状花岗岩、断层泥等,局部发育黄铁绢英岩,中间充填石英脉及伟晶岩脉。该断裂属招平断裂的次级构造,为区域金矿主要控矿构造之一。

1.3 侵入岩

区域岩浆岩发育,主要为燕山早期玲珑序列和古元古代莱州序列^[3]。

莱州序列仅发育西水沱单元,岩性为细粒变辉长岩。玲珑序列包括云山单元弱片麻状细粒含石榴二长花岗岩、崔召单元中粒含黑云母二长花岗岩、郭家店单元中粗粒二长花岗岩、北黄单元细粒含黑云二长花岗岩、笔架山单元伟晶不等粒花岗岩。

区内脉岩相当发育,数量较多,规模不一,岩性为石英脉、伟晶花岗岩脉、花岗细晶岩脉、花岗斑岩脉、花岗闪长斑岩脉、石英正长斑岩脉、正长斑岩脉、

收稿日期:2016-05-15;修订日期:2016-06-15;编辑:陶卫卫

作者简介:张振华(1985—),男,山东招远人,工程师,主要从事地质矿产勘查工作;E-mail: zhangzhenhua_2006@163.com

①山东泰山地质勘查公司,山东省平度市陶家寨地区金矿预查报告,2014年。

花岗闪长岩脉、闪长岩脉、闪长玢岩脉、煌斑岩脉、辉绿岩脉等。

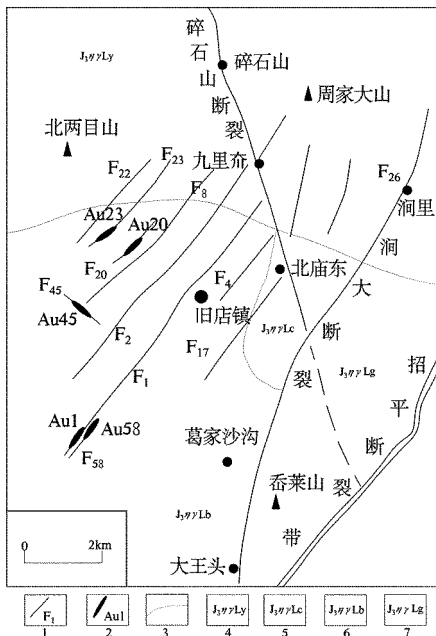
2 矿区地质

2.1 地层

区内出露地层主要有古元古代荆山群,岩性为黑云斜长片麻岩、片麻岩、黑云片岩、黑云变粒岩、大理岩等,以黑云斜长片麻岩为主。沿水系两侧及河床、山坡(麓)、山间凹地及山前准平原等地段分布有第四纪松散堆积层。

2.2 构造

矿区构造以断裂为主,断裂控制了金矿体的分布。主要发育有NE向、NNE向、NW向、近SN向、近EW向等断裂(图1)。NE向断裂为主要控矿构造。其中 F_1 断裂为矿区的主干断裂,分为南北两段。NE段控制了旧店金矿1号脉,长约4100m,宽0.50~6.00m,走向 $30^\circ\sim 43^\circ$,倾向NW,倾角 $60^\circ\sim 80^\circ$ 。南西段长约4500m,宽1.00~7.00m。走向 $41^\circ\sim 55^\circ$,倾向NW,倾角 $60^\circ\sim 79^\circ$ [4]。断裂带中心为含黄铁矿石英脉,两侧为绢英岩、碎裂岩。



1—断裂带;2—金矿体;3—地质界线;4—云山单元;5—崔召单元;6—北黄单元;7—郭家店单元

图1 陶家寨矿区地质略图

2.3 岩浆岩

区内岩浆岩主要为玲珑序列云山单元和北黄

单元,其次为崔召单元。云山单元岩性为弱片麻状细粒含石榴二长花岗岩,北黄单元岩性为细粒含黑云二长花岗岩,崔召单元岩性为弱片麻状中粒二长花岗岩。区内脉岩较发育,出露有石英脉、伟晶岩脉、闪长玢岩脉、辉绿玢岩脉、煌斑岩脉等,走向多呈NE向、NNE向、NW向、NNW向。与金矿化关系较为密切的脉岩有煌斑岩脉、石英脉等[5]。

2.4 矿区电场特征

区内整个场区表现为相对高阻电性特征。区内花岗岩视极化率低而平缓(视极化率 η_a 约1.3%~1.5%),视电阻率则高而平缓(视电阻率值 ρ_a 约2500~3000 $\Omega\cdot m$)。

断裂蚀变带受矿化程度、规模或先期开采等因素影响,在视极化率等值线图上表现为断续状异常反映。以视极化率 η_a 异常下限1.6%圈定的等值线与区内构造线基本一致。其中 F_{22} , F_{23} , F_{20} , F_8 , F_1 等构造蚀变带有较好的高极化率反映。

区内围岩蚀变有硅化、绢云母化、黄铁矿化、绿泥石化和局部的高岭土化、钾长石化等。与金矿化关系密切的是硅化、绢云母化、黄铁矿化。根据实测断面结合地质资料分析,矿化蚀变带表现高极化率(η_a 值增大到2.0%~3.5%),视电阻率值相对较高,充水后则表现为低电阻率。

2.5 矿区地球化学特征

区内9种元素相关性进行R型聚类分析,并绘制了元素谱系图(图2),以相关系数值0.27为界,各元素可分成2组: Au, Ag为一小组,向外依次连接 Pb, Bi, Hg, Zn; As, Sb为一组,向外连接 Cu。说明这3种元素相对独立。Au, Ag, Pb, Bi元素相关性较好,且相关系数大于0.5,说明属同一成矿过程的产物。

通过元素离散特征分析,区内各元素中无强分异型元素,元素变异系数均 <1 ; Au, Hg元素变异系数在1~0.5之间,属弱分异型元素,其他元素变异系数均小于0.5,在测区分布相对均匀。

Au, Pb, Hg, Bi, Ag, Cu, Zn元素的区域背景含量高于地壳丰度,变异系数较大,局部富集趋势明显,说明上述元素在区内地球化学成矿条件较好,是该区主要成矿元素及伴生元素。而As, Sb元素区域背景含量较低、变异系数较小,在区内地球化学条件成矿较差。

As—Sb 0.604 Au—Ag 0.591 Au—Pb 0.583 Au—Bi 0.519
 Au—Hg 0.465 Cu—As 0.463 Au—Zn 0.412 Au—Cu 0.287

谱系图

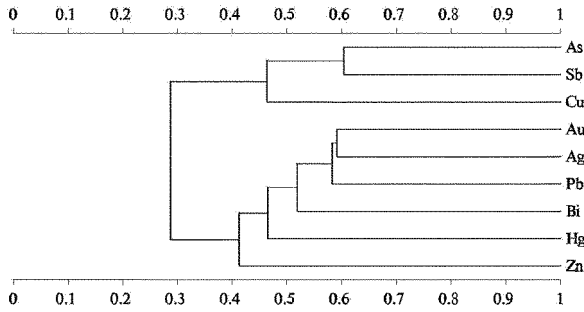


图 2 元素相关系数分析谱系图

3 矿床地质特征

3.1 矿体特征

矿区内共圈定金矿体 5 个, 编号为 Au1, Au58, Au20, Au23, Au45; 圈定金矿化体 5 条, 其中 Au22 矿化体规模较大, 钻孔中 Au 品位为 1.62×10^{-6} , 矿体及矿化体呈脉状、透镜状分布。

Au20 矿体位于 50~56 勘探线间, 受 F_{20} 断裂控制。地表由 TC2003 探槽控制, 矿体走向长约 110 m, 沿倾向延深 109.70 m。矿体总体走向 40° 左右, 倾向 NW, 倾角 75° 。矿体赋存标高 +20.83 m ~ +121.70 m, 厚度 1.15 m。金品位 21.88×10^{-6} , 伴生银品位 75.29×10^{-6} 、铅品位 1.33×10^{-2} 。

Au45 矿体呈脉状, 受 F_{45} 断裂控制。地表由 TC5601 探槽控制, 沿走向长 320 m, 延深 160 m, 真厚度 1.61 m。走向 316° , 倾向 SW, 倾角 56° 。矿体赋存标高 -20 m ~ +112 m。金品位 2.92×10^{-6} , 伴生银品位 2.76×10^{-6} 。

Au23 矿体位于 22~36 勘探线间, 地表受 F_{23} 断裂控制。由探槽 TC2313 控制, 沿走向控制长度 462 m, 走向 47° , 倾向 NW, 倾角 78° , 延深 253 m, 真厚度 0.48 m。矿体赋存标高 -135 m ~ +112 m。金品位 4.16×10^{-6} , 伴生银品位 7.91×10^{-6} 、铅品位 0.54×10^{-2} 。

Au1 矿体位于 63~77 勘探线间, 受 F_1 断裂控制。地表由 TC108 槽探和 TC102 槽探控制, 沿走向控制长度 490 m, 延深 21~160 m。走向 $42^\circ \sim 51^\circ$, 沿走向呈舒缓波状, 倾向 NW, 倾角 $73^\circ \sim 79^\circ$ 。真厚度 0.67~1.95 m, 平均厚度 1.34 m, 厚度变化系数 69.09%。矿体赋存标高 -45 m ~ +109 m。金品位 $(1.33 \sim 2.12) \times 10^{-6}$, 平均 1.54×10^{-6} , 厚度变化系数 32.38%。伴生银品位 $(1.45 \sim 2.20) \times 10^{-6}$, 平均

1.65×10^{-6} 。

Au58 矿体位于 59~71 勘探线间, 受 F_{58} 断裂控制。地表由探槽 TC107 控制, 沿走向长度 405 m, 延深 160 m, 真厚度 1.62 m。走向 $42^\circ \sim 49^\circ$, 倾向 NW, 倾角 74° 。矿体赋存标高 -46 m ~ +108 m。金品位 1.12×10^{-6} , 伴生银品位 1.37×10^{-6} 。

Au22 矿化体受 F_{22} 断裂控制。由 TC2201 ~ TC2206 共 6 个探槽和 ZK3001 钻孔控制。长约 800 m, 地表矿化体宽 0.90~1.40 m, 走向 $20^\circ \sim 50^\circ$, 倾向 NW, 倾角 $69^\circ \sim 85^\circ$ 。矿化体赋存标高 +117 m ~ +146 m。探槽中 Au 品位 $(0.23 \sim 0.29) \times 10^{-6}$, 钻孔中 Au 品位 1.62×10^{-6} (图 3), 但真厚度小于最低可采厚度。

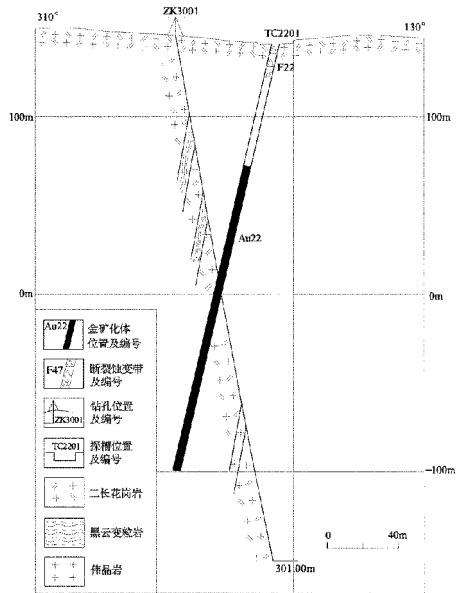


图 3 陶家寨金矿区 30 勘探线剖面图

3.2 矿石特征

矿石结构主要为半自形粒状结构、不等粒结构, 其次为压碎结构、残余结构、包含结构、填隙结构等。

矿石构造主要为致密块状构造、团块状构造、网脉状构造、细脉浸染状构造。

矿石矿物主要为黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、银金矿、金银矿及少量自然金及自然银, 次要矿物为白铁矿、菱铁矿。矿石矿物以黄铁矿为主, 在矿石中含量 1%~3%。

脉石矿物以石英为主, 约占矿物总量的 65%, 次要矿物有方解石、斜长石、绿帘石、绿泥石等。

矿石中的化学成分主要有 SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 ,

K_2O ;其次有 $CaO, MgO, MnO, TiO_2, Na_2O$ 。Au 是矿石中主要有益元素,其他可综合回收利用的有益元素有 Ag, Pb, S 等(表 1)

表 1 陶家寨矿区金矿石光谱分析结果(10⁻⁶)

编号	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Bi	Hg
TC102H3	1.33	1.45	12.1	696	511.9	25.87	0.60	3.13	8.1
TC108H2	2.12	2.20	27.4	1452.2	725.3	78.6	9.33	53.4	20
TC107H3	1.12	1.37	24.11	124.2	112.6	49.56	0.45	0.92	13.7
TC2003H2	21.88	75.29	122.6	3000	417.2	132.8	6.48	93.28	11.2
TC2313H2	4.16	7.91	17.3	3000	127.2	3.1	0.90	5.61	10.5
TC5601H1	2.92	2.76	6.3	23.6	28.8	2.63	0.50	0.49	11.4
平均	5.59	15.16	34.97	1382.7	320.5	48.76	3.04	26.14	12.48

该区金主要以银金矿形式产出,金银矿少量,自然金很少。金矿物赋存状态主要为晶隙金、裂隙金、包体金 3 种。矿石自然类型按矿石的氧化程度,可分为氧化矿石和原生矿石,氧化矿石主要分布在靠近地表附近,矿石中的黄铁矿经氧化形成褐铁矿、 Fe^{2+} 变成 Fe^{3+} ,氧化矿的矿石量小,其下部是未经氧化的原生矿石。矿石的工业类型主要为含金石英脉型、其次为硅化碎裂岩型。矿床的成矿温度为 300~400℃^[6],因此矿床成因类型为中温热液裂隙充填石英脉型金矿床。

3.3 围岩蚀变

矿体围岩为云山单元片麻状含石榴细粒黑云二长花岗岩、北黄单元细粒含黑云二长花岗岩、崔召单元中粒二长花岗岩及黑云斜长片麻岩等。矿区内围岩蚀变较为发育,主要有(黄铁)绢英岩化、硅化、黄铁矿化、绿泥石化、碳酸盐化、高岭土化、钾长石化等。其中与矿化较密切的有绢英岩化、硅化、黄铁矿化等。

4 矿床成因及找矿标志

4.1 矿床成因

(1)古元古代荆山群是区域矿源层,旧店金矿田内壳源重熔的云山单元中所分布的大量荆山群残留体与该地区的金成矿关系密切^[7]。旧店金矿具有工业意义的金矿床产于残留体的内外接触带一定范围内。经中生代玲珑序列花岗岩交代重熔,于岩浆期后热液阶段矿液上升运移,在有利构造部位形成金矿^[8]。

(2)矿体严格受构造控制,矿区东侧的招平断裂带是区域主干断裂构造,规模大,本身既是导矿构造,又是容矿构造,为区域含金溶液迁移、富集提供了场所。矿区内 NE 和 NNE 向断裂发育,为成矿热

液的充填提供了空间,成矿作用以含金石英脉裂隙充填为主,断裂带内经热液蚀变形成的黄铁绢英岩类碎裂岩在矿体构成中也有重要地位。

(3)经过多期构造运动、花岗岩化及其重熔作用的升温、碱交代等一系列复杂的成矿作用,围岩中的金不断活化、迁移,最后在适当的温度、压力和有利的化学环境和构造条件下,金不断沉淀富集成矿^[9]。

4.2 成矿阶段

根据矿石的矿物成分、化学成分、结构构造特点,把矿床的成矿过程划分为 7 个阶段。

(1)黄铁矿-石英阶段:形成的矿物以石英为主,黄铁矿只占极少量。石英呈乳白色,构成大规模的脉体,内含大量绢英岩角砾。与石英伴生的黄铁矿多呈粗粒自形晶,呈星散状分布于块状石英中或石英晶洞中。这一阶段金矿化很弱,金品位多为 1×10^{-6} 以下^[10]。

(2)石英-中粗粒黄铁矿阶段:生成的矿物主要为黄铁矿,石英含量较少。黄铁矿多为中粗粒自形一半自形晶,呈致密块状、条带状,产出于第一阶段形成的脉石英破碎裂隙中,或石英脉上下接触带及绢英岩裂隙中。该阶段是矿床中最发育的一次矿化,其形成的黄铁矿占矿石中总量的 95% 以上,该阶段黄铁矿含金较高,通常在 10×10^{-6} 左右。

(3)块状磁黄铁矿阶段:生成的矿物主要为磁黄铁矿,有少量中细粒黄铁矿和石英伴生。磁黄铁矿构成致密块状体,分布较局限,总含量不高。在磁黄铁矿块状体中包含有粗粒黄铁矿,也见有早期石英角砾。包体金和粒间金在磁黄铁矿中普遍发育。

(4)细粒黄铁矿阶段:生成的矿物以黄铁矿和石英为主,黄铁矿为细粒,多呈脉状、网脉状叠加于前几期矿化之上,有的沿绢英岩、钾化花岗岩裂隙分布。石英多呈灰色或铅灰色,两者含金均较高,构成局部富矿体。

(5)多金属硫化物-铁锰碳酸盐阶段:形成的矿物数量较多,成分复杂,主要有磁黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿、方铅矿、金银矿、铁锰碳酸盐等。呈脉状叠加于以前各阶段矿化之上。

(6)胶状黄铁矿阶段:生成的矿物以胶状黄铁矿为主,伴有少量碳酸盐和白铁矿。碳酸盐呈网脉状分布,胶状黄铁矿呈团块状、脉状沿碳酸盐分布,构成蜂窝状构造。含金性差。

(7)石英-碳酸盐阶段:生成的矿物主要为方解

石、石英及少量黄铁矿。方解石—石英呈细脉或网脉状穿插于其他各阶段矿物中及蚀变围岩中。

上述几个阶段中,第二阶段矿化最强,相对规模最大,构成矿体主要部分。第三至第五阶段矿化最富,金品位最高,与第二阶段叠加后形成富矿体。

4.3 找矿标志

(1)构造标志。矿区内的 NE 向、NNE 向断裂构造是寻找金矿的有利部位。

(2)岩性标志。石英脉及黄铁绢英岩类碎裂岩为直接岩性标志。

(3)矿化蚀变标志。沿断裂构造发育绢英岩化、硅化、黄铁矿化、钾长石化、绿泥石化等,是寻找金矿体的标志。

(4)地球物理标志。金矿(化)体、蚀变带在激电中梯视极化率 η_a 出现高极化,在视电阻率 ρ_a 表现出高阻。金矿(化)体、矿化蚀变带在激电测深拟断面上表现出高极化状态,在视电阻率曲线上多为高阻反映,激电测量所圈定的高电阻率高极化率异常往往位于已知矿体之上及附近。

(5)地球化学标志。地球化学综合异常图上往往呈现椭圆状、带状地球化学异常,元素组合有 Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Hg 等。异常峰值高,分带性好,与矿体吻合较好。

(6)民采老硐标志。民采老硐为找矿提供了直接的找矿信息。

5 结语

平度市陶家寨矿区金矿床属于中温热液裂隙充

填石英脉型金矿床。矿体主要由 NE 向、NNE 向断裂构造控制形成,矿区内已发现了 8 条较大的构造蚀变带,蚀变带及金矿体有较好的高视电阻率、高极化率特征。Ag, Pb, Bi 元素与 Au 元素相关性较好,为金矿有利的指示元素。Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Hg 等元素组合异常为金矿找矿的有利标志。目前矿区内已圈定了 5 条金矿体,根据矿区东侧旧店金矿的找矿经验,推测已知矿体周围及其深部仍有较大的成矿潜力,通过进一步工作,进行成矿规律的总结研究,有望扩大资源量,实现找矿新突破。

参考文献:

- [1] 李士先,刘长春.胶东黄金地质[M].北京:地质出版社,2007,21(3):198-199.
- [2] 陈果.旧店金矿区韧性断层及其成矿作用探讨[J].黄金科学技术,2013,17(1):10-12.
- [3] 李洪奎,李逸凡.山东鲁东地区中生代构造-岩浆岩事件与金矿成矿作用[J].地球科学前沿,2013,3(3):149-153.
- [4] 代军治,李绪俊,殷茜,等.山东平度旧店金矿床 1 号脉深部成矿远景评价[J].黄金地质,2004,25(12):10-13.
- [5] 陈果.旧店金矿 1 号脉支脉的勘探及矿床成因分析[J].矿产与地质,2008,22(4):322-325.
- [6] 罗镇宽,关康,余和勇,等.胶东招莱地区大一超大型金矿床形成的几个关键因素[J].地质找矿论丛,2003,18(2):95-103.
- [7] 李洪奎,嵇传源,单伟,等.山东旧店金矿金矿物特征及其意义[J].山东国土资源,2015,31(8):4-5.
- [8] 谢成连,何国强,史维全,等.平度旧店金矿区同成矿构造与金的富集关系[J].山东国土资源,2008,24(2):9-10.
- [9] 姜文峰,张彬.山东平度旧店金矿床的成矿特点及深部盲矿预测标志[J].黄金科学技术,2008,16(4):45-46.
- [10] 李洪奎,时文革,李逸凡,等.山东胶东地区金矿成矿时代研究[J].黄金科学技术,2013,21(3):1-8.

Analysis on Geological Characteristics and the Origin of Taojiazhai Gold Deposit in Pingdu City

ZHANG Zhenhua¹, YAO Qihui¹, LIU Haiquan², LU Renbing²

(1. Shandong Taishan Geological Survey Company, Shandong Tai'an 271000, China; 2. Shandong Gold Mining Linglong Limited Corporation, Shandong Zhaoyuan 265409, China)

Abstract: Taojiazhai gold mining zone is located in southwestern area of Jiudian town in Pingdu city. It belongs to mesothermal quartz vein fissure-filling type, and is controlled by faults with the trend of NE and NNE. These faults have the characteristics of expanding-constructing and branching-combining. Five vein type gold ore bodies have been found. The main metal minerals are pyrite, chalcopyrite, gellenite and sphalerite. The ore textures include hypidiomorphic granular and heterogranular textures. The ore structures are consist of massive, mesh-vein and disseminated structures. The surrounding rocks are gneissic containing garnete fine grain biotite monzonitic granite of Yunshan unit and fine grain containing biotite monzonitic granite of Beihuang unit.

Key words: Quartz-vein type gold deposit; geological characteristics; origin; Taojiazhai mining zone; Pingdu city