

店房火山角砾岩体西段金矿地质特征与成因

温森坡, 庞永治, 乔保龙

(河南省有色金属地质矿产局 第五地质大队, 郑州 450016)

摘要: 在近期的矿山接替资源找矿过程中, 对店房金矿以西的角砾岩体西段勘查新圈定 5 条金矿体。金矿体的形态与产状严格受断裂构造控制, 直接产于火山机构的环状、放射状构造和蚀变破碎带之中, 矿石分为石英脉型和构造蚀变岩型, 围岩蚀变以硅化和黄(褐)铁矿化为主, 成矿作用分为 2 期 4 个阶段; 稳定同位素和流体包裹体研究表明, 成矿流体主要为幔源, 并具低盐度和多源特点, 以岩浆热液为主, 成矿温度为中、低温, 主成矿期为燕山晚期, 店房角砾岩体西段金矿床属与火山构造有关的中、低温热液矿床。

关键词: 店房金矿; 地质特征; 矿床成因; 火山角砾岩体西段; 河南省

中图分类号: P611; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2010)03-0212-05

0 引言

20 世纪 80 年代, 在河南省嵩县店房火山角砾岩体的东段发现了店房金矿床, 随着矿山的多年开采, 金矿的原有储量已近枯竭^[1]。在近期的矿山接替资源找矿过程中, 在店房角砾岩体的西段及外围的环状、放射状构造和次级破碎带中新圈定 5 条金矿体, 估算金资源量达中型规模, 表明老矿山外围的金矿找矿前景依然较大。

1 成矿地质背景

店房火山角砾岩体位于华北地台南缘马超营断裂北侧, 区域出露地层简单, 断裂构造发育, 岩浆活动频繁, 是有色-贵金属矿产的重要成矿区带之一^[2,3]。

出露地层主要有太古宇太华群中深变质岩系、中元古界熊耳群火山岩系、中生界白垩系及新生界第四系。断裂构造发育, 马超营断裂带从西南部穿过, 走向 NWW, 倾向 NNE, 属于压扭性、高角度的

深大断裂带, 是本区的主要控矿构造; 不同方位、不同级别的次级断裂密集分布, 构造间相互交切、叠加, 形成了复杂的地质构造格局。岩浆岩发育, 分属晋宁期、海西中期和燕山期, 以燕山晚期不同阶段岩浆岩为主, 与金矿成矿关系密切。区域金矿资源丰富, 大、中型金矿有前河金矿、店房金矿、小南沟金矿和庙岭金矿等(图 1)。

2 火山角砾岩体地质特征

店房火山角砾岩体受马超营断裂聚矿构造带的控制, 属多次活动的火山通道相火山构造, 空间形态为一喇叭状(漏斗状)的火山颈, 平面上呈椭圆状近 EW 向展布, 面积约 0.5 km², 被 NW 向断裂 F₄ 和 F₅ 分为东、西两段。

火山角砾岩体内成分复杂, 以流纹斑岩、流纹质火山角砾岩为主, 间夹部分大理岩和花岗岩。断裂构造发育, 火山口周围环状、放射状构造与烧瓦窑次级蚀变带相互交错, 性质多为张性, 具较好的伸展性、扩容性, 是含矿热液的良好通道和容矿空间^[4], 新圈定的金矿体均赋存于这些构造内。矿化带蚀变强烈, 在原有面状蚀变基础上叠加了围绕断裂产生的线状蚀变。

收稿日期: 2009-04-23

作者简介: 温森坡(1970-), 男, 河南原阳人, 工程师, 1993 年毕业于长沙工业高等专科学校, 从事有色、贵金属矿产的勘查找矿与研究。

通信地址: 河南省郑州市郑东新区金水东路 16 号, 河南省有色金属地质矿产局第五地质大队; 邮政编码: 450016; E-mail: wensenpo@163.com

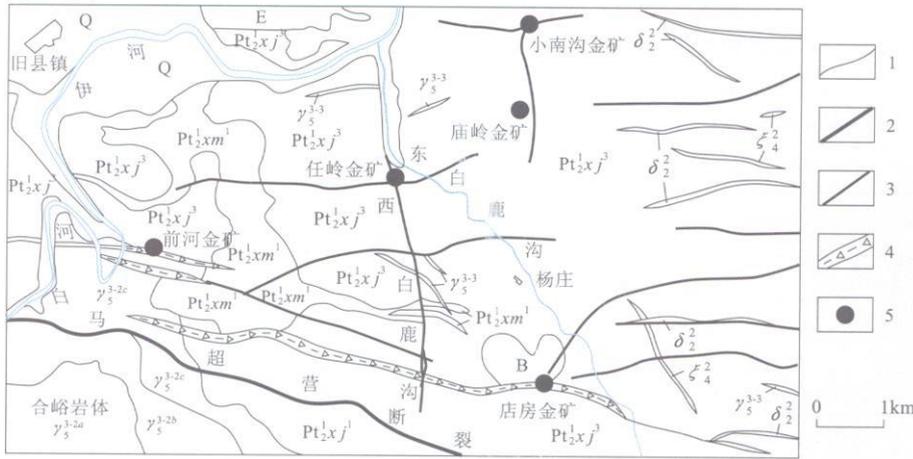


图 1 马超营断裂东段金矿田地质略图

Fig. 1 Geological sketch of the gold ore-field at eastern part of Machaoying fault
 Q. 第四系 E. 第三系 Pt_2xm^1 . 马家河组下段 Pt_2xj^1 . 鸡蛋坪组下段 Pt_2xj^2 . 鸡蛋坪组中段 Pt_2xj^3 . 鸡蛋坪组上段 γ_5^{3-3} , γ_5^{3-2b} , γ_5^{3-2a} . 燕山晚期不同阶段花岗岩 δ_2 . 晋宁期闪长岩 ξ_3 . 海西中期正长岩 B. 店房火山角砾岩体 1. 地质界线 2. 区域性大断裂 3. 断裂 4. 构造破碎带 5. 金矿床

金矿体 5 条, 矿体形态与产状严格受断裂构造控制。其中, 矿体 K1, K2 和 K11 赋存在古火山口周围的环状构造内, K3 赋存在古火山口周围的放射状构造内, K9 产出于火山角砾岩体南缘与烧瓦窑次级蚀变带复合部位(图 2)。

矿体呈脉状, 具有分支复合、膨大收缩现象, 地表控制长 270~620 m, 倾向控制延伸 150~210 m, 厚度 0.30~12.00 m, 金品位 $0.55 \times 10^{-6} \sim 28.80 \times 10^{-6}$, 不同矿体的厚度、品位变化不同。金属矿物主要有褐铁矿、黄铁矿和方铅矿, 围

岩蚀变以硅化、黄(褐)铁矿化为主。K2 和 K9 为主要矿体, 中深部的成矿潜力较大, 各矿体地质特征见表 1。

3 矿床地质特征

3.1 矿体特征

以往的探矿工作在岩体东段圈出较大规模金矿体 4 条(即店房金矿正在开采的金矿体), 矿体受烧瓦窑断裂带和火山角砾岩体复合控制。

近期的金矿勘查又在岩体西段及其外围新圈定

K2 矿体: 石英脉型, 大脉体, 呈弧形环绕店房古火山口产出。地表控制长 600 m, 倾向控制延伸 210 m, 产状 $92^\circ \sim 145^\circ \angle 47^\circ \sim 75^\circ$; 厚度 0.60~3.00 m, 平均 2.05 m; 金品位 $1.10 \times 10^{-6} \sim 28.80 \times 10^{-6}$, 平均 4.92×10^{-6} 。在斜深 210 m 有 3 个中段的平硐和沿脉工程控制, 矿体连续性较好。矿化垂向分带现象明显, 浅部为褐铁矿化, 中深部为黄(褐)铁矿化和方铅矿化, 深部为黄铁矿化和方铅矿化。由浅到深, 矿体品位和厚度有增高增大趋势(PD550 中, 矿体厚度 3.00 m, 最高品位 28.80×10^{-6})。矿体和围岩的界线明显, 矿体上、下盘的围岩蚀变具有明显的差异, 上盘围岩发生强烈硅化、黄(褐)铁矿化, 而下盘围岩基本未发生蚀变。共(伴)生矿产为银、铅, 银品位 $10.00 \times 10^{-6} \sim 223.00 \times 10^{-6}$, 铅品位 0.75%~13.05%。

K9 矿体: 构造蚀变岩型, 带状, 受火山角砾岩体和烧瓦窑次级断裂共同控制, 向东与店房金矿 II 号矿体相连。地表控制矿体长 620 m, 倾向控制延伸 150 m; 厚度 2.31~12.00 m, 平均 6.18 m; 金品位 $0.55 \times 10^{-6} \sim 26.40 \times 10^{-6}$, 平均 1.96×10^{-6} , 矿体品位和厚度变化较大。产状变化大, 在探槽 TC901 以西为 $37^\circ \angle 50^\circ$ 左右, TC902 以东为 $143^\circ \angle 75^\circ$ 左右。在斜深 150 m 有 2 个中段的平硐和沿脉工程控

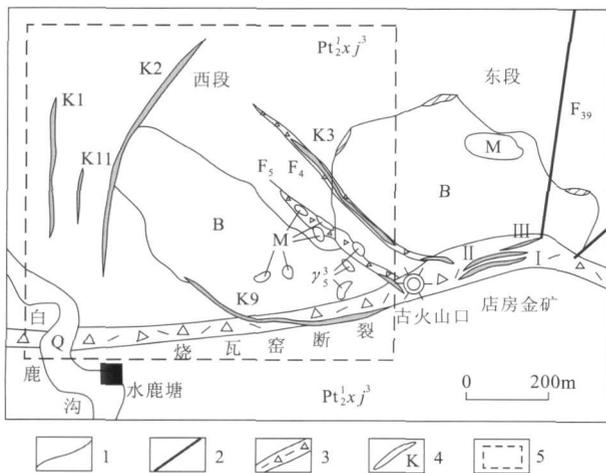


图 2 店房火山角砾岩体地质略图

Fig. 2 Geological sketch of the Dianfang volcanic breccia body

Q. 第四系 Pt_2xj^3 . 鸡蛋坪组上段 γ_5^3 . 燕山晚期花岗岩 M. 大理岩 B. 火山角砾岩 1. 地质界线 2. 断层及编号 3. 破碎带 4. 矿体及编号

制,矿体连续性尚可,表现为分段赋存、局部富集特征。矿体与围岩的界线不明显,围岩蚀变以褐铁矿

化、硅化为主。伴生矿产为银,品位 $8.50 \times 10^{-6} \sim 48.60 \times 10^{-6}$ 。

表1 店房火山角砾岩体西段金矿体特征

Table 1 The geological characteristics of the gold ore body in the western part of the Dianfang breccia body

矿体	矿体规模(m)			产状	品位 (w(Au)/10 ⁻⁶)	金属量 (kg)	地质特征	
	长度	宽度	厚度				矿石类型	主要金属矿物
K1	310	175	0.50~1.20	86°~105° ∠42°~48°	1.00~9.50	445	石英脉型	褐铁矿、黄铁矿、方铅矿
K2	600	210	0.60~3.00	92°~145° ∠47°~75°	1.10~28.8	1476	石英脉型	褐铁矿、黄铁矿、方铅矿
K3	360	130	1.00~4.50	52°~60° ∠51°~55°	0.60~6.07	952	蚀变岩型	褐铁矿、黄铁矿
K9	620	150	2.31~12.0	37° ∠50°, 143° ∠75°	0.55~26.4	5677	蚀变岩型	褐铁矿、黄铁矿
K11	270	190	0.30~0.50	90°~95° ∠82°~87°	1.83~5.01	110	石英脉型	褐铁矿、黄铁矿、方铅矿

3.2 矿石质量

矿石矿物成分。金属矿物主要有黄铁矿、方铅矿、褐铁矿,其次为闪锌矿、黄铜矿、辉钼矿、磁黄铁矿、方黄铜矿、黝铜矿、磁铁矿、碲金矿、碲金银矿、自然金、自然银、银金矿和银黝铜矿;脉石矿物主要有石英、长石,次为绢云母、黑云母、萤石、绿泥石、方解石和高岭土等。

矿石中主成矿元素为Au,共(伴)生组分为Ag和Pb。

主要金属矿物。①黄铁矿:浅黄色,呈多阶段发育,早期颗粒较大,立方体,晚期颗粒细小,晶形不规则;黄铁矿是金的最重要载体矿物,细粒黄铁矿和金矿化关系密切,也是含量最高的金属矿物^[5];②方铅矿:铅灰色,具黑三角孔,与闪锌矿共生;③闪锌矿:黑色,呈他形叶片状,与方铅矿密切共生,可见方铅矿沿其裂隙分布;④黄铜矿:他形粒状,呈脉状充填在黄铁矿裂隙中。矿物生成顺序为黄铁矿→黄铜矿→闪锌矿→方铅矿。

表2 金的赋存特征

Table 2 Characteristics of gold occurrence

赋存形式	金与其他矿物关系	含量(%)	小计(%)
晶隙金	黄铁矿晶隙	3.78	70.41
	黄铁矿与石英粒间	3.52	
	黄铁矿与方铅矿粒间	14.43	
	黄铁矿与黄铜矿粒间	48.68	
裂隙金	黄铁矿裂隙中	13.21	13.21
包体金	脉石石英中	5.73	16.38
	黄铁矿中	10.65	
合计			100.00

资源来源:河南省地调一队,1991。

矿石结构构造。自形-他形粒状结构、交代残余结构、压碎结构、包含结构和镶嵌结构等;块状构

造、浸染状构造、条带状构造和蜂窝状构造等。

金的赋存状态。主要为自然金,次为银金矿。自然金、银金矿多以不规则圆粒状、尖角状、针状、脉状、虫状和细脉状产于细粒黄铁矿中,形成晶隙金或裂隙金,部分为包体金,以中粗粒和细粒金为主,微细粒金很少。金的赋存状态特征见表2。

矿石自然类型为含金石英脉型和含金构造蚀变岩型。

3.3 围岩蚀变

围岩蚀变反映了含矿热液的活动强度和矿化规模,是重要的找矿标志^[6],蚀变主要类型有硅化、黄(褐)铁矿化。近地表围岩具高岭土化、绿泥石化,中深部见有碳酸盐化等。

3.4 控矿因素

(1)地层:据区域地球化学资料^[7],熊耳群鸡蛋坪组中Au的丰度值为 9.63×10^{-9} ,许山组中Au的丰度值为 18.50×10^{-9} ,均明显高于地壳克拉克值(4.3×10^{-9}),大量研究证实,熊耳期的火山喷发为本区金的初始富集阶段,形成了初始矿源层。

(2)构造:所有矿体的形态与产状严格受火山口周围环状、放射状构造和次级蚀变带的控制,断裂构造为成矿热液提供了良好通道和容矿空间。与店房金矿相比,由火山口周围环状、放射状构造和次级蚀变带控制的矿体规模多大于爆破角砾岩控制的矿体规模,表明火山口周围环状、放射状构造和次级蚀变带同样具有较好的含矿性,是主要含矿构造。上述认识的确立,是本区找矿取得突破的重要原因^[8]。

(3)岩浆岩:燕山晚期不同时代的岩浆岩发育,主要岩体为合峪岩体,该岩体位于矿区以西5 km处,为多期次叠加侵入而成的深源浅成的复式岩体,岩石化学组分中高硅、富钾、钠,金、银、铅等有益元素含量高,且内部相明显高于边缘相,表明在岩浆活

动后期有大量成矿元素进入热液中参与成矿, 同时岩体侵入还产生巨大热能, 为成矿热液的循环、运移和富集成矿, 以及促使地层和火山机构中成矿元素再活化, 创造了有利条件^[9, 10]。

3.5 成矿阶段划分

根据矿物生成顺序、脉体穿插关系、矿岩蚀变特征及表生作用, 将成矿作用由早到晚划分为 4 个阶段^[11], 前 3 个阶段为热液期产物, 褐铁矿阶段为表生期产物:

(1) 黄铁矿-石英阶段: 热液沿断裂带运移并使围岩强烈蚀变, 在接触带形成硅化强烈的石英脉带, 并伴随部分黄铁矿生成, 本期黄铁矿结晶程度较高, 但含金量低。

(2) 石英-(金)黄铁矿阶段: 携带大量成矿物质的热液沿断裂带上移, 热液的温度和压力相对较低, 但有用组分含量高, 热液沿石英脉及断裂带内的微裂隙以浸染状、细脉状等形式反复充填、沉淀和富集, 形成金矿体, 为主要的矿化阶段。

(3) 黄铁矿-多金属硫化物阶段: 热液沿构造有利部位继续上移、充填, 局部形成黄铁矿-黄铜矿-闪锌矿-方铅矿矿物组合, 此阶段以多金属硫化物矿化为主, 含金量较低, 主要为对矿体的叠加富化作用。

(4) 褐铁矿阶段: 表生作用使近地表矿体中黄铁矿氧化为褐铁矿, 局部形成金的表生富集。

4 矿床成因

角砾岩体西段金矿与东段的店房金矿为同一火

山角砾岩体的组成部分, 金矿的矿床特征与成因相似, 所以借用店房金矿的一些地球化学研究资料也可表征西段金矿的成因特点。

4.1 稳定同位素特征^[12-14]

(1) 硫同位素组成: 店房金矿矿石的硫同位素 $\delta(^{34}\text{S}) = 4.9 \times 10^{-3} \sim 7.6 \times 10^{-3}$, 离散度不大, 均一化程度较高, 在频数直方图上呈塔式分布, 表明矿石硫的来源以深源为主。

(2) 铅同位素组成: 矿石中铅同位素²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb = 16.93~17.31, ²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb = 15.16~15.74, ²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb = 37.32~38.36, $\mu = 8.77 \sim 9.95$, 结果显示变化范围不大, 相对稳定, 以低 μ 正常铅为主, 个别为高 μ 放射性铅。数据落入铅同位素模式图, 均位于地幔-造山带之间, 说明矿石中的铅源以深源为主, 根据 μ 值认为主为地幔或壳幔混合来源。

(3) 氢氧同位素组成: 矿石中氧同位素 $\delta(^{18}\text{O}) = 6.65 \times 10^{-3} \sim 17.93 \times 10^{-3}$, 与岩浆热液($\delta(^{18}\text{O}) = 5 \times 10^{-3} \sim 9 \times 10^{-3}$)、变质热液($\delta(^{18}\text{O}) = -16 \times 10^{-3} \sim 25 \times 10^{-3}$)的 $\delta(^{18}\text{O})$ 值相似, 结合控矿地质特征, 证实了矿床为岩浆热液成因。

4.2 矿物包裹体特征^[15]

测定矿物为矿石中石英, 测试结果(表 3) 原生矿物包裹体均一温度为 298~310℃, 次生矿物包裹体均一温度为 139~150℃。成矿流体盐度为 2.6%~4.8%, 较低, 流体来源以岩浆热液为主导, 有部分大气循环水参与。由包裹体均一温度求出矿物形成压力为 $700 \times 10^5 \sim 1\,000 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。

表 3 矿物包裹体特征表

Table 3 The characteristics of the fluid inclusions

矿床	测定矿物	包裹体特征							
		类型	形态	大小 (μm)	气液比 (%)	分布特征	成因	均一温度 ($^{\circ}\text{C}$)	盐度 ($w(\text{NaCl})/\%$)
店房	矿石石英	气体	负晶形	5~8	20	随机分布	原生	298~310	2.6~4.8
金矿	矿石石英	液体	椭圆形	3~10	<10	定向分布	次生	139~150	

测试单位: 中国科学院地质研究所, 1993。

4.3 成矿条件

①铅、硫同位素研究表明, 成矿物质具有多源性, 主要为幔源; ②流体包裹体和氢氧同位素表明, 成矿温度属于中、低温, 成矿压力为 $700 \times 10^5 \sim 1\,000 \times 10^5 \text{ Pa}$, 成矿流体为低盐度, 流体来源以岩浆热液为主, 有部分大气循环水参与; ③店房火山口周围环状、放射状构造及烧瓦窑断裂蚀变带为成矿

热液提供了良好通道和容矿空间; ④从初始矿源层的形成到最终成矿, 经历了从熊耳期到燕山晚期的漫长过程, 金矿的主成矿期为燕山晚期, 这与东秦岭造山带大规模成矿事件相一致; ⑤成矿过程可划分为 2 期 4 个阶段, 具有多期多阶段性。

4.4 成矿机制与过程

店房火山角砾岩体东、西段金矿的成矿机制与

过程如下:熊耳期来源于地幔及下地壳的熔浆,在喷发过程中携带有部分成矿物质赋存于火山岩层中,形成初始矿源层^[16]。燕山中晚期,本区由挤压向伸展体制转变并伴随有大规模深源岩浆活动,为成矿提供了物质来源及热动力条件;在构造活动和岩浆热液的共同作用下,初始矿源层中的金活化,并与岩浆活动带来的含有大量矿物质的热液混合形成成矿流体,进入到较大规模的断裂中沿低压扩容带迁移,热液运移至次级断裂带及火山口周围的环状、放射状构造中,由于深度变浅,体系趋于开放,改变了原有物理-化学平衡状态,造成成矿元素的大量沉淀、富集与成矿^[17]。

综上所述,店房角砾岩体西段金矿床属于与火山构造有关的中低温热液矿床。

参考文献:

- [1] 吕古贤,郑大瑜. 资源危机矿山的概念与分类[J]. 地质找矿论丛, 2004, 19(1): 1-5.
- [2] 罗铭玖,黎世美,卢欣祥,等. 河南省主要矿床的成矿系列与成矿作用[M]. 北京:地质出版社, 2000: 1-35.
- [3] 王长明,邓军,张寿庭. 河南省华北陆块南缘铅金成矿系统[J]. 地质找矿论丛, 2005, 20(3): 170-175.
- [4] 潘龙驹. 内生金属矿床聚矿构造研究[M]. 北京:冶金工业出

版社, 2000: 1-21.

- [5] 李红兵,曾凡治. 金矿中的黄铁矿标型特征[J]. 地质找矿论丛, 2005, 20(3): 199-204.
- [6] 巴安民,马红义,张松盛,等. 河南省嵩县前河金矿矿床地质特征和找矿方向[J]. 地质找矿论丛, 2006, 21(2): 100-103.
- [7] 郭保健,李永峰,王志光,等. 熊耳山 Au-Ag-Pb-Mo 矿集区成矿模式与找矿方向[J]. 地质与勘探, 2005, 41(5): 43-47.
- [8] 温森坡. 嵩县店房火山角砾岩体西段金成矿潜力分析[J]. 黄金, 2008, 29(12): 15-18.
- [9] 卢欣祥,于在平,冯有利,等. 东秦岭深源浅成型花岗岩的成矿作用及地质构造背景[J]. 矿床地质, 2002, 21(2): 168-178.
- [10] 邱庆伦,燕长海,陈瑞保,等. 小秦岭-熊耳山地区燕山期大规模成矿的地球动力学背景[J]. 地质找矿论丛, 2008, 23(4): 281-286.
- [11] 庞振山. 河南省嵩县董香洼金矿矿床地质特征[J]. 矿产与地质, 2008, 22(1): 49-54.
- [12] 任富根,李维明. 熊耳山-崤山地区金矿成矿地质条件和找矿综合评价模型[M]. 北京:地质出版社, 1995: 27-89.
- [13] 田恪强,赖素星,刘申芬,等. 河南下嵩坪金矿床地质特征及控矿条件分析[J]. 矿产与地质, 2008, 22(2): 141-144.
- [14] 王富贵. 河南省熊耳山地区金矿成矿的地球化学特征[J]. 河南有色金属地质, 1992, 21(1): 46-51.
- [15] 燕建设,王铭生,星玉才,等. 马超营断裂带金矿包体及氢氧同位素研究[J]. 河南地质, 1998, 16(1): 15-20.
- [16] 陈衍景,富士谷. 豫西金矿成矿规律[M]. 北京:地震出版社, 1992: 185-210.
- [17] 张静,杨艳,鲁颖怀,等. 河南破山银矿床地质地球化学特征及成因研究[J]. 中国地质, 2008, 35(6): 1220-1229.

GOLOGICAL CHARACTERISTICS AND GENESIS OF GLOD DEPOSIT IN THE WESTERN PART OF VOLCANIC BRECCIA AT DIANFANG

WEN Sen-po, PANG Yong-zhi, QIAO Bao-long

(No. 5 Geological Team, Henan Geology Bureau of Nonferrous Metals and Mineral Resources, Zhengzhou 450016, China)

Abstract: Prospecting resources to succeed in Dianfang gold deposit is focused in the western part of the volcanic breccia body and five new gold ore bodies are delineated. Morphology of the ore bodies is strictly controlled by fractures and they occur in ring and radiate fractures and the altered cataclastic rock zones. There are two types of ore, i. e. the quartz vein type gold ore and altered cataclastic rock type gold ore. Silicification and pyritization (limonitization) are the main wall rock alteration. The metallogenic process is divided into two periods and four stages. Researches on isotopes and fluid inclusions show that the ore materials are mainly derived from mantle and characterized by multi-sources and low salinity. The ore fluid is dominated by magmatic hydrothermal fluid and the ore is formed at medium and low temperatures and mainly in Late Yanshanian Period.

Key Words: Dianfang gold deposit; geological characteristics; genesis; west part of the volcanic breccia; Henan province