

玲珑东风金矿床 171 号脉金矿 地质特征及成因探讨

张丕建¹, 刘殿浩¹, 张军进¹, 丁正江¹, 胡培强¹, 杨国福¹, 李平¹, 李芝荣¹, 孙成煊²

(1. 山东省第三地质矿产勘查院, 山东烟台 264000; 2. 山东省国土资源厅, 山东济南 250014)

摘要:玲珑金矿田东风矿床 171 号脉金矿, 产于胶西北地区著名的玲珑金矿田南东部, 受 NEE 向破头青断裂控制。矿脉、矿体形态、产状与断裂带基本相同, 带内岩石蚀变分带现象较明显; 矿体主要分布于断裂带下盘, 呈似层状、大脉状, 沿走向及倾向显舒缓波状, 局部具分支、复合特征; 厚度变化较稳定, 有用组分分布较均匀; 矿石类型包括黄铁绢英岩型和黄铁绢英岩质碎裂岩型。研究表明, 中生代燕山晚期的构造—岩浆活动为成矿提供了热源及定位空间, 成矿物质具壳、幔混合源特征, 成矿流体主要来源于幔源, 有大气水和岩浆水的加入; 矿床成因为中温热液型金矿。

关键词:玲珑金矿; 东风 171 号脉; 超大型; 地质特征; 矿床成因; 山东招远

中图分类号: P618.42

文献标识码: A

引文格式:张丕建, 刘殿浩, 张军进, 等. 玲珑东风金矿床 171 号脉金矿地质特征及成因探讨[J]. 山东国土资源, 2015, 31(9): 1-5. ZHANG Pijian, LIU Dianhao, ZHANG Junjin, etc. Study on Geological Characteristics and Origin of No.171 Ore Vein in Dongfeng Deposit in Linglong Gold Field[J]. Shandong Land and Resources, 2015, 31(9): 1-5.

玲珑金矿田东风矿床 171 号脉位于山东招远市阜山镇九曲—李家庄一带, 大地构造位置上处于华北地台东南缘之胶北隆起西北部, 破头青断裂带中段, 为一破碎带蚀变岩型特大型金矿床(图 1)^①。该文在介绍该矿脉地质特征的基础上, 简要探讨其成因, 以期为该区其他地区金矿找矿提供参考。

1 矿区地质概况

矿区出露较老地层主要为新太古代胶东岩群变质岩系, 多呈包体状零星分布, 岩性以黑云角闪变粒岩为主, 夹磁铁石英岩(图 2)。该套地层经历了麻粒岩相—高角闪岩相—低角闪岩相的多期变质及变形作用。

矿区侵入岩分布广泛, 主要发育新元古代栖霞岩套牟家片麻状细粒黑云奥长花岗岩、中生代燕山早期玲珑含斑粗中粒二长花岗岩和栾家河含粗斑中粒二长花岗岩, 以及各类脉岩。其中, 栖霞岩套分布

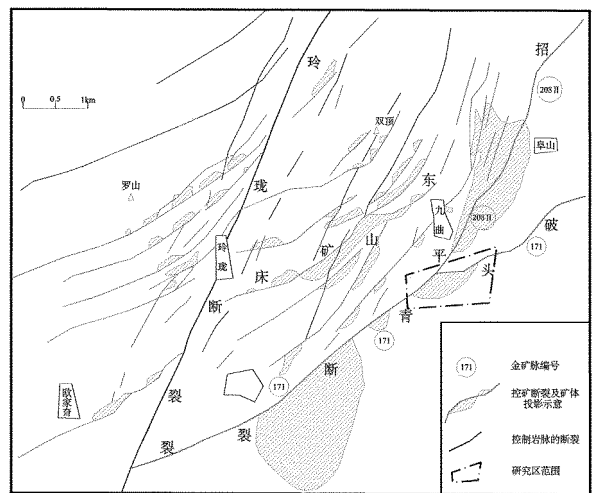


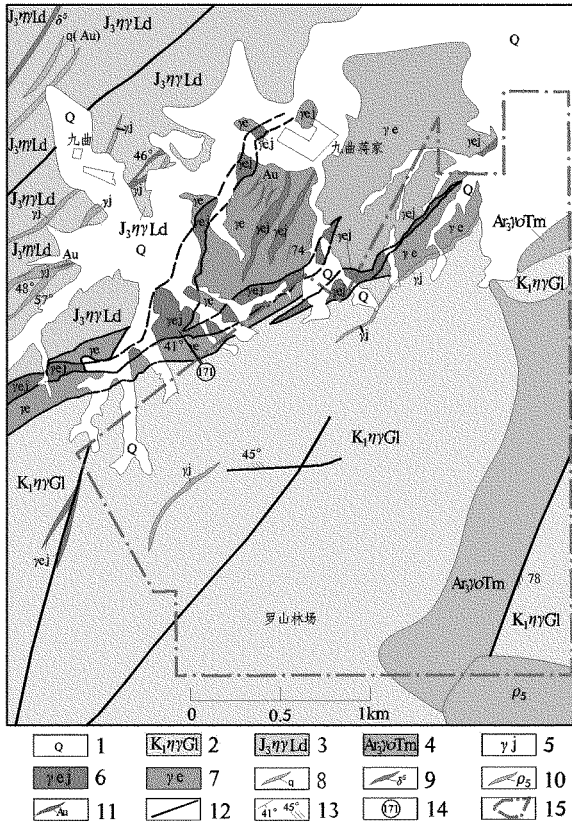
图 1 玲珑金矿田控矿构造纲要图

局限; 玲珑花岗岩和栾家河花岗岩分别出露于矿化带的下盘(西北侧)和上盘(东南侧)。脉岩以闪长玢岩、煌斑岩、辉绿玢岩为主, 以闪长玢岩脉最为发育, 多沿 NE, NNE, NEE 向断裂分布。

收稿日期: 2015-01-30; 修订日期: 2015-02-25; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 张丕建(1964—), 男, 山东龙口人, 高级工程师, 主要从事矿产勘查及区域地质调查工作; E-mail: ytzpj@163.com

①山东省第三地质矿产勘查院, 山东省玲珑金矿田东风矿床 171 号脉金矿详查(补充)报告, 2010 年。



1—第四系；2—莱家河含粗斑中粒二长花岗岩；3—玲珑含斑粗中粒二长花岗岩；4—新太古代牟家片麻状细粒黑云奥长花岗岩；5—绢英岩化花岗岩；6—绢英岩化花岗质碎裂岩（主矿带）；7—绢英岩化碎裂岩；8—石英脉；9—闪长岩脉；10—伟晶岩；11—金矿体；12—断层；13—产状；14—矿脉编号；15—勘查区范围

图 2 矿区地质简图

区内构造以断裂为主。其中，破头青断裂作为矿田一级控矿断裂，控制了 171 号脉的展布（图 1）。该断裂在区内长 2 600 m，宽 350~450 m；走向 NE60°~70°，倾向 SE，倾角 35°~45°。其上盘次级裂隙发育，岩石较破碎，由碎裂状花岗岩、绢英岩化碎裂岩等组成；下盘由绢英岩及绢英岩质碎裂岩、花岗质碎裂岩组成，蚀变较强，金矿体即赋存于下盘中，局部具有明显的裂面，在主裂面发育有断层泥。

2 矿床地质特征

2.1 矿化脉特征

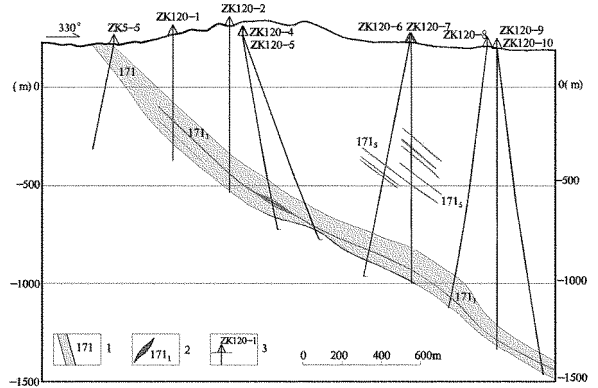
区内的矿化脉主要表现为沿断裂破碎带充填交代形成的蚀变带，主矿化脉即为严格受破头青断裂所控制的 171 号脉。该脉体形态、产状与断裂带相同，受多期构造叠加作用影响，带内岩石蚀变明显，在空间上常有分带现象，其理想水平分带为：由矿化

脉中心向两侧依次为黄铁矿化石英脉或黄铁绢英岩质碎裂岩→（黄铁）绢英岩→绢英岩化花岗岩（绢英岩化碎裂状花岗岩）→钾化花岗岩→花岗岩。

2.2 矿体特征

矿区内共圈定金矿体 7 个，其中 171₁ 和 171 支 1 号矿体为主要矿体，2 矿体金资源量占矿区资源总量的 98%。

171₁ 号矿体：为一盲矿体，赋存标高 +80~-1 550m，矿体埋深最浅 120 m，最深 1 700 m；矿体与矿脉产状基本一致，总体走向 NE60°，倾向 SE，倾角 36.5°~43.5°；呈似层状、大脉状分布，沿走向及倾向显舒缓波状（图 3），局部显示分支、复合特征，沿走向和倾向均未封闭；矿区内控制长 2 500 m，控制斜深 510~3 100 m，单工程矿体厚度 0.27~26.06 m，平均厚度 4.23 m，矿体厚度变化系数 116%，属厚度变化较稳定矿体；金品位（1.00~26.34）×10⁻⁶，平均品位 2.71×10⁻⁶，品位变化系数 139%，属有用组分分布较均匀矿体。



1—矿脉及编号；2—金矿体及编号；3—施工钻孔编号

图 3 玲珑金矿田东风矿床 171 号脉金矿 120 勘探线剖面图

171 支 1 号矿体：赋存于 171 号脉下盘的 171 支脉中。矿体赋存标高 -218~-1 118 m，矿体埋深 370 m；控制长 850 m，斜深 430~1 400 m；呈似层状，产状与 171 号脉基本相同，倾角 35°~40°；单工程矿体厚度 0.50~18.46 m，平均厚度 8.31 m，厚度变化系数 89%，属厚度变化较稳定矿体；金品位（1.00~17.35）×10⁻⁶，平均品位 2.97×10⁻⁶，品位变化系数 103%，属有用组分分布较均匀矿体。矿石类型为黄铁绢英岩化碎裂岩。其他矿体特征详见表 1。

2.3 矿石特征

矿区矿石全部为原生矿,岩性为黄铁绢英岩和黄铁绢英岩质碎裂岩。矿石结构以自形一半自形晶粒状结构和碎裂结构为主,其次为包含结构,填隙结构、交代溶蚀结构、交代残留结构、胶状结构、乳浊状结构等;主要呈浸染状、细脉状、网脉状构造,其次呈块状构造、条带状构造和斑状构造、角砾状构造等。矿石中矿石矿物主要为黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、淡红银矿、银金矿等,脉石矿物主要有石英、绢

云母、方解石等。其中,金矿物主要呈晶隙金、包体金赋存于黄铁矿及石英之中;以微粒金、细粒金为主,少量中粒金及粗粒金;以粒状、片状为主,少量为长条状、枝杈状和不规则状;金矿物成色在(694~840)×10⁻⁶之间(表 2),以银金矿为主。矿石主要有益组分为金,伴生有益组分为银,有害组分为铅、锌、砷等。其中,矿石中金品位一般为(1.00~10.52)×10⁻⁶,单样最高品位为 33.54×10⁻⁶,矿床平均品位 2.77×10⁻⁶。

表 1 171 号脉其他矿体特征

矿体编号	分布范围		矿体形态	规模(m)		产状(°)		厚度(m)		品位(10 ⁻⁶)	
	区间(线)	标高(m)		长度	斜深	倾向	倾角	单工程	平均厚度	一般	平均
171 ₂	96~60	-204~-735	似层状	600	250~450	SE	39~45	0.62~8.18	1.74	1.11~3.62	1.78
171 ₃	160~142	-100~-350	似层状	230	55~330	SE	40~50	0.80~3.79	1.75	1.38~3.38	1.47
171 ₄	160~142 (主脉之上)	84~-70	似层状	340	90	SE	37	0.74~1.15	0.95	1.11~7.60	4.37
171 ₅	136~96 (主脉之上)	-355~-500	似层状	480	110~240	SE	37	0.64~1.41	0.96	1.05~2.48	1.53
208 II ¹	5(208 II 号脉)	-194~-300	似层状	130	188	SEE	35	0.91~5.64	2.78	1.88~9.81	4.30

表 2 矿区矿石金矿物电子探针定量分析结果

样号	Au/ 10 ⁻²	Ag/ 10 ⁻²	Fe/ 10 ⁻²	Bi/ 10 ⁻²	Te/ 10 ⁻²	Cu/ 10 ⁻²	Zn/ 10 ⁻²	Sb/ 10 ⁻²	Se/ 10 ⁻²	Σ	金的成色/ 10 ⁻³
G00	81.66	15.48	0.86	1.42	0.00	0.04	0.15	0.05	0.08	99.74	840
G05	67.80	29.80	0.41	1.61	0.23	0.06	0.15	0.00	0.02	100.08	694
G13	78.12	20.48	0.03	0.34	0.13	0.00	0.13	0.37	0.07	99.67	792
G07-2	72.57	28.08	0.17	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.01	100.94	721
G14	81.87	15.78	0.39	1.59	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	99.76	838
G22	78.48	21.06	0.20	0.00	0.13	0.00	0.01	0.00	0.04	99.92	788
077-1	82.95	15.96	1.10			0.00	0.00			100.00	838
077-2-1	79.13	20.03	0.84			0.00	0.00			100.00	798
077-2-2	81.25	17.30	1.09			0.00	0.36			100.00	824
078-1	82.38	17.21	0.32			0.00	0.10			100.00	827
078-2	78.26	19.74	2.00			0.00	0.00			100.00	798
078-3	73.61	20.72	5.36			0.31	0.00			100.00	780

注:国土资源部济南矿产资源监督检测中心,2010 年。

2.4 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,成矿期可划分为 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-碳酸盐矿物阶段,其中中间 2 个阶段是主要的金成矿阶段。

3 矿床成因浅析

3.1 成矿物质及流体来源

成矿物质来源:铅同位素研究结果表明^[1-3],成矿物质主要来源于地幔,成矿过程中可能有地壳物质的参与。S 同位素研究显示,典型玲珑式一焦家式金矿床硫同位素以富含 δ³⁴S×10⁻³为特征,通常 δ³⁴S 在(+6.5~+12.15)×10⁻⁶之间,平均值为 9.23×10⁻³,所有黄铁矿、黄铜矿和闪锌矿样品 δ³⁴S 值均正向偏离陨石硫^[4,5],这与胶东岩群的硫同位素组成平均值 7.4×10⁻³近似,反映出硫的来源与胶东岩群有一定的继承性。胶东地区金矿中普见代表着深

源物质特征的各种碲化物、自然镍、自然铂等矿物^[6-10],说明成矿物质的深源性,即可能成矿物质主要来源上地幔。区内的新太古代胶东岩群变质岩系,其原岩为陆源碎屑沉积岩及化学沉积岩夹火山岩,含有较丰富的 Au,可能为该区金成矿提供了部分成矿物质。

成矿流体来源:C-H-O 同位素研究显示^[10-16],胶东西北部金矿的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{CPDB}}$ 值范围为 $(-3.4\sim-6.6)\times 10^{-6}$,与地幔来源碳同位素值 (-7×10^{-6}) 重合;成矿流体中的 δD 值、 $\delta^{18}\text{O}$ 水值均相近; $\delta^{18}\text{O}_{\text{水}}-\delta\text{D}$ 关系图(图 4)上投图数据点绝大部分落入地幔初生水范围及向大气水偏离一侧附近,说明该区金矿成矿流体以地幔初生水为主,有少量大气水的参与;个别点落入岩浆水范围,可能有少量混入。总体看,幔源流体在成矿中居主导地位。

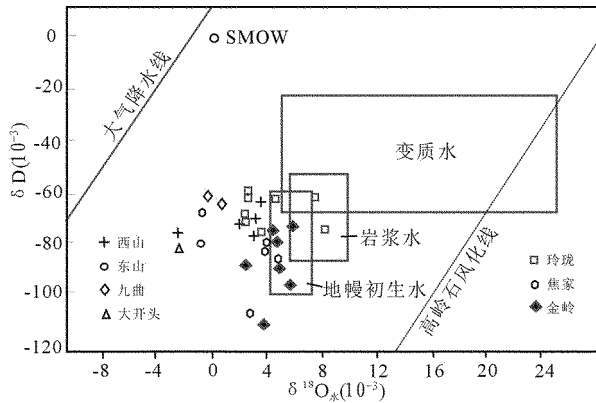


图 4 胶东西北部部分金矿床成矿流体 $\delta^{18}\text{O}_{\text{水}}-\delta\text{D}$ 分布图(据丁正江,2014)

3.2 矿床成因浅析

构造体制转换事件是大规模成矿作用发生的基础,其引起的区域壳幔物质交换、岩浆活动等系列事件及耦合作用最终导致了矿集区的形成^[17]。太古宙—古元古代胶东地区处于大陆边缘活动带,发育了厚层的中基—中酸性火山堆积及泥、砂质、化学沉积建造,其中富含金、多金属矿质及硫、氯等与成矿有关的元素,为后期成矿提供了丰富的物质基础。而古元古代—新元古代区域变质作用、构造岩浆活动,使之发生活化初步富集。中生代,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,开辟了流体上升的通道系统,为后期深部流体的上升奠定了构造基础。

燕山运动早期,由于地壳重熔作用,在胶西北地区形成了中地壳不连续面,后期随着太平洋板块向

欧亚板块的俯冲,逐渐沿该不连续面发育为波状起伏的断裂带(后期不断隆升遭受剥蚀即为目前之三山岛断裂、焦家断裂和招平断裂)^[18]。燕山晚期,古太平洋板块向欧亚板块的俯冲方向转为 NWW 向,该区岩石圈发生大规模拆沉,幔源流体及岩浆热液沿深大断裂快速上升,充填于上述断裂带及其次级断裂构造内,与破碎带内的岩石发生广泛的交代作用。当物理化学环境演变适宜条件下,金元素开始沉淀富集成矿,最终形成了破碎带蚀变岩型金矿;富硅质含矿热液充填较小断裂则富集形成石英脉型金矿。总体来看,区内的金矿脉均分布于区域性招平断裂带及旁侧 NE 向断裂中,控制着金矿脉的生成及定位;带内岩石由于受脆—韧性构造活动的挤压而变形、破碎,有利于热液交代及蚀变作用的发生,促进了金等成矿元素的进一步富集。包裹体测温资料显示^[14-15,19-20],该区金矿的形成温度一般在 $338\sim 244^\circ\text{C}$,属中温范围,其成因类型应为中温热液型金矿。从成矿的动力学环境、成矿机制、控矿特征上看,可归为 Groves 等(1998)提出的造山型金矿范畴^[21]。

4 结论

(1)玲珑金矿田东风矿床 171 号脉金矿,严格受 NEE 向破头青断裂控制。矿脉、矿体形态、产状与断裂带基本相同,矿体主要分布于断裂带下盘,呈似层状、大脉状,沿走向及倾向舒缓波状,局部具分支、复合特征;厚度变化较稳定,有用组分分布较均匀。

(2)矿石类型包括黄铁绢英岩型和黄铁绢英岩质碎裂岩型。矿石结构以自形—半自形晶粒状结构和碎裂结构为主,主要呈浸染状、细脉状、网脉状构造。矿物组成主要为黄铁矿、石英、绢云母等,金矿物以银金矿为主,主要以粒状、片状微粒金、细粒金为主,呈晶隙金、包体金赋存于黄铁矿及石英之中。

(3)中生代燕山晚期构造—岩浆活动为成矿提供了热源及定位空间,成矿物质具壳、幔混合源特征,成矿流体主要来源于幔源,有大气水和岩浆水的加入;矿床成因为中温热液型金矿,属 Groves 等(1998)提出的造山型金矿范畴。

参考文献:

- [1] 季海章, 赵懿英, 卢冰, 陈殿照. 胶东地区煌斑岩与金矿关系初探[J]. 地质与勘探, 1992, (2): 15-18.
- [2] 李兆龙, 张连营, 肖秀梅, 樊秉鸿. 胶东马家窑金矿地质地球化学特征及矿床成因[J]. 地质找矿论丛, 1990, (3): 36-48.
- [3] 辛洪波. 胶东谢家沟金矿与焦家金矿地质特征与成因对比[D]. 中国地质大学(北京), 2005.
- [4] 潘瑞广. 胶东新立金矿床成矿流体演化[D]. 北京: 中国地质大学, 2013.
- [5] 郭春影. 胶东三山岛—仓上金矿带构造—岩浆—流体金成矿系统[D]. 中国地质大学(北京), 2009.
- [6] 徐贵忠, 周瑞, 王艺芬, 等. 胶东和鲁西地区中生代成矿作用重大差异的内在因素[J]. 现代地质, 2002, 16(1): 9-17.
- [7] 丛源. 胶东西北部北截—大河一带造山型金矿的地质特征及矿化富集规律[D]. 吉林大学, 2005.
- [8] 谷湘平, WATANABE Makoto, 谢先德, 等. 陈国达矿(Ag₉FeTe₂S₄): 胶东地区金矿床中发现的硫碲化物新矿物[J]. 科学通报, 2008, (17): 2064-2070.
- [9] 赵泳越. 山东省玲珑金矿床成因研究[D]. 吉林大学, 2012.
- [10] 丁正江. 胶东中生代贵金属及有色金属矿床成矿规律研究[D]. 吉林大学, 2014.
- [11] 姚凤良, 刘连登, 孔庆存. 胶东西北部脉状金矿[M]. 吉林: 吉林科技出版社, 1990.
- [12] 张理刚, 陈振胜, 刘敬秀, 等. 焦家式金矿水—岩交换作用——蚀变岩石氢氧同位素组成研究[J]. 矿床地质, 1995, (3): 261-272.
- [13] 丁式江. 绿岩型金矿综合地质异常研究——以胶东焦家金矿田为例[D]. 北京: 中国地质大学, 1998: 1-93.
- [14] 毛景文, 赫英, 丁悌平. 胶东金矿形成期间地幔流体参与成矿过程的碳氢氧同位素证据[J]. 矿床地质, 2002, (2): 121-128.
- [15] 王力, 孙丰月, 王佳良. 山东金岭金矿床成矿流体地球化学特征[J]. 岩石学报, 2010, (12): 3735-3744.
- [16] 姜晓辉, 范宏瑞, 胡芳芳, 等. 胶东三山岛金矿中深部成矿流体对比及矿床成因[J]. 岩石学报, 2011, (5): 1327-1340.
- [17] 邓军, 杨立强, 方云, 等. 胶东地区壳—幔作用与金成矿效应[J]. 地质科学, 2000, (1): 60-70.
- [18] 孙丰月, 石淮立, 冯本智. 胶东金矿地质及幔源 C-H-O 流体分异成岩成矿[M]. 长春: 吉林人民出版社, 1995: 1-170.
- [19] 韦延光, 王建国, 邓军, 等. 山东谢家沟金矿流体包裹体研究及其地质意义[J]. 现代地质, 2005, (2): 224-230.
- [20] 张海泉. 山东省胶东地区焦家式金矿床中含金石英大脉流体包裹体的特征[J]. 地质通报, 2005, (5): 456-461.
- [21] 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.

Study on Geological Characteristics and Origin of No.171 Ore Vein in Dongfeng Deposit in Linglong Gold Field

ZHANG Pijian¹, LIU Dianhao¹, ZHANG Junjin¹, DING Zhengjiang¹, HU Peiqiang¹, YANG Guofu¹, LI Zhirong¹, SUN Chenghuan²

(1. No.3 Exploration Institute of Geology and Resources, Shandong Yantai 264004, China; 2. Shandong Department of Land and Resources, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: No.171 ore vein in Dongfeng deposit in Linglong gold field is located in southeast part of the famous Linglong gold mine in northwestern Jiaodong, and controlled by Potouqing fault belt with the trend of NNE. The ore vein, ore body shape, occurrence and the fault belt are basically the same. The alteration zoning of the rocks is evident. The ore bodies are mainly distributed in the footwall of the fault belt, and showed as bedded and big vein form. It showed as little undulatory forms along the trend and had compound characteristics in partial area. The change of thickness of ore bodies is stable. The useful components distributed uniformly. The ore types include pyritized phyllite and pyritized phyllite cataclastic rocks. As showed by the research, magmatic activities in late Yanshan period of Mesozoic provided the heat source and space location for mineralization. The ore-forming metals have the characteristics of mixed types of crust—mantle. The ore-forming fluids mainly came from the mantle and mixed with meteoric water and magma water. It is a middle temperature hydrothermal gold deposit.

Key words: Linglong gold field; No.171 ore vein in Dongfeng deposit; super—large type; geological characteristics; origin