

# 山东栖霞市虎窝顶矿区金矿 地质特征及矿床成因找矿方向

胡伟华, 邱介玲, 王厚琴, 于森, 赵贤, 程蓉蓉

(山东省第三地质矿产勘查院, 山东烟台 264004)

**摘要:**栖霞市虎窝顶矿区金矿床位于栖霞市金山境内, 为多金属硫化物石英脉型金矿床, 成因上属于中温热液裂隙充填石英脉型金矿床。矿体以条带状、透镜状为主, 矿体规模中等, 厚度、品位变化较大, 主要矿石矿物有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿, 少量黄铜矿, 矿石结构以晶粒状结构、压碎结构为主, 次为填隙结构、乳浊状结构、包含结构、镶嵌结构、骸晶结构、交代残余结构等, 矿石构造主要有块状、网脉状、浸染状构造, 其次为角砾状构造和胶状构造。矿石类型主要为原生矿石, 矿体围岩主要是新太古代栖霞超单元回龙弃单元条带状细粒含角闪黑云英云闪长岩。

**关键词:**石英脉型金矿床; 地质特征; 矿床成因; 虎窝顶矿区; 栖霞市

中图分类号: P618

文献标识码: A

栖霞市虎窝顶金矿区, 根据烟台市矿产资源总体规划(2008—2015)划分, 为胶西北金成矿区(IV)一栖霞市东部金成矿区(VJ-6)。近几年, 山东省第三地质矿产勘查院在该区进行地质工作, 发现有价值的矿体, 对局部地段开展工作, 并对虎窝顶矿区地质特征进行总结, 分析矿床成因, 探讨矿区找矿方向。

## 1 区域地质概况

矿区所处的大地构造位置位于华北地台南缘之胶北隆起区北部, 处于华北陆块(I)、鲁东隆起(II)、胶北隆起区(III)、栖霞-马连庄凸起(V)<sup>[1-2]</sup>。矿区位于胶东金成矿区中部、蓬莱-栖霞成矿带南端东侧, 地质构造复杂, 成矿条件优越(图1)。

### 1.1 地层

区域内出露地层主要有古元古代粉子山群、新元古代蓬莱群和第四纪松散堆积层。

### 1.2 构造

区域内主要构造有NE向的马家瑶断裂、罗家

断裂及后弃断裂等<sup>①</sup>。罗家断裂是区内主干控矿断裂构造, 区内出露长达5 000 m, 宽50~100 m。由于其叠加复合了NE向、NW向韧—脆性变形构造, 沿走向呈“S”形, 主体走向NE 40°左右, 局部呈SN向、NW向, 倾向SEE, 倾角30°~55°。带内主要由碎裂状糜棱岩、糜棱岩化碎裂岩、碎裂岩、断层泥组成, 普遍发育绿泥石化、绢英岩化、碳酸盐化、褐(黄)铁矿化; 充填含金多金属硫化物石英脉、闪长玢岩脉, 其中闪长玢岩在局部地段靠近矿脉处发育绢英岩化、绿泥石化蚀变现象, 具有明显的退色带。

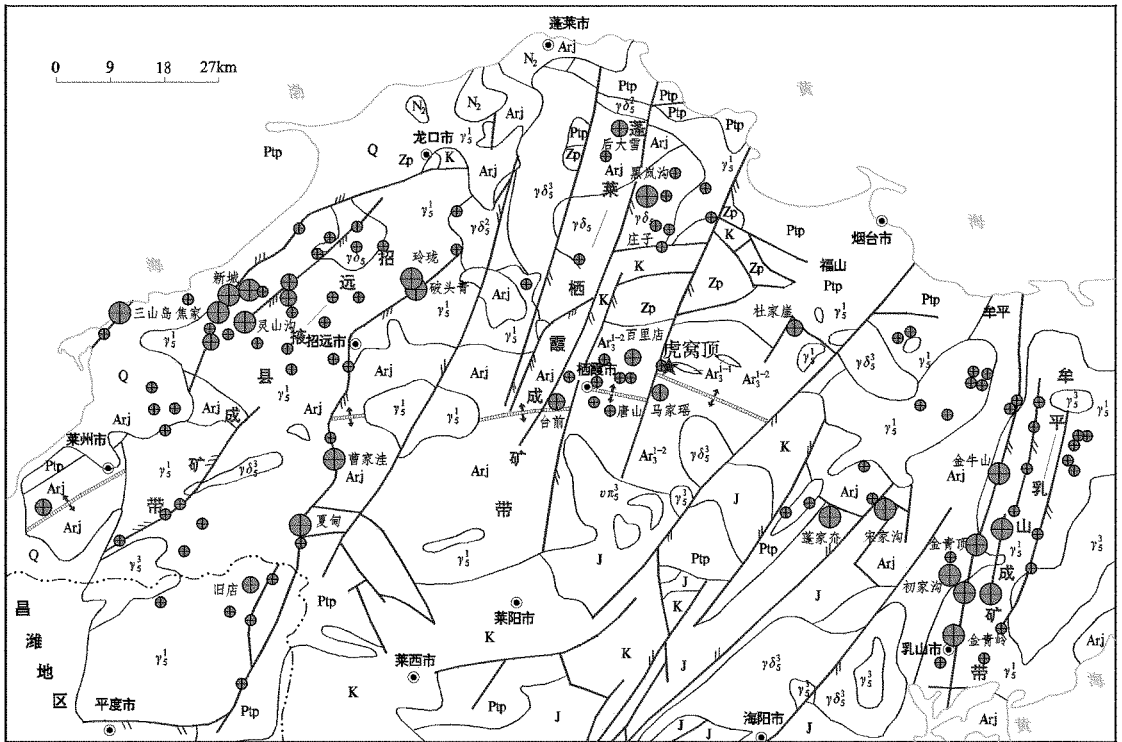
### 1.3 侵入岩

区内侵入岩非常发育, 分布广泛, 主要是新太古代侵入岩及中生代脉岩。新太古代马连庄超单元栾家寨单元, 岩性为斜长角闪岩。新太古代栖霞超单元回龙弃单元, 岩性为条带状细粒含角闪黑云英云闪长岩, 区内分布面积较大。栖霞超单元牟家单元, 岩性为片麻状细粒奥长花岗岩。中生代脉岩发育, 主要有角闪闪长岩、细晶岩、闪长玢岩、辉绿岩、煌斑岩。

收稿日期: 2013-11-29; 修订日期: 2014-04-03; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 胡伟华(1964—), 男, 山东栖霞人, 高级工程师, 主要从事地质矿产勘查工作; E-mail: y.thwh@163.com。

①山东省第三地质矿产勘查院, 胡伟华等, 山东省栖霞市虎窝顶矿区⑥-1矿体金矿详查报告, 2010年。



1—第四系;2—古近纪玄武岩;3—白垩系;4—侏罗系;5—粉子山群;6—栖霞超单元;7—马连庄超单元;8—胶东岩群;9—中生代花岗岩;10—中生代花岗岩闪长岩;11—中生代斑状花岗岩闪长岩;12—中生代黑云母花岗岩;13—栖霞复背形;14—压扭性断裂;15—大型金矿床;16—中型金矿床;17—小型金矿床;18—小型矿点;19—工作区位置

图1 胶东金矿分布略图

## 2 矿区地质

### 2.1 地层

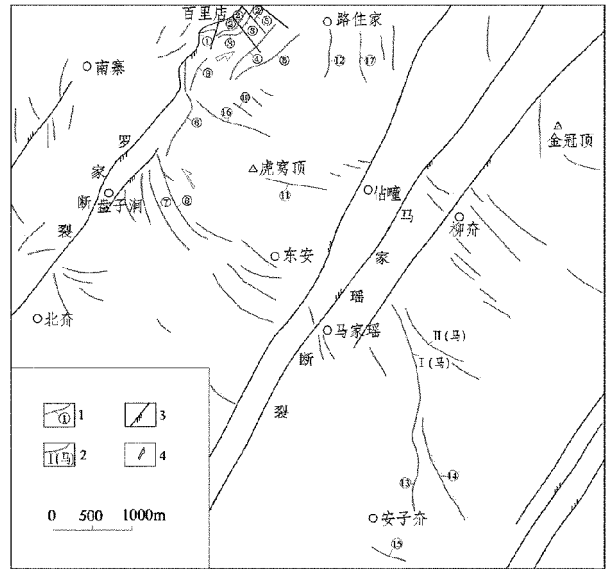
矿区内主要出露古元古代粉子山群祝家寨组一段,岩性为黑云片岩,另在低洼地带出露新生代第四纪松散堆积层。

### 2.2 构造

构造以断裂为主,发育有 NE 向、NW 向断裂,为主要的控一容矿构造(图2)。矿区位于罗家断裂及马家瑶断裂之间。

NW 向断裂为主要控矿构造,分布于虎窝顶矿区一带,由一组近平行的绢英岩化糜棱岩蚀变带组成,其内充填含金石英脉。一般走向 300°~340°,倾向 NE,倾角 30°~45°(局部地段可达 60°)。其中赋存的矿体以多金属硫化物含量低而金品位高且多见明金矿石为特点。

NE 向断裂为重要的控矿构造,分布于百里店-虎窝顶矿区。总体走向 30°~60°,倾向 SE,倾角 25°



1—虎窝顶矿区石英脉及矿化脉编号;2—马家瑶金矿矿脉及编号;3—断裂带;4—帚状构造内旋面的扭动方向

图2 虎窝顶地区矿脉构造分布略图

~35°。其中赋存的矿体以成矿主期中低温多金属硫化物含量富且金品位较稳定为特点。

### 2.3 侵入岩

区内侵入岩主要为新太古代马连庄超单元和栖霞超单元以及中生代脉岩。马连庄超单元主要为栾家寨单元,岩性为斜长角闪岩,在区内呈条带状包体零散分布,单体规模小。栖霞超单元主要为回龙沓单元,岩性为条带状细粒含角闪黑云英云闪长岩,沿片麻理贯入长英质脉体形成条带状构造。为区内金矿脉的主要围岩。区内脉岩发育,主要为闪长玢岩,呈30°方向延伸,少量呈NW,EW,SN向。具多期次特点,与金成矿关系密切。

## 3 矿床地质特征

### 3.1 矿体特征

在虎窝顶矿区范围内圈定一个金矿体,编号为⑥-1号矿体<sup>[1]</sup>,矿体特征如下:

矿体以多金属硫化物石英脉为主,近矿围岩为中细粒条带状含角闪黑云英云闪长岩,主要为绢英岩、黄铁矿化绢英岩等围岩蚀变。矿体严格受NE向断裂构造控制,由绢英岩化糜棱岩蚀变带组成,其内充填含金石英脉。

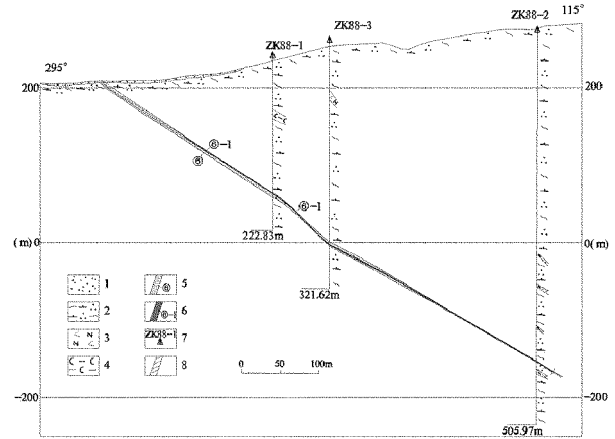
矿体形态较简单,呈脉状产出。产状与矿化脉一致,走向0°~45°,倾向E—SE,倾角25°~35°。

矿体赋存于⑥号矿脉南段,沿走向长度大于450 m(未封闭),控制标高+215~-180 m,倾向延续420 m,深部未封闭,埋深10~435 m。矿体最大厚度1.49 m,最小厚度0.40 m,平均厚度0.93 m。沿走向、倾向厚度变化较大,厚度变化系数为100.75%,厚度稳定(图3)。

矿体金品位一般 $(1.00 \sim 10.00) \times 10^{-6}$ ,最高品位为 $64.01 \times 10^{-6}$ ,平均品位 $5.22 \times 10^{-6}$ ,品位变化系数为113.54%,矿体有用组分分布较均匀。

金矿物种类主要为银金矿,个别为金银矿和自然金。金矿物的形态主要为柱粒状、浑圆粒状、枝叉状,其次为针状、角粒状等。

矿石类型:矿石自然类型为原生矿石,矿石类型为多金属硫化物石英脉型金矿石及黄铁矿化石英脉



1—第四系;2—条带状中细粒含角闪黑云英云闪长岩;3—斜长角闪岩;4—绢英岩;5—矿化脉位置及编号;6—矿体位置及编号;7—钻孔位置及编号;8—老硐采空区

图3 虎窝顶地区金矿88线剖面示意图

### 3.2 矿石特征

矿石结构以晶粒状结构、压碎结构、填隙结构、乳浊状结构、包含结构为主,另外有镶嵌结构、骸晶结构、交代残余结构等。

矿石构造主要有块状构造、网脉状构造、浸染状构造为主,另外有角砾状构造和胶状构造。

矿石矿物成分较简单,金属矿物以黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、银金矿为主,黄铜矿、磁黄铁矿、磁铁矿次之,金银矿、自然金、辉银矿、辉铜矿、斜方铅铋矿、白铁矿、赤铁矿、斑铜矿、锰矿物等少量。

脉石矿物以石英、绢云母为主,方解石、菱铁矿、白云石次之,锆石、磷灰石、重晶石等微量。

矿石化学成分:根据矿石光谱分析、组合分析、矿石化学全分析和伴生元素分析资料,矿石的主要化学成分为硅、铝、钙、镁、铁、钛、锰、钾、钠、磷等硅酸盐矿物,金为矿石中主要有益组分,银、铅、锌、铜、硫为伴生有益组分,银、铅、硫可综合回收利用(表1)。

表1 虎窝顶石英脉型金矿矿石光谱全分析结果( $10^{-6}$ )

编号	Au	As	Sb	Hg	B	Cu	Pb	Mn	W	Cr	Ni	Bi	Ti	Mo	Sn	V	Ag	Zn	Co
MH60	7.25	2.80	0.30	0.78	5.00	600.5	2524	3237.7	20.5	6.00	4.10	0.60	50.00	18.55	2.40	3.90	15.20	1826.3	20.70
MH67	1.26	4.60	0.60	0.04	7.00	174.0	70.0	1494.2	2.40	9.40	35.60	0.60	493.6	5.53	2.00	13.00	0.99	333.00	23.50

型金矿石。矿石中硫平均品位为2.09%,工业类型为低硫金矿石。矿床成因类型为中低温热液裂隙充填石英脉型金矿床。

## 4 矿床成因及找矿标志

### 4.1 矿床成因

#### 4.1.1 成矿时间的多期性及多阶段性<sup>[3-4]</sup>

胶东岩群地层形成后发生的区域变质作用,使金产生活化、迁移、富集,再经强烈的成岩作用,使金的成矿热液在构造的有利空间沉淀富集成矿<sup>①②</sup>。由于勘查区内构造活动的长期性和复杂性,导致了成矿的多期、多阶段性。根据矿石矿物组合及分布特征,可把金的成矿阶段划分为石英-菱铁矿-黄铁矿阶段、金-石英-多金属硫化物阶段、石英-碳酸盐岩阶段(图4)。

成矿阶段	石英-菱铁矿-黄铁矿阶段	石英-多金属硫化物阶段	石英-碳酸盐岩阶段
黄铁矿(I)	-----		
菱铁矿	-----		
石英(I)	-----		
银金矿(I)	---		
黄铁矿(II)		---	
银金矿(II)		--	
石英(II)		--	
黄铜矿		-	
闪锌矿		-	
方铅矿		-	
斜方辉铅银矿		-	
绢云母		--	
石英(III)			-
方解石			--
黄铁矿(III)			-

图4 成矿阶段及矿物生成顺序

石英-菱铁矿-黄铁矿阶段:该阶段是石英、绢云母的生成期,伴有金属矿物黄铁矿,是矿石中最早的矿物形成阶段。石英为乳白色,菱铁矿呈团块状、梳状或不规则条带状分布在石英脉中,粗粒黄铁矿具压碎结构,只有少量金沉淀。

金-石英-多金属硫化物阶段:是银金矿形成的主要阶段,石英为灰白色或烟灰色,硫化物有黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿等。矿石具压碎结构、角砾结构,矿物组合复杂、矿化强烈,是金矿化的主要阶段,金矿化多呈网脉状、交错脉状穿插于第一阶段生成的矿物中。

石英-碳酸盐阶段:方解石细脉伴有自形柱粒状石英穿插于矿石晚期裂隙中,指示金成矿作用基本结束。

由成矿阶段看,第一阶段是矿石的早期矿物形成阶段,矿石品位低;第二阶段则是金的主要成矿阶段,矿物组合复杂、矿化强烈,矿石品位高;第三阶段则为金成矿作用的基本结束。

#### 4.1.2 成矿空间与矿石类型特征

(1)成矿空间的一致性。韧-脆性断裂构造叠加形成的区域性断裂及其次级断裂,是该区的控矿系统,形成了成矿空间的一致性。

(2)成矿空间的多方向性。区域性断裂及其次级断裂、韧-脆性构造叠加形成的帚状构造,是该区的控矿系统,形成了成矿空间的多方向性。

(3)矿石类型的多样性。区内矿石类型主要为多金属硫化物石英脉型金矿石、黄铁矿化石英脉型金矿石,及少量黄铁绢英岩型(蚀变型)与石英脉型组成混合型的矿石类型。

综上所述,区内金矿床成因为中低温热液充填石英脉型金矿床。

### 4.2 控矿因素<sup>[1,4]</sup>

(1)地层条件。区内地层主要发育元古宙变质地层,由于金矿床对围岩无选择性,故地层条件是相对次要的。

(2)构造条件。构造为重要的成矿地质条件,NE,NNE向主干断裂的次级断裂与韧-脆性变形构造叠加复合改造,形成了复杂控矿构造格局,为金矿的形成提供了空间。

(3)岩浆岩条件。区内新太古代栖霞超单元、马连庄超单元发育,为金矿的形成提供了原始矿质来源。周边地区元古宙变质侵入岩、中生代郭家岭岩体和艾山岩体发育以及中生代侵入岩在区内深部隐伏,中基性脉岩成群成带分布,岩浆活动为金矿的形成提供了足够的热源,构造-岩浆事件为其提供了足够的热动力。

### 4.3 找矿标志

(1)岩性标志。太古宙-元古宙变质杂岩为间接岩性标志,石英脉为直接岩性标志。

当地表出露较大规模的成矿早期石英脉即“石英核”,其内部发育呈角砾状或不规则状绢英岩包体,其边缘发育SC组构,则沿其边缘(特别是沿倾向狭缩处)即为矿体赋存位置;在“石英核”周边或内部出现成矿主期烟灰色石英脉叠加,且石英脉中发育平行边界的劈理构造,并发育主期多金属硫化

① 山东省第六地质矿产勘查院,李宏骥等,山东省栖霞县马家瑶金矿区初步勘探地质报告,1981年。  
② 中国人民武装警察部队黄金十支队,徐东江等,山东省栖霞县百里店金矿区勘探地质报告,1987年。

物、具多阶段成矿叠加(手标本上出现多期次硫化物、石英脉相互叠加穿切现象)时,则该地段附近必然有矿体存在。

(2)构造标志。韧—脆性控矿构造,控制矿脉的分布,为直接找矿标志。

(3)矿化蚀变标志。沿韧—脆性控矿构造,发育绢英岩化、黄铁绢英岩化蚀变,以及石英脉中发育的多金属硫化物矿化,特别是出现赭石化以及成矿主期硫化物共生组合,则预示着矿体的存在。

(4)中基性脉岩标志。脉岩的发育反映了隐伏岩体的存在,且岩体深度相对较浅,区内角闪闪长岩、细晶岩、闪长玢岩、辉绿岩、煌斑岩脉发育且成群成带分布,与金矿化密切,其与矿脉相交部位附近预示矿体的存在。

(5)地球物理标志。经工程验证的物探矿致异常,可作为找矿的首选地带。

(6)地球化学标志。1:5万区域水系沉积物Au,Ag,Cu,Pb,Zn组合异常及金、黄铁矿、辰砂重砂异常,其与构造、矿脉套合较好的地段,为找矿的间接标志。

(7)遥感解译标志。胶东金矿多数与环形构造密切相关,有的金矿产在环形构造带上,有的产在环形构造的内侧,环形构造是金成矿过程中遗留下来的“矿载体热液晕”,其边部或边缘属低温、低压区,有利于金矿富集。区内发育形态不完整的帚状构造,形成半环形影像,具有重要找矿意义。

(8)民采老硐标志。石英脉为直接的找矿标志,NE向的构造蚀变带。老硐、民采井提供了找矿信息,可作为直接找矿标志。

#### 4.4 矿化富集规律

(1)矿体富集受构造形态的控制。矿体一般赋存于韧—脆性叠加的构造蚀变带内。当构造蚀变带沿走向、倾向呈“S”形延伸,形成舒缓波状,出现“波顶”、“波底”。富矿体一般赋存于“波顶”、“波底”之间或一侧,而“波顶”、“波底”部位由于应力较强往往无矿体存在。当构造蚀变带呈分支复合,在复合交会部位金富集。

(2)矿体富集受构造产状的控制。沿倾向当构造蚀变产状由陡变缓时,矿体往往富集于产状较缓部位,矿体多出现厚度膨大、品位较高且稳定。

(3)矿体富集受多金属硫化物富集的控制。多金属硫化物往往沿矿脉底板富集,当成矿主期硫化物富集时,则金富集。

(4)不同产状、不同矿石类型交会处出现自然金。产状不同的石英脉与蚀变岩金矿石交会处,则出现自然金。

#### 4.5 矿区远景及找矿方向

矿区位于栖霞金矿田的中心部位,其中的虎窝顶矿区位于百里店、盘子涧、金冠顶、马家瑶中小型金矿床的中心部位,成群的含金石英脉呈半环状分布,并在区内虎窝顶高地深部复合、交会,存在多处激电异常,通过工程揭露的矿体沿走向和倾向仍未封闭,成矿条件优越,具有较大的找矿潜力。

该矿区相邻矿山向深部的生产探矿也相继探获了一定的资源储量,并延长了矿山服务年限,尤其是现已在栖霞市深部发现资源量为20 t大型金矿,与同类型的招远市玲珑金矿相比,矿床类型相似,为石英脉型金矿床,矿石性质基本相似,深部仍有矿体存在。因此总结出的结论为:矿体一般沿倾向的长度大于沿走向的长度,并且向深部矿化脉仍有延伸。因此该矿区以后的找矿方向,应该以深部找矿为主。

## 5 结语

栖霞市虎窝顶矿区金矿床属于中温热液裂隙充填石英脉型金矿床。矿区成矿条件较好,潜力较大,有较好的找矿远景。矿体沿倾向及走向尚未封闭,根据周边矿山深部及端部找矿经验,有必要加强地质工作,进行成矿规律研究,力争在栖霞地区找矿有更大突破。

## 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] 孔庆友,张天祯,于学峰,等.山东矿床[M].济南:山东科学技术出版社,1996.
- [3] 胡伟华,邱介玲,林永芸,等.栖霞市马家瑶金矿床成矿流体地球化学特征[J].山东国土资源,2008,24(1):26-29.
- [4] 李兆龙,张连营,肖秀梅,等.胶东马家瑶金矿地质地球化学特征及矿床成因[J].地质找矿论丛,1990,5(3):36-48.

# Geological Characteristics and Prospecting Direction of Huwoding Gold Deposit in Qixia City of Shandong Province

HU Weihua, QIU Jiuling, WANG Houqin, YU Sen, ZHAO Xian, CHENG Rongrong

(No. 3 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Yantai 264004, China)

**Abstract:** Huwoding mining zone is located within Jinshan area of Qixia city. The gold deposit here is polymetallic sulphide quartz – vein type which belongs to mesothermal fissure – filling type. With considerable fluctuation in thickness and grade, the medium – sized ore body is mainly stripped and lenticular. Except for minor chalcopyrite, the dominant minerals are pyrite, gellenite and sphalerite. The ores mainly have crystalline – granular and crush textures, and subordinately have intersertal, emulation, poikilitic, mosaic, skeletal and metasomatic relict textures. All these mainly have massive, mesh – vein and disseminated structures, and subordinately brecciated and colloform structures. The ores are primary ones whose surrounding rocks are mostly stripped fine – grained tonalite with hornblende biotite from Neo – archean Huilongkan unit of Qixia super unit.

**Key words:** Quartz – vein type gold deposit, geological characteristics; metallogenetic origin; Huwoding mining zone; Qixia city