文章编号：1004－5589（2006）03－0264－06

平顶山岩金矿床地质特征及成因探讨

杨金和

（黑河市爱辉区煤炭局，黑龙江 黑河 164300）

摘要：黑龙江嘉荫平顶山岩金矿床的地质特征、形成条件和成因类型的研究表明：矿区内不同阶段的细晶闪长岩、闪长玢岩形成一个含金矿体的脉岩带；矿床范围内圈定 5 条呈脉状沿北北东向展布的矿体；矿石类型为石英脉型和蚀变岩型；金以裂隙金、晶隙金和明金为主，以银金矿的形式存在，且主要与石英、黄铁矿、毒砂和水云母共生；成矿作用分为热液期及表生期，其中热液期又分为 4 个成矿阶段，即纯石英阶段，黄铁矿-毒砂-石英阶段，黄铁矿-毒砂-水云母-石英阶段和石英-碳酸盐阶段。金矿体形成于 Ⅱ、Ⅲ热液活动阶段，第 Ⅲ阶段为主成矿期，成矿温度为 100 ℃～180 ℃；金矿床的成因类型为岩浆中低温热液金矿床，形成于晚燕山期。

关键词：黑龙江嘉荫；平顶山；金矿床；地质特征；成因类型

中图分类号：P618．51　　**文献标识码**：A

Geological characteristics and origin of Pingdingshan gold deposit

YANG Jin-he

Coal Bureau of Aihui District of Heihe City, Heihe 164300, Heilongjiang, China

Abstract: The study of the geological characteristics, ore-forming condition and genetic type from the Pingdingshan gold deposit, shows that the cryptomerous diorite and dioritic porphyrite in different stages formed a vein rock zone with gold containing ore bodies in the area, and five vein ore bodies were blocked out by spreading out with the NNE direction in the field. The ore consists of quartz rein and altered rock in type, dominated by fissure-type gold, crystal-lattice-type gold and visible gold, which are in the form of electrum and associated with quartz, pyrite, dalarnite and hydromica. The ore-forming process is divided into hydrothermal and hypergene stages in which the former is subdivided into 4 stages, i.e. the pure-quartz-, pyrite-dalarnite-quartz-, pyrite-dalarnite-hydromica-quartz- and quartz-carbonate stages. The gold body formed in hydromethermal active stages of Ⅱ and Ⅲ, in which the stage Ⅲ is main ore-forming stage and the formational temperature is at 100 ℃～180 ℃. The genetic type of the gold ore is middle-low hydromethermal, and formed in late Yanshanian.

Key words: Jiayin of Heilongjiang; Pingdingshan; gold deposit; geological characteristics; genetic type

黑龙江省砂金矿产资源丰富且开采历史悠久，其北部漠河、呼玛和黑河地区，已探明的砂金矿床有 50 余处。然而，在 20 世纪 70 年代以前只发现宽河和红叶家两处小型岩金矿床，70 年代以后在黑龙江省东部地区发现的岩金矿床包括团结沟金矿、老柞山金矿、大安河金矿、东风山金矿、鑫城金矿和平顶山金矿等。近年来由于砂金资源枯竭，开始加大了岩金矿的勘查力度，相继发现了一批中大型岩金矿床。仅在黑河地区就有小泥鳅河金矿、争光金矿、三道湾子金矿和东安金矿等。显示黑龙江省不仅砂金资源丰富，而且岩金也具有相当大的资源潜力。因此，对平顶山岩金矿床的地质特征、

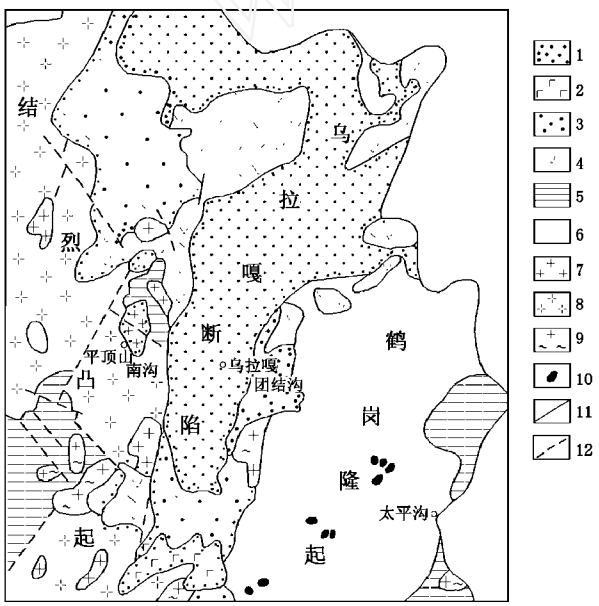
收稿日期：2006-04-24；**改回日期**：2006-07-10

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

形成条件和成因类型的研究，具有一定的理论和现实意义。

1　地质概况

平顶山金矿床位于黑龙江省东北部嘉荫县境内。大地构造位置属于兴凯湖—布列亚山地块，佳木斯隆起带（V_2）结烈凸起[1]。该区经历漫长的地槽发展过程，沉积了元古界黑龙江群和麻山群，地槽褶皱回返后长期处于隆起阶段。中新生代发生断陷，接受了侏罗系、白垩系和古近系沉积（图 1）。



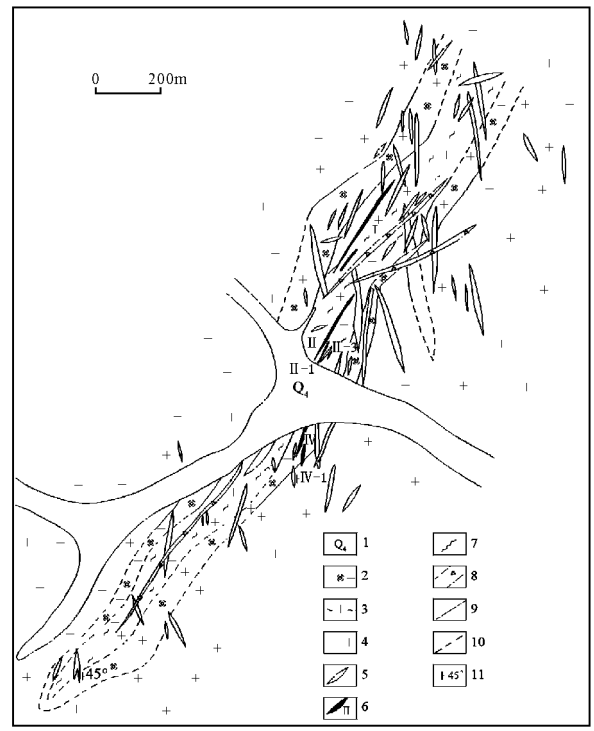
1. 古近系孙吴组；2. 古近系大罗密玄武岩；3. 白垩系松木河组、淘淇河组；4. 侏罗系宁远村组；5. 元古界麻山群；6. 元古界黑龙江群；7. 燕山期花岗岩；8. 华力西期黑云母花岗岩；9. 元古代混合花岗岩；10. 元古代超基性岩；11. 地质界线；12. 推测断层

图 1　平顶山一带区域地质略图

Fig. 1　Geological sketch of Pingdingshan area

在结烈凸起范围内，元古界麻山群呈弧岛状零星分布，华力西期或前加里东期黑云母花岗岩大面积分布[2,3]，燕山期花岗岩多呈小岩株状分布。矿区内脉岩特别发育，主要是细晶闪长岩、闪长玢岩和少量伟晶岩。脉岩呈南北向，北北东向（10°～30°）及北北西向分布，与构造破碎带的方向一致。伟晶岩脉穿切细晶闪长岩及闪长玢岩脉，形成时间相对较晚（图 2）。

细晶闪长岩为黑色，致密块状。由角闪石、辉石和斜长石组成。闪长玢岩为灰绿色，斑晶为长石，半自形-他形，基质中的暗色矿物主要为角闪石和单斜辉石。矿区内脉岩多数已蚀变，长石斑晶高岭石化和绢云母化。



1. 新近系全新统；2. 蚀变花岗岩；3. 碎裂蚀变花岗岩；4. 黑云母花岗岩；5. 细晶闪长岩及闪长玢岩；6. 岩金矿体及编号；7. 石英细脉；8. 挤压破碎带；9. 实测地质界线；10. 推测地质界线；11. 脉岩产状

图 2　平顶山金矿床地质图

Fig. 2　Geologic map of Pingdingshan gold deposit

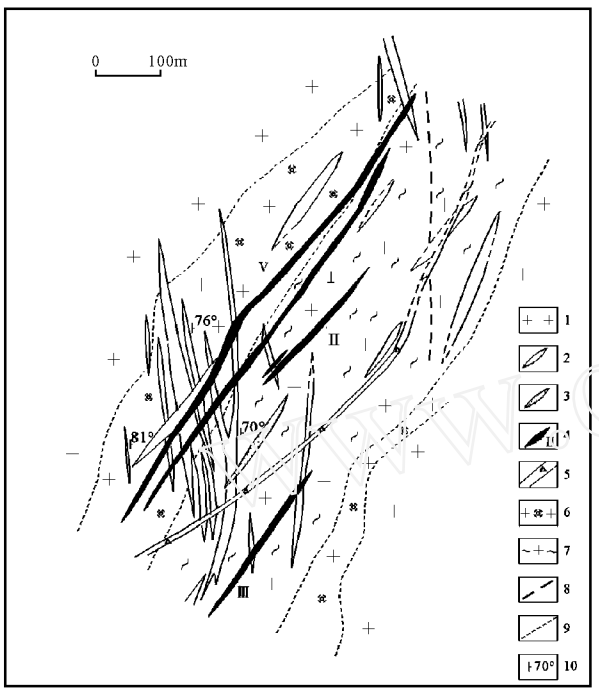
区内断裂构造发育，以压性、压扭性断裂构造为主，张性、张扭性断裂次之，这些断裂构造多被脉岩充填，脉岩的分布方向大体上反映断裂构造的方向。脉岩分布方向有 4 种（图 2）：①北东 20°～35° 断裂构造，为区内主要构造线方向，主要金矿体与这组断裂关系密切，如 I、V号矿体；②近南北向断裂构造，为区内主要构造方向；③北东 5°～10° 方向断裂构造，见有低品位矿体；④北东 45°～60° 方向断裂及构造破碎带，属成矿后构造，错断矿体。

2　矿床地质特征

2.1　矿体规模、产状及品位变化

在矿床范围内共圈定 5 条矿体。编号 I～V。图 3 显示在 414 m 中段矿体的相对位置。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net



1. 花岗岩; 2. 细晶闪长岩及闪长玢岩脉; 3. 伟晶岩脉; 4. 金矿体及编号; 5. 挤压破碎带; 6. 硅化花岗岩; 7. 碎裂蚀变花岗岩; 8. 推测断层; 9. 蚀变带界线; 10. 脉岩及矿体产状

图 3 414 m 中段地质图

Fig. 3 Geologic map of 414 m middle part

V号矿体: 矿体形态呈脉状, 控制长度 352 m, 平均厚度 1.44 m, 呈北东 30°方向延伸, 倾向南东, 倾角较陡, 局部近直立。矿体品位变化较大, 平均为 14 g/t 土, 最高可达 751 g/t, 矿体赋存标高 450 ～ 330 m。

I号矿体: 呈脉状, 有分枝尖灭现象, 控制长度 318 m, 平均厚度 1.2 m, 分布方向大体与 V号矿体平行, 倾向南东, 倾角陡 (70°～ 80°), 品位变化大。矿体平均品位 23 g/t。矿体赋存标高 480 ～ 200 m。

II号矿体: 呈透镜状, 控制长度 100 m, 平均厚度 1.9 m, 呈北东向分布, 倾向南东, 倾角 65°～80°, 平均品位 11 g/t, 矿体赋存标高 480～270 m。

III号矿体: 呈透镜状, 控制长度 50 m, 平均厚度 1.2 m, 平均品位 6 g/t, 赋存标高 440～270 m。

IV号矿体: 呈脉状, 控制长度 200 m, 平均厚度 1.72 m, 平均品位 6.2 g/t, 赋存标高为 480～360 m。

2.2 矿石物质成分、结构构造及矿石类型

(1) 矿石矿物成分

矿石中主要矿物: 自然金属为银金矿, 硫化物主要是黄铁矿和毒砂。脉石矿物有石英、水云母和绢云母。次要矿物: 硫化物有磁黄铁矿、黄铁矿、闪锌矿和方铅矿, 氧化物为褐铁矿, 脉石矿物为方解石。

(2) 矿物共生组合

根据宏观和微观矿物成分研究, 可将矿床内热液活动产物, 划分为 4 种矿物组合: ①纯石英单一矿物组合; ②黄铁矿-毒砂-石英组合; ③黄铁矿-毒砂-水云母-石英组合; ④石英-方解石组合。

(3) 主要金属矿物和脉石矿物特征

黄铁矿: 分布范围与矿化和蚀变范围基本一致, 出现在 ②和 ③矿物组合中, 分为两个世代。早世代黄铁矿较均匀地分布在黄铁绢英岩化蚀变带内及细晶闪长岩脉的裂隙中。呈浸染状及分散粒状产出, 部分呈脉状、似脉状。黄铁矿晶形完整, 晶面平坦光亮, 多为立方体及立方体与八面体的聚形, 粒径为 0.5 ～ 1.5 mm 不等, 常与晶形完好的毒砂共生, 该世代黄铁矿系矿化早期的热液蚀变产物。化学分析表明, 该类黄铁矿的含金性普遍较差。晚世代黄铁矿产出量少, 晶体多为细粒的立方体与八面体的聚形或无晶形, 含金性极好的细粒他形黄铁矿, 以团粒状集合体充填在石英的晶洞中及细小的裂隙内, 常与银金矿及细粒毒砂共生。

不同世代产出的黄铁矿的化学成分有一定的差异, 特别是 Au、Ni、Cu、Se 和 Te, 晚世代黄铁矿高于早世代黄铁矿 (表 1)。

表 1 不同世代黄铁矿的化学成分平均值

Table 1 Mean value of chemical composition of pyrites from different ages / %

世代	Fe	S	As	Sb	Au	Ag	Co	Ni	Cu	Zn	Se	Te	Sn	S/fe
早	46.13	52.44	0.705	0.081	0.228	0.121	0.032	0.036	0.074	0.127	0.04	0.026	0.051	1.97
晚	45.03	52.79	0.869	0.071	0.702	0.088	0.079	0.113	0.108	0.126	0.063	0.116	0.001	2.04

注: 数据引自文献 [4]

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

石英：石英是矿床内最发育的矿物，也是金的主要载体。4 个矿物组合中均有石英出现。但不同组合中石英的形态、物性和化学成份等有其各自的特点，并与含金性有着密切的成因联系。

石英的形态及物性：①组合中的石英，近地表呈脉状产出。呈乳白色、块状、粗粒（> 1.5 mm），不含金；②组合中的石英，近地表呈脉状产出。呈灰白色-乳白色，含少量杂质，中粒（0.5～1.5 mm），穿切①组合的石英脉体，含金；③组合中的石英，呈细脉状穿切①、②组合中的石英脉体，颜色混杂，主要呈黄色、黄白色及灰色，结晶粒度细小（0.002～0.2 mm），该组合中石英脉富含金，构成金矿体。

石英的化学成分：矿床中石英含 SiO_2 较低，最高达 98.46 %，最低为 93.41 %。石英中含少量其他组分，主要有 Na_2O、K_2O、Al_2O_3，微量元素有 Au、Ag、As、Sb、Bi、Hg、Co、Ni、Cu、Pb、Zn 等。①组合中石英 ∑（$Al_2O_3 + K_2O + Na_2O$）为 0.32 %，Cu、Pb、Zn、As 含量相对较低。②组合中石英 ∑（$Al_2O_3 + K_2O + Na_2O$）平均为 0.80 %，Cu、Pb、Zn、As 含量稍高。③组合中石英 ∑（$Al_2O_3 + K_2O + Na_2O$）平均值为 1.36 %，Cu、Pb、Zn 和 As 含量最高，分别为 3.05×10^{-6}、256×10^{-6}、105×10^{-6} 和 1380×10^{-6}。

(4) 矿石结构构造

矿石中主要载金矿物，粒度细小，矿石为细粒结构，碎裂结构，脉状穿插构造。

(5) 矿石类型

矿床内的矿石可分为石英脉型和蚀变岩型 2 种类型。

表 2　平顶山金矿物生成顺序表

Table 2　Sequence of mineral forming in Pingdingshan gold deposit

成矿期	热液期				表生期
成矿阶段	纯石英阶段（I）	黄铁矿-毒砂-石英阶段（II）	黄铁矿-毒砂-水云母-石英阶段（III）	碳酸盐-石英阶段（IV）	
白云母		———			
绢云母	———	———	———		
水云母			———		
石英	———	———	———	———	
方解石				———	
黄铁矿		———	———		
毒砂		———	———		
银金矿		———	———		
磁黄铁矿		———	———		
黄铜矿			———		
闪锌矿			———		
方铅矿			———		
褐铁矿					———
结构构造	粗粒结构 脉状构造	粗粒结构 浸染状构造	细粒结构 脉状构造	粒状结构 脉状构造	土状 假像
矿物组合	石英	白云母 绢云母 石英 黄铁矿 毒砂 银金矿 磁黄铁矿	绢云母 水云母 石英 黄铁矿 毒砂 银金矿 磁黄铁矿 黄铜矿 闪锌矿 方铅矿	石英方解石	石英褐铁矿
围岩蚀变	硅化 绢云母化	硅化 绢（白）云母化、黄铁矿化、毒砂化	硅化、绢（水）云母化、叶腊石化、高岭石化		
成矿温度 /（℃）	120～220	110～270	100～180		
含金性	不含矿	贫含矿	富含矿	不含矿	不含矿

注：数据引自文献［4］

2.3　围岩蚀变与成矿阶段

(1) 围岩蚀变

矿床内围岩蚀变比较普遍，类型较多，具多阶段性，分带现象不明显。蚀变类型有硅化、绢云母

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

(水云母)化、白云母化、叶腊石化、绿泥石化、高岭石化、黄铁矿化及毒砂化等。以硅化、绢云母化比较普遍。

硅化是热液中大量 SiO_2 带入围岩所形成的一种蚀变作用。矿床内硅化比较普遍,花岗岩、细晶闪长岩、闪长玢岩,甚至石英脉本身都有硅化现象。花岗岩的硅化与其裂隙及破碎有关,显微镜下观察表明,小颗粒的石英,不仅呈脉状、网脉状交代斜长石和钾长石,而且还交代和改造原生石英,经常伴有绢云母化现象。

绢云母(水云母、白云母)化,矿床中绢云母化、白云母化和水云母化,表现为多次蚀变的叠加。水云母化形成较晚,与硅化同时发生,二者沿着花岗岩、细晶闪长岩及早期石英脉的裂隙交代蚀变,并与金矿化关系密切。绢云母沿斜长石和钾长石的解理或裂隙进行交代,且呈脉状、网脉状。

叶腊石化极为普遍,形成时间较晚,可能与水云母化、高岭石化同期。叶腊石化强烈,表明是较酸性的淋滤过程,碱金属及 SiO_2 等被大量带出,Al_2O_3 和水的带入。

(2) 矿物生成顺序及成矿阶段

据矿床内石英脉之间的穿插关系,将矿床分为热液期及表生期 2 个成矿期,热液期又分为 4 个成矿阶段[4](表 2)。矿物共生组合、结构构造、围岩蚀变及成矿温度的研究表明,热液的演化过程为:初始阶段 Ⅰ较纯的 SiO_2 溶液只形成石英,第 Ⅱ阶段热液中除 SiO_2 外,有少量的 S、As、Fe 和 Au 等,且温度较高,结晶缓慢,因而形成颗粒较粗的半自形-他形的石英和结晶程度较好的黄铁矿和毒砂,同时有少量的银金矿生成。第 Ⅲ阶段溶液成分趋于复杂,除 Si、S、As、Fe 等外,Al、K 及 Cu、Pb、Zn 等浓度也相对增大,而且温度降低,冷却速度加快,对银金矿的沉淀非常有利,除形成细粒他形的石英、黄铁矿、毒砂矿和水云母外,还有较多的银金矿形成。第 Ⅳ阶段为热液活动晚期,溶液中其它成分多已形成矿物,而 Si、CO_2、Ca 等则形成相嵌共生的石英和方解石。

银金矿主要与石英、黄铁矿、毒砂和水云母共生,但因硫化物很少,所以银金矿主要赋存在石英和水云母中。

2.4 金的赋存状态及成色

矿床中的金,以银金矿的形式存在。形成于 Ⅱ、Ⅲ成矿阶段,主要为裂隙金和晶隙金。包体金存在于黄铁矿和毒砂中,数量很少。明金发育,多与细粒石英连在一起,部分与粗粒白色石英相连,多呈片状,片的大小变化较大,片径为 0.002～1 mm,以 0.1 mm 士者居多。同一样品中金的颜色有变化,呈金黄色和浅金黄色。金颗粒能谱分析确定金成色值变化于 620～714 之间,均为银金矿。成色数值大致可分为两组,分别为 624～670 和 680～714,与细粒石英共生的成色较低,与粗粒石英共生的成色较高[4]。

3 矿床成因类型

平顶山金矿床分布在结烈凸起的东缘,一个花岗岩小侵入体附近。结烈凸起东部为乌拉嘎断陷。金矿体的围岩为大面积分布的黑云母花岗岩[2,3],金矿体分布在由细晶闪长岩、闪长玢岩和挤压破碎带组成的北东向断裂带内,金矿体明显穿切脉岩,而又被挤压破碎带破坏。成矿阶段研究表明金矿形成于 Ⅱ、Ⅲ热液活动阶段,第 Ⅲ阶段为主成矿期。金矿床中矿石类型可分为石英脉型和蚀变岩型,属"脉状金矿床"[5]。

区域地质及矿床特征研究表明矿区内构造岩浆活动具长期性和多阶段的特点,这与吉林省夹皮沟地区"花岗岩浆热液金矿床"[6]十分相似。平顶山金矿床形成于频繁的构造-脉岩活动过程中,脉状金矿床位于脉岩集中地段,且两者有着密切的时间、空间关系,在成因上它们可能源自同一岩浆源[5,7,8]。金矿床中硫同位素 $\delta^{34}S$ 值为在 0.4×10^{-3}～1.7×10^{-3}[9],接近陨石硫的数值,属于岩浆热液。因此,平顶山金矿床的成因类型可确定为岩浆热液金矿床。

矿床形成时代存在不同认识,有研究者认为该矿床形成于加里东期[10],最近根据与成矿有关的岩体的同位素测定结果,全岩 Rb-Sr 法等时线年龄为 104.5 Ma,K-Ar 法同位素年龄为 100 Ma 和 102 Ma,将其定为晚燕山期[11]。笔者据矿区区域地质及矿床特征,结合与成矿有关的岩体同位素测定结果,认为该矿床形成于晚燕山期。

4 结论

(1) 在矿床范围内圈定 5 条矿体,矿体呈脉状沿北北东向展布,矿石类型为石英脉型和蚀变岩

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

型，矿石中的金以裂隙金、晶隙金和明金为主，以银金矿的形式存在，银金矿主要与石英、黄铁矿、毒砂和水云母共生。

(2) 成矿作用分为热液期及表生期，其中热液期又分为 4 个成矿阶段，即纯石英阶段，黄铁矿-毒砂-石英阶段，黄铁矿-毒砂-水云母-石英阶段和石英-碳酸盐阶段。金矿形成于 Ⅱ、Ⅲ热液活动阶段，第 Ⅲ阶段为主成矿期，形成温度为 100～180 ℃。

(3) 金矿床的成因类型为岩浆中低温热液金矿床，矿床形成于晚燕山期。

参考文献：

[1] 黑龙江省地质局. 黑龙江省区域地质志：地质专报第 33 号 [M]. 北京：地质出版社，1993：550.
Bureau of Geology and Mineral Resources of Heilongjiang Province. Regional geology of Heilongjiang Province: geological memoir 33th [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1993: 550

[2] 黑龙江省地质局第一区域地质测量队. 区域地质测量报告（北沟幅、太平沟幅）[R]. 哈尔滨：黑龙江省地质局，1973.
Regional Geological Survey Team, Bureau of Geology and Mineral Resources of Heilongjiang Province. Report of regional geological survey (maps of Beigou and Taipinggou) [R]. Harbin: Bureau of Geology and Mineral Resources of Heilongjiang Province, 1973.

[3] 金若时. 老爷岭地体上热液型金矿的找矿模型 [J]. 黑龙江地质，1991，**2**（3）：4.
JIN Ruo-shi. The ore prospecting model of hydrothermal type gold deposit in Laoyeling terrain [J]. *Heilongjiang Geology*, 1991, **2** (3): 4.

[4] 靳是琴. 黑龙江省平顶山金矿矿物共生组合及矿物学找矿标志研究 [J]. 长春地质学院学报，1991（2）：143-149.
JIN Shi-qin. Associated complex and prospecting sign of gold ore in Pingdingshan deposit in Heilongjiang Province [J]. *Journal of Changchun University of Earth Sciences*, 1991 (2): 143-149.

[5] 刘连登. 论中国最主要脉状金矿床的成因 [J]. 长春地质学院学报，1987，**17**（4）：374.
LIU Lian-deng. Origin of main vein shaped gold deposit in China [J]. *Journal of Changchun University of Earth Sciences*, 1987, **17** (4): 374.

[6] 于精义. 论夹皮沟地区金矿床的花岗岩浆热液成因 [J]. 长春地质学院学报，1987，**17**（1）：63.
YU Jing-yi. Hydrothermal origin of granite magma from gold deposit in Jiapigou area [J]. *Journal of Changchun University of Earth Sciences*, 1987, **17** (1): 63.

[7] 刘连登，姚凤良，孔庆仁. 脉岩在热液矿床成因研究中的意义 [J]. 长春地质学院学报，1984（4）：351-356.
LIU Lian-deng, YAO Feng-liang, KONG Qing-ren. Significance of vein rock in the study of origin of hydrothermal deposit [J]. *Journal of Changchun University of Earth Sciences*, 1984 (4): 351-356.

[8] 刘连登. 金矿床成因研究 [M]. 长春：长春地质学院，1984：103.
LIU Lian-deng. Origin of gold deposit [M]. Changchun: Changchun University of Earth Sciences, 1984: 103.

[9] 韦永福. 黑龙江乌拉嘎地区原生金矿形成条件研究 [R]. 沈阳：沈阳地质研究所，1986.
WEI Yong-fu. Forming condition of primary gold deposit of Wulaga area in Heilongjiang Province [R]. Shenyang: Shenyang Institute of Geology, 1986.

[10] 李之彤. 平顶山金矿—一个加里东期小富金矿的地质特征 [J]. 沈阳地质研究所所刊，1980（1）：35.
LI Zhi-tong. Pingdingshan gold deposit—geological characteristics of a small Caledonian gold rich deposit [J]. *Bull Shenyang Inst Geol Min Res*, 1980 (1): 35.

[11] 韩振新，徐衍强，郑庆道. 黑龙江省重要金属和非金属成矿系列及其演化 [M]. 哈尔滨：黑龙江人民出版社，2004：155.
HAN Zhen-xin, XU Yan-qiang, ZHENG Qing-dao. Metal and nonmetal genetic series and the evolution in Heilongjiang Province [M]. Harbin: Heilongjiang People's Press, 2004: 155.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net