

辽宁清原王家大沟金矿床地质特征与成因探讨

于凤金^{1,2}, 王恩德¹

(1. 东北大学资源与土木工程学院, 辽宁 沈阳 110004; 2. 辽宁省有色地质局勘查总院, 辽宁 沈阳 110002)

摘要:王家大沟金矿是上世纪末期在辽宁省清原县境内发现的一处小型金矿床。该金矿产于北东向浑河断裂与北西向苏子河断裂两组断裂的交汇部位, 容矿构造为北西向断裂构造, 区内出露的地层主要为太古宇清原群红透山组。主要载金矿物为黄铁矿, 金的赋存状态有裂隙金、包裹金和晶隙金3种, 金成色421~595, 硅化和黄铁绢英岩化等蚀变与矿化关系极为密切。矿化阶段包括金-石英、金-石英-黄铁矿、金-石英-多金属硫化物、金-石英-碳酸盐4个阶段。黄铁矿 δS^{34} 值介于2.13‰~6.14‰之间, 表明成矿作用与岩浆活动关系密切。石英包裹体均一温度介于149~210℃之间, 平均为182℃, 表明该矿床成矿温度属于低温。印支期霏细岩(192.5 Ma)等脉岩及南口前花岗岩(205、208 Ma)与金矿关系密切。结合区域成矿特征, 笔者认为王家大沟金矿应形成于印支期。

关键词:地质特征; 矿床成因; 金矿; 王家大沟; 辽宁

王家大沟金矿位于辽宁省清原满族自治县境内, 是上世纪末发现的一处小型金矿床, 与我国著名的红透山铜矿以及下大堡金矿、二伙洛金矿等中小型金矿床相毗邻。由于该矿床地处红透山矿区外围的南口前-南杂木金异常区内^[1], 因此, 研究其成矿地质特征及矿床成因, 对指导红透山矿区外围普查找矿工作具有重要意义。

1 成矿地质背景

王家大沟金矿床地处华北地台北缘东段辽东台背斜铁岭-靖宇古隆起之中部, 该古隆起为我国典型的花岗-绿岩地体^[2]。浑河断裂大致呈北东向穿过本区, 将花岗-绿岩地体分为浑南和浑北两部分(图1)。断裂两侧广泛分布角闪岩相和麻粒岩相太古宙变质杂岩, 统称清原群^[3]。

清原群最下部为一套麻粒岩-紫苏花岗岩系(小莱河组), 构成绿岩带的片麻岩结晶基底。表壳岩不整合覆盖于其上, 并可分为石棚子组、红透山组和南天门组, 3组岩石形成较完整的绿岩建造。

区域构造主要表现为基底褶皱构造与后期断裂构造。花岗-绿岩地体经历了多期区域变质变形、岩浆侵入及混合岩化作用, 使基底构造非常复杂, 主要表现为花岗岩类形成的穹隆构造和其周围的表壳岩所形成的复杂向斜褶曲构造。断裂构造主要有两组, 以呈北东-北北东走向的浑河断裂为区域内的主体构造, 且由多条挤压断裂所组成; 另一组断裂构造为呈北西走向的苏子河压扭性断裂。

岩浆活动主要表现为3期: 在3000 Ma以前, 形成英云闪长岩-奥长花岗岩-花岗闪长岩岩浆(TTG岩浆)。在2500~2600 Ma左右, 表现为钾质花岗岩类岩浆的上侵^[4]; 中生代时期, 由于

受太平洋板块俯冲作用影响, 在浑南地区产生强烈的构造岩浆活动, 形成了南口前-十花顶子-西大顶子北西向构造岩浆岩带和纪家堡子-小桥子-三块石东西向构造岩浆岩带。

花岗-绿岩地体、多期次的变质变形及构造岩浆活动为金属成矿提供了良好的成矿地质背景条件, 因此, 区域内广泛分布铜、铁、金等矿床(点), 尤其以浑北地区产出的海底火山喷气型红透山块状硫化物铜矿床而著称。

2 矿床特征

王家大沟金矿产于区域北东向浑河断裂与北西向苏子河断裂两组断裂相交部位, 其南东3 km处有中生代南口前花岗岩体分布。矿区内出露的地层主要为太古宇清原群红透山组地层, 由于受区域混合岩化作用, 区内绿岩带地层大部分被其蚕蚀和改造, 一般多呈残留体形式呈北西向条带状分布于混合岩中。主要岩石类型为黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩, 其次为云闪斜长片麻岩及含石墨夕线黑云斜长片麻岩。

2.1 矿体特征

金矿体严格受北西向剪切断裂构造所控制, 均赋存在含矿断裂带内或其上下盘, 含矿断裂多显挤压性质, 且具成群成带出现的特点, 产状与含矿断裂产状基本一致, 平均走向为300°, 倾向南西, 倾角60~70°。沿走向和倾向上均呈舒缓波状。矿体形态主要为脉状、薄脉状, 其次为扁豆状, 延长和延深具有膨缩和尖灭再现特点。

2.2 蚀变特征

矿体围岩蚀变发育, 主要分布在含矿破碎带内及其上下盘围岩当中。蚀变包括硅化、绢云母化、黄铁绢英岩化、白云母化、钾长石化、绿泥石化和碳酸盐化等, 其中硅化和黄铁绢英岩化与

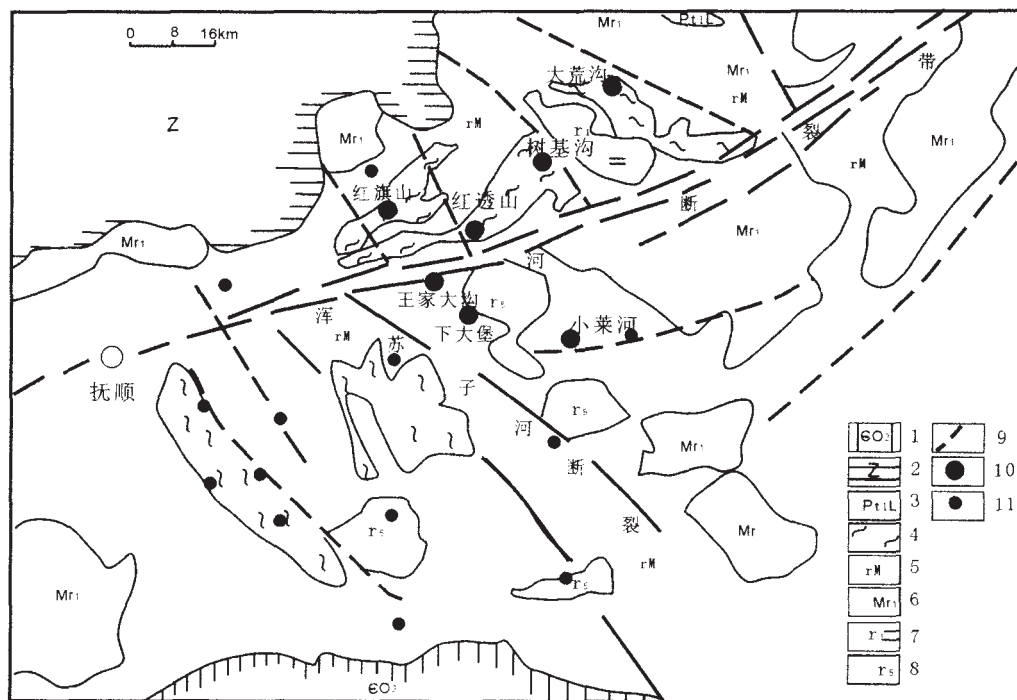


图1 王家大沟金矿区域地质图

Fig. 1 Regional geologic map of Wangjiadagou gold deposit

1—寒武系—奥陶系 (Cambrian-Ordovician); 2—震旦系 (Sinian); 3—辽河群 (Liaohe group); 4—太古宙绿岩 (Archean greenstone); 5—花岗混合岩 (granomigmatite); 6—混合花岗岩 (migmatized granite); 7—太古宙花岗岩 (Archean granite); 8—中生代花岗岩 (Mesozoic granite); 9—断裂 (fault); 10—矿床 (deposit); 11—矿点 (ore spot)

金矿化关系最为密切。

(1) 硅化: 其表现形式主要是石英呈细粒集合体或团块状赋存在含矿断裂带内或其上下盘围岩附近, 部分呈脉状形式出现。该蚀变常伴生有不同程度的黄铁矿化, 与区内金矿化关系十分密切, 是一种近矿围岩蚀变。

(2) 绢云母化: 该蚀变在矿区内比较普遍, 可分为两种。一种由热液蚀变作用而成, 多集中在含矿破碎带或其附近, 其蚀变程度比较强烈, 绢云母呈密集的细鳞片状, 常与硅化相伴出现; 另一种为受区域变质或自变质作用而成, 广泛分布于矿区内各种岩石类型当中, 绢云母呈稀疏鳞片状, 一般常伴随绿泥石化及碳酸盐化, 其蚀变程度低于前种蚀变。

(3) 黄铁绢英岩化: 当硅化、绢云母化、黄铁矿化同时出现在同一地质体当中, 则构成了黄铁绢英岩化蚀变。该蚀变主要分布在含矿破碎带当中, 部分地段可构成工业矿体。其中硅化主要表现为石英细粒集合体产出, 部分呈细脉状; 绢云母主要呈细粒鳞片状; 黄铁矿多呈半自形细粒浸染状。

(4) 其他蚀变: 白云母化蚀变常呈较大鳞片状或集合体形式产出, 多集中在金矿脉附近, 为近矿围岩蚀变, 但一般不太发育; 钾长石化蚀变多呈粗大集合体形式或团块状产出, 主要分布于混合岩当中, 为一种远矿围岩蚀变; 绿泥石化蚀变分布较为普遍, 碳酸盐化蚀变比较发育, 多呈微细脉状和网脉状产于酸性脉岩或石英脉之节理、裂隙当中, 为成矿晚期热液蚀变之产物。

2.3 成矿阶段

根据矿石的结构、构造、矿物共生组合及相互穿插关系, 可将该区金矿成矿划分为4个阶段。

(1) 金—石英脉阶段: 早期的石英脉生成, 金银矿化系列开始出现;

(2) 金—石英—黄铁矿阶段: 生成乳白色石英和颗粒相对粗大的黄铁矿, 但此阶段含金量较低;

(3) 金—石英—多金属硫化物阶段: 早期形成的矿物遭到后期构造应力破坏, 发生碎裂, 同时形成细粒黄铁矿及方铅矿、闪锌矿、黄铜矿和银金矿等, 为金矿床的主要成矿阶段;

(4) 金—石英—碳酸盐阶段: 该阶段金矿化结束, 形成方解石, 常呈细脉状或网脉状形式出现。

3 赋存状态

3.1 载金矿物标型特征

该矿床主要载金矿物为黄铁矿, 其次为石英, 偶在方铅矿、黄铜矿和闪锌矿等矿物中见到金矿物。

(1) 黄铁矿: 黄铁矿是本区矿石中最主要的金属矿物, 也是最主要的载金矿物。可分为两期, 早期黄铁矿呈立方体晶形, 主要分布于黄铁绢英岩化蚀变带内及乳白色石英脉中, 此期黄铁矿含金性普遍差, 反映了早期矿化贫金的特点; 晚期黄铁矿形成于区内主要矿化阶段, 主要呈他形—半自形粒状产出, 与方铅

矿、闪锌矿、黄铜矿等紧密共生,晶形主要为五角十二面体,压碎现象普遍,颗粒越破碎,裂隙越发育,粒度越小,则含金性越好。

(2) 石英:石英既是矿石中最主要的脉石矿物,也是重要的载金矿物。可分为两种,一种是早期生成的石英,呈乳白色,金属硫化物很少,且为单一的黄铁矿晶体,与金矿化关系不大;另一种为烟灰色的石英,呈大小不等的角砾状产出,为后期的硅化脉、碳酸盐脉切割先期生成的石英脉的产物,石英颗粒裂隙发育,细粒金属硫化物多沿裂隙分布,金矿物主要产于这些裂隙当中或被石英包裹,这种晚期石英与金矿化关系十分密切。

3.2 金的赋存状态

金矿物按其形态可划分为4种类型,即粒状、麦粒状、叶片状和线-脉状。最大粒径为0.18 mm×0.15 mm,最小粒径为0.0005 mm×0.0005 mm。通过对743粒金矿物粒度的统计,以微粒金为主,占54.91%,粗粒金占16.96%,中粒金占13.73%,细粒金占14.40%。

金矿物的赋存状态主要有3种形式,即裂隙金、晶隙金和包裹金,以裂隙金和包裹金为主。裂隙金绝大部分存在于黄铁矿及石英的裂隙中。包裹金主要被黄铁矿和石英包裹,其次是被闪锌矿、方铅矿、黄铜矿包裹。晶隙金主要存在于黄铁矿与方铅矿、黄铜矿、闪锌矿或石英颗粒之间。

电子探针分析结果(表1)表明,本区金、银矿物主要为金银矿,少量为金银矿。

表1 金矿物电子探针分析结果

Table 1 Microprobe results of gold minerals

样品号	金矿物	赋存状态	金/%	银/%	铁/%	成色
39-1A	银黄色金矿	包裹金	56.55	44.45	0.23	559.90
39-1B	银金矿	包裹金	57.16	42.23	1.41	575.11
G93	银金矿	晶隙金	58.02	43.78	0.01	569.94
G17	银金矿	裂隙金	59.62	40.62	1.20	594.77
8233	金银矿	裂隙金	41.92	57.47	0.45	421.77

吉林大学测试

4 矿床成因

4.1 硫同位素

从该区1、39及39-1号等3条矿体5个黄铁矿样品的硫同位素测试结果(表2)可以看出,其 $\delta^{34}\text{S}$ 值均为正值,分布范围狭窄,主要集中在2.13‰~6.14‰之间,平均值为3.60‰,绝对值较小,均匀化程度较高,靠近陨硫处。此种硫同位素组成特征与相邻的下大堡金矿床及区域上的位于清原花岗绿岩地体北东部的线金厂金矿床的硫同位素组成具有一定的相似性^[5,6],表明携带金等成矿物质的水溶液主要来自地壳深处,含矿热液是含金地层在地壳深处的高温条件下岩浆作用的结果。

4.2 氧同位素

对上述3条矿体采集了5个石英氧同位素样品(表3), $\delta^{18}\text{O}$ 值变化范围不大,在4.253‰~16.174‰之间。其结果表明

成矿热液主要来源于岩浆水,可能混入部分变质水,说明其成矿热液应属于岩浆成因。

4.3 成矿温度

石英包体测温结果(表4)表明,该矿床成矿温度在149~210℃之间,平均温度为182℃,因此其成矿温度属于低温矿床。

表2 矿石硫同位素测定结果

Table 2 Sulfur isotope of ore

编号	采样地点	测定矿物	$\delta^{34}\text{S}/\text{‰}$
LF-1	东区四中1号脉	黄铁矿	4.52
LF-2	东区五中1号脉	黄铁矿	2.48
LF-3	西区80米中段39-1号脉	黄铁矿	6.14
LF-4	西区80米中段39号脉	黄铁矿	2.71
LF-5	西区80米中段39-1号脉	黄铁矿	2.13
平均值			3.60

沈阳地质矿产研究所实验室测定

表3 矿石氧同位素测定结果

Table 3 Oxygen isotope of ore

编号	采样地点	测定矿物	$\delta^{18}\text{O}/\text{‰}$
LF-1	东区四中1号脉	石英	4.52
LF-2	东区五中1号脉	石英	2.48
LF-3	西区80米中段39-1号脉	石英	6.14
LF-4	西区80米中段39号脉	石英	2.71
LF-5	西区80米中段39-1号脉	石英	2.13

沈阳地质矿产研究所实验室测定

表4 矿物包裹体测温结果

Table 4 Thermometric result of inclusion

编号	采样地点	测定矿物	均一温度/℃
BF-1	东区三中1号含金石英脉	石英	200
BF-2	东区四中1号含金石英脉	石英	210
BF-3	东区五中1号含金石英脉	石英	169
BF-4	西区80米中段39-1号含金石英脉	石英	183
BF-5	西区80米中段39号含金石英脉	石英	149

沈阳地质矿产研究所实验室测定

4.4 成矿时代

南口前花岗岩体为区域内规模较大的侵入岩体,距该矿床约3 km。除此之外,区内岩浆活动主要表现为脉岩类岩石,主要脉岩为霏细岩、霏细斑岩和煌斑岩,与金矿脉的时空关系较为密切,多出现于矿体附近或其上下盘。年龄测定结果(表5)表明,矿区内出露的霏细岩、霏细斑岩等脉岩年龄为187.7~260.8 Ma,属于印支期;南口前花岗岩年龄为205~208 Ma,亦属于印支期。由此可以看出,区内岩浆活动主要集中于印支期。从王家大沟金矿与南口前花岗岩体的空间分布关系及区域内同类型金矿床类比上看,其成矿作用的最后定位时间应属于印支期。

表5 年龄测定结果

Table 5 Dating results

岩石类型	测定对象	测定方法	年龄/Ma
条带状黑云花岗混合岩	黑云母	K-Ar 法	2398
霏细斑岩	全岩	K-Ar 法	260.8
霏细岩	全岩	K-Ar 法	192.5
煌斑岩	全岩	K-Ar 法	187.7
南口前花岗岩	全岩	Rb-Sr 法	205
南口前花岗岩	全岩	U-Pb 法	208

南口前花岗岩体年龄据文献 [7], 其余为沈阳地质矿产研究所实验室测定。

5 结论

以上综合研究认为, 王家大沟金产于太古宙花岗岩绿岩体中, 为形成于中生代印支期的低温热液石英脉型金矿床。

参考文献:

- [1] 杨福田, 张永红, 杨铁军, 等. 辽宁清原红透山式铜金多金属矿集区资源潜力预测与勘查思路[J]. 矿产与地质, 2003, 17(增刊): 324—327.
- [2] 毛德宝, 沈保丰, 李俊建, 等. 辽北清原地区太古宙地质演化及其对成矿的控制作用[J]. 前寒武纪研究进展, 1997, 20(3): 1—9.
- [3] 翟明国, 杨瑞英, 卢文江, 等. 清原太古代花岗岩—绿岩地体的常量和微量元素地球化学证据[J]. 地质论评, 1984, 30(6): 523—535.
- [4] 芮宗瑶, 施林道, 方如恒, 等. 华北陆块北缘及邻区有色金属矿床地质[M]. 北京: 地质出版社, 1994. 25—50.
- [5] 张庆久. 清原县下大堡金矿控矿因素及找矿方向[J]. 辽宁地质, 1999, 16(3): 203—210.
- [6] 何建泽. 辽宁清原线金厂金矿床地质特征及成因探讨[J]. 贵金属地质, 1994, 3(2): 144—152.
- [7] 刁乃昌. 抚顺南口前金矿同位素地质年代研究[J]. 矿物岩石地球化学通讯, 1991, (1).

GEOLOGY AND GENESIS OF WANGJIADAGOU GOLD DEPOSIT IN QINGYUAN COUNTY, LIAONING PROVINCE

YU Feng-jin^{1,2}, WANG En-de¹

(1. Institute of Resources and Civil Engineering, Northeastern University, Shenyang 110004, China;

2. Liaoning Bureau of Non-ferrous Geological Survey, Shenyang 110002, China)

Abstract: The small-scaled Wangjiadagou gold deposit, which was discovered in Qingyuan County, Liaoning Province in the end of last century, occurs in the intersection of northeast-trending Hunhe fault and northwest-trending Suzihe fault. The ore-bodies are held by the northwestward structures mostly in Archean Hongtoushan formation. Pyrite is the main gold-bearing mineral. The element of Au commonly presents as independent mineral in three attitudes: being packed, filling in fractures of minerals or crystals, with purity up to 421—595. The gold mineralizing is closely related to the wall rock's silicification and pyrite-sericite-quartz alteration. The mineralization can be divided into four stages, i. e. gold-quartz stage, gold-quartz-pyrite stage, gold-quartz-polymetallic-sulphides stage and gold-quartz-carbonates stage. The $\delta^{34}\text{S}$ values of pyrites are calculated between 2.13‰ and 6.14‰, indicating that the gold mineralization is tied up with magmatic activities. The homogenization temperature of inclusions in quartz ranges from 149 to 210°C, averagely 182°C, showing its low temperature environment. Considering the close relationship of the gold deposit to the Indosinian felsite dyke (192.5 Ma by K-Ar) and Nankouqian granite (205 Ma, 208 Ma), combining with the regional ore-forming features, the metallogenetic period of Wangjiadagou gold deposit should be defined in Indosinian epoch.

Key words: geologic features; ore-genesis; gold deposit; Wangjiadagou; Liaoning Province

作者简介: 于凤金 (1965—), 男, 高级工程师, 东北大学资源与土木工程学院在读博士, 1987年毕业于长春地质学院, 主要从事矿产勘查及技术管理工作, 通讯地址 沈阳市和平区柳州街 17 号, 邮政编码 110002, E-mail / yfjxy@163.com, kuangye@geology-ln.com