



# 山东旧店金矿金矿物特征及其意义

李洪奎, 嵇传源, 单伟, 耿科, 梁太涛

(山东省地质科学研究所, 国土资源部金矿成矿地质过程与资源利用重点实验室, 山东省金属矿产成矿过程与资源综合利用重点实验室, 山东济南 250013)

**摘要:**以山东平度旧店金矿床中金矿物作为研究对象,通过对金矿物的形态、物性、主成分及微量元素等特征的研究,认为旧店金矿中主要金矿物为银金矿、自然金,主要载金矿物为石英、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等。金主要以银金矿形式产出,金银矿少量,自然金很少。金矿物赋存状态主要为裂隙金、包体金、晶隙金等,呈粒状、板状、针状产出,银金矿与石英、黄铁矿依存关系最为密切。旧店金矿金的成色集中在 600~800 之间,平均 744.13,说明旧店金矿经历了中温成矿环境,且成矿时间较短,是以金石英多金属硫化物阶段为主成矿期。

**关键词:**金成色;银金矿;载金矿物;黄铁矿;旧店金矿;山东省

**中图分类号:**P618.11

**文献标识码:**A

**引文格式:**李洪奎,嵇传源,单伟,等.山东旧店金矿金矿物特征及其意义[J].山东国土资源,2015,31(8):1-6. LI Hongkui, ZHUO Chuanyuan, SHAN Wei, etc. Mineral Characteristics and Its Significance of Jiudian Gold Deposit in Shandong Province[J]. Shandong Land and Resources, 2015, 31(8): 1-6.

金成色是自然金的一个重要标型特征,携带着丰富成因信息,对指导矿床勘探有重要意义<sup>[1]</sup>。随着测试技术的提高,精确确定金矿物的成色,可为划分成矿阶段、研究金矿床的矿化中心、矿床剥蚀深度和寻找原生金矿床提供信息<sup>[2]</sup>,国内外学者对金的成色进行了大量的研究。关于成色的概念,由于理解不同,有 2 种表示方法:一是  $Au/(Au+Ag) \times 1000$ <sup>[3]</sup>,二是  $Au/(Au+Ag+其他元素) \times 1000$ <sup>[4]</sup>。从金纯度含义上讲,目前大多数金矿地质工作者所接受的是加拿大金矿地质学者博伊尔 1979 年的定义<sup>[4]</sup>。金的成色与矿床成因类型、形成深度、变质程度、成矿时代、成矿温度、矿化阶段、成矿热液性质、载金矿物、围岩性质及风化剥蚀程度等多种因素有关<sup>[3-8]</sup>。因此可为研究矿床成因、找矿评价等提供信息<sup>[5-6]</sup>,但由于金的成色是一个复杂的问题<sup>[4]</sup>,只有金的成色与有关因素的变化关系被查明后方可应用。本文以山东平度旧店金矿床中金成色作为研究对象,探讨金成色与成矿作用的关系,以期对金矿床

的勘查研究提供一定的借鉴作用。

## 1 成矿地质背景

平度旧店金矿床地处胶北隆起区(图 1),结晶基底由太古宙表壳岩、TTG 岩系及古元古代变质地层和深成岩体组成,中生界和新生界沿盆地分布<sup>[9-10]</sup>。区内最醒目的构造是 NNE,NE 断裂;也是其控容矿构造。侵入岩有震旦期片麻状二长花岗岩系列,三叠纪岩浆杂岩、侏罗纪花岗岩和早白垩世花岗岩闪长岩-花岗岩、碱性花岗岩系列<sup>[11]</sup>。

旧店金矿床围岩是晚侏罗世玲珑花岗岩,为一典型的石英脉型金矿。石英脉的分布受断裂构造控制,其两侧往往是绢英岩,界线明显,在绢英岩中有大量细小石英网脉,造成强烈硅化<sup>[12-13]</sup>。金属硫化物(主要是黄铁矿)以脉状、团块状、浸染状赋存于含矿构造带及蚀变围岩中。

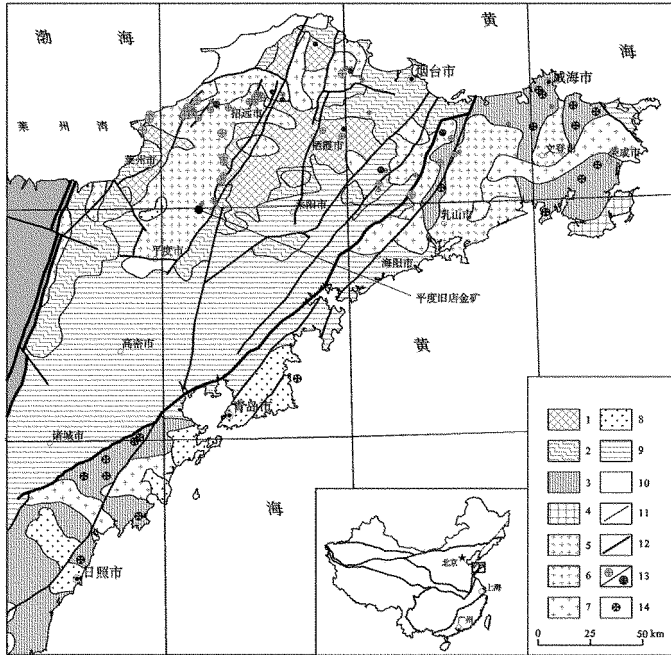
矿区范围内已发现大小矿脉 29 条(图 2),1 号

收稿日期:2015-03-11;修订日期:2015-04-01;编辑:曹丽丽

基金项目:项目编号:鲁勘字 2010061 号,山东省泰山学者建设工程专项经费联合资助

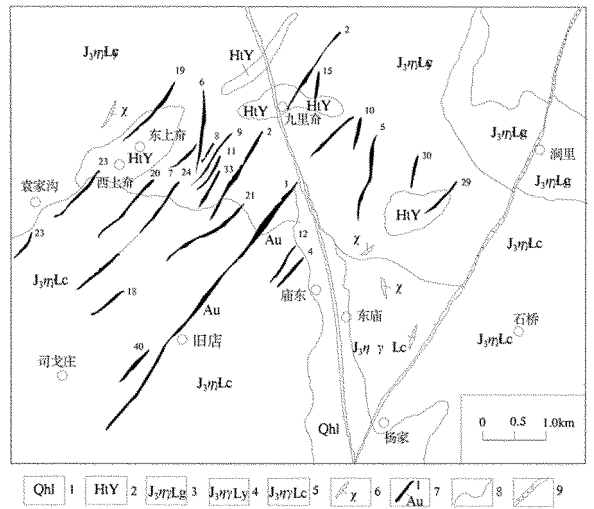
作者简介:李洪奎(1962—),男,山东昌乐人,研究员,主要从事地质矿产勘查、矿床学及深部勘查技术方法研究工作;E-mail:lhklhk126@126.com

①山东黄金地质矿产勘查有限公司,山东省平度市旧店金矿区金矿详查报告,2014 年。



1—太古宙 TTG+表壳岩; 2—元古宙变质表壳岩; 3—高压-超高压变质带; 4—三叠纪岩浆杂岩; 5—侏罗纪玲珑侵入岩; 6—早白垩世郭家岭侵入岩; 7—早白垩世伟德山侵入岩; 8—早白垩世崂山侵入岩; 9—白垩纪沉积-火山沉积岩系; 10—新生代沉积-火山沉积岩系; 11—主要地质界线; 12—主要断裂; 13—金矿/榴辉岩; 14—银矿

图 1 旧店金矿区大地构造位置图



1—第四系; 2—野头组; 3—晚侏罗世郭家店二长花岗岩; 4—晚侏罗世云山二长花岗岩; 5—晚侏罗世崔召二长花岗岩; 6—煌斑岩; 7—金矿脉及编号; 8—地质界线; 9—断层

图 2 旧店金矿区矿脉分布图

脉是矿区中最大最典型的矿脉, 总体走向  $20^{\circ} \sim 55^{\circ}$ , 倾向 NW, 倾角  $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$  之间。该脉断续延长约 5 km, 脉内已查明 11 个矿体, 最大单体延长 220 m, 延深 354 m, 金矿品位  $1.52 \times 10^{-6} \sim 67.83 \times 10^{-6}$ , 平均  $4.57 \times 10^{-6}$ 。矿体呈透镜状或扁豆状, 矿石类型为含金硫化物石英脉型。主要金属硫化物为黄铁矿, 次为磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿; 金矿物以银金矿为主; 脉石矿物主要为石英, 次为方解石、绿泥石、钾长石、绢云母等。可划分为 I 黄铁矿化-绢英岩化、II 石英-磁黄铁矿-中粗粒黄铁矿、III 石英-黄铁矿-微细粒黄铁矿、IV 石英-多金属硫化物和 V 石英-碳酸岩等 5 个成矿阶段, 其中 II, III, IV 为金的主要富集成矿阶段<sup>[14-15]</sup>。

## 2 载金矿物及金之形态

### 2.1 载金矿物特征

旧店金矿矿石矿物有黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、银金矿、金银矿及少量自然金、白铁矿、菱铁矿; 脉石矿物以石英为主, 尚有方解石、

绢云母、斜长石、绿泥石等。主要金矿物为银金矿、自然金, 主要载金矿物为石英、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、黝铜矿、绢云母等。

黄铁矿是与金矿化关系最密切的矿物之一。在空间上主要呈网脉状、脉状、团块状、浸染状产于石英脉中, 少量分布于近矿蚀变围岩中, 在时间上表现为多阶段性。

粗粒黄铁矿呈立方体自形晶, 亮黄色, 晶纹发育, 粒度多为 5~10 mm, 最大可达 20 mm。呈星散状分布于石英脉或石英晶洞中, 含量低, 含金性差。中粗粒黄铁矿生成晚于粗粒黄铁矿, 胶结了含粗粒黄铁矿的石英角砾, 占矿石中黄铁矿总量的 95% 左右, 多呈立方体或六面体自形一半自型晶, 浅黄色, 粒度多为 3~5 mm, 呈致密块状、脉状分布于石英脉中。中细粒黄铁矿分布广泛但含量低, 多呈半自形一半自型晶, 以立方体、八面体为主, 多成灰黄色一烟灰色, 多成脉状穿插于磁黄铁矿或早期黄铁矿及石英脉中, 也有的成砂糖状块体。其含金性好, 包体金、粒间金发育。

石英具有空间分布的广泛性和形成演化的多阶段性, 是金矿床中最主要的载金矿物之一, 也是成矿各阶段的贯通矿物。

### 2.2 主要载金矿物黄铁矿微量元素特征

黄铁矿理论上是铁和硫的化合物, 但在自然界

的成矿作用中,由于成矿溶液中还存在着其他的元素,特别是与 Fe,S 的地球化学性质相似的 As,Se, Te,Co,Ni 等元素<sup>[16-17]</sup>。成矿作用中溶液的浓度、温度、压力、pH 值,Eh 值等的变化,必然要发生类质同象替代。若成矿溶液的介质成分复杂,黄铁矿中的微量元素成分便复杂;反之,则简单。不同期次或不同矿化类型形成的黄铁矿,由于其形成的物理化学条件不同,使微量元素的成分存在明显的差异,因此对微量元素的标型特征进行对比分析很有必要<sup>[18]</sup>。通过对 5 个世代挑选出的黄铁矿进行电子探针分析,由山东省地质科学研究院分析,分析仪器为 JXA-8230,硫化物测试条件:电压 20 kV,PCD 成分电流为  $5 \times 10^{-8}$  A,图像电流为  $5 \times 10^{-10}$  A,得出数据如表 1。

表 1 旧店金矿不同成矿阶段黄铁矿微量元素特征( $10^{-6}$ )

元素	①阶段	②阶段	③阶段	④阶段	⑤阶段	背景
Au	0.138	1.54	3.61	6.64	0.06	0.0249
Ag	0.197	1.21	2.15	9.55	1.05	0.185
As	1.98	17.2	39.6	11.6	1.65	0.625
Sb	0.33	0.39	0.4	0.45	0.41	0.467
Hg	40.4	65.8	121.1	253.5	45.4	35.79
B	5.85	6.7	6.33	6.27	6.67	5
Cu	6.93	25.6	46.4	92.9	10.3	7.432
Pb	13.9	55.5	95.2	376	34.1	44.07
Zn	24.1	42.3	61.9	234.2	37.5	56.13
Bi	0.67	4.26	4.42	15.7	0.41	0.367
Mo	1.2	1.97	2.81	4.32	1.39	1.287
Mn	727.7	1125.6	1318.3	2280	3232.5	542.34
Co	3.36	6.61	19.5	16.2	4.69	3.418
Ni	2.88	3.92	5.46	5.06	3.43	2.93
V	25	21.2	10.5	14.6	10.8	15.46
Ti	1104.7	1109.2	596.1	380.1	567.6	1337.8
W	13	9.64	6.75	5.78	3.59	3.33
Sn	4.68	6.77	3.66	2.98	1.81	1.86
Co/Ni	1.167	1.686	3.571	3.202	1.36	0.825

根据研究区黄铁矿对矿区背景微量元素蛛网图分析(图 3),可知黄铁矿各世代的微量元素配分曲线均大体一致但局部不同的特点,从黄铁矿各形成阶段曲线来看,第二阶段与第三阶段微量元素的富集程度较明显,第二阶段微量元素富集程度一般,第一和第五阶段富集程度较弱。从单元素上看,其中 Au,Ag,As,Co,Bi,Cu,Pb,Zn 等在第二、三、四成矿阶段富集明显,B,Ni,Sb 基本没有富集,而 Ti 则在全过程中均呈现亏损状态。

### 2.3 金形态

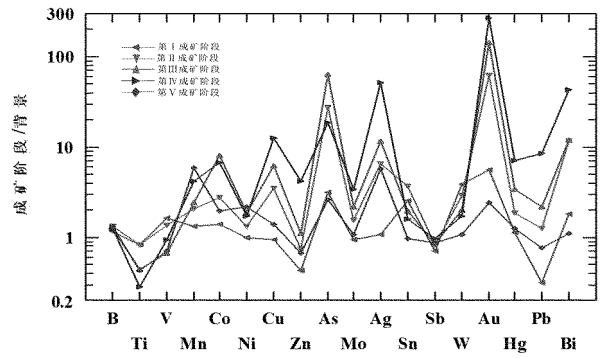


图 3 旧店金矿床黄铁矿微量元素蛛网图(单位同表 1)

旧店金矿床中金主要以银金矿形式产出,金银矿少量,自然金很少。金矿物赋存状态主要为裂隙金、包体金、晶隙金等(表 2),其中裂隙金占 56.18%、包体金占 43.64%、晶隙金占 0.173%,矿石中包体金和裂隙金占 99.82%,晶隙金占 0.18%。金的单矿物与其他矿物依存关系见表 3。金形态各异,一般为粒状、板状、针状(表 4)。

表 2 金粒的嵌布关系

类型	嵌连关系	统计面积	分布率(%)	合计(%)
裂隙金	石英	1964334	54.43	55.6
	黄铁矿	19717	0.55	
	方铅矿	22226	0.62	
包体金	石英	1540114	42.64	44.197
	闪锌矿	16900	0.47	
	黄铁矿	16004	0.44	
	绢云母	10328	0.29	
	毒砂	1709	0.047	
晶隙金	方铅矿	11209	0.31	0.166
	闪锌矿-石英	2199	0.061	
	绢云母-石英	2229	0.062	
	方铅矿-石英	336	0.01	
	黄铁矿-石英	691	0.02	
	黄铁矿-绢云母	261	0.007	
方铅矿-闪锌矿	216	0.006		

表 3 金粒在各粒级中分配

分级	粒级( $\mu\text{m}$ )		粒数	粒数比(%)	面积( $\mu\text{m}^2$ )	面积比(%)
	粒度	粒级( $\mu\text{m}$ )				
巨-粗粒		>74	118	5.98	2801.938	81.10
中粒		74~37	152	7.7	386.599	11.19
细粒		37~10	637	2.27	242.611	7.02
微粒		10~0.5	1067	54.05	23.453	0.6

表 4 金粒形态统计

金粒形态	浑圆粒状	角粒状	尖角粒状	麦粒角状	长角粒状	板片状	针线状	枝叉状	叶片状
含量(%)	1.96	17.65	0.22	1.02	30.65	22.94	24.03	3.39	0.16

### 3 金成色

金成色的研究有助于分析判断金矿床成因以及矿床形成的深度、成矿温度,对同一矿床金成色的研究可推测成矿热液的成分。本次对金成色的研究由中国冶金地质总局山东局测试中心进行分析,分析仪器为 JXA-8230 型电子探针(YQ055),检出环境为:温度 20~23℃,湿度 45%~55%。分析条件:加速电压 15 kV、电子束电流 20 nA、束斑直径 5 μm、X 射线检出角 40°;标准样品:美国 SPI 天然矿物或合成氧化物国家标准。校正方法为 ZAF 校正法;检测依据为 GB/T15074-2008《电子探针定量分析方法通则》。旧店金矿主要金矿物电子探针分析及金成色计算结果列于表 5,典型金矿物的分析图谱见图 4。

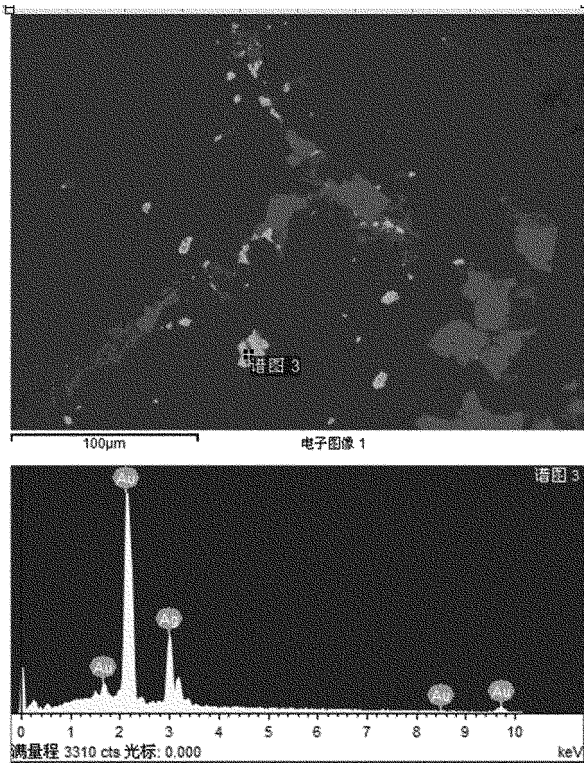


图 4 样品 14043-2 银金矿电子图谱

从表 5 中可以看出:旧店金矿中金的成色最低为 588.52,最高为 807.54,平均为 744.13。结合收集前人<sup>①</sup>对该矿的研究成果(表 6),表明旧店金矿以中等金成色为主,集中在 600~800 区间,具有较小的变化范围,说明金矿形成沉淀的温度较均一,环境较稳定。

表 5 旧店金矿主要金矿物电子探针分析结果

序号	原始编号	检测项目及结果( $n \times 10^{-2}$ )							金成色	
		Au	Ag	Fe	Co	Ni	Cu	Zn		Total
1	14043-1-1	71.29	27.31	0.62	0.00	0.05	0.00	0.00	99.28	718.10
2	14043-1-2	58.96	39.48	1.08	0.02	0.00	0.00	0.04	99.58	592.08
3	14043-1-3	58.56	40.26	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	99.49	588.57
4	14043-1-4	70.64	27.28	0.94	0.04	0.00	0.00	0.11	99.00	713.57
5	14043-1-5	71.47	27.18	0.62	0.04	0.00	0.00	0.00	99.31	719.62
6	14043-2-1	75.95	23.52	0.15	0.07	0.00	0.00	0.00	99.71	761.75
7	14043-2-2	73.06	26.61	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	99.91	731.28
8	14043-2-3	71.56	27.90	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	99.61	718.44
9	14043-2-4	71.52	27.57	0.34	0.03	0.00	0.00	0.00	99.46	719.10
10	14043-2-5	70.93	28.31	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	99.62	712.03
11	14043-2-6	64.44	34.80	0.56	0.00	0.00	0.00	0.05	99.85	645.37
12	14043-2-7	61.00	38.37	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	99.71	611.75
13	14043-2-8	58.66	40.67	0.31	0.04	0.00	0.00	0.00	99.67	588.52
14	14043-2-9	76.73	21.98	0.49	0.00	0.00	0.00	0.02	99.22	773.29
15	14043-5-1	74.74	22.75	0.79	0.05	0.00	0.00	0.08	98.40	759.57
16	14043-5-2	76.22	22.71	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	99.35	767.23
17	14043-5-3	73.94	23.29	1.29	0.00	0.06	0.00	0.00	98.59	749.99
18	14043-5-4	75.84	22.67	1.04	0.03	0.00	0.00	0.00	99.58	761.61
19	14043-5-6	73.53	24.33	1.70	0.00	0.03	0.03	0.00	99.62	738.14
20	14043-6-1	75.98	21.69	1.68	0.00	0.04	0.00	0.00	99.40	764.40
21	14043-6-2	79.48	16.24	2.47	0.00	0.07	0.00	0.14	98.42	807.54
22	14043-6-3	76.66	20.95	1.71	0.00	0.00	0.00	0.02	99.35	771.63
23	14043-6-4	74.85	22.23	2.33	0.05	0.00	0.00	0.00	99.46	752.55
24	14043-6-5	80.12	19.32	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	99.84	802.52
25	14043-6-6	80.13	19.42	0.42	0.00	0.02	0.00	0.00	99.99	801.34
26	14043-6-7	73.50	20.61	3.83	0.00	0.00	0.00	0.00	98.24	748.13
27	14043-6-8	74.11	20.86	3.65	0.00	0.00	0.00	0.00	98.62	751.46
28	14043-6-9	78.49	20.36	0.87	0.02	0.00	0.00	0.00	99.75	786.90
29	14043-6-10	78.61	20.13	0.86	0.00	0.00	0.00	0.02	99.63	789.01
30	14043-6-11	78.58	20.26	0.55	0.00	0.00	0.02	0.00	99.43	790.31
31	14043-6-12	78.64	20.16	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	99.32	791.82
32	14043-6-13	78.36	20.06	0.80	0.00	0.00	0.08	0.00	99.31	788.99
33	14043-6-14	76.81	20.07	1.86	0.00	0.00	0.09	0.00	98.85	777.02
34	14043-6-15	78.40	19.97	0.66	0.00	0.03	0.00	0.00	99.05	791.47
35	14043-6-16	74.56	19.52	3.29	0.00	0.00	0.00	0.00	97.70	763.15
36	14043-9-1	76.59	22.87	0.21	0.05	0.00	0.00	0.00	99.73	767.96
37	14043-9-2	76.30	23.18	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	99.66	765.57
38	14043-9-3	75.07	22.88	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	98.05	765.59
39	14043-9-4	76.03	23.16	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	99.44	764.61
40	14043-9-5	75.78	23.66	0.15	0.05	0.00	0.00	0.02	99.66	760.34
41	14043-9-6	75.38	23.99	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	99.49	757.61
42	14043-9-7	74.17	22.72	1.48	0.00	0.00	0.00	0.00	98.37	754.02
43	14043-9-8	75.01	23.72	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	99.27	755.65
44	14043-9-9	76.34	23.17	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	99.73	765.47
45	14043-9-10	76.06	23.25	0.18	0.00	0.00	0.00	0.07	99.55	764.00
46	14043-9-11	75.77	23.52	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	99.56	761.05
平均值		73.89	24.46	0.90	0.01	0.01	0.00	0.01	99.30	744.13

表 6 旧店金矿金成色计算结果

编号	Au	Ag	CO	Ni	Cu	Sb	S	Te	Fe	Pb	Zn	Total	金成色
1-1	81.02	18.02	0	0.14	0	0.01	0	0.5	0	0	0	99.69	812.72
1-2	65.02	33.6	0	0.12	0.12	0.5	0	0.47	0.15	0	0	99.98	650.33
2-1	60.6	38.03	0.07	0.15	0	0	0	0	0	0	0	98.85	613.05
2-2	54.84	44.23	0	0.16	0.49	0	0	0.09	0.21	0	0	100.02	548.29
2	75.57	24.66	0	0	0	0	0.03	0	0.01	0.03	0	100.3	753.44
10	73.42	24.89	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	98.33	746.67
13	88.58	12.72	0	0	0	0	0.04	0	0.01	0	0	101.35	874.00
16	82.9	17.9	0	0	0.02	0	0.01	0	0	0.22	0.09	101.14	819.66
平均	72.74	26.76	0.01	0.07	0.08	0.06	0.01	0.13	0.05	0.03	0.01	99.96	727.27

① 山东黄金地质矿产勘查有限公司,山东省平度市旧店金矿区金矿详查报告,2014 年。

## 4 问题讨论

胶东金矿的形成经历了一个长期的演化过程,古老基底(胶东岩群与 TTG 花岗岩)的重熔形成玲珑花岗岩和郭家岭花岗闪长岩。控矿围岩为基底岩系及衍生的 S 型、壳幔混合型花岗岩,控矿热力学条件是白垩纪岩浆岩,成矿的动力学过程受华北东部中生代构造体制制约<sup>[19-20]</sup>。李洪奎等认为<sup>[21]</sup>,胶东地区处于特提斯、古亚洲洋和太平洋三大构造域的结合部位,它们的相互作用及陆内过程,都影响着胶东地区构造-岩浆事件及成矿动力学机制<sup>[21]</sup>。中生代是胶东金矿最重要的构造成岩成矿期,其金矿主成矿期为 110~125 Ma<sup>[22-23]</sup>,金矿形成与基底岩系活化改造、中生代花岗岩的形成关系密切。因此,金成色较低(表 6,表 7),以 600~800 居多,反映了胶东金矿成矿深度不大,为中-浅成,相对深度小于 3.0 km<sup>[24]</sup>。

李士先等<sup>[25]</sup>对胶东金矿的金成色进行了较为系统的研究,认为金的成色与成矿物质、矿床类型、成矿物化条件密切相关,金的成色具有重要的地质意义,并得出如下结论:胶东金矿的最高成色为 954(或大于 954),最低成色为 158(或低于 158),平均成色为 710.96,均方差 125.33,变异系数为 0.18,大多数金成色集中在 900~500 之间。说明胶东金矿的成色以中-中高成色为主,并在较大范围内变化,这不仅反映了胶东金矿的成矿时代较新,并在中低-中高温、中浅-中深成环境中形成,而且也反映了金(或载金矿物)的形成是多次地球化学(或成矿阶段)作用的产物,这与李洪奎研究得出的早、中、晚 3 个金矿成矿幕具有相似性<sup>[11]</sup>。

胶东金矿主要成矿阶段之间,无论在金的成色上、还是在成矿条件方面均有较大的差异。早期成矿阶段即金石英黄铁矿阶段,金的最高成色为 954(或大于 954),最低成色为 812(或低于 812),大多数金成色集中在 940~840 之间,平均成色为 863,均方差 32.46,变异系数为 0.04,说明该阶段金以高成色为主,并在较小范围内变化,反映该阶段成矿相对较早,并在高的温度环境中形成,成矿阶段内金矿物世代单一。中期成矿阶段即金石英多金属硫化物阶段,金的最高成色为 809(或大于 809),最低成色为 606(或低于 606),大多数金成色集中在 750~650 之间,平均成色为 711.99,均方差 79.89,变异系

数为 0.11,说明该阶段金的成色以中等为主,并在相对较小范围内变化,这不仅反映成矿阶段较新,并在中温环境中形成,而且也反映了该阶段内金矿物世代较为简单。晚期成矿阶段即金石英少硫化物阶段,金的最高成色为 620(或大于 620),最低成色为 158(或低于 158),大多数金成色集中在 550~350 之间,平均成色为 478.66,均方差 124.03,变异系数为 0.26,说明该阶段金的成色以中低成色为主,并在较大范围内变化,这不仅反映成矿阶段较晚,并在中低温的环境中形成,而且也反映了该阶段内金矿物世代较为复杂。旧店金矿金的成色集中在 600~800 之间,平均 744.13,说明旧店金矿经历了中温成矿环境,且成矿时间较短,是以金石英多金属硫化物阶段为主成矿期。

## 5 结论

(1)旧店金矿矿石的主要金属矿物有黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、银金矿、金银矿及少量自然金,脉石矿物以石英为主,少量的方解石、绢云母、斜长石、绿泥石等。主要金矿物为银金矿、自然金,主要载金矿物:石英、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等。黄铁矿是与金矿化关系最密切的矿物之一。

(2)旧店金矿床中金主要以银金矿形式产出,金银矿少量,自然金很少。金矿物赋存状态主要为裂隙金、包体金、晶隙金等,包体金和裂隙金占 99.82%,晶隙金占 0.18%。金的单矿物与石英、黄铁矿依存关系最为密切,金呈粒状、板状、针状产出。

(3)从黄铁矿的微量元素分析可以看出:黄铁矿中 Au, Ag, As, Co, Bi, Cu, Pb, Zn 富集明显;B, Ni, Sb 基本没有富集;而 Ti 则在全过程中均呈现亏损状态。

(4)旧店金矿金的成色集中在 600~800 之间,平均 744.13,说明旧店金矿经历了中温成矿环境,且成矿时间较短,是以金石英多金属硫化物阶段为主成矿期。

## 参考文献:

- [1] 刘星.金成色成因探讨[J].地质与勘探,1991,27(2):34-39.
- [2] 张振儒,陈梦熊.金的成色研究在地质学中的应用[J].黄金科学技术,1995,3(6):21-24.
- [3] Fisher, R.P. and Fisher, F.S. Interpreting pan-concentrate ana-

- lyses of stream sediments in geochemical exploration for gold. U.S.Geol.Surv,1968,592(9):550-561.
- [4] R.W.博伊尔.金的地球化学及金矿床[M].北京:地质出版社,1984:294-305.
- [5] 蔡长金.金银矿物鉴定手册[M].北京:原子能出版社,1993:55-61.
- [6] 刘英俊,马东升.金的地球化学[M].北京:科学出版社,1990:34-71.
- [7] 姚凤良,刘连登,孔庆存.胶东西北部脉状金矿床[M].长春:吉林科技出版社,1990:43-46.
- [8] 杨敏之,吕古贤.胶东绿岩带金矿地质地球化学[M].北京:地质出版社,1996:47-49.
- [9] 李洪奎,李逸凡,耿科,等.山东鲁东碰撞造山型金矿成矿作用探讨[J].大地构造与成矿学,2011,35(4):533-542.
- [10] 李洪奎,嵯传源,耿科,等.胶东金矿成矿构造背景探讨[J].山东国土资源,2012,28(1):5-13.
- [11] 李洪奎,李逸凡,耿科,等.山东鲁东地区中生代构造-岩浆事件与金矿成矿作用[J].地球科学前沿,2013,3(3):141-154.
- [12] 陈果.旧店金矿 1 号脉支脉的勘探及矿床成因分析[J].矿产与地质,2008,22(4):322-325.
- [13] 陈果.旧店金矿区韧性断层及其成矿作用探讨[J].黄金科学技术,2009,17(1):10-13.
- [14] 谢成连,何国强,史维全.平度旧店金矿区同成矿构造与金的富集关系[J].山东国土资源,2008,24(2):9-11.
- [15] 代军治,李绪俊,殷茜,杨言辰.山东平度旧店金矿床 1 号脉深部成矿远景评价[J].黄金地质,2004,25(12):10-13.
- [16] 徐国风,邵洁涟.黄铁矿的标型特征及其实际意义[J].地质论评,1980,26(6):541-546.
- [17] 陈光远,孙岱生,邵伟,等.胶东金矿成因矿物学与找矿[M].重庆:重庆科技出版社,1989:59-126.
- [18] 李兆龙,杨敏之.胶东金矿床地质地球化学[M].天津:天津科学技术出版社,1999:19-521.
- [19] 邓晋福,莫宣学,赵海玲,等.中国东部岩石圈根/去根作用于大陆活化[J].现代地质,1994,8(3):349-356.
- [20] 邓晋福,罗照华,苏尚国,等.岩石成因、构造环境与成矿作用[M].北京:地质出版社,2004:1-381.
- [21] Hongkui LI, Yongbo YANG, Ke GENG, et al. Discussion about Gold Ores Mineralization of Collision-Type Orogeny in the East of Shandong [J]. Advanced Materials Research, 2014,(905):92-95.
- [22] 李洪奎,时文革,李逸凡,李璐邑,等.山东胶东地区金矿成矿时代研究[J].黄金科学技术,2013,21(3):1-9.
- [23] 李洪奎,嵯传源,耿科.胶东地区构造热事件对金矿成矿的约束与响应[M].济南:山东省地图出版社,2012:97-105.
- [24] 孟繁聪,孙岱生.胶东金矿成色及其指示意义[J].黄金,1998,4(4):30-32.
- [25] 李士先,刘长春,安郁宏,等.胶东金矿地质[M].北京:地质出版社,2007:198-200.

## Mineral Characterisitics and Its Significance of Jiudian Gold Deposit in Shandong Province

LI Hongkui, ZHUO Chuanyuan, SHAN Wei, GENG Ke, LIANG Taitao

(Shandong Institute of Geological Sciences, Shandong Key Laboratory of Geological Processes and Resource Utilization in Metallic Minerals, Key Laboratory of Gold Mineralization Processes and Resources Utilization Subordinated to the Ministry of Land and Resources, Shandong Jinan 250013, China)

**Abstract:** Regarding gold minerals of Jiudian gold deposit in Pingdu city in Shandong province as studying object, morphology, properties, main components and trace elements of gold minerals have been studied. It is thought that major gold minerals in Jiudian gold deposit are electrum and native gold, main carrying gold minerals as quartz, pyrite, chalcopyrite, galena, sphalerite. Gold is mainly produced in the form of silver gold, gold and silver deposits. Gold occurrence types are mainly composed of fractural gold, inclusion gold and crystal fractured gold, and occurred as granular, plate, needle like type. Silver gold deposit is closely related with quartz and pyrite. Gold fineness of Jiudian gold deposit is 600~800, and average value is 744.13. It is showed that Jiudian gold deposit has experienced medium-low temperature metallogenic environment, and mineralization time is a relatively short. Quartz polymetallic sulfide stage is the main mineralization stage.

**Key words:** Gold finess; silver deposit; gold bearing minerals; pyrite; Jiusian gold deposit; Shandong province