

文章编号 :1007 - 3701(2006)02 - 0025 - 06

花石山金矿床特征及找矿前景分析

王强国

(甘肃省地勘局第一地勘院,甘肃 天水 741020)

摘要 :产于震旦 - 奥陶系葫芦河群石嘴组地层之断裂破碎带中的花石山构造(热液)蚀变岩型金矿,矿床规模已达中型。矿石以含金石英脉型及构造蚀变岩型为主,褐铁矿、黄铁矿是主要的载金矿物。围岩蚀变以硅化、褐铁矿化、黄铁矿化、绢云母化为特征。海相沉积岩及中酸性火山岩、脆韧性断裂构造、中酸性岩浆侵入“三位一体”是控制矿床形成的基本条件。区内成矿条件优越,具有形成大型金矿的可能性。近东西向断裂蚀变延伸带是寻找金矿的有利地段。

关键词 :地质特征;找矿前景;花石山

中图分类号 :P618.51

文献标识码 :A

1 区域地质背景

花石山金矿位于西秦岭褶皱系之北秦岭加里东褶皱带的柴家庄 - 利桥金银多金属成矿带中。北秦岭褶皱带是以华北地块为基底,经元古宙奠基,加里东早期裂陷接受海相火山 - 碎屑沉积,加里东晚期造山。并经历了海西期、印支 - 燕山期强烈改造的复杂造山带^[1]。区域上出露地层有元古界秦岭群、陇山群,震旦 - 奥陶系葫芦河群等(图 1)。其中以葫芦河群海相沉积及中酸性火山岩为主的中等变质绿片岩系分布最广,含金量高,是区内金矿的主要矿源层。加里东至海西期均有岩浆活动,尤以海西早期党川二长花岗岩与金矿关系密切。区域断裂构造发育,矿区分布于南部近 EW 向黄家坪韧性剪切带与北部近 EW 向党川脆性断裂之间地带;区内次级 NW 向至近 SN 向脆性断裂也十分发育,控制了该区金矿体的产出形态及规模。

在花石山金矿西南部,已经发现若干小金矿(化)点,多分布于党川岩体港湾内,并产于岩体内外接触带附近的构造破碎带及葫芦河群地层的层

间片理间。矿体走向 NW - NNW,倾角 20° ~ 40°。矿石矿物主要为黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、含铜自然金、褐铁矿、孔雀石、铜蓝等;脉石矿物主要为石英,部分有长石、方解石、绢云母等。其成因类型主要为热液充填石英脉型及破碎带蚀变岩型。特殊的大地构造环境及多期次的构造、岩浆活动,为热液型内生矿产的形成提供了优越的地质条件。

2 矿床地质(体)特征

矿体产于震旦 - 奥陶系葫芦河群石嘴组一套浅变质的海相正常沉积岩及中酸性火山岩中。岩性组合为变安山、变石英角斑岩、绢云石英片岩、黑云石英片岩夹二云斜长片岩及变砂岩。矿区内 NW 向及近 SN 向断裂非常发育,为区域性 EW 向断裂带的次级构造,该组断裂形成时代较晚,切穿区内地层及岩体,且断裂带内普遍有含金石英脉充填,构成矿区内的金矿化带。该组断裂一般规模不大,但分布广泛,控制着金矿体的产出形态及规模。岩浆活动强烈,在花石山矿区周边,分布着自海西期至印支期的中酸性岩体,其中党川二长花岗岩 Rb - Sr 等时线年龄为 214 ± 1 Ma,北部的仙坪似斑状二长花岗岩 Rb - Sr 等时线年龄为 396 ± 7 Ma,而

收稿日期 2005 - 12 - 18

作者简介:王强国(1964—),男,工程师,主要从事地质矿产勘查及研究工作

东部的玉皇庙细粒钾长花岗岩 Rb - Sr 等时线年龄为 $391 \pm 21 \text{ Ma}$ ^①。据区域地质调查资料,该区岩浆活动具有热气球膨胀式侵位特点,中部岩体较新,而周边岩体较老。受区域岩浆活动影响,中酸性岩脉非常发育,主要有正长斑岩脉、闪长岩脉、花岗闪长岩脉等,且多沿断裂带贯入。部分花岗闪长岩脉具硅化形成的细小石英脉,并含有金矿化。石英脉在区内分布十分广泛,并限于断层带内,明显受断裂控制,局部见石英脉穿插于中酸性脉岩中。石英

脉普遍具黄铁矿化、黄铜矿化及金矿化,构成矿区金矿(化)体。

2.1 矿体特征

花石山金矿目前已圈定金矿(化)带3个。控制矿体9个,其长度一般为42~235 m,品位 $2.36 \sim 22.13 \times 10^{-6}$ 。矿体走向NW-近SN向,严格受断裂带控制,其顶底板围岩为葫芦河群石嘴组地层。矿区主要矿体特征见表1。

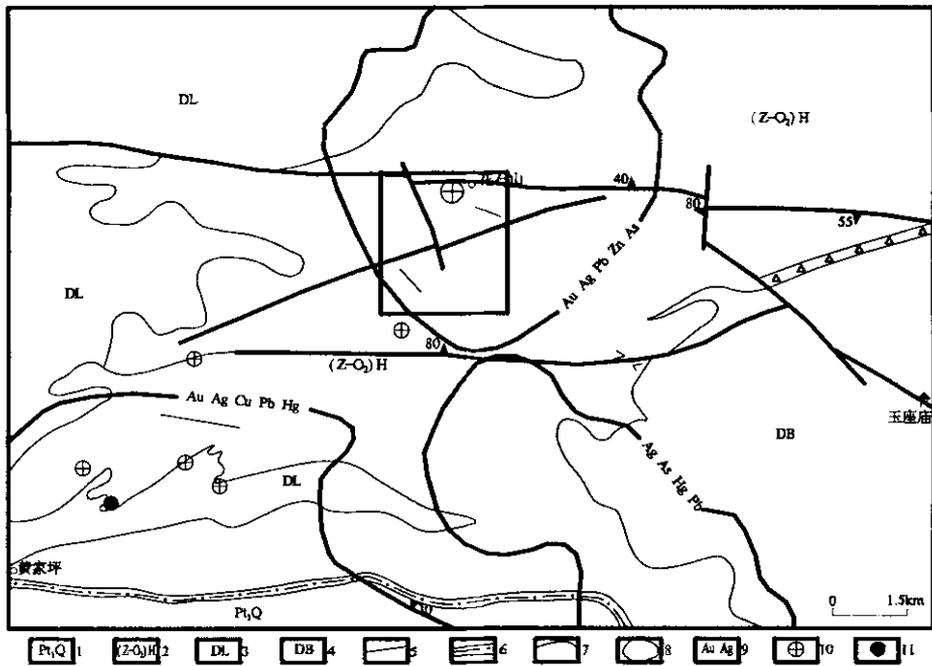


图1 花石山一带地质矿产略图

Fig. 1 The geological mineral land in Huashi mountain

1. 秦岭群 2. 葫芦河群 3. 党川二长花岗岩 4. 玉皇庙细粒花岗岩 5. 脆性断裂 6. 韧性剪切带 7. 地质界线 8. 水系沉积物异常; 9. 异常元素组合; 10. 金矿点; 11. 多金属矿点

表1 花石山金矿主要矿体特征表

Table 1 Major features of the orebody in Huashi Mountain gold ore deposit

矿带编号	矿体编号	长度 (m)	平均厚度 (m)	平均品位 $w_B \times 10^{-6}$	矿体产状	矿石类型	控矿构造	围岩
I	I-1	123	0.67	9.50	$30^\circ \angle 67^\circ$	含金石英脉	NW向断裂	绿泥石英片岩
	I-2	210	1.21	22.13	$25^\circ \angle 65^\circ$	含金石英脉	NW向断裂	绿泥石英片岩
	I-3	200	1.26	21.36	$33^\circ \angle 65^\circ$	含金石英脉	NW向断裂	绿泥石英片岩
	I-4	42	0.62	13.39	$27^\circ \angle 65^\circ$	含金石英脉	NW向断裂	绿泥石英片岩
II	II-1	87	0.88	2.48	$50^\circ \angle 58^\circ$	含金石英脉	NW向断裂	绢云石英片岩
	II-2	162	0.66	12.06	$70^\circ \angle 62^\circ$	含金石英脉	SN向断裂	绢云石英片岩
	II-3	80	0.71	2.36	$60^\circ \angle 65^\circ$	含金石英脉	NW向断裂	绢云石英片岩
	II-4	205	0.79	10.22	$80^\circ \angle 65^\circ$	含金石英脉	SN向断裂	绢云石英片岩
III	III-1	98	0.65	3.31	$35^\circ \angle 65^\circ$	含金石英脉	NW向断裂	绿泥石英片岩

①姚发俊, 杨关喜等, 花庙子、利桥幅 1:5 万区调报告, 1995.

2.2 矿石特征

2.2.1 矿石矿物组成

矿石中金属矿物主要以褐铁矿、黄铁矿为主，有少量的磁铁矿，次为黄铜矿、闪锌矿、毒砂、辉铜矿、铜兰、孔雀石；含金矿物以银金矿为主，自然金次之。脉石矿物以石英为主，次为绢云母、绿泥石、长石、高岭土、方解石等，微量矿物有重晶石、电气石、辰砂等。

2.2.2 矿石结构、构造

矿石呈灰白 - 烟灰色，油脂光泽，主要结构为自形 - 半自形粒状结构、交代溶蚀结构、压碎结构；主要构造为团块状构造、细脉状构造。

2.2.3 金的赋存状态

金矿物在矿石中以裂隙金和粒间金为主，次为包裹金。粒间金主要是赋存于黄铁矿颗粒之间，相对含量为 43.00%，黄铁矿裂隙金的含量高，相对含量达 46.38%，包裹金多为褐铁矿包裹，少量为黄铁矿、黄铜矿、脉石包裹，相对含量仅为 10.62%；金矿物以银金矿为主，自然金次之，表面粗糙且不洁净，

边缘不齐。以微细粒金为主，中 - 粗粒金少见；最大粒径 0.18 ~ 0.25 mm，最小粒径为 0.005 mm，平均粒径为 0.023 mm。

2.2.4 围岩蚀变

矿区围岩蚀变有黄铁矿化、硅化、绢云母化、碳酸盐化、绿泥石化等，一般多分布于断层破碎带中；黄铁矿化及硅化与金矿化呈正相关关系，而绿泥石化、绢云母化及碳酸盐化与金矿化关系不明显。

2.2.5 岩石化学成分

经对花石山矿区内不同岩性取样分析资料统计计算，结果见表 2。从表中可知区内各类岩石中的 Au、Ag、As、Pb、Zn 元素均高于地壳克拉克值几 ~ 几十倍，唯有 Cu 元素低于地壳克拉克值，这与整个西秦岭地区的地球化学特征是一致的。从不同岩性看，Au 在绢云石英片岩、黑云石英片岩、石英脉的浓度克拉克值分别为 9.00、27.25、13.50，标准离差为 0.018、0.098、0.031，变异系数为 0.500、0.899、0.574，以上数据均较大，对成矿有利，由此说明本区是找金的有利地区。

表 2 花石山金矿岩石地球化学特征表

Table 2 Geochimical features of the gold ore rocks in Huashi Mountain

岩性	样品数	参数	Au	Ag	As	Cu	Pb	Zn
黑云		最高值	0.960	0.896	10	100	300	>5000
		平均数	0.109	0.278	5.72	49.29	80	350
石英	24	标准离差	0.098	0.234	2.59	19.79	66.91	229.13
		变异系数	0.899	0.842	0.45	0.40	0.84	0.65
片岩		浓度克拉克值	27.25	3.475	2.6	0.78	6.67	3.72
		最高值	0.080	0.524	13.92	40	70	200
绢云		平均数	0.036	0.180	6.53	33.41	37.01	133.18
		标准离差	0.018	0.129	3.28	5.21	11.72	25.71
石英	32	变异系数	0.500	0.717	0.50	0.16	0.32	0.19
		浓度克拉克值	9.000	2.25	2.97	0.53	3.08	1.42
绿泥		最高值	0.032	0.228	5.99	50	40	150
		平均数	0.021	0.161	4.88	40	33.75	135
石英	14	标准离差	0.008	0.070	1.45	11.55	7.5	17.32
		变异系数	0.381	0.435	0.30	0.29	0.22	0.13
片岩		浓度克拉克值	5.250	2.013	2.22	0.63	2.81	1.43
		最高值	0.544	0.324	15	200	100	250
石英	14	平均数	0.054	0.188	9.19	102.5	47.5	137.5
		标准离差	0.031	0.107	6.75	69.46	35.94	75
脉		变异系数	0.574	0.569	0.73	0.68	0.76	0.55
		浓度克拉克值	13.500	2.35	4.18	1.63	3.96	1.46
地球克拉克值(96年黎彤)			0.004	0.08	2.2	63	12	94

3 控矿因素

区内金矿主要受地层岩性、岩浆活动及断裂构造的控制。

3.1 地层岩性的控矿作用

矿区内金矿化主要赋存于葫芦河群石嘴组绿片岩中,而各类片岩的 Au、Ag、Cu、Pb、Zn 含量为地壳克拉克值的几~几十倍(表2),而其它岩性则含量较低。因此该区地层岩性是形成金矿化的基本条件。

3.2 断裂构造的控矿作用

矿区南部为 EW 向黄家坪韧性剪切带,北部为党川近 EW 向脆性断裂,其间次生 NW 向断裂构造十分发育,断裂构造为含矿热液提供了良好的通道及沉淀场所,区内所发现的金矿(化)体均严格受这些断裂构造的控制。

3.3 岩浆活动的控矿作用

党川花岗岩体光谱分析表明:Cu、Pb、Zn、Mo、Co 等有益元素含量较高,已远超出一般花岗岩中正常含量,而矿化石英脉中上述各元素含量也较高。该岩体属海西早期交代重熔型花岗岩,成矿元素的富集可能与萃取葫芦河群地层中相关元素有关,岩浆期后热液活动促进了金矿(化)体的形成。

4 矿床成因分析

4.1 成矿时代

花石山金矿因工作程度所限,尚未采取同位素、包体样。通过野外地质观察,结合与该矿成因有关的侵入岩体同位素地质年龄,依以下几方面来推断其成矿时代:

(1) NW 向断裂切穿党川东西向断裂及玉皇庙岩体。

(2) 含金石英脉沿该组断裂之次级断裂密集带灌入,局部地段见石英脉侵入花岗闪长岩脉。

(3) 花岗闪长岩脉两侧的金矿体金品位较高。说明这些脉岩也是金矿成矿的成因之一。

基于以上事实,笔者认为花石山金矿的成矿时代大概在燕山构造-岩浆活动早期。

4.2 成矿模式

花石山金矿床成因类型为中低温热液构造蚀变岩型,并可将矿床的形成分为三个阶段,及沉积-成岩阶段、热液成矿阶段和表生氧化阶段^[2]。

沉积-沉岩阶段:主要发生于震旦-奥陶纪,此时,该区处于华北大陆南缘,因受华北板块与扬子板块相对运动的影响,其构造演化是一个反复伸展-收缩的复杂过程。在此期间,经历了海相沉积及多次火山喷发的沉积过程,形成该区葫芦河群的海相沉积岩与中酸性火山岩交替产出。这套地层的岩性特征及赋存有含量较高且活动性强的金元素,有利于热液的流通和从中萃取金、硫等成矿物质,为成矿提供了充足的物源。

热液成矿阶段:海西早期,受祁连运动的影响,区内碰撞造山,不同地层边界韧性剪切带形成,局部热流增高,发生部分熔融,深熔花岗岩沿构造薄弱部位侵入。由于区域性地壳隆升,大气降水和含金建造中封存的水受深部岩浆热源加热,形成中低温热液。这些被加热的水,一般温度不高,在地壳不断抬升及构造和深部岩浆热源的影响下,形成规模大、时间长的对流循环。这些热液含有较多的酸根配位基,金元素较易以络合物的形式溶解于其中,使含金建造中的金渗滤出来,形成含金热液^[3]。热液在运移过程中,遇到断裂及地表水减压、降温并发生沉淀,形成初期金矿体。至海西晚期到印支早期,区内发生右行剪切,党川断裂形成,地层边界韧性剪切带复活,局部地壳发生平衡部分熔融,重熔型花岗岩侵入。岩浆期后热液在运移中,又使初期金矿体及老地层中的金元素再次活化,并随燕山期中酸性脉岩侵入,形成含金石英脉型金矿。从而完成了使金活化、运移、成矿、再活化、再运移、再富集成矿的成矿过程。

表生氧化阶段:该区在燕山期运动后,又经历了喜山期运动,地壳持续抬升,覆盖于矿体上的新地层被风化剥蚀,使矿体暴露于地表,进而发生氧化作用。目前经勘查证实,氧化深度大于 60 m。在表生作用下,原生载金矿物被分解而形成新的矿物,同时将金淋漓出来,与地表水一起向下渗滤,形成金的次生富集带。在这一过程中,从原生矿物中淋漓出来的超显微金,通过化学和生物化学作用而聚集成显微自然金。

5 找矿前景分析

5.1 成矿条件

5.1.1 地质环境

花石山一带,北部有党川近 EW 向脆性断裂,南部有 EW 向黄家坪韧性剪切带。其间 NW 向次级断裂非常发育,它们控制了该区地层及矿产分布;其周边有海西期-印支期花岗岩体侵入,区内中酸性岩脉广泛分布,特别是该区处在区域成矿带(柴家庄-利桥金银多金属成矿带)中部;由葫芦河群含金地层(矿源层)作“垫底”,称之为“地层、构造、岩浆岩”三位一体”成矿模式,具备了优越的成矿地质条件。

5.1.2 地球化学异常

1:5 万水系沉积物测量在花石山金矿区圈定了 As-2 异常(花石山异常)^①,该异常主要元素 Au 强度高,规模大,分带明显,并伴有 Ag, Hg, Pb 异常及重砂异常,且异常分布于两条大断裂(黄家坪剪切带及党川断裂)之间,异常特征见表 3。

5.1.3 矿(化)带

矿区经地表工作,圈定金矿(化)带 3 个,长 80~800 m,宽 3~50 m,已发现并控制矿体 9 个。经深部工程验证,控制矿体最大延伸 184 m,矿(化)带与异常、韧脆性断裂带完全吻合,证实了该区具有较大的找矿潜力。

表 3 花石山异常特征表

Table 3 The anomaly features of gold ore rocks in Huashi Mountain

异常编号 (地点)	元素组合	异常强度 ($w_B \times 10^{-9}$)		面积 (Km^2)	衬度 K	规模 ($K \times S$)	异常 分带
		平均值	峰值				
As-2 (花石山)	Au ₁	18.97	335	33	3.15	104	内、中、外
	Hg ₆	297.00	299	1	1.98	1.98	外
	Ag ₅	384.00	1100	2.2	2.56	5.63	中、外
	Pb ₁	106.80	471	7	2.37	16.6	内、中、外

表 4 花石山金矿与同类型金矿床对比表

Table 4 The comparison between the similar gold ore deposit and Huashi Mountain gold ore deposit

主要特征	李坝(大型)	柴家庄(中型)	八卦庙(特大型)	花石山(小型)
含矿岩层	中泥盆统李坝群长石英细砂岩、斑点状板岩	震旦-奥陶系丹凤群变质中基性火山岩夹碎屑岩、大理岩	中泥盆统星红铺组变质砂岩	震旦-奥陶系葫芦河群绢云石英片岩
控矿构造	NW 向脆性断裂	背斜、NNW 向脆韧性断裂	北西西向韧脆性断裂、背斜核部	NW-SN 向脆性断裂
侵入岩及其关系	花岗岩外带 2Km ±, 中酸性脉岩空间伴生	花岗岩外带 1Km ±, 中酸性脉岩空间伴生	外围花岗岩、花岗闪长岩, 带内细晶闪长岩空间伴生。	外围二长花岗岩, 区内中酸性脉岩空间伴生
矿化特征	微细浸染状	石英脉、细粒浸染状	石英脉-薄脉状	石英脉、细粒浸染状
矿物组合	黄(褐)铁矿、黄铜矿、闪锌矿、毒砂、方铅矿	黄(褐)铁矿、黄铜矿、闪锌矿、毒砂、银金矿、自然金	黄(褐)铁矿、黄铜矿、闪锌矿、碲铋矿、自然金、白云石	黄(褐)铁矿、黄铜矿、闪锌矿、毒砂、辉铜矿、银金矿、自然金
蚀变特征	黄铁矿化、绢云母化、硅化、碳酸盐化、碎裂岩化	黄铁矿化、黄铜矿化、硅化、绢云母化、碳酸盐化	黄(褐)铁矿化、黄铜矿化、糜棱岩化、硅化、碳酸盐化。	黄(褐)铁矿化、硅化、绢云母化、碳酸盐化、绿泥石化
岩体年龄(Ma)	179~219	198~206		214 ± 1
成矿时代	印支晚期-燕山早期	印支末期-燕山期	印支期-燕山期早期	印支晚期-燕山早期
原生晕元素组合	Au, Ag, As, Sb, Cu, Pb, Zn, Ba	Cu, Pb, Zn, Au, Ag, As, Mo	Au(Ag), As, Sb(Hg), Cu, Pb, Zn, Mo, Bi(W, Sn)	Au, Ag, As, Cu, Pb, Zn, Mo, Co
成因类型	中低温热液构造蚀变岩型	中低温热液石英脉-构造蚀变岩型	中-低温热液型	中低温热液石英脉-构造蚀变岩型

①姚发俊, 杨天喜等, 花庙子、利桥幅 1:5 万区调报告, 1995.

5.2 成矿规律

花石山矿区金矿体无一例外地赋存于断裂蚀变带内,与中酸性脉岩在空间上密切伴生。矿体形态简单,产状稳定,黄(褐)铁矿化、硅化及化探异常是最直接的找矿标志,矿(化)体空间分布有一定规律性。

5.3 矿床特征对比

花石山金矿床与区域同一成矿带已知的成因类型相似的中、大、特大型金矿床对比(表4),具有相同的成矿地质背景。虽然含矿岩系、物质来源、成矿作用期次及有用组分富集程度有所差异,然而,它们都具有相似或相近的构造-岩浆-混合流体多期次成矿的特点^[4]。

5.4 找矿前景

通过对花石山金矿床地质地球化学特征、成矿规律、找矿标志的总结和对成矿条件、控矿因素及矿床成因的分析研究,并与区域已知金矿床相类

比,认为花石山一带区域成矿背景良好,成矿条件优越,成矿物质基础雄厚、来源广泛,金矿床有与区域大型、特大型金矿床相类似的成因模式,具有形成大型金矿床的可能性,特别是在党川断裂及其延伸带是寻找金矿的有利地段,其中尤以花石山异常北部,在找矿上很可能有较大的突破。

参考文献:

- [1] 张维吉,孟宪恂,胡健民等. 祁连-北秦岭造山带结合部位构造特征与造山过程[M]. 西安:西北大学出版社, 1994.
- [2] 奕世伟. 金矿床地质及找矿方法[M]. 成都:四川科学技术出版社, 1987.
- [3] 庞保成,林畅松. 右江盆地微细侵染型金矿的成因探讨[J]. 地质与勘探, 2001(4): 9-13.
- [4] 殷先民,任丰寿,徐家乐等. 甘肃岩金矿床地质[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社, 2000.

The Features of Gold Ore Deposit and Analysis of Ore-Searching Prospect in Huashi Mountain

WANG Qiang-guo

(No. 1 Institute of Geology and Mineral Exploration, Gansu Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Tianshui 741020, Gansu, China)

Abstract: Huashishan (Huashi Mountain) tectonic (hydrothermal) altered-rock gold ore deposit is a medium-sized scale deposit that located within the faulted-fracture zone in the Shizui formation of Hulu River group of Sinian-Ordovician age. The ore mainly includes two components: auriferous quartz and tectonic altered-rock. Limonite and pyrite are the major gold-carrier in the mineral. The features of wall-rock alteration are silication, limonitization, pyritization and sericitize. The basic conditions of ore deposit-forming is controlled by the "tri-unity" which are marine sedimentary rock and intermediate-acid volcanic rock, brittle-ductile faulted structure as well as intermediate-acid magmatic intrusion. It is possible to form massive gold ore while the ore-forming condition is better in the region. The faulted-altered-extension zone is a more favorable place for searching gold-ore deposit along the east-west trending.

Key words: Huashi Mountain; gold ore deposit; geologic features; favorable place for searching gold ore deposit