

甘肃崖湾金矿地质特征及前景分析

姜启明

(甘肃省核地质 219 大队, 甘肃 天水 741025)

摘要:崖湾金矿床位于礼县—白云—山阳深大断裂西端的分支——罗坝—礼县—高桥断裂西段, 是李坝大型金矿床的外围矿床之一。矿床产于中川岩体东外接触带内, 处于中石炭统与中泥盆统的接触带附近。总体受 NW 向断裂控制, 金矿体无一例外地赋存于近 EW, NW 向断裂中, 且与断裂产状一致, 是典型的构造带蚀变岩型金矿床。主矿体为 2 号, 长 160~270 m, 厚 3.01 m。Ag 可综合利用, 含 Fe 较高的煌斑岩脉是重要的找矿标志之一。1:1 万土壤(岩石)测量和 1:2 000 汞气及土壤多元素测量表明, 矿床东部仍存在盲矿体, 矿床西部矿体也未尖灭, 具向西延伸的趋势。

关键词:金矿; 地质特征; 前景分析; 甘肃

中图分类号: P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-558X(2004)03-0032-07

1 地质概况

矿区位于华北古陆板块、扬子古陆板块和滇青藏古海洋板块的碰撞缝合线地带^[1]; 秦岭褶皱系之西秦岭印支褶皱带的 NE 段^[2]; 礼县—白云—山阳深大断裂西端^[3]。

区域性大断裂主要是近 EW 和 NW 向, 前者主要是宕昌—上洮坪—礼县断裂(图 1), 控制金山、马泉 2 个中型金矿床; 后者主要是罗坝—礼县—高桥断裂及其分支, 控制李坝(大型)、赵沟(中型)和崖湾(小型)等岩金矿床及田家河(小型)砂金矿床。此外, 尚有近 SN 向的天水—武都隐伏基底深大断裂从矿区通过。本矿区是礼(县)岷(县)金矿集中区的一部分^[4~5]。矿区的褶皱主要是石家河坝复式向斜(轴向近 EW), 两翼发育次级褶皱及大量褶曲, 南翼为金山—乱石山—沟门下背斜, 北翼为马坞—酒店—李坝背斜。出露主要地层是泥

盆—石炭纪浅变质板岩类岩石。岩浆岩极为发育, 主要有教场坝、阎井、柏家庄、中川、碌础坝五大花岗岩体^[6], 其中中川岩体最典型最有意义, 主体是印支期二长花岗岩(图 1), 面积 216 km², 其内外分布大量的岩浆岩脉。岩体外接触带 1~5 km 范围内除大批金矿床(点)外, 内部和东外接触带还产有中川、吴茶坝、范家坝等中小型铀矿床。崖湾金矿床即位于中川岩体东外接触带内, 恰处于中石炭统与中泥盆统的接触带附近(图 2, C₂ 与 D₂ 均为断层接触)。矿床由 8 条 NW 或近 EW 向断裂控制, 其中 F₀ 和 F₃ 为区域大断裂, 具有导矿、容矿和控矿作用, 其余均为次级断裂。矿床现有工业矿体 2 个, 表外矿体 7 个。

矿床外围中川、罗坝附近还有 38, 932, 933, 937 号等 16 处金矿(化)点, 分别控制一定储量的金矿体。

收稿日期: 2004-06-22。李杰美编辑。

基金项目: 中国核工业总公司地质总局金矿勘查基金资助项目(89192203)

作者简介: 姜启明(1963-), 男, 陕西眉县人, 甘肃省核地质 219 大队高级工程师, 学士, 从事金矿勘查与研究。

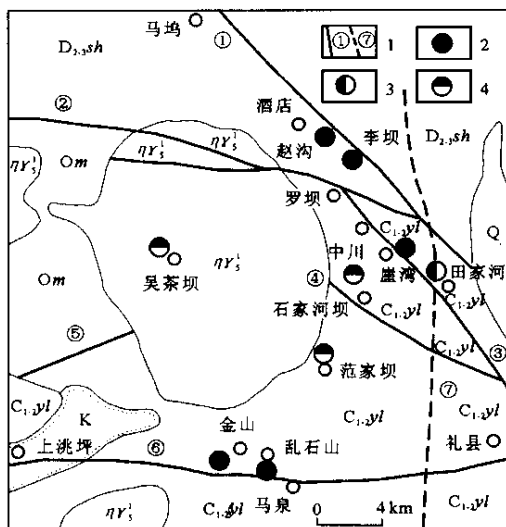


图1 崖湾金矿床区域地质图(据1:20万岷县、天水幅矿产图修编,1970)

Q—第四纪黄土;K—白垩纪紫红色砾岩夹杂色含粉砂质泥岩,灰质粉砂岩,砂砾岩; $C_{1-2}yl$ —中—下石炭统月亮寨组黑色夹绿色碳板岩与砂岩互层夹薄层细粒石英砂岩; $D_{2-3}sh$ —中—上泥盆统舒家坝群石英细砂岩,粉砂岩夹板岩,粉砂质板岩,灰绿色条带状板岩,斑点板岩等; Om —奥陶系孟家沟岩群黑云母石英片岩,变粉砂岩,变长石英砂岩,条带状大理岩; qY_1 —印支期二长花岗岩;1—断裂及编号:①—马坞—李坝,②—锁龙口—罗坝,③—罗坝—礼县—高桥,④—石家河坝—楚家沟门,⑤—官底下—徐家坝,⑥—宕昌—上洮坪—礼县,⑦—天水—武都(隐伏深大断裂);2—岩金矿床;3—砂金矿床;4—铀矿床

2 矿床地质特征

2.1 断裂特征

崖湾金矿床矿体全部赋存在断裂中,断裂特征见表1^①。断裂一般由构造角砾岩、碎裂岩、糜棱岩及板岩团块、石英脉团块等构成。主要蚀变为褐铁矿化(赤铁矿化)、黄铁矿化、黄铜矿化、毒砂化等。局部充填花岗斑岩脉和煌斑岩脉,后者还有矿化显示。主要含矿断裂为 F_3 , F_4 和 F_5 。断裂一般经历多期改造,后期断裂活动都沿早期断裂方向叠加改造(形成新的热液脉体)而不

改变原断裂方向。不同方向断裂叠加一般没有明显的互相错动迹象(F_2 与 F_3),仅个别有较小的错距(0~4线间近SN向断裂与近EW向断裂错距仅3~5m),这些特征与马泉金矿类似^[7-8]。

由图3可知断裂经历4期活动:产状为 $220^\circ \angle 60^\circ$ 的石英脉显然是第4期构造活动产生; $310^\circ \angle 67^\circ$ 的一组为第3期;大致可见具方向性和完全没有方向性的石英脉碎块应由第2和第1期构造活动所产生。各期石英脉都有细脉、斑点和囊状褐铁矿化蚀变。

2.2 矿化特征

崖湾矿床赋矿岩石在 F_3 至 F_6 及其以南地段(C_2^{2-2})以粉砂质板岩、千枚状板岩为主; F_3 以北以灰白、土黄色斑点状粉砂质板岩(D_2s^2)为主,次为千枚状板岩。在 F_1 至 F_2 之间斑点板岩的斑点细小而密集,最多可达16个/ cm^2 ,斑点构造越发育,金矿化越强^[4],这一特点在李坝矿床更加突出。因此,斑点板岩是本区金成矿的有利岩性。

受中川岩体的热烘烤作用,围绕岩体呈环状分布有黑云母带、堇青石带等。中泥盆统、中石炭统普遍经历过变质作用,其中泥质成分变为绢云母(水云母)等片状矿物而形成千枚状构造。原岩中的含Fe矿物则变为绿泥石、褐铁矿等斑点而形成斑点构造。绿泥石化、绢云母化及碳酸盐化在矿床内外普遍发育,地表发育褐铁矿化(赤铁矿化)、高岭土化、铜蓝化、水云母化等;深部发育褪色蚀变、黄铁矿化、黄铜矿化、毒砂化、方铅矿化、闪锌矿化和碳酸盐化。

崖湾金矿热液脉体大致可分为4期^①。

1)乳白色块状石英脉,宽0.0n~0.nm,少数大于1m。成分单一,有时含少量点状黄铁矿,Au含量低。2)黄铁矿-石英脉,呈单脉、网脉和复脉,黄铁矿为五角十二面

① 刘西禾,方世荣,张劲松,等.甘肃省礼县罗坝至梁坪地区金矿普查地质报告,1989.

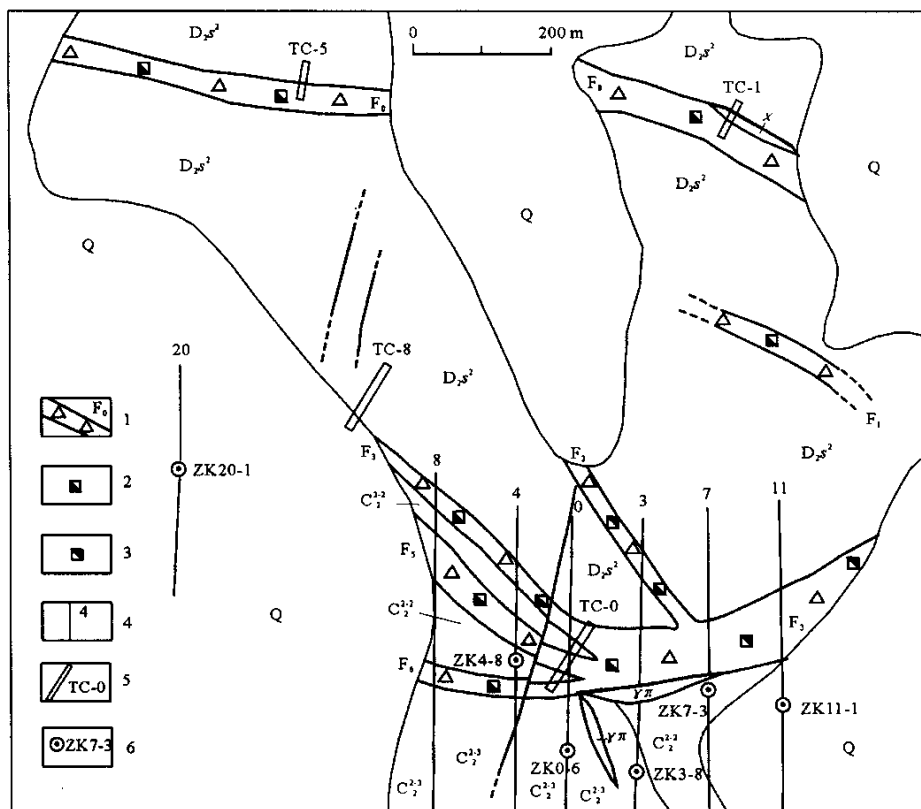


图 2 崖湾金矿床地质图 (据严志强修编, 1991)

Q—第四纪黄土; C_2^{3-3} , C_2^{2-2} —中石炭统第二层性段第三层含碳石英砂岩、碳质板岩夹少量硅质板岩, 第二层含碳硅板岩、粉砂质板岩及少量薄层灰岩; D_2s^2 —中泥盆统舒家坝组第二层性段粉砂质斑点板岩、千枚状板岩、变质砂岩夹含砾板岩; χ —煌斑岩脉; $\gamma\pi$ —花岗斑岩脉; 1—断裂及编号; 2—褐铁矿化; 3—赤铁矿化; 4—勘探线及编号; 5—探槽及编号; 6—钻孔及编号

表 1 崖湾金矿断裂特征

断裂号	矿体号	规模/m		产状/ $^{\circ}$		$u(Au)/10^{-6}$	主要地质特征
		长	宽	倾向	倾角		
F_0	表外矿体	1100	30~50	10~22	70~80		构造角砾岩、碎裂岩、糜棱岩及板岩, 石英脉团块等, 后者含褐铁矿、黄铁矿细脉, 局部含 Au, 上盘断裂充填的煌斑岩脉含 Au $0.5 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-6}$, 有褪色蚀变
F_1		300	30	25	36	弱矿化	碎裂岩、构造角砾岩、斑点板岩团块等, 局部褐铁矿发育, Si 和 Fe 质脉发育
F_2		400	20	55	55	1.0~2.0	碎裂岩、绢云母板岩团块等, 褐铁矿化较发育
F_3	2 56 61	800	10~80	220~150	70~72		F_3 向西撒开呈 4 条分支 (F_4 隐伏), 剖面上亦有分支复合、膨胀收缩现象, 与 F_2 相交处矿体变大变富, 有花岗斑岩脉充填, 以碎裂岩和构造角砾岩为主, 少量石英脉团块, 主要为褪色蚀变、褐铁矿化、黄铁矿化、黄铜矿化、毒砂化、碳酸盐化、硅化
F_4	5 52 55	800	20~30	192~220	64~78		
F_5	54	800	8~60	192~220	55~72		
F_6	51 70	600	20	180	64		
F_7	500	5~8	180	60	0.5~1.0	隐伏断裂, 有花岗斑岩脉充填	

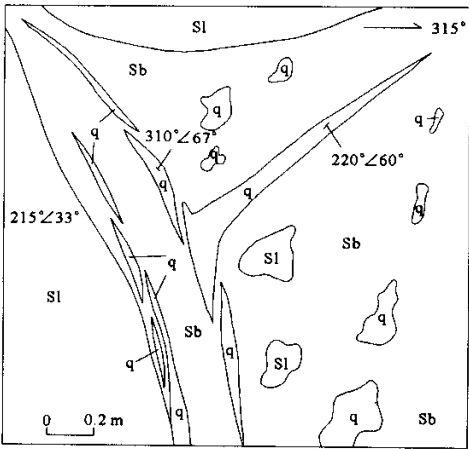


图3 崖湾金矿4号勘探线附近F₃断裂局部素描图
S1—粉砂质板岩；Sb—构造角砾岩；q—石英脉

体或立方体呈质点分布于石英脉中，具金矿化叠加。3) 黄铁矿-碳酸岩脉，黄铁矿呈浸染、粉末、细脉、斑点状沿断裂带充填，与金矿化关系密切，是主要成矿期。4) 石英-碳酸岩脉，碳酸岩脉普遍，局部可见石英脉，在后阶段为梳状石英。4期热液脉体与4期构造活动一一对应。

2.3 矿体、矿石及伴生元素特征

2.3.1 矿体 崖湾金矿矿体主要特征见表2^①。2个工业矿体厚度大，品位高。厚度变化系数小，品位变化系数亦小，属厚度稳定、品位均匀矿体。7个表外矿体厚度小，品位低，属厚度较稳定，品位均匀—较均匀矿体。

表2 崖湾金矿矿体特征

类 别	矿体数	平 均		变化系数/%		形 态
		厚度/m	$u(Au) \times 10^{-6}$	厚 度	$u(Au) \times 10^{-6}$	
表内矿体	2	1.88~4.14	3.17~3.30	35.10~47.50	31.93~38.21	似板状
表外矿体	7	0.93~3.80	1.20~2.80	53.49~70.04	31.72~66.14	似板状 透镜状
矿 床	9	3.26	2.27	35.10~70.04	31.72~66.14	似板状 透镜状

矿床的工业矿体占矿床总储量的47.96%，其中2号矿体占35.15%，为主矿体。表外矿体中54，55号规模大，占总储量的36.75%，其余规模均较小。主要矿体控制长度160~270 m，厚3.01 m。矿体垂幅303 m，最低标高1386 m。矿体与断裂产状一致，S倾，倾角55~78°，平均65°。

2.3.2 矿 石 主要非金属矿物为石英、绢云母（水云母）、粘土矿物、碳酸盐矿物等。主要金属矿物为褐铁矿（赤铁矿）、黄铁矿、黄铜矿、毒砂、方铅矿、闪锌矿等。自形—半自形、他形粒状，变余泥质、粉砂质，交代残余（毒砂被臭葱石交代残留毒砂细针状晶形）、假象结构（岩脉中长石风化脱落形成蚀坑后又被析出的方解石微晶充填）。构造有千枚、浸染状，聚斑和斑点状，角砾状，细—网脉状等。矿石自然类型为金-黄铁矿-碳酸岩型。矿石最高Au含量11.05

$\times 10^{-6}$ ，平均 2.27×10^{-6} ，总体较低，但均匀程度很高。

2.3.3 伴生元素 对崖湾金矿60个土壤样和70个岩石样进行10种伴生元素测量（表3），在岩石和土壤中，浓度克拉克值在2以上的元素为As，Bi，Sb，Ag，Au，Pb。其中As，Bi，Sb在土壤中的浓度克拉克值就已分别达到36.4，72.5和9.5，在岩石中达到127.3，112.5和50.0。从土壤—围岩—矿化岩石 [$w(Au) > 0.5 \times 10^{-6}$] 中随 $w(Au)$ 的增加，As，Bi，Sb，Hg，Ag，Pb等浓度克拉克值亦进一步提高，可见它们与 $w(Au)$ 呈明显正相关，是Au的主要伴生元素，这一特点与马泉金矿床伴生元素特征^[2]极为相似。土壤、围岩、含矿岩石中Ag的平均含量始终比Au高。无矿地段Au含量

① 刘西禾，方世荣，张劲松，等. 甘肃省礼县罗坝至梁坪地区金矿普查地质报告，1989。

表 3 崖湾金矿伴生元素含量

测试介质	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Bi	Hg	Mo
变化范围/ 10^{-6}	0.002~2.230	0.039~5.910	17~83	14~83	99~202	12~600	1.3~6.6	0.13~0.50	0.029~51.40	0.45~3.50
土壤 均值/ 10^{-6}	0.010 3	0.162	32	30	105	80	5.7	0.29	0.157	1.08
浓度克拉克值	2.58	2.03	0.51	2.50	1.12	36.40	9.50	72.50	1.76	0.83
变化范围/ 10^{-6}	0.002~11.050	0.1~136.8	1.8~430.0	1.2~2 770.0	7.7~700.0	50~4 685	8.4~8 611.0	0.14~8.00	0.009~40.900	0.14~63.30
岩石 均值/ 10^{-6}	0.013	0.50	38.0	30.0	75.0	280	30.0	0.45	0.150	1.20
浓度克拉克值	3.25	6.25	0.60	2.50	0.80	127.3	50.0	112.50	1.690	0.92
围岩 均值/ 10^{-6}	0.036	1.28	56	31	86	280	37	0.49	0.147	1.87
浓度克拉克值	9.0	16.0	0.89	2.58	0.91	127.3	61.7	122.5	1.65	1.44
含矿岩石 均值/ 10^{-6}	1.265	5.367	50	60	78	945	80	0.54	3.30	8.54
浓度克拉克值	316.3	67.1	0.79	5.0	0.83	429.5	133.3	135.0	37.1	6.34
克拉克值/ $10^{-6}[9]$	0.004	0.08	63	12	94	2.2	0.6	0.004	0.089	1.3

注：由核工业西北地质局 203 研究所测试，1990。

$0.03 \times 10^{-6} \sim 0.18 \times 10^{-6}$ ，Ag $0.71 \times 10^{-6} \sim 1.59 \times 10^{-6}$ ，最高 136.8×10^{-6} 。在 TC-0 中金矿体连续 n m Ag 含量在 $50 \times 10^{-6} \sim 80 \times 10^{-6}$ 。金矿体中的 Ag 大多是 Au 含量的 2~3 倍（平均 2.7 倍），可综合回收利用。铅和锌已发现囊状富矿体（TC-0 南，民采）。

栾世伟研究^[10]指出，Hg，As，Sb 在一般的热液金矿床中是 Au 的前缘元素，崖湾金矿 TC-1（标高 1 660 m）Hg 含量高达 14.736×10^{-6} ，As 在 ZK0-4（中心点标高 1 520 m）最高 $4 685 \times 10^{-6}$ ，Sb 在 PD-1-2（标高 1 590 m）最高达 $8 611 \times 10^{-6}$ ，预示矿床向深部仍有盲矿体。

2.4 载金矿物

据核工业第三研究所和核工业西北地质局 203 研究所测试，崖湾金矿床主要贵金属矿物为自然金、银金矿、碲金矿、金银矿等。主要载金矿物为黄铁矿和毒砂（地表为褐铁矿），次为石英和碳酸岩（包括方解石和铁白云石）。主要载金矿物电子探针微区分析结果见表 4，黄铁矿呈五角十二面体细粒，其中或多或少含 As，亦含微量 Ag，Se，Te 等，但不含 Pb。Au 与黄铁矿中 As 含量呈明显的相关性，其测试结果与表 3 相吻合。铁白云石 Au 含量变化很大，含少量 Sb，As。

万方数据

3 矿床前景分析

3.1 矿床勘查前景

矿床东部 1:1 万土壤（岩石）地化测量，1:2 000 汞气及土壤多元素测量结果都表明，矿床向东不仅存在控矿断裂带，而且异常明显，矿体前缘元素富集，表明矿床东部仍有盲矿体存在。矿床向东勘查时 ZK11-1 孔未达到地质目的，7 号线仅施工 1 个钻孔，造成主要矿体（2，54 号）在走向和倾向上都是无限外推（图 4）。矿床西部化探测量异常反映良好，8，12 线未来得及施工钻孔，故 56，55 号（大矿体）及 2 号主矿体向西均未封闭，矿体仍有向西延伸的趋势。

经十余年地表氧化矿石的开采，断裂向 EW 的延伸已展露十分清晰。在详细研究断裂产状之后，继续深部揭露将会扩大现有规模。

3.2 矿床外围

矿床外围有一定储量的金矿（化）点还有 38，932，933 号等，38 号金矿点位于中川村南约 1.4 km 处（图 1）。现有 12 个地表工程和 1 个深部工程，控制断裂长 1.2 km（NE 向，宽 10~20 m），最高 Au 含量 10.20×10^{-6} （视厚度 5 m），现有金属量 n 100 kg。932 号金矿点位于罗坝东南约

表 4 崖湾金矿主要载金矿物电子探针微区分析结果

$w(B)/\%$

样号	矿物	Au	Ag	Se	Zn	Sb	As	Te	Co	Ni	S	Fe	Σ
89A-40	细粒黄铁矿	0.22	0.11	0.10	0.05		1.03	0.05	0.06	0.02	53.81	46.20	101.65
89A-50		0.00	0.00	0.17	0.05		0.51	0.00	0.00	0.03	52.99	47.06	100.81
89A-66		0.11	0.13	0.04	0.02		1.41	0.12	0.05	0.10	52.02	47.55	101.55
89A-79		0.03	0.04	0.24	0.04		0.96	0.02	0.00	0.09	53.22	45.09	99.73
89A-6	铁白云石	0.00				0.00	0.07						
89A-65		0.42				0.04	0.02						
89A-65		0.01				0.04	0.02						

注：由核工业西北地质局 203 研究所测试，1989。

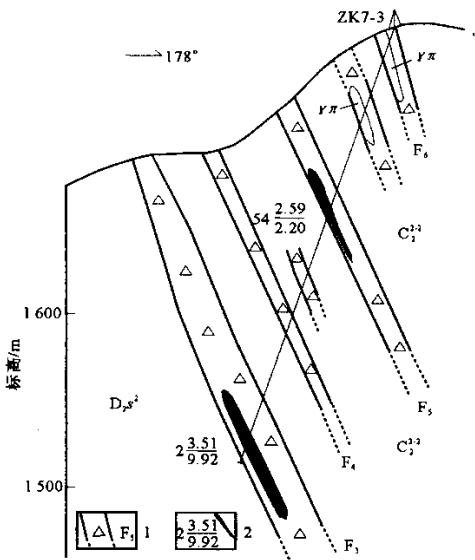


图 4 崖湾金矿 7 号勘探线剖面图（据刘西禾等，1989）

C_2^{-2} —中石炭统第二岩性段第二层含碳硅板岩、粉砂质板岩等； D_2s^2 —中泥盆统舒家坝组第二岩性段粉砂质斑点板岩、千枚状板岩、变质砂岩等； $\gamma\pi$ —花岗斑岩脉；1—断裂及编号；2—金矿体及编号

$w(Au)/10^{-6}$
厚度/m

1.6 km 处，现有地表工程 13 个，控制 NW 向断裂长约 1.0 km（宽 5 ~ 10 m），最高 Au 含量 15.48×10^{-6} （视厚度 0.85 m），现有金属量 n 100 kg。933 号金矿点位于罗坝东约 1.1 km 处，现有地表工程 3 个，控制 NW 向断裂长超过 300 m，最高 Au 含量 4.82×10^{-6} （厚 1 m），现有金属量 n 10 kg。

此外尚有 937、912、311、312 号及二台

子沟金矿化点，这些矿化点均由 NW，近 EW 及 SN 向断裂控制，发展潜力很大。崖湾金矿床外围矿点均因地表覆盖厚而不能扩大现有规模，若一并考虑投入深部工程揭露，其前景亦很可观。

3.3 岩浆岩脉

前已叙及，崖湾金矿多处存在岩浆岩脉，特别是煌斑岩脉有时含矿。如 F_0 上盘煌斑岩脉含 Au $0.5 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-6}$ 。在酒店（图 1）附近亦发现煌斑岩脉含 Au 达 2.10×10^{-6} 。这一点与马泉金矿床相似^[6]。由于煌斑岩脉在礼县地区时常含矿，故已成为该区的重要找矿标志之一。煌斑岩脉大致可分为 2 种：一种是白色，呈土状，肉眼可见少量细小的片状白云母，这种煌斑岩脉可沿断裂充填，亦可在板岩层理间充填，一般不含矿，应形成于金成矿前，成矿前构造活动使之充填于早期断裂或板岩解理（层理）之间；另一种多为暗灰、灰绿、灰褐或暗红色，一般含有较多 Fe 质，可能是辉石、角闪石等析出的 Fe 质经氧化而成褐铁矿（使煌斑岩脉颜色变深），亦可能是金矿体中的 Fe 质混染而成。此种煌斑岩脉均沿断裂充填，其本身可能成为金矿体，外侧上下盘断裂中一般含有金矿体。这种煌斑岩脉形成于金的成矿期，故与金矿关系密切^[6]。煌斑岩脉 Au 含量与外侧金矿体品位有关。

参考文献：

[1] 孙明. 甘肃礼县马泉金矿床地质特征及成因探讨 [J]. 甘肃地质学报, 2000, 9 (2): 28-36.



- [2] 姜启明. 甘肃马泉金矿伴生元素特征及剥蚀程度研究 [J]. 黄金地质, 2001, 7(2): 23-28.
- [3] 姜启明, 李岳. 甘肃马泉金矿二十号矿带地质特征 [J]. 甘肃地质学报, 2001, 10(1): 42-49.
- [4] 殷先明. 甘肃岩金矿床地质 [M]. 甘肃 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2000. 177-201.
- [5] 王志平. 甘肃省礼县赵沟金矿床地质特征及找矿远景浅析 [J]. 甘肃地质学报, 2003, 12(1): 70-77.
- [6] 姜启明, 袁宝安. 甘肃小顶山火山岩特征及与金矿的关系 [J]. 黄金地质, 2003, 9(3): 32-39.
- [7] 姜启明. 甘肃马泉金矿床五号矿带地质特征 [J]. 黄金地质, 2000, 6(3): 32-37.
- [8] 姜启明. 马泉金矿床十号矿带矿化特征 [J]. 西北铀矿地质, 2000, 26(2): 24-29.
- [9] 阮天键, 朱有光. 地球化学找矿 [M]. 北京: 地质出版社, 1985. 19, 274-276.
- [10] 栾世伟. 金矿床地质及找矿方法 [M]. 四川 成都: 四川科学技术出版社, 1987. 428-430.

Geological features and prospective analysis of Yawan gold deposit , Gansu

JIANG Qi-ming

(No.219 Geological Party of CNNC , Tianshui 741025 , Gansu , China)

Abstract : The Yawan gold deposit locates in the west of Luoba-Co-Li county-Co-Gaoqiao fault (the subsidiary fault of Li county-Co-Baiyun-Co-Shanyang fault) is one of the peripheral deposits of Liba large-scale gold deposit. The deposit occurred in the exocontact of east Zhongchuan rock body , and is near the stratigraphic contact belt between Middle Carboniferous and Middle Devonian. The gold deposit is controlled by NW strike fault , ore bodies all occurred in the near EW strike and NW strike fault and had same occurrence with fault , it is the classic tectonic belt altered rock type gold deposit. The major ore body is No.2 ; it is long 160 ~ 270 m , thick 3.01 m. Ag in the ore can be used too. The lamprophyric vein with high iron is one of the important signs for ore prospecting. The 1:10 000 soil (rock) survey and 1:2 000 mercurimetric survey and soil multielement survey show that there are blind orebodies in the east of Yawan gold deposit and the west orebodies of Yawan gold deposit had the trend to extend west.

Key words : gold deposit ; geological feature ; prospective analysis ; Gansu