

李坝—赵沟金矿床煌斑岩(脉岩)与金矿关系

韩海涛^{1,2}, 刘继顺¹, 王志平², 夏 磊²

(1. 中南大学 地学与环境工程学院, 长沙 410083;

2. 甘肃有色地质勘查局 天水总队, 甘肃 天水 741025)

摘 要: 文章讨论了李坝—赵沟金矿床煌斑岩(含浅色脉岩)与金矿在时间、空间和成因上的关系, 认为煌斑岩(脉岩)能提供金矿床的部分成矿物质, 为成矿作用提供了热动力, 是野外最直接的找矿标志。

关键词: 煌斑岩(脉岩); 李坝—赵沟金矿床; 甘肃省

中图分类号: P611; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2008)01-0043-05

0 引言

随着勘探、开采工作的逐步深入, 人们在研究金成矿与地层、构造、岩浆岩、变质作用等关系的同时, 近年开始注意煌斑岩(或脉岩)与金成矿关系的研究。笔者在李坝大型金矿田的李坝、赵沟金矿床工作中发现, 成矿作用与煌斑岩在空间上、时间上、成因上都有着密切的联系。在野外, 煌斑岩(或脉岩)是最直接的找矿标志。本文以李坝 6 号和赵沟金矿床为例, 探讨煌斑岩(脉岩)与金矿化的关系。

1 地质背景

李坝金矿田位于西秦岭中段北坡(图 1), 属西秦岭海西褶皱带的东段, 矿带位于中川岩体北东约 2 km 的外接触带, 受热液变质带的严格控制^[1]。在区域上矿带处于西(和)一礼(县)盆地西北部, 为一向西翘起的复式向斜构造, 其核部为中石炭统, 南北两翼由中泥盆统组成。区内断裂构造发育, 南边有 EW 向展布的礼县—洮坪—桡子坝断裂带, 北边有 NW 向礼县—罗坝—锁龙口断裂。区内岩浆活动频繁, 出露有中川、碌础坝、柏家庄、闫井、教场坝五大花岗岩体。在中川花岗杂岩体的周边发现并评价了

李坝、赵沟、马泉、金山等金矿床(点), 这些金矿床(点)围绕杂岩体分布, 在空间及成因上与中川花岗杂岩体有一定关系^[2], 这些矿体在成因上属微细浸染型金矿床^[3-5]。

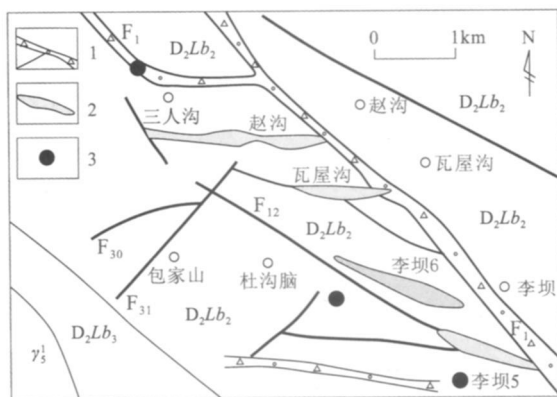


图 1 甘肃李坝金矿地质略图

(据甘肃有色地质勘查局天水总队)

Fig. 1 Geological sketch of Liba Au deposit
D₂Lb₃. 石英砂岩夹粉砂岩 D₂Lb₂. 斑点状板岩夹粉砂岩
γ₃. 中粗粒似斑状二长花岗岩
1. 断裂破碎带及编号 2. 金矿体 3. 金矿(化)点

2 煌斑岩(脉岩)岩石学特征

2.1 岩石学特征

李坝—赵沟金矿区的煌斑岩(脉岩)一般为灰色、深灰色,煌斑结构,块状构造。查明有以下几种类型的煌斑岩(脉岩)。

(1)斜闪煌斑岩:深灰色,细粒结构、似斑状结构,块状构造,以角闪石为斑晶,矿物成分石英0.5%~8%,斜长石38%~45%,角闪石20%~60%,硫化物0.5%~5%,角闪石蚀变为阳起石、黑云母或绿泥石。

(2)花岗斑岩:灰白色,细粒结构、斑状结构,块状构造,以石英、斜长石或钾长石为斑晶,矿物成分石英34%~54%,钾长石19%~24%,斜长石38%~45%,角闪石26%~35%,白云母1%~7%,硫化物少量,蚀变弱,斜长石蚀变为绢云母。

(3)闪长细晶岩:灰色,细粒结构、似斑状结构,块状构造,以角闪石为斑晶,矿物成分石英3%~

5%,斜长石59%~75%,角闪石15%~20%,白云母1%~7%,硫化物少量,角闪石蚀变为黑云母或绿泥石。

(4)斜长细晶岩:浅灰色,细粒结构、似斑状结构,块状构造,以斜长石为斑晶,矿物成分石英5%~20%,斜长石67%~71%,白云母5%~12%,角闪石1%~5%,硫化物少量,角闪石蚀变为黑云母或绿泥石。

从脉岩的种类上可以看出,岩性从基性到酸性都有,这与中川花岗杂岩体有一定成因的关系。在李坝6号金矿与成矿关系密切的以煌斑岩为主,赵沟金矿床与成矿关系密切的以花岗斑岩为主。

2.2 岩石化学特征

斜闪煌斑岩、闪长细晶岩、花岗斑岩岩石化学成分见表1。

表1 岩脉岩石化学成分
Table 1 Chemical composition of dykes

岩石名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	烧失量
斜闪煌斑岩	65.20	0.44	15.32	0.61	2.77	0.08	2.88	2.17	3.70	3.64	0.18	1.71	2.89
闪长细晶岩	59.28	0.54	15.56	0.61	3.95	0.18	7.48	2.82	3.40	1.26	0.18	3.70	5.11
花岗斑岩	70.69	0.31	16.36	1.01	1.25	0.20	1.27	1.16	3.48	4.16	0.09	0.02	2.11
斜闪煌斑岩 (戴里, 1993)	53.52	1.24	14.57	3.52	5.29	0.38	6.60	7.03	3.48	2.28	0.34	1.75	
闪长岩 (特吕格, 1935)	56.22	1.19	17.59	2.78	5.05		3.96	6.47	3.68	1.33	0.11	0.95	
中国花岗岩 (黎彤, 1962)	71.27	0.25	14.25	1.24	1.62	0.08	0.80	1.62	3.79	4.03			

测试单位: 甘肃省有色地质研究所, 1991。

斜闪煌斑岩与戴里的斜闪煌斑岩成分相差较大,以富 SiO₂, Al₂O₃, K₂O, 贫 Fe₂O₃, FeO, CaO 为特征,属 SiO₂ 过饱和的正常型——铝过饱和型,按 w(SiO₂) 和矿物组成相当于钙碱性系列岩石。

闪长细晶岩与特吕格的闪长岩成分有一定的差异,以富 SiO₂, MgO, 贫 Fe₂O₃, CaO 为特征,属 SiO₂ 过饱和的正常类型。

花岗斑岩与黎彤的花岗岩成分相差不大,以富 SiO₂, Al₂O₃, 贫 Fe₂O₃, FeO 为特征,亦属 SiO₂ 过饱和的正常类型。

煌斑岩是成分和成因复杂暗色脉岩,按其化学成分和矿物组合可分为钙碱性煌斑岩、碱性煌斑岩、超基性煌斑岩三大类。从岩石化学特征看,本区煌斑岩属于钙碱性煌斑岩。

3 煌斑岩(脉岩)与金矿的时空关系

3.1 形成时间上的关系

成矿期脉岩与矿体整合产出,成矿后的脉岩切穿矿体,脉体较小;这说明该区煌斑岩(脉岩)与金矿(化)的地质时代一致,且煌斑岩形成时限明显大于金矿化时限。据黄杰等(2000)的研究^[1],铅一致法年龄,与矿体伴生的斜长煌斑岩为 142 Ma,石英闪长岩脉为 200 Ma,矿石硫化物 184 Ma;中川复式岩体 K-Ar 法年龄为 117~229 Ma,矿石黄铁矿流体包裹体 Rb-Sr 等时法年龄为 172 Ma。据王祥文^[7](1999)的研究,李坝地区金矿化主要发生于 173.3

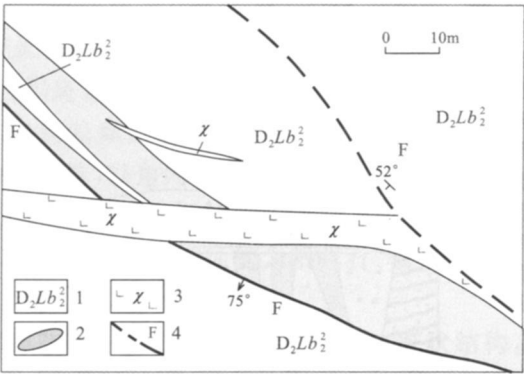


图 4 李坝 6 号金矿床 1924 中段平面图

Fig. 4 Plan map of 1024m level of No. 6 Liba Au deposit

- 1. 变质砂岩夹粉砂质斑点状板岩 2. 金矿(化)体
- 3. 煌斑岩 4. 推断及实测断层

表 3 岩脉金平均含量

Table 3 Average content of Au for dykes

岩脉名称	平均含量(10^{-6})	样品数
含矿斜闪煌斑岩	2.6800	2
斜闪煌斑岩	0.0068	4
花岗斑岩脉	0.0030	1
石英脉	0.0085	3
石英闪长岩脉	0.0022	2
千枚岩	0.0054	88
粉砂质板岩	0.0039	26
变质砂岩	0.0048	95
中川岩体	0.0030	58
中国花岗岩	0.0048	

测试单位: 甘肃省有色地质研究所, 1991。

表 4 石英包裹体测试结果

Table 4 Analysis of quartz inclusion

$w_B/10^{-6}$

离子	F^{-}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	K^{+}	Na^{+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}
最小值	0.470	2.770	11.680	0.757	0.680	26.453	0.899
最大值	5.269	20.184	113.950	19.267	16.110	425.333	7.730
平均值	1.744	9.320	49.043	4.453	5.503	117.536	2.687

测试单位: 桂林矿产地质研究院, 1991。

4.3 硫、铅同位素证据

硫同位素测试结果(表 5)可以看出, 围岩和矿体中的含硫矿物与煌斑岩(脉岩)含硫矿物的硫同位素值相近, 说明两者具有同源性。

同样, 煌斑岩、花岗斑岩的铅同位素值与地层、矿体中铅同位素值也很接近(表 6), 说明他们具有成因联系。

李坝金矿田在成矿期一直伴随着构造运动和岩浆热事件, 岩浆热力可能成为成矿动力。

煌斑岩(脉岩)侵位时与围岩发生交代作用, 煌斑岩中的金质进入热液中。随着物理化学条件的改变, 金质沉淀在孔隙度高的砂岩及破碎带中, 在靠近煌斑岩的岩石产生金矿化并形成矿体, 远离煌斑岩的岩石由于热液活动减弱, 矿质的扩散能力逐渐减小, 金矿化也逐渐消失, 这一点从矿体与围岩的界线呈渐变过渡亦可证实。因此, 煌斑岩和矿化在时间上的吻合并非偶然, 煌斑岩既是部分金质的来源, 也是成矿的热动力条件之一。

4.2 煌斑岩可提供成矿所需的组分^[10]

金溶解在热液中的先决条件是存在钾、钠、钙、镁的硫代硫酸盐溶液。金在其中能很好地溶解, 碱金属的硫化物会腐蚀金, 并生成可溶性硫化金。金经常与 Cl^{-} , HS^{-} , S^{2-} , CO_3^{2-} , Br^{-} , I^{-} , CN^{-} , CNS^{-} 等形成易溶的络合物。金矿形成过程中, 在早期阶段(250℃时), Au 以络合物 $[AuCl_2]^{-}$ 形式存在, 后期温度降低($< 250^{\circ}C$), Au 以络合物 $[AuS_2]^{-}$ 和 $[AuS_2]^{-3}$ 形式存在, 并与钾、钠等碱金属形成络合物随热液迁移。金矿床的石英包裹体成分测试表明(表 4), 含矿热液中富含阴离子 F^{-} , Cl^{-} , SO_4^{2-} , 阳离子 K^{+} , Na^{+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , 且 $SO_4^{2-} > Cl^{-} > F^{-}$ 。由此可见, 成矿溶液是富含碱金属 K^{+} , Na^{+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , F^{-} , Cl^{-} , SO_4^{2-} 的溶液, 这与煌斑岩热液提供金迁移所必须的 CO_2 , K^{+} , Na^{+} , S^{2-} , Cl^{-} , HCO_3^{-} 等特征相一致, 也符合金溶解进入溶液的化学条件。

表 5 硫同位素测定结果

Table 5 S isotope analysis

测试矿物	岩石名称	矿区	$\delta(^{34}S)/10^{-3}$
黄铁矿	花岗斑岩	赵沟	10.7
黄铁矿	矿体	金山	7.70
黄铁矿毒砂	矿体	李坝	10.60
黄铁矿	围岩	李坝	8.70
黄铁矿	矿体	崖湾	11.60
黄铁矿	煌斑岩	李坝	7.70

测试单位: 湖北宜昌地质矿产所, 1991。

表 6 铅同位素测定结果
Table 6 Pb isotope analysis

名称	²⁰⁴ Pb(%)	²⁰⁶ Pb(%)	²⁰⁷ Pb(%)	样品数
斜闪煌斑岩	1.362	25.053	21.278	4
花岗斑岩	1.351	25.240	21.262	1
粉砂质板岩	1.339	25.387	20.960	1
黄铁矿	1.352	25.240	21.199	8

测试单位: 桂林矿产地质研究院, 1991。

5 结论

(1) 煌斑岩的金在富含 H₂O, CO₂, F⁻, Cl⁻, SO₄²⁻, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ 等离子的硫代硫酸盐溶液中溶解, 并以络合物的形式进入成矿溶液, 沿断裂构造流动, 当物理化学条件改变后在合适的部位形成金矿体。

(2) 煌斑岩既提供了金的物质来源, 又是金矿溶液迁移的热动力。

(3) 煌斑岩(脉岩)与金矿体密切伴生, 反映出二者成因上的联系。因此, 煌斑岩(脉岩)可作为礼岷金矿带重要的找矿标志之一。

(4) 在野外普查找矿中。由于金矿体与围岩没有严格界限, 肉眼无法确认, 这就要求野外工作时注意煌斑岩及各类岩脉产出地段, 一旦发现脉岩, 结合其他蚀变、矿化特征, 应取样分析, 以期发现金矿体。

参考文献:

[1] 刘继顺, 高珍权, 舒广龙. 李坝金矿田构造地球化学特征及其找矿意义[J]. 大地构造与成矿学, 2001, 25(1): 87-94.

[2] 冯建忠. 甘肃礼县李坝大型金矿床成矿地质特征及成因[J]. 矿床地质, 2003, 22(3): 257-263.

[3] 王福田. 李坝微细粒浸染型金矿床成因探讨[J]. 黄金科学技术, 2003, 11(6): 17-27.

[4] 成或, 卢哲, 张东旭, 等. 李坝式金矿床成矿作用及矿床类型探讨[J]. 矿产与地质, 2003, 17(5): 594-597.

[5] 王志平. 甘肃省赵沟金矿床礼县地质特征及找矿远景浅析[J]. 甘肃地质学报, 2003, 12(1): 71-77.

[6] 黄杰. 甘肃李坝金矿床地质特征及成因研究[J]. 矿床地质, 2000, 19(2): 105-115.

[7] 王祥文. 甘肃李坝金矿床地质特征及成因初探[J]. 有色金属矿产与勘查, 1999, 8(6): 541-545.

[8] 段家训, 高珍权. 甘肃礼县李坝金矿地质地球物理地球化学综合找矿模型研究及预测(科研报告)[R]. 兰州: 甘肃有色地质勘查局, 1994.

[9] Rock N M S, Groves D L. Do lamprophyres carry gold as well as diamonds? [J]. Nature, 1998, 332 (6161): 253-255.

[10] Rock N M S, Groves D L. Can lamprophyres resolve the genetic controversy over mesothermal gold deposit? [J]. Geology, 1988, 16: 538-541.

LAMPROPHYRE (DYKES) AND THEIR RELATIONSHIP
WITH GOLD DEPOSITS IN LIBA-ZHAOGOU GOLD FIELD

HAN Hai-tao^{1,2}, LIU Ji-shun¹, WANG Zhi-ping², XIA Lei²

(1. School of Geoscience and Environmental Engineering, Central South University, Changsha 410083, China;
2. Tianshui General Team of Gansu Nonferrous Geology and Exploration Bureau, Tianshui, 741025, Gansu, China)

Abstract: Based on a series of discussion of the time-space and genetic relationship between lamprophyre (leuc-dykes) and gold deposits in Liba-Zhaogou gold belt, the author proposes a view that lamprophyre (dyke) is a kind of most direct prospecting indicator, which provided some ore-forming materials for gold deposit and thermodynamic source for metallization.

Key Words: lamprophyre (dyke); Liba-Zhaogou gold field; Gansu province