第 24 卷 第 4 期
2004 年 10 月

桂 林 工 学 院 学 报
JOURNAL OF GUILIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Vol. 24 No. 4
Oct. 2004

文章编号: 1006 - 544X (2004) 04 - 0407 - 05

甘肃李坝金矿床成矿地质特征

罗天伟, 周继强

(甘肃有色地质勘查局四队, 甘肃 张掖 734012)

摘 要: 从区域地质背景、区域和区内成矿地质条件 (构造、地层、岩性、岩浆、变质、金的赋存状态等方面) 阐明了李坝矿床地质特征、成矿规律、找矿标志及找矿方向, 总结出了异常 + 构造 + 岩脉 + 蚀变四位一体的综合找矿标志. 深大断裂的旁侧次一级断裂构造是主要的控矿构造 (容矿构造), 并决定着矿体的大小、形态和产状; 矿区内岩体、岩脉的出露与成矿关系较为密切, 泥盆系碎屑岩是含矿的主要岩石; 特定的异常元素组合 (Au - Ag - As - Sb - Pb - Zn) 指示金矿体的存在, 化探是找矿的最有效手段.

关键词: 金矿床; 成矿条件; 地质特征; 找矿方向; 李坝; 甘肃

中图分类号: P618.510.2 **文献标识码**: A ①

1 区域地质概况及成矿地质条件

1.1 区域地质概况

李坝金矿床位于礼岷金矿带东部, 礼岷金矿带大地构造位置上地处西秦岭中带海西地槽褶皱带中, 北接祁连山褶皱和北秦岭加里东褶皱带, 南邻西秦岭印支褶皱带. 区域内出露地层主要为中泥盆统李坝群 ($D_2 lb$) 和西汉水组 ($D_2 x$), 中石炭统下加岭 ($C_2 x$), 其次为中下侏罗统 (J_{1-2}) 等. 李坝金矿床产于李坝群 ($D_2 lb$) 第二层 ($D_2 lb_2$) 中. 区域构造的总体格式为褶皱与断裂组成的褶皱 - 断裂构造体系. 区域构造骨架为石家河坝复式向斜和其两侧的深大断裂的两分支断裂礼县 —罗坝 —锁龙口断裂和礼县 —洮坪 —苇子坝断裂, 构造线总体方位 120°～135°. 李坝金矿床即位于石家河坝复式向斜北侧的深大断裂礼县 —罗坝 —锁龙口断裂北 3 km、马坞 —酒店背斜东段倾没端的南西翼 (图 1); 区内岩浆岩活动强烈, 且有多旋回、多期次特征. 矿区以南分别为中川、碌碡坝、柏家庄 3 个复式花岗岩体, 其中中川岩体距矿区最近 (2 km), 是李坝金矿床形成的热源体, 总面积 216 km^2, 以中粗粒斑状黑云母花岗岩为主, 呈岩基产出, 形成时代从海西 —喜山期, 以印支期为主.

1.2 区域成矿地质条件

李坝金矿位于秦岭地槽相接部位附近的西秦岭海西 —印支地槽褶皱带中. 在 20 世纪 80 年代随着找金的不断深入和发展, 金的找矿由前寒武纪地台区向地槽区转化, 拓宽了找矿新领域, 并取得较为显著的找矿成果, 在秦岭地槽、右江地槽、巴颜喀拉地槽、祁连地槽、天山地槽、兴蒙地槽褶皱系中相继找到了许多大型金矿床 (带), 在秦岭海西地槽褶皱带中有礼岷金矿带、凤太金矿带等.

区域内出露的地层主要为中泥盆统 —中石炭统. 中泥盆统为一套滨 —浅海相浅变质的细碎屑岩 - 碳酸盐类复理石建造, 中石炭统为一套滨 —浅海相的正常沉积泥灰岩、硅质岩、泥岩、粉砂岩、砂岩建造. 秦岭地区的礼岷、凤太金成矿带主要含金矿层位主要为泥盆系, 次为石炭系. 尽管在该区金的赋存层位有时有所不同, 但其岩性均为细碎屑岩 - 碳硅泥岩 - 碳酸盐岩.

① **收稿日期**: 2003 - 10 - 22
基金项目: 国家科技攻关项目 (96 - 914 - 01 - 04); 国家重点基础研究项目 (G1999043213)
作者简介: 罗天伟 (1954 -), 男, 工程师, 主要从事地质找矿及矿业开发工作.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

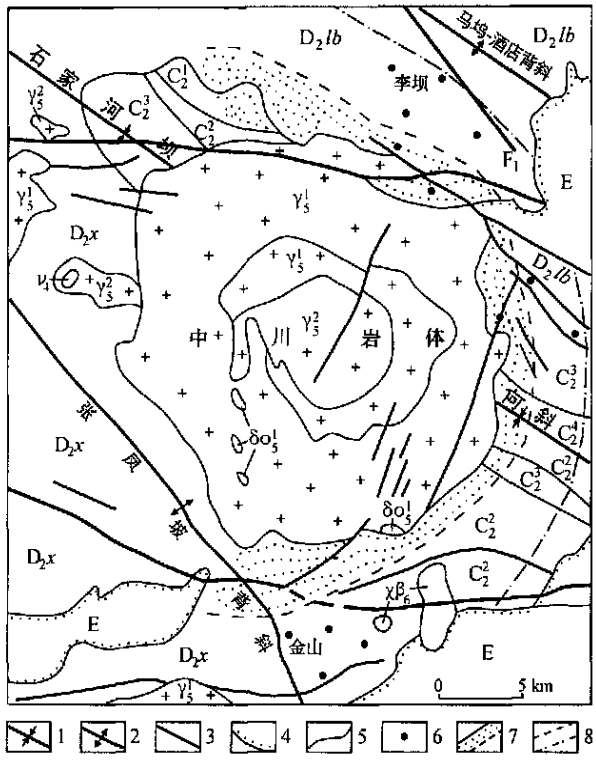


图 1 礼岷金矿带东部地质构造纲要图

Fig. 1 Geological structure in the east of gold mineral belt at Limin area

E —第三系；C —石炭系；D —泥盆系；γ_5^2 —燕山期花岗岩；γ_5^1 —印支期花岗岩；δo_5^1 —印支期黑云母石英闪长岩；γ_4 —海西期辉长岩；$\chi\beta_6$ —碱性玄武岩. 1 —向斜；2 —背斜；3 —断裂；4 —不整合地质界线；5 —地质界线；6 —金矿点；7 —红柱石堇青石角岩化带；8 —石英黑云母角岩化带

区域内断裂构造极为发育，石家河坝复式向斜两侧的礼县 —凤镇 —山阳深大断裂的两分枝断裂礼县 —罗坝 —锁龙口断裂、礼县 —洮坪 —苇子坝断裂在区内通过. 构造按其控矿特点可分为导矿构造、控矿构造（容矿构造）、破矿构造. 在该区内导矿构造 F_1 为主干断裂构造，但它并不一定是矿化最富集的有利场所，有时只表现为热液蚀变和矿化现象. 容矿构造是包含矿体，决定其形态、产状、大小以及在某些情况下决定矿体内部结构构造的构造. 在该区内，容矿构造是主干断裂构造旁侧的次一级断裂构造，如 F_2～F_{12} 等. 它们严格控制了矿体的产状、大小和形态.

破矿构造是成矿后形成的断裂构造，它们在该区内与矿体或是斜切，或是近于垂直将矿体错断，但断距不大.

岩浆活动是金成矿的一种有利因素，本区域内岩浆活动强烈，且具有多期次活动的特征，区域内出露有中川等五大岩体，总面积近 1 000 km^2，岩浆活动面积大、持续时间长，矿床内部浅成岩脉也较为发育. 总之，长期的、多次的岩浆热液活动为该矿床的形成提供了热源.

本区变质作用较为发育，有区域变质作用和热接触变质作用. 在变质作用过程中，一方面变质作用使原岩发生矿物成分和结构、构造改变，使吸附于原岩中的成矿物质金得以释放；另一方面，岩石中的结晶水、粒间水、层间水等受到温度和压力的影响转变成热液，热液可使成矿物质在地层中活化、渗透运移、富集形成矿液，为成矿准备了客观的必要的物质条件.

1.3 区域地球化学条件

在秦岭地槽褶皱带中，志留系平均 Au 含量为 0.004×10^{-6}，泥盆系为 $0.005\ 5\times10^{-6}$，石炭系为 $0.004\ 8\times10^{-6}$，二叠系为 0.0043×10^{-6}，略低于地壳中金克拉克值 $0.005\ 1\times10^{-6}$（据黎彤）. 但在某些层位和岩性中较为富集，如李坝群中泥质岩的 Au 平均含量 0.009×10^{-6}，砂岩类为 0.006×10^{-6}，西汉水组碳酸盐岩中平均为 0.01×10^{-6}，泥质岩为 0.006×10^{-6}，均高于地壳克拉克值. 李坝金矿床范围内千枚状绢云母泥质板岩 Au 含量达 0.017×10^{-6}，灰绿色泥质板岩中为 0.012×10^{-6}，斑点状板岩中为 $0.016\ 7\times10^{-6}$，比地壳克拉克值高 2～3 倍. 另外据有关资料表明李坝群下伏李子园群一基性火山岩中金含量达 $0.042\ 3\times10^{-6}$，比地壳克拉克值高数十倍.

与金相关元素 Ag 在千枚状泥质板岩、灰绿色泥质板岩、斑点板岩中含量在（0.142～0.291）$\times10^{-6}$，高于地壳克拉克值 2～4 倍. 锑为（1.27～2.47）$\times10^{-6}$，高于地壳克拉克值 1～2.5 倍. 汞为（0.73～0.79）$\times10^{-6}$，高于地壳克拉克值 3～10 倍. 因而该区成矿地球化学背景良好[1].

2 矿床地质特征

2.1 矿带及矿体地质特征

矿床内矿体具有明显的群(带)分布特征，按产出位置可划分为 5 号矿带和 6 号矿带，矿带一般长 900～1 200 m，品位一般为 5.47×10^{-6}，厚度 7.40 m，延深大于 300 m. 5 号矿带产于 $D_2lb_2^{2-1}$ 中，受 F_{12} 断裂控制；6 号矿带产于 $D_2lb_2^{2-1}$、$D_2lb_2^{2-2}$ 中，受 F_2 断裂带控制，矿带产状均与断裂产状一致，在空间

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

上与断裂同展布,矿带沿走向和倾向均有分枝、复合、尖灭再现、膨缩现象(图 2).

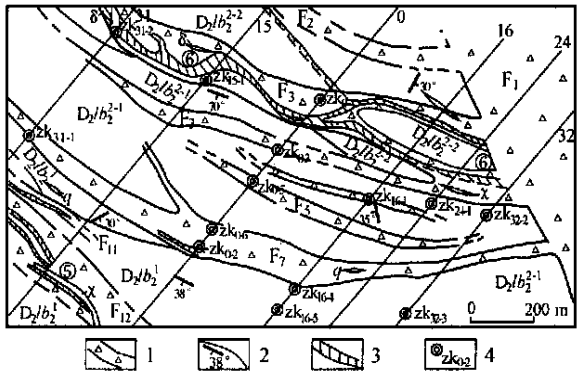


图 2　李坝 6 号矿带地质示意图

Fig. 2　Geological schematic diagram of No. 6 mineral belt at Liba area

$D_2lb_2^1$ —深灰色粉砂质斑点板岩;$D_2lb_2^{2-1}$ —灰色—灰白色变粉砂岩;$D_2lb_2^{2-2}$ —灰绿色斑点粉砂质千枚岩;χ—煌斑岩脉;δ—闪长岩脉;q—石英岩脉. 1—断层破碎带;2—地质界线及产状;3—矿体及编号;4—钻孔及编号

矿石的矿物组成为绢云母、白云母、石英、褐铁矿、黄铁矿、长石、绿泥石、毒砂、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、黑钨矿、碳酸盐矿物、自然金等.

矿石结构以自形—半自形、他形粒状、砂状、溶蚀结构为主,次为乳滴状、包含嵌晶、交代残余结构等,构造以浸染状、网脉状、脉状、斑点状等为主.

金的赋存状态:大量的岩矿光片鉴定证实,李坝金矿床矿石中的金元素主要以独立金矿物的形式存在,主要矿物种类有含银自然金、银金矿和自然金. 金的载体矿物主要有黄铁矿、绢云母、碳酸盐、石英、毒砂等,在氧化矿石中有褐铁矿,次有少量磁黄铁矿等. 金的嵌布主要有 4 种形式:裂隙金、吸附金、粒间金、包裹金.

据电子探针分析方法确定,李坝金矿床金属微细粒金,其粒度最大为 0.07 mm,最小为 0.001 mm,一般在 0.002～0.007 mm 之间,微细粒金占金总量的 80 %,其余为粗、中、细粒金.

2.2　矿床与地层及岩性的关系

矿床点的分布与地层关系:李坝金矿床赋存于中泥盆统李坝群第 2 层(D_2lb_2)中,在矿床南部与其比邻的王河—杜沟成矿带上的矿床(点)则分布于李坝群第 3 层(D_2lb_3)中. 在区域上,岩金矿(点)分布的地层从泥盆系—石炭系均有,如马泉金矿床、崖湾金矿床、郭家沟金矿床(点)等均分布于中石炭系中;区域内这些金矿床(点)一般都和李坝金矿床有很多相同或相近的地质特征、成矿时间和成因模式,属同一类型的金矿床.

矿体产出与岩性关系:本区的矿体产在破碎的变粉砂岩、粉砂质斑点板岩中,并且破碎程度和蚀变强弱程度与金的含量成正比关系,反之则矿化较弱.

2.3　矿床与岩浆活动的关系

矿床位于印支—燕山期中川花岗岩体外接触变质带范围内,距岩体 2～3 km,矿床内见有较多的花岗细晶岩脉、石英闪长岩脉和煌斑岩脉,与矿化关系较为密切的为煌斑岩脉,该岩脉经取样分析,部分金品位已达到 1.5 g/t 左右. 并且在煌斑岩脉地段,或是该岩脉距矿体较近地段,矿体品位不但增高(在原品位上提高 1 g/t 左右),矿体厚度也在变厚(在基础上增厚 1～2 倍,甚至数倍). 而远离煌斑岩脉部位时,矿石品位明显降低,矿体厚度也明显变薄. 这说明岩浆活动的气成热液可能对金的活化、迁移、再富集有一定的作用. 在区域内,目前所发现的矿床、矿(化)点均围绕印支—燕山期花岗岩体分布,这种矿床(点)与岩体有规律的空间分布特征显示出金的成矿与岩浆活动有着特定的依存关系.

2.4　矿床与变质作用的关系

李坝金矿床成矿与变质作用、变质岩有着密切相关的联系. 原中泥盆统李坝群细碎屑岩 - 泥质浊流沉积岩系,由于区域变质作用,变成一套板岩 - 千枚岩的中浅变质岩系,主要岩性有变粉砂岩、粉砂质绢云母板岩、绢云母绿泥石板岩等. 又由于区域岩浆活动较为强烈,热接触变质作用发育较为广泛,热接触变质作用叠加于早期区域变质作用之上,使岩石周围早期形成的区域变质程度加深,形成角岩化带. 角岩化带内岩石普遍具有斑点构造和变质状构造,该构造在泥质岩石中最为发育,变砂岩中不甚发育,砂岩层内部或层间泥质成分具有斑点构造或变斑构造,李坝金矿床(点)一般均分布于斑点构造带中,二者有一定成因联系.

2.5　断裂构造特征及与金矿的关系

矿床内部断裂构造极为发育,已查明与矿有关的十余条断裂(表 1),其倾向在 200°～230°,大多为 200°,倾角在 70°～80°,大多为 70°.

矿床受断裂构造控制的特征十分明显,F_1 断裂为矿区的主干断裂,该断裂也是导矿断裂,控制着

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 1 李坝金矿床主要断裂构造特征

Table 1 Main rupture structural feature in Liba gold mineral deposit

矿带号	断裂编号	级别	规模		产状/(°)	特征	与矿化关系
			长/m	宽/m			
6	F_1	矿区主干断裂	6000	30～200	倾向 230 倾角 80	碎裂岩、构造角砾岩、糜棱岩、泥化较为发育，破碎物颜色呈灰色、灰黑色，破碎带与岩层无明显的断裂面，两者呈渐变过渡关系，具多期活动特征	导矿构造
6	F_2	次级断裂	500	20～40	倾向 200～230 倾角 70～80	碎裂岩、碎裂粉砂质斑点板岩、构造角砾岩、断层泥、含金属硫化物细脉、褐铁矿、碳酸盐脉较发育，片理化及挤压揉皱现象明显，破碎带和围岩之间无明显、完整连续的接触面，位移不明显，显示韧性剪切变形特征，具多期次活动特征	容矿构造
	F_3	次级断裂	1000	50～60	倾向 170～200 倾角 65～75		
	F_4	次级断裂	600	30～70	倾向 200 倾角 70		
	F_5	次级断裂	800	10～20	倾向 200 倾角 70		
	F_7	次级断裂	1000	30～60	倾向 200 倾角 70		
	F_8	次级断裂	150	20	倾向 200 倾角 70		
	F_9	次级断裂	350	20～30	倾向 200 倾角 70		
	F_{10}	次级断裂	700	20～80	倾向 200 倾角 70		
	F_{11}	次级断裂	500	25～50	倾向 200 倾角 70		
5	F_{12}	次级断裂	> 2000	40～100	倾向 200 倾角 70	特征与 F_2～F_{11} 基本相同，差异是局部地段可见较为完整断裂界面，在断裂面上见 20～30 cm 厚的磁铁矿化	容矿构造

李坝矿带的分布；其余如 F_2、F_3、F_7、F_{12} 等均为矿区次级断裂，控制着矿区主要矿体的空间展布. 此组断裂的特点是由一系列平行的小断裂构成较大的断裂破碎带，有的小断裂局部见有明显的断裂面，沿走向及倾向均成波状起伏，从而影响着矿体的形态厚度. 在几组断裂的交汇部位矿体明显膨大，品位增高，形成富矿段，个别品位可达 30 g/t 以上，厚度 20 m 左右. 矿床内所有矿体均产于断裂破碎带中，矿体严格受断裂控制.

2.6 近矿围岩蚀变及蚀变与矿化的关系

矿床内主要围岩蚀变有黄铁矿化、绢云母化、硅化，少量绿泥石化、白云母化、黑云母化、高岭土化、黄钾铁矾化及矾砷氧化物. 与金矿化关系最为密切的是浸染状黄铁矿化，其次是细脉状黄铁矿化. 按蚀变与矿化关系可分为 3 种蚀变带，由里向外依次为（即中心部位向外）：I 黄铁矿绢云母蚀变带，构成金矿体；II 绢云母化蚀变带，一般为矿体近矿围岩蚀变，宽数米，有金矿化；III 绿泥石化蚀变带，宽数米至 20 余米，无金矿化.

3 找矿标志及找矿方向

地化标志：特定的元素组合 Au - Ag - As - Sb - Pb - Zn 指示金矿体的存在，经多年的实践表明，区内化探金异常均与已知金矿体相对应，化探异常是本区找矿最有效的手段.

构造标志：构造蚀变破碎带、韧性剪切带是本区最直接的找矿标志，目前已发现的矿床（点）均与断裂破碎带有关，矿（化）体严格受断裂构造带的控制. 地表常表现为褐红色、褐黄色，破碎蚀变带标志较为明显.

脉岩标志：已知矿区均发育有脉岩，主要是煌斑岩、石英闪长岩脉，与矿化关系最为密切的是煌斑岩脉，金矿化多赋存于脉岩边部及外接触带，局部地段煌斑岩脉本身含矿化.

蚀变标志：围岩蚀变既是金成矿的围岩条件，又是重要的找矿标志，区内已发现的金矿床（点）均具黄铁矿化（地表次生氧化而成的褐铁矿化、黄钾

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

铁矾化)、硅化、绢云母化、碳酸盐化,关系密切.

上述 4 点构成了本区异常 + 构造 + 岩脉 + 蚀变四位一体的综合找矿标志.

找矿方向: 区域找矿应沿印支—燕山期岩体外接触变质带, 范围距岩体 1～5 km; 深大断裂外的次一级断裂构造; 找矿地层应以泥盆系泥质碎屑岩为主.

参考文献

[1] 张发荣, 冯小明, 周会武. 夏河地区金矿地球化学特征及找矿前景 [J]. 甘肃地质学报, 2001, 10 (1): 54 - 62.

Mineralizing Geological Features of Liba Gold Deposit in Gansu

LUO Tian-wei, ZHOU Ji-qiang

(Team 4 of Gansu Nonferrous Geological Prospecting Bureau, Zhangye 734012, *China)*

Abstract: The geological features, minerogenetic patterns, mineralizing criteria and exploration targets of Liba gold deposit are presented based on regional geological settings and mineralizing geological conditions which include structures, strata, lithology, magmatism, metamorphism and gold occurrence. A general prospecting criterion is proposed, which is composed of anomaly, structure, magmatic vein and alteration. The secondary faults of deep-seated fracfures are the major ore-control or ore-host structures which control size, shape and occurrence of ore boldies. Magmatism and magmatic reins are closely related to gold mineralization, which is mainly hosted in Deronian clastic sedimentary rocks. A specific geochemical anomaly pattern (Au - Ag - As - Sb - Pb - Zn) indicates the existence of gold ore body. Geochemical prospecting is the most effective method at Liba gold deposit.

Key words: gold deposit; mineralizing condition; geological feature; exploration target; Liba; Gansu

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net