第 25 卷第 1 期
2003 年 3 月

甘 肃 冶 金
GANSU METALLURGY

Vol. 25 No. 1
Mar. ,2003

甘肃天水李子园地区金矿成矿条件及控矿因素分析*

康亚龙,韩要权
(甘肃省有色金属地质勘查局天水总队,甘肃 天水 741020)

摘 要:通过对李子园地区主要金矿床地质特征的描述,对区内金矿成矿条件、控矿因素进行了分析,认为该地区金矿成矿物质来源于主要地层李子园群和燕山期石英正长岩体。岩体提供主要热源,构造提供成矿通道及空间。地层、构造、岩体是三位一体的成矿条件和控矿因素。据此提出了"石英正长岩体 + 构造 + 异常"的找矿思路,并提出了区内今后的找矿方向。

关键词:李子园;金矿床;成矿条件;控矿因素;找矿方向

1 前言

李子园地区位于甘肃省天水市李子园乡境内。从 20 世纪 80 年代以来,本区一直致力寻找与天子山岩体有直接成因关系的大型、超大型金矿床,但始终未有新的突破。笔者根据近年来的实际工作情况,对区内主要金矿床地质特征进行对比,分析研究了成矿条件及控矿因素,从而提出了新的找矿思路及找矿方向。

2 区域地质概况

李子园地区处于北秦岭加里东褶皱带的南侧,元龙 - 李子园区域性反"S"型构造的李子园背形转折端,天子山岩体碎石子"舌"型侵入体外接触带部位,见图 1。

区内出露地层主要有中下元古界秦岭群、下古生界李子园群、中 - 上泥盆统舒家坝群、上泥盆统大草滩群,此外还有白垩系、第三系及第四系少量出露。其中李子园群指分布于舒家坝大断裂之北、秦岭群之南的裂陷槽火山 - 沉积岩系,是区内金矿的主要赋矿层位。其东与北秦岭东段丹凤群相连,总体呈反"S"展布,延长 220 km,宽 8 km。

区内构造以李子园 - 党川复背斜及娘娘坝 - 舒家坝大断裂(唐藏 - 商丹断裂)为主,次为柴家庄 - 李子园韧性剪切带、甘泉 - 麦积山 - 马家台子韧性剪切带。另外还有北西向或北东向的次级断裂构造。

区内喷出岩主要有李子园群中由基性玄武岩、安山岩、安山玄武岩组成的熔岩类,由火山集块岩、火山角砾岩、凝灰岩组成的火山碎屑岩类,以辉绿岩为主的次火山岩类。侵入岩有柴家庄、天子山等印支期似斑状花岗岩,党川海西期二长花岗岩,另外有出露面积较小的加里东期二长花岗岩。

* 收稿日期:2002-10
作者简介:康亚龙(1967-),男,地质工程师,1991 年毕业于桂林工学院地质勘探专业,现从事地质找矿工作。

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

3 矿区地质特征

3.1 地层

矿区内出露地层全部为下古生界李子园群,自下而上可分出 3 个岩组。下部变基性火山岩组,以绿帘斜长角闪片岩与碳酸盐化角闪片岩互层、绿帘斜长角闪片岩与绢云绿泥片岩互层为主,次有变玄武岩及石榴子石绿泥阳起片岩、红柱石黑云石英片岩、含磁铁石英片岩和变石英砂岩等,厚逾 2 500 m;中部为变中酸性火山岩岩组,由绢云石英片岩夹粉砂质板岩、变英安质凝灰岩、变流纹质凝灰岩夹薄 - 中层状结晶灰岩构成,厚 1 651 m,为主要赋矿层位;上部为碎屑岩岩组,以粉砂质千枚状板岩夹变粉砂岩及糜棱岩化结晶灰岩为代表,厚度大于 374 m。本群总体上为低绿片岩相 - 高绿片岩相 - 低角闪岩相的递进变质,同时叠加了复杂的动力变质,见图 2。

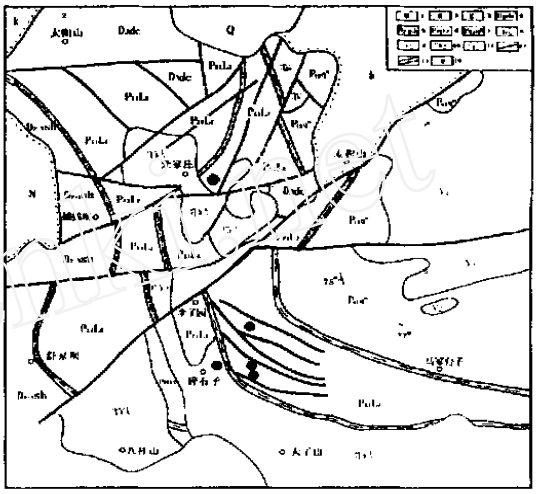


图 1 天水娘娘 - 李子园一带地质图

1 - 第四系;2 - 第三系;3 - 白垩系;4 - 上泥盆统大草滩群;5 - 中 - 上泥盆统家坝群;6 - 下古生界李子园群;8 - 印支期二长花岗岩;9 - 海西期二长花岗岩;10 - 加里东晚期二长花岗岩;11 - 加里东早期二长花岗岩;12 - 断层;13 - 糜棱岩带;14 - 金矿体

3.2 尖草湾金矿床

位于沈家沟金矿床南西 2.5 km 的尖草湾一带,产于尖草湾岩株外接触带的李子园群中岩组,由 1 号矿体及其小矿体组成,均产于李子园"帚状"构造尖草湾断裂的次级断裂构造中,多数为盲矿体。赋矿围岩为绿泥斜长片岩、绿泥石英片岩。矿体长 13～265 m,厚度 0.2～2.5 m,控制延深 10～200 m 不等,Au 品位 8.2～75.3 g/t。矿体形态为脉状、透镜状,厚度变化大。在容矿断裂的转折部位或多组断裂交汇部位,往往产出 2～3 m 厚的富矿包。矿物组合为金 - 石英 - 硫化物。围岩蚀变为

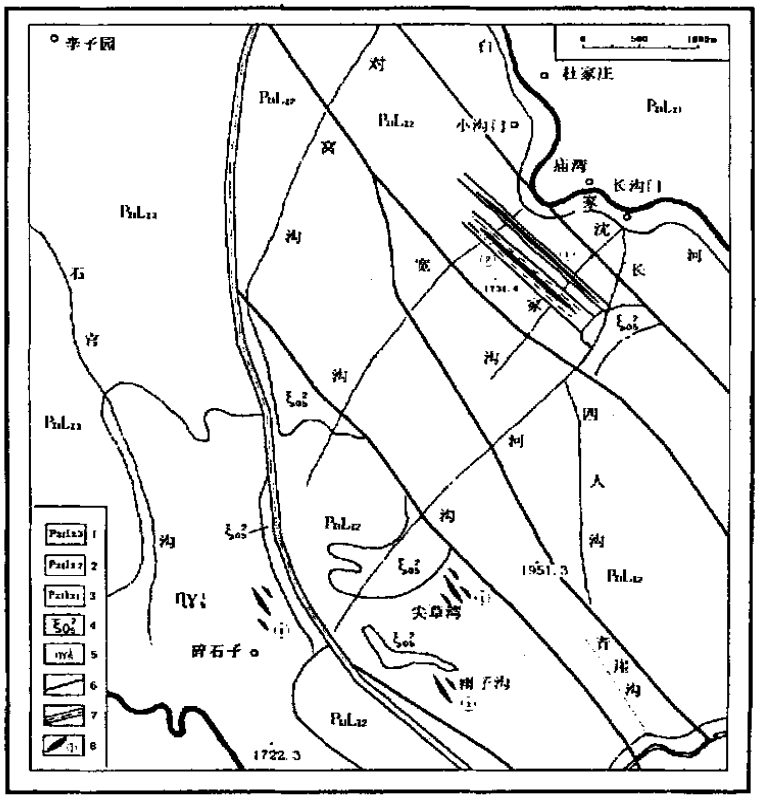


图 2 李子园金矿区地质图

1 - 李子园群上岩组;2 - 李子园群中岩组;3 - 李子园群下岩组;4 - 燕山期石英正长斑岩;5 - 印支期二长花岗岩;6 - 断层;7 - 脆韧性剪切带;8 - 金矿体及编号

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

硅化、黄铁矿化等。矿床成因类型属岩浆热液为主的混合热液贯入充填型金矿床,工业类型属石英脉型金矿床。

3.3　雨子沟金矿点

位于尖草湾金矿床南侧,产于雨子沟岩脉外接触带的李子园群中岩组变基性 - 中基性火山岩中,矿床规模较小,主要由 1 号矿体组成,矿体长 200 m,厚 0.8～2.4 m,控制延深 100 m,Au 品位 41.52 g/t。其它矿体规模较小,以民采为主,矿体以石英单脉的形态贯入于李子园"帚状"构造雨子沟断裂的次级压扭性断层中。矿物组合为金 - 石英脉 - 块状硫化物,矿床成因类型及工业类型与尖草湾金矿床相同。

3.4　碎石子金银铜多金属矿床

位于区西南的碎石子一带,矿体产于天子山岩体内的李子园群上岩组残余地层的断裂构造中。长几～百余米,控制延深 300 m,厚 0.1～2.3 m,Au 品位 1～7 g/t,银铜为伴生元素。矿体呈脉状、透镜状,矿物组合为金 - 石英 - 硫化物,矿床具有热液充填交代的特征。工业类型具有构造蚀变岩型及石英脉型双重特征。

4　成矿条件分析

4.1　地球化学条件

4.1.1　元素在不同岩性岩石中的分布特征

主要元素在不同岩性中的分布见表 1。由表可见:

表 1　李子园矿区主要元素参数表

岩性	样数	Au			Ag			As			Cu			Pb			Zn		
		X×10⁻⁶	V(%)	B	X×10⁻⁶	V(%)	B	X×10⁻⁶	V(%)	B	X×10⁻⁶	V(%)	B	X×10⁻⁶	V(%)	B	X×10⁻⁶	V(%)	B
细粒沙岩	23	0.0032	37.5	0.63	0.033	13.9	0.51	6.21	64.4	6.26	26.25	60.8	0.66	23.18	50.6	3.31	37.22	23.4	2.48
石英砂岩	17	0.0038	57.9	1.06	0.042	23.1	0.55	6.06	51.8	3.79	18.53	35.6	0.29	19.12	18.5	1.59	36.07	20.9	0.38
绿泥石英片岩	26	0.0081	69.7	1.46	0.037	37.8	0.57	3.75	75.2	0.44	36.75	45.0	0.92	15.87	59.2	1.06	50.39	29.9	0.70
变石英砂岩	12	0.0025	30.4	0.69	0.045	24.4	0.58	7.83	82.6	7.89	27.08	41.6	0.42	22.08	50.2	1.84	43.33	19.6	0.46
硅质岩	8	0.0038	47.4	1.06	0.045	24.4	0.58	15.93	37.7	9.96	34.0	39.9	0.52	21.25	48.1	1.77	43.75	15.9	0.46
条带状混合岩	5	0.0034	55.9	0.67	0.046	34.8	0.71	4.12	73.5	0.48	22.0	53.0	0.55	20.0	27.4	1.33	38.0	30.7	0.53
绿泥石英片岩	23	0.0056	59.5	1.56	0.044	40.9	0.57	4.38	53.2	274	40.0	20.4	0.62	18.18	22.8	1.52	51.74	27.1	0.55
石英脉	10	0.0061	40.0	1.69	0.048	43.8	0.62	3.66	35.7	229	19.44	42.8	0.30	02.78	26.8	1.07	35.0	38.9	0.37
石英正长岩	58	0.0051	47.1	1.28	0.098	32.8	1.44	9.09	62.9	4.78	15.21	68.0	0.51	38.44	28.8	2.56	32.37	32.8	0.55
断裂破碎带	6	0.023	59.0	5.78	0.11	43.6	1.69	10.65	31.5	4.84	35.83	38.2	0.57	21.5	25.6	1.77	40.0	17.7	0.13
二长花岗岩	36	0.0033	32.0	0.82	0.076	36.2	1.21	7.06	42.1	4.70	56.2	38.0	1.88	50.0	32.3	3.33	100.0	34.0	1.69

注:X 表示元素平均含量,V 表示含量变化系数,B 表示浓度克拉克值。浓度克拉克值的计算中克拉克值取自黎彤、郭范 1981 年资料。

(1) 矿区内各岩石中 Ag、Zn 元素的平均含量低于或接近于正常含量,Au 元素高于正常含量,个别岩性中高出克拉克值几倍,且变化系数大。Pb、Zn 元素则普遍高于克拉克值。

绿片岩类、石英正长岩和破碎带中 Au、Ag、As、Sb 的含量较高,反映了绿片岩类、石英正长岩体和构造具有控矿性。

(2) 绿片岩类中 Au 的丰度为 8.1×10^{-9},变化系数高达 59～69.7 %,说明金元素在该岩性层中具有富集趋势,反映了金矿化的岩性控矿专属性。

(3) 作为远程指示元素的 As,在硅质成分较高的岩性中的高含量,指示了成矿与硅化有关。

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

4.1.2 沟系次生晕异常

沟系次生晕扫面在矿区 65 km^2 的范围发现了宽沟 - 沈家沟、尖草湾、宽沟脑、石管沟等多个异常。这些异常值高,浓度分带明显,目前已在前两处异常区找到了中型金矿床。

4.2 地层条件

李子园群为一套海底火山喷发沉积变质岩系,火山活动产生大量中基性 - 中酸性火山岩建造,其含有丰富的 Au 等成矿元素,为后期成矿提供了物质基础。

4.3 变质作用条件

加里东末期的陆 - 陆碰撞造山作用,导致构造热穹隆盖层李子园群中的火山岩发生绿片岩相变质作用,并使基底秦岭群普遍接受了中高温高压区域变质,达到了高角闪岩相,从而使秦岭群中的 Au 等成矿元素活化向上迁移至李子园群,并与李子园群中的金等成矿元素汇集,在变质热液作用下活化迁移,富集形成矿源层。正因如此,北秦岭地区金矿产于李子园群却不产于秦岭群。秦岭群高角闪岩相变质作用是使 Au 等成矿元素活化逸出、上迁的主要动力条件,而李子园群绿片岩相变质作用则是使 Au 富集形成矿源层的主要动力条件。

4.4 构造条件

矿区成矿构造主要为李子园"帚状"分枝的 5 条断裂构造,这 5 条断层内见有 5～10 cm 厚的黄褐色退色化蚀变体,具微弱褐铁矿化,Au 含量 0.43～0.86 g/t,初步认为是运移成矿热液留下的痕迹。从矿床产出空间位置与 5 条断裂的关系看,该构造亦为导矿构造。与其相伴的次级破碎带、剪切带或剪切断层,则为容矿构造。

4.5 岩浆岩条件

区内岩浆活动频繁,侵入岩分布广泛,主要有印支期天子山二长花岗岩,呈岩基状产出,出露面积 250 km^2,该岩体 Au 的丰度 3.3×10^{-9},变化系数 32 %,浓度克拉克值 0.82。因此认为该矿体中 Au 无富集趋势,且丰度较低,推断该岩体不能提供成矿物质,只能提供热源,对成矿具有叠加富集作用。

矿区内出露有燕山期石英正长岩,其大小共计 30 余处,具一定规模的有长河沟岩株、西房沟岩株、尖草湾岩株、碎石子岩脉、雨子沟岩脉,其产出均受李子园"帚状"构造的控制。这些岩体金的丰度为 5.1×10^{-9},变化系数 47.1 %,浓度克拉克值为 1.28。说明其有富集成矿的趋势,可提供部分成矿物质。这些岩体沿断裂侵位的过程中,岩浆热液与构造热液一同活化了多次叠加富集的矿源层中的成矿物质,并运移至容矿构造贯入充填形成矿体。从各矿床的产出空间与这些岩体的关系看,也可说明这一点。因此本区的成矿与印支期石英正长岩有直接关系。同时由于这些岩体规模较小,为成矿提供物质、热液均有限,因而本区很难形成大型超大型金矿床。

5 控矿因素及找矿方向

5.1 控矿因素

李子园金矿区控矿因素主要表现在地层、构造和岩浆岩三大因素。

(1) 区内目前发现的矿床无一例外地均产于李子园群中,因此李子园群首先控制了矿床产出的空间范围。

(2) 构造对成矿的控制表现在三个方面:一是李子园"帚状"构造通过对石英正长岩体的侵入位置的控制而界定了矿床的产出空间位置;二是该构造通过运移成矿热液而具体控制矿

(下转第 23 页)

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

实现无辊浇注,发生漏钢时,处理时间短。实施高强度密集式喷淋冷却方式,适应高拉速铸坯冷却的需要,二冷数学模型的建立,可根据不同的钢种实现不同的配水。

3.2.7　引锭杆

由挠性改为刚性。刚性引锭杆可缩短生产准备时间,实现单流事故情况下的再次开浇。

4　结语

(1) 从 1999 年起,酒钢方坯连铸质量有了很大提高,扩大了钢的品种,为酒钢立足西北、西南市场奠定了基础。铸机改造后拉坯速度有原来的 1.5 m/min 提高到 2.5～2.8 m/min,最高 3.2 m/min,实现了炉机匹配,单流产量达到了 120 kt。

(2) 回顾酒钢这几年方坯连铸的改造,其效益远远大于其投入,符合酒钢提出的品种、质量、效益的发展方向。高效连铸技术还在不断发展,高效化改造在全国钢厂方兴未艾,所以酒钢的高效化改造也要分阶段、分步骤继续进行,比如增加结晶器液面控制、结晶器和二冷电磁搅拌等高新技术,对拉矫系统实施进一步改造,将大容量中包、大包铸流保护技术在 1 #、2 # 机上推广,这将对酒钢生产优质高品质钢种打下基础。

(上接第 4 页)

床产出位置;三是次级构造则具体控制矿体的空间形态、产出位置。

(3) 矿区内已发现矿床均产于燕山期石英正长岩、石英正长斑岩侵入体的外接触带。其中碎石子矿床与其东北边部的石英正长岩脉有关,而与天子山岩体无直接成因关系。尖草湾金矿床、沈家沟金矿床、雨子沟金矿床与其所对应岩株的产出位置看,有成因关系也是明显的。因此,燕山期侵入岩体通过控制金矿床只能产于其外接触带而成为重要的控矿因素。

5.2　找矿方向

本区成矿条件,控矿因素界定了找矿应集中在李子园群内"帚状"构造的范围。燕山期侵入岩体是找矿的必须标志,而其边部的断裂、剪切带等次级构造是找矿的最有利部位。因此,新的找矿标志应为"石英正长岩体 + 构造 + 异常"。据此,预测尖草湾岩株西北部位、宽沟脑岩株周边为下一步重点找矿地带。

6　结论

通过对李子园矿区的成矿条件、控矿因素分析,得出如下结论:

区内主要地层李子园群提供丰富的成矿物质,"帚状"构造及次级构造为成矿热液运输通道和矿体赋存空间,燕山期石英正长岩株、岩脉为成矿提供热源及部分物质。它们既是重要的成矿条件,又是主要的控矿因素。

否定了几十年来本区围绕天子山岩体外接触带寻找与其有直接成因关系的大型超大型岩浆期后热液矿床的找矿方向,确定了围绕燕山期石英正长岩株外接触带寻找小型 - 中型岩浆期后热液矿床的找矿方向。

参考文献

[1]张维吉,孟宪恂,胡建民等. 祁连 - 北秦岭造山带接合部位构造特征与造山过程. 西安:西北大学出版社,1994,3

[2]金府实. 甘肃天水柴家庄金矿之研究. 甘肃地质学报,1994(2),3

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