

8-11

西倾山热泉—岩溶—蚀变岩型 金矿成矿模式的初步研究

李亚东

甘肃省地矿局第三地质队 (甘肃省合作镇, 747000)

p618.510.5

摘要 西倾山金矿带是由热泉型金矿、岩溶型及蚀变岩型金矿组成的新类型金矿带, 西倾山弧形构造机制所导致的次级构造裂隙以及沿其侵入的中酸性岩脉或沿构造裂隙发育的岩溶侵蚀构造是主要的容矿控矿构造, 其成矿作用在平面上具有连续性带状(弧西翼), 集中性穹状(前弧)及等距性(弧东翼)的规律, 在垂向上则由上向下形成了热泉型—岩溶型—蚀变岩型的“三层式”成矿模式。

关键词 西倾山, 热泉—岩溶—蚀变岩型, 金矿床, “三层式”成矿模式

1 地质背景

西倾山地区位于西秦岭南亚热带西段, 属白龙江逆冲推覆构造体系的一部分, 是一个由逆冲弧形构造与推覆席体构造组成的次级逆冲推覆体系。与成矿作用密切相关的逆冲弧形构造由 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 等逆冲断裂向 SE 方向弧形扩展突出形成(受 NE 向挤压的结果)。在弧形构造东翼, 由于地层、断裂呈近 NE 向, 与主压应力方向近相垂直, 则总体处于挤压状态, 形成一些近 NE 向的紧闭褶曲。弧西翼因地层断裂呈 NW 向, 则沿断裂发生走滑作用, 形成一系列 NE—NEE 向压扭性断裂带。前弧则以发育张性—张扭性破裂构造为主。受构造裂隙经岩脉侵位或岩溶侵蚀扩张作用均可成为重要的储矿构造。

受区域成矿条件制约, 金矿在分布上具有两大特点: (1) 弧形构造的西翼及前弧地区金矿床及金异常均成群成带或成片分布, 彼此相连或成藕断丝连状, 但弧东翼则以一定间距(约 10~15km) 沿主断裂呈近等距性分布。(2) 金矿床(点)及金异常主要分布于 F_1 断裂北翼的三叠系厚层块状白云质灰岩、白云岩及白垩系砂砾岩之中, 金矿体多就位于 F_1 断裂带北翼的次级构造裂隙、岩脉及溶隙溶洞之中。

2 金矿地质特征

该区已发现有大水、忠曲、格尔托、贡北等大中型金矿床, 根据矿体特征、分布、组构及成因类型与地形高程的关系可划分为三个产出高程带并对应于三个成因类型带。

2.1 热泉型金矿

产出标高最高(3750~3800m),由含大量气孔、空洞的紫红色硅质胶结灰质砾石形成,砾石(白云岩)表面有刀砍纹,砾径差别大(10~200cm)磨圆度不均匀,其底部有呈斗状分布的碎裂—碎斑状灰质白云岩,并为紫红色硅质胶结而成矿石。矿体延长及延深均小(<80m),产状紊乱,且覆于地表,其走向多受地表剥蚀条件的影响而异。矿石含金品位虽高(10×10^{-4} ~ 50×10^{-4}),但残留规模小,储量有限。

矿石具有充填胶结结构,多孔状、角砾状及块状构造。主要矿石类型为硅质砾岩—角砾岩型,胶结物与围岩及砾石之关系截然,易脱落,无交代蚀变作用现象,属热液涌出地表的热泉沉积物胶结风化岩石砾石而形成的热泉型金矿石,据硅质砾石的包体测温结果,其形成温度在70~150℃。矿石中金属矿物极少(总量<2%),主要为赤铁矿,次为自然金,脉石矿物有玉髓状硅质,偶见方解石、白云石等。金矿物为自然金,主要赋存于硅质胶结物的裂隙之中,金粒以细粒(0.01~0.037mm)为主(占70%~80%),有少量中粒(0.037~0.074mm)。自然金形态以粒状、麦粒状、片状为主,自然金主要赋存于砾岩的含铁硅质胶结物中。

2.2 岩溶型金矿

产于中间高程带(3600~3800m),矿体总体主要受 F_1 断裂北盘的次级张扭性断裂及压扭性断裂的控制,但上述裂隙又经岩溶侵蚀而使其空间及所赋存的矿体形态极为复杂多变,矿体数众多,一般长1~60m,厚1~30m,品位 5×10^{-5} ~ 200×10^{-5} 。矿体多呈小而不规则的葫芦状、囊状、透镜状、圆球状及不规则脉状、管状等,矿石多由紫红色—褐红色赤铁矿硅质似碧玉岩(块状)及层状似碧玉岩与细层状铁方解石的韵律层或互层构成,矿体与白色方解石(脉)相伴生,白色方解石多出现在矿体的走向上及倾向上,晶形较粗大。硅质矿囊亦出现在方解石脉的边缘或边缘凹陷部位,矿石(硅质层)亦可与细粒铁方解石层(红色)成互层(层厚10~150cm)、韵律层(层厚在1~2mm),在一些似扁豆状或脉状矿体中,由边缘向中心可依次出现硅质碧玉岩层、细粒硅质铁方解石层、白色粗晶方解石层及疏状马牙状巨晶方解石层的逐步分异分带结构,方解石与矿石呈反消长关系。在一些较大的透镜状矿体中,可由下部向上(或由边缘向中心)形成块状似碧玉岩、层状似碧玉岩、互层状及韵律状细粒硅质铁方解石层、粗晶巨晶白色方解石类囊状硅质矿石。表明热液早期以硅质组分为主,愈晚期碳酸盐组分愈增多,分异结构愈发育,矿体形态愈复杂。

由块状、层状似碧玉岩构成的矿石具有隐晶或微晶结构,块状构造。细粒硅质铁方解石韵律层状矿石具有细晶镶嵌结构、层状、叠层状、韵律层状及疏状对称构造。矿石中金属矿物较少(<4%),主要为赤铁矿(3%~4%),次有菱铁矿、自然金,偶见黄铁矿、辰砂。脉石矿物主要有

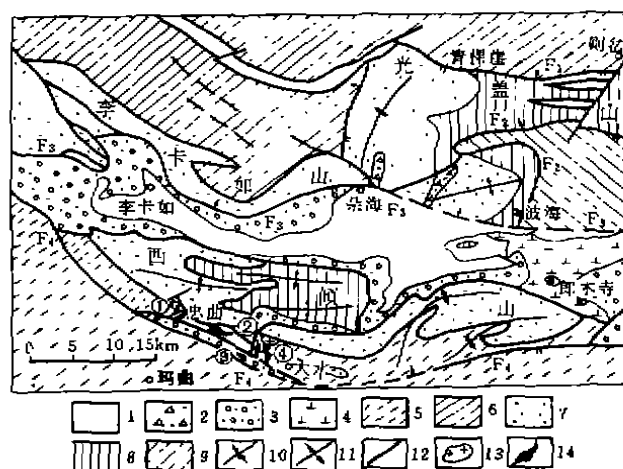


图1 西倾山地质构造略图

- 1—第四系 2—第三系 3—白垩系 4—侏罗系 5—三叠系
(松潘—甘孜小区) 6—三叠系(西秦岭小区) 7—石炭系一、
二叠系 8—泥盆系 9—志留系 10—向斜轴 11—背斜轴
12—逆冲断层 13—花岗岩长岩体 14—金矿体 ①—忠曲
金矿 ②—贡北金矿 ③—格尔托金矿 ④—大水金矿

玉髓状石英、细粒石英及方解石,其化学成份(见表)与围岩相比, SiO_2 含量增加,由围岩的 2.58%增高到 77.85%,其次 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 含量有增高,其它组份均较少。主要矿石类型为似碧玉岩型及硅质铁方解石混合型,矿石与围岩界线清晰,矿体中含有围岩坍塌砾石,无方向无规律分布。矿石(硅质)及矿化岩石(方解石)多充填整个溶蚀空间,大部分矿体间均有方解石或硅质矿脉相连,并在总体上形成不规则贯通的溶蚀廊道,其下部又有溶隙(或溶蚀竖井)被矿质或方解石质充填形成脉管状矿体或矿化体,并与下部矿体相连。

矿石中的金矿物为自然金,以中细粒为主,含有较多粗粒及明金(占自然金的 13%~20%),自然金以裂隙金(占 50.3%)及粒间金(占 46.1%)形式存在,有部分包体金(占 3%~4%)。自然金形态呈粒状、角砾状、麦粒状及片状。矿石中的石英、毒砂、辉锑矿等矿物均不含金。

岩、矿石化学成分表

(%)

名 称	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	$\text{Au} \times 10^{-4}$
云灰岩	2.58	1.05	0.32	0.0099	30.51	19.96	0	0	0.0013
似碧玉岩(矿石)	77.85	4.15	4.07	0.0132	6.27	0.18	0	0	19.67
闪长岩	52.38	11.33	3.83	0.053	9.46	2.60	3.28	1.50	0.0007
蚀变闪长岩(矿石)	77.38	9.36	5.08	0.0083	1.20	0.31	0	0	36.25

2.3 蚀变岩型金矿

产于第三高程带(<3650m),矿体规模大,形态简单(板状),产状稳定($260^\circ \angle 50^\circ$)。矿体长 20~340m,厚 1~56m,延深 30~240m,品位 5×10^{-6} ~ 75×10^{-6} ,平均 15×10^{-6} 。矿体受 NNW 向张扭性断裂中贯入的花岗闪长岩脉上接触带控制,矿体向上部可出现蚀变脉岩型矿石与岩溶型矿石的伴生,并使矿体厚度急剧增大,产状变缓,品位增高。

矿石具有交代残余结构、花岗变晶结构及块状构造。闪长岩脉均发生了硅化蚀变及赤铁矿染(“红化”),暗色矿物及斜长石等均受蚀变而发生绢云母化、绿泥石化等,石英颗粒加大现象明显,岩石变得易碎、硬度降低。矿石化学成分中(表),除 SiO_2 及 Fe_2O_3 含量明显增高外,其余原岩组份均贫化。矿石类型属蚀变岩型。

矿石中金属矿物含量较少,主要有赤铁矿,次有黄铁矿、辰砂($\leq 1\%$)等。脉石矿物以石英为主,次有绢云母、斜长石、角闪石、绿泥石、重晶石、磷灰石、板钛矿等。金矿物为自然金,金颗粒以细粒型为主(较岩溶型矿石中略细),有少量中粒及微粒金,其分布形式以粒间金为主,裂隙金为次,包体金偶见,其形态多呈粒状、麦粒状、角砾状及片状。金与硅化石英具有正相关关系,与赤铁矿亦有一定相关性,矿石的标志型蚀变为硅化及“红化”。

3 热泉—岩溶—蚀变岩“三层式”金矿成矿模式

大水金矿床为西倾山矿带中规模最大的典型金矿床,“三层式”的分带是明显的,但仍然存在着三种矿石的相互穿插和包含切割,如在蚀变岩型金矿石中出现岩溶型角砾,蚀变岩型矿石出露的最大高程已达 3750m,而岩溶型矿石也具有多层次的成矿标高(廊道),并相互包含。一般蚀变岩型及热泉型矿石均以硅质或硅化为主,不含碳酸盐组份,而岩溶型矿石则含有大量的碳酸盐组份,且其结晶愈晚碳酸盐组份愈多而硅质组份愈少,显属内生热液对围岩(碳酸盐岩)

的溶蚀作用产生的新生组份,岩溶构造的形成是由内生热液构造通道、裂隙或化学性质活泼部位(接触带)溶蚀围岩而形成(属同生岩溶),而在内接触带则以发生硅化交代作用为主。

该区经燕山末—喜马拉雅早期的逆冲造山运动,西倾山逆冲弧形构造体系形成,前缘断裂(F_4)是连通浅层与深部的主要断裂。据地球物理资料,该区为成都—西宁地壳重力梯度陡变带,玛曲—舟曲 EW 向地热梯度异常带的一部分,沿该带有大量的热泉、温泉及古泉华分布,并有放射性铀矿(带)产出(古泉华含 $Au7 \times 10^{-9} \sim 13 \times 10^{-9}$, 铀矿石含 $Au100 \times 10^{-9} \sim 200 \times 10^{-9}$)。此外,以拉尔玛(玛曲)—坪定(舟曲)的一系列金矿成矿的氢氧同位素资料表明其水质来源于大气降水,金、碳、硫等来自于围岩^{①②}。综上所述,西倾山金矿的成矿年龄相当于中早喜马拉雅期(第三纪),其成矿作用是在西倾山逆冲弧形构造体系形成及脉岩侵入之后,下降的地表水经深部地热增温形成热水,在循环的过程中该热水体系萃取了围岩中的金等有用组份而成含矿热液,当该热液系统的能量达到一定程度时就沿构造通道(F_4)向上运移,并在裂隙发育的地区对可溶性碳酸盐岩进行溶蚀破坏,裂隙空间增大而成溶洞、溶隙构造,同时也使其热液的组分、状态、温度、压力发生转变,沉淀而形成岩溶型金矿石。当然,贯入于脉岩接触带的热液对脉岩进行硅化交代作用并导致了蚀变岩型金矿石的形成。而一部分沿构造裂隙涌出地表的热液则由于温度压力骤然降低,组分急速沉淀而成热泉型金矿石。三种矿石类型的相对形成次序还难以判断,但岩溶型矿石的特点说明它形成所持续的时间要较蚀变岩型矿石更长一些,而热泉型矿石形成的时间较短。上述“三层式”金矿的成矿模式可归纳如图 2。

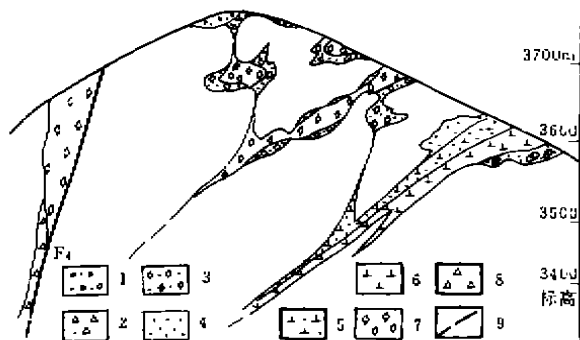


图 2 “三层式”成矿模式示意图

1—热泉型金矿石(胶结砾岩型) 2—硅化碎裂—碎斑岩型金矿石 3—含铁硅质与方解石混合型(金)矿石(岩溶型) 4—块状碧玉岩型金矿石(岩溶型) 5—蚀变闪长岩脉型金矿石(蚀变岩型) 6—闪长岩脉 7—方解石脉 8—破碎带 9—断层

以上分析着重阐述了各类型金矿体(石)的主要特征、分布及“三层式”成矿模式的主要特点,事实上,在西倾山矿带中金矿的分带现象还是较为复杂的,很多不同的矿床中都具有不尽

相同的特点和形成标高,矿石类型迄今仍未找到一个像大水金矿床如此完整典型的,但正是此点,将为我们进一步研究深化成矿模式并指导远景找矿提供丰富的资料。

在成文过程中曾经我队胡传政总工程师(高级工程师)审阅指导,在此表示感谢!

参 考 文 献

- 1 侯宗林. 我国热泉型金矿成矿地质背景与找矿前景. 地质与勘探, 1992, 28(3)
- 2 刘功余, 邓自强, 张美良. 岩溶矿床的研究现状及展望. 中国岩溶, 1988(增刊)
- 3 田永初. 岩溶洞穴成矿的初步探讨. 中国岩溶, 1988(增刊)
- 4 冯锐, 周海南. 青藏高原的地壳 Q 结构. 地球物理学报, 1985, 28(增刊 I)
- 5 杨华. 青藏高原航磁图展示的地球物理特征及其地质意义. 地球物理学报, 1985, 28(增刊 I)

① 林宝增等. 甘肃省朵海—两河口一带金矿地质综合研究报告. 1988 年
② 李亚东等. 甘肃省拉尔玛微细浸染型金矿成矿模式研究. 1992 年