

松潘—摩天岭金成矿带控矿特征及找矿标志

郭俊华, 孙 彬, 杨福立, 王久祥

(中国人民武装警察部队黄金第十二支队, 成都 610036)

[摘要] 松潘—摩天岭金成矿带位于川、陕、甘三省交界处, 阳山金矿是近年在该成矿带上发现的一超大型岩金矿床。对其地质特征研究表明, 除受构造控制外, 岩浆岩、地层对矿床也有一定的控制作用, 属浅成低温热液蚀变岩型金矿床。下一步找矿主要利用地物化遥等手段进行综合找矿, 逐步解剖 I 级—II 级—III 级远景区, 寻找有望靶区, 在找矿思路要从矿床类型上突破, 优选次序是破碎蚀变岩型—微细浸染型—石英脉型, 应加强对含矿构造安昌河—观音坝主破碎蚀变带, 尤其要加强其南北两侧及深部的研究和勘查。

[关键词] 松潘—摩天岭金成矿带 控矿特征 找矿标志

[中图分类号] P618.51 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2006)05-0028-06

金矿是我国目前紧缺资源之一, 经过各地勘单位和科研院所的努力, 在松潘—摩天岭金成矿带内开展了大量的地球化学、地球物理学、遥感及地质找矿工作, 近十几年来陆续发现了东北寨、马脑壳、联合村、石鸡坝、漳腊、甲勿池、天池、幸福村、水神沟、阳山等矿床(点)200余处: 岩金超大型1处、大型7处、中型11处、小型68处, 砂金60处^[1-3], 显示出了巨大的找矿潜力, 成为我国重要的金矿资源集中区。

1 区域地质背景

1.1 区域地质特征

研究区位于陕甘川三省交界处, 大地构造位置处于秦岭造山带、松潘—甘孜造山带与龙门山褶皱推覆带结合部位。由南向北依次出露有前震旦系碧口群、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系等地层, 碧口群为该区最古老的岩层, 为一套浅变质碳酸盐岩、碎屑岩、火山碎屑岩夹凝灰岩。泥盆系为一套巨厚的海相碎屑岩—碳酸盐岩沉积, 不整合于碧口群地层之上, 为该区金矿床的主要围岩^[2,7](图1)。

区内构造活动频繁, 褶皱断裂发育。以玛沁—玛曲—略阳断裂为界, 北面属于南秦岭造山亚带南缘的白龙江推覆构造带, 南面属于松潘—甘孜造山带北东缘的南坪前缘逆冲推覆构造带。据已有研究成果^[7]表明, 其形成曾经历过长期复杂过程, 发育

有不同的沉积建造。尤其是中生代以来, 在自北向南持续收缩挤压的构造体制下, 导致了南坪逆冲推覆带及其前缘断裂和褶皱, 在玛曲—武都—凤县一带向南弯突, 前人称为“武都弧形构造”。构造变形也随之向南迁移扩展, 玛曲—南坪—文县地区也卷入了前缘逆冲推覆带, 形成“文县弧形构造”(图2)。

文县弧形构造形迹以东西向、北东东—南西西向为主, 断裂构造主要有白马—临江、松柏—梨坪、马家磨—魏家坝区域性断裂, 其次级断裂主要为安昌河—观音坝断裂, 总体呈向南凸起的弧形展布, 倾向北。区内岩浆活动相对较弱, 以斜长花岗斑岩及霏细岩为主, 大部分呈岩脉、部分呈岩株产出。

1.2 遥感影像地质特征

区内断裂构造带影像标志为线性延展性清楚, 长度较大, 带内显示岩层线状或狭带状破碎, 有较多的节理裂隙分布, 它们或相互平行, 或首尾相接。环形影像以结构(环形山脊、水系围限)或色调形式来表现。环形影像成群成带出现, 往往分布于由大断裂带构成的线性构造的旁侧, 或在两组及两级以上的线性构造交叉点上, 或在两组线性构造的交角部位。

区内共解译68个环形影像, 其中40个环形影像与化探异常有关, 或位于化探异常内, 或是大部分相交重叠, 在影像上它主要与环形山脊、水系或多边形断裂围限形成结构环, 亦有少量以色异常圈显示;

[收稿日期] 2005-08-24; **[修订日期]** 2005-12-16; **[责任编辑]** 韩进国。

[基金项目] 武警黄金地质勘查项目(编号: [2005] HJ3-17) 资助。

[作者简介] 郭俊华(1968年—), 男, 1990年毕业于长春冶金地质专科学校, 高级工程师, 现主要从事金矿地质勘查工作。

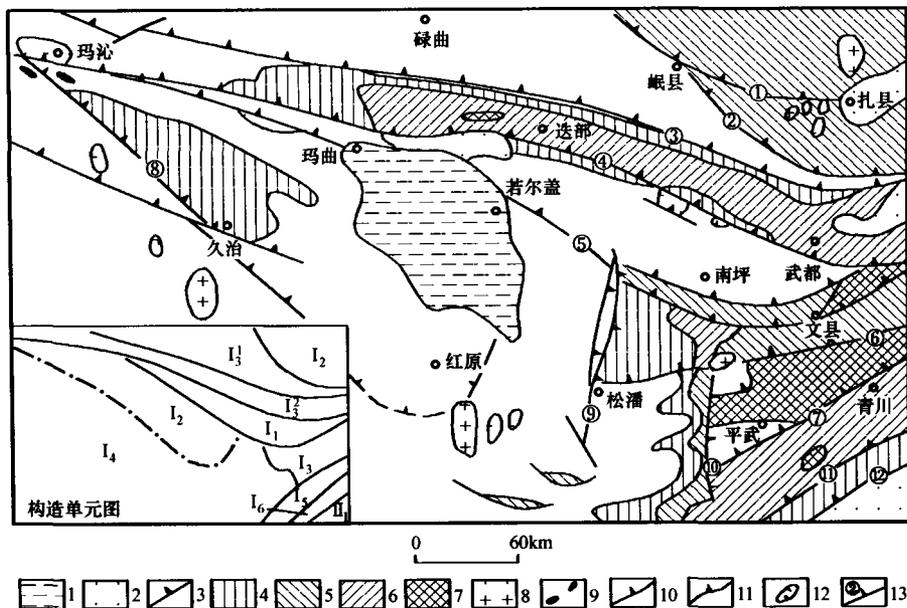


图1 松潘—摩天岭金成矿带区域地质构造略图

1—第四纪松散沉积;2—侏罗—白垩纪及第三纪磨拉石建造;3—三叠纪复理石建造;4—晚古生代—中三叠世碳酸盐岩建造;5—晚古生代含火山富硅质岩建造或类复理石建造;6—早古生代硅质岩建造或含火山富硅质建造;7—前震旦纪变质碎屑岩—火山岩建造;8—中生代酸性侵入岩;9—超基性岩;10—冲断带;11—滑脱带;12—飞来峰;13—断裂编号(①岷县—麻沿断裂;②临潭—宕昌断裂;③杂海—舟曲断裂;④玛沁—玛曲—略阳断裂;⑤玛曲—文县断裂;⑥雪山断裂;⑦青川断裂;⑧阿坝断裂;⑨岷江断裂;⑩虎牙断裂;⑪北川—映秀断裂;⑫江油—灌县断裂)。I—秦岭造山带;I₂—中秦岭构造亚带;I₃—南秦岭构造亚带(I₃—碌曲褶皱带;I₃—白龙江推覆构造带)

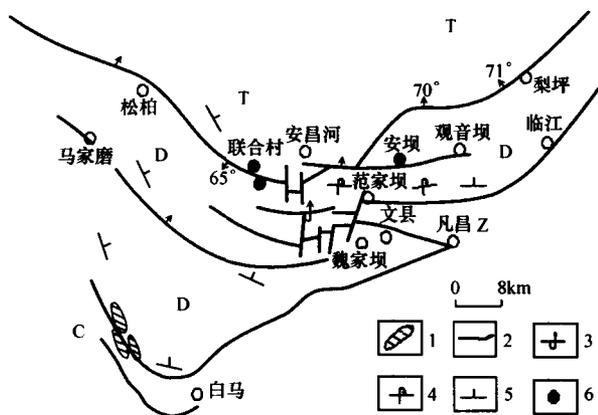


图2 文县弧形构造略图

T—三叠系;C—石炭系;D—泥盆系;1—石英闪长岩脉;2—断裂;3—倒转倾向斜;4—倒转地层产状;5—地层产状;6—金矿床

28个为构造—岩浆成因的环形影像,系多组断裂围限、或地表岩体、或隐伏岩体岩浆活动形成的环形,主要是侵入体产生的“热晕”。与化探异常有关的环形影像也常同时具构造—岩浆活动成因,这种双重成因的环形影像与金的富集成矿关系较为密切^[7]。

1.3 地球化学特征

该区区域地球化学特征为富 Au、As、Sb,相对富 Sn、Zn、Pb、Bi、Li、Be、Ag、Cd、F、Ba、Hg,这些元素平均丰度均大于离散值 1.3 倍以上,形成高背景或强异常带。在地域上,多数元素都表现出成带成片集中分布,其中 Au、Hg、As 异常沿高背景带密集分布。元素含量在全区不同时代地层中的分布为从老到新变化,总趋势是逐渐降低的,元素的集中与其分异程度直接相关,它由元素标准离差大小所决定,分异程度越高越容易形成集中(图3)。该区 Au、Ag、Sb 等元素的高分异程度也显示出这些元素有较大的成矿潜力。通过对 1:20 万水系沉积物测量资料分析,区内金异常共 71 处。金异常与 Hg、As、Sb 异常吻合较好,异常—矿化体—矿体低温元素具有清晰的规律:异常元素一般为 Au、Hg、As、Sb、Cu,矿化带元素一般为 Ag、Hg、As,与微细浸染型金矿关系密切的 Au、As、Hg、Ag 等元素一般都高于地壳和正常沉积岩的平均含量一个数量级以上^[2]。

1.4 区域地球物理特征

西秦岭地区莫霍面深度明显地反映了地壳厚度

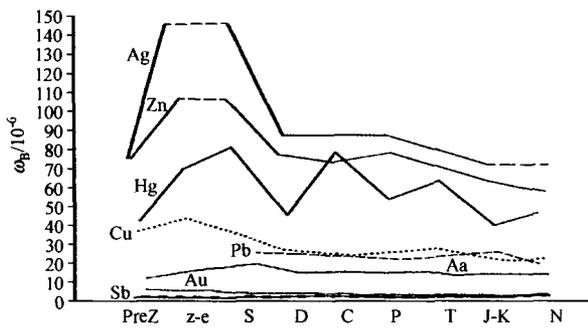


图3 西秦岭各时代地层元素含量对比图
(据甘肃地调局化探队,1994)

由西向东(天水—马尔康一带)有一近南北向的梯度带,在白龙江复背斜一带存在近东西向的次级梯度带。该区内布格重力异常总的变化趋势是由东向西呈阶梯状递增,并在循化—迭部、水靖—宕昌、通

渭—武都间形成相对密集的北北西向—近南北向重力梯级带,东南部为东北向梯级带。

该区航磁异常特征显示磁场特征线走向大体与区域构造线一致,以文县为界,西部磁异常走向多为北西,东部为近东西或北东向,均显示在该区存在近南北向和近东西向为主的基底构造^[2,4]。

2 阳山金矿地质特征

2.1 矿体地质特征

阳山金矿地处文县弧形构造内,沿安昌河—观音坝断裂带展布,该断裂带长约 60km,破碎带宽 3~5km,该断裂带及其次级构造成为该区主要的控矿和容矿构造。赋矿层位主要为中泥盆统三河口组第二、三、四岩性段。目前由张家山、阳山、高楼山、安坝、葛条湾、泥山、北金山等 7 个矿段组成,共发现金矿脉 86 条。安坝矿段目前为矿带内金的主要集中区,资源量占整个阳山的 80% 以上,其中规模最大的 305[#]、314[#] 矿脉均产于其中(图 4)。

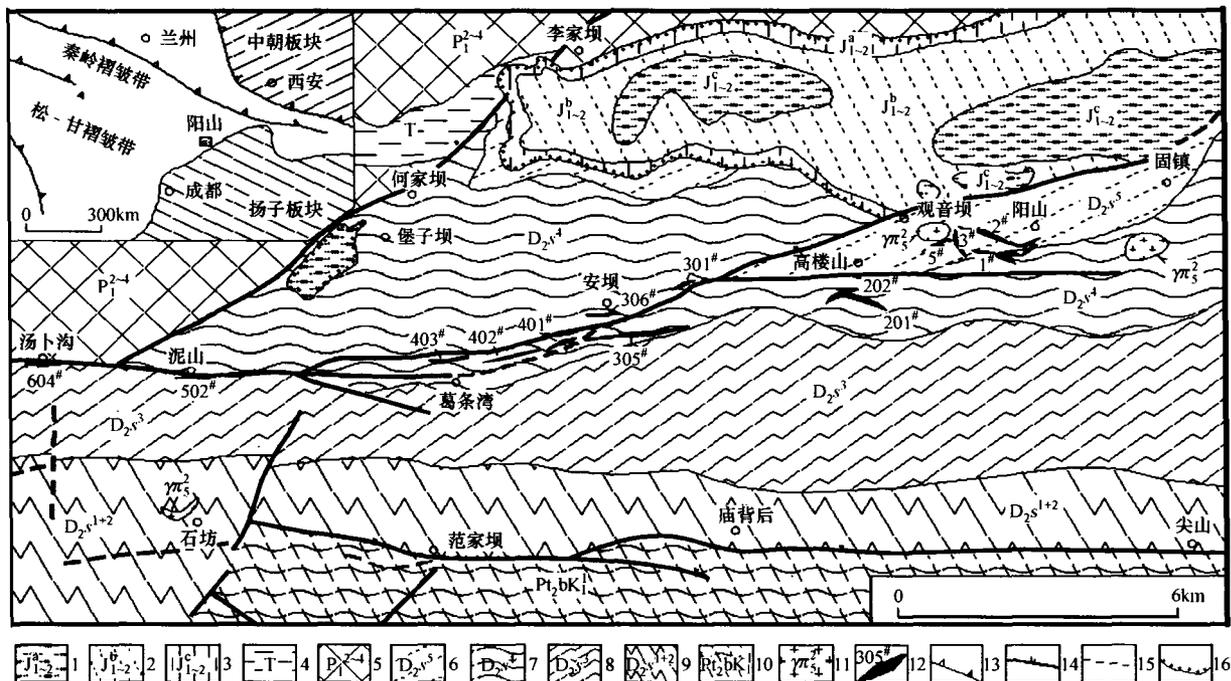


图4 甘肃省文县阳山金矿带地质简图

1—早中侏罗世红色砾岩;2—早中侏罗世泥灰岩、页岩;3—早中侏罗世黄色砾岩;4—三叠纪砂岩、板岩;5—下二叠统中部四段板岩、灰岩;6—中泥盆统三河口组五段灰岩;7—中泥盆统三河口组四段千枚岩夹薄层灰岩;8—中泥盆统三河口组三段灰岩、砂质板岩;9—中泥盆统三河口组一、二段砂岩、板岩;10—中元古界碧口群下部一段灰岩、变质砂岩;11—燕山期斜长花岗岩斑岩;12—金矿化体及编号;13—俯冲带;14—断层;15—推测断层;16—不整合界线

305[#] 脉由碎裂岩化、黄铁矿化千枚岩及斜长花岗岩斑岩构成,矿脉在平面上呈舒缓波状,在剖面上呈脉状,其倾向为 150°~175°,倾角 45°~70°,仅圈定

了 1 个矿体,长 1800m,控制斜深 440m,平均厚度 4.83m,平均品位 6.07×10^{-6} 。

314[#] 脉平行于 305[#] 脉并位于其上盘,也圈定 1

条矿体,长 2100m,控制斜深 330m,平均厚度 6.57m,平均品位 5.41×10^{-6} 。

2.2 矿石质量特征

2.2.1 矿石类型及组构特征

该区矿石类型主要为黄铁矿化蚀变脉岩(以斜长花岗斑岩脉为主)型和破碎蚀变千枚岩型两种。矿石结构有变余斑状结构、花岗质结构、霏细结构、碎裂结构、角砾状结构、鳞片变晶结构等,矿石构造有浸染状构造、网脉状构造、细脉状构造、角砾状构造、千枚状构造,反映了该区经历了多阶段的热液蚀变作用。

2.2.2 矿物特征

金属矿物主要有自然金、黄铁矿、毒砂、黄铜矿、辉锑矿,脉石矿物主要有石英、长石、高岭土、云母、

铁白云石、绿泥石、绿帘石等。蚀变斜长花岗斑岩型矿石中还含有副矿物锆石、磷灰石、钛铁矿、榍石、金红石等,破碎蚀变千枚型矿石中偶见电气石副矿物。

2.2.3 矿石化学成分

矿石中除 Au 以外,还含一定量的 Ag($0.10 \times 10^{-6} \sim 0.8 \times 10^{-6}$)、Cu($17.5 \times 10^{-6} \sim 35 \times 10^{-6}$)、Pb($30.5 \times 10^{-6} \sim 49.4 \times 10^{-6}$)、Zn($41.7 \times 10^{-6} \sim 94 \times 10^{-6}$),但不具有综合利用价值。矿石中 As 含量较高,为 0.19% ~ 1.07%,平均 0.73%。在地表 Au、Bi、Hg 含量高,而 Ag、As、Cu、Pb、Zn、Fe、S 含量低;在深部 Au 含量高,As、Hg、Fe、S、有机碳含量高,而 Bi、Co、Ni 含量低。原生矿石有机碳及 As 含量高于氧化矿石(表 1)。

表 1 阳山金矿带矿石多元素化学分析结果

矿石类型	$\omega_B/10^{-6}$										$\omega_B/\%$			
	Au	Ag	Sb	Bi	Hg	Cu	Pb	Zn	Ni	Co	As	Fe	S	有机碳
氧化矿石	5.41	0.1	299.0	0.53	1.17	17.5	38.6	41.7	34.9	10.8	0.61	3.06	0.18	0.08
氧化矿石	1.72	0.2	113.0	0.42	0.88	30.3	44.0	80.0	18.4	16.1	0.73	3.90	0.28	0.07
氧化矿石	0.54	0.4	22.1	0.22	0.83	29.0	59.3	82.4	32.2	19.7	0.68	3.98	0.22	0.10
氧化矿石	0.66	0.5	19.1	0.30	0.67	30.9	49.4	71.2	23.9	17.0	0.79	5.21	0.35	0.10
原生矿石	16.30	0.3	10.4	0.22	0.77	24.3	30.5	55.9	29.4	12.6	1.07	5.18	2.28	1.78
原生矿石	1.18	0.4	20.9	0.42	0.38	35.2	33.2	82.0	23.6	22.4	0.19	4.00	1.52	1.14
原生矿石	6.34	0.8	25.5	0.23	0.63	35.0	38.6	94.0	29.4	25.0	1.06	5.10	2.43	2.22

注:西南冶金地质测试所用化学分析法分析,2001。

2.3 围岩蚀变

主要有硅化、绢云母化、高岭石化、碳酸盐化、黄铁矿化、毒砂化、褐铁矿化等,总体表现为浅成低温热液蚀变特征,其中绢云母化、高岭石化、碳酸盐化在区内广泛发育。从矿体到围岩有一定的蚀变分带现象,表现为近矿部位硅化、黄铁矿化较强,而远矿部位高岭石化、碳酸盐化较发育。

2.4 成矿期次

阳山金矿成矿期次可分为热液期和表生期,热液期可分为 4 个成矿阶段:无石英阶段(I);石英-黄铁矿阶段(II);石英-黄铁矿-毒砂阶段(III);石英-碳酸盐阶段(IV),其中 II、III 阶段为主要矿化阶段。

3 矿床成因及其控矿因素

阳山金矿带是产于泥盆纪碳酸盐岩中的超大型金矿床,从样品的稀土元素和流体包裹体的实验研究资料表明,成矿属于中低温($150^\circ\text{C} \sim 210^\circ\text{C}$),中-偏碱性,成矿流体特征可能较为接近 $\text{H}_2\text{O} - \text{CO}_2 - \text{NaCl}$ 体系,成矿压力深度 $< 1\text{km}$,属浅成成矿环

境。其控矿因素主要有构造、地层岩性和岩浆活动控矿等^[8]。

3.1 构造控矿因素

构造是该区成矿最主要的控制因素,安昌河—观音坝断裂控制了矿体的三维延伸,由于断裂构造多期次活动,为矿液提供了运移通道和储矿空间,从而控制成矿作用的演化、矿带的空间展布、矿体定位及其形态产状的变化。在成矿过程中,驱动力主要为构造应力以及断裂构造形成过程中形成的应力差和地压差。一方面在南北向挤压应力作用下,使地层岩石化学组分发生变异,使活性组分随热液迁移,惰性组分保留使原岩发生改变;另一方面,由于断裂构造作用,特别是早期形成的相对脆性岩石,如砂岩、砂质千枚岩、斜长花岗斑岩脉等经断裂构造作用后形成具有高渗透性的薄弱带,并通过断裂构造与具有导矿、运矿特征的前期断裂相连构成储矿空间。当含金热液通过断裂构造通道运移至有利部位时,因其应力骤变,从而使矿质沉淀,多次含矿热液的作用和叠加,最终在有利的储矿空间形成了矿体及其伴生的蚀变。

3.2 地层岩性控矿因素

矿区内矿化富集受一定层位控制,主要为中泥盆统三河口组第三、四、五岩性段的千枚岩、砂岩、灰岩及硅质岩等一套含泥、砂质碎屑岩沉积,金丰度为 $2.61 \times 10^{-9} \sim 7.78 \times 10^{-9}$,远远大于中国大陆地壳的金丰度 $0.6 \times 10^{-9} \sim 0.7 \times 10^{-9}$;而千枚岩片理极为发育,易产生构造滑动,形成良好的热液运行通道,有利于金的迁移、富集;阳山金矿矿体的南侧、局部北侧以及带内局部地段还出露了硅质岩,为成矿物质的集中和沉淀提供了一个封闭的环境。另外矿石氢氧同位素分析资料表明,地层中所含的层间水是矿质运移、富集的主要媒介,随温度的升高,金及其他矿质在热液中溶解度增高,会促使金及其他元素活化迁移。

3.3 岩浆活动控制因素

矿体的形成,热液是其重要条件,矿区中斜长花岗斑岩脉与金矿化关系密切,矿体一般产于脉岩附近的围岩中,局部脉岩金矿化强烈,本身就是矿体,证明斜长花岗斑岩脉对成矿同样具有控制作用。矿区内岩浆活动以印支—燕山期为主,并有大量晚期(燕山期)岩脉如斜长花岗斑岩脉侵位于构造破碎带中,岩浆从较深部侵位时,一方面提供大量的热源,熔离活化了围岩的成矿物质,同时岩浆携带大量的成矿物质,在岩浆期后的热液活动中,在有利的构造部位形成期后矿床,另一方面多期活动的岩浆对金的活化、迁移提供了持续的热动力条件。

因此文县弧形构造复杂特殊的地质环境,为次级构造安昌河—观音坝断裂提供了动力来源、含矿热液活动通道和赋矿空间;中泥盆统三河口组第二、三、四岩性段为赋矿地层;斜长花岗斑岩脉沿构造裂隙的侵入为成矿带来了部分成矿物质和热源。阳山金矿是地层、构造、岩浆活动3种因素相互联系、相互作用,促使金元素活化、迁移、富集成矿,符合典型的“三位一体”的控矿模式,可初步认为矿床成因类型是浅成低温热液蚀变岩型。

4 找矿标志

目前金矿勘查的基本趋势是从地表露头矿已逐渐转向隐伏矿、盲矿和难辨认的矿,找矿难度越来越大。根据矿床勘查的“循序渐进、既全面又重点、最小投入却最大产出”等基本原则^[5-6],通过对大量资料的综合分析研究,对松潘—摩天岭金成矿带圈出了1个Ⅰ级远景区(上草地—北金山东,位于碧口古陆北缘,文县弧弧顶及近弧顶部位)、3个Ⅱ级远

景区(北金山东—碾坝、阳尕山—金条山、天干柱—柳沟坝)、4个Ⅲ级远景区(黑河乡—见各拉、隆康—南坪溪、武都弧形构造东翼近弧顶部位、康县—郭镇),区内构造发育,赋矿地层为中泥盆统,斜长花岗斑岩脉、黑云母斜长花岗斑岩脉广泛分布于中西部,辰砂、金、白钨矿、雄黄、方铅矿、黄铜矿、金重砂等重砂异常分布广泛,具有较大的找矿潜力和广阔的找矿前景^[2-4]。

综上所述,下一步应加强以下几方面的工作:

1) 利用地物化遥等手段重点解剖葛条湾—张家山一带,进行综合找矿,攻深找盲,循序渐进,逐步解剖Ⅰ级—Ⅱ级—Ⅲ级远景区,寻找有望靶区。高楼山、张家山、泥山矿段地质工作程度较低,但成矿条件较好,水系沉积物异常范围较大,峰值高,并与物探异常相对应,为有利的找矿区段。

2) 运用理论找矿和信息找矿,注重综合信息研究,建立成矿模式,揭示不同时代、不同类型金矿之间的内在联系,注意在有利的构造部位及有岩浆或深源热液活动的部位找矿,特别是寻找隐伏矿体。

3) 矿床类型优选次序是破碎蚀变岩型—微细浸染型—石英脉型。

4) 应加强对主破碎蚀变带的地质工作,尤其要加强主破碎带南北两侧和深部的工作。根据联剖资料,其中安坝矿段北侧的高家山Ⅵ号破碎带东段具有明显的低阻高极化特征,找矿较为有利。

5) 碧口群为该区最古老的岩层,金的丰度值高(平均为 9×10^{-9}),金矿点分布广泛,是区内金的主要物质来源,今后在思路上要从事在该地层中仅寻找石英脉型金矿床,同时重视找大的蚀变破碎带、找破碎蚀变岩型金矿床。

[参考文献]

- [1] 国家黄金管理局、武警黄金地质研究所. 中华人民共和国黄金矿产图集[M]. 北京:地震出版社,1992.
- [2] 朱俊亭. 秦岭大巴山地区矿产资源和成矿规律[M]. 西安:西安地图出版社,1992.
- [3] 殷先明. 甘肃省金矿资源汇编[R]. 兰州:甘肃省地质局研究队,1975.
- [4] 向鼎璞. 甘肃省西秦岭内生铜矿成矿条件及找矿方向[R]. 兰州:甘肃省地质局地质科学研究队,1980.
- [5] 何金周. 矿床勘探大矿体理论及其实践[M]. 北京:地质出版社,1998.
- [6] 阎竹斌、刘富春、常建国. 金矿勘查工作手册[M]. 西安:陕西省内部图书,1989.
- [7] 付小方. 甘肃省文县—碧口地区金矿遥感地质解译[R]. 成都:四川省地质矿产勘查开发局地质矿产科学研究所,2004.
- [8] 齐金忠. 甘肃省文县阳山金矿带控矿构造研究与成矿预测

- [R]. 廊坊:武警黄金地质研究所, 2003.
- [9] 郭俊华, 孙彬, 余金元, 等. 甘肃省文县阳山金矿带安坝矿段305号脉群岩金普查报告[R]. 成都: 武警黄金第十二支队, 2002.
- [10] 郭俊华, 孙彬, 许利文, 等. 松潘—摩天岭成矿带岩金普查总体设计(2005—2007年)[R]. 成都: 武警黄金第十二支队, 2005.

ORE – CONTROLLING FEATURES AND PROSPECTING CRITERIA OF SONGPAN – MOTIANLIN MINERALIZING BELT

GUO Jun – hua, SUN Bin, YANG Fu – li, WANG Jiu – xiang

(No. 12 Branch, China Peoples Armed Police Force, Chengdu 610036)

Abstract: Songpan – Motianlin mineralizing belt is located in the juncture area of Sichuan, Shaanxi and Gansu provinces. Yangshan gold deposit is a superlarge deposit found in the belt. The deposit is controlled by magmatic rocks and strata besides structures, and belongs to hypabyssal epithermal alteration rock type. Next step ore prospecting in the area will be focused on grade I to grade II then grade III perspective regions to find hopeful targets using synthesis prospecting methods of geophysics, geochemistry and remote sensing. Train of thought for ore prospecting is mainly concentrated on ore type, a priority order is structure – controlled alteration rock, micro – disseminated and quartz vein types. Ore prospecting will be strengthened in the Anchanghe – Guanyinba main structure alteration belt, particularly in the both sides and depth of the belt.

Key words: Songpan – Motianlin mineralizing belt, ore features, prospecting indicator

三部门明确探矿权采矿权价款收入中央地方分成比

财政部、国土资源部、中国人民银行日前联合发布《关于探矿权采矿权价款收入管理有关事项的通知》，首次明确划分探矿权采矿权价款收入中央与地方的分成比例。省、市、县分成比例由省级人民政府根据实际情况自行确定。

《通知》指出，自2006年9月1日起，国家出资形成的探矿权采矿权价款收入按固定比例进行分成，其中20%归中央所有，80%归地方所有。

《通知》指出，探矿权采矿权价款收入包括中央和地方人民政府探矿权采矿权审批登记机关通过招标、拍卖、挂牌等市场方式或以协议方式出让国家出资（包括中央财政出资、地方财政出资和中央财政、地方财政共同出资）勘查形成的探矿权采矿权时所收取的全部收入，以及国有企业在申请国家出让其无偿占有国家出资勘查形成的探矿权采矿权时按规定补缴的探矿权采矿权价款。

《通知》要求，要强化探矿权采矿权价款收入的收缴管理，探矿权采矿权价款收入必须及时、足额缴入国库。一次性缴纳探矿权采矿权价款确有困难的，经登记管理机关批准，可以分期缴纳；探矿权价款缴款期限不超过2年，采矿权价款缴款期限不超过10年。