

甘肃金矿成矿规律和成矿区带的划分

苏建平^{1,2}, 张翔^{2,3}

(1. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃兰州 730000; 2. 甘肃省地勘局第三地质矿产勘查院, 甘肃兰州 730050; 3. 中国地质大学, 湖北武汉 430074)

摘要: 甘肃地域广阔, 北山、祁连、秦岭造山带都经历了长期而复杂的地质构造演化, 形成了众多不同背景、不同类型、不同特征、不同规模的金矿床。甘肃金矿受特定的地层、岩性及岩浆、构造、变质作用的控制, 可划分为北山(北山北带和南带成矿带)、祁连(带)、西秦岭(北秦岭、中秦岭、南秦岭成矿带)和摩天岭4个成矿区7个岩金成矿带。

关键词: 金矿; 成矿规律; 成矿区(带); 成矿类型; 甘肃

中图分类号: P618.51

文献标识码: A **文章编号:** 1006-558X (2003) 03-0001-08

矿床及其形成作用是岩石圈系统的一个组成部分和一种运动(作用)形式^[1], 要深入研究矿床的形成和分布规律, 一方面要加强研究成矿地质背景, 尤其是深部地质背景, 包括壳幔作用对成矿的控制; 另一方面要研究成矿作用动力学过程和成矿演化^[2]。甘肃省地域广阔, 地质构造演化纷繁复杂^[3-7], 岩金矿类型众多^[8], 在各个时代地层中分布广泛, 为国内少有省份之一。笔者以前人形成的大量金矿资料为基础, 结合区域地质构造演化和成矿地质背景及甘肃金矿的富集规律、金矿类型及时空分布等对甘肃岩金矿成矿规律进行了系统总结。

1 控矿因素

1.1 矿源层

甘肃已发现的岩金矿床(点), 在元古—早古生代、晚古生代、中生代等地层中均

有分布, 按其规模和拥有资源量首推南秦岭微细粒浸染型金矿和热水溶滤热泉型金矿, 赋矿地层分别为早三叠世晚期局限碳酸盐岩台地相高水位体系域及早、中三叠世台地斜坡相低水位体系域类复理石建造与早古生代海槽型含C泥质硅质岩建造和火山-沉积建造。前者如南秦岭寒武—志留纪黑色岩系Au-U组合的微细粒金矿, 后者如北祁连变质火山岩型、火山沉积变质型铜-金矿点(石居里沟、青羊沟)及火山沉积再造型金矿(北祁连寒山、鹰咀山、肮脏沟、青分岭和北山地区南金山、马庄山等金矿)。其他如西秦岭地区印支—燕山期深—浅成中酸性岩浆岩外接触带热晕型金矿及北山南带以小西弓金矿为代表的古元古代与韧性剪切带有关的构造蚀变岩型金矿等也具一定规模。大陆边缘尤其是活动大陆边缘, 火山活动强烈而广泛, 上地幔及中下地壳中的Au及有用组分随火山活动被带到地表(近地表)并富

收稿日期: 2003-05-26。王美娟编辑。

基金项目: 国家重大自然科学基金资助项目(90102003); 中国科学院知识创新工程重大项目基金资助项目(KZCX-10-03)

作者简介: 苏建平(1970-), 男, 甘肃甘谷人, 甘肃省地勘局第三地质矿产勘查院高级工程师, 博士研究生, 从事区域地质及环境地质研究。

集形成火山沉积型矿床,或分散在火山沉积岩中组成 Au 的矿源层,或以基底矿源层和金矿体的形式被剥蚀搬运至边缘海盆地中呈悬浮态被富含有机质、泥质、凝灰质的沉积物吸附而形成“衍生矿源层”,为后期成矿提供了物质基础,在该类矿床围岩中, Au 的丰度值普遍高于克拉克值 $n \sim n 10$ 倍,构成甘肃省多数岩金矿受元古宙、古生代、中生代某些岩层控制的内在因素。

1.2 花岗岩浆活动

由于中浅成岩浆岩的底辟式侵入而产生的热力性穹隆在适宜的浅层构造空间,贯通深性构造通道及深源的岩源和矿质热液源的有机统一,主要的容矿空间为穹隆所产生的放射状及环状的裂隙系统控制了金矿成矿^[9]。许多金矿床尤其是大型金矿床的形成与花岗岩有密切的空间关系,如与小岩体有成因联系者矿化多产在爆破角砾岩中^[10],与岩基有成因关联的一般集中在岩体 0.5 ~ 10.0 km 范围内或平行岩体分布^[11],金矿脉往往位于其他脉岩发育集中地段。与金矿有成因联系的花岗岩多为壳源重熔型或壳幔混熔型。重熔型和混熔型花岗岩的围岩岩性、时代变化较大,其分布受深大断裂带控制。与壳源重熔深成花岗岩基和浅成型中酸性小岩体有成因联系的大、中、小型金矿床均有分布,其类型有构造蚀变岩、热晕、斑(玢)岩、石英脉、夕卡岩型等。与成矿有关的岩体成岩时代在北山以华力西期为主,而西秦岭地区则以印支、燕山期为主。

1.3 区域变质作用

区域变质热液作用生成的金矿,多分布于前寒武纪、晚古生代中酸性火山岩中和区域变质期产生的断裂、岩石片理内。其中火山沉积变质型矿床的特点是矿体与围岩呈类整合接触,黄铁矿型铜矿伴生的金矿大都属于此;另一类是火山沉积再造型,以寒山、马庄山、南金山金矿为代表,区域变质过程中所产生的热液对围岩中的 Au 及有益组分

就地活化、迁移或近距离搬运富集成矿。

1.4 构造活动

金矿的形成、分布、富集均与构造活动关系密切。矿质从上地幔、下地壳中被带到地表(近地表),直至活化、迁移定位的复杂成矿过程均与构造活动有关^[12]。大地构造环境控制着矿源层的形成与分布,区内的主要赋矿岩层(矿源层)均与地槽环境的沉积建造有关。深大断裂控制着金矿(化)带展布,不同方向的构造交汇处——“构造结”控制着金矿化成群集中产出,破碎带、褶皱带、强面理置换带、中性三角区、米字型构造的结点等控制着矿体的走向和展布^[13-14]。构造活动不仅为金矿成矿提供了空间,而且为部分金矿成矿提供热能和热液,尤其是断裂。断裂中的含矿机率、矿体规模、矿体产状等与断裂的规模和方向及力学性质的演化有密切关系^[15]。

2 成矿区(带)划分

岩金矿是地质构造发展、演化的产物,甘肃的地质发展受华北、扬子、塔里木板块和柴达木、滇藏地块的演化及相互作用制约,它们在地史中的差异发展控制了区内岩金矿的发育历程,并造就了不同的岩金成矿区(带)^[3-8]。据区域地质构造、成矿类型及生成时代等特征,将甘肃金矿划分为 4 个成矿区、7 个成矿带(表 1,图 1)。

表 1 甘肃金矿成矿区(带)

成矿域	成矿区	成矿带	典型金矿
古亚洲	北山	北山北带	460 矿、霍勒扎德盖、扫子山、狼娃山
		北山南带	小西弓、金窝子、老金厂、金川
秦祁昆	祁连	寒山、鹰咀山、肮脏沟、童子坝、倪家营子、青分岭、白银	
		北秦岭	柴家庄、党川、东峪、吊坝子、花石山、阴崖沟
		中秦岭	松香滩、多穆沟、锁龙、李坝、三人沟、金山、马泉
	南秦岭	拉尔玛、青稞岩、坪定、大水、石鸡坝、鹿儿坝	
特提斯	摩天岭	阳山	

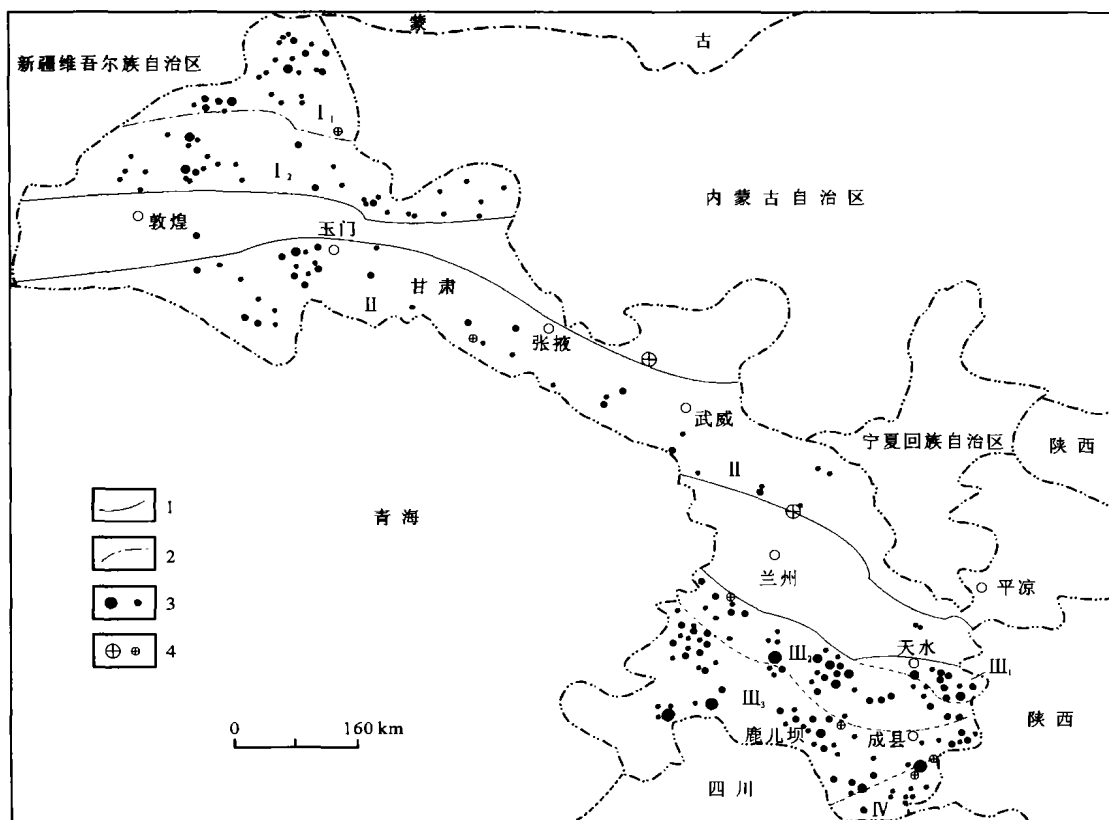


图1 甘肃岩金矿分布及成矿带分布图 (据文献 [3]、[8] 改编)

I₁—北山北带成矿带; I₂—北山南带成矿带; II—祁连成矿区(带); III₁—北秦岭成矿带; III₂—中秦岭成矿带; III₃—南秦岭成矿带; IV—摩天岭成矿区; 1—成矿区界线; 2—成矿带界线; 3—金矿床(点); 4—伴生金矿(点)

3 金矿特征

3.1 北山成矿区

北山古生代裂谷—造山带呈 NEE—EW—NWW 向展布,体现了塔里木地块东北部太古宙、元古宙基础开裂,经历 3 次拉开与闭合、由南向北迁移的演化模式。在该裂谷带及其两侧基底岩系中分布着一系列不同类型的金矿床(点)^[16],该成矿区主要岩金类型为构造蚀变岩、火山沉积再造或次火山热液、石英脉型 3 种,受火山沉积建造控制,与区域性大断裂和华力西中期酸性岩浆活动有密切的成因关系,并明显分为南北 2 个金矿带。区内已知金矿床(点) 56 个,主要分布在 3 个时代地层中,即前寒武系

25 处,下石炭统白山组 21 处,下二叠统 10 处^[17-18]。

3.1.1 北山北带成矿带 位于塔里木地块与哈萨克斯坦地块接壤处的晚古生代裂谷型火山盆地内部,赋矿地层为下石炭统白山组中上部中基性火山岩,矿床(点)众多,金矿类型有火山沉积再造型(次火山热液型),如马庄山、南金山中型金矿,该类金矿受火山机构即火山喷发中心(火山口)控制^[16],集中分布于北带西段并延至新疆境内。其次为下石炭统白山组与华力西中期花岗闪长岩、石英闪长岩的内外接触带的石英脉型金矿,受断裂控制,以裂隙充填为主,成矿热液以岩浆热液为主,主要矿床(点)有 460 矿、霍勒扎德盖、扫子山、狼娃山等金矿。

金矿总体呈 NW—SE 向展布, 向 SE 延入蒙古境内, 石英脉型金矿随着单脉向复脉转化, 其蚀变程度增强, 尤其在宽大破碎带或断裂上下盘有可能发现构造蚀变岩型金矿, 值得重视^[17]。

3.1.2 北山南带成矿带 位于华北板块与塔里木板块分界即阿尔金走滑断裂带北侧前长城系西尖山群斜坡相火山沉积碎屑建造中, 受韧性剪切带控制, 成矿方式有裂隙充填和蚀变交代 2 种, 并以前者为主, 多与岩浆热液有关, 往往与石英脉型金矿伴生, 以小西弓和金窝子金矿为代表。其次为产于下二叠统双铺堂组前陆盆地裂谷中基性火山岩建造中与辉长岩有关的蚀变岩型金矿(老金厂), 及产于华力西期花岗岩或其围岩中的石英脉型金矿(金窝子)。该带向东延伸至龙首山陆缘带形成有大型金川铜-镍硫化物伴生金矿。该带找矿远景区应以钴井沟一金场沟走滑韧性剪切带及咸水井一金庙沟一跃进山韧性剪切带为重点^[18], 其中黄铁绢英岩化是很好的找矿标志。

3.2 祁连成矿区(带)

位于北祁连加里东褶皱带北缘, 赋矿地层为寒武系一下奥陶统阴沟组及下志留统肮脏沟组中基性火山岩建造, 属变质火山岩型金矿。元古宙末—寒武纪、奥陶纪是北祁连山与海相火山岩有关的块状铜-金-多金属硫化物矿床的主要成矿时期。含矿火山岩系产于大陆裂谷作用和洋盆沟-弧-盆体系, 形成大量基—中酸性火山岩, 火山央穹驱使海底热卤水对流循环, 同时火山喷出物提供了丰富的成矿元素^[19]。该带大致分为西、中、东 3 段, 西段(玉门以西)处于北祁连北缘深大断裂与西侧阿尔金走滑断裂之间派生的次级断裂中, 发育有加里东期花岗岩、花岗闪长岩及超浅成斜长流纹斑岩及一套钙碱系列中基性火山岩, 并构成 Au 的矿源层, 后期断裂及岩浆活动提供了热源和矿液集中空间, 金矿床以剪切带型为主, 控矿的主导因

素是剪切构造和成矿流体^[20]。如寒山、鹰咀山、肮脏沟金矿。另一种为产于中酸性侵入岩及其围岩中的石英脉型及蚀变岩型金矿, 前者主要分布于车路沟—青石峡一带, 规模较小。中段(玉门以东, 天祝以西)主要有产于岛弧及弧后盆地蛇绿岩及中基性细碧角斑岩建造中的黄铁矿型铜伴生金矿, 如石居里沟、青羊沟铜-金矿化点, 及以童子坝、倪家营子、青分岭为代表的火山沉积再造型金矿, 以曹家口为代表的铅-锌-银-多金属伴生金矿, 以祁连为代表的铁型金矿等。该段构造蚀变带发育, 重砂、化探异常分布广泛, 找矿潜力巨大。东段(天祝以东, 白银以北)金矿发育在钙碱性基性火山岩中, 为火山沉积再造型金矿, 岩浆活动、热动力变质作用使火山沉积矿源层中矿质活化、迁移、聚集在有利构造空间成矿^[21], 典型代表为白银折腰山、火焰山黄铁矿型多金属伴生金矿, 进一步找矿方向应为深大断裂两侧及韧性剪切带^[22]。

3.3 西秦岭成矿区

西秦岭为一复合造山带, 受华北、扬子板块及滇藏地块相互作用制约, 据造山带演化及成矿特点可分为北秦岭、中秦岭、南秦岭成矿带^[23]。

3.3.1 北秦岭成矿带 位于华北地台南缘, 即秦祁接合带北侧震旦—奥陶纪丹凤群和草滩沟群基性火山岩中, 其次在中酸性侵入岩内外接触带有一些规模不大的蚀变岩型金矿。金矿受断裂控制, 以裂隙充填为主, 目前发现柴家庄、党川、东峪、吊坝子、花石山、阴崖沟等金矿。矿体由含 Au 石英脉构成, 呈脉、扁豆状, 具分支复合现象^[24], 走向 NW—NE。除石英脉型金矿外, 对带内秦岭岩群、宽坪群、丹凤群中中基性火山沉积建造(为区内主要赋矿地层), 尤其是印支—燕山期壳源型重熔中性侵入岩定位于上述火山岩地层区的应加以特别重视。另据东秦岭金矿成矿地质特征, 除在上述岩体内外

接触带找石英脉型金矿外,在断裂带内寻找构造蚀变岩型金矿还有一定前景,除此还应注意寻找与燕山期浅成斑岩体有关的金矿。

3.3.2 中秦岭成矿带 位于秦祁接合带南侧,南界为以成县—宕昌—合作大断裂为界的华力西期软碰撞复合地体,呈狭长带状分布,主要由泥盆、石炭、二叠纪陆源碎屑和碳酸盐岩及少量火山碎屑岩建造组成。后经华力西期软碰撞及断裂作用与印支期华北及扬子板块再次对接碰撞造山形成大量的中酸性侵入岩。其中石炭纪火山岩 Au 的丰度值达 $4.5 \times 10^{-9} \sim 7.0 \times 10^{-9}$,为金矿成矿奠定了物质基础。随岩浆侵入活动形成岩浆热液石英脉、夕卡岩、构造蚀变岩型等伴生金矿床和爆破角砾岩型铜-砷-金等内生金矿床。

3.3.2.1 石英脉型金矿 主要分布在扎那山—母太子山复向斜轴部,金矿化(体)产于平山、小峡岩体内接触带花岗闪长岩及石英闪长岩和外接触带的红柱石板岩中,以大槐沟金矿床为代表,矿体严格受 EW 和近 SN 向构造控制,多产在含 Au 石英脉中,个别与铜、钨、银、铅矿伴生,主要呈单一脉产出。少数情况下石英脉两侧的蚀变围岩形成低品位工业矿体,除大槐沟金矿外,较典型的还有松香滩、多楞沟金矿等。

3.3.2.2 构造蚀变岩型金矿 主要分布在双朋喜—新堡复背斜北翼。金矿化产在德乌鲁、阿米山、年木耳等岩体内外接触的碎裂蚀变花岗闪长岩,石英闪长岩及紧靠岩体的夕卡岩、板岩中,先后发现观音大庄、马坞、麻朶、阿芒沙吉、老豆等金矿(床)点,早仁道金、锑矿及德乌鲁、布拉沟、南办、锁龙等伴生或共生金矿点多处^[25]。该类金矿严格受构造破碎带和侵入岩控制,矿体多呈透镜、囊、不规则状等,品位一般较高。

3.3.2.3 热晕型金矿 已知矿床位于礼县—柞水褶皱带内中川岩体等花岗岩周围,容矿地层为中泥盆统(部分为石炭系)浊流沉积的陆缘碎屑含 Au 建造,常与水下古隆起

周围的斜坡、浅海潮坪和浊积扇有关,靠近蚀源区常有利于 Au 的富集^[26]。中川岩体为华力西—印支—燕山期均有侵入的复式深成杂岩体,由内向外依次为华力西期闪长岩局部残存体—印支期黑云母花岗岩—燕山期细粒黑云花岗岩。外接触带变质晕发育,由内向外分为红柱石、堇青石、黑云母及绿泥绢云母带。当黑云母带中斑点板岩出现褪色带则指示了含矿带的存在^[27]。已知的李坝、三人沟、金山、马泉金矿围绕中川岩体外接触带(距岩体 1.5 ~ 4.5 km)组成金镶边^[26-29]。李坝金矿床是礼岷金矿带东部最大的金矿床。矿体产出严格受断裂破碎带控制,主要呈脉、透镜状,分支复合、膨大缩小明显,矿石类型主要为块、碎裂状少硫化物浸染型,次为角砾状硫化物浸染型,金矿化富集与中酸性岩脉空间密切伴生,同位产出^[26,30]。其次东部呱呱山岩体,糜树岭复式深成杂岩体外接触带亦有金矿化显示,区域上麻沿—礼县—锁龙门和董河—黄诸关—两面庄大断裂控制了金矿带的分布,次级 NWW 向断裂控制金矿体的空间展布及产出形态,与 NW 向断裂交汇处往往形成矿体的膨大富集。矿体形态较复杂、规模差别悬殊、延深较大,向深部品位变化规律性不明显,矿床品位一般较低。根据金矿化在空间上与花岗岩体接触变质晕关系密切,成因上有内在联系,故称热晕型。

3.3.3 南秦岭成矿带 南秦岭印支褶皱带北以宕昌—合作断裂为界,南界为青川—平武—黑水—阿坝断裂。主要赋矿地层为震旦系、寒武系、下志留统、中泥盆统下吾那组、上石炭统、三叠系、中下侏罗统,均为重要的含 Au 岩系,晚印支—早燕山期构造岩浆活动提供热动力,形成了丰富的岩金矿^①。按成因可分为斑(玢)岩型、热水溶

① 刘家军,郑明华,周德安.西秦岭南亚带金、钽矿床的成矿时代分析.冶金地质动态,1996,(11):19-20.

滤型、热水溶滤-热泉-爆破角砾岩的复合型等,该矿带含矿地层各矿区差异较大,沉积建造类型不尽相同。

3.3.3.1 早古生代碳硅泥岩建造(黑色岩系)中的金矿 组成包括金在内多元素矿源层,除与汞-砷相伴外,常与铀矿伴生构成典型金-铀矿带,矿石含有镍、铜、铂族元素等多种有益组分^[31]。以拉尔玛金矿为代表,含矿岩石呈块、条带、层纹、多孔和同生角砾状等,赋存在上震旦-寒武系太阳顶群含 C-Si-碎屑岩系的碎裂岩和角砾岩中,受次级 EW 向断裂控制,矿体产状与断裂破碎带基本一致,部分与汞或锑矿共生,矿体形态复杂、品位较高^[32-33]。

3.3.3.2 分布在白龙江复背斜北翼中泥盆统下吾那组及上石炭统碳酸盐岩-碎屑岩中的金矿 以青稞岩、坪定、九源、黑多寺金矿为代表。金矿体受断裂破碎带(包括层间剥离断裂)控制并与汞-砷-锑矿体伴生,产状与断裂破碎带基本一致,多为似层、透镜状。常形成辰砂异常,元素组合为 Ag、Hg、As、Sb、Au 等。沿断裂带分段集集成群成带呈串珠状分布,为由地下热水经渗滤作用而形成的低温金矿床,这类矿床的成矿物质来源于周围 Au 丰度相对较高的岩层,天然水渗入地下后,在某种热源影响下演化成地下热水往复循环,分散于围岩中的成矿组分被带出,在温度、压力、热液性质等物化条件改变情况下,金矿物质沿断裂、裂隙和渗透性较好的岩石沉淀成矿。

3.3.3.3 赋存于三叠纪地层中的金矿 有 3 个含 Au 层位,分属于局限台地相白云质碳酸盐岩和台地斜坡相复理石碎屑岩 2 种建造类型。局限台地相、台地边缘斜坡相的高水位体系域和低水位体系域控制金、汞、锑成矿^[34]。

1) 下三叠统上部马热松多组白云质碳酸盐岩建造中的金矿,主要分布在西倾山隆起带南缘,受忠曲一大水与玛曲-略阳大断

裂控制,以大水大型金矿床为代表^[35]。大水式金矿床是一个新型金矿,其矿化特征独特,埋藏浅、品位高、金粒度较细、化学成分简单、易采选,具有较高的经济价值,金矿(化)赋存在下三叠统马热松多组、中下侏罗统龙家沟组及燕山早期浅成-超浅成花岗闪长斑岩及脉岩中,受次级 EW、NW、SN 向弧形断裂破碎带控制,矿体展布方向与断裂破碎带、脉体方向一致,形态较复杂,矿石主要为热液成因的红、褐色硅化岩和硅质岩,极端贫硫化物。矿石组构和矿物组成等反映出的成矿作用方式主要为热液渗滤交代、构造裂隙和角砾岩孔隙空间的充填沉淀作用以及古构造岩溶内相对开放空间中的沉积或堆积作用^[36-37]。

2) 中三叠统光盖山组上部的金矿,构造 NWW 向,紧邻碧口古陆,有松柏-梨坪大断裂通过,以联合村、石鸡坝等金矿为代表,向西延入四川境内,与若尔盖阿西金矿处在同一层位,赋矿地层除了中三叠统外尚有泥盆纪和石炭纪一套浅海相碳酸盐岩、碎屑岩夹火山碎屑岩建造,光盖山组是主要的含 Au 层位。以石鸡坝金矿区为例,光盖山组下部细碎屑岩中赋存有陶家湾、草坡等金矿点,而上部碳酸盐岩和粗碎屑岩中有新关等金矿床。矿区深成侵入岩不发育,但晚印支-燕山期的中酸性岩脉广泛发育且与金矿化关系密切,金矿多产在脉岩附近或内外接触带上。金异常呈串珠状沿断裂带分布,元素组合为 Au、Hg、As、Sb 等,显示出中低温热液金矿化特征,在每个异常区内均发现有金矿床(化)点。地表矿体形态复杂多变,但总体呈似层状,并向深部矿体规模变大、品位变高。石鸡坝金矿与大水、马脑壳、阿西等金矿的共同点是浅成-超浅成中酸性脉岩有成因联系,矿体与脉岩同处一个破碎带中,形成矿源层-构造-岩浆热液作用“三位一体”的成矿模式。据自然重砂、化探异常的分布、卫星遥感解译及四川境内

金矿分布看,总体与近EW、近SN和NE向3组断裂密切相关,3组断裂交汇结是主要的金矿产出区,预测在达拉—新寨复向斜北翼、曲马、尖角拉、天干族一带近EW与SN向断裂交汇处寻找该层位砷-金或汞-砷型金矿还有很大潜力。

3) 上三叠统纳鲁组 and 卡车组中的金矿,这是岷县—成县—金矿成矿亚带的重要含矿层位。位于白龙江复背斜北侧,为半深海—深海斜坡相至盆地相的碳酸盐岩、陆源碎屑浊积岩建造。该层位仅发现鹿儿坝金矿床1处^[38],其余均为矿点或矿化点,此外尚有铋矿点和汞矿点多处。含矿层位、沉积建造特征、含矿性等与玛曲—南坪—文县金成矿亚带类似。岩浆活动微弱,与铋矿关系密切,金矿直接产于铋矿下盘破碎带围岩中或其附近,而铋矿多位于构造带转弯地段或不同方向断裂交汇处。

3.4 摩天岭成矿区

是指摩天岭褶皱隆起带及其边缘,赋矿地层为碧口群和震旦、泥盆系等。主要金矿类型为变质火山岩、构造蚀变岩及石英脉型等。其中变质火山岩型可分2个亚类,其一为火山沉积变质矿床,金与火山喷发沉积同时成矿,不见原生围岩蚀变,常与黄铁矿型铜矿及多金属矿相伴生,如康县铜矿坡铜-钴-金矿。其二为火山沉积再造型金矿,岩浆活动、热动力变质作用使火山沉积矿源层中的矿质活化、迁移、聚集在断裂带或韧性剪切带中成矿^[39],如铔厂沟、八海、曹家沟金矿。构造蚀变岩型金矿主要产于碧口隆起带边缘泥盆纪断陷盆地内的绢云千枚岩、绢云石英千枚岩、白云岩、细晶灰岩以及中酸性脉岩、石英脉发育处,成矿作用受断裂控制,成矿方式以裂隙充填和蚀变交代为主,并多与岩浆热液有关,新发现的阳山特大型金矿即属此类^[40]。

除东部陕西境内铔厂沟、东沟坝、李家沟等中型金矿以外,均为不具规模的矿点和

矿化点。该成矿带内经勘探查明2处大型砂金矿,中、小型砂金矿各1处,几乎每条沟均有砂金产出。而金的化探异常又成群分布,由于自然条件差等原因,找矿效果不佳,特别是岩金找矿方面还没有重大突破,但找矿潜力巨大^[41]。

参考文献:

- [1] 翟裕生. 论成矿系统 [J]. 地学前缘, 1999, 6 (1): 13-27.
- [2] 邓军, 翟裕生. 构造演化与成矿系统动力学 [J]. 地学前缘, 1999, 6 (2): 315-323.
- [3] 甘肃地矿局. 甘肃省地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1991.
- [4] 彭大明. 祁吕贺兰山字型构造控金研讨 [J]. 黄金地质, 2001, 7 (1): 68-72.
- [5] 汤中立, 白云来. 华北古大陆西南边缘构造格架与成矿系统 [J]. 地学前缘, 1999, 6 (2): 271-283.
- [6] 张新虎. 甘、青、蒙祁连山、北山造山带构造地层演化史 [J]. 甘肃地质学报, 1993, 2 (1): 80-86.
- [7] 左国朝, 何国琦. 北山地区早古生代板块构造特征 [J]. 地质科学, 1990, 25 (4): 305-314.
- [8] 殷先明. 甘肃岩金矿床地质 [M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2000.
- [9] 李亚东. 热穹隆构造及其对金矿的控矿作用 [J]. 甘肃地质学报, 1999, 8 (1): 28-32.
- [10] 卿敏, 韩先菊. 隐爆角砾岩型金矿研究述评 [J]. 黄金地质, 2002, 8 (2): 1-7.
- [11] 张姚代, 王争鸣, 董新. 岩体与金矿的关系——以李坝式金矿为例 [J]. 甘肃地质学报, 2001, 10 (2): 52-65.
- [12] 翟裕生. 关于构造—流体—成矿作用研究的几个问题 [J]. 地学前缘, 1996, 3 (4): 230-236.
- [13] 张复新, 魏宽义. 南秦岭微细粒浸染型金矿床地质与找矿 [M]. 西安: 西北大学出版社, 1997.
- [14] 彭大明. 北秦岭剪切带型金矿的成矿规律 [J]. 黄金地质, 1998, 4 (1): 57-62.
- [15] 张贻侠, 寸珪, 刘连登, 等. 中国主要类型金矿床找矿模式 [M]. 南京: 南京大学出版社, 1993.
- [16] 赵安生, 李景春. 甘肃北山北带金矿区域成矿特征 [J]. 贵金属地质, 1993, 2 (2): 105-109.
- [17] 田争亮, 吴锡丹. 北山成矿带金矿床(点)分布规律及找矿方向 [J]. 新疆地质, 2001, 19 (2): 127-129, 141.
- [18] 陈柏林, 吴淦国. 北山地区发现韧性剪切带型金矿

- 床 [J]. 中国区域地质, 2000, 19 (3): 336.
- [19] 夏祖春, 夏林圻. 北祁连山元古代末—寒武纪海相火山作用与成矿作用的关系 [J]. 西北地质科学, 1995, 16 (1): 29-37.
- [20] 毛景文, 张招崇. 北祁连山西段剪切带型金矿床成矿流体特征 [J]. 矿床地质, 2000, 19 (1): 9-16.
- [21] 梁萧梅. 白银地区金矿类型及分布 [J]. 金属矿山, 2001, 36 (3): 50-55.
- [22] 张照志, 王志远. 甘肃白银郝泉沟金矿控矿构造研究 [J]. 黄金地质, 2002, 8 (1): 6-11.
- [23] 杜子图, 李志中. 西秦岭地区遥感地质解译, 区域构造演化及成矿规律 [J]. 国土资源遥感, 1998, 10 (4): 59-66.
- [24] 陈源. 西秦岭北带与金矿有关的脉岩 [J]. 黄金, 1993, 14 (8): 1-6.
- [25] 叶发荣, 冯小明. 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.
- [26] 李健中. 西秦岭碎屑岩型金矿成矿地质特征 [J]. 甘肃地质学报, 1999, 8 (1): 41-47.
- [27] 黄杰, 王建业. 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.
- [28] 姜启明. 甘肃马泉金矿伴生元素特征及剥蚀程度研究 [J]. 黄金地质, 2001, 7 (2): 23-28.
- [29] 孙明. 甘肃礼县马泉金矿床地质特征及成因探讨 [J]. 甘肃地质学报, 2000, 9 (2): 28-36, 27.
- [30] 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.
- [31] 刘家军, 郑明华, 刘建明, 等. 西秦岭寒武系层控金矿中成矿元素富集规律 [J]. 黄金地质, 1999, 5 (4): 43-50.
- [32] 李亚东. 甘肃拉尔玛金矿床地球化学模式及剥蚀程度评价指标 [J]. 铀矿地质, 1994, 10 (2): 97-105.
- [33] 王世武. 拉尔玛金矿床稳定同位素特征及矿床成因 [J]. 黄金, 1995, 16 (7): 5-9.
- [34] 何海清. 西秦岭早三叠世沉积特征及其构造控制作用 [J]. 沉积学报, 1996, 14 (1): 86-92.
- [35] 闫升好, 赵彦庆. 大水式金矿床地质特征及成因探讨 [J]. 矿床地质, 2000, 19 (2): 126-127.
- [36] 李亚东. 西倾山热泉—岩溶—蚀变岩型金矿成矿模式的初步研究 [J]. 矿产与地质, 1994, 8 (1): 8-11.
- [37] 李亚东. 西倾山地区热泉—岩溶—蚀变岩型金矿成矿规律及找矿方向 [J]. 贵金属地质, 1994, 3 (2): 131-139.
- [38] 司国强, 李通国. 鹿儿坝金矿床地质特征及控矿因素分析 [J]. 甘肃地质学报, 2000, 9 (1): 59-65.
- [39] 曾佑勋, 周继彬, 刘立林, 等. 陕甘川邻接区基于 MAPGIS 的金成矿远景区预测 [J]. 地学前缘, 2001, 8 (2): 415-420.
- [40] 郭俊华, 齐金忠, 孙彬, 等. 甘肃阳山特大型金矿床地质特征 [J]. 黄金地质, 2002, 8 (2): 15-19.
- [41] 邵晓东. 从陕、甘、川三省接壤地区砂金矿矿质来源看在该区寻找岩金矿的可能性 [J]. 贵金属地质, 2000, 9 (2): 78-81.

Metallogenic rules and division of metallogenetic districts (belts) of gold deposits in Gansu province

SU Jian-ping^{1,2}, ZHANG Xiang^{2,3}

(1. Cold and Arid Region Environment and Engineering Research Institute, CAS, Lanzhou, Gansu 730000, China; 2. The Third Institute of Exploration of Gansu Province, Lanzhou, Gansu 730050, China; 3. China University of Geoscience, Wuhan, Hubei 430074, China)

Abstract: Gansu province have vast land, the Beishan, Qilian and Qinling orogen each undergo long term and complicated geological tectonic evolution and come into being a lot of gold deposits of differ background, differ types, differ characters and differ size. Gold deposits of Gansu are controlled by specifically stratum, lithofacies, magmatism, tectonic and metamorphoism. According to the metallogenic rules of gold deposit, Beishan (North and South metallogenetic belts of Beishan), Qilian, West Qinling (North, Middle and South Qinling metallogenetic belts) and Motianling metallogenetic districts and seven metallogenetic belts are divided in Gansu province.

Key words: gold deposit; metallogenetic rule; metallogenetic district (belt); metallogenetic type; Gansu