

# 甘肃省岷县寨上大型金矿床构造控矿规律 及成矿预测\*

## Structural ore-controlling regularity and metallogenic prognosis of the Zhaishang gold deposit in Minxian County, Gansu Province

刘 纲, 喻万强, 王晓军

(中国人民武装警察部队黄金地质研究所, 河北 廊坊 065000)

LIU Gang, YU Wanqiang and WANG XiaoJun

(Gold Geology Institute, Chinese People's Armed Police Force, Langfang 065000, Hebei, China)

**摘 要** 区域上NW走向的古生代隆起及早期构造线控制了区域菱形断裂系统的发育,是礼县-岷县金矿带形成的主导因素;寨上金矿床的定位则受区内次级隆起构造转折端或背斜构造倾伏端、不整合面断裂构造控制。矿区内, F<sub>5</sub>断裂沿泥盆系与二叠系之间的不整合面发育,规模大,是导矿构造,也是南北矿带的分界线。矿脉沿F<sub>5</sub>断裂两侧分布,属左行斜列压扭性断裂构造系统。矿脉主要沿不同岩性界面发育,其次产在单一板岩地层中。北矿带矿脉沿砂岩与板岩之间岩性界面分布,南矿带矿脉则沿灰岩与板岩接触界面分布。控矿构造系统的发育不仅与区域应力场有关,而且受区内基础构造和岩性的控制。早期不整合面、不同岩性的接触界面和层理、片理面是控矿构造发育的有利部位。特别是沿不同岩性界面形成的容矿断裂规模大,成矿也大;产在单一板岩之中的断裂规模小,成矿也小。金矿化具分段富集规律,北矿带大致分为纳纳牧场、寨上河西和王足路3个富集段。应在各富集段中寻找平行矿脉和深部矿化处找矿,或沿不整合面断裂和南矿带向东、北矿带向西沿容矿断裂延伸方向找矿。

**关键词** 地质学;寨上金矿;控矿构造类型;成矿规律;构造控矿模式;成矿预测

甘肃省岷县寨上金矿床是武警黄金五支队发现的一个大型金矿床,矿床位于西秦岭印支期造山构造带中,与李坝金矿床和鹿尔坝金矿床一起构成了著名的西秦岭岷礼金矿带。自从寨上金矿床被发现以后,武警黄金地质研究所、西北大学和中国地大等单位的学者(张复新等,2000;路彦明等,2006;刘家军等,2007)先后对该区进行了矿床类型、矿床成因等方面的研究工作。但是从找矿的角度看,矿区构造的研究更为重要。本文就是试图从构造这个角度上开展研究工作,搞清楚寨上金矿的构造控矿规律,为矿区的评价和深部找矿服务。

## 1 地质背景

寨上金矿大地构造位置属于西秦岭海西褶皱带北亚带西段。区域上存在一个NW向古生代隆起区(刘光智等,2007年;图1)。隆起的基底由泥盆系板岩、灰岩和千枚岩组成,西部上覆有下二叠统炭质砂板岩互层。隆起区呈一个大透镜体状,长约100 km,宽10~50 km。隆起的展布方向控制了后期盖层的沉积,为后期褶皱断裂发育的基础。

\*基金项目:武警黄金地质专项基金资助项目(HJ08-05)

第一作者简介 刘纲,男,1958年生,博士,高级工程师,主要从事矿床地质研究。

隆起南西为三叠系凹陷区的复理石沉积建造,之间以岷县-宕昌深大断裂为界。北东为上泥盆统向斜区,之间以麻蒲-马坞大断裂为界。隆起区断裂构造发育,以NW向、NWW向断裂为主,断裂的展布与隆起的形状协调一致,是一套呈卵形或菱形分布的断裂构造系统。隆起东部燕山早期花岗岩发育,构成中川花岗岩岩体群,见少量印支期花岗岩。

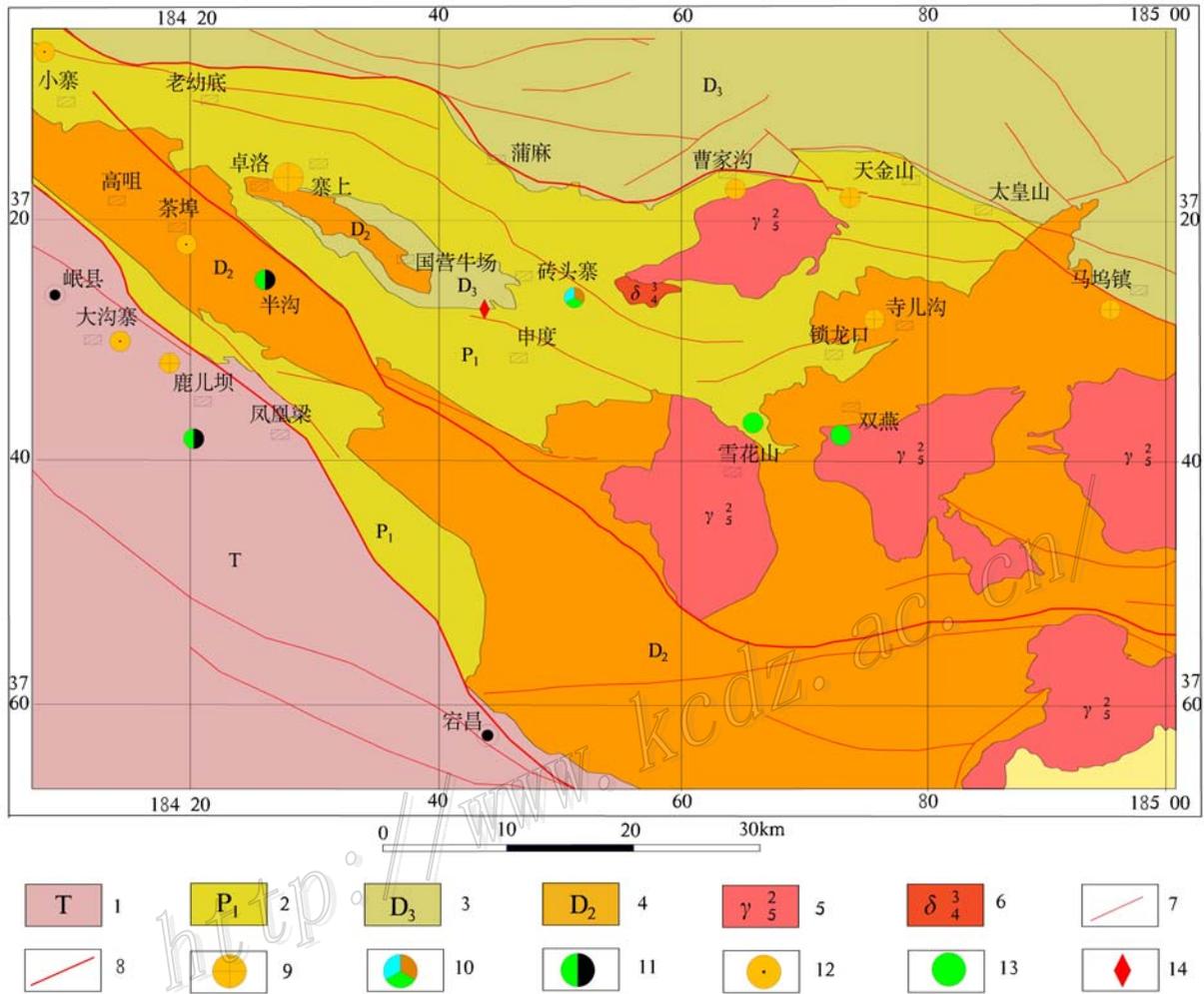


图 1 寨上金矿床区域地质图

1—三叠系; 2—下二叠统; 3—上泥盆统; 4—中泥盆统; 5—印支期花岗岩; 6—燕山早期花岗岩; 7—区域断裂; 8—断裂; 9—金矿床(点); 10—多金属矿床(点); 11—铅锌矿点; 12—铜矿点; 13—钨矿点; 14—赤铁矿点

围绕隆起区断裂及其边缘断裂、以及东部花岗岩体群,分布有一系列的金矿床(点)及1:20万化探金异常。东部矿化最强烈,集中了李坝大型、金山中型等十几处金矿床(点),北部有马坞等金矿床(点),南部有鹿儿坝大型金矿床,西部则有寨上金矿床,构成了岷县—礼县金矿带。矿化类型主要是破碎蚀变带型,以含砷高为特点,矿床属卡林型金矿(郭红乐等,2003;陈衍景等,2004;刘新会等,2005)。

寨上金矿产在卓洛—扎麻树背斜西端,但背斜发育不典型,据整个地区地质构造分析认为,该背斜可能为区内次级隆起构造。矿区范围内无岩体和岩脉出露,属于远源性成矿区。

矿区出露的地层主要是泥盆系中上统、二叠系下统及第三系。中泥盆岩性组(D<sub>2</sub>)主要为泥质和钙质板岩夹薄层灰岩和薄层细砂岩,灰岩中含腕足类化石;上泥盆统岩性组(D<sub>3</sub>)主要为紫色、灰绿色砂质板岩,底部见细砂岩;下二叠统(P<sub>1</sub>)岩性为黑色炭质板岩、粗砂岩。下部为二者互层,上部为厚层板岩夹

砂岩或厚层砂岩夹板岩; 第三系红层 (E), 为紫红色厚-巨厚层砾岩夹砂岩, 部分胶结。中上泥盆统地层分布在背斜核部, 两翼为下二叠统。

目前矿区已发现矿脉 23 条 (郭红乐等, 2003; 郑振云等, 2007; 赵文川等, 2008), 矿体则分段富集于矿脉之中, 已圈定的矿体达 17 个。矿脉总体走向为 NW-NWW 向脉, 倾向北, 顺层产出。矿脉主要由含金蚀变破碎带组成, 围岩为泥盆系或二叠系板岩和砂岩。

据矿脉分布特点, 可划分为南、北 2 个矿带。北矿带分布在背斜北翼, 主要由 9、10、11、12、19、20 号矿脉组成, 倾角相对较缓, 一般在  $40\sim 50^\circ$ 。南带主要分布在核部区, 主要由 31、32 和 41 号脉组成, 倾角相对较陡, 一般  $40\sim 80^\circ$ 。

矿石中矿石矿物主要有自然金、白钨矿、黄铁矿、黄铜矿、黝铜矿、毒砂、辉锑矿、方铅矿、闪锌矿、碲汞矿、辉砷钴矿、赤铁矿、褐铁矿等; 脉石矿物主要有石英、长石、方解石、绿泥石、高岭土、绢云母等。武警黄金五支队在探矿中发现寨上金矿各矿脉中钨的含量比较高, 部分地段可以达到工业品位, 圈出独立矿体。有用矿物成份为白钨矿。

围岩蚀变类型主要有硅化、黄铁矿化, 其次为碳酸盐化、绢云母化、毒砂化、辉锑矿化, 与成矿关系密切的是硅化、黄铁矿化。

## 2 矿区基本构造格架

寨上金矿区位于扎麻树背斜的西端, 断裂构造发育, 在泥盆系和二叠系之间和第三系之下都存在不整合面。背斜、断裂、不整合面及含矿断裂构造造成了矿区的基本构造格局。

### 2.1 背斜构造

卓洛-扎麻树背斜本身是一个区域性的背斜构造, 长约 30 km, 宽 3~6 km。五万分之一的区域地质图上, 该背斜两翼存在灰岩标志层。扎麻树背斜是该背斜的西段, 一般认为它是一个不对称的 NWW 向倒转背斜。背斜轴部大致在扎麻树沟, 轴面向北倾。背斜的核部为中上泥盆统 ( $D_2$ 和 $D_3$ ) 的薄层灰岩和板岩地层, 两翼地层为上二叠统的砂岩和黑色炭质板岩, 上下两套岩性差别较大。核部区泥盆统 ( $D_2$ ) 岩性组的 4 套灰岩地层大致两两相对应。

背斜北翼的地层比较缓, 北倾,  $40\sim 50^\circ$ 。核部地层陡, 总体上也向北倾, 但倾角陡,  $70\sim 80^\circ$ 。枢纽产状  $290^\circ\angle 5^\circ$ , 轴向产状  $290^\circ\angle 70^\circ$ 。

除了卓洛-扎麻树大型背斜构造外, 矿区南部还出露了一系列小型背斜、向斜构造。这些小型次级褶皱位于卓洛-扎麻树背斜的南翼下二叠统地层中, 属次级揉曲、褶皱。

实地观察认为扎麻树背斜确定还是存在疑问的, 其主要是依靠地层分布来确定的, 核部地层为泥盆系比较老, 两翼则分布二叠系比较新。但是两翼层位、标志层、产状及构造变动都很难对应, 翼部地层与核部地层之间缺失石炭系地层。所以认为扎麻树背斜可能是区域上一个次级隆起构造, 而非典型背斜。

### 2.2 断 裂

矿区内规模大的断裂构造主要有 6 条, 总体展布方向为 NWW-NW 向 (图 2), 与区域构造方向一致, 局部地段发现有近直立 SN 向的断裂构造。按走向分为 NWW 和 NW 向 2 组。

NNW 向组相对分布于背斜北翼, 主要有  $F_1$ 、 $F_3$ 和 $F_5$  3 条近平行的断裂组成, 走向  $280\sim 290^\circ$ ; NW 向组断裂主要分布在背斜南翼, 由  $F_2$ 、 $F_8$ 、 $F_9$  3 条断裂组成, 走向  $300\sim 320^\circ$ , 其中  $F_8$ 、 $F_9$  为一组平行断裂, 相距约 400 m。断裂带内见有自形晶黄铁矿出现, 粒度  $1\times 2\sim 2\times 3$  mm, 说明该组断裂曾有较强的热液活动, 推测与金矿化有一定关系。

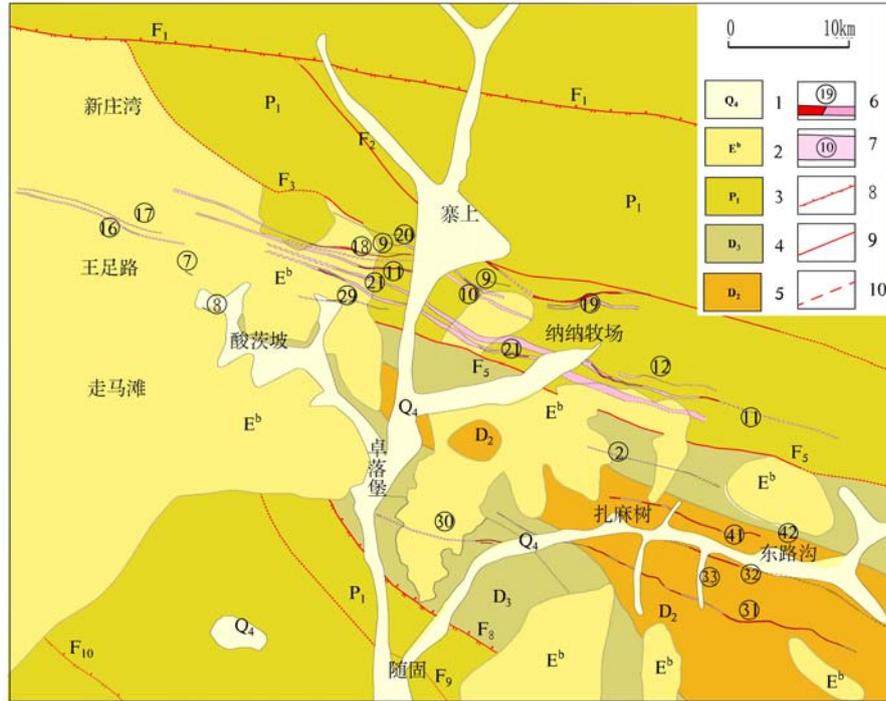


图 2 寨上金矿区地质图

1—第四系；2—第三系红层；3—下二叠系砂板岩；4—上泥盆统板岩；5—中泥盆统板岩、灰岩；6—矿体；7—矿脉；8—逆断层；  
9—断裂；10—推测断裂

其中 $F_1$ 位于矿区北部，横贯全区，为逆断层，属区域性大断裂。倾向北，倾角约 $80^\circ$ 。主要由破碎板岩、砂岩、断层角砾、擦痕、断层泥等组成，蚀变有硅化、褐铁矿化。破碎带宽约200 m，通过地化剖面验证该断裂含金性较差。

$F_5$ 是区内最重要的断裂构造，分布在矿区中部，沿泥盆系与二叠系之间不整合面发育。该断裂走向NWW向，倾向北，倾角 $60\sim 70^\circ$ 。出露宽度大，达几十米，断层泥发育。断裂破碎带中矿化和蚀变发育，已知矿脉均平行于该组断裂，分布于其两侧。所以推断该组断裂及其派生的次级断裂为本区的容矿构造。

### 2.3 不整合面构造

区域地质资料和矿区地质观察都显示出，矿区存在两大不整合面。矿区最老的地层为泥盆系，其上直接覆盖了二叠系，两者之间缺失石炭系地层，显然为不整合面构造。野外观察该不整合面构造不清晰，但上、下两套地层岩性差异很大，泥盆为泥质和钙质板岩，二叠系为炭质板岩和粗砂岩。从这方面分析，两者之间应为不整合面构造。该不整合面为规模较大的构造薄弱面， $F_5$ 断裂则是在此基础上发育起来的，形成矿区最主要的控矿断裂。

另外一个不整合面是第三系红层与下覆老地层之间的界面，在野外可以见到该面沿矿脉出现凹面，表明矿脉遭受风化凹陷作用。钻孔中也在该不整合面上面发现金矿化。

### 2.4 容矿断裂

矿区容矿构造是NWW向的层间断裂构造，为最低一个级序的断裂构造。野外表现为含矿构造破碎带，简称为矿脉。目前已发现23矿脉，分布在核部区和背斜北翼。大致分为南北两个矿带。北矿带主要为21、11、10、9、19号脉，南矿带主要是2、41、42、32和31号脉。矿脉层顺产出，产状与围岩一致。

容矿断裂宽度一般小于30 m，主要由碎裂的炭质板岩、泥质板岩、钙质板岩、粉砂岩、断层角砾、断层泥及石英脉等组成。

### 3 构造控矿规律

寨上金矿区构造复杂，既有褶皱构造，又有断裂构造。构造多期活动，相互影响。即有独特性，又有继承性。各种构造均对区内金矿化形成起到了直接或间接作用。理顺区内各种构造对寨上金矿化的控制作用，搞清规律，对认识矿床形成和找矿至关重要。

#### 3.1 容矿断裂

主要分布在背斜构造的倾伏端，是一套沿 $F_5$ 断裂两侧左行斜列分布的断裂构造系统（图 3）。

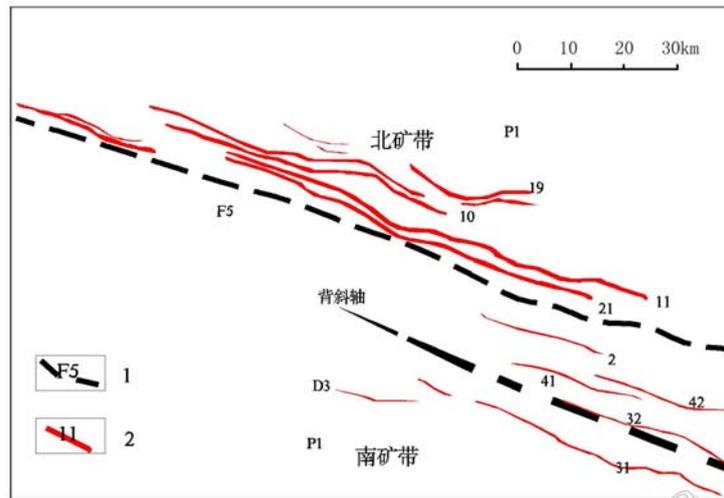


图 3 寨上金矿矿脉、 $F_5$ 主断裂分布及关系图

1— $F_5$ 断裂；2—金矿脉及编号

过去一直认为寨上金矿的矿脉分布受扎麻树背斜控制（路彦明等，2006；刘光智等，2007）南、北矿带的矿脉分列扎麻树背斜两翼。此次研究发现 2 个矿带含矿层位根本不相对应，北矿带为二叠系地层，南矿带为泥盆系地层。如果是两翼构造控矿的话，南矿带应产在扎麻树背斜南翼的二叠系地层中。但是至今在南翼二叠系地层中未见有金矿化。所以认为本区不是褶皱两翼控矿，而是另有原因。

另外，矿区的容矿断裂系统也不是简单的平行断裂系统，矿脉在走向上和倾向上的延伸不是协调一致的。北矿带含矿断裂有向西部伸展趋势，南矿带含矿断裂有向东伸展的趋势，呈左行斜列展布。

矿区南北容矿断裂构造相差较大，可以划分出 2 个矿带。考虑到 2 个矿带的界线为 $F_5$ 断裂，主要理由为：一是 $F_5$ 断裂是沿不整合面发育的规模比较大的断裂构造，可能具有导矿和容矿双重作用；二是该断裂两侧容矿围岩不同，以北为下二叠统砂板岩，以南为中上泥盆板岩和灰岩。围岩岩性差异是本区容矿断裂发育不一样和矿化类型有区别的根本原因。

#### 3.2 含矿构造类型

根据容矿断裂特点，分为构造破碎带型和断裂型两种容矿构造类型。两种类型的含矿构造均继承原岩产状，属层间断裂系统。地层陡，其中的矿脉也陡，地层缓，其中的断裂也缓。是顺层压扭性构造。

(1) 构造破碎带型，发育在北矿带，围岩为二叠系砂岩、板岩。厚度大，5~30 m。分布密集，间距 20~100 m；产状缓，倾角 30~60°。单个钻孔可见多层矿，形成带状金矿化，断层泥发育。

(2) 断裂型，发育在南矿带，围岩为泥盆系灰岩、钙质板岩。厚度小，0.5~5m；分布较稀疏，间距 10~200 m；产状陡，倾角 70~85°，个别矿脉存在反倾现象。单个钻孔只见 1 层矿，形成矿脉状金矿化。规模较小。

含矿断裂的分布样式、规模和产状既受区域构造应力场的控制，也受围岩性质的控制。在寨上矿区岩

性在本区构造形成过程中起主导作用。

同样受力作用下，北矿带岩性差异大，岩石容易破碎，形成构造破碎带。而南矿带岩性差异小，相对稳固，形成断裂。所以，构造类型受控于围岩岩性。

### 3.3 容矿断裂（矿脉）

主要沿不同岩性界面发育，而且破碎带主要发育在板岩一侧地层内。板岩层破碎强烈，砂岩和灰岩层比较完整。

寨上金矿容矿断裂顺层发育，是显而易见的事。但是进一步研究发现，在北矿带矿脉主要产于砂岩与板岩之间接触界面的板岩一侧。显然，容矿断裂是受板岩与砂岩界面控制。相对来说砂岩层比较稳定，板岩层比较易破碎。所以，含矿破碎带主要发育在界面之下或之上的板岩之中。北矿带砂岩一般为正地形，板岩为负地形。砂岩在地表凸出，可以做作控制北矿带含矿构造的标志层。

北矿带至少存在4层砂岩和3层板岩地层，通过对比（图4）可以确定，其中的6条岩性界面分别与19号、19-1号、9号、10号、11号和21号脉等6条矿脉相对应。但是在构造活动强烈的部位，上、下2条容矿构造可以合为一体，形成上百米厚的断层泥带。因此，有时感到整个板岩层似乎是一条很大的构造破碎带。

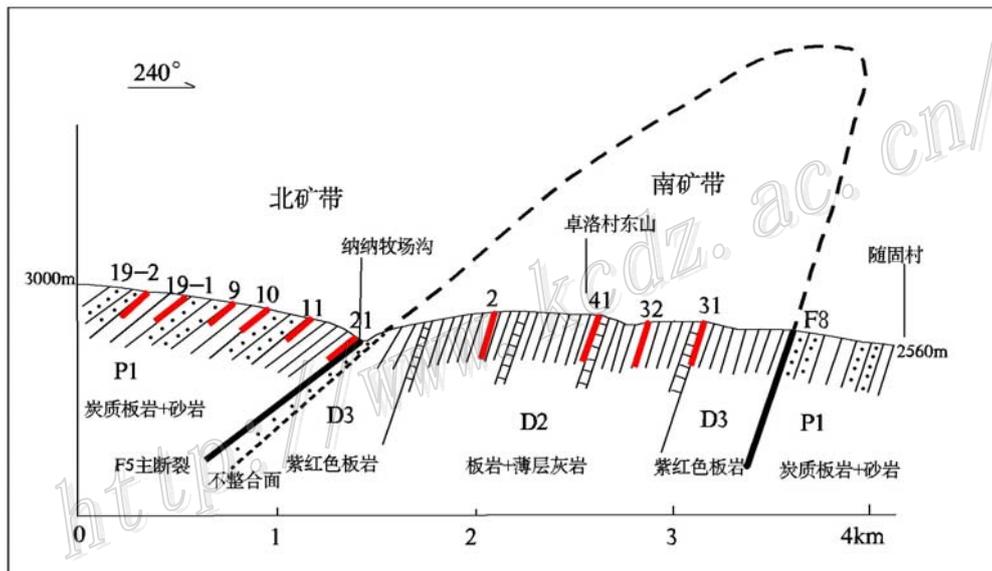


图4 寨上金矿地层-构造控矿模式（图中数字为矿脉编号）

岩性界面控制了矿脉的主体部位，不排除主体部分以外容矿断裂在走向上直接穿入板岩之中的情况，也不排除主要矿脉旁侧存在次一级支脉的可能。另外，界面附近的砂板岩互层可能更有利于构造发育。

南矿带岩性界面控矿特点没有北矿带清晰，但31号脉大致D<sub>2</sub>灰岩与D<sub>3</sub>板岩的线产出，41号脉也产在板岩所夹的薄层灰岩界面附近。表明南矿带规模较大的矿脉产出，也是与不同岩性的界面有关。只不过由于二者岩性差异小，所表现的主要是板岩内的层理控矿特点。

### 3.4 金矿化分段富集

富集段是构造转折膨大部位。通过勘探工程确定，南北矿带的矿化特点是不相同的。北矿带品位低但连续性好，南矿带品位高但连续性差，南北矿带均存在分段富集的特点。但是南矿带的两个富集段之间一般无品均，北矿带富矿段之间一般是低品位。所以北矿带见矿率明显高于南矿带，其原因可能是岩质板岩对金的吸附性高造成。

南矿带矿化为单脉的矿化分段富集，易于确定；北矿带则表现为矿化带的分段富集，相对比较难以搞清。根据探矿工程控制和民采情况，将整个北矿带划分为3个矿化富集段：①纳纳牧场段，大致在32线

到 8 线之间; ②寨上河西段, 大致在 80 线到 104 线之间; ③王足路段, 大致在 144 到 168 线之间。

其中寨上河西段和王足路段都是比较清楚的, 民采比较集中, 施工工程的品位都比较高地集中在这两段中。但是对纳纳牧场段存在疑问, 因为矿段范围比较大, 跨过一条大沟。由于受到沟的地形影响, 感觉控制的矿化比较分散。但如果排除大沟对矿化分布理解上的影响, 将沟两侧的矿化连起来, 加上 9~10 号脉之间可能存在 1~2 个矿体。这样在纳纳牧场一带就形成一个比较集中的矿化段。

矿化富集段内各条脉的中都有可能存在富矿体, 矿化品位比较高, 一般高达几克至十几克/吨, 厚度大, 达十几米。而矿化富集段之间的弱矿化段, 一般品位低。北矿带的弱矿化段品位一般只有 1~2 g/t。厚度也明显小, 只有 1~2 m。

矿化富集段是构造转折膨大部位, 一般为构造由 NW 向转向近东西部位。北矿带各富集段大致存在等距性分布, 距离为 500~700 m。矿化富集段也是民采的主要地段。

矿体分段富集于含矿构造破碎带中, 单个矿体具有向西侧伏的趋势; 不同矿脉之间的矿体具有 NNE 成列的特点; 目前发现的矿体一般都遭头部剥蚀, 剥蚀程度小于 1/3。

## 4 构造控矿模式

控矿构造系统的发育不仅受区域应力场控制, 而且还受区内基础构造、围岩性质控制。在寨上矿区乃至整个西秦岭地区, 后者显得尤为重要。早期的不整合面、不同岩性的接触界面是控矿构造发育的最有利部位, 形成的含矿断裂规模大。而岩性单一的围岩中的含矿断裂则相对窄。含矿围岩岩性的不均匀性影响控矿断裂的形成。同样受力作用的条件下, 岩性差异性比较大的砂板岩岩层比较容易破碎, 形成含矿构造破碎带。容矿断裂继承了围岩的产状。根据上述认识, 建立了寨上金矿床地层-构造控矿模式(图 4)。

F<sub>5</sub>不整合面断裂是矿区主要控矿断裂, 可能既是含矿构造, 又是导矿构造。南北矿带沿其两侧分布, 各自继承了围岩的产状。矿脉沿不同岩性的界面分布, 主要发育在板岩地层一侧。整个矿脉系统在平面上则是呈左行斜列分布, 是压扭性构造作用的结果。

区域上古生代 NW 向隆起区控制了区域性控矿断裂的发育, 导致形成了一套菱形分布的断裂系统和岷县-礼县金矿带; 在矿区, 次级隆起的转折端或背斜构造的端部(倾伏端)、不整合面等是应力相对集中的部位, 控制了矿床构造的发育, 定位寨上金矿的产出; 而岩性及岩性界、压扭性构造应力场则控制了矿脉及矿体的形成, 控制了区内断裂分布的样式。

从地质演化历史上分析, 区内的隆起构造和褶皱构造属于印支期之前形成。成矿是燕山期, 与该期的岩浆活动相对应。所以隆起褶皱构造属于基础构造, 成矿大大晚于造山期。容矿断裂构造是燕山期构造作用, 在基础构造之上形成的。控矿构造活动具有多期性, 成矿前为韧性, 成矿期为韧脆性, 成矿后为脆性活动。寨上金矿区成矿后构造活动强烈, 使目前看到的含矿构造呈破碎带状。

岩性控制了矿化类型, 板岩和千枚岩等细碎屑岩类作为含矿主要围岩, 是本区细粒型矿化(卡林型矿化)形成的主要原因。而隆起区和次级隆起区岩浆的相对活动, 则为成矿提供了热源和部分物质来源。

## 5 成矿预测

(1) 预测纳纳牧场沟两侧的 21 号和 11 号脉矿体(21-1 和 21-2 矿体)可以连成一体。在纳纳牧场沟两侧地表被剥蚀覆盖强烈, 建议在 24 线施工钻孔, 对 21 号和 11 号在沟下部矿体进行控制。

(2) 在纳纳牧场矿化富集段中, 预测存在九号和十号脉矿体。

(3) 在十九号矿脉的北侧寻找平行的矿脉。

(4) 王足路民采点与酸茨坡民采点的矿化可以连成一片。应在两个民采点之间的山坡上布置钻孔工程, 控制两者之间的深部。

- (5) 在寨上河西矿段和纳纳牧场矿段之间进行工程控制, 使这两个矿段的矿化连为一片。
- (6) 在矿化富集段进行深部找矿, 特别是原矿体没有封闭的深部找矿。
- (7) 沿矿带斜列方向找矿。北矿带向西, 南矿带向东, 如 32 号脉东部、41 号脉东部。
- (8) 沿 $F_5$ 不整合面断裂找矿,  $F_5$ 断裂规模大, 找矿前景也大。

#### 参考文献

- 陈衍景, 张静, 张复新, Franco PIRAJNO, 李超. 2004. 西秦岭地区卡林一类卡林型金矿床及其成矿时间、构造背景和模式[J]. 地质论评, 50(2): 24-42.
- 郭红乐, 陆志平, 刘爽. 2003. 甘肃寨上卡林型金矿床地质特征与控矿因素[J]. 黄金地质, 9(10): 21-26.
- 刘光智, 刘新会, 郑卫军. 2007. 西秦岭寨上金矿区深部控矿效果评价[J]. 中国地质, 34(增刊): 250-257.
- 刘家军. 2007. 甘肃寨上金矿床地质地球化学特征与成矿机制[A]. 见: 武警黄金第五支队编辑. 武警黄金部队寨上矿区技术研讨会论文集[C]. 甘肃岷县: 武警黄金部队寨上矿区技术研讨会. 1-6.
- 刘新会, 于岚, 张复新, 刘爽, 华署光. 2005. 甘肃岷县寨上金矿床地质特征与成因初探[J]. 西北地质, 38(4): 45-53.
- 路彦明, 李汉光, 陈勇敢, 张国利, 张玉杰, 李振华. 2006. 甘肃岷县寨上金矿床地质地球化学特征及成因[J]. 地质与勘探, 42(4): 28-34.
- 张复新, 张旺定, 张正兵. 2000. 秦岭造山带金矿床类型与构造背景[J]. 黄金地质, 6(4): 60-66.
- 赵文川, 彭素霞, 李涛. 2008. 寨上金矿区矿脉产状及深部找矿前景初探[J]. 黄金科学技术, 16(2): 3-6.
- 郑振云, 陈力子, 陈彩华. 2007. 寨上金矿区电法应用效果[J]. 物探与化探, (2): 42-46.

<http://www.kcdz.ac.cn/>