甘肃省文县阳山金矿带控矿构造特征及找矿方向*

Ore-controlling structure characteristics and ore-prospecting orientation in the Yanshan gold ore belt of Wenxian County, Gansu Province

李建忠，喻光明，廖海龙，皮吉波，张亿其，刘洪波

（中国人民武装警察部队黄金第十二支队，四川 成都 610036）

LI JianZhong, YU GuangMing, LIAO HaiLong, Pi JiBo, ZHANG YiQi and LIU HongBo

（No.12 Detachment of General Gold Party, Chinese People's Armed Police Force, Chengdu 610036, Sichuang, China）

摘 要 阳山金矿带位于扬子地台、松潘-甘孜地槽褶皱系和南秦岭地槽褶皱系交接的碧口地体北缘文县弧形构造带内，矿体赋存于泥盆系中统三河口组浅变质碎屑岩建造中。矿床受地层、构造及岩浆活动共同控制，构造是最主要的控矿因素，控制了岩浆活动、成矿流体运移、矿体定位、矿体形态产状和围岩蚀变的分布。文章通过对阳山金矿带断裂、褶皱和推覆构造的研究，探讨了构造对成矿的控制作用。

关键词 地质学；控矿构造；阳山金矿带；甘肃

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

阳山金矿带位于川、陕、甘三省交界的金三角地区，是武警黄金第十二支队于 1997 年发现的微细浸染型金矿床，经过 12 年的勘查工作（李志宏等，2007；齐金忠等，2006），目前矿床规模已达超大型。矿床形成受安昌河－观音坝断裂控制（齐金忠等，2001），因此，研究矿床的成矿地质特征，分析控矿因素，总结成矿富集规律，对下步矿带勘查及外围找矿具有一定的指导意义。

1 区域地质背景

本区位于陕甘川金三角区，大地构造位置处于秦岭东西向构造带南缘、松潘－甘孜褶皱系东侧与龙门山北东向构造带相交汇部位的文县弧形构造内（图 1）。

区域上出露的地层主要有碧口群、古生界泥盆系、石炭系、二叠系以及中生界三叠系、白垩系地层。区域性断裂主要由松柏－梨坪断裂、马家磨－魏家坝断裂、白马－临江断裂及松柏－梨坪断裂的次级断裂安昌河－观音坝断裂组成的文县弧形构造（图 2）。褶皱主要有关家沟－何家坝复背斜、吕家坝－冷堡子背斜。岩浆活动受控于区域构造演化，具多期次性，类型繁多，超基性、基性、中酸性火山岩和侵入岩均有出露，空间上分布广泛而零散，一般规模较小，侵入岩多呈岩株或岩脉产出，但与金矿成矿多有密切成因联系。

*第一作简介 李建忠，男，1974 年生，在读硕士，工程师，主要从事岩金普查工作，Email:lijianzhonghj12@163.com

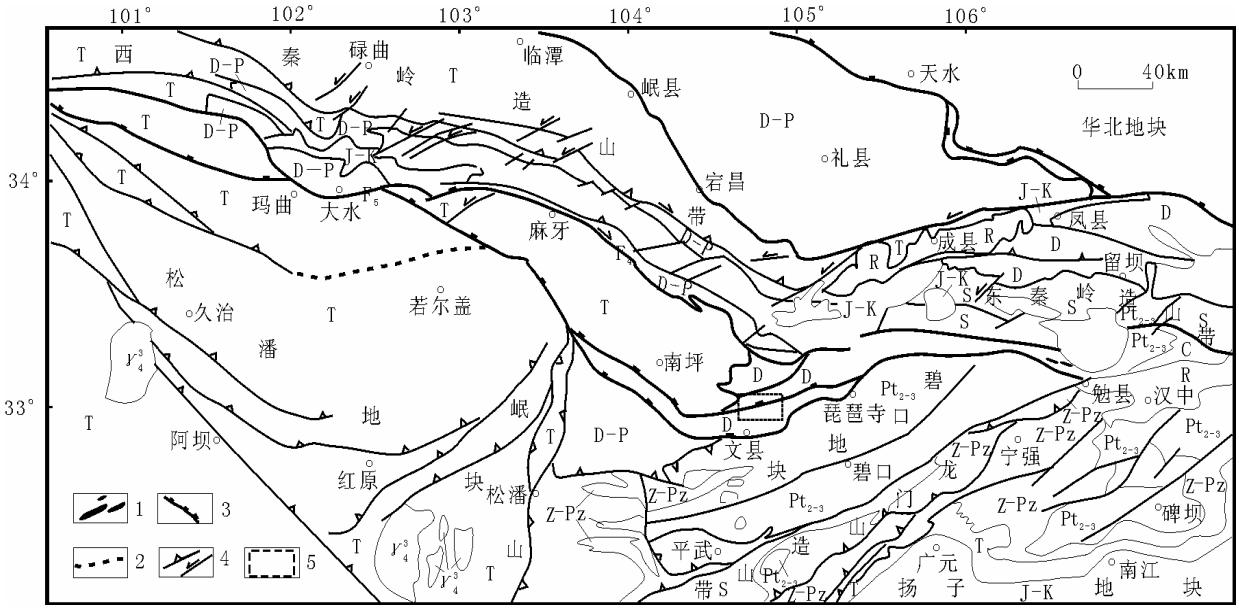

图 1　西秦岭一带大地构造略图(据张国伟，2003)

R－新生界；J-K－侏罗系-白垩系；T－三叠系；D-P－二叠系-泥盆系；S－志留系；Z-Pz－震旦系-古生界；Pt_{2-3}－中上元古界；Ar-Pt_1－太古代-元古代基底；γ_4^3－印支期花岗岩；1－蛇绿岩及相关火山岩；2－推测断层；3－缝合带；4－逆冲断层和走滑断层；5－工作区位置

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

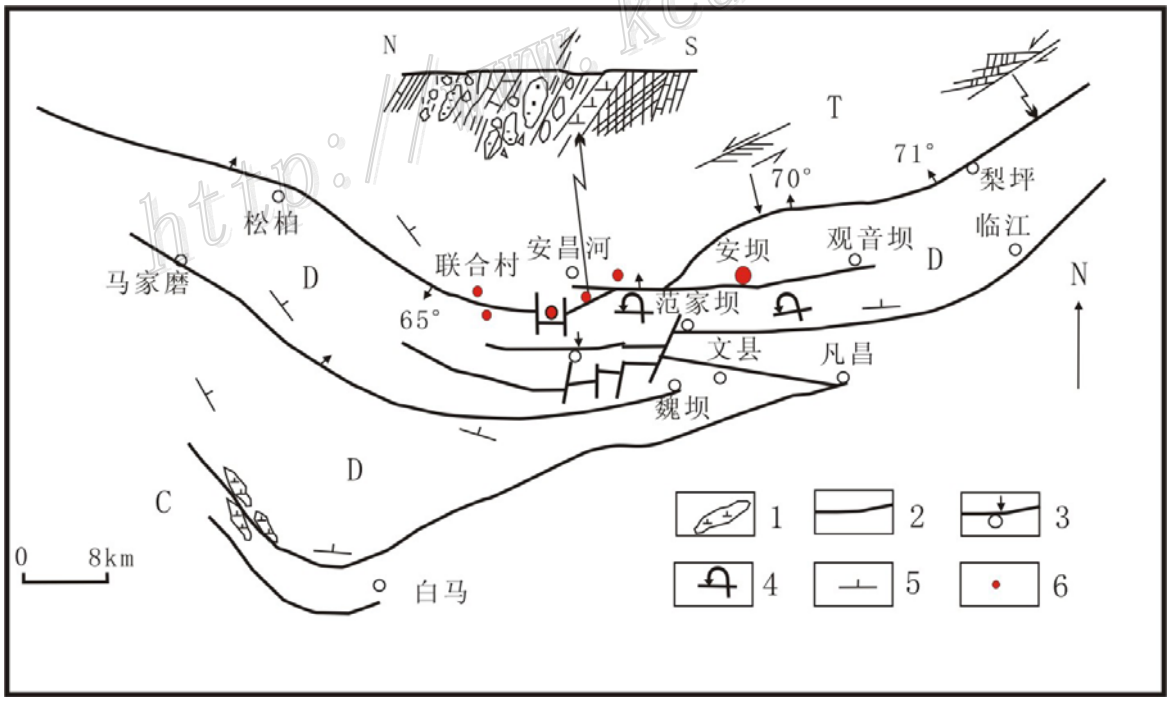

图 2　文县弧形构造略图(据杜子图等，1998)

T－三叠系；C－石炭系；D－泥盆系；Z－震旦系；1－石英闪长岩脉；2－断裂；3－倒转倾伏向斜；4－倒转地层产状；5－地层产状；6－金矿床

2 矿区地质

2.1 地 层

矿区出露地层为泥盆系中统三河口组第三岩性段和第四岩性段（图 3）。

三河口组第三岩性段：主要为一套千枚岩、砂岩及灰岩。底部有一层不稳定的含铁石英岩，为与下伏地层的分层标志，根据岩性上的差异由南向北出露有、硅质岩层、砂质板岩层、千枚岩夹砂岩层、千枚岩层、灰岩层，第三岩性段是区内的最主要的赋矿层位。

中泥盆统三河口组第四岩性段：上部为致密块状白色灰岩及深灰色中、薄层灰岩；下部为深灰色薄层灰岩、绢云母砂质千枚岩、石英砂岩互层，局部夹含铁石英岩透镜体，由于受构造破坏，产状变化较大，第四岩性段也是区内重要的赋矿层位。

2.2 构 造

松柏－梨坪断裂的次级断裂安昌河－观音坝断裂是主要的控矿构造，该断裂西起安昌河，东延至观音坝附近，全长 30 km，宽数 0.5～3 km，断裂总体为北倾，倾角为 50～70°，有分支复合现象。断裂上、下盘均为泥盆系千枚岩、灰岩和石英砂岩，而其主断面则主要沿灰岩与千枚岩的分界面附近发育。该断裂没有明显的、连续的断层面及稳定的构造角砾岩，而是由一系列次级断裂及强变形带构成，断裂带内岩石破碎，岩层褶曲变形，并伴有强烈的粘土化、硅化、褐铁矿化蚀变，局部构成工业矿体。按展布方向来看，主要存在 NEE 及 NWW 向次级断裂带。

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

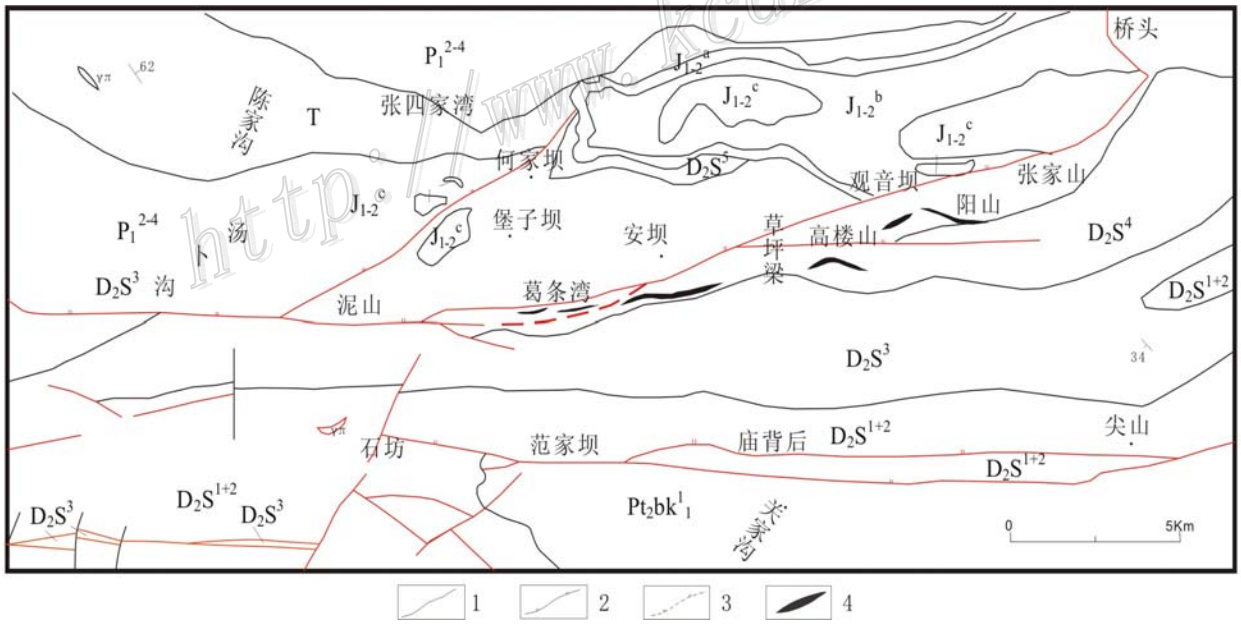

图 3 甘肃省文县阳山金矿带地质简图

J_{1-2}^a－下中侏罗统红色砾岩；J_{1-2}^b－下中侏罗统泥灰岩、页岩；J_{1-2}^c－下中侏罗统黄色砾岩；T－三叠系砂岩、板岩；P_1^{2-4}－下二叠统中部四段板岩、灰岩；D_2s^5－中泥盆统三河口组五段灰岩；D_2s^4－中泥盆统三河口组四段千枚岩夹薄层灰岩；D_2s^3－中泥盆统三河口组三段灰岩、砂质板岩；D_2s^{1+2}－中泥盆统三河口组一、二段砂岩、板岩；$Pt_2bk_1^1$－中元古界碧口群下部一段灰岩、变质砂岩；$\gamma\pi$－燕山期斜长花岗斑岩；1－实测地质界线；2－断层；3－推测断层；4－金矿化体

NEE 向断裂带为安昌河－观音坝断裂带的主要组成部分，是最重要的含矿断裂，多发育于矿带南部的断裂，主要以层间断裂破碎带的形式产出，断裂走向为 NE75°，南倾，倾角一般为 50～70°，宽 100～400 m，断裂带内岩石破碎、岩石强烈挠曲变形，并常伴有较强的热液蚀变，岩石褪色等现象。其中有多处分枝复合，或夹较硬地层的构造透镜体，绝大部分矿体产出于该断裂带中。

NWW 向断裂带在阳山金矿带各矿段均存在，主要产在葛条湾－草坪梁复背斜的北翼，与地层产状基本一致，也是一组顺层断层。一般长 500~1 000 m，宽一般为 50~200 m，走向为 95~115°，倾角一般为 40~50°，多为北倾。该组断裂也是一组含矿断裂，应成为进一步勘查的对象。

NS 向断裂在马连河、观音坝一带常见，延长较短，多小于 500 m，断层面一般陡倾，在局部有一定的矿化现象。由于受南北向挤压作用，所以，近南北向的构造多为张性构造,断距较小。

受NS向挤压作用的影响，地层普遍发生褶皱，其中规模较大的褶曲有葛条湾－草坪梁复背斜，该复背斜西起自马连河一带，向东延至草坪梁一带，全长约 10 km，宽约 1 km，在安坝一带两翼出露较全。北翼产状 16°∠45°，南翼产状 194°∠53°，枢纽产状为 105°∠1°，近于水平，略向东倾。葛条湾一带北翼较为发育，而南翼受断层影响显得不发育，在三角地一带，北翼产状陡立，局部倒转向南倾斜。除葛条湾－草坪梁复背斜外，还存在一系列的向斜构造，其中无价山向斜规模较大。其核部由$D_2s_4^3$的灰岩构成，形成无价山的主体部分，向西延至葛条，向东延至三角地一带，翼部地层受两侧破碎带的影响而显得残缺不全。局部还出现大量的小褶曲，如开阔褶曲、紧闭褶曲、倒转背斜、平卧褶曲等。

2.3　岩浆岩

矿区内岩浆活动相对较弱，以斜长花岗斑岩脉为主，目前施工的 170 个钻孔中 95%均能见到 0.5～20 m 厚的斜长花岗斑岩脉。岩脉一般长 300～500 m，宽 1～5 m，常顺层产出，多产于断裂带内，或产于断裂带附近，并且多条脉常一起形成复脉带。脉体与围岩呈侵入接触关系，围岩常有被烘烤变质现象。斜长花岗斑岩脉与矿体关系较为密切，矿体一般位于斜长花岗斑岩两侧，部分地段斜长花岗斑岩脉本身就是矿体。

通过镜下观察，岩石中斑晶主要为斜长石，条状或板状，粒度一般为 0.5～2 mm，聚片双晶常见，占 45%左右，绢云母化、粘土化较强；石英，多为粒状或团粒状，粒度一般为 0.5～1 mm，占 30%左右，有重结晶现象；钾长石，含量较少，约占 10%左右；暗色矿物黑云母、角闪石等多已蚀变为绢云母，局部可见这些暗色矿物的假象，另外，岩石中还含少量磁铁矿、锆石、磷灰石等副矿物。

2.4　矿体特征

阳山金矿带长 30 km，宽 0.5~3 km，严格受安昌河—观音坝断裂控制，由东向西分为泥山、葛条湾、安坝、高楼山、阳山和张家山等六个矿段，目前整个矿带上共发现矿脉 96 条，赋矿层位主要为泥盆系中统三河口组第三、第四岩性段，矿石类型有蚀变灰岩型、蚀变千枚岩型和蚀变斜长花岗斑岩型三种，局部可见含明金石英脉型。

安坝矿段位于阳山金矿带中部，为矿带的一个矿化集中区，目前共发现 35 条矿脉，由南向北依次划分为 305、360、311 三个脉群，探获资源量占矿带总资源量的 91%以上。其中，305 号脉群分布于矿段的南部，共发现 11 条矿脉，以 305 和 314 号脉为主。

305 号脉长约 2 100 m，矿体控制最大斜深 440 m，最大厚度 18.33 m，品位一般为 1×10^{-6}～8×10^{-6}，单

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

样最高金品位 47×10^{-6}。矿体平面上呈长条带状，剖面上呈“楔形”或似层状，矿化较连续，厚度稳定，向深部矿化减弱、厚度变薄。矿体东端最高标高 2 100 m，西端最低标高 1 477 m，有由东向西侧伏的趋势。地表大部分为第四系残坡积层覆盖，覆盖厚度 10～90 m。探获金资源量已达特大型规模。

314 号脉位于 305 号脉上盘，并与其大致平行产出，间距为 40~100 m，矿体长约 2 100 m，控制最大斜深 330 m，最大厚度为 21.80 m，金品位一般 1×10^{-6}～7×10^{-6}，单样最高金品位 20.2×10^{-6}。矿体呈似层状，局部具有膨缩现象，向深部有品位降低、厚度变薄的趋势，矿体由东向西侧伏，地表多为第四系残坡积层覆盖,探获金资源量已达大型规模。

3 控矿构造特征

3.1 阳山金矿带的基本构造格架

3.1.1 断裂

安昌河—观音坝断裂及其次级断裂为最主要的控矿断裂，断裂总体表明出压扭性的特点,目前共发现 NEE、NWW、SN 向三组次级断裂。NEE 向断裂为安昌河－观音坝断裂的主体部分，主要分布于矿带南部，断裂延伸大于 1 000 m，走向一般 70°，倾向 SE，倾角一般 50～70°，断裂破碎带宽几十米至数百米，带内岩石破碎强烈，斜长花岗斑岩脉广泛发育，热液活动较强，绝大部分矿体均产出于该组断裂破碎带中。NWW 向断裂在阳山金矿带各矿段均存在，一般长 500～1 000 m，走向 95～115°，宽 50～300 m，多为北倾，倾角一般为 40～50°，该组断裂局部含矿，在下一步勘查中需重视。SN 向断裂局部发育，延长多小于 500 m，断层面较陡，多为张性构造，在局部有一定的矿化蚀变现象，含矿性较差。

3.1.2 褶皱

矿区葛条湾－草坪梁复背斜对成矿控制作用较为明显，复背斜出现于安昌河－观音坝断裂带北侧，其向西延至泥山以西，向东至草坪梁以东，背斜枢纽走向与主断裂走向近于一致，总体为 NEE 向，近于水平，略向东倾伏，褶皱地层为泥盆系三河口组千枚岩、砂岩、灰岩。复背斜与金子山复向斜相邻，其间发育有一系列断裂构造，向斜北翼出露较全，主体为泥盆系三河口群地层，南翼地层受断裂带影响发育不全，该复背斜的南翼和核部是成矿的有利部位。

3.1.3 推覆构造

葛条湾南部推覆构造 见于葛条湾南靠近马莲河一带，整个推覆构造出露约 150 m，推覆体上盘为D_2s_3中薄层灰岩，下盘为D_2s_3中厚层灰岩夹硅质岩（石英岩状砂岩），断层面产状为 200°∠47°，推覆方向为自南向北，上盘中薄层灰岩强烈挠曲（图 4），下盘岩石近于直立，显示了较为强烈的南北向挤压。推覆构造本身为一重要的构造面，而且上覆灰岩透水性能相对较差，有利于矿液的运移。

3.1.4 隐伏岩体构造

根据 1:20 万航磁解译，阳山金矿带北侧至月照一带存在一条 NEE 向航磁正异常带，推测应为隐伏岩浆岩体形成，长达 50 km，宽达 5～15km,总体向北倾伏。目前发现的矿体均产于隐伏岩体南侧凹部。表明阳山金矿带深部的隐伏岩体能为成矿提供了丰富的成矿物质和持续的热动力条件，同时暗示在阳山金矿带深部和隐伏岩体顶部还有可能找到规模更大、品位更高的热液型或石英脉型金矿体，表明阳山金矿带深部

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

还有很大的找矿潜力。

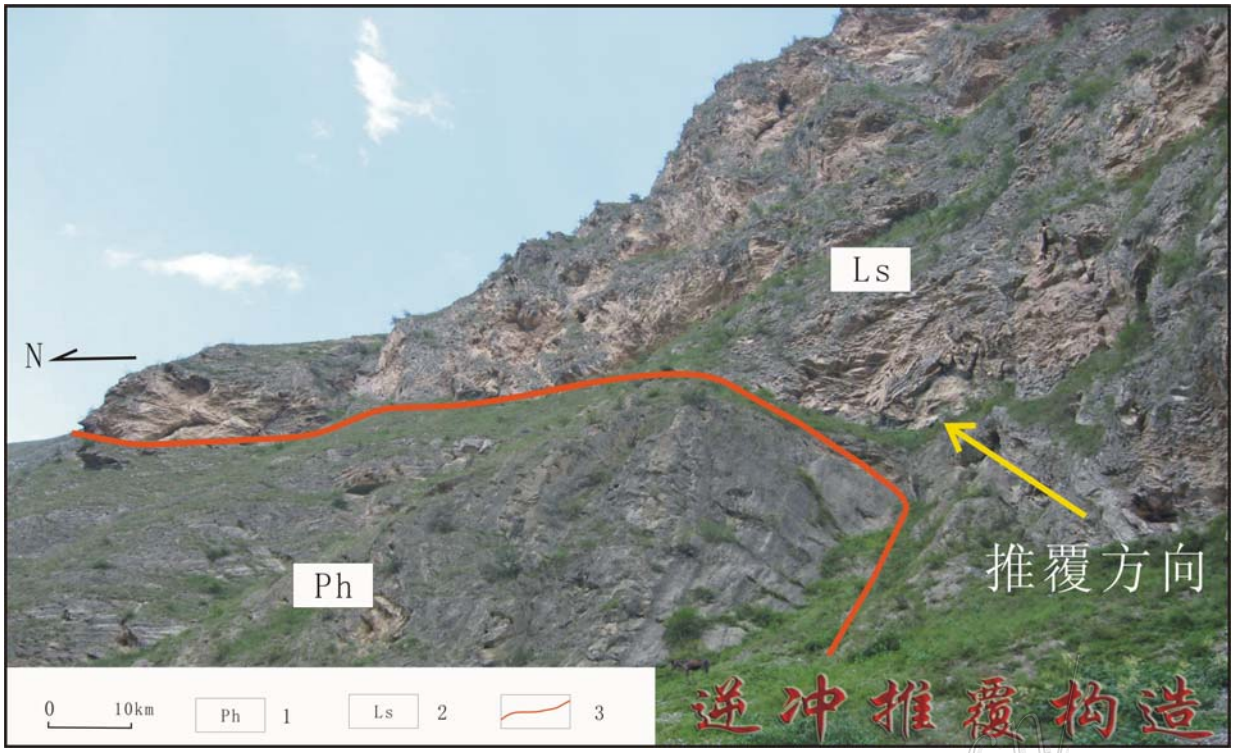

图 4　葛条湾南部推覆构造

1－千枚岩；2－灰岩；3－逆冲推覆构造面

http://www.kcdz.ac.cn

3.2　构造对成矿的控制

成矿作用受地层、构造及侏罗纪早期岩浆活动的共同控制，构造构造控制了区内岩浆活动、成矿流体的运移及矿体的定位。安昌河－观音坝压扭性断裂及其次级断裂破碎带是有利的赋矿场所；泥盆系千枚岩地层为成矿提供了有利的物理化学环境，并提供了部分成矿物质；侏罗纪早期岩浆活动为成矿提供了热动力、部分成矿热液以及部分成矿物质。因此，在安昌河-观音坝压扭性断裂扩容区岩浆活动强烈，成矿流体丰富，最有利于成矿，表现出矿脉连续性强，厚度大，品位高的特点。由于断裂构造多期次活动，为热液提供了运移通道和容矿空间，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。在南北向应力的作用下，安昌河－观音坝断裂形成了（图 5）多个扩容空间，控制了矿脉群在矿带走向上呈等距分布。含矿断裂同时具有压扭性的特点，张扭区为成矿富集区，压扭区对成矿不利，形成了同一条矿脉富集区在走向上的等距分布和尖灭再现，间距约 400～800 m。

葛条湾－草坪梁复背斜对矿体定位和矿体形态有重要的控制作用，复背斜南翼的层间破碎带是主要的含矿构造带，且北翼的蚀变破碎带延伸也较长，值得进一步工作。复背斜核部矿体趋于变厚，受到挤压后靠近背斜核部容易产生虚脱，矿体变厚，而翼部矿体变薄、尖灭，表现矿脉向深部尖灭的特点。

构造控制矿体系主要为断裂－复背斜构造复合控矿，隐伏岩体及高背景值地层为成提供了丰富的成矿物质，断裂提供了成矿物质运移的通道和容矿空间，复背斜为成矿提供充足的容矿空间，多期次的构造、岩浆、热液活动和成矿作用，最终在阳山金矿带形成超大型金矿。

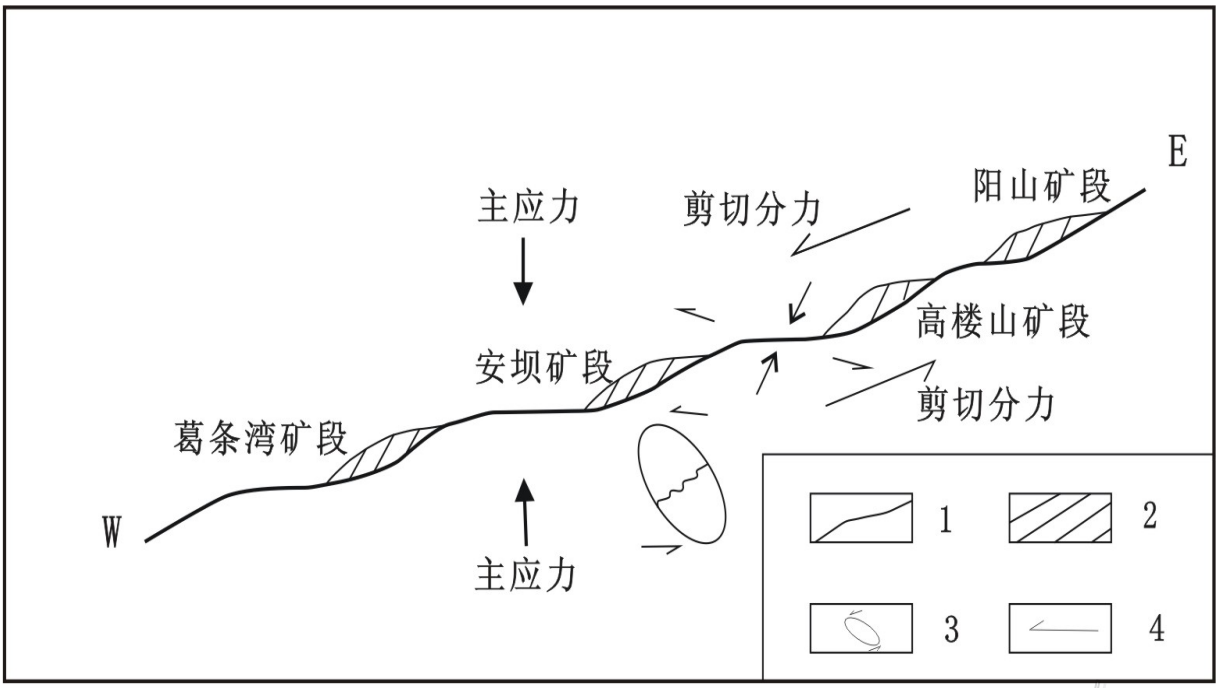

图 5 安昌河-观音坝断裂应力分析示意图

1－安昌河—观音坝断裂；2－扩容空间；3－应变椭球体表示应力状态；4－应力方向

3.3 阳山矿带成矿模式

阳山金矿带北侧发育一系列北倾的主干断裂，主干断裂主要呈顺层破碎带的形式出现，破碎带北倾，倾角 30~40°，宽 50~200 m 不等，带内岩石强烈破碎，热液活动较强，局部可见黄铁矿化。阳山金矿带南侧发育后冲断层（图 6），阳山金矿带处于逆冲推覆构造前锋褶皱的位置，目前发现的主要矿脉均产出于前锋褶皱的南翼（李志宏等，2007；齐金忠等，2006）。

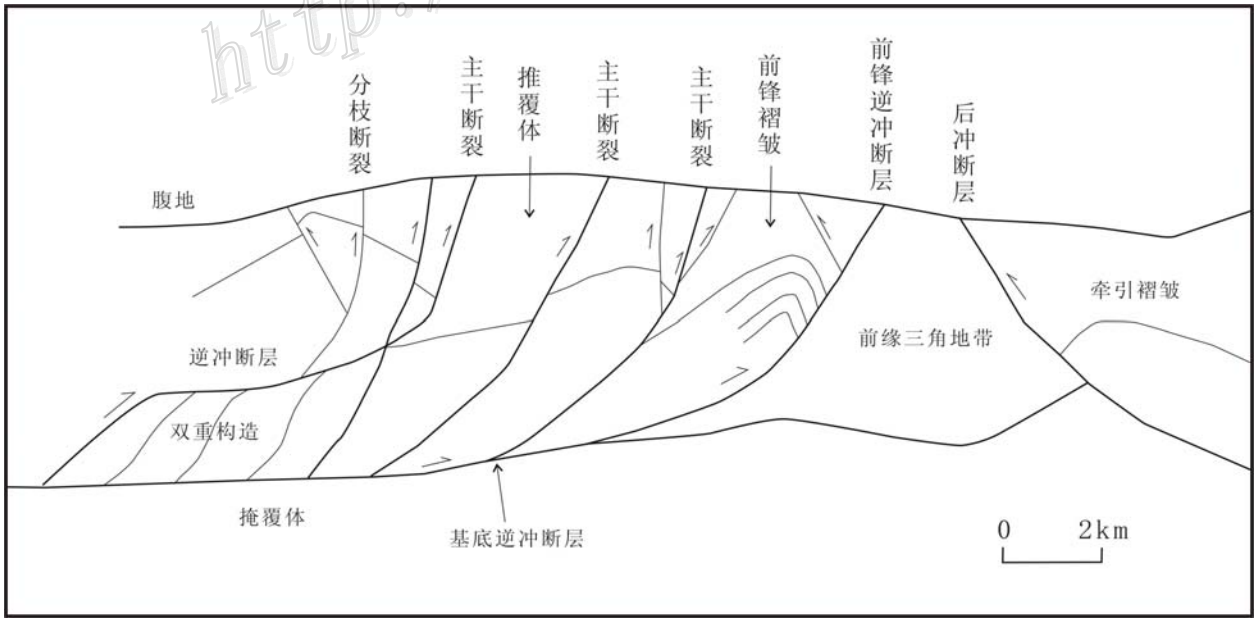

图 6 推覆构造模式图

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

安昌河－观音坝断裂的南侧主要为泥盆系中统三河口组第一、第二岩性段的灰岩地层，北侧为泥盆系中统三河口组第三、第四岩性段的千枚岩地层。在南北向主应力作用下（由北往南推），在塑性地层与刚性地层接触面形成安昌河－观音坝断裂的主断面，并在塑性地层中形成北缓南陡的前锋褶皱（图 7），深部岩浆沿安昌河－观音坝断裂由北往南上侵，深部形成隐伏岩体，浅部形成顺层或切层的岩脉。地层提供了部分成矿物质，岩浆活动为成矿提供了丰富的成矿物质和持续的热动力条件，含矿热液沿安昌河－观音坝断裂由深部往上运移，由于受安昌河－观音坝断裂南侧灰岩的阻挡，在前锋褶皱的南翼和核部成矿，背斜南翼和核部为软硬岩层交接区，应力集中，岩石破碎强烈，岩浆热液活动强烈，对成矿十分有利，而背斜北翼处于挤压剪切的构造环境中，岩石片理化发育，岩浆热液活动相对弱，且成矿空间有限，不利于形成规模矿体。

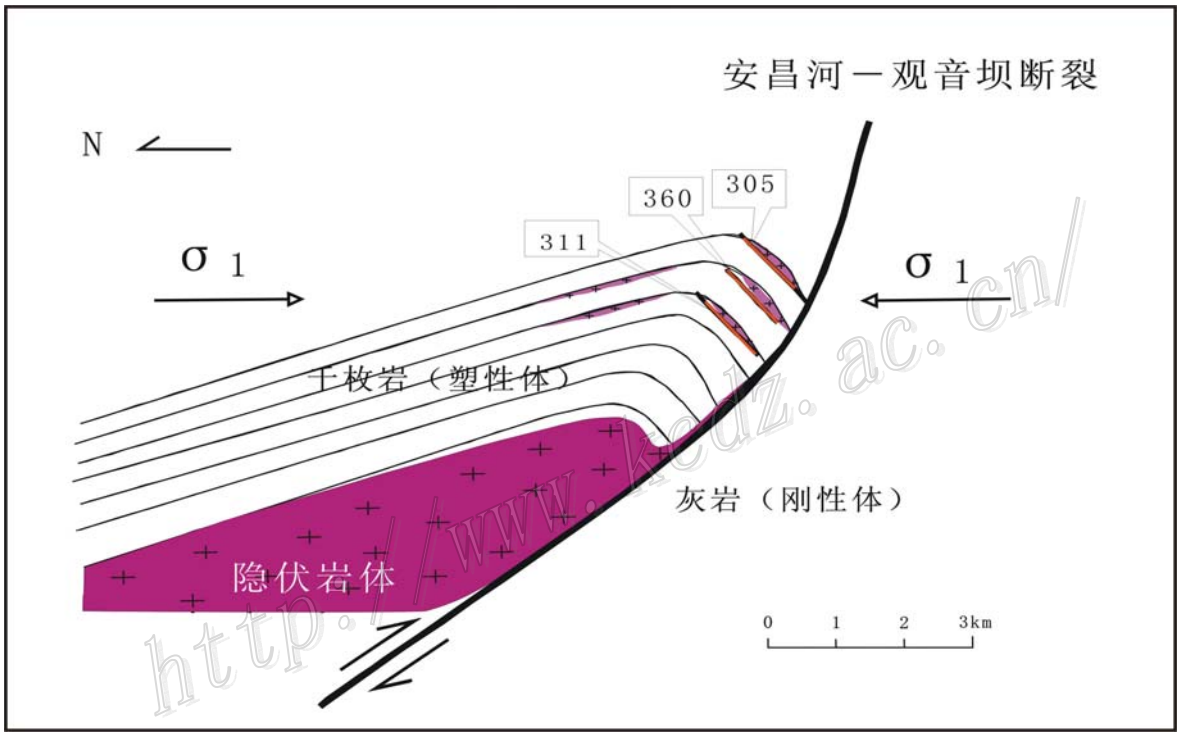

图 7　安坝矿段成矿模式图

4 找矿方向探讨

综上所述，阳山金矿带南部 NEE 向断裂破碎带是一个重要的含矿体系，是下一步找矿工作的重点。NWW 向断裂破碎带局部含矿，在下一步工作中要引起重视；SN 向张性构造含矿性较差。在勘查过程中，要充分利用地质、物探、化探、遥感等找矿方法和手段，加强综合研究（赵财胜等，2003；朱志澄等，1991；俞如龙等，2004；董瀚等，1999；齐金忠等，2001），重点对含矿构造进行追索与控制，这样才能不断扩大矿带远景规模。

参 考 文 献

李志宏，郭俊华. 2007. 甘肃省文县阳山矿带安坝矿段南部金矿普查报告[R]. 四川 成都：武警黄金第十二支队，2007.

齐金忠，杨贵才，郭俊华，等. 2006. 文县阳山金矿带构造-岩浆演化序列及构造控矿规律研究[R]. 廊坊：武警黄金研究所.

齐金忠，刘志杰，袁士松，等. 2001. 甘肃省文县阳山金矿带控矿构造研究与成矿预测[R].廊坊：武警黄金研究所.

Arthor S.Radtke. 1985. 卡林金矿地质学[M].

李杰美，王美娟. 2005. 卡林-类卡林型金矿[R]. 廊坊：武警黄金地质研究所.

董 瀚，张海峰. 1999. 堡子坝幅 1∶5 万地质调查说明书[R].

朱志澄，宋鸿林. 1991. 构造地质学[M]. 武汉:中国地质大学出版社.

赵财胜，匡 俊，李碧乐. 2003. 山东招远大河金矿断裂构造控矿规律及成矿预测[J]. 黄金，（5）:17～20.

俞如龙，张 文, 宽 华, 等. 2004. 地质译文选集[C]. 成都: 四川省地质学会.

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