

黔东南地区金矿控矿构造的空间关系分析

杜定全, 刘志臣, 孙士军, 顾尚义, 陈 璠, 杜 威

贵州大学 资源与环境工程学院, 贵阳 550003

摘 要:黔东南地区金矿的构造控矿特征明显, 所有金矿几乎都分布在背斜构造上, 控制金矿产出的构造主要有受顺层滑动和切层破裂构造控制的石英脉、断层破碎带和剪切带等三种类型, 以剪切带和顺层破裂构造控制的石英脉对成矿最为有利。这些控矿构造与褶皱作用关系密切, 有的控制了褶皱的演化, 有的为褶皱过程中形成的次级构造。笔者在系统研究区内金矿控矿构造特征的基础上, 分析了各类控矿构造与褶皱的空间关系, 建立了金矿控矿构造的空间关系模式。

关 键 词: 控矿构造; 空间关系; 形成模式; 黔东南金矿

中图分类号: P613 文献标识码: A 文章编号: 1007-2802(2010)04-0380-08

Spatial Correlation Analysis for the Structure Controlling Gold Deposits in the Southeastern Guizhou Province

DU Ding-quan, LIU Zhi-chen, SUN Shi-jun, GU Shang-yi, CHEN Fan, DU Wei

Resource and Environmental Engineering College, Guizhou University, Guiyang 550003, China

Abstract: The structure controlling gold deposits are commonly found in the southeastern Guizhou, most of them distribute in anticlinal structures. There are three major geology units which contain gold, the quartz veins controlled by layer gliding, the fault crushed zones and the shear zones. The quartz veins are the most favorable structure unit for Au mineralization among the three controlling structures. Close correlations are found between ore controlling structures and folds, some ore controlling structures control the evolution of folds, while some are the secondary structures of folds. On the basis of systematical characteristics studies of Au deposit controlling structures in the study area, authors statistically analyze the relationship between the folds and the ore controlling structures, and establish a formation model for ore controlling structures and the anticlinal structures.

Key words: controlling ore structures; space relationship; formed model; gold deposits; southeastern Guizhou

贵州省黔东南地区有三种不同类型的金矿, 即石英脉型金矿、构造蚀变岩型金矿和砂金, 金的赋存状态为: 石英脉型以肉眼可见的明金为主, 构造蚀变岩型以不可见的微细粒金为主。本文所讨论的金矿控矿构造的空间关系不含砂金。

本文根据大量野外地质调查资料, 较为系统地分析了黔东南地区石英脉型和构造蚀变岩型金矿的控矿构造的类型、各种控矿构造的控矿特征, 以及不同控矿构造间的相互关系, 并在此基础上建立了与褶皱作用相关的控矿构造空间关系模型。

以往对黔东南金矿的研究, 主要集中在对金矿

的宏观综合特征研究^[1~9]和某些矿床和矿化点的地质地球化学特征研究上^[10~25]。在构造矿研究方面, 余大龙根据天柱、锦屏地区部分石英脉型金矿与背斜构造和断裂构造的关系, 讨论过石英脉型金矿的构造控矿规律^[1]; 刘灵, 王康年等根据甲路组地层中存在的多层滑动及甲路组与四堡群之间不整合面上的顺层滑动特征, 总结分析了从江地区的滑脱构造的特征^[26]; 杨光忠根据黔东南地区金矿控矿构造与剪切作用的关系, 讨论了剪切作用在不同深度层次上的控矿因素^[7]; 从区域构造分析的角度分析了金矿与地质构造的关系^[3]; 不少学者根据黔东南地区

控矿构造的岩石变形特征,对黔东南地区金及多金属矿的构造特征、构造控岩控金特征和成矿模式等进行过模拟试验研究^[27~29]。

1 金矿的构造控矿的类型的划分

纵观黔东南地区金矿的分布,无论是石英脉型还是构造蚀变岩型,都受构造控制,笔者将这些控矿构造划分为如下类型:褶皱构造、顺滑动和切层破裂构造控制的石英脉、断层破碎带(含硅化带)和剪切带。其中层间滑动造成的顺层石英脉和剪切带是最有价值的控矿构造。

2 控矿构造的特征分析

2.1 褶皱控矿

黔东南地区的金矿受褶皱构造控制明显,几乎所有金矿都与褶皱有关,其中背斜的控矿作用最为明显(表1)。金矿体(矿化体)主要产于褶皱不同部位的层间滑动带(含顺层剪切带)、背斜转折端和陡倾翼的断层破碎带或硅化破碎带中。在现有的矿床、矿点和矿化点中,与褶皱作用有关的顺层石英脉和剪切带对成矿最为有利。

表1 黔东南地区金矿与褶皱控矿特征表
Table 1 Characteristics of gold deposits
and fold controlling ores

矿床(点、矿化点)名称	褶皱名称	金矿类型	矿(化)体产出部位
天柱下达金矿	南加背斜	石英脉型	层间滑动带
天柱磨山金矿化带	磨山背斜	石英脉型	褶皱翼部断层
天柱坑头金矿	坑头背斜	石英脉型	层间滑动带、断层带
天柱金井金矿	南加背斜	石英脉型	层间滑动带
锦屏平秋金矿	南加背斜	石英脉型	层间滑动带、褶皱转折端
锦屏八客金矿	稳江背斜	石英脉型	层间滑动带、褶皱转折端
锦屏同古金矿	山洞背斜	石英脉型	层间滑动带、褶皱转折端、翼部断层
剑河南加	南加背斜	石英脉型	层间滑动带
黎平水口	洪州背斜	蚀变岩型	背斜翼部断层带
黎平三什江	黎平背斜	蚀变岩型	背斜翼部断层带
从江翁浪金矿	加车背斜	蚀变岩型	层间剪切带
从江地虎多金属矿	加车背斜	蚀变岩型	层间剪切带
从江九星多金属矿	加车背斜	蚀变岩型	层间剪切带、断层带

2.2 石英脉控矿

石英脉型金矿是目前黔东南地区发现和开采金

矿的主要类型,笔者根据含金石英脉的分布和产状特征,将其划分为如下类型。

(1) 顺层石英脉:为黔东南地区现有勘探和开采的石英脉型金矿的主要控矿构造之一(表1)。前人对它的研究也较多,学者们多次对天柱下达金矿、锦屏八客金矿和锦屏花桥金矿层间石英脉的控矿^[11~13]、锦屏铜鼓金矿^[17]和锦屏平秋金矿^[22]的进行过分析和研究。

顺层石英脉在黔东南地区分布广泛,在许多露头剖面上均可见到,如从江地虎至翁浪公路剖面上,在加车背斜次级褶皱的两翼和转折端的甲路组钙质千枚岩的层间界面上,发育许多顺层分布的层间石英-方解石透镜体和褶皱了的石英-方解石脉;这些透镜体上的S-C面清晰,石英-方解石脉次级褶皱轴面倾斜规律明显,其代表的运动学特征指示沿层面上侧向褶皱转折端滑动的弯滑运动规律(图版照片1)。值得注意的是,黔东南地区许多有价值的金矿几乎都分布在某一背斜构造的翼部和转折端的顺层石英脉中,且上述弯滑褶皱作用特征明显,应是褶皱过程中,纵弯褶皱机制下弯滑褶皱作用的产物。

(2) 旋转石英脉:这种石英脉是流体沿弯滑褶皱作用过程中因层间剪切滑动而成的破裂构造的充填物。其特征是一般发育于相对较为能干的岩层中,破裂面或石英脉受能干层的上下层面控制,破裂面或石英脉垂直于层面而不切穿层面。研究区此类石英脉很多,即俗称的“吊脉”,同行学者往往忽略了它的成因意义。在许多露头条件较好的矿床、矿点和矿化点中,均可见到此类构造现象,如天柱大溪金矿点的地表剖面、锦屏平秋金矿和从江地虎多金属矿的坑道中(图版照片2),均可见到大量的旋转石英脉。此类石英脉的含矿性通常不如顺层石英脉。

(3) 褶皱转折端的鞍状石英脉:其最典型实例是锦屏铜鼓金矿(图1)。勘探和坑道资料证实,金矿体呈鞍状分布在山洞背斜的转折端^[13,17]。它的成因是褶皱过程中纵弯褶皱机制下弯滑褶皱作用的典型。鞍状石英脉型矿体在褶皱转折端加厚,在坑道中可见两种成因类型:一是流体沿褶皱作用过程在转折端造成的虚脱空间充填,二是次级断层造成的破碎加厚(图版照片3)。

(4) 背斜陡翼转折端断层破碎带中的石英脉:黔东南一些金矿中,背斜陡翼转折端发育一组逆断层,同行习称“背斜加一刀”,如锦屏铜鼓金矿中的F₁断层^[13,17],资料证实,地表出露的逆冲断层,在深部消失和归于褶皱转折端的鞍状石英脉或顺层石英

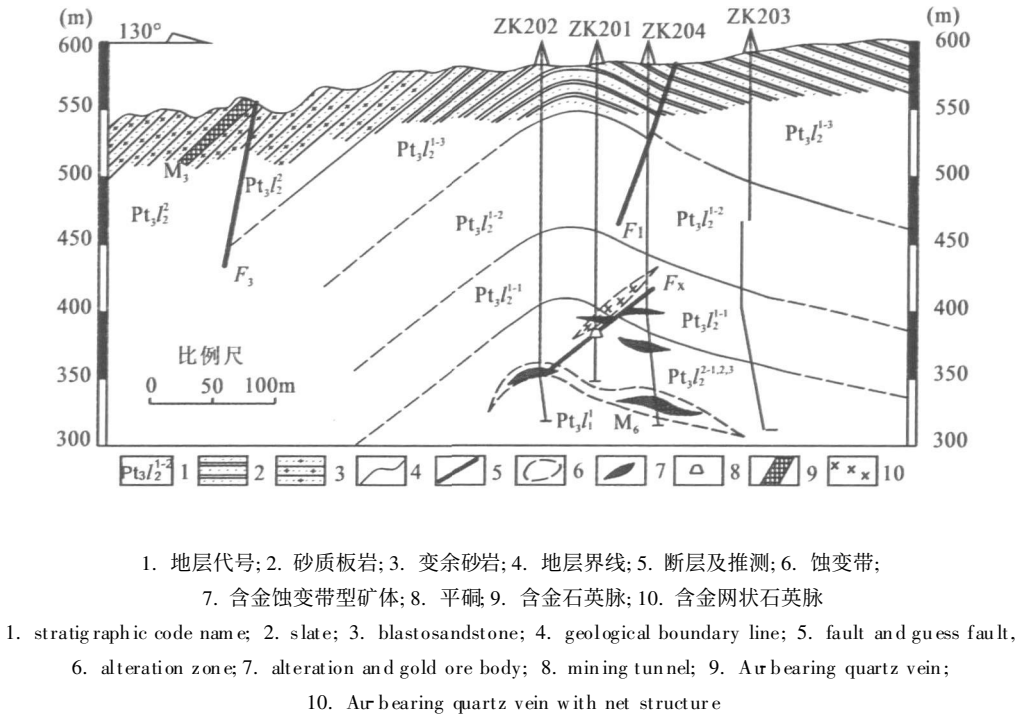


图 1 锦屏铜鼓花桥金矿勘探线剖面图^[15]

Fig. 1 Geological profile of the Huaqiao gold deposit, Tonggu, Jinping County^[15]

脉带上(图版图 1)。在其断层破碎带中,往往有与断层带产状一致的石英脉和控制破碎岩块、透镜体的网络状和透镜状石英脉产出,且石英脉往往含矿性较好。它们实际是纵弯褶皱过程中与顺层石英脉、鞍状石英脉相连接的同类石英脉在不同构造部位和不同岩性层段的切层表现,即断层在不同构造部位和岩性层段中的台阶状表现,它们与顺层石英脉、旋转石英脉、鞍状石英脉为同时形成,均为纵弯褶皱机制中弯滑作用的产物。

(5) 其他石英脉: 研究区石英脉型金矿经历了长期的构造作用过程,不同期次的构造作用除对先期形成的石英脉进行改造之外,本身亦会形成新的石英脉,这些石英脉多沿断层带分布,如天柱下达金矿 F_1 断层中的石英脉。该断层与控制金矿产出的下达背斜斜交并将下达背斜错断,沿断层带可见宽约 5 m 的硅化破碎带和硅化透镜体,这些硅化破碎带和硅化透镜体有金异常显示,但未见矿体^[11]。根据 F_1 断层切断下达背斜的证据, F_1 断层应为下达背斜形成之后的晚期断层,故虽有金异常显示,但无矿体产出。可见,区内与褶皱作用关系不大的晚期石英脉与金矿的关系不是很大。

值得注意的是,控制石英脉型金矿褶皱的转折端、翼部的某些产状变化部位,往往出现品位较高的

富金包^[19]: 石英脉的厚度加大,石英脉和围岩破碎现象明显(图版照片 3)。笔者认为,其成因可能为褶皱作用过程中,受褶皱控制的发育在翼部和转折端的囊状次级断层作用所致;锦屏平秋金矿坑道中所见的 F_x 断层即为此类次级断层(图 1)。

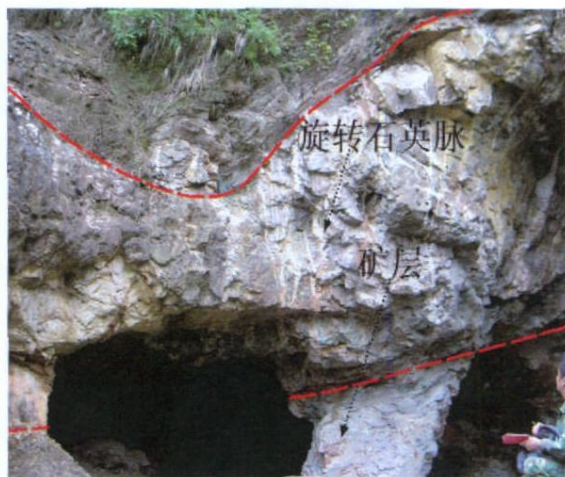
2.3 断层破碎带控矿

黔东南地区控制金矿、矿点、矿化点的断层可分为两种类型: 断层破碎带和硅化破碎带。

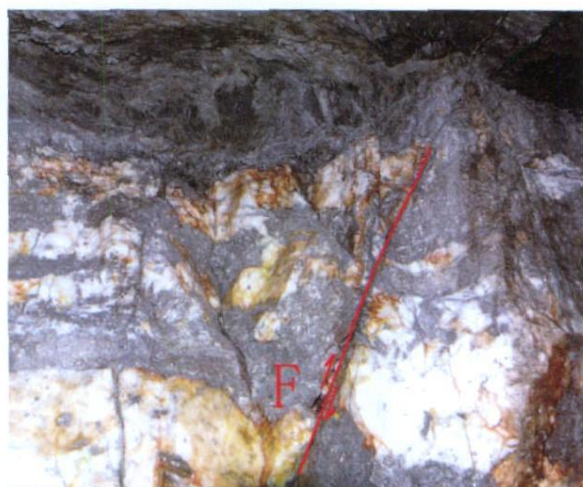
(1) 断层破碎带: 此类控矿构造往往为具一定规模的断层带,断层带中岩石破碎明显,破碎带宽一般有几十米到上百米。断层带中次级断层发育,一般以逆冲断层为主,在次级断层之间往往发育不同规模的构造透镜体,构造透镜体的 AB 面一般与次级断层平行或以小角度相交(图 5)。在剖面上往往有比较明显的变形分带,金矿化带分布在变形较为强烈的破碎带和次级断层旁侧的牵引褶皱转折端。在断层破碎带的不同部位,有少量石英脉和石英团块分布,含矿性较差。黎平水口南江和金抗金矿化点即如此(图 2)。金抗矿化点剖面中,明显可划分出强变形带、弱变形带、劈理密集带和简单变形带(浅变质原岩)。强变形带中见大量毒砂分布在破碎强烈的次级断层和次级断层旁侧牵引褶皱的转折端(图版照片 5)。



照片1 甲路组钙质千枚岩中顺层发育的
S-C型透镜体(从江翁浪)



照片2 旋转石英脉(地虎铜矿440段)



照片3 受褶皱作用控制的次级断层造成的含
金石英脉的囊状加厚(锦屏平秋金矿)



照片4 断层破碎带中的构造透镜体
(黎平水口南江)



照片5 次级断层破碎带中的毒砂



照片6 硅化带中的构造分带(天柱风溪)
(黎平水口金坑)

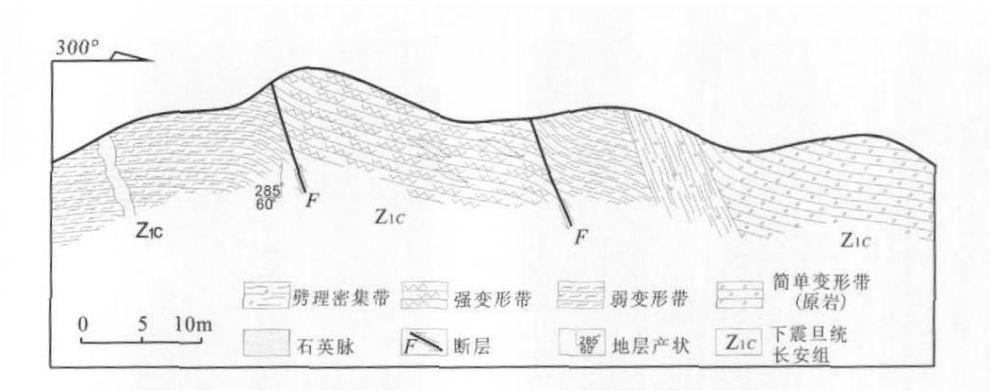


图 2 黎平水口金抗金矿化点构造剖面图

Fig. 2 Structural profile of the mineralization locations in Jinkang, Shuikou, Liping County

(2) 硅化破碎带: 该类控矿构造的一个明显特征是断层破碎带的岩石普遍受不同程度硅化。由于大量二氧化硅进入破碎带中形成硅化带, 故该带中石英脉不发育。此类控矿构造通常有一定规模, 硅化带加断层破碎带宽一般几十到上百米。在该类控矿构造中构造分带较为明显, 硅化带往往分布在断层带下断面之上、距下断面几米的破碎岩石中, 硅化带与下断面间有一断层破碎带, 强烈硅化带在空间上分布距主断面有一定距离, 这种现象可能与断层带岩石的破碎程度和渗透性有关^[30]。天柱凤溪金矿化点是一个典型的实例: 矿化点剖面上明显可以划分出断层破碎带、弱硅化带、强硅化带和硅化破碎带等几个次级构造带(图版照片 6 和图 3), 金矿化主要分布在硅化带中。

2.4 剪切带控矿

区内现已发现的剪切带型金矿主要分布在从江地虎—九星—翁浪—宰便—摆容多金属成矿带上, 其中翁浪金矿为该成矿带上具工业价值的金矿床。翁浪金矿产于甲路组磁铁石英岩、黄铁交代石英岩、绢云母石英岩、褐铁矿化石英绢云母千枚岩和基性火山岩中, 矿体呈透镜状、似层状产出^[20]。笔者对其分析表明, 金矿产于甲路组地层的顺层脆韧性剪切带中。矿体分布在变形相对较为强烈的复杂透镜体带和叠加透镜体带中, 金元素的富集与岩石变形程度有明显的相关性(表 2, 图 4), 即金主要富集于变形相对强烈的复杂透镜体带和叠加透镜体带中, 这一结论与现场开采情况一致。

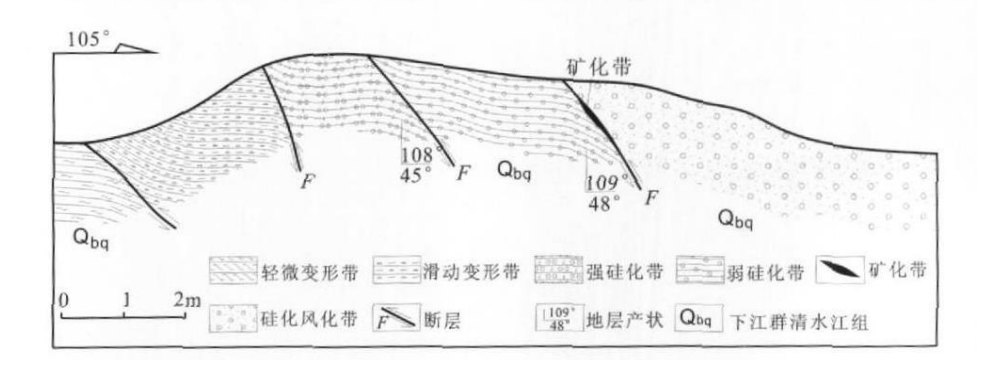


图 3 天柱凤溪金矿化点构造剖面图

Fig. 3 Structural profile of the mineralization locations in Fengxi, Tianzhu County

表 2 翁浪金矿金分析数据表

Table 2 Au contents in the samples of the Wenglang gold deposit												$\times 10^{-6}$
样品号	Wt 1	Wt 2	Wt 3	Wt 4	Wt 5	Wt 6	Wt 7	Wt 8	Wt 11	Wt 12	Wt 13	Wt 14
金含量	0.003	0.004	0.240	3.450	6.840	0.013	0.034	0.004	0.011	0.250	0.530	0.520
样品号	Wt 15	Wt 16	Wt 17	Wt 18	Wt 19	Wt 20	Wt 21	Wt 22	Wt 23	Wt 24	Wt 25	
金含量	0.650	2.200	1.190	0.021	0.255	3.580	7.720	0.047	0.320	0.006	0.002	

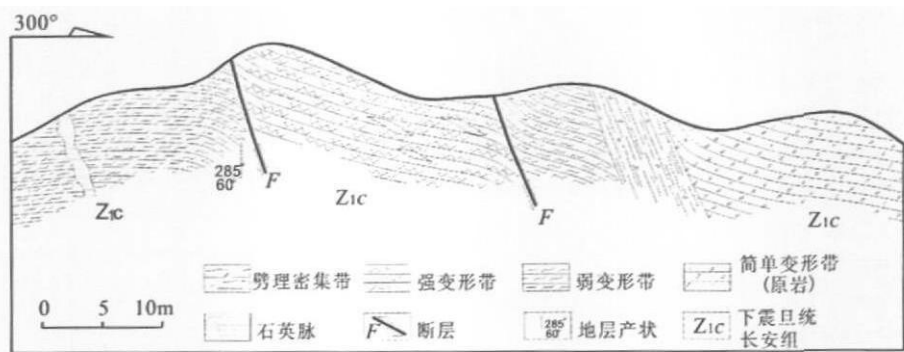


图 4 翁浪金矿构造剖面及金元素分布曲线图

Fig 4 Structural profile and distribution curve of Au in the Wenglang gold deposit

3 控矿构造的空间关系分析

褶皱弯曲往往与地层中软弱物性层中的顺层滑动作用有关^[31~34],伴随顺层滑动和岩层弯曲形成断滑褶皱的过程中,顺层断层在能干层中切层滑动形成断坡,进而产生断弯和断展褶皱作用^[32]。在纵弯褶皱作用过程中,由于顺层差异性滑动,形成一系列顺层节理(断层或剪切带)、切层而不穿层过层面的旋转节理和在褶皱转折端形成虚脱空间(往往被物质充填而形成鞍状石英脉或矿体)。而在整个褶皱作用过程中,会在背斜内侧、向斜外侧形成受褶皱作用控制的次级断层和在褶皱翼部和转折端形成次级囊状断层^[32]。

纵观黔东南地区金矿,无论是石英脉型还是构造蚀变岩型,含矿的石英脉、断层破碎带、剪切带等与褶皱作用的关系明显(表 1),而控矿构造几乎都与褶皱作用有关。

(1) 顺层发育的石英脉和剪切带。前者无疑是纵弯褶皱作用过程中的弯滑作用引起的层间顺层破碎和流体充填所致;剪切带则为褶皱底板滑脱带顺层滑动的产物,如地虎—翁浪—摆容滑脱构造带^[11],其主滑面应在中元古界蓟县系四堡群与晚元古界甲路组之间的不整合面上^[6],控制从江翁浪金矿、九星金矿化点和地虎铜多金属矿的脆韧性剪切带,实际是沿四堡群与甲路组之间的不整合面上顺层滑动的产物,应为黔东南地区表层褶皱的底板滑脱带。

(2) 表 1 中所列的产于褶皱翼部(多为陡翼)控制金矿的切层石英脉和断层破碎带,应为控制断弯和断展褶皱的切层断坡。

(3) 许多金矿点、矿化点中发育的旋转石英脉,其成因应为弯滑褶皱作用过程中的层间差异性滑动所致。

(4) 发育于背斜核部和翼部的一些次级断层,如

铜鼓金矿中的 F_x , 应为受褶皱作用控制的次级囊状断层^[32]。

根据上述控矿构造与褶皱作用的相互关系,笔者将黔东南地区两类金矿的空间关系归纳为统一的模式(图 5)。由图 5 可见,发育于甲路组地层中的顺层滑脱构造(剪切带),是表层褶皱的底板滑脱带,它既控制了地虎—九星—翁浪多金属矿产的分布,又控制了表层褶皱的形成与演化;控制石英脉型金矿产出的顺层石英脉、垂直于层面而不切穿层面的旋转石英脉和褶皱转折端的鞍状石英脉,都是纵弯褶皱作用过程中弯滑褶皱作用的产物;而发育于褶皱转折端(多为陡翼)的控矿断层(含硅化破碎带),则应为褶皱作用过程顺层滑动的切层表现。

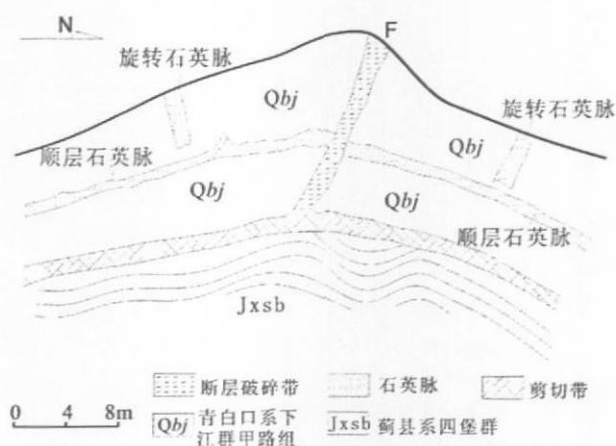


图 5 黔东南金矿控矿构造空间关系模式

Fig 5 Spatial correlation model for the structure controlling gold deposits in the southeastern Guizhou

致谢:野外工作中,得到贵州省地矿局 101 地质大队的大力支持,杨宗文、刘灵同志与笔者对本文的观点进行过有益的讨论;参加本文工作的还有研究生王睿、张家勇同学,在此一并表示感谢!

参考文献 (References):

[1] 余大龙. 黔东南脉型金矿构造控矿规律研究——兼论黔东南寻找大型金矿的方向[J]. 贵州地质, 1993, 10(4): 308– 313.
Yu Dalong. A study on regularity of structure control of quartz vein type gold deposits in eastern Guizhou and a discussion on the prospecting target for large deposits in this area [J]. Guizhou Geology, 1993, 10(4): 308– 313. (in Chinese with English abstract)

[2] 余大龙. 黔东南内生金矿找矿标志研究[J]. 贵州地质, 1997, 14(1): 55– 63.
Yu Dalong. A study on ore hunting indicators for endogenetic gold deposits in eastern Guizhou[J]. Guizhou Geology, 1997, 14(1): 55– 63. (in Chinese with English abstract)

[3] 卢焕章, 王中刚, 吴学益, 陈文一, 朱笑青, 郭迪江, 胡瑞忠, Mossa Keita. 贵州东部的地质构造与金矿的关系[J]. 地质学报, 2005, 79(1): 98– 105.
Lu Huanzhang, Wang Zhonggang, Wu Xueyi, Chen Wenyi, Zhu Xiaoqing, Guo Dijiang, Hu Ruizhong, Mossa Keita. The relation between geological structures and gold deposits[J]. Acta Geologica Sinica, 2005, 79(1): 98– 105. (in Chinese with English abstract)

[4] 卢焕章, 王中刚, 陈文一, 吴学益, 朱笑青, 胡瑞忠. 黔东南部浊积岩中金矿的地质特征和成因[J]. 矿床地质, 2006, 25(4): 369– 387.
Lu Huanzhang, Wang Zhonggang, Chen Wenyi, Wu Xueyi, Zhu Xiaoqing, Hu Ruizhong. Turbidite hosted gold deposits in southeast Guizhou: Their structural control, mineralization characteristics, and some genetic constrains[J]. Mineral Deposits, 2006, 25(4): 369– 387. (in Chinese with English abstract)

[5] 陶平, 王尚彦, 戴传固, 王敏. 黔东南地区金矿床类型及其基本特征[J]. 贵州地质, 2005, 22(4): 229– 235.
Tao Ping, Wang Shangyan, Dai Chuangu, Wang Min. The types of the gold deposits in the eastern area of Guizhou and their essential characteristics[J]. Guizhou Geology, 2005, 22(4): 229– 235. (in Chinese with English abstract)

[6] 王尚彦, 陶平, 戴传固, 旷顺达. 贵州东部金矿[M]. 北京: 地质出版社, 2006.
Wang Shangyan, Taoping, Dai chuangu, Kuang Shunda. Gold deposits in eastern Guizhou Province of China[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2006. (in Chinese)

[7] 杨光忠. 黔东南南剪切带金矿的分布规律与成矿模式[J]. 贵州地质, 2005, 22(4): 236– 241.
Yang Guangzhong. Distribution laws and metallogenic models for the gold deposits in the shear zone of southeastern Guizhou [J]. Guizhou Geology, 2005, 22(4): 236– 241. (in Chinese with English abstract)

[8] 马晓旻, 邵文阔, 张凯. 黔东南变质碎屑岩型金矿找矿前景分析[J]. 矿物学报, 2007, 27(3/4): 487– 492.
Ma Xiaomin, Shao Wenkuo, Zhang Kai. Analysis of ore prospects for metamorphic clastic type gold deposits in southeastern Guizhou Province, China[J]. Acta Mineralogica Sinica, 2007, 27(3/4): 487– 492. (in Chinese with English abstract)

[9] 孙士军. 黔桂边境地区摩天岭花岗岩体北缘成矿规律初步探讨——兼论从江地区隐伏矿床的寻找[J]. 矿物学报, 2007, 27(3/4): 483– 488.
Sun Shijun. A preliminary research on mineralization law of the northern margin of Motianling granite mass near the frontier of Guizhou and Guangxi, and concurrently a discussion on the prospecting of concealed ore deposits in Congjiang area[J]. Acta Mineralogica Sinica, 2007, 27(3/4): 483– 488. (in Chinese with English abstract)

[10] 余大龙, 周珍国, 陶红. 黔东南金矿床地质及包裹体特征初探[J]. 贵州地质, 1991, 8(3): 241– 251.
Yu Dalong, Zhou Zhenguo, Tao Hong. A preliminary discussion on geologic and inclusion features of Jintou gold deposit in eastern Guizhou[J]. Guizhou Geology, 1991, 8(3): 241– 251. (in Chinese with English abstract)

[11] 余大龙, 陈佑德. 贵州天柱下达金矿地质特征及成矿模式探讨[J]. 贵州工学院学报, 1994, 23(3): 135– 145
Yu Dalong, Chen Youde. A preliminary approach on geologic features and metallogenic model of Xiada gold deposit, Guizhou[J]. Journal of Guizhou Institute of Technology, 1994, 23(3): 135– 145. (in Chinese with English abstract)

[12] 余大龙. 黔东南八克金矿地质地球化学特征研究[J]. 地质地球化学, 1997, (2): 12– 17.
Yu Dalong. A study on the geological and geochemical characteristics of Bake gold deposit, eastern Guizhou[J]. Geology Geochemistry, 1997, (2): 12– 17. (in Chinese with English abstract)

[13] 余大龙, 吴攀. 锦屏花桥金矿床地质特征[J]. 贵州地质, 1998, 15(2): 254– 258.
Yu Dalong, Wu Pan. The geology of the huaqiao gold deposit in Jinping county of southeastern Guizhou[J]. Guizhou Geology, 1998, 15(2): 254– 258. (in Chinese with English abstract)

[14] 张杰, 余大龙, 张先煜, 杨勇俊. 贵州天柱磨山—油麻坳金矿化带岩石矿物地球化学研究[J]. 地质与勘探, 1998, 34(2): 30– 36.
Zhang jie, Yu dalong, Zhang Xianyu, Yang Yongjun. Petrological, mineralogical and geochemical study of the Moshan—Youmaao gold mineralized zone in Guizhou Province[J]. Geology and Prospecting, 1998, 34(2): 30– 36. (in Chinese with English abstract)

[15] 张杰, 余大龙, 李明琴, 张先煜, 杨勇俊. 贵州天柱磨山—油麻坳金矿化带地球化学特征及成矿作用[J]. 矿物岩石地球化学通报, 1998, 16(3): 186– 190.
Zhang jie, Yu dalong, Zhang Xianyu, Yang Yongjun. Geochemical characteristics and metallogenesis of Moshan—Youmaao gold mineralized zone in Tianzhu, Guizhou[J]. Bulletin of Mineralogy Petrology and Geochemistry, 1998, 16(3): 186– 190. (in Chinese with English abstract)

[16] 吴攀, 余大龙. 锦屏钟林断层带石英脉型金矿包裹体特征研究[J]. 贵州地质, 1997, 14(4): 321– 327.
Wu Pan, Yu Dalong. A study of fluid inclusions in quartz

- vein gold deposits restricted to Zhonglin faulting zone in Jirping County, eastern Guizhou[J]. Guizhou Geology, 1997, 14(4): 321– 327. (in Chinese with English abstract)
- [17] 吴攀, 余大龙. 黔东铜鼓金矿床地质特征及其成因探讨[J]. 地质地球化学, 1998, 26(4): 27– 32. (in Chinese with English abstract)
- Wu Pan, Yu Dalong. Geological features and genesis of the Tonggu deposit in eastern Guizhou —A discussion[J]. Geology Geochemistry, 1998, 26(4): 27– 32. (in Chinese with English abstract)
- [18] 吴攀, 叶俊, 余大龙. 黔东铜鼓金矿床成矿流体地球化学探讨[J]. 黄金, 2005, 26(10): 7– 10.
- Wu Pan, Ye Jun, Yu Dalong. Geochemistry of metallogenic fluid in Tonggu gold deposit, eastern Guizhou Province[J]. Gold, 2005, 26(10): 7– 10. (in Chinese with English abstract)
- [19] 孙士军, 潘文卯. 贵州八克金矿富金包的成因[J]. 黄金地质, 2002, 8(2): 20– 25.
- Sun Shijun, Pan Wenmao. Origin analysis of the rich gold package of Bake gold deposit, Guizhou[J]. Gold Geology, 2002, 8(2): 20– 25. (in Chinese with English abstract)
- [20] 王世杭. 从江县翁浪金矿床容矿岩石与围岩蚀变及找矿标志[J]. 贵州地质, 2003, 20(1): 41– 45.
- Wang Shihang. Host rocks and wall rock alteration in the wenglang gold deposit, Congjiang County and its prospecting evidence[J]. Guizhou Geology, 2003, 20(1): 41– 45. (in Chinese with English abstract)
- [21] 兰安平. 贵州锦屏县虎盆金矿地质特征及找矿方向[J]. 贵州地质, 2004, 21(1): 38– 40.
- Lan Anping. Geological characteristic of Hupeng quartz vein type gold deposit, Jinping, Guizhou and its prospecting orientation[J]. Guizhou Geology, 2004, 21(1): 38– 40. (in Chinese with English abstract)
- [22] 张洪信, 张华, 彭慈刚, 冯永富. 黔东南锦屏平秋金矿找矿前景初步分析[J]. 贵州地质, 2005, 22(4): 242– 245
- Zhang Hongxin, Zhang Hua, Peng Cigang, Feng Yongfu. Irritative investigation on foreground of prospecting at Pingqiu gold deposit, Jinping County, southeastern Guizhou[J]. Guizhou Geology, 2005, 22(4): 242– 245. (in Chinese with English abstract)
- [23] 朱笑青, 王甘露, 卢焕章, 吴学益, 陈文一. 黔东金矿形成时代的确定——兼论湘黔加里东成矿带[J]. 中国地质, 2006, 33(5): 1093– 1099
- Zhu Xiaoping, Wang Ganlu, Lu Huanzhang, Wu Xueyi, Chen Wenyi. Determination of the age of gold deposits in southeastern Guizhou: With a discussion of the caledonian Hunan Guizhou gold ore belt[J]. Geology in China, 2006, 33(5): 1093– 1099. (in Chinese with English abstract)
- [24] 王睿. 从江翁浪地区蚀变岩型金矿微量元素地球化学特征[J]. 地球学报, 2007, 30(1): 95– 102.
- Wang Rui. Trace elements geochemical characteristics of the wenglang structural altered rock type gold deposit, Congjiang County[J]. Acta Geoscientia Sinica, 2007, 30(1): 95– 102. (in Chinese with English abstract)
- [25] 陈璠, 杜定全, 孙士军, 张家勇. 贵州从江地虎—九星金矿流体包裹体研究[J]. 贵州地质, 2009, 26(2): 125– 128.
- Chen Fan, Du Dingquan, Sun Shijun, Zhang Jiayong. The research of fluid inclusion of Dihu Jiuxing gold deposit in Congjiang, Guizhou[J]. Guizhou Geology, 2009, 26(2): 125– 128. (in Chinese with English abstract)
- [26] 刘灵, 王康年, 李吉春, 曾昭光, 张华. 贵州从江地区滑脱构造研究[J]. 贵州地质, 2004, 20(3): 139– 144.
- Liu Ling, Wang Kangnian, Li Jichun, Zeng Zhaoguang, Zhang Hua. A study on detachment structure in Congjiang Guizhou[J]. Guizhou Geology, 2004, 20(3): 139– 144. (in Chinese with English abstract)
- [27] 吴学益, 卢焕章, 吕古贤, 王中刚, 胡瑞忠, 陈文一, 朱笑青. 黔东南锦屏—天柱地区构造控岩控金特征模拟实验及其力学分析[J]. 大地构造与成矿学, 2006, 30(3): 355– 368.
- Wu Xueyi, Lu Huanzhang, Lu Guxian, Wang Zhonggang, Hu Ruizhong, Chen Wenyi, Zhu Xiaoping. Features of rock controlling and gold ore controlling structures in the Jinping Tianzhu region, southeastern Guizhou: Simulation experiment and mechanical analyses[J]. Geotectonica et Metallogenia, 2006, 30(3): 355– 368. (in Chinese with English abstract)
- [28] 吴学益, 卢焕章, 网中刚, 陈文一, 朱笑青, 胡瑞忠. 黔东南锦屏金矿成矿模式的模拟实验[J]. 地质通报, 2007, 26(12): 1536– 1548.
- Wu Xueyi, Lu Huanzhang, Wang Zhonggang, Chen Wenyi, Zhu Xiaoping, Hu Ruizhong. Modeling experiments for the metallogenic model of the Jinping gold deposits, southeastern Guizhou, China[J]. Geological Bulletin of China, 2007, 26(12): 1536– 1548. (in Chinese with English abstract)
- [29] 陈璠, 杜定全, 吴学益, 张家勇. 贵州从江地虎金多金属矿构造特征及模拟试验[J]. 贵州大学学报(自然科学版), 2009, 26(4): 53– 55.
- Chen Fan, Du Dingquan, Wu Xueyi, Zhang Jiayong. The structural feature and simulation experiment of the gold and silver polymetallic deposit, Dihu Area, Congjiang County[J]. Journal of Guizhou University (Natural Sciences Edition), 2009, 26(4): 53– 55. (in Chinese with English abstract)
- [30] Sheldon H S, Mickelthwaite S. Damage and permeability around faults: Implications for mineralization[J]. Geology, 2007, 35(10): 903– 906.
- [31] Epard J L, Groshong R H. Kinematic models of detachment folding including limb rotation, fixed hinges, and layer parallel shortening[J]. Journal of Structural Geology, 1995, 17(85): 207– 219.
- [32] Jamson W R. Geometric analysis of fold development in overthrust terranes[J]. Journal of Structural Geology, 1987, 9(2): 207– 219.
- [33] Mitra S. Fold accommodation faults[J]. AAPG Bulletin, 2002, 86(4): 671– 693.
- [34] Mitra S. Structural models of faulted detachment folds[J]. AAPG Bulletin, 2002, 86(9): 1673– 1694.