

一种新的金矿类型——剪切带型金矿^①

何绍勳 段嘉瑞 周崇智 彭少梅

(中南工业大学)

摘 要

剪切带型金矿是受韧剪切带控制,并以剪切作用为主要成矿机制的金矿床,近年来已逐渐被认识为一种新类型金矿。广东河台金矿是剪切带糜棱岩类型金矿的典型,而新洲金矿则是推覆剪切带型金矿的代表。

关键词: 韧性剪切带, 金矿, 剪切作用

1 概述

作者从1980年起开始研究广东吴川—四会大断裂带构造^[1],提出该带是一个包括韧性剪切带等多种构造组合成的断裂构造综合体。所谓“断裂构造综合体”(Fractural-Structure-Assemblege)是由从深层到浅层的不同构造层次,从韧性到脆性的不同变形域,经历了多期构造演化,包括断裂本身、断块构造及伴生构造等组成的复杂线性构造组合。它的组成一般包括韧性剪切带、脆韧性断层、断块构造及伴生的岩浆岩体等等。同时我们也开始进行韧性剪切带与成矿的研究。广东河台金矿是近年发现的大型金矿;它处于吴川—四会断裂构造综合体上,受其内部的韧性剪切带控制,通过研究,作者提出河台金矿应属于一种新的金矿床类型,并于1986年首次称其为“韧性剪切带型金矿床”。即受韧性剪切带构造所控制,并以剪切作用为主要成矿机制的金矿床。与此同时,世界各地也开始注意研究剪切带与金矿化作用的关系^{[2][3][4]}。目前,在法国、加拿大、美国以及澳大利亚等地已广泛开展此项研究,

获得显著成绩。按照“剪切带型金矿”的观点,一些传统上被划为石英脉型的金矿床以及其它一些类型的金矿床,有一部分实际上属于“剪切带型金矿床”。例如加拿大西格玛金矿^[5]和红湖地区的金矿^{[6][7]},美国洛佩斯金矿,以及法国、印度的一些脉型金矿都被重新确定为“剪切带型金矿”。

作者近年来对剪切带与金矿床的关系进行了较系统的调查和研究,初步建立剪切带型金矿床的成矿模式(图1)。虽然由于剪切带的类型、成矿条件、以及成矿阶段不同,使不同的剪切带型金矿表现出复杂多样的矿床特征。但是,作为“剪切带型金矿床”,它有自己的基本特点,主要是:

1 受多级剪切带构造控制。区域性的大型韧性剪切带控制金矿成矿物质来源及金矿带的展布,次级剪切带则控制金矿田或矿床;

2 金矿床的控矿构造是韧性剪切带,矿床主要产于剪切带内,少数在其近旁。

一般分为糜棱岩型和脉型两类金矿床,还可以按韧性剪切带的不同类型将金矿床进一步划分;

3 金矿体的形态、产状、规模都受剪切带

^①于1991年12月5日收到

构造控制。矿体产于剪切带的强应变部位，矿化强度与剪应变强度正相关，金矿体的直接围岩常发育成以糜棱岩为主的断层岩，有时，糜棱岩就是金矿石；

4 剪切带型金矿主要产于变质岩区，区域性的大型剪切带常常是变质级别较高，而矿床往往赋存于低级变质相的次级剪切带中。这是由于变质作用促使金质活化，并从高变质相向低变质相迁移的结果；

5 剪切带型金矿的成矿作用经历了漫长多期逐步富集的过程，一般有四个成矿阶段，见图1；

(1) 早期初步富集阶段：常常伴随区域性大型高温剪切带活动，金质被活化溶滤出来，并向较低级的变质相带迁移，形成初步富集(图1-I)。

(2) 中期富集成矿阶段：形成以糜棱岩为主的深层韧性剪切带，是糜棱岩型金矿床的主要形成阶段(图1-II)。

(3) 晚期再成矿阶段：区域性剪切带的上隆和应变硬化，转化为脆-韧性剪切带，形成各种断裂，成矿溶液沿断裂充填，形成剪切带脉型金矿床(图1-III)。

(4) 后期改造迭加成矿阶段：发生在较浅

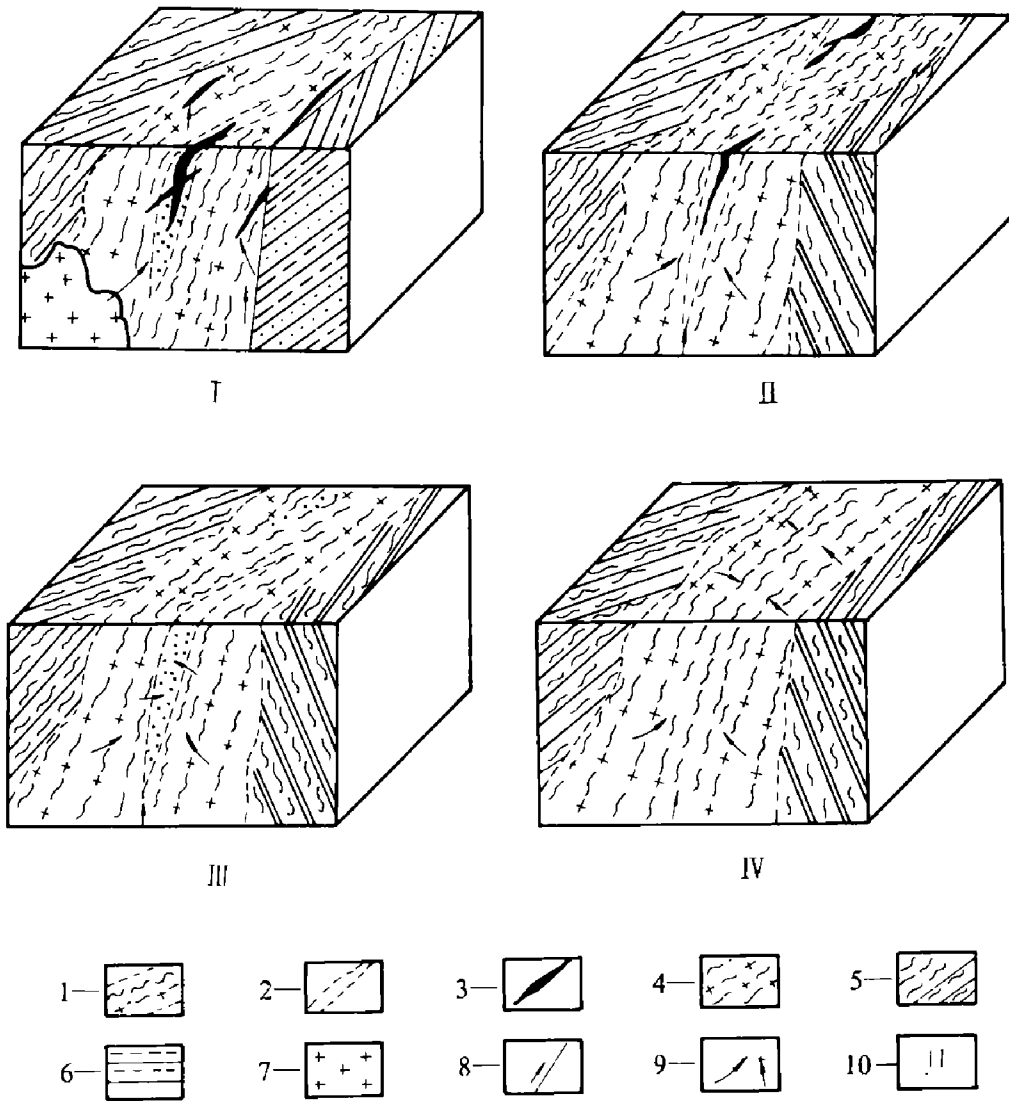


图1 剪切带型金矿模式

1—大型高温韧性剪切带；2—含金深层韧性剪切带(糜棱岩及糜棱岩型金矿)；3—脉型金矿及后期迭加改造金矿；

4—构造片麻岩(高级变质岩)；5—片岩(低级变质岩)；6—未变质或浅变质岩；7—侵入体；8—断层；9—金质运移方向；

10—成矿演化阶段(I—早期初步富集阶段), II—中期富集阶段； III—晚期再富集成矿阶段； IV—后期改造迭加成矿阶段)

的构造层次,剪切带的继续活动形成各种断裂、裂隙,含矿溶液沿其活动,形成金矿脉,也可使中、晚期形成的糜棱岩型及脉型金矿再富集成矿体(图1-III)。

值得注意的是,晚期成矿阶段与后期迭加改造阶段,都有较强的热液活动,发生热液蚀变,它会改造早、中期阶段的韧性剪切带构造,使剪切带型金矿的特征变模糊或消失。这是某些剪切带型金矿难以识别的主要原因。

6 剪切带型金矿的成矿机制尚在探讨之中,首先是物质来源问题,剪切带型金矿的一个普遍特点是与岩浆侵入体的关系不密切,一般认为金质主要来自围岩。第二,剪切带构造不仅是提供成矿时间和空间的被动因素,而剪切作用就是主要的成矿机制,由剪切作用引起的构造化学作用是成矿的主导因素,其中主要是压溶作用、出溶作用、水裂与应力蚀裂作用、构造变质作用,构造分异与分凝作用等等。第三,剪切作用造成的物理化学梯度,是成矿物质迁移富集的主要动力。第四:剪切带构造的深度大,活动时间长,应变速率慢为金质的逐步富集创造了条件。

2 剪切带型金矿床的分类

根据剪切带型金矿床的不同特点,可以有不同的分类方案,作者认为,可以有三种分类,即按剪切带金矿的矿床特征和成因进行分类,按剪切带的产状进行分类,以及按剪切带的形成环境进行分类。下面扼要介绍这三种分类方案:

2.1 按剪切带金矿的矿床特征成因划分为“剪切带糜棱岩型金矿”和“剪切带脉型金矿”两类。

剪切带糜棱岩型金矿常常受深层韧性剪切带控制,广东河台金矿是这类金矿的典型。该类金矿床的容矿岩石为糜棱岩,主要是超糜棱岩和糜棱岩,实际上,几乎整个剪切带内都含金,只是品位高低不一,金矿石就是糜棱岩;矿石的主要矿物成分简单,硫化物较少;围岩

蚀变强弱不一,金与硅的关系密切,但与一般热液硅化不同,该类金矿的石英呈细粒状,系韧性剪切带动态重结晶、压溶作用和长石等矿物分解等构造化学作用的细粒化产物,也可以说这是一种“特殊的硅化”现象,(建议称其为“剪切带硅化作用”)。

糜棱岩型金矿床的自然金成色高,粒度细,呈浸染状分散于糜棱岩矿物(主要是石英)或硫化物粒内、粒间或微裂隙中。由于剪切带构造连续性好,深度大,因此,金矿化比较稳定,矿床延深大,品位一般为中、低品位,但品位变化小,可以形成大型金矿。

该类型金矿床由于其矿体没有明显的边界,矿化蚀变较弱,常常因其标志不明显而被忽视,广东河台金矿的发现是该类矿床的重大突破。

剪切带脉型金矿主要是含金石英脉,产在剪切带内,仅个别矿脉可延至带外,矿脉围岩为糜棱岩,脉内矿物变形较强,常伴随强烈的热液蚀变,这些蚀变可以改造糜棱岩及剪切带构造,从而使剪切带的特征难以识别。

剪切带脉型金矿常常迭加在糜棱岩型金矿之上,二者可以同时发育,但据现有资料,常常是以一种为主,因此,其中一种金矿的存在,可以为寻找另一种金矿提供依据。广东河台金矿以糜棱岩型为主,也有少量脉型金矿迭加在糜棱岩型金矿之上。

剪切带脉型金矿是剪切带晚期成矿阶段形成的,它往往是韧性剪切带发展到后期,由于地壳上升和应变硬化等原因,递变为脆-韧性剪切带,产生断裂,形成含金石英脉,这种受剪切带控制的断裂,应该属于 Tchalenko 于1968年提出的五种断裂类型^[8],即R-断裂(又称瑞德尔剪切)、R'-断裂(瑞德尔共轭剪切)、D-断裂(主剪切)、P-断裂(逆剪切)和T-断裂(张断裂),(图2-A)。其中最常见沿D-断裂的矿脉,其次为R-脉和T-脉。(图2-B)。

2.2 按剪切带产状划分为“走滑(平移)剪切带型金矿”和“推覆(逆冲)剪切带型金矿”两大类

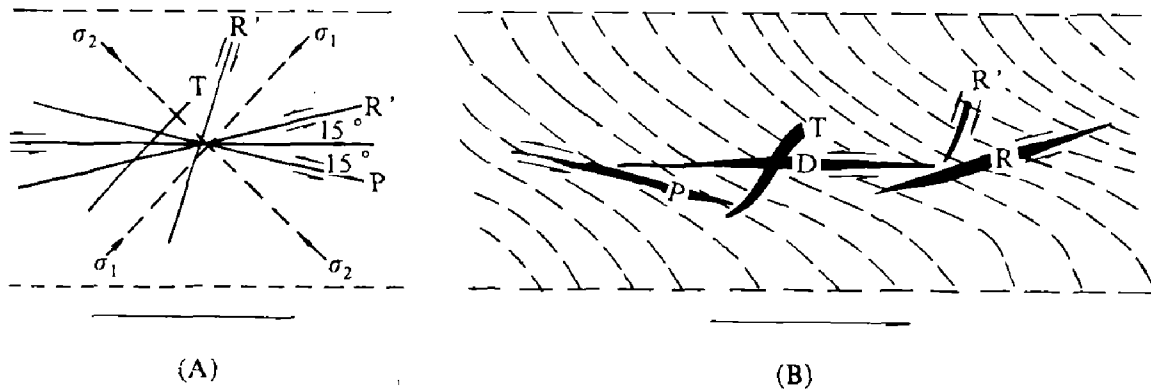


图2 剪切带内可能出现的断裂系(A)(据 Tchalenko1968 修编)及脉(B)(据 Roberts 1987)

R—低角度瑞德耳剪切裂隙(与剪切带边界成 15° 交角); R'—为高角度共轭瑞德耳剪切裂隙(与剪切带成 75° 交角); P—逆向剪切裂隙或压力剪切裂隙(与剪切带边界成 5° -10° 交角); D—主剪切裂隙(与剪切带边界平行); T—张裂隙

河台金矿是走滑剪切带型金矿床的代表, 这类矿床的矿体产状较陡, 剪切带的剪切指向近水平, 它们的走向较稳定, 延深也大, 世界上许多金矿属此类型。

推覆(逆冲)剪切带金矿床是近几年才注意到的一种新类型, 它受逆冲推覆构造的逆冲剪切滑动带所控制, 矿体产状较平缓, 且有起伏变化, 由于推覆剪切带的产状和规模都有较大变化, 因此金矿床的分布也不稳定, 矿体的形态、产状以及品位变化都较大。广东清远新洲金矿、江西金山金矿、云南墨江金矿都属于推覆剪切带型金矿。

2.3 按剪切带的形成环境划分为“深层剪切带型金矿”和“浅层剪切带型金矿”两大类

近年来, 对韧性剪切带形成背景与环境条件的认识有所扩展, 原有的韧性剪切带概念已经不能包容多种多样的韧性剪带特征, 作者为此将韧性剪切带按变形域划分为三类。即超深层流变域的高温韧性剪切带, 深层韧性域的深层韧性剪切带和浅层脆-韧性域的浅层韧性剪切带。三者都可以形成金矿床, 但高温剪切带一般只形成后期的脉状金矿, 其成矿与韧性剪切作用关系已不十分密切。后两类则是重要的剪切带型金矿, 其中深层剪切带金矿就是产于一般概念的韧性剪切带内, 河台金矿属此, 是最重要的金矿类型。浅层剪切带型金矿可以新疆金窝子金矿为代表, 这种剪切带的脆性破裂

与塑性变形都很发育, 碎裂岩与糜棱岩并存, 金矿化常常不均匀, 一些推覆剪切带型金矿属这一类型。

3 广东河台金矿

河台金矿位于广东省高要县河台, 是一个大型金矿。

河台金矿受多级剪切带控制, 控矿的 I 级构造是区域性的“吴川-四会断裂构造综合体”, 河台金矿处于其西北部。吴川-四会断裂构造综合体长 300 余公里, 宽数 10 公里, 由五个构造单元组成, 粤西地区金矿主要沿该综合体分布。

宋桂断裂带是吴川-四会断裂构造综合体的西部单元, 是河台金矿的 II 级控矿构造。该断裂带由几个韧性剪切带、断层及侵人体组成, 其中石涧、江屯等韧性剪切带属高温剪切带, 由构造片麻岩组成, 代表剪切带型金矿早期初步富集成矿阶段的构造-成矿活动产物。宋桂断裂带是一条金矿带, 该带上至今已发现上百个金矿床或矿(化)点。仅剪切带型金矿就已有四个中-大型矿床。

河台韧性剪切带是河台金矿的 III 级控矿构造, 构成河台金矿田构造, 呈 NE55° 方向延伸, 由高村、云西、后迳等 10 余条次级含金剪切带斜列组成。

含金韧性剪切带是IV级控矿构造, 它控制了河台金矿的矿床和矿体, 其性质为发育良好的深层韧性剪切带^[7], 剪切带内由糜棱岩系列为主的断层岩组成, 包括糜棱岩化片岩、初糜棱岩、糜棱岩和超糜棱岩, 另外还有少量构造熔岩(假玄武玻璃)。金呈细粒至微粒状分散于整个剪切带内, 但达到工业品位的矿体只限于糜棱岩和超糜棱岩带中(图3)反映矿化与应变强度正相关, 矿体无明显边界, 其产状与规模与剪切带协调, 矿化稳定, 延深达1 km以上。

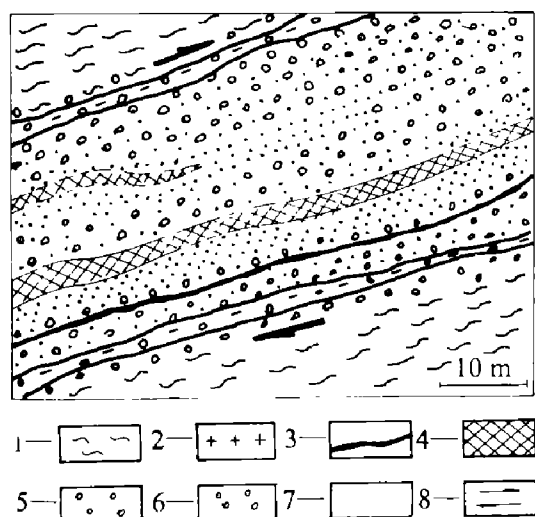


图3 广东河台高村金矿床地质平面略图(局部)

1—混合岩化云母片岩; 2—花岗质脉; 3—构造熔岩(假玄武玻璃); 4—金矿体; 5—初糜棱岩; 6—糜棱岩; 7—超糜棱岩; 8—韧性剪切带及剪切指向

河台金矿经历了长期的成矿过程, 其金质主要来自震旦系变质岩层。早期(加里东期)吴川—四会断裂构造综合体的高温韧性剪切带活动伴随混合岩化作用, 使金从岩石中熔滤出来并向低级变质的片岩残留体迁移, 形成初步富集。中期海西—印支期形成河台剪切带及含金剪切带, 形成糜棱岩型金矿, 是该区主要成矿期。晚期剪切带递变为脆—韧性性质, 发生断裂, 形成少量石英脉型金矿。后期(燕山期)发生以脆性为主的脆—韧性断裂活动, 伴随热液

作用, 形成局部的富矿体。

河台金矿的规模大, 成矿与控矿因素发育全, 可以作为剪切带型金矿的建型模式与范例。

4 新洲推覆剪切带型金矿

新洲金矿位于广东省清远县新洲地区, 是粤北近年发现的大型金矿。它受新洲逆冲推覆构造控制, 在区域上又是吴川—四会断裂构造综合体金矿带的北延部分。

新洲逆冲推覆构造呈北东向, 长约25 km, 宽约10 km^[9], 它的I级到IV级逆冲推覆断层带, 对金矿具有不同时期、不同类型和不同程度的控制作用, 形成一个完整的金矿成矿系列^①。I级逆冲推覆断层带(F_I) (图4)产状近水平, 是外来系统与原地系统分界的主逆冲断层, 它由大于20—15 m厚的碳质、长英质、硅质及碳酸盐质的糜棱岩化岩石组成, 形成石英—碳酸盐糜棱岩型金矿, 品位较低, 矿体成囊状。I级断层带是含矿溶液的主要通道。

II级逆冲推覆断层带(F_{II})共有六条, 为缓倾斜的犁式冲断层(图4), 沿断层发育钠长石化和碳酸盐化, 金矿化主要产于逆冲推覆晚期遭受脆—韧性和脆性剪切作用的钠长石岩中, 富矿体与钠长石岩的碎裂程度有关, 是主要含矿部位, 金品位高, 平均15.78—78.6 g/t, 最高达1166 g/t。

III级逆冲断层带(F_{III})发育在推覆片体内主体斜卧褶皱的倒转翼, 一般有长英质脉充填。IV级(F_{IV})逆冲断裂受 F_{IV} 制约, 产状复杂, III—IV级逆冲断层的金矿化一般发生在紧邻 F_{II} 的下盘区段, 由含金碎裂毒砂黄铁矿脉、碎裂含硫化物石英脉及糜棱岩的矿化碎裂岩组成, 表现出晚期至后期的迭加改造成矿性质。

综上所述, 新洲金矿受多级逆冲推覆断裂控制, 属“推覆剪切带型金矿”, 成矿热液兼有

①彭少梅. 1991. 广东省清远县—英德地区新洲逆冲推覆构造及其与金矿化的关系, 博士学位论文, 中南工业大学

变质热液和混合岩化热液特点。金矿化发生在推覆运动的中晚期。早期(韧性)矿化主要发生在I级逆冲推覆剪切带中,形成石英-碳酸盐糜棱岩型金矿床,品位低,规模大,成矿温度较高,深度也比较大。中晚期(脆-韧性)先产生R、D、P等裂隙(图2),并为钠长石、石英、硫化物及碳酸盐等矿物充填交代,以后又经强烈的脆性变形改造成碎裂岩系列的岩石,在II级逆冲推覆断层带中,形成碎裂钠长石岩

型金矿床,品位富,成矿温度较高,深度中等。晚期(脆性)矿化发生在III-IV级逆冲推覆断层带中,形成富硫化物石英脉型金矿床,品位中等,成矿温度较低,深度小。总之,从早期到晚期,变形环境由韧性到脆性演化,成矿温度、成矿压力、差异应力、成矿深度及成矿物质来源等均随之发生有规律的变化,构成一个“推覆剪切带型金矿”完整的矿化系列。

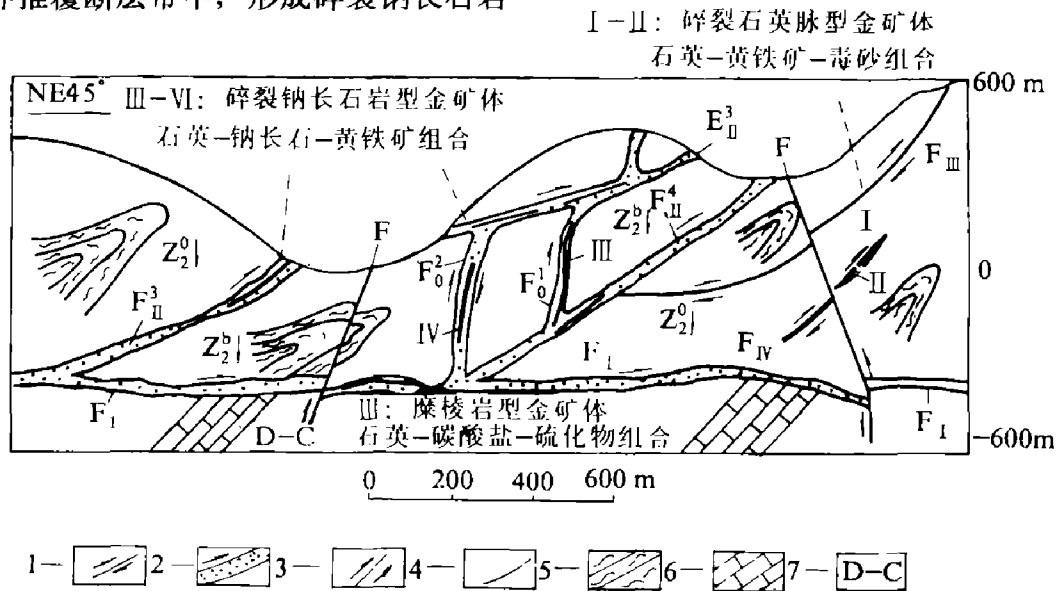


图4 粤北新洲褶皱式逆冲推中覆构造 I级-IV级逆冲推覆构造及推覆剪切带型金矿综合剖面图

Z₂₁^a—震旦系下统下组; Z₂₁^b—震旦系下统中下组; Z₂₁^c—震旦系下统上组; F₁—I级逆冲推覆断层带; F₃₁—II级逆冲推覆断层带及编号; F₁₁—III级逆冲推覆断层带; F₁₄—IV级逆冲推覆断层带; F₂₀—高角度逆冲断层带; F—后推覆期逆冲断层; 1—低角度逆冲断层; 2—糜棱岩及碎裂岩带; 3—逆冲断层; 4—金矿体及编号; 5—二云石英片岩; 6—碳酸盐岩; 7—泥盆系-石炭系

参考文献

1 He S, Peng E, Duan J, Xu A, Xi X and Zhang Z. J. Cent South Inst. Min. Metall., 1989, 20(4): 331~338
 2 博纳梅宗 M. 国外地质科技, 1987, 5: 24~33
 3 肖庆辉. 地质科技参考资料, 1988, 7: 1~9
 4 周崇智, 段嘉瑞. 矿产与地质, 1988, 2(3): 10~17

5 Robert F, Brown A C, Audd A J. Canad Ist Min. Metall Bull., 1983, 76(850): 72~80
 6 Roberts R G, Geosci Canada, 1987, 14(1): 37~52
 7 Tchalenko J S. Tectonphy, 1968 6(2): 159~174
 8 鼓少梅, 段嘉瑞, 何绍勋, 伍广宇, 张奋生, 陈思祥. 广东地质, 1990, 5(4): 79~9