

贵州东南部的地质构造与金矿床的关系

卢焕章^{1, 2)}, 王中刚¹⁾, 吴学益¹⁾, 陈文益¹⁾, 朱笑青¹⁾

郭迪江²⁾, 胡瑞忠¹⁾, MOUSSA Keita²⁾

1) 中国科学院地球化学研究所, 贵阳, 550002; 2) 魁北克大学地质系, G7H 2B1, 加拿大

内容提要: 本文研究了贵州东南部的天柱、锦屏和黎平地区的地质构造特征、该区金矿床特征及其与地质构造的关系。认为区内北部和南部相距数十公里的两条近东西向的基底剪切断裂带构成了本区地堑式的构造格局。由于这两条东西向剪切断裂的剪切作用, 形成了本区以北东向为主的褶皱和剪切带。北东向褶皱和剪切带构造是在加里东期形成的, 同时也发生了绿片岩相的变质作用。在背斜形成的同时或稍后剪切作用开始发生, 剪切作用继承着北东向, 形成了若干条与褶皱轴平行或相交的剪切带。成矿流体沿着剪切带上升, 一方面在剪切带中沉淀出穿层产出的不整合破碎带型金矿体, 即透镜状含金石英脉; 同时大部分充填到由背斜和剪切作用形成的层间裂隙或层间破碎带中, 从而形成赋存于浊积岩的顺层产出的层状含金石英脉金矿床。这种类型的含金石英脉, 无论在品位(多数可见明金)、储量和产量方面均很有前景, 并且有着十分重要的学术意义, 因为这在国内还是首次发现。

关键词: 浊积岩中金矿床; 贵州东南部; 基底断裂带; 褶皱构造; 剪切带

贵州东南部的天柱、锦屏和黎平县产出大量的石英脉型金矿床(王晓青等, 1939; 喻德渊, 1944; 贵州省地质矿产局, 1987; 王砚耕, 1996; 卢焕章等, 1999)。但是, 对这个地区的地质构造与金矿床的关系以及金矿床的规模和成因, 至今未进行过详细的研究。1958年起, 黔东南地质队对该区的金矿作了初步地质评价。20世纪70年代以来, 贵州省地质矿产局11队和103队、贵州省有色地质勘查局所属地质队等在该区开展过勘探。后来, 由于黔西南发现了新类型的微细浸染型金矿, 贵州省的金矿地质勘查工作发生了重大的战略调整和转移, 而黔东南金矿的工作就搁了下来。

随着数以百计的民营金矿的开采, 特别是20世纪90年代以来民采揭示了不少金矿的谜底, 过去认为远景不大的金矿现已达几吨以上, 一些过去认为储量只有几吨的金矿, 现在年产黄金都在1 t以上。以锦屏县平秋金矿为例, 该矿床十多条含金石英脉长1000 m以上, 延深已达300余米, 曾有23个民硐, 数百人开采, 年产黄金1 t以上, 这种产于浊积岩中的金矿床的远景和储量已远远超过人们的预料。

笔者从2000年起, 开始对锦屏、天柱、从江、黎平

等地的金矿进行地质调查和研究, 在中国科学院和贵州省基金的支持下, 重点对以下两个问题进行了研究: ① 该地区的地质构造主要特征; ② 该区金矿床的特征及其与地质构造的关系。以便最后确定该地区金矿的远景和该区金矿成矿模式, 为在该区进一步找矿、开发, 提供资料和依据。本文就是其中科研成果的一部分。

1 地质背景

贵州东南部的天柱、锦屏、黎平地区, 位于扬子准地台和华南加里东褶皱带的结合部(贵州省地质局, 1987)。区内出露地层有前震旦系下江群, 震旦系、石炭系、二叠系、侏罗系、白垩系及零星分布的第四系。其中震旦系与前震旦系下江群, 石炭系与下江群或震旦系, 二叠系与下江群, 白垩系与下江群, 第四系与下伏诸地层均是呈角度不整合接触。石炭系与二叠系, 侏罗系与二叠系之间呈平行不整合接触。根据地层的接触关系, 我们可以划分为前震旦系的雪峰构造层, 泥盆系前的加里东构造层, 三叠系前的海西—印支构造层以及侏罗系地层沉积之后的燕山

注: 本文为中国科学院杰出基金和贵州省政府科技基金资助的成果。

收稿日期: 2003-12-29; 改回日期: 2004-08-26; 责任编辑: 刘淑春。

作者简介: 卢焕章, 男, 1940年生, 教授, 中国科学院海外评审专家, 从事矿床地球化学的研究。通讯地址: 550002, 贵阳, 中国科学院地球化学研究所。

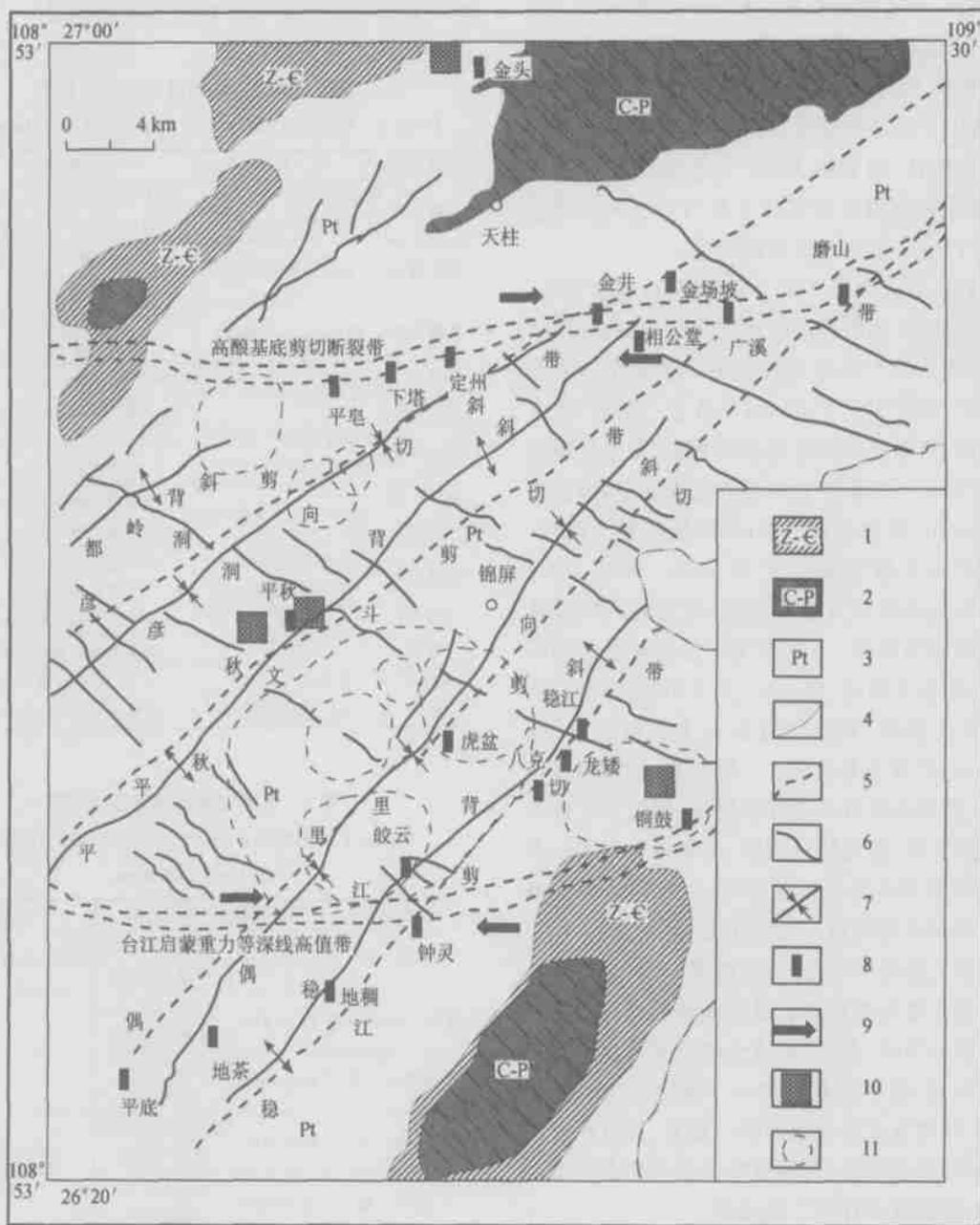


图 1 黔东南锦屏、天柱及邻区构造地质图

Fig. 1 Structural map of Jingping ang Tianzhu and adjacent regions in SE Guizhou

- 1—海西—印支期构造层; 2—加里东期构造层; 3—雪峰期构造层; 4—角度不整合界线; 5—剪切断裂带; 6—断裂; 7—背斜和向斜轴;
- 8—金矿点; 9—剪切力方向; 10—年龄样品点; 11—遥感环形构造
- 1—Hecynian—Indochina structural strata; 2—Caledonia structural strata; 3—Xuefeng structural strata; 4—discordant boundary;
- 5—shear zones; 6—fault; 7—axes of anticline and syncline; 8—gold deposits and showings; 9—shear zone stress direction;
- 10—age dating sample locations; 11—circle structures

—喜马拉雅构造层。

中元古代晚期 (850 Ma), 雪峰运动以后, 该区这个古老的地壳已由大洋地壳经陆缘过渡型演化为大陆型地壳。雪峰期构造运动基本奠定了区内北东

向的构造格局。加里东期构造运动, 使黔东南整个地区发育多条东西向基底断裂, 在本区北部发育东西向的高酿基底剪切断裂和南部的凯里—台江—剑河—启蒙重力等深高值带 (启蒙基底剪切断裂带), 并

发生右旋剪切作用,强化了该区北东向构造格局,使本区在相当一个地质时期造山成陆。尽管海西—印支期构造运动再次使本区局部下陷形成小型海湾,但对整区影响不大,北东向的构造格局基本没有改变。直到燕山—喜马拉雅运动,太平洋板块对亚洲大陆板块斜向俯冲,对亚洲大陆产生左旋压扭剪切作用,使本区东西向构造和部分北东向构造再次作左旋运动,并产生一系列北北东向构造。

前震旦系下江群从下至上分番召组、清水江组、平略组和隆里组。区内最老的地层为番召组,可分为两段,岩性均为灰—淡绿色板岩夹少量变余砂岩及变余凝灰岩,厚度大于 1000 m,产含金石英脉;清水江组为浅灰、灰绿及深灰色变余凝灰岩,变余层凝灰岩(见马尾丝状)变余砂岩和板岩组成互层,厚度为 2300~ 3700 m,见含金石英脉;平略组主要为浅灰、灰绿色板岩夹少量变余砂岩,厚 1500~ 2000 m,目前在平略组尚未发现含金石英脉;根据岩性特征隆里组可以划分为两段:一段为浅灰色至灰色变余砂岩、变余粉砂岩夹板岩,厚 600~ 800 m,见含金石英脉;二段为浅灰绿、灰绿色板岩夹少量细砂岩,厚 700~ 900 m,产含金石英脉。一般说来,番召组见于背斜核部,其余依次分布于背斜翼部。区内下江群沉积构造保存良好,常见鲍马韵律,时见原生滑塌—滑移成因的角砾岩夹层及包卷层理,主要为浅中深海斜坡—盆地相浊流沉积。清水江组及隆里组一段主要为浊积扇上部及中部组。番召组第二段、平略组及隆里组二段主要为浊积扇边缘至深海沉积。下江群地层总厚度约 7000 多米。在清水江组和番召组的底部见到凝灰岩,说明它曾经过一个海底火山喷发的环境,这个环境也许是金来源的一部分。其沉积岩性为板岩、粉砂岩和砂岩,表明这些沉积岩是在一个浊积的,不太深的海洋环境中形成的。

区内下江群和震旦系下统的岩石经历了浅变质作用,形成了低级的区域绿片岩相。但含金石英脉未受到变质,说明其形成时代应晚于震旦系下统。除此之外,本区内迄今未见有火成岩产出。

2 构造特征

为了弄清本区主要地质构造格局及其主要特征,我们在贵州省遥感站的协助下,利用卫星 TM 数据和航空照片,利用加拿大的 PCI 遥感数据图象处理系统,对研究区的 TM 数据进行处理。并根据实际地质考察进行解释,作出了遥感解释综合地质图,然后结合地质资料以及我们三年来的地质工作,

编制了黔东南锦屏、天柱毗邻区构造地质图(图 1)。这些图件是我们研究工作的主要成果之一。下面来讨论该区主要构造特征。

表 1 本区褶皱构造及其主要特征

褶皱名称	卷入地层	主要特征
凯寨向斜	核部为震旦—寒武系,翼部为下江群	长大于 10 km,宽 5 km,两翼对称,∠ 20°~ 50°,核部陡
都岭背斜	下江群清水江组	长 36 km,宽 5~ 8 km,形态舒缓,∠ 20°~ 30°
彦洞向斜	清水江组、平略组	长 45 km,宽 5~ 6 km,两翼对称,∠ 20°~ 30°
平秋—文斗背斜	番召组二段及清水江组	长大于 10 km,宽 5~ 8 km,两翼对称,∠ 25°~ 30°
偶里向斜	核部为隆里组,翼部为平略组和清水江组	长大于 55 km,宽 8~ 10 km,两翼对称,∠ 30°~ 40°
德江—杨家背斜	清水江组及平略组	长大于 55 km,宽 6~ 10 km,两翼对称,∠ 20°~ 30°
铜鼓向斜	核部为长安组,翼部为隆里组	长大于 20 km,宽 8 km,两翼对称,∠ 20°~ 30°
雷打坡背斜	隆里组	长 10 km,宽 8 km,两翼大致对称,∠ 20°~ 30°
黄牛山向斜	核部为长安组,翼部为隆里组	长 10 km,宽 8 km,两翼大致对称,∠ 20°~ 30°

表 2 本区密集构造带主要特征

Table 2 Intensive structures and their features in the study area

分布区域	分布范围	分布方向	产出部位
平秋一带	约 140 km ²	主要为 NE 向,少量 NW 向	沿平秋背斜两侧分布
偶里—新寨一带	约 36 km ²	主要为 NE 向,少量 NW 向	
大坪山一带	约 24 km ²	NE NW 向,同样发育	
八克一带	约 20 km ²	主要为 NE 向,少量 NW 向	
钟灵一带	约 16 km ²	NE NW 向,同样发育	
天柱凸洞	约 6 km ²		
凯寨	约 16 km ²		

2.1 东西向断裂构造

本区存在两条近东西向断裂带:北边为凯寨—高酿基底断裂带,区内出露长度大于 50 km,从基底地层效应来看断层北侧下降,地层断距约 200~ 300 m;南边一条为凯里—台江—剑河—启蒙基底断裂带,是一条地球物理重力等深线的高速带,也是一条基底剪切带,它与北边的凯寨—高酿基底断裂带一样,在其东部也向北东方向抬升。这两条东西向断裂带造成一个地堑型的主构造格局。

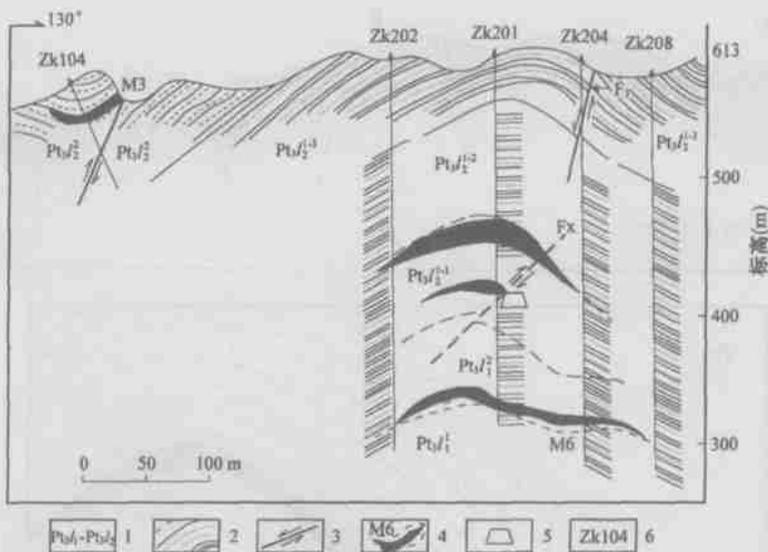


图 2 同古金矿 2 线地质剖面图^①

Fig. 2 Geological section showing saddle reef quartz vein, Tonggu gold deposit^①

1- 前寒武纪下江群; 2- 前寒武纪下江群隆里组板岩和砂岩; 3- 剪切带; 4- 含金石英脉; 5- 平洞; 6- 钻孔

1- Precambrian Xiajiang Group 2- slate and sandstone of Precambrian Xiajiang Group, Longli Formation; 3- shear zones;

4- Au-bearing quartz vein type deposit; 5- mining tunnel 6- drilling hole

2.2 环形构造

环形构造是在本次研究中发现的,一共有 20 多个,经与邻区已知环形构造进行对比和验证,本区的环形构造可以分为 4 种:① 隐伏岩体成因的环形构造,见于平略、交洞、偶里一带,是本区最大的环形构造;② 构造盆地的环形构造,见于都岭、石洞、凸洞及铜鼓一带;③ 不同构造叠加的环形构造,分布在秀洞、岔路一带及偶里一带;④ 性质不明的环形构造,如皇封溪、茅坪一带。在这些环形构造中,由隐伏岩体成因的环形构造应引起注意,因为本区尚未发现火成岩,其次,这种环形构造十分大,粗略估计最大的环形构造其平均直径为 21.3 km,估算其面积为 356 km²。如果真是这么大的一个岩浆房,它供给的能量和热液则十分可观,当然也许是一个复式岩体,因为在大环中还套有一个小环,其平均直径为 9.8 km,面积为 75 km²,也是相当大的(图 1)。一般来说,分异好的岩体,其岩浆结晶持续的时间长,热液作用强烈,有利于成矿作用。构造盆地的环形构造对成矿作用也是十分有利的,这种构造盆地就像地堑一样,在盆地的两侧形成很深的阶梯状断裂带,有利于成矿流体的循环和流动;两种或多种构造叠加的地方,也有利于成矿。

2.3 褶皱构造

本区的褶皱构造由背斜和向斜组成,有些背斜上还发育次级背斜构成复背斜。褶皱构造有两期:基

底褶皱和盖层褶皱。基底褶皱呈北东向,主要是加里东期形成的;燕山期的盖层褶皱除继承和叠加在加里东期北东向褶皱外,尚有部分呈北北东向的褶皱。本区自北西到南东方向发育的主要褶皱及特征列于表 1。十分重要是背斜常呈箱式和尖顶式,是浊积岩中金矿控矿构造的主要形式。

2.4 剪切带

本区的剪切带主要为北东向,从北西到南东分布有:

(1) 彦洞剪切带,长约 70~80 km,一直延伸到湖南境内。它在金井金矿附近与东西向的高酿基底剪切断裂带相交。它与彦洞向斜轴近于平行,只是在南边的孟柏附近两者相交。

(2) 磨山剪切带,长约 12~15 km,与高酿基底剪切带在东部的一段平行。

(3) 平秋剪切带,长约 50 km,切过由隐伏侵入体引起的最大的环形构造,并在平秋镇的金厂溪—桃子坳一带与平秋背斜相交,在茅坪附近与偶里向斜相交。

(4) 稳江剪切带,长约 40 km,它与稳江背斜和偶里向斜分别相交,即在稳江附近与稳江背斜相交,在新寨附近与偶里向斜相交。

(5) 铜鼓剪切带,长约 50 km,它与启蒙—台江基底剪切带在钟灵金矿附近相交,在山洞附近与铜鼓向斜相交,从山洞经北东方向约 4 km 处,铜鼓剪

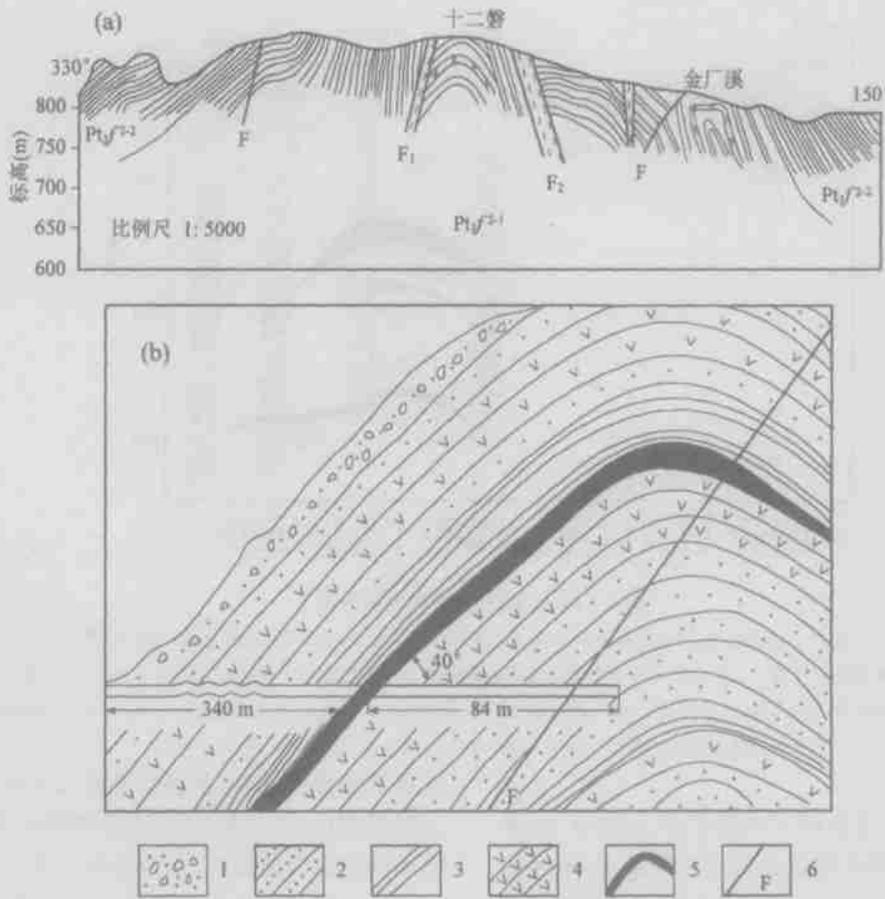


图 3 平秋金矿区的剖面图 (a)和 98 号褶皱轴部金矿体的形态 (b) (富矿位于背斜轴部)

Fig. 3 The cross section of Pingqiu mine (a) and the morphology of gold-bearing quartz vein, tunnel No. 98, Pingqiu mine (b). Showing the relationship between mineralization and folding and shear zone

(a): Pt₃f- 前寒武纪下江群番召组; (b): 1- 第四纪; 2- 变余砂岩; 3- 绢云母板岩; 4- 变余凝灰岩; 5- 含金石英脉; 6- 剪切带
 (a): Pt₃f- Precambrian Xiapiang Group, Fanzhao Formation; (b): 1- Quaternary; 2- sandstone; 3- sericite slate; 4- tuff; 5- Au-bearing quartz vein; 6- shear zones

切带与雷打坡背斜相交。

除上述剪切带外,还有几条尚未详细研究的剪切带,如隆里—敖市剪切带、中黄剪切带等,并且从南向北剪切程度有增强的趋势

2.5 密集构造带

区内还发育一些密集构造带,它可能是密集劈理带或区域性、透入性的平直断裂带,它们呈密集梳状,平均 10 km 内达 40~ 60 条,呈北东方向展布。在研究区南侧的彦洞—铜鼓一带表现为北西、北东向两组密集透入性构造在该带上相交。这些密集构造带可分为几个区域和特征,将主要特征列于表 2

2.6 一般断裂构造

区内除发育上述构造外,还发育一些一般断裂,计有北东、北东东和北西向等多组方向的断裂构造

3 构造与金矿床的关系

3.1 构造运动与金矿床的关系

新元古代以来,区内经历了多次构造运动(贵州省地矿局,1987)。结合区域地质资料,本区主要构造运动有雪峰运动、加里东运动、海西—印支运动和燕山—喜马拉雅运动

雪峰运动基本上奠定了研究区内东西向构造和北东向构造的构造格局(喻德渊,1944)。区内主要金矿床多形成于加里东期,并主要受加里东运动时形成的东西向和北东向构造控制。因此,区内的金矿床呈近东西向和北东向分布(图 1),而海西—印支运动和燕山—喜马拉雅运动对本区金矿仅起叠加、改造作用,其影响都不太大

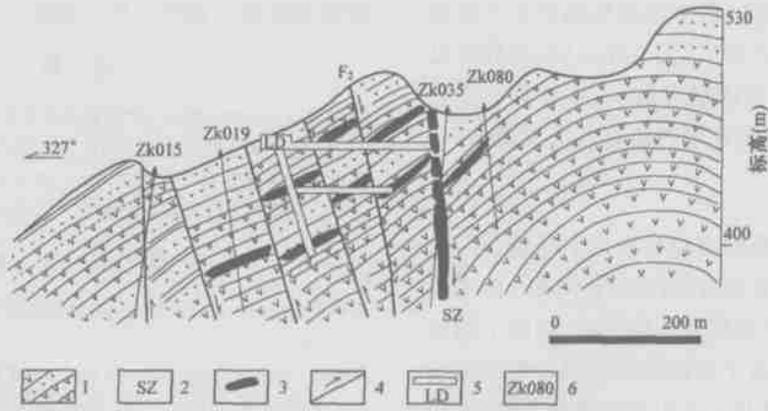


图 4 天柱坑头金矿地质剖面示意图^②

Fig. 4 Geological section showing concordant bedding of quartz vein, Kengtou gold deposit, Tianzhu County, Guizhou province^②

1- 前寒武纪下江群隆里组; 2- 剪切带; 3- 含金石英脉; 4- 成矿后构造; 5- 坑道; 6- 钻孔

1- Precambrian Longli Formation, Xiajiang Group; 2- shear zones; 3- Au-bearing quartz vein; 4- post-ore fault and movement; 5- adits; 6- drilling hole

3.2 构造与金矿形态和产状的关系

本区构造对金矿的控制十分明显。例如平秋—文斗背斜中分布有平秋、相公堂金矿, 稳江背斜分布有地桐、八克、龙矮金矿, 雷打坡背斜分布有花桥、山洞金矿, 彦洞剪切带分布有金斗、金场坡金矿, 平秋剪切带分布有平秋金矿, 稳江剪切带分布有皎云、虎盆金矿, 铜鼓剪切带分布有平底、地桐、地茶、儒飘、铜鼓、钟灵和高秋金矿等。此外, 构造还控制金矿的形态和产状。例如: 锦屏铜鼓金矿平面上位于山洞背斜(雷打坡背斜的一部分)以及 F_2 和 F_3 两条剪切带之间, 剖面上产于山洞背斜的核部, 顺层产出, 且被两条剪切带 F_2 和 F_3 所控制(图 2), 在 F_2 和 F_3 中均有含金石英脉金矿体和金矿化。又如锦屏的平秋金矿受平秋—文斗背斜控制, 含金石英脉金矿体在背斜核部顺层产出, 并由背斜翼部向背斜核部逐渐增厚, 含金品位也急剧变富, 明金也逐渐增多(图 3)。富矿部位也多在背斜与断裂相交的部位。再如天柱的坑头金矿产于坑头背斜(也叫天柱金矿, 都岭背斜的一部分), 并受 F_2 剪切带控制(图 4)。在坑头背斜的左翼发育一条剪切带, 同时沿着层间也有剪切作用发生, 在 F_2 剪切带中见到了糜棱岩化、角砾状石英脉, 且在其左侧发育着一系列充填于层间剪切带中的一系列石英脉(图 4), 在石英脉的两边可以清楚地看到剪切作用(图版 I)。这种层间石英脉是分组产出, 在组内的石英脉之间间隔为 20~30 m, 组与组之间则为 60~70 m。所有这些都充分说明背斜和剪切带构造控制金矿的形态和产状。

3.3 构造与金矿类型的关系

本区金矿有两种类型: 一种是整合层间脉型矿体(图 3, 图 4, 图版 I), 常沿背斜轴部分布, 顺层产出, 矿体的形态、产状和规模严格受层间剥离空间控制, 与岩层层面平行或近于平行。矿体呈层状、似层状、鞍状、扁豆状、透镜状, 有时呈单脉充填, 有时由平行的单脉组成脉带, 脉体的厚度变化比较大, 与围岩的界线比较清楚; 另一种是不整合破碎带型矿体, 产状较陡, 常穿层产出, 这种矿体多沿穿层的断裂破碎带或剪切带充填呈陡脉状产出(图 3, 图版 I) 可以明显看出其构造控制。

黔东南地区赋存于浅变质的浊积岩(砂岩、粉砂岩、板岩和凝灰岩)中的含金石英脉金矿, 在西方称之为“赋存于浊积岩中的金矿床”(Boyle, 1986; Mawer C K, 1986; Sandiford et al., 1986; Ramsay et al., 1998; Ryan et al., 1998; Horne et al., 2001)。这类矿床首先分别在澳大利亚的 Victoria 和加拿大的 Novo Scotia 省发现, 叫做“赋存于浊积岩中的层状石英脉”(Boyle, 1986)。后来在美国的阿拉斯加和怀俄明州, 新西兰, 爱尔兰和津巴布韦也有发现。赋矿的地层可以从太古宙到第三纪。大多产在背斜的轴部并与剪切带有关。并且大多数产在浅变质(绿片岩相)的浊积岩地层中。在加拿大新斯科特省的长 500 km 宽 100 km 的地区中分布有 120 个含金石英脉型金矿床(Ryan et al., 1998)。在澳大利亚维克多利亞省的 150 km × 150 km 的地区内分布有 12 个大于 30 t 储量金的矿床。这些矿床均产在背斜和断裂构

造中,并且其砂金产量也很大(Ramsay et al., 1998; Ryan et al., 1998)。黔东南地区的含金石英脉也属于这种浊积岩型的金矿,无论在品位(多数可见明金)、储量和产量方面均很有前景,并且具有十分重要的学术意义,因为这在国内还是首次发现。

4 结论

从上面的叙述中我们可以得出以下结论:

(1) 研究区内北部和南部相距近 40 km 的两条互相平行、近东西向的基底剪切断裂带,构成了本区地堑式的构造格局。由于这两条东西向断裂的剪切作用,在本区形成了以东北向为主的褶皱和剪切带。

(2) 同时本区也存在许多环形构造。这种环形构造,尤其是与隐伏岩体有关的环形构造,对于了解本区存在的热液体系以及金的成矿作用是十分重要的。隐伏岩体的存在为金矿床的形成提供了热源、能源、矿源和流体源。

(3) 东北向构造是在加里东运动时形成的本区的主要构造骨架。本区的基底褶皱和剪切带均是在加里东运动时形成的。同时也发生了绿片岩相的变质作用。在东北向褶皱形成的同时或稍后,剪切作用开始发生。表现在层间的剪切滑动并夹有东北向的剪切作用。

(4) 在背斜形成之后,剪切作用继承着东北向形成了若干条与褶皱近于平行的剪切带。同时在这些剪切带的两侧形成了与剪切作用有关的次一级剪切构造——容矿构造。

(5) 含金的成矿流体沿着剪切带和次一级剪切构造(容矿构造)上升,一方面在剪切带中沉淀出透镜状的石英脉,而大部分成矿流体则充填到由背斜和剪切作用形成的层间裂隙中,从而形成了赋存于浊积岩中的层状石英脉矿床。

(6) 浊积岩中含金石英脉的成矿模式可见于锦屏县三江路红星桥头的露头所示,同时也是我们的模式图(图版I)。在本研究区中存在着两种类型的石英脉:一种是产在陡立的剪切带附近(大部分是切穿层理,一部分几乎是顺层的);另一种是产在背斜核部或翼部的产状相对平缓的顺层的石英脉。不管是那一种石英脉均是在东北向的背斜和剪切带的控制下,成矿流体沿着剪切带上升并沉淀出含金石英脉。

(7) 浊积岩中的石英脉无论在品位(多数可见明金)、储量和产量均很有远景,并且有十分重要的学术意义,但在国内还是首次发现。

致谢:在本研究中,苏文超,余大龙,况顺达和姚智等参加了部分工作,在此一并表示致谢。

注 释

- ① 吴攀. 1999. 黔东南同古金矿地质特征及控矿规律研究. 贵州工业大学硕士研究生论文. 61.
- ② 贵州省有色地勘局六总队. 2002. 贵州天柱县坑头金矿床探采工作总结及找矿研究报告.

参 考 文 献

- 贵州省地质矿产局. 1987. 贵州省区域地质志. 北京: 地质出版社, 555~616.
- 卢焕章, Guy Archambault, 李院生, 魏家秀, 陈娜娜, 张国平, 袁万春, 陈晓枫, 龙洪波. 1999. 山东玲珑—焦家地区形变类型与金矿的关系. 地质学报, 73(2): 174~188.
- 王砚耕. 1996. 贵州主要构造骨架. 贵州地质, 13: 99~104.
- 王晓青, 靳凤桐. 1939. 贵州天柱锦屏两县之金矿. 地质论评, 4(6): 435~454.
- 喻德渊. 1944. 湘西黔东南金矿概论. 地质论评, 9(1~2): 75~84.

References

- Boyle R W. 1986. Gold deposits in turbidite sequences: Their geology, geochemistry and history of the theories of their origin. In: Keppie, Boyle, Haynes, eds. Turbidite-hosted gold deposits. GAC Special, 32: 1~13.
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Guizhou Province. 1987. Regional Geology of Guizhou Province. Beijing: Geological Publishing House, 555~616 (in Chinese).
- Horne R, Culshaw N. 2001. Flexural-slip folding in the Meguma Group, Nova Scotia, Canada. Journal of Structural Geology, 23: 1631~1652.
- Lu Huanzhang, Guy Archambault, Li Yuansheng, Wei Jiaxiu, Chen Nana, Zhang Guoping, Yuan Wanchun, Chen Xiaofeng, Long Hongbo. 1999. The relation between deformation types and gold mineralization in the Linglong-Jiaojia district, Shandong province, China. Acta Geologica Sinica, 73(2): 174~188 (in Chinese with English abstract).
- Mawer C K. 1986. The bedding-concordant gold quartz veins of the Meguma group, Nova Scotia. In: Keppie, Boyle, Haynes, eds. Turbidite-hosted gold deposits, GAC Special, 32: 135~148.
- Ramsay W R H, Bierlein F P, Arne D C, Vandenberg A H M. 1998. Turbidite-hosted gold deposits of central Victoria, Australia: their regional setting, mineralizing styles, and some genetic constraints. Ore Geology Reviews, 13: 131~151.
- Ryan R J, Smith P K. 1998. A Review of the mesothermal gold deposits of the Meguma Group, Nova Scotia. Canada Ore Geology Reviews, 13: 152~183.
- Sandiford M, Keays R R. 1986. Structural and tectonic Constraints on the Origin of gold deposits in the Ballarat Slate Belt, Victoria. In: Keppie, Boyle, Haynes, eds. Turbidite-hosted gold deposits. GAC Special, 32: 15~24.

图 版 说 明

1. 充填于剪切带中的顺层含金石英脉,可见这类石英脉有多次的张开。在石英脉的下盘可见剪切理。
2. 充填于断层中的含金石英脉,可见多次裂开。这是一种平行于地层

的石英脉
 3. 浊积岩中含金石英脉的构造模式。该照片位于锦屏县三江路红星桥头的公路边, 是一个背斜加剪切带。照片的左边可见地层往上

移, 是一条剪切带。在背斜的轴部可见在地层之间有许多条白色的石英脉, 平行于地层产出。

Turbidite-hosted Gold Deposits in SE Guizhou Province, China Their Regional Setting, Structural Control and Gold Mineralization

LU Huanzhang^{1,2)}, WANG Zhonggang¹⁾, WU Xueyi¹⁾, CHEN Wenyi¹⁾, ZHU Xiaoqing¹⁾
 GUO Dijiang²⁾, HU Ruizhong¹⁾, MOUSSA Kaita²⁾

1) Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang, 550002, China
 2) Science de la terre & CERM, University of Quebec, Chicoutimi, Quebec, G7H 2B1, Canada

Abstract

The Jinping—Tianzhu—Liping area in SE Guizhou province, China, is a turbidite-hosted gold province and the primary gold mineralization is well developed in Proterozoic turbidite in fold belts of SE Guizhou. The basic structures of the area are as follows. (1) Two E-W-trending faults Kaizhai—Gaonian fault in the north and the Kaili—Qimeng fault in the south, which build a regional graben structure. (2) During the Caledonian movement, regional deformation towards the NE direction lead to folded belts and several NE-trending parallel shear zones and their second-order structures. Ore fluids flowed upwards along the shear zones to form lenticular gold-bearing quartz veins in the shear zones and stratiform gold-bearing quartz-vein deposits in turbidite. In this region more than 20 gold deposits have been discovered, including mainly two types of quartz veins bedding concordant and discordant veins. Turbidite-hosted gold deposits are of great academic significance since they are discovered for the first time in China.

Key words turbidite-hosted gold deposit; SE Guizhou; shear zone; fold; basement fault

昆明地区早寒武世关山动物群的古虫动物新发现

罗惠麟¹⁾, 傅晓平²⁾, 胡世学¹⁾, 李勇²⁾, 陈良忠¹⁾, 尤霖²⁾, 刘琦³⁾

1) 云南省地质科学研究所, 昆明, 650011; 2) 深圳古生物博物馆, 广东, 518004
 3) 中国地质大学地球科学学院, 武汉, 430074

关山动物群是一个以三叶虫为主伴生有三叶形虫、吐卓虫、古虫、古蠕虫、腕足类及海绵动物的多门类软躯体后生动物化石群, 时代介于澄江动物群与凯里动物群(或伯吉斯页岩动物群)之间, 因此它的发现和进一步阐明寒武纪早期生命大爆发和生物的早期演化都具有非常重要的意义。关山动物群中的古虫动物的发现有着更大的意义, 它不仅增

加了古虫动物的属种内容, 而且对古虫动物的演化具有一定的作用。本文详细描述了昆明地区早寒武世沧浪铺阶乌龙箐组发现的古虫动物新种 *Vetulicola gangtoucunensis* Luo, Fu et Hu sp. nov., 进一步修订了古虫属 (*Vetulicola*) 的定义, 并与相关属作了比较, 讨论了古虫动物的分类位置、古虫属 (*Vetulicola*) 的分类系统、时代分布、生态环境和演化规律。

富勒烯在煤山剖面二叠—三叠系事件界线层中的分布研究

李艳芳¹⁾, 梁汉东^{1,2)}, 殷鸿福³⁾, 孙静¹⁾, 蔡厚安¹⁾, 饶竹¹⁾, 冉凡林¹⁾

1) 中国矿业大学, 北京, 100083; 2) 煤炭资源教育部重点实验室, 北京, 100083; 3) 中国地质大学, 武汉, 430074

运用化学分离、液相色谱和基体辅助飞行时间质谱等综合方法, 确定了煤山剖面的富勒烯不仅存在于二叠—三叠系(P/T)事件界线白粘土中, 更相对富集在此白粘土底部的微层中, 相反, 在 P/T 界线附近的其他地层包括其他粘土层中均未检测到富勒烯。富勒烯在白粘土底部微层中相对富集的事实与最近获得的碳酸盐碳同位素最大负异常和生物消失

最突然和最严重的位置均指向煤山剖面该白粘土底部与下层灰岩交界处的现象一致, 表明富勒烯与 P/T 灾变事件相关规律值得进一步深入研究。本文结果同时证实了曾多有争议的 Becker 等人关于煤山剖面 P/T 事件界线粘土层存在富勒烯结果的客观真实性, 从而, 对促进我国开展重要界线附近富勒烯探索和研究具有现实意义。

