

第二届中国西部黄金工业创新发展

高层论坛论文集

SINO GUIZHOU JINFENG MINING LTD

(中外合作) 贵州锦丰矿业有限公司



试生产中的锦丰金矿

贵州省黄金地质学会 编

第二届中国西部黄金工业创新发展高层论坛

支持单位：

中国黄金协会

贵州省经济贸易委员会

贵州省地质矿产勘查开发局

主办单位：

贵州省黄金协会

贵州省地质学会

承办单位：

贵州省有色地质勘查局

贵州锦丰矿业有限公司烂泥沟金矿

中国黄金集团贵州有限公司

贵州紫金矿业集团股份有限公司

贵州省地质矿产资源总公司

协办单位：(以汉语拼音为序)

广西黄金协会

贵州博盟实业公司

贵州大学

贵州华美达矿业有限责任公司

贵州黄金网

贵州新恒基矿业有限公司

宁夏区黄金工业站

黔西南州黄金协会

青海省黄金管理局

山东金州黄金集团公司

陕西省黄金协会

四川省黄金管理局

云南省黄金协会

中国黄金报社

中国科学研究院地球化学研究所

努力构建人与自然和谐的一流绿色矿山

贵州锦丰矿业有限公司

贵州锦丰矿业有限公司是一家中外合作矿业公司。公司所开发进行的锦丰金矿（原称烂泥沟金矿）项目是迄今为止外商在华投资最大的大型黄金矿山开发项目。

该公司先后获得了黔西南州、贞丰县政府有关安全、环保、税收的各种奖励、奖牌，并于2006年获得了《2006年中国国际矿业大会最佳国际合作开发奖》。

四年期间，该公司累计探明资源400万盎司。探明储量以及可能储量总计高达290万盎司。

贵州锦丰矿业有限公司的价值观强调要确保同事的健康、安全，关注并致力于保护环境，公司的经营原则是诚实、守法和公开。

几年来，公司本着这样的价值观，做了大量工作，也取得了显著的效果，得到了中国相关政府部门、世界银行和国际矿业投资财团的广泛认可。

贵州锦丰矿业有限公司始终把环保放在第一位。公司投资130万元，同贞丰县林业局合作进行千亩造林工程。包括公路两旁和矿山周围植树1000亩，形成环锦丰矿区的绿色林带。

从事矿业开发的公司，都必须获得“社会执照”。所谓“社会执照”，就是当地社区包括所在地区的政府和农户对于矿山的信任，要为当地社区的发展做出贡献。“社会执照”，是建立和谐矿山的标签，是矿山正常生产、生活，乃至生存的关键。

公司的宗旨明确指出，要“尊重所在社区并为所在社区做贡献”，与社区共发展，实现社区利益的最大化是锦丰公司始终遵循的一贯方针。

到2007年4月，锦丰公司直接雇员中有156人来自附近村寨，贞丰县城290人，贵州省员工占员工人数的一多半。

他们兴办培训学校，加强对当地农民的培训。累计培训429人，其中290名布依族农民，75个当地妇女。为此，公司累计投资近1400万元。

在用工方面，强调对当地农户的雇用和当地产业的支持。2005年，公司及合同商共计雇用民工500多人，各项收入计人民币387万元。其中锦丰公司为当地带来的收入在150万元以上。2006年仅此一项，合同商支付民工劳务费及砂石材料费共计人民币超过600万元。促使2006年人均增收将超过2000元。

他们每年为当地学校捐赠近10万元以资助学校和困难学生。出资兴建的廷上村小学于2007年春节前完工。

吃水问题一直是困惑当地几代人的一大难题。该公司为解决这一问题，更新了两级泵站，加大了供水管道，并投资近百万元，为背水喝的白泥田村和石柱村解决了吃水问题。

2005年投资1600万元，修筑12公里的通乡油路。2006年投资近百万元，拓宽改造了2条通村路。计划2007年再投入

50万元将通村路直接同乡村学校相连。该公司承诺，将会始终如一地致力于安全生产和环境的保护，尊重所在社区并为社区作出贡献。随着公司的发展，烂泥沟当地社区、环境和生态将会逐步地变得越来越好。



贵州锦丰矿业有限公司锦丰金矿投产典礼主席台



晨曦中的锦丰金矿

目 录

贵州锦丰(烂泥沟)超大型金矿床构造演化特征	吴六录,陈懋弘,PhillipJ. Uttley 等(1)
贵州省水银洞超大型金矿勘查新进展及其启示	刘建中,陈景河,邓一明等(6)
卡林型金矿床研究现状和新进展	夏 勇(10)
贵州金矿资源特征与勘查开发现状及存在问题思考	程国繁,高 荣,寇生田等(22)
从地球化学填图成果看黔西南金矿的找矿前景	冯济舟(26)
黔西南某小型金矿矿山地质环境状况与保护建议	伍守荣(27)
三丹成矿带深部金矿找矿前景分析	马晓旻,蒲德昌,詹永林(30)
黔东南金矿集中区金矿类型及找矿远景浅析	冉瑞德,李 培(35)
可控源音频大地电磁法(CSAMT)在黔西南金矿地质勘查中的应用简介	陈文斌,程国繁,李柱云等(40)
太平洞金矿矿体赋存特征与找矿方向浅析	唐 铸,王汉碧(42)
贞丰阴河一坡稿吴家坪组灰岩中金矿地质特征浅析	王石华(45)
一种新的与辉绿岩有关的微细粒浸染型金矿地质特征及其成矿条件探讨	程国繁,冉瑞德,马晓旻等(49)
紫木凼金矿区水文地质特征	杨文琪,桂勤华(53)
贵州省盘县大麦地金矿的发现及其意义	何彦南(58)
贵州盘县消洞哨金矿地质特征及其找矿潜力分析	黄 征,程国繁,曾昌兴(62)
贵州省贵金属矿产资源综合利用工程技术研究项目介绍	陈文祥,杨爱华,朱志雄等(66)
黎平古帮金矿地质特征浅析	邹忠远(71)
市场经济条件下矿产勘查项目融资探讨	冉瑞德(74)

主 编:寇生田 刘家仁

责任编辑:刘家仁

编 委:寇生田 刘家仁 陈履安 郑 伟

第二届中国西部黄金工业创新发展高层论坛论文集·2007.11

贵州省黄金协会、贵州省地质学会 编

贵 阳 经 纬 印 刷 厂 印 刷

黔新出[图书]2007年一次性内资准字第279号

贵州锦丰(烂泥沟)超大型金矿床构造演化特征

吴六灵^{1,3}, 陈懋弘², Phillip J. Uttley¹, Tony Norman¹, 秦运忠¹

(1. Sino Gold Mining Limited, Sydney, NSW 2000, Australia

2. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037

3. 广西地勘局 271 地质队, 广西 临桂 541100)

[摘要] 文中总结了贵州锦丰(烂泥沟)金矿床特征, 认为矿床是右江裂陷盆地演化的产物。构造变形主要经历了同生期裂陷、造山期挤压、后碰撞造山伸展和岩石圈伸展等四个阶段, 金的聚集沉淀与后碰撞造山的伸展有关。四个主要构造变形阶段与右江盆地的裂陷-闭合-坍塌的发展演化历史相吻合。

[关键词] 构造演化; 锦丰(烂泥沟)金矿; 中国贵州

贵州锦丰(烂泥沟)金矿位于贵州省黔南州贞丰县沙坪乡烂泥沟, 最早发现于1986年。历经二十年的勘查, 目前查明资源/储量大于126.25 t (Sinogold, 2006), 达到超大型规模, 且矿体仍未圈闭, 是滇黔桂“金三角”目前已探明的最大的卡林型金矿床。

目前, 滇黔桂“金三角”正以寻找原生矿、深部矿和超大型矿为目的的第二轮找矿高潮。在此背景下, 本文试图经过详细的矿床及其外围填图, 运用现代构造解析的理论和方法, 研究锦丰(烂泥沟)金矿的构造变形特征和构造演化史, 探讨构造对成矿的控制作用, 并希望能举一反三, 对滇黔桂“金三角”同类矿床的深部找矿勘探和研究提供一定的借鉴意义。

1 矿床基本地质特征

锦丰(烂泥沟)金矿位于右江盆地西北部, 毗邻扬子陆块西南边缘。矿床出现在由北北东向的赖子山背斜、北西向板昌逆冲断层和册亨东西向构造带组成的小三角形构造变形区北部顶点。是一个位于碳酸盐台地与陆源碎屑岩沉积盆地接触界面附近, 但赋存于陆源碎屑岩盆地一侧的超大型金矿床。

矿区内出露地层主要为中三叠统许满组、尼

罗组和边阳组, 主体岩性为深水盆地相陆源碎屑浊积岩。西部赖子山背斜为石炭系、二叠系及下三叠统, 岩性为台地相浅水碳酸盐岩及台缘相礁灰岩及盆缘斜坡相碳酸盐岩。

矿区范围无岩浆岩活动, 仅在矿区北北东直距27km远的贞丰县白层有燕山期偏碱性超基性岩小岩体出露。

矿体主要赋存于北西向断层F3(占储量的81%)及其与北东向断层F2、F7的交叉部位, 矿体形态受断层控制(图1)。赋矿岩石为许满组至边阳组的含钙质细砂岩和泥岩。赋存于北西向断层F3中的矿体, 地表出露长仅500m, 但垂向延伸1000m以上, 目前矿体深部边界仍未圈闭。矿体倾向北东, 沿与F2的交线向南东侧伏, 侧伏角55°。平面上, 不同方向断裂的交汇部位矿体膨大; 剖面上, 主断层与次级分支断层的交汇部位矿体膨大, 品位富。

蚀变类型主要为硅化、黄铁矿化、毒砂化、辉锑矿化、汞矿化、碳酸盐化、粘土化等, 其中普遍见到的是硅化、黄铁矿化和粘土化。另外, 富矿地段均可见大量的沥青, 反映金的形成与盆地有机质有密切的关系。

矿石构造主要为浸染状构造, 表现为矿石中含砷黄铁矿、毒砂呈星点状、浸染状分布。另外尚有脉状、网脉状、条带状构造, 表现

①[第一作者简介] 吴六灵(1961-)男, 博士, 长期从事地质勘查和矿床研究, 历任地质队的总工, 现任澳华西南发展部总工。

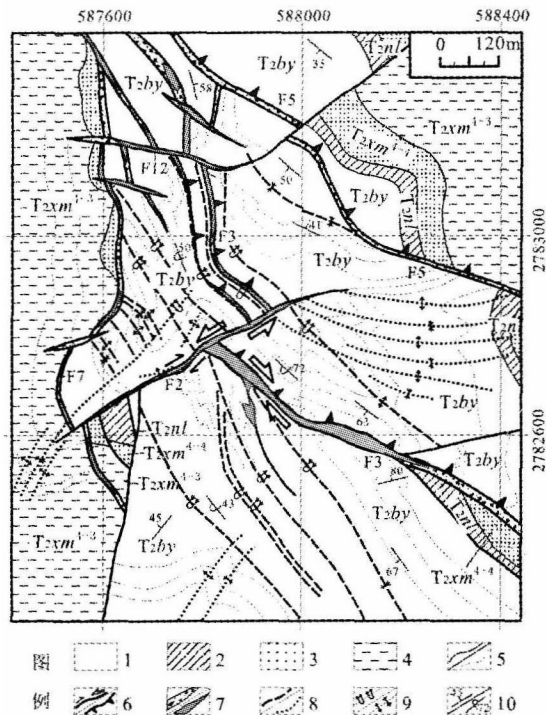


图1 矿床简要地质图

1—中三叠统边阳组砂岩夹泥岩；2—中三叠统尼罗组泥岩夹瘤状灰岩；3—中三叠统许满组第四段第四层砂岩；4—中三叠统许满组第四段第三层泥岩；5—地质界线/岩层迹线；6—走滑断层/逆冲断层；7—破碎带/矿体；8—第二期变形轴迹/第三期变形轴迹；9—倒转背向斜/背向斜；10—正常/倒转产状

为黄铁矿、毒砂等金属矿物沿节理或裂隙分布。

金主要呈显微—次显微状赋存于黄铁矿富矿环带中（吴秀群，1992）。

成矿物理化学条件研究表明，流体富 CO_2 ($X_{\text{CO}_2} > 0.05$)，低盐度 ($\text{NaCl } 3.9 \sim 6.4\text{wt}\%$)，较高的温度 ($200 \sim 300^\circ\text{C}$) 和压力 ($600 \sim 1400\text{bar}$)。S, C, O 同位素表明 S 来自围岩，C 来自围岩的碳酸盐 (Zhang X C, 1997)。

至于成矿时代，前人运用石英、方解石流体包裹体的 Rb—Sr 法，石英裂变径迹法测年，给出了 $259 \pm 27 \text{ Ma}$ (胡瑞忠等，1995)， 105.6 Ma (苏文超等，1998)， $82 \sim 83$ (张峰等，1992) 三组数据。最近笔者运用 Re—Os 同位素法对该矿床的 9 个含砷黄铁矿样品进行了测试，获得等时线年龄为 $(193 \pm 13) \text{ Ma}$ (陈懋弘等，2007)，认为成矿发生在从印支期挤压造山向燕山期伸展转变的构造转换期。

2 矿床的大地构造环境

滇黔桂“金三角”所有的卡林型金矿床均位于右江盆地的构造范畴内（图2），因此，盆地对成矿的控制作用勿庸置疑。构造对成矿的控制，首先体现在盆地的构造演化对成矿过程的控制。

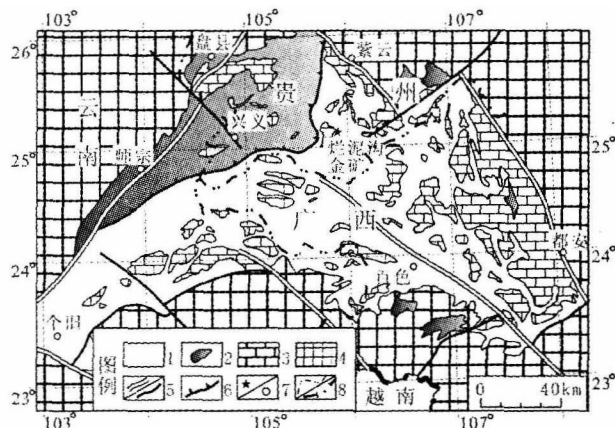


图2 贵州锦丰（烂泥沟）金矿区域构造位置图

1—三叠系盆地相浊积岩；2—三叠系台地相碳酸盐岩夹砂泥岩；3—晚古生代孤立碳酸盐岩台地；4—前三叠系；5—区域大断层/一般断层；6—逆冲推覆构造；7—锦丰（烂泥沟）金矿/县市；8—省界/国界

右江盆地最有影响且被广为引用的大地构造名词是“右江再生地槽”，最早源自广西壮族自治区地质矿产局（1985）和黄汲清（1980），其涵义是：右江地区晚古生代为相对稳定的地台环境。早泥盆世晚期开始，由于地幔上隆，地壳发生微型扩张，逐渐形成台沟分割的格局。中三叠世地台活化，火山活动强烈，中三叠世最终转化为地槽，以巨厚的浊流沉积为特征，将盆地内长期发育的孤立碳酸盐台地淹没，故称之为“再生地槽”。

板块构造理论被引入后，许多学者试图对右江盆地的大地构造属性重新进行诠释，主要有“右江裂谷”（柳淮之等，1986），“右江弧后盆地”（曾允孚等，1995；张锦泉等，1994；陈洪德，2000；侯中健，2000），“南盘江海”（或八布—Phu Ngu 洋盆）之说（吴根耀等，2001；吴浩若，2003；邝国敦，2001）。

尽管上述观点不尽相同，但都注意到了右江盆地发展演化历史中一些比较特殊的地方：一是海西期浅水台地和深水盆地（或台沟）纵横交

叉分割的特点;二是三叠纪巨厚的陆源碎屑浊积岩;三是长期的岩浆活动史(D~T)。

综合前人资料,可以发现:

(1) 整个右江盆地呈明显的三角形(图2)。构造线在云南部分呈北西向,在广西部分呈北西向。而贵州部分,重力和航磁资料均显示存在一个明显的南北向构造(王砚耕等,1994),并且在南部转为东西向(柳淮之等,1986),暗示右江盆地为在陆壳基底上发育起来的“三叉形”裂谷盆地。其中北西向和北东向两支发育良好,但南北向裂谷却“夭折”了,故南北向构造不发育,但深部物探有显示。

(2) 不仅仅在盆地的北西部位,包括盆地南西部,孤立碳酸盐边界大多能互相吻合,可以拼合成一个整体,支持存在一个以台为主,以沟为辅的古地理格局,不存在一个广阔的大洋。

(3) 近年在台地附近实施的钻探和物探工程,其结果均显示为地堑式的台地边缘,支持上述结论。

(4) “再生地槽”期间,浊流流向总体为由南向北(吴江等,1992,1993),且盆地关闭的推移方向亦由南向北,与“三叉形”裂谷的发展演化类似,即沉积物由造山带流向大陆内部。

因此认为右江地区泥盆纪-三叠纪可能不存在一个宽广的大洋,而是一个在陆壳基底上裂解而成的裂陷盆地,局部地区可出现具洋壳性质的盆地。晚二叠世,随着印支板块的俯冲,裂谷盆地转换为弧后盆地,但此时的弧后盆地仍然是扩张的环境。中三叠世,随着印支板块和古太平洋板块联合对扬子板块(或华南板块)的挤压,盆地应力状态由扩张转为挤压,弧后盆地相应地转换为弧后前陆盆地,沉积巨厚的陆源碎屑浊积岩。挤压造山末期,仅盆地西北部出现磨拉石堆积。侏罗纪和白垩纪造山后的伸展,出现断陷盆地。

锦丰(烂泥沟)金矿的形成即与上述右江盆地的发生、发展息息相关。右江盆地特殊的大地构造环境为区内“卡林型”金矿的形成提供了一个独一无二的成矿构造地质条件。

特点,具体表现在以下几方面:

(1) 构造样式总体表现为褶皱-断层组合,具褶皱断带的一般特点。断褶的强度,由盆地向台盆的边缘逐渐增强。

(2) 褶皱作用,以区域尺度的,倾向盆地的强烈水平斜歪-倒转-翻卷大型复式褶皱为主,叠加露头尺度的小型简单直立褶皱。其中区域尺度的大型复式褶皱代表了右江盆地造山期褶皱的一般特点,即紧闭的大型线状褶皱。

(3) 断裂作用,以平行复式褶皱轴迹的大型逆冲断层为主,辅以与之直交的配套走滑断层。大型含矿断层经历了复杂的构造运动,早期为与大型复式褶皱相伴形成的逆冲断层,晚期为与叠加褶皱相伴的右旋-正断层。成矿与右旋-正断作用有关。

(4) 由于矿区位于台盆的交汇部位,地层结构具薄皮构造特征,表现为中三叠统砂泥岩呈

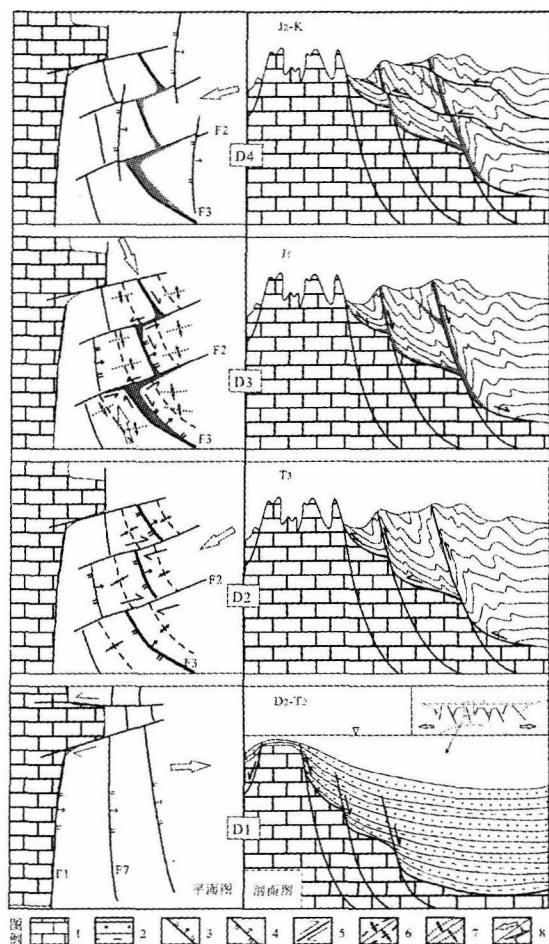


图3 锦丰(烂泥沟)金矿构造演化阶段和发展史

1—灰岩;2—砂泥岩;3—正断层;4—逆断层;5—走滑断层;6—D2期背斜/向斜;7—D3期背斜/向斜;8—应力方向/矿体

3 构造变形特点

做为右江造山带的一部分,贵州锦丰(烂泥沟)金矿床构造变形特征具有造山带的普遍

薄皮状覆盖在宽缓的石炭系~二叠系碳酸盐岩台地上,变形行为则表现为分层流变的特点。二者的接触部位既是沉积上的不整合面,也是构造上的大型滑脱面,以及矿床研究上的成矿流体通道之一。

上述变形特点表明,右江盆地印支期末挤压造山,形成本区北西向的强烈褶断带。随着印支运动的结束以及燕山旋回的开始,矿区构造变形场发生了改变,北西向的构造格局被北东向的构造所改造。两者在几何上有明显的斜跨叠加关系,在区域构造背景方面则反映出分别属于不同的构造体系,前者与印支挤压造山运动有关,后者则与印支-燕山构造转换期的造山后伸展有关。

4 成矿构造演化分析

通过前述对矿区、矿床构造的详细解析,结合右江盆地的大地构造属性和演化史,可以得出贵州锦丰(烂泥沟)金矿区构造变形主要经历了同生期裂陷、造山期挤压、后碰撞造山伸展和岩石圈伸展等四个阶段,并与右江盆地的裂陷-闭合-坍塌的发展演化历史相吻合。其构造演化

史为(表1,图3):右江盆地裂陷期间($D_2 \sim T_2$)形成台地四周一系列倾向盆地的同生正断层,在本矿区具体表现为一系列走向近南北,倾向东的同生断层,如F1, F7等,为后续的构造活动提供了最初的构造薄弱面。造山期挤压期间(T_3)由于受近南北向长椭圆形赖子山台地(砥柱)的影响,挤压方向由东→西逐渐转为北东→南西,形成了矿区最为明显的近南北和北西向构造线,即强烈的倒转褶皱和逆冲断层(如F3)组成的褶-断构造组合,以及配套的北东向右旋剪切断层(如F2)。此过程是一个递进的构造变形过程,因此北西向倒转褶皱常发生轻微的翻转。后碰撞造山期间(J_1)由于近南北向(或偏北西)的挤压,一方面使造山期形成的褶皱发生重褶,形成走向北东的叠加褶皱,枢纽倾向随早期褶皱的层理变化而变化;另一方面随着构造应力在造山期形成的F2-F3近“X”型断裂系上的分配,形成近南北向的挤压区和近东西向的拉张区。由于西部为赖子山砥柱,故主要向东拉张,导致F3的右旋-正滑运动和F2的左旋走滑,矿液沿着拉张的空间沉淀就位。此后,燕山期($J_2 \sim K$)岩石圈伸展,形成小规模的近水平逆断层,轻微地错断了前期的构造。

表1 贵州锦丰(烂泥沟)金矿床构造演化一览表

构造期次	地质年代	褶皱作用	断裂作用	矿区主应力方向	成矿作用	构造演化阶段
D4	$J_2 \sim K$	不发育,以扭折为主	倾向盆地的近水平小规模逆断层。偏碱性岩浆活动	北东-南西向挤压	无	岩石圈伸展
D3	J_1	走向垂直台-盆边界的直立褶皱,以露头尺度的小型简单褶皱为主,叠加在D2期褶皱之上	D2期断层的复合,右旋-正断层或左旋走滑。区域上形成大型逆冲推覆构造	北西-南东向挤压	大规模成矿	后碰撞造山
D2	T_3	倾向盆地的强烈水平斜歪-倒转-翻卷褶皱,以区域尺度的大型复式褶皱为主	倾向盆地的大型低-中等角度的逆冲断层,以及与之配套的高角度右旋走滑-正断层(转换断层)	北东-南西向挤压	弱成矿(?)或无矿化	挤压造山
D1	$D_2 \sim T_2$	不发育	倾向盆地的高角度同生正断层(台地周缘断层)	东西向拉张	无	盆地裂陷

构造解析表明,成矿发生在后碰撞造山期间(J_1),与最近获得的主要载金矿物含砷黄铁矿Re-Os测年结果相吻合(陈懋弘,2007)。这还可以从区域构造解析中得到证明。本矿床位于黔西南大型多层次席状逆冲推覆构造前锋带南东

约18km处。该逆冲推覆构造的逆冲方向为南东方向,而成矿期北东走向褶皱的主压应力方向也是南东方向,二者的主应力方向是吻合的。同时,二者都叠加在造山期主构造之上,是印支造山运动之后最强烈的一次构造变形,反映二者是

同一次构造事件的产物。由于贞丰白层一带的偏碱性超基性岩侵入到逆冲推覆构造的上下盘中(索书田, 1993), 可以反证成矿作用发生在燕山晚期(约 80 ~ 60Ma)超基性岩浆活动之前。而燕山晚期超基性岩浆活动与岩石圈伸展有关。因此, 成矿应该发生岩石圈伸展之前, 是后碰撞造山期间(J1)的产物。

5 结论

贵州锦丰(烂泥沟)金矿构造变形主要经历了同生期裂陷、造山期挤压、后碰撞造山伸展和岩石圈伸展等四个阶段, 并与右江盆地的裂陷-闭合-坍塌的发展演化历史相吻合。盆地裂陷期间($D_2 - T_2$)形成的同生断层为后续的构造活动提供了最初的构造薄弱面, 并成为主要的热液通道。造山挤压期间(T_3)形成的北西向构造线(褶-断构造组合)奠定了矿区构造格局。后碰撞造山期间(J_1)使造山期形成的褶皱发生重褶, 形成叠加褶皱, 并使断层重新活动, 导致F3的右旋-正滑运动, 矿液沿着拉张的空间沉淀就位。

致谢: 野外工作期间, 得到了贵州锦丰矿业有限公司苏平、方策、陈文斌、宋正刚、谢斌、冯敏及其它员工的大力支持, 谨致谢忱。

附中文参考文献

- 陈洪德, 覃建雄, 田景春, 彭军, 侯中健. 2000. 右江盆地层序充填动力学初探 [J]. 沉积学报, 18 (2): 165 ~ 171.
- 陈懋弘, 毛景文, 屈文俊, 吴六灵, Phillip J. Uttley, Tony Norman, 郑建民, 秦运忠. 2007. 贵州贞丰烂泥沟卡林型金矿床含砷黄铁矿 Re - Os 同位素测年及地质意义 [J]. 地质论评, 53 (3): 371 ~ 382.
- 广西壮族自治区地质矿产局. 1985. 广西壮族自治区区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 200 ~ 352.
- 侯明才, 陈洪德, 田景春. 2005. 泥盆纪右江盆地演化与层序充填响应 [J]. 地层学杂志, 29 (1): 62 ~ 70.
- 罗孝桓. 1993. 烂泥沟金矿区 F3 控矿断裂特征及构造成矿作用机理探讨 [J]. 贵州地质, 10 (1): 26 ~ 34.
- 王砚耕, 索书田, 张明发. 1994. 黔西南构造与卡林型金矿 [M]. 北京: 地质出版社, 1 ~ 86.
- 吴根耀, 马力, 钟大赉, 吴浩若, 季建清, 邝国敦, 徐克定. 2001. 滇桂交界区印支期增生弧型造山
- 柳淮之, 钟自云, 姚明. 1986. 右江裂谷初探 [J]. 桂林冶金地质学院学报, 6 (1): 9 ~ 19.
- 黄汲清. 1980. 中国大地构造及其演化 [M]. 北京: 科学出版社, 25 ~ 160.
- 邝国敦. 2001. 桂西晚古生代深水沉积研究的新进展 [J]. 广西地质, 14 (3): 1 ~ 6.
- 吴江, 李思田, 王山山. 1993. 桂西北区中三叠统含金浊积岩系沉积学 [J]. 现代地质, 7 (2): 127 ~ 137.
- 侯中健, 陈洪德, 田景春, 覃建雄, 彭军. 2000. 右江盆地海相泥盆系 ~ 中三叠统层序界面成因类型
- 索书田, 侯光久, 张明发, 王琨. 1993. 黔西南盘江大型多层次席状逆冲-推覆构造 [J]. 中国区域地质, 3: 239 ~ 247

Structural Evolvment Characteristic of Jinfeng (Lannigou) Gold Deposit, Guizhou Province, China

Steven. wu^{1,3}, CHEN Mao - hong², Phillip J. Uttley², Tony Norman², Qin Yun - zhong³

1. Sino Gold Mining Limited, Sydney, NSW 2000, Australia

2. Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Science, Beijing 100037, China;

3. No. 271 Geology Team of Guangxi, Lingui 541100, Guangxi, China

[Abstract] Jinfeng, previously known as Lannigou, is the largest known Carlin - type gold deposit in Yun - nan - Guizhou - Guangxi triangle area in southwestern China. The structural characteristic, evolution and metallogenesis of Jinfeng gold deposit were detailed in this paper basing on the large scale mine mapping and the theory and method of structural analysis. Four structural deformation stages, i. e. splitting in the contemporaneous stage, compressing in the collisional stage, extending in the post - collisional stage and extending of lithosphere, were undergone in this deposit. Above four main structural deformation stages match the evolution of Youjiang basin from splitting to closing and collapsing.

[Key Word] structural evolvement, Jinfeng (Lannigou) gold deposit, Guizhou China

贵州水银洞超大型金矿勘查新进展及其启示

刘建中¹, 陈景河², 邓一明², 邱林², 付芝康^{1,2}, 陈发恩^{1,2}, 唐嗣刚¹

(1. 贵州省地质矿产勘查开发局 105 地质大队, 贵州 贵阳 550018)

2. 贵州紫金矿业股份有限公司, 贵州 贞丰 562200)

[摘要] 本文介绍了贵州水银洞超大型金矿勘查新进展, 特别是贵州固体矿产最深的探矿工程 ZK45301 的施工, 标志着贵州二度空间找矿取得了突破。同时指出地质找矿工作的“长期性、预见性、创新性、风险性、经常性”特点。

[关键词] 水银洞; 矿集区; ZK45301; Sbt; 贵州

1 灰家堡金矿矿集区基本特征

1.1 区域背景

大致以云南个旧-贵州普定-广西宾阳三点联线的三角形区域, 由区域性北东向弥勒-师宗深断裂、东西向个旧-宾阳深断裂、北西向南丹-昆仑关深断裂围限的三角形夹块, 构成了滇黔桂“金三角”, 区内矿床(点)成片成带集中产出, 矿床类型丰富, 大小矿床(点)数百个, 控制资源量近千 t, 为中国最重要的金矿产地之一^[1](图 1), 同时也是中国目前重要的黄金生产基地。

1.2 区域矿带划分

根据成矿地质环境和成矿作用特征, 将“金三角”划分为三个成矿带: 兴仁-安龙金矿带, 右江金矿带, 晴隆-罗平金矿带。

兴仁-安龙金矿带: 位于扬子准地台西南缘, 地理位处兴仁-安龙一线。为“卡林型”金矿集中产出区域。

右江金矿带: 位于右江褶皱带, 地理位处贞丰-望漠-册亨一线以南, 个旧-宾阳一线以北区域。金矿类型丰富, 主要有“卡林型”、红土型(或红色黏土岩型)、石英脉型、方解石脉型和辉绿岩型等。

晴隆-罗平金矿带: 位于峨眉山玄武岩分布区边缘地带, 成矿作用为与峨眉山玄武岩喷发相关的金矿带, 地理位处盘县-晴隆-兴仁-兴义-罗平一线以西地区。

1.3 矿集区特征

矿集区主干构造为灰家堡背斜, 位于兴仁-安龙金矿带中部, 是大致以贞丰、者相、大山、兴仁四点连线圈出的弱应变域内的强应变带(王砚耕, 1993)。背斜东起贞丰县者相, 西至兴仁县大山, 长 20Km, 宽约 6Km。背斜轴向总体近东西, 为两翼大致对称的宽缓背斜。大面积分布下三叠统夜郎组及永宁镇组地层, 上二叠统龙潭组、长兴组、大隆组仅零星出露于背斜核部。矿田范围内无岩浆岩出露。夜郎组和龙潭组为矿田最主要的含矿地层, 容矿岩石主要为碳酸盐岩、不纯碳酸盐岩, 次为碎屑岩(图 2)。

①[作者简介] 刘建中(1966-), 仡佬族, 地质高级工程师, 长期从事矿床地质勘查。

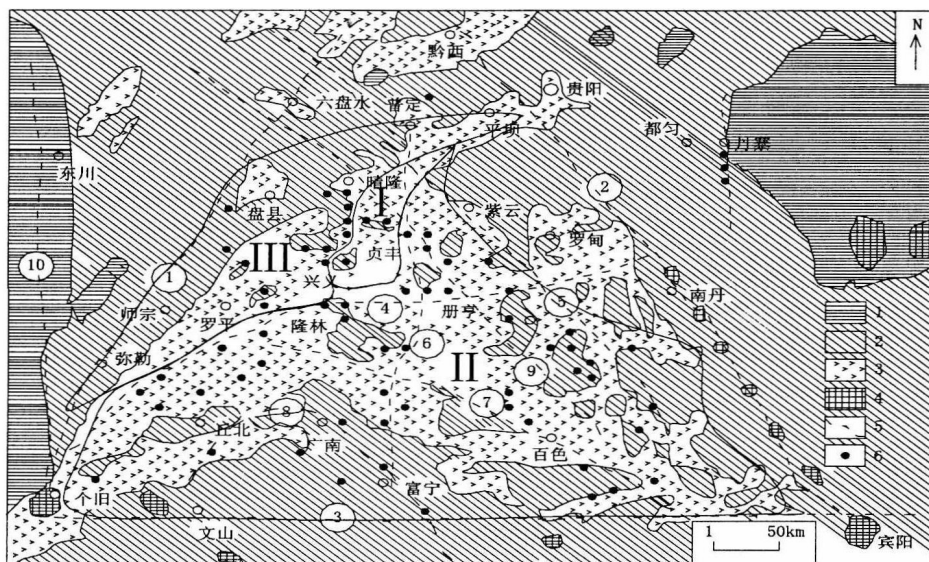


图1 中国西南滇黔桂“金三角区”地质简图

(据杨科佑 1992 年资料改编)

1—元古宇—震旦系；2—古生界；3—三叠系；4—花岗岩体；5—深断裂；6—金矿床和金矿点①师宗—弥勒深断裂；②南丹—昆仑关深断裂；③个旧—宾阳深断裂；④开远—平塘深断裂；⑤紫云—屯都深断裂；⑥普定—册亨深断裂；⑦右江深断裂；⑧文山—广南—富宁弧形深断裂；⑨晴隆—册亨深断裂；⑩小江深断裂；Ⅰ兴仁—安龙金矿带；Ⅱ右江金矿带；Ⅲ晴隆—罗平金矿带

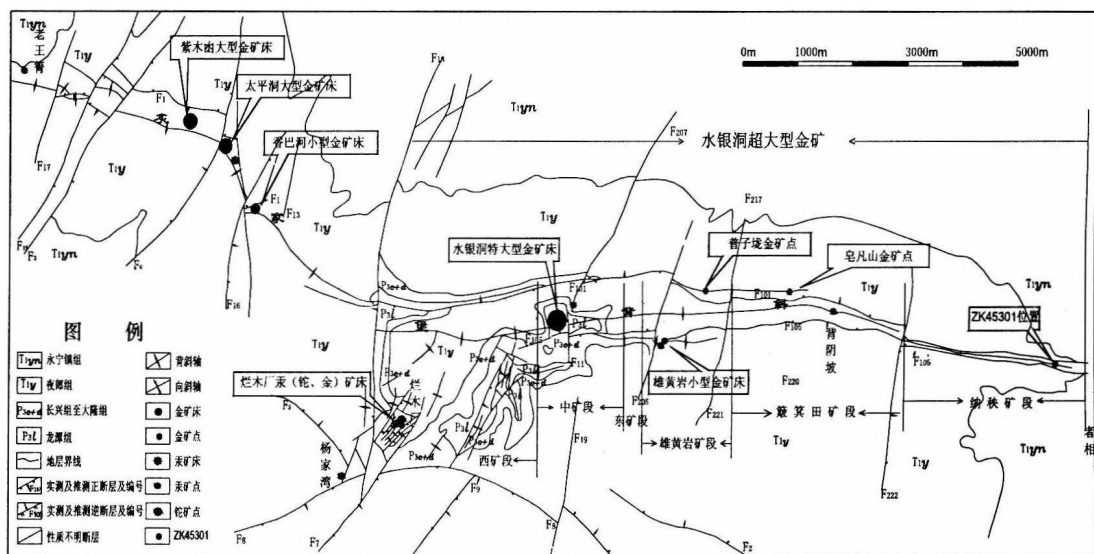


图2 贵州西南部灰家堡金矿矿集区地质示意图

区内构造较简单，主要有东西向、近南北向和北东向三组构造。东西向构造为控矿构造，叠加的北东向构造主要控制了矿田内汞矿和铊矿的产出，近南北向组构造则为成矿后期构造，对矿体起破坏作用。

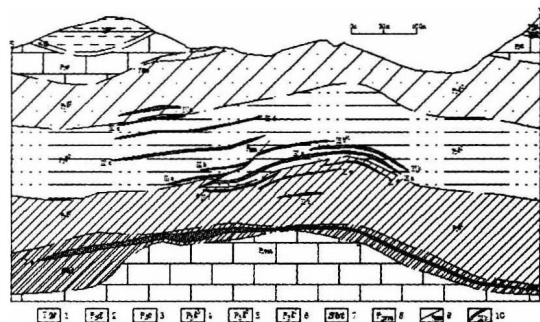
紫木岫大型金矿床、太平洞大型金矿床、水银洞超大型金矿床一同构成了灰家堡金矿矿集区，控制的金资源/储量大于200t。

2 水银洞超大型金矿特征

水银洞超大型金矿位于灰家堡矿集区东段，由西矿段（普查）-中矿段（勘探、已经投入生产）-东矿段（普查及详查）-雄黄岩矿段（普查及详查）-簸箕田矿段（普查）-纳秧矿段（普查）组成，东西长 13 000m，南北宽 800m，矿段划分有两种形式：一为勘查程度不同，以勘探线为界（如中矿段与西矿段以 16 线

为界,中矿段与东矿段以47线为界,东矿段与雄黄岩矿段以59线为界);另一种则以南北向断裂为自然边界(雄黄岩矿段与簸箕田矿段以 F_{217} 为界,簸箕田矿段与纳秧矿段以 F_{222} 为界)。事实是尽管部分矿段是以断裂为自然边界,但近南北向的边界断层表现为高角度走滑性质,水平断距和垂直断距都很小,对矿体的破坏性很小,从西至东,单矿体本身有大小之分外,水银洞为一个完整的矿床。金矿体主要沿灰家堡背斜呈东西向展布,赋存于灰家堡背斜轴两翼300m范围内地表150m~1400m以下的 P_3l 地层和Sbt中。走向上具波状起伏向东倾没、空间上多个矿体上下重叠、单个矿体的规模大(仅中矿段+东矿段赋存于灰家堡背斜轴部附近龙潭组与茅口组不整合界面间的构造蚀变体(Sbt)中的Ia1矿体

东西走向长1400m,南北倾向宽680m,资源量达25999.96kg,平均品位 4.56×10^{-6} 。品位变化系数为51.54%,厚度变化系数为115.58%)的特点^[2-3-4-5](插图3、4)。根据目前的勘查成果,水银洞金资源量可达到150t以上,为无地表露头的超大型盲金矿床。



3 贵州省贞丰县水银洞金矿中矿段7勘探线剖面图

1—夜郎组;2—大隆组;3—长兴组;4—龙潭组三段;
5—龙潭组二段;6—龙潭组一段;7—构造蚀变体;
8—茅口组;9—断层及编号;10—矿体及编号。

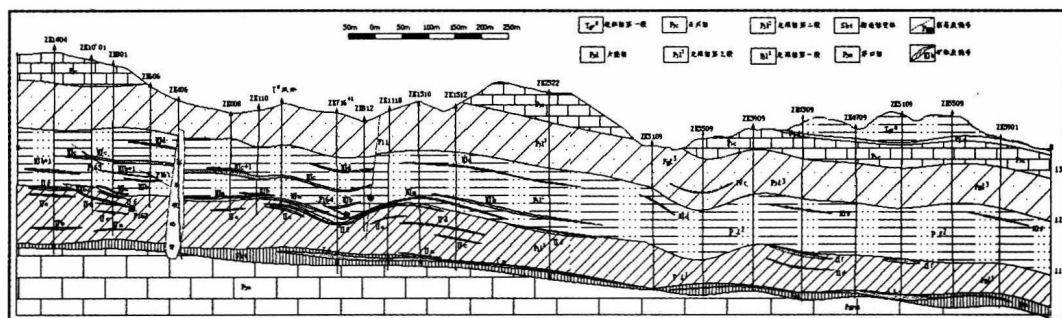


图4 贵州省贞丰县水银洞金矿中矿段—东矿段纵剖面图

4 勘查新进展

2006年5月以前,区内地质勘查主要集中在雄黄岩矿段以西(即中矿段+东矿段+西矿段),投入钻探工作量54817m,获得金资源量84387.17kg,使水银洞成为中国第一个I勘探类型的特大型“卡林型”金矿床。2006年6月30日编制的《贵州省贞丰县水银洞金矿区东段(雄黄岩矿段+簸箕田矿段+纳秧矿段)普查地质设计》明确了东段找矿思路—59线以东约8000m、宽约600m范围内沿灰家堡背斜轴布置钻探工程探索龙潭组第二段生物碎屑灰岩、钙质砂岩和龙潭组与茅口组接触界线附近的Sbt中是否存在金矿体及 F_{105} 、 F_{101} 断裂的含矿性。设计孔

深300~1500m之间,设计钻探进尺25000m,预计提交金资源量60t。并于2006年8月开始实施,从此揭开了贵州固体矿产二度空间(1000m以下)找矿的篇章。截止2007年6月,完成钻探进尺15600m,钻孔见矿率达95%以上,特别是ZK45301具有特殊意义。

ZK45301位于灰家堡背斜东部倾没端—水银洞金矿区纳秧矿段,西距水银洞金区中矿段7.50km。钻孔深度1411.08m,为贵州最深的固体矿产探矿钻孔。开孔层位三叠系下统夜郎组第二段(T_1y^{2-2})鲕粒灰岩,终孔层位二叠系中统茅口组(P_2m)生物屑灰岩,全孔岩(矿)心采取率达98%以上。含金层位为二叠系上统龙潭组第一段(P_3l^1)粉砂质粘土岩和Sbt(见表)。

ZK45301 含矿情况一览表

孔深 (m)	样长 (m)	采样 (%)	品位 ($\times 10^{-6}$)	层位	岩 性
1313.28 - 1314.48	1.20	100	3.25	P ₃ l ¹	粘土质粉砂岩，具硅化。
1325.28 - 1326.28	1.00	100	1.70	P ₃ l ¹	粘土质粉砂岩，具硅化。
1327.28 - 1328.28	1.00	100	1.02	P ₃ l ¹	粘土质粉砂岩，具硅化。
1331.28 - 1332.28	1.00	100	1.24	P ₃ l ¹	粘土质粉砂岩，具硅化。
1332.28 - 1333.28	1.00	100	1.47		
1337.28 - 1338.28	1.00	100	1.53		
1338.28 - 1339.28	1.00	100	2.51		
1339.28 - 1340.28	1.00	100	1.38		
1340.28 - 1341.28	1.00	100	2.77	P ₃ l ¹	粘土质粉砂岩，具硅化。
1341.28 - 1342.28	1.00	100	1.50		
1342.28 - 1343.28	1.00	100	1.53		
1343.28 - 1344.28	1.00	100	3.25		
1346.28 - 1347.64	1.36	100	1.16	P ₃ l ¹	粘土质粉砂岩，具硅化。
1360.78 - 1361.88	1.10	100	1.99	P ₃ l ¹	粉砂质粘土岩，具弱硅化。
1361.88 - 1362.88	1.00	100	1.91		
1380.18 - 1381.08	0.90	97	1.71	P ₃ l ¹	粉砂质粘土岩，具弱硅化。
1398.30 - 1399.28	0.98	100	1.63		硅化粉砂质粘土岩，上部为强硅化
1399.28 - 1400.28	1.00	100	3.59	Sbt	生物屑灰岩，普遍具角砾化特征。
1400.28 - 1401.28	1.00	100	2.30		见雄（雌）黄。

5 几点启示

(1) 长期性：80 年代初期发现雄黄岩金矿点，历时 12 年未能取得突破

(2) 预见性：紫木囱矿床勘探总结的“两层楼”描述性模式，是开展灰家堡背斜金成矿预测的基础，1994 年开展成矿预测，1995 年发现了水银洞金矿，水银洞金矿是成矿预测的典型实例。

(3) 创新性：中矿段勘探过程中提出“Sbt”为区域构造作用的产物，建立了区域成矿模式，使黔西南金矿成为一个成矿系统；根据新观念和成矿模式对东段进行了新一轮的成矿预测。

(4) 风险性：强大的抗风险能力是地质勘查中非常重要的环节。仅 ZK45301 一个钻孔即花费人民币 100 万以上。

(5) 经常性：持续不断的勘查经费的投入是找矿取得突破的保障。1995 年~1998 年，水银洞矿区投入钻探工作量 1 1497.87m；2001 年 9 月

~2006 年 5 月，投入钻探工作量 43 319.13m；累计投入钻探工作量 54 817m，获得金资源量 89 840.07kg。2006 年 8 月~2007 年 6 月，投入钻探进尺 15 600m，钻孔见矿率达 95% 以上，揭开了贵州固体矿产二度空间（1 000m 以下）找矿的篇章。

[参考文献]

[1] 刘建中、邓一明等. 中国第一个 I 类型金矿床 - 水银洞金矿床基本地质特征兼论“金三角”找矿潜力 [A]. 首届中国西部黄金工业创新发展高层论坛论文集 [C] 2006, 7: 75~81.

[2] 刘建中、刘川勤. 贵州水银洞金矿床成因探讨及成矿模式 [J]. 贵州地质, 2005, 22 (1): 9~13.

[3] 刘建中、邓一明等. 贵州省贞丰县水银洞层控特大型金矿成矿条件与成矿模式 [J]. 中国地质, 2006, 33 (1): 168~177.

[4] 刘建中、邓一明等. Sbt 的概念及区域找矿意义 [A]. 第三届贵州地质矿产发展战略研讨会论文集 [c] 2005, 4.

[5] 刘建中、夏勇等. 贵州水银洞超大型金矿床金的赋存状态再研究 [J]. 贵州地质 2007, 24 (3): 165~169.

卡林型金矿床研究现状和新进展^①

夏 勇

(中国科学院地球化学研究所, 矿床地球化学重点实验室)

卡林型金矿, 许多研究者又称之为微细浸染型金矿或沉积岩容矿的微细浸染型金矿, 自 20 世纪 60 年代初在美国西部内华达州被发现以来^[1-2], 现已经成为美国最重要的黄金资源^[3], 其特点是产出集中、储量大、经济价值高, 在美国集中分布在內华达州北部和尤他洲西北部, 在一个 NNW 向线状分布的金矿集中区 (称为 Carlin Trend), 已经发现了 40 多个独立金矿床 (图 1), 并已经生产了 1000 多吨黄金^[4-6], 从而使美国黄金产量跃居世界第二位。

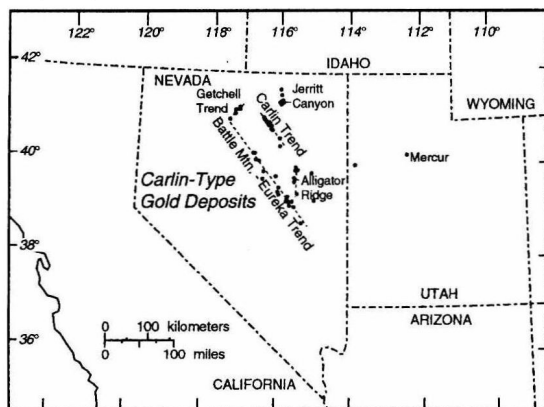


图 1 美国卡林型金矿分布图^[2]

继美国之后, 20 世纪 70 年代末期, 在我国黔西南也发现了卡林型金矿, 随着研究和勘查的深入, 在我国扬子地台周边的滇黔桂和陕甘川两个三角地带相继找到了一大批卡林型金矿^[7-23], 累计资源远景超千吨, 形成了我国卡林型金矿集中产出的两个“金三角” (图 2), 并日益显示出较大的找矿前景和重要的经济价值, 使我国目前成为世界上除美国之外最重要的卡林型金矿产地。卡林型金矿已经成为我国重要的金矿类型。

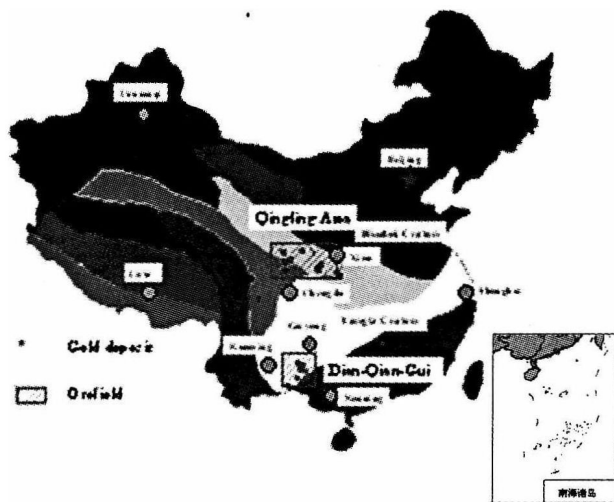


图 2 中国卡林型金矿分布图^[20]

到目前为止, 世界上卡林型金矿最为集中的地区只有两个, 即美国内华达州及其附近和中国西南部地区, 对卡林型金矿的研究, 丰富了《矿床学》在超大型矿床和金矿床成矿理论的研究。本文在此就卡林型金矿床研究现状和新进展进行介绍。

1 卡林型金矿时空分布规律

卡林型金矿往往发育于地壳活动较为强烈的部位。美国的卡林金矿床位于美国西部陆缘地带中、新生代的弧后盆地裂谷带。最近的同位素年代学研究表明^[4-5], 该型金矿化主要发生于 42 Ma 与 30 Ma 期间。这一期间也正是黄石热点在大盆地一带的活动期。一些研究者 (Oppliger et al, 1997^[24]、Hofstra et al, 2000^[2]) 提出 (图 3), 在 42 ~ 30 Ma 期间发生的岩浆作用、张性构

①国家科学技术撑计划课题 (2006AB01A13)

【作者简介】夏勇 (1960-) 男, 博士, 研究员, 矿床地球化学专业, 从事矿床地质地球化学及其实验研究。

造以及集中于内华达大盆地中的金成矿作用与黄石古热点的演化之间存在成因联系。他们认为,始新世—渐新世期间的岩浆事件与卡林型金矿之间在空间上的偶合都是由于黄石热点引发的,认为卡林型矿化是与具有漫长历史的黄石热点相伴发生的。黄石热点可能是一个起源于核慢边界的地慢柱,核慢边界被认为是一个异常富集金及与金矿伴生的中度亲铁元素(As、Sb 和 Te)的地区。来自这一地区的流体可以将金搬运到上地壳。随着 60 Ma 以来黄石热点对俯冲的 Farallon

板块的裂解,产生了 42~30 Ma 期间大规模的壳内熔融和变质脱挥发份作用。同期进行的地壳扩张与热流体在上地壳中的对流循环有利于构造和岩性对金矿的圈闭,而这正是典型卡林型金矿的特点。始新世晚期热点位于内华达州北中部之下,在那里热点引发了岩浆底侵作用、交代作用和岩石圈的热减薄作用,结果导致下地壳中的岩浆作用和变质脱挥发份作用以及上地壳中含金流体的对流循环。

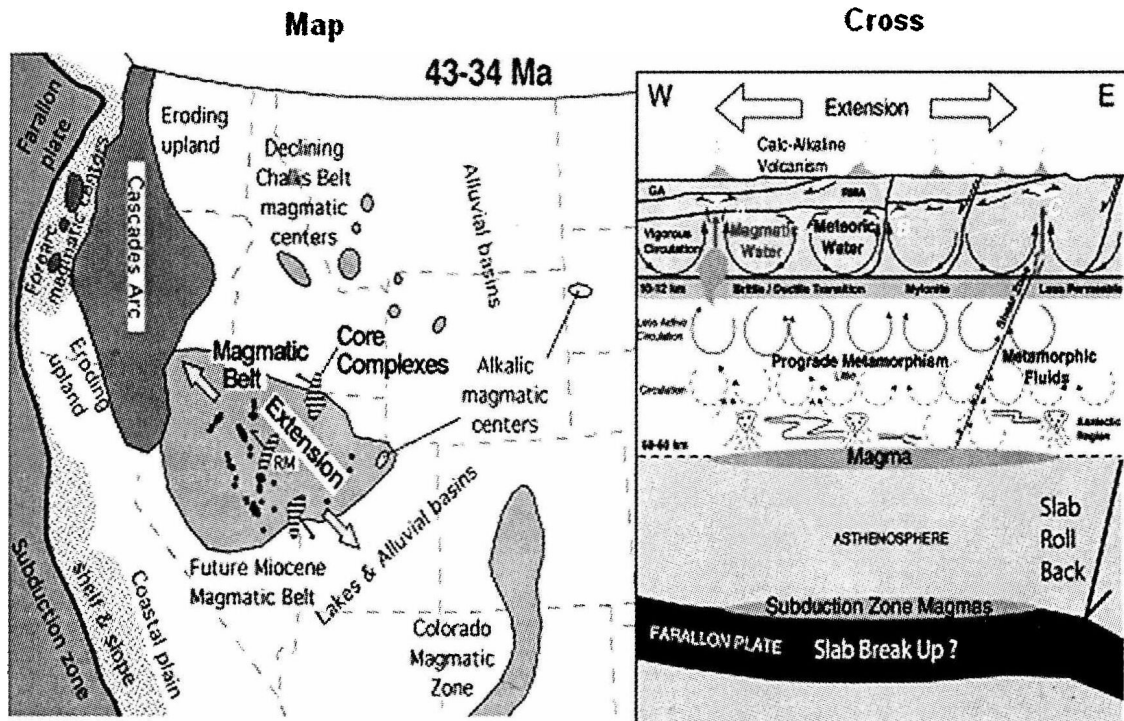


图3 早第三纪内华达大盆地大地构造背景^[2]

一些研究者(如: Crafford 和 Grauch, 2002^[25])系统总结了美国中西部卡林型金矿集中区的深部地质构造、地球物理与地球化学特征,认为沿 Battle Mountain - Eureka 存在一条元古宙大陆裂谷的深部断裂带,该断裂带被认为是西部的“大洋型”地壳与东部“大陆型”地壳的分界线,卡林型金矿位于两种地壳之间的过渡型地壳之中。在第三纪时,这种先存的深部断裂带因地壳伸展而又重新复活,扮演着深源富金流体的重要通道,并控制了卡林型金矿带的空间展布(图4)。

我国卡林型金矿床(点)主要分布于扬子地台周边地区,并构成了滇—黔—桂和陕—甘—川两个重要金矿化集中区(图1、图5)。它们的大地构造位置均处于扬子地台边缘不同时代的

地槽褶皱系,或两者之过渡部位。在扬子地台北西缘,裂陷作用始于古生代,以中三叠世以来最为强烈,由此形成巴颜喀拉特提斯裂陷海槽,广泛发育中—上三叠统浊积相沉积复理石建造;晚三叠世晚期,随着印度板块与欧亚板块的强烈相互作用,导致该区强烈褶皱抬升,形成巴颜喀拉印支冒地槽褶皱带并控制了陕甘川金矿化集中区的展布;滇黔桂地区处于扬子地台东南缘右江盆地,它们在早古生代均表现为活动陆缘沉积,志留纪末的广西运动使之整体上升,进入地台发展阶段,从三叠纪开始自南而北强烈沉陷,形成以复理石建造为主的沉积,印支运动使其褶皱回返,形成右江印支冒地槽褶皱带,并控制了滇黔桂金矿化集中区的展布^[22]。

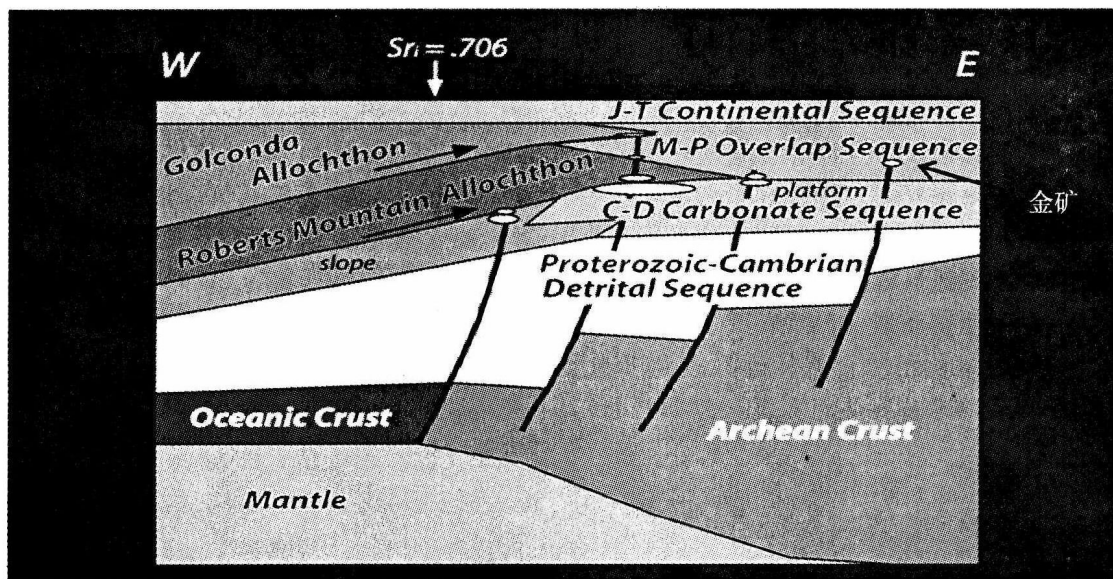


图4 内华达州和犹他州北部剖面^[2]

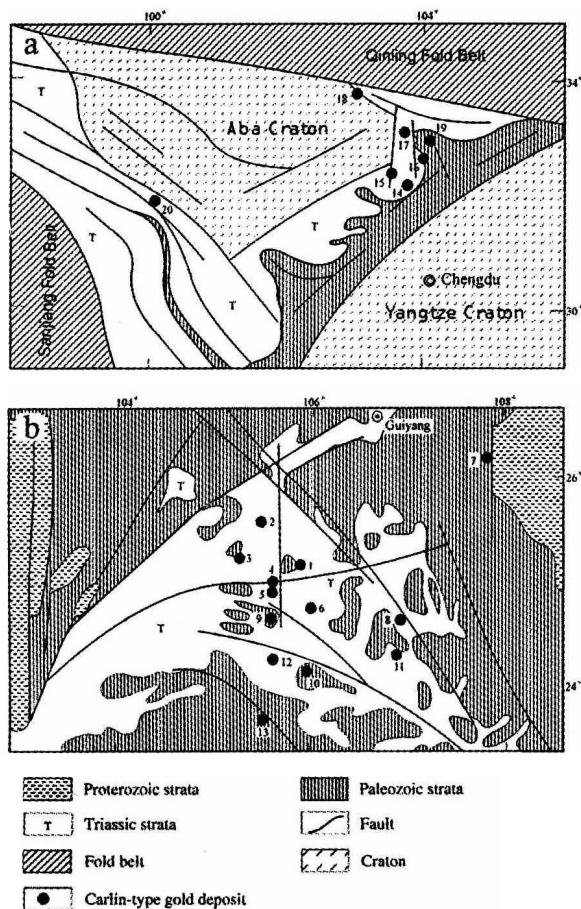


图5 滇黔桂 (a) 和陕甘川
(b) 地区金矿床分布地质略图^[15]

金矿床名称: 1—烂泥沟; 2—紫木函; 3—戈塘; 4—丫他; 5—板其; 6—百地; 7—丹寨; 8—金牙; 9—隆或; 10—世加; 11—明山; 12—高龙; 13—革挡; 14—桥桥上; 15—东北寨; 16—联合村; 17—马脑壳; 18—拉尔玛; 19—坪定; 20—丘洛

由此可见,我国主要微细浸染型金矿床产区在区域地质构造演化方面有相似之处,即均经历了早期拉张→裂隙→沉降和沉积及晚期的挤压褶皱造山作用过程,前者为该类矿床的形成提供重要的赋矿围岩,即沉积地层基础;后者则为热液活动及矿质的热液活化—迁移—沉淀成矿提供构造空间及热动力条件。因此,微细浸染型金矿床的形成与区域地质构造发展演化密切相关,其空间分布明显受大地构造条件制约,古克拉通边缘冒地槽褶皱带或两者之过渡地带是该类金矿床产出的有利地质构造部位。金矿化主要发生于 140 Ma 与 75 Ma 期间,相当于燕山晚期^[15],受后期褶皱造山作用构造控制。

2 卡林型金矿的地质特征

2.1 容矿围岩和有利岩性组合

美国西部的卡林型金矿赋矿地层主要为古生界志留系和泥盆系(图6),卡林 Trend 中金矿床的容矿围岩可以分为三种情况:①原地的大陆架碳酸盐岩及碎屑岩层序(即东部组合);②外来的主要是硅质碎屑岩层序(即西部组合);③密西西比纪晚期的超覆层序(在 Rain 地区也容矿)。金矿主要在原地地层层序中,并且大部分出现在上部四、五百米。主要的含矿地层包括:Roberts 山组中含有穿层的薄的生物碎屑流和具有不规则纤细纹层的粉砂质灰岩,由于渗透性较

好而有助于含金流体的流通；Popovich 组中的微晶灰岩、粉砂质灰岩及含化石灰岩也由于渗透性好而有助于成矿；Rodeo Creek 单元中的粉砂质

粘土相有利于大金矿的形成，而基底硅质泥岩由于渗透性差而不利于成矿；Vinini 组中主要产出一些高角度构造控制的金矿床。

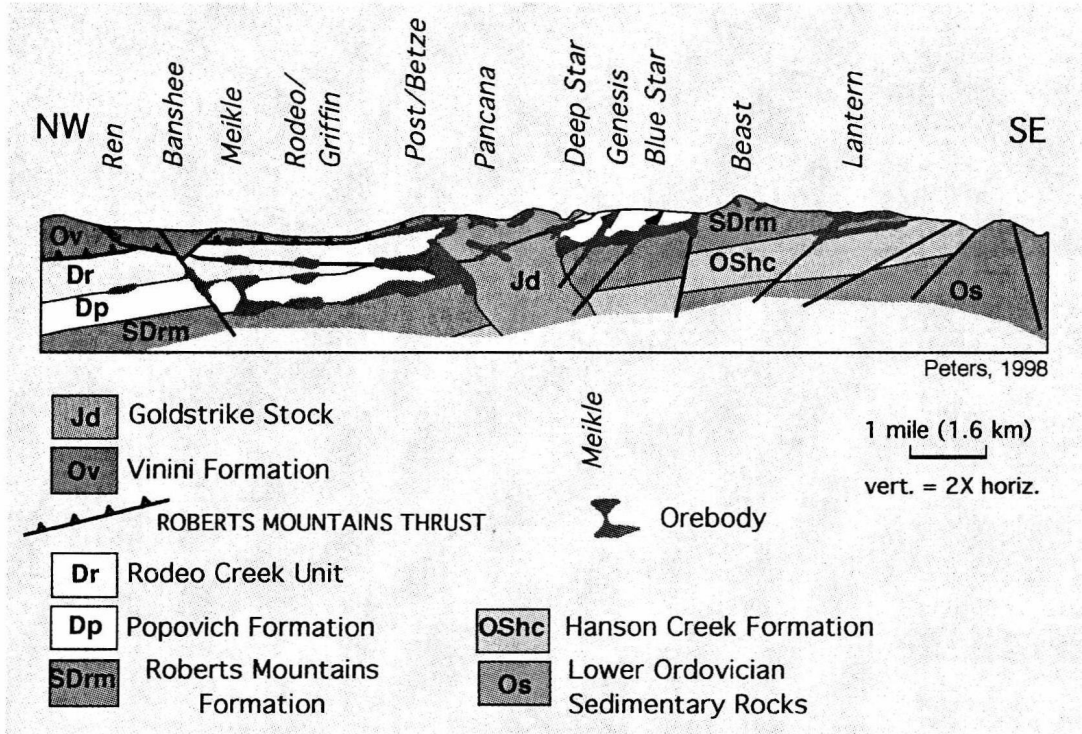


图 6 Carlin trend 北部金矿化示意图^[2]

我国的卡林型金矿，在陕甘川地区，主要赋矿地层时代为中 - 上三叠统，其次为泥盆系；滇黔桂地区大多数该类金矿床产于三叠系和二叠系地层中，少数产于泥盆系地层中。赋矿围岩岩性组合主要为砂岩、粉砂岩、细砂岩、粘土岩及碳酸盐类组合（图 5 和图 7-8）。其沉积环境比较重要的有 3 种类型，分别为：①滨海潮坪相陆缘碎屑岩类，如滇黔桂地区的上二叠统龙潭组；②局限 - 半局限浅海台地相碳酸盐岩 - 粘土岩建造，如滇黔桂地区上二叠统长兴组和下三叠统夜郎组；③海盆或海湾及广海斜坡浊积相复理石建造，如滇黔桂地区中三叠统许满组、边阳组，陕甘川地区中 - 上三叠统扎朵山、杂谷脑及新都桥组等。

2.2 控矿构造

现在已经明确，构造对于金矿化的控制作用甚至强于地层，但构造的影响在不同的矿区有不同的表现，美国卡林型金矿床控矿构造可以概括为（图 6）：

（1）高角度、NW 走向断层系是主要的导矿构造，通常被煌斑岩和二长岩岩墙充填。在卡林

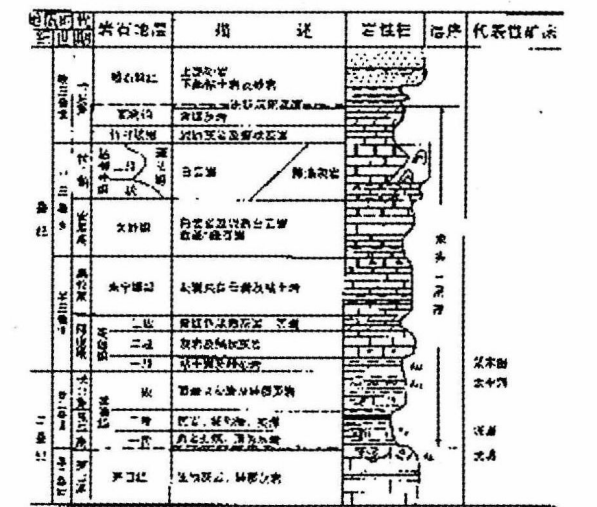


图 7 北盘江赖子山地层岩性简图^[21]

Trend 北部，南北走向的 Bootstrap 断层是 Bootstrap - Tara 金矿床的主要控矿构造，北西向的 Post 断层是 Meikle - Post 等金矿床的主要控矿构造，北西向的 Castle Reef 断层是 Sorth Lantern 等矿床的主要控矿构造，等等；

（2）高角度、北东走向断层是次要的导矿构造，尤其是在与北西向断层交会的部位，如 Gold Quarry 矿床和 Meikl 矿床。1993 年 Moore 发