

文章编号: 1000-4734(2017)06-0637-10

贵州省岩金矿床的分布特征与控制因素

吴小红¹, 肖成刚¹, 程鹏林², 周家喜^{3,4*}, 刘松¹, 吴文明¹, 万大学¹

(1. 贵州省地矿局 一〇五地质大队, 贵州 贵阳 550018; 2. 贵州省地矿局 一一五地质大队, 贵州 贵阳 551400; 3. 云南大学 资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650504; 4. 中国科学院 地球化学研究所 矿床地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550081)

摘要: 贵州岩金矿集中分布于扬子地块和华夏陆块过渡带, 即江南复合造山带内。按照二级构造单元可以分为兴义隆起区贞丰—普安矿集区, 发育有水银洞等特大型金矿床; 右江裂谷-前陆盆地册亨—望谟矿集区, 以烂泥沟等特大型金矿为代表; 黔南坳陷区, 又可分为都匀南北向隔槽式变形区及铜仁开阔复式褶皱变形区, 前者发育有三都—丹寨金矿带, 后者发育有梵净山金矿带; 榕江加里东褶皱区发育有天柱—锦屏—黎平金矿带。这些构造单元内的岩金矿床从北向南, 其赋矿层位呈现由老到新的变化, 这是由于二级构造单元的划分依据是控盆控断裂及发育的地层和岩性。对各二级构造单元内岩金矿赋矿层位及上覆地层岩性的统计显示, 矿体下伏岩性为碳酸盐岩、砂岩、熔岩和变质岩等脆性岩类, 它们经构造作用易发生碎裂化, 能为热液流通提供有效通道; 矿体上覆岩性为厚度较大的粘土岩或泥质岩类, 它们起盖层阻挡流体的作用。综合各类地质资料, 本文认为贵州境内的岩金矿床, 其矿质来源于深部, 含矿热液从深部向上运移, 受渗透性差的岩层(盖层)阻隔, 在其附近充填、交代围岩, 逐渐富集成矿。不同构造单元内岩金矿床赋矿层位的不同, 是由于盖层的相对位置不同, 即赋存于不同层位的金矿不是垂向分布于同一矿区, 而是侧向分布于不同矿区, 这为进一步指导区域找矿提供了新的线索。

关键词: 岩金矿床; 分布特征; 控制因素; 控矿岩性组合; 找矿模式; 贵州

中图分类号: P612; P618.51

文献标识码: A

doi: 10.16461/j.cnki.1000-4734.2018.38.239

作者简介: 吴小红, 1974年出生, 女, 地质高级工程师, 主要从事矿产勘查工作。E-mail: 395374233@qq.com

Distribution Features and Ore-controlling Factors of Rock Gold Deposits in Guizhou Province, China

WU Xiao-hong¹, XIAO Cheng-gang¹, CHENG Peng-lin², ZHOU Jia-xi^{3,4*},
LIU Song¹, WU Wen-ming¹, WAN Da-xue¹

(1. No. 105 Geological Team, Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of Guizhou Province, Guiyang 550018, China; 2. No. 115 Geological Team, Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development Guizhou Province, Guiyang 551400, China; 3. School of Resource Environment and Earth Science, Yunnan University, Kunming 650504, China; 4. State Key Laboratory of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550081, China)

Abstract: Rock gold deposits in Guizhou Province are mainly distributed in a part of the transitional zone, called the Jiangnan composite orogenic belt, between the Yangtze and Cathaysia blocks. This part of the Jiangnan belt in Guizhou Province has been divided into four second-order tectonic units, including: 1) the Xingyi uplift area, in which the Zhenfeng-Pu'an metallogenic district hosts the giant Shuiyindong Au deposit; 2) the Youjiang foreland basin, in which the Ceheng-Wangmo metallogenic district hosts the giant Lannigou Au deposit; 3) the Qiannan depression region comprising of the Duyun NS-trending trough deformation zone, containing the Sandu-Danzhai Au metallogenic belt, and the Tongren deformation zone of open compound folds, containing the Fanjinshan Au metallogenic belt; and 4) the

收稿日期: 2018-07-25

基金项目: 国家重点基础研究计划项目(2014CB440905); 贵州省地矿局科研项目(2014[06]); 云南大学引进人才科研启动项目(YJRC4201804); 云南大学国家自然科学基金优秀青年培育项目(2018YDJQ009)

* 通讯作者, E-mail: zhoujiayi212@qq.com

Rongjiang Caledonian fold belt, hosting the Tianzhu-Jinping-Liping Au metallogenic belt. From north to south, ages of ore-hosting strata of those rock gold deposits in various second-order tectonic units are decreased. This is because the division of the second-order tectonic units is based on the basin- and phase-controlled fractures, strata, and lithology. The statistics of lithologies of Au-bearing underlying and overlying strata in the second-order tectonic units show that the underlying rocks of rock gold deposits are brittle rocks, such as carbonate, sandstone, lava, and metamorphic rocks, which are easily cracked by structural movement to provide effective channels for the transport of hydrothermal fluids, whereas the overlying rocks are thickly bedded claystone or mudstone, which acted as a barrier for blocking fluids. Based on all kinds of previous geological data, we have proposed that the ore-forming materials of rock gold deposits in Guizhou Province could be sourced from deep crust, and the Au-bearing fluids were migrated from deep to shallow levels of crust where the ore-forming fluid then were trapped by the sealing layer of rocks (cap rocks) with poor permeability. This process caused the filling of the ore-forming fluids and alteration of wall rocks, and resulted in the Au enrichment and mineralization gradually. The Au-bearing strata in different second-order tectonic units are different due to relatively different positions of the overlying rocks. This means that the rock gold deposits hosted in different layers are not vertically distributed in the same deposit area, but are distributed laterally in different deposit areas. This provides a new clue for further guiding the ore prospecting in the region.

Keywords: rock gold deposit; distribution characteristics; controlling factor; ore-controlling lithologic association; ore prospecting model; Guizhou province

在大地构造位置上, 贵州处于扬子板块西南缘及扬子板块与华夏板块过渡带上^[1] (图 1)。贵州岩金矿床十分发育, 主要集中分布于黔东南和黔西南地区, 少数分布于黔南和黔中^[1] (图 1)。黔东南地区岩金矿床的开采历史悠久, 具史料记载可以追溯到 1000 多年前; 黔西南是我国最早发现微细浸染型 (称为卡林型) 金矿床的地区之一, 近年来在新的成矿理论指导下, 取得了巨大的找矿突破, 新探明的金矿储量达到数百吨^[2]。贵州省境内的岩金矿经历多年的勘查和研究积累了丰富的成果^[3-11], 目前对矿床地质、矿床地球化学及年代学、金的赋存状态、成矿流体特征以及成矿规律等都有了很好的认识和总结^[12-15]。然而, 以往工作侧重于对单个矿床或矿区的详细解剖, 对全省岩金矿床系统的总结工作较少。此外, 对省内岩金矿床平面分布规律研究较多, 而对垂向上分布规律的认识不足, 对控制这些岩金矿床纵、横向分布规律的因素, 分析的更少, 这在一定程度上制约了全省岩金矿床的进一步找矿突破。本文在系统收集前人勘查和研究资料的基础上, 通过对全省岩金矿床平面和剖面上的分布规律及其控制因素的系统深入分析, 试图为认识省内岩金矿床各矿集区的区域成矿规律及指导深部找矿预测提供新的线索。

1 贵州区域地质构造单元的划分

根据最新出版的中国地质志之贵州志对贵州区域地质构造单元的划分^[1], 贵州境内包括上扬子地块和江南复合造山带 2 个构造单元。构造单元的划分依据主要是控盆控相断裂, 结合深部隐伏断裂带和地表地层出露、变形特点。其中江南复合造山带^[1]又可以划分出兴义隆起区、右江裂谷-前陆盆地区、黔南坳陷区和榕江加里东褶皱区四个次级构造单元 (图 1)。

2 贵州岩金矿床的平面构造单元分布规律

贵州省内已发现的岩金矿主要分布于盘县—贵阳—梵净山北一线以南, 即江南复合造山带内, 分别与江南造山带的 4 个次级构造单位对应 (图 1)。兴义隆起区内已发现水银洞、泥堡、架底等若干岩金矿床, 构成贞丰—普安金矿集区; 右江裂谷-前陆盆地区形成以烂泥沟金矿为代表的册亨—望谟矿集区; 黔南坳陷区分为都匀南北向隔槽式变形区及铜仁开阔复式褶皱变形区, 前者发育有三都—丹寨金矿带, 后者发育有梵净山金矿带; 榕江加里东褶皱区发育有天柱—锦屏—黎平金矿带。

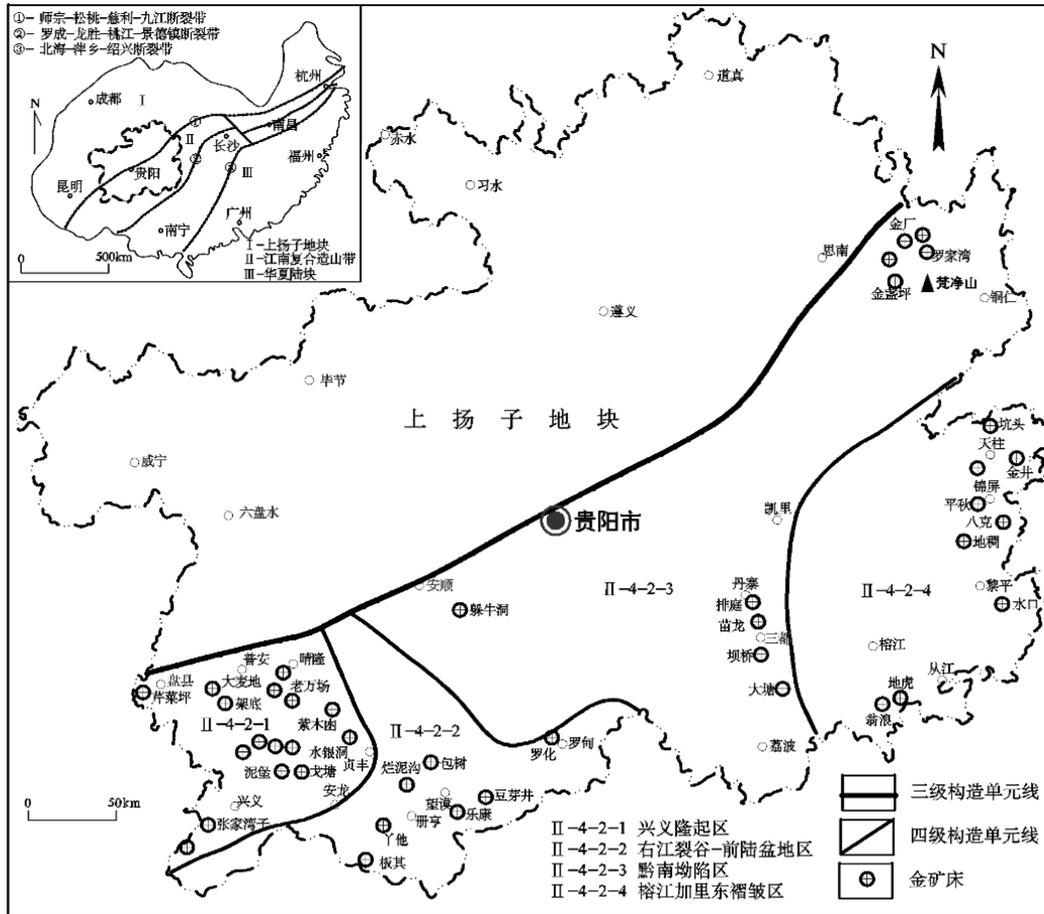


图 1 贵州省构造分区及金矿分布图(据贵州区域地质志^[1]修改)
 Fig. 1. Maps for tectonic units and the distribution of rock gold deposits in Guizhou Province.

3 贵州岩金矿垂向分布规律及上覆、下伏地层岩性特征

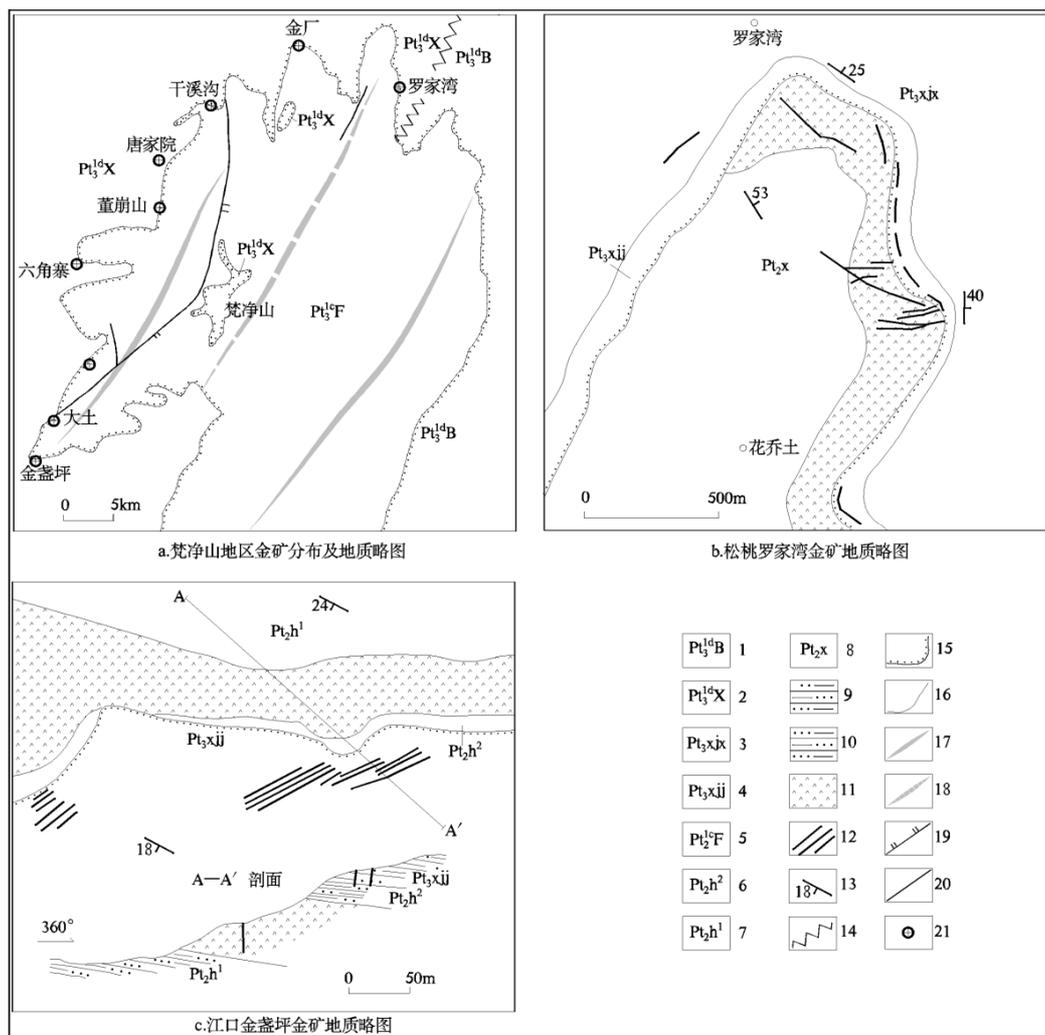
3.1 赋矿层位的垂向规律及容矿岩性

贵州省岩金矿虽然赋存于不同时代地层中, 但总体有规律可循, 从北至南, 赋矿地层时代由老变新^[16-21]。梵净山地区为青白口系梵净山群; 天柱—锦屏—黎平矿地区为青白口系下江群; 三都—丹寨地区为寒武系—奥陶系地层; 贞丰—普安矿集区为二叠系地层; 册亨—望谟矿集区为三叠系地层。各矿区容矿岩石多样, 但同一矿区容矿岩性相对一致。梵净山地区为蚀变辉绿岩、细碧岩、蚀变含砾杂砂岩、粉砂质板岩、千枚状绢云母板岩; 天柱—锦屏—黎平地区为变余凝灰岩、变余沉凝灰岩、变余砂岩、变余粉砂岩和含砾砂岩和板岩; 三都—丹寨地区为薄-微层泥质碳酸盐岩、层纹状灰岩、泥灰岩、含有有机质硅质岩、片理化的硅质泥岩、粉砂岩、钙质粉砂岩、粘土质页岩, 以及白云角砾岩、含泥质白云岩角砾岩; 贞丰—普安矿集区: 盘县一带容矿岩性主要为玄武质火山碎屑岩、少量熔岩、粘土岩, 贞丰一带容矿岩性主要为不纯碳酸盐岩, 其次为细碎屑岩; 册亨—望谟矿集区容矿岩性以砂岩、粘土岩及其过渡岩石为主。

3.2 上覆、下伏地层及岩性特征

1) 梵净山地区: 所发现的岩金矿床几乎都赋存于青白口系梵净山群与下江群之角度不整合界面附近的变质岩中^[4], 已发现罗家湾、金厂、金盏坪等近十个金矿床(点)(图 2)。以北部的松桃罗家湾金矿和南部的江口金盏坪金矿为例, 矿床在构造上处于梵净山穹窿北东倾伏端, 矿体主要分布于不整合面上盘甲路组层间石英脉、蚀变断裂带及不整合面下伏的次级断裂中的石英脉体内。赋矿地层上覆地

层为下江系甲路组、新寨组，甲路组岩性主要为含大理岩小透镜体的千枚状绢云板或绢云板岩，新寨组岩性为板岩、千枚岩、变质粉-细砂岩组成；下伏地层为梵净山群肖家河组，岩性主要为变质辉绿岩，变质细砂岩、绢云板岩。江口金盏坪金矿在构造上处于梵净山穹状背斜北西次级大罗背斜南西倾没端。矿脉赋存于下江群与梵净山群之间的不整合界面附近。赋矿地层主要为梵净山群回香坪组辉绿岩和下江系甲路组底部含砾砂质板岩、砂质板岩。赋矿地层上覆地层岩性为下江系甲路组，岩性为含砾砂质板岩、砂质板岩；下伏地层为梵净山群回香坪组，岩性主要为变质辉绿岩、变质砂岩、粉砂质绢云板岩。梵净山金矿带各矿床（点）虽然赋矿层位不同，但上覆、下伏地层岩性却非常相似，即上覆地层岩性主要为板岩；下伏岩性主要为变质砂岩、变质辉绿岩。



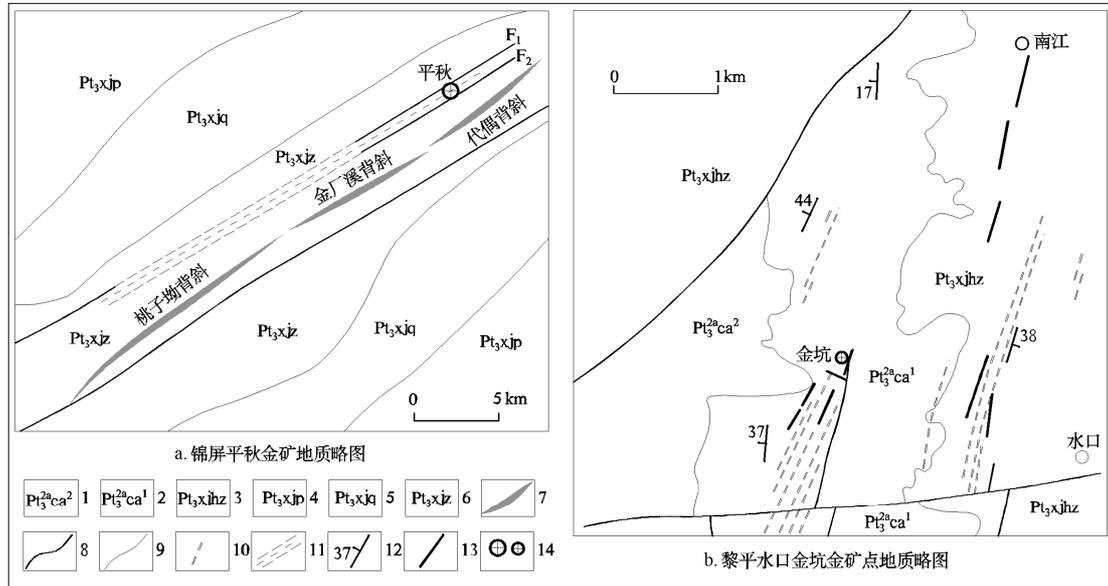
1-板溪群; 2-下江群; 3-下江群新寨组; 4-下江群甲路组; 5-梵净山群; 6-梵净山群回香坪组第二段; 7-梵净山群回香坪组第一段; 8-梵净山群肖家河组; 9-砂质板岩; 10-粉砂质板岩、粉砂岩; 11-辉绿岩; 12-含金石英脉; 13-产状; 14-相变线; 15-角度不整合地层界线; 16-地层界线; 17-背斜轴线; 18-向斜轴线; 19-张性断裂; 20-性质不明断层层; 21-金矿床(点)

图2 梵净山地区金矿分布及典型矿床地质略图(据贵州区域地质志^[1]和贵州东部金矿^[4]修改)

Fig. 2. Distribution of rock gold deposits in the Fanjinshan region and geological maps for typical Au deposits.

2) 天柱—锦屏—黎平地区: 天柱—锦屏—黎平金矿带可分为石英脉型及蚀变岩型, 已发现 50 多处金矿(点)。赋矿地层有青白口系再瓦组、清水江组、隆里组和南华系长安组, 岩性主要为变质碎屑岩。相关地质特征以锦屏平秋金矿床和黎平水口金坑矿点为例(图 3):

锦屏平秋金矿床赋矿地层主要为再瓦组第 1 段中的粉砂质板岩、变余砂岩、千枚岩和第 2 段中的砂质板岩、板岩、变余砂岩。赋矿地层上覆地层为再瓦组第 3 段, 岩性为薄至中厚层粉砂质绢云母板



1-长安组第二段; 2-长安组第一段; 3-洪洲组; 4-平略组; 5-清水江组; 6-再瓦组; 7-背斜轴; 8-断层; 9-地质界线; 10-硅化蚀变带; 11-剪切带; 12-产状; 13-石英脉; 14-金矿床(点)

图3 天柱—锦屏—黎平地区典型矿床地质略图(据贵州东部金矿^[4]修改)

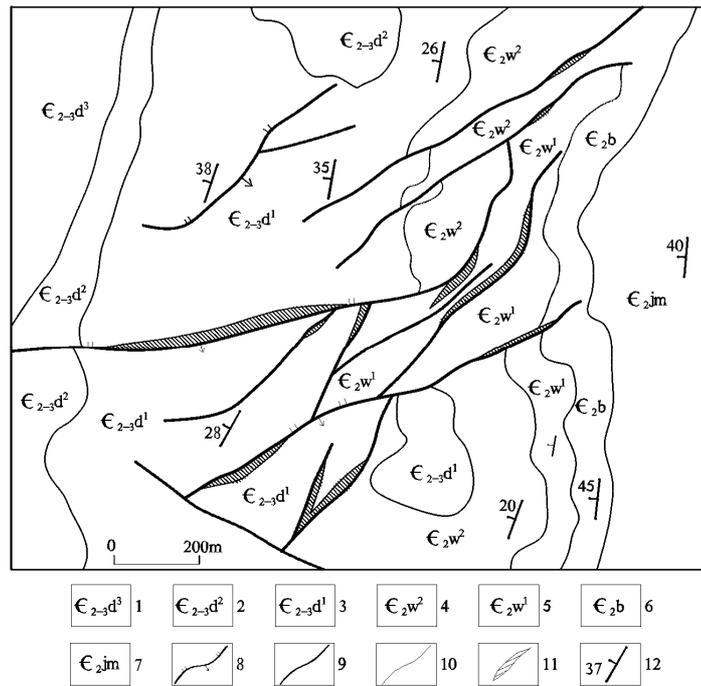
Fig. 3. Geological sketch maps for typical Au deposits from the Tianzhu-Jinping-Liping region.

岩, 夹中厚层变余砂岩; 下伏地层为番禺组中厚层至块状变质粉砂岩、变质细砂岩与薄至中厚层板岩不等厚互层, 以变质粉-细砂岩为主。

黎平水口金坑矿点赋矿地层为洪洲组附近的剪切构造蚀变带内, 容矿岩石主要为粉砂质板岩、粉砂质绢云母板岩, 以及长安组第1段变余含砾砂岩、含砾细砂岩。赋矿地层上覆地层为长安组第2段, 岩性为厚层块状粉砂质板岩、绢云母板岩组成; 下伏地层洞村组, 岩性为变质粉-细砂岩。平秋金矿与金坑矿点虽然赋矿层位不同, 但上覆岩性均以板岩为主, 而下伏岩性则都以砂岩为主。

3) 三都—丹寨金矿带:

三都—丹寨金矿带赋存于碎屑岩-碳酸盐岩中的微细浸染型金矿床, 已发现有扬武、羊浪、丹寨、四相厂、高排、排庭、平寨、苗龙金矿床(点)。金矿赋存于震旦系老堡组白云岩之上、奥陶系下统同高组页岩之下的一套含陆源碎屑的碳酸盐岩、碎屑岩为主的层序。以丹寨排庭金矿为典型矿床(图4), 排庭金矿赋矿层位为都柳江组下部和乌训组,



1-都柳江组第三段; 2-都柳江组第二段; 3-都柳江组第三段; 4-乌训组第二段; 5-乌训组第一段; 6-变马冲组; 7-九门冲组; 8-逆断层; 9-性质不明断层; 10-地质界线; 11-金矿(化)体; 12产状

图4 丹寨排庭金矿地质略图(据范二川^[10]修改)

Fig. 4. Geological sketch map for the Paiting Au deposit in the Danzhai area.

其次为九门冲组、变马冲组，有利岩性为泥灰岩、粉砂质泥岩、含炭质泥灰岩、泥质白云岩和泥灰岩。上覆地层为都柳江组第 2 段较厚的页岩、粘土岩；下伏地层岩性为老堡组白云岩、震旦系陡山沱组灰岩和泥灰岩、下江系隆里组浅变质碎屑岩。

4) 普安—贞丰矿集区、册亨—望谟矿集区：普安—贞丰、册亨—望谟矿集区是滇黔桂“金三角”重要的组成部分。金矿赋存于二叠系—三叠系。该区二叠系中统及之下地层变化不大，岩性较单一，主要为灰岩，夹少量粘土岩及砂岩。二叠系中统之上地层横向变化大，岩性组合存在较大差异。盘县—普安一带分布有峨眉山玄武岩，主要为玄武质火山碎屑岩夹陆源碎屑岩及煤层，之上为龙潭组碎屑岩及煤层，三叠系下统为飞仙关组碎屑岩，金矿分布于峨眉山玄武岩组陆源碎屑岩下部；贞丰一带峨眉山玄武岩尖灭，仅见少量凝灰岩，之上为龙潭组碎屑岩夹生物灰岩，三叠系下统为夜郎组碎屑岩夹灰岩，金矿主要赋存于龙潭组的生物碎屑灰岩中。册亨一带二叠系上统相变为灰岩，三叠系中下统为碎屑岩夹泥质灰岩、中上统主要为碎屑岩，金矿赋存于三叠系中下统砂岩中。虽然赋矿层位不同，但赋矿地层上覆岩性均主要为粘土岩，而下伏岩性则主要为灰岩（图 5）。

4 主要控制因素分析

4.1 构造

前已述及，贵州省内已发现的岩金矿床全部分布于江南复合造山带内（图 1），其 4 个次级构造单元控制着 4 个主要成矿区（带）的分布，矿床的分布与主体构造方向一致，集中分布于构造单元内背斜近核部或主要断裂带，矿体的展布受次一级构造体系的控制。

1) 三都—丹寨、梵净山金成矿带：梵净山地区金矿位于梵净山穹状背斜的北西翼，金矿床（点）沿构造穹窿滑脱构造带分布，矿体在空间上受次级背斜或次级断裂及其破碎带、节理裂隙控制。三都—丹寨地区主要发育断裂构造，断裂主要有南北向和北东向 2 组，南北向断层一般规模较大，控制着区内金矿带的展布。北东向断层相对规模较小，为主要的赋矿构造。北北东向主干断裂与北西向断裂的交叉与复合部位控制了矿床和矿体的分布。

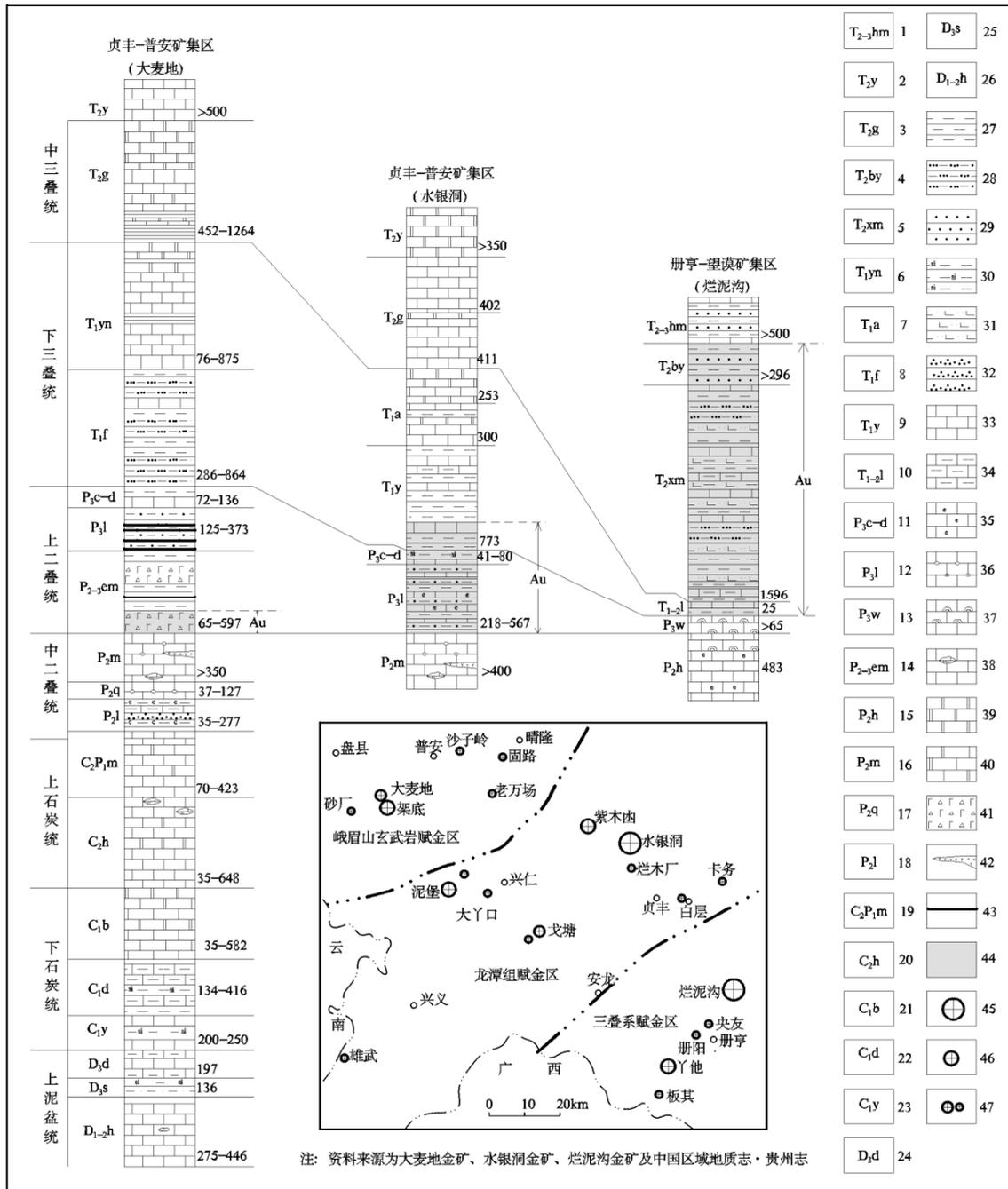
2) 天柱—锦屏—黎平金成矿带：天柱—锦屏—黎平地区主体构造线方向为北东向（北部—中部）—北北东向（南部），主要以北东向和北东向 2 组断裂斜交复合，以及东西向断裂构成若干菱形块段，这此构造交汇部位是有利的成矿部位。

3) 册亨—望谟矿集区：册亨东西向紧闭褶皱变形区分布有板其金矿、丫他金矿，板其金矿位于纳板穹窿长轴方向大致平行的断裂带中；丫他金矿床位于巧马复式背斜上，矿体受纵向挤压、扭压性断层控制；豆芽井金矿点位于大观背斜南西倾伏端，矿体主要受近南北向断裂控制；烂泥沟超大型矿床位于赖子山背斜东翼之鼻状凸起部位，多条大致平行展布的轴向高角度挤压逆冲断层为重要的控矿断裂构造。

4) 贞丰—普安矿集区：位于兴义隆起区，分布有莲花山背斜、雄武背斜、泥堡背斜、碧痕营穹状背斜、灰家堡背斜，均有金矿产出。莲花山背斜轴向北东，南东翼沿背斜轴向分布有众多的矿床（点），其中大麦地中型、架底大型金矿床是近年发现，虽然构造总体方向呈北东向，但矿床内矿体展布方向为近东西向，可能受隐伏的东西向次级构造控制；雄武背斜目前发现有张家湾子、小补衣等金矿点，位于背斜轴部；泥堡背斜轴向北北东，金矿床分布于南翼，南翼平行于背斜轴向的逆冲断层控制了主矿体的分布；灰家堡背斜分布有紫木凶特大型矿床、水银洞超大型矿床及众多小型矿床及矿点，矿体分布于背斜轴附近。

4.2 岩性

根据前面所述，梵净山、天柱—锦屏—黎平一带的岩金矿床，其上覆地层岩性为变质细砂岩、变质粉砂岩、变质凝灰岩、绢云板岩、粘土岩，而下伏地层岩性为变质砂岩、粉砂岩、粉砂质绢云板岩、



1-黑苗湾组; 2-杨柳井组; 3-关岭组; 4-边阳组; 5-许满组; 6-永宁镇组; 7-安顺组; 8-飞仙关组; 9-夜郎组; 10-罗楼组; 11-长兴-大隆组; 12-龙潭组; 13-吴家坪; 14-峨眉山玄武岩组; 15-猴子关组; 16-茅口组; 17-栖霞组; 18-梁山组; 19-马平组; 20-黄龙组; 21-摆佐组; 22-大塘组; 23-岩关组; 24-代化组; 25-桑郎组; 26-火烘组; 27-粘土岩; 28-粘土质粉砂岩; 29-砂岩; 30-硅质岩; 31-钙质粉砂岩; 32-石英砂岩; 33-灰岩; 34-泥灰岩; 35-生物灰岩; 36-燧石灰岩; 37-礁灰岩; 38-含白云质团块灰岩; 39-白云岩; 40-白云质灰岩; 41-玄武质火山碎屑岩; 42-侵入岩; 43-煤层; 44-赋金层位; 45-超大型金矿; 46-大型金矿; 47-中小型金矿

图 5 黔西南金矿赋矿地层及容矿岩性对比图

Fig. 5. Comparison of ore-hosting strata and ore-bearing rocks in the southwest part of Guizhou Province, China.

变质层状基-超基性岩; 三都—丹寨地区上覆地层岩性为页岩、粉砂岩, 而下伏地层为变余含长石砂岩、变余石英砂岩、板岩、白云岩; 贞丰—普安矿集区、册亨—望谟矿集区上覆地层岩性为粘土岩、粉砂岩、页岩, 下伏地层岩性皆为灰岩。综上, 本文认为上覆地层为厚度较大的粘土岩或泥质岩类, 一般连续厚度大于 100 m, 能阻挡深部热液上升, 起盖层作用; 下伏地层, 不管是什么时代, 岩性总体为碳

酸盐岩、砂岩、熔岩、变质岩等脆性岩类，或夹较薄的粘土岩类，经构造作用易发生碎裂化，具有相互连通的有效孔隙，能为热液流通提供有效的通道。无论是断控型还是层控型岩金矿床，都符合这一岩性组合规律。因此，岩性组合控制省内岩金矿床在不同层位的分布，即只要满足这一岩性组合条件，岩金矿床可以在任何层位定位。

4.3 岩浆岩

贵州境内岩浆岩的分布面积不大，主体为集中分布于西部的峨眉山玄武岩，其次为南部的辉绿岩，以及零星分布的超基性、基性、中酸性岩。以往工作对岩浆岩与贵州岩金矿床的关系有不同认识：1) 岩浆活动提供了部分物质来源^[22-24]；2) 金矿化与火成岩没有明显、直接的联系^[25]，只是起着提供热源的作用；3) 认为大部分岩金矿床受地幔柱的控制^[26]。从贵州省岩浆岩与金矿床分布图（图6）上看，省内岩金矿床的分布确实与岩浆岩的出露并没有明显的相关性，除峨眉山玄武岩分布的边缘盘县一带发现金矿外，西部大面积分布峨眉山玄武岩的区域并没有发现金矿床。但最近的一些研究发现，岩金矿床分布的附近都有岩体出露或通过地球物理资料推断有隐伏岩体存在^[27]。特别是隐伏的岩体与岩金矿床是否存有成因关系？笔者认为贵州省内的岩金矿床明显受构造和特定的岩性组合控制，是构造-岩性-流体耦合作用的产物，其中流体很可能与岩浆活动有关。

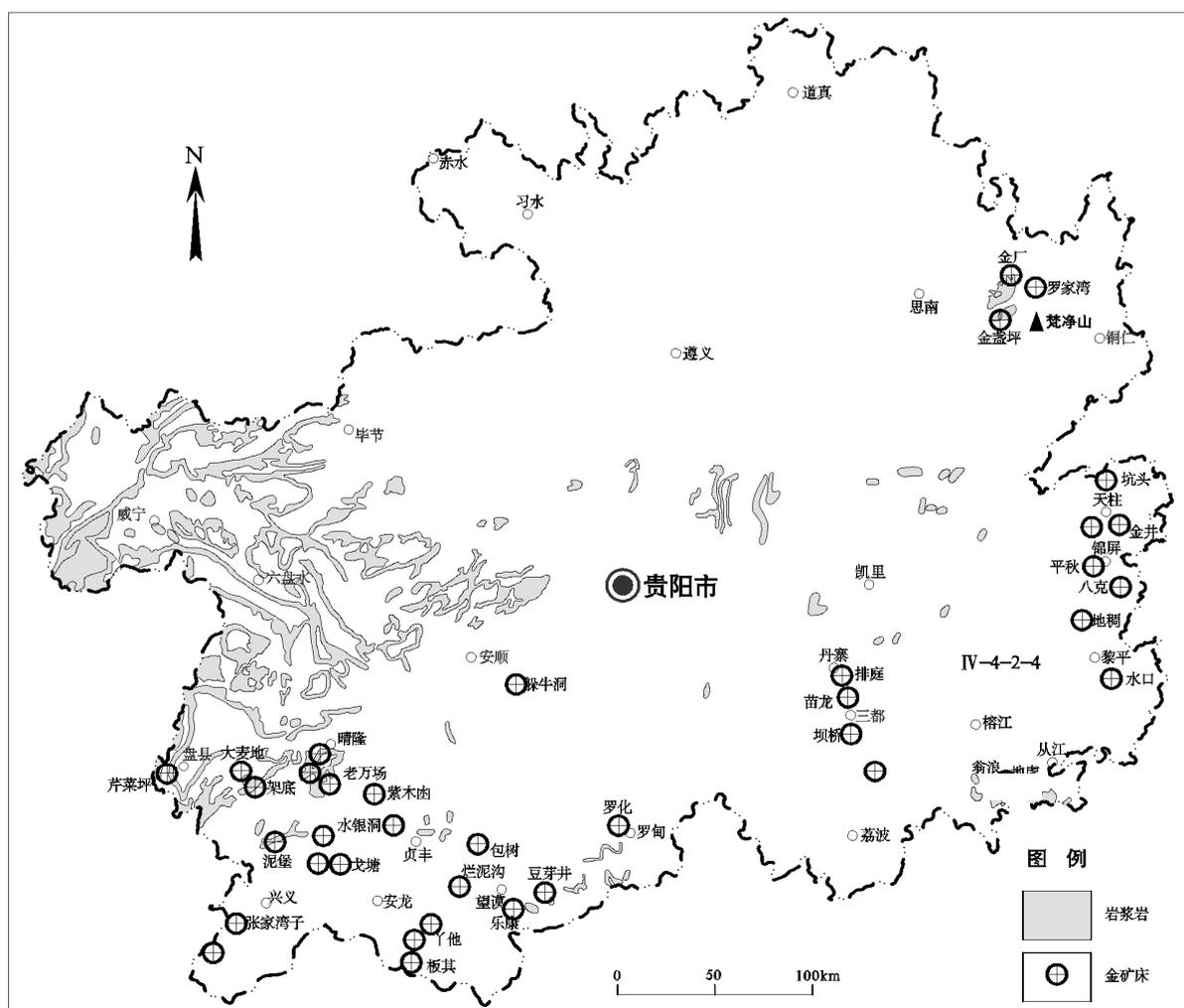
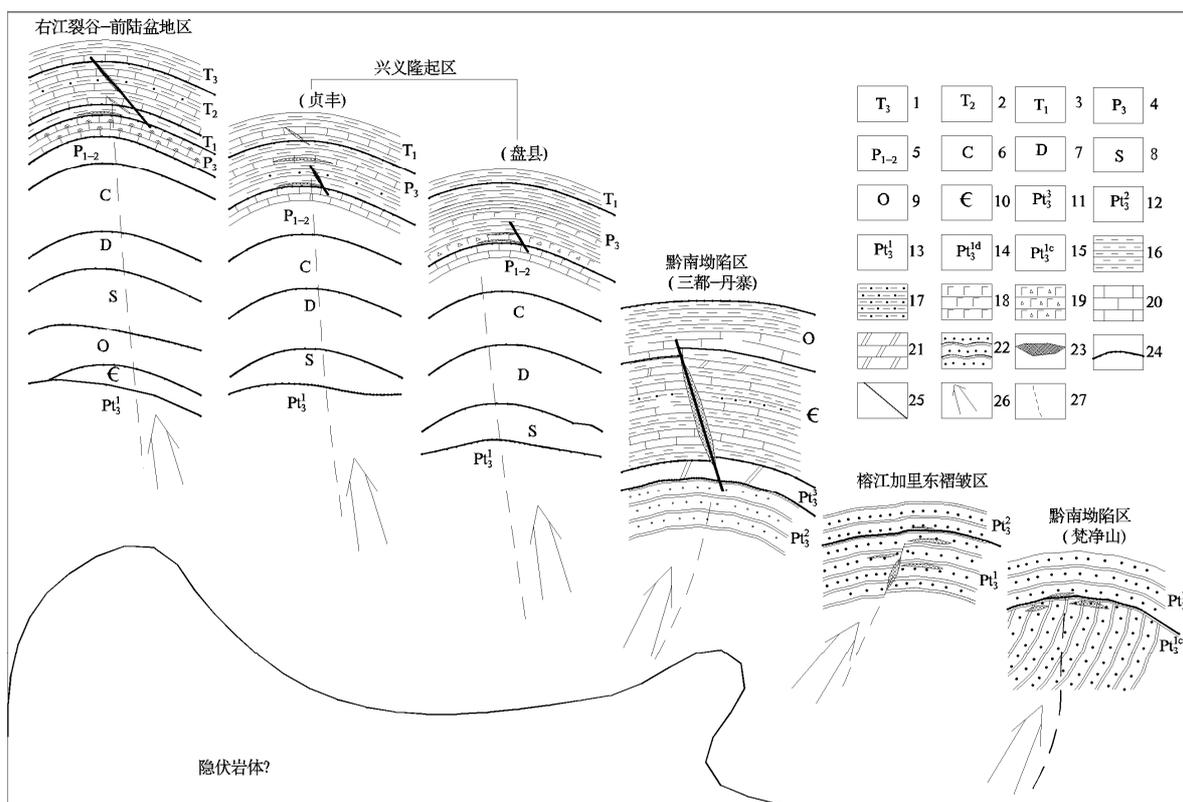


图6 贵州省岩浆岩与金矿床分布图(据贵州省区域地质志^[1])

Fig. 6. Distribution of rock Au deposits and magmatic rocks in Guizhou Province, China.

5 成矿模式及找矿方向

贵州省内的岩金矿床虽然赋存于不同时代地层中, 但均受到构造-热事件和特定岩性组合的制约, 很可能属于一个成矿系统。与深部岩浆活动有关的含矿热液经断裂、节理或岩石本身相通的孔隙向上运移, 遇到不渗透的盖层(粘土岩类或断层泥)阻隔, 逐渐富集成矿(图7)。



1-下三叠统; 2-中三叠统; 3-下三叠统; 4-上二叠统; 5-中下二叠统; 6-石炭系; 7-泥盆系; 8-志留系; 9-奥陶系; 10-寒武系; 11-震旦系; 12-南华系; 13-青白口系; 14-青白口系下江时期; 15-青白口系梵净山/四堡时期; 16-粘土岩; 17-粉砂岩; 18-玄武质熔岩; 19-玄武质火山碎屑岩; 20-灰岩; 21-白云岩; 22-砂质板岩; 23-金矿体; 24-地质界线; 25-断层; 26-含矿流体运移方向; 27-推测深大断层

图7 贵州省岩金矿成矿模式简图

Fig. 7. Metallogenic model for rock Au deposits in Guizhou Province, China.

成矿主要要素及其作用如下:

1) 深部流体: 与岩浆活动有关的流体, 能携带大量的成矿物质, 特别是金, 是区域大规模成矿的关键, 地表或盆地流体很难搬运巨量的金等成矿元素。

2) 运移通道: 区域性构造和下伏脆性岩石破裂形成的裂隙为深部流体向上迁移提供了良好的通道, 区域构造是大规模成矿流体运移的主要通道, 而脆性岩石中裂隙是成矿流体排泄的重要途径。

3) 特定岩性组合: 赋矿地层中的特定岩石组合, 能为固定金及其它成矿元素提供矿化剂、还原剂等地球化学障的作用。

4) 阻挡热液上升的盖层: 为厚度较大的泥质岩类, 能阻挡成矿流体聚集于赋矿地层中, 利于形成大矿、富矿。

5) 背斜+断裂构造往往是矿体的具体赋存位置, 是主要的导矿-圈闭构造。

综上, 本文认为贵州已发现的岩金矿床空间分布具有较强的规律性, 首先受江南复合造山带的控制, 而次级构造单元控制着平面上金矿床的分布; 垂向上赋存于不同的层位, 从北向南赋矿地层时代由老变新。赋存于不同时代地层中的金矿不是垂向分布, 而是侧向分布关系。因此, 在已知矿区开

展深部找矿,应重点关注矿区已知的赋矿层位侧向延伸的区域,而对空白区域找矿,应开展立体填图,重点分析区域地层岩性相变规律及纵向岩性组合特征,确定本次工作厘定的特定岩性组合层位,在岩浆活动、构造有利部位找矿。

致谢: 本文写作过程中得到贵州省地质矿产勘查开发局刘建中研究员的精心指导,在此表示由衷感谢!

参 考 文 献:

- [1] 贵州省地质调查院,中国区域地质志·贵州志[M].北京:地质出版社,2017.
- [2] 刘建中,杨成富,王泽鹏,等.贵州省贞丰县水银洞金矿床地质研究[J].中国地质调查,2017,4(2):32-41.
- [3] 韩至均,王砚耕,冯济舟,等.黔西南金矿地质与勘探[M].贵阳:贵州科技出版社,1999.
- [4] 王尚彦,陶平,戴传固,等.贵州东部金矿[M].北京:地质出版社,2006.
- [5] 王砚耕.黔西南及邻区两类赋金层序与沉积环境[J].岩相古地理,1990,(6):8-13.
- [6] Su W, Xia B, Zhang H, et al. Visible gold in arsenian pyrite at the Shuiyindong Carlin-type gold deposit, Guizhou, China: Implications for the environment and processes of ore formation [J]. *Ore Geology Reviews*, 2008, 33(3/4): 667-679.
- [7] 吴小红,程鹏林,肖成刚,等.贵州西部玄武岩分布区大麦地金矿成矿地质特征[J].贵州地质,2013,30(4):283-288.
- [8] Cline JS, Muntean JL, Gu XX, et al. A comparison of Carlin-type gold deposits: Guizhou Province, golden triangle, southwest China, and northern Nevada, USA [J]. *Earth Science Frontiers*, 2013, 20(1): 1-18.
- [9] 郑禄林,杨瑞东,刘建中,等.黔西南泥堡金矿床大型隐伏金矿床地质特征研究[J].地质与勘探,2014,50(4):689-699.
- [10] Liu K, Yang R, Chen W, et al. Trace element and REE geochemistry of the Zhewang gold deposit, southeastern Guizhou Province, China [J]. *Chinese Journal of Geochemistry*, 2014, 33(1): 109-118.
- [11] Chen M, Mao J, Li C, et al. Re-Os isochron ages for arsenopyrite from Carlin-like gold deposits in the Yunnan-Guizhou-Guangxi "golden triangle", southwestern China [J]. *Ore Geology Reviews*, 2015, 64: 316-327.
- [12] 陈毓川,李兆鼎,毋瑞身,等.金矿床及其成矿规律[M].北京:地质出版社,2001.
- [13] 王成辉,王登红,黄凡,等.中国金矿集区及其资源潜力探讨[J].中国地质,2012,39(5):1125-1142.
- [14] 王成辉,徐珏,黄凡,等.中国金矿资源特征及成矿规律概要[J].地质学报,2014,88(12):2315-2325.
- [15] 牛翠祯,卿敏,黄辉.中国金矿床时空分布及成矿背景[J].地质与勘探,2014,50(增刊):1266-1273.
- [16] 范二川.贵州丹寨排庭金矿床控矿因素及找矿方向[J].矿产与地质,2010,24(4):322-327.
- [17] 朱赖民,刘显凡,金景福,等.滇-黔-桂微细浸染型金矿床时空分布与成矿流体来源研究[J].地质科学,1998,33(4):463-712.
- [18] 余大龙,周德忠,张瑞蓉,等.湘黔地区地层含金性研究[J].矿物学报,1999,19(3):362-369.
- [19] Su W, Hu R, Xia B, et al. Calcite Sm-Nd isochron age of the Shuiyindong Carlin-type gold deposit, Guizhou, China [J]. *Chemical Geology*, 2009, 258(3/4): 269-274.
- [20] Peng Y, Gu X, Zhang Y, et al. Ore-forming process of the Huijiabao gold district, southwestern Guizhou Province, China: Evidence from fluid inclusions and stable isotopes [J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2014, 93: 89-101.
- [21] 郑禄林.贵州西南部泥堡金矿床成矿作用与成矿过程[D].贵阳:贵州大学,2017.
- [22] 聂爱国,秦德先,管代云,等.峨眉山玄武岩浆喷发对贵州西部区域成矿贡献研究[J].地质与勘探,2007,43(2):50-54.
- [23] 王甘露,朱笑青,叶帆.界面矿床与峨眉山玄武岩[J].矿产与地质,2009,23(3):204-209.
- [24] 张传昱,邢程,陈曹军.黔东南地区金矿床成矿模式及找矿远景[J].地质与勘探,2015,51(4):690-698.
- [25] 施俊法,唐金荣,周平,等.世界找矿模型与矿产勘查[M].北京:地质出版社:2010.
- [26] 王登红,林文蔚,杨建民,等.试论地幔柱对于我国两大金矿集区的控制意义[J].地球学报,1999,20(2):157-162.
- [27] 王亮,龙超林,刘义.黔西南隐伏岩体圈定与金矿物源探讨[J].现代地质,2015,29(3):702-712.