



黔西南赖子山背斜南西段轴部 金矿地质特征及找矿方向

——以央友金矿为例

高建才, 骆军*, 李大吉, 刘兴金

(贵州省有色金属和核工业地质勘查局物化探总队, 贵州 都匀 558000)

摘要: 赖子山背斜为黔西南卡林型金矿重要的控矿构造之一, 央友金矿床位于该背斜南西段轴部。本文以央友金矿床为例, 基于区域矿产地质调查和对赖子山背斜南西段开展的地球化学、山地工程 etc 综合地质研究, 对矿床地质特征及找矿方向进行了探讨。研究表明, 该区金矿在赖子山背斜两翼层间滑动构造、NE 向断裂构造及其次级断裂构造带均有分布。矿床总体上受背斜东翼的层间滑动断裂控制, 呈层状、似层状产于二叠纪猴子关组, 即矿体具有断裂、断裂+多层岩性组合联合控制的形态特点。

关键词: 央友金矿; 找矿方向; 地质特征; 赖子山背斜; 黔西

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

doi: 10.12128/j.issn.1672-6979.2024.08.001

引文格式: 高建才, 骆军, 李大吉, 等. 黔西南赖子山背斜南西段轴部金矿地质特征及找矿方向——以央友金矿为例[J]. 山东国土资源, 2024, 40(8): 1-10. GAO Jiancai, LUO Jun, LI Daji, et al. Geological Characteristics and Prospecting Direction of Axial Gold Deposits in the Southwest Part of Laizishan Anticline in Southwestern Guizhou Province——Taking Yangyou Gold Deposit as an Example[J]. Shandong Land and Resources, 2024, 40(8): 1-10.

0 引言

黔西南地区是我国卡林型金矿最为集中分布的区域, 区域上已发现了 47 个小—超大型金矿床。赖子山背斜为黔西南卡林型金矿重要的成矿背斜之一, 处于黔西南卡林型金矿集中区南西部。前人从构造样式、成矿规律、地球化学特征、控矿条件、成矿流体、找矿预测^[1-19]等方面对赖子山背斜及其周边的矿床进行了较多研究, 但大多研究是围绕烂泥沟矿床开展, 赖子山背斜轴部的研究程度相对还很低。如 1991 年, 贵州地矿 104 地质队在区内发现央友金矿床, 提交的普查报告^①估算金金属量为 472.55 kg。2014—

2016 年贵州有色五总队开展赖子山背斜矿产地质调查项目^②, 通过 1:5 万土壤地球化学在研究区内圈定了多个金异常带, 但未进行异常查证。

本文基于区域以往金矿勘查资料并通过地球化学异常查证、山地工程等工作开展, 研究与构造展布基本一致的地球化学异常带, 进而总结分析该区控矿因素, 矿体富集规律, 从而探明区内找矿方向。研究表明, 在赖子山背斜两翼均存在多层层间滑动断层或不整合面及横切背斜逆断层等均为可供含矿热液赋存的空间, 区内地球化学异常除央友被证实为矿致异常外其他均未取得突破, 有待通过新的勘查方法及综合研究后开展进一步工作。

收稿日期: 2024-03-28; **修订日期:** 2024-05-12; **编辑:** 陶卫卫

基金项目: 中国地质调查局基金项目, 南盘江-右江成矿区地质矿产调查计划项目(编号: 资[2014]01-010-005、[2015]02-03-04-003、WT[2016]-044), 贵州省黔西南赖子山背斜矿产地质调查(项目编码: 12120114083901、121201010000150008-02)

作者简介: 高建才(1990—), 男, 贵州瓮安人, 工程师, 主要从事地质勘查等研究工作; E-mail: 838088615@qq.com

* **通讯作者:** 骆军(1977—), 男, 贵州贞丰人, 高级工程师, 主要从事地质找矿勘探等研究工作; E-mail: 441708104@qq.com

^① 贵州省地矿局 104 地质大队, 贵州省册亨县央友金矿普查地质报告(中央基金项目), 1991 年。

^② 贵州省有色金属和核工业地质勘查局五总队, 贵州省黔西南赖子山背斜矿产地质调查报告(中央基金项目), 2017 年。

1 成矿地质背景

1.1 区域背景

赖子山背斜处于右江裂谷—前陆盆地区之册亨 EW 向紧闭褶皱变形区内,背斜轴向近 SN、长约 25 km、宽 5~16 km。背斜轴整体呈“S”型弯曲^[11],处于 NW 向与 EW 向构造交切转换区^[20]核心区域(图 1)。发育 NE 向、NW 向及近 EW 向的深大断裂^[5,21],如板昌逆冲断层、坡坪逆冲推覆断层、册亨逆冲断层等。根据成矿区带划分属于册亨—罗甸 Au—Sb—Hg—萤石—软玉—水晶成矿亚带^[22]。地层主要出露石炭系、二叠系台缘滩礁相碳酸盐岩及三叠系陆源碎屑岩。是黔西南重要的金矿集中区之一^[3,7]。区域典型矿床有烂泥沟、丫他、板其等超大型、大型金矿床。

1.2 地质特征

1.2.1 地层

根据《贵州省地质志》(2013 版)对黔西南地区沉积岩相的划分,赖子山背斜所处地层分区属于紫云—册亨沉积相区,出露地层轴部为石炭纪的威宁组($C_{p1}w$)生物碳酸盐岩建造,局部见二叠纪船山统平川组(P_{1p})生物屑灰岩、泥岩建造;两翼地层主要为二叠纪阳新统猴子关组(P_2h)碳酸盐岩建造及二叠纪乐平统吴家坪组(P_3w)海绵礁碳酸盐岩建造;背斜东南部出露二叠纪跨统地层—礁灰岩(P_3jh)。根据岩性差异和含金性猴子关组分为两段四亚段,其中第一段第二亚段(P_2h^{1-2})顶部夹一至二层厚 0.2~1.6 m 的灰绿色水云母含金黏土岩,两层间距 6~9 m,底部与一亚段分界处夹一层厚 0.1~0.6 m 的灰绿色水云母含金黏土岩,黏土岩顶底板均为厚层状灰岩。在背斜南段一带及背斜两翼均有出露,在背斜北段因构造及背斜剥蚀等因素只在西翼出露。该段地层水云母黏土岩是区内已知的主要的含金层位(图 2)。

1.2.2 构造

区内构造较复杂,以赖子山背斜为主体,发育一系列以 NE 向为主、少量 NW 向断裂及其他次级断裂,而整个背斜的两翼 P_2h^{1-2} 顶部水云母黏土岩层中发育一条层间滑脱断层(F_1)(图 3a),为央友金矿床的赋矿空间。

赖子山背斜在研究区内出露长约 14 km。属赖子山背斜南部,轴向北部呈 NE,中部向东弧形突

出,南段轴向 SW,总体呈“S”型弯曲。核部地层由上石炭统的威宁组所组成,两翼主要为猴子关组地层。岩层倾角轴部 $7^\circ\sim 15^\circ$,翼部 $15^\circ\sim 22^\circ$,整个背斜比较完整、对称,整体被断层所切割呈多段,位移几十米至近千米不等。

F_1 层间滑脱断层:总体走向呈 NE、NNE 向,倾向 SE,倾角 $5^\circ\sim 17^\circ$,背斜两翼出露长约 3 km。为 P_2h^{1-2} 顶部的层间滑脱带,由于滑脱构造倾角平缓,受地形切割,同时亦被 F_2 、 F_3 断层所切割。在滑动面上,常有方解石脉和石英充填,时见平缓的擦痕。断层破碎带宽 0.2~1.6 m。下盘黏土岩产生剧烈搓揉现象,原黏土岩顶板的岩屑灰岩大量揉搓到黏土岩中,形成诸多的灰岩碎块或灰岩透镜体。断层破碎带中有黄铁矿化、方解石化、弱硅化等蚀变现象。该断层与背斜为同期构造,是央友金矿最主要的含金断裂带。

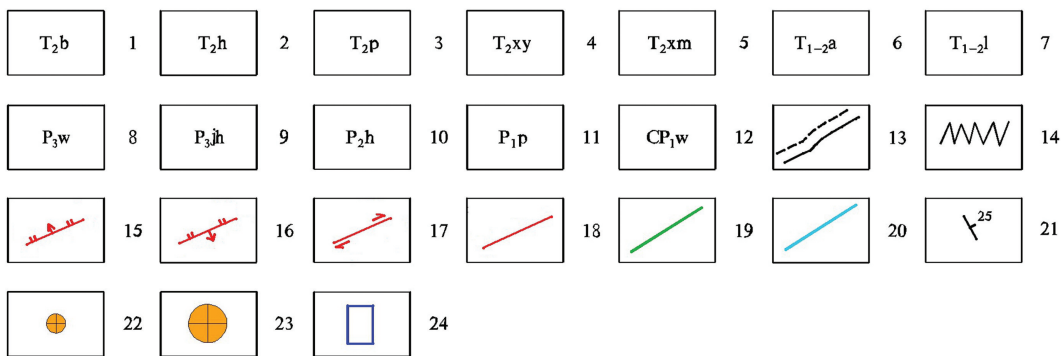
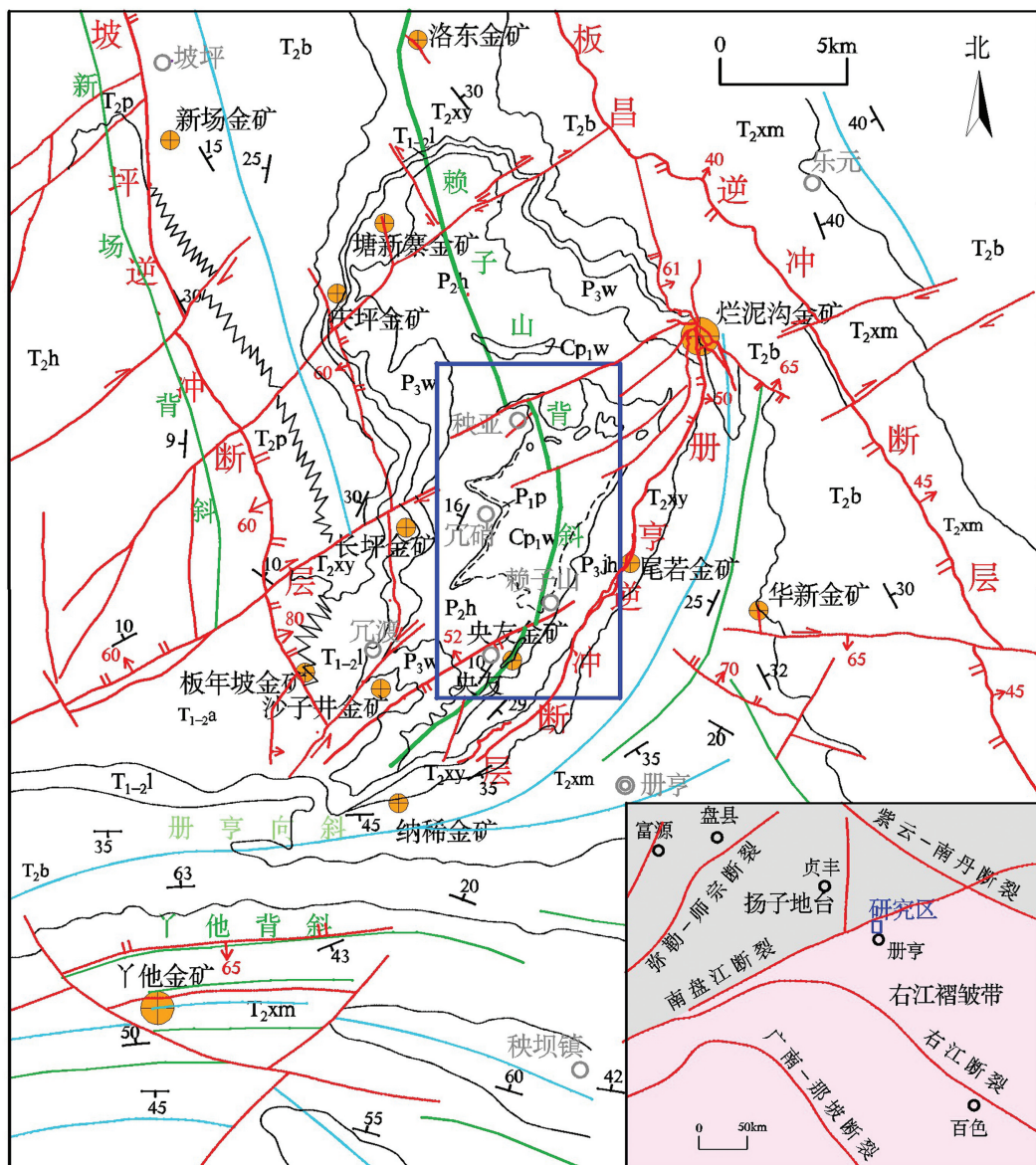
F_2 断层:位于背斜南部,走向 NE,倾向 NW,倾角 $52^\circ\sim 81^\circ$,长约 7 km,垂直断距约 20~30 m,下盘下降(SE 盘),为一逆冲断层。断层破碎带厚约 1.10 m,有方解石化、硅化、黄铁矿化等蚀变,老硐工程揭露为含金断层。

F_8 断层:位于北部,走向 NW,长约 6 km,地表为张性—走滑性质断层,断层两侧有方解石化、硅化、褐铁矿化等蚀变现象。

其他断裂主要有 NE、NW 向断裂 F_5 、 F_6 、 F_7 ,近 EW 向断裂 F_3 、 F_4 和一些 SN 向次级断裂 3 个组向。通过 1:5 万矿调遥感解译,发现背斜轴部发育较多同轴向断层。从这些断层相互切割的关系来看,各组向的构造也是多期多序次^[9]所形成的,而不同期次、不同方向的构造形迹叠加复合现象明显,从而造就了有利的导矿、容矿空间。

1.2.3 地球化学特征

根据黔西南赖子山背斜矿产地质调查 1:5 万土壤地球化学测量成果,将研究区圈定为甲级 1 类(编号:AP15)异常区,整体呈不规则面状沿 NE 向展布,异常面积约 116 km²。其中 Au—As—Sb—Hg 组合异常套合很好(图 3),有多个明显的浓集中心,衬度也较高。Au、As、Sb、Hg 元素异常均为三级浓度带或以上;其中 Au 含量平均值为 28×10^{-9} ,峰值达 729.18×10^{-9} 。与已知央友金矿点、烂泥沟金矿床具有极高的吻合度,综合认为该异常具有很好的以找金为主的金多金属矿的前景。



1—边阳组;2—花溪组;3—坡段组;4—新苑组;5—许满组;6—安顺组;7—罗楼组;8—吴家坪组;9—二叠系礁灰岩
过度层;10—猴子关组;11—平川组;12—威宁组;13—地质界线;14—相变线;15—实测正断层;16—实测逆断层;
17—实测平移断层;18—实测性质不明断层;19—背斜轴线;20—向斜轴线;21—产状;22—小型金矿床;23—大型
金矿床;24—研究区。

图 1 研究区区域地质图

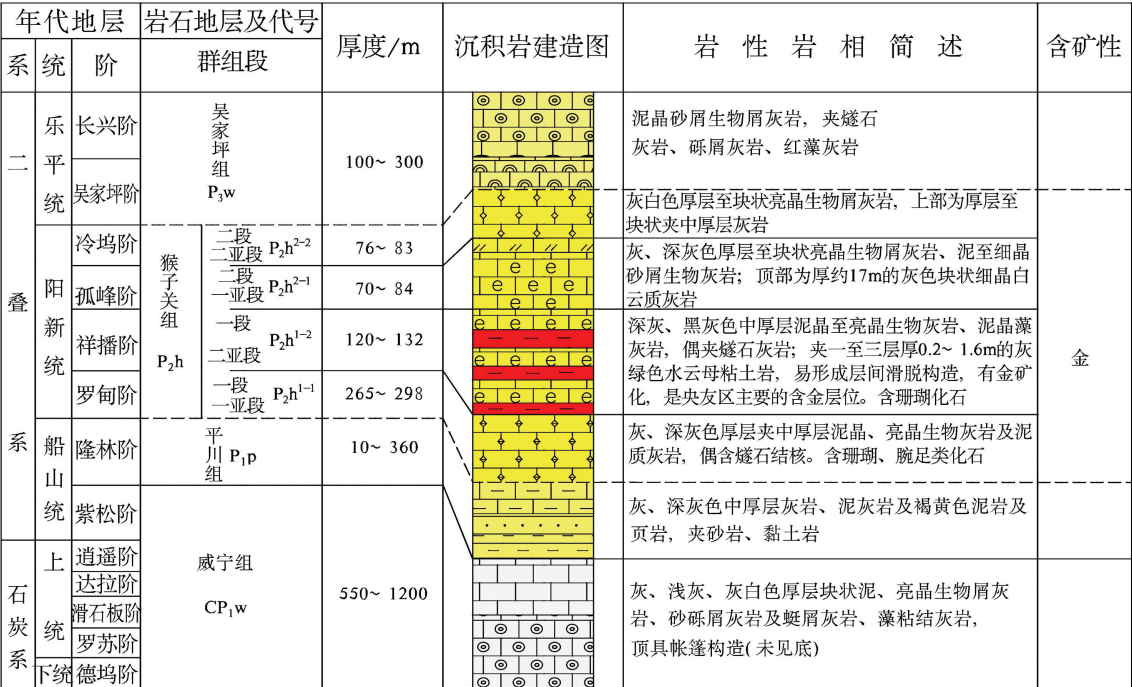


图 2 研究区金矿区地层综合柱状图

经统计研究区金异常处于 AP15 异常中心区域,呈不规则面状,土壤中金元素平均值为 3.9×10^{-9} ,按其异常下限 7.1×10^{-9} ,在区内共圈定较好 Au 异常带 5 处(图 3b),Au、Sb、Hg、As 元素异常组合好,异常整体沿赖子山背斜及断裂带展布,浓集中心明显、规模大、异常强度较高、峰值突出($159.44 \times 10^{-9} \sim 729.18 \times 10^{-9}$)、衬度较高(3.98)^[23-24],均为三级浓度带或以上。金的异常均沿赖子山背斜轴向及断裂带分布,说明沿背斜、断裂具有矿化活动特征,含矿热液在构造发育岩石中活动性很强^[25],其中 Au1 金异常带与央友金矿床几乎重叠,为矿致异常,Au4、Au5 与 F₈ 断裂及次级断裂带套合较好,但该异常尚未得到进一步查证。

1.2.4 地球化学异常查证

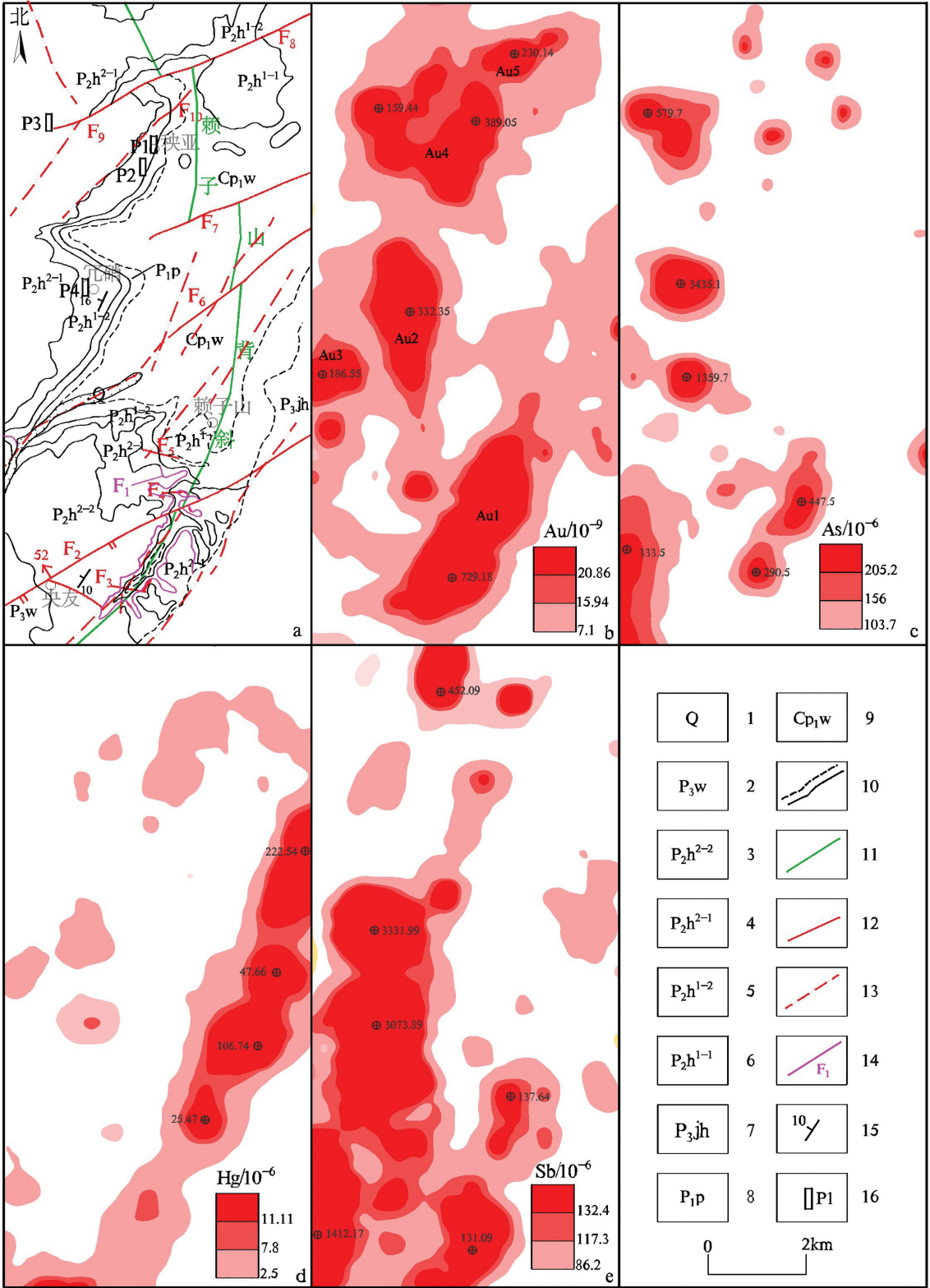
笔者等在 Au2 及 Au4 两个金地球化学异常带内,选择远离道路和建筑物的山脊、山脚有水云母黏土岩层出露等具有代表性地方施工了 4 条地球化学土壤垂向剖面,位置见图 3a。分别对淋溶层(A 层),淀积层(B 层),含半风化的灰岩、黏土岩等碎石块的底土层(C 层)进行连续采样并送相关资质实验室分析。从图 4 金含量在土壤垂向上的变化看,金元素地球化学异常值在 $(12.7 \sim 70.1) \times 10^{-9}$,均大于该区金异常下限值 7.1×10^{-9} ,B 层、C 层金元素含量明显大于 A 层,相对更富集及稳定。其中剖面 1、剖

面 2 底部基岩为灰岩,剖面 3、剖面 4 底部基岩可见水云母黏土岩层,且剖面 3、剖面 4 金元素含量约是剖面 1、剖面 2 两倍多,说明该区水云母黏土岩层对金元素的富集成矿相对有利,现场调查已发现 2~3 层水云母黏土岩,可见土壤中金元素主要来源于成土母质或深部。结合临区烂泥沟金矿相对成熟的勘查成果及科研成果,认为其成矿物质来源于深部^[9,26],而研究区断裂构造 F₈ 往北东向延伸至烂泥沟矿区,断层延展与地球化学异常分布高度吻合(图 3),根据区域构造与矿体的关系,这一现象值得深思。

2 矿床地质特征

2.1 矿体特征

央友金矿床已发现的金矿体主要产于背斜东翼 F₁ 层间滑动断层黏土岩蚀变体内,少数赋存于更次一级的与其平行的层间断层内,矿体产状与岩层产状基本一致,呈似层状、透镜状产出(图 5),走向上有膨大狭缩呈现波状起伏的特征^[27],其上下围岩均为猴子关组厚层状灰岩。通过 86 个短平硐工程控制,在背斜东翼圈定了 5 个金矿体(I~V),其中 I~III 号矿体受控于 P₂h¹⁻² 顶部黏土岩蚀变体,IV~V 号矿体受控于 P₂h¹⁻² 底部黏土岩蚀变体。矿体



1—第四系;2—吴家坪组;3—猴子关组第二段第二亚段;4—猴子关组第二段第一亚段;5—猴子关组第一段第二亚段;6—猴子关组第一段第一亚段;7—二叠系礁灰岩过度层;8—平川组;9—威宁组;10—实测地层界线;11—背斜;12—实测断层;13—遥感解译断层;14—层间滑动断层、含矿断层及编号;15—产状;16—土壤垂向剖面及编号。

图 3 研究区地质构造及 Au、As、Hg、Sb 异常图

规模小,长 22~350 m,宽 50~70 m,平均真厚度 0.34~1.64 m,Au 品位 4.91~6.96 g/t;矿床平均厚度 1.58 m,后期民采老硐可见在节理、裂隙发育部位,金矿体厚度已达 5 m 以上,平均 Au 品位 6.79 g/t;厚度变化系数 32.53%。单件样品含金 1.01~41.34 g/t,品位变化系数 53.94%。

经对已施工的 86 个短平硐工程的金含量进行统计,其中 54 个工程金品位大于 1 g/t,全部工程金品位大于 0.1 g/t 以上;同时发现在蚀变强烈地段,其顶底板围岩亦含热液黄铁矿化蚀变形成金矿体(图 5),品位在 1.01~15.4 g/t,厚度 0.3~1.2 m,呈透镜状,其厚度与蚀变强弱呈正相关。

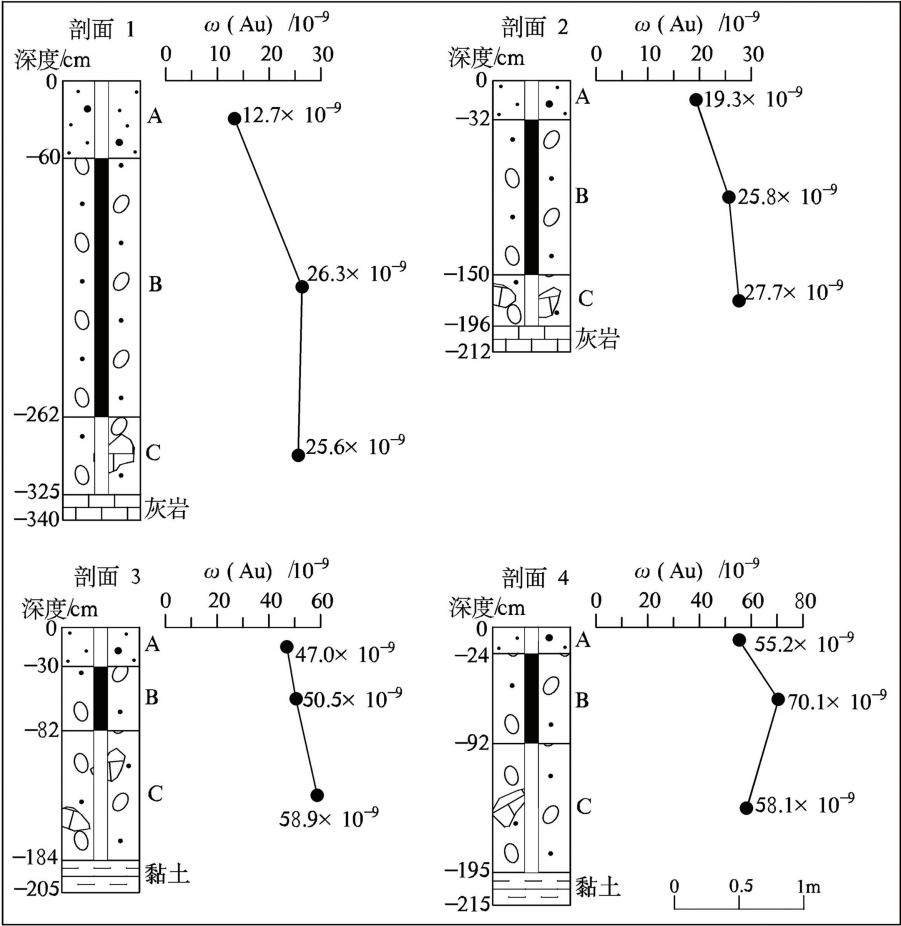


图 4 地球化学垂向剖面及金含量变化图

经近期对在背斜西翼发现的当地民采平硐(深度约 120 m)中取样分析 Au 品位 0.5~20.4 g/t,厚度约 0.9 m。以上说明研究区内与背斜同期形成的层间滑动断层含金性较好、较连续,金矿(化)体沿倾向延伸深部存在变富可能。而区内未叠加构造的水云母黏土岩层几乎不见金矿化蚀变,体现了构造控矿的特征。

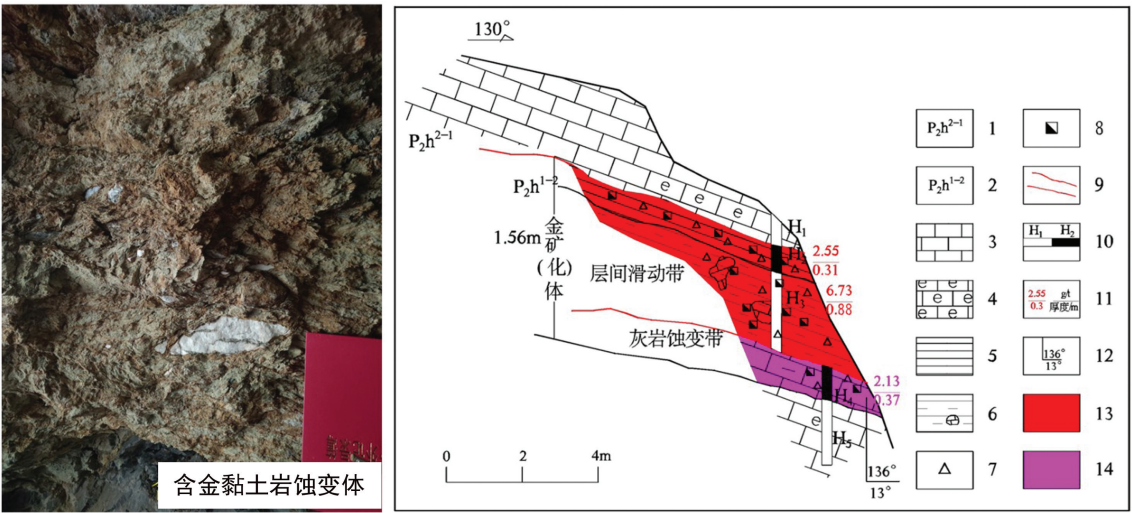
在逆冲断层(F₂)破碎带中,通过 PD69 揭露了金品位 1.28~1.9 g/t,厚度 0.45~0.7 m,矿体呈透镜状产出,产状与断层产状一致;该断层呈 NE 向横切背斜及 F₁ 层间滑动断层,相对为后期成矿断层。

综上,研究区金矿体在背斜两翼同期形成的层

间断层内形成顺层的似层状矿体,在后期逆冲断裂内形成透镜状、脉状矿体,并共轭分布^[28],体现多期性成矿特点,空间上构造叠加有利部位,不同方向的节理、裂隙叠加耦合部位金矿体往往较丰厚,整体表现出构造、构造与多层地层岩性联合控矿的成矿特点^[29-33]。

2.2 矿石特征

金属矿物主要有金、黄铁矿、微量的白铁矿;非金属矿物主要有水云母、方解石、石英、白云石及微量的石膏、重晶石,浅表存在少量氧化的褐铁矿。其中黄铁矿是区内主要的载金矿物,黏土矿物是次要载金矿物。



1—猴子关组第二段第一亚段;2—猴子关组第一段第二亚段;3—灰岩;4—生物灰岩;5—页岩;6—黏土岩蚀变体;7—方解石化;8—黄铁矿化;9—层间断层;10—刻槽样;11—金品位/真厚度;12—产状;13—金矿体;14—金矿化体。

图 5 研究区含金蚀变体及金矿体地质特征图

矿石结构:主要为显微鳞片状结构、自形一半自形结构、溶蚀交代结构、花岗变晶结构、包含结构等。矿石构造:主要为角砾状构造、浸染状构造、碎裂状构造、定向构造、揉皱构造等。矿石类型:主要有微细粒浸染状和碎裂状、角砾状、块状等矿石类型;以微细浸染状和碎裂状为主,约占总量的 90% 以上;矿石的工业类型则属单一的微细粒浸染型金矿石。

2.3 围岩蚀变

矿体围岩蚀变主要为黄铁矿化、方解石化、白云石化及弱硅化。作为破碎的围岩,角砾常被白云石、方解石、硅化石英所充填胶结。蚀变均沿断裂带分布,矿体部分反映较强烈,因黄铁矿是主要的载金矿物^[32,34-36],蚀变范围与金矿化的范围基本一致,从矿物生成顺序来看,由于各种矿物形成的多阶段性^[37],因而蚀变有叠加现象。

3 讨论

3.1 控矿因素分析

3.1.1 地层

区内出露的赋金地层主要为猴子关组第一段第二亚段(P_2h^{1-2})的 1~3 层水云母黏土岩层。从岩性组合分析,水云母黏土岩与厚层灰岩围岩能干性差异大^[16],形成渗透层与不渗透层(障)的组合^[2,38],易形成层间滑脱构造,利于含矿热液在其中缓慢流

动运移,并与围岩进行充分的物质交换,形成蚀变体(SBT)^[16,19,39-40],由此使金得以大量富集成矿。而区内其深部还存在较多这类地层岩性组合及界面,值得探索。

3.1.2 构造

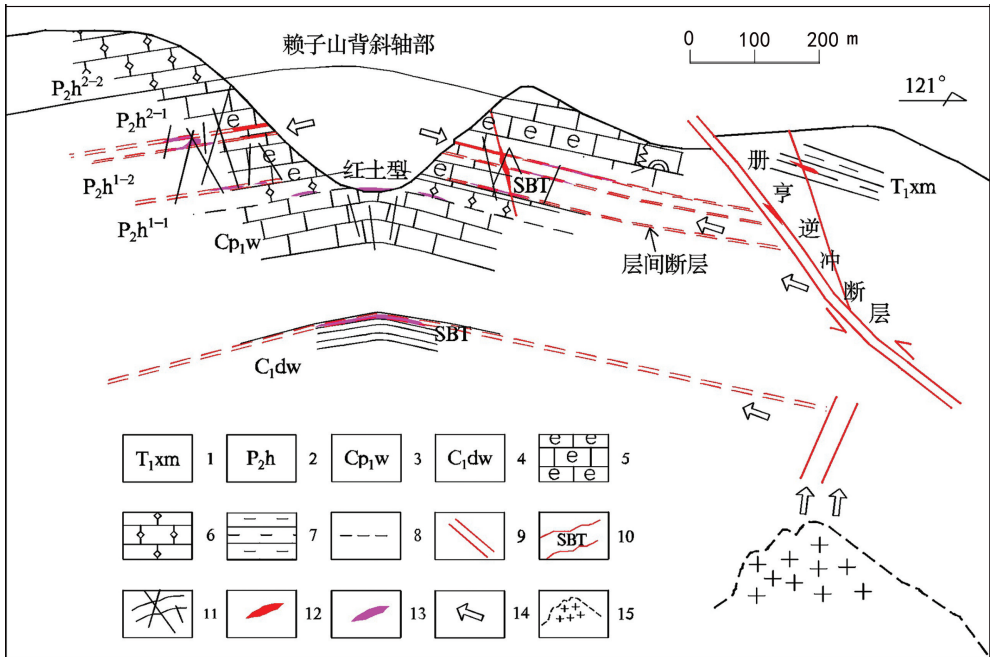
在区域构造作用下,形成赖子山构造穹窿,而褶皱作用在多层软硬相间的岩性部位(水云母黏土岩)形成层间虚脱空间或层间滑动破碎蚀变带,在滑动面上,经常有方解石脉和石英充填,时见擦痕。层间滑动破碎蚀变带存在诸多的灰岩砾块或灰岩透镜体,黏土岩形成较强的揉皱,层间滑脱空间较大,构成本区前期以顺层状金矿为主的主要控矿、容矿构造。在背斜轴部可见大量顺轴向及交切轴向的节理、裂隙带,这些节理、裂隙带往往叠加,在水流的作用下形成大量溶蚀漏斗、洼地,是富厚矿体的就位空间。背斜轴部及附近的滑脱构造空间、虚脱空间、溶蚀空间对矿流体起到定向运移、富集成矿的作用。后期发育较多 NE 向、NW 向断层及其次级断层并横切背斜构造,构成本区后期以透镜状金矿为主的主要控矿、容矿构造。体现了多期、多阶段性成矿,在不同期次构造叠加部位,找矿空间较大。

从 1:5 万土壤地球化学成果看,Au 异常受赖子山背斜、NE 向、NW 向断裂构造及其次级断裂带控制,异常沿背斜、断裂呈带状、串珠状分布,异常浓集中心明显受控于断裂构造带。

3.2 成矿模式

通过区内矿体特征、地球化学特征及控矿因素等综合分析研究,结合前人总结的区域成矿模式等认为,区内背斜两翼的层间滑脱断层、与横切背斜高角度断层及次一级断层对金矿有明显的控制作用。已知金矿点及异常均分布于背斜两翼层间滑脱断层、NE 向横切背斜断层及其次级断层相交夹持部位。同时根据前人对赖子山背斜一带金矿床大量的

同位素、包裹体、稀土元素测量,均认为成矿物质来源于深部隐伏岩体^[9,14-15,17-19,26,32,41-43]。深部含金流体在区域构造作用下沿册亨逆冲断层向上运移、初步富集,沿赖子山背斜两翼的层间滑脱断层、不整合面及其同生断层侧向运移、交代、发生蚀变,最后富集形成矿体(图 6)。在层间滑脱断层与节理、裂隙或者其他断层交切叠加部位,往往形成较富厚的金矿体。



1—许满组;2—猴子组;3—威宁组;4—打屋坝组;5—生物灰岩;6—亮晶灰岩;7—黏土岩;8—平行不整合;9—深大断裂;10—层间滑动断层—蚀变体;11—节理、裂隙带;12—已知金矿体;13—推测金矿体;14—成矿流体运移方向;15—推测岩体。

图 6 研究区成矿模式图

3.3 找矿方向

通过对赖子山背斜南西段轴部区域的控矿因素及前人研究的成矿模式等综合分析,结合研究区央友金矿的地质特征等认为,研究区内在以后的勘查工作中,在思路应结合地质、地球化学、地球物理、深部验证等进行综合研究,重点从物质来源、构造等方向着手,在找矿方向应加强以下几个方向的研究:

- (1)区内金矿主要受赖子山背斜两翼层间滑动构造、NE 向断裂构造及其次级断裂构造带控制,有多期成矿作用,在层间滑动破碎蚀变带叠加 NE 向、近 EW 向、SN 向断裂位置,构成有利的岩性、构造圈闭空间,为富厚矿体的就位空间。
- (2)受构造作用,通过热液交代作用形成的黄铁矿化、方解石化等蚀变强烈地段,是有利的金矿找矿

- 地段。
- (3)区内 P_2h 地层存在的 2~3 层水云母黏土岩层, P_3w/P_2h 、 P_2h/P_1p 、 P_2h/Cp_1w 、 P_1p/Cp_1w 均为不整合接触,接触界面^[16-17,44]含软弱夹层,深部 C_1dw 为黑、灰黑色薄层泥页岩、钙质泥岩,这些不整合界面和深部软弱岩体均易形成层间滑脱构造,构成多层次滑脱成矿系统^[45],均有可能为金的导矿、容矿构造。
- (4)区内秧亚一带断层延展方向与地球化学异常分布具有高度吻合性,找矿潜力较大。
- (5)背斜两翼层间滑动断层倾向延伸深部区域,现区内已知探索深度仅百余米(即平硐长度),而王大福、刘建中等^[45]认为,背斜轴部 1 500 m 范围内构造蚀变体都是金成矿有利空间。

4 结论

(1)研究区金矿体主要受多层层间滑动断裂控制,次为 NE 向断层逆冲断层,具多期成矿特点。Au 元素主要沿着背斜轴部及断裂带分布,也显示了矿体受断裂控制的基本特征。

(2)研究区在赖子山背斜两翼层间滑脱构造、横切背斜构造及次级构造带、构造叠合部位、深部不整合界面等均为成矿热液就位部位,区内还存在较大找矿空间,深部金矿找矿潜力大。

(3)根据已证实为矿致异常的央友及烂泥沟一带地球化学异常,表明研究区内沿断裂展布的金异常区,深部具有良好的找矿潜力,采用新技术、新方法进一步开展勘查工作,有望在该区实现金矿找矿新进展。

参考文献:

[1] 王继斌,颜丹平,邱亮,等.南盘江盆地赖子山穹隆构造样式及沙箱模拟研究[J].地学前缘,2018,25(1):47-64.

[2] 罗建均.黔西南赖子山背斜区金矿床地质特征及成矿规律研究[J].黄金,2018,39(3):15-20.

[3] 赵明峰,罗建均,陆建宝,等.黔西南赖子山背斜地区金矿构造控矿规律研究[J].黄金,2023,44(4):63-68.

[4] 陶平,陈启飞,祁连素.黔西南金矿区域成矿规律及成矿模式[J].贵州地质,2019,36(2):110-119.

[5] 刁理品,栗欢欢,孙俊.黔西南赖子山背斜西翼金矿综合信息找矿预测[J].金属矿山,2017(4):96-104.

[6] 毛铁,叶春,杜定全.贵州烂泥沟金矿控矿断层构造地球化学研究[J].矿物岩石地球化学通报,2014,33(1):98-107.

[7] 闫俊,夏勇,谭亲平,等.黔西南赖子山背斜东南缘卡林型金矿地质地球化学特征与成矿预测[J].黄金科学技术,2015,23(2):28-37.

[8] 李忠,刘铁兵.贵州烂泥沟金矿成矿条件:岩石地球化学研究[J].矿床地质,1995(1):51-58.

[9] 韩雪.贵州烂泥沟卡林型金矿床地质地球化学特征及成因探讨[D].成都:成都理工大学,2013:2-8.

[10] 陈懋弘,毛景文,PHILLIP J U,等.贵州锦丰(烂泥沟)超大型金矿床构造解析及构造成矿作用[J].矿床地质,2007(4):380-396.

[11] 郭振春.黔西南金矿的构造控制作用探讨[J].贵州地质,1993(1):54-61.

[12] 苏杭,王甘露.黔西南烂泥沟金矿构造控矿与成矿模拟实验[J].世界地质,2013,32(2):403-411.

[13] 罗建均,赵明峰,肖波,等.贵州省册亨县板年坡金矿床地质特征及控矿因素[J].黄金,2023,44(12):77-81.

[14] 潘金权,余泽亮,罗隆,等.贵州黔西南赖子山背斜地区金矿床

成矿物质来源探讨[J].西部探矿工程,2019,31(10):173-176.

[15] 庞保成,林畅松,罗先熔,等.右江盆地微细浸染型金矿成矿流体特征与来源[J].地质与勘探,2005(1):13-17.

[16] 王大福,刘建中,王泽鹏,等.贵州贞丰县卡务地区金矿地质特征与找矿预测[J].黄金科学技术,2023,31(3):433-442.

[17] 刘建中,徐良易,宋威方,等.贵州卡林型金矿成矿系列及找矿方向[J].地球学报,2023,44(5):797-814.

[18] 陈发恩,刘建中,谭礼金,等.黔西南包谷地金矿区构造控矿特征及找矿预测[J].矿产与地质,2020,34(4):673-681.

[19] 聂爱国.黔西南卡林型金矿的成矿机制及成矿预测[D].昆明:昆明理工大学,2008:2-8.

[20] 方策,张焕超.贵州册亨县板年一大沟金矿(化)区地质特征及找矿方向探讨[J].贵州地质,2011,28(2):99-103.

[21] 钱建平.黔西南微细浸染型金矿的地质特征和几点认识[J].桂林工学院学报,2001(1):27-34.

[22] 陶平,陈建书,陈启飞,等.关于贵州省成矿区带的划分方案[J].贵州地质,2018,35(3):171-180.

[23] 季国松,吴治君,彭慈刚,等.黔西南册亨百地金矿找矿模式初探[J].矿产与地质,2018,32(3):465-473.

[24] 刘天鹏,刘彩杰,李智,等.胶东水旺庄超大型金矿床构造叠加晕特征及深部找矿预测[J].山东国土资源,2024,40(2):1-8.

[25] 宋威方,刘建中,吴攀,等.构造地球化学弱信息提取方法在黔西南卡林型金矿找矿中的应用[J].物探与化探,2022,46(6):1338-1348.

[26] 范军.黔西南戈塘大型金矿床地质地球化学及成因研究[D].昆明:昆明理工大学,2016:2-8.

[27] 刘玉桥,李寿磊,朱志军.胶东金矿区夏甸金矿床矿化分布规律及构造控矿分析[J].山东国土资源,2022,38(10):1-9.

[28] 杜王庆,祁连素,林珊珊.黔西南簸箕田 1 金矿段断控型矿体控矿作用[J].贵州地质,2021,38(1):8-14.

[29] 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(1):9-13.

[30] 夏勇,张瑜,苏文超,等.黔西南水银洞层控超大型卡林型金矿床成矿模式及成矿预测研究[J].地质学报,2009,83(10):1473-1482.

[31] 谭亲平,夏勇,王学求,等.黔西南灰家堡金矿田成矿构造模式及构造地球化学研究[J].大地构造与成矿学,2017,41(2):291-304.

[32] 姜欢,郝爱华,于晓飞,等.黔西南微细浸染型金矿的黄铁矿矿物学研究及其成因意义:以水银洞金矿为例[J].岩石学报,2022,38(10):3231-3245.

[33] 张伟,季国松,廖国忠,等.黔西南“断控型”金矿床的找矿模式与勘探评价方法:以丫他金矿床为例[J].地质学报,2021,95(12):3961-3978.

[34] 陈懋弘,毛景文,屈文俊,等.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,2007(3):371-382.

[35] 何虎军,田冲,张文高,等.黔西南架底金矿床载金黄铁矿成矿物质来源和成矿机制探讨:来自原位硫同位素的证据[J].大

地构造与成矿学,2023,47(4):791-800.

[36] 田冲,张文高,何虎军,等.黔西南架底金矿床载金黄铁矿的矿物学特征及金的赋存规律研究[J].中国地质,2021,48(4):1255-1266.

[37] 吴松洋,刘书生,侯林.黔西南丫他金矿矿化过程中元素迁移特征研究[J].沉积与特提斯地质,2021,41(4):585-598.

[38] 杨成富,刘建中,顾雪祥,等.黔西南水银洞超大型金矿龙潭组赋矿层岩相特征及对金成矿的控制[J].地质通报,2020,39(8):1221-1232.

[39] 宋威方,刘建中,吴攀,等.黔西南 SBT 容矿金、锑矿床矿相学特征及找矿标志研究[J].黄金,2021,42(11):14-21.

[40] 宋威方,刘建中,吴攀,等.黔西南雄武金矿床元素地球化学特征及其地质意义[J].矿产勘查,2023,14(9):1621-1629.

[41] 李松涛,刘建中,夏勇,等.黔西南泥堡—包谷地卡林型金矿田热液矿物地球化学特征及其地质意义[J].地质论评,2022,68(2):551-570.

[42] 蔡应雄,杨红梅,卢山松,等.黔西南紫木函金矿床成矿物质来源:S-C-O-Pb-Sr 同位素制约[J].地球科学,2021,46(12):4316-4333.

[43] 李松涛,周光红,刘建中,等.贵州滥木厂金汞铊矿床地质地球化学特征及其地质意义[J].地质与勘探,2022,58(3):475-488.

[44] 刘文,季国松,张钟华,等.黔西南戈塘—海子地区金矿控矿因素分析与成矿模式探讨[J].矿产与地质,2022,36(2):290-298.

[45] 刘建中,王泽鹏,宋威方,等.滇黔桂地区卡林型金矿多层次构造滑脱成矿系统构建和找矿实践[J].地质论评,2023,69(2):513-525.

Geological Characteristics and Prospecting Direction of Axial Gold Deposits in the Southwest Part of Laizishan Anticline in Southwestern Guizhou Province

——Taking Yangyou Gold Deposit as an Example

GAO Jiancai, LUO Jun, LI Daji, LIU Xingjin

(Geophysical and Geochemical Brigade of Non-Ferrous Metals and Nuclear Industry Geological Exploration Bureau of Guizhou, Guizhou Duyun 558000, China)

Abstract: Laizishan anticline is one of the important controlling structures for Carlin type gold deposits in southwestern Guizhou province, while Yangyou gold deposit is located in the southwest axis of the anticline. In this paper, taking Yangyou gold deposit as an example, based on regional geological survey and comprehensive geological research on geochemistry, mountain engineering, and other aspects of the southwestern Laizishan anticline, geological characteristics and prospecting direction of the deposit have been studied. It is showed that gold deposits in this area are distributed in the interlayer sliding structures, northeast trending fault structures, and secondary fault structures on both wings of Laizishan anticline. The ore deposit is generally controlled by interlayer sliding faults in the eastern wing of the anticline. It occurs in Permian Houziguan formation in a layered or quasi layered manner. The ore body has morphological characteristics of joint control of faults, faults and multi-layer lithological combinations.

Key words: Yangyou gold deposit; prospecting direction; geological characteristics; Laizishan anticline; western Guizhou province