

望谟县坝达金矿土壤地球化学特征及远景分析

周 雷*,何卫军,陈志友,陆国章

(贵州省地质矿产资源开发股份有限公司,贵州 贵阳 550004)

摘 要:望谟县坝达金矿位于黔西南地区,大地构造位置为扬子板块西南缘。本文通过对望谟县坝达金矿矿床地质特征、1:10 000 土壤地球化学特征进行综合分析和研究,旨在对望谟县坝达金矿进行找矿远景分析。通过矿床地质特征研究表明,I、II、III 矿体均呈脉状,赋矿岩石为领好组一段的含碳酸盐碎屑岩类;矿体产出受两条走向北西的断层破碎带控制;产出两断裂之间的次级断层内金以自然金、半裸露金和碳酸盐、黄铁矿等包裹金形式存在。1:10 000 土壤地球化学圈定了 I-Au-As、II-Au-As、III-As-Sb-Hg、IV-Au-Hg 四个综合异常区,并发现 Au 和 As 相关性最强,且在 I-Au-As 异常查证中发现了金矿化。因此,综合研究认为该矿区存在深部隐伏矿体的可能。

关键词:远景分析;地球化学特征;坝达金矿;望谟县

中图分类号:P594

文献标识码:A

望谟县坝达金矿位于黔西南地区,黔西南地区是中国南方著名的卡林型金矿聚集区,如烂泥沟金矿、丫他金矿、泥堡金矿等。

卡林型金矿是世界金资源最重要的类型之一^[1],也是金的主要来源,以沉积岩容矿和微细粒金为主要特征^[2-5]。贵州卡林型金矿在时空上与断层相关褶皱密切相关,晚三叠纪($\sim 213\text{ Ma}$)^[6],NW-SE 和 NE-SW 相继形成,形成了低角度逆冲断层控制的矿床以及高角度倒转断层相关的矿床^[7];断层-裂隙表面填充的方解石脉指示隐伏的层控金矿,水银洞背斜轴部和倒转断层的方解石脉中富集稀土元素(Sm, Eu, Gd, Tb)和 ^{18}O ,亏损 ^{13}C ^[8];矿床的形成可能源于地幔柱的地壳岩浆结晶基底潜在的贡献^[1];在矿床的形成过程中伴随 ^{34}S 增加,可能是来源于开放热液系统下的似地幔和沉积或深盆地卤水混合而来^[9]。

地球化学在金矿勘查中占有重要的地位,如研究含金石英脉稀土含量特征^[10],土壤地球化学^[11-13],微量元素特征^[14],深穿透地球化学勘查^[15]等。其中土壤地球化学方法是使用最为广泛的,本文以坝达金矿的 1:10 000 土壤地球化学特征来分析坝达金矿的远景。

1 区域地质

黔西南地区位于扬子板块西南缘,以东为江南古陆,以西为青藏高原(图 1)。区域范围被大面积沉积岩覆盖,主要出露上古生界、中-新生界地层,总厚度超过 10 000 m,以三叠系地层最为广泛,如许满组和乐康组,其次是二叠系地层,如上统领组和四大寨组;区域构造线以北西向为主,表现为北西-南东走向的乐康背斜,被北东向断层切割;区域火成岩较不发育,岩浆活动相对微弱,仅在矿区南东部发现少量辉绿岩(图 2)。区域所处黔西南州矿产资源丰富,金矿资源量位居全省之首,煤、汞、锑、铅锌矿等为黔西南州的优势矿产^[17]。

2 矿床地质特征

2.1 地层

矿区地层层序及岩性按从老至新出露了石炭系上统黑灰岩(Chh)、二叠系中-下统四大寨组($P_{1-2}\text{sd}$)、上统领好组($P_3\text{lh}$),三叠系下统乐康组(Tlk)、三叠系中统许满组(Txm)的地层,地表第四系分布广泛(图 2)。

2.2 构造

矿区位于乐康背斜北翼的里来、纳亮、双河口一带,构造以乐康背斜及沿背斜轴附近发育的一纵

收稿日期:2020-03-28

作者简介:周 雷(1982-),男,工程师,硕士,研究方向:地质矿产勘查工作,Email:zhoulei0923@163.com.

* 通讯作者:周 雷,Email:zhoulei0923@163.com.

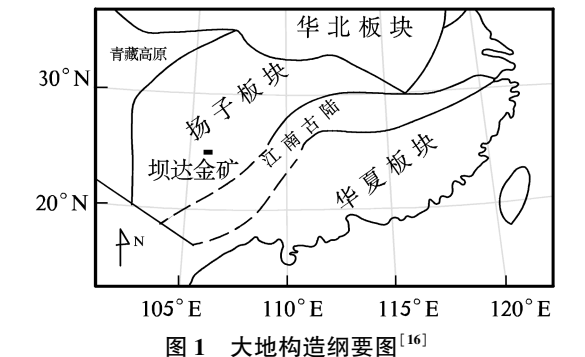


图 1 大地构造纲要图^[16]

Fig.1 Geotectonic outline map^[16]

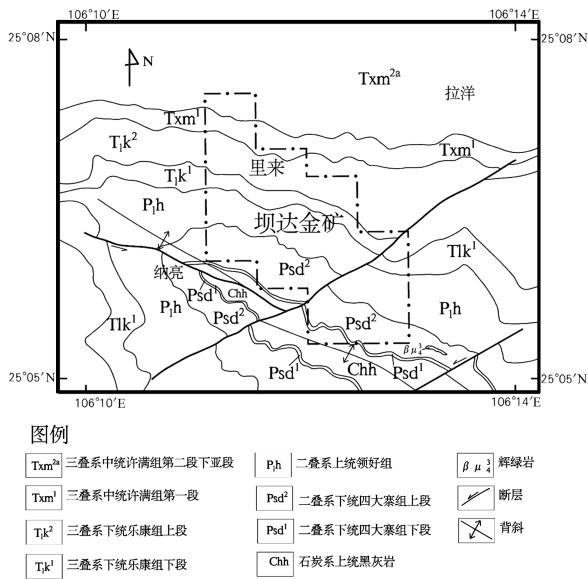


图 2 坝达金矿矿区地质简图

Fig.2 Geological sketch of Bada gold deposit

表 1 坝达金矿物相分析报告^[17]

Tab.1 Mineral Phase Analysis of Bada gold deposit										g/t	
序号	化验 编号	工程 编号	样品 编号	测试项目及含量						总量	
				自然金、 半裸露金	碳酸盐 包裹金	Pb、Zn、Cu 硫化物 包裹金	褐铁矿 包裹金	黄铁矿 包裹金	石英、 硅酸盐 包裹金		
1	YK2013-3-179	I 号剖面	I-H47	3.050	0.750	0.056	0.038	0.025	0.023	3.942	
2	YK2013-3-180	ZK1601	ZK1601H10	0.085	2.340	0.003	0.004	0.004	0.003	2.439	
3	YK2013-3-181	ZK801	ZK801H10	0.038	2.310	0.003	0.003	0.003	0.004	2.361	

3 样品采集和分析方法

1:10 000 土壤地球化学测量工作土壤样品采集剖面线线距为 100 m,点距为 40 m;测线方向大致垂直矿化蚀变带及矿区地层(测线方向 35°),共布设测线 51 条,实测土壤化学面积 8.11 km²,测点 2 090 个(含重复样 62 个)。

野外采样均在采样点周围点线距的 10 m 范围

向断裂为主,据钻孔揭露,深部有多处破碎带发育^[17]。

2.3 围岩蚀变

本矿区围岩蚀变主要有硅化、黄铁矿化(在氧化带为褐铁矿化),次为方解石化、粘土化及大理石化。蚀变主要沿断裂破碎带及二叠系上统领好组一段呈带状展布,其强度和空间范围受破碎带及岩性制约,蚀变范围较破碎范围大。

2.4 矿体特征

本区矿石自然类型可分为碳酸盐岩型和钙质碎屑岩型;前期普查发现编号为 I、II、III 的矿体三个,均呈脉状,赋矿岩石均为领好组一段的含碳酸盐碎屑岩类;矿体产出受两条走向北西的断层破碎带控制,产出于两断裂之间的次级断层内。本区主要金属矿物为黄铁矿、毒砂,偶有氧化的铁质物,脉石矿物主要为方解石、白云石,偶有重晶石、绿泥石和炭质物。黄铁矿有两种,一为早期沉积成因的自形-半自形粒状黄铁矿,粒度多为 0.01~0.05 mm;另一种为后期热液影响重结晶而成,该类黄铁矿分布不均匀,常局部相对富集,或呈团块状、脉状伴随方解石、石英脉边缘产出。毒砂为呈针状、矛状自形晶,粒度(长轴)0.02~0.10 mm,星散分布于原岩中,或与后期黄铁矿混杂成条带状分布。

据本区物相分析(表 1),金以自然金、半裸露金和碳酸盐、黄铁矿等包裹金形式存在。

内,样品由 3、4、5 处样坑采样组成。采样过程为了避免污染,遇有岩石露头、废石堆、陡崖、崩积物、河床堆积、水田、居民区等进行适当移点取样或者弃点。

样品采集采自同一介质、同一层位物质,一般采集在距地表 20~50 cm 土壤的 B 层(淋积层),部分样品因无法采集 B 层土而采集了 C 层(母质层)

中的细粒物质。样品原始重量均大于 500 g 或经 20 目筛子筛分,取筛下样品,单个样品不少于 200 g。

样品采集后将样品晒干,并用木棒轻锤使之疏散后,经 20 目筛子筛分,取筛下样品,用塑料药匙将其分成正样和副样。

样品测试工作由华北有色地质勘查局燕郊中心实验室承担,各元素测试方法及检出限要求见表 2。

表 2 元素测试方法及检出限要求
Tab.2 Element testing method and detection limit requirements

元素	测试方法	化探要求 检出限	实验室可 达检出限
Ag	ES	0.02	0.020
As	AFS	1	0.8
Pb	ICP-MS	2	2
Sb	AFS	0.2	0.10
Sn	ICP-MS	1	1
Hg	AFS	0.005	0.005
Au	ANN	0.000 3	0.000 3
Bi	ICP-MS	0.1	0.07
Mo	ICP-MS	0.50	0.30

4 土壤地球化学特征

4.1 相关性分析

2015 年在勘查区一带开展了 1:10 000 土壤地球化学测量工作,实测土壤化学面积 8.11 km²。野外采集化探样品共计 2 090 件。根据分析测试结果,对 Au、As、Sb、Hg 进行聚类分析如下。从谱系图(图 3)可知,元素相关组合可分为二类,第一类为 Au、As;第二类为 As、Sb、Hg。其中 Au 与 As 相关性最强,为 0.414;其次是与 Sb,相关性系数为 0.206。

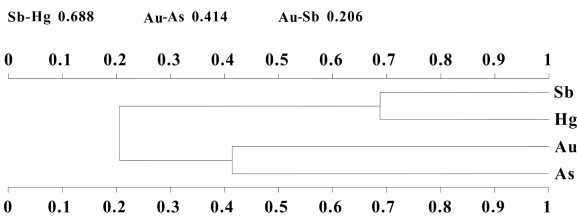


图 3 坝达金矿 Au、As、Sb、Hg R 型聚类分析谱系图
Fig.3 R-Mode cluster analysis pedigree chart of Au、As、Sb、Hg of Bada gold deposit

4.2 异常推断及解释

1:10 000 土壤地球化学测量共圈定综合异常 4 个(图 4),其中甲类异常 1 个,丙类异常 3 个,根据 R 型聚类分析,Ⅰ号 Au、As 组合异常区和Ⅱ号 Au、As 异常区异常可能与金矿化关系最密切;Ⅲ号 As、Sb、Hg 异常区和Ⅳ号 Au、Hg 异常区指示意义较差,现将Ⅰ和Ⅱ号金、砷异常区简述如下。

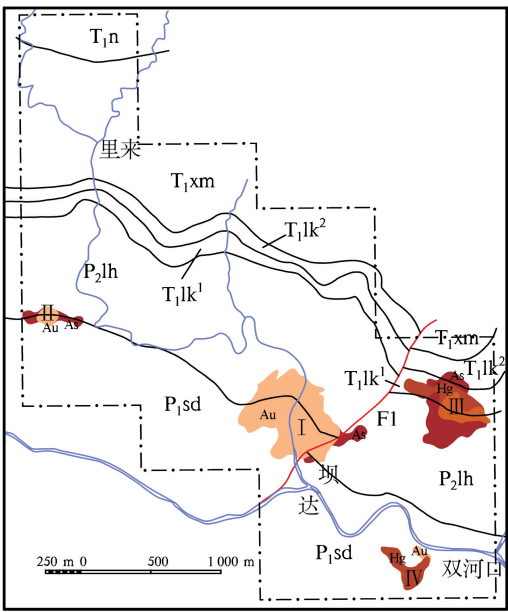


图 4 坝达金矿综合异常图
Fig.4 Comprehensive anomaly Maps of Bada gold deposit

4.2.1 Ⅰ号 Au、As 组合异常区

Ⅰ号 Au、As 组合异常区,异常区位于坝达寨子北部,该区 Au、As 元素异常,异常区呈不规则状展布,具有三级浓度分带,浓集中心较为明显;As 元素具有内外浓度分带,浓集中心明显。异常区主要出露岩石为二叠系四大寨组顶部的灰岩、白云质灰岩夹硅质条带,局部见硅质岩以及二叠系领好组底部的粉砂岩、泥质粉砂岩夹泥岩。

如图 5 所示异常沿 F7 断层呈不规则分布于断层两侧,异常面积大,强度高,Au、As 元素异常套合好,浓集中心明显。区内已知有一个老采场位于 Au 元素最高值点附近,成矿地质条件有利,属甲类综合异常。推测异常由已知金矿点所引起,断层是成矿热液通道,断层破碎带是成矿的控矿、容矿构造。异常的形成机理是深部岩浆热液和构造热液沿构造形成的通道向上运移,将从地壳深部带来的成矿物质富集于碎屑岩中,在有利地质构造部位富集形成金的富集体(金矿体)。

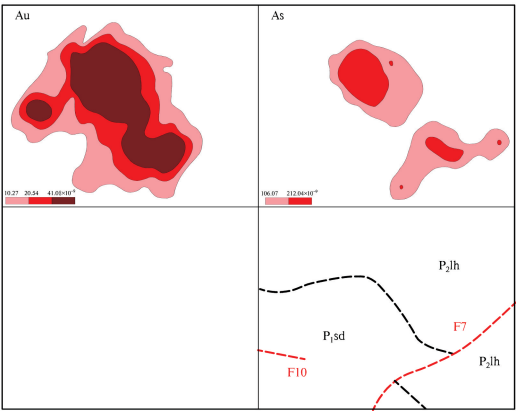


图 5 坝达金矿 I 号金、砷组合异常区异常剖析图
Fig.5 Anomaly profile of abnormal area of gold and arsenic combination of Bada gold deposit No.1

4.2.2 II 号 Au、As 组合异常区

II 号 Au、As 组合异常区,该异常区位于纳亮寨子北部附近约 900 m 处,该区 Au、As 元素异常,异常区呈长条状展布,具有三级浓度分带,浓集中心较为明显(图 6)。

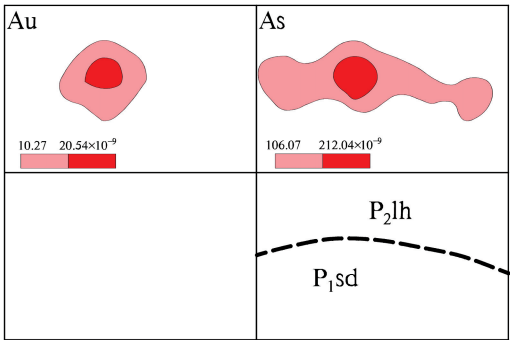


图 6 坝达金矿 II 号金、砷组合异常区异常剖析图
Fig.6 Anomaly profile of abnormal area of gold and arsenic combination of Bada gold deposit No.2

异常区主要出露岩石为二叠系四大寨组顶部的灰岩、白云质灰岩夹硅质条带及二叠系领好组底部的粉砂岩、泥质粉砂岩夹泥岩。异常区硅化蚀变较为强烈。

该异常位于二叠系四大寨组与领好组分界线附近,异常面积小,强度弱,Au、As 元素异常套合较差,但 Au 元素浓集中心明显。综合判定该异常属丙类综合异常。推测异常位于领好组底部粉砂岩、泥质粉砂岩部位,硅化蚀变较为强烈,判断该异常可能为泥质粉砂岩、硅质岩成矿指示元素富集引起。

4.3 异常查证

对矿区 Au、As、Sb、Hg 相关性较好的异常进行了地表查证,共施工探槽 6 条,采取化学样品 167 件。测试分析结果与土壤地球化学异常区较为吻合;在 I 号 Au、As 组合异常区有矿化显示,Au 元素最高品位 0.65 g/t。

5 结论及建议

综上所述,可得如下结论:

(1)坝达金矿区主要的地层是石炭系至三叠系地层;矿区位于乐康背斜北翼的里来、纳亮、双河口一带,构造以乐康背斜及沿背斜轴附近发育的一纵向断裂为主;赋矿岩石为领好组一段的含碳酸盐碎屑岩类;矿体产出受两条走向北西的断层破碎带控制,产出于两断裂之间的次级断层内;金以自然金、半裸露金和碳酸盐、黄铁矿等包裹金形式存在。

(2)1:10 000 土壤地球化学分析结果表明,Au 和 As 相关性最强;该工作共圈定了一个甲类综合异常区,3 个丙类综合异常区,其中 I 和 II 号 Au、As 组合异常区异常特征明显;异常查证表明,I 号 Au、As 组合异常区有矿化显示,可能为隐伏矿所致。

建议进一步研究该矿区矿床地质特征,并结合 1:10 000 土壤地球化学测量成果,寻找该区可能存在的隐伏矿体。

参考文献:

[1]ZHU J, ZHANG Z C, SANTOSH M, et al. Carlin-style gold province linked to the extinct Emeishan plume[J]. Earth and Planetary Science Letters, 2020, 530: 1-12.

[2]HOFSTRA A H, CLINE J S. Characteristics and models for Carlin-type Au deposits[J]. Reviews in Economic Geology, 2000, 13: 163-220.

[3]CLINE J S, HOFSTRA A H, MUNTEAN J L, et al. Carlin-type Au deposits in Nevada: critical geologic characteristics and viable models[J]. Economic Geology 100th Anniversary Volume, 2005, 451-484.

[4]MUNTEAN J L, CLINE J S, SIMON A C, et al. Magmatic-hydrothermal origin of Nevada's Carlin-type gold deposits[J]. Nature-Geoscience, 2001, 4(2): 122-127.

[5]吴松洋, 侯林, 丁俊等. 黔西南卡林型金矿矿田控矿构造类型及成矿流体特征[J]. 岩石学报, 2016, 32(8): 2407-2424.

[6]WU S Y, HOU L, JOWITT S M, et al. Geochronology, geochemistry and petrogenesis of Late Triassic dolerites associated with the Nibao gold deposit, Youjiang Basin, southwestern China: implications for post-collisional magmatism and its relationships with Carlin-like

- gold mineralization[J]. *Ore Geology Reviews* 2019(111): 1-8
- [7] HU Y Z, LIU W H, WANG J J, et al. Basin-scale structure control of Carlin-style gold deposits in central Southwestern Guizhou, China: insights from seismic reflection profiles and gravity data[J]. *Ore Geology Reviews*, 2019(17): 444-462.
- [8] TAN Q P, XIA Y, WANG X Q, et al. Carbon-oxygen isotopes and rare earth elements as an exploration vector for Carlin-type gold deposits: a case study of the Shuiyindong gold deposit, Guizhou Province, SW China[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2017(148): 1-12.
- [9] YAN J, HU R Z, LIU S, et al. Nano SIMS element mapping and sulfur isotope analysis of Au-bearing pyrite from Lannigou Carlin-type Au deposit in SW China: new insights into the origin and evolution of Au-bearing fluids[J]. *Ore Geology Reviews*, 2018(92): 29-41.
- [10] DEKSISSA D J, KOEBERL C. Geochemistry and petrography of gold-quartz-tourmaline veins of the Okote area, southern Ethiopia: implications for gold exploration[J]. *Mineralogy and Petrology*, 2002(75): 101-122.
- [11] MAZZUCHELLI R H. The application of soil geochemistry to gold exploration in the black Flag Area, Yilgam Block, Western Australia[J]. *Journal of Geochemical Exploration*, 1996(57): 175-185.
- [12] MARTINS-FERREIRA A C, CAMPOS J E, PIRES A C B. Near-mine exploration via soil geochemistry multivariate analysis at the Almas gold province, Central Brazil: a study case[J]. *Journal of Geochemical Exploration*, 2017(173): 52-63.
- [13] SADEGHI M, BILLAY A, CARRANZA E G M. Analysis and mapping of soil geochemical anomalies: implications for bedrock mapping and gold exploration in Giyani area, South Africa[J]. *Journal of Geochemical Exploration* 2015(154): 180-193.
- [14] SUNKARI E D, APPIAH-TWUM M A, LERMI A. Spatial distribution and trace element geochemistry of laterites in Kunche area: implication for gold exploration targets in NW, Ghana[J]. *Journal of African Earth Sciences*, 2019(158): 1-19.
- [15] 王振. 深穿透地球化学勘查技术在金矿勘查中的应用[J]. *世界有色金属*, 2019(12): 107-108.
- [16] H U A X, PENG J T. Fluid inclusions and ore precipitation mechanism in the giant Xikuangshan mesothermal antimony deposit, South China: conventional and infrared microthermometric constraints[J]. *Ore Geology Reviews*, 2018(95): 49-64.
- [17] 张世帆, 薛洪福. 贵州省望谟县坝达金矿找矿评价报告[R]. 贵州省有色金属和核工业地质勘查局地质矿产勘查院, 2017: 1-54.

(责任编辑:于慧梅)

Soil Geochemical Characteristics and Prospect Analysis of Bada Gold Deposit, Wangmo County

ZHOU Lei*, HE Weijun, CHEN Zhiyou, LU Guozhang

(Guizhou Geological and Mineral Resources Development Co., Ltd., Guiyang 550004, China)

Abstract: Bada Gold deposit in Wangmo County is located in the Southwest of Guizhou Province, and the tectonic position is the Southwest margin of the Yangtze Plate. Based on the comprehensive analysis and research on the geological characteristics and 1:10 000 soil geochemical characteristics of Bada gold deposit in Wangmo County, this paper aims at the prospect analysis of Bada gold deposit. The geological characteristics of the deposit are indicated that I, II, III ore bodies are all vein-shaped; the host rocks are carbonate detrital rocks of the first member of the Linghao Formation; Ore bodies' production is controlled by two NW-trending fault fracture zones; The ore bodies occur in the secondary fault between the two fault fracture zones; Gold exists in the form of natural gold, semi-bare gold and wrapped gold in carbonate and pyrite. Soil geochemistry delineated four comprehensive abnormal areas of I-Au-As, II-Au-As, III-As-Sb-Hg, IV-Au-Hg, and found that the correlation between Au and As is the strongest, and gold mineralization were found in I-Au-As anomaly. Therefore, the comprehensive study indicate that there is the possibility of deep concealed ore body.

Key words: prospect analysis; geochemical characteristics; Bada gold deposit; Wangmo county